



普通高等教育“十二五”规划教材

水利计算

主 编 徐淑琴 刘小燕
副主编 姜 宁 王秋梅
张一丁 张永玲



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



普通高等教育“十二五”规划教材

水利计算

主 编 徐淑琴 刘小燕
副主编 姜 宁 王秋梅
张一丁 张永玲



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本教材论述了水利计算与水库调度的基本原理和方法。全书共分六章,包括:水库兴利计算的基本情况,年调节水库兴利计算,多年调节水库兴利计算,小型水电站水能计算,水库防洪计算和中小型水库控制运用等内容。

本教材为高等学校农业水利工程专业的必修课教材,并可供水利水电工程、水文水资源等专业学习参考,同时也可供相关专业及水利工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

水利计算 / 徐淑琴, 刘小燕主编. -- 北京: 中国水利水电出版社, 2011. 11
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5084-8758-8

I. ①水… II. ①徐… ②刘… III. ①水利计算—高等学校—教材 IV. ①TV214

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第228669号

书 名	普通高等教育“十二五”规划教材 水利计算
作 者	主编 徐淑琴 刘小燕 副主编 姜 宁 王秋梅 张一丁 张永玲
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京时代澄宇科技有限公司
印 刷	三河市鑫金马印装有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 11.5印张 273千字
版 次	2011年11月第1版 2011年11月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	22.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前言

本教材是普通高等教育“十二五”规划教材，主要适用于农业水利工程专业、水文水资源专业和水利水电工程等专业的课程教学，也可供相近专业及水利工程技术人员参考。

本教材按照水利计算、水资源规划及水库调度等课程教学大纲的要求编写。在内容安排上力求传承经典、成熟的理论体系，同时注意吸纳本学科领域里的部分最新研究成果，并广泛征求了相关院校专业师生的意见，力求使之更适应地区性的特点。

本教材由东北农业大学徐淑琴教授、内蒙古农业大学刘小燕副教授主编，负责统稿。全书共分六章，徐淑琴编写绪论、第一章和第五章；刘小燕编写第二章和第三章；黑龙江大学姜宁、东北农业大学王秋梅编写第四章；黑龙江大学张一丁、塔里木大学张永玲编写第六章。教材容量按36~44学时规定的篇幅数编写。

在编写过程中，参考了武汉大学叶守泽教授主编的《水文水利计算》、河海大学周之豪教授等编写的《水利水能规划》以及其他兄弟院校的有关资料，并得到了黑龙江省水利勘测设计研究院的大力帮助，在此表示衷心的感谢！

本教材由东北农业大学付强教授主审。付教授对教材进行了认真审阅，提出了许多宝贵的意见和建议，在此表示衷心的感谢。

限于编者水平有限，书中难免有不妥和疏漏之处，恳请读者批评指正。

编 者

2011年5月

目录

前言

绪论	1
本章思考题	4
第一章 水库兴利计算的基本情况	5
第一节 概述	5
第二节 水库的特性曲线、特征水位和特征库容	7
第三节 灌溉水库的设计标准	12
第四节 水库的水量损失和水库死水位的选择	12
第五节 年调节水库兴利计算的基本情况	16
本章思考题	21
本章计算题	21
第二章 年调节水库兴利计算	22
第一节 年调节水库兴利计算的长系列法	22
第二节 年调节水库兴利计算的代表年时历列表法	33
本章思考题	44
本章计算题	44
第三章 多年调节水库兴利计算	47
第一节 多年调节水库兴利计算的长系列时历法	47
第二节 多年调节水库兴利计算的数理统计法	54
本章思考题	70
本章计算题	70
第四章 小型水电站水能计算	72
第一节 水能利用的基本知识	72
第二节 水电站的设计代表年和保证率	76
第三节 电力系统的负荷及其容量组成	78
第四节 无调节、日调节水电站的水能计算	81
第五节 以发电为主的水库年调节水电站的水能计算	95

第六节 以灌溉为主的水库水电站的水能计算.....	104
本章思考题.....	112
本章计算题.....	113
第五章 水库防洪计算	114
第一节 概述.....	114
第二节 水库的调洪作用与任务.....	116
第三节 水库调洪计算的原理和方法.....	118
第四节 水库的防洪方案比较.....	129
本章思考题.....	136
本章计算题.....	137
第六章 中小型水库控制运用	139
第一节 水库汛期控制运用计划的编制.....	139
第二节 中小型水库抗洪能力的计算.....	151
第三节 水库兴利控制运用的基本情况.....	154
第四节 有预报条件下灌溉水库年度供水计划的编制.....	154
第五节 无预报条件下灌溉水库兴利调度图的绘制和应用.....	158
第六节 中小型水库的简易供水计划.....	165
第七节 发电水库调度图的绘制.....	167
第八节 综合利用水库的调度.....	173
本章思考题.....	175
参考文献	177

绪 论

一、水利计算及其在水利工程建设中的作用

水利工程是用于控制和调配自然界的地表水和地下水，达到除害兴利目的而修建的工程。自然界的水在地区上和时间上的分布及存在的状态，不能完全适应人类的需要，为了防止水旱灾害并充分合理地利用水资源，以满足工农业生产和交通运输、能源供应、人类生活 and 环境保护等方面的需要，必须统筹规划、因地制宜地修建一系列的水利工程。

水利工程按其服务对象主要包括：

- (1) 为防止洪水灾害的防洪工程。
- (2) 为农业生产服务的农田水利工程，也称灌溉排水工程。
- (3) 将水能转化为电能的水力发电工程。
- (4) 为水运服务的航道及港口工程。
- (5) 为工业、生活用水及排泄、处理废水和雨水服务的城镇供水排水工程。

农田水利工程是水利工程的一个重要分支。其目的在于通过工程措施，调节和改善农田水分状况和地区的水利条件，促进生态环境的良性循环，使之有利于农作物的生长。农田水利工程包括灌溉工程、排水工程、农田防洪工程、水土保持工程和防治土壤盐碱化工程等。

水利工程从修建到运用，一般要经过规划、设计、施工和管理四个阶段，每一个阶段都要进行水利计算工作，而且各阶段要求的深度和内容又不尽相同。水利计算的基础是水文计算和水文预报。利用这些水文数据，再加上用水、地形、地质和经济等方面的资料，通过分析计算，定出工程规模、尺寸，编制工程调度方案。

在《中国水利百科全书》中对水利计算的解释如下：研究水资源的合理开发利用、研究水利工程对河川径流和水力条件的变化影响以及评价水利工程的经济和环境效果等所进行的有关分析计算。因此，水利计算是指水资源系统开发和治理中对河流等水体的水文情况、国民经济各部门的用水需求、径流调节方式和经济论证等进行分析计算。具体地说，就是根据当地的情况，确定工程的规模和工程设备的运行规程。

水利计算成果是选择治理和开发方案，确定工程任务、规模、开发程序和运行方式的依据。

二、水利计算学科的发展简史和今后的发展趋势

水利计算是一门新兴的学科。长期以来，水利计算多归附于应用水文学和工程水力学。作为一门专门的学科，是随着有关学科特别是径流调节理论的发展，于 20 世纪中叶在前苏联逐渐形成的。这方面比较由代表性的专著是 1952 年由 C. H. 克里茨基与 M. Φ.

明凯里合著的《水利计算》。在这以后,由于应用数学、电子计算机技术以及其他有关学科的迅速发展,又在水利计算理论和实践上取得了许多新成就。主要表现为:

(1) 进一步完善了径流调节理论。

(2) 引入并广泛应用了以径流调节和经济分析为基础的系统分析方法。

(3) 提出了水库、河道不恒定流计算方面的许多新解法,包括应用一维明渠不恒定流计算水库调洪、水库回水和河道洪水演进等问题;应用二维、三维水流运动数学模型,求解环境污水水力学、感潮河段水力学和河流动力学等方面的复杂问题。

中国水利建设有着悠久的历史,但较系统的水利计算工作是从 20 世纪 50 年代后,在吸取外来经验的基础上,通过一系列江河流域规划以及水利水电工程的设计运用才逐渐开展起来。1959 年长江流域规划办公室编写的《河流综合利用水文水利计算》及 1962 年华东水利学院编写的《水利计算及规划》,均较完整地总结了在此以前的理论与实践经验。

60 多年来,中国在防洪规划水利计算、防洪与兴利结合的调洪计算、综合利用水库调节计算以及水库群的调节计算等方面提出了一些适合中国特点的方法,在不恒定流计算方面也有不少发展。特别是近年来,在应用随机过程理论描述径流、应用现代数学和系统分析方法进行单库和库群规划及水利计算等方面,也进行了不少探索。

今后,应进一步应用数理统计结合成因分析,完善对径流的描述和预测;应用现代数学与计算技术,更好地解决水库和河流动力学中的一些问题;结合水利规划的发展需要,开展水库群和多目标水利规划系统分析的研究,为拟定河流治理的最优决策、确定工程最佳参数、编制工程的经济运行方式,提供更可靠的依据。

三、水资源的综合利用

水利计算的原则是“一水多用,一库多用,先用后耗,时间协调”。

(一) 水资源的概念

水是资源,是工农业生产和居民生活过程中不可替代的资源。对水资源(或水利资源)的含义存在着不同的理解。从广义上讲,水资源是指地球上所有的水体,包括水量、水能和水域。而目前通常所提及的水资源是指陆地上可以利用的淡水资源,它包括江河、湖泊、泉、积雪、大气水、土壤水以及地下水等可供长期利用的水源。直到 1977 年,联合国召开水会议后,联合国教科文组织共同提出了水资源的含义:“水资源是指可以利用或有可能被利用的水源,这种水源应当有足够的数量和可用的质量,并在某一地点为满足某种用途而得以利用”。

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严重不足。我国水资源总量为 28142 亿 m^3 ,其中多年平均年河川径流量为 27115 亿 m^3 ,居世界第六位,然而年人均占有水量只及世界年人均占有水量的 1/4。

(二) 国民经济各部门用水特点及矛盾

水库兴利计算的基本资料是来水和用水,来水资料在《工程水文学》中有专门的论述,而用水包括多方面,但不同的水库由于任务不同,其用水可包括一项或多项。

1. 用水特点

(1) 农业用水耗水量大,目前占国民经济总用水量的 70%~80%;对水质有一定的

要求；有明显的季节性和多变性；设计保证率较低。

(2) 工业用水有的耗水、有的不耗水；对水质要求较农业用水高；用水相对稳定；设计保证率较高。

(3) 水力发电基本不耗水，利用的是水能资源；对水质有一定要求；有明显的日、周、季变化；要求供水保证率较高。

(4) 航运用水基本不耗水，利用的是水域资源；对水质要求较低；一般需要进行河道整治。

2. 矛盾及协调

根据水库的功能及用水特点，要协调矛盾。具体的方法是：按先用后耗，时间协调的原则，绘制水库的需水图（以时间为横坐标、水量为纵坐标）。从而得到用水过程线示意图，如图 0-1 所示。

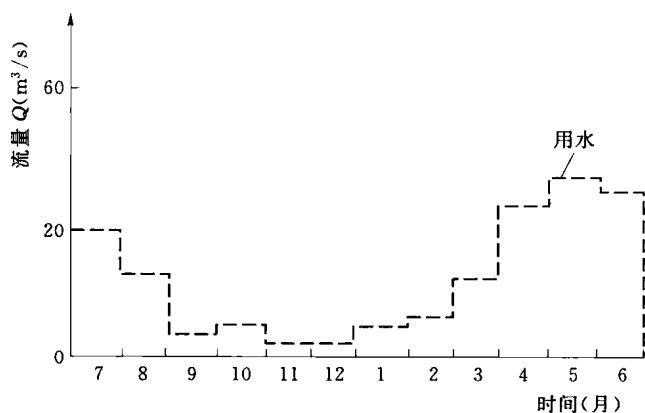


图 0-1 用水过程线示意图

四、本课程的任务和基本要求

(一) 课程性质

“水利计算”是农业水利工程专业的一门必修的专业基础课。

(二) 课程任务

它的任务是让学生在了解“工程水文学”内容的基础上，掌握灌溉工程中蓄水工程（灌溉水库）的水利计算和发电工程的小型水电站水能计算的基本理论，并初步掌握这方面的分析计算方法，以使学生毕业后，经过一段生产实践的锻炼能完成这方面的工作。

(三) 课程的具体要求

(1) 掌握灌溉水库兴利计算的基本理论和调节计算方法，能正确确定死库容、兴利库容和正常蓄水位。

(2) 掌握小型水电站水能计算的基本内容，能合理确定电站的保证出力、多年平均发电量和装机容量。

(3) 掌握不同条件下水库调洪计算的原理和方法，能合理确定各项防洪参数。

(4) 掌握水库控制运用的基本知识。如兴利、防洪调度图的绘制和应用。



本章思考题

1. 农田水利工程包括哪些内容？
2. 水利计算的具体内容包括哪些？计算原则是什么？水利计算的任务是什么？
3. 国民经济各用水部门的用水特点有哪些？
4. 什么是水资源？

第一章 水库兴利计算的基本情况

第一节 概 述

一、天然河道来水与生产生活用水的矛盾

在天然条件下，水资源特别是河川径流，由于其形成因素（如降雨、气温等）的变化特性，在年与年间、季与季间都不相同，这种变化常常是相当大的，如果没有工程措施就无法控制。

一方面，河川水量的这种巨大变化，对于配合各用水部门的需要，进行有效的经济利用是非常不利的。因为大多数的用水部门都要求有比较固定的供水数量和供水时间，并且各部门用水量、水质、用水时间和保证率各不相同。这些往往与来水的天然情况不相吻合。也就是说，在径流比较大的时间段，用水可能较少；而径流比较小的时间段，用水又可能需求很大。为了尽可能地充分利用河流的水量进行兴利，就需要修建水利工程进行径流调节。

另一方面，从防洪的角度来说，由于河川径流年内巨大的不均匀性，绝大部分水量往往在汛期几个月内流过，而河槽宣泄能力有限，就会引起洪水泛滥。为了减轻洪水灾害，也需要对河川径流进行控制和调节。

二、径流调节的概念及分类

（一）径流调节的概念

径流调节广义为整个流域内，人类对于地面、地下径流的自然过程的一切有意识的干涉。它包括洪水调节、兴利调节，还包括大范围的调配水量等问题。洪水调节是指为削减汛期洪峰而进行的调节；兴利调节是指为蓄存丰水期余水而增补亏水期缺水而进行的调解。

目前通常情况下所说的径流调节仅限于水库的兴利调节。本章主要阐述以水库为中心的径流调节的概念和分类。

径流调节是指借助于建设水利工程，来控制河川径流的变化，按照用水需要人为地把河川径流在时间上、地区上重新分配。

对于水库来说，径流调节的作用是：当来水大于用水要求时，把多余的水蓄到水库中，而当来水小于用水要求时，由水库补充放水来满足用水要求。

（二）径流调节的分类

1. 按调节周期分类

调节周期是指调节容积由空到满再到空所经历的时间。

由于来水和用水都有一定的周期性变化规律，所以水库的充蓄和泄放也有一定的周期性变化。水库从库空开始蓄水（来水大于用水时），经过一段时间蓄满；之后在来水小于用水时开始放水，经过一段时间后放空。完整的蓄放过程就是指水库的调节容积由“库空

→蓄满→放空”的过程。

由于水库的大小和任务不同,调节周期有长有短,所以调节周期可分为日调节、周调节、年调节和多年调节。日调节是指在一昼夜内进行的径流重新分配,同理类推。调节周期内蓄、泄水过程如图 1-1、图 1-2、图 1-3 所示。

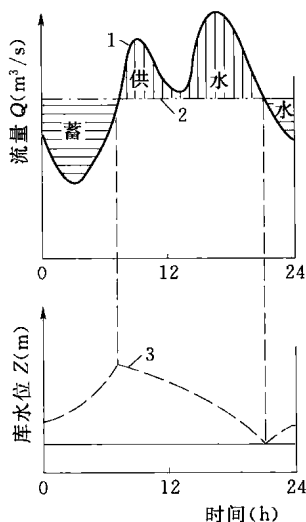


图 1-1 径流日调节

1—用水量;
2—天然日平均流量

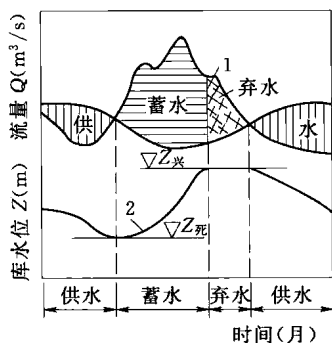


图 1-2 径流年调节

1—天然流量过程线;
2—水库水位变化过程

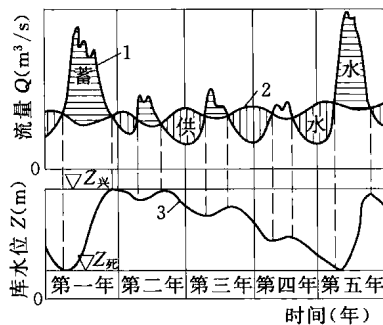


图 1-3 径流多年调节

1—天然流量过程线; 2—用水量过程线; 3—库水位变化过程

通常库容系数 β (兴利库容 $V_{\text{兴}}$ 与多年平均年径流量 W_0 的比值) 能够反映水库的调节能力。当 $\beta=8\%\sim 30\%$ 时, 可进行年调节。在天然径流年内分配较均匀时, 即当 $\beta=2\%\sim 8\%$ 时, 也可进行年调节。根据经验, 若年水量变差系数 C_v 值较小, 年内水量分配较均匀时, $\beta>30\%$ 即能进行多年调节。否则, 需要更大的库容才能进行多年调节。

多年调节水库可以同时进行年调节、周调节和日调节。

灌溉水库一般包括年调节和多年调节两种。在灌溉设计标准的情况下, 如果水库年来水量大于或等于灌区的年用水量与水库本身水量损失之和, 水库属于年调节形式; 反之, 如果水库年来水量小于灌区的年用水量与水库本身水量损失之和, 且水库多年平均来水量大于或等于灌区的多年平均用水量与水库本身水量损失之和, 水库属于多年调节形式。

2. 按调节程度分类

径流调节按调节程度可分为完全调节和非完全调节。

调节程度是指在调节周期内河川径流被利用的程度。河川径流被利用量包括两方面的内容, 一是指在调节周期内的用水量, 二是指该时段内的水库损失量。若河川径流完全被利用没有弃水, 叫完全调节; 若有弃水, 则叫非完全调节。

3. 按水库供水方式分类

水库供水方式包括固定供水和变动供水。

固定供水是指水库按固定要求供水, 与供水期水库的来水量和蓄水量无关。如工业及城市生活给水多属这种类型的径流调节。

变动供水是指水库供水随蓄水量和用户不同的要求而变动。如灌溉按农田需水要求供水，水力发电按电力负荷要求供水等。

4. 其他分类

(1) 反调节：下游水库按照用水部门的需水过程，对上游水库泄流的再调节。

(2) 兴利补偿调节：水库与水库下游区间来水进行补偿，以满足有关部门用水要求的调节。

三、水库的组成及分类

对于灌溉水库，一般主要由三大水利工程组成：大坝、溢洪道和输水洞。

大坝是挡水建筑物，起洪水调节和兴利调节作用；溢洪道是泄洪建筑物，起洪水调节作用；输水洞是放水建筑物（不参与泄洪时），起兴利调节作用。对于综合利用的水库，还要包括一些其他水利工程，如水电站、船闸以及鱼道等。

水库的等级划分根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》SL 252—2000 规定如表 1-1 所示。

表 1-1 水利水电工程分等指标

工程 等别	工程 规模	水库 总库容 (10^8m^3)	防洪		治涝	灌溉	供水	发电
			保护城镇及 企业的重要性	保护农田 (10^4 亩)	治涝面积 (10^4 亩)	灌溉面积 (10^4 亩)	供水对象 重要性	装机容量 (10^4kW)
I	大 (1)	≥ 10	特别重要	≥ 500	≥ 200	≥ 150	特别重要	≥ 120
II	大 (2)	$10 \sim 1.0$	重要	$500 \sim 100$	$200 \sim 60$	$150 \sim 50$	重要	$120 \sim 30$
III	中型	$1.0 \sim 0.10$	中等	$100 \sim 30$	$60 \sim 15$	$50 \sim 5$	中等	$30 \sim 5$
IV	小 (1)	$0.1 \sim 0.01$	一般	$30 \sim 5$	$15 \sim 3$	$5 \sim 0.5$	一般	$5 \sim 1$
V	小 (2)	$0.01 \sim 0.001$		< 5	< 3	< 0.5		< 1

第二节 水库的特性曲线、特征水位和特征库容

一、水库的特性曲线

(一) 概念

反映水库地形特性的曲线叫水库的特性曲线，包括水库水位～面积曲线 ($Z \sim A$ 曲线) 和水库水位～容积曲线 ($Z \sim V$ 曲线)。

一般河流上筑坝修建了水库，对于每个具体的水库来说，大坝越高、库容越大。但是对于两个不同的水库来说，大坝的高矮并不能决定水库容积的大小，这是由于库区地形条件不同而决定的。

例如平原河流水库和山区河流水库，因库盆形状及河道坡度不同，其 $Z \sim A$ 曲线的性质也不相同。平原河流水库面积随水位增加而很快增加，面积曲线的坡度较小；山区河流水库面积随水位增加较慢，面积曲线的坡度较大。

所以曲线形状反映水库的地形特性。如图 1-4 所示为某水库库区地形图。水库特性

曲线是水库兴利计算的基本资料。需要注意的是，水库特性曲线是两条光滑的曲线，必须通过各个计算点。曲线可以有拐点，但是不能有突变，如图 1-5 所示为水库水位~容积、水位~面积曲线图。

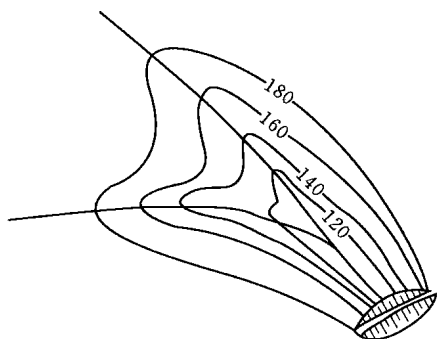


图 1-4 某水库库区地形图

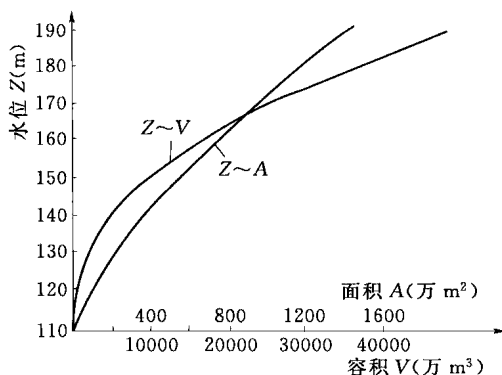


图 1-5 水库水位~容积、水位~面积曲线图

(二) 如何绘制水库的特性曲线 (静库容)

水库面积曲线可以根据库区地形图，用求积仪或电子版地图借助于 CAD 绘图软件以及利用数字化地图配备地理信息系统 (简称 GIS) 的可视化方法，在等高线与坝轴线所围成的闭合图形上，量测计算每一等高线高程 (水位) 所包围的面积，然后以水位为纵坐标、以面积为横坐标绘成水位面积曲线。水库容积曲线是面积曲线的积分曲线。

具体绘制步骤如下：

(1) 收集库区地形图资料。对于库区地形图的比例，不同规模的水库有不同的精度要求。

大型水库：1/50000~1/10000；中型水库：1/10000~1/5000；小型水库：1/5000~1/1000。

(2) 量面积。量出每条等高线与坝轴线所围成的闭合图形的面积。

(3) 列表计算。

$$\text{计算公式：} \quad \bar{A} = \frac{1}{3}(A_i + \sqrt{A_i \cdot A_{i+1}} + A_{i+1}) \quad (1-1)$$

$$\Delta V = \bar{A} \times \Delta Z \quad (1-2)$$

$$V = \sum_{Z_0}^Z \Delta V \quad (1-3)$$

式中 $A_i, A_{i+1}, \bar{A}$ ——相临水位的水库面积及两者的平均值， km^2 ；

ΔZ ——相临两水位间的水层深度或等高距，m；

ΔV ——与 ΔZ 相对应库容， 10^4 m^3 ；

V ——水库的容积， 10^4 m^3 ；

Z_0 ——库底高程，m。

(4) 绘图。以水位为纵坐标，面积、库容为横坐标在同一方格纸上绘出 $Z \sim A$ 、 $Z \sim V$

曲线。

【例题 1-1】 水库特性曲线的绘制

基本资料：某水库是以灌溉为主的中型水库。1/10000 地形图（略），等高距 1m。水位高程及相应水面积如表 1-2 中（1）、（2）列所示。

解题思路：由水位高程（Z）、水面积（A）、累计库容（V）三相分别点绘水位面积（Z~A）和水位库容（Z~V）曲线，结果如表 1-2 及图 1-6 所示。

表 1-2 某水库水位~面积、水位~容积曲线计算表

水位 Z (m)	水面面积 A (km ²)	平均面积 $\bar{A}$ (km ²)	高差 ΔZ (m)	库容 ΔV ($\times 10^6 \text{ m}^3$)	累计库容 V ($\times 10^6 \text{ m}^3$)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
291.5	0			0	0
292	0.07	0.023	0.5	0.012	0.012
293	0.21	0.134	1	0.134	0.146
294	0.52	0.353	1	0.353	0.499
295	0.71	0.613	1	0.613	1.112
296	0.87	0.789	1	0.789	1.901
297	1.04	0.954	1	0.954	2.855
298	1.23	1.143	1	1.143	3.998
299	1.42	1.324	1	1.324	5.322
300	1.63	1.524	1	1.524	6.846
301	1.95	1.788	1	1.788	8.634
302	2.19	2.069	1	2.069	10.703
303	2.43	2.309	1	2.309	13.012
304	2.70	2.564	1	2.564	15.576
305	2.99	2.844	1	2.844	18.420

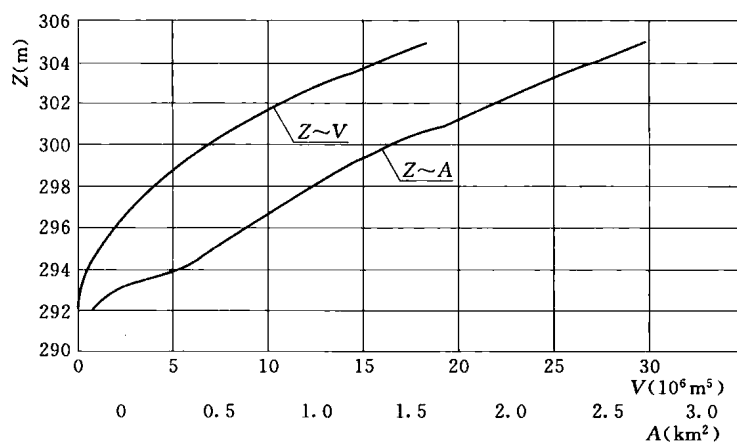


图 1-6 水库特性曲线

(三) 动库容与静库容

当水库的入库流量为零时水面呈水平，故水面水平的库容积称为静库容。对于大型河川型水库，回水影响甚远，在洪水调节计算和淹没计算中，因入库流量大、流速大而形成水面曲线并非水平，这时若仍按水库水面为水平计算，则误差较大，故应按动水容积来计算，即除静库容外，还有一部分楔形蓄量，如图 1-7 所示的阴影部分。

所以，当河川水库入库流量比较大时，库面上翘的实际水面线所构成的容积叫动库容（静库容与楔形蓄量之和）。

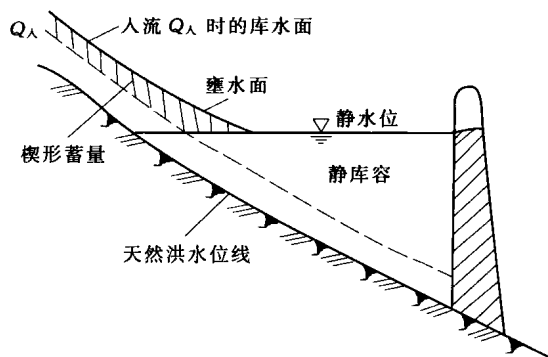


图 1-7 水库动库容示意图

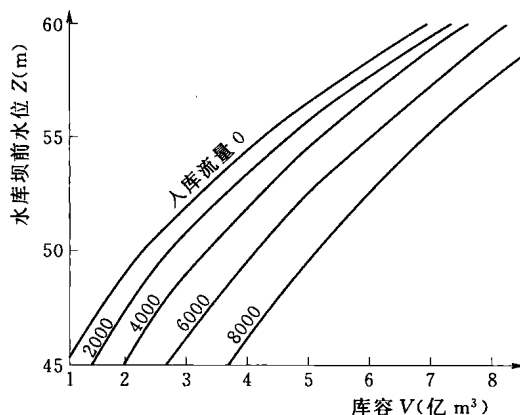


图 1-8 水库动库容曲线

动库容曲线的绘制方法是：在可能出现的洪水范围内拟定各种入库流量，对某个人库流量假定不同的坝前水位，根据水力学公式，推求出一组以某入库流量为参数的水面曲线，并计算相应的库容，计算至回水末端止，然后以水位为纵坐标，以入库流量为参数，以库容为横坐标，绘制动水容积曲线，即动库容曲线，如图 1-8 所示。

通常按静库容进行径流调节计算，精度已能满足要求。在需要详细研究淹没、浸没问题 and 梯级水库衔接情况时，才考虑及计算回水的影响。对于多沙河流，泥沙淤积对库容有较大影响，应按相应设计水平年和最终稳定情况下的淤积量和淤积形态修正库容曲线。

二、水库的特征水位和特征库容

水库的规划设计，首先要合理地确定各种库容和相应的库水位值。具体说来，就是要根据河流的水文条件和各用水部门需水及其保证率要求，通过各种调节计算和经济方面的分析论证，来确定水库的特征水位和相应的库容值。这些特征水位和库容各有其特定的任务和作用，体现着水库正常工作的各种特定要求。它们也是规划设计阶段确定主要水工建筑物尺寸、估算工程效益的基本依据。其概念如下：

(1) 水库特征水位：反映水库工作状况的水位。

(2) 水库特征库容：与特征水位相应的库容。

这些特征水位和相应的库容，通常有下列几种：

1. 死水位与死库容 ($Z_{死}$ 、 $V_{死}$)

水库在正常运用情况下，允许水库消落的最低水位叫设计死水位。死水位以下的库容叫死库容。

2. 正常蓄水位与兴利库容 ($Z_{正}$ 、 $V_{兴}$)

正常蓄水位是指水库在正常运行情况下,满足设计的兴利要求在供水期开始时应蓄到的水位。正常蓄水位与死水位之间的库容叫兴利库容,它们之间的深度称消落深度。

 3. 防洪限制水位和结合库容 ($Z_{限}$ 、 $V_{结}$)

有防洪任务的水库在汛期洪水未到前,水库允许蓄水的上限水位叫防洪限制水位,也叫汛前限制水位或防洪起调水位。当防洪与兴利结合时,它一般在兴利水位之下,与兴利水位之间的库容称结合库容。

结合库容有两方面的任务:

- (1) 汛期滞蓄洪水,对下游防洪有利,并能降低工程造价。
- (2) 汛末拦蓄径流,满足灌溉要求。

溢洪道设闸门是设置结合库容的必要条件。另外,对于小型没有洪水预报的水库来说,为了防止汛末来水少不能蓄满兴利库容,一般情况下,即使有闸门也不设结合库容。

 4. 防洪高水位和防洪库容 ($Z_{防}$ 、 $V_{防}$)

当水库下游有防洪要求时,下游防洪标准的洪水依据河道的安全泄量经水库调节后,所达到的最高库水位。它至防洪限制水位之间的库容叫防洪库容。

一般情况下,下游防洪标准比建筑物本身的设计洪水标准低,二者也可能相等。

 5. 设计洪水位和设计防洪库容 ($Z_{设}$ 、 $V_{设}$)

当发生枢纽设计洪水时,该洪水按下游防护区要求泄洪,当超过防洪高水位后自由下泄,在库中达到的最高洪水位叫设计洪水位。设计洪水位与防洪限制水位之间的容积叫设计防洪库容。溢洪道不设闸门, $Z_{正} = Z_{限}$, $Z_{防} = Z_{设}$, 溢洪道设闸门,且有洪水预报时, $Z_{正} > Z_{限}$, $Z_{防} \leq Z_{设}$ 。

 6. 校核洪水位和校核防洪库容 (调洪库容) ($Z_{校}$ 、 $V_{校}$ 或 $V_{调}$)

当水库遇到比设计洪水更大的校核洪水时,由于水库溢洪道尺寸的限制,水位将超过设计洪水位,水库所达到的最高洪水位叫校核洪水位,它到防洪限制水位之间的库容叫校核库容,它到设计洪水位之间的库容叫超高库容。

 7. 总库容和有效库容 ($V_{总}$ 、 $V_{有效}$)

校核洪水位以下的库容叫总库容,是判断水库规模的条件。死水位以上的库容叫有效库容。

如图 1-9 和图 1-10 所示分别为无闸溢洪道和有闸溢洪道水库的特征水位和特征库容。

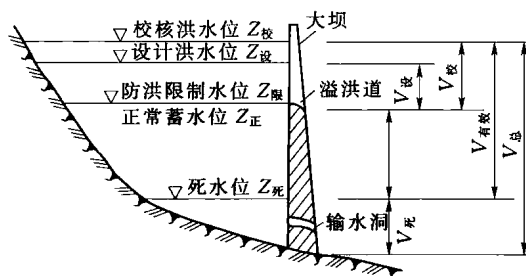


图 1-9 无闸溢洪道水库的特征水位和特征库容

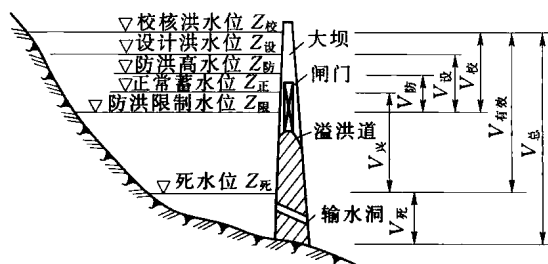


图 1-10 有闸溢洪道水库的特征水位和特征库容