

国家示范院校重点建设专业

水利水电建筑工程专业课程改革系列教材

重力坝设计与施工

◎ 主 编 杨 勇 李方灵
◎ 主 审 谌 伟

9



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

责任编辑 韩月平
E-mail: hyp@waterpub.com.cn

国家示范院校重点建设专业 水利水电建筑工程专业课程改革系列教材

水利工程识图实训

水力分析与计算

水工混凝土结构设计
与施工

土坝设计与施工

重力坝设计与施工

水闸设计与施工

泵站设计与施工

水工建筑物监测与维护

水利工程概预算

水利工程施工监理实务

销售分类：水利水电工程

ISBN 978-7-5084-7323-9



9 787508 473239 >

定价：14.00 元

国家示范院校重点建设专业

水利水电建筑工程专业课程改革系列教材

重力坝设计与施工

◎ 主 编 杨 勇 李方灵

◎ 主 审 谌 伟



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

PDG

内 容 提 要

本教材借鉴国内外先进职业教育理念,以工作过程为导向。为国家示范院校重点建设专业——水利水电建筑工程专业课程改革而专门设置的一个新的学习领域,以我院水利工程施工实训中心为载体,分别进行非溢流坝设计、溢流坝设计、枢纽总体布置与设计图绘制、重力坝施工等四个项目的实训,以实现学生对重力坝设计与施工的认知,提高学生的实际动手能力。

本教材可作为水利类各相关专业施工实训的辅助书,也可作为水利类施工人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

重力坝设计与施工 / 杨勇, 李方灵主编. -- 北京 : 中国水利水电出版社, 2010.3

(国家示范院校重点建设专业、水利水电建筑工程专业课程改革系列教材)

ISBN 978-7-5084-7323-9

I. ①重… II. ①杨… ②李… III. ①重力坝—设计—高等学校: 技术学校—教材②重力坝—工程施工—高等学校: 技术学校—教材 IV. ①TV649

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第039975号

书 名	国家示范院校重点建设专业 水利水电建筑工程专业课程改革系列教材 重力坝设计与施工
作 者	主编 杨 勇 李方灵 主审 谌 伟
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 68367658 (营销中心) 北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市地矿印刷厂
规 格	184mm×260mm 16开本 6.5印张 158千字
版 次	2010年3月第1版 2010年3月第1次印刷
印 数	0001—3000册
定 价	14.00元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

本教材是示范院校国家级重点建设专业——水利工程建筑专业的课程改革成果之一。本教材根据课程改革的实施方案和基本思想,依据《水工建筑物》理论教材配套编制而成,通过分析重力坝设计与施工的工作过程,结合岗位要求和职业标准,将原学科体系进行解构,通过4个实训项目、12个实训单元(包括若干个案例),把重力坝设计与施工中所需要的知识、能力和素质进行强化,该学习领域共64个学时。

在本教材的编写过程中,突出了“以就业为导向、以岗位为依据、以能力为本位”的思想。本教材主要由4个实训项目组成,分别为非溢流坝设计、溢流坝设计、枢纽总体布置与设计图绘图、重力坝施工。每一个实训项目由若干个实训单元构成,供学生在学习完理论知识的情况下,加强实践性学习,提高对理论知识的理解。

在本教材编写过程中,专业建设团队的各位领导和老师提出了许多宝贵意见,学院及教务处领导也给予了大力支持,同时得到安徽省水利勘察设计院和安徽省水利建筑安装总公司的积极参与和大力帮助,在此表示最诚挚的感谢。

参加本教材编写的人员及分工如下:项目1非溢流坝设计由安徽水利水电职业技术学院杨勇编写;项目2溢流坝设计、项目3枢纽总体布置与设计图绘制由安徽省水利勘察设计院王彤编写;项目4重力坝施工由安徽水利水电职业技术学院李方灵编写。

本教材在编写中引用了大量的规范、专业文献和资料,恕未在书中一一注明。在此,对有关作者表示诚挚的谢意。

本教材的内容体系在国内尚属首次尝试,同时限于作者水平,不足之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者

2010年1月

目 录

前言

项目 1 非溢流坝设计	1
单元 1.1 实训课程的目的与要求	1
1.1.1 学习型工作任务	1
1.1.2 教学目标	1
1.1.3 教学内容实施	1
单元 1.2 非溢流坝剖面设计	6
1.2.1 学习型工作任务	6
1.2.2 教学目标	6
1.2.3 教学实施	7
单元 1.3 抗滑稳定分析与应力分析	11
1.3.1 学习型工作任务	11
1.3.2 教学目标	11
1.3.3 教学实施	12
项目 2 溢流坝设计	29
单元 2.1 溢流坝设计	29
2.1.1 学习型工作任务	29
2.1.2 教学目标	29
2.1.3 教学内容实施	30
单元 2.2 泄水孔设计	37
2.2.1 学习型工作任务	37
2.2.2 教学目标	37
2.2.3 教学内容实施	37
单元 2.3 重力坝细部构造与地基处理	41
2.3.1 学习型工作任务	41
2.3.2 教学目标	41
2.3.3 教学内容实施	42
项目 3 枢纽总体布置与设计图绘制	51
单元 3.1 枢纽总体布置及设计图绘制	51
3.1.1 学习型工作任务	51

3.1.2	教学目标	51
3.1.3	教学内容实施	52
单元 3.2	重力坝设计报告编写	57
3.2.1	学习型工作任务	57
3.2.2	教学目标	57
3.2.3	教学内容实施	58
项目 4	重力坝施工	60
单元 4.1	砂石料及混凝土生产系统布置	60
4.1.1	学习型工作任务	60
4.1.2	教学目标	60
4.1.3	教学内容实施	61
单元 4.2	混凝土运输浇筑方案选择	68
4.2.1	学习型工作任务	68
4.2.2	教学目标	68
4.2.3	教学内容实施	69
单元 4.3	大体积混凝土施工与质量控制	77
4.3.1	学习型工作任务	77
4.3.2	教学目标	77
4.3.3	教学内容实施	77
单元 4.4	混凝土专项技能训练（混凝土配合比设计）	86
4.4.1	学习型工作任务	86
4.4.2	教学目标	86
4.4.3	教学内容实施	87
思考题		94
参考文献		95



项目1 非溢流坝设计

教学目标：通过对非溢流坝设计项目的学习，让学生掌握非溢流坝剖面设计、抗滑稳定分析、重力坝设计工程图识读等几个方面的知识和能力，达到以下教学目标。

1. 能力目标

- (1) 熟练掌握非溢流坝剖面设计。
- (2) 熟练掌握抗滑稳定分析计算。

2. 知识目标

- (1) 掌握非溢流坝剖面设计方法。
- (2) 掌握荷载作用及组合方法。
- (3) 掌握抗滑稳定分析方法。
- (4) 了解应力分析方法。

3. 素质目标

- (1) 不缺席、不迟到。认真严肃进行设计，按设计进度完成任务、上交设计成果。
- (2) 能配合小组完成项目任务，帮助小组其他成员解决任务中存在的问题。
- (3) 实训预习报告、计算书整洁，字迹工整，有独特见解。

单元 1.1 实训课程的目的与要求

1.1.1 学习型工作任务

实训课程的目的与要求。

1.1.2 教学目标

1. 能力目标

会根据设计要求准备相应的规范、手册、设计工具、图集、参考资料等。

2. 知识目标

掌握重力坝设计与施工实训的目的、内容、要求、考核方法等。

3. 素质目标

- (1) 不缺席、不迟到。认真严肃进行设计，按设计进度完成任务、上交设计成果。
- (2) 能配合小组完成项目任务，帮助小组其他成员解决任务中存在的问题。
- (3) 实训预习报告、计算书整洁，字迹工整，有独特见解。

1.1.3 教学内容实施

1.1.3.1 第一次任务布置

1. 学生课前准备资料

根据工作任务书，查阅相关资料，独立完成实训预习报告（初稿）。



【步骤1】 准备设计资料，布置设计任务（见表1.1.1）。

表 1.1.1 课前准备任务表

教学地点	教师任务	学生任务	教学条件	提交成果	时间 (min)
多媒体教室	教师检查学生设计准备情况，布置本单元设计任务	学生展示设计资料的准备情况，熟悉本单元的设计任务	多媒体课件		25

教学内容及要求：引入工程实例，布置任务。

学习型工作任务：实训课程的目的与要求（第一次课）。

掌握重力坝设计与施工实训的目的、内容、要求、考核方法等。

【步骤2】 讲授重力坝设计与施工实训课程的目的、主要内容、实训要求、考核方法等（见表1.1.2）。

表 1.1.2 授课内容任务表

教学地点	教师任务	学生任务	教学条件	提交成果	时间 (min)
多媒体教室	讲授重力坝设计与施工实训课程的目的、主要内容、实训要求、考核方法等	听课，对重点难点问题做好笔记	(1) 多媒体课件； (2) 重力坝仿真实训模型	笔记	50

2. 教学内容实施

(1) 课程信息（见表1.1.3）。

表 1.1.3 课程信息表

课程名称	重力坝设计与施工	适用专业	水利水电建筑工程
学时	20天	学分	6

(2) 课程定位。《重力坝设计与施工》课程是国家级精品专业——水利水电建筑工程专业的一门职业岗位能力课程。重力坝是最典型最广泛的一种坝型，《重力坝设计与施工》对培养水利工程设计施工管理一线的技术应用型人才具有现实意义。该课程培养的岗位是水利设计辅助人员、施工员、坝工等，通过本课程学习，可以初步掌握重力坝设计与施工基本技能和方法，为学生顶岗实习、毕业后能胜任岗位工作及技能证书考核起到良好的支撑作用。

(3) 工作任务和课程目标。

1) 工作任务及职业能力。本课程的工作任务及职业能力分析见表1.1.4。

2) 课程目标。通过本课程的学习，使本专业的学生具备从事重力坝设计与施工等所必需的专业知识、专业技能及相关的职业能力，培养学生实际岗位的适应能力，提高学生的职业素质，具体的课程教学目标表1.1.5。



表 1.1.4 工作任务与职业能力分析表

工作领域	工作任务	职业能力	学习项目
重力坝设计与施工	实训课程的目的与要求（第一次课）	(1)具有重力坝剖面设计的初步能力； (2)具有重力坝抗滑稳定分析与计算的初步能力	非溢流坝设计
	非溢流坝剖面设计		
	抗滑稳定分析与应力分析		
	溢流坝剖面设计	具有溢流坝设计的初步能力	溢流坝设计
	泄水孔设计	具有泄水孔设计的初步能力	
	重力坝细部构造与地基处理	能对重力坝细部构造进行设计	
	枢纽总体布置及工程设计图纸的绘制	(1)能对工程进行枢纽总体布置； (2)具有绘制和阅读工程设计图纸的基本能力	总体布置及绘图
	重力坝设计报告的编制		
	砂石料及混凝土生产系统布置	(1)会进行砂石料场规划； (2)会计算砂石料的加工能力计算； (3)会布置混凝土生产系统； (4)会选择大体积混凝土运输浇筑方案	重力坝施工
	混凝土运输浇筑方案选择		
	大体积混凝土施工与质量控制	(1)能控制混凝土施工期的温度； (2)会对大体积混凝土分缝及分块设计； (3)能对临时施工缝进行灌浆设计	
	混凝土专项技能训练（配合比设计）	(1)具有普通混凝土配合比设计的能力； (2)混凝土的抗压抗拉抗剪能力试验	

表 1.1.5 《重力坝设计与施工》课程教学目标

名称	教学目标
知识目标	(1)理解重力坝设计的基本方法和思路； (2)理解重力坝荷载分析和计算，掌握稳定分析计算方法； (3)掌握有关绘图方法绘制设计图纸； (4)掌握建筑物的型式、尺寸、构造和作用； (5)掌握大体积混凝土施工技术方案的选取方法； (6)掌握项目管理软件的使用
技能目标	(1)会正确运用有关规范、手册等资料进行初步设计计算； (2)能进行荷载分析与结构分析计算； (3)能使用绘图工具和计算机绘制水工设计图； (4)能阅读工程设计和施工图纸； (5)能正确选择施工方法和施工机械，会编制大体积混凝土施工方案； (6)能正确利用项目管理软件进行项目管理； (7)会编写工程设计报告
态度目标	(1)不缺席、不迟到，认真严肃进行设计； (2)按设计进度完成任务、上交设计成果； (3)能配合小组完成项目任务，帮助小组其他成员解决设计中存在的问题； (4)实训预习报告、计算书整洁，字迹工整，有独特见解



(4) 教学组织。根据本课程的工作任务与职业能力分析,为使学生会重力坝设计,会重力坝的施工组织设计,会利用项目管理软件进行进度计算优化调整,识读重力坝设计与施工图,本课程设计了4个学习项目,包含13个学习型工作任务,教学组织见表1.1.6。

表 1.1.6 教学组织表

学习项目		学习单元		参考学时 (天)
项目名称	项目描述			
1. 非溢流坝设计	以某一区域的地形图和某一小型重力坝工程图纸为项目载体,主要介绍非溢流坝的作用和基本设计任务,以及非溢流坝的构造	1.1 实训课程的目的与要求(第一次课)	0.5	4
		1.2 非溢流坝剖面设计	2	
		1.3 抗滑稳定分析与应力分析	1.5	
2. 溢流坝设计	以小型溢流坝为项目载体,介绍溢流坝设计的基本方法,并利用学校水工建筑物实验实训条件进行现场实训	2.1 溢流坝设计	2	4
		2.2 泄水孔设计	1	
		2.3 重力坝细部构造与地基处理	1	
3. 总体布置与绘图	以某重力坝工程为项目载体,重点介绍重力坝枢纽的布置原则,简要介绍重力坝设计报告编制的方法	3.1 枢纽总体布置及设计图绘制	2	4
		3.2 重力坝设计报告的编制	2	
4. 重力坝施工	以重力坝施工图纸为项目载体,介绍重力坝施工的方法和工作流程	4.1 砂石料及混凝土生产系统布置	2	8
		4.2 混凝土运输浇筑方案选择	2	
		4.3 大体积混凝土施工与质量控制	2	
		4.4 混凝土专项技能训练(配合比设计)	2	
合计学时数(64)			20	20

(5) 教学方法与手段。本课程采用工学结合、理实一体的教学模式,各项目教学采用的具体教学方法与手段见表1.1.7。

表 1.1.7 项目教学方法手段

学习项目编号	学习项目名称	教学方法与手段
项目1	非溢流坝设计	项目导向、任务驱动、案例分析、现场教学、模型教学、多媒体演示、边讲边练等教学方法。教学手段有多媒体课件、实物、仿真模型、图片、录像等
项目2	溢流坝设计	项目导向、任务驱动、案例分析、现场教学、模型教学、多媒体演示、边讲边练等教学方法。教学手段有多媒体课件、实物、仿真模型、图片、录像等
项目3	枢纽总体布置与设计图绘图	项目导向、任务驱动、案例分析、现场教学、模型教学、多媒体演示、边讲边练等教学方法。教学手段有多媒体课件、实物、仿真模型、图片、录像等
项目4	重力坝施工	项目导向、任务驱动、案例分析、模型教学、多媒体演示、边讲边练等教学方法。教学手段有多媒体课件、视频、图片、录像等

(6) 考核与评价。本课程按照项目分别进行考核,课程考核成绩则是项目考核成绩的累计。每个项目成绩都是从知识、技能、态度三方面考核,考核依据是提交的成果、作业、平时表现等(见表1.1.8)。



表 1.1.8 课程考核成绩表

项目名称	成 绩		权重	项目成绩	项目成绩权重	课程考核成绩
非溢流坝设计	知识	100	0.3	100	0.15	100
	技能	100	0.5			
	态度	100	0.2			
溢流坝设计	知识	100	0.3	100	0.15	
	技能	100	0.5			
	态度	100	0.2			
总体布置与绘图	知识	100	0.3	100	0.2	
	技能	100	0.5			
	态度	100	0.2			
重力坝施工	知识	100	0.3	100	0.4	
	技能	100	0.5			
	态度	100	0.2			
项目管理软件的使用	知识	100	0.3	100	0.1	
	技能	100	0.5			
	态度	100	0.2			

【步骤 3】 选择和补充专业参考资料（见表 1.1.9）。

表 1.1.9 参考资料检查计划表

教学地点	教师任务	学生任务	教学条件	提交成果	时间 (min)
设计专用教室	对学生选择和补充专业参考资料进行定期和不定期检查，实行过程考核	学生分组讨论专业参考资料的选择，完成专业参考资料的选定；针对存在的疑惑提问	(1) 相应的规范每组 3 本； (2) 相应的专业参考资料		25

教学内容及要求：

(1) 学生分组讨论设计方案的选择，一般每 8~10 人一组，每组设置正副组长各 1 名。

(2) 学生选择和补充专业参考资料。

(3) 在专业参考资料过程中，专职教师和兼职教师要定期和不定期对学生的专业参考资料选择情况进行检查，实行过程考核，及时解答学生在专业参考资料选择中提出的问题。

【步骤 4】 自评和互评（见表 1.1.10）。

表 1.1.10 单元设计成果自评和互评计划表

教学地点	教师任务	学生任务	教学条件	提交成果	时间 (min)
多媒体教室	规范自评和互评标准	学生对本单元设计成果进行自评和互评	自评和互评报表	本单元自评和互评报表	30



教学内容及要求：

- (1) 教师规范自评和互评标准。
- (2) 学生分组对本单元设计情况进行互评和自评。

自评与互评内容：按时到课情况，遵守课堂纪律情况，规范运用情况，计算完成情况，绘图完成情况，讨论发言情况，在解决问题中的作用大小情况，配合小组完成项目任务情况。

表 1.1.11 单元 1.1 自评与互评表

评价内容 小组成员	按时到课情况	课堂纪律情况	规范运用情况	计算完成情况	绘图完成情况	讨论发言情况	解决问题情况	配合小组情况

注 评定等级为优秀、良好、中等、合格、差五等。

评价过程中填写自评互评结果。

下课前 1 分钟学生上交课内练习和自评互评结果。

教师评价内容：按时到课情况，遵守课堂纪律情况，规范运用情况，计算完成情况，绘图完成情况，讨论的积极性情况，配合小组完成项目任务情况，自评互评情况。

表 1.1.12 单元 1.1 教师评价表

评价内容 小组成员	按时到课情况	课堂纪律情况	规范运用情况	计算完成情况	绘图完成情况	讨论发言情况	解决问题情况	配合小组情况

注 评定等级为优秀、良好、中等、合格、差五等。

单元 1.2 非溢流坝剖面设计

1.2.1 学习型工作任务

非溢流坝剖面设计。

1.2.2 教学目标

1. 能力目标

- (1) 会确定水利工程枢纽等级、水工建筑物级别以及重力坝类型。



- (2) 会非溢流坝剖面参数的确定。
- (3) 会非溢流坝剖面图的绘制。

2. 知识目标

- (1) 掌握水利工程枢纽等级、水工建筑物级别、重力坝类型划分。
- (2) 掌握非溢流坝剖面参数的确定（包括坝顶高程、波浪要素的计算、坝顶宽度、坝基高程、上下游边坡、上游折点的位置）。
- (3) 掌握绘制非溢流坝剖面图的方法。

3. 素质目标

- (1) 不缺席、不迟到。认真严肃进行设计，按设计进度完成任务、上交设计成果。
- (2) 能配合小组完成项目任务，帮助小组其他成员解决任务中存在的问题。
- (3) 实训预习报告、计算书整洁，字迹工整，有独特见解。

1.2.3 教学实施

重力坝的剖面设计原则是：满足稳定和强度要求的前提下，力求获得施工简单、运用方便、体积最小的剖面，以达到既安全又经济合理的目的。

影响坝体剖面设计的因素很多，如荷载、地形、地质、运用要求、筑坝材料、施工条件等。设计时应综合考虑上述因素，拟定多种方案进行比较，从中选出最优设计方案。

1.2.3.1 基本剖面

重力坝的主要荷载为水压力、自重、扬压力，坝体的实际剖面接近三角形。为分析方便，假定基本剖面为三角形，上游水位与坝顶平齐，扬压力、静水压力均为三角形分布。其设计任务是，确定满足强度和稳定条件下的最小坝底宽度 T ，如图 1.2.1 所示。

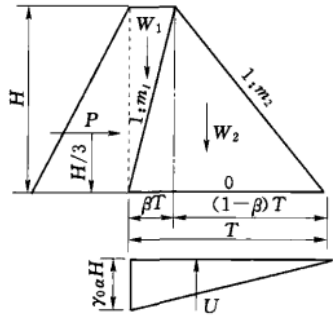


图 1.2.1 重力坝基本剖面计算图

1. 按满足强度条件确定坝底的最小宽度 T

按图示坝体基本剖面尺寸，求出作用在坝基面上的水平力总和 ΣP 、铅直力总和 ΣW （包括扬压力），以及全部荷载对坝底截面形心的力矩和 ΣM ，代入坝基垂直正应力计算公式。

当库满时，

$$\Sigma W = W_1 + W_2 - U = \frac{TH}{2} (\gamma_c + \gamma_w \beta + a \gamma_w)$$

$$\Sigma M_0 = \frac{T^2 H}{12} \left(V_h - 2\gamma_c \beta + 3\gamma_w \beta - 2\gamma_w \beta^2 - 2 \frac{\gamma_w H^2}{T^2} - a \gamma_w \right)$$

上游边缘铅直正应力

$$\sigma_y^u = H \left[\gamma_c (1 - \beta) + \gamma_w \beta (2 - \beta) - \gamma_w a - \gamma_w \frac{H^2}{T^2} \right] \quad (1-2-1)$$

下游边缘铅直正应力

$$\sigma_y^d = H \left[\gamma_c \beta - \gamma_w \beta (1 - \beta) + \gamma_w \frac{H}{T} \right] \quad (1-2-2)$$

当库空时，令式 (1-2-1)、式 (1-2-2) 中 $\gamma_w = 0$ ，得：

上游边缘铅直正应力

$$\sigma_y^u = \gamma_c H (1 - \beta) \quad (1-2-3)$$

下游边缘铅直正应力

$$\sigma_y^d = \gamma_c H \beta \quad (1-2-4)$$

强度控制条件是坝基面不允许出现拉应力。

当库空时,由式(1-2-1)~式(1-2-2)可以看出:只要 $\beta=0\sim 1.0$,即上游坝坡取正坡,坝基面不出现拉应力。在库满情况下,下游不会出现拉应力。要使上游不出现拉应力,可令式(1-2-1)中 $\sigma_y^u=0$,求得坝底宽度为

$$T = \frac{H}{\sqrt{\frac{\gamma_h}{\gamma_0}(1-\beta) + \beta(2-\beta) - a}} \quad (1-2-5)$$

由式(1-2-5)得知:当 H 为一定值时, β 值越小,则底宽也越小。

考虑库空时下游坝面不出现拉应力,可取 $\beta=0$,求得上游坝面为铅直面的三角形基本剖面的最小底宽为

$$T = \frac{H}{\sqrt{\frac{\gamma_h}{\gamma_0} - a}} \quad (1-2-6)$$

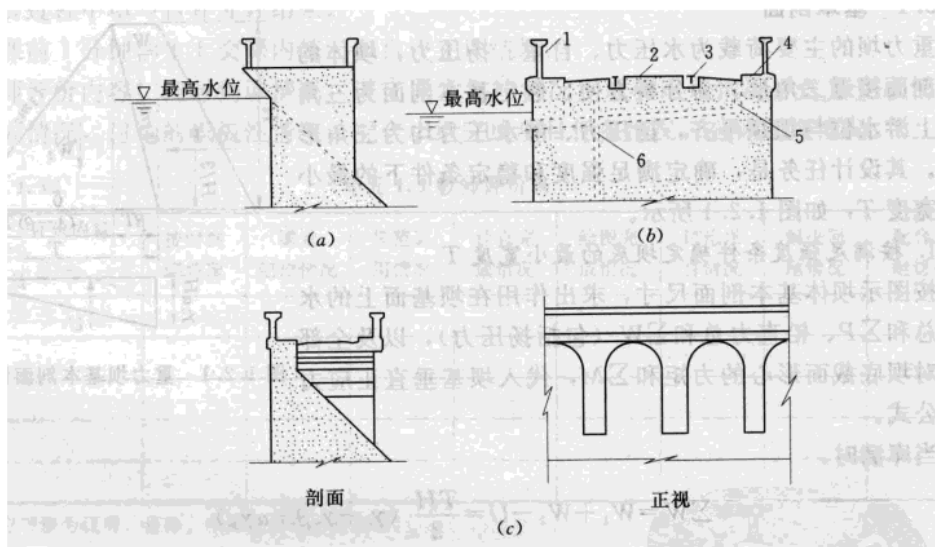


图 1.2.2 坝顶结构布置图

1—防浪墙; 2—路面; 3—起重机轨道; 4—人行道;
5—坝顶排水管; 6—坝体排水管

2. 按满足稳定条件确定坝底最小宽 T

将求得的 ΣP 、 ΣW (包括扬压力 U) 及由强度要求得出的 T 代入式(1-2-1)~式(1-2-4),若满足要求,则由强度条件确定的最小坝底宽 T 就是坝底的最小宽度;若不满足要求,则将坝底宽底 T 增大,直到满足抗滑稳定要求为止。

一般情况下,坝体与坝基接触面之间摩擦系数及黏结强度越大、渗压折减系数越大,



基本剖面底宽就越小， T 主要由强度条件控制。反之，摩擦系数和粘结强度越小，渗压折减系数越小，坝底宽度就越大，且主要由抗滑稳定条件控制。由此可见，选择良好坝基可获得较大的摩擦系数，同时设置良好的防渗、排水、减少渗透压力，可以取得较小的底宽。当摩擦系数较小时，可采用倾斜的上游坝面，以利用水重增加坝体的稳定。由于倾斜的上游坝面受应力条件的限制，不能随意加大。根据工程经验，上游坝坡系数常采用 $m_1=0\sim 0.2$ ；下游坝坡系数常用 $m_2=0.6\sim 0.8$ ；坝底宽约为坝高的 $0.7\sim 0.9$ 倍。

1.2.3.2 非溢流重力坝的实用剖面

基本剖面拟定以后，要根据运用条件，如防浪墙，坝顶设备布置，交通、施工和检修要求等，把基本剖面修正成为实用剖面。

1. 坝顶宽度

坝顶应有足够的宽度，以满足运用和交通的需要。无特殊要求时，坝顶宽度可采用坝高的 $8\%\sim 10\%$ ，一般不小于 3m 。如坝顶有交通要求，应按交通要求布置。坝顶结构布置，见图 1.2.2。

由于布置上的要求，有时需将坝顶部分伸出坝外，如图 1.2.2(a) 所示。当坝顶过宽，为了节省坝顶工程量，也可做成桥梁结构形式，如图 1.2.2(c) 所示。坝顶常设有防浪墙，防浪墙的高度一般取 1.2m ，常采用与坝体连成整体的钢筋混凝土结构，墙身应有足够的厚度以抵挡波浪及漂浮物的冲击。防浪墙也应同坝体一样设置伸缩缝并做止水。

2. 坝顶高程

坝顶或坝顶防浪墙顶高出水库静水位的高度 Δh 可按式 (1-2-7) 计算：

$$\Delta h = h_{1\%} + h_z + h_c \tag{1-2-7}$$

式中： Δh 为坝顶或坝顶防浪墙顶距水库静水位的高度， m ； $h_{1\%}$ 为波浪爬高， m ； h_z 为波浪中心线至水库静水位的高度， m ； h_c 为安全加高， m 。由表 1.2.1 查取。

表 1.2.1 h_c 查取表

相应水位	h_c 坝的安全级别		
	I (1级)	II (2、3级)	III (4、5级)
正常蓄水位	0.7	0.5	0.4
校核洪水位	0.5	0.4	0.3

坝顶高程或防浪墙顶高程，按设计洪水位、校核洪水位两种情况分别计算，并选用较大值。

对于 1、2 级坝，如按可能最大洪水校核时，坝顶高程不得低于相应静水位，防浪墙顶高程不得低于波浪顶高程。

在计算 $h_{1\%}$ 和 h_z 时，正常蓄水位和校核洪水位采用不同的计算风速值。正常蓄水位时，采用重现期为 50 年的年最大风速；校核洪水位时，采用多年平均最大风速。

3. 实用剖面型式

坝顶宽度和高程确定以后，对基本剖面进行修正，可得到图 1.2.3 所示的实用剖面。其中，图 1.2.3 (a)，上游为铅直面，适用于坝基面抗剪断参数较大的情况。其特点是便



于在上游坝面布置进水口、闸门和拦污设备,也便于施工。由于增加了坝顶重量,在库空时可能使下游坝面产生微小的拉应力,设计时应调整下游坝坡系数,使坝体应力控制在允许范围之内。

图 1.2.3 (b),上游坝面做成折坡面,是一种常用的实用剖面。其特点是可以利用上游坝面水重增加坝体稳定。折坡点以上铅直面便于布置进水口,还可避免库空时在下游坝面产生拉应力。上游起坡点高度 $y_1 = (1/3 \sim 2/3) H_1$ 。折坡点处的坝体断面急剧变化,故在设计中应对此水平截面进行强度和稳定验算;当库满时上游斜坡面部分易产生拉应力。

图 1.2.3 (c),上游坝面做成倾斜的实用剖面,将上游折坡点为基本三角形的顶点,当摩擦系数较小时,可以增加坝体自重和利用上游斜面上的水重,以提高坝的稳定性,但是不利于布置进水口。

除上述三种基本型式外,还有多折坡和在上游坝面下部做成部分倒悬等型式,其目的在于改善应力条件。

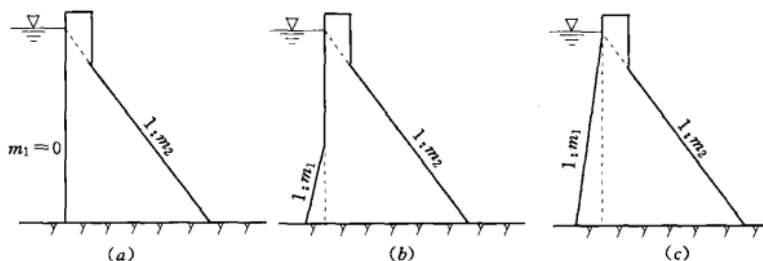


图 1.2.3 非溢流坝剖面型式

4. 挡水坝段剖面尺寸的确定

剖面尺寸包括坝顶高程、坝顶宽度、防浪墙高度和厚度、上游坝坡起坡点的高度 y_1 及上游坝坡系数 m_1 、下游坝坡起坡点的高度 y_2 及下游坝坡系数 m_2 、坝底宽度 T 值等。对中、低重力坝可以采用工程类比法,参照类似的已建工程,拟定坝体剖面尺寸,然后对坝体控制截面进行强度和稳定验算,并根据计算结果进行调整,直到满足设计要求为止。

另外,可利用计算机,采用数学规划和优选法,决定剖面的 y_1 、 m_1 、 y_2 、 m_2 为基本参数,以满足强度和稳定要求为约束条件,建立坝体工程量为最小的目标函数,通过优化设计计算,找出最优设计方案。

5. 非溢流坝实用剖面的绘制步骤

(1) 根据前面确定的校核洪水位、折点位置、上游边坡、下游边坡等参数绘制基本三角形剖面。

(2) 根据前面确定的坝顶高程、坝顶宽度和防浪墙高程绘制实用剖面。

(3) 标注尺寸、文字、图题。

【案例】 某工程非溢流坝设计

(1) 坝顶高程的确定。A 河水利枢纽按 100 年一遇洪水设计,相应库水位 907.32m,1000 年一遇洪水校核,相应库水位 909.92m。根据混凝土重力坝设计规范 (SDJZ1-