

© 2019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

免费享受全程精讲课程

中国建筑工业出版社

2019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, 2018.11
2019 年版全国二级建造师执业资格考试用书
ISBN 978-7-112-22781-5

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 (2018) 第 232197 号

责任编辑: 田立平

责任校对: 焦 乐

2019 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 (北京海淀三里河路 9 号)

各地新华书店、建筑书店经销

北京京华铭诚工贸有限公司印刷

*

开本: 787 × 1092 毫米 1/16 印张: 23½ 字数: 583 千字

2019 年 1 月第一版 2019 年 1 月第一次印刷

定价: 69.00 元 (含增值服务)

ISBN 978-7-112-22781-5

(32892)

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

全国二级建造师执业资格考试用书

审定委员会

(按姓氏笔画排序)

丁士昭 毛志兵 任虹 李强 杨存成
沈元勤 张祥彤 徐永田 陶汉祥

编写委员会

主 编：丁士昭
委 员：王清训 毛志兵 刘志强 吴进良
张鲁风 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、行政法规或标准规范规定的相关业务。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《2019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》(2019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“与工程实践相结合,与考试命题工作相结合,与考生反馈意见相结合”的修订原则,力求在素质测试的基础上,进一步加强对考生实践能力的考核,切实选拔出具有较好理论水平和施工现场实际管理能力的人才。

本套《考试用书》共9册,书名分别为《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》《公路工程管理与实务》《水利水电工程管理与实务》《矿业工程管理与实务》《机电工程管理与实务》《市政公用工程管理与实务》《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人员使用和高等学校相关专业师生教学参考。

《考试用书》编撰者为高等学校、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

2018年12月

《水利水电工程管理与实务》

编写组

组 长：唐 涛

副组长：成 银 何建新

编写人员：（按姓氏笔画排序）

王 琛 成 银 伍宛生 李宏伟

何 强 何建新 沈继华 张先员

陈送财 胡 慨 郭唐义 唐 涛

唐 漪 薛 瑶

前 言

本书根据2019年版《二级建造师执业资格考试大纲（水利水电工程）》（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考试水利水电工程专业知识体系。本书由水利水电工程施工技术、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2018年版的修订版，与2018年版相比，增加了水利水电工程合理使用年限及耐久性、导流泄水建筑物、专项施工方案等内容；根据最新法规标准对相关知识进行了更新和补充，如《水利水电工程等级划分及洪水标准》《水利水电工程施工组织设计规范》《水利建设质量工作考核办法》等。

本书为二级建造师执业资格考试《专业工程管理与实务》科目“水利水电工程”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、质量监督、安全监督、行政监督等工作人员的参考用书。

在本书编写过程中，中水淮河规划设计研究院有限公司（水利部淮委规划设计研究院）、中水淮河安徽恒信工程咨询有限公司、安徽安兆工程技术咨询服务有限公司、安徽省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、中国水电建设集团十五工程局有限公司、安徽水利开发股份有限公司等单位对本书的编写工作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、安全性及耐久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相关要求	1
2F311020	水利水电工程勘察与测量	29
2F311030	水利水电工程建筑材料	38
2F312000	水利水电工程施工导流与河道截流	60
2F312010	施工导流	60
2F312020	河道截流	69
2F313000	水利水电工程主体工程施工	72
2F313010	土石方开挖工程	72
2F313020	地基处理工程	79
2F313030	土石方填筑工程	85
2F313040	混凝土工程	93
2F313050	水利水电工程机电设备及金属结构安装工程	113
2F313060	水利水电工程施工安全技术	119
2F320000	水利水电工程项目施工管理	129
2F320010	水利工程建设程序	129
2F320020	水利水电工程施工组织设计	144
2F320030	水利水电工程造价与成本管理	155
2F320040	水利水电工程施工招标投标管理	173
2F320050	水利水电工程施工合同管理	184
2F320060	水利水电工程质量管理	209
2F320070	水利水电工程施工质量评定	221
2F320080	水利水电工程建设安全生产管理	239
2F320090	水利水电工程验收	265
2F320100	水利水电工程施工监理	300
2F330000	水利水电工程项目施工相关法规与标准	317
2F331000	水利水电工程项目施工相关法律规定	317
2F331010	水工程实施保护和建设许可的相关规定	317

2F331020 防洪的相关规定	320
2F331030 与工程建设有关的水土保持规定	325
2F332000 水利水电工程建设强制性标准	328
2F332010 水利工程施工的强制性标准	328
2F332020 电力工程施工的强制性标准	354
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	355
网上增值服务说明	366



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、施工导流与河道截流、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相关要求、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与河道截流”分施工导流和河道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、地基处理工程、土石方填筑工程、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、规模、等别与级别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等。

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相关要求

2F311011 水利水电工程建筑物的类型

一、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。

1. 按坝高分类

土石坝按坝高可分为低坝、中坝和高坝。《碾压式土石坝设计规范》SL 274—2001规定：高度在30m以下的为低坝；高度在30（含30m）~70m（含70m）的为中坝；高度超过70m的为高坝。

2. 按施工方法分类

土石坝按施工方法可分为碾压式土石坝、水力冲填坝、定向爆破堆石坝等，其中碾压式土石坝最常见，它是用适当的土料分层堆筑，并逐层加以压实（碾压）而成的坝，它又可分为三种：

(1) 均质坝。坝体断面不分防渗体和坝壳，坝体基本上是由均一的黏性土料（壤土、砂壤土）筑成，如图2F311011-1（a）所示。

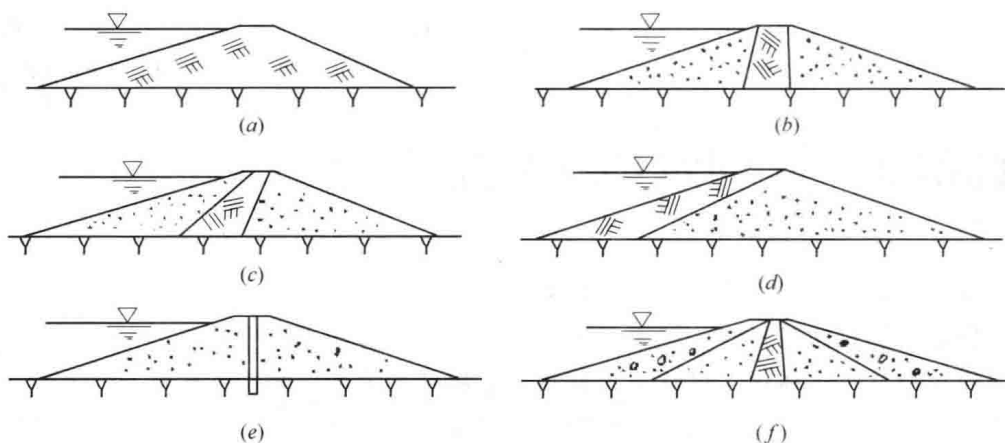


图2F311011-1 土石坝的类型

(2) 土质防渗体分区坝。包括黏土心墙坝和黏土斜墙坝，即用透水性较大的土料作坝的主体，用透水性较小的黏土作防渗体的坝。防渗体设在坝体中央的或稍向上游且略为倾斜的坝称为黏土心墙坝，防渗体设在坝体上游部位且倾斜的坝称为黏土斜墙坝，是高、中坝中最常用的坝型，如图2F311011-1 (b)、(c)、(d) 所示。

(3) 非土料防渗体坝。以沥青混凝土、钢筋混凝土或其他人工材料（如土工膜）为防渗体的坝。按其位置也可分为心墙坝和面板坝两种，如图2F311011-1 (e)、(f) 所示。

(二) 土石坝的构造及作用

土石坝的基本剖面是梯形，主要由坝顶、防渗体、上下游坝坡、坝体排水、地基处理等部分组成。

1. 坝顶构造（如图2F311011-2 所示）

(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10~15m，中、低坝可选用5~10m。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。如有公路交通要求，还应满足公路路面的有关规定，其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，则宜采用仅向下游倾斜的横坡。

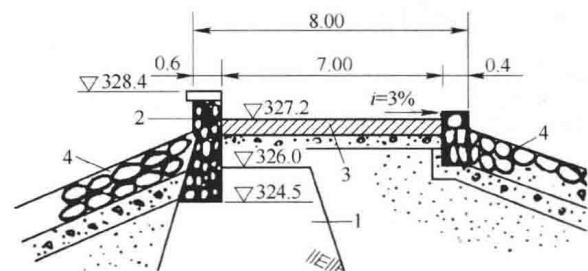


图2F311011-2 某土坝坝顶构造

1—防渗体；2—防浪墙；
3—路面；4—护面（尺寸单位：m）

(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1.0~1.2m（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50~100m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1~2层堆石或砌石筑成，如图2F311011-3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。

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2F311011-4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

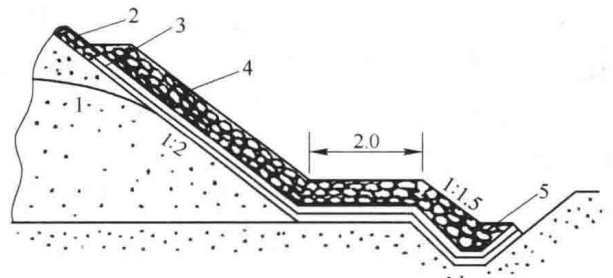


图2F311011-3 贴坡排水 (单位: m)

1—浸润线; 2—护坡; 3—反滤层; 4—排水体; 5—排水沟

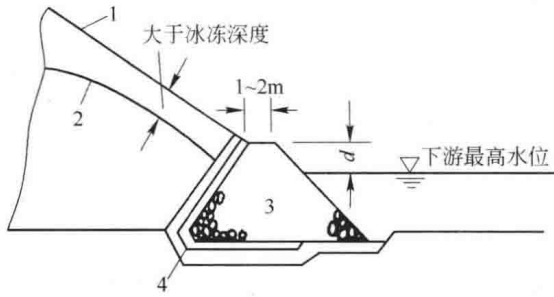


图2F311011-4 堆石棱体排水

1—下游坝坡；2—浸润线；3—棱体排水；4—反滤层

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、防渗透与排水设施、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，可采用水泥土、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。

(4) 防渗透与排水设施。堤身防渗的结构形式，应根据渗流计算及技术经济比较合理确定，堤身防渗可采用心墙、斜墙等形式。防渗材料可采用黏土、混凝土、沥青混凝土、土工膜等材料。堤身渗水排入背水坡脚或贴坡滤层内，滤层材料可采用砂、砾料或土工织物等材料。堤身的防渗透与排水设施的布设应与堤基防渗透与排水设施统筹布置，并使两者紧密结合，防渗体的顶部应高出设计水位0.5m以上。土质防渗体的断面，应自上而下逐渐加厚，其顶部最小水平宽度不宜小于1m，底部厚度不宜小于堤前设计水深的1/4，砂、砾石排水体的厚度或顶宽不宜小于1m。土质防渗体的顶部和斜墙的临水侧应设置保护层，保护层的厚度应不小于当地冰冻深度。沥青混凝土或混凝土防渗体可采用面板或心墙等形式，防渗体和填筑体之间应设置垫层或过渡层。

(5) 防洪墙。城市、工矿区等修建土堤受限制的地段，宜采用浆砌石、混凝土或钢

钢筋混凝土结构的防洪墙。

二、混凝土坝的构造及作用

混凝土坝的主要类型有重力坝、拱坝和支墩坝三种，它们的结构特点和类型如下：

(一) 重力坝的结构特点和类型

1. 重力坝的结构特点

重力坝主要依靠自身重量产生的抗滑力维持其稳定性，坝轴线一般为直线，并有垂直于坝轴线方向的横缝将坝体分成若干段，横剖面基本上呈三角形，如图2F311011-5所示。

2. 重力坝的类型

(1) 按坝体高度分为高坝、中坝和低坝。坝高大于70m的为高坝，小于30m的为低坝，介于两者之间的为中坝。

(2) 按筑坝材料分为混凝土重力坝和浆砌石重力坝。重要的重力坝及高坝大都用混凝土浇筑，中低坝可用浆砌块石砌筑。

(3) 按泄水条件分为溢流重力坝和非溢流重力坝段。

(4) 按坝体的结构分为实体重力坝、空腹重力坝和宽缝重力坝。

(5) 按施工方法分为浇筑混凝土重力坝和碾压混凝土重力坝。

(二) 重力坝的构造及作用

1. 坝顶构造

(1) 坝顶应高于校核洪水位，坝顶上游防浪墙顶的高程应高于波浪顶高程，其与正常蓄水位或校核洪水位的高差，应按式(2F311011)计算确定，选择两者中防浪墙顶高程的高者作为选定高程。

$$\Delta h = h_{1\%} + h_z + h_c \quad (2F311011)$$

式中 Δh ——防浪墙顶至正常蓄水位或校核洪水位的高差(m)；

$h_{1\%}$ ——波高(m)；

h_z ——波浪中心线至正常蓄水位或校核洪水位的高差(m)；

h_c ——安全超高，按表2F311011采用。

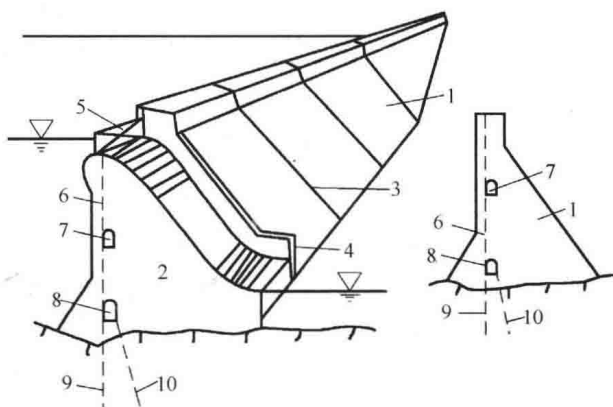


图2F311011-5 重力坝示意图

1—非溢流重力坝；2—溢流重力坝；3—横缝；4—导墙；
5—闸门；6—坝内排水管；7—检修、排水廊道；8—基础灌浆廊道；9—防渗帷幕；10—坝基排水孔

重力坝坝顶安全超高 h_c (m)

表2F311011

相应水位	坝 的 级 别		
	1	2	3
正常蓄水位	0.7	0.5	0.4
校核洪水位	0.5	0.4	0.3

(2) 防浪墙宜采用与坝体连成整体的钢筋混凝土结构, 墙身有足够的厚度以抵抗波浪及漂浮物的冲击, 在坝体横缝处应留伸缩缝, 并设止水, 墙身高度可取1.2m。坝顶下游侧应设置栏杆。

(3) 非溢流坝段的坝顶宽度应根据剖面设计、运行要求确定, 不宜小于3.0m。坝顶路面应具有横向坡度和排水设施, 严寒地区横向坡度应适当加大。

(4) 溢流坝顶应结合闸门、启闭设备布置、操作检修、交通和观测等要求设置坝顶工作桥、交通桥。坝顶上的桥梁可采用装配式钢筋混凝土结构或预应力钢筋混凝土结构, 桥下应有足够的净空。

(5) 坝顶用作公路时, 公路两侧的人行道宜高出坝顶路面30cm。

2. 重力坝的防渗和排水设施

在混凝土重力坝坝体上游面和下游面水位以下部分, 多采用一层具有防渗、抗冻和抗侵蚀的混凝土, 作为坝体的防渗设施。防渗层厚度一般为 $1/20 \sim 1/10$ 水头, 但不小于2m。

为了减小坝体的渗透压力, 靠近上游坝面设置排水管幕, 排水管幕与上游坝面的距离一般为作用水头的 $1/25 \sim 1/15$, 且不小于2m。排水管间距 $2 \sim 3$ m。

3. 重力坝的分缝与止水

为了满足施工要求, 防止由于温度变化和地基不均匀沉降导致坝体裂缝, 在坝内需要进行分缝。

(1) 横缝。横缝与坝轴线垂直, 有永久性和临时性两种。将坝体分成若干个坝段, 横缝间距一般为 $15 \sim 20$ m。永久性横缝可兼作沉降缝和温度缝, 缝面常为平面。当不均匀沉降较大时, 需留缝宽 $1 \sim 2$ cm, 缝间用沥青油毡隔开, 缝内须设置专门的止水; 临时性横缝缝面设置键槽, 埋设灌浆系统。

(2) 纵缝。纵缝是平行于坝轴线方向的缝, 其作用是为了适应混凝土的浇筑能力、散热和减小施工期的温度应力。纵缝按其布置形式可分为: 铅直缝、斜缝和错缝三种, 其中, 铅直缝的间距为 $15 \sim 30$ m, 缝面应设置三角形键槽。

为了保证坝段的整体性, 沿缝面应布设灌浆系统。待坝体温度冷却到稳定温度, 缝宽达到0.5mm以上时再进行灌浆。一般进浆管的灌浆压力可控制在 $0.35 \sim 0.45$ MPa, 回浆管的压力可控制在 $0.2 \sim 0.25$ MPa。

(3) 水平施工缝。水平施工缝是新老混凝土的水平结合面。每层浇筑块的厚度约为 $1.5 \sim 4.0$ m, 基岩表面约为 $0.75 \sim 1.0$ m, 以利散热。同一坝段相邻浇筑块水平施工缝的高程应错开, 上、下浇筑块之间常间歇 $3 \sim 7$ d。混凝土浇筑前, 必须清除老混凝土面浮渣, 并凿毛, 用压力水冲洗, 再铺一层 $2 \sim 3$ cm的水泥砂浆, 然后浇筑。

4. 坝内廊道

为了满足帷幕灌浆、排水、观测和检修坝体的需要, 须在坝内设置各种廊道和竖井, 构成廊道系统。廊道内应设置通风和照明设备。

(1) 基础灌浆廊道。基础灌浆廊道设置在上游坝踵处。廊道上游侧距上游坝面的距离约为 $0.05 \sim 0.1$ 倍水头, 且不小于 $4 \sim 5$ m, 廊道底面距基岩面不小于1.5倍廊道宽度, 廊道断面一般采用城门洞形, 其宽度一般为 $2.5 \sim 3.0$ m, 高度一般为 $3.0 \sim 3.5$ m。当廊道低于下游水位时, 应设集水井及抽排设施。

(2) 坝体检修和排水廊道。为了便于检查坝体和排除坝体渗水, 在靠近坝体上游面

沿高度每隔15~30m设一检查兼作排水用的廊道。廊道断面形式多为城门洞形，廊道最小宽度为1.2m，高度2.2m。各层廊道在左、右两岸至少应各有一个通向下流的出口，各层廊道之间用竖井连通。如设有电梯井时，则各层廊道均应与电梯井相通。

(三) 重力坝的荷载与作用

重力坝承受的荷载与作用主要有：①自重（包括固定设备重量）；②静水压力；③扬压力；④动水压力；⑤波浪压力；⑥泥沙压力；⑦冰压力；⑧土压力；⑨温度作用；⑩风作用；⑪地震作用等。

1. 自重

重力坝的自重包括重力坝坝体重量及固定设备重量等，建筑物的重量可以较准确地算出，材料重度应实地量测或参考荷载规范定出。

2. 静水压力

静水压力随上、下游水位而定。静水压力计算简图如图2F311011-6所示。

3. 扬压力

扬压力包括上浮力及渗流压力。上浮力是由坝体下游水深产生的浮托力；渗流压力是在上、下游水位差作用下，水流通过基岩节理、裂隙而产生的向上的静水压力。扬压力计算简图如图2F311011-7所示。

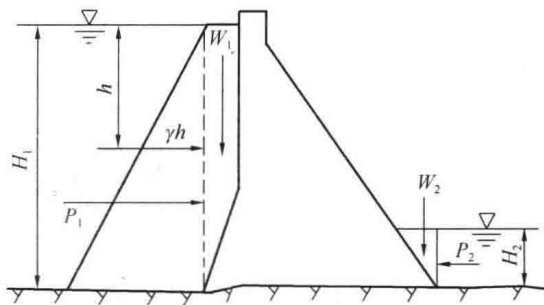


图2F311011-6 重力坝静水压力计算简图

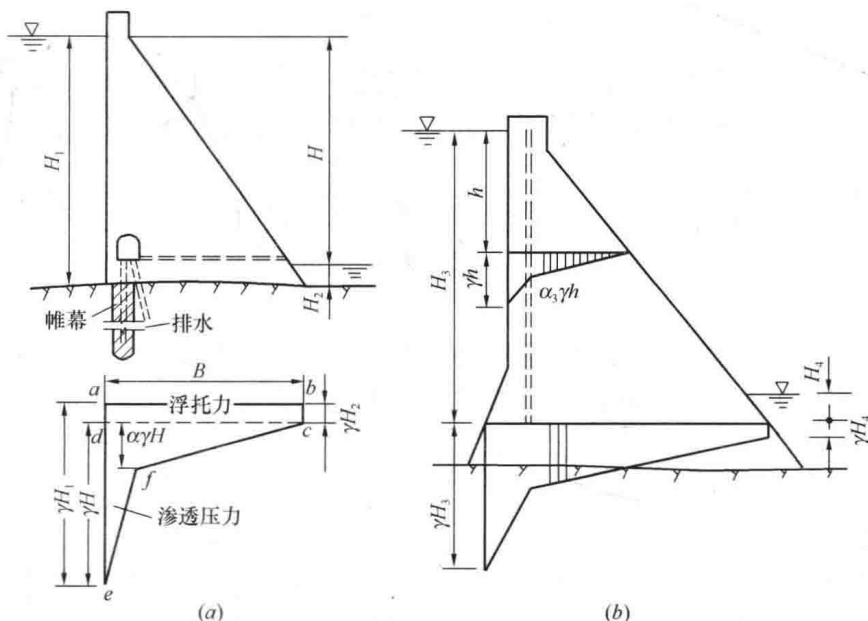


图2F311011-7 重力坝扬压力计算简图

(a) 坝底扬压力分布；(b) 坝体水平截面上扬压力分布

4. 动水压力

当水流流经曲面（如溢流坝面或泄水孔洞或泄水孔洞的反弧段），由于流向改变，在该处产生动水压力。动水压力的合理作用点可近似地取在反弧中点。

5. 波浪压力

波浪作用使重力坝承受波浪压力，而波浪压力与波浪要素和坝前水深等有关。波态情况不同，浪压力分布也不同，浪压力计算分为浅水波及深水波，波浪压力分布图如图2F311011-8所示。

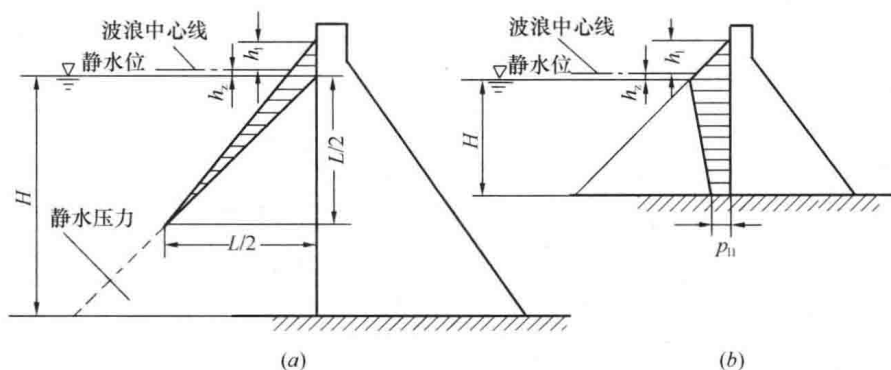


图2F311011-8 重力坝浪压力分布图
(a)深水波；(b)浅水波

6. 土压力及泥沙压力

当建筑物背后有填土或淤砂时，随建筑物相对于土体的位移状况，将受到不同的土压力作用。建筑物向前侧移动时，承受主动土压力；向后侧移动时，承受被动土压力；不移动时，承受静止土压力。

7. 冰压力

冰压力分为静冰压力和动冰压力两种。当气温升高时，冰层膨胀，对建筑物产生的压力称为静冰压力；冰块垂直或接近垂直撞击在坝面时产生的压力称为动冰压力。

8. 温度作用

坝体混凝土温度变化会产生膨胀或收缩，当变形受到约束时，将会产生温度应力。结构由于温度变化产生的应力、变形、位移等，称为温度作用效应。

9. 地震作用

地震引发地层表面做随机运动，能使水工建筑物产生严重破坏。破坏情况取决于地震过程特点和建筑物的动态反应特性。地震作用主要包括地震惯性力、地震动水压力、地震动土压力等。

(四) 拱坝的结构特点和类型

1. 拱坝的结构特点

拱坝的轴线为弧形，能将上游的水平水压力变成轴向压应力传向两岸，主要依靠两岸坝肩维持其稳定性。拱坝是超静定结构，有较强的超载能力，受温度的变化和坝肩位移的影响较大。

2. 拱坝的类型

- (1) 定圆心等半径拱坝：圆心的平面位置和外半径都不变的一种拱坝。
- (2) 等中心角变半径拱坝：拱坝坝面自上而下中心角不变而半径逐渐减小。
- (3) 变圆心变半径双曲拱坝：圆心的平面位置、外半径和中心角均随高程而变的坝