

全国水利类高职高专教育统编教材

主 编 董邑宁

副主编 单长河

水利工程施工技术与组织

SHUILIGONGCHENG SHIGONG JISHU YU ZUZH



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

全国水利类高职高专教育统编教材

工程测量

土力学与地基基础

水力学

水工钢筋混凝土结构

水利工程施工技术与组织

现代工程制图

水利水电工程造价

水利工程概论

水环境保护

遥感技术与应用

水资源与水文分析计算

水文地质学

ISBN 7-5084-2991-5



9 787508 429915 >

ISBN 7-5084-2991-5

定价：25.00元



全国水利类高职高专教育统编教材

水利工程施工技术与组织

主 编 董邑宁

副主编 单长河



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

图书在版编目 (CIP) 数据

水利工程施工技术与组织 / 董邑宁主编. —北京: 中国水利水电出版社, 2005

全国水利类高职高专教育统编教材

ISBN 7-5084-2991-5

I. 水... II. 董... III. ①水利工程—工程施工—施工技术—高等学校: 技术学校—教材②水利工程—工程施工—施工组织—高等学校: 技术学校—教材

IV. TV5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 094392 号

书 名	全国水利类高职高专教育统编教材 水利工程施工技术与组织
作 者	主编 董邑宁 副主编 单长河
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 电话: (010) 63202266(总机)、68331835(营销中心)
经 售	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 19 印张 451 千字
版 次	2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月第 1 次印刷
印 数	0001—3500 册
定 价	25.00 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

内 容 提 要

本教材是全国水利类高职高专教育统编教材，本教材是根据国家教育部高等学校水利学科教学指导委员会关于高职高专教材的编写要求，结合高职高专教育的特点编写而成。全书主要介绍施工导流、土方工程、爆破工程、混凝土结构工程、吊装工程、灌浆工程、水工建筑物施工、施工组织与管理等内容。

本教材可作为高职高专水利水电建筑工程、水利工程、水利工程施工技术、水利工程监理、水利水电工程管理专业的教材及相关专业的教学参考书，也可供从事水利水电工程建设的技术人员、管理人员参考。

全国水利类高职高专教育统编教材 编辑委员会

主任委员 王志锋

副主任委员 陈自强 王国仪

委 员 (按姓氏笔画排序)

王 锋 王庆河 刘宪亮 匡会健

孙敬华 孙晶辉 张俊峰 张朝晖

张耀先 陈良堤 欧阳菊根

茜平一 黄世钧

出版说明

为了加强高职高专教育的教材建设工作,2000年教育部高等教育司颁发了《关于加强高职高专教育教材建设的若干意见》(教高司[2000]19号),提出了“力争经过5年的努力,编写、出版500本左右高职高专教育规划教材”的目标,并将高职高专教育规划教材的建设工作分为两步实施:先用2至3年的时间,在继承原有教材建设成果的基础上,充分汲取近年来高职高专院校在探索培养高等技术应用性专门人才和教材建设方面取得的成功经验,解决好高职高专教育教材的有无问题;然后,再用2至3年的时间,在实施《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》立项研究的基础上,推出一批特色鲜明的高质量的高职高专教育教材。根据这一精神,我们在组织各参研院校申报的基础上,经过认真遴选,确定了《水工建筑物》等20种教材作为第一批重点建设(其中8种被列为普通高等教育“十五”国家级规划教材)项目,进而在各参研院校和有关单位推荐人员中,遴选了富有高职高专教学经验的教师组成了写作班子,并对主要编审人员进行了集中培训,统一了高职高专教材编写的指导思想,进一步增强了特色和质量意识。在总结各校专业教学改革、课程和教材改革经验的基础上,着手编写教材。

这批教材的出版,集中反映了近年来水利类院校在专业改革、课程教学和教材建设等方面团结合作、互相配合、共同研究的最新成果。为了适应水利类专业新的形势需要,这批教材中相当部分是首次出版,填补了水利类高职高专教材建设中的空白。虽然有部分教材已经出版过多次,是在前人的基础上重新修订的,这次出版仍注入了大量的新内容、新成果。总之,这批教材的出版,将成为水利类高职高专院校教材建设的里程碑。

这批教材的出版,得到了各参研院校在人力、财力、物力上的大力支持,在此我们表示衷心的感谢。同时,对中国水利水电出版社的领导和编辑们精心组织,认真编排,从形式到内容上严格把关,我们也表示诚挚的谢意。

教育部高等学校水利学科教学指导委员会高职高专教学组
教育部《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》第Ⅱ22—1号项目:“高职高专教育水利类专业人才培养规格和课程体系改革、建设的研究与实践”项目组

2003年11月

前 言

本教材是根据国家教育部高等学校水利学科教学指导委员会高职高专教学组关于突出高职高专教材特色的精神而编写的。内容力求突出实用性、针对性和通用性，以适应水利水电建设管理体制改革的现代水利施工的要求。

本教材第一部分主要介绍施工导流、土方工程、爆破工程、混凝土结构工程、吊装工程、灌浆工程，并有针对性地介绍了几种水工建筑物的施工方法和技术要求；第二部分从工程施工与管理的角度主要介绍施工组织与计划、施工组织管理等内容。结合工程实际与应用，着重阐述水利工程施工的基本原理和基本方法，力求反映和介绍现代水利施工的新技术、新工艺和新方法。

各章节分工为：绪论、第六章、第八章第一节、第九章由董邑宁编写；第三章、第八章（第二、三、四、五、六节）由王美生编写；第一章、第二章、第四章由单长河编写；第五章由黄亚梅、董邑宁编写；第七章由黄亚梅编写。

编写过程中，参考借鉴了有关教材内容和科技文献，刘松林教授仔细审阅并对原稿提出了极为宝贵的意见，对此进行了修改、补充和完善。编者在此表示衷心感谢。

本教材由董邑宁任主编，单长河任副主编，刘松林教授主审。

由于编者水平有限，书中难免存在不足和疏漏之处，恳请读者批评指正。

编 者

2005年8月

目 录

出版说明

前言

绪论	1
第一章 导流工程	4
第一节 施工导流	4
第二节 截流工程	18
第三节 基坑排水	22
思考题	28
第二章 土方工程	29
第一节 土的工程分类和性质	29
第二节 土方开挖与运输	31
第三节 土料压实	40
思考题	45
第三章 爆破工程	47
第一节 爆破基本原理	47
第二节 炸药及药量计算	49
第三节 爆破基本方法	52
第四节 钻孔与起爆	57
第五节 特种爆破技术	61
第六节 爆破安全控制	68
思考题	72
第四章 混凝土结构工程	73
第一节 钢筋工程	73
第二节 模板工程	81
第三节 混凝土工程	86
第四节 特殊混凝土施工	103
第五节 混凝土坝体施工的分缝分块	108
思考题	110

第五章 吊装工程	111
第一节 索具设备.....	111
第二节 起重机械.....	122
第三节 构件吊装工艺.....	133
思考题.....	137
第六章 灌浆工程	138
第一节 灌浆种类及灌浆材料.....	138
第二节 岩基灌浆.....	141
第三节 砂砾石地基灌浆.....	151
第四节 混凝土坝接缝灌浆.....	156
第五节 土坝劈裂灌浆.....	162
第六节 化学灌浆.....	165
思考题.....	168
第七章 水工建筑物施工	169
第一节 土石坝施工.....	169
第二节 面板堆石坝施工.....	178
第三节 混凝土水闸施工.....	182
第四节 水工隧洞施工.....	190
第五节 水电站厂房施工.....	203
第六节 渡槽施工.....	210
第七节 防渗墙施工.....	213
第八节 管道施工.....	217
第九节 桩基施工.....	224
思考题.....	232
第八章 施工组织与计划	233
第一节 基本建设程序.....	233
第二节 施工组织设计.....	238
第三节 施工组织计划技术.....	242
第四节 施工进度计划.....	254
第五节 施工总体布置.....	257
第六节 大型临时设施.....	261
思考题.....	265
第九章 施工管理	266
第一节 概述.....	266
第二节 施工计划管理.....	268

第三节	质量管理	271
第四节	成本管理	276
第五节	信息管理	279
第六节	施工安全管理	283
	思考题	288
	参考文献	289

绪 论

水利工程建设程序一般可分为规划、可行性研究、设计、施工和工程后评估等阶段。在实际工程中，施工以规划和设计成果为主要依据，精心组织和科学管理，将设计方案转变为工程实体。根据工程质量控制、进度控制及投资控制的要求，施工阶段要力求做到安全、快速和经济。

现代水利工程的迅速发展，对水利工程施工提出了较高的要求。施工中要求领会规划设计的意图，根据当地经济、社会状况和施工条件，采用新技术、新工艺和新方法，综合运用工程建设和组织管理等方面的知识，确保施工质量和进度，使工程提前或如期完成，尽早发挥投资效益。

一、水利工程施工发展概况及展望

20世纪以来，水利工程施工技术发展很快。二次世界大战后，特别由于大型施工机械的进步，土力学的发展及地下工程施工技术的发展，土石坝碾压技术迅速提高。之后大型振动碾的发展又促进了碾压混凝土坝、钢筋混凝土面板堆石坝的发展，许多国家，如美、法、意等国水力资源开发达70%以上，有些国家水电比重占电力的一半以上，水利水电建设获得了实质性的进展。

新中国成立后几十年来，我国有计划有步骤地开展江河的综合治理，已建成水库8万多座，其中已建成大、中型水利水电工程1100多座。在20世纪50~60年代，修建了一批坝高100m左右的混凝土坝，如三门峡、丹江口、新丰江、刘家峡等工程；70~80年代，建设高100m以上的混凝土坝有龙羊峡、乌江渡、安康、凤滩、黄龙滩、潘家口等工程，规模最大的是葛洲坝工程；90年代建成或在建的高100m以上的混凝土坝有二滩、李家峡、宝珠寺、万家寨、三峡等工程。其中三峡工程为混凝土重力坝，是当前世界上最大的水利枢纽，也是最大的水电工程，单机容量70万kW，混凝土总量近2800万m³。据初步统计，全国已建、在建大中型水电站约220座，其中100万kW以上的大型水电站就有20座。同时，中小型水利水电工程也得到蓬勃发展。先进的开挖爆破技术自20世纪70年代以来，已广泛应用于目前的大中型水利水电枢纽工程；施工机械的装备能力迅速增长，已具有实现高强度快速施工的能力，施工技术水平迅速提高，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、碾压混凝土施工等新技术、新工艺，水利水电建设事业取得了辉煌的成就。施工技术总体上已接近世界水平或部分超过世界水平。

在水利工程建设中，实践表明施工受自然条件的影响较大，涉及许多专业工种 and 环境保护问题，施工组织和管理比较复杂，施工中必须注意以下特点：

(1) 工程在江河上施工，大多数需修建导流工程，其受地形、地质、水文和气象条件

的影响较大。不同的导流方案其工期、投资不同，如全段围堰法导流和分段围堰法导流，具体如隧洞导流、明渠导流、涵管导流和底孔导流等。

(2) 工程施工所需材料、设备和生活资料的数量巨大，运输任务繁重且交通不便，场内外运输能力对工期有直接影响。为保证工期和降低工程投资，需要对场内外运输方案进行系统的分析和比较，合理解决场内外交通运输问题。

(3) 工程多数远离城市，需在工地建设专用砂石、混凝土工厂、钢筋加工厂、机械安装、仓库及堆场、供电工程等，施工工厂和临时设施较多且规模大。

(4) 工程涉及专业工种多，施工技术较为复杂，需精心做好施工组织设计，如截流、控制爆破、边坡开挖支护等。另外，一些大型机电、闸门安装也涉及复杂的技术和设备。从设计和施工的角度看，涉及的专业比一般建筑、市政、公路等工程要广。合理的施工进度、工期和相应的资源配置，是连续、均衡、高效组织施工和保证施工质量的重要前提。

(5) 高度重视工程质量，并采取切实有效措施。水利工程一旦失事将对当地乃至国家产生难以估量的损失或带来毁灭性的灾难。在施工组织和管理中，必须结合施工规范，层层把关，严格控制和确保施工质量。

(6) 新技术的发展和革新对工程建设影响较大。如大型机械、温控预冷和制冷技术的发展，可加快工程建设速度，缩短工期和降低造价。

(7) 工程建设必然会对流域生态环境产生影响。如减轻水旱灾害，改善水质和局部气候，使生态系统向有利方向发展，但也可能带来不利影响，如施工管理不善等。因此，施工期要注意景观保护，减少森林的砍伐与植被的破坏，特别注意废渣的堆放，保护水质、减少扬尘及噪音污染等。

与此同时，几十年工程实践也表明，若违反基本建设程序，不按经济规律办事，将会造成巨大损失。目前，我国高效多功能的施工机械系列化、自动化程度还不高，新技术、新工艺的研究和推广还有待加强。进入 21 世纪，我国将建设一些跨流域调水工程，南水北调中、东、西线将相继建设，继续扩大并建巢湖引江北调、澜沧江、怒江调水工程。我国水能资源理论蕴藏量达 6.94 亿 kW，其中技术可开发装机容量 5.42 亿 kW，经济可开发装机容量 4.02 亿 kW，目前约开发 20%。中、东部条件较好的水电项目和西部的长江、黄河上游一些水电项目也将开发。同时，也将加快中小型水利工程的建设和管理。随着社会经济的发展和综合国力的提高，江河及城市防洪标准要进一步提高，建设许多防洪或综合利用水库，堤防建设要现代化、高标准，并通过工程招投标，不断提高施工技术水平和管理水平。综上所述，水利工程施工学科的发展，为水利水电建设事业展现出一片广阔的前景。

二、水利工程施工任务和要求

随着改革开放的深入和工程建设监理制度的实施，现代水利水电工程建设已走上健康轨道，按市场原则经营，施工质量问题与经济利益密切相关，社会各方面对工程的质量也越来越重视，水利工程施工阶段的重要性和地位日益表现出来。在建设项目管理中，形成了以项目法人责任制、招标投标制、建设监理制为核心的建设管理体系。其目的在于促进参与工程建设的项目法人、承包商、监理单位三元主体，应用项目管理科学的、系统的方法，确保工程质量，减轻风险和提高投资效益。据此，水利工程施工的主要任务可概

括为：

(1) 科学地编制施工组织设计。根据工程特点和施工条件，充分利用有限的资源如设备、材料和人力等，合理进行资源优化配置，使工程质量控制、进度控制和投资控制相统一。

(2) 精心组织施工和加强施工管理，确保工程质量。工程的质量管理是核心，管理工作要紧紧围绕此中心。同时，必须做好施工前的各项准备工作。

(3) 有效开展观测、试验研究工作。根据工程的特点和管理要求，要卓有成效地开展观测、试验研究工作，为工程设计、科学施工和管理积累经验，不断提高施工技术水平和管理水平。

今后，我国水利工程建设的步伐将进一步加快，自然条件越来越复杂，许多复杂的技术难题有待解决。从水利工程施工的需要和特点出发，要进一步分析和研究有关安全、快速和经济施工的技术和方法。在施工组织与管理方面，从系统的观点出发，按照施工的科学规律和基本建设程序，建立健全各种规章制度，明确各岗位职责，确保各质量保证系统的正常运作，使工程施工的各个工序和环节有计划有步骤地进行。

三、课程性质和主要内容

根据专业培养目标和要求，《水利工程施工技术与组织》课程强调实践性和综合性，是专业教育中重要的教学环节之一。涉及建筑材料、土力学、水力学、水工钢筋混凝土结构及其他相关专业课，内容广泛，知识性强。通过施工课程的学习，理论和实践相结合，进一步加深对专业知识的理解和掌握。

根据工程的应用和要求，教材的主要内容分为两部分：第一部分主要介绍施工导流、土方工程、爆破工程、混凝土结构工程、吊装工程、灌浆工程，并有针对性的介绍了几种水工建筑物的施工方法和技术要求；第二部分从工程施工与管理的角度主要介绍施工组织与计划、施工组织管理等内容。以上两部分结合施工技术规范，阐明施工的基本原理、基本方法和施工组织与管理的基本原则、方法及手段，培养分析问题、解决问题的能力 and 实际动手的能力。

学习过程中要理解和掌握各章节的内容和基本要求，及时了解并注意国内外水利工程施工新技术的发展，为今后从事水利工程施工和管理工作奠定良好的基础。

第一章 导流工程

水利工程在河道内施工，多需要修建导流工程。施工过程中往往涉及到河流通航、发电、渔业、灌溉等诸多方面。施工过程中的水流控制，一般可概括为“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在干地上施工。

施工导流贯穿工程施工的全过程。施工导流设计主要根据水文、地质、地形、枢纽布置和施工条件等资料，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以及河道截流、拦洪度汛、基坑排水的措施等。

第一节 施工导流

一、施工导流的基本方法

施工导流的方法有全段围堰法导流和分段围堰法导流。前者用围堰拦断整个河床，河水通过河床外的临时或永久泄水建筑物往下游宣泄；后者用围堰将河床分段分期的围护起来，水流通过被束窄的河床、坝体底孔、缺口等向下游宣泄。实际工程中，导流方法不但影响导流工程的规模和造价，且与枢纽布置、主体工程施工部署、施工工期密切相关，有时还受施工条件及施工技术水平的制约。

选择和确定导流的方法时，应考虑如下问题：

- (1) 适应河流水文特性和地形、地质条件，满足通航、过木、排冰、供水等要求。
- (2) 利用永久泄水建筑物，尽量减少导流工程量和投资。
- (3) 河道截流、坝体度汛、封堵及蓄水等环节应合理衔接，确保工程安全施工。

(一) 全段围堰法导流

全段围堰法导流又称河床外导流，即在河床主体工程的上下游各修建一条拦河围堰拦断水流，使河水经河床以外预先修建的临时或永久泄水建筑物向下游宣泄。在坡降很陡的山区河道上，若泄水建筑物出口处的水位低于基坑处河床高程时，也可不修建下游围堰。

采用全段围堰法导流时，主体工程施工受水流干扰小，工作面较大，有利高速施工，并可利用围堰作两岸交通。但由于专门修建临时泄水建筑物，增加导流工程费用。

结合工程应用，全段围堰法导流按泄水建筑物一般可分为隧洞导流、明渠道流和涵管导流等。

1. 隧洞导流

据统计，我国约 49% 的大中型水电工程采用隧洞导流，其中土石坝约占 56%，混凝土坝约占 44%。对于一般山区河流，河谷狭窄、两岸地形陡峻、山岩坚实时可采用隧洞导流。

隧洞导流是在河岸中开挖隧洞，在基坑的上下游修建围堰，河水通过隧洞下泄，如图 1-1 所示。

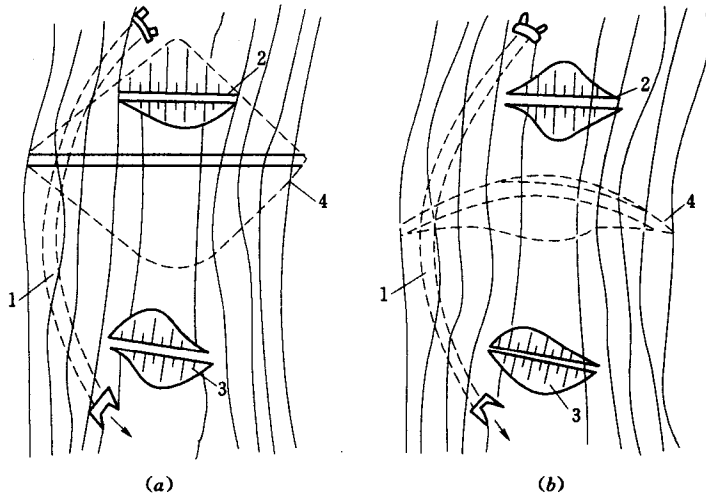


图 1-1 隧洞导流示意图

(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

导流隧洞的布置取决于地形、地质、枢纽布置以及水流条件等因素。一般应注意以下几点：

- (1) 隧洞尽可能布置成直线，有弯道时其转弯半径以大于 5 倍洞宽为宜。
- (2) 隧洞进出口应与上下游水流相衔接，与河道主流线的交角以 30° 左右为宜。
- (3) 隧洞进出口与上下游围堰之间要有适当的距离，以免对围堰造成较大的冲刷。
- (4) 避免洞线穿过断层、破碎带以及冲沟等，洞顶的岩石厚度应大于洞径或洞宽的 2~3 倍。
- (5) 水利枢纽设计有永久隧洞时，应尽量使导流隧洞与永久隧洞相结合，统一布置（图 1-2）。

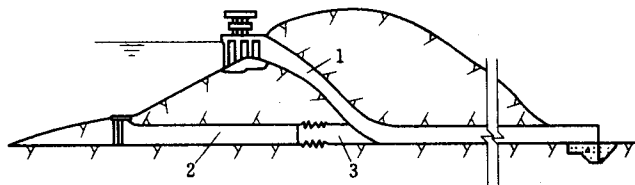


图 1-2 导流隧洞与永久隧洞结合布置（龙抬头）

1—永久隧洞；2—导流隧洞；3—混凝土封堵

特别指出，隧洞导流不但适用于施工初期，也适用于中后期。当隧洞导流适用于几个施工阶段时，应根据整个控制阶段的洪水标准进行设计。

2. 明渠导流

明渠导流是在河岸或滩地上开挖渠道，在基坑上下游修建围堰，使河水经渠道向下游宣泄。一般适用于河流流量较大、岸坡平缓或有宽阔滩地的平原河道。如图 1-3 所示。

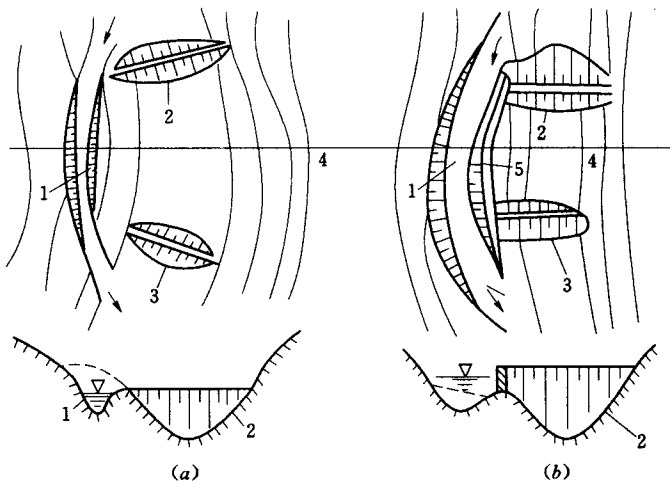


图 1-3 明渠导流示意图

(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

导流明渠要以保证水流畅通、施工方便、渠线开挖量小为原则，结合工程具体情况，合理进行布置。为确保上下游水流的顺畅衔接，一般明渠进出口与河道主流的交角以 30° 左右为宜，且其进出口与上下游围堰距离不宜小于 50m。同时，为避免水流紊乱和影响交通运输，导流明渠一般单侧布置。

此外，对于要求施工期通航的水利工程，导流明渠还应考虑通航所需的宽度、深度和长度的要求。

3. 涵管导流

涵管一般为钢筋混凝土结构。河水通过埋设在坝下的涵管向下游宣泄（图 1-4）。

涵管导流一般在修筑土坝、堆石坝工程中使用。因涵管泄水能力较低，仅适用于小流量河流导流或仅担负枯水期的导流任务。

涵管外壁和坝身防渗体之间易发生接触渗流，通常沿涵管外壁每隔一定距离设置截流环，以延长渗径和减少渗流破坏。施工时，一方面应严格控制涵管外壁防渗体的填压质量，另一方面在坝体和围堰的修筑过程中应防止重型机械对涵管的破坏。

(二) 分段围堰法导流

分段围堰法导流又称河床内导流，即用围堰将水工建筑物分段分期围护起来分别进行施工的方法。分段分期的方法有两段两期、三段两期、三段三期等，如图 1-5 所示。实践表明，段数分得愈多，施工愈复杂；期数分得愈多，工期有可能拖得愈长。实际工程中多采用两段两期导流。一般只有在较宽阔的河道上不允許断航时才采用多段多期导流法，