

《水利水电施工》

丛书

匡林生

施工导流及围堰

水利电力出版社



《水利水电施工》丛书

施工导流及围堰

匡林生

水利电力出版社

(京)新登字115号

《水利水电施工》丛书

施工导流及围堰

匡林生

*

水利电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号)

各地新华书店经售

北京四季青印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开本 6.5印张 140千字

1993年6月第一版 1993年6月北京第一次印刷

印数0001—2500册

ISBN 7-120-01816-7/TV·653

定价4.95元

水利科普丛书编审委员会名单

主任委员 史梦熊

副主任委员 董其林

委 员 (以姓氏笔划为序)

丁联臻	王万治	史梦熊	田 园
李文治	郝凤山	杨启声	张宏全
张林祥	沈埏卿	陈祖安	陈春槐
汪景琦	郑连第	郭之章	赵珂经
茹 智	陶芳轩	谈国良	徐曾衍
蒋元驹	曹述互	曹松润	董其林
颜振元			

序

水是人类生存和社会生产必不可少的物质资源。水利工作的基本任务是除水害、兴水利，开发、利用和保护水资源，为工农业生产和人们的物质、文化生活创造必要的条件。普及水利科学技术知识，让更多的人了解和掌握水利科学技术，也是两个文明建设的内容之一。为此，针对水利战线职工和社会上不同文化程度读者的需要，分层次地编写出版水利科普读物是十分必要的。

为了帮助水利科技人员的知识更新，掌握一些现代科技知识，并使水利科技成果更广泛地得到推广应用，尽快地形成生产力；为了使广大农村水利工作人员，掌握一些实用的水利基础知识，并应用于生产实际；为了总结和宣传我国水利建设的伟大成就和悠久历史，介绍水利在四化建设和人民生活等方面的重要作用，激发广大人民群众和青少年热爱祖国江河、关心水利事业，我们组织编写了七套水利科普丛书，包括：《现代科技》丛书、《水利科技成果》丛书、《水利水电施工》丛书、《小水电技术》丛书、《农村水利技术》丛书、《中国水利史》小丛书、《水与人类》丛书。这些科普丛书将由水利电力出版社陆续出版。

编写和审定这些丛书时，力求做到以思想性和科学性为前提，同时注意通俗性、适用性和趣味性。由于我们工作经验不足，书中可能存在某些不妥和错误之处，敬请广大读者给予批评指正。

中国水利学会科普工作委员会

1984年7月

前 言

施工导流是水利工程施工、特别是修建闸坝工程所特有的重要工程措施。导流方案的选定，关系到整个工程的工期、质量、造价和安全渡汛，事先要做出周密的设计。在水域上进行水利工程施工，要解决施工导流问题，一般都要修筑围堰。新中国成立以来，水利工程蓬勃发展，我国对施工导流及围堰工程的设计积累了不少实践经验。在施工方面，不仅继承和发展了传统的治水经验，而且还掌握和创造了先进的施工技术和方法。根据已建工程的实际资料，结合本人的工作经验，编成这本小册子，供从事水利工程设计、施工、科研以及院校师生们参考使用。

限于编者水平，书中缺点和错误，希读者给予指正。本书先后承吕兴祖、纪云生两同志审阅，在此谨向他们表示衷心感谢。

作 者

1992年10月

内 容 提 要

本书根据已建工程施工导流的实际资料和作者多年从事施工导流工作的经验，编写了这本小册子。实用性强是本书的突出特点。本书主要内容：概论；导流方式及其选择；导流设计标准；围堰工程（土石围堰、混凝土围堰、木笼围堰、竹笼围堰、草土围堰、钢板桩围堰等）。

目 录

序

前 言

第一章 概论	1
第一节 施工导流工程特点	1
第二节 施工导流工程与水工建筑物关系	2
第三节 导流工程与施工总进度安排的关系	6
第二章 导流方式及其选择	8
第三章 导流设计标准	22
第一节 导流设计洪水标准	22
第二节 过水围堰的挡水标准	27
第三节 坝体施工期临时渡汛、蓄水和拦洪标准	31
第四节 其它情况的设计洪水标准和水情预报	35
第五节 围堰的安全超高	37
第四章 分期导流	40
第一节 分期导流程序与河床束窄程度	40
第二节 围堰的平面布置	44
第五章 隧洞（涵洞）导流	46
第一节 导流隧洞布置	46
第二节 导流隧洞断面形式与尺寸选择	49
第三节 导流隧洞衬砌与不衬砌的比较	55
第四节 导流隧洞与永久隧洞相结合	58
第五节 导流涵洞布置	65
第六章 明渠导流	70
第一节 导流明渠布置	71

第二节	导流明渠断面尺寸与形式选择	75
第七章	底孔导流	78
第一节	导流底孔布置	78
第二节	底孔断面尺寸与型式选择	82
第三节	导流底孔水力学计算	84
第八章	围堰工程	85
第一节	围堰的任务及其分类	85
第二节	围堰型式选择	89
第三节	围堰施工方式与拆除	93
第九章	土石围堰和堆石围堰	98
第一节	土质围堰	98
第二节	土石围堰和堆石围堰	100
第十章	土石过水围堰	117
第一节	土石过水围堰型式与适用条件	122
第二节	混凝土护面的构造	124
第十一章	混凝土围堰	127
第一节	混凝土围堰型式及应用	127
第二节	重力式混凝土围堰设计	130
第三节	拱形混凝土围堰设计	133
第四节	混凝土围堰水下施工	139
第五节	碾压混凝土围堰施工	149
第十二章	木笼围堰	153
第一节	木笼围堰的使用情况	153
第二节	木笼围堰设计	154
第十三章	草土围堰	161
第一节	草土围堰适用条件	161
第二节	草土围堰设计	163
第三节	草土围堰施工	168
第十四章	竹笼围堰	172

第一节	竹笼围堰结构型式与构造	172
第二节	竹笼围堰计算	174
第三节	竹笼围堰施工	176
第十五章	钢板桩格型围堰	178
第一节	格型围堰的适应性、基本型式及特性	178
第二节	格型围堰设计	184
第三节	格型围堰施工	192

第一章 概 论

第一节 施工导流工程特点

施工导流工程是在水利枢纽工程建设过程中，对河床水流进行控制的全面部署，是水利枢纽工程施工中的关键性的施工措施。从我国业已建成的大中型水利枢纽看，导流工程的费用约占枢纽主体建筑工程投资的2%~24%。大型水利枢纽工程建设过程中的导流工程的好坏，还涉及发电、防洪、灌溉、航运、供水等其他国民经济部门的利益。水利枢纽工程建设的工期较长，少则3~5年，多达10年以上，为了加快工程建设速度，使枢纽工程尽早发挥效益，如何搞好工程建设的施工导流工程是十分重要的一环。导流工程的施工是一场与江河洪水作斗争的过程，因此，必须合理妥善地解决好施工中河水的截、挡、导、蓄、泄间的关系。总之，施工导流工程处理的好坏，关系到枢纽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，在水利枢纽工程建设过程中必须妥善地做好导流工程。

水利枢纽建筑物的施工，受当地地形、地质、洪水、降雨、气温等自然条件的直接影响，对此，各工程还具有明显的不可重复性。从上述导流工程费用所占枢纽主体建筑工程投资的百分比，就可看出，其间相差悬殊，一般来说，越大河流其所占的比重越大。施工导流工程的艰巨性与技术复

杂程度，随河流大小、洪水特性、地形地质条件、工程规模大小及水工建筑物构造型式等因素而异。工程实践表明，某些工程的施工导流艰巨、技术复杂、费用昂贵，如在四川省龚嘴水电站施工中，导流工程费用为主体工程建筑物投资的24.9%；浙江省富春江水电站为23.8%。而在广东省的流溪河水电站施工中，导流工程费用仅为主体工程建筑物投资的2.9%；甘肃省八盘峡水电站为2%。为此，在设计施工中要切实调查、收集所需的资料，充分认清该工程建设的施工导流条件的复杂性和工程施工的艰巨程度，以确切地掌握其工程特点、因地制宜、就地取材、因势利导地作出既现实又经济合理的施工导流工程。

为了简化临时性的导流工程，以降低造价，加快施工进度，通常是利用枯水季节进行大施工，在此期间往往要完成大量的土石方和混凝土工程量。由于河流有一年一度洪枯季节的周期性，所以水利枢纽工程施工具有季节性强的特点，带来了施工的不均衡性，这就需要在工程施工安排中，切实地做好施工强度及人力、物力、财力的综合平衡。

第二节 施工导流工程与 水工建筑物关系

施工导流工程与水利枢纽建筑的关系至为密切。枢纽总体布置、大坝及泄水建筑物的型式和尺寸，是导流工程设计的主要依据。导流标准，主要依据大坝及厂房等被围护的建筑物等级，按照设计规范确定。枢纽布置和建筑物型式直接影响到导流方式的选择，关系着大坝施工期渡汛、封孔蓄水等阶段的导流设施。导流底孔、围堰等建筑物的布置及型式

也因坝型而异。导流建筑物的不良水力条件，不仅影响到导流期下泄流量的减少，而且还会威胁到永久建筑物的安全，尤其是对支墩坝、平板坝、连拱坝等，由于其结构单薄，更应特别注意。如福建省古田溪第二级水电站龙亭工程，大坝为混凝土支墩坝，最大坝高44m，坝顶长208m，共有支墩23个，支墩轴线间距7.5m，施工时一期围堰先围左岸，修建19号支墩以左的坝体，并建成2个 3×5 m的导流底孔，供二期施工导流用。1960年汛期，在未完建的二期基坑部位的坝体过洪渡汛时，遭遇到在不到10min的时间内，16号~12号五个支墩的中仓混凝土浇筑块（每个支墩分上、中、下三个浇筑块）一块一块向右倾倒的事故。导流工程的设计、施工人员，务必掌握所需的设计图纸和数据，并应了解水工设计意图，掌握其特点，以力求在导流工程设计施工中，能巧妙地利用永久建筑物为临时导流所用，或是临时性导流建筑物与永久性建筑物相结合，这在我国的水利枢纽建设实践中，已创造了丰富的经验。

一、利用永久泄洪洞导流

在上犹江水电站、梅山水库、刘家峡水电站、毛家村水库等工程施工中，均成功地采用了导流隧洞与永久泄洪洞相结合。

毛家村水库的主要建筑物为粘土心墙土坝，坝高80.5m，坝顶长467.0m，土石方总量为688万 m^3 。右岸设有泄洪隧洞兼作导流之用。隧洞为城门型，高10.536m，后采用“龙抬头”的方式，将永久泄洪的隧洞进口高程改建为2215.00m，参见图1-1。

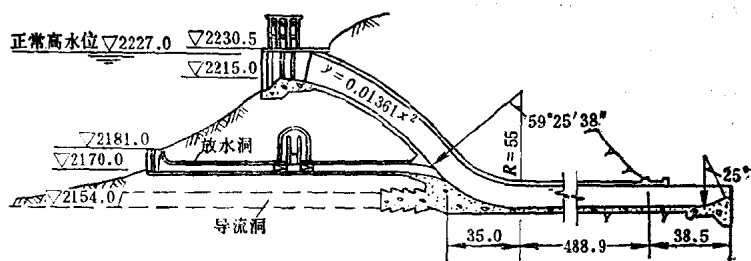


图 1-1 毛家村水电站导流隧洞与泄洪洞、发电放水洞结合布置

二、利用混凝土坝内留设底孔及 预留坝体缺口导流渡汛

在三门峡水库、新安江水电站、柘溪水电站、凤滩水电站、黄龙滩水电站等工程施工中，广泛采用了底孔和缺口的导流方式。在新安江水电站施工中采用分期围堰底孔导流的方式，围堰分先后两期进行，第一期先围右岸，将一期基坑的坝体混凝土浇出常水位，并留设 3 个 $10 \times 13\text{m}$ 的城门型底孔，以备修筑左岸第二期围堰后河水经由 3 个底孔下泄，待全部坝体浇至一定高程后即封闭底孔，水库开始蓄水。在三门峡水利枢纽工程施工中，在混凝土坝体内曾留有 16 个 3.5m （宽） $\times 6.3\text{m}$ （高）的导流底孔。

三、施工期采用临时保护设施， 让土石坝过洪渡汛

施工期采用临时保护，让土石坝过洪渡汛的方式，在工程实践中日益增多。如在青山龙水库的土坝、山美水库的粘

土心墙堆石坝、深子湖水库的粘土心墙石渣坝等工程的施工中采用这种导流方式，均有成功的经验。

广东省新兴县合河水库的土坝，坝高56m，百年一遇洪水要求拦洪坝高为42m，填土方42万 m^3 ，汛前不能达到拦洪高程，改为由坝体临时坝面过水渡汛，过洪时最大坝高10m。将大坝反滤体加强作为溢流体，在溢流体下游作浆砌石，溢流堰顶用混凝土面板保护，并设混凝土挑流鼻坎消能。鼻坎齿墙置于基岩上，上游部位水平坝面低于溢流堰顶1.0m。汛期几次过水，最大溢流堰顶水深2.4m，坝体未发生变形破坏现象。

四、利用水电站厂房预留的

二期孔口导流

利用水电站厂房预留的二期孔口导流，在原苏联已被广泛采用。我国也有采用，如在富春江、西津、大化等水电站施工中均有成功的经验。

富春江水电站，厂房位于左岸，常水位河水面宽约400m，施工导流按河床的左、中、右先后分三期围堰进行。第一期先围左岸，围护厂房和鱼道部分，基坑占河面宽的37%，施工期间河水由被缩窄的河床宣泄。在第一期基坑内将4、5、6号三台机组形成导流闸孔，供第二、三期围堰围护基坑导流用。

五、利用引水洞导流

利用引水洞导流方式，一般仅在完建期或在封孔蓄水阶段应用，如柘溪水电站，在大坝完建期利用了引水洞导流。

六、利用导流与泄洪、放空、排沙、发电相结合的 隧洞（或底孔）泄水

大伙房、南湾、西大洋等水库工程，在施工中采用了发电、泄洪、导流隧洞三结合的导流方式。

七、采用围堰与坝体相结合型式

在土石坝施工中的上游围堰，多数工程采用与坝体相结合，如碧口水电站土石坝、白莲河电站土坝、柘林水电站土坝等施工中的上游围堰，均采用与坝体相结合。长湖水电站采用下游混凝土围堰与混凝土重力坝相结合。

为满足施工导流的需要，在一定条件下，施工导流的现实性与合理性，会反过来影响坝址、坝型和水利枢纽布置方案的选择。例如在长江三峡水利枢纽坝址选择中，虽然，南津关坝址具有坝线短、坝体工程量较少、距宜昌市近、物资器材运输方便等优点，终因谷窄流急、无论导流截流均难以实现，不得不予以放弃。在沅水五强溪水电站坝址选择中，五强溪坝址因左岸河床有深槽达40余米，不仅作深水围堰技术复杂，而且会延长工期，因而被放弃，而选定了杨五庙坝址。

第三节 导流工程与施工总 进度安排的关系

施工导流是一场为水工建筑物施工，而进行的与河水争地、争时的斗争，它与施工总进度是密切相关的。导流时段的划分、导流流量的选择、导流方案及措施的拟定等，均应按国家建设计划的要求和水工建筑物主体工程的控制进度为

主要依据。控制性施工总进度实际就是坝和导流工程在和洪水赛跑中所必须达到的时间指标，导流工程必须最大限度地满足施工总进度的要求。水利枢纽工程的施工，一般要做到确保枯水期，争取中水期，夺抢洪水间歇期。由于河流洪、枯水期以一年为周期，若施工中不能如期达到控制进度要求，往往就会延后一年工期，或使工程遭致严重的损失。

施工总进度安排的合理性和保证性，是检验并选择导流方案的重要标志。合理和现实的导流方案，应有利于加快施工进度，使其进可攻退可守，步步为营，积极稳妥地进行施工。导流时段及方式决定着施工时段，施工程序及工程分期等，是编制枢纽工程施工总进度的基础。施工总进度的编制又反过来影响导流方案、施工时段和导流建筑物型式的选择。可见，导流设计与施工总进度编制，是互为依据、相互制约的，设计过程中必须紧密配合，互为引证，逐步完善。在工程施工的过程中，必须根据施工总进度的进程，视其进度提前或拖后的实际状况，及时地修改导流设计，或者由于实际施工中，原导流设计来得到实施，也务必及时修改施工总进度安排，这样才能使施工主动，以利于加快施工进度，确保施工安全。例如，柘溪水电站和磨子潭水库两工程，原设计均采用隧洞导流方式，但由于实际施工中导流进度拖后，分别修改为明渠配合隧洞导流和分期围堰坝内底孔配合隧洞导流，争取了主体工程工期，取得了施工的主动。风滩水电站设计中采用分期围堰坝内底孔导流方式，导流底孔与坝体缺口联合泄洪，原设计底孔仅用一个汛期，后即行封堵，而实际施工中，大坝施工进度拖长，导流底孔没有能如期封闭，又被迫连续渡过几个汛期，并由于加固导流底孔的设施不够完善，造成导流底孔严重气蚀及水淹空腹的事故。