

應用電子計算機研討水庫蓄水與 溢洪道瀉洪之關係

A Study on the Water Storage and Discharge of Spillway with Computer

逢甲工商學院講師兼電子計算機中心行政組組長

何 乃 白

Nelson N. P. HO

Abstract

In recent years, hydraulic engineers and hydrologist have given a great deal of attention to the development of solving the complex hydraulic and hydrologic questions with computer. This paper has introduced an example based on the mathematical theory of least square in curve fitting to solve the problem of water storage and discharge of spillway with computer, and based on the ordinary try-error method respectively, for reference.

一、目的

以試算法 (Trial and error) 並藉助電子計算機研究水庫蓄水之效能，探討非溢流欄河壩 (Non-overflow Dam) 附設溢洪道瀉洪之情形。

二、資料

如有一河溪因暴雨發生洪水，共歷時 3 日餘，洪水流量 (如表一) 於 4 月 24 日上午 9 時，庫中水位與溢洪道之頂部齊平，溢洪道長 20 呎，溢流量

表一：洪水流量資料表

日 期			時間	流 量 (c.f.s.)	日 期			時間	流 量 (c.f.s.)	日 期			時間	流 量 (c.f.s.)
年	月	日			年	月	日			年	月	日		
64	4	24	上午 9 時	60	64	4	25	正午 12 時	670	64	4	26	正午 12 時	270
64	4	24	正午 12 時	420	64	4	25	下午 12 時	470	64	4	26	下午 12 時	170
64	4	24	下午 5 時	1220										
64	4	24	午夜 12 時	920										

$Q=3.4 \text{ LH}^{3/2}$ ，此時庫中之水面積為 1000 英畝，
茲後水位每昇高 1 呎，庫中水面積增加 30 英畝，灌
溉引用量為 20 c. f. s.

三、作業步驟

(一) 試算法人工作業步驟

(1) 計算入庫蓄水量及累積蓄水量：

製表計算洪水時期每一時間之流量 (c. f. s.)，
每一時間之入庫蓄水量英畝一呎 (Acre-ft) 及累積
蓄水量 (Mass acre-ft) 如表二

表二：溢頂上部蓄水量表

時 間	溢 流 取 水 c. f. s.	入 庫 洪 水 量 c. f. s.	入 庫 蓄 水 量 Ac-ft	累 積 蓄 水 量 Ac-ft
64年4月24日上午9時	20	40	0	0
64年4月24日正午12時	20	400	55 (註 2)	55 (註 3)
64年4月24日下午5時	20	1200	333 (註 2)	388 (註 3)
64年4月24日午夜12時	20	900	613	1001
64年4月25日正午12時	20	650	775	1776
64年4月25日午夜12時	20	450	550	2326
64年4月26日正午12時	20	250	350	2676
64年4月26日午夜12時	20	150	200	2876
64年4月27日正午12時	20	100	125	3001

(註 1) 單位換算 $1 \text{ cfs} - \text{day} = 1.983 \text{ Acre-ft} \approx 2 \text{ Acre-ft}$ (噸一呎)

(註 2) 在洪水時期某一段時間內入庫蓄水量之求法：

$$\left(\frac{40+400}{2} \right) \times \frac{3}{24} \times 2 = 55 \text{ Ac-ft}$$

$$\left(\frac{400+1200}{2} \right) \times \frac{5}{24} \times 2 = 333 \text{ Ac-ft}$$

(註 3) 累積蓄水量之求法：

$$0+55=55 \text{ Ac-ft}$$

$$55+333=388 \text{ Ac-ft}$$

(2) 計算溢流量及蓄水量：

製表計算各種不同溢流水頭之相當溢流量，庫中水面積及蓄水量。

表三：溢流水頭及溢流量計算表

溢流水頭 呎 (ft)	庫中水面積 畝 (Acres)	蓄 水 量 (溢頭以上) Ac-ft	溢流量 c. f. s.
0.0	1000	0	0.0
0.5	1015	504 (註 5)	24.0
1.0	1030	1015 (註 5)	68.0
1.5	1045	1534	124.0
2.0	1060	2060	192.3
2.5	1075	2594	268.6
3.0	1090	3135	353.3

(註 4) $Q = CLH^{3/2} = 3.4 \times 20 \times H^{3/2} = 68H^{3/2}$左

式為溢流量，溢洪道寬及溢流水頭之關係。

(Q：溢流量；L：溢洪道寬；H：溢流水頭；C：係數)。

(註 5) 某溢流水頭相對應之蓄水量計算：

$$\left(\frac{1000+1015}{2} \right) \times 0.5 = 504$$

$$\left(\frac{1000+1030}{2} \right) \times 1.0 = 1015$$

(3) 繪製入庫蓄水量累積曲線；蓄水量與溢流量之相關曲線(如圖一)。

(a) 以表三中末二行之數據繪「溢流量—蓄水量」曲線如圖一中之 EF。

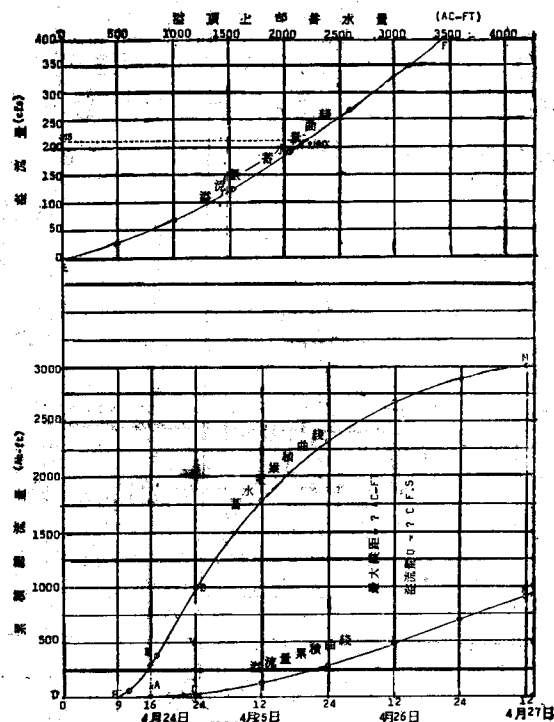
(b) 由表二中之資料以時間為橫座標，以累積總流量為縱座標繪「時間——累積流量」曲線如圖一中之 PM。

(4) 以試算法求出溢流量累積曲線：

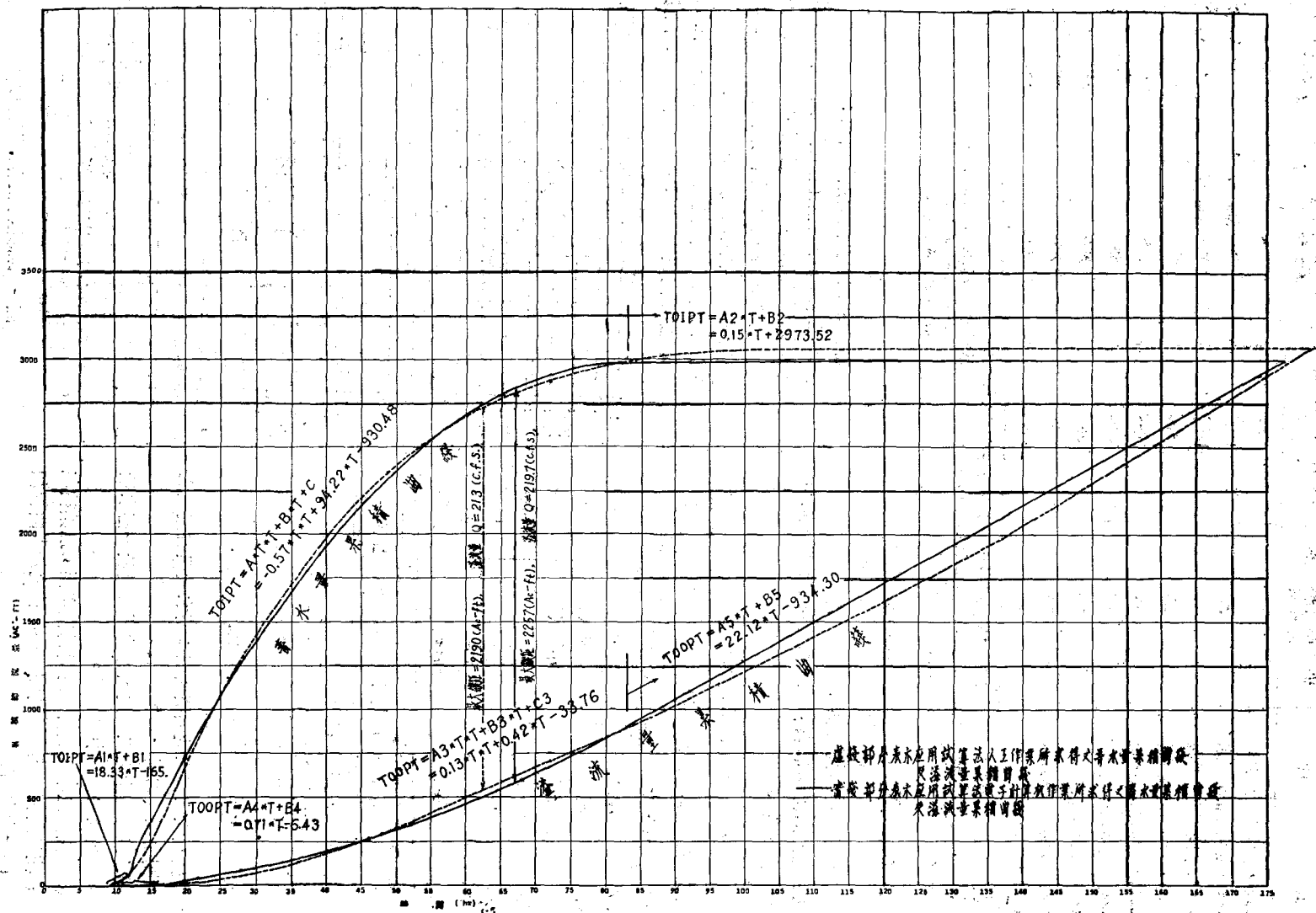
以試算法求出溢流量累積曲線如圖一中之 PN。

(a) 在洪水開始發生之短暫時期內，如4月24日下午4時，假定溢流累積量為100 Ac-ft 其在圖一中之位置如 A 點所示。

(b) 求所定 A 點之位置是否正確，實測 AB 兩點間之縱距=210 Ac-ft 復於 EF 曲線上



圖一 水庫溢水道容量計算圖譜



圖二 計算結果比較圖

查得蓄水量為 210Ac-ft 之溢流量為 8 c. f. s. 因上午 9 時之溢流量為 0, 兩者之平均值 = 4 c. f. s. 故自上午 9 時至下午 4 時, 7 小時間之溢流果積量應為 $2\frac{1}{2}$ Ac-ft.

(c) 由第一次之假定溢流量為 100Ac-ft 未免過大, 而最後算出之 $2\frac{1}{2}$ Ac-ft. 又未免過小, 故可判斷正確之數值應介於上二數之間, 而與 $2\frac{1}{2}$ 接近。

(d) 次乃假定溢流量為 4 Ac-ft, 結果認為滿意, 故將此點據與上午 9 時溢流量為 0 時之點據相連, 乃繪出溢流量果積曲線之前一段。

(e) 繼如上法一一試算求得各時間之溢流果積值, 如表四。

(f) PN 曲線中之第三點所取時間為 4 月 24 日午夜 12 時, 因該曲線之前一段已經繪出, 故可依該線延長線之方向, 假定該時間內之相當溢流量差誤當不致過多也, 設 24 日午夜 12 時果積溢流量所在之位置為 C, 量 CD 間之垂距約相當於 960 Ac-ft 之蓄水量, 更由 EF 曲線查得溢流量 = 62 c. f. s. 因 24 日下午 4 時之溢流量 = 11 c. f. s. 故此 8 小時間之平均溢流量 = 36.5 c. f. s. 或 24Ac-ft. 而 24 日午夜 12 時之果積流量 = 27Ac-ft。

(g) 依同法將溢流量果積曲線任意延長, 以應需要, 其結果如圖二虛線所繪製者。

表四：累 積 溢 流 量 試 算 表

時 間	假定累積溢流量 Ac-ft	蓄 水 量 Ac-ft	溢 流 量 c. f. s.	總 溢 流 量 Ac-ft	累積總溢流量 Ac-ft
64年 4 月 24 日上午 9 時	(0)(註6)	0	0	0	0
64年 4 月 24 日下午 4 時	(4)	306	11	3	3
64年 4 月 24 日午夜 12 時	(40)	960	62	24	27
64年 4 月 25 日正午 12 時	(120)	1655	137	100	127
64年 4 月 25 日午夜 12 時	(280)	2045	191	164	291
64年 4 月 26 日正午 12 時	(460)	2215	215	203	494
64年 4 月 26 日午夜 12 時	(700)	2175	209	212	706
64年 4 月 27 日正午 12 時	(900)	2100	200	205	911

註 6：表四中第二行（即括號內）數字為假設值，其他各行均為計算所求值。

(5) 解答問題：（依圖一及圖二所求曲線）

根據所繪三曲線解答下列諸問題：

(a) 溢頂上部最大蓄水量為若干？

溢頂上部最大蓄水量為 2190 Ac-ft.

(b) 最大溢流量及溢流水頭之最高值為若干？

最大溢流量為 213 c. f. s.

溢流水頭之最高值為 $Q = 68H^{3/2}$ $Q = 213$

$$\therefore H = \left(\frac{213}{68}\right)^{2/3} = 2.13 \text{ ft}$$

(c) 庫中水位之增高終於何時？

庫中水位增高終於 4 月 26 日下午 2 時 30 分。

(d) 第三日正午 12 時，庫中尚蓄水若干？水頭 H 為若干？

第三日（4 月 26 日）正午 12 時，庫中尚蓄水 2185 Ac-ft

$$\text{水頭 } H = \left(\frac{210}{68}\right)^{2/3} = 2.12 \text{ ft}$$

(e) 水庫儲留之洪水於何時始能瀉盡？試估計之。於 4 月 27 日中午 12 時後 97 小時瀉盡，即 4 月 31 日下午 1 時流完。（以累計時數表之為 181 時）。

(二) 試算法應用電子計算機之作業步驟

(1) 增加時間累計資料：

為適用電子計算機作業所需，應將原表一之資料多加一時間累計欄而成表五。

表五：洪 水 流 量 資 料 表

日 期	時 間	流 量	時 間	日 期	時 間	流 量	時 間	日 期	時 間	流 量	時 間	日 期	時 間	流 量	時 間
月 日		(c.f.s.)	累計	月 日		(c.f.s.)	累計	月 日		(c.f.s.)	累計	月 日		(c.f.s.)	累計
4 24	上午 9 時	0	9	4 25	正午 12 時	670	36	4 26	正午 12 時	270	60	4 27	正午 12 時	120	84
4 24	正午 12 時	420	12	4 25	午夜 1 時	470	48	4 26	午夜 12 時	170	72				
4 24	下午 5 時	1220	17												
4 24	午夜 12 時	920	24												

(2) 導出蓄水量與溢流量之關係式：

為電子計算機作業方便，可將原（表三）消去，而直接應用公式導出蓄水量與溢流量之關係如下：

$$Q = 3.4 \times L \times H^{3/2} = 68H^{3/2} \dots\dots(1) \text{ (左式 } L=20 \text{ 呎)}$$

$$V = \frac{1000 + 1000 + 30H}{2} \times H \dots\dots(2)$$

由(1)(2)兩式消去 H 即可得溢流量 Q 與蓄水量 V 之關係式

$$Q = 68 \times \left(\frac{-1000 + \sqrt{1000^2 + 4 \times 15 \times V}}{30} \right)^{2/3}$$

(3) 應用最小二乘法導出入庫蓄水量之曲線方程式：

(a) 最小二乘法之數學理論：

在數學上，最小二乘法，乃平面上各已知點之值與假設方程式所求諸點之值間之偏差平方和為最小值時，所求得之方程式，即代表通過該等已知點之最佳方程式。今設有 n 個已知點，其座標分別為 (x_1, y_1) , $(x_2, y_2) \dots\dots (x_n, y_n)$ ，將其標明於方格上，並將

$$S = \sum_{i=1}^n (Y_i - y_i)^2 \text{ 為最小值}$$

$$S = \sum_{i=1}^n (Y_i - y_i)^2 = \sum_{i=1}^n (K_m x_i^m + K_{m-1} x_i^{m-1} + \dots\dots + K_1 x_i + K_0 - y_i)^2 = \text{Min.}$$

若 S 為最小值，則分別對 $K_m, K_{m-1} \dots\dots K_0$ ，取偏微分應等於 0。

$$\frac{\partial S}{\partial K_m} = \sum_{i=1}^n 2 x_i^m (K_m x_i^m + K_{m-1} x_i^{m-1} + \dots\dots + K_1 x_i + K_0 - y_i) = 0$$

$$\frac{\partial S}{\partial K_{m-1}} = \sum_{i=1}^n 2 x_i^{m-1} (K_m x_i^m + K_{m-1} x_i^{m-1} + \dots\dots + K_1 x_i + K_0 - y_i) = 0$$

$$\dots\dots\dots$$

$$\frac{\partial S}{\partial K_1} = \sum_{i=1}^n 2 x_i (K_m x_i^m + K_{m-1} x_i^{m-1} + \dots\dots + K_1 x_i + K_0 - y_i) = 0$$

$$\frac{\partial S}{\partial K_0} = \sum_{i=1}^n 2 (K_m x_i^m + K_{m-1} x_i^{m-1} + \dots\dots + K_1 x_i + K_0 - y_i) = 0$$

上列諸偏微分式可簡化如下：

$$K_m \sum_{i=1}^n x_i^{m+m} + K_{m-1} \sum_{i=1}^n x_i^{m+m-1} + \dots\dots + K_1 \sum_{i=1}^n x_i^{m+1} + K_0 \sum_{i=1}^n x_i^m - \sum_{i=1}^n x_i^m y_i = 0$$

$$K_m \sum_{i=1}^n x_i^{m+m-1} + K_{m-1} \sum_{i=1}^n x_i^{m+m-2} + \dots\dots + K_1 \sum_{i=1}^n x_i^m + K_0 \sum_{i=1}^n x_i^{m-1} - \sum_{i=1}^n x_i^{m-1} y_i = 0$$

$$\dots\dots\dots$$

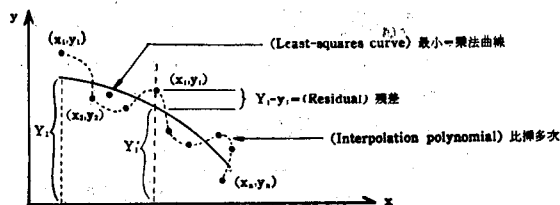
$$K_m \sum_{i=1}^n x_i^{m+1} + K_{m-1} \sum_{i=1}^n x_i^m + \dots\dots + K_1 \sum_{i=1}^n x_i^2 + K_0 \sum_{i=1}^n x_i - \sum_{i=1}^n x_i y_i = 0$$

$$K_m \sum_{i=1}^n x_i + K_{m-1} \sum_{i=1}^n x_i^{m-1} + \dots\dots + K_1 \sum_{i=1}^n x_i + K_0 n - \sum_{i=1}^n y_i = 0$$

今以矩陣方式表示為

$$[A] [K] = [B]$$

其中



諸點以虛線聯接而成一不規則之變化曲線，因無理論依據，無法證明該所得虛線即為通過已知 n 點之最佳曲線；然而吾人可依最小二乘法之數學理論為依據，求得一代表通過已知 n 點之最佳曲線，如上圖中之實線所示者；設通過已知 n 點 (x_1, y_1) , (x_2, y_2) , $\dots\dots (x_n, y_n)$ 之假設方程式。

$$Y = K_m x^m + K_{m-1} x^{m-1} + \dots\dots + K_1 x + K_0$$

為二元 m 次方程式。

欲得最佳曲線方程式，必須滿足下列條件式：

$$[A] = \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^n x_i^{2m} & \sum_{i=1}^n x_i^{2m-1} & \dots & \sum_{i=1}^n x_i^{m+1} & \sum_{i=1}^n x_i^m \\ \sum_{i=1}^n x_i^{2m-1} & \sum_{i=1}^n x_i^{2m-2} & \dots & \sum_{i=1}^n x_i^m & \sum_{i=1}^n x_i^{m-1} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \sum_{i=1}^n x_i^{m+1} & \sum_{i=1}^n x_i^m & \dots & \sum_{i=1}^n x_i^2 & \sum_{i=1}^n x_i \\ \sum_{i=1}^n x_i^m & \sum_{i=1}^n x_i^{m-1} & \dots & \sum_{i=1}^n x_i & n \end{pmatrix} \quad \text{爲一對稱矩陣}$$

而

$$[K] = \begin{pmatrix} K_m \\ K_{m-1} \\ \vdots \\ K_1 \\ K_0 \end{pmatrix}$$

$$[B] = \begin{pmatrix} \sum_{i=1}^n x_i^m y_i \\ \sum_{i=1}^n x_i^{m-1} y_i \\ \vdots \\ \sum_{i=1}^n x_i y_i \\ \sum_{i=1}^n y_i \end{pmatrix}$$

由 $[A][K]=[B]$ 可解得矩陣 K ，因而原假設方程式中之諸係數 $K_m, K_{m-1}, \dots, K_1, K_0$ 即可決定，再以所決定各係數值代入原假設方程式即得代表通過已知 n 點之最佳曲線方程式。

以上簡述即爲以最小二乘法之數學理論求得代表通過已知 n 點 $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ 之最佳方程式導來。

(b) 最小二乘法之實際應用：

設 $T_1, T_2, \dots, T_1, \dots, T_9$ 爲分別代表每個不同時間。

$O_1, O_2, \dots, O_1, \dots, O_9$ 爲上式時間中所測得入庫洪水流量。

由上測得之數據，代入下面 (A) 式即可分別算出在時間 $T_1 \sim T_2, T_2 \sim T_3, \dots, T_8 \sim T_9$ ，中所對應之洪水蓄水量並分別以 $Q_2', Q_3', \dots, Q_9'$ 表示。

$$Q_i' = \frac{O_i + O_{i-1}}{2} \times \frac{T_i - T_{i-1}}{24} \times 2 \dots (A) \quad [i=2 \sim 9]$$

(註 7) 當 $i=1$ 時， $Q_1' = Q_1' = 0$ 不須由 (A) 式計算。

再將所得每段時間之洪水蓄水量 $Q_2', Q_3', \dots, Q_9'$ 分別以下列方式計算出累積蓄水量 $Q_1, Q_2, \dots, Q_1, \dots, Q_9$ 。

$$\left. \begin{aligned} Q_1 &= Q_1' = 0 \\ Q_2 &= Q_2' + Q_1 \\ Q_3 &= Q_3' + Q_2 \\ &\dots \dots \dots \\ &\dots \dots \dots \\ Q_1 &= Q_1' + Q_{1-1} \\ &\dots \dots \dots \\ Q_9 &= Q_9' + Q_8 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (B)$$

上式中之 Q_1 即表示在時間 T_1 時所測得之入庫累積洪水量。並分別將上式所得之 9 點座標 $(T_1, Q_1), (T_2, Q_2), \dots, (T_9, Q_9)$ 以縱座標表洪水蓄水量，橫座標表時間，標明於方格紙上。今設通過該 9 點座標 $(T_1, Q_1), (T_2, Q_2), \dots, (T_9, Q_9)$ 必有一最佳曲線，其方程式爲 $q = AT^2 + BT + C$ (q 爲計算累積蓄水量， A, B, C 三者爲係數)。理論上，在時間 T_1 時所測得之累積蓄水量 Q_1 值與由方程式所求得之累積蓄水量 q_1 值應相等；即 $Q_1 = q_1, Q_2 = q_2, \dots, Q_1 = q_1, \dots, Q_9 = q_9$ 。但事實上，(B) 式中所得之累積蓄水量 Q_1 與由假設方程式 $q = AT^2 + BT + C$ 所得之 q_1 值兩者間必有偏差存在，故需以最小二乘法之數學理

論為依據，以 Q_i 與 q_i 兩者間偏差之平方和為最小，決定原假設之方程式 $q = AT^2 + BT + C$ 中最適宜之 A, B, C 三係數值。進而可獲得最具代表性之累積蓄水量方程式。

今設 $q_1 - Q_1, q_2 - Q_2, \dots, q_i - Q_i, \dots, q_9 - Q_9$ 之偏差值分別以 $S_1, S_2, \dots, S_i, \dots, S_9$ 表示之。

則可得方程式如下：

$$AT_1^2 + BT_1 + C - Q_1 = S_1$$

$$AT_2^2 + BT_2 + C - Q_2 = S_2$$

$$\dots\dots\dots$$

$$\dots\dots\dots$$

$$AT_i^2 + BT_i + C - Q_i = S_i$$

$$\dots\dots\dots$$

$$\dots\dots\dots$$

$$AT_9^2 + BT_9 + C - Q_9 = S_9$$

但依最小二乘法原理，欲求得最適宜之 A, B, C 三係數值，需令 q_i 與 Q_i 兩者間諸偏差值之平方和為最小時始可產生，故

$$\begin{aligned} [S^2] &= (AT_1^2 + BT_1 + C - Q_1)^2 + \\ &\dots\dots + (AT_2^2 + BT_2 + C - Q_2)^2 + \dots\dots\dots \\ &\dots\dots + (AT_i^2 + BT_i + C - Q_i)^2 + \dots\dots\dots \\ &\dots\dots + (AT_9^2 + BT_9 + C - Q_9)^2 = \text{Min} \dots (C) \end{aligned}$$

將 (C) 式分別對 A, B, C 取偏微分，可得微分方程式如下：

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial [S^2]}{\partial A} &= \sum_{i=1}^9 2 T_i^2 (AT_i^2 + BT_i + C - Q_i) = 0 \\ \frac{\partial [S^2]}{\partial B} &= \sum_{i=1}^9 2 T_i (AT_i^2 + BT_i + C - Q_i) = 0 \\ \frac{\partial [S^2]}{\partial C} &= \sum_{i=1}^9 2 (AT_i^2 + BT_i + C - Q_i) = 0 \end{aligned} \right\}$$

(註 8) 假設有 9 點資料。

並簡化如下：

$$A \sum_{i=1}^9 T_i^4 + B \sum_{i=1}^9 T_i^3 + C \sum_{i=1}^9 T_i - \sum_{i=1}^9 T_i^2 Q_i = 0$$

$$A \sum_{i=1}^9 T_i^3 + B \sum_{i=1}^9 T_i^2 + C \sum_{i=1}^9 T_i - \sum_{i=1}^9 T_i Q_i = 0$$

$$A \sum_{i=1}^9 T_i^2 + B \sum_{i=1}^9 T_i + 9C - \sum_{i=1}^9 Q_i = 0$$

今以矩陣方式表示為

$$[C][K] = [D]$$

其中

$$[C] = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^9 T_i^4 & \sum_{i=1}^9 T_i^3 & \sum_{i=1}^9 T_i^2 \\ \sum_{i=1}^9 T_i^3 & \sum_{i=1}^9 T_i^2 & \sum_{i=1}^9 T_i \\ \sum_{i=1}^9 T_i^2 & \sum_{i=1}^9 T_i & 9C \end{bmatrix} \quad \text{為一對稱矩陣}$$

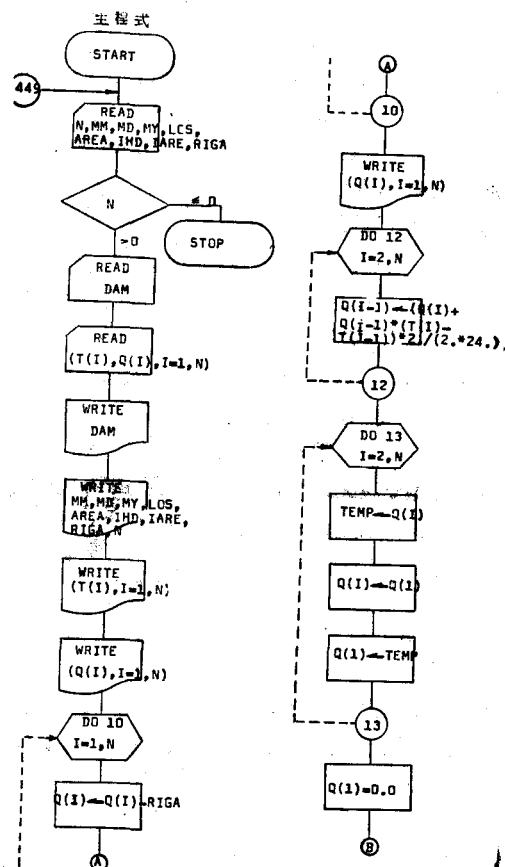
而

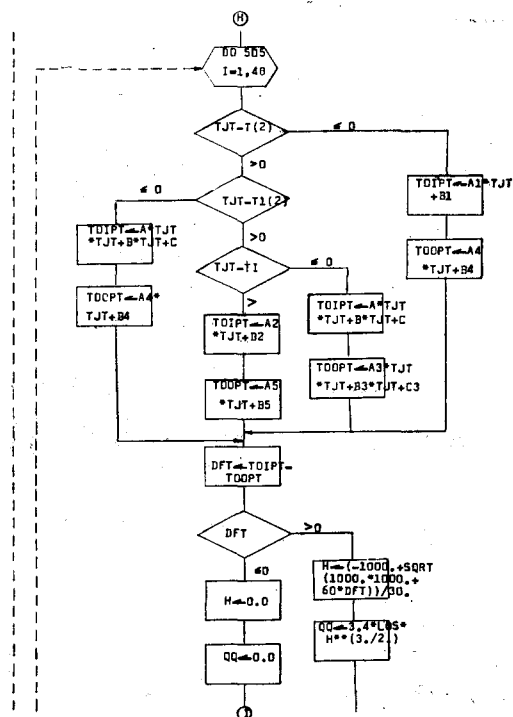
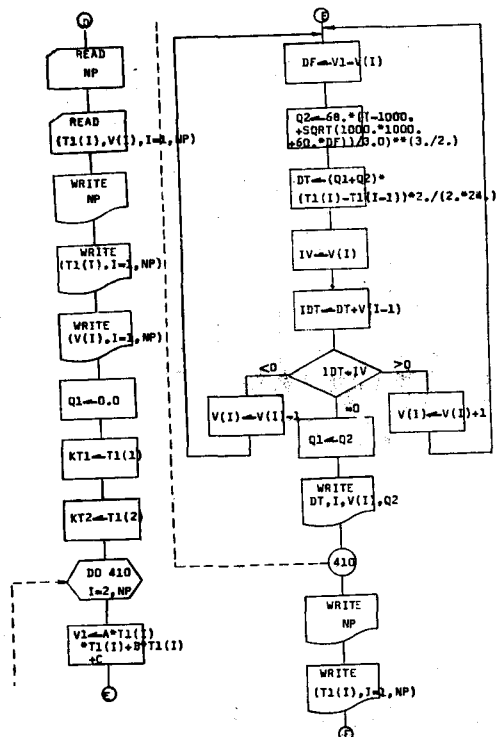
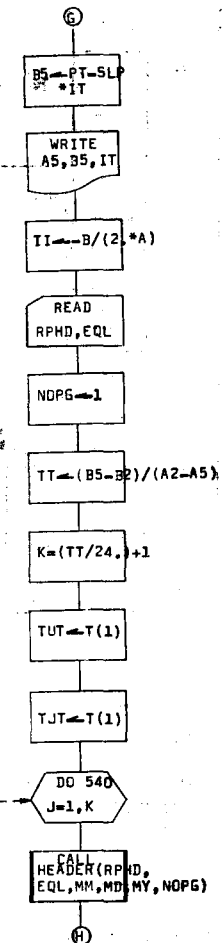
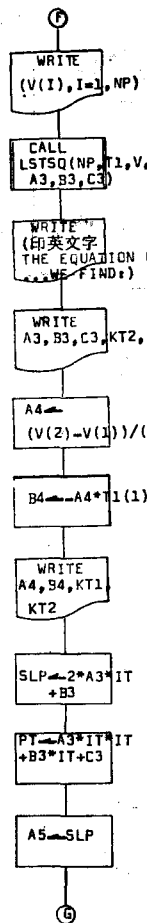
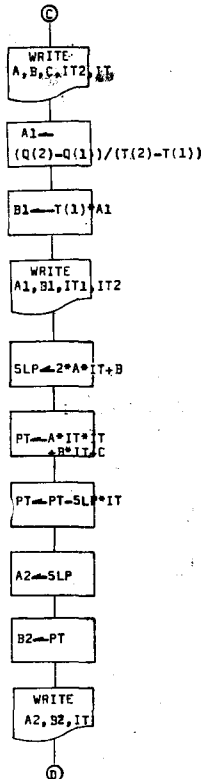
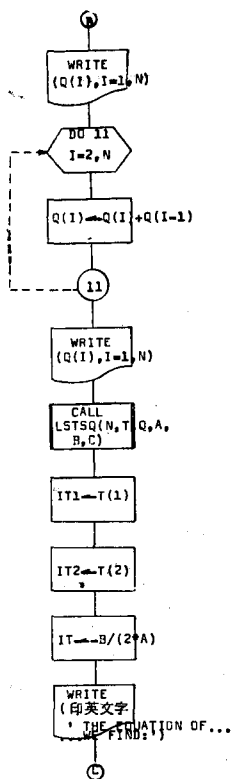
$$[K] = \begin{bmatrix} A \\ B \\ C \end{bmatrix} \quad [D] = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^9 T_i^2 Q_i \\ \sum_{i=1}^9 T_i Q_i \\ \sum_{i=1}^9 Q_i \end{bmatrix}$$

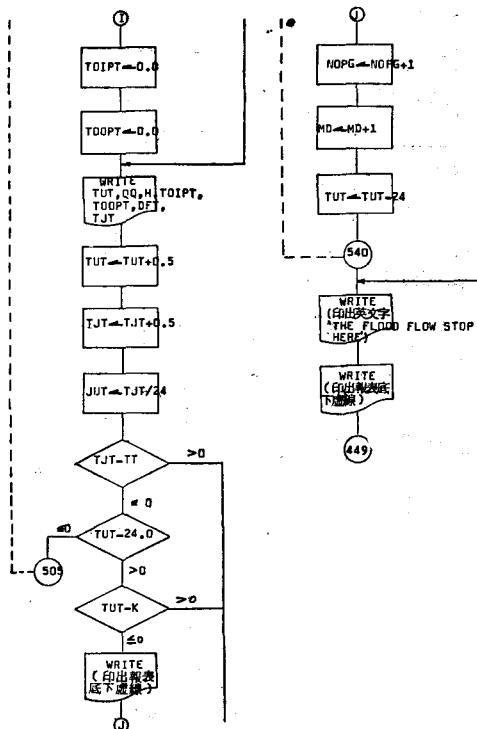
解得矩陣 K ，因而方程式中 A, B, C 三係數可決定，再將 A, B, C 之值代入原方程式即可求得一最具代表性之累積蓄水量方程式 $q = AT^2 + BT + C$ ；同理最佳果積溢流量方程式，係先由電子計算機以試算法方式決定某些點據（時間）之果積溢流量后，再依此理而得之。

(4) 電子計算機程式之設計（原始程式及資料之輸入順序兩項省略）

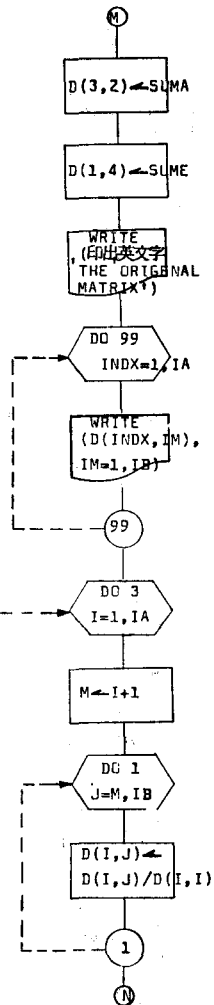
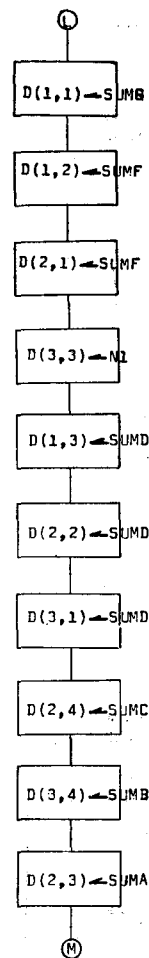
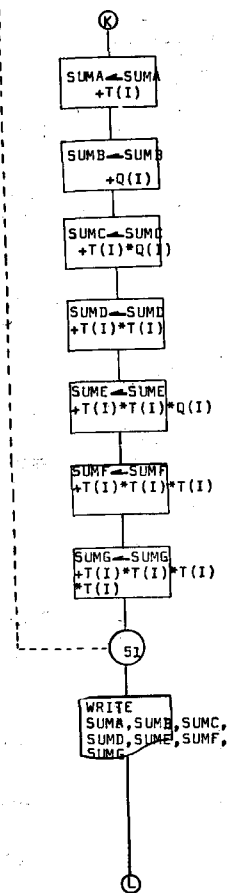
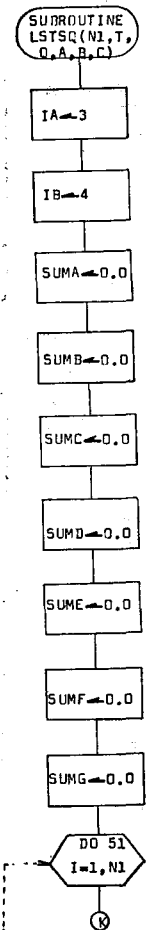
(a) 邏輯流程圖

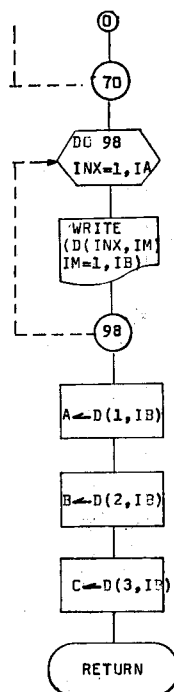
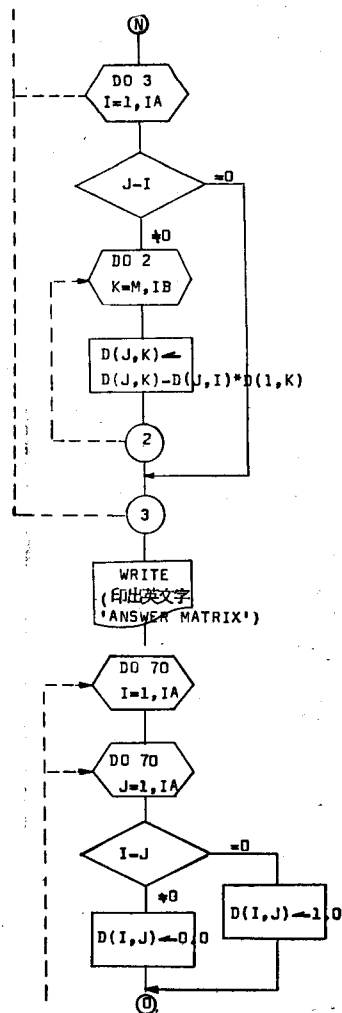






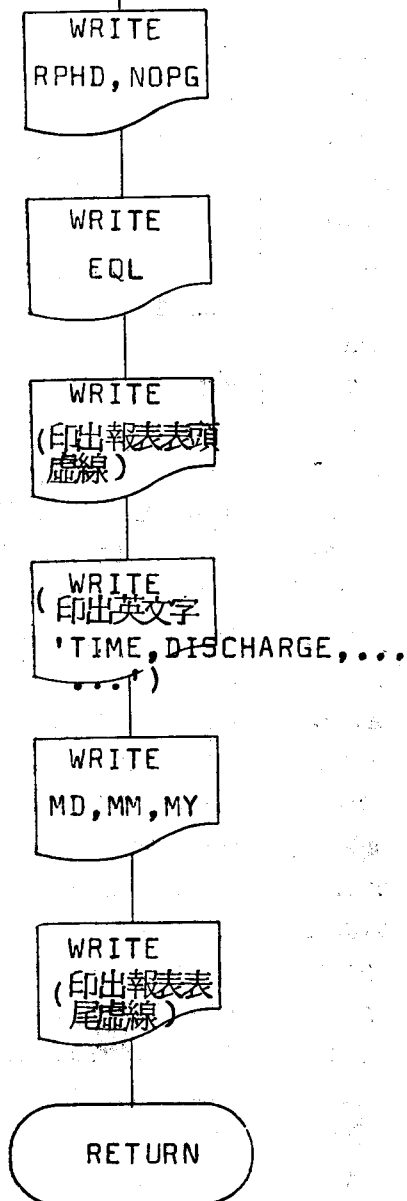
副程式 (一)





副程式 (二)

SUBROUTINE
HEADER(RPHD, EQL,
MM, MD, MY, NOPG)



(b) 主、副程式主要變數或數列名稱之說明

變數或數列名稱	說 明
N	點數 (入庫流重與時間資料點數)
MM	月
MD	日
MY	年
LOS	溢流道之寬度
AREA	水庫之水面積 (ft ²) (當庫中水位與溢洪道頂齊平時)
IHD	溢頂後庫中水位每次增加之高度 (ft)
IARE	溢頂後庫中水位每次增加時所對應增加之水面積
RIGA	灌溉流量
DAM	水庫名稱
T	時間
Q	水庫洪水流量 (cfs)
A, B, C,	累積蓄水量在時間 $T_1 \sim T_2$ 時之曲線方程式之三係數值
A1, B1	累積蓄水量在時間 $T_1 \sim T_2$ 時之直線方程式之二係數值
A2, B2	累積蓄水量曲線在時間 T_2 後以切線延伸之直線方程式之二係數值
NP	點數 (假設累積溢流量與時間之點數)
A3, B3, C3	累積蓄水量在時間 $T_1 \sim T_2$ 時之曲線方程式之三係數值
A4, B4	累積溢流量在時間 $T_1 \sim T_2$ 時之曲線方程式之二係數值
A5, B5	累積溢流量重曲線在時間 T_2 後以切線延伸之直線方程式之二係數值
RPHD	印報表表頭資料
EQL	報表表頭底下等號虛線
K	溢流量天數
TOIPL	洪水入庫累積量
TOOPL	洪水溢流累積量
TUT	用以控制每張報表印 48 行
TJT	用以控制是否超過水庫溢流量之累計時數
JUT	用以控制是否超過水庫溢流量之天數
H	水庫溢流水頭 (ft)
QQ	溢流量 (cfs)
V	假設溢流量 (cfs)
NOPG	報表頁數

(c) 輸出結束：

The flood flow of Yih-Ho Dam: (Source data as following)

- (1) Date: 4/24/75
- (2) The width of spillway $L=20$ ft; The equation of discharge $Q=3.4*L*H^{3/2}$
- (3) The area of resevior when it reach the top of spillway= 1000. acres; Then the head rise 1-ft each, the area increase 30 acs.
- (4) The irrigation discharge=20. cfs
- (5) Source data; Number of point=9

Time giving	=	9.	12.	17.	24.	36.	48.	60.	72.	84.	(洪水發生時間資料)
Input discharge	=	60.	420.	1220.	920.	670.	470.	270.	170.	120.	(所測之入庫洪水流量，即表一中之流量欄資料)
Input discharge	=	40.	400.	1200.	900.	650.	450.	250.	150.	100.	(上列資料減去灌溉取水，即表二中之入庫洪水量欄資料)
Input discharge	=	0.	55.	333.	613.	775.	550.	350.	200.	125.	(入庫蓄水量，即表二中第四行資料)
Input discharge	=	0.	55.	388.	1001.	1776.	2326.	2676.	2876.	3001.	(累積蓄水量，即表二中第五行資料)
		362.000	14098.333	826531.406	20530.000	54072016.188	1360394.000	97051618.000	(所求之矩陣元素)		

The original matrix

97051618.000	1360394.000	20530.000	54072016.188
1360394.000	20530.000	362.000	826531.406
20530.000	362.000	9.000	14098.333

Answer matrix

1.000	0.0	0.0	-0.567
0.0	1.000	0.0	94.218
0.0	0.0	1.000	-920.481

The equation of total input discharge we find:

TOIPT= $-0.57*T^2 + 94.22*T - 930.48$ $12 < T < 83$We use this equation

TOIPT= $18.33*T - 165.00$ $9 < T < 12$We use this equation

TOIPT= $0.15*T + 2973.52$ $83 < T$We use this equation

Source data:

Number of point= 8

Time=	9.	16.	24.	36.	48.	60.	72.	84.
Total discharge=	0.	1.	3.	5.	7.	10.	15.	20. (累積溢流量假設值)
DT= 5.48	V(2)=	5.00		Q2=	18.79			
DT= 27.54	V(3)=	32.00		Q2=	63.82			
DT= 98.18	V(4)=	130.00		Q2=	132.55			
DT= 158.27	V(5)=	288.00		Q2=	183.99			
DT= 197.65	V(6)=	485.00		Q2=	211.31			
DT= 212.78	V(7)=	697.00		Q2=	214.25			
DT= 204.94	V(8)=	901.00		Q2=	195.63			

Find answer:

Number of point= 8

Time=	9.	16.	24.	36.	48.	60.	72.	84.
Total discharge=	0.	5.	32.	130.	288.	485.	697.	901. (所求得之累積溢流量)
	349.000	2538.000	174320.000	20353.000	12568448.000	1357849.000	97012897.000	

The original matrix

97012897.000	1357849.000	20353.000	12568448.000
1357849.000	20353.000	349.000	174320.000
20353.000	349.000	8.000	2538.000

Answer matrix

1.000	0.0	0.0	0.131
0.0	1.000	0.0	0.423
0.0	0.0	1.000	-33.759

The equation of total output discharge we find:

TOOPT= $0.13 \cdot T \cdot T + 0.42 \cdot T + -33.76$ $16 < T < 83$ We use this equation
 TOOPT= $0.71 \cdot T + -6.43$ $9 < T < 16$ We use this equation
 TOOPT= $22.12 \cdot T + -934.30$ $83 < T$ We use this equation

The flood flow of Yih-Ho dam report

Time 24/ 4/75	Discharge (cfs)	Head (ft) above the top of spillway	Total-input discharge (Ac-ft)	Total-output discharge (Ac-ft)	Water storage (Ac-ft) above the top of spillway	Total time (hr)
9.0	0.0	0.0	0.	0.	0.	9.0
9.5	0.1	0.01	9.	0.	9.	9.5
10.0	0.2	0.02	18.	1.	18.	10.0
10.5	0.3	0.03	27.	1.	26.	10.5
11.0	0.4	0.04	37.	1.	35.	11.0
11.5	0.6	0.04	46.	2.	44.	11.5
12.0	0.8	0.05	55.	2.	53.	12.0
12.5	4.2	0.16	159.	3.	156.	12.5
13.0	5.9	0.20	199.	3.	196.	13.0
13.5	7.7	0.23	238.	3.	235.	13.5
14.0	9.7	0.27	278.	4.	274.	14.0
14.5	11.8	0.31	317.	4.	313.	14.5
15.0	14.0	0.35	355.	4.	351.	15.0
15.5	16.4	0.39	394.	5.	389.	15.5
16.0	18.8	0.42	432.	5.	427.	16.0
16.5	21.1	0.46	470.	9.	461.	16.5
17.0	23.5	0.49	507.	11.	496.	17.0
17.5	26.0	0.53	545.	14.	531.	17.5
18.0	28.6	0.56	582.	16.	566.	18.0
18.5	31.2	0.59	619.	19.	600.	18.5
19.0	33.8	0.63	655.	21.	634.	19.0
19.5	36.5	0.66	691.	24.	667.	19.5
20.0	39.2	0.69	727.	27.	700.	20.0
20.5	42.0	0.73	763.	30.	738.	20.5
21.0	44.8	0.76	798.	33.	765.	21.0
21.5	47.6	0.79	833.	36.	798.	21.5
22.0	50.4	0.82	868.	39.	829.	22.0
22.5	53.3	0.85	903.	42.	861.	22.5
23.0	56.1	0.88	937.	45.	892.	23.0
23.5	59.0	0.91	971.	48.	922.	23.5
24.0	61.9	0.94	1004.	52.	953.	24.0
Time 0.5	64.8	0.97	1038.	55.	983.	24.5
25/ 4/75 1.0	67.7	1.00	1071.	59.	1012.	25.0
1.5	70.6	1.03	1104.	62.	1042.	25.5
2.0	73.6	1.05	1136.	66.	1071.	26.0
2.5	76.5	1.08	1168.	69.	1099.	26.5
3.0	79.4	1.11	1200.	73.	1127.	27.0
3.5	82.3	1.14	1232.	77.	1155.	27.5
4.0	85.2	1.16	1263.	81.	1183.	28.0
4.5	88.1	1.19	1294.	84.	1210.	28.5
5.0	91.0	1.21	1325.	88.	1237.	29.0
5.5	93.9	1.24	1356.	92.	1263.	29.5

6.0	96.8	1.27	1386.	97.	1289.	30.0	
6.5	99.7	1.29	1416.	101.	1315.	30.5	
7.0	102.5	1.31	1446.	105.	1341.	31.0	
7.5	105.4	1.34	1475.	109.	1366.	31.5	
8.0	108.2	1.36	1504.	114.	1391.	32.0	
8.5	111.0	1.39	1533.	118.	1415.	32.5	
9.0	113.8	1.41	1562.	123.	1439.	33.0	
9.5	116.5	1.43	1590.	127.	1463.	33.5	
10.0	119.3	1.45	1618.	132.	1486.	34.0	
10.5	122.0	1.48	1646.	136.	1509.	34.5	
11.0	124.7	1.50	1673.	141.	1532.	35.0	
11.5	127.4	1.52	1700.	146.	1554.	35.5	
12.0	130.0	1.54	1727.	151.	1576.	36.0	
12.5	132.6	1.56	1754.	156.	1598.	36.5	
13.0	135.2	1.58	1780.	161.	1619.	37.0	
13.5	137.8	1.60	1806.	166.	1640.	37.5	
14.0	140.3	1.62	1831.	171.	1660.	38.0	
14.5	142.9	1.64	1857.	176.	1681.	38.5	
15.0	145.3	1.66	1882.	182.	1701.	39.0	
15.5	147.8	1.68	1907.	187.	1720.	39.5	
16.0	150.2	1.70	1932.	192.	1739.	40.0	
16.5	152.6	1.71	1956.	198.	1758.	40.5	
17.0	154.9	1.73	1980.	203.	1777.	41.0	
17.5	157.3	1.75	2004.	209.	1795.	41.5	
18.0	159.5	1.77	2027.	215.	1812.	42.0	
18.5	161.8	1.78	2050.	220.	1830.	42.5	
19.0	164.0	1.80	2073.	226.	1847.	43.0	
19.5	166.2	1.81	2096.	232.	1864.	43.5	
20.0	168.3	1.83	2118.	238.	1880.	44.0	
20.5	170.4	1.85	2140.	244.	1896.	44.5	
21.0	172.5	1.86	2162.	250.	1912.	45.0	
21.5	174.5	1.87	2183.	256.	1927.	45.5	
22.0	176.5	1.89	2204.	262.	1942.	46.0	
22.5	178.4	1.90	2225.	269.	1957.	46.5	
23.0	180.3	1.92	2246.	275.	1971.	47.0	
23.5	182.2	1.93	2266.	281.	1985.	47.5	
24.0	184.0	1.94	2286.	288.	1999.	48.0	
Time	0.5	185.8	1.95	2306.	294.	2012.	48.5
26/ 4/75	1.0	187.6	1.97	2326.	301.	2025.	49.0
	1.5	189.3	1.98	2345.	307.	2037.	49.5
	2.0	190.9	1.99	2364.	314.	2050.	50.0
	2.5	192.5	2.00	2382.	321.	2061.	50.5
	3.0	194.1	2.01	2401.	328.	2073.	51.0
	3.5	195.6	2.02	2419.	335.	2084.	50.5
	4.0	197.1	2.03	2437.	342.	2095.	52.0

4.5	198.5	2.04	2454.	349.	2105.	52.5
5.0	199.9	2.05	2471.	356.	2115.	53.0
5.5	201.3	2.06	2488.	363.	2125.	53.5
6.0	202.6	2.07	2505.	370.	2135.	54.0
6.5	203.8	2.08	2521.	378.	2144.	54.5
7.0	205.0	2.09	2537.	385.	2152.	55.0
7.5	206.2	2.09	2553.	392.	2161.	55.5
8.0	207.3	2.10	2569.	400.	2169.	56.0
8.5	208.4	2.11	2584.	407.	2176.	56.5
9.0	209.4	2.12	2599.	415.	2184.	57.0
9.5	210.4	2.12	2613.	423.	2191.	57.5
10.0	211.3	2.13	2628.	431.	2197.	58.0
10.5	212.2	2.14	2642.	438.	2204.	58.5
11.0	213.0	2.14	2656.	446.	2209.	59.0
11.5	213.8	2.15	2669.	454.	2215.	59.5
12.0	214.5	2.15	2682.	462.	2220.	60.0
12.5	215.2	2.16	2695.	470.	2225.	60.5
13.0	215.8	2.16	2708.	478.	2230.	61.0
13.5	216.4	2.16	2721.	487.	2234.	61.5
14.0	217.0	2.17	2733.	495.	2238.	62.0
14.5	217.4	2.17	2744.	503.	2241.	62.5
15.0	217.9	2.17	2756.	512.	2244.	63.0
15.5	218.3	2.18	2767.	520.	2247.	63.5
16.0	218.6	2.18	2778.	529.	2250.	64.0
16.5	218.9	2.18	2789.	537.	2252.	64.5
17.0	219.2	2.18	2799.	546.	2253.	65.0
17.5	219.4	2.18	2810.	555.	2255.	65.5
18.0	219.5	2.18	2819.	564.	2256.	66.0
18.5	219.6	2.18	2829.	572.	2257.	66.5
19.0	219.7	2.19	2838.	581.	2257.	67.0
19.5	219.7	2.19	2847.	590.	2257.	67.5
20.0	219.6	2.18	2856.	599.	2257.	68.0
20.5	219.5	2.18	2864.	609.	2256.	68.5
21.0	219.4	2.18	2873.	618.	2255.	69.0
21.5	219.2	2.18	2880.	627.	2253.	69.5
22.0	218.9	2.18	2888.	636.	2252.	70.0
22.5	218.6	2.18	2895.	646.	2250.	70.5
23.0	218.3	2.18	2902.	655.	2247.	71.0
23.5	217.9	2.17	2909.	665.	2244.	71.5
24.0	217.4	2.17	2915.	674.	2241.	72.0
Time 0.5	216.9	2.17	2922.	684.	2238.	72.5
27/ 4/75 1.0	216.4	2.16	2928.	694.	2234.	73.0
1.5	215.8	2.16	2933.	703.	2230.	73.5
2.0	215.2	2.16	2938.	713.	2225.	74.0
2.5	214.5	2.15	2943.	723.	2220.	74.5

3.0	213.8	2.15	2948.	733.	2215.	75.0
3.5	213.0	2.14	2953.	743.	2209.	75.5
4.0	212.1	2.14	2957.	753.	2203.	76.0
4.5	211.3	2.13	2961.	764.	2197.	76.5
5.0	210.3	2.12	2964.	774.	2191.	77.0
5.5	209.4	2.12	2968.	784.	2184.	77.5
6.0	208.3	2.11	2971.	795.	2176.	78.0
6.5	207.3	2.10	2974.	805.	2169.	78.5
7.0	206.2	2.09	2976.	815.	2161.	79.0
7.5	205.0	2.09	2978.	826.	2152.	79.5
8.0	203.8	2.08	2980.	837.	2143.	80.0
8.5	202.5	2.07	2982.	847.	2134.	80.5
9.0	201.2	2.06	2983.	858.	2125.	81.0
9.5	199.9	2.05	2984.	869.	2115.	81.5
10.0	198.5	2.04	2985.	880.	2105.	82.0
10.5	197.1	2.03	2985.	891.	2095.	82.5
11.0	195.6	2.02	2986.	902.	2084.	83.0
11.5	194.1	2.01	2986.	913.	2073.	83.5
12.0	192.6	2.00	2986.	924.	2062.	84.0
12.5	191.1	1.99	2986.	935.	2051.	84.5
13.0	189.6	1.98	2986.	946.	2040.	85.0
13.5	188.1	1.97	2986.	957.	2029.	85.5
14.0	186.6	1.96	2986.	968.	2018.	86.0
14.5	185.1	1.95	2986.	979.	2007.	86.5
15.0	183.7	1.94	2986.	990.	1996.	87.0
15.5	182.2	1.93	2986.	1001.	1985.	87.5
16.0	180.7	1.92	2986.	1012.	1974.	88.0
16.5	179.3	1.91	2986.	1024.	1963.	88.5
17.0	177.8	1.90	2987.	1035.	1952.	89.0
17.5	176.3	1.89	2987.	1046.	1941.	89.5
18.0	174.9	1.88	2987.	1057.	1930.	90.0
18.5	173.4	1.87	2987.	1068.	1919.	90.5
19.0	172.0	1.86	2987.	1079.	1908.	91.0
19.5	170.5	1.85	2987.	1090.	1897.	91.5
20.0	169.1	1.84	2987.	1101.	1886.	92.0
20.5	167.7	1.83	2987.	1112.	1875.	92.5
21.0	166.2	1.81	2987.	1123.	1864.	93.0
21.5	164.8	1.80	2987.	1134.	1853.	93.5
22.0	163.4	1.79	2987.	1145.	1842.	94.0
22.5	161.9	1.78	2937.	1156.	1831.	94.5
23.0	160.5	1.77	2787.	1167.	1820.	95.0
23.5	159.1	1.76	2987.	1178.	1809.	95.5
24.0	157.7	1.75	2988.	1189.	1798.	96.0
Time 0.5	156.3	1.74	2988.	1201.	1787.	96.5
28/ 4/75 1.0	154.9	1.73	2988.	1212.	1776.	97.0

1.5	153.5	1.72	2988.	1223.	1765.	97.5
2.0	152.1	1.71	2988.	1234.	1754.	98.0
2.5	150.7	1.70	2988.	1245.	1743.	98.5
3.0	149.3	1.69	2988.	1256.	1732.	99.0
3.5	147.9	1.68	2988.	1267.	1721.	99.5
4.0	146.5	1.67	2988.	1278.	1710.	100.0
4.5	145.2	1.66	2988.	1289.	1699.	100.5
5.0	143.8	1.65	2988.	1300.	1688.	101.0
5.5	142.4	1.64	2988.	1311.	1677.	101.5
6.0	141.1	1.63	2988.	1322.	1666.	102.0
6.5	139.7	1.62	2988.	1333.	1655.	102.5
7.0	138.3	1.61	2989.	1344.	1644.	103.0
7.5	137.0	1.60	2989.	1355.	1633.	103.5
8.0	135.6	1.58	2989.	1366.	1622.	104.0
8.5	134.3	1.57	2989.	1377.	1611.	104.5
9.0	133.0	1.56	2989.	1389.	1600.	105.0
9.5	131.6	1.55	2989.	1400.	1589.	105.5
10.0	130.3	1.54	2989.	1411.	1578.	106.0
10.5	129.0	1.53	2989.	1422.	1567.	106.5
11.0	127.6	1.52	2989.	1433.	1556.	107.0
11.5	126.3	1.51	2989.	1444.	1545.	107.5
12.0	125.0	1.50	2989.	1455.	1534.	108.0
12.5	123.7	1.49	2989.	1466.	1523.	108.5
13.0	122.4	1.48	2989.	1477.	1512.	109.0
13.5	121.1	1.47	2990.	1488.	1501.	109.5
14.0	119.8	1.46	2990.	1499.	1490.	110.0
14.5	118.5	1.45	2990.	1510.	1479.	110.5
15.0	117.2	1.44	2990.	1521.	1468.	111.0
15.5	115.9	1.43	2990.	1532.	1457.	111.5
16.0	114.6	1.42	2990.	1543.	1446.	112.0
16.5	113.3	1.41	2990.	1554.	1435.	112.5
17.0	112.1	1.40	2990.	1566.	1424.	113.0
17.5	110.8	1.38	2990.	1577.	1413.	113.5
18.0	109.5	1.37	2990.	1588.	1403.	114.0
18.5	108.3	1.36	2990.	1599.	1392.	114.5
19.0	107.0	1.35	2990.	1610.	1381.	115.0
19.5	105.8	1.34	2990.	1621.	1370.	115.5
20.0	104.5	1.33	2990.	1632.	1359.	116.0
20.5	103.3	1.32	2991.	1643.	1348.	116.5
21.0	102.0	1.31	2991.	1654.	1337.	117.0
21.5	100.8	1.30	2991.	1665.	1326.	117.5
22.0	99.6	1.29	2991.	1676.	1315.	118.0
22.5	98.4	1.28	2991.	1687.	1304.	118.5
23.0	97.1	1.27	2991.	1698.	1293.	119.0
23.5	95.9	1.26	2991.	1709.	1282.	119.5
24.0	94.7	1.25	2991.	1720.	1271.	120.0

Time	0.5	93.5	1.24	2991.	1731.	1260.	120.5
29/ 4/75	1.0	92.3	1.23	2991.	1743.	1249.	121.0
	1.5	91.1	1.22	2991.	1754.	1238.	121.5
	2.0	89.9	1.20	2991.	1765.	1227.	122.0
	2.5	88.8	1.19	2991.	1776.	1216.	122.5
	3.0	87.6	1.18	2991.	1787.	1205.	123.0
	3.5	86.4	1.17	2992.	1798.	1194.	123.5
	4.0	85.2	1.16	2992.	1809.	1183.	124.0
	4.5	84.1	1.15	2992.	1820.	1172.	124.5
	5.0	82.9	1.14	2992.	1831.	1161.	125.0
	5.5	81.7	1.13	2992.	1842.	1150.	125.5
	6.0	80.6	1.12	2992.	1853.	1139.	126.0
	6.5	79.5	1.11	2992.	1864.	1128.	126.5
	7.0	78.3	1.10	2992.	1875.	1117.	127.0
	7.5	77.2	1.09	2992.	1886.	1106.	127.5
	8.0	76.0	1.08	2992.	1897.	1095.	128.0
	8.5	74.9	1.07	2992.	1908.	1084.	128.5
	9.0	73.8	1.06	2992.	1919.	1073.	129.0
	9.5	72.7	1.05	2992.	1931.	1062.	129.5
	10.0	71.6	1.03	2992.	1942.	1051.	130.0
	10.5	70.5	1.02	2993.	1953.	1040.	130.5
	11.0	69.4	1.01	2993.	1964.	1029.	131.0
	11.5	68.3	1.00	2993.	1975.	1018.	131.5
	12.0	67.2	0.99	2993.	1986.	1007.	132.0
	12.5	66.1	0.98	2993.	1997.	996.	132.5
	13.0	65.0	0.97	2993.	2008.	985.	133.0
	13.5	64.0	0.96	2993.	2019.	974.	133.5
	14.0	62.9	0.95	2993.	2030.	963.	134.0
	14.5	61.9	0.94	2993.	2041.	952.	134.5
	15.0	60.8	0.93	2993.	2052.	941.	135.0
	15.5	59.7	0.92	2993.	2063.	930.	135.5
	16.0	58.7	0.91	2993.	2074.	919.	136.0
	16.5	57.7	0.90	2993.	2085.	908.	136.5
	17.0	56.6	0.89	2994.	2096.	897.	137.0
	17.5	55.6	0.87	2994.	2108.	886.	137.5
	18.0	54.6	0.86	2994.	2119.	875.	138.0
	18.5	53.6	0.85	2994.	2130.	864.	138.5
	19.0	52.6	0.84	2994.	2141.	853.	139.0
	19.5	51.6	0.83	2994.	2152.	842.	139.5
	20.0	50.6	0.82	2994.	2163.	831.	140.0
	20.5	49.6	0.81	2994.	2174.	820.	140.5
	21.0	48.6	0.80	2994.	2185.	809.	141.0
	21.5	47.6	0.79	2994.	2196.	798.	141.5
	22.0	46.7	0.78	2994.	2207.	787.	142.0
	22.5	45.7	0.77	2994.	2218.	776.	142.5
	23.0	44.8	0.76	2994.	2229.	765.	143.0

	23.5	43.8	0.75	2994	2240	754	143.5
	24.0	42.9	0.74	2995	2251	743	144.0
Time	0.5	41.9	0.72	2995	2262	732	144.5
30/ 4/75	1.0	41.0	0.71	2995	2273	721	145.0
	1.5	40.1	0.70	2995	2285	710	145.5
	2.0	39.2	0.59	2995	2296	699	146.0
	2.5	38.2	0.68	2995	2307	688	146.5
	3.0	37.3	0.67	2995	2318	677	147.0
	3.5	36.4	0.66	2995	2329	666	147.5
	4.0	35.6	0.65	2995	2340	655	148.0
	4.5	34.7	0.64	2995	2351	644	148.5
	5.0	33.8	0.63	2995	2362	633	149.0
	5.5	32.9	0.62	2995	2373	622	149.5
	6.0	32.1	0.61	2995	2384	611	150.0
	6.5	31.2	0.60	2995	2395	600	150.5
	7.0	30.4	0.58	2996	2406	589	151.0
	7.5	29.5	0.57	2996	2417	578	151.5
	8.0	28.7	0.56	2996	2428	567	152.0
	8.5	27.9	0.55	2996	2439	556	152.5
	9.0	27.1	0.54	2996	2450	545	153.0
	9.5	26.3	0.53	2996	2461	534	153.5
	10.0	25.5	0.52	2996	2473	523	154.0
	10.5	24.7	0.51	2996	2484	512	154.5
	11.0	23.9	0.50	2996	2495	501	155.0
	11.5	23.1	0.49	2996	2506	490	155.5
	12.0	22.3	0.48	2996	2517	479	156.0
	12.5	21.6	0.47	2996	2528	469	156.5
	13.0	20.8	0.45	2996	2539	458	157.0
	13.5	20.1	0.44	2997	2560	447	157.5
	14.0	19.4	0.43	2997	2561	436	158.0
	14.5	18.6	0.42	2997	2572	425	158.5
	15.0	17.9	0.41	2997	2583	414	159.0
	15.5	17.2	0.40	2997	2594	403	159.5
	16.0	16.5	0.39	2997	2605	392	160.0
	16.5	15.8	0.38	2997	2616	381	160.5
	17.0	15.2	0.37	2997	2627	370	161.0
	17.5	14.5	0.36	2997	2638	359	161.5
	18.0	13.8	0.35	2997	2650	348	162.0
	18.5	13.2	0.33	2997	2661	337	162.5
	19.0	12.5	0.32	2997	2672	326	163.0
	19.5	11.9	0.31	2997	2683	315	163.5
	20.0	11.3	0.30	2997	2694	304	164.0
	20.5	10.7	0.29	2998	2705	293	164.5
	21.0	10.1	0.28	2998	2716	282	165.0
	21.5	9.5	0.27	2998	2727	271	165.5

	22.0	8.9	0.26	2998	2738	260	166.0
	22.5	8.4	0.25	2998	2749	249	166.5
	23.0	7.8	0.24	2998	2760	238	167.0
	23.5	7.3	0.23	2998	2771	227	167.5
	24.0	6.8	0.22	2998	2782	216	168.0
Time	0.5	6.3	0.20	2998	2793	205	168.5
31/ 4/75	1.0	5.8	0.19	2998	2804	194	169.0
	1.5	5.3	0.18	2998	2815	183	169.5
	2.2	4.8	0.17	2998	2827	172	170.0
	2.5	4.4	0.16	2998	2838	161	170.5
	3.0	3.9	0.15	2998	2849	150	171.0
	3.5	3.5	0.14	2999	2860	139	171.5
	4.0	3.1	0.13	2999	2871	128	172.0
	4.5	2.7	0.12	2999	2882	117	172.5
	5.0	2.3	0.11	2999	2893	106	173.0
	5.5	2.0	0.09	2999	2904	95	173.5
	6.0	1.6	0.08	2999	2915	84	174.0
	6.5	1.3	0.07	2999	2926	73	174.5
	7.0	1.0	0.06	2999	2937	62	175.0
	7.5	0.8	0.05	2999	2948	51	175.5
	8.0	0.5	0.04	2999	2959	40	176.0
	8.5	0.3	0.03	2999	2970	29	176.5
	9.0	0.2	0.02	2999	2981	18	177.0
	9.5	0.0	0.01	2999	2992	7	177.5
The Flood Flow Stop Here							

(5) 解答問題：（依電子計算機計算結果）

依據資料之輸出結果解答下列諸問題

(a) 溢頂上部最大蓄水量為若干？

溢頂上部最大蓄水量為 2257 Ac-ft.

(b) 最大溢流量及溢流水頭之最高值為若干？

最大溢流量為 219.7 cfs

溢流水頭之最高值為 2.19 ft

(c) 庫中水位增高終於何時？

庫中水位增高終於 4 月 26 日下午 7 時。

(d) 第三日正午 12 時，庫中尚蓄水若干？水頭 H 又為若干？

第三日（4 月 26 日）正午 12 時庫中尚蓄水 2220 Ac-ft，水頭 $H=2.15$ ft.

(e) 水庫儲留之洪水於何時始能瀉盡？

於累計時間 177.5 時處流完，即為 4 月 31 日上午 9 時瀉盡。

四、結 論

綜合前述二種不同作業方法——試算法人工作業及電子計算機作業方式結果如下：

1 試算法人工作業得水庫最大溢頂蓄水量為 2190 Ac-ft，最大溢流量為 213 c.f.s.，最高溢頂水頭為 2.13 ft；而電子計算機求得最大溢頂蓄水量為 2257 Ac-ft，最大溢流量為 219.7 c.f.s. 及最高溢頂水頭為 2.19 ft.

2 人工作業法將入庫蓄水果積曲線與溢流果積曲線經外插法延長相交於 4 月 31 日下午 1 時（即累計時間為 181 小時處），而電子計算法，則係將蓄水果積方程式與溢流果積方程式求得其交點相交於累計時間在 177.5 小時位置。

3 上述二項雖然所求答案稍有出入，其偏差分別為：

溢流延續時間： $(181-177.5)/177.5=2\%$
最大蓄水量： $(2257-2190)/2257=2.8\%$

$$\text{最大溢流量} = (219.7 - 213) / 219.7 = 3.1\%$$

$$\text{最大溢頂水頭} = (2.19 - 2.13) / 2.19 = 2.7\%$$

惟因人工作業方式，其蓄水量累積曲線繪製並無實際學理證實為通過結點之最佳代表曲線，而電子計算機所求之蓄水量曲線方程式為以最小二乘法之數學理論為依據所求之方式，故應為最佳曲線方程式，而具代表性。又應用人工作業求累積溢流曲線，為先假設一累溢流試算值，依此假設累積流試算值算出另一累積溢流量，然後再將假設值與所求出之值比較是否相等，若不相等時再修正假設值，又求出一計算值，如此反覆進行，直至假設值與算出值相等為止。故此種人工作業反覆計算，甚為煩累，作業人員往往以其各人主觀觀點演算至認為滿意之答案即行終止，並未能計算至真正相等之情況而止。但在應用電子計算機時，並無人為之煩累發生，當能反覆計算至假設值與所求值真正相等自然終止。因之電子計算機作業所求得之累積溢流量值必較人工作業準確，當勿庸置異。

4 又電子計算機作業係將洪流發生過程中，以每半小時(30分)為單位將每日時間(hr)，溢流量(c.f.s.)，溢流水頭(ft)，入庫蓄水果積量(Ac-ft)，溢流累積量(Ac-ft)，庫中溢頂蓄水量(Ac-ft)，累計時間(hr)印為一列，一天24小時故可印48列組成一完整報表；如本次洪流為例，歷時八天印八張報表僅費時八分四十秒。因此吾人若欲知洪水中某一時間入庫之各種情況，只需一查報表即可找到答案。反之若由人工作業至少需費時數日始可完成，二者比較時效相差數百餘倍。

5. 應用電子計算機作業可適合某一水庫中之大小不同洪流，及能適應於不同水庫之作業；而人工作業，每次均需從頭開始重複作業方可。

六、結 論

本文承蒙吾師臺大農工系易任教授(曾兼任逢甲工院水利系教授)指導及斧正；逢甲水四陳勳立，鍾登盈等同學之協助計算，整理與繪圖，方克完成，謹此致謝。

參 考 文 獻

1. 水文實驗講義 易任編著
2. The Flood Control Controversy L. B. Leopold, T. Maddock Jr.
3. Flood Control Series No. 2 (U. N. publication)
4. Computer Applications of Numerical Methods Shan S. Kuo
5. Hydrology for Engineers Ray K. Linsley, Jr 著
6. 臺灣水利氣象與水文專輯 臺灣水利出版委員會
7. 水文學 宋希尚著
8. 實用水文學 徐世大著
9. 應用電腦導製單位歷線之程式試擬 鄭烈傳著
10. 應用電腦延伸流率曲線之程式試擬 鄭烈傳著
11. NCR Century Fortran Manual N. C. R. 公司
12. NCR Century Fortran Student Text N. C. R. 公司
13. Fortran IV Programming V. Thomas Dock 著
14. Fortran IV Programming for Engineers and Scientists Murrill & Smith 著
15. Fortran Programming Stuart 著
16. 電子計算機程式語言(福傳) 臺灣大學電子計算機中心編著
17. 統計學 陳超塵著
18. IBM System/360 Dos Fortran IV Programmer's Guide IBM 公司

——上接第37頁——

10. J.W. Sorenson, Jr. & L.E. Crane, Drane, Drying Rough Rice in Storage, Texas Agricultural Experiment Station 1960.
11. D. L. Calderwood, Chemical Preservatives for Maintaining Moist Rice in Storage, ASAE paper no. 73-308 1973.
12. Stanton Morrison Drying Rice with Unheated Air A. E., October, 1954.
13. W. C. Dachtler Research on Conditioning & Storage of Rice & Milled Rice, ARS 20-7 USDA, 1959.
14. G. Bunns Welch Seed Processing & Storage Facilities for Tropical Areas, ASAE paper no. 67-318, 1967.
15. Merle L. Esmay Storage Technology Directed Towards Reducing Food Grain Losses in APO Countries of Southast Asia, Training in Storage & Preservation of Food Grains, APO Project TRC/IV/68, p26-39, 1968.
16. Shinjiro Chikubu Storage Condition & Storage Method APO Project TRC/IV/68, p109-136, 1968.