

雨水下水道設計指南



內政部營建署
中華民國一〇九年九月

雨水下水道設計指南



內政部營建署
中華民國一〇九年九月

雨水下水道設計指南

總目錄

第一篇 雨水下水道工程設計

第二篇 抽水站設計

第三篇 抽水站機電設備概要

第四篇 預算編列

參考文獻

第一篇 雨水下水道工程設計

雨水下水道設計指南

第一篇 雨水下水道工程設計

目 錄

第一章	前 言	I -1
1.1	雨水下水道建設概述	I -1
1.2	積淹水原因探討	I -3
1.3	各篇內容說明	I -4
1.4	節能減碳規劃設計原則	I -5
1.5	設計工作流程	I -8
第二章	資料收集及測量調查	I -11
2.1	基本原則	I -11
2.2	資料收集項目及內容	I -11
2.3	測量調查計畫	I -13
2.4	現場踏勘及訪問調查	I -14
第三章	規劃設計準則及改善計畫檢討	I -15
3.1	檢討原則	I -15
3.2	水文分析	I -15
3.3	水理演算	I -38
3.4	規劃設計準則	I -42
3.5	改善計畫檢討	I -45
第四章	工程設計前置作業	I -46
4.1	作業目的	I -46
4.2	補充資料收集及測量調查	I -46
4.3	管線佈設初步計畫	I -49
4.4	相關單位協調計畫	I -49
第五章	暗渠工程設計	I -51
5.1	概述	I -51
5.2	平縱斷面佈置	I -52
5.3	管材選用	I -56
5.4	箱涵構造型式及結構分析	I -62
5.5	埋設斷面圖及擋土工法	I -63
5.6	附屬設施	I -65
5.7	維護管理	I -68
5.8	交通安全維持	I -68
第六章	明渠工程設計	I -71
6.1	概述	I -71
6.2	排水斷面檢討	I -71
6.3	平縱斷面佈置	I -73
6.4	排水斷面設計	I -77

6.5	其他設施設計	I -78
6.6	土方圖繪製及計算	I -80
第七章	地面逕流收集系統設計	I -81
7.1	概述	I -81
7.2	進入口	I -81
7.3	側溝	I -83
7.4	雨水井	I -89
7.5	連接管	I -90
第八章	雨水滲透及貯留設計	I -91
8.1	概述	I -91
8.2	滲透設施	I -92
8.3	貯留設施	I -93
第九章	設計書圖製作	I -108
9.1	設計圖製作	I -108
9.2	預算書編列	I -110
9.3	施工規範	I -110
9.4	設計計算書	I -110

雨水下水道設計指南

第一篇 雨水下水道工程設計

表目錄

表 1-1	臺灣地區歷年雨水下水道系統規劃幹線建設實施率	I -2
表 3-1	雨水下水道降雨強度公式彙整表(早期規劃報告)	I -16
表 3-1	雨水下水道降雨強度公式彙整表(早期規劃報告)(續一)	I -17
表 3-1	雨水下水道降雨強度公式彙整表(早期規劃報告)(續二)	I -18
表 3-2	雨水下水道降雨強度公式彙整表(後續規劃或檢討規劃報告)	I -19
表 3-2	雨水下水道降雨強度公式彙整表(後續規劃或檢討規劃報告)(續一)	I -20
表 3-2	雨水下水道降雨強度公式彙整表(後續規劃或檢討規劃報告)(續二)	I -21
表 3-2	雨水下水道降雨強度公式彙整表(後續規劃或檢討規劃報告)(續三)	I -22
表 3-2	雨水下水道降雨強度公式彙整表(後續規劃或檢討規劃報告)(續四)	I -23
表 3-2	雨水下水道降雨強度公式彙整表(後續規劃或檢討規劃報告)(續五)	I -24
表 3-2	雨水下水道降雨強度公式彙整表(後續規劃或檢討規劃報告)(續六)	I -25
表 3-2	雨水下水道降雨強度公式彙整表(後續規劃或檢討規劃報告)(續七)	I -26
表 3-2	雨水下水道降雨強度公式彙整表(後續規劃或檢討規劃報告)(續八)	I -27
表 3-2	雨水下水道降雨強度公式彙整表(後續規劃或檢討規劃報告)(續九)	I -28
表 3-2	雨水下水道降雨強度公式彙整表(後續規劃或檢討規劃報告)(續十)	I -29
表 3-3	年最大值與部份延時系列法分析成果比值表	I -31
表 3-4	降雨強度公式比較表	I -32
表 3-4	降雨強度公式比較表(續一)	I -33
表 3-5	降雨強度分析比較表(冬山及新北城雨量站)	I -34
表 3-6	降雨強度分析比較表(嘉義氣象站)	I -34
表 3-7	各單位分析台北中正橋雨量站降雨強度比較表	I -35
表 3-8	各土地使用分區逕流係數表	I -37
表 3-9	各種管材之粗糙係數 N 值	I -40
表 3-10	管渠粗糙係數 N 值表	I -40
表 3-11	人孔設置之最大間距表	I -43
表 3-12	渠道最小出水高度範圍	I -44
表 5-1	活載重載重係數 CS 值	I -57
表 5-2	凝聚力係數 (C)	I -58
表 5-3	沉陷比 RSD	I -59
表 5-4	鋼筋混凝土管外壓強度表	I -62
表 5-5	分級車輛載重表	I -63
表 5-6	國內開挖基地常用之擋土設施	I -65
表 6-1	渠道之粗糙係數及最大容許平均流速	I -72
表 6-2	坡地排水之粗糙係數	I -72
表 6-3	渠道曼寧粗糙係數值	I -73

表 8-1 統一土壤分類與土壤最終入滲率 F 及滲透係數 K 值對照表	I -93
---	-------

雨水下水道設計指南

第一篇 雨水下水道工程設計

圖目錄

圖 1-1	都市雨水逕流收集排放流程示意圖	I -1
圖 1-2	台灣各縣市雨水下水道建設實施率柱狀圖	I -3
圖 1-3	設計流程圖	I -9
圖 3-1	延時取樣與分析成果比較圖	I -30
圖 4-1	橫斷面測量成果示意圖	I -48
圖 4-2	既有管線平面套繪示意圖	I -49
圖 5-1	修正原規劃管線數據示意圖	I -51
圖 5-2	市區道路地下管線埋設物設置位置圖說明(道路寬度 20 公尺)	I -52
圖 5-3	圓曲線佈置示意圖	I -54
圖 5-4	平面佈置示意圖	I -55
圖 5-5	平縱斷面佈置示意圖	I -55
圖 5-6	鋼筋混凝土管型式示意圖	I -56
圖 5-7	管溝式管涵覆土載重係數 CD	I -58
圖 5-8	凹入填土式管涵覆土載重係數 CC	I -59
圖 5-9	凸出填土式管涵覆土載重係數 CC	I -60
圖 5-10	隧道式管涵覆土載重係數 CT	I -61
圖 5-11	箱涵型式示意圖	I -64
圖 5-12	涵管埋設斷面圖	I -64
圖 5-13	一般人孔構造示意圖	I -65
圖 5-14	預鑄人孔頸部詳圖	I -66
圖 5-15	球狀石墨鑄鐵人孔框蓋詳圖	I -67
圖 5-16	新型鉸扣式人孔框蓋詳圖	I -67
圖 5-17	機械清掃孔平剖面圖	I -69
圖 5-18	人孔底沉砂部示意圖	I -70
圖 6-1	排水斷面標準圖	I -74
圖 6-2	垂直式跌水示意圖	I -74
圖 6-3	明溝縱斷面示意圖(左岸)	I -75
圖 6-4	明溝平面及縱斷面示意圖(左岸)	I -76
圖 6-5	穿越管涵或箱涵示意圖	I -79
圖 6-6	端牆及翼牆示意圖	I -79
圖 7-1	雨水下水道及地面逕流收集系統示意圖	I -81
圖 7-2	進水口示意圖(一)	I -82
圖 7-3	進水口示意圖(二)	I -82
圖 7-4	無人行道 U 型側溝詳圖	I -84
圖 7-5	有人行道 U 型側溝詳圖	I -84

圖 7-6	L1 預鑄溝蓋板詳圖	I -85
圖 7-7	L2 預鑄溝蓋板詳圖	I -85
圖 7-8	S1 預鑄溝蓋板詳圖	I -86
圖 7-9	S2 預鑄溝蓋板詳圖	I -86
圖 7-10	L 型場鑄溝蓋板詳圖	I -87
圖 7-11	S 型場鑄溝蓋板詳圖	I -88
圖 7-12	道路側溝平面示意圖(有人行道)	I -88
圖 7-13	U 型側溝平面示意圖(無人行道)	I -89
圖 7-14	地面逕流收集系統配置示意圖	I -90
圖 8-1	逕流抑制設施分類示意圖	I -91
圖 8-2	滲透性側溝範例示意圖	I -92
圖 8-3	滲透性雨水井範例示意圖	I -92
圖 8-4	家戶或建物雨水貯留示意圖	I -94
圖 8-5	地下貯留槽(池)示意圖	I -95
圖 8-6	地下貯留設施配合雨水滲透示意圖	I -95
圖 8-7	雨水滲透貯留再利用設施示意圖	I -96
圖 8-8	一般式滯洪池構造示意圖(一)	I -97
圖 8-9	一般式滯洪池構造示意圖(二)	I -98
圖 8-10	豎井式滯洪池構造示意圖	I -98
圖 8-11	濕式滯洪池示意圖	I -98
圖 8-12	分離式滯洪池設計示意圖	I -99
圖 8-13	抽水式滯洪池設計示意圖	I -99
圖 8-14	斜坡車道示意圖	I -99
圖 8-15	滯洪池排放量示意圖($y \leq L$)	I -100
圖 8-16	滯洪池排放量示意圖($Y > L$)	I -101
圖 8-17	滯洪池入流量歷線圖	I -102
圖 8-18	滯洪池出流量歷線圖	I -102
圖 8-19	滯洪池入流量與出流量歷線圖	I -102
圖 8-20	滯洪池適當出流量示意圖	I -103
圖 8-21	滯洪池入流量及出流量歷線圖	I -105

第二篇 抽水站設計

雨水下水道設計指南

第二篇 抽水站設計

目 錄

第一章 前 言	II- 1
1.1 概述.....	II- 1
1.2 抽水站之組成.....	II- 1
1.3 抽水站規模檢討.....	II- 1
1.4 規劃設計應注意之基本事項.....	II- 3
第二章 計畫抽水量	II- 5
2.1 降雨強度公式.....	II- 5
2.2 計畫頻率.....	II- 5
2.3 抽水量估算.....	II- 6
第三章 抽水站功能設計	II- 9
3.1 抽水機型式及選用.....	II- 9
3.2 抽水機組功能設計.....	II-14
3.3 抽水機吸入特性探討.....	II-24
3.4 主要附屬設備.....	II-25
第四章 抽水站工程配置	II-30
4.1 配置原則.....	II-30
4.2 導水(進流)渠及抽水井.....	II-31
4.3 閘門、攔污柵裝設位置.....	II-32
4.4 出水管.....	II-33
4.5 抽水機之設置形式.....	II-33
4.6 抽水機浦及附屬設備各部尺寸.....	II-34
4.7 空間配置注意事項.....	II-35
4.8 機電設備基本要求.....	II-36
4.9 內燃機設置規定.....	II-37
4.10 抽水機基礎.....	II-41
4.11 流水槽.....	II-42
4.12 環境整理.....	II-43

雨水下水道設計指南

第二篇 抽水站設計

表目錄

表 2-1	台北市五年一次暴雨及颱風雨降雨強度比較表	II- 6
表 2-2	各土地使用分區逕流係數表	II- 6
表 3-1	橫軸型及豎軸型抽水機優缺點比較	II- 9
表 3-2	斜流、軸流抽水機適用範圍表	II- 9
表 3-3	斜流、軸流抽水機功能特性比較表	II-10
表 3-4	抽水機安裝型式優缺點比較表	II-13
表 3-5	依揚水液體性質應選用之材質	II-14
表 3-6	閘閥損失係數	II-20
表 3-7	標高與大氣壓力	II-25
表 3-8	水溫與飽和蒸氣壓力	II-25
表 3-9	撈污機種類及適用性	II-28
表 4-1	傳統豎軸抽水機相關尺寸建議表	II-35
表 4-2	抽水站之標準照明度(Lx)	II-37
表 4-3	引擎輸出動力與燃油消耗率	II-38

雨水下水道設計指南

第二篇 抽水站設計

圖目錄

圖 1-1	雨水抽水站平面示意圖	II- 2
圖 1-2	雨水抽水站縱斷面示意圖	II- 2
圖 3-1	傳統式雨水抽水站剖面圖（豎軸型）	II-10
圖 3-2	傳統式雨水抽水站剖面圖（橫軸型）	II-11
圖 3-3	沉水式雨水抽水站剖面圖（豎裝型）	II-11
圖 3-4	沉水式雨水抽水站剖面圖（橫裝型）	II-11
圖 3-5	螺旋式抽水機示意圖	II-12
圖 3-6	開泵系統示意圖	II-12
圖 3-7	軸流抽水機一般特性曲線圖	II-16
圖 3-8	排水歷線圖	II-17
圖 3-9	抽水機總揚程示意圖	II-18
圖 3-10	漸縮損失係數	II-21
圖 3-11	抽水泵浦特性曲線示意圖	II-23
圖 3-12	吸入端實際水頭示意圖(一)	II-24
圖 3-13	吸入端實際水頭示意圖(二)	II-24
圖 3-14	二道式防洪閘門示意圖	II-26
圖 3-15	雙桿(吊桿式)吊門機示意圖	II-26
圖 3-16	攔污柵之形狀與係數	II-27
圖 3-17	電動刮耙迴轉式撈污機示意圖	II-28
圖 3-18	清污泵示意圖	II-29
圖 4-1	雨水抽水站配置示意圖	II-30
圖 4-2	排水幹線、導水渠及抽水井相關尺寸示意圖	II-31
圖 4-3	抽水井配置尺寸示意圖	II-32
圖 4-4	抽水井及吸水口配管圖例	II-32
圖 4-5	攔污柵裝設位置圖	II-32
圖 4-6	豎軸抽水機之設置形式	II-34
圖 4-7	傳統豎軸抽水機配置示意圖	II-34
圖 4-8	貯油槽及燃油泵管線安裝配置示意圖	II-38
圖 4-9	抽水機之動水推力荷重參考圖	II-41
圖 4-10	流水槽形狀及相關尺寸示意圖	II-42
圖 4-11	利用調壓槽及壓力箱涵排放示意圖	II-43

第三篇 抽水站機電設備概要

雨水下水道設計指南

第三篇 抽水站機電設備概要

目 錄

第一章 前 言	III- 1
1.1 概述.....	III- 1
1.2 機電設備組成.....	III- 1
1.3 設計應注意事項.....	III- 2
第二章 抽水機設備	III- 3
2.1 抽水機分類.....	III- 3
2.2 傳統式(非沉水式)抽水機.....	III- 4
2.3 沉水式抽水機.....	III- 8
2.4 螺旋式抽水機.....	III- 9
2.5 閘泵.....	III-11
第三章 驅動設備	III-14
3.1 驅動設備組成.....	III-14
3.2 動力來源.....	III-14
3.3 動力傳動設備.....	III-25
3.4 其他輔助機器設備.....	III-27
第四章 附屬設備及設施	III-30
4.1 主要附屬設備.....	III-30
4.2 進流閘門.....	III-30
4.3 攔污柵及撈污機.....	III-31
4.4 皮帶輸送機.....	III-34
4.5 清污泵.....	III-34
4.6 通風換氣設備.....	III-36
4.7 電動吊車.....	III-37
第五章 電力及儀控設備	III-39
5.1 電力工程.....	III-39
5.2 用電設備檢驗及送電程序.....	III-44
5.3 操作控制設備.....	III-47
第六章 機電設備規格及廠商資格規定	III-50
6.1 機電設備規格.....	III-50
6.2 決標方式及廠商資格.....	III-54
第七章 工程施工及設備安裝計畫	III-59
7.1 施工計畫.....	III-59
7.2 抽水機安裝計畫.....	III-60

雨水下水道設計指南

第三篇 抽水站機電設備概要

表目錄

表 3-1	各類電動機容許最高溫度	III-18
表 3-2	發電機效率(2 極~8 極)表	III-24
表 3-3	動力傳動製造與配管方式	III-25
表 3-4	荷重係數參考表	III-26
表 3-5	壽命係數參考表	III-26
表 4-1	各種閘門之特性及選擇考慮要項	III-30
表 5-1	電壓、電動機容量及開關設備	III-40
表 6-1	政府採購法及施行細則之規定	III-55
表 6-2	工程採購決標方式一覽表	III-58

雨水下水道設計指南

第三篇 抽水站機電設備概要

圖目錄

圖 1-1	抽水機設備組成架構圖	III- 1
圖 2-1	比速與葉輪之形狀示意圖	III- 3
圖 2-2	傳統式豎軸軸流式抽水機示意圖	III- 4
圖 2-3	軸流式及斜流式差異示意圖	III- 5
圖 2-4	輸水管線系統示意圖(一)	III- 6
圖 2-5	輸水管線系統示意圖(二)	III- 6
圖 2-6	蝶閥示意圖	III- 7
圖 2-7	舌閥示意圖	III- 7
圖 2-8	沉水式豎軸抽水機示意圖	III- 8
圖 2-9	沉水式軸流抽水機示意圖	III- 9
圖 2-10	螺旋式抽水機構造示意圖	III- 9
圖 2-11	開放型螺旋抽水機	III-10
圖 2-12	閉合型螺旋泵浦	III-11
圖 2-13	閘泵系統平面佈置示意圖	III-11
圖 2-14	豎軸式、橫軸式閘泵示意圖	III-12
圖 2-15	閘泵抽水站縱斷面示意圖	III-13
圖 2-16	機房配置示意圖	III-13
圖 3-1	柴油引擎為驅動設備之抽水站示意圖	III-15
圖 3-2	柴油發電機為驅動設備抽水站示意圖	III-15
圖 3-3	動力傳動示意圖	III-25
圖 3-4	燃油供應系統示意圖	III-27
圖 3-5	柴油引擎發電機與排氣管配置示意圖	III-29
圖 4-1	雙桿(梯桿式)吊門機示意圖	III-31
圖 4-2	刮耙迴轉式撈污機示意圖	III-32
圖 4-3	行走式撈污機示意圖	III-33
圖 4-4	固定鋼索式撈污機示意圖	III-33
圖 4-5	皮帶輸送機基本構造示意圖	III-34
圖 4-6	清污泵系統配置示意圖	III-35
圖 4-7	清污泵安置示意圖	III-35
圖 5-1	單線圖與負載表	III-41
圖 5-2	低壓配電盤配置示意圖	III-42
圖 5-3	動力平面示意圖	III-43
圖 5-4	新增設用戶用電設備檢驗流程圖	III-44
圖 6-1	政府採購決標方式一覽表	III-57

第四篇 預算編列

雨水下水道設計指南

第四篇 預算編列

目 錄

第一章 前 言	IV- 1
1.1 預算組成架構.....	IV- 1
1.2 預算編列原則.....	IV- 1
第二章 預算工項編列	IV- 4
2.1 工項內容概述.....	IV- 4
2.2 一般施工工項.....	IV- 4
2.3 其他工項.....	IV- 9
第三章 預算書編製作業	IV-11
3.1 編製作業概要.....	IV-11
3.2 工程數量計算項目.....	IV-11
3.3 數量計算應注意事項.....	IV-11
3.4 單價分析表製作.....	IV-13
3.5 預算詳細表.....	IV-16
3.6 工程預算總表.....	IV-17
3.7 施工預算書封面.....	IV-17
3.8 資源統計表.....	IV-17
第四章 工程單價	IV-21
4.1 概述.....	IV-21
4.2 雨水下水道工程單價.....	IV-21
4.3 雨水抽水站工程單價.....	IV-21

雨水下水道設計指南

第四篇 預算編列

表目錄

表 1-1	發包工程費估算方法表	IV- 3
表 1-2	非發包工程費及估算方法表	IV- 3
表 3-1	工程項目表	IV-12
表 3-2	單價分析表	IV-13
表 3-3	構造物開挖，(機械挖方，未含抽排水)單價分析表	IV-14
表 3-4	鋼筋混凝土管(B 型)，D=1200mm，三級管，未含開挖回填單價分析表	IV-14
表 3-5	構造物回填，原材料回填單價分析表	IV-15
表 3-6	級配粒料底層，碎石級配單價分析表	IV-15
表 3-7	鋼筋，SD280(連工帶料及損耗)單價分析表	IV-15
表 3-8	水泥砂漿粉刷，1:3 水泥漿，內牆單價分析表	IV-16
表 3-9	預算詳細表格式範例	IV-17
表 3-10	預算總表格式範例	IV-18
表 3-11	施工預算書封面格式範例	IV-19
表 3-12	資源統計表格式範例	IV-20
表 4-1	雨水下水道工程單價參考表	IV-22

第一篇 雨水下水道工程設計

第一章 前言

1.1 雨水下水道建設概述

1.建設目的

雨水下水道為現代都市不可或缺之公共設施，其功能在解決都市排水問題，降低都市積淹水風險，並促進都市之健全發展，世界先進國家莫不以雨水下水道建設為施政重點。

2.建設項目

都市雨水逕流收集、排放流程(請詳圖 1-1)，其組成一般包括地面逕流收集系統(進水口、側溝、雨水井及連接管)、雨水幹支線、閘門、抽水站及機組等環結，亦可考量設置滯洪池或調節池，以削減或儲留方式調整尖峰逕流量。

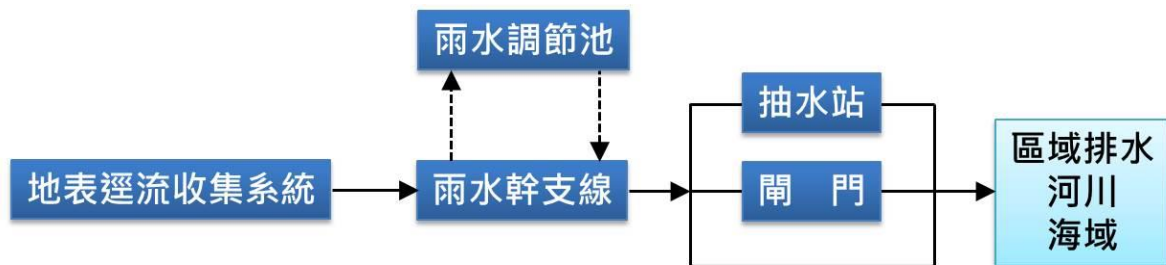


圖 1-1 都市雨水逕流收集排放流程示意圖

依下水道法，公共雨水下水道係指「都市計畫地區」或「指定地區」專供處理「雨水」之下水道設施，其設施包括下水道系統管渠、放流口及其附屬設施、抽水站及其相關設施、其他有關下水道重要設施。而地面逕流收集系統，則係屬道路工程之附屬設施。

惟上述，包括地面逕流收集系統等任一個環結出問題，即恐造成積淹水之情形，因此辦理雨水下水道系統規劃設計，應針對上述每一個環結，加以檢討後再予以建設，始能確保民眾在規劃保護標準情況下免遭水患。

3.建設概況

下水道收集系統可分為合流制及分流制，我國在政策上係採分流制，而陸續以分流制方式，完成各都市計畫區之雨水下水道系統規劃，亦逐年編列預算據以建構，歷經數十年建設迄今亦已具規模。

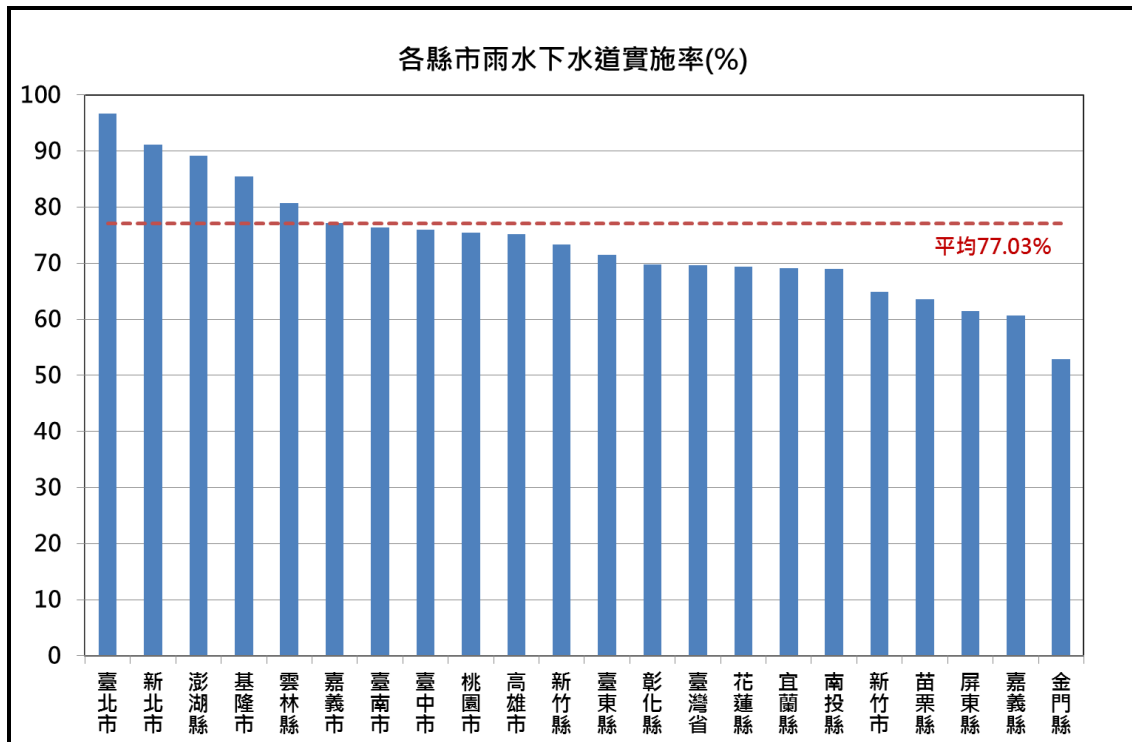
截至民國108年底，雨水下水道幹支線已完成規劃長度為6,924.41公里，累計已完成建設長度5,334.18公里，全國各縣市平均實施率為77.03%，其中台北市完成522.16公里、新北市完成722.88公里、桃園市完成400.03公里、台中市完成675.42公里、台南市完成721.82公里、高雄市完成669.83公里。建設實施率則以台北市實施率為96.7%最高，其次為新北市91.1%，第三為澎湖縣89.13%，而台灣省僅為69.59%，仍待加強建設。歷年「雨水下水道系統規劃幹線建設完工比率」，則請詳表 1-1；而各縣市雨水下水道建設情形，整理如圖 1-2。

表 1-1 臺灣地區歷年雨水下水道系統規劃幹線建設實施率

年度	累計建設長度(A)(公里)	累計規劃長度(B)(公里)	實施率(A/B)(%)
69	811.74	3,270.16	24.82
70	895.82	3,730.11	24.02
71	937.44	4,094.62	22.89
72	981.34	4,196.16	23.39
73	1,044.88	4,492.39	23.26
74	1,115.91	4,755.36	23.47
75	1,285.05	4,993.84	25.73
76	1,417.97	5,136.53	27.61
77	1,558.17	5,319.64	29.29
78	1,702.70	5,562.46	30.61
79	1,807.87	5,637.78	32.07
80	2,083.49	5,898.22	35.32
81	2,225.03	6,016.48	36.98
82	2,355.75	6,114.71	38.53
83	2,526.26	6,259.93	40.36
84	2,713.94	6,333.95	42.85
85	2,836.24	6,393.85	44.36
86	3,007.52	6,413.64	46.89
87	3,111.94	6,463.49	48.15
88	3,195.31	6,476.28	49.34
89	3,302.16	6,513.45	50.70
90	3,441.82	6,494.33	53.00
91	3,616.82	6,535.12	55.34
92	3,831.43	6,625.52	57.83
93	3,996.83	6,715.29	59.52
94	4,077.52	6,716.86	60.71
95	4,201.97	6,855.95	61.29
96	4,246.59	6,849.01	62.00
97	4,337.56	6,858.50	63.24
98	4,403.00	6,709.00	65.63
99	4,469.20	6,818.66	65.54
100	4,495.04	6,848.31	65.64
101	4,592.59	6,828.00	67.26
102	4,650.68	6,785.02	68.54
103	4,722.11	6,804.12	69.40
104	4,784.74	6,807.08	70.29
105	4,950.01	6,829.59	72.48
106	5,022.17	6,813.19	73.71
107	5,246.88	6,941.65	75.59
108	5,334.18	6,924.47	77.03

註：(1) 90年度資料因修正去除專用下水道部分，故部分數據較上年度減少。

(2) 102、106年係因部分縣市重新檢討規劃，雨水下水道規劃幹線總長度較前一年度減少。



註：資料統計至民國 108年底。

圖 1-2 台灣各縣市雨水下水道建設實施率柱狀圖

4.實施率探討

探討部份縣市雨水下水道工程實施率偏低之原因，除早年地方財政困難，無法編列足夠經費建設外，亦包括(1)用地取得問題如都市計畫道路尚未開闢 (2)雨水下水道規劃埋設段，交通量太大或地下管線眾多無法拆遷 (3)民眾反對等因素。

易淹水地區，如屬前述道路尚未開闢（或短期內無法開闢）環境現況等因素而無法解決，則應先重新檢討排水路徑之佈設，再予以治理(或稱改善)，始能有效解決易淹水地區之排水問題。

1.2 積淹水原因探討

各規劃地區已歷經多年之建設，迄今仍有易淹水情形發生，因此辦理規劃檢討及設計時應先探討其造成積淹水之原因，以利雨水下水道建設，得以確實解決排水問題癥結。茲將造成積淹水原因，探討說明如次：

1.氣候變遷

溫室效應造成全球氣候異常現象，台灣亦免除於外。近年來因降雨日數減少而降雨強度集中之現象，導致既有雨水下水道管渠系統無法負荷，而擴大淹水範圍、深度及時間。

2.都市計畫變更

都會區之快速發展，並歷經多次通盤檢討或變更都市計畫，常導致部份原屬可滯留逕流之農業區或保護區，紛紛變更為商業區、住宅區或工業區。都市高度開發結果，造成既有雨水下水道系統無法負荷。

3.都市發展現況差異

早年規劃時，依地面高程測量成果予以劃分集水分區，惟都市細部計畫道路之開闢，及建築陸續開發後，其所建構之側溝走向，恐與當初規劃集水分區之劃分不符，此將導致部份依原規劃構築之幹支線輸水容量不足，而造成淹水之情事。

4.未依原規劃建設

探討未依原規劃辦理雨水下水道建設之主要原因，除經費（包括建設及土地）外，亦包括道路尚未開闢或無法開闢、其他管線障礙或民意等因素。未依原規劃施設雨水下水道，逕流無法渲洩當造成淹水之情事。

5.外水位頂托

雨水下水道系統出口水位之釐定，需依排放「區域排水」等承受水體之計畫洪水位。惟部份系統恐因早年規劃雨水下水道出口之承受水體，尚未治理或因修正其治理計畫，致使已建構之雨水下水道幹線，無法將逕流順利排除，而造成淹水之情事。

6.地面逕流收集系統

地面逕流收集系統包括進水口、側溝、雨水井及連接管，為地面逕流進入下水道幹支線之關鍵。規劃設計不當，將無法使地面逕流適時排除而漫溢路面。

7.抽水站功能不足

早年可供滯留逕流之農業區或保護區已成高樓大廈，致部份抽水站因抽水機設計容量不足而導致水患。

亦有因地層下陷、或因抽水機之起抽水位訂定過高，導致抽水站尚未達起抽水位，而上游部份區域已開始積水情形。

8.疏於維護管理

雨水下水道設施疏於維護管理，導致既有排水設施無法發揮其應有功能，而造成淹水。

9.探討說明

依上述探討，造成目前都市淹水之原因很多，不可全推說是降雨強度超過原規劃再現期。而應先檢討「原規劃」，包括都市發展之變遷、外水位影響、及雨水下水道建設無法執行等問題癥結，再針對排水問題癥結予以研擬改善計畫或方案。

雨水下水道提高至 10 年、25 年一次再現期之保護標準當最為理想，惟所增加經費將造成政府財政負擔，亦需考量道路埋設空間等執行面之問題。執行面問題無法解決，僅規劃提高保護標準，並無助於目前排水問題之改善。

1.3 各篇內容說明

下水道法第四條規定，由中央主管機關研訂下水道相關法規及辦理相關技術研究發展。依「下水道工程設施標準（營建署 98.11.27 修正發布）」第二條第一項下水道工程設施，係指管渠、抽水站、污水處理廠及其相關設施。本「雨水下水道設計

指南」第一篇「雨水下水道設計」內容說明，主要係包括雨水下水道幹支線、滯洪調節設施及地面逕流收集系統。而「抽水站設計」及「抽水站機電設備概要」，則分述於第二篇及第三篇，並於第四篇說明「預算編列」。相關從業人員可依據本手冊編列原則，完整瞭解雨水下水道系統規劃設計流程，與各項相關設施之設計基礎知識，以利從事規劃設計工作者參考。

本「雨水下水道設計指南」，述及需依相關標準、規範或手冊等規定辦理，乃係依目前發布實施者，爾後如有更新或修正，應依其最新頒布標準為依據。

1.4 節能減碳規劃設計原則

近年來全球暖化現象造成全球氣候異常現象，導致各地受洪災範圍與程度均較過去為烈，造成全球暖化與氣候變遷二氧化碳是主要元兇。而「節能減碳」即節約能源及減少二氧化碳之排放量，要節約能源才能減碳，因此「減碳」是目的，而「節能」是手段(方法)。

規劃設計時是否充分考量「節能減碳」措施，攸關未來雨水下水道建設及操作維護管理，是否能展現其「節能減碳」之成效。茲將「節能減碳」規劃設計原則，概述如后。

1.雨水下水道系統規劃

雨水下水道系統規劃應以採重力流為主要方式，儘量避免規劃設置抽水站或減小抽水規模為原則，以避免能源之耗費。

(1)設置方式

雨水下水道系統規劃，應依規劃區地形地勢配置幹線，並避免管渠系統水頭之浪費，以重力流方式就近排放區域排水、河川或海洋為主要規劃設置方式。

(2)設置條件

- A. 利用地勢條件，以重力流方式規劃配置雨水下水道系統。
- B. 雨水下水道系統規劃，依規劃區之地理條件採高低地排水分離方式，高地逕流採重力流方式排放，儘量避免以抽水方式排除。
- C. 上述高地逕流如受外水位影響，雨水下水道管渠無法就近排放，而需流經低地後始能排放堤外，亦應考量以壓力涵管穿越低地後排放方式，以減免雨水下水道系統規劃設置抽水站或減小設置抽水站規模。

2.抑制逕流之流出

建構雨水滲透設施以補助地下水，進而抑制逕流之流出，另採用雨水貯留再利用系統，以達水資源永續經營再利用。

(1)設置方式

- A. 推廣採用透水性鋪面、滲透管(溝)、滲透側溝、滲透集水井等設施，以抑制逕流之流出，除可入滲補注地下水外，亦有減輕雨水下水道系統負荷之功效。

- B. 雨水貯留再利用系統係以貯水觀念代替排水，除可抑制逕流之流出外，雨水貯留再利用為沖洗廁所、澆灌、洗車等生活雜用水，亦可達節約自來水用水量之功效。

(2)設置條件

- A. 滲透係數(K 值)較大地區，應採滲透性排水設施，包括滲透管（溝）、滲透側溝、滲透雨水井等設施，各單位在審查相關設計圖說，應予以要求辦理，以利滲透設施之推廣採用。
- B. 依據建築技術規則第 4-3 條，都市計畫地區新建、增建或改建一定面積以上之建築物，應依規定設置雨水貯集滯洪設施。
- C. 新建建築物若總樓地板面積達規定標準時，需依內政部 101.6.27 修訂「建築物雨水貯留利用設計技術規範」設置雨水貯留利用系統，惟要全面廣為施設，需加強向民眾宣導及教育，始能有效落實執行。

3.材料及設備選用

考量需求性及最佳化配置，優先採用再生能源、節約能源、低污染、省資源、高效率、再生利用、可回收等綠色環保產品、建材及設備。

(1)設置方式

- A. 雨水下水道管渠設計，宜從生物的角度去思考，如何使環境景觀獲得恢復及重建，因此應依所處環境現況，以生態為基礎、安全為導向，選用合宜之環保產品予以設置。
- B. 規劃設計機電設備功能及效益，應符合實際需求，避免有不必要或過當之設置。

(2)設置條件

- A. 管渠材料選用應因地制宜選用適當構材及工法，如就地取材或採用回收在利用及天然材料，並在不同之人文地理、生態環境，及考量排水、構造安全之條件下予以設計。
- B. 機電設備應在符合計畫功能、效率下，並考量操作安全、簡單及維修容易之條件下，選用低能源、低噪音、高效率之設備，並在不違反採購法之條件下，選用有節能標章之產品。

4.綠建築營造

雨水抽水站房設計，應與基地所處環境相融合，而在考量相關動線及維護管理空間需求下，應妥善利用空間予以配置、並選用綠色環保建材，而設備選用與佈置需考量節能，以營造節能減碳之環境。

(1)設置方式

- A. 抽水站房包括空間及建材，應避免有華而不實等過當之設置。
- B. 應考量自然通風及採光之設置，以節約能源。

- C. 設備及管線(件)配置，應減少損失水頭或磨擦損失，以降低能源之耗費。
- D. 照明度(Lx)標準依照明場所設置，並運用節能、環保、壽命長的照明光源，創造舒適、安全、低成本的照明環境，達到節能之目的。
- E. 其他電器設備亦應考量選用能源效率比值(EER)較高之產品。

(2)設置條件

- A. 抽水站房應考量基地環境區位、氣候條件及抽水規模等因素，在符合操作維護管理需求條件下，發揮創意，營造節能減碳之環境。
- B. 機房及站區整體配置，需融合於當地環境條件，並在不違反採購法之條件下，選用綠色環保建材及有節能標章之產品。

5.綠色工法

因地制宜，選擇適當工法，優先採用可節省資材、能源或低耗能、減少廢棄物、施工自動化之工法及措施。

(1)設置方式

- A. 工法評估需考量減輕對當地環境之衝擊，亦避免影響當地生態環境，及造成二次環境污染。
- B. 拆除構材再利用及土方平衡以減少外運，而如有剩餘土石方亦應資源化及回收再利用之配合機制。
- C. 規定承攬廠商需採用低油耗、低噪音、低振動之機具及設備，以降低施工所造成之環境衝擊。

(2)設置條件

- A. 依工程性質、規模及工址環境條件，選擇適當工法及構材，以減輕對當地環境之衝擊為要。
- B. 考量以減少開挖、或以預鑄構材採乾式施工法，以降低對當地交通等環境衝擊之功效，進而減輕社會能源之耗費。
- C. 依工址環境條件慎選適當機具，並採用低油耗、低噪音及低振動之施工機具，以降低施工所造成之環境衝擊外，亦因加強維護與保養，始能達節能減碳之功效。

6.操作維護管理

雨水下水道系統營運良好與否，除要有良好之規劃設計與施工等先決條件外，亦需有完善之操作維護管理機制，以利颱風暴雨來襲時能發揮預期功能。而抽水站標準操作及維護保養程序之建立，方能提升抽水機組之操作效率及達成設備使用年限之目標。

(1)設置方式

- A. 依「雨水下水道設施維護管理手冊(營建署 98.4.14)」作好維護管理工作。
- B. 設計階段需因應內外水位變化狀況，研擬編製操作計畫書，以確保在防洪

排水安全之前提下，使能源耗用達最小化之目標。

C. 竣工前，廠商應依站內設備編制提供完整之操作程序(SOP)及維護程序(SMP)，作為爾後操作及維護管理之依據，確保操作期間各項設備，得以發揮預期效率，減免不必要之能源損耗。

D. 竣工前，廠商亦需辦理教育訓練，包括訓練教材編製及人員訓練，提升操作營運效率。

(2) 設置條件

A. 操作計畫書應依抽水站環境、內外水位關係、抽水規模等條件，研擬抽水機起抽及停機時機，以達抽排水最大功效及節省能源損耗為目標。

B. 設備操作程序(SOP)與維護程序(SMP)，應提供操作維護人員了解標準操作及維護保養程序，進行正確之操作步驟及有效地維護保養，維持設備預期功能效率及使用年限符合原訂目標，進而達成節能減碳之目的。

1.5 設計工作流程

辦理雨水下水道設施之設計，原則上應依其「規劃報告」為主臬，惟依上節積淹水原因探討，可知環境發展現況與「原規劃」預期有所差異，亦為淹水主要原因之一。

為使設計成果符合目前環境現況需求，應先辦理整體檢討規劃，而考量改善易淹水地區排水問題之急迫性，乃建議依環境發展現況及最新頒布之「下水道工程設施標準」，檢討設計標的所屬之排水分區系統，並提出改善計畫方案，包括設計標的內容及爾後配合計畫(或設施)後，再據以辦理設計(改善計畫)工作。

依上述，擬訂辦理設計工作之流程，請詳圖 1-3，並先簡述如次，而主要工作之設計要領，則於後續章節予以說明。

1. 資料收集

(1) 集水區之自然環境、生態及社會環境等資料，作為規劃設計之基本資料。

(2) 雨水下水道系統規劃報告、竣工圖說，以作為檢討規劃及設計之參考依據。

(3) 承受水體等相關規劃報告，作為配合銜接或排放之規劃設計參考。

(4) 地下埋設物資料調查(種類、位置、斷面尺寸、深度)，作為管線佈置參考。

2. 測量調查

(1) 進行包括地形、既有排水設施(斷面尺寸、高程、流向)等測量調查工作。

(2) 測量成果應換算為同一高程及座標控制基準。

(3) 進行計畫區現場測量時，亦需檢測相關都市計畫等樁位。

3. 踏勘及訪查

(1) 蒐集資料及測量調查後，應再赴現場踏勘相互比對印證，並確定集水範圍。

(2) 踏勘調查地面逕流收集系統現況，如進水口、雨水井設置，是否影響進排水。

(3) 藉由踏勘及訪查，確實掌握排水問題癥結及施工障礙，以利研擬最佳可行方案。

4. 規劃設計準則訂定

參考原規劃、下水道工程設施標準及規劃區環境特性，訂定規劃設計準則，以利規劃設計工作。

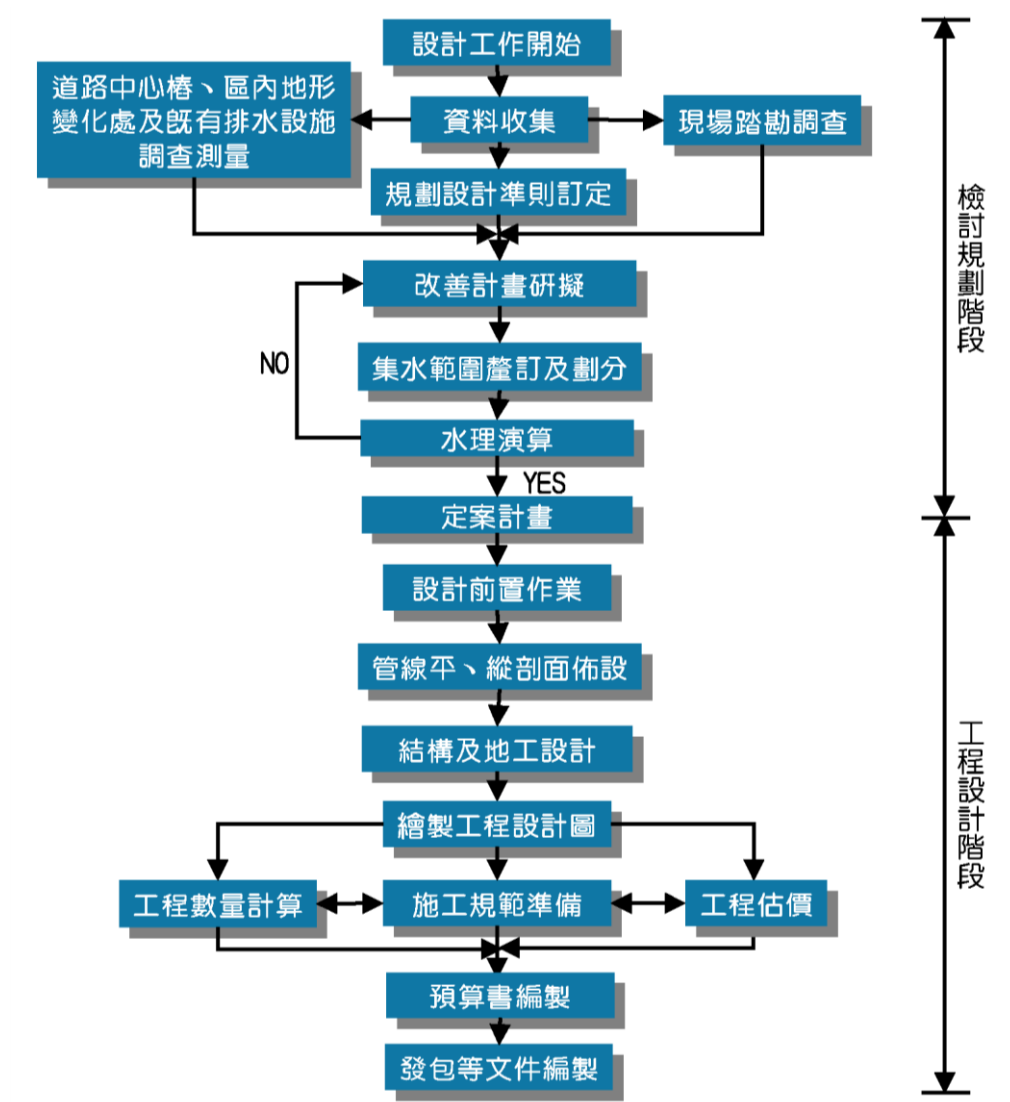


圖 1-3 設計流程圖

5. 改善計畫研擬

依收集資料及調查測量成果，並經探討排水問題癥結後，研提排水改善計畫系統。而改善計畫系統研擬，依下列原則辦理。

- (1) 依測量調查及現勘成果，釐清既有排水分區是否與規劃相符或需重新劃設。
- (2) 依地形地勢、維持既有排水流況，以重力流方式排放為基本原則。
- (3) 幹渠應儘量配置於集水範圍內之最低路徑。
- (4) 管渠系統規劃須充分考慮可利用之水頭，而以水力坡降不露出地面(集流範圍最遠處之側溝)為原則。
- (5) 為避免越往下游埋設越深，規劃設計水面線宜與地面坡度平行。
- (6) 管渠斷面、坡度之決定，應確保適當流速，俾免管渠發生沖蝕或沉澱。

(7)管渠佈置儘量避免遷移現有埋設物為原則，亦需考量交通等環境衝擊等因素。

(8)改善計畫系統，除增(擴)建下水道管渠外，亦應將滯洪調節設施納入考量。

6.集水範圍釐定及劃分

依地形地勢、既有雨水下水道幹支線佈置及側溝流向調查，辦理集水範圍釐定及劃分。

7.水理演算

依據集水區之氣象、水文等資料，進行水文分析檢討；並依研擬之排水改善計畫系統，進行水理分析演算。

8.定案計畫研提

(1)依所研擬之排水改善計畫系統，進行水理演算，如可符合「規劃設計準則」所訂定之需求，即為定案計畫。

(2)定案計畫，應包括設計標的之工程內容及爾後配合計畫(或設施)之建議。

9.設計前置作業

(1)係為辦理細部設計，所需取得更詳盡之補充收集資料及測量調查等工作，包括道路中心樁位與地籍圖等資料收集、以及銜接既有排水設施之詳細調查測量等工作。

(2)完成管線佈設初步計畫，並函送有關單位協助套繪地下管線資料或提供資料。

(3)與各相關單位作好溝通協調，以利後續細部設計之進行。

10.平面及縱剖面佈置

依定案計畫辦理平面及縱剖面佈置，應妥善設計與既有排水設施銜接，亦需考量後續工程之接入問題。而設計準則除依據定案計畫及下水道工程設施標準外，亦需注意下列事項：

(1)下水道管渠應佈設於既有道路或用地範圍內，為使廠商可於現場放樣施設，管渠設計路線應提供樁位座標及中心線幾何數據資料。

(2)管渠設計應有安全出水高度。

(3)渠道縱坡過陡，流速過高而有冲刷之虞時，應作坡度調整或設置消能設施。

11.構造物設計

包括管渠構造物、附屬設施及施工中臨時措施等設計，而各排水構造物之結構設計，須考慮水理條件、地文特性、社會經濟條件、施工材料以及爾後維護管理等因素。

12.設計圖說編製

設計圖說成果至少包括設計計算書(如結構計算、設備功能、地盤改良、水理計算、開挖擋土支撐計算等)、設計圖、數量計算書、施工規範(含特定條款或施工補充說明書)、工程預算書及發包文件等。

第二章 資料收集及測量調查

2.1 基本原則

雨水下水道系統規劃設計之良窳，取決於對「規劃區」環境背景及排水等現況之瞭解與掌握，因此辦理規劃設計工作首先必須進行相關資料之收集，及測量調查工作。相關資料之蒐集資料分析，亦應與現場踏勘調查結果相互印證；而蒐集資料之高程等數據，與辦理地形、既有排水設施、斷面等各項測量引測點，需換算為同一測量控制(包括高程及座標)基準。

為使設計成果符合環境現況需求，辦理設計工作建議分「檢討規劃」及「工程設計」二個階段，因此辦理資料收集及測量調查工作之方法及步驟，應考量之原則如下：

- 1.由大範圍開始後再做小範圍之詳細收集及測量調查。
- 2.由廣泛之普查開始至特定事項或目的之收集及測量調查。
- 3.由精度低開始至高精度之收集及測量調查。

2.2 資料收集項目及內容

需蒐集資料項目內容，依環境現況及特性略有不同，惟主要有下列事項。

1.自然環境

自然環境調查包括地理位置、地形地勢、地質與地下水、氣象、潮汐、生態、環境水系等，以作為規劃設計之基本資料。

2.社經環境

社經環境調查包括都市計畫及土地利用、人口成長、產業經濟、交通道路系統現況等，以作為規劃保護標準檢討及工法設計之評估。

3.雨水下水道系統規劃報告

搜集雨水下水道系統規劃報告，以作為辦理檢討規劃工作之依據。

4.雨水下水道幹支線竣工圖或下水道資料庫資料

洽取竣工圖或已完成下水道資料庫資料，包括歷年淹水改善工程，惟仍需全面辦理檢測及補充調查測量之工作。

5.既有雨水抽水站調查

除收集調查抽水機組數、口徑、抽水量、起抽(及停機)水位等基本資料外，亦應訪查雨水抽水站操作情形及問題癥結等。

6.承受水體(區域排水或河川)治理規劃報告或治理計畫

應向主管機關洽取最新完成之規劃報告等資料，包含水文分析成果及其計畫縱、橫斷面，作為雨水下水道系統出口(外)水位之釐定參考，以利規劃設計合宜之雨水下水道系統幹線型式、斷面尺寸及高程，得以順利銜接排放承受水體。

7. 灌排系統設施

向主管機關洽取灌排系統設施資料，而如無書面資料，應拜訪主管機關或共赴現場踏勘協調，檢討配合、改變或廢棄現有系統等方式，以利雨水下水道與灌排系統設施得以競合。

8. 都市計畫書圖

雨水下水道係以都市計畫之可發展面積為範圍，因此應向主管機關洽取目前頒布實施之都市計畫書圖，以了解都市計畫人口及土地利用計畫，以決定下水道規模，並取得都市計畫圖(數值)檔，以免量測計算集水面積有所偏差。

9. 都市計畫樁位成果資料

雨水下水道暗渠一般依現有道路及計畫道路埋設，而明渠則需施築於都市計畫水溝用地內，因此需收集都市計畫樁位成果資料(都市計畫道路樁位圖及樁位座標表等)。而辦理設計階段測量時，亦需將現場樁位測繪於平面圖內，以利套繪。

10. 地籍資料

收集地籍圖及地籍謄本等資料，係為避免雨水下水道系統設施建構於私人用地，由於部份既有道路或設施用地，政府尚未辦理徵收，因此需收集地籍資料予以查明確認。

而辦理設計測量工作時，需將其土地界線測繪於平面圖內，以利雨水下水道設施佈置之參考。目前雖大多有地籍電腦圖檔等資料提供，惟辦理測量時仍應先收集其圖根點資料，並將其圖根點納入測繪，以利地籍圖(用地界線)之套繪。

11. 航測地形圖及數值地形資料

設計雨水下水道系統之排水分區，如有外圍集水區流入則需向行政院農業委員會林務局農林航空測量所，洽購航測地形圖，並取得內政部國土測繪中心之數位地形 DTM 資料，以利辦理外圍集水區劃分及量測。。

12. 雨量資料

除前述一般氣象資料外，亦應向主管機關洽取鄰近「計畫區」自記雨量測站之歷年降雨強度資料，作為降雨強度公式檢討之依據。

13. 淹水調查

調查收集近年之淹水事件，繪製易淹水區位，以利瞭解淹水原因與規畫區之排水瓶頸，研提排水改善對策。

14. 雨水下水道水情資料

雨水下水道水情資料包括水位、流量及監視畫面等資料紀錄。

15. 其他地下管線資料

洽取既有地下管線埋設路線、埋設斷面及深度等資料，以作為雨水下水道系統佈置之參考。另如有污水下水道系統規劃、其他管線及地下鐵、地下街等地下結構物之建設計畫(或規劃)，亦需收集並納入雨水下水道系統配置之考量。

16. 工址調查

設計工作進行前應辦理工址調查，內容包含施工基地及周邊地上物與地下設施分布情形，以瞭解鄰房建物、相關設施如公路等構造物的結構性影響，並將地質變化納入考量，作為設計內容之參考。

17. 相關建設計畫

先拜訪「計畫區」之行政機關，以利了解並洽取相關建設計畫，作為規劃設計方案之參考。

2.3 測量調查計畫

為獲得優質之設計，當需有詳盡及準確之測量成果作為依據。辦理設計測量工作包括地形測量、水準測量、橫斷面測量及既有排水設施調查測量等，而如有引用相關報告或資料之座標或高程數據，需先檢測其測量控制點，而引用時亦應換算為同一測量控制基準。雨水下水道測量包括各項排水設施調查測量、地形平面圖、地面高程圖（含道路高程及等高線）等彙集成冊，相關測量作業規定，詳「測量、調查作業及 GIS 建置工作說明書」（以下簡稱測量說明書），空間資料庫建置內容及格式應依招標文件所附之「下水道 GIS 資料規範」製作辦理。

1. 測量控制

平面控制需採 TWD97 座標系統，高程系統則需採內政部公佈台灣地區 TWVD2001 一等水準點。另目前各都市計畫，大多已有都市計畫測量地形圖檔，可作為既有排水設施調查及測量之基本圖，惟引用相關報告或資料之座標或高程數據，需換算為同一測量控制基準。

辦理設計時，應依目前公佈台灣地區 TWVD2001 一等水準點，與原規劃報告所設置之「水準點依據」作一檢測校正後，始可作為高程測量之依據。

2. 地形測量

一般可採圖解法（平板測量）、數值法（電子測距經緯儀測量）、航測及衛星遙測法。早期辦理雨水下水道工程設計測量，常採用圖解法；而數值法係使用電子測距經緯儀測量各地形點位，計算其三維坐標，經電腦處理後，利用自動繪圖儀繪製地形圖，辦理雨水下水道工程設計測量，宜採用數值法。

(1) 檢討規劃階段

目前都市計畫區雖大部份已有都市計畫測量地形圖檔（比例為 1/1000），惟仍需依測量控制點重新辦理檢測及補測，以符合現況。

(2) 工程設計階段

應針對設計標的辦理詳細之地形測量，比例一般採 1/500 或 1/600（設計階段測量重點請詳本篇 4.2.2 章節）。

3. 水準測量

(1) 檢討規劃階段

利用都市計畫測量地形圖檔作為檢討規劃階段之基本圖，不應逕行採用其圖面所顯示之高程數據，而需依測量控制點重新辦理檢測及補測以符合現況。

(2) 工程設計階段

配合設計階段辦理詳細之地形測量成果，依前述高程測量控制點辦理水準高程測量(設計階段測量重點請詳本篇 4.2.2 章節)。

4. 既有排水設施調查及測量

(1) 既有雨水下水道幹支線

辦理雨水下水道幹支線設計工作，在規劃階段需針對「計畫區」內之既有排水設施，作一詳細之調查及測量。首先搜集竣工等資料後，除辦理其測量控制點檢測，以換算同一高程測量基準外，仍應全面踏勘、調查及補充測量，以掌握與設計標的相關排水分區之雨水下水道幹支線，佈置情形及相關管渠數據。

(2) 路邊溝調查

包括流向、斷面尺寸及高程。調查後，將路邊溝及流向套繪於都市計畫測量地形圖或都市計畫圖，以利排水分區之劃分。

(3) 排水出口等其他設施調查

包括出口斷面尺寸、高程、出口工及設施等之調查測量。

5. 橫斷面測量

辦理明溝工程設計，需辦理橫斷面及跨河等構造物測量，其中橫斷面以每 20 公尺所標示一斷面進行水準測量為原則，惟明顯變化處均應再加測。

2.4 現場踏勘及訪問調查

1. 現場踏勘

蒐集資料及測量調查後，均應再赴現場踏勘相互比對印證。另外現場踏勘之重點，至少包括如下：

(1) 檢核實地集流面積與下水道系統規劃之面積劃分是否相符合，例如側溝建設流向與規劃集流背離，及實地地勢變化等。

(2) 踏勘調查既有排水設施現況，包括地面逕流收集系統，是否影響進排水。

2. 訪問調查

計畫區民眾長年生活於此，對計畫區之問題癥結及建設需求，最為清楚及了解，此並非規劃設計者，依蒐集資料分析及經驗之研判可比擬。

為確實掌握排水問題癥結及障礙，以利研擬最佳可行方案，亦得使規劃設計成果符合民眾需求，設計期間應辦理訪查並向民眾說明。

第三章 規劃設計準則及改善計畫檢討

3.1 檢討原則

辦理都市雨水下水道設計工作，原則上應依其「規劃報告」，惟因氣候變遷及都市發展環境現況與「原規劃」當時有所差異，且早期之「規劃報告」並無一致之規劃設計準則。因此辦理設計工作，需先檢討環境發展差異，並依最新頒布之「下水道工程設施標準」，辦理雨水下水道系統檢討規劃工作，以利設計符合目前環境現況及設施標準需求。

而考量改善易淹水地區排水問題之急迫性，建議以該設計標的相關之排水分區為檢討範圍，並經檢討後提出改善計畫，包括本設計標的內容及爾後配合計畫(或設施)之建議。因此先將檢討規劃工作，探討說明如后。

3.2 水文分析

3.2.1 降雨強度公式

彙整台灣省政府住宅及都市發展局（以下簡稱前省住都局），早期編製各地區雨水下水道系統規劃報告之降雨強度公式，如表 3-1；而後續各單位辦理「規劃」或「檢討規劃」之降雨強度公式，有沿用早期所分析之公式，亦有另選用降雨強度公式或重新檢討分析降雨強度公式之情形。茲將各單位後續辦理「規劃」或「檢討規劃」另外選用或重新檢討分析之公式，整理如表 3-2。

由表 3-1 及表 3-2 顯示部份降雨強度公式，其所攫取分析資料年代久遠、或分析年數不足、及未能選用鄰近「規劃區」之雨量站等情形。而為因應目前氣候變遷及選用鄰近「規劃區」、水文氣象特性相似、且有長期雨量記錄之雨量站所分析之降雨強度公式，因此辦理設計時，降雨強度公式之選用應予以探討。

1. 降雨強度公式之型式

由表 3-1 及表 3-2 顯示，雨水下水道降雨強度公式，主要以二參數之 Talbot、Sherman 及三參數之 Horner 等型式予以分析。前省住都局早期則較常採 Talbot 及 Sherman 予以分析，並檢驗比較其精確度後，擇定降雨強度公式之型式。

三參數 Horner 公式之 $c=1$ ，即為 Talbot 公式；而 Horner 公式之 $b=0$ ，即為 Sherman 公式，一般分析成果以 Horner 公式之精確度較高，因此經濟部水利署（以下簡稱水利署）及交通部中央氣象局（以下簡稱中央氣象局）等單位均採 Horner 公式分析。爾後如辦理降雨強度公式分析，建議採三參數之 Horner 公式。

$$I = \frac{a}{t+b} (\text{Talbot}) \quad , \quad I = \frac{a}{t^c} (\text{Sherman}) \quad , \quad I = \frac{a}{(t+b)^c} (\text{Horner})$$

式中 I =降雨強度； a 、 b 、 c 為常數； t =降雨延時(分鐘)

表 3-1 雨水下水道降雨強度公式彙整表(早期規劃報告)

再現期 地區		一年一次	二年一次	三年一次	五年一次	測站及分析 資料年限
北 部	基隆地區	—	$\frac{256.0}{t^{0.3582}}$	$\frac{292.9}{t^{0.3885}}$	$\frac{326.3}{t^{0.3934}}$	基隆氣象站 民國 41~69 年
	台北地區	$\frac{5220}{t+41.46}$	$\frac{6237}{t+38.96}$	$\frac{7453}{t+44.76}$	$\frac{8606}{t+49.14}$	台北中正橋雨量 站民國 27~56 年
	淡水地區	$\frac{135.6}{t^{0.366}}$	$\frac{179.7}{t^{0.384}}$	$\frac{200.9}{t^{0.391}}$	$\frac{222.7}{t^{0.398}}$	淡水氣象站民國 32~67 年
	汐止地區	—	$\frac{6669}{t+48}$	$\frac{7143}{t+48.05}$	$\frac{7993}{t+49.86}$	採用台北及基隆 降雨量中間值
	瑞芳地區	$\frac{2966}{t+26.47}$	—	—	—	基隆氣象站 民國 43~62 年
	坪林地區	—	—	$\frac{445}{(t+8.1)^{0.567}}$	$\frac{479}{(t+12)^{0.503}}$	—
	桃園地區	$\frac{4793}{t+39.74}$	$\frac{6285}{t+43.90}$	$\frac{7133}{t+46.14}$	$\frac{7748}{t+46.22}$	採用台北及新竹 降雨量中間值
	桃園石門	—	$\frac{7696.4}{t+48.4}$	$\frac{9643.78}{t+55.53}$	—	石門(3)雨量站 民國 47~65 年
	新竹地區	$\frac{214.4}{t^{0.369}}$	$\frac{220.0}{t^{0.313}}$	$\frac{247.9}{t^{0.321}}$	$\frac{285.9}{t^{0.341}}$	新竹氣象站 民國 26~59 年
	竹東地區	—	$\frac{6098}{t+46.03}$	$\frac{6999}{t+48.88}$	$\frac{8353}{t+53.16}$	新竹氣象站 民國 26~75 年
東 北 部	宜蘭地區	$\frac{4814}{t+45.35}$	$\frac{5329}{t+38.36}$	$\frac{6061}{t+40.84}$	$\frac{7950}{t+52.32}$	宜蘭氣象站 民國 36~72 年
	羅東地區	$\frac{210.1}{t^{0.3581}}$	$\frac{280}{t^{0.3838}}$	$\frac{311.7}{t^{0.3952}}$	$\frac{325.8}{t^{0.3753}}$	宜蘭氣象站 民國 28~61 年
	蘇澳鎮	—	$\frac{220}{t^{0.2439}}$	—	$\frac{212.5}{t^{0.1441}}$	新北城雨量站 民國 50~63 年
	花蓮地區	$\frac{265.8}{t^{0.463}}$	$\frac{279.6}{t^{0.407}}$	$\frac{292.9}{t^{0.380}}$	$\frac{306.8}{t^{0.379}}$	花蓮氣象站 民國 11~62 年
	玉里地區	—	$\frac{359.58}{t^{0.5}}$	$\frac{463.09}{t^{0.5}}$	$\frac{519.64}{t^{0.5}}$	玉里測站 民國 37~56 年

資料來源：台灣各都市計畫雨水下水道系統規劃報告，本計畫整理

表 3-1 雨水下水道降雨強度公式彙整表(早期規劃報告)(續一)

再現期 地區		一年一次	二年一次	三年一次	五年一次	測站及分析 資料年限
中 部	台中市	$\frac{5104}{t+37.45}$	$\frac{6713}{t+46.48}$	$\frac{7208}{t+47.44}$	$\frac{7831}{t+47.23}$	台中氣象站 民國 33~54 年
	台中縣	$\frac{4662}{t+34.16}$	$\frac{6268}{t+40.14}$	$\frac{6603}{t+38.03}$	$\frac{10036}{t+59.47}$	台中氣象站 民國 21~60 年
	東勢鎮	$\frac{5898}{t+43.18}$	$\frac{6905}{t+46.15}$	$\frac{9136}{t+64.49}$	$\frac{11533}{t+80.41}$	台電新伯公水文 站民國 53~63 年
	梨山地區	—	$\frac{3701}{t+35.3}$	—	—	台電梨山雨量站 民國 53~63 年
	台中港 特定區	$\frac{3730}{t+34.16}$	$\frac{5014}{t+40.14}$	$\frac{5286}{t+38.03}$	$\frac{8029}{t+59.47}$	台中縣公式×0.8
	苗栗地區 (山線城鎮)	$\frac{3412}{t+21.98}$	$\frac{298.62}{t^{0.39}}$	—	$\frac{325.85}{t^{0.36}}$	苗栗氣象站民國 50~63 年及明德 測站民國 64 年
	苗栗地區 (海線城鎮)	$\frac{228.88}{t^{0.3296}}$	—	—	—	後龍測站 民國 54~61 年
	南投地區	—	$\frac{266.42}{t^{0.3107}}$	—	—	集集雨量站 民國 43~66 年
	名間、集集 等地區	$\frac{293.08}{t^{0.3261}}$	$\frac{313.43}{t^{0.3107}}$	—	—	集集雨量站 民國 43~70 年
	埔里、魚池 等地區	$\frac{4221}{t+29.88}$	$\frac{5221}{t+31.91}$	—	—	日月潭氣象站
	斗六、竹山 鹿谷、林內 等地區	$\frac{7108}{t+33.32}$	$\frac{8383}{t+36.45}$	$\frac{8312}{t+32.91}$	$\frac{10270}{t+42.53}$	林內雨量站 民國 50~60 年
	西螺地區	$\frac{4255}{t+24.41}$	$\frac{5514}{(t+33.05)}$	—	$\frac{7361}{t+35.45}$	西螺雨量站 民國 50~66 年
南 部	北港地區	$\frac{5491}{t+41.72}$	—	—	$\frac{639}{(t+10.3)^{0.5221}}$	北港雨量站 民國 41~66 年
	嘉義市	$\frac{5318}{t+34.26}$	$\frac{6223}{t+34.51}$	$\frac{6782}{t+34.81}$	—	台糖尖山埤雨量 站民國 25~55 年
	朴子、太保 鹿草、布袋	$\frac{81007.80}{(t+14.20)^{0.6981}}$	$\frac{652.34}{(t+11.92)^{0.5342}}$	—	—	北港雨量站 民國 41~64 年
	梅山地區	$\frac{4618}{(t+35)^{0.935}}$	—	—	—	中坑雨量站 民國 60~71 年

資料來源：台灣各都市計畫雨水下水道系統規劃報告，本計畫整理

表 3-1 雨水下水道降雨強度公式彙整表(早期規劃報告)(續二)

再現期 地區		一年一次	二年一次	三年一次	五年一次	測站及分析 資料年限
南部	台南地區	$\frac{755.73}{(t+10.23)^{0.601}}$	$\frac{457}{(t+5)^{0.433}}$	$\frac{458}{(t+5)^{0.415}}$	$\frac{500}{(t+5)^{0.413}}$	台南氣象站 民國 34~54 年
	楠西、玉井、 大內等地區	$\frac{7035}{t+41.72}$	$\frac{8140}{t+43.81}$	$\frac{8330}{t+41.48}$	$\frac{8774}{t+41.84}$	照興測站 民國 46~64 年
	新營、鹽水	—	$\frac{6180}{t+36.20}$	—	—	台糖尖山埤水庫
	後壁、白河 東山、六甲	$\frac{974072}{(t+75.79)^{2.0296}}$	$\frac{6356}{t+37.78}$	—	—	台糖尖山埤水庫 民國 25~65 年
	柳營、下營	$\frac{271.41}{t^{0.4059}}$	—	—	—	台糖尖山埤水庫 民國 48~57 年
	高雄地區	$\frac{5188}{t+41.93}$	$\frac{6347}{t+45.84}$	$\frac{7379}{t+52.49}$	$\frac{8059}{t+52.76}$	高雄氣象站 民國 34~63 年
	燕巢、岡山	$\frac{348.81}{t^{0.4494}}$	$\frac{354.72}{t^{0.4093}}$	$\frac{345.97}{t^{0.3794}}$	$\frac{359.12}{t^{0.3631}}$	竹子腳雨量站 民國 49~64 年
	阿蓮、路竹	$\frac{358.70}{t^{0.4652}}$	$\frac{375.21}{t^{0.4191}}$	$\frac{393.05}{t^{0.4011}}$	$\frac{425.82}{t^{0.3854}}$	阿蓮雨量站 民國 45~64 年
	旗山、美濃、 甲仙等地區	$\frac{4368}{t+22.92}$	$\frac{6286}{t+36.16}$	$\frac{6713}{t+35.61}$	$\frac{6845}{t+32.58}$	旗山雨量站 民國 52~64 年
	屏東地區	$\frac{314.62}{t^{0.4152}}$	$\frac{331.28}{t^{0.3993}}$	$\frac{327.75}{t^{0.3730}}$	$\frac{420.54}{t^{0.4141}}$	屏東雨量站 民國 44~58 年
	東港、林邊 枋寮等地區	$\frac{244.86}{t^{0.4028}}$	$\frac{276.18}{t^{0.3557}}$	—	—	溝內測站 民國 48~64 年
	恆春、車城 滿州等地區	$\frac{2297154.90}{(t+60.097)^{2.3015}}$	$\frac{13104.96}{(t+38.684)^{1.2123}}$	$\frac{1222.34}{(t+15.96)^{0.6957}}$	$\frac{503.82}{(t+7.21)^{0.4659}}$	恆春氣象站 民國 36~72 年
	台東地區	$\frac{3463}{t+36.22}$	$\frac{5200}{t+33.38}$	—	—	台東氣象站
	成功、東河 卑南等地區	—	$\frac{1664}{(t+24.8)^{0.7295}}$	—	—	成功氣象站 民國 50~76 年
	關山地區	$\frac{3.715 \times 10^{21}}{(t+469.12)^{7.3537}}$	—	—	—	武陵雨量站 民國 62~69 年
	澎湖、琉球	$\frac{181.80}{t^{0.3662}}$	$\frac{251.70}{t^{0.3672}}$	$\frac{258.20}{t^{0.3465}}$	$\frac{284.20}{t^{0.3515}}$	澎湖氣象站 民國 44~63 年

資料來源：台灣各都市計畫雨水下水道系統規劃報告，本計畫整理

表 3-2 雨水下水道降雨強度公式彙整表(後續規劃或檢討規劃報告)

報告書名稱 \ 頻率	一年一次	二年一次	三年一次	五年一次	測站及分析 資料年限
三重市(重新檢討)雨水下水道系統規劃報告(前省住都局 85.6) 中和市、永和市(重新檢討)雨水下水道系統規劃報告(營建署 91.5)	—	$\frac{7522}{t+47.43}$	$\frac{7920}{t+44.98}$	$\frac{8336}{t+41.37}$	台北中正橋雨量站民國 67~82 年 (詳說明 1)
基隆市七堵、暖暖區配合基隆河治理計畫堤後排水規劃報告(89.7)	—	—	—	$\frac{836.05}{(t+19)^{0.55}}$	五堵雨量站
基隆市 101 年雨水下水道系統檢討修正暨細設工程委託設計」(101.08)	—	$\frac{707.3494}{(t+6)^{0.6184}}$	$\frac{418.3859}{(t-1)^{0.4109}}$	$\frac{353.5509}{(t-4)^{0.2747}}$	基隆站雨量站民國 89~100 年 (詳說明 2)
基隆市 101 年雨水下水道系統檢討修正變更-南榮河、西定河、旭川河及中正排水分區雨水排水檢討規劃案 (101)	—	$\frac{351.52}{(t+5.15)^{0.4014}}$	$\frac{345.59}{(t+4.95)^{0.3793}}$	$\frac{349.88}{(t+4.72)^{0.3558}}$	基隆站雨量站民國 89~100 年 (詳說明 2)
板橋市(浮洲地區除外)雨水下水道系統重新檢討報告(台北縣政府 93.12) 土城市雨水下水道系統重新檢討規劃報告(台北縣政府 91.6)	—	$\frac{1840.313}{(t+19)^{0.7733}}$	$\frac{2072.709}{(t+21)^{0.7629}}$	$\frac{2206.65}{(t+23)^{0.7441}}$	台北中正橋雨量站民國 67~87 年(詳說明 2)
新北市板橋區雨水下水道綜合檢討規劃報告書(新北市 103.11) 新北市土城區雨水下水道綜合檢討規劃報告書(新北市 103.11)	—	—	$\frac{1733.763}{(t+19.25)^{0.7265}}$	$\frac{2050.474}{(t+23.11)^{0.7254}}$	中正橋雨量站並無說明 6 之年限(詳說明 6)
台北縣新店市雨水下水道系統規劃報告(新店市公所 91.11)	—	$\frac{8770}{t+58.29}$	$\frac{9176.72}{t+52.09}$	$\frac{10666}{t+53.92}$	台北中正橋雨量站民國 67~88 年(詳說明 1)

資料來源：台灣各都市計畫雨水下水道系統規劃報告，本計畫整理

表 3-2 雨水下水道降雨強度公式彙整表(後續規劃或檢討規劃報告)(續一)

報告書名稱	頻率	一年一次	二年一次	三年一次	五年一次	測站及分析 資料年限
深坑鄉雨水下水道系統 重行規劃與資料報告(亞 際顧問 94.2)	—	—	$\frac{6697.304}{(t+76.6)^{0.9424}}$	$\frac{769.485}{(t+14.18)^{0.5503}}$	$\frac{2352.339}{(t+30.4)^{0.7596}}$	坪林(4)雨量 站民國 67~90 年(詳說明 3)
淡水鎮都市計畫及淡水 (竹圍地區)都市計畫區雨 水下水道系統調查報告 (台北縣政府 95 年 1 月)	—	—	$\frac{1180.864}{(t+17.2)^{0.5856}}$	$\frac{8315.723}{(t+50)^{0.9957}}$	$\frac{29950.339}{(t+88.5)^{1.1628}}$	台北中正橋雨 量站民國 67~ 90 年(詳說明 3)
桃園市雨水下水道重新 檢討規劃報告(桃園縣政 府 93.03)	$\frac{20328.25}{(t+60)^{1.3644}}$	$\frac{12356.63}{(t+50)^{1.1664}}$	$\frac{1077209.07}{(t+120)^{1.8830}}$	$\frac{3101.70}{(t+40)^{0.8180}}$	桃園氣象站民 國 78~91 年 (詳說明 1)	
桃園縣中壢市（過嶺地 區）等四鄉鎮都市計畫範 圍雨水下水道系統規劃 報告（桃園縣政府 100.12）	—	—	—	$\frac{366.562}{(t+9.54)^{0.439}}$	桃園、中壢、 八德三站徐昇 氏多邊形法平 均 1990~2009 年	
新竹市雨水下水道系統 重新檢討規劃報告(營建 署 92.7)	—	—	—	$\frac{285.448}{(t+1.1)^{0.3578}}$	$\frac{279.422}{(t+0)^{0.3185}}$	新竹氣象站民 國 26~90 年 (詳說明 1)
新竹縣竹東二、三重地區 都市計畫區雨水下水道 重新檢討規劃	—	—	—	$\frac{285.448}{(t+1.1)^{0.3578}}$	—	新竹(竹北、公 園路)站民國 80~100 年(詳 說明 6)
新竹縣竹東鎮都市計畫 區雨水下水道重新檢討 規劃(新竹縣 102.01)	—	—	—	$\frac{1605.758}{(t+23)^{0.7106}}$	—	中央氣象局竹 東雨量站民國 79~97 年(詳說 明 6)
新竹縣關西鎮都市計畫 區內雨水下水道重新檢 討規劃(新竹縣 104.04)	—	—	$\frac{8054}{t+49.2}$	—	—	經濟部水利署 新竹縣關西雨 量站民國 69~87 年(詳說 明 6)

資料來源：台灣各都市計畫雨水下水道系統規劃報告，本計畫整理

表 3-2 雨水下水道降雨強度公式彙整表(後續規劃或檢討規劃報告)(續二)

報告書名稱 頻率	一年一次	二年一次	三年一次	五年一次	測站及分析 資料年限
新竹縣新豐鄉都市計畫區內雨水下水道系統重新檢討規劃(新竹縣 104.03)	—	—	$\frac{1433}{(t+33.5)^{0.68}}$	—	中央氣象局新竹測站民國 27~100 年(詳說明 6)
新竹縣湖口及老湖口地區都市計畫區內雨水下水道系統重新檢討規劃報告書(新竹縣 104.11)	—	—	—	$\frac{1488.6849}{(t+33)^{0.6801}}$	中央氣象局湖口工作站民國 44~97 年(詳說明 6)
新竹縣新埔鎮都市計畫區內雨水下水道系統檢討規劃報告(新竹縣 99.09)	—	—	—	$\frac{279.422}{t^{0.3185}}$	中央氣象局新埔站民國 80~99 年(詳說明 5)
新竹縣竹北市台科大、台大都市計畫區及華興社區都市計畫雨水下水道系統檢討規劃報告(新竹縣 101.07)	—	—	—	$\frac{279.422}{t^{0.3185}}$	中央氣象局新竹測站民國 49~98 年(詳說明 5)
新竹縣竹北市縣政二期運動公園都市計畫區內雨水下水道重新檢討規劃(101.06)	—	—	—	$\frac{279.422}{t^{0.3185}}$	新竹測站(公園路)民國 50~80 年(竹北)民國 80~99 年(詳說明 5)
新竹縣北埔鄉都市計畫區內雨水下水道系統重新檢討規劃報告(102.03)	—	$\frac{3891.3}{(t+48.9)^{0.8559}}$	$\frac{9107.5}{(t+75.4)^{0.9549}}$	$\frac{19417.8}{(t+113)^{1.027}}$	中央氣象局峨眉測站民國 76~99 年(詳說明 6)
竹南、頭份地區都市計畫區內雨水下水道系統檢討規劃(苗栗縣政府 97.9)	—	$\frac{1264.88}{(t+25.23)^{0.71}}$	$\frac{765.44}{(t+17.14)^{0.5822}}$	$\frac{721.44}{(t+15.70)^{0.5250}}$	大埔、珊瑚湖、大潭雨量站民國 72~95 年(詳說明 3)

資料來源：台灣各都市計畫雨水下水道系統規劃報告，本計畫整理

表 3-2 雨水下水道降雨強度公式彙整表(後續規劃或檢討規劃報告)(續三)

報告書名稱 \ 頻率	一年一次	二年一次	三年一次	五年一次	測站及分析 資料年限
宜蘭縣蘇澳鎮新馬地區 (重新檢討)雨水下水道 (營建署 90.11) 宜蘭縣冬山鄉順安地區 雨水下水道(營建署 90.3)	—	$\frac{256}{t^{0.346}}$	$\frac{260}{t^{0.322}}$	$\frac{246}{t^{0.285}}$	冬山雨量站民 國 63~85 年 (詳說明 1)
羅東地區雨水下水道系 統(重新檢討)規劃報告 (營建署 93.8)	—	$\frac{1170.04}{(t+21.6)^{0.7037}}$	$\frac{841.977}{(t+17.5)^{0.6033}}$	$\frac{968.73}{(t+17.2)^{0.6135}}$	新北城雨量站 民國 47~90 年(詳說明 3)
宜蘭縣員山鄉「員山都 市計畫」雨水下水道系 統重新檢討規劃報告 (宜蘭縣政府 98.5)	—	$\frac{607.495}{(t+16.289)^{0.5681}}$	$\frac{698.682}{(t+19.018)^{0.5587}}$	$\frac{846.275}{(t+23.738)^{0.5595}}$	宜蘭氣象站 民國 49~89 年(詳說明 4)
礁溪鄉雨水下水道重新 檢討規劃(營建署 99.08)	—	$\frac{280}{t^{0.38}}$	$\frac{316.2}{t^{0.35}}$	$\frac{328.2}{t^{0.33}}$	五峰雨量站民 國 80~97 年 (採 3 年 1 次) (詳說明 5)
壯圍鄉雨水下水道系統 檢討規劃(營建署 100.01)	—	$\frac{253.33}{t^{0.3421}}$	$\frac{243.03}{t^{0.3017}}$	$\frac{266.95}{t^{0.3079}}$	宜蘭雨量站民 國 89~97 年 (採 3 年 1 次) (詳說明 5)
宜蘭市雨水下水道檢討 規劃(營建署 101.11)	—	—	$\frac{6902.2}{t+47.174}$	$\frac{7544}{t+46.72}$	宜蘭雨量站民 國 39~99 年 (採 3 年 1 次) (詳說明 1)
冬山鄉順安都市計畫雨 水下水道重新檢討規劃 (營建署 101.11)	—	$\frac{476.385}{(t+14.851)^{0.4820}}$	$\frac{601.552}{(t+17.780)^{0.4885}}$	$\frac{777.117}{(t+22.929)^{0.5002}}$	冬山雨量站民 國 90~99 年 (採 3 年 1 次) (詳說明 6)
冬山鄉冬山都市計畫雨 水下水道重新檢討規劃 (營建署 101.11)	—	$\frac{476.385}{(t+14.851)^{0.4820}}$	$\frac{601.552}{(t+17.780)^{0.4885}}$	$\frac{777.117}{(t+22.929)^{0.5002}}$	冬山雨量站民 國 90~99 年 (採 3 年 1 次) (詳說明 6)

資料來源：台灣各都市計畫雨水下水道系統規劃報告，本計畫整理

表 3-2 雨水下水道降雨強度公式彙整表(後續規劃或檢討規劃報告)(續四)

頻率 報告書名稱	一年一次	二年一次	三年一次	五年一次	測站及分析 資料年限
南澳鄉南強地區 雨水下水道系統 檢討規劃(營建 署 102.10)	—	$\frac{491.937}{(t+10.155)^{0.4894}}$	—	$\frac{505.605}{(t+6.332)^{0.4646}}$	武塔雨量站民國 68~100 年 (採 5 年 1 次) (詳說明 4)
頭城鎮雨水下水 道系統檢討規劃 (營建署 102.08)	—	$\frac{405.18}{(t+0.89)^{0.4677}}$	$\frac{516.08}{(t+9.13)^{0.4759}}$	$\frac{392.40}{(t+1.43)^{0.4000}}$	五峰雨量站民國 80~97 年 (採 3 年 1 次) (詳說明 5)
五結鄉學進地區 雨水下水道檢討 規劃(營建署 102.02)	—	$\frac{26485}{(t+100)^{1.16}}$	$\frac{529.66}{(t+8)^{0.46}}$	—	羅東雨量站民國 85~99 年 (採 3 年 1 次) (詳說明 5)
五結鄉五結地區 雨水下水道檢討 規劃(營建署 102.02)	—	$\frac{26485}{(t+100)^{1.16}}$	$\frac{529.66}{(t+8)^{0.46}}$	—	羅東雨量站民國 85~99 年 (採 3 年 1 次) (詳說明 5)
蘇澳鎮雨水下水 道重新檢討規劃 (營建署 102.05)	—	$\frac{1043.86}{(t+10)^{0.6189}}$	$\frac{833.61}{(t+5)^{0.5179}}$	$\frac{764.06}{(t+2)^{0.4452}}$	蘇澳雨量站民國 70~98 年 (詳說明 6)
蘇澳鎮新馬地區 雨水下水道重新 檢討規劃(營建 署 103.06)	—	$\frac{685.205}{(t+21.7)^{0.5112}}$	$\frac{424.678}{(t+6.37)^{0.4128}}$	$\frac{756.982}{(t+12.18)^{0.5221}}$	冬山雨量站民國 83~101 年 (採 3 年 1 次) (詳說明 6)
連江縣馬祖地區 (南竿鄉、北竿 鄉)雨水下水道 系統規劃報告 (100.10)	—	$I = \frac{2901.68}{t+30.42}$	—	—	中央氣象局馬祖 雨量站民國 93~98 年(96 年 缺測)

資料來源：台灣各都市計畫雨水下水道系統規劃報告，本計畫整理

表 3-2 雨水下水道降雨強度公式彙整表(後續規劃或檢討規劃報告)(續五)

報告書名稱 頻率	一年一次	二年一次	三年一次	五年一次	測站及分析 資料年限
花蓮市西部(舊市區重新檢討)雨水下水道系統規劃報告(前省住都局 85.6)	—	—	$\frac{255.65}{t^{0.350}}$	$\frac{278.29}{t^{0.338}}$	花蓮氣象站 民國 51~80 年(詳說明 1)
花蓮縣瑞穗鄉雨水下水道系統檢討規劃報告(99.12)	—	$\frac{282.913}{(t+3.868)^{0.4134}}$	—	—	立山雨量站 民國 47~97 年(詳說明 6)
花蓮縣新城鄉(北埔地區)雨水下水道系統檢討規劃報告(100.02)	—	$\frac{546.757}{(t+21.955)^{0.5022}}$	—	—	北埔雨量站 (詳說明 4)
花蓮縣吉安鄉雨水下水道系統檢討規劃報告(101.04)	—	—	$\frac{433.51}{(t+9.5)^{0.4688}}$	—	吉安雨量站 民國 89~99 年(詳說明 6)
花蓮縣花蓮市雨水下水道系統檢討規劃(第 2 次)檢討規劃報告(101.12)	—	—	—	$\frac{757.38}{(t+14.48)^{0.5390}}$	花蓮雨量站 民國 40~98 年(詳說明 6)
花蓮縣新秀地區(含崇德)雨水下水道系統檢討規劃報告(102.04)	—	$\frac{474.763}{(t+6.326)^{0.5130}}$	—	—	花蓮雨量站 民國 40~98 年(詳說明 6)
花蓮縣富里都市計畫區雨水下水道系統檢討規劃報告(104.03)	—	—	$\frac{387.238}{(t+10.323)^{0.4208}}$	—	明里雨量站 民國 71~89 年(詳說明 6)
金湖鎮城區雨水下水道系統規劃(金門縣政府 100.1) 金城鎮城區雨水下水道系統規劃(金門縣政府 99.12) 金沙鎮城區雨水下水道系統規劃(金門縣政府 100.2)	—	$\frac{5974.4}{t+53.98}$	—	—	金門氣象站 民國 93~98 年 (詳說明 1)

資料來源：台灣各都市計畫雨水下水道系統規劃報告，本計畫整理

表 3-2 雨水下水道降雨強度公式彙整表(後續規劃或檢討規劃報告)(續六)

報告書名稱 \ 頻率	一年一次	二年一次	三年一次	五年一次	測站及分析 資料年限
草屯鎮雨水下水道 系統檢討規劃(南投 縣政府 96)	$\frac{5104}{t+37.45}$	$\frac{6713}{t+46.48}$	$\frac{7208}{t+47.44}$	$\frac{7831}{t+47.23}$	台中氣象站 民國 34~54 年 (詳說明 5)
南投市中興新村 (南內轆地區)雨 水下水道系統檢討 規劃報告(99.12)	—	$\frac{1325.79}{(t+19.9)^{0.6934}}$	—	$\frac{1430.96}{(t+19.9)^{0.6697}}$	草屯(4)民國 59~98 年(說明 6)
鹿谷鄉雨水下水道 系統檢討規劃報告 (99.5)	—	$\frac{2127.69}{(t+20.31)^{0.7656}}$	—	$\frac{942.11}{(t+10.62)^{0.5462}}$	集集(2) 民國 80~97 年 (詳說明 6)
名間鄉雨水下水道 系統檢討規劃 (100.5)	—	$\frac{1527.46}{(t+18.1)^{0.7122}}$	—	$\frac{1489.78}{(t+18.2)^{0.6525}}$	同源雨量站 民國 33~96 年 (水資局 90.12 水 文設計應用手 冊)
南投竹山鎮(延平 地區)雨水下水道 系統檢討規劃 (100.9)	—	$\frac{3196.972}{(t+40.325)^{0.7938}}$	—	$\frac{1785.474}{(t+31.026)^{0.6477}}$	桶頭(2)民國 80~98 年(詳說 明 6)
魚池鄉雨水下水道 系統檢討規劃 (104.9)	—	—	—	$\frac{753.176}{(t+12.152)^{0.5378}}$	日月潭站民國 86~102 年(說明 4)
水上鄉(北回地區) 雨水下水道系統規 劃報告(營建署 91.8)	—	—	$\frac{308}{t^{0.3425}}$	—	嘉義氣象站 民國 60~89 年 (詳說明 1)
斗六市(含大潭地 區)雨水下水道系統 檢討規劃(營建署 92.10)	—	$\frac{7544}{t+36.45}$	—	—	—
台東縣台東市及台 東市擴大都市計畫 雨水下水道系統規 劃檢討(100.11)	—	$\frac{5200}{t+33.38}$	$\frac{1053.174}{(t+21)^{0.6349}}$	$\frac{812.8305}{(t+17)^{0.5597}}$	台東(7)雨量站 民國 75~98 年 (詳說明 1、2、 4、5、6)

資料來源：台灣各都市計畫雨水下水道系統規劃報告，本計畫整理

表 3-2 雨水下水道降雨強度公式彙整表(後續規劃或檢討規劃報告)(續七)

報告書名稱 \ 頻率	一年一次	二年一次	三年一次	五年一次	測站及分析 資料年限
嘉義市區雨水下水道系統檢討及蘭潭地區下水道系統規劃(營建署 93.2)	—	—	—	$\frac{310}{t^{0.3201}}$	嘉義氣象站 民國 60~90 年 (詳說明 1)
嘉義縣朴子式雨水下水道系統規劃檢討(101.6)	—	—	$\frac{491.738}{(t+8.274)^{0.456}}$	—	朴子雨量站民國 82~99 年(詳說明 6)
嘉義縣新港鄉雨水下水道系統規劃檢討(101.8)	—	$\frac{807}{(t+10.94)^{0.608}}$	—	—	中央氣象局北港 (2) 之資料民國 82~99 年(詳說明 6)
嘉義縣布袋鎮雨水下水道系統規劃檢討(101.11)	—	$\frac{754.208}{(t+11.087)^{0.591}}$	—	—	鰲鼓雨量站民國 82~99 年(詳說明 6)
臺南市仁德區雨水下水道系統規劃檢討(102.07) 臺南市永康區雨水下水道系統規劃檢討(102.07) 臺南市新市區雨水下水道系統規劃檢討(102.07)	—	—	—	$\frac{500}{(t+5)^{0.413}}$	臺南雨量站民國 34 年~54 年及 89 ~99 年(詳說明 5)
高雄縣岡山鎮後協榮劉厝等里雨水下水道系統規劃檢討報告(95.6)	—	—	—	$\frac{359.12}{t^{0.3631}}$	竹子湖雨量站民國 49~64 年(詳 說明 5)
高雄縣大寮鄉雨水下水道重新檢討規劃報告(95.6)	—	—	—	$\frac{970.09}{(t+19.51)^{0.577}}$	屏東(5)雨量站民 國 40~88 年(詳 說明 6)
高雄縣澄清湖特定區雨水下水道重新規劃報告(96.8)	—	—	—	$\frac{1280.052}{(t+27.85)^{0.6321}}$	高雄氣象站 民國 49~89 年 (詳說明 4)

資料來源：台灣各都市計畫雨水下水道系統規劃報告，本計畫整理

表 3-2 雨水下水道降雨強度公式彙整表(後續規劃或檢討規劃報告)(續八)

頻率 報告書名稱	一年一次	二年一次	三年一次	五年一次	測站及分析 資料年限
高雄縣梓官鄉蚵仔寮近海漁港特定區雨水下水道系統規劃(98.9)	—	$\frac{1017.285}{(t+14.958)^{0.6451}}$	—	$\frac{1223.199}{(t+16.269)^{0.6279}}$	竹子湖雨量站 民國 46~89 年 (詳說明 4)
高雄市高雄新市鎮特定區-白樹地區雨水下水道系統規劃檢討(104.12)	—	—	—	$\frac{324.8271}{(t+3.9699)^{0.2937}}$	岡山雨量站 民國 82~102 年 (詳說明 6)
高雄市仁武都市計畫區雨水下水道系統規劃檢討(104.6)	—	—	—	$\frac{425.04}{(t+7.30)^{0.3644}}$	岡山雨量站 民國 82~101 年 (詳說明 6)
高雄市路竹都市計畫區內雨水下水道系統規劃檢討(104.8)	—	—	—	$\frac{655.093}{(t+13.46)^{0.4799}}$	三爺雨量站 民國 81~102 年 (詳說明 6)
高雄市湖內區(大湖地區)雨水下水道系統規劃檢討(105.12)	—	—	—	$\frac{655.093}{(t+13.46)^{0.4799}}$	三爺雨量站 民國 81~102 年 (詳說明 6)
高雄市鳳山區崗山排水區雨水下水道系統規劃檢討(104.12)	—	—	—	$\frac{443.40}{(t+5.75)^{0.38}}$	鳳山雨量站 民國 81~102 年 (詳說明 6)
屏東縣東港鎮雨水下水道系統建設計劃(營建署 101.7)	—	$\frac{663.398}{(t+11.244)^{0.5624}}$	—	$\frac{828.106}{(t+18.217)^{0.5410}}$	屏東(5)雨量站 民國 45~71 年、 民國 73~99 年 (詳說明 6)
臺東市知本鐵路車站地區雨水下水道系統檢討規劃(106.5)	—	$\frac{714.37}{(t+11.23)^{0.5832}}$	$\frac{540.85}{(t+6.19)^{0.5095}}$	$\frac{477.53}{(t+4.38)^{0.4672}}$	台東雨量站 民國 89~104 年(詳說明 1)
宜蘭羅東鎮雨水下水道系統檢討規劃(106.9)	$\frac{18019.1}{(t+35)^{1.3839}}$	$\frac{607.6}{(t+13)^{0.5474}}$	$\frac{679.7}{(t+15)^{0.5480}}$	$\frac{494.5}{(t+6)^{0.4640}}$	新北城雨量站 民國 47~104 年 (詳說明 1)

表 3-2 雨水下水道降雨強度公式彙整表(後續規劃或檢討規劃報告)(續九)

頻率 報告書名稱	一年一次	二年一次	三年一次	五年一次	測站及分析 資料年限
苗栗縣苑裡鎮雨水下水道系統規劃檢討(106.9)	$\frac{725.4605}{(t+14.75)^{0.6347}}$	$\frac{460.9470}{(t+8.18)^{0.4999}}$	$\frac{357.9071}{(t+4.56)^{0.4247}}$	$\frac{338.9072}{(t+2.57)^{0.3876}}$	苑裡雨量站民國 79~104 年 (詳說明 1)
嘉義縣民雄鄉(頭橋地區)雨水下水道系統檢討規劃(106.11)	$\frac{3032.83}{(t+17.71)^{0.9753}}$	$\frac{10372.12}{(t+38.15)^{1.12}}$	$\frac{1909.91}{(t+20.99)^{0.7586}}$	$\frac{1004.47}{(t+13.88)^{0.5966}}$	嘉義雨量站民國 60~104 年 (詳說明 1)
苗栗縣公館鄉雨水下水道系統規劃檢討(107.4)	$\frac{1758.0278}{(t+27.03)^{0.7808}}$	$\frac{1043.0455}{(t+22.52)^{0.6305}}$	$\frac{1241.0638}{(t+26.30)^{0.6403}}$	$\frac{1395.4932}{(t+27.54)^{0.6377}}$	公館雨量站民國 79~104 年 (詳說明 1)
苗栗縣卓蘭鎮雨水下水道系統規劃檢討(107.6)	$\frac{1140.83}{(t+19.41)^{0.7010}}$	$\frac{597.69}{(t+8.99)^{0.5310}}$	$\frac{969.12}{(t+16.54)^{0.6068}}$	$\frac{25087.80}{(t+63.37)^{1.1982}}$	卓蘭雨量站民國 79~104 年 (詳說明 1)
彰化縣員林市雨水下水道系統第二次檢討規劃(107.9)	—	$\frac{2693.72}{(t+24.73)^{0.8763}}$	—	$\frac{5319}{(t+35.29)^{0.9595}}$	員林雨量站民國 81~104 年 (詳說明 1)
雲林縣西螺鎮(含擴大都市計畫區)雨水下水道系統檢討規劃(108.2)	$\frac{526.938}{(t+9.240)^{0.534}}$	$\frac{1200.018}{(t+21.097)^{0.668}}$	$\frac{898.463}{(t+18.793)^{0.588}}$	$\frac{1461.108}{(t+25.401)^{0.661}}$	西螺雨量站民國 84~104 年 (詳說明 1)
臺東市卑南地區(配合台九線)雨水下水道系統檢討規劃(108.2)	$\frac{1128.843}{(t+16.779)^{0.719}}$	$\frac{747.562}{(t+11.607)^{0.592}}$	$\frac{604.780}{(t+7.986)^{0.532}}$	$\frac{462.332}{(t+3.728)^{0.459}}$	台東雨量站民國 89~104 年 (詳說明 1)
南投縣南投市雨水下水道系統檢討規劃(108.6)	$\frac{9750.2}{(t+45)^{1.1015}}$	$\frac{1908.6}{(t+25)^{0.7520}}$	$\frac{1372.7}{(t+20)^{0.6702}}$	$\frac{3305.6}{(t+35)^{0.8133}}$	草屯雨量站民國 81~106 年 (詳說明 1)
臺南市麻豆區(含麻豆交流道特定區)雨水下水道系統檢討規劃(108.6)	—	$\frac{871.347}{(t+12.410)^{0.579}}$	$\frac{935.067}{(t+13.010)^{0.576}}$	$\frac{1913.005}{(t+23.010)^{0.701}}$	下營雨量站民國 82~104 年 (詳說明 1)

表 3-2 雨水下水道降雨強度公式彙整表(後續規劃或檢討規劃報告)(續十)

報告書名稱	頻率	一年一次	二年一次	三年一次	五年一次	測站及分析 資料年限
臺東鐵路新站附近 地區(太平溪以南部 分)雨水下水道系統 檢討規劃(109.2)	—		$\frac{958.638}{(t+14.700)^{0.627}}$	$\frac{1736.660}{(t+23.205)^{0.760}}$	$\frac{627.454}{(t+7.422)^{0.528}}$	台東雨量站民 國 89~106 年(詳 說明 1)
臺南市新化區雨水 下水道系統檢討規 劃(109.4)	—		$\frac{1130.216}{(t+17.777)^{0.626}}$	$\frac{948.815}{(t+16.042)^{0.570}}$	$\frac{497.194}{(t+5.260)^{0.421}}$	媽廟雨量站民國 81~102、102~105 年(詳說明 1)
嘉義縣中埔鄉(和睦 地區)雨水下水道系 統檢討規劃(109.9)	—		$\frac{7090.382}{(t+34.264)^{1.046}}$	$\frac{2705.533}{(t+26.228)^{0.824}}$	$\frac{1999.967}{(t+23.899)^{0.732}}$	嘉義雨量站民國 60~106 年(詳 說明 1)

說明 1：依前省住都局分析方式，重新分析降雨強度公式

說明 2：依水利署分析方式，重新分析降雨強度公式

說明 3：引用「台灣地區(北區)降雨量強度之評估(內政部 91 年 12 月)」成果

說明 4：引用「台灣地區雨量測站降雨強度—延時 Horner 公式分析(水利署 92.2)」成果

說明 5：經比較後，採用前省住都局早期分析之降雨強度公式

說明 6：經比較後，採用「台灣地區雨量測站降雨強度—延時 Horner 公式分析(水利署 92.2)」

資料來源：台灣各都市計畫雨水下水道系統規劃報告，本計畫整理

2. 降雨強度公式分析方式

由表 3-1 及表 3-2 顯示，各單位在辦理雨水下水道系統規劃(或檢討規劃)，有關降雨強度公式分析方式或選用，均未能有一致之標準，大致上可分為(a)引用前省住都局所分析之公式或依前省住都局分析方式重新計算降雨強度公式(b)選用「台灣地區雨量測站降雨強度—延時 Horner 公式分析(水利署 92.2)」所分析之成果或依其分析方式重新計算降雨強度公式。茲將前省住都局及水利署分析方式，說明如次。

(1) 降雨延時資料收集方式

A. 前省住都局

前省住都局早期辦理降雨強度公式分析，考量雨水下水道集流時間絕大部份均在一小時內，因此分析研究對象以 10、20、30、40、60、90、120 分鐘等雨量記錄資料予以分析。至於其「短時間暴雨」與「長時間颱風雨」公式分析之差異，在於「長時間颱風雨」降雨強度公式，係擇歷年颱風期間之降雨資料為樣本，予以分析；而「短時間暴雨」降雨強度公式，則係以歷年來降雨資料，刪除颱風雨之降雨資料後，予以辦理分析。

B. 水利署

「台灣地區雨量測站降雨強度—延時 Horner 公式分析(水利署

92.2)」，係配合中央氣象局可提供資料，降雨延時資料收集包括 10、60、90、120、180、240、360、720、1080、1440 分鐘共 10 種延時，予以分析。

水利署亦考量其為配合中央氣象局可提供資料，所分析之精確度，而以草嶺(2)測站為例，採 10、20、30、40、60、90、120、180、240、360、720、1080 及 1440 分鐘 13 種延時，比較刪除 10、20、30 及 40 分鐘短延時，與刪除 20、30 及 40 分鐘短延時而保留 10 分鐘，分別建立公式之結果。而由對數皮爾遜三型理論分布所得 50 年再現期降雨強度之比較如圖 3-1。由圖 3-1 顯示短延時僅採 10 分鐘，與含 20、30 及 40 分鐘短延時資料均納入分析時，所建立的降雨強度-延時 Horner 公式皆可密合(fitting)。

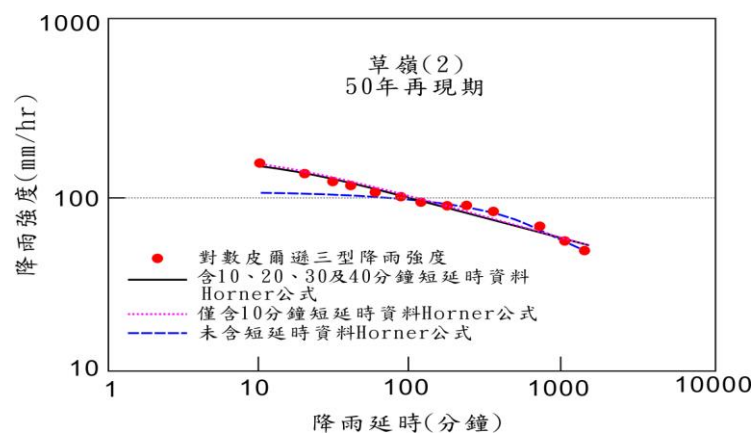


圖 3-1 延時取樣與分析成果比較圖

(2) 資料攫取方式

A. 前省住都局

前省住都局早期辦理降雨強度公式分析，均採「部份延時系列法 (Partial-duration series)」，即係降雨強度大於某一數值均予以取樣分析。

B. 水利署

「台灣地區雨量測站降雨強度—延時 Horner 公式分析 (水利署 92.2)」，採「年最大值系列法 (Annual maximum series)」，其各延時分析資料，係攫取每年最大值。採「年最大值系列法」分析，理論上其短延時取自暴雨，而長延時則取自颱風或豪大雨資料。

C. 二者比較說明

依美國氣象局統計 4,000 個雨量站分析結果，二者之比值如表 3-3，而由表 3-3 顯示採「部份延時系列法」資料攫取方式，所得之分析結果較為保守(依其計算之降雨強度較大)。

表 3-3 年最大值與部份延時系列法分析成果比值表

再現期（年）	年最大值系列法/部份延時系列法
2	0.88
5	0.96
10	0.99

(3) 再現期分析

A. 前省住都局

再現期採用「經驗次數分析法」分析，其係由歷年資料之各延時降雨強度發生次數予以分析。

B. 水利署

「台灣地區雨量測站降雨強度—延時 Horner 公式分析（水利署 92.2）」，採用「頻率分析法」，包括二參數對數常態、三參數對數常態、皮爾遜三型、對數皮爾遜三型、極端值一型等分布等。

C. 比較說明

「經驗次數分析法」係由歷年發生次數分析再現期，一般而言較為可靠，惟其所需分析資料之記錄年數不宜少於所用頻率之 3 倍至 5 倍，因此無法如「頻率分析法」推算較高再現期之降雨強度公式。

3. 降雨強度比較及說明

依上述各單位在辦理雨水下水道系統規劃(或檢討規劃)，有關降雨強度公式分析方式或選用，均未能有一致之標準，因此先就前省住都局所分析之公式、或依前省住都局分析方式重新計算之降雨強度公式，與「台灣地區雨量測站降雨強度—延時 Horner 公式分析（水利署 92.2）」及「台灣地區雨量測站降雨強度—延時 Horner 公式參數分析（106.12）」所分析之成果、或依其分析方式重新計算之降雨強度公式，作一比較說明如下：

(1) 前省住都局早年分析公式

舉例前省住都局早年所分析，與「台灣地區雨量測站降雨強度—延時 Horner 公式分析（水利署 92.2）」之降雨強度公式，比較如表 3-4。

(2) 近期依前省住都局分析方式之成果

調查近年來各單位辦理雨水下水道系統規劃(或檢討規劃)，重新依前省住都局分析方式計算之降雨強度公式，與「台灣地區雨量測站降雨強度—延時 Horner 公式分析（水利署 92.2）」及「台灣地區雨量測站降雨強度—延時 Horner 公式參數分析（106.12）」之成果作一比較，如表 3-5 及 3-6。

(3) 各單位以不同分析方式成果

以近年來新北市地區辦理重新檢討規劃，以中正橋雨量站資料重新分析降雨強度公式，其分析成果比較如表 3-7。

表 3-4 降雨強度公式比較表

頻率別	地區	公式	基本參數值	各延時降雨強度(mm/hr)							單位(分析資料年期)
				10	20	30	40	60	90	120	
二年	台北	Tablot	A 6237	127.4	105.8	90.4	79.0	63.0	48.4	39.2	前省住都局(27-56)
			B 38.96								
		Horner	A 1727.737	135.5	108.0	90.7	78.8	63.1	49.4	41.0	水利署(67-89)
			B 18.726								
			C 0.7582								
		Horner	A 1154.9	115.6	93.0	78.8	68.9	55.9	44.5	37.4	水利署(37-80,86-104)
			B 16.705								
			C 0.700								
	台中	Tablot	A 6713	118.9	101.0	87.8	77.6	63.0	49.2	40.3	前省住都局(21-60)
			B 46.48								
		Horner	A 934.691	112.3	89.9	76.2	66.8	54.4	43.6	36.9	水利署(40-89)
			B 14.964								
			C 0.6587								
		Horner	A 917.126	114.9	92.3	78.3	68.7	56.1	45.1	38.3	水利署(37-104)
			B 14.695								
			C 0.650								
	台南	Horner	A 457	141.5	113.4	98.0	87.9	75.0	63.6	56.5	前省住都局(34-54)
			B 5								
			C 0.433								
		Horner	A 844.887	113.3	92.8	79.8	70.7	58.6	47.8	41.0	水利署(40-89)
			B 16.13								
			C 0.6158								
		Horner	A 876.767	113.9	92.9	79.7	70.4	58.2	47.3	40.4	水利署(37-87,91-104)
			B 16.310								
			C 0.625								
	高雄	Tablot	A 6347	113.7	96.4	83.7	73.9	60.0	46.7	38.3	前省住都局(34-63)
			B 45.84								
		Horner	A 733.64	112.2	89.7	76.2	67.0	55.1	44.7	38.2	水利署(49-89)
			B 12.293								
			C 0.6048								
		Horner	A 781.267	116.3	93.9	80.2	70.7	58.4	47.4	40.6	水利署(37-39,49-104)
			B 12.938								
			C 0.607								
	花蓮	Sherman	A 279.6	109.5	82.6	70.0	62.3	52.8	44.8	39.8	前省住都局(11-62)
			D 0.407								
		Horner	A 474.763	113.3	88.7	75.2	66.4	55.2	45.6	39.7	水利署(40-89)
			B 6.326								
			C 0.513								
		Horner	A 657.456	110.3	90.3	77.9	69.4	58.0	47.8	41.4	水利署(37-104)
			B 13.842								
			C 0.563								
三年	台北	Tablot	A 7453	136.1	115.1	99.7	87.9	71.1	55.3	45.2	前省住都局(27-56)
			B 44.76								
		Horner	A 2036.202	149.3	121.6	103.4	90.5	73.3	57.9	48.4	水利署(67-89)
			B 21.872								
			C 0.7547								
	台中	Tablot	A 7208	125.5	106.9	93.1	82.4	67.1	52.4	43.0	前省住都局(21-60)
			B 47.44								
		Horner	A 1086.331	118.5	98.2	84.9	75.4	62.5	50.8	43.4	水利署(40-89)
			B 20.007								
			C 0.6515								
	台南	Horner	A 458	148.9	120.4	104.7	94.4	81.0	69.2	61.8	前省住都局(34-54)
			B 5								
			C 0.415								
		Horner	A 901.018	125.1	103.7	89.9	80.1	66.9	55.0	47.4	水利署(40-89)
			B 17.104								
			C 0.5983								
	高雄	Tablot	A 7379	118.1	101.8	89.5	79.8	65.6	51.8	42.8	前省住都局(34-63)
			B 52.49								
		Horner	A 869.887	110.4	89.3	76.1	67.0	55.0	44.4	37.8	水利署(49-89)
			B 15.274								
			C 0.639								
	花蓮	Sherman	A 292.9	122.1	93.8	80.4	72.1	61.8	53.0	47.5	前省住都局(11-62)
			D 0.38								
		Horner	A 574.91	124.9	100.3	86.0	76.4	64.0	53.1	46.3	水利署(40-89)
			B 8.988								
			C 0.5185								

表 3-4 降雨強度公式比較表(續一)

頻率別	地區	公式	基本參數值		各延時降雨強度(mm/hr)							單位(分析資料年期)
					10	20	30	40	60	90	120	
五年	台北	Tablot	A	8606	145.5	124.5	108.7	96.5	78.9	61.9	50.9	前省住都局(27-56)
			B	49.14								
		Horner	A	2168.232	168.2	137.8	117.7	103.5	84.2	66.9	56.2	水利署(67-89)
			B	22.103								
			C	0.7369								
		Horner	A	1470.182	133.9	112.3	97.6	86.9	72.1	58.5	49.9	水利署 (37-80,86-104)
			B	22.882								
			C	0.685								
		台中	Tablot	A	7831	136.8	116.5	101.4	89.8	73.0	57.1	46.8
	B			47.23								
	Horner		A	1136.558	130.6	109.9	96.0	85.9	72.0	59.2	51.0	水利署(40-89)
			B	21.547								
			C	0.6269								
	Horner		A	1406.651	133.8	114.6	101.2	91.1	76.9	63.4	54.7	水利署(37-104)
			B	27.745								
			C	0.651								
	台南		Horner	A	500	163.4	132.3	115.2	103.8	89.2	76.2	68.1
		B		5								
		C		0.413								
		Horner	A	995.621	137.5	115.3	100.7	90.2	75.9	62.8	54.4	水利署(40-89)
			B	18.749								
			C	0.5894								
		Horner	A	1049.831	137.8	115.2	100.3	89.6	75.1	61.8	53.4	水利署 (37-87,91-104)
			B	19.442								
			C	0.602								
	高雄	Tablot	A	8059	128.4	110.8	97.4	86.9	71.5	56.5	46.6	前省住都局(34-63)
			B	52.76								
		Horner	A	1078.375	128.9	109.4	96.2	86.4	72.9	60.4	52.2	水利署(49-89)
			B	22.433								
			C	0.6105								
		Horner	A	1445.556	133.0	116.6	104.5	95.2	81.7	68.4	59.6	水利署 (37-39,49-104)
			B	32.397								
			C	0.635								
		花蓮	Sherman	A	306.8	128.2	98.6	84.5	75.8	65.0	55.7	50.0
	D			0.379								
	Horner		A	744.568	136.4	112.9	98.2	87.9	74.1	61.7	53.8	水利署(40-89)
			B	13.642								
			C	0.5366								
	Horner		A	927.900	133.4	112.5	98.8	88.8	75.1	62.5	54.4	水利署(37-104)
			B	19.622								
			C	0.571								

備註：Tablot 降雨強度公式 $I = \frac{A}{t+B}$

Sherman 降雨強度公式 $I = \frac{A}{t^D}$

Horner 降雨強度公式 $I = \frac{A}{(t+B)^C}$

式中 I 為降雨強度(mm/hr)
 A 、 B 、 C 、 D 為基本參數值

註：台灣地區雨量測站降雨強度一延時 Horner 公式參數分析（水利署 106.12）無三年重現期距降雨強度分析資料。

表 3-5 降雨強度分析比較表(冬山及新北城雨量站)

再現期	分析測站	公式	基本參數值		各延時降雨強度(mm/hr)						分析資料年期及方式	
					10	20	30	40	60	90		120
三年	冬山	Horner	a	648.819	118.74	102.59	91.63	83.56	72.27	61.55	54.52	民國 47~89 年·採水利署分析方式(詳說明 1)
			b	19.556								
			c	0.5015								
		Horner	a	4768.7	117.53	103.52	92.64	83.94	70.85	57.68	48.82	民國 47~90 年·採住都局分析方式(詳說明 2)
			b	55								
			c	0.8871								
	新北城	Horner	a	672.444	120.06	99.18	86.12	77.00	64.83	53.85	46.90	民國 47~89 年·採水利署分析方式(詳說明 1)
			b	13.752								
			c	0.5439								
		Horner	a	841.98	114.01	94.56	81.99	73.06	61.02	50.09	43.18	民國 47~90 年·採住都局分析方式(詳說明 3)
			b	17.5								
			c	0.6033								

說明：

1. 台灣地區雨量測站降雨強度-延時 Horner 公式分析（水利署 92.2）

2. 台灣地區(北區)降雨量強度之評估（內政部 91.12）

3.宜蘭縣羅東地區雨水下水道系統（重新檢討）規劃報告（營建署 93.8）

資料來源：台灣地區(北區)降雨量強度之評估（內政部 91.12）

Horner 降雨強度公式 $I = \frac{a}{(t+b)^c}$

式中 I 為降雨強度(mm/hr)

a、b、c、為基本參數值

表 3-6 降雨強度分析比較表(嘉義氣象站)

再現期	分析測站	公式	基本參數值		各延時降雨強度(mm/hr)						分析資料年期及方式		
					10	20	30	40	60	90		120	
三年	嘉義	Sherman	a	310	148.34	118.82	104.36	95.18	83.59	73.42	66.96	民國 60~90 年,採住都局分析方式(詳說明 1)	
			c	0.3201									
		Horner	a	955.91	144.94	115.94	98.52	86.67	71.26	57.76	49.43		民國 58~89 年,採水利署分析方式(詳說明 2)
			b	12.46									
			c	0.6062									

說明：

1.嘉義市區雨水下水道系統檢討及蘭潭地區雨水下水道系統規劃（營建署 92.2）

2.台灣地區雨量測站降雨強度-延時 Horner 公式分析（水利署 92.2）

Sherman 降雨強度公式 $I = \frac{a}{t^c}$ 、Horner 降雨強度公式 $I = \frac{a}{(t+b)^c}$

式中 I 為降雨強度(mm/hr)

a、b、c、為基本參數值

表 3-7 各單位分析台北中正橋雨量站降雨強度比較表

再現期	分析測站	公式	基本參數值		各延時降雨強度(mm/hr)						分析資料年期及方式	
					10	20	30	40	60	90		120
五年	中正橋	Horner	a	29950.2	144.02	128.71	116.17	105.72	89.35	72.14	60.22	民國 67~90 年·採住都局分析方式(詳說明 1)
			b	88.5								
			c	1.1628								
		Horner	a	2206.61	163.61	134.36	115.00	101.12	82.36	65.47	54.95	民國 67~87 年·採水利局分析方式(詳說明 2)
			b	23								
			c	0.7441								
		Tablot	a	8336	162.28	135.84	116.80	102.45	82.24	63.46	51.66	民國 67~82 年·採住都局分析方式(詳說明 3)
			b	41.37								
		Tablot	a	10666	166.87	144.3	127.1	113.57	93.63	74.12	61.33	民國 67~88 年·採住都局分析方式(詳說明 4)
			b	53.92								
		Horner	a	29819.51	158.85	137.83	121.41	108.25	88.55	68.99	56.13	民國 67~94 年·採住都局分析方式(詳說明 5)
			b	69.4								
			c	1.1967								
		Horner	a	1481.337	171.94	138.98	116.98	102.50	83.53	66.87	56.61	民國 67~104 年·採水利局分析方式(詳說明 6)
			b	15.494								
			c	0.665								

說明：

- 淡水鎮都市計畫及淡水（竹圍地區）都市計畫區雨水下水道系統規劃報告（台北縣政府 95.1）
資料來源：台灣地區(北區)降雨強度之評估（內政部 91.12）
- 土城市雨水下水道系統重新檢討規劃報告（台北縣政府 91.6）
- 中和市、永和市（重新檢討）雨水下水道系統規劃報告（營建署 91.5）
- 台北縣新店市雨水下水道系統規劃報告（新店市公所 91.11）
- 臺北縣蘆洲市鴨母港溝整治工程設計及監造委託技術服務（營建署 95.12）
- 台灣地區雨量測站降雨強度-延時 Horner 公式分析（水利署 106.2）

Tablot 降雨強度公式 $I = \frac{a}{t+b}$ 、Horner 降雨強度公式 $I = \frac{a}{(t+b)^c}$

式中 I 為降雨強度(mm/hr)
a、b、c、為基本參數值

(4)比較成果說明

依表 3-4~表 3-7 顯示，前省住都局所分析之公式、或依前省住都局分析方式重新計算之降雨強度公式，與「台灣地區雨量測站降雨強度—延時 Horner 公式分析（水利署 92.2）」及「台灣地區雨量測站降雨強度—延時 Horner 公式參數分析（106.12）」所分析之成果、或依其分析方式重新計算之降雨強度公式，其在各地區之降雨強度比較互有大小。

4.降雨強度公式擇選

為因應近年來溫室效應造成全球氣候異常現象，降雨強度公式應重新檢討分析。惟考量收集資料及分析費時費力，且由各單位、顧問公司分析結果，未能達一致之標準。因此辦理設計時，降雨強度公式之選用，建議說明如次。

- (1)辦理降雨強度公式分析，應依「規劃區」之水文氣象特性，選用「鄰近」水文氣象條件相似，且有長期雨量記錄之自記雨量站。
- (2)建議另成立專案依前省住都局分析方式，採 Horner 公式重新辦理各地區測站之降雨強度公式。
- (3)專案尚未完成降雨強度公式重新分析整合前，近期有辦理檢討規劃者，從其檢討規劃報告；而未辦理檢討規劃者，建議以「台灣地區雨量測站降雨強度—延時 Horner 公式分析（水利署 92.2）」及「台灣地區雨量測站降雨強度—延時 Horner 公式參數分析（106.12）」成果，擇其鄰近「規劃區」

之降雨強度公式，與前省住都局之公式作一比較，而擇降雨強度大之公式作為設計之依據。

3.2.2 再現期擇定原則

1. 前省住都局

由於都市雨水下水道系統，均係就公佈之都市計畫區予以規劃設計，而都市計畫區常為各市鄉鎮行政區之一部份，因此前省住都局配合行政區級而訂定之原則如下：

- (1) 鄉級地區：採用 1~2 年一次再現期
- (2) 縣轄市及鎮地區：採用 2~3 年一次再現期
- (3) 省轄市級地區：採用 5 年一次再現期。

2. 擇定原則建議

參酌「公路排水設計規範(交通部 106.12)」，建議再現期應至少 2 年(含)以上，而考量建設經費、建設期程等執行面問題，建議以 2~10 年範圍為宜。至於再現期選用之分級，可參考上述前省住都局之分級標準及原則，惟不宜依行政層級硬性分級，建議由規劃設計單位考量「規劃區」所處環境特性、建設效益、鄰近區位之保護標準及爾後操作維護管理能力等因素，擇定之。

另地面逕流收集系統包括進水口、側溝、雨水井及連接管，為地面逕流進入下水道幹支線之關鍵，規劃設計不當，無法使地面逕流適時排除而造成積淹水之情事。由於都市排水係考量立即排除地面逕流，與集水範圍寬廣之區域排水體系，依河川等級訂定再現期保護標準不同，因此地面逕流收集系統，應與雨水下水道幹支線採同一保護標準。

3.2.3 計畫逕流量

一般排水工程設計逕流量之估算方法，包括(1)經驗公式(2)合理法公式(3)歷線法(4)電腦模擬法等等。前省住都局均採合理法公式，依美國土木工程學會建議，其適用於集水面積在 1,300 公頃以下者，而依水土保持技術規範第十七條洪峰流量之估算，有實測資料時，得採用單位歷線分析；面積在 1,000 公頃以內者，無實測資料時，得採用合理法公式。合理法公式雖有過於保守之缺點，但仍公認為估算都市逕流量最適用之方法，目前在都市水文資料不足情況下，且都市雨水下水道以一個排水出口為一集水區而言，其集水面積遠小於 1,000 公頃，因此採用合理法公式計算計畫逕流量應屬允當，其公式如下。

$$Q = \frac{1}{360} \times C \times I \times A$$

式中 Q=設計逕流量以 cms 計

C=逕流係數

I =降雨強度以每小時公厘計

A =集流面積以公頃計

1.降雨強度公式

依上節說明，選用合宜之降雨強度公式。

2.逕流係數

影響逕流係數之因素頗多，諸如降雨率、降雨歷時、地表狀況、地面坡度、漫流距離、地質、地下水位及地上建物等各種自然或人為之條件均為主要因素，惟其中以降雨歷時及地表狀況為最重要之影響因素。

前省住都局辦理雨水下水道系統規劃，考量不透水表面率，因都市計畫土地使用分區類別而異，因此其計算逕流係數與不透水表面率關係式，大致採 $C=(0.30\sim0.44)+(0.40\sim0.45)\times Imp$ 。辦理設計時，逕流係數原則應依據其規劃報告，惟如規劃報告無合宜者，可依地區特性參酌表 3-8 選用。

表 3-8 各土地使用分區逕流係數表

使 用 分 區	逕 流 係 數	中 值
	範 圍 值	
商 業 區	0.70 - 0.93	0.83
住 宅 區	0.66 - 0.89	0.79
工 業 區	0.56 - 0.78	0.67
機 關 學 校	0.50 - 0.72	0.61
公 園、綠 地	0.46 - 0.67	0.56
農 業 區	0.30 - 0.50	0.38
山 區	0.55 - 0.75	0.60

3.降雨延時及集流時間

計畫逕流量採用合理法公式，其主要基本假設之一為「降雨延時」=「集流時間」，而「集流時間」為降於排水區域內某地點之雨水，流至最下游下水道管渠最長時間稱之。就雨水下水道系統而言，「集流時間」=「流入時間（降於房舍或地面之雨水流入下水道管渠之時間）」+「管內流下時間（管渠長度÷流速）」。

(1)區內雨水下水道之流入時間

查「市區道路及附屬工程設計規範(營建署 104.07)」之流入時間，規定如下：

- A.側溝及雨水井：採用 5 分鐘至 10 分鐘。
- B.排水支線系統：採用 10 分鐘至 15 分鐘。
- C.地下道採用：5 分鐘。
- D.高架道路採用：5 分鐘。

而前省住都局則係分兩種情況計算流入時間。第一種情況：由集流範圍最長側溝起始採 5 分鐘，加計水流至幹支線之時間，超過 10 分鐘依實

計算，若不超過依 10 分鐘計算。第二種情況：地面逕流直接由雨水井收集後排入下水道者，以 10 分鐘計之。

(2)外圍集水區之流入時間

外圍集水區如為山坡地，屬人工整治後之規則河段，應根據各河道斷面、坡度、粗糙係數、洪峰流量之大小，依曼寧公式計算；如屬天然河段可採用加州公路局公式、Rziha(芮哈)公式或周文德公式估算集流時間之公式，計算其進入雨水下水道系統之流入時間，其計算公式如下：

A.加州公路局公式

$$T_c = (0.87L^3/H)^{0.385}$$

式中， T_c =集流時間(hr)； L =沿集水區內排水路最上游點至控制點之水平距離(km)； H =河流最高點至控制點之高程差(m)。

B.Rziha 公式：

$$T_c = L/w$$

$$w = 72(H/L)^{0.6}$$

式中， T_c =集流時間(hr)； w =洪水流速(km/hr)， L (km)及 H (km)定義同加州公路局公式。

C.周文德公式

$$T_c = 0.005 \times \left(\frac{1000 \times L}{(100 \times S)^{0.5}} \right)^{0.64} / 0.6$$

式中， T_c ：集流時間(hr)； L ：沿集水區內排水路最上游點至控制點之水平距離(km)； S ：集水區內排水路最上游點至控制點之平均坡度(%)。

另外圍集水區如屬經林地及草地漫地流之流入時間，參考「公路排水設計規範(交通部 106.12)」，由流經距離除以流速 0.3m/sec 計算；或參考「水土保持技術規範(農業委員會水土保持局 109.03.03)」漫地流流速以 0.3~0.6m/sec 計算之(註：漫地流流動長度之估算，在開發坡面不得大於 100 公尺，在集水區不得大於 300 公尺)。

3.3 水理演算

依「下水道工程設施標準(營建署 98.11.27 修正發布)」第三條第二款規定，管渠之水力計算採曼寧(Manning)公式或庫特(Kutter)公式。

惟都市雨水下水道現況檢討，乃係依雨水下水道建設之實際情況，在計畫逕流量下，檢討下水道系統功能是否健全。然既有下水道管渠往往由於施工品質不良或遷就現況及施工條件，管線接合無法順暢，既有管渠坡度及尺寸，無法與當初規劃設計一致。因此既有幹支線輸水能力之檢討，常已超出一般採用曼寧(Manning)公式

或庫特(Kutter)公式之使用範圍。

早期前省住都局辦理規劃時，排水幹線出口設計水位高於計畫外(洪)水位，管渠水力計算採曼寧公式計算；而如低於計畫外(洪)水位或管線接合無法順暢，則採標準步推法，以計畫外(洪)水位為起算水位，往上游逐段計算至呈重力流管段(以上不受外水迴水影響管段，則採曼寧公式計算)，計算過程中採反覆調整管渠埋設深度、或放大排水斷面尺寸以減少水頭損失，避免水面能量線超出地面而造成冒孔情形，而如因地勢低窪無法以擴大適當之排水斷面來解決冒孔問題時，則需規劃設置抽水站。

上述反覆調整計算繁雜，因此目前均採 SWMM 等電腦軟體模式予以演算，同樣係考量其能量線不高於流經之地面，不造成冒孔即無淹水之虞。

以下就曼寧公式(Manning)、庫特(Kutter)公式計算，及 SWMM 模式演算，予以簡述如次。

1. 曼寧公式或庫特公式

(1) 水力計算公式

管渠水力計算採曼寧公式或庫特公式，其公式分列如下：

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad \dots \text{曼寧公式}$$

$$V = \frac{23 + \frac{1}{n} + \frac{0.00155}{S}}{1 + (23 + \frac{0.00155}{S}) \frac{n}{\sqrt{R}}} \times \sqrt{RS} \quad \dots \text{庫特公式}$$

式中 V=流速(m/sec)

n=管渠粗糙係數

R=水力半徑(m)

S=水力坡降

(2) 管渠粗糙係數 n 值

粗糙係數 n 值視各種不同材料而異，常用各種材料之 n 值如表 3-9，一般管渠粗糙係數 n 值介於 0.012~0.016 之間，而前省住都局辦理雨水下水道系統規劃，其管渠粗糙係數 n 值，大多採表 3-10 所示。

(3) 流速限制

前省住都局辦理雨水下水道系統規劃，流速限制並無一致之標準，其最小有 0.75 m/sec，最大則有達 4.00 m/sec，依「下水道工程設施標準(營建署 98.11.27 修正發布)」第三條第三款規定為 0.8m/sec~3.0m/sec，因此辦理設計時，宜依據此流速限制之規定，如因地形條件特殊，應以不影響結構物安全為設計原則。

表 3-9 各種管材之粗糙係數 n 值

管渠材料	管 渠 內 面			
	最佳	良好	普通	劣
陶管(上釉)	0.010	0.012	0.014	0.017
陶管(未上釉)	0.011	0.013	0.015	0.017
混凝土管、磚砌	0.012	0.013	0.015	0.017
鑄鐵管(裡襯)	0.011	0.012	0.013	-
鋼管	0.010	0.012	0.013	-
混凝土襯砌	0.012	0.014	0.016	0.018
石棉管	0.011	0.012	0.013	0.016
塑膠管，玻璃纖維管	0.010	0.011	0.012	0.015

表 3-10 管渠粗糙係數 n 值表

管渠類別	粗糙係數 n 值
鋼筋混凝土管 D > 60 公分	0.013
鋼筋混凝土管 D ≤ 60 公分	0.015
矩型箱涵	0.015
梯型 RC 明溝	0.015
梯型漿砌卵石明溝	0.025
U 型側溝	0.016

註：若有結構破損或鋼筋裸露等狀況，應適度加大曼寧 n 值。

2.SWMM 演算模式

暴雨經理模式 (STROM WATER MANAGEMENT MODEL，以下簡稱 SWMM) 演算模擬，乃依排水系統的水流動態及特性，予以區分為水文分析 (地面逕流模組 Runoff module) 及水力計算 (幹線輸水模組 Extran module) 兩大單元。以下就演算理論加以說明 (相關 SWMM 程式操作及相關資訊請參閱美國環保署 (United States Environmental Protection Agency，以下簡稱 EPA) 專屬網站，參考網址 <http://www.epa.gov/ednrmrl/models/swmm/index.htm>)：

(1) 水文分析 (Runoff module)

程式模擬雨滴降落地面後，進入各排水幹道前之漫地流現象。當雨水降落後，如其強度超過地表滲容量 (infiltration capacity) 時，地面凹陷部份開始積水，積水達窪蓄飽和容量時，積水便溢出而呈漫地流。在漫地流現象中，包括降雨量及入滲量等。演算結果將作為排水區域幹線輸水計算之輸入歷線。

主要理論及解法如下：

根據降雨強度組體圖 (hyetograph) 由 (1) 式計算降雨後之水深

$$D_1 = D_t + R_t \cdot \Delta t \quad (1) \text{式}$$

式中

D_1 ：降雨後之集流區水深 (單位：mm)

D_t ：在 t 時刻時集流區水深 (單位：mm)

R_t ：在 Δt 時段內之平均降雨強度 (單位：mm/sec)

Δt ：計算之時距 (time interval，單位：sec)

並採荷頓方程式(Horton's equation)式如下所示計算入滲損失

$$I_t = f_o + (f_i - f_o)e^{-\alpha t} \quad (2) \text{式}$$

式中

f_i ：起始入滲率（單位：mm/sec）

f_o ：最終入滲率（單位：mm/sec）

α ：入滲遞減率（單位：sec⁻¹）

I_t ： Δt 內之平均入滲率（單位：mm/sec）

產生的逕流量運用曼寧公式計算速度及流量

$$\text{出流速度： } V = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \quad (3) \text{式}$$

$$\text{出流量： } Q_g = V \cdot A_c \quad (4) \text{式}$$

式中

R ：側溝中水深為 Y 時之水力半徑（單位：m）；

S_i ：側溝之水力縱坡；

A_c ：側溝水深為 Y 時之通過斷面積（單位：m²）。

再運用連續方程式計算次時段 $t + \Delta t$ 之側溝水深 $Y(t + \Delta t)$

$$Y(t + \Delta t) = Y_t + (Q_{in} - Q_g) \cdot \Delta t / A_s \quad (5) \text{式}$$

式中

A_s 為 Y_1 及 Y_t 之自由水面面積平均值

重複上述步驟計算所得之出流量 Q_w 及水深 $Y(t + \Delta t)$ ，將作為排水區域幹線輸水計算之逕流歷線。

(2) 水力計算(Extran module)

將水文分析之逕流歷線導入雨水管網中，此演算模式依水力學原理採用變量、非均勻之自由地表流(unsteady nonuniform free surface flow)特性，以模擬在管渠中之水流流動情況，藉以了解各管段之流速、流量等，以及各人孔可能之溢流量(surge)，作為檢討管渠排水之能力及系統改進之參考。

主要理論及解法如下：

水在管渠中流動，一般滿足下列兩方程式。

動量方程式：(6)式

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial(Q^2/A)}{\partial x} + gA \frac{\partial y}{\partial x} + gA(S_f - S_0) = 0$$

連續方程式：(7)式

$$\frac{\partial A}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = q$$

式中

Q ：流量（單位：cms）

A ：流體之通過斷面積（單位： m^2 ）

S_f ：摩擦損失坡度

S_0 ：管涵底坡度

y ：水深（單位：m）

g ：重力加速度（單位： m/sec^2 ）

x ：流向之座標（單位：m）

q ：單位長度側流量（單位：cms/m）

由於上述兩方程式屬於非線性偏微分方程式，求解不易，故於實際應用時，多依問題所需做適當之簡化，(6)式改寫為：

$$\frac{\partial Q}{\partial t} = -gAS_f + 2V * \frac{\partial A}{\partial t} + V * \frac{\partial A}{\partial X} - gA * \frac{\partial H}{\partial X}$$

式中， V ：管線中流速（單位：m/sec） H ：水頭（單位：m）

二式可寫成差分方程式，再以修正之尤拉法(Modified Euler Method)解得特定時段每一環節之流量及水頭。

(3)演算檢討

鑒於 SWMM 程式演算模擬階段，多運用在都市水文水理分析，考慮使用性及適切性於水文分析部份，建議採合理法公式推估計畫逕流量，再將計畫逕流量配合現況，以適當歷線建置逕流與時間關係，輸入 SWMM 程式中運用水力演算單元(Extran module)，以動力波模式（Dynamic Wave Rounting）模擬雨水下水道系統實際水流狀況，以做為設計參考及後續改善方案之依據。

3.4 規劃設計準則

1.管渠接合

下水道工程設施標準(營建署 98.11.27 修正) 第六條第一款第一項規定：管渠之管徑變化或二支以上管渠匯合時，以設計水深或管渠頂部內緣齊平相交接合。設計時，原則上應符合下水道工程設施標準之規定。依上述規定，如採「設計水深」接合者，管涵設計水深通常採 0.8 倍 D (管徑)或 1.0 倍 D (管徑)，而箱涵則採 0.9 倍 H (淨高)，計算管渠(設計水深)接合。

2.人孔最大間距

雨水下水道系統規劃報告，常未規定人孔設置之最大間距，其系統詳圖常為計算方便，以一街廓為一節點（人孔），中間人孔亦無顯示，其規劃節點（人孔）間距常超過規定。

設計時需依下水道工程設施標準(營建署 98.11.27 修正)第八條第二項規定辦理。其管渠直線部分，人孔設置之最大間距規定如表 3-11。

表 3-11 人孔設置之最大間距表

管內徑(mm)	箱涵最小淨寬(mm)	最大間隔(m)
600 以下	1200 以下	100
超過 600，1200 以下	超過 1200，2000 以下	150
超過 1200	超過 2000	200

3. 最小尺寸

(1) 管涵

依下水道工程設施標準(營建署 98.11.27 修正)第四條第三項第一款規定：雨水管渠及合流管渠之最小管徑為 500mm。

上述最小管徑為 500mm 應係指連接管；規劃雨水下水道幹支線，最小管徑建議採 800mm(含)以上。但現況條件特殊，經計算證明無礙排水能力並經主管機關同意者不在此限。

(2) 箱涵

前省住都局辦理雨水下水道系統規劃，箱涵最小尺寸並無一致之標準。規劃時，應依「下水道工程設施標準(營建署 98.11.27 修正)」第四條第三項第二款規定：箱涵之寬、高不得小於 1.2m。但現況條件特殊，經計算證明無礙排水能力並經主管機關同意者不在此限。

4. 覆土深度

前省住都局辦理雨水下水道系統規劃，覆土深度沒有一致之標準，宜依下水道工程設施標準(營建署 98.11.27 修正)第五條第二項規定辦理：

(1) 第一款規定：

- A. 圓形管覆土深度應在 75cm 以上
- B. 鋼筋混凝土管應在 50cm 以上
- C. 因地形限制，覆土深度不足時應予以補強

(2) 第二款規定：箱涵無最小覆土深度限制

上述第二款，箱涵雖無最小覆土深度之限制，惟規劃時仍應考量 AC 鋪面及人孔蓋之厚度。

5. 出水高度

(1) 箱涵：以設計水深 10%計

(2) 管涵：採設計水深 20%計

(3) 明溝：前省住都局辦理規劃明溝時，僅於「雨水下水道系統詳圖」標示明溝淨高，並未說明或規定出水高度，設計時恐造成出水高度不足情況。建議規劃設計時，參考公路排水設計規範訂定出水高度(詳表 3-12)，並於規劃設計時注意是否可與現有地形配合。

表 3-12 渠道最小出水高度範圍

設計水深(公分)	最小出水高度(公分)
60 以下	20
60~100	20~40
100~200	40~60
200~300	60~80
300 以上	80 以上

6. 出口水位

為避免外水頂托，影響堤內都市逕流無法排除，外水位之釐定需依區域排水或河川最新完成之規劃報告或治理計畫；而屬感潮區域亦需調查潮位，以釐定幹線出口水位。

雨水下水道排水幹線出口水位之釐定，如無設置抽水站，釐定幹線出口(起算)水位，需依承受水體之「計畫洪水位」；而如直接排放海洋則，採 7~10 月大潮平均高潮位。並依上述出口(起算)水位，辦理水理演算。

當雨水下水道排水幹線出口設計水位，高於出口(起算)水位(堤外計畫洪水位或 7~10 月大潮平均高潮位)，係採重力流方式排放，可以曼寧公式計算；而如排水幹線出口設計水位，低於出口(起算)水位(堤外計畫洪水位或 7~10 月大潮平均高潮位)，則排水出口幹線在外水位高漲時係呈壓力流，至於是否冒孔而造成淹水，則需依出口(起算)水位，採標準步推法或 SWMM 模式演算。而如無法以擴大排水斷面減少損失水頭，達不冒孔而造成淹水情形時，則需規劃設置雨水抽水站。

雨水抽水站抽水機之操作揚程，需適應河川水位之變化，因此較其他抽水機之揚程變化幅度為大，因此釐定抽水站外水位需考量「額定點外水位」及「參考點外水位」。「額定點外水位」之釐定，應以最常運轉抽水機頻率為依據，以期選用抽水機性能之最佳效率點，得以於實際發生在經常運轉時機；而為使外水位之(高低點)變化均可運轉，因此亦需訂定「參考外水位(高點)」及「參考外水位(低點)」，其中「參考外水位(高點)」通常以堤外計畫洪水位、或暴潮位為準。

如雨水下水道排水幹線系統出口設有抽水站，則幹線出口(起算)水位，不受堤外水位影響，而係視抽水站之起抽水位。抽水站起抽水位之釐定，需考量堤內容許內水位，惟通常係以低於排水幹線出口設計水位設定，則此抽水站排水幹線系統，可以重力流方式計算；否則此排水系統，需以起抽水位為幹線出口(起算)水位，予以演算確認無冒孔淹水情形。

7. 其他規劃設計標準

其他規劃設計標準，需依「下水道工程設施標準(營建署 98.11.27 修正發布)」規定辦理（請參閱營建署網站/政府資訊公開/中央法規/營建法令/下水道工程設施標準內容，參考網址 <https://www.cpami.gov.tw/最新消息/法規公告/10397-下水道工程設施標準.html>）。

3.5 改善計畫檢討

1. 改善計畫研擬

依收集資料及調查測量成果，探討排水問題癥結，研擬排水改善計畫。而排水改善計畫，除一般改(擴)建或增建外，亦應將雨水貯留、滯洪調節等設施納入改善計畫考量。

2. 集水範圍釐定及劃分

都會區快速發展，歷經多次通盤檢討或變更都市計畫，早期都市計畫之土地使用分區類別恐有異動，而建築陸續開發後其所建構之側溝走向，恐與當初規劃集水分區之劃分不符。因此辦理設計時，需依最新頒布之都市計畫及調查測量成果，重新劃分計算集水面積，以符合實際。

3. 水理演算

依所研擬改善計畫系統方案，及所訂定之規劃設計準則，辦理水文分析及水力計算。

4. 定案計畫研提

所研擬排水改善計畫，進行水理演算可符合「規劃設計準則」所訂定之需求，即為定案計畫，此定案計畫包括設計標的之工程內容及爾後配合計畫(或設施)之建議。

第四章 工程設計前置作業

4.1 作業目的

工程設計前置作業，係辦理細部設計所需取得更詳盡之補充資料及測量調查等工作，並將初步完成之管線佈設計畫，函送各地下管線等單位，以利細部設計前，先作好與各相關單位之溝通協調。

4.2 補充資料收集及測量調查

「檢討規劃」階段雖已辦理相關資料之收集、研判及分析後，始研提定案計畫。惟設計與規劃，在收集資料之詳盡程度上有所差異，因此工程設計前仍需針對設計標的，辦理更詳盡資料之收集、及必要之補充測量與調(勘)查，以避免有所遺漏或疏失，而影響工程設計及施工品質。茲將設計前補充資料收集及測量調查重點，說明如下：

4.2.1 補充資料收集及分析

收集調查分析重點依計畫區及工程內容特性，一般常需辦理補充資料如下：

- 1.設施用地資料(包括都市計畫樁位成果、地籍圖等)。
- 2.地下管線資料(包括管線種類、路線、斷面尺寸、埋設深度等)。
- 3.道路交通現況(道路幾何特性、交通量等現況調查資料)。
- 4.銜接排放之既有雨水下水道(竣工圖、下水道資料庫資料等)。
- 5.幹線排放之區域排水或河川(最新完成之規劃報告或計畫)。
- 6.相關構造物或設施等設計或竣工圖資料。

4.2.2 補充測量調查計畫

1.測量依據

依檢討規劃階段所引用之座標及水準控制點為依據。

2.測量範圍及比例

(1)測量範圍

以涵蓋設計所需測量範圍為原則，亦包括銜接既有管線或幹線出口、橫交流入工等。

暗渠建議以計畫道路二側境界線各再加至少十公尺。而明溝則以計畫用地界線二側各再加至少十公尺為原則。

(2)測量比例

地形測量比例原則可採 1/500 或 1/600，並以等高線輔助表示地形地勢，惟如需繪製較詳細之設計圖說，則需加大比例測繪。

3.平面測量內容

(1)既有排水設施類

測繪雨水下水道管渠及人孔、人行道、側邊溝，以利後續正確配置雨水下水道設施(如幹支線銜接及雨水井之位置)。另側邊溝除平面測量外，溝頂底高程、淨寬、淨高亦需予以另行測繪斷面，並標示於測量平面圖，以利雨水井位置、型式、尺寸及井底高程之設計。

(2)其他地下管線及構造物

包括地下管線人(手)孔、地上電桿、消防栓、變電箱、人(車)行地下道、人(車)行路橋等。其中辦理人(手)孔測繪之目的，係為後續套繪地下管線位置之準確性，以利雨水下水道管渠之配置；而測繪電桿等地上構造之目的，在避免雨水井等設施之佈設與其衝突。

(3)都市計畫及地籍類

測繪道路邊界線、道路中心樁、用地界樁及地籍圖圖根點等。其中辦理樁位及圖根點測量之目的，係為將都市計畫圖及地籍圖套繪於測量平面圖之準確性，以利作為管渠配置路徑之參考依據。

(4)建物及其出入口

測繪建築物、地下停車場或大型建物及工廠出入口位置等，作為人孔、雨水井佈置位置之參考，以減輕爾後施工時造成民眾出入之不便。

(5)既有溝渠或溪流

與設計有關之溝渠、溪流、跨河構造物(含附掛管線)，亦需納入測繪。以利規劃設計銜接或排放既有溝渠(或溪流)；並檢討跨河構造物改建與否，如需改建則於設計階段，即需與管線單位協商拆遷及重新分配管線附掛等事宜。

4.高程測量

暗渠測量，包括道路中心、二側邊溝頂與溝底高程及測量範圍邊界均需測繪，並以每 20 公尺為一橫斷面標註為原則，而如有變化處(點)亦需加測繪。另橫交道路亦需測繪標示道路中心及其二側邊溝頂與溝底高程。

明溝測量，包括溝底、二側溝頂及測量範圍邊界均需測繪，並以每 20 公尺為一橫斷面標註為原則，而如有變化處(點)亦需加測繪。另與幹線橫交流入之溝渠亦需辦理測繪及標示。

5.橫斷面測量

明溝工程設計，需辦理橫斷面測量，通常以每 20 公尺作一橫斷面測量，而跨河構造物(上、下游)及明顯變化處，亦需增加橫斷面測量，比例採 1/100，另橫交流入管渠，亦需依上述原則辦理橫斷面測量，且至少有上下游二個斷面。

河道橫斷面標示內容至少包括：測量樁號里程、測量基準線、距離與高程、溝渠材質、用地界樁線等(請詳圖 4-1)。

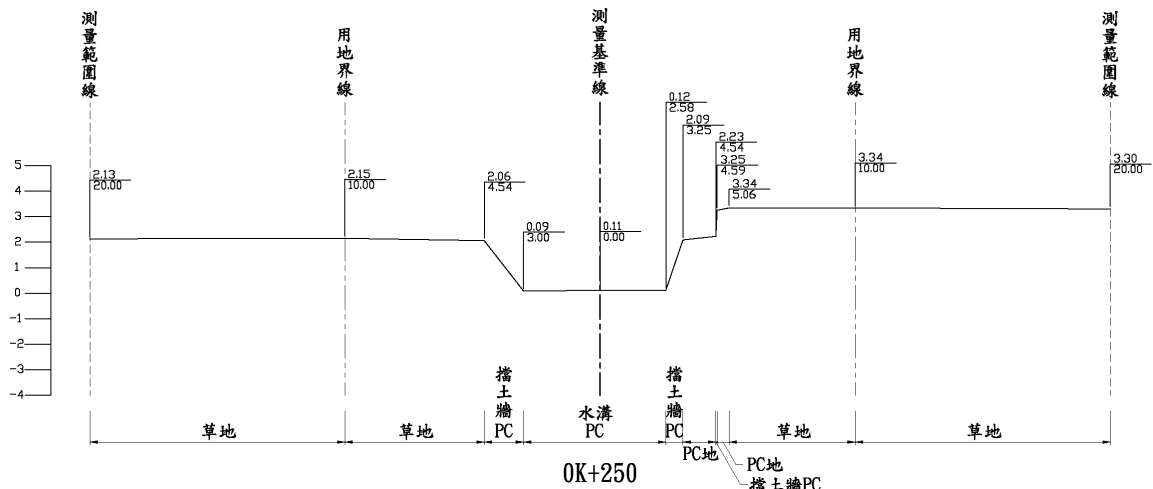


圖 4-1 橫斷面測量成果示意圖

4.2.3 地質調查計畫

地質調查目的，係為提供管渠結構及開挖擋土措施之設計參考依據，需調查或收集計畫區附近其他工程之鑽探成果資料，或經濟部中央地質調查所網站(參考網址：<https://www.moeacgs.gov.tw/>)之工程地質探勘資料庫查詢系統；必要時，亦需辦理地質鑽探試驗及分析。

1. 調查項目

地質鑽探調查，建議至少包括(1)土層深度、厚度及土壤性質(2)地下水位及水壓高程(3)土層之土壤物理性質，如單位重、比重、孔隙比、孔隙率、含水量等(4)土層之工程性質，如滲透性、壓縮性、剪力強度等。

2. 鑽探孔數及深度

土壤鑽探工作主要目的，係取得一個地層剖面圖，此剖面圖，必須顯示地層在各方面之變化，鑽孔位置依下水道沿線佈置，依工程規模、施工環境條件等因素，建議以 300~500 公尺作一孔位鑽探為原則。

下水道管渠結構物其基礎類如條狀版基，因此鑽孔深度，建議應在基礎面下 1.5~2.0 倍之下水道結構體尺寸為原則。

3. 鑽探報告內容

地質調查報告書基本內容至少包括(1)前言及摘要(2)工作項目及數量(3)基地地質及土層分佈概況(4)大地工程分析(5)施工建議及注意事項。

4.2.4 其他地下物理設調查

雨水下水道體積龐大為避免與既有地下物(管線)衝突，需先調查計畫區內既有或計畫中之雨水、污水、自來水、特高壓、輸配電、電信、瓦斯、中油油管、天然氣、電訊管線、固網管線、寬頻管線、軍屬管線、警訊管線等管線或人行地下道、河溪(橋梁)、捷運路網、地鐵、共同管道等地下構造物資料，地下物調查一般以下列方式進行：

1. 先瞭解管線種類及所屬單位

- (1) 瞭解既有管線圖說資料中各類管線及相關設施圖例。
- (2) 依據蒐集工程計畫區內之管線機構行文表，瞭解各管線或構造物所屬機構名稱、住址及各分處，並由電話聯繫找出各單位主辦人員，以利日後設計中之各項協調聯絡事宜。

2. 取得圖說參考資料及管線套繪

- (1) 由承辦機關函文各管線單位及管理單位，取得圖說資料。
- (2) 依現地測量人(手)孔位置，套繪製成既有管線平面(底)圖或參考圖(如圖 4-2)。
- (3) 上述圖說標示須清晰並容易判讀。

3. 必要時，應辦理試挖或非破壞碳管技術予以確認。

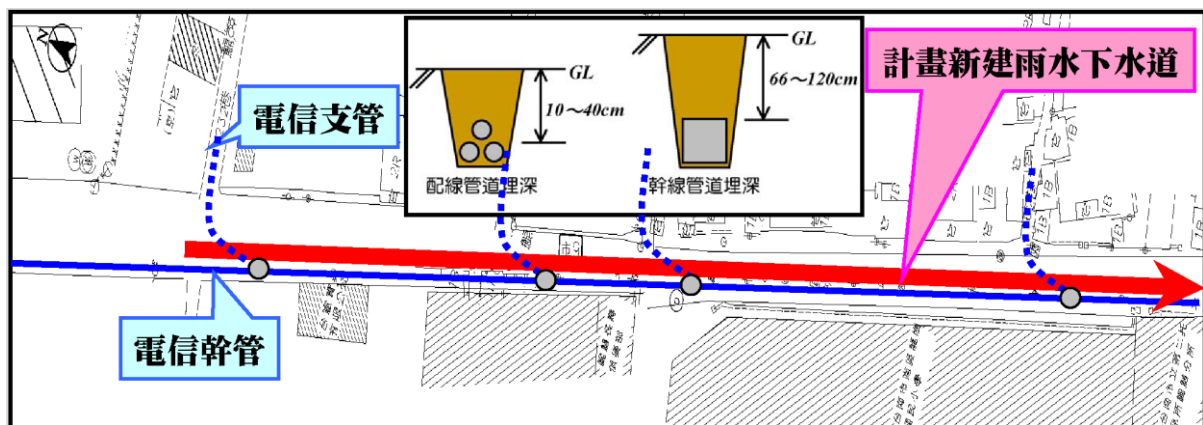


圖 4-2 既有管線平面套繪示意圖

4.3 管線佈設初步計畫

雨水下水道管渠佈設，應避免與其他地下管線(包括人手孔)衝突，如無法避免衝突，應研提遷移計畫(包括遷移管線種類、臨時遷移或永久遷移、遷移位置、遷移位置預定時程等)，函送各地下管線主管單位，並協調管線單位同意。

依上述完成雨水下水道管渠初步計畫配置後，亦應再赴現場勘查各項排水設施計畫位置，是否可行、恰當。

4.4 相關單位協調計畫

設計工作進行前，與相關政府機關、地下管線主管單位協調是十分重要的。尤其目前各級政府大多委外進行設計監造工作，由於民間顧問公司進行調查工作較為不易，委託之政府機關應積極提供必要之協助，以利民間顧問公司資料收集得以周全，減免變更設計之發生。

有關設計工作之協調事項，應事前辦理，以利計畫得以順利進展，而需協調單位及協辦事項，條列如下：

- 1.水利機關：河川地之同意使用或涉及灌溉圳配合。
- 2.管線機關：有關地上與地下埋設物之配合。
- 3.路政機關：道路埋設管線同意挖掘。
- 4.交通維護機關：有關施工期間車輛交通維持。
- 5.地方政府：用地取得、拆遷補償、樁位及其他相關資料之確認。
- 6.接管機關：事先瞭解工程內容以利完工驗收後之接管。
- 7.其他相關單位：事先瞭解工程內容，俾做相關事宜之配合等。

第五章 暗渠工程設計

5.1 概述

1. 斷面形狀

為避免再徵收用地，規劃大多係循都市計畫道路埋設雨水下水道，因此雨水下水道管渠，以暗渠為居多。早年施設暗渠斷面形狀有圓形、卵形、矩形及馬蹄形等。惟考量工廠製造生產、材料堅實經濟、貯存、搬運及施工、地下水滲入等因素，目前暗渠施築大多採工廠製造之圓形管涵，及現場鑄造之矩形箱涵為主。

2. 斷面形狀選用要領

圓形管涵，在水力學上有較佳之排水功能、工廠製造管制容易可獲得優良品管、搬運方便、施工期短可縮減交通管制時間，為其優點；而圓形管涵受限於管長，接頭多易造成地下水滲入情形為其缺點。早年規劃考量經濟性、承受水體深度及運送等因素，規劃管涵最大管徑為 2000mm。

矩形箱涵不受覆土深度之限制、可配合道路線形採曲線施設，減少如管涵於曲線道路上，需設置方向變化(角度)之人孔，為其優點；惟採現場灌築之箱涵，工期長影響交通、其施工品質也較工廠製造之管涵差、其砂石粒、污物等沉積問題亦較管涵多。

依上述說明，規劃設計者在水力計算選用暗渠斷面形狀時，即應考量其優、缺點而加以運用，以利獲得理想之雨水下水道系統規劃設計成果。

3. 斷面尺寸選用依據

辦理雨水下水道工程設計時，原則上應依「規劃報告」或「檢討規劃報告」所載明之幹支線形狀、尺寸、坡度及渠底高程等數據辦理。惟常因與現場銜接等因素，而需改變「原規劃」尺寸等數據。此時，設計者可採曼寧 (Manning) 公式計算，計畫改變之暗渠，其輸水容量不得小於「原規劃」，且需檢討確認後續上游管段，亦可順利接入（詳圖 5-1）。

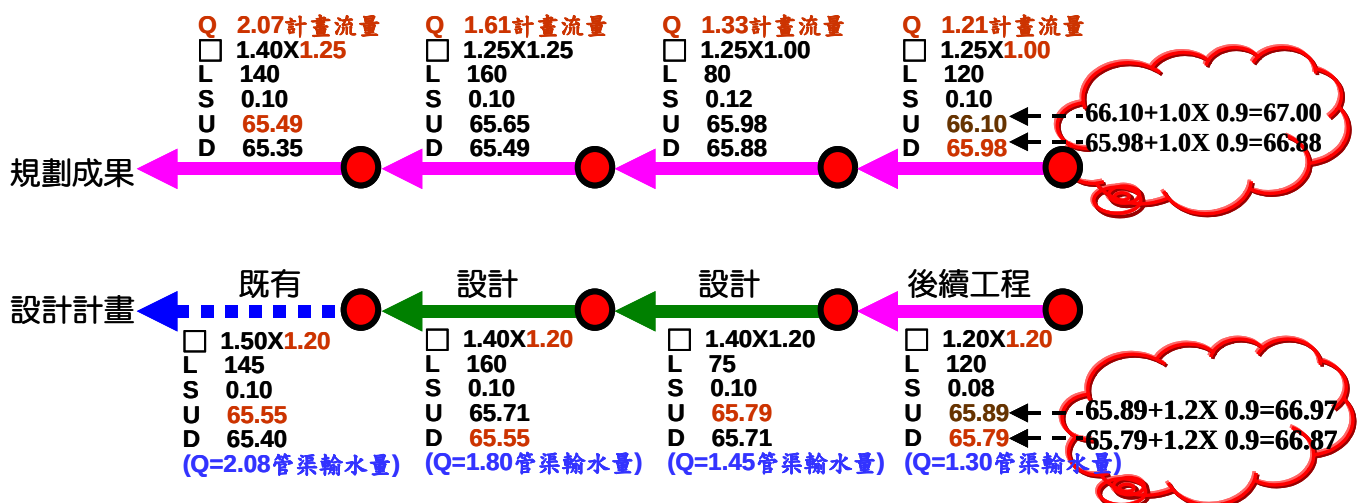


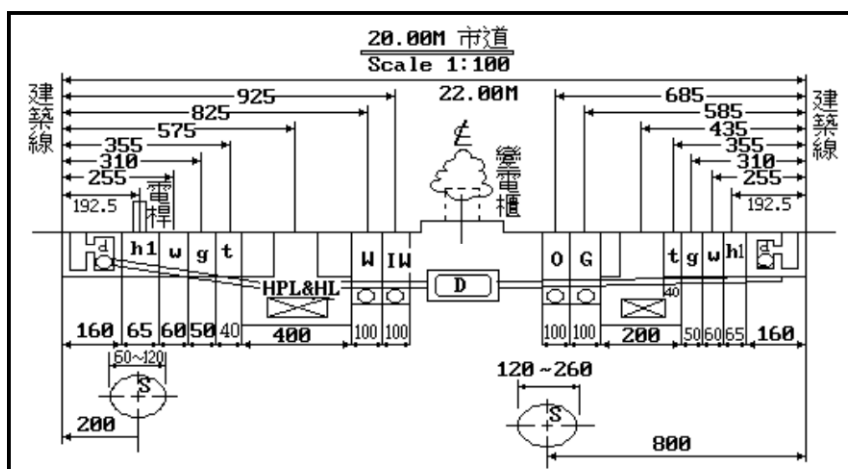
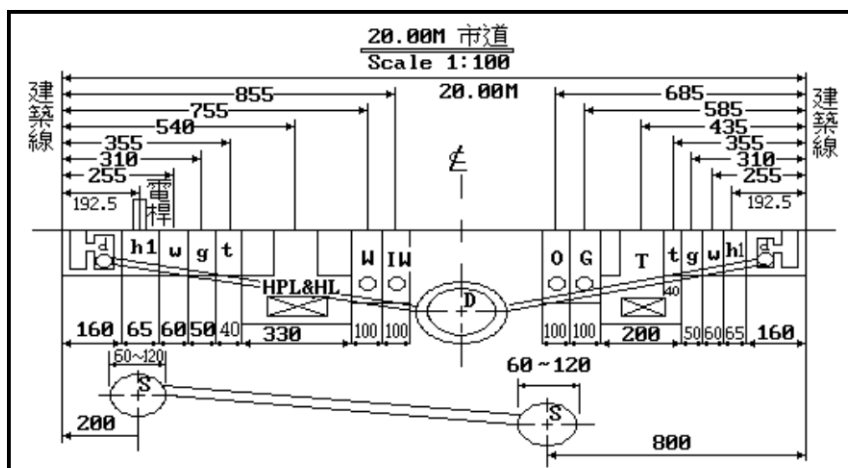
圖 5-1 修正原規劃管線數據示意圖

5.2 平縱斷面佈置

5.2.1 埋設位置

為維護市區道路之完整，促進各種管線之統一施工，避免道路經常挖掘現象，並增進交通安全與市容觀瞻，民國 64 年 9 月 20 日內政部頒行「市區道路地下管線埋設物設置位置圖說明」(以下簡稱「設置位置圖說明」)，責成各管線單位埋設地下管線應按「設置位置圖說明」埋設。圖 5-2 係以 20 公尺路寬說明表示，其餘路寬請進入營建署網站查詢(營建署網站/政府資訊公開/相關法規/營建法令/第 3 頁/市區道路地下管線埋設物設置位置圖說明)。

惟因「設置位置圖說明」頒行迄今年代已久，恐不符合目前管線種類需求，因此配合新闢道路埋設雨水下水道，宜協調各地下管線單位，以「設置位置圖說明」為原則，協調分配各地下管線之埋設位置；而目前設計雨水下水道幹線，以埋設於既有道路居多，由於其他地下管線已埋設完成，因此埋設位置應依本篇第四章工程設計前置作業，調查「地下管線埋設資料(包括種類、路線、斷面尺寸及埋設深度)」成果，選定埋設位置以減少與其他地下管線衝突為原則。



- W：自來水管幹線
- w：自來水管支線
- IW：工業用水幹線
- g：瓦斯管支線
- G：瓦斯管幹線
- t：電信管支線
- O：輸油管幹線
- h1：電力管支線
- T：電信管幹線
- d：雨水排水溝
- HL：電力管(高壓)幹線
- s：污水排水溝
- HPL：特高壓輸電管線
- D：雨水下水道幹線

圖 5-2 市區道路地下管線埋設物設置位置圖說明(道路寬度 20 公尺)

5.2.2 管渠接合設計

依「下水道工程設施標準(營建署 98.11.27 修正發布)」第六條管渠接合之相關重點說明如下：

1. 暗渠之接合以設計水位或暗渠頂部內緣齊平相交接合

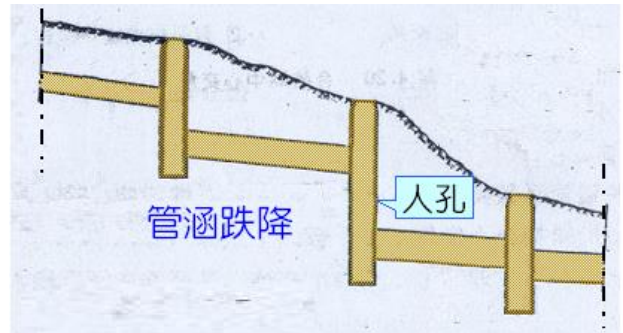
如採「設計水位」接合者，管涵設計水位通常採 0.8 倍 D(管徑)或 1.0 倍 D(管徑)為設計水深，而箱涵則採 0.9H(淨高)，計算管渠(設計水位)接合。

2. 縱坡過陡，流速過高而有沖刷之虞時，應作坡度調整或設置消能設施。

(1) 管涵

為符合最大流速限制，二支管涵接合之設計水位差超過 60cm，需採特殊(跌降)人孔設計，以垂直式跌水消能。

而設計時，應特別注意進出管底高程、管徑與人孔之相對關係，以免選用人孔型式之淨高(H)，無法涵蓋進出管涵之情事發生。



(2) 箱涵

箱涵流速限制超過「下水道工程設施標準」，常以設置階梯式跌水設施消能。其係於溝底設高約 0.3m 的階梯，其長度依水深、流速而定，一般約 1.0m~1.5m，其可依拋物線式求之，其公式如下。

$$X = V \cdot t$$

$$X = V \sqrt{\frac{2y}{g}}$$

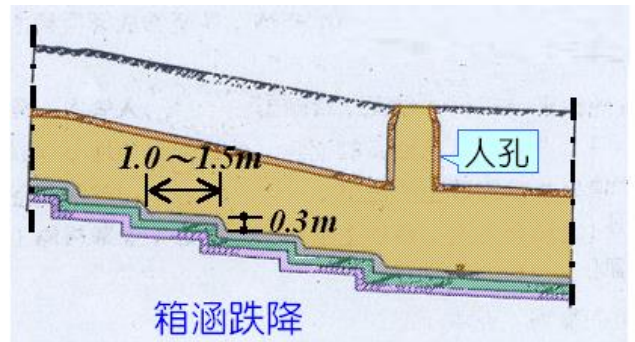
$$y = \frac{1}{2}gt^2$$

式中：t：降落所需時間(sec)

y：降落深度

g：9.8m/sec²

X：降落水平距離



3. 管涵以人孔接合，箱涵則構築漸變段連接

(1) 二支管渠匯合時，其中心交角之角度應在六十度以內。

(2) 以曲線匯合時，其曲率半徑應大於管徑之五倍。但情形特殊者，不在此限。

(3) 箱涵則構築漸變段連接，漸變段側牆線與原渠道側牆線之夾角進口處應小於二十五度，出口處應小於十二點五度。

5.2.3 曲線佈設

為配合道路線型或避開地下障礙物，管涵以設置人孔來改變埋設方向。箱涵則採曲線佈設，一般係以圓曲線佈設（詳圖 5-3），曲率半徑依「下水道工程設施標準（營建署 98.11.27 修正發布）」第六條規定辦理：••以曲線匯合時，其曲率半徑應大於管徑之五倍。但情形特殊者，不在此限。矩形溝渠以寬度作為管徑••。

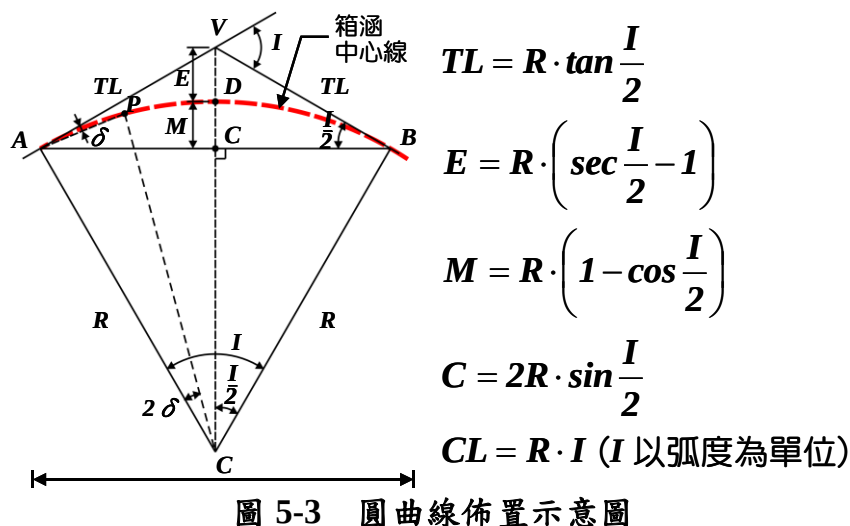


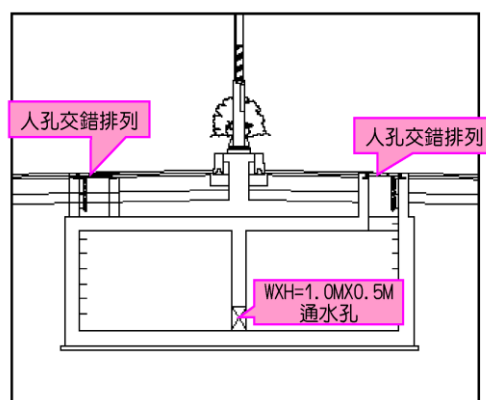
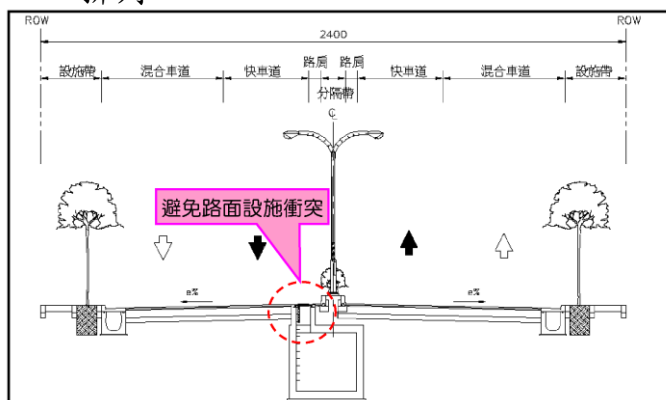
圖 5-3 圓曲線佈置示意圖

4.平縱斷面圖繪製

(1)平面圖

A.採用比例：依上述說明繪製雨水下水道幹支線於測量平面圖上，平面圖一般採用 1/500 或 1/600 比例。

B.人孔設置：除依「下水道工程設施標準(營建署 98.11.27 修正)」第八條規定辦理外，同時亦需考量連接管之銜接（連接管需接入管涵人孔；而為避免設置太多人孔，連接管接入箱涵側牆，不設人孔是被允許的）。人孔施設應避免與道路緣石等設施衝突，而雙孔（含）以上箱涵設置人孔，應採交錯排列。



C.雨水井及連接管設置：應先檢討既有側溝配置現況及其輸水容量。其中雨水井型式設計，需考量既有側溝寬度、型式；而連接管匯入排水幹支線長度，通常採半支管長之倍數，接入管涵人孔或箱涵側牆應施設開孔加牆筋。

D.封口設置：上游施工終點需設封口，一般管涵採 1B 磚，箱涵則採預鑄板封

口施設。平面圖佈置示意詳圖 5-4。

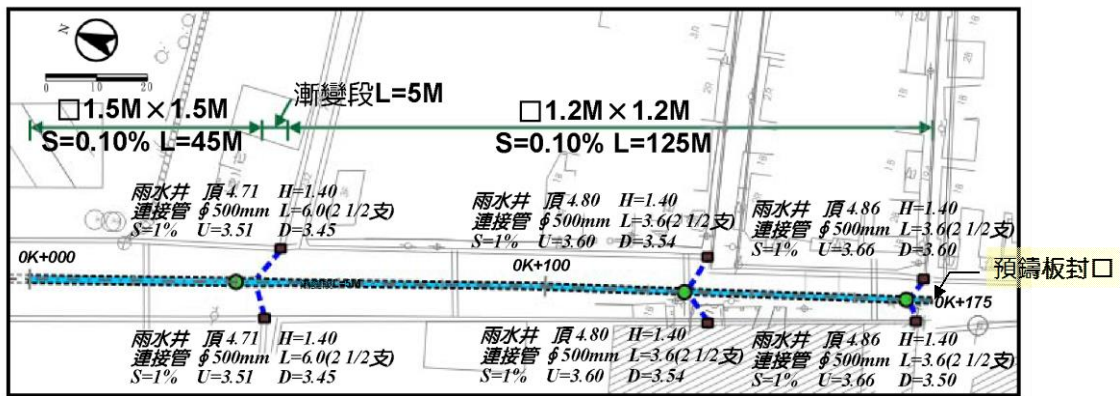


圖 5-4 平面佈置示意圖

(2)縱斷面圖

- A.採用比例：依計畫管段尺寸、渠底高程及既有地面高程，繪製縱斷面圖（包括上述數據），縱斷面圖水平(H)比例配合平面圖採 1/500 或 1/600，而垂直(V)比例採 1/100。
- B.縱斷面圖標註：除每 20 公尺外，包括施工起終點、人孔位置、管渠尺寸變化處，均需標註數據。另人孔型式、頂高程、頸高及橫交流入管渠之尺寸、渠底高程，亦需標示註明於縱斷面圖。

(3)平縱斷面圖

組合上述平面及縱斷面圖，上方為平面圖（需標示指北）、下方為縱斷面圖，每一張平縱斷面圖，左側起始位置需對齊，相關數據應相吻合。平縱斷面圖繪製示意，請詳圖 5-5。

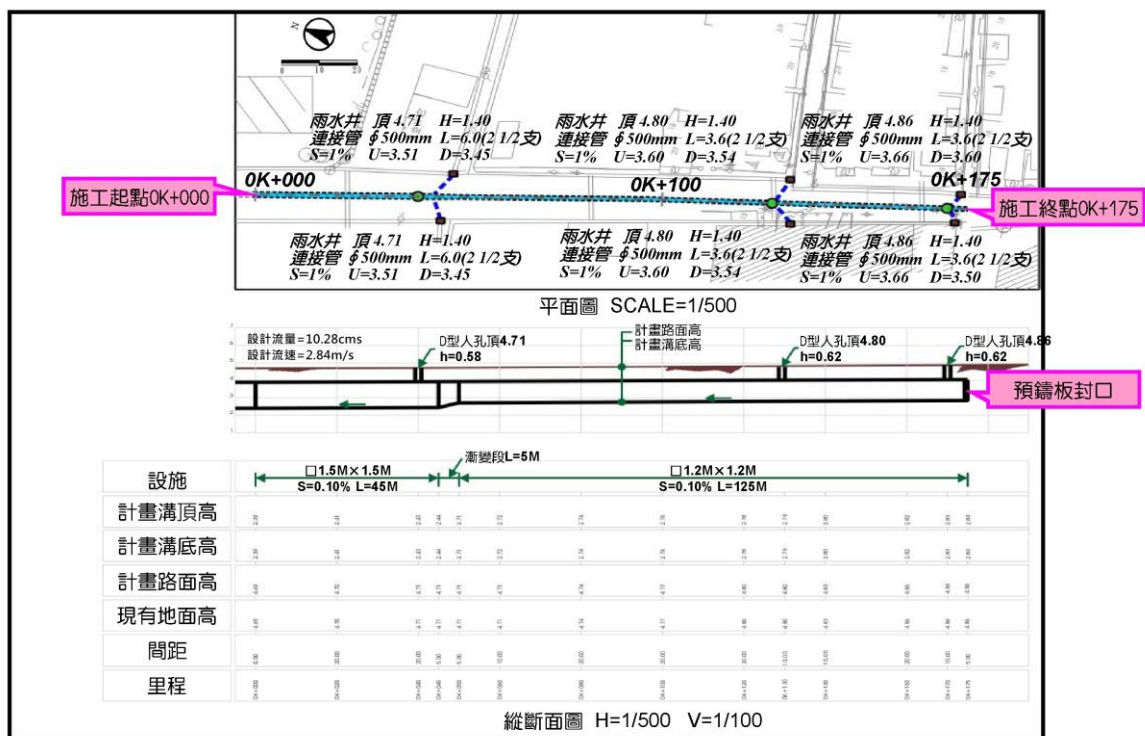


圖 5-5 平縱斷面佈置示意圖

5.3 管材選用

1. 管材種類

依「下水道工程設施標準(營建署 98.11.27 修正)」第四條第一款規定：管渠種類採用瓷化黏土管、鋼管、鋼筋混凝土管、延性鑄鐵管、強化玻璃纖維管、硬質塑膠管等，材質並應符合國家標準。

目前國內採用以鋼筋混凝土管居多。規劃設計者得以經濟性、結構安全性、水密性、施工之便利性及計畫區之特性，為管材選用之考量重點。

2. 鋼筋混凝土管型式

鋼筋混凝土管依接頭型式，可分 A 型(套環)、B 型(平口)、C 型(承口)等 3 種，詳圖 5-6。一般係依施工環境、荷重因素等條件選擇採用。

(1) A 型管

A 型管接頭(套環)使用水泥砂漿塞接，多使用於埋設深度較淺無地下水之雨水排水。

(2) B 型管

B 型管接頭部份較薄，管體不均勻沉陷時接頭易破壞，因此大多在管徑 600mm 以上始使用。

(3) C 型管

C 型管止水效果較佳，多用於雨水管，須搭配管墊以利坡度控制。

(4) 選用型式

目前在辦理雨水下水道管涵設計時，以選用 B 型或 C 型接頭為主。

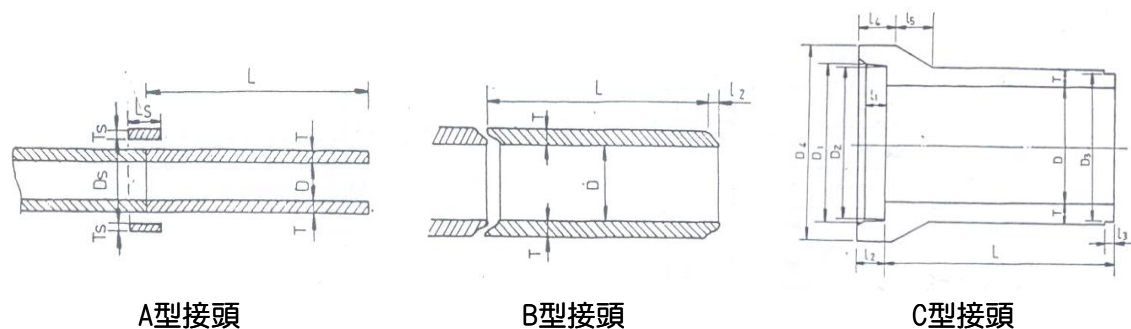


圖 5-6 鋼筋混凝土管型式示意圖

3. 管涵結構分析

管涵荷重及外力應考慮覆土重、自重、水重、靜水壓、側土壓、上舉力、輪荷重及其衝擊力等，在作用力特殊情況時，如地震力等外力亦應詳加考慮。且管涵應依埋管方式、座墊型式及活載重與覆土情況計算荷重，並參照管涵製品規格強度及所需安全係數研選之。

管涵之活載重分析得參照布士耐氏 (Boussinesq)，紐馬克氏 (Newmark) 等垂直土壓力分析法，以侯爾 (Holl) 公式分別計算集中載重或均布載重情況下之管涵單位長度載量。

集中載重作用或均布載重作用下之公式如下：

$$W_{sc} = C_s \frac{PF}{L}$$

$$W_{sd} = C_s W F B_c$$

式中 W_{sc} ， W_{sd} ：分別為集中載重及均布載重下單位長度之管載重(公斤/公尺)

C_s ：載重係數，參見表 5-1

P ：集中載重(公斤)

F ：衝擊力係數，通常公路採用 1.5

L ：涵管有效長度(公尺)，實長超過 0.9 公尺時取用 0.9 公尺

W ：均布載重(公斤/平方公尺)

B_c ：管外徑(公尺)

表 5-1 活載重載重係數 C_s 值

D/2H 或 Bc/2H	M/2H 或 L/2H													
	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.5	2.0	5.0
0.1	0.019	0.037	0.053	0.067	0.079	0.089	0.097	0.103	0.108	0.112	0.117	0.121	0.124	0.128
0.2	0.037	0.072	0.103	0.131	0.155	0.174	0.189	0.202	0.211	0.219	0.229	0.234	0.244	0.248
0.3	0.053	0.103	0.149	0.190	0.224	0.252	0.274	0.292	0.306	0.318	0.333	0.345	0.355	0.360
0.4	0.067	0.131	0.190	0.241	0.284	0.320	0.349	0.373	0.391	0.405	0.425	0.440	0.454	0.460
0.5	0.079	0.155	0.224	0.284	0.336	0.379	0.414	0.441	0.463	0.481	0.505	0.525	0.540	0.548
0.6	0.089	0.174	0.252	0.320	0.379	0.428	0.467	0.499	0.524	0.544	0.572	0.596	0.613	0.624
0.7	0.097	0.189	0.274	0.349	0.414	0.467	0.511	0.546	0.584	0.597	0.628	0.650	0.674	0.688
0.8	0.103	0.202	0.292	0.373	0.441	0.449	0.546	0.584	0.615	0.639	0.674	0.703	0.725	0.740
0.9	0.108	0.211	0.306	0.391	0.463	0.524	0.574	0.615	0.647	0.673	0.711	0.742	0.766	0.784
1.0	0.112	0.219	0.318	0.405	0.481	0.544	0.597	0.639	0.673	0.701	0.740	0.774	0.800	0.816
1.2	0.117	0.220	0.333	0.425	0.505	0.572	0.628	0.674	0.711	0.740	0.783	0.820	0.849	0.868
1.5	0.121	0.238	0.345	0.440	0.525	0.596	0.650	0.703	0.742	0.774	0.820	0.861	0.894	0.916
2.0	0.124	0.244	0.355	0.454	0.540	0.613	0.674	0.725	0.766	0.800	0.849	0.894	0.930	0.956

註 1：均佈載重縱向及橫向分別為 D/2H 及 M/2H；集中載重縱向及橫向分別為 Bc/2H 及 L/2H

H：覆土厚(公尺)；Bc：管之外徑(公尺)；D,M：均佈載重之寬度及長度(公尺)

註 2：資料來源：公路排水設計規範(交通部 106.12)

管涵之覆土載重分析得參照馬斯頓 (Marston) 公式計算管溝式埋管、填土式埋管或隧道式埋管之管涵單位長度載重。分析公式如下：

$$\text{管溝式埋管時, } W_d = C_d \cdot W \cdot B_d^2$$

$$\text{填土式埋管時, } W_c = C_c \cdot W \cdot B_c^2$$

$$\text{隧道式埋管時, } W_t = C_t \cdot B_t \cdot (W \cdot B_t - 2C)$$

式中 W_d, W_c, W_t ：各式管之單位長度載重(公斤/公尺)

C_d, C_c, C_t ：各式管之載重係數，參見圖 5-7、圖 5-8、圖 5-9 及圖 5-10。

W ：覆土單位重(公斤/立方公尺)

B_d ：管溝寬(公尺)

B_c ：管外徑(公尺)

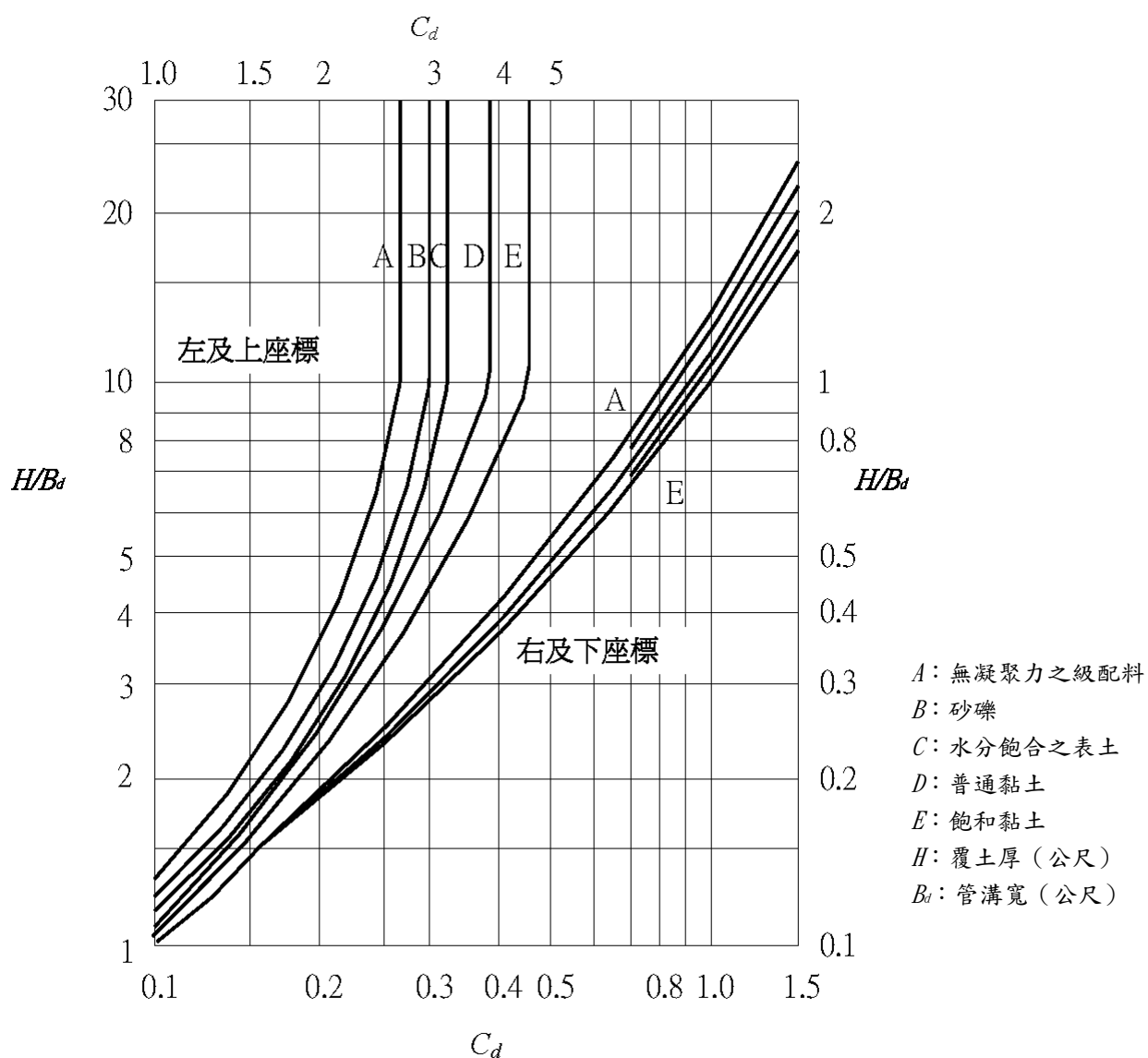
B_t ：隧道直徑(公尺)

C ：土壤凝聚力(公噸/平方公尺)，參見表 5-2。

表 5-2 凝聚力係數 (C)

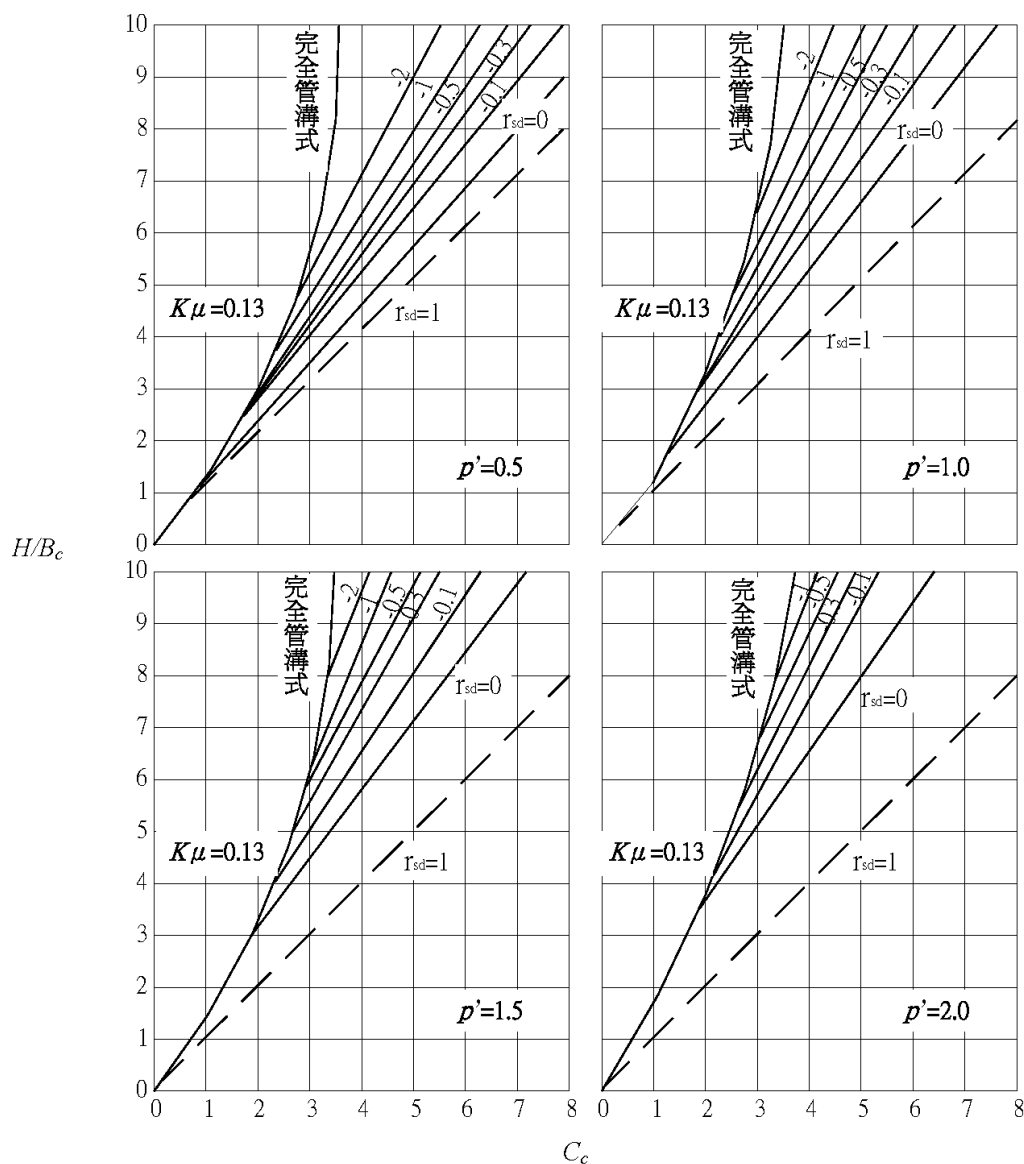
土質	C 值(公噸/平方公尺)
軟弱黏土	0.2
普通黏土	1.2
硬黏土	5.0
乾鬆砂	0.0
次泥質砂	0.5
硬砂	1.5
飽和表土	0.5

資料來源：公路排水設計規範(交通部 106.12)



資料來源：公路排水設計規範(交通部 106.12)

圖 5-7 管溝式管涵覆土載重係數 C_d



$K\mu$: 土壓力係數 K 與回填材料內摩擦係數 μ 之積，視土壤性質而異

r_{sd} : 沉陷比，視管材、管溝形狀及回填材料而異，參見表 5-3

p' : 凹入填土式管涵凸出比，為管頂至管溝頂之高度與管涵外徑之比值

H : 覆土厚 (公尺)

B_c : 管涵外徑 (公尺)

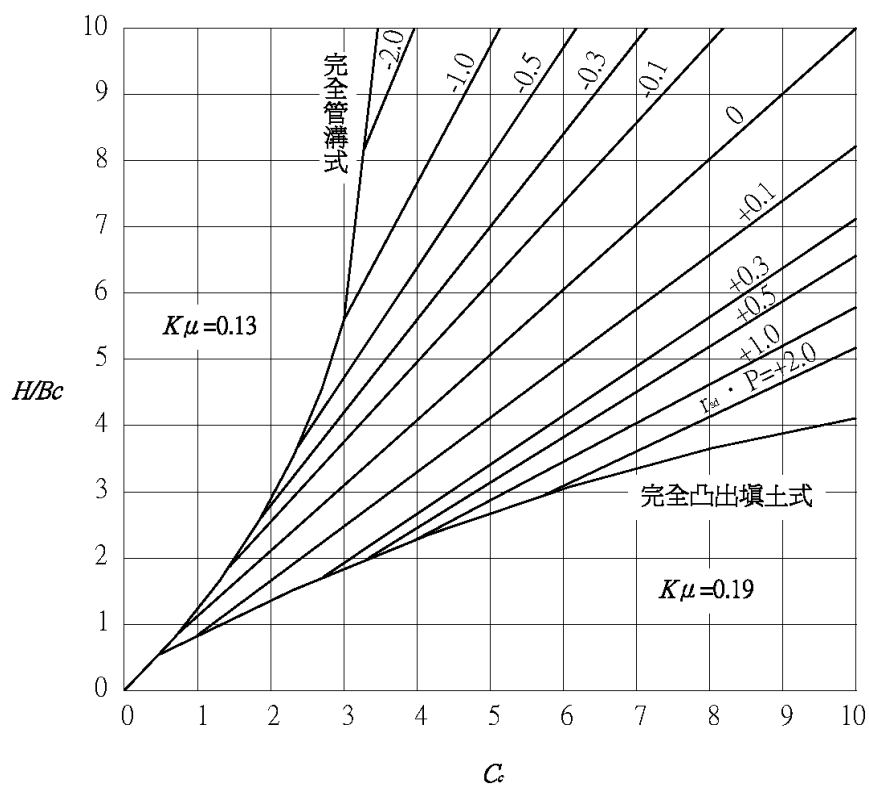
資料來源：公路排水設計規範(交通部 106.12)

圖 5-8 凹入填土式管涵覆土載重係數 C_c

表 5-3 沉陷比 r_{sd}

管 涵 特 性	土 壤 情 況	r_{sd}
剛 性	岩質或不下陷	1.0
剛 性	一般基礎	0.5~0.8
剛 性	易壓密基礎	0~0.5
剛 性	凹入原地面式	-0.3~-0.5
柔 性	管涵兩側未壓實	-0.4~0
柔 性	管涵兩側壓實良好	0

資料來源：公路排水設計規範(交通部 106.12)



$K\mu$: 土壓力係數 K 與回填材料內摩擦係數 μ 之積，土壤性質而異

r_{sd} : 沉陷比，視管材、管溝形狀及回填材料而異

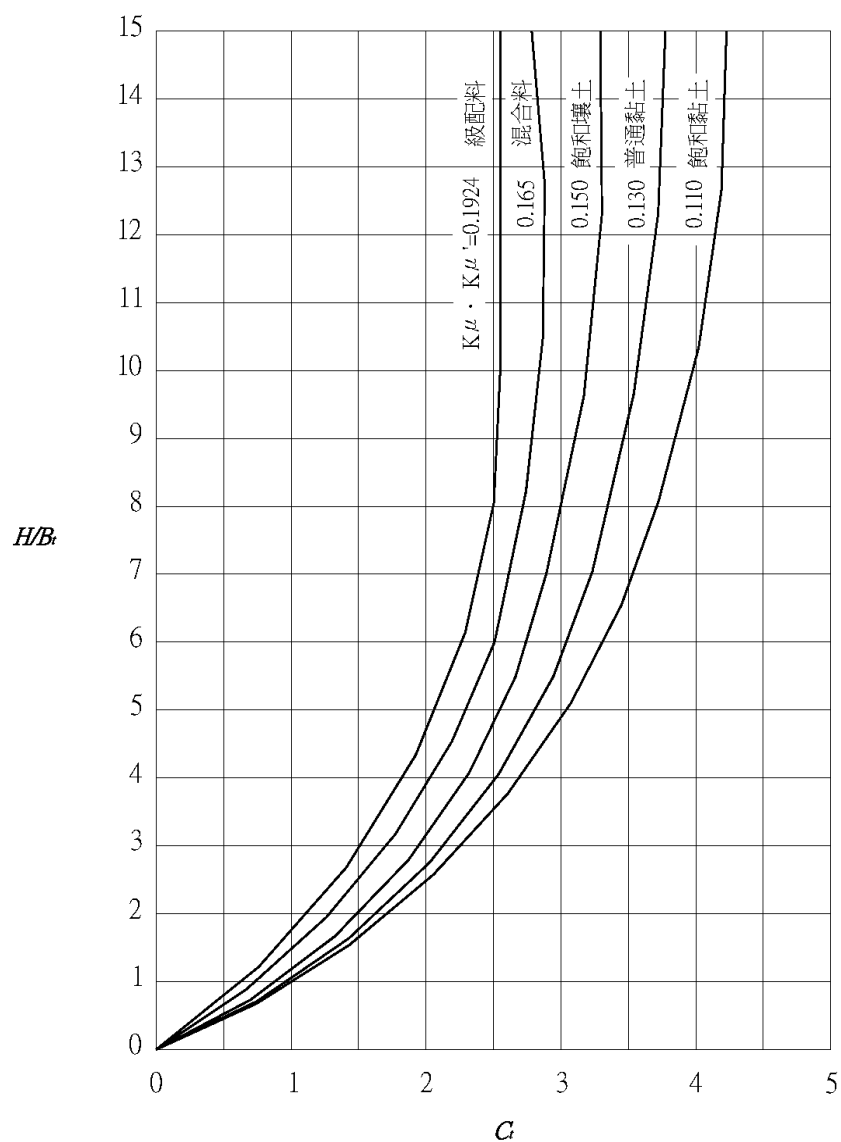
p : 凸出填土式管涵凸出比，為管頂凸出管溝頂之高度與管涵外徑之比

H : 覆土厚 (公尺)

B_c : 管涵外徑 (公尺)

資料來源：公路排水設計規範(交通部 106.12)

圖 5-9 凸出填土式管涵覆土載重係數 C_c



$K\mu$: 土壓力係數 K 與回填材料內摩擦係數 μ 之積

$K\mu'$: 土壓力係數 K 與隧道壁之摩擦係數 μ' 之積

H : 覆土厚 (公尺)

B_t : 隧道直徑 (公尺)

資料來源：公路排水設計規範(交通部 106.12)

圖 5-10 隧道式管涵覆土載重係數 C_t

剛性管材如鋼筋混凝土管，預力鋼筋混凝土管等，採用安全係數應在 1.5 以上，柔性管材如塑膠管者，安全係數應在 1.25 以上。

鋼筋混凝土管外壓強度依 CNS483 規定分五級，請詳表 5-4。雨水下水道一般狀況採用三級管，其外壓強度可符合管涵結構分析之安全需求。

表 5-4 鋼筋混凝土管外壓強度表

單位：kgf/m

標稱管徑 (mm)	外壓強度(最小值)裂紋 0.3mm				
	一級	二級	三級	四級	五級
500	2,040	2,550	3,310	5,100	7,390
600	2,440	3,060	3,970	6,120	8,870
700	2,850	3,570	4,640	7,140	10,350
800	3,260	4,080	5,300	8,160	11,830
900	3,670	4,590	5,960	9,180	13,310
1,000	4,080	5,100	6,630	10,200	14,790
1,100	4,480	5,610	7,290	11,220	16,270
1,200	4,890	6,120	7,950	12,240	17,750
1,350	5,510	6,880	8,950	13,770	19,970
1,500	6,120	7,650	9,940	15,300	22,190
1,650	6,730	8,410	10,940	16,830	24,410
1,800	7,340	9,180	11,930	18,360	26,630
2,000	8,160	10,200	13,260	20,400	29,590

5.4 箱涵構造型式及結構分析

1. 箱涵型式

就水力學、施工及維護管理，採管涵埋設下水道為最佳，而為排除逕流需求，以及覆土深度或埋設條件受限制時，則採箱涵規劃設計。雨水下水道規劃排水箱涵以單孔居多；惟部份為排除逕流量需求，而規劃為雙孔、甚至有三孔箱涵。規劃設計時，應併其他地下管線，檢討道路埋設空間是否足夠。另箱涵雖也有工廠預鑄產品，惟迄今仍未廣泛採用，目前設計仍以場鑄箱涵為主。

2. 箱涵尺寸

箱涵尺寸設計係需考量水理並為配合下游承受水體深度（溝渠高度）及施工環境，依「下水道工程設施標準(營建署 98.11.27 修正)」第四條第三項第二款規定：箱涵之寬、高不得小於 1.2m。但現況條件特殊，經計算證明無礙排水能力並經主管機關同意者不在此限。

3. 結構分析

依內政部頒之「建築技術規則」及交通部頒之「公路橋梁設計規範」，箱涵載重包括靜載重、活載重及其衝擊力，另尚需考慮上浮力及地震力等，靜載重包括自重、垂直土壓力，側向土壓力及水壓力等。

計算自重時，鋼筋混凝土單位重為 2.4T/m^3 ，計算土壓力時，分別考慮垂直土壓力 1.92T/m^3 及側向土壓力 0.48T/m^3 與垂直土壓力 1.92T/m^3 及側向土壓力 0.96T/m^3 兩種情況。

活載重則以車輛載重為主，分為 H20-44、H15-44、H10-44、HS20-44 及 HS15-44 等五級，請參閱表 5-5，省市重要道路其車輛載重不得小於 HS20-44 標準貨車重量之 1.25 倍。

表 5-5 分級車輛載重表

車輛種類	車輛前輪軸載重	車輛後輪軸載重	車輛總載重
H20-44	3650kg	14600kg	18250kg
H15-44	2750kg	11000kg	13750kg
H10-44	1825kg	7300kg	9125kg
HS20-44	3650kg	14600kg	32850kg
HS15-44	2750kg	11000kg	24750kg

車輛載重之衝擊力大小隨覆土深而變，覆土深度 0.0m~0.3m 時，衝擊係數採用 30%，覆土深度 0.3m~0.6m 時，衝擊係數採用 20%，覆土深度 0.6m~0.9m 時，衝擊係數採用 10%，覆土深度大於 0.9m 時，則不需考慮衝擊係數。

覆土深小於 0.6m 時，車輛載重直接由車輪作用於頂版上，以集中載重計算，若箱涵覆土深大於 0.6m 時，則車輛載重以均佈載重計算。

混凝土材料一般採用 $fc' \geq 210\text{kg/cm}^2$ ，鋼筋材料 D16(含)以下採用 $fy \geq 2800\text{kg/cm}^2$ ，D19(含)以上則採用 $fy \geq 4200\text{kg/cm}^2$ ，設計時得依現地情況選用較高強度之材料。箱涵每隔約 20 公尺設置伸縮縫，且伸縮縫內應設止水帶。型式分為單孔箱涵至多孔箱涵如圖 5-11。

箱涵結構配置設計時，可參考公共工程委員會基層公共工程基本圖彙編、交通部公路總局及台北市工務局之鋼筋混凝土箱涵標準圖辦理。

- (1) 公共工程基本圖彙編(公共工程委員會之公共工程技術資料庫，參考網址：https://pcces.pcc.gov.tw/CSInew/Default.aspx?FunID=Fun_5_3)
- (2) 交通部公路總局「工程計畫」項下「本局道路工程標準圖」(交通部公路總局，參考網址：<https://www.thb.gov.tw/>)
- (3) 臺北市政府工務局水利工程處「多媒體物件」項下「雨水下水道工程標準圖 CAD 圖檔」(參考網址：臺北市政府工務局水利工程處 https://heo.gov.taipei/News_Content.aspx?n=D3AA3E30AC9F762C&sms=66BC3C148645629A&s=75E933B010E3B503)

5.5 埋設斷面圖及擋土工法

1. 埋設斷面

一般管箱涵開挖、擋土及回填材料，請詳圖 5-12，應依道路主管機關規定或埋設地點特性，選用適當之回填材料。

2. 擋土工法種類

排水工程開挖可分為邊坡式開挖及擋土式開挖。邊坡式開挖即明挖斜坡施工法，當基地周圍無緊鄰之建築物或設施，具有足夠空間可設置邊坡，且地質狀況良好時可考慮採用，若無法以邊坡式開挖維護開挖安全時，則必需採用合適的擋土設施以保護施工之安全。

選擇採用何種擋土設施，一般考慮施工難易，水密性及其剛性，目前國內開挖基地常用之擋土設施，如表 5-6 所示，應依現地情況選用適當之擋土設施。

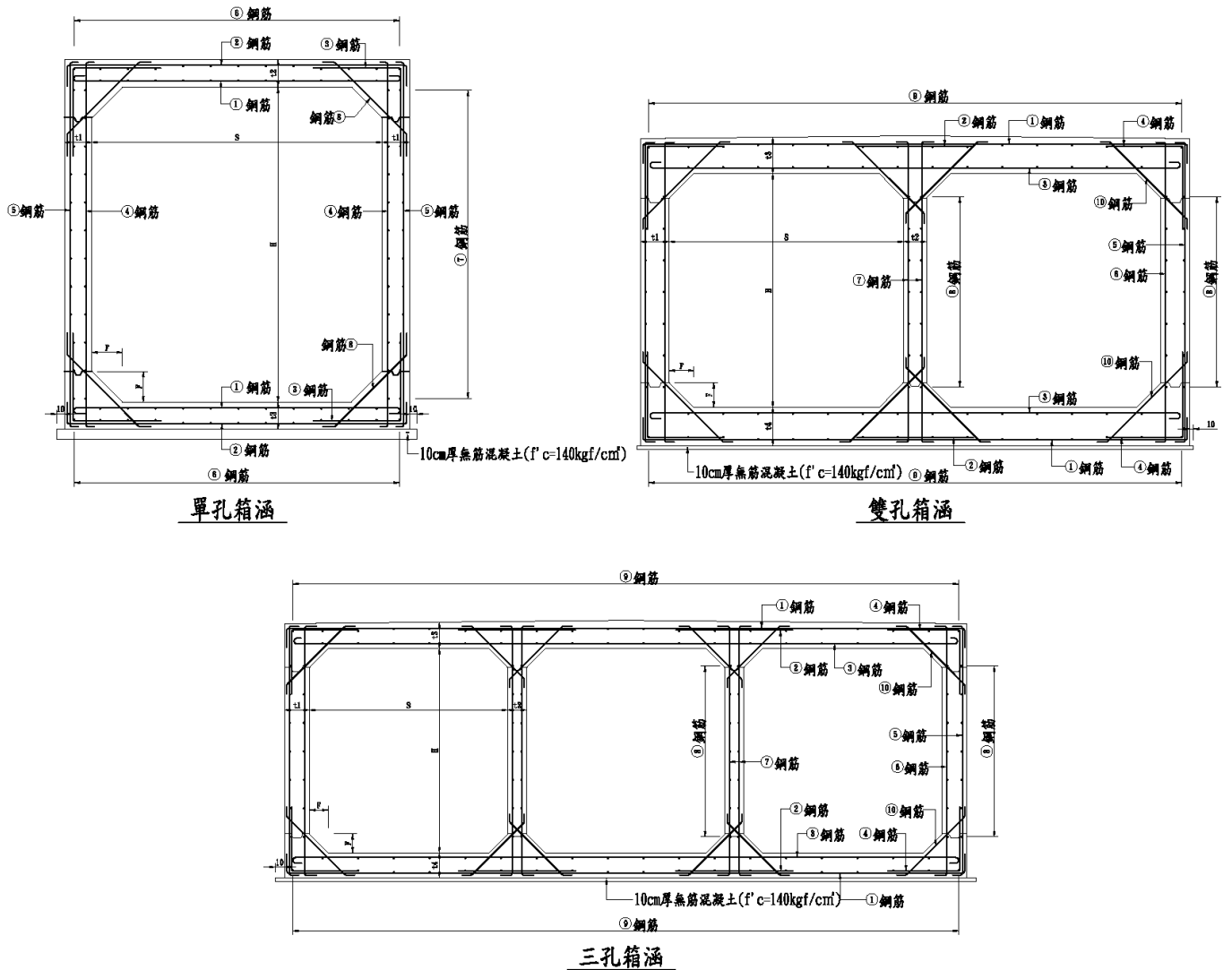


圖 5-11 箱涵型式示意圖

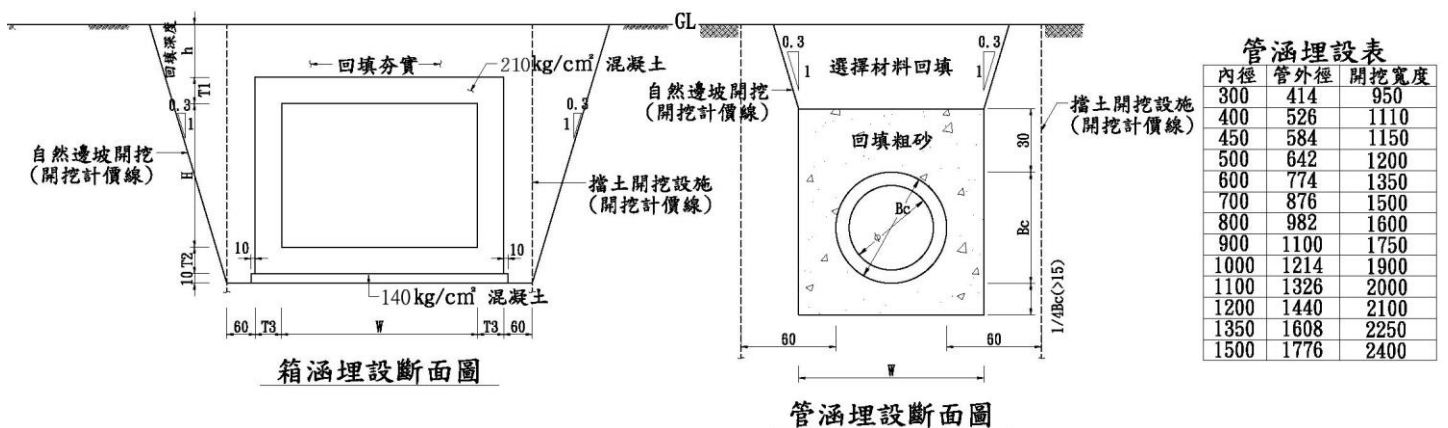


圖 5-12 涵管埋設斷面圖

表 5-6 國內開挖基地常用之擋土設施

擋土方法	施工方法	適用地層	優點	缺點
兵樁 (包括鋼軌、H 型鋼)	打擊式； 震動式； 油壓貫入； 預鑽孔	堅實粘土層； 開挖深度<8m (市街附近，安全性 更須嚴謹，建議不 大於4m)	施工簡單； 便宜； 可重覆使用； 位置調整容易	須要降水； 垂直度差； 背側沉陷量大； 拔除後常留下空洞
鋼板樁	震動式； 打擊式； 油壓貫入	軟弱土層； 開挖深度<8m	水密性良好； 可重覆使用； 品質控制容易	施工易有噪音及震動； 變形量大； 背側沉陷量大 (施工中及拔除後)
預疊排樁	空幹螺旋鑽	軟弱土層； 開挖深度<10m	施工簡單； 便宜； 快捷	水密性不良； 垂直度差； 不超過15m長度
鑽掘排樁	衝擊式； 鑽掘-無套管 鑽掘-有套管	各類土層； 卵礫塊石地層較不 宜； 開挖深度<15m	剛性良好	水密性不良； 垂直度差； 昂貴； 用地較多
手掘式沉箱	人工挖掘	卵礫塊石地層； 開挖深度<15m	無噪音及震動 剛性良好； 可多組人員同時施工	昂貴； 安全性差； 工作條件差； 須要降水配合
連續壁	抓斗式； 反循環式	各類土層； 卵礫塊石地層較不 宜； 開挖深度不限	噪音量低； 無震動； 剛性良好； 水密性較好； 可用作永久牆	昂貴； 技術要求較高； 用地較多

3.結構分析

依內政部頒之「建築技術規則」及「建築物基礎構造設計規範」，擋土及支撐設施應足以承受外力所傳達之荷重，包括側向土壓力、地下水壓力、地表上方載重，施工期間之臨時性載重及地震影響等。

除需計算外力作用時，材料應力符合安全規定外，尚需檢核擋土式開挖之穩定性，包括貫入深度、塑性隆起、砂湧，上舉及施工各階段之整體穩定性分析。

另基地開挖宜利用適當儀器量測開挖前後之擋土結構系統、地層及鄰近結構物變化，以維護開挖工程及鄰近結構物之安全。

5.6 附屬設施

1.人孔型式

計有管涵用之標準人孔及特殊人孔，特殊人孔包括管涵用跌落人孔及箱涵用煙囪形人孔，人孔蓋應符合路權機關規定最低抗滑標準，常用人孔型式詳圖 5-13。

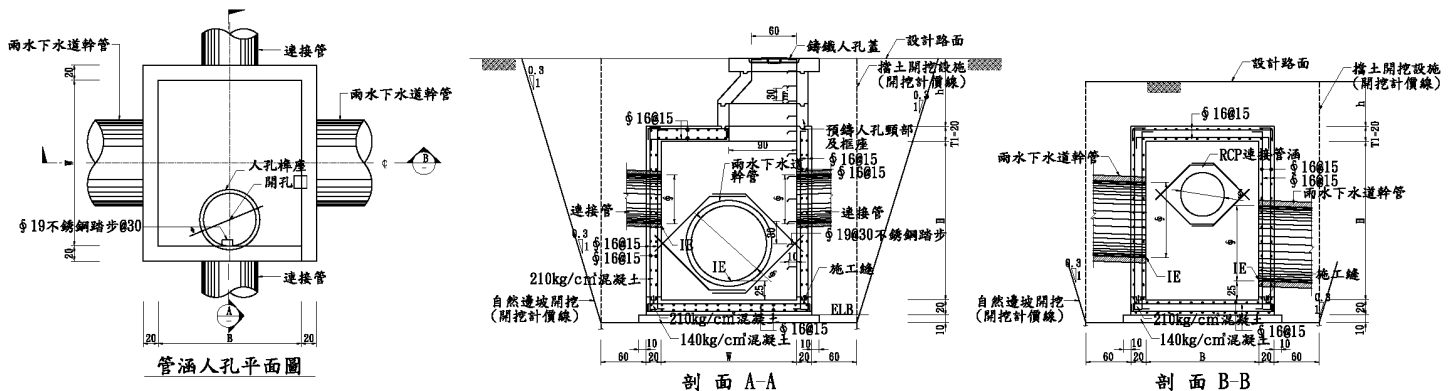


圖 5-13 一般人孔構造示意圖

管涵人孔頸部及箱煙囪形人孔，可採場鑄或預鑄產品。人孔入口內徑最小為六十公分，並以七十五公分為優先，入口深度大於五十公分時，內徑應漸增至九十公分。預鑄人孔頸部型式詳圖 5-14。

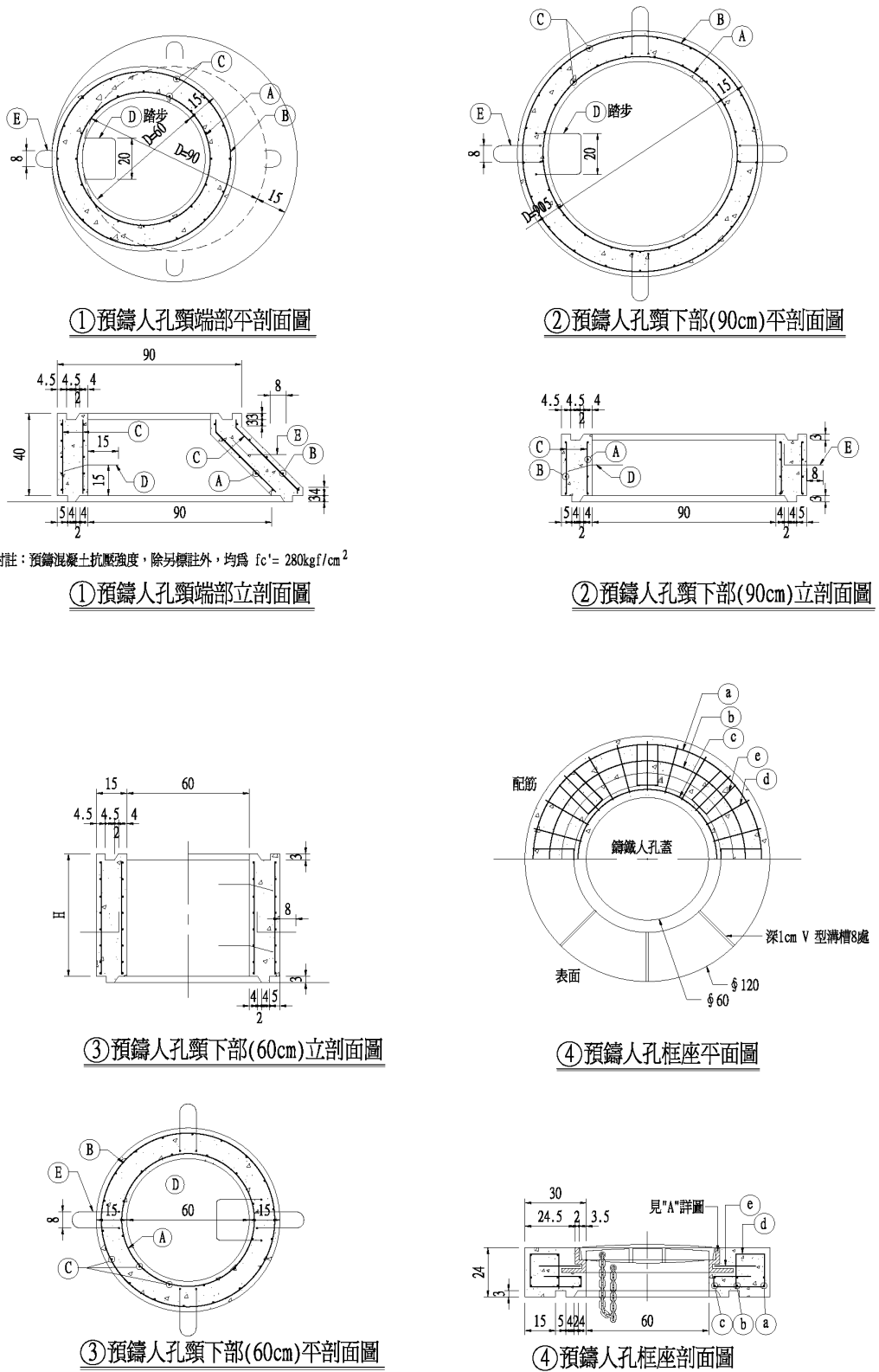


圖 5-14 預鑄人孔頸部詳圖

2. 人孔框蓋

人孔入口上部應設不影響交通之人孔蓋，其材質為鑄鐵或耐壓材料製成，具有高度調整功能，並留設安裝開啟機具之孔口。人孔蓋直徑應配合人孔入口內徑最小為六十公分，並以七十五公分為優先，一般人孔框蓋採球狀石墨鑄鐵，其框蓋詳圖請參閱圖 5-15。現多採新型鉸扣式人孔框蓋，詳圖請參閱圖 5-16。

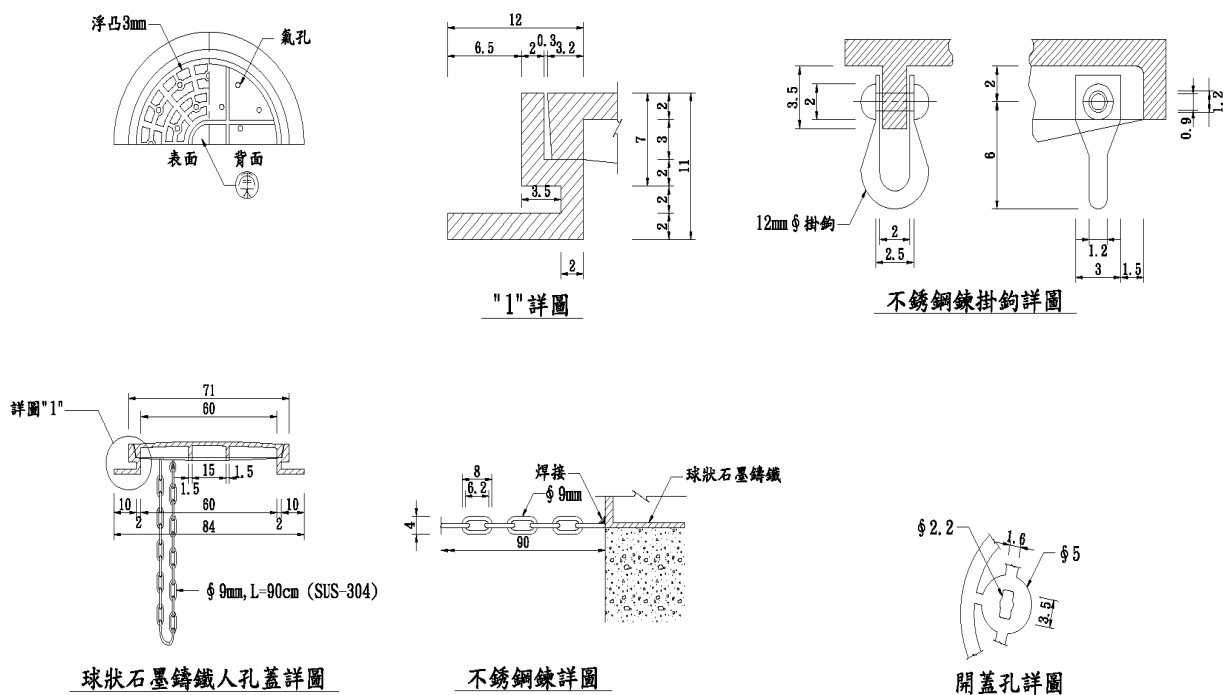


圖 5-15 球狀石墨鑄鐵人孔框蓋詳圖

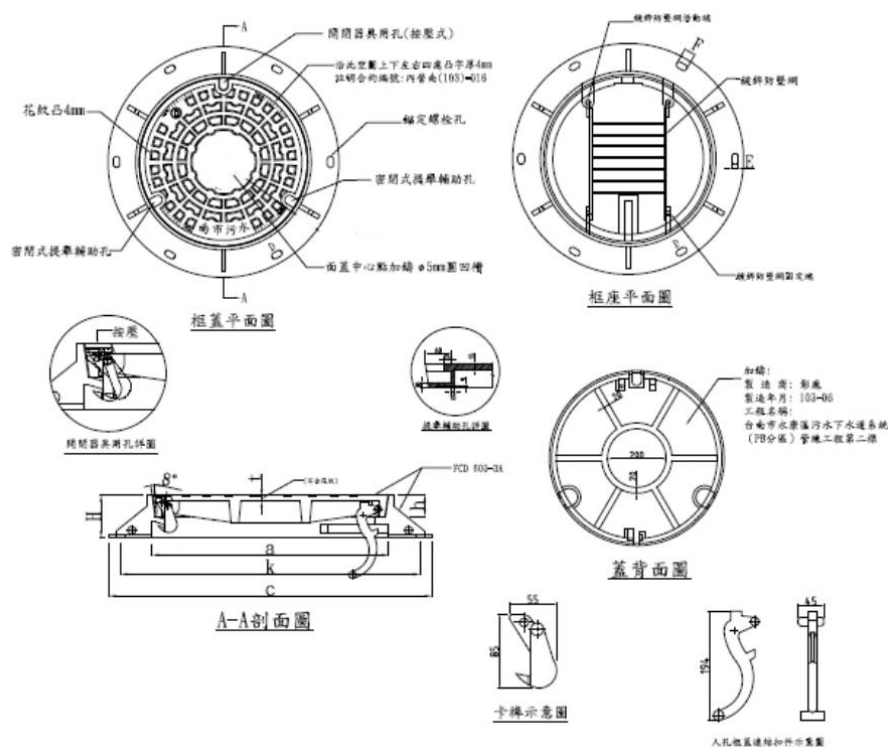


圖 5-16 新型鉸扣式人孔框蓋詳圖

3.人孔踏步

應於人孔直壁設置符合國家標準之塑膠包覆不銹鋼踏步，人孔不銹鋼踏步每階間距三十公分，最上一階之間距為三十公分至四十五公分，最下階不小於三十公分。

5.7 維護管理

設計時應考量爾後維護管理之便利性，始為完善之設計。相關規定及建議如次：

1.機械清掃孔設置規定

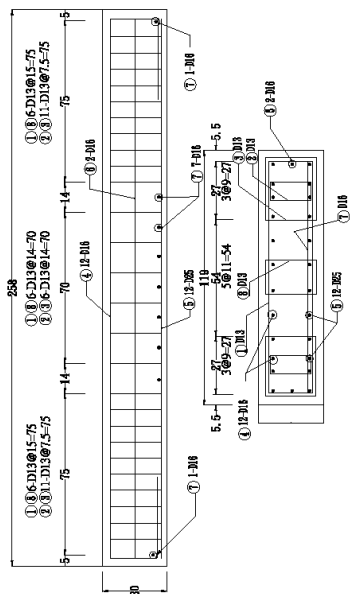
依「下水道工程設施標準(營建署 98.11.27 修正)」第八條第七項規定：管內徑二千五百公厘以上之管渠，每隔五百公尺應設置機械清掃孔，且為平整設計，請詳圖 5-17。

2.建議設置人孔沉砂部

為便於爾後管渠內清淤，管涵可利用人孔底部空間作為沉砂之用（如圖 5-18），惟設計時應注意人孔淨高度(H)是否足夠；箱涵則可於人孔處設置沉砂部（如圖 5-18）。

5.8 交通安全維持

於既有道路開挖埋設雨水下水道，設計階段即應考量交通安全維持計畫。



"A" 鍍鋅鋼把手詳圖

預鑄RC蓋板鋼筋數量表(每塊)

編號	型式	直徑	主筋	每主筋	主筋	單位重	總重量	附註
1		13	2.94	18	52.92	0.994	52.80	
2		13	0.94	56	52.64	0.994	52.32	D13: 190.38
3		13	1.22	56	68.32	0.994	67.91	D16: 96.17
4		16	3.34	12	40.08	1.560	62.52	D25: 118.44
5		25	2.48	12	29.76	3.980	118.44	合計
6		16	4.08	2	8.16	1.560	12.73	404.97 Kg
7		16	1.40	9	13.41	1.560	20.92	
8		13	0.98	18	17.64	0.994	17.53	
把手		19	0.90	4	3.60	2.250	8.10	另計

設計說明:

1. 本圖係清孔、蓋板、橫板、縱板(含蓋板)、預鑄RC板、管井、不設有任何平頂蓋。
2. 主筋及支筋之數量及位置應配合路面設計高度及縱橫坡度，作細部之測量，倘若發現數量有不平衡現象時，需將數量作修正。
3. 本圖尺寸除鋼板(單位mm)及另有註明外，均以公分單位。
4. 鋼板清孔之厚度應以鋼板之厚度為準，應以「鋼板清孔之厚度」為準。
5. 鋼板清孔之厚度應以鋼板之厚度為準，應以「鋼板清孔之厚度」為準。

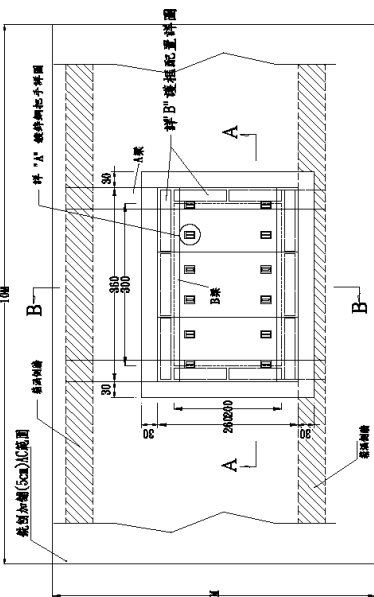
現場施工:

1. 施工時應注意清孔、蓋板、橫板、縱板(含蓋板)、預鑄RC板、管井、不設有任何平頂蓋。
2. 主筋及支筋之數量及位置應配合路面設計高度及縱橫坡度，作細部之測量，倘若發現數量有不平衡現象時，需將數量作修正。
3. 本圖尺寸除鋼板(單位mm)及另有註明外，均以公分單位。
4. 鋼板清孔之厚度應以鋼板之厚度為準，應以「鋼板清孔之厚度」為準。
5. 鋼板清孔之厚度應以鋼板之厚度為準，應以「鋼板清孔之厚度」為準。

圖說鋼板平面示意圖

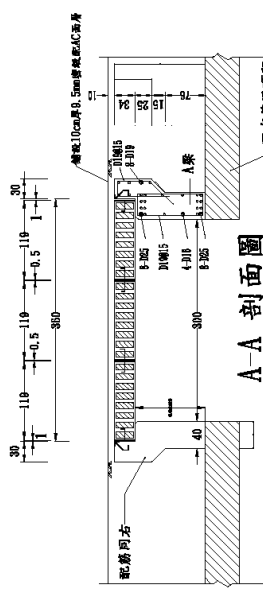
1. 鋼板所用之鋼材應符合JIS3101、SS41或ASTM A36之規格，並應出廠檢證明。
2. 鋼板應以鋼板(含鋼板)及角鋼板之規格為準，應以「鋼板之規格」為準。
3. 鋼板應以鋼板(含鋼板)及角鋼板之規格為準，應以「鋼板之規格」為準。

圖 5-17 機械清掃孔平面剖面圖



機械清掃孔平面圖

Scale: 1:50

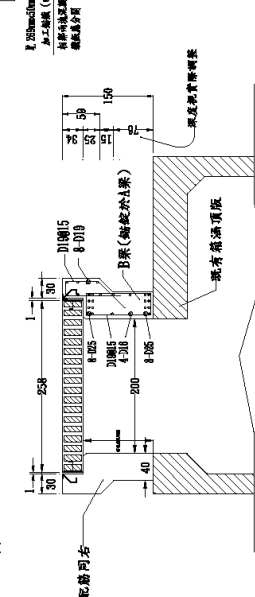


A-A 剖面圖

1. 孔洞之深度應以「孔洞之深度」為準，應以「孔洞之深度」為準。
2. 蓋板應以「蓋板之規格」為準，應以「蓋板之規格」為準。
3. A-A之鋼板應以鋼板之規格為準，應以「鋼板之規格」為準。



A-B 剖面圖



B-B 剖面圖

Scale: 1:40

資料來源: 台北市政府工務局水利工程處工程標準圖

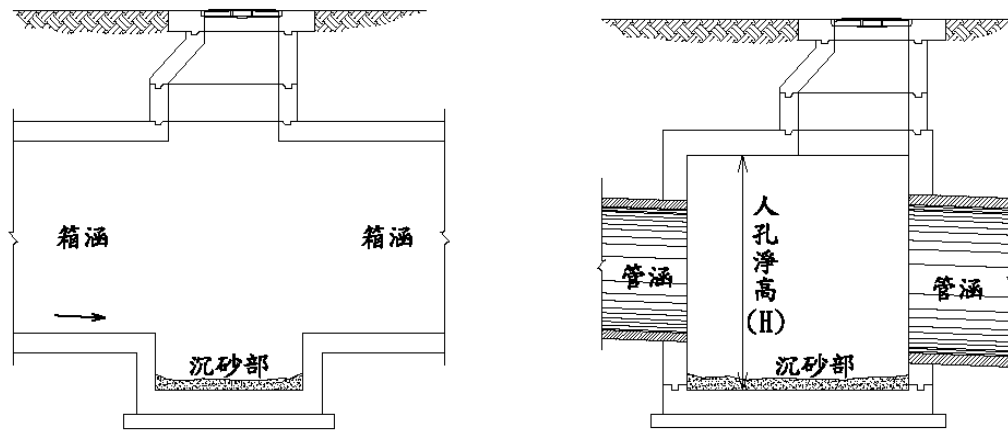


圖 5-18 人孔底沉砂部示意圖

第六章 明渠工程設計

6.1 概述

早年辦理雨水下水道規劃，除大都會區外多數城鎮係以農業為主，因此規劃區除有區域排水等明溝外，亦有灌溉排水溝渠、圳溝穿越其間。當時都市計畫圖，亦有配合灌溉排水需求劃設，保有部份之水溝用地，后因經濟快速成長，部份農業區紛紛變更為商業區、住宅區或工業區，部份既有溝渠已經加蓋成為道路，或因已無灌溉需求，而將既有水路之土地，變更為住、商或工業區使用，因此辦理明溝工程設計前，應先查明規劃施設位置之土地使用分區類別（現行頒布實施之都市計畫），並查明土地所有權歸屬，以利先行辦理都市計畫變更及用地取得等事宜。

早期常循既有農田灌排水溝，規劃作為雨水下水道幹支線之規劃路線。由於灌溉溝渠，常兼具提供灌溉水及回歸水之收集排放功能，因此規劃前，應先與主管單位協調同意後，始得規劃之；而辦理設計時，亦應考量其爾後之操作維護管理機制。

6.2 排水斷面檢討

1. 斷面檢討

前省住都局規劃明溝斷面型式以梯形為主，並常以漿砌卵石明溝為主要施築方式，亦有因用地因素而採 U 形 RC 明溝規劃之。目前設計則需考量以生態為基礎，並落實生物多樣性保育及永續發展，因此明溝斷面型式及構材，有多樣性之選擇。設計者宜從生物的角度去思考，如何使環境景觀獲得恢復及重建，而在應用上需因地制宜選用適當工法及構材，如就地取材或採用回收在利用及天然材料，並在不同之人文地理、生態環境，及考量排水、構造安全之條件下予以設計。

而如需修正原規劃排水斷面型式、尺寸，則應依計畫排水斷面、型式及構材種類，重新辦理水力計算，並需檢核其輸水能力不得小於原規劃之排水斷面。

2. 水力計算檢核

(1) 計畫逕流量

前省住都局辦理雨水下水道系統規劃，有關暗渠及明渠計畫逕流量雖均採合理法公式計算，惟二者在集流面積及集流時間計算方式不同，說明如下：

A. 集流面積

暗渠集流面積係以管段上游端人孔(或節點)之累計面積計算(不含所計算管段流經之收集面積)；而明渠因地面逕流可直接漫流匯入，因此明渠之收集面積，係以河段下游端節點之累計面積計算(含所計算河道流經之收集面積)。

B. 集流時間

依上述集流面積計算之差異，前省住都局計算各管段之集流時間，暗渠係以上游端人孔計算，而明渠則採下游端之節點計算該管段之集流時間。

(2)水力計算

水力計算採曼寧公式(Manning)計算，其公式如下：

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}$$

式中 V =流速(m/sec)

n =管渠粗糙係數

R =水力半徑(m)

S =水力坡降

3.粗糙係數 n 選用及計算

早年大多採漿砌卵石及 RC 明溝規劃設計，而僅分別訂定其粗糙係數 n 值為 0.025 及 0.015。而以目前採多樣化構材，或不規則斷面設計，而需依選用不同渠道材料之 n 值，並以不規則斷面潤邊之材料 n 值，計算其複合粗糙係數。

(1)各種渠道材料之粗糙係數

各種渠道材料 n 值範圍及平均值，調查整理如表 6-1、表 6-2 及表 6-3。

表 6-1 渠道之粗糙係數及最大容許平均流速

排水路材質				最大容許平均流速(m/sec)		曼寧公式 採用 n 值	備註
渠底		側坡		$V_{1.11}(\text{MAX})$	$V_{\text{計畫}}(\text{MAX})$		
土質	砂土	土質	砂土	0.5	1.0	0.030~0.026	渠底側坡土質
	壤土		壤土	0.8	1.5		
	粘土		壤土	1.2	2.0		
土質 (含砂礫土)		混凝土砌塊石		2.0	3.0	0.021~0.029	渠底土質、側坡混砌石
		混凝土砌塊石		2.5	4.0	0.015~0.029	渠底土質、側坡混凝土坡面工
混凝土		混凝土坡面工		4.0	6.0	0.014~0.017	渠底、側坡均混凝土工
混凝土		混凝土		4.0	6.0	0.014~0.017	渠底、側坡均混凝土工

資料來源：經濟部水利署水利規劃試驗所 87 年 3 月「區域排水規劃」講義

表 6-2 坡地排水之粗糙係數

溝內物質	n 值範圍	平均值
漿砌磚	0.012-0.017	0.014
漿砌石	0.017-0.030	0.020
乾砌石	0.025-0.035	0.033
有規則土底兩岸砌石	-	0.025
不規則土底兩岸砌石	0.023-0.035	0.030
純水泥漿平滑者	0.010-0.014	0.012
礫石底兩岸混凝土	0.015-0.025	0.020

資料來源：水土保持技術規範（農業委員會水土保持局 91.02 版本）

表 6-3 渠道曼寧粗糙係數值

渠 道 狀 況	粗 糙 係 數
平整混凝土面	0.014~0.016
未粉飾混凝土面	0.017~0.020
噴漿面	0.020~0.025
混凝土砌卵石側牆(混凝土打底)	0.025~0.030
混凝土砌卵石側牆(天然渠底)	0.027~0.030
乾砌卵石	0.030~0.035
乾砌塊石	0.032~0.035
水泥砂漿砌磚	0.015~0.018
平滑瀝青面	0.014~0.015
粗糙瀝青面	0.017~0.018
清潔土渠	0.020~0.025
短草土渠	0.027~0.033
密生水草高及水面土渠	0.080~0.120
密生灌木高及水面土渠	0.100~0.140
均勻岩面	0.030~0.040
不規則岩石面	0.040~0.050
內面光滑混凝土管	0.013~0.014
排水瓦管	0.017~0.018

資料來源：「灌溉排水工程設計(上冊)」，農復會特刊新 28 號，民國 67 年

(2) 複合粗糙係數

一般明渠潤邊之粗糙度不一，則可採下列公式計算：

$$\text{等值粗糙係數 } n_e = \left[\frac{1}{\sum p_e} (p_1 n_1^{1/\alpha} + p_2 n_2^{1/\alpha} + \dots) \right]^\alpha$$

(A) Manning $\alpha = 2/3$

$$n_e = \left[\frac{1}{\sum p_e} (p_1 n_1^{1.5} + p_2 n_2^{1.5} + \dots) \right]^{2/3}$$

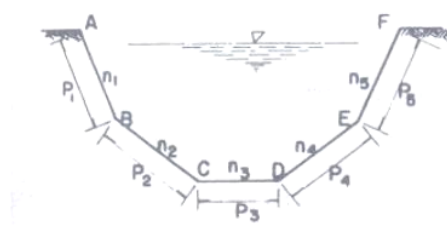
(B) 何爾，海馬(Forchheimers) $\alpha = 0.7$

$$n_e = \left[\frac{1}{\sum p_e} (p_1 n_1^{10/7} + p_2 n_2^{10/7} + \dots) \right]^{7/10}$$

(C) 近似式

$$n_e = \frac{1}{\sum p_e} (p_1 n_1 + p_2 n_2 + \dots)$$

部份	粗糙係數	潤邊長
AB	n_1	p_1
BC	n_2	p_2
CD	n_3	p_3
DE	n_4	p_4
EF	n_5	p_5
全潤邊	n_e	$\sum p_e$



6.3 平縱斷面佈置

1. 土地使用計畫

都市計畫已劃設水溝用地，在滿足水理及計畫斷面需求下，依都市計畫界樁佈置，都市計畫如未劃設水溝用地，而計畫循既有水溝改（擴）建，應提出土地需求計畫書，請主管機關辦理土地變更及用地取得等事宜。

用地寬度依計畫斷面所需，計畫斷面包括規劃報告所註明之淨寬度及水深，亦需考量出水高度、護岸構材、維護道路、堤內側安全措施及綠化等，詳圖 6-1。

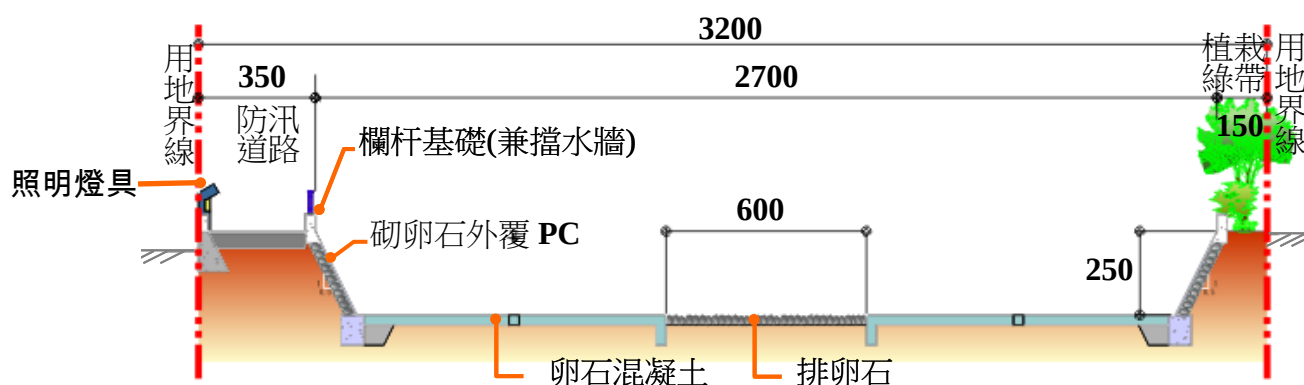


圖 6-1 排水斷面標準圖

2. 平面線型佈設

(1) 佈設原則

都市計畫已劃設水溝用地，依都市計畫佈設；而計畫循既有水溝改（擴）建，常係以既有水溝中心為所需用地中心線為基準劃設。

(2) 曲線設置

曲線設置時，以圓曲線佈設為原則。

(3) 消能設施

明渠縱坡過陡，流速過高而有沖刷之虞時，應作坡度調整或設置消能設施，一般明渠上下游水位差 60cm 以上，即應設計消能設施。

常見之跌水消能設施，計有垂直式跌水、斜面式跌水、齒坡式跌水、衝擊式跌水等，原則依上下游流況、單位寬度流量、水頭落差、地形及消能設施特性等因素選用之。

而都市明渠渠道局部落差常在 3 公尺以下，因此大多採垂直式跌水構造消能。跌水構造應有足夠長度及適當水褥，使跌落之水舌及產生之水躍或波浪，不致沖刷下游渠道。設計垂直跌水構造之下游最高水位小於上游渠底加 0.6 倍臨界水深時，可參照下式計算構造物最小長度 L 及尾檻高度 h' (請詳圖 6-2)。

$$L = \left\{ 2.5 + 1.1 \frac{h_c}{h} + 0.7 \left(\frac{h_c}{h} \right)^3 \right\} (h \cdot h')^{1/2}$$

$$h' = \frac{h_c}{2}$$

式中 h ：上下游渠底高差(公尺)

h' ：尾檻高度(公尺)

h_c ：臨界水深(公尺)

L ：垂直跌水構造長度(公尺)

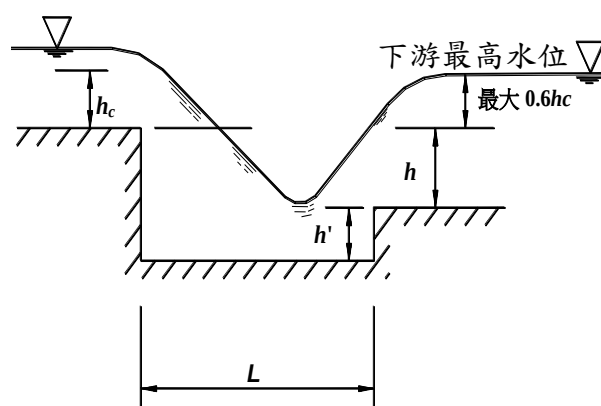


圖 6-2 垂直式跌水示意圖

(4)維護道路佈置

採單側或雙側配置，主要考量因素為建設費用、用地取得、計畫溝渠寬度、交通環境需求。如採單側配置於左岸或右岸，應依環境現況及銜接動線需求。

(5)既有橫交流入管渠

橫交流入管渠亦需繪製於平面圖，包括以漸變方式銜接之設計。

(6)採用比例及注意事項。

依上述說明將平面線型佈設計畫，繪製於測量平面圖上，平面圖一般採用 1/500 或 1/600 比例，圖面需有指北及比例標示，而各段平面線型佈設，應與各段之排水斷面標準圖相吻合。

3.縱斷面圖

應依原規劃報告或檢討後之明渠數據佈置，標示方式與暗渠原則相同，除暗渠係標示既有地面線，而明渠則需標示既有左岸、右岸地面高、及溝渠中心線之地高（既有溝底高）。另橫交流入管渠之尺寸及渠底高程，亦需標示註明於縱斷面圖，請詳圖 6-3。

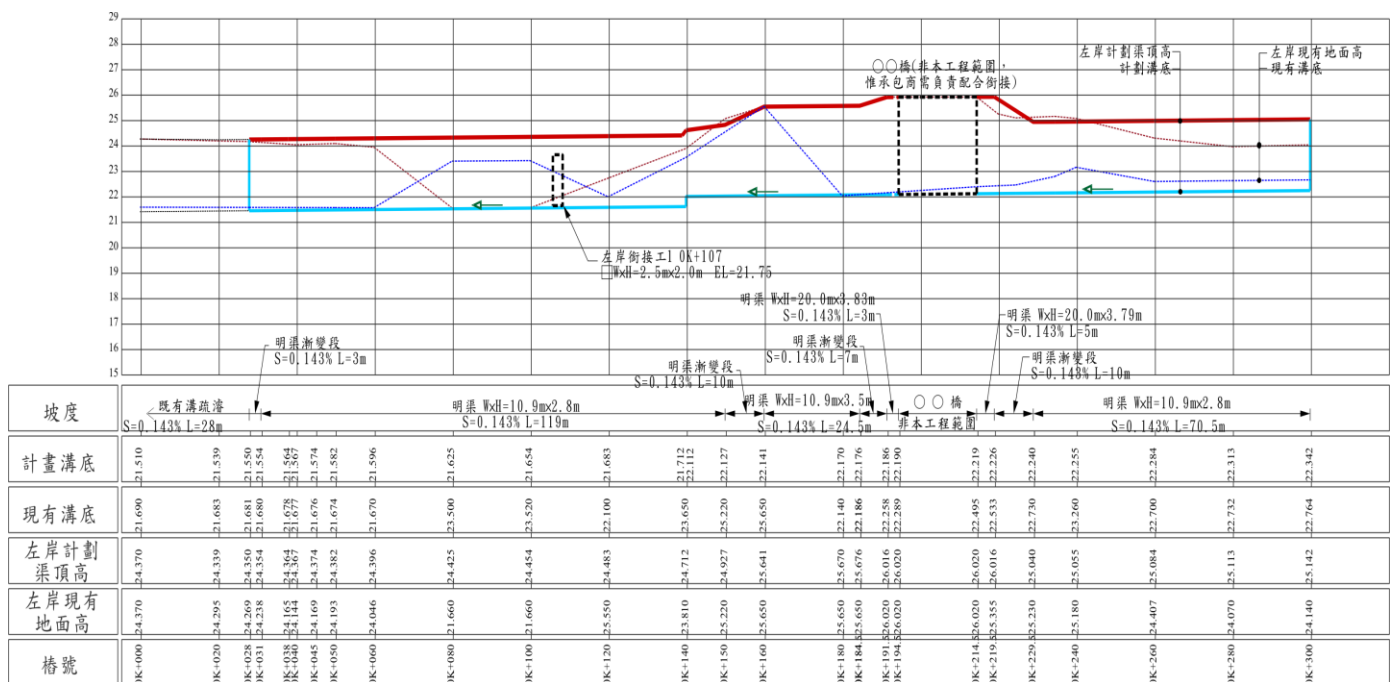


圖 6-3 明溝縱斷面示意圖(左岸)

4.平縱斷面圖

組合上述平面及縱斷面圖，上方為平面圖、下方為縱斷面圖，每一張平縱斷面圖，左側起始位置需對齊，相關數據亦應相呼應，詳圖 6-4。

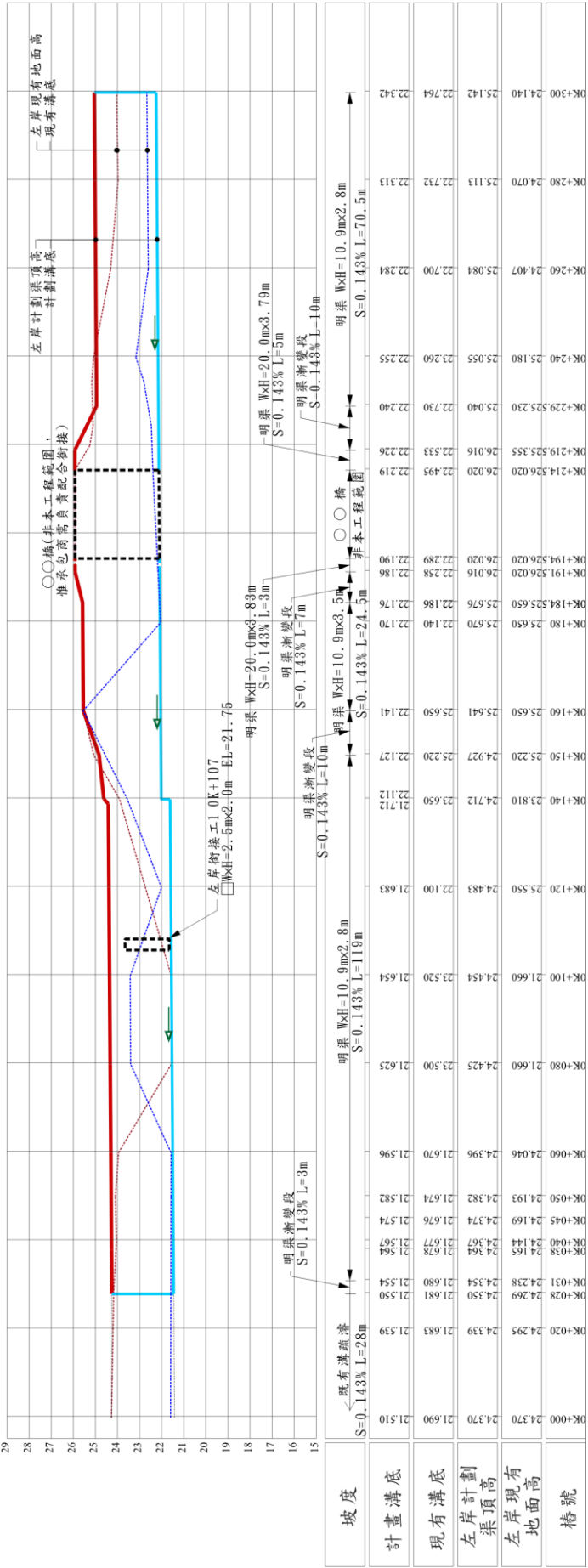
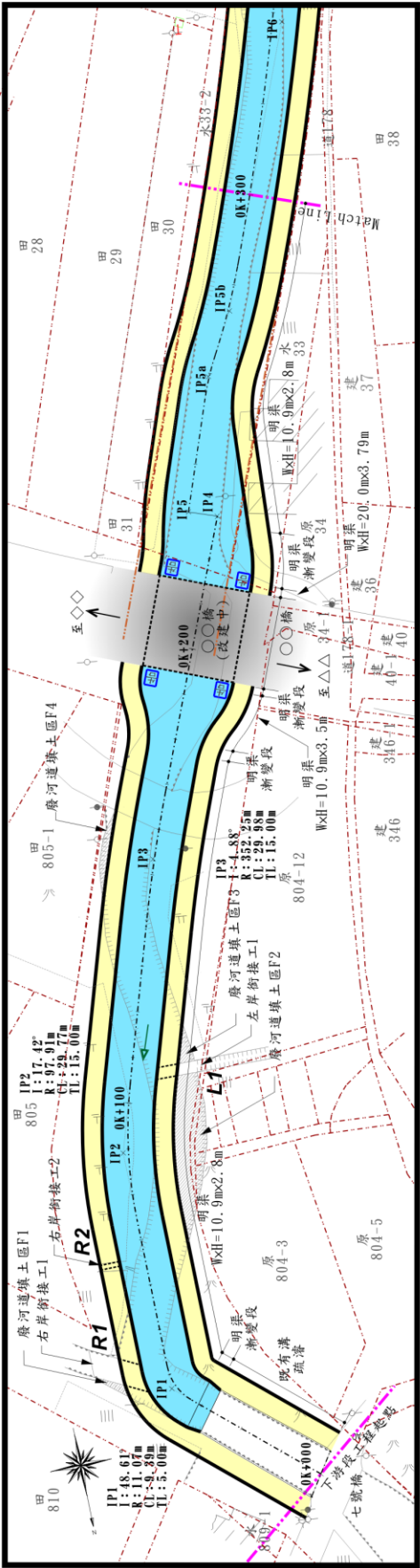
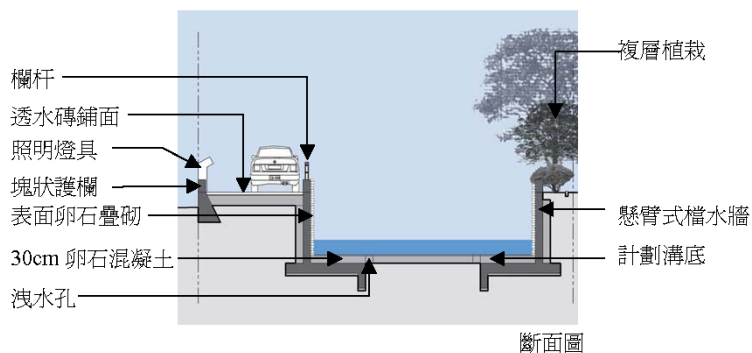


圖 6-4 明溝平面及縱斷面示意圖(左岸)

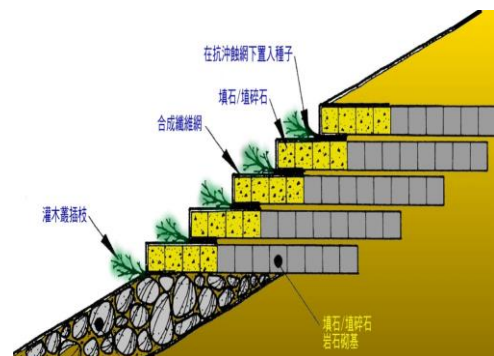
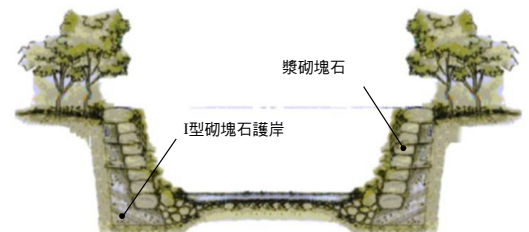
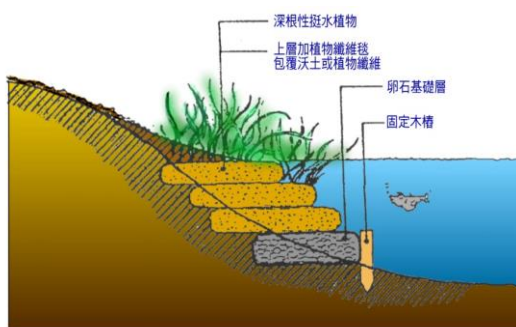
6.4 排水断面設計

1. 断面型式及構材

排水断面型式除「梯形」、「U形」外，亦可考量束縮平時流量以減少淤積之「複式断面」等。一般常用於都市排水明溝型式，包括梯形護岸採混凝土砌卵石、漿砌卵石、混凝土格框、預鑄混凝土組立擋土、蛇籠、砌石等等；亦可採重力式擋土牆、懸臂式擋土牆、石籠、預鑄混凝土板樁等構材，施設U形明溝。設計者可依排水断面所需寬度、用地寬度、平時流量及基地條件等環境因素，選用合宜之排水断面及工法設計。



断面圖



2. 結構安全設計

結構安全設計需考慮浮力、構造物穩定性及構造物之結構安全。依內政部頒之「建築技術規則」及「建築物基礎構造設計規範」，明渠兩側擋土牆護岸應考慮之作用力如下列：

- (1)側向土壓力，包含如主動土壓力、被動土壓力及靜止土壓力等。
- (2)水壓力如靜水壓力、滲流壓力及上浮力等。
- (3)地震所產生之土壓力、水壓力及慣性力等。

- (4)地表上方超載。
- (5)牆背回填土所產生之回脹壓力。
- (6)結構體之靜載重。

擋土牆護岸需檢核在上述作用力下，牆體之穩定性與牆體自身之結構安全性。牆體之穩定性則包含檢核牆體滑動、牆體傾覆、基礎容許支承力、整體穩定性及土壤液化評估。

牆體抵抗滑動之安全係數，於長期載重狀況應大於 1.5，於地震時應大於 1.2，安全係數之計算原則為：

$$\text{安全係數} = \frac{\text{作用於牆前被動土壓力} + \text{牆底摩擦力}}{\text{作用於牆背之側壓力}}$$

牆體抵抗傾覆之安全係數，於長期載重狀況應大於 2.0，於地震時應大於 1.5，安全係數之計算原則為：

$$\text{安全係數} = \frac{\text{對牆前趾產生之抵抗力距}}{\text{對牆前趾產生之傾覆力距}}$$

結構基礎支承力之安全係數，於長期載重狀況應大於 3.0，於地震時應大於 2.0，且亦應考量基礎之總沉陷量及不均勻沉陷量。

整體穩定性為檢核通過牆體底部土層滑動破壞面之安全性，其安全係數於長期載重狀況時應大於 1.5，於地震時應大於 1.2，考慮最高水位狀況時應大於 1.1，唯不考慮地震與最高水位同時發生之狀況。

設計時亦應評估牆背面土壤及牆基礎下方土壤，在受地震作用時之液化潛能，並研判其對牆體穩定性之影響，必要時應採用地層改良，深基礎或結構加強等方式處理。

牆體本身之結構安全性，依採用材料及外加載重予以分析計算，需符合各採用材料之安全要求。

辦理明渠構造型式設計宜依現場環境特性。設計時，亦可參考公共工程基本圖彙編(公共工程委員會之公共工程技術資料庫，參考網址：<http://pcces.archknowledge.com/csinew/>)。

6.5 其他設施設計

1. 維護道路

不同於暗渠，新建明溝二側如無既有道路，辦理明溝排水斷面設計，則需將維護道路納入設計考量，包括路面、夜間照明、護欄等安全設施以及植栽綠化等。維護道路寬度、採單側或雙側設置，則需視周遭環境現況及未來發展情形，訂定此維護道路所需兼負之功能，並考量建設經費(包括工程費及用地費)，再予以決定之。

另如採單邊設置維護道路，則需檢討施工環境需求，而編列施工便道及施工

中土地租借費等。

2. 橫交流入工

計畫新建明溝沿線之橫交流入溝渠，在用地範圍內應依計畫斷面或經水理檢討後所需斷面設計。穿越維護道路以暗渠施作請詳圖 6-5，並構築漸變段以銜接既有橫交流入溝渠，而漸變段側牆線與上下游渠道之夾角，應依「下水道工程設施標準(營建署 98.11.27 修正)」第六條第一項第四款規定辦理。

穿越維護道路之管涵或箱涵，出口處應施作端牆，主幹線如為梯形明溝，橫交流入溝渠出口端，亦需構築翼牆及護床。請詳圖 6-6。

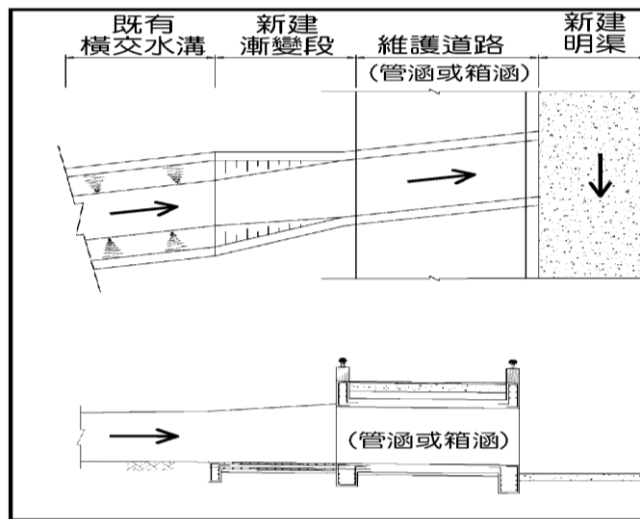


圖 6-5 穿越管涵或箱涵示意圖

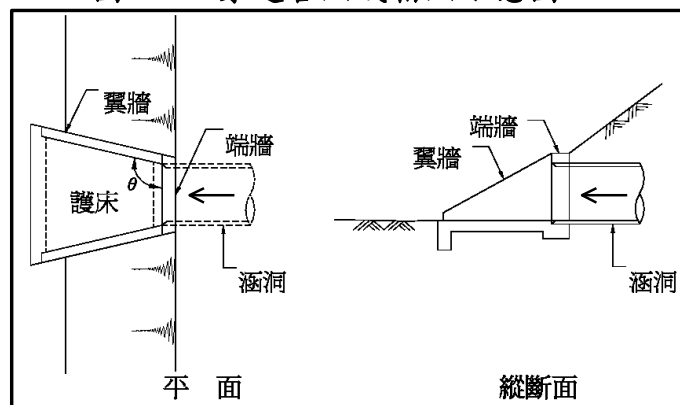


圖 6-6 端牆及翼牆示意圖

3. 地下水排除

考量地下水影響設施之安全性，混凝土等護岸側牆應設置排水孔，而混凝土等溝底則需考量設置洩水孔等設施。

4. 低地積水排除

考量部分積水情形無法以雨水下水道設施或側溝進行改善，可視需要設置低地排水設施(如小型抽水井)排除積水。

5. 下溝階梯設置

梯形明溝以每 100 公尺~150 公尺，設計一處階梯，U 形明溝則設置爬梯，

並以不影響水流為原則。

6.維持既有排水功能設計

擴建既有排水明溝，應維持既有排水功能，而採半半施工方式，應編列移導排水等費用，並視地下水位情形考量所需打鋼板樁止水及抽排水措施所需費用。

7.施工車輛出入動線及交通維持

與暗渠相同，設計時即需考量交通維持計畫，並包括施工構築及施工車輛出入動線。

6.6 土方圖繪製及計算

1.將計畫排水斷面套繪於橫斷面測量圖

有別於雨水下水道暗渠，明溝土方計算需繪製土方圖，以橫斷面測量為底圖，從施工起點起，每 20 公尺套繪計畫斷面；既有明顯變化點(里程)，需將計畫斷面，套繪於該變化點(里程)上、下游橫斷面測量底圖；計畫斷面尺寸、形式變化點(里程)，需將其上、下游不同計畫斷面，套繪於該里程之橫斷面測量底圖。

2.於圖面上量測挖方及填方數據

完成上述套繪工作，於圖面量測各里程之挖方、填方數量，並標示於圖面。

3.土方計算

將圖面上各里程之挖方、填方數據，填入土方計算表，予以計算統計。

第七章 地面逕流收集系統設計

7.1 概述

地面逕流收集系統，包括進水口、側溝、雨水井及連接管(詳圖 7-1)，為地面逕流進入下水道幹支線之關鍵，規劃設計不當無法使地面逕流適時排除，而造成積淹水之情事。

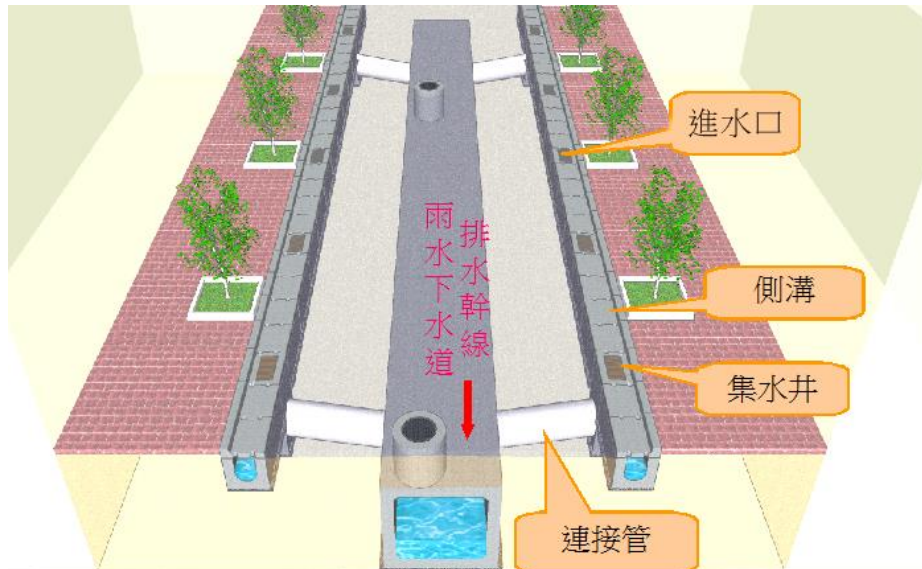


圖 7-1 雨水下水道及地面逕流收集系統示意圖

依「下水道法」，公共雨水下水道係指「都市計畫地區」或「指定地區」專供處理「雨水」之下水道設施，其設施包括下水道系統管渠、放流口及其附屬設施、抽水站及其相關設施、其他有關下水道重要設施；而地面逕流收集系統，則係屬道路之附屬工程設施。

依「下水道工程設施標準(營建署 98.11.27 修正發佈)」第十四條第一項規定 U 型側溝設置道路二側，而第十三項第一項第一款規定雨水井應設置於道路內之道路側溝或 L 型溝匯流點，並以連接管接入雨水下水道幹支渠。

考量地面逕流收集系統與雨水下水道幹支線，在都市排水功能檢討係密不可分，且在既有道路建構雨水下水道幹支線，亦需於既有側溝設置雨水井，並以連接管接入雨水下水道幹支線。因此辦理雨水下水道幹支線設計，應調查既有側溝，並檢討其輸水能力後，再行佈置雨水井、連接管及其他改善措施，始能確實解決排水問題。茲將地面逕流收集系統之設計要領，探討說明如后。

7.2 進水口

1. 進水口型式

雨水進水口係收集地面逕流，匯入埋設於地下排水管渠之設施。一般可分緣石進水口、格柵進水口及緣石與格柵混合進水口三種，請詳圖 7-2 及圖 7-3。進水口最大間隔，視逕流量之多寡而定，而施設位置應以避免妨礙住戶出入為原則。

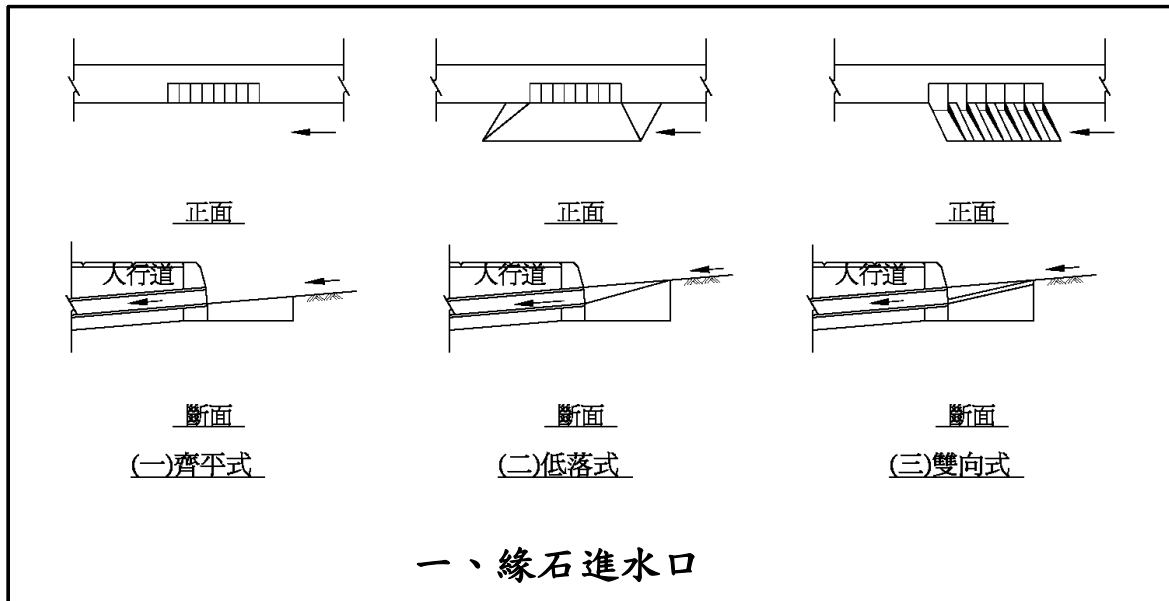


圖 7-2 進水口示意圖(一)

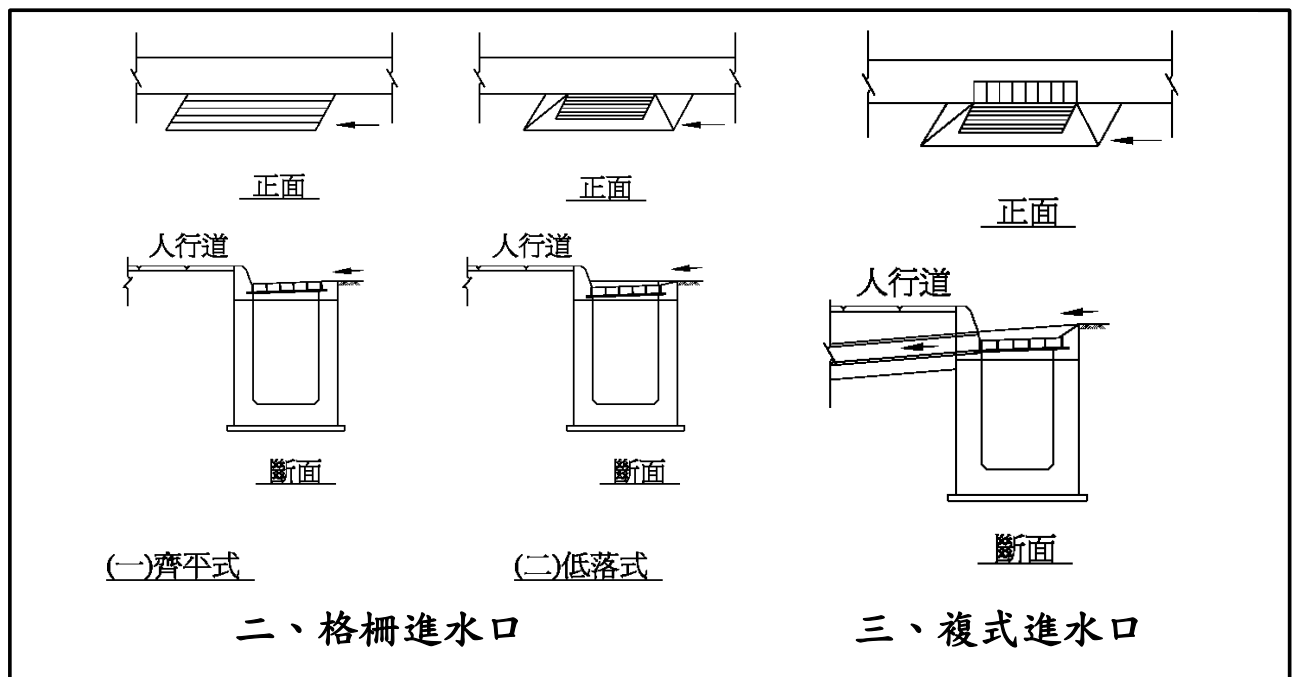


圖 7-3 進水口示意圖(二)

2. 緣石進水口

緣石進水口開孔長度，一般不小於 50 公分，高度不小於 8 公分；如有漂浮物進入可能時，得加設攔污柵，其流量可依下述公式計算，而考量瞬間水量越流至下個進水口，因此所計算之間距，需再乘 0.8 為設計依據。

由於道路縱坡度大於 4%，截水率甚低且清理不易，因此目前已很少採緣石進水口設計。



3. 格柵進水口

格柵開口淨面積，一般不小於 250 平方公分，格柵淨距不大於 3 公分，其流量可參考下述公式計算，而考量瞬間水量越流至下個進水口，因此所計算之間距，再乘 0.8 為設計依據。格柵進水口為目前主要設計方式。



4. 進水口間距

依「下水道工程設施標準(營建署 98.11.27 修正)」第十四條第二款規定：進水口間距為 4M~10M，惟目前有人行道之進水口間距常採 4.5M，無人行道進水口之間距則採 5M 設計。惟市區快速道路及主要道路等寬廣道路，仍宜計算檢核設計進水口間距。

5. 進水口流量計算

(1) 緣石進水口之流量計算公式如下：

$$Q_c = 0.386(L_n/h) \left[(h+a)^{\frac{5}{2}} - a^{\frac{5}{2}} \right]$$

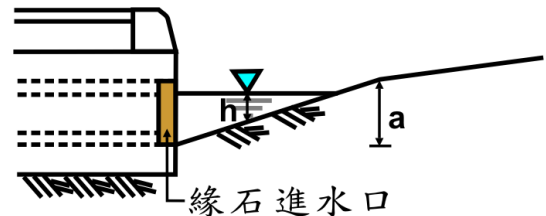
式中：

Q_c =緣石進水口流量(立方公尺/秒)

L_n =進水口淨長度(公尺)

h =淺溝水流平均水深(公尺)

a =緣石進水口前低落量(公尺)



(2) 格柵進水口之流量計算公式如下：

$$Q_g = K C_d A_g (\sqrt{2gh})$$

式中：

Q_g =格柵進水口流量(立方公尺/秒)

K =考慮阻塞之安全係數，一般可採 0.5

C_d =孔口係數，0.5~0.6

A_g =柵孔淨面積(平方公尺)

g =重力加速度(9.8 公尺/秒²)

h =淺溝水流平均水深(公尺)

7.3 側溝

1. 側溝型式

目前都市計畫區內常見側溝型式，大致可分為明溝、加蓋 U 型側溝、及 L 型溝與暗渠併用等三種。

(1) 明溝：

大多為混凝土建造 U 型側溝或磚造明溝，排水功能佳，惟對行人及行車有安全之威脅。

(2)加蓋 U 型側溝：

於明溝上加蓋，大多使用活動 RC 預鑄板，為目前設計最常用之側溝型式。

(3)L 型溝與暗渠併用：

此種側溝仍係沿車道與人行道相接處設置 L 型溝，以收集路面雨水，再於適當地點經由雨水進水口流入暗渠。

2.計畫逕流量

側溝之計畫逕流量採合理法公式計算，其降雨強度公式依規劃區所訂定再現期之降雨強度公式，集流時間一般則採用 5 分至 10 分鐘。

3.U 型側溝設計

(1)水力計算

U 型側溝水力計算採曼寧公式，其中 n 值粗糙係數一般採 0.016。

(2)斷面規定

下水道工程設施標準(營建署 98.11.27 修正)第四條規定：U 型溝寬度不得小於 30 公分，深度(含出水高，不含溝蓋厚度)為 40 公分以上，1 公尺以下。U 型側溝一般型式(請詳圖 7-4~7-5)，其型式及配筋得依現地狀況酌予調整。

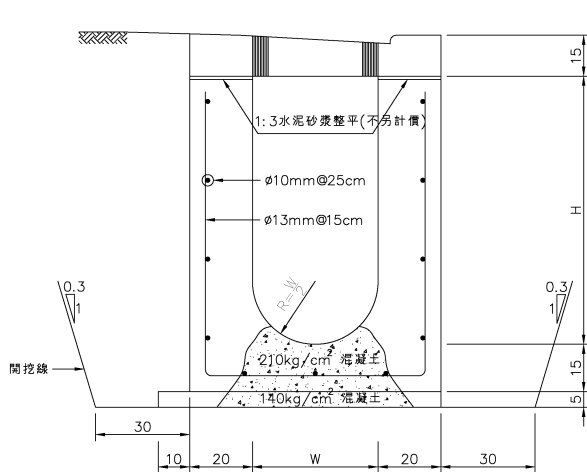


圖 7-4 無人行道 U 型側溝詳圖

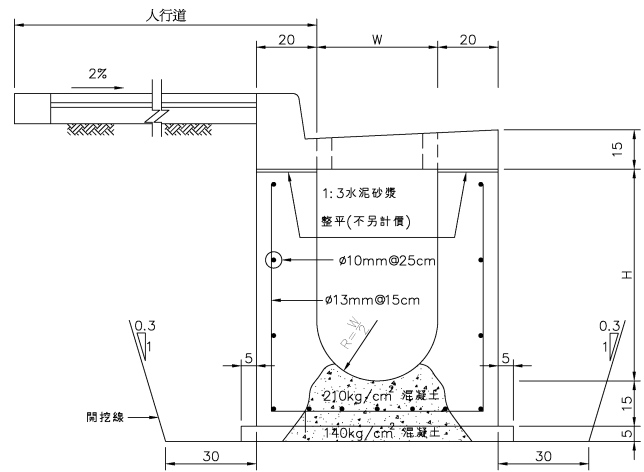


圖 7-5 有人行道 U 型側溝詳圖

明溝上加 RC 預鑄蓋板，其預鑄蓋板又分「有人行道用(L 型)」及「無人行道用(S 型)」，請詳圖 7-6~圖 7-9。配合現地既有條件限制，可於現場澆置混凝土施作場鑄蓋板，亦分 L 型及 S 型場鑄溝蓋板，詳圖 7-10~圖 7-11。

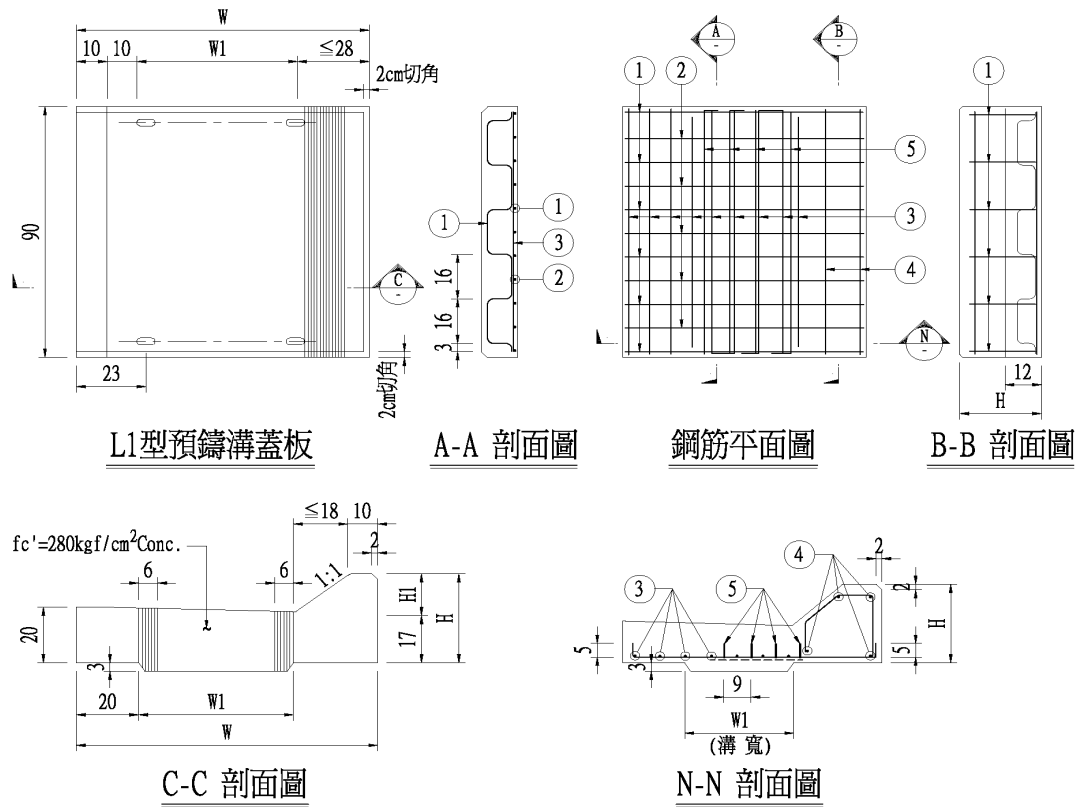


圖 7-6 L1 預鑄溝蓋板詳圖

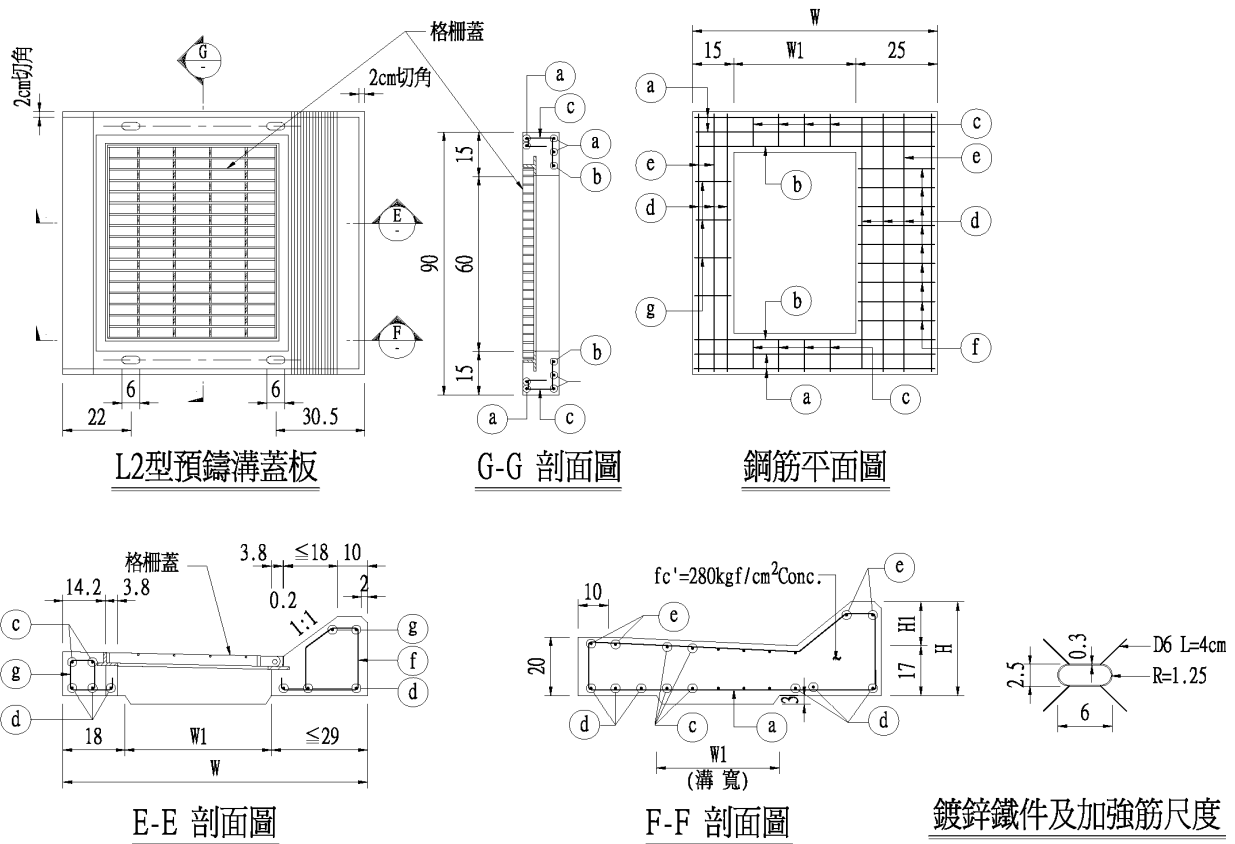
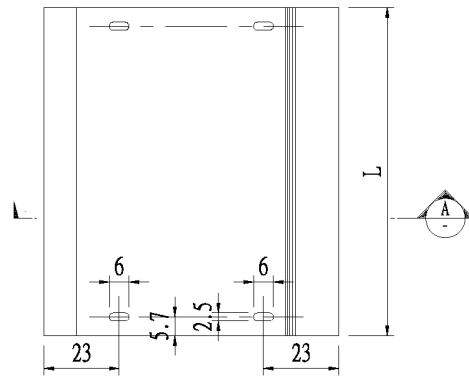
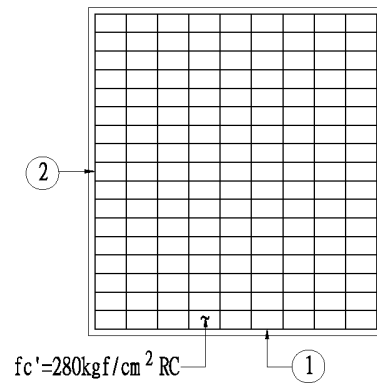


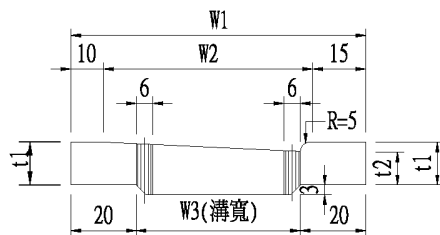
圖 7-7 L2 預鑄溝蓋板詳圖



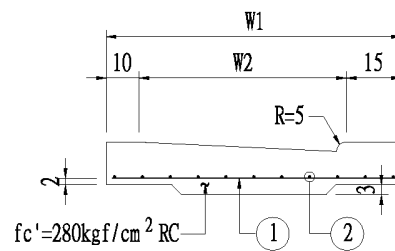
S1型預鑄溝蓋板平面圖



配筋平面圖

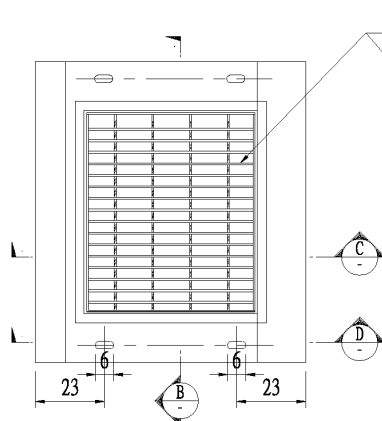


S1型預鑄溝蓋板斷面圖

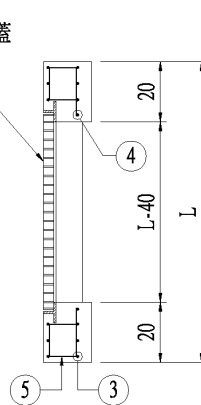


A-A 剖面圖

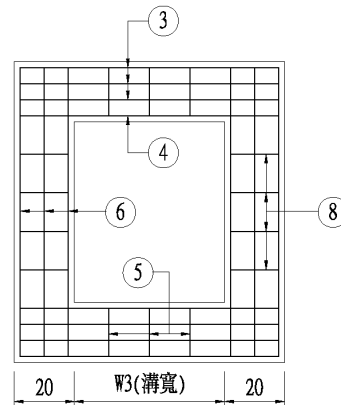
圖 7-8 S1 預鑄溝蓋板詳圖



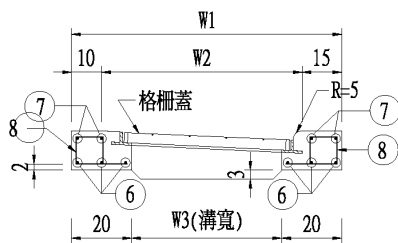
S2型預鑄溝蓋板平面圖



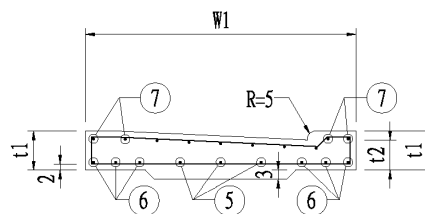
B-B 剖面圖



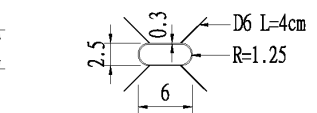
配筋平面圖



C-C 剖面圖



D-D 剖面圖



鍍鋅鐵件及加強筋尺度

圖 7-9 S2 預鑄溝蓋板詳圖

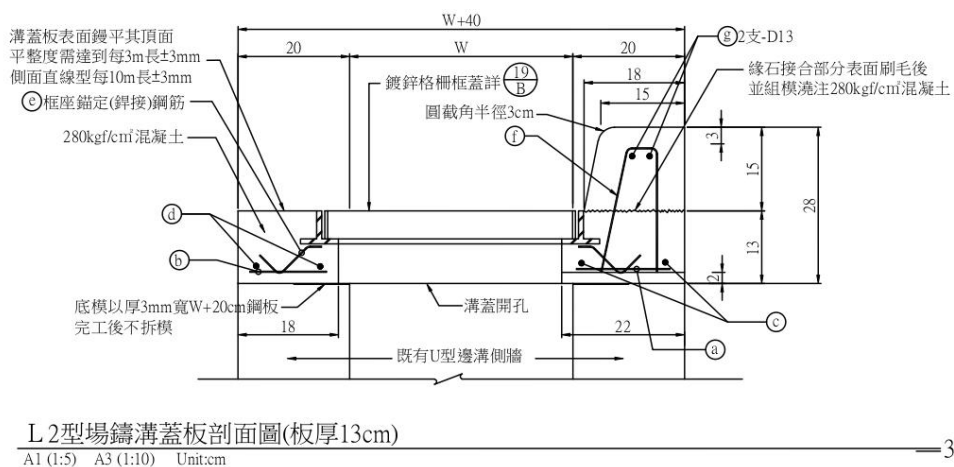
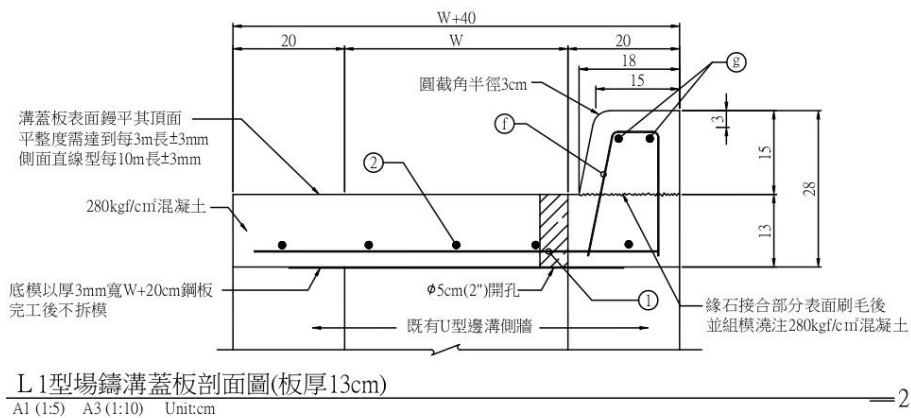
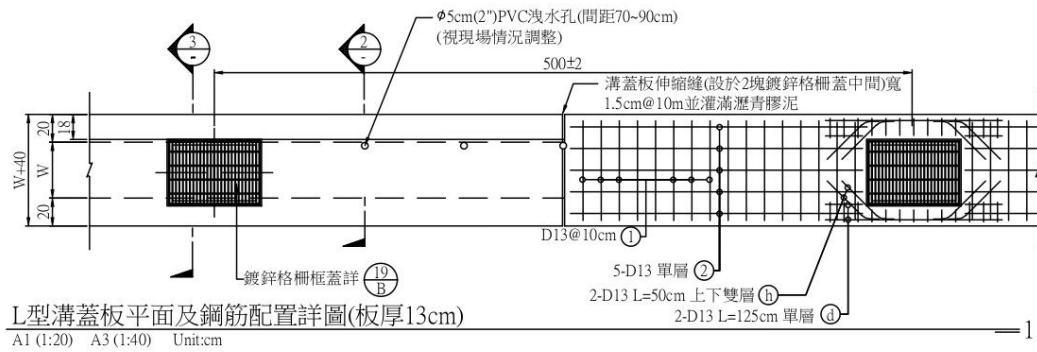


圖 7-10 L 型場鑄溝蓋板詳圖

(3)出水高度

參考桃園市雨水流出抑制設施設計參考手冊(108.07)，溝寬 60 公分以下 U 型溝，出水高以設計水深 30%計，且不得小於 20 公分。U 型側溝其設計水深小於一公尺者，出水高度以 30 公分計，設計水深大於一公尺者，以水深之 20% 計，且不得小於 30 公分。

(4)側溝佈設

一般 U 型側溝上覆預鑄溝蓋板，其佈設原則分有人道及無人行道，有人行道佈設於車道與人行道之分界線，無人行道者則設於道路與私有地之分界線

(道路境界線)，並於適當距離設置進水口，請詳圖 7-12～圖 7-13。

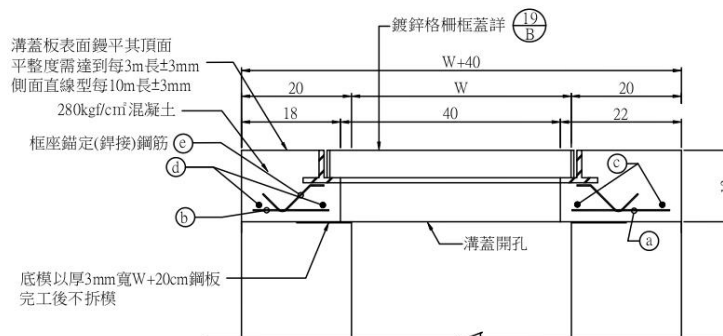
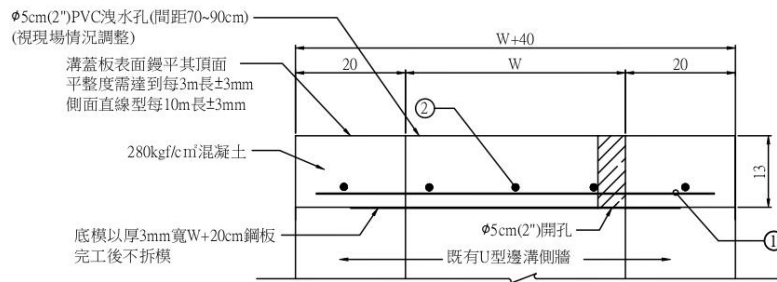
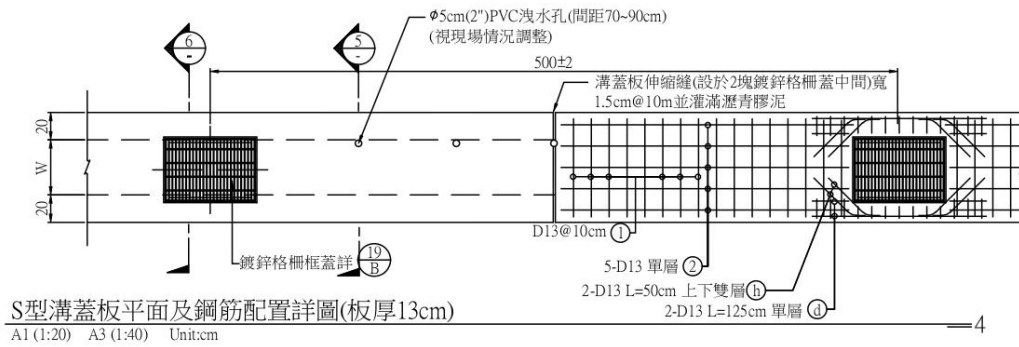


圖 7-11 S 型場鑄溝蓋板詳圖

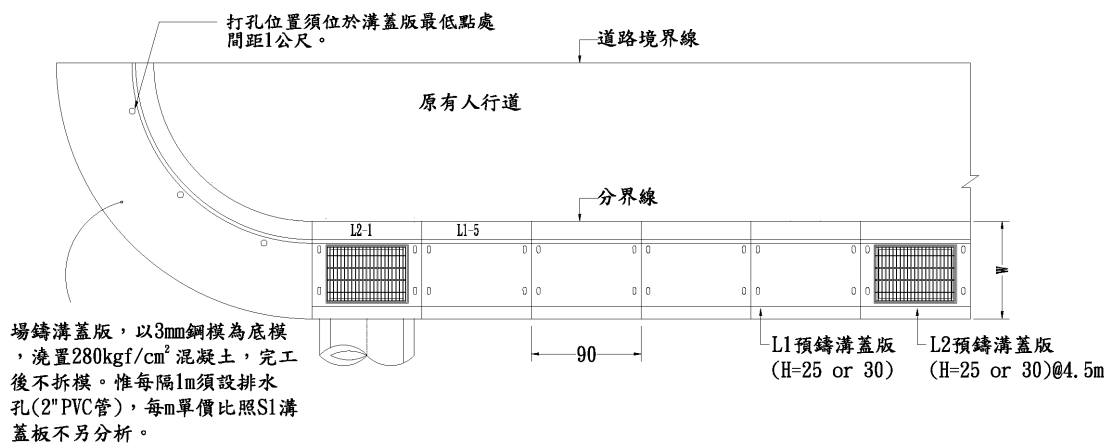


圖 7-12 道路側溝平面示意圖(有人行道)

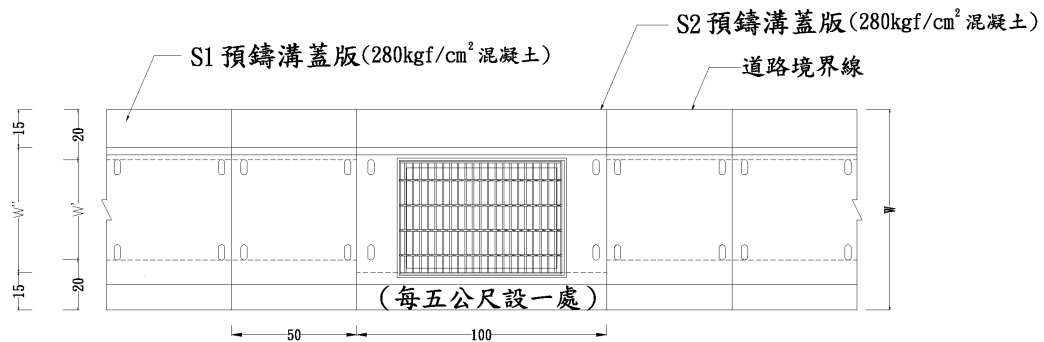


圖 7-13 U 型側溝平面示意圖(無人行道)

4.L 型溝設計

L 型溝為收集路面排水經由「進水口」再流入 U 型側溝，其形狀似英文字母 L，故稱之 L 型溝。

「下水道工程設施標準(營建署 98.11.27 修正)」第十四條規定：道路 L 型側溝橫坡最緩為十分之一，最陡為五分之一。

依「市區道路附屬工程設計規範」(內政部 98.4)，L 型溝輸水容量計算公式如下：

$$Q = 1.745 \times 10^{-6} \left(\frac{Z}{n} \right) \cdot S^{\frac{1}{2}} \cdot Y^{\frac{8}{3}}$$

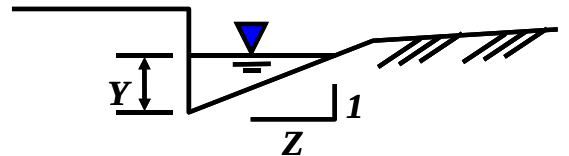
式中 Q：為流量(立方公尺/秒)

Z：為 L 型溝橫斷面坡度之倒數(採用 5~10)

n：為粗糙係數(採用 0.015)

S：為 L 型溝縱坡度

Y：為 L 型溝最深處之水深(公分)



7.4 雨水井

1. 下水道工程設施標準

依「下水道工程設施標準(營建署 98.11.27 修正)」第十三條規定：應設置於道路內之道路側溝或 L 型溝匯流點，並以連接管接入雨水幹支渠，為矩形之混凝土或鋼筋混凝土製，內寬為 60 公分，井深為 120 公分以上，底部應設有 15 公分以上之沉砂池，井蓋為鑄鐵或鋼筋混凝土製。得設置滲透雨水陰井或滲透管，以減低逕流量、增加地下水位。

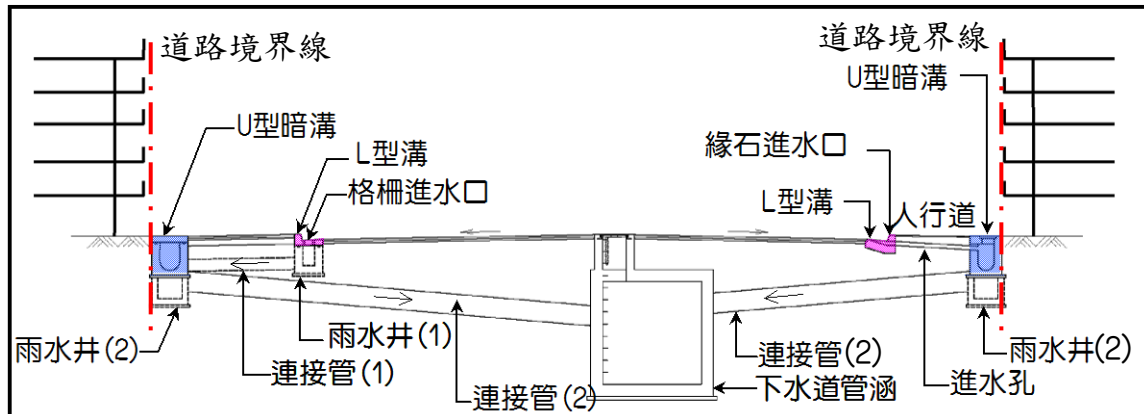
2. 設計建議

上述之第十三條規定：內寬為 60 公分之雨水井，應係指 L 型溝匯流點設置之雨水井。內寬為 60 公分之雨水井(1)，適合以 300mm 管徑之連接管(1)接入道路境界線之側溝，再經由道路境界線側溝收集至雨水井(2)，后再經由第十三條規定最小管徑為 500mm 之連接管(2)，接入雨水幹支線(請詳圖 7-14)。

因此，建議 L 型溝匯流點之雨水井(1)，其內寬可採 60 公分設計，而其深度應考量沉砂部、埋設連接管(300mm 管徑)及以 1% 以上坡度，接入道路境界線側溝

深度後決定之，至於井蓋目前以採預鑄格柵蓋板 L2 型居多，以利逕流之流入。

於明溝上加 RC 預鑄蓋板之雨水井寬度，需配合側溝寬度；而其長度則依「有人行道」及「無人行道」，分別為 0.9 公尺及 1.0 公尺，其深度考量沉砂部、埋設連接管(最小管徑為 500mm)，及以 1% 以上坡度接入幹支線情形決定之，其蓋板分別採用 L2 及 S2 型。



註：左側為格柵進水口，右側為緣石進水口

圖 7-14 地面逕流收集系統配置示意圖

另於既有道路興建雨水幹支線，需配合設置雨水井及連接管，以利地面逕流之匯入。而於既有道路設置(正方形)雨水井，考量與最小管徑為 500mm 之連接管銜接，其內寬一般採 90 公分設計，其深度則考量沉砂部、埋設連接管，及以 1% 坡度以上接入幹支線情形決定之，井頂則以格柵蓋板施設。

上述已說明雨水井深度設計之考量，設計時亦應考量爾後之維護管理，亦不宜設置太深。

7.5 連接管

依「下水道工程設施標準(營建署 98.11.27 修正)」第十三條規定辦理，包括應為鋼筋混凝土管或其他同等外壓強度之耐久性管渠。坡度保持百分之一以上，與本管之連接處應在本管之上半部。最小管徑為五百公厘。而一般連接管設計，其挖填等計量以實際設計長度計之；而管材支數則以半支管之倍數計之，以排水管涵採鋼筋混凝土管而言，一支管(B 型管)長為 2.4 公尺，因此一處連接管設計長度為 1.2 公尺之倍數。

上述連接管應在本管之上半部，如連接管可以水位接水位(含以上)與本管接合，可直接以曼寧公式檢核連接管之輸水容量；否則需以壓力流方式計算連接管之輸水容量。

第八章 雨水滲透及貯留設計

8.1 概述

近年來溫室效應造成全球氣候異常、水文極端現象明顯，全球各地受洪災範圍與程度均遠較過去為烈，台灣亦無例外。而都市地區高度開發，地下管線等構造物錯綜複雜，既有雨水下水道系統管渠改(增)建實屬不易，因此各國無不依其地理環境特性及國情研擬其他改善對策，而所研擬之改善對策，除改(增)建管渠系統外，主要為採行「抑制逕流之流出」策略，包括(1)推廣採用透水性鋪面、滲透管(溝)、滲透側溝、滲透集水井等設施(2)雨水貯留再利用(3)滯洪調節池(4)地下貯留管或地下蓄洪池等，我國早已採用透水性設施，國內亦有部份學校、公園及私人機構等建築，已建構「建築物雨水貯留再利用」設施。

近年來營建署為減輕都市地區淹水風險，配合雨水下水道系統之改善，亦常利用都會區之公共設施用地、國營事業用地或軍方用地，設置雨水調節池或滯洪池，以改善低窪易淹水地區之排水。此外，營建署為因應氣候變遷下土地調適策略須以國土資源規劃角度來利用與管理，爰參考國際上推動低衝擊開發（Low Impact Development，簡稱 LID）設施之經驗，於民國 104 年發行「水環境低衝擊開發設施操作手冊」，工從業人員參考使用。

LID 係以分散式、小規模的就源處理設計，透過貯存、滲透、蒸發及延遲逕流，並以生態系統為根基的暴雨管理方法，目的為減少地表逕流的發生及減少土地開發帶來的環境衝擊，且具有其他非常重要的附加價值，如：涵養水源、美化城市、改善生態環境及降低都市熱島效應等，其目的即與所述抑制逕流設施相同。本節有關抑制逕流設施之分類，係參考「臺北市總合治水對策規劃」劃分為滲透設施及貯留設施，而貯留設施再分為現場貯留及非現場貯留，請詳圖 8-1，並將滲透設施及貯留設施分述如后。

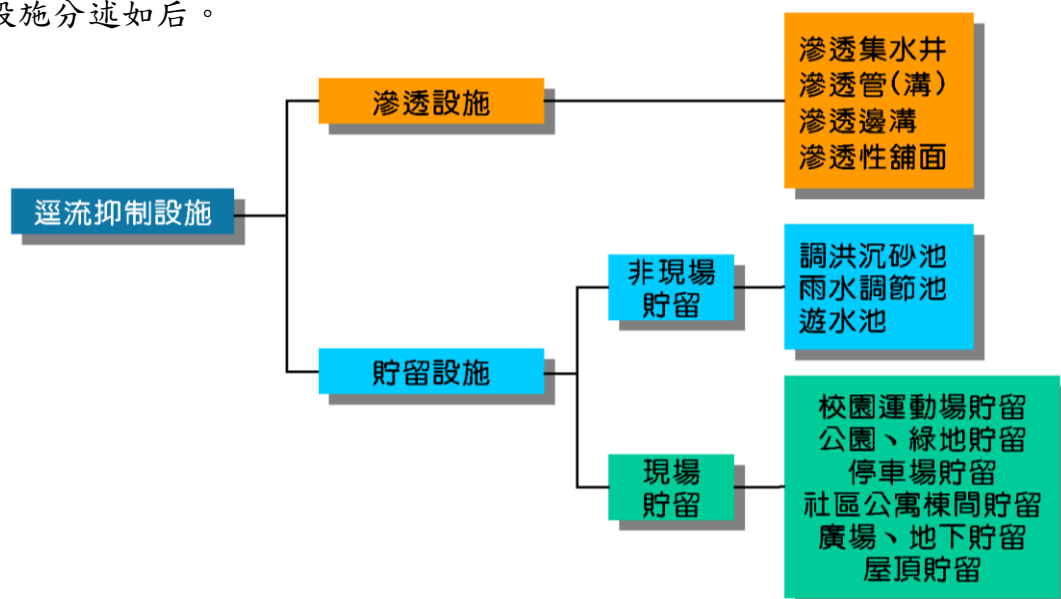


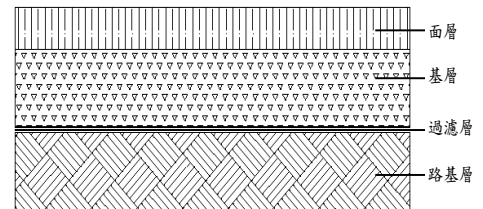
圖 8-1 逕流抑制設施分類示意圖

8.2 滲透設施

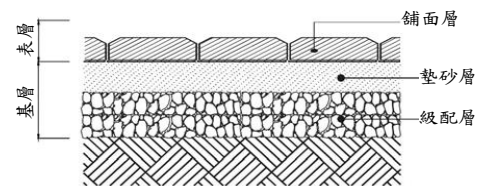
滲透設施包括透水性鋪面、滲透管（溝）、滲透側溝、滲透雨水井等設施，以補注地下水、抑制雨水流出以達削減逕流量，建議各單位在審查相關設計圖說，應予以要求辦理，以利滲透設施之推廣採用。

8.2.1 透水鋪面設計

車道、步道、廣場等人類活動之地面構造，通常係由鋪面、底層及基層所構成，一般底層及基層均由透水性十分良好之碎石級配構成，因此鋪面選用透水良好性能之材料，如透水瀝青、透水磚及植草磚等透水性鋪裝，不但具有基地保水、地下水涵養等優點外，進而可抑制雨水流出，並達削減逕流量之功效。



整體型透水性鋪面示意圖



塊狀透水性鋪面示意圖

資料來源：建築基地保水設計技術規範(營建署 98.6.29)

8.2.2 滲透性排水設施

滲透性排水設施，包括滲透管（溝）、滲透側溝、滲透雨水井等設施。

1. 滲透管（溝）

在都市高密度開發地區，基地內雨水逕流往往無法自然入滲排除，而為增加地表水入滲，常於寬廣道路、廣場、公園綠地、運動場等，設計水平式「滲透排水管(溝)」，以達輔助入滲之效果。

2. 滲透側溝及滲透雨水井

側溝及雨水井可設計兼作為入滲設施(請詳圖 8-2 及圖 8-3)，以增加入滲補注地下水外，亦有減輕管渠系統負荷之功效。

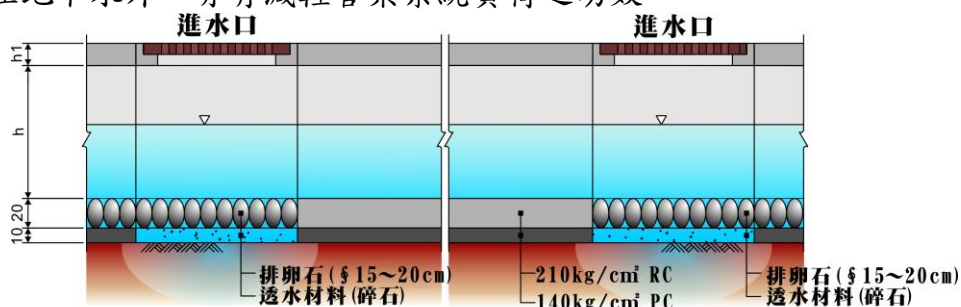


圖 8-2 滲透性側溝範例示意圖

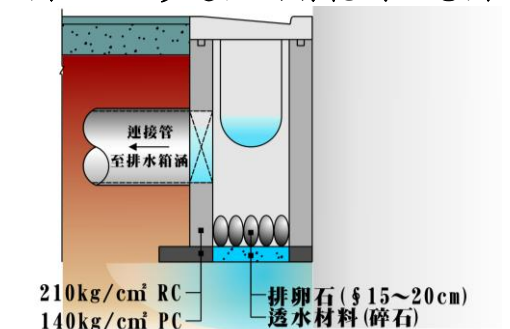


圖 8-3 滲透性雨水井範例示意圖

8.2.3 設計應注意事項

建構雨水滲透設施，係利用滲透設施補助地下水，進而抑制逕流之流出，因此設計時，應注意下列因素。

1. 土壤滲透係數 K 值愈大，入滲效果較好，詳表(8-1)。
2. 地下水位太高不易滲透，效果不佳。
3. 坡度較大影響入滲，效果不好。
4. 地勢低窪易淹水地區，不易入滲。
5. 設施隨使用時間增加，滲透能力隨之遞減。

表 8-1 統一土壤分類與土壤最終入滲率 f 及滲透係數 k 值對照表

土層分類描述	粒徑 $D_{10}(\text{mm})$	統一土壤分類	最終入滲率 $f(\text{m/s})$	土壤滲透係數 $k(\text{m/s})$
不良級配礫石	0.4	GP	10^{-3}	10^{-3}
良級配礫石		GW	10^{-4}	10^{-4}
沉泥質礫石		GM		
黏土質礫石		GC		
不良級配砂		SP	10^{-5}	10^{-5}
良級配砂	0.1	SW		
沉泥質砂	0.01	SM	10^{-6}	10^{-7}
黏土質砂		SC		
泥質黏土	0.05	ML	10^{-7}	10^{-8}
黏土	0.001	CL		10^{-9}
高塑性黏土	0.00001	CH		10^{-11}

註：屬於相同土壤統一分類的不同土質，會因為緊密程度以及組成的不同，其滲透係數的值會有所差異，最大會有 $\pm 10^1$ 的誤差。本表為求評估上之客觀，乃是取其最小值，可使評估結果較為保守可信。

資料來源：建築基地保水設計技術規範(營建署 106.6.27)

8.3 貯留設施

貯留設施可分為現場貯留及非現場貯留。其中現場貯留設施，需由建築或公共設施開發單位配合辦理建構；而非現場貯留設施，則可屬雨水下水道系統之一環，茲分述如下：

8.3.1 現場貯留設施

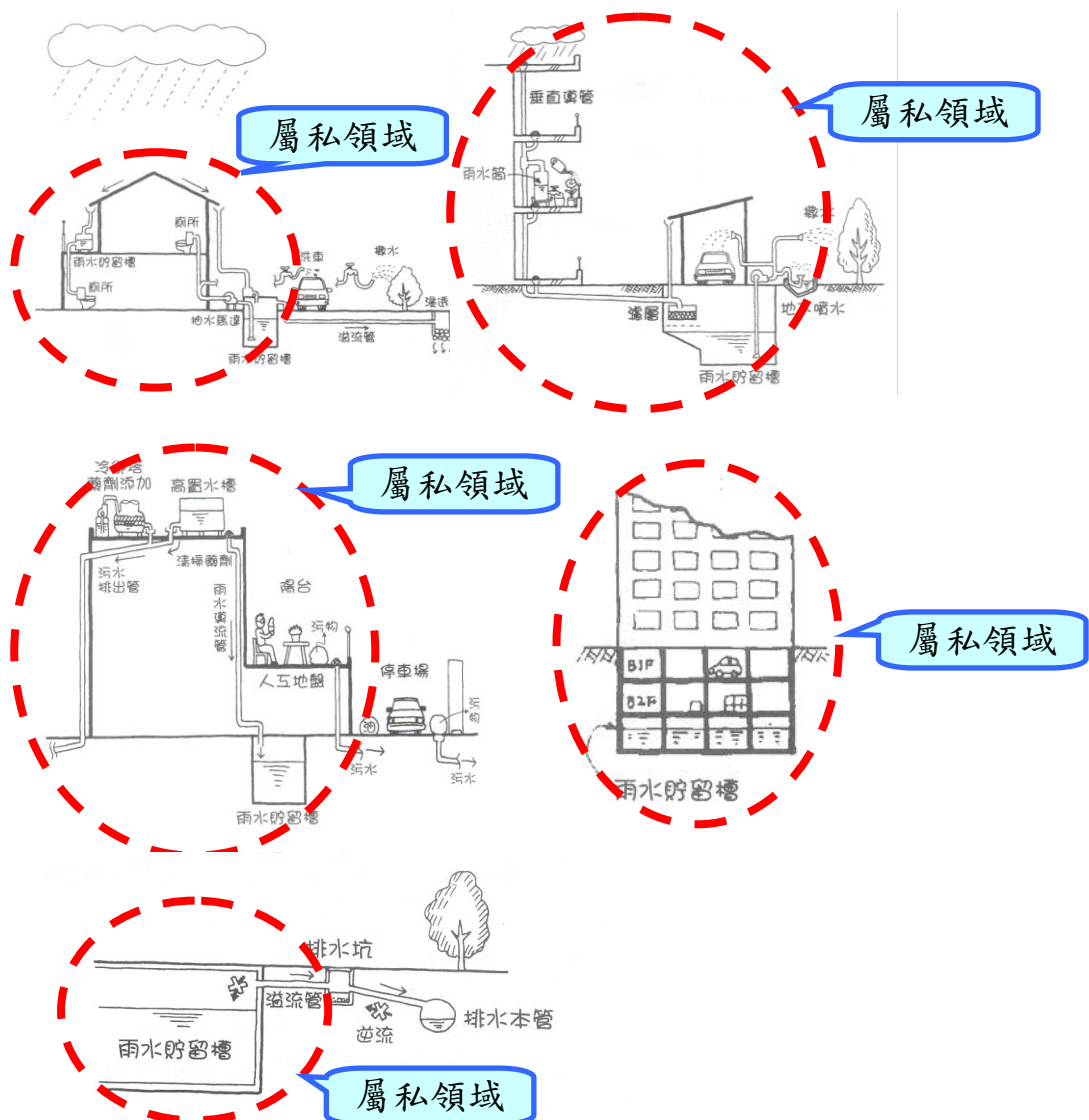
現場貯留設施包括建築物雨水貯留再利用，及公園綠地、運動場、停車場等公共設施用地之貯留設施。

1. 建築物雨水貯留設施

依據建築技術規則第 4-3 條，都市計畫地區新建、增建或改建一定面積以上之建築物，應依規定設置雨水貯集滯洪設施，建物配合相關條件並參考法定建蔽率後，以建築基地面積乘以 $0.045\text{m}^3/\text{m}^2$ 計算貯集量。

另我國為促進水資源之有效利用，在不妨礙居住環境之安全、健康及舒適條件下，提供建築物雨水回收再利用之設計標準，因此內政部已於 101.6.27. 頒布「建築物雨水貯留利用設計技術規範」，其提供建築物全年雨水貯留利用評估指標之統一計算方法及評估基準，並規定總樓地板面積達 $10,000\text{m}^2$ 以上之新建建築物為適用範圍(不含衛生醫療類 (F-1 類)用途類別或經中央主管建築機關認可之建築物)。

目前國內雖已有部份學校、公園及宗教團體機構之建築物，已建構「雨水貯留再利用」設施，今總樓地板面積達 $30,000\text{m}^2$ 以上之新建建築物，亦有施設「雨水貯留再利用」之規定。惟家戶或建物之「雨水貯留再利用」，係建構於私領域範圍（請詳圖 8-4），要全面施設以達全面減洪之功效，仍需加強向民眾宣導及教育，始能有效落實執行。



資料來源：雨水貯留與利用(經濟部水資源局)及本計畫整理

圖 8-4 家戶或建物雨水貯留示意圖

2. 公共設施用地設置貯留設施

係利用公園綠地、運動場、停車場等公共設施用地設置貯留設施，以貯留抑制雨水之流出。利用公共設施用地設置貯留設施方式條列如下。

(1) 採小開挖或築小堤方式

利用公共設施用地之地形，採小開挖或築小堤方式，貯留公共設施用地之雨水逕流。

(2) 地下貯留槽(池)設置

A. 利用公共設施用地設置地下貯留槽(池)，貯留公共設施用地之雨水逕流，請詳圖 8-5。

B. 地下貯留設施可配合雨水滲透設施之設置，尤其在入滲效果不佳地區，無論是先貯留後再滲透，或先滲透後再貯留之設計(請詳圖 8-6)，均有助於抑制雨水流出之功效。

C. 亦可規劃設置雨水滲透貯留再利用設施(請詳圖 8-7)，除補助地下水功能外，亦可提昇設置之效益。

D. 如規劃設置雨水滲透貯留再利用設施，應先評估再利用之目標及需求性，並考量爾後維護管理事宜，以避免投資設置之浪費。

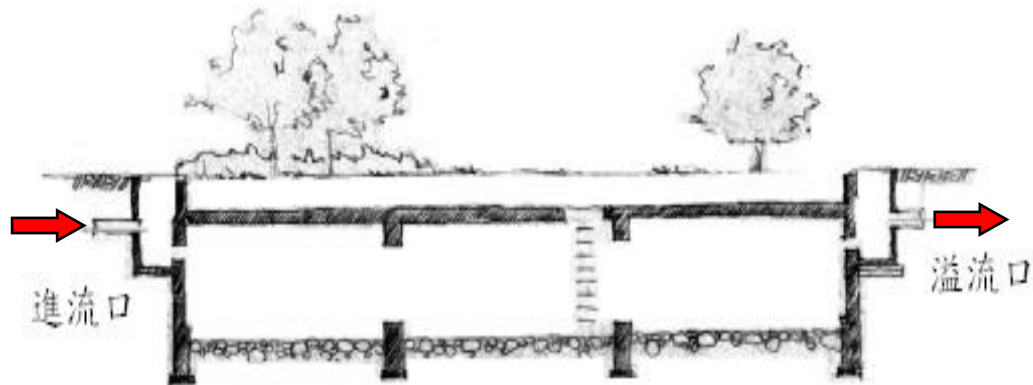
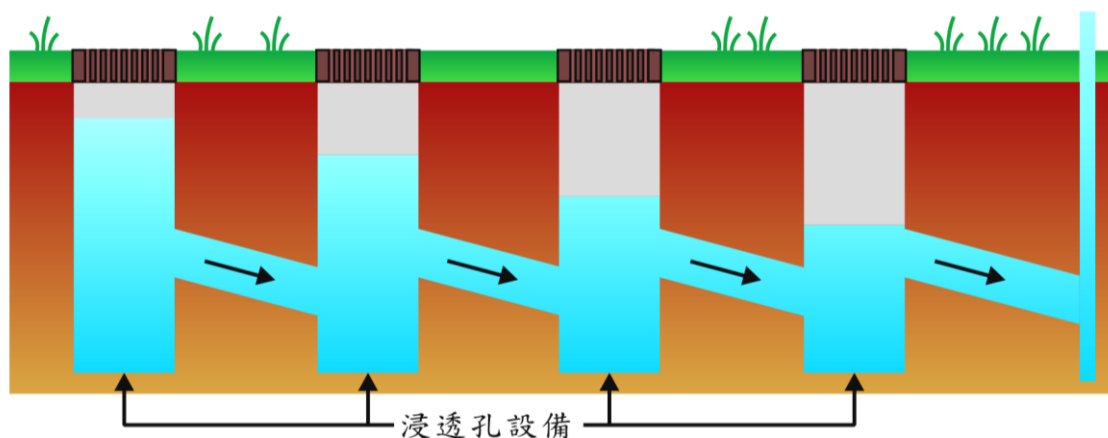
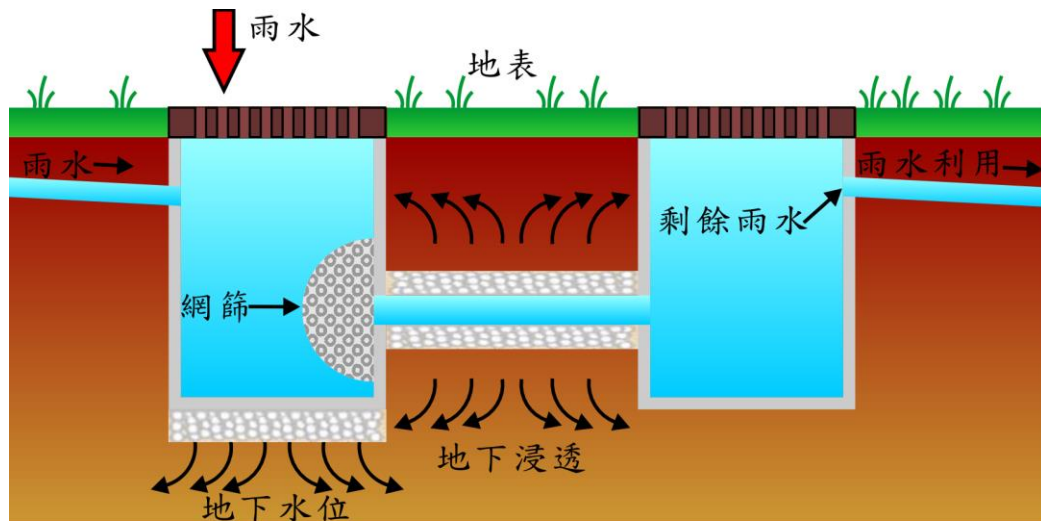


圖 8-5 地下貯留槽(池)示意圖



資料來源：「建立與地下水溝通的橋樑-雨水浸透設備規劃」李士蛙/工研院能資所節水團及本計畫整理

圖 8-6 地下貯留設施配合雨水滲透示意圖



資料來源：「建立與地下水溝通的橋樑-雨水浸透設備規劃」李土哇/工研院能資所節水團及本計畫整理

圖 8-7 雨水滲透貯留再利用設施示意圖

8.3.2 非現場貯留設施

非現場貯留設施，主要為滯洪調節池等。依「下水道工程設施標準(營建署 98.11.27 修正)」第二條第八項雨水調節池：具有適當容量可調節降雨時尖峰流量之貯留池。

1. 設置法源依據

都市計畫土地寸土寸金，且早期並未訂定在公共設施用地，設置下水道系統設施之法源依據，因此雨水下水道系統，鮮少規劃設置雨水調節池。

而內政部 106.09.20 修正發布之「都市計畫公共設施用地多目標使用辦法」，其對多目標使用範疇予以修訂，相關內容重點摘述如次：

公共設施用地得作捷運系統及其轉乘設施、節水系統、環境品質監測站及都市防災救災設施使用、面積在零點零五公頃以上兼作機車停車場使用、地下作滯洪設施、自來水、下水道系統相關設施使用，及閒置或低度利用之公共設施經地方政府都市計畫委員會審議通過者，得作非營利性之臨時使用等，明定不受附表有關用地類別、使用項目及准許條件之限制。

目前於公共設施用地設置雨水調節池已有法源依據，因此雨水調節池亦是雨水下水道系統設施之一環，辦理「檢討規劃」時應納入改善方案評估。

2. 設置原則

辦理「雨水下水道系統規劃(或檢討規劃)」，不可侷限於都市計畫區之範疇，而應有「流域整體治理」之理念，亦即需考量上游外圍集水區之排水，以及下游排放區域排水或河川之相互配合。而為確保都市排水之安全，滯洪調節池除依都市計畫區需求設置外，亦需考量「規劃區」所處環境特性，於都市計畫上游外圍集水區域，配合設置滯洪沉砂池，茲分別說明如下。

(1) 滯洪沉砂池

「規劃區」上游外圍集水區如為山坡地，其溝渠集水面積小於 1,000 公頃，依水土保持技術規範，係以 25 年再現期降雨強度(無因次)公式，採合理法計算計畫逕流量。

都市計畫雨水下水道系統如銜接山坡地排水，應協調主管單位於接入雨水下水道系統前，設置滯洪池與沉砂池，並視滯洪池下游雨水下水道系統之排水能力，計算滯洪池之容量。另為避免坡地土石沖蝕，造成土石流入雨水下水道管渠而造成淤積情形，亦需施設沉砂池。上述滯洪池得與沉砂池合併設置，如分別設置時，滯洪池應設於沈砂池之下游。

(2)雨水調節池

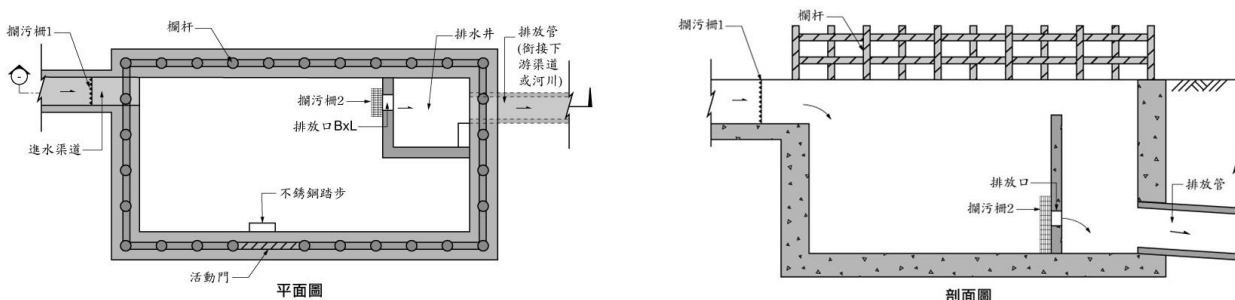
「都市計畫公共設施用地多目標使用辦法(內政部 106.09.20)」頒布實行後，在公共設施用地構築雨水調節池有法源依據，爾後都市計畫通盤檢討或變更(擴大)都市計畫，其土地高度開發及利用，所增加之地面逕流，應於其變更(擴大)都市計畫之公共設施用地，設置雨水調節池。

另辦理雨水下水道系統檢討規劃時，如部份既有管線輸水容量不足，而改(擴)建不易，可考量於適當地點(公共設施用地)建構雨水調節池，貯存調節下游管渠輸水容量不足之逕流量。

3.滯洪設施之構造

一般山坡地於開發時，設置滯洪設施以降低洪峰流量、遲滯洪峰到達時間，滯洪設施多採用滯洪池(Detention pond，又稱為滯留地、調節池或調整池)。

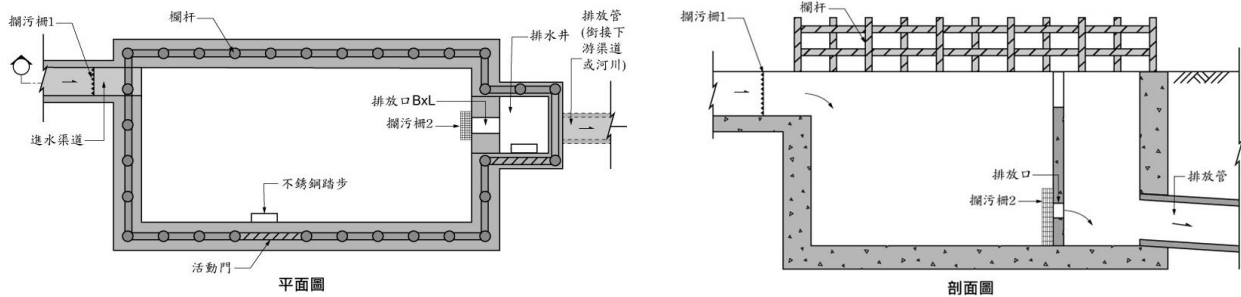
滯洪池通常設在集水區內地勢最低之集流點，其構造常呈一皿器形狀。滯洪池前方銜接進水渠道，係讓逕流流入，池中末端設有一隔牆，隔牆下方設有一排放口，隔牆與滯洪池牆間形成一排水井，逕流由排放口排入排水井後，再以排放管排入下游渠道或河川；而為阻止雜物流入滯洪池，可於進水渠道進入滯洪池之進口處設置攔污柵，此外為防止雜物萬一進入滯洪池而阻塞排放口，亦可於排放口前端再設置攔污柵，請詳如圖 8-8。圖 8-8 所示為較為常見之滯洪池構造型式。



資料來源：山坡地排水與滯洪設計(余濬)

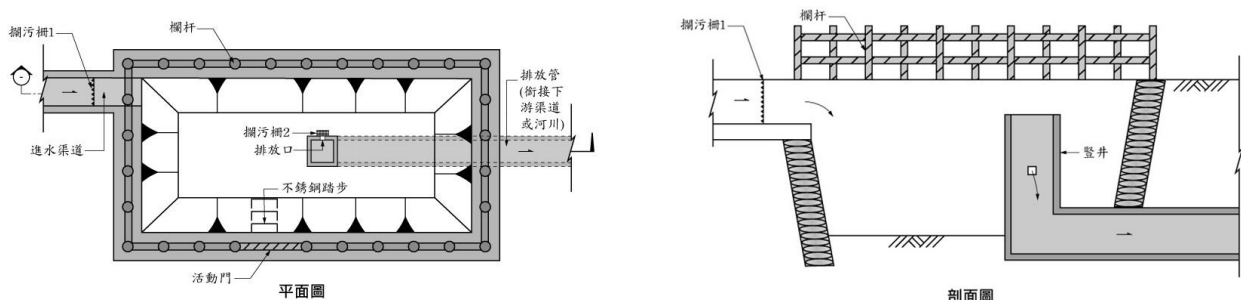
圖 8-8 一般式滯洪池構造示意圖(一)

另亦有將排水井設置於滯洪池池體外側者，如圖 8-9 所示，或將排水井改為豎井者，如圖 8-10 所示。



資料來源：山坡地排水與滯洪設計(余濤)

圖 8-9 一般式滯洪池構造示意圖(二)



資料來源：山坡地排水與滯洪設計(余濤)

圖 8-10 豎井式滯洪池構造示意圖

一般滯洪池其池底及四週邊牆為鋼筋混凝土所構成，因此只有滯洪功能而無入滲功能，又稱之為乾式滯洪池；至於池底及四週非由鋼筋混凝土所構成之滯洪池，兼具有入滲功能，則稱之為濕式滯洪池。目前配合公園等景觀設計，即常採濕式滯洪池設計，如圖 8-11。

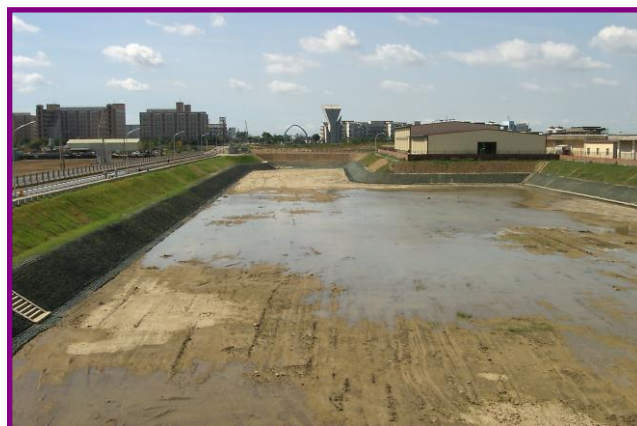
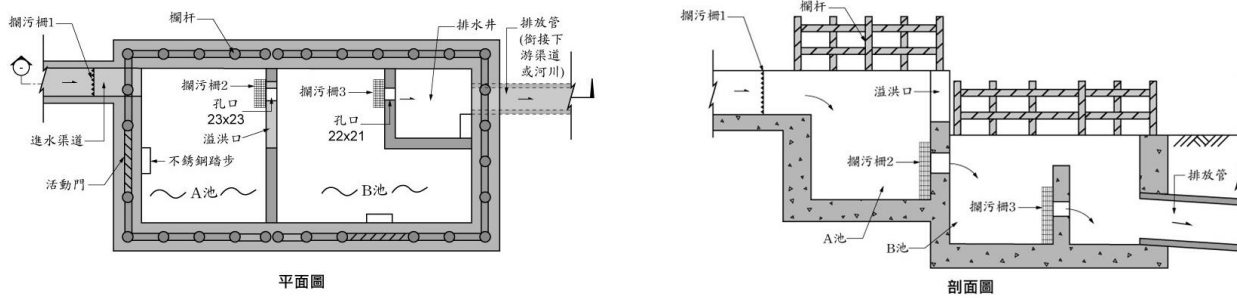


圖 8-11 濕式滯洪池示意圖

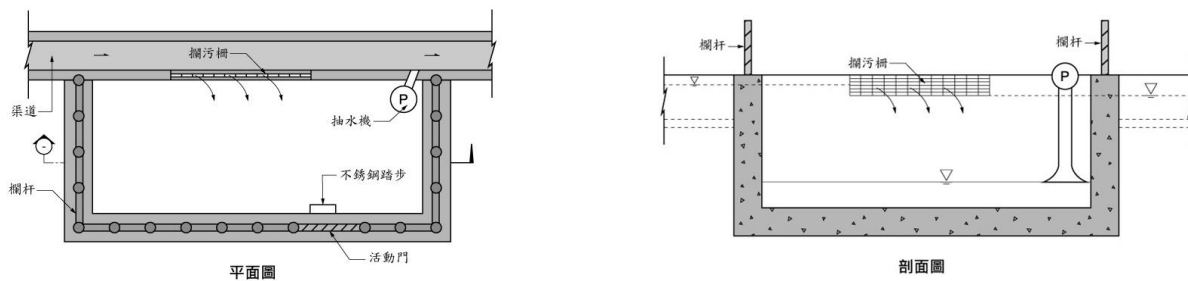
因地形地勢關係滯洪池採分離式施作，如圖 8-12，一般用於地形較陡之基地。



資料來源：山坡地排水與滯洪設計(余濬)

圖 8-12 分離式滯洪池設計示意圖

另滯洪池排放出口雖以重力排放為原則，惟因出入管渠高程與滯洪池蓄水深度關係，而無法避免需配置抽水機輔助抽水時，其構造型式如圖 8-13。



資料來源：山坡地排水與滯洪設計(余濬)

圖 8-13 抽水式滯洪池設計示意圖

滯洪池頂部予以加蓋時，則稱為封閉式，優點為滯洪池埋設於地下，其頂部地表可作其他用途，如停車場、運動場等之使用；反之無加蓋時，則稱為開放式，優點為清淤維護方便且可作成綠美化之景觀設計。

此外為方便清理與維護，須於適當處設置不銹鋼踏步，較大規模之滯洪池為便於清除淤砂，甚至設置有斜坡車道，以供清運車輛通行，如圖 8-14。若滯洪池為開放式構造，為安全考量則須於四周池頂設置圍籬、欄杆、警告標語及安全爬梯等防護設施，以防止人員跌入池中。



圖 8-14 斜坡車道示意圖

4.滯洪調節功能說明

當一場降雨發生時，集水區之逕流量 Q 開始流入滯洪調節池，滯洪調節池中水位隨之上升，因此池中水量開始經由排放口予以排放，一般排放口以採矩形孔口居多，其排放量 q 依滯洪調節池水位升降而不同。

(1) $y \leq L$ 時

當水位 y 不高於孔口之高度 L 時(詳見圖 8-15)，此時孔口之流況屬於堰流，其孔口之排放量 q 之計算公式如下：

$$q = C_1 \times B \times y^{1.5}$$

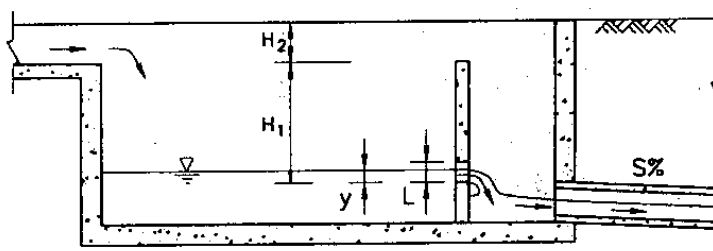
式中，

q =孔口之排放量，cms

C_1 =堰流流量係數，通常 $C_1=1.767$

B =孔口寬度，m

y =水位高度(自孔口底以上)，m



資料來源：山坡地排水與滯洪設計(余濬)

圖 8-15 滯洪池排放量示意圖($y \leq L$)

(2) $y > L$ 時

由於入流量 $Q >$ 孔口之排放量 q ，因此隨著逕流量之陸續進入滯洪池，池中之水位持續上升，當水位 y 高於孔口之高度 L 時(詳見圖 8-16)，此時孔口之流況屬於孔口流(或稱潛流)，其排放量 q 之計算公式如下：

$$q = C_2 (BL) \sqrt{2g(y - \frac{L}{2})}$$

式中， q =孔口之排放量，cms

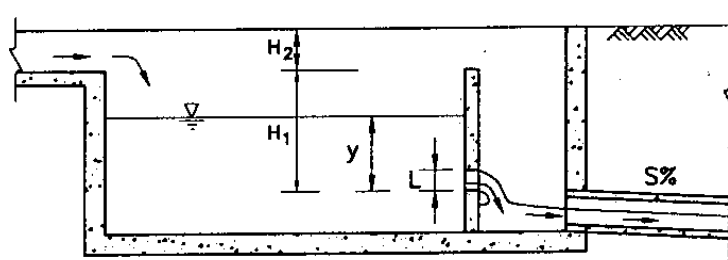
C_2 =孔口流量係數，通常 $C_2=0.6$

B =孔口寬度，m

L =孔口高度，m

g =重力加速度， m/sec^2

y =水位高度(自孔口底以上)，m



資料來源：山坡地排水與滯洪設計(余濬)

圖 8-16 滯洪池排放量示意圖($y > L$)

(3) $y = H_1$

當水位 y 達到排水井高度 H_1 時，此時 q 為最大排放量以 q_p 表示，並以下列公式計算。

$$q_p = C_2(BL)\sqrt{2g(H_1 - \frac{L}{2})}$$

式中，

q_p =孔口之最大排放量，cms

C_2 =孔口流量係數，通常 $C_2=0.6$

B =孔口寬度，m

L =孔口高度，m

g =重力加速度， m/sec^2

H_1 =排水井高度(自孔口底以上)，m

(4) 消退期

之後隨著 Q 之逐漸變小，由於 $Q < q_p$ ，則水位 y 隨之降低，其排放量 q 同樣依上述水位高度 y 與孔口高度 L 大小狀況計算之。由上述可知，排放口之排放量係隨著滯洪池中水位之不同而變化，當滯洪池中水位愈高時，排放口之排放量愈多。另外，排放口之排放量亦隨著排放口之尺寸不同而變化。

(5) 溢流量 q_{over} 計算

實務上於設計滯洪池時，為安全起見，考量當排放口被堵塞時，或是當入流量超過原設計標準時，逕流量不致於四處漫溢，於排水井頂部以上之 H_2 留作為溢流作用，其溢流量 q_{over} 必須大於滯洪池之最大入流量(即尖峰入流量) Q_p ，亦即 $q_{over} \geq q_p$ 。溢流量 q_{over} 之計算採堰流公式，如下所示。

$$q_{over} = 1.767 \times B_{over} \times H_2^{1.5}$$

式中，

q_{over} =溢流量，cms

B_{over} =排水井頂部之長度，m

H_2 =排水井頂部之溢水高度，m

(6) 流量歷線說明

A. 入流量歷線

當集水區於集流點之位置設置滯洪池後，如將流入滯洪池之逕流量與時間之關係繪成圖形，則為滯洪池之入流量歷線(詳見圖 8-17)，圖 8-17 中最大之入流量 Q_p ，稱為滯洪池尖峰流量，其發生時間為 t_1 ，逕流量自開始至停止之時間 t_b ，稱為基期(Base time)。

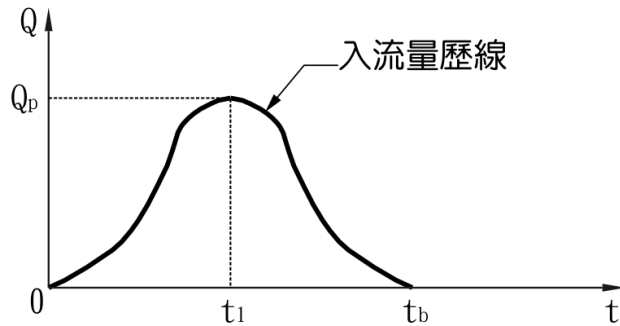


圖 8-17 滯洪池入流量歷線圖

B. 出流量歷線

另將排放口之排放量與時間之關係繪成圖形，稱為滯洪池之出流量歷線(詳見圖 8-18)，圖 8-18 中最大之出流量 q_p ，稱為滯洪池尖峰出流量，其發生時間為 t_2 ，若不考慮蒸發及入滲等之損失，則入流量歷線與橫軸之面積，應與出流量歷線與橫軸之面積相等。

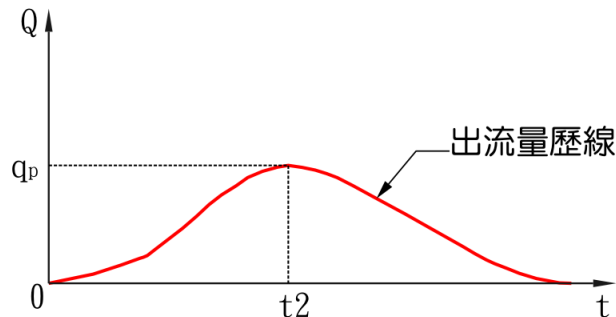


圖 8-18 滯洪池出流量歷線圖

C. 入流量與出流量歷線

將滯洪池之入流量歷線與出流量歷線重疊繪製，如圖 8-19 示，其中陰影之面積即為滯洪池之滯洪量，其滯洪功能可將尖峰入流量 Q_p 降低為尖峰出流量 q_p ，且尖峰時間由 t_1 延遲至 t_2 ，此亦即 $q_p < Q_p$ ， $t_1 < t_2$ 。

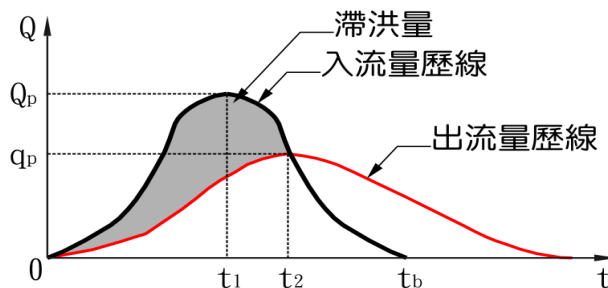


圖 8-19 滯洪池入流量與出流量歷線圖

D.適當出流量

由於滯洪池之水位、排放口之尺寸均影響出流量歷線，因此滯洪池之設計，即須選用適當之尺寸，俾使得尖峰出流量 q_p ，不大於山坡地開發前之最大逕流量(或法令規定之允許排放量) q_0 ，亦即 $q_p \leq q_0$ 。圖 8-20 所示之出流量歷線當 $q_p > q_0$ 時，表示其降低尖峰出流量功能不足，滯洪池之滯洪量過小；而若 $q_p < q_0$ 時，其降低尖峰出流量之功能過多，滯洪池之滯洪量過大因而造成浪費，故於實務上設計時，宜採 $q_p \leq q_0$ 且 q_p 趨近於 q_0 較為理想，如圖 8-20 之 $q_p = q_0$ 出流量歷線所示。

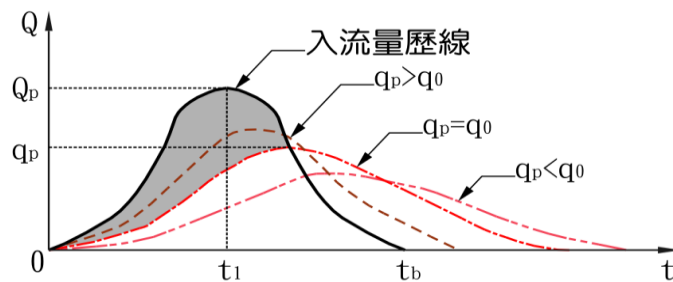


圖 8-20 滯洪池適當出流量示意圖

(7)功能運用

滯洪功能可以降低尖峰出流量，因此滯洪池之設置非僅應用於山坡地之開發。一個都市發展歷經多次都市計畫變更，造成地表不透水表面率增高或溫室效應造成降雨強度變大，導致逕流增加致使既有雨水下水道管線無法負荷，除增(改)建管渠系統外，亦可設置滯洪調節池，予以調節貯留既有雨水下水道管線無法負荷之尖峰逕流。

4.滯洪(調節)設施容量設計

近年來溫室效應造成全球氣候異常，水文極端現象明顯，形成降雨日數減少、降雨強度集中之現象，而都市快速發展，原屬有滯留逕流功能之農業區或保護區等土地，高度開發利用結果，而導致擴大了淹水範圍、深度及時間。滯洪(調節)設施針對上述現象有極大之緩衝效果，因此亦成為近期來較盛行之排水改善策略。

經濟部水利署有鑑於國內對於滯(蓄)洪設施之入流設計及滯(蓄)洪體積計算所採用之方法、模式並無統一之規範，因此於 95 年 12 月編製「滯洪設施規劃設計參考手冊」，其演算方法主要以 SCS 三角單位歷線配合設計雨型，並採用不同的降雨延時分別進行演算。

「滯洪設施規劃設計參考手冊(經濟部水利署水利規劃試驗所 95.12)」總則 3，說明該手冊以河川治理及區域排水中所規劃的滯(蓄)洪設施為主，而於有關法規另有規定時，應依據法規所定。此處所指法規為台灣地區現已頒行之水土保持技術規範、非都市土地開發審議作業規範。

而雨水下水道系統迄今尚無完整、一致之設計規範，查民國 86.7.19 頒布之「台灣省下水道工程設施標準」，乃至民國 98.11.27 頒布之「下水道工程設施標準」，有關雨水調節池之部份條文，仍係參考「下水道雨水調整池技術基準(案)解說計算例(社團法人日本下水道協會昭和 59 年 10 月)」予以摘錄。

「下水道雨水調整池技術基準(案)解說計算例」，係配合雨水下水道管渠系統，主要採合理法公式計算逕流量，並以降雨強度公式設計雨型，以求得逕流歷線，並選擇計算入出流構造物，予以進行水庫演算。

有關河川治理及區域排水中所規劃之滯(蓄)洪設施，請另詳「滯洪設施規劃設計參考手冊(經濟部水利署水利規劃試驗所 95.12)」，以下就「水土保持技術規範(水保局)」所採之三角單位歷線法，以及參考「下水道雨水調整池技術基準(案)解說計算例(社團法人日本下水道協會昭和 59 年 10 月)」之水庫法演算法，予以說明如后。

(1)三角單位歷線法

依「水土保持技術規範(水保局 109.03.03)」九十六條規定滯洪設施之水理計算如下：

A. 利用開發前、中、後之洪峰流量繪製成三角單位歷線圖，以三角形同底不等高，依下列公式求出滯洪量：

$$V_{S1} = \frac{t_b'(Q_2 - Q_1)}{2} \times 3600$$

$$V_{S2} = \frac{t_b'(Q_3 - Q_1)}{2} \times 3600$$

V_{S1} : 臨時滯洪量(M^3)

V_{S2} : 永久滯洪量(M^3)

Q_1 : 開發前之洪峰流量(cms)

Q_2 : 開發中之洪峰流量(cms)

Q_3 : 開發後之洪峰流量(cms)

t_b' : 基期(hr)

基於安全考量，設計基期至少應採一小時以上之設計(不足一小時者，仍以一小時計算)。

B. 滯洪設施之設計蓄洪量 $V_{sd}(m^3)$ 其規定如下：

永久性滯洪設施： $V_{sd}=1.1V_{s2}$

臨時性滯洪設施： $V_{sd}=1.2V_{s1}$

依「水土保持技術規範(水保局 109.03.03)」設置滯洪設施之目的在於降低因開發山坡地而增加下游地區洪峰流量之衝擊；而屬行政院公告「山坡地」之都市計畫區設置滯洪調節設施，係檢討既有雨水幹線容量

不足，可在幹線上游地區利用公共設施用地或寬廣道路下設置足夠容量之地面或地下滯洪調節設施，將超過既有雨水幹線容量之逕流暫時貯留，俟尖峰流量過後再以小於既有幹線容量之流量釋出。

三角單位歷線法係簡化其出流量線亦為三角形(如圖 8-21)，屬行政院公告「山坡地」之都市計畫區，計畫設置滯洪調節設施之容量，以暫時貯留下游幹線無法負荷之逕流，則可以下式計算。

$$V = \frac{T_b(Q_p - q_p)}{2} \times 3600$$

式中：

V ：滯洪量， m^3

Q_p ：滯洪池之尖峰入流量， cms

q_p ：下游幹線允許之排放量， cms

T_b ：基期(hr)，至少應採 1 小時以上 (不足 1 小時者仍以 1 小時計算)

V_{SD} ：滯洪池設計蓄洪量，為 1.1~1.2 倍滯洪量(永久滯洪池，水土保持技術規範採 1.1 倍，而台北市山坡地開發建築基地規劃設計技術規範，則規定採 1.2 倍)，本計畫建議採 1.2 倍。

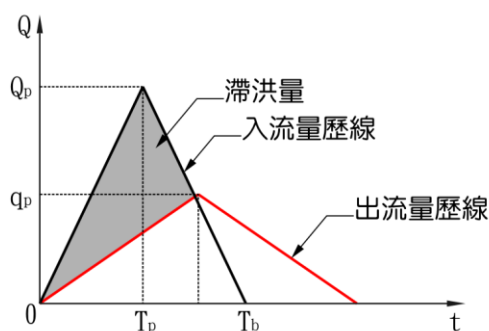


圖 8-21 滯洪池入流量及出流量歷線圖

(2)水庫法演算

水庫演算法係考慮當入流量歷線已知時，流入滯洪池之水量，經由排放口控制出流量，使得最大之出流量不超出允許之排放量。其水理演算則依據水文平衡方程式為之；而排放口之流量求算，當排放口為孔口時則分為堰流及潛流兩種狀況計算。

A.水文平衡方程式：

$$\frac{dV}{dt} = Q - q$$

式中，

V ：滯洪池滯洪量， $V = f(y)$ ， m^3

Q ：滯洪池流入量， cms

q ：滯洪池排放口排放量， cms

上式採中央差分法計算，則

$$V(t+\Delta t) = V(t) + [(Q(t+\frac{\Delta t}{2}) - q(t+\frac{\Delta t}{2}))\Delta t]$$

式中，

$$Q(t+\frac{\Delta t}{2}) = 0.5[Q(t+\Delta t) + Q(t)]$$

$$q(t+\frac{\Delta t}{2}) = 0.5[q(t+\Delta t) + q(t)]$$

Δt ：計算時間

B. 排放量計算

一般排放口設計為孔口，其排放量 q 計算公式如下：

(a) 當 $y \leq 1.2L$ 時(即堰流狀況)：

$$q = C_1 \times B \times y^{1.5}$$

(b) 當 $y \geq 1.8L$ 時(即潛流狀況)：

$$q = C_2 \times B \times L [2g(y - 0.5L)]^{0.5}$$

(c) 當 y 介於 $1.2L$ 與 $1.8L$ 之間時，則以 y 值為 $1.2L$ 及 $1.8L$ 時之流出量利用線內差求得，即：

$$q_1 = C_1 \times B \times (1.2L)^{1.5}$$

$$q_2 = C_2 \times B \times L \times (2.6gL)^{0.5}$$

$$q = q_1 + \frac{(q_2 - q_1) \times (y - 1.2L)}{0.6L}$$

以上各式中， y 為水深(m)； B 為孔口寬度(m)； L 為孔口高度(m)；堰流流量係數 C_1 值一般在 $1.7 \sim 1.8$ 之間(通常採用 $C_1 = 1.767$)；潛流流量係數 C_2 則與孔口型式有關，鐘形孔口之 C_2 值介於 $0.85 \sim 0.90$ 之間，非鐘形孔口之 C_2 值約 0.60 ，一般採用 0.60 。

C. 水位與容量關係

滯洪池其水位與容量關係可以下式表示之

$$V = A_0 \times y^c$$

式中，

V ：滯洪池滯洪量， m^3

y ：滯洪池水深(水面至排放口底)， m

A_0 及 c ：滯洪池形狀係數

滯洪池池壁垂直時 $c=1$ ， A_0 為滯洪池之面積

當滯洪池之面積變化為定值時，亦即滯洪池之邊坡為垂直時， $c=1$ ，其水位與容量關係可以下式表示之

$$V = A_0 \times y$$

於此種情況時，通常由於用地、地形及地質之限制，或者考慮工程經濟效益等因素，滯洪池之洪水深為某一定值 H_1 (即排水井高度)，再利用排放量計算式，以水深 $y=H_1$ ，先行求算得孔口寬度 B 與高度 L ，此時之孔口排放量 q_p ，必須小於等於滯洪池之允許排放量 q_0 ，亦即 $q_p \leq q_0$ 。

當 B 、 L 已知時，則先假設一滯洪池面積 A_0 ，然後以水文平衡方程式演算，演算時起始 $t=0$ ，滯洪量為 $V(t)=0$ ，經演算結果若有 $q > q_p$ ，則表示滯洪池面積 A_0 太小，須重新假設一較大 A_0 值演算，若最大之 $q < q_p$ ，則表示滯洪池面積 A_0 太大，須重新假設一較小 A_0 值演算，如此一直演算至 $q < q_p$ 且 q 非常接近 q_p 或 $q=q_p$ ，則該 A_0 值即為正確之滯洪池面積， A_0 乘上 H_1 即為滯洪池所需之滯洪量，亦即滯洪量 $V=A_0 \times H_1$ 。最後滯洪量再加上餘裕量(10~20%)即為蓄洪量。

(3)比較說明

- A. 水庫演算法之入流量歷線可為任何形狀；而三角單位歷線法則僅限定為三角形。
- B. 水庫演算法求算滯洪量，其過程較三角單位歷線法繁瑣，惟精度較高。
- C. 水庫演算法求算之滯洪量，與採用之計算時間 Δt 有關， Δt 愈小精度愈高。
- D. 水庫演算法求算之滯洪量與排放口之形狀有關。
- E. 為簡化水庫演算法之計算，亦可作適當之假設而予以無因次化。
- F. 有關水庫法無因次化之理論依據或其他演算方式，設計者可進一步參考其他滯洪池相關手冊、文獻或書籍。

5.注意事項

依「下水道工程設施標準(營建署 98.11.27 修正發布)」第十一條第四項規定：雨水調節池之構造為堰堤式、掘進式或地下式，應以重力方式放流為原則。惟實際規劃設計時，如無法採重力方式放流，則需將出口水位條件或爾後抽水設施等營運費用，納入計算及考量。

雨水調節設施採堰堤方式構築，應考量配合公共設施用地使用目標，採兼具生態或景觀功能之調節池設計；而如採掘進式或地下式貯留設施設計，應慎重評估爾後之操作運轉費用及管理機制，以減免能源之耗費及操作之風險。

設置雨水調節設施位置、地點，應與地方政府協調，並取得民意之支持，以利計畫得以順利執行。

第九章 設計書圖製作

9.1 設計圖製作

設計圖製作依工程內容，一般包括封面、圖目錄、管渠系統總平面圖(或工程位置圖)、管渠平縱斷面圖、埋設斷面圖、箱涵結構圖及鋼筋表、明溝標準斷面圖、人孔構造詳圖(含人孔型式構造、人孔蓋及踏步)、其他及附屬設施等詳圖。

1.封面

設計圖冊加一張封面圖，用以標註業主全銜、工程名稱、及日期等項目。

2.圖目錄

標註工程名稱、圖名及圖號。工程規模較大、圖數較多，建議加註張數或頁數。

3.位置圖及圖例說明

位置圖採用比例得視工程範圍調整，一般採用比例為 1/10,000~1/30,000 之間，位置圖製作應足以明確顯示工程位置為基本原則。圖中除標示計畫管渠位置(採實線)及計畫接入既有管渠(採虛線)外，亦需標示指北及比例、街道名稱、河川、溝渠、橋梁及公共設施等。並說明本套設計圖所用之圖例，而測量控制點(高程及座標)位置圖及其數據亦應列入，否則需增另圖繪製。

4.系統平面配置圖

規模較大工程，為使工程人員明確瞭解整體管渠系統，需繪製系統平面配置圖，一般採用比例為 1/3,000，惟可視工程範圍調整，圖中記入事項，臚列如下。

(1)指北、比例、圖例等。

(2)街道名稱、河川、溝渠、橋梁及公共設施等。

(3)管渠及人孔編號、管渠尺寸及長度等數據、流向等。

(4)既有管渠及人孔編號、既有管渠及人孔之數據。

(5)區域大而劃分為若干圖面時，需有索引圖。

(6)其他必要之標註。

5.一般說明

一般說明在小型工程，得併「位置圖及圖例」繪製，而工程性質特別者，可另行繪製說明。「一般說明」描述工程一般規定、特殊規定、廠商應注意事項、主要材料(如鋼筋、混凝土、模板等使用規定)及特殊計價方式等。目的在於扼要說明工程重要特性、注意事項及規定，以利投標廠家清礎了解後，再依「圖說規定」詳細估價投標。得標廠商當亦需依此「一般說明」及契約等「圖說規定」履約。

6.計畫樁位圖及平面幾何數據表

管渠工程需於用地範圍內施設，設計線形依用地情況採直線及圓曲線佈設，而為使廠商可於現場放樣施設，需提供設計樁位圖及中心線幾何數據表(含座標)，如明渠二岸與中心線不是同心圓曲線，則二岸亦均需繪製樁位圖及數據表。

7.平面及縱斷面圖

平面及縱斷面圖分成上下兩部份，圖上半部繪製平面圖，比例採用 1/500 或 1/600。圖下半部繪製縱斷面圖，垂直比例採 1/100、水平比例配合平面圖採用 1/500 或 1/600。圖中記入事項包括：

- (1)指北、比例、圖例
- (2)街道名稱、河川、溝渠、橋梁及公共設施等。
- (3)管渠及人孔編號、管渠尺寸、長度、流向及曲線半徑等。
- (4)既有管渠及人孔編號、既有管渠等。
- (5)工程分界線，各管線系統相互流入之關係情況
- (6)縱斷面中管渠編號、管渠尺寸、管長、坡度及上、下游渠底高程。
- (7)縱斷面中人孔編號、地面標高、渠底標高，樁號。
- (8)人孔型式、頂部高程及頸高(h)等必要之標示。
- (9)規模較大工程建議繪製索引圖。

8.排水斷面標準圖

明溝工程應有排水斷面標準圖，排水斷面標準圖分上下兩部份繪製，圖上半部繪製平面圖、下半部繪製橫斷面圖。說明明溝詳細構造型式、各項尺寸、材料使用及各項附屬設施等。如有漸變段或特殊斷面，亦需另行加繪製斷面型式。

9.埋設斷面圖

說明暗渠開挖(含擋土措施)埋設方式、開挖寬度及深度、回填材料及路面鋪設等規定，並標示開挖計價線。

10.箱涵結構圖及鋼筋表

說明各型斷面箱涵之細部尺寸、混凝土採用強度及鋼筋配置方式，亦需繪製鋼筋表。

11.人孔詳圖

說明人孔型式構造、尺寸、構築材料(含混凝土採用強度及鋼筋配置方式)，亦需繪製人孔蓋、踏步等附屬設施，及開挖(含擋土措施)回填等。

12.其他構造物詳圖

明溝工程採多樣化設計，其構造型式不同，而需繪製構造物詳圖(含混凝土採用強度及鋼筋配置方式)。

13.土方圖

明溝土方計算需繪製土方圖，以每 20 公尺繪製一個斷面為原則，而計畫斷面尺寸、型式變化點(里程)，亦需將其上、下游不同計畫斷面，套繪於該里程之橫斷面測量底圖。

14.其他標準圖等

依工程需要繪製其他必要之圖說。

9.2 預算書編列

預算編列包括數量計算、數量統計、單價分析表、預算詳細表、預算總表、資源統計表等。

1.數量計算

工程數量需詳細研讀圖面、施工規範，詳實計算，而其計算及統計之「單位」，應與單價分析及施工規範計量計價之「單位」相吻合。

2.PCCES 軟體作業

工程預算金額一千萬元以上標案，預算總表、預算詳細表、單價分析表，需依公共工程委員會開發之公共工程電腦估價系統（Public Construction Cost Estimating System, 簡稱 PCCES）辦理。

其中單價分析表之項目及工率，可參考營建署之「工料分析表」或其他公家機關之單價分析資料；而工料之基本單價，則可依營建物價或訪價後訂定之。

9.3 施工規範

施工規範為工程施工、監督、估驗及驗收之依據，其訂定之目的在於確保工程施工符合設計要求及施工品質。設計時可參酌公共工程委員會編製之「公共工程施工綱要規範」，依計畫工程特性予以編製，如有不足再依計畫之施工特性，訂定施工補充說明書，以臻完善。

編製注意重點包括施工要求或規定、檢驗項目及頻率等，是否符合工程規模及特性；另其計量計價單位，是否與數量計算、單價分析、詳細價目表相吻合。

9.4 設計計算書

設計預算書圖成果呈送，亦應依設計標的內容及性質，提送相關設計計算書，如結構、設備功能、地盤改良、照明、水理計算、擋土支撐分析等。

第二篇 抽水站設計

第一章 前言

1.1 概述

台灣是一個多山川之島嶼生態系，島內河流縱橫密布，大部份河流都是發源於縱貫全島之山脈，然後從東西兩側流入海洋，台灣狹長之南北走向，形成河川短促之現象。乾季時雨少而蒸發量大，許多台灣高山源頭溪水量消失、河床裸露，而雨季時則水量充沛湍急，造成河川水位高漲，為早年氾濫成災之原因，為此乃需建構堤防、護岸導引水流，以保護堤內都會區免遭外水入侵。

都市排水依地勢由高向低排放區排、河川或海洋，辦理雨水下水道系統規劃，亦需考量維持既有排水系，採重力流方式佈設雨水下水道幹支線，將堤內都市雨水逕流排放堤外。惟部份都市計畫集水區之地面高程低於堤外河川、溪流之洪水位，或位屬感潮區，排水受外水位影響無法順利以重力流方式排除，而需規劃設置雨水抽水站，採機械方式抽排放堤外。

1.2 抽水站之組成

抽水站之組成，主要由抽水機房、前池（或沉砂池）、粗攔污柵（含撈污機）、進流閘門、細攔污柵（含撈污機）、調壓槽、貯油槽、排出水道及平常雨水重力排水溝出口之防洪閘門等主要構造物組成，整體組成亦包括機電、儀控、給排水、消防及其他附屬設備等，請詳圖 1-1 及 1-2。設置雨水抽水站之目的，在於外水位高漲時，堤內雨水下水道無法以重力流方式排放，而需藉由抽水機組，採機械動力強制將堤內逕流抽排除。

1.3 抽水站規模檢討

考量都市發展及環境變遷，抽水站設計前應先檢討辦理需求，應急工程或用地取得不易之地區，可考慮採用移動式抽水機組，達到計畫抽水量之目標。

抽水站建設及爾後操作維護費用不貲，惟卻關係民眾之生命財產安全，以及環境生活品質，因此計畫抽水站規模之釐定，過與不及均屬不當。而針對抽水量之檢討內容，應包括保護頻率、降雨強度公式、集水範圍等等。有關保護頻率、降雨強度公式及抽水量計算檢討，請詳本篇第二章說明，而集水範圍檢討則說明如次：

原規劃抽水站集水範圍，主要係依其規劃管線系統而劃定，辦理抽水站工程設計，應先檢討目前管線系統施設情形，並依目前都市計畫發展，及後續管線建構計畫情形，釐定計畫抽水保護範圍。

述及抽水保護範圍，即應先檢討此抽水站排水分區之幹支線，有無採高、低地排水分離方式，使高地逕流採重力流排放之條件，以減免或減小抽水站規模，以達節能減碳之功效；屬局部低窪地區，則建議採局部圍堤(小區域)抽排水方式，以避免影響整個排水系統，而擴大抽水保護範圍。

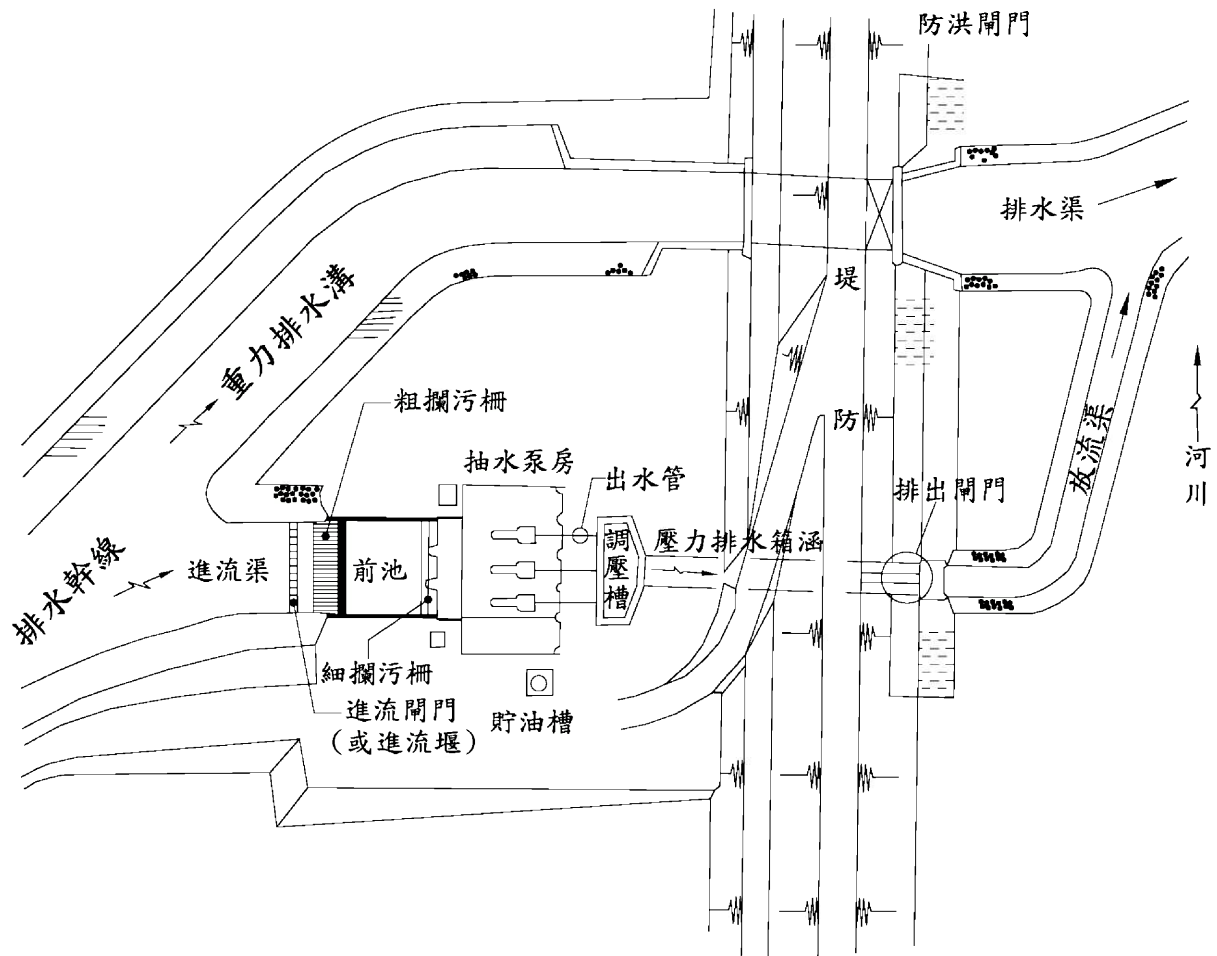


圖 1-1 雨水抽水站平面示意圖

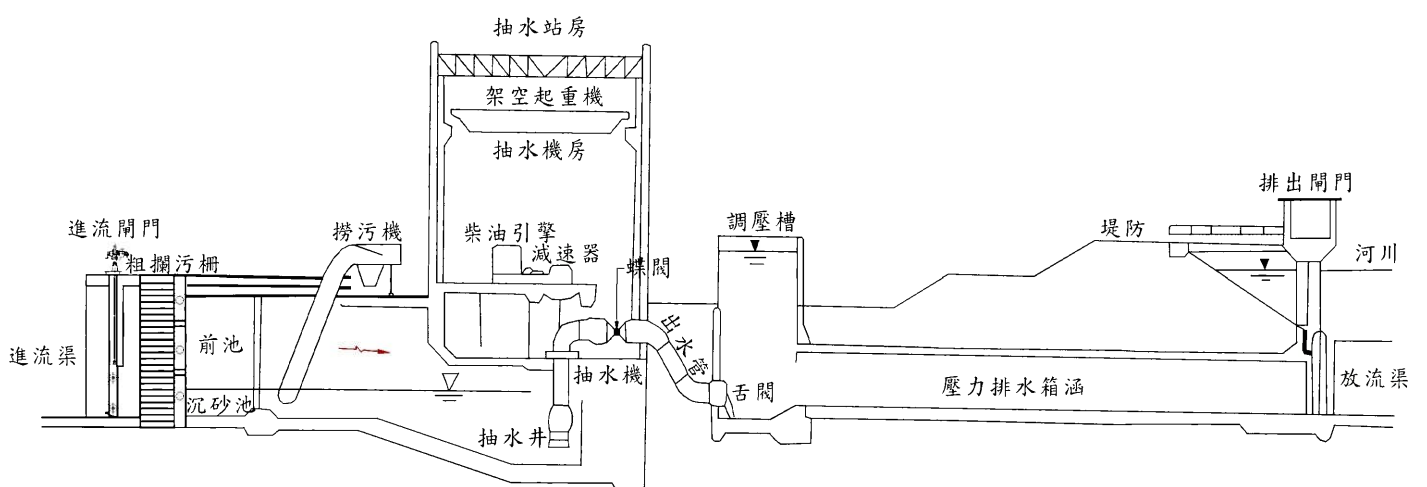


圖 1-2 雨水抽水站縱斷面示意圖

1.4 規劃設計應注意之基本事項

依「下水道工程設施標準(營建署 98.11.27 修正發布)」第十六條雨水抽水站設施規定如下：(1)應設於地形上較低及接近排放口位置，並應避免浸水。(2)雨水下水道抽水量之估計採用計畫逕流量。(3)吸水位應以流進管渠之最高及最低水位決定；出水位應以計畫外水位設計(4)選擇抽水機組及其動力設備應設置備用機組。(5)抽水機室、配電室及主控室之消防設備應符合消防法規規定。

其他規劃設計應注意之基本事項，條列如下：

1.確實把握排洪量（即抽水量）

排洪抽水站之抽水能量必需滿足計畫水位之條件，諸如內水位（容許淹水位），外水位（河川計畫蓄水位，各種潮位等），及各種不同頻率之洪水量與洪水位。因此規劃設計前，除檢討合宜之抽水規模外，亦需搜集上述最新之外水位等資料，予以探討分析後決定計畫(額定)抽水量。

2.抽水站之運轉必須安全確實

抽水站在運轉時，其水位條件經常變動，因此選用抽水機機型及抽水機數量等應特別注意，包括下列各基本條件。

(1)最低運轉水位。

決定抽水機之最低可能運轉水位時，應考慮將來地盤下陷，水頭損失之變動，或因區域性開發而可能降低抽水井之水位。

(2)抽水機之設置數量

抽水機之設置數量，應需配合洪水時期之出水變動率，即抽水機之設置數量必須能以動態之運轉方式配合動態之出水變動，以決定每一個抽水機之抽水容量，但無論如何抽水機之設置數量至少需二台以上。

(3)抽水機之型式

為減少日後維修費用，抽水機之型式最好選用同一型式，又因需配合流量之變遷時，可選用二種大小不同而同一型式之抽水機。

(4)預期效果及可靠性

為確保抽水站能確實地運轉且發揮其預期效果，及保持其可靠性，則必需考慮下列各基本要項：(A)抽水設備之構成必須單純化，以排除發生故障之機會。(B)考慮以數台抽水機分擔總排水量，達到危險分散之目的。(C)設置備用抽水機，以防萬一。(D)運轉操作簡單化，同時明示故障判定方法及故障之排除對策。(E)抽水機之驅動設備應以引擎為原則，抽水機為沉水式時，則其電動機之電源以柴油引擎發電機供給為原則。(F)非沉水式抽水機之驅動設備或沉水式抽水機之柴油引擎發電機裝設位置，必須考慮抽水機組故障及超過設計效率之可能淹水情況而釐定(G)地層嚴重下陷地區，抽水揚程計算應考慮下陷量。

3.抽水站之維護必須簡單容易

排洪抽水站是一典型之緊急設備，其運轉頻率雖然甚低，但必須是常設之應急設備。故為顧及其平常之維護簡易，規劃設計時，特別注意站址之周遭之環境條件，作為抽水站之平面佈置，立面之構造及器材與材質之選用依據。

4.納入自動化及智慧操作管理

都會地區抽水站數量日益增加，操作管理人力有限條件下，抽水站運轉機制已從傳統現場單機啟動機組，進化為遠端控制及自動運轉。設計時可配合運轉需要，建置自動化監控系統，透過遠端監視及遙控，由管理單位及防災指揮中心直接指揮調度，以加強防災整備效率及縮短應變時間。

第二章 計畫抽水量

2.1 降雨強度公式

台灣地區降雨情形，主要可分為短時間暴雨、及長時間之颱風雨兩種，茲探討說明如下。

1. 暴雨

係由熱帶性氣流之影響而產生，暴雨之特性係雷雨交加，降雨範圍小、時間短，惟降雨特大，極易造成市區局部積水。

2. 颱風雨

係每年夏秋之交，由遠洋海面形成之巨型風暴所生，其短時間降雨強度常較暴雨為小，但範圍廣、時間長，常造成河川水位高漲而氾濫成災。

3. 規劃設計依據

前省住都局辦理雨水下水道系統規劃，考量暴雨及颱風雨，對雨水下水道設施之影響各異，因此雨水下水道管渠之規劃設計，恆以暴雨為依據，而堤後抽水站，則以颱風雨為規劃設計之依據。

降雨強度公式之選用，建議應依檢討規劃報告訂定之原則，再視實際情形檢討。而上述有關「堤後抽水站，則以颱風雨為規劃設計之依據」乙節，考量部份感潮及低窪地區，尋常暴雨時即需起動抽水機組抽排，因此建議參考「台北市下水道工程設施標準」第七條第五款規定，如有下列情形，抽水站之抽水量採暴雨強度公式計算。

(1) 抽水站引水幹管集水區域內都市計畫所擬訂之最低地盤高程如低於出口河川平均高潮位或出口擬排入之幹渠計畫水位或河川常水位加上自該最低點至出口所需之水力坡降時。

(2) 擬排入河川之洪峰到達該抽水點之時間短於三小時。

2.2 計畫頻率

與我國都會區發展型態類似之鄰國日本，其抽水站之計畫頻率為 5~20 年，而依「施工手冊第三篇（前省住都局 73.10）」說明：「...我國防洪抽水站之計畫頻率採 3~5 年，至於應以何種頻率為合適，應視計畫排水區之發展情況，及都市使用分區情形予以擬定...。」

以臺北市雨水下水道管渠係採 5 年再現期降雨，其颱風雨抽水站亦採 5 年一次颱風雨強度公式計算，比較其降雨強度，如表 2-1，由表 2-1 顯示颱風雨之降雨強度較低。衡觀臺北市目前各抽水站運轉情形，除部份抽水區因管線系統無法改善，及因當機等意外事件外，其餘各抽水站採用 5 年一次保護標準，尚可滿足目前環境需求。因此在建設經費侷限下，前省住都局訂定計畫頻率採 3~5 年，應屬合理。

表 2-1 台北市五年一次暴雨及颱風雨降雨強度比較表

降雨型態	公式型式	基本參數值		各延時降雨強度(mm/hr)						
				10	20	30	40	60	90	120
暴雨	$I = \frac{a}{t+b}$	a	8606	145.5	124.5	108.7	96.5	78.9	61.9	50.9
		b	49.14							
颱風雨	$I = \frac{a}{t+b}$	a	4867	83.5	71.3	62.2	55.1	44.9	35.2	28.9
		b	48.3							

2.3 抽水量估算

前省住都局抽水量估算，係採合理公式計算，其公式如下：

$$Q = \frac{1}{360} \times C \times I \times A$$

式中 Q =設計逕流量以 cms 計

C =逕流係數

I =降雨強度以 mm/hr 計

A =集流面積以公頃計

1. 逕流係數

查日本東京都下水道局村田恒雄及佐藤治所著之「ポソフ場の設計と考え方」一書所擬：將都市開發程度分為四個階段，各開發階段之逕流係數列如下：

(1) 第一階段 逕流係數 $C=0.5$

(2) 第二階段 逕流係數 $C=0.6$

(3) 第三階段 逕流係數 $C=0.7$

(4) 第四階段 逕流係數 $C=0.8$

前省住都局辦理雨水下水道系統規劃，則係以「各土地使用分區類別」之不透水表面率，計算「暴雨逕流係數」，一般採用情形如表 2-2；而「颱風雨逕流係數」，則考量先期降雨之影響，地層含水率已達飽和，因此採 0.90~0.95 固定值計之(大多採 0.95)。

上節建議依所處環境條件，分颱風雨抽水站及暴雨抽水站，並分別採颱風雨及暴雨強度公式計算，因此逕流係數 C 之採用，亦當依上述分別採用，始為合理。

表 2-2 各土地使用分區逕流係數表

使 用 分 區	逕 流 係 數		中 值
	範 圍	值	
商 業 區 住 宅 區 工 業 區 機 關 學 校 公 園、綠 地 農 業 區 山 區	0.70 - 0.93		0.83
	0.66 - 0.89		0.79
	0.56 - 0.78		0.67
	0.50 - 0.72		0.61
	0.46 - 0.67		0.56
	0.30 - 0.50		0.38
	0.55 - 0.75		0.60

2. 降雨延時

前省住都局以合理化公式估算抽水量，其中降雨強度公式之降雨延時，常採用外水洪峰流達時間，其論述為外水洪峰流達抽水站始需抽排。

惟外水洪峰流達抽水站時間，並無實際之量測資料可作為依據。因此建議以堤內雨水下水道管線流達排放出口之集流時間，為計算降雨強度公式降雨延時之依據，以確保防洪排水安全。

3. 壓減率探討

由於防洪抽水站工程費用高昂，因此如何運用各種可能情況，予以壓減抽水容量，以撙節建設費及爾後之操作維護費，係值得深入探討之課題。

國內目前常被應用於壓減抽水容量的方式，除利用低窪地或水田做為滯洪池，應用累積曲線計算抽水量以外，早期亦採用日人板倉誠博士之雨水滯留公式，以壓減抽水容量。前省住都局即常以板倉誠博士之雨水滯留公式壓減抽水量，為計畫抽水量之依據，茲將板倉誠博士公式之理論簡述如下：

一般雨水下水道管渠，均以瞬間尖峰流量為設計標準，而抽水站恆位於系統最下游出口處，流達時間延長，且受河川洪峰流達時間影響，所需抽水量均較管渠系統之設計容量為小，因此下水道管渠系統具有貯水功能，可調節滯留尖峰流量，以壓減抽水量。上述板倉誠博士公式如下：

$$Q = \frac{1}{360} \times C \times I$$

$$Q(m^3/sec) = \frac{1}{360} \times C \times \frac{a}{a \times t + b} \times A \times \phi_m$$

管渠終點流出量為：

$$Q(m^3/min) = \frac{1}{6} \times C \times \frac{a}{a \times t + b} \times A \times \phi_m$$

集水區內任何一點管渠最大流出量為：

$$Q_c = C \times \frac{1}{6} \times \frac{a}{a \times t_c + b} \times A_c \times \phi_m$$

因此集流時間 t_0 內，管渠蓄積水量為：

$$V = \int_0^{t_c} C \times \frac{1}{6} \times A \times \left(\frac{a}{a \times t + c} - \frac{a}{a \times t_c + b} \right) dt$$

上式 A 為 t 之函數，將 $A = (A_c/t_c) \times t$ 代入則渠蓄積水量得：

$$V = \frac{CaA\phi_m}{6} \left[1 - \frac{b}{at_c} \ln \frac{at_c + b}{b} - \frac{at_c}{2(at_c + b)} \right]$$

抽水量壓減係數為：

$$X = \sqrt{\frac{V}{Q \times t_c}}$$

式中 V ：可滯留容量(m^3)

C ：逕流係數

a 及 b ：降雨強度公式中係數

t_c ：集流時間(分鐘)

ϕ_m ：降雨平均強度係數($1-0.0434 \times A^{0.5}$)

α ：滯留係數(1.25~1.30，一般採用 1.27)

X ：抽水量壓減係數

A ：集流面積(公頃)

日本板倉誠博士公式係適用 Talbot 型雨量公式，而前省公共工程局於辦理「台北市（原市區）雨水下水道系統規劃」時，考量集水區面積不大，且都會區無局部地區可供滯留，因此降雨平均強度係數 ϕ_m 及滯留係數 α 值，均採用 1。

4. 抽水量估算

早年前省住都局，視當時都市計畫發展情形，及建設費用之考量，而常採板倉誠博士公式壓減，估算抽水量。惟上述板倉誠博士公式壓減抽水量，應有其適用性，如管渠淤積、低窪地區尋常渠道內即有積水、或坡度極佳之地形等，多將影響其滯留空間，因此不建議採用。惟如抽水站計畫分階段建設，則可依其計算成果作為分期建設之參考。

第三章 抽水站功能設計

3.1 抽水機型式及選用

一般規劃設計考量排洪抽水機之分類方式如下：

1. 軸向型式分類：

依軸向型式主要可分為橫軸型抽水機及豎軸型抽水機，其優缺點比較整理如表 3-1。國內早期有少數抽水站採用橫軸型抽水機，惟起動前須先注水，延遲抽水時機而常導致地區淹水情形，在擴建時改採豎軸型抽水機，以解決起動費時之問題。因此目前在規劃設計，大多選用豎軸型抽水機。

表 3-1 橫軸型及豎軸型抽水機優缺點比較

	優點	劣點
橫軸	(1)平時主要部份在水面以上，腐蝕少。 (2)主要部份之保養檢查便利。 (3)分解組立容易。 (4)可與橫軸原動機直結，一般標準形原動機可配合使用。 (5)價格一般較便宜。	(1)佔用面積大。 (2)受吸入揚程之限制，吸入揚程過高時，有孔蝕現象之危險。 (3)起動前因須注水，致操作複雜化。又需真空氣密泵及底閥(Foot valve)，自動運轉操作較複雜。 (4)洪水位高的地方，須考慮電動機之保護。 (5)大口徑抽水機不適用。
豎軸	(1)佔用面積小。 (2)葉輪沒入水中，無孔蝕之慮。 (3)起動簡單，適合自動運轉，無需注水操作，故不須要真空氣密泵。 (4)電動機易取較高位置，不受洪水威脅。 (5)橫軸抽水機無法抽取深水之處，豎軸抽水機可以勝任。	(1)主要部份沒入水中，易腐蝕。 (2)主要部份之檢查不便。 (3)分解修理時，原動機或減速裝置須予拆除之情形很多，增加困難。 (4)須使用豎軸特殊形原動機。 (5)使用橫軸原動機(如柴油引擎)之場合，因須皮帶或角齒傳動，故傳達動力受限制(約 2,000ps 以下)。

資料來源：下水道管渠工程設計指南(中國土木水利工程學會環境工程委員會 73.11)

2. 機種型式分類

一般傳統雨水抽水泵浦以採用軸流及斜流抽水泵浦為主，依此機種型式分類，可分混流(斜流)型抽水機及軸流型抽水機，其適用範圍整理如表 3-2。而軸流與斜流抽水泵浦各有其特徵，其功能特性概略比較如表 3-3。

表 3-2 斜流、軸流抽水泵浦適用範圍表

抽水泵浦型式		適用口徑 (m/m)	適用揚程 (m)	備註
斜流抽水泵浦	橫軸	§ 200 ~ § 1,800	7 以下	
	豎軸	§ 200 ~ § 1,800	9 以下	單段
軸流抽水泵浦	橫軸	§ 300 ~ § 2,000	3 以下	
	豎軸	§ 300 ~ § 2,000	5 以下	單段

資料來源：抽水站規劃設計及操作維護實務手冊(台灣水環境再生協會 97.8)

表 3-3 斜流、軸流抽水泵浦功能特性比較表

項目 \ 型式	斜流泵浦	軸流泵浦
吸進性能	比軸流稍微良好	比斜流稍微不良
計畫點效率	比軸流稍微良好 2%程度	比斜流不好約 2%
計畫點以外之效率	比軸流落下較緩	比斜流落下稍微急
Q-H 特性	揚程變動對排出量的變動比軸流大	揚程變動對排出量的變動比斜流小
軸動力特性	排出量變動對軸動力變動比軸流小	排出量變動對軸動力變動比斜流大
閘閥關閉時啟動性	可	不可

資料來源：揚排水ポンプ設備技術基準(案)解説(社團法人河川ポンプ施設技術協會)

3. 安裝型式分類：

依安裝型式分類，主要可分非沉水式抽水機及沉水式抽水機，早期抽水站多採非沉水式抽水機，因此在稱呼上前面常加「傳統式」抽水機(請詳圖 3-1 及 3-2)，以利與「沉水式」抽水機(請詳圖 3-3 及 3-4)作區別。

近年來低揚程揚水(最大揚程 8m)，亦有採用阻塞少、磨損小、構造簡單、操作保養容易之螺旋式抽水機，螺旋式抽水機屬於正位移型抽水機，係依據阿基米得之螺旋製作，可能為最古老型之抽水機(請詳圖 3-5)。

另為因應新(擴)建抽水站所需用地等問題，日本所研發出來之閘泵(請詳圖 3-6)，其將抽水機與閘門作一結合，裝置於既有重力排水渠道，而僅需於閘門旁建構一設備機房，因此在目前抽水站常因用地侷限新(擴)建不易情況下，採閘泵設計以補抽水站抽水量不足，而解決易淹水地區之抽排水問題，亦不失為另一項選擇。國內目前可生產閘泵之最大抽水量約 2.0 cms，日本石垣メンテナンス株式会社則可生產抽水量達 3.3 cms 之閘泵。惟因閘泵係安裝於既有重力排水渠道，因此閘泵抽水量之選用，受限於既有渠道寬度、高度及內外水位關係等因素，設計時應參考多家廠商型錄選用。

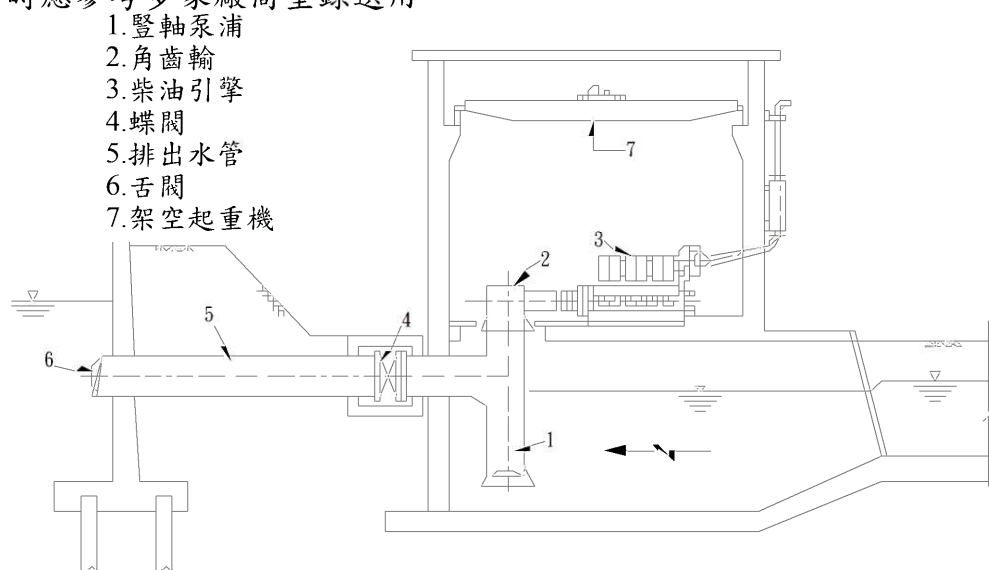


圖 3-1 傳統式雨水抽水站剖面圖（豎軸型）

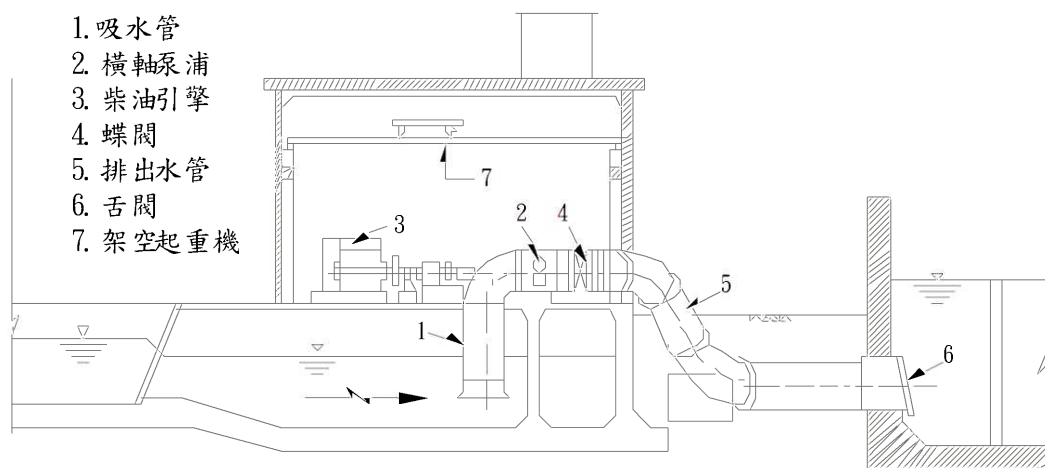


圖 3-2 傳統式雨水抽水站剖面圖（橫軸型）

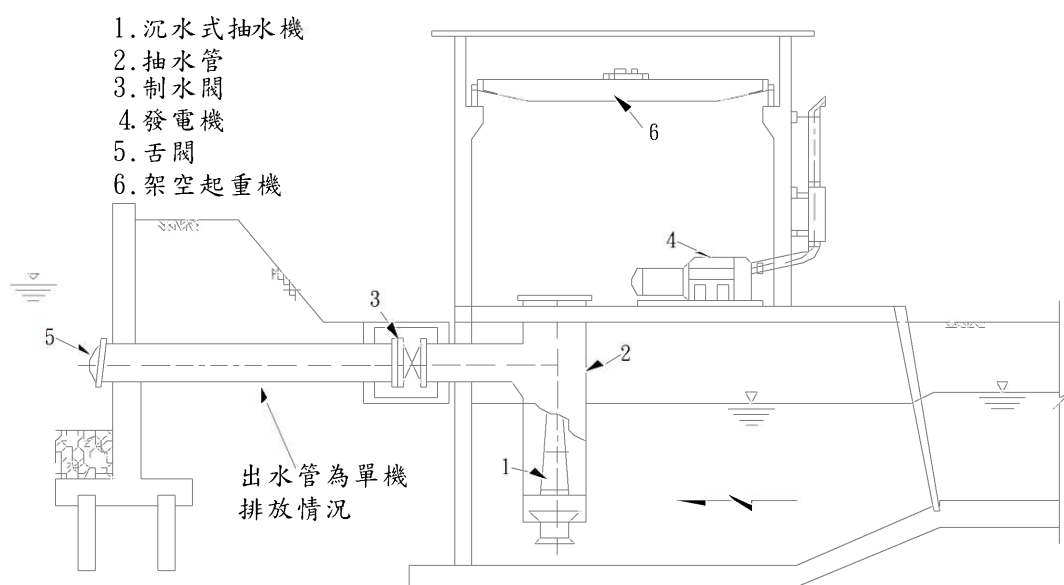


圖 3-3 沉水式雨水抽水站剖面圖（豎裝型）

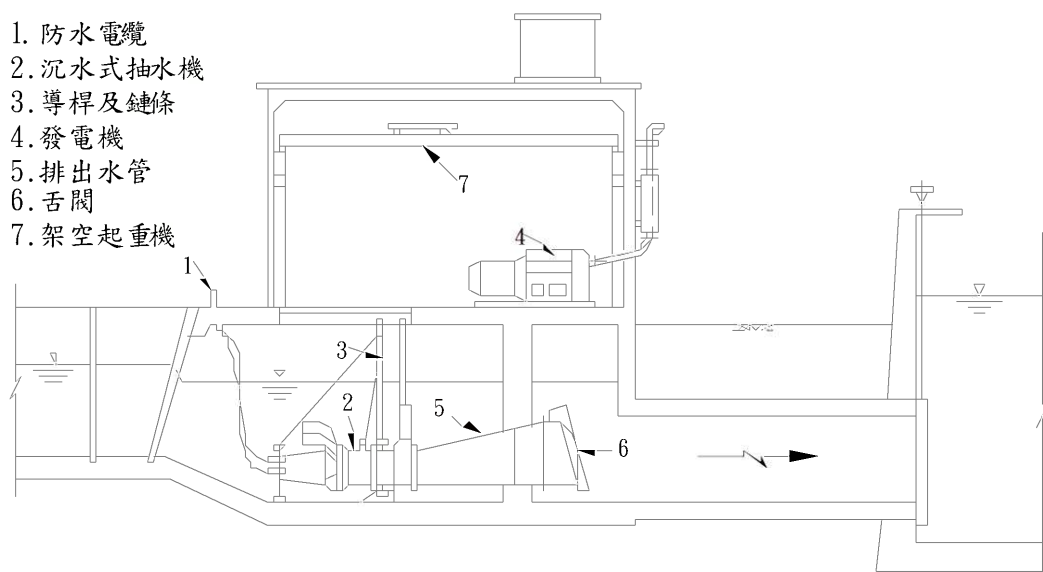


圖 3-4 沉水式雨水抽水站剖面圖（橫裝型）

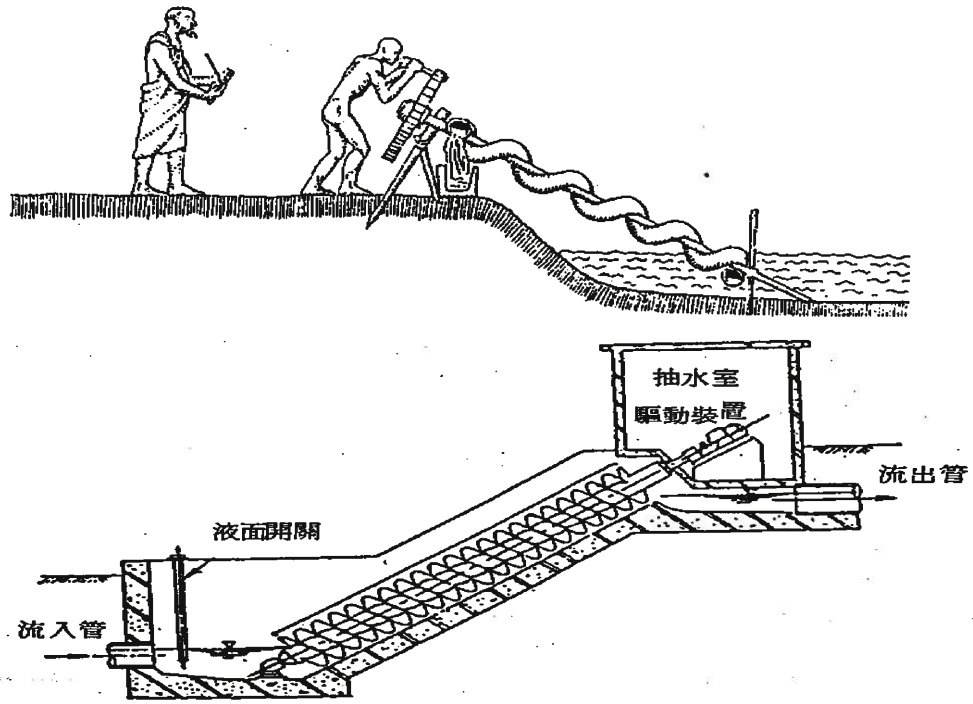
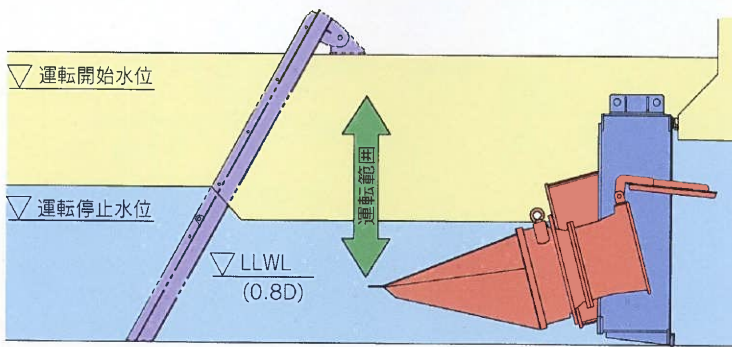
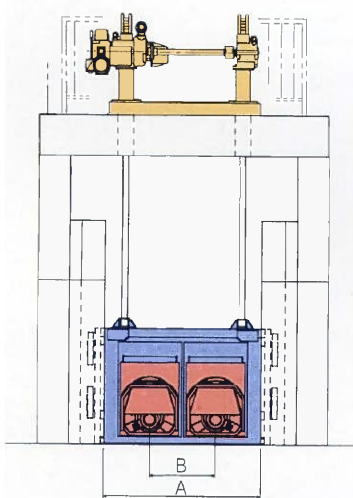
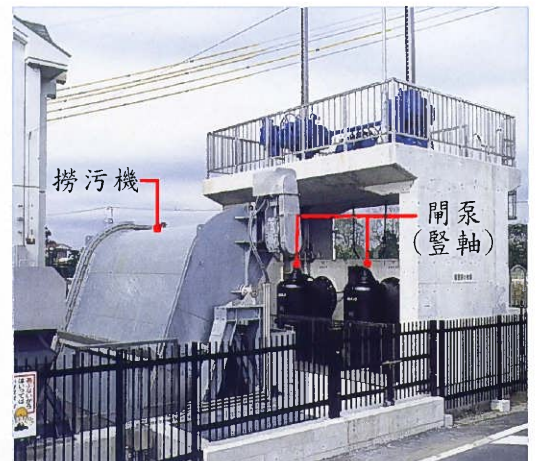


圖 3-5 螺旋式抽水機示意圖

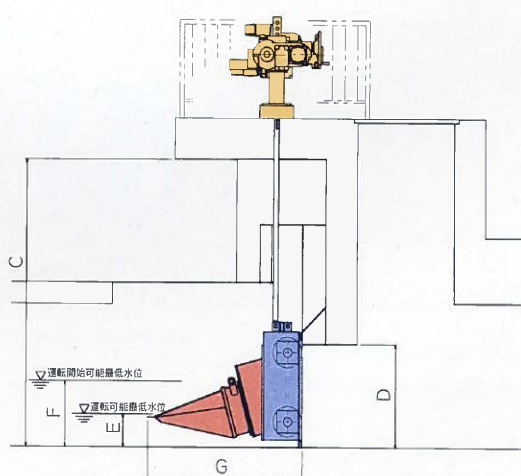


開泵(橫軸)縱剖圖

注1. ポンプの始動・停止水位等は、水路条件によって変更する場合があります。
注2. D: ポンプ口径 D=500~1200mm
注3. 運轉停止水位とLLWLの落差は、300mm程度が一般的です。



開泵(橫軸)正視圖



開泵(橫軸)剖面圖



圖 3-6 開泵系統示意圖

4. 抽水機選用

(1) 優缺點比較

依上述說明，一般雨水抽水站工程設計，可選用抽水機安裝型式，主要有傳統式豎軸、沉水式豎軸、以及螺旋式抽水機，優缺點比較整理如表 3-4。

表 3-4 抽水機安裝型式優缺點比較表

型式項目	傳統豎軸型抽水機	沉水豎軸型抽水機	螺旋式抽水機
抽水系統構造複雜性	由柴油引擎、離合器、萬向接頭、減速機及抽水機組合直結而成，組合元件較多。	沉水型電動馬達與抽水機一體構造，配合柴油引擎發電機、輸電設備及馬達起動器供電即可，組合元件少。	由柴油引擎、減速機、皮帶輪及抽水機間接傳動，組合元件較少。但如以電動馬達驅動，其系統同沉水豎軸型抽水機。
操作及維修技術難易度	1. 可自動或人工操作，元件雖較多，但為單純機械組合，拆裝簡便，維修技術國內足夠勝任。 2. 抽水機國內有多家製造廠。 3. 操作維護費用較螺旋式抽水機高。	1. 可自動或人工操作，因係發電機驅動電動馬達，電器保護裝置多，故障之機會增加。 2. 電動馬達與抽水機一體構造較精密，國內維修技術尚未成熟需仰賴國外。操作維護費用最高。	1. 可自動或人工操作，元件雖較多，抽水機本體無轉動件，故障率低 2. 操作維護費用最低。
高壓電絕緣問題	無	沉水馬達常期浸於水中，絕緣失效可能高	無
施工及安裝難度高低	1. 考量吸水口至抽水井底高程、浸沒水深及操作水深等，所需抽水井較深。 2. 向下開挖較深，地下水位高，基礎開挖時止水及排水不易，土建工程施工難度高。 3. 設備安裝複雜。	1. 考量吸水口至抽水井底高程、浸沒水深及操作水深等，所需抽水井較深。 2. 向下開挖較深，地下水位高，基礎開挖時止水及排水不易，土建工程施工難度高。 3. 設備安裝簡單。	1. 在缺水情況下亦可操作，所需抽水井較淺。 2. 抽水井向下開挖深度較小，基礎開挖時止水及排水容易，施工較容易。 3. 一般直徑介於 0.3 至 3 公尺，抽水量介於 0.01 至 3.2cms 之間，抽水機之傾斜角度介於 30-38 度之間，設備需與土建緊密配合傾斜安裝，製造、吊裝、安放，需有較高品質技術控制。
站房佔地面積大小	中	小	大
使用實績多寡	多	較少	少
附屬設施	1. 站房構造龐大。 2. 需設置進水閘門、粗目攔污柵等機械設備。	1. 站房構造簡單。 2. 需設置進水閘門、粗目攔污柵等機械設備。	1. 無需抽水井，站房構造較簡化。 2. 抽水機可容許通過雜物較大，可不設細目污柵。
作業環境影響	驅動設備需直結運轉，易產生噪音，並須防淹水。	沉水電動馬達運轉，噪音振動影響最小。	如採電動馬達運轉，噪音振動問題會較小。
設備價格高低	抽水機本體價格低，附屬設施成本較高。	抽水機本體價格次高，附屬設施成本較高。	抽水機本體價格高，附屬設施成本較低。

(2) 水利署建議選用方式

經濟部水利署水利規劃試驗所(以下簡稱水利署水規所)辦理「嘉義南部沿海地區排水改善效果評估及因應對策檢討」,其建議之選用方式摘述條列如下:

- A. 建議視現地及操作條件,決定建議抽水機型式。
- B. 對外交通較為不便,集水區垃圾污染嚴重之情況,考量抽水機之便於維護管理、使用壽命等因素,建議可考慮設置螺旋式抽水機。
- C. 對於既有抽水機組件之擴充及一般污染較不嚴重地區之抽水條件,可考慮以抽水效率較高、使用最為廣泛之傳統離心式抽水機(如傳統豎軸或沉水式抽水機)並加強攔污,搭配抽水機前自動攔污設備,可兼顧抽水效率、零件替換及抽水效果等。

(3) 綜合評估及選用

規劃設計者選用抽水機型式,可參考水利署水規所選用方式,惟依上述表 3-4,抽水機各項特性及適用場合,在各項優缺點比較各有不同,因此建議綜合考量站址環境、用地形狀大小、抽水站規模、抽水頻率、控制需求等各項因素後,予以評估選用。

如小規模、小口徑抽水站,考量站房構造簡單,選用沉水式抽水機;站址遠離社區聚落,渠道垃圾污染嚴重,則選用螺旋式抽水機;中大規模抽水站,考量控制之完備,則採用傳統豎軸抽水機。惟仍應考量揚水液體性質,如臨海地區受潮汐影響,抽水站設抽水機組抽排海水易造成設備之腐蝕,因此各項浸沒水中設備當需選用抗腐蝕之材質(如表 3-5),惟主設備如沉水式抽水機,則不宜長期安放於水中(平時吊離水中,而需有吊離設備),或另選其他抽水機型式。

表 3-5 依揚水液體性質應選用之材質

液體種類	葉片、軀輪	機殼
雨水	青銅、特殊青銅、黃銅、鑄鋼、鑄鐵	鑄鐵、鑄鋼
海水	青銅、特殊青銅	青銅、特殊青銅、鑄鐵

資料來源：下水道工程人員研習班講義集(國立中央大學環境工程學研究所 83.3)

3.2 抽水機組功能設計

辦理抽水站工程設計,當先估算計畫抽水量,並選定安裝型式種類,後續工作即需辦理抽水機組之功能設計。前已述,國內目前設計安裝型式,計有傳統豎軸型抽水機、沉水豎軸型抽水機及螺旋式抽水機等。

其中螺旋式抽水機之尺寸,常用者介於直徑 0.3 至 3.0 公尺之間,抽水量介於 0.01 至 3.20cms 之間,抽水機之傾斜角度可介於 30-38 度之間;同一直徑之抽水機,傾斜角小者抽水量較大,惟所需之用地面積亦較大。此型抽水機一部所能揚水之最大高度約 9 公尺,此為因螺旋之結構需要所致之限制。螺旋式抽水機之選用,須先向該種抽水機之製造商或其代理商索取抽水機選用表,再據以設計。

以下就傳統豎軸型抽水機及沉水豎軸型抽水機,功能計算說明。

1. 抽水機組數

依「下水道工程設施標準(營建署 98.11.27 修正發布)」第二十條抽水設備設置規定：抽水機應採同一性能同一容量，其設置台數依計畫抽水量之時變遷及抽水機性能而定。但計畫抽水量之變化甚大者，得採用不同容量之抽水機。

設計時可參考「施工手冊第三篇(前省住都局 73.10)」建議防洪抽水站抽水機組數如下。

抽水量 (cms)	台數 (台)
3 以下	2
3 ~ 6	3
6 ~ 12	3 ~ 4
12 ~ 20	4 ~ 5
20 ~ 30	5 ~ 6
30 ~ 42	6 ~ 7

2. 口徑

抽水機大小一般以口徑表示之。而抽水機吸水管內流速，依「下水道工程設施標準(營建署 98.11.27 修正發布)」第二十條規定，約在 2.0~3.0m/sec 間，吸水管徑依下式計算，出水管之管徑則依吸水管管徑、總揚程及比速決定。一般情況下，出水管之管徑會採與吸水管一樣管徑予以設計。

$$D = 146 \left(\frac{Q}{V} \right)^{1/2}$$

D ：抽水機吸水管徑(mm)

Q ：抽水量(cmm)

V ：流速(m/sec)

3. 總揚程計算

依「下水道工程設施標準(營建署 98.11.27 修正發布)」第二十條規定：抽水機總揚程依淨揚程、吸水管與出水管及閘類之水頭損失及出水管末端之速度水頭決定。另地層嚴重下陷地區，抽水揚程計算，建議加計 3~5 年之平均年下陷量。

總揚程 = 淨揚程 + 管路損失總和 + 流速損失水頭 + (3~5 年之平均年下陷量)

一般防洪抽水站之管路較大且短，故揚程變動之主要因素為靜揚程，為工程經濟考量，靜揚程原則上以抽水站之設計頻率年時，須達到設計抽水量，且為抽水機最大效率點，惟需考慮河川防洪之最高頻率水位時，抽水機仍能順利運轉。

一般豎軸軸流抽水機之特性，在額定點全揚程之 135%~50%之範圍內均可順利運轉，其相對之抽水量約為額定點抽水量 75%~120%之間（請詳圖 3-7）。

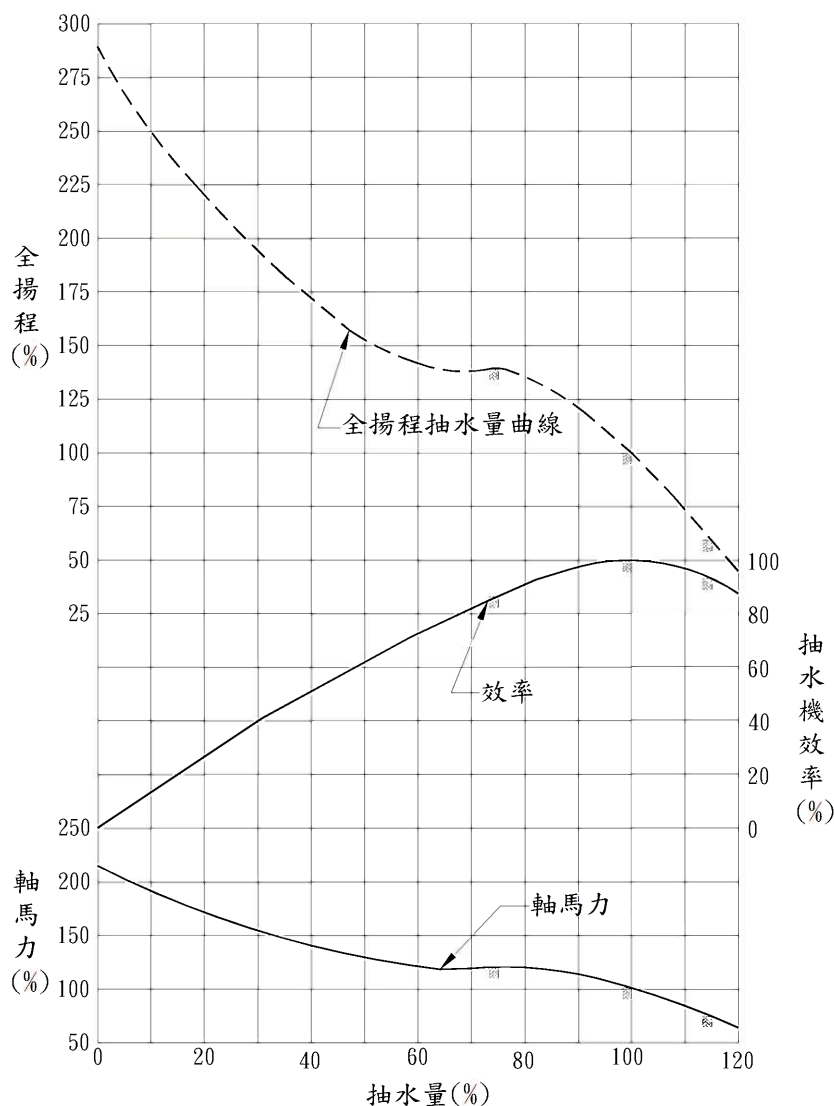
而為應付河川防洪設計頻率洪水位時能發揮抽水功能，抽水機之額定揚程，應充份考慮最高洪水位與額定揚程間之關係，因此「施工手冊第三篇（前省住都局 73.10）」以下式計算：

$$\text{額定總揚程} = \frac{1}{1.3} \times (\text{河川計畫洪水位} - \text{計畫內水位} + \text{管路損失水總和} + \text{流速損失水頭})$$

失水頭)

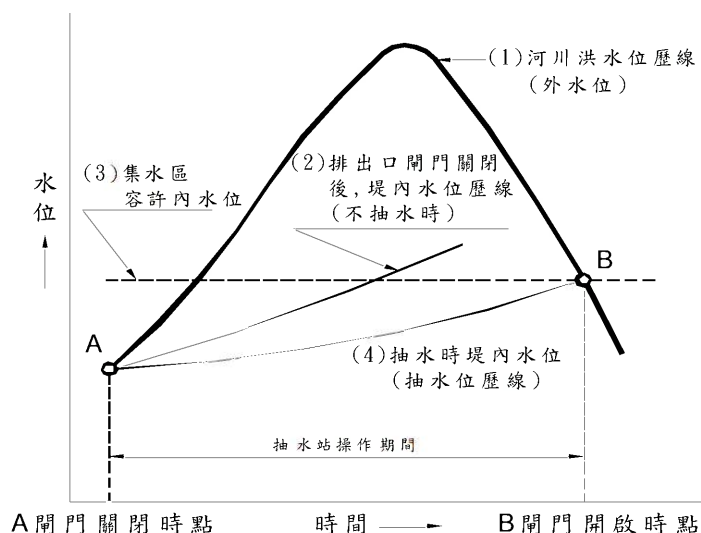
4. 內外水位之決定

雨水抽水站之設置，最主要之因素為集水區排水出口水位，逢各種不同頻率之某降雨強度以上時，排出口河川水位恆高於集流區排水出口水位，而導致集流區排水無法藉重力排出，致有河川倒灌之虞；因此排出口河川之洪水位，與排水區內之地面高度、排出口水位、及土地利用情形等，關係密不可分。其相互關係請參見圖 3-8，並說明如次。



資料來源：施工手冊第三篇環境工程(前省住都局 73.10)

圖 3-7 軸流抽水機一般特性曲線圖



資料來源：施工手冊第三篇環境工程(前省住都局 73.10)

圖 3-8 排水歷線圖

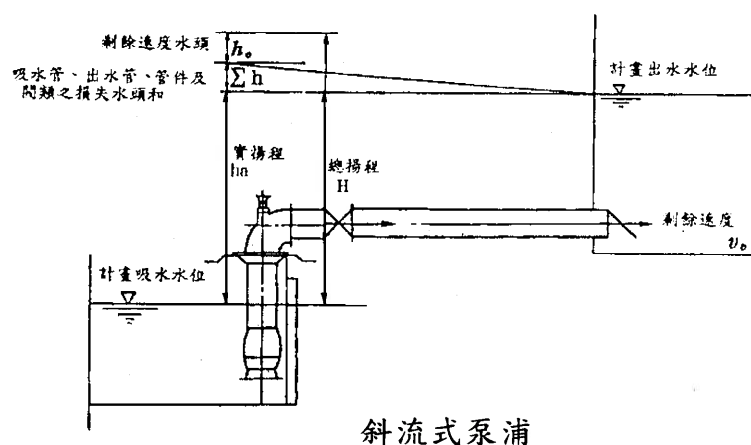
- (1)河川洪水位歷線：一場豪雨，尤其是降雨區域較廣之豪雨，出口河川水位將節節上漲，當河水位上漲到堤內排水出口水位以上，且將高於堤內地面高度前，即需將出口閘門關閉，由這個時刻起（A 點），將河川洪水位依照各水位之時間以點繪而成之曲線；這條曲線，在洪峰到達時達到最高點，洪峰經過後，依照單峰降雨，外水位將漸漸下降，至 B 點（水位恢復到集水區容許內水位）即可開啟出口閘門，在 B 點內、外水位業已平衡，可以不必再藉抽水機排水。
- (2)內水位歷線：當外水位達到 A 點，排水出口閘門關閉後，因排水區內雨水逕流無法宣洩，故將隨著時間之延長而上漲，這時，雨下得越大，上漲的速度越快；也就是集水區內淹水區域將越大，損害也越大，至與外水位歷線相交後才會開始隨外水位緩慢下降。
- (3)容許內水位：一個排水區，在一場豪雨中，抽水量之大小，取決於排水區保護程度而定，保護程度越高，抽水量越大；由於抽水站工程費用及維護費用高昂，因此在設置抽水站時，其工程益本比必須慎重研議。
- (4)抽水歷線：抽水機由 A 點開始操作，至 B 點停機止，在這段抽水時間裡，在計畫頻率內將不允許內水位超過容許內水位。
- (5)外水位之決定：各再現期河川洪水位需依據主管單位最新完成之規劃報告或治理計畫，另如屬感潮區域亦需調查其出口之潮位。而在選用抽水泵浦型式，除考量額定點外水位(以最常運轉抽水頻率為依據)外，亦應考量河川在計畫洪水位(或暴潮位)時亦能運轉。詳細外水位之決定，請詳第一篇 3.4-6 章節。
- (6)內水位之決定：抽水站之內水位包括操作水位、低水位、及高水位（容許內水位），其與抽水站操作上之關係分述如次：

A. 操作水位（N.W.L）：防洪抽水站之操作水位，一般均以堤內排水出口水位為準，操作水位即為計算抽水額定點揚程之依據。

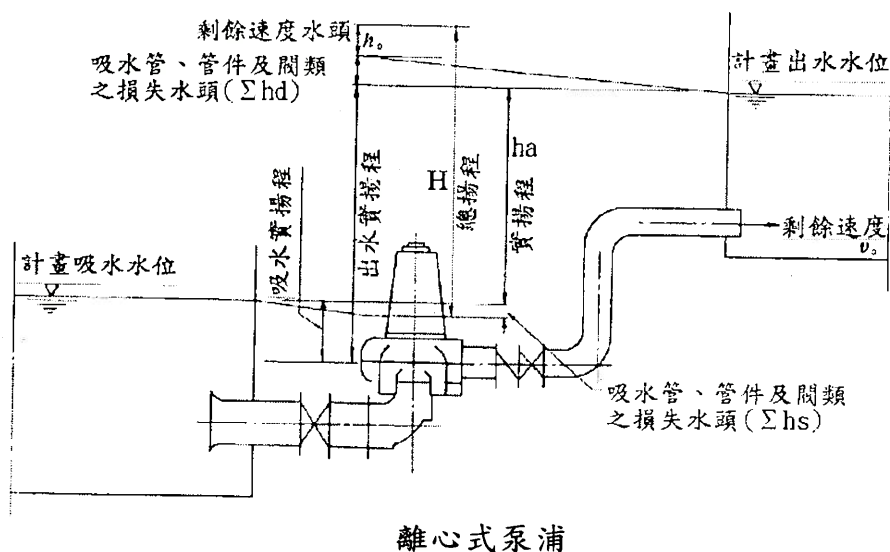
- B. 低水位 (L.W.L)：抽水站為使抽水泵浦減少抽、停過於頻繁，即使水位降至操作水位以下，但外水位仍高居不下時，仍繼續抽水，至低水位時再予停車。低水位之釐定，以通過進水渠道及攔污柵水流速度低於 1.0m/s 時所計算所得之水位為準，如情況許可，應使通過攔污柵之流速低於 0.6m/s 。低水位為抽水泵浦計算浸水深度之依據（低水位宜高於浸水位）。
- C. 浸水位 (L.L.W.L)：此水位係將防止泵浦吸進空氣、防止發生渦流的必要水位，一般為泵浦口徑的 $1.6\sim 1.8$ 倍，可依各機械廠自行設計。在這個水位泵浦必須停止抽水，與低水位 (L.W.L) 約相距 $10\sim 30$ 公分。
- D. 高水位 (H.W.L)：抽水站自排出口閘門關閉，水位達到操作點時，即開始啟用抽水泵浦抽水，但抽水泵浦啟用台數及抽水量額度，不一定需要滿載抽水，而係俟雨量加大、水位陸續上漲時，再遞次加足馬力及台數，惟其內水位一定得控制在容許內水位以內；這個容許內水位一般均定為高水位。

5. 淨揚程

淨揚程即以前述決定之額定外水位—操作水位，與總揚程之關係，請參閱圖 3-9。



斜流式泵浦



離心式泵浦

圖 3-9 抽水機總揚程示意圖

6. 損失水頭

主要水頭損失係數為 f ，則損失水頭可以下式表之。

$$h = f \times \frac{v^2}{2g}$$

式中 h ：損失水頭(m)

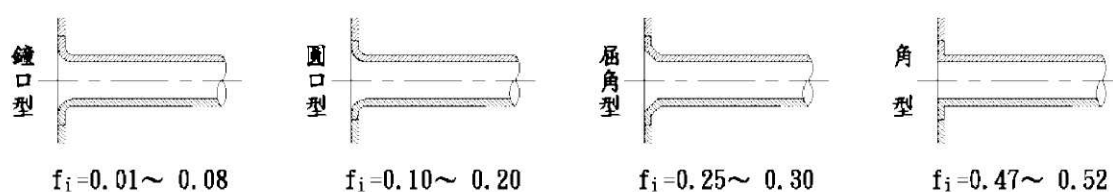
f ：損失係數

v ：流速(m/s)

g ：重力加速度($g=9.8\text{m/sec}^2$)

(1) 吸水口之損失係數 f_i

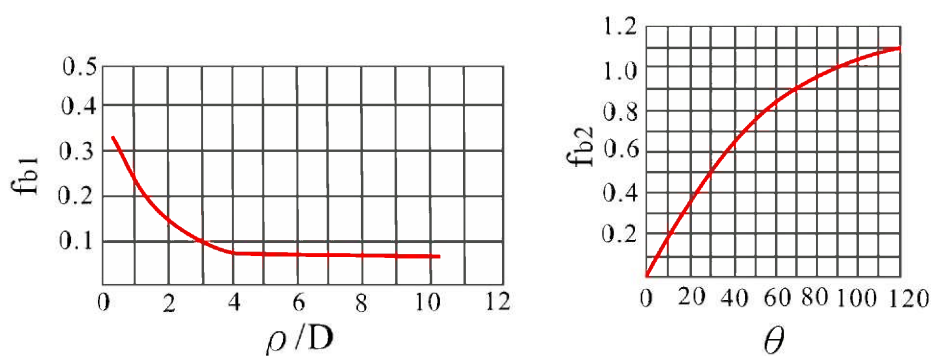
依金氏(King)之實驗，吸水口損失係數 f_i 如下圖所示。

(2) 底閥之損失係數 f_f

$$f_f = 1.5 \sim 2.0$$

(3) 彎管之水頭損失係數 f_b

$$f_b = f_{b1} \times f_{b2}$$



註 f_{b1} ：依彎管曲率半徑及管徑(ρ/D)額定損失係數

f_{b2} ：任意彎曲中心角及 90 度之損失比

D ：管徑

θ ：彎曲中心角

ρ ：彎管曲線半徑

(4) 逆止閥之損失係數 f_{cv}

$$f_{cv} = 0.6 \sim 1.2$$

(5) 片閥之損失係數 f_{fv}

$$f_{fv} = 0.2 \sim 0.5$$

(6) 閘閥之損失係數 f_{sv}

表 3-6 閘閥損失係數

S/D	0.05	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80
a/A	0.05	0.10	0.23	0.36	0.48	0.60	0.71	0.81	0.89
f_{sv}	333	111	23	9.4	5.2	3.1	1.9	1.13	0.60

D：管內徑，S：閘開口度，A：管斷面積，a：S之閘開口面積

(7)蝶閥之損失係數 f_{bv}

$$f_{bv}=0.2\sim0.4(\text{全開時})$$

(8)直管之損失係數 h_f

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} (\text{Darcy})$$

$$\text{式中 } f = 0.02 + \frac{1}{2,000 \cdot D} (\text{新鑄鐵管})$$

$$f = 0.04 + \frac{1}{1,000 \cdot D} (\text{舊鑄鐵管})$$

L：直管之延長(M)

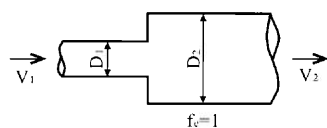
D：直管之直徑(M)

(9)擴大管之損失水頭 h_e

$$h_e = f_e \times \frac{(v_1 - v_2)^2}{2g}$$

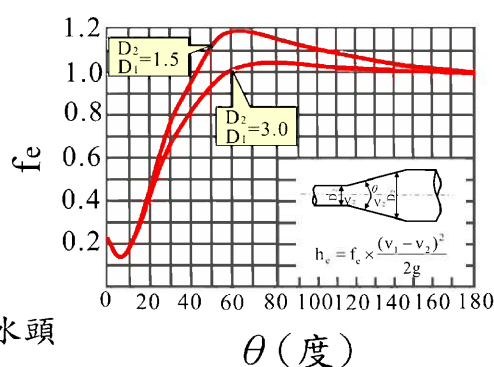
A. 急擴大

如圖



B. 漸擴大

如圖



(10)縮小管之損失水頭

A. 急縮小

$$h_{sc} = f_{sc} \frac{v_2^2}{2g}$$

$$\Delta h_{sc} = h_{sc} + \left(\frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} \right)$$

h_{sc} ：急縮之損失水頭(m)

Δh_{sc} ：急縮之水位下降(m)

f_{sc} ：急縮之損失係數

急縮小損失係數

A ₂ /A ₁	0.01	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0
F _{sc}	0.5	0.49	0.49	0.49	0.46	0.43	0.38	0.29	0.18	0.07	0

B. 漸縮小

$$h_{gc} = f_{gc} \left(\frac{v_2^2}{2g} - \frac{v_1^2}{2g} \right)$$

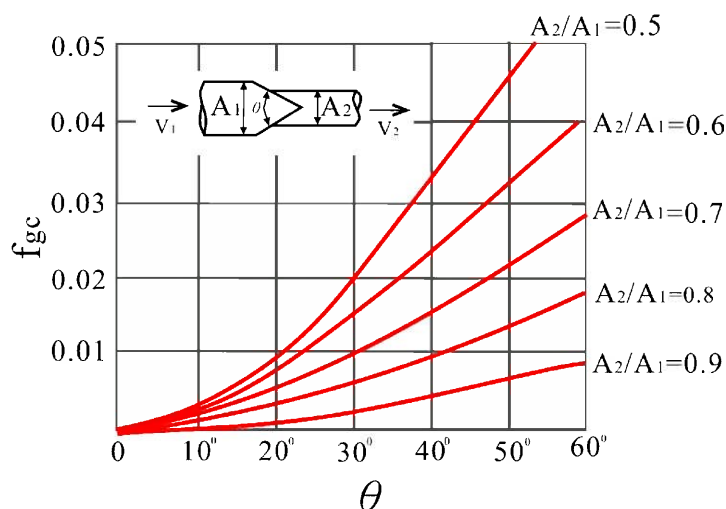
 h_{gc} ：漸縮之損失水頭(m) f_{gc} ：漸縮之損失係數(如圖 3-10)

圖 3-10 漸縮損失係數

(11)速度水頭

$$h_0 = \frac{v^2}{2g}$$

7. 抽水機浦回轉數

抽水量及揚程確定後，再選定抽水機浦回轉數，則抽水機浦之形式、大小、性能及價格等，亦可大致確定。回轉數之決定須考慮下列幾項：

- (1)回轉數選擇較小時，葉輪要大，也就是抽水機浦增大，價格較不經濟。
- (2)回轉數選擇較大時，較經濟，但於吸入揚程受限，而要保持良好吸入性能時，抽水機浦將有孔蝕現象發生，須予以詳細檢討。
- (3)若泵浦公司未提供各轉速曲線，則可採用“相似定理”進行計算，得出各轉速下泵浦的曲線。
- (4)防洪抽水機浦大多採用軸流或混流抽水機浦，故其比流速有一定之範圍，否則將影響效率，因浸水深取決於 N.P.S.H.(淨正吸入水頭)之大小，而 N.P.S.H. 又與揚程息息相關，故選擇抽水機浦回轉數時，應考慮不使 N.P.S.H. 太大。
- (5)抽水機浦之種類、形式、特性等，與比流速值有密切之關連；一般防洪抽水機浦所採用之軸流豎軸抽水機浦之比流速(m/s)，適用範圍界於 1,200~2,500 rpm

之間，最好在 1,500~2,000 rpm 之間，斜流採用 700~1,300 rpm 之間，故在選擇抽水機浦轉速時，應參酌上值再以下式計算之。

$$N = N_s \left(\frac{H^{3/4}}{Q^{1/2}} \right)$$

式中 N = 抽水機浦回轉速 (rpm)

N_s = 比流速 (表示抽水機形式及特性之指數)

H = 全揚程 (m)

Q = 抽水量 (cmm)

一般防洪軸流抽水機浦，因抽水量大，揚程小，其抽水機浦回轉速均低，而 N_s 值大，故選擇抽水機浦時，若抽水機浦回轉速過低，致 N_s 與 N 值之比值必須大過 5:1 時，或 N_s 值無法選擇在優良迴轉數時，可考慮採用斜流抽水機浦，防洪抽水機浦 N_s 與 N 值之比若大於 5，角齒輪吃力，噪音及震動均較大，除非角齒輪材料特殊及噪音、防震方面能有效防治，否則必須採用雙段變速；防洪抽水機浦應儘可能採用機械變化簡單，以減少故障率，採用雙段變速，將增加機械損耗，影響效率，故一般均採用單段變速。

8. 動力計算

(1) 水馬力 (Water horse power, WHP): 抽水量、揚程及泵浦轉速確定後，即依照下式計算水馬力 (WHP)。

$$\text{WHP} = \frac{Q * H * r}{4,500} = 0.222 QHr$$

式中 Q = 流量 (cmm)

H = 全揚程 (m)

r = 單位水重

(清水時約 1 t/m³，雨水或污水採用 1.02 t/m³)

(2) 軸馬力 (Shaft horse power, SHP): 抽水機浦運轉時會產生動力損失，計算抽水機浦有效動力時需予計入。

$$\text{SHP} = \frac{\text{WHP}}{\eta_p} (\eta_p = \text{抽水機效率，以百分比計})$$

註：目前國內防洪抽水機浦效率約在 75~85% 之間。

(3) 制動馬力 (Required horse power, RHP): 又稱為引擎馬力，係驅動抽水機浦之輸出動力，包括傳動效率、角齒輪損耗及引擎之餘裕率。

$$\text{RHP} = \frac{\text{SHP} \times (1 + \alpha)}{\eta_t}$$

α : 引擎之餘裕率，採用 0.2~0.25

η_t : 單段角齒輪損耗及傳動效率採用 0.9~0.95

引擎選用時，必須先確保引擎具有全負載連續運轉之能力 (Continuous use)

at constant 100% load)，並要考慮 5-8% 的能量損失。

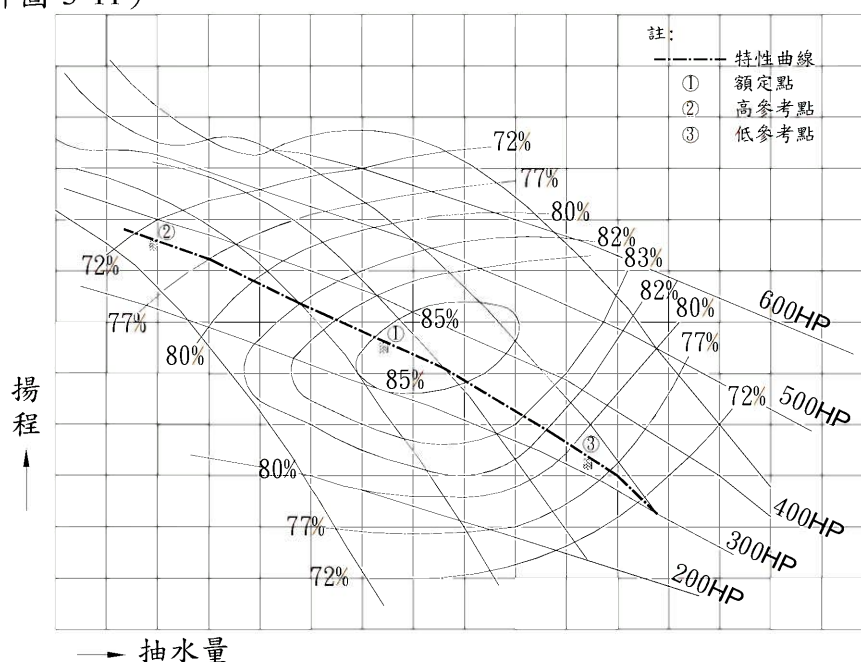
9. 特性曲線

抽水量、揚程及所需動力計算後，需就各抽水站之個別條件，希望抽水泵浦運作情形，選擇合適之抽水泵浦型式，繪製特性曲線，做為採購之主要依據。操作水位選擇時，因雨水抽水站池槽有高低參，必須先訂好高低參才能計算出高低參系統曲線，在與泵浦曲線搭配並找出高低參之操作點。

防洪抽水泵浦之操作揚程，需適應河川外水位之變化，故較其他用途之抽水泵浦變化幅度為大，在選擇抽水泵浦型式時，不能僅依照計算之理論情況繪製，應參考廠家型錄，最好選擇有三家以上廠家有類似條件之情況繪製，以免採購時找不到廠家承製，或廠家太少，產生壟斷現象。

繪製特性曲線時，須考慮下列因素：

- (1) 額定點應在效率最高範圍附近。
- (2) 低揚程參考點之效率，須能在抽水泵浦效率之較高點，因低頻率揚程之操作次數佔多數，額定點與低揚程參考點，在高效率範圍之機型，對將來抽水站之功能及耗用能源方面均有絕對優勢。
- (3) 高揚程之參考點首在應付河川設計最高頻率洪水位時，尚能使抽水泵浦操作自如，此點如能維持在高效率範圍，自然最好，但如無法同時滿足高、低兩參考點均同在高效率範圍時，寧可取用高效率在低揚程部份，但其效率最低不宜小於額定點之 70 %。
- (4) 特性曲線包括額定點、及高、低揚程參考點之抽水量、揚程、效率、及動力資料（詳圖 3-11）。



資料來源：施工手冊第三篇環境工程(前省住都局 73.10)

圖 3-11 抽水泵浦特性曲線示意圖

3.3 抽水機吸入特性探討

抽水機吸入特性之研討主要在於使抽水機在運轉中，不致發生孔蝕現象而引起功能降低、振動及噪音等不良情形，孔蝕現象嚴重者會導致抽水機完全失去揚水功能。

1. 抽水機吸入特性之研討方法

(1) 抽水機在其運轉範圍內，不發生孔蝕現象之條件如下式：

$$A_v, NPSH \geq R_e, NPSH$$

式中： $A_v, NPSH$ ：有效淨正吸入水頭

$R_e, NPSH$ ：必要之淨正吸入水頭

(2) 有效淨正吸入水頭 ($A_v, NPSH$)，依下式計算之。

$$A_v, NPSH = P_a - P_v \pm h_s - h_l$$

式中： P_a ：大氣壓力 ($m Ag$)

P_v ：水之飽和蒸氣壓力 ($m Ag$)

h_s ：吸入端實際水頭(吸入槽水面至抽水機葉輪基準面之高度)，(m)

而水面比葉輪基準面高時為(+)，水面比葉輪基準面低時為(-)

如圖 3-12～圖 3-13。

h_l ：吸入管之損失水頭 (m)。

計算有效淨正吸入水頭 ($A_v, NPSH$)，所需之 P_a (大氣壓力)及 P_v (水之飽和蒸氣壓力)，可參考表 3-7 及表 3-8。

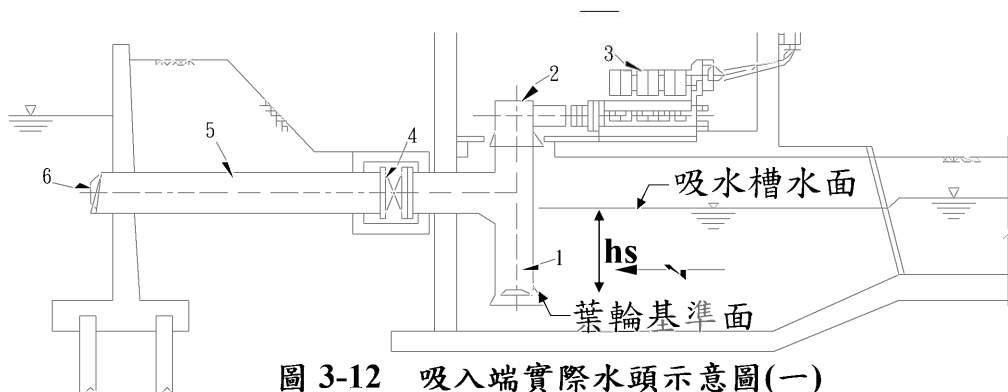


圖 3-12 吸入端實際水頭示意圖(一)

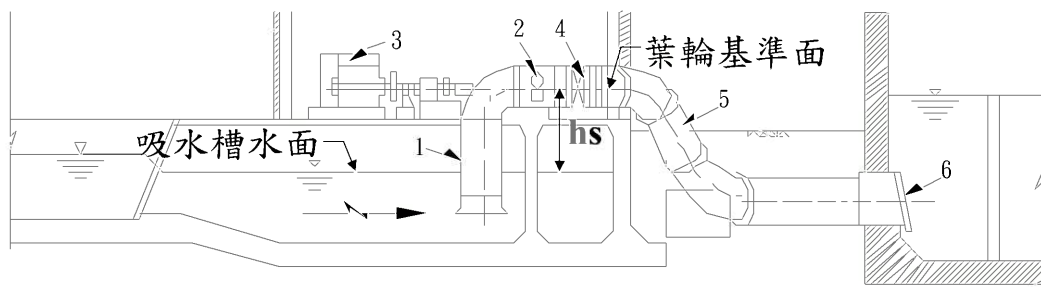


圖 3-13 吸入端實際水頭示意圖(二)

表 3-7 標高與大氣壓力

標高 (M)	0	50	100	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
大氣壓 (mAg)	10.33	10.27	10.21	10.15	10.09	9.97	9.85	9.73	9.62	9.50	9.39	9.27	9.16

資料來源：環境工程技術研究班講義集(國立中央大學土木工程學研究所 73.6)

表 3-8 水溫與飽和蒸氣壓力

水溫 (°C)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	50	60	70	80
飽和蒸氣壓 (mAg)	0.06	0.09	0.13	0.17	0.24	0.32	0.43	0.57	0.75	1.26	2.03	3.18	4.83

資料來源：環境工程技術研究班講義集(國立中央大學土木工程學研究所 73.6)

(3) 必要之淨正吸入水頭 (Re.NPSH)

必要之淨正吸入水頭，即是由抽水機之葉輪回轉所引起之壓力下降值，可依下式計算而得。

$$\text{Re.NPSH} = \left(\frac{N\sqrt{Q}}{S} \right)^{4/3}$$

$$\text{式中：} N : \text{抽水機轉速 (rpm)}, \left(N = N_s \frac{H^{3/4}}{Q^{1/2}} \right)$$

Q：抽水機之揚水量 (cmm)

S：吸入比速 (Suction Specific Speed)

軸流型抽水機：S=1200

斜 (混) 流型抽水機：S=1300

3.4 主要附屬設備

1. 閘門

雨水抽水站設置閘門，包括防洪閘門及抽水站進流閘門。防洪閘門係設於排水渠道出口處，當河川水位上漲時予以關閉，以免河水倒灌；進流閘門設在抽水站之入口處，作為抽水站內除砂或檢修時封閉進水之用。啟閉動力，採電動(兼具手動功能)，同時具備可接台電及自備發電機電源。若為感應式電動機，啟動方式建議增加變頻器、緩衝啟動器，並在選用柴油引擎發電機時，分析其最小啟動電流與柴油引擎發電機容量。

防洪閘門因受河川洪水位影響，水壓較大，且直接濱臨河川，因此水利署常採兩道式設計，請詳圖 3-14。堤外閘門除了防止外水倒灌外，應具有平(適)時(輔助)排水之功能，故採用具有自動操作之吊摺型閘門；而堤內閘門則著重在防止外水倒灌之安全性上，故採用止密效果較佳之固定輪閘門。

早期閘門之材質有不銹鋼、鑄鐵及木製閘門等，由於閘門品質之好壞，攸關防洪之安全，因此建議閘門採用不銹鋼、(石墨)鑄鐵或碳鋼之材質，以確保安全。

而吊門機種類，包括螺桿式吊門機、鋼索式吊門機、油壓式吊門機、梯桿式吊門機以及齒桿式吊門機等。其中梯桿(或齒桿)式吊門機可利用閘門重量自動下降等多項優點，其排水門開啟揚程不超過 5m 可適用；如開啟揚程大於 5m 時，則

建議採用鋼索式捲揚機，以馬達帶動減速機及鋼索鼓驅動鋼索操作之。

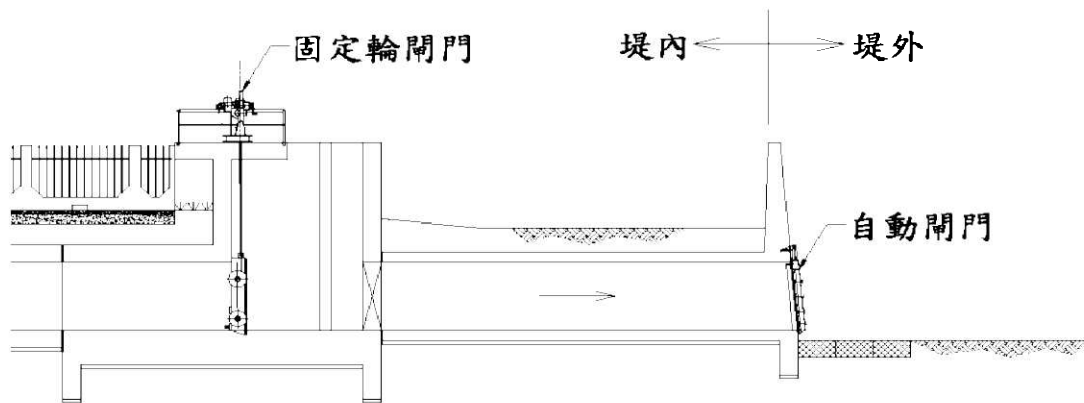


圖 3-14 二道式防洪閘門示意圖

就一般雨水抽水站之進流閘門，鮮有開啟揚程超過 5m，因此目前常採用梯桿(或齒桿)式吊門機設計，門寬如為 2m 以上，採雙梯桿設計，並裝設於門體兩邊盡量靠近門框處垂吊升降，以利兩邊升降速度同步（請詳圖 3-15）。



圖 3-15 雙桿(吊桿式)吊門機示意圖

2. 攔污柵及電動撈污機之選定

雨水逕流常挾帶木塊、破布、塑膠袋等雜物，因此在進入抽水井前應設法予以攔截，以防雜物通過抽水泵浦葉輪時被卡住而影響抽水泵浦之運轉，甚至損壞抽水泵浦。

依「下水道工程設施標準（營建署 98.11.27 修正發布）」第十七條規定，攔污柵應設置於抽水站(井)之前，其設置規定包括(1)應設有柵除物之處理裝置(2)應有保養檢查用通道，作業上危險處應設置扶手或欄杆，設於室內者應有通風設備(3)設於沉砂池之前者，其柵之有效間隔為五十公厘至一百五十公厘，設於後者為二十五公厘至五十公厘(4)以機械清理者，傾斜角與水平成七十度至九十度；以人工清理者，傾斜角與水平成四十五度至六十度(5)水流通過攔污柵之流速在計畫流量時為每秒零點九公尺以下(6)柵條寬為六公分至九公分，應具有承受前後水位差一公尺以上之水壓強度，以粗、細二道柵除，並設置適當之繞流設施。

設置攔污柵之水頭損失，一般可以下式計算之：

$$h_r = \beta \sin \alpha \left(\frac{t}{b} \right)^{4/3} \frac{V^2}{2g}$$

式中 h_r ：水頭損失(m)

β ：攔污柵之形狀係數。

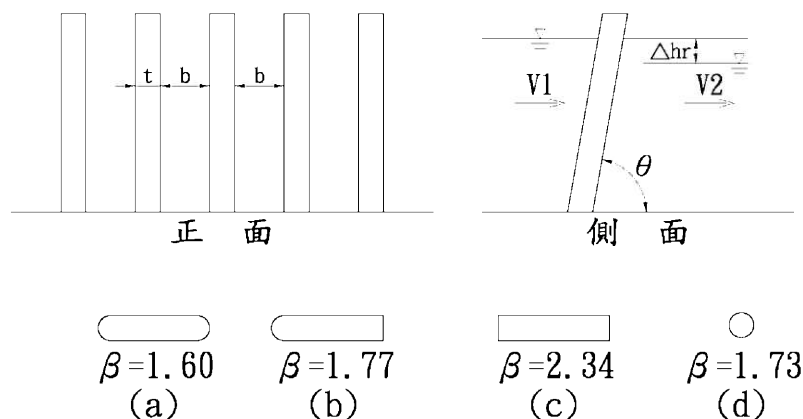
α ：攔污柵之傾斜角

t ：攔柵厚度(cm)

b ：有效間隔(cm)

V ：水流流速(m/s)，攔污柵上下游側之平均流速

g ：重力加速度($g=9.8\text{m/sec}^2$)



資料來源：抽水站規劃設計與操作維護實務手冊(台灣水環境再生協會 97.8)

圖 3-16 攔污柵之形狀與係數

一般機械清理設備（撈污機）之選擇，需依其所需撈取垃圾之種類、大小及重量擇定之，茲將撈污機之種類及適用特性，列如表 3-9。衡觀國內抽水站採用情形，以採刮耙迴轉式(前上背下型)居多，運轉效果良好，請詳圖 3-17，而鋼索式則常用於粗柵。另亦需配合設置污物輸送帶，一般採水平式皮帶輸送機設計，其寬度依垃圾量擇定，惟至少採 100cm，輸送速度 20m/min 以上。

表 3-9 撈污機種類及適用性

機型種類	適用持性
刮耙迴轉式 (前上背下型)	適用於垃圾大小不一之場所。
刮耙迴轉式 (前上前下型)	適用垃圾量不多之場所。
行走式	適用垃圾量不多，最適重型或細長型之垃圾。
鋼柵旋轉式	適用垃圾量不多之場所。
鋼網旋轉式	適用細小之垃圾。
鋼索式	適用粗大型或垃圾量較多場所

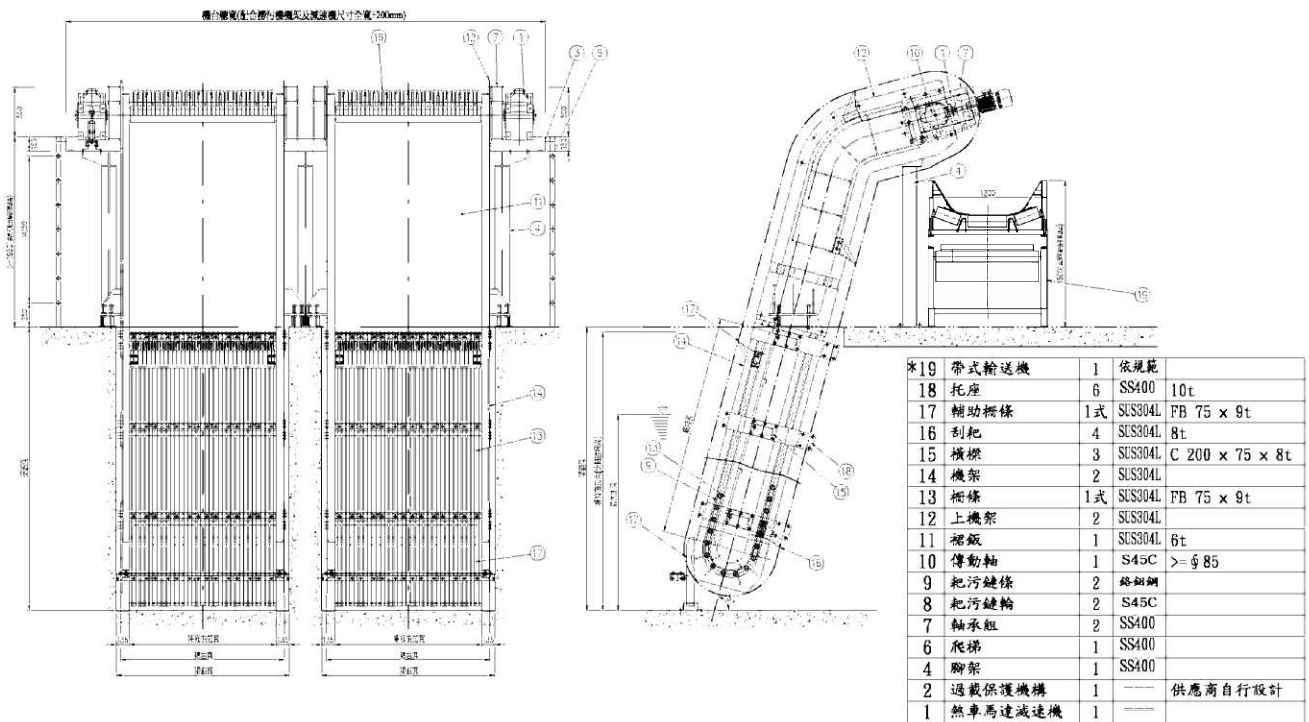


圖 3-17 電動刮耙迴轉式撈污機示意圖

3.清污泵

設置清污泵之目的係為供平時清理抽水井泥砂之用。平日維護清理時，泵送泥砂至排水箱涵或調壓槽後排放至堤外。

清污泵一般均採用沉水式不堵塞型離心泵，由電動機驅動，其抽水機及電動機為一整體，其組件包括抽水機、馬達、出水管路、逆止閥、管線固定件、自動著脫裝置及導桿、不銹鋼鏈條及掛勾、保護裝置及其他附件等，請詳圖 3-18。

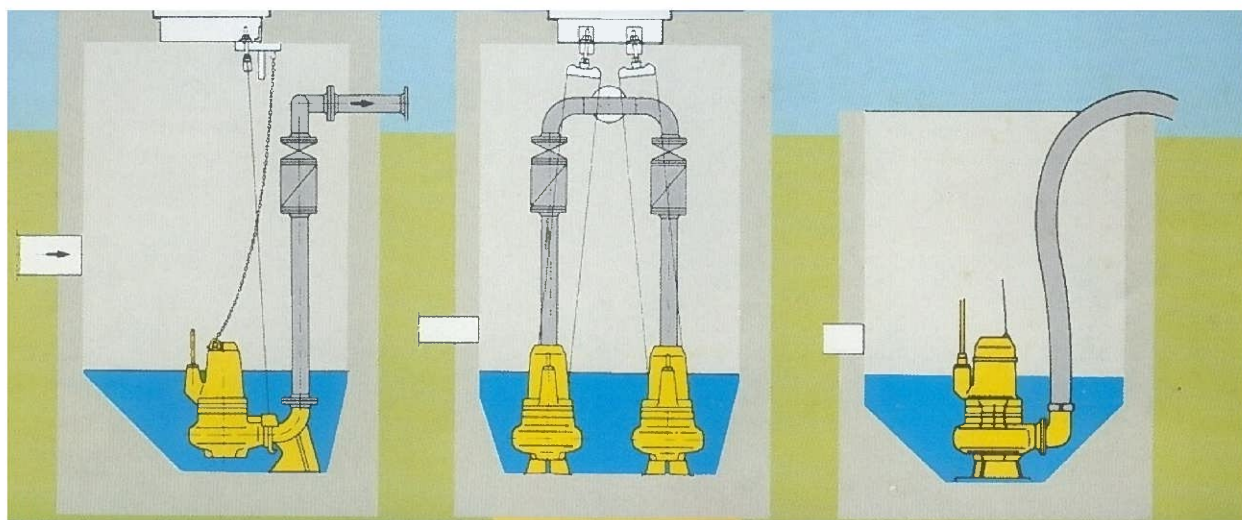
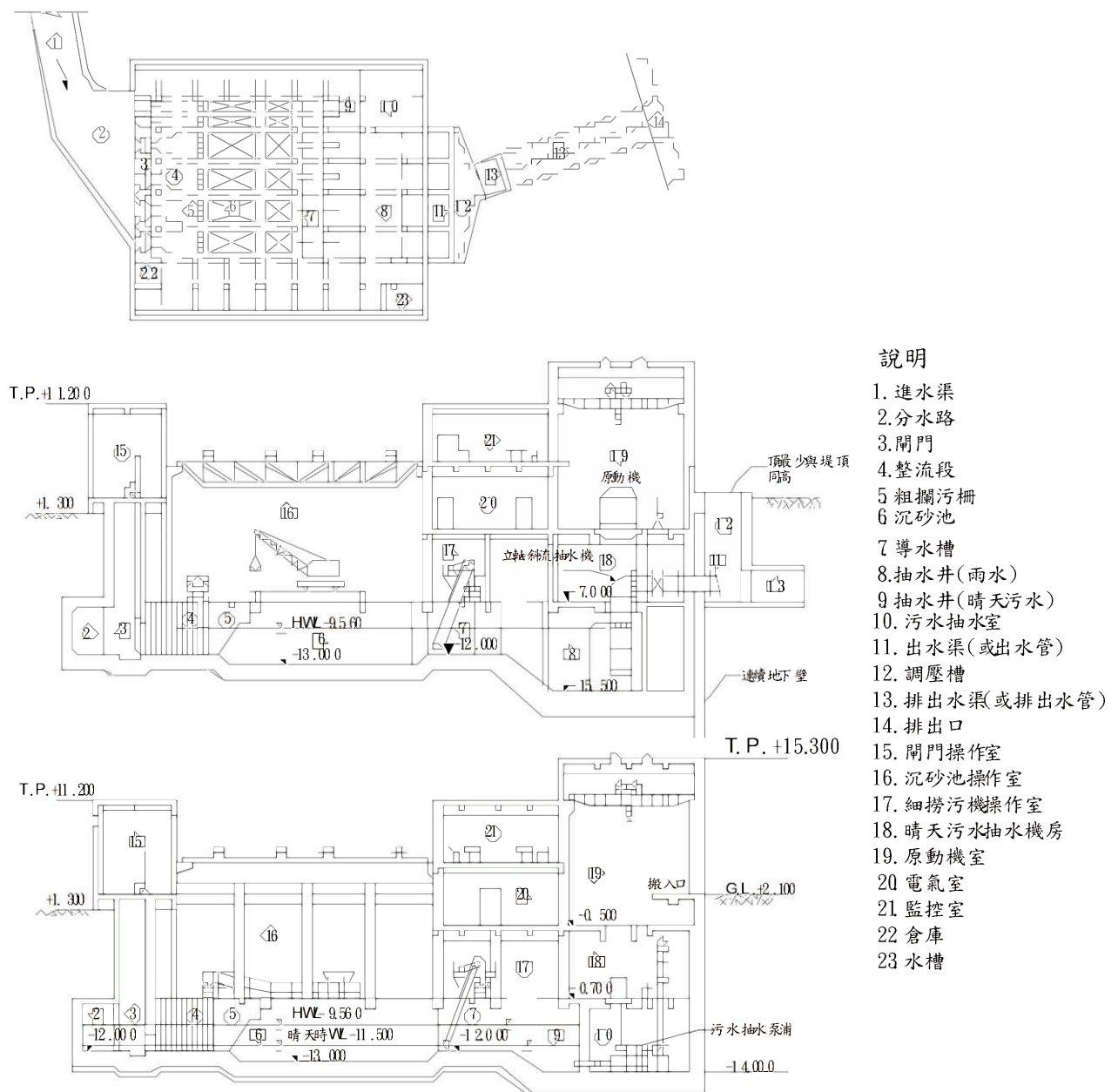


圖 3-18 清污泵示意圖

第四章 抽水站工程配置

4.1 配置原則

雨水抽水站所需設施，隨各站之規模、都市發展程度、配合景觀需要及用地大小而各異，一般比較完整的抽水站，如圖 4-1。整體之佈設應考量水流、操作維護及車輛進出等動線，導(進)水渠、抽水井等之佈置，亦需符合水理需求，而機房配置須預留充足之空間，以利運轉操作、維護檢查、及分解修理。



資料來源：施工手冊第三篇環境工程(前省住都局 73.10)

圖 4-1 雨水抽水站配置示意圖

4.2 導水(進流)渠及抽水井

抽水機抽水井與抽水井附近導水路之形狀及尺寸，直接影響抽水機之性能及運轉狀態，尤以豎軸軸流或斜流抽水機，由於葉輪距吸入管端很近，吸入鐘口之流速分佈或壓力分佈直達葉輪入口，故吸入管之水流狀況對此二種抽水機之性能影響極大，擁有自由水面之抽水井，若設計不良，井內極易發生渦流將空氣吸入吸水管內招致抽水機性能發生變化，並產生噪音及振動現象。

1. 導水(進流)渠

導水(進流)渠為連結排水幹線至抽水站抽水井之渠道，導水渠之佈置應避免發生偏流、渦流而影響抽水機之性能。茲將設計注意事項，說明如次，並請參閱圖 4-2。

- (1) 導水渠與抽水井之連結宜保持直線，而與排水幹線之交角不宜大於 120 度，以免產生偏流。
- (2) 導水渠流入抽水井之方向及流速不應急速變化。抽水井入口附近導水路之平均流速為 $0.5 \sim 0.8 \text{ m/sec}$ ，最大不宜超過 1.2 m/sec 。
- (3) 分水渠為導水渠進入抽水井前之漸變段，其長度不宜小於導水渠及抽水站寬度和之四分之一，以免水流擴散太快產生渦流。

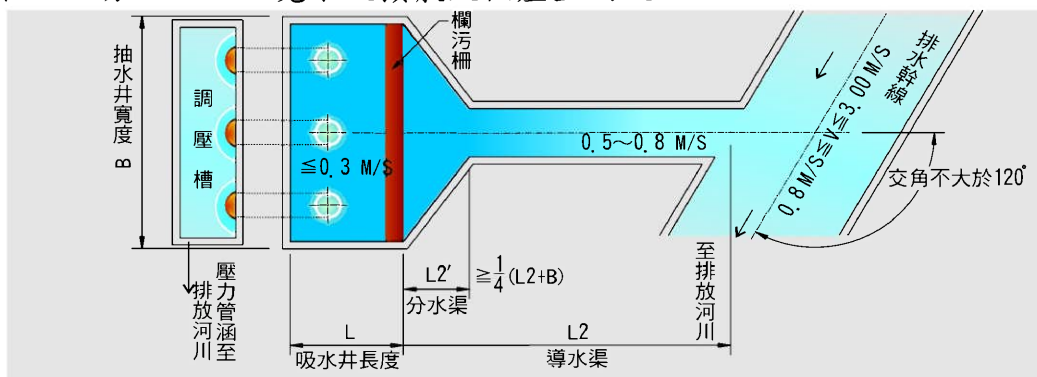


圖 4-2 排水幹線、導水渠及抽水井相關尺寸示意圖

2. 抽水井

抽水井設置係考量在使抽水機在運轉時，不產生亂流引起之水面旋流、渦流、孔蝕現象及振動等。為防止這些不良之影響，設計時應注意避免流速激烈變化情形、避免流向急變情形、及避免吸水管之間發生流向干涉情形。抽水井相關尺寸設計及規定，建議如圖 4-3，並說明如下。

- (1) 吸水管與其後牆之距離不應超過必要值，距離若太大，則易發生渦流。
- (2) 吸水管端務必裝設吸入鐘口，吸入鐘口應有足夠之浸沒水深，特別是單一抽水井內設有數支吸水管處。又鐘口至抽水井底面之垂距不應超過必要值，否則將影響鐘口下之流速分佈。
- (3) 抽水井內之流速在 0.3 m/sec 以下為宜。
- (4) 單一抽水井內同時設有數支吸水管時，一吸水管之後面應避免裝設另一吸水管。
- (5) 各種抽水井形狀及吸水管之配置範例，請詳圖 4-4。

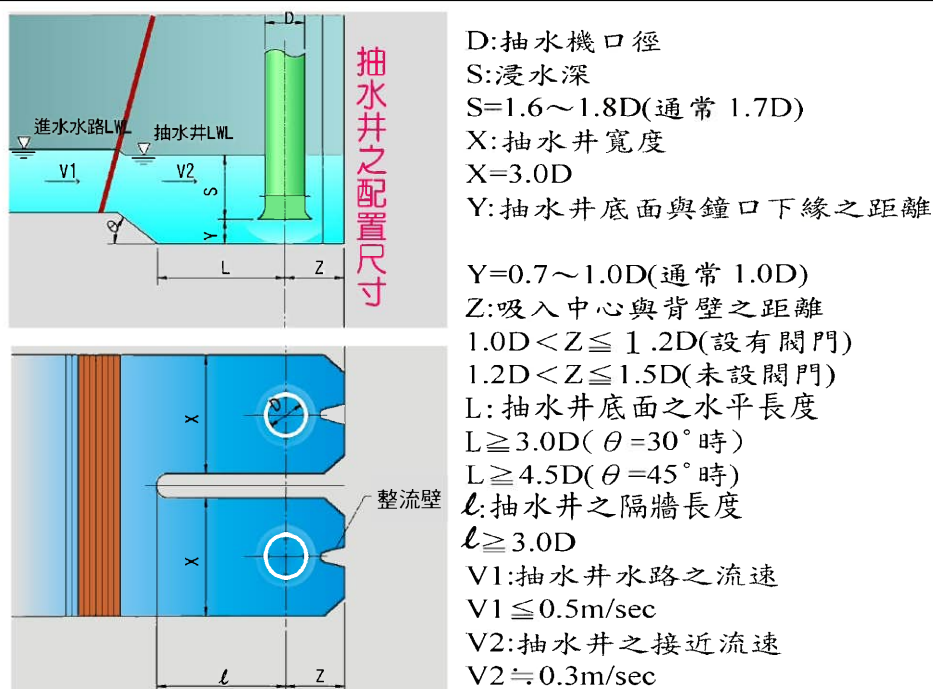


圖 4-3 抽水井配置尺寸示意圖

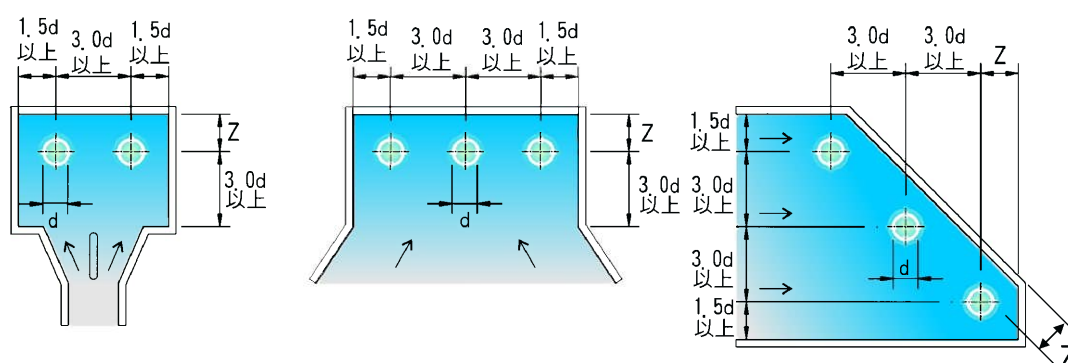


圖 4-4 抽水井及吸水口配管圖例

4.3 閘門、攔污柵裝設位置

進流閘門、攔污柵佈置於導水渠，在不考量車行動線等其他因素下，最小距離可參酌「揚排水ポンプ設備技術基準(案)解說」規定辦理，詳圖 4-5。

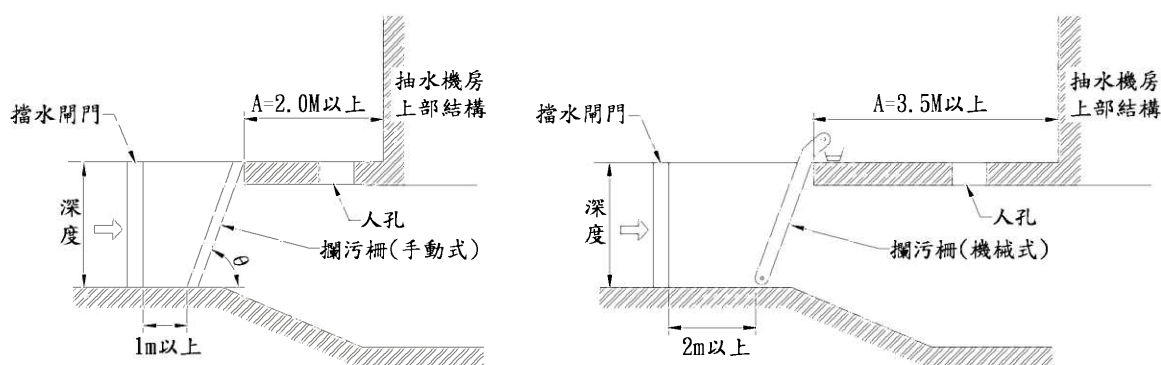


圖 4-5 攔污柵裝設位置圖

4.4 出水管

抽水機之外水位高於計畫內水位(即操作水位)時，河水即開始倒灌，故須關閉閘門，改以抽水機抽水。抽水機之放流口如設於最高洪水位之上，則開始抽水之初或遇小洪水時，將水抽送至最高點後再令其跌落，能量之浪費甚多，不宜採用。放流管如靠近計畫內水位，則開始抽水之初，靜揚程較小，抽水量較大，抽水機之全揚程隨外水位之上漲而增加，抽水量則漸減，消耗馬力漸增，到最高洪水位時，馬力消耗最大。故放流管之高度須折中設置，一方面使開始抽水之初或遇小洪水時，抽水機均能以最佳效率運轉，一方面須使該抽水機遇大洪水時仍能順利運轉抽水。規劃設計者可參考「台北市區雨水下水道系統規劃手冊(台北市政府 78.5)」之設置基準如下：

$$\text{放流管頂標高} = \text{計畫內水位} + \text{抽水機額定全揚程} \times \frac{1}{2}$$

放流管越短越好，以減少水頭損失，而其佈置應避免急彎及凸處，以免空氣積留而影響抽水量。而目前於抽水機組多之抽水站，常有加設調壓槽，亦即各抽水機之出水管，先將水匯入調壓槽，再藉壓力管渠排放至河川，此可減少放流管線施設時，破壞堤防之範圍，亦有利於排放管線之最佳配置。

4.5 抽水機之設置形式

沉水式抽水機站房構造簡單，其機房可與抽水井共構，亦可分開設置，惟仍應鄰近抽水井，以減少管線之配置長度。分開設置，沉水式抽水機安裝於抽水井，吊裝檢修方便；而機房除設置辦公室、值日室、盥洗室外，並設置柴油引擎發電機、控制盤等機電儀控設備空間。機房大小及地上一層或二層，端視抽水規模及用地。

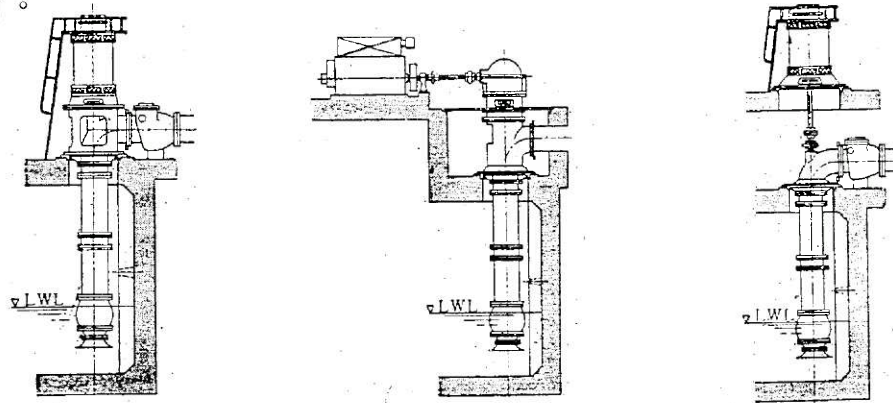
傳統豎軸抽水機之站房構造較龐大，其豎軸抽水機與原動機之設置方式可分單床式、半二床式及二床式三種，請詳圖 4-6。

「單床式」之土建結構簡單且較為經濟，而採「二床式」之土建結構經費則較高，惟採「二床式」構築，其爾後之維護管理較為方便。國內早期口徑 1400mm(含)以下，常以「單床式」設計，后考量維護管理而有採「二床式」設計之趨勢。而採「二床式」應注意抽水井水位，與地下二樓樓地板之關係，考量上浮力及止水設施，以免造成地下二樓滲水情形。

通常單床式之抽水機，排出管外殼與原動機直結，抽水機構造及土木構造均較簡單，普通多適用於中、小形抽水機。半二床式之抽水機構造與單床式者相同，但其土木構造別異於單床式，而比二床式者簡單，圖 4-6(b)所示係適用以狄賽爾引擎(Diesel engine)驅動之狀況。二床式之設置形式，則適用於大口徑抽水機及原動機必須設於洪水位以上時之場合。

另豎軸軸流抽水機之排出管若與電動機支座連結一體，則該支座除承受抽水機本身自重及排出管內之水重外，並不承受軸推力，因軸推力係一種內力，由電動機(圖 4-6(a)所示)或角齒輪(圖 4-6(b)所示)之推力軸承(Thrust bearing)所承擔。但抽水機與電動機之支座分開時(圖 4-6(c)所示)，電動機支座除負擔抽水機轉動部份之重量外，並承受全部向下軸推力，因此設計「二床式」原動機之基礎時，應注意將軸推

力考慮在內。



(a)一床式豎軸幫浦

(b)半二床式豎軸幫浦

(c)二床式豎軸幫浦

資料來源：實用防洪幫浦設計(蘇宗智 63.07)

圖 4-6 豎軸抽水機之設置形式

4.6 抽水泵浦及附屬設備各部尺寸

雨水抽水站抽水泵浦一般均採用柴油引擎帶動，其主要設施包括：鐘型吸入口、葉輪殼與導葉殼、葉輪、摩阻環、葉輪軸、中間軸、護軸套軸、柱管及出水管、聯軸器、泵浦座、角齒輪座、角齒輪、連接軸（包括萬向接頭）、引擎、排氣管、消音器、架空起重機、日用油箱等。

圖 4-7 及表 4-1 摘自「抽水站規劃設計及操作維護實務手冊(台灣水環境再生協會 97.8)」，可供規劃設計者作為初步配置之參考，細部設計時仍應查明各相關尺寸，考慮機械進出站房之進出口，及操作及分解抽水機零件所必須之空間，以及配置管路、配電盤、日用油箱及通道等，依計畫規模及需求，並配合進水渠等站區整體計畫，妥為配置、設計抽水機房。

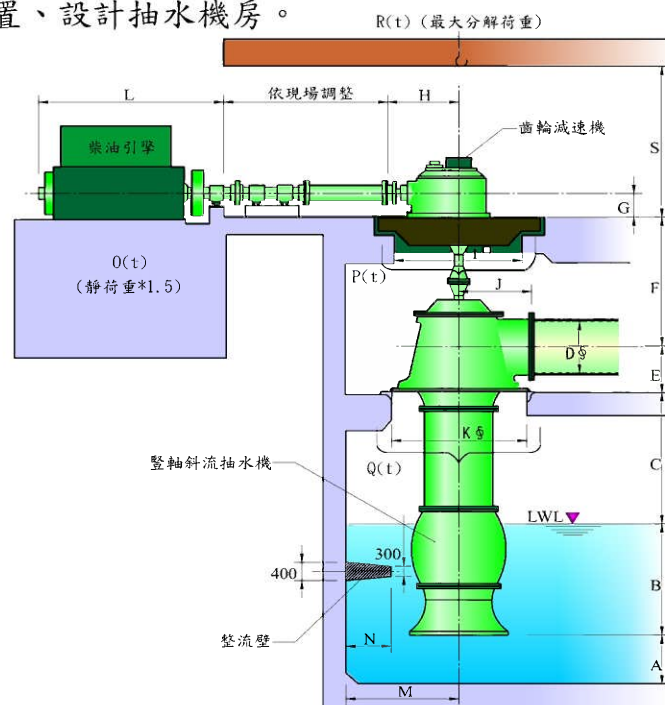


圖 4-7 傳統豎軸抽水機配置示意圖

表 4-1 傳統豎軸抽水機相關尺寸建議表

抽水機口徑 尺寸 (mm)	700	800	900	1,000	1,100	1,200	1,350	1,500	1,600	1,700	備考
A (mm)	560	640	720	800	880	960	1,080	1,200	1,280	1,360	
B (mm)	1,050	1,200	1,350	1,500	1,650	1,800	2,000	2,250	2,400	2,550	
C (mm)	>2,000	>2,000	>2,000	>2,000	>2,000	>2,000	>2,000	>2,000	>2,000	>2,000	
D (mm)	700	800	900	1,000	1,100	1,200	1,350	1,500	1,600	1,700	
E (mm)	750	850	950	1,050	1,150	1,250	1,400	1,550	1,650	1,750	
F (mm)	2,250	2,350	2,450	2,600	2,750	2,850	2,950	3,050	3,150	3,250	
G (mm)	480	480	500	500	500	590	590	590	590	590	
H (mm)	750	750	780	800	1,400	1,530	1,530	1,600	1,600	1,600	
I (mm)	1,600	1,800	2,000	2,200	2,400	2,600	2,900	3,200	3,400	3,600	
J (mm)	800	900	1,000	1,100	1,200	1,300	1,450	1,600	1,700	1,800	
K (mm)	1,250	1,450	1,650	1,800	2,000	2,150	2,450	2,650	2,850	3,000	
L (mm)	2,800	2,800	3,000	3,000	3,400	3,400	4,200	4,200	4,290	4,290	
M (mm)	2,150	2,250	2,350	2,400	2,500	2,600	2,750	2,850	2,950	3,100	
N (mm)	1,525	1,525	1,525	1,525	1,525	1,525	1,525	1,525	1,525	1,600	
O (t)	7.7	7.7	8.0	10.5	14.7	15.3	18.5	19.2	30.2	31.5	t
P (t)	10.2	10.3	14.3	17.4	22.2	30.5	35.2	42.5	49.6	54.5	t
Q (t)	10	12	15	18	50	23	29	35	39	42	t
R (t)	8	10	12	15	16	17	21	26	31	35.5	t
S (t)	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	7,000	7,000	8,000	8,300	9,000	

資料來源：抽水站規劃設計及操作維護實務手冊(台灣水環境再生協會 97.8)

4.7 空間配置注意事項

1. 抽水機操作室

抽水機操作室包括引擎、角齒輪、日用油箱，有關管路及架空起重機等設施，其配置應考慮下列各項：

- (1) 操作室應考慮機械進出口，操作、分解抽水機零件所必須之空間，以及配置管路、配電盤、日用油箱與通道等。
- (2) 門窗之配置，應充分考慮換氣、採光及噪音之防止等。
- (3) 與主控室之隔牆，最好採用透明隔音牆。
- (4) 操作室之高度，應考慮抽水機故障，或超過設計頻率之可能淹水情況而釐定，引擎座最少應高於操作室地面 20~30 公分，並應防止室外雨水之漫流入操作室。
- (5) 操作室應考慮室內排水。
- (6) 各主要機械應配置在同一保護程度之高度。
- (7) 抽水機每台間之間隔，最少應有抽水機口徑之三倍以上為理想。
- (8) 各主要機件之配置，應考慮不得阻礙架空起重機行走操作空間。如無該設備者，應考慮檢修維護時，各分解組件能吊動、出入為原則。
- (9) 操作室之高度除應參考表 4-1 之 S 項規定外，並應加計架空起重機安裝及維護上所需之高度。

2. 主控室

主控室包括配電盤及監視盤，配置上應注意下列各項：

- (1) 主控室應避免潮濕及浸水，若有自動控制儀錶設備者，應有空氣調節設備。
- (2) 配電盤、監視盤或其他操作器具周圍，應留有足夠之操作及檢修空間，各器材須距離天花板最少應有 1 公尺之空間。
- (3) 配置上，必須考慮各項器材之搬進、運出通路及搬運之方法。
- (4) 各有關電力及控制之電纜、電線採用明管時，應考慮電磁互相干擾問題。
- (5) 值日及操作人員座位，應考慮採用自然姿式而能全盤監視，一目了然為原則。
- (6) 應採用隔音設施，以免受抽水泵浦、引擎等噪音干擾。
- (7) 警示裝置應採用可看見與可聽到之警報設備，設置位置應易於察視。

3. 緊急發電機室

防洪抽水站因使用期間大部份於颱風季節，經常須在停電狀況下操作，故須有自備緊急電源設備。為安全考量，自備緊急電源設施，應與抽水泵浦操作室及主控室有安全的隔離，如空間許可，並須與防洪抽水機驅動引擎用之油料分開配置以作區隔(部份小站儲油槽放在發電機室內)，並應有足夠安裝及檢修維護空間。

4. 辦公、值日所需生活空間

包括值日室、盥洗室、茶水間等，空間大小應符合抽水站規模。

5. 儲藏室

防洪抽水站需設置儲藏室，以備儲存保養工具及備用零件，其空間應依各站之規模而定。在小規模抽水站，空間有限的情況下，可考慮與發電機室共用。

6. 消防設施設置空間

依內政部「公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法」規定，機房設置應依消防法規規定辦理，並留設消防設施設置空間。

4.8 機電設備基本要求

1. 抽水機操作控制

(1) 自動操作設備

使用自動或遙控設備操作抽水機時，為使其操作能順序自動進行，必須按抽水機型式及其安裝情形裝設下列中必要之設備：

- A. 為檢查抽水井水位，設水位檢測設備。
- B. 為檢查排出管壓力，設壓力指示設備。
- C. 為檢查水封、冷卻及潤滑用水是否流通，設水流檢測設備。
- D. 在起動、水封、冷卻及潤滑等用水配管必要地點設置電磁閥。
- E. 在排出管制水閥設限度開關及安全設備。

(2) 流量控制

流量之控制情形，應是將抽水機之操作台數、轉速及制水閘開關等各項中之一項或數項同時併用予以達成。

(3) 保護設備

抽水機應設有適當之保護設備，以便察知運轉中發生之不正常情形，並能依其故障程度停止運轉，發生警報或指示。

2. 電力設備

(1) 基本事項

A. 電力設備應照台灣電力公司有關規定裝設。

B. 電力設備應充分考慮操作、維護管理及防止事故之發生而施設之。

(2) 受電電壓

受電電壓應視該地區之供電方式與洽台灣電力公司決定之。

3. 照明

防洪抽水站應設有充足之照明設備，以利機械之操作、檢查及儀表之監視。照明標準，參閱表 4-2。

表 4-2 抽水站之標準照明度(Lx)

照明場所	需要照明度(Lx)
操作室地板面	250
電氣室地板面	150
抽水機房地面	100
驅動機房地面	100
附屬設備室地板面	100
攔污柵裝設地板面	50
抽水井水面	30
閘內裝設地面	30

資料來源：環境工程技術研究班講義集(國立中央大學土木工程學研究所 73.6)

4.9 內燃機設置規定

內燃機設置需依內政部「公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法」規定辦理。另依「下水道工程設施標準(營建署 98.11.27 修正發布)」第二十三條內燃機設置規定：雨水抽水機之動力或備用發電之原動機，應為柴油內燃機。並需設置之輔助設備包括：可貯存四十八小時連續運轉所需油類之貯油槽、冷卻水設備等，茲分述如下：

1. 燃油供應系統

燃油供應系統一般包括主貯油槽、日用油箱、供油泵、液位開關連接裝置、配管等，供油泵一般為電動橫軸齒輪式或為單吸渦卷式，應具有能力將主貯油槽之燃油輸送至日用油箱。

(1) 主貯油槽容量估算

主貯油槽容量，依下式計算：

$$V = (Be \cdot Pe \cdot T) / (1000 \cdot \rho_b) \times \alpha$$

式中 V ：貯油槽容量 (Kℓ)

Be ：燃油消耗率(kg/PS×hr)，詳表 4-3

Pe ：引擎輸出動力 (PS)

T ：運轉時間，採 48hr 計

α ：餘裕量，採 1.2~1.3

ρ_b ：柴油密度：中國石油輕質柴油 0.83kg/ℓ、中國石油重油柴油 0.85kg/ℓ、超級柴油 0.8kg/ℓ

表 4-3 引擎輸出動力與燃油消耗率

引擎輸出動力 (PS)	燃油消耗率(kg/PS×hr)
100~300	0.27
300~500	0.20
500~1000	0.18
1000 以上	0.17

資料來源：環境工程技術研究班講義集(國立中央大學土木工程學研究所 73.6)

防洪抽水站使用時，運轉期間大部份是風雨交加，欲臨時購油恐有困難，因此宜備有足夠一次連續運轉需要之油料，並應附有油泵及供油管線系統等，其設計容量通常大於實際需要量之 1.1 倍；另為消防考慮，於其周圍設阻油堤，堤內之有效容積應為蓄油量之 1.2 倍以上，且最好維持 0.3m 以上之出水高。貯油槽示意詳圖 4-8。

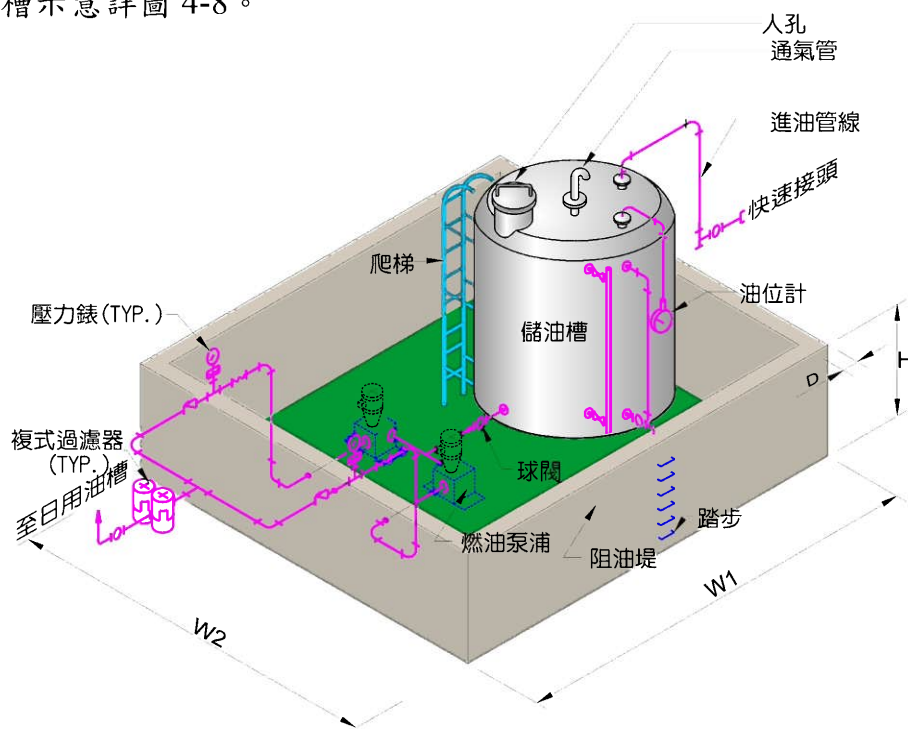


圖 4-8 貯油槽及燃油泵管線安裝配置示意圖

(2) 日用油箱

日用油箱容量應具 8 小時耗油量為設計實際容積基準，日用油箱主要材質採碳鋼 SS400+防蝕塗裝或 SUS304 材質，或於室內可採 FRP 耐蝕桶槽。油箱外需設有透明耐油氣侵蝕之透明油管及關斷閥以利檢視油位。自動化操作亦可搭配油位計與燃油輸送泵連鎖，俟低油位時應自動啟動燃油輸送泵補充日用箱油位。燃油輸送泵與油位計如置於與油箱同區之密閉空間時，宜設排氣裝置且應依防爆設置規定採用耐壓且防爆產品。

2. 冷卻水系統

(1) 柴油引擎冷卻水量(Q_{WE})

$$Q_{WE} = \frac{Q_v}{\nabla T \times 60}$$

$$= \frac{P_e \times B_e \times H_u \times \gamma}{\nabla T \times 60} (l/min)$$

式中， $Q_v = P_e \times B_e \times H_u \times \gamma$

B_e ：燃油消耗率(kg/PS×hr)，詳表 4-4

P_e ：引擎輸出動力 (PS)

H_u ：燃料發熱量，一般採重油 10,200Kcal/Kg

γ ：冷卻水放熱效率，一般採 0.3

∇T ：出入口溫差，一般採 15°C

(2) 減速機冷卻水量(Q_{WG})

$$Q_{WG} = \frac{0.17565 \times 60 \times P_l}{\nabla T}$$

∇T (溫差)=0.3°C

$\therefore Q_{WG} = 3.5 \times P_l$

式中， P_l ：損失馬力 (PS)

(3) 冷卻水需要量(Q_{WC})

$$Q_{WC} = Q_{WE} + Q_{WG}$$

3. 通風換氣設備

通風設備的設置關係到抽水機房所設置內燃機設備(柴油引擎、發電機)、動力傳動裝置(角齒輪、離合器)等設備於長時運轉下所發生之幅射熱，會造成抽水機房溫度上昇，各設備運轉時相關潤滑油品及燃料油汽化造成室內空氣污染，以及內燃機設備燃燒所需必要空氣量供給，因此需設置通風換氣設備。通風換氣設備一般可分為自然式及強制式二種。

(1) 自然式通風

形成自然通風的主要驅動力為結構物內外溫度差產生之浮力換氣，及外風造成室內各部壓力不同產生的風力換氣等二種。浮力換氣及風力換氣對自然通風的影響常因風向、風速、日照量等氣象因子之變化而改變。隨著這二種動力

作用程度之相異，結構物所能達成的自然通風量亦有所不同。且自然通風量也因結構物本身構造、通氣窗形狀、面積，位置等之不同而有所差異。

(2)強制式通風

強制通風又稱為機械通風，係使用風扇及風管之組合，以動力驅使之通風方法。設計時通常在一側設置空氣流入開口，而於相對側設置通風扇抽風，使空氣產生對流，藉以達到通風排氣之目的。風扇之種類大致可分為離心式與軸流式風扇兩大類。

4.消音

針對抽水站噪音防制措施之設計，應先瞭解所需防護之對象，防護對象原則上可分為工作人員及周遭住民。對於工作人員之噪音防制應依勞工安全衛生設施規則辦理。對於抽水站產生之噪音過大影響周遭居民時，噪音防制應依噪音管制標準規定辦理。

而抽水站噪音之防制，乃係針對噪音形成要素，包括噪音源及聲音傳遞路線加以改善。

(1)噪音源

噪音源之改善，基本上可從音源物體本身之設計、操作及維護著手。由於站內機械設備本體之設計建造，通常須考量機械設備之效能與專屬用途，因此往往較難僅針對噪音問題尋找出最佳之設計，惟可利用適當之防音處理或良好之操作保養，以降低噪音的產生。通常噪音源改善之具體方式，除了選擇低噪音、低振動之設備外，一般可藉由下列二種方式來處理，(A)更換部份之機械設備零件，(B)使用阻尼材料(如橡膠、塑膠類等)包覆機械設備，將來自機械設備之振動能量吸收，減少振動能量之傳遞，以降低其所產生之噪音。

(2)噪音傳遞路線

可於噪音傳播路徑加裝吸音材質、聲音遮斷材料，如設置隔音牆或防音屏；或使用重質材料(如水泥建築)將噪音密閉，並於其內壁加裝吸音材質等。

(3)消音之設計

消音設計，包括噪音防制及振動防護，簡述如下：

噪音防制設計上可考量 A.利用吸音材料降低室內噪音，如採用吸音建材，B.阻隔空氣傳播的聲音，如以牆、門、窗、隔音罩及隔音屏等固體物阻隔，C.採用消音技術設備，如消音器來降低噪音，其種類可分為阻性、抗性及阻抗複合式消音器等三種類型。

而抽水站可採用之隔振方式，包括於機器基座與樓板選取橡膠墊塊及鋼彈簧等複合減振系統，而管道部份則採用撓性接頭。

整體而言，一般抽水站機房內噪音改善之設計，可採用消音器、消音罩、隔音設備及隔振彈簧等多種方式來降低噪音。

5. 保溫隔熱

引擎本體輻射熱可藉由散熱風扇將熱氣帶出室外，惟引擎排氣管路、消音器、黑煙淨化器等亦為引擎運轉時會隨之產生高輻射熱之設施，故為將其熱源與室內氣體隔絕，而需於其外部設保溫材料予以隔熱，以確保作業人員安全。

4.10 抽水機基礎

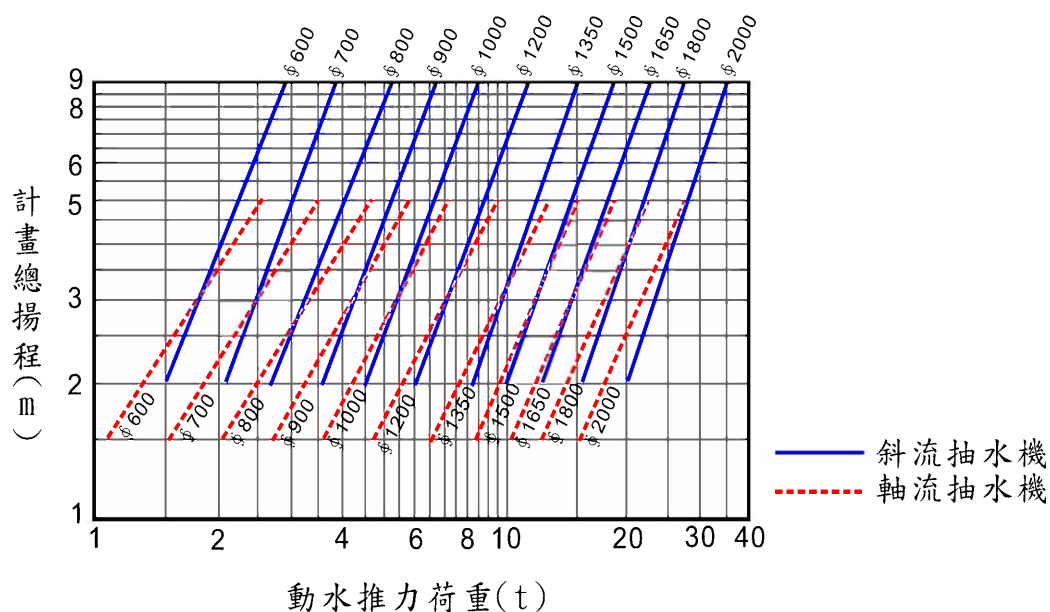
1. 一般注意事項

- (1) 抽水機之基礎應具有足夠之大小、強度、耐震、下陷量應極微小。
- (2) 與抽水機連結之原動機、配管及閥等相互務必不發生不均勻下陷。其基礎儘可能採一體構造，如不可能時，其連結部應採可撓性構造。
- (3) 基礎螺栓預留孔應有足夠大小，以免安裝機械之定心(centering)工作及填充水泥砂漿發生困難。
- (4) 為水平調整及定心工作之需要，機械底座及基礎面間須留適當空間(小型機約 30mm，大型機約 100mm)，並於安裝完妥後，以水泥砂漿填充之。
- (5) 除螺栓預留孔外，基礎之施工應注意尚有排水孔或配線配管等之預留孔。

2. 設計荷重

抽水機基礎通常須考慮下列荷重：

- (1) 抽水機荷重=(抽水機重量+水重) $\times 1.2$
- (2) 引擎荷重=(引擎重量+基座重量) $\times 1.3$
- (3) 聯軸荷重=聯軸器重量 $\times 1.2$
- (4) 出水閥荷重=(出水閥重量+水重) $\times 1.2$
- (5) 管路荷重=(管重量+水重) $\times 1.2$
- (6) 豎軸抽水機之動水推力荷重 (Hydraulic Thrust)，請參閱圖 4-9。



資料來源：環境工程技術研究班講義集(國立中央大學土木工程學研究所 73.6)

圖 4-9 抽水機之動水推力荷重參考圖

3.引擎基礎尺寸

引擎基礎混凝土之大小，概略如下：

- (1)混凝土重量為引擎重量之 5 倍以上。
- (2)混凝土基礎版之厚度應為汽缸內徑之 5~6 倍。

4.11 流水槽

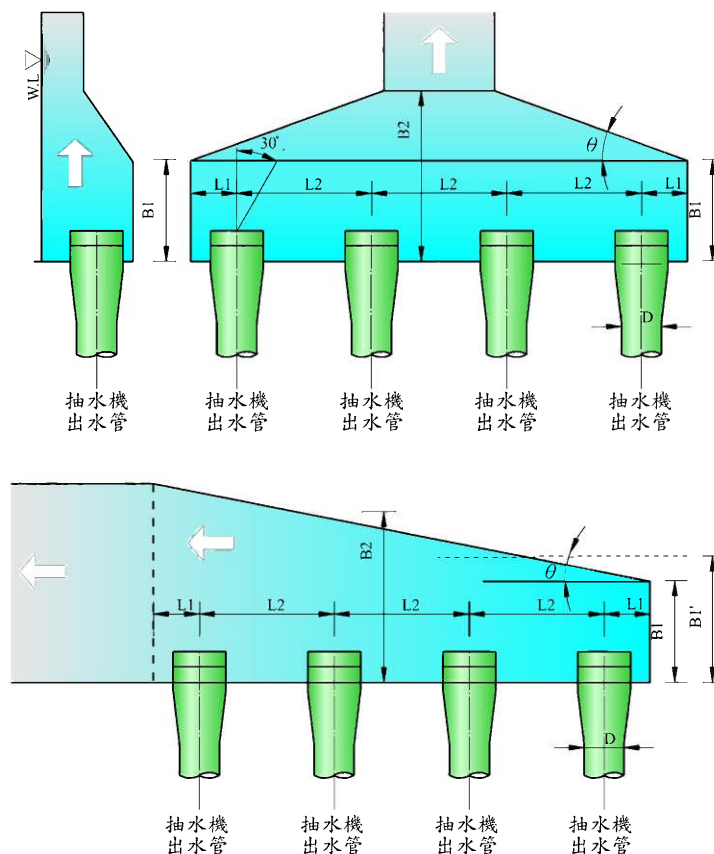
1.排放口設置規定如下

依下水道工程設施標準(營建署 98.11.27 修正) 第十五條：

- (1)第一款規定：放流水之流速不得妨礙航行、影響附近構造物及造成沖刷。
- (2)第二款規定：排放口之底面高程應高於河海湖泊等承受水體之最低水位。
- (3)第三款規定：排放口低於外水位者，應設置自動控制式閘門及備用之手動式閘門或擋水板。

2.流水槽設計

排放口設置除依上述規定外，亦應先與放流河川主管機關充分協調後決定之。而堤外流水槽設置之目的在於有效疏導排放水，並避免引發擾動波及反射波，破壞各種構造物。所以流水槽之設計除了應考慮抽水機運轉時之振動、變位而影響相關構造物外，並應考慮堤防之安全保護設施，圖 4-10 為流水槽之形狀及尺寸，可供設計時參考。



資料來源：環境工程技術研究班講義集(國立中央大學土木工程學研究所 73.6)

圖 4-10 流水槽形狀及相關尺寸示意圖

另為避免抽水機出水管過長而增加損失水頭，或避免過多出水管而造成破堤範圍加大，目前設計時常將抽水機出水管銜接排放調壓槽，再經由單一壓力排放箱涵至堤外放流，請詳圖 4-11。

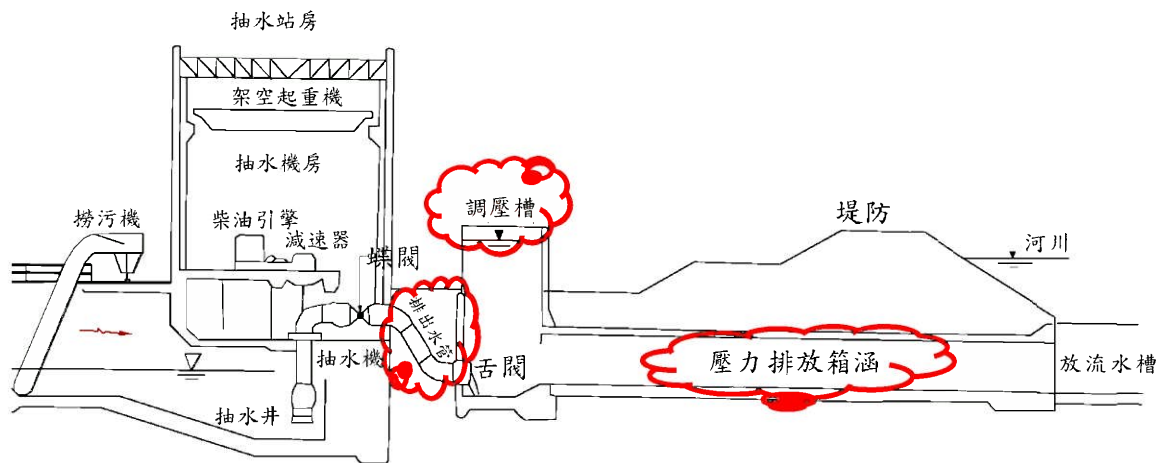


圖 4-11 利用調壓槽及壓力箱涵排放示意圖

4.12 環境整理

環境整理包括出入大門、圍牆、站區道路、站區路燈照明、站區排水系統、植栽綠化、欄杆、停車格等。而機房及站區整體配置，需融合於當地環境。

第三篇 抽水站機電設備概要

第一章 前言

1.1 概述

下水道系統設置抽水站，包括污水抽水站及雨水抽水站，本篇抽水站機電設備概要，係以雨水抽水站為適用對象。雨水抽水站建設及操作維護管理費用不貲，因此雨水下水道系統規劃，應以減免設置或減少抽水規模為主要考量，如採高低地排水分離，高地逕流採重力流方式就近排放，或如屬局部低窪地區，則考量採圍堤抽排水方式，以達減少抽水規模之功效。

雨水抽水站規劃及設計，應將爾後之操作及維護管理納入考量，在同一承受水體設置多處抽水站時，包括抽水站設置及設備選用，應以整體性觀念考量，以利爾後統籌管理及相互支援。

1.2 機電設備組成

抽水站機電設備主要包括抽水機及附屬機電設施。抽水機設備組成，包括主抽水機設備、驅動設備及其他輔助設備等，請詳圖 1-1；而附屬機電設施則包括閘門、撈污機(含輸送帶)、清污泵、吊車等設備，以及水電、儀控及消防等設施。

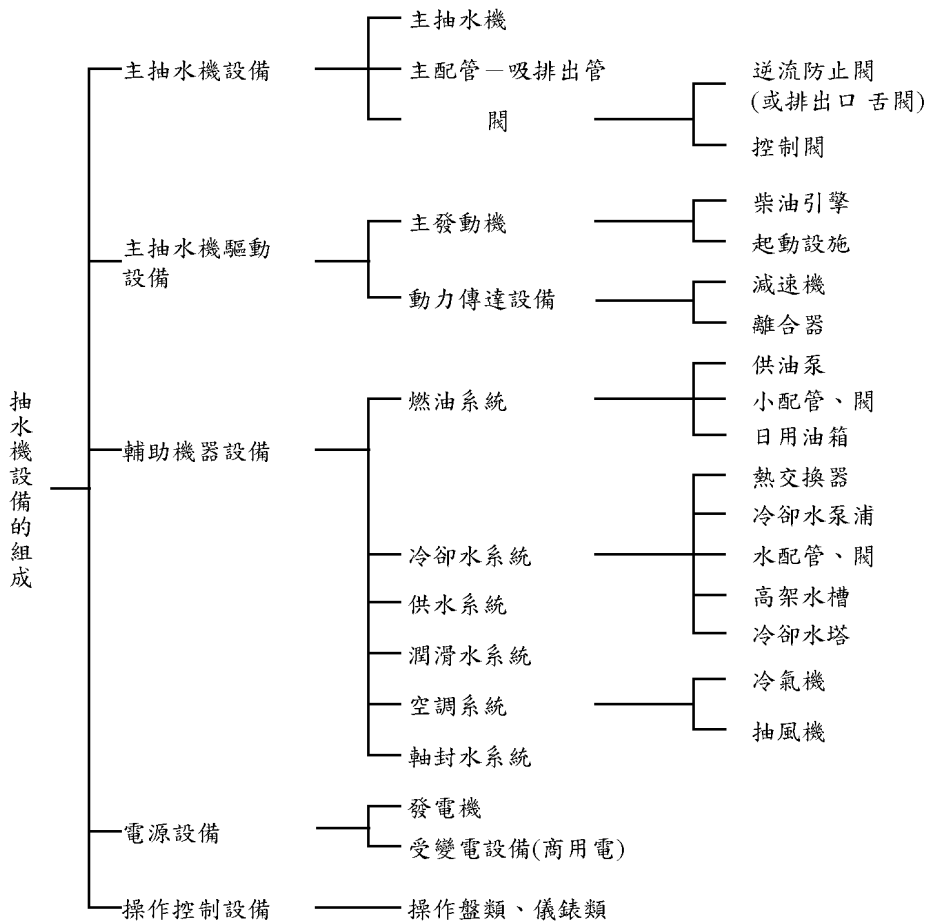


圖 1-1 抽水機設備組成架構圖

1.3 設計應注意事項

抽水站工程可概分土建及機電等不同專業領域，需由不同專業人員共同辦理設計。設計時，除需經常相互溝通協調，以免各自設計造成(1)機房安裝設備空間不足或過大(2)設備安裝不易或無法吊出維修(3)機電儀控設備功能過當或不足情形外，各專業設計人員平時應養成涉獵不同專業領域之基本知識，始能有完善之設計成果。

在抽水機組設備之選用方面，土建工程設計人員應先辦理抽水機組之功能計算（請詳第二篇），其計算抽水機性能成果，僅為選用機組之參考依據；機電設備設計人員，仍應再參考廠家型錄，宜確認有三家以上廠家可達性能需求時，再行訂定抽水機組之規格，以免採購時找不到廠家承製，或廠家太少產生壟斷現象。而其他機電器材設備之選用，應以能符合及達成土建工程設計人員，計畫所需之功能為要件，不應有不當之限制，而應依功能或效益上選用或訂定技術規格。

上述土建工程設計人員所提出設備之設計性能、效率、功能等需求，如無法達成、或效率不佳時，機電設備設計人員應請土建工程設計人員，重新檢討修正配置及功能計算。而如已確定設備之選用，土建工程設計人員，應依機電設備設計人員，提供主要設備及附屬設施之尺寸、重量、推力或提升力等基本資料，並考量設備安裝、維修及出入空間、設施後，予以作初步配置設計，並請機電設備設計人員提供意見，以作為細部設計之依據。

而於相互溝通協調會議中，機電設備設計人員與土建工程設計人員，應將計量計價項目歸屬釐清，以免編列預算時，土建與機電重複計量計價或遺漏，同時亦需於設計圖說說明清楚，以免造成爭議。

另雨水抽水站設施之相關規定，應依「下水道工程設施標準(營建署 98.11.27 修正發布)」第 16 條～第 25 條規定辦理。

第二章 抽水機設備

2.1 抽水機分類

抽水站設備主要包括主抽水機及其附屬設施。抽水機有多種分類方式，惟無一方式是最理想的。而就設計者而言，簡單地分類則包括「軸向型式」分類、「機種型式」分類、及「安裝型式」分類。

1. 軸向型式

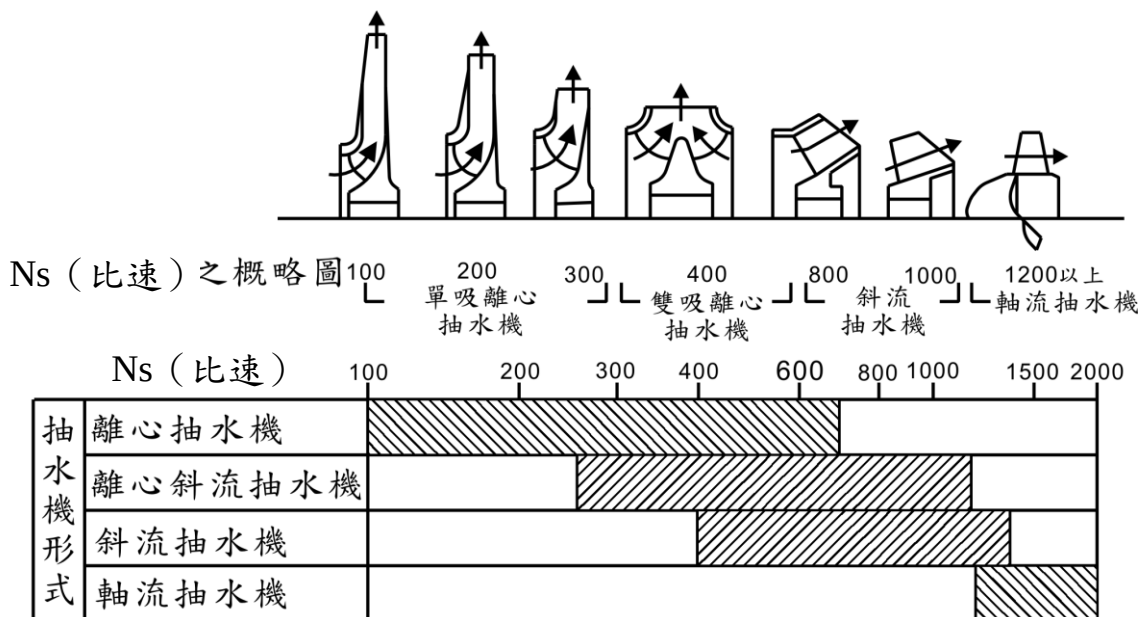
「軸向型式」分類，又分橫軸型抽水機及豎軸型抽水機，其各有優缺點，惟考量橫軸型抽水機起動費時，因此目前在設計上，「軸向型式」係以採豎軸型抽水機為主。

2. 機種型式

「機種型式」亦有多種分類方式，而就選用抽水機設備重點而言，即為抽水機之葉輪形狀。抽水機之葉輪，通常以比速 N_s (specific speed) 值表示之。 Q 為最高效率點之抽水量(m^3/min)， H 為總揚程(m)， N 為轉數(rpm)， a 為抽水機段數， b 為吸水口數，則比速 N_s 以下式表示：

$$N_s = \frac{\left(\frac{Q}{b}\right)^{\frac{1}{2}}}{\left(\frac{H}{a}\right)^{\frac{3}{4}}} N$$

N_s 值一經決定，則相當其值之抽水機形式即可概略決定。揚程高抽水量小之抽水機，其 N_s 值低；反之揚程低抽水量大者， N_s 值較高。圖 2-1 為 N_s 與葉輪形狀之關係，幾何形狀相似之兩葉輪，若欲流動狀態亦相似，兩者之 N_s 值應相等。



資料來源：下水道管渠工程設計指南(中國土木水利工程學會環境工程委員會 73.11)

圖 2-1 比速與葉輪之形狀示意圖

3. 安裝型式

目前在雨水抽水站設計上，較常被採用之「安裝型式」，則有傳統式(非沉水式)抽水機、沉水式抽水機及螺旋式抽水機。

非沉水式抽水機及沉水式抽水機，又可依上述之「軸向型式」及「機種型式」再細分。如傳統豎軸斜流式抽水機，指採用非沉水式之「安裝型式」，「軸向型式」則為豎軸型，「機種型式」(即葉輪形狀)係採斜流式。

2.2 傳統式(非沉水式)抽水機

2.2.1 機種型式

早期抽水站，大多採非沉水式抽水機，因此在稱呼上前面常加“傳統式”，目前設計依功能計算性能需求，以選用傳統豎軸軸流式抽水機或傳統豎軸斜流式抽水機為主。

1. 傳統豎軸軸流式抽水機

軸流抽水機(Axial flow type pump)其外觀為圓筒狀，其構造如圖 2-2 所示。

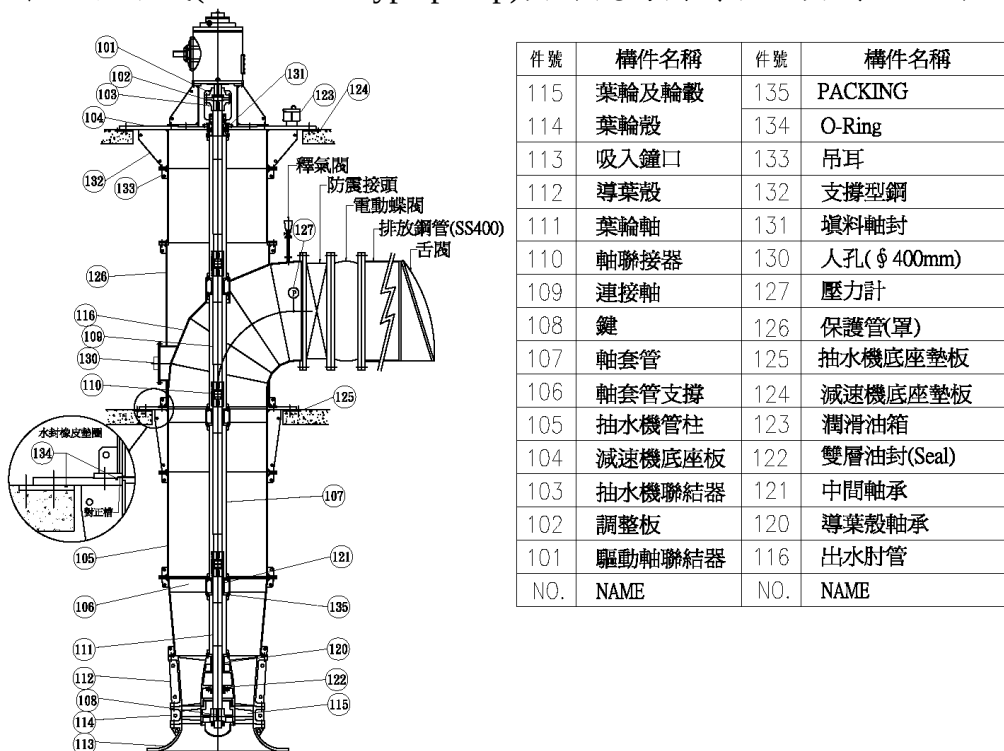


圖 2-2 傳統式豎軸軸流式抽水機示意圖

其內部係由螺槳狀之翼片及導翼所構成，翼數一般為 3~6 片，裝配於輪殼(Boss)上。翼片可分固定型及可動型二種，翼片可與殼一體鑄造，或以螺栓互相結合，可動型則於殼中設有調整翼片角度之構造。導翼本身為靜止不動固定者，其目的是將水流之圓周方向轉變為軸向速度，並將流體之速能轉變為壓能，同時在構造上有結合殼與外殼之作用。外殼通常分為吸入鐘口、導翼管、中間管及曲管等部份。

軸流抽水機除外部軸承外，在導翼殼內設有水中軸承，小型者以水為潤滑劑 (Water lubricated)，大型者則用油潤滑 (Oil lubricated)。

軸流式抽水機適用於大流量低揚程者，一般於雨水排水或防洪工程之抽水應用者居多。

2. 傳統豎軸斜流式抽水機

斜流抽水機 (Mixed flow type pump)，其構造大致與豎軸軸流式抽水機相同，主要差別係其翼輪流向與軸心傾斜，外由導翼胴及曲胴所構成，請詳圖 2-3。其轉速較高，葉輪寬大，形體輕巧，揚程較軸流式略高，水中有污雜物亦可使用，且不易發生空轉使用方便，因此雨、污水抽水站工程均可適用。

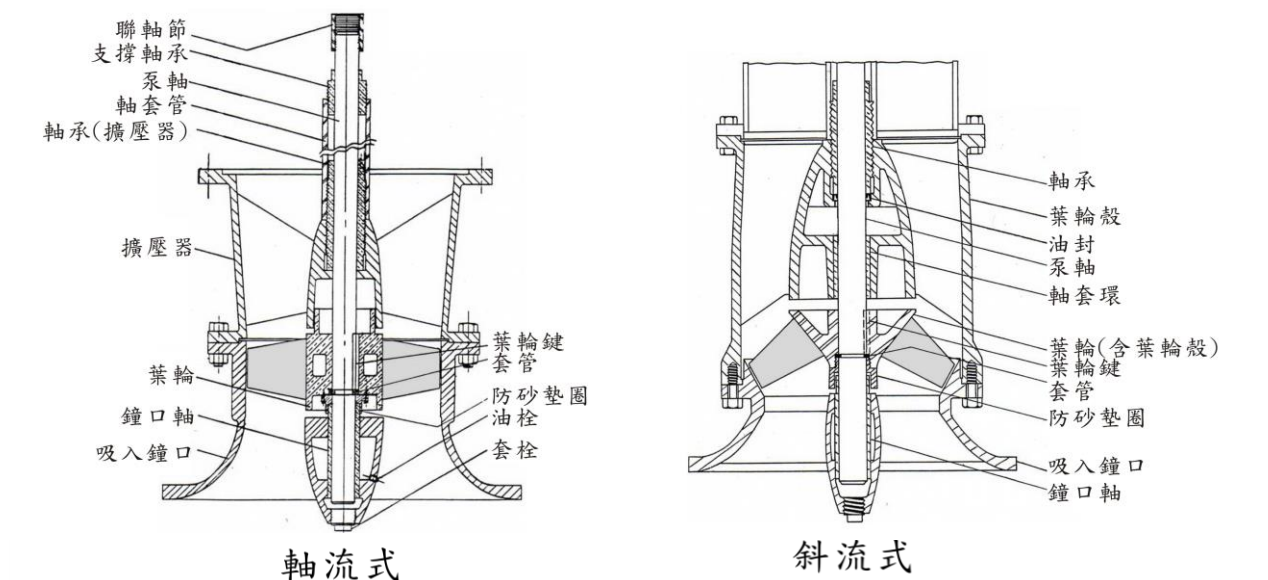


圖 2-3 軸流式及斜流式差異示意圖

3. 材質選用及塗裝

抽水機設備各項構件及其附屬設施，主要包括(1)抽水機管柱、出水肘管及管柱固定法蘭(2)葉輪(3)葉輪殼，導葉及吸入鐘口 (4)葉輪軸及軸聯結器等，所選用之材質應依揚水液體性質(請詳本指南第二篇)，並需明訂於機電設備規格書。而所有抽水機及其附屬設施，如非為不銹鋼或非金屬材料製作者，亦均應施以能抵抗高度磨損及化學侵蝕之油漆塗裝。

2.2.2 輸水管線系統

泵浦在使用時需與吸水管、出水肘管、出水管、及閥類等銜接，方能構成一套可運作之輸水管線系統。而抽水機出水管以水平位置連接到抽水站之出水主管(或稱壓送管)至堤外(請詳圖 2-4)、或至調壓井後再藉由壓力涵管排放堤外(請詳圖 2-5)。

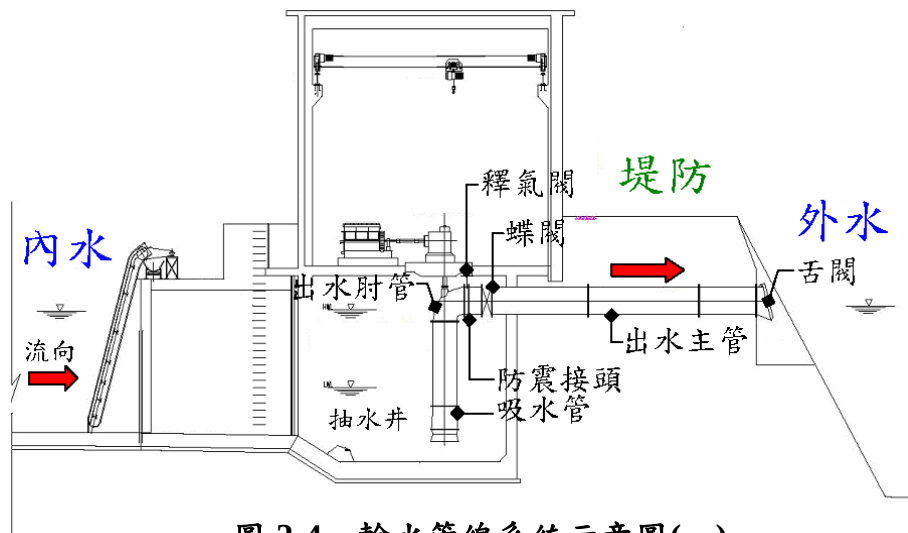


圖 2-4 輸水管線系統示意圖(一)

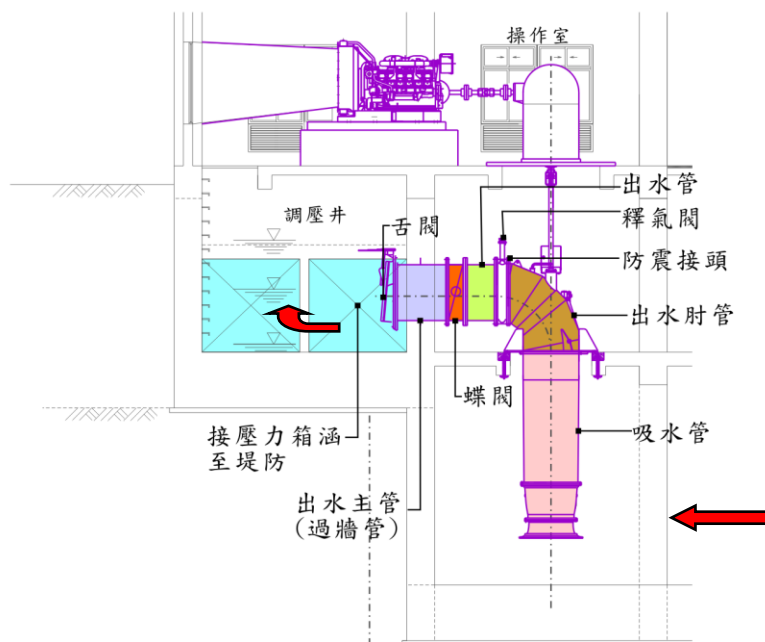


圖 2-5 輸水管線系統示意圖(二)

1. 吸水管與出水管

抽水機吸水管內流速，依「下水道工程設施標準(營建署 98.11.27 修正發布)」第二十條規定，約在 2.0~3.0m/sec 間，並依其規定計算吸水管口徑，而泵浦其出水管(Discharge pipe)前端之管徑與出水管管徑相同或略大。而為降低吸入口損失，吸水管之吸入鐘口一般採喇叭口設計；出水管則需於頂部處設置自動排氣閥(或稱釋氣閥)，以避免空氣滯留管內。管材一般採用青銅、特殊青銅、鑄鐵或鑄鋼等，依揚水液體性質選用。

2. 閘類

閘類設置種類包括蝶閥、逆止閥或舌閥，一般蝶閥、逆止閥安置於出水肘管之後，而舌閥則裝設於出水管或出水主管(或稱壓送管)末端。蝶閥設置之目的，主要在調節流量；而設置逆止閥或舌閥，係防止外水高漲而沿出水管倒流、或因抽水機急速關閉引起之水錘現象。

(1) 蝶閥

蝶閥為電動兼手動操作式(請詳圖 2-6)，適合安裝於水平管線上，安裝時閥軸為水平式，以便實際操作。蝶閥操作機構為全密閉式，電動機與減速機為直結型，電動機應有足夠啟動扭矩以任何狀況下操作蝶閥之啟、閉及節流。

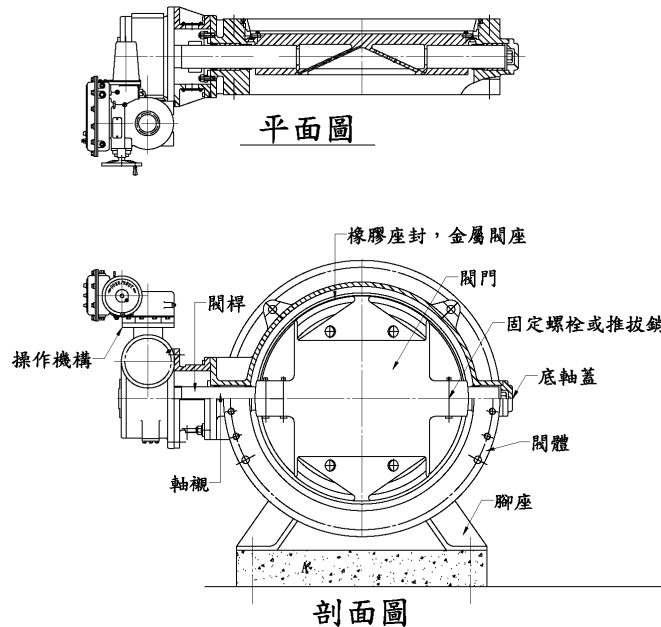
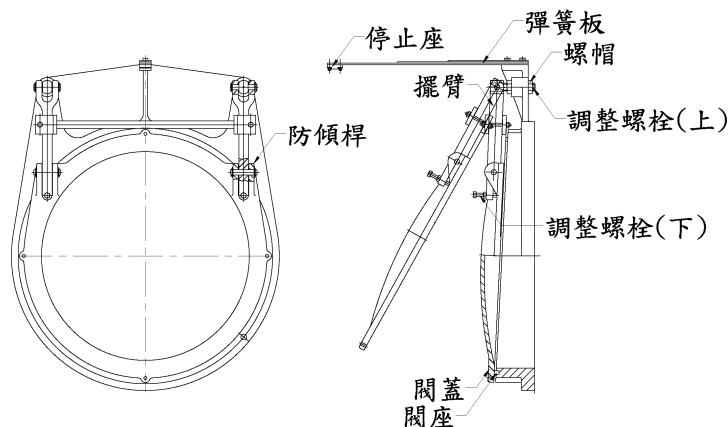


圖 2-6 蝶閥示意圖

(2) 舌閥

舌閥為圓型開口(請詳圖 2-7)，其尺寸需能適合出水管，閥蓋為單片或兩片圓盤式，其啟開係藉水流速度，關閉係藉閥蓋自身之重力，閥蓋、閥體一般採球狀石墨展性鑄鐵製成，閥體應以法蘭與出水管法蘭聯結固定。



舌閥示意圖

圖 2-7 舌閥示意圖

(3) 逆止閥

逆止閥可防止管路壓力升高，亦可防止水之逆流，一般可分旋轉型、浮球型及直立型，惟目前設計常於出水管末端裝設舌閥，而鮮少再安裝逆止閥，以減少損失水頭。

3. 防震接頭

考量地震，驅動機及抽水機之振動，及地層不均等下陷等問題，抽水機出水管與過牆管間適當部位設可撓管或伸縮管等防震接頭。一般常用可撓性接頭，其包括雙法蘭接頭短管、伸縮橡膠環、保護鋼環、螺栓含帽及必需之另件等裝置，應能彎曲完成連接，並且能克服抽水機械振動及地震作用力。

4. 軸承及潤滑

抽水機軸承應為可拆換性且具適當面積以充分支承徑向推力及防止振動。所有轉動軸承或被轉動需採潤滑油(OIL)或以免潤滑型為佳。一般採潤滑油者，油管需為高壓不銹鋼管或銅管或強制潤滑泵浦等。

2.3 沉水式抽水機

可運用於雨水抽水站之沉水式抽水機，包括雨水主抽水機，以及抽水井之清污泵，其設置機型不同，茲將常用之沉水式抽水機說明如次：

1. 沉水式豎軸抽水機(Submersible sewage or drainage pump)

又稱電動馬達沉水式抽水機，此型抽水機之馬達與抽水機直接連接，馬達之出力軸即為抽水機之葉輪軸，馬達與抽水機成為一體，全部沒入水中。其翼輪適用於抽取污水之開放型或非阻塞型，另外馬達設在上端而抽水機設在下端，污水由底部流進經翼輪旋轉由水平一端排出，一般可容許含有纖維等2"~3"大小之雜物。馬達為密封浸油式，為防止線圈浸水，高溫時會使電驛自動跳脫電源之設施。排水管用法蘭結合抽水機之出水口引昇直上排水，馬達外殼頂端設有吊鉤，整套抽水機可用吊車由頂端吊起，裝卸十分方便，故又稱為吊起式沉水污水抽水機(Lift type submersible sewage pump)。一般防洪抽水站抽水井之清污泵浦，大多採用此型設計，其構造型式，請詳圖 2-8。

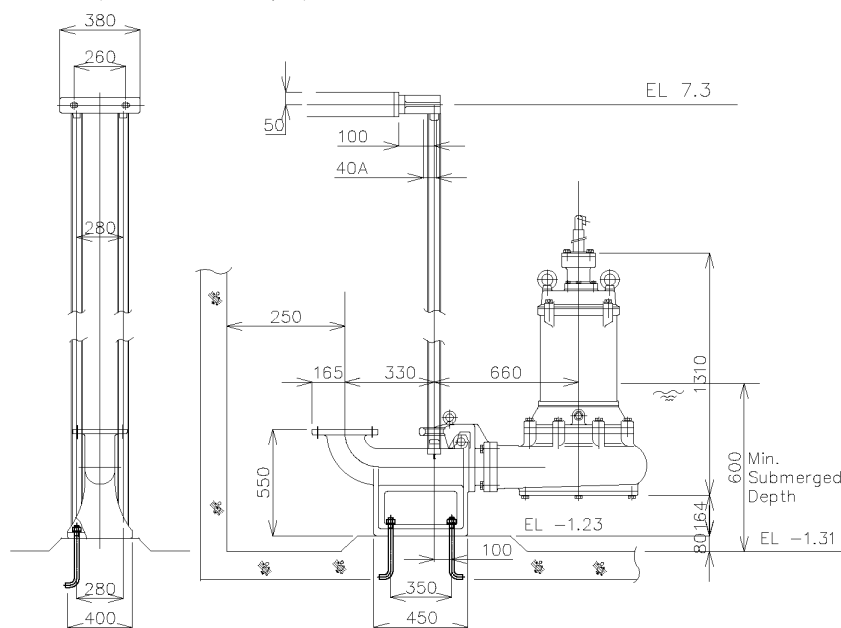


圖 2-8 沉水式豎軸抽水機示意圖

2. 沉水式軸流抽水機(submersible propeller type sewage pump)

此型抽水機揚程較低抽水量較大，一般皆供雨水抽水站使用，由於其抽水機下半部(包括葉輪部份)接浸在水面下，故亦可歸類為沉水式抽水機。

原理與構造與上述沉水式豎軸抽水機相似，唯抽水機之翼輪採用軸流(Propeller or axial flow type)。雨、污水可直接經翼軸由垂直軸流方向往上輸出，在抽水機外另設置一管柱，將雨、污水由抽水井底部吸口吸入直接排水，不必如上述沉水式豎軸抽水機在側旁另設排水管，因此可以減省深井或抽水井之面積。此種機器可免設笨重之連接軸及排水管，故較具有經濟、簡便及維護方便等優點。其構造型式，請詳圖 2-9。

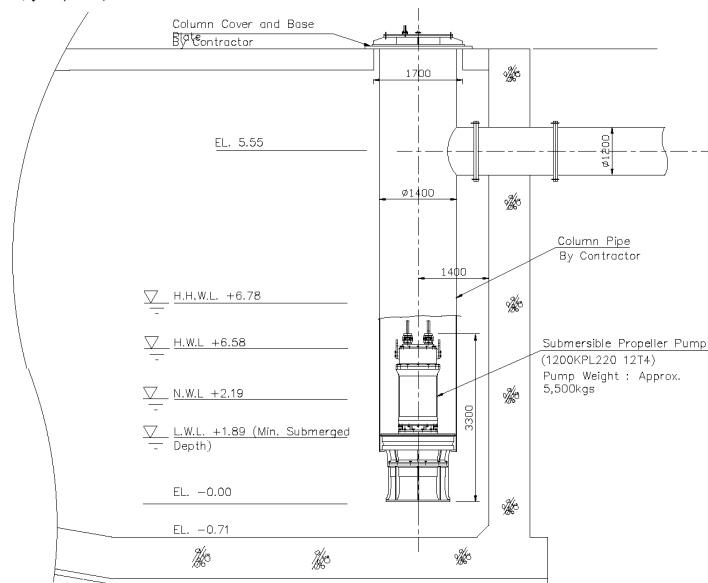


圖 2-9 沉水式軸流抽水機示意圖

2.4 螺旋式抽水機

螺旋式抽水機(或阿基米得螺旋抽水機)屬於正位移型抽水機，請詳圖 2-10。可能為最古老型之抽水機。此型抽水機之構造為於一可旋轉之中心軸上裝設一片或二片或三片螺旋型葉片，放置於一傾斜之半圓型溝槽（開放型螺旋抽水機）或圓型筒內轉動（閉合型螺旋抽水機），將水沿溝槽或圓筒一起旋轉往上推移。

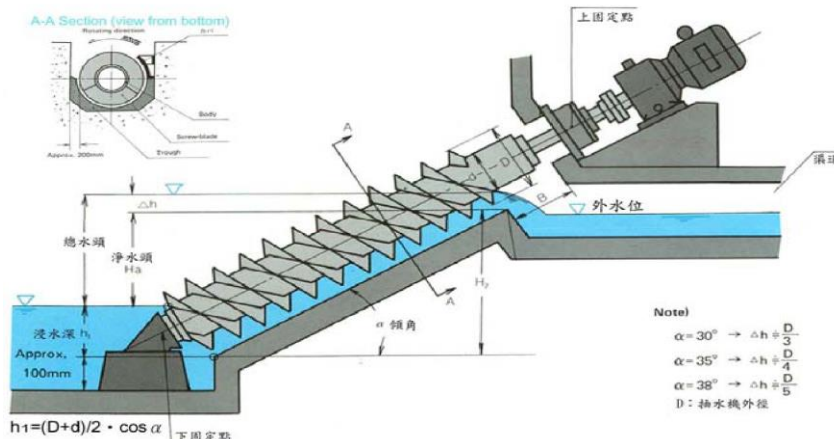


圖 2-10 螺旋式抽水機構造示意圖

螺旋式抽水機其輸送流量係由集水坑水位來控制，定速旋轉下具有變化泵送量以及操作維護簡易之優點，其另一項顯著優點，即可泵送含大顆粒固體物之污水而不造成阻塞（不需設置攔污柵）；而於變化甚大之流量範圍內維持定速運轉仍能保有甚佳之效率。而缺點係因旋轉會引起亂流，使污水的臭氣及其它揮發性物質釋出。

此型抽水機之尺寸，常用者介於直徑 0.3~3.0 公尺之間，抽水量介於 0.01~3.2CMS 之間。抽水機之傾斜角度可介於 30~38 度之間；同一直徑之抽水機，傾斜角小者抽水量較大，惟所需之用地面積亦較大。此型抽水機一部所能揚水之最大高度約 9 公尺，此係因螺旋式結構需要之限制所致。螺旋式抽水機之選用，需先向該種抽水機之製造商或其代理商索取抽水機選用表，再據以設計。

此型抽水機通常以定速馬達帶動，馬達轉速經減速機減速及傳動抽水機，其轉速介於 30~50 rpm 之間。於最大抽水量之正常效率達 85%，而於抽水量僅為最大抽水量之四分之一時，其效率仍可高達 65%。抽水量之多少，係視進入螺旋之水深而定，水位低抽水量就少。

螺旋式抽水機型式可分(1)開放型螺旋抽水機(螺旋於槽中旋轉)及(2)閉合型螺旋抽水機(螺旋及其閉合圓柱筒一起旋轉)。

1.開放型螺旋抽水機

開放型螺旋抽水機(請詳圖 2-11)包括一條扭力管，其上接著螺旋型葉板，一個底部沉水式軸承，一個上部的徑向及推力軸承，一個齒輪減速機(通常以電動馬達來驅動)，及一個泵浦槽使螺旋能定速在其內旋轉。大型泵浦的速度範圍限制在 20 rpm，小型泵浦為 75 rpm，此速度不能超過，否則水會在螺旋頂部噴濺出來。

葉板、扭力管及槽中間所形成的空間會留存液體，而以連續流的方式沿著傾斜槽往上流。鋼製的螺旋葉可塗上塗裝以保護旋葉。較小的泵浦可採用鋼槽，惟較常用的應為混凝土槽。泵浦槽上沿著螺旋型葉板的上揚側裝有組立之屈折板，其凹曲面係由槽壁的圓弧所延伸，此種裝置可增加抽水機之效率。

此種泵浦的驅動器包括一台馬達、V 型帶(但不用於超過 100kw 的馬達)及減速齒輪，當泵浦停機時為了避免螺旋葉的逆轉，泵浦上通常裝有止回器(backstop)。

如果上端傾洩點至出水渠間 0.3m 的水頭損失不計，整個抽水機系統在設計流量時最大之效率可達 80%。在約 30%之設計流量時，由於摩擦損失及流體在葉板及槽間漏失，效率降到約 60%，因此安裝角度最大僅可達 38°。

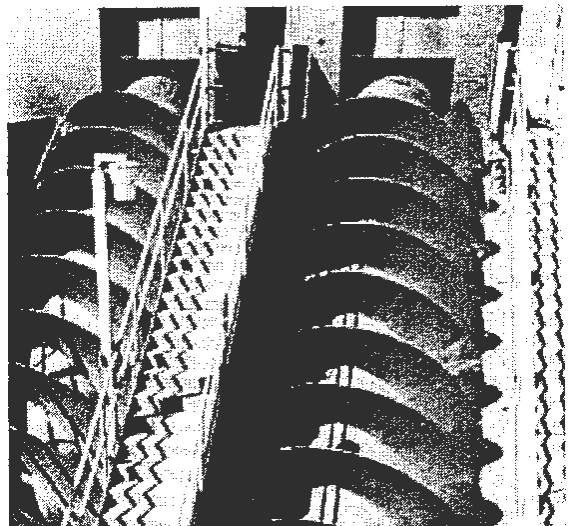
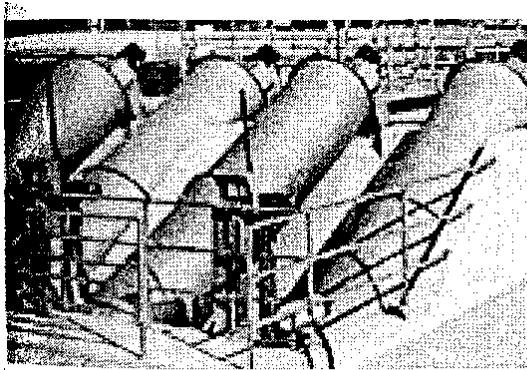


圖 2-11 開放型螺旋抽水機

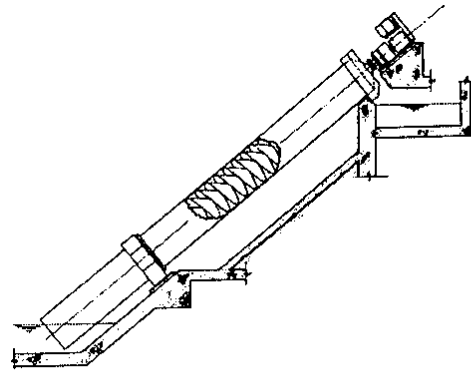
此種抽水機之安裝簡易，在斜坡上澆置混凝土時可先以假安裝，即可使泵浦與混凝土槽間更密合。

2. 閉合型螺旋泵浦

閉合型螺旋抽水機(請詳圖 2-12)與開放型螺旋抽水機相似，主要之差異點說明如下：因葉板係電鍍在圓柱筒裏面，故不會有漏失，當泵浦停機時，水會停留在葉板間，因此泵浦即使在低流量，其效率仍非常高，故最大安裝角度可達 45° 。而底部軸承是一種裝在高水位上的滾動軸承，很容易接近，此滾動軸承擔負大部份之徑向推力。因螺旋與閉合圓柱筒一體成型，故不需大量混凝土結構。



a. 安裝圖



b. 示意圖

圖 2-12 閉合型螺旋泵浦

2.5 閘泵

日本與我國都會環境一樣屬地狹人稠，常因都市快速發展，使早期設置之抽水站不敷使用，亦常因用地侷限而無法擴建，因此日本廠商研發出「閘泵」。

日本生產之「閘泵」最大抽水量約 3.3CMS/台；而目前國內廠商亦有與日本技術合作，最大抽水量為 2.0 CMS/台。惟「閘泵」係設置於既有重力出口渠道（請詳圖 2-13），因此閘泵抽水量之選用，受限於既有渠道寬度、高度及內外水位關係等因素，須視情況評估選用。

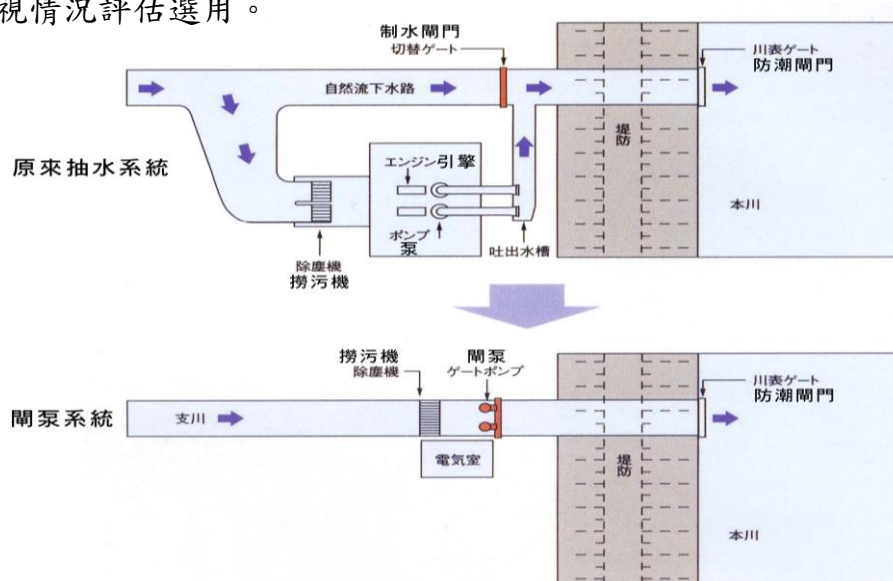


圖 2-13 閘泵系統平面佈置示意圖

1. 抽水機「軸向型式」及「共構型式」

其泵需隨閘門門體啟閉，因此係採沉水式抽水機與閘門結合為「閘泵」，主抽水機依「軸向型式」分為豎軸型與橫軸型，請詳圖 2-14。

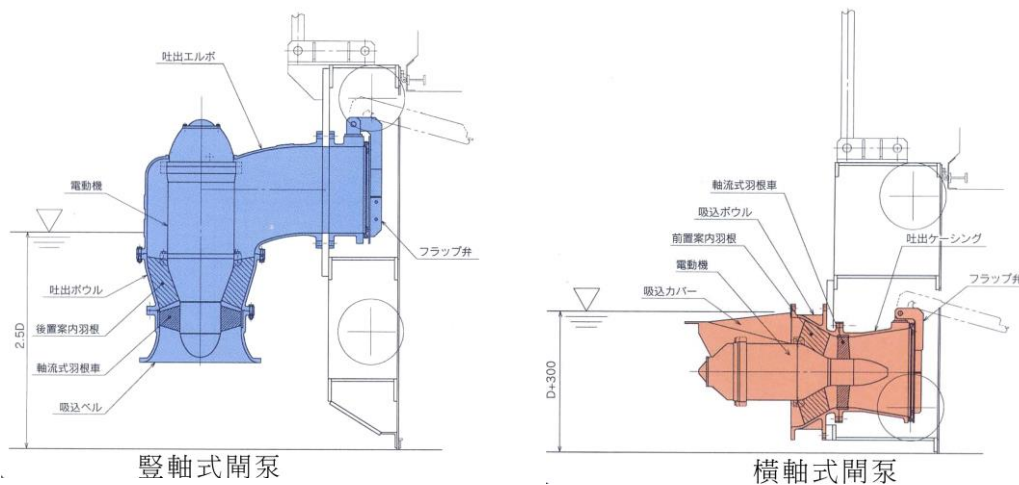


圖 2-14 豎軸式、橫軸式閘泵示意圖

豎軸型抽水機葉輪設置於進水口下方，抽水機與閘門成平行方向，排水渠道水位到達起抽水水位即可進行抽水；橫軸型抽水機葉輪設置於進水口前方或後方，排水渠道水位較低時即可進行抽水。橫軸閘泵適用於常閉型閘門，其泵不運轉亦可小量排水，所需之浸沒深度較小，因泵體積較小，而可安裝於較小渠道。而閘泵共構型式，又可分突出型及內藏型，應配合既有渠道及水流條件選用。

2. 閘泵設計考量

一般閘門組吊門機提吊力為最大提吊荷重之 125%，此項最大提吊荷重包括吊桿重量，門扇重量，水封、靺輪及導輪之摩擦力、越頂溢流水作用力及閘門開啟時可能發生之下拉力。

而閘泵之吊門機，除上述之提吊力外，另需增加計算抽水機、抽水管、舌閥、纜線及纜線架之重量，以及抽水機運轉時之推力及振動之考量。閘泵抽水機組並沒有可裝置防震接頭的空間，因此閘泵設計需克服抽水機運轉振動問題，以確保抽水機運轉順利及使用年限。

閘門因抽水機運轉產生的振動分為橫向及縱向兩種，而目前設計係以固定滾輪加設彈簧墊圈來吸收抽水機運轉產生的橫向振動，彈簧墊圈依抽水機大小推力調整；而縱向振動部份，則由吊桿式吊門機來克服，乃係因其製造規範皆有要求需具備過扭力裝置，且為機械式可調整型，如此調整過扭力裝置的扭力值及調整下限開關延時(機械式扭力裝置亦是以彈簧墊圈做扭力值調整)，既可吸收抽水機運轉產生的縱向振動，扭力值調整依製造廠標準既可。

3. 活動式撈污機

抽水機可跟隨閘門啟閉，平時檢修保養相當方便且容易，惟不論橫軸式閘泵及豎軸式閘泵，均需於閘泵前設置活動式撈污機攔截雜物，以免影響抽水機運轉，請詳圖 2-15。

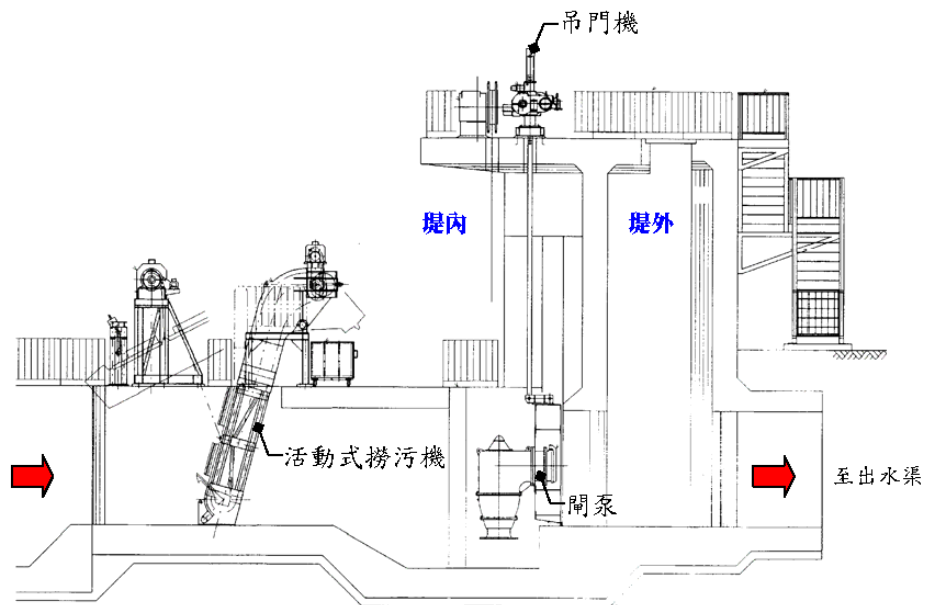


圖 2-15 閘泵抽水站縱斷面示意圖

4. 機房設置

閘泵係直接建構於既有渠道上，土建結構簡單無需另覓用地，惟仍需考量設置機房之空間及操作維護管理之方便性，請詳圖 2-16。機房主要安放發電機、燃油、及控制盤等設備。

考量既有抽水站常因用地問題擴建不易情況下，採閘泵設計以解決易淹水地區之排水問題，亦不失為另一項選擇。

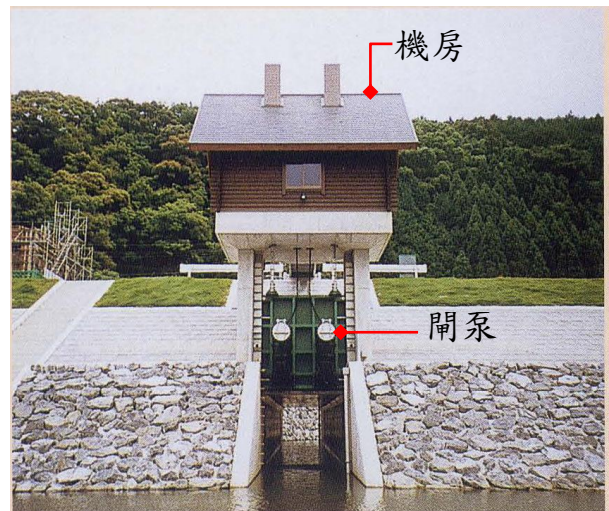


圖 2-16 機房配置示意圖

第三章 驅動設備

3.1 驅動設備組成

抽水機驅動設備主要包括主發電機及動力傳達設備。主發電機為抽水機之動力來源，而由柴油引擎驅動之動力傳達設備(主要有減速機、聯軸器及離合器等)傳遞至主抽水機組。其設計製造須考量主抽水機組及柴油引擎，製造商所建議之運轉範圍，其於最大負載時需無過載之虞，可承受操作所產生之應力，組合操作時亦無不正常之振動、噪音及滲漏現象，所有單元之構造，需便於拆卸及修理。另如為柴油發電機驅動者，其需設有電力輸送電纜(或匯流排)、電動驅動馬達及變頻器(INVERTER)或緩衝起動器(SOFT STARTER)等。

3.2 動力來源

一般下水道抽水站依使用動力來源分類，主要可分為電動抽水站及柴油動力抽水站。

1. 電動抽水站：

電動抽水站，係使用商用電力系統供應電力為動力來源之抽水站。一般污水抽水站皆為電動抽水站，此乃因污水揚送為經常性之工作，於平常時電力供應不成問題，故以商用電力做動力供應；惟此類型抽水站，除遇電力供應中斷時，可經由繞流管道排出者外，一般皆需再設置緊急備用發電機，以供停電時仍可運轉。

2. 柴油動力抽水站

抽水機以柴油引擎驅動之抽水站，此類抽水站大部份為雨水抽水站，其考量重點包括：(1)一年操作運轉時間甚少，若使用商用電力供應，其契約電力容量之基本電費較高，(2)颱風豪雨時常有可能遭遇停電情況，而為穩定動力來源，而使用柴油引擎驅動抽水機。

採用柴油動力又可分柴油引擎直接驅動抽水機(請詳圖 3-1)，及使用柴油發電機所發出之電力驅動抽水機(請詳圖 3-2)。一般大型傳統式雨水抽水站，採用柴油引擎直接驅動抽水機；而沉水式、螺旋式、閘泵及小型傳統式雨水抽水站，則採用柴油發電機為驅動設備。

另外抽水站照明等一般用電，及進流閘門、撈污機等附屬設施，一般係以商用電力為主，惟考量停電時需求(仍需由自備發電機供應)。因此採用柴油引擎驅動設備之抽水站，需設置緊急備用發電機，於停電時供應附屬設施及照明等一般用電；而採柴油發電機為驅動設備之抽水站，其容量計算則需將附屬設施及照明等一般用電所需，納入計算考量。

3.2.1 設置規定

電動機及內燃機之設置，應依「下水道工程設施標準(營建署 98.11.27 修正發布)」規定辦理。電動機設置規定如次。

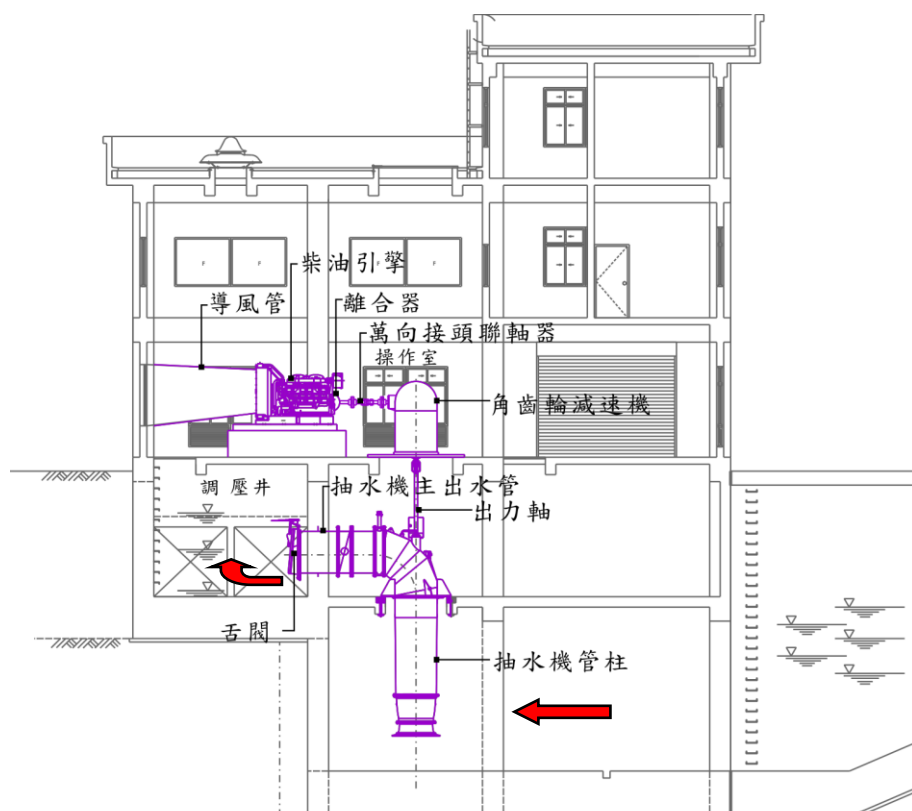


圖 3-1 柴油引擎為驅動設備之抽水站示意圖

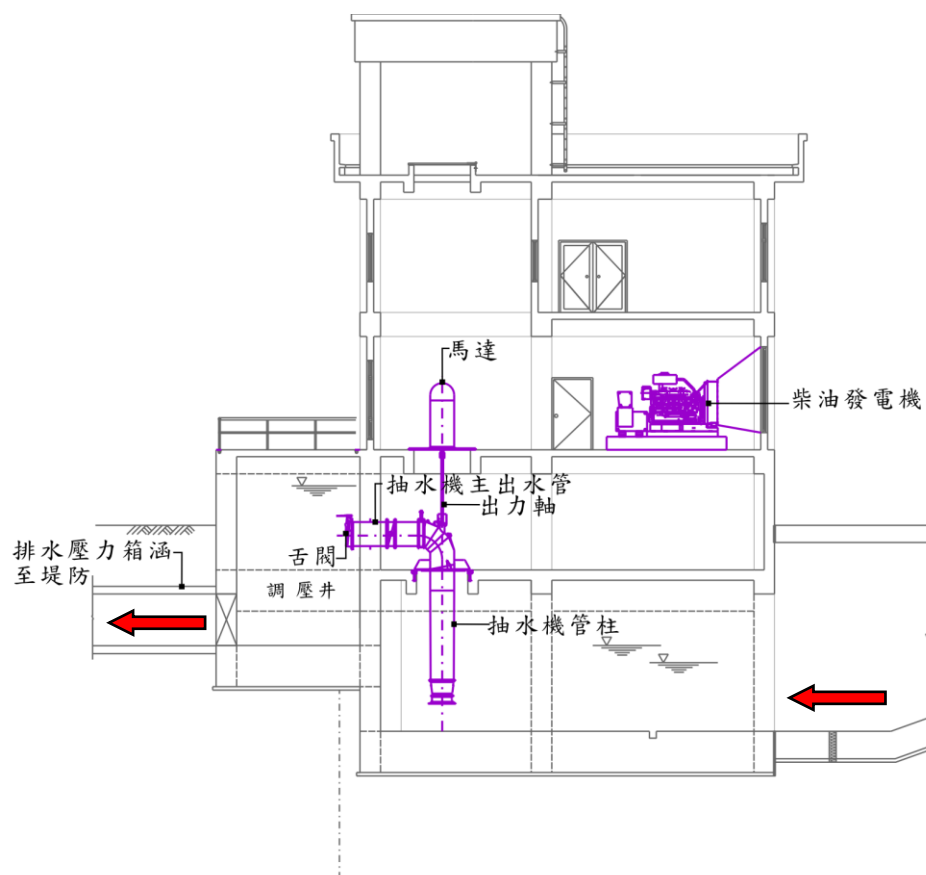


圖 3-2 柴油發電機為驅動設備抽水站示意圖

(1)應採用感應式電動機。

(2)型式依安裝地點之周圍環境而定，並依下表規定：

安裝地點之情況	型 式
乾燥而塵埃少	保護型
有水沫之虞	防沫型
有可燃性粉塵、氣體之虞	防塵防爆型
有水沖或濕度高	防水型
有腐蝕性氣體之虞	耐蝕型
屋外	屋外型
水中	浸水型

(3)起動電流應符合台灣電力股份有限公司(以下簡稱台電公司)屋內裝置規定。依據營建署「下水道工程設施標準」規定，採用非全電壓起動者，應配合電動機之種類及容量依下表選用最適宜之起動設備：

電動機種類	起動設備
鼠籠型感應電動機	1.Y-△減壓起動器 2.自耦變壓起動器 3.限流型起動器 4.一次電阻降壓起動 5.緩衝起動器 6.變頻起動器
線繞轉子型感應電動機	1.起動電阻器 2.緩衝起動器 3.變頻起動器

(4)應設置適當之過電流保護設備，且開關與起動器設備相互間應設防止誤操作之連鎖裝置。

(5)應具有 E 級以上之絕緣等級。

一般絕緣等級除依「下水道工程設施標準(營建署 98.11.27 修正發布)」應採 E 級以上，惟如採用沉水式則應為「F 級以上」。

2.內燃機

內燃機設置規定如下：

(1)雨水抽水機之動力或備用發電之原動機，應為柴油內燃機。

(2)柴油內燃機應設置之輔助設備：

A.可貯存四十八小時連續運轉所需油類之燃料箱。

B.起動設備：

空氣起動者：壓縮空氣筒及空氣壓縮機；電力起動者：蓄電池及充電設備。

C.冷卻水設備。

D.潤滑油設備。

E.消音設備。

F.使用大型內燃機者應裝設電動吊車。

3.2.2 抽水機用電動機

工業用電動機種類甚多，一般可分為感應電動機(俗稱馬達)，同步電動機，交流整流器電動機和直流電動機等。抽水機驅動用電動機，目前以感應電動機為主，主要係因其構造簡單，保養簡便，以及價格低廉之優點。

三相感應電動機又依其轉子(Rotor)構造，可分為普通鼠籠型，與繞線型之別，茲概述如次。

1. 鼠籠型感應電動機(Squirrel-cage induction motor)：

鼠籠型轉子以銅條或合金條裝於槽內，或以鋁鑄於槽內，條之末端熔接或用銅熔接於能導電之末端環(End ring)。電動機之容量在 30 馬力以內者，常用鑄鋁(Cie-cast aluminium)製成之轉子結構，其轉子條，末端環，甚至轉子風扇皆鑄成一體。此種轉子之結構均勻堅固，但若用於大型機，則因其成本高昂，非大量生產，不合經濟價值，故不採用。1 號特種鼠籠型乃為限制將啟動電流，2 號特種鼠籠型乃為增加啟動轉矩而具有特種轉子構造之機型。鼠籠型機雖然構造簡單，易於保養，但有啟動電流大轉矩較小，及轉速控制困難之缺點。

2. 繞線型感應電動機(Wound-rotor induction motor)：

繞線型轉子線圈與定子線圈頗類似，其轉子具有絕緣的三相線圈和匯流環(Slip ring)，啟動時接上二次可變電阻，因此可使啟動電流不超出滿載電流，且可得甚大的啟動轉矩，故比鼠籠型有較佳之啟動特性，又變化此二次電阻可以控制電動機之轉速，因此應用於抽水機水量控制時，較用制水閥開度控制方便而節省電力。但繞線型轉子線圈構造複雜，成本較高，另加外線二次電阻及控制器操作不若鼠籠型簡便，而匯流環、電刷等零件均需要保養，為其缺點。

3. 同步電動機(Synchronous motor)：

在極數較多而轉速低時，大型感應電動機之功率因數及效率偏低，電動機之外型亦形成龐大笨重，故採用同步電動機較為有利。同步電動機在額定負載時，恒以一定的同步速度運轉，並可變化激勵電流以控制功率因數，且多極低速時亦可以高效率運轉，惟其構造感應機件複雜，價格亦高，且不能控制轉速，限於低速大容量之抽水機採用。

而在電動機之絕緣種類與溫昇方面。電動機內之銅與鐵損失，消耗電能而發熱，在電動機使用中，若操作溫度超出其絕緣材料所能容許最高溫度，則會縮短其絕緣之壽命，並致使線圈燒損。各類電動機容許最高溫度，請詳表 3-1。電動機之絕緣，使絕緣材料之耐熱特性，可區分為下列等級。其最高溫度不得超過各級容許之最高溫度。

表 3-1 各類電動機容許最高溫度

絕緣等級	基準周圍溫度+溫度上昇=容許最高溫度		
A	40℃	65℃	105℃
E	40℃	80℃	120℃
B	40℃	90℃	130℃
F	40℃	115℃	155℃
H	40℃	140℃	180℃
C	40℃	140℃ 以上	180℃ 以上

資料來源：施工手冊第三篇環境工程(前省住都局 73.10)

抽水機用電動機，一般採用 A 種、E 種、B 種。近來由於絕緣材料之進步，低壓電動機多使用 E 種，高壓者多用 B 種。溫度上昇：若基準周圍溫度超過 40℃ 時，溫度上昇界限應減去實際基準周圍溫度與 40℃ 之差數。

3.2.3 柴油引擎發電機

柴油引擎發電機主要是柴油引擎(Diesel engine)與交流發電機(A. C. generator)二部份組成。柴油引擎是壓縮式內燃機的一種，俗稱為狄塞爾引擎，以柴油為燃料產生動力，即生機械能以驅動發電機而產生電能。

1. 柴油引擎之分類方式如下。

(1) 以每一循環中活塞所行衝程數而分者有

- A. 四衝程式引擎
- B. 二衝程式引擎

(2) 以氣體壓力作用於活塞之情形而分者有

- A. 單動式引擎
- B. 雙動式引擎

(3) 以每部引擎所有之氣缸數而分者有

- A. 單缸引擎
- B. 多缸引擎

(4) 以氣缸分配情形而分者有

- A. 立式引擎
- B. 臥式引擎
- C. V 式引擎
- D. 輻射式引擎

(5) 以引擎氣缸冷却部而分者有

- A. 空氣冷却式引擎
- B. 水冷却式引擎

2. 柴油引擎之基本原理

柴油燃料，噴射入被壓縮空氣的氣缸內，因空氣被壓縮產生高溫與射入的柴油相遇，致自然點火燃燒，將熱能變為機械能者謂之柴油機，其與汽油引擎(或鄂圖引擎)唯一不同之處是沒有點火裝置(Ignition device)，在熱工循環理論上亦不同，因為性能優異現今在原動機已取代汽油引擎。柴油引擎氣缸內所發生之動作有進氣、壓縮、燃燒、膨脹與排氣。

3. 柴油機循環衝程理論

凡輸入燃料係在機內燃燒生熱而得輸出之功者謂內燃機(Internal combustion engine)，其基本原理係由燃料混合氣經吸入→壓縮→燃燒(膨脹)→排氣四程序之行衝程完成一循環，而次一吸入亦即次一循環之開始，均係藉汽缸、活塞、連桿及曲軸之作用而後始循環，連續輸出功率之機器即謂引擎。若曲軸旋轉兩週而僅輸出動力一次者謂四衝程引擎(4 Cycle engine)，曲軸旋轉一週而能輸出動力一次者謂二衝程引擎(2 Cycle engine)。吸入之燃料若係氣體或液體但需經點火始能產生燃燒者則謂之鄂圖循環式引擎(Otto engine)或汽油引擎；若吸入係經高壓之高溫空氣與噴入汽缸內之燃料混合不需點火而能自行燃燒者則謂狄塞爾循環式引擎或稱柴油引擎。現今一般自備發電機或防洪工程抽水機之原動機大多採用柴油引擎。

4. 四衝程與二衝程優劣比較

- (1) 二衝程引擎無進氣閥及其控制通氣閥定時啟閉之機構，因此構造簡單、造價較為低廉。
- (2) 若氣缸每次吸氣重量相同，且曲軸轉速相同，則二衝程引擎每單位時間輸出功率應為四衝程之兩倍，且每匹馬力之引擎重量應以二衝程者較輕。
- (3) 二衝程引擎機構既較簡單，可能發生故障機會亦因此較少、維護保養較易、經費亦較低廉。
- (4) 若以相同曲軸轉速及相同輸出而言，應以二衝程引擎之氣缸與其他機件尺寸較小。
- (5) 因二衝程引擎曲軸每轉有一次之最大扭矩及最高壓力，則其曲軸扭矩及往復力均較四衝程者均勻，為平衡其扭矩或往復力，則二衝程較為簡易。
- (6) 二衝程引擎每缸均有一次之燃燒加熱，而四衝程引擎則每兩轉始有一次燃燒加熱。因此就散熱而言，二衝程引擎氣缸之冷却負荷較四衝程者為大，於高轉速時冷却較難。
- (7) 二衝程引擎與同轉速之四衝程相較，因其傳熱量較多，則其氣缸內壁之溫度應較四衝程者為高，故其潤滑油消耗量應較四衝程為多。

5. 柴油引擎之馬(出)力計算：

- (1) 指示馬力(Indicated horsepower, I.H.P)：氣缸裏面的燃燒氣體，對於活塞所發生之功率，其計算公式如下：

$$\text{指示馬力(I.H.P.)} = \frac{N \times P_m \times L \times A \times n}{4500}$$

N：引擎之氣缸數

P_m ：氣缸內之平均有效壓力(kg/cm²)

L：活塞衝程長度(m)

A：氣缸之橫斷面積(cm²)

n：每分鐘工作衝程數(二衝程引擎單動式動力 $n=R.P.M$ ，四衝

$$\text{程引擎單動式動力 } n = \frac{R.P.M}{2})$$

(2)制動馬力(Brake horsepower, B.H.P)：柴油引擎運轉時，可以供給外界應用的實際功率，其計算公式如下：

$$\text{制動馬力(B.H.P)} = \text{指示馬力} - \text{摩擦馬力}$$

$$= \text{機械效率}(\%) \times \text{指示馬力}$$

所謂機械效率(Mechanical Efficiency, E.M)，即制動馬力與指示馬力之百分比。

$$E.M = \left(\frac{B.H.P}{I.H.P} \right) \times 100\%$$

6. 柴油引擎之主要組成

(1) 燃料系統

擔任柴油輸送，過濾及定時定量在燃燒室內噴成霧狀等任務，可說是柴油引擎的心臟部份，該系統包括燃油箱、燃油壓泵浦、燃油濾清器，燃油壓力表、燃油噴射泵浦、燃油噴油嘴及回油管等。

(2) 潤滑系統

機械旋轉體在運轉中其軸與軸承之接觸面必有摩擦，若其中部份未設有一層潤滑油之媒介，軸承必受摩擦熱發燒熔化，因此務必注入潤滑油料，藉以改善其缺陷，柴油引擎之潤滑系統屬加壓潤滑，包括潤滑油儲存槽(一般為引擎下部機匣)、油壓表、油管、濾清器、機油泵浦及機油冷卻器等。

(3) 冷卻系統

柴油引擎在運轉時氣缸內產生高溫，將易使金屬燒毀熔化，因此有賴冷卻系統協助散熱，其冷卻系統構造上有氣冷及水冷二種。氣冷系統包括強制風扇、傳動機構及排風管等；水冷系統包括水箱、泵浦、散熱器、風扇及進出水管等。

(4)起動系統

柴油引擎起動方式甚多，小型者有手搖起動，壓縮空氣起動，油壓起動及電起動等，一般大型者大都採用電起動；該系統包括電瓶(Battery)、起動開關、電流表及起動馬達等。

3.2.4 交流發電機

1.交流發電機之分類

(1)依相數分類者。

A.單相機。

B.三相交流發電機。

(2)依旋轉部份和磁性型態分類。

A.轉樞型。

B.轉磁型：轉磁型中又可分為外側磁極型與內側磁極型二種，而內側磁極型又有突極型與全極型二種。

(3)依主軸設置方法分類

A.橫卧型或橫軸型。

B.豎立型或豎軸型。

(4)依外殼及冷卻方式分類

A.開放自冷型。

B.開放通風型。

C.全閉通風型。

D.全閉內冷型。

E.氬氣冷卻型。

2.交流發電機之原理

交流發電機是由電工原理中佛來銘右手定則，將導體在磁場內轉動而切割磁力線，就會產生電勢即電壓。交流發電機有二個主要部份，(1)即電樞，裝載了能產生電動勢的導線，與(2)磁極由許多電磁鐵及勵磁線圈組成者。

交流發電機轉樞型時，即用靜定磁場及旋轉電樞，若要將電樞之電流導至外部，必需用滑電環與滑動之炭刷，因電流太大，會產生火花，不但滑電環易被燒損，而且大型發電機採用 600V 以上之高壓在絕緣及安全上亦不易設計，為防止以上之缺點，因此現今交流發電機，均採用靜定電樞及旋轉磁場之轉磁型。

(1)交流發電機所產生電壓公式

A.平均電壓

$$e = fTQ \times 10^{-8}$$

式中 e ：平均電壓

f ：頻率，以每秒週數表示

Q ：每極發出或進入每極之磁力線數

T ：每相串聯的導線匝線

B.有效電壓

如果交流發電機產生正弦波的電流和電壓，則有效電壓等於平均電壓的 1.11 倍。

$$\text{有效電壓 } E = 4.44fTQ \times 10^{-8}$$

(2)交流發電機極數、速率與頻率的關係

$$f = \frac{n \times \text{RPM}}{60}$$

式中 f ：頻率，以每秒週數計算

n ：磁極對數

RPM：每分鐘轉數

3.2.5 驅動馬力及發電機容量

依「下水道工程設施標準(營建署 98.11.27 修正發布)」，抽水機之原動機出力應為抽水機之軸馬力加適當之餘裕；使用電動機時應加抽水機軸馬力百分之十至百分之二十之餘裕；使用內燃機時應加抽水機軸馬力百分之十五至百分之三十之餘裕。另設減速機者，原動機之出力應有零點九二至零點九七之傳達效率。

1.驅動馬力

驅動機之馬力可由下式計算：

$$P = \frac{0.163 \times \gamma \times Q \times H}{\eta_p \times \eta_G \times \eta_H} (1 + \alpha), (\text{KW})$$

式中 P ：需要馬力(KW)

γ ：水之比重(kg/l)

Q ：抽水機揚水量(m^3/min)

H ：抽水機總揚程(m)

η_p ：抽水機效率

η_G ：減速機效率，(0.92~0.97)

η_H ：流體聯結器效率，(0.96)

α ：餘裕率 斜(混)流式：(0.15~0.20)

軸流式：(0.20~0.25)

2.柴油引擎發電機

防洪抽水站之抽水機如採沉水式時，其電源由柴油發電機供給者，發電

機容量及引擎輸出動力計算，說明如次。

而以下發電機容量計算之單位 KVA，依「營業規則(台灣電力公司 98.6.24.修訂)」第十九條規定：契約容量照用戶設置之用電器具總入力千伏安(KVA)數訂定契約容量。KVA 可定義為有效功率+無效功率之總和，如依「營業規則(台灣電力公司 98.6.24.修訂)」第十九條第二項規定：電動機之容量，如以瓩為單位者，則應以 0.75 除其標示瓩數所得之商為準。

(1)發電機容量計算

A.正常運轉狀態時所需之發電機容量(PG₁)

$$PG_1 = 50.29, (KVA)$$

式中 PG₁：抽水機同時運轉之合計負荷量為最大時之輸入 KVA

B.啟動，最大起動 KVA 同時考慮壓降時之發電機容量(PG₂)

$$PG_2 = P_m \times C \times Xd' \frac{1-\Delta V}{\Delta V}, (KVA)$$

式中 P_m：最大起動 KVA

C：起動係數(Y-△時，C=0.5)

Xd'：發電機感應抵抗，一般採用 0.25

△V：瞬時壓降，一般採用 0.25

C.最後啟動，具有最大起動 KVA 時，所需發電機容量(PG₃)

$$PG_3 = \frac{PL_0 + PL'}{\cos\theta}, (KVA)$$

式中 PL₀：【合計輸入動力 KW】-【最大起動 KVA(P_m)之負荷輸入動力 KW】

PL'：【起動力率(0.4)】×【最大起動容量 KVA(P_m)×C】

C：為起動係數

Cos θ：總合力率，一般採用 0.8

D.由以上 A~C 計算所得值最大者，為需要發電機之發電容量。

(2)柴油發電機之柴油引擎輸出動力計算

A.正常運轉狀態時，所需引擎輸出動力(PE₁)

$$PE_1 = \frac{PG_1 \times \cos\theta_G}{0.736\eta_G}, (PS)$$

(註：1PS=1.362KW)

式中 PG₁：即前述發電機容量 KVA

Cos θ_G：發電機之力率，一般採用 0.8

η_G：發電機之效率(請參閱表 3-2)

B.啟動具有最大負荷 KVA 時，所需引擎輸出動力(PE₂)

$$PE_2 = \frac{PG_2 \times \cos\theta_G}{0.736\eta_G} \times \beta, (PS)$$

式中 PG_2 ：即前述發電機容量 KVA

$\cos \theta_G$ ：發電機之力率，一般採用 0.8

η_G ：發電機之效率(請參閱表 3-2)

β ：引擎平均有效壓力(1.0，非氣冷式)

C.最後啟動，具有最大起動負荷 KVA 時，所需引擎之輸出動力(PE_3)

$$PE_3 = \frac{PG_3 \times \cos\theta_G}{0.736\eta_G}, (PS)$$

式中 PG_3 ：即前述發電機容量 KVA

$\cos \theta_G$ ：發電機之力率，一般採用 0.8

η_G ：發電機之效率(請參閱表 3-2)

D.由以上 A~C 項計算所得值最大者，為最大需要引擎之輸出動力(PS)。

表 3-2 發電機效率(2 極~8 極)表

容量 (KVA)	效率 (%)	容量 (KVA)	效率 (%)
2.0	79.0	200	88.9
37.5	82.5	250	89.5
50	84.3	300	90.0
62.5	85.2	375	90.6
75	85.7	500	91.3
100	86.7	625	91.9
125	87.6	750	92.3
150	88.1	875	92.5

資料來源：環境工程技術研究班講義集(國立中央大學土木工程學研究所 73.6)

(3)最小起動電流與柴油引擎發電機容量分析

選用柴油引擎發電機時，應先分析其最小啟動電流與柴油引擎發電機容量。三相感應電動機在初啟動時，電流甚大足以影響電源，因此台電公司對電動機之啟動電流予以限制，若超過其規定，應另考慮加設其他適當之保護電驛。三相電動機啟動方式分為全壓啟動及降壓啟動，而啟動電流大小應配合電動機種類及容量，不超過「屋內線路裝置規則」之規定，否則應使用降壓型啟動器。降壓啟動器又可分為 Y—△啟動器（開放與閉合型）、電抗啟動器、自耦變壓器啟動器及緩衝啟動器（SOFT STARTER）等，各有優缺點，應依選用設備及操作需求，選用適當之啟動設備。

目前沉水式抽水機以採緩衝啟動器（SOFT STARTER）居多，其最小啟動電流與柴油引擎發電機容量分析計算時，需參照之沉水式抽水機與電動機特性表計算，如沉水式抽水機以柴油引擎發電機供電，假設選用電壓為 460V，而抽水機滿載電流如為 644AMPS，其最小啟動電流比(MINIMUM STARTING CURRENT RATIO) 採 2.5，則每台泵浦由緩啟動器(Soft Starter)啟動，所需之發電機動力為：

$$\begin{aligned}
 \text{KVA} &= \sqrt{3} \times \text{電壓} \times \text{最小起動電流比} \times \text{滿載電流} / 1000 \\
 &= 1.732 \times 460 \times 2.5 \times 644 \div 1000 = 1283 \text{ KVA} \\
 &= 1283 \times 0.8 (\text{功率因素}) = 1026 \text{ kw} \\
 &\text{而建議柴油引擎發電機容量採用 } 1100 \text{ kw prime}。
 \end{aligned}$$

3.3 動力傳動設備

1. 動力傳動方式

一般傳統豎軸抽水機之動力傳動設備，主要包括角齒輪減速機、離合器、萬向接頭聯軸器，其係由柴油引擎驅動，傳遞至豎軸主抽水機組上，請詳圖 3-3。而一般傳動製造與配管方式，請詳表 3-3。

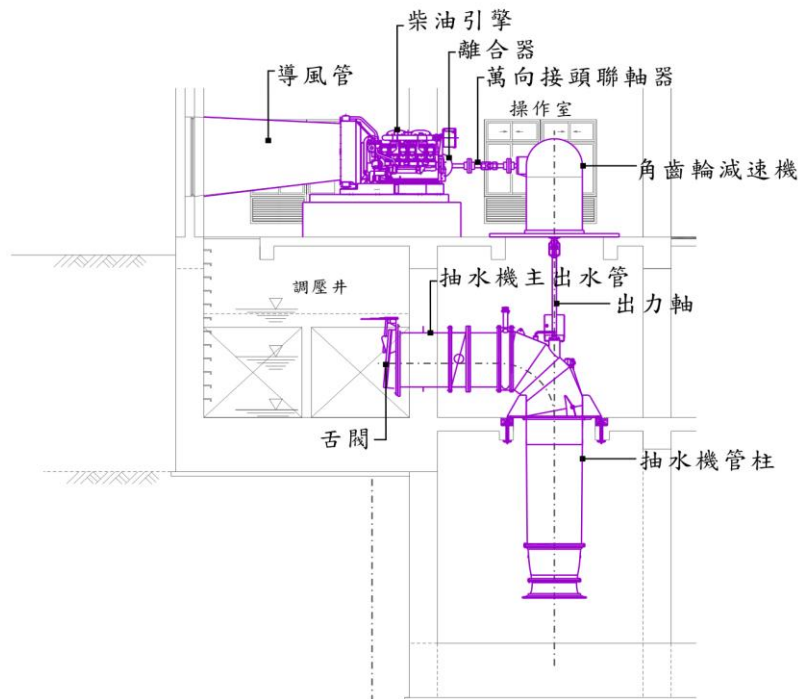


圖 3-3 動力傳動示意圖

表 3-3 動力傳動製造與配管方式

主抽水機型式	減速機	離合器及其他	聯軸器		
			一次側	二次側	三次側
豎軸抽水機	直交軸傘齒輪減速機	流體聯接器		撓曲式聯軸器	固定聯軸器
		油壓式離合器	高彈性聯軸器 撓曲式聯軸器		
		離心離合器	固定聯軸器		
豎軸抽水機	直交軸傘齒輪減速機＋流體聯接器		撓曲式聯軸器	固定聯軸器	
	直交軸傘齒輪減速機＋油壓離合器		高彈性聯軸器 或 撓曲式聯軸器		

資料來源：環境工程技術研究班講義集(國立中央大學土木工程學研究所 73.6)

2. 齒輪變速器及傳動容量

直角齒輪減速機組，入力軸為水平，出力軸為垂直，其水平輸入軸經過離合器，聯軸器連接柴油引擎之輸出軸，而垂直輸出軸經由剛性可調式聯軸器，連接於抽水機之葉輪軸，角齒輪減速機之出力軸應垂直向下與抽水機軸相聯結。

(1) 傳動容量

角齒輪減速機傳動容量之計算式如下，式中荷重係數，請詳表 3-4，壽命係數，請詳表 3-5。

傳動容量 (PS) = 荷重係數 / 壽命係數 × 驅動機出力 (PS)

表 3-4 荷重係數參考表

驅動機種類	聯軸器種類		
	流體聯軸器	高彈性聯軸器	撓曲式聯軸器
引擎 (內燃機)	1.0	1.1	1.25
電動機	1.0	1.1	1.0

資料來源：環境工程技術研究班講義集(國立中央大學土木工程學研究所 73.6)

表 3-5 壽命係數參考表

壽命時間	12000hr 以下	25000hr 以下	35000hr 以下	50000hr 以下	75000hr 以下	100000hr 以下
壽命係數	1.33	1.0	0.87	0.82	0.72	0.65
年運轉時間	300hr 以下	600hr 以下	900hr 以下	1200hr 以下	1900hr 以下	2500hr 以下

資料來源：環境工程技術研究班講義集(國立中央大學土木工程學研究所 73.6)

(2) 減速比

減速比依下式計算，其中 α 為滑動損失率，採用流體聯軸器時 $\alpha = 0.02 \sim 0.04$ 。

減速比 = 驅動機轉速 (RPM) / 抽水機轉速 (RPM) × (1 - α)

3. 離合器與聯軸器

在引擎水平出力軸與直角齒輪減速機之水平軸間應設置一離合器及一萬向接頭聯軸器。

(1) 離合器

離合器需能靠引擎運轉操作，離合器應附有手動操作桿可供手動將動力接合或脫離以供維護所需，且具有良好品質及性能，不因超過負載或逆轉而受損。一般離合器之種類計有離心式離合器（離心摩擦式離合器），及油壓式離合器（定速/變速油壓式離合器）等。

(2) 聯軸器

萬向接頭(universal joint) 連接離合器出力軸端及角齒輪減速機入力軸端，為法蘭型式，其使用係數 1.5(含)以上，材質為合金鋼或更佳材質，並經硬化處理。長度依選定之相關設備組立安裝情形而定，惟軸承之距離及軸徑應妥為設計以避免運轉時產生扭力振動。轉動機構外露部位亦需有安全防護裝置。

3.4 其他輔助機器設備

3.4.1 燃油供應系統

燃油供應系統應包括儲油槽、供油泵(含控制盤)、必要之設備接地設備、油管、配件、閥、油位計、油泵壓力錶及所有必需之設備、爬梯、欄杆、控制裝置、附件等。

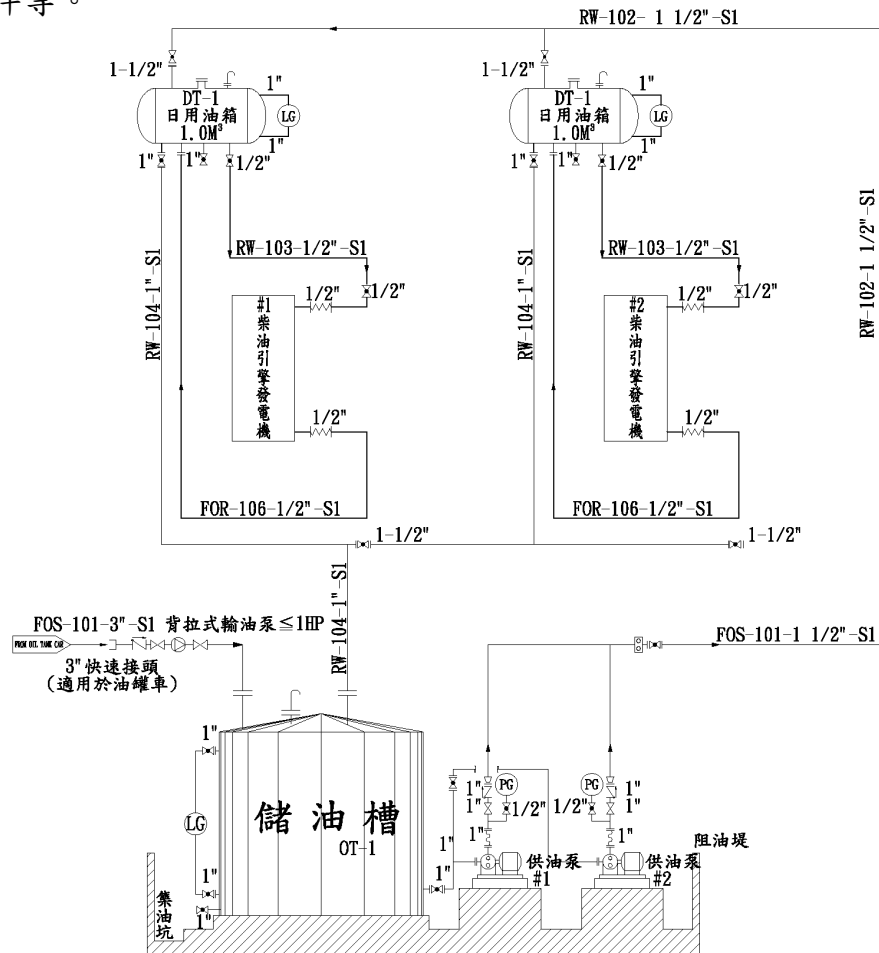


圖 3-4 燃油供應系統示意圖

(1) 供油泵

供油泵一般為電動橫軸齒輪式或為單吸渦卷式，需為適合柴油之輸送，油泵之選用需具足夠能力，將儲油槽之燃油輸送至各柴油引擎發電機之日用油箱，設二台(含)以上日用油箱供油泵，係採自動交互運轉，且需為防爆電動型，並具有不洩之構造。其揚程、流量及馬力應足夠供應抽水站操作之實際功能需求。其與流體接觸部份材質需為鑄鐵、不銹鋼或更佳材質，並附機械軸封。馬達型式一般為鼠籠式，絕緣 F 級以上。

(2) 儲油槽

儲油槽可為臥、立式圓筒型，一般採結構鋼(JIS SS400) 製外覆防蝕塗料材質，或以雙層 FRP 或更佳之材質製作。儲油槽構造組合包含人孔及蓋、爬梯、吊耳、通氣管、油入口、迴油口閥、通氣管閥(並防止水濺入)、底部排

放閥、油位計、油位指示器、卸油口，注油口(含快速接頭)等，儲油槽之前端應裝設 80A 之過濾器，後端應裝設 80A 之複式切換過濾器。

依「下水道工程設施標準(營建署 98.11.27 修正發布)」第 23 條第 2 款規定：柴油內燃機應設置之輔助設備，可貯存四十八小時連續運轉所需油類之燃料箱。有關儲油槽容量計算，請詳第二篇。

(3) 日用油箱

日用油箱一般可為 FRP 材質或結構鋼(JIS SS400)製，外覆防蝕塗料材質，日用油箱組合包含油位計、排氣孔、油出入口及其他必要配件等，並設有自動油位指示計、傳訊器及連接線路，以控制油泵啟動並將油位訊號連接至控制盤。自動量測油位高低，於油位達預設之高度時可啟動或停止油泵，並預留油位高度傳輸接點供控制室使用，當油泵應啟動而未啟動或應停止而未停止時，應於控制室發出警報。

(4) 配管及閥件

燃油管及閥件之材質一般採用標準厚度 S. 10 或更大厚度之不銹鋼鋼管，供油管、迴管等之口徑、日用油箱油管口徑，應配合供油泵出口及引擎需求。

3.4.2 冷卻系統

柴油引擎汽缸中之氣體溫度遠高於大氣溫度，若無法將其中一部份熱量傳出，則氣缸材料需能耐高壓及高熱，惟目前引擎汽缸之材料皆無法達成此目的，故惟有加裝冷卻系統方能達到散熱效果，避免引擎受損。

冷卻系統應為強制循環密閉式水箱風扇冷卻系統，可避免避免因颱風期間水塔內循環水喪失造成冷卻系統失效，每一引擎機組均個別設有散熱水箱及風扇冷卻系統。該冷卻系統應有足夠容量滿足引擎超負載 10%運轉所需之散熱能力，俾使整個機組能獲得適當冷卻。

1. 散熱風扇需為外吹式，其風扇皮帶周圍應有適當防護罩隔離。
2. 每一引擎應設有冷卻水濾清器含適當防銹劑，裝置於引擎側。
3. 在水套尾端之旁通管，裝設有溫度感應元件之溫度調節器。
4. 每一引擎設有冷卻水溫過高及水箱水位過低之停機功能，並具液位顯示。

水槽循環冷卻式系統，冷卻水需要量包括引擎冷卻水需要量(Q_{WE})及齒輪變速箱冷卻水需要量(Q_{WG})。其總冷卻水需要量(Q_{WC})計算，請詳第二篇。

3.4.3 調速系統

1. 引擎轉速需藉一電子式調速器控制。調速器應能調節使自無負載至全負載間之轉速變動率不超過額定轉速 $\pm 3\%$ 或規定值。
2. 除電子式調速器外，需另配有手動油門操作裝置，俾使電動調速器故障時，可直接連結手動或腳踩操作器，使引擎繼續操控運轉。

3.4.4 進氣排氣系統及消音

1. 進氣系統

柴油引擎進氣系統應包括進氣歧管，乾式空氣濾清器、空氣阻力指示器及其他配件。

2. 排氣及消音

柴油引擎之排氣系統(詳圖 3-5)需為每一組引擎各自獨立，排氣系統包括排氣歧管及煙道，消音器，排氣歧管至渦輪增壓器處之隔熱裝置。

(1) 排氣系統

引擎排氣系統之背壓超過容許範圍時，即會降低其輸出動力，故設計排氣系統時，必需使排氣管路盡量短，同時盡量避免使用彎管。背壓容許範圍依引擎種類不同而異，一般以 300~400mmAq 為原則。而排氣溫度通常為 300~400℃，故需設耐熱可撓伸縮管，並設防熱設施，以免室內溫度太高，另為防止雨水流入排氣管出口需有適當之防水設計。

(2) 消音

噪音為公害之一，乃眾所皆知。防洪抽水站引擎之排氣管及消音器，為免噪音影響週遭環境，均應設在站房內。消音器之一般設計基準，在其排氣口距離一公尺處之噪音標準不得超過 110dB(A)，在裝置消音器後引擎機組外圍三公尺處之噪音應不超過 80dB(A)。

此外，建築物內發電機室可進行隔音設計，以避免噪音干擾鄰近居民。

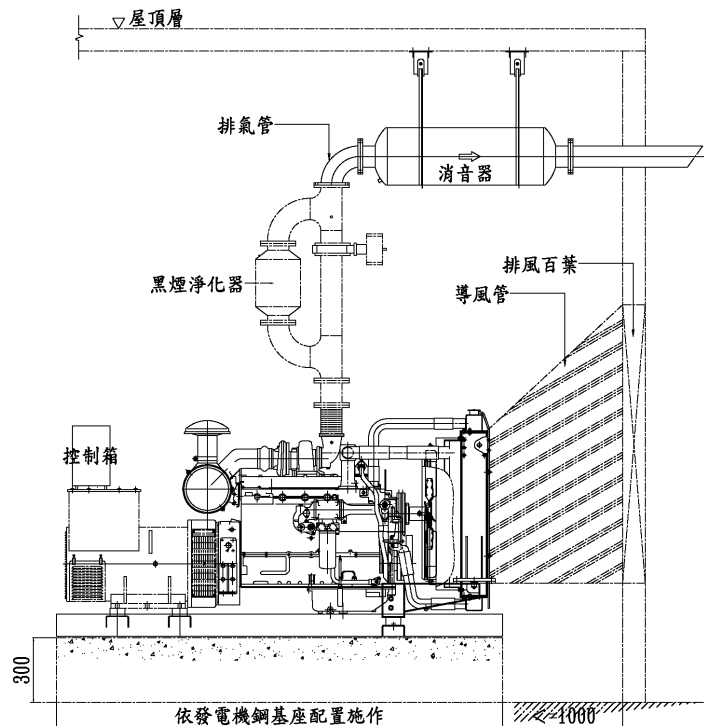


圖 3-5 柴油引擎發電機與排氣管配置示意圖

第四章 附屬設備及設施

4.1 主要附屬設備

抽水站主要附屬設備包括閘門、撈污機、輸送帶、清污泵、吊車等設施，茲概述如下。

4.2 進流閘門

進流閘門為抽水站重要附屬設備，設置目的包括(1)依流入水之變化，變換進流渠使用(2)機械設備、土木構造物之檢查、修繕(3)豪雨或異常流量之保護。

1. 驅動設備種類

一般閘門起閉之驅動方式有三種，包括(1)手動式(2)電動式(3)油壓式，其特徵請詳如表 4-1。

表 4-1 各種閘門之特性及選擇考慮要項

種類	特徵	選擇考慮
手動式	(1) 小型閘門(500~600mm) (2) 開閉時間可不急，使用頻率不大。	(1) 以人力旋轉方向盤，以回轉力傳導齒輪使閘門上下起動，僅適用於人力 10-15Kg 可迴轉之小型者。 (2) 長寬比 1.5:1。
電動式	(1) 可遙控操作，也可以手動操作。 (2) 停電時關閉改以發電設備操作，需 3~7 分鐘，應防止淹水。(梯桿式除外) (3) 關閉速度 30~40cm/分左右	(1) 停電時欲行開閉，需有直流電源或緊急自家發電設備。 (2) 電力負荷大。 (3) 開閉所需時間較油壓式長(梯桿式除外)，惟速度一定。 (4) 驅動裝置較油壓式簡單，小型化且較便宜。
油壓式	(1) 停電時可自動關閉。 (2) 關閉速度普通 1m/分。 (3) 電力費省(比電動式)。	(1) 停電時可全數自閉(藉自重)。 (2) 台數多時，同時開閉較費時(油壓泵容量)。 (3) 有因漏油藉自重關閉之可能。 (4) 由於設有油槽，安全上需加注意。

資料來源：下水道工程人員研習班(國立中央大學土木工程學研究所 79.4)

2. 設備選用及閘門材質

閘門包括閘門本體、門框、楔止裝置、吊桿、水封、吊門機及控制設備、各種儀表及現場控制盤、固定螺栓、機具之安裝框架及輔助設備。

抽水站閘門起閉之裝置(或稱吊門機)一般採用電動式，電動式吊門機則有螺桿式吊門機、鋼索式吊門機及吊桿式(梯桿或齒桿)吊門機等。吊桿式(梯桿或齒桿)吊門機是以鍊輪與梯(齒)桿作滾動方式傳動，此種傳動方式較螺桿吊門機之滑動傳動之機械效率較高，其且可利用閘門重量自重下降外，亦可以手動或外加動力來開關閘門，並可以手動剎車器任意控制閘門下降速度，因其傳動係滾輪傳動，而可減少電動機之馬力。

因此目前防洪排水閘門，在開啟揚程小於 5m，大多選用吊桿式(梯桿或齒桿)吊門機；而如開啟揚程大於 5m 時，則以採用鋼索式捲揚機，其係以馬達帶動減速機構及鋼索鼓驅動鋼索操作之。

雨水抽水站進流閘門，開啟揚程一般均小於 5m，因此設計大多採用梯桿式吊門機。其構造簡單，其中傳動齒輪、離心式剎車器、手動剎車器裝置於密封之齒輪箱（請詳圖 4-1）。

另早期閘門之材質有不銹鋼、鑄鐵及木製閘門等，由於閘門品質之好壞，攸關防洪排水之安全，因此建議閘門及框體採用不銹鋼或(石墨)鑄鐵之材質或碳鋼等，視座落基地環境擇定，以確保安全。

3. 閘門設計及製作

閘門設計及製作一般以 AISC、AWWA 或 TECHNICAL STANDARDS FOR GATES AND PENSTOCKS 為應力計算之依據。而提吊力應不小於最大提吊荷重 125%，此項最大吊重包括吊桿重量、門扇重量、水封、滾輪及導輪之摩擦力，越頂溢流水作用及閘門開啟時可能發生之下拉力。

閘門各支點之變形撓度應在八百分之一以下。凡構件易受腐蝕部份，應充分考慮可能腐蝕之尺寸，至少每面需加 1mm 以上。

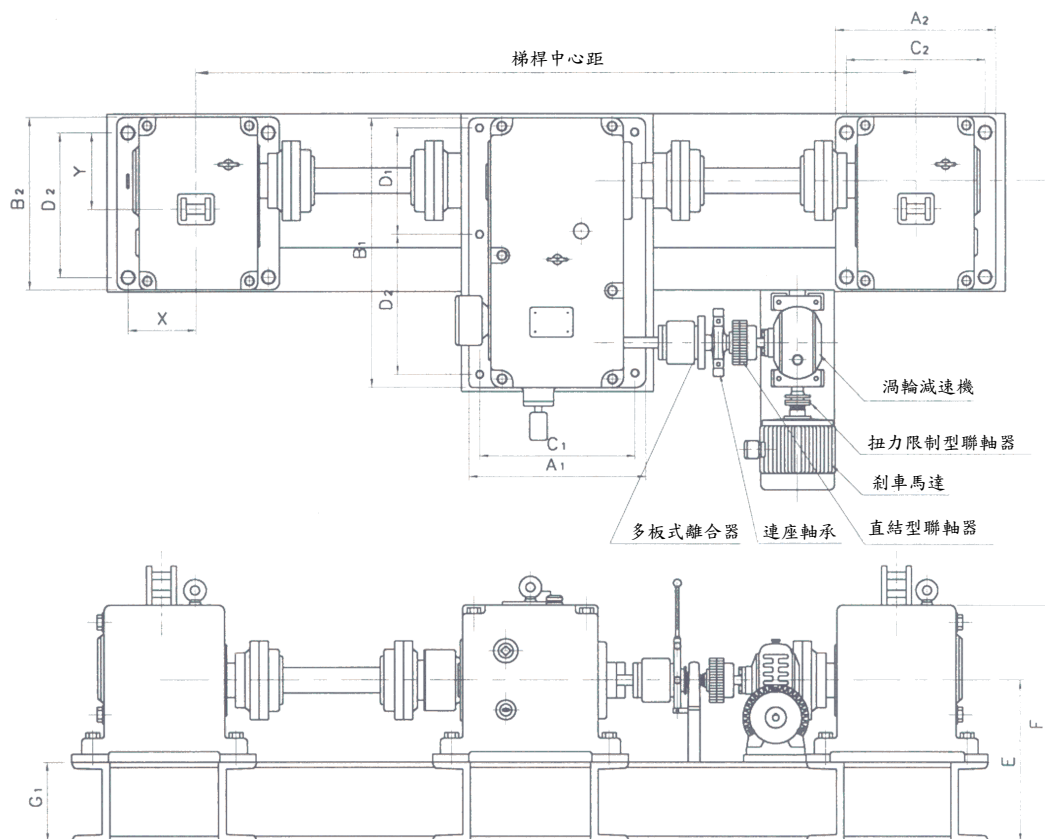


圖 4-1 雙桿(梯桿式)吊門機示意圖

4.3 欄污柵及撈污機

雨水抽水站設置欄污柵，藉以去除水中所含粗固體物，以避免抽水機、配管、閥類等受到阻塞為目的。設置規定依「下水道工程設施標準(營建署 98.11.27 修正發布)」辦理。

撈污機組之設備包括攔污柵、撈污機、水平皮帶輸送機等有關設備，常設置於抽水站進水渠之平台上，其目的在阻止浮游物進入抽水機中，並連續予以刮耙至輸送帶上排除之。

一般常用於雨水抽水站之撈污機，計有刮耙迴轉式撈污機、行走式撈污機及固定鋼索式撈污機。衡觀國內抽水站採用情形，以採刮耙迴轉式（前上背下型）居多，運轉效果良好。

1. 刮耙迴轉式撈污機

刮耙迴轉（Rotary Rake Type）前上背下型撈污機。此型適用於大小不一之垃圾源由水中或水面流進之處，此種撈（耙）污機之耙齒（Rake）如圖 4-2 所示，由攔污柵（Screen）之背面沿刮耙導軌（Rake Guide）而下，在水底轉彎，從攔污柵前面由下往上撈取阻攔於柵條上之垃圾。其鍊條傳動方式為：馬達→減速機→驅動鏈條（或傳動軸）→刮耙鍊條，來傳遞動力。

此型撈（耙）污機可設計為粗撈或細撈均相當適用，操作上有機側之單動或連動控制，除可與抽水機作連動操作外，如果垃圾量不多時亦可作間歇運轉。為目前雨水抽水站，最常被選用之機型。

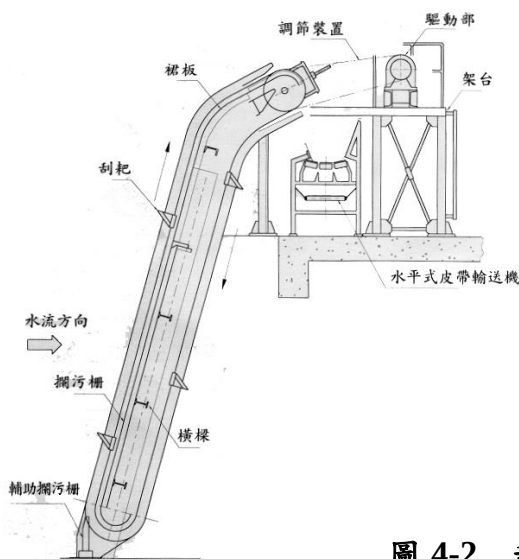


圖 4-2 刮耙迴轉式撈污機示意圖

2. 行走式撈污機

行走式撈污機（Tursh Car）之撈（耙）污機，請詳圖 4-3，多用於垃圾量不多，水路正面較寬廣。最適於撈取浮木、樹枝等細長型之污物。從經濟性而言，該型耙污機可以處理數面攔污柵之正面，設備投資相當經濟。

此型撈（耙）污機是以鋼索操縱刮耙，使其在攔污柵上作上下運動。下降時拉開刮耙，於上升至頂端時開啟刮耙，使耙取之垃圾掉入輸送機上，送至垃圾子車或垃圾箱內。

其刮耙除能單獨操作外，並能作開啟→下降→閉合→上升→開啟→前進等之連續自動反覆操作或單一循環操作。於行走車之操作，則分任意位置停車之手動操作及定位停車之自動操作。

此型撈（耙）污機目前已達無人操作之單一按鈕控制，使用操作上亦相當便捷，免除以往需一人員隨車操作之不便及人員安全之顧慮。目前大多設置於水庫、發電機或水源取水口之較寬廣的進水路處。而此耙污機亦可加裝吊桿來吊取較大之木材或雜物，使耙污效果更佳。

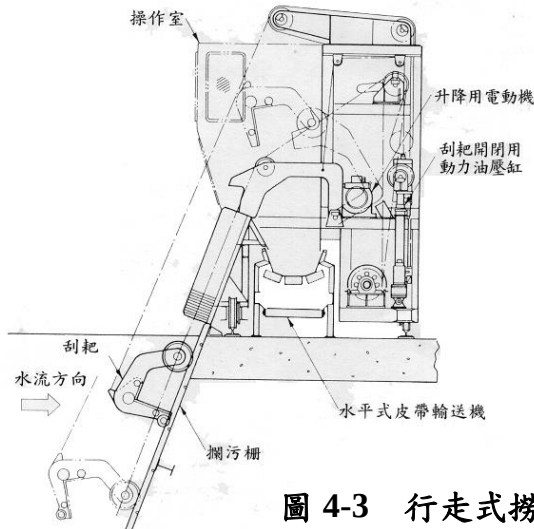


圖 4-3 行走式撈污機示意圖

3. 固定鋼索式撈污機

固定鋼索式撈污機（Bar Screen）請詳圖 4-4，適用於粗大型或多量垃圾、水路渠道較深之處，如防洪抽水站、截流站、污水處理廠、水庫、發電廠或水源取水口等。耙污機以鋼索控制耙鉤，沿導軌進行上升及下降的動作；刮耙以順水流方向由攔污柵（screen）前面藉由刮耙開閉機構變換位置，以另一鋼索操控刮耙進行開啟及閉合動作，使耙取之垃圾上升至傾卸滑板上方，由污物撇除器（wiper）刮除刮耙內垃圾，經滑板傾斜於輸送帶或垃圾子車之內。鋼索傳動方式為：馬達→減速機→驅動鏈條→絞筒→鋼索，來傳遞動力。

此機型依安裝角度（75~90）可為直立式或傾斜式，其耙污效果均佳。

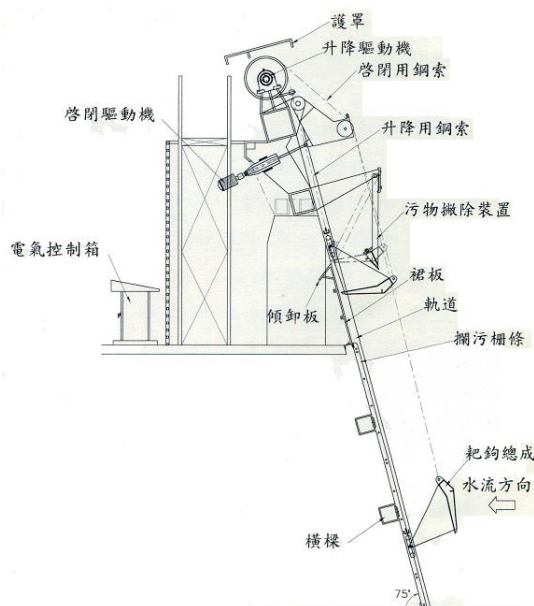


圖 4-4 固定鋼索式撈污機示意圖

4.4 皮帶輸送機

皮帶輸送機之設計應能承受所有粗目攔污柵之耙污機所耙取之渠道垃圾與雜物，而不得有溢漏之情況發生。每組皮帶輸送機至少需包括輸送皮帶、惰輪、框架滑輪、驅動裝置、支撐架、卸料滑槽及其他附件，請詳圖 4-5。

皮帶輸送機及其附屬設備應設計成在所有可能發生之負載情形下可連續全負載操作，無機組構件之扭曲、變形、破裂之情形，以及馬達與減速機過載之虞，且其驅動裝置不致有振／顫動、異音及漏油之現象。為確保平穩的操作，皮帶輸送機每一組件均應有適當之強度及耐磨、防蝕性，所有之零件均需可承受在處理、運送、安裝及操作時所產生之應力。輸送帶應可於粗、細目攔污柵之控制箱連鎖控制而自動操作。

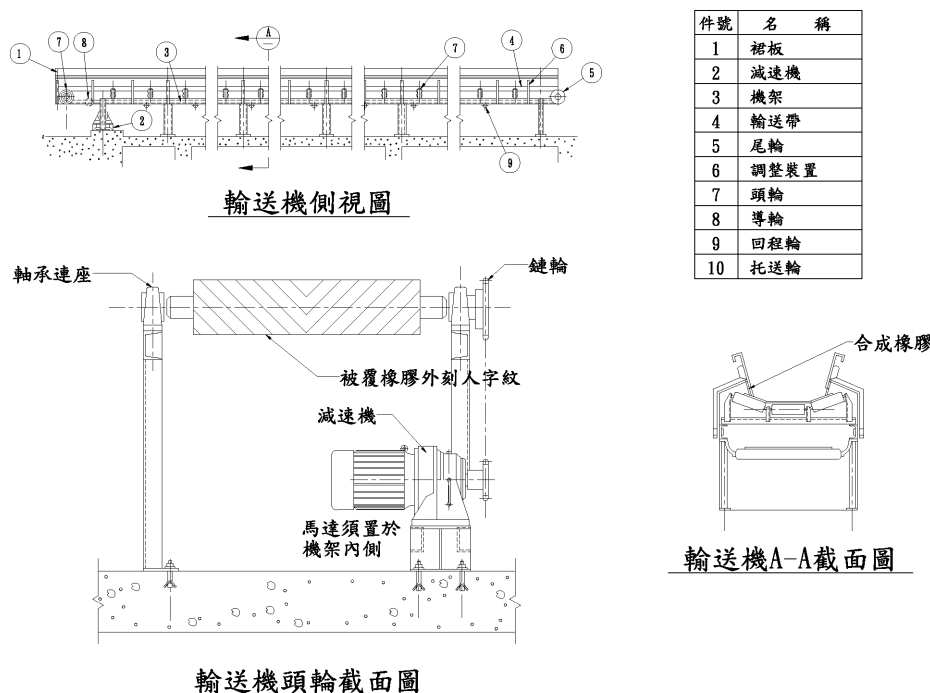


圖 4-5 皮帶輸送機基本構造示意圖

4.5 清污泵

設置清污泵之目的係為供平時清理抽水井泥砂之用，平日維護清理時泵送泥砂至調壓井經排水箱涵(或直接泵送至排水箱涵)排放至堤外，請詳圖 4-6。

清污泵一般採沉水式不堵塞型離心泵，由電動機驅動，其抽水機及電動機為同一製造廠製造及組裝，抽水機需能以著脫式安裝不必使用螺栓固定，請詳圖 4-7。泵之設計應能在抽乾至馬達以下，仍能連續運轉而無過熱之情形。為能長期抽送泥砂等高磨耗之物質，泵浦之外殼內部及葉輪所有接液部份需施以耐磨、蝕塗裝。

1. 抽水機

(1) 葉輪殼

一般可採鑄鐵 DIN GG25 或 ASTM-A48 CL. 30 材質或更佳材質，其通道需平滑，以利水流順暢不阻塞。

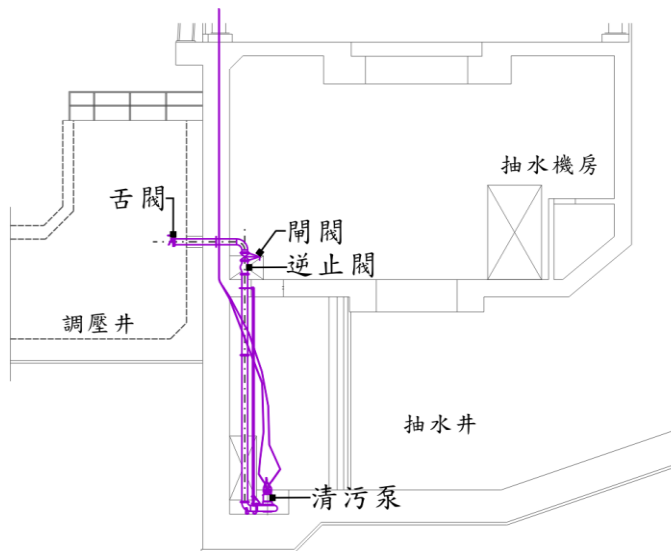


圖 4-6 清污泵系統配置示意圖

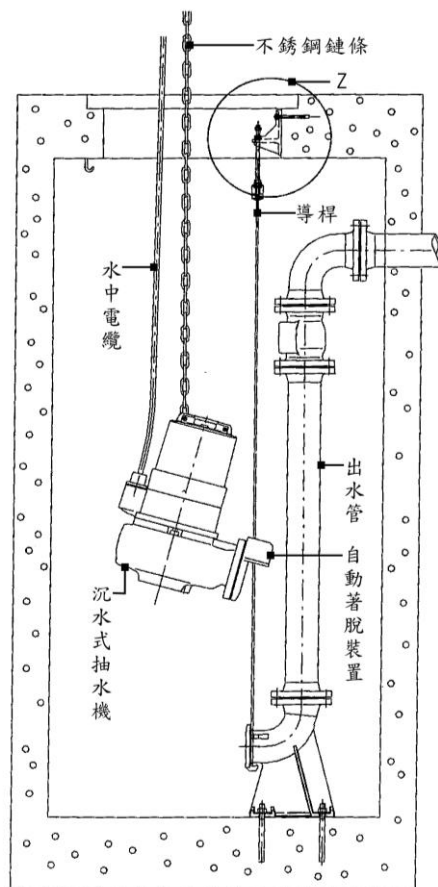


圖 4-7 清污泵安置示意圖

(2) 葉輪

葉輪為開放或半開放型，以防止有阻塞現象並經精密加工，使之光滑。並不得有空心，凹痕或其他表面缺陷而造成孔或麻點之可能。葉輪於出廠前需經動平衡試驗。其材質一般可採鑄鐵 DIN GG25 或 ASTM-A48 CL. 30 或更佳材質，葉輪軸一般可採 SAE 1035 或 DIN 1.4021 或 ANSI 431 材質或更佳材質。

(3)軸封

為減低運轉振動需為整體式雙層機械軸封(BLOCK SEAL)或雙組獨立式機械軸封(DOUBLE TANDEM)。為抗拒液體之腐蝕性及接觸面之耐磨性，其雙面材質需為碳化鎢或碳化矽或更佳材質，本體材質為不銹鋼，在軸封室中並充填潤滑油以潤滑軸封面。

(4)軸承

軸承為滾珠或滾子重負荷型，並以油脂不斷地自動潤滑，其使用壽命需符合 AFBMA L-10 50,000 小時以上之規定。

2.電動機

需符合一般性之電動機規定，為沉水式鼠籠型感應馬達，在整個操作曲線範圍內，不產生過載情形發生。電纜出線頭與馬達接合處需可防止水份之滲透而損壞馬達。電動機需附足夠長度之電纜線以與現場控制盤連接，且該電纜線不致影響抽水機水流正常抽排。

3.附件

出水管路、逆止閥及管線固定件、水中電纜、自動著脫裝置及導桿、不銹鋼鏈條及掛勾等。

4.6 通風換氣設備

4.6.1 型式分類

本指南第二篇，已說明通風換氣設備一般可分為自然式及強制式二種。而強制式通風風扇之種類大致可分為離心式與軸流式風扇兩大類，茲說明如下。

1.離心式風扇

離心式風扇多以葉片的傾斜度來分類，常用者有下列三種型式。

(1)前傾式葉片型

此類型風扇佔用空間小，葉尖速度低，運轉噪音小。常用在暖氣和空調系統中。

(2)直條或輻射葉片

為大多數抽風系統所常用的風扇，適合於氣流中含有易於阻礙風扇葉輪的物料場合。

(3)後傾式葉片型

風扇葉片傾斜的方向與葉輪旋轉的方向相對，必須有高的葉尖速度及高的風扇效率。由於本型葉片之形狀易於堆積物料，故本類型的風扇僅適用於乾淨空氣，不適用於含可凝結之煙霧或粉塵場所。

2.軸流式風扇

軸流式風扇不以葉片傾斜角度來分類，而是以設計的實務性質來區分，常用者有下列三種型式。

(1)螺旋風扇

此型風扇用對抗非常低的靜壓下可移動大量的空氣，通常用於一般通風或稀釋通風的工作上，一般家用電風扇、壁掛之吸排風扇即屬此類。

(2)管軸風扇

用於低靜壓下移動空氣，可用於含有可凝結氣體、顏料與其他能聚集在風扇葉片上之空氣。

(3)翼軸風扇

翼軸風扇所需馬力較為經濟，其空間需求也較螺旋風扇為小，且能發出較高之壓力，但只能用在乾淨的空氣場合。

4.6.2 設計原則

一般雨水抽水站多採強制通風方式，抽風機應設置兩部以上，通風考量視空間用途與大小而異

馬達機房因馬達運轉產生之熱量高，故為控制熱量免於累聚，所需之通風量較高，一般約需每小時 15~30 次之換氣率。換氣率高低需視馬達散發之熱量多寡及室內外之溫差大小而定，馬達散發熱量高且室內外溫差小，則所需之換氣率較高。

抽水機房之換氣率，一般為每小時 10 次。馬達控制房之換氣率為每小時 6 次，其空氣應經過濾，如氣溫過高，尚需裝設空調設備。引擎房之通風量與馬達機房相同，並需於屋頂抽氣，抽氣量應大於送風量 10% 以上。

4.7 電動吊車

依「下水道工程設施標準(營建署 98.11.27 修正發布)」規定，使用大型內燃機者應裝設電動吊車。大型抽水站因泵浦等機械設備之維修、檢查或搬出、搬入等需求，故需設置吊車設備以利作業進行。

吊車設備屬於起重機之一種，其種類繁多，一般抽水站建築物大多採用架空式起重機，其包括一個鋼製基礎構架、電動馬達及剎車、扭力軸、減速齒輪、絞筒、鋼索、現場及遠方控制設備、位置指示器及其他必需之零件等，此類起重機於建築物上部空間架設，沿著建築物兩側樑柱裝設直行軌道，軌道所及之處即為其作業範圍，其目的乃是在保修與維護抽水站內不易移動之重型設備，皆以架空吊車吊出，再予以維修。架空式起重機依其構造、型式及用途分述如下：

1.普通架空起重機

一般常用之架空式起重機，計有吊運車架空起重機及吊重器架空起重機等。

(1)吊運車架空起重機

此類型起重機之桁架橫跨於建築物兩側之高架軌道上，桁架可沿軌道前後直行，桁架亦設有軌道，吊運車可沿軌道左右橫行，吊運車上裝有主鋼索捲胴、副鋼索捲胴、原動機、制動裝置等，以分別操作吊鉤及副吊鉤之升降以及吊運車之橫行，此類起重機使用相當廣泛，常用來搬運貨物及組立機械。

(2)吊重器架空起重機

裝置有吊重器(捲揚機)之架空起重機並無吊運車裝置，此類型起重機，其桁架結構較簡單，小型輕量者為多，用途與吊運車架空起重機相同，適用於吊升能力較小者。

2.迴轉吊運車架空起重機

此類型起重機行走軌道為圓形，桁架或吊運車可沿軌道繞行，或桁架以走行軌道為旋轉中心繞行，吊運車可沿桁架上之軌道左右移行，吊運車之繞行車輪由一組原動機、制動裝置及萬向接頭裝置等控制，以利同步運轉，其構造與吊運車架空起重機相同。

雨水抽水站使用吊車之頻率，遠較其他製造工廠者為少，故操作維護常有忽略之處。於拆除大型抽水機、引擎、電動機或水閥等時，必須使用維護良好而適當的起重設備。倘遇到起重機故障，將無法在限定時間內完成作業，因而必須改用很多搬運器械來代替，在時間和勞力均有增加，甚至損壞搬運機件等事情發生。因此對於起重車之操作和維護，應確實遵守「起重升降機具安全規則(行政院勞工委員會 97.5.8)」規定。

第五章 電力及儀控設備

5.1 電力工程

5.1.1 基本原則及規定

電力設備應依台電公司有關規定裝設，並充分考慮操作、維護、管理及防止事故之發生，其受電電壓應依台電公司營業相關規定並視該地區之供電方式與台電公司洽定。而電力設備原則上，應使用專用接戶線。

1. 受電設備

受電設備應符合下列各項：

- (1) 受電設備之容量應按其所連接之設備容量定之，通常以不低於設備容量之 1.25 倍為原則。
- (2) 應設有能安全開關受電線路之開關及能將受電電力及可能發生之最大短路電流安全切斷之斷路器。
- (3) 無論受電電壓之高、低，均應設電壓計、電流計、電力計及指示燈，以便監視，契約容量超過 1000 瓦以上時，應加裝功率因素錶為原則。
- (4) 高壓受電原則上，應使用裝甲型受電盤。

2. 變電設備

變電設備應符合下列各項：

- (1) 變電設備之容量，應有百分之十至百分之二十之餘裕，必要時並應有適當之備用容量。
- (2) 變電設備內電路，應裝設有能安全開關電路之開關，及能將可能發生之最大短路電流安全切斷之斷路器。
- (3) 變壓器應有適當之備用。
- (4) 變壓器之冷卻，以浸油自冷式為準。

3. 配電設備

配電設備應符合下列各項：

- (1) 由受電設備或變電設備至主要設備之配電線路，應盡量使用電纜。
- (2) 至主要負荷之配電線路上，宜裝設電錶，以便日後之管理。
- (3) 無論電壓高低，均應設電壓計、電流計及指示燈，以便監視。
- (4) 配電線路之分歧點，應設有保護分路配線，用電器具短路過載之分路過載保護設備以及能安全開關電路之分段設備。
- (5) 配電設備原則上應使用裝甲型配電盤。
- (6) 電路基線路之開關設備，應依其容量及電壓，以表 5-1 之規定為準。
- (7) 必要時，備用抽水機及其他備用電路具應以雙頭開關控制其使用，使之不能與常用機器同時使用，以降低用電契約容量。

表 5-1 電壓、電動機容量及開關設備

電壓（伏）	電動機容量（瓩）	開關設備
220/440	全部	配線用斷路器或三極開關（附保險絲）與電磁開關。
3,300/6,600	300 以下	配電盤或配電箱
	300 以上	配電盤

資料來源：下水道管渠工程設計指南(中國土木工程學會環境工程委員會 73.11)

4. 功率因數改善設備

功率因數改善設備，應以下列各項為準：

- (1) 低壓電動機線路，應以並聯方式將電動機與電容器直接連結之。
- (2) 高壓電動機線路，應以採用電容器組分設於高壓幹線上為原則。
- (3) 每個電容器應附裝放電設備，俾便於線路開放後，放出殘餘電荷。

5. 備用動力

- (1) 主要設備應考慮設置自用發電設備及其他備用動力。
- (2) 自用發電設備，發電機以旋轉電樞式發電機，原動機以柴油機為準。

6. 直流電源設備

直流電源設備應以下列各項為準：

- (1) 容量應考慮控制線路之負荷量、指示燈、安全燈及其他直流用電設備之容量而決定之。
- (2) 蓄電池之充電，應採用浮動充電方式。
- (3) 直流電線路上應裝設電壓表、電流表及配線用斷路器或開關。

7. 保護及安全措施

保護及安全措施，應符合下列各項：

- (1) 接戶開關應裝設於靠近進屋點之進屋機上，且易於接近之處。
- (2) 受電設備如係低壓，應設配線用斷路器或使用保險絲之自動斷路，如係高壓或特別高壓，應設有接地電驛之自動斷路裝置。
- (3) 特別高壓變成高壓之變壓器，應設內部故障檢出裝置及溫度測計裝置，在二次側應設對混觸所發生之危險防止裝置，以及接地檢驗裝置。
- (4) 高壓或特別高壓幹線及其他必要之處，應裝設避雷器。
- (5) 高壓配電線路上，應設過電流保護電驛及接地保護電驛。
- (6) 電容器線路上，應設斷路器、過電流保護電驛及超電壓保護電驛，但如電容器與電動機直接並聯，而在電動機電載保護設備之負荷側者除外。
- (7) 特別電壓或高壓電路，應在其易見之處，標示相別，並以模型幹線及其他方法，標示其接線狀態。
- (8) 直流線路應設檢漏裝置。
- (9) 用電器具應按各種設備施以適當之接地工程，以策安全。

5.1.2 電力系統概述

抽水站電力系統安全與可靠度，決定抽水站之運轉與應變能力，為維持抽水站設施能順利地運轉及合理之維護管理，一套安全可靠與操作維護簡便及易於改善擴充之電力系統是非常重要的。

抽水站電力系統，需依國內相關法規與標準、以及台電公司之規定辦理，以確保抽水站之安全。抽水站電力系統包括：(1)單線圖(2)負載表(3)配電盤(4)動力平面圖(5)契約容量概算等，茲分述如下：

1. 單線圖

單線圖係以一條簡單之線路表示多根線組之畫法，用以表示抽水站電力系統之基本架構及配置，以作為電力系統後續細部設計之用，為電力系統之最基本要件設計。其顯示自台電供應端一直到最終用電設備（設施）之系統架構。圖中需註明各項設備名稱、馬力數、需電量，使用電壓、以及所需各開關及保護設備等之基本規格。

一般單線圖，依抽水站之需求而有不同之配置形式，較常用的為放射型系統，如圖 5-1 所示。

2. 負載表

負載表係負載電力需求估算總用電負載之一種計算列表，其係將各配電盤所有之用電設備及設施，分類分別標示所需之負載、電流、功率因素、線徑、長度、壓降、電壓、項數以及電壓規格等，並加以統計出總用電負載，以作為抽水站所需電力容量設計之參考，如圖 5-1 所示。

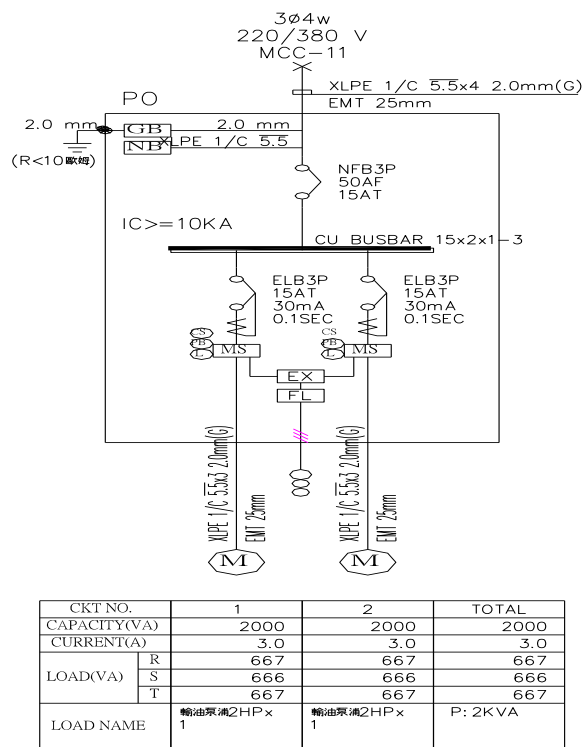


圖 5-1 單線圖與負載表

4.動力平面圖

動力平面圖係依據負載計算之結果，將相關之管徑、規格標示於指定之馬達至配電盤間之電纜線上，一般管線配置虛線表示配管位於地板內，實線則表示配管採明架設置，並據以計算相關電纜線長度。動力平面請詳圖 5-3。

5.契約容量概算

契約容量為用戶與台電公司約定之用電容量，電力公司與用戶雙方約定以最高用電需量千瓦 (KW) 數作為契約容量 (Contract demand)，並以契約容量作為基本電費計算依據，依用戶用電種類不同，可分為裝置契約容量與需量契約容量兩類。

裝置契約容量，為用戶以其用電設備之總裝置容量訂定契約容量。需量契約容量為則為用戶與台電公司雙方約定 15 分鐘平均之最高值，為計算用電需量之週期，作為契約容量所需之電力。

電力公司除按契約容量準備供應電力之供電設備外，亦要求用戶依契約容量使用電力，以保障電力系統供電之安全。因此如用戶因臨時增加用電設備使電力超過契約容量，稱為超約用電。此時除需向台電繳納額外電費造成增加電費負擔外，更應注意到是否因超約用量，影響系統供電設備安全。

因此在進行契約容量之計算時，除應依負載表考慮抽水站全站之最大用電需求外，還需要考慮日後可能擴充之需求，同時依抽水站之運轉需求，決定申請多少的契約容量，以及採用何種之契約容量最為經濟。

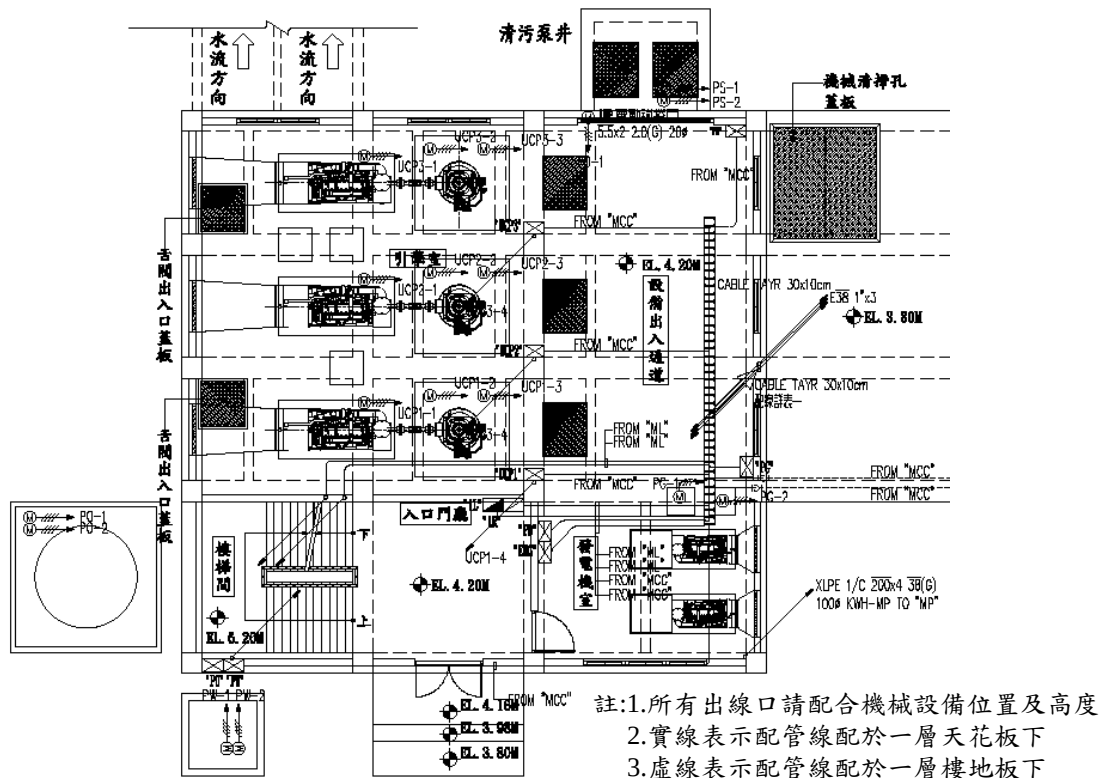


圖 5-3 動力平面示意圖

5.2 用電設備檢驗及送電程序

台灣電力股份有限公司為確保用戶新增設用電所裝置線路、變壓器、開關等設備之用電安全，凡新增設用電設備或既有設備變更、改修之檢驗送電，訂定「台灣電力股份有限公司新增設用戶用電設備檢驗要點(96.10.17.修正)」，以下簡稱「用電設備檢驗要點」，茲說明如次。

5.2.1 工作項目

「用電設備檢驗要點」，主要工作項目包括設計審查、報竣工、檢驗送電等，有關各項工作流程，請詳圖 5-4。

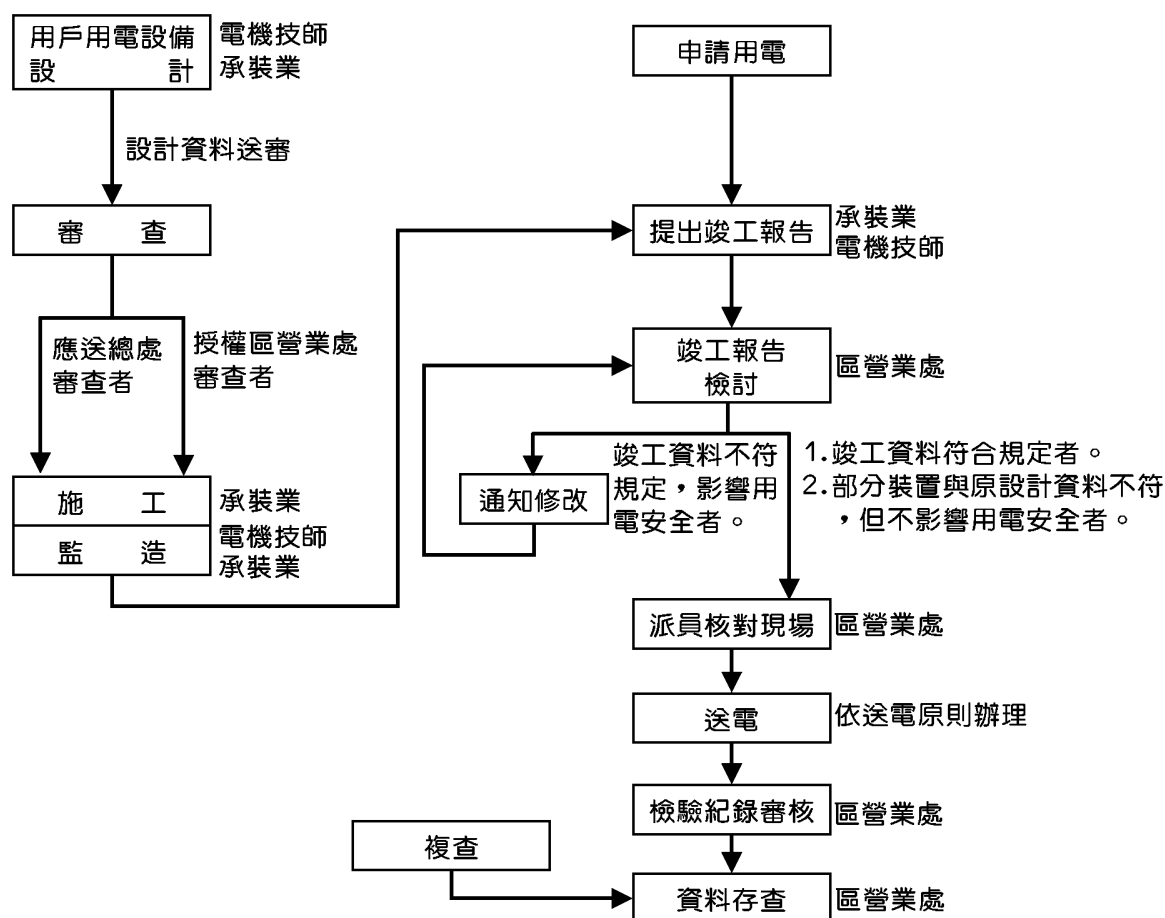


圖 5-4 新增設用戶用電設備檢驗流程圖

5.2.2 設計審查

「用電設備檢驗要點」規定，其依用戶用電設備設計資料審查原則，整理說明如下。

1. 用電設備設計資料審查，旨在協助用戶獲得安全可靠之用電設施，並避免於送電時，因設計不符規定標準，而延緩送電時間。用戶新增設、變更改用電設備有下列情形之一者，應事先將設計資料送經台電公司審查訖後興工：

- (1) 契約容量 100 瓩以上之電力及綜合用電。

(2)6 層以上新建築物之新設用電。

(3)公寓、商場、大樓等新設用電其設備容量合計在 100 瓩以上，應以高壓供電，而經用戶要求改以低壓供電或分別設戶裝表者。

(4)設置配電場所者。

(5)用戶要求審查設計資料者。

其餘可配合報竣工時一併辦理。

2.符合經濟部訂定頒布之「電業設備及用戶用電設備工程設計及監造範圍認定標準」所訂範圍者，其設計及監造應由依法登記執業之電機技師或相關專業技師辦理，所訂範圍外應由電機技師或電器承裝業辦理。僅供政府機關或公營事業機構自用時，得由該政府機關或公營事業機構內，依法取得電機技師或相關專業技師證書，並附有關機關證明文件者，辦理設計及監造。

3.符合第 1 點(1)~(4)項者，設計者應備齊設計資料 1 式 3 份（特高壓以上用戶 4 份）送台電公司審查，送審資料應包括下列各項：

(1)設計圖：

A.圖號目錄清單。

B.用電場所位置圖（包括責任分界點之確實位置）及圖例說明。

C.單線系統圖：註明(a)受電電壓及受電方式，(b)變壓器、斷路器、其他各種開關、電容器、避雷器及變比器等高壓以上用電設備之主要規格及連接方式，(c)計器、電驛及附屬設備之特性規格及接線方式，(d)低壓以上回路註明負載名稱、容量、各相電流分配及導線之種類、線徑、長度、配管種類及管徑（或註明於負載表），(e)電子式或數位式電驛之工作電源供應方式。

D.接地系統圖：包括接地方式、接地導線、接地雷阻等及接地設備應有之規格。

E.有關變、配電設備（包括計量用 MOF、斷路器、變壓器、避雷器、電纜設施、匯流排、線槽、責任分界點至低壓主開關箱之配置等）施工說明圖及用電設備配置圖。

F.高樓幹線昇位圖（5 樓以下者可免附）—應註明幹線種類、線徑、長度、管路種類大小及各種配電箱之關係位置圖。

G.配電場所施工圖（依台電公司新增設用戶配電場所設置規範辦理），無需提供配電場所者免附。

(2)設計計算資料：

A.目錄清單。

B.工程概要（註明供電電壓、主要生產產品或用途、既設、新增設之設備容量及契約容量、最大單具電動機容量、預定 10 年後負荷）。

- C.施工概要說明—註明場所別（依屋內線路裝置規則特殊場所分類）及所採用導線管、導線種類及用電器具、開關箱型式（如普通型、防塵型、防爆型等）或其他設備施工概要。
- D.故障電流計算及保護設備啟斷容量檢討。
- E.電壓降計算及檢討。
- F.接地電阻值之計算與檢討，特高壓變電站之接觸電壓及步級電壓計算與檢討。
- G.功率因數計算及檢討改善措施。
- H.照度計算及檢討。
- I.保護電驛設定計算、保護協調曲線圖、保護電驛設定一覽表及保護電驛說明書。
保護電驛設定一覽表須包含電壓等級、盤名、CT 或 PT 變比，電驛種類、電驛廠牌型式、可設定範圍及設定值。
- J.遽變負荷之電壓閃爍或電壓變動計算及檢討改善措施（設置電弧爐、軋鋼機、電焊機等負載者）。
- K.注入責任分界點之諧波計算及檢討改善措施（設置諧波源總容量達 300KVA 以上者）。

(3)其他資料：

A.設計監造委託書。

用戶或業主委託（含複委託）電機技師、電器承裝業辦理設計及監造之工程，均應出具委託書，委託項目應包含設計及監造兩大要項；複委託者案件須檢附「用戶或業主與複委託者之契約書」及「複委託者委託設計及監造之委託書」。

B.電機技師辦理之案件應檢附有效期限內之電機技師執業執造影本及電機技師公會核發之會員證明，電器承裝業辦理之案件應檢附台灣區電器工程工業同業公會會員證明單印鑑卡影本，影本需蓋「與正本相符」並簽名蓋章。

C.新增設用電計畫書核准函影本（不需提用電計畫書者免附）。

D.電機技師設計之資料及圖面應由電機技師簽證（簽名並加蓋執業圖記），電器承裝業辦理者由台灣區電器工程工業同業公會會員蓋印鑑章。低壓供電單獨設戶者，得以簡易圖面（含用電場所位置圖、電線系統圖、用電設備配置圖等，並註明用戶名稱、用電地址）辦理報竣工圖審，免設計計算資料。

5.2.3 報竣工

- 1.用戶用電設備裝設完竣後，負責施工之承裝業或監造者應先自行檢查（檢查項目依「用電設備檢驗要點」附件三），將結果填列於單線系統圖之相關位置上，並填報用戶用電設備竣工報告單（依「用電設備檢驗要點」附件四）。現場裝置與已審妥之設計不符時，應逐項填列於竣工報告單內，由區營業處檢討處理。
- 2.用電設備之竣工檢驗報告，得委託下列機構辦理：
 - (1)中央政府相關主管機關或其認可之檢驗機構。
 - (2)用電設備檢驗維護業。
- 3.各區營業處於收到上述竣工報告資料後，即指派人員檢討竣工報告。檢討後如符規定則於單線系統圖左下角加蓋檢討者、檢驗者、審核者、核定者簽章之欄位（依「用電設備檢驗要點」附件五），派員現場檢驗送電；竣工報告與已審妥之設計資料不符但符合規定，不影響供電安全者，應將各點逐項報由其主管核定後，依核定結果檢驗送電；如不符合規定，則連絡用戶及施工之承裝業或設計者先行改修後再派員檢驗送電。
- 4.特高壓以上用戶自備變電所報竣工需於預定加入系統前二十天完成，俾便區營業處與有關單位協調；特高壓設備加入系統辦理事項，依台電公司「自備變電所調度操作準則」有關規定（依「用電設備檢驗要點」附件六）辦理。

5.2.4 檢驗送電：

- 1.檢驗送電時，應依據現行「屋內線路裝置規則」及「屋外供電線路裝置規則」規定並按竣工報告內容逐項核對，其不影響用電安全及不違反其他有關規定者，即予送電，（送電原則，依「用電設備檢驗要點」附件七）。
- 2.特高壓自備變電所之檢驗送電，如有技術上之困難時，得個案要求供電區營運處協助或諮詢。
- 3.檢驗送電人員於完成送電後，填寫檢驗紀錄（竣工報告單背面），併同單線系統圖，送檢驗部門主管核閱後存檔，該項資料至少應保存至定期檢驗有新資料取代為止，高壓以上用戶應將單線系統圖併入「高壓以上用戶檢驗紀錄簿」。

5.3 操作控制設備

抽水站儀控設備設置，應考量抽水站規模大小、及其功能定位需求，依計畫需求設置，儀控設備設置過與不及，均屬不當。

1.設置規定

依「下水道工程設施標準(營建署 98.11.27 修正發布)」第 21 條規定如下：

- (1)使用自動或遙控設備操作抽水機時，應按抽水機之型式及安裝情形設置下列設備：

- A.水位計。
- B.檢查出水管壓力之壓力指示設備。
- C.水封、冷卻及潤滑等用水之水流檢查設備。
- D.出水管制水閥設置極限開關及洩壓閥等安全裝置。
- E.在起動水封、冷卻及潤滑等用水配管必要地點設置電磁閥。

(2)應設置偵側不正常運轉、故障時停止運轉、發出警報或故障指示等適當之保護設備。

(3)流量之控制應考慮抽水機操作台數、轉速及出水管制水閥開關等因素

2.儀控裝置

抽水站儀控包括用於決定抽水機操作順序之自動控制與手動控制系統，以及對操作時發生問題之警報系統。所有這些系統應安裝於一特別設計之控制盤，其特色依抽水站之型式而異。

(1)自動控制

自動操作控制，主要以抽水井之水位為控制依據。任一抽水控制系統之中心皆在於測定抽水井水位之方法。一般所用之測定方式有用浮標、電極、氣泡管、音波計、電容器等。

(2)手動控制

除自動控制外，所有抽水機遇自動控制系統失靈或維修之緊急情況，均應可以手動控制系統來控制抽水機之操作。手動控制應避開低水位切斷控制，但不應避開低水位警報。

(3)警報

控制系統應將警報包含在內。於無人駐守之抽水站，其警報信號應傳送至經常有人駐守之地點。警報通常包括下列情況之警告：

- A.抽水井高水位。
- B.抽水井水位。
- C.抽水機故障。

抽水井高水位警報，應將警告水位設定在最後抽水機起動水位之上，但在備用抽水機起動水位之下。如此可指出有一部抽水機發生故障，但仍有備用抽水機可供支援。

低水位警報，則警告水位設定在最早起動抽水機之停止操作水位以下，用以指出抽水機控制系統失靈。通常皆設置一低水位緊急切斷開關，以在低水位時切斷全部抽水機之操作。低水位緊急切斷開關控制水位，通常設於低水位警報之下。

抽水機故障警報通常皆為指示變速抽水機之速度控制系統故障。

(4)控制盤設計

於大抽水站，應以一控制盤或控制箱，將控制系統集中。於盤面上設置下列指示或開關：

- A.抽水井水位。
- B.系統之流量。
- C.次序選擇開關。
- D.每部抽水機之操作控制開關，包含：
 - (a)H-O-A(手動—切斷—自動)開關。
 - (b)操作指示燈。
 - (c)變速控制。
 - 手動—自動控制。
 - 轉速指示。
 - (d)安培計或仟瓦計。
- E.警報揚聲盤：用以指示個別之警告，與用於測試，及關閉警報笛聲。

(5)其他

以上項目或其他項目之需要性，視抽水系統之複雜性與各自之需要而定。

第六章 機電設備規格及廠商資格規定

6.1 機電設備規格

6.1.1 技術規格訂定原則

各項機電設備種類、型式之選用，應依計畫所需之功能、效益為要件，不應有過當或不足情形，亦均應符合經濟性、安全性、可靠性、效率高、耗能低及操作維護便利等原則。訂定技術規格不應有不當之限制，而應以功能或效益上訂定之。機電設備規格編製，原則參考公共工程委員會編製之「公共工程施工綱要規範」，依計畫工程特性予以編製，如有不足再予以補充，或訂定施工補充說明書，以臻完善。

6.1.2 注意事項及內容

防洪抽水站機械，主要機種包括抽水機、柴油引擎及角齒輪、吊車設備、撈污機、閘門、發電機及電力等設備，茲將主要設備應注意事項及內容，說明如次。

1. 一般規定

(1) 工程位置、工程環境及工程範圍：

內容必須包括機械安裝位置、標高、水質、攔污柵情況(包括攔污柵淨隙孔及通過攔污柵物質情況)及安裝地點之地震度，以供廠商估列運費、機械構造及安裝等考慮之參考。另工程責任範圍亦應明文(包括圖說)規定，以利廠商估列經費之依據。

(2) 投標規定及雙方責任義務內容

需包括廠商資格，應繳驗文件、交貨日期及地點、招標方式、給付辦法，違約罰則及投標前後應提出之資料及圖說(包括提出期限)等。

(3) 設計和技術標準

內容必須包括各機件材料、材質之設計標準與規定、檢驗標準與方法、機械性能與誤差規定，使用燃料規定，安裝方式以及最後檢驗等規定。

(4) 其他應注意事項內容

如操作維護，各機件技術資料之提供，人員之訓練，保險及保固規定，以及工程配合事項等，均應做詳實規定。

2. 抽水機

(1) 使用情況

需說明抽水機使用場合、水質狀況、站房設備概況(例如攔污柵等與抽水機設備有關部份)以及平面立面圖等。

(2) 型式與性能

內容需規定抽水機型式，抽水機數量，大小、揚程、效率、轉速軸馬力、浸水深度要求等，並應明文規定額定點及參考點之各項要求。

(3)設計與製造細節

需明確指定抽水機之水力要求、操作噪音規定、產生振動限度、有關水位規定、需要儀錶項目、通氣設備、排水管、聯結配件、接頭規定、材質、及有關之檢驗標準、使用年限等。

(4)表面處理及應附零件

抽水機及附屬品之表面防蝕處理應做明確指定，抽水機使用操作、保養所需之附件亦應詳實羅列，最好諸項表列，如需備品，亦應在表內註明備品數量。

(5)廠商應附技術資料

廠商應於得標後檢附有關抽水機及附件之計算資料，操作維護說明書及份數等，應詳實註明。

3.角齒輪減速機

角齒輪應配合抽水機及引擎速率決定減速比，其內容需包括下列各項。

(1)使用情況與形式

需說明角齒輪之使用狀況，如與抽水機及引擎安裝上之關係等，以及螺紋型式、入力、出力、轉動方向等均應明文指定。

(2)數量與性能

內容需包括數量、減速比、抽水機及引擎馬力、引擎及抽水機轉數以及效率等，最好以表列方式予以詳實註明。

(3)構造與材質

角齒輪之構造情況應予以指明，其主要構件如齒輪、軸承、外殼、止回器、傳動軸、聯結器等，均應分別指定使用材料及標準，檢驗方法，使用年限等，必要時得請廠商提供各項材質檢驗之合格證明。

另潤滑和冷卻方式、使用潤滑油等亦需做明確之規定。

(4)表面處理及附件

外殼之表面處理需予以指定，各種附屬器材如潤滑油過濾器、冷卻泵、溫度計、管路、維修工具等，需諸項目明定規格、件數，必要時得以表列方式開列，以免遺漏。

4.柴油引擎

(1)使用情況

需說明使用情況及可能連續運轉時間。

(2)型式與性能

引擎之型式非常重要，需明定二行程或四行程、缸數、冷卻方式、點火方式、排列型狀以及與角齒輪聯結方式等。並應將引擎之各項需要性能表列明定，內容最少應包括下列各項：

- A.數量(組)
- B.轉數(rpm)
- C.馬力數(BHP)：馬力數需為最低連續出力值，如 400HP 以上。
- D.旋轉方向：需指明由何方向看，如飛輪端看為反時針方向。
- E.噪音規定：需指定在引噪週圍幾公尺位置測定，如應在引擎一公尺處之噪音不得高於 80dB。
- F.燃料消耗量：明文規定引擎每小時之最高消耗量。

(3)設計與構造

規格書需概要規定引擎之主要構造與組合，並得要求廠商提供相關之設計圖說、計算書等，必要時得要求提供原廠詳細資料及證明文件憑核。有關設計及構造部份需包括下列各項。

- A.需規定減震標準及廠商需提供之檢驗文件及證明文件。
- B.起動系統需詳加規定，起動電力之供給及所需之電器設備亦應諸項註明，以免合約執行時發生困擾。
- C.引擎以何種方式冷卻，流程如何，所需設備，材質要求，其他設計要求等，均需諸項予以規定，必要時以表列方式註明。
- E.潤滑系統可予以規定流程，惟因各廠均有特點，硬性規定亦不一定合適，但需予規定需要之功能及標準，並請廠商提供資料憑核，所需之附件，如壓力計、濾油器、冷卻器、溫度計等，均應在送核資料範圍。
- F.燃油系統需包括供油泵、濾油器、主油槽、室內日用油箱、供油管線系統、油位表及有關之閘閥設備，各項設備可令廠家提供詳實資料憑核，但規格內可就各站之需要指明設計標準。
- G.調速系統應以抽水站之需要，規定調節速率及要求精度。
- H.每一組引擎需備有低阻力進氣過濾器一組，廠商應提供功能說明書憑核。
- I.排氣系統包括消音設施、隔熱之排氣管、膨脹接頭、連接引擎支管及固定設備等，因各廠商均有特殊排氣技術，故亦可由廠家自行提供詳細資料憑核。
- J.一般離合器均直安裝於主驅動軸，所需之馬力數及轉矩應予以明文規定，推桿高度最好亦能予以明定，以符合操作人員之方便。
- K.引擎之相關儀表與控制，最少需包括燃料壓力計、潤滑油壓力計、潤滑油溫度計、循環水測度計、轉速計、引擎運轉時數計、高溫計、抽水機及角齒輪之相關儀表等各項儀表予以規定，或指定由廠家提供資料憑核。
- L.在運轉中難免發生故障，故抽水站應有週詳之故障警告系統，用以通知操作人員注意，其裝置最少應包括：

- (a)潤滑油壓力過低之警報器，開關及停機裝置。
- (b)水套水溫過高之警報器，開關及停機裝置。
- (c)超速之警報器，開關及停機裝置。
- (d)製造廠商認為必要之一切安全設置(由廠家自行提供)。
- (e)內外水位警報裝置及消防設施。

5.發電機

(1)使用狀況

說明操作方式、目的、條件、裝設位置及空間條件。另防洪抽水機有時需運轉數日，且恒為台電停電時間，為配合抽水機之運轉，其提供之電力輸出，宜採用連續輸出之發電機，於規格中需特別註明。

(2)型式

說明相數、軸型、冷卻方式、旋轉和磁性型態、轉速及絕緣等級等。

(3)設計及製造

電壓波形、溫昇系統、絕緣等級、過電流保護裝置等設計製造規定。

6.閘門

(1)使用狀況

說明設置目的、功能裝設位置及空間條件。

(2)型式與性能

包括吊門機型式、閘門孔尺寸、數量，以及操作條件、提吊功能、電動馬力、規格等。

(3)設計與製作

說明至少包括：A.允許變曲撓度規定。B.閘門本體材質等設計製作規定；C.吊門機功能、構造、材質等規定；d.電氣及控制設備型式、功能及構造等規定。

7.電動撈污機

(1)使用狀況

說明操作條件、裝設位置及空間條件。

(2)型式及性能條件

說明撈污機型式、數量及性能條件，性能條件包括渠道淨寬及深度、水流速、設計水位差、有效柵條間距、安裝傾斜度、刮耙速度、耙齒能力以及動力、電源等。

(3)設計與製作

說明操作方式、安全係數、摩擦係數、傳動效率等規定，並規範材料材質及機械構造(包括攔污柵及電動撈污機)規格。

8. 電氣設備

電氣設備需配合機械設備之需求與儀控設備之搭配，研選適當之電氣設備。其設備功能規範內容應包含：

(1) 管線

包含動力管線與照明管線之配置方式，導線管之材質、附件、品質標準等。

(2) 配電設備裝置

包含配電箱、變壓器之裝置、接地工程與配電設備試驗等。

(3) 一般器材之規格及功能需求

包含器材之種類、型式、尺寸、品質標準等。

9. 管線及閥類

包括材料規範、施工規範及防蝕處理規範等。

10. 儀控設備

儀控設備規範應包含控制室內外各種控制、信號、設備及工程進行中之設計、安裝、驗收與保固等規定。主要設備元件之功能規範內容，應包含用途、數量、型式、品質、安裝位置、性能規格等資料。

6.2 決標方式及廠商資格

抽水站工程涵蓋不同之專業項目，且各專業工程項目，除有施工界面問題，施工時亦需相互配合，較一般雨水下水道管渠工程複雜。抽水站工程之建構，需聯合各專業共同進行，以確保品質；亦需事權統一，以利工程順利進展。因此，宜妥善訂定決標方式及廠商資格。

6.2.1 決標方式

依行政院公共工程委員會（下稱工程會）105 年 7 月 29 日工程企字第 10500239540 號函，行政院公共工程委員會訂定之「機關異質採購最低標作業須知」、「機關異質採購最有利標作業須知」、「政府採購決標方式一覽表」、「政府採購決標方式認定原則」、「異質工程採購認定原則」、異質最低標作業程序重點摘要及流程圖、異質最有利標作業程序重點摘要及流程圖，已自 105 年 7 月 29 日停止適用。

根據該函說明，決標方式之擇定，應由招標機關視個案特性及實際需要，依政府採購法（下稱採購法）第 52 條規定，擇定適當之決標方式，妥為選擇具有履約能力之廠商，確保採購品質及效率。機關辦理評分及格最低標（異質採購最低標）及最有利標採購，應依前述採購法規定、政府採購法施行細則第 64 條之 2、第 66 條、最有利標評選辦法、採購評選委員會組織準則及採購評選委員會審議規則辦理。

關於異質採購，由於政府採購法於 108 年 5 月 22 日修正後，已刪除第 52 條

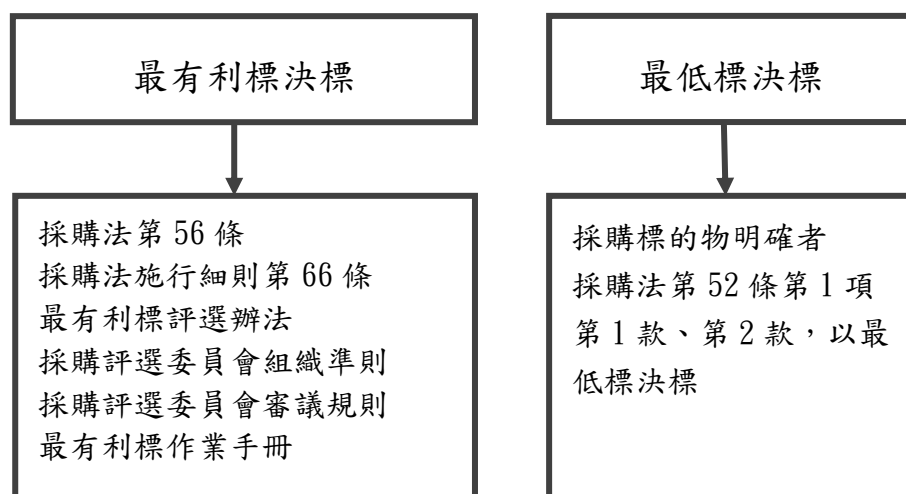
第 2 項規定，簡化最有利標之適用條件，不再限於「異質」，改為由各機關視個案性質及實際需要擇適當方式辦理，如機關考量不同廠商供應之工程、財物或勞務，於技術、品質、功能、效益、特性或商業條款等存有差異，不宜以價格高低作為決定得標廠商之唯一指標，即得依第五十六條規定採綜合評選方式，以最有利標決定得標廠商。倘機關認為不同廠商供應之採購標的，只要符合一定條件即可，即得採最低標決標。相關說明參照政府採購法部分條文修正案條文對照表(108 年 5 月 22 日總統華總一義字第 10800049691 號令修正公布)，詳見表 6-1。

目前政府採購施行細則，尚未配合政府採購法修正有關異質採購之規定，但既母法已刪除異質採購，則政府採購法施行細則第 64 條之 2、第 66 條自無適用餘地，機關辦理採購作業，應依政府採購法第 52 條規定，決定採最有利標或最低標決標辦理。基於抽水站工程廠商，於設備及施工之品質、技術、效益均可能有差異，建議採最有利標辦理，決標方式說明如圖 6-1 及表 6-2。

表 6-1 政府採購法及施行細則之規定

法規條號	規定內容
政府採購法施行細則 第 52 條	機關辦理採購之決標，應依下列原則之一辦理，並應載明於招標文件中： 一、訂有底價之採購，以合於招標文件規定，且在底價以內之最低標為得標廠商。 二、未訂底價之採購，以合於招標文件規定，標價合理，且在預算數額以內之最低標為得標廠商。 三、以合於招標文件規定之最有利標為得標廠商。 四、採用複數決標之方式：機關得於招標文件中公告保留之採購項目或數量選擇之組合權利，但應合於最低價格或最有利標之競標精神。 機關辦理公告金額以上之專業服務、技術服務、資訊服務、社會福利服務或文化創意服務者，以不訂底價之最有利標為原則。 決標時得不通知投標廠商到場，其結果應通知各投標廠商。
政府採購法施行細則 第 64-2 條(已不符合 政府採購法)	機關依本法第五十二條第一項第一款或第二款辦理異質之工程、財物或勞務採購，得於招標文件訂定評分項目、各項配分、及格分數等審查基準，並成立審查委員會及工作小組，採評分方式審查，就資格及規格合於招標文件規定，且總平均評分在及格分數以上之廠商開價格標，採最低標決標。 依前項方式辦理者，應依下列規定辦理： 一、分段開標，最後一段為價格標。 二、評分項目不包括價格。

	三、審查委員會及工作小組之組成、任務及運作，準用採購評選委員會組織準則、採購評選委員會審議規則及最有利標評選辦法之規定。
政府採購法施行細則 第 66 條(已不符合政府採購法，但可為判斷應採用最有利標之參考)	本法第五十二條第二項所稱異質之工程、財物或勞務採購，指不同廠商所供應之工程、財物或勞務，於技術、品質、功能、效益、特性或商業條款等，有差異者。
最有利標評選辦法 第 5 條	最有利標之評選項目及子項，得就下列事項擇定之： 一、 技術。如技術規格性能、專業或技術人力、專業能力、如期履約能力、技術可行性、設備資源、訓練能力、維修能力、施工方法、經濟性、標準化、輕薄短小程度、使用環境需求、環境保護程度、景觀維護、文化保存、自然生態保育、考量弱勢使用者之需要、計畫之完整性或對本採購之瞭解程度等。 二、 品質。如品質管制能力、檢驗測試方法、偵錯率、操作容易度、維修容易度、精密度、安全性、穩定性、可靠度、美觀、使用舒適度、故障率、耐用性、耐久性或使用壽命等。 三、 功能。如產能、便利性、多樣性、擴充性、相容性、前瞻性或特殊效能等。 四、 管理。如組織架構、人員素質及組成、工作介面處理、期程管理、履約所需採購作業管理、工地管理、安全衛生管理、安全維護、會計制度、財務狀況、財務管理、計畫管理能力或分包計畫等。 五、 商業條款。如履約期限、付款條件、廠商承諾給付機關情形、維修服務時間、售後服務、保固期或文件備置等。 六、 過去履約績效。如履約紀錄、經驗、實績、法令之遵守、使用者評價、如期履約效率、履約成本控制紀錄、勞雇關係或人為災害事故等情形。 七、 價格。如總標價及其組成之正確性、完整性、合理性、超預算或超底價情形、折讓、履約成本控制方式、後續使用或營運成本、維修成本、殘值、報廢處理費用或成本效益等。 八、 財務計畫。如本法第九十九條開放廠商投資興建、營運案件之營運收支預估、資金籌措計畫、分年現金流量或投資效益分析等。 九、 其他與採購之功能或效益相關之事項。



*依政府採購法(108.5.22)更新

圖 6-1 政府採購決標方式一覽表

6.2.2 廠商資格訂定

1. 採購法相關規定

依抽水站工程特性，宜依政府採購法第二十五條共同投標規定辦理，其規定條列如下：

- (1)機關得視個別採購之特性，於招標文件中規定允許一定家數內之廠商共同投標。
- (2)前項所稱共同投標，指二家以上之廠商共同具名投標，並於得標後共同具名簽約，連帶負履行採購契約之責，以承攬工程或提供財物、勞務之行為。
- (3)共同投標以能增加廠商之競爭或無不當限制競爭者為限。
- (4)同業共同投標應符合公平交易法第十五條但書各款之規定。
- (5)共同投標廠商應於投標時檢附共同投標協議書。
- (6)共同投標辦法，由主管機關定之。

依公共工程委員會「共同投標辦法」，抽水站工程應屬「異業共同投標」，而機關於招標文件中規定允許共同投標時，應並載明廠商得單獨投標，亦得以規定共同投標廠商各成員及代表廠商之基本資格。

另依政府採購法第三十七條 機關訂定前條投標廠商之資格，不得當限制競爭，並以確認廠商具備履行契約所必須之能力者為限。而第三十六條 機關辦理採購，得依實際需要，規定投標廠商之基本資格。特殊或巨額之採購，需由具有相當經驗、實績、人力、財力、設備等之廠商始能擔任者，得另規定投標廠商之特定資格。

2. 廠商資格

依上述採購法相關規定，抽水站工程應允許廠商共同具名投標(亦得單獨

投標)，而目前承攬抽水站工程，廠商以綜合營造業、機械設備製造業、機械安裝業或共同投標居多。

訂定廠商基本資格應依「營造業承攬工程造價限額工程規模範圍申報淨值及一定期間承攬總額認定辦法(內政部 107.8.22)」規定。而為確保施工品質及成果，應規定承攬廠商或共同投標廠商各成員，應有承攬抽水站工程經驗，且有實績證明者。

表 6-2 工程採購決標方式一覽表

分項	最低標決標	最有利標決標
法規依據	1. 採購法第 52 條第 1 項第 1 款、第 2 款，以最低標為得標廠商	1. 採購法第 52 條 2. 採購法第 56 條 3. 最有利標評選辦法 4. 採購評選委員會組織準則 5. 採購評選委員會審議規則
說明	1. 廠商供應之採購標的，只要符合一定條件即可，即得採最低標決標。 2. 依工程性質，倘先行設計後再行招標並無困難者，應將設計與施工分別辦理。 3. 已完成細部設計之工程，其施工標應以最低標決標為原則。	機關考量不同廠商供應之工程、財物或勞務，於技術、品質、功能、效益、特性或商業條款等存有差異，不宜以價格高低作為決定得標廠商之唯一指標，即得依政府採購法第五十六條規定採綜合評選方式，以最有利標決定得標廠商
作業方式	1. 訂有底價之採購，以合於招標文件規定，且在底價以內之最低標為得標廠商 2. 未訂底價之採購，以合於招標文件規定，標價合理，且在預算數額以內之最低標為得標廠商	1. 先作廠商資格審查 2. 依招標文件所規定之評審標準，就廠商投標標的之技術、品質、功能、商業條款或價格等項目，作序位或計數之綜合評選，評定最有利標
參考之適用情形	1. 公路工程 2. 鐵路工程 3. 橋梁工程 4. 隧道工程 5. 捷運系統工程 6. 機場工程 7. 港灣工程 8. 水庫工程 9. 水力發電工程 10. 自來水工程 11. 河川整治工程 12. 下水道工程 13. 污水處理廠工程 14. 焚化廠工程 15. 掩埋場工程 16. 土方資源場工程 17. 山坡地開發 18. 建築工程、裝修工程 19. 工業區開發工程 20. 油料設備工程 21. 管線遷移工程 22. 其他設計內容簡單或有設計準則可循之工程	同左

*依政府採購法(108.5.22)更新

第七章 工程施工及設備安裝計畫

7.1 施工計畫

7.1.1 土建部份

土建工程之施工與一般土木、建築相同，除設計上另有特殊考慮外，其一切規範皆與土木建築相同，僅將應特別注意事項說明如下：

1. 防洪抽水站大部份均濱臨河川，施工時需破壞河堤，設計時即需研擬破堤復舊計畫，並依規定需向主管單位提出申請核可後方可施工。而設計時除需考量破堤復舊及圍堰抽排水等工項外，亦應考量破堤時機及其施工期，謹慎估算經費及工期。
2. 上述破堤復舊河堤填合時，需特別注意回填土壤之規格，並說明確實依施工規範要求辦理回填工項。而與原有堤身連接處必須做楔口，覆面工必須接合緊密，避免因回填、夯實、或接合不良而產生憾事。而填合後亦應立即向堤防主管機關報驗。
3. 緊鄰河堤興建之抽水站，因抽水井開挖甚深，故必要事先充份掌握地質、河川汛期、地下水位等，設計時應辦理地質鑽探調查分析工作，以為構造物結構設計，以及工法、補助工法及施工中臨時措施設計之依據。
4. 抽水井等深挖部份，設計時應考量維持正常之擋土、排水，至地面回填至安全高度為止，以免地下水或河水大量滲入，造成河堤淘空、或地下水壓大於抽水井自重而產生頂托，造成結構物浮移現象。上述亦應於設計圖說說明，以避免施工及監造單位疏忽。
5. 出水管品質需嚴格檢查，因抽水站出水管有水壓，小有漏水即可能產生破壞河堤之情事，設計時即應注意，並註明於設計圖說，以利承包商得以注意施作，以避免災害之發生。
6. 出水口需做安全的保護工，以避免堤身受水流沖擊而影響安全，而設計時應調查並視外水位情形，研擬施工計畫，並估算所需之臨時措施費用。

7.1.2 機械設備安裝

以下為機械設備安裝易發生之情事，宜於設計圖說述明，以利承商及監造單位注意執行。

1. 機械由廠家搬運入工地安裝時，需注意捆紮牢固，並應以泡棉或橡墊墊體，以免車輛跳動碰撞損壞機件。
2. 機械進廠時，慣例由工地工程司點收後，再交由承包商安裝，這一來一往間之手續必須確實交待清楚，以免產生保管責任問題。
3. 機械到廠後，需注意吊入抽水站之程序，安裝時，一般皆由裡向外順序安裝，故機件不宜一次全部吊入，以免影響作業空間。機件放置地點應予分散，避免集中堆積，造成機房某部份超負荷，而導致安全問題。

- 4.應將抽水井內積水抽乾，然後安裝抽水機下部機件。
- 5.各機件安裝後工地工程司應一一檢示，螺釘、螺栓及支撐應牢固穩定，以免機器運轉時發生震動及增加噪音。
- 6.吊具使用前，工地工程司應做檢查，若發現某組件不妥時，應立即通知承包商改善以免發生危險。安裝工人需注意工作前有無酗酒或熬夜現象，如發現有精神不佳情況之工人，應要求其休息退工，因抽水機組件沉重，稍有疏忽可能發生嚴重傷害。

7.1.3 配合注意事項

以下為土木施工與機械設備安裝應配合事項，宜於設計圖說述明，以利承包商及監造單位注意執行。

- 1.機械固定座及錨釘、螺栓等，土建板、梁混凝土澆築時，應配合機械需要尺寸預埋或預留孔隙，不可先行澆築，俟機械安裝時再鑿孔埋設。
- 2.有關機械附屬管線、電纜等，應配合土建進度預埋，工地主管工程司應依照土建工程進度通知機械廠商密切配合。
- 3.機械廠商應預先將需要預留之孔道，或過牆管線等正確位置及尺寸，繪製詳圖，交由工地主管工程司督促土建承包商預留，或適時通知機械商配合，如僅依照土建設計圖所列之參考尺寸及位置預留，則可能發生誤差，影響機械之接合。

7.2 抽水機安裝計畫

為確保設備施工安裝品質，以確保設備安裝後，得以依規範要求功能及效率運轉，設計圖說應規定，承包商施工前應提出設備安裝計畫，並經核定後方可進行設備之安裝，以下就抽水機安裝應注意事項予以簡述說明。

7.2.1 抽水機之安裝：

抽水機良好之運轉，必須仰賴其軸心之正確對準(Alignment)。在運搬除非底盤十分堅固，否則對準後仍會發生相當的變動，因為抽水機組合，由工廠運出時，雖然抽水機與馬達都裝在底盤上，很少將機體底盤釘合。無論二者已整體裝在底盤上搬運，或在現場裝置馬達，都要在底盤水泥漿灌注前，重行對準確(Re-alignment)一次。最後當水泥漿凝固及基礎螺栓扭緊後必項再對準一次。可撓性聯軸器(Flexible coupling)不可用來當作對準誤差的補償，使用此種聯軸器之目的，能使抽水機因溫度升高，容許抽水機與馬達間移動，由馬達軸傳遞動力至抽水機軸，得有少許相對的轉動不致發生任何干擾，能使抽水機因溫度升高而發生的伸長有所調節。故採可撓性聯軸器時，仍需正確對準，否則聯軸器橡皮圈容易磨損，軸承發熱及效率降低等不良後果。

1. 角度之對準(Angular alignment)

抽水機和馬達(或引擎)的軸要正確對準，使抽水機和馬達兩邊之聯軸截面相平行，否則便有角度的誤差，施工時可用斜規(Tapered)測定之。

2. 垂直對準(Vertical alignment)：

當抽水機運轉中溫度升高後，抽水機與馬達(或引擎)之軸仍在一直線上，此時聯軸器邊緣，無論在上面或下面均要平直，而需以直尺及厚薄規(Fealergage)核對垂直對準。

在運轉中仍能保持其對準正確，則在常溫下裝置時，需將馬達(或引擎)的軸裝置得稍高些(或較低於)抽水機之軸，以補整抽水機運轉中因溫度上昇發生垂直方向之伸長，其整尺寸若以馬達(或引擎)帶動抽取一般冷液之清原水時，其垂直偏差值動力機應較泵浦低 0.005"至 0.01"。若帶動抽取熱液(250°F)時，則動力機應較泵浦高 0.007"至 0.025"。

3. 水平對準(Horizontal alignment)

由抽水機上予以觀察時，抽水機軸與馬達(或引擎)軸需在一直線上，此時聯軸器邊緣之兩側都應平直，而需以直尺或厚薄規校對水準之誤差。

4. 已組成之抽水機頭安裝時之重行對準

- (1)先將抽水機頭安放在基礎上，取下聯軸器之螺栓。
- (2)調整底盤下鐵楔使底盤和基礎面之間隙約 3/4"~1 1/2"，以備灌注水泥漿。
- (3)用水平儀校對進口及出口法蘭之垂直位置，必要時調整底盤下的鐵楔來修正法蘭的位置。
- (4)校對聯軸器之角度誤差，此值不得超過 0.003"，可以調整底盤下鐵楔修正之。並作水平垂直對準校對。
- (5)然後再次校對進口及出口法蘭，如尚有偏差，可以調整底盤下之鐵楔，或泵浦底腳下加填鐵片，修正位置。經過此次校對後，聯軸器需再對準一次。

5. 現場安裝馬達之對準

抽水機底盤在工廠內已加工，但馬達底腳螺栓孔尚未鑽製，其安裝步驟如下：

- (1)先將鐵楔安放於基礎上，再將底盤及抽水機安放。
- (2)將水平儀跨在底盤已經加工之腳座面上，以調整鐵楔使底盤至水平位置。
- (3)同前法 4(3)校對進口及出口法蘭之位置。
- (4)底盤上馬達側腳座面以粉筆塗一層，以便劃定馬達螺栓孔位置。將馬達放置在底盤上，並照圖所示之兩半聯軸器間規定之距離安放；在此步驟中，應使抽水機與馬達的轉動部大約都放在其容許軸向全移之中點上，可推動其軸端而決定其位置。
- (5)移動馬達使其與抽水機作角度之對準，其誤差不得超過 0.003"，此時對聯軸器上下位置之對準誤差，暫可不必測定。

- (6)移動馬達以修正上項誤差後，再在聯結器之兩邊作水平及垂直對準。
- (7)然後在底盤上刻劃馬達腳座上的螺絲孔，移去馬達，用分規(Divider)決定孔的中心，再鑽製螺絲孔。
- (8)再裝上馬達，並以上述各項所述方法對準之，聯軸器上下之角對準及垂直對準，必要時可在抽水機與馬達之底腳下加幾片墊片修正之。當全部對準後再將腳螺栓旋緊。
- (9)當抽水機與馬達底腳螺栓均扭緊後，再在水平，垂直、角度各方向作一次完全的對準；其角度對準之誤差不可超過 $0.003''$ ，另一附加之角度對準為選定抽水機軸的聯結器上一點，然後轉動馬達軸上聯結器 $1/4$ 、 $1/2$ 、及 $3/4$ 校對之；同樣再選定馬達軸上聯軸器之點，而轉動抽水機機軸之聯軸器校對之，若尚有偏差，可調整馬達腳下之墊片校對之。最後一次完全對準後，即可將聯結之螺栓鎖緊。

6. 用指示表(Dial gauge)對準法

另外一種指示表對準法，在兩半聯軸器間一橡皮墊使其分開，此橡皮墊需在聯軸器之中央位置，將指示表裝在聯軸器上，並使其指針在零度位置，在聯軸器上做一標記，而同時轉動兩半聯軸器，如在水平、垂直或角度位置有誤差時，皆可在表上指示。水平和垂直的偏差應小於 $2''/1000$ ，角度偏差應小於 $1''/1000$ 。測定對準前要先複校各半聯軸器是否與軸均係同心，並且垂直。

7.2.2 抽水機基礎工程

- 1.考慮不受洪水浸水之適當高度。
- 2.抽水機基礎台必需考慮機器重量及地盤之耐壓力，設置充分之面積與容積。
- 3.基礎台務必配合抽水機組底盤尺寸承做，尤以基礎螺栓孔之配合最為重要，先檢閱設備裝置細部圖說，作準備裝置工作，並正確預留固定螺絲孔。
- 4.裝置之後應先調整前後、水平、垂直等再旋緊固定螺栓，並注意保持正確位置。
- 5.基礎表面必項保持水平，並需俟基礎台完全乾燥凝固後才將機器底盤按上。
- 6.基礎之總重應為抽水機組合重量之 3~5 倍。

7.2.3 排吸管之設施

- 1.吸水管之接頭應妥善設施，務必防止洩氣，吸水管法蘭及填料接合必需緊密，螺栓務必扭緊。
- 2.吸水管設置以愈短愈好，儘量少設彎管，如必需設置彎管時，其彎曲度宜儘量採用大彎度為宜。
- 3.吸水管之吸入端在設計上如必需採用大小管時應採用偏心大小管，以免空氣吸入妨碍抽水。

- 4.吸水管之底部如設置喇叭管或濾網時，其面積必需為管斷面積之四倍為適當。
- 5.吸水管離抽水井底部及壁部之尺寸務必充分之，以免發生渦亂流作用。
- 6.抽水井中有多台抽水機設置時，其佈置位置相互間應儘量避免彼此干涉發生渦流或亂流。

第四篇 預算編列

第一章 前 言

1.1 預算組成架構

雨水下水道工程建設，主要包括雨水下水道幹支線及抽水站工程，程序上可概分為「規劃」、「設計」及「施工」三個階段。本篇內容所規定者，係以細部設計階段之工程預算編列為適用對象。

雨水下水道工程預算之組成，可分為發包工程費（包括直接工程費及間接工程費）、及非發包項目費用等，並分述說明如下：

1.發包工程費

(1)直接工程費

直接工程費為建造「工程標的物」所需之各工項費用，就雨水下水道設施而言，工程項目主要包括雨水下水道涵管及埋設、人孔、連接管、雨水井、側溝、護岸或其他設施等構造物、抽水機房等建築物、機電儀控設備、水電消防、景觀綠化、其他附屬設施、雜項工程、以及施工中臨時管制或措施等項目。

(2)間接工程費

而職業安全衛生費、交通維持費、環境保護措施費、工程綜合保險費、品質管理費及試驗費、承商管理費、承商利潤、及營業稅等，則係屬間接工程費。

(3)發包工程費之預算金額

加總上述直接工程費及間接工程費，即為發包工程費，設計時編列此費用，即為發包工程費之預算金額。

2.非發包項目費用

非發包項目費用，則係業主為監造管理「工程標的物」所需支出之費用，包括空氣污染防制費、地上地下物拆遷費、申請道路挖掘費、外水外電申請費、用地補償費、委外設計監造服務費、主辦機關工程管理費及工程準備金等。

上述之工程準備金，係為設計期間因所蒐集引用資料之精度、品質和數量等不夠完整、可能的意外或無法預見之偶發事件等狀況所準備的費用，但不包括超出原設計以外之工程範圍、及內容變更所造成費用之增減。

1.2 預算編列原則

1.發包工程費

(1)直接工程費

直接工程費之估算方法，屬性質明確可個別列舉、計量之工作項目者(如混凝土、模板、鋼筋等)，均需依設計圖、施工規範計量計價單位，詳實計算及統計，並需明列於工程數量計算書內。

另施工中臨時措施或管制工項係屬假設性工程，其包含不同種類之單獨工作內容，且因無法明確個別計量，因而採一式計量計價項目，設計者應模擬施工工法、程序，以及所需之人員機具、材料與措施等，並依歷年來統計等調查

資料，概估不同種類之臨時措施等使用情形、數量、時程或頻率等，合理予以估算施工中該項臨時設施所需之一切費用，並於設計圖註明，該項施工中臨時設施所包含之各工作項目內容及權責。

(2) 間接工程費

間接工程費依工程性質內容略有不同，惟一般包括職業安全衛生費、交通維持費、環境保護措施費、工程綜合保險費、品質管理費及試驗費、承商管理及利潤、營業稅等。

上述「職業安全衛生費」、「交通維持費」、「環境保護措施費」等間接工程費項目，其包含不同種類的單獨工作內容，為方便計量與計價、成本控制及施工管理等因素，而將其合併為單一工作項目，採一式計量計價，惟其部份單獨工作內容屬可計量者，需依規定將可計量者予以量化，並編列單價分析計價。

另承商管理及利潤，為工期增減計算管理費用，依營建署 98.4.13.營署工務字第 0982906587 號函，將工程標案施工詳細表內「管理費及利潤」項目予以個別編列費用，並考量工程規模、履約工期、施工難易複雜程度等因素下，於「承商管理費」佔施工費百分比為 3%~5%及「承商利潤」佔施工費百分比為 4%~8%範圍內覈實編列。

(3) 編列原則

發包工程費編列原則可參酌表 1-1，惟實際編列時仍應視工程性質、工程內容、工程規模及各機關所訂標準規定辦理。

2. 非發包項目費用

非發包項目包括「空氣污染防制費」、「地上地下物拆遷復原及排除費」、「申請道路挖掘費」、「外水外電申請費」、「二、三級品管試驗費」、「委外設計監造服務費」、「主辦機關工程管理費」、「工程準備金」等，依「工程標的物」工程內容、性質增減，其費用之估算原則，可參考表 1-2。

依各機關辦理工程需要以及例行之審查作業、施工配合措施，另應視需求編列「物價指數調整款」、「營建工地逕流廢水污染削減計畫審查費」及「交通勤務費」(義交於交通繁忙時段幫忙指揮疏導交通，減少因造成塞車引起之民怨)等費用。

表 1-1 發包工程費估算方法表

工程項目	單位	計價基礎	備註
一、直接工程費	-	依各施工工項詳實計算。	各工項計價單位應與數量計算、及施工規範之計量計價單位相吻合。
二、間接工程費			
1.職業安全衛生費、交通維持及環境保護措施費	式	常依工程性質、內容、及規模，以項一、之 1~3%估列，惟應依公委會規定，將可計量部份予以量化。	建議依公委會 106.8.28 工程管字第 10600269430 號檢附列表，按實編列單價分析，而以乙式計量計價。
2.工程綜合保險費	式	一般以項一、之 0.8%~3.0%估列，並可按實編列	或依各機關規定估列
3.品質管理費及試驗費	式	(1)品質管理費按一、之 0.6%~2%估列。 (2)工程材料試驗費按實編列，或併入各單項工程中不再單獨提列。	
4.承商管理費	式	按直接工程費+職安交通環保費+品管試驗費總和之 3%~5%範圍內覈實編列。	或依各機關規定估列
5.承商利潤	式	按直接工程費+職安交通環保費+品管試驗費總和之 4%~8%範圍內覈實編列。	或依各機關規定估列
6.營業稅	式	項一及項二合計之 5%計算。	

表 1-2 非發包工程費及估算方法表

工程項目	單位	計價基礎	備註
一、空氣污染防制費	式	依「空氣污染防制費收費辦法」相關規定予以編列	
二、地上地下物拆遷復原及排除費	式	依計畫需要予以編列	
三、道路挖掘費許可(路證規費)、土地鑑界費	式	依計畫需要予以編列	
四、外水外電申請費	式	依計畫需要予以編列	
五、二、三級品管試驗費	式	依計畫需要予以編列	
六、委外設計監造服務費			
1.工程設計費	式	依政府採購法—機關委託技術服務廠商評選及計費辦法估列	或依各機關規定估列
2.工程監造費	式	依政府採購法—機關委託技術服務廠商評選及計費辦法估列	或依各機關規定估列
七、主辦機關工程管理費	式	依政府採購法—機關委託技術服務廠商評選及計費辦法估列	或依各機關規定估列
八、工程準備金	式	依計畫需要予以編列，一般可按直接工程費 8%~10%估列	或依各機關規定估列

第二章 預算工項編列

2.1 工項內容概述

雨水下水道幹支線及抽水站工程，其工項內容涵括土木、水利、建築及機電設備等，相關工作項目編列需依據「公共工程綱要編碼」(最新資訊參考行政院公共工程委員會 公共工程技術資料庫，參考網址 <https://pcces.pcc.gov.tw/CSInew/>) 原則辦理，下面就主要工項編列要點加以說明。

2.2 一般施工工項

1. 整地土石方、基礎、擋土設備等工作

- (1) 屬於施工規範(公共工程綱要編碼)第 02 篇範疇，分開挖、填方滾壓、運輸三項分別計量計價。原則上開挖以自然方($B.M^3$)計量計價、填方滾壓以壓實方($C.M^3$)計量計價、開挖運輸以自然方($B.M^3$)計量計價，借土之運輸以壓實方($C.M^3$)計量計價。其中運輸之單價分析係以鬆方($L.M^3$)計算，但不以鬆方($L.M^3$)作為計量計價之用。
- (2) 土石方原本採機械施工方式，但如數量較小、小斷面或施工機具無法到達之處，則以人工施作方式計價。
- (3) 土石方工作之計價與工地之地質情況關係密切，故設計時應勘測基地地質情況，作為編製預算之參考，必要時應在設計前進行鑽探以瞭解地質情況。
- (4) 土石方工作之開挖計量計價依地質而分類，依 PCCES 細目編碼可分為軟弱地質、砂土礫石、卵石、軟岩、硬岩、複合地質。為減少或避免於施工階段對地質分類之認定有爭議，於設計階段可採用複合地質分析，例如依地質鑽探資料，研判砂土礫石占 65%、卵石占 20%、軟岩占 10%、硬岩占 5%，經各分類地質單價分析乘以百分比後累加之。上述採用複合地質分析，應於設計書圖註明。
- (5) 挖方單價，是否包括抽排水之費用，應於詳細價目表、施工規範等契約文件中註明。如挖方單價未含抽排水之費用，則抽排水費需單獨列項計價。
- (6) 施工前，工區原有建築物、構造物、基礎、或工區範圍內所有雜草、竹、木、農作物等影響施工而需移除，設計時應另列「工地拆除」、「清除及掘除」等地土物拆除、殘留物處理等項目。
- (7) 棄土除特別之指定地點外，一般均採用「餘方自行處理」項目。
- (8) 土石方數量多少及採用傾卸貨車種類影響運費單價甚鉅，宜註明傾卸貨車之總重。傾卸貨車總重主要分為 35t、21t、15t、…及 3.5t(最小型)，大型土石方工作採用總重 35t、21t 傾卸貨車，中型土石方工作(一天之開挖量未達 $100B.M^3$)採用總重 15t 傾卸貨車，小型土石方工作(一天之開挖量未達 $10B.M^3$)可採用總重 3.5t 傾卸貨車。

- (9)擋土用之鋼軌樁或鋼板樁之租金，建議按實際使用時間以「月」計列分析，而如鋼軌、鋼板樁之租金太高，可以購買新料並採折舊方式分析計算。

2.道路工作

- (1)屬於施工規範（公共工程綱要編碼）第 02 篇範疇，車道之路面結構，其各層均分別計量計價。人行道分上面層、底層分別計量計價，人行道面層以 M^2 計量計價，底層按各層分別計量計價。
- (2)道路之鋪設、填築、滾壓等工作以機械施工為方式。
- (3)鋪人行道面層(底層及路基整理另計)，建議將面層規格等，詳細註明於單價分析表內。
- (4)市區道路之底層及路基整理之整平工作，大部分無法採用機動平土機，建議採用推土機予以分析。

3.混凝土工作

- (1)屬於施工規範（公共工程綱要編碼）第 03 篇範圍，包括機拌及預拌混凝土、模板、鋼筋等。
- (2)除了數量較小或混凝土預拌車無法到達之處，得以機械拌和為之，混凝土工作應以預拌為主。
- (3)混凝土數量甚小或混凝土拌和機無法到達之處，則可考慮採用手拌，手拌混凝土工料可參考機拌混凝土之工料，但人力工率則可酌增 10%~15%。
- (4)機拌混凝土之機電設備及動力費應按實分攤。
- (5)建築用之機拌混凝土，其所需體力工工率較一般土木、水利為高。
- (6)建築工作屋外之施工架需單獨列項計量計價，而屋內之施工架除特別註明外，不需單獨列項計量計價。邊坡保護及其他相關工作項目之施工架若包括於單價內，則需於契約文件註明。
- (7)支撐鷹架：如水平模板高度不大於 4.1M 時，用單管支柱支撐即可；如水平模板高度大於 4.1m 時(每支可調鋼管支柱高 4.0M，再加角材及板材約 0.1M)，則另列工作項目支撐鷹架以 M^2 (註明高度)給付。

4.基樁工作

- (1)屬於施工規範（公共工程綱要編碼）第 02 篇範圍，包括預力混凝土基(板)樁，RC 基樁、水泥砂漿樁、反循環式鑽掘樁、全套管鑽掘、鋼管樁等。
- (2)基樁之打設工率與基地地質情況關係密切，因此在設計前宜先行辦理地質鑽探工作瞭解土(岩)層分布情況。
- (3)各種基樁打設均係以陸上施工為主；如係水上作業，若已另編列有圍堰(或築島)及施工便橋(道)時可採用陸上施工工率，否則應加編工作台、工作船、機具運送等，且工作時數建議酌增 20%~50%。
- (4)預鑄樁之設計有斜度時，其打設工作數建議酌增 10%~20%。

- (5)反循環式鑽掘樁如遇卵礫石或岩盤時應更換衝擊式鑽機(即一般所謂之衝擊式反循環樁)，建議酌量增加工作時數。

5.護坡工作

- (1)屬於施工規範（公共工程綱要編碼）第 02 篇範圍，包括漿(混凝土)砌卵石、堡嵌磚、蛇籠、方籠等及噴凝土護坡、預力岩錨等項目，依施工規範計量計價。
- (2)透水材料應為潔淨、堅硬耐磨之砂、礫石或碎石，不得含有機物、黏土或其他有害物質，依施工規範計量計價。

6.排水及污水工作

- (1)屬於施工規範（公共工程綱要編碼）第 02 篇範圍，包括 RCP、PVC 等管之埋設、排水溝及其溝蓋等之工作等。
- (2)人孔、進水井、匯流井、排水管及污水管等之開挖及回填，是否另行單獨計量計價，需註明於契約文件中。
- (3)RCP 管之接頭以採用擠壓式彈性填縫帶為方式，如 RCP 管埋設單價未含擠壓式彈性填縫帶，則需另行單獨計價。
- (4)預鑄溝蓋板 S1 型、預鑄溝蓋板 S2 型(有鑄鐵蓋者)，預鑄 L1 型溝蓋板、預鑄 L2 型溝蓋板(有鑄鐵蓋者)，需註明尺寸分別計量計價。原則係採用 280kg/cm² 混凝土。

7.植生及綠化工作

- (1)屬於施工規範（公共工程綱要編碼）第 02 篇範圍，主要包括喬木、灌木、草坪、草苗之種植及養護等項目。
- (2)客土項目中應另列挖穴工資。
- (3)樹高如超過 4 M 以上或米高直徑超過 20CM 以上時，應另行增列吊車費用。

8.路燈工作

- (1)屬於施工規範（公共工程綱要編碼）第 02、03、16 篇範圍，包括路燈燈柱、燈具、配電箱及其基礎之安裝及施工、PVC 及 GIP 導管之安裝、電纜線之裝配、路燈之油漆等項目。
- (2)燈柱基礎及管溝工作包括開挖、回填、鋼筋、混凝土等，燈柱基礎之開挖、回填以人工施作為方式。
- (3)路燈之油漆顏色除註明者外，一般採用銀灰色(NO.36)。

9.橋梁工作

- (1)屬於施工規範（公共工程綱要編碼）第 03 篇範圍，包括橋面欄杆、預力梁之澆置及吊裝等項目。
- (2)預力梁之型號，係以 PCA(美國波特蘭水泥協會)之標準型斷面為準。

10.交通工作

- (1)屬於施工規範（公共工程綱要編碼）第 02 篇範圍，本節主要包括路面標記、標線之黏貼、維護、換新等項目。

- (2)路面標記之黏貼施工，以人員編組(領班 1、技工 1、體力工 1)為方式，每組每天約可黏貼 250 個。

11.交通安全措施

- (1)屬於施工規範（公共工程綱要編碼）第 01 篇範圍，包括施工便道、安全圍籬、拒馬、交通錐、施工標誌及燈號等項目。
- (2)拒馬、警示燈、交通錐等費用若使用期間超過兩個月，每增加一個月約需酌增 20%~30%。

12.圬工工作

- (1)屬於施工規範（公共工程綱要編碼）第 04 篇範圍，空心磚、水泥花磚之砌築等項目。
- (2)紅磚、清水磚、清水過火磚斬毛等砌築，係均包括水泥砂漿、勾縫、色料等在內，如有粉刷或油漆應另行計之。
- (3)空心磚、水泥花磚之砌築，均包括水泥砂漿、補強鋼筋、澆置混凝土、勾縫等在內，如需粉刷或油漆應另行計之。補強鋼筋及澆置混凝土，分析時應算出平均用量或總數，再按每單位面積分攤。

13.木作工作

- (1)屬於施工規範（公共工程綱要編碼）第 06 篇範圍，木作工作主要包括屋架、板條隔牆、天花板、地板、夾板牆等項目。
- (2)各種木結構應包括鐵件、螺栓、鐵釘、油漆、木料防腐處理及乾燥費用。
- (3)各種木作裝修包括鐵件、螺栓、鐵釘、櫥門、各項設備、木料防腐處理、乾燥費用及油漆在內。
- (4)各種木作應註明種類、品質等。如裝修料或見光構造料經規定為加工後之淨實尺度者，應加計其鉋光之損耗。

14.屋頂及防水工作

- (1)屬於施工規範（公共工程綱要編碼）第 07 篇範圍，主要為屋面及其上之防水工作等項目。瓦屋面之式樣繁多，大小不一，其所需瓦件(如簷口、滴水瓦、邊瓦、脊瓦、脊吻等)數量大有出入。故形態複雜或特別設計者，在工料分析時，應將瓦件一一計算後按總面積分攤，通常簡單之瓦件以二塊平瓦計算，脊飾或複雜脊瓦按個數計價。
- (2)屋面所包涵之範圍，應予明確劃分，以免工料重複或遺漏。各種蓋瓦屋面包括桁條及其上之木作、油毛毡、鐵件、簷口板、油漆、洋釘等工料費及木料防腐處理、乾燥費等在內，但封簷平頂則另計之。

15.泥水工作

- (1)屬於施工規範(公共工程綱要編碼)第 09 篇範圍，泥水工作其材料數量，依粉刷厚度而異。而所謂粉刷厚度，常因構造物本身無法絕對正確之施工因素，表面難免有高低不平或彎曲不整之情況，故粉刷厚度自無法全面均勻，僅能以平均厚度表示之。

(2)泥水工作之工率依其施工面積之大小及工作物之形態等，變化甚大，同一種粉刷，粉刷地坪需工最小，牆壁次之，平頂最高。對同一面積而言，粉刷平面需工最少，出入角愈大者愈費工。另泥水工作之各種粉刷已包括色料在內。

(3)粉刷分為下列二種：

A.表面粉光可直接油漆，但上面不需鋪貼瓷磚等者。

B.作為打底粉刷，上面需鋪貼瓷磚等者。

16.油漆工作

(1)屬於施工規範（公共工程綱要編碼）第 09 篇範圍，油漆工作僅計列未曾包括在各項工作內之部分。

(2)一般油漆工作主要計有：A.普通油漆、B.防銹油漆、C.臘克(Lac)、D.凡立水(Varnish)、E.噴漆(Lacquer)、F.塑膠漆、G.橡膠漆、H.瓷漆(Enamel Paint)、I 防火漆、J 水泥漆、K.防蟻油等。

(3)油漆之刷法除刷子刷漆外，還有噴漆法(包括多色噴法)、滾筒塗法、彩畫等，特種者有拉毛及特種加工等。一般油漆以 M^2 計量計價。

17.給水及衛生設備工作

(1)屬於施工規範（公共工程綱要編碼）第 15 篇範圍，給水及衛生設備工作主要包括室內、外鍍鋅鋼管、馬桶、小便器、洗面盆、浴缸、水箱等盥洗設備。

(2)給水及衛生配管之損耗約 3%~5%。

18.水落及鐵作工作

(1)屬於施工規範（公共工程綱要編碼）第 02、05、07 篇範圍，水落及鐵作工作主要為落水管、簷口天溝、RCP 管埋設、陰井、明溝、樓梯扶手及欄杆等。

(2)陰井及明溝等之工料，應按其設計尺度按實估列。

(3)樓梯等之鋼管扶手應註明鋼管種類及厚度。

19.機電工作

(1)屬於施工規範（公共工程綱要編碼）第 11、13、15、16 篇範圍，包括機械、電力、儀控等設備及燈具照明、插座、開關、導管、配電箱等，應註明規格、等級。

(2)電機設備之材料註明尺度規格、管線材料施工之損耗，管類一般加計 3%~5%，電線加計 5%~10%。

20.門窗及玻璃工作

(1)屬於施工規範（公共工程綱要編碼）第 08 篇範圍，包括門窗、捲門窗等，每樘單價包括門窗樘、五金、玻璃、表面處理及裝配費在內。

(2)木造門窗包括門窗樘、鐵件、五金、玻璃、油漆、防腐處理、乾燥費及裝配費。

(3)玻璃裝配應註明厚度及材質。

2.3 其他工項

其他工項包括完成「標的物」所需辦理之一切施工設施及臨時管制工作，此當視工程性質、工地之實際情況而定。設計者應依施工計畫、步驟，構思模擬施工程序，編列所需之施工設施及臨時管制措施項目。一般常見之施工設施及臨時管制臚列如后。

1. 工地放樣

工地放樣包括複測座標、高程、距離等及用於本工程之基準點，施工測量等工作，建築工程放樣較為單純，土木工程或郊區大規模之新建工程，因工地放樣極為繁重，費用亦高，除由業主提供資料或負責測量者外，宜考慮依施工規範第 01725 章施工測量，編列工程項目給付。

2. 臨時水電

以辦公場所及偏遠地區之臨時水電外管線為主，不包括夜間照明、施工機具及工程用之水電使用費用。是否編列「臨時水電」工程項目給付，應視工程地點、性質及規模，並需在施工規範中詳細說明。

3. 臨時排水

如建築工程及土木工程之臨時排水費用所占比例較低時，可考慮包含在施工規範第 02316 章構造物開挖之單價內，而不予單獨計列；惟如考慮工地實際需要，則建議單獨予以編列「施工中臨時排水費」較為妥當。另排水工程，若需於施工中增設點井(Well point)，降低地下水位以利施工，其所需之費用通常不低，故必需予以增列，按實際增設點井之處數，預估必須日夜抽水時間，或預估部分抽水時間，增列「點井」或「臨時排水」工程項目計付。

4. 工地辦公室

工地辦公室，由承包商自行搭建或租用，以及所需之一切設備等，一般在市區之小型工程所需費用甚低或可不予考慮，但郊區工程或特殊性工程，則必須另行估列，並需在施工規範中詳細說明以便給付。

5. 施工道路

市區之一般工程較不需要，惟如舊橋拓寬工程需搭建便橋維持交通，或偏遠地區之工程需新闢施工便道，甚至為維護工地鄰近道路之完整，而需於竣工時修復者，則其工程費必在數十萬元甚至數百萬元之鉅，故應另列「施工道路」工程項目給付，並於施工規範中詳細說明或繪製施工道路設計圖，以為依據。

6. 施工監測系統

(1)屬於施工規範（公共工程綱要編碼）第 02 篇範圍，視工程性質、工區環境條件需要而編列。

(2)監測系統資料之觀測及分析研判顧問費，應依觀測時間長短、資料之多寡依工人時計價。

7.供給產品(材料)管理費

由業主供應之工程產品(材料)，如水泥、鋼筋、瀝青等，為配合工程施工順序先後之需要，均宜事先儲存。較大型工程尚應通盤考慮材料之儲存地點及二次搬運費。故需另列「供給產品(材料)管理費」項目以便給付。至於較小型工程因材料用量不多，亦可併入各相關工程項目單價內。該項管理費用，一般約為供給產品(材料)總價之5%。

8.安全設施

值此工業社會科技進步之時代，任何人均應有安全重於一切的共同認識，尤其是工程師，更應詳加考慮所有人員能在最安全環境下工作，對於應注意而未能加以注意之安全設施，一但發生事故，難免觸犯刑章。此外尚有下列各項安全設施費用，大多不可減免，設計者宜按實際需要分類細項，編製工程項目給付方屬合理。

- (1)維護非工作人員之安全，工區附近需加設施工圍籬、施工標誌、警示燈、及其他特別防護設施。
- (2)為維護工作人員之安全，施工前應設置施工架及支撐鷹架、其他必要之腳手架、安全防護網及為使工作人員在安全情況下施工之一切設備。
- (3)為維護交通安全，交通維持常需增設臨時紅綠燈、拒馬、交通錐、指揮工。

9.環境保護

包括施工期間辦理各項環境保護工作(包括空氣污染防治、噪音管制、水污染防治、廢棄物清理等)。

10.勞工安全衛生

包括工作場所之巡視、施工安全措施、垃圾清理與環境衛生、公共區域之臨時照明、防火設備、安全衛生教育等。

11.工程保險

- (1)工程保險又分為第三人身意外險及營造綜合保險兩項，前者係指於施工中第三者或施工人員之意外傷亡保險，後者係指對已完成或施工中之工程，遭受不可抗拒之災變而所受損失之保險。
- (2)工程保險編列，依主管單位「工程保險採購」相關規定辦理。

上述工項雖非每一工程所必需，但設計者應按工程之性質、大小、地區分別考慮其應否列項給付，另如有其他臨時性項目需求，亦應按實際需求予以編列。

第三章 預算書編製作業

3.1 編製作業概要

預算書編列內容包括數量計算、數量統計、單價分析、預算詳細表及預算總表等。為落實「公共工程作業透明化、公開化、制度化方案」，乃要求工程預算金額達一千萬元以上標案，其工程預算包含資源統計表、單價分析表、預算詳細表及預算總表等製作，均需依公共工程委員會開發之公共工程電腦估價系統（Public Construction Cost Estimating System, 簡稱 PCCES）辦理，以達到編審自動化的目標。除主要工作項目需依循「公共工程綱要編碼」原則外，預算書中所列工程項目亦需對應其施工規範之「公共工程細目編碼」配合編列。

3.2 工程數量計算項目

數量計算為預算編列之基礎工作，數量計算應依設計圖及施工規範規定，詳實計算，其計算及統計之「單位」，應與單價分析及施工規範計量計價之「單位」相吻合。工程數量計算項目，依工程性質內容不同而有所差異，設計者，應詳閱設計圖說予以逐項計算，計算完成後應先自主檢查，自主檢查時亦可比較同性質之案例，包括工程項目、數量及經費。

1. 雨水下水道工程

雨水下水道工程包括暗渠及明溝，其工程項目至少包括如表 3-1 所示，設計時，可檢視工程性質內容，而予以增減項目。

2. 抽水站工程

抽水站工程則包括(1)土建工程(2)機械設備(3)電力工程(4)弱電工程(5)儀控工程(6)消防工程及(7)給排水工程等。其中抽水站土建工程，除土方、混凝土等一般項目，如同表 3-1 外，抽水機房所增加之工項，至少包括門窗、建築粉刷裝修、鋼管鷹架、各種設施出入蓋板、爬梯、圍牆、出入大門、抽水站銘牌及鑄鐵水尺等，均需詳細依設計圖說計算。而其他機電儀控等設備工程，則視採用設備種類、規格、標準、尺度，予以分別計算。

3.3 數量計算應注意事項

數量計算時，應注意事項至少包括如下：

1. 數量計算之單位，應與預算詳細表之單位及施工規範之“計量計價”相吻合。
2. 土方計算及選擇材料回填，應依設計圖規定。
3. 模板使用種類及計算，應依設計圖說規定。
4. 混凝土使用強度及計算，應依設計圖說規定。
5. 鋼筋使用號數及計算，應依設計圖說規定。
6. 各工項之損耗計算，應依施工規範計量規定辦理。
7. 其他施工中臨時措施，應依實際需要估算。

表 3-1 工程項目表

類別	項目	單位	備註
土方	構造物開挖，機械挖方，未含抽排水	M3	依計價線、或土方圖計算
	構造物回填，就近利用原土回填	M3	
	餘方遠運處理，含水土保持	M3	
混凝土	結構用混凝土，○拌，○○○kgf/cm ² ，第○型水泥，○含附屬品	M3	原則採預拌，除非小型工程
選擇性材料回填	選擇性材料回填，透水材料，粗砂	M3	
	選擇性材料回填，透水材料，礫石	M3	
模板	場鑄結構混凝土用模板，清水	M2	注意依設計圖面說明計算
	場鑄結構混凝土用模板，普通	M2	
	場鑄結構混凝土用模板，鋼模	M2	
	場鑄結構混凝土用模板，免拆模板	M2	
鋼筋	鋼筋，SD280(連工帶料及損耗)	KG	鋼筋長度超過多少公尺，計算搭接數量，需與施工規模一致
	鋼筋，SD420(連工帶料及損耗)	KG	
管材及埋設	排水管涵，○○○○管，○型接頭，D=○○○mm，○級管	M	鋼筋混凝土管常以支單價分析，而以 M 計價
人孔	人孔蓋及蓋座，球狀石墨鑄鐵，D=○○cm	座	
	預鑄構件，人孔頸端部及安裝	個	
	預鑄構件，人孔頸下部及安裝(H=30cm)	個	
	預鑄構件，人孔框座部及安裝(含調整層)	個	
	不鏽鋼踏步，D=19mm	只	
	鍍鋅鋁格柵及蓋板，○○○cm*○○○cm	座	
預鑄溝蓋板	預鑄混凝土，L1 型預鑄溝蓋板，○○○cm*○○○cm	個	注意依設計圖面所示尺寸計算
	預鑄混凝土，L2 型預鑄溝蓋板，○○○cm*○○○cm	個	
	預鑄混凝土，S1 型預鑄溝蓋板，○○○cm*○○○cm	個	
	預鑄混凝土，S2 型預鑄溝蓋板，○○○cm*○○○cm	個	
封口	1B 磚封口	M2	
	預鑄板封口	個	
路面	瀝青混凝土鋪面	T 或 M3	注意瀝青混凝土鋪面，數量計算、單價分析與施工規模計量計價之單位相符
	級配粒料基層，碎石級配	M3	
	級配粒料底層，碎石級配	M3	
	瀝青透層	M2	
	瀝青黏層	M2	
	透水磚及鋪設	M2	
混凝土附屬品	混凝土附屬品，止水帶，聚氣乙烯，○型，○○○x○mm	M	
護岸	坡面工，混凝土，○○○kgf/cm ² ，厚○○cm	M2	注意含不含勾縫
	砌排石工，混凝土砌石，卵石	M2	
	砌排石工，混凝土砌石，卵石	M3	
	砌排石工，混凝土砌石，(卵石，厚○○cm，含勾縫)	M2	
	砌排石工，漿砌石，(卵石，厚○○cm，含勾縫)	M2	
箱籠	蛇籠，橢圓 40cm*67cm，乙種	M	
	蛇籠，橢圓 60cm*100cm，甲種	M	
	石籠，(斷面尺度長○*寬○cm，孔長○*寬○cm)，(鐵線直徑○mm，熱浸鍍鋅，鍍鋅量○g/m ²)	M	
安全欄杆	扶手及欄杆，一般安全欄杆，○管	M	
	扶手及欄杆，橋面○欄杆	M	
洩水孔	溝底洩水孔，D=○cm，內填○○	孔	
拋石	拋石，塊石	M3	
	拋石，卵石	M3	
植栽	鋪植草皮、或灑草種	M2	注意施工規範規定，有關養護工作部份
	大葉山欖，植樹	株	
	海桐，植樹	株	
	客沃土回填	M3	
	養護工作，草皮類，一年	M2	
	養護工作，喬木類(大葉山欖)，一年	株	
	養護工作，灌木類(海桐)，一年	M2	
臨時擋土樁設施	鋼軌樁○kg/m，(L=○m，間距=○cm)，(○邊水平長度，○含擋土支撐系統)	M	
	鋼板樁，L=○m，(○邊水平長度，○含擋土支撐系統)	M	
施工中排水	施工中導排水費，○涵用	M	
	施工中導排水費	式	
其他	施工臨時措施及雜項	—	

另一般易發生錯誤事項如下，為減免錯誤之發生，應確實落實複核制度。

- 1.設計圖中之錯誤：如尺度記載錯誤等。
- 2.記載錯誤：如漏列工程項目。
- 3.書寫錯誤：如謄抄時所發生之錯誤。
- 4.數字錯誤：如數字顛倒或錯位等。
- 5.估價用單位錯誤：數量計算單位與預算詳細表單價之單位不符。

3.4 單價分析表製作

1.定義概述

係將每一工程計價付款之單項，依工程施工規範之要求，合理考慮每一單價中之人工工率、施工機具使用工作小時、產品(材料)使用及其他工項數量，分別列入分析表中；然後將單價填入單價分析表中，分別求得每一工作項目之單價謂之「單價分析」，以作為每一付款項目單價之依據。單價分析表範例，如表 3-2。

表 3-2 單價分析表

工作項目：砌排石工，混凝土砌石， (卵石，厚 25cm，含勾縫)		單位：M2		計價代碼：0238630402	
工料名稱	單位	數量	單價	複價	編碼(備註)
結構用混凝土，預拌，140kgf/cm ² ， 第 1 型水泥，含澆置	M3	0.05	1,910	95.5	03310231Z3
產品，砌排石工，卵石，25cm	M3	0.25	450	112.5	M0238630103
砌石工	工	0.09	1,780	160.2	L023865d00002，#
小工	工	0.16	1,335	213.6	L000006100002
砌排石工，1:3 水泥砂漿表面勾縫	M2	1.00	300	300	0238630202
零星工料	式	1.00	18.2	18.2	W0127110004
合計	M2	1.00		900	
人工：	機具：	每 M2 單價計		900	
材料：	雜項：				

2.工料分析

表 3-2 中之工料項目、單位、及數量，可參考下列辦理：

- (1)「營建署下水道工程處工料分析手冊（營建署，100 年）」。
- (2)工程主管機關之「工料分析手冊」，如臺北市政府工務局工程技術資訊服務平台資料下載區(參考網址 <http://eisop.taipei/Default.aspx>)。
- (3)工程主管機關當年度之「單價分析表」。
- (4)財團法人臺灣營建研究最新「營建物價」。

3.基本單價

表 3-2 中之單價，可參考下列辦理。惟採用時需考量工程所在地分區、使用目的之不同，以及工程規模、性質、施工品質要求、施工地點差異、工期長短與購買數量等因素，並配合市場情況予以調整。

- (1)依主管機關年度「單價分析表」或「基本單價」，如臺北市政府工務局工程技術資訊服務平台資料下載區(參考網址 <http://eisop.taipei/Default.aspx>)。
- (2)參考公共工程委會建置公共工程資料庫網站的公共工程價格資料庫(網址 <https://>

//pcces2.pcc.gov.tw/PCC_MRP)及由公共工程技術資料庫首頁(<https://pcces.pcc.gov.tw/CSInew/>)進入公共工程電腦估價系統(PCCES)。

(3)按訪價資料編列。

4.編列應注意事項

- (1)部份工項其單價分析表之單位，與其分析工率不同。如「構造物開挖，(機械挖方，未含抽排水)」，其係採 100M³ 工率予以分析，又如「鋼筋混凝土管(B 型)，D=1200mm，三級管，未含開挖回填」，其係採一支數量予以分析。編製時，應注意合計之換算，如表 3-3 及 3-4。
- (2)一般工料分析表，其標示工率最高及最低範圍及平均值，設計者依工程性質，自行選用工率時，應注意編列之合理性，如機具及操作手、車輛及駕駛工率之一致性，如表 3-5。
- (3)一般回填材料，需考量鬆方及壓實方之關係，如表 3-6。
- (4)詳細價目表所填之數量係為設計數量；除特殊項目另有規定外，一般項目估計之數量不包括損耗，而於單價內考慮必要之損耗，如表 3-7「鋼筋，SD280(連工帶料及損耗)」。
- (5)部份工項有下層之單價分析，應注意是否吻合，如表 3-8。
- (6)單價分析之零星工料或工具損耗，常以其分析工料項目合計之 1~3%。

表 3-3 構造物開挖，(機械挖方，未含抽排水)單價分析表

工作項目：構造物開挖，(機械挖方，未含抽排水)		單位：M3		計價代碼：0231600M03	
工料名稱	單位	數量	單價	複價	編碼(備註)
開挖機，0.7~0.79M3	時	3.20	520.00	1,664.00	E02316440701
操作手	工	0.40	1,780.00	712.00	L023165100002
小工	工	1.10	1,335.00	1,468.50	L000006100002
工具損耗	式	1.00	23.50	55.50	W0127120004
合計	M3	100.00		3,900.00	
計	M3	1.00		39.00	
人工：	機具：	每 M3 單價計		39	
材料：	雜項：				

表 3-4 鋼筋混凝土管(B 型)，D=1200mm，三級管，未含開挖回填單價分析表

工作項目：鋼筋混凝土管(B 型)，D=1200mm，三級管，未含開挖回填		單位：M		計價代碼：026102L321	
工料名稱	單位	數量	單價	複價	編碼(備註)
產品，鋼筋混凝土管(B 型)，D=1200mm，三級管 L=2.40m	支	1.00	19,120.00	19,120.00	M026102L35A
水管工	工	0.07	1,780.00	124.60	L026105N00002
小工	工	0.27	1,335.00	360.45	L000006100002
吊車，10~19t	時	0.53	1,600.00	848.00	E026108Q00001
操作工	工	0.07	1,780.00	124.60	L026105100002
零星工料	式	1.00	742.35	542.35	W0127110004
合計	M	2.40		21,120.00	
計	M	1.00		8,800.00	
人工：	機具：	每 M 單價計		8,800.00	
材料：	雜項：				

表 3-5 構造物回填，原材料回填單價分析表

工作項目：構造物回填，原材料回填		單位：M3		計價代碼：0231710003	
工料名稱	單位	數量	單價	複價	編碼(備註)
堆土機，60~69KW	時	0.62	570.00	353.40	E000004100601
震動壓路機，9.5MT	時	0.68	552.00	375.36	E000006710001
膠輪壓路機，8.5-20MT	時	0.88	570.00	501.60	E000006600001
灑水車，8.0~8.9M3	時	1.25	400.00	500.00	E000002880001
操作手	工	0.27	1,780.00	480.60	L000002100002
駕駛	工	0.16	1,600.00	256.00	L000005300002
技術工	工	0.06	1,780.00	106.80	L000005000002
小工	工	0.70	1,335.00	934.50	L000006100002
工具損耗	式	1.00	91.74	91.74	W0127120004
合計	M3	100.00	23.50	3,600.00	
計	M3	1.00		36.00	
人工：	機具：	每 M3 單價計		36.00	
材料：	雜項：				

表 3-6 級配粒料底層，碎石級配單價分析表

工作項目：級配粒料底層，碎石級配		單位：M3		計價代碼：0272610003	
工料名稱	單位	數量	單價	複價	編碼(備註)
產品，級配粒料底層，碎石級配	M3	130.00	579.00	75,270.00	M0272610003
平路機 12ft，12G	時	0.80	730.00	584.00	E000005700001
三輪壓路機，10~12MT	時	0.60	614.00	368.40	E000006720001
震動壓路機，9.5MT	時	0.25	552.00	138.00	E000006710001
灑水車，8.0~8.9M3	時	0.25	400.00	100.00	E000002880001
領班	工	0.08	1,780.00	142.40	L000004000002
操作手	工	0.20	1,780.00	356.00	L027265100002
駕駛	工	0.03	1,600.00	48.00	L000005300002
技術工	工	0.01	1,780.00	17.80	L000005000002
小工	工	0.20	1,335.00	267.00	L000006100002
工具損耗	式	1.00	1,708.40	1,708.40	W0127120004
合計	M3	100.00		79,000.00	
計	M3	1.00		790.00	
人工：	機具：	每 M3 單價計		790.00	
材料：	雜項：				

表 3-7 鋼筋，SD280(連工帶料及損耗)單價分析表

工作項目：鋼筋，SD280(連工帶料及損耗)		單位：KG		計價代碼：0321030079	
工料名稱	單位	數量	單價	複價	編碼(備註)
產品，鋼筋，SD280(含損耗)	T	1.060	19,135.00	20,283.10	M0321030005
鋼筋彎紮工	工	1.350	1,780.00	2,403.00	L032105K00002
小工	工	1.350	1,335.00	1,802.25	L000006100002
產品，鐵線	KG	4.000	32.00	128.00	M0321000089，#
工具損耗	式	1.000	383.65	383.65	W0127120004
合計	KG	1,000.000	1,780.00	25,000.00	
計	KG	1.000	1,780.00	25.00	
人工：	機具：	每 KG 單價計		25.00	
材料：	雜項：				

表 3-8 水泥砂漿粉刷，1:3 水泥漿，內牆單價分析表

工作項目：水泥砂漿粉刷，1:3 水泥漿，內牆		單位：M2		計價代碼：0922030302	
工料名稱	單位	數量	單價	複價	編碼(備註)
水泥砂漿，1:3	M3	0.02	2,440.00	48.80	0406131103
泥水工	工	0.07	1,780.00	124.60	L000005B00002
小工	工	0.05	1,335.00	66.75	L000006100002
工具損耗	式	1.00	4.85	4.85	W0127120004
合計	M2	1.00	400.00	245.00	
人工：	機具：	每 M2 單價計		245.00	
材料：	雜項：				
工作項目：水泥砂漿，1:3		單位：M3		計價代碼：0406131103	
工料名稱	單位	數量	單價	複價	編碼(備註)
產品，卜特蘭水泥，第 1 型水泥，袋裝	包	9.00	125.00	1,125.00	M030521100A
砂（水泥砂漿用）	M3	0.95	703.00	667.85	0406100303
小工	工	0.45	1,335.00	600.75	L000006100002
工具損耗	式	1.00	46.40	46.40	W0127120004
合計	M3	1.00	400.00	2,440.00	
人工：	機具：	每 M3 單價計		2,440.00	
材料：	雜項：				

3.5 預算詳細表

預算詳細表係作為設計預算或發包預算或投標廠商價格標總價之估算依據。茲依 PCCES 格式說明如次，並請詳表 3-9。

- 1.項次：預算詳細表中之左側之第一欄位，依工程各大類別、次類別、細類別及工作項目等依序予以編碼，項次可分至 5 階。
- 2.項目及說明：預算詳細表中之左側之第二欄位，依列出工程各大類別、次類別、細類別及工作項目之名稱(其中工作項目名稱需依頒布之細目碼編訂規則表內之名稱填寫)。
- 3.單位：估價用單位需依施工規範計量計價及細目碼之規定並採用公制，字元長度 2 個中文字或 4 個英文字(英文字大寫，平方或立方不需上標，例如平方公尺以 M2 表示，立方公尺以 M3 表示)。
- 4.數量：根據詳細設計圖加以計算其準確數量(應與數量計算書之統計表相吻合)。另詳細價目表所附之數量係為設計數量，除特殊項目另有規定外，一般項目估計之數量不包括損耗，而於單價內考慮必要之損耗。
- 5.單價：根據契約文件(含詳細設計圖及施工規範等)之要求加以計算分析之單價(應與單價分析表相吻合)。該項單價內已包括為完成本項工作所需之一切人工、產品(材料)、施工機具、設備、動力、及運輸等費用。
- 6.複價：數量乘以單價得之。
- 7.編碼(備註)：本欄內可填入工作項目細目碼及(或)工項之補充說明、規格。

表 3-9 預算詳細表格式範例

工程名稱	○○○			會計科目			
施工地點	○○○			工程編號			
項次	項 目 及 說 明	單 位	數 量	單 價	複 價	編碼(備註)	
壹.23	預鑄混凝土，S2型預鑄溝蓋板	塊	110.000	2,720	299,200	034007000A	
壹.24	人行導引裝置，無障礙斜坡道	處	49.000	6,800	333,200	104500000B，#	
壹.25	植栽附屬設施，樹穴	處	305.000	5,200	1,586,000	029450000A，#	
壹.26	排水人孔，人孔蓋及蓋座，球狀石墨鑄鐵，開口直徑 600mm	只	16.000	5,000	80,000	0263111216	
壹.27	不銹鋼踏步，D=19mm	只	127.000	300	38,100	0263102206	
壹.28	集水井，熱浸鍍鋅格柵蓋及座	組	3.000	7,500	22,500	02631C8008	
壹.29	混凝土附屬品，伸縮縫	M	630.000	200	126,000	0315030001	
壹.30	喬木，大葉山欖	株	305.000	3,000	915,000	02931FL000	
：	：	：	：	：	：	：	
：	：	：	：	：	：	：	
壹.41	植栽，客土	M3	430.000	350	150,500	02900B0003	
壹.42	植物保護，養護工作，喬木類	株	305.000	440	134,200	029361100A	
壹.43	砌紅磚，1B，連工帶料(含 1:3 水泥砂漿、吊運費及工資)	M2	3.000	585	1,755	0421100322	

編製：

複核：

3.6 工程預算總表

工程預算總表，係將「預算詳細表」主要分項工程費用加總列出，以方便審閱。
表 3-10 為一範例，其制定格式應依主管機關規定辦理。

3.7 施工預算書封面

施工預算書封面，一般包括工程費之明細、施工概要、各級權責人員之簽名欄及預算書之內容組成說明等部份，例如表 3-11，惟施工預算書封面格式制定，仍依主管機關規定辦理。

3.8 資源統計表

採 PCCES 軟體作業編列，其成果可輸出資源統計表，顯示工程數量、人工、機具及材料等，及所鍵入各項目之數量、價格。當編製完成可檢查，相同工項是否有編列不合理之地方，例如表 3-12。

表 3-10 預算總表格式範例

營建署
總表[預算]

工程名稱	○○○	會計科目	
施工地點	○○○	工程編號	○○○○○○○-○○-○○-○
項次	工作項目	金額(元)	備註
壹	發包工程費	○○○○○○○	
壹一	○○○○○○○	○○○○○○○	
壹二	○○○○○○○	○○○○○○○	
壹三	○○○○○○○	○○○○○○○	
壹四	○○○○○○○	○○○○○○○	
壹五	○○○○○○○	○○○○○○○	
壹六	○○○○○○○	○○○○○○○	
壹七	○○○○○○○	○○○○○○○	
壹八	○○○○○○○	○○○○○○○	
壹九	○○○○○○○	○○○○○○○	
壹十	○○○○○○○	○○○○○○○	
壹十一	○○○○○○○	○○○○○○○	
	合計	○○○○○○○	
貳	非發包項目費用	○○○○○○○	
貳一	○○○○○○○	○○○○○○○	
貳二	○○○○○○○	○○○○○○○	
貳三	○○○○○○○	○○○○○○○	
貳四	○○○○○○○	○○○○○○○	
貳五	○○○○○○○	○○○○○○○	
	總價(總計)	○○○○○○○	

編製：

複核：

表 3-11 施工預算書封面格式範例

工程名稱	○○○			工程 編號	○○○○○-○○-○ ○-○	
工程地點	○○○			工作 數量	日曆 天	單位 成本
主管處所	○○○			施工 方式	○○○	
項次	項	別	金額(新臺幣元)	工 程 概 要		
○○○	○○○○		○○○○			
○○○	○○○○		○○○○			
○○○	○○○○		○○○○			
○○○	○○○○		○○○○			
○○○	○○○○		○○○○			
○○○	○○○○		○○○○			
○○○	○○○○		○○○○			
○○○	○○○○		○○○○			
○○○	○○○○		○○○○			
○○○	○○○○		○○○○			
○○○	○○○○		○○○○			
○○○	○○○○		○○○○			
合 計			○○○○			
編製	複核	單位主管	會計主任	○○	○○	
附 圖 ○○張 補充施工說明書 ○冊 計 算 書 ○○頁 總表 ○頁 預算詳細表 ○頁 單價分析表○○頁 資源統計表 ○頁 經費：						
核准日期： 中華民國 年 月 日						

表 3-12 資源統計表格式範例

營建署

資源統計表[預算]

計畫編號 ○○○○-○○-○

計畫名稱 ○○○抽水站工程

單位〔元〕

工項代碼	工項名稱	單位	工程用量	單價	複價	人工	機具	材料	雜項
：	1350 元÷8 小時		：	：	：	：	-	-	-
：	÷168.75(元/時)<180 (元/時)		：	：	：	：	-	-	-
L000006200001	生產體力工，大工	時	50.000	180.00	9,000.00	9,000.00	-	-	-
L000006200002	大工	工	95.680	1,350.00	129,168.00	129,168.00	-	-	-
L000006100001	生產體力工，小工	時	50.000	150.00	7,500.00	7,500.00	-	-	-
L000006100002	小工	工	1,889.496	1,200.00	2,267,395.20	2,267,395.20	-	-	-
：	：	：	：	：	：	：	-	-	-
：	：	：	：	：	：	：	-	-	-
M08741A0009	面鈹，SUS304L	KG	5,945.000	180.00	1,070,100.00	-	-	1,070,100.00	-
M08741A0009	不繡鋼鈹，SUS316L	KG	3,752.000	120.00	450,240.00	-	-	450,240.00	-
：	：	：	：	：	：	：	-	-	-
：	SUS316 單價應該高於 SUS304		：	：	：	：	-	-	-

第四章 工程單價

4.1 概述

雨水下水道工程包括管渠、雨水井、連接管、人孔及其附屬設施，其施工則包括開挖、回填、路面復舊及擋土排水等臨時措施；而抽水站工程除土建外，尚包機電等設備。其埋設路段或座落基地，因所處環境及敷設條件不同，其所需構築之附屬設施及施工所需配合之臨時措施亦各異，影響經費之概估。而如以少數不同年期案例之造價作統計分析，恐亦無法反應實際所需，因此工程單價之概估，應有持續年期及較多之案例，作為分析樣本，始能獲得較正確之「工程單價」。

4.2 雨水下水道工程單價

預算編列方式可參考行政院公共工程委員會「公共建設工程經費估算編列手冊」之「下水道工程」分類篇，表 4-1 工程單價為「發包工程費經費」，再加上「非發包項目費用」後，即為總建設經費。

以臺北市為例，每年編列「基本單價」、「組合單價」及「工程單價」送議會審定，而其工程設計亦係依各年度議會審定之單價，辦理預算編列，其有持續年期及多樣本之統計分析成果，各縣市政府可依據此機制制定雨水下水道工程單價參考。茲將臺北市「臺北市議會審定 107 年度工程預算單價」彙整列如表 4-1，其他相關資料可查詢台北市政府工務局網站工程技術資訊服務平台(參考網址：http://eisop.taipei/Query/Query_FileDownload.aspx)。

4.3 雨水抽水站工程單價

雨水抽水站主要包括土建及機電設備工程，而機電設備工程則包括機械、電力電信、儀控、給污排水及消防工程。影響土建造價之主要因素為抽水站規模、用地大小及基地環境；而機電設備則視採用設備規模、設備等級、及自動控制要求等。

近年來，政府機關陸續完成為數不少之抽水站建設，依其統計分析抽水站之發包工程費後，訂立抽水站預算編列原則如下，其估算項目包括抽水站、進流閘門及撈污機，惟不包括重力出流閘門部份。

1. 4CMS 以下抽水站，每 CMS 發包工程費以 1,250 萬元編列。

2. 4CMS～10CMS 抽水站，每 CMS 發包工程費以 1,100 萬元編列。

3. 10CMS 以上抽水站，每 CMS 發包工程費以 900 萬元編列。

4. 另閘泵則以 500～600 萬/CMS 估算。

5. 土建與機電設備工程金額之比例約為 45% 及 55%。

上述為目前政府機關在編列抽水站「發包工程費經費」之原則，再加上「非發包項目費用」後，即可作為抽水站「總建設經費」之參考，惟實際仍需依基地環境

條件、品質管制需求及物價波動情況下，酌予增減之。

表 4-1 兩水下水道工程單價參考表

類別	項次項目	單位	數量	預算單價
管涵	鋼筋混凝土管(B 型)，D=600mm，三級管，含開挖回填	M	1.00	6,244.75
	鋼筋混凝土管(B 型)，D=800mm，三級管，含開挖回填	M	1.00	8,926.28
	鋼筋混凝土管(B 型)，D=1000mm，三級管，含開挖回填	M	1.00	11,680.52
	鋼筋混凝土管(B 型)，D=1200mm，三級管，含開挖回填	M	1.00	15,756.67
	鋼筋混凝土管(B 型)，D=1350mm，三級管，含開挖回填	M	1.00	18,674.57
	鋼筋混凝土管(B 型)，D=1500mm，三級管，含開挖回填	M	1.00	22,406.26
	鋼筋混凝土管(B 型)，D=1650mm，三級管，含開挖回填	M	1.00	26,425.73
	鋼筋混凝土管(B 型)，D=1800mm，三級管，含開挖回填	M	1.00	31,478.80
	鋼筋混凝土管(B 型)，D=2000mm，三級管，含開挖回填	M	1.00	35,436.16
	人孔井[新築箱涵、埋管用]	座	1.00	104,077.29
	□-1.5M×1.5M 箱涵	M	1.00	22,711.07
	□-2.0M×2.0M 箱涵	M	1.00	32,395.01
	□-3.0M×3.0M 箱涵	M	1.00	59,022.07
	□-4.0M×3.0M 箱涵	M	1.00	74,283.73
	□□-5.0M×3.0M 箱涵	M	1.00	160,531.97
	□□-6.0M×3.0M 箱涵	M	1.00	215,459.48
	人孔頸[箱涵用]	座	1.00	7,300.68
雨水井	集水井	座	1.00	10,016.44
側溝	排水管溝，U 型溝(場鑄)， $400 \leq H < 600\text{mm}$ ， $300 \leq W < 500\text{mm}$ ，(含開挖、回填)	M	1.00	5,627.55
	排水管溝，U 型溝(場鑄)， $600 \leq H < 800\text{mm}$ ， $300 \leq W < 500\text{mm}$ ，(含開挖、回填)	M	1.00	6,095.60
	排水管溝，U 型溝(場鑄)， $800 \leq H < 1000\text{mm}$ ， $500 \leq W < 700\text{mm}$ ，(含開挖、回填)	M	1.00	7,002.13
	排水管溝，U 型溝(場鑄)， $1000 \leq H < 1200\text{mm}$ ， $500 \leq W < 700\text{mm}$ ，(含開挖、回填)	M	1.00	8,149.00
	排水管溝，U 型溝(場鑄)， $1200 \leq H < 1400\text{mm}$ ， $900 \leq W < 1100\text{mm}$ ，(含開挖、回填)	M	1.00	9,903.89
護岸	型框植生護坡，植生基材厚度 5cm	M2	1.00	3,161.95
	鋼筋混凝土擋土牆，平均高 2M	M	1.00	15,140.29
	鋼筋混凝土擋土牆，平均高 3M	M	1.00	22,377.86
	鋼筋混凝土擋土牆，平均高 5M	M	1.00	43,107.05
	鋼筋混凝土擋土牆，平均高 8M	M	1.00	92,678.88
	低水護岸坡面工，混凝土， 210kgf/cm^2	M	1.00	28,979.81
路(鋪)面工程	瀝青混凝土面層刨除，平均厚 5.0cm，刨除機 1.2m 寬	M2	1.00	57.35
	瀝青混凝土面層刨除，平均厚 5.0cm，刨除機 2.2m 寬	M2	1.00	48.71
	瀝青混凝土面層刨除，平均厚 10.0cm，刨除機 1.2m 寬	M2	1.00	107.34
	瀝青混凝土面層刨除，平均厚 10.0cm，刨除機 2.2m 寬	M2	1.00	93.43
	人行道面層，鋪面磚(高壓)	M2	1.00	1,677.87
	人行道底層，混凝土底層面，總厚 15cm	M2	1.00	316.88
	瀝青混凝土面層鋪築	M2	1.00	1,557.19
	道路路面，含路基	M2	1.00	2,345.44

註：本表係從「臺北市議會審定 107 年度工程預算單價」摘錄。

依「區域排水系統閘門、泵整合應用之研究—以東石抽水站為例（國立成功大學水利及海洋工程研究所詹文懋碩士論文 98.6）」，調查民國 93 年發包之汐止八連二抽水站及民國 95 年昌平低地抽水站之工程費，分別為新台幣 80,492,608 元(沉水式 0.75CMS@2 台)及 43,394,968 元(傳統豎軸 1.00CMS@ 2 台)，每 CMS 之發包工程費高達新台幣 5,370 萬元及 2,170 萬元，恐係站址環境條件較為特殊。本計畫以上述 4CMS 之每 CMS 編列發包工程費為基準，再以土建與機電設備工程之比例約為 45%及 55%，並考量土建縮小及機電設備工程之減作數量方式予以概估，每 CMS 經費約 1,450 萬元；另訪查機械安裝業廠商，依其採案例予以平均估算 2CMS(含以下) 每 CMS 經費約 1,400~1,500 萬元。上述說明可供參考，惟仍應視站址環境條件特性，酌予調整。

依上述說明抽水站每 CMS 發包工程費估算，係依抽水量減少而遞增。雨水下水道系統規劃，當以減免或減少抽水規模為原則，而考量建設經費及爾後之操作維護管理，系統規劃佈置抽水站亦不宜過於分散。如必需設置小型抽水站，亦宜考量評估是否設置較簡便之抽水設施，以符合投資效益。

參考文獻

參考文獻

一、中文部份

1. 中國土木工程學會環境工程委員會(1984)。 下水道管渠工程設計指南。
2. 內政部(1975)。 市區道路地下管線埋設物設置位置圖說明。
3. 內政部(2002)。 台灣地區(北區)降雨量強度之評估。
4. 內政部(2008)。 公共危險物品及可燃性高壓氣體設置標準暨安全管理辦法。
5. 內政部(2012)。 建築物雨水貯留利用設計技術規範。
6. 內政部(2015)。 市區道路及附屬工程設計規範。
7. 內政部(2017)。 都市計畫公共設施用地多目標使用辦法。
8. 內政部營建署(2009)。 下水道工程設施標準。
9. 內政部營建署(2019)。 建築基地保水設計技術規範。
10. 台灣水環境再生協會(2008)。 抽水站規劃設計及操作維護實務手冊。
11. 台灣省水利局(1981)。 灌溉排水工程設計。
12. 台灣電力股份有限公司(2018)。 台灣電力股份有限公司新增設用戶用電設備檢驗要點。
13. 台灣電力股份有限公司(2016)。 營業規則。
14. 交通部(2018)。 公路排水設計規範。
15. 行政院勞工委員會(2020)。 起重升降機具安全規則。
16. 余濬(2007)。 山坡地排水與滯洪設計。科技圖書股份有限公司
17. 李土哇/工研院能資所節水團(2004)。「建立與地下水溝通的橋樑-雨水浸透設備規劃」。
18. 前臺灣省住都局及都市發展局等(1983)。 下水道工程實務研討會論文集。
19. 前臺灣省住都局及都市發展局(1984)。 施工手冊第三篇環境工程。
20. 前臺灣省住都局及都市發展局等(歷年)。 台灣各都市計畫雨水下水道系統規劃報告。
21. 國立中央大學土木工程學研究所(1984)。 環境工程技術研究班講義集。
22. 國立中央大學環境工程學研究所(1994)。 下水道工程人員研習班講義集。
23. 經濟部(2017)。 輸配電設備裝置規則。

24. 經濟部(2019)。電業設備及用戶用電設備工程設計及監造範圍認定標準。
25. 經濟部水利署(2003)。台灣地區雨量測站降雨強度－延時 Horner 公式分析。
26. 經濟部水利署(2017)。台灣地區雨量測站降雨強度－延時 Horner 公式參數分析。
27. 經濟部水資源局(2001)。水文設計應用手冊。
28. 經濟部水利署水利規劃試驗所(1998)。「區域排水規劃」講義。
29. 經濟部水利署水利規劃試驗所(2006)。滯洪設施規劃設計參考手冊。
30. 經濟部水利署水利規劃試驗所(2006)。嘉義南部沿海地區排水改善效果評估及因應對策檢討。
31. 詹文懋(2009)。「區域排水系統閘門、泵整合應用之研究－以東石抽水站為例」。國立成功大學水利及海洋工程學系碩士論文。
32. 農業委員會水土保持局(2020)。水土保持技術規範。
33. 臺北市政府(2010)。臺北市雨水下水道設施規劃設計規範。
34. 臺北市政府(2004)。臺北市總合治水對策規劃。
35. 臺北市政府(2006)。「臺北市政府工務局水利工程處工程標準圖」。
36. 臺北市政府工務局新建工程處(1989)。臺北市雨水下水道規劃手冊。
37. 臺北市政府工務局(2006)。台北市山坡地建築開發都市設計規範。
38. 臺北市政府工務局(2009)。工料分析手冊。
39. 歐陽嶠暉(2007)。下水道工程學(四版)。長松出版社。

二、外文部份

1. 村田恒雄及佐藤治(1976)。ポンプ場の設計と考え方。鹿島出版会。
2. 社團法人河川ポンプ施設技術協會(2001)。揚排水ポンプ設備技術基準(案)解説。社團法人河川ポンプ施設技術協會。
3. U. S. Department of Transportation (2001)。URBAN DRAINAGE DESIGN MANUAL。
4. American National Standards Institute (2000)。Vertical Pumps for Design and Application。Hydraulic Institute。
5. American National Standards Institute (2000)。Pump Intake Design。Hydraulic Institute。