

## 第 6 章 通航建築物

中樞総配置に対する研究比較にもとづいて三級通航用水門を通航建築物として用いることを決定した。通航用水門は上・下流の航路状況にもとづいて左岸に設置した。ここで通航用水門の設計問題について、いくつかに分けて説明しよう。

### 1. ロック室の平面寸法及び水級の選択

2 × 500 トンの二分式（前後 2 つの部分に分かれる）船舶隊がダムを通りぬけ、なおかつその船型を保つという必要に応じられるようにするため、ロック室の平面寸法を 128 × 16 m とし、水門は最小水深を 2.5 m とする。

通航用水門の総水級は 74.9 m で、二、三、四級の比較分析を行なった結果、三級が比較的適しているのをこれを用いた。一級ロック室水頭は 29.3 m、二級は 25.3 m、三級は 25.3 m である。

### 2. 設計パラメーター及び送水系統の選択

三級通航用水門の各基本データは以下の表の通りである。

番号	項目	単位	指標	備考
1	上流最高通航水位	m	124.00	P = 13.3% に相応
2	上流最低通航水位	m	98.5 (P=96.7%)	P 50% 水位 117.50
3	下流最高通航水位	m	57.8 放流量 10,000 m <sup>3</sup> /sec)	多年平均 7 日間欠航
4	下流最低通航水位	m	49.10 放流量 基本負荷 流量 39 m <sup>3</sup> /sec)	天然最低流量 (198 m <sup>3</sup> /sec)
5	航路等級、通航スペーシング	m	IV 級 7 m	
6	設計通過標準船 (陸) 型 2×500t 二分式はしけ寸法	m	2×455×10.6×1.5 (吃水)	排水量 648 t
7	設計通過標準船 (陸) 型 400馬力引船寸法	m	22×7.6×1.3 (吃水)	排水量 116 t
8	設計通過配列型寸法	m	20×12×1.2 (厚さ 1.6)	材積 192 m <sup>3</sup>

両側から取水し、底板縦方向副監査廊があり整流板によってエネルギーが減少される送水系統形式に対し、底部に一本の長い主監査廊のある送水系統及び等慣性送水系統との定性比較を行なった：

底部に一本の長い主監査廊のある送水系統：構造は簡単で、施工に便利である。しかし中樞第二ロック室では、送水時の工作水頭が 52.1 m に達し、縦横方向の許容張力を満足させられるか否か、特に 120 トン、40 トンの船型を大量に保留する状況のもとでは確かではない。

等慣性送水系統は輸送性能はよいが、副監査廊及び出水口の形状、配置が比較的複雑でロック室は相当の広さと複雑な底板が要求される。施工上の困難もかなり大きい。

従って今、しばらくは両側取水形式によって送水系統を配置し、さらに水力学実験によって最終的に送水系統を確定する。

### 3 構造配置及び運行条件

貯水池停泊区はダム軸線上流約500mの白沙溪に設けられている。最低通航水位が98.50mの時、水域面積は7万余 $\text{m}^2$ あり、運行使用上の要求を完全に満足させることができる。

上流通航施設には鉄筋コンクリートの浮式導航堤を用いている。曳航路の実際幅は40m、浮堤の幅8m、吃水1.8m、水面上1.2m、外側の堤長245mである。

ロック室の構造長度は117m、9段に分れ、各段の長さ13mで伸縮継目が設けられている。上下のゲート室内の船が停泊できる部分の11mと合わせると、ロック室の有効長は128mである。ロック室の実際幅は16m、底板の幅は13mである。ロック壁が直立し、底板との間は伸縮継目によってへだてられている。ロック壁は重力式構造で頂上部の幅は7mである。第一、第二ロック室の底板の厚さは7mで新しい基礎岩盤の上に建設される。第三ロック室の底板は厚さ6m、基底が弱風化岩石の上に建設されるのでコンクリートを流しこんで基礎を補強し、承载能力を高めて、基礎不均等による沈下を防止しなければならない。水門に関する左岸斜面の最適軸線の選定及びロック室構造結式問題については今後の比較を待って確定する。

第一ゲート室の長さは40m、第二、三ゲート室の長さ35m、第四ゲート室長さ38mで、暫定的に分離式重力構造を用いている。

下流曳航路の右側は棚式導航壁で、長さ170mである。左側は軸線に沿って長さ51.2mの漸変段があり、その後部は5度の偏角で岸斜面に向かってまっすぐのびている。その斜めの長さは250m、外壁面が直立して

いる”箱型”式構造を用い、壁の後部は土石混合材料で作られている。高さ59.0mの平らな壁頂上部はロック室を出た船がまっすぐに運行でき、水深の深い本航路に直接入ることができる。

年間通航日数は530日(53年~76年の資料によると放流量が下流最大通航流量 $10,000\text{ m}^3/\text{sec}$ を上回る日数は多年平均で7日間。運行可能風力9を超えたり、霧、雹、雪などによる欠航8日間。その他の原因で欠航が予想される日数を20日間とする)。

1日の通航時間：22時間(四交代)

船舶積載係数：0.87

季節不均等係数：貨物1.3、筏1.4

船舶到着不均等係数：1.52

筏実方係数：0.5

ロック室通過通航速度( $\text{m}/\text{sec}$ )：船舶：入室時0.7、退室時0.8

筏：入室時0.5、退室時0.6

ロック(閉)室平均放水時間：13分

ロックゲート開放時間：3.125分

ロック室通過方式：筏は日を決めてまとめて通過させる。船舶(隊)

は毎日4回、各回とも1度ずつ方向を変える。

毎日上り、下りとも各1回ずつ非貨物船(客船、工事用船舶、港河作業船等)が通過する。

年間通航能力：

筏：30万 $\text{m}^3$

貨物(下りのみ)：217万トン。年間上り下り通航総量250万ト

ン。

筏の計画輸送量 30 万 m<sup>3</sup> と貨物（下りのみ）の計画輸送量 2.0 0 0 万トンを満足させることができる。

## 第 7 章 基礎処理

### 1. 左岸斜面安定及び開削要求

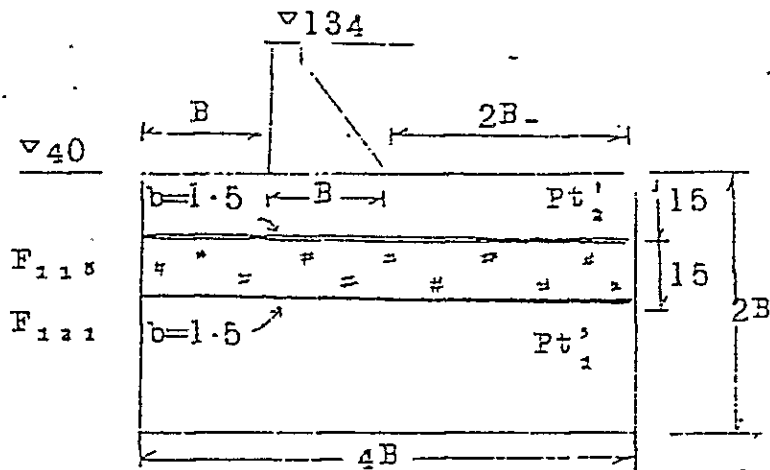
ダムサイト左岸の自然傾斜度は 40～45 度で、岩層傾角に等しい。河床に向かってなだらかな地形になっている。緩傾角裂け目連通率 30% の状況に従って計算すると、断層、挟泥層に沿った滑動安定安全係数は以下の表の通りである。

斜面類型	滑動面	剪断安全係数	備考
天然斜面	沿 F <sub>63</sub> f <sub>11</sub> 及び Pt <sub>2</sub>	1.23	
	沿 F <sub>115</sub> 及び Pt <sub>2</sub>	1.55	
施工期斜面	沿 f <sub>11</sub> 及び Pt <sub>2</sub>	1.47	
	沿 F <sub>115</sub> 及び Pt <sub>2</sub>	1.38	
運行期斜面	沿 F <sub>115</sub> 及び Pt <sub>2</sub>	2.52	計入地下水浸透圧力
	同上	2.41	計入地下水浸透圧力
	同上	1.90	及び八度地震

この為、左岸順層斜面は順層開削が必要で、岩層基礎脚部を切断することはできない。このようにすれば施工期及び通航期の安全が保証される。緩傾角節理密集地区に対してはグラウテング処理をしなければならない。その他、通航用水門が 3 号、4 号、5 号、6 号蠕動変形区を通るので、全部とり除き、斜面上に残してはならない。

## 2. 断層及び軟弱挟層処理

左岸で処理を必要とする大構造は主に  $F_{87}$ 、 $F_{121} \sim F_{115}$  であるので、典型断面に対して有限单元応力、変位分析を行なう。計算略図は以下の通りである。



図の中の単位は m ;

$B$  - ダム底幅  $B$  7.4 m ;  $F_{121} \sim F_{115}$  の間は断層影響帯 ;  $Pt_2^1$  - 砂質板岩 ;  $Pt_1^5$  - 千枚状岩 ;  $b$  - 断層の厚さ 1.5 m。

計算パラメーターは下表の数値を用いた。

コンクリート或は岩層の名称	弾性係数 $E$ ( $kg/cm^2$ )	ポアソン比 $\mu$
$Pt_1^5 \sim Pt_2^1$	$7 \times 10^4$	0.25
$F_{121} \sim F_{115}$ 影響影響帯	$1.5 \times 10^4$	0.30
$F_{121} \sim F_{115}$ 自体	$(0.2 \sim 0.6) \times 10^4$	0.35
大堤コンクリート或は基礎地盤コンクリート	$1.8 \times 10^4$	0.20

計算中で

$$F_{121} \text{ 断層} \quad K_n = \frac{E}{(1-\mu^2)C} = 30 \text{ kg/cm}^2/\text{cm} \quad (5-25)$$

$$K_s = \frac{E}{2(1+\mu^2)C} = 10 \text{ kg/cm}^2/\text{cm} \quad (5-26)$$

$$F_{115} \text{ 断層} \quad K_n = 45, K_s = 15$$

この中のCは断層挟泥実際幅である。

計算には以下の3つの案を選ぶ。

案番号	計算条件	F <sub>111</sub> ~ F <sub>121</sub> 影響帯 E	F <sub>115</sub>		F <sub>121</sub>		その他の 岩体 E	堤体及び コンクリート杭 E
			K <sub>n</sub>	K <sub>s</sub>	K <sub>n</sub>	K <sub>s</sub>		
1	天然基礎条件	15,000	45	15	30	10	70,000	180,000
2	グラウチングを用 いる向上影響帯 E	25,000	90	30	60	20	70,000	180,000
3	コンクリート杭設 置処理案	15,000	45	15	30	10	70,000	180,000

変位結果からみると、天然基礎状況のもとでは、大ダム頂水平変位  $u = 10.2 \text{ mm}$ 、垂直変位  $V = 25.5 \text{ mm}$  である。断層  $F_{121}$  及び  $F_{115}$  自身及びその  $K_n$ 、 $K_s$  値の変化の変位に対する影響はきわめて小さい。グラウチング処理によって或は断層埋蔵によって深さが  $30 \text{ m}$  に達した時、変位はわずかに減少する ( $u = 8.8 \sim 9.6 \text{ mm}$ 、 $V = 20.7 \sim 23.2 \text{ mm}$ )。断層破砕帯にコンクリート杭処理を用いる時、変位は著しく減少する。  $u = 5.9 \text{ mm}$ 、 $V = 18.2 \text{ mm}$  で  $28.5\% \sim 40\%$  減少したことになる。

応力結果からみると、天然基礎状況のダム基礎最大引張応力は  $2.8 \text{ kg/cm}^2$  でダムブロックの中心に現われる。基礎内供砕帯の上流  $3/2$  の範囲を引張力区とする。最大引張応力を  $6.3 \text{ kg/cm}^2$  とすると、コンクリート杭

処理後のダム基礎引張応力は  $2.7 \text{ kg/cm}^2$  となり、基礎内全てが圧力となる。これからもわかるようにコンクリート杭処理はダム基礎応力に対して非常に有効であることがわかる。堤体応力はコンクリート杭から基礎に伝わる。コンクリート杭の最大主応力は  $\sigma_2 = 23.2 \text{ kg/cm}^2$  (圧応力) である。上流コンクリート杭伝導力は 2,240 トンで 24.3% を占め、中間コンクリート杭伝導力は 2,680 トンで 29.1% を占める。下流コンクリート杭伝導力は 1,700 トンで 18.5%、3つのコンクリート杭を合わせると 71.9% で断層破砕帯の圧力を大幅に軽減することができる。このように  $F_{121}$  及び  $F_{115}$  及びその破砕帯にコンクリート杭処理を行なうことは必要であり、又有効である。

ダムサイトやその他一般の断層に対しては開削した後、コンクリートを打ちこむ方法で処理を行なう。開削の深さは経験により公式によって計算される。

$$D = 0.008 a H + 1.5 \text{ (m)}$$

式の中で D — 開削深度

a — 断層の幅

H — 断層部分の堤高

一般の軟弱挟層に対しては施工状況にもとづいてできるだけ前もって掃掃をし、その後グラウチング処理で補強する。今後、確実な処理方法について実験を行なう予定である。

### 3. 浸潤防止及び排水措置

ダム基礎の浸潤防止には主としてセメントグラウチングを用いる。局部



透水性の大きい断層破碎帯部分はコンクリート浸潤防止壁か化学グラウチングを用いる。(グラウチング)カーテンの深さはふつう相対不透水層 $\omega \leq 0.01 \text{ l/min}$ までである。しかし河床相対不透水層は深さ120~140 mに達し、なかでも右岸P比幅40~50 mの部分の相対不透水層は更に深いので「つり下げ式」カーテンを用いるしかない。ダム基礎の揚圧力の要求と挟泥層許容水力斜面降下の要求にもとづいた計算によりカーテンの深さを80 mとした。各強透水帯部分は基礎漏水を減少させるためにその中の一列を100~120 mの深さにした。不透水層まで達した所もある。今後さらに実験によって決定する。

両岸の相対不透水層は比較的浅いので、カーテンが相対不透水層に接続できる。両岸のカーテンの接点は $\omega \leq 0.01 \text{ l/min}$ 線と正常貯水位120 mの交点まで伸ばして考える。

カーテンの厚さはカーテンの許容水力斜面降下 $[J] = 20$ によって計算し確定する。河床には3列設置し、孔の間隔は2 m、列の間隔は1.5 mである。両岸80 m以上の高さの所には2列設置し、孔、列の間隔はともに2 mである。岩層が河床と平行に走っているので、その漏水の特徴は主に順層である。従ってさらにグラウチング実験を行ない、最終的に選した孔、列の間隔を確定しなくてはならない。

ダム基礎の浸潤圧力を減少させ、両岸斜面の安定を保証するために、ダム基礎、建物及び両岸基礎岩壁にたくさんの排水路を設ける。初步計画ではダム基礎内に3~4本の排水路を設けることになっている。両岸の排水はすでにある調査用平洞を十分に利用し、また適当に排水トンネルを増設する。

## 第 8 章 水門及び開閉器

本発電所の水門及び開閉器は以下のものがある。

1. 洪水系統
2. 発電系統
3. 通航用水門系統
4. 臨時通航用水門系統及び導流系統

以下のように表を用いて説明する。

五 雑 設 工 程 水 門 及 び 開 閉 器 有 性 表

品 目	名 称	材 種	凡口法 幅×高さ (㎡)	消 水 位	从 穴 の 高 さ	計 画 水 頭	ゲ ー ト 枚 数	各水門 の 広 さ (T)	孔 の 枚 数	各孔即 設部品 の 重 さ (T)	開閉器の型及び容量(T)	各位置 の 重 さ (T)	備 考
(一)	取水系統												
1	同床取水ゲート (弧形水門)		15×10	133	104	29	10	352	10	62	2×250T弧形水門器、揚程21M	90	R=30M
2	小別汲放水ゲート (弧形水門)		15×18	133	108	26	3	251	3	46	2×160T弧形水門器、揚程18M	40	R=26M
3	放水ゲート (弧形水門)		10×12	133	60	73	1	495	1	105	2×320T固定巻揚式、揚程20M	110	R=26M
4	放水或孔車放気除塵 (平面ファンローラ開閉器)		10×16	133	60	73	1	340	1	55	2×500T固定巻揚式、揚程80M	220	
(二)	発電系統												
1	除じん機		51×28		75	4	48	17	40	55	炭素水門機32T回転クレーン	/	予備が8条
2	取水ゲート (平面ファンローラ開閉器)		9×14	133	75	58	5	20	5	20	630/1000T油圧器、揚程17M	68	各水門に1台ずつ
3	取水口或除塵 (平面)		9×165	124	75	49	2	15	5	21	400T炭素水門機並受揚器	/	
4	放水門		95×105	754	2944	46	6	1155	10	11	2×100T平面水門器	80	1台を8用する
5	放水口開		φ10			35	4	695	4	55			
6	炭素水門器										400/80/32T二方向水門器	600	

品号	名称	称	孔口法 幅×高さ (m)	計 面 水 位	底 穴 の 高 さ	計 面 水 頭	ゲ ート 数	各水門 の重さ (T)	孔 口 の 数	各孔壁 設部品 の重さ (T)	開閉機の型及び容量(T)	各機 の重さ (T)	備 考	
(三)	通航用水門系統													
1	Iゲート室工作水門 (折りたたみ式架)		16×37	131.5	9.6	37	1	587.2	1	70	2×7.5T天井移動式電動クレーン、 揚程4.0M速度4M/分	9.8	8部分に分かれ、 点検扉と共用	
2	Iゲート室点検扉 (折りたたみ式架)		16×37	131.5	9.6	37		共用	1	70	Iゲート室工作水門と共用			
3	IIゲート室工作水門 (平面、沈下式)		16×12	124	9.2.2	31.8	1	27.4	1	6.2	2×200T固定巻揚式、揚程1.4M	39.6	速度4M/分	
4	IIIゲート室工作水門 (平面、沈下式)		16×12	97.2	6.9.4	27.8	1	27.4	1	6.2	同上	39.6	速度4M/分	
5	IVゲート室工作水門 (八字形水門)		16×27.0	74.4	4.6.6	27.8	1	43.6	1	11.0	ハンドム式閉閉器	87.2		
6	IVゲート室点検扉 (折りたたみ式架)		16×11.2	57.8	4.4.4	11.2	1	6.7	1	1.2	臨時浮きクレーン			
7	Iゲート室送水バルブ (反弧形水門)		3×3	124	8.5.9.5	30.5	1	3.0	1	1.2	60T 油圧閉閉器	1.5		
8	Iゲート室送水点検扉 (平面)		3×4	124	8.5.9.5	30.5	1	6.2	2	1.0	臨時40T自動車クレーン			
9	"		3×3	124	9.2.5	30.5	1	4.2	2	0	"			
10	IIゲート室送水バルブ (反弧形水門)		3×3	124	6.3.2	60.8	1	4.2	1	1.5	100T 油圧閉閉器	1.9		

番号	名称	北口寸法 幅×高さ (m <sup>2</sup> )	止 曲 水 位	風 穴 の 高 さ	時 間 水 量	ク ラ ム 数	各 水 門 の 重 さ (T)	孔 口 の 数	各 孔 型 式 の 重 さ (T)	開閉器の型及び容量(T)	各 機 の 重 さ (T)	備 考
11	IIゲート送水機検扉 (平面)	3×4	97.2	652	54	1	62	2	10	即時40T自動車クレーン		
12	"	3×3	124	8595	3005	1	42	2	8	"		
13	IIIゲート送水バルブ (長方形水門)	3×3	97.2	404	568	1	42	1	15	100T 油圧開閉器	19	
14	IIIゲート送水機検扉 (平面)	3×4	74.2	404	338	1	62	2	10	即時40T自動車クレーン		
15	"	3×3	97.2	652	34	1	42	2	8	"		
16	IIゲート送水バルブ (平面)	3×3	97.2	70	272	1	42	1	8	25T 開閉器(固定巻掛式)	2.2	
17	IVゲート送水バルブ (長方形水門)	3×3	74.4	404	34	1	30	1	12	60T 油圧開閉器	15	
18	IVゲート送水機検扉 (平面)	3×4	74.4	404	34	1	62	2	10	即時40T自動車クレーン		
19	IVゲート送水機検扉 (平面)	3×4	57.8	404	174	1	37	2	8	"		
(7)	即時航行用開閉器及び水流検											
1	上流側ゲート取工作水門	10×137			137	1	60	1	30	2×65T固定巻掛式器、 揚程26M	12	5m高さで7門は 2部分に分かれる
2	下流側ゲート取工作水門	10×167			167	1	582	1	20	2×40T固定巻掛式器、揚程26M	7	ワイロンボリアロック
3	送水機送水バルブ	2×25			137	2	2	2	5	16T 固定巻掛式器	1.62	

## 第 6 編 水力機器と電気機器

### 目 次

第 1 章	スローイン系統	6-1
第 2 章	水力機械	6-2
1.	水力タービンの選択	6-2
2.	レボルバーの運搬と現場での熔接	6-4
3.	水力発電所の補助設備	6-5
4.	建物内の起重設備	6-9
第 3 章	電気ワイヤリング	6-9
第 4 章	電気設備の選択、及び設置	6-10
1.	電気設備の選択	6-10
2.	機械電気設備の設置	6-11
3.	二次設備	6-15
4.	発電所通信	6-16



## 第 1 章 スローイン系統

湖南省の電力工業は、1978年で発電設備容量が224万kWに達し、実際の電力量は89.68億kW/h、電力負荷は140万kWで、湖南省中北部ではすでに220KVの環状網と110KVの湖南電力網、会同電力網等を建設している。しかし、電力はやはり欠乏しており、国民経済の需要を満たしてはいない。

湖南省の電力発展計画に基づき、五強溪水力発電所では、1986年に1～2台の(ユニット)を導入し、1988年に全面生産に入り、全省の農工業生産の発展のために大量に廉価な電力を供給し、湖南省の超高圧500KVの電力系統を形成する。

五強溪水力発電所の発電容量は150万～175万KWで、湖南省の系統設計資料によると、本発電所では500KVの電圧スローイン系統を必要としコイルアクトが3回、その内の2回は主に、長沙、株洲、湘潭、及び婁源、邵陽地区に送られ、あと1回は予備用である。

系統の電圧調整と効率平衡の必要から、五強溪水力発電所は系統の調圧、周波数調整、位相調整等を担い、汛期には、基礎負荷運行も担う。500KV超高圧系統の商索周波数の過渡過電圧を制限するために、シャントレジスタンスの設置を考慮する必要がある。

五強溪水力発電所のスローイン系統は現在作業が進められており、コイルアクトの電圧が220KV必要とするか、現在、検討中である。



## 第 2 章 水 力 機 械

### 1. 水力・タービンの選択

五強溪水力発電所は、ダム後方式発電所で発電容量は、150～175万KW、落差範囲は44.5～77mである。

#### (1) 水力・タービンの選択

五強溪水力発電所の落差範囲、並びにそのユニット容量の要求に応じて、製造部門で多数の研究、討議を経て、本発電所は混流式水力・タービンを採用することになった。1台の機械容量が14万KWから35万KWまでの案を比較した結果、30万～35万KWのユニットを採用することになった。その理由は以下のとおりである。①発電機の規模が大きく、洪水流量が多く、水力発電所ダムの河床が相対的に狭いので、ダムの中樞配置からみて、大規模なユニットを採用した方が工場の長さを縮小するよりも有利である。小規模なユニットは組み立て易いだけで、発電所建物が場所をとり、配置上困難がある。②1台の機械容量が30～35万KWのユニット電力系統が許容範囲内である。③製造部門では、30～35万KWのユニットの製造は技術上可能である。1台の機械容量が35万KWと30万KWの2種のユニットでは製造難易度において余り差がなく、5台という同じ状況下では、35万KWのユニットの方が電力エネルギーを多く得ることができると共に、発電所の単位KWあたりの投資額を下げることができ経済面での効率が著しくよい。このため、1台の機械容量が比較的大きいものを使用すべきである。

(2) 水力・タービンの主な型のパラメーターと主な技術データ

① 発電所の落差（水頭）

最大落差	7.7 m
最小落差	4.45 m
平均落差	6.12 m
設計落差	5.7 m

② ユニット出力30万KW～35万KW

③ 金属で溶接された水車室を使用し、製造工場に対し効率を保證するという前提の下で、水車室の流速係数を上げると共に異なった型式の水車室と比較してもらうよう希望し、発電所の大きさを縮小する。

④ 取水管の相対的な高さは、レボルバーの入口直径の2.6倍を使用し、長さはレボルバーの入口直径の4.5倍を使用し、基本的な掘削を減少させるため、出口区間の底板は出口方向に沿って、4 m上げる。

⑤ 水力タービンはエアレーション圧水整相の運行の要求を満たさなければならぬ。

⑥ 水力タービンの組立て高度

発電所の正常な取水水位は5.17 m（該当流量は2,060 m<sup>3</sup>/sec）、最高取水水位は7.32 m（該当流量は4,200 m<sup>3</sup>/sec）、最低取水水位は4.91 m（該当流量は390 m<sup>3</sup>/sec）である。水力・タービンの組立て高度は、取水高度HS0～-2.5 mの範囲内で選択し、暫定的に4.75 mとする。

⑦ 設計水頭5.7 mで、ユニットが全負荷を用いた時の速度の上昇率は45%以下になるようにコントロールされる。予備設計段階では、30万KW～35万KWのユニットに対し、導水機構の閉じる時間は、

$T_s = 9 \text{ sec}$ であり、水力タービンが全負荷を用いる時の水車室内での最大水圧は100 m水柱以下である。初歩的な計算では発電機ロータの慣性モーメント ( $GD_2$ ) は、200,000～260,000 t/m<sup>2</sup>以上である。以上のことを総合すると、本発電所は運行が安定し、気爆性のよい水力タービンを必要としており、しかも比較回転速度の高めのあるものを必要としている。ユニットのサイズを小さくする事で、コストを下げれば、水利工事の中核配置に有利となり、工事投資を節約できるようになる。水力タービンの最終的な型式、1台の機械の容量及び対応するパラメーターの選択については製造部門で更に検討を加えた後確定する必要がある。

## 2. レボルバーの運搬と現場での溶接

### (1) レボルバーの製造方法の選択

30万～35万KWの水力タービンのレボルバーの重量は約250～300 tでありレボルバーの運搬について、一つはレボルバー全体を運搬する方法で、製造工場で完全に組み立てられ製造工場から水路を経て、現場へ運ばれる。もう一つは、製造工場で、レボルバーの部品を加工し、各々の部分に分け(上メタル、下リング、シングルウィングに分ける)で現場へ運び、そこでレボルバーを組み立て、溶接し、アニーリングし、機械を精密に加工し、静平衡、カウンターポーリング等の作業を行う方法である。この二つの方法を比較すると、運搬の条件が許す限り、まず優先的にレボルバー全体を運搬する案を考慮すべきである。

### (2) レボルバー全体の運搬

レボルバー全体の運搬には専用船を使用し、長江（揚子江）、洞庭湖を経て源水に入り、現場まで運ばれる。源水の洪水期は、通航の水深が0.8～1.1 mまで下るので、レボルバーを運搬するのは無理であるが、洪水期（普通4月～8月）には300 tぐらいのレボルバーの運搬は可能である。運搬方法、路線、措置の具体案についてはユニットの製造部及び交通部との作業の基盤が固まるのを待たねばならない。

### (3) レボルバーの工事現場での溶接

運搬条件に制限があり、レボルバー全体を製造工場から現場へ運搬できない時に限って、レボルバーを現場で溶接する方法をとる。

レボルバーの現場での溶接は、レボルバーの製造過程の一部である。製造工場がレボルバーの現場溶接に関する仕事を完成させる責任を負い、発電所の設計、施工とユニットの組み立てを担う班と共同作業を進める。

## 3. 水力発電所の補助的な設備

### (1) オイル系統

① 発電所の設備の運行上の必要から全発電所に独立したタービン油と絶縁油系統を集中的に設置する。

タービン油系統はユニットの軸受の潤滑、冷却とユニットの液体圧力の操作に使用する。

絶縁油は変圧器、オイルインタラプター、電圧相互誘導器、電流相互誘導器等の電気設備の絶縁と放熱冷却に使用する。

タービン油パンカは主建物内にあり、又絶縁油パンカは変電所附近にある。各々、油処理室があり、油類の浄化の需要を満たしている。

② 発電所の主な油類の貯蔵量はすべて、一つのユニットでのオイル使用量の110%をあてこんでいる。

油バンカ内のオイルベッセルの数と容量については、新しい油と浄化した油を貯蔵し又、オイル処理を行うための必要から決められている。発電所では廃油ベッセルは設置せず、必要な時には事故排油池と兼用する。

③ 油バンカ、油処理室と各主要な油を使う設備は全て油送管とつなげられており油類の供給と排出の需要を満たしている。又油バンカ、油処理室には必要な消火設備も設けられている。

④ 建物内には油質分析室があり、発電所全体の各種の油質を全面的に分析し、監視を行って、機械と電気設備の安全運行を保証している。

## (2) エアー・コンプレッション系統

① 本発電所に集中して設置された低圧エアー・コンプレッション系統は、主にユニットの整相圧水用空気を供給している。その他にユニットの制動、圧縮空気工具用空気を供給しており工作压力は7 kg/cm<sup>2</sup>である。

低圧エアー・コンプレッション系統は整相圧水の必要に応じて選択される。1台のユニットの整相に応じて、もう1台のユニットの点検修理用空気を放出する。本発電所の整相エアレーション気圧の回復時間は30分である。

② ユニット制動用空気を保証するため、特別に二つの制動気筒が据え付けてあり、逆流防止コックを経て、整相エアータンクと連結している。ユニットの制動には特別のエアー・コンプレッションは据え付けない。

③ 油圧縮装置用空気には、別に高圧エアール・コンプレッション系統を設置する。

④ 全建物のエアール・コンプレッション系統は正常な操業圧力、作動、停止及びエアレーション等を維持するため、すべて自動コントロールとするよう設計されている。

### (3) 給水系統

① 給水の技術的側面については、ダム前方の貯水池の深層から引く水を主な給水源とし、ユニット圧力鋼管から引く水を予備用の給水源とする。各ユニットは各々独立した給水系統を使用する。

② 貯水池の容量が比較的大きいので、非増水期においても水質はユニットの給水需要を満たすことができる。又増水期において、水中の砂の含有量が比較的多い時、水質要求が比較的高い給水位置に対しては、二次循環冷却給水装置を設置する。ユニットの冷却消費水量を節約するため、ユニットの給水量は、操業状況に基づいて自動コントロール化する。

③ 給水系統内では、消防・生活用水などの要求に対して、十分に考慮を払う。

### (4) 排水系統

全建物には二組の排水系統が設けられている。ユニット点検修理用排水、ダム基礎及び運物基礎の漏水排水は、閉鎖集水系統に集められる。そして、建物とユニットの漏水、消防用排水、生活污水は開放排水系統内に集められる。

集水系統は集水井戸と集水廊を結合した方式を採用して貯水容量を高めている。排水系統の設備はすべて深井戸式ポンプを用いており容量と

台数の選択は十分に検討して決めること。

全建物の排水系統の監視と操作は自動コントロール化するよう設計されている。

#### (5) 測量系統

本発電所の水力機械系統は正規の測量以外に、ユニットの流量、効率（水の消耗率）、振動、気燥性等の項目に対しても専門の測量装置を設けている。そのデータを発電所の電子計算機系統に入れ、運行パラメーターの全面的測量、監視、分析を行う。又ユニットの運行方式を処理し、ユニットの最も良い運行状態を保証する。

#### (6) 通気空調系統

発電所地区では長年にわたって温度統計をとっている。月平均最高気温は29.8℃、月平均最低気温は1.8℃で、極端に高い気温は最高41.1℃、低い気温は最低-9.5℃である。

本発電所は自然の通気を主とし、機械による通気は従とし、又自動空調も取り入れて総合的な通気を行っている。

屋外の気温がわりに高く、自然通気だけでは不十分な場合、水滴温度降下を用いて通気する。建物の重要な部分、例えば、中央コントロール室、電子計算機室等では自動温度調整方式を用いて、電子設備機械の正常な作動を保証している。

防火、酸化防止を必要とする場所には特に、独立した通気系統を設置する。

#### 4. 建物内の起重設備

発電所内では、天井走行電気クレーンを2台据付ける。1台の主要な吊りフックの起重量は約630～700tで、補助的な吊りフックは150～200t、径間は30～33.5m、ウォーキングビームの助けを借りて、発電機ローターと結合させる。

主建物内の両端の天井電気クレーンが極限線外部の部品を吊り揚げる必要があるため、各々のクレーンには20tの電気ホイストをクレーンの外側のアームの下に据え付ける。

クレーンにウォーキングビーム、起重工具を取り付ける。

クレーンアームとウォーキングビームの負荷実験は製造工場内で行う。発電所においてはクレーン上昇機構の作動についてのみ負荷実験を行う。

水力・タービン室には環状軌道が設けられ、電気ホイストがすえつけられ、案内羽根の腕、連板等の小型部品を吊り揚げるのに用いられる。

### 第3章 電気ワイヤリング

本発電所の電気ワイヤリングはシステムの必要にもとづいて、発電所の効率で500KVを二回にわたり送り出している。一回は常徳から株洲まで、もう一回は漣源をへて株洲まで、環状電力網が形成されている。又、その他に予備用の一回も備えられている。

原水下流の運航の需要を保證するため、発電所が担う基本負荷は約20万KWである。建物内にはパラソル式空気冷却水草発電機が5台あり、1台の



機械の容量は30万KW～35万KWで、発電機の電圧は18KV或いはそれ以上で、効率因数は0.875～0.9である。1台の機械の容量が比較的大きいので、発電機と変圧器の〔单元〕を接続したものを採用する。

500KVの高圧母線の出入り回路は合計8回ある。本発電所のワイヤリングはかなり高い性能の電気器具が必要とされる他、運行上便利でなければならぬ。本段階で、発電所ワイヤリングに対して、国内外の関係資料を発電所の状況と合わせて研究した結果500KVの高圧母線に、性能が高く、コストが安く、設置面積が小さい等の長所がある“ $1\frac{1}{2}$ ワイヤリング”を使用するよう推薦する事とした。その高圧電器設備はすべてSE。全閉鎖組み合わせ式電器を使用する。

発電所用電気系統では6.3KV及び0.4KVの2つの電圧で電力を供給し、高圧スイッチボックスは手車式を使用し、低圧スイッチプレートはドローア式を使用する。発電所用発電機は容量3,200KVAのものに変え、その変圧比は約18KV/6.3KVで、合計5台備えてある。照明変圧器は負荷調圧を備え、容量は320KVAで、2台備えてある。

## 第4章 電気設備の選択、及び設置

### 1. 電気設備の選択

本発電所の発電機の回転速度は比較的遅く、構造はバラソル式を採用し、冷却方式は空気冷却であり、定格容量は30万KW～35万KW、効率因子0.875～0.9、最大充電容量200,000～235,000KVA、短縮比

は1.0以上で、調節保証計算によれば、 $G D_2 \geq 200,000 \sim 260,000 t / m^2$ でなければならない。

主変圧器は双リール油循環水冷却を使用し、各組の容量は36万KVA～45万KVAで、主変圧器の高圧側はすべてSF<sub>6</sub>閉鎖母線から引き出され、構造は单相または三相を採用し、製造メーカーが提供する運搬重量、組み立て方式に基づいて最終決定を行う。

発電機については母線の電圧、容量と発電機を組み合わせる事とし、又構造型式は全連続式離相閉鎖母線を使用している。発電機と変圧器の間にはどの型式のインソレーション・スイッチまたはインタラプターを設置するかについては、設備の供給状況がもっと落ちついた時点で確定する。発電機の中性点に乾式消弧リアクトルを設置し、その容量はメーカーが提供する発電機の電気容量の電流値が確定した後に定める。

## 2. 機械電気設備の設置

最初のユニットを設置する時、まず1、2号ユニット及び据えつけ場所を作る作業を完成させねばならない。その最初の発電所では必要な附属設備がすべてその区間内に設置されていなければならない。ユニットをすえつける周期を短縮するため、タービンは現場で溶接、アニーリング、加工等を行う。発電所への導入路附近に、あらかじめ溶接場を造り、そこでタービンを溶接し、すえつけ作業を早めるようにする。

### (1) 主建物の平面寸法の確定

- ① 主機の寸法：水車室と発電機の外形の寸法の見積りに基づいて、又水車室の溶接加工、現場構造、設備の配置を考慮し、ユニット間隔

を暫定的に $34\text{ m}$  ( $36\text{ m}$ )と定め(カッコ内の寸法は $35\text{万KW}$ ユニットの寸法、下も同様)、建物内の柱間は $30\text{ m}$  ( $33.5\text{ m}$ )とする。

- ② すえつけ場の平面寸法の確定：本発電所のユニットの容量、及び構造の寸法はかなり大きく、ユニットのすえつけ場の左端の総長は $60\text{ m}$  ( $64\text{ m}$ )である。わり出されたすえつけ場の寸法はかなり緊密に寄せ集めたものとなる。
- ③ ユニット区間と発電所ダム間は高さ $\Delta 63.5\text{ m}$  ( $64.0\text{ m}$ )の平面内にあり、主に発電機端相の閉鎖母線及び主変圧器が設置してある。銅管支柱間の空所内には、主に発電所用電気系統及び主変圧器冷却系統が設置されている。主変上層は高さ $\Delta 79.0\text{ m}$  ( $80.5\text{ m}$ )で $500\text{ KV}$ の $\text{SF}_6$ 全閉鎖組合電器が設置されている。その主な設備はすべて屋内にあり、コイルアウトにはすべて高圧ケーブルを使用している。
- ④ すえつけ場の上流側には生産用別棟が一棟設置され、中央コントロール室、直流系統、電子計算機室等が置かれている。各層は約 $700\text{ m}^2$ で、合計四層ある。すえつけ場の下流側には管理用別棟が一棟あり、各層は約 $350\text{ m}^2$ で合計四層ある。

## (2) 主建物の高さの確定

水力タービンの取水口高度 $H_S$ は $-2.5\text{ m}$ と暫定的に定め、掘え付け高度は暫定的に $\Delta 47.5\text{ m}$ とし、ユニット高度を下げるため、発電機はバソル式の構造を使用し、発電機層の地面の高度は暫定的に $\nabla 63.5\text{ m}$  ( $64.0\text{ m}$ )とする。

天井電気クレーンの主の吊りフックの上限高度、及びクレーン〔梁〕の高さは主に主変圧器の設置高度によって決定される。

### (3) 交 通

水力・タービンは密接を完了してから発電所内に入れるので、発電所に入る道路は12.0 m以上の幅かなければならない。建物と取水平台の間の運搬路に7.5 mの余裕を残しておく。集中コントロール室から500KVスイッチ・ステーションまで、及び建物からダム頂上までの間にはすべてエレベーターが据えつけ効率、運行上の便宜を計っている。

## 3. 二次設備

### (1) 発電所のコントロールと保護

本発電所は系統内の主要な発電所であり、上流の鳳凰発電所はすでに運行を開始しており、下流では凌津彦発電所の開発が予定されている。水力資源を十分に利用するため、合同で計画を調節する必要がある。

発電所が安全に運行でき、その経済効率を発揮させるため、最終的には完全にオートメーション化する予定である。

集中コントロール室には、リターン・プレートと操作台が設けられ、発電所の主要な設備に対して集中コントロールと監視を行っている。又発電所全体の各設備の運行に関する主要な信号も集中コントロール室に送られる。

発電機室には機械操作と送電保護等がユニットとして設けられ、運行、点検、調整テスト用として設けられる。

発電機の同期方式に関してはオートマチック同期を正常なスイッチング・イン方式とし、又同期閉鎖の手動同期を予備用として備える。更にセルフコントロール同期を事故の際のストッピング・イン方式とする。

本発電所では直流で励磁を採用せず、励磁方式は系統の必要に応じて、製造工場と相談の上決定する事とする。

本発電所は機械のオートメーション化のほかに、マイクロ・ミニタイプの計算機を採用し、発電所全体に対しクラス別管理を行っている。これらは以下のことを含む。

- ① 発電所全体の運行情況を監視し、作業状況パラメータ・データ（電気量と非電気量）を測定し、異常な状況下では警報を発して、それを自動的に記録し又必要に応じてタブレットしたり、プリントしたりする。
- ② 全発電所に対して、最も適格な運行・コントロールを実施する。調圧、周波数調整、効率分配、ユニットの始動と停止等がこの中に含まれる。上流、下流の階段式発電所の合同調整及び経済的運行を更にもう一步現実化する。
- ③ 全発電所内の事故を自動的に記録表示する事及び事故のロジック判断や自動的な処理を現実化する。
- ④ スクリーン表示器に全発電所のワイヤリングの運行状態変化、正常時と事故時の操作状況並びに事故と故障の性質が表示できるようにする。

送電保護方面では、本発電所は必要に応じて可能な限り集積回路構造のエレメントを保護していく。保護装置に対する信頼性を保証するため本発電所では発電機-変圧器の組み合わせなどの主なエレメントの保護に対して、二重の措置をとる事とする。

全発電所の公用設備、例えば、エアー・コンプレッサー、排水ポンプ、通風機等、設備の運行上の必要性から、完全自動化を実現していく。

全発電所には、火災警報装置がとりつけられ、全発電所の各主要な設備の間隔及び部屋に対して、防火のための監視を行う。

取水口に水中工業用テレビをとりつけ、各々の除じん機の状態を観察、監視する。

余水ゲートの操作に対しては、河床の越流ダム、及び小別溪の洪水吐2ヶ所に、それぞれ集中コントロール室を設け、各水門に対して集中して操作を行う。

全発電所の直流電源は主に、220V及び48Vの2つの電圧等級があり、各々は二組の蓄電池を用いて電気を供給する。

## (2) 通航用水門の自動コントロール

本発電所は三級の通航用水門であり、源水の貨物運搬量が多く、船団が水門を頻繁に通過し、運行状況が複雑であり、又コントロールの機械化の必要性が高まってきているので通航用水門のコントロール系統の設計には、専門的な研究が必要である。

水門首部2ヶ所に、全水門の集中コントロール室を設置し、屋内には集中操作台、アナログシグナル橋立、又直接監視するための工業用テレビを設置する。

通航用水門のコントロールは、集中コントロール室で行われる以外に、各々の水門室の平台上で携帯式の操作設備、または遠隔制御装置を利用して行い事ができる。

修理、及び調整作業を行う期間中は、機械の操作がその機械現場で行えなければならない。経済効率を高めるため、運行周期、通航用水門、バルブ、調歩式機械等の操作を凝結し、規定の順序に従って連続した完全自動化への操作を実現していく。事故が発生した時、自動的に操作を

中断し、又安全措置を講ずる。緊急の場合、人為的に操作して安全措置を講ずる。

全ての通航水門及び各主要な設備の正常かつ安全な運行を保証するため、更に各種の必要な信号設備を設置する。

通航水門系統には、専用の通信系統があり、その中には指導電話通信、管理電話通信、及び放送電話通信が含まれ生産運行の指導及び対外連絡用として使用されている。

#### 4. 発電所通信

本発電所の通信は発電所内通信と系統内指導通信の二つから構成されており、発電所の通信は、生産指導電話よりなる。系統指導通信は電力線放送電話が主で、将来的にマイクロ回線を採用できる余地を残してある。

本発電所はユニットが多く、容量が大きく、また系統内で重要な地位を占めている。故に録音機を備えた60回線の規模を全発電所の生産指導用として使い、また、別に200回線用の自動交換機を全発電所の管理通信用として使う。

## 第7編 施工組織の設計と総概算

### 目 次

第1章	施工主要条件	7-1
1.	施工特徴	7-1
2.	自然条件	7-3
3.	材料、設備及び労働力	7-5
4.	施工用電力	7-7
第2章	施工導流	7-8
1.	導流基準	7-8
2.	導流案	7-11
3.	導流遮水及び洪水吐運航	7-13
4.	基礎坑排水	7-15
第3章	施工期の通航	7-16
1.	源水運航の現状概説	7-16
2.	一期施工時の通航	7-18
3.	二期施工時の通航	7-20
第4章	主体工事施工	7-23
1.	工事材料発掘	7-23
2.	コンクリート施工	7-30





第5章	施工補助事業	7-37
1.	骨材プラント	7-37
2.	コンクリートミキシングシステム	7-42
3.	冷却システム	7-44
4.	給水システム	7-45
5.	補助事業工場	7-47
第6章	施工交通運輸	7-50
第7章	施工進度	7-57
1.	工事規模	7-57
2.	施工進度の配分	7-59
第8章	施工総体配置	7-61
1.	施工総配置	7-61
2.	建物と倉庫	7-62
第9章	工事総概算	7-65



## 第 1 章 施工主要条件

### 1. 施工特徴

#### (1) 中枢施工敷地及び対外交通状況

五強溪の水力発電所はダムをつくる位置が兩岸を山が取り囲み、岸の傾斜も急であり、流れによる浸食も比較的深いため、現場付近の地勢は施工に不便なものになっている。施工現場は主に前方の鉞山の、排出した砂石堆などが手近に利用できる他、工場や住居などはダム現場の下流右岸6～8キロの泥湾から大湫角一帯、及び左岸の9キロ離れた麻伊湫付近一帯の台地や山腹、面積としておよそ3km<sup>2</sup>が利用できる。

現在のところ外部との交通は不便であり、初めは水上運送に頼る。上流では湘黔鉄道が通っている大江口と20.9km（辰溪セメント工場とは水路で約19.0km）離れており、下流の方では桃源の町まで水路で8.6kmあり、源陵・常德から現場までは定期船が運行している。

陸路では右岸の柳林渡が宮庄の簡易公道を通り現場へ通じている。距離は約35.0kmである。

#### (2) 工事施工条件

施工の面からみると、本工程は「一に高いこと、二に大きいこと、三に条件が悪いこと」という特徴があり、施工上多大の困難がある。

一に高いとは、源水の通航条件は要求が高度であり、施工期間でも通航を中止することは許されぬばかりか、永久通航建築物——例えば航行用のゲートは、最初の発電機が発電を始める時でも同時に航行の機

能を果さねばならない。

二に大きいとは、源水の流量が大きいということである。歴史上の洪水を調べてみると $41,700\text{ m}^3/\text{sec}$ （1766年）であり、解放後の実測では最大流量は $27,000\text{ m}^3/\text{sec}$ （1969年7月17日）である。洪水期でもかつて洪水の流量 $18,300\text{ m}^3/\text{sec}$ （1935年11月7日）を記録している。

工事の規模も大きい。この工事の中心工事の総掘削量は935万 $\text{m}^3$ であり、これに外部との公道をつくる臨時的工事と砂石材料の掘削量を加えると、総掘削量は2,600万 $\text{m}^3$ に達し、コンクリート量は500万 $\text{m}^3$ 、その中で主体コンクリート量は455万 $\text{m}^3$ になる。

三に条件が悪いとは、

- ① 外部との交通条件が悪いこと。このように大きな建設工事では、直接工事現場に通じている鉄道がない場合は、建築材料は主に兩岸に仮設する三級公道及び水路にたよって現場に運搬する。
- ② 地形地質条件が悪いこと。左岸は $F_{17}$ 、 $F_{112}$ 、 $F_{121}$ 等の大小の断層が通っており、断層ではそこを発掘する場合工事量が増大するし、岩層の向きは河に沿っており、河床へと傾いているため工事で発掘する場合はどうしても上から下へと向かわなければならない。また一方、沿岸の山や台地は風化がかなり進んでおり、家屋や工業の職場、倉庫を建てる場合、その基礎は4～5 m、甚しい場合には10 mも深く掘らなければならない。
- ③ 施工現場の位置が悪いこと。ダムサイトが狭いため、労働者の生活区は現場から下流6キロ以外に置かねばならず、労働者の現場への往来に不便をきたすことになる。

## 2. 自然条件

ダムサイトの河幅はおよそ330 m、河底の深いのは左側であり、これが現在通航の主要航路となっており、水深5～7 m、覆蓋層の厚さは5～10 mに達する。右側の河床は浅く岩礁もあり、水深は1～3 mで、河中にはいくつかの岩礁・孤島が水面に露出している。さらに右岸の一部台地は砂石材料やコンクリート系統を得るために利用するため、工事における導流案のアレンジは、水中工事の進め方においてどのような形式をとろうとも、分期導流の方法を採用せねばならず、かつ、初めに右岸の河床を囲み、後に左岸を囲むという工事のやり方ですすめなければならない。

五強溪の現場は亜熱帯気候に属し、夏の昼間は灼熱の暑さであり夜は涼しく、昼夜の温度差が大きい。冬はそう寒くなく、降雪期は比較的短い。一般に年間の洪水期は主に5～7月であるが、年度によっては8月に入っても年間最大の洪水が起こることもある。これまでの天文データの分析によれば、5～8月が洪水期、9～4月が滔水期である。この地区の年平均降雨量は1,400～1,600 mmであり、年平均蒸発量は750～900 mm、絶対最高気温は41.1℃、絶対最低気温は-9.5℃である。年平均気温は16.1℃、各月の平均気温と水温は次の表7-1である。

(次頁参照)

表 7 - 1 ダム建設地区気温・水温資料

月 別	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
温度℃													
月平均気温	4.1	5.4	10.4	15.7	20.3	24.6	27.9	27.1	22.4	16.7	11.4	6.2	16.1
月平均最高気温	6.5	8.3	12.6	17.3	23.0	27.2	29.8	29.2	24.5	19.1	13.9	9.1	17.3
月平均最低気温	1.9	0.9	8.6	13.6	18.4	23.1	25.2	24.7	20.8	15.0	9.0	1.8	13.6
月平均水温	7.3	8.0	11.8	16.7	20.5	24.9	28.6	28.8	25.6	20.1	15.4	9.7	16.9

### 3. 材料・設備及び労働力

工事用建材及び主要な施工設備は、施工設計の分析に基づき、さらに国内の数種の工事の経済指標と概算データを参考にし、本工事の建材・施工設備及び労働力の基本的統計を作成すれば、以下のようになる。

#### (1) 工事建材の一覧

統計によれば必要な揚薬量は1.1万t、鉄筋鋼材13万t、その中の内訳は、鋼材7.22万t、鉄筋5.78万tである。風水管路1,600t、鋳鉄管2,670t、セメント94万t、フライアッシュ26万t、木材13万m<sup>3</sup>。

詳しくは表7-2を参照。

#### (2) 主要施工設備一覧

施工設備をどうするかは、工事の進みぐあいにかかわることだが、ただ主要な施工設備についてのみ設計を行い、そのサイズや数量については、さらに後に考えなければならない。加えて、実際の状況に照らし合わせて実行をはかる必要がある。関連する主要設備は後出の「施工設備リスト表」に列挙する。

#### (3) 施工労働力の分析

五強溪工事は進度に基づき、主体工事の施工の年最大発掘量は342万m<sup>3</sup>に達する。月ピーク平均発掘強度は33.6万m<sup>3</sup>、年最大コンクリート流し込み量140万m<sup>3</sup>、月ピーク平均流し込み強度は14万m<sup>3</sup>、ならして計算すれば施工ピーク時には15,000人を必要とする。工事関係の建物の設計には職員労働者を15,000人として計算しなければならない。

本工事の準備工事は、土石料の発掘量及び埋め戻し量の大きいことから、



表 7 - 2 材料の年ごとの数量表

項 目	1980	81	82	83	84	85	86	87年
1 鉄 筋 ( t )	5,780	6,080	6,520	5,200	12,020	16,000	9,500	
其の内：臨時建設工事	2,480	5,480	4,020	1,528				
主 体 工 事	4,430	600	2,500	3,680	12,020	16,000	9,500	
2. 鋼 材 ( t )	72,200	10,600	6,065	3,400	10,100	9,675	14,100	3,060
其の内：臨時建設工事	47,365	10,600	6,065	3,400	3,500	3,000	5,600	
主 体 工 事	24,835				6,600	6,375	8,500	3,060
3 セメント ( 万 t )	94	5.6	12	13	25	23	11.3	1.0
4 砂 灰 灰 ( 万 t )	26	04	3.8	4	7.6	65	3.4	0.3
5. 木 材 ( m <sup>3</sup> )	130,000	25,000	21,000	19,000	15,000	13,000	12,000	7,000

道路、橋、港及び家屋等の建設が巨大であり、工期がつかまっているし、必要とされる労働力も大きいことから、これらについては上部機関が関係方面へ働きかけて、早めに準備ならびに請負い施工を行なうことが望まれる。

#### 4. 施工用電力

施工の動力及び照明用電気の荷重を分析統計したものによれば、施工用電力の総容量は575,000KWであり、設備負荷同時率を30%として計算すると、最高負荷は17,250KW、工事現場内の回線ロスと出力因素などを含めて考慮すれば、現場の最高発電負荷は20,000KWになる。工事の順調な進行を保障するには、電力供給の電源は高い信頼性と安定した電圧を保たなければならず、二つの電源による発電が望ましい。電源状況の調査によれば、将来五強溪の工事用電力は柘溪発電所から沃溪変電所へ送り、さらにそれを40kmにわたる110KVの送電線による供給が可能である、或はダムサイトの臥龍を通り常德に送る220KVの送電線から直接に供給を受ける事も可能である。電力取り込みや変電所建設のための期間の電力については、掘削のディーゼル発電機や発電船による発電を必要とする。

施工の進度の配分によれば、最初の年の準備工事を行なう時の発電負荷は3,600KW、第二年目の準備工事がピークに達した時、また同年年末に主体工事である大発掘及び一期のせき止め工事を行なう時には、その発電負荷は10,000KWになる。三年目では負荷は15,000KW以上、また第五年、第六年では負荷はピークの20,000KWに達する。

## 第 2 章 施 工 導 流

### 1. 導流基準

#### (1) 霖雨及び洪水概況

源水流域は亞熱帯モンスーン気候区に属し、雨量が多く、年平均降雨量は 1,400～1,600mm である。降雨は 4 月～8 月に集中し、これが年間総雨量の 65% 以上を占める。霖雨強度は 100mm 以下で、1 日の最大雨量は 325mm である。暴風の回数は中流、下流の方が多く、かつ雨量もやや多い。洪水の季節による変化は霖雨と一致しており、年の最大洪水は一般に 4 月中旬から 9 月上旬にかけて起こるが、5 月から 7 月にかけてが最も多く 80% 以上を占める。また大洪水の多くは 6 月、7 月の梅雨の時期に発生する。前期（5～7 月）の洪水はピーク流量が大きく、時間も長く、洪水の型は多峰型（何度も高水位の流れがくる）を呈する。後期（8 月以後）の洪水はピーク流量が小さく、時間も短かく、洪水は単峰型を呈する。年によっては 10 月でも比較的大きな洪水が発生することがあり、流量の季節性変化は洪水期に枯水が起ったり、揚水期に洪水が起こるなどによっている。

西水は源水の比較的大きな支流の一つである。支流にはすでに鳳凰発電所が建設されている。鳳凰ダムは支流の洪水に対し調節作用をもっている。解放後の 29 年間（1951～79 年）のデータによれば、主流と支流にかける大洪水の発生状況は、以下のようになっている：五強溪と支流（高頭頭站）との年最大洪水の発生は 10 年間（34% を占め

る)；主流(浦市站)との年最大洪水との発生は15年間(52%を占める)；三ヶ所が同時期に年最大洪水が発生したのは3年間(10%を占める)；三ヶ所が異った時期に年最大洪水が起ったのは7年間(24%を占める)である。

## (2) 洪水分析の成果

源水は54年(1925~79年)にわたる水利観測系列をもち、比較的整った系列を53年間もっている。其中で1953~1979年はダム附近の親子滝と王家河の両駅の実測、1939~44年、47~52年は源陵駅における洪水の実測が挿入されているし、1925~38年は常德駅における洪水の実測が挿入され補われている。1925~79年の系列では、その間の最大流量は $31,000\text{ m}^3/\text{sec}$ (1933年6月19日)、それにつぐ流量は $30,500\text{ m}^3/\text{sec}$ (1935年7月1日)、1953~79年の実測系列中では、最大実測流量は $27,000\text{ m}^3/\text{sec}$ (1969年7月17日)、それにつぐ流量は $24,200\text{ m}^3/\text{sec}$ (1954年7月30日)。水位変化は18mに達している。異なる系列の洪水分析の成果は表7-3、及び表7-4参照。

## (3) 導流流量

導流流量の選択は基坑の施工を満足させるものでなければならない。五強溪工事は規模が大きく、短期間の工事が求められている。基坑の施工を問題なく完成させる為、年間を通じて水を逆さずにダムを竣工させる方法を採用する。

歴史上の大洪水の分布情況から見ると、解放前は大洪水が発生する回数も多く、流量も大きい、解放後は発生回数も少なく、流量も小さい。頻度数の統計によれば、異なる系列では異なる結果が出ている(表

表 7-3 異なる系列のダム附近における年最大流量頻度計算成果

洪水系列	流出パラメーター				P %					
	Q <sub>0</sub>	C <sub>v</sub>	C / C <sub>v</sub>	0.5	1	2	5	10	20	
n = 50年 (1925~44, 47~76年) 他に5年歴史的洪水有り	18,400	0.39	2.5	45,400	39,900	36,600	31,800	28,000	23,900	
n = 53年 (1925~44, 47~79年) 歴史的洪水無し	18,100	0.39	2.0	41,300	38,500	35,300	31,100	27,500	23,700	
n = 27年 (1953~79年) 実績	16,800	0.51	1.0	51,800	30,100	28,200	25,900	23,500	21,200	

表 7-4 異なる系列の流量別にみた発生回数統計表

系列	流量									
	10,000	12,000	14,000	15,000	18,000	20,000	22,000	25,000	30,000	
1925 ~ 1978年	145	102	71	64	39	25	14	5	3	
1925 ~ 1952年	64	47	36	34	22	17	10	4	3	
1953 ~ 1978年	81	55	35	30	17	8	4	1	0	

7-3参照)。導流工事量があまり大規模にならぬよう注意する。解放以来27年間中の実測最大流量が $27,000\text{ m}^3/\text{sec}$ であることを考慮し、慎重な検討の結果、はじめの設計であった導流流量 $22,000\text{ m}^3/\text{sec}$ を $25,000\text{ m}^3/\text{sec}$ にまで高め、なお上流の堰に於ける洪水調節作用は安全余剰分として計算に入れない。

## 2. 導流案

ダムとなる場所の平常水位における河幅は約330m、河中には三つの天然の礁石の島があり、河床は二つに区分され、礁島の左が主要航道で幅約120m、水深3~7m、覆蓋層の厚さ4~10mである。一方礁島より右は浅い暗礁地区で、岩が水面より出ており、無覆蓋層の幅は200m、水深1~3mとなっている。

中心となる工事の全体的配置を勘案して、導流工事は主に左岸ダム後式建物と右岸ダム後式建物の二つの方式を研究している。その導流プロセス及び主要指標は以下のようである。

### (1) 左岸建物案

地形、地質条件および通航要求などに基づき、期を分けて導流し、第一期はまず右岸の越流堰を固め、縦向きのダムを礁島付近に設ける。河床断面は60%ほどちぢまり、導流水量が $25,900\text{ m}^3/\text{sec}$ のとき、狭められた河床を流れる平均水流速度は $10.3\text{ m}/\text{sec}$ である。第一期の基礎坑には10個の越流堰と放水堤を含む。越流堰内には19個の $5\times 20\text{ m}$ 底孔を置き、放水部分を臨時の船門として使用する。その寸法は $10\times 25\text{ m}$ である。

第二期は左岸建物の堰と永久船舶用水門を囲み、底孔から導流し、臨時船門は導流の役も兼ねるようにする。上流の水位が通航最高水位を超えた場合(この水流は約 $6,000\text{ m}^3/\text{sec}$ )、臨時水門はその航行を中止し、吐水に参加することとする。導流量が $25,900\text{ m}^3/\text{sec}$ の時、底孔により $23,000\text{ m}^3/\text{sec}$ を流し、船門から $2,900\text{ m}^3/\text{sec}$ を放出する。この時、底孔内の平均流速は約 $12\text{ m}/\text{sec}$ 。底孔と臨時ロックの吐水能力が比較的大きいため、底孔上部にさらに吐水口を設けておく必要はない。源水の増水期に際しても分期してダムを囲む方式をとれば、工期の短縮にも比較的有利である。

## (2) 右岸建物案

地形、地質、施工条件と通航要求により、第一期はやはり右岸を囲む。建物を右岸につくるため、二期の導流では建物の堰内に底孔を設置せねばならず、施工上の困難が増す。右岸建物で施工・導流を行うについては、これまで、先ず左岸を囲み、右岸を明渠にする、右岸に底孔をかく、右の底孔を左の底孔へうつすなどの案が出されたが、いずれも問題の根本的解決にはならない。このため三期に分けて導流を行う案を採用する。

第一期ではまず右岸を囲み、一期の基礎坑には建物及び永久的穴あき環を含み、これは臨時ロックも兼ねる。4つの建物堰を利用して吐水口をつくり、二期の導流用とする。吐水口の幅は $122\text{ m}$ 、底からの高さ $47.0\text{ m}$ 。吐水口の前にゲート台と作業平台を設け、下にかりて穴をふさげるようにする。第一期の吐水口の建物の4台のユニットはただ底板をコンクリート打ちし、岸寄りの一台で放水管をつくり常水位になるよう水を放水し、先ず発電を行うようにする。

第二期は左岸の越流堰を囲み、右岸建物堰の吐水口から導流する。越流堰の中に14個の $5 \times 20$  m底孔を設置し、あわせて幅40 m、高さ65 mの吐水口を残しおき、第三期の導流用とする。

第三期では右岸の吐水口をふさぎ、あわせて吐水口の建物4台ユニットの水面下部分の施工を行う。上流ではゲート台を利用しコンクリートの重ね板を下して水をふせぎ、下流では放水路の出口に一つ土石堰堤を築き、三期の基礎坑を形成する。この時左岸の越流堰の底孔と吐水口から導流し、左岸吐水口は右岸吐水口が80 mの高さになった時に高さを増してゆき、この時左右岸の堰は全線にわたり高くすることができる。左、右岸建物案の施工導流主要指標比較は表7-5参照。

### 3. 導流進水及び余水吐建築物

#### (1) ダム

##### ① 第一期ダム(仮締切)

第一期ダムは右岸の浅い礁石区に設ける。河床の礁石が露出しており、堰堤の基礎処理は比較的容易である。完成後除去に便利をよりに、十分にスクラップ・廃物を利用し、上、下流の横向き堰堤はともに土石混合とする。堰自身は碎石堆石体とし、粘土で斜壁の浸水を防ぐ。堤頂幅は6 m、前水面との斜傾度は $1 : 2.5 \sim 1 : 3.0$ 、背水面斜傾度は $1 : 1.5 \sim 1.20$ 。

横向きダムの全長はおよそ900 m、そのうち、上流部が240 m、



表7-5 導流主要指標比較表

項目	案	左岸建物(二期導流)			右岸建物(三期導流)		
		一期	二期	合計	一期	二期	三期
設計流量	(砂m <sup>3</sup> )	25,900	25,900		25,900	25,900	18,000
上流水位	(m)	73.2	79.1		71.7	77.4	74.0
下流水位	( " )	66.4	66.4		66.4	66.4	
上流仮締切ダムの堤頂の高さ	( " )	73.9	79.8		72.4	78.1	
下流 " "	( " )	67.0	67.0		67.0	67.0	67.0
上流ダムの高さ	( " )	26	35		24	33	梁
下流 " "	( " )	19	22		19	22	登
クサ向き仮締切堰堤の高さ	( " )	26~19	32~19		24~19	30~19	19
主要工事	土	181	27.2	45.3	16.5	261	7.7
	埋石	42.9	54.6	97.5	39.3	49.7	12
	コンクリート	167	8.6	25.3	14.3	6.6	3.0
	鉄筋	307	2,541	2,908	215	1,020	1,577
	鋼材		4,093	4,093		200	3,016
施工条件		1. 二期に分けて導流。導流プロセスは簡明。早期発電に有利。 2. 二期で吐水口を残さぬため、コンクリート打設強度にムラがない。 3. 一期の工事量小さく、施工は比較的容易。但し、二期に工事量が集中し、施工にめんどうがある。			1. 三期に分けて導流する。基礎杭が移動する回数が多く、施工進捗に影響を与える。 2. 吐水口を残し導流する必要があるため、コンクリート打設の強度にムラができる。		

ダム体が360m、下流部が300m。この上、下段は一期、二期で共用する。その断面の型式は、両面とも遮水することを考慮に入れる。ダム体を通る所はとり壊さなければならない。

河床を狭くする事で、流速が著しく大きくなるため、河の流れの状態は急流と緩流の臨界状態に近づくため、縦向きダム型式はコンクリート重力式を採用する。また基礎岩石への水の衝撃によりダムの安全がおびやかされるのを防止するため、脚部には保護措置を施すべきである。

一期と二期では基礎坑の長さが異なる、一期の下流部長さは約150mで十分だが、二期では300m必要である。一期の導流後出口に土砂などがたまり、二期の囲いが困難になることを避けるため、一期での囲いの際、二期で長くする分についてはあらかじめ基礎水面下部分をコンクリート打ちしておき、二期で使用する時高くするようにする。

## ② 二期仮締切

二期仮締切りは左岸の深水区で行う。基礎の覆蓋層(岩盤に達するまでの厚さ - 訳注)の厚さ約10m。上、下流の横向き仮締切堤も土石混合ダムを用い、粘土で斜壁の浸水防止を行う。覆蓋層が深いため基礎処理は基本的にはコンクリートで浸水を防ぐ方式(セメントグラウト工法)をとる。

二期では縦向き仮締切りの上流部は一期の上にさらに高くし、下流部は一期の囲みの中部を利用する。

## (2) 底 孔

二期の導流の底孔は全部で19個。その断面型式は幅5m、高さ20

mの「角落とし方形孔」である。各堤に二コ配設し、即ち、スキマにか  
かるもの一個、中央部にかかるもの一個で、底板の高さは47.0mであ  
る。それぞれの底孔入口にはすべてゲート台と作業平台をもうける。平  
台の高さは7.3m。穴を埋めもどす時は、先づ臨時ロックを先にし、  
底孔を後にする。

#### 4. 基礎坑排水

一期の基礎坑は右岸にあり、覆蓋層もなく、水深は約2mで、基岩滲透  
係数は1~4m/昼夜、従って基礎坑排水は比較的容易である。

二期の基礎坑は左岸の深水区にあり、水深5m、河床の覆蓋層は厚さ10  
m。ボーリングによる抽水テストでは覆蓋層の浸透係数は36~106m  
/昼夜である。一期の基礎坑に排水のため6日要するとすれば、二期の場  
合は10日要する。排水機の最大効率は約700KVである。

### 第3章 施工期の通航

#### 1. 源水選航の現状概要

源水の主流支流の通航距離は2,200km余である。金柴から常徳までの  
主流水路553kmは、中洪水期でも80~120t級の船舶が、洪江や長  
溪以下まで通航し、年間を通じ船が航行している。源水で就航している船  
舶は千余艘もあり、総トン数は三万余トン、プルイングは1,700余馬力。

表 7-6 源水の現有船型特性表

船 船 の 類 型	総トン数 (t)	乗 力 匹	排 水 量 ( t )	船 船 寸 法 ( m )		
				長  さ	幅	総 吃 水
1. 客 船	400~450	240~400	160~180	34.5~35	6.8~7.0	1.3~1.4
2. 双 胴 客 船	250	2×240		30	7.5	0.8
3. 曳 船		240	55~140	25.5~30	4.0~4.7	0.7~1.35
4. 拖 船		400	116.3	21.6	7.6	1.3
5. モーター付はしけ	40~80	80~120	65~127	27~30	4.3~7.0	1.0~1.2
6. 貨物 は し け	40~100		60~180	26~32	4.6~7.0	1.1~1.2
7. 給 油 船	100~110		160~185	26.2~33	2.62~3.3	1.2~1.4
8. 甲板 は し け	120		154	32.3	7.1	1.0
9. モーター付帆船・ジャンク	20~40	20		18.4~27.2	3.0~4.4	0.7~1.0

汽船型の特性については表7-6を参照。

77年の実質貨物運送量は74.15万t、木材放流量は47.72万m<sup>3</sup>、  
 物の運送は下流へのものが主である。これまでの貨物運送量は表7-7  
 参照。

表7-7 ダム地点を通る各年貨物運送量

年 度	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	これまで の最大量
運送量(万t)	44.43	45.97	53.64	43.12	57.48	61.11	74.15	74.15
のぼり	23.86	14.09	11.74	5.03	6.38	6.24	5.59	23.86
くだり	20.57	31.88	41.90	38.09	51.10	54.87	68.56	68.56

施工期間中、工事に要する一部のセメント、石炭粉、木材、石炭等は、  
 を通って工事現場に投入する必要がある。施工期間内の年最大貨物運送  
 は推計で100万tに達する。木材は大部分、大江口で鉄道に積みかえ  
 。但し、毎年20~30万m<sup>3</sup>は洞庭湖地区へ放流するものがある。

#### 一期施工時の通航

第一期は右河床の礁石を囲み、左側の主要河道を導流及び通航用として  
 する。狭められた後の河の幅は100~120mで、一期導流の模型試  
 によれば、通航流量がそれぞれ3,000、6,000、8,000m<sup>3</sup>/secの  
 の表面流速・流態及び落差比の観測結果は、左岸一帯では流速が小さく、  
 差もおだやかで入口の所でははっきりした落差がみとめられず、全体の  
 流態も平穏なものであった。しかし、タテ向きダム付近一帯は出入口のあ  
 りの流速が大きく、入口では集中して落差と渦巻きがみられ、下流部に

は波状水流と波がわく現象が観察される。従って“整流”設備を左岸に設けるべきである。通航流量が $6,000 \text{ m}^3/\text{sec}$ の時の模型試験の結果は表7-8を参照。

表7-8  $Q = 6,000 \text{ m}^3/\text{sec}$ 時の流速比降表

断面位置		上流の入口の部分	ダムの特線位置	タテ向きダムが流れを分ける部分	下流の出口の部分
流速 ( $\text{m}/\text{sec}$ )	左岸から10m離れた部分	4.42	5.78	(6.02)	3.96
	中間主流	4.74	6.02	6.26	6.75
	右のタテ向えん堤から10m離れた部分	5.20	4.74	4.08	5.98
比降 (%)	左岸から10m離れた部分	12.4	10.4	1.41	1.06
	中間主流	10.4	1.84	3.89	3.53
	右のタテ向えん堤から10m離れた部分	51.2	4.64	8.25	2.60

通航条件を改善するため、模型内で礁石をとりのぞいてテストしてみたところ、流態には改善された点が観測された。

源水には目下のところ牽引出力7tの岸式ディーゼル“牽引機”があり現有船隊を牽引しているが、これでは $3 \sim 4 \text{ m}/\text{sec}$ の流速しか克服できず、さらに大きな能力のあるものが必要である。或は馬力の大きな曳船機を使って航行を補助することも考えられる。一期の通航問題は解決可能であり、その特性については表7-9を参照。

表 7-9 一期の巻き上げによる航行補助技術特性表

No.	項 目	説 明
1	通航流量 (Q) 通航日数 (n)	$280 \text{ m}^3/\text{sec} \leq Q \leq 6,000 \text{ m}^3/\text{sec}$ ・多 年平均 $n = 328$ 日、関連する保証率 90%
2	巻き上げ航行補助流量 ( $Q_1$ ) 巻き上げ作業日数	$1,400 \text{ m}^3/\text{sec} \leq Q_1 \leq 6,000 \text{ m}^3/\text{sec}$ ・ 多年平均 $m = 120$ 日、1年で4ヶ月作業す ることに相当する。
3	巻き上げ航行補助設備型式	左岸に設置し、ロープ長さ制限なし、出力12 t 岸式電動巻き上げ機
4	被巻き上げ船の型及び載量	20~50 t のエンジン付帆船 (ジャンク)、 50~120 t 級のはしけ船ののぼり 3~5 割分載重
5	克服可能な流速	$V = 6 \sim 7 \text{ m}/\text{sec}$ 、 $V > 4 \text{ m}/\text{sec}$ の時、船体 に補強が必要
6	メインケーブル、一回での巻き 上げ船数	有効牽引力約 10 t、一回での牽引船は 4~ 6 隻、合計 t 数 400 船 t
7	巻き上げ機の通過能力	作業時間 8 時間とすると、2,400 船 t を通過 させることが可能

### 3. 二期施工時の通航

- (1) 堤通過方式。第二期は左河床の深水部を掘み、右側の大ダムの底孔か  
ら導流する。上下流でできる水の差を克服し、船が安全に通航できるた  
めに、これまでさまざまな措置が研究されてきた。結局、三結合による  
臨時給門方案に依る事にした。すなわち第一に通航と導流の結びつけ

であり、臨時ロックは施工期の吐洪に参与すること；第二には通航と仮締切の結合であり、船門の一方の高壁は、二期の縦向きダム的一部分を兼ねる；第三には通航と大ダムの上底部底孔の結合であり、通航孔はこれを底孔へとつくり直す。以上の三結合を行うことにより、臨時通航は安全で確実なものになる。

(2) 臨時通航船門の技術特性

臨時船門のゲート室寸法は、四つの案が設計され、それぞれの特性は表7-10に見える。比較の結果、第Ⅳの案を採用する。

表7-10 臨時通航船門技術特性表

	I	II	III	IV	
1. ゲート室寸法 (長さ×幅×水深)	155×8 ×1.8m	175×8 ×1.8m	155×10 ×1.8m	175×10 ×1.8m	
2. 最大通航流量、水位	Q <sub>max</sub> = 6,000 m <sup>3</sup> /sec、閉運する上流水位：60.20 m、下流水位：55.20 m				
3. 最小通航流量、水位	Q <sub>min</sub> = 280 m <sup>3</sup> /sec、閉運する上流水位：49.10 m、下流水位：48.80 m				
4. 年間通航日数(日)	280 ≤ Q ≤ 6,000 m <sup>3</sup> /sec、多年平均 n = 328日、閉運 P = 90%				
5. 予定ゲート通過船隊	湖航： 1隻船+(3~4) 120tはしけ 民運： 1隻船+(10~12) 30t帆船		湖航： 1隻船+(3~4) 120tはしけ 1隻船+(3~4) 300tはしけ 民運： 1隻船+8×50tはしけ 1推し船+4×100tはしけ		
6. 一回の平均ゲート通過時間	45.8分	49.1分	47.6分	50.4分	
7. くだり方 向だけへの 通過能力	貨物運送 (万t/年)	63.5	78.0	80.4~ 100.9	81.9~ 107.5
	(万m <sup>3</sup> /年)	23.8	28.6	30.6	36.7



(3) 臨時船門の配置と構造。

左岸建物の5台ユニット案とタイアップして、臨時船門は工場建物と堤との境界のところに置く。ゲートの上端部は大部分堤(ダム体)の下流の傾斜内にはめ込まれ、その後のロック室や下のロック室は共に大ダムの下流に配置される：上下引航道の左側は縦向き仮締切の堤を利用して航行を導き、右には別にやや低めの導航壁をつくる。上下のロックトップに共に整体式構造をつかい、ロック室は高低の壁に囲まれるドック式を採用する。左側の高い壁は縦向きダムをかね、右側の低い壁は通航要求を満たすものとする；上下のロックトップは短い排水管で水を送り、流れの衝撃を消す。上のロックトップはハンドル式で平面鎖ロックゲートを上げ下げし、吐洪時は水面下でゲート開閉ができる。下のロックトップはラムでゲートを上げ下げし、これは水が平穏の時に限り開閉可能である。

(4) 臨時船門の吐洪能力

流量が $6,000 \text{ m}^3/\text{sec}$ より大きい時、臨時船門は船の航行を止め、吐洪に参加する。計算上の吐洪能力及び最大流速は表7-11を参照。現在第二期導流の全体模型試験でこれを確かめるべく準備中である。

表7-11 臨時船門吐洪能力計算結果表

上流から来る流量 ( $\text{m}^3/\text{sec}$ )	6,000	8,000	22,250	27,818
1. 上流水位 $H_{上}$ (m)	60.2	64.5	76.7	90.0
2. 下流水位 $H_{下}$ (m)	55.2	56.5	64.5	67.5
3. 船門吐水量 $Q_1$ ( $\text{m}^3/\text{sec}$ )		1,005	2,550	3,410
4. 縮小断面の最大流速 $V_{max}$ (m/sec)		14.9	16.9	22.5

(5) 臨時船門の遮閉

臨時船門が工期中の通航業務を完了したら、その遮閉を行い、それを“放空”底孔につくり直しアーチ形ロックゲートを備えつける作業をしなければならぬ。遮閉期とダムの湛水期の航行停止はできるだけ短期間であることが望ましい。

(6) 通航に対する施工の与える影響

上述のように、設計上は通航に必要な条件を一応完備しているが、五強溪プロジェクトの施工期間、人員・機械等の頻繁な活動、仮締切、掘削爆破、水上作業、増水期の吐洪やダムの湛水等を考えるとどうしても船の通航をさまたげる。実際の貨物の運送・通過は工事のさまざまな段階でいろいろな程度の影響を受け、場合によっては通航停止になる。従って五強溪施工期間には、一部の物資（五強溪プロジェクトの必需物資も含めて）は水路から鉄道輸送に変える必要があり、これらについては、交通及び林業等の関係部門への早期の働きかけが必要である。

## 第 4 章 主体工事施工

### 1. 工事材料発掘

#### (1) 工事の規模

主体工事は河をせきとめるダム、左岸堤後方の建物、左岸船門、小別溪溢洪水路よりなる。総工事材料発掘は935万 $m^3$ 、そのうちダム本体322万 $m^3$ 、左岸建築物77万 $m^3$ 、船門340万 $m^3$ 、小別溪157万 $m^3$ 、

ダムへの公道、工場への公道などに39万m<sup>3</sup>である。左岸と右岸とに分ければ、左岸及び左河床に649.3万m<sup>3</sup>、約70%を占め、右岸は小別溪を含め285.7万m<sup>3</sup>で、30%を占める。

導流によって期を分ければ、一期はまず右岸を囲う。但し、左岸に建物、船舶用水門があり、左岸の堤は掘削がやや集中するため、工事量が大きく、左岸はくりあげ掘削の措置をとるべきである。

## (2) 地形地質のあらまし

ダム地区は前震旦紀の板溪群の石英岩、砂岩、砂質板岩、板岩、千枚岩より成っており、岩層は河流と平行に走り、左岸は河床へ40°～50°の角度で傾いている。

左岸は灰緑色紫色の千枚岩、灰緑色砂岩で、岩性は比較的弱く、断裂は比較的発達している。岸の斜面は13～40mの深さで風化しており、山頂の風化は45～56mにおよぶ。左河槽の覆蓋層は9～11mの厚さ、風化は2～10mである。

右岸は紫色砂岩、紫色長石石英砂岩で、右河床は厚さ227mの石英岩、右側の斜面の風化は7～30m、山頂の風化8～27m、右岸河床は弱風化でその深さ2～12mである。

小別溪は右岸の第一列目の山の後ろにあり、主流と平行している溪流である。ダムサイトの下流600mのところでは主流に流入する。谷底の標高は50～85m、ダムと小別溪の分水嶺の最低地点の高さは150m前後である。

## (3) 施工の順序と作業面の選択

- ① 施工順序 — 地形地質条件に基づき、施工の安全を保証し、大型機械の作業能率などを考慮し、原則として左右両岸平行して行い、上か

ら下へ、上下流は分けて中間に向けて作業をすゝめる方法で行うこととする。その分期や手順は次の通りである。

A. 左右岩の斜面掘削； B. 左岸の斜面と右岸の基礎坑は平行させる； C. 左岸河床の基礎坑と小別溪入口の掘削を平行させる（小別溪の入口は、多少遅らせるも可）； D. 小別溪の溪内及び出口の掘削は後期に行なうものとする。

## ② 作業面のアレンジ

A. 岸斜面掘削水平深度：右岸30～50m、左岸50～70m、  
ロック30～55m； B. 基礎坑；一期右河床、上下流作業線の幅  
（左右の岸に向って）350～380m；二期左河床150m前後；  
C. 機械作業について：4立方メートル・パワーショベル、最小作業  
面幅21～25m；5～5立方メートル・積込機、最小作業面幅18  
～20m。

上の条件に基づき各施工部位を適宜配置する：右岸の斜面掘削では上下流にそれぞれ1つ作業面を設ける、左岸の下流に1つ作業面を設ける、左岸上流は5#洗掘器が地勢が平坦なのを利用し、ここに2つ作業面を置く。右岸河床の一期基礎坑工事では上下流にそれぞれ2つ作業面を設ける、左岸河床は二期に上下流を2つの作業面に分ける；この他に左岸の上下流にそれぞれ1つ補助作業面をおくこと、基礎坑の上下流にそれぞれ1補助作業面をおくことを考慮する。一般的状況としては5つの作業面で施工が行なわれ、ピーク時には7つの作業面で施工される。

## (4) 掘削方法の選択

大原則は：大型機械が作業に当って充分にその力を発揮できること、

施工の安全と左岸主航路の正常な通航を保証すること、採石運搬や土石置き場等との結合に意を用いることなどである。掘削方法としては坑室発破と階段発破（大、小階段）の2種を考えている。

比較の結果、階段発破を主とし、坑室発破或はその他の方法を補助的に用いる。

階段の高さの選定 — 通常の小階段手動ドリル発破における問題点は：せん孔、碎石処理などの作業手順が頻繁で、作業能率が低いことにある。施工管理のアレンジが複雑である。かつ大型の碎石積込機の作業に適していない。このため、掘削進度をはかるため、4立方メートルショベルの作業高度の有利な高さが10～13mであること、せん孔φ150M/M、最大孔深23m等の条件を考慮し、階段の高さを20mとし、他に手動ドリルによる小階段を補助とする。

せん孔 — 斜孔を採用する。孔径φ70～φ100mm。孔のフィルタの寸法は1.2～1.25倍にし、3.5×4.5m考慮し、階段の高さ20m、トレンチ深度4m、単位せん孔発破量 $3.5 \times 4.5 \times 20 / 24 = 1.3 \text{ m}^3/\text{m}$ （右岸情況）、単位爆破量消耗孔 $0.08 \text{ m}^3/\text{m}$ 、規格線から3.5m外は一般爆破孔を採用し、規格線から3.5m内は普通ストレート面爆破を採用する。ストレート面爆破の孔の幅は1.5m、間かくは2m、孔径φ70～100mm、単位孔深爆破量 $2.5 \sim 3.0 \text{ m}^3/\text{m}$ 、単位爆破量消耗孔 $0.4 \sim 0.33 \text{ m}^3/\text{m}$ 、普通爆破孔量とストレート面爆破孔量は1：7に計算して総合単位消費量 $0.96 \div 8 = 0.16 \text{ m}^3/\text{m}$ を得る。

爆破 — おし出し微差爆破をつかい、大きなかたまりの割合を少なくする。また碎石があちこち飛び散らぬようにし、機械採削の便をはかる。装薬は装薬車を用い、プラスチック管で防水し、導火線とミリセコンド

雷管を用いて爆破する。左岸の一回の爆破量は0.6～1.0万 $m^3$ 、採掘機3～5日分のズリ出し量である。右岸及び基礎坑は臨時通航の影響を考慮に入れなければ、各作業面における一回の爆破量は1.3～1.4 $m^3$ 、5～7日分のズリ出し量となる。

ズリ出し - 5～8 $m^3$ 積込機と、4 $m^3$ ショベルをくみ合わせて、20～32tダンプトラックでズリ出しを行う。採掘機は一般に仕事の効率がよく、高いところでも作業ができるがこまわりがきかなく、両岸での適宜配置がむずかしい。積込機と同容量の電気ショベルはこれにくらべると仕事の効率はやや低いものの、最大のすぐれた点はこまわりがきくことで、爆破時の避難や各作業面での適宜配置に便利である。

左岸の通航と掘削に関わる諸困難：

左岸が正常な通航ができるように、左岸の掘削ではとりあえず次のような措置をとることとする；

- ① 爆破時給は航行停止するゆえ、できるだけ爆破回数を減らすこと。
- ② ズリ出しの時、船舶は主航路の右側に寄って航行すること。
- ③ 50mの高さに碎石置き場を設ける、その平台の幅は25～30mとし、置く碎石の量は、平台を採掘する約4分の1とし、15～20%以内におさえる。必要なら外側に防護壁を設ける事を考慮する。
- ④ 採掘現場は上下流に自由面を形成し、爆破指数Nは1より大きくならぬようにする。即ち、おだやかな爆発にして碎石が航路をふさがぬよう注意せねばならない。

(5) ズリ出し道路と堆石場

本工事の掘削量の60%は岸の斜面であり、しかも高さ60～140mの間に集中している。ズリ出し道路はできるだけ他の施工の配置があ

いとかみ合わせ、それぞれの作業面とのつり合い、効率配分などを考えて決める。具体的な配置は：

- ① 左岸上流、最低高さを70 mとし、その上は20 mごとに一区切りとし、90、110、130 mの三つにわけ、白沙溪堆石場と連結させる。
- ② 左岸下流、それぞれ高さ70、90、110、130、150 mのところに五つのズリ出し道路をつくる。その下流は場内の左岸の主要幹線を連結し、別に130 mの高さでケーブルで平合作業場と連結させる。
- ③ 右岸の上流でズリ出したものは、小別溪の洪水放水路の採掘と合わせ、それぞれ高さ72、90、116、136 mのところに4本の道を設け、上流のズリ出しと上流右岸場内の公路と連結させる。
- ④ 右岸下流道路とコンクリート材料出し線が相結合し、それぞれ高さ72、90、110 mの3本を設け、大別溪、小別溪の橋をへて、右岸場内の交通と連結させる。
- ⑤ 一期右岸の基礎坑と二期の左岸基礎坑の掘削では、それぞれ上下流に1本ズリ出し道路をつくり、それぞれ上下流に土砂を排出させる。主要幹線と各支線を結ぶ路面幅はひとしく9 m見当とし、縦の斜面は7～8%とする。各施工の掘削面のズリ出し道路には斜面は設けず、機械の水平作業に便宜を図るようにする。道路の開削や埋め戻しは関運をもたせてやり、採掘量はへらすように努める。

ズリ出しと土捨場の選択：掘削した碎石は一期と二期の仮締切の材料として約100万 $\text{m}^3$ 使われる。右岸の基礎坑P t石英岩は玉石として約80万 $\text{m}^3$ 使用されるが、その他は外へ運び棄て去る。土捨場は近くで、

運ぶのに便利な所を選ばねばならない。場所としては次のような地点を選定した。

- ① 白沙溪捨場。容積650万 $m^3$ 、碎石の高さは溪口で94m、溪内で130m、およそ430万 $m^3$ 貯くことができる。ダムからの距離は1.0～2.5kmである。
- ② 右岸上流の雷廻坪から辰塘溪沿岸の河原。80m以下の高さで600万 $m^3$ 堆積が可能である。ダムからの距離1.4～3.7km。
- ③ 右岸下流、大別溪入口から小涼溪に至る沿岸、70m以下の高さで350万 $m^3$ の堆積が可能である。ダムからは1.0～8.0km離れている。

#### 掘削作業面と土捨場の計画

- ① 左岸の掘削は計649万 $m^3$ 、このうち二期の仮橋切用の80万 $m^3$ を除き、すべて白沙溪捨場に運搬する。
- ② 右岸の掘削は計286万 $m^3$ 、このうち一期の仮橋切用60万 $m^3$ をのぞき、さらに玉石料として50～60万 $m^3$ をのぞく他は、すべてそれぞれ上下流の雷廻坪から辰塘溪の河原、大別溪から小別溪に至る河ぞいに捨てる。
- ③ 小別溪の入口及び碎石量は、それぞれ上下流に向ってズリ出しし、また右岸の土捨場に堆積する。

#### (6) 設備機械の選択

ピーク月の掘削は34万 $m^3$ となることを考慮してそれぞれの作業面に4 $m^3$ ショベル或は5～8 $m^3$ 積込機を選択し、これに8～10台の20～32tダンプカーを配備する。運送距離は平均3kmであれば要求を満たす。たとえば基礎坑で2台の8 $m^3$ ショベル(台班産量1,080 $m^3$ /台班)を用いており、1日に出るズリ(土石、碎石)総量が6,480 $m^3$ であれ



は、32～45tダンプカーを配置するのが適当である。

## 2. コンクリート施工

### (1) 大ダムコンクリート施工

#### ① 工事の特性

ダムの最大堤高104m、堤頂の高さ134m、ダム軸線の総長約776.9m、その中で左岸の遮水堤段の長さ210m、全部で十の堤段があり、横のすきま幅はそれぞれ20、22、28mであり、左岸の建物の堤段は全部で五つ、その長さは170m、横のすきま幅34m、左岸船門が占めるダム軸線の長さ56m、右岸の越流堤段の長さ200m、横のすきま幅20m、全部で十の堤段に分かれている。放空洞（内が空洞になっている）堤段の幅は28.9m、右岸の遮水堤段の長さ112m、六つの堤段に分かれ、横のすきま幅は20～22mである。

ダムの基底部掘削の高さ：左岸は高さ30m、右岸は40m、左岸の建物の放流管の最低掘削高度は20m前後。

ダム体のコンクリート総量304万 $m^3$ 、コンクリート標号はR90-150～200#、外部最高標号はR90-250#、セメントは500#純熟ダムセメントを主とし、現場で細かい粉炭灰をまぜる、その量は30%前後とする。

#### ② コンクリート打設方式

大ダムコンクリート打設は、施工の温度を低くおさえる要求やコンクリート運搬及び打設設備能力、さらには工事の進度などの要因を考

えあわせ、レーア方式とブロック方式の二つの打設方式を研究した。しかし、後者のやり方だと、ワク板がたくさん必要であり、またタテのすき間に液を流し込むチューブ管の埋設工事量が大きく且つ施工の質から見ても不完全な工事の可能性があり、ダム全体に影響を与えることが考えられる。さらに、すき間へ液を注ぐ時間は往々にしてダムの灌水や発電時間を制約することになりかねない。よって、一応のところレーア方式（層の厚さ0.75～1.0m）、と全面レーア方式（層の厚さ4～6m）をくみ合わせた打設方法を用いる。なお、レーア方式では工事がスピーディにすまない時には、全面レーア方式に変更してもよいが、この時はあらかじめ冷却した骨材を用いること。ワク組へのコンクリート注入温度は、10℃以下（或はさらに低く）とし、必要ならば人工冷却水チューブなどを埋設して温度をおさえること。

### ③ バッチャープラントとコンクリート運搬について

主体工事のコンクリート総量は455万 $m^3$ 、3分の2は左岸であるが、採石場及びバッチャープラントはともに右岸にあるため、導流ごとの分期とからみ合わせて、まず右岸を先にし左岸を後にするやり方、また両岸に分散して配置する方式をとる。

右岸のコンクリートシステムは、右岸小別溪出口下流に配置し、ダムからの距離700m、高さ90m、時間あたり生産能力240 $m^3$ のオートメーションミキサー2台、また冷凍設備もこの右岸のプラント附近に配置する。

左岸のコンクリートシステムは、主に船門、建物であり、時間あたり生産能力が160 $m^3$ のオートメーションミキサー2台、整えられた

骨材は右岸の材料庫からベルトコンベアを通り源水大橋を渡って運ばれてくるが、このシステムが必要とする氷のかたまり(かくはん用)はまた右岸の冷凍工場から供給される。左岸システムは左岸の宋家回あたりに配置する、ダムから1,200 m前後、高さは90 m前後である。

コンクリート運送線の高さは、一期の仮締切の上流堤高が73.9 m、二期の左岸上流堤高79.8 m、大ダムコンクリート打設の重心が80 m前後の高さであることを考慮に入れて、一般には80 mぐらいとするのが適当だろう。しかし、左右の岸のコンクリート運搬路は左右の岸の1~2の堤段を占めてしまい、そうすればケーブルバケットのところまで運ぶのに便利だからだ。この結果、右岸の2つの堤段と、左岸の一堤段は80 mの高さのままストップしてしまいことになる。これは後てくりあげ湛水の時不利なことになる。結局、初期の湛水、発電水位が96 mの高さであることから、運搬路も90 mより高い所に設けるのがよい。具体的には左右岸の運搬路をともに90 mとし、ミキサーをおく高さも90 mとする。

コンクリートがミキサーから出て、KN-240-1型機関車の20 tプラットフォームにつき、(これには3~6 m<sup>3</sup>自動開閉ダンプをのせている。)水平にケーブルクレーンのところまで運び、バケットに入れる。

#### ① コンクリート打設機械の選択

ダム本体の50 m以下のやや低いところ(減勢池を含む)は面積が大きく、基礎坑のズリ出し道路を利用し、20 tダンプ或はコンクリートミキサー車で直接運び入れることが可能である。

50 m以上のダム体のコンクリート打設については次の二つの案を

研究した。「高架ゲート棧橋」と「20tハイスピードケーブルクレーン」である。

「ゲート棧橋案」— 国内の吉林工場で生産された柱式シングルハンドを採用し、巻きつけ胴はSDMQ1260/60型ゲートをおぎなう。棧橋の高さ82m、またぎ幅20m、幅12m。ダム軸線と平行に3本に分け、1本をダムの中に、2本をダムの外へおき左右岸にむすぶ。棧橋の台は最大高度が一期の右岸50m、二期の左岸40m、分析の結果次のような問題点がある。

- A. 棧橋は工事量が多い(コンクリート4.1万 $m^3$ 、鉄筋鋼材8,200t、レール400t)、工期が長くなる、このため基礎杭の掘削、コンクリート打設と相互に入りこんでいて、工期内に完成するか疑問である。
- B. ダム中の棧橋は長期間にわたりダム体を圧迫し、ダムを82m以上の高さにするとき障害となる。
- C. 上流のダム外の棧橋は、中期後期に洪水の脅威にさらされるし、使用時間も短い。

#### 「ケーブルクレーン案」

ダム位置の両岸は地形が不对称で、左岸の作業台は掘削量が大きく、二つに分け、高い作業台を150m、低い方を135mとする。低い作業場は幅24m、長さ176m。高い作業場は幅50m、長さ130mと暫定的に決めておく。作業場の掘削量34万 $m^3$ 、その中左岸25.7万 $m^3$ 、コンクリート量2.7万 $m^3$ 。高作業場のケーブルの距離は900m、低い方は800mである。ケーブルクレーン案の主な長所は、敏捷性に富むこと、洪水の脅威にさらされないこと、ダム本体のコ

ンクリート打設ばかりでなく、左岸の堤後の建物のコンクリート打設もできることなどである。また右岸の一期から左岸の二期へと進捗をふくらずに移動がすみやかにできる。欠点としては土石料の掘削量が少し増加する事であるが、繰り上げて施工にとりかかれれば他の工程とトラブルが発生することはない、これは全体の施工進捗を保障するにあたり非常に有利なことである。よって、4台の20～23tの水平移動式ハイスピードケーブルクレーンを主要な打設設備と選定する。その他2台の10tゲートを建物やコンクリート打設、及びそなえ付けなどの施工の補助設備として選定する。

- ⑤ バイブレーターとワク板型式 - 20tのハイスピード・ケーブルクレーンで6<sup>m</sup>入ケットをつるし運び、ワクに流し込み、バイブレーターを主に使用し、手さげ風動バイブレーターを補助とする。

ワク板は大型鋸木ワク板を主とし、コンクリートのできあいのワク板を補助とする。ワク板の組み立ては全液圧10tの壁面クレーンを主とする。上流面では特製の防浸ワク板を用いるか否か、又すべるワク板で階段を下ろすかなどはさらに研究を深めなければならない。輸入スチールワク板を採用すれば、工期が短縮する事になり有利である。

- ⑥ コンクリートの温度を低くおさえるための措置 - 薄い層でコンクリート打込みをする時は、厚さが0.75～1.0mで、5日ぐらいの間をかく。内部の水分は70%ぐらいは発散してしまい、低温におさえる措置に有利にはたらく。しかし、工事の進捗上の要求から、普通の層の厚さ(4～6m)のコンクリートを打込むときは、温度を低くおさえる措置を十分に行わねばならない。一般的には、ワクに流し込む温度は15℃以下におさえてあればよいが、特殊な部分や特別な要請

のある場合は $10^{\circ}\text{C}$ 以下におさえられる。具体的な措置としては：ダム用の純熟低熱セメントを用いる、フライアッシュを30%前後加える、コンクリートの後期の強度を利用してできるだけセメントの使用量を減らす、などにより発熱量をおさえ、また薄い打込みと組み合わせることも行う。或は局部的には内部に冷却パイプを入れて内部の熱量を放出してやり、温度差をへらし、き裂を防ぐ。気温の高い6~10月には骨材をあらかじめ冷却する、氷をまぜてミキシングするなどの総合的な措置をとり、コンクリートのプラント出の温度を $10\sim 15^{\circ}\text{C}$ に、又、総計冷疎容量は $800$ 万 $\text{Kcal/h}$ より低くないように保つ。

## (2) 船舶用水門のコンクリート施工

ロックは上下流の引航道の4つのロック部、3つのロック室より成り、軸線の全長は $1,021.0\text{m}$ 、そのうち上下流の引航道はそれぞれ $263.0\text{m}$ と $170.0\text{m}$ 。ロック室の幅はすべて $16\text{m}$ 、第一ロック部の長さ $40\text{m}$ 、頂部高さ $134\text{m}$ 、底板 $96\text{m}$ 、第一ロック室の底板高さ $90.7\text{m}$ 、頂部の高さ $134.0\text{m}$ 、第二ロック部の長さ $40\text{m}$ 、頂の高さ $125.2\text{m}$ 、底板の高さ $92.2\text{m}$ 、第二ロック室底板高さ $67.9\text{m}$ 、頂部高さ $98.4\text{m}$ 、第三ロック部長さ $35\text{m}$ 、頂高 $98.4\text{m}$ 、底板高さ $69.4\text{m}$ 。第三ロック室高さ $75.6\text{m}$ 、底板高さ $45.1\text{m}$ 、第四ロック部長さ $38\text{m}$ 、頂部高さ $75.6\text{m}$ 、底部高さ $46.6\text{m}$ 。一、二、三のロック室の各長さ $117\text{m}$ 。

ロックのコンクリート総量は $95$ 万 $\text{m}^3$ 、各ロック室の高さは比較的差が大きく、且左岸の斜面の掘削がやや深いため、上から下への掘削が完成をみた時点でコンクリート打設を行う。したがって前期コンクリートの打ち始めは、掘削が完成した後、コンクリートミキサー車或は $20\text{t}$

ダンプを用いミキサーから材料を直接はこびワクに打ち込む。これと同時に90mの高さに材料運搬路をつくる。

船門のコンクリート打ちには4台の10t～25tクレーンを選び、3台はそれぞれ各ロック室内に配置し、1台は材料運搬路上を往来させ補助とする。

コンクリートは左岸のミキサーから出し、軌道を走る20t平貨車の3m<sup>3</sup>バケットに入れて運びクレーンでつりあげワクに流し込む。

船門のワク板も大型鋼木ワクを主とし、コンクリートであらかじめ出来ているワク板を補助とする、底板の大体積部分はバイブレーターを用い、ロック壁はφ108～150の風動バイブレーターを用いる。

### (3) 堤後方建物のコンクリート施工

左岸の堤後方建物のコンクリート総量は43.0万m<sup>3</sup>、その内主工場建屋54.5m以下は1.8万m<sup>3</sup>、放水ゲート部6.75万m<sup>3</sup>、54.4m以上2.0万m<sup>3</sup>、二期の埋め量7.5万m<sup>3</sup>、付属工場建屋、装備室など8.75万m<sup>3</sup>。

工場建屋頂部の高さ88m、放水管掘削最低高さ20m、建物全体は平行移動式ケーブルクレーンの作業範囲にあり、左岸系統の3m<sup>3</sup>バケットによることも考えられるが、工場建屋のコンクリート打ちによってダム本体の進度への影響を考慮して、別に2台の10tゲートを選び、これを建物の打込み補助及び装備にあてる。

### (4) 小別溪吐洪ゲートコンクリート施工

小別溪吐洪ゲートコンクリート量は1.3万m<sup>3</sup>、右岸のミキサーから20tダンプで運び、小別溪の公道を通して運搬し、人手を使って2輪車でワクに流し込む。

## 第 5 章 施工補助事業

### 1. 骨材プラント

#### (1) 骨材の選択

ダムの上流 3.5 km の鯉魚洲から、ダムサイトの下流 8.1 km の陳家洲に及ぶ 11.6 km の範囲にわたって全部で 26ヶ所の採石場がある。砂礫石の総埋蔵量は 2,856 万 $m^3$ である。そのうち、下流採石場の馬鞍洲、直角洲、何家洲、南洋洲、三洲（洞潭洲、吳家洲、黄塘洲）、双洲（趙家洲、陳家洲）等の 9ヶ所の採石場は、埋蔵量が比較的多く、材質が比較的良好で、総埋蔵量は 1,953 万 $m^3$ で、粗骨材は工事の需要を満たすに足るものである。しかし、場所が分散していて、運搬距離が遠すぎ、配合が悪く、含砂率がひくいので（わずか 20%）2分の1の人工砂、約 125 万 $m^3$ を補充しなければならない。しかも、採石条件が悪く、土建工事量が大きいため、コストが高くなり人工砂石料の方式と比べると、各項の技術経済指標はどれもひくくなる（表 7-12 参照）。したがって、本工事では、初期臨時建築工事を除いては、すべて人工砂石をコンクリート骨材にする。



表 7-12 骨材方式技術経済指標比較表

番号	指 標 項 目	単 位	人工砂石料	天然砂石料	
1	生 産 能 力	t/h	1000	800	
2	輸 送 労 働 者	人	434	3,389	
3	組 築 工 事 量	立方メートル土石開さく	万m <sup>3</sup>	467	771
		” 埋めもどし	”	98	835
		石 積 み	”	264	0.18
		コンクリート	”	1.7	2.43
		鉄 筋	t	826	16,813
4	骨 材 コ ス ト	元/m <sup>3</sup>	総合単価: 11.09	14.71	

(2) 人工骨材の加工

① 採石場の選択と開さく

採石場を選ぶために、前後してダムサイト付近の牧馬溪、劉公溪、白沙溪、五強溪、紅沙溪およびダムサイトから2.2kmはなれた観音寺の採石場を調査したところ、最終的には紅沙溪の採石場を選定した。

紅沙溪採石場は、源水右岸の鏡子湾の裏山に位置して、ダムサイトより2.5km高く、現地調査によれば、採石場の面積は30万m<sup>2</sup>であり、130mの高さ以上には有効埋積量として1,350万m<sup>3</sup>ある。表土の量は330万m<sup>3</sup>である。

採石場の岩盤構造は、前震旦系の板溪群地層のPt<sub>3</sub>、Pt<sub>4</sub>、Pt<sub>5</sub>の三大構造になっている。Pt<sub>3</sub>は、ピンク色、灰白色の石英岩および紫色石英砂岩が主である。Pt<sub>4</sub>とPt<sub>5</sub>は紫色の粗粒長石石英砂岩である。各種の資料による所では、Ⅲ号採石場(Pt<sub>3</sub>)のピンク色灰石色の石英岩および紫色石英砂岩がもっともよく、岩石が硬いものであるのみ

ならず、強度も高く、しかも物理特性が安定している。Ⅰ号採石場（Pt<sub>4</sub>、Pt<sub>5</sub>）の紫色の粗粒長石石英砂岩は建築材料として使うことができる。しかし、Ⅲ号採石場（Pt<sub>3</sub>の極めて一部分）の紫色の細砂岩は、泥質成分の含有量が比較的多く、建築材料には不適當である。岩層は北東70°の方向に走っており、南東に傾斜していて、その傾角は30°前後であるが、たびたびの地殻変動を経ているので、地形が切れ切れに分割されたように乱れており、岩体はかなり破砕されている、強風化基盤岩がふつうは5～15 mの深さに達し、一部の山頂では18 m以上にもなっているため、表土の剝離量は比較的大きい。

表土剝離を減らすために、発電所のコンクリートの需要に基づき、とりあえず、開さくの高程を115 m、開さく面積を16～18万m<sup>2</sup>におさえれば、有効開さく量は600～800万m<sup>3</sup>、表土剝離は160～180万m<sup>3</sup>となる。

1 m<sup>3</sup>のコンクリートにおよそ1.3 m<sup>3</sup>の石材（自然法）が必要なることを考えれば、全体で650万m<sup>3</sup>の開さくが必要となる。臨時採石場と基礎溝の開さくで出る石材をのぞいても、なお本採石場で600万m<sup>3</sup>の石材を開さくする必要がある（自然法）。計算によれば、採石場の石材の最高開さく強度は15.6万m<sup>3</sup>/月である。ほかに2万m<sup>3</sup>/月の剝離量に加わるので、総合した月あたりの最高開さく強度は17.6万m<sup>3</sup>/月となる。

わが国の現在の設備水準と開さく技術水準によると、暫定的な計画として、坑道発破で頂上を取りはらい、上を平坦にしてその後から、上から下へとベンチカットを採用する。段の高さは12 m、直径が200 mmより大きい溶孔ドリルあるいはギヤドリルを使って孔

をあける。孔の深さは1.4～1.45 m。多排列微差圧力発破を用いて、それからブルドーザーで集め、4 m<sup>3</sup>のショベルで20～30トンのダンプにつんで粗砕工場に2 Km輸送する。

「採石と剝離を同時進行させるが、剝離先行でゆく」。施工準備期間内に体制をととのえて剝離事業を進めるべきである。

## ② 加工工事と各現場の生産能力

石材の加工は、半成品生産、粗骨材生産、砂生産の三つの主要な部門に分ける。

- A. 比較的大きな半成品堆積所があれば、完成品生産の信頼性が高まる。
- B. 三・四破砕現場の破砕機とふるい現場とは閉じた循環を形成し、それは、土建工事量が減り、配合を調整するだけでなく、製砂原料の5～20 mmの一級骨材に比較的安定した粒度係数を与えることになり、砂の細度係数をコントロールするのに有利な条件をもたらす。
- C. 2本のベルトコンベヤーで別々にロッドミルの両端に原料を送る。この方法で、1本のベルトコンベヤーで二股シュートホッパーを通して原料を分けるときに、ベルトコンベヤーの片寄りによって両端の原料送りこみに不均衡が生じ、生産量と品質に影響するという欠点をさげられる。
- D. 80～150、40～80両クラスの骨材の径および全部の粗骨材のうち5 mmより小さい石くずが二次ふるいを通過して解決させる工事量は比較的大きく、工作が複雑なので、ブレッカーリング時の水切りスクリーンを利用して、各クラスの骨材中の5 mmより小さい石くずを取りのぞくことをすすめる。計算による、加工システムの

表 7-1-3 各プロセスの生産能力表

運行工況	プロセス名	設出生産能力 (t/h)	主 要 設 備	台数	実際生産能力 (t/h)	備用係数	備 考
製砂生産能力 (400 t/h)	粗 砕	1,000	PX1200/150	1	1,890	1.89	進捗状況と無関係
			ジャイレートクラッシャー	1			
	プレスクリーン	1,000	PX900/150	3	1,500	1.5	"
			ジャイレートクラッシャー	1			
	二 次 破 砕	472	SZ <sub>2</sub> 1750×3500 重型ふるい	2	600	1.26	"
			PYB2200/35 標準コーンクラッシャー	1			
	三 次 破 砕	358	PYZ2200/20 中規コーンクラッシャー	1	330		要求を満たすことが出来る
			PYD2200/7 短規コーンクラッシャー	2			
	四 次 破 砕	309	SZ <sub>2</sub> 1500/4000 自定中心ふるい	6	360	1.17	"
			SG <sub>2</sub> 1500×4000 共振ふるい	6			
	ふるい (スクリーン)	1,630	φ2700×3600 ロットミル	4	400	1	
				6			
製 砂	400	φ2700×3600 ロットミル	4	400	1		
			6				

プロセス生産能力は表7-13参照。

③ 加工システムの平面配置

加工工事のプロセスに従って、かつ地形の条件を充分に利用して、ダムサイトの下流1,600mの紅砂溪の出口に、中に向かって500mの範囲内に半成品加工の現場、プレスクリーンの現場、二次破碎の現場と半成品堆積場等を配置するならば、三、四破碎現場、篩分現場、製砂現場と完成品堆積場は、源水右岸のダムから1,300～1,600mの範囲内に配置することになる。

(3) 臨時システム

臨時システムは、主として、人工砂石システムが形成される前に、工程前期の約30万m<sup>3</sup>のコンクリートに要する骨材を供給し、生産能力は200t/hで、1ヶ月のコンクリートの最高製造強度3m<sup>3</sup>の要求を満たすことができる。

臨時採石場はダムサイトの下流1.4kmの馬鞍洲を選定し、推定埋蔵量は103万m<sup>3</sup>であり、基本的には臨時工事の骨材の要求を満たすことができる。

2. コンクリートプラントシステム

本システムは、コンクリート工場、骨材調節倉庫、セメントおよび混和材加工等の部分組成を含む。

(1) コンクリート工場

治水関係労働者の配置と施工条件とによって、左岸と右岸に二つのコンクリートプラントを分設する。左岸コンクリート工場は主として給用の水

門と工場施設工事のコンクリートを供給する。そのために、 $3 J_2 - 1.5$  ミキサータワーを2基たてる。右岸コンクリート工場は主として、メインダム工事のコンクリートを供給する。そのために、生産能力が $240 \text{ m}^3/\text{h}$  ( $4 J_2 - 3.0$  に相当する)のミキサータワーを2基たてる。

施工初期の臨時建築工事用セメントの需要量を満たすために、2基の生産能力が $50 \text{ m}^3/\text{h}$ の移動式ミキサー生産工場(後でコンクリート調合の部材製造工場として使う)を選ぶ。

## (2) 骨材調節倉庫

左岸のコンクリート工場が必要とする骨材は、右岸の紅砂溪完成品堆積場からベルトコンベヤーで親子蔦大橋を渡らせて骨材調節倉庫に送る。その容積はミキサータワーが連続2時間の生産する分を供給できるものである。

右岸コンクリート工場では、紅砂溪完成品堆積場から直接にベルトコンベヤーにより、1号調節倉庫に送る。四種の骨材は、ベルト噴水ブレードリングを経て、水切りをした後で2号調節倉庫に運ばれる。その後でミキサータワーに送りこむ。

## (3) セメントの輸送と貯蔵

本工事では主としてバラセメントを利用して、鉄道で慈利駅まで運び、それから、バラセメントトラックによりダムサイトのコンクリートシステムのセメントサイロまで運ぶ。慈利の引きこみ線に $1,500$ トンサイロを4基たてる。ダムサイトの左右コンクリート工場には全部で10基のサイロをたて、合計 $15,000$ トンになり、コンクリート工場15日分の需要量を供給できる。セメントサイロからコンクリート工場へのバラ

セメントは気化サイロに備えたエアープンプで輸送する。

施工の初期には、袋セメントを採用して、開封機を使って開封する。  
それから粉体輸送ポンプでセメントサイロに送る。

#### (4) フライアッシュの輸送と加工

セメントの使用量を減らし、工事費用をおさえるために、フライアッシュを混合する施工方法をとることにする。とりあえず株洲発電所が生産するフライアッシュを選定し、水運により現場に運び、粉磨きを経て、コンクリート工場に送って使う。運輸と加工と使用の三つの段階を調節するために、現場には1,500トンのフライアッシュ完成品倉庫1基と、800トンの半成品倉庫1基を設置する。

### 3. 冷却システム

#### (1) 設計条件

ダムのヒートコントロールの計算によれば、高気温になる季節のコンクリート出機時の温度は10℃前後におさえなくてはならない。コンクリート成型には2基の240 m<sup>3</sup>/hの自動化ミキサーを使って生産する。

五強嶺地区の気温水温資料により、四配合にしたがって計算すれば、コンクリートの自然ミックスの出機温度は、7月に最高30.74℃になるので、コンクリートを20.74℃下げなければならない。

#### (2) 骨材ブレードリング方式の選択

上述のヒートコントロールの厳密な要求に到達するために、骨材ブレードリングの措置をとらなければならない。ベルト噴水とブレードリングナイロと空冷およびアイス攪拌等の措置を比較したうえで、ベルト噴

水ブローリングとアイス攪拌の工事方式をとることに決定する。

ベルト噴水ブローリングには2つの調節倉庫を設けるが、その容量は、各々400 m<sup>3</sup>である。間に、2本のB=1,200 mm、2本のB=1,000 mm、V=0.2 m/秒の緩速ベルトでつなぎ、各々一種類の骨材を運ぶようにする。ベルトにそって2℃の氷水を噴出させる。全体のブローリング現場の長さは200 m、幅は16 mである。有効冷却長度は150 m、冷却時間は12分、骨材の平均最終温度は、特大石、大石で10.8℃、中石、小石で10.5℃となる。同時にアイスを加える措置をする。アイスカッターでダイヤアイスを作り、自動ばかりを通してミキサーに入れミックスすることによって、所期の降温の要求を達成する。冷却工場の総設計容量は、800万ラージカロリー/時より低くなく、製氷製氷のふたつのシステムにしたがって運転する。

#### 4. 給水システム

##### (1) 給水条件

施工期の給水対象は、骨材とコンクリートシステムの施工用水のほかに、各種の付属事業の生産用水および現場の内部の労働者の生活用水と消防用水とをふくむ。施工の総配置からみて、4ヶ所の水区に分ける。

第一区は左岸の生産用水システム、二区は右岸の生産用水システム、三区は左岸の生活用水システムで四区は右岸の生活用水システムである。各区の用水量を計算すると表7-14のようになる。



表7-1-4

番号	使用者の名称	用水定額	アワー変換係数	最大アワー用水量 (m <sup>3</sup> /h)				備考
				一川水区	二川水区	三川水区	四川水区	
1	主体工事用水							水圧：ダムサイド 3.0kg/cm <sup>2</sup>
	コンクリート養生	400ℓ/m <sup>2</sup>		72	100			居住区 2.0kg/cm <sup>2</sup>
	コンクリート水洗	養生 60%	1.0	43	42			
	流し込み	880ℓ/100m		30	28			
2	各種事業用水							
	コンクリートプラント	150ℓ/m <sup>2</sup>	1.0	36	108			
	サイロ水洗	40%混合		16	43			
	空圧スレーション		1.0	70	70			
	砂石ふるい水洗	2.5m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>	1.0		1,575			
	給却工場給却	5m <sup>3</sup> /h・万Kcal			310			5%補充水量
3	取工生活用水	195ℓ/人・日	2.0		120	700		局部的生涯用水を含む
4	消防用水	30ℓ/秒	同時に三ヶ所	V300	V300		V372	プールで貯水給水する
5	予備用水		1.2	233	500			
6	システムトータル			587	2,776	120	700	

## (2) 水源選択と取水建築物

暫定的に比較した結果、主として源水本流を主要取水区とする。ダムサイトの取水点は観子湾をえらび、右岸生活用水は泥湾に設置し、左岸生活用水は左岸の劉公溪口に設置する。

五強溪施工期の給水の築地の状況により、取水建築物は、まず岸辺の固定埋没式配置構造を計画する。計画取水量はそれぞれ、観子湾  $1,800 \sim 2,600 \text{ m}^3/\text{h}$ 、泥湾  $700 \text{ m}^3/\text{h}$ 、それに左岸の劉公溪は  $600 \text{ m}^3/\text{h}$  とする。

冷却工場の冷却用水および骨材スクリーン水洗用水は、処理をほどこして反復使用しなければならない。

## (3) 給水システムの配置

右岸の生産給水システムは、観子湾から取水し、水を紅砂溪口  $70 \text{ m}$  の高さまで上げるのに加圧して、さらに  $\nabla 130 \text{ m}$  まで上げ、それぞれ容積が  $1,000 \text{ m}^3$  と  $2,000 \text{ m}^3$  のプールを2基建設し、それにより各用水点に給水してやる。左右の生活用水は、劉家溪と泥湾からそれぞれ取水し、それぞれに給水設備を1基つくり、それによって左岸と大嶽角生活区および補助事業工場の用水に給する。

## 5 補助事業工場

施工機械と運輸設備の完全率を高め、施工進度をはやめるために、現場に比較的完全で統一的な機械修理組立センター工場、自動車修理組立と保守工場、製材工場、総合加工工場（木材加工、鉄筋加工、コンクリート用部材工場を含む）、銅管および金工工場、エアーコンプレッサー工場とド

表 7-15 補助事業システム技術経済指標表

番号	指標名称	単位	人工砂石システム	臨時砂石システム	コンクリートおよびセメントシステム	冷却システム	給排水システム	備考
1	生産規模		1,000 t/h	200 t/h	左岸：144~180 m <sup>3</sup> /h 右岸：438~540 m <sup>3</sup> /h	800万 冷却量：Kcal/h	4,000 m <sup>3</sup> /h	
2	工作制度	班/日	2~3	2~3	ふとり：2 練り合せ：3	三班	三班	
3	主要設備数量	台	322	61	227	133	49	
4	工作人員総数	人			1,111	236		
	そのうち運転労働者数	人	500	127			60	
5	設備容量	KV	9,434	730	6,812	3,957	7,695	
6	生産帯水量	m <sup>3</sup> /h	1,800	150	453	287		
7	建築面積	m <sup>2</sup>	2,160	300	5,220	4,100	6,300	
8	占有面積	m <sup>2</sup>	356,000、うち採石場が30万m <sup>2</sup>	19,400	46,050	12,000	15,750	
9	立方m石工事量	m <sup>3</sup>	467,000、うち採石場が10.6万m <sup>3</sup>	13,000	掘る：107,522 埋める：75,850	掘る：14,600 埋める：3,600	25,000	
10	コンクリート量	m <sup>3</sup>	16,800	1,050	2,569	3,000	3,200	
11	鋼材	トン	826	70	1,343	200	1,600	
12	その他					設備費98,415元		



リル製造工場を建設する。その場所は施工総平面配置図に示す。

上述の補助事業システムと加工工場の技術経済指標は表7-15、表7-16参照。主要設備の性能と数量も附表参照。

## 第6章 施工交通運輸

### 1. 現場の現有交通概況

五強溪工事は源水の下流、源陵と桃源両県の境に位置している。上は、湘黔鉄道と源水の交点である大江口と航運距離で209kmはなれ、下は、水陸の連絡点である常德市とは水運で130kmある。ほかに、すでに開通している枝柳鉄道の慈利駅とは直線距離で73kmある。もし、左岸ハイウェイの千工ダムから、理公港を経て漆家河に行けば、常德から慈利へ行くハイウェイに接続する。その運輸距離は130km以内である。

現在の五強溪の現場は、対外交通はすこぶる不便である。陸路にはまだダムサイトに通じる定期路線がない。わずかに水路で、常德あるいは源陵から定期船で現場に通じているだけである。ただし、途中には離所が多く、下るには半日、上るには一日を要する。常德あるいは源陵に着いてからは、毎日定期自動車は長沙や懷化に出ていて、京広や湘黔および枝流鉄道に接続して全国各地につながる。五強溪工事の対外交通概念図を附す。

## 2. 対外交通運輸

本中枢の主要な建物はみなコンクリートあるいは鉄筋コンクリートの構造で、工事規模は大きく、施工人数も比較的多い。分析研究によると、施工期間中のすべての中枢が必要とする外来の器材設備と生活物資は、一応のところ300万トンと見積られる。年最大運輸量は約50万トンである。上述の器材設備や物資の源水への運輸路線は、調査の結果、表の7-17の中に示した。

セメント需要量が運輸に占める比重が大きいため、発電所および水門設備もまた重量部材が多くなる。さらに重要なことは、運輸の保証性の要求が高いことである。もしもセメントの最高日運搬量が1,200t要求されるとすれば、重量部材の最も重いものは300tに達する。ともに洪水期に運搬する事が要求される。運輸方式を研究するなかで、特にセメントの重量部材の運送に特にポイントを置いた。

工事施工時の対外交通運輸の任務の要求を満たすために、かつて二つの方式を研究した。

第一は鉄道建設方式である。すなわち、枝柳鉄道の石門駅から、常德、益陽、寧郷の煤炭ダムを経て長沙に至る計画線上の徳山工業駅からレールを引き、源水南岸に沿ってダムサイトまで引き入れる。全線の長さは292kmに達する。鉄道が開通すれば、あらゆる搬入する物資設備は、天然砂石材に至るまで、皆直接現場に運ぶことが出来、途中で転載しなくともよい。こうすると運輸費が最もおさえられる。また運輸の質も保証できる。ただし、国の石長鉄道建設計画は未だ計画研究の段階で、実際の施行にはまだ時間がかかりそうである。鉄道の投資は3.7億元に達し、築材は2.9万

表 7-17 五強溪工事施工における搬入主要物資の運輸量および源水搬入見積表

物資名称	数量 (万t)	最高年運輸量 (万t)	最高月運輸量 (万t)	最大日運輸量 (t)	物資調達先および運輸方向	備考
セメントおよび フライアッシュ	120	25	3	1,200	必要な時になれば國家が統一して 調達する。袋セメントは水運を採用 する。バラセメントは慈利からハイ ウェイによって搬入する。	工事開始後、5、6 年で運輸量が最大に なる。
鋼材および鉄筋	13.0	2	0.2	100	鞍鋼あるいは上海から岳陽あるい は長沙を経て水運で現場へ運ぶ。	
木 材	13万m <sup>3</sup>	3万m <sup>3</sup>	0.3万m <sup>3</sup>	200m <sup>3</sup>	洪江、大江口から水運で下るして くる。	
油 料	8	2	0.2	100	常徳の6909庫から供給する。	船舶用の油をふくむ。
建築材料	77.0	25	2.5	1,200	近く自動車道あるいは水路で搬入 する。	施工初期の前期2、 3年で運輸量が最大に なる。
生活物資	50	7.5	0.75	300	同上	石炭15万トンを含 む。
施工機械および 施工人員の移動	7	2	0.2	100	貴州から鉄道経由で大江口まで行 き、水運で下るあるいは下流から水 運で上り、慈利で自動車にのり入れ る。	
発電所永久設備	6	15	0.4	200	東北あるいはその他の場所から鉄 道あるいは水路で運ぶ。	
火工材料	1.1				自動車で主に運ぶ。	

トン用いて、工期は3～4年だという予算である。しかし五強溪工事は国が着工を急いでいるので、時間的には間に合わない。したがって鉄道方式は現実的ではない。

第二には、水運を利用する方式である。五強溪工事施工地域は、源水の下流に位置しており、多年の平均流量は2,060 m<sup>3</sup>/秒に達し最濁水流量でも200 m<sup>3</sup>/秒になり、水量は豊富である。航運事業は年をおって発展している。各種の調査によれば、77年にダムサイトを通過した貨物の運輸量はすでに、74万トン以上になる。大江口から常德に至る区間の航路は難所が多いけれども、改修して、難所を改善しており、濁水しても水深が増したので、年中航行するのに有利である。加えて、航路上にブイを設置し、また、浅瀬にはしゅんせつ器を設置し、それにサービスステーションも設けた。これにより大々的に所謂難所、浅瀬、急流、湾、あい路などの状況を改善した。濁水期の通航水深は0.8～1.1 mに達する。現在ではすでに年中30～80トンの汽船が通行している。特別な濁水期にあっても積荷を部分的にへらせば通過できる。

現在、五強溪ダムサイトを通過するエンジン船隊は、終日絶えることなく、下りの荷物がとりわけ多い。近年ダムサイトを通過する運輸に参加する各地界の航運会社の船舶は、すべてで944艘、2,943トン、約17,000馬力あることが調査で判明している。加えてダムサイトの下流と洞庭湖地区の省の航運会社の比較的大きなトン数の船舶がなお6,000余トンある。現在源水の貨物運送は不足している。将来、五強溪工事が施工されるとき、搬入物資は、もしも水運を利用するなら、上述の航運会社に全量運搬を依頼できるであろう。したがって、五強溪施工の時には、搬入物資の量が多くとも、水運ならば有利な条件をそなえている。欠点としては、



輸送周期が長いことであり、洪水期の運輸が制限を受けることであり、施工のさしせまった要求を保障するには不利である。

第三には、自動車道方式である。

枝柳鉄道の慈利駅から、自動車道で現場へ搬入する。総延長131km、そのうち、部分的に桃五自動車道を利用すること以外に、なお37km新しく建設するあるいは拡張する必要がある。

上述の三種の運搬方式について、五強溪工事の施工状況を分析すれば、五強溪工事を施工する時には、セメント運搬量が最も多くすべての搬入物資のうち40%以上を占める。しかも、洪水期にも運輸の量と質を確保せねばならない。工事をやる場所の現有交通手段を結合すれば、セメントの運搬方式は、以下のように定める。

- (1) 初期の施工に必要なセメントは、先ず袋セメントで鉄道から水運に移して現場に運ぶ。
- (2) 主体建築工事に必要なバラセメントは主として鉄道で慈利駅まで運び、そこから自動車道に移して現場に直送する。

少数の重量材料の運搬については、発電機器および変圧器の運輸重量によれば、最も重くとも300トンを超えない。洞庭湖から常德を経て源水をさかのぼり五強溪に至るには、洪水期に水運によって直接現場に運ぶことができ、交通部門に委託して資材の運搬を依頼するように計画している。しかし100トン以下の材料は、ふつうには鉄道で慈利駅まで運び、そこから自動車道で直接現場に運搬する。

その他の搬入物資については、主としてやはり十分に水運を利用すべきで、その方が運搬費用を節約できる。

上述のことがらを総合してみると、五強溪工事を施工する時には、搬

表 7-18 五強溪工事外対交通運輸選定方式所要設備、材料

項目名称	主要設備および番号	材			セメント(トン)
		鋼材(トン)	木材(m <sup>3</sup> )	材	
1 水上船舶					
(1) タグボート	湘船(1312)4隻	145	98		
(2) 重量物用ハンケ	500トン級で吃水が2.0mより小さいもの	140	50		
(3) オイルタンカー	100トン4艘、吃水1.0m	200	60		
2. 航路設備および保守	自走しゆんせつ船3隻	50	100	200	
3. 自動車道建設	三級自動車道15.0km、次高級路面橋梁は汽-20H 100にり器用	706	7,638	20,656	
4. 陸上交通運輸車輛					
(1) セメントタンク車	11.7m <sup>3</sup> 120輛				
(2) トラック	15t80輛 10t60輛				
(3) 客車	20輛(40シートのもの5輛、二種編成バス15輛)				
5. ふとり建設	現場機械化ふとり11基、大江口1基	789	1,726	4,381	
6. 懸頂ひきこみ線架	バラセメント架設設備と重量物吊架線の支線	300	200	500	
合計		2,330	9,872	25,737	

入物資の運搬方式としては、自動車輸送に立脚するが、水運を充分に利用するような水陸結合方式が良い。

### 3 場内交通運輸

工事のコンクリートや土石方の開さく量が巨大で、加えるにコンクリート骨材も近く開さく石材をくだいて作るので、場内交通運輸量は場外運輸量よりも大きくなる。事業や生活区の建物建設や生活物資の経常供給とともに、各種の場内運輸作業量は6,200万トンになる予定である。

計；人工砂石開さく運輸	2,000万トン
土石方開さく運輸	2,700万トン
コンクリート運輸	1,200万トン
天然砂石開さく運輸	100万トン
搬入物資転送	200万トン

以上の材料移送は主として自動車による、その次は鉄道機関車とベルトコンベヤーである。

そのほかに、施工補助事業はたいていダムサイトの下流の兩岸の谷に近い斜面や台地に(1km~5kmと出入りがある)ちらばっていて、加えるに、生活区もダムサイトから8~9kmの泥礫から大伏角一帯に集中して配置してあるから、屑出しや各補助事業の材料や完成品の運送の便のために、場内に三級あるいは四級自動車道を92kmつくる。レールゲージが1mの鉄道7.5km；ベルトコンベヤー路線6.5km。同時に、河にそった兩岸の自動車幹線を10~18mに広げる。なおかつ施工に便利をよりに、より良好な路面になるべく舗装する。労働者の出退勤の交通を保障するため

にバス20輛を配備する。同時に水運を利用して定期航路を開設し、200  
シートの快速客船を4艘配備する。

源水兩岸の工区の交通運輸を連絡する為、前方の施工地区の梶子湾に源  
水をまたぐ橋を建造するほかに、歩道橋の下に砂石輸送ベルトを架設し、  
紅砂潭の機械製砂石材を左岸のコンクリートシステムに送る。そのほかに、  
ダムの上流辰塘溪から下流の大伏角まで岸ぞいに各種のふとう11基を配  
置して、搬入物資を各補助事業の加工工場に分送するのに役立つ。

上述のふとうは、施工期間中に、進度をみながら施工してゆく、たとえ  
ば、泥湾から大伏角一帯のふとうおよび梶子湾の客送ふとうは先行させね  
ばならないが、重量物件のふとうは後でよい。将来、湖南省交通局に設計  
施工を委託しなくてはならない。

## 第7章 施 工 進 度

現在、湖南省の電力は非常に欠乏して農工業の発展は動力不足のため  
に限界にあるので、国家および湖南省は五強溪水力発電所が80年には工事  
着工の準備をして、7年前後で発電および水門が生産過程に入ることが出来  
るよう要求している。

### 1. 工事規模

五強溪水力発電所の工事規模は大きく、主体工事の開さく量は935万  
㎡に達し、ダムサイトのダムに上る車道、肩出し車道、コンクリート輸送

線路やケーブルカーの平台等の開さく量は89万 $m^2$ に達し、場内の車道、現場の地ならし、人工砂石材の剝離開さく等の開さく量は1,090万 $m^2$ に達する。もしも、連絡道路484万 $m^2$ をそのなかに含ませるなら、土石方開さく総量は約2,600万 $m^2$ になる。

主体工事のコンクリート量は455万 $m^3$ になる；ダムサイトの導流ダム、トンネル式臨時通航水門およびケーブルカー平台コンクリート、軌道基礎等のコンクリートが31.7万 $m^3$ 、合計コンクリート量は486.7万 $m^3$ となる。そのほかに、補助事業の基礎、橋梁、ふとり、土止めおよびコンクリート舗装道路等の総計コンクリート量は499万 $m^3$ 。そのほかに、ブロックが13.3万 $m^3$ ある。

詳細は表7-19参照

表7-19 工事量と材料総括表

項目名称	開さく量 (万 $m^2$ )	コンクリート量 (万 $m^3$ )	鉄筋 (t)	鋼材 (t)	セメント (万t)	木材 (万 $m^3$ )
1. 主体工事	935	455	44,300	24,834	80	6.5
(1) えん堤工事	322	304	13,200	6,200	53.5	1.5
(2) 建物水道工事	77	43	21,100	14,250	7.5	2.0
(3) 給油用水門工事	340	95	8,000	3,330	16.7	1.9
(4) 小別荘その他	196	13	2,000	1,054	2.3	1.1
2. 施工および臨時建築工事	1,665	44	13,508	47,360	14	6.5
(1) 交通、橋梁およびふとり	634	7.8	950	1,920	2.0	1.6
(2) 施工事業および建築建築工事	940	4.6	3,500	21,000	1.0	3.0
(3) 工事施工施設	86	2.7	2,600	17,060	0.8	1.0
(4) 施工技法と臨時通航	3	2.9	5,958	5,185	7.3	0.4
(5) その他	2	(ブロック 13.3)	500	2,200	3.9	0.5
合計	2,600	499	57,800	72,200	94	13

## 2. 施工進度の配分

国の五強溪水力発電所の建設に対する要求に基づくと、工事規模が大きいが工期が短く、任務は相当困難である。この計画要求を実現するために、この進度を配分する。施工準備工事は三年前後で完成させ、四年間本工事、二年間別途工事、従って1986年の末には最初の一台が完成、発電が可能になり、1988年に竣工しなければならぬ。したがって、先ず前期の施工準備工事を完璧なものにする必要がある。80年には兩岸の対外車道と水運ふとうの建設、建屋の建造、施工動力ケーブルと通信ケーブル等の架設を開始する。北岸では、慈利から五強溪現場に至る車道；南岸では、茶庵舖から五強溪現場に至る車道が年末までに開通することが要求される。源水大橋は82年上半期前期に開通させる。大小別溪橋は81年上半期前期に開通させる。計画では、1年半で主体工事の大開さくの施工準備を完成させる。81年下半期に兩岸の斜面の開さくおよび一期の基礎溝ダムの建造を進める。82年上半期前期に基礎溝の開さくを進め、8～10月に終る。9～10月にダム本体にコンクリートの注入を始める。83年下半期後期に、ダム本体の注入が▽70m以上になり導流トンネルが形成された時に、一期の上下流ダムをとりこわし、二期のダム、流水截断工事を進め、84年上半期前期に基礎溝開さくを進める。下半期後期に、工場建屋、ダム段のコンクリートを注入しはじめる。二年あまりの時間で▽120m以上に注入されたら、導流トンネルの封鎖貯水を開始する。

水門と工場建屋の基礎開さくの時間とダム本体の基礎開さく時間は同じであり、81年下半期後期に開さくを開始して84年に終結する。水門は二年間コンクリートを注入する。9～10ヶ月間水門のすえつけを進め、86年

12月には航行の条件をそなえさせる。工場建屋は1年半コンクリート注入をして、86年上半期前期には注入を完成させる。左岸で据付をしている間に、85年2季度に40mの走行クレーンの梁を据付用に完成させなくてはならない。第一台機組工場家屋が屋根をふさいでから主要機器のすえ付けを進めるが、計画では一年間で第一ユニット据付けの任務を完成させることになっている。導流トンネルの下水門の貯水時間は1986年10月末に配分して、40～50日で▽96mのデッドラインまで貯水する。貯水量はそれで14.4億 $m^3$ になり、86年末の第一ユニットの発電の要求に到達する。第二ユニットと第三ユニットは、半年ごとに一台すえ付けてそれに応じて発電にくみ入れる。

上述の進捗計画の配分によると、ダムサイトの年最大開さく量は342万 $m^3$ で、月最大開さく量は33.6万 $m^3$ である。コンクリート注入の年最大注入量は157.8万 $m^3$ で、月最大注入量は14万 $m^3$ となる。逐年の完成作業量は表7-20参照。

表7-20 開さくおよびコンクリート注入量各年別完成表

(単位: 万 $m^3$ )

項 目	総工 事 量	80年	81年	82年	83年	84年	85年	86年	87年
1. 開 さ く	1,024	28	206	342	199	140	109		
内訳:(1) ダムサイトの臨時建築	89	28	61						
(2) 主体工事	935		145	342	199	140	109		
2. コンクリート注入	486.7		16.7	59.7	74.4	137.8	128	63.8	6.3
内訳:(1) ダムサイトの臨時建築	31.7		16.7	15					
(2) 主体工事	455			44.7	74.4	137.8	128	63.8	6.3

## 第 8 章 施工配置

### 1. 施工配置

五強溪の水利の中樞は峡谷地区に位置し、兩岸の山勢は険しく、河にそった兩岸の谷もせまく、谷あいのおき地や台地が少ないので、補助事業はやむなくダムサイトから2～6kmの兩岸の小さな台地上に設置するほかない。しかし、コンクリートや砂石のシステムは、できるだけダムサイトから1km以内の大伏角および親子碕一帯に近づける。ただし、生活区は集中的に大伏角に設置する。主として都市計画と結合させるのを考慮して生活区集中配置案をとる。前線への出退勤の不便の問題を解決するために、場内交通の配置のなかで、バスおよび客船の水陸同時運送の方式で解決することをすでに考慮した。労働者の生活区を一ヶ所に集中して、すべての福利設備や困難な問題は比較的容易に解決され、労働者の後顧のうれいを減らし、安心して生産に従事する。このことは、生産に有利、生活に便利、の配置原則に符号する。

ダムサイトから大伏角と麻伊伏の兩岸に至るまでは、事業および生活の家屋に使用できる土地として、173万㎡ある。区分配置の状況の総括は、宿舍煙染および築地工事量総括表に詳しく示す。(附表1)。

生活区は大伏角の茶山丘陵地帯に配置する。山の斜面にそって層に分けた配置をするのだが、道路や宿舍の基礎土石は比較的大きい。しかし、麻伊伏附近に配置するのにくらべれば、田畑を占める割合が少なくてすむ。初歩的な調査によると、南岸のダムサイトから大伏角に至る9kmの範囲内で



は人口570人を移し、水田530ムー、畑200余ムー、茶畑を250ムー買いあげる必要がある。北岸のダムサイトから大湾里生産隊まで、下流の麻伊伏からレンガ工場に至る一帯では、人口500人を移し、水田を約300ムー、畑を約100ムー、茶畑を約100ムー買いあげる必要がある。できりれば、施工初期に移民や土地買いあげの手続きをきちんとすませ、迅速に基礎工事や展開することである。

発電所や水門の管理事務や生活のための建物の面積については25,000㎡見積っている、すでに位置を確保してあるが、施工期間中に利用できるように建築をくり上げるかどうかは、後でまた検討することにした。

## 2. 建物と倉庫

施工総体配置の計画時に、家屋を建てるには都市と結合させねばならぬことを考慮すべきであるし、同時に、下流の礎礎礎の階段を連続して建造するには、本工事の補助事業設備および生活区の家屋を利用することを考慮すべきである。とすれば、建築水準は、それなりに高くせねばならない。

施工進度によって配置すると、最多人数は15,000人になる。随員係数を2.2として計算すれば、現場の生活家屋と福利施設の建物は33,000人として計算する(この家屋建築目標は、湖南省建築委員会の78年9月15日の通達による)。そのほか、生産事務やその他の建築家屋の面積総計は613,765万㎡となり、施工フロントの小部分の家屋は半永久性のもので考えられるほかは、大部分はみな永久的耐火構造の建物である。

### (1) 生産用建物

フロントの施工に適するように、事業を配置するさい、できるだけ近くにコンクリートや砂石システムや開さくの機械化施工補助事業の建物を配置するように考慮する。ダムサイトの縦子湾から河をさかのぼる小さな台地のうえに、修理システムとともに、生産家屋の建築面積がトータル89,439㎡、周囲の場所約54,000㎡、それに臨時の作業テントを8万㎡加えてフロントや後方の施工の準備用とする等の配置をする。

### (2) 事務および生活福利の建物

事務や生活区の配置は、かつて施工部門と検討したうえ、泥浜から大伏角に至る2kmの丘陵地帯に集中するのがよいとなった。地形図のうえから見積ると、130mの高さから70mの高さの間になる。利用のできるゆるやかな斜面は、約141万㎡あり、大部分の事務、生活および福利の建物を配置できるのだが、一部分はフロントの施工事業区に分散することになる。

生活区は都市部と結合させることを考えて永久生活区とするうえに、工事は南方の熱帯地方に位置し、施工部門も長くかかる事業なので、家屋の目標は多く上限を採用する。すべて生活福利および事務用の建物は完備を旨としなければならない。

### (3) 倉庫

施工に必要な全ての倉庫は全体で55,700㎡たてることになる。各種の倉庫面積は、各大型工事および島江渡工事の経験を参考にして見積る。あらゆる倉庫の構造はみを永久的防湿、防潮、防火の要求を満たし、運送に便利であること。倉庫内部の主な積みおろし設備も、すでに設備投資の中で考慮した。

表 7 - 2 1 五強溪工事施工の家屋建築および整地工事量総括表

家屋建築面積 613,765 m<sup>2</sup>。

内訳：永久建築物 489,565 m<sup>2</sup>。半永久建築物 44,200 m<sup>2</sup>。臨時建築物 80,000 m<sup>2</sup>。

加工区 208,095 m<sup>2</sup>。引込区 61,534 m<sup>2</sup>。生活区 355,736 m<sup>2</sup>。農務

区 5,400 m<sup>2</sup>。場外 3,000 m<sup>2</sup>。

番号	項目	建築面積 ( m <sup>2</sup> )	土地占有面積 ( m <sup>2</sup> )	整地土石方工事量 ( m <sup>3</sup> )
1	補助事業建築物	89,439	538,650	920,292
2	倉庫建築物	55,700	109,700	109,700
3	事務所建築物	14,794	32,550	32,550
4	住居建築物	270,000	550,000	550,000
5	公共建築物	91,932	226,200	224,200
6	五・七工場家族用建築物	6,500	18,000	18,000
7	農務建築物	5,400	農務場	
8	臨時作業テント建築物	80,000	作業テントとテントは永久 および半永久建築物をたてる	
	総計	613,765	1,475,100	1,854,742

## 第 9 章 工 事 総 概 算

### 1. 概算編制説明

- (1) 五強溪水力発電所の配置は、初期設計審査を経て、左岸はダム後式工場家屋および三級給排水門、右岸は越流ダムおよび小別溪(不明)非常放水路の重点式配置形式とし、発電機は5台、総発電容量は150~175万KWとなる。本概算は175万KWとして編制してある。
- (2) 本概算は上述の規模の設計賃料および国内の関連規定等により漏成をすすめた。
- (3) 関連工事建設材料、動力電気設備と施工機械設備はみな国内工場価格に運送雑費を加えて計算した。(ほかに輸入費、運送雑費附加費等も加算)
- (4) 施工動力は湘中電網が供給し、施工と生活用水および工事用のエアは現場で自力解決する。
- (5) 五強溪ダムの水没範囲は大きく、移転人口は多い。ダム移民計画はいままさに積極的に進められていて、現在は正式な移転費用と移民の三材の数量はまだ出せない。したがって、本概算の総投資の中には、水没住民の移転費用とその材料設備はまだ含まれていない。移転計画が正式に定案になってから、国家に審査をうける。
- (6) 本概算のその他の費用のうち、1187万元を五強溪水力発電所の測量設計科学研究設備等の費用としてある。

## 2. 総概算編成成果

(1) 総概算：客査のうえ147,567万元と定める（水没補償費は含まない）。

詳細の細目は表7-22参照。

(2) 工事施工分年投資：表7-23参照。

表 7 - 2 2 総 概 算 表

番号	工事あるいは費用の名称	(単位：万元)	
		投 資	備 考
第 一 部 分 永 久 工 事		92,059	
1	河川締切りダム工事	28,818	
2	放 流 工 事	3,019	
3	導 水 路 工 事	2,941	
4	発 電 所 工 事	33,814	
5	変 電 所 工 事	6,090	
6	航運工事(船舶用水門)	12,244	
7	魚道(又は魚道締切り)設備	100	
8	永 久 交 通 工 事	4,502	
9	家 屋 建 築 工 事	406	
10	そ の 他 の 工 事	125	
第 二 部 分 臨 時 工 事		20,327	
1	工 地 交 通 工 事	3,378	
2	エアー、水力、電力、通信工事	889	
3	砂 石 材 シ ス テ ム	489	
4	セメント綜合せ注人システム	1,831	
5	施工建物建築工事	5,547	
6	導 流 工 事	5,210	
7	臨 時 工 事	754	
8	そ の 他 の 工 事	2,229	
第 三 部 分 其 他 の 工 事 と 費 用		28,154	
1	水 没 補 償 費	(別途要求)	
2	生 産 準 備 費	627	
3	施 工 補 助 費	5,480	
4	その他の費用(測量設備、科学研究費 1,187万元をふくむ)	3,843	
5	施工機械設備費およびその他	18,204	
一、二、三部分合計		140,540	
予備工事と費用5%		7,027	
概 算 投 資 総 額		147,567	水没補償費を含まない

表 7 - 2 3 工事施工各年別投資計画表

(単位：万元)

項目名称	投資	80年	81年	82年	83年	84年	85年	86年	87年	88年
総投資	147,567	4,600	8,214	19,050	14,685	17,266	20,840	24,220	20,190	8,502
1 準備工事	20,327	3,904	8,060	5,600	2,763					
2 施工準備	18,204	246	7,906	6,700	3,352					
3 その他の費用	3,843	400	450	450	460	656	500	700	227	
4 施工補助費	5,480	50	574	720	760	910	680	680	586	520
5 生道準備	627						260	240	127	
6 主体工事	92,059		870	4,880	6,650	14,800	18,600	21,500	17,750	7,009
7 予備費	7,027		354	700	700	900	800	1,100	1,500	973

五強溪水力発電所施工設備明細書

(付：測量設計試験設備)

番号	車名	種類	規格	数量		年度別数量			註
				単位	総計	79年度	80年度	81年度	
1	車	1	ダンプカー	3.2T	輛	100	30	70	
				2.0T	"	50	30	20	
				1.5T	"	80	40	40	
				1.0T	"	60	30	30	
				4T	"	60	30	30	
				2.5T	"	30	15	15	
				1.7 m <sup>3</sup> セメント車(自転4.0°)	"	120	30	50	40
				1.6.0 m <sup>3</sup> 油タンク車	"	10	10		
				小型乗用車	"	5	2	3	
				21座席ジャーリングカー	"	10	5	5	
	40座席大型バス	"	10	5	5				
	冷蔵車	"	5	5					
	散水車	"	5		5				
	給水車	"	5		5				
	消防車	"	10	5	5				
	ジープ	"	5	5					



番号	名称	規格	数量	年度別数量			註
				79年度	80年度	81年度	
2	エア・コンプレッサー	パス	総計 20	10	10		*
		100m <sup>3</sup> /分	6		6		
		40m <sup>3</sup> /分	12	6	6		
		9~17m <sup>3</sup> /分 移動式	10	10			
3	ポンプ類 1. 揚水ポンプ	低揚程大流量	11	5	6		
		中揚程	36	20	16		
		高揚程	10	5	5		
		高圧水ポンプ	1			1	
			6			6	
4	起重機 1. トラック・クレーン	30m <sup>3</sup> /時	6			6	
		6T	2			2	
		10T	5	5	5		
		25T	10	5	5		
		40T	4	2	2		
	90~120T	2	2	2			
			1	1			

品号	名称	規格	数量		年度別数量			註
			単位	総計	79年度	80年度	81年度	
5	2. 門型クレーン	20T~40T	台	4		2	2	
	3. 天井クレーン	5T、10T、15T、20T	"	8		4	4	
	4. 電動ホイスト	2T、3T、5T	"	6		3	3	
	5. 手巻きクレーン	3T、5T	"	7		3	4	
	6. バンデリ・キャリアカー	2T	"	2		2		
	7. フォークリフト	1T、2T、5T	"	6		2	2	
	8. タワークレーン	3T~6T	"	4	4			
	9. つち型クレーン	100T(被止場のみおろし)	"	1			1	
	10. ウィンチ	双筒3~5T、単筒0~10T	"	15		5	10	
	11. アッセンブリー・オート	300T	"	1			1	
		ヘルトコンベア						
6	陸上輸送設備							
	1. コンクリートホッパー車	公称U60	m	3,000		2,000	1,000	
	2. 内燃機関車	公称240馬力	"	3,764		2,264	1,500	
	3. 付随車及び牽引車	40T~60T	"	1,250		850	400	
	4. 有蓋牽引車	30T~40T	輛	102		40	62	
			台	2			2	
			組	4		4		
			"	5		5		

番号	名	称	規	格	数		年度別数量			註
					単位	総計	79年度	80年度	81年度	
7	水上輸送設備									
	1	浅水タグボート	吃水0.75M		隻	4	4			
	2	給油船	100T、吃水1.2M		隻	4	4			
	3	積荷甲板はしけ	500T、吃水2.0M		隻	1		1		
	4	積載船	120T~200T		隻	4		2		
	5	引き船	航		隻	3	3			
	6	カーフェリー	6車幅用及び引き船		組	2	2			
7	高連艇	1000座席(吃水1.0M以内) 200" ( " )		隻	2	2				
8	開削機械									
	1	ブルドーザー	320HP		台	6		3		
			220HP		台	30	10	20		
			水下ブルドーザー(水深10m)		台	1			1	
	2	ローザ	8m <sup>3</sup> タイヤ式		台	2		2		
			5~6m <sup>3</sup>		台	15	5	10		
			1.5m <sup>3</sup>		台	4	4			
3	パワーショベル	4.0m <sup>3</sup> 電気ジャベル		台	6	3	3			
		4m <sup>3</sup> 油圧式パワーショベル		台	5	5				
		1m <sup>3</sup> 油圧式パワーショベル		台	6	3	3			

番号	名 称	規 格	数 量		年 度 別 数 量			註
			単 位	総 計	79年度	80年度	81年度	
4.	ジブ・カッター	φ-250 大口径φ-2,000	台	10	5	5		
5.	オーガ・ドリル	φ150-240	"	1	6	6	1	8
6.	空気式削岩機	2~4アーム	"	240	140	100		3
7.	多アームさく岩車		"	5	2	2		
8.	ロード・カー		"	2				
9.	" 鋼杆卸取装置機 "		セット	3				3
10.	チャップ修理機		台	4	4	4		
11.	圧搾空気槽	10m <sup>3</sup>	"	8	4	4		
12.	穴あけクラウチング	100型 ボーリング機	"	15	5	10		
		300	"	15		5	10	
		コンクリート注入機 5~60kg/cm <sup>2</sup>	"	25			25	
		" 50~200kg/cm <sup>2</sup>	"	5			5	
13.	水平ボーリング・マシン		"	1		1		
14.	高岩能インバルスタ 一タマ		"	4	4			
15.	スクレーパー		"	5		5		
9	コンクリート施工機		"					
1	ディーゼル機関車	m軌240馬力	"	20		10	10	
2	平 台 車	20T	"	90		40	50	

番号	名称	規格	数量		年度別数量			社
			単位	総計	79年度	80年度	81年度	
10	3. コンクリート・セット	3 m <sup>3</sup> 立録(自動開閉)	個	30	15	15		
		6 m <sup>3</sup> 立録( " )	"	40	40			
		3 m <sup>3</sup> 積纏	"	20	10	10		
	4. ケーブルクレーン	20T、跨距9000~10000M	台	4	2	2		
	5. "門機"	20/60T	"	2	2			
	6. "塔機"	10/25T	"	4			4	
	7. コンクリート振動機	全数圧	"	10			10	
	8. "胎倉面吊"		部	10			10	
	9. "溜倉機"		台	10			10	
	10. エア-リフトドリル	高圧2000~250kg/cm <sup>2</sup>	"	30			30	
	11. 振動器		"	220			220	
	12. 攪拌設備		セット	2			2	
	13. 三重コンクリート噴出器	作業高度10M	"	1			1	
10	コンクリート系統							
	1. バッシャー・プラント	240m <sup>2</sup> /時	個	2	1	1		
		160m <sup>2</sup> /時	"	2	1	1		
	2. 移動式ミキサ	50m <sup>2</sup> /時	"	2	2			
	3. コンクリート・アシ	6m <sup>2</sup>	台	10	10			
	4. セメント・ビン	容量800T/個	個	11	11			

品 目	品 名	規 格	単 位	計 量	年 度 別 取 引 量			註
					79年度	80年度	81年度	
		鋼質1,500T/個	個	15		15		
	5. シェーキング・ファイ ンダー	φ400×400(5) φ500×500(8)	台	23		23		
	6 スクリュー・コンベア	G×600(6) G×400(6)	"	16		16		
	7. 衝突型集塵器		"	33		33		
	8 ユニ・スクリーン・シラフ	400×400(8) 500×500(8)	"	26		26		
	9 油水分離器	φ1,000	"	22		22		
	10. ギア・ポンプ		"	3		3		
	11 攪拌槽	φ1,400×1,500	"	3		3		
	12. 電動ボール・ミル		セット	2		1	1	震動
	13 遠心力型塵埃送風機		台	2		2		
	14. 解袋機		"	2	2			
	15 パケットエレベーター		"	1		1		
	16. 空気輸送タンク		"	3		3		
	17. エア・セパレーター		"	5		5		
	18. "双管型吸塵機"		"	1		1		
11	砂石加工系統							
	1. 回転圧縮破砕機	液圧 900~1,200/150	台	2		2		
	2. ロール・クラッシュ かみあわせ式クラッ シャー	標準型(2) 中型(1) 短頸型(2) 400×600	"	5		5		
	3. シャワー		"	2		2		

番号	名称	規格	数量		年度別数量			註
			単位	総計	79年度	80年度	81年度	
4.	製砂設備	全自動制御製砂設備	セット	1		1		
5.	ふるい機	重型篩(3) 日定中心篩(8) 北振篩(8) 圓柱篩1 竹篩	"	11		11		
6.	螺旋分級機		"	9		9		
7.	マッド・スクラッパー		"	1		1		
8.	電動フイーター		"	8		8		
9.	槽式フイーター		"	3		3		
10.	手動(セクター)ゲート	U=1,000 800×800 500×500	"	113		60	53	
11.	スイングスタッカー	B=1,200 搬出量1,000T/時	台	2		2		
12.	エンジン発動機	40~100KW	"	5		2		
13.	鉱液自動調粒機		セット	2		5		
14.	破砕機	破石直径 1.0m	台	2		2		
12	冷卻システム							
1.	アンモニア・コンプレッサー	800万/Kcal/時(1機は40万)	台	20		20		
2.	碎氷機	1~2T/時	"	15		15		
3.	分離器(セパレーター)	アンモニア油油、アンモニア液油、空気(3)	"	35		35		
4.	立型コンデンサー		"	23		23		
5.	アンモニア受液器		"	13		13		

番 号	名 称	規 格	数 量	年 度 別 数 量			社
				79年度	80年度	81年度	
	6. 集 袖 器		台 10		10		
	7. 蒸 発 器		" 26		26		
	8. 液体アンモニア過飽器		" 15		15		
	9. 安 企 弁		" 5		5		
	10. 脱 水 器		" 4		4		
	11. アンモニア袖給機	2~6.4kg/時	" 4			4	
13	鉄筋加工機						
	1. 切 断 機	φ6~40mm(2) 手動φ20mm	台 3		3		
	2. ベ ン タ ー 機		" 3		3		
	3. 整 直 機		" 2		2		
	4. 圧 接 機		" 3		3		
	5. 交流アーク溶接機		" 3		3		
	6. 点 溶 接 機		" 2		2		
	7. プレストレス・スト レックナー	最大牽引力60T	" 1		1		
14	コンクリートプレハ ブ部品工場						
	1. セメント・ミキサ	200ℓ	台 2			2	
	2. コンクリート攪拌機		" 2			2	
	3. 附 着 震 動 器	1~15/KW	" 20			20	
	4. さしこみ震動器	1~28/KW	" 20			20	



番号	名称	規格	数量		年度別数量			註
			単位	総計	79年度	80年度	81年度	
	5. 横型ワイラーク	8.2T/時、圧力8.0kg/cm <sup>2</sup>	台	2			2	
	6. ジヤッキ	10~120T	"	8			8	
15	鋼管加工場							
	1. ベンダー	冷切リール80mm、巾6,000mm、80kg/cm <sup>2</sup>	台	1			1	
	2. エッジブレーカー	3,000×6,000×80mm数値制御の刃物前進	"	1			1	
	3. シングルアーム圧力機	2,000T液体圧力工作台1.5×1.5M	"	1			1	
	4. 開先管切断機	数値制御の管切断厚5~50mm	"	1			1	
	5. 数値制御管切断機	管切断厚さ6~100mm	"	1			1	
	6. 充電角形管切断機	管切断厚さ~150mm	"	1			1	
	7. 手動、自動管切断機	各種の形状	セット	3			3	
	8. 自動成型管切断機		"	2			2	
	9. 自動全位置管切断機	移動式	"	3			3	
	10. 遠隔コントロール自動管切断機	管切断厚さ5~50mm	"	3			3	
	11. 光電式ならい切断機	管切断厚さ~100mm	"	3			3	
	12. 6点自動焼鈍し機		"	2			2	
	13. 電柱管用溶接機		台	3			3	
	14. X光線機	携帯式40KVの厚板用	"	2			2	
	15. 風板機		"	60			60	
	16. 液圧式ラセン管接合工具	M60~M200	"	35			35	

番 号	名 称	規 格	数 量		年 度 別 数 量			註
			単 位	総 計	79年度	80年度	81年度	
16	岐阜製造工場							
	1. 生産能力	20m <sup>3</sup> /時、50m <sup>3</sup> /時	租	2	2			
	2. エアータンク	10m <sup>3</sup> 、30kg/cm <sup>2</sup>	個	6	6			
	3. 酸薬ボンプ		"	500	500			
	4. 熱感式成分分析器		台	1	1			
	5. 電熱蒸留水器	10L/時	"	1	1			
17	木工器具							
	1. エンドレス・ソー		台	8	8			
	2. 丸鋸		"	5	5			
	3. 釣り鋸機		"	5	5			4
	4. シー・ブレード溶接機		"	4				7
	5. 合板機械		"	7				6
	6. 鋸研削機		"	6				3
	7. ソー・カッチャング機		"	3				9
	8. 木工プレス機		"	9				2
	9. 万能研削機		"	2				10
	10. 研削機		"	10				10
	11. 手持ち鋸		"	10				10
	12. 隠式のみ盤		"	1				1

番号	名称	規格	数量		年度別数量			註
			単位	総計	79年度	80年度	81年度	
13	シンドルヘッド・チ ノンス		台	1			1	
14	立式水エフライス		"	2			2	
15	木工旋盤		"	4			4	
16	液体圧縮機立て機		"	1			1	
17	集塵機	Q=100m <sup>3</sup> /分、H=100mm水柱	"	4			4	
18	バッテリーカー、充電機		"	6			6	
18	線盤修配設備		"	148			48	100
1	旋盤	立式、ジプアーム等	"	26			13	13
2	ボールリング盤	構型、移動式の単柱、及柱等	"	18			9	9
3	ボーリング盤	非心、円形インベラー、深孔内が円い工具 のグラインダー	"	45			20	25
4	グラインダー		"	2			2	
5	ボール盤		"	26			10	16
6	ミリング盤	立式、横式の万能回転ミリング等	"	32			12	20
7	フライス盤	ダブルコラム、型削り盤	"	6			3	3
8	ミリング・マシン		"	3			3	
9	抽伸機		"	8			4	4
10	金切り盤	弧形式	"	21			10	11
11	歯車加工機	ギヤード・プレナー、ギヤード・シェーパー、ギ ヤード・研削機等	"	2			1	1
12	シリンダー・ボーリ ング・マシン		"					

番号	名称	規格	数量		年度別数量				計
			単位	総計	79年度	80年度	81年度		
	13. ちらいフライス盤		台	1				1	
	14. ファイバー切り、ファイバーかぶせ機		"	4		2		2	
	15. コンプレッサー		"	21	10	10		11	
	16. プロアーマーター		"	2	2			2	
	17. 電気溶接機		"	20	10	10		10	
	18. 製鉄炉、製鋼炉		"	4	2	2		2	
	19. 電気炉	井戸式、ボックス式、溶電炉等	"	17	7	10		10	
	20. ボイラー		"	6	3	3		3	
	21. シリコン溶接監視器		"	9	4	5		5	
	22. 溶接変圧器		"	26	10	16		16	
	23. エアークハンマー		"	7	2	5		5	
	24. その他		"	45	20	25		25	
19	航路の補修								
	1. 手ふいごドリル		台	10	10				
	2. 空気圧箱機	9~17.0m <sup>2</sup> /sec 移動式	"	2	2				
20	施工動力設備								
	1. 変圧器		台	3	3				
	2. 変圧器(トランス)		"	24	14	10			
	3. インタラプター	110KV	"	4	4				

番号	名称	規格	数量	年度別数量			註
				79年度	80年度	81年度	
	4. スイッチ・ボックス	6.3KV	43	43			
	5. 配電盤		20	10	10		
	6. エンジン発電機	500KW、100KW	4	4			
21	施工測定、試験設備						
	1. 材料試験機		1	1			
	2. 硬度計		3	3			
	3. 金相探測機		1	1			
	4. 超音波探傷機		5	5			
	5. X線機		1		1		
	6. 硬度テスト機		1		1		
	7. 打撃試験機		1		1		
	8. クリスタル超音波探傷機		3		3		
	9. 平衡機		1		1		
	10. 効率測定器	160HP	1		1		
	11. 自動車電気実験台		1		1		
	12. 渦電流効率測定機		1		1		
	13. デジタルトルクメーター		1		1		
	14. 噴油ポンプ実験台		3		3		
	15. 伝動軸試験台		1		1		
	16. 微光計装置		1		1		
22	17. 工業用テレビ		1		1		

測定装置実験、及び水文関係の予備設備は約700万ドル必要である。他にリストに示す。

五強溪水力発電所の年度別貨物の分配表

単位：万ドル

項 目	年度 投資	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88
主変機及び、 機械電気設備	15,000					2,250	2,250	3,000	3,000	3,000	1,500
施工機械設備	10,500	3,000	3,000	2,300	1,000	300	300	300			
施工設備	1,200	700	500								
主要付什	14,000	850	1,000	1,500	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	650	
技術サービス費	1,300	100	150	150	200	200	200	150	150		
合 計	42,000	4,650	4,650	3,950	3,200	4,750	4,750	5,450	5,450	3,650	1,500
換算人民元(万元)	67,200	7,440	7,440	6,320	5,120	7,600	7,600	8,720	8,720	5,840	2,400

注：1 年度はその年の4月1日より、翌年3月31日までである。

2. 施工機械設備の投資の中には、附設設備及び、測定計用テスト、水利予報設備費用を含んでいる。

3. 施工設備には、ブランドで輸入した鋼鉄板、積動工場等を含む。

4. 上述の貨物は送電システムの11,000万ドルを含まない。

5. 1ドルは人民元1.6元で換算する。

番号	名称	現 状	規 格	数 量		年 度 別 数 量			備 考
				単位	総計	79年度	80年度	81年度	
1	自動車類 1. ダンプカー 2. トラック 3. 専用車	32T		輛	100	30	70		
		20T		"	50	30	20		
		15T		"	80	40	40		
		10T		"	60	30	30		
		11.7m <sup>3</sup> コンクリートタンク車(40°回転)		"	120	30	50	40	
		160m <sup>3</sup> タンク車		"	10	10			
		小型乗用車		"	5	2	3		
		21座席ツーリングカー		"	10	5	5		
		40座席大型バス		"	10	5	5		
		冷蔵車 給油車 消防車 バス(二橋連結)		"	5 5 10 20	5 5 5 10			
2	エア・コンプレッサ-	100m <sup>3</sup> /分		台	6		6		
		40m <sup>3</sup> /分		"	12	6	6		
		9~17m <sup>3</sup> /分 移動式		"	10	10			
3	ポンプ類								

番号	名称	規格	数量			年度別数量			備考
			単位	総計	79年度	80年度	81年度		
4	積みおろし起重機 1. 蒸気クレーン車 6T 10T 25T 40T 90T~120T 2. 渡止場クレーン 100T(港務用)	規格は未定	台	58	30	28			
			台	5	5	5			
			"	10	5	2			
			"	4	2	2			
			"	2	2	1			
			"	1	1			1	
5	ベルトコンベヤー	B=800~1,200 <sup>m</sup> /m	m	8,000	2,000	3,000	3,000		
6	陸運設備 1. トレーラー租 40T~60T 2. トラクター租 (トレーラー車吃むく) 30T~40T		租	4		4			
			台	5		5			
7	水運設備 1. 汲水はしけ 240HHP吃水0.75m 2. 給油はしけ 100T吃水1.2m 3. 快連艇 100客那(吃水1.0M以内)		隻	4	4				
			"	4	4				
			"	2	2				
8	開閉機 1. プルトーザー	320HHP	台	6		3	3		



番 号	名 称	規 格	数 計		年 度 別 数 計			備 考
			単 位	総 計	79年度	80年度	81年度	
		220HP	台	30	10	20		
	水中アブドラー(水深10M)		"	1			1	
2	積 載 機	8m <sup>3</sup> タイヤ式	"	2		2		
		5~6m <sup>3</sup>	"	15	5	10		
		1.5m <sup>3</sup>	"	4	4			
3	パワーショベル	4m <sup>3</sup> 油圧式パワーショベル	"	5	5			
		1m <sup>3</sup> 油圧式パワーショベル	"	4	2	2		
4	"消 洗 機"	φ-250	"	5	5			
5	ジブ・カッター	大口径φ-2000	"	10	5	5		
		φ150~240	"	1			1	
6	"汗孔"カッター	2アーム~4アーム	"	20	6	6	8	
7	多アームカッター		"	5		2	3	
8	築品並てん車		"	2	2			
9	アーカーアーム穿孔 とりつけ機		組	3		3		
10	穿孔およびコンクリ ート流し込み装置	100型	台	15	5	10		
		300型	"	15		5	10	
		コンクリート流し込み機5~60kg/cm <sup>2</sup>	"	25			25	
		" 50~200kg/cm <sup>2</sup>	"	5			5	
11	水平岩心さく岩機		"	1		1		

序号	名称	规格	单位	数量	年度别数量			備考
					79年度	80年度	81年度	
14	投機修配設備	未定	台	50	20	30		
15	施工動力設備	500KW 100KW	" "	2 2	2 2			
16	施工測量、試験設備	未定	人民幣 萬元	80	80			
17	測量設備試験および水文予 報設備	別に記す	"	1,120	480	160		
18	設備付用品費	全部で2,400萬元(人民幣)要する					82年度から86年度まで。毎年約480萬元要する。	

番号	名称	規格	数量	年度別数量			備考
				79年度	80年度	81年度	
9	コンクリート施工機械		単位	総計			
	1. コンクリートバケット	6m <sup>3</sup> コンクリートバケット(自動開放)	個	40	40		
	2. 平進式スクラップカー	20Tまたは距離9000~10000M	台	4	2		
	3. 平台式震	全油圧式	"	10		10	
	4. 平台式震		輛	10		10	
	5. 平台式震		台	10		10	
10	6. 三重コンクリート吹射機	作業高度10M	組	1		1	
	コンクリート系統						
	1. オートメーションミキサータワー	240m <sup>3</sup> /時	個	2	1	1	
11	2. 移動式ミキサーステーション	160m <sup>3</sup> /時	"	2	1	1	
	3. コンクリートミキサ一車	50m <sup>3</sup> /時	"	2	2		
	砂石加工系統	6m <sup>3</sup>	台	10	10		
12	1. 砂製造設備	全自動	組	1	1		
	2. 砕石機	砕石直徑1.0M	台	2	2		
13	冷卻システム						
	1. 冷卻設備	800万大カロリー/時	組	1	1		
	2. 砕米機	2T/時	台	15	15		
	鋼管加工場	未定	組	1	1		

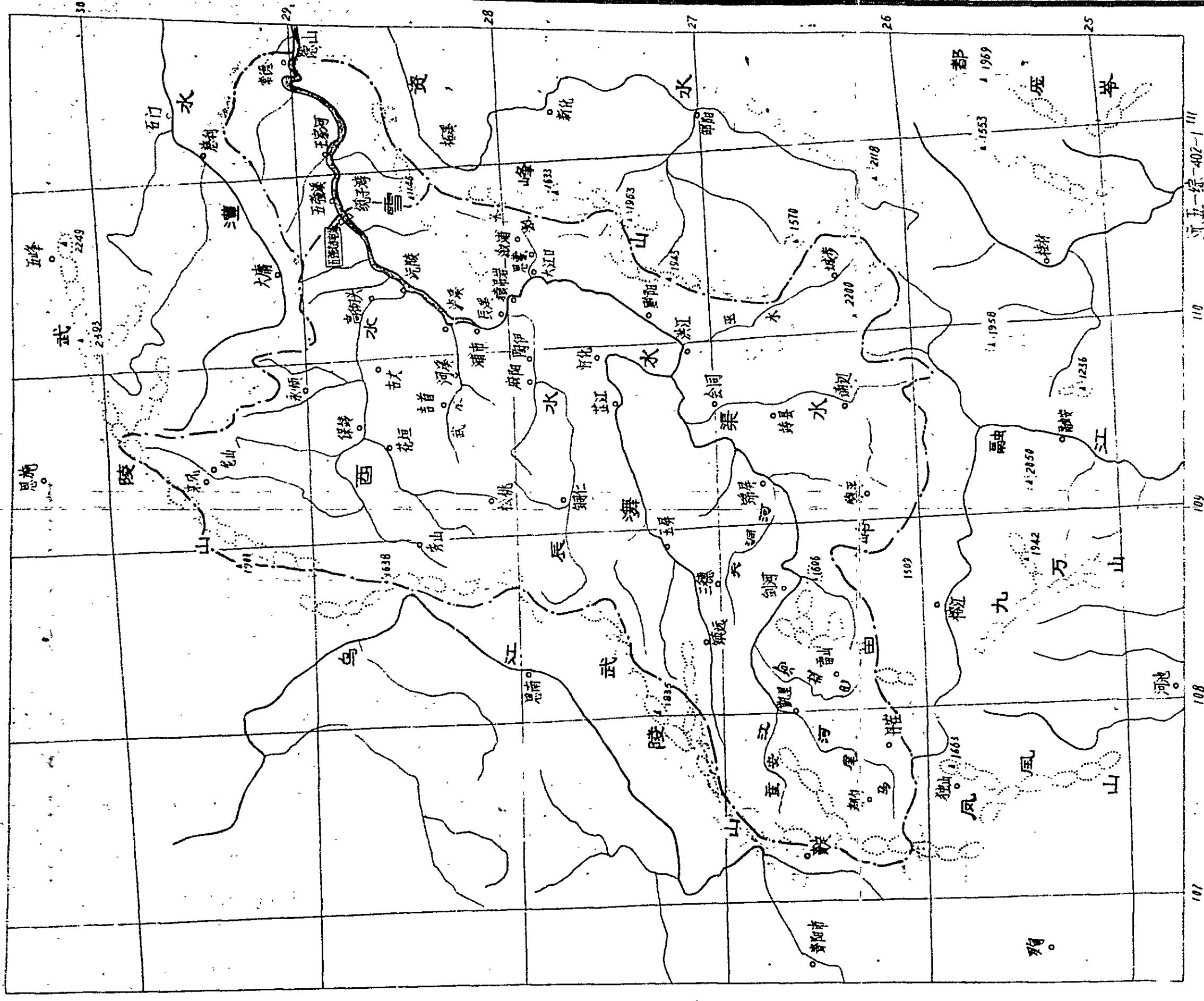
# 中華人民共和國五強溪水力發電開發計畫

## 付 圖 目 次

番号	図 名	整 理 番 号
1	源水流域図	源五一総—402—1
2	源水流域歴年年平均降水量分布図	源五一総—402—2
3	源水流域1961～70年一日降水量 $\geq 50$ mmの総日数分布図	源五一総—402—3
4	五強溪ダムサイト(楊五廟)水位流量曲線図	源五一総—402—4
5	源水源陵, 常德, 桃源～攪子湾月平均流量相関図	源五一総—402—5
6	源水五強溪ダムサイト年平均流量頻度曲線	源五一総—402—6
7	源水五強溪ダムサイト1954, 1969, 1970年典型年洪水過程線	源五一総—402—7
8	源水源陵～攪子湾(王家河)—常德最大流量相関図	源五一総—402—8
9	源水源陵～攪子湾(王家河)—常德 三日間の洪水量相関図	源五一総—402—9
10	源水源陵～攪子湾(王家河)—常德 七日間の洪水量相関図	源五一総—402—10
11	源水源陵～攪子湾(王家河)—常德十一日間の洪水量相関図	源五一総—402—11
12	源水五強溪ダムサイトのピーク流量, 流入量相関図	源五一総—402—12
13	源水五強溪ダムサイト年最大流量, 三, 七, 十一日間の洪水量頻度曲線	源五一総—402—13
14	源水常德発電所年最大流量, 三, 七, 十一日間の洪水量頻度曲線	源五一総—402—14
15	源水五強溪貯水池ダム流入最大流量, 三日間の洪水量頻度曲線	源五一総—402—16
16	源水五強溪貯水池本流ダム流入年最大流量, 三日間の洪水量頻度曲線	源五一総—402—17
17	源水五強溪貯水池ダム流入計画洪水過程表 常德, ダムサイト, 下流区間の計画洪水過程線 ( $P=2\%$ , 1954年典型)	源五一総—402—18
18	常德, ダムサイト, 下流区間の計画洪水過程線 ( $P=3.3\%$ , 1954年典型) 常德, ダムサイト, 下流区間の計画洪水過程線 ( $P=5\%$ , 1954年典型)	源五一総—402—19

# 沅水流域图

1:2,00万



沅水流域图

110

109

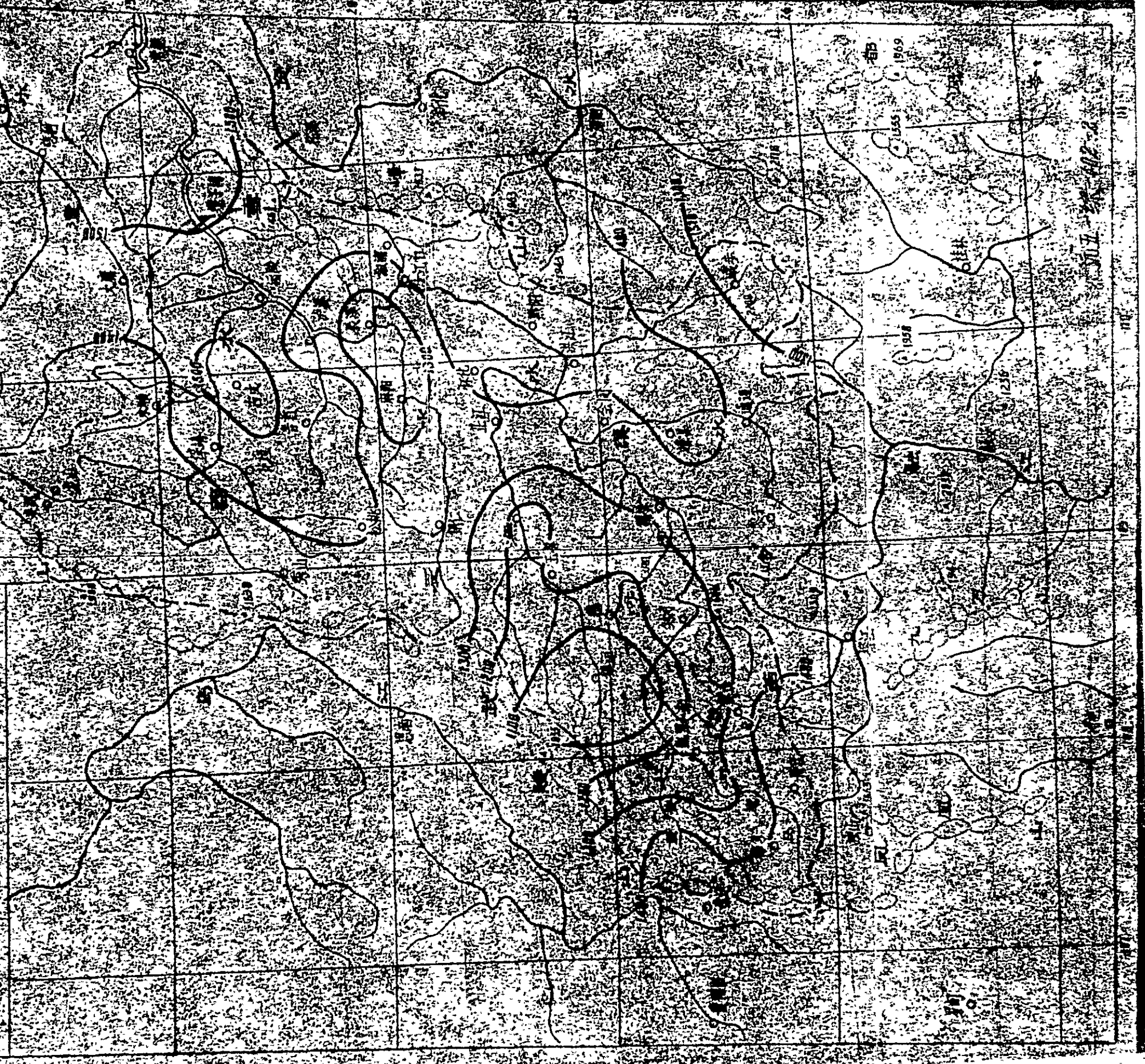
108

107

河水流域

历年平均降水量分布图

比例尺 1:100,000

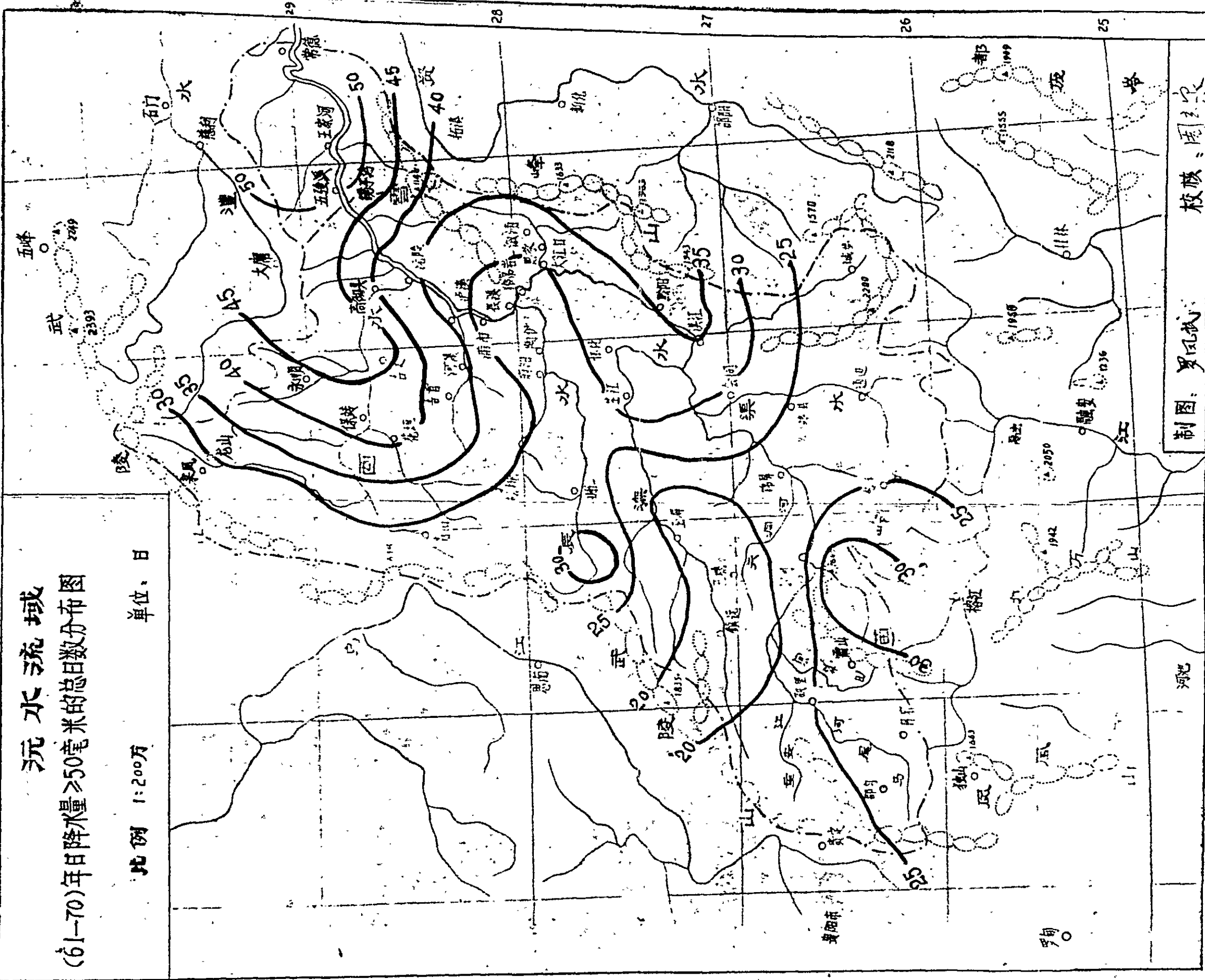


# 沅水流域

(61-70)年日降水量 $\geq 50$ 毫米的总日数分布图

比例 1:200万

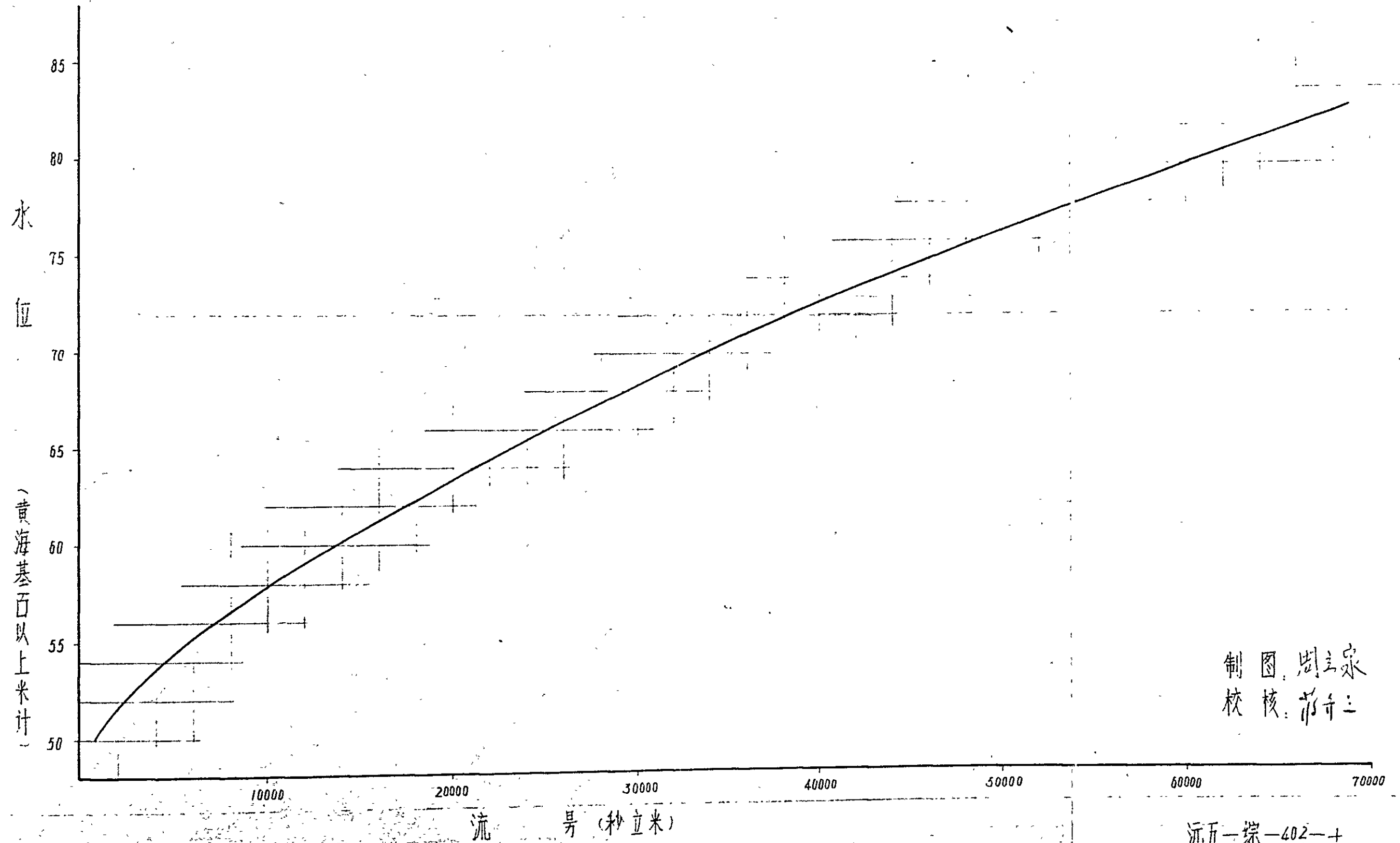
单位: 日



制图: 罗凤斌 校核: 周克定



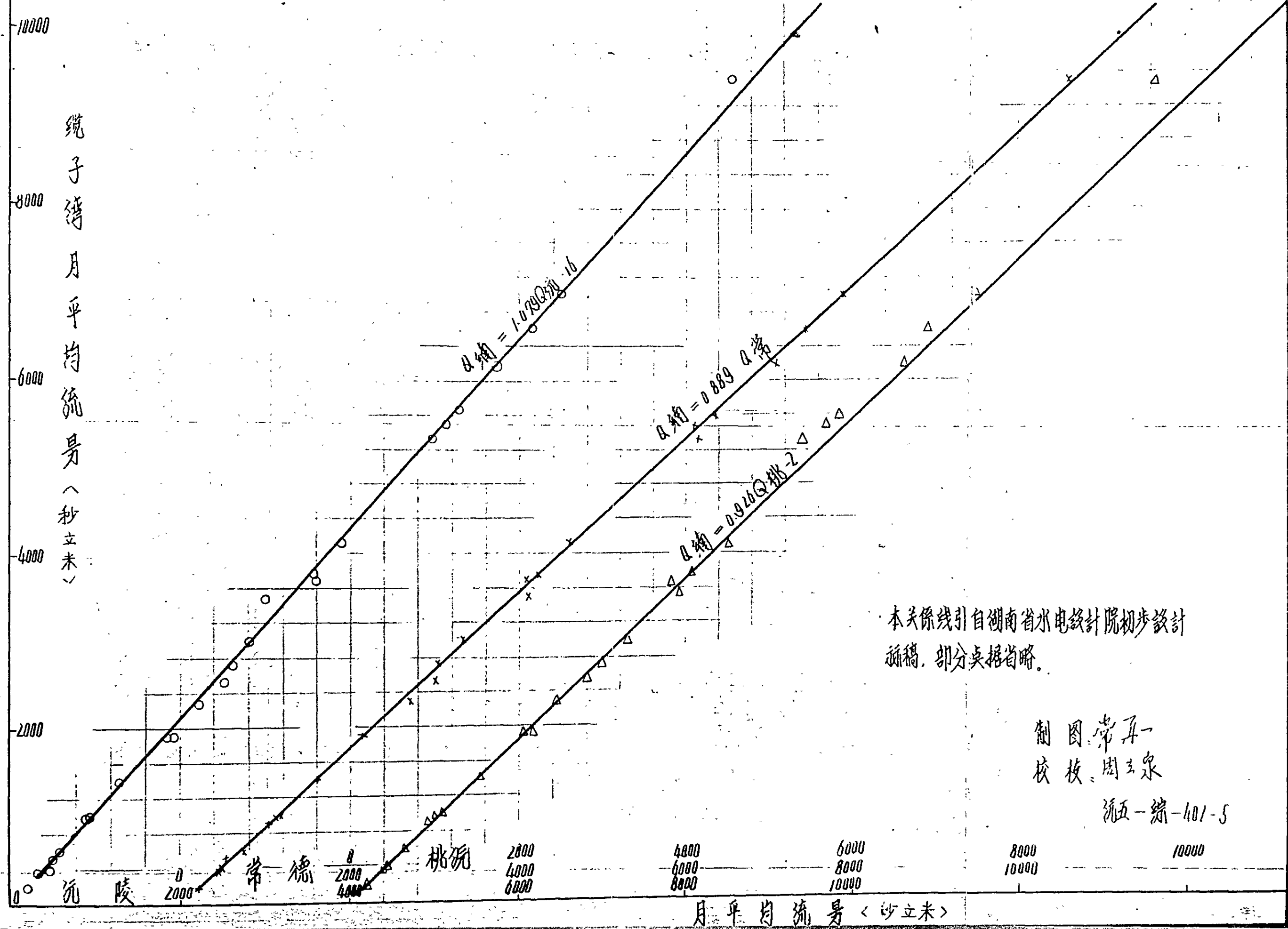
# 沅水五强比坝址(楊五庙)水位流量关系曲线



制图: 周立泉  
 校核: 苏奇三



# 沅水 沅陵、常德、桃源~缆子湾月平均流量相关图



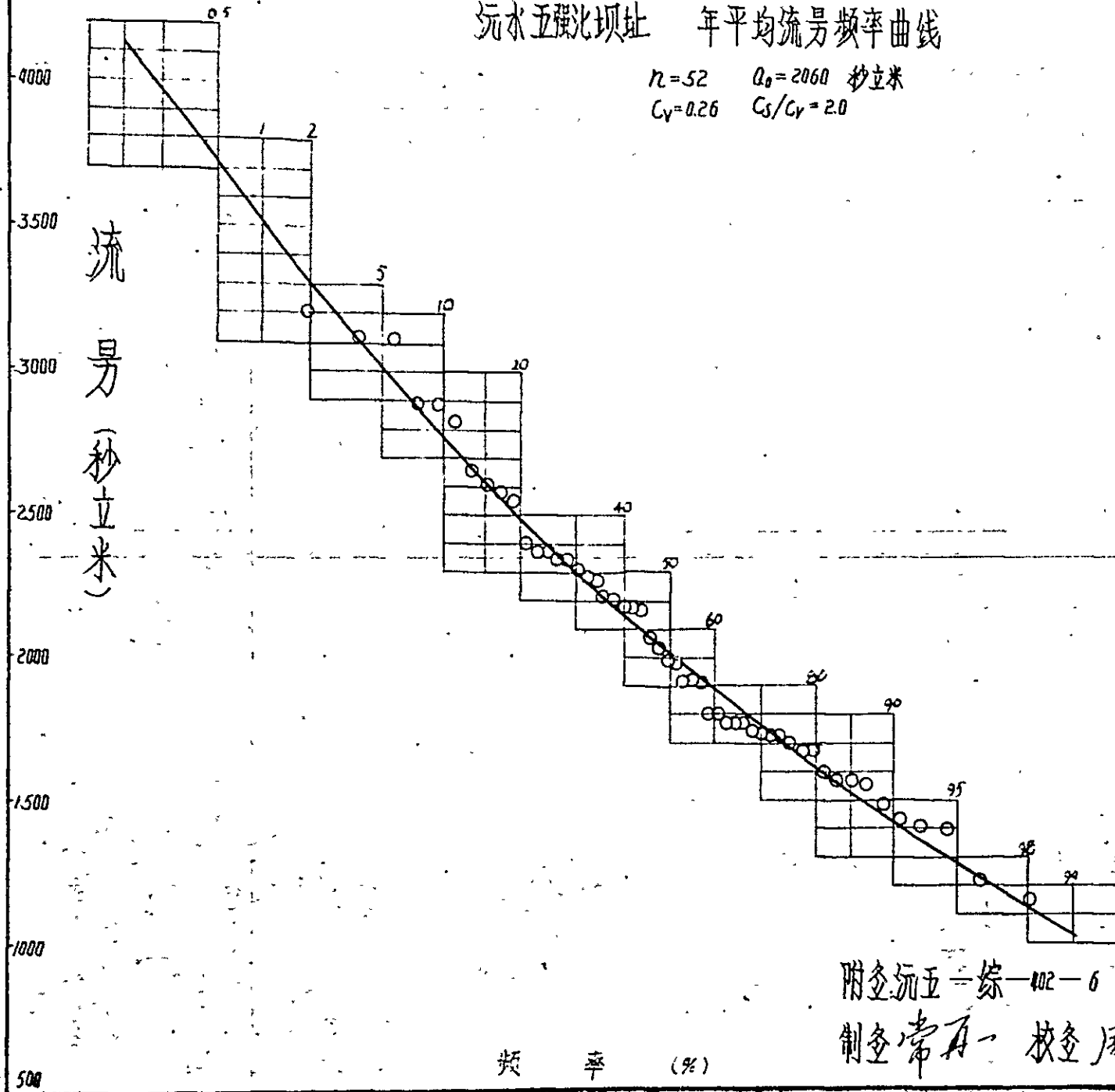
本关系线引自湖南省水电设计院初步设计  
初稿, 部分数据省略。

制图: 常再一  
校核: 周玉泉

沅-综-401-5

沅水五强北坝址 年平均流量频率曲线

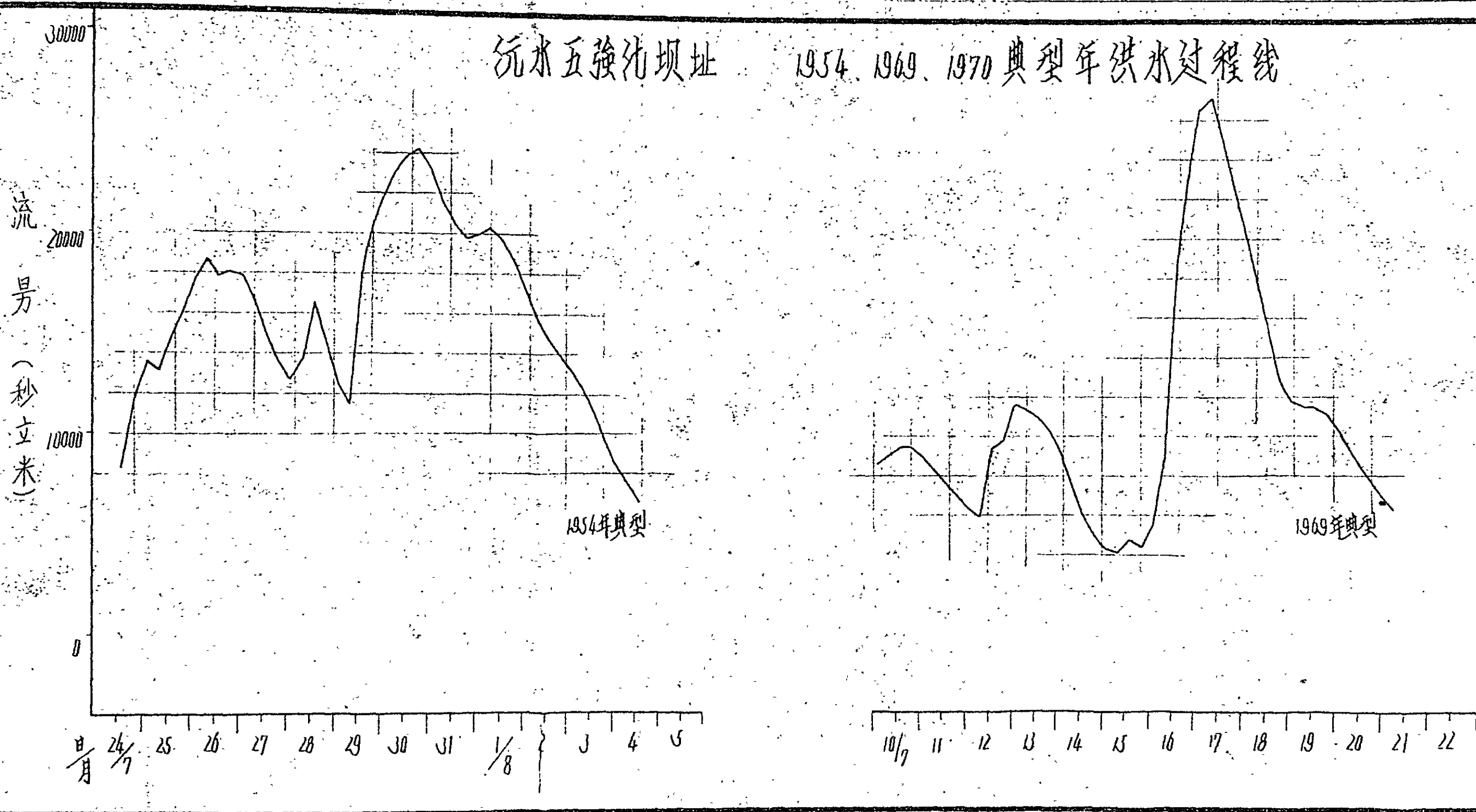
$n=52$   $Q_0=2060$  秒立米  
 $C_V=0.26$   $C_S/C_V=2.0$



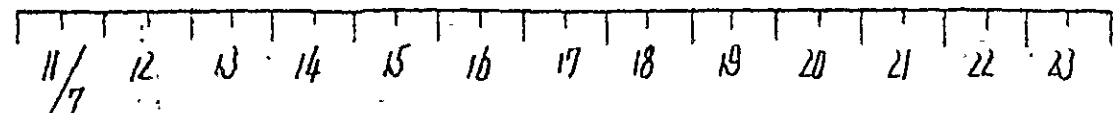
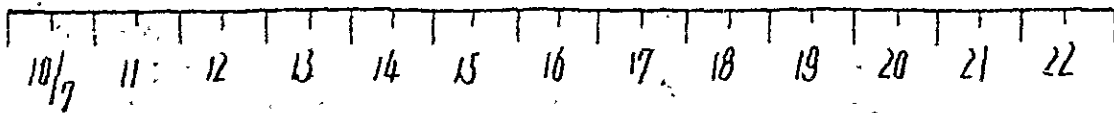
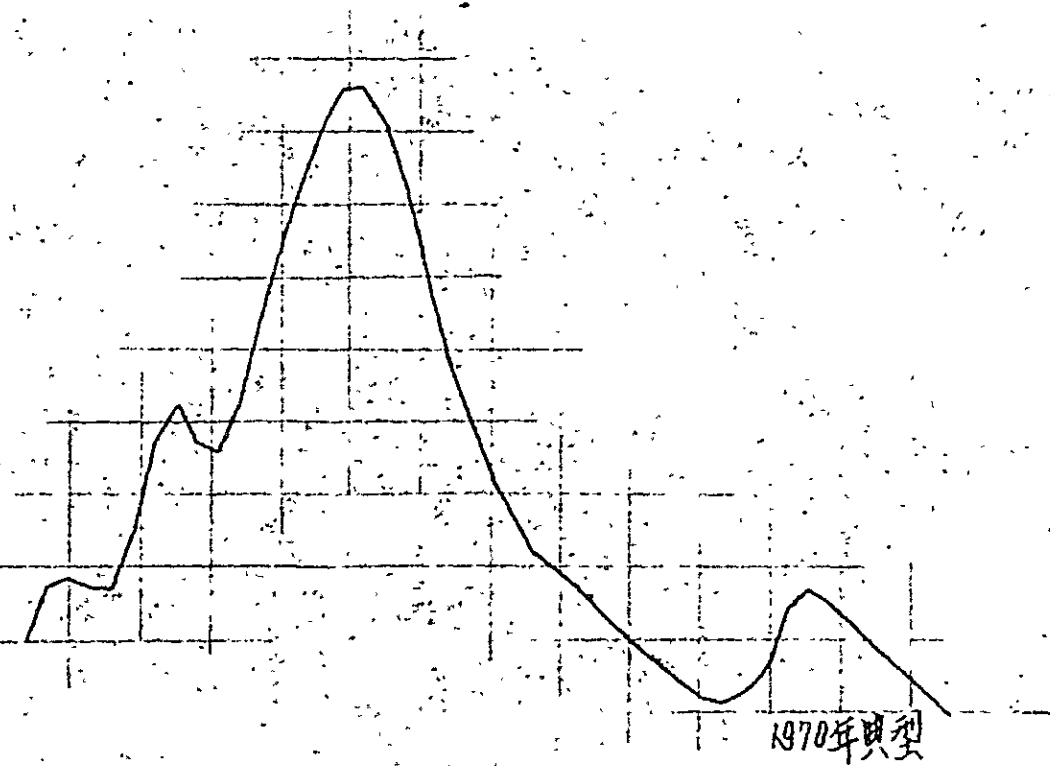
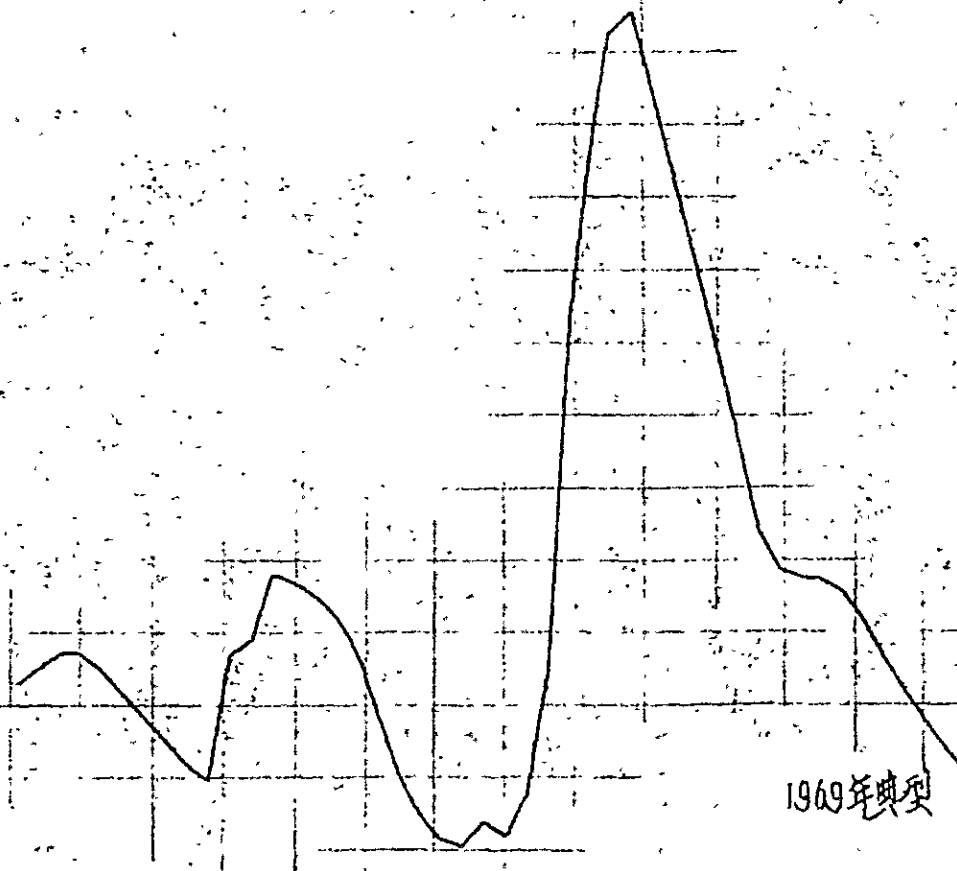
附沅五—综—102—6

制查常再—校查周去泉

沅水五强沅坝址 1954、1969、1970 典型年洪水过程线



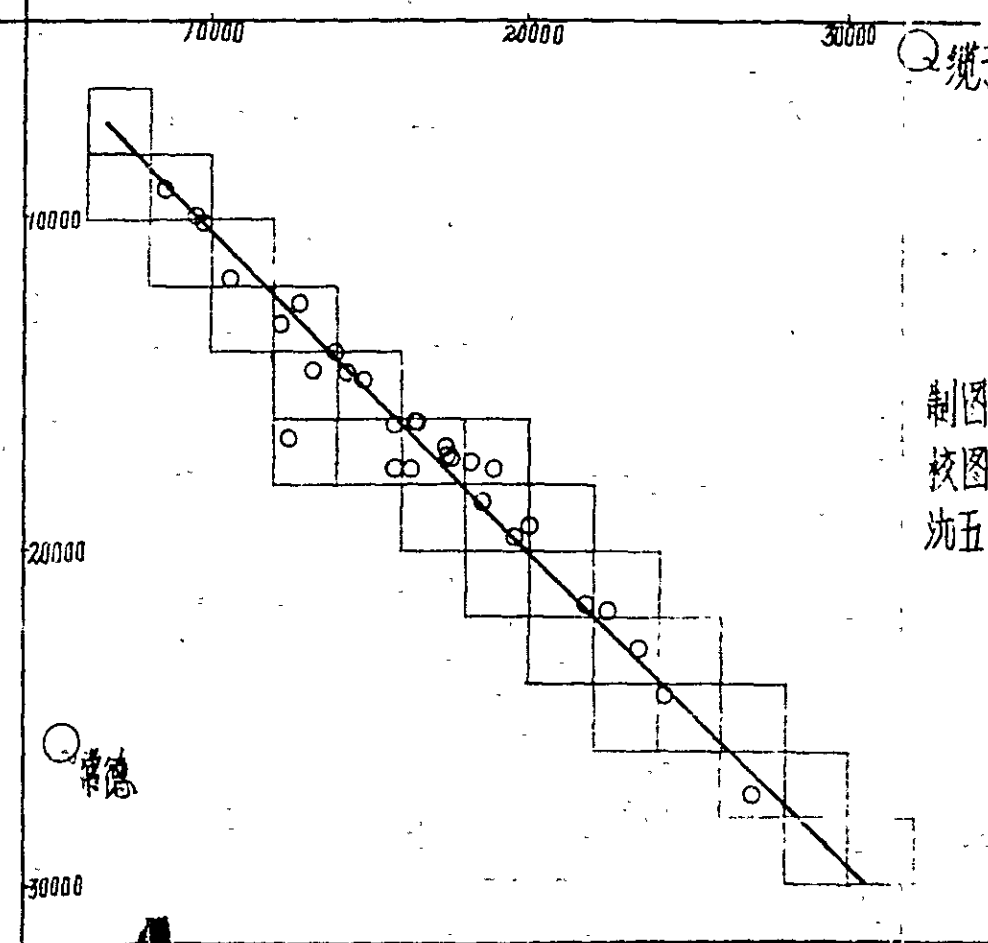
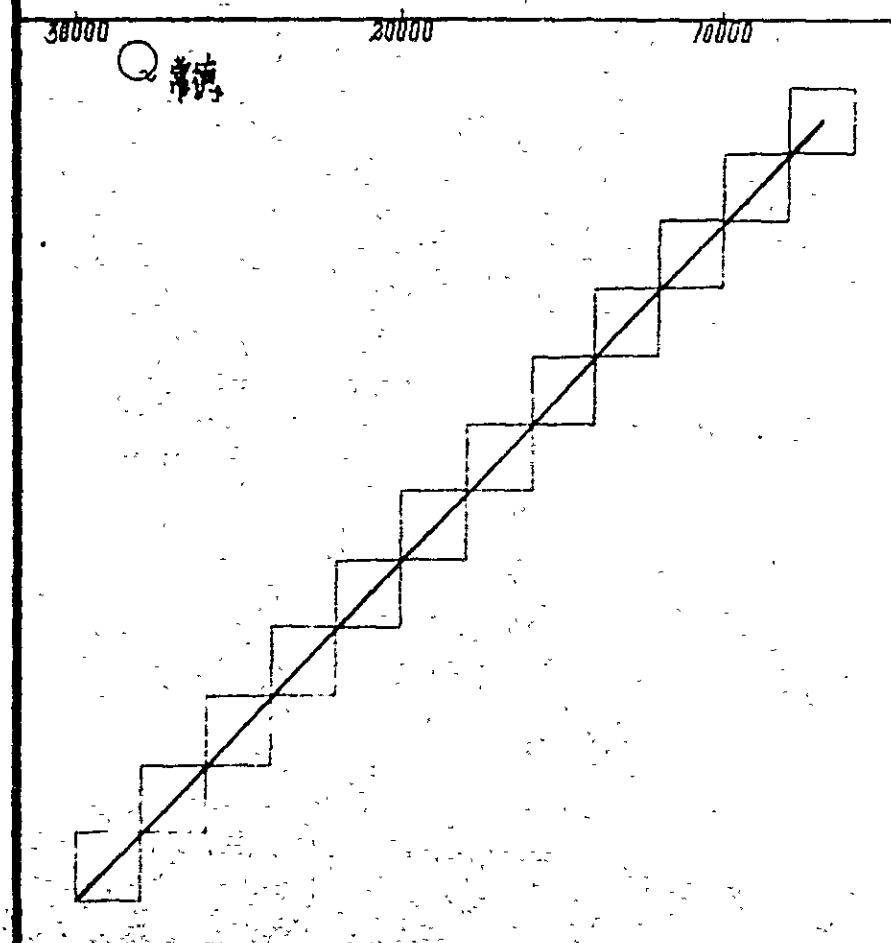
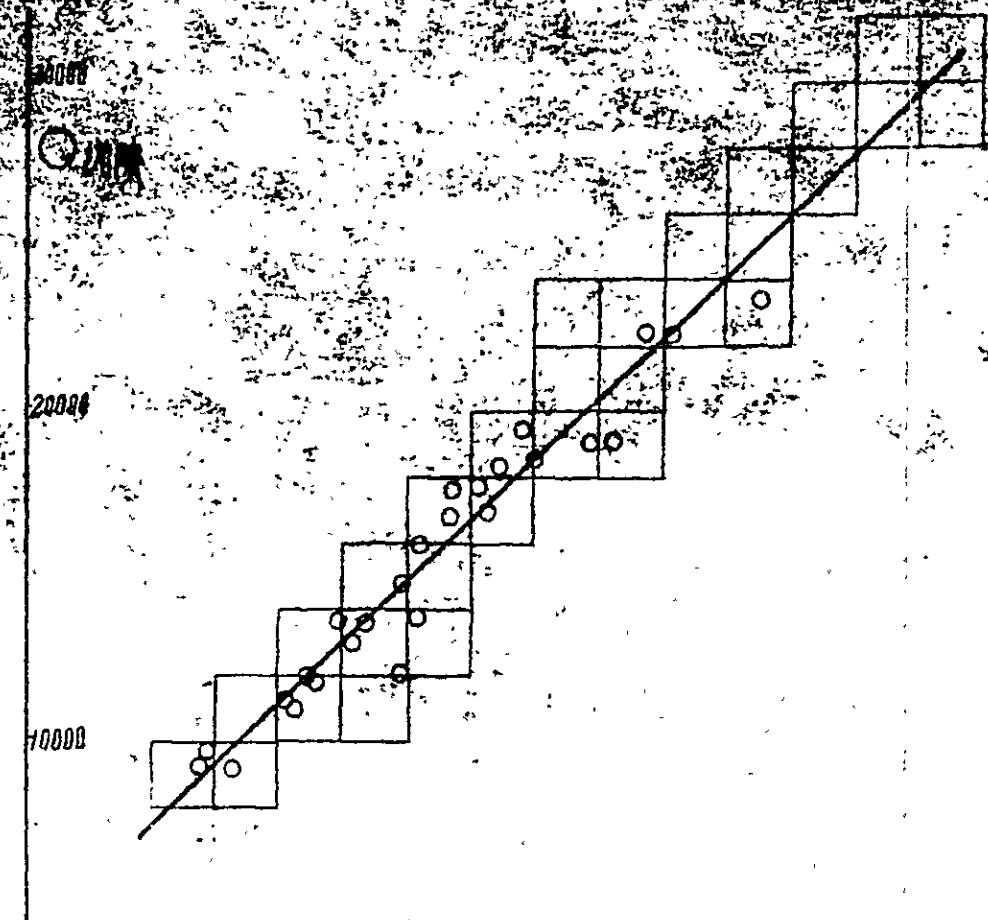
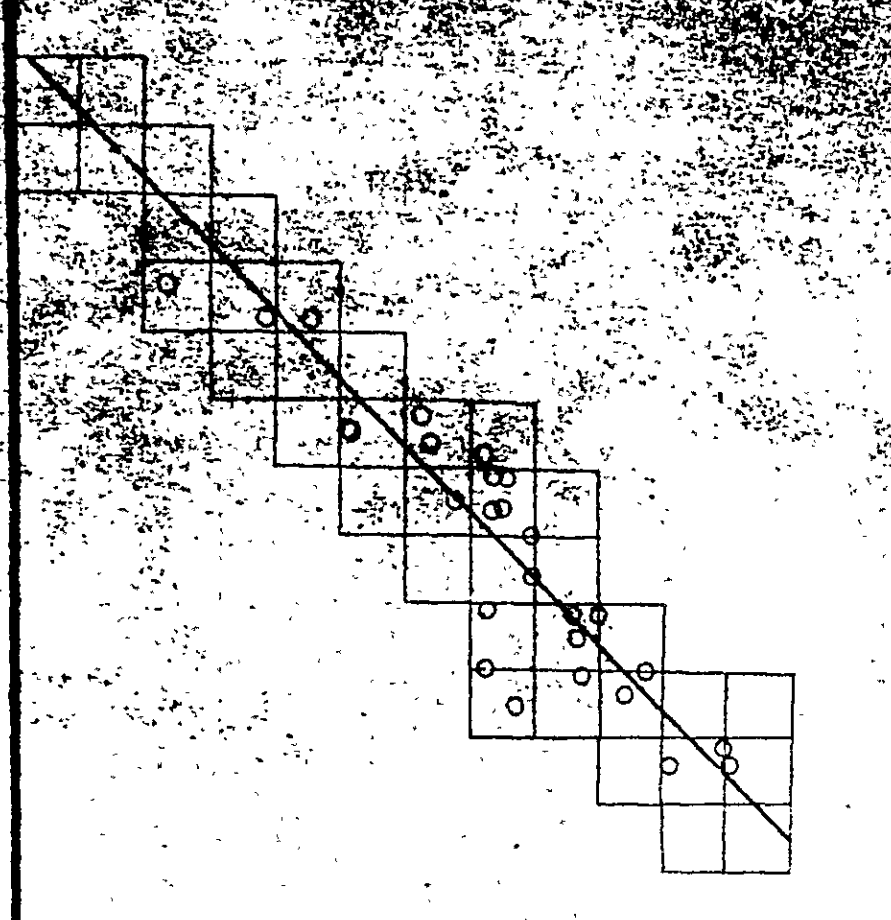
# 4. 1969、1970 典型年洪水过程线



制图: 蒋守之  
校核: 李东亮

汛五-综-402-7

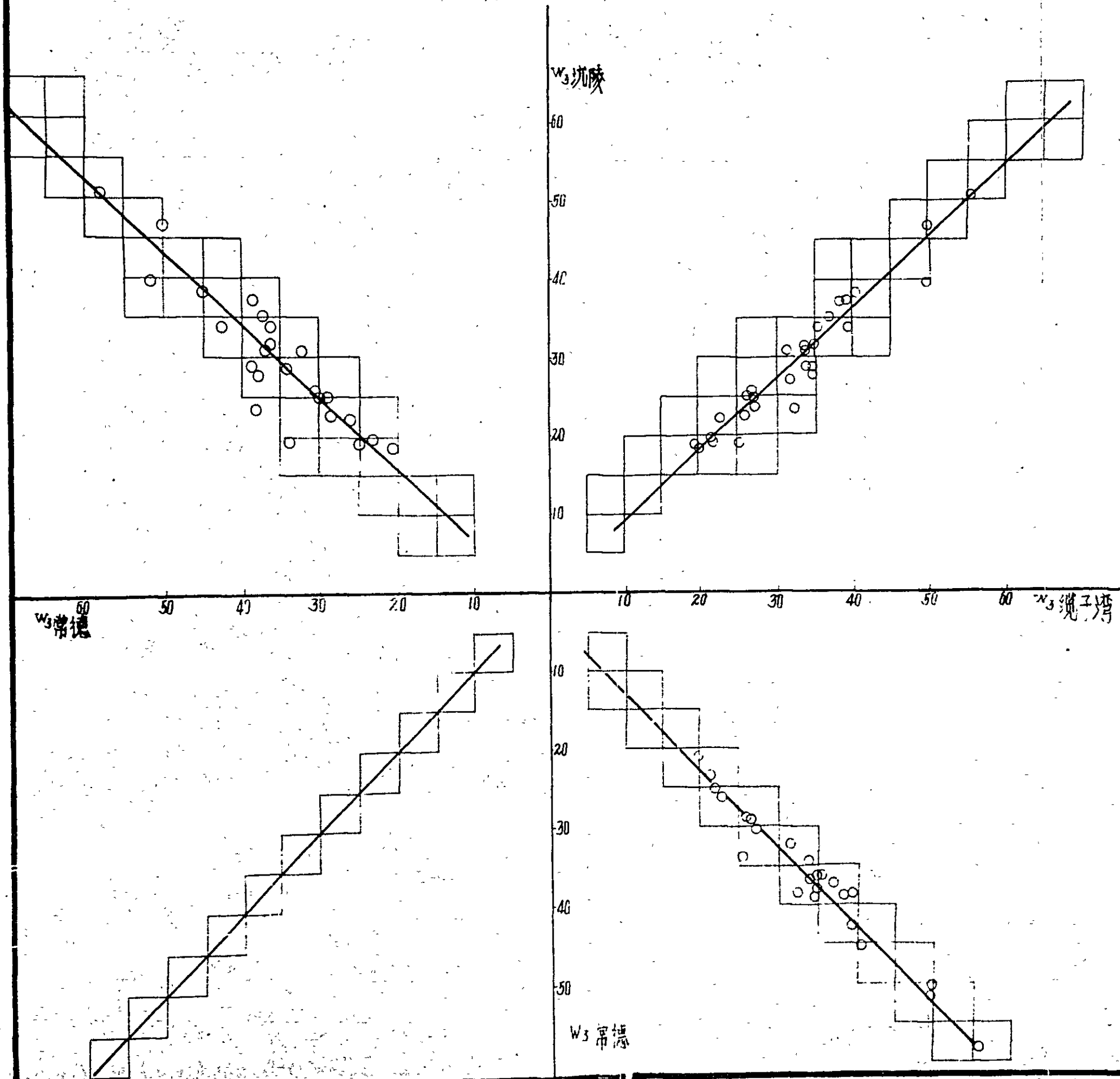
永定河上游(永定河)与下游(永定河)年最大流量相关图  
(单位为立方米/秒)



制图 周玉泉  
校图 曾树华  
沈五-综-402-8

# 沅水沅陵、缆子湾(王家河)、常德站年最大三天洪量相关图

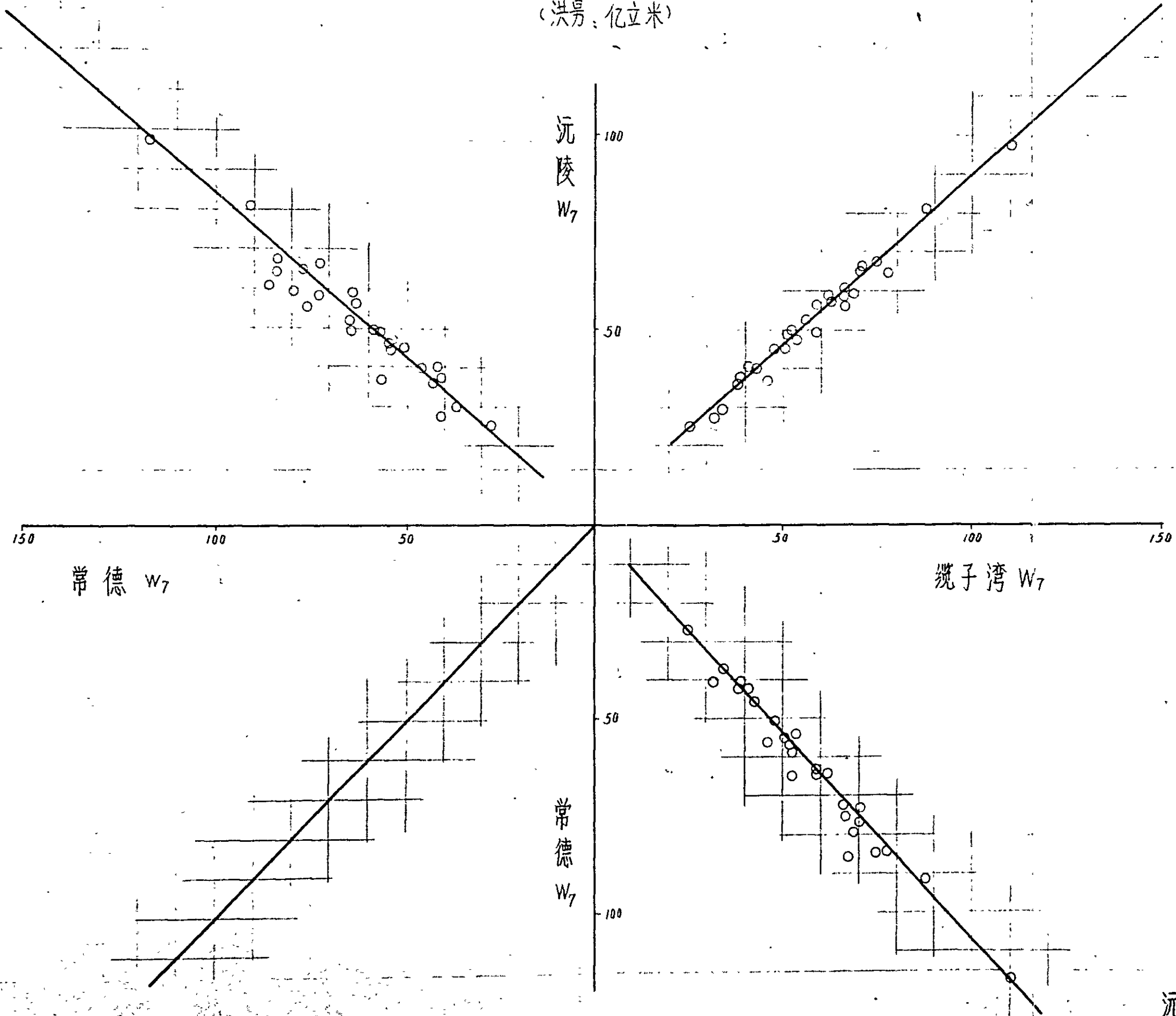
(洪量: 亿立方米)



制图: 周去泉  
 校图: 曾树华  
 沈五-绿-402-9

# 沅水 沅陵 缆子湾(王家河)常德站最大七天洪量相关图

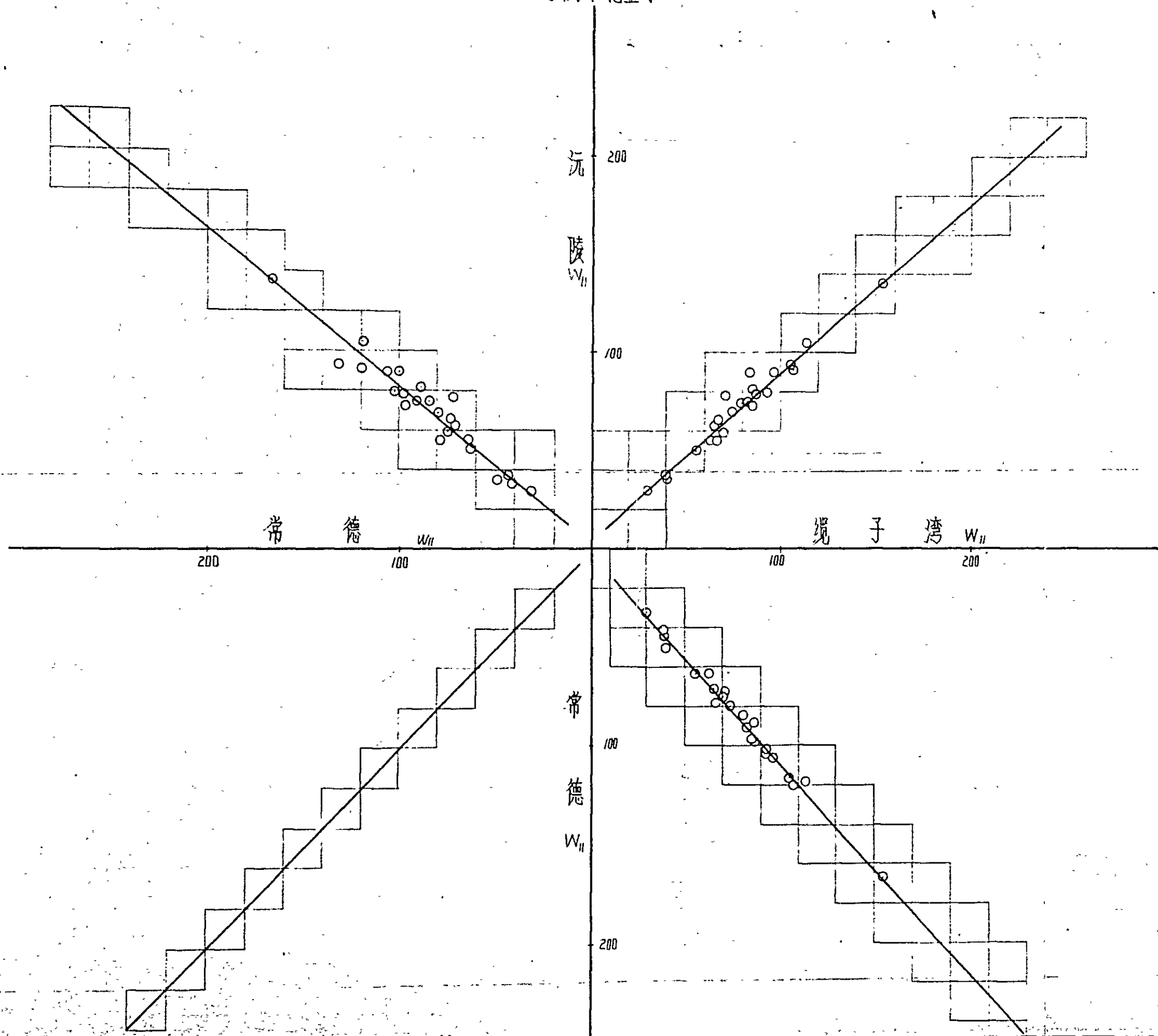
(洪量: 亿立方米)



制图: 常再一  
校图: 周立泉

沅五-综-402-10

沅水沅陵绳子湾王家河常德十天洪量相关图  
 (洪量: 亿立方米)



制图: 常再一  
 校图: 周三泉

附沅玩五一综-402-11