

1008807



高等学校教材



水利水电工程管理

北京动力经济学院 顾慰慈 主编



1006607

高等学校教材

水利水电工程管理

北京动力经济学院 顾慰慈 主编

中国水利水电出版社

内 容 提 要

本书系统地介绍了水利水电工程管理方面的原理、方法以及众多的工程实践经验。全书共分16章,分别概括了水库管理、建筑物的养护和维修以及水电工程管理的內容,如水库库区的防护、库岸失稳的防治、水库的泥沙淤积及防冲措施、水库的异重流排沙、土坝和混凝土建筑物的养护和修理、溢洪道和输水建筑物的养护和维修、水电站建筑物的维护和运行管理等。

本书适合水利水电类学校的大中专学生学习使用,同时也是科研、工程技术等方面的工作人员不可缺少的参考书。

高等学校教材

水利水电工程管理

北京动力经济学院 顾慰慈 主编

中国水利水电出版社 出版

(原水利电力出版社)

(北京市三里河路6号 100044)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

北京密云新月印刷厂印刷

787×1092毫米 16开本 15.25印张 341千字

1994年10月第一版 2001年2月北京第三次印刷

印数 3271—6270册

ISBN 7-80124-513 X/TV·288

(原 ISBN 7-120-01983-X/TV·727)

定价 16.50元

前 言

建国以来,我国的水利水电建设有了很大发展,根据1984年的统计,全国已建成水库8.6万座,总库容为4208亿 m^3 ,水电装机容量2416万 kW ,灌溉面积7亿亩,机电排灌动力7876万 HP 。这些工程的兴建,对抗御水旱灾害,争取农业丰收,保证电力供应和发展国民经济起到了很大作用。但是也有一些工程,由于管理不善,工程没有充分发挥效益,甚至造成事故。

1981年3月水利部颁布了《水库工程管理通则》,明确指出水利水电工程要进行科学管理,正确运用,确保工程的安全。1983年4月水电部又制定了《水利水电工程管理条例》,进一步明确了水利水电工程管理的任务。这些文件对进一步加强水利水电工程的管理起到了很大作用。

随着我国的改革开放,水利水电工程管理工作如何适应市场经济的要求,这是水利水电管理工作今后的又一个重要任务,需要我们共同来研究和探讨。

本书是为水利水电工程管理课程编写的教材,全书由河海大学陈慧远教授主审,其中第七、八、九、十章由河海大学俞多芬编写,第十一章由河海大学郑学智编写,其余部分由顾慰慈编写。由于编者水平所限,书中如有错误和不妥之处,望读者指正。

编 者

1993年8月

FAB 01/09

目 录

前 言

第一章 水库概述	1
第一节 水库的类型及作用	1
第二节 水库对周围环境的影响	2
第二章 水库库区的防护	5
第一节 水库库区的防护措施	5
第二节 水库的防淹没措施	5
第三节 防护区的排洪措施	11
第四节 防淹没的措施	12
第三章 库岸失稳的防治	20
第一节 概述	20
第二节 岩质库岸失稳的防治	20
第三节 非岩质库岸失稳的防治	22
第四节 库岸失稳的预测	24
第四章 水库的泥沙淤积及防沙措施	28
第一节 水库的泥沙淤积及其影响	28
第二节 水库泥沙的淤积和冲刷	29
第三节 水库来沙量的估算	34
第四节 水库淤积计算	37
第五节 防治水库淤积的措施	46
第六节 水库的滞洪排沙	50
第七节 水库的异重流排沙	57
第五章 水库的防汛管理和兴利控制运用	67
第一节 水库的防洪调度	67
第二节 水库群的防洪调度	73
第三节 水库的防汛抢险	77
第四节 水库的兴利控制运用	83
第六章 土坝的养护和修理	87
第一节 概述	87
第二节 土坝的检查和养护	87
第三节 土坝裂缝的处理	89
第四节 土坝滑坡处理	92
第五节 土坝渗漏的处理	96
第六节 土坝护坡的修理	103
第七节 土坝白蚁的防治	105
第七章 混凝土建筑物的养护和修理	109

第一节	混凝土建筑物的检查和养护	109
第二节	混凝土建筑物的裂缝处理	110
第三节	混凝土坝坝基渗漏的处理	117
第四节	混凝土建筑物的冻害及防治	119
第八章	浆砌石坝的养护和修理	123
第一节	浆砌石坝的检查和养护	123
第二节	浆砌石坝的裂缝处理	124
第三节	浆砌石坝坝体和坝基渗漏的处理	126
第四节	浆砌石坝维修处理实例	128
第九章	溢洪道的养护和修理	131
第一节	溢洪道的检查和养护	131
第二节	溢洪道泄水能力的扩大	132
第三节	溢洪道的冲刷与处理	134
第四节	溢洪道其他病害及处理	136
第五节	闸门及启闭设备的养护和修理	137
第十章	输水建筑物的养护和修理	141
第一节	输水建筑物的检查和养护	141
第二节	输水隧洞的漏水处理	144
第三节	输水建筑物的气蚀处理	148
第四节	输水建筑物的冲刷处理	151
第十一章	水电工程管理	153
第一节	概述	153
第二节	水电站建筑物的发展简况	155
第三节	水电站建筑物的性质和特点	159
第四节	水电站建筑物的典型布置型式及其组成	160
第五节	水电站建筑物的维护和运行管理	171
第六节	水电站水工建筑物的机械设各管理	176
第七节	水力发电设备的管理	177
第八节	水电厂的水务管理	180
第十二章	水工建筑物的变形观测	184
第一节	水工建筑物观测工作概述	184
第二节	水工建筑物的位移观测	185
第三节	土坝的固结观测	196
第四节	水工建筑物的裂缝观测	198
第五节	混凝土建筑物伸缩缝的观测	199
第六节	建筑物变形观测资料的整理	199
第十三章	水工建筑物的渗流观测	204
第一节	土坝的渗流观测	204
第二节	坝基渗水压力和绕坝渗流的观测	209
第三节	渗水透明度观测	211
第四节	混凝土建筑物的扬压力观测	211
第五节	渗流观测资料的整理分析	213

第十四章	水工建筑物的应力和温度观测	218
第一节	混凝土坝的应力观测	218
第二节	混凝土坝的温度观测	219
第三节	土坝孔隙水压力观测	220
第四节	应力和温度观测资料的整理	222
第十五章	水工建筑物的水流观测	224
第一节	水流形态的观测	224
第二节	高速水流的观测	224
第三节	观测资料的整理	226
第十六章	观测资料的统计分析	229
第一节	概述	229
第二节	观测资料的统计模型	229
参考文献		235

第一章 水 库 概 述

第一节 水库的类型及作用

水库可以根据其总库容的大小划分为大、中、小型水库，其中大型水库和小型水库又各自分为两级，即大（1）型、大（2）型，小（1）型、小（2）型。因此，水库按其规模的大小分为五等，如表1-1所示。

表 1-1 水库的分等指标

水 库 等 别	I	II	III	IV	V
水 库 规 模	大（1）型	大（2）型	中 型	小（1）型	小（2）型
水库的总库容* (10^6 m^3)	>10	$10 \sim 1$	$1 \sim 0.1$	$0.1 \sim 0.01$	$0.01 \sim 0.001$

* 总库容是指校核洪水位以下的水库库容。

水库按其用途可分为单目标的和多目标的两种。单目标的水库只具有一种用途，如防洪水库、发电水库、灌溉水库、供水水库、航运和浮运水库等。多目标水库又称为综合利用水库，它具有防洪、发电、灌溉、供水、航运、养殖、旅游等多种用途或其中的一部分用途，例如新安江水库、丹江口水库等均属这一类型的水库。

根据水库对径流的调节能力，水库可分为日调节水库、周调节水库、季调节水库（或年调节水库）、多年调节水库。

根据水库在河流上的位置，水库可分为山谷型水库、丘陵型水库、平原型水库等3类。山谷型水库位于河流上游的高山峡谷中，库区为狭长形，回水延伸较长，如龙羊峡水库、刘家峡水库等。丘陵型水库位于河流中游山前区（丘陵区），由于库区比较开阔，所以在同样坝高的情况下比山谷型水库的库容要大，如新安江水库、岳城水库、黄壁庄水库等。平原型水库位于河流下游平原区，利用天然洼地（盆地）或湖泊筑坝形成的水库，前者如苏联的齐姆良水库，后者如我国的镜泊湖水水库和非洲的卡里巴水库等，这种水库的库面开阔，大坝高度不大而较长，水库淹没面积较大。

此外，水库还可以分为地上水库和地下水库。修建在地面上的各种水库均属于地上水库；利用地面以下的冲积层或山岩溶洞将渗入地下的水储存起来，以供灌溉、供水等用途的水库，称为地下水库。地下水库一般又可分为：利用历史上河道变迁遗留下来的古河道修建的水库，如河北省的南宫水库；利用古代河流的冲积扇修建的水库；利用喀斯特溶洞修建的水库，如六郎洞水库。由于地下水库是利用地面以下的空间来储存水量，因此不存在淹没问题，水库的蒸发也很少，但有时存在浸没问题。

我国面积辽阔，东部和东南部紧靠海洋，气候湿润多雨，西部和北部地区则干燥少雨，雨量从东南向西北递减。全国平均每亩耕地每年占有的水量为 1755 m^3 ，而闽浙一带为上述

平均值的2.43倍，珠江流域为2.24倍，长江流域为1.51倍，松花江流域为0.25倍，淮河、黄河流域为0.16倍，辽河流域为0.12倍，海河流域为0.11倍。

我国气候受季风影响，降雨量和径流量在一年内的分配很不均匀，而且年际变化也很大。全国大部分地区冬春少雨，夏秋多雨，降雨量主要集中在汛期。

由于我国的降水量和径流量在地区上和时间内分布的不均匀性，而且枯水年和丰水年的变化幅度很大，使得我国的水旱灾害频繁，可利用的水资源大大小于天然水资源。为了克服上述缺点，使河川径流在时间和空间上进行重新分配，必须修建水库对径流进行人工调节。

水库不仅能调节洪水，削减洪峰，延缓洪水通过的时间，保证下游泄洪的安全，而且可以将汛期和丰水期的水量储存起来，供缺水时期和缺水地区使用。同时还可抬高水位，取得水头，进行发电；并可改善河道航运和浮运条件；发展养殖业和旅游业。例如，丹江口水库位于汉江和丹江的汇合口处，汉江在历史上长期失修，盲目围垦，河床上游宽，下游窄，洪水季节宣泄不畅，常造成水灾。据统计，自1931年至1948年，有11年发生堤岸决口，1935年干堤决口11处，淹没16个县、市，被淹耕地670万亩，死亡8万余人。丹江口水库建成后，百年一遇洪水（相当于1935年洪水）经水库调蓄后，可保证中下游干堤的安全。从1967年到1983年，汉江上游共发生 $10000\text{m}^3/\text{s}$ 以上洪水45次，其中11次全部拦蓄，有24次削减洪峰一半以上，大大减轻了汉江中下游的洪水灾害，累计使1037万亩农田免遭淹没。水库设有电站，安装6台15万kW的水轮发电机组，年平均发电量38.3亿kW·h，自1968年10月至1983年底，累计发电524亿kW·h，相当于节省原煤2600多万t，经济效益达34亿元。水库设计的近期引水量 15亿m^3 ，灌溉农田360万亩，自1973年至1981年，粮食增产效益达1.32亿元。水库建成后，改善了河道的航运条件，使上游形成220km长的深水航道，中下游河段经水库调节，驳船可以在整个干流航行。丹江口水库的库面宽阔，具有100万亩的养殖水面，为发展水产养殖提供了条件，目前已建立了一批鱼塘、冷冻库、珍珠养殖场，十几年来已捕鱼2534万斤。此外，丹江口水库背靠武当山风景区，名胜古迹很多，也是一个旅游观光的胜地。

第二节 水库对周围环境的影响

水库能给国民经济各个方面带来许多综合效益，也能给周围环境产生一定的影响，如造成淹没、浸没、库区坍岸、气候和生态环境的变化等。

水库是人工湖泊，它需要一定的空间来储存水量和滞蓄洪水，因此将会淹没大片土地、设施和自然资源，如淹没农田、城镇、工厂、矿山、森林、建筑物、交通和通讯线路、文物古迹、风景游览区和自然保护区等。水库的淹没可分为永久性淹没和临时性淹没两种，位于水库正常蓄水位以下的库区，属于永久淹没区，位于正常蓄水位以上到校核洪水位之间的库区，属于临时淹没区。位于永久淹没区内的居民，必须迁移到安全地带，重新安排他们的生活和生产。位于临时淹没区内的居民，则可不必迁移，但应采取一定的防洪措施。水库淹没面积的大小，取决于水库的库容、库面面积及地理位置，根据我国321座大型水库

的统计,蓄水量为2781.918亿 m^3 ,淹没耕地871.23万亩,移民448.57万人。

水库建成蓄水后,周围地区的地下水位将会随之抬高,在一定的地质条件下,这些地区会出现浸没现象;土地产生沼泽化;引起农田盐碱化,使农田荒芜或农作物减产;引起蚊蝇孳生,使居民的卫生和饮水条件恶化;引起建筑物地基沉陷,房屋倒塌,道路翻浆。龙门水库1961年8月建成蓄水后,当水位升至66.32m时,副坝下游普遍产生管涌,距坝轴线下游300m处出现大面积沼泽化。官厅水库1955年建成蓄水后,库区十几个村庄的数千亩土地出现沼泽化,并伴随有盐碱化,使得果树及农作物减产或枯死,房屋倒塌。

河道上建成水库后,进入水库的河水流速减小,水中挟带的泥沙便在水库淤积,占据了一定的库容,影响到水库的效益,缩短了水库的使用年限。特别是一部分颗粒较粗的泥沙在水库入口处淤积,形成所谓的“拦门沙”,使水库回水抬高,扩大了库尾和支流的淹没面积,减小了航道的水深,并造成港口淤塞和影响上游建筑物的正常工作。

通过水库下泄的清水,使下游河水的含沙量减少,引起河床的冲刷,从而危及到下游桥梁、堤防、码头、护岸工程的安全,并使河道水位下降,影响下游的引水和灌溉。

随着水库的蓄水,水库两侧的库岸在水的浸泡下岩土的物理力学性质发生变化,抗剪强度减小,或者是在风浪和冰凌的冲击和淘刷下,致使库岸丧失稳定,产生坍塌、滑坡和库岸再造。库岸的大量坍塌,也将引起大片农田和森林的破坏,并将危及岸边建筑物及居民点的安全。

修建水库以后,特别是大型水库,形成了人工湖泊,扩大了水面面积,因此将会影响库区的气温、湿度、降雨、风速和风向。通常库区的年平均气温会增高,气温的日变幅和年变幅将减小;空气的绝对湿度和相对湿度增加;水库水域上面的直接降水量减少,库区周围地区的降水量增加;风速变大,风向改变,还将会产生海陆风;水库水面的蒸发量增大。新安江水库建成后,位于库区中部的淳安站较周围屯溪、歙县、桐庐、富阳各站的年平均气温高0.4~0.8℃,12月份平均气温高约1.5℃,1月份平均气温高1.1~1.2℃,极端最低气温高约3.6~5.4℃;无霜期比屯溪多33天,比衢县多10天;全流域的降雨量平均减少13%。埃及的纳赛尔水库,建库前该地区很少下雨,水库建成后却迎来了多年来的第一次降雨。加纳的沃尔特(Volta)湖蓄水后,雨季由原来的10月提前到7月。

在天然环境下,江河中的水经年累月不停地流动,水体对周围的环境形成了一种自然生态平衡。修建水库后,原来是流动的水被水库拦蓄起来,变成静水,在太阳的热辐射作用下,水温增高,水中的微生物就会增加。如果上游河水含有大量氮磷物质,则水中的浮游生物和水生植物就会大量繁殖,这给适应在缓流和静水中摄食浮游生物的鱼(主要是鲢、鳊等鱼类)提供了一个良好的生活环境,也是适宜在静水产卵,特别是产粘草性卵的鱼的良好产卵场所。但是在河道上修建水库后隔断了鱼类洄游的路径,使洄游鱼类,特别是那些需上溯到水库上游或支流去繁殖的鲑科鱼类产生极不利的影响。同时水库的回水也会淹没某些鱼类的产卵场所。

水库能为人民提供优质的生活用水和美丽的生活环境,但水库的浅水区,杂草丛生,是疟蚊的孳生地。周围的沼泽地也是血吸虫中间宿主丁螺繁殖的良好环境。

修建水库后,由于水库中水体的作用,在一定的地质条件下还可能产生水库诱发地震,

或简称水库地震。目前世界上有近30个国家的76座水库蓄水后发生了地震，其中53处已确定为水库诱发地震。产生6级以上水库地震的有印度的柯依纳（Koyna）、赞比亚—津巴布韦的卡里巴（Kariba）、中国的新丰江、希腊的克雷马斯塔（Kremasta）等。

水库能给国民经济带来巨大的效益，也会给周围的环境带来一定的不利影响，但前者是主要的，而后者也是可以通过一定的措施加以改善和减免的。

第二章 水库库区的防护

第一节 水库库区的防护措施

为了减小因水库蓄水而造成的库区淹没，消除或减轻因水库渗漏和地下水位抬高而引起的浸没，以及防止因库水位升高而引起的库岸坍塌等情况，改善库区的环境，最大限度地利用水土资源，所相应采取的工程措施，称为水库库区的防护工程。

水库库区的防护措施，视防护区的具体情况而定，例如：

(1) 为了保护居民点、耕地、厂矿企业、文物古迹和其它有价值的目标，不致因水库蓄水而淹没，应修建防护堤；如果存在因水库渗水或地下水位抬高而浸没的问题，还需修建截流防渗和排水防涝等工程设施。

(2) 为了改善低洼地区居民的居住条件和卫生条件，防止蚊蝇孳生和疟疾的传播，以及农田的浸没和盐碱化，需要采取截流排水和挖高填低等工程措施。

(3) 为了防止库岸的失稳和坍塌，需修建防浪堤和岸坡加固等护岸设施。

(4) 为了保持水土，改善生态环境，减少水库淤积，需要在山坡上植树种草，修建梯田，或者在水库上游的支流上修建拦沙库和在支沟上修建淤地坝及谷坊。

(5) 为了防止水库的渗漏损失，需要修建防渗截流工程。

(6) 为了防止库水通过库岸低凹处溢出库外，需要在凹口处修建副坝。

(7) 为了发展水库的航运，应在适当地点修建码头和停船点；为了改善库区周围的交通条件和便于水库的检修，需要修建围绕库区的环形公路。

综上所述，库区常用的防护措施可概括为修建防护堤和防洪墙、抽水站、排水沟渠和减压沟井，采取挖高填低的工程措施，修建防浪堤、护岸、岸坡加固、副坝等工程。

水库库区防护设施的类型是多种多样的，同一种防护设施也因其用途、规模和地点的不同而各有差别，为了正确地选择和修建水库库区的防护设施，必须对水库库区进行必要的社会经济、自然地理、地形地质、水文气象等方面的综合调查，在此基础上拟定防护方案，并通过技术经济比较确定防护措施。

第二节 水库的防淹没措施

修建水库，必然会淹没部分土地，以及这些土地上的设施、厂矿企业、森林、房屋等，并且生活在这些土地上的居民必须迁移，重新安排他们的生活。因此水库的淹没损失和补偿费用有时可能占水库总投资费用中的很大比例，例如富春江水库占22%，陈村水库占26.5%，新安江水库占55%。所以在水库建设中减小水库的淹没损失是非常重要的。

一、水库的防淹没措施

减少水库淹没损失的措施可归纳如下：

(1) 优化梯级开发方案, 慎重选择坝址。在拟定河流的梯级开发方案时, 应对干、支流全面规划, 适当布置梯级, 注意在耕地和人口稀少的河流上游或支流上修建高坝, 而在人口和耕地较多, 工业密集的河流中下游修建低坝, 并适当选择坝址和坝高, 以便既能调节径流, 又能减少淹没损失。

(2) 采取措施降低水库的防洪水位:

1) 降低汛前限制水位。在不影响水库兴利效益的前提下, 合理制定汛前限制水位, 使洪水到来前腾空一部分库容, 以便在取得同样防洪效果的情况下降低水库的设计洪水位和校核洪水位。

2) 增大水库的泄洪能力。在不超过下游安全泄量的前提下, 采取增设泄洪隧洞、底孔等措施, 加大水库的泄洪能力, 以降低水库的防洪水位。

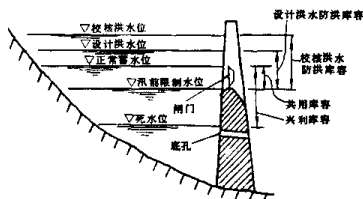


图 2-1 水库的特征水位和库容

3) 在溢洪道（或溢流堰顶）上设置闸门。汛前将闸门开启, 使水库水位降至汛前限制水位, 汛后将闸门关闭, 蓄水至正常蓄水位, 如此, 在正常蓄水位和汛前限制水位之间有一共用库容, 这一库容在汛期为防洪库容的一部分, 在汛后为兴利库容的一部分, 如图2-1所示, 这样就可相应地降低了防洪水位。

4) 利用库岸天然凹口向相邻水系泄洪。在不加大相邻水系防洪负担的情况下, 利用库岸天然凹口向该水系宣泄部分洪水, 以加大水库的总泄洪流量, 达到降低水库防洪水位的目的。

(3) 采取梯级水库防洪联合调度。合理分配梯级水库的防洪库容, 采取联合调度的运用方式, 有计划地利用水库有限的库容来拦蓄和宣泄洪水, 起到错峰和削减洪峰流量的作用, 以达到减少库区和坝下游淹没的目的。

(4) 有计划地利用水库涨落区的土地。各类水库, 随其调节性能和兴利目标的不同, 从土地征用线至死水位之间的土地, 都有一定时段出露在水库水位以上, 可加以利用, 库水位涨落区土地的利用方式, 随水库的运用方式, 水位的变化情况和土地出露时段的长短而定。图2-2所示为古田水库1960年冬至1961年春之间, 水库水位涨落区3170亩土地的使用情况。

(5) 引洪放淤, 抬高地面。在多沙河流上, 水库临时淹没区的土地可以采用引洪放淤的方法, 有计划地逐步抬高地面的高程, 减轻淹没的影响。同时也可漫地造田, 减轻水

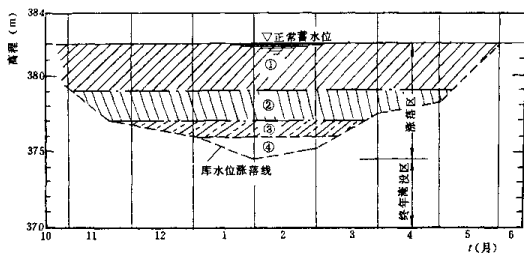


图 2-2 古田水库 1960 年冬至 1961 年春水库水位涨落区土地的使用情况

①—出露 6 个月以上的土地，播种小麦和谷物；②—出露 4 个月以上的土地，播种薯类；③—出露 2 个月以上的土地，播种蔬菜；④—出露 2 个月以下的土地，不利用

库的淤积。

(6) 修建防护工程。在经济上合理和技术上可行的情况下，对水库的浅水区和临时淹没区采取修建防护工程的方法来减少水库的淹没，是采取较广的一种方法，特别是位于平原区的水库，更是一种行之有效的办法。

二、防护工程

1. 防护工程的设计标准

(1) 防洪标准。防护工程的防洪标准取决于防护对象的规模及其重要性，根据《水利水电工程水利动能设计规范 SDJ11-77》(试行)的规定，城镇、工矿区和农田的防洪标准如表 2-1 所示。

表 2-1 城镇、工矿区和农田的防洪标准

防 护 对 象			防洪标准 重现期(年)
城 镇	工 矿 区	农田面积(万亩)	
特别重要的城市	特别重要的工矿区	>500	>100
重要的城市	重要的工矿区	100~500	50~100
中等城市	中等工矿区	30~100	20~50
一般城市	一般工矿区	<30	10~20

(2) 防涝标准。防涝的要求是保护人民的居住和卫生条件，改良土壤，以促进农业的稳产和高产。防涝的设计标准一般以涝区发生重现期为 5~10 年的暴雨不产生涝灾为标准，条件较好的地区和大城市郊区可适当提高标准。

(3) 防浸没标准。防浸没是以地下水水位达到某一容许最小埋深为条件的，根据气候、土壤、结构物埋置深度、农作物品种及其生长期、农业措施等因素来确定。一般取城镇的地下水埋深大于 1.2~2.0 m，南方取小值，北方取大值；农作物要求的最小地下水深度是，小麦 0.5~0.7 m，棉花 1.0~1.4 m，玉米 0.5~0.6 m，绿肥 0.6~0.8 m，蔬菜 0.8~1.0 m，

高粱0.3~0.4m, 大豆0.4~0.5m, 甘薯0.5~0.6m。

2. 防护工程的布置

水库库区的防护工程按其防护的任务有：修筑防护堤；修建排水沟渠和排水井；修建抽水站；修筑护岸工程；河流改道和截流堵口工程。

防护工程的布置与防护对象的性质及重要性，防护标准和所要达到的目的有关，通常有以下几种布置方式。

当防护区无河流通过，防护对象为城镇、农田、工矿企业或重要文物时，防护工程通常有下列3种布置方式：

(1) 沿水库边岸正常蓄水位高程以上和防洪水位以下的地区修建防护堤，沿防护堤内侧开挖排水沟渠，以汇集地面雨水，然后通过抽水站将其抽出堤外，如图2-3(a)所示。

(2) 如果水库水位涨落幅度较大，岸边滩地宽阔平坦，为了使滩地仅在特大洪水年份才被淹没，而其他年份仍可加以利用，可沿水库边岸修筑大围堤（长而较低的围堤），以抵御一般洪水，而对于重要的防护对象和经济用地，修建第二道小围堤（较高的

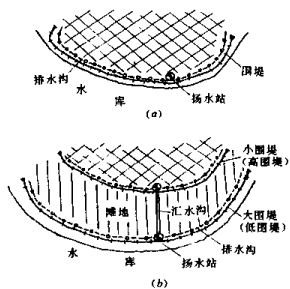


图 2-3

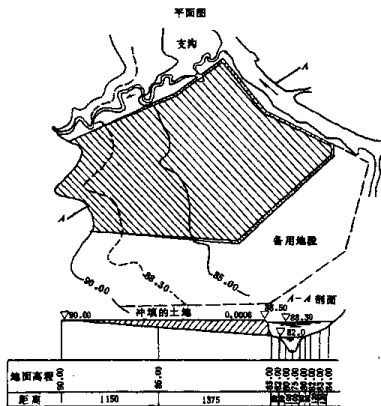


图 2-4

围堤),以防御较大洪水。此时两层围堤的内侧均需修建排水沟渠和抽水站,内层围堤内排水沟中的积水通过内层围堤内的抽水站抽到外层围堤内的汇水沟中,汇水沟与外层围堤内的排水沟渠相连,并通过布置在外层围堤内的抽水站将沟内积水抽入水库,如图2-3(b)所示。

(3) 如果防护区为一坡地或高低不平的场地,此时可从坡地一侧地形较高处挖土将低处填高(挖高填低),使所保护的场地地面高于水库的防洪高程,如图2-4所示。

当防护区内有天然河流或河沟通过时,可根据河流及其水量的大小,采取下列防护措施:

(1) 当通过防护区进入水库的河流较大时,可采取分片筑堤防护的方法,如图2-5(a)。

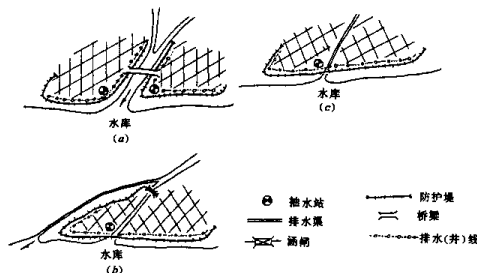


图 2-5

(2) 当通过防护区流入水库的河流流量不大,可采取将原河道筑坝堵塞,而在防护区的一侧另修人工河道将河水引入水库,而防护区则修筑围堤进行整片防护,如图2-5(b)所示。

(3) 如果通过防护区的河流不大,流量较小,则可修建大围堤将防护区整片围护,并将河流截断,在围堤内侧设排水沟渠,将防护区内的地表水汇集到河沟内,利用设在围堤内侧河沟端点处的抽水站将河水和排水沟内的水抽入水库,如图2-5(c)所示。

下面是几个防护工程的实例。

图2-6所示为某城防护工程的布置,该城位于河流的第一级河滩台地上,此河滩从北向南延伸,高程在32m以下,由于河流上修建水库造成壅水,洪水时期将使该城的大部分土地淹没。为了防护该城不被淹没,利用从城区东边通过的公路路堤作为防护堤,路堤用草皮和块石进行护面。因为河水能通过路堤下的钢筋混凝土桥孔进入城区,故在路堤外面再修建一条半月形(马蹄形)的防护堤,在该防护堤与河道相交处建抽水站,用其将河水抽入水库中。为了减小抽水站的排水量,在河流上游修建一条排水渠,将部分河水通过排水渠直接排入水库内。

图2-7为防护滨城不受水库回水淹没的防护措施,该城大部分地区位于河流第一级河滩台地上,一小部分位于第二级河滩台地上,城市被数条河沟、古河道和湖泊所分割。滩地是由厚度为10~12m的细粒冲积砂所组成,其下为类似的细粒和中粒石英砂,在这一层下

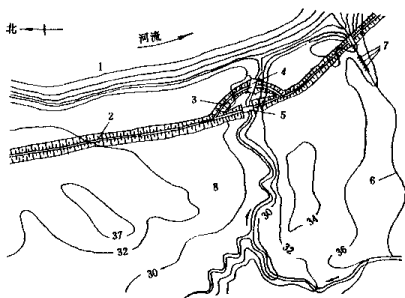


图 2-6 某城防护工程的布置

1—河岸；2—公路路堤；3—半月形防护堤；4—抽水站；5—排水渠；6—桥；7—塞水井；8—城市用地

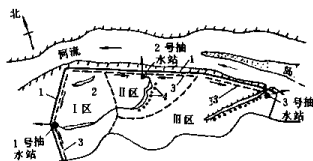


图 2-7 滨城的防护措施

1—防护堤；2—湖泊；3—排水沟网；4—垂直排水井

面为夹有细砂层的粘土；大部分古河床及湖泊的表层为壤土，其下为砂层。枯水时期地下水水位距地表的埋深为5m，在低凹地段为2~5m。在一般年份，第一级河滩台地被洪水反复淹没，如不进行防护，滨城总面积的12%将被淹没，34%将产生浸没。由于洪水的淹没将会使宽约100m的河岸产生崩塌，而该地段上建有重要的房屋和工业设施；同时城市的低凹地段并将形成沼泽，从而使城市的卫生情况恶化。为此，滨城采取的防护措施：为了防护城市不被洪水淹没，修建了长达15km的围堤，从三面将城市包围；为了排除城市的地表水，修建了由明沟和暗沟组成的排水沟网，并通过总排水沟将雨水和融雪水汇集到3个抽水站，然后将其抽出堤外；为了防止低洼地段产生浸没，采用联合排水的方式来降低地下水位，即除了用水泵抽水外，还沿低地的西侧修建了一系列垂直排水井，自流排水，最后通过排水沟汇集到抽水站，抽出堤外；古河槽和湖泊的周围也设置排水沟网，以维持其水位不超过一定高程。

于桥水库位于天津蓟县，为一平原型水库，库区地势平坦。水库的正常蓄水位21.16m，总库容15.59亿 m^3 ，是一座以防洪、城市供水和灌溉为主，兼顾发电的水库，库区淹没耕地16.6万亩，移民8.92万人。在水库正常蓄水位上下有大片农田，库区人口稠密，人均耕地为0.54~0.3亩。为了防护19.0~24.0m高程间浅水区和临时淹没区的农田约5万亩，修建了长约50余km的防保堤，建成了10个防护片，如图2-8所示。防护堤堤身高2~6m，土方量270万 m^3 ，工程投资2200余万元。经采取上述防护措施后，库区人均耕地增加为1亩，人民生活得到改善。防护工程建成后，经过数年运用，19.0m高程上、下的围区内，凉水