

全国水利水电类高职高专统编教材

CHENGSHI SHUILI GONGCHENG

# 城市水利工程

## 施工技术

SHIGONG JISHU

钟汉华 主编



黄河水利出版社

全国水利水电类高职高专统编教材

# 城市水利工程施工技术

主 编 钟汉华

副主编 陶家俊

主 审 王 安

黄河水利出版社

## 内 容 提 要

本书是全国水利水电类高职高专统编教材,是根据全国水利水电高职教研会制定的《城市水利工程施工技术》课程指导性教学计划及教学大纲编写完成的。全书共分11章,包括施工导流与水流控制、爆破工程、土石方工程、砌筑工程、模板工程、钢筋工程、混凝土工程、地基处理与基础工程、土石建筑物施工、混凝土建筑物施工及供、排水管网施工等。本书为高职高专和成人高校城市水利专业教材,可供土木工程设计、施工技术人员使用,也可供土木类各专业大、中专学生及各类职业学校学生学习参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

城市水利工程施工技术/钟汉华主编. —郑州:黄河水利出版社,2008.7

全国水利水电类高职高专统编教材

ISBN 978-7-80734-462-9

I. 城… II. 钟… III. 市政工程:水利工程-工程施工-高等学校:技术学校-教材 IV. TU991.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第105010号

组稿编辑:王路平 电话:0371-66022212 E-mail:hhsllwp@126.com

---

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路11号 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:hhsllcs@126.com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:20.00

字数:459千字

印数:1—4 100

版次:2008年7月第1版

印次:2008年7月第1次印刷

---

定价:36.00元

# 前 言

本书是根据教育部《关于加强高职高专教育人才培养工作意见》和《面向 21 世纪教育振兴行动计划》等文件精神,以及由全国水利水电高职教研会拟定的教材编写规划,报水利部批准,由全国水利水电高职教研会组织编写的水利水电类全国统编教材。

本书内容包括水利水电土建工程常见工种施工工艺及建筑物施工技术两大部分。在编写过程中,我们努力体现高等职业技术教育教学特点,并结合城市水利工程施工的实际精选内容,以贯彻理论联系实际、注重实践能力的整体要求,突出针对性和实用性,便于学生学习。同时,我们还适当照顾了不同地区的特点和要求,力求反映城市水利工程施工的先进经验和成就。为了便于学生自学和方便教师授课,在每章的开始列有该章的学习目标,在每章的最后列有本章小结及复习思考题。

参加本书编写的有湖北水利水电职业技术学院钟汉华(绪论、第 10 章)、徐宏广(第 11 章),安徽水利水电职业技术学院陶家俊(第 6 章、第 7 章、第 9 章),重庆水利电力职业技术学院陈永志(第 1 章、第 3 章、第 8 章),山西水利职业技术学院吕中东(第 2 章、第 4 章、第 5 章)。全书由钟汉华任主编并对全书统稿,由陶家俊任副主编,由山东水利职业学院王安担任主审。

本书大量引用了有关专业文献和资料,未在书中一一注明出处,在此对有关文献的作者表示感谢。由于编者水平有限,加之时间仓促,难免存在错误和不足之处,诚恳地希望读者批评指正。

编 者

2008 年 3 月

# 目 录

前 言	
绪 论	(1)
第 1 章 施工导流与水流控制	(3)
1.1 施工导流	(3)
1.2 截 流	(10)
1.3 施工排水	(13)
1.4 施工度汛及后期水流控制	(17)
本章小结	(19)
复习思考题	(20)
第 2 章 爆破工程	(22)
2.1 概 述	(22)
2.2 工程炸药及装药量计算	(24)
2.3 起爆材料及起爆方法	(29)
2.4 爆破的基本方法	(37)
2.5 控制爆破	(42)
2.6 爆破施工安全知识	(47)
本章小结	(49)
复习思考题	(51)
第 3 章 土石方工程	(52)
3.1 土石方的种类和鉴别	(52)
3.2 土石方工程量的计算	(55)
3.3 土石方工程施工方法	(56)
3.4 土方工程冬、雨期施工措施和安全措施	(66)
本章小结	(71)
复习思考题	(72)
第 4 章 砌筑工程	(73)
4.1 砌筑材料与砌筑原则	(73)
4.2 砌石工程	(75)
4.3 砌砖工程	(82)
4.4 砌筑工程季节性施工及施工安全技术	(89)
本章小结	(90)
复习思考题	(92)

<b>第5章 模板工程</b> .....	(93)
5.1 模板要求及模板设计 .....	(93)
5.2 模板构造 .....	(95)
5.3 模板施工 .....	(102)
5.4 脚手架 .....	(105)
5.5 模板施工安全知识 .....	(109)
本章小结 .....	(110)
复习思考题 .....	(111)
<b>第6章 钢筋工程</b> .....	(112)
6.1 钢筋的验收与配料 .....	(112)
6.2 钢筋内场加工 .....	(119)
6.3 钢筋接头的连接 .....	(126)
6.4 钢筋的冷拉 .....	(131)
6.5 钢筋的绑扎与安装 .....	(133)
6.6 施工质量控制与施工安全技术 .....	(135)
本章小结 .....	(136)
复习思考题 .....	(138)
<b>第7章 混凝土工程</b> .....	(139)
7.1 普通混凝土施工 .....	(139)
7.2 特殊混凝土施工 .....	(158)
7.3 预制混凝土构件和预应力混凝土施工 .....	(165)
7.4 混凝土冬季、夏季及雨季施工 .....	(175)
7.5 混凝土施工质量控制与缺陷的防治 .....	(178)
7.6 混凝土施工安全技术 .....	(182)
本章小结 .....	(185)
复习思考题 .....	(187)
<b>第8章 地基处理与基础工程</b> .....	(188)
8.1 桩基施工 .....	(188)
8.2 防渗墙施工 .....	(196)
8.3 岩石地基处理 .....	(200)
8.4 灌浆施工 .....	(202)
本章小结 .....	(213)
复习思考题 .....	(214)
<b>第9章 土石建筑物施工</b> .....	(216)
9.1 堤防工程施工 .....	(216)
9.2 堤岸防护工程施工 .....	(220)
9.3 河道整治工程施工 .....	(236)
本章小结 .....	(243)

复习思考题 .....	(244)
<b>第 10 章 混凝土建筑物施工 .....</b>	<b>(245)</b>
10.1 泵站厂房施工 .....	(245)
10.2 水闸施工 .....	(259)
10.3 橡胶坝施工 .....	(263)
本章小结 .....	(267)
复习思考题 .....	(269)
<b>第 11 章 供、排水管网施工 .....</b>	<b>(270)</b>
11.1 供、排水管的制作 .....	(270)
11.2 地下管道开槽施工 .....	(271)
11.3 地下管道不开槽施工 .....	(287)
11.4 管道附属设备及附属构筑物施工 .....	(304)
本章小结 .....	(307)
复习思考题 .....	(308)
<b>参考文献 .....</b>	<b>(310)</b>

# 绪 论

城市水利工程施工技术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、施工机械等方面研究水利水电建设基本规律的一门学科。

## 0.1 我国水利工程施工的成就与发展

我国水利建设有着卓越的成就,积累了许多宝贵的施工经验。几千年来,修建了都江堰工程、黄河大堤、南北大运河以及其他许多施工技术难度大的水利工程。在抗洪斗争中,创造了平堵与立堵相结合的堵口方法,取得了草土围堰等施工经验。这些伟大的水利工程和独特的施工技术,至今仍发挥作用,有力地促进我国水利水电建设的发展。

新中国成立后,我国水利建设事业取得了辉煌的成就。在水利建设中,江河干支流上加高加固和修建了大量的堤防,整治江河提高了防洪能力;修建了官厅、佛子岭、大伙房、密云、岳城、潘家口、南山、观音阁、桃林口、江垭等大型水库,为防洪、蓄水服务;修建了三门峡、青铜峡、丹江口、满拉、乌鲁瓦提等水利枢纽,为防洪、蓄水、发电等综合利用;在跨流域引水工程方面,修建了东港供水、引滦入津、南水北调东线一期、引黄济青、万家寨引黄入晋等工程。我国取水、输水技术达到了国际水平。

在防洪方面,修建和加高加固大江大河堤防 26 万 km,兴建水库 8.5 万座,总库容 4 924 亿 m<sup>3</sup>,初步控制了常遇洪水,保护了 4 亿多人口、470 座城市、0.33 亿 hm<sup>2</sup> 耕地和大量交通道路、油田等基础设施。新中国成立后,战胜了历次大洪水和严重的干旱灾害,黄河年年安澜。1998 年大洪水,长江堤防保持安澜,松花江、嫩江主要城市和河段保证了安全。

在供水水源方面,兴建了大量蓄水、引水、扬水工程,抽用地下水,农业灌溉和城市工业供水已经初具规模,乡镇供水发展迅速,水利工程年供水能力达 5 800 亿 m<sup>3</sup>。修建各种农村饮水工程 315 万处,解决了 2 亿多人和 1.3 亿头牲畜的饮水问题。

在水资源调配方面,兴建了一批流域控制性工程,以及跨流域调水工程,初步解决了区域水资源分布不均和城乡工农业用水的矛盾,缓解了国民经济和社会发展用水的需要。三峡工程和小浪底工程建成后,水资源紧缺问题将得到进一步缓解。南水北调工程规模巨大,正在施工中。

在水电建设中,修建了狮子滩、新安江、刘家峡、新丰江、六郎洞、葛洲坝、白山、东江、龙羊峡、李家峡、鲁布革、天生桥、二滩等各种类型的大型水电站,还修建了数以万计的中小型水电站。目前大中型水电站装机 6 400 多万 kW,年发电量约为 2 080 亿 kWh。大型水电站供应了工业和城市用电,支持了灌溉用水量。中小型水电站供应全国 1/3 的县、45% 国土面积和 70% 贫困山区的用电。

施工技术也不断提高,采用了定向爆破、光面爆破、预裂爆破、岩塞爆破、喷锚支护、预



应力锚、滑模和碾压混凝土及混凝土防渗面板等新技术、新工艺。

施工机械装备能力迅速增长,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。

水利工程施工学科的发展,为水利水电建设事业展示了一片广阔的前景。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。如新技术、新工艺研究、推广、使用不够普遍;施工机械还比较落后、配套不齐、利用率不充分,施工组织管理水平不高。这些和我国水电建设事业的发展是不相适应的,这就要求我们必须认真总结过去的经验和教训,努力学习和引进国外先进的技术和科学的管理方法,走出一条适合我国国情的水利水电工程建设新路。

## 0.2 水利水电工程施工技术的特点

水利水电工程施工技术主要有以下特点:

(1)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、施工度汛、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)水利工程施工经常遇到复杂的地质条件,如渗漏、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)水利工程多为露天施工,需要采取适合冬季、夏季、雨季等不同季节的施工措施,保证施工质量和进度。

(4)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。

## 0.3 课程内容和方法

本课程将系统地阐述城市水利土建工程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等内容。通过学习,要求了解城市水利工程中施工常用的施工机械的主要组成部分、工作原理、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、施工方法以及质量控制检查。

根据教材内容和课程实践性很强的特点,学习中应掌握基本概念、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、课程作业、毕业设计等教学环节,运用所学的施工知识,才能有效地掌握本课程的内容。

# 第 1 章 施工导流与水流控制

## 学习目标

- 了解施工导流的主要方法。
- 掌握施工导流流量的确定、导流的布置及截流的施工方法。
- 了解施工排水的方法及排水量计算；掌握基坑开挖的施工方法。
- 了解施工期度汛的要求及措施。

在江河上修建水工建筑物,施工期间往往与通航、筏运、渔业、供水、灌溉及水电站运行等水资源利用的要求发生矛盾。

水利水电工程整个施工过程中的水流控制(简称施工水流控制,又称施工导流)就是指利用“导、截、拦、蓄、泄”等工程措施,来解决施工和水流蓄泄之间的矛盾,避免水流对水工建筑物施工产生不利影响,把水流全部或部分导向下游或拦蓄起来,以保证水工建筑物的干地施工以及尽可能少影响水资源的综合利用。

施工导流与水流控制主要包括以下内容:①工程枢纽的施工导流方法和截流;②导流建筑物的类型与导流方案的选择;③导流设计流量的确定;④工程的拦洪度汛与工程防护;⑤基坑排水方法;⑥临时导流建筑物的封堵与拆除。

## 1.1 施工导流

### 1.1.1 施工导流方法

施工导流的方式大体上可分为三类:全段围堰法导流、分段围堰法导流和淹没基坑法导流。全段围堰法是用围堰拦断整个河床,河水通过以外的临时或永久泄水建筑物往下游宣泄;分段围堰法是用围堰将河床分段分期围护起来,水流通过被束窄的河床、坝体底孔、缺口等向下游宣泄;淹没基坑法是一种辅助导流方法,当挡水围堰可以过水时,都可以采用。

#### 1.1.1.1 全段围堰法

全段围堰法导流,就是在修建于河床上的主体工程上下游各建一道拦河围堰,使水流经河床以外的临时或永久泄水建筑物下泄,主体工程建成或将建成时,再将临时泄水建筑物封堵。该法多用于河床狭窄、基坑工作量不大、水深、流急、地质条件差、难于实现分期导流的地方。全段围堰法常见的泄水类型有以下几种。

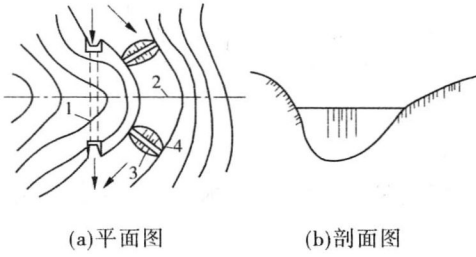
##### 1. 隧洞导流

山区河流由于河谷狭窄、两岸地形陡峻、山岩坚实,一般采用隧洞导流较为普遍。但

由于隧洞泄水能力有限,造价较高,一般在汛期泄水时可采用淹没基坑或与其他导流建筑物联合泄流的方案。导流隧洞设计时,应尽量与永久隧洞相结合。隧洞导流的布置型式如图 1-1 所示。

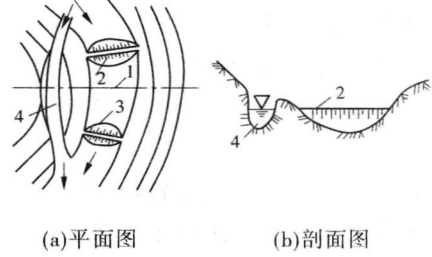
### 2. 明渠道导流

明渠道导流是在河岸或滩地上开挖渠道,在基坑上、下游修建围堰,使河水经渠道下泄。它主要用于岸坡平缓或有宽广滩地的平原河道上。若当地有可利用的老河道或工程修建在弯道上时,采用明渠道导流截弯取直是比较经济合理的方法,如图 1-2 所示。



1—隧洞;2—坝轴线;3—围堰;4—基坑

图 1-1 隧洞导流示意图



1—坝轴线;2—上游围堰;3—下游围堰;4—导流明渠

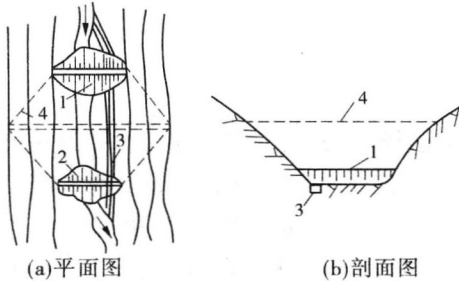
图 1-2 明渠道导流示意图

### 3. 涵管导流

涵管导流一般在修筑土坝、堆石坝中采用。由于涵管的泄水能力较小,因此一般用于流量较小的河流上或只用来担负枯水期的导流任务,如图 1-3 所示。

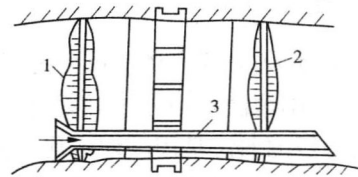
### 4. 渡槽导流

渡槽导流方式结构简单,但泄水流量较小,一般用于流量小、河床窄、导流期短的中小型工程,如图 1-4 所示。



1—上游围堰;2—下游围堰;3—涵管;4—坝体

图 1-3 涵管导流示意图

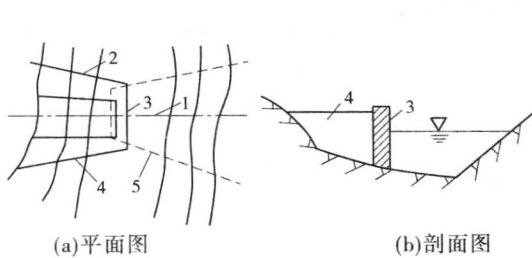


1—上游围堰;2—下游围堰;3—渡槽

图 1-4 渡槽导流示意图

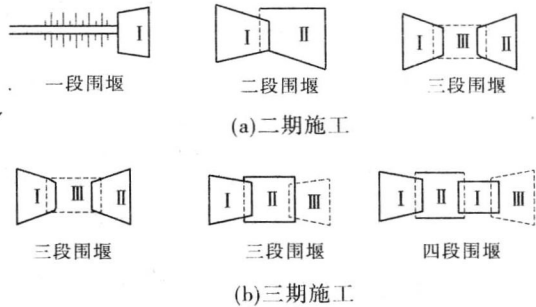
#### 1.1.1.2 分段围堰法

分段围堰法又称分期围堰法,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,如图 1-5 所示。所谓分段,就是指在空间上用围堰将建筑物分为若干施工段进行施工;所谓分期,就是指在时间上将导流分为若干时期。导流的分期数和围堰的分段数可以不同,如图 1-5、图 1-6 所示。



1—坝轴线;2—上横围堰;3—纵围堰;4—下横围堰;  
5—第二期围堰轴线

图 1-5 分期导流示意图



I、II、III—施工分期

图 1-6 导流分期与围堰分段示意图

分段围堰法前期主要由束窄的河道导流,后期可利用已经修好的泄水建筑物导流。分段围堰法导流一般适用于河流流量大、槽宽、施工工期较长的工程。常见的泄水类型有以下两种。

### 1. 底孔导流

采用底孔导流时,应事先在混凝土坝体内修建临时或永久底孔,导流时让水流通过底孔宣泄到下游。如为临时底孔,应在工程接近完工或需要蓄水时加以封堵。

导流底孔的尺寸、数目和布置应通过相应的水力学计算决定,底孔的布置应满足截流、围堰工程及其封堵等要求。底孔导流时,挡水建筑物上部的施工不受干扰,有利于均衡连续施工,这对修建高坝有利,但在导流期有被漂浮物堵塞的危险,封堵时,水头较高,安放闸门及止水均较困难。

### 2. 坝体缺口导流

混凝土施工过程中,为了保证在汛期河流暴涨暴落时能继续施工,可在兴建的坝体上预留缺口宣泄洪峰流量,待洪峰过后,上游水位回落,再继续修筑缺口,这种方法就叫做缺口导流。

#### 1.1.1.3 淹没基坑导流

淹没基坑导流是指洪水来时临时围堰过水,基坑被淹没,河床部分停工,待洪水退落,再利用围堰挡水继续施工。这种方法由于基坑淹没停工时间不长,施工进度容易保证,在河道泥沙含量不大的情况下,导流总费用较节省,比较经济合理。

### 1.1.2 导流建筑物

#### 1.1.2.1 导流设计流量

导流设计流量是选择导流方案、设计导流建筑物的主要依据。而导流建筑物设计洪水标准,即导流标准是选择导流设计流量进行施工导流设计的标准。导流设计流量一般需结合导流标准和导流时段的分析来决定。

#### 1. 导流标准

导流建筑物是指枢纽工程施工所适用的临时性挡水和泄水建筑物。根据其保护对象、失事后果、使用年限和工程规模划分为Ⅲ~Ⅴ级,如表 1-1 所示。

表 1-1 导流建筑物级别划分

级别	保护对象	失事后果	使用年限 (a)	围堰工程规模	
				堰高(m)	库容(亿 m <sup>3</sup> )
Ⅲ	有特殊要求的 Ⅰ级永久建筑物	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批机组发电, 造成重大灾害和损失	>3	>50	>1.0
Ⅳ	Ⅰ、Ⅱ级永久 建筑物	淹没一般城镇、工矿企业或推迟工程 总工期及第一批机组发电而造成重大 灾害和损失	1.5~3	15~50	0.1~1.0
Ⅴ	Ⅲ、Ⅳ级永久 建筑物	淹没基坑,但对总工期及第一批机 组发电影响不大,经济损失较小	<1.5	<15	<0.1

- 注:1. 导流建筑物包括挡水和泄水建筑物,两者级别相同;  
 2. 表列四项指标均按施工阶段划分;  
 3. 有、无特殊要求的永久建筑物均系针对施工期而言,有特殊要求的Ⅰ级建筑物系指施工;  
 4. 使用年限指导流建筑物每一施工阶段的工作年限,两个或两个以上施工阶段共用的导流建筑物,如分期导流一、二期共用的纵向围堰,其使用年限不能叠加计算;  
 5. 围堰工程规模一栏,堰高指挡水围堰最大高度,库容指堰前设计水位所拦蓄的水量,两者必须同时满足。

导流建筑物设计洪水标准应根据建筑物的类型和级别进行选择,见表 1-2,并结合风险度综合分析,使所选标准经济合理,对失事后果严重的工程,要考虑对超标洪水的应急措施。

表 1-2 导流建筑物洪水标准划分

导流建筑物类型	导流建筑物级别		
	Ⅲ	Ⅳ	Ⅴ
	洪水重现期(a)		
土石坝	50~20	20~10	10~5
混凝土坝	20~10	10~5	5~3

- 注:在下述情况下,导流建筑物洪水标准可用表中的上限值:  
 1. 河流水文实测资料系列较短(小于 20 a),或工程处于暴雨中心区;  
 2. 采用新型围堰结构型式;  
 3. 处于关键施工阶段,失事后可能导致严重后果;  
 4. 工程规模、投资和技术难度用上限值与下限值相差不大;  
 5. 过水围堰的挡水标准应结合水文特点、施工工期、挡水时段,经技术经济比较后在重现期 3~20 a 范围内选定,当水文系列较长(大于等于 30 a)时,也可根据实测流量资料分析选用。

当坝体填筑高度不需围堰保护时,其临时度汛洪水标准应根据坝型及坝前拦洪库容按表 1-3 规定的洪水重现期进行选择。

表 1-3 坝体施工期临时度汛洪水标准

坝型	拦洪库容(亿 m <sup>3</sup> )		
	≥1.0	1.0~0.1	0.1
	洪水重现期(a)		
土石坝	≥100	100~50	50~20
混凝土坝	≥50	50~20	20~10

## 2. 导流时段

导流时段就是按照导流程序来划分的各施工阶段的延续时间。划分导流时段,需正确处理施工安全可靠和争取导流的经济效益的矛盾。因此,要全面分析河道的水文特点、被围护的永久建筑物的结构型式及其工程量的大小、导流方案、施工进度等,这些都是确定导流时段的关键。在枯水期导流时,尽可能采用低水头围堰挡水是降低导流费用、加快工程进度的重要措施。

总之,在划分导流时段时,要确保枯水期,争取中水期,还要尽力在汛期中争取工期。既要安全可靠,又要力争工期。

山区性河流,其特点是洪水流量大,历时短,而枯水期流量小。在这种情况下,经过技术经济比较后,可采用淹没基坑的导流方案,以降低导流费用。

导流建筑物设计流量即为导流时段内根据导流标准确定的最大流量,据此进行导流建筑物的设计。

### 1.1.2.2 围堰

#### 1. 围堰的分类

围堰是导流工程中的临时挡水建筑物,用来围护基坑,保证水工建筑物能在干地施工。在导流任务完成以后,如果围堰对永久建筑物的运行有妨碍,或没有考虑作为永久建筑物的一部分时应予以拆除。

围堰按其所使用的材料可分为土石围堰、草土围堰、钢板桩围堰、混凝土围堰等。按围堰与水流方向的相对位置可分为横向围堰和纵向围堰。按围堰是否过水可分为过水围堰和不过水围堰。

#### 1) 围堰的基本要求

围堰的基本要求如下:

- (1) 安全可靠,能满足稳定、抗渗、抗冲要求;
- (2) 结构简单,施工方便,宜于拆除并能充分利用当地材料及开挖弃料;
- (3) 堰基易于处理,堰体便于与岸坡或已有建筑物连接;
- (4) 在预定施工期内修筑到需要的断面和高程;
- (5) 具有良好的技术经济指标。

#### 2) 围堰的构造

(1) 土石围堰。土石围堰能充分利用当地材料,地基适应性强,造价低,施工简便,设计应优先选用,如图 1-7 所示。土石围堰按其是否过水可分为不过水土石围堰和过水土

石围堰。

不过水土石围堰。对于土石围堰,由于不允许过水,且抗冲能力较差,占地面积较大,一般不宜作为纵向围堰,在河谷较宽,采取了防冲措施工程中,可适当考虑作为纵向围堰。土石围堰的水下部分一般采用混凝土防渗墙防渗,水上部分一般采用黏土心墙、黏土斜墙、土工合成材料(如土工膜)等防渗。

过水土石围堰。当采用淹没基坑方案时,为了降低造价、便于拆除,许多工程采用了过水土石围堰型式。为了克服过水时水流对堰体表面和下游的冲刷及下游边坡的深层滑动,目前采用较普遍的是在下游和堰顶上压盖混凝土面板,或者是加筋土的施工。

(2)草土围堰。草土围堰是黄河上传统的筑堤方法,它是一种草土混合结构,如图 1-8 所示。施工时,先用稻草或麦草做成长 1.2~1.8 m、直径 0.5~0.7 m 的草捆,再用长 6~8 m、直径 4~5 cm 的草绳将两个草捆扎成件,重约 20 kg。堰体由河岸开始修筑,首先沿河岸迎水面在围堰整个宽度内分层铺设草捆,并将草绳拉直放在岸上,以便与后铺的草捆互相联结。铺草时,应使第一层草捆浸入水中 1/3,各层草捆按水深大小选接 1/3~1/2,这样逐层压放的草捆就形成了 35°~45°的斜坡,直至高出水面 1.0 m 为止。随后在草捆的斜坡上铺上一层厚 0.25~0.30 m 的散草,再在散草上铺上一层厚 0.25~0.30 m 的土层。土质选用遇水易于崩解和固结的为好,可采用黄土、砂壤土、黏壤土、粉土等。铺好的土只需用人工踏实即可。接着在填土面上同样做堰体压草、铺散草和压土工作,如此继续进行,堰体即可向前进占,后部的堰体也逐渐深入河底。

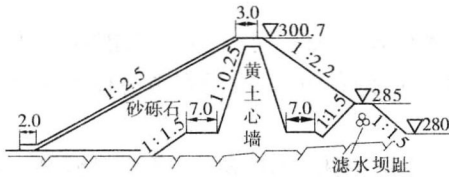
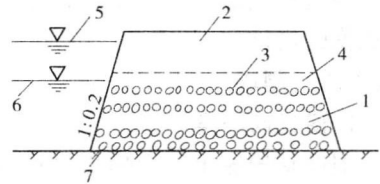


图 1-7 三门峡工程一期上游围堰 (单位:m)



1—水下堰体;2—水上加高部分;3—草捆;  
4—散草铺土层;5—设计挡水位;  
6—施工水位;7—河床

图 1-8 草土围堰

(3)混凝土围堰。混凝土围堰的抗冲及抗渗能力强,适应高水头堰体,底宽小,易于与永久建筑物相结合,必要时可以过水,因此应用比较广泛,如图 1-9 所示。峡谷地区岩基河床多用混凝土拱围堰,且多为过水围堰型式,可使围堰工程量小,施工速度快,且拆除比较方便。采用分段围堰法导流时,重力式混凝土围堰往往作为纵向围堰。现在混凝土围堰很多采用碾压混凝土,在低土石围堰保护下施工,施工速度快。

## 2. 围堰堰顶高程的确定

围堰堰顶高程的确定不仅取决于导流设计流量和导流建筑物的型式、尺寸、平面位置、高程和糙率等,还要考虑到河流的综合利用和主体工程工期。

### 上游围堰的堰顶高程

$$H_{上} = h_d + Z + \delta \quad (1-1)$$

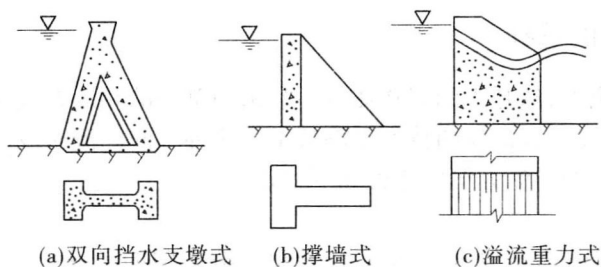


图 1-9 混凝土围堰

式中:  $H_{上}$  为上游围堰堰顶高程, m;  $h_d$  为下游水面高程, m, 可直接由原河流水位流量关系曲线中查得;  $Z$  为上下游水位差, m;  $\delta$  为围堰的安全超高, m, 按表 1-4 选用。

下游围堰堰顶高程

$$H_{下} = h_d + \delta \quad (1-2)$$

式中:  $H_{下}$  为下游围堰堰顶高程, m;  $h_d$  为下游水面高程, m;  $\delta$  为围堰的安全超高, m, 按表 1-4 选用。

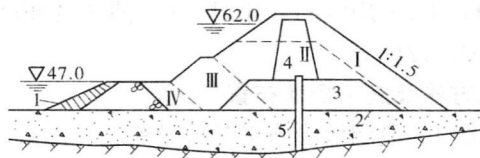
表 1-4 不过水围堰堰顶安全超高下限值 (单位: m)

围堰型式	围堰级别	
	Ⅲ	Ⅳ ~ V
土石围堰	0.7	0.5
混凝土围堰	0.4	0.3

围堰拦蓄一部分水流时, 堰顶高程应通过水库调洪计算来确定。纵向围堰的堰顶高程, 要与束窄河床中宣泄导流设计流量时的水面曲线相适应, 其上下游端部分别与上下游围堰同高, 所以其顶面往往做成倾斜状。

### 3. 围堰的拆除

土石围堰一般可用挖土机械或爆破等方法拆除, 如图 1-10 所示; 草土围堰的拆除比较容易, 一般水上部分用人工拆除, 水下部分可在堰体开挖缺口, 让流水冲毁或用爆破法炸除; 钢板桩围堰要用抓斗或吸石器先将填料清除, 然后用拔桩机拔出钢板桩; 混凝土围堰的拆除一般采用爆破法施工。



1—黏土斜墙; 2—覆盖层; 3—堆渣; 4—心墙; 5—防渗墙;

I ~ IV—拆除顺序

图 1-10 长江葛洲坝工程一期土石围堰的拆除 (高程单位: m)



### 1.1.3 导流方案的选择

水利水电工程施工,从开工到完建往往不是采用单一的导流方法,而是几种导流方式组合起来配合使用,以取得最佳的技术经济效果。这种不同导流时段、不同导流方式的组合称为导流方案。选择导流方案应考虑如下主要因素。

#### 1.1.3.1 水文条件

一般来说,对于河床宽、流量大的河流,宜采用分段围堰法导流。对于水位变化幅度大的山区河流,可采用允许淹没基坑的导流方法。对于枯水期不长的河流,如果不利用洪水期进行施工,就会拖延工期。对于有流冰的河流,应注意流冰的宣泄问题,以免流冰壅塞,影响泄流,造成建筑物失事。

#### 1.1.3.2 地形条件

对于河床宽阔的河流,尤其在施工期间有通航、过筏要求的河流,宜采用分段围堰法导流。当河床中有天然石岛或沙洲时,采用分段围堰法导流,有利于导流围堰的布置,特别是纵向围堰的布置。在河床狭窄、岸坡陡峻、山岩坚实的地区,宜采用隧洞导流。至于平原河道,河流的两岸或一岸比较平坦,或有河湾、老河道可利用,则可以采用明渠导流。

#### 1.1.3.3 地质及水文地质条件

河道两岸及河床的地质条件对导流方案的选择与导流建筑物的布置有直接影响。若两岸或一岸岩石坚硬,风化层薄,抗压强度能满足要求时,则选用隧洞导流比较有利。如果岩石的风化层厚且破碎,或有较厚的沉积滩地,则适合于采用明渠导流。采用分段围堰法导流时,为了避免河床不受过大的冲刷,应根据河床的地质条件决定河床束窄的程度。水文地质条件则对基坑排水工作、围堰型式的选择、导流泄水建筑物的开挖等有很大关系。

#### 1.1.3.4 水工建筑物的型式和布置

水工建筑物的型式和布置与导流方案的选择相互影响,因此在决定水工建筑物型式和布置时,应该同时考虑并初拟导流方案,而在选定导流方案时,则应该充分利用建筑物型式和枢纽布置方面的特点。

#### 1.1.3.5 施工期间河流的综合利用

施工期间,为了满足通航、筏运、供水、灌溉、生态保护或水电站运行等的要求,使导流问题的解决更加复杂。如有通航、筏运要求,在采用分段围堰法导流时,河床的束窄程度要满足过往船只和筏运的要求;采用隧洞导流时,隧洞的宽度和高度也要满足要求;有过鱼要求时,还要修建临时过鱼设施等。

#### 1.1.3.6 施工进度、施工方法及施工场地布置

在混凝土坝枢纽中,采用分段围堰法施工时若导流底孔没有建成,就不能截断河床水流和全面修建二期围堰;如混凝土生产系统布置在一岸时,宜采用全段围堰法导流等。

## 1.2 截流

在施工导流中,只有截断原河床水流,才能把河水引向导流泄水建筑物下泄,在河床