

水利水电工程与施工

魏温芝 任飞 袁波 著



非外借

北京工业大学出版社

普通高等教育水利类教材

水利水电工程与施工

魏温芝 任 飞 袁 波 著

北京工业大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

水利水电工程与施工 / 魏温芝, 任飞, 袁波著. —
北京: 北京工业大学出版社, 2017.5
ISBN 978-7-5639-5491-9

I. ①水… II. ①魏… ②任… ③袁… III. ①水利
水电工程—工程施工 IV. ①TV5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第124612号

水利水电工程与施工

著 者: 魏温芝 任 飞 袁 波

责任编辑: 张 贤

封面设计: 历 程

出版发行: 北京工业大学出版社

(北京市朝阳区平乐园100号 邮编: 100124)

出版人: 郝 勇

经销单位: 全国新华书店

承印单位: 北京市迪鑫印刷厂

开 本: 710mm×1000mm $\frac{1}{16}$

印 张: 14

字 数: 250千字

版 次: 2018年6月第1版

印 次: 2018年6月第1次印刷

定 价: 50.00元

标准书号: ISBN 978-7-5639-5491-9

版权所有 翻印必究

(如发现印装质量问题, 请寄本社发行部调换)

前 言

水利水电工程与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,来研究水利水电工程建设基本规律的一门学科。水利水电工程建设,大致分为勘测、规划、设计和施工四个阶段,各个阶段既有分工,又有联系。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,利用人、财、物等资源,运用施工技术,以最短的时间,将设计蓝图付诸实践。水利水电工程施工是将水利水电工程的规划、设计方案转变为工程实体的过程。

水利水电工程施工,要通过工程施工实践检验规划设计方案,使工程完建并投入运用。水利水电工程建设,可以划分为规划、设计和施工等阶段。各个阶段既有分工又有联系,施工以规划、设计的成果为依据,起着将规划和设计方案转变为工程实体的作用。在施工过程中,按照工程招标文件的技术要求及相关技术文件要求,既要实现规划设计的意图,又要根据施工条件和工程规范,综合运用与水利水电工程建设有关的技术和科学管理组织,使工程得以优质、高效、低成本地建成和投产。

由于水利水电工程与施工研究内容广泛,具有较强的综合性和应用性,加之编者水平有限,时间仓促,书中缺点错误和不妥之处在所难免,敬请读者批评指正,以便今后进一步修改,使之日臻完善。

编 者

目 录

第一章 施工导流、截流与施工	1
第一节 施工导流方法.....	6
第二节 围堰工程.....	16
第三节 截流工程.....	21
第四节 基坑排水.....	25
第五节 施工导流选择实例.....	29
第二章 钢筋混凝土工程与施工	31
第一节 钢筋的验收与配料.....	31
第二节 钢筋加工.....	34
第三节 钢筋绑扎安装及其质量控制.....	43
第四节 混凝土制备.....	46
第五节 混凝土运输.....	52
第六节 混凝土浇筑与养护.....	58
第七节 混凝土特殊季节施工.....	61
第八节 混凝土缺陷与修补.....	65
第九节 泵送混凝土施工.....	67
第十节 模袋混凝土施工.....	69
第三章 爆破工程与施工	72
第一节 爆破原理与分类.....	72
第二节 炸药和起爆器材.....	74

第六节 锚喷支护	175
第八章 渠道建筑物与施工	181
第一节 水闸施工	181
第二节 渠道施工	186
第三节 装配式渡槽施工	191
第九章 泵站工程施工	194
第一节 泵站工程概述	195
第二节 桥式起重机及水泵组的安装	199
第三节 钢管的安装	204
第四节 辅助设备安装与调试	206
参考文献	212

第一章 施工导流、截流与施工

根据国内外水利水电建设的实践，水利水电工程施工的特点突出反映在水流控制上。水利水电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，不可避免地要控制水流，进行施工导流，以保证工程施工的顺利进行。在冰冻、降雪、雨天施工时，必须采用相应的措施，避免受气候影响，保证施工质量和施工进度。

一、水利水电工程施工的特点

(1) 水利水电工程承担挡水、蓄水和泄水的任务，因而对稳定、承压、防渗、抗冲、耐磨、抗冻、抗裂等性能都有特殊要求，需按照水利水电工程的技术规范，采取专门的施工方法和措施，确保工程质量。

(2) 水利水电工程对地基的要求比较严格，工程又常处于地质条件比较复杂的地区和部位，地基处理不好就会留下隐患，事后难以补救，需要采取专门的措施。

(3) 水利水电工程多在河道、湖泊、沿海及其他水域施工，需根据水流的自然条件及工程建设的要求进行水上及水下作业。

(4) 水利水电工程要充分利用枯水期施工，具有很强的季节性和必要的施工强度，有的工程因受气候影响还需采取温度控制措施，以确保工程质量。水利水电工程施工与社会和自然环境关系密切，因而实施工程的影响因素也较多，需要把握时机，合理安排计划，精心组织施工，及时解决施工中的防洪、度汛等问题，确保安全。

河流上修建的挡水建筑物，关系着下游人民的生命财产安全。工程的施工质量，不但会影响建筑物的寿命和效益，而且会影响改建和维修的费用。工程一旦失事，对国民经济及生命财产会带来不可弥补的损失。国内外的水利史上不乏因施工质量问题而导致的一些惨痛教训，因此，水利水电工程施工必须保证施工安全与工程质量。

在河流上修建水利水电工程，常涉及许多部门的利益，如防洪、发电、航运、灌溉、工业与城市用水、环境保护等，必须全面规划、统筹兼顾，因而增加了施工的复杂性。

水利水电工程往往位于交通不便的山区，施工准备工作量大，不仅要修建场内外交通道路，布置施工服务的辅助企业，而且要修建办公和生活用房。因此，必须十分重视施工的准备工作的准备工作，使之既满足施工要求又减少工程投资。

水利枢纽工程常由许多单项工程组成，布置比较集中，工程量大，工种多，施工强度高，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



织与管理,运用系统工程、运筹学等原理,选择施工干扰少、工期合理的优化施工方案。

在水利水电工程的施工中,土方工程、水上水下作业、地下作业以及高空作业等,常常交叉进行,对施工安全不利。因此,必须十分注意施工安全,采取有效措施,防止事故的发生。

二、我国水利水电工程施工的成就与发展

在中国历史上,水利建设成就卓著,水利在中国有着重要地位和悠久历史。古代历代有为的统治者,都把兴修水利作为治国安邦的大计。传说早在奴隶社会初期,禹主持治水,平治水土,疏导江河,三过家门而不入,一直为后人所崇敬。及至春秋战国时期,中国已先后建成一些相当规模的水利水电工程,如淮河的芍陂和期思陂等蓄水灌溉工程,华北的引漳十二渠灌溉工程,沟通江淮和黄淮的邗沟和鸿沟运河工程,以及赵、魏、齐等国修建的黄河堤防工程,都是这一时期的代表性水利工程。

战国末期,秦国国力殷实,重视水利,及至统一中国,生产力有较大发展。四川的都江堰、关中的郑国渠(郑白渠)和沟通长江与珠江水系的灵渠,被誉为秦王朝三大杰出水利工程。国家的昌盛使秦汉时期出现了兴修水利的高潮。汉武帝瓠子堵口,东汉王景治河等都是历史上的重大事件。在甘肃的河西走廊和宁夏、内蒙古的河套地区,也都兴建了引水灌溉工程。

隋唐北宋五百余年间,是中国水利的鼎盛时期。社会稳定、经济繁荣,水利工程遍及全国各地,技术水平也有提高。隋朝投入巨大人力,建成了沟通长江和黄河流域的大运河,把全国广大地区通过水运联系起来,对政治、经济、文化的发展产生了深远影响。唐代除了大力维护运河的畅通,保证粮食的北运外,还在北方和南方大兴农田水利,包括关中的三白渠、浙江的它山堰等较大的工程共250多处。唐末以后,北方屡遭战乱,人口大量南移,使南方的农田水利迅速发展。太湖地区的圩田河网、滨海地区的海塘和御咸蓄淡工程,以及利用水力的碾、水碓等都有较大的发展。

从元明到清中期,中国水利又经历了六百年的发展。元代建都北京,开通了京杭大运河。黄河自南宋时期夺淮改道以来,河患频繁。明代大力治黄,采用“束水攻沙”,固定黄河流路,修建高家堰,形成洪泽湖水库,“蓄清御黄”保证漕运。这些措施对明清的社会安定和经济发展起了很大作用,但也为淮河水系留下严重的后患。在长江中游,强化荆江大堤,并发展洞庭湖的圩垸,促进了两湖地区的农业生产。珠江流域及东南沿海的水利建设也有很大发展。

清末民国时期,内忧外患频繁,国家无力兴修水利,以致河防失修、灌区萎缩、京杭大运河中断,水利处于衰落时期。但是海禁渐开,西方的一些科学技术传入中国,成立了河海工程专门学校等水利院校,培养水利技术人才。各地开始设立雨量站、水文站、水工试验所等,研究编制了《导淮工程计划》、《永定河治本计划》等河流规划。在这一期间也修建了一些工程,如1912年在云南建成了石龙坝水电站,20世纪20年代修建了珠江的芦

子风冷也可能会实现。碾压混凝土坝比重将提高。特大的混凝土坝将采用 $2.6 \sim 9\text{m}^3$ 拌和机组成的拌和楼，先进的涡轮式拌和机也将采用。混凝土的运输将广泛使用汽车、缆机及皮带机。土石坝中面板堆石坝比重也将进一步提高，将使用 15t 以上的振动碾。每层碾压厚度由 1m 提高到 1.5m 或更多。石料开采将更多地采用洞室与梯段相结合的爆破方案，以提高效率。集料加工将采用先进的反击式、“石击石”冲击式、高效圆锥破碎机和旋盘制砂机等。

施工技术不断提高。采用了定向爆破、光面爆破、预裂爆破、岩塞爆破、喷锚支护、预应力锚索、滑模、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。这些和我国水利水电工程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。

在江河上修建水工建筑物，需要解决工程施工与通航、渔业、供水、灌溉及水电站运行等水资源综合利用的矛盾，在施工过程中对水流进行控制（简称施工水流控制，又称施工导流）。广义上可以概括为：采取“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，把水流导向下游或拦蓄起来，避免水流对水工建筑物施工的不利影响，以保证水工建筑物的施工有一个良好的施工条件，在施工期内不影响或尽可能少地影响水资源的综合利用。

施工过程中导流设计的主要任务是：周密地分析研究水文、地形、地质、枢纽布置及施工条件等基本资料，在保证上述要求的前提下，选定导流标准，划分导流时段，确定导流，设计流量；选定导流方案及导流建筑物的形式；确定导流建筑物的布置、构造及尺寸；拟订导流建筑物的修建、拆除、堵塞的施工方法以及截断河床水流、拦洪度汛、基坑排水的措施等。

第一节 施工导流方法

施工单位承担了施工任务后，要尽快做好各项准备工作，创造有利的施工条件，使施工工作能连续、均衡、有节奏、有计划地进行，达到按质、按量、按期完成施工任务的目的。

的。准备工作的内容一般包括：确定施工组织机构及人员配备；对设计文件进一步了解和研究；对施工现场的补充调查和复核，进行施工测量；根据补充调查等重新掌握的情况和资料，结合施工单位的经验和技术条件，对设计中需要变更、改进的地方向建设单位和设计单位提出建议，并通过协商进行修改；根据进一步掌握的情况和资料，对投标时所拟订的施工方案的施工方案、施工计划、技术措施等重新评价和深入研究，修订或重新编制指导性施工组织设计，同时进行有关的施工设计。

施工准备工作应走在施工之前，并尽可能做得深入、细致，这对保证施工的顺利进行具有决定性的作用，不可嫌其烦琐而草率从事，否则会给施工带来一些不必要的麻烦。

一、施工机构的组织和职工配备

这里所指施工机构是指为完成施工任务负责现场指挥、管理工作的组织机构。

由于施工内容的多样性和复杂性，施工地区和施工规模的不同，机构组织必须随任务的不同而变动。确定机构组织的原则是：适合任务的需要，便于指挥，便于管理，分工明确，权责具体，有利于发扬职工的积极性、创造性和协作精神；机构力求精简，但又能圆满执行任务；要绝对避免机构臃肿，人浮于事，也要防止职责不明或多头指挥，做到指挥具体及时，事事有人负责。

这是一个比较常见的施工机构组织的例子。公司党组织负责贯彻党的方针政策，配合生产对职工进行政治思想工作，以保证施工任务的顺利完成。公司生产管理工作实行经理负责制。总工程师（或主任工程师）在经理领导下负责全面技术工作。有时设置办公室为公司总的办事机构，执行经理命令，指挥和协调生产系统及职能部门的工作。职能部门可根据实际需要增减、合并或再细分。生产系统可按有利于生产的原则设置综合性或专业性工程队，按工程部位或区域设置工区，如南（东）岸工区、北（西）岸工区，或下部工区、上部工区等。

生产系统是直接从事生产的组织机构，要由有实际生产经验及组织管理才能的干部领导。根据工程规模的实际需要，在队长或工区主任之下可以设置计划、材料、劳资、统计、安全、质量等工作人员或小组，负责办理各项业务的具体工作。

班组是直接参加施工的劳动组织，一般不设脱产管理人员，而是根据需要由生产人员分工担任记工、领料、保管、质量检查、安全检查等工作。这些人员都是不脱产的。班组的数量及工作性质，应根据工程需要及管理的需要在施工组织设计中进行研究和确定。

公司的职能部门是为直接保证生产系统完成施工任务所需而进行一系列管理工作的办事机构，它按工程施工计划及公司领导的意图和指示进行工作，必须有明确的责任、权限和分工，同时要有密切的协作。各个科室下面的小组的设置及人员配备，完全视工作需要决定，不可能定出固定不变的编制。某项工作不需要单独设科时，可以将业务合并到与之关系密切的其他科室中去。例如，有时计划工作可以与技术工作合并由一个科办理，机电工作不太多时，可与材料科合并，组成材料设备科。



党群系统是监督和保证施工任务完成的政治思想工作机构。必须重视这项工作，并充分发挥党群系统的作用。水利水电工程施工工作比较艰苦，工作流动性大，生活无规律，需要有健康的身体和坚强的意志，要调动职工的积极性，圆满完成施工任务，必须进行强有力的、深入细致的政治思想工作。这些工作要依靠党、团员和工会骨干一起来做。

工程规模特别大时，可以安排几个公司共同完成，各个公司可以按工程量分段进行分工。各公司之上设立统一指挥调度单位——指挥部或总公司，以便密切协作配合。工程规模比较小，不需要由一个公司承担时，可以由公司所属工程队独立承担，但投标、签订承包合同及结算等一般仍由公司负责办理。

最后，必须特别强调调度室的重要性。调度室负责监督计划的执行，根据生产进展情况，随时进行计划平衡工作，发布调整计划的命令，它是代表经理及总工程师指挥现场生产的机构，同时也是生产现场的生产活动信息接收和发布中心。不论生产规模大小，都必须设立调度室，使它起到生产中的“二传手”作用。

二、对设计文件的进一步了解和研究

设计文件是施工工作的根本依据，虽然在招标过程中投标单位对设计文件的内容及要求曾有过了解和研究，但在中标及签约后，为了确定切实可行的施工方案和施工计划，施工前还要组织参加施工的技术人员和老工人对设计文件作进一步的了解和研究。具体内容如下：

（一）进一步了解工程所处的地质、水文和气象资料

工程所处的地质、水文和气象资料是工程设计的主要依据，也是施工中必须了解的重要资料，它对正确选择施工方法和技术措施、合理安排施工程序和施工进度计划有着密切的关系。

（1）地质：工程初步设计时所依据的地质钻探资料往往满足不了施工时的要求，通常需要补充钻探，最好能提供每处的钻孔柱状图，以此来了解每处的基岩埋深、岩层状态、岩石性质和覆盖层土质情况。在靠近城市、港口或原有工程旧址时，还应摸清该处有无妨碍基础施工的障碍物。若发现障碍物，应在基础施工以前清除，以免在基础施工中发生意外。

（2）水文：对水文资料则需进一步了解一年中水位变化情况，最低水位标高及持续时间，基础施工及可施工的水位标高及持续时间，发洪时期的洪水水位、流速和漂浮物情况。在冰冻地区，要了解河流封冻时间、融冰时间、流冰水位、冰块大小等情况。受海潮影响的河流或水域还要了解潮水的涨落时间，潮水位的变化规律和潮流等情况。

（3）气象：由于水利水电工程以露天作业为主，当地的气象条件直接影响着施工期间的可作业天数及恶劣气候下的防护措施，所以应对其进行认真的调查。调查的内容一般包括：降雨、降雪、气温、冰冻、风向、风速等变化规律及历年记录。调查工作可采取向当地气象观测预报部门了解、到实地考察或向当地居民详细询问的方式进行。



1. 明渠道流的适用条件

如坝址河床较窄,或河床覆盖层很深,分期导流困难,且具备下列条件之一者,可考虑采用明渠道流:河床一岸有较宽的台地、垭口或古河道;导流流量大,地质条件不适于开挖导流隧洞;施工期有通航、排冰、过木要求;总工期紧,不具备挖洞经验和设备。

国内外工程实践证明,在导流方案比较过程中,如明渠道流和隧洞导流均可采用,一般倾向于明渠道流,这是因为明渠开挖可采用大型设备,加快施工进度,对主体工程提前开工有利。对于施工期间河道有通航、过木和排冰要求时,明渠道流更是明显有利。

2. 导流明渠布置

导流明渠布置分在岸坡上和滩地上两种布置形式。

(1) 导流明渠轴线的布置

导流明渠应布置在较宽台地、垭口或古河道一岸;渠身轴线要伸出上下游围堰外坡脚,水平距离要满足防冲要求,一般为 50 ~ 100m;明渠进出口应与上下游水流相衔接,与河道主流的交角以 30°为宜;为保证水流畅通,明渠转弯半径应大于 5 倍渠底宽度;明渠轴线布置应尽可能缩短明渠长度和避免深挖。

(2) 明渠进出口位置和高程的确定

明渠进出口力求不冲、不淤和不产生回流,可通过水力学模型试验调整进出口形状和位置,以达到这一目的;进口高程按截流设计选择,出口高程一般由下游消能控制;进出口高程和渠道水流流态应满足施工期通航、过木和排冰要求。在满足上述条件下,应尽可能抬高进出口高程,以减少水下开挖量。

(3) 导流明渠断面设计

明渠断面尺寸的确定。明渠断面尺寸由设计导流流量控制,并受地形地质和允许抗冲流速影响,应按不同的明渠断面尺寸与围堰的组合,通过综合分析确定。

明渠断面形式的选择。明渠断面一般设计成梯形,渠底为坚硬基岩时,可设计成矩形。有时为满足截流和通航不同目的,也有设计成复式梯形断面的。

明渠糙率的确定。明渠糙率的大小直接影响到明渠的泄水能力,而影响糙率大小的因素有衬砌的材料、开挖的方法、渠底的平整度等,可根据具体情况查阅有关手册确定。对大型明渠工程,应通过模型试验选取糙率。

(4) 明渠封堵

导流明渠结构布置应考虑后期封堵要求。当施工期有通航、过木和排冰任务,明渠较宽时,可在明渠内预设闸门墩,以利于后期封堵。施工期无通航、过木和排冰任务时,应于明渠通水前,将明渠坝段施工到适当高程,并设置导流底孔和坝面口,使二者联合泄流。

(二) 隧洞导流

上下游围堰一次拦断河床形成基坑,保护主体建筑物在干地上进行施工,天然河道水流全部由导流隧洞宣泄的导流方式称为隧洞导流。