



中华人民共和国行业标准

P

SL 104—95

---

水利工程水利计算规范

Regulation for water conservancy  
computation of water projects

1995—12—08 发布

1996—05—01 实施

---

中华人民共和国水利部 发布

# 中华人民共和国行业标准

## 水利工程水利计算规范

### SL 104—95

主编单位:水利部长江水利委员会

批准部门:中华人民共和国水利部

### 中华人民共和国水利部

### 关于批准发布《水利工程水利计算规范》

### SL 104—95 的通知

水科技[1995]502 号

各省、自治区、直辖市水利(水电)厅(局),部直属各单位:

根据部 1991 年水利水电技术标准制定、修订计划,由水利水电规划设计总院主持,以水利部长江水利委员会为主编单位制定的《水利工程水利计算规范》,经审查批准为水利行业标准,并予以发布。标准的名称和编号为:

《水利工程水利计算规范》SL 104—95。

本标准自 1996 年 5 月 1 日起实施。在实施过程中各单位应注意总结经验,如有问题请函告水利部水利水电规划设计总院,并由其负责解释。

标准文本由中国水利水电出版社出版发行。

一九九五年十二月八日

目次

1	总则 .....	(4)
2	基本资料 .....	(4)
3	防洪工程的水利计算 .....	(5)
4	治涝工程的水利计算 .....	(9)
5	灌溉工程的水利计算 .....	(11)
6	城镇供水工程的水利计算 .....	(13)
7	水电站的水利计算 .....	(14)
8	航运工程的水利计算 .....	(16)
9	综合利用水库工程的水利计算 .....	(17)
10	跨流域调水工程的水利计算 .....	(19)
11	水库水力学计算 .....	(19)
12	感潮河段水力学计算 .....	(21)
附录 A	年及多年径流调节计算方法 .....	(23)
附加说明	.....	(27)

## 1 总 则

**1.0.1** 为了适应水利规划和水利工程设计的需要,统一水利计算的原则、要求和方法,特制定本规范。

**1.0.2** 本规范主要适用于大中型水利工程的可行性和初步设计阶段,小型水利工程使用时可根据规划设计要求适当简化,大中河流综合规划或专业规划可参照执行。

**1.0.3** 水利计算应遵照国家有关法规和关于水利的方针政策,根据工程项目所在江河自然条件、河流特点及社会经济发展的要求,按照保证工程安全及综合利用水资源使获得的经济、社会、环境总体效益最佳的原则,分析计算江河治理开发规划和工程设计方案的各项水利指标,为优选规划方案,确定工程规模、运用方式和特征值,阐明工程效益和评价其影响提供依据。

**1.0.4** 进行水利计算,必须加强调查研究,重视基础资料的搜集和整理分析,使计算成果建立在可靠的基础上。

当人类活动或偶发因素对江河水文情势有明显影响时,应将作为设计依据的历年资料修正至统一的基础。若影响一时难以定量,应对影响趋势作出估计,供决策时研究。

**1.0.5** 水利工程的水利计算,应考虑上下游已建和在建工程与本工程的影响。必要时,还应分析设计水平年内拟建骨干工程的径流调节或近期将要实施的跨流域调水,以及区域径流补偿调节对本工程的影响。

**1.0.6** 水利工程防洪、治涝及灌溉、供水、发电的设计标准和设计保证率,应根据有关部门的要求或规范的规定确定。必要时应进行分析论证,合理选定。

**1.0.7** 水利工程的设计水平年,应根据其重要程度和工程寿命确定。一般水利工程可采用设计和远期两个水平年,特别重要的控制性骨干工程,必要时可采用设计、近期、远景三个水平年。

**1.0.8** 水利计算所采用的计算方法应科学,符合工程实际,参与工程规模和特征值比选的方案应合理和协调,计算所采用的基本资料及计算方法应一致。

**1.0.9** 进行水利计算,应重视使用电子计算机和系统分析等先进技术,对所采用的模型,应用实际资料进行检验,对计算成果应检查其合理性。

**1.0.10** 进行水利计算,除应遵守本规范外,还应遵守国家和行业现行的有关规范、标准的规定。

## 2 基本资料

**2.0.1** 水利计算应具备气象水文、地形地质、社会经济及所在河流流域规划或河段规划等基本资料,必要时还应收集邻近流域的相应资料。在进行计算前,应检查基本资料是否符合设计任务、工程特点、设计阶段及设计精度要求,并了解资料来源,检验有关基本资料是否协调,基础是否一致,以及分析数据的合理性、规律性。

**2.0.2** 水利计算所需主要的气象水文资料应满足以下要求:

(1)对工程所在流域各种气候统计特征值应采用流域范围内各气候台站的统计特征值综合评定。对于控制流域面积不超过  $500 \text{ km}^2$  的工程,可采用流域内主要台站的统计资料为设计依据。

(2)设计主要依据的干流水文站,可根据工程和测站分布情况选定,其历年的水位、流量、泥沙、冰情、水温等观测和调查资料应全面收集。

设计工程坝(站)址年月(旬·日)水位、流量及泥沙资料应不少于 30 年系列,如实测资料不足 30

年,应加以插补延长,对实测资料及插补延长部分的可靠性及代表性应加以检验。

(3)根据工程规模及特性和开发任务的不同要求,需具备坝址及入库设计洪水和整体防洪设计洪水资料;设计暴雨资料和设计涝水资料。

(4)坝(站)址水位流量关系曲线应采用实测水文资料率定,当条件不具备时,应采用临时测验成果经验证后拟定。

(5)库区调查的洪、枯水水面线,应包括相应控制站(河段)的洪峰流量及糙率的分析计算成果。

(6)水文预报资料,应包括对预见期、精度、合格率及预报方法等项的分析及评定结论。

(7)库区水面蒸发、陆地蒸发统计资料和严寒地区的结冰资料等应根据工程邻近测站的实测资料确定。

### 2.0.3 水利计算所需主要地形地质资料应满足以下要求:

(1)水利工程不同高程的面积和容积曲线,应采用实测地形图量算。

(2)库区及坝址下游河道的实测纵、横断面成果,其高程控制精度应满足五等以上水准测量的要求,横断面的布置应根据河道地形和水流特性等因素选定。

(3)计算水库渗漏损失的基本资料应根据工程水文地质及挡水建筑物型式确定。

### 2.0.4 水利计算所需社会经济资料应满足以下要求:

(1)社会经济基本统计资料,应根据统计部门的资料分析计算。

(2)根据工程开发任务,应搜集和分析各有关部门的经济资料,包括历史统计和现状资料,以及相应工程设计水平年的发展规划资料。

(3)应搜集工程上下游地区对设计工程来水来沙可能有影响的人类活动(包括水利工程、水土保持、森林采伐、矿产开发等)资料,必要时还应对设计水平年有影响的人类活动情况进行预测。

## 3 防洪工程的水利计算

### 3.1 堤防

3.1.1 堤防工程水利计算,应分析选定防洪标准,计算确定主要控制站的设计洪(潮)水位和相应河段的设计水面线,作为堤防工程设计的依据。

3.1.2 江河、湖泊、海塘等堤防工程设计的防洪标准,应根据保护对象的重要性,按国家有关规范的规定,分析选定。

大江、大河、大湖防洪工程体系中堤防工程的防洪标准或作为防洪标准的实际年洪水,按主管部门批准的防洪规划的规定执行。

对重要工程,必要时应进行不同防洪标准的论证,从技术、经济、社会、环境等方面综合考虑加以选定。

3.1.3 江河、湖泊主要控制站的设计洪水位,应根据洪水资料和工程情况,采用以下方法分析计算确定。

(1)对实测和调查的年最高洪水位资料系列较长,且基础一致、代表性好,可据以进行频率分析,根据选定的防洪标准推算相应的设计洪水位。

当流域内的人类活动或分洪溃口、河道冲淤对水文情势有明显影响时,应将历年水位资料改正到相应于现阶段的河湖情况,再进行频率分析。

(2)根据控制站洪峰流量系列进行频率分析,按选定的防洪标准推算的设计洪峰流量或防洪工程系统要求的河道允许泄量,通过该站的水位流量关系,推算设计洪水位。有关人类活动等影响考

虑的原则同上款。

(3)以某一实际年洪水作为防洪标准的堤防,可根据该年实测或调查的最高洪水位,考虑整体防洪方案对堤防工程的要求,合理选定设计洪水位。

**3.1.4** 感潮河段主要控制站的设计潮位,应根据实测的潮位资料,分析江河洪水、天文潮、气象潮的相关关系,按以上几个因素较不利的组合,分析确定。

**3.1.5** 河口段堤防及沿海海塘的设计潮位,应利用所在地区测站历年实测高潮位资料进行频率分析,根据设计防洪标准确定。应重视稀遇高潮位的调查和成因分析,必要时适当留有余地。

如工程所在地区缺乏潮位观测资料,可参照邻近地区的设计潮位,分析两地区自然条件的差异,进行适当修正确定。

**3.1.6** 设计河段河道的允许泄量,可根据控制站的设计洪水位,按该断面的水位流量关系曲线,考虑壅水顶托、分流降落、断面冲淤,以及河道演变等因素分析确定。

**3.1.7** 设计河段的设计洪水水面线,应根据控制站的设计洪水位和相应的河道允许泄量,考虑区间入流、分洪等因素推算。

对于干支流洪水、河湖洪水相互顶托的河段,应研究其洪水组合和遭遇规律,进行不同组合情况的水面线推算,以外包线作为设计的依据。

**3.1.8** 推算设计洪水水面线采用的河道糙率等参数,应根据实测或调查资料率定。推算的成果,应与实测或调查的大洪水水面线进行比较验证。

分叉河道的设计洪水水面线,应根据主要控制站的设计洪水位和符合分流规律的各分叉流量进行推算。

**3.1.9** 如堤防有可能加高,其穿堤建筑物涵闸等的设计洪水位,可比所在位置的堤防设计洪水位适当提高。

## 3.2 分洪工程

**3.2.1** 分洪工程的水利计算,应根据分洪任务和要求,拟定分洪原则和运用方式,分析确定各种设计水位、分洪水位、分洪流量和分洪量,并验算分洪工程的效能。

**3.2.2** 分洪工程的运用原则、方式和分洪水位,应根据防洪要求、洪水特性、河道情况,以上下游河段河道允许泄量和控制水位作为控制条件,分析拟定。

**3.2.3** 分洪闸的设计洪水位,应根据外江上下游控制站的设计洪水位及不利来水组合,按照未分洪情况所推算的水面线确定。

**3.2.4** 分洪闸的设计分洪流量,应根据整体防洪要求,按照设计洪水和分洪工程运用方式进行演算确定。

分洪闸的过水能力,要考虑分洪后闸前水位降落和闸后淤积等的影响,流量系数要根据流态和上下游水位衔接情况慎重选取。

**3.2.5** 采取扒口分洪时,对其口门尺寸及作用要根据扒口方法和控制条件,考虑难以适时适量分洪的影响,留有适当余地。

**3.2.6** 计算分洪区设计水面线时,应合理确定行洪道的糙率和有效行洪断面。洪水在分洪区内的扩散情况可参照已有分洪区的测验资料拟定,对重要分洪区,有条件时宜采用二维非恒定流计算确定。

**3.2.7** 分洪工程规划设计依据的理想情况下的分洪量,应根据防洪标准的整体防洪设计洪水进行洪水演算,按超过控制断面允许泄量的超额洪水量求得。



分洪区有效容量,应考虑该分洪区分洪口门的位置、河道水面比降,以及洪水与分洪区内渍水量的不利组合等确定。

进行防洪规划时,安排的分洪区的有效容量应适当大于理想分洪量。

**3.2.8** 退水闸的规模,应根据分洪区的任务和退水要求确定。

退水闸的运用规则,应按充分发挥分洪区作用及不加重下游防洪负担的原则,根据洪水特性分析制定。

**3.2.9** 分洪工程的水利计算中,应仔细考虑分洪后引起的河流水情变化对分洪的影响。

**3.2.10** 分洪工程规模及运用规则确定后,应根据实测或调查的洪水资料,进行洪水演算,推算分洪次数、分洪流量和过程,检验确定的分洪工程规模及运用规则的合理性。

**3.2.11** 跨流域或入湖、入海的分洪道,其分洪口的设计水位,应根据所在河道的设计水面线,考虑分洪降落影响确定。出口的设计水位,应在分析进口与出口水域洪水遭遇规律基础上,按偏于不利的情况确定。

### 3.3 水库

**3.3.1** 水库防洪水利计算,应根据其任务,拟定运用方式,进行洪水调节计算,确定水库的防洪库容和大坝设计的有关防洪特征水位。

**3.3.2** 水库洪水调节计算可根据水库特性选用以下方法进行。

(1)对于湖泊型水库,可以只考虑静库容进行计算。对于特别重要的大型水库,还应研究是否需同时采用以下(2)或(3)的方法进行计算。

(2)当库尾比较开阔,动库容较大时,应采用入库设计洪水和动库容进行计算。

(3)对于河道型水库,如壅水高度不高,计算精度要求高时,宜按非恒定流方法进行计算。

**3.3.3** 多沙河流上的防洪水库,进行洪水调节计算时,除应采用一定淤积年限的库容曲线外,必要时还应考虑水库蓄泄过程中泥沙冲淤的影响。

**3.3.4** 水库洪水调节计算采用的泄洪建筑物泄水能力曲线的精度,应与水库不同设计阶段的精度要求相适应。对重要水库,应进行水工模型试验确定。

**3.3.5** 在进行水利枢纽水库洪水调节计算时,除主要考虑泄洪建筑物泄洪外,可考虑水电站部分机组参与泄洪,泄洪流量按机组过水能力确定。但如遇某一设计洪水水头超出机组安全运行范围,或水电站厂房设计洪水标准低于此洪水标准时,不应考虑水电站机组参与泄洪。

船闸、灌溉渠首等建筑物,一般可不考虑其参与泄洪。

**3.3.6** 对洪水预报条件好,预报方案完善,预报精度较高的水库,进行洪水调节计算时,在估计预报误差留有余地的前提下,可适当考虑预报预泄。一般不考虑气象预报。

**3.3.7** 拟定的水库洪水调度运用方式。应符合水库特点,并要求可操作性强。根据流域的洪水特性和防洪系统的情况,可选择分级控制泄量、补偿凑泄、错峰等方式。

多沙河流上防洪水库的洪水调度方式,应有利于库容的长期使用。

无论采用何种调度方式,均应使水库总的最大下泄流量不超过本次洪水发生在建库前的坝址最大流量,以免人为加大洪灾。

**3.3.8** 采用分级控制泄量调度运用方式,可根据水库的具体情况,以库水位,入库流量或其他要素作为分级的判别条件。各分级判别条件,特别是水库按保证下游防洪安全调度转为保证大坝安全调度的判别条件,必须明确。

**3.3.9** 水库的防洪库容,应按照流域防洪规划、防护对象的要求和应达到的防洪标准,根据整体防

洪设计洪水和下游河道的允许泄量及水库调度运用方式,进行洪水调节计算确定。

**3.3.10** 对于低水头水利枢纽,如兴建后河道河槽被淹没较大,致使下游河段防洪标准明显降低时,宜留有适当的防洪库容作为补偿。

**3.3.11** 对承担防洪任务的综合利用水利枢纽,防洪库容确定后,应根据防洪兴利尽可能结合的原则,按照本规范 9.1.2 条的规定,进行协调安排,确定防洪库容的位置和相应的防洪限制水位及防洪高水位。

**3.3.12** 对于洪水具有明显季节性变化规律的水库,经研究论证,汛期可分期调度运用,根据分期设计洪水,确定各分期的防洪库容及相应的防洪限制水位。

分期应符合气象成因和雨、洪季节变化规律,不宜过多,一般以前后两期不超过三期为宜。

分期设计洪水应按有关规范进行分析计算,其中主汛期宜采用按年最大法取样计算的设计洪水。

**3.3.13** 水库泄洪建筑物形式、高程、泄洪规模及闸门类型和启闭设备等,应结合有关防洪特征水位、调洪库容及枢纽布置等协调研究选择,并能适应洪水特性和工程防洪安全、下游防洪、水库调度,以及放空和排沙等的要求。

如水库垮坝失事将导致严重后果,泄洪能力宜留有一定余地。

**3.3.14** 水库的设计洪水位及校核洪水位,应根据工程等级,按有关规范规定的设计标准,以相应的设计洪水过程线和调度运用方式,进行洪水调节计算确定。

对于洪水地区组成复杂,按补偿凑泄调度运用的水库,进行设计、校核洪水的洪水调节计算时是否计入防洪高水位以下库容的调洪作用,应具体研究。

**3.3.15** 进行洪水调节计算确定设计、校核洪水位,其起调水位应根据水库情况按以下原则确定。

(1)承担防洪任务的综合利用水库,除有专门论证外,一般以防洪限制水位作为起调水位。

(2)不承担防洪任务的水库,一般以正常蓄水位作为起调水位。为降低大坝高度或减少最大泄量而设置有汛期限制水位时,可以其作为起调水位。

(3)对洪水地区组成和调度运用方式复杂的防洪水库,经分析研究,为安全起见,必要时可以防洪高水位作为起调水位。

### 3.4 防洪工程系统

**3.4.1** 对由多种防洪工程措施组成的防洪工程系统,在满足地区防洪要求的前提下,各项工程的规模和调度运行的规则,应按照实行堤防与分洪区结合、堤库结合、防洪与兴利结合,发挥各项工程措施的效能,以较少的投资取得尽可能大的效益的原则,认真分析论证确定。

**3.4.2** 防洪工程系统中规划修建的防洪水库,宜与已建和在建的水库从防洪控制性能,以及对综合利用各部门影响等方面统一研究防洪库容的合理分配。

**3.4.3** 进行水库群的洪水调节计算,要研究考虑各种洪水典型。处于下游的水库,对上游水库调洪作用的考虑要留有足够的余地。

梯级水库中各水库应满足各自的防洪安全要求。各个水库的设计洪水、泄洪措施、下泄流量等应统筹研究,相互协调。如梯级水库中有标准较低的水库,其下游水库应考虑此水库可能失事的影响,或提高此水库的防洪标准。

**3.4.4** 若干分洪区联合运用时,应研究水流互相干扰顶托对水面线的影响,对相应堤防的规划设计进行校核。

**3.4.5** 防洪工程系统的规模、布局确定后,应对不同典型的整体防洪设计洪水按照拟定的防洪运



用规则进行洪水演算,以阐明防洪工程系统的作用和效益。

### 3.4.6 河道洪水演进计算方法,应根据资料条件和计算要求,结合洪水和河道特性选取。

采用恒定流方法进行洪水演进计算时,计算时段应根据使时段内洪水波传播的距离大于或等于河段的长度且入流量接近直线变化等条件选定。计算的起始条件应为洪水波来临前全流程同一时刻较稳定的流态。上游端的边界条件应为入流断面的流量过程线。下游端的边界条件可采用水位流量关系曲线(稳定的或以涨落、顶托等影响为参数的),下端为大湖或海时可采用水位过程线。

采用非恒定流计算时,流段的划分应考虑水力因素的均一性、支流入口与分流位置、控制断面与计算时段长短等因素。

## 4 治涝工程的水利计算

### 4.1 设计排水流量

#### 4.1.1 排水河(沟)道,应分别计算设计排涝流量和设计排渍流量。

#### 4.1.2 排水河道的设计排涝流量,根据涝区特点、资料条件和设计要求,宜选用以下方法计算。

(1)采用产流、汇流方法推算;

(2)按排涝模数经验公式估算;

(3)按排涝期平均排除法估算。

4.1.3 根据设计暴雨间接推算设计排涝流量,设计暴雨历时应根据涝区特点、暴雨特性和设计要求确定。设计暴雨量、设计雨型、设计净雨深、最大涝水流量和涝水过程线,应按有关规范的规定慎重分析计算。

4.1.4 对坡水地区,排涝流量宜采用地区排涝模数经验公式估算。引用的公式,应分析自然地理条件的相似性,有条件的,对式中参数应进行检验,必要时应作适当调整。

4.1.5 对排田的泵站,排涝流量宜采用排涝期间涝水量平均排除法估算。排涝天数可根据作物耐涝历时确定,也可根据调查试验资料,以作物不致减产的原则确定。

4.1.6 采用各种方法计算的设计排涝流量,都应与本流域实测调查资料,以及相似地区计算成果进行比较,检查其合理性。

4.1.7 当人类活动,使流域产流、汇流条件有明显变化的,应考虑其影响。

4.1.8 对有排渍要求的涝区,应根据地区气象、土壤、水文地质等因素,计算排水河道的设计排渍流量。可采用常用的公式计算,也可根据调查或试验资料估算,缺乏资料的地区,可参照类似地区资料或经验数据确定。

### 4.2 排水河道

4.2.1 排水河道的设计排涝水位,应根据涝区特点和排涝的要求分析研究确定。要求以作物不致因涝受灾作为控制,局部河段必要时可略高出地面。

4.2.2 排水河道的设计排渍水位,应根据控制地下水位,兼顾水产养殖、通航等的要求选定。

4.2.3 排水河道的断面,应根据设计排水流量和设计水位,兼顾蓄涝,以及灌溉、通航、水产养殖、水利卫生等综合利用要求,综合比较论证选定。

### 4.3 排水闸

4.3.1 排水闸的设计排水流量,应根据排水工程系统情况和设计要求确定。对无蓄涝区或蓄涝区

很小的,宜采用排水河道设计排水流量作为设计的依据;对有蓄涝区的,应进行调蓄演算计算设计排水流量。

**4.3.2** 排水闸的闸上设计水位,对无蓄涝区或蓄涝区很小的,可采用闸前排水河道或引河的设计水位。位于蓄涝区的闸,其闸上设计水位应按 4.5.4 条规定的蓄涝区设计蓄涝水位确定。

**4.3.3** 排水闸的闸下设计水位,按承泄区水位确定。汛期按抢排要求确定;冬春季宜采用多年枯季平均水位。

**4.3.4** 排水闸底高程和闸宽,应根据设计排水流量、闸上设计水位及承泄区设计水位、蓄涝区运用方式等,进行蓄排涝演算和方案比较确定。

**4.3.5** 大型排水闸的规模,可行性研究阶段可选相应于治涝标准的典型年流量过程和相应的承泄区设计水位过程,进行蓄排涝演算拟定。初步设计阶段应采用长系列蓄排涝演算,并对初选的规模进行核算。

#### 4.4 排水泵站

**4.4.1** 排水泵站的设计排水流量,应根据排水要求计算确定。

(1)对通过排水河道直接排除涝区涝水的泵站,宜按设计排水河道设计排水流量计算方法确定。

(2)对涝区涝水经河道自流或由内排站提排入蓄涝区,再外排入承泄区的泵站,应根据设计暴雨和相应蓄涝区的入流过程线,进行调蓄计算,以最大出流量作为设计的依据。

(3)对既排涝区涝水又排蓄涝区积水的泵站,应按先排涝区、后排蓄涝区的运用原则,按本条(1)、(2)所述方法,分别计算排水流量,以其大者作为设计排水流量。

**4.4.2** 排水泵站的扬程,应按承泄区水位与内水位之差计算。最大扬程应为承泄区设计最高水位与设计内水位之差;最小扬程为承泄区设计最低水位与设计内水位之差;平均扬程可采用排涝期间运行历时最长的扬程,或采用能量加权平均扬程。

**4.4.3** 排水泵站规划中有关承泄区的设计水位,应根据下述原则确定:

(1)承泄区的设计水位,应分析涝区暴雨与承泄区水位遭遇规律,如遭遇可能性较大,可采用相应于治涝标准的承泄区排涝期间平均水位;如遭遇的可能性较小,可采用承泄区历年排涝期间平均水位的多年平均值。

对于承泄区为海域或感潮河段,宜采用相应于治涝标准排涝天数的平均潮位(即半潮位)。

(2)承泄区最高外水位,宜采用历年排水期承泄区最高水位的平均值。

(3)承泄区设计最低水位,宜采用排涝期间 80%—90% 频率的旬平均水位或排水期历年最低水位平均值。

**4.4.4** 排水泵站的内水位,应根据下述原则确定。

(1)设计内水位,采用排涝期间排水泵站前运行历时最长的水位。

(2)设计最低内水位,采用作物耐渍深度、地下水临界深度或蓄涝区死水位。

(3)设计最高内水位,宜采用建闸前历史上出现的最高水位。

**4.4.5** 对站闸结合的治涝水利枢纽,排水泵站的设计排水流量应按充分利用排水闸自流抢排,余下的由排水泵站抽排的原则确定。

**4.4.6** 排水泵站每天正常开机小时数,对电排泵站可采用 22~24 h;对机排泵站可采用 20~22 h。

**4.4.7** 排水泵站的装机容量,应根据设计排水流量、设计扬程,以及机组机型等确定。

## 4.5 承泄区与蓄涝区

**4.5.1** 可容纳或排泄洪水的承泄区,应根据涝区情况,经分析研究选择。承泄区的设计水位,应根据承泄区特点,排水系统与承泄区联接形式,承泄区与涝区暴雨的遭遇关系,并考虑涝区排水时拥高水位的影响等合理选定。

**4.5.2** 排涝系统出口位置与承泄区联接方式,应根据排水系统出口设计水位与承泄区设计水位,通过分析比较确定。

**4.5.3** 涝区内应安排一定的蓄涝区,蓄涝水面率应通过技术经济比较确定,一般可取 $5\%\sim 10\%$ 。当涝区内天然水域较大时,可取较大的水面率,否则取较小的水面率。在盐碱化和可能产生次生盐碱化的地区,采用蓄涝措施的可行性应进行论证,并采取减免不利影响的措施。

**4.5.4** 蓄涝区设计蓄涝容积,应通过调查分析,根据选定的设计蓄涝水位和汛期限制水位或死水位及蓄涝面积确定。

蓄涝区设计蓄涝水位,应根据涝区内涝水自排或由内排站提排入蓄涝区的情况分析选定。

汛期限制水位或死水位,应根据蓄涝要求,兼顾灌溉、航运、水产、卫生和生活用水等方面的要求分析选定。有防渍或防治盐碱化要求的涝区,其死水位应控制在作物耐渍深度或地下水临界深度以下 $0.1\sim 0.3\text{ m}$ 。

**4.5.5** 有闸控制的蓄涝区的运用方式,应根据排水系统与承泄区联接方式和综合利用要求合理拟定。汛期应尽可能抢排;非汛期应考虑冬春季降低蓄涝区水位至耕作高程以下,以及综合利用和防渍、防治次生盐碱化的要求。

**4.5.6** 有闸控制的蓄涝区的设计排水流量,应根据设计暴雨推求相应的入流过程线,并按照拟定的运用方式,进行蓄涝区的调蓄计算,以其排水流量过程线的最大流量确定。无控制的蓄涝区的设计排水流量,应通过自然滞蓄演算计算确定。

## 5 灌溉工程的水利计算

### 5.1 灌溉用水量

**5.1.1** 灌溉用水量和用水过程,应根据灌溉面积、作物组成和灌溉制度、灌溉水利用系数计算确定。采用时历法进行引水或调节计算时,灌溉用水量与来水量的系列应同步。

**5.1.2** 各种作物的灌溉制度,应根据灌区自然条件,参照灌溉试验资料,考虑农业技术、灌水方法和灌水技术提高等因素,按照有关规范的规定确定。

**5.1.3** 渠系水利用系数,应根据渠道长度、土质、防渗措施和管理水平等因素,参照类似灌区和试验资料,按有关规范的规定选定。

### 5.2 引水枢纽

**5.2.1** 灌溉引水枢纽引水渠首的引水流量,对大型灌溉工程,应根据长系列来水量和灌溉用水量资料,采用时历法计算;中型灌溉工程,如缺乏来水量资料,可采用典型代表年计算,根据几种典型代表年的计算成果,选取较不利者作为设计的依据。

**5.2.2** 引水灌溉水利年度,可以主要灌溉用水季节起始月份划分。

**5.2.3** 无坝引水进水闸前水位,可采用相应于灌溉设计保证率设计枯水年灌溉期的河道平均水位。当引水流量占河道流量比例较大时,应考虑对河道水位的影响。对引河较长或引水流量较大

的, 还应考虑引河比降和引水时闸前流速水头损失。

有坝(闸)引水枢纽进水闸的闸前设计水位应根据闸后设计水位加过闸设计水头确定。

**5.2.4** 引水闸闸后设计水位, 应采用根据灌区要求的高程推算的闸后灌溉引水的渠首水位。

**5.2.5** 进水闸闸底板高程和闸孔宽度, 应根据进水闸闸前及闸后设计水位、设计引水流量计算确定。

当灌溉季节不止一个时, 应分别确定不同灌溉季节进水闸尺寸, 以不利的组合方案作为设计依据。

### 5.3 灌溉水库

**5.3.1** 灌溉水库应通过径流调节计算, 分析调节库容、灌溉面积和灌溉设计保证率三者的关系, 为选择水库的规模和特征值提供依据。

**5.3.2** 灌溉水库径流调节水利年度, 可根据多数年份蓄水期起始月份参照水文年度划分。

**5.3.3** 灌溉水库径流调节计算, 应采用时历法, 对于调节程度较高的重要水库, 宜同时采用概率法或随机模拟法进行计算, 以检验时历法成果的合理性。径流调节计算方法有关规定见附录 A。

**5.3.4** 对以灌溉为主的水库, 应绘制水库调度图, 拟定供水原则。调度图一般可分为三个区:

(1) 加大供水区: 上限为防洪限制水位线或正常蓄水位线, 下限为防破坏线。

(2) 保证供水区: 上限为防破坏线, 下限为降低供水线。

(3) 降低供水区: 上限为降低供水线, 下限为死水位。

**5.3.5** 水库规模选定后, 应根据调度图及灌溉渠首引水能力, 采用长系列来水量及灌溉用水量进行调节计算, 检验能否满足灌溉设计保证率要求, 以及遇特别枯水年灌溉供水量的破坏程度。如不能满足要求, 应进一步检查及修改水库调度图及计算成果。

### 5.4 提灌泵站

**5.4.1** 提灌泵站的设计提灌流量, 应根据灌区情况计算。

(1) 对无调节能力的灌区, 应采用高峰时段平均毛灌溉用水流量作为设计提灌流量。

(2) 对有调节能力的灌区, 应根据充分发挥调蓄容积的作用, 经调节计算, 以需提水补充的最大时段平均流量作为设计提灌流量。

**5.4.2** 提灌泵站的设计扬程, 应按出水池设计水位与进水池设计水位之差计算。最大扬程为出水池设计水位与进水池最低运行水位之差; 最小扬程为出水池最低运行水位和进水池最高运行水位之差; 平均扬程可取提灌期间运行历时最长的扬程, 或采用能量加权平均扬程。

**5.4.3** 提灌泵站出水池的水位应根据下述原则确定。

(1) 出水池设计水位: 可采用灌溉渠首设计水位。

(2) 出水池最低运行水位: 可采用灌溉渠首最低设计水位。

**5.4.4** 提灌泵站进水池的水位应根据下述原则确定。

(1) 进水池设计水位: 应根据泵站水源情况分析确定。当水源为灌溉渠道时, 应取设计提灌流量相应的渠道水位; 当以河流和水库为水源时, 取相应于灌溉设计保证率灌溉期日(或旬)平均水位。

(2) 进水池最低运行水位: 可取历年灌溉期水源的最低日(或旬)平均水位。

(3) 进水池最高运行水位: 可取历年灌溉期水源的最高日(或旬)平均水位。

**5.4.5** 提灌泵站机组日开机小时数, 对电灌泵站可采用 22~24 h; 机灌泵站可采用 20~22 h。



**5.4.6** 提灌电站的装机容量应根据设计提灌流量、设计扬程以及机组机型计算。

## **5.5 灌溉工程系统**

**5.5.1** 具有蓄、引、提工程设施的灌溉工程系统,应按照优先调蓄利用灌区当地水资源并充分引用区外水量,尽量使系统中各组成部分联成一体互相补偿供水的原则,进行水利计算。

**5.5.2** 灌溉工程系统应根据灌区自然条件、灌溉工程特点与分布,以及渠系布置体系等因素,进行分区调节计算,然后再按整个灌溉系统进行统一的调节计算。

**5.5.3** 灌溉工程系统,应根据灌溉水源、渠系布置、工程布局、耕地高程与分布,并考虑各类工程的作用及渠道输水尽量均匀等因素,以充分利用水资源及运行费用最小为原则制定统一调配方式。

## **6 城镇供水工程的水利计算**

### **6.1 城镇用水预测**

**6.1.1** 城镇用水户可分为工业企业、居民生活和公共设施与环境三部分。城镇用水量除用水户用水量外,还应考虑水厂自用水量以及水源到用水户的输水损失。

**6.1.2** 城镇设计水平年的用水量,应在调查历史和现状用水量的基础上,根据城镇发展规划,综合考虑经济发展、人口增长、生活水平提高,以及加强用水管理和广泛推行节水技术措施等因素进行预测。

**6.1.3** 城镇设计水平年用水量,可采用趋势法或用水定额法进行推算。

采用趋势法时,应对历史用水统计资料进行审核,对用水的合理性和增长趋势进行分析,并按 6.1.2 条的规定进行合理推算。

采用单位用水定额法推算时,应对现有工业结构和用水定额进行分析,按 6.1.2 条的规定,拟定合理的用水定额进行推算。

**6.1.4** 设计水平年城镇用水过程,应根据供水工程规划设计的要求拟定。

对调节性能较高的水库,应拟定分旬或月平均的用水过程。

对无调节能力的有坝引水、无坝引水或提水泵站,应拟定一年内日用水过程或分旬平均用水过程。

**6.1.5** 城镇供水工程的设计供水量与供水过程,可根据城镇设计水平年的用水量,用水过程和已建、在建供水工程的供水能力,进行统一水量平衡调度拟定。

当设计水平年还规划修建多项供水工程时,各项供水工程的设计供水量与供水过程,应统一安排,合理分配拟定。

### **6.2 供水水库**

**6.2.1** 供水水库或以供水为主的水库,应通过水库调节计算,提供供水量、调节库容与保证率相互关系的成果,为选择水库规模和特征水位提供依据。

**6.2.2** 年调节性能的水库调节计算一般可采用时历法。计算时段应根据水库调节性能合理确定。供水量计算应考虑取水建筑物过水能力限制。

对调节性能很高的重要水库,还宜采用概率法或随机模拟法对调节计算成果进行复核。

**6.2.3** 对于选定的水库规模和特征水位方案,应编制水库调度图,并进行径流调节计算,检查是否满足供水要求。

供水调度图应包括保证供水区和降低供水区。如用水区有利用余水的需要与可能,应增设加大供水区。降低供水区的供水量和供水方式应根据用水对象的重要性,以及有无其他水源补充供水等因素研究确定。

**6.2.4** 当用水地区由设计水库和其他水源(水库、湖泊、河道和地下水等)联合供水时,应研究这些水源的联合运用方案,明确各水源工程的供水顺序与方式。

### 6.3 引水工程

**6.3.1** 无坝引水闸(涵)前的设计水位,可根据供水设计保证率和闸(涵)前河道内的年最低(旬或日平均)水位频率曲线推算,并要考虑大量引水后河道内水位降落,以及闸前引水渠内水面比降等因素的影响。

**6.3.2** 有坝引水时,应根据设计保证率的要求,通过计算分析提出拦河闸前设计水位、引水工程规模与设计引水流量关系的成果,作为选择引水工程方案的依据。

**6.3.3** 无坝引水闸(涵)前河道内的年最低旬或日平均水位频率曲线,应根据长系列实测的或由邻近站推算的水位资料,考虑上游水库的调节作用、河道外用水和河道冲淤变化等因素对水位的影响,通过统计分析拟定。

**6.3.4** 计算分析设计引水流量时,应充分考虑下游河道内外的用水要求,以及为避免河道淤积而必须下泄的流量。

无坝引水,还应考虑引水河段河势条件对引水流量的限制。

### 6.4 泵站工程

**6.4.1** 泵站进水池的设计水位,可根据供水保证率和取水水源的年最低日平均水位的频率曲线推算。

**6.4.2** 泵站进水池的设计最高水位,当从河道取水时,应根据泵站处河道年最高日平均水位频率曲线和泵站防洪标准计算,并应考虑河道淤积等因素对抬高水位的影响;从水库取水时,应比较水库遇泵站防洪标准洪水时的调洪最高水位和水库正常蓄水位,取两者中的高值。

**6.4.3** 泵站进水池设计最低水位,当从河道取水时,可采用历史上出现的最低日平均水位,并应考虑河道冲刷等因素对低水位的影响,从水库取水时,可采用水库死水位或最低运行水位。

**6.4.4** 泵站出水池的设计水位、最高水位和最低水位,应根据出水端衔接建筑物或设施的特点,分别采用水厂配水井、输水渠道或调节池的相应设计水位。

**6.4.5** 泵站的水泵设计扬程,当取水水源的水位变幅较小时,可根据进、出水池设计水位和水泵管道扬程损失计算确定。当取水水源的水位变幅较大时,净设计扬程可根据取水水源的长系列水位过程计算扬程历时加权平均值确定。

## 7 水电站的水利计算

### 7.1 单一水电站

**7.1.1** 水电站的水利计算应为选择水电站规模和特征值提供径流调节计算成果,研究水库调度运用方案,绘制调度图,并阐明水电站多年运行特性及工程效益。

**7.1.2** 水电站水库径流调节计算应主要采用时历法,对于调节程度高的大型水库,必要时宜同时采用概率法或随机模拟法进行计算或校核,并选用偏于安全的成果作为设计值。



**7.1.3** 采用时历法进行径流调节计算时,计算起点应根据水库调节性能合理选用。

**7.1.4** 水电站的出力应以一定计算时段的平均出力表示。计算中应计及水轮机及发电机组效率,并考虑出力限制的约束。机组效率,在方案比较阶段可根据拟定的机组机型选用出力系数的某一经验值,对选定方案应采用机组真机的平均效率。机组水头应考虑引水渠首至机组工作室进口的水力损失。

**7.1.5** 水电站平均出力的计算时段,应根据水电站水库调节性能、河流水文特性及机组运行工况的要求等因素拟定。

**7.1.6** 对于年调节水电站应根据长系列径流调节计算成果,统计分析各水文年供水期平均出力,以设计保证率的供水期平均出力为电站保证出力;对于多年调节水电站应根据长系列径流调节计算成果,先计算各供水段的平均出力,然后按年统计,以设计保证率的年平均出力为电站保证出力;对于无调节和日调节水电站,应分析日平均出力历时曲线以设计保证率的日平均出力为电站保证出力。

**7.1.7** 进行水电站选定方案的出力计算时,应结合机组机型选择,推求各时段的平均预想出力。对中低水头、大流量的水电站,要注意将预想出力降低幅度与机组机型选择和系统对容量利用的要求结合起来考虑,慎重确定设计方案和其容量效益。

**7.1.8** 对于年及多年调节水电站,应根据拟定的装机规模,按水库调度规则进行长系列径流调节计算,以各年电量的算术平均值为多年平均发电量;对于无调节和日调节水电站,应根据拟定装机规模下的日平均出力历时曲线,求取其相应的多年平均发电量。

**7.1.9** 对于选定方案,应根据系统对水电站的要求,核定年平均弃水调峰电能。

**7.1.10** 水电站最大、最小工作水头,算术及加权平均水头等特征水头均应按长系列水能计算成果结合可能遭遇的运行工况确定。

**7.1.11** 设计保证率以外年份破坏深度的拟定,应尽量满足电力系统对发挥设计电站的容量效益的最低出力要求。破坏期的电站出力宜采取均匀降低的方式,尽量避免集中大幅度地下降。

**7.1.12** 具有年或多年调节水库的水电站,应绘制水库调度图,并根据调度图规定的运行方式,进行长系列径流调节和水能计算,以复核水电站电力电量效益和多年运行特性指标。

水库调度图应拟定预想出力区、加大出力区、保证出力区和降低出力区等四个区的相应运行方式。

**7.1.13** 以灌溉或供水为主的水库结合进行发电时,其用于发电的水量过程应根据灌溉或供水的用水要求进行电站出力计算。当水库调节库容大于灌溉或供水所需库容,并要求研究扩大发电效益时,可按第 9.2.4 条的规定,采用两级调节方法进行径流调节计算。

这类水电站,应结合单机容量选择,先分别计算不同装机台数的多年平均发电量,再据以合理选定装机容量;保证出力可结合系统的电力电量平衡,根据其设计水平年中具有容量效益的各月平均出力确定。

## **7.2 水电站群**

**7.2.1** 水电站设计应与其设计水平年已建水电站进行补偿调节计算,为水电站规模的选定提供依据。对于梯级水电站应进行梯级联合运用径流调节计算,对于重要梯级水电站还宜进行电力(库容)补偿调节计算;对于并联水电站应考虑水文补偿效益,必要时应进行电力(库容)补偿调节计算;对于混合水电站群,一般宜先进行每一梯级的径流调节计算,再进行各梯级和并联水电站的径流调节计算。

**7.2.2** 在拟定设计工程规模及主要特征值时,其补偿调节应选用总保证出力最大为目标;在拟定设计运用方案时,其补偿调节可选用在保证系统正常供电要求的条件下,总年电量最大为目标。

**7.2.3** 水电站群径流调节计算应根据各水电站同期的长系列径流资料采用时历法进行。当各电站径流系列年份不一致时,应以主要大型水电站水库的径流资料系列为准,插补、延长其他电站的径流系列。

**7.2.4** 梯级水电站群的联合调节应采用自上而下逐级进行。下级电站入流量等于上级电站调节后的下泄量和它们之间区间来量之和;对于相距较远的间断梯级,上级电站下泄量和区间来量可考虑传播时间后相加;对于重迭梯级,应考虑下级电站库水位对上级电站尾水位的顶托影响。

**7.2.5** 采用时历法进行补偿调节计算时,可将各水电站划分为补偿和被补偿电站两大类。以径流过程相期较不稳定、水库调节性能较低、规模较小、水电站位置远离负荷中心、综合利用要求复杂的水电站为被补偿水电站;以兴利调节库容大、调节性能好的控制性水电站为最后补偿电站。

## 8 航运工程的水利计算

**8.0.1** 对通航河流上的水利工程,应分析计算其影响范围内上下游的航运水流要素和通航特征水位、流量,为确定水利工程通航设施和上下游航道设计条件,以及分析工程的航运效益和影响提供依据。

灌溉和排水渠道如有必要结合通航时,也应分析计算其通航水流要素和通航特征水位、流量,据以确定渠道的通航条件,阐明通航效益。

**8.0.2** 通航河流上水库的调度方式应兼顾洪、枯水期上下游的航运要求。

水库洪水调度应结合考虑航运对上下游的最大流速、最高水位的要求,并有利于减少库区泥沙淤积。

水库枯水调度运用方式,应考虑入库流量与库水位消落的合理配合,并兼顾上下游的航深要求。

**8.0.3** 水库为改善下游航运或漂木条件下泄的水量应尽可能与发电等其他用水结合。当需由水库增补下泄量时,应根据航运或漂木的要求和浅滩控制河段特点,计算增补下泄的水量与过程。

**8.0.4** 通航河流上的水库过坝通航设施上下游的设计最高通航水位,应根据通航期某一频率洪水的调洪成果和正常蓄水位分析确定。必要时,应推算上下游航道的设计最高通航水面线。

水库上游设计最高通航水面线可采用通航期某一频率洪水调洪成果推算的最高洪水水面线与正常蓄水位时回水水面线的上包线。确定上游设计最高水位时,还应考虑泥沙淤积对抬高水位的影响。当下游有衔接梯级时,下游最高通航水位应考虑梯级水库回水顶托影响,并与衔接梯级的设计上游最高通航水位相协调。

**8.0.5** 通航河流上的水库过坝通航设施上下游的设计最低通航水位,应根据设计通航保证率和水库径流调节计算成果分析确定。必要时,还应分析计算上下游航道控制性浅滩河段的最低通航水位。

水库上游常年回水区的设计最低通航水位可采用死水位或最低运行水位;水库上游变动回水区和下游受水库调节影响河段控制性浅滩断面的最低通航水位可根据设计通航保证率由最低水位历时保证率曲线分析求得。

当下游有衔接梯级时,下游设计最低通航水位应考虑梯级回水顶托影响,并与衔接梯级的上游设计最低通航水位相协调。当水库进行日调节时,应考虑其对下游最低通航水位的影响。确定下

游设计最低通航水位时,还应考虑水库因下泄水流含沙量减少引起河道冲刷对降低水位的影响。

**8.0.6** 通航河流上的水库,应根据设计代表性船队(只)对最大流速和比降的限制性要求,统计分析遇不同标准洪水时上下游航道和过坝通航设施的停航或减载航运历时,为选择设计最大通航流量提供依据。对设有防洪库容的水库,应结合调洪计算成果进行统计分析。

**8.0.7** 发电结合考虑航运的水库,且水电站需进行日调节时,宜根据水电站设计日出力过程采用非恒定流方法计算水库下游河道水位、流量、流速等航运水流要素及其变化,并分析其对航运的影响。当电站调峰与航运要求有矛盾时,应拟定几种电站工作方式和航道整治措施方案进行计算。

**8.0.8** 当需在水电站下游设置反调节水库时,可根据电力平衡提供的不同设计日出力过程,初拟水库的反调节方式,采用水量平衡方法,计算分析反调节库容、水电站最小下泄流量、下游最小航深与水电站工作容量的相互关系,并据以选择反调节水库特征水位。

对选定的反调节水库方案,应根据发电与航运效益兼顾的原则,经多方案比较,拟定反调节水库的调度运用方式。

**8.0.9** 过坝通航设施的用水量,应根据过坝设施的型式、规模和调度运用方式选择适当的经验公式计算。溢水或补水式连续梯级船闸应选择控制性闸室进行用水量计算。

**8.0.10** 采用漂木槽或筏道运送木材过坝时,应根据漂木规划设计和水库调节计算提供的木材过坝数量和季节,过坝设施的规模和运用方式,以及水库上游水位过程等条件,计算分析木材过坝用水量。

**8.0.11** 在通航河流上实施整治工程时,应计算整治后相应设计保证率时的航深,分析工程引起的整治河段和邻近河段的洪、枯水位壅高或降落值。必要时应进行水流条件和河势的分析,研究其对航运的影响。

**8.0.12** 在通航河流两岸兴建规模较大的灌溉或供水引水工程时,应根据河流长系列的来水过程和设计的引水过程,计算其影响范围内控制性浅滩河段的航深下降值。当引水量占河流来水量的比重较大时,应进行引水后的河势分析。

**8.0.13** 灌溉、引水和排水渠道如有通航要求时,应计算确定设计最高和最低通航水位。

设计最高通航水位应根据灌溉或引水、排水要求,按通过的最大流量推算水面线确定。

设计最低通航水位可根据长系列灌溉或引水、排水流量统计分析水位历时保证率曲线,按相当设计保证率时的设计流量推算水面线确定。

## 9 综合利用水库工程的水利计算

### 9.1 计算原则

**9.1.1** 综合利用水库工程的水利计算应根据其开发任务和主次关系、河流水文特性、工程自然条件等,协调各水利任务间的关系。水库的调节库容应尽可能综合利用,调节后的泄放流量应尽可能做到一水多用、相互结合。

**9.1.2** 承担防洪任务的综合利用水库,宜以主要兴利任务在设计枯水年汛后保证正常用水条件下可以充满的库容,作为防洪和兴利结合的重迭库容。当重迭库容不能满足下游防护对象的防洪要求时,可研究设置专门防洪库容并拟定防洪高水位。

**9.1.3** 对兼有防洪和兴利任务的综合利用水库,应按拟定的防洪、兴利特征水位和库容方案进行径流调节计算,并就各方案的防洪限制水位进行全面分析比较。对预留在正常蓄水位以上的专门防洪库容,宜研究在汛后用于增加兴利效益的可能性。

**9.1.4** 进行综合利用水库各用水部门关系的协调时,应在分析研究各项用水对供水地点、供水高程、供水过程和供水保证率等要求的基础上,编制几组综合用水量方案,并分别进行各典型年份的水量供需平衡计算,研究对各部门的可供水量与工程规模及库容分配方案的关系。

当各用水部门设计保证率以不同方式表示时,宜先进行换算,统一以年保证率表示。

**9.1.5** 综合利用水库运用方式,应根据工程开发条件、开发任务的主次关系,设计保证率的高低,用水量的大小及变动范围和可否结合等因素,拟定几组调度库容及其分配方案,进行综合比较后确定。

在拟定消落深度时,应检验水库消落至死水位时,是否满足各水利任务对水位、水深、水库面积等要求。必要时调整调节库容方案,或水库运用方式。

**9.1.6** 对防凌、改善水质、旅游、渔业、泥沙冲淤等水利任务,应在计算中加以考虑。必要时,应根据某些特定的任务要求,调整工程设计方案及运行方式。

## **9.2 径流调节及水库调度图绘制**

**9.2.1** 综合利用水库径流调节计算应主要采用时历法。对于调节程度较高的大型水库,宜同时采用概率法或随机模拟法相互校核,选取偏于安全的成果作为设计值。

对设计保证率以外枯水年份的水库调度,应根据开发任务的主次关系或不同用户要求保证程度的高低,按不同的折扣供水。对于无替代措施的用水部门,宜尽可能给予一定的保证供水量。

**9.2.2** 对综合利用水库的选定方案应结合综合用水图,绘制水库调度图,作为进行长系列径流调节计算,阐明工程多年运行特性,并检验工程特征值和运行方式是否符合设计要求的依据。

**9.2.3** 防洪、兴利相结合的调度图绘制,应着重研究防洪与兴利调度的分界线。分界线以上水库按防洪要求控制运用,分界线以下水库按兴利要求控制运用。

**9.2.4** 当水库具有两个或两个以上并重的兴利任务,或当次要任务的用水量所占比重较大时,应绘制两级或多级调节的水库调度图,由有关调度线组成不同的调度区。

**9.2.5** 在绘制综合利用水库调度图时,还应根据需要对以下几方面进行研究:

(1)当库内灌溉引水位高于死水位时,可视情况绘制满足灌溉季节用水要求的水位限制线。

(2)当航运与其他用水要求有矛盾时,可视情况另辟航运调度区。如航运要求的下泄量不大于某一流速时,可在加大供水区绘制航运调度线。

(3)当下游河道有防凌要求时,应根据冰凌期对泄量的要求,绘制保证防凌要求的调配线。

(4)其他如旅游、改善水质、养殖等方面对水深、水面面积、泄水过程等要求,可视情况绘制控制水位调度线或规定必要的调度规则。

## **9.3 水库初期充蓄计算**

**9.3.1** 对调节程度较高的大型水库,应进行初期充蓄计算,拟定水库初蓄期间上下游有关部门用水分配方案及水库运行方式,为研究确定水库电站装机程序和有关灌溉、航运等发展安排提供依据。

水库初期充蓄期应自水库开始蓄水时起计算至蓄水位达到水库正常运用调度图中保证供水(出力)区的下调配线止。

**9.3.2** 水库初期充蓄计算,宜采用时历法,按保证率 75%与保证率 50%的入库年水量及其分月、分旬过程和不同用水量方案分别进行水库调节计算,必要时亦可按长系列法进行调节计算,求得各方案的水库初期充蓄水位过程、各用水部门初期效益,并检验下游对用水量和水位要求的满足程



度。

**9.3.3** 水库初期充蓄阶段的供水量,可较正常运用时适当降低。对各用水部门的供水方案,应结合水电站装机和灌溉、供水、航运等发展要求,根据各方案的调节计算成果比较确定。

**9.3.4** 在初期充蓄计算中,应计及水库及坝址的初期渗漏,其初渗值应根据库区水文地质和坝址工程地质条件、挡水建筑物形式和建设情况,参照已建类似水库的观测数据拟定。

**9.3.5** 水库初期充蓄方案应全面考虑设计水库的充水要求、上游已建水库的运行条件,以及对下游已建工程和重要用水部门的影响等,经比较确定。

## 10 跨流域调水工程的水利计算

**10.0.1** 跨流域调水工程的水利计算,应着重分析研究调入、调出流域有关地区不同水平年的水资源供需关系,预测调入区需要的调入水量和调出区可能的调出水量,为选择调水方案和工程特征值、阐明工程效益、研究工程对调出区的影响及其必要的补偿措施等提供依据。

**10.0.2** 调入流域需要调入的水量,应根据国民经济发展对需水的增长要求,充分考虑当地水资源和入境水量的开发利用并采取节约用水和提高水的重复利用率等措施进行分析计算。必要时,应采用高低两种需水量进行分析比较。

**10.0.3** 调出流域可能的调水量,应充分考虑当地国民经济发展对需水量的增长要求,并考虑天然来水受人类活动影响衰减或增长的可能性合理分析拟定。

**10.0.4** 在进行调入和调出流域或地区的水量供需平衡和径流调节计算时,应采用调入、调出区同期不少于 30 年的长系列水文系列。当采用代表系列进行计算时,应在分析调入、调出区水文遭遇基础上,统一选择合理的代表系列。

**10.0.5** 跨流域调水必须在调入区和调出区各自水量供需平衡计算的基础上,进行需要调入水量和可能调出水量的平衡计算,并阐明对供水量的满足程度和其出现机率,作为方案决策的依据。

**10.0.6** 调水过程线应根据拟定的调水量方案和调入、调出流域或地区有关水文资料和需水过程线,研究调水工程与其有关工程的合理运用方式,经联合调节计算拟定。选用的调水过程线宜尽量均匀。

**10.0.7** 要十分重视调水工程对调出流域或地区社会、环境影响的估量及其对策措施的研究。对调水工程下游已建、在建工程效益的损失,应根据调水工程实施前后同期水文情势的改变,按相同的原则和方法分析估算,对规划待建工程可能的影响,必要时也应进行估量,并提出对策建议。

## 11 水库水力学计算

### 11.1 水库回水计算

**11.1.1** 水库回水计算应根据河道条件、水库特性、水库运用方式及一定标准的洪水来量,推求建库前的天然水面线及建库后未淤积情况和淤积一定年限后的库区回水水面线。为适应库区重要防洪对象的需要,应提供一定防洪标准的回水水位过程线及淹没历时;为适应库区航运、灌溉、供水等需要,应提供相应其设计保证率的回水水位曲线和有关引水渠首的洪水位。

**11.1.2** 当水库调洪库容较小,调洪时间很短时,回水曲线可采用设计标准的洪峰流量及同标准的坝前最高水位推算。

当水库调洪库容较大,调洪时间较长时,应分别推算设计标准下可能形成沿程最高水位的几种

库水位与来量组合的回水水面线,取上包线作为其回水线。

推算库区航运、灌溉、供水等所需的低水位回水曲线,坝前水位应采用死水位,库区流量应采用相当其设计保证率的供水期平均流量。

### 11.1.3 推算干流回水曲线时,干流各段来水均按设计标准确定。

推算支流回水曲线时,应取支流发生与坝址同频率洪水、干流发生相应的洪水及干流发生与坝址同频率洪水、支流发生相应的洪水等组合情况,分别进行推算,然后取其上包线。

### 11.1.4 回水计算可按分段恒定流方法进行,自入库断面到坝址应分段考虑流量的沿程变化,每河段的流量可采用上下断面的平均值。

### 11.1.5 回水计算河段划分应考虑下列原则及要求。

(1)沿河城镇、工矿企业、大支流入口及水文站等处,应选为计算断面。

(2)每一计算河段内水面线应尽可能具有同一坡降,计算河段内断面面积、形状、河床糙率及水力因素等无急剧变化。

(3)每一计算河段上下游水位差不宜过大,对库区尾部和有重要淹没对象的河段应适当加密计算断面。

### 11.1.6 回水计算采用的糙率,应根据实测水文资料或可靠的调查洪水水面线加以率定。

11.1.7 对多沙河流上的水库及淤积影响严重的水库,应根据水库冲淤计算资料,作专门研究,并进行几个淤积水平年的回水计算。淤积后的回水水面线,可根据淤积计算成果重新计算各断面的水力因素,按前述要求进行计算。

在严寒地区应研究库区末端形成冰塞的可能性,并考虑冰塞引起的壅水影响进行回水计算。

11.1.8 对推算的各种回水计算成果,应进行必要的合理性检查。在水文资料缺乏的地区,还应重视对推算采用的糙率、流量进行分析。

11.1.9 水库回水曲线可视水库特性计算至回水水位高于同一断面同频率天然洪水位  $0.1 \sim 0.3 \text{ m}$  处止。

## 11.2 水电站日调节下游非恒定流计算

11.2.1 水电站日调节下游非恒定流计算,应根据受影响区内各部门的要求,选择设计水平年水电站可能遭遇不利的典型日负荷过程及其相应的库水位,计算水电站泄放非恒定流所引起水库上下游水流流态的变化,作为研究对航运、灌溉和供水等方面的影响和计算电站电能损失的依据。

### 11.2.2 水电站日调节非恒定流计算方法及条件宜按以下几方面选择。

(1)当电站日负荷较平缓,泄水波产生的附加比降较小时,可采用略去圣维南方程组惯性项的计算方法计算;当电站日负荷变化剧烈时,应采用包含惯性项的方法求解;如仅需概略计算某一特定断面的水深或估算影响范围,可根据河道水力因素,采用水文学方法近似求解。

(2)计算条件:沿程初始水位可采用相应日平均流量的沿程稳定水面线,计算的上边界条件为相应日负荷的逐时下泄流量,下边界条件为日调节影响接近消失的河段的代表断面水位和流量关系曲线;近坝区的计算河段应较短,远离坝区的计算河段可较长。

(3)计算时段可采用  $1 \text{ h}$ ,要求连续演算至出流断面相差  $24 \text{ h}$  的始末流态趋近相等时为止。当河段水力因素变化复杂、日负荷变化剧烈且对河段内流态计算要求精度较高时,应采用更短的计算时段。

(4)日调节影响河段某一断面的表面最大流速,可依据计算河段的平均流速和水力因素采用简化方法推算。



**11.2.3** 对日调节非恒定流的计算成果, 宜绘制各断面水流要素过程及沿程水流要素变化图, 分析其合理性和对各用水部门的影响, 必要时宜采用模型试验进行校验。

### 11.3 水库水体突然泄放计算

**11.3.1** 水库坝体溃决的可能情况应根据壅水建筑物的材料性质和结构性能及荷载情况等综合拟定。

**11.3.2** 水库水体突然泄放一般可采用数学模型法估算, 对于下游有特殊重要的防护对象时, 必要时应采用模型试验进行验证。

**11.3.3** 水体突然泄放工况应按以下条件组合: ①不考虑溃坝后上游来水; ②在供水期溃决, 水库水体采用正常蓄水位以下水体计算, 下游初始水位采用与调节流量相应的水位; ③在汛期溃决, 水库水体采用设计洪水位以下水体计算, 下游初始水位由相应设计洪水最大下泄量确定。

**11.3.4** 水库水体突然泄放的初瞬流态、坝址最大下泄量、溃坝洪水过程线, 可根据拟定的溃决形式和工况采用简化公式及概化过程线估算; 溃坝洪水过程向下游演进, 应采用非恒定流方法计算; 对于重要的水库, 必要时还应进行溃坝负波在库区的上溯演算。

## 12 感潮河段水力学计算

**12.0.1** 感潮河段水力学计算, 应在研究潮波运动特性基础上, 计算反映潮流流态及水流结构的变化及水工建筑物对水力要素的影响, 为规划设计中研究防洪、治涝、灌溉、供水、航运、河道整治、滩涂利用等方面提供计算河段内指定位置的水力学参数。

**12.0.2** 感潮河段水力学计算采用的非恒定流计算方法, 可根据计算范围、规划和设计要求等分别建立一维、二维和一二维联解, 或河网的非恒定流数学模型, 并采用合适的求解方法。

**12.0.3** 进行感潮河段水力学计算, 所需的专门资料要求如下:

(1) 地形资料: 应具有与计算时段同期的河道地形图, 其范围不得小于数学模型的上、下游边界。当缺乏同期河道地形资料时, 可选用邻近时期地形变化不大的河道地形图。地形图的比尺应根据要求的计算精度和河流的大小、数学模型的网格尺度选定。

(2) 水文资料: 应具有能反映感潮河段水文特征的若干站同步丰平枯水季节大中小潮潮位、流量或流速过程, 或根据计算目的选取其中部分组合。

(3) 气象资料: 计算区域范围同步的降雨、蒸发过程。

**12.0.4** 进行感潮河段非恒定流计算应注意以下方面:

(1) 空间网格: 在采用不等距时, 应采取渐变形式, 并能反映地形的变化情况, 二维矩形网格的长宽比也不宜过大。

(2) 时间步长: 应满足稳定性和精度要求。显式差分法必须满足柯朗条件。

(3) 初始条件: 应根据上、下游边界值估算给定。

(4) 水边界条件: 应设在基本上不受工程影响的断面处, 所有水边界条件不能全部采用流量或流速过程。

(5) 计算中应考虑降雨产水的影响。

(6) 计算历时应大于规划和设计所需的历时, 计算结果应基本不受初始条件的影响。

**12.0.5** 感潮河网非恒定流计算区域内主要的排水河道、湖荡、塘坝等应包括在河网概化图中, 概化河网的槽蓄曲线应与实际区域的槽蓄曲线基本一致。河道断面概化可采用流量等效法或流量模

数叠加法。

**12.0.6** 感潮河段非恒定流计算数学模型应经过验证方可使用, 验证项目应包括计算河段内有关点的水位、流量或流速过程。

验证应不少于两组水文组合, 并包含与计算目的相同或相类似的水文条件。验证点数根据计算范围确定, 但应不少于两个, 且在工程附近应有验证点。验证误差标准根据实测资料精度、潮型特性、设计阶段精度要求等确定。

网易 NetEase  
水利工程网 WWW.SHUIGONG.COM

## 附录 A 年及多年径流调节计算方法

### A1 基本资料

#### A1.1 径流调节计算要求的基本资料如下:

- (1) 时历法调节计算需具有 30 年以上的径流系列及综合利用各部门相应的用水系列。
- (2) 概率法及随机模拟法需具有年、月(或旬)的径流及综合利用各部门用水量的概率分布(一般采用  $P$ —Ⅲ 分布)、统计参数、序列相关系数及径流与用水量的相关系数。
- (3) 水库面积与容积曲线, 以及坝下游水位流量关系曲线。
- (4) 水库蒸发、渗漏、结冰损失资料。

**A1.2** 径流调节的基本资料必须满足规划设计阶段有关深度的要求, 径流系列应具有代表性。当径流系列中存在周期及趋势成分时, 应通过概率统计分析方法进行处理。在采用概率法及随机模拟法时, 对年、月(或旬)的径流及用水量的概率分布、统计参数、相关系数等应进行合理性分析及调整。

### A2 时历法

#### A2.1 长系列法

**A2.1.1** 采用本法计算应根据各年分时段的水库来水量及初步确定的同步用水量(或出力), 按设定的调节库容顺序进行径流调节计算。第  $i$  时段的计算公式为:

$$V_{i+1} = V_i + W_{\text{来}} - \sum W_{\text{用}} - W_{\text{损}} \quad (\text{A1})$$

式中  $V_i$ 、 $V_{i+1}$ ——分别为水库第  $i$  时段初及时段末的蓄水量;

$W_{\text{来}}$ ——第  $i$  时段来水量;

$\sum W_{\text{用}}$ ——第  $i$  时段综合利用各部门用水量之和;

$W_{\text{损}}$ ——第  $i$  时段水库蒸发、渗漏、结冰等损失水量之和。

采用式(A1)计算时, 必须以上一时段末蓄水量作为本时段初的蓄水量逐时段连续进行。

**A2.1.2** 进行水库调节计算时应先分析确定计算的起始时刻。一般可取连续丰水年最后一年丰水季节结束后水库蓄满(对于有防洪限制水位的水库, 也可采用防洪限制水位)的时刻。

**A2.1.3** 正常供水保证率应根据计算系列中水库不放空的正常供水年数(按水利年度计)与计算系列年数, 按期望值经验公式计算:

$$P = \frac{m}{n+1} \quad (\text{A2})$$

式中  $P$ ——供水保证率;

$m$ ——正常供水年数;

$n$ ——计算系列年数。

**A2.1.4** 当推求的  $P$  与规划设计所要求的正常供水设计保证率  $P_{\text{设}}$  一致时, 则可以设定的水库调节库容及各部门用水量作为采用值; 否则应重新调整水库调节库容或(和)各部门用水量, 重复进行上述计算, 直到  $P$  与  $P_{\text{设}}$  一致时为止。

#### A2.2 代表年法

**A2.2.1** 采用本法计算应选择枯水年、平水年、丰水年等三种典型年作为设计代表年。枯水年的保

证率应与供水设计保证率  $P_{\text{设}}$  接近;平水年的平均流量应大致接近多年平均流量;丰水年的保证率应接近  $1 - P_{\text{设}}$ 。径流调节计算方法参见 A.2.1 长系列法。

### A2.2.2 代表年选择应满足以下要求:

(1)三个代表年应具有较好的代表性,其平均流量接近多年平均流量;代表年(特别是设计枯水年)的年内分配尽可能接近长系列的平均年内分配。

(2)尽可能选择具有实测资料及年代较近的年份。

(3)对灌溉变动供水的调节,应结合来水、用水情况进行选择,使来水与用水的代表年一致。

(4)代表年选择具有一定的难度及偶然性,应尽可能多选几个典型年(特别是枯水年)进行比较以提高计算精度。

## A3 概率法

### A3.1 库容相加法

采用本法计算应先分别求出年部分库容  $V$  及多年部分库容  $W$ ,再相加求出总库容  $S$ ,即

$$S = V + W \quad (\text{A3})$$

$S$  的供水保证系采用  $W$  的供水保证率。

**A3.1.1 年部分库容计算。**可选取年来水量接近年用水量的若干个典型年,按时历法求得若干个年部分库容。对多年调节程度较高的情况,可选取平均或略偏大值作为设计年部分库容;对多年调节程度较低的情况,可选取偏大值作为设计年部分库容。

### A3.1.2 多年部分库容计算:

(1)固定供水的情况:当年径流为  $P-III$  分布且年径流序列独立时,可根据已知的  $P_{\text{设}}$ 、变差系数  $C_V$ 、偏态系数  $C_S$ 、调节系数  $\alpha$  由普列什可夫多年调节线解图求出库容系数  $\beta$ ,再计算多年部分库容。当年径流存在序列相关时,可采用斯瓦尼泽多年调节线解图求多年部分库容。

(2)灌溉变动供水并兼有固定供水的情况:可采用多年调节线解图求多年部分库容,但应采用相应的变差系数  $C'_V$ 、调节系数  $\alpha'$ 、库容系数  $\beta'$  查线解图求解。

(3)当年径流  $X$  和年灌溉用水量  $Y$  均服从  $P-III$  分布,且其均值、均方差,偏态系数分别为  $\bar{X}$ 、 $\bar{Y}$ 、 $\sigma_X$ 、 $\sigma_Y$ 、 $C_{SX}$ 、 $C_{SY}$ ,以及  $X$  与  $Y$  的相关系数  $\gamma$  均已知时,则年径流  $X$  与年灌溉用水量  $Y$  的差值  $Z = X - Y$  序列的均方差  $\sigma_Z$  及偏态系数  $C_{SZ}$  可按下式计算:

$$\sigma_Z = (\sigma_X^2 + \sigma_Y^2 - 2\gamma\sigma_X\sigma_Y)^{1/2} \quad (\text{A4})$$

$$C_{SZ} = \frac{(\sigma_X^3 - 3\gamma\sigma_X^2\sigma_Y)C_{SX} + (\sigma_Y^3 - 3\gamma\sigma_Y^2\sigma_X)C_{SY}}{\sigma_Z^3} \quad (\text{A5})$$

(4)查多年调节计算线解图的调节参数按下式计算:

$$C'_V = C_{SZ}/2 \quad (\text{A6})$$

$$\alpha' = 1 - C_{SZ}(\bar{X} - \bar{Y} - G)/2 \quad (\text{A7})$$

$$\beta' = C_{SZ}W/2 \quad (\text{A8})$$

式中  $W$ ——多年库容;

$G$ ——固定供水量,无固定供水要求时,  $G=0$ 。

(5)当  $Z$  序列独立时,采用普列什可夫线解图;当  $Z$  序列存在序列相关时,采用斯瓦尼泽线解图( $C_S=2C_V$ )求多年部分库容。具体方法如 A3.1.2 中(1)所述。

### A3.2 频率组合法

采用本法计算应先分别求出年部分库容概率分布  $F_{\text{年}}(V)$  及多年部分库容概率分布  $F_{\text{多}}(W)$ , 再应用全概率公式计算多年调节总库容  $S$  的概率分布  $F(S)$ 。

**A3.2.1 年部分库容概率分布。** 分别计算丰水年(年来水量大于年用水量的年份)枯水期为满足正常供水要求所需年部分库容的概率分布  $F_{\text{丰}}(V)$  和枯水年(年来水量小于年用水量的年份)丰水期为满足正常供水要求所需年部分库容的概率分布  $F_{\text{枯}}(V)$ 。当丰水期径流与枯水期径流相互独立时,可根据频率组合原理求出年部分库容  $V$  的概率分布(频率曲线)  $F_{\text{年}}(V)$ :

$$F_{\text{年}}(V) = F_{\text{丰}}(V) + F_{\text{枯}}(V) - F_{\text{丰}}(V)F_{\text{枯}}(V) \quad (\text{A9})$$

**A3.2.2 多年部分库容概率分布。** 可采用多年调节线解图求  $F_{\text{多}}(W)$ (参见 A3.1.2)。对于复杂情况也可采用蓄水保证率曲线法求  $F_{\text{多}}(W)$ , 其基本计算原理参见本附录 A3.3。

**A3.2.3 多年调节总库容概率分布。** 从  $F_{\text{年}}(V)$  中取  $n$  个年部分库容  $V_1, V_2, \dots, V_n$ , 并求出相应的概率  $P_{\text{年}}(V_1), P_{\text{年}}(V_2), \dots, P_{\text{年}}(V_n)$ , 然后按全概率公式计算多年调节总库容  $S$  的概率分布  $F(S)$ :

$$F(S) = \sum_{i=1}^n F_{\text{多}}(S - V_i) P_{\text{年}}(V_i) \quad (\text{A10})$$

按式(A10)确定的  $S$  与  $F(S)$  的关系, 然后由已知的供水设计保证率  $P_{\text{设}}$ (或设计的  $S$ ) 求出  $S$  (或  $P_{\text{设}}$ )。

### A3.3 综合法

采用本法计算可将已知的总库容  $S$ , 分为若干个(设为  $n$  个)由不同的多年部分库容  $W_i$  与相应的年部分库容  $V_i$  ( $S = W_i + V_i$ ), 和水库供水调度图等组成若干个比较方案进行径流调节计算, 求出各方案的供水保证率  $F_{\text{多}}(W_0)$ , 并据以进行综合分析比较合理确定调节方案。

**A3.3.1 具体计算时,** 可将全部多年部分库容  $W_n$  划分为两等分(划分为多等分的计算方法可类推, 通常可以  $0.1 \sim 0.2\beta$  为一等分), 每一等分为  $W_n/2$ , 并记  $W_0 = 0, W_1 = (0 + W_n/2)/2 = W_n/4, W_2 = (W_n/2 + W_n)/2 = 3W_n/4$ 。以  $F_{\text{多}}(W_0), F_{\text{多}}(W_1), F_{\text{多}}(W_2), F_{\text{多}}(W_n)$  分别表示  $W_0, W_1, W_2, W_n$  的概率分布, 其与  $P(W_0), P(W_1), P(W_2), P(W_n)$  的关系应近似满足下式(参见图 A3.3.1)。

$$F_{\text{多}}(W_0) = 1 - P(W_0)$$

$$F_{\text{多}}(W_1) = P(W_n) + P(W_2) + P(W_1)/2 \quad (\text{A11})$$

$$F_{\text{多}}(W_2) = P(W_n) + P(W_2)/2$$

$$F_{\text{多}}(W_n) = P(W_n)$$

以  $W_0, W_1, W_2, W_n$  为初蓄库容, 并根据实际长系列年月(或旬)径流按调度图进行长系列调节计算, 求出不同初蓄库容的条件概率分布:  $F_{\text{多}}(W_j/W_0), F_{\text{多}}(W_j/W_1), F_{\text{多}}(W_j/W_2), F_{\text{多}}(W_j/W_n), j=0, 1, 2, n$ 。当年径流序列独立时, 可建立以下方程组:

$$\sum_{i=0}^n F_{\text{多}}(W_j/W_i) P(W_i) = F_{\text{多}}(W_j) \quad (\text{A12})$$

$i, j=0, 1, 2, n$ 。

**A3.3.2 从方程组(A12)可解出  $P(W_0), P(W_1), P(W_2), P(W_n)$  再由方程组(A11)求出  $F_{\text{多}}(W_0), F_{\text{多}}(W_1), F_{\text{多}}(W_2), F_{\text{多}}(W_n)$ , 其中  $F_{\text{多}}(W_0) = F_{\text{多}}(0)$  即为水库的正常供水保证率。**

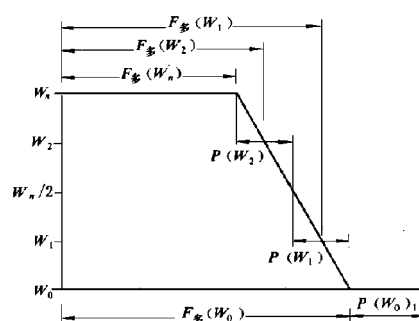


图 A3.3.1



## A4 随机模拟法

采用本法计算应根据年、月(或旬)径流(或灌溉用水量)的概率分布、统计参数、序列相关系数及径流特性,建立径流时间序列模型,并随机模拟出足够长(一般可取 10000 年)的径流序列,再据以进行径流调节,具体计算方法参见 A.2.1。

### A4.1 径流序列模型

可采用线性分解模型如下式:

$$X_i = T_i + S_i + K_i + \varepsilon_i \quad (\text{A13})$$

式中  $T_i$ ——趋势成分;

$S_i$ ——周期成分;

$K_i$ ——相依成分;

$\varepsilon_i$ ——随机成分;

对式(A13),应进行物理成因分析及统计分析检验,当确认不存在趋势成分或(和)周期成分时,应采用式(A14)进行模拟。

$$X_i = K_i + \varepsilon_i \quad (\text{A14})$$

当确认存在趋势成分或(和)周期成分时,应先从实测径流序列中将其提取出去,然后按式(A14)进行模拟,最后再将预先提取出去的趋势成分及周期成分加进模拟序列中,即可得到考虑趋势成分或(和)周期成分的径流模拟序列。

### A4.2 径流序列模拟

对于径流序列模型式(A14),一般可按下述方法进行径流序列的模拟。

**A4.2.1** 对不完全年调节的调节计算宜通过对径流序列的统计分析检验采用一阶或多阶自回归模型,用以进行年、月(或旬)径流序列的模拟。

**A4.2.2** 对完全年调节及多年调节计算宜采用双层模型,即由自回归模型分别模拟出  $n$  年的年径流序列  $X_i$  和月径流序列  $y_{i,j}$ ,  $i=1,2,\dots,n$ ,  $j=1,2,\dots,12$ 。并要求该两序列的统计参数分别与历史径流序列的年统计参数及月统计参数保持一致。在此基础上,按一定的原则将  $Y_{i,j}$  进行修正,使修正后序列  $Y'_{i,j}$  ( $Y'_i = \sum_{j=1}^{12} Y'_{i,j}$ ) 的年统计参数与历史年径流序列  $X_i$  的统计参数保持一致,而修正后的月径流统计参数的精度则可能稍有降低。

### A4.3 模拟序列的检验

**A4.3.1** 径流统计参数的检验。模拟径流序列的统计参数,如均值、方差、偏态系数与序列相关系数,应与历史径流序列的统计参数保持一致或基本接近。

#### A4.3.2 实用性检验:

(1)将模拟径流序列划分为与历史径流序列等长的  $K$  个子模拟径流序列。其所求得各保证供水量(或保证出力)的平均值应与按历史径流序列求得的保证供水量(或保证出力)大致接近。

(2)在  $K$  个子模拟径流序列所求得各多年平均供水量(或平均发电量)中,应大致有  $(1-\alpha) \times k$  个落入由历史径流序列所求得的多年平均供水量(或平均发电量)的  $t$  统计量(显著水平  $\alpha$  取 0.05 或 0.01)的置信区间内。

(3)当上述全部检验通过时,可接受所模拟的径流序列作为径流调节计算的依据。否则,应重新选择模型、调整模型参数或改变模拟技术,直至上述全部检验均得到满足为止。



## A5 各种方法的适用性

### A5.1 时历法

**A5.1.1** 适用于用水量随来水情况、水库水位与用户要求而变化的调节计算,特别是复杂的综合利用水库调节计算。

**A5.1.2** 可与调度图的编制及运用相结合。计算成果可提供水库各种调节要素(如供水量、蓄水量、弃水量、损失水量、库水位及水头等)的全部过程。

**A5.1.3** 当历史径流系列不够长,不能很好反映径流在时序上的各种可能组合情况时,应用于多年调节计算应慎重,求得的成果应与采用概率法或随机模拟法的成果相互验证。

**A5.1.4** 在具备长系列资料时应采用长系列法;代表年法仅适用于年调节计算,且只有当资料缺乏需通过间接途径插补获得时,才允许采用。

### A5.2 概率法

概率法只能用于多年调节,特别适用于调节程度较高的情况。

**A5.2.1** 库容相加法。计算方法简便,可用于资料短缺的情况。方法中多年部分库容具有严格的理论依据,但年部分库容的保证率概念欠明确。总库容的供水保证率直接采用多年部分库容的供水保证率,也不够严谨。

**A5.2.2** 频率组合法。考虑了年部分库容与多年部分库容的各种可能组合情况。但年部分库容与多年部分库容相互兼用,具体运用中很难分出年部分库容与多年部分库容,水库调节计算方法不能与调度图的编制及运用相结合,难以用于处理综合利用水库中防洪与兴利库容的结合使用。

**A5.2.3** 综合法。兼有频率组合与时历法两种方法的特点。可与调度图的编制和运用相结合,尤其适用于多年调节程度较高并具有高度复杂的综合利用要求的情况;主要缺点是计算过于复杂。

### A5.3 随机模拟法

**A5.3.1** 可给出与历史径流系列在统计特性上基本保持一致的足够长的模拟径流序列,充分反映径流在时序上的各种可能组合情况,兼有时历法与概率法的优点。

**A5.3.2** 较适用于综合利用要求及水库调度复杂的各种年调节及多年调节计算;可据以编制更加完善合理的调度图。

**A5.3.3** 需合理选择模型并采用适当的模拟技术,并需应用电算进行大量计算及反复比较,计算难度及工作量均较大。

## 附加说明

主 编 单 位:水利部长江水利委员会

参 编 单 位:水利部  
电力工业部 上海勘测设计研究院

主要起草人:蒋光明 谭培伦 陈雪英 周棣华 覃爱基 陈瑞方