

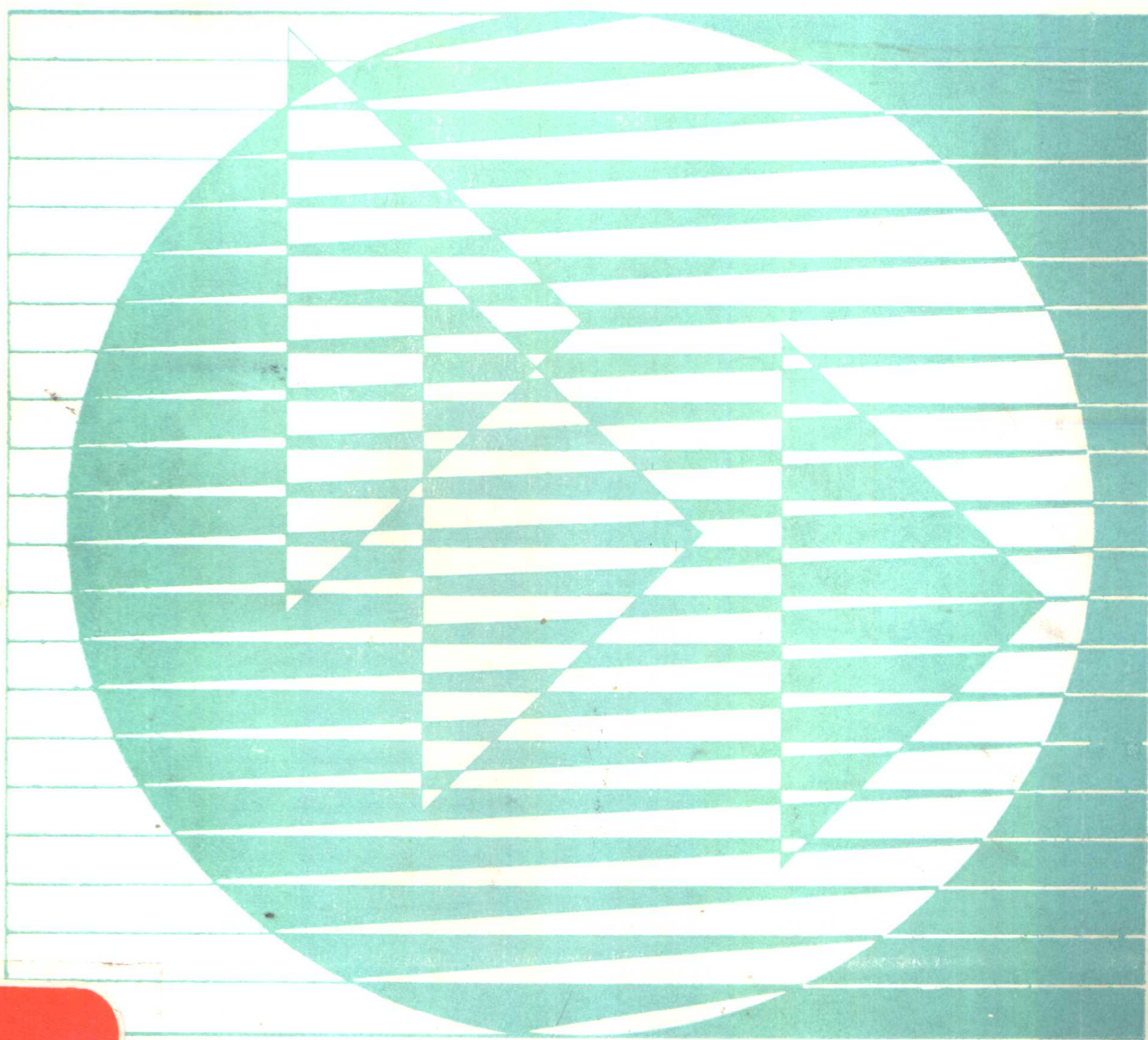
312

高等专科学校教材

水库调度

河北水利专科学校

姜岳 主编



吉林科学技术出版社

05448

TV62
9072

高等专科学校教材

水库调度

河北水利专科学校 姜岳 主编

吉林科学技术出版社

内 容 提 要

本书主要阐述水库防洪调度、兴利（发电、灌溉）调度、库群联合调度、优化调度的基本原理和方法。同时，对水库在规划设计阶段，各种参数的确定方法也作了扼要介绍。是水利工程管理专业的专业书籍。同时也是从事水库管理工作、规划设计部门工程技术人员，以及高等水利专业院校师生的参考用书。

716
9072

高等专科学校教材

25008
57

水 库 调 度

河北水利专科学校 姜 岳 主编

责任编辑：王宏伟

封面设计：马腾骧

出版
发行

吉林科学技术出版社

787×1092毫米16开本 11.75印张 263 000字

1988年7月第1版 1988年7月第1次印刷

印数：1—10 180册

定价：3.20元

122

印刷 长春市兴文印刷厂

ISBN 7-5384-0254-3/TV·3

前 言

为了适应高等专科学校和职工大学水利工程管理专业的教学需要,水利电力部水利管理司组织编写了《水工建筑物检查观测》、《水工建筑物及养护修理》、《水库调度》、《水利工程经营管理》等四本教材。目前已在部分学校试用,待修改、补充后将陆续出版。

《水库调度》一书重点对水库常规调度的基本理论、基本技术和方法,作了较全面的介绍;同时,简要介绍了在规划设计阶段,确定水库枢纽工程各种主要参数的原理和方法。

参加本书编写的同志有:河北水利专科学校姜岳(第一、二章),顾鼎仁(第九章),山东工业大学水利系徐又建(第三、七章),水电部丹江口水利工程管理培训中心褚晓梅(第四章),江西水利专科学校单漫营(第五章),东北水利水电专科学校朱伯俊(第六、八章)。全书由姜岳主编,清华大学施熙灿教授主审。

该书初稿,曾邀请清华大学、长江流域规划办公室、大连工学院、北京水利电力管理学院、合肥工业大学及部分省水利厅工程管理处等十几个单位的专家学者审阅,提出了许多宝贵意见。

该书在编写过程中,参阅引用了国内外许多单位的文献、资料、讲义和教材,由于范围广泛未能一一注明。在此一并致谢!

限于我们的水平,书中难免有错误和缺点,衷心希望广大读者批评指正。

编 者

1987年11月

目 录

前 言

第一章 绪 论	(1)
第二章 兴利调节	(4)
第一节 概述	(4)
第二节 水库特征水位和库容	(6)
第三节 水库特征曲线	(7)
第四节 水库水量损失	(10)
第五节 各用水部门的用水特性	(11)
第六节 设计保证率	(13)
第七节 影响死水位选择的因素	(15)
第八节 年调节水库兴利调节计算	(15)
第九节 多年调节水库兴利调节计算	(25)
第三章 水库调洪计算	(31)
第一节 水库防洪任务及防洪标准	(31)
第二节 调洪计算基本原理	(33)
第三节 考虑动库容的水库调洪计算	(38)
第四节 水库防洪计算	(39)
第五节 启用非常泄洪设施时水库调洪计算	(43)
第四章 防洪调度	(45)
第一节 概述	(45)
第二节 防洪调度图	(45)
第三节 防洪限制水位的确定	(46)
第四节 防洪调度方式的拟定	(50)
第五节 洪水预报调度	(60)
第六节 防洪调度规则的制定	(66)
第五章 发电调度	(68)
第一节 水力发电的基本原理及其开发方式	(68)
第二节 水电站保证出力及发电量计算	(70)
第三节 电力系统、负荷图及容量组成	(76)
第四节 水、火电站工作特点及运行方式	(80)
第五节 水电站装机容量的选择	(82)
第六节 发电调度图的绘制	(88)
第七节 发电调度图的应用	(94)

第八节 发电调度效益的检查·····	(99)
第六章 灌溉调度 ·····	(101)
第一节 灌溉需水量计算·····	(101)
第二节 年调节水库灌溉调度图的绘制·····	(107)
第三节 多年调节水库灌溉调度图的绘制·····	(111)
第四节 当年水库灌溉计划调度线的绘制·····	(114)
第七章 综合利用调度 ·····	(117)
第一节 防洪与兴利结合的水库调度·····	(117)
第二节 多沙河流域水库的控制运用·····	(120)
第三节 其他方面对水库调度的要求·····	(129)
第八章 库群调度 ·····	(132)
第一节 库群规划及调度的基本知识·····	(132)
第二节 非发电库群调度·····	(135)
第三节 水电站库群调度·····	(141)
第四节 库群洪水调度·····	(150)
第九章 水库优化调度 ·····	(154)
第一节 概述·····	(154)
第二节 径流描述·····	(156)
第三节 最优化技术简介·····	(158)
第四节 单一水库优化调度·····	(171)

第一章 绪 论

一、水资源概况

水是生物生存的物质基础，是生态系统中最活跃、影响最广泛的重要要素。

水是资源，是工农业生产过程中不可替代的资源。从广义上讲水资源是指地球上所有的水体。而我们通常所提的水资源是指陆地上可以利用的淡水资源，它包括两极及高山的冰川、深层地下水、浅层地下水、土壤水、大气水、湖水及河水。据估计，陆地上约有2 800多万 km^3 的淡水，占地球总水量的2%。由于冰川在自然界的特殊地位，开发利用极其困难，陆地上比较容易开发利用的淡水约有400多万 km^3 ，占地球总水量的0.3%。

陆地上水资源的分布很不均匀，有些国家和地区水资源较多；有些国家和地区水资源则非常不足。反映一个国家或地区水资源的丰歉程度，是以河川径流的多年平均值（亿 m^3 ）为主要指标。

我国多年平均河川径流量为26 380亿 m^3 ，（巴西51 912亿 m^3 、苏联47 144亿 m^3 、加拿大31 220亿 m^3 、美国29 702亿 m^3 、印尼28 113亿 m^3 ）居世界第六位。然而人均占有水量只及苏联的1/7，美国的1/5，世界人均占有水量的1/4，属于人均水量最低的国家之列。加之开发利用不合理、用水浪费、水源污染等原因，使得许多地方的水资源平衡遭到破坏，供水与需水的矛盾日益突出。

1977年联合国向全世界发出警告：“水不久将成为一项严重的社会危机，石油危机之后的下一次危机便是水”。据有关部门统计，1986年我国324个城市中，约有180多个城市不同程度地缺水，其中有40个城市严重缺水。今后随着工农业生产的发展，以及人民生活水平的提高，需水量将逐年上升。水利电力部水资源研究及区划办公室估计：到本世纪末，全国农业和城市工业用水的总需水量将达到7 000亿 m^3 左右，约占我国水资源的26%。由于水资源地区分布不均匀，预计到本世纪末全国缺水700亿 m^3 ，主要集中在北方水资源贫乏的黄、淮、海、辽四个地区，每年缺水约400~500亿 m^3 。水资源将成为北方地区经济发展的最大制约因素。

二、水资源特性

水资源供需矛盾产生的原因之一，主要是自然状态下水资源的某些特性与人类的需求不相适应。因此，要充分利用、合理开发水利资源，就必须首先了解水资源的特性。水资源特性概括起来有以下几点：

1. 水资源是再生资源，但时空分布不均，并非“取之不尽，用之不竭”。

依照太阳的能量，水文循环的周期性、水资源能不断再生。以多年或长期的观点来看，地球上的水量大体是平衡的。然而，由于影响水文循环的因素很多，变化复杂，降

水量的地区分布很不均匀，且年内年际变化很大，在局部地区，特定时段内水量是有限的，并非“取之不尽，用之不竭”。

例如：我国70%左右的降水量集中在夏秋季的三四个月内。82%的地表水和70%的地下水集中于长江流域及其以南地区，而北方所占比重很小。全国年最大与年最小降水的比值是1.9（广东、清源）~16.5（甘肃、敦煌），变化非常悬殊。

2. 水资源具有多种功能，可以综合利用

水作为一种资源，具有广泛的使用价值，可以发展农田灌溉、改善航运交通、利用水能发电、利用水面养鱼、改善环境卫生等等，一水可以多用。

随着社会的发展，水资源的开发利用，已由过去的单目标发展到多目标，由获得单纯的经济效益，发展到获取经济、社会、环境等多方面的综合效益。因此，综合利用水资源是一项重要原则。

3. 水资源具有兴利、为害的双重性

水资源匮乏或不足，威胁着农业，也威胁着工业，影响着社会经济的发展。洪水泛滥也会使良田成泽国，使城乡变废墟，使人们辛勤创造的社会财富，毁于一旦。水利工作的好坏，关系到一个地区，甚至一个国家。因此，对水资源的开放利用，必须要达到兴利与除害两个目的。

4. 水资源是宝贵的、不可取代的

人类的生活离不开水，世界上所有的动植物也都与水密切相关。水是农业的命脉，也是工业的血液，纺纱、造纸、开矿、炼钢、采石油都离不开水，所以，水又是人类获得其他资源的基础资源，而且是不可取代的宝贵资源。

水利工作者的根本任务，就在于了解水资源特性，通过工程措施，改变水量在空间、时间上的分布，趋利避害，促进社会经济的发展。

三、水库调度的任务及本课程内容

解决水资源的不足，主要是开源、节流，同时要作好水资源的保护工作。在摸清水资源的情况下，搞好统一规划，利用蓄水、引水、调水工程，提高对天然径流的控制能力，将有限的水资源，用在最需要的地方，最关键的时刻，发挥最大的效益。

解放后，我国修建了许多水库。一座规划设计合理、管理运用得当的水库，它不仅能防洪、灌溉，为城市提供优质水量，而且能为工业提供廉价的电力，为交通运输提供经济的水运，为渔业提供丰富的水产，为居民创造优美的环境，做到“一水多用，一库多能”。充分发挥水资源的综合效益。

例如：位于汉江中游的湖北，丹江口水库（最大坝高97m，总库容为209.7亿 m^3 ）就是一座综合利用的水利枢纽工程。它的主要任务是防洪，解除汉江下游的洪水灾害；同时装有六台15万kW混流式水轮发电机组，年发电量可达43.6亿kW·h，近期引水灌溉农田360万亩，并提高了上、下游河道的航运能力，平均80万亩的水库面积，可年产鱼400万kg以上等等，为国家创造了大量的社会财富。

水库调度的任务，是按照规划设计的意图在保证建筑物安全的前提下，根据河川径流的变化情况，合理安排蓄泄，最大限度发挥水资源的综合效益。

同时,合理的水库调度,还有助于工程的管理,保持工程的完整,延长水工建筑物的使用年限。

本教材主要介绍:防洪调度、兴利(发电、灌溉)调度、库群联合调度、优化调度的基本原理和方法。同时,对在水库规划设计阶段各主要参数的确定方法,也作了扼要介绍,为合理开发利用水资源打下基础。

四、水库调度工作发展简况

我国水利事业的发展史,实际是一部控制运用河川径流的光辉史。早在公元前250年,在四川灌县修建的都江堰分洪灌溉工程就是一座具有综合利用性质的水利枢纽工程。它不仅大大减少了岷江两岸的洪水灾害,并能引水灌溉成都平原数百万亩的肥田沃土,将四川变为“天府之国”。

建国以后,在党和政府的领导下,兴修了大量的水利工程,其中各种类型的水库86 000多座,总蓄水库容达4 000亿 m^3 以上,修建万亩以上的灌区5 280多处,灌溉面积由解放初的2.4亿亩增加到7.2亿亩,水电站的装机容量由1949年的16万kW发展到2 630多万kW,年发电量由7.4亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$,增加到923多亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 等。总之30多年来,我们的水利工作取得了举世瞩目的成就。

随着一大批水库的建成,水库调度工作也取得了一定的进展。早在50年代就开始了合理调度的理论研究工作,1964年水利电力部制订了水库管理规范——《水库管理通则》。一些有关的科研单位,大专院校开始探讨如何运用电子计算机进行水库优化调度等等。使水库的管理工作逐步走向了规范化、制度化,出现了欣欣向荣的景象。

1984年水利电力部重新修订了《水库管理通则》,成立了“工程管理培训中心”并举办了多期“控制运用及预报调度”培训班,轮训了大批水库管理人员,对搞好水库调度工作,起到了相当大的作用。

随着现代控制理论的产生、发展和微电子技术的广泛应用,许多工业发达的国家,如美、日、法等国,在重要的防洪地区或全国范围内,建成了洪水监测预报系统,通过各种通讯手段,把水文站和雨量站的雨量、水位、流量等数据传输到水库的中央控制室,利用电子计算机,进行运算、判断、洪水预报和水库调度,并用无线电向下游地区发出信号。这种水情信息的实时传输、处理及监控,使综合管理水库工作达到了一个新的水平。

近年来,我们国家也非常重视自动化测报技术的应用。在一些重要的水库及防洪地区,已开始建立了防洪预警自动测报系统。如由意大利援建的丹江口水库遥测系统,我国自行设计安装的潘家口水库、岳城水库、于桥水库等的现代化管理系统。又如浙江省浦阳江、黑龙江省拉林河、广东省西枝江、湖南省黄石水库等都建立了水文自动测报系统。这些自动化测报预警系统的建成,必将使我国水利管理、防汛、调度工作出现一个崭新的局面。

第二章 兴利调节

第一节 概 述

地理位置和自然条件,决定了我国水资源在地理分布和时间分配上的不均匀性。据有关部门统计:长江流域及其以南地区径流量占全国径流量的82%,而黄河、淮河、海河三大流域的径流量只占到6.6%。同时,我国水资源的时程变化大、年内年际分配不均,具有夏季丰水、冬季枯水、丰枯年间水量相差悬殊的特点。因此,要改变这种极不平衡的分布状况,必须拦河筑坝、建闸蓄水,重新分配径流的时空分布,以极大的满足工农业生产用水的需要。

在水利工作中,将这种重新分配径流的措施称为径流调节。其中汛期拦蓄洪水、削减洪峰、防止或减少洪水灾害而进行的调节称防洪调节。为满足城市供水、灌溉、发电、航运等要求而提高供水量的调节称为兴利调节。

水库的蓄水量随着来、用水的情况,时常都在变化。由库空到蓄满,再到放空,循环一次所经历的时间称为调节周期。按照调节周期的长短,水库可分为日调节、周调节、年调节和多年调节。

一、日 调 节

日调节的作用是将一天中的均匀来水蓄存起来,集中供应于某一时段的用水。

如图2-1,将零点至18点的来水流量 Q 蓄存起来,集中供应18点至24点的发电用水,其流量则可提高至 q 。

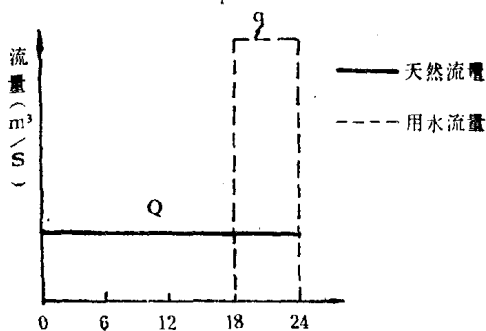


图 2-1 日调节示意图

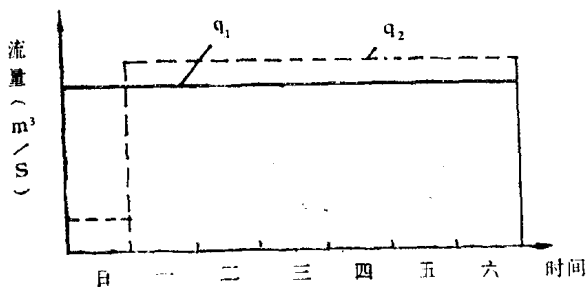


图 2-2 周调节示意图

二、周 调 节

周调节的作用是将节假日的多余水量（用电负荷小，发电用水也少）调剂到其他工作日去用，如图2-2。这样可以使平日的发电用水流量 q_1 提高到 q_2 。

三、年 调 节

年调节又称为季调节。是将一年中丰水季节多余的水量蓄存起来,提高枯水季节的用水量其调节周期为一年,如图 2—3。

当库容较大时,如果将全年的多余水量完全被蓄存利用,而不发生弃水,这种调节称完全年调节。如果其中有部分水量未能利用,而被废弃掉,则称为不完全年调节。

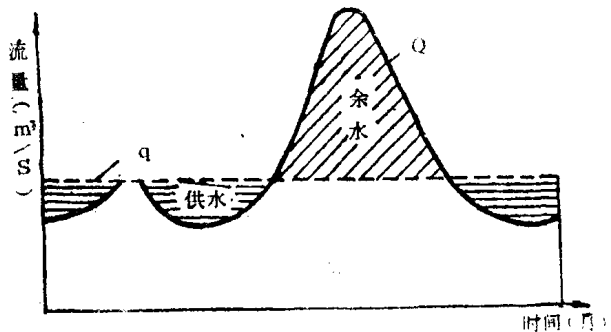


图 2-3 年调节示意图

根据经验,当兴利库容为河流多年平均水量的25~30%时,即可进行年调节。

四、多年调节

多年调节是将丰水年多余的水量蓄存起来,用以补充枯水年,或枯水年组的不足水量,如图 2—4。

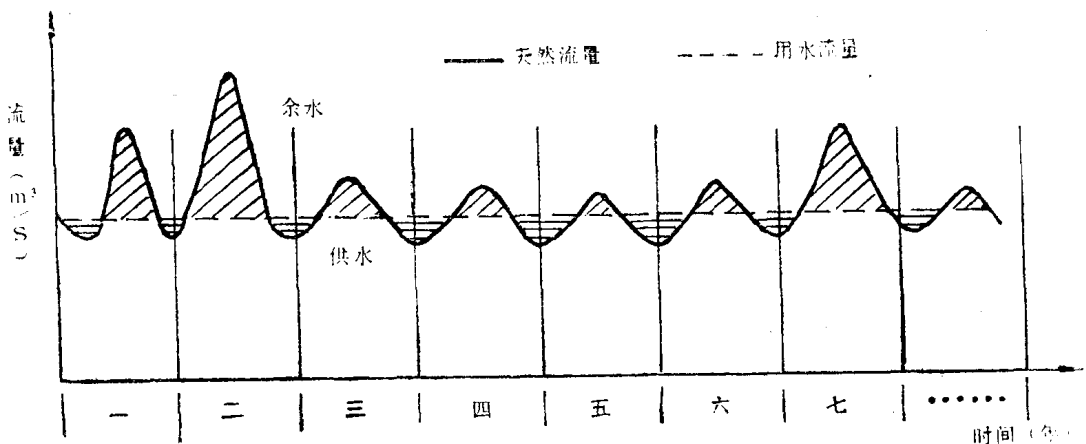


图 2-4 多年调节示意图

它的调节周期是跨年度的。这种水库往往需经过若干丰水年才能蓄满,然后分配在若干枯水年里使用,而不是每年都蓄满或泄空。

一般认为,当水库的兴利调节库容大于河流多年平均水量的30%时,即可考虑进行多年调节。

水库的调节方式主要是年调节及多年调节。在实际运用中,往往一个水库能兼有几种调节性能,如多年调节水库也能进行年调节、周调节、日调节等。

水库按照库容的大小可分为大型、中型、小型、塘坝四类,如表 2—1。

表 2-1

水 库 类 型

类 型	大 型		中 型	小 型		塘 坝
	巨 型	大 型		小 (一) 型	小 (二) 型	
库容(m^3)	>10亿	1~10亿	1 000万~1亿	100万~1000万	10万~100万	<10万

第二节 水库特征水位和库容

库容的大小,决定了水库调节能力的大小,在设计水库时,根据河流的水文情况及用水要求,通过水利计算与经济比较,确定出各种水位和库容,这些水位和库容的意义简述如下:

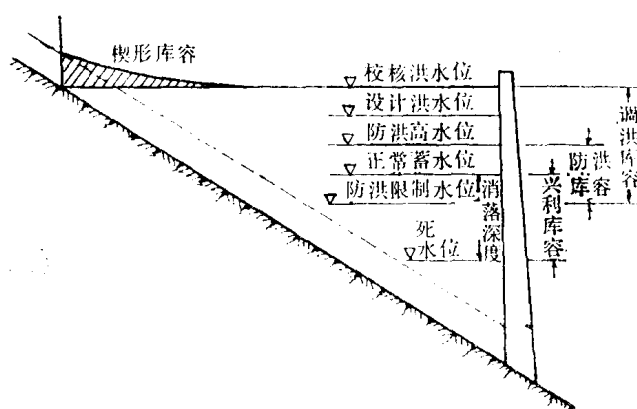


图 2-5 水库特征水位和库容

一、死水位和死库容

在正常情况下,允许水库降落到的最低水位叫死水位。死水位以下的库容称死库容,也叫垫底库容。死库容的水量是一次性蓄满,除遇到特殊的情况外(如特大干旱年),它不直接用于调节径流。

二、正常蓄水位和兴利库容

正常蓄水位是水库在正常情况下,供水期开始时为保证工农业用水应蓄到的水位。正常蓄水位也叫设计兴利水位。它与死水位之间的库容叫兴利库容。正常蓄水位至死水位间的深度又称消落深度。兴利库容所蓄的水量与供水期天然来水量之和,减掉供水期内损失水量后,必须满足设计条件下的用水量。

三、防洪限制水位和共用库容

防洪限制水位,简称为汛限水准,它是汛期洪水来临之前不准超过的水位,该水位以上的库容,是只有在发生洪水时,才允许蓄一部分洪水,以消减洪峰,保障下游安全。洪水消退后,水库应尽快泄洪,使库水位回降到汛限水位。正常蓄水位与汛限水位

之间的库容称共用库容。

四、防洪水位，防洪库容

防洪高水位是指担负着下游防洪任务的水库，在遇到下游防护对象的设计洪水时，水库按下游允许的安全泄量泄洪，此时水库所达到的最高水位称为防洪高水位。防洪高水位与汛期限制水位之间的库容称防洪库容。

五、设计洪水位，拦洪库容

当水库遇到设计标准的洪水时，泄洪建筑物的闸门全开，水库所达到的最高水位称设计洪水位。该水位是主要建筑物设计的依据。设计洪水位与汛限水位之间的库容，称为拦洪库容。

六、校核洪水位，调洪库容

当水库遇到校核标准的洪水时，由于水库的泄洪能力的限制，水库水位将超过设计洪水位，这时所达到的最高水位称校核洪水位。校核洪水位是建筑物安全保证的重要指标。校核洪水位与汛限水位之间的库容称调洪库容。

第三节 水库特征曲线

水库特征是指水库的地形特征。库区地形开阔，河道纵坡缓，水库的蓄水容量大，一般工程效益较大。反之，若库区地形狭窄河道纵坡陡，坝虽高其蓄水容量不一定大。因此，在规划设计、管理运用阶段，水库的地形特征是很重要的资料。水库的地形特征常以曲线的形式表示，它又分为静库容曲线和动库容曲线两种。现介绍如下：

一、静库容曲线

静库容曲线是假设水库水面完全呈静止的水平状态而绘制的不同坝前水位下水位-面积-容积曲线。

1. 水位-面积曲线

水库的水面面积是随水位的高低而变化的。在库区地形图上可用求积仪或数方格的方法，量出不同高程的等高线与坝轴线围成的面积如 $F_1, F_2, \dots, F_n$ ，以水位为纵坐标，面积为横坐标，绘成水位-面积曲线如图 2—6 $Z \sim F$ 所示。

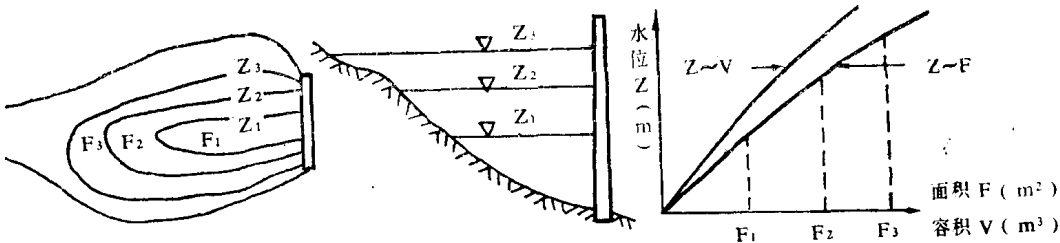


图 2—6 库容、面积关系曲线绘制示意图

通常该曲线的坡度是随库区地形的变化而变化，库区开阔，则曲线坡度平缓；库区窄陡，则曲线坡度陡峻。

2. 水位-容积曲线

水库的水位-容积曲线，实际是水位-面积曲线的积分曲线。可用下式表示

$$\bar{V} = \int_{z_0}^{z_1} F dz \quad (2-1)$$

在实际工作中常用有限差公式求出：

$$V = \sum_{i=0}^{n-1} \bar{F} \Delta Z \quad \bar{F} = \frac{1}{2} (F_{\text{上}} + F_{\text{下}}) \quad (2-2)$$

较精确的计算：

$$\bar{F} = \frac{1}{3} (F_{\text{下}} + \sqrt{F_{\text{下}} F_{\text{上}}} + F_{\text{上}}) \quad (2-3)$$

式中 V ——水库容积； ΔZ ——水层厚度；

$F_{\text{上}}$ 、 $F_{\text{下}}$ 、 $\bar{F}$ ——上、下层水面面积、平均面积。

各层容积求出之后，自下而上逐层累加，即得出各水位的相应容积。

例 2—1 据某水库库区地形图，分别量出水位高程 40~65m，逐层水面面积如表 2—2 中②栏。经计算得出各种水位的相应容积如表中⑥栏。水位-容积曲线如图 2—7 所示。

表 2-2 水库水位、面积、容积曲线计算表

水 位 (m)	水面面积 (km ²)	平均水面 面积 (km ²)	高 差 (m)	分层容积 (10 ⁴ m ³)	累 积 容 积 (10 ⁴ m ³)
①	②	③	④	⑤	⑥
40.0	0.00				
42.0	0.020	0.010	2	200.0	200.0
45.0	0.045	0.032	3	960.0	1 160.0
50.0	0.097	0.071	5	3 550.0	4 710.0
55.0	0.154	0.125	5	6 250.0	10 960.0
60.0	0.213	0.184	5	3 200.0	20 160.0
65.0	0.273	0.243	5	12 150.0	32 310.0

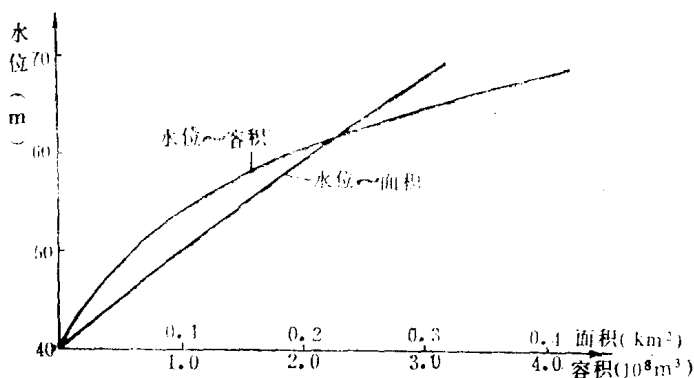


图 2-7 水库水位—面积、容积曲线

二、动库容曲线

由于水库随时都有流量汇入(汛期尤为如此),致使水库沿程各个过水断面都具有一定的流速,即有一定的水力坡度,因而形成了以坝前水位为起点沿程向上的壅水曲线,直至与库尾的天然水面相切,此即回水曲线。回水曲线与坝前水位水平面间的容积称为楔形容积。它与坝前水位下的静库容之和,总称为动库容,如图2—8所示。

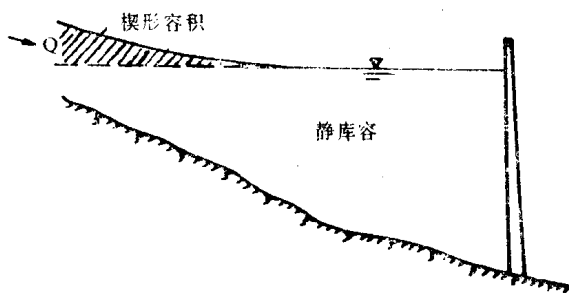


图 2-8 动库容

实践证明,在调洪计算中采用动库容比采用静库容更接近于实际。尤其库区尾部比较开阔,楔形容积所占比重较大的水库更应采用动库容进行调洪计算。

楔形容积的大小与坝前水位、库区地形、入库流量、出库流量有关。坝前水位高,入库流量大,库区地形开阔,楔形容积就大。一般出库流量对楔形容积影响较小,故在动库容曲线绘制中可以忽略不计。

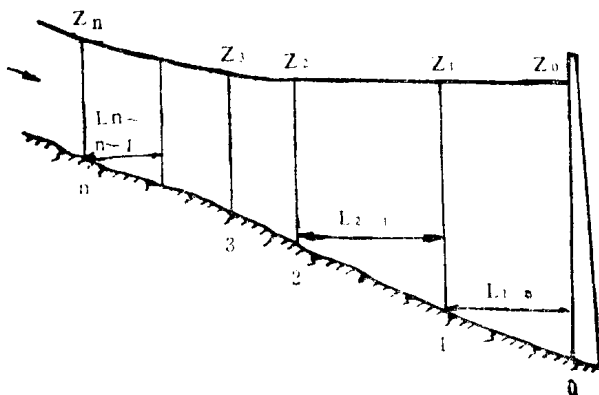


图 2-9 库段划分示意图

动库容曲线的绘制方法步骤如下:

1. 根据水文资料及工程情况,拟定入库流量的范围及坝前水位的变化幅度。

2. 根据库区地形特点,将库区划分为若干库段,如图2—9所示。

3. 假定不同的坝前水位、入库流量,按水力学方法绘制不同坝前水位,入库流量情况下的回水曲线。

4. 绘制各断面的水位——面积关系曲线 $z = f(A)$ 。

(A 为过水断面面积) 如图 2—10。

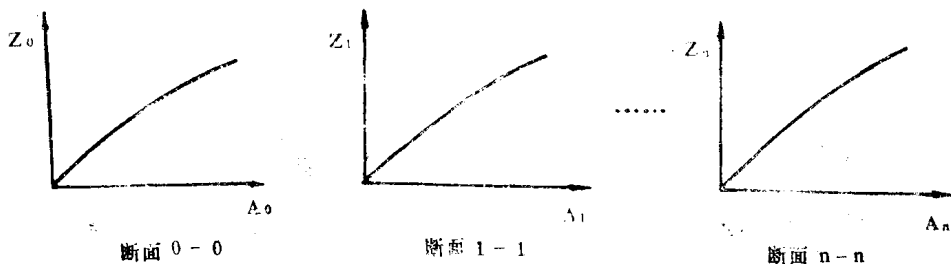


图 2-10 各断面水位—面积曲线

5. 从水面曲线中找出各断面的水位 Z_{0-1} 、 $Z_{1-1} \cdots Z_{n-1}$ ，并查出其相应的断面面积 A_{0-1} 、 $A_{1-1} \cdots A_{n-1}$ 。

6. 查出相应于坝前水位下各断面的静水面称 A'_{0-1} 、 $A'_{1-1} \cdots A'_{n-1}$ 。

7. 计算各断面的面积增值：

$$\Delta A_0 = A_{0-1} - A'_{0-1}$$

$$\Delta A_1 = A_{1-1} - A'_{1-1}$$

$$\vdots$$

$$\Delta A_n = A_{n-1} - A'_{n-1}$$

8. 计算楔形体的容积。

$$V_{\text{楔}} = \frac{\Delta A_0 + \Delta A_1}{Z} \cdot L_{0-1} + \frac{\Delta A_1 + \Delta A_2}{Z} \cdot L_{1-2} + \cdots + \frac{\Delta A_{n-1} + \Delta A_n}{Z} \cdot L_{n-1-n}$$

9. 据坝前水位查静库容曲线得出相应的静库容 $V_{\text{静}}$ 。

10. 动库容 $V_{\text{动}} = V_{\text{静}} + V_{\text{楔}}$ 。

此即为某一坝前水位在某一入库流量下的动库容。依此类推，根据若干拟定的坝前水位，入库流量及其相应的回水曲线，可得出若干相应的动库容。

以坝前水位为纵坐标，动库容为横坐标，以入库流量为参数，即可绘出动库容曲线，如图 2-11。

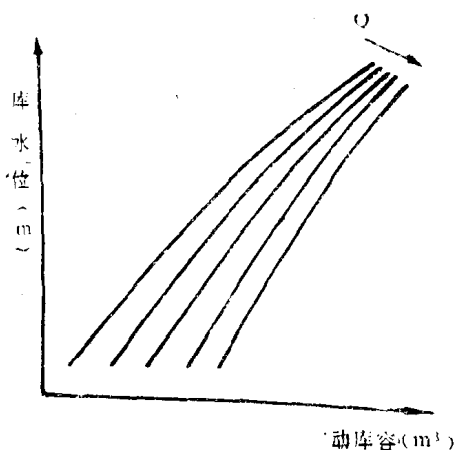


图 2-11 动库容曲线

第四节 水库水量损失

进入水库的天然径流量，其中有一部分将被蒸发掉，同时由于建库后水位抬高，压力加大，其中一部分径流又将会渗漏到下游。因此，在规划设计水库时，必须考虑这些水量的损失，以保证供水。

一、蒸发损失

在规划设计时，水库来水量是根据建库前坝址处径流资料推算得到的，水库的蒸发

损失是指水库建成后，由于库内原来的陆面变成了水面而多蒸发掉的那部分水量。所以蒸发损失量，应该是水面蒸发量减去陆面蒸发量的差值。用公式表示：

$$\Delta W = (h_{\text{水面}} - h_{\text{陆面}}) \times F \quad (2-4)$$

$h_{\text{水面}}$ ——水面蒸发的水层深度 (mm)。它是气象站利用蒸发皿测得的资料，乘以该地区换算系数而得。

$h_{\text{陆面}}$ ——陆面蒸发水层深度，以 mm 计，可近似地用多年平均降雨量 (深) 减去多年平均径流量 (深)。

例 2—2 某水库由 $\phi 20\text{cm}$ 蒸发皿观测得知多年平均水面年蒸发量为 1 580mm，蒸发换算系数为 0.75，陆面蒸发量为 456.1mm，则一年中蒸发损失量为：

$$(1\,580 \times 0.75) - 456.1 = 727.9 \text{ (mm)}$$

二、渗漏损失

建库以后，由于水头压力的作用，使库床、库岸、坝身、坝端产生渗漏，其中坝身、坝端的渗漏容易采取措施解决，主要是库床、库岸的渗漏问题。同时由于构成水库基础的岩层成分复杂，往往很难由一般公式计算得出满意的结果，在水利计算中，常常是根据水库的水文地质条件定出一些经验数据，作为估算渗漏损失的依据，一般可按表 2—3 估算。

表 2-3 渗漏损失量估算表

水文地质条件	以平均库水位的消落深度表示	以蓄水量的百分数表示
优	0~0.5m/年	0~10%年
良好	0.5~1.0m/年	10~20%年
恶劣	1.0~2.0m/年	20~40%年

例如：某水库水文地质条件很好，每年平均库水位的消落深度按 0.5m 计，则每月平均渗漏损失为 41.6mm。

第五节 各用水部门的用水特性

一个综合利用水库的供水范围是很广泛的，如城市给水、灌溉、发电、航运、渔业、环境卫生等。而且每一个用水部门的要求都不一样，有的主要是需消耗一定的水量，如农业灌溉、城市供水；有的是利用落差，如发电；有的只要求提供一定的深度、面积，如航运、渔业等。同时在用水时间上的要求也各不相同。因此，在统计各部门用水数量的同时，还要了解各部门在用水时间等方面的要求，研究它们之间的联系，分清主次，以最充分有效地利用水利资源。下面分别介绍各部门的需水情况。

一、城市给水

城市供水，在满足市民生活用水的前提下主要是工业用水。工业用水需按产品生产的