ICS 27.140
P 59
备案号：J2349—2017

NB

中华人民共和国能源行业标准

P

NB / T 35095 — 2017

水电工程小流域水文计算规范

Code for hydrologic calculation of small watershed of hydropower projects

2017-03-28 发布　　2017-08-01 实施

国家能源局　发布

中华人民共和国能源行业标准

水电工程小流域水文计算规范

Code for hydrologic calculation of small watershed of hydropower projects

NB/T 35095 — 2017

主编部门：水电水利规划设计总院
批准部门：国 家 能 源 局
施行日期：2017 年 8 月 1 日

中国电力出版社

2017 北 京

国 家 能 源 局

公　　告

2017 年　第 6 号

依据《国家能源局关于印发〈能源领域行业标准化管理办法（试行）〉及实施细则的通知》（国能局科技〔2009〕52 号）有关规定，经审查，国家能源局批准《页岩气　储层改造　第 2 部分：工厂化压裂作业技术规范》等 159 项行业标准，其中能源标准（NB）34 项、电力标准（DL）39 项、石油标准（SY）86 项，现予以发布。

上述标准中电力领域标准由中国电力出版社及中国计划出版社出版发行，煤炭领域标准由煤炭工业出版社出版发行，石油天然气、页岩气领域标准由石油工业出版社出版发行，锅炉压力容器标准由新华出版社出版发行。

附件：行业标准目录

国家能源局

2017 年 3 月 28 日

学兔兔 www.bzfxw.com

附件:

行 业 标 准 目 录

序号	标准编号	标准名称	代替标准	采标号	批准日期	实施日期
…						
16	NB/T 35095—2017	水电工程小流域水文计算规范			2017-03-28	2017-08-01
…						

学兔兔 www.bzfxw.com

前　言

根据《国家能源局关于下达2012年第二批能源领域行业标准制（修）订计划的通知》（国能科技〔2012〕326号）的要求，规范编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，并在广泛征求意见的基础上，制定本规范。

本规范的主要技术内容是基本资料、气象、径流、设计洪水、泥沙、水位流量关系、水面蒸发和冰情、水情自动测报系统。

本规范由国家能源局负责管理，由水电水利规划设计总院提出并负责日常管理，由能源行业水电规划水库环保标准化技术委员会负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送水电水利规划设计总院（地址：北京市西城区六铺炕北小街2号，邮编：100120）。

本规范主编单位：中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司

本规范主要起草人员：张　敏　夏传清　范瑞琪　马崇祥
何贤佩　张军良　朴　苓

本规范主要审查人员：彭才德　万文功　杨百银　张建华
刘光保　李新根　王　毅　晏忠林
刘书宝　洪大林　夏建荣　和红强
张耀宾　徐　俊　陈美丹　李仕胜

学兔兔 www.bzfxw.com

目　　次

1　总则 …… 1
2　基本资料 …… 2
2.1　基本资料搜集和整理 …… 2
2.2　水文调查 …… 3
2.3　基本资料复核和评价 …… 3
3　气象 …… 5
4　径流 …… 6
4.1　一般规定 …… 6
4.2　有径流资料的径流分析计算 …… 6
4.3　短缺径流资料的径流分析计算 …… 8
4.4　枯水径流分析计算 …… 9
5　设计洪水 …… 10
5.1　一般规定 …… 10
5.2　有洪水资料的设计洪水计算 …… 11
5.3　短缺洪水资料的设计洪水计算 …… 12
5.4　分期设计洪水计算 …… 14
6　泥沙 …… 15
7　水位流量关系 …… 17
8　水面蒸发和冰情 …… 18
8.1　水面蒸发 …… 18
8.2　冰情 …… 18
9　水情自动测报系统 …… 19
本规范用词说明 …… 20
引用标准名录 …… 21
附：条文说明 …… 23

学兔兔 www.bzfxw.com

Contents

1 General provisions ····· 1
2 Basic data ····· 2
2.1 Basic data collection and processing ····· 2
2.2 Hydrologic investigation ····· 3
2.3 Basic data reexamination and evaluation ····· 3
3 Meteorology ····· 5
4 Runoff ····· 6
4.1 General requirements ····· 6
4.2 Runoff analysis and calculation with runoff record ····· 6
4.3 Runoff analysis and calculation with limited runoff record ····· 8
4.4 Low-flow runoff analysis and calculation ····· 9
5 Design flood ····· 10
5.1 General requirements ····· 10
5.2 Design flood analysis and calculation with flood record ····· 11
5.3 Design flood analysis and calculation with limited flood record ····· 12
5.4 Stage design flood calculation ····· 14
6 Sediment ····· 15
7 Stage-discharge relation ····· 17
8 Water surface evaporation and ice regime ····· 18
8.1 Water surface evaporation ····· 18
8.2 Ice regime ····· 18
9 Hydrologic telemetry and forecasting system ····· 19

学兔兔 www.bzfxw.com

Explanation of wording in this code ····· 20
List of quoted standards ····· 21
Addition： Explanation of provisions ····· 23

学兔兔 www.bzfxw.com

1 总　　则

1.0.1 为规范水电工程小流域水文计算，统一计算原则、基本内容和技术要求，保证设计质量，提高成果精度，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于水电工程涉及的集水面积不超过 1000km^2 的小流域水文计算。

1.0.3 小流域水文计算应根据设计要求和资料条件，确定水文计算的工作内容和工作方法。

1.0.4 小流域水文计算应重视基本资料和调查研究。工程河段缺乏实测水文资料时，应根据设计要求尽早设立水文测站或增加测验项目。

1.0.5 小流域水文计算所依据的资料系列应具有可靠性、一致性和代表性。

1.0.6 小流域水文计算方法应科学、实用，计算成果应进行合理性检查。

1.0.7 水电工程小流域水文计算，除应符合本规范规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

学兔兔 www.bzfxw.com

2 基本资料

2.1 基本资料搜集和整理

2.1.1 根据工程设计要求，小流域水文计算应搜集的基本资料包括：

1 自然地理概况，主要包括设计流域及相关流域的地理位置、地形、地貌、地质、土壤、植被。

2 流域及河道特征，主要包括设计流域及相关流域的集水面积、海拔高程、坡度、几何形态特征和流域内闭流区面积，河流的长度和支流分布，河道形态特性、纵剖面、横断面，河槽下切深度。

3 气象资料，包括设计流域及相关流域气象测站的基本情况，水文、气象测站的气温、湿度、降水、蒸发、风速、风向等实测资料及研究成果。

4 水文资料，主要包括水文站网分布情况、设计依据站和参证站的基本情况、水位、流量、泥沙、比降、糙率、水温、冰情资料。

5 经省级以上行政主管部门审定的水文调查资料和区域综合分析研究成果及其配套查算图表，如历史洪水调查成果、水文手册、水文图集、暴雨径流查算图表。

6 设计流域及相关流域水电水利工程的设计和运行资料。

7 干旱地区、冰雪融水地区、岩溶地区、平原河网地区、感潮河段等特殊条件下水文计算所需的资料。

2.1.2 对搜集的基本资料应查明来源、测站沿革、测验方法、整编方法、资料精度和时效性等，并分类整理。

2.2 水 文 调 查

2.2.1 根据工程设计要求和资料条件，应开展暴雨调查、洪水调查、枯水调查、产沙调查等水文调查工作。

2.2.2 暴雨调查的主要内容宜包括不同地点各种历时的最大暴雨量或暴雨量级、暴雨起讫时间、暴雨强度和时程分配，暴雨中心、走向、分布和大于某一量级暴雨的笼罩面积，雨前及当时天气现象和暴雨成因，暴雨灾害情况，暴雨重现期分析，调查暴雨量的可靠性分析。

2.2.3 洪水调查的主要内容宜包括洪水发生时间、洪水痕迹、洪水成因、洪水来源，洪水历时及涨落变化，河床组成及河道冲淤变化，洪峰流量、洪水总量和洪水过程推算，洪水灾情及有关洪水记载的文献、文物，洪水重现期考证分析，洪水调查成果的合理性分析。

2.2.4 枯水调查的主要内容宜包括枯水期起讫时间、枯水期水位及流量变化情况、枯水成因及补给来源，枯水分布范围、持续时间及枯水灾情，河道是否断流、断流成因及其发生时间、持续历时，人类活动对枯水径流的影响，枯水流量推算，枯水重现期考证分析，枯水调查成果的合理性分析。

2.2.5 产沙调查的主要内容宜包括泥沙来源，产沙区分布范围，年内输沙量变化，河道冲淤变化，人类活动及水土流失概况，滑坡、泥石流等地质灾害发生情况，已建或在建工程对河流泥沙的影响。

2.3 基本资料复核和评价

2.3.1 对流域及河道特征、气象、水位、流量、泥沙、水文研究成果等基本资料应进行检查；对观测精度较差或各类极值、特异值资料及人类活动对小流域径流情势的影响应重点复核；对有明显错误或存在系统偏差的资料应予改正，并建档备查；对采用资

料的可靠性应进行评价。

2.3.2 流域及河道特征资料应采用最新的地形测绘成果，主要复核小流域集水面积、河流长度和河道平均比降，并明确量算用图的比例尺。

2.3.3 气象资料复核应从场址位置、仪器类型、观测和整编方法等方面分析检查。

2.3.4 水位资料复核应查清水尺位置、高程系统、水尺零点、观测幅度的变动情况，可采用本站水位过程线连续性分析、上下游或邻近流域站水位过程线对照分析、水文要素相关分析等方法进行检查。

2.3.5 流量资料复核应分析浮标系数、水面流速系数、借用断面、水位流量关系曲线的合理性，可采用历年水位流量关系线比较、流量水位过程线对照、上下游水量平衡分析等方法进行检查。

2.3.6 泥沙资料复核应分析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。

2.3.7 选用省级以上行政主管部门审定的水文调查资料和区域综合分析研究成果及其配套查算图表时，应了解其成果适用范围、资料年限和分析计算方法，并根据区域新增实测水文资料对成果的代表性进行分析。

3 气　　象

3.0.1 气象统计分析的主要内容应包括流域气候特性分析和工程区气象要素统计分析。

3.0.2 流域气候特性分析应根据气象实测资料和有关研究成果进行归纳总结。

3.0.3 工程区气象要素统计分析应选用邻近且自然地理条件相似的站点资料。站点与工程区气象要素差异明显时，应考虑地理位置、高程等因素进行修正。

3.0.4 气象要素统计分析应采用长系列气象资料，资料系列长度不宜少于 30 年，长度不足时宜插补延长。

3.0.5 统计分析的气象要素特征值应包括：

1 气温、湿度的多年平均年、月值，年、月极值及出现时间。

2 降水量的多年平均年、月值，历年计算时段最大降水量及出现时间，分级降水量出现天数。

3 蒸发量的多年平均年、月值。

4 风速的多年平均年、月值，年、月最大值及出现时间和相应风向。

5 工程设计需要的其他气象要素。

3.0.6 根据工程设计需要，应增设专用气象站点或增加观测项目进行观测。

4 径　　流

4.1 一 般 规 定

4.1.1 径流分析计算的主要内容应包括：

1 径流特性分析。

2 径流计算，包括多年平均和设计年、期的径流量及时程分配。

3 枯水径流计算。

4 径流成果的合理性检查。

4.1.2 径流分析计算应采用天然情况下或径流形成条件基本一致的径流资料。

4.1.3 冰雪融水补给地区或岩溶地区应根据其特殊的径流特性进行径流分析计算。

4.2 有径流资料的径流分析计算

4.2.1 径流分析计算采用的资料系列应具有一致性。对明显受人类活动影响、径流形成条件明显变化的径流资料应进行还原；还原水量应包括工农业及生活耗水量、蓄水工程蓄变水量及蒸发增损水量、跨流域引水量、分洪溃口或河道改道水量等；还原计算可采用分项调查法、多元分析法和降雨径流关系法等；对还原计算成果应进行合理性检查。

4.2.2 径流系列长度不宜少于 30 年，实测径流系列长度或代表性不足时，可进行插补延长。插补延长应根据资料条件采用水位流量关系推流法、上下游或邻近流域流量相关法、降雨径流相关法等；相关关系外延幅度不宜超过实测变幅的 50%，相关要素间应有明确的径流成因联系；对插补延长资料应进行合理性检查。

4.2.3 径流系列应进行代表性分析。代表性分析应采用具有可靠性和一致性的全部资料分析径流系列统计参数的变化规律和丰、平、枯水年或年组的组成；分析方法可采用累积平均、滑动平均、差积曲线法，或结合上下游及邻近自然地理条件相似地区同步径流、降水系列评价设计流域径流系列的代表性。

4.2.4 设计依据站的径流频率计算应符合下列要求：

1 在 n 项连序径流系列中，按大小次序排列的第 m 项的经验频率 P_m 可采用数学期望公式计算：

$$P_m=\frac{m}{n+1}\times 100\%，m=1，2，\cdots，n \qquad (4.2.4)$$

式中：n——连序系列的项数；

m ——径流在连序系列中的序位；

P_m——第 m 项径流的经验频率。

2 频率曲线应采用 P-III 型。频率曲线的统计参数应采用均值 $\bar{X}$ 、变差系数 C_v 和偏态系数 C_s 表示，宜采用矩法初估，用经验适线法调整确定。适线时，应在拟合点群趋势的基础上，侧重考虑平、枯水年的点据。

3 对径流统计参数应进行合理性检查。

4.2.5 工程设计断面与设计依据站集水面积相差不超过 15%，且径流形成条件相似时，可按面积比推算工程设计断面的径流；集水面积相差超过 15%或虽不超过 15%，但区间径流形成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径流形成条件差异推算工程设计断面的径流。径流成果可采用长系列或代表年。代表年径流量应与设计值相等，年内分配可用典型年按径流量的倍比缩放计算。

4.2.6 径流成果应通过分析上下游、干支流水量平衡，邻近地区径流统计参数变化规律，降雨径流时空分布的相应性等进行合理性检查。

4.3 短缺径流资料的径流分析计算

4.3.1 短缺径流资料系列时，应选用多种计算方法，经对比分析后，合理选用径流成果。

4.3.2 根据资料条件，宜选用等值线图法、水文比拟法、径流系数法、经验公式法、流域水文模型法、地区综合分析法等计算工程设计断面的径流。各计算方法应符合下列要求：

1 采用等值线图法时，应选用经省级以上行政主管部门审定的最新水文图集，并明确其适用范围和使用条件。设计流域属于非闭合流域时，宜根据土壤特性、河槽下切深度、地下水埋藏深度及流动特性等非分区性因素对成果进行修正。

2 采用水文比拟法时，应选择与设计流域径流特性相似且具有较长实测资料的邻近流域水文测站作为设计参证站，设计成果移用时应考虑影响径流的因素差异进行相应修正。

3 采用径流系数法时，径流系数可通过等值线图查算或移用邻近相似流域的径流系数，并根据设计流域内有代表性的降水资料系列，计算径流成果。

4 采用经验公式法时，应分析经验公式是否适用于设计流域。公式适用时，应通过调查、测量或等值线图查算等方法合理确定计算参数。

5 采用流域水文模型法时，应具有一定的实测资料，率定模型参数，并根据设计流域内有代表性的降水资料系列，计算径流成果。

6 采用地区综合分析法时，应根据工程所在区域及邻近地区各水文测站的流量资料分析多年平均径流量与集水面积的综合关系线，按工程设计断面的集水面积推算其径流成果，并分析径流成果的合理性。

4.3.3 对短缺径流资料系列时的径流成果，应通过分析邻近地区成果的地理分布规律，并结合设计流域径流形成特性、历史旱涝

现象的水文调查资料等进行合理性检查。

4.4 枯水径流分析计算

4.4.1 枯水径流分析计算的主要内容应包括：

1 最小流量计算。

2 最小日平均流量计算。

3 最枯时段径流量及时程分配。

4 枯水径流成果的合理性检查。

4.4.2 有枯水径流资料系列时，应采用频率分析法计算枯水径流，系列中有零值时，可采用包含零值项的方法进行频率计算。系列中有特枯径流时，应根据历史文献、文物、枯水调查等资料确定其重现期。

4.4.3 短缺枯水径流资料系列时，宜选用水文比拟法、枯水径流分区图法、经验公式法等计算工程设计断面的枯水径流。根据工程设计需要，应进行枯水调查，修正枯水径流计算成果。

4.4.4 枯水径流成果应通过分析上下游、干支流和邻近地区枯水径流统计参数的变化规律，并结合设计流域下垫面条件、枯水期雨情、旱情及人类活动影响等进行合理性检查。

5 设 计 洪 水

5.1 一 般 规 定

5.1.1 设计洪水计算的主要内容应包括：

1 洪水特性分析。

2 设计洪水计算，包括多年平均和各设计频率的年最大洪峰流量、时段洪量，各设计频率的洪水过程线。

3 分期设计洪水计算，包括多年平均和各设计频率的分期洪峰流量、时段洪量，各设计频率的分期洪水过程线。

4 洪水成果的合理性检查。

5.1.2 设计洪水计算应采用天然情况下的洪水资料。

5.1.3 设计洪水计算应重视历史洪水资料，并对历史洪水资料进行合理性检查。应在设计依据站河段和工程设计河段补充开展历史洪水调查工作，并根据洪水调查资料和历史文献、文物等资料合理确定重现期。

5.1.4 有洪水资料系列时，应采用频率分析法计算设计洪水。短缺洪水资料系列时，可根据暴雨资料进行产流和汇流计算，由设计暴雨推求设计洪水；也可根据邻近地区水文资料进行地区综合分析，计算设计洪水。

5.1.5 对重要工程，受资料条件限制，校核标准的设计洪水有偏小的可能时，应加 10%～20%的安全修正值。

5.1.6 工程设计断面上游有水库工程时，应在分析上游水库下泄洪水与区间洪水组合的基础上，计算受上游水库影响后的设计洪水。

5.1.7 干旱地区、冰雪融水地区、岩溶地区、平原河网地区或感潮河段应根据其特殊的洪水特性计算设计洪水。

5.2 有洪水资料的设计洪水计算

5.2.1 设计洪水计算采用的资料系列应具有一致性。对因工程蓄水、引水、分洪、滞洪或洪水期决口、溃堤、河流改道、分流等明显改变洪水产流、汇流条件的资料应进行还原；还原计算可采用水量平衡法、流量叠加法、暴雨径流法等；对还原计算成果应进行合理性检查。

5.2.2 洪水系列长度不宜少于30年，实测洪水系列长度不足或实测期内有缺测年份时，可进行插补延长。插补延长应根据资料条件采用水位流量关系推流法、上下游或邻近流域洪水相关法、洪峰流量与时段洪量相关法、不同时段洪量相关法和暴雨洪水相关法等；相关关系外延幅度不宜超过实测变幅的50%，相关要素间应有明确的成因联系；对插补延长资料应进行合理性检查。

5.2.3 设计依据站的洪水频率计算应符合下列要求：

1 频率计算采用的洪水资料应采用年最大值法进行独立选样。

2 在 n 项连序洪水系列中，按大小次序排列的第 m 项的经验频率 P_m 可采用数学期望公式计算：

$$P_m=\frac{m}{n+1}\times 100\%，\ m=1，2，\cdots，n \qquad (5.2.3\text{-}1)$$

式中：n ——连序系列的项数；

m ——洪水在连序系列中的序位；

P_m ——第 m 项洪水的经验频率。

3 在不连序洪水系列中，调查考证期 N 年内有 a 个特大洪水，其中 l 个发生在 n 项连序系列内，$a-l$ 个为历史洪水。a 个特大洪水的经验频率 P_M 可采用数学期望公式（5.2.3-2）计算，$n-l$ 个连序洪水的经验频率 P_m 可采用数学期望公式（5.2.3-3）或公式（5.2.3-4）计算：

$$P_M=\frac{M}{N+1}\times 100\%，\ M=1，2，\cdots，a \qquad (5.2.3\text{-}2)$$

$$P_m=\left[\frac{a}{N+1}+\left(1-\frac{a}{N+1}\right)\frac{m-l}{n-l+1}\right]\times 100\%，m=l+1，\cdots，n \quad (5.2.3\text{-}3)$$

$$P_m=\frac{m}{n+1}\times 100\%，m=l+1，\cdots，n \quad (5.2.3\text{-}4)$$

式中：N ——历史洪水调查考证期；

M——特大洪水在 N 年中的序位；

P_M ——第 M 项特大洪水的经验频率；

a ——特大洪水的个数；

l ——从 n 项连序系列中抽出的特大洪水个数；

m ——$n-l$ 个连序洪水的序位。

4 频率曲线应采用 P-III 型。频率曲线的统计参数应采用均值 $\bar{X}$ 、变差系数 C_v 和偏态系数 C_s 表示，宜采用矩法初估，用经验适线法调整确定。适线时，应尽可能拟合全部点据。拟合不好时，可在点群趋势的基础上侧重考虑较可靠的大洪水点据。

5 对设计洪水统计参数应进行合理性检查。

5.2.4 根据设计依据站推算工程设计断面的设计洪水时，应考虑区间与设计依据站以上流域暴雨和洪水特性的差异。

5.2.5 设计洪水流量过程线应采用典型洪水流量过程线进行放大。典型洪水流量过程线应选择能够反映洪水特性且对工程防洪运用较为不利的实测大洪水。放大方法可选用同频率放大法或同倍比放大法。

5.2.6 设计洪水成果应通过分析上下游、干支流及邻近地区设计洪水统计参数的变化规律、暴雨洪水时空分布的相应性等进行合理性检查。

5.3 短缺洪水资料的设计洪水计算

5.3.1 短缺洪水资料系列时，应选用多种计算方法，经对比分析后，合理选用设计洪水成果。

5.3.2 设计暴雨计算应包括雨量频率分析、各时段设计面暴雨和暴雨时面分布雨型等。有暴雨资料系列时，应采用频率分析法计算各时段设计面暴雨量，系列中有特大暴雨时，应根据暴雨雨情、水情、灾情和邻近地区暴雨资料确定其重现期；短缺暴雨资料系列时，宜采用等值线图法计算各时段设计面暴雨量。

5.3.3 根据设计暴雨推求设计洪水时，宜选用推理公式法、综合瞬时单位线法、流域水文模型法等。各计算方法应符合下列要求：

1 采用推理公式法时，应根据设计流域自然地理特性、暴雨特性和下垫面条件等合理确定流域特征参数、暴雨参数和经验性参数。推理公式法应符合现行行业标准《水电工程设计洪水计算规范》NB/T 35046 的有关规定。

2 采用综合瞬时单位线法时，应根据设计流域降雨径流特性合理选择产流模型，根据设计流域集水面积、河长、比降、河道水力特性和下垫面条件等合理确定产、汇流参数。

3 采用流域水文模型法时，应根据设计流域自然地理、水文气象特征和资料条件等，选用恰当的流域水文模型。水文模型选定后，可通过建立模型参数与地理信息之间的定量关系，合理率定和优化模型参数。

5.3.4 根据邻近地区实测或调查洪水和暴雨资料，进行地区综合分析，计算设计洪水时，宜选用水文比拟法、经验公式法等。各计算方法应符合下列要求：

1 采用水文比拟法时，应选择与设计流域降雨、蒸发、集水面积、河流长度、河网密度、土壤类型、植被覆盖等产流和汇流条件相似且具有较长实测资料的邻近流域水文测站作为设计参证站。设计成果移用时，应考虑暴雨和洪水特性的差异，通过分析设计洪水的地区变化规律进行相应修正。

2 采用经验公式法时，应分析经验公式是否适用于设计流域。公式适用时，应根据设计流域的土壤、植被、水文地质、流域形态、降雨特性等确定经验公式的计算参数。

5.3.5 短缺洪水资料系列时的设计洪水成果应通过分析邻近地区成果的地区分布规律，并结合设计流域暴雨特性、洪水特性及洪水调查资料等进行合理性检查。

5.4 分期设计洪水计算

5.4.1 根据洪水季节变化规律、成因特点和施工设计要求等，宜将一年划分为 2 个～3 个分期，主汛期不应分期，各分期不应短于 1 个月。

5.4.2 分期洪水选样应在各分期内按最大值法选择。跨期选样时，跨期宜取 5d～10d，且各分期设计洪水成果不应跨期使用；不跨期选样时，应分析各分期内洪水出现的偶然性和洪水量级，确定各分期设计洪水成果的使用期范围。主汛期设计洪水应采用设计洪水成果。

5.4.3 有洪水资料系列时，应采用频率分析法计算各分期设计洪水。当设计依据站资料系列较长，且分期设计洪水标准为 5 年一遇及以下时，可根据经验频率曲线确定各分期设计洪水。

5.4.4 短缺洪水资料系列时，可采用水文比拟法估算工程设计断面的各分期设计洪水，并结合设计流域产、汇流的特性予以修正。根据工程设计需要，应开展各分期内的洪水调查工作。

5.4.5 各分期设计洪水成果应通过分析各分期洪水统计参数和同频率设计值的年内变化规律、各分期内的洪水特性和洪水调查资料等进行合理性检查。

6 泥　　沙

6.0.1 根据资料条件和工程设计要求，泥沙计算的主要内容应包括：

1 流域产沙、输沙特性分析。

2 多年平均悬移质输沙量、含沙量计算及其时程分配。

3 悬移质颗粒级配及矿物成分分析。

4 推移质输沙量计算。

5 泥沙成果的合理性检查。

6.0.2 有泥沙资料系列时，悬移质泥沙计算应符合下列要求：

1 悬移质泥沙系列长度不宜少于 20 年。

2 悬移质泥沙系列长度或代表性不足时，可进行插补延长。根据资料条件，插补延长可采用设计依据站流量与输沙率或含沙量相关、设计依据站与上下游或邻近流域参证站悬移质输沙率或含沙量相关等方法。

3 根据区间产沙特性，工程设计断面与设计依据站的区间悬移质输沙量可采用设计依据站含沙量和区间流量计算或采用区间输沙模数计算。

4 悬移质颗粒级配及矿物成分分析应采用设计依据站的测验资料分析计算确定。

6.0.3 泥沙资料短缺时，悬移质输沙量可采用输沙模数图法、水文比拟法、经验公式法等推算；颗粒级配及矿物成分宜取洪水期沙样进行分析。悬移质输沙量采用的计算方法应符合下列要求：

1 采用输沙模数图法时，应选用经省级以上行政主管部门审定的最新水文图集。应根据流域产沙调查资料分析输沙模数值的合理性。

2 采用水文比拟法时，应选择与设计流域水文气象、产沙特性

相似且具有较长实测资料的邻近流域的水文测站作为设计依据站。

3 采用经验公式法时，应分析经验公式的适用条件。

6.0.4 根据资料条件，推移质输沙量可采用输沙试验推算、输沙率公式计算、推悬比估算。

6.0.5 泥沙计算成果应通过分析流域暴雨洪水特性、泥沙来源等进行合理性检查。

6.0.6 泥沙淤积影响水库兴利效益或影响电站安全运行时，应编制泥沙观测规划方案，提出观测项目、观测要求、观测设施、仪器设备及人员编制，估算所需费用。

7 水位流量关系

7.0.1 根据工程设计需要，应拟定工程设计断面天然河道水位流量关系。

7.0.2 水位流量关系的水位高程系统应与工程的高程系统一致。

7.0.3 在工程设计断面附近河段应开展洪水和枯水调查、河道横断面和纵剖面测量，以及水位、流量、水面比降观测等工作。

7.0.4 工程设计断面河段有回水顶托、河道分流、冲淤变动等情况时，应分析计算受其影响的水位流量关系。

7.0.5 设计断面有实测水位、流量资料时，应直接拟定水位流量关系；设计断面有实测水位资料，且上下游断面有可供移用的流量资料时，应根据实测水位及移用流量资料拟定水位流量关系，或通过水位相关移用上下游断面水位流量关系。

7.0.6 设计断面及上下游短缺流量资料时，应开展水位观测、流量测验和洪枯水调查，并结合河道横断面、纵剖面、水面比降等资料，采用水力学公式计算水位流量关系。

7.0.7 水位流量关系的高水延长可选用史蒂文森法、水位面积关系与水位流速关系曲线法、水力学法等，并结合洪水调查成果综合确定；低水延长应以断流水位控制，并结合枯水调查成果综合确定。

7.0.8 水位流量关系应根据河段控制条件、河道断面特征，从曲线变化趋势以及相应的水位与流速、水位与糙率关系等方面进行合理性检查。

8 水面蒸发和冰情

8.1 水 面 蒸 发

8.1.1 水面蒸发计算的主要内容应包括多年平均水面蒸发量及其年内分配、水面蒸发成果的合理性检查。

8.1.2 水面蒸发资料系列长度不宜少于 10 年。根据资料条件和蒸发观测仪器类型，应选用不同方法计算水面蒸发量。

8.1.3 短缺水面蒸发资料时，可采用等值线图法或经验公式法估算水面蒸发量。

8.1.4 水库蒸发增损计算应根据水面蒸发量和陆面蒸发量分析确定。

8.2 冰　　情

8.2.1 冰情计算的主要内容应包括冰情特性分析、河流冰情特征值统计、工程冰情分析计算、冰情成果的合理性检查。

8.2.2 根据资料条件，河流冰情特征值应包括封冻和解冻时河流形势，岸冰、流凌、全河封冻出现时间，最早、最迟、多年平均结冰和融冰日期，封冻期最大冰厚，冰塞、冰坝和流冰大小及其危害。

8.2.3 河流冰情特征值统计采用的资料系列长度不宜少于 10 年。

8.2.4 短缺冰情观测资料时，可采用冰情特征图表法、经验公式法、热量平衡法等，并结合冰情调查成果估算冰情特征值。

8.2.5 工程冰情分析计算可采用水力学、热力学和水文学的原理与方法分析，短缺资料时可采用类比法估算。

9 水情自动测报系统

9.0.1 根据工程施工和运行需要，应论证建设水情自动测报系统的必要性。水情自动测报系统的主要内容应包括预报方案配置、遥测站网布设、通信设计、系统设备选型、土建工程设计、投资概算。

9.0.2 根据流域暴雨洪水特性，并结合工程施工和运行需要，应提出预报方案配置。

9.0.3 遥测站网布设应根据系统设计要求和水文预报方案精度要求等分析确定系统覆盖范围和遥测站网。

9.0.4 通信设计应根据流域自然地理特性、通信环境等确定通信方式、通信组网方案和工作体制。

9.0.5 系统设备选型应根据系统设计功能要求，提出设备性能指标要求和数量。

9.0.6 土建工程设计应根据系统建设要求，提出土建工程项目和工程量。

9.0.7 水情自动测报系统应编制系统投资概算，主要包括设备及安装工程费、建筑工程费、工程建设期水情测报运行服务费。

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1）表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

2）表示严格，在正常情况均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。

4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

《水电工程设计洪水计算规范》NB/T 35046

中华人民共和国能源行业标准

水电工程小流域水文计算规范

NB / T 35095 — 2017

条 文 说 明

制 定 说 明

《水电工程小流域水文计算规范》NB/T 35095—2017，经国家能源局 2017 年 3 月 28 日以第 6 号公告批准发布。

本规范编制过程中，编制组进行了广泛、深入的调查研究，认真总结水电工程小流域水文计算实践经验，制定了本规范。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定，《水电工程小流域水文计算规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

目　　次

1　总则……26
2　基本资料……28
2.1　基本资料搜集和整理……28
2.2　水文调查……28
2.3　基本资料复核和评价……30
3　气象……33
4　径流……34
4.1　一般规定……34
4.2　有径流资料的径流分析计算……35
4.3　短缺径流资料的径流分析计算……37
4.4　枯水径流分析计算……38
5　设计洪水……40
5.1　一般规定……40
5.2　有洪水资料的设计洪水计算……42
5.3　短缺洪水资料的设计洪水计算……43
5.4　分期设计洪水计算……47
6　泥沙……49
7　水位流量关系……51
8　水面蒸发和冰情……53
8.1　水面蒸发……53
8.2　冰情……53
9　水情自动测报系统……55

1 总　　则

1.0.1 小流域一般具有集水面积较小、受局地气候和下垫面影响突出等特点，多数小流域内无水文测站，基本资料较为匮乏，因此小流域水文计算难度较大，成果精度难以把握。为适应水电工程小流域水文计算的需要，在总结实践经验的基础上，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于小流域的水电站，大中型水电站涉及的枢纽工程区及施工、交通、环保、移民区等辅助工程和抽水蓄能电站的小流域水文计算。

1.0.3 小流域水文计算的工作内容包括：基本资料的搜集、整理、复核和评价，水文调查，气候特性分析和工程区气象要素统计，径流计算，设计洪水计算，泥沙计算，水位流量关系拟定，水面蒸发和冰情计算，水情自动测报系统设计。根据水电工程特性、工程设计要求和基本资料条件等具体情况，对小流域水文计算的工作内容和工作深度可酌情取舍。

1.0.4 基本资料是小流域水文计算的基础和主要依据，直接关系到水文计算采用的方法和成果精度，影响工程设计质量和工程安全，需要重视实测资料及各种水文信息的搜集、整理和复核。水文计算要重视和加强小流域水文调查、水文研究工作。

1.0.5 资料系列的可靠性、一致性和代表性是水文计算对基本资料的一般要求。资料系列的可靠性是水文计算成果精度的重要保证，在进行水文计算时需复核所用资料，以保证资料正确可靠。资料系列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，若上游修建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，对资料系列的代表性做出评价。

1.0.6 开展小流域水文计算时，根据小流域基本资料条件选用科学、实用的计算方法，避免盲目套用。对小流域水文计算过程中所依据的基本资料、计算方法及主要环节、采用的各种参数和计算成果，进行多方面分析检查，论证成果的合理性。

2 基 本 资 料

2.1 基本资料搜集和整理

2.1.1 根据工程设计需要进行基本资料搜集，针对具体工程可有所侧重和取舍。

流域集水面积、海拔高程、河流长度等一般可根据国家基本比例尺地形图进行量算或复核。当设计流域缺乏纸版大比例尺地形图时，也可根据基础地理信息数字测绘成果，包括数字高程模型、数字线划图等，量算流域及河道特征值。

2.1.2 对搜集的基本资料按测站或分项目整理，并进行初步的检查分析，以便及时发现问题，去伪存真，使掌握的基本资料具有可靠性。对于设计流域及相关流域水电水利工程的设计资料、区域综合分析研究成果及其配套查算图表等有关资料，明确其使用时间或是否被现有资料代替，当设计资料更新或水文分析研究成果经过修订以后，需搜集和采用最新的基本资料。

2.2 水 文 调 查

2.2.1 水文调查是为弥补基本水文站网定位观测的不足，采用查访、考证、勘测等方式扩大资料收集范围和提供专项水文资料的工作。根据调查目的，水文调查可分为流域基本情况调查、水量调查、暴雨调查、洪水调查、枯水调查、产沙调查、冰情调查等。小流域水文计算需根据工程设计要求和资料条件，开展相应的水文调查工作。干旱地区、冰雪融水地区、岩溶地区、平原河网地区或感潮河段需根据其特殊的水文特性进行水文调查。

2.2.2 暴雨调查对设计暴雨计算、设计洪水计算及暴雨和洪水成

果的合理性分析均具有重要作用。暴雨调查的目的是弥补雨量站网观测资料的不足和延长暴雨资料系列，调查方法主要是访问、考察、查勘、测量、向有关单位搜集各种历史文献资料和前人调查记录及分析研究报告等。在设计流域和邻近流域开展暴雨调查时，可通过当地居民空旷露天放置的生产、生活用具等容器所承接的雨水数量来推算暴雨量或暴雨量级，并根据洪水灾害出现的地点，通过现场调查和访问，了解暴雨的起讫时间、暴雨强度和时程分配，暴雨中心位置、走向、分布和大于某一量级暴雨的笼罩面积，雨前及当时的天气现象和暴雨成因，暴雨对生产和民用设施的破坏和损失情况等。暴雨重现期可根据当地居民的亲身经历和传闻、历史文献文物的考证等分析确定。进行暴雨调查时，每个调查点一般要调查两个以上的暴雨数据，以便根据实际情况评定其可靠程度。

2.2.3 洪水调查是对历史上出现过的和近期发生的大洪水进行调查和计算。洪水发生时间是确定洪水重现期的重要依据，可结合对群众生活影响较大的事件和文献记载查访确定。洪水痕迹调查是对人工刻记及所遗留的水迹、泥印等一切能够代表最高洪水位所达位置标志的调查和高程测量。洪水成因调查的目的是确定洪水类别，有的大洪水是由于地震造成山崩、堵塞河道而后溃决或上游水库失事溃决造成的，北方河流有因冰坝、冰塞壅高水位或溃决形成洪水，这些均要和暴雨洪水或融雪洪水区分开。洪水历时及涨落变化可通过对群众当时受洪水威胁情况所定洪水涨落所达位置和相应时间的调查来推估。河床组成及河道冲淤变化调查是在洪水流量计算中确定过水面积、比降、糙率等水力因素的依据，对于多沙和断面冲淤变化较大的河流尤为重要。洪峰流量和洪水总量推算可根据调查得到的洪痕点分布及调查河段的水力特性条件，选用比降法、水面曲线法等计算洪峰流量，并根据调查或文献考证所得的洪水位涨落过程，通过该河段所建立的水位流量关系，推求出流量过程线，据此计算各时段洪量。洪水灾情及

有关洪水记载的文献、文物对确定洪水量级、洪水重现期等具有重要作用，需广泛收集、调查和详细分析。

2.2.4 枯水调查是为弥补实测枯水资料的不足，对未实测到的河流最低水位和最小流量进行实地调查和计算。调查工作一般在枯水期开展，调查地点一般在尽量靠近永久建筑物或设施、居民点较多的河段进行，且河道较顺直、水流较稳定、断面冲淤变化不大及人类活动影响相对较小。根据枯水痕迹的分布情况及河段的水力特性等，枯水流量推算可选用下列方法：调查河段有实测水位流量资料时，采用水位流量关系低水外延法、上下游相关法或退水曲线法进行推算；调查河段没有实测水位流量资料时，采用实测大断面、枯水水面线资料及河道糙率，由水力学公式进行推算；设计流域枯水调查条件较差，而邻近流域具有较好的枯水调查资料时，采用水文比拟法进行推算。

2.2.5 小流域内一般较少开展泥沙测验工作，输沙量需要通过间接方法或经验方法确定。由于产沙与流域内地质构造、植被、人类活动影响等因素密切相关，往往相邻流域产沙条件也可能差异很大，因此需重视流域产沙调查，以便了解设计流域及参证流域的产沙条件，合理选择输沙量推求方法和相关参数。滑坡、泥石流等地质灾害是潜在的泥沙来源，需对其可能进入河道的数量和危害做出估计。已建或在建工程的拦沙或引水分流分沙对下游河道输沙特性产生影响时，需调查和分析其影响程度及河流泥沙的演变趋势。

2.3 基本资料复核和评价

2.3.1 流域及河道特征、气象、水位、流量、泥沙、水文研究成果等基本资料是小流域水文计算的依据，需予以重视和认真检查。观测精度较差或各类极值、特异值资料等可能会对小流域水文计算成果的精度造成明显影响，需进行重点复核。人类活动可引起小流域下垫面条件的迅速变化，从而改变小流域的产流、产沙和

汇流、输沙条件，使水文资料的一致性受到破坏，因此人类活动对小流域径流情势的影响也要重点复核。对资料复核过程中发现的问题，若是水文测验允许误差或对水文计算成果影响甚小时，可不改正；情况不明时，可暂时不改；基本资料明显错误或存在影响较大的系统性偏差时，需进行改正，并书写报告建档备查。

2.3.2 设计断面、设计依据站和参证站的集水面积、河流长度和河道平均比降是最基本的流域及河道特征资料。采用旧版或比例尺过小的地形测绘成果复核小流域的流域及河道特征时，可能会造成较大的量算误差，因此需采用最新的地形测绘成果，并参考表 2-1 选用适当比例尺的地形图进行量算。

表 2-1 小流域地形特征值量算地形图比例尺

小流域集水面积 A（km^2）	地形图比例尺
$A>100$	1:100 000
$10\leqslant A<100$	1:50 000～1:100 000
$5\leqslant A<10$	1:25 000～1:50 000
$1\leqslant A<5$	1:10 000～1:50 000
$A<1$	1:5000～1:10 000

当小流域缺乏纸版大比例尺地形图时，可根据基础地理信息数字测绘成果，包括数字高程模型、数字线划图等，利用地理信息系统技术提取和复核流域及河道特征值。其中，数字高程模型的应用较为普遍，其分辨率数值越小，分辨率就越高，刻画的地形程度就越精确。目前我国已经完成了 1:50 000 地形图的数字高程模型数据库建设。

2.3.3 降水、蒸发中的不合理资料或特异值，可从观测场地、仪器类型、观测时段等方面检查。

2.3.4 水尺位置、高程系统、水尺零点、观测幅度的变动，易产生水位资料的差错，特别是极值水位、早期资料、断面冲淤变化

较大和受人类活动影响显著的资料观测精度相对较差，水位资料复核时要重点检查。

2.3.5 浮标法测流、借用断面或外延的水位流量关系曲线推流，均可能影响流量资料的精度。因此，可用测验精度较高的资料对浮标系数、水面流速系数、借用断面和水位流量关系曲线的合理性等进行检查。

2.3.6 受泥沙运动特性、泥沙测验方法、仪器设备等条件影响，泥沙资料存在一定的误差，有时还可能出现错误，因此泥沙资料复核需要分析多沙年份和测验精度较差的资料。对发现有重大问题的泥沙资料应进行修正，无法修正时可以舍弃不用。

2.3.7 随着我国水文站网的逐步完善和基本资料的不断积累，先后对多项水文调查资料和区域综合分析研究成果及其配套查算图表进行过补充和修订，因此选用该类水文研究成果时，要了解其适用范围、采用资料年限和分析计算方法。在水文研究成果使用资料系列的截止年份后，当区域内有新增实测水文资料时，需要采用最新资料分析该地区的水文规律，并检查现有水文研究成果是否能够准确地反映该地区的水文规律。

3 气　　象

3.0.2　我国气候类型依海陆和季风影响分为大陆性、海洋性气候和季风气候；依冷暖程度分为热带、副热带、暖温带、温带和寒温带气候；依干湿程度分为湿润、半湿润、半干旱和干旱气候；依地理景观分为高原、山地、雨林、草原、沙漠等气候。

3.0.3　一般情况下，工程区无实测气象资料，无法直接统计工程区气象要素，可选用邻近且自然地理条件相似的气象台、站实测资料分析确定。当气象台、站与工程区由于地理位置、海拔高程等明显不同，造成气象要素存在较大差异时，需要考虑这些影响因素进行成果修正。

3.0.4　对气象资料系列长度不宜少于30年的要求，是基于气象要素的多年变化特性和现实资料条件提出的。

3.0.6　部分气象要素在小流域水电工程的设计、施工和运行管理过程中具有重要作用，如抽水蓄能电站上游水库的气温、降水、蒸发等，当设计流域和邻近地区无气象测站或资料代表性不足，且工程设计需要时，需要在工程区设立专用气象站点或增加气象观测项目。

4 径　　流

4.1 一 般 规 定

4.1.1 本条款规定了径流分析计算的主要内容。

1 径流特性着重分析径流补给来源、补给方式、径流量、径流年内丰枯变化规律和年际变化幅度等。其中，补给来源包括降雨、冰雪融水、地下水等，径流量可用流量、径流量、径流深、径流模数等表示。

2 径流是确定工程规模和水资源利用程度的重要指标，径流计算包括推求多年平均年、期径流量和符合工程设计频率的年、期径流量，并分析确定年、期径流量的时程分配。年、期径流量泛指年、丰水期、枯水期、月和旬等统计时段的径流量。

3 枯水径流是确定水电站保证出力和制约移民工程供水规模的重要因素，枯水径流计算包括推求多年平均和符合工程设计指定频率的最小流量、最小日平均流量、最枯时段径流量及其时程分配。

4.1.2 径流分析计算要求径流系列具有随机特性，天然情况下的径流系列和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的实测径流系列能够满足要求。

4.1.3 冰雪融水对径流有明显的调节作用，冰雪融水径流占较大比重时，径流受气温变化影响有明显的日周期变化，与降雨补给地区的径流特性有较大差异。岩溶地区一般地下水系比较发育，地表分水线和地下分水线不吻合，地表水和地下水相互交换，与闭合流域相比，径流系数和径流年内分配差异明显。冰雪融水补给地区或岩溶地区需根据其特殊的径流特性进行径流计算。

4.2 有径流资料的径流分析计算

4.2.1 随着各类水电水利工程的兴建、水土保持措施的逐步实施，以及泥石流、垮山堵河等情况发生，使径流及其过程发生明显变化，改变了径流资料的一致性时，需将受影响的径流资料还原至天然状况。根据资料条件和计算精度要求，径流还原计算可以选用分项调查法、多元分析法和降雨径流关系法等。其中，分项调查法是径流还原计算的基本方法，可用水量平衡方程式表示，当各分项调查资料较为充分时，能够取得较好的还原计算成果；多元分析法是指采用人类活动影响甚微的早期资料建立天然径流量与其主要影响因子间的多元回归方程，然后代入人类活动影响较大的后期影响因子资料计算相应的天然径流量；降雨径流关系法是根据降雨及其形成径流的影响因素计算每次降雨的径流量及其过程的方法，通常可分为降雨径流相关法和水文模型法两类。对还原计算成果进行合理性检查时，可从单项指标和分项还原水量是否合理、上下游和干支流水量是否平衡以及降雨径流关系变化是否合理等方面进行分析。

4.2.2 实测径流系列长度不足 30 年或虽有 30 年但系列代表性不足时，在保证精度的前提下尽量延长系列。当水位流量关系稳定时，采用水位资料插补延长径流系列；当上下游或邻近相似流域的参证站流量资料系列较长，与设计依据站有一定的同步观测系列且相关关系较好时，采用参证站流量资料插补延长设计依据站径流系列；当设计流域或自然地理条件相似流域的降雨径流关系较好时，采用较长的降雨资料插补延长径流系列。进行相关插补时，外延幅度过大可能导致较大误差，一般不超过实测变幅的 50%，相关关系较好时，外延幅度可适当放宽。对插补延长的径流资料，需从径流系数、径流模数和水量平衡等方面进行合理性检查。

4.2.3 一般来说，总体是未知的，样本容量越大时，样本所包含

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。因此，采用可靠的、足够长的天然或径流形成条件一致的径流系列，才能较全面地反映出径流的总体特征。当径流系列的统计参数趋于稳定且包含丰、平、枯水年或年组时，表明该系列的代表性较好。设计依据站径流系列较长时，可采用均值的累积平均、滑动平均曲线分析其代表性，也可采用差积曲线分析该系列是否包含完整的变化周期，是否处于径流的偏大或偏小时期，以及丰、平、枯和连续丰、枯水径流组成等，评价径流系列的代表性。设计依据站径流系列较短，上下游或邻近自然地理条件相似地区的参证站有较长的径流或降水资料时，可通过分析参证站与设计依据站相应的径流或降水系列的代表性，评价设计依据站径流系列的代表性。

4.2.5 当工程设计断面和设计依据站集水面积相差超过15%，或虽不超过15%但区间径流形成条件差异较大时，除考虑按面积比修正外，还需考虑降水和径流系数等因素进行修正，推算工程设计断面的径流成果。根据资料条件和水电工程调蓄计算要求，工程设计断面的径流成果可采用长系列或代表年，计算时段可采用月、旬或日。计算代表年径流量的年内分配时，典型年宜按丰、平、枯水分别从测验精度较高的实测年径流系列中选取，其水量需与设计值接近，且水量年内分配对工程未来运行较为不利。

4.2.6 径流成果遵循水量平衡原理，因此可根据上下游、干支流径流量进行对照分析，检查设计成果的合理性。由于水文现象与地理因素之间常存在着一定的内在联系，水文统计参数多呈地理分布规律，因而可通过分析设计流域及邻近地区径流统计参数的变化规律检查其合理性。当上下游地区降雨和产、汇流条件相似时，C_v值从上游至下游递减；当上下游地区降雨和产、汇流条件不同时，C_v值变化情况较为复杂，需结合设计流域的具体情况，加以分析判断。还可结合设计流域下垫面条件分析径流随降雨年内分配、年际变化、地区分布趋势的变化规律等，检查成果的合理性。

4.3 短缺径流资料的径流分析计算

4.3.1 短缺水文资料是指缺乏实测资料或虽有短期实测资料但无法进行插补延长的情况。小流域内影响径流的因素比较复杂，当短缺径流资料系列时，径流计算只有通过间接途径推求，成果的精度难以把握，需按照多种方法、综合分析、合理选用的原则确定工程设计断面的径流成果。

4.3.2 本条款规定了短缺径流资料时的径流分析计算方法。

1 等值线图法是根据水文特征值的分区性地理分布规律，绘制水文参数随地理坐标发生连续均匀变化的等值线图，用于短缺水文资料地区水文计算的一种方法。我国各省区编制的水文手册中均列有径流统计参数等值线图和径流年内分配模型，依此可查算工程设计断面的径流统计参数和时程分配比例，计算其径流成果。

2 水文比拟法是将参证流域某一水文特征参数、分析成果直接或经过修正后移用于设计流域的一种方法。这种移用是以设计流域和参证流域内影响该水文特征值的各项因素相似为前提，因此使用本方法的关键在于选择恰当的参证流域，可通过历史上旱涝灾情调查和气候成因分析，查明两个流域气候条件的一致性，并通过流域查勘及有关地理、地质资料，论证两者下垫面条件的相似性。另外，参证流域与设计流域集水面积也不宜相差太大。

3 径流系数法是指设计流域降雨系列较长，并具有较好的代表性，且降雨径流关系较好时，采用降雨资料计算径流量及其时程分配的一种方法。径流系数法的关键在于根据设计流域的产、汇流特性确定合理的径流系数。

4 经验公式法是以某一地区水文特征值与其影响因素之间的定量关系为基础，根据设计流域的具体条件计算工程设计断面水文成果的一种方法。采用地区经验公式推求设计成果时，一般首先分析经验公式的适用条件，然后研究是否可用于设计流域，盲目机械地搬用经验公式常会导致错误的成果。

5 流域水文模型法是将复杂水文现象和水文规律加以概化，通过建立具有一定物理意义的数学物理模型，模拟流域水文过程的一种方法。国内外开发研制的水文模型众多，结构各异，按照模型构建的基础，流域水文模型可分为物理模型、概念性模型和系统理论模型三类。流域水文模型参数的取值与设计流域气候、地形、地貌、土壤、植被等自然地理特征密切相关，直接决定了流域水文模型计算成果的精度。为合理确定流域水文模型参数，需在设计流域实测水文资料的基础上，结合本流域的自然地理特征，进行参数率定和调整。

6 地区综合分析法是根据工程所在区域及邻近地区内与设计流域自然地理条件相似的各水文测站的流量资料，在双对数格纸上绘制地区综合关系线，用于推求工程设计断面水文成果的一种方法。地区综合分析法也常用于设计成果的合理性检查。

4.3.3 短缺径流资料系列时，着重分析设计流域径流成果是否符合本地区径流成果的变化规律，当径流成果与本地区设计成果差异较大时，结合设计流域自身的降水、蒸发等气候特性，地形、地貌、土壤、植被等下垫面条件，历史旱涝现象、历年来水水平等水文调查资料，检查设计成果的合理性。

4.4 枯水径流分析计算

4.4.1 为满足工程发电、供水、环保等设计要求，需进行枯水径流计算。枯水径流计算内容和统计时段根据资料条件和设计流域径流特性综合分析确定。

4.4.2 枯水径流资料系列包含零值项时，其频率计算方法主要有直接计算法、间接计算法和经验法。直接计算法是指忽略系列零值项，按正常频率计算方法计算，若点据呈负偏分布，可用已有的 P-III 型负偏离均系数表计算设计值，也可用 P-III 型正偏离均系数变换计算。间接计算法是指先将非零值项系列进行频率计算，再按非零值项的系列长度占全系列长度之比缩减频率。经验法是

指按枯水径流点据进行经验配线。

4.4.3 枯水径流分区图法是根据工程所在地区多年枯水径流资料进行综合分析，绘制枯水径流分区图，并确定各区相应的计算参数，据此推求工程设计断面枯水径流成果的一种方法。如四川省根据枯水实测资料和调查资料绘制了枯水流量分区图，对解决短缺流量资料地区的枯水径流计算具有一定的实用价值。小流域内影响枯水径流的因素错综复杂，尤其地质、地貌、河床切割深度、流域闭合情况等下垫面条件和人类活动影响较为突出，当短缺枯水径流资料时，枯水径流计算误差相对较大，因此需根据工程设计需要和对枯水径流成果的精度要求，结合设计流域的实际情况，在工程设计断面河段开展现场查勘、枯水调查和枯水测验等工作，以修正枯水径流计算成果。

4.4.4 枯水径流受局部地区自然事件和人类活动的影响较大，需侧重对设计流域下垫面条件和人类活动影响进行分析，检查设计成果的合理性。

5 设 计 洪 水

5.1 一 般 规 定

5.1.1 本条款规定了设计洪水计算的主要内容。

1 洪水特性着重分析洪水成因，洪水季节性变化规律，洪水发生时间、频次和年际变化幅度，洪水历时及涨落变化特征，洪水过程线形状等。

2 设计洪水是工程设计的重要依据。设计洪水计算包括推求多年平均和设计标准、校核标准及指定频率的年最大洪峰流量、不同时段洪量，以及工程设计标准、校核标准及指定频率的洪水过程线。

3 分期设计洪水是合理确定汛限水位，缓减防洪与兴利矛盾，计算水库回水，确定淹没范围，确定工程围堰、导流、泄洪等临时工程规模，制订施工进度计划的重要依据。分期设计洪水计算一般包括推求多年平均和符合工程设计指定频率的分期洪峰流量，根据具体工程的设计需要和资料条件，分期设计洪水计算还需推求符合工程设计指定频率的分期时段洪量和分期洪水过程线。

5.1.3 历史洪水资料能够增加稀遇洪水的信息，弥补实测洪水系列较短的不足，有利于提高洪水系列的代表性和设计洪水计算成果的精度，设计洪水计算需重视和充分利用历史洪水资料。目前，我国有些河流已开展过历史洪水调查，取得了较好的调查成果，为确保历史洪水资料的可靠性，在使用前需对资料整编情况进行全面了解，对历史洪水调查成果进行认真检查，并重点复核历史洪水计算方法是否适当、各项计算参数是否合理等。多数小流域

内历史洪水调查资料较为稀缺，根据工程设计要求和设计洪水计算需要，在小流域设计依据站河段和工程设计河段补充开展历史洪水调查工作，采用多种方法推求历史洪峰流量和洪水总量，并根据历史文献、文物等资料分析考证历史洪水的重现期。

5.1.5 校核标准洪水是合理确定工程规模，保证工程本身及下游防护对象防洪安全的设计依据。对于工程规模较大或承担下游地区防洪任务的重要工程，当洪水、暴雨资料短缺或资料系列的代表性不足，没有历史调查洪水资料，造成校核标准洪水计算成果有偏小可能时，需在计算成果的基础上加安全修正值。

5.1.6 由于上游水库工程对洪水具有调节作用，改变了下游工程设计断面天然洪水的洪峰流量、时段洪量及时程分配，需分析计算受上游水库影响后的设计洪水，作为工程防洪设计的依据。根据洪水资料条件，可采用典型年法或同频率地区组成法，拟定工程设计断面设计洪水的地区组成情况，然后进行上游水库的洪水调节计算，将下泄洪水与区间洪水叠加推求受上游水库影响后设计断面的设计洪水，并从中选取对工程安全不利的组合成果。

5.1.7 干旱地区暴雨强度大、持续时间短、笼罩面积小，部分产流和部分汇流现象比较普遍，洪水过程短促，陡涨陡落。冰雪融水地区当融冰雪洪水占有较大比重时，洪水过程受气温变化影响具有明显的日周期变化，洪水历时较长，过程相对平缓。岩溶地区地下水系比较发育，地表分水线和地下分水线不吻合，地表水和地下水相互袭夺、漏失，尤其伏流暗河区具有明显的控泄、滞洪作用。平原河网地区地势平坦，河网纵横交错，水流方向往复不定，汇流条件复杂多变，致使洪水涨落缓慢，峰形较为扁平。感潮河段洪水位受洪水波运动和潮汐顶托的双重影响，洪水情势较为复杂。干旱地区、冰雪融水地区、岩溶地区、平原河网地区或感潮河段需根据其特殊的洪水特性计算设计洪水。

5.2 有洪水资料的设计洪水计算

5.2.1 流量叠加法是指当设计依据站上游有分洪、滞洪、决口等情况时，将分洪、滞洪、决口河段上游干支流参证站的实测流量过程分别演算到设计依据站断面，与区间洪水过程叠加，推求设计依据站天然洪水过程的方法。暴雨径流法是指利用早期产、汇流条件未受影响时的天然洪水和暴雨资料分析求得产、汇流参数，然后根据受影响较大的后期实测暴雨资料，采用推理公式、河槽汇流曲线等推求天然洪水过程的方法。

5.2.2 实测洪水系列长度不足 30 年或实测期内有缺测年份时，为使洪水系列具有代表性和连续性，需要进行插补延长。当设计依据站有较长的水位资料，且该站水位流量关系较稳定时，根据水位流量关系由水位资料插补延长洪水资料；当上下游或邻近相似流域的参证站有较长实测资料，且与设计依据站同步资料的相关关系较好时，采用参证站的流量资料插补延长设计依据站的洪水系列；当设计依据站的洪峰流量和时段洪量之间或不同时段洪量之间的相关关系较好时，采用峰量相关或洪量相关相互插补延长所需年份的洪水资料；当设计流域暴雨资料系列较长，且暴雨和洪水相关关系较好时，采用暴雨资料插补延长洪水资料。进行相关插补时，为减小计算误差，外延幅度不宜过大。

5.2.4 受河槽调蓄、区间流量加入等因素影响，洪水在传播过程中不断发生着坦化和变形，同一河流不同位置处的洪水过程可能存在明显区别，因此根据设计依据站推算工程断面的设计洪水时，需考虑区间与设计依据站以上流域暴雨和洪水特性的差异，并在分析洪水变化规律的基础上推求设计成果。

5.2.5 设计洪水是确定工程水工建筑物规模的重要依据，需在分析设计流域洪水成因和洪水过程特征的基础上，从实测资料中选取资料可靠、洪水较大、具有代表性、对工程防洪较不利的洪水过程作为典型洪水过程线，依此放大推求设计洪水过程线。根据

工程防洪设计要求和流域洪水特性，放大方法选用同频率放大法或同倍比放大法。其中同频率放大法是用同一频率的设计洪峰流量和各时段设计洪量控制放大典型洪水过程线的方法；同倍比放大法是按设计洪峰流量或某一时段设计洪量控制，以同一倍比放大典型洪水过程线的方法。

5.2.6 设计洪水统计参数具有地理分布规律，通过对比设计流域上下游、干支流及邻近地区设计洪水统计参数，检查设计洪水成果的合理性。当上下游地区气候、地形等条件相似时，年最大洪峰流量和各时段洪量的 C_v 值自上游向下游递减，当上下游地区气候、地形等条件不一致时，C_v 值变化情况较为复杂，需结合设计流域的具体情况，加以分析判断。此外，还可结合设计流域下垫面条件分析设计洪水随暴雨强度、暴雨历时、暴雨地区分布的变化规律等，检查设计成果的合理性。

5.3 短缺洪水资料的设计洪水计算

5.3.1 小流域内影响设计洪水的因素比较复杂，当短缺洪水资料系列时，设计洪水计算只有通过间接途径推求，成果的精度难以把握，需按照多种方法、综合分析、合理选用的原则确定工程断面的设计洪水成果。

5.3.2 当暴雨资料系列短缺且流域面积较小时，可采用等值线图法计算各种历时的设计点暴雨量，并根据设计点暴雨量和暴雨点面关系计算设计面暴雨量，暴雨点面关系可以采用本地区综合的定点定面关系，并应考虑不同历时的差别；当流域面积很小时，也可将设计点暴雨量直接作为流域设计面暴雨量。

5.3.3 规定了短缺洪水资料时的设计洪水计算方法。

1 推理公式法是把小流域内产、汇流条件均匀概化以后，根据暴雨资料间接推求设计年最大洪峰流量的一种方法。目前，我国水电工程一般采用水利水电科学研究院提出的推理公式计算方法。采用推理公式法推求设计年最大洪峰流量，可按公式（1）、

公式（2）计算：

$$Q_m=0.278\frac{\Psi S}{\tau^n}F \tag{1}$$

$$\tau=0.278\frac{L}{mJ^{1/3}Q_m^{1/4}} \tag{2}$$

式中：Q_m ——年最大洪峰流量（m^3/s）；

Ψ ——洪峰径流系数；

S ——最大时雨量（mm/h）；

n ——暴雨递减指数；

F ——设计断面以上的流域集水面积（km^2）；

L ——自设计断面起沿主河道至分水岭的最长距离（km），包括主河道以上沟形不明显部分坡面沿流程的长度；

J ——沿长度 L 的河道平均比降，以小数计；

τ ——流域汇流时间（h）；

m ——汇流参数。

全面汇流条件下，Ψ 可按公式（3）计算；部分汇流条件下，Ψ 可按公式（4）和公式（5）计算：

$$\Psi=1-\frac{\mu}{S}\tau^n \qquad \tau<t_c \tag{3}$$

$$\Psi=n\left(\frac{t_c}{\tau}\right)^{1-n} \qquad \tau\geqslant t_c \tag{4}$$

$$t_c=\left[(1-n)\frac{S}{\mu}\right]^{\frac{1}{n}} \tag{5}$$

式中：μ ——损失参数，即产流历时内流域平均入渗强度（mm/h）；

t_c ——产流历时（h）。

推理公式法中需要定量的参数可分为流域特征参数、暴雨参数、经验性参数三类。流域特征参数包括集水面积 F、河流长度

L 和河道平均比降 J。集水面积 F 和河流长度 L 需在 5 万分之一或更大比例尺的地形图上量取，河道平均比降 J 可按公式（6）计算：

$$J=\frac{\Sigma(Z_{i-1}+Z_i)l_i-2Z_0L}{L^2} \qquad i=1，2，\cdots，n \tag{6}$$

式中：Z_i——自设计断面起沿主河道的比降变化特征点高程（m）；

Z_0——设计断面处的比降变化特征点高程（m）；

l_i——比降变化特征点之间的距离（km）。

暴雨参数包括暴雨递减指数 n 和最大时雨量 S。暴雨递减指数 n 可根据实测暴雨资料分析计算，或查当地水文手册确定。在不同的降雨历时 t（$0<t\leqslant 24$）范围内，可将 n 值分段概化。最大时雨量 S 可按公式（7）计算：

$$S=\frac{H_t}{t^{1-n}} \tag{7}$$

式中：t ——降雨历时（h）；

H_t——历时 t 的最大面降雨量（mm）。

经验性参数包括损失参数μ和汇流参数 m。损失参数μ和汇流参数 m 可根据流域下垫面条件和暴雨洪水资料等分析确定。无资料时，汇流参数 m 值可按表 1 确定，对于集水面积小于 $10km^2$ 的设计流域，还可参照所在地区特小流域汇流参数变化规律进行计算。

表 1　汇流参数 m 值

类别	雨洪特性、河道特性、土壤植被条件	$m\sim\theta=\frac{L}{J^{1/3}}$			
		θ=1~10	θ=10~30	θ=30~90	θ=90~400
I	雨量丰沛的湿润山区，植被条件优良，森林覆盖度可高达 70%	0.20～0.30	0.30～0.35	0.35～0.40	0.40～0.80

续表 1

类别	雨洪特性、河道特性、土壤植被条件	$m\sim\theta=\frac{L}{J^{1/3}}$			
		θ=1~10	θ=10~30	θ=30~90	θ=90~400
I	以上，多为深山原始森林区，枯枝落叶层厚，壤中流较丰富，河床呈山区型大卵石、大砾石河槽，有跌水，洪水多呈缓落型	0.20～0.30	0.30～0.35	0.35～0.40	0.40～0.80
II	南方、东北湿润山丘区，植被条件良好，以灌木林、竹林为主的石山区或森林覆盖度达 40%～50%或流域内以水稻田或优良的草皮为主，河床多砾石、卵石，两岸滩地杂草丛生，大洪水多为尖瘦型，中小洪水多为矮胖型	0.30～0.40	0.40～0.50	0.50～0.60	0.60～0.90
III	南、北方地理景观过渡区，植被条件一般，以稀疏林、针叶林、幼林为主的土石山丘区或流域内耕地较多	0.60～0.70	0.70～0.80	0.80～0.90	0.90～1.30
IV	北方半干旱地区，植被条件较差，以荒草坡、梯田或少量的稀疏林为主的土石山丘区，旱作物较多，河道呈宽浅型，间隙性水流，洪水陡涨陡落	1.00～1.30	1.30～1.60	1.60～1.80	1.80～2.20

在推理公式法的基础上，我国各省区结合实测暴雨洪水资料对部分计算参数进行了分析定量，并逐渐形成了一套适用于不同地区的小流域暴雨洪水计算方法，现已刊印在各省区编制的水文手册、暴雨洪水计算手册等水文研究成果中。

采用推理公式法推求设计年最大洪峰流量后，时段洪量 W 可根据设计暴雨成果按公式（8）计算，设计洪水过程线可采用概化过程线计算。

$$W=0.1hF \tag{8}$$

式中：W——时段洪量（万 m^3）；

h——由设计暴雨形成的径流深（mm）。

2 瞬时单位线是指无限小时段内流域上均匀分布的单位净雨所形成的地面径流过程线，1957 年 J.E.Nash 推导出瞬时单位线的数学方程，并提出根据暴雨洪水资料采用矩法确定单位线参数、单位线时段转换等一整套方法。不同流域，瞬时单位线的形状各异。通过对地区内相似流域的瞬时单位线进行综合分析，建立瞬时单位线汇流参数与流域自然地理因子之间的相关关系或经验公式，可求得地区综合瞬时单位线，用于无洪水资料流域的设计洪水计算。

3 流域水文模型以水文系统为研究对象，根据降雨和径流在自然界的运动规律建立数学模型。目前，国内外开发研制的水文模型众多，结构各异，水文模型因设计流域自然地理、水文气象特征和资料条件等变化而具有不同的应用效果，因此针对不同的要求和边界条件，需选用恰当的流域水文模型推求工程断面的设计洪水。

5.3.5 短缺洪水资料系列时，着重分析设计流域设计洪水成果是否符合本地区设计洪水成果的变化规律，当设计成果与本地区成果差异较大时，需结合设计流域自身的暴雨强度、暴雨历时、洪水涨落过程、洪水灾害的影响范围及程度、下垫面条件、洪水调查资料等，检查设计洪水成果的合理性。

5.4 分期设计洪水计算

5.4.1 年内各期的洪水存在随季节性变化的特性，为保证各分期洪水系列具有一致性和代表性的要求及分期设计洪水的精度，分期不应太短，一般不宜短于 1 个月。洪水分期拟定时，可通过最大流量散布图拟定分期时段。

5.4.2 分期的起讫日期，需根据流域洪水的季节变化规律，并考虑设计需要确定。由于洪水出现的偶然性，各年分期洪水的最大值不一定正好在所定的分期内，可能往前或往后错开几天，因此在用分期年最大值选样时，有跨期和不跨期两种选样方法。跨期

选样时，为了反映每个分期的洪水特性，跨期选样的日期不宜超过 5d～10d。不跨期选样时，若一次洪水过程位于两个分期，则视其洪峰或时段洪量主要位于何期，即作为该期的样本而不重复选样。

5.4.3 分期设计洪水成果精度与洪水资料系列长度、设计标准的大小密切相关。在本规范中，洪水频率分析要求资料系列长度不宜少于 30 年，资料系列越长，样本容量就越大，对总体的代表性越好，分期设计洪水标准为 5 年一遇及以下时，经验频率计算成果的抽样误差相对较小，成果精度较高。

5.4.4 采用水文比拟法估算工程断面的分期设计洪水时，可根据工程断面设计洪水成果，按照参证水文站设计洪水与各分期设计洪水的比值，推求工程断面的各分期设计洪水成果。

5.4.5 分期设计洪水的年际变化较大，分期内的历史洪水调查与考证难度较大，特别是系列较短时，分期洪水频率计算成果的抽样误差一般比设计洪水计算的抽样误差大。需将各分期洪水的均值及各种频率的设计值绘于同一分布图上，分析季节或分期变化规律，并与设计洪水成果加以比较。在使用范围内，各分期洪水不允许与设计洪水的频率曲线相互交叉，分期洪水设计值不能超过设计洪水值。

6 泥　　沙

6.0.1 本条款规定了泥沙计算的主要内容。

1 工程以上流域内干、支流水文站有泥沙资料时，根据干、支流水文站的泥沙资料，分析计算流域产沙地区分布、特性和成因，分析流域产沙发展趋势。若流域内短缺泥沙资料，可以通过调查进行定性分析。库区内的滑坡、塌岸是潜在的泥沙来源，需对其可能滑入库内的数量及危害性做出估计。上游已建、在建水电水利工程等对下游河道输沙特性产生影响时，需分析其影响程度。

6.0.2 本条款规定了有泥沙资料系列时悬移质泥沙计算需符合的要求。

2 悬移质泥沙系列较短时需进行代表性分析，可以根据资料条件采用下列方法：径流系列较长且水沙关系较好时，可分析径流相应短系列的代表性，评价泥沙系列的代表性；上下游或邻近相似流域参证站有较长悬移质泥沙系列时，可分析参证站相应短系列的代表性，评价设计依据站泥沙系列的代表性。

3 当设计断面至设计依据站区间为非主要产沙区时，可采用设计依据站含沙量和区间流量计算；当设计断面至设计依据站区间为主要产沙区时，可采用区间输沙模数计算。

4 分析悬移质矿物成分的沙样，可以利用设计依据站已有的洪水期沙样，亦可以采集坝址洪水期沙样。为使矿物成分分析成果具有代表性，需选取多场洪水过程的沙样进行分析。

6.0.4 推移质泥沙问题严重的工程，推移质输沙量需通过推移质输沙试验分析确定。采用推移质输沙率公式计算时，需根据公式的适用条件和范围选用，并用工程所在河流或相似流域的水库实

测资料或试验资料，检验和修正经验公式中的参数。采用推移质与悬移质输沙量比例关系估算时，可利用工程所在地区相似河流或水库的测验资料分析确定。

7 水位流量关系

7.0.1 在工程设计中需要确定设计断面下游处和厂房尾水处河道断面水位流量关系，主要是为了确定天然设计断面洪水位及电站尾水位的需要。设计河段在修建工程时，会改变天然情况下的水位流量关系，需加强观测，实时率定。

7.0.2 我国各地水位观测采用的高程系统较多，同一水准点基面平差前后的数值也有差异，水文站、水位站多采用冻结基面和假定基面。目前水电站设计一般采用 1985 国家高程基准，也有少数采用假定基面。拟定水位流量关系曲线时，采用与工程设计一致的高程系统。

7.0.4 天然河道为恒定流状态、断面稳定且不受下游水位影响时，水位流量关系曲线多呈单一线。当工程设计断面河段有回水顶托影响时，水位流量关系曲线为以下游水位作参数的一簇曲线。当工程设计断面河段有河道分流时，设计断面会出现横比降，需绘制工程所在岸侧或汊道的水位流量关系。当工程设计断面河段有冲淤变动时，水位流量关系曲线会呈绳套形，若相关点群离散程度不大，可取平均线；若相关点距离散程度较大，可分时段绘制水位流量关系曲线。

7.0.5 设计断面河段上下游附近有水文测站时，可在设计断面设立临时水尺观测水位，用实测水位和洪、枯水调查水位通过建立水位相关推求设计断面的水位流量关系，或通过分析各级代表水位下河段水面线或水位的变化规律修正水位后推求设计断面的水位流量关系。

7.0.6 设计断面河段上下游无水文测站时，一般情况下可在设计断面设立专用水文站开展流量测验，取得观测资料后绘制设计断

面的水位流量关系曲线。设计需要时，也可以洪水调查、枯水调查计算的水位流量关系点据作为高、低水位控制，根据实测大断面、水面线资料，结合河道糙率，采用水力学公式计算设计断面的水位流量关系。

7.0.7 实测水位流量关系曲线的范围不能满足工程设计要求时，需进行高、低水外延。低水延长时产生的相对误差一般较大，在实际工作时要特别慎重。

7.0.8 水位流量关系的曲度变化，特别是高、低水走向需符合河段控制条件和河道断面特征的变化，流速、比降和糙率值需在合理的范围内，断面均匀规则的河段，不会出现水位流量关系曲线的不平衡转折。采用不同方法经合理性分析处理后的水位流量关系曲线需彼此互相接近，没有较大的矛盾。

8 水面蒸发和冰情

8.1 水面蒸发

8.1.1 水面蒸发计算的主要内容是指小流域上具有年调节以上的水库工程和抽水蓄能电站上下游水库等大水体的水面蒸发量及其年内分配。

8.1.2 水面蒸发的年际变化较小，一般情况下，10 年以上资料系列计算多年平均年、月蒸发量已有一定的代表性。口径面积 $20m^2$ 的大型蒸发池所测得的蒸发量可近似代表自然水体的蒸发量，因此可用 $20m^2$ 蒸发池资料直接计算观测地区水库年、月水面蒸发量。采用 E-601、20cm 和 80cm 口径的蒸发器观测资料计算水库蒸发量时，需折算为 $20m^2$ 蒸发池的蒸发量后，再进行计算。

8.1.3 各省已有审批刊布的 E-601 型蒸发器蒸发量等值线图。计算蒸发量的经验公式有明显的地区性。影响水面蒸发的因素比较复杂，采用等值线图法或经验公式法推算的水面蒸发量只具有估算精度。

8.2 冰　情

8.2.1 我国冬季寒冷地区，包括东北、西北、华北和西南高寒地区，均有河流冰情。河流冰情中的冰坝、冰塞等在水电水利工程施工及运行时往往造成很大危害，因此在设计时需准确预估和设法防治各类冰情问题。

8.2.3 大部分冰情特征值用 10 年资料统计已误差不大。由于 10 年并不一定包含极冷冬季，故 10 年资料对有些极值特征或最早、最晚日期代表性不足，甚至缺少已发生过的严重冰塞、冰坝资料。

在实际工作中需在分析采用冰情资料系列代表性的基础上，结合资料情况和设计要求尽早开展必要的冰情调查。

8.2.4 采用冰情特征图表法时，需选用经省级以上行政主管部门审定的最新的冰情特征图表，并明确制图依据站与设计河段水力、热力条件的差异，进行相应改正。经验公式通常采用主要影响因素建立，但由于其理论基础和其他影响因素等考虑不足而引入经验系数，从而产生一些误差和明显的地区性，使用时需充分注意。以热力因素为主产生的冰情特征值可用热量平衡方法计算。在采用冰情特征图表法、经验公式法、热量平衡法等估算冰情特征值时，会存在一定的偏差，因此需结合冰情调查进行相应修正。

8.2.5 工程冰情分析计算前要全面了解和分析设计工程施工和运行的要求。天然冰情因施工、运行及上下游水冰热力、动力及水文条件改变而变化，从而衍生出多种多样的冰情问题。目前工程冰情的分析计算在基础理论和具体方法上均不成熟，了解并分析已建工程的冰情问题是类比估算冰情成果的基础。

9 水情自动测报系统

9.0.1 水情自动测报系统可实现工程发电、防洪、供水等的优化调度，并提高水资源利用率。

9.0.2 不同工程对水文信息要求不同，不同流域产、汇流特性不同，以及水文资料情况不同，因此根据工程施工和运行需要对水文预报信息的要求、流域特性以及水文资料情况拟定不同的水文预报方案，如河道经验相关预报方案、降雨径流预报方案、流域模型预报方案等。对于资料短缺或无资料的流域，可利用邻近流域资料进行分析或利用已有分析成果，选择的流域以及主要影响因素需与设计流域具有相似性，流域面积不宜相差太大。

9.0.3 遥测站网包括雨量站、水位站和水文站等。遥测站网布设需满足系统功能、建设目标和预报方案配置的要求，正确反映系统范围内水、雨情变化。遥测站网布设时，需充分利用现有测站，在满足水文预报方案对预报精度和实时信息要求的前提下，通过站网论证提出增减后的遥测站数量和分布。新建测站宜设置在交通、通信条件较好的地点。

9.0.4 通信设计需综合考虑系统所在地的通信资源和通信条件。通信方式有超短波、卫星和公网等通信方式，工作体制有自报式、应答式和混合式等。

9.0.5 系统设备是指遥测站设备、中继站设备和中心站设备。其中，遥测站和中继站设备主要包括传感器、遥测终端机、中继机、通信终端、电源，中心站设备主要包括通信设备、通信控制机、计算机、电源、网络及安全设备五个部分。系统设备需经过国家授权质检机构的技术鉴定，符合现行的国家标准或行业标准要求。

9.0.6 土建工程项目一般包括水位测井、站房、天线基础、通信

铁塔、安全围栏、交通便道等。

9.0.7 设备及安装工程费包括各类站的设备费、安装调试费和其他费用。建筑工程费用包括站房、水位站测井、通信铁塔、防雷接地、水文站建设费用及临时占地费等。