

成都工学院图书馆

基本馆藏

350917

水利电力部干部学校教材
水利工程管理知識

水庫工程技术管理

水利电力部干部学校水利水电教研室編



中国工业出版社

403

水利电力部干部学校教材

水利工程管理知識

水庫工程技术管理

(水库管理轮训班用)

水利电力部干部学校水利水电教研室編

中国工业出版社

根据中央加强水利工程管理的指示，水利电力部水利管理司从1962年9月份起，在水利电力部干部学校連續举办了五期大型和重要的中型水庫工程单位行政领导干部輪訓班，“水庫工程技术管理”就是水利电力部干部学校专为輪訓班編写的讲义。

全书共分为四章：第一章水庫的防洪安全标准和工程质量；第二章水庫的观测工作；第三章水工建筑物的养护与修理；第四章水庫的控制运用；此外，还附有某水庫年度控制运用计划編制举例。

由于参加輪訓班的学员絕大多数都是未学过工程专业知識的行政领导干部，故本书內容着重地說明各项技术管理工作的重要性、作用，主要的技术管理原则和管理办法以及水庫工程管理的—般技术知識，沒有涉及复杂的計算公式和計算过程。对观测、养护、修理的方法也只作了簡要的說明。书中文字通俗易懂，容易为学员所掌握。

本书由水利电力部干部学校水利水电教研室顾永康、張君才、李国勇等同志集体編写而成。

本书除作为水庫管理輪訓班的讲义外，还可供大中小型水庫的广大管理干部学习参考。

水庫工程技术管理

水利电力部干部学校水利水电教研室編

*

水利电力部办公厅图书編輯部編輯（北京阜外月坛南首房）

中国工业出版社出版（北京修麟園路丙10号）

（北京市书刊出版事业許可証出字第110号）

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本850×1168 $\frac{1}{16}$ ·印張3 $\frac{15}{16}$ ·字數113,000

1964年3月北京第一版·1964年3月北京第一次印刷

印数0001—3,755·定价(科六)0.60元

*

統一书号：K15165·2854(水电-380)

目 录

第一章 水庫的防洪安全标准和工程质量	1
第一节 防洪安全标准	1
第二节 工程质量	7
第二章 水庫的观测工作	31
第一节 观测工作的重要性	31
第二节 观测工作的内容	33
第三节 水工建筑物的检查观察	35
第四节 土壤观测	36
第五节 混凝土坝和其他混凝土建筑物的观测	50
第六节 水流观测	53
第七节 水庫的水文观测	55
第八节 庫区地形变化观测	57
第九节 开展观测工作所必需注意的问题	58
第三章 水工建筑物的养护与修理	60
第一节 水工建筑物必须经常进行养护修理	60
第二节 水工建筑物可能产生的缺陷	61
第三节 水工建筑物的养护工作	64
第四节 水工建筑物修理工作的特点和一般方法	65
第五节 土壤的修理	67
第六节 混凝土及钢筋混凝土建筑物的修理	77
第七节 水工建筑物的改建	86
第四章 水庫的控制运用	88
第一节 水庫控制运用的任务和原则	88
第二节 基本资料的收集和校核	89
第三节 水庫控制运用指标的选定与计划的编制	92
第四节 汛期运用管理	98
第五节 兴利运用管理	102

第六节 水库控制运用的工作制度	106
第七节 充分发挥水库综合利用的途径	108
附：某水库年度控制运用计划编制举例	110

第一章 水庫的防洪安全 标准和工程质量

水庫工程管理的主要任务是确保工程安全，保持工程完整，延长工程寿命，充分发挥工程和水利资源的綜合利用效益。

要完成上述任务，就需要摸清水庫的基本情况，做到心中有数。首先要摸清影响工程安全的“标准”和“质量”的底，并在这个基础上做好工程管理工作。下面就针对如何校核鉴定工程的标准和质量，介绍一些基本知识。

第一节 防洪安全标准

水庫的防洪安全标准，就是指水庫能抗御多大的洪水。为了确定水庫的防洪安全标准，首先要了解上游可能来多大洪水(来水量)和水庫能蓄、泄多少洪水。如果水庫能容纳的水量加上溢洪道和輸水洞能排泄的水量比来水量大，就说明标准够；如果比来水量小，就说明标准不够。下面简单介绍下来水量和水庫蓄、泄水量的计算方法。

一、来水量的计算

河道里水的来源可以分为基流和逕流两部分。基流是指雨雪渗入地下变为地下水而慢慢流入河道的水流，其流量变化较小。逕流是指雨雪除去蒸发渗漏以外直接从地面上流到河道里的水流，其流量变化较大。

平时，河道里的水是由基流供給的，漲落比較平穩，当降雨或冰雪溶化时，逕流增大，河道漲水，等降雨或溶雪終止以后，开始落水，逐渐恢复到基流。从河道开始漲

水起，到落水恢复到基流为止，这一个过程叫做一次洪水。每次洪水都有一个最大流量，称为洪峰流量。一次洪水过程的总水量扣除基流称为洪水总量(洪量)。一次洪水的变化过程称为洪水过程，一般是用曲线图来表示，称为洪水流量过程线。洪峰流量、洪水总量和洪水过程是洪水的三个要素。

河流洪水的大小，各年不同，由许多年的记载中可以看出，比较小的洪水出现的机会多，比较大的洪水出现的机会少。一定大小的洪水出现的可能性多少，一般用重现期(或频率)来表示。例如，百年一遇的洪水，就是指一百年中可能出现一次这样大的洪水。设计水库时，要选择一定重现期的洪水作为设计洪水。由于水文资料的可靠性有一定限度，为了保证在遇到超过设计洪水的更大洪水时，工程不致遭受破坏，需要选定一个更大的洪水做为校核洪水。设计洪水和校核洪水的大小，根据水库的规模大小、重要性和万一水库失事时对国民经济影响的程度来决定。目前我国还没有规定出统一的设计洪水和校核洪水的标准。根据我国某些省份的统计，目前设计中常采用的标准如表 1-1 中所列。

表 1-1 我国某些省份目前采用的水库设计洪水和校核洪水的重现期

水 庫 等 級	設 計 洪 水		校 核 洪 水	
	最 高	最 低	最 高	最 低
大型(庫容超过一亿立方米)	1000年	100年	10000年	500年
中型(庫容1000万~1亿立方米)	100年	50年	1000年	200年
小型(庫容100万~1000万立方米)	50年	20年	300年	100年

某一重现期的洪水，其洪峰流量、洪水总量究竟有多

大？洪水过程是怎样的？这就是来水量计算所要解决的问题。这个问题可以通过两条途径来解决。一条途径是由暴雨资料来推求，另一条途径是由流量资料来推求。

1. 由暴雨资料推求洪水

降雨与径流有一定关系，在一个地区，一次降雨就会产生一定的径流。径流量占降雨量的百分数称为径流系数。径流系数的大小，与流域的自然地理条件如土质、复盖、坡度等有关。例如，一个流域是山地，另一个流域是平原，则暴雨之后，山地的径流自然比平原的径流多而且猛。流域内地面上复盖多，则雨水的截留和蒸发增加，径流减少；反之，如复盖少，则径流增大。

由于暴雨而产生的洪水，其洪水总量、洪峰流量的大小和洪水过程决定于流域面积、暴雨量、径流系数和流域的其他自然地理特征（流域的形状、河道坡度等）。

根据暴雨资料推求洪水，首先要以流域内实测暴雨记录作为根据，计算出一定的重现期、一定历时的暴雨，做为设计暴雨。然后根据暴雨径流之间的关系，推算出径流量（净雨量），再用单位过程线法、等流时线法等方法，推求洪水过程线。

2. 由流量资料推求洪水

根据流量资料推求洪水，首先要根据较长年代（例如30年）的流量资料，用数理统计的方法推求相当于设计的水文重现期的洪峰流量和一定历时的洪水总量。然后由历年流量资料中选出一个峰高量大、峰型陡峭、对水库防洪最不利的一次洪水过程，做为典型洪水过程线，以数理统计计算所得的洪峰、洪量做为控制，把典型过程线加以放大。

二、水库蓄、泄水量的计算

水庫的庫容一般可以划分为死庫容、兴利庫容和防洪庫容三个組成部分(图1-1)。

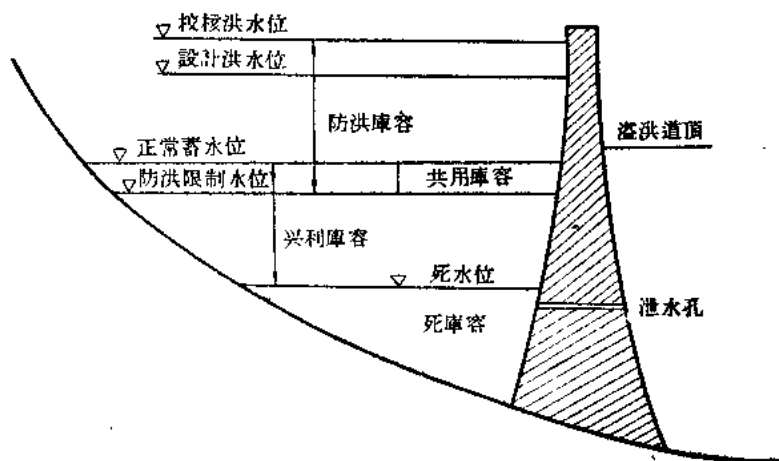


图 1-1

1.死庫容: 死庫容包括两个部分, 其下层部分是准备淤积沉沙的, 称为淤沙容积; 为了保证灌溉、发电引水等的需要, 水庫需要在淤沙容积以上保持一定的水头, 这样就形成死庫容的上层部分, 称为設計引水容积; 两部分合称死庫容。死庫容的上限水位称为兴利下限水位或死水位。

2.兴利庫容: 兴利庫容是用来蓄水供应灌溉、发电、城市用水、工业用水等需要的容积。兴利庫容的上限水位称为正常蓄水位或兴利水位。由于防洪或兴利方面的要求, 兴利水位有时低于或高于溢洪道的堰頂高程。水庫的水电站在电力系統中有时担负事故备用任务, 在这种情况下, 水庫需要专门划出一部分庫容来存蓄事故备用的发电

用水，这部分庫容称为事故备用庫容。

3. 防洪庫容：防洪庫容的作用是保証水庫在汛期安全蓄、泄上游入庫的洪水。水庫防洪庫容的上限水位是允許的最高水位，其下限水位是防洪的限制水位。有些水庫在汛前騰出一部分兴利庫容作汛期防洪使用，这样可以把一部分兴利庫容用于防洪。这部分庫容，既可以用来兴利，又可以用来防洪，所以又称为共用庫容。

上面所說的防洪庫容就是水庫在防洪期間所能容納的水量。

水庫所能排泄的水量，是从洪水到来开始，到水位漲到允許最高水位为止的这段时间內，泄水孔(輸水洞)和溢洪道的最大泄量。

水庫的溢洪道和泄水孔(輸水洞)所能排泄的流量隨庫內水位而变，可以根据实测水位泄量关系曲綫或校驗过的設計水位泄量关系曲綫来推求。

水庫的来水量和蓄、泄洪量的計算以及有关的基本数据，在水庫設計中一般都有，但是有些設計数据并不完全可靠，故在水庫管理运用过程中，一方面要掌握設計数据，一方面还要对这些数据进一步查对核實。例如，有些水庫沒有实测的地形图，利用不够可靠的旧軍用地形图做为根据，算出的水庫水位庫容关系曲綫和水庫控制流域面积，与实际情况有很大出入；有些水庫的設計洪水是根据历史流量資料推算的，由于出現了新的洪水記錄，实际标准已經降低；有些水庫的泄水建筑物，沒有按設計施工，实际泄水能力低于設計，等等。

水庫的防洪能力核算，就是根据在管理运用中进一步核實的数据，計算当水庫遇到設計洪水或校核洪水时，水

庫容蓄加上溢洪道和輸水洞等泄水建築物的宣泄，是否可以使庫水位不超過允許最高水位。如果不超過，就說明標準夠高；如果超過，就說明水庫標準偏低，需要降低防洪限制水位或採取加大壩高，加寬、加深溢洪道，加大輸水洞等工程措施，以加大水庫的蓄、泄能力，保證水庫的安全。

在核算水庫的防洪安全標準時，應該兼顧上下游的安全，除了保證水庫本身安全以外，還要核算水位的抬高對上游的影響和泄量加大對下游的影響。此外，對於超過設計標準的特大洪水，也應該進行校核，做出安排，做到心中有數。

下面舉一個簡單的例子，說明水庫防洪安全標準核算的基本概念。

某水庫，允許最高水位為 239 米，設計標準為千年一遇，校核標準為萬年一遇。設計時，根據歷史流量資料推算的千年一遇洪水的洪峯流量為 3080 秒立方形米，歷時 7 天的洪水總量為 5.3 億立方形米。設計中根據這個設計洪水進行調洪演算，求得當防洪限制水位為 232.5 米時，最高洪水位為 237.8 米，未超過允許最高水位。在工程投入運用以後，發生了一次較大的洪水，將這次洪水加入歷史水文系列，重新進行計算的結果，千年一遇洪水的洪峯流量增為 4,400 秒立方形米，洪水總量增為 7.6 億立方形米。此外，在運用中發現設計採用的水位庫容關係曲線不夠可靠，根據庫區淤積測量的結果進行了修正；泄洪道的泄洪能力，根據運用中泄流時的實際觀測，較設計稍大，故根據實測資料修正了水位泄量關係曲線。根據這些新的、更為接近實際的資料，重新進行了調洪演算。核算結果，如果防洪限

制水位保持不变，遇到設計洪水时，最高洪水位将达到239.2米，即超过允許最高水位。这說明水庫的实际防洪能力偏低。为了使最高水位不超过239.0米，就需要降低防洪限制水位，或者采取工程措施，加大水庫的容蓄和宣泄洪水的能力。

第二节 工程质量

水工建筑物的工程质量，总的來說可以由稳定性和坚固性两方面来檢查。所謂稳定性，是說水工建筑物的整体在外力的作用下能够站稳，而不致发生滑动、傾复等現象；所謂坚固性，是說水工建筑物的各部分在外力、滲透、溫度变化等外界破坏因素的作用下能保持整体性，建筑材料对破坏因素能有足够的抵抗力，而不致发生材料破坏、管涌、流土、裂縫等現象。

在工程上，一般是用安全系数来表示稳定性和坚固性的程度。例如，对于一个混凝土重力坝，如果作用于坝基上的水平推力(滑动力)为100吨，坝体和坝基之間的摩擦力(抗滑力)为120吨，則安全系数为1.2。

下面简单地介紹一下鉴定水庫水工建筑物工程质量所必需掌握的一些基本知識。为了保持良好的工程质量，在水工建筑物操作运用上需要注意的一些問題，也简单地加以說明。

一、土坝

1. 土坝的材料

土坝的每一部分都要求适合其特別需要的土料。例如，上游擋水部分坝体的土料，一般要求透水性較小；下游部分坝体的土料則要求透水性大；对于心墙和鋪盖，特

別重要的是不透水性；對於斜牆重要的則是可塑性、不透水性和強度；等等。

為了掌握筑堤土料的特性，必需對土料的基本性質有所了解，土料的基本性質可以分為物理性質和工程性質，分述如下：

(1) 物理性質

1) 土粒比重：土是由固體礦物顆粒(土粒)、水和空氣三部分組成的。土中的固體部分只占全部土的體積的一部分，其餘部分是孔隙，由水和空氣佔據。土粒比重就是土中的固體部分(土粒)的比重(土粒重量與同體積的水重的比值)。一般土粒比重約為2.65~2.75。

2) 容重和干容重：每一立方米土料的重量噸數(包括孔隙中的水的重量在內)稱為容重或 γ 重。每一立方米土料中土粒的重量噸數(不包括土料孔隙中的水的重量)稱為干容重或 γ_d 重。當土被壓實時，土中孔隙體積減少，每一立方米體積內的土粒增多，干容重就增大，所以干容重的大小體現了土的密實程度。土的密實程度越高，孔隙越少，不透水性越好，土的強度也就越大。因此，土堤的質量常以土的干容重的大小來衡量。

3) 顆粒級配：土壤是由大小不同的土粒組成的，有的土壤土粒大小比較均勻，有的比較不均勻。土壤種類繁多，千差萬別，為了便於分類比較，就需要按照統一的操作方法，用統一規格的土壤分析篩，把土壤晾乾後進行篩分，求出不同直徑的土粒的重量占總重量的百分數，這些百分數表示土壤的顆粒級配情況。顆粒級配是土料最重要的基本性質之一，土料的力學性質主要決定於土壤的顆粒級配。對輾壓土堤來說，顆粒大小不均勻，則壓實性能好，

可以得到較大的容重、較小的滲透系數和較高的強度。這是由於較大的土粒形成骨架，較小的土粒填充空隙，能得到比較緊密的土壤結構。

4) 孔隙率：土壤中的孔隙體積占總體積的百分數稱為孔隙率。

5) 含水量：土中的水的重量與土粒的重量的比值稱為含水量。

(2) 工程性質

1) 不透水性：土壤多少總是透水的，砂土不透水性小，粘土不透水性大。土壤的不透水性，用滲透系數來表示。滲透系數越小，土壤的不透水性越強。水在土中滲透的快慢決定於土壤的滲透系數和水頭的大小。滲透系數與土壤的孔隙率、顆粒形狀等有關。

2) 土粒間的摩擦力和粘結力：砂土的土粒之間有摩擦力而沒有粘結力；粘土的土粒之間有粘結力和摩擦力。土坡能夠穩定而不坍塌，就是由於土粒間的摩擦力和粘結力的作用。土粒間的摩擦力和粘結力總稱為土的抗剪強度。

3) 壓縮特性：土體受到外力以後，土粒之間的聯繫被破壞，一些土粒被壓到孔隙中去，孔隙中的空氣和水被擠排出，孔隙變小，土的體積隨之變小，產生壓縮現象。砂土受壓後壓縮很快，根據試驗，在受壓後第一分鐘內，就能達到最終壓縮量的90%以上。粘土受壓後壓縮慢，須要經過很長的時間，才能逐漸達到最終壓縮量。這是因為粘土的滲透系數小，受壓後孔隙中所含的水需要很長時間才能排出的緣故。粘性土壤的這種壓縮過程稱為固結。壓縮量與土層厚度、施加的壓力和土的孔隙率等有關。

4) 可塑性：含有一定水分的土壤受外力的作用發生變

形。在外力去掉后不再恢复原形，这种性质就是土壤的可塑性。用做防渗设备的土料，需要具有可塑性才能适应外界条件的影响，改变形状而不致裂缝。

在选择土坝的土料和进行设计施工时，要通过现场检验和室内实验取得上述各种基本性质的技术指标，做为依据。

2. 土坝的主要构造

土坝可以分为坝身、防渗设备和排水设备三个主要部分，其构造分述如下：

(1) 防渗设备的类型和构造

1) 塑性斜墙及铺盖：塑性斜墙位于土坝的迎水面，当坝建筑在透水层较薄的地基上时，斜墙下端可以做成齿墙的形式嵌入不透水地基(图1-7a)；当透水层较厚时，可以在斜墙下端用板桩、混凝土或钢筋混凝土深齿墙等截断透水层(图1-7b)；在地基透水层很厚，开挖工作量过大的情况下，常在坝上游河床滩地和岸上设置铺盖，与斜墙連結，成为斜墙的延长部分。

2) 塑性心墙：塑性心墙位于坝体中部，并应尽可能地接近上游坝坡，心墙接近上游坝坡可以使大部分坝体处于干燥状态，增加坝的稳定性。塑性心墙与地基連結的方法与塑性斜墙基本上相同。在透水地基上建筑的坝，有时也采用塑性心墙与铺盖相連結的型式。

3) 刚性斜墙和刚性心墙：由于材料较贵，构造复杂，施工也较困难，采用不多。

(2) 排水设备的类型和构造

土坝坝身和基础在一定程度上总是透水的，在水压力作用下，水将通过坝身和基础向下游流动，在坝体中形成

一个逐渐下降的水面。在这个水面以下充满着渗透水流，土壤呈饱和状态；在这个水面以上没有渗透水流，除接近这个水面的部分因受毛细管作用的影响含水量较大以外，土壤都处于自然含水状态。这个渗透水面是渗透水流与大气相接触的自由表面，一般叫做浸润面。在土坝的横断面上，浸润面是一条下降的曲线，叫做浸润线（图1-2）。



图 1-2 土坝的浸润曲线

浸润线的位置和形状，随坝身结构和上下游水位的不同而异。其位置和形状对于土坝的渗透和稳定有很大影响。

坝的渗透严重时，造成较大的水量损失。更严重的是，当渗透流速大到一定程度时，渗水能挟带土壤中的细小颗粒，通过较大颗粒的孔隙流走，以致在土壤中产生管状的通路，形成集中渗透，这种现象叫做管涌。管涌将引起地基或坝体的不均匀沉陷，造成土坝失事。当渗透水压力过大时，有时能将整块土壤托起，这种现象叫做流土。管涌和流土都是由于渗透所引起的不正常变形，是很危险的现象。

为了降低坝身内浸润线的位置，使坝的下游坡干燥，增加坝坡的稳定性，避免冬季坝坡冻结，防止下游坝坡及基础土壤产生管涌和流土等现象，必须在下游坝趾处设置排水设备，以使坝身及坝基内的渗水顺利地排到下游。排水设备应满足以下要求：

1)經常保持充分的排水能力;

2)排水設備本身的顆粒不致被滲水帶走。

為了滿足上述要求，在排水設備與壩身土料相接近處，需要設置反濾層。

常見的排水設備有以下几种(圖1-3):

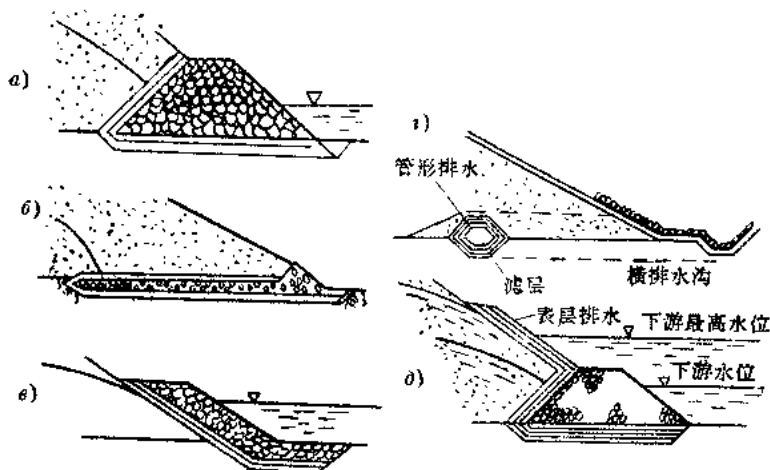


圖 1-3 排水設備

a—堆石排水；b—平鋪式排水；c—貼坡式排水；d—暗渠排水；e—混合式排水。

1)堆石排水：堆石排水是用塊石在壩趾處堆筑而成，與壩身和壩基相接處設有反濾層。

2)平鋪式排水：平鋪式排水是將石塊平鋪在壩身靠下游部分的基础上，并用反濾層圍起來，形成一個褥墊，也叫褥墊式排水。

3)貼坡式排水：貼坡式排水是用一層或兩層堆石或砌石，直接鋪在下游壩坡上而成，在壩坡與堆石之間設有反濾層。

4)暗渠排水：用石塊砌成與壩軸綫平行的排水暗渠。