



成都勘测设计研究院
CHENGDU ENGINEERING CORPORATION

官地水电站

关键工程地质技术问题 研究与实践

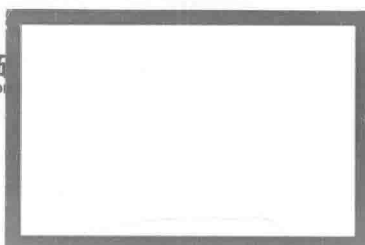
中国水电顾问集团成都勘测设计研究院
彭仕雄 陈卫东 杨建 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn



成都勘测设计研究院
CHENGDU ENGINEERING CO.



官地水电站

关键工程地质技术问题 研究与实践

中国水电顾问集团成都勘测设计研究院
彭仕雄 陈卫东 杨建 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书针对官地水电站复杂的工程地质条件,对工程勘察设计、建设中关键工程地质技术问题的研究与处理实践进行了科学总结。系统论述了影响工程建设的区域构造稳定、库首左岸岩溶渗漏、玄武岩地质建造与改造、玄武岩岩体结构特征、坝基岩体质量分类与物理力学特性、高重力坝建基岩体评价与大坝抗滑稳定、枢纽区岩体渗透稳定、岩质工程边坡稳定性评价与处理、高地应力区大跨度地下洞室群围岩稳定以及环境工程地质研究等复杂工程地质条件与关键技术问题。本书既有研究方法的总结,又有问题的深入分析和定性、定量评价及工程处理效果评价,体现了工程地质宏观分析和定量计算及工程处理紧密结合的现代岩土工程研究与应用发展方向。

本书可供水电、水利、岩土、交通、国防工程、矿山等领域的科研、勘察、设计、施工人员及高等院校有关专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

官地水电站关键工程地质技术问题研究与实践 / 彭仕雄, 陈卫东, 杨建主编. — 北京: 中国水利水电出版社, 2013.4

ISBN 978-7-5170-0749-4

I. ①官… II. ①彭… ②陈… ③杨… III. ①水力发电—工程地质—研究—北京市 IV. ①TV752.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第068112号

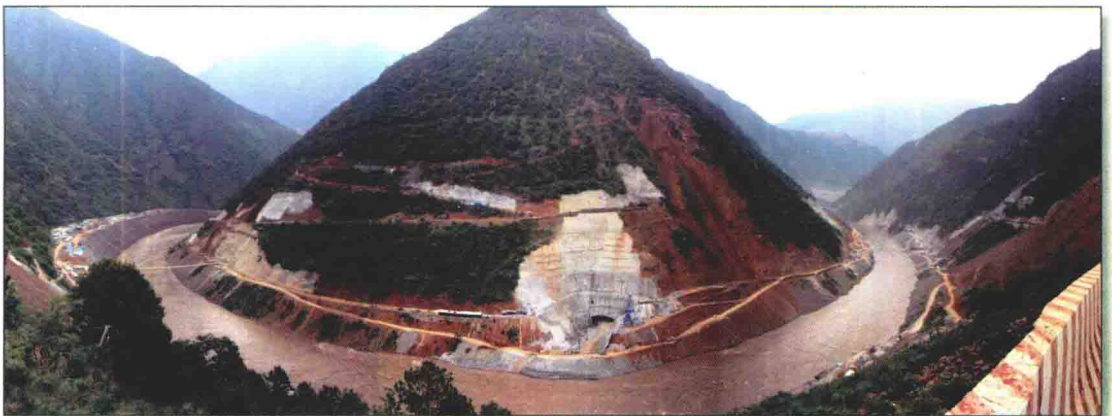
书 名	官地水电站关键工程地质技术问题研究与实践
作 者	中国水电顾问集团成都勘测设计研究院 彭仕雄 陈卫东 杨建 主编
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路1号D座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (发行部)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京纪元彩艺印刷有限公司
规 格	184mm×260mm 16开本 25.75印张 616千字 4插页
版 次	2013年4月第1版 2013年4月第1次印刷
印 数	0001—1500册
定 价	100.00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



官地水电站地理位置图



枢纽区原始地形地貌



坝址原始地形地貌（索桥处为坝轴线）



左坝肩开挖槽



右坝肩开挖槽



左坝肩高开挖边坡



右坝肩开挖高边坡



大坝开挖基坑



大坝碾压混凝土浇筑



地下主厂房



右岸4号卸荷拉裂岩体边坡处理



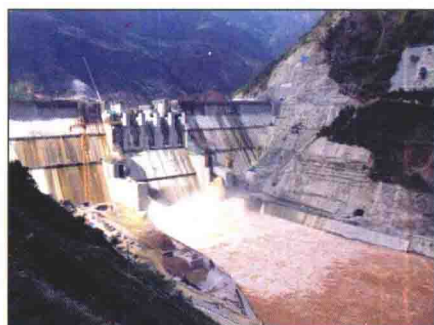
发电机组蜗壳安装



电站进水口高边坡



尾水洞出口边坡



大坝中孔过水



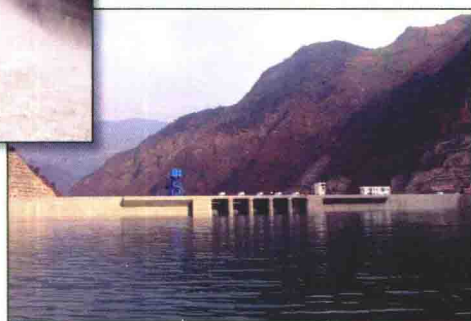
风景如画的库区



库首



坝体泄洪



大坝挡水

中国水电顾问集团成都勘测设计研究院简介

中国水电顾问集团成都勘测设计研究院（以下简称成都院）成立于1955年，是国家级大型综合勘测设计企业、四川省高新技术企业；建立了国家水能风能研究中心成都分中心、国家能源水电工程技术研发中心高混凝土坝分中心和大型地下工程分中心；与法国达索系统公司共建了中国工程数字化创新中心；拥有四川省首批院士（专家）工作站、博士后工作站和西部研究生教育基地，拥有国家勘察设计大师、四川省勘察设计大师、享受国务院津贴专家等各类高级专业技术人才；获得国家级、省部级科技进步奖、优秀工程勘察与设计奖及各类专利技术百余项。

拥有国家级工程设计综合资质甲级和工程勘察综合类甲级以及电力、水利、交通、市政、通信、工业与民用建筑等多个领域的勘测、设计、咨询、监理等27项国家甲级资质证书；拥有国家对外承包工程经营、实施工程总承包等资格证书。建立了质量、环境和职业健康安全管理体系，并取得了认证证书。

成都院建院以来，完成了西南及西藏地区包括金沙江、雅砻江、大渡河、岷江、雅鲁藏布江等在内的100余条大中型河流及其流域的水力资源普查、规划任务；勘测设计了200余座水电站，建成了包括狮子滩、龚嘴、映秀湾、铜街子、太平驿、羊湖、二滩、瀑布沟等100多座水电站；目前，业务范围已遍布东南亚、中亚、西亚、东非、北美、南美、中东等国家或地区。

近年来，成都院依托雄厚的技术实力和人才优势，在投资、总承包、新能源、市政交通、环保水保、国际工程等方面取得了良好业绩，为实现建设国际型工程公司的战略目标奠定了基础。



成都院二十年来连续被建设部、国家统计局评选为“全国勘察设计综合实力百强单位”；被国务院国资委、国家人事部评为“中央企业先进集体”，保持了四川省人民政府AAA级信誉。

2008年“5·12”抗震救灾中，成都院积极履行中央企业的社会责任和职业责任，承担了包括唐家山在内的12个堰塞湖和岷江流域震损电站的应急排险以及灾后水电工程恢复、次生灾害防治等工作，为全面夺取抗震救灾胜利作出积极贡献，受到中共中央、国务院、中央军委、水利部、国务院国有资产监督管理委员会以及四川省委、省政府的表彰。

主 编 彭仕雄 陈卫东 杨 建

副主编 马行东 肖平西 赵永刚 肖 强 钟谷良

参 编 李 扬 单 志 吕海如 袁 琼 肖 扬 邹国敬

张炼兴 胡洪琳 陈 强 彭文明 杨寿成

执 笔 人 名 单

章 序	内 容	执 笔 人
前言		彭仕雄 陈卫东 杨 建
1	总论	彭仕雄 陈卫东 杨 建
2	区域构造稳定性研究	彭仕雄 陈卫东 等
3	库首左岸岩溶渗漏	彭仕雄 肖 强 等
4	玄武岩地质建造与改造	马行东
5	玄武岩岩体结构特征	马行东 肖 强 等
6	坝基岩体质量分类与物理力学特性	马行东 彭仕雄 等
7	高重力坝建基岩体评价与大坝抗滑稳定	马行东 彭仕雄 等
8	枢纽区岩体渗漏及渗透稳定	彭仕雄
9	岩质工程边坡稳定性	马行东 李 扬 等
10	高地应力区大跨度地下洞室群围岩稳定	彭仕雄 李 扬 单 志 等
11	环境工程地质研究	马行东 李 扬 单 志 等
12	结论	彭仕雄 陈卫东 杨 建

荣 誉 榜



参加过官地水电站工程地质勘察 研究工作的主要人员名单

前期勘察阶段:

宋胜武	李文纲	陈卫东	巩满福	邵宗平	葛东海	何朝新
廖明亮	宗仁怀	吴大勇	江国勇	祝华平	杨寿成	肖 强
张世殊	石定国	李进元	郭劲松	陈世勇	何立新	田啟文
张安川	施裕兵	张少成	邓忠文	常六云	刘世勇	张 斌
任华江	谈 勤	贺 梅	许明轩	李 华	晏 群	彭仕雄
肖 扬	任志刚	李 慧	胡洪琳	李 扬	邹国敬	胡耀飞
吴章雷	王 勇	马 宏	李 辉	李秋凡	孟广忠	刘小冬
易格慧						

工程建设（招标及技施）阶段:

宋胜武	李文纲	杨 建	陈卫东	彭仕雄	肖 扬	肖 强
马行东	李 扬	单 志	吕海如	邹国敬	张炼兴	胡洪琳
张党立	郭晓锋	谷 健	周 鹏	李 军	李 平	成先芳
孙玉珊	贺 梅	刘永峰				

前言

我国水能资源丰富，水电工程正处于快速建设时期。我国于1986年建成第一座碾压混凝土重力坝以来，碾压混凝土技术日臻成熟，碾压混凝土坝以其经济性正得到广泛重视，坝的高度不断增高，已有数座电站的坝高高度超过了100m，有的甚至已超过200m。工程建设过程中，往往会遇到一系列复杂的工程地质关键技术问题，这些技术难题的解决对建坝安全性和经济性有着重大的意义。

官地水电站位于四川省凉山彝族自治州雅砻江上，是国家“西电东送”重点工程和西部大开发的标志性工程。该工程于2007年11月大江截流，2011年11月下闸蓄水，2012年3月首台机组发电，预计2013年工程竣工。官地水电站为坝高168m的碾压混凝土重力坝，在我国已建和在建同类型坝高中排名第三；地下厂房的跨度最大达31.1m，在国内排名第三；导流洞跨度15m×19m，在国内排名第四；尾水洞洞径16m×18m，国内名列前茅；底流消能的水头高度达48m，其规模及难度在国内均排名第一。因此，官地水电站勘测设计技术难度大。官地水电站枢纽区地处著名的安宁河断裂带西侧，地质条件复杂，各类结构面发育，有多层承压水，地应力高，两岸边坡广布变形拉裂岩体，风化卸荷深度较大，夹泥深度大，玄武岩的构造和浅表生改造强烈，库首存在灰岩出露的单薄河湾地块，给坝型和坝线选择、厂房选择和边坡、地基及洞室稳定等带来较大的技术难题。官地水电站的地勘工作始于1991年，通过大量勘探和深入地质研究工作查清了坝区基本地质条件、各类变形体的分布、变形失稳破坏机制，在复杂的地质环境中，选择了一个好坝址及坝线，

开挖表明岩体条件较好,特别是在招标设计阶段通过补充地应力测试工作,对地下厂房的平面位置与轴线方向进行了优化调整,开挖验证表明洞室地质条件好,厂房优化调整取得了成功。通过联合国内高校和科研机构进行各种专题研究和科研工作,解决了复杂区域地质构造、岩溶渗漏、岩体结构、岩体质量分类、大坝抗滑稳定、边坡稳定、高地应力区大跨度洞室群稳定、裂隙岩体渗透稳定、环境地质等一系列复杂的关键工程地质技术难题,为官地电站顺利建设,提前发电,以及较好地控制工程投资起到了技术保障。

本书系根据20余年的勘察、设计、施工、科研工作成果编撰而成。全书共12章。第1章总论,介绍工程概况、勘察经过、基本地质条件、关键工程地质技术问题;第2章论述了地震构造带、断层活动性、工程场地地震危险性分析、区域构造稳定性评价的研究过程和结论;第3章论述了库首河湾地块的岩性、岩溶发育、水文地质条件、地下水长期观测等研究成果,系统论证了水库岩溶渗漏问题;第4章论述了西南地区建坝中遇到的玄武岩的岩相分布、成岩特点、浅表生改造、构造改造等;第5章论述了枢纽区玄武岩的岩体结构的形成及其分类、结构面特征;第6章论述了坝基岩体质量分类、物理力学特性及其参数选取;第7章论述了高重力坝建基岩体质量评价方法、坝线与坝型选择、建基面确定原则、工程地质缺陷处理、固结灌浆验收标准及坝基抗滑稳定性分析效果评价;第8章论述了坝区水文地质环境、水化学特征、岩体渗流二维、三维有限元数值模拟,渗控方案与措施等;第9章论述了工程岩质边坡概况、边坡变形破坏机理、典型边坡稳定分析、监测和工程处理效果;第10章论述了高地应力环境下大跨度地下厂房位置和轴线的选择过程及其成功经验、大跨度地下洞室群不良地质问题的稳定性分析和处理;第11章论述了库区岸坡稳定、水库诱发地震、泥石流、料场及公路边坡等环境工程地质问题及其处理对策;第12章对关键工程地质技术问题研究情况进行概略性总结,介绍了科技创新、新技术运用和施工过程的地质工作经验等。

中国水电顾问集团成都勘测设计研究院联合成都理工大学、中国地震局地质研究所、西南交通大学、中国地质大学、四川大学、河海大学、长江水利委员会长江科学院、三峡大学等开展了地质勘察的相关研究工作。在工作中得到了雅砻江流域水电开发有限公司的大力帮助和支持,得到了各参建单位、监理单位的积极配合,勘察研究过程各阶段特别得到了水电水利规划设计总院的技术指导和审查以及中国水利水电建设工程咨询公司的咨询。在此

表示诚挚的谢意!

本书编写过程中得到了中国水电顾问集团成都勘测设计研究院的院领导、技术管理部、水电设计部、地质工程处等相关单位领导的大力帮助,全国工程勘察设计大师李文纲和地质工程处的专家对初稿提出了许多建设性的修改意见,在此表示衷心感谢!

限于作者水平,错误在所难免,恳请批评指正!

编 者

2013年1月

目 录

前言

1 总论	1
1.1 工程概况	1
1.2 勘察过程	3
1.3 工程区基本地质概况	5
1.4 关键工程地质技术研究概论	9
2 区域构造稳定性研究	19
2.1 研究方法	19
2.2 区域地质与地震概况	20
2.3 地震构造带与坝址区抗断稳定性	32
2.4 工程场地地震危险性分析	33
2.5 区域构造稳定性评价	43
3 库首左岸岩溶渗漏	45
3.1 研究方法	45
3.2 河湾地块地质条件	48
3.3 岩溶发育特征	52
3.4 水文地质特征	56
3.5 渗流场模拟分析	62
3.6 岩溶渗漏监测与成果分析	68
3.7 河湾地块岩溶渗漏评价与处理	71
3.8 小结	74
4 玄武岩地质建造与改造	76
4.1 概述	76

4.2	玄武岩的岩相与分布	78
4.3	岩体构造改造	84
4.4	玄武岩岩体浅表生改造	96
4.5	小结	101
5	玄武岩岩体结构特征	102
5.1	研究方法	102
5.2	岩体结构形成及其分类	102
5.3	结构面确定性模型	120
5.4	结构面统计模型及网络模拟	131
5.5	缓倾角结构面对工程影响评价	142
5.6	小结	152
6	坝基岩体质量分类及物理力学特性	154
6.1	研究方法	154
6.2	坝基岩体质量分类	154
6.3	岩体及结构面物理力学特性	164
6.4	岩体及结构面物理力学参数取值研究	172
6.5	小结	184
7	高重力坝建基岩体评价与大坝抗滑稳定	186
7.1	研究方法	186
7.2	基本地质条件	191
7.3	建基面选择	197
7.4	建基面开挖后岩体质量验收	200
7.5	开挖坝段岩体质量评价	201
7.6	坝基抗滑稳定性评价	205
7.7	坝基地质缺陷处理	210
7.8	坝基固结灌浆	214
7.9	坝基监测	220
7.10	小结	224
8	枢纽区岩体渗漏及渗透稳定	226
8.1	研究方法	226
8.2	地下水与流动系统	228
8.3	裂隙系统与网络构建	233
8.4	裂隙岩体渗透性分析	238
8.5	裂隙水渗流场模拟	242
8.6	渗控方案与措施评价	252
8.7	承压水对建坝影响研究	254
8.8	小结	258

9 岩质工程边坡稳定性	259
9.1 概述	259
9.2 边坡工程地质分区及其主要特征	268
9.3 典型工程边坡稳定性评价与处理	271
9.4 小结	292
10 高地应力区大跨度地下洞室群围岩稳定	294
10.1 研究方法	294
10.2 围岩稳定条件及分类	297
10.3 厂房位置确定与轴线选择	301
10.4 大跨度地下洞室群围岩稳定性评价与处理	304
10.5 地下洞室群专门工程地质问题处理	338
10.6 小结	344
11 环境工程地质研究	346
11.1 研究方法	346
11.2 水库典型岸坡稳定	347
11.3 水库诱发地震预测分析	368
11.4 典型泥石流	372
11.5 其他边坡	379
11.6 小结	394
12 结论	396
参考文献	400