

紫坪铺水利枢纽工程 重大工程地质问题研究



中国水电顾问集团成都勘测设计研究院 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

紫坪铺水利枢纽工程 重大工程地质问题研究

 中国水电顾问集团成都勘测设计研究院 主编



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书是在紫坪铺水利枢纽工程历经 50 余年勘察、设计和科研取得数十项专题成果的基础上,对工程建设中重大工程地质问题的科学总结。系统论述了区域构造稳定,水库岩溶渗漏,近坝堆积体,枢纽区构造,废旧煤洞对工程的影响,工程高边坡的稳定,面板堆石坝地基岩土体的利用,地下洞室群的稳定,枢纽区渗流场和防渗处理,堆石料的勘察和评价等。在内容上有问题的提出,有争议的情况,有解决问题的研究思路、采用手段、研究方法、工程处理措施以及效果评价,体现了宏观地质分析判断与多手段、多方法定量评价有机结合的现有工程地质勘察研究方向,反映了水利水电同类工程地质问题的研究水平。

本书可供水利、水电、土建、交通、矿山等领域的科研、勘察、设计人员参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

紫坪铺水利枢纽工程重大工程地质问题研究/中国水电顾问集团成都勘测设计研究院主编. —北京:中国水利水电出版社, 2006

ISBN 7-5084-4196-6

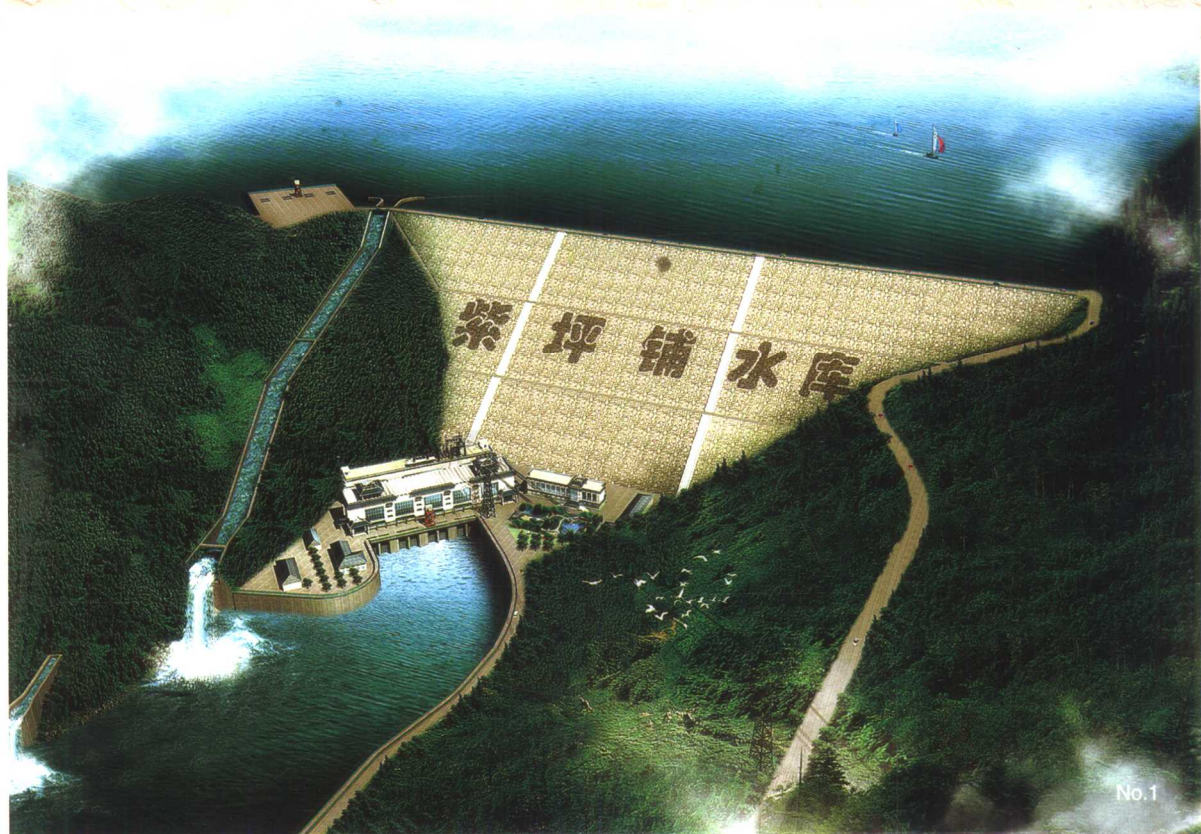
I. 紫… II. 中… III. 水利枢纽—工程地质—研究—都江堰市 IV. P642.471.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 155766 号

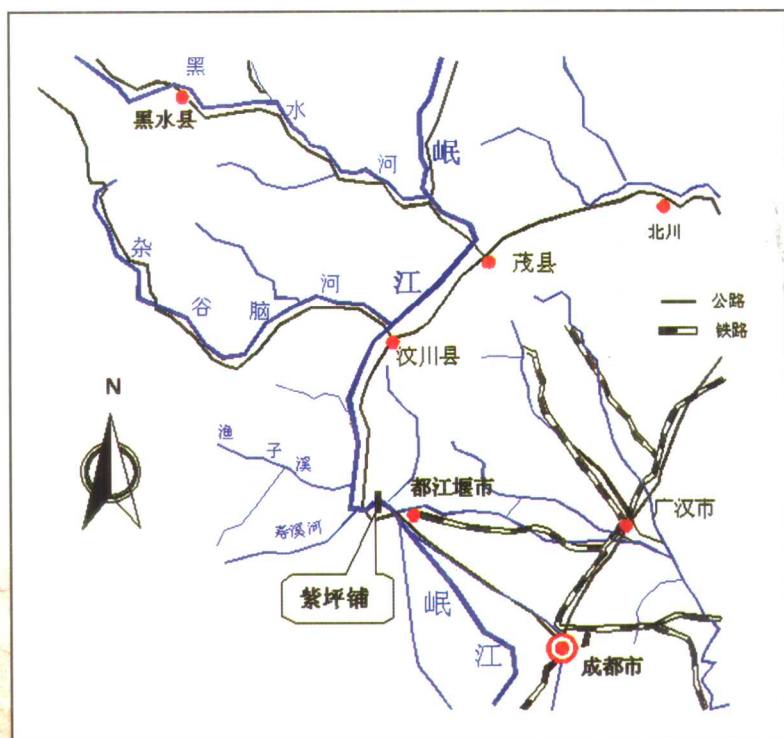
书 名	紫坪铺水利枢纽工程重大工程地质问题研究
作 者	中国水电顾问集团成都勘测设计研究院 主编
出版 发行	中国水利水电出版社 (北京市三里河路 6 号 100044) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	787mm×1092mm 16 开本 12.75 印张 314 千字 4 插图
版 次	2006 年 12 月第 1 版 2006 年 12 月第 1 次印刷
印 数	0001—1500 册
定 价	48.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究



紫坪铺水利枢纽
工程效果图



紫坪铺水利枢纽
工程地理位置图



坝址原始地形地貌



大江截流现场

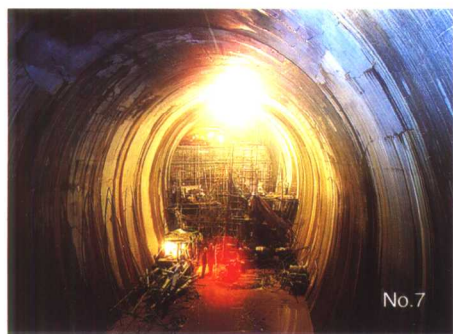
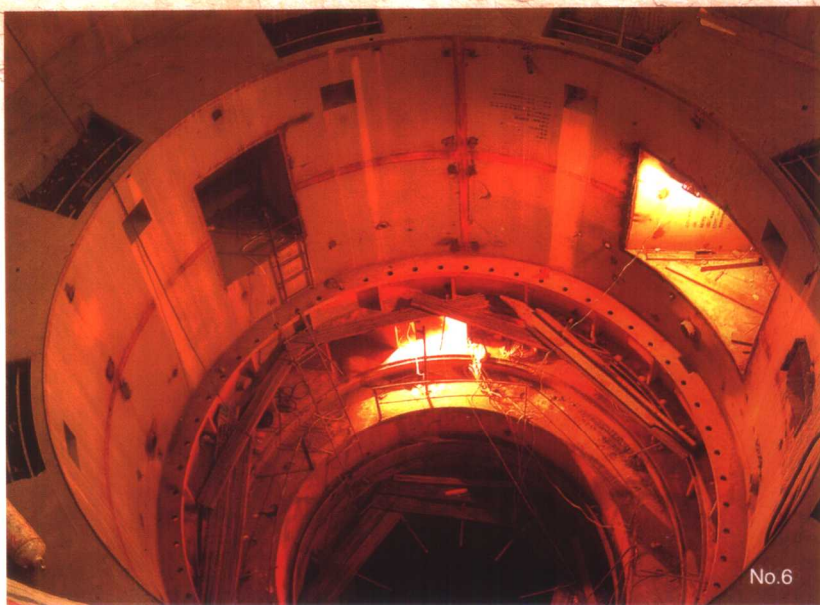


大坝开挖填筑

围堰防渗
墙施工



水力发电
机组混凝土浇筑



地下洞室施工



电站进水口



1号、2号泄洪洞进水口



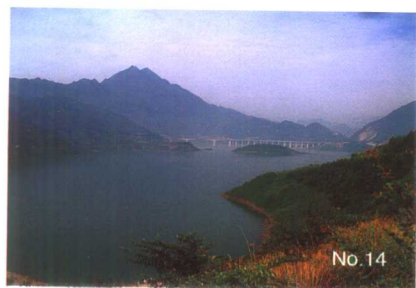
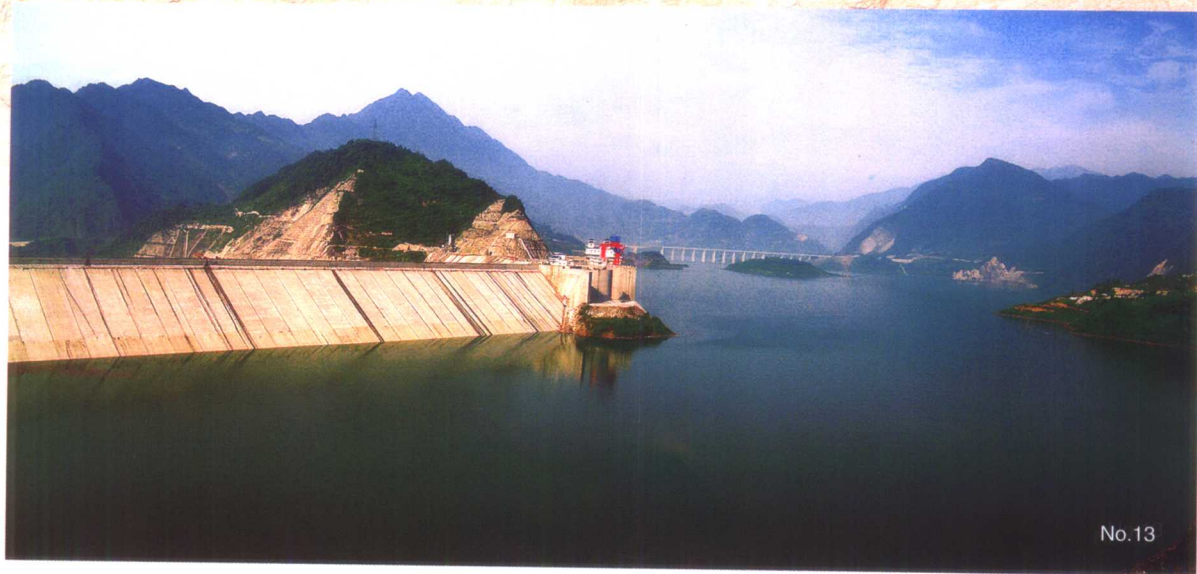
1、2号泄洪洞出口高边坡



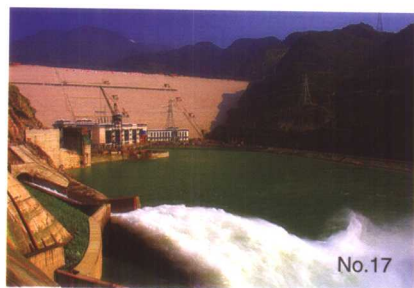
施工处理完成后的溢洪道高边坡



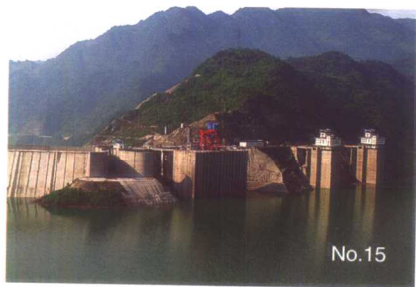
溢洪道进水口



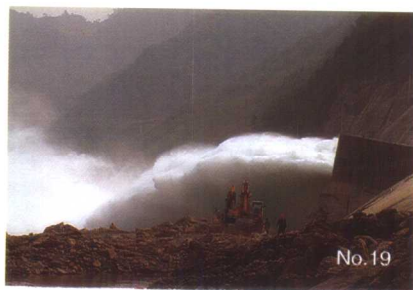
水库区



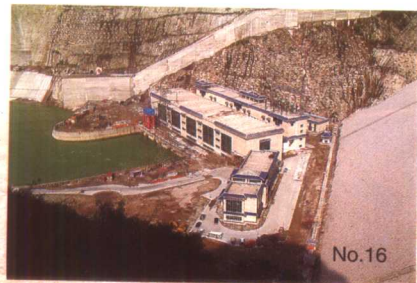
厂区远视



完工后的首部枢纽情况



冲沙放空洞泄水



发电厂房

建成后的紫坪铺
水利枢纽工程



2005 年 9 月下闸蓄水仪式



2004 年 10 月两院院士潘家铮在紫坪铺工地



蓄水安全鉴定专家咨询会



周永康宣布大江截流开始



1960 年苏联专家别克列米舍夫斯基和地质专家瓦申科在紫坪铺工地



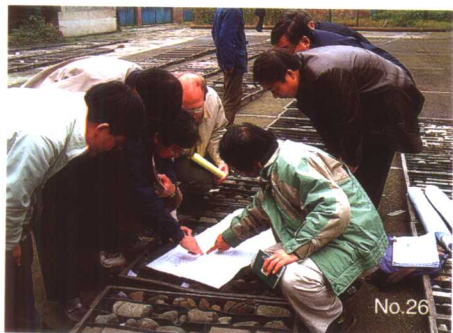
GIS 楼

No.18



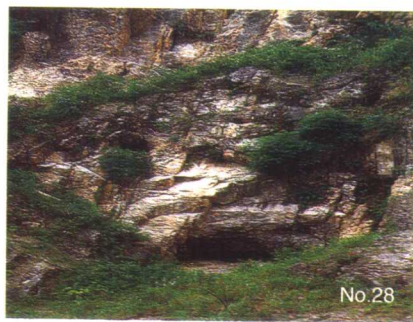
No.25

专家们现场讨论



No.26

中日专家现场研讨



No.28

龙溪河K9 溶洞



No.29

坝前左岸堆积体原始地貌



No.27

2005年9月蓄水验收
专家组查勘紫坪铺



No.30

坝前左岸堆积体
体现今地貌及
坡脚压重体
(远景)



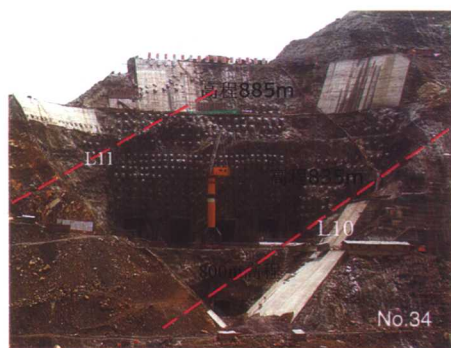
溢洪道泄槽上段部位揭露的向斜核部，
地层连续分布，未被断层切割



左岸煤洞分布情况



煤槽（FMD39号煤洞附近）变形现象



边坡开挖后基岩与覆盖层接触界面



土体出现蠕滑变形现象

2001年2号
导流洞出口
边坡滑坡时
的情景





中国水电顾问集团 成都勘测设计研究院



“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，隶属于中国水电工程顾问集团公司。现已发展成为集规划、勘测、设计、科研、监理、监测、咨询、环境保护、水土保持、水资源评价、岩土施工、工程总承包及投资为一体的国家级大型综合水电勘测、设计、科研单位。持有电力、水利、交通、市政、通信、电子工程和工业与民用建筑等多个领域29项国家级资质证书，拥有中华人民共和国进出口企业和对外开展经济技术合作的经营资质。

现有员工2200余人，其中本科及以上学历的专业技术人员约占62%。拥有国家勘测大师1人，省级勘察、设计大师3人，享受政府特殊津贴15人，国家中青年突出贡献专家1人，教授级高级工程师190人，高级工程师550人。拥有博士后工作站和国家西部研究生教育基地。

建院以来，完成了西南及西藏地区100多条大中型河流的水利资源普查和复查；完成或正在开展设计的水电站共120多座；还承担了多个国际水电工程的勘测设计工作。

成都院拥有领先的水电勘测设计技术，装备先进，具有较高的科研及科技攻关水平，有多项工程荣获国家勘测设计金奖。

成都院是四川省最佳文明单位，建设部质量管理先进单位，四川省质量效益型先进单位，全国电力行业用户满意企业，全国用户满意企业；先后荣获中国建设系统企业AAA级信用信誉及四川省人民政府AAA信誉证书，四川省重点工程建设先进单位和四川省优秀勘测设计研究院；被国家建设部、国家统计局评选为“全国勘测设计综合实力百强单位”；2004年被国务院国资委、国家人事部评为中央企业先进集体；2006年被国家环保总局评为“全国建设项目环境影响评价优秀甲级单位”；2006年1月，在由美国《工程新闻记录》(ENR)杂志社与中国《建筑时报》社联手推出的“2005中国承包商工程设计企业双60强”榜上，成都院在中国工程设计企业60强中名列第6位。

主 编 杨 建 彭仕雄

副主编 许德华 张世殊 葛东海 杜明祝 游显云

参 编 周志芳 梁 杏 汪家林 黄润秋 许 模 林伟凡

杨志宏 杨培忠 胡先明

执 笔 人 名 单

第 1 章	彭仕雄
第 2 章	彭仕雄 杨 建
第 3 章	葛东海 彭仕雄 林伟凡 胡先明
第 4 章	杜明祝 杨 建
第 5 章	杨 建
第 6 章	杜明祝
第 7 章	彭仕雄
第 8 章	张世殊 彭仕雄 许德华
第 9 章	彭仕雄 汪家林 杨志宏
第 10 章	许德华 黄润秋 许 模
第 11 章	许德华 周志芳 梁 杏
第 12 章	游显云 杨培忠
第 13 章	杨 建 彭仕雄
在本书编撰过程中，吕海如、任志刚、易格慧参加了部分工作	

荣 誉 榜



参加过紫坪铺水利枢纽工程地质勘察 研究工作的主要人员名单

前期勘察阶段:

杨 建	江 平	刘克远	石金良	俞审然	吉 云	许德华
周光明	曾本伦	王雨江	宋世翔	刘成旺	徐福林	周荣金
张绍成	张佑廷	吕海如	何绍明	王 川	陈 超	游显云
陈春文	周晓清	夏万洪	杜高怡	应汝萍	江国勇	冷鸿斌
郑建蓉	王宗琼	李 静	黄 莉	孔祥怡	江显忠	彭文楷
杜庆苏	陆继伯	吴文群	马德勤	屈民杰	詹廷才	祝光新
李健曾	吴世铎	李和周	欧宗泉	宗仁怀	范适生	周江平
任春雷	陶华联	黄志刚	陈梦德	曾纪全	汤大明	胡应德
郭惠丰	杨克欣	曾砚名	王明念	余晓华	李秀英	左石荣
王旭红	姜淑珍	盛万洪	杜文树	谈 勤	常政富	程晓刚
李开汉						

工程建设（招标及技施）阶段:

杨 建	彭仕雄	李文纲	许德华	张世殊	游显云	葛东海
杜明祝	宋胜武	李 洪	宋彦刚	邓良胜	吕海如	任志刚
赵 明	唐茂基	龚书林	丰顶山	李 慧	胡洪琳	易格慧
王宗琼	李 静	应汝萍	陶华联	杨德军	覃云飞	安亚梅
王建洪	张伯骥	李小泉	陈定贤	陈全欢	沈素清	刘邑飞
杜文树	杨蜀蓉	孙玉珊	唐承礼	杨培忠	潘 杰	王子忠
赵启龙	李长银	陈向荣				

前言

进入 21 世纪，我国加大了水利水电工程建设的步伐，相继开工了一批巨型和大型工程。在工程建设中，遇到了一系列复杂的工程地质技术难题，这些重大工程地质问题关系到工程建设的成败，也涉及工程建设的技术可行性和经济合理性。重大工程地质问题的研究是一项系统工程，不仅要深入分析、研究地质条件和存在的地质缺陷，而且更要研究工程建筑物的适宜性和对地质缺陷的处理措施。对工程建设而言，这是一项十分重要而紧迫的工作。

紫坪铺水利枢纽工程是国家“十五”重点工程之一，也是我国实施西部大开发的标志性工程。紫坪铺工程地质条件极其复杂，技术难度高，为国内外水利水电工程所少见。我院自 20 世纪 50 年代就开始紫坪铺工程的勘察设计工作，特别是 80 年代以后，以高面板堆石坝为重点进行了大量的地质、勘探和岩土试验，尤其是针对工程高边坡、废旧煤洞、覆盖层建坝、坝区水文地质条件、地下洞室群围岩稳定等重大工程地质问题开展了深入的专题研究工作。根据开挖揭露验证，这些重大工程地质问题与前期勘察认识评价判断基本一致，从而为工程建设决策提供了可靠依据，为工程顺利建设作出了应有贡献。该工程已经通过国家组织的验收，于 2005 年 9 月成功下闸蓄水，2006 年 5 月全部 4 台机组顺利建成发电。

紫坪铺水利枢纽工程鉴于特殊的地理位置和复杂的地质环境，工程勘测、设计、建设，经历了 50 余年坎坷、曲折的历程。工程建设几上几下，其中包含了众多建设者的辛酸和苦难，凝聚了几代工程技术人员的心血和汗水。在全体参与者的共同、持久、不懈的努力下，终于建成发电。这实在是一件值得庆贺的大喜事！在工程建设中，既有成功的经验，也有失败的教训。为了总结经验教训，特组织编撰《紫坪铺水利枢纽工程重大工程地质问题研究》

一书。

本书是根据 50 余年的勘察、设计、科研工作成果编撰而成的。全书共 13 章：第 1 章绪论，介绍工程概况、勘察过程及枢纽区的基本地质条件；第 2 章介绍了各重大工程地质问题的提出、争论情况、解决措施及研究结论；第 3 章论述了长期争论、有严重分歧的区域构造稳定性和地震基本烈度，水库诱发地震的研究确定过程和结论；第 4 章论述了水库渗漏的提出，从地层、岩性、岩溶发育、水文地质条件、隔水层底板等方面系统地论证了水库岩溶的渗漏问题；第 5 章论述了堆积体研究的意义、形成机制、多种工况下的稳定分析结果、工程处理措施、稳定监测系统和初步监测成果；第 6 章论述了早期工程勘察、建设中一直争论不休、复杂的坝区构造问题，总体构造格架的研究确定、坝区断层活动性及其对工程的影响等；第 7 章论述了废旧煤洞分布特征，危害性评价和工程处理措施，效果评价；第 8 章论述了坝基勘察过程，砂层分布，覆盖层建坝条件，研究了适合紫坪铺趾板地基的分类标准、建基面选择和地基评价；第 9 章论述了工程边坡概况，边坡变形破坏机理，典型边坡稳定分析和监测情况；第 10 章论述了围岩分类，围岩稳定性分析，瓦斯分布特征、危害评价和防治措施等；第 11 章论述了坝区水文地质环境，水化学特征，岩体渗流三维有限元数值模拟，渗控方案与措施等；第 12 章论述了大坝所需填筑料的料场选择、储量调查、质量评价、现场爆破试验、碾压试验和相关参数选择，开挖、运输和填筑等；第 13 章对重大工程地质问题研究情况进行了概括性总结，介绍了在工程施工过程中地质设计代表的工作和获得的经验等。

本书的主编单位为中国水电顾问集团成都勘测设计研究院。四川省水利水电勘测设计研究院负责第 12 章的编撰。本书编写得到了有关单位领导和部门的大力支持。编委们都是承担着繁重的生产任务的各级技术管理领导和技术骨干，他们克服了生产建设和专著编撰在时间上的矛盾，数易其稿。相关领导和专家几次开会研究讨论，提出了十分宝贵的修改意见，并经多次召开会议讨论，最终定稿。

四川省紫坪铺开发有限责任公司、四川省水利水电勘测设计研究院、成都理工大学、水利部水利水电规划设计总院、国家地震局分析预报中心、四川省地震局、河海大学、中国地质大学、中国科学院地质与地球物理研究所、四川大学、三峡大学、长江科学院、中国水利水电科学研究院、山东大学、西安理工大学、黄河规划勘察设计有限责任公司物探总队、中国水电顾问集团北京勘测设计研究院物探队、煤炭研究总院重庆分院、山东大学、紫建联营体、成都水利水电工程建设公司、四川准达岩土工程公司、中国水利水电

第五工程局、中国水利水电第七工程局等单位的领导和技术人员，参与了地质勘察的相关研究工作。本书引用了有关单位各设计阶段的勘察、设计报告、专题研究报告、安全鉴定报告、咨询报告、工程竣工验收资料的部分研究内容、成果和结论，在此谨对上述报告的编写单位和编撰者表示诚挚的谢意。

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、项目管理部、地质工程分院的领导，他们从组织、经费、人力资源等方面给予了大力支持和帮助；刘克远勘察大师、李文纲勘察大师和地质工程分院的专家对初稿提出了许多建设性的修改意见。在此，谨对院领导、各部门领导和各位专家表示衷心感谢！

限于作者水平，错误在所难免，我们期待读者批评指正。

编 者

2006 年 12 月

于成都

目 录

前言

1 绪论	1
1.1 工程概况	1
1.2 勘察过程	2
1.3 基本地质条件	4
1.3.1 地形地貌	4
1.3.2 地层岩性	4
1.3.3 地质构造	4
1.3.4 物理地质作用	5
1.3.5 水文地质条件	5
1.4 开挖前后基本地质条件复核对比	6
2 重大工程地质问题研究总论	7
2.1 区域构造稳定问题	7
2.2 水库岩溶渗漏问题	8
2.3 近坝堆积体的稳定问题	9
2.4 枢纽区构造活动性问题	9
2.5 废旧煤洞对工程的影响问题	10
2.6 面板堆石坝地基岩土体的利用问题	10
2.7 工程边坡的稳定性研究	12
2.8 地下洞室群围岩稳定问题	12
2.9 枢纽区渗流场和防渗处理	13
2.10 筑坝材料的勘察和评价	13
3 区域构造稳定性与地震	15
3.1 区域地质概况	15