

水利部农水司推荐

全国中等职业教育农业水利工程类精品教材

全国农村水利员培训新概念规划教材

水利工程 施工与管理

于会泉 主 编



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

全国中等职业教育农业水利工程类精品教材
全国农村水利员培训新概念规划教材

水利工程 施工与管理

于会泉 主 编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书主要包括工种施工、水工建筑物施工和施工组织与管理三部分内容,共8章,着重阐述了水利工程施工中各主要工种的施工工艺,主要水工建筑物的施工程序与方法,水利工程造价的组成、编制步骤、方法,工程招投标以及施工组织、施工管理等内容,并结合施工技术、施工方案的论述,适当介绍施工机械的内容。

本书既可作为中等职业学校水利技术专业教材、农业水利技术人员岗位培训教材,也可供有关技术人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

水利工程施工与管理/于会泉主编. —北京:中国水利水电出版社,2005(2007重印)

全国中等职业教育农业水利工程类精品教材. 全国农村水利员培训新概念规划教材

ISBN 978-7-5084-3177-2

I. 水… II. 于… III. 水利工程—工程施工—施工管理—专业学校—教材 IV. TV5

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第096543号

书 名	全国中等职业教育农业水利工程类精品教材 全国农村水利员培训新概念规划教材 水利工程施工与管理
作 者	于会泉 主编
出版 发行	中国水利水电出版社(北京市三里河路6号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 63202266(总机)、68331835(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	北京市兴怀印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16开本 15印张 356千字
版 次	2005年8月第1版 2007年8月第2次印刷
印 数	5001—7000册
定 价	35.00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

本丛书编辑委员会

主 任：陈岳军

副主任：徐成章 蒋 屏 丁坚钢

主 编：丁坚钢

副主编：沈 燕 金连根

主 审：蒋 屏

副主审：陈永根 姜海军

委 员：（按姓氏笔画为序）

王经权 任立新 吕志刚 李继忠 刘建林

买买提江 杜平原 吴加宁 陈良堤 余培养

张水根 董 浩

序

我国历来十分重视水利工作，把治水看作治国安邦的基本方略。当前正处于社会体制转型和经济快速发展的新时期，治水思路由工程水利向资源水利、传统水利向现代水利和可持续发展水利转变。水利事业的发展需要一大批具备岗位技能、独当一面的基础人才。广大基层水利技术员，长年累月战斗在水利建设的第一线，是各级水利部门和地方政府的得力助手。他们担负着乡镇区域（流域）内水利工程建设管理、防汛抗旱抢险、水政执法、水资源配置、农田水利实用技术推广等任务，为推动整个水利建设、管理和改革，加快农业农村现代化建设执着奉献。

进一步提高农村防洪排涝能力，保障农村饮水安全、粮食生产安全和农村生态安全，推进水资源的高效利用，促进农业增效、农民增收、农村发展和全面实现小康社会，是新时期赋予农村水利的主要任务。为此，加强以基层水利员为重点的水利行业基础人才专业培训，进一步提高他们的业务素质和专业技能，更好地肩负起历史重任，是新形势下水利职业教育的一项重要工作。

教材建设是职业教育的基础。针对基层农村水利技术人员培训及水利中等职业教育的教材建设相对滞后的现状，浙江省率先组织编写了全国农村水利员培训新概念规划教材，即全国中等职业教育农业水利工程类精品教材。该套教材由15分册组成，各分册在内容的组织和编排上体现了适用基层水利人员中职教育及水利行业职工培训的特点，把握了以应用为目的，以能用、够用为度的原则，并注重介绍和引入目前的新技术、新工艺、新标准和新规范。该套教材有较好的实用性、针对性、适用性，具有一定的创新特点，既可作为基层农村水利技术人员的岗位培训教材、中等职业学校水利工程技术专业通用教材，也可供广大水利技术人员参考阅读。

该套教材的出版，是对水利行业职业教育、教材建设的一次有益探讨，相信它会给新时期农村水利职业技能应用型人才培养和中等职业教育带来帮助。

水利部农村水利司司长



2005年8月

前 言

全国农村水利员培训新概念规划教材，即全国中等职业教育农业水利工程类精品教材是根据水利部对全国农村水利技术人员的培训要求和全国农业水利工程类专业中职教学特点，总结多年教学和行业培训的经验，吸取同类教材的优点，以适应 21 世纪将水利行业的职工技术培训与中职教育融为一体的教育改革新思维编写而成。本套教材针对中职教育、水利行业职工培训和专业人员自学的特点，在内容的选择和编排上进行了认真探索和尝试性改革。编写过程本着“淡化设计，充实图例，突出概念，反映最新”的原则，追求“实用性、针对性、通用性”。本套教材尽量采用最新的行业技术、规范和标准，力求通俗易懂、简单实用，使读者学为所用，学以致用。

本套教材首批推出 15 分册，本书为《水利工程施工与管理》。该书主要包括工种施工、水工建筑物施工和施工组织与管理三部分内容，共 8 章。着重阐述了水利工程施工中各主要工种的施工工艺、主要水工建筑物的施工程序与方法，水利工程概预算、工程招投标，施工组织与管理等内容。对于施工机械，仅结合施工技术和施工方案进行简单论述和介绍。

本书由于会泉主编，并编写了结论、第一、三、五、六章；彭晓兰编写第二、七、八章；陈宇翔编写第四章和第六章第三节。本书由董邑宁审稿。

本套教材在编写过程中，得到了水利部农水司、浙江省水利厅有关处室、浙江水利水电高等专科学校、贵州省水利水电学校、吉林省水利水电学校、云南省水利水电学校、新疆水利水电学校、河南省郑州水利学校等单位的领导和同志们的指导和帮助，在此表示深深的谢意。同时，得到了相关教材、专著的专家们的帮助与指教。对所有参考文献的作者（包括因时间及其他原因联系不上的作者），表示衷心的感谢，并欢迎联系和交流。

由于编写时间仓促，编者水平有限，本套教材在内容选择、文字表述、图文体例等各方面可能存在疏漏。热忱欢迎读者批评指正。

编 者

2005 年 8 月

【 目 录 】

序

前言

绪论	1
第一章 基础工程	4
第一节 施工导流	4
第二节 基坑排水	9
第三节 地基处理	11
第四节 爆破技术	22
第五节 高压喷射灌浆技术	30
第二章 土方工程	34
第一节 土方开挖	34
第二节 土方运输	40
第三节 土方压实	44
第四节 土方工程冬雨季施工	48
第三章 砌筑工程	50
第一节 砌筑材料与砌筑原则	50
第二节 砌砖	51
第三节 砌石	55
第四章 钢筋混凝土工程	61
第一节 模板工程	61
第二节 钢筋工程	74
第三节 混凝土工程	85
第五章 渠道及渠系建筑物施工	106
第一节 渠道施工	106
第二节 水闸施工	113
第三节 洞、涵施工	118
第四节 装配式渡槽施工	127
第五节 泵站施工	134
第六章 中小型水库施工	140
第一节 土石坝施工	140

第二节 混凝土面板堆石坝施工	153
第三节 混凝土坝施工	158
第七章 施工组织与管理	169
第一节 施工总组织	169
第二节 工程概预算及其编制	182
第三节 水利工程施工管理	201
第八章 招标与投标	212
第一节 工程招标	212
第二节 工程投标	221
参考文献	227



绪 论

水利工程施工与管理是一门理论与实践紧密结合的专业课。它是在总结国内外水利工程建设经验的基础上,从施工技术、施工机械、施工组织与管理三个层面,来研究水利工程建设基本规律的一门学科。水利工程建设,大致分为勘测、规划、设计和施工四个阶段。施工是最后的一个阶段,其主要任务是充分发挥施工技术人员的能动性和创造性,把人、财、物等资源,运用施工技术,以最短的时间,将设计蓝图付诸实施。施工管理,就是根据批准的基本建设计划、设计文件和施工合同所确定的要求,对建筑安装工程施工活动进行计划、组织、指导、监督和协调,以期达到又快又好地完成工程建设任务。对水利工程快速经济施工来说,掌握先进的施工技术是基础,进行科学的施工组织管理是关键。二者相辅相成,不可或缺。

一、我国水利工程施工的成就与发展

在我国历史上,水利建设成就卓著。举世闻名的都江堰工程、黄河大堤、南北运河等,都是劳动人民智慧的结晶。公元前 250 年以前,按“乘势利导,因时制宜”的原则修建的四川都江堰水利工程,至今依然青春长在,灌溉面积已经突破 2000 万亩,发挥了防洪和灌溉的巨大效益。用现代系统工程的观点来分析,该工程在结构布局、施工措施、维修管理制度等方面都是相当成功的。这些伟大的水利工程和独特的施工技术,目前仍发挥着巨大的作用,有力地促进我国水利事业的发展。此外,在截流堵口工程所使用的多种施工中总结的竹笼、杩槎围堰和卵石砌筑经验,至今还为各地工程所沿用。

新中国成立以来,我国的水利水电事业取得了辉煌的成就。有计划有步骤地开展了大江大河的综合治理;修建了新安江、丹江口、三门峡、龙羊峡、葛洲坝等一大批综合利用的水利枢纽工程和大型水电站;建成了人民胜利渠、淅史灌区、内蒙古引黄灌区、林县红旗渠、宁夏扬黄灌区、东港供水、引滦入津、南水北调东线一期、引黄济青、万家寨引黄入晋等一些大型灌溉、输水工程;中小型水利水电工程也得到了蓬勃的发展。

随着水利水电事业的发展,施工机械的装备能力迅速增长,使用了斗轮式挖掘机、大吨位的自卸汽车、全自动化混凝土搅拌楼、塔带机、隧洞掘进机和盾构机等,已经具有实现高强度快速施工的能力。施工技术水平不断提高,采用了砂砾地基混凝土防渗墙、高压旋喷、振冲法加固地基、水力冲填筑坝、定向爆破、光面爆破、预裂爆破、岩塞爆破、喷锚支护、预应力锚索、滑模和碾压混凝土及混凝土防渗面板等新技术、新工艺;进行了长江、黄河等大江大河的截流;土石坝工程、混凝土坝工程和地下工程的综合机械化组织管理水平逐步提高,为水利水电事业展示出一片广阔的前景。

在取得巨大成就的同时,应认识到我国施工水平与先进国家相比,尚有较大差距。目前大容量高效率多功能的施工机械化程度还不高,施工机械利用率不充分;新技术、新工艺的研究推广和使用不够普遍;施工组织管理水平不高,还不能与我国水电建设事业的发展



展很好地相适应。因此,必须认真总结过去的经验和教训,努力学习和引进国外的先进经验、学习和借鉴其他领域的施工技术,把我国水利工程施工技术推向更高的水平。

二、水利工程施工的特点

水利工程施工有以下特点:

(1) 受水流影响较大。水利工程施工多在河流上进行,因而需要采取导截流、基坑排水、施工渡汛、施工期通航及下游供水等措施,以保证工程施工的顺利进行。

(2) 受地形地质及水文地质的影响较大。水利工程施工经常遇到复杂的地形、地质条件,如高边坡、渗漏、软弱地基、断层、破碎带及滑坡等。因而要进行相应的地基处理,以保证施工质量。

(3) 受水文气象影响较大。水利工程多为露天施工,需要采取适合于冬季、夏季、雨季等不同季节的施工措施,保证施工质量和进度。

(4) 质量安全问题突出。水利工程一般都是挡水或过水建筑物,这些建筑物的安全往往关系到国计民生和下游千百万人民生命财产的安危,因此必须确保施工质量、安全。

(5) 施工组织复杂。水利工程由许多单项工程组成,工程量大、工种多、施工强度高、干扰大。因此,应统筹规划,重视施工组织与管理工作。

(6) 临时辅助设施多。水利工程往往在交通不便的地区,因此需要修建为施工服务的辅助企业、道路和修建生活用房等。

(7) 涉及利益广。水利工程往往涉及其他许多经济部门,所以水利工程施工必须全面规划,统筹兼顾,合理安排。

三、课程内容、要求和学习方法

本教材着重阐述了水利工程施工中各主要工种的施工工艺,主要水工建筑物的施工程序与方法,水利工程造价的组成、编制步骤、方法,工程招投标以及施工组织、施工管理等内容。施工机械内容由于学时和篇幅的限制,仅结合施工技术、施工方案的论述作适当介绍。

在本教材中:①基础工程、土方工程、砌筑工程和钢筋混凝土工程四章,由于和水工建筑物的各单项工程施工都有联系,故集中阐明其原理和方法,其应用则应与具体的工程对象联系起来进行考虑;②渠道及渠系建筑物和中小型水库施工两章,主要介绍有代表性的水工建筑物,通过对这些建筑物的施工介绍,举一反三,以说明各类单项施工工程的特点、原理和方法;③施工组织与管理与招标与投标两章,主要介绍枢纽工程的施工程序、施工组织设计的基本内容和要求以及施工企业的经营、管理活动,阐述现代管理的原理和方法。

通过学习,要求了解水利工程施工中常用的施工机械的主要组成部分、主要性能及其选择;掌握主要工种的施工过程、施工方法、操作技术、质量控制检查、施工安全技术,以及主要水工建筑物的施工特点、施工程序和施工技术要求、施工方法及质量控制检查方法;了解水利工程造价组成,掌握其编制步骤、方法;了解施工组织、施工管理的基本知识。

根据教材内容和课程实践性很强的特点,学习时应掌握基本概念、基本原理、基本方法,结合所学过的课程,循序渐进地进行。必须密切联系生产实际,配合生产实习、生产



劳动、生产现场教学、电化教学、多媒体教学、课程设计、毕业综合实习等教学环节，来运用所学的施工知识。另外，我国幅员辽阔，而水利工程施工又具有鲜明的地方特色，因而需因地制宜地对具有当地特点的施工工艺、施工方法、施工管理经验等进行学习，使学习和实践相结合，才能有效地掌握本课程的内容。

第一章 基础工程

第一节 施工导流

施工导流是指在施工过程中，采用某种方式将原河床中的水流导向下游去，以创造干地施工的条件。

施工导流建筑物包括挡水建筑物——围堰和泄水建筑物——渠道、隧洞、涵管等。施工导流工程处理的好坏，关系到建筑物施工条件的好坏、工程建设进度的快慢，并影响其他国民经济部门的利益，因此在工程建设过程中必须妥善地做好导流工程。

一、施工导流的基本方法及导流建筑物

施工导流的基本方法可分为全段围堰法导流和分段围堰法导流两大类，可根据施工现场的实际情况综合分析确定。

(一) 全段围堰法导流

全段围堰法导流，是在河床主体工程上、下游一定位置设置围堰，一次拦断河流，使水流通过河床外的临时或永久建筑物下泄。这些临时或永久泄水建筑物根据需导水流的大小及建筑物的设计类型而分为明渠、隧洞、涵管、渡槽等。

全段围堰法多用于河床狭窄、水流较小的地方。这样能获得较大的基坑工作面，若能与永久性泄水建筑物相结合，则更经济。按其泄水道的类型分为以下几种。

1. 隧洞导流

一般在山区河流，河谷狭窄、两岸地形陡峻以及山岩坚实等情况下，普遍采用隧洞导流方法，见图 1-1。

2. 明渠导流

明渠导流一般适用于岸坡平缓或有宽广滩地的平原河道，若当地有老河道可利用或工

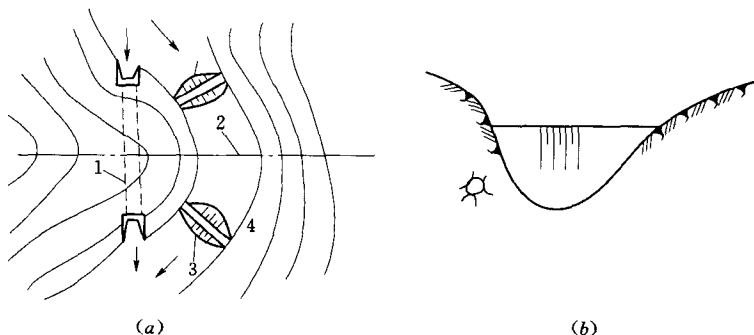


图 1-1 隧洞导流示意图

(a) 平面图；(b) 剖面图

1—隧洞；2—坝轴线；3—围堰；4—基坑



程修建在弯道上时，采用明渠导流比较经济合理，见图 1-2。

3. 涵管导流

涵管导流一般适用于泄水能力较小的河流上或只用来担负枯水期的导流任务，见图 1-3。

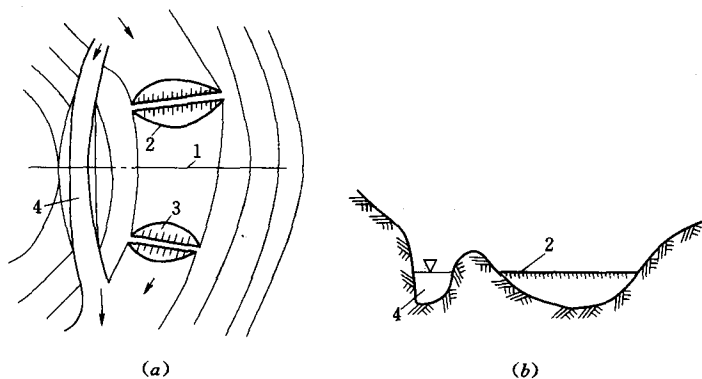


图 1-2 明渠导流示意图

(a) 平面图；(b) 剖面图

1—坝轴线；2—上游围堰；3—下游围堰；4—导流明渠

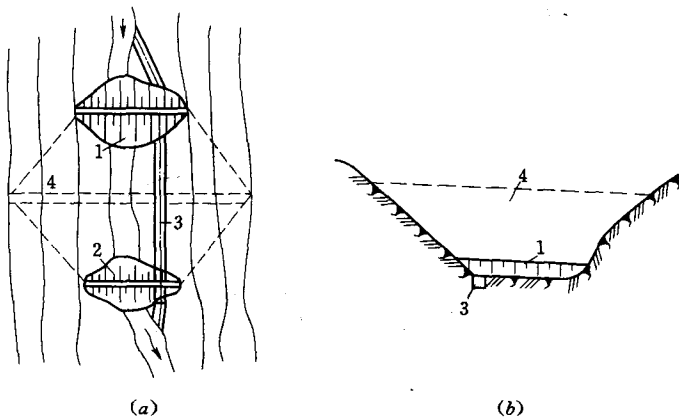


图 1-3 涵管导流示意图

(a) 平面图；(b) 上游立视图

1—上游围堰；2—下游围堰；3—涵管；4—坝体

4. 渡槽导流

渡槽导流一般用于河道流量小、河床窄、导流期短的工程，见图 1-4。

(二) 分段围堰法导流

分段围堰法（或分期围堰法）导流，就是用围堰将水工建筑物分段分期围护起来进行施工的方法，见图 1-5。所谓分段，就是将河床围以若干个干地施工基坑，分段进行施工。所谓分期，就是从时间上将导流过程划分成若干阶段。分段是就空间而言的，分期是

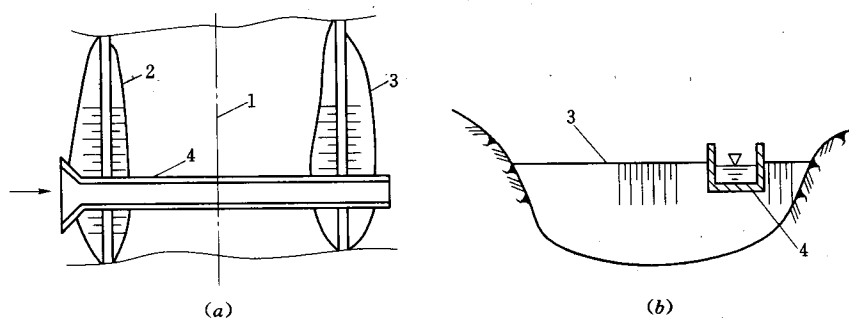


图 1-4 渡槽导流示意图

(a) 平面图; (b) 剖面图

1—坝轴线; 2—上游围堰; 3—下游围堰; 4—渡槽

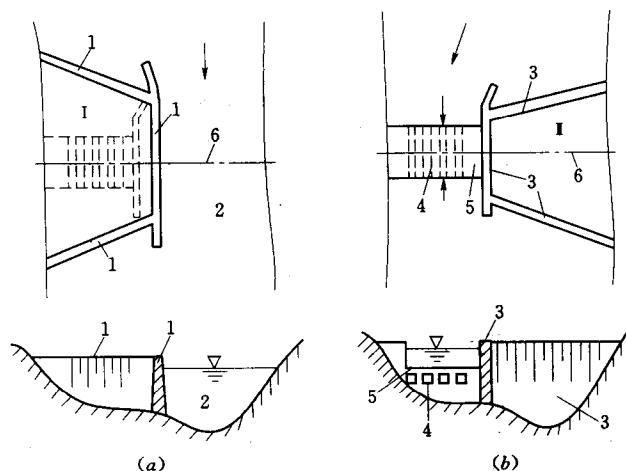


图 1-5 分期导流布置示意图

(a) 一期导流 (束窄河床导流); (b) 二期导流 (底孔与缺口导流)

1—一期坝围堰; 2—束窄河床; 3—二期坝围堰;

4—导流底孔; 5—坝体缺口; 6—坝轴线

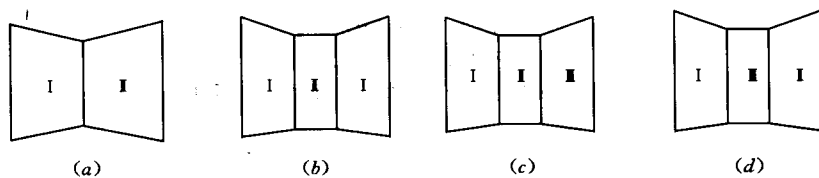


图 1-6 导流分期与围堰分段示意图

(a) 两段两期; (b) 三段两期; (c)、(d) 三段三期

就时间而言的。导流分期数和围堰分段数并不一定相同, 见图 1-6。段数分得愈多, 施工愈复杂; 期数分得愈多, 工期拖延愈长。



分段围堰法导流多适用于在流量很大的平原河道或河谷较宽的山区河流上修建混凝土坝枢纽时采用, 较易满足通航、过木、排冰等要求。

根据不同时期泄水道的特点, 分期导流方式中又包括前期束窄河床导流和后期通过已完建或未完建的永久建筑物导流。

1. 前期导流

一期导流的泄水道是被围堰束窄后的河床。如果河床的覆盖层为深厚的细土粒层, 则束窄河床不可避免地要产生一定的冲刷。对于非航运河道, 只要这种冲刷不危及围堰和河岸的安全, 则一般都是许可的。

2. 后期导流

(1) 底孔导流。利用设置在混凝土坝体中的永久底孔或临时底孔作为泄水道, 是二期导流经常采用的方法。某些采用一次拦断法修建的混凝土坝枢纽, 其后期也常利用底孔导流, 见图 1-7。

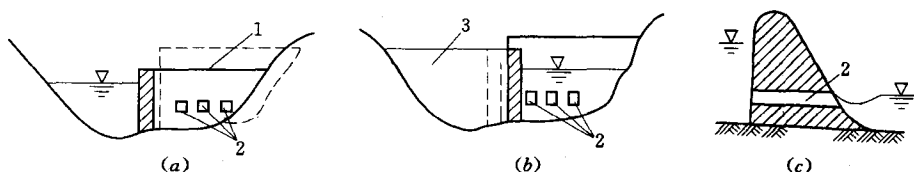


图 1-7 底孔导流示意图

(a) 第一期施工; (b) 第二期施工; (c) 底孔泄流;
1—第一期围堰; 2—底孔; 3—第二期围堰

(2) 缺口导流。当导流底孔的泄水能力不够, 致使围堰高度过大时, 可在混凝土坝体上预留缺口, 作为洪水期的临时泄水通道, 见图 1-8。

坝体的非缺口部分, 在洪水期尚可继续施工。通常, 缺口均与底孔或其他泄水建筑物联合工作, 不能作为一种单独的导流方法, 否则缺口处的坝体将无法继续升高。

其他导流方式还有梳齿孔导流、厂房导流等, 可根据工程实际情况采用。

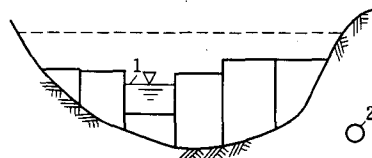


图 1-8 坝体预留缺口过水示意图

1—过水缺口; 2—底孔

二、围堰

围堰是导流工程中的临时挡水建筑物, 用来围护施工基坑, 保证水工建筑物能在干地施工。导流任务完成后, 一般还需要拆除。

围堰除需满足稳定、防渗、抗冲等要求外, 还应考虑结构简单、造价便宜、修建和拆除方便等因素。

围堰按其所使用的材料可分为草土围堰、土石围堰、木笼围堰、板桩围堰和混凝土围堰等。

(一) 草土围堰

草土围堰是一种草土混合结构, 多用捆草法修建。由麦秸或稻草, 一层草一层土修建而成, 如图 1-9 所示。围堰的宽度一般采用水深的 2.5 (岩石河床) ~ 5.0 (砂砾石河

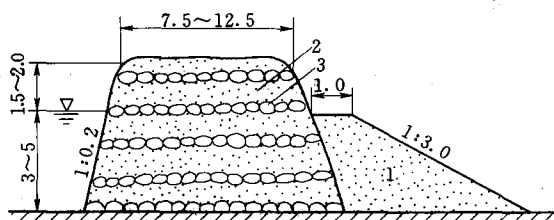


图 1-9 草土围堰断面 (单位: m)
1—钹土; 2—土料; 3—草捆

(二) 土围堰

土围堰多用草袋、麻袋或塑料编织袋装土两面(或仅迎水面)叠放,中心填土而成(图 1-10)。土围堰施工简便,造价低廉,拆除方便,为小型工程所常用。适于水深不大、流速较小、工期不长的工程。

(三) 土石围堰

土石围堰一般用块石或粗碎屑土石填筑,设有黏土或细砂土防渗体,如图 1-11 所示。

土石围堰是水利工程中应用较为广泛的一种,具有抗冲能力大、施工方便、能充分利用开挖料、可在流速较大的水下堆筑等优点。

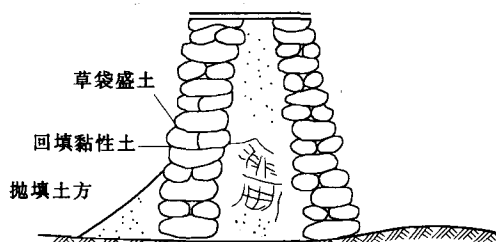


图 1-10 草袋(麻袋)土围堰

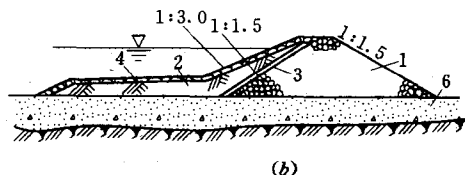
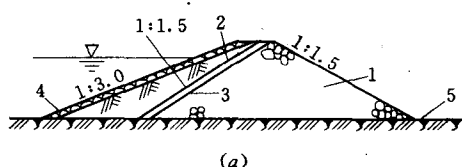


图 1-11 土石围堰

(a) 黏土斜墙式; (b) 黏土斜墙式带水平铺盖式

1—堆石体; 2—黏土斜墙、铺盖; 3—反滤层; 4—护面; 5—隔水层; 6—砂砾覆盖层

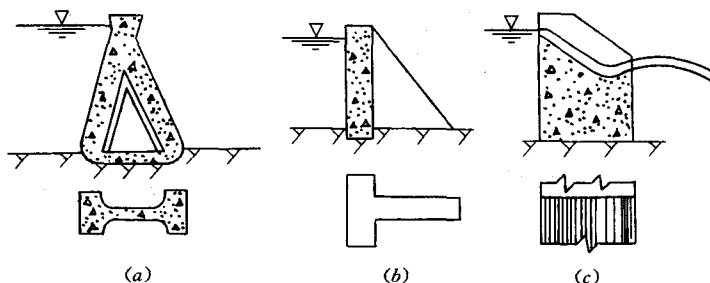


图 1-12 混凝土围堰

(a) 双向挡水支墩式; (b) 撑墙式; (c) 溢流重力式



(四) 混凝土围堰

当现场缺乏做心墙的防渗土料,或有抗冲要求时可采用。混凝土围堰抗冲、抗渗能力好,断面小,易于与永久建筑物相连或作为永久结构的一部分。混凝土围堰常用于岩基上的水利工程。其断面形式、施工方法等与混凝土坝基本相同,见图1-12。

第二节 基 坑 排 水

围堰建好后,为了尽快创造干地施工条件,需要将基坑内的积水及施工过程中的渗水、降水排到基坑以外。按排水时间和性质,可分为初期排水和经常性排水;按排水方法可分为明式排水(排水沟排水)和人工降低地下水(暗式排水)。

一、初期排水

基坑开挖前的初期排水,包括排除围堰完成后的基坑积水和基坑积水排除过程中围堰及基坑的渗水、降水的排除。

初期排水通常采用离心式水泵抽水。抽水时,基坑水位的允许下降速度要视围堰型式、地基特性及基坑内水深而定。水位下降太快,则围堰或基坑边坡中动水压力变化过大,容易引起塌坡;水位下降太慢,则影响基坑开挖时间。因此,一般水位下降速度限制在 $0.5\sim 1.0\text{m}/\text{昼夜}$ 以内。土围堰应小于 $0.5\text{m}/\text{昼夜}$;木笼及板桩围堰应小于 $1.0\text{m}/\text{昼夜}$ 。

根据初期排水流量可确定所需排水设备容量,并应妥善布置水泵站,以免由于水泵站布置不当降低排水效果,影响其他工作,甚至被迫中途转移,造成人力、物力及时间上的浪费。一般初期排水可采用固定或浮动的水泵站。当水泵的吸水高度足够时,水泵站可布置在围堰上。水泵的出水管口最好放置于水面以下,可利用虹吸作用减轻水泵的工作,见图1-13。

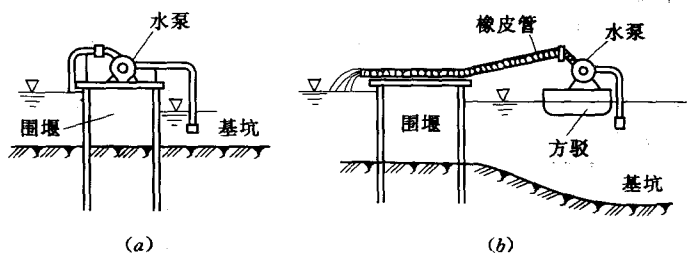


图 1-13 初期抽水站
(a) 固定式; (b) 浮动式

二、经常性排水

基坑开挖及建筑物施工过程中的经常性排水,包括围堰和基坑渗水、降水、地基岩石冲洗与混凝土养护用废水等的排除。

(一) 明式排水

(1) 基坑开挖过程中的排水系统布置。基坑开挖过程中布置排水系统,应以不妨碍开挖和运输工作为原则,一般将排水干沟布置在基坑中部,以利两侧出土,见图1-14。随着基坑开挖工作的进展,应逐渐加深排水沟,通常保持干沟深度为 $1.0\sim 1.5\text{m}$,支沟深度为