

注册土木工程师(水利水电工程)

资格考试指定辅导教材

水利水电工程 专业知识

全国勘察设计注册工程师水利水电工程专业管理委员会 编
中国水利水电勘测设计协会



黄河水利出版社

注册土木工程师(水利水电工程)资格考试指定辅导教材

水利水电工程专业知识

全国勘察设计注册工程师水利水电工程专业管理委员会 编
中国水利水电勘测设计协会

黄河水利出版社

图书在版编目(CIP)数据

水利水电工程专业知识/全国勘察设计注册工程师水利水电工程专业管理委员会、中国水利水电勘测设计协会编. — 郑州:黄河水利出版社,2007.4

注册土木工程师(水利水电工程)资格考试指定辅导教材
ISBN 978-7-80734-084-3

I.水… II.①全…②中… III.①水利工程-工程技术人员-资格考核-教学参考资料②水力发电工程-工程技术人员-资格考核-教学参考资料 IV.TV-42

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 060505 号

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940 传真:0371-66022620

E-mail:hhsclbs@126.com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:30

字数:695 千字

印数:1—4 000

版次:2007 年 4 月第 1 版

印次:2007 年 4 月第 1 次印刷

书号:ISBN 978-7-80734-084-3/TV·463

定价:70.00 元

注册土木工程师(水利水电工程)资格考试 指定辅导教材编委会

名誉主编:	沈凤生	王柏乐			
主编:	曾肇京				
副主编:	仲志余	袁定远	关志诚	周建平	司富安
	陈伟	朱党生	孙荣博		
编委:	(以姓氏笔画排序)				
规划组:	龙超平	仲志余	刘子慧	邱忠恩	沈佩君
	张荣国	陈肃利	陈炳金	季学武	袁定远
	蒋光明	曾肇京	谭培伦	熊明	
结构组:	王仁超	王目宣	王宏斌	方光达	冯平
	关志诚	刘锡岭	孙富行	严永璞	李启业
	李振富	杨敏	吴鹤鹤	吴毅瑾	闵家驹
	张社荣	陆宗磐	陈登毅	林继镛	周建平
	练继建	钟廷英	钟登华	党林才	钱诗湘
	彭新民				
地质组:	马贵生	牛世玉	司富安	杜忠信	余永智
	汪雍熙	宋子玺	宋嶽	陈德基	范中原
	周火明	袁建新	徐福兴	高玉生	蔡耀军
	鞠占斌	魏岩俊			
移民组:	王晓峰	张一军	陈伟	翟贵德	蔡频
	潘尚兴				
水保组:	丁国栋	王英顺	王治国	毕华兴	朱党生
	朱清科	齐实	孙保平	纪强	杨建英
	余新晓	张洪江	赵廷宁	胡振华	段喜明
	姜德文	贺康宁	贾泽祥	高甲荣	梁其春
	董强	解新芳			
专业基础组:	孙荣博	苏加林	李亚娟	李孝振	陈雷
	雷兴顺				

前 言

为加强对水利水电工程勘察、设计人员的管理,保证工程质量,国家对从事水利水电工程勘察、设计活动的专业技术人员实行职业准入制度,注册土木工程师(水利水电工程)执业制度于2005年9月起正式实施。今后,在水利水电工程勘察、设计活动中形成的勘察、设计文件,必须由注册土木工程师(水利水电工程)签字并加盖执业印章后方可生效。专业技术人员经考试合格并注册后方可注册土木工程师(水利水电工程)名义执业。根据执业岗位要求,注册土木工程师(水利水电工程)执业岗位划分为水利水电工程规划、水工结构、水利水电工程地质、水利水电工程移民、水利水电工程水土保持5个执业类别。

注册土木工程师(水利水电工程)资格考试分为基础考试和专业考试,基础考试合格后方可报名参加专业考试。基础考试分为两个半天,分别进行公共基础、专业基础考试;专业考试分为两天,分别进行专业知识、专业案例考试。基础考试、专业知识考试不分执业类别,专业案例考试分执业类别进行。

为更好地帮助考生复习,全国勘察设计注册工程师水利水电工程专业管理委员会和中国水利水电勘测设计协会成立了由行业资深专家、教授组成的考试复习教材编审委员会,组织编写了参加资格考试的专用复习教材,全套复习教材共分《水利水电工程专业基础知识》、《水利水电工程专业知识》及《水利水电工程专业案例(水工结构与工程地质篇)》、《水利水电工程专业案例(工程规划、水土保持与工程移民篇)》四册,分别供考生参加专业基础、专业知识、专业案例考试参考。本套复习教材及《勘察设计注册土木工程师(水利水电工程)资格考试大纲》由黄河水利出版社出版发行。《注册土木工程师(水利水电工程)专业考试技术标准汇编》由中国水利水电出版社出版发行。

本复习教材以《勘察设计注册土木工程师(水利水电工程)资格考试大纲》为依据,以注册工程师应掌握的专业知识、勘察设计技术标准为重点,紧密联系工程实践,不仅能帮助考生系统掌握专业知识和正确运用设计规范、标准处理工程实际问题,而且可作为水利水电专业技术人员从事勘察、设计、咨询、建设项目管理、专业技术管理的辅导读本和高等院校师生教学、学习的参考用

书。

参加本教材编写的专家以其强烈的责任感、深厚的理论功底、丰富的工程实践经验以及对技术标准的准确理解,对复习教材字斟句酌,精心编撰,付出了辛勤劳动。我们对各位作者表示深切的谢意,对编者所在单位给予的关心和支持表示衷心的感谢,对黄河水利出版社展现的专业精神表示敬意。

全国勘察设计注册工程师水利水电工程专业管理委员会

中国水利水电勘测设计协会

2007年3月

目 录

前 言

第一章 水文、水资源评价	(1)
第一节 水 文	(1)
第二节 水资源	(10)
第二章 工程地质	(15)
第一节 工程地质基础	(15)
第二节 水利水电工程地质勘察	(23)
第三节 区域构造稳定性	(27)
第四节 水库工程地质	(29)
第五节 水工建筑物工程地质	(33)
第六节 边坡工程地质	(42)
第七节 地下洞室工程地质	(45)
第八节 天然建筑材料勘察	(48)
第九节 特殊岩土体的工程地质问题	(53)
第三章 工程任务与规模	(60)
第一节 防洪治涝	(60)
第二节 水力发电	(67)
第三节 供水工程规模	(75)
第四节 河道整治	(82)
第五节 综合利用水库	(85)
第四章 工程总体设计	(92)
第一节 水利水电工程基本建设程序	(92)
第二节 水利水电工程等别划分及洪水标准	(97)
第三节 工程总体布局	(103)
第五章 水工建筑物	(110)
第一节 土石坝	(110)
第二节 重力坝	(115)
第三节 拱 坝	(120)
第四节 水工隧洞	(125)
第五节 溢洪道	(129)
第六节 水 闸	(133)
第七节 堤防及渠系建筑物	(137)
第八节 水电站建筑物	(143)

第九节	水工金属结构·····	(151)
第六章	施工组织设计及工程投资 ·····	(154)
第一节	施工导截流标准与方式·····	(154)
第二节	主体工程施工方法·····	(159)
第三节	施工总布置·····	(163)
第四节	施工总进度·····	(164)
第五节	工程投资概(估)算·····	(165)
第七章	征地移民 ·····	(169)
第一节	概 述·····	(169)
第二节	征地移民法律法规·····	(170)
第三节	征地范围和实物指标调查·····	(173)
第四节	移民安置·····	(186)
第五节	征地移民补偿投资概(估)算·····	(196)
第六节	实施总进度与年度计划·····	(199)
第七节	实施管理·····	(199)
第八章	水土保持 ·····	(201)
第一节	概 述·····	(201)
第二节	水土保持前期工作·····	(208)
第三节	综合调查与规划设计·····	(211)
第四节	水土保持监督和管理·····	(225)
第九章	环境影响评价及水资源保护 ·····	(233)
第一节	环境现状调查、影响识别·····	(233)
第二节	环境影响预测和评价·····	(237)
第三节	环境保护对策措施·····	(241)
第四节	自然保护区和风景名胜区的保护及管理·····	(245)
第五节	水资源保护·····	(247)
第十章	经济评价 ·····	(254)
第一节	国民经济评价·····	(254)
第二节	财务评价·····	(262)
第三节	资金筹措·····	(271)
第十一章	项目管理 ·····	(274)
第一节	工程项目建设管理·····	(274)
第二节	工程管理·····	(289)
附录	法规及管理条例 ·····	(293)
	中华人民共和国水法·····	(293)
	中华人民共和国防洪法·····	(304)
	中华人民共和国电力法·····	(314)
	中华人民共和国招标投标法·····	(321)

建设工程勘察设计管理条例·····	(329)
建设工程质量管理条例·····	(334)
中华人民共和国建筑法·····	(343)
中华人民共和国土地管理法·····	(352)
中华人民共和国森林法·····	(364)
中华人民共和国草原法·····	(371)
中华人民共和国农村土地承包法·····	(380)
中华人民共和国城市规划法·····	(387)
中华人民共和国文物保护法·····	(392)
大中型水利水电建设征地补偿和移民安置条例·····	(404)
村庄和集镇规划建设管理条例·····	(407)
国务院批转国家计委《关于加强水库移民工作的若干意见》的通知·····	(412)
中华人民共和国水土保持法·····	(416)
中华人民共和国水土保持法实施条例·····	(421)
开发建设项目水土保持方案管理办法·····	(425)
开发建设项目水土保持方案编报审批管理规定·····	(426)
开发建设项目水土保持设施验收管理办法·····	(428)
水土保持生态环境监测网络管理办法·····	(430)
中华人民共和国环境保护法·····	(433)
中华人民共和国环境影响评价法·····	(438)
建设项目环境保护管理条例·····	(444)
水利产业政策·····	(449)
关于印发《水利建设项目贷款能力测算暂行规定》的通知·····	(454)
水利工程管理体制改革实施意见·····	(464)
勘察设计职工职业道德准则·····	(470)

第一章 水文、水资源评价

第一节 水 文

一、基本资料内容、来源及复核

(一)基本资料内容、来源

(1)水文计算应深入调查研究、搜集、整理、复核基本资料及有关信息,并分析水文特性及人类活动对水文要素的影响。水文计算必须重视基本资料,充分利用已有的实测资料。历史上我国人民在与江河洪水的斗争中留下了许多有关洪水方面的文字记载、民间传说、实地洪痕,这些宝贵的历史洪水资料,对提高设计洪水成果的质量起着关键作用,因此要重视、运用历史洪水、暴雨资料。当工程地址和邻近河段缺乏实测水文资料时,应根据设计要求,及早设立水文测站或增加测验项目。

(2)水文计算依据的资料系列应具有可靠性、一致性和代表性。资料系列的可靠性是水文计算成果精度的重要保证,在进行水文计算时应复核所用资料,以保证资料正确可靠;资料的一致性,是指产生各年水文资料的流域和河道的产流、汇流条件在观测和调查期内无根本变化,如上游修建了水库或发生堤防溃决、河流改道等事件,明显影响资料的一致性时,需将资料换算到同一基础上,使其具有一致性;资料系列的代表性,是指现有资料系列的统计特性能否很好地反映总体的统计特性。

(3)水文分析计算,根据工程设计需要,应搜集、整理工程所在流域、地区、河段的下列基本资料:①流域的地理位置、地形、地貌、地质、土壤、植被、气候等自然地理资料;②流域的面积、形状、水系,河流的长度、比降,工程所在河段的河道形态和纵、横断面等特征资料;③降水、蒸发、气温、湿度、风向、风速、日照时数、地温、雾、雷电、霜期、冰期、积雪深度、冻土深度等气象资料;④水文站网分布,设计依据站和主要参证站实测的水位、潮水位、流量、水温、冰情及洪、枯水调查考证等资料;⑤设计依据站和主要参证站的悬移质含沙量、输沙率、颗粒级配、矿物组成,推移质输沙量、颗粒级配等泥沙资料,设计断面或河段床沙的组成、级配及泥石流、滑坡、塌岸等资料;⑥流域已建和在建的蓄、引、提水工程,堤防、分洪、蓄滞洪工程,水土保持工程及决口、溃坝等资料;⑦流域及邻近地区的水文分析计算和研究成果。

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。

在搜集流域基本情况的资料时,应注意分析影响降雨、洪水、径流形成的有关资料。

(4)气象资料主要来源于水文气象系统的实测资料,应特别注意对设计洪水成果影响

较大的暴雨资料的搜集。暴雨资料主要来源于水文年鉴、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,却常有大暴雨记录。

水文站网资料包括: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。

水位、流量、泥沙资料包括国家基本站网及专用水文站、水位站的实测、调查资料。这些资料主要从水文年鉴、水文图集及各地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。

其他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,以及各省(自治区、直辖市)编制的《暴雨径流查算图表》、暴雨时面深关系图等。

(二)基本资料复核

水文计算依据的流域特征和水文测验、整编、调查资料,应进行检查。对重要资料,应进行重点复核。对有明显错误或存在系统偏差的资料,应予以改正,并建档备查。对采用资料的可靠性,应作出评价。

(1)流域面积(集水面积)、河长、比降等是最基本的流域特征资料,尤其是工程地址和设计依据站的集水面积对水文计算成果有较大影响,应查明量算所依据地形图的比例尺和测绘时间,要采用最新量算成果。当不同时期的数值相差较大时,要重新量算。

(2)气象资料应着重查明降水、蒸发的观测场址、仪器类型、观测方法及时段,检查资料的代表性和可靠性。

(3)水位、潮水位资料,应查明高程系统、水尺零点、水尺位置的变动情况,并重点复核观测精度较差、断面冲淤变化较大和受人类活动影响显著的资料。可采用上下游水位相关、水位过程对照以及本站水位过程的连续性分析等方法进行复核,必要时应进行现场调查。

(4)流量资料应着重复核测验精度较差的资料。主要检查浮标系数、水面流速系数、借用断面、水位流量关系曲线等的合理性。可采用历年水位流量关系曲线比较、流量与水位过程线对照、上下游水量平衡分析等方法进行检查,必要时应进行对比测验。

(5)泥沙资料应着重复核多沙年份和测验精度较差的资料。悬移质泥沙资料可采用本站水沙关系分析、上下游含沙量或输沙率过程线对照、颗粒级配曲线比较等方法进行检查。推移质泥沙资料可从测验方法和采样器效率系数等进行检查。

(6)水库水位的代表性和观测时段、库容曲线历次变化、各建筑物过水能力曲线的变动等对水库还原精度影响较大,应重点从这些方面进行复核。其他蓄、引、提水工程,堤防、分洪、蓄滞洪工程,水土保持工程及决口、溃坝等资料,应着重从资料来源、水量平衡等方面检查其合理性。

(7)上述基本资料搜集,所指的设计依据站是指位于工程地址或其上下游为工程水文

计算提供水文数据的水文站;参证站是指水文计算所参照移用水文数据的测站。

二、水文要素经验频率、频率曲线的线型和统计参数

(一)经验频率

现行频率计算应满足关于样本独立、同分布的要求,即样本的形成条件应具有同一基础。如许多地区的洪水常由不同成因(如融雪、暴雨)、不同类型(如台风、锋面)暴雨形成,一般认为它们是不同的分布的,不宜把它们混在一起进行频率计算,也不能把由于垮坝所形成的洪水加入系列作频率计算。严格地讲,现有频率分析方法仅适用于同分布的系列。必要时,可按季节或成因分别进行频率计算,然后转换成年最大值频率曲线。

在 n 项连续系列中,按大小次序排列的第 m 项的经验频率 P_m ,应按下列数学期望公式计算:

$$P_m = \frac{m}{n+1} \times 100\%$$

式中: $m = 1, 2, \dots, n$ 。

历史洪水对频率计算成果有重大影响,但历史洪水数值及其调查期、序位等的不确定度又要比实测洪水的大。因此,在适线调整、计算参数时,无论采用何种准则或经验适线,都应慎重对待。不应把一些量值和实测系列中大洪水相差不大的调查洪水也当做历史特大洪水,也不应把那些精度很差、又缺乏确定根据的历史洪水资料加入系列,重点应放在分析、论证少数特大洪水的定量计算和调查期、序位的确定上,并尽可能估计它们可能存在的误差,以便提高洪水频率分析的精度。

(二)频率曲线的线型及统计参数

我国径流、洪水频率曲线的线型一般应采用皮尔逊-Ⅲ型。特殊情况,经分析论证后也可采用其他线型。

频率曲线的统计参数采用均值 \bar{X} 、变差系数 C_v 和偏态系数 C_s 表示,它们分别有一定的统计意义。如 \bar{X} 表示系列的平均数量水平; C_v 代表系列年际变化剧烈程度; C_s 表示年际变化的不对称度。

统计参数的估计可按下列步骤进行:

(1)初步估计参数。一般首先采用参数估计法(如矩法),估计统计参数。由于含有系统的计算误差,这样得到的频率曲线常与经验点据拟合较差,并且在大多数情况下都是偏小的,可将这些参数值作为下一步适线调整的初始值。选择初始值是采用适线法估计参数的重要环节。由于矩法简单易行,因此使用最广。但有时由于经验点据规律性差,矩法估计参数值仍嫌过粗(即与参数最优解相差过大),这时,可采用其他方法(如概率权重矩法),以使适线迭代过程能迅速收敛。

对于 n 年连续系列,矩法计算各统计参数的公式为:

$$\text{均值} \quad \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

$$\text{变差系数} \quad C_v = \frac{1}{\bar{X}} \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

偏态系数

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)\bar{X}^3 C_v^3}$$

(2)采用适线法来调整初步估计的参数。调整时,可选定目标函数求解统计参数,也可采用经验适线法。即目前我国实际工作中采用的适线法有两种:一种是先选择适线目标函数(即适线准则),然后求解相应的最优统计参数;另一种是经验适线法(目估适线法)。

选择适线准则时,应考虑洪水资料精度,并且要便于分析、求解。当系列内各项洪水(绝对)误差比较均匀时,可考虑采用离差平方和准则或离差绝对值和准则;当不同量级的洪水(尤其是历史洪水)误差差别较大,但相对误差比较均匀时,可考虑采用相对离差平方和准则,这种方法不仅较前两种方法更符合水文资料的误差特点,而且具有更良好的统计特性。近年研究表明,当洪水点据准确时(即理想系列),适线法能给出参数的准确解;当点据不准确时(例如实际使用的洪水系列),适线法能给出某种准则下统计参数的最优解。

经验适线法简易、灵活,能反映设计人员的经验,但难以避免设计人员的主观任意性,而且为适线方便,经验拟定的 C_s/C_v 值也缺乏根据。当采用经验适线法时,径流频率计算,应在拟合点群趋势的基础上,侧重考虑平、枯水年的点据。洪水频率计算时,应尽可能拟合全部点据,尽量照顾点群的趋势,使曲线通过点群中心,拟合不好时,可侧重考虑较可靠的大洪水点据。对于特大洪水,应分析它们可能的误差范围,不宜机械地通过特大洪水,而使频率曲线脱离点群。

双权函数法是为克服矩法估计量偏低,为提高求矩的计算精度,以还原假想样本而提出的。当经验点据分布比较有规律时,也可采用双权函数法计算频率曲线的统计参数。

(3)适线调整后的统计参数应根据本站径流、洪峰、不同时段洪量统计参数和设计值的变化规律,以及上下游、干支流和邻近流域各站的成果进行合理性检查,必要时可作适当调整。

三、径流计算的主要内容、技术要求和成果

(一)径流分析计算

径流分析计算应包括下列内容:

- (1)径流特性分析。
- (2)人类活动对径流的影响分析及径流还原。
- (3)径流资料插补延长。
- (4)径流系列代表性分析。
- (5)年、期径流及其时程分配的分析计算。
- (6)计算成果的合理性检查。

径流分析计算一般包括以上各项内容,但并不是所有的工程都要完成全部内容,可以根据设计要求有所取舍。对径流特性要着重分析径流补给来源、补给方式及其年内、年际变化规律。

径流统计分析要求径流系列具有随机特性,而这种特性只有河流在未受人类活动影

响、处于天然状态下的水文资料才能满足要求。因此,径流计算应采用天然径流系列。当径流受人类活动影响较小或影响因素较稳定、径流形成条件基本一致时,径流计算也可采用实测系列。

(二)径流还原

人类活动使径流量及其过程发生明显变化时,应进行径流还原计算。还原水量包括工农业及生活耗水量、蓄水工程的蓄变量、分洪溃口水量、跨流域引水量及水土保持措施影响水量等项目,应对径流量及其过程影响显著的项目进行还原。一般情况下,工农业用水中农业灌溉是还原计算的主要项目,应详细计算,工业用水量可通过工矿企业的产量、产值及单产耗水量调查分析而得到。蓄水工程的蓄变量可按水位和容积曲线推求。跨流域引出水量为直接还原水量,跨流域引入水量只计算其回归水量。水土保持措施对径流的影响可根据资料条件分析计算。

径流还原计算可采用分项调查法、降雨径流模式法、蒸发差值法等方法。集水面积较大时,可根据人类活动影响的地区差异分区调查计算。

分项调查法是以水量平衡为基础,当社会调查资料比较充分,各项人类活动措施和指标比较落实时,可获得较满意的结果。一般根据各项措施对径流的影响程度采用逐项还原或对其中的主要影响项目进行还原。径流还原计算分项调查法采用的水量平衡方程式为:

$$W_{\text{天然}} = W_{\text{实测}} + W_{\text{农业}} + W_{\text{工业}} \pm W_{\text{生活}} \pm W_{\text{调蓄}} \pm W_{\text{水保}} + W_{\text{蒸发}} \\ \pm W_{\text{引水}} \pm W_{\text{分洪}} \pm W_{\text{渗漏}} \pm W_{\text{其他}}$$

降雨径流模式法适用于人类活动措施难以调查或调查资料不全时,直接推求天然径流量。首先建立未受人类活动等影响的降雨径流模式,再采用受人类活动等对径流有显著影响期间的降水资料,推求天然径流量。

蒸发差值法适用于时段较长情况下的还原计算。还原时可略去流域蓄水量变化,还原量为人类活动前后流域蒸发的变化量。使用时要注意流域平均雨量计算的可靠性、蒸发资料的代表性和蒸发公式的地区适用性。

还原计算应逐年、逐月(旬)进行。逐年还原所需资料不足时,可按人类活动措施的不同发展时期采用丰、平、枯水典型年进行还原估算。逐月(旬)还原所需资料不足时,可分主要用水期和非主要用水期进行还原估算。

对还原水量和还原后的天然径流量成果,要进行合理性检查。采用分项调查法进行还原计算时,要着重检查和分析各项人类活动措施数量和单项指标的准确性;经还原计算后的上下游、干支流长时段径流量,要基本符合水量平衡原则。可通过点绘还原前后上下游年、月径流相关图,根据降雨分布和下垫面条件检查还原前后相关关系的合理性。也可通过还原前后的径流深点绘降雨径流关系,通常还原后的相关点据较还原前的相关点据集中,相关系数提高,且符合地区降雨径流关系的一般规律。

(三)径流资料的插补延长

径流频率计算依据的资料系列应在30年以上。当设计依据站实测径流资料不足30年,或虽有30年但系列代表性不足时,应进行插补延长。插补延长年数应根据参证站资料条件、插补延长精度和设计依据站系列代表性要求确定。在插补延长精度允许的情况

下,尽可能延长系列长度。

径流系列的插补延长,根据资料条件可采用下列方法:

(1)本站水位资料系列较长,且有一定长度流量资料时,可通过本站的水位流量关系插补延长。

(2)上下游或邻近相似流域参证站资料系列较长,与设计依据站有一定长度同步系列,相关关系较好,且上下游区间面积较小或邻近流域测站与设计依据站集水面积相近时,可通过水位或径流相关关系插补延长。

(3)设计依据站径流资料系列较短,而流域内有较长系列雨量资料,且降雨径流关系较好时,可通过降雨径流关系插补延长。该法较适合于我国南方湿润地区,对于干旱地区,降水径流关系较差,难以利用降雨径流关系来插补延长径流系列。

采用相关关系插补延长时,其成因概念应明确。相关点据散乱时,可增加参变量改善相关关系;个别点据明显偏离时,应分析原因。相关线外延的幅度不宜超过实测变幅的50%。

对插补延长的径流资料,应从上下游水量平衡、径流模数等方面进行分析,检查其合理性。

(四)径流系列代表性分析

径流计算要求系列能反映径流多年变化的统计特性,较好地代表总体分布。系列代表性分析包括设计依据站长系列、代表段系列对其总体的代表性分析。由于总体是未知的,一般系列越长,样本包含总体的各种可能组合信息越多,其代表性越好,抽样误差越小。径流系列应通过分析系列中丰、平、枯水年和连续丰、枯水段的组成及径流的变化规律,评价其代表性。

当设计依据站径流系列代表性不足且又难以延长系列时,可通过参证站长、短系列的统计参数或地区综合,对发现偏丰或偏枯的设计依据站系列,参照参证站长、短系列的比例关系,对径流计算进行修正。当难以修正时,应对计算成果加以说明。

(五)径流分析计算

径流的统计时段可根据设计要求选用。对水电工程,年水量和枯水期水量决定其发电效益,采用年或枯水期作为统计时段;而灌溉工程则要求采用灌溉期或灌溉期各月作为统计时段等。

当工程地址与设计依据站的集水面积相差不超过15%,且区间降水和下垫面条件与设计依据站以上流域相似时,可按面积比推算工程地址的径流量。若两者集水面积相差超过15%,或虽不足15%,但区间降水、下垫面条件与设计依据站以上流域差异较大时,应考虑区间与设计依据站以上流域降水、下垫面条件的差异,推算工程地址的径流量。

根据资料条件和设计要求,可采用长系列或选用代表段、代表年的径流资料作为设计的依据。代表段的径流系列中应包括丰、平、枯水年,且其年径流的均值、变差系数应与长系列接近。代表年应选择测验精度较高的年份,其年、期的径流量应与设计频率的径流量接近。

径流资料短缺时,工程地址径流量可根据设计流域降水资料,采用设计流域或邻近相似流域的降雨径流关系估算,也可采用经主管部门审批的最新水文图集或水文比拟、地区

综合等方法估算。设计年径流的年内分配,可参照邻近相似流域的资料,采用水文比拟、地区综合等方法分析确定。水文资料短缺地区的水文计算,应采用多种方法,对计算成果综合分析,合理确定。

径流的分析计算成果,可通过上下游、干支流及邻近流域的径流量对比分析,按水量平衡原则、水文要素地区变化规律等检查其合理性。

四、洪水计算

(一)洪水计算的内容

水利水电工程设计所依据的各种标准的设计洪水,包括洪峰流量、时段洪量及设计洪水过程线,可根据工程设计要求计算其全部或部分内容。

水利水电工程设计洪水一般可采用坝址洪水,当库区的天然河道槽蓄量较大、干支流洪水易遭遇时,应采用入库洪水作为设计依据。当库区的天然河道槽蓄量较大、干支流洪水遭遇改变不大时,对于壅水不高、库容较小或壅水虽高、但河道比降较陡、回水距离较短、洪枯水位的河宽变化不大的河道型水库,可采用坝址洪水作为设计依据。有的水库虽然入库洪水与坝址洪水差别较大,但水库调洪库容很大时,仍可采用坝址洪水作为设计依据。

根据资料条件,设计洪水一般可采用下列一种或几种方法进行计算:

(1)坝址或其上、下游邻近地点具有30年以上实测和插补延长洪水流量资料,并有调查历史洪水时,应采用频率分析法计算设计洪水。

(2)工程所在地区具有30年以上实测和插补延长暴雨资料,并有暴雨洪水对应关系时,可采用频率分析法计算设计暴雨,推算设计洪水。

(3)工程所在流域内洪水和暴雨资料均短缺时,可利用邻近地区实测或调查暴雨和洪水资料,进行地区综合分析,估算设计洪水。

当工程设计需要时,可用水文气象法估算可能最大暴雨,再推算可能最大洪水。计算短缺资料地区设计洪水和可能最大洪水时,应尽可能采用几种方法。对各种方法计算的成果,应进行综合分析,合理选定。

(二)洪水、暴雨系列

(1)频率计算中的洪峰流量和不同时段洪量系列,应由每年最大值组成。洪峰流量每年只选取最大的一个洪峰流量,洪量采用固定时段独立选取年最大值。时段的选定,应根据汛期洪水过程变化、水库调洪能力和调洪方式以及下游河段有无防洪、错峰要求等因素确定。当有连续多峰洪水、下游有防洪要求、防洪库容较大时,则设计时段较长,反之较短。一般常用时段为3h、6h、12h及1d(或24h)、3d、5d、7d、10d、15d、30d等。当洪水特性在一年内随季节或成因明显不同时,可分别进行选择统计,但划分不宜过细。

(2)洪水系列应具有 consistency。当流域内修建蓄水、引水、分洪、滞洪等工程,或发生决口、溃坝等情况,明显影响各年洪水的一致性时,应将资料还原到同一基础,对还原资料应进行合理性检查。洪水流量的还原计算应根据不同工程所造成的影响,采用不同的方法。

受上游大中型水库影响时,应推算上游水库的入库洪水,再将入库洪水按建库前状态汇流条件演算至上游水库坝址,然后与区间洪水叠加,顺演至设计断面,即为还原成果。

当受上游引水、分洪、溃决、滞洪影响时,应将引水、分洪等流量过程演算至设计断面,与实测流量过程叠加即为还原成果;受水利、水土保持措施影响,流域内产汇流关系有明显改变,且流域面积不大时,可用改变前的暴雨径流关系及汇流曲线推算相应的洪水过程线。

(3)当实测洪水系列较短或实测期内有缺测年份时,可用下列方法进行洪水资料的插补延长:①当上、下游或邻近流域测站有较长实测资料,且与本站同步资料具有较好的关系时,可据以插补延长;②当洪峰和洪量关系以及不同时段洪量之间的关系较好时,可相互插补延长;③本流域暴雨与洪水的关系较好时,可根据暴雨资料插补延长洪水资料。

插补延长的洪水资料应从上下游的水量平衡、本站长短时段洪量变化及降雨径流关系的变化规律等方面进行综合分析,检查插补成果的合理性。

洪水频率计算成果的质量主要取决于系列代表性,要求系列能较好地反映洪水多年变化的统计特性。调查历史洪水、考证历史文献和洪水系列的插补延长是增进系列代表性的重要手段。

(三)历史洪水和暴雨的调查与考证

(1)设计洪水分析计算要求具有较长系列的水文资料作基础。用短期资料计算设计洪水,其成果可靠度较差,但是当充分考虑历史洪水资料以后,可以提高计算成果的可靠度。据我国早期 50 座大型水库统计,使用了历史洪水资料以后的设计洪水成果经多次复核计算,始终比较稳定。实践证明,在设计洪水计算中应充分运用历史洪水资料,这是我国水利水电工程设计洪水分析计算的一条重要经验。

(2)在使用调查洪水资料汇编成果时,应当注意不同河段或同一河段不同年份洪峰流量的精度往往不同。因此,在使用之前必须对河段水文资料整编情况进行全面了解,对重大的历史洪水调查成果还应作进一步检查、核实。复核的重点应侧重在所选用的估算流量的方法及各项计算参数是否适当和合理。有条件时,还应根据近期所发生的大洪水,对原采用的水位流量关系曲线、高水糙率、比降等参数进行率定。

除掌握调查洪水资料外,还应当通过历史文献、文物资料的考证,进一步了解更长历史时期内大洪水发生的情况和次数,以便合理确定历史洪水的重现期。

(3)历史洪水调查应着重调查洪水发生时间、洪水位、洪水过程、主流方向、断面冲淤变化及影响河道糙率的因素,并了解雨情、灾情,洪水来源,有无漫流、分流、壅水、死水,以及流域自然条件变化等情况。

调查洪水洪峰流量可采用的方法如下:①当调查河段附近有水文站时,可将调查洪水位推算至水文站,用水位流量关系曲线推求洪峰流量;②当调查河段无水文测站、洪痕测点较多、河床稳定时,一般可用比降法推算洪峰流量;③当调查河段较长、洪痕测点较少、河底坡降及过水断面变化较大时,一般可采用水面曲线法推算洪峰流量。

有条件时,可采用几种方法估算洪水的洪峰流量,经综合比较,合理确定。

对估算的历史洪水的峰量,除了从本断面估算流量时所选用的有关参数及估算方法进行综合分析检查外,还应从面上进行综合分析。洪水的时空分布在流域面上或一个地区有一定的规律,对同一次洪水可通过本流域的上下游、干支流或相邻流域的资料作对比分析。发现矛盾时,应当深入调查研究,找出问题,对成果进行调整。

由于我国雨量站网密度较稀,且分布又很不均匀,暴雨中心的雨量不易观测到,尤其