

南阳滩水电站施工水文预报

马国杰

(四川省水利水电勘测设计院)

一、概 况

南阳滩水利枢纽为一综合利用工程,位于四川省达县地区的渠县境内,是渠江干流梯级开发中的第一个梯级,控制流域面积 $31\,229\text{km}^2$ 。

渠江系嘉陵江左岸的一大支流,全长 655km ,流域面积 $40\,584\text{km}^2$ 。上游分两支,一为巴河,一为洲河(图1),均发源于著名的大巴山暴雨中心区。渠江洪水在全川最为突出,具有汛期长、洪水出现频繁、峰高量大、陡涨陡落、过程尖瘦,以及洪枯流量、水位变幅大等特点。

南阳滩电站工程于1982年冬开工。根据渠江的水文特性、枢纽布置特点、施工期限等条件,设计选用了枯期保证施工、汛期允许围堰过水、争取汛期中洪水间歇期施工的导流方案。为保证导流方案的顺利实施,提出了短期施工洪水预报的要求,其预见期应不小于8小时。以便在洪水到来之前,有足够的时间撤离基坑内的机械设备,以及施工人员的安全转移。还希望通过各种途径,采取各种措施加长预见期,以利施工的顺利进行。嗣后由于施工过程中原订的施工计划未能如期实现,只得寄希望于3月21日~4月30的这段时间继续施工。因此,在原短期预报的基础上又提出了在汛前过渡期进行中、长期预报的要求。

据此,预报工作在南阳滩电站工程指挥部、渠江水文分站,渠县气象站等部门的配合下,通过水文和气象两种不同的途径,分别作出了短期和中、长期洪水预报。其精度较高,满足了工程需要,保证了工程顺利进行。

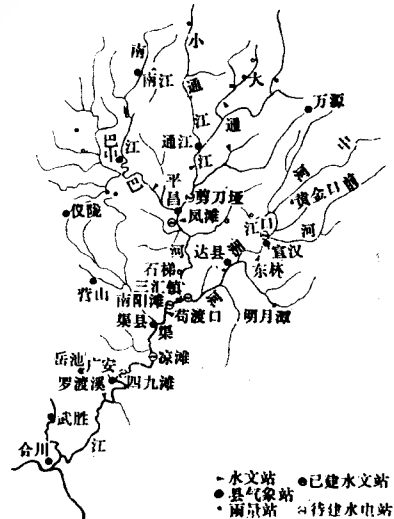


图1 渠江流域水系图

二、水文预报

南阳滩水电站位于三汇镇与渠县之间,该河段有三汇和苟渡口两水文站控制水文形势的变化(见图1)。苟渡口站控制集水面积 $31\,626\text{km}^2$;其上巴河的风滩站集水面积 $16\,595\text{km}^2$;洲河的东林站集水面积 $6\,462\text{km}^2$ 。在风滩、东林、苟渡口三水文站间,已建有洲河的舵石鼓和巴河的风滩电站船闸工程,以及南阳滩的船闸工程,由于该三工程

的潜水对区间入流影响很大,是南阳滩电站修建时水文预报中要解决的主要问题。

为确保预报方案的精度,在方案编制过程中,对所采用的风滩、东林、苟渡口和三汇四站的水位、流量、降雨资料和石碾、碑庙、明月潭与新生四站的降雨资料以及南阳滩的水位观测资料进行了复查,认为上述资料是可靠的,精度也高。据此,我们对风滩东林、三汇、南阳滩、苟渡口五站的洪水资料作了对照分析,采用了1982~1983年的49次洪水(1982年13次,1983年36次)作为编制方案的依据。中、高洪水点据偏少,定线困难,并借用了四川省水文总站渠江分站的历史资料。

(一) 预报方法

工程所处干、支流入汇的河段,拟采用合成流量法作预报。即将上游各站发生的流量,按它到下游站的传播时间分别相加,从而建立起合成流量与下游站相应水位(或流量)的相关图。其关系式如下:

$$Q_{下t} = f \left(\sum_{i=1}^n Q_{上i}, t - \tau_i \right)$$

式中 $\sum_{i=1}^n Q_{上i}, t - \tau_i$ ——上游风滩、东林两站的相应流量之和 (m^3/s);

τ_i ——上游风滩、东林站到苟渡口站的传播时间(小时)。

为考虑区间入流量大的影响,在上述合成流量法中加入区间雨量作参数,修正后的关系式为:

$$Q_{下t} = f \left(\sum_{i=1}^n Q_{上i}, t - \tau_i, P_{t-t_0} \right)$$

式中 P_{t-t_0} ——预见期内的区间雨量值 (mm)。

合成流量法的关键是确定 τ_i 值。严格说来,应该考虑干、支流洪水波的干扰影响与流量大小,采用变动的传播时间较为合适。但这样作比较麻烦,故以历年水文资料中按照干、支流及区间入流的不同来水情况,分别选择不同洪水的平均传播时间代之。

计算合成流量的峰、谷特征值,原则上应在叠加的合成流量过程中选取。为简化计,可考虑干、支流来水变化,即苟渡口站洪水有时主要来自风滩站,有时又来自支流东林站,故最大合成流量应以最大来水量的某一站的洪峰为主,再加上另一站的相应流量,如两站来水量相近时,则在叠加的合成流量过程中选取。

(二) 方案编制

1. 建立风滩、东林至苟渡口洪峰水位与传播时间关系图以及风滩、东林合成流量与苟渡口洪峰水位相关图(图2)。

(1) 洪水传播时间关系图的使用:风滩、东林至苟渡口的传播时间,因各级水位不同,故必须分级使用。

I 线在风滩、东林区间雨量小,前期饱和或最大洪水多为复峰时使用;

II 线在风滩、东林区间雨量较大,洪水多为单峰时使用。

(2) 合成流量、水位相关图的使用:

I 线是当区间雨量小于 20mm，凤滩单独涨水（东林水最小，水位在 290 m 左右）时用；

II 线是当区间雨量在 20~40mm，两江涨水均为单峰，凤滩为主时用；

III 线在区间雨量为 40~60mm，两江涨水，其上游为复峰或胖峰，凤滩为主时用；

IV 线在区间雨量为 60~80mm，两江涨水，其上游为复峰，凤滩为主时用；

V 线在区间雨量为 100mm 左右，两江涨水，凤滩为主（或出现大的复胖峰）时用。

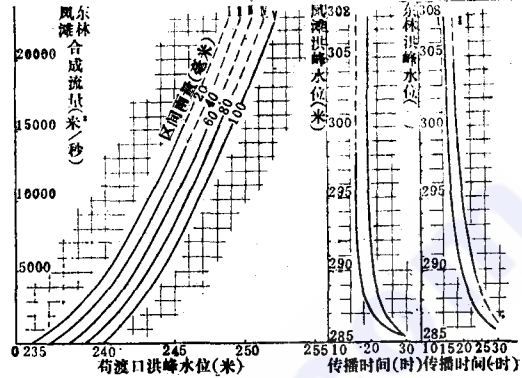
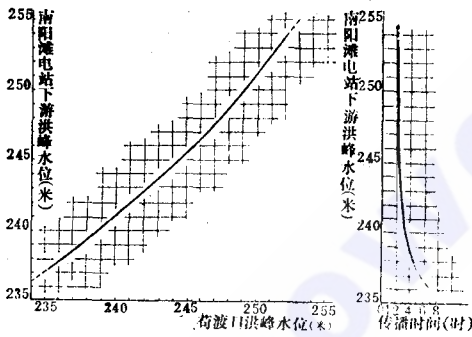


图2 东林、凤滩合成流量—苟渡口洪峰水位预报图（考虑区间雨量）

2. 建立南阳滩水电站（下游）与苟渡口洪峰水位及其传播时间关系图（图3）。



3图 南阳滩—苟渡口洪峰水位传播时间关系预报图

3. 建立南阳滩上~下游水尺水位关系曲线图（图4）。

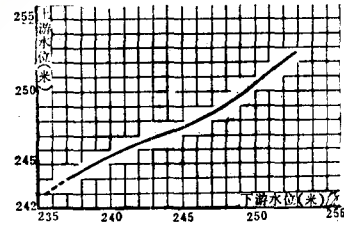


图4 上一下游水尺水位关系图

由于施工出碴，下游河床断面缩窄，导致下游水位壅高。为使曲线更切合实际，故采用 1983 年前的 36 次洪水资料点绘。

三、气象预报

（一）初汛洪峰出现的气候规律

根据苟渡口站 1958~1982 年实测水文资料和有关站点的降雨强度、降雨分布及洪水发生情况分析可以得出：南阳滩河段在三月上旬以前未出现 $\geq 1000\text{m}^3/\text{s}$ 的洪水，但中旬出现 1 次，下旬出现 2 次；四月上旬出现 3 次，中旬出现 4 次，下旬出现 11 次；五月上旬出现 3 次。出现 $\geq 1000\text{m}^3/\text{s}$ 洪水的次数占总次数的百分比为：三月中旬前占 4.2%，下旬前占 12.5%；四月上旬前占 25%，中旬前占 42%，下旬前占 88%。而在 25 年中，五月十一日前未出现 $\geq 1000\text{m}^3/\text{s}$ 洪水的年份仅一年，占总年份的 4%。总的看来， $\geq 1000\text{m}^3/\text{s}$ 洪水最早出现在三月十七日，一般出现在四月中旬。发生该级洪水的时间，往往与本流域内的南江、万源、通江、巴中、平昌、宣汉、开江、达县等八个气象站平均降雨量 $\geq 22\text{mm}$ 相关。据此，只要报准流域大雨开始期就有可能预报出 $\geq 1000\text{m}^3/\text{s}$ 洪水的出现期。

(二) 洪峰长期预报方程

渠江的洪水主要由暴雨形成, 而一次暴雨天气系统的形成和发展, 总是在一定的条件下有它的相应演变过程。南阳滩电站施工洪水预报利用了气象要素与水文要素直接对应分析相关, 建立预报方程。

据不同施工时段的实际需要, 对以下两个量级的洪峰分别建立预报方程。

$\geq 1000\text{m}^3/\text{s}$ 的洪水, 将淹没基坑, 定为预报对象 Y_1 :

$$Y_1 = 0.223X_1 + 0.208X_2 + 0.074X_3 - 0.173 \dots \dots \dots (1)$$

式中 X_1 ——二月平均最低气温。 $X_1 \geq 4.5^\circ\text{C}$, 编码 1; $X_1 < 4.5^\circ\text{C}$, 编码 0。

X_2 ——本站(渠县气象站)一、二月浮尘。有浮尘编码 1; 无浮尘编码 0。

X_3 ——二月上旬平均气压。 $987.1 < X_3 < 987.8$, 编码 1; 不在此值域内, 编码 0。

方程(1)的应用:

当 $Y_1 > 0.08$ 时, 预报当年三月中旬~四月中旬有 $\geq 1000\text{m}^3/\text{s}$ 的洪水出现。

当 $Y_1 < 0.08$ 时, 预报当年三月中旬~四月不会出现 $\geq 1000\text{m}^3/\text{s}$ 的洪水。

用方程(1)的计算结果, 与 1958~1977 年实测资料相比较, 拟合率达 95%。

$> 5000\text{m}^3/\text{s}$ 的洪水, 有可能危及尚未封顶的主厂房, 定为预报对象 Y_5 :

$$Y_5 = 0.29X_4 + 0.30X_5 + 0.08X_6 + 0.03 \dots \dots \dots (2)$$

式中 X_4 ——头年本站十二月下旬平均气温距平。 $0.0 < X_4 < 0.4$, 编码 1; 不在此值域内, 编码 0。

X_5 ——头年九月最低相对湿度。 $X_5 > 49$ 编码 1; $X_5 \leq 48$, 编码 0。

X_6 ——头年八月平均绝对湿度。 $27.3 \leq X_6 \leq 27.6$ 编码 1; 不在此值域内编码 0。

方程(2)的应用:

当 $Y_5 > 40$ 时, 预报次年五月二十日前有 $> 5000\text{m}^3/\text{s}$ 的洪水出现。

当 $Y_5 < 40$ 时, 预报次年五月二十日前无 $> 5000\text{m}^3/\text{s}$ 的洪水出现。

用方程(2)的计算结果与 1958年~1877 年的实测资料相比较, 拟合率达 100%。

(三) 应用情况

1. 1983年3月, 主厂房底板混凝土浇筑正处于紧张阶段, 按设计情况, 围堰即将失效。能否继续施工, 取决于渠江春汛来临的迟早。为此, 气象站于三月十四日发布了“三月十日~四月十日无 $\geq 1000\text{m}^3/\text{s}$ 洪水”的长期《渠江工程气象预报》。同年四月五日, 在进一步搜集资料、分析汛情的基础上, 再提供了四月十五日前无 $> 1000\text{m}^3/\text{s}$ 洪水的预报, 使工程顺利地进行, 同时又密切注视气象变化趋势。在同年四月十三日, 及时得到上游各站拍发的雨情通报, 随即分析决定发出了“渠江河水四十八小时内将超过 $1000\text{m}^3/\text{s}$ 的短期预报, 从而使工程现场有充裕的时间将设备、物质撤离基坑, 安全渡汛。四月十五日渠江水位开始上涨, 十六日洪峰流量达到 $1060\text{m}^3/\text{s}$ 。正确的预报对充分利用汛期前过渡期施工能起到指导作用。各次预报值与实测最大流量比较正如表 1。

2. 1984年3月, 正进行主厂房拱顶的混凝土浇筑, 尾水闸门亦因故延期安装, 若不充分利用汛前过渡期施工, 则主厂房缺乏安装渡汛保证。发电工期如推迟一年。

表 1

项 目	时 段		
	3月10日~4月10日	4月5日~4月15日	4月13日后48小时
预报值(m ³ /s)	<1000	≤1000	>1000
实测最大值(m ³ /s)	125	590	590
预报效果评价	正 确	正 确	4月16日洪水达1060(m ³ /s), 从防洪角度看是正确的
备 注	长期预报	中期预报	短期预报

经济损失可达三百万元。为此,按确定的预报方案,是年二月二十八日发布了“三月~四月上旬四十天内,巴河和洲河流域雨量较常年同期偏少,渠江的南阳滩至大桥河段,四月十日前无>800m³/s的洪水,有利于水电站与大桥作业。“三月十五日又提出了四月五日前渠江瞬时最大流量不超过800m³/s;四月十日前不超过1000m³/s;四月十七日前不超过1200m³/s;五月十五日前不超过5000m³/s。”的长期洪水预报。各时段长期预报值与实测最大流量对比如表2。工程指挥部充分利用时机组织各种作业,

表 2

项 目	时 段				
	3月~4月上旬	3月15日~4月5日	3月15日~4月15日	3月15日~4月17日	3月15日~5月15日
预报值(m ³ /s)	≥800	≥800	≥1000	≥1200	≥5000
实测最大值(m ³ /s)	130	40	130	130	1150
预报效果评价	正 确	正 确	正 确	正 确	正 确

使主厂房拱顶混凝土浇筑、尾水闸门安装在汛前按时完成。

四、结 语

水文预报与气象预报和短、中、长期预报相结合,是正确地进行水文预报的有效途径。将气象预报延伸到水文预报,使这两门学科互相渗透,互为补充,为施工洪水预报作了一种新的探索。由于受主、客观条件的限制,工作的精度和深度还有待进一步在今后的实践中修正和提高。

微型小水电进入农家

前不久,凉山彝族自治州冕宁县回龙乡石古村种植专业户卢自理,投资五百元,在承包山上建起一座微型水电站,解决了用电问题。这台250瓦的水轮发电机,采用高水头、小流量、三相自激,一般的山溪水就能正常发电。

兴建这种微型水力发电站,具有投资少、见效快、成本低,一年四季都可供电的特点。不仅可以解决山区群众的照明和农用机械的动力需要,而且还为各种家用电器进入偏僻山寨创造了条件。今年,该县农机部门计划再从外地引进425台微型水轮发电机组以满足边远地区农民迫切希望改变生产生活条件的要求。

冕宁县经委 毛幼熙