



Prevention and Treatment of Landslide and
Collapse Geological Hazards in Three
Gorges Reservoir Project Area

郭希哲 黄学斌 徐开祥 等著

Series of Ecological and Environmental
Protection for Three Gorges Project

三峡工程生态与环境保护丛书

三峡工程库区崩滑地质灾害防治



中国水利水电出版社
China WaterPower Press

TV632/5

2007

Series of Ecological and Environmental
Protection for Three Gorges Project

三峡工程生态与环境保护丛书

吴国平 黄真理 主编

国家科学技术学术著作出版基金资助出版

Prevention and Treatment of Landslide and Collapse Geological Hazards
in Three Gorges Reservoir Project Area

三峡工程库区 崩滑地质灾害防治

郭希哲 黄学斌 徐开祥 苏爱军 徐绍铨 彭光忠 许 强
付小林 贾家麟 王建锋 吴永锋 程渔鸣 黄润秋 李征航
伍 岳 李英冰 马霄汉 彭光泽 郭满长 李辉武 著



中国水利水电出版社
China WaterPower Press



图书在版编目 (CIP) 数据

三峡工程库区崩滑地质灾害防治 / 郭希哲等著. —北京:
中国水利水电出版社, 2005
(三峡工程生态与环境保护丛书)
ISBN 978-7-5084-2871-0

I. 三… II. 郭… III. 三峡工程—土崩滑塌—地质灾害—
防治 IV. TV632.71

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 039761 号

三峡工程生态与环境保护丛书

三峡工程库区崩滑地质灾害防治

郭希哲 黄学斌 徐开祥 等著

中国水利水电出版社 出版、发行 (北京市西城区三里河路 6 号 邮政编码 100044)
电话: (010) 63202266 (总机)、68331835 (营销中心)

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经销

中国水利水电出版社微机排版中心版式制作

北京地大彩印厂印刷

787mm×1092mm 16 开 22.25 印张 528 千字 1 插页

2007 年 11 月第 1 版 2007 年 11 月第 1 次印刷

印数: 0001—3000 册

定价: 158.00 元

版权所有 侵权必究

如有印装质量问题, 可寄中国水利水电出版社营销中心调换 (邮政编码 100044)

网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn

序 一

三峡工程是举世瞩目的大型水利工程，是治理和开发长江的关键性骨干工程，具有防洪、发电、航运等巨大的综合效益。但与此同时，三峡工程将部分改变长江水文情势，又会对库区、长江中下游及河口地区的生态、环境乃至社会经济等方面产生不同程度的影响。党中央、国务院对三峡工程的生态与环境问题十分关心和重视，在三峡工程论证和可行性研究阶段，国家组织有关科研、设计单位作了大量的调查研究和科学试验，从自然环境、社会环境和公众关心的问题等不同角度对三峡工程的生态环境影响进行了科学论证，编制了《长江三峡水利枢纽环境影响报告书》。国家对于三峡工程生态环境保护工作非常重视，初步设计阶段，编制完成了初步设计报告（第十一篇，环境保护），在三峡工程枢纽工程概算中列出专项资金，专门用于三峡工程的生态环境保护工作。

自开工建设以来，三峡工程生态环境保护工作取得了很大成绩。在国务院三峡工程建设委员会办公室（以下简称国务院三峡办）组织协调和国家十几个相关部委以及地方政府等单位的大力支持下，长江三峡工程生态与环境监测系统于1996年建立，对以三峡库区为重点涉及上下游直至河口地区的三峡工程生态环境影响区域进行生态环境监测，内容涵盖了水文水质、污染源、鱼类及水生生物、陆生动植物、局地气候、农业生态环境、河口生态环境、人群健康、库区社会经济环境等诸多方面，该系统是目前国内唯一的跨地区、跨部门、跨学科、综合性和研究性的生态环境监测网络。三峡工程生态与环境监测系统运行8年多来，取得了大量宝贵的监测数据，基本形成了三峡水库蓄水前生态环境的本底资料。在国务院三峡办组织下，受三峡工程影响的珍稀水生和陆生动植物得到保护，或就地建立保护区，或实施迁地保护等多种手



段，尽可能保护三峡库区及相关地区的生物多样性。与此同时，配合生态环境监测和保护区建设等，开展了一大批相关的科学研究工作，取得了丰富的研究成果，解决了三峡工程生态环境的诸多实际问题。

三峡工程凝聚了我国几代科技人员的心血。生态与环境问题亦不例外，参与三峡工程生态环境建设和研究的学者不计其数，硕果累累。在2003年三峡工程顺利实现蓄水、永久船闸通航和首批机组发电的二期阶段目标之后，国务院三峡办组织长期从事三峡工程生态与环境保护工作的专家学者，总结其多年来的研究成果，形成专著，以丛书形式出版。内容涉及三峡工程生态与环境监测、水污染控制、生物多样性保护、农业生态环境以及地质灾害等方面。该套丛书的出版对于从事三峡工程生态环境保护的工作者无疑是一种鼓舞，同时可以让公众进一步加深对三峡工程生态环境保护工作的了解，另外，丛书对于宣传我国政府在三峡工程生态环境保护方面所做的工作也是有益的。应该说明的是，呈现在大家面前的这套丛书仅仅反映了三峡工程生态环境保护工作的一个局部，大量成果还没有整理成专著，今后我们将继续组织这方面的工作，让更多、更好的成果问世。

三峡工程生态环境问题极为复杂。工程蓄水后，三峡工程生态环境问题才逐步显现，今后要进一步加强生态环境监测工作，加强相关科学研究工作，及时发现问题并提出可能的对策措施，使得三峡工程对于生态环境的影响减缓到最低程度。同时应该看到，三峡工程建设也为广大工程建设者和从事生态环境研究的专家学者提供了无比广阔的舞台、机遇和挑战。我相信，今后会有更多、更好的成果涌现出来，让我们共同期待。

国务院三峡工程建设委员会办公室副主任

高金榜

2004年7月29日

序 二

三峡工程凝聚了自孙中山先生以来，我国几代领导人和科技人员的心血。从提出规划、科学论证，到1993年正式开工建设、1997年大江截流、2003年完成初期蓄水发电，每一个环节都受到国际、国内的高度关注。无论褒贬，三峡工程已经开始并将在今后持续为我国的经济的发展注入强大的动力。但是，由于该工程的建设，是在诸多生态与环境问题及其处置方式尚未取得一致意见的背景下上马的，针对性的监测与研究也一直没有停止过。我当时在中国科学院工作，领导并直接参与了有关的科学论证和专题研究。

1995年1月在北京京西宾馆通过论证的《三峡工程生态与环境监测系统（实施规划）》，是围绕三峡工程建设对生态与环境的不利影响所采取的重大对策之一。该系统涉及国家十几个相关部委及下属的几十家研究单位，与三峡工程的建设同步，从社会经济、水文气象、环境质量、生态保护等多个领域开展了长期和系统的监测研究，获得了大量数据资料，并通过实验示范，在生物多样性保护和生态农业等领域取得了良好的社会和环境效益。经国务院三峡工程建设委员会办公室水库管理司组织协调，有关研究人员将三峡工程施工以来多年的监测和研究成果进行了系统的总结，编撰出版了《三峡工程生态与环境保护丛书》。值此丛书出版之际，本人抚今追昔，感慨良多。

三峡工程对于生态与环境的影响不仅是全方位和多方面的，也是持久和深远的，没有长期的监测和相应的科学研究工作，恐怕难以回答工程对于生态与环境的影响程度。过去的争论说明，在一项国家重大工程正式上马前能有不同的意见和声音是十分正常的，对于科学发展和民主决策都具有积极意义。随着三峡水库初步形成，三峡工程对于生态环境的影响将逐步显现出来，作为科学工作者，不应该回避问题，而是



要加强监测和研究，及时发现可能出现的问题，在科学研究的基础上提出相应的对策措施。我相信，本丛书的出版将不仅有助于社会公众对三峡工程生态与环境问题的了解，而且将促进该领域研究的深入，能够起到继往开来的作用，故乐为之序。

中国科学院院士、国家自然科学基金委员会主任

陈尔瑜

2004年9月

前 言

举世瞩目的长江三峡工程，1994年12月14日正式开工兴建，2003年6月二期工程竣工，开始实现蓄水、发电和通航，是三峡工程建设的一个重要里程碑。

国务院三峡工程建设委员会办公室为配合三峡工程建设，组织编写和出版《三峡工程生态与环境保护丛书》，反映三峡工程生态与环境保护取得的最新科研成果，展示中国科技人员在三峡工程生态与环境保护方面做出的努力和成就，宣传国家对三峡工程生态与环境保护工作的重视，同时，通过本书的编著和出版，总结过去，指导未来，意义特别重大。《三峡工程库区崩滑地质灾害防治》是《三峡工程生态与环境保护丛书》之一。

三峡工程坝址区工程地质条件优越，水库区则是我国崩滑（崩塌、滑坡的合称，下同）地质灾害的多发区。在库区高程600m以下的干、支流两岸岸坡上，已查出崩滑地质灾害点约4679处，严重影响着长江三峡工程库区（以下简称三峡库区）人民生命财产、移民工程建设和生态环境的安全。为此，国家对崩滑地质灾害防治投入的力度之大，是国内、国际同类工程建设所绝无仅有的，取得的防灾、治灾效果和科技成果也极为丰硕。目前，国家仍在继续加大三峡库区崩滑地质灾害的防治力度，可以预料还将取得更丰硕的成果。

本书反映了三峡库区20世纪90年代以来的崩滑地质灾害防治和科研成果，内容包括：库区自然与地质环境，库岸类型与崩滑地质灾害，重大崩滑地质灾害防治工程，塌岸（库岸再造）预测与防治，崩滑地质灾害监测，崩滑地质灾害预报，崩滑地质灾害信息系统和防治决策支持系统等，涉及崩滑地质灾害防治的重要领域。

三峡库区是我国同类工程库区乃至地区地质灾害调查研究程度最高的地区。本书重点论述和解剖的链子崖危岩体和黄腊石滑坡防治工程，其地质条件复杂，所处地位特别重要，是在三峡工程开工之前首例由国家立项的三峡地区乃至全国技术性最强、难度和规模最大的崩滑地质灾害综合性防治工程，已分别于1999年8月和1996年7月建成，正在发挥巨大的效



益。国土资源部验收委员会认为它们的建成，标志着我国地质灾害防治工程进入了一个新的阶段。其中，链子崖危岩体防治的难度更大，验收委员会认为防治工程设计先进、合理，工程施工达到设计要求，质量优良，总体上达到了国际领先水平。同时，这两个工程都建成了我国第一个由多内容、多方法组成的综合性变形监测单体网，并进行了我国首例 GPS 方法在崩滑地质灾害变形监测中的试验研究，取得了重大成果。通过多年的监测，积累了丰富的监测数据，提出了实用的崩滑地质灾害预报方法。在三峡库区，由复杂岩土组成的库岸和崩滑体库岸塌岸预测和防护工程的实施，以及地质灾害信息系统和防治决策支持系统的建设，也均属我国首例，都取得了重要成果。

本书内容综合性强，范围较广，有大量的实际资料和坚实的实践基础。书中对崩滑地质灾害的形成，既有典型实例的解剖，又有规律性的论述；对崩滑地质灾害的防治，既有实践经验的总结，又有理论性的探讨；对崩滑地质灾害的监测和预报，既有以往诸多方案（法）的列举，又有新近通过实验证实行之有效的新方案（法）的提出和论述；而崩滑地质灾害信息系统和防治决策支持系统，则是较新的课题，力求在全库区做到实用、先进和完善。本书充分反映了崩滑地质灾害防治和科学研究的最新成果和成就，并指出崩滑地质灾害防治中的一些重要的薄弱环节和努力方向。

我国自然条件和地质条件复杂，地质灾害类型较多，对国民经济发展和人民生命财产安全的危害性甚大。因此，国家高度重视地质灾害的防治。在国家的大力支持下，20 世纪 90 年代以来，地质灾害与防治已形成一门活力盛旺的学科和专业，在生态与环境领域中越来越显示出其重要性。而在地质灾害中，崩滑地质灾害最为常见，年年发生，分布广，突发性强，危害性大，防治任务艰巨，是我国地质灾害防治的主要对象。

崩滑地质灾害防治学科和专业，与其他学科和专业相比，发展较晚，且风险性大，存在较多的难题，主要有崩塌、滑坡形成机制和稳定性评价，崩塌、滑坡变形、失稳预报，大型深层（厚）崩塌、滑坡防治技术，非均质土体和岩体库岸塌岸预测、评价等。对这些问题，本书通过实践都进行了分析和总结，以期对学科和专业发展起到“添砖加瓦”的作用，对三峡

库区乃至全国崩滑地质灾害防治有一定的借鉴作用。地质灾害防治，来源于实践，应用于实际，期望通过本书引出更多更好的专著。

三峡库区大量崩滑地质灾害防治工程的实施，汇集了全国许多优秀的专业队伍，吸引了许多知名学者、专家的参与和指导，因而取得了丰硕的成果，积累了丰富的经验。在不断总结库区崩滑地质灾害防治经验的基础上，已推出了崩滑地质灾害防治的地质勘察、变形监测、工程设计和施工、工程竣工验收，以及监理和管理等系列技术标准或规定，填补了地区性乃至全国性崩滑地质灾害防治专业技术标准化的空白。本书以学术专著的形式全面反映三峡库区崩滑地质灾害防治成果，与上述技术标准或规定相辅相成，以期取得更大的使用价值并推动学科和专业的发展。因此，本书的读者对象和社会需求，应当是广泛的。

本书适用于从事地质灾害防治和与之相关的部门、单位及其科技工作者，包括勘察、监测、设计、施工、监理和管理等各个方面，对科研单位和高等院校也有重要的参考价值。

在本书定稿之时，国务院颁布了我国首部《中华人民共和国地质灾害防治条例》，将地质灾害防治纳入了法制轨道，其意义重大而深远。因此，本书作者愿将本书作为《中华人民共和国地质灾害防治条例》颁布的献礼。

本书的撰写人员来自国土资源部三峡库区地质灾害防治工作指挥部、武汉大学、水利部长江水利委员会、中国科学院武汉岩土力学研究所和力学研究所、成都理工大学、湖北省国土资源厅、重庆市国土资源与房屋管理局等单位。编写过程中得到了全国政协委员、中国地质灾害研究会理事长李烈荣教授，中国工程院刘广润院士和王思敬院士，中国科学院孙广忠研究员等的热情支持和指导，在此一并表示感谢。

参加撰写的人员有郭希哲、黄学斌、徐开祥、苏爱军、徐绍铨、彭光忠、许强、付小林、贾家麟、王建锋、吴永锋、程温鸣、黄润秋、李征航、伍岳、李英冰、马霄汉、彭光泽、郭满长、李辉武。

本书的编著，主要是利用近年三峡库区链子崖危岩体和黄腊石滑坡等重大崩滑地质灾害防治和有关研究成果，也参考了部分原地质矿产部地质环境管理司、水利部科技司、国家地震局科技监测司主持的

“七五”、“八五”三峡工程地质与地震课题科技攻关的部分成果（本书的部分编著者也是该科技攻关项目的参加者），以及三峡库区二期、三期崩滑地质灾害防治工程的部分成果。由于编著者水平有限，不妥和不足之处，恳请指正。

作者

2005年1月

主要作者简介

郭希哲 河南省社旗县人，1935年8月生，教授级高级工程师。1954年毕业于武汉地质学校矿山地质专业，1966年在职学习，毕业于北京地质学院水文地质工程地质系。历任湖北水文地质工程地质大队副总工程师、地矿部长江三峡链子崖和黄腊石地质灾害防治工程指挥部总工，曾兼任地矿部岩溶地质研究所客座研究员、武汉水利电力大学（宜昌）兼职教授、中国地质灾害研究会理事、中国地质学会工程地质专业委员会委员、《中国地质灾害与防治》学报编委会常委等。享受政府特殊津贴。先后参加淮河和长江三峡水利水电工程地质、湖北省等地水文地质、工程地质和地质灾害等重大项目勘察研究30余项。主持了一个阶段的三峡工程三斗坪坝段勘察研究及三峡库区危险性最大的链子崖危岩体和黄腊石滑坡防治工程实施。1978年获全国科学大会奖，1985年获地矿部劳动模范称号，1991年获国家科学技术委员会、水利部、能源部国家科技攻关专家荣誉证书。获部、省级一~三等科技成果奖5次。编著地质勘察研究报告30余部，发表论文40余篇。



黄学斌 河南省项城市人，1957年11月生，教授级高级工程师，1996年毕业于中国地质大学（武汉）水文地质工程地质系，现任三峡库区地质灾害防治工作指挥部指挥长，兼任中国地质大学（武汉）客座教授、三峡大学硕士生导师（教授），任中国地质灾害防治学会地质灾害防治工程专业委员会副主任委员。享受政府特殊津贴。长期从事地质灾害的防治工作，最近几年先后组织完成了长江三峡链子崖危岩体和黄腊石滑坡、乌江鸡冠岭山崩等地质灾害防治工程、巴东县城二道沟滑坡抢险应急治理、《长江三峡库区重大崩滑地质灾害监测工程试验（示范）区》、“九五”国家科技攻关项目《地质灾害防治技术与示范工程研究》、长江三峡库区巴东县黄土坡滑坡防治工程的可行性研究等。获部、省级二等科技成果奖2次、三等奖1次，发表论文20余篇。



徐开祥 河南省襄城县人，1946年7月生，教授级高级工程师。1969年毕业于北京地质学院水文地质工程地质系，现任三峡库区地质灾害防治工作指挥部总工程师，三峡地质灾害监测中心总工程师，学术团体兼职有中国地质灾害与防治学报编委、中国地质灾害研究会勘察监测技术方法研究会副秘书长、中国地质灾害研究会防治工程专业委员会高级顾问、中国地质大学客座教授，享受政府特殊津贴。长期在第一线从事工程地质和地质灾害的勘察试验、监测、规划、防治和研究工作。近期参加并执笔编写了《三峡库区地质灾害防治总体规划》和《三峡库区三期地质灾害防治规划》等。获部科技成果二等奖3项，发表文章20余篇，编写重要技术报告20余篇。



内容提要

《三峡工程库区崩滑地质灾害防治》专著，是《三峡工程生态与环境保护丛书》的内容之一。专著充分利用近10年来崩滑地质灾害防治成果编著而成，内容包括：三峡库区自然与地质环境，库岸类型与崩滑地质灾害，重大崩滑地质灾害防治工程，塌岸（库岸再造）预测与防护，崩滑地质灾害监测，崩滑地质灾害预报，崩滑地质灾害信息系统与防治决策支持系统等。

专著中重点论述和解剖的链子崖危岩体和黄腊石滑坡防治工程，是三峡工程开工前由国家立项的三峡地区乃至全国技术性最强、难度最大的崩滑地质灾害防治工程，已分别于1999年、1996年竣工。国土资源部验收委员会认为它们的建成，标志着我国地质灾害防治工作进入了一个新的阶段。其中链子崖危岩体防治难度更大，验收委员会认为防治工程设计先进、合理，工程施工达到设计要求，质量优良，总体上达到国际领先水平。同时，这两项工程都建成了我国第一个由多内容、多方法组成的综合性变形监测单体网，积累了丰富的监测经验。

专著的主要特点是：内容综合，范围较广，有大量的实际资料和坚实的实践基础。书中既有典型实例的解剖，又有规律性的论述；既有实践经验的总结，又有理论性的探讨；充分反映了崩滑地质灾害防治和科学研究的最新成果和成就，并指出崩滑地质灾害防治中的一些重要薄弱环节和努力方向。

该书适用于从事地质灾害防治和与之相关的部门、单位及其科技工作者，包括勘察、监测、设计、监理和管理等各个方面，对科研单位和高等院校也有重要的参考价值。

《三峡工程生态与环境保护丛书》

主编介绍

吴国平 上海人，1943年12月生，教授级高级工程师。1965年毕业于衡阳矿冶工程学院。毕业初期在地质部门从事地质矿产实验工作。1981~1983年在英国伯明翰大学化学系进修，任名誉研究员。1985年起任长江流域水资源保护局局长兼长江水资源保护研究所所长和长江流域水环境监测中心主任，曾主持三峡工程和南水北调中线工程等国家重点工程的环境影响评价工作。1993年起先后任国务院三峡工程建设委员会办公室技术与国际合作司、发展规划司和水库管理司司长，组织开展了长江三峡工程的生态环境监测和系列科研项目。

黄真理 贵州省平坝县人，1966年10月生，研究员。1993年毕业于清华大学水电系，获工学博士学位，现任国务院三峡工程建设委员会办公室水库管理司副司长。曾参加和主持国家“七五”、“八五”攻关项目、国家自然科学基金、国家重点实验室基金等项目的研究工作。从1993年开始，主持和参与三峡工程生态与环境保护科研、监测、规划等工作。主持建立了三峡工程生态与环境监测系统。已发表论文60余篇，著作5部，技术报告10余部。获1996年国家教委科技进步三等奖，1998年教育部科技进步二等奖，2005年国家科技进步二等奖。

总策划	黄真理	汤鑫华	王国仪
责任编辑	林京	王志媛	
书籍设计	刘一桢	曲大鹏	王鹏
责任绘图	樊启玲		
责任印制	黄勇忠	孙长福	
责任校对	梁晓静	张莉	
正文排版	吴建军	张焕新	

目录



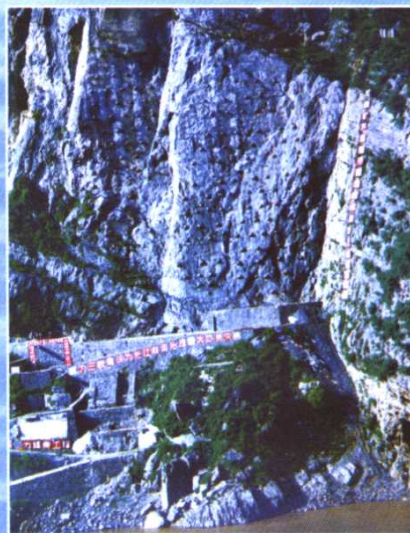
序一
序二
前言

第一章 三峡库区自然与地质环境	2
第一节 气候气象	2
第二节 江河水文	2
第三节 地形地貌	6
第四节 地层岩性	9
第五节 地质构造	12
第六节 地震	14
第七节 水文地质	15

第二章 三峡库区岸坡类型与崩滑地质灾害	18
第一节 概述	18
第二节 岸坡类型与变形破坏机制	18
第三节 崩滑地质灾害发育情况	21
第四节 崩滑地质灾害形成规律	27
第五节 崩滑体稳定性计算与评价	31

第三章 三峡库区崩滑地质灾害防治工程	56
第一节 概述	56
第二节 崩滑地质灾害防治工程类型	57
第三节 链子崖危岩体防治工程	69
第四节 黄腊石滑坡防治工程	120
第五节 豆芽棚滑坡防治工程	152

第四章 三峡库区水库塌岸预测与防治	160
第一节 概述	160
第二节 塌岸模式与机理	161
第三节 塌岸长期预测	170
第四节 塌岸防护设计	174
第五节 塌岸预测与防治实例——奉节新县城库岸塌岸研究	178
第六节 结语	194



第五章 三峡库区崩滑地质灾害监测	196
第一节 概述	196
第二节 崩滑地质灾害监测方法研究	198
第三节 崩滑地质灾害 GPS 监测	209
第四节 重大崩滑地质灾害综合监测	235
第五节 结语	272



第六章 三峡库区崩滑地质灾害预报	276
第一节 概述	276
第二节 崩滑地质灾害预报内容	276
第三节 崩滑地质灾害预报方法（模型）	278
第四节 崩滑地质灾害预报方法建立的依据	280
第五节 崩滑地质灾害综合信息预报系统	284
第六节 崩滑地质灾害预报发布	292





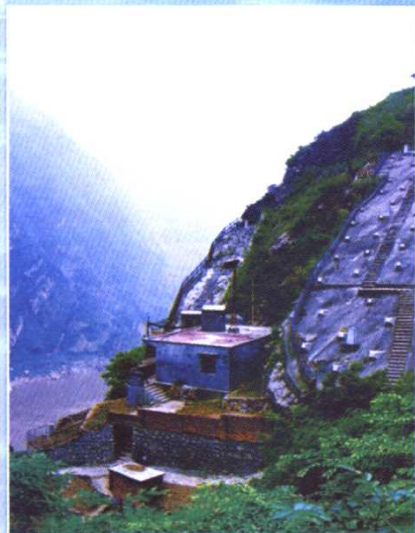
第七章 三峡库区地质灾害防治信息管理与决策支持系统 294

第一节 概述 294

第二节 崩滑地质灾害信息系统 295

第三节 崩滑地质灾害防治决策支持系统 310

参考文献 336

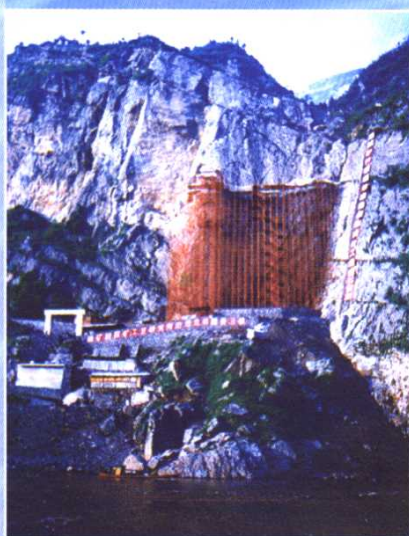


附图 1 三峡库区岩石类型与崩塌滑坡分布图

附图 2 三峡库区地球卫星影像图



CONTENT



Foreword (1)

Foreword (2)

Preface

Chapter 1	Natural Geological Conditions of the Three Gorges Reservoir Area	2
1.1	Meteorology	2
1.2	Hydrology	2
1.3	Topography and physiognomy	6
1.4	Stratum and lithology	9
1.5	Geological tectonic	12
1.6	Earthquake	14
1.7	Hydro-geological condition	15

Chapter 2	The Types of Bank and the Geological Hazards of Landslide and Collapses in the Three Gorges Reservoir Area	18
2.1	Introduction	18
2.2	The types and the deformation mechanism of bank	18
2.3	The development of the geological hazards of landslides and collapses	21
2.4	The formative rule of the geological hazards of landslides and collapses	27
2.5	Stability calculation and evolution	31

Chapter 3	The Control Projects of Landslide and Collapses in the Three Gorges Reservoir Area	56
3.1	Introduction	56
3.2	Control project types of landslide and collapses	57
3.3	Control project of Lianziya dangerous rock mass	69
3.4	Control project of Huanglashi landslide	120
3.5	Control project of Douyapeng landslide	152