

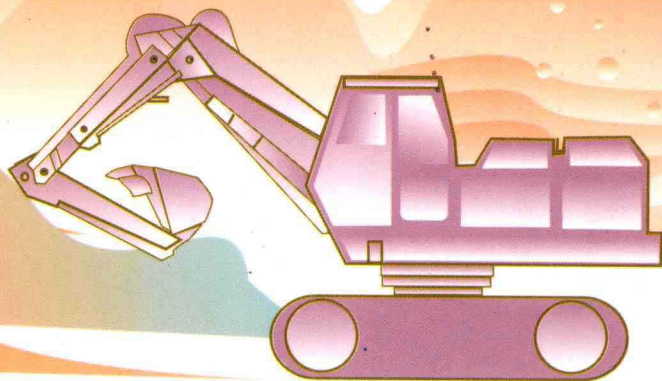
教育部人才培养模式改革和开放教育试点教材

水利水电工程专业系列教材

水利工程施工

主编 周克己 副主编 鲁志勇

shuili gongcheng shigong



中央广播电视大学出版社

水利水电工程专业系列教材

水利工程施工

主 编 周克己

副主编 鲁志勇

中央广播电视大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

水利工程施工/周克己主编. —北京:中央广播电视大学出版社, 2001. 12

水利水电工程专业系列教材

ISBN 7-304-02173-X

I. 水… II. 周… III. 水利工程-工程施工-电视大学-教材

IV. TV5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 089018 号

版权所有,翻印必究。

水利水电工程专业系列教材

水利工程施工

主 编 周克己

出版·发行:中央广播电视大学出版社

电话:发行部:010-68519502 总编室:010-68182524

网址: <http://www.crtvup.com.cn>

地址:北京市海淀区西四环中路 45 号

邮编:100039

经销:新华书店北京发行所

策划编辑:旷天镒

责任编辑:曹葆华

印刷:北京印刷二厂

印数:10001~15000

版本:2001 年 10 月第 1 版

2004 年 10 月第 4 次印刷

开本:787×1092 1/16

印张:24.75 字数:569 千字

书号:ISBN 7-304-02173-X/TV·4

定价:32.00 元

(如有缺页或倒装,本社负责退换)

水利水电工程专业系列教材

课程建设委员会名单

- 顾问:** 陈肇和(教授 北京水利水电管理干部学院)
- 主任:** 刘汉东(教授 华北水利水电学院)
- 副主任:** 葛文辉(教授级高工 水利部建设司建设管理总站)
蒋克中(副主任 中央电大理工部)
段 虹(常务副主任 水利部试点办公室)
- 委员:** (按姓氏笔画排列):
- 王 圻(副教授 中央电大)
- 牛文臣(教授 华北水利水电学院)
- 牛志新(处长 河南电大教务处)
- 司马寿龙(教授级高工 河南省水利厅)
- 刘宪亮(教授 华北水利水电学院)
- 孙东坡(教授 华北水利水电学院)
- 孙明权(教授 华北水利水电学院)
- 李光勉(教授级高工 水利部黄委会设计研究院)
- 李国庆(教授 华北水利水电学院)
- 陈德新(教授 华北水利水电学院)
- 张立中(教授 华北水利水电学院)
- 张庆元(副校长 河南电大)
- 张俊芝(副教授 南昌水利水电高等专科学校)
- 周克己(教授 武汉大学)
- 赵中极(教授 华北水利水电学院)
- 郭雪莽(教授 华北水利水电学院)
- 鲁志勇(副教授 华北水利水电学院)
- 董增川(教授 河海大学)
- 鄢小平(讲师 中央电大)
- 秘书:** 董幼龙(高级工程师 华北水利水电学院)

前 言

本教材是根据中央广播电视大学水利水电工程专业专科开放教育教学大纲,以及 2000 年 2 月在北京召开的中央电大教材一体化方案审定会审定的文字教材编写大纲编写的。本教材是中央广播电视大学开放教育水利水电工程专业的系列教材之一。

本教材除绪论外,另分为八章,系统介绍了水利水电工程施工组织与施工技术方面的主要内容。有关施工机械的应用,在许多章节中也颇多涉及。

针对开放教育的特点,以及多媒体一体化方案对文字教材的编写要求,各章均设有学习指导、旁白、小结、习题等助学内容。书中大部分章节还配有录像教材,有利于自学。

本教材由武汉大学水利水电学院(原武汉水利电力大学)周克己教授任主编,华北水利水电学院鲁志勇副教授任副主编。其他参编人员有刘增进(华北水利水电学院副教授)、沙光明(郑州大学教授)、杜克己(河南省水利厅勘测设计院高级工程师)。绪论与第 1 章由周克己编写;第 2 章第 1~3 节、第 3 章第 1~5 节由杜克己编写;第 2 章第 4~5 节、第 7 章与第 8 章由鲁志勇编写;第 2 章第 6~7 节、第 3 章第 6 节与第 5 章由刘增进编写;第 4 章与第 6 章由沙光明编写。

本教材由武汉大学水利水电学院(原武汉水利电力大学)杨康宁教授任主审。其他审定专家有教授级高工牛广尧(黄河水利委员会设计院)、教授级高工兰福扬(黄河水利委员会河南河务局)和吴铭磊教授(中央广播电视大学)。审定专家对本教材进行了认真的审阅,并给予热情的指导与帮助。中央广播电视大学郭鸿老师参加了本书的教学设计。本书有些材料引自有关院校、生产、科研、管理单位编写的教材、专著或文章,编者在此一并致谢。

本书适合从事水利工程施工专业的工程技术人员和相关专业的师生作为参考用书。

由于编者水平所限,书中难免有错误和疏漏,热切希望读者和有关专家批评指正。

编 者

2001.1

目 录

绪 论	(1)
第1章 施工导流	(4)
1.1 施工导流规划	(5)
1.2 围堰工程	(26)
1.3 河道截流	(39)
1.4 基坑排水	(44)
第2章 土石方工程施工	(53)
2.1 土的工程性质和分级	(54)
2.2 土方开挖和运输	(57)
2.3 土料压实	(73)
2.4 土石坝施工	(79)
2.5 面板堆石坝施工	(99)
2.6 浆砌石坝施工	(108)
2.7 供水工程施工	(118)
第3章 爆破施工	(133)
3.1 爆破的基本概念	(134)
3.2 炸药及炸药量计算	(137)
3.3 起爆器材及起爆方法	(142)
3.4 爆破基本方法	(149)
3.5 控制爆破与爆破安全控制	(166)
3.6 水工隧洞施工	(182)
第4章 钢筋混凝土工程	(207)
4.1 钢筋工程	(208)

4.2	模板工程	(213)
4.3	混凝土工程	(219)
4.4	混凝土坝施工	(245)
4.5	碾压混凝土坝施工	(252)
第 5 章 吊装施工		(261)
5.1	吊装机械设备	(261)
5.2	构件吊装工艺	(278)
5.3	吊装施工安全技术	(282)
5.4	装配式渡槽施工	(282)
第 6 章 地基工程		(296)
6.1	概 述	(296)
6.2	地基开挖	(298)
6.3	岩基灌浆	(302)
6.4	岩基锚固	(309)
6.5	砂砾地基工程	(313)
6.6	桩基工程	(320)
第 7 章 施工总组织		(327)
7.1	施工组织设计概述	(328)
7.2	施工进度计划编制	(331)
7.3	施工总布置	(345)
7.4	临时设施	(352)
第 8 章 施工管理		(365)
8.1	施工管理概述	(366)
8.2	施工计划管理	(372)
8.3	施工定额管理	(374)
8.4	施工质量管理	(377)
8.5	施工安全管理	(383)
参考文献		(389)

绪 论

《水利工程施工》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水电建设先进经验的基础上,从施工机械、施工技术、施工组织与管理等方面,研究多快好省地进行水利水电建设基本规律的一门学科。

水利工程施工,与一般土木建筑工程相比,施工条件要困难得多。认识这些特点,对于学好本课程具有重要意义。

水利工程施工常在河流上进行。受水文、气象、地形、地质等因素影响很大。在河流上施工,必须进行施工导流,以保证工程施工的顺利进行。在冬季、夏季或冰冻、降雪、雨天施工时,必须采取相应的措施,避免不利因素影响,保证施工质量和施工进度。

河流上修建的挡水建筑物,施工质量不仅影响建筑物的寿命和效益,而且关系着下游千百万人民生命财产的安全。工程一旦失事,会带来不可弥补的损失。因此,水利工程施工必须保证施工质量。

水利水电工程多处在偏远山区,人烟稀少,交通运输不便。施工准备工作量大,准备期长。不仅要修建场内外交通道路和施工工厂设施,而且要修建办公和生活用房。因此,必须十分重视施工准备工作的组织,使之既满足施工要求又减少工程投资。

在河流上修建水利工程,常涉及到国民经济各部门的利益,如防洪、发电、航运、灌溉、过渔、过木、工业与城市用水等。必须全面规划,统筹兼顾,因而增加了施工的困难和复杂性。

水利水电枢纽工程由许多单项工程所组成,布置比较集中,工程量大、工种多,施工强度高,再加上地形条件方面的限制,容易发生施工干扰。因此,需要统筹规划,重视现场施工的组织和管理,运用系统工程学的原理,因时因地选择最优的施工方

案。水利工程施工过程中的爆破作业、地下作业、水上水下作业和高空作业等,常常平行交叉进行,对施工安全非常不利。因此,必须十分注意安全施工,采取有效措施,防止事故发生。

我国是世界文明古国,兴修水利有悠久的历史。公元前 250 年以前修建的四川都江堰水利工程,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。此外,在截流堵口工程中所使用的杗搓围堰、草土围堰、埽捆、柳石枕等,至今还为一些工程所沿用。

新中国诞生以后,水利水电建设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,修建了一大批大型水利枢纽和水电站,如大伙房、密云、新安江、柘溪、丹江口、刘家峡、龚嘴、葛洲坝、大化、岩滩、漫湾、隔河岩、龙羊峡、天生桥等工程,建成了一些大型灌区和机电排灌工程,中小型水利水电工程也得到了蓬勃发展。当前,正在修建或即将修建的还有

一大批大型和超大型工程。如三峡、二滩、小浪底、小湾、龙滩、水布垭等。

随着水利水电建设的发展,施工机械的装备能力迅速增长,已经具有高强度快速施工的能力;施工技术水平不断提高,进行了长江、黄河等大江大河的截流,采用了光面爆破、预裂爆破、岩塞爆破、振冲加固、化学灌浆、防渗墙、预应力锚索、钢模、滑模、人工制砂、混凝土预冷、碾压混凝土施工和钢筋混凝土面板堆石坝施工等新技术新工艺;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。水利工程施工学科也取得了很大发展。

在取得巨大成就的同时,我国的水利水电建设也付出过沉重的代价。由于违反基本建设程序,不遵循施工的科学规律,不按照经济规律办事,水利水电建设事业遭受过相当大的损失。

从系统工程的观点看,任何一项水利水电工程的施工,可以看作是一个大系统,包括若干子系统。在这个系统中,主体工程的施工和附属、配套工程的施工,建筑工程和安装工程,前方现场施工和后方辅助生产、后勤供应,勘测设计科学研究和施工的配合,以及各工种的协调问题等等,构成了一个有机整体,围绕着统一的目标进行活动。按系统工程原理合理组织工程施工,就是要使上述各项活动在总体上最优化,使这些活动在时间上互相协调,在空间上互不干扰,密切配合。要做好人力物力的综合平衡,实现均衡、连续、有节奏地施工。

为了加快水利水电建设步伐,必须认真总结过去的经验和教训,学习并引进国外先进技术、科学管理方法,走出一条适合我国国情的水利水电工程施工科学技术发展的道路。

水利工程施工这门学科的主要特征是有较强的实践性和综合性。前者要求通过施工实践,检验规划设计的方案,这就要求理论结合实际,因时因地分析问题和解决问题;后者要求在施工过程中,综合运用与水利水电建设有关的科学技术、组织管理方面的经验和知识,使问题得到完满的解决。以往的建设施工经验是在一定历史条件下产生的,学习时切忌生搬硬套。

本课程是一门理论与实践紧密结合的专业课。根据这一特点,本教材着重阐述水利水电枢纽各类单项工程及其有代表性的水工建筑物的施工程序、施工方案、施工方法和施工组织管理等方面的基本原理。

本教材以阐述施工技术、施工组织管理的基本原理和基本方法为主,对于施工机械,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。

本教材中,施工导流、施工总组织和施工管理三章属于施工组织管理范畴。其中,施工导流和施工总组织两章是以整个枢纽工程为对象,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;施工管理主要着眼于施工企业的经营、管理活动,阐述现代管理的原理和方法。由于施工导流贯穿工程施工的全过程,它是水利水电枢纽工程与一般建筑工程施工的主要区别所在,故放在第一章。除了上述三章外,其余五章属于施工技术范畴。这部分既可以单项工程施工为主线,也可以建筑物施工为主线讲述。本教材以各类单项工程施工为主线,穿插典型建筑物施工加以阐述。它们依次是土方工程(包括土石坝、面板堆石坝、浆砌石坝、供水工程施工),爆破工程(包括水工隧洞施工),钢筋混凝土工程(包括混凝土坝和碾压混凝土坝),吊装工程(包括渡槽施工)和地基工程。穿插这些建筑物施工的介绍,可以举一反三,借以说明各类单项工程施工的特点、原理和方法。

根据本课程的内容和特点,学习时应着眼于掌握基本概念、基本原理、基本方法,结合生产实践,通过多媒体教学、课程作业、课程设计等教学环节来运用所学的知识,这样才能有效地掌握本课程的内容。

自 测 题

1. 与一般土木建筑工程施工相比,水利工程施工有哪些主要特点?
2. 本课程涉及的施工机械、施工技术、施工组织与管理三方面有何区别与联系?

第 1 章 施工导流

学习指导

教学要求:

1. 认清施工导流在水利工程施工中的特殊地位与作用;
2. 掌握施工导流设计的主要任务和内容;
3. 深刻理解导流、截流、围堰与基坑排水四个部分之间的密切联系。

学习重点:

1. 施工导流方式, 导流标准, 导流工程布置;
2. 土石围堰和混凝土围堰的适用条件, 结构及布置;
3. 立堵截流方法, 截流设计的主要问题;
4. 初期排水与经常性排水, 明式排水。

水利工程的主体建筑物, 一般都是在河流中兴建的。在建筑物的施工过程中, 必须为原来河道中的水流安排好出路, 妥善解决施工与水流宣泄之间的矛盾, 并尽可能解决施工与国民经济各部门水资源综合利用之间的矛盾, 如航运、灌溉、渔业、下游工业与民用供水、河道上已建梯级电站的发电等。换句话说, 也就是要解决好施工过程中的水流控制问题。这是水利水电建筑工程施工与一般建筑工程施工的主要差别。

施工过程中的水流控制, 概括地说就是要采取“导、截、拦、蓄、泄”等施工措施, 将河水流量全部或部分地导向下游, 或者拦蓄起来, 以保证枢纽主体建筑物能在干地上施工。引导水流是水流控制的核心。所以, 施工过程中的水流控制, 通常称为施工导流。

施工导流贯穿工程施工的全过程。它不仅影响施工总组织, 而且也在很大程度上影响到枢纽布置与永久建筑物型式的选择, 成为水利水电枢纽总体设计的重要组成部分。国内外工程实践中, 十分重视施工导流规划的作用。正确合理的施工导流规划, 可以降低工程造价, 加快施工进度。否则, 会使工程施工遇

水利工程施工与一般建筑工程相比, 有许多共性问题。施工导流则是极具个性的问题, 而且是一项艰巨复杂的任务。

前苏联、美国和我国称此任务为施工导流。1973 年, 第 11 届国际大坝会议上, 有一个讨论专题名为施工

到意外困难,甚至引起工程失事。

施工导流设计的主要任务是:在周密地分析研究水文、气象、地形、地质、水文地质、枢纽布置及施工条件等基本资料前提下,划分导流时段,选定导流标准,确定导流设计流量;选择导流方案及导流挡水、泄水建筑物的型式,确定导流建筑物的布置、构造与尺寸;拟定导流挡水建筑物的修建、拆除与泄水建筑物的堵塞方法。制定河道截流、拦洪渡汛与基坑排水措施等。通常又将上述各项任务划分为导流、截流、围堰与基坑排水四个部分。

1.1 施工导流规划

1.1.1 施工导流方式

1.1.1.1 分类及适用条件

施工导流方式,也称施工导流方法,大体上可分为两种基本方式,即全段围堰法和分段围堰法。

1. 全段围堰法导流

这种导流方式又称为一次拦断法或河床外导流。其基本特点是主河道被全段围堰一次拦断,水流被导向旁侧的泄水建筑物。视泄水建筑物的不同,一次拦断法又可进一步区分为隧洞导流、明渠导流、涵管导流、渡槽导流等。由于这些泄水建筑物一般不占据主河道位置,而且多半位于河床旁侧或河床外,所以也有人称其为河床外导流。

(1) 隧洞导流

山区河流,河谷狭窄、两岸地形陡峻、山岩坚实,可采用隧洞导流。

由于每条隧洞的泄水能力有限,加之隧洞造价比较昂贵,所以隧洞导流常用于流量不太大的情况。按照当前水平,每条隧洞可宣泄流量一般不超过 $2\,000\sim 2\,500\text{ m}^3/\text{s}$ 。大多数工程仅采用 $1\sim 2$ 条导流洞。

为了节约导流费用,导流洞通常均与永久隧洞相结合。在山区河流上兴建的土石坝枢纽,常布置永久性泄水隧洞或放空隧洞。因此,土石坝枢纽采用隧洞导流更为普遍。在山区河流上修建混凝土坝,特别是拱坝枢纽时,也常采用隧洞导流。如图1-1所示。

过程中的水流控制。此后,有人开始使用这一术语。但是,使用者很少,人们习惯上仍称此任务为施工导流。

对施工导流方式的分类、命名存在一些不同意见。本教材以多数人习惯看法为准,并尽量介绍其它意见。

采用的导流方式分类体系包括两个层次。先按围堰拦断主河床的方式划分,再按泄水建筑物类型划分。

隧洞也可用于分期导流,但绝大多数情况是与全段围堰法配合。

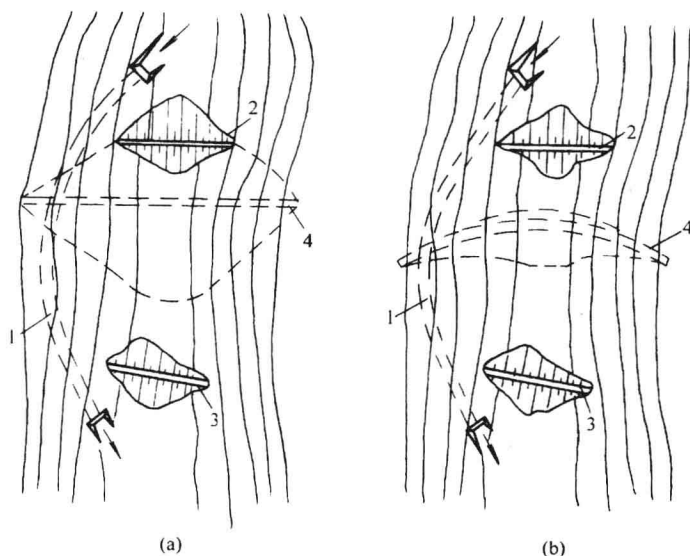


图 1-1 隧洞导流示意图

(a) 土石坝枢纽; (b) 混凝土坝枢纽

1—导流隧洞; 2—上游围堰; 3—下游围堰; 4—主坝

(2) 明渠导流

明渠导流一般适用于岸坡平缓或有宽阔滩地的平原河道。在山区河道上, 如果河槽形状明显不对称, 也有可能滩地上开挖明渠。此时, 通常需要在明渠一侧修建导水墙, 导流特点已接近于分期导流方式, 如图 1-2 所示。

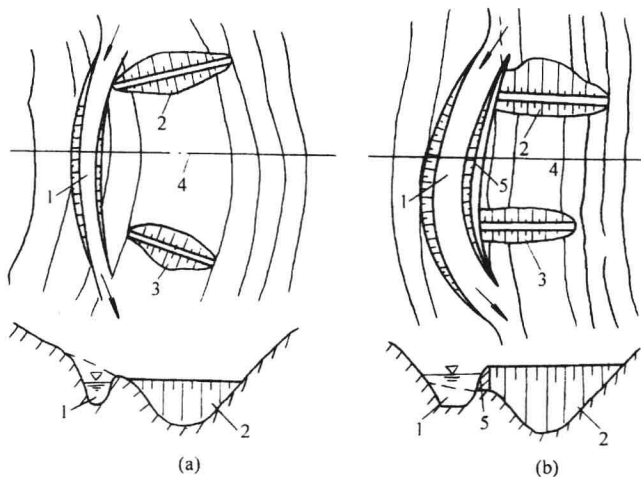


图 1-2 明渠导流示意图

(a) 在岸坡上开挖的明渠; (b) 在滩地上开挖并设有导墙的明渠

1—导流明渠; 2—上游围堰; 3—下游围堰; 4—坝轴线; 5—明渠外导墙

明渠导流与分期导流最容易混淆, 不同文献中命名也较混乱, 应注意分清。

明渠导流主要特点:

1. 明渠不占主河道, 或基本不占主河道;

2. 明渠有大量土方开挖, 过水断面是开挖断面;

3. 明渠外侧无导墙, 或者只有很低矮的外导墙。

(3) 涵管导流

涵管是埋设在坝下的钢筋混凝土结构或砖石结构。由于涵管过多对坝身结构不利,且使大坝施工受到干扰,因此坝下埋管不宜过多,单管尺寸也不宜过大。涵管导流多用于中、小型土石坝工程。除少数工程外,导流流量一般不超过 $1\,000\text{ m}^3/\text{s}$ 。

涵管应在干地上施工。通常,涵管布置在河滩上,滩地高程在枯水位以上,如图 1-3 所示。

(4) 渡槽导流

渡槽一般只用于小型工程的枯水期导流。导流流量通常不超过 $20\sim 30\text{ m}^3/\text{s}$,个别工程也有达 $100\text{ m}^3/\text{s}$ 的。湖南金江水库采用了木渡槽导流,槽宽 7.0 m ,槽高 4.4 m ,设计流量达 $146\text{ m}^3/\text{s}$ 。

2. 分段围堰法导流

分段围堰法导流,也称分期围堰法或河床内导流。但是,习惯上则多称其为分期导流。图 1-4 就是一种常见的分期导流布置示意图。该图显示了分期导流的基本程序。

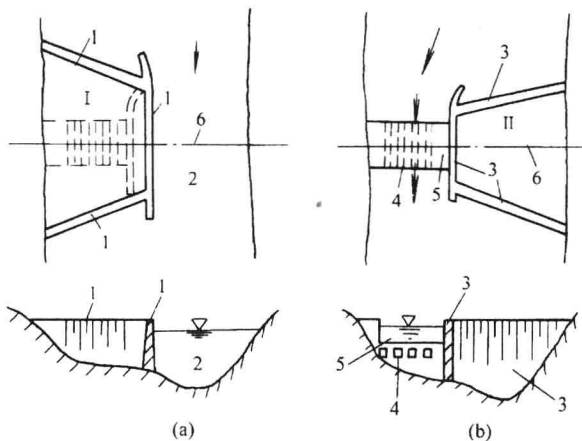


图 1-4 分期导流布置示意图

(a) 一期导流(束窄河床导流); (b) 二期导流(底孔与缺口导流)

1—一期围堰; 2—束窄河床; 3—二期围堰; 4—底孔; 5—坝体缺口; 6—坝轴线

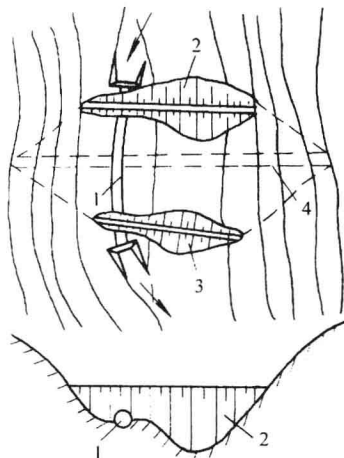


图 1-3 涵管导流示意图

1—导流涵管; 2—上游围堰;
3—下游围堰; 4—土石坝

江西柘林、湖北白莲河、河北岳城、北京密云、四川狮子滩等工程均采用过涵管导流。

渡槽导流的工程实例很少。

注意分期与分段的区别和联系。

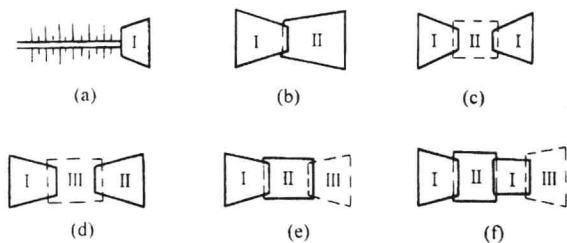


图 1-5 导流分期与围堰分段示意图

(a) 两期一段围堰; (b) 两期两段围堰; (c) 两期三段围堰;
(d) 三期三段围堰之一; (e) 三期三段围堰之二; (f) 三期四段围堰

所谓分段,就是将河床围成若干个干地基坑,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,分期是就时间而言的。导流分期数和围堰分段数并不一定相同(图 1-5)。段数分得越多,施工越复杂;期数分得越多,工期拖延越长。因此,工程实践中,两段两期导流采用得最多。

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,宜采用分期导流。这种导流方式较易满足通航、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束窄河床导流和通过已完建或未完建的永久建筑物导流。

(1) 束窄河床导流

束窄河床导流通常用于分期导流的前期阶段,特别是一期导流。其泄水道是被围堰束窄后的河床。当河床覆盖层是深厚的细土粒层时,则束窄河床不可避免地会产生一定的冲刷。对于非通航河道,只要这种冲刷不危及围堰和河岸的安全,一般都是许可的。

(2) 通过已完建或未完建的永久建筑物导流

这种泄水道多用于分期导流的后期阶段。

①通过已完建的永久建筑物导流。修建低水头闸坝枢纽时,一期基坑中通常均布置有永久性泄水建筑物,可供二期导流泄水之用。

葛洲坝工程一期基坑中布置有泄水闸和冲沙闸,二期导流时,泄水闸供正常导流泄水之用。遇到特大洪水时,冲沙闸也参与二期导流。

②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。采用一次拦断法修建混凝土坝枢纽时,其后期导流也常利用底孔。

③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,如图 1-4(b)所示。坝体的非

图 1-5
(a)的情况较少见。前苏联早期在平原河道上修建土石坝枢纽时,将混凝土建筑物布置在滩地上,一期施工需修筑围堰,二期施工无需围堰,河床内的土坝直接用水力冲填法修建。

底孔导流可单独应用。工程实例很多。

低缺口与底孔配合,是初期导流

缺口部分,在洪水期尚可继续施工。通常,缺口均与底孔或其它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。

④梳齿孔导流。这种方法因其泄水道断面形状类似于梳齿而得名,如图1-6所示。与底孔或缺口导流相比,其主要区别在于完建阶段的施工方法不同。因为梳齿孔是主要泄水道,在完建阶段,只能使梳齿孔按一定顺序轮流过水,并轮流在闸门掩护下浇筑孔口间的混凝土。梳齿导流法可用于低水头闸坝枢纽。

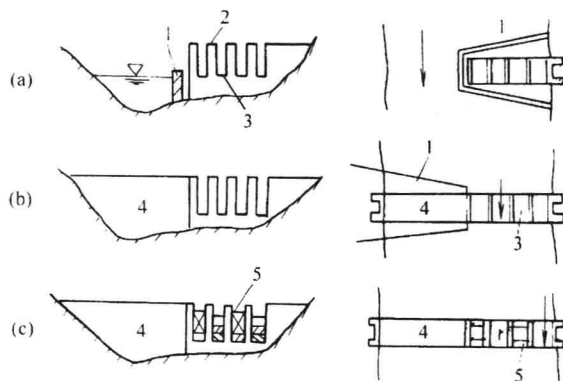


图1-6 梳齿孔导流示意图

(a)修建阶段第一期;(b)修建阶段第二期;(c)完建阶段

1—围堰;2—闸墩;3—梳齿孔;4—坝体;5—闸门

⑤厂房导流。厂房导流适用于平原河道上的低水头河床式径流电站,例如我国的七里泷、西津电站。个别高、中水头坝后式厂房和隧洞引水式电站厂房,也有通过厂房导流的,例如尼日利亚的凯基电站和埃及的阿斯旺电站。

分期导流法中还有一种特殊情况,习惯上称其为滩地法施工。这种导流方法与枢纽布置有密切关系。国外早期的水利工程建设中,有些平原河流的通航要求很高,施工期通航不允许受阻,但河床又极易受到冲刷。因此,工程施工过程中,河床基本上不允许受到束窄,或者只允许受到轻微束窄。在具有宽阔滩地的平原河流上,枢纽布置设计时就将在泄水建筑物布置在滩地上。枯水期河道水位比滩地低,一期施工先围滩地,一般无需修建围堰,或者只需修建很低的围堰。滩地法施工的一期导流泄水道是未被束窄的河床(枯水期),或略加束窄的河床(洪水期)。二期施工时的泄水道是滩地上已完建或未完建的混凝土建筑物。因此,滩地法可视为分期导流的特例。

在山区河道上修建混凝土坝或堆石坝时,无论是一次拦断,或者是分期导流,只要基坑内正在施工的坝体允许过水,则可利用过水围堰淹没基坑宣泄部分流量。淹没基坑导流只能作为一种辅助导流方式,其作用类似于缺口导流,不可能当作独立的导流方式使用。

由于实际工程很少采用某种单一的导流方式,一般都是采用几种导流方法的组合,所以,对于导流方式的命名与分类,还存在一些不同的看法。在国内外导流工程实践中,明渠导流与分期导流往往较难区分。底孔也可用于一次拦断法的后期导流,但是,在分期导流中采用底孔的情况更加普遍,而且更具代表性。因此,多数人均将底孔导流划入分期导流方式之中。

的一种常见方式。

高缺口与隧洞相配合,在混凝土坝中、后期导流渡汛中也有应用。

梳齿法施工易受洪水威胁,泄流能力也小,大中型工程很少应用。

厂房导流的泄水道有多种形式,七里泷、西津是通过厂房机组跨间的临时泄水孔导流。

最常见的有一次拦断淹没基坑隧洞导流;用于分段围堰法二期导流的淹没基坑、底孔与缺口联合导流。

1.1.1.2 导流方式的选择

1. 影响导流方式选择的主要因素

(1) 水文条件

河流的水文特性,在很大程度上影响着导流方式的选择。每种导流方式均有适用的流量范围。除了流量大小外,流量过程线的特征、冰情和泥沙也影响着导流方式的选择。例如,洪峰历时短而峰形尖瘦的河流,有可能采用汛期淹没基坑方式;含沙量很大的河流,一般不允许淹没基坑。束窄河床和明渠有利于排冰;隧洞、涵管和底孔不利于排冰,如用于排冰,则在流冰期应为明流,而且应有足够的净空,孔口尺寸也不能过小。

(2) 地形、地质条件

宽阔的平原河道,宜采用分期导流或明渠道流。河谷狭窄的山区河道,常用隧洞导流。每种导流方式适用的地形地质条件,前面已经谈过,不再重复。

(3) 枢纽类型及布置

分期导流适用于混凝土坝枢纽。因土坝不宜分段修建,且坝体一般不允许过水,故土坝枢纽几乎不用分期导流,而多采用一次拦断法。高水头水利枢纽的后期导流常需多种导流方式的组合,导流程序比较复杂。例如,峡谷处的混凝土坝,前期导流可用隧洞,但后期(完建期)导流往往利用布置在坝体不同高程上的泄水孔。高水头土石坝的前后期导流,一般是在两岸不同高程上布置多层导流隧洞。如果枢纽中有永久性泄水建筑物,如隧洞、涵管、底孔、引水渠、泄水闸等,应尽量加以利用。

(4) 河流综合利用要求

分期导流和明渠道流较易满足通航、过木、排冰、过鱼、供水等要求。采用分期导流方式时,为了满足通航要求,有些河流不能只分两期束窄,而要分成三期或四期,甚至有分成八期的。我国某些峡谷地区的工程,原设计为隧洞导流,但为了满足过木要求,用明渠道流取代了隧洞导流。这样一来,不仅遇到了高边坡深挖方问题,而且导流程序复杂,工期也大大延长了。由此可见,在选择导流方式时,要解决好河流综合利用要求问题,并不是一件容易的事。

2. 选择导流方式的一般原则

导流方式的选择是工程总体设计的一部分。导流方式选择得是否恰当,不仅对导流费用有重大影响,而且对于整个工程设计、施工总进度和枢纽总造价都有重大影响。因此,导流方式选择不仅应使导流费用小,而且应使总体效果最优。一般应遵循以下原则。

(1) 适应水工布置及河流水文特性和地形地质条件。

(2) 应使工程施工期短,发挥工程效益快。

山区河流的洪峰历时一般为数日,个别也有达数十日的,应注意。

黄河干支流、红水河的泥沙含量很大,个别工程淹没基坑,吃了苦头。

占了小便宜,吃了大亏。

国内外均有一些成功范例。一般来说,国外设计者的思路比较开阔,可供参考。