

水电设计计算 水利工程 洪水手册

- 主持单位：能源部 水利水电规划设计总院
水利部
- 主编单位：水利部长江水利委员会水文局
水利部南京水文水资源研究所



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

水 利 水 电 工 程 设 计 洪 水 计 算 手 册

● 主持单位：能源部 水利水电规划设计总院
水利部

● 主编单位：水利部长江水利委员会水文局
水利部南京水文水资源研究所

水利部松辽水利委员会水文局
能源部
● 参编单位：水利部 西北勘测设计研究院

能源部
水利部 成都勘测设计研究院



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本《手册》是为配合《水利水电工程设计洪水计算规范》SL44—93的实施而编写的，较系统地总结了我国现有的水利水电工程设计洪水分析计算的方法和主要经验。全书共分十二章，内容包括：基本资料和历史洪水，洪水频率分析和设计洪水过程线，入库设计洪水，设计洪水地区组成，洪水随机模拟，设计暴雨，可能最大暴雨，产流与汇流，干旱半干旱地区、岩溶地区和冰川融雪地区设计洪水，水利和水土保持措施对设计洪水的影响等。

本《手册》是工程设计的工具书，可供从事工程水文计算及有关水文水利专业规划、设计的科研人员使用，也可供有关院校师生参考。同时，对于与水利水电工程有关的交通、铁道、城建、环境、旅游、地理等部门也有一定的参考价值。

图书在版编目 (CIP) 数据

水利水电工程设计洪水计算手册/水利部长江水利委员会水文局，水利部南京水文水资源研究所主编. —北京：中国水利水电出版社，1995.10(2001.5重印)

ISBN 7-5084-0636-2

I. 水… II. ①水…②水… III. 水利工程-设计洪水-计算-手册
IV. TV122-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 23059 号

责任编辑 王志媛

封面设计 王 鹏

书 名	水利水电工程设计洪水计算手册
作 者	主持单位：能源部 水利水电规划设计总院 水利部
出版、发行	主编单位：水利部长江水利委员会水文局 水利部南京水文水资源研究所 中国水利水电出版社（北京市三里河路6号 100044） 网址：www.waterpub.com.cn E-mail: sale@waterpub.com.cn 电话：(010) 63202266（总机）、68331835（发行部）
经 售	全国各地新华书店
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京密云新升印刷厂
规 格	787×1092毫米 16开本 32.75印张 777千字
版 次	1995年10月第十版 2001年5月北京第二次印刷
印 数	3191—5250册
定 价	78.00元

凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

各章编写单位、编写人和审稿人

章次	编写单位	编写人	审稿人
第一章	松辽水利委员会水文局	张大发	时文生 (长江水利委员会水文局)
第二章	南京水文水资源研究所	骆承政	朱元姓 (河海大学)
	长江水利委员会水文局	王善序	
第三章	成都勘测设计研究院	吕振前	吴正平、宋德敦 (南京水文水资源研究所)
	长江水利委员会水文局	郭一兵	刘一辛 (水利水电规划设计总院)
第四章	西北勘测设计研究院	王俊	宋德敦 (南京水文水资源研究所)
		王锐琛	
第五章	长江水利委员会水文局	熊明	王善序 (长江水利委员会水文局)
			丁晶 (成都科技大学)
第六章	南京水文水资源研究所	王家祁	季学武 (长江水利委员会水文局)
			陈志恺 (水利水电科学研究院水资源研究所)
第七章	长江水利委员会水文局	朱元姓 (河海大学)	汪德宇 (南京水文水资源研究所)
		金蓉玲	
		张有芷	

章 次	编写单位	编写人	审稿人
第八章	南京水文水资源研究所	文 康	王维第 (西北勘测设计研究院)
		李 琪	李心铭 (长江水利委员会水文局)
第九章	西北勘测设计研究院	王维第	文 康 (南京水文水资源研究所)
第十章	长江水利委员会水文局	许翼正	赵深山 (水利水电规划设计总院)
		罗钟毓	
第十一章	长江水利委员会水文局	谢汉彪	刘一辛 (水利水电规划设计总院)
		罗钟毓	
第十二章	长江水利委员会水文局	谢汉彪	陈清濂 (水利水电规划设计总院)
		金栋梁	
		时文生	
第二、三、五、七、十、十一、十二章		由长江水利委员会水文局负责 统稿(统稿人:郭一兵)	
第一、四、六、八、九章		由南京水文水资源研究所负责统稿(统稿人: 吴正平)	

本《手册》的组织编写工作由陈清濂、刘一辛、赵深山负责

前 言

“设计洪水”是指水利水电工程规划、设计、施工中所指定的各种设计标准的洪水。合理分析计算设计洪水，是水利水电工程规划设计中首先要解决的问题。

1979年，原水利部和电力工业部颁发了《水利水电工程设计洪水计算规范》SDJ22-79（试行）（以下简称原《规范》），使我国设计洪水计算有了统一的标准，对指导设计洪水计算、保证设计成果质量起了重要作用。随着改革开放的深入，我国亟待开发利用的水利水电工程逐渐增多，而国内外设计洪水计算技术又有了新的发展。为了适应新形势的需要，水利水电规划设计总院组织有关部门对原《规范》进行了修订，编写了新的《规范》，即《水利水电工程设计洪水计算规范》SL44-93，一方面保留了符合我国情况、切实可行的条文，另一方面以多年来国内行之有效的实用方法和科技成果为背景进行补充和发展，反映了80年代以来我国的水文计算技术水平。

设计洪水的计算有两种途径，一是根据流量资料计算设计洪水，二是根据暴雨资料推算设计洪水。新中国成立以来，我国设计洪水计算技术有了较大的发展，已形成了适合我国特点的、比较完整的一套分析计算方法。在水文资料的审查、处理，历史洪水的调查、考证以及频率计算的参数估计等方面，积累了比较系统的经验，提出了不少切合实际的分析方法。在短缺资料条件下的分析计算工作比较深入细致。在暴雨计算设计洪水的产汇流计算方面，通过编制全国暴雨等值线图 and 暴雨径流查算图表，取得了有益的经验 and 成果，深化了对我国暴雨洪水地区分布规律的认识。此外，入库设计洪水和梯级水库设计洪水的分析和计算方法有所创新。由于我国地域辽阔，地区之间存在着特殊性，因此，在对干旱、岩溶、冰川融雪地区设计洪水计算中的特殊问题做了许多分析研究工作的基础上，提出了一些相应解决问题的方法和计算途径。上述取得的经验、方法和研究成果，是新旧规范实施的可靠基础。

为了配合新《规范》的颁发，便于从事水文计算专业的工程技术人员理解新《规范》的规定和要求，掌握和使用现行行之有效的洪水分析计算方法和主要经验，水利水电规划设计总院组织长江水利委员会水文局、南京水文水

资源研究所、松辽水利委员会水文局、西北勘测设计研究院和成都勘测设计研究院等单位共同编写了本手册，即《水利水电工程设计洪水计算手册》。本《手册》按照新《规范》内容的次序和提出的要求，分为十二章，是编者在收集大量资料和总结国内外方法的基础上，精心编写而成的。在编写过程中，经过集体讨论和专家审查，保证了书稿的质量。书中详细介绍了水文基本资料的搜集、整理，各种设计洪水的计算方法和各种特定地区如干旱半干旱地区、岩溶地区、冰川融雪地区设计洪水的计算要点。原理概念明确，公式推导简明扼要，文字简炼，计算步骤具体，所附图表有参考使用价值。

本《手册》具有系统性、实用性和可读性的优点，对于从事水利水电工程规划设计的工程技术人员和水文水资源专业的师生来说，是一部十分可贵的专业性很强的工程实用手册。它的出版配合新《规范》的颁发，必将促进我国设计洪水计算技术加速向前发展。

叶宁泽

1994年3月于武汉

目 录

前言	
第一章 基本资料和历史洪水	1
第一节 基本资料的搜集与整理	1
第二节 水位和流量资料复核	2
第三节 洪水资料还原	8
第四节 流量系列插补延长	16
第五节 历史洪水调查和重现期的分析考证	16
参考文献	33
第二章 洪水频率分析和设计洪水过程线	34
第一节 洪水系列	34
第二节 经验频率公式	36
第三节 洪水频率曲线线型	40
第四节 频率曲线参数估计方法	56
第五节 设计洪水估计量的抽样误差	84
第六节 特殊系列频率分析	91
第七节 洪水期望概率	95
第八节 设计洪水过程线	101
第九节 分期设计洪水	105
参考文献	108
第三章 入库设计洪水	110
第一节 入库洪水的基本概念	110
第二节 入库洪水的分析计算	111
第三节 入库设计洪水计算方法	123
参考文献	125
第四章 设计洪水的地区组成	126
第一节 防洪设计任务与洪水地区组成	126
第二节 地区组合法	130
第三节 频率组合法	140
第四节 随机模拟法	151
参考文献	151
第五章 洪水随机模拟	153
第一节 洪水随机模拟的基本思路	153
第二节 洪水过程统计特性分析和建模前数据处理	154
第三节 洪水随机模拟途径及模型分类与选择	163
第四节 单站洪水随机模拟	165
第五节 多站洪水随机模型	172
第六节 模型检验	178
第七节 洪水随机模拟的应用	183
参考文献	184
第六章 设计暴雨	185
第一节 暴雨资料搜集和暴雨特性分析	185
第二节 点暴雨量频率分析	197
第三节 设计面暴雨量计算	218
第四节 各历时设计暴雨量计算	231
第五节 设计暴雨时面雨型	240
第六节 分期设计暴雨	251
参考文献	257
第七章 可能最大暴雨	259
第一节 资料搜集与暴雨分析	259
第二节 放大方法	263
第三节 暴雨移置法	270
第四节 暴雨组合法	275
第五节 暴雨时面深概化法	283
第六节 可能最大暴雨成果的确定	292
参考文献	293
第八章 产流与汇流	294
第一节 产流计算	294
第二节 汇流计算	312
第三节 可能最大洪水估算	347
第四节 推理公式	348
第五节 全国中小流域设计洪水计算成果汇总	366

参考文献	387	第二节 冰川、积雪分布和积累消融特征	426
第九章 干旱半干旱地区设计洪水	388	第三节 冰川融雪地区洪水产流特征	428
第一节 概述	388	第四节 冰川融雪地区设计洪水计算	429
第二节 干旱半干旱地区设计洪水分析计算的特点	389	参考文献	434
第三节 流域产流分析计算和设计净雨的推求	391	第十二章 水利、水土保持措施对设计洪水的影响	435
第四节 流域汇流分析计算和设计洪水的推求	394	第一节 研究的目的是与途径	435
第五节 含零系列的设计洪水频率分析	400	第二节 水利、水土保持措施资料的调查与整理	436
参考文献	405	第三节 水利、水土保持措施对洪水影响的分析	437
第十章 岩溶地区设计洪水计算	406	第四节 水利、水土保持措施对设计洪水影响的估算方法	442
第一节 岩溶地区基本特征	406	第五节 中小型蓄水工程溃决对设计洪水影响的估算方法	449
第二节 岩溶地区特征资料的调查与分析	409	第六节 水利、水土保持措施对设计洪水影响成果的合理性分析	451
第三节 设计洪水计算	414	参考文献	452
参考文献	421	附表	454
第十一章 冰川融雪地区设计洪水	422	附图	516
第一节 冰川融雪地区洪水类型及特征	422		

第一章 基本资料和历史洪水

第一节 基本资料的搜集与整理

一、资料搜集

计算设计洪水，需要广泛搜集水文气象资料，这些资料一般包括以下几个方面。

(一) 流域基本情况

(1) 流域地理位置、地形、地貌、水文地质、土壤、植物分布、湖泊率、沼泽率、冰川区、闭流区、岩溶区的分布范围等。

(2) 流域面积、流域平均高度和坡度、流域平均宽度；河道长度、纵比降、河流走向、河道断面特征、河道弯曲度、河系分布和河网密度等。

(3) 流域内水利化与水土保持发展情况，已建和正在兴建的大中小型水库、引水工程、分蓄洪工程、滞洪工程对洪水调蓄影响的有关资料。

在搜集流域基本情况资料时，应着眼于影响降雨洪水径流形成的有关资料。必要时，需作野外调查和短期流量巡测。流域及河道特征资料，要采用最新量算成果。

(二) 水文测站基本情况

水文测验、整编资料及洪水调查资料的审查必须了解水文测站的基本情况。测站的基本情况包括测站的集水面积；测站的设置、停测、恢复及搬迁情况，曾经采用过的高程系统及各高程系统间的换算关系等；测验河段及其上下游一定长度内的河道形势、顺直段长度；断面形状、河床冲淤变化；各级水位的控制条件（如急滩、石梁、弯道、卡口等位置）；洪水时漫滩、分流、串沟、死水、回流、横比降、流向变化；对测流河段有影响的桥梁、水工建筑物、堆渣及河道疏浚等。

(三) 水文和气象资料

1. 水位、流量资料

水位流量资料包括国家基本站网及专用水文站、水位站的实测、历史洪水调查资料。这些资料主要从水文年鉴、水文图集、各省（区）及流域机构编制的水文统计、水文手册、历史洪水调查资料及其汇编中搜集。

2. 气象资料

气象资料包括气温、湿度、气压、风向、风速资料及探空资料等。视需要还可搜集历史天气图、雷达及卫星云图等资料。

暴雨资料包括水文年鉴、暴雨普查及暴雨档案、历史暴雨调查资料及记载雨情、水情及灾情的文献材料。在国家水文气象站点稀少的地区，要注意搜集群众性和专用气象站的资料，这些资料大多数虽未经整编刊印，却往往记有大暴雨记录。

3. 其它水文资料

其它水文资料包括水文资料复查报告、水文分析计算报告、暴雨等值线图、暴雨成因及洪水特性分析报告,各省(市、自治区)编制的《暴雨径流查算图表》、暴雨时面深关系图等。

搜集资料,除了在水利水电系统和气象系统的水文测验部门、设计单位、水库(水电站)、气象局进行之外,还需要搜集航运、铁路、交通、城建、供水、厂矿等有关部门的水文观测和调查资料。

不同流域的自然地理特性(如岩溶地区、冰川地区等)不同,所采用的水文计算方法(如由暴雨计算设计洪水、可能最大暴雨计算等)也不同,水文计算所需要的资料各有所侧重。搜集资料的细节,见本手册以下各有关章节。

二、资料整理

对搜集的资料,按测站(水库)或分项目整理,并进行初步的检查分析,以便及时发现问題,去伪存真,使掌握的第一性资料具有较高的可靠性。

对主要的暴雨洪水资料,除整编刊印的资料外,要注明其来源、精度以及存在的主要问題。

第二节 水位和流量资料复核

为了保证计算的设计洪水具有足够的精度,要对水位、流量的测验资料和洪水调查资料进行必要的复核。资料复核是在资料整编的基础上,侧重对大水年、观测及整编质量较差的年份和对设计洪水计算成果影响较大年份的资料进行复查,研究解决水文观测、整编遗留的或由于当时对测站特性认识不够而处理不当的重大技术问题。

洪水资料复核通常分合理性检查和复核两个步骤,前者是发现问题,揭示矛盾,后者是追查原因,解决问题。

一、水位资料合理性检查与复核

(一) 水位资料合理性检查

水位资料合理性检查可通过以下途径进行。

(1) 绘制基本水尺断面平均河底高程变化过程线,检查水尺高程变动情况。在河床比较稳定的测站,相同水位的平均河底高程相同,利用这一特点,可检查水尺高程系统的变动情况。

(2) 绘制本站累积水位保证率曲线,检查水尺高程变动情况。在河床比较稳定,且河流水情未受水库等调节影响时,绘制水尺高程可能发生了变动前后两个时期的累积水位保证率曲线。由于枯水期的水位变动较小,查出两条保证率曲线75%的水位进行比较,若两者差别小,则认为高程系统相同,否则,水尺高程系统不一样。

(3) 绘制本站的水位过程线,并对该曲线进行检查。检查水位过程线是否连续,前后是否脱节,过程线的形状是否符合一般的变化规律,年际之间的水位是否相互衔接。

例如,绘出鸭绿江干流中江站1929~1940年历年9~11月的逐日水位过程线(见图1-1),发现1929~1933年的水位比1934~1940年的水位系统偏高,偏高的幅度各年不等,变化在

0.26~0.32 m 范围内。经进一步复核，查明是前后两段的高程系统不同。

(4) 与相邻站的水位点绘相关关系图进行检查。从图上检查不同时期的相关点据是否呈不规律的分布，或是不同时期的相关点分布自成体系，以发现问题。

例如，为了检查中江站水位资料的合理性，点绘中江与上游厚昌站和与下游高山站日平均水位合轴相关图（见图1-2）。从图上看，1929~1933年和1934~1940年的点据分布呈两个点群，用多种方法检查分析，证明中江站前后两个时期的高程系统确实不同，且1929~1933年的水位比实际水位偏高0.3m。

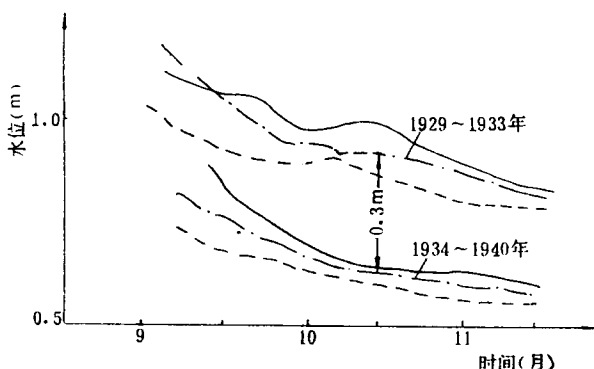


图 1-1 中江站历年 9~11月水位过程线

(5) 绘制上下游站的水位过程线进行对照。当上下游各站水位之间具有相似的关系时，将上下游站的水位过程线纵排在一起，比较同时段各站水位变化趋势，检查本站与上下游站的水位过程线是否对应和协调。

当上下游各站水位之间具有相似的关系时，将上下游站的水位过程线纵排在一起，比较同时段各站水位变化趋势，检查本站与上下游站的水位过程线是否对应和协调。

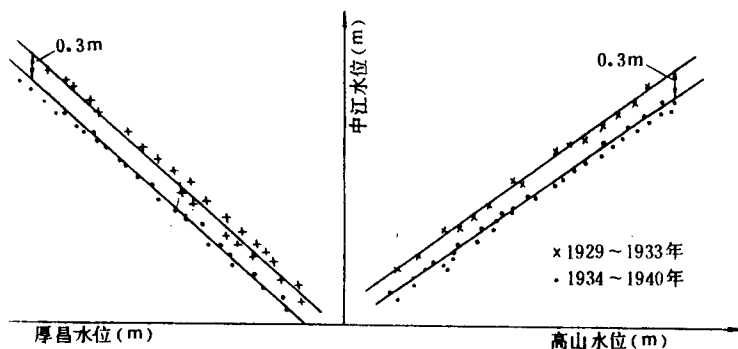


图 1-2 中江和厚昌、高山水位（日平均水位）合轴相关图

(二) 水位资料复核

当检查出水位资料有明显矛盾或突出疑点时，可通过调查或核对原始记录及有关计算底稿进行复核。

水位资料复核，可采用以下办法进行。

1. 核实水准基面的正确性

测站常用的基面有冻结基面（或测站基面）与绝对基面（或假定基面）等。绝对基面，我国沿用的有大连、大沽、黄海、废黄河口、坎门、吴淞、珠江等基面。同一高程系统，各流域（或地区）称谓不一，如吴淞基面因采用测量平差前后不同高程，有的流域对平差前成果称吴淞平差前基面、吴淞初算基面，而称平差后成果为吴淞平差后基面、吴淞基面，对最终平差前的初评成果常称沿用吴淞基面；有的流域称解放前为老吴淞基面，解放后为吴淞基面，等等。1954年以后，全国统一采用黄海基面。要检查不同时期采用的测站基面是否

统一；检查引测的水准点的高程是否因自然或人为原因有所变动。

2. 核定水尺断面和水尺零点高程的变动情况

同一测站不同时期的水尺断面位置不同，观测的水位自然有差别。若水尺有变动，校测不及时，或测量操作不符合规定甚至有错误，都会影响水位的准确性。

3. 观测方面的核实

水位有缺测、漏测、测次不足，都会使水位过程不连续；记录混乱，伪造观测记录，更会造成水位过程线变化不合理与上下游水位线不对应。

二、流量资料合理性检查与复核

(一) 流量资料合理性检查

流量资料的合理性可通过下述途径检查。

1. 水量平衡法

取本站与上、下游站不同时段段的洪量，计算不同时段段的区间流域水量，并比较本站与上、下游站及区间流域的洪量（或径流深）、径流系数的地区分布的合理性。

水量平衡常用两种方法计算。

(1) 简单计算法。取同一时段（如一个月、一次洪水过程等）上下两站的水量差，即 $\Delta Q_{\text{区}} = Q_{\text{下}} - Q_{\text{上}}$ （式中， $\Delta Q_{\text{区}}$ 为两站间的区间流量， $Q_{\text{上}}$ 及 $Q_{\text{下}}$ 为河段上游和下游站的流量）。这种方法多用于两站间河道调蓄作用较小、计算时段较长的条件下。

(2) 流量演算法。用流量演算公式将上游站的流量演算到下游站，与下游站的实测流量相减，便得到区间流量过程线。从区间过程线的形状、洪峰出现时间、水量大小检查分析上下游站水量平衡关系。此法消除了河段蓄变量对水平衡的影响，多运用于长河段的水平衡计算，计算时段的长短不受限制。

影响河段水量不平衡的因素，除了水文测验资料的质量有问题以外，有时还与工农业用水、河床水文地质的封闭条件差，以及上下两站距离较短、两个大流量数值相减的综合误差大于区间产水量等有关。因此，对于区间水量不平衡问题，要从多方面分析。

2. 相关法

绘制本站与上、下游站的洪峰或不同时段洪量相关图，从相关图上检查点据的分布趋势及偏离平均关系线的程度，以检查各年资料的合理性。

3. 水位流量关系曲线综合比较法

绘制本站历年的水位流量、水位面积，水位流速关系曲线，综合比较历年水位流量关系曲线变化趋势，并分析定线的合理性。

(二) 流量资料复核

当合理性检查发现有水量不平衡（岩溶地区河流和有明显的河道渗漏损失的地区除外）或其它明显不合理现象时，应从测流方法、浮标系数选用、水位流量关系曲线定线及其高水部分外延等方面进行复核。

流量资料复核，从以下几方面进行。

1. 流速仪法

流速仪法用于中高水测流，经常出现的问题有：仪器使用时间过长，或者有损坏情况，

或者测速超过了仪器规定的使用范围而未经重新检定,致使施测的流速不准确。用筒测法、水面一点法测流,缺乏足够的精测法的比较资料,布设的测深、测速垂线以及测点数代表性不足,洪水过程中测次不足。

2. 水面浮标法

浮标系数和水道断面是决定浮标测流精度的两个主要因素。浮标系数选用不当,会给计算结果带来10%~20%的误差。借用断面不当带来的计算误差,与断面的稳定程度关系密切。

(1) 浮标系数分析。浮标系数由同步比测的流速仪精测法测到的流量 Q 与浮标法流量 Q_f 之比得到,即 $K_f = Q/Q_f$ 。若两者施测的水位不同,则将流速仪所测的流量改正到浮标法相应水位时的流量 Q_c ,此时 $K_f = Q_c/Q_f$ 。

当水位仅有浮标法测流资料时,可外延中低水位与浮标系数的关系。外延的途径如下。

1) 绘制 $Q(Q_c) \sim Q_f$ 关系外延。在以 $Q(Q_c)$ 为纵坐标、 Q_f 为横坐标的图上点绘 $Q(Q_c)$ 和 Q_f 关系点。通过点群中心和坐标原点画一条直线外延。直线的斜率即 K_f 。当点据较散乱,并有风的观测记录时,在点据旁注明风向和风速,以风为参变数,画出不同风向风速的直线。

2) 绘制水位与浮标系数关系线外延。这种关系线有直线,也有曲线。关系线外延的幅度要视关系线的形式和高水点分布稳定的程度而定。关系线为直线或高水部分的浮标系数基本稳定时,关系线顺趋势外延,外延幅度以不超过实测水位变幅的50%为宜。关系线为曲线或高水部分的浮标系数尚不稳定时,外延的幅度不宜超过实测水位变幅的20%。

3) 由流速仪精测法资料分析浮标系数。由于用精测法求得的水面流速系数 K_0 一般不能代替 K_f ,因此可按下述方法将 K_0 换算成 K_f 。

设测流断面平均水面流速系数为 K_0 ,河槽改正系数为 K_A ,空气阻力系数为 K_v ,则水面浮标系数为

$$K_f = K_0 \cdot K_A \cdot K_v \quad (1-1)$$

$$\text{其中} \quad K_0 = Q/Q_0 \quad (1-2)$$

$$K_A = A_{fb}/A_c \quad (1-3)$$

$$A_{fb} = 1/6 (A_U + 4A_c + A_L) \quad (1-4)$$

$$K_v = 1 + AK_w \quad (1-5)$$

$$K_w = (v_f - v_w)/v_f \quad (1-6)$$

式中 Q ——精测法流量, m^3/s ;
 Q_0 ——水面一点法虚流量, m^3/s ;
 A_{fb} ——浮标测流段平均断面面积, m^2 ;
 A_c ——浮标中断面面积, m^2 ;
 A_U, A_L ——浮标上、下断面面积, m^2 ;

A ——浮标阻力分布系数, 主要与浮标类型有关。一个测站所用的浮标,其类型和材料相同,则各个浮标的 A 值可以认为相等。由同步资料或通过试验求得,一般采用静风条件下的实验值;

K_w ——空气阻力参数；

v_f ——浮标运行速度，m/s；

v_w ——浮标运行期间的平均有效风速（顺风为正，逆风为负），m/s。

用上式计算的和实测的水面浮标系数，与水位点绘关系。

浮标系数是河段内水深、比降、流速、糙率、风向、风力等因素综合影响的结果，其数值的大小与水位、河道形式、河床平整程度等有一定关系。我国部分测站试验比测的资料表明，一般河道顺直、河床平整的测站，浮标系数变化较小，且随水位上升逐渐加大。一些中低水位受急滩控制，高水位受峡谷控制的测站，浮标系数变化较大，但高水位时随水位的上升逐渐趋于稳定。当测站上游附近有石梁、深潭时，一般其低水的浮标系数较大，且随水位上升逐渐减少并趋于稳定。

在50年代的浮标法流量计算中，有的测站用一个断面计算，有的用两个断面（1954年前多用双断面）计算。当浮标河段内断面变化较大时，这样计算的流量有较大的计算误差，因此，应按下式修正原来的流量计算值：

$$Q = K_0 \cdot K_v \cdot K_{A_s} \cdot Q_{f_s} \quad (1-7)$$

$$Q = K_0 \cdot K_v \cdot K_{AD} \cdot Q_{fD} \quad (1-8)$$

式中 K_{A_s}, K_{AD} ——单、双断面的河槽修正系数；

$$\text{即 } K_{A_s} = F_{fb}/F_s, \quad K_{AD} = F_{fb}/F_D;$$

Q_{f_s}, Q_{fD} ——单、双断面计算的浮标流量， m^3/s ；

F_s, F_D ——单、双断面的面积， m^2 。

例如：经合理性检查，发现乌江龚滩站1939～1964年间采用的浮标系数0.85偏小。为此，利用该站1982年以后在水位237～259m内流速仪精测法测得的资料，按式（1-1）～式（1-6）分析计算了各级水位的 K_0 、 K_A 及 K_v （浮标阻力分布系数移用与本站浮标形式相同的朱家沱站的试验成果 $A = 0.016$ ），计算结果见表1-1。

表 1-1 龚滩站 K_0 、 K_v 、 K_A 、 K_f 分析计算成果表

水 位	238	240	245	250	255	260	265	270	274	275
K_0	0.912	0.935	0.918	0.932	0.970	0.974	0.979	0.981	0.982	0.983
K_v	1.016	1.016	1.016	1.016	1.016	1.016	0.016	1.016	1.016	1.016
$K_0 \cdot K_v$	0.927	0.950	0.933	0.947	0.986	0.990	0.995	0.997	0.998	0.999
$K_{A双}$	0.891	0.909	0.924	0.939	0.946	0.952	0.958	0.968	0.966	0.967
$K_{f双}$	0.826	0.864	0.862	0.889	0.933	0.942	0.953	0.965	0.964	0.966
$K_{A单}$	1.059	1.061	1.047	1.040	1.035	1.033	1.031	1.028	1.025	
$K_{f单}$	0.982	1.008	0.977	0.985	1.021	1.023	1.026	1.025	1.023	

4) 用经验公式分析。当比测资料不足，且测流断面位于相对宽阔的河段时，可用经验公式计算 K_0 ，并外延。

①由弗劳德数计算垂线水面浮标系数 K_0 。

$$K_0 = 1 - \frac{1}{K} \sqrt{\frac{I}{F_{r1}}} \quad (1-9)$$

式中 K ——卡门常数, $K = \sqrt{ghl} \cdot (v_0 - v)$;

g ——重力加速度;

h ——垂线水深;

I ——比降;

v ——垂线平均流速;

F_{r1} ——弗劳德数, $F_{r1} = v_0 / \sqrt{gh}$;

v_0 ——垂线水面流速。

为简化计算, 式(1-9)中的诸水力要素可用断面的平均值计算, 所得 K_0 为测流断面的数值。将计算的 K_0 再按式(1-1)换算为 K_f 。

②由谢才公式的系数计算 K_0 。

$$C = \frac{v_{c\rho}}{\sqrt{h_{c\rho} I}} \quad (1-10)$$

式中 $v_{c\rho}$ ——测流断面平均流速;

$h_{c\rho}$ ——测流断面平均水深;

I ——水面比降。

水面流速系数为

$$K_0 = \frac{C^{2/3}}{C^{2/3} + A}$$

式中 A ——经验常数, 由实测资料分析获得。

当计算的 K_0 不能代表 K_f 时, 按式(1-1)~式(1-6)将 K_0 换算成为 K_f 。

(2)借用断面。对于推流借用的断面, 要详细了解它的测量时间, 能否反映测流当时断面的实际情况等, 可绘制测站洪水期历年及当年的大面图、水位面积关系线, 对照进行检查, 了解断面的冲淤变化情况, 分析断面的冲淤变化规律, 区别情况, 分别对待。

1) 河床稳定, 断面面积与水位的关系为单一曲线, 点据分布偏离曲线在 $\pm 3\%$ 以内的, 可借用当年任何一次实测大断面推算流量。

2) 河床冲淤变化明显的测站, 测流时虽未测得全部断面, 但却抢测了部分断面, 即使只测量了几条垂线水深的, 可根据断面在洪水涨落过程中冲淤的特点, 选用与以往情况相近的大断面。当无任何测深资料时, 可在测流前期或后期测量的大断面资料中, 选其中比较接近测流当时断面情况的资料, 也可通过各种途径探索断面的冲淤规律, 使借用的断面尽量接近实际。

3) 测流断面不稳定, 冲淤变化频繁, 或主槽发生移动的测站, 不宜借用断面计算流量。

第三节 洪水资料还原

用数理统计法计算设计洪水,要求各年的洪水是在同一产流和汇流条件下形成的。流域内如因修建蓄水、引水、分洪、滞洪等工程,或在洪水期发生决口、溃堤、河流改道和分流等情况,改变了产流、汇流条件,明显地影响到多年洪水形成的一致性时,要将受影响年份的资料还原到受影响前的同一基础。

水利工程对洪水的影响,不仅与工程规模、分布以及与水文站的远近有关,而且还就洪水特性、工程运用方式、水库蓄、泄量大小等情况的不同,对洪水影响的程度而有差别。

一、受大、中型水库调蓄影响的洪水还原计算

还原计算水库坝址及其下游水文站的洪水,首先要计算出水库的入库洪水。所谓入库洪水,是指水库建成后,由水库周边同时注入水库的洪水,并包括库面降雨量。

(一) 入库洪水计算

入库洪水,通常利用水库的库水位、库容曲线以及出库流量等资料,按下面的水量平衡方程式计算:

$$Q_{\lambda} = Q_{\text{出}} \pm \frac{\Delta W}{\Delta t} + \frac{\Delta W_{\text{损}}}{\Delta t} - \frac{\Delta W_{\text{雨}}}{\Delta t} \pm \frac{\Delta W_{\text{库岸}}}{\Delta t} \pm Q_{\text{跨引}} \quad (1-11)$$

- 式中 Q_{λ} ——时段平均入库流量;
 $Q_{\text{出}}$ ——实测的时段平均出库流量;
 $Q_{\text{跨引}}$ ——跨流域引出或引入的时段平均流量,引出为正值,引入为负值;
 ΔW —— Δt 时段内水库内蓄水量变化值;
 $\Delta W_{\text{损}}$ —— Δt 时段内水库内损失水量(包括蒸发、渗漏量);
 $\Delta W_{\text{雨}}$ —— Δt 时段内水库内由陆面变为水面直接接纳的降雨量;
 $\Delta W_{\text{库岸}}$ —— Δt 时段内库岸调蓄量变化值;
 Δt ——计算时段长。

其中: $\Delta W_{\text{损}}/\Delta t$ 、 $\Delta W_{\text{雨}}/\Delta t$ 、 $\Delta W_{\text{库岸}}/\Delta t$ 在一次洪水过程中所占比重甚小,可忽略不计,则式(1-11)简化为

$$Q_{\lambda} = Q_{\text{出}} + \frac{\Delta W}{\Delta t} \pm Q_{\text{跨引}} \quad (1-12)$$

关于时段长 Δt 取值,有的取变动值,如在洪峰段 Δt 取值短些,落水后部 Δt 取值长些,有的取固定值。但不论用哪种方法,一座水库的各场洪水, Δt 值应一致。如何确定 Δt 值的大小,有两种方法。

(1) 试算法。 Δt 值取不同小时数,分别计算还原洪水过程,以出现锯齿状较少,无突出不合理现象为准。湖北省 Δt 用固定值经试算,发现 Δt 与库容有关。一般情况下,蓄水1~10亿 m^3 的水库, Δt 取2~3h,中型水库取1~2h,小(1)型水库取0.5~1h。

(2) 误差控制法。在一般情况下, Δt 有随水库集水面积大小而变的趋势,水库集水面