

高山峡谷岩溶地区

水电工程实践技术丛书

XIAGU DIQU NIANYA HUNNINGTU ZHUBA JISHU YU SHIJIAN

峡谷地区碾压混凝土筑坝 技术与实践

范福平 龙起煌 罗洪波 张细和 等 著

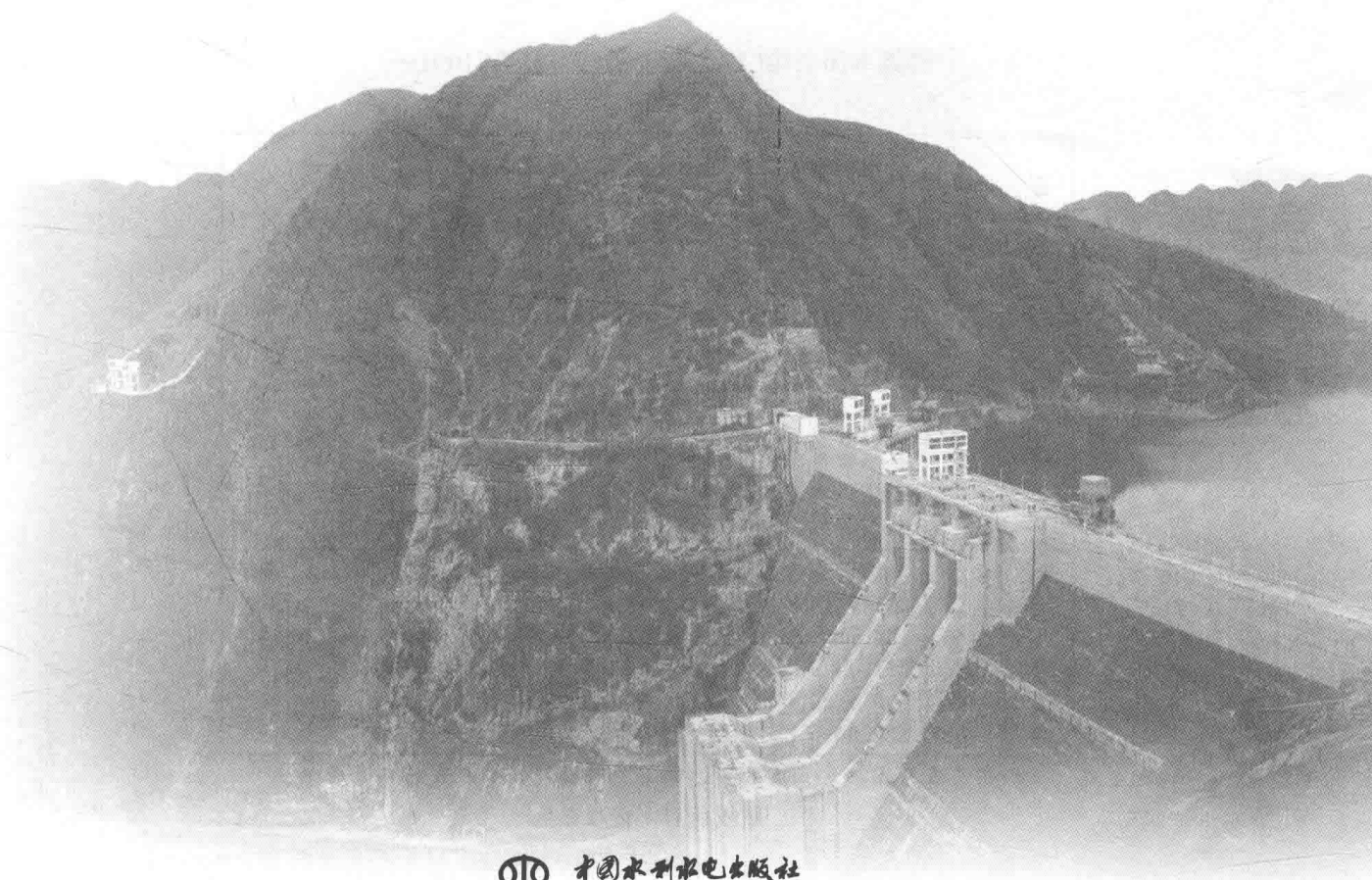


中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

高山峡谷岩溶地区
水电工程实践技术丛书

峡谷地区碾压混凝土筑坝 技术与实践

范福平 龙起煌 罗洪波 张细和 等 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

碾压混凝土筑坝技术自 20 世纪 80 年代以来,在我国的研究和应用得到了快速发展。本书主要阐述和总结了水电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司在碾压混凝土筑坝技术方面的勘测、枢纽布置与结构设计、施工设计、安全监测、材料性能研究及技术创新的经验和成果,系统介绍贵阳院在碾压混凝土筑坝方面的相关技术。

本书共 10 章。内容包括:综述,碾压混凝土重力坝设计,碾压混凝土拱坝设计,碾压混凝土配合比设计,碾压混凝土性能研究与应用,碾压混凝土温度控制与防裂,碾压混凝土坝施工设计,碾压混凝土坝安全监测技术,碾压混凝土质量控制,碾压混凝土生产试验、性能测试及原位试验等。

本书可供从事水利水电工程建设、设计、科研、施工、监理的广大工程技术人员阅读参考,也可作为大专院校相关专业师生的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

峡谷地区碾压混凝土筑坝技术与实践 / 范福平等著

— 北京:中国水利水电出版社,2015.12
(高山峡谷岩溶地区水电工程实践技术丛书)
ISBN 978-7-5170-3908-2

I. ①峡… II. ①范… III. ①峡谷—碾压土坝—混凝土坝—研究 IV. ①TV642.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第310910号

书 名	高山峡谷岩溶地区水电工程实践技术丛书 峡谷地区碾压混凝土筑坝技术与实践
作 者	范福平 龙起煌 罗洪波 张细和 等 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 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	北京嘉恒彩色印刷有限责任公司
规 格	184mm×260mm 16开本 33.25印张 788千字 4插页
版 次	2015年12月第1版 2015年12月第1次印刷
印 数	0001—2000册
定 价	120.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究



光照水电站枢纽建筑物由碾压混凝土坝、坝身泄洪系统、右岸引水系统及地面厂房等组成



北盘江光照水电站枢纽全貌



光照碾压混凝土重力坝（高 200.5m）



南盘江天生桥二级水电站重力坝（坝高 60.7m）



重庆郁江马岩洞水电站重力坝（坝高 70m）



乌江索风营水电站重力坝（坝高 115.8m）



乌江思林水电站重力坝（坝高 124m）



思林水电站大坝俯视



北盘江毛家河水电站重力坝（坝高 75m）





果多水电站重力坝（坝高 93m）



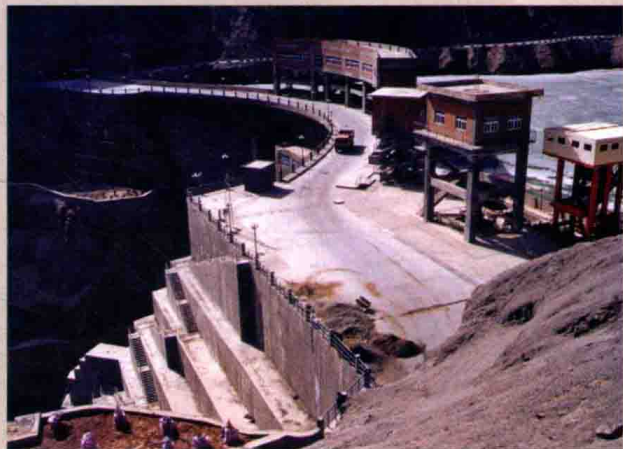
北盘江马马崖一级水电站重力坝（坝高 109m）



四川大渡河枕头坝一级水电站闸坝（坝高 86.5m）



三岔河普定水电站拱坝（坝高 75m）



甘肃黑河龙首水电站拱坝（坝高 80m）



清水河大花水水电站拱坝（坝高 134.5m）



四川木里河立洲水电站拱坝（坝高 132m）



云南洗马河赛珠水电站拱坝（坝高 68m）



北盘江善泥坡水电站拱坝（坝高 110m）



新疆石门子水电站拱坝（坝高 109m）

“高山峡谷岩溶地区水电工程实践技术丛书”

编辑委员会

主任委员 潘继录

副主任委员 范福平

委 员 蔡金良 韦晓明 罗友余 杨家修 许朝政 吕 军 沈春勇

李月杰 范国福 庞 峰 杨益才 肖万春 白学翠 陈 宏

湛正刚 姚元成 陈寅其 陈能平 卢昆华 罗建新 苟胜国

王 波 颜义忠 王 勇 李月彬 周 威 曾正宾 王 芳

周维娟

《峡谷地区碾压混凝土筑坝技术与实践》

主要编写人员名单

范福平 龙起煌 罗洪波 张细和 崔 进 卢昆华 罗 敏

蒋 剑 杨家修 雷声军 陈毅峰 杨 平 娄晓波 陈海坤

徐 林 彭成佳 颜加珍 葛小博 黄 洁 赵世隆 王洪军

王晓峰 谭建军 李 勇 郭法旺

序

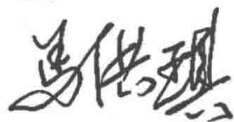
碾压混凝土坝是世界坝工史上的重大创新。我国碾压混凝土筑坝技术从20世纪80年代开始,通过引进、消化、吸收和再创新,在坝体结构、混凝土材料、施工组织、质量检测等方面的研究取得了举世瞩目的成果,碾压混凝土筑坝技术日趋成熟。我国已建成的碾压混凝土坝近200座,从碾压混凝土重力坝发展至碾压混凝土拱坝,从中低坝发展到高坝,乃至200m级特高坝,我国碾压混凝土筑坝技术已处于世界前列。

贵阳院从20世纪80年代开始碾压混凝土筑坝技术的探索和研究,以“金包银”方式对天生桥二级电站大坝进行碾压混凝土筑坝技术初步尝试的;对普定电站大坝进行碾压混凝土筑坝技术全面系统地研究,采用二级配碾压混凝土防渗、三级配碾压混凝土为主体的大坝结构,诱导缝作为坝体结构分缝型式,变态混凝土作为碾压混凝土施工质量保障措施之一,建成了当时世界上最高的贵州普定水电站碾压混凝土重力拱坝,坝高75m,开创了我国碾压混凝土拱坝筑坝技术的先河。通过不断地探索和实践,碾压混凝土筑坝技术从温和的南方应用到高寒高温差的西北地区,坝体分缝型式不断创新,从诱导缝发展到周边短缝+诱导缝,材料应用不断扩展,从高掺粉煤灰到磷矿渣或铁矿石加石粉等复合掺技术,进而发展到三级配碾压混凝土防渗、四级配碾压混凝土为主体,以及全断面2.5级配碾压混凝土。2001年设计建成了西北高寒地区首座碾压混凝土龙首拱坝(坝高80m),2007年设计建成了当时国内最高的碾压混凝土大花水拱坝(坝高134.5m),2010年设计建成了当时世界最高的碾压混凝土重力坝——光照大坝(坝高200.5m)。至2014年,中国

电建集团贵阳勘测设计研究院设计、监理碾压混凝土坝达 24 座，其中设计 21 座，监理 3 座，碾压混凝土筑坝技术得到水电建设行业高度认可和赞赏。

本书全面系统总结了贵阳院碾压混凝土筑坝技术的发展，并对碾压混凝土坝在枢纽布置、大坝结构、材料分区、碾压混凝土性能、温度控制与防裂、安全监测、质量检测等方面进行详细的介绍，不仅是贵阳院碾压混凝土技术成果的展示，也是我国碾压混凝土筑坝技术成就的重要组成部分。

衷心希望本书能对广大水电工作者同行有所帮助，通过本书的总结和工程实践，使我国碾压混凝土筑坝技术迈向更高的台阶，取得更大的成绩。



2015 年 8 月 6 日

(马洪琪：中国工程院院士)

序二

我国碾压混凝土筑坝技术始于 20 世纪 80 年代，中国电建集团贵阳勘测设计研究院（以下简称贵阳院）碾压混凝土筑坝技术紧跟时代步伐，从天生桥二级（坝索）初步尝试，以承担“八五”国家重点科技攻关项目课题，建成了当时世界上最高的贵州普定水电站碾压混凝土重力拱坝（坝高 75m），开创了我国碾压混凝土拱坝筑坝技术的先河。2001 年设计建成了西北高寒地区首座碾压混凝土龙首拱坝（坝高 80m）和监利石门子拱坝（坝高 110m），2007 年设计建成了当时国内最高的碾压混凝土大花水拱坝（坝高 134.5m），2010 年设计建成了当时世界最高的碾压混凝土重力坝——光照大坝（坝高 200.5m）。

贵阳院碾压混凝土筑坝历经 30 余年，见证了我国改革开放和市场经济的发展历程，也见证了贵阳院勘测设计科研人员的艰苦努力、敢为人先和无私奉献。曾经参与和见证贵阳院碾压混凝土筑坝技术发展的人员，部分陆续走上更重要的领导工作岗位，有的已离开我们，他们曾经为贵阳院碾压混凝土筑坝技术的发展呕心沥血，作出了重要贡献。他们的研究成果和职业精神留给了工程、留给了贵阳院。作为贵阳院碾压混凝土筑坝技术的参与者和见证者，谨向他们致以崇高的敬意！

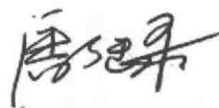
贵阳院碾压混凝土筑坝技术成就凝聚了几代人的心血，所形成的碾压混凝土配合比设计、大坝结构、施工工艺、温度控制、安全监测、质量控制等技术成果仍处于国际先进水平，部分处于领先水平；先后获得各级各类科技奖 30 余项，其中包括国家科技进步一等奖、国家科技进步二等奖，全国优秀勘测设计金奖和铜奖等国家、省部级奖 25 项，并获国家优质工程金质奖，2012 年国际 RCC 工程里程碑奖；取得知识产权 24 项，其中实用新型专利 20 项。贵阳院的碾压混凝土筑坝技术成果和经验已广泛应用于其他同类工程，

对促进我国水电行业碾压混凝土技术的发展起到了积极作用。

贵阳院通过在坝体结构型式、原材料及配合比、运输入仓手段、碾压施工工艺、质量检测方法、材料性能等方面持续、深入的研究，使碾压混凝土筑坝技术日趋成熟，从碾压混凝土重力坝发展至碾压混凝土拱坝，从中低坝发展到高坝，乃至 200m 级特高坝，取得了举世瞩目的成就，极大地提升了贵阳院碾压混凝土筑坝技术的能力和水平，时至今日，已建成投产的碾压混凝土重力坝和拱坝工程规模仍居国内首位，部分工程堪称碾压混凝土工程的经典之作。

目前，贵阳院已设计、监理碾压混凝土坝达 24 座，其中设计 21 座，监理 3 座，建成时间最长的达 20 余年，经过蓄水、长时间运行，状态良好，基本达到预想的目标要求。虽然在过程中有部分缺陷和瑕疵，但不影响大坝的整体性能和安全性。开展碾压混凝土筑坝技术的系统总结，回顾工程建设的历史，记载工程技术创新及其发展轨迹，用于交流推广、应用传承，为水电事业的发展留下宝贵的技术财富，具有重要的现实意义和价值，值得倡导。在此，也向本书作者的辛勤与付出表示感谢！

本书主要编撰贵阳院碾压混凝土筑坝技术发展过程中比较有代表性的内容，体现了碾压混凝土筑坝技术发展的历程和科技进步，其中的经验和教训，都是非常宝贵的财富，也是贵阳院开展水电建设和碾压混凝土筑坝技术的重要组成部分，可供从事水利水电工程及坝工的专业技术人员、工程的建设者及其管理者参阅和借鉴。



2015 年 6 月

（潘继录：中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司总经理）

前言

碾压混凝土(RCC)筑坝技术是世界筑坝史上的一次重大技术革新。碾压混凝土筑坝技术将常态混凝土坝结构和碾压土石坝施工等优点集于一体,以其施工速度快、工期短、投资省、质量安全可靠、机械化程度高、施工简单、适应性强、绿色环保等优势,备受世界坝工界青睐,显示出蓬勃发展的强大优势,给大坝建设注入了一股清风和活力,体现了又好又快的发展方向。

碾压混凝土筑坝技术是集科研、设计、施工、质量控制等多方面的系统工程,碾压混凝土的通仓薄层浇筑,改变了枢纽布置和坝工结构的设计理念,枢纽布置不但要满足碾压混凝土快速施工、简化大坝布置入手,还需要从大坝结构、温度应力、整体性能等方面进行深化研究,采用碾压混凝土筑坝对设计是一种促进,设计的理念上必须创新和超前,大坝的布置应结合碾压混凝土自身特点和施工,力求简单,发挥碾压混凝土的优势。

我国碾压混凝土筑坝技术从该技术引进、消化开始,坚持不断创新,建成的碾压混凝土坝100多座,碾压混凝土方量数千万立方米。通过在坝体结构型式、原材料及配合比、运输入仓手段、碾压施工工艺、质量检测方法、材料性能等方面研究,使碾压混凝土筑坝技术日趋成熟,从碾压混凝土重力坝发展至碾压混凝土拱坝,从中低坝发展到高坝,乃至200m级特高坝,取得了举世瞩目的成就,我国碾压混凝土筑坝技术已处于世界前沿。

中国电建集团贵阳勘测设计研究院有限公司(以下简称贵阳院)碾压混凝土筑坝技术从天生桥二级(坝索)初步尝试,到承担“八五”国家重点科技攻关项目“普定碾压混凝土拱坝筑坝新技术研究”课题,建成了当时世界