



2017年版全国二级建造师执业资格考试用书

2F300000

水利水电工程 管理与实务

全国二级建造师执业资格考试用书编写委员会◎编写



微信扫码 免费享受

价值400元 全程精讲课程

中国建筑工业出版社

2017 年版全国二级建造师执业资格考试用书

水利水电工程管理与实务

全国二级建造师执业资格考试用书编写委员会 编写

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

水利水电工程管理与实务/全国二级建造师执业资格考试用书
编写委员会编写. —北京: 中国建筑工业出版社, 2016. 11
2017 年版全国二级建造师执业资格考试用书
ISBN 978-7-112-19981-5

I. ①水… II. ①全… III. ①水利水电工程-工程管理-资格
考试-自学参考资料 IV. ①TV

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 244547 号

责任编辑: 田立平

责任校对: 李欣慰 党 蕾

2017 年版全国二级建造师执业资格考试用书
水利水电工程管理与实务
全国二级建造师执业资格考试用书编写委员会 编写

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)
各地新华书店、建筑书店经销
北京红光制版公司制版
北京市密东印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 23 字数: 571 千字

2016 年 11 月第一版 2017 年 4 月第五次印刷

定价: 63.00 元(含增值服务)

ISBN 978-7-112-19981-5
(29202)

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

版权所有 翻印必究

请读者识别、监督:

本书封面贴有网上增值服务码, 环衬用含有中国建筑工业出版社水印的专用防伪纸印制, 封底贴有中国建筑工业出版社专用防伪标, 否则为盗版书, 欢迎举报监督! 举报电话: (010)58337026;
举报 QQ: 3050159269

本社法律顾问: 上海博和律师事务所许爱东律师

2017 年版全国二级建造师执业资格考试用书

审 定 委 员 会

于 光 付海诚 李 强 李雪飞 杨存成

严盛虎 沈元勤 张祥彤 徐永田 雷 震

编 写 委 员 会

主 编：丁士昭

委 员：王学军 王清训 毛志兵 刘志强

张鲁风 胡长明 唐 涛 潘名先

序

为了加强建设工程项目管理,提高工程项目总承包及施工管理专业技术人员素质,规范施工管理行为,保证工程质量和施工安全,根据《中华人民共和国建筑法》、《建设工程质量管理条例》、《建设工程安全生产管理条例》和国家有关执业资格考试制度的规定,2002年原人事部和建设部联合颁发了《建造师执业资格制度暂行规定》(人发[2002]111号),对从事建设工程项目总承包及施工管理的专业技术人员实行建造师执业资格制度。

注册建造师是以专业技术为依托、以工程项目管理为主业的注册执业人士。注册建造师可以担任建设工程总承包或施工管理的项目负责人,从事法律、行政法规或国务院建设行政主管部门规定的相关业务。实行建造师执业资格制度后,我国大中型工程施工项目负责人由取得注册建造师资格的人士担任,以提高工程施工管理水平,保证工程质量和安全。建造师执业资格制度的建立,将为我国拓展国际建筑市场开辟广阔的道路。

按照原人事部和建设部印发的《建造师执业资格制度暂行规定》(人发[2002]111号)、《建造师执业资格考试实施办法》(国人部发[2004]16号)和《关于建造师资格考试相关科目专业类别调整有关问题的通知》(国人厅发[2006]213号)的规定,本编委会组织全国具有较高理论水平和丰富实践经验的专家、学者,编写了《2017年版全国二级建造师执业资格考试用书》(以下简称《考试用书》)。在编撰过程中,编写人员按照《二级建造师执业资格考试大纲》(2014年版)要求,遵循“以素质测试为基础、以工程实践内容为主导”的指导思想,坚持“与建造师制度实行的现状相结合,与现行法律法规、规范标准相结合,与当前先进的工程施工技术相结合,与用人企业的实际需求相结合”的修订原则,力求在素质测试的基础上,从工程项目实践出发,重点测试考生解决实际问题的能力。

本套《考试用书》共9册,分别为《建设工程施工管理》、《建设工程法规及相关知识》、《建筑工程管理与实务》、《公路工程施工管理与实务》、《水利水电工程施工管理与实务》、《矿业工程施工管理与实务》、《机电工程施工管理与实务》、《市政公用工程施工管理与实务》、《建设工程法律法规选编》。本套《考试用书》既可作为全国二级建造师执业资格考试学习用书,也可供其他从事工程管理的工程人员使用和大中专院校相关专业师生教学参考。

《考试用书》编撰者为大专院校、行政管理、行业协会和施工企业等方面的专家和学者。在此,谨向他们表示衷心感谢。

在《考试用书》编写过程中,虽经反复推敲核证,仍难免有不妥甚至疏漏之处,恳请广大读者提出宝贵意见。

全国二级建造师执业资格考试用书编写委员会

2016年10月

《水利水电工程管理与实务》

编 写 组

审 定：孙继昌 钱 敏 孙献忠

组 长：唐 涛

副 组 长：陈送财 何建新 成 银

编 写 人 员：（按姓氏笔画排序）

王韶华 成 银 伍宛生 肖建峰

杨子江 何建新 沈继华 张文明

陈送财 林志重 胡 慨 徐永田

郭唐义 唐 涛 韩 新 管宪伟

潘孝兵

前 言

本书根据《二级建造师执业资格考试大纲（水利水电工程专业）》（以下简称考试大纲）编写。本书主要阐述《考试大纲》规定考点的核心内容，明确考试的知识点。各知识点内容以条目格式编写，不考虑各条之间内容上的逻辑关系。

本书与二级建造师执业资格考试综合科目《建设工程施工管理》、《建设工程法规及相关知识》相配合，构成了二级建造师执业资格水利水电工程专业知识体系。本书由水利水电工程技术、水利水电工程项目施工管理、水利水电工程项目施工相关法规与标准三部分组成，突出了水利水电工程建设与施工管理的专业特点。

本书是第三版的修订版，与第三版相比，增加了水利工程建设稽察、小型病险水库加固项目验收要求、水利工程建设标准框架体系及水利工程建设标准强制性条文中水利工程验收等内容；删除了《堤防和疏浚工程施工合同范本》的内容；增加了案例的数量；根据有关规定对相关知识进行了更新和补充。

本书为二级建造师执业资格《专业工程管理与实务》科目“水利水电工程专业”的考试指导书，也可作为高等学校工科专业的教学参考用书和从事水利水电工程建设管理、勘测、设计、施工、监理、咨询、行政监督等工作人员的参考用书。

本书各部分执笔人：2F311000～2F313000 等部分内容由陈送财、胡慨、潘孝兵、杨子江、管宪伟等同志编写；2F320020～2F320040 等部分内容由肖建峰同志编写；其余部分内容由王韶华、成银、伍宛生、何建新、沈继华、林志重、唐涛、唐漪、郭唐义、徐永田、韩新、戚波等同志编写。全书由成银同志统稿。

在本书的编写过程中，水利部建设与管理司、水利部淮河水利委员会、中水淮河规划设计研究有限公司（水利部淮委规划设计研究院）、安徽安兆工程技术咨询服务有限公司、安徽水利水电职业技术学院、长江水利委员会人才资源开发中心等单位给予了大力支持和帮助，在此一并致以衷心的感谢。

本书通过修订，对有关法规、规程、规范进行了更新和完善，在充分体现水利水电工程专业范围宽、施工技术复杂多样、安全性要求高等特点的基础上，提高了针对性、实用性和时效性，但难免有不足之处，诚望广大读者指正，以便再版时修改完善。

目 录

2F310000	水利水电工程施工技术	1
2F311000	水利水电工程建筑物及建筑材料	1
2F311010	水利水电工程建筑物的类型及组成	1
2F311020	水利水电工程勘察与测量	24
2F311030	水利水电工程建筑材料	35
2F312000	水利水电工程施工导流	53
2F312010	导流	53
2F312020	截流	61
2F313000	水利水电工程主体工程施工	64
2F313010	土石方开挖工程	64
2F313020	地基与基础工程	71
2F313030	土石坝和堤防工程	75
2F313040	混凝土工程	83
2F313050	水利水电工程机电设备及金属结构安装工程	100
2F313060	水利水电工程施工安全技术	104
2F320000	水利水电工程项目施工管理	115
2F320010	水利工程建设程序	115
2F320020	水利水电工程施工组织设计	130
2F320030	水利水电工程施工成本管理	141
2F320040	水利水电工程施工招标投标管理	159
2F320050	水利水电工程施工合同管理	175
2F320060	水利水电工程施工质量管理	195
2F320070	水利水电工程施工质量评定	206
2F320080	水利水电工程施工安全管理	224
2F320090	水利水电工程验收	248
2F320100	水利水电工程项目施工管理	294
2F330000	水利水电工程项目施工相关法规与标准	309
2F331000	水利水电工程相关法规	309

2F331010	《水法》相关规定	309
2F331020	《防洪法》相关规定	311
2F331030	《水土保持法》相关规定	314
2F332000	水利水电工程建设强制性标准	316
2F332010	《工程建设标准强制性条文》（水利工程部分）施工方面的内容	317
2F332020	《工程建设标准强制性条文》（电力工程部分）第二篇水力发电及新能源工程之 3 施工及验收的内容	324
2F333000	二级建造师（水利水电工程）注册执业管理规定及相关要求	346
网上增值服务说明		358



微信扫码
免费听课

2F310000 水利水电工程施工技术

本章围绕水利水电工程建筑物的主要类型，阐述水利水电工程专业技术知识，包括水利水电工程建筑物及建筑材料、施工导流、主体工程施工等三节。其中“水利水电工程建筑物及建筑材料”概述了水利水电工程的相关基础知识，包括水利水电工程建筑物的类型及组成、水利水电工程勘察与测量、水利水电工程建筑材料等；“水利水电工程施工导流”分导流和截流两部分进行阐述；“水利水电工程主体工程施工”对土石方开挖工程、地基与基础工程、土石坝和堤防工程、混凝土工程和机电设备及金属结构安装工程等分别阐述其基本知识、施工内容和技术要求，同时介绍了施工安全技术方面的有关知识。

本章的重点是水利水电工程等级划分及特征水位，施工导流标准与导流方法，围堰、截流的基本方法，土石方开挖技术，土石坝和堤防施工技术，混凝土的生产与运输、浇筑与养护以及施工安全技术等。

通过对本章的学习，要求应试者全面了解水利水电工程的类型、功能及其组成以及水工建筑材料的类型及其应用、施工测量的仪器及其使用；掌握水利水电工程施工的内容、方法、技术、设备以及工程质量控制和安全控制要点。

2F311000 水利水电工程建筑物及建筑材料

2F311010 水利水电工程建筑物的类型及组成

2F311011 水利水电工程等级划分及特征水位

一、水工建筑物等级划分

（一）水利水电工程等级划分

水利水电工程等级划分，既关系到工程自身的安全，又关系到其下游人民生命财产、工矿企业和设施的安全，对工程效益的正常发挥、工程造价和建设速度有直接影响。根据《水利水电工程等级划分及洪水标准》SL 252—2000 的规定，对于我国不同地区、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等别，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，见表 2F311011-1。

水利水电工程分等指标

表 2F311011-1

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 及工矿企 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)型	≥ 10	特别重要	≥ 500	≥ 200	≥ 150	特别重要	≥ 120
Ⅱ	大(2)型	$10\sim 1.0$	重 要	$500\sim 100$	$200\sim 60$	$150\sim 50$	重 要	$120\sim 30$

续表

工程类别	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 及工矿企 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)
Ⅲ	中 型	1.0~0.10	中 等	100~30	60~15	50~5	中 等	30~5
Ⅳ	小(1)型	0.1~0.01	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

综合利用的水利水电工程可能同时具有防洪、发电、灌溉、供水等任务。为工程安全起见,按表 2F311011-1 确定其等别时,当各项任务指标对应的等别不同,其整个工程等别应按其中最高的等别确定。

拦河水闸工程的等别,应根据其最大过闸流量,按表 2F311011-2 确定。

拦河水闸工程分等指标

表 2F311011-2

工程等别	工程规模	最大过闸流量 (m ³ /s)
I	大(1)型	≥5000
II	大(2)型	5000~1000
III	中型	1000~100
IV	小(1)型	100~20
V	小(2)型	<20

灌溉、排水泵站等的等别,应根据其装机流量与装机功率,按表 2F311011-3 确定。工业、城镇供水泵站的等别,应根据其供水对象的重要性,按表 2F311011-1 确定。

灌溉、排水泵站分等指标

表 2F311011-3

工程等别	工程规模	分 等 指 标	
		装机流量 (m ³ /s)	装机功率 (10 ⁴ kW)
I	大 (1) 型	≥200	≥3
II	大 (2) 型	200~50	3~1
III	中型	50~10	1~0.1
IV	小 (1) 型	10~2	0.1~0.01
V	小 (2) 型	<2	<0.01

注：1. 装机流量、装机功率系指包括备用机组在内的单站指标；

2. 当泵站按分等指标分属两个不同等别时, 其等别按其中高的等别确定;

3. 由多级或多座泵站联合组成的泵站系统工程的等别, 可按其系统的指标确定。

(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2F311011-4。

永久性水工建筑物级别 表 2F311011-4

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			

水库大坝按上述规定为 2 级、3 级的永久性水工建筑物，如坝高超过表 2F311011-5 指标，其级别可提高一级，但洪水标准可不提高。

水库大坝建筑物分级指标 表 2F311011-5

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

当永久性水工建筑物基础的工程地质条件复杂或采用新型结构时，对 2~5 级建筑物可提高一级设计，但洪水标准不予提高。

堤防工程的防洪标准主要由防洪对象的防洪要求而定。堤防工程的级别根据堤防工程的防洪标准确定，见表 2F311011-6。

堤防工程的级别 表 2F311011-6

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

穿堤水工建筑物的级别，按其所在堤防工程的级别和建筑物规模相应的级别中的最高级别确定。

2. 临时性水工建筑物级别

对于临时性水工建筑物的级别，按表 2F311011-7 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。

临时性水工建筑物级别 表 2F311011-7

级别	保护对象	失事后果	使用年限 (年)	导流建筑物规模	
				围堰高度 (m)	库容 (10 ⁸ 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、交通干线或推迟工程总工期及第一台（批）机组发电，造成重大灾害和损失	>3	>50	>1.0

续表

级别	保护对象	失事后果	使用年限 (年)	导流建筑物规模	
				围堰高度 (m)	库容 (10 ⁸ m ³)
4	1、2 级永久性水工建筑物	淹没一般城镇、工矿企业或影响工程总工期及第一台(批)机组发电而造成较大经济损失	1.5~3	15~50	0.1~1.0
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

二、水工建筑物的分类及作用

为满足防洪、发电、灌溉、航运等兴利除害的要求,河道上通常要建造控制水位、调节流量等作用的水工建筑物。水工建筑物一般按其作用、用途和使用时间等进行分类。

1. 按作用分类

水工建筑物按其作用可分为挡水建筑物、泄水建筑物、输水建筑物、取(进)水建筑物、整治建筑物以及专门为灌溉、发电、过坝需要而兴建的建筑物。

(1) 挡水建筑物是用来拦截水流、抬高水位及调蓄水量的建筑物,如各种坝和水闸以及沿江河岸修建的堤防、海塘等。

(2) 泄水建筑物是用于宣泄水库、渠道及压力前池的多余洪水、排放泥沙和冰凌,以及为了人防、检修而放空水库、渠道等,以保证大坝和其他建筑物安全的建筑物,如各种溢流坝、坝身泄水孔、岸边溢洪道等。

(3) 输水建筑物是为了发电、灌溉和供水的需要,从上游向下游输水用的建筑物,如引水隧洞、引水涵管、渠道、渡槽、倒虹吸等。

(4) 取(进)水建筑物是输水建筑物的首部建筑物,如引水隧洞的进水口段、灌溉渠首和供水用的扬电站等。

(5) 整治建筑物是用以改善河流的水流条件、调整河势、稳定河槽、维护航道以及为防护河流、水库、湖泊中的波浪和水流对岸坡冲刷的建筑物,如顺坝、丁坝、导流堤、护底和护岸等。

(6) 专门建筑物是为灌溉、发电、过坝等需要兴建的建筑物,如专为发电用的引水管道、压力前池、调压室、电站厂房;专为灌溉用的沉砂池、冲砂闸;专为过坝用的升船机、船闸、鱼道、过木道等。

2. 按用途分类

水工建筑物按其用途可分为一般性建筑物和专门性建筑物。

(1) 一般性水工建筑物具有通用性,如挡水坝、溢洪道、水闸等。

(2) 专门性水工建筑物只实现其特定的用途。专门性水工建筑物又分为水电站建筑物、水运建筑物、农田水利建筑物、给水排水建筑物、过鱼建筑物等。

3. 按使用时间的长短分类

水工建筑物按其使用时间的长短分为永久性建筑物和临时性建筑物。

(1) 永久性建筑物是指工程运行期间长期使用的水工建筑物。根据其重要性又分为主要建筑物和次要建筑物。

(2) 临时性建筑物是指工程施工期间暂时使用的建筑物，如施工导流明渠、围堰等。其主要作用是永久性建筑物的施工创造必要的条件。

三、水库与堤防的特征水位

1. 水库的特征水位

(1) 校核洪水位。水库遇大坝的校核洪水时在坝前达到的最高水位。

(2) 设计洪水位。水库遇大坝的设计洪水时在坝前达到的最高水位。

(3) 防洪高水位。水库遇下游保护对象的设计洪水时在坝前达到的最高水位。

(4) 正常蓄水位（正常高水位、设计蓄水位、兴利水位）。水库在正常运用的情况下，为满足设计的兴利要求在供水期开始时应蓄到的最高水位。

(5) 防洪限制水位（汛前限制水位）。水库在汛期允许兴利的上限水位，也是水库汛期防洪运用时的起调水位。

(6) 死水位。水库在正常运用的情况下，允许消落到的最低水位。它在取水口之上并保证取水口有一定的淹没深度。

水库特征水位和相应库容关系如图 2F311011 所示。

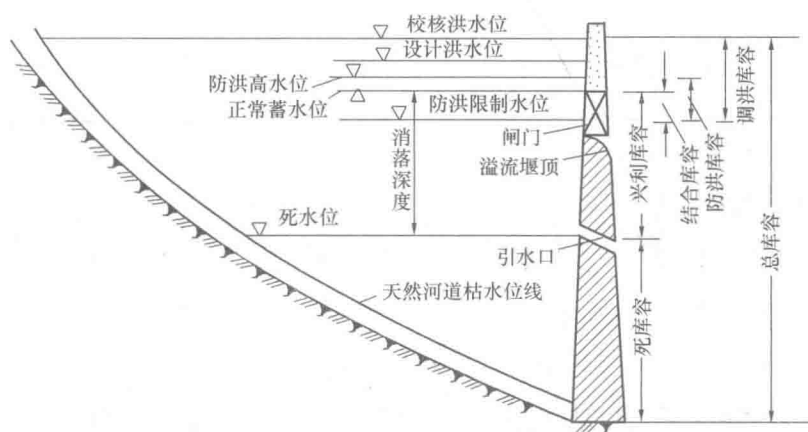


图 2F311011 水库特征水位和相应库容示意图

2. 堤防工程特征水位

(1) 设防（防汛）水位。开始组织人员防汛的水位。

(2) 警戒水位。当水位达到设防水位后继续上升到某一水位时，防洪堤随时可能出险，防汛人员必须迅速开赴防汛前线，准备抢险，这一水位称警戒水位。

(3) 保证水位。即堤防的设计洪水位，河道遇堤防的设计洪水时在堤前达到的最高水位。

2F311012 土石坝与堤防的构造及作用

一、土石坝的类型

土石坝一般按坝高、施工方法或筑坝材料等进行分类。

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 $2\%\sim 3\%$ 。对于有防浪墙的坝顶,则宜采用仅向下游倾斜的横坡。

(2) 护面。护面的材料可采用碎石、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。

(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 $1.0\sim 1.2\text{m}$ (指露出坝顶部分)。

2. 防渗体

土坝防渗体主要有心墙、斜墙、铺盖、截水墙等形式,设置防渗体的作用是: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,以便于和上游铺盖及坝顶的防浪墙相连接。

黏性土心墙和斜墙顶部水平厚度一般不小于 3m ,以便于机械化施工。防渗体顶与坝顶之间应设有保护层,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 1m 。

(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。

3. 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。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 $50\sim 100\text{m}$ 左右设一横向排水沟,以便排除雨水。

4. 坝体排水

(1) 排水设施。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。紧贴下游坝坡的表面设置,它由 $1\sim 2$ 层堆石或砌石筑成,如图 2F311012-3 所示。贴坡排水顶部应高于坝体浸润线的逸出点,保

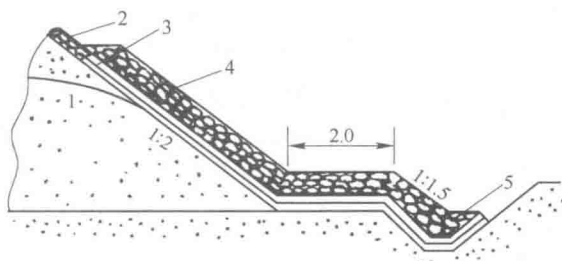


图 2F311012-3 贴坡排水 (单位: m)

1—浸润线; 2—护坡; 3—反滤层; 4—排水体; 5—排水沟

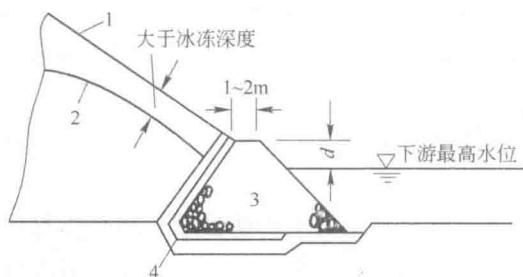


图 2F311012-4 堆石棱体排水

1—下游坝坡；2—浸润线；3—棱体排水；4—反滤层

证坝体浸润线位于冰冻深度以下。

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 1.0m，如图 2F311012-4 所示。

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小到大排列。

三、堤防的构造与作用

土质堤防的构造与作用和土石坝类似，包括堤顶、堤坡与戕台、护坡与坡面排水、防渗与排水设施、防洪墙等。

(1) 堤顶。堤顶宽度应根据防汛、管理、施工、构造及其他要求确定。1 级堤防堤顶宽度不宜小于 8m；2 级堤防不宜小于 6m；3 级及以下堤防不宜小于 3m。堤顶路面结构，应根据防汛、管理的要求，并结合堤身土质、气象等条件进行选择。堤顶应向一侧或两侧倾斜，坡度宜采用 2%~3%。因受筑堤土源及场地的限制，可修建防浪墙，防浪墙的结构可采用干砌石勾缝、浆砌石、混凝土等，防浪墙净高不宜超过 1.2m。

(2) 堤坡与戕台。堤坡应根据堤防等级、堤身结构、堤基、筑堤土质、风浪大小、护坡形式、堤高、施工及运用条件，经稳定计算确定，1、2 级土堤的堤坡不宜陡于 1:3。堤高超过 6m 的背水坡宜设戕台，宽度不宜小于 1.5m；风浪大的海堤、湖堤临水侧宜设置消浪平台，其宽度可为波高的 1~2 倍，但不宜小于 3m。

(3) 护坡与坡面排水。临水侧护坡的形式应根据风浪大小、近堤水流、潮流情况，结合堤防等级、堤高、堤身与堤基土质等因素确定，通航河流船行波作用较强烈的堤段，护坡设计应考虑其作用和影响；背水侧护坡的形式应根据当地的暴雨强度、越浪要求，并结合堤高和土质情况确定。1、2 级土堤水流冲刷或风浪作用强烈的堤段，临水侧坡面宜采用砌石、混凝土或土工织物模袋混凝土护坡；1、2 级堤防背水坡和其他堤防的临水坡，可采取水泥土、草皮等护坡。水泥土、砌石、混凝土护坡与土体之间必须设置垫层，垫层可采用砂、砾石或碎石、石渣和土工织物，砂石垫层厚度不应小于 0.1m，风浪大的海堤、湖堤的护坡垫层，可适当加厚。水泥土、浆砌石、混凝土等护坡应设置排水孔，孔径可为 50~100mm，孔距可为 2~3m，宜呈梅花形布置。浆砌石、混凝土护坡应设置变形缝。高于 6m 的土堤受雨水冲刷严重时，宜在堤顶、堤坡、堤脚以及堤坡与山坡或其他建筑物结合部设置排水设施。