

逢甲大學學生報告 ePaper

報告題名：以暴雨設計方法分析大漢溪流域降雨特性

作者：陳靖瑜、潘純侑

系級：水利工程與資源保育學系四年級

學號：D9633962、D9650730

開課老師：張嘉玲 老師

課程名稱：專題實驗

開課系所：水利工程與資源保育學系

開課學年：99 學年度 第一學期

中文摘要

台灣地區年平均雨量約 2500 公釐，約為世界各國平均值 2.6 倍，且全年雨量集中於夏、秋兩季，大都依靠颱風所帶來之豐富的雨量，致台灣乾濕季分明、豐枯懸殊；加上台灣河川短、坡度陡，當颱風事件一來，流量迅速流往下游，常氾濫成災，因此有效的預估暴雨頻率、降雨量及流量，為此時台灣最重要的課題。本研究以大漢溪流域為研究區域，分析該流域之降雨特性、水文統計、設計雨型及暴雨之發生頻率，以提供治水、防洪措施，建立良好防災機制，確保生命財產安全。

本報告以石門(3)、三峽、大豹雨量站為代表大漢溪流域之雨量資料，蒐集 1981 年至 2009 年間的年一日最大 24 小時之雨量記錄，繼而分別進行頻率分析與 K-S 檢定對五種機率分布作密合度檢定，最後依據標準誤差(SE)之最小值為此流域之適合分布。其結果石門(3)以極端值一型為本報告中大漢溪流域最佳分佈；三峽以二參數對數常態及三參數對數常態為本報告中大漢溪流域最佳分佈；大豹皆以三參數對數常態為本報告中大漢溪流域最佳分佈，而經由徐昇氏法進行分析知雨量站是以極端值一型為本報告中大漢溪流域最佳分佈。

關鍵字：頻率分析、水文統計、設計雨型

目次

第一章 緒論.....	3
1.1 研究動機.....	3
1.2 研究目的.....	3
第二章 文獻回顧.....	4
2.1 頻率分析.....	4
2.2 雨型設計.....	5
第三章 研究方法.....	9
3.1 研究流程圖.....	9
3.2 統計分析.....	10
3.2.1 頻率分析.....	10
3.2.2 密合度檢定.....	12
3.3 降雨分析.....	14
3.3.1 徐昇氏法.....	14
3.3.2 雨型理論.....	15
3.4 大漢溪流域概況.....	16
3.4.1 地理位置.....	16
3.4.2 流域概況.....	17
3.5 資料收集.....	18
第四章 成果分析及討論.....	20
4.1 降雨量分析.....	20
4.2 頻率分析暨密合度檢定.....	21
4.3 雨型設計.....	24
第五章 結論與建議.....	41
參考文獻.....	42

第一章 緒論

1.1 研究動機

台灣地區之平均年雨量約2,515公釐，約為世界各國平均值約973公釐的2.6倍，屬於降雨量豐富地區，但由於全年雨量之78%集中於夏、秋兩季，依靠颱風帶來豐盛的雨量，因此乾濕季分明，豐枯懸殊(經濟部水利署，1997)。枯水期歷時長而流量低，當造成乾旱時，可供利用的水資源相當有限；豐水期常因雨勢集中，加上河川短促、坡度陡，故大部分的流量均迅速地流往下游。在洪水時間短而流量高的情況下，常氾濫成災。因此有效預估暴雨發生頻率、降雨量，便成為掌握利用水資源的重要依據，本報告將以大漢溪流域為例，建立良好防災機制和治水、利水運用系統(段智懷，2004)。

1.2 研究目的

台灣地區受地形、氣候等因素影響，長期飽受颱風、豪雨的侵襲，造成各樣災害。若能在豪雨爆發前推估出可能降雨，對未來防災必有所助益，並提升防災應變的能力。因此本報告要探討大漢溪流域之分佈型態，會以單個雨量站和經過徐昇氏的雨量站進行分析，藉由此分析來判定兩者的差異，亦能找出該流域的適合分佈，以便有效預估暴雨發生頻率、降雨量，建立良好防災機制。

第二章 文獻回顧

2.1 頻率分析

台灣地區受地形、氣候等因素影響，長期飽受颱風、豪雨的侵襲，造成各樣災害。若能在豪雨爆發前推估出可能降雨，對未來防災必有所助益，並提升防災應變的能力。暴雨頻率分析是利用實測記錄，根據樣本之統計學的性質，以各種方式計算不同再發生之水文發生值，推測未來可能發生的數值，以作為計畫或設計之參考數據(林維明，2006)。

常用的暴雨頻率分佈型式有二參數對數常態、三參數對數常態、皮爾遜三型、對數皮爾森三型及極端值一型分佈。本研究報告五種分佈都採用，並經密合度檢定知道其差異性，最後由誤差分析求出適合的分佈且找出最佳曲線。

國內有關頻率分析應用，包括應用甘保極端值第一型及第三型分佈理論，分析台灣主要集水區之河川洪峰流量頻率及乾涸流量頻率(王如意，1973)；桃園地區最大雨量之頻率分析研究，其利用桃園地區的雨量資料，採用年最大序列與年超出序列兩種選擇資料方式、對數常態分佈、甘保第一型分佈、皮爾森第三型分佈以及對數皮爾森第

以暴雨設計方法分析大漢溪流域降雨特性

三型分佈等五種常用之機率分佈型式作最大雨量之頻率分析，結果顯示以對數皮爾森第三型分佈為最佳選擇(王為銘、劉定洲，1992)。

其他頻率分析的研究，包含近年來，台灣地區可能由於受到全球及區域性氣候變遷之影響，各地區之平均溫度及降雨量亦發生改變，致使台灣地區乾旱的情形日益嚴重。本研究旨在探討在全球氣候變遷之情形下，台灣地區發生之乾旱現象具有何種區域性及其頻率之特性(王如意，1972)；針對台灣地區特殊之短時間暴雨與長時間颱風雨予以分析而選擇降雨頻率，並配合各地之降雨型態、地表狀態與街道形式因素擬定逕流係數與急流時間，並據此採用合理化公式推估逕流量(朱憲政、劉明哲，1983)；以 Talbot、Sherman 及 Horner 公式來推求台北市之短延時降雨強度公式，在長延時方面，採用年最大量序列法，利用點繪法及各種分佈法作最大雨量之頻率分析，以推求各頻率年之預測雨量(王為銘、賴信達，1994)。

2.2 雨型設計

雨型設計是將歷年的雨量資料彙整，再利用位序法做雨型設計。位序法則是利用設計雨型之數據由大排到小設計出組體圖。而根據頻率與雨型設計之計算可推求出尖峰降雨量，亦可看出最大暴雨之分佈狀況。對於設計雨型可以六種基本型態呈現，以標準誤差估計法找出

以暴雨設計方法分析大漢溪流域降雨特性

最適當的雨型，藉以瞭解颱風雨的降雨型態(石棟鑫，2001)。

國內有關雨型研究包含將國外常用的設計雨型加以整理，並提出對數三角形設計法雨型(余濬，1988)；以無因次尖峰對齊法，建立台北地區之短延時設計暴雨雨型(葉弘德、韓洪元，1990)；利用組合法、平均法、級序平均法、三角形法、移動平均法、對數常態機率分佈法、常態機率分佈法及二次多項式機率分佈法等雨型設計，探討研究區域之設計雨型，並採用降雨重心誤差、尖峰降雨誤差、尖峰時間誤差、平均估計誤差等統計參數進行設計雨型之評估(林國峰等人，1991~1994)；針對全台灣雨量站，綜合總延時在6小時以上，總降雨量在100mm以上的暴雨事件，以群集分析法(cluster analysis)，建立七種以延時為基礎、六種以事件為基礎的代表性雨型(楊錦釗等人，1996)；利用台北市1949到1980年的降雨資料，經統計分析而求得台北市五年設計頻率之暴雨公式，而後再利用一個二次方程式代表降雨強度與時間之關係，作為設計之暴雨雨型(葉弘德、韓洪元，1990)。

雨型設計亦可以模糊分類與模糊決策分析方法，建立雨型決策模式，可根據颱風特性來選擇適當之雨型。文中提出六種假想的雨型分佈，如圖2-1所示，即降雨由大排到小的前峰式雨型 (peak at the first section)、降雨最大量在1/4延時處的擬前峰雨型 (peak at first

以暴雨設計方法分析大漢溪流域降雨特性

quartersection)、降雨最大量在2/4 延時處的中央集中式雨型 (peak at center)、降雨最大量在3/4 延時處的擬後峰雨型 (peak at the thirdsection)、降雨由小排到大的後峰雨型 (peak at the last section) 以及降雨最大量在1/4 及3/4 延時處的雙峰雨型 (double peak)；然後以這六種雨型針對每一場降雨以及每一個雨量站進行分析，然後運用區域化變數理論繪出台灣各區域的多雨區、少雨區，以及強雨區、弱雨區，最後提出結論與建議(游保杉，1999)。

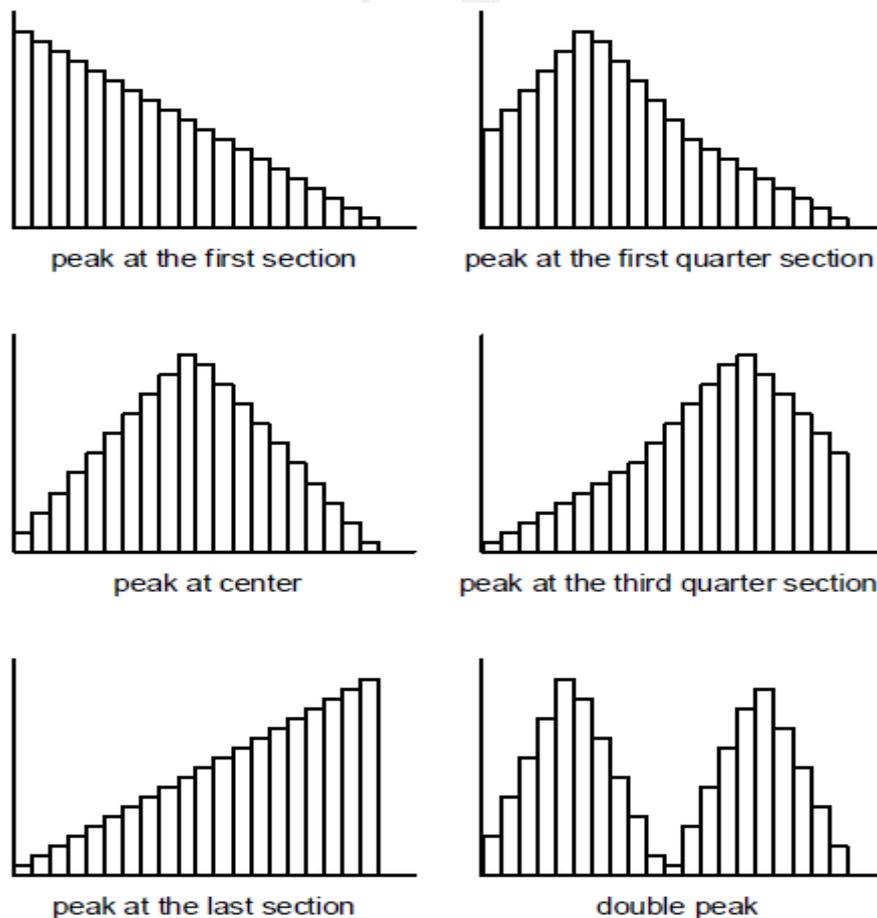


圖2-1 六種雨型分布

本報告之雨型設計圖乃是屬於以上所提之降雨最大量在2/4 延

以暴雨設計方法分析大漢溪流域降雨特性

時處的中央集中式雨型 (peak at center) 。



第三章 研究方法

3.1 研究流程圖

本研究以石門(3)、三峽、大豹三個雨量站代表大漢河流域之雨量資料，蒐集 1981 年至 2009 年間的年一日最大 24 小時之雨量記錄，繼而進行頻率分析與 K-S 檢定對五種機率分布作密合度檢定，最後依據標準誤差(SE)之最小值為此流域之適合分布，並結合位序法來設計該流域百分比雨型圖。如圖 3-1 所示。

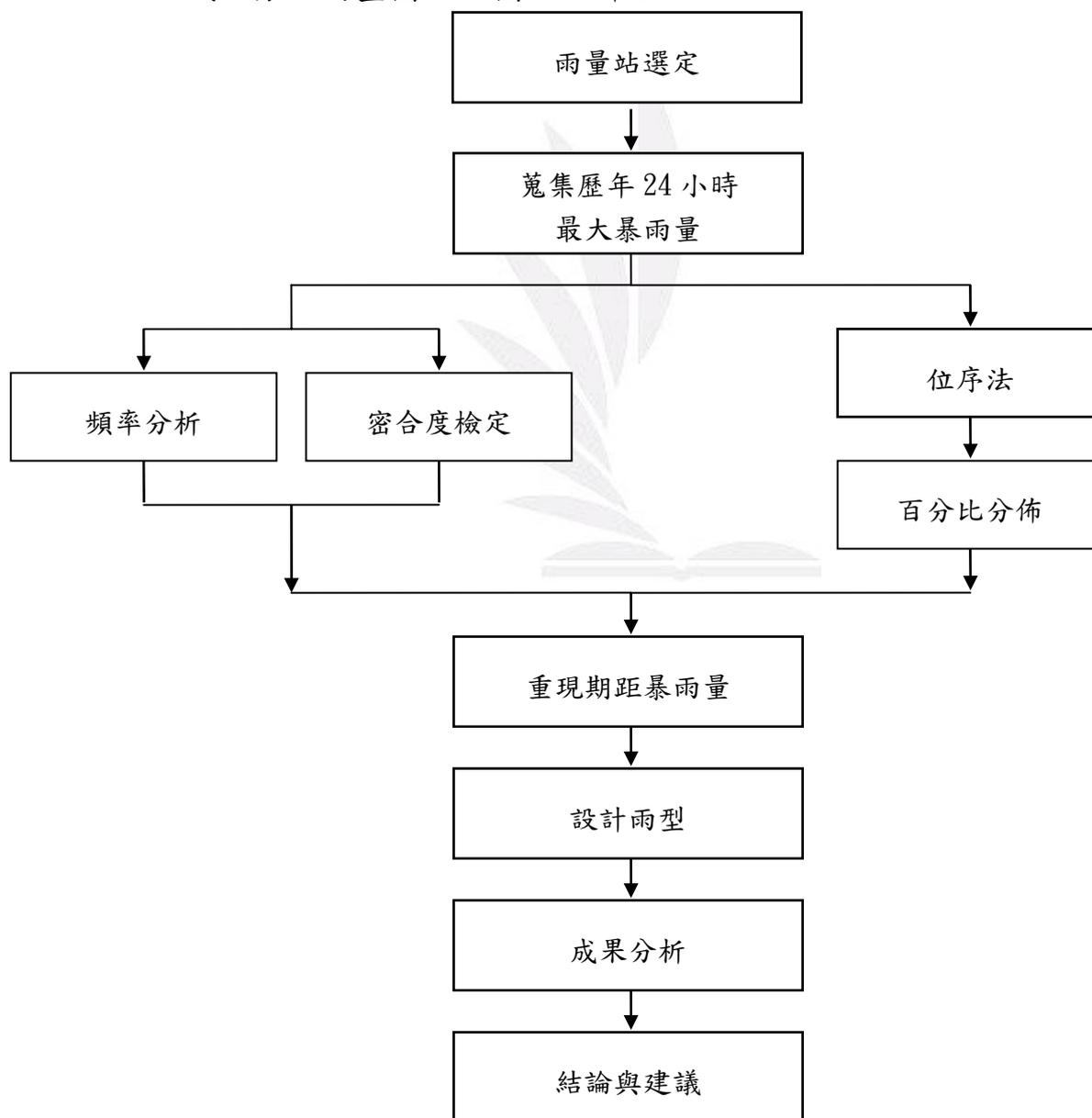


圖 3-1 流程圖

3.2 統計分析

3.2.1 頻率分析

暴雨頻率分析有二參數對數常態、三參數對數常態、皮爾森Ⅲ型、對數皮爾森Ⅲ型及極端值Ⅰ型分佈等。五種分佈經適合度檢定來得知適用性，並利用誤差分析推求最適當分析。其五種分佈詳見如下：

1. 二參數對數常態分佈：

常態分佈之範圍介於 $-\infty \sim \infty$ 之間，但是水文量皆為正值，因此若水文量符合常態分佈，其分佈應對稱於平均值。一般情況而言，水文量常呈向右偏斜之分佈，此時可考慮採用對數常態分佈；即定義 $y = \log x$ ，再代入常態分佈，則其機率密度函數為：

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu_y}{\sigma_y}\right)^2\right] \quad (3-1)$$

式中 μ_y 為隨機變數 y 之期望值； σ_y 為隨機變數 y 之標準偏差。因對數常態分佈之下邊界為 0，故較之常態分佈更適於表示水文量之分佈；且當水文量取對數之後，其向右偏斜之現象將會降低。

2. 三參數對數常態分佈：

此法為一轉化之常態分佈，先將水文變化量減去 a 值，再取其對數， $y = \ln(x-a)$ ，再以對數常態分佈法分析水文頻率之步驟如下：

$$f(x) = \frac{1}{(x-a)\sqrt{2\pi}} \exp\left[-\frac{[\ln(x-a)-\mu_y]^2}{2\sigma_y^2}\right] \quad (3-2)$$

其中 μ_y ： $\ln(x-a)$ 之平均值， σ_y ： $\ln(x-a)$ 之標準偏差

至於該分佈應用至水文樣本分析時，其所推求水文量與頻率因數

TK 之關係表示，如下：

$$x_T = \bar{x} + K_T s \quad (3-3)$$

$$K_T = \frac{e^{[\ln(1+z_2^2)]^{1/2} t - [\ln(1+z_2^2)]/2} - 1.0}{Z_2} \quad (3-4)$$

其中 Z_2 ：(x-a)分佈之變異係數， S_y ：樣本取對數後之標準偏差， t ：

標準常態值。

3.皮爾森III型分佈：

皮爾森III型分佈 (Pearson type III distribution) 是一個較有彈性的分佈，隨著機率分佈參數之變化，可轉換成不同的分佈。其函數可表示為：

$$f(x) = \frac{\lambda^\beta (x-\varepsilon)^{\beta-1} e^{-\lambda(x-\varepsilon)}}{\Gamma(\beta)}; x \geq \varepsilon \quad (3-5)$$

式中 $\lambda = \frac{\sigma}{\sqrt{\beta}}$ ； $\beta = \left(\frac{2}{C_s}\right)^2$ ； $\varepsilon = \mu - \sigma\sqrt{\beta}$ ； $C_s = \frac{\sum x^3 + 2\mu_x^3 - 3\mu_x \sum x^2}{N \sigma_x^3}$ 。

相對於頻率分析之通式，當偏度係數 $C_s=0$ 時，皮爾森III型分佈之頻率因數 K_T 等於標準常態變數 z ；當偏度係數 $C_s \neq 0$ 時，則 K_T 值可由查表獲得。

$$x_T = \bar{x} + K_T s$$

$$K_T = t + (t^2 - 1) \frac{C_s'}{6} + \frac{1}{3} (t^3 - 6t) \left(\frac{C_s'}{6}\right)^2 - (t^2 - 1) \left(\frac{C_s'}{6}\right)^3 + t \left(\frac{C_s'}{6}\right)^4 + \frac{1}{3} \left(\frac{C_s'}{6}\right)^5$$

4.對數皮爾森III型分佈：

當水文記錄資料的偏度很大時，可嘗試採對數轉換以降低偏度，此時之分佈對稱做對數皮爾森III型分佈 (log-Pearson III distribution)。

對數皮爾森Ⅲ型分佈之機率密度函數可表示為：

$$f(x) = \frac{\lambda^\beta (x - \varepsilon)^{\beta-1} e^{-\lambda(y-\varepsilon)}}{x\Gamma(\beta)}; \log x \geq \varepsilon \quad (3-6)$$

式中

$$y = \log x; \lambda = \frac{\sigma}{\sqrt{\beta}}; \beta = \left(\frac{2}{C_s}\right)^2; \varepsilon = \mu - \sigma\sqrt{\beta}; C_s = \frac{\frac{\sum x^3}{N} + 2\mu_x^3 - 3\mu_x \frac{\sum x^2}{N}}{\sigma_x^3}。$$

對數皮爾森Ⅲ型分佈之邊界 ε 位置決定於資料的偏度，若資料為正偏

則 $\log x \geq \varepsilon$ 且 ε 為下邊界，當資料為負偏則 $\log x \leq \varepsilon$ 且 ε 為上邊界。

$$x_T = \bar{x} + K_T s$$

$$K_T = t + (t^2 - 1)\frac{C'_s}{6} + \frac{1}{3}(t^3 - 6t)\left(\frac{C'_s}{6}\right)^2 - (t^2 - 1)\left(\frac{C'_s}{6}\right)^3 + t\left(\frac{C'_s}{6}\right)^4 + \frac{1}{3}\left(\frac{C'_s}{6}\right)^5$$

5. 極端值 I 型分佈：

工程水文分析中，暴雨與洪峰流量常以極端值 I 型分佈近似之，

極端值 I 型分佈又稱為甘保氏分佈(Gumbel distribution)。極端值 I 型

分佈之機率分佈函數可表示為：

$$f(x) = \alpha * \exp\left[-\alpha(x - \beta) - e^{-\alpha(x-\beta)}\right] \quad (3-7)$$

其中 $\alpha = \frac{1.2826}{\sigma_x}$; $\beta = \mu_x - 0.4501\sigma_x$

式中 μ 為水文資料之平均值； σ 為水文紀錄之標準偏差。其極端值 I

型分佈之頻率因數 K_T 為：

$$x_T = \bar{x} + K_T s \quad (3-8)$$

$$K_T = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \left(\gamma + \ln \left(\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right) \right) \quad (3-9)$$

由上式可知，當 $x_T = \mu$ 時，得 $K_T = 0$ 。

3.2.2 密合度檢定

運用頻率分析時所假設之理論分佈，將其結果與實際資料相比

以暴雨設計方法分析大漢溪流域降雨特性

較，差異性越小之分佈越能代表實際資料之分佈，亦即是其適合性越佳。機率分佈採 5 種頻率分析方法，其可利用 K-S 檢定進行適合度檢定，主要是在計算樣本之發生機率與所假設分佈之理論機率值之差異，以確定所假設的機率分佈是否合理。

其 K-S 檢定理論如下：

1.將雨量資料由大至小排列成 $X_1, \dots, X_m \dots X_n$, n 為資

料個數， m 為排序次數。

2.計算樣本累積機率 $F(x) = \left| 1 - \frac{2m-1}{2N} \right|$ ，共 n 個。

3.利用以上理論分佈之理論公式，由 x 值反求分佈累積機

率 $F_0(x)$ ，再分別計算 X_1, \dots, X_n 之 $|F(x) - F_0(x)|$ ，並選其中

最大者作為 D_n 值。

4.利用 K-S 臨界值統計量表，查得臨界統計量值 D_{n0} 。若

$D_n < D_{n0}$ ，表示假設理論分佈為一合適之分佈。

3.2.3 誤差分析

對各種待選用之機率分佈，分別計算其標準誤差，選取具最小標準誤差之機率分佈為最合適之機率分佈，其誤差分析可利用平方差合 SSE 與標準誤差 SE 等，推求出最適當分佈。本報告採用標準誤差 SE 進行誤差分析，以找出最佳頻率曲線。標準誤差 (Standard Error) 理論如下：

以暴雨設計方法分析大漢溪流域降雨特性

$$SE = \left[\frac{1}{n-r} \sum_{i=1}^n (X_i - \hat{X}_i)^2 \right]^{1/2} \quad (3-10)$$

此式中，SE=標準誤差，n=資料年數，r=機率分佈之參數個數， X_i = 實測資料由大至小排列之第i大值，即 $X_1 \geq X_2 \dots \geq X_i \dots \geq X_n$ ， \hat{X}_i = 超越機率推估值。

3.3 降雨分析

3.3.1 徐昇氏法

流域平均雨量藉由考量雨量站分佈情況、集水區地形狀況等因素，來推估集水區平均雨量。本研究選擇以徐昇氏多邊形法(Thiessen Polygons Method)求大漢溪流域平均雨量，其流程如下：

- (1) 畫三角形各邊之垂直平分線交於外心，連接各個外心，形成多邊形的網。
- (2) 計算各雨量站之控制面積(A_a 、 A_b 、 A_c 、..... A_i)
- (3) 將各雨量站紀錄(P_a 、 P_b 、 P_c 、..... P_i)代入公式中，即可求得流域平均降雨量。
- (4) 流域各控制點之雨量站面積權重表。

公式：

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

以徐昇氏多邊形法求取各雨量站所控制之流域面積權重，用上述

以暴雨設計方法分析大漢河流域降雨特性

各雨量站之歷年降雨資料利用加權平均方式計算各控制點歷年最大24hr 暴雨量，並用表來所示。

3.3.2 雨型理論

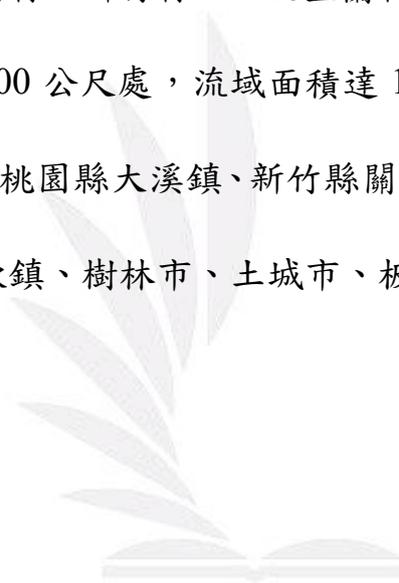
設計雨型 (design hyetograph) 是指降雨在某一段時間內之分佈情形，不同雨型會影響洪峰量大小及發生時間，雨型設計則須將歷年降雨紀錄予以整理分類，並以位序法之作雨型設計。

位序法就是將各場降雨組體圖改以百分比分布值，並各場由大排到小重新整理，接著將序列同時段者加總除以場數，得一代表性由大排到小之平均百分比組體圖。接著利用無因次法求出百分比設計雨型，並予以修飾為峰前重新由小到大排序，峰後重新由大到小排序，成一典型單峰雨型，最後依大小予以序號。將所求得之百分比組體圖按照級序分別帶入，因此百分比組體圖是就定出大小和級序分布，將其組合即為位序法百分比設計雨型。

3.4 大漢溪流域概況

3.4.1 地理位置

大漢溪為淡水河系三大主要支流之一，如圖 3-2 所示，它的流域範圍涵蓋台北縣、桃園縣、新竹縣，以及宜蘭縣的一小部分，發源於品田山北側標高約 3,100 公尺處，流域面積達 1,163 平方公里，幹流長度為 135 公里，流經桃園縣大溪鎮、新竹縣關西鎮、桃園縣龍潭鄉，及台北縣三峽鎮、鶯歌鎮、樹林市、土城市、板橋市、新莊市、三重市，最後匯淡水河。



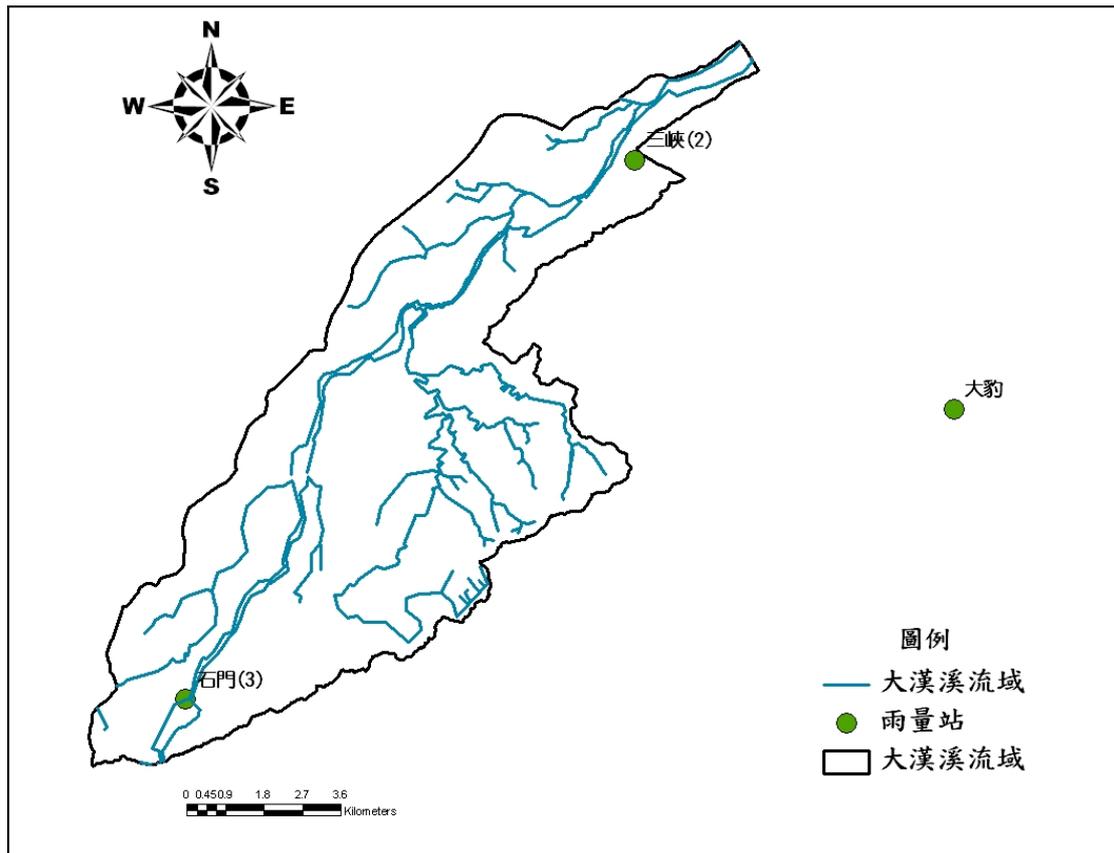


圖 3-2 大漢溪流域地理位置

3.4.2 流域概況

大漢溪其源流名為塔克金溪(泰崗溪)，位於新竹縣尖石鄉境內，發源於品田山北側標高約 3,100 公尺處，先向東北流，隨後折向西北，經司馬庫斯、鎮西堡、新光，在秀巒與薩克亞金溪(白石溪)會合，改稱馬里闊丸溪(玉峰溪)，再往北流復轉東流，至桃園縣復興鄉下巴陵與另一大支流三光溪會合後，始稱為大漢溪。此後主流流經桃園縣大溪鎮、新竹縣關西鎮、桃園縣龍潭鄉，及台北縣三峽鎮、鶯歌鎮、樹林市、土城市、板橋市、新莊市、三重市，最後於板橋江子翠與新

以暴雨設計方法分析大漢溪流域降雨特性

店溪匯入淡水河。主流長 135 公里，流域面積 1163 平方公里，平均坡降 1/37,主要支流有永福溪(亦稱烏塗堀溪)及三峽河。本溪上游為石門水庫集水區,集水面積 759 平方公里。大漢溪流域有著特殊的地理景觀，上游為山谷地，中下游為台地及沖積平原，境內交通發達，中下游地區工廠林立，人口密集，土地高度開發，屬大台北都會區，地位日趨重要。

3.5 資料收集

本報告大漢溪流域採用紀錄較長且資料完整之雨量站，並以地理位置距離較近、雨量紀錄年限大於 25 年為原則，作為分析依據，故採用石門(3)、三峽、大豹等 3 站，以供頻率分析使用，大漢溪流域雨量站之站況及位置，分別如表 3-1 和圖 3-3。

本報告將採用 1981~1982、1985~1987、1990~1991、1994、1996~1998、2000~2002、2004、2006~2009 年之雨量資料進行頻率分析與 K-S 檢定對五種機率分布作密合度檢定，並依據標準誤差(SE)

以暴雨設計方法分析大漢溪流域降雨特性

之最小值為此流域之適合分布，最後結合位序法來設計該流域的百分比雨型圖。

其位序法的步驟為：

1. 將 1981 年至 2009 年間的年一日最大 24 小時暴雨量化作降雨百分比。
2. 將降雨百分比進行排序，由大排到小重新整理。
3. 接著將序列同時段者加總除以 19 場，得一代表性由大排到小之平均百分比組體圖。
4. 利用無因次法求出百分比設計雨型並予以修飾為峰前重新由小到大排序，峰後重新由大到小排序，成一典型單峰雨型，最後依大小予以序號。

表 3-1 大漢溪流域各測站之站況

水利署 站號	站名	所屬 單位	標高 (m)	記錄 年份	統計 年數
1140P143	石門(3)	經濟部水利署	142.00	1977~1982,1984~1988, 1990~2010	33
1140P030	三峽	經濟部水利署	33.00	1980~1982,1984~1987, 1989~1991,1994~1994, 1996~2010	29
1140P125	大豹	經濟部水利署	600.00	1974~1982,1984~1987, 1989~2010	35

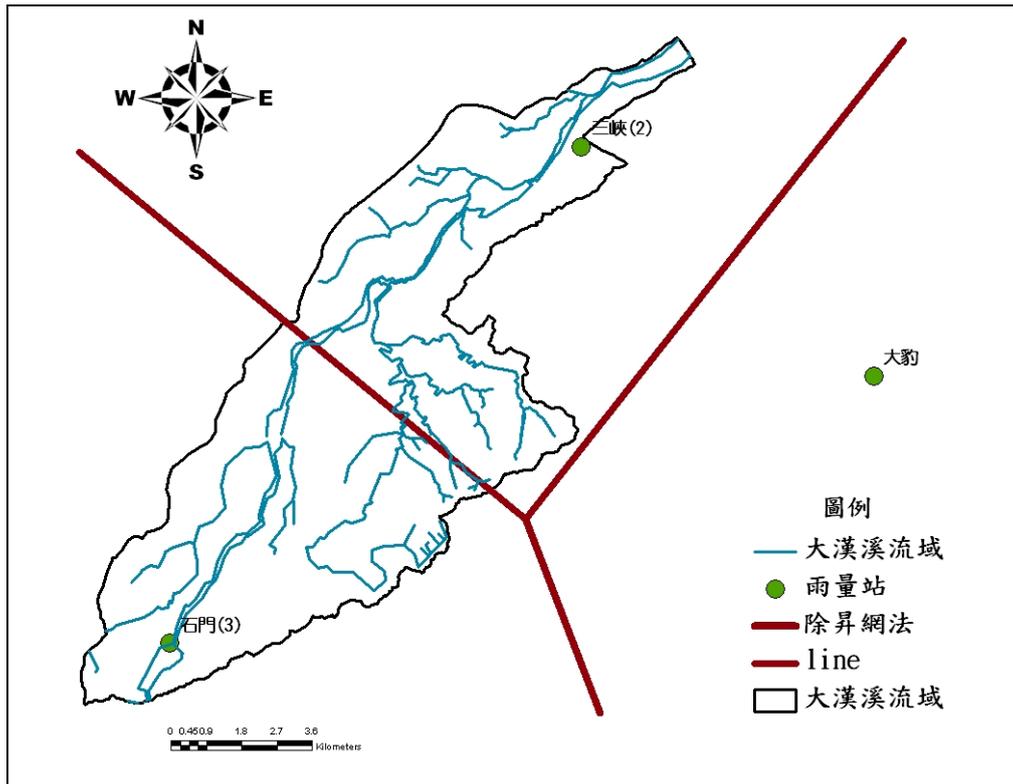


圖 3-3 大漢溪流域各測站之位置

第四章 成果分析及討論

4.1 降雨量分析

本報告以石門(3)、三峽、大豹三個雨量站代表大漢溪流域之雨量資料，蒐集 1981 年至 2009 年間的年一日最大 24 小時之雨量記錄，本報告以三個雨量站在同一年裏有最大 24 小時之雨量記錄者為準，因此採用之年份如表 4-1 所示。

表4-1大漢溪流域之最大24hr暴雨量表

年/雨量站	石門(3)	三峽	大豹
1981	387	318	397

1982	83	144	202
1985	198	211	347
1986	175	180	318
1987	187	219	332
1990	181	245	317
1991	261	205	209
1994	214	213	380
1996	274	200	374
1997	166	193	212
1998	239	256	373
2000	338	380	468
2001	490	500	540
2002	163	126	320
2004	383	305	424
2006	214	144	287
2007	264	216	322
2008	265	295	373
2009	244	137	170

4.2 頻率分析暨密合度檢定

本研究以大漢溪流域雨量資料，進行頻率分析與 K-S 檢定對五種機率分布作密合度檢定，最後依據標準誤差(SE)之最小值為此流域之適合分布。下表 4-2、4-4、4-6 依據 3.2.1 頻率分析公式求得。

表 4-2 為石門(3)頻率分析各分佈所計算出來之各頻率年之年最大 24 小時暴雨量，表中亦計算了誤差分析 SE 值；表 4-3 為石門(3)的 K-S 檢定成果表，五種分佈中，當 $\text{Max Dn} < \text{Dn 臨界值}$ 即代表此分佈是適當的，繼而對照誤差分析之 SE 取最小誤差值，故極端值一型為本報告中大漢溪流域最佳分佈。

表 4-2 石門(3)最大 24hr 暴雨量之數據各種分布情況表

最大值 (mm)	490.0	最小值 (mm)	83.0	資料年數	19
平均值	248.7	標準偏差	95.8	偏歪係數	0.91

以暴雨設計方法分析大漢河流域降雨特性

對數 平均值	5.4	對數 標準偏差	0.40	對數 偏歪係數	-0.47
頻率年	二參數對數 常態分佈	三參數對數 常態分佈	皮爾遜 三型分佈	對數 皮爾遜 三型	極端值 一型分佈
5	317	321	322	325	338
10	374	375	377	375	406
20	428	425	427	419	471
50	498	488	489	471	555
100	551	534	534	507	619
200	605	580	577	540	682

表 4-3 石門(3)最大 24hr 暴雨量之各分佈 K-S 檢定結果表

分析方法	時	統計檢定參數			標準誤差
		K-S 檢定			SE
		計算值	臨界值	檢定結果	單位:mm
二參數對數常態	24	0.244409	0.312005	通過	24
三參數對數常態		0.230953		通過	25
皮爾遜三型		0.462146		不通過	24
對數皮爾遜三型		-		不通過	26
極端值一型		0.275265		通過	20

表 4-4 為三峽頻率分析各分佈所計算出來之各頻率年之年最大 24 小時暴雨量，表中亦計算了誤差分析 SE 值；表 4-5 為三峽的 K-S 檢定成果表，五種分佈中，當 $\text{Max } D_n < D_n \text{ 臨界值}$ 即代表此分佈是適當的，繼而對照誤差分析之 SE 取最小誤差值，故三參數對數常態為本

以暴雨設計方法分析大漢溪流域降雨特性

報告中大漢溪流域最佳分佈。

表 4-4 三峽最大 24hr 暴雨量之數據各種分布情況表

最大值 (mm)	500.0	最小值 (mm)	126.0	資料年數	19
平均值	236.2	標準偏差	92.4	偏歪係數	1.43
對數 平均值	5.4	對數 標準偏差	0.36	對數 偏歪係數	0.46
頻率年	二參數對數 常態分佈	三參數對數 常態分佈	皮爾遜 三型分佈	對數 皮爾遜 三型	極端值 一型分佈
5	302	300	300	296	322
10	357	356	359	355	388
20	409	410	415	417	451
50	478	483	487	503	532
100	529	539	541	574	593
200	582	596	595	650	654

表 4-5 三峽最大 24hr 暴雨量之各分佈 K-S 檢定結果表

分析方法	時	統計檢定參數			標準誤差
		K-S 檢定			SE
		計算值	臨界值	檢定結果	單位:mm
二參數對數常態	24	0.285719	0.312005	通過	25
三參數對數常態		0.230480		通過	25
皮爾遜三型		0.556931		不通過	24
對數皮爾遜三型		-		不通過	24
極端值第一型		0.330013		不通過	22

表 4-6 為大豹頻率分析各分佈所計算出來之各頻率年之年最大 24 小時暴雨量，表中亦計算了誤差分析 SE 值；表 4-7 為大豹的 K-S 檢定成果表，五種分佈中，當 $\text{Max Dn} < \text{Dn 臨界值}$ 即代表此分佈是適當的，繼而對照誤差分析之 SE 取最小誤差值，故三參數對數常態及

以暴雨設計方法分析大漢溪流域降雨特性

皮爾遜三型為本報告中大漢溪流域最佳分佈。

表 4-6 大豹最大 24hr 暴雨量之數據各種分布情況表

最大值 (mm)	540.0	最小值 (mm)	170.0	資料年數	19
平均值	335.0	標準偏差	93.5	偏歪係數	0.10
對數 平均值	5.8	對數 標準偏差	0.30	對數 偏歪係數	-0.64
頻率年	二參數對數 常態分佈	三參數對數 常態分佈	皮爾遜 三型分佈	對數 皮爾遜 三型	極端值 一型分佈
5	406	413	413	416	422
10	458	456	456	461	488
20	506	491	491	497	552
50	566	532	532	532	634
100	610	560	560	563	696
200	653	585	585	586	758

表 4-7 大豹最大 24hr 暴雨量之各分佈 K-S 檢定結果表

分析方法	時	K-S 檢定			SE
		Max Dn	Dn 臨界值	檢定結果	單位:mm
二參數對數常態	24	0.535043	0.312005	不通過	26
三參數對數常態		0.242680		通過	24
皮爾遜三型		—		不通過	24
對數皮爾遜三型		—		不通過	24
極端值第一型		0.558916		不通過	24

4.3 雨型設計

雨型設計依據 3.3.1 是指降雨在某一段時間內之分佈情形，不同雨型會影響洪峰量大小及發生時間，雨型設計則須將歷年降雨紀錄予以整理分類，並以位序法之作雨型設計。因此本報告將利用位序法設

以暴雨設計方法分析大漢流域降雨特性

計大漢河流域的百分比雨型圖，如表 4-8~4-11 及圖 4-2、4-7、4-15 所示。

表 4-8 石門(3)-極端值一型之頻率年百分比排序

石門(3)		頻率年		
百分比	設計雨型	50 年	100 年	200 年
15.51	0.43	2.38	2.66	2.93
12.13	0.79	4.41	4.91	5.41
10.54	1.33	7.37	8.22	9.05
8.87	1.74	9.67	10.78	11.88
6.98	2.34	12.96	14.45	15.93
6.27	2.95	16.39	18.28	20.15
5.58	3.81	21.16	23.60	26.00
4.76	4.76	26.40	29.45	32.45
4.38	6.27	34.78	38.79	42.74
3.81	8.87	49.22	54.90	60.48
3.50	12.13	67.33	75.10	82.74
2.95	15.51	86.09	96.02	105.79
2.52	10.54	58.49	65.24	71.88
2.34	6.98	38.75	43.22	47.62
2.05	5.58	30.99	34.57	38.09
1.74	4.38	24.29	27.09	29.85
1.54	3.50	19.42	21.66	23.86
1.33	2.52	13.98	15.59	17.18
0.96	2.05	11.40	12.71	14.01
0.79	1.54	8.52	9.51	10.48
0.60	0.96	5.33	5.95	6.55
0.43	0.60	3.34	3.72	4.10
0.32	0.32	1.75	1.95	2.15
0.10	0.10	0.57	0.64	0.70

表 4-9 三峽-二參數對數常態之頻率年百分比排序

三峽		頻率年		
百分比	設計雨型	50 年	100 年	200 年
14.96	0.40	1.93	2.14	2.35

以暴雨設計方法分析大漢河流域降雨特性

11.86	0.81	3.89	4.30	4.73
9.03	1.30	6.21	6.87	7.56
8.37	1.99	9.51	10.52	11.58
7.33	2.62	12.50	13.83	15.22
6.66	3.04	14.55	16.11	17.72
5.69	3.87	18.51	20.49	22.54
5.05	5.05	24.16	26.74	29.42
4.45	6.66	31.82	35.21	38.74
3.87	8.37	40.02	44.29	48.73
3.61	11.86	56.69	62.74	69.03
3.04	14.96	71.51	79.13	87.06
2.87	9.03	43.14	47.74	52.53
2.62	7.33	35.01	38.75	42.63
2.18	5.69	27.20	30.10	33.12
1.99	4.45	21.25	23.52	25.88
1.80	3.61	17.27	19.12	21.03
1.30	2.87	13.72	15.19	16.71
1.11	2.18	10.40	11.51	12.66
0.81	1.80	8.61	9.53	10.48
0.55	1.11	5.29	5.85	6.44
0.40	0.55	2.63	2.91	3.20
0.30	0.30	1.42	1.57	1.73
0.16	0.16	0.75	0.83	0.91

表 4-10 三峽-三參數對數常態之頻率年百分比排序

三峽		頻率年		
百分比	設計雨型	50 年	100 年	200 年
14.96	0.40	1.95	2.18	2.41
11.86	0.81	3.93	4.38	4.85
9.03	1.30	6.28	7.00	7.74
8.37	1.99	9.61	10.72	11.86
7.33	2.62	12.63	14.10	15.59
6.66	3.04	14.71	16.41	18.15
5.69	3.87	18.70	20.87	23.08

以暴雨設計方法分析大漢溪流域降雨特性

5.05	5.05	24.42	27.25	30.13
4.45	6.66	32.15	35.88	39.67
3.87	8.37	40.44	45.13	49.90
3.61	11.86	57.29	63.93	70.69
3.04	14.96	72.25	80.63	89.16
2.87	9.03	43.59	48.65	53.79
2.62	7.33	35.38	39.48	43.66
2.18	5.69	27.48	30.67	33.91
1.99	4.45	21.48	23.97	26.50
1.80	3.61	17.45	19.48	21.54
1.30	2.87	13.87	15.47	17.11
1.11	2.18	10.51	11.73	12.97
0.81	1.80	8.70	9.71	10.74
0.55	1.11	5.34	5.96	6.59
0.40	0.55	2.65	2.96	3.28
0.30	0.30	1.44	1.60	1.77
0.16	0.16	0.75	0.84	0.93

表 4-11 大豹-三參數對數常態之頻率年百分比排序

大豹		頻率年		
百分比	設計雨型	50 年	100 年	200 年
13.85	0.71	3.80	4.00	4.18
11.09	1.15	6.11	6.43	6.71
9.43	1.68	8.93	9.40	9.82
7.63	2.02	10.75	11.32	11.82
6.88	2.56	13.61	14.33	14.97
6.25	3.31	17.60	18.52	19.35
5.78	4.08	21.72	22.87	23.89
5.14	5.14	27.36	28.80	30.09
4.76	6.25	33.27	35.02	36.59
4.08	7.63	40.59	42.72	44.63

以暴雨設計方法分析大漢溪流域降雨特性

3.62	11.09	59.01	62.11	64.89
3.31	13.85	73.67	77.55	81.01
2.98	9.43	50.17	52.81	55.16
2.56	6.88	36.58	38.50	40.22
2.32	5.78	30.74	32.35	33.80
2.02	4.76	25.30	26.64	27.82
1.89	3.62	19.23	20.25	21.15
1.68	2.98	15.84	16.67	17.42
1.35	2.32	12.34	12.99	13.57
1.15	1.89	10.03	10.56	11.03
0.96	1.35	7.18	7.55	7.89
0.71	0.96	5.13	5.40	5.64
0.40	0.40	2.13	2.24	2.34
0.18	0.18	0.93	0.98	1.02

下圖 4-2~4-5 為石門(3)之雨型設計百分比圖。

圖 4-3 為頻率年 $T=50$ 年之 24 小時累積總雨量為 555mm，其尖峰降雨量為 86.09mm。

圖 4-4 為頻率年 $T=100$ 年之 24 小時累積總雨量為 619mm，其尖峰降雨量為 96.02mm。

圖 4-5 為頻率年 $T=200$ 年之 24 小時累積總雨量為 682mm，其尖峰降雨量為 105.79mm。

最大24hr暴雨量之五種分佈頻率分析關係圖

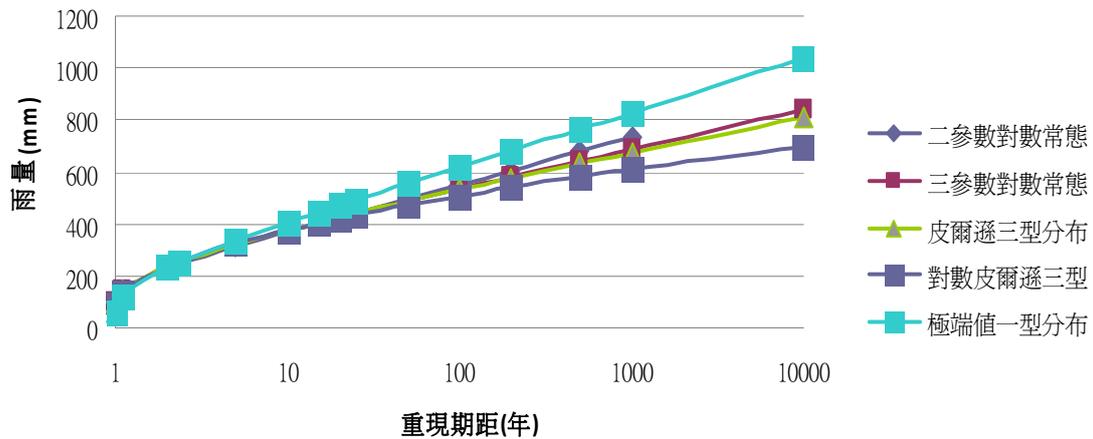


圖 4-1 石門(3)最大 24hr 暴雨量之五種分佈頻率分析關係圖

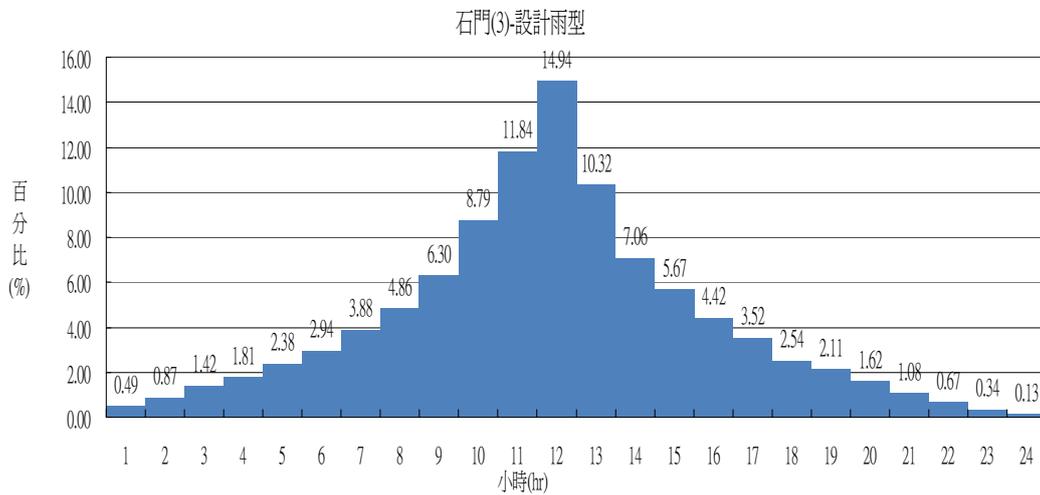


圖 4-2 大漢溪流域石門(3)雨量站之雨型設計百分比圖

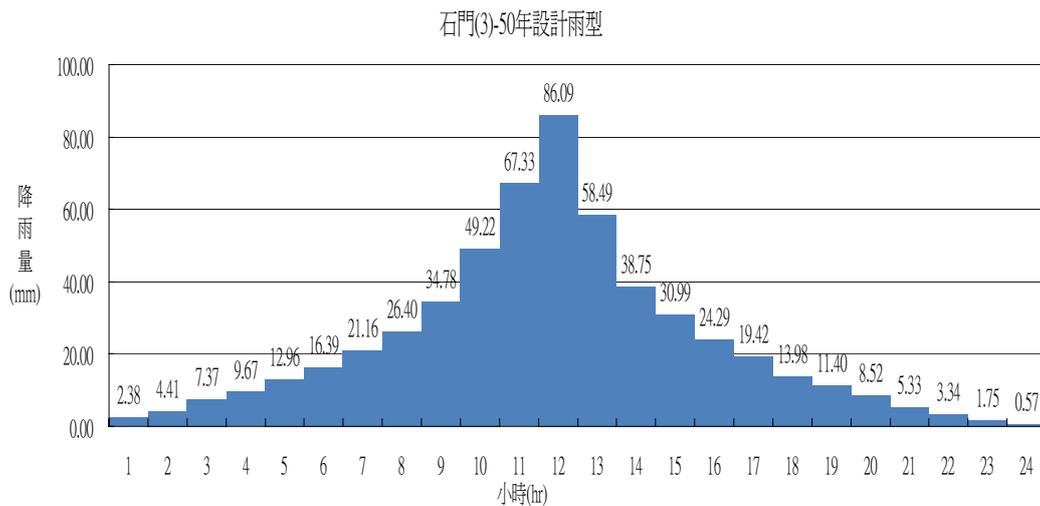


圖 4-3 石門(3)雨量站 T=50 年之極端值一型雨型設計圖

以暴雨設計方法分析大漢河流域降雨特性

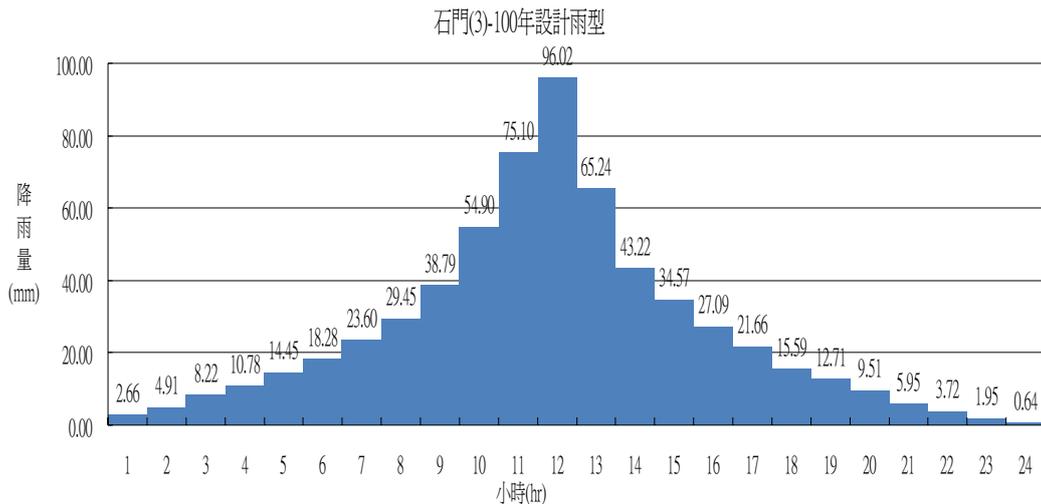


圖 4-4 石門(3)雨量站 T=100 年之極端值一型雨型設計圖

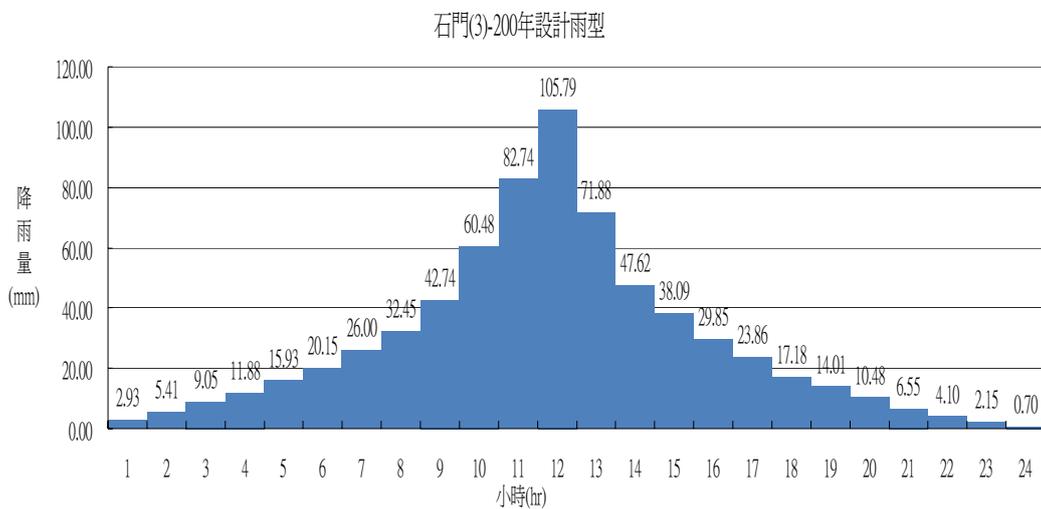


圖 4-5 石門(3)雨量站 T=200 年之極端值一型雨型設計圖

下圖 4-7~4-13 為三峽之雨型設計百分比圖。

圖 4-8 為頻率年 T=50 年之 24 小時累積總雨量為 478mm，其尖峰降雨量為 71.51mm；圖 4-9 為頻率年 T=100 年之 24 小時累積總雨量為 529mm，其尖峰降雨量為 79.13mm；圖 4-10 為頻率年 T=200 年之 24 小時累積總雨量為 582mm，其尖峰降雨量為 87.06mm。

圖 4-11 為頻率年 T=50 年之 24 小時累積總雨量為 483mm，其尖峰降雨量為 72.25mm；圖 4-12 為頻率年 T=100 年之 24 小時累積總雨量為 539mm，其尖峰降雨量為 80.63mm；圖 4-13 為頻率年 T=200 年之 24 小時累積總雨量為 596mm，其尖峰降雨量為 89.16mm。

最大24hr暴雨量之五種分佈頻率分析關係圖

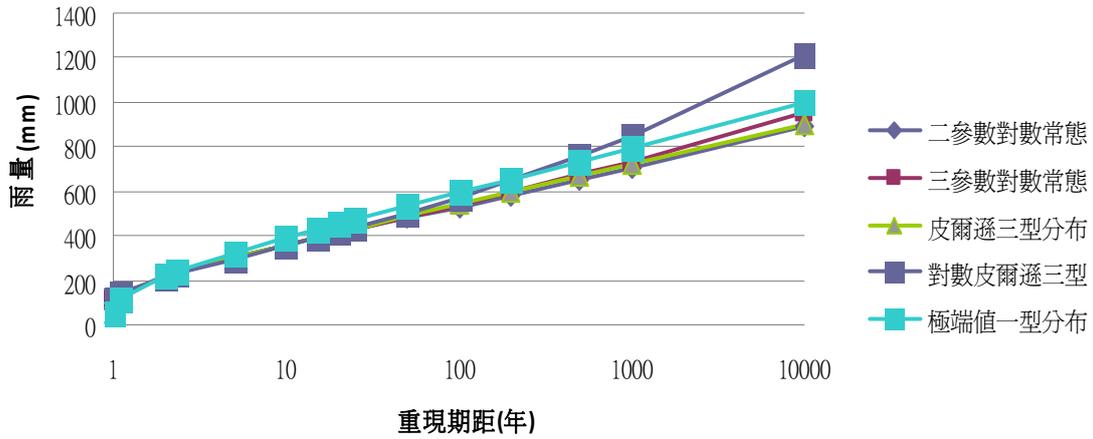


圖 4-6 三峽最大 24hr 暴雨量之五種分佈頻率分析關係圖

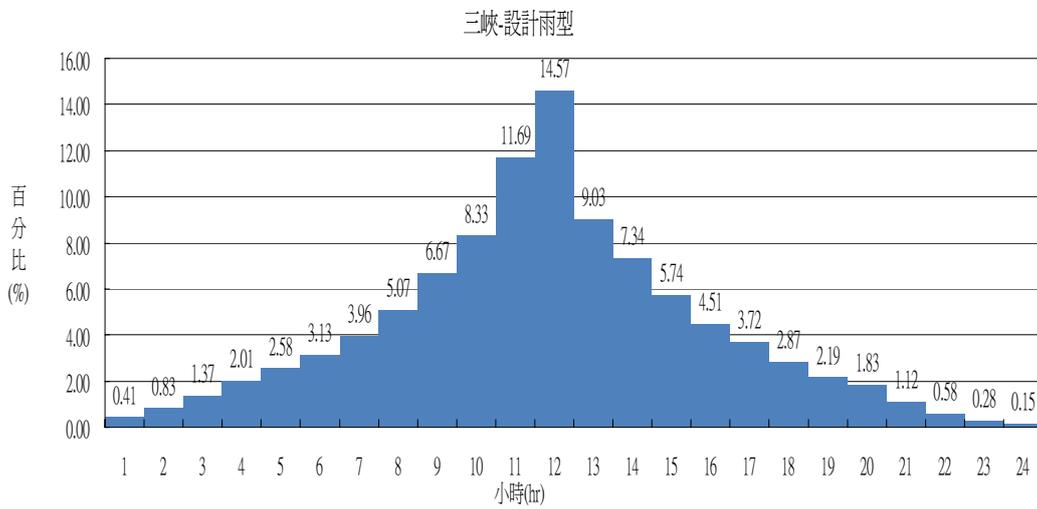


圖 4-7 大漢河流域三峽雨量站之雨型設計百分比圖

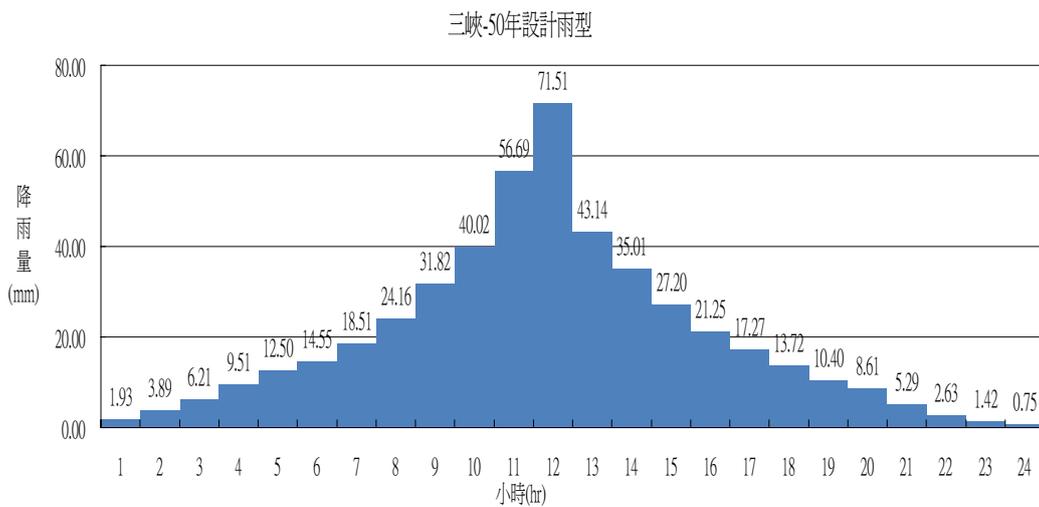


圖 4-8 三峽雨量站 T=50 年之二參數對數常態雨型設計圖

以暴雨設計方法分析大漢河流域降雨特性

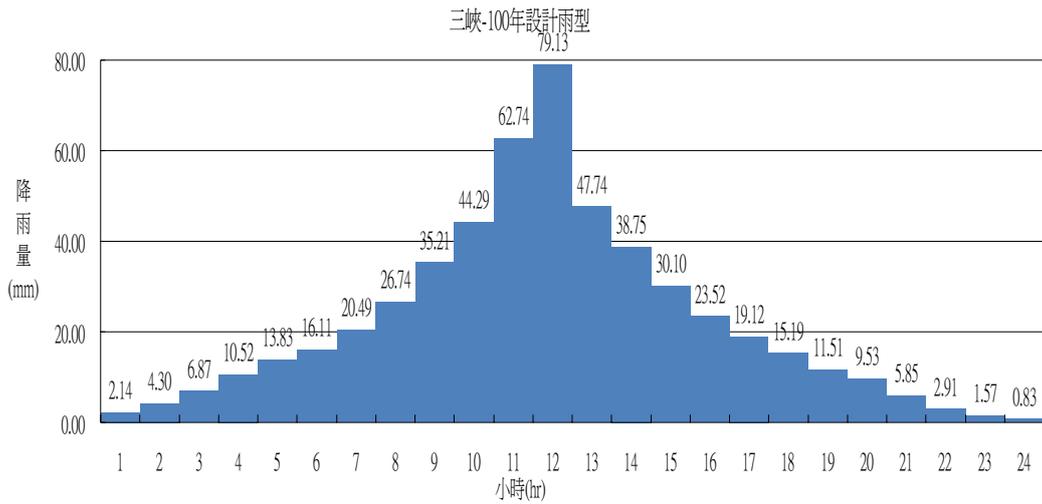


圖 4-9 三峽雨量站 T=100 年之二參數對數常態雨型設計圖

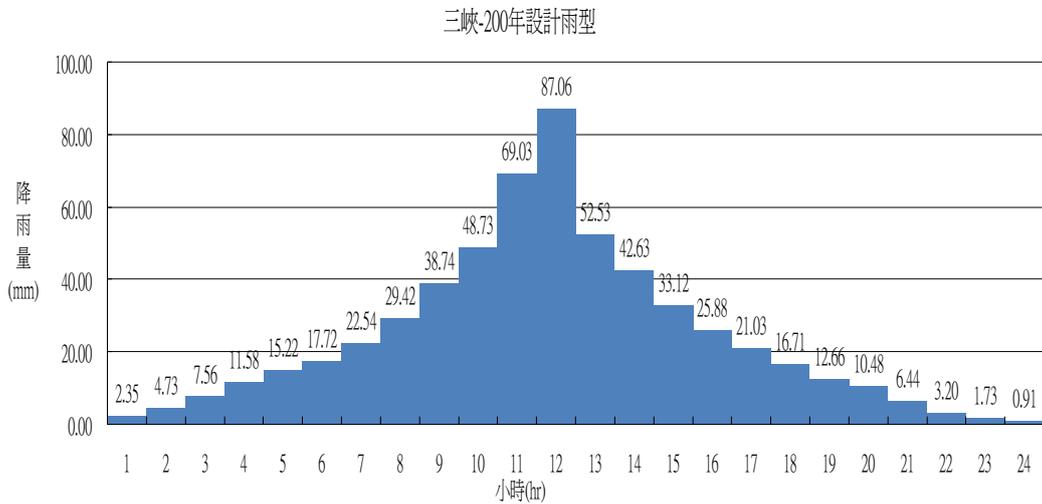


圖 4-10 三峽雨量站 T=200 年之二參數對數常態雨型設計圖

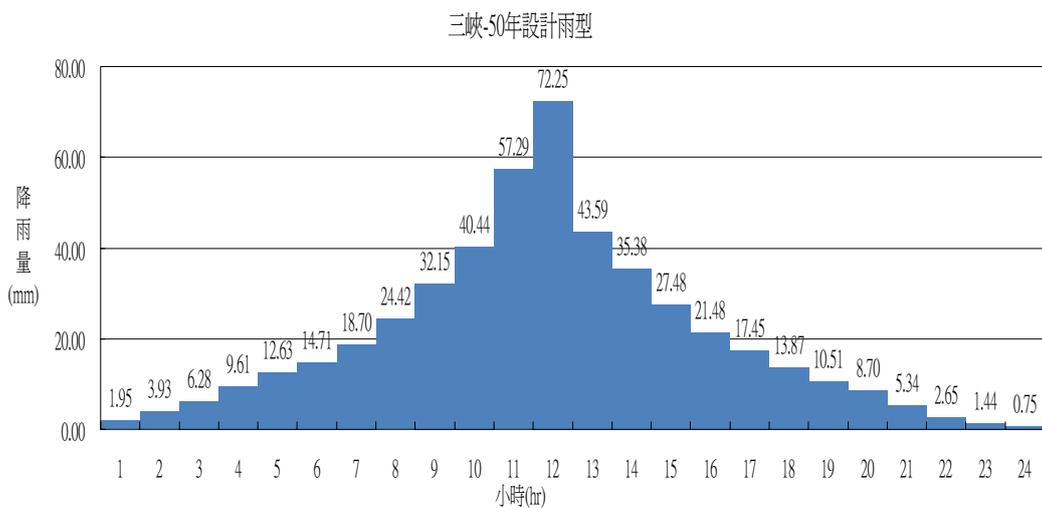


圖 4-11 三峽雨量站 T=50 年之三參數對數常態雨型設計圖

以暴雨設計方法分析大漢河流域降雨特性

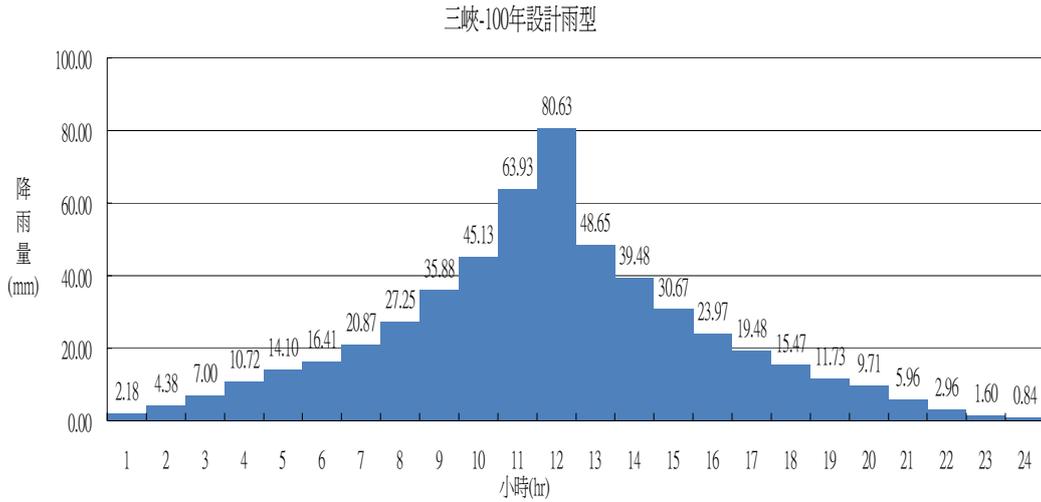


圖 4-12 三峽雨量站 T=100 年之三參數對數常態雨型設計圖

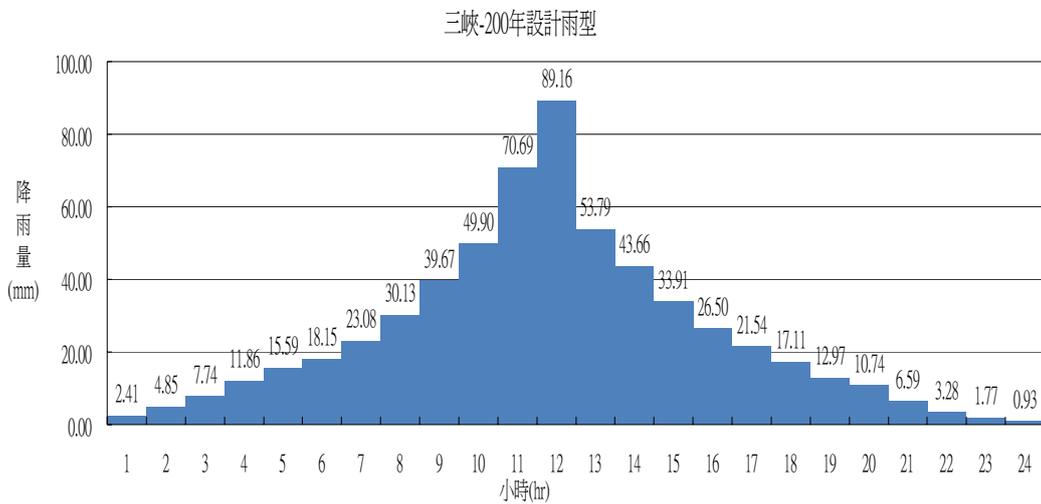


圖 4-13 三峽雨量站 T=200 年之三參數對數常態雨型設計圖

下圖 4-15~4-18 為大豹之雨型設計百分比圖。

圖 4-16 為頻率年 T=50 年之 24 小時累積總雨量為 532mm，其尖峰降雨量為 73.67mm。

圖 4-17 為頻率年 T=100 年之 24 小時累積總雨量為 560mm，其尖峰降雨量為 77.55mm。

圖 4-18 為頻率年 T=200 年之 24 小時累積總雨量為 585mm，其尖峰降雨量為 81.01mm。

最大24hr暴雨量之五種分佈頻率分析關係圖

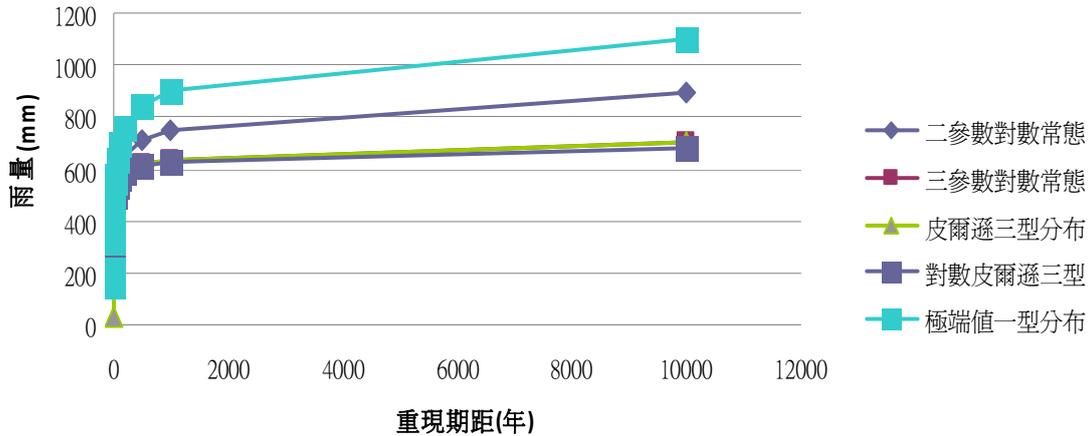


圖 4-14 大豹最大 24hr 暴雨量之五種分佈頻率分析關係圖

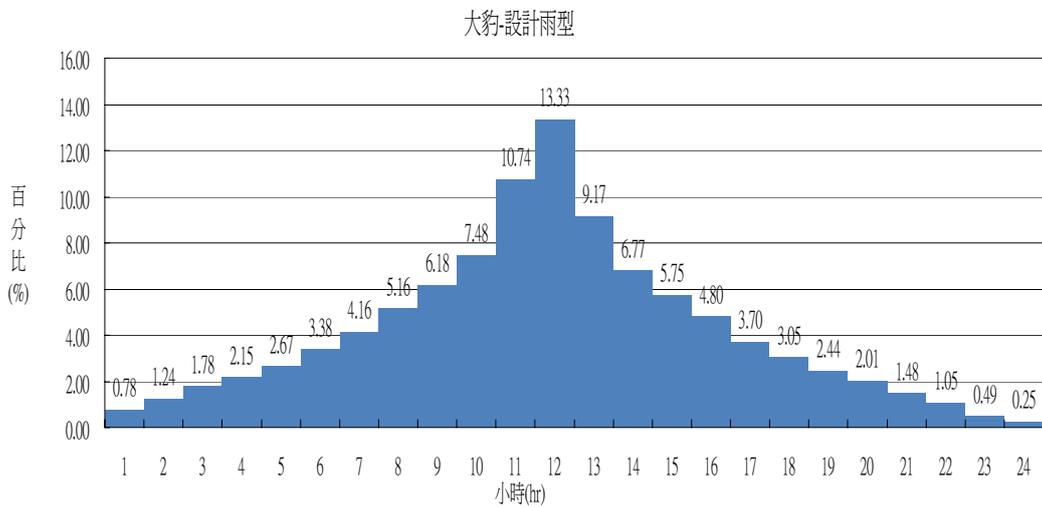


圖 4-15 大漢溪流域大豹雨量站之雨型設計百分比圖

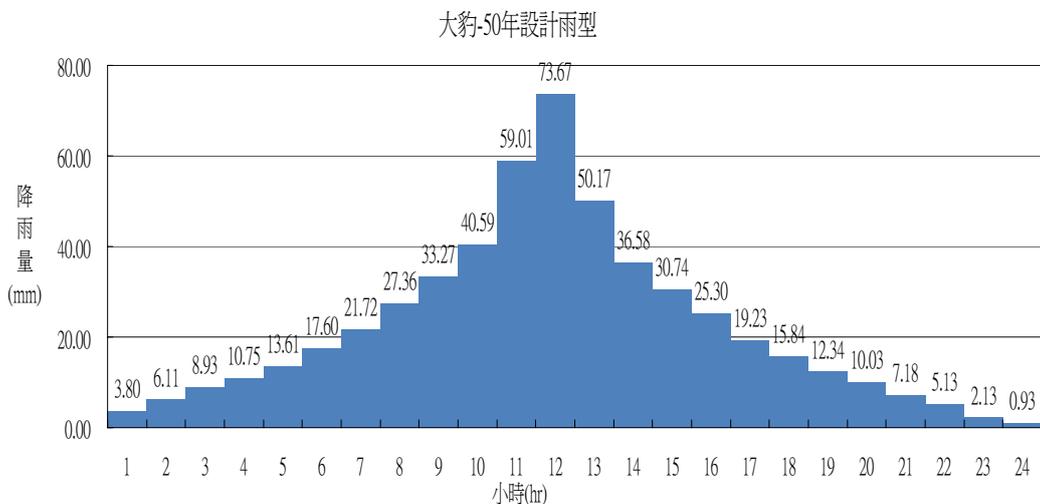


圖 4-16 大豹雨量站 T=50 年之三參數對數常態雨型設計圖

以暴雨設計方法分析大漢河流域降雨特性

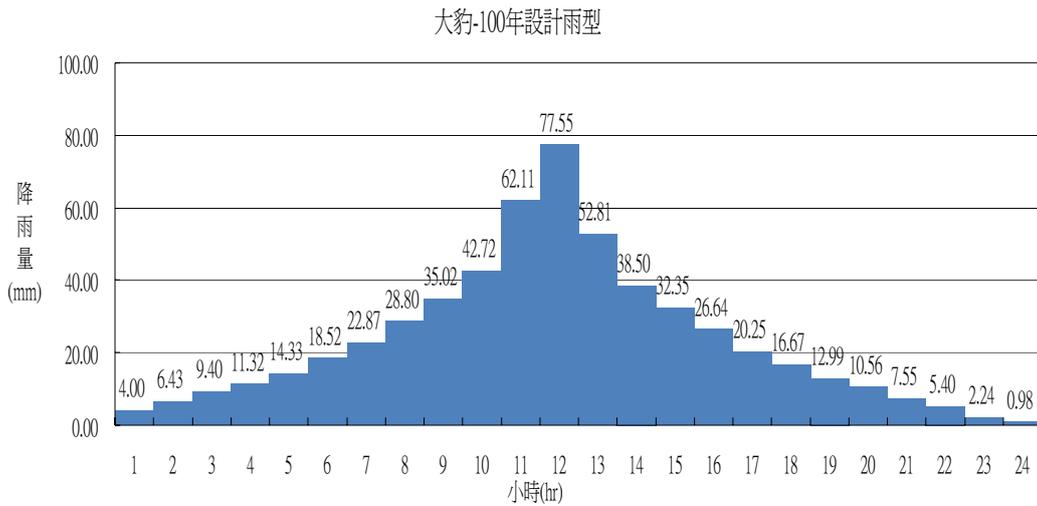


圖 4-17 大豹雨量站 T=100 年之三參數對數常態雨型設計圖

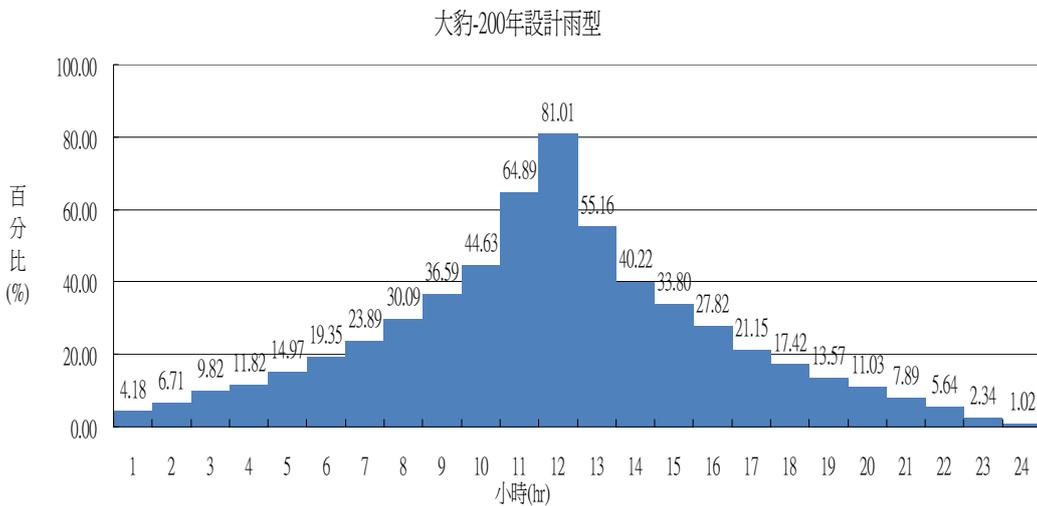


圖 4-18 大豹雨量站 T=200 年之三參數對數常態雨型設計圖

將石門(3)、三峽、大報各頻率年之累積總雨量及尖峰降雨量整理，以表呈現，如表 4-12~4-14 所示。

表 4-12 石門(3)之各頻率年的累積總雨量及尖峰降雨量

石門(3) 頻率年	極端值一型	
	累積總雨量	尖峰降雨量
T=50	555	86.09
T=100	619	96.02

T=200	682	105.79
-------	-----	--------

表 4-13 三峽之各頻率年的累積總雨量及尖峰降雨量

三峽 頻率年	二參數對數常態		三參數對數常態	
	累積總雨量	尖峰降雨量	累積總雨量	尖峰降雨量
T=50	478	71.51	483	72.25
T=100	529	79.13	539	80.63
T=200	582	87.06	596	89.16

表 4-14 大豹之各頻率年的累積總雨量及尖峰降雨量

大豹 頻率年	三參數對數常態	
	累積總雨量	尖峰降雨量
T=50	532	73.67
T=100	560	77.55
T=200	585	81.01

4.4 徐昇氏之雨量站

依據 3.3.1 徐昇氏法流域平均雨量藉由雨量站分佈、集水區地形狀況等因素，來推估集水區平均雨量。本報告將利用徐昇氏多邊形法 (Thiessen Polygons Method) 求大漢河流域平均雨量，下表 4-15 即為大漢河流域的雨量站面積權重。

繼而分別進行頻率分析與 K-S 檢定對五種機率分布作密合度檢

以暴雨設計方法分析大漢溪流域降雨特性

定，最後依據標準誤差(SE)之最小值為此流域之適合分布。結果是以三參數對數常態為本報告中大漢溪流域最佳分佈，最後以位序法設計大漢溪流域的百分比雨型圖。

表4-15大漢溪流域-雨量站面積權重表

雨量站編號	雨量站名稱	面積(平方公里)	權重(%)
1140P143	石門(3)	50.5871535494	53.93
1140P030	三峽	43.2197252309	46.07
1140P125	大豹	0	0.00

下表 4-16 為頻率分析各分佈所計算出來之各頻率年之年最大 24 小時暴雨量，表中亦計算了誤差分析 SE 值；表 4-17 為 K-S 檢定成果表，五種分佈中，當 $\text{Max } D_n < D_n$ 臨界值及代表此分佈是適當的，繼而對照誤差分析之 SE 值取最小誤差值，故極端值一型為本報告中大漢溪流域之最佳分佈。

表 4-16 大漢溪流域最大 24hr 暴雨量之數據各種分布情況表

最大值 (mm)	494.6	最小值 (mm)	111.1	資料年數	19
平均值	247.2	標準偏差	92.4	偏歪係數	1.13
對數 平均值	5.4	對數 標準偏差	0.36	對數 偏歪係數	0.17
頻率年	二參數對數 常態分佈	三參數對數 常態分佈	皮爾遜 三型分佈	對數 皮爾遜 三型	極端值 一型分佈

以暴雨設計方法分析大漢溪流域降雨特性

5	314	314	315	313	333
10	368	368	370	369	398
20	420	419	422	425	461
50	487	485	487	499	543
100	537	534	535	557	604
200	588	584	581	616	665

表 4-17 大漢溪流域最大 24hr 暴雨量之各分佈 K-S 檢定結果表

分析方法	時	統計檢定參數			標準誤差
		K-S 檢定			SE
		計算值	臨界值	檢定結果	單位:mm
二參數對數常態	24	0.243278	0.312005	通過	24
三參數對數常態		0.231896		通過	25
皮爾遜三型		0.554763		不通過	24
對數皮爾遜三型		—		不通過	24
極端值一型		0.273738		通過	20

下表 4-18 為大漢溪流域以位序法所設計出百分比雨型圖，當頻率年 T=50 之 24 小時累積總雨量 543mm，其尖峰降雨量為 67.12mm；當頻率年 T=100 之 24 小時累積總雨量 604mm，其尖峰降雨量為 74.66mm；當頻率年 T=200 之 24 小時累積總雨量 665mm，其尖峰降雨量為 79.73mm。

表 4-18 大漢溪流域-極端值一型分佈之頻率年百分比排序

大漢溪流域		頻率年		
百分比	設計雨型	50 年	100 年	200 年
12.36	0.90	4.86	5.41	5.78
10.10	1.41	7.63	8.49	9.07
8.68	1.91	10.34	11.51	12.29
8.03	2.39	12.97	14.43	15.41
6.94	2.75	14.93	16.61	17.73
6.31	3.43	18.61	20.70	22.10
5.53	4.20	22.83	25.39	27.11

以暴雨設計方法分析大漢溪流域降雨特性

5.09	5.09	27.63	30.73	32.82
4.62	6.31	34.24	38.09	40.68
4.20	8.03	43.62	48.52	51.81
3.77	10.10	54.85	61.01	65.15
3.43	12.36	67.12	74.66	79.73
3.18	8.68	47.14	52.44	56.00
2.75	6.94	37.70	41.94	44.78
2.62	5.53	30.01	33.38	35.65
2.39	4.62	25.09	27.91	29.81
2.12	3.77	20.46	22.76	24.31
1.91	3.18	17.25	19.19	20.49
1.60	2.62	14.20	15.80	16.87
1.41	2.12	11.52	12.81	13.68
1.09	1.60	8.68	9.66	10.31
0.90	1.09	5.91	6.58	7.03
0.64	0.64	3.47	3.86	4.12
0.35	0.35	1.92	2.13	2.28

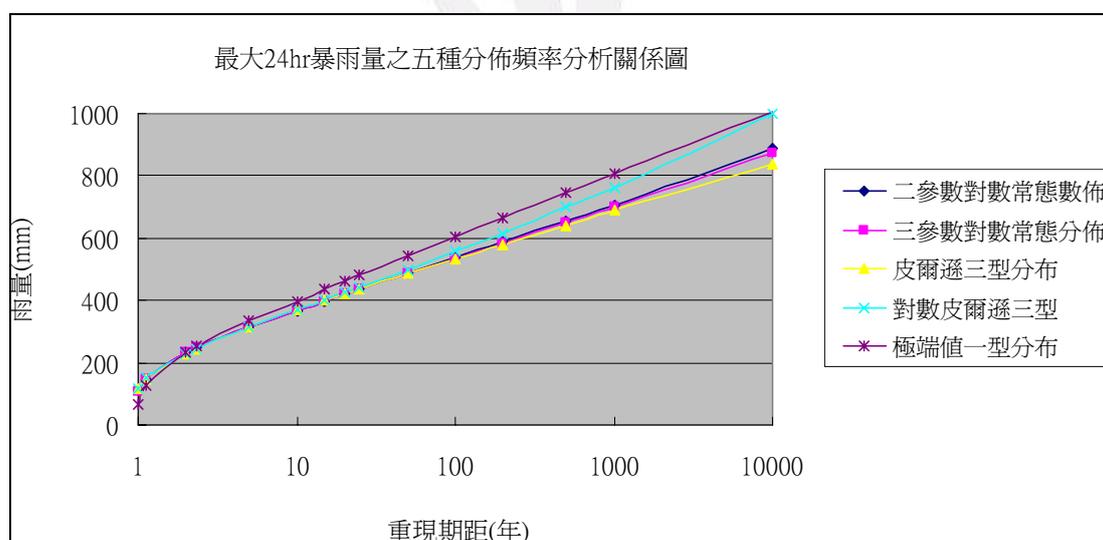


圖 4-19 大漢溪流域最大 24hr 暴雨量之五種分佈頻率分析關係圖

以暴雨設計方法分析大漢溪流域降雨特性

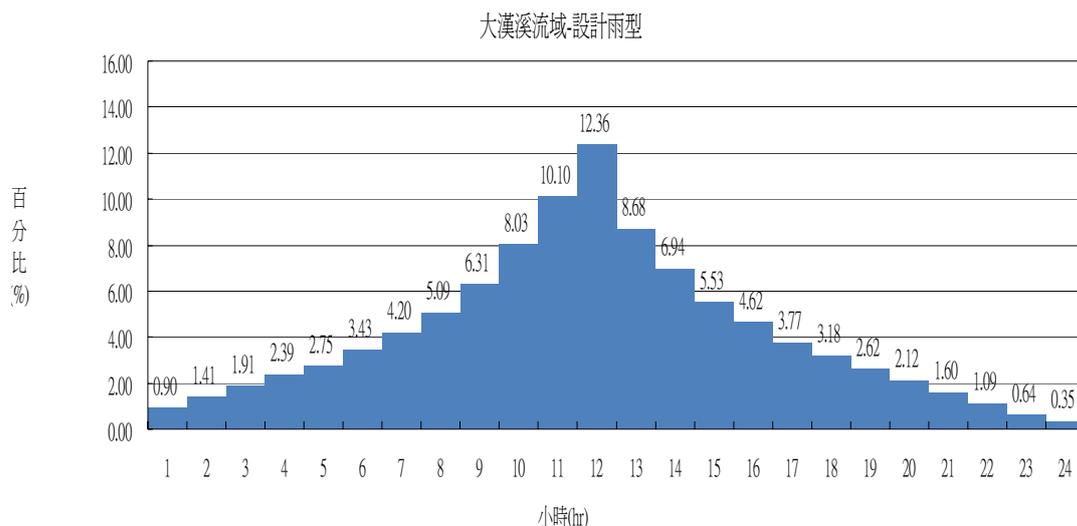


圖 4-20 大漢溪流域之雨型設計百分比圖

表 4-19 徐昇氏之雨量站各頻率年的累積總雨量及尖峰降雨量

徐昇氏之雨量站 頻率年	極端值一型 累積總雨量	尖峰降雨量
T=50	543	67.12
T=100	604	74.66
T=200	665	79.73

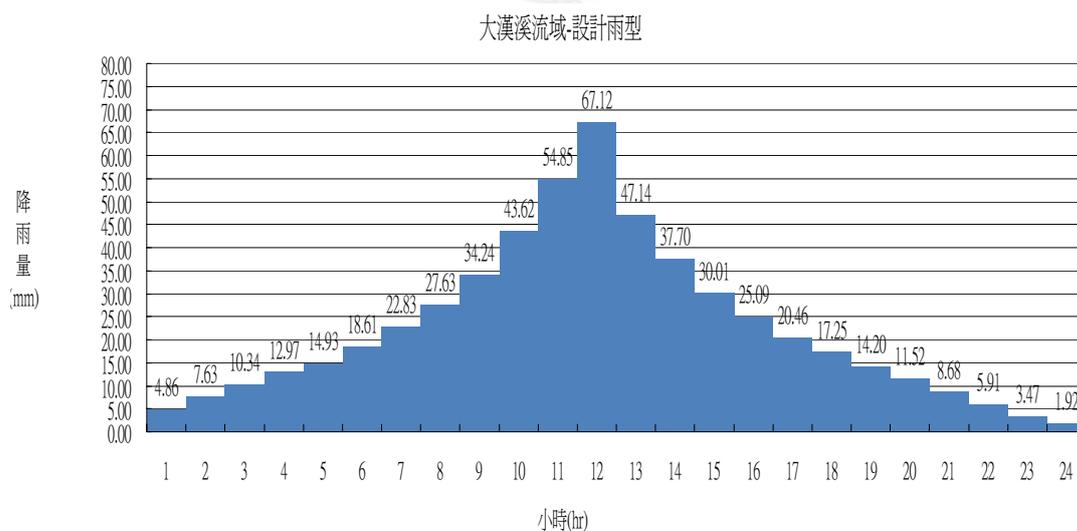


圖 4-21 大漢溪流域 T=50 年之極端值一型雨型設計圖

以暴雨設計方法分析大漢溪流域降雨特性

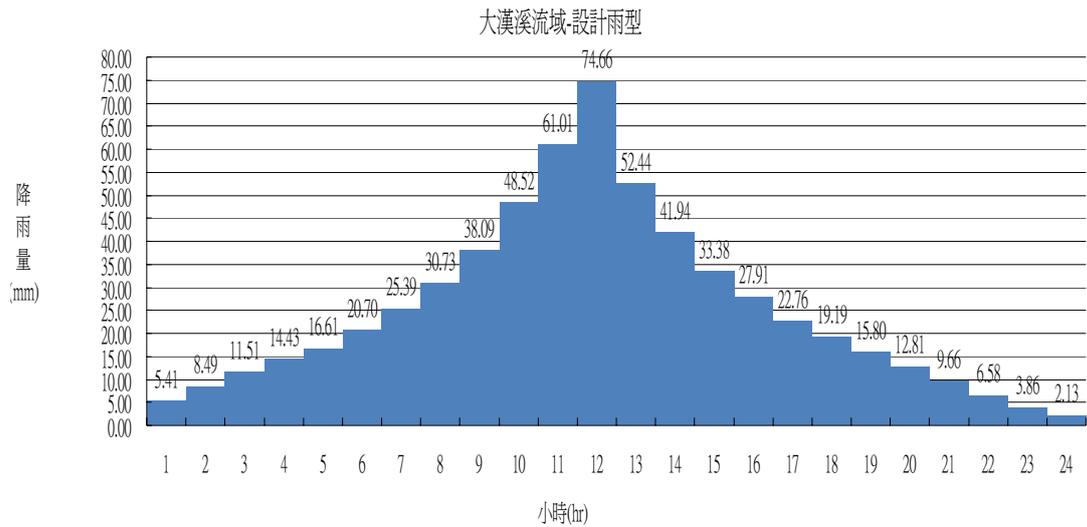


圖 4-22 大漢溪流域 T=100 年之極端值一型雨型設計圖

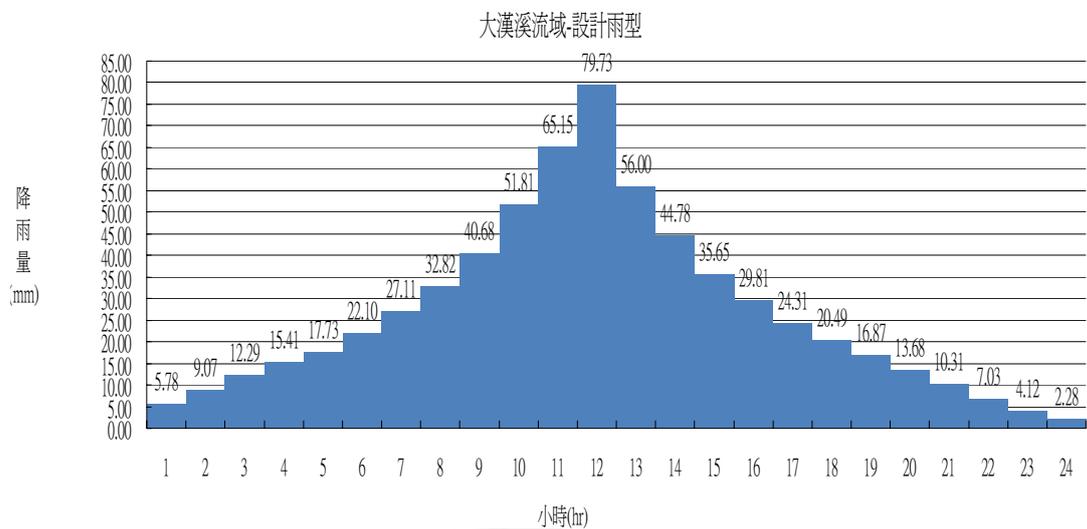


圖 4-23 大漢溪流域 T=200 年之極端值一型雨型設計圖

第五章 結論與建議

1. 當雨量站個別分析，結果是石門(3) 以極端值一型為本報告中大漢溪流域最佳分佈；三峽以二參數對數常態及三參數對數常態為本報告中大漢溪流域最佳分佈；大豹以三參數對數常態為本報告中大漢溪流域最佳分佈。

2. 當雨量站經由徐昇氏法進行分析，結果是以極端值一型為本報告中

以暴雨設計方法分析大漢河流域降雨特性

大漢河流域最佳分佈。

- 3.本報告將個別分析的雨量站和徐昇氏法進行分析的雨量站兩者進行比對分析，結果發現後者較為準確，因徐昇氏法考慮空間變異，所以結果會比單站分析來得準確。
- 4.設計雨型百分比圖求得在各頻率年之暴雨量雨型設計圖，可結合類神經網路模式推估尖峰流量，已達治水及建立防災機制。
- 5.未來可增加 48 小時最大暴雨進行頻率分析設計暴雨，而在密合度檢定上亦可增加卡方檢定，以增加其準確度。



參考文獻

- 1.經濟部水資源局，水文設計應用手冊(1997)。
- 2.段至懷，「倒傳遞類神經網路小區域颱風降雨預報-前饋式與遞迴式之比較」，碩士論文，逢甲大學水利工程研究所(2004)。
- 3.石棟鑫，「台灣地區颱風雨降雨型態之分析研究」，碩士論文，國立中央大學土木工程研究所(2001)。
- 4.王如意，「台灣集水區暴雨與乾旱頻率分析之研究」，台灣水利，第

以暴雨設計方法分析大漢河流域降雨特性

20 卷第 4 期， pp.47-60(1972)。

- 5.王如意，「應用統計之極端值理論分析台灣集水區水文頻率之研究」，台灣水利第二十一卷第三期，民國 62 年。
- 6.朱憲政、劉明哲，「降雨頻率之選擇與逕流量」，下水道工程實務研討會論文集，台大環工所，民國 72 年 6 月。
- 7.葉弘德與韓洪元，「台北市暴雨雨型之研究」，台灣水利第三十八卷第三期，民國 79 年。
- 8.王為銘與劉定洲，「桃園地區最大雨量之頻率分析研究」，私立中原大學土木工程研究所碩士論文，王為銘指導，民國 81 年。
- 9.王如意、易任「應用水文學（上、下）」，1986。
- 10.王為銘與賴信達，「台北市短延時與長延時降雨預測方法之研究」，中原大學土木工程研究所碩士論文，王為銘指導，民國 83 年。
- 11.余濬「降雨設計雨型之研究」，1988，台灣大學土木工程研究所碩士論文。
- 12.林國峰、張守陽等「台灣地區雨型之初步研究」，1991，台大水工試驗所研究報告第一百一十八號。
- 13.林國峰、張守陽等「台灣地區雨型之研究（一）」，1992，台大水工試驗所研究報告第一百四十四號。
- 14.林國峰、張守陽等「台灣地區雨型之研究（二）」，1993，台大水工試驗所研究報告第一百六十三號。
- 15.林國峰、張守陽等「台灣地區雨型之研究（三）」，1994，台大水工試驗所研究報告第一百九十三號。

以暴雨設計方法分析大漢河流域降雨特性

16.楊錦釧、葉克家、湯有光等「台灣暴雨雨型之認證」，1996，台電工程月刊第579期。

17.游保杉，「長延時設計雨量之決定」，土木水利第三卷第三期，民國80年。

