

逢甲大學學生報告 ePaper

水文分析實作報告

Hydrological Analysis

作者：吳念謙、王蕾喬、陳品翔

系級：水利三甲、水利三乙

學號：D0338305、D0409206、D0409165

開課老師：陳憲宗

課程名稱：水文分析與模式應用

開課系所：水利工程與資源保育學系

開課學年： 106 學年度 第 2 學期

摘要

本報告為水文分析實作報告，是水利工程規劃設計之前置作業，藉由此報告進行評估，結果可為工程依據設計之標準。研究大略流程為利用集水區內相關水文資料，採用徐昇式多邊形法求集水區平均雨量，再進行集水區暴雨平率分析以及同位序法設計雨型，而洪峰流量推估部分由於此份報告為簡略版，故僅直接使用水利署三角形單位歷線做出結果，並未採用 Sherman 及合理化公式做額外探討與比較，水利署提供之方法是以保守觀點設計流量，效果較佳，也較符合真實情況，較因應現今台灣情況，估計結果也較為準確實際。

關鍵字：水文分析、水利署三角形單位歷線、
同位序法、徐昇式多邊形法

Abstract

This report is a simplified version of practical hydrologic analysis, which is to decide design discharge prior to the planning and design of hydraulic engineering projects. Rainfall data from multiple stations were calculated to derive the areal mean precipitation by using the Thiessen polygon method. Areal mean precipitation data were then used to obtain design rainfall and its temporal distribution. With the derived design rainfall, the Water Resources Agency triangular unit hydrograph was applied to calculate the design flood hydrograph of the study watershed. Peak discharges concerning prescribed locations were thus derived and design discharges in river reaches were obtained.

Keyword:

Hydrological analysis ; Thiessen's polygon method ; Water Resources Agency

目錄

第一章 流域概況及測站選用.....	6
1-1 流域之面積、河川長度、坡降、地形特性.....	6
1-2 雨量站、水位流量站資訊及選用控制點及測站.....	8
1-3 集流時間(漫地流與渠流時間)估算.....	10
第二章 平均雨量計算.....	12
2-1 資料檢核及補遺.....	12
2-2 平均雨量計算.....	13
第三章 暴雨頻率分析.....	14
3-1 頻率分析理論.....	15
3-2 常用的機率分布.....	15
3-2-1 何謂機率分布.....	15
3-2-2 機率分布類型.....	16
3-3 適合度檢定.....	18
3-3-1 卡方檢定(Chi-squared test).....	18
3-3-2 KS 檢定.....	18
3-4 各重現期之設計暴雨演算.....	22
3-4-1 控制點的水文量.....	23
第四章 設計雨型.....	25
4-1 設計雨型(Design Hyetograph).....	25
4-1-1 雨型延時雨單位時間之設計原則.....	25
4-2 雨型設計方法.....	25
4-2-1 交替組體法(Alternating block method).....	26
4-2-2 同位序平均法.....	26
第五章 降雨-逕流模式建立及洪峰流量推估.....	31
5-1 單位歷線.....	31
5-1-1 定義.....	31
5-1-2 基本假設.....	31
5-2 水利署三角形單位歷線.....	31
第六章 分析結果討論.....	47
6-1 各控制斷面計畫流量分配.....	47
6-2 洪峰流量分配圖.....	47
6-3 分析結果之討論.....	48
6-4 總結.....	48

圖目錄

圖 1-1-1 集水區何系級雨量站分布圖	6
圖 1-1-2 子集水區邊界圖	6
圖 1-1-3 集水區高程	7
圖 1-1-4 河流坡將示意圖	7
圖 1-1-5 集水區土地利用情形	8
圖 2-1-1 雙累積曲線(double-mass curve analysis).....	12
圖 2-2-1 徐昇多邊形網.....	13
圖 3-2-1 機率密度函數示意圖	15
圖 3-2-2 累積分布函數示意圖	16
圖 3-4-1 疊合面積分割圖	24
圖 4-2-1 延時 24 小時設計雨型	30
圖 5-2-1 三角逕流歷線示意圖	31
圖 5-2-2 水利署法流量站的三角形單位歷線圖	33
圖 5-2-3 控制點 1 重現期 10 年逕流歷線	42
圖 5-2-4 控制點 1 重現期 25 年逕流歷線	42
圖 5-2-5 控制點 2 重現期 10 年逕流歷線	43
圖 5-2-6 控制點 2 重現期 25 年逕流歷線	43
圖 5-2-7 控制點 3 重現期 10 年逕流歷線	44
圖 5-2-8 控制點 3 重現期 25 年逕流歷線	44
圖 5-2-9 集水區出口重現期 10 年逕流歷線	45
圖 5-2-10 集水區重現期 25 年逕流歷線	45
圖 6-2-1 重現期 10 年 24 小時流量分配圖	47
圖 6-2-2 重現期 10 年 24 小時流量分配圖	48



表目錄

表 1-1-1 控制點出口	7
表 1-1-2 土地利用資料	8
表 1-2-1 各雨量站資料	8
表 1-2-2 雨量站延時 24 小時最大降雨量	9
表 1-3-1 各控制點集流時間	11
表 2-2-1 各雨量站之雨量平均(mm).....	13
表 2-2-2 徐昇氏雨量站權重表	14
表 3-3-1 K-S 臨界值.....	19
表 3-3-2 延時 24 小時-年最大降雨量機率分布之卡方檢定結果	20
表 3-3-3 延時 24 小時-年最大降雨量機率分布之 KS 檢定結果	21
表 3-3-4 延時 24 小時-年最大降雨量機率分布最佳選取	22
表 3-4-1 集水區各雨量站重現期 24 小時最大降雨量(mm).....	23
表 3-5-2 常態累積分布函數	23
表 3-4-3 集水區各控制點重現期 24 小時最大降雨量	24
表 4-1-1 集流時間 T_c 與雨型單位時間 T_r 對照表.....	25
表 4-2-1 集水區代表性暴雨資料 單位：毫米	26
表 4-2-2 同位序平均法設計雨型	27
表 4-2-3 雨型結果	30
表 5-2-1 水利署三角歷線參數	32
表 5-2-2 控制點 1 之重現期 10 年流量歷線	33
表 5-2-3 控制點 1 之重現期 25 年流量歷線	34
表 5-2-4 控制點 2 之重現期 10 年流量歷線	35
表 5-2-5 控制點 2 之重現期 25 年流量歷線	36
表 5-2-6 控制點 3 之重現期 10 年流量歷線	37
表 5-2-7 控制點 3 之重現期 25 年流量歷線	38
表 5-2-8 集水區出口重現期 10 年流量歷線	39
表 5-2-9 集水區出口重現期 25 年流量歷線	40
表 5-2-10 各站洪峰流量(單位：cms).....	46

第一章 流域概況及測站選用

1-1 流域之面積、河川長度、坡降、地形特性

圖 1-1-1 為集水區大小及流域分布圖，當中有雨量測站及控制點分布位置，而控制點可劃分若干子集水區，如圖 1-1-2。圖 1-1-3 則為集水區高程分布。總集水區面積為 99 平方公里，主流長度 15.5 公里，測站相關基本資料如下表 1-1-1 所示

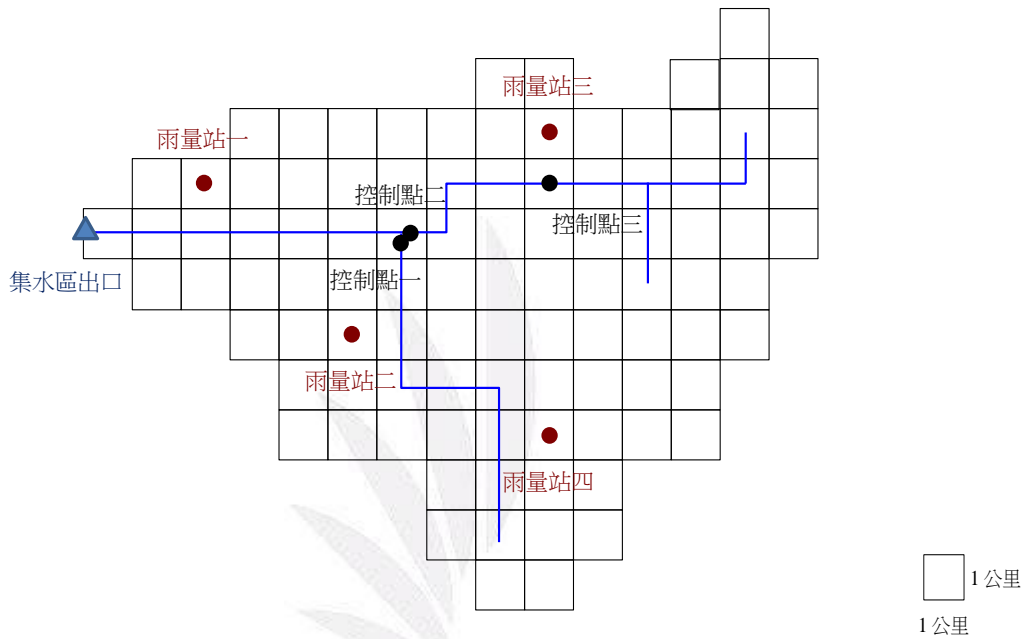


圖 1-1-1 集水區何系級雨量站分布圖

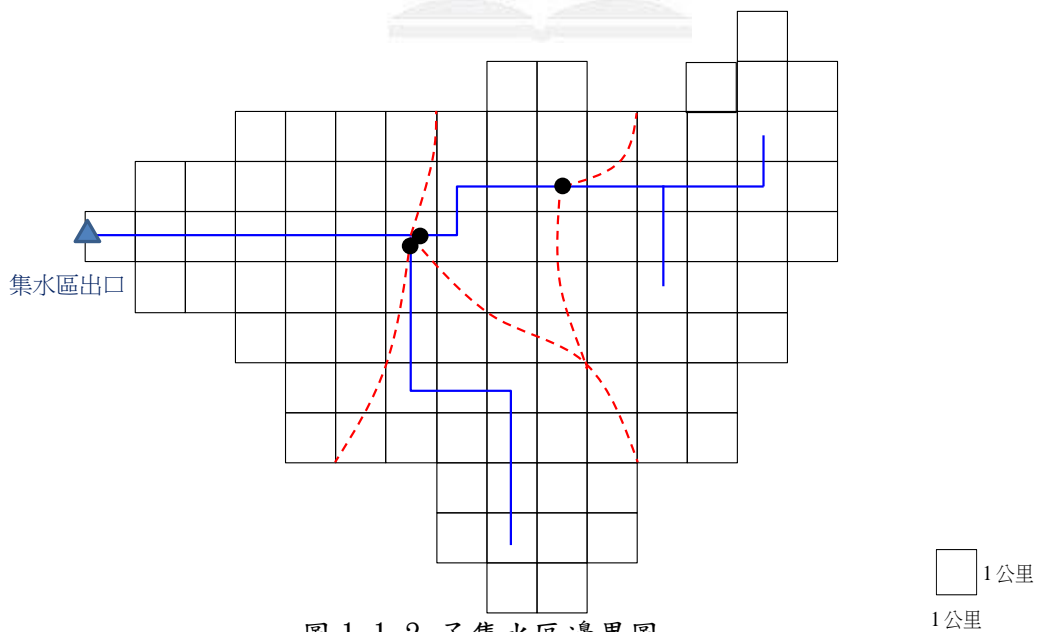


圖 1-1-2 子集水區邊界圖

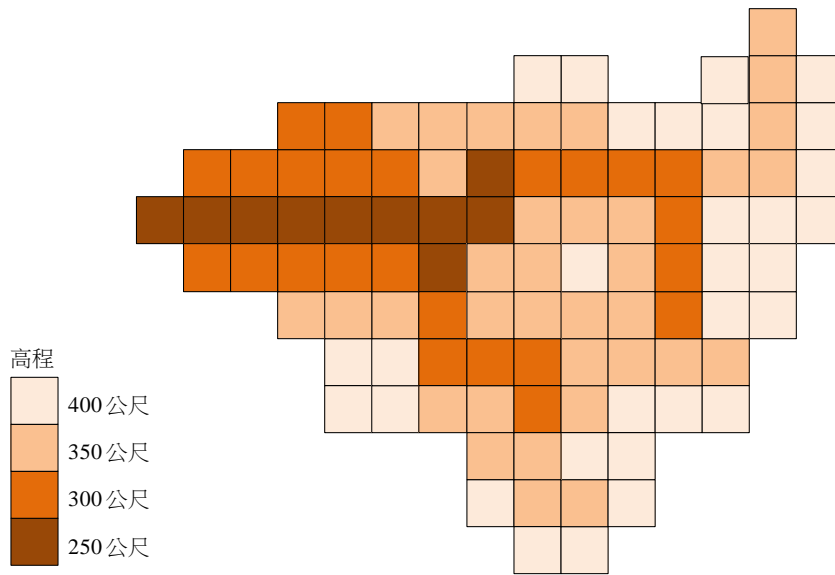


圖 1-1-3 集水區高程

表 1-1-1 控制點出口

站名	標高(m)	子集水區面積(km ²)	河川坡度(%)
集水區出口	250	99	0.65
控制點一	250	23.94	1.25
控制點二	250	47.15	1.11
控制點三	300	32.33	1.00

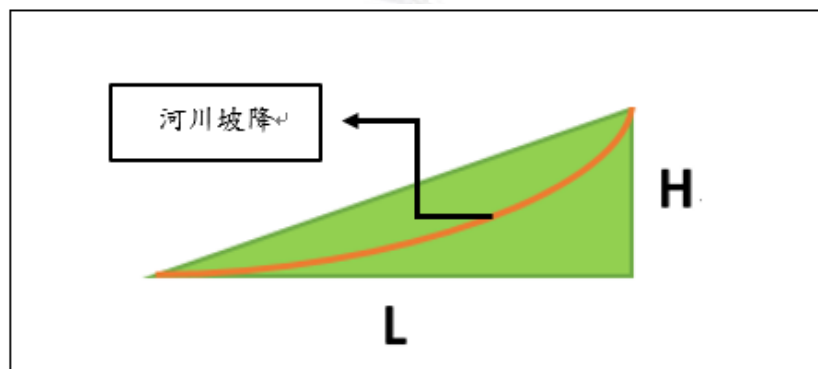


圖 1-1-4 河流坡降示意圖

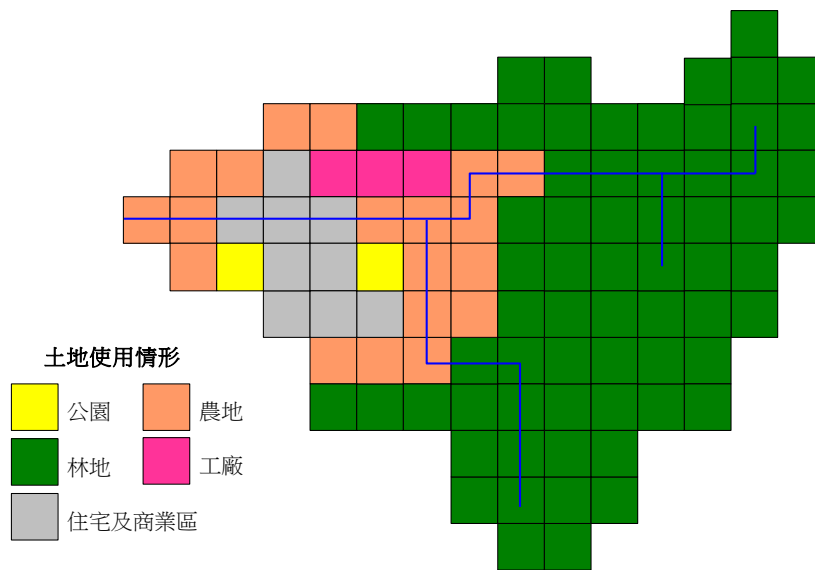


圖 1-1-5 集水區土地利用情形

表 1-1-2 土地利用資料

土地利用	面積(km ²)
公園	2
農地	19
林地	66
工廠	3
住宅及商業區	9
總面積	99

(單位:平方公里)

1-2 雨量站、水位流量站資訊及選用控制點及測站

本報所採用之雨量站、水位流量站資訊與選用控制點、測站均屬虛擬，選用控制點及測站如圖 1-2-1，雨量站相關數值資料如下表 1-2-1、表 1-2-2。

表 1-2-1 各雨量站資料

站名	標高(m)	資料年份(年)	資料年數(年)
雨量站一	300	1974-2015	42
雨量站二	350	1974-2015	42
雨量站三	350	1974-2015	42
雨量站四	350	1974-2015	42

表 1-2-2 雨量站延時 24 小時最大降雨量

單位：毫米

雨量站			雨量站一	雨量站二	雨量站三	雨量站四
發生日期						
年	月	日				
1974	7	30	174.0	187.2	233.5	173.0
1975	8	8	140.0	132.0	189.7	87.1
1976	9	26	499.0	612.4	651.9	175.0
1977	9	6	509.0	510.3	664.8	282.0
1978	9	22	372.5	416.6	489.0	180.0
1979	8	16	285.0	364.3	376.4	246.7
1980	6	6	84.0	90.3	88.5	92.3
1981	7	19	132.0	140.2	133.0	165.4
1982	8	2	169.0	237.6	296.0	124.0
1983	8	9	525.0	454.0	492.6	139.6
1984	7	31	377.5	263.7	317.7	145.0
1985	9	11	122.3	160.5	281.6	98.5
1986	8	14	312.8	299.5	462.4	142.5
1987	8	27	214.3	184.2	246.0	158.0
1988	7	19	381.0	389.5	560.0	462.0
1989	8	9	204.5	225.0	310.5	86.0
1990	6	3	123.5	129.5	244.5	165.0
1991	6	3	389.0	364.5	411.0	178.0
1992	8	22	465.5	442.0	588.0	188.0
1993	8	23	186.5	211.0	214.0	119.1
1994	5	27	125.0	106.0	194.5	125.0
1995	9	24	107.0	87.5	96.0	106.0
1996	9	11	190.5	153.0	179.0	117.0
1997	8	19	446.0	390.5	543.0	201.0
1998	8	17	169.0	170.0	135.0	127.0
1999	8	30	130.0	158.0	224.0	126.7
2000	6	25	101.0	131.0	93.6	138.0
2001	8	8	392.0	452.0	428.0	194.6
2002	5	23	77.0	80.0	109.0	90.0
2003	7	31	537.0	796.0	707.0	272.0
2004	8	18	229.0	241.0	345.0	182.0
2005	10	16	425.0	446.0	553.0	111.0
2006	6	15	98.0	135.0	147.0	83.0
2007	8	29	197.0	170.0	221.0	182.0
2008	9	16	381.0	469.0	593.0	282.5
2009	7	3	228.0	288.0	158.3	109.5
2010	7	8	112.0	158.0	124.0	92.1
2011	8	25	415.0	637.0	768.3	266.3
2012	8	5	387.0	415.0	595.0	211.6
2013	4	10	189.0	162.0	209.0	128.9
2014	9	18	431.0	575.0	798.9	236.1
2015	9	14	410.0	368.0	542.0	185.3

註：粗體為缺測資料補遺，詳情請見 2-1 補遺方式

1-3 集流時間(漫地流與渠流時間)估算

本報告無個別計算漫地流與渠流時間，由於本報告河道斷面條件不易決定，而無法以水力學方式來估算集流時間時，因此可採適當之經驗公式進行推估，國內較常見者有水土保持技術規範，Rziha、加州公路局及周文德公式。各公式集流時間如下表 1-3-1:

(1) Rziha 公式

$$T_c = L/V$$

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

其中， T_c ：集流時間 (hr)

V ：洪水流速 (km/hr)

L ：控制點以上河川主流長度 (km)

H ：河流最高點至計畫地點高程差 (km)

(2) 加州公路局公式

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

其中， T_c ：集流時間 (hr)

L ：控制點以上河川主流長度 (km)

H ：河流最高點至計畫地點高程差 (m)

(3) 周文德公式

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

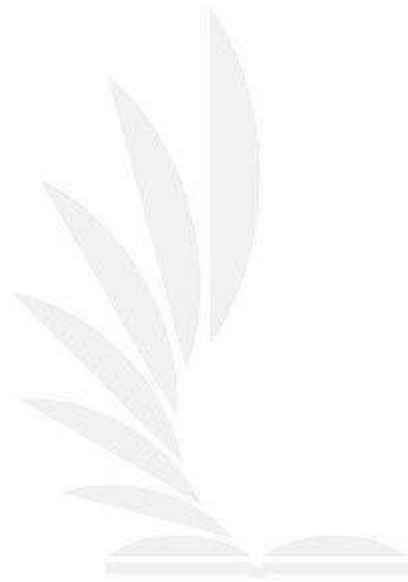
其中， T_c ：集流時間 (hr)

L ：控制點以上河川主流長度 (km)

S ：控制點以上主流平均坡度

表 1-3-1 各控制點集流時間

站名	流路 長度 (km)	高 差 (m)	平均 坡度 (%)	Rizha 公式 (hr)	加州公 式(hr)	周文德 公式 (hr)	平均集 流時間 (hr)	最小集 流時間 (hr)
集水 區出 口	15.5	100	0.65	2.09	2.36	4.05	2.83	2.09
控制 點一	8.0	100	1.25	1.54	1.78	2.44	1.92	1.54
控制 點二	9.0	100	1.11	1.86	2.04	2.73	2.21	1.86
控制 點三	5.0	50	1.00	0.73	1.03	1.56	1.10	0.73



第二章 平均雨量計算

2-1 資料檢核及補遺

分析前應進行資料檢核，避免不合理資料之誤用。本次報告使用雙累積曲線(double-mass curve analysis)，圖中，橫軸為四個雨量站紀錄平均累積值；縱軸為須檢視之雨量站累積值。

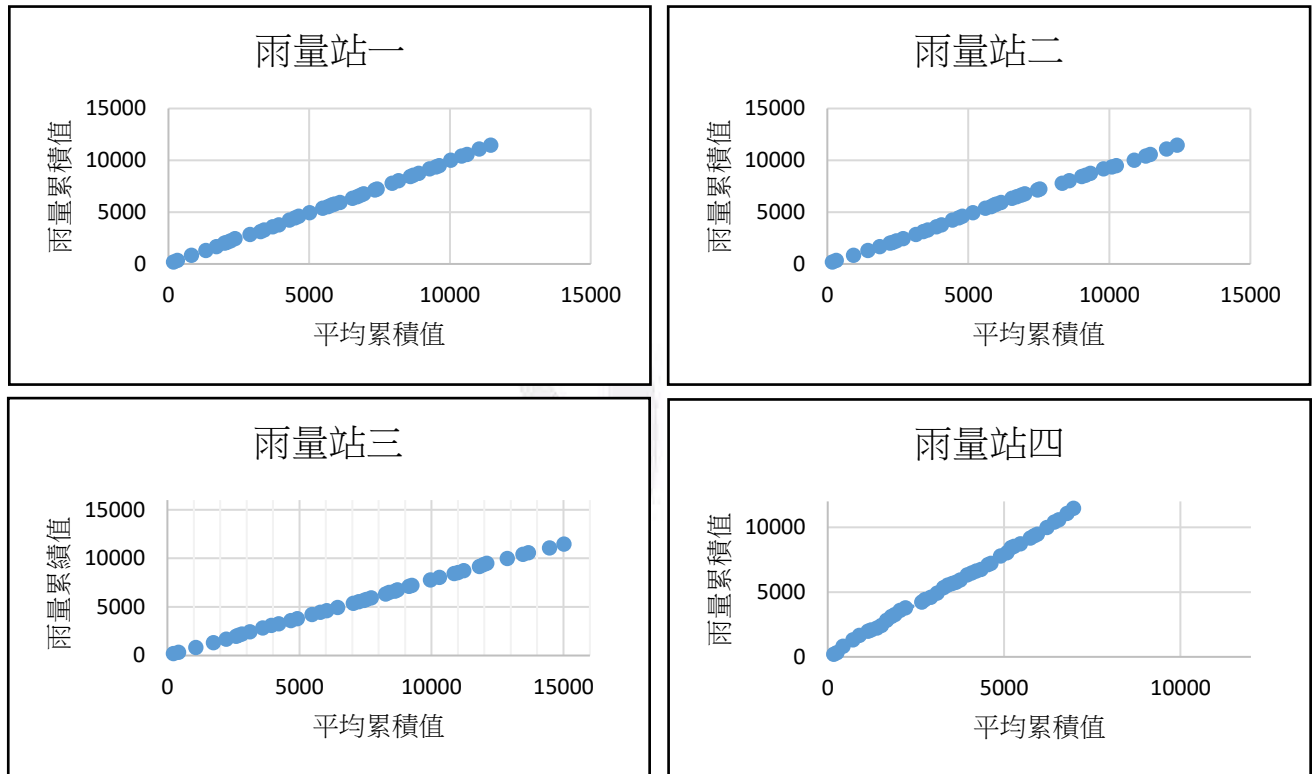


圖 2-1-1 雙累積曲線(double-mass curve analysis)

本文表 1-2-2 缺測資料使用四象限法(four quadrants method)，假設記錄遺失之雨量值與已知紀錄之測站的距離平方成正比計算方式如下公式：

$$P = \sum_{i=1}^N \left[\frac{P_i}{\Delta X_i^2 + \Delta Y_i^2} \right] / \sum_{i=1}^N \frac{1}{\Delta X_i^2 + \Delta Y_i^2}$$

上式中，N 為已知紀錄之測站總數， $\Delta X_i^2 + \Delta Y_i^2$ 為已知紀錄測站與未知紀錄測站距離之平方，各測站的距離利用 AutoCAD 繪圖可得。

2-2 平均雨量計算

本文集水區平均雨量採用徐昇多邊形法(Thiessen polygons method)，依照各雨量站之相對位置，決定各雨量之控制面積。此法是將 N 個水文站以直線相互連結，構成多個三角形，再做三角形各邊垂直平分線，三條垂直平分線交於一點。未交於一點之垂直平分線向外延伸之集水區邊界，即可得徐昇多邊形網，如下圖 2-2-1。由集水區平均雨量公式可得到本報告集水區平均雨量 273.724mm。

◆ 集水區平均雨量

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^N P_i A_i}{\sum_{i=1}^N A_i}$$

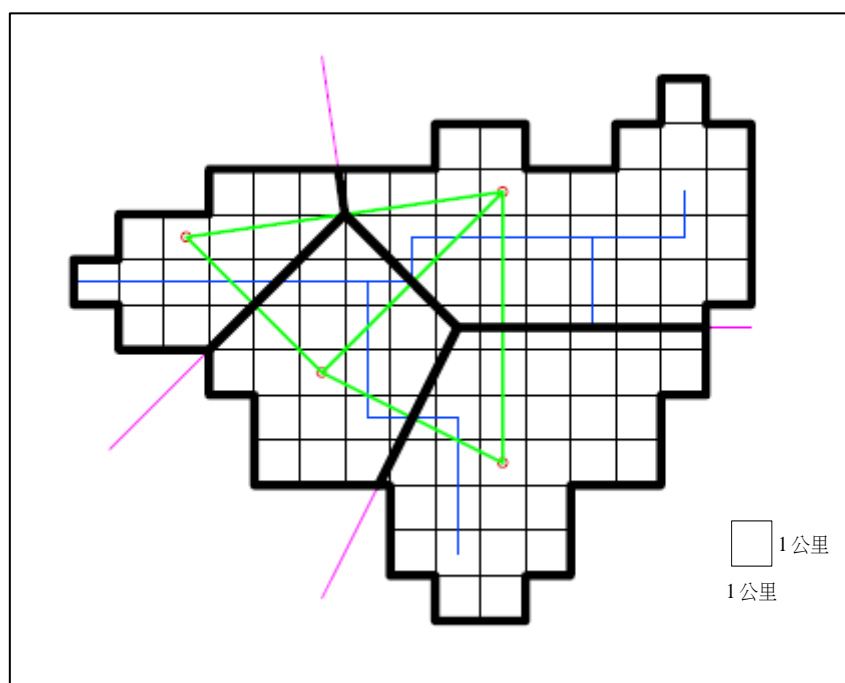


圖 2-2-1 徐昇多邊形網

表 2-2-1 各雨量站之雨量平均(mm)

年	月	日	雨量站一	雨量站二	雨量站三	雨量站四
1974	7	4	174.0	187.2	233.5	173.0
1975	8	8	140.0	132.0	189.7	87.1
1976	9	26	499.0	612.4	651.9	175.0
1977	9	6	509.0	510.3	664.8	282.0
1978	9	22	372.5	416.6	489.0	180.0
1979	8	16	285.0	364.3	376.4	246.7
1980	6	6	84.0	90.3	88.5	92.3
1981	7	19	132.0	140.2	133.0	165.4
1982	8	2	169.0	237.6	296.0	124.0

1983	8	9	525.0	454.0	492.6	139.6
1984	7	31	377.5	263.7	317.7	145.0
1985	9	11	122.3	160.5	281.6	98.5
1986	8	14	312.8	299.5	462.4	142.5
1987	8	27	214.3	184.2	246.0	158.0
1988	7	19	381.0	389.5	560.0	462.0
1989	8	9	204.5	225.0	310.5	86.0
1990	6	3	123.5	129.5	244.5	165.0
1991	6	3	389.0	364.5	411.0	178.0
1992	8	22	465.5	442.0	588.0	188.0
1993	8	23	186.5	211.0	214.0	119.1
1994	5	27	125.0	106.0	194.5	125.0
1995	9	24	107.0	87.5	96.0	106.0
1996	9	11	190.5	153.0	179.0	117.0
1997	8	19	446.0	390.5	543.0	201.0
1998	8	17	169.0	170.0	135.0	127.0
1999	8	30	130.0	158.0	224.0	126.7
2000	6	25	101.0	131.0	93.6	138.0
2001	8	8	392.0	452.0	428.0	194.6
2002	5	23	77.0	80.0	109.0	90.0
2003	7	31	537.0	796.0	707.0	272.0
2004	8	18	229.0	241.0	345.0	182.0
2005	10	16	425.0	446.0	553.0	111.0
2006	6	15	98.0	135.0	147.0	83.0
2007	8	29	197.0	170.0	221.0	182.0
2008	9	16	381.0	469.0	593.0	282.5
2009	7	3	228.0	288.0	158.3	109.5
2010	7	8	112.0	158.0	124.0	92.1
2011	8	25	415.0	637.0	768.3	266.3
2012	8	5	387.0	415.0	595.0	211.6
2013	4	10	189.0	162.0	209.0	128.9
2014	9	18	431.0	575.0	798.9	236.1
2015	9	14	410.0	368.0	542.0	185.3
平均雨量			272.5	295.3	357.5	166.1
面積權重			14.4	20.3	33.9	30.3

表 2-2-2 徐昇氏雨量站權重表

雨量站名稱	各測站雨量平均值(mm)	面積權重
雨量站一	272.450	14.4286
雨量站二	295.294	20.3125
雨量站三	357.493	33.9464
雨量站四	166.067	30.3125

第三章 暴雨頻率分析

3-1 頻率分析理論

水文歷程因不確定性，導致水文的隨機性變化量相對於確定性變化量佔有甚大之比例，特別是對於極端事件的發生。水文學家應用統計與機率觀點分析水文量之序率歷程(stochastic process)。頻率分析(frequency analysis)理論分析水文資料，希望將極端事件的水文量與其發生頻率(單位時間內發生的次數)進行連結。頻率分析的前提-樣本事件為獨立且屬於同一分布。

3-2 常用的機率分布

本報告以延時 24 小時年最大降雨量套配各類型機率分布，此報告機率分布採用對數常態、極端值一型、皮爾森三型、對數皮爾森三型、三參數對數常態。

3-2-1 何謂機率分布

機率函數可分為兩種:機率密度函數與累積分布函數，機率密度函數為將資料輸入得到此資料對應的機率密度；累積分布函數則是將資料輸入可得到此資料對應的累積機率。

1. 機率密度函數 f(x)

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}, \quad -\infty < x < \infty$$

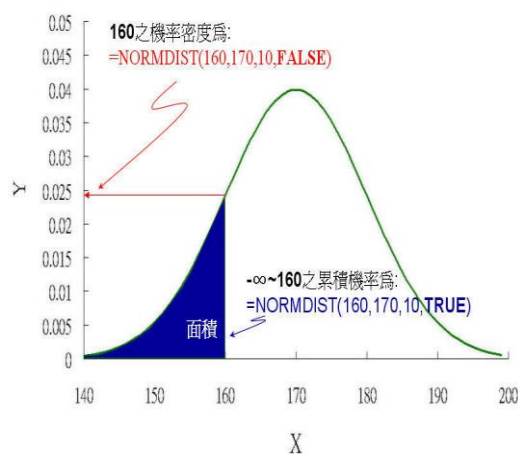


圖 3-2-1 機率密度函數示意圖

2. 累積分布函數 F(x)

$$F(x) = \int_{-\infty}^x \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{t-\mu}{\sigma}\right)^2} dt$$

其中參數， μ 為平均值， σ 為標準差。

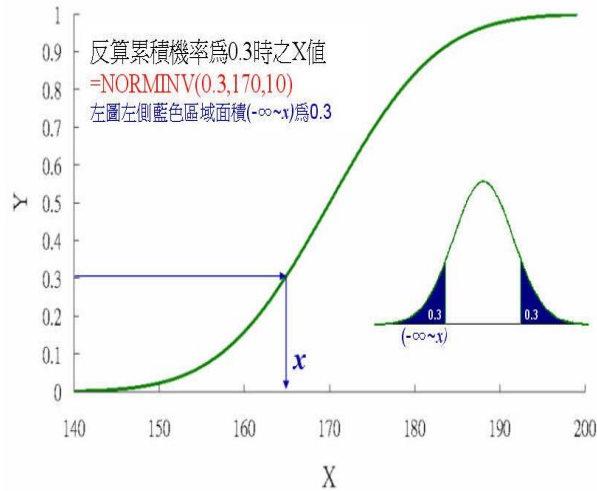


圖 3-2-2 累積分布函數示意圖

3-2-2 機率分布類型

(1) 對數常態分布(Log-normal distribution)

若原始資料 X 符合對數常態分布，將 X 取對數後， $\ln X$ 會符合常態分布。

* 作法之一:將原始資料 X 取對數後，得到新資料數據 $X' = \ln X$ ，依照常

態分布方式處理，將資料轉為標準常態分布 $Z = \frac{X' - \mu'}{\sigma'}$ ，其中 μ' 平均

值、 σ' 標準偏差，運用 Excel 內建函數 Normsdist 計算 Z 值所對應之累積機率。

(2) 三參數對數常態分佈(LN3)

若原始資料 X 符合三參數對數常態分布，將 X 轉為 $\ln(X-a)$ ，則 $\ln(X-a)$ 會符合常態分布。

* 作法之一:首先求得參數 $a = m - \frac{\sigma^2}{2(\mu - m)}$ ，其中 m 中位數、 μ 平均值、

σ 標準偏差，再將原始資料 X 轉換為 $\ln(X-a)$ ，得新資料 $X' = \ln(X-$

$a)$ ，依照常態分布方式處理，將資料轉為標準常態分布 $Z = \frac{X' - \mu'}{\sigma'}$ ，其

中

μ' 平均值、 σ' 標準偏差，運用 Excel 內建函數 Normsdist 計算 Z 值所對應之累積機率。

(3) 極端型 I 型分布(Extreme value type I distribution)

1. 機率密度函數 $f(x)$

$$f(x) = \alpha \exp\{-\alpha(x - \beta) - \exp[-\alpha(x - \beta)]\}$$

2. 累積分布函數 $F(x)$

$$F(x) = \exp\{-\exp[-\alpha(x - \beta)]\}$$

其中， μ : 平均值， σ : 標準偏差；參數 $\alpha = 1.2825/\sigma$ 、 $\beta = \mu - 0.45\sigma$ 。

* 作法之一: 直接利用累積分布函數計算累積機率。

(4) 皮爾森 III 型分布(Pearson type III distribution)

1. 機率密度函數 $f(x)$

$$f(x) = \frac{1}{\alpha\Gamma(\beta)} \left(\frac{x - \gamma}{\alpha}\right)^{\beta-1} e^{-\left(\frac{x-\gamma}{\alpha}\right)}, \quad x \geq \gamma$$

$$\beta = \left(\frac{-2}{Cs'}\right)^2 \quad \alpha = \frac{\sigma}{\sqrt{\beta}} \quad \gamma = \mu - \frac{\sigma}{\sqrt{\beta}}$$

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum \left(\frac{x - \mu}{\sigma}\right)^3$$

$$Cs' = Cs \left(1 + \frac{8.5}{n}\right) \frac{\sqrt{n(n-1)}}{n-2}$$

其中 μ 為平均值、 σ 為標準偏差、 Cs 為偏態係數、 Cs' 為修正偏態係數， α 、 β 、 γ 為參數。

* 作法之一: 首先將 β 、 α 、 γ 參數求出，再將原始資料 X 轉為標準常態

$$Z = \sqrt{9\beta} \left(\sqrt[3]{\frac{X-\gamma}{\alpha\beta}} + \frac{1}{9\beta} - 1 \right), \text{ 運用 Excel 內建函數 Normsdist 計算 Z 值所對}$$

應之累積機率。

(5) 對數皮爾森 III 型分布 (Log-Pearson type III distribution, LPT3)

若原始資料 X 符合對數皮爾森 III 型分布，係指 $\ln X$ 符合皮爾森 III 型分布。

* 作法之一: 將原始資料 X 取對數後，以新資料 $X' = \ln X$ 計算出偏態係數

及修正偏態係數，依序求出 β α γ ，在依照皮爾森 III 型分布方式求得機率。

(水利署電子書)

3-3 適合度檢定

3-3-1 卡方檢定(Chi-squared test)

檢定觀測直方圖與某理論機率分布擬合程度，較適合大樣本之檢定。

下列為檢定方法及流程：

步驟 1. 將觀測樣本分成 k 組，其中 $k=1+1.33\ln(n)$ (n : 樣本個數)

分組之區間邊界選擇會影響結果。

步驟 2. 計算各組內的觀測樣本個數， $i=1, 2, \dots, k$

若某組之個數過少，可與其他組合併

步驟 3. 假設樣本服從某機率分布，計算各組內的理論個數 E_i

步驟 4. 計算偏差量 $D = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$

步驟 5. 計算臨界值 $\chi^2_{k-r-1, \alpha}$ 其中： α 顯著水準、自由度 $k-r-1$

步驟 6. 比較偏差量 D 與臨界值 $\chi^2_{k-r-1, \alpha}$

若 $D >$ 臨界值，則拒絕該分布之適用性

若 $D <$ 臨界值，則表示樣本可服從該分布

步驟 7. 若樣本符合多個機率分布型態，則可利用

誤差指標(standard error, SE)最小者決定最佳分布， $SE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \hat{x}_i)^2}{n-r}}$

其中， n : 樣本個數、 r : 機率分布之參數個數、 x_i : 第 i 個樣本資料、

\hat{x}_i : 對應樣本 x_i 的累積機率估計值

3-3-2 KS 檢定

檢定觀測值的累加直方圖與累積分布函數之擬合程度，適合任意大小之樣本 且僅適合檢定連續性分布函數，建立在已知參數情形下，若參數需被估計，則沒有很嚴謹的方法來調整。

下列為檢定方法及流程

步驟 1. 將 n 個觀測樣本由小至大排列 x_1, x_2, x_3, \dots

步驟 2. 指定觀測累積機率給各樣本 $S(x_i) =$

$S(x)$: 觀測樣本之累積機率, i : 序位

步驟 3. 假設樣本服從某機率分布, 計算各樣本的理论累積機率 $P(x_i)$

步驟 4. 計算最大偏差量 D

$$D = \max |P(x_i) - S(x_i)|$$

步驟 5. 求臨界值 $C_{n,\alpha}$

利用查表(如表 3-3-1)

表 3-3-1 K-S 臨界值

Kolmogorov-Smirnov Critical Values				
Alpha	0.20	0.10	0.05	0.01
n=Sample Size				
10	0.32	0.37	0.41	0.49
15	0.27	0.26	0.34	0.40
20	0.23	0.24	0.29	0.36
25	0.21	0.22	0.27	0.32
30	0.19	0.20	0.24	0.29
35	0.18	0.19	0.23	0.27
40	0.17	0.18	0.21	0.25
45	0.16	0.17	0.20	0.24
50	0.15	0.16	0.19	0.23
Larger Values	$1.07/\text{SQRT}(n)$	$1.22/\text{SQRT}(n)$	$1.36/\text{SQRT}(n)$	$1.63/\text{SQRT}(n)$

步驟 6. 比較最大偏差量 D 與臨界值 $C_{n,\alpha}$

若 $D > C_{n,\alpha}$, 則拒絕該分布之適用性

若 $D < C_{n,\alpha}$, 則表示樣本可服從該分布

表 3-3-2 延時 24 小時-年最大降雨量機率分布之卡方檢定結果

測站		測站一	測站二	測站三	測站四	平均 測站
對數常態 (三參數)	卡方值	6.57	7.41	4.41	1.32	4.81
	臨界值	7.81				
	適合度檢定	適合	適合	適合	適合	適合
三參數對數 常態分布 (三參數)	卡方值	11.65	10.82	6.93	1.45	1.84
	臨界值	5.99				
	適合度檢定	不適合	不適合	不適合	適合	適合
極端值 I 型 (二參數)	卡方值	12.77	13.90	4.84	3.34	12.53
	臨界值	7.81				
	適合度檢定	不適合	不適合	適合	適合	不適合
皮爾森 III 型 (三參數)	卡方值	10.65	4.91	3.88	3.00	10.63
	臨界值	5.99				
	適合度檢定	不適合	適合	適合	適合	不適合
對數皮爾森 III 型 (三參數)	卡方值	6.07	7.42	5.62	0.50	4.62
	臨界值	5.99				
	適合度檢定	不適合	不適合	適合	適合	適合

表 3-3-3 延時 24 小時-年最大降雨量機率分布之 KS 檢定結果

測站		測站一	測站二	測站三	測站四	平均測站
對數常態 (三參數)	KS 值	0.169	0.117	0.090	0.078	0.107
	臨界值 Cn	0.206				
	適合度檢定	適合	適合	適合	適合	適合
三參數對數 常態分布 (三參數)	KS 值	0.169	0.123	0.097	0.086	0.107
	臨界值 Cn	0.206				
	適合度檢定	適合	適合	適合	適合	適合
極端值 I 型 (二參數)	KS 值	0.174	0.140	0.126	0.079	0.147
	臨界值 Cn	0.206				
	適合度檢定	適合	適合	適合	適合	適合
皮爾森 III 型 (三參數)	KS 值	0.147	0.129	0.132	0.166	0.159
	臨界值 Cn	0.206				
	適合度檢定	適合	適合	適合	適合	適合
對數皮爾森 III 型 (三參數)	KS 值	0.174	0.118	0.097	0.067	0.106
	臨界值 Cn	0.206				
	適合度檢定	適合	適合	適合	適合	適合

因卡方檢定與 KS 檢定出現樣本符合多個機率分布型態，則本次分析利用

誤差指標(standard error, SE)最小者決定最佳分布， $SE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \hat{x}_i)^2}{n-r}}$

其中，n:樣本個數、r:機率分布之參數個數、 x_i :第 i 個樣本資料、

\hat{x}_i :對應樣本 x_i 的累積機率估計值。由計算結果得知，如下表 3-3-3 各雨量測站以及四個雨量測站之平均，機率分布最佳者皆為「對數常態分布」。

表 3-3-4 延時 24 小時-年最大降雨量機率分布最佳選取

	測站一	測站二	測站三	測站四	平均測站
對數常態	314.890	349.684	421.659	184.986	314.214
三參數對數常態	318.901	354.140	427.034	187.346	318.213
極端值 I 型	314.892	349.691	421.664	184.987	314.217
皮爾森 III 型	318.911	354.146	427.042	187.325	318.225
對數皮爾森 III 型	318.899	354.138	427.027	187.331	318.216
SE 最小值	314.890	349.684	421.659	184.986	314.214
最佳分布	對數常態	對數常態	對數常態	對數常態	對數常態

3-4 各重現期之設計暴雨演算

推估某特定重現期的水雨量，頻率分析通式為

$$x_T = \mu + K_T * \sigma$$

其中 x_T :重現期 T 之水雨量， μ :水文資料的平均值， σ :水文資料的標準偏差， K_T :頻率因子(frequency factor)，為重現期 T 與頻率分布的數。本報告水文資料最佳分布為對數常態分布，重現期 10 年累積機率為 $F(x) = P(X < x) = 0.9$ ，同理，重現期 25 年累積機率為 $F(x) = P(X < x) = 0.96$ ，利用查表 3-4-2 查得 $K_{10} = 1.282$ 、 $K_{25} = 1.751$ ，經由頻率析分通式得各雨量站重現期最大 24 小時降雨量，如表 3-4-1:

表 3-4-1 集水區各雨量站重現期 24 小時最大降雨量(mm)

重現期 控制點	10 年	25 年
雨量站一	494.59	651.56
雨量站二	540.46	718.39
雨量站三	677.95	917.26
雨量站四	252.85	303.46

表 3-5-2 常態累積分布函數

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9495	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9554	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9678	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9744	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767

3-4-1 控制點的水文量

本報告利用各控制點的集水區面積與徐昇多邊形法面積在 AutoCAD 軟體疊合，可以分割出許多小面積，如圖 3-5-1，再利用各小面積所對應雨量站，利用面積加權得重現期十年與二十五年各控制點最大年雨量，如下表 3-4-3 所示。

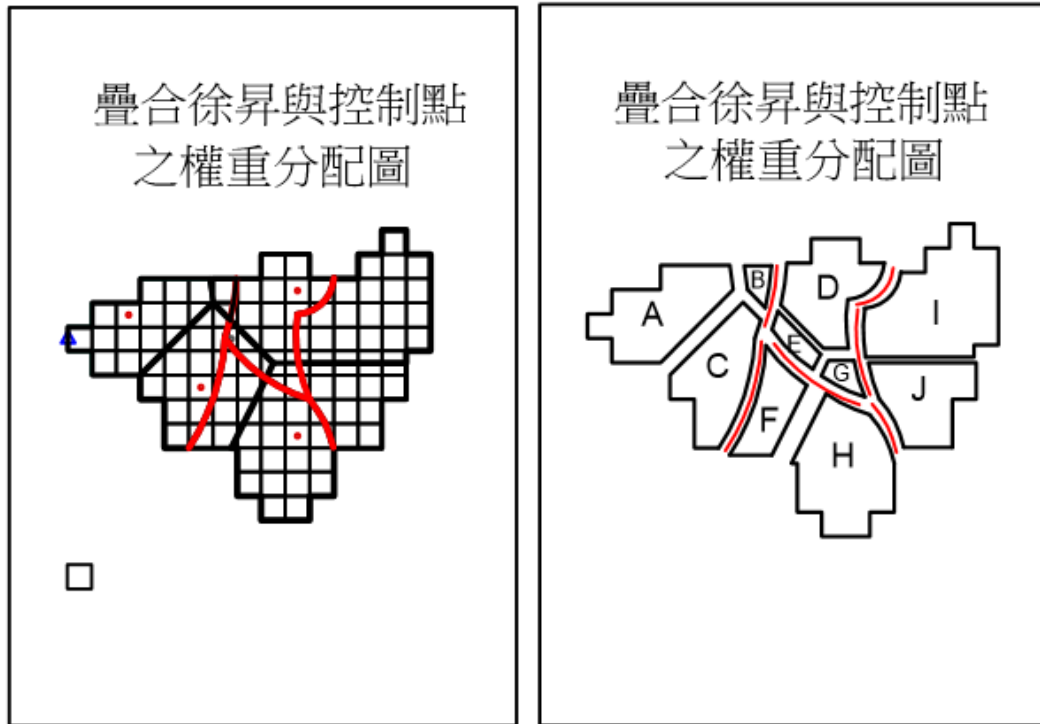


圖 3-4-1 疊合面積分割圖

表 3-4-3 集水區各控制點重現期 24 小時最大降雨量(mm)

重現期 控制點	10 年	25 年
集水區出口	492.86	649.79
控制點一	239.30	300.66
控制點二	557.84	743.82
控制點三	530.69	704.62

第四章 設計雨型

4-1 設計雨型(Design Hyetograph)

表示降雨在某段時間內的分布情形，由降雨強度公式可求得特定延時之降雨強度，經由計算可得到降雨總量，須再將降雨總量分配至該延時的每個單位時間，即得設計雨型。

4-1-1 雨型延時雨單位時間之設計原則

1. 雨型延時須與推求降雨強度之延時一致
2. 雨型單位時間須與流量演算之單位時間一致
3. 雨型之延時及單位時間須配合集水區之集流時間特性
 - (1) 延時應大於集流時間，以能形成設計洪峰流量
 - (2) 延時採取 24 小時或 48 小時為主
 - (3) 若集流時間小於 3 小時得免除 48 小時之設計，並斟酌採取短延時(例如:3、6 小時)進行分析
4. 依照集流時間 T_c 選擇雨型單位時間 T_r

表 4-1-1 集流時間 T_c 與雨型單位時間 T_r 對照表

集流時間	採用值
$6 \text{ hr} < T_c$	$T_r = 60 \text{ min}$
$5 \text{ hr} < T_c \leq 6 \text{ hr}$	$T_r = 50 \text{ min}$
$4 \text{ hr} < T_c \leq 5 \text{ hr}$	$T_r = 40 \text{ min}$
$3 \text{ hr} < T_c \leq 4 \text{ hr}$	$T_r = 30 \text{ min}$
$2 \text{ hr} < T_c \leq 3 \text{ hr}$	$T_r = 20 \text{ min}$
$1 \text{ hr} < T_c \leq 2 \text{ hr}$	$T_r = 10 \text{ min}$
$T_c \leq 1 \text{ hr}$	$T_r = 5 \text{ min}$

(水土保持手冊，2017)

本報告由表 1-3-1 可得各控制點的集流時間，由於各控制點的集流時間不盡相同，之後會不易設計雨型，故選用集水區出口的平均集流時間為 2.83hr 來設計，因此有效降雨延時採用 20min。

4-2 雨型設計方法

4-2-1 交替組體法(Alternating block method)

又稱交替區塊法或降雨強度法。此方法為直接利用降雨強度-延時-頻率曲線，以不同延時之降雨量設計雨型之方法，方法如下：

1. 將降雨延時 t_d 依單位時間 Δt 分成 n 組體，即 $t_d=n*\Delta t$ 。
2. 由降雨強度公式各別計算 Δt 、 $2\Delta t$ 、 $3\Delta t$ t_d 的降雨強度，再計算總雨量。
3. 推求降雨增量作為各單位時間的降雨量。
4. 將最大降雨增量置於延時 t_d 中央位置，接著將各降雨增量由大到小交替排放，即形成延時 t_d 之設計雨型，有時候可依據前進係數選定最大降雨增量放置的位置。

4-2-2 同位序平均法

以百分比之方式設計雨型，本次報告採用此方法，採取延時 24 小時進行同位序平均法設計雨型，其中「場次三」暴雨的資料較為不適用，故不採取進行設計。由暴雨資料推求前進係數，本次設計尖峰降雨時間約在第九小時，前進係數為 0.375。集水區多場代表性之暴雨，如表 4-2-1。同位序平均，如表 4-2-2。設計方法如下：

1. 求出多場具代表性暴雨之每時段雨量百分比。
2. 將每個時段之雨量百分比依大小順序重新排列。
3. 計算相同級序之平均雨量百分比。
4. 將平均雨量百分比最大值置於延時中央或考慮前進係數之尖峰降雨位置。
5. 將平均雨量百分比由大到小置於尖峰降雨之兩側，即得設計雨型。

表 4-2-1 集水區代表性暴雨資料

單位：毫米

時間 (hr)	場次一	場次二	場次三	場次四	場次五
1	4.5	2.4	2.8	6.3	5.5
2	5.4	4.8	15.1	10.1	7.6
3	12.6	3.3	22.3	23.4	17.7
4	7.2	12.0	47.2	20.5	13.0
5	16.2	22.8	65.3	10.4	14.9

6	25.2	12.0	26.0	7.8	19.5
7	18.0	14.4	19.3	5.2	14.1
8	30.6	67.2	6.8	6.5	23.0
9	32.4	78.0	4.9	66.3	15.6
10	18.0	73.5	2.1	87.1	9.6
11	18.0	75.6	0.9	62.2	6.3
12	21.6	21.6	0.7	31.2	6.2
13	21.6	8.4	0.0	55.9	8.1
14	16.2	19.7	0.0	7.8	5.6
15	9.0	12.0	0.0	33.2	7.8
16	5.4	4.8	0.0	40.3	1.4
17	7.2	6.0	0.0	24.7	1.0
18	2.7	12.0	0.0	22.1	0.6
19	1.0	8.4	0.0	6.5	2.6
20	0.0	3.5	0.0	5.2	2.1
21	0.0	2.4	0.0	7.8	0.3
22	0.0	2.1	0.0	3.9	0.2
23	0.0	7.1	0.0	2.6	0.0
24	0.0	0.0	0.0	0.9	0.0

表 4-2-2 同位序平均法設計雨型

時間(hr)	場次一			場次二		
	雨量 mm	百分比%	排序	雨量	百分比%	排序
1	4.5	2.0%	12.0%	2.4	1.0%	16.0%
2	5.4	2.0%	11.0%	4.8	1.0%	16.0%
3	12.6	5.0%	9.0%	3.3	1.0%	16.0%
4	7.2	3.0%	8.0%	12.0	3.0%	14.0%
5	16.2	6.0%	8.0%	22.8	5.0%	5.0%
6	25.2	9.0%	7.0%	12.0	3.0%	5.0%
7	18.0	7.0%	7.0%	14.4	3.0%	4.0%
8	30.6	11.0%	7.0%	67.2	14.0%	3.0%
9	32.4	12.0%	6.0%	78.0	16.0%	3.0%

10	18.0	7.0%	6.0%	73.5	16.0%	3.0%
11	18.0	7.0%	5.0%	75.6	16.0%	3.0%
12	21.6	8.0%	3.0%	21.6	5.0%	3.0%
13	21.6	8.0%	3.0%	8.4	2.0%	2.0%
14	16.2	6.0%	3.0%	19.7	4.0%	2.0%
15	9.0	3.0%	2.0%	12.0	3.0%	1.0%
16	5.4	2.0%	2.0%	4.8	1.0%	1.0%
17	7.2	3.0%	2.0%	6.0	1.0%	1.0%
18	2.7	1.0%	1.0%	12.0	3.0%	1.0%
19	1.0	0.0%	0.0%	8.4	2.0%	1.0%
20	0.0	0.0%	0.0%	3.5	1.0%	1.0%
21	0.0	0.0%	0.0%	2.4	1.0%	1.0%
22	0.0	0.0%	0.0%	2.1	0.0%	1.0%
23	0.0	0.0%	0%	7.1	1.0%	0.0%
24	0.0	0.0%	0%	0.0	0.0%	0.0%
總計	272.8	100%	100%	474	100%	100%

時間(hr)	場次四			場次五		
	雨量 mm	百分比%	排序	雨量	百分比%	排序
1	6.3	1.0%	16.0%	5.5	3.0%	13.0%
2	10.1	2.0%	12.0%	7.6	4.0%	11.0%
3	23.4	4.0%	11.0%	17.7	10.0%	10.0%
4	20.5	4.0%	10.0%	13.0	7.0%	9.0%
5	10.4	2.0%	7.0%	14.9	8.0%	8.0%
6	7.8	1.0%	6.0%	19.5	11.0%	8.0%
7	5.2	1.0%	6.0%	14.1	8.0%	7.0%
8	6.5	1.0%	5.0%	23.0	13.0%	5.0%
9	66.3	12.0%	4.0%	15.6	9.0%	4.0%

10	87.1	16.0%	4.0%	9.6	5.0%	4.0%
11	62.2	11.0%	4.0%	6.3	3.0%	4.0%
12	31.2	6.0%	2.0%	6.2	3.0%	3.0%
13	55.9	10.0%	2.0%	8.1	4.0%	3.0%
14	7.8	1.0%	1.0%	5.6	3.0%	3.0%
15	33.2	6.0%	1.0%	7.8	4.0%	3.0%
16	40.3	7.0%	1.0%	1.4	1.0%	1.0%
17	24.7	5.0%	1.0%	1.0	1.0%	1.0%
18	22.1	4.0%	1.0%	0.6	0.0%	1.0%
19	6.5	1.0%	1.0%	2.6	1.0%	1.0%
20	5.2	1.0%	1.0%	2.1	1.0%	0.0%
21	7.8	1.0%	1.0%	0.3	0.0%	0.0%
22	3.9	1.0%	1.0%	0.2	0.0%	0.0%
23	2.6	0.0%	0.0%	0.0	0.0%	0.0%
24	0.9	0.0%	0.0%	0.0	0.0%	0.0%
總計	547.9	100%	100%	182.7	100%	100%

表 4-2-3 雨型結果

延時(小時)	設計雨型	延時(小時)	設計雨型
1	2%	13	4%
2	2%	14	4%
3	3%	15	2%
4	4%	16	2%
5	5%	17	1%
6	6%	18	1%
7	10%	19	1%
8	12%	20	0%
9	14%	21	0%
10	11%	22	0%
11	7%	23	0%
12	6%	24	0%

將雨型以時距 20 分鐘分割，用圖 4-2-1 呈現

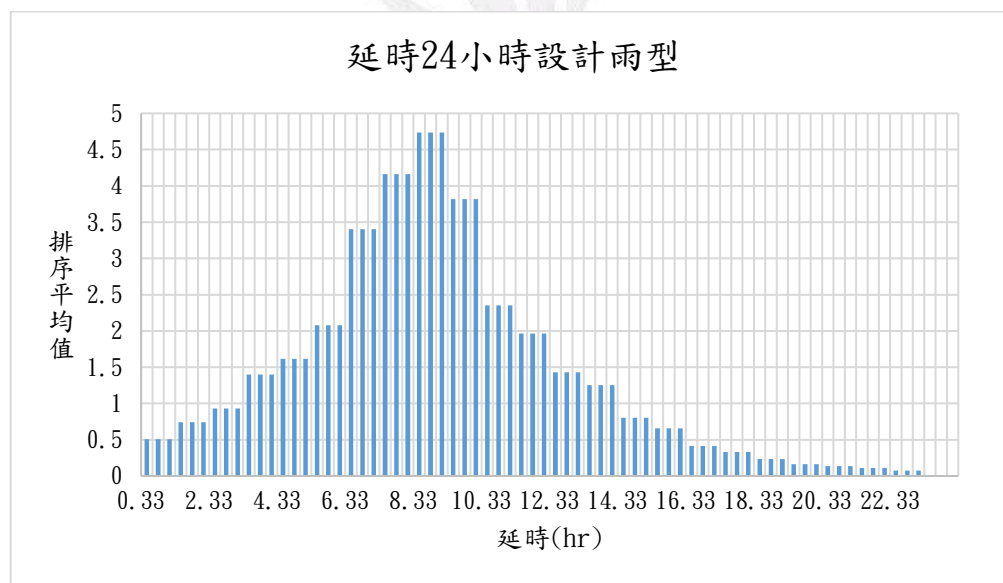


圖 4-2-1 延時 24 小時設計雨型

第五章 降雨-逕流模式建立及洪峰流量推估

一般排水規劃洪峰流量之推估主要採三角形單位歷線法，由三角形單位歷線再配合各重現期設計降雨延時之暴雨量、雨型及降雨損失，求得各重現期年之洪峰流量。本次報告採用水利署三角形單位歷線進行分析。

5-1 單位歷線

5-1-1 定義

特定延時下，一單位的超滲降雨(rainfall excess)均勻落在集水區，所形成的直接逕流歷線。

5-1-2 基本假設

1. 於降雨延時內且延時不宜過長，有效降雨強度為均勻
2. 降雨在空間上分布為均勻
3. 同一延時有效降雨產生之直接逕流歷線，其基期為一定
4. 不同強度降雨產生之逕流量可以利用線性正比與疊加法，推求總逕流量
5. 集水區之水文特性不具時變性，則可使用過去資料分析

5-2 水利署三角形單位歷線

1. 計算集流時間 T_c (hr)
採用集流時間公式(如:Kirpich、Rziha...)
2. 決定一單位超滲降雨之延時 D (hr)
→(逕流演算之單位時距) $D \leq 0.133T_c$
3. 計算尖峰發生時間 T_p (hr)

$$T_p = \frac{D}{2} + T_L = \frac{D}{2} + 0.6T_c$$

4. 計算基期

$$T_b = 2.67T_p$$

5. 計算尖峰流量 Q_p (m^3/s)

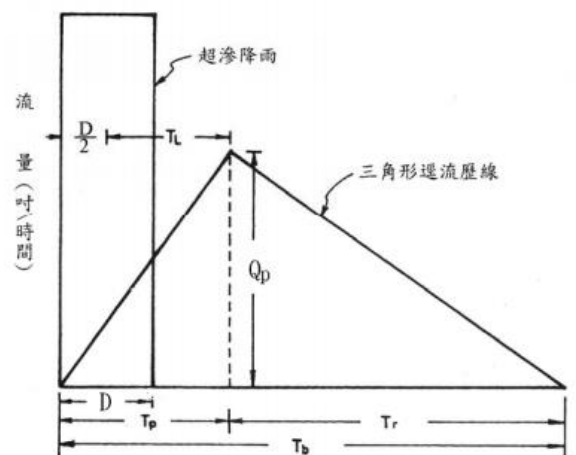


圖 5-2-1 三角逕流歷線示意圖

$$Q_p = \frac{0.208 \cdot A \cdot R_e}{T_p}$$

〈其中〉 Q_p : 洪峰流量(立方公尺/秒)。

A : 流域面積(平方公里)。

R_e : 單位有效雨量(毫米)。

T_p : 開始漲水至洪峰流量發生時間(小時)。

D : 單位降雨延時(小時)。

T_c : 集流時間(小時)。

T_b : 歷線基期(小時); 於擇取單位降雨延時 D 時, 由於在集水區面積甚小時, 若令其 $D \leq 0.133T_c$, 則時間間距會相對縮至甚小, 並導致所求之峰流量超高, 故一般以固定時間間距,

$\frac{1}{2}$ 、 $\frac{1}{4}$ 、 $\frac{1}{8}$ 、 $\frac{1}{16}$, 為間隔標準, 擇其一為有效降雨延時。

〈說明〉

$$Q_p = \frac{2Vol}{T_b} = \frac{2 \cdot A(km^2) \cdot R_e(mm)}{2.67T_b (hr)}$$

$$= \frac{2 \times 10^6 \times 10^{-3} A(km^2) \cdot R_e(mm)}{2.67 \times 3600T_b (sec)} = 0.208 \frac{AR_e}{T_p}$$

A : 集水區面積(km^2), R_e : 一單位超滲降雨(mm); 本報告假設 $R_e=1$ mm

表 5-2-1 水利署三角歷線參數

站名	面積 (km^2)	流路長度 (km)	高差 (m)	超滲降雨延時 (hr)	洪峰時間 (hr)	基期時間 (hr)	洪峰流量 (m^3/s)
集水區 出口	99.00	15.5	150	0.38	1.89	5.04	10.91
控制點 一	23.94	8.0	100	0.26	1.28	3.42	3.89
控制點 二	47.15	9.0	100	0.29	1.47	3.93	6.66
控制點 三	32.33	5.0	100	0.15	0.74	1.97	9.13

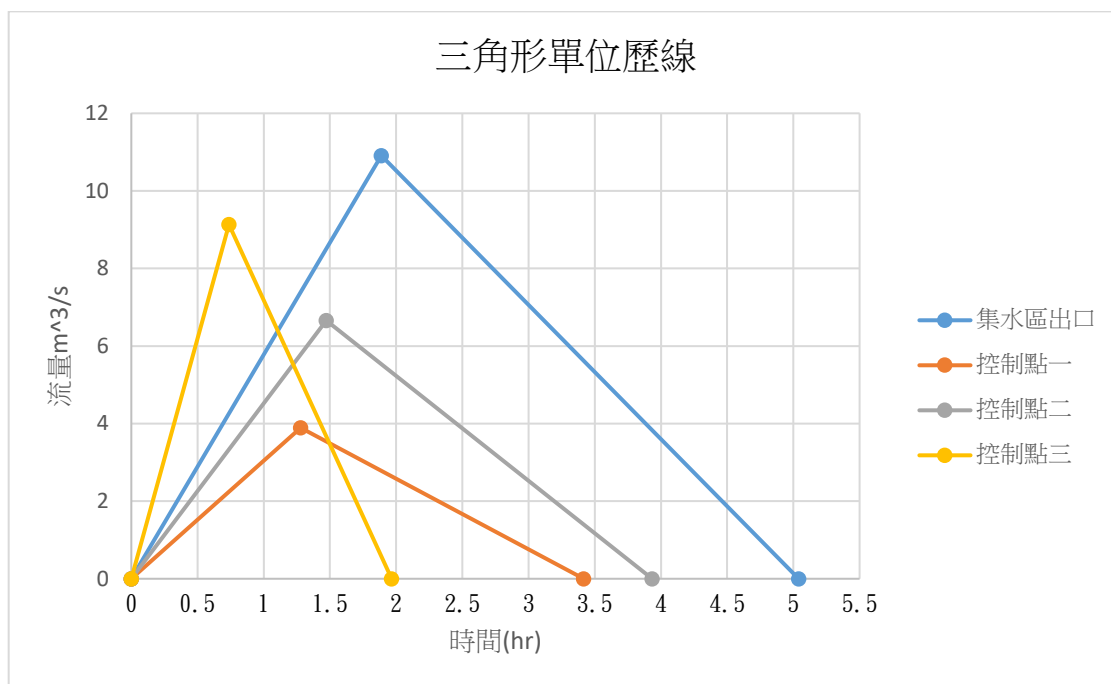


圖 5-2-2 水利署法流量站的三角形單位歷線圖

經由上述所推求的三角形單位歷線，進行不同重現期的流量歷線演算，以下分別分析重現期 10 年、25 年，控制點一、二、三與集水區出口之流量歷線，依據 1-3 節之集流時間對應適當的有效降雨延時，本報告控制點一、二、三與集水區出口集流時間 T_c 皆為不同，為了簡化運算將有效降雨延時均設定為 20 分鐘(1/3 小時)，計算結果如下表：

表 5-2-2 控制點 1 之重現期 10 年流量歷線

時間(hr)	直接逕流	續	
1/3	0.22	11 2/3	115.17
2/3	0.65	12	101.65
1	1.31	12 1/3	89.58
1 1/3	2.69	12 2/3	79.25
1 2/3	4.51	13	70.32
2	6.77	13 1/3	62.68
2 1/3	9.77	13 2/3	56.49
2 2/3	12.77	14	51.21
3	15.76	14 1/3	45.86

3 1/3	19.75	14 2/3	40.58
3 2/3	24.23	15	35.25
4	29.21	15 1/3	29.78
4 1/3	34.96	15 2/3	25.07
4 2/3	40.20	16	20.91
5	45.01	16 1/3	16.83
5 1/3	50.39	16 2/3	13.08
5 2/3	55.82	17	9.61
6	61.37	17 1/3	6.57
6 1/3	69.97	17 2/3	4.26
6 2/3	80.63	18	2.51
7	93.52	18 1/3	1.31
7 1/3	109.65	18 2/3	0.53
7 2/3	124.94	19	0.09
8	139.48	19 1/3	0.00
8 1/3	154.18		
8 2/3	167.08		
9	178.34		
9 1/3	185.37		
9 2/3	187.76		
10	185.99		
10 1/3	177.07		
10 2/3	164.84		
11	149.57		
11 1/3	131.22		

表 5-2-3 控制點 1 之重現期 25 年流量歷線

時間(hr)	直接逕流	續	
1/3	0.53	11 2/3	149.81
2/3	1.60	12	132.81
1	3.20	12 1/3	117.65
1 1/3	5.91	12 2/3	104.67
1 2/3	9.01	13	93.45
2	12.51	13 1/3	83.86
2 1/3	16.80	13 2/3	76.08
2 2/3	20.91	14	69.44
3	24.86	14 1/3	62.72

3 1/3	29.92	14 2/3	56.09
3 2/3	35.54	15	49.39
4	41.81	15 1/3	42.52
4 1/3	49.02	15 2/3	36.60
4 2/3	55.60	16	31.38
5	61.65	16 1/3	26.24
5 1/3	68.41	16 2/3	21.52
5 2/3	75.23	17	17.15
6	82.21	17 1/3	13.06
6 1/3	93.02	17 2/3	9.63
6 2/3	106.41	18	6.65
7	122.60	18 1/3	4.19
7 1/3	142.86	18 2/3	2.39
7 2/3	162.08	19	1.18
8	180.35	19 1/3	0.57
8 1/3	198.82	19 2/3	0.23
8 2/3	215.02	20	0.04
9	229.17	20 1/3	0.00
9 1/3	238.01		
9 2/3	241.01		
10	238.78		
10 1/3	227.58		
10 2/3	212.21		
11	193.02		
11 1/3	169.97		

表 5-2-4 控制點 2 之重現期 10 年流量歷線

時間(hr)	直接逕流	續	
1/3	2.76	11 2/3	634.51
2/3	8.28	12	569.06
1	16.56	12 1/3	507.85
1 1/3	29.56	12 2/3	453.91
1 2/3	44.73	13	408.52
2	60.22	13 1/3	366.48
2 1/3	77.61	13 2/3	331.96
2 2/3	95.09	14	306.47
3	111.33	14 1/3	280.35

3 1/3	130.25	14 2/3	254.98
3 2/3	150.38	15	230.96
4	170.97	15 1/3	205.51
4 1/3	195.18	15 2/3	182.15
4 2/3	219.39	16	162.86
5	241.19	16 1/3	143.48
5 1/3	265.40	16 2/3	125.12
5 2/3	290.32	17	108.44
6	314.90	17 1/3	91.97
6 1/3	351.04	17 2/3	77.62
6 2/3	395.16	18	66.30
7	445.11	18 1/3	55.40
7 1/3	509.16	18 2/3	45.59
7 2/3	576.95	19	37.21
8	641.26	19 1/3	29.22
8 1/3	707.76	19 2/3	22.39
8 2/3	770.55	20	16.99
9	825.82	20 1/3	12.06
9 1/3	867.69	20 2/3	8.02
9 2/3	891.69	21	5.08
10	895.92	21 1/3	2.90
10 1/3	873.45	21 2/3	1.47
10 2/3	831.42	22	0.71
11	775.80	22 1/3	0.22
11 1/3	706.36	22 2/3	0.00

表 5-2-5 控制點 2 之重現期 25 年流量歷線

時間(hr)	直接逕流	續	
1/3	4.18	12 2/3	618.27
2/3	12.55	13	557.74
1	25.09	13 1/3	501.69
1 1/3	44.44	13 2/3	455.65
1 2/3	66.71	14	421.66
2	89.11	14 1/3	386.83
2 1/3	113.74	14 2/3	353.01
2 2/3	138.19	15	320.98
3	160.68	15 1/3	287.05
3 1/3	186.46	15 2/3	255.90

3 2/3	213.53	16	230.18
4	240.99	16 1/3	204.34
4 1/3	273.28	16 2/3	179.86
4 2/3	305.55	17	157.61
5	334.62	17 1/3	135.65
5 1/3	366.90	17 2/3	116.52
5 2/3	400.13	18	101.43
6	432.90	18 1/3	86.89
6 1/3	481.10	18 2/3	73.81
6 2/3	539.92	19	62.63
7	606.53	19 1/3	51.82
7 1/3	691.92	19 2/3	42.37
7 2/3	782.33	20	34.68
8	868.07	20 1/3	27.11
8 1/3	956.75	20 2/3	20.39
8 2/3	1040.47	21	14.90
9	1114.16	21 1/3	10.19
9 1/3	1169.99	21 2/3	6.56
9 2/3	1201.99	22	4.09
10	1207.64	22 1/3	2.29
10 1/3	1177.67	22 2/3	1.14
10 2/3	1121.63	23	0.56
11	1047.47	23 1/3	0.19
11 1/3	954.88	23 2/3	0.02
11 2/3	859.07	24	0.01
12	771.81	24 1/3	0.00
12 1/3	690.19	24 2/3	0.00

表 5-2-6 控制點 3 之重現期 10 年流量歷線

時間(hr)	直接逕流	續	
1/3	7.00	11 2/3	278.78
2/3	21.01	12	263.95
1	33.17	12 1/3	242.55
1 1/3	46.26	12 2/3	214.59
1 2/3	60.29	13	194.32
2	69.20	13 1/3	177.16
2 1/3	79.20	13 2/3	163.12
2 2/3	90.29	14	156.38

3	97.51	14 1/3	142.09
3 1/3	112.48	14 2/3	120.25
3 2/3	135.18	15	103.11
4	152.93	15 1/3	88.70
4 1/3	169.36	15 2/3	77.04
4 2/3	184.46	16	71.53
5	192.79	16 1/3	62.59
5 1/3	208.36	16 2/3	50.23
5 2/3	231.18	17	40.99
6	248.74	17 1/3	33.03
6 1/3	289.31	17 2/3	26.35
6 2/3	352.91	18	23.04
7	403.37	18 1/3	18.77
7 1/3	453.06	18 2/3	13.53
7 2/3	501.98	19	9.87
8	530.87	19 1/3	6.48
8 1/3	562.36	19 2/3	3.37
8 2/3	596.46	20	1.66
9	618.28	20 1/3	0.53
9 1/3	612.40	20 2/3	0.00
9 2/3	578.81		
10	543.80		
10 1/3	488.80		
10 2/3	413.79		
11	358.13		
11 1/3	313.12		

表 5-2-7 控制點 3 之重現期 25 年流量歷線

時間(hr)	直接逕流	續	
1/3	10.65	11 2/3	378.84
2/3	31.96	12	359.15
1	50.45	12 1/3	330.74
1 1/3	69.38	12 2/3	293.61
1 2/3	88.74	13	266.70
2	100.57	13 1/3	243.91
2 1/3	113.85	13 2/3	225.27

2 2/3	128.57	14	216.33
3	138.16	14 1/3	197.35
3 1/3	158.03	14 2/3	168.35
3 2/3	188.17	15	145.59
4	211.74	15 1/3	126.46
4 1/3	233.55	15 2/3	110.98
4 2/3	253.60	16	103.66
5	264.67	16 1/3	91.79
5 1/3	285.34	16 2/3	75.38
5 2/3	315.64	17	63.11
6	338.95	17 1/3	52.54
6 1/3	392.82	17 2/3	43.67
6 2/3	477.26	18	39.28
7	544.26	18 1/3	33.60
7 1/3	610.24	18 2/3	26.64
7 2/3	675.20	19	21.79
8	713.55	19 1/3	16.60
8 1/3	755.36	19 2/3	11.07
8 2/3	800.64	20	7.58
9	829.62	20 1/3	4.64
9 1/3	821.81	20 2/3	2.24
9 2/3	777.21	21	1.10
10	730.73	21 1/3	0.35
10 1/3	657.69	21 2/3	0.00
10 2/3	558.10		
11	484.19		
11 1/3	424.44		

表 5-2-8 集水區出口重現期 10 年流量歷線

時間(hr)	直接逕流	續	
1/3	2.89	12 1/3	1954.53
2/3	8.68	12 2/3	1807.73
1	17.36	13	1655.58
1 1/3	31.16	13 1/3	1499.04
1 2/3	50.07	13 2/3	1351.52
2	79.47	14	1203.64
2 1/3	111.15	14 1/3	1084.89

2 2/3	145.13	14 2/3	973.74
3	185.53	15	867.07
3 1/3	229.09	15 1/3	795.25
3 2/3	275.81	15 2/3	724.02
4	329.05	16	645.46
4 1/3	384.65	16 1/3	578.93
4 2/3	442.61	16 2/3	515.32
5	511.15	17	452.07
5 1/3	573.95	17 1/3	402.55
5 2/3	638.14	17 2/3	354.29
6	707.59	18	303.01
6 1/3	783.54	18 1/3	258.90
6 2/3	871.48	18 2/3	217.81
7	979.53	19	178.22
7 1/3	1096.41	19 1/3	150.67
7 2/3	1226.55	19 2/3	124.61
8	1393.33	20	98.36
8 1/3	1550.43	20 1/3	77.62
8 2/3	1708.77	20 2/3	59.02
9	1881.73	21	42.00
9 1/3	2031.80	21 1/3	31.89
9 2/3	2164.11	21 2/3	22.99
10	2288.77	22	15.30
10 1/3	2364.91	22 1/3	10.37
10 2/3	2403.33	22 2/3	6.16
11	2387.82	23	2.67
11 1/3	2321.35	23 1/3	1.61
11 2/3	2234.96	23 2/3	0.72
12	2102.86	24	0.00

表 5-2-9 集水區出口重現期 25 年流量歷線

時間(hr)	直接逕流	續	
1/3	4.43	13	2223.62
2/3	13.28	13 1/3	2017.23
1	26.57	13 2/3	1822.73
1 1/3	47.21	14	1627.76
1 2/3	75.21	14 1/3	1471.20
2	118.79	14 2/3	1324.66

2 1/3	165.02	15	1184.03
2 2/3	213.90	15 1/3	1089.33
3	270.88	15 2/3	995.43
3 1/3	331.66	16	891.85
3 2/3	396.24	16 1/3	804.14
4	469.05	16 2/3	720.27
4 1/3	544.59	17	636.88
4 2/3	622.89	17 1/3	571.60
5	714.77	17 2/3	507.97
5 1/3	797.57	18	440.36
5 2/3	882.20	18 1/3	382.20
6	973.76	18 2/3	328.03
6 1/3	1073.90	19	275.83
6 2/3	1189.84	19 1/3	239.03
7	1332.30	19 2/3	203.71
7 1/3	1486.39	20	167.65
7 2/3	1657.97	20 1/3	138.26
8	1877.85	20 2/3	111.06
8 1/3	2084.98	21	84.45
8 2/3	2293.74	21 1/3	67.09
9	2521.77	21 2/3	51.49
9 1/3	2719.63	22	37.41
9 2/3	2894.07	22 1/3	27.32
10	3058.42	22 2/3	18.55
10 1/3	3158.81	23	11.10
10 2/3	3209.46	23 1/3	7.21
11	3189.01	23 2/3	3.91
11 1/3	3101.38	24	1.22
11 2/3	2987.47	24 1/3	0.73
12	2813.32	24 2/3	0.33
12 1/3	2617.75	25	0.00
12 2/3	2424.20		

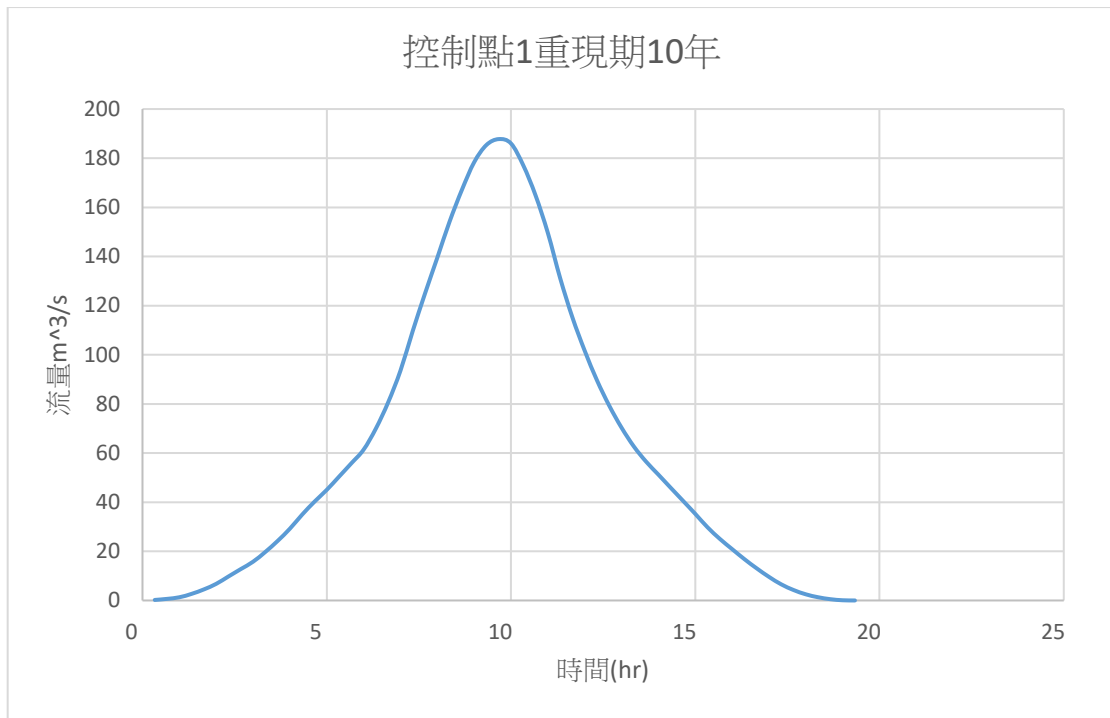


圖 5-2-3 控制點 1 重現期 10 年逕流歷線

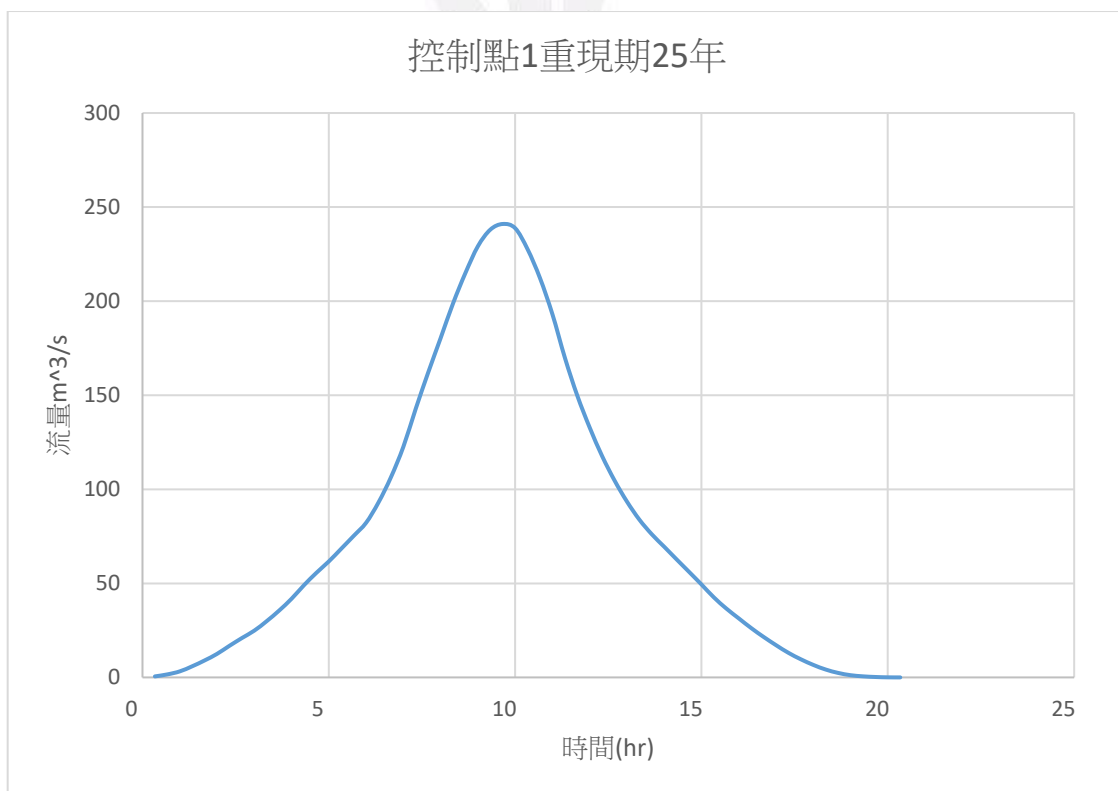


圖 5-2-4 控制點 1 重現期 25 年逕流歷線

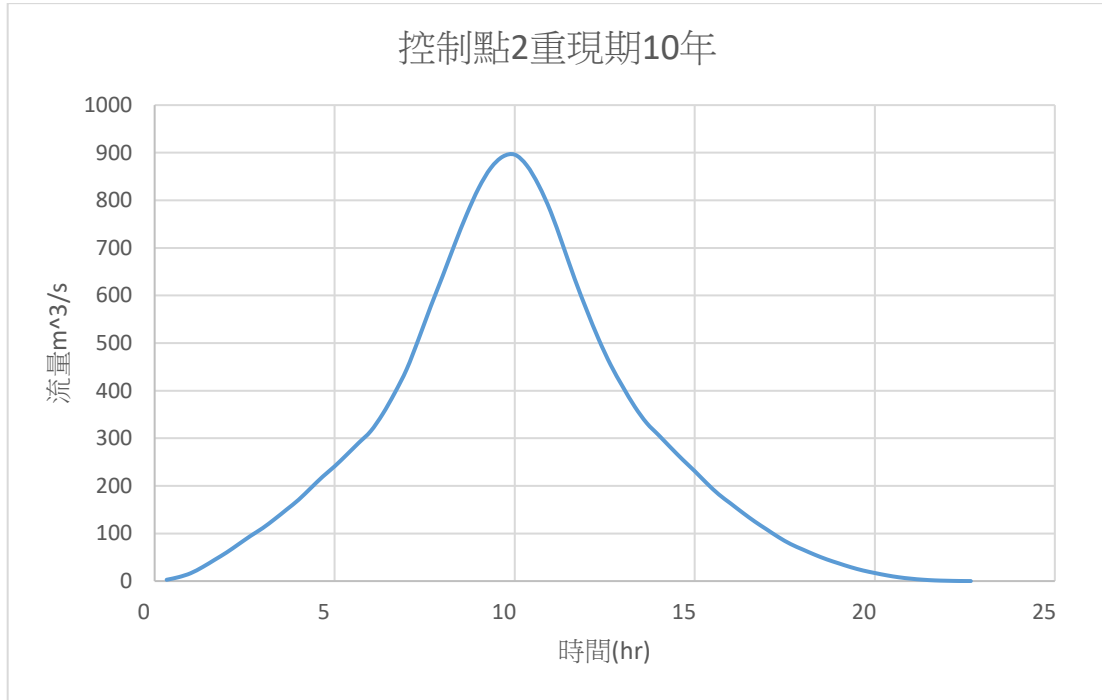


圖 5-2-5 控制點 2 重現期 10 年逕流歷線

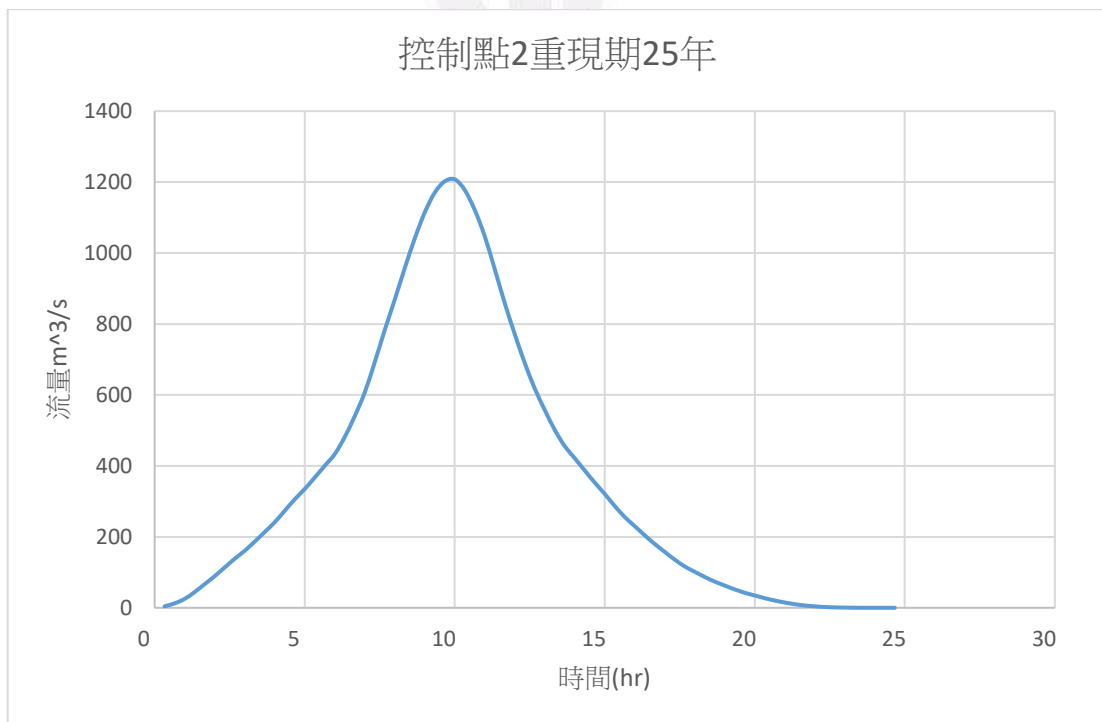


圖 5-2-6 控制點 2 重現期 25 年逕流歷線

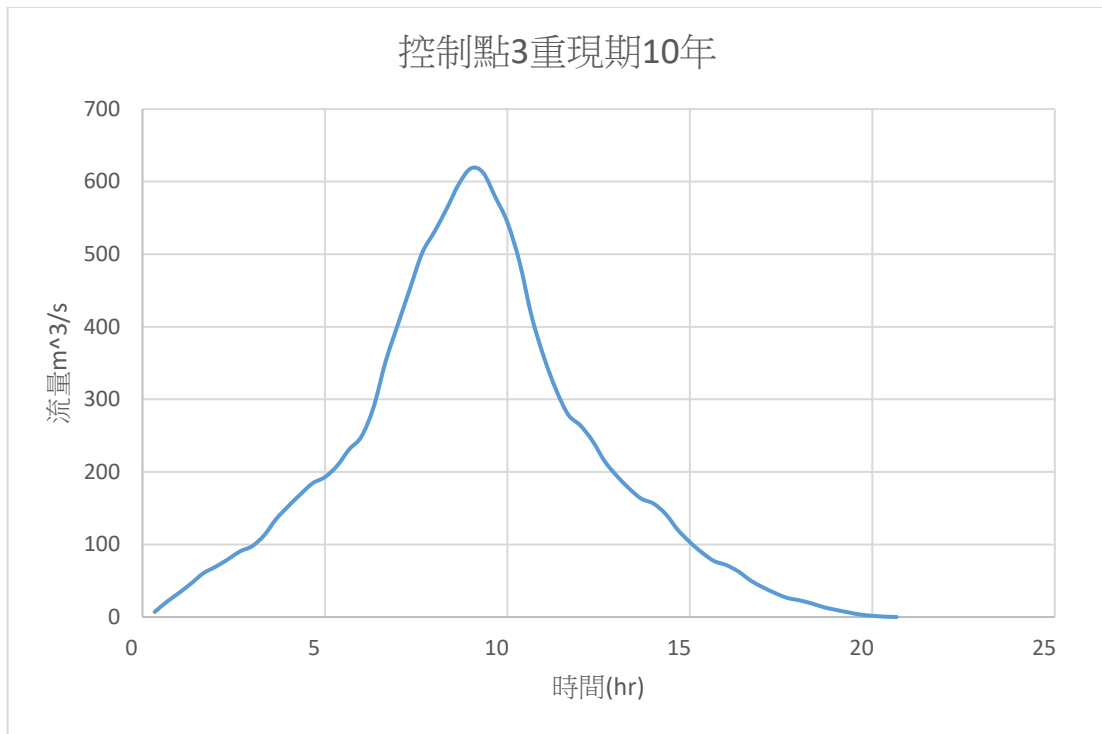


圖 5-2-7 控制點 3 重現期 10 年逕流歷線

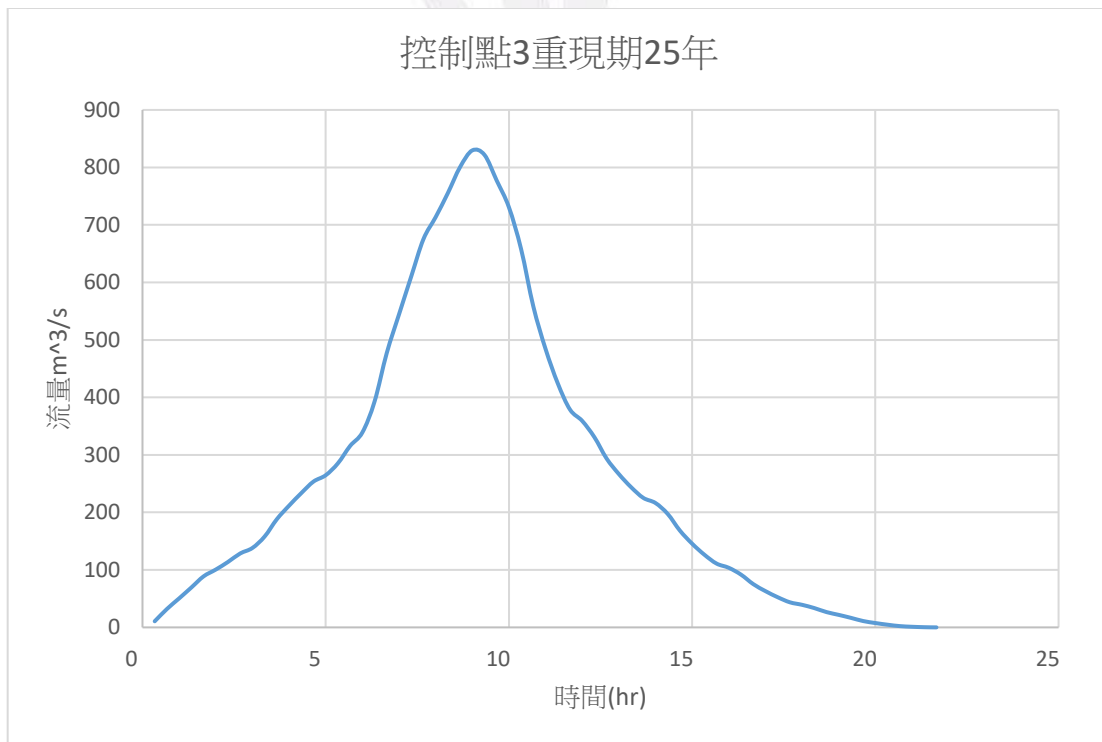


圖 5-2-8 控制點 3 重現期 25 年逕流歷線

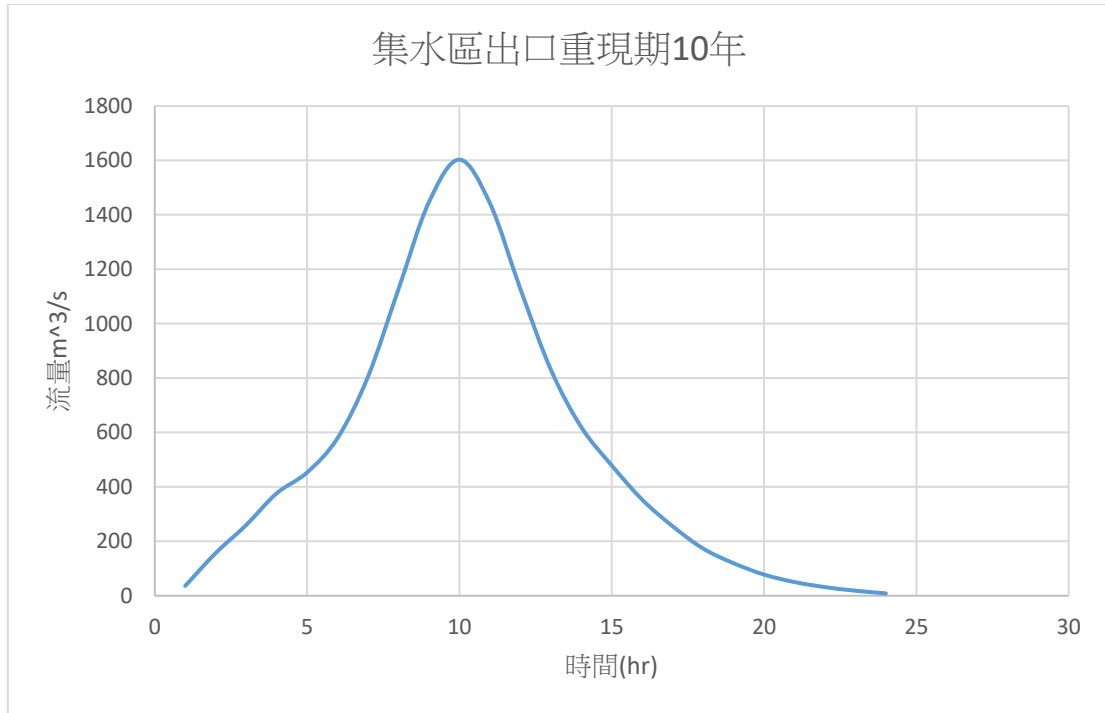


圖 5-2-9 集水區出口重現期 10 年逕流歷線

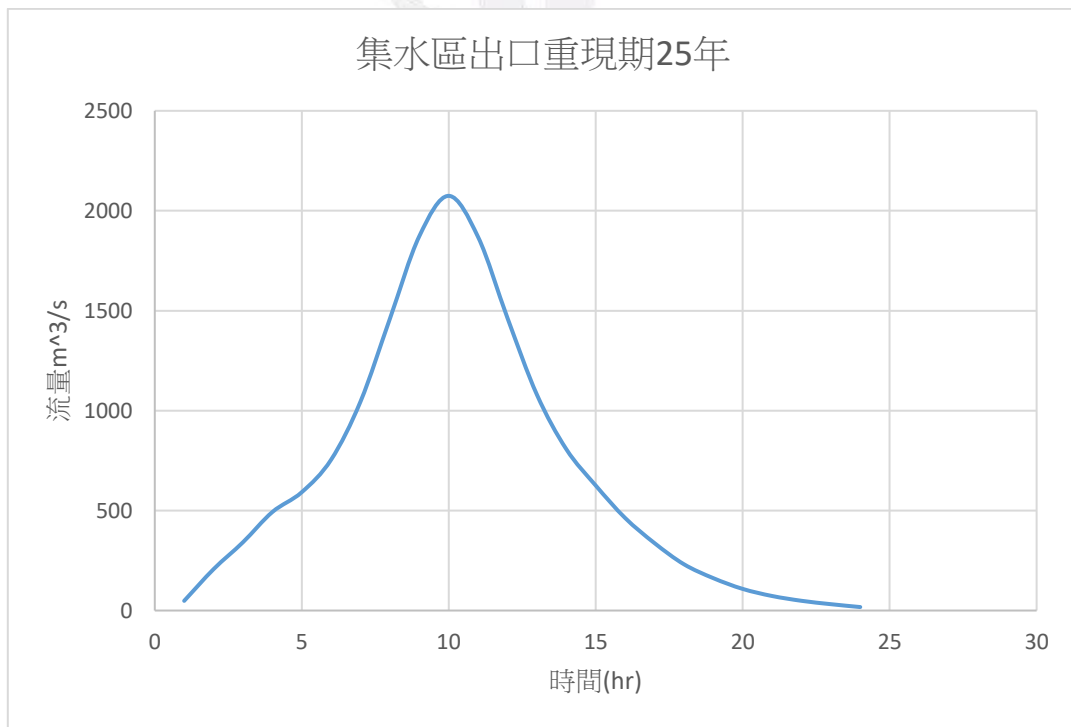
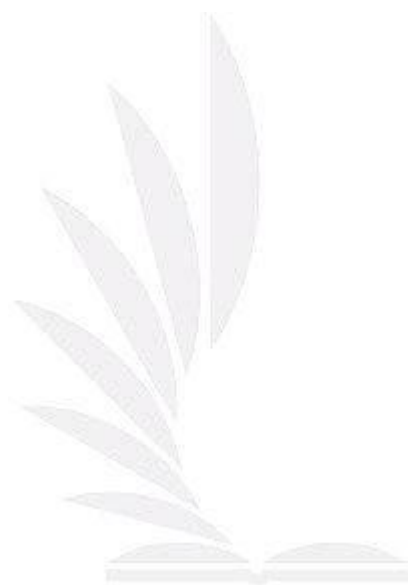


圖 5-2-10 集水區重現期 25 年逕流歷線

表 5-2-10 各站洪峰流量(單位：cms)

站名	10 年	25 年
集水區出口	2403.3	3209.5
控制點一	187.8	241.0
控制點二	895.9	1207.6
控制點三	618.3	829.6



第六章 分析結果討論

6-1 各控制斷面計畫流量分配

設計洪峰流量推估完成後，再推估上游支線、分線出口及斷面之洪峰流量，常用方法為面積比例法，如下式：

$$Q_1 = \left(\frac{A_1}{A_2}\right)^n Q_2$$

Q_1 ：計算點之洪峰流量 Q_2 ：已知點之洪峰流量

A_1 ：計算點之集水面積 A_2 ：已知點之集水面積

n ：回歸係數，依流域水文及地文特性而定，可由流域及鄰近集水區相關資料分析後決定；若無法資料可供分析，實務上亦可採用 $n=1$ ，即假設尖峰流量與面積大小成正比。

6-2 洪峰流量分配圖

若未對各控制點估算設計流量或未利用 HEC-RAS 演算各斷面流量值，本次報告採取面積比例法進行推估(如 6-1 章節)，並繪製重現期 10 年與 20 年之流量分配圖。

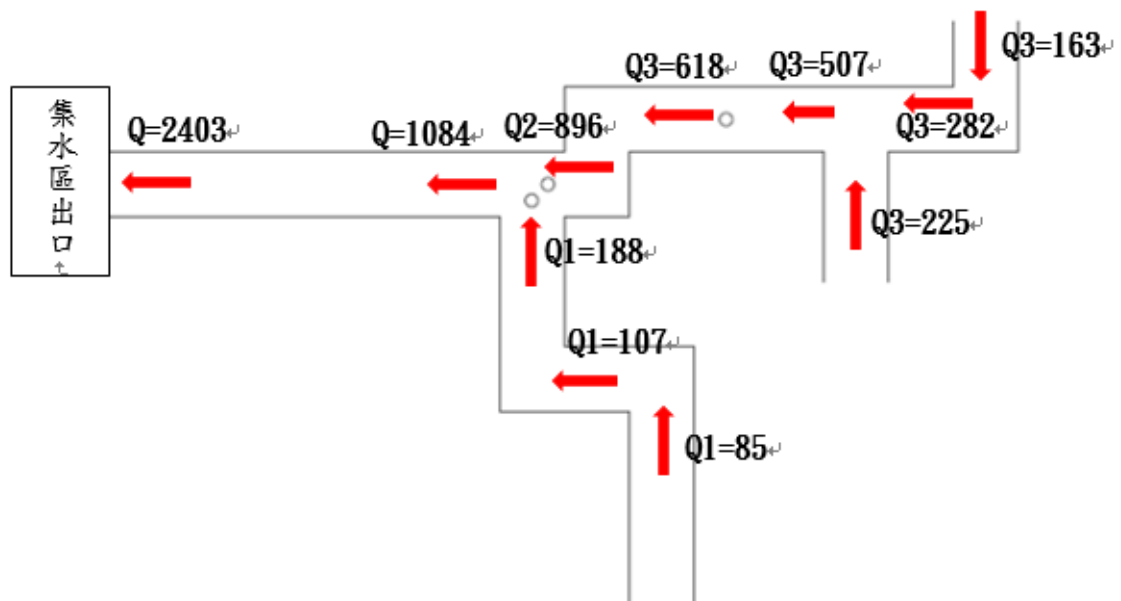


圖 6-2-1 重現期 10 年 24 小時流量分配圖

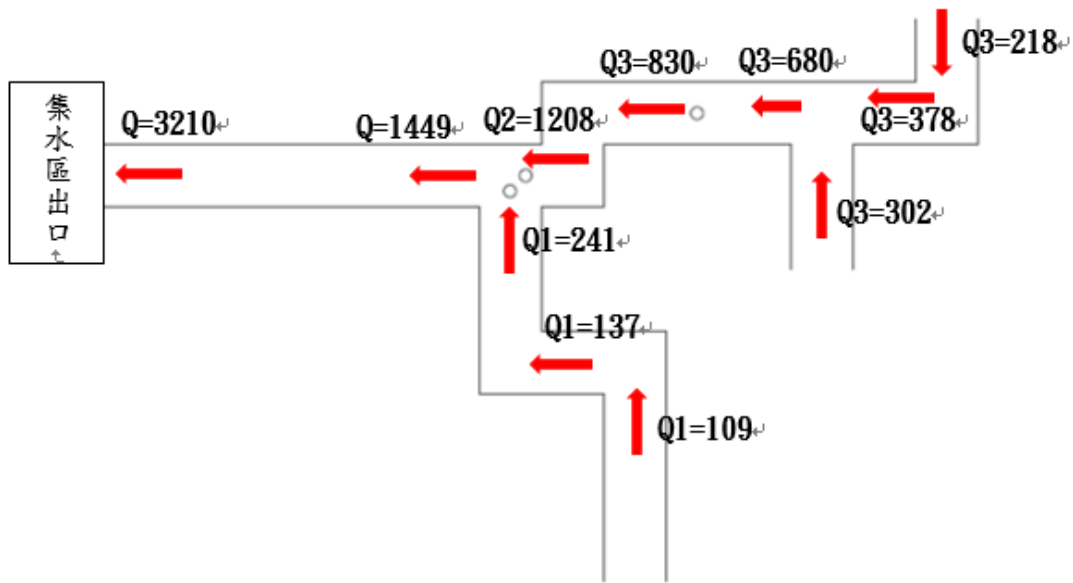


圖 6-2-2 重現期 10 年 24 小時流量分配圖

6-3 分析結果之討論

本次報告是採用水利署三角型歷線，可發現當重現期越長，所產生的洪峰流量越大，由圖 6-2-1 與圖 6-2-2 可明顯看出當河道支流逐漸匯流進入主河道時，重現期 25 年總流量為 3210cms 大於重現期 10 年 2403cms，而由圖 5-2-2 到圖 5-2-9 也可明顯看出其變化，故設計流量隨著重現期的增加而增大。另外，控制點一之子集水區因地勢較緩，故流量明顯較少。

6-4 總結

本次報告為簡化版水文分析實作報告，故並未採用 Sherman 及合理化公式做額外探討與比較，僅直接使用水利署三角單位歷線做出結果，水利署提供之方法是以保守觀點設計流量，本組認為其效果較佳，較符合真實情況。尤其台灣地質條件也與他國有差異，近年來又因氣候變遷造成時常有短延時、強降雨的現象發生，極端氣候常態化，故本組認為水利署提供之方法較因應現今台灣情況，估計結果也較為準確實際。