

第2卷

水利水电工程施工手册

土石方工程

全国水利水电施工技术信息网 组编
《水利水电工程施工手册》编委会 编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

第2卷

水利水电工程施工手册

土石方工程

全国水利水电施工技术信息网 组编
《水利水电工程施工手册》编委会 编

SHUILI
SHUIDIAN
GONGCHENG
SHIGONG
SHOUCE



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

第2卷

水利水电工程施工手册

土石方工程

全国水利水电施工技术信息网 组编
《水利水电工程施工手册》编委会 编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本手册由全国水利水电工程施工技术信息网组织全国水利水电施工界的各专业的权威单位和专家历经数年之艰辛编写而成。本书是其土石方工程卷，书中结合最新颁布的有关规程标准，总结了我国近十几年来水利水电工程中土石方工程施工的新技术、新工艺、新方法。内容包括爆破工程、土石方明挖工程、边坡工程、地下工程、混凝土面板堆石坝工程、堤防工程、疏浚与吹填工程、土石方工程施工机械，以及有关的资料附录等。

本书内容权威，资料丰富，实用性强，是从事水利水电工程施工的工程技术人员和有关专业人员的必备工具书。

图书在版编目(CIP)数据

水利水电工程施工手册. 第2卷, 土石方工程/《水利水电工程施工手册》编委会编. —北京: 中国电力出版社, 2002

ISBN 7-5083-1275-9

I. 水… II. 水… III. ①水利工程:土方工程-工程施工-技术手册②水利工程:石方工程-工程施工-技术手册③水力发电工程:土方工程-工程施工-技术手册④水力发电工程:石方工程-工程施工-技术手册 IV. TV52-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 086698 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2002年12月第一版 2002年12月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 42.25印张 941千字

印数 0001—3500册 定价 110.00元

版权专有 翻印必究

(本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换)

水利水电工程施工手册

组织单位：全国水利水电施工技术信息网

主 持：付元初

总 审：谭靖夷

策 划：周世明

编审委员会组成名单

顾 问：陆佑楣 周大兵 张基尧 贺 恭 潘家铮

名誉主任：陈方枢

主 任：郭建堂

副 主 任：付元初（常务） 谭靖夷 陈东平 陈明忠 邴凤山

毛亚杰 曹征齐 郑守仁 张超然 李光强 梅锦煜

向永忠 周厚贵 缪昌文

委 员：（按姓氏笔画）

马如骐 马祖述 孔祥千 王松春 王宏彬 史振寰

冯文彬 孙 钊 孙洪水 孙国纬 朱 彤 朱纯祥

朱骏发 刘炎生 刘瑞源 许以敏 牟官华 何本善

何真祥 李长春 李启友 陈福厚 陈东山 吴 澄

吴新琪 吴晓铭 杜亚玲 周 宇 周光奉 张长源

张 晔 张建华 苗树英 党立本 高 翔 夏可风

夏仲平 殷龙生 常焕生 黄树棠 黄新生 蒋国澄

衡富安 戴绍良

秘 书 长：周世明

编审委员会办公室成员

主 任：周世明（兼）

成 员：（按姓氏笔画为序）

刘玉山 江秋萍 李小华 李永学 陈清亚 杨春来

郑桂斌 胡兴娥 涂扬举 楚跃先 蔡玉华

水利水电工程施工手册

各卷组编单位、主编、审定人名单

序	卷名	组编单位	副组编单位	主编	副主编	审定
一	地基与基础工程	中国水利水电基础工程局	湖北清江水电开发有限责任公司	夏可风	吴晓铭 张志良	孙 钊
二	土石方工程	中国人民武装警察部队水电指挥部 陕西省水电工程局(集团)有限责任公司	中国水利水电第五工程局	梅锦煜 党立本	苗树英 王青屏	蒋国澄
三	混凝土工程	中国长江三峡工程开发总公司	中国水利水电葛洲坝集团有限公司	张超然	周厚贵 史振寰	谭靖夷
四	金属结构制作与机电安装工程	中国水利水电葛洲坝集团有限公司	中国水利水电第四工程局	殷龙生	牟官华	付元初
五	施工导(截)流与度汛工程	水利部长江水利委员会	水利部天津勘测设计研究院	夏仲平	赵宗棣	郑守仁

第2卷 土石方工程组编单位、主编及编委

组编单位：中国人民武装警察部队水电指挥部
陕西省水电工程局（集团）有限责任公司

主 编：梅锦煜 党立本

副主编：苗树英 王青屏

顾 问：陈方枢 李海石

编 委：（按姓氏笔画）

马如骐 万尧浚 李长春 陈玉恒 杜亚玲

张建华 吴桂耀 周 宇 周光奉 林友汉

童安邦 蒋俊栋

秘 书 长：郑桂斌

第 2 卷 土石方工程编审名单

章 序	章 名	主要执笔人	审 稿	统 稿	审 定
一	综述	苗树英	梅锦煜	梅锦煜 党立本 方平德 周世明 苗树英 王青屏 郑桂斌	蒋国澄
二	爆破技术	梅锦煜 杜亚玲	张正宇		
三	土石方明挖工程	张建华	孔祥千		
四	边坡处理工程	帖军锋 邹 俊	王青屏		
五	地下工程	周 宇 陈玉恒	方平德		
六	碾压式土石坝工程	苗树英 党立本	蒋国澄		
七	混凝土面板堆石坝工程	马如骥	赵增凯		
八	堤防工程	厉志海 龚德新	杨光照		
九	疏浚与吹填工程	严六四 周志辉	李长春		
十	土石方工程施工机械	林友汉 曹 舸	阮 强		
附录一	岩土分级分类	苗树英	党立本		
附录二	工程观测仪器设备	王星照	苗树英		



本卷前言

《土石方工程》属《水利水电工程施工手册》第二卷，中国人民武装警察部队水电指挥部和陕西省水电工程局（集团）有限责任公司为本卷的组织编写单位。编写工作自2000年6月开始，8月20日首次召开全卷参编单位工作会议以来，前后共计召集4次全卷大会，6次分章会议，分别进行章节确定，章内审稿，全卷统稿、复审、复查及审定等，于2002年9月20日提供全卷出版书稿，11月初进行清样校核，有13个单位承担了编写任务，历时两年半。

本卷原计划拟定八章，其中大部分章节涉及的爆破技术、土石方工程施工机械，进行分章独立编写。第一次全卷会议时，将混凝土面板堆石坝工程从碾压式土石坝工程中划分出来，单独立章，疏浚与堤防工程分为堤防工程与疏浚和吹填工程，共计设立十章。第二次全卷会议时，考虑爆破技术、地下工程、堤防工程及疏浚和吹填工程等章均有岩土分级分类内容，爆破技术、边坡处理工程、地下工程、碾压式土石坝工程、混凝土面板堆石坝工程等章均有工程监测仪器设备内容，故增设附录Ⅰ岩土分级分类、附录Ⅱ工程监测仪器设备，使本卷形成最终的十章两附录结构。

土石方工程中关于地基与基础处理工程的内容，单独设立为第一卷；导（截）流和度汛工程初拟安排在碾压式土石坝工程章中，考虑到该内容在水利水电工程施工中的特点和重要性，由本卷提出建议，经手册编审会议决定，单独设立为第五卷。

本卷对章间重复的内容，采取谁先出现，谁先叙述，后面引用前面的原则。根据“土石方明挖工程”的部分内容在爆破技术、边坡处理工程等章的特点，经过多次调整，确定该章仅叙述常规明挖内容；混凝土面板堆石坝工程作为水电站中的主要坝型之一，为保证其系统性、完整性，部分内容有所重复；土石坝加固与缺陷处理曾作为碾压式土石坝工程章中的一节，改为土石坝加高进入碾压式土石坝工程章中的第五节。

本手册编写本着求新、求准、简明、实用的原则，以水利水电施工技术为主体，重点突出近20年在水利水电工程施工中的科研成果和施工经验，收入了有关新技术、新工艺、新设备、新材料等内容，并保留了有效实用的传统内容。其主要参考资料为《中国水力发电工程》、《中国水力发电年鉴》、《水利水电工程施工组织设计手册》等相关工具书。

承担本卷各章编写任务的人员具有系统的专业知识和丰富的实践经验。尽管他们工作很忙，但都挤出时间，投入很大精力，有的几易其稿，最终完成了编写任务。编写过程中得到了编写单位的大力支持，多次组织各章以小型复查会议形式，作了大量的统稿工作，

在此对全体参编单位及作者表示衷心的感谢！

由于本手册篇幅限制，编写时间较紧，近几年新技术的发展较快部分资料不全等原因，且限于编者水平，部分内容不够完善或不妥之处在所难免，敬请读者指正并提出宝贵意见。

本卷主编

梅锦煜
党立奔

2002年9月28日



卷前言

《水利水电工程施工手册》作为我国水利水电工程技术综合性大型工具书之一，现在开始与读者见面！

我国水利水电工程技术现有的两套综合性大型工具书《水工设计手册》和《水利水电工程施工组织设计手册》，出版 10 多年来，成为名副其实的工具书。施工是一门独立的专业，不但众多的施工人员在实际工作中需要专门介绍施工技术、施工方法、施工工艺、施工设备和材料的工具书，而且，设计、建设、管理、监理人员也需要参阅施工专业工具书，以便做好其相关工作。因此编纂一部水利水电工程施工技术的工具书十分必要，此其一。

其二，建国 50 余年来，特别是近 20 年来，我国水利水电建设事业取得突飞猛进的发展。到 2000 年水电装机总容量达 7935 万 kW，约为 1949 年的 220 倍；建成大型水电站 57 座，其中 100 万 kW 以上的大型水电站 20 座，中型水电站 200 多座；1 亿 m^3 以上的大型水库 420 座，其中 20 亿 m^3 以上的大型水库 47 座，1000 万 m^3 的中型水库 2704 座；小水库、小水电站更是星罗棋布。

正在建设的具有世界水平的水利水电工程有：总装机 18200MW（最终装机 22400MW）的三峡水利枢纽，坝高 292m 的小湾混凝土薄拱坝，最大坝高 216.5m 的龙滩碾压混凝土坝，坝高 233m 的水布垭混凝土面板堆石坝等。

21 世纪前 20 年，将是我国水利水电工程建设持续、高速发展时期，凭借西部大开发的东风，集中开发我国西南、西北的水力资源，将建设一批大型、特大型水利水电枢纽（水电站），例如：金沙江溪洛渡水电站（双曲拱坝，高 278m，装机 12600MW）；雅砻江的锦屏一级水电站（双曲拱坝，高 305m，装机 3300MW）；黄河上游的拉西瓦水电站（双曲拱坝，高 250m，装机 4200MW）等世界级高坝大型水电站。这是十分雄伟而艰巨的事业！

为适应我国水利水电工程建设的大好形势要求，既要认真总结 50 年来，特别是近 20 年来水利水电工程建设成功经验，也要正视其中的不足，更需要研究开发新的、高难度施工技术，迎接更大的挑战！

为此，有着 25 年传递科技信息、组织技术交流经验的全国水利水电施工技术信息网在网长单位——中国水利水电工程总公司的领导下，由网内 32 个网员单位的近 200 位中青年专家和工程技术骨干参加，在吸取相关工具书经验的基础上，编纂了一部具有中国特色、为水利水电工程施工服务的综合性大型工具书——《水利水电工程施工手册》（以下

简称《施工手册》)。

全国水利水电施工技术信息网(简称施工信息网)于1997年10月在纪念施工信息网成立20周年大会上,提出利用网的优势,编纂《施工手册》的设想。在广泛征求意见的基础上,于2000年3月在北京召开的网长工作会议上,正式确定由施工信息网组织编纂《施工手册》。明确编纂原则:以水利水电工程施工为主,着重将近20年来的已成功应用的新技术、新工艺、新设备、新材料纳入手册,兼收以往行之有效并仍在继续采用的技术,编成简明、实用的《施工手册》。编审、出版经费全部由网员单位自筹。依靠施工信息网的力量组织编审,直至出版。

全手册分五卷共53章,按照统一安排,各卷相对独立的原则,由各卷组编单位和主编分别组织编写。经过搜集资料、编写初稿、征求意见、集中统稿、修改补充、复审、再统稿,直至最后审定。

本手册第1卷为地基与基础工程,第2卷为土石方工程,第3卷为混凝土工程,第4卷为金属结构制作与机电安装,第5卷为施工导(截)流与度汛工程。

为方便阅读、查找和便于再版,在编纂和审稿过程中,提出了如下要求:

(1)以专业系统为纲,施工工序为目,各章(节)采用基本一致的形式,尽量数据化、表格化、简图化。在编纂中,求新不求全;求准不求多;求实用不求系统,强调手册的实用性。

(2)编入的技术内容,要求符合最新的国家标准和部颁(行业)标准;对国外先进技术,要经国内工程实践证明可行,方才纳入。

(3)收入较多的工程实例,一方面综合反映“四新”成果的应用、实践;另一方面又能反映工程实际,可供参考应用。

(4)为保持各卷内容相对完整性、独立性,允许有部分重复内容。但各卷内尽量避免重复。

由于本手册分别由各单位多人参加编纂,尽管经过几次的统稿、复审与终审,但仍有叙述繁简不一、章节内容不均衡的情况,有时难免存在疏漏与错误之处,敬请读者指正,以便再版时改正。

本手册的编写得到施工信息网各网员单位宝贵的人力和财力贡献,经过全体参编人员近200人历时2年多的辛勤努力,终于得以于2002年12月开始分卷出版,并于2003年年底出齐全部五卷。在此谨向各网员单位、全体参编人员以及支持本手册编写、出版的各级领导致以诚挚的感谢。

谭清炎

2002年11月



序 一

人类依靠先进的科学技术大规模开发利用水能资源，始于上个世纪，西方欧美发达国家曾对此做出过开拓性的贡献。但随着其资源的开发殆尽和受经济、社会因素的制约，水电行业逐渐成为“夕阳行业”，全球水电开发的重点，已历史性地转移到发展中国家和地区。我国西倚世界屋脊、东临浩瀚大海，水电资源非常丰富。全国河流多年平均径流量达27000亿 m^3 ，尤其水能蕴藏量达6.76亿kW，可开发容量约3.78亿kW，均居世界第一，堪称得天独厚。

20世纪后50年，特别是近20年，我国水利水电工程开工规模之大，建设速度之快，令世人瞩目。以全国水电装机为例，从1949年的36万kW，1980年时为2032万kW，到2000年增长到7935万kW，50年增长了220倍。大中小型水库、电站星罗棋布，成为全球水电开发的中心。

实践出真知，随着水利水电工程建设规模和数量的大发展，相应的技术水平也有飞跃式的提高，多项技术水平均居世界前列。在中国堪称“之最”的代表性工程有：正在建设的三峡水利枢纽是世界上最大的水电站（装机1820万kW，最终装机2240万kW）；已开工建设的三大高坝：小湾薄拱坝，最大坝高292m（已经建成的二滩薄拱坝，坝高240m）；水布垭混凝土面板堆石坝，坝高233m（已建成的天生桥一级混凝土面板堆石坝，坝高178m）；龙滩碾压混凝土坝，坝高216.5m（已建的江垭碾压混凝土坝，坝高131m），都为同类坝中的世界之最，其他如小浪底斜心墙堆石坝是建在十分复杂地基上的154m的高坝；广州抽水蓄能电站装机240万kW，是全球已建的最大抽水蓄能电站……。所有这些都无不反映出我国建设水利水电工程的能力和水平。

展望前景，更令人振奋。根据我国今后15年的远景规划，2005、2010和2015年水电装机将分别达到9520万、1.25亿和1.5亿kW。到那时，我国主要江河上条件最好的骨干工程都将建成，中小河流将得到梯级开发，抽水蓄能电站将充分发挥效益，全国水能资源开发程度可达40%。届时，中国将成为名副其实的水电大国与强国。

为了迎接新世纪，迎接新的挑战，担当和完成我国水利水电工程建设的艰巨而繁重的任务，需要总结我国50年来特别是近20年来具有推广、应用价值和指导意义的新技术、新材料、新工艺、新设备，以满足广大水利水电工程技术人员的实际工作需要，这也一代新人的迫切愿望。全国水利水电施工技术信息网组织、编撰《水利水电工程施工手册》，这是一套集水利水电工程施工技术、组织、管理于一体，以施工技术为主的大型工具书，

比较系统地反映建国以来，特别是近 20 年来水利水电工程在地基与基础处理、土石方、混凝土、金属结构制作与机电安装、施工导（截）流与度汛工程施工的新技术成果，这也是第一套施工专业的大型综合性工具书。他们办了一件具有历史意义的事情，值得称颂。

尤其要指出的是，全国水利水电施工技术信息网是一个民间情报协作组织，他们利用全网的力量，自筹资金，自己组织专家精心编审，历时三年，克服重重困难，编撰成五卷近 400 万字的工具书，这是一个创举。这种非政府行为组织编辑、出版综合性大型工具书，应该是发展方向。我借此机会，向全国水利水电施工技术信息网，向 30 多个参编单位和近 200 位专家表示崇高的敬意和感谢！

希望从《水利水电工程施工手册》开始，水利水电系统能有更多的综合性工具书问世，并不断修订、再版，做到与时俱进，成为永不落后的工具书和先进生产力及先进文化的代表！

潘家铮

2002 年 10 月 30 日



序 二

《水利水电工程施工手册》(共五卷)正式出版了,这是我国水利水电工程施工技术领域一项重大基础性建设成果,是一件非常有意义的事情,可喜可贺!

水利水电工程规模大、影响大,情况复杂、技术要求高,如何对其进行科学、规范地施工是一个不断实践和探索的过程。半个世纪以来,特别是改革开放以来,我国的水利水电建设事业发展很快,建设规模和建设速度、技术积累和技术创新成果举世瞩目。截至2001年年底,我国常规水电装机容量已达7700万千瓦,排名世界第一,已建成和在建着三峡、龙滩、小湾、小浪底、二滩、葛洲坝等多项世界级的水利水电工程。我们在水利水电施工领域的整体技术水平不断提高,已经进入世界前列。对这些技术经验、成果进行总结、将其理论化和提高,进而推广、应用和创新,是一项对企业、国家和社会有利,对历史、现实和将来负责的迫切任务。

作为水利水电施工技术的实施者和创造者,我国水利水电建设企业在为行业和社会发展做出突出贡献的同时,始终坚持科学技术是第一生产力的指导思想,深化改革,加快发展,在激烈的市场竞争中不断成长壮大。以中国水利水电工程总公司为例,公司近几年来经济规模和经济效益持续快速增长,企业主要经济指标连创历史最好水平。在激烈的国内外市场竞争中我们深刻认识到,培育以技术为支撑的核心竞争力对企业获得更大发展至关重要。当前,经济全球化进程加快,科学技术迅猛发展。水利水电建设企业的改革进一步深化。作为市场竞争主体和技术创新主体,如何通过提高技术水平和技术创新能力增强企业实力和竞争能力,从而获得更大的发展,仍是摆在我们面前的重大课题。这首先就要求我们要扎扎实实地把技术方面的基础性工作做好。

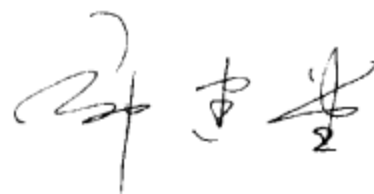
因此,在水利水电建设企业改革、发展的关键时期,在我国水利水电建设事业蓬勃发展的新形势下,我们编辑出版《水利水电工程施工手册》,是有着十分重要的现实意义和深远的科技意义的。

《水利水电工程施工手册》载录了50年来特别是近20年来具有推广、指导价值的“四新”(新技术、新工艺、新材料、新设备)成果,是对工程实践的总结和理论提炼,是一套综合性大型工具书和很好的教材,为施工技术成果的推广、应用,继承、创新提供了一个有效的载体。《手册》的编写得到了有关领导、知名专家的悉心指导,有些还亲自参加了审定;编写过程中组织了一大批长期实践在工程建设一线的中青年技术负责人和技术骨干执笔,遵循“简明、实用、求新”的编辑方针,立足于满足广大水利水电工程技术人

员的实际工作需要，并注重工程实例的参考和指导价值；《手册》基本涵盖了水利水电施工的各个专业领域，成书五卷，浩浩 300 万字；《手册》是由非官方协作组织——全国水利水电施工技术信息网组织编审、出版，是我国水利水电系统第一次以非政府行为编撰的综合性大型工具书。所有这些，使它具备了权威性、实用性、全面性和出版运作的创造性。

《水利水电工程施工手册》的编写、出版是一项浩繁辛苦的工作，是一个创造性的劳动过程。值此出版之际，谨向对《手册》的编撰给予关心、支持，并为此付出辛勤劳动的领导、专家和同志们表示衷心的感谢！

希望《水利水电工程施工手册》能真正成为积累、扩充和传播知识和技术的有效工具，从而有力推动水利水电建设企业的技术进步，促进我国水利水电建设企业和水利水电建设事业更快更好地发展。



2002 年 11 月