

SHUILI GONGCHENG SHIGONG GUANLI YU SHIWU

水利工程施工

管理与实务

黄晓林 马会灿 主编



黄河水利出版社

水利工程施工管理与实务

黄晓林 马会灿 主 编

黄河水利出版社

· 郑 州 ·

内 容 提 要

本书共分14章,主要内容包括绪论、常用建筑材料、基础工程施工、渠系工程施工、导截流工程施工、水闸施工、模板工程施工、水利工程施工质量管理、水利工程施工成本管理、水利工程施工进度管理、水利工程施工合同管理、水利工程施工安全与环境管理、水利工程招投标和水利工程担保与风险。另外,在书最末还附有相关法律法规,以加深读者对与工程息息相关的法律法规的认识。

本书适用于负责水利工程施工的项目负责人使用,其他项目管理人员也可参照使用。

图书在版编目(CIP)数据

水利工程施工管理与实务/黄晓林,马会灿主编. —郑州:黄河水利出版社,2012.12

ISBN 978-7-5509-0391-3

I. ①水… II. ①黄… ②马… III. ①水利工程-施工管理 IV. ①TV512

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第302786号

策划编辑:贾会珍 电话:13783450219 E-mail:xiaojia619@126.com

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼14层

邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940,66020550,66028024,66022620(传真)

E-mail:hhslebs@126.com

承印单位:河南地质彩色印刷厂

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:21.75

字数:530千字

印数:1—1 000

版次:2012年12月第1版

印次:2012年12月第1次印刷

定价:43.00元

前 言

随着水利基本建设项目得到国家的高度重视,水利工程建设即将进入高峰,而目前的现状是水利工程技术人员的数量及质量远远满足不了要求,特别是中小型水利工程现场实际工程负责人的管理和技术水平较低,工程质量、安全状况令人堪忧。为了提高施工现场负责人的合同、安全、环境、质量意识,结合施工过程常遇问题,编写了本书。

本书共分14章,主要内容包括绪论、常用建筑材料、基础工程施工、渠系工程施工、导截流工程施工、水闸施工、模板工程施工、水利工程施工质量管理、水利工程施工成本管理、水利工程施工进度管理、水利工程施工合同管理、水利工程施工安全与环境管理、水利工程招投标和水利工程担保与风险。另外,在书最末还附有相关法律法规,以加深读者对与工程息息相关的法律法规的认识。

本书编写人员及编写分工如下:第一章和第四章由德州黄河河务局张延江编写,第二章第一节至第六节由黄河勘测规划设计有限公司工程设计院王永新编写,第二章第七节德州黄河河务局葛强编写,第三章由德州黄河河务局朱朝明编写,第五章、第十章由河南省浑水库管理局段笑晖编写,第六章由瑞安市水利局冯武编写,第七章、第十二章由黄河勘测规划设计有限公司孟旭央编写,第八章由河南省浑水库管理局马会灿编写,第九章、第十一章、第十四章由洛阳市河渠管理处黄晓林编写,第十三章由黄河水利科学研究院黄葵编写,附录由黄晓林、马会灿、段笑晖共同编写。本书由黄晓林、马会灿担任主编,并负责全书统稿;由王永新、冯武、段笑晖、朱朝明、孟旭央、张延江、黄葵、葛强担任副主编。

本书适用于负责水利工程施工的项目负责人使用,其他项目管理人员也可参照使用。

由于编者水平有限,加上时间仓促,书中不足之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2012年10月

目 录

前 言

第一章 绪 论	(1)
第一节 水利工程及水工建筑物等级划分	(1)
第二节 堤防工程作用及分类	(6)
第三节 小型水库的组成和作用	(7)
第四节 渠系建筑物的构造和作用	(9)
第二章 常用建筑材料	(12)
第一节 建筑材料的类型及特性	(12)
第二节 胶凝材料	(19)
第三节 混凝土	(22)
第四节 混凝土外加剂	(33)
第五节 钢材的分类及性质	(37)
第六节 止水材料	(44)
第七节 土工合成材料	(45)
第三章 基础工程施工	(64)
第一节 基坑开挖与地基处理	(64)
第二节 岩基灌浆	(74)
第三节 基础与地基的锚固	(80)
第四节 其他地基处理方法	(81)
第四章 渠系工程施工	(85)
第一节 渠道施工	(85)
第二节 装配式渡槽施工	(88)
第三节 涵洞施工	(90)
第四节 倒虹吸管施工	(92)
第五章 导截流工程施工	(95)
第一节 施工导流	(95)
第二节 截流施工	(104)
第三节 施工排水	(106)
第四节 施工度汛	(109)
第六章 水闸施工	(112)
第一节 概 述	(112)
第二节 水闸的总体布置	(115)
第三节 水闸的水力设计	(121)
第四节 水闸的防渗排水设计	(128)

第五节	闸室稳定计算	(133)
第六节	水闸设计常见问题	(139)
第七节	水闸运用管理	(140)
第七章	模板工程施工	(152)
第一节	概 述	(152)
第二节	模板基本类型	(153)
第三节	模板的设计荷载、安装与拆除	(163)
第八章	水利工程施工质量管理	(170)
第一节	水利工程施工质量管理的基本概念	(170)
第二节	质量体系建立与运行	(177)
第三节	工程质量统计与分析	(190)
第四节	工程质量事故的处理	(193)
第五节	工程质量验收与评定	(195)
第九章	水利工程施工成本管理	(198)
第一节	施工成本管理的基本任务	(198)
第二节	施工项目成本控制的基本方法	(204)
第三节	施工项目成本降低的措施	(207)
第四节	工程价款结算与索赔	(208)
第十章	水利工程施工进度管理	(212)
第一节	概 述	(212)
第二节	实际工期和进度的表达	(214)
第三节	进度拖延原因分析及解决措施	(219)
第十一章	水利工程施工合同管理	(223)
第一节	概 述	(223)
第二节	施工合同的实施与管理	(226)
第三节	施工合同索赔管理	(229)
第十二章	水利工程施工安全与环境管理	(233)
第一节	施工安全管理	(233)
第二节	环境安全管理	(242)
第十三章	水利工程招标投标	(248)
第一节	工程招标与投标	(248)
第二节	投标过程	(261)
第三节	投标决策与技巧	(267)
第十四章	水利工程担保与风险	(271)
第一节	水利工程担保	(271)
第二节	水利工程风险与保险	(274)
附 录	相关法律法规	(282)
	建筑业企业资质管理规定	(282)
	建设工程安全生产管理条例	(288)

建设工程质量管理条例 (297)

建设项目环境保护管理条例 (305)

水利建设工程施工分包管理规定 (309)

水利建设工程项目招标投标管理规定 (312)

水利建设工程项目管理暂行规定 (320)

水利工程质量管理规定 (324)

水利工程质量监督管理规定 (329)

水利工程建设安全生产管理规定 (333)

参考文献 (339)

第一章 绪 论

第一节 水利工程及水工建筑物等级划分

一、水利工程

水利工程是指本着除害兴利的目的兴建的对自然界地表水和地下水进行控制与调配的工程。其在时间上重新分配水资源,做到防洪补枯,以防止洪涝灾害和发展灌溉、发电、供水、航运等事业。

水利工程按其所承担的任务可分为以下几种。

(一) 河道整治与防洪工程

河道整治主要是通过整治建筑物和其他措施,防止河道冲蚀、改道和淤积,使河流的外形和演变过程都能满足防洪与兴利等各方面的要求。一般防治洪水的措施是“上拦下排,两岸分滞”的工程体系。“上拦”是防洪的根本措施,不仅可以有效防治洪水,而且可以综合地开发利用水土资源,就是在山地丘陵地区进行水土保持,拦截水土,有效地减少地面径流;在干、支流的中上游兴建水库拦蓄洪水,调节下泄流量不超过下游河道的过流能力。

(二) 农田水利工程

农业是国民经济的基础,通过建闸修渠等工程措施,形成良好的灌、排系统来调节和改变农田水分状态和地区水利条件,使之符合农业生产发展的需要。农田水利工程一般包括以下几种:

(1)取水工程。从河流、湖泊、水库、地下水等水源适时、适量地引取水量,用于农田灌溉的工程称为取水工程。在河流中引水灌溉时,取水工程一般包括抬高水位的拦河坝(闸)、控制引水的进水闸、排沙用的冲沙闸、沉沙池等。当河流流量较大、水位较高能满足引水灌溉要求时,可以不修建拦河坝(闸)。当河流水位较低又不宜修建坝(闸)时,可建提灌站,提水灌溉。

(2)输水配水工程。将一定流量的水流输送并配置到田间的建筑物的综合体称为输水配水工程。如各级固定渠道系统及渠道上的涵洞、渡槽、交通桥、分水闸等。

(3)排水工程。各级排水沟及沟道上的建筑物称为排水工程。其作用是将农田内多余水分排泄到一定范围外,使农田水分保持适宜状态,满足通气、养料和热状况的要求,以适应农作物的正常生长,如排水沟、排水闸等。

(三) 水力发电工程

将具有巨大能量的水流通过水轮机转换为机械能,再通过发电机将机械能转换为电能的工程措施称为水力发电工程。落差和流量是水力发电的两个基本要素。为了有效地利用天然河道的水能,常采取工程措施,修建能集中落差和流量的水工建筑物,使水流符合水力发电工程的要求。在山区常用的水能开发方式是拦河筑坝,形成水库,它既可以调节径流,

又可以集中落差。在坡度很陡或有瀑布、急滩、弯道的河段,而上游又不许淹没时,可以沿河岸修建引水建筑物(渠道、隧洞)来集中落差和流量,开发水能。

(四) 供水和排水工程

供水是将水从天然水源中取出,经过净化、加压,用管网供给城市、工矿企业等用水部门;排水是排除工矿企业及城市废水、污水和地面雨水。城市供水对水质、水量及供水可靠性要求很高,排水必须符合国家规定的污水排放标准。我国水源不足,现有供、排水能力与科技和生产发展以及人民物质文化生活水平的不断提高不相适应,特别是城市供水与排水的要求愈来愈高,水质污染问题也加剧了水资源的供需矛盾,而且恶化环境,破坏生态。

(五) 航运工程

航运包括船运与筏运(木、竹浮运)。内河航运有天然水道(河流、湖泊等)和人工水道(运河、河网、水库、闸化河流等)两种。利用天然河道通航,必须进行疏浚、河床整治、改善河流的弯曲情况、设立航道标志,以建立稳定的航道。当河道通航深度不足时,可以通过拦河建闸、坝的措施抬高河道水位,或利用水库进行径流调节,改善水库下游的通航条件。人工水道是人们为了改善航运条件,开挖人工运河、河网及渠化河流,以节省航程,节约人力、物力、财力。

二、水利枢纽

为了综合利用水资源,达到防洪、灌溉、发电、供水、航运等目的,需要修建几种不同类型的建筑物,以控制和支配水流,满足国民经济发展的需要,这些建筑物通称为水工建筑物,而由不同水工建筑物组成的综合体称为水利枢纽。水利枢纽的作用可以是单一的,但多数是综合利用的水利枢纽。枢纽正常运行中各部门之间对水的要求有所不同。如防洪部门希望汛前降低水位来加大防洪库容,而兴利部门则希望扩大兴利库容而不愿汛前过多地降低水位;水力发电只是利用水的能量而不消耗水量,发电后的水仍可用于农业灌溉或工业供水,但发电、灌溉和供水的用水时间不一定一致。因此,在设计水利枢纽时,应使上述矛盾能得到合理解决,以做到降低工程造价,满足国民经济各部门的需要。

三、水工建筑物的分类

(一) 按建筑物的用途分类

(1)挡水建筑物。用以拦截江河,形成水库或壅高水位,如各种坝和闸,以及为抗御洪水或挡潮,沿江河海岸修建的堤防、海塘等。

(2)泄水建筑物。用以宣泄在各种情况下,特别是洪水期的多余入库水量,以确保大坝和其他建筑物的安全,如溢流坝、溢洪道、泄洪洞等。

(3)输水建筑物。为灌溉、发电和供水的需要从上游向下游输水用的建筑物,如输水洞、引水管、渠道、渡槽等。

(4)取水建筑物。输水建筑物的首部建筑,如进水闸、扬水站等。

(5)整治建筑物。用以整治河道,改善河道的水流条件,如丁坝、顺坝、导流堤、护岸等。

(6)专门建筑物。专门为灌溉、发电、供水、过坝需要而修建的建筑物,如电站厂房、沉沙池、船闸、升船机、鱼道、筏道等。

(二)按建筑物使用时间分类

水工建筑物按使用时间的长短分为永久性建筑物和临时性建筑物两类。

(1)永久性建筑物。这种建筑物在运用期长期使用,根据其在整体工程中的重要性又分为主要建筑物和次要建筑物。主要建筑物是指该建筑物失事后将造成下游灾害或严重影响工程效益,如闸、坝、泄水建筑物、输水建筑物及水电站厂房等;次要建筑物是指失事后不致造成下游灾害和对工程效益影响不大且易于检修的建筑物,如挡土墙、导流墙、工作桥及护岸等。

(2)临时性建筑物。这种建筑物仅在工程施工期间使用,如围堰、导流建筑物等。

有些水工建筑物在枢纽中的作用并不是单一的,如溢流坝既能挡水,又能泄水;水闸既可挡水,又能泄水,还可做取水之用。

四、水工建筑物的特点

水工建筑物与其他土木建筑物相比,除工程量大、投资多、工期较长外,还具有以下几个方面的特点。

(一)工作条件复杂

由于水的作用形成了水工建筑物特殊的工作条件:挡水建筑物蓄水以后,除承受一般的地震力和风压力等水平推力外,还承受很大的水压力、浪压力、冰压力、地震动水压力等水平推力,对建筑物的稳定性影响极大;通过水工建筑物和地基的渗流,对建筑物和地基产生渗透压力,还可能产生浸蚀和渗透破坏;当水流通过水工建筑物下泄时,高速水流可能引起建筑物的空蚀、振动以及对下游河床和两岸的冲刷;对于特定的地质条件,水库蓄水后可能诱发地震,进一步恶化建筑物的工作条件。

水工建筑物的地基是多种多样的。在岩基中经常遇到节理、裂隙、断层、破碎带及软弱夹层等地质构造,在土基中可能遇到粉细砂、淤泥等构成的复杂土基。为此,在设计以前必须进行周密的勘测,作出正确的判断,为建筑物的选型和地基处理提供可靠的依据。

(二)施工条件复杂

第一,水工建筑物的兴建,需要解决好施工导流问题,要求在施工期间,在保证建筑物安全的前提下,河水应能顺利下泄,必要的通航、过木要求应能满足,这是水利工程设计和施工中的一个重要课题;第二,工程进度紧迫,工期也比较长,截流、度汛需要抢时间、争进度,否则将导致拖延工期;第三,施工技术复杂,水工建筑物的施工受气候影响较大,如大体积混凝土的温度控制和复杂的地基较难处理,填土工程要求一定的含水量和一定的压实度,雨季施工有很大的困难;第四,地下、水下工程多,排水施工难度比较大;第五,交通运输比较困难,高山峡谷地区更为突出等。

(三)对国民经济的影响巨大

水利枢纽工程和单项的水工建筑物既可以承担防洪、灌溉、发电、航运等任务,又可以绿化环境,改良土壤植被,发展旅游,甚至建成优美的城市等,但是,如果处理不当也可能产生消极的影响。如水库蓄水越多,则效益越高,但淹没损失也越大,不仅导致大量移民和迁建,还可能引起库区周围地下水位的变化,直接影响到工农业生产,甚至影响生态环境;库尾的泥沙淤积,可能会使航道恶化。堤坝等挡水建筑物万一失事或决口,将会给下游人民的生命财产和国家建设带来灾难性的损失。1975年8月,我国河南省遭遇特大洪水,加之板桥、石

漫滩两座水库垮坝,使下游 1 100 万亩(1 亩 = 1/15 hm²,下同)农田受淹,京广铁路中断,死亡达 9 万人。

五、水利工程的等别划分和水工建筑物的级别划分

(一)水利工程的等别划分

根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》(SL 252—2000)的规定,水利水电工程根据其工程规模、效益以及在国民经济中的重要性,划分为 I、II、III、IV、V 五等,适用于不同地区、不同条件下建设的防洪、灌溉、发电、供水和治涝等水利水电工程,见表 1-1。

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 (亿 m ³)	防洪		治涝	灌溉	供水	发电
			保护城镇及 工矿企业 的重要性	保护农田 (万亩)	治涝面积 (万亩)	灌溉面积 (万亩)	供水对象 重要性	装机容量 (万 kW)
I	大(1)型	≥10	特别重要	≥500	≥200	≥150	特别重要	≥120
II	大(2)型	10 ~ 1.0	重要	500 ~ 100	200 ~ 60	150 ~ 50	重要	120 ~ 30
III	中型	1.0 ~ 0.10	中等	100 ~ 30	60 ~ 15	50 ~ 5	中等	30 ~ 5
IV	小(1)型	0.10 ~ 0.01	一般	30 ~ 5	15 ~ 3	5 ~ 0.5	一般	5 ~ 1
V	小(2)型	0.01 ~ 0.001	—	<5	<3	<0.5	—	<1

注:总库容是指水库最高水位以下的静库容,治涝面积和灌溉面积均指设计面积。

对于综合利用的水利水电工程,当按各分项利用项目的分等指标确定的等别不同时,其工程等别应按其中的最高等别确定。

(二)水工建筑物的级别划分

水利水电工程中水工建筑物的级别反映了工程对水工建筑物的技术要求和安全要求,应根据所属工程的等别及其在工程中的作用和重要性分析确定。

1. 永久性水工建筑物的级别

水利水电工程的永久性水工建筑物的级别应根据建筑物所在工程的等别,以及建筑物的重要性确定为五级,分别为 1、2、3、4、5 级,见表 1-2。

表 1-2 永久性水工建筑物的级别

工程等别	主要建筑物	次要建筑物	工程等别	主要建筑物	次要建筑物
I	1	3	IV	4	5
II	2	3	V	5	5
III	3	4			

部分水工建筑物由于失事后造成的损失较大,有必要提高其设计级别,凡符合表 1-3 提级指标的水工建筑物,经论证并报主管部门批准,可以提高一级设计。

表 1-3 部分水工建筑物的提级指标

坝的原级别	坝型	坝高 (m)
2	土石坝	90
	混凝土坝、浆砌石坝	130
3	土石坝	70
	混凝土坝、浆砌石坝	100

堤防工程级别取决于防护对象(如城镇、农田面积、工业区等)的防洪标准,一般应按照国家《防洪标准》(GB 50201—94)确定,堤防工程的级别可由表 1-4 查得。堤防工程的防洪标准应根据防护区内防洪标准较高防护对象的防洪标准确定,并进行必要的论证。一般遭受洪灾或失事后损失巨大、影响十分严重的堤防工程,其级别可适当提高,遭受洪灾或失事后损失及影响小或使用期限较短的临时堤防工程,其级别可适当降低。采用高于或低于规定级别的堤防工程应报行业主管部门批准;当影响公共防洪安全时,还应同时报水行政主管部门批准。

表 1-4 堤防工程的级别

防洪标准 (重现期,年)	≥100	<100 且 ≥50	<50 且 ≥30	<30 且 ≥20	<20 且 ≥10
堤防工程的级别	1	2	3	4	5

另外,堤防工程上的闸、涵、泵站等建筑物及其他构筑物的设计防洪标准不应低于堤防工程的防洪标准,并应留有适当的安全量。

2. 临时性水工建筑物的级别

对于临时性水工建筑物的级别,按表 1-5 确定。对于同时分属于不同级别的临时性水工建筑物,其级别应按照其中最高级别确定。但对于 3 级临时性水工建筑物,符合该级别规定的指标不得少于两项。

表 1-5 临时性水工建筑物级别

级别	保护对象	失事后果	使用年限 (年)	临时性水工建筑物规模	
				高度(m)	库容(亿 m ³)
3	有特殊要求的 1 级永久性水工建筑物	淹没重要城镇、工矿企业、交通干线或推迟总工期及第一台(批)机组发电,造成重大灾害和损失	>3	>50	>1.0
4	1、2 级永久性水工建筑物	淹没一般城镇、工矿企业、交通干线或影响总工期及第一台(批)机组发电,造成较大经济损失	3~1.5	50~15	1.0~0.1
5	3、4 级永久性水工建筑物	淹没基坑,但对总工期及第一台(批)机组发电影响不大,经济损失较小	<1.5	<15	<0.1

第二节 堤防工程作用及分类

一、堤防的概念及作用

堤防是沿江、河、湖、海、排灌渠道或分洪区、行洪区边界修筑的挡水建筑物。其断面形状为梯形或复式梯形。堤防的主要作用是约束水流、控制河势、防止洪水泛滥成灾,另外,还可以抗御风浪、海潮入侵等。

堤防是一项重要的防洪工程措施。截至 1998 年,全国堤防总长达 25 万多 km,其中重点堤防 6.5 万多 km。尽管如此,大江大河堤防在堤防断面、基础处理、填塘固基、穿堤建筑物、崩岸治理以及护坡要达到流域长期规划标准等方面仍有大量的工作要做。

二、堤防的分类

堤防按其所处地位和作用不同,可分为河堤、湖堤、水库堤防、围堤、海堤和渠堤等 6 种。这 6 种堤防因其工作条件不尽相同,其设计断面也略有差别。对于河堤来说,因洪水涨落较快,高水位持续历时最长也不会超过两个月,其承受高水位压力的时间短,堤身浸润线往往不能发展到最高洪水位的位置,故堤防断面尺寸相对可以小些。湖堤位于湖泊四周,用以围垦湖滨低洼地带和发展水产事业,由于湖水位涨落缓慢,高水位持续时间较长,一般可达五六个月之久,且水面辽阔,风浪较大,堤身断面尺寸较河堤大,且临水面应有较好的防浪护面,背水面须有一定的排渗设施。水库堤防随着水库的兴建而产生,多修筑在水库的回水末端或库区局部地段,用于减少占用耕地面积或搬迁村庄。水库的堤防断面设计一般与湖堤相同。围堤用于临时滞蓄超标准洪水,其实际工作机会远不及河堤和湖堤那样频繁,但修建标准一般应与河干堤相同。海堤仅在涨潮时或风暴引起海浪袭击时着水,高水位持续时间甚短,但由于风浪破坏作用较大,堤防断面也要求较大,并远较河堤坚固,海堤临水面一般设有消波效果较好的防浪设施,还多采取生物与工程相结合的保滩护堤措施。渠堤在灌溉、发电、航运、给水、排水等水利工程中广为采用,一般在临水面渠底设有防冲减糙措施,断面相对最小。

这里以介绍河堤为主,其原则也可用于其他类型的堤防。

河堤按其所处地位和作用不同,又可分为遥堤、缕堤、格堤、月堤和越堤等类,如图 1-1 所示。遥堤又叫主堤或干堤,距河道主槽较远,堤身较厚,用于防御特大洪水,是防洪的最后一道防线,一般有专用名称,如黄河的北大堤、长江的荆江大堤等;缕堤又名民垸、民埝或生产堤,距河较近,堤身相对单薄,用于抗御较小的洪水、约束水流、加大流速,保护缕堤至遥堤间的滩地生产,洪水较大时,可能漫溢溃决;格堤为连接遥堤与缕堤的横向堤防,形成格状,一旦缕堤决口,使淹没

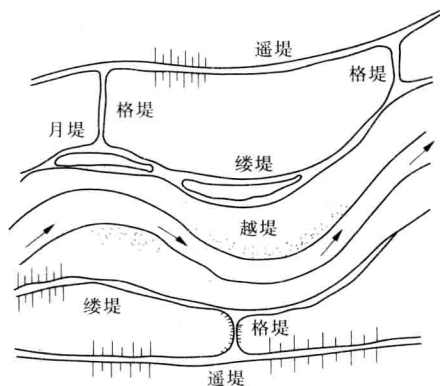


图 1-1 黄河堤防示意图

范围仅限一格,同时可防止洪水沿遥堤形成串沟夺河,威胁干堤安全;月堤和越堤皆为依缕堤或遥堤进占或后退的月牙形堤防,当河身变动逼近堤防而保护河岸又有困难时,修建月堤退守新线,当河身变动远离堤防时,为争取耕地可修越堤,同时也为防洪增加一道新的前沿防线。此外,在防洪抢险时,为防止洪水漫越堤顶,临时在堤顶加修的小堤,称为子埝或子堤。

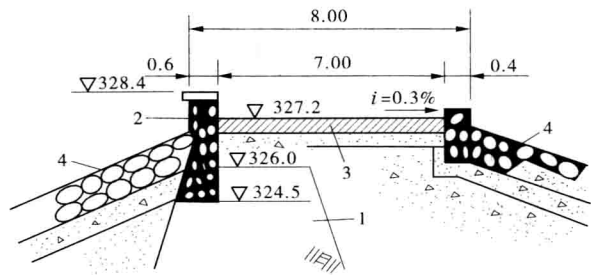
第三节 小型水库的组成和作用

一、拦水坝体

常见的小型水库拦水坝体为土石坝,其基本剖面是梯形,主要由坝顶构造、防渗体、上下游坝坡、坝体排水、地基处理等细部构造组成。

(一) 坝顶构造

某土坝坝顶构造如图 1-2 所示。



1—心墙;2—斜墙;3—回填土;4—护面

图 1-2 某土坝坝顶构造 (单位:mm)

1. 坝顶宽度

坝顶宽度应根据构造、施工、运行和抗震等因素确定。如无特殊要求,高坝可选用 10 ~ 15 m,中、低坝可选用 5 ~ 10 m。同时,坝顶宽度必须充分考虑心墙或斜墙顶部及反滤层、保护层的构造需要。

2. 护面

护面的材料可采用砌石、沥青或混凝土,Ⅳ级以下的坝下游也可以采用草皮护面。如有公路交通要求,还应满足公路路面的有关规定。作用是保护坝顶不受破坏。为了排除雨水,坝顶应做成向一侧或两侧倾斜的横向坡度,坡度宜采用 2% ~ 3%,对于有防浪墙的坝顶,则宜采用单向向下游倾斜的横坡。

3. 防浪墙

坝顶上游侧常设混凝土或浆砌石修建的不透水的防浪墙,墙基要与坝体防渗体可靠地连接起来,以防高水位时漏水,防浪墙的高度一般为 1.0 ~ 1.2 m。

(二) 防渗体

土坝防渗体主要有心墙、斜墙、铺盖、截水墙等。设置防渗设施的作用是:减少通过坝体和坝基的渗流量;降低浸润线,增加下游坝坡的稳定性;降低渗透坡降,防止渗透变形。

1. 均质坝

整个坝体就是一个大的防渗体,它由透水性较小的黏性土筑成。

2. 黏性土心墙和斜墙

心墙一般布置在坝体中部,有时稍偏上游并略为倾斜;斜墙布置在坝体的上游,以便和上游铺盖及坝顶的防浪墙相连接。

黏性心墙和斜墙顶部水平厚度一般不小于 3 m,以便机械化施工。防渗体顶与坝顶之间应设保护层,厚度不小于该地区的冰冻或干燥深度,同时按结构要求不宜小于 1 m。

3. 非土料防渗体

非土料防渗体有钢筋混凝土、沥青混凝土、木板、钢板、浆砌块石和塑料薄膜等,较常用的是沥青混凝土和钢筋混凝土。

(三) 土石坝的护坡与坝坡排水

1. 护坡

土石坝的护坡形式有草皮、抛石、干砌石、浆砌石、混凝土或钢筋混凝土、沥青混凝土或水泥土等。其作用是防止波浪淘刷、顺坝水流冲刷、冰冻和其他形式的破坏。

2. 坝坡排水

除干砌石或堆石护面外,均必须设坝面排水。为了防止雨水冲刷下游坝坡,常设纵横向连通的排水沟。与岸坡的结合处,也应设置排水沟以拦截山坡上的雨水。坝面上的纵向排水沟沿马道内侧布置,用浆砌石或混凝土板铺设成矩形或梯形。坝较长时,则应沿坝轴线方向每隔 50 ~ 100 m 设一横向排水沟,以便排除雨水。

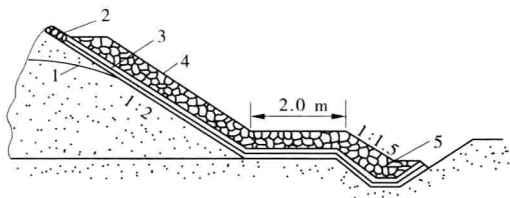
(四) 土石坝的排水设施

1. 排水设施

土石坝的排水设施的形式有贴坡排水、棱体排水、褥垫排水、管式排水和综合式排水。坝体排水的作用是降低坝体浸润线及孔隙水压力,防止坝坡土冻胀破坏。在排水设施与坝体、土基接合处,都应设置反滤层。其中贴坡排水和棱体排水最常用。

1) 贴坡排水

贴坡排水紧贴下游坝坡的表面设置,它由 1 ~ 2 层堆石或砌石筑成,如图 1-3 所示。贴坡排水顶部应高于坝体浸润线的逸出点,保证坝体浸润线位于冰冻深度以下。



1—浸润线;2—护坡;3—反滤线;4—排水体;5—排水沟

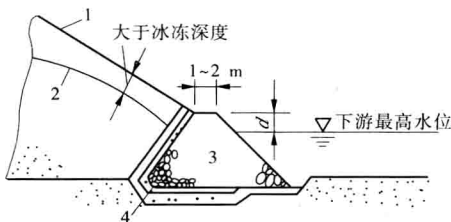
图 1-3 贴坡排水

贴坡排水构造简单、节省材料、便于维修,但不能降低浸润线,且易因冰冻而失效,常用于中小型工程下游无水的均质坝或浸润线较低的中等高度坝。

2) 棱体排水

在下游坝脚处用块石堆成棱体,顶部高程应超出下游最高水位,超出高度应大于波浪沿

坡面的爬高,并使坝体浸润线距坝坡的距离大于冰冻深度。应避免棱体排水上游坡脚出现锐角,顶宽应根据施工条件及检查观测需要确定,但不得小于 1.0 m,如图 1-4 所示。



1—下游坝坡;2—浸润线;3—棱体排水;4—反滤层

图 1-4 堆石棱体排水

棱体排水可降低浸润线,防止坝坡冻胀和渗透变形,保护下游坝脚不受尾水淘刷,多用于河床部分(有水)的下游坝脚处。

2. 反滤层

为避免因渗透系数和材料级配的突变而引起渗透变形,在防渗体与坝壳、坝壳与排水体之间都要设置 2~3 层粒径不同的砂石料作为反滤层。材料粒径沿渗流方向由大到小排列。

二、溢洪道

溢洪道属于泄水建筑物的一种。溢洪道从上游水库到下游河道通常由引水段、控制段、泄水槽、消能设施和尾水渠五个部分组成。

溢洪道按泄洪标准和运用情况,分为正常溢洪道和非常溢洪道。前者用以宣泄设计洪水,后者用于宣泄非常洪水。

溢洪道按其所在位置,分为河床式溢洪道和岸边溢洪道。河床式溢洪道经由坝身溢洪。岸边溢洪道按结构形式可分为:

- (1)正槽溢洪道。泄槽与溢流堰正交,过堰水流与泄槽轴线方向一致。
- (2)侧槽溢洪道。溢流堰大致沿等高线布置,水流从溢流堰泄入与堰轴线大致平行的侧槽后,流向作近 90°转弯,再经泄槽或隧洞流向下游。
- (3)井式溢洪道。洪水流过环形溢流堰,经竖井和隧洞泄入下游。
- (4)虹吸溢洪道。利用虹吸作用泄水,水流出虹吸管后,经泄槽流向下游,可建在岸边,也可建在坝内。

岸边溢洪道通常由进水渠、控制段、泄水段、消能段组成。进水渠起进水与调整水流的作用。控制段常用实用堰或宽顶堰,堰顶可设或不设闸门。泄水段有泄槽和隧洞两种形式。为保护泄槽免遭冲刷和岩石不被风化,一般都用混凝土衬砌。消能段多用挑流消能或水跃消能。当下泄水流不能直接归入原河道时,还需另设尾水渠,以便与下游河道妥善衔接。溢洪道的选型和布置,应根据坝址地形、地质、枢纽布置及施工条件等,通过技术经济比较后确定。

第四节 渠系建筑物的构造和作用

在渠道上修建的水工建筑物称为渠系建筑物,它使渠水跨过河流、山谷、堤防、公路等。

其类型主要有渡槽、涵洞、倒虹吸管、跌水与陡坡等。

一、渡槽的构造及作用

按支承结构渡槽可分为梁式、拱式、桁架式等。渡槽由输水的槽身及支承结构、基础和进出口建筑物等部分组成。小型渡槽一般采用简支梁式结构,截面采用矩形。

(一) 梁式渡槽

1. 槽身结构

梁式渡槽槽身结构一般由槽身和槽墩(排架)组成,主要支承水荷载及结构自重。槽身按断面形状有矩形和U形。梁式渡槽又分成简支梁式、双悬臂梁式、单悬臂梁式和连续梁式。简支矩形槽身适用跨度为8~15 m,U形槽身适用跨度为15~20 m。

2. 渡槽的进出口建筑物

渡槽的进出口建筑物和水闸基本相同,由翼墙、护底、铺盖和消能设施组成,把矩形或U形槽身和梯形渠道连接起来,起改善水流条件、防冲及挡土作用。

(二) 拱式渡槽

拱式渡槽的水荷载及结构自重由拱承担,其他和梁式渡槽相同。

二、涵洞的构造及作用

根据水流形态的不同,涵洞分有压、无压和半有压式。

(一) 涵洞的洞身断面形式

1. 圆形管涵

圆形管涵的水力条件和受力条件较好,多由混凝土或钢筋混凝土建造,适用于有压涵洞或小型无压涵洞。

2. 箱形涵洞

箱形涵洞是四边封闭的钢筋混凝土整体结构,适用于现场浇筑的大中型有压或无压涵洞。

3. 盖板涵洞

盖板涵洞的断面为矩形,由底板、边墙和盖板组成,适用于小型无压涵洞。

4. 拱涵

拱涵由底板、边墙和拱圈组成。其因受力条件较好,多用于填土较高、跨度较大的无压涵洞。

(二) 洞身构造

洞身构造有基础、沉降缝、截水环或涵衣,如图1-5所示。

1. 基础

管涵基础采用浆砌石或混凝土管座,其包角为 90° ~ 135° 。拱涵和箱涵基础采用C15素混凝土垫层。它可分散荷载并增加涵洞的纵向刚度。

2. 沉降缝

沉降缝的设缝间距不大于10 m,且不小于2~3倍洞高,主要作用是适应地基的不均匀沉降。对于有压涵洞,缝中要设止水,以防止渗水使涵洞四周的填土产生渗透变形。