

Collected Works on
Environment Geology
and Engineering Geology

地质灾害探索 与工程实践

—环境工程地质文集

刘世凯、著

武汉理工大学出版社

Wuhan University of Technology press

Collected Works on Environment Geology
and Engineering Geology

地质灾害探索与工程实践

——环境工程地质文集

刘世凯 著



武汉理工大学出版社

内 容 简 介

刘世凯教授在 20 世纪 90 年代前一直在长江水利委员会从事大型水利水电工程地质工作, 90 年代后在武汉理工大学从事交通环境工程地质的教学与科研。本书搜集了著者近 20 年来的代表作, 内容均来自于生产、科研第一性资料, 翔实可信。此书在与周边学科相互渗透方面甚为广泛、不仅有特殊的实用性, 而且在理论上有着普遍意义, 体现了理论与实践、科学技术与经济开发、发展与环境有机结合, 是一部有理论价值和应用价值的文集。

本文集对从事环境工程地质、地质工程、岩土工程、交通工程、工程力学等学科的工程技术人员、科研人员、大专院校师生均有参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

地质灾害探索与工程实践=Collected Works on Environment Geology and Engineering Geology: 环境工程地质文集/刘世凯著. —武汉: 武汉理工大学出版社, 2004. 6
ISBN 7-5629-2070-2

I. 地… II. 刘… III. 地质灾害-研究 IV. P694

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 005495 号

地质灾害探索与工程实践

刘世凯 著

出版发行: 武汉理工大学出版社(武汉市武昌珞狮路 122 号 邮编: 430070)

<http://www.techbook.com.cn>

E-mail: yangxuezh@mail.whut.edu.cn

印 刷: 武汉理工大印刷厂

经 销: 各地新华书店

本社购书电话: (027)87394412 87383695 87384729

开本: 787×1092 1/16

印张: 12 插页 4 字数: 312 千字

版次: 2004 年 6 月第 1 版

印数: 600 册

印刷: 2004 年 6 月第 1 次印刷

定价: 80.00 元

如有印装质量问题, 请向出版社发行部调换。

版权所有, 盗版必究。

刘世凯教授略历

出生

农历己卯年重阳日生于湖北黄陂北乡。

求学简历

- 1945~1947 年 先入私塾发蒙识字、书法,后读《三字经》和“四书”的某些篇章。1947年父亲病逝,留下孤儿寡母,勤俭的母亲携儿读书艰难。
- 1948~1949 年 黄陂北李集公立小学读国语。
- 1950~1951 年 因“土改”,家庭搬迁(李集—鲍岗),生活所迫停学。
- 1952 年 7 月 黄陂北乡邓嘴小学初小毕业。
- 1954 年 7 月 黄陂姚集区中心小学毕业,同期考入黄陂第三中学。
- 1955 年 9 月 因经济困难休学一年务农。
- 1958 年 7 月 黄陂第三中学毕业,同期考入武汉电力专科学校。
- 1962 年 7 月 武汉电力专科学校水文工程地质专业毕业。
- 1979 年 8 月 长江水利委员会勘测职工大学英语中级班结业。
- 1981 年 8 月 成都地质学院水文工程地质系进修结业。

工作经历

- 1962 年 8 月 武汉电力专科学校毕业由国家统一分配到长江流域规划办公室(简称长办),现为长江水利委员会,在河南陶岔进行南水北调中线地调工作(长办七勘队)。
- 1963 年 4 月 丹江口水利枢纽天然建筑材料调查(长办四勘队)。
- 1965 年 4 月 金沙江虎跳峡引水电站地质勘察(长办四三三)。
- 1968 年 10 月 清江隔河岩水利枢纽右岸罗家坳分水岭水文地质调查(长办五〇五)。
- 1970 年 4 月 葛洲坝水利枢纽天然建筑材料调查(长办五〇五)。
- 1972 年 5 月 三峡工程太平溪与三斗坪比较坝址地质勘察(长办五〇五)。
- 1975 年 10 月 调入汉口长办勘测处机关,主要从事清江流域规划和三峡工程库区的地质勘察管理和科研工作。
- 1990 年 10 月 调入武汉理工大学交通学院土木工程系任教(原名为武汉水运工程学院土木工程系,1993 年改为武汉交通科技大学土木工程系,2000 年与武汉工业大学和武汉汽车工业大学大合并为武汉理工大学)。主要从事交通环境工程地质方面的教学和以三峡工程为主的科研工作。

专业技术职务

近半个世纪的工程地质生涯,随着时间的推移和工作单位的变更,其专业技术职务(称为助理技术员、技术员、助理工程师、工程师、高级工程师(副教授)、教授(研究员))。

2002 年成为国家首批考核认定的注册土木工程师(岩土)。

硕士研究生导师,享受湖北省政府专项津贴的专家。

学术职务

改革开放以来,在不同时期、不同部门所担任过的学术职务:

- 国际工程地质协会[IAEG]中国国家小组成员
- 中国地质学会工程地质专业委员会委员
- 湖北省地质学会副秘书长
- 湖北省地质学会水文地质、工程地质、环境地质专业委员会副主任
- 湖北省地质学会水、工、环专业委员会名誉主任
- 湖北省地质学会地质灾害及岩土工程专家咨询工作委员会主任
- 湖北省科技进步奖评审专家组成员
- 湖北省自然科学基金评审专家组成员
- 武汉交通科技大学职称评审专家组成员
- 武汉理工大学交通学院学术委员会委员
- 武汉理工大学交通学院职称评审委员会委员

重大科技攻关业绩

国家“七五”、“八五”、“九五”重大科技攻关期间作为项目负责人之一所承担的以三峡工程为主的科研成果及获奖情况:

- 长江三峡工程库岸稳定性研究(编号 75—16—02—04)
该项目于 1991 年获国家重大成果奖。
- 长江三峡工程水库移民与开发的环境地质研究(编号 85—16—04—01)
该项目于 1996 年获国家重大成果奖。
- 长江三峡工程库区滑坡碍航程度研究(编号 95—9—1—5—4)
- 长江三峡工程牛口、水田坝等断裂活动性与地震危险性评价
1997 年获长江水利委员会科技进步一等奖。
1998 年获水利部科技进步三等奖。
- 三峡工程水库结晶岩区平缓斜坡成因类型稳定性评价及不同地段地质环境开发模式和环境容量评价研究
1997 年获交通部科技进步三等奖。
- 长江三峡工程库区巴东黄土坡与赵树岭滑体变形与失稳计算机智能仿真系统
1999 年获交通部科技进步二等奖。
- 《地质环境与工程》科技专著
1999 年获交通部科技进步三等奖。
- 长江干堤重点堤岸失稳计算机仿真系统
2002 年获武汉市科技进步一等奖;湖北省科技进步二等奖。
- 沪蓉国道主干线南里渡滑坡稳定性数值分析
2003 年获湖北省科技进步三等奖。
- 论三峡工程与崩塌、滑坡对川江航道影响的关系
1994 年获湖北省自然科学优秀论文二等奖。
- 三峡水库应力场对水田坝断裂影响的数-力模型研究
1998 年获湖北省自然科学优秀论文一等奖。

著书

- 《长江三峡工程库岸稳定性》主编之一
1992 年由中国科学技术出版社出版。
- 《工程地质与环境地质论文选集》副主编
1993 年由中国地质大学出版社出版。
- 《地质环境与工程》专著
1996 年由四川科学技术出版社出版。
- 《公路工程地质与勘察》编著
1999 年由人民交通出版社出版。
- 《湖北工程地质环境地质五十年》副主编
1999 年由中国地质大学出版社出版。
- 《地质灾害探索与工程实践》专著
2004 年由武汉理工大学出版社出版。

国际(地区)学术交流及科技考查

- 出席第三十届国际地质大会,1996 年中国北京。
- 出席第八届国际工程地质大会[IAEG],1998 年加拿大温哥华。
- 出席第二届亚洲工程与环境地质大会,1999 年马来西亚吉隆坡(Bangi)。
- 应邀考查香港理工大学及科技馆,2000 年中国香港。
- 应邀赴欧洲信息与科技咨询考查,2002 年德、意、法等国。
- 应邀赴巴基斯坦(KAYAL KHWAR)工程地质考察,2002 年巴基斯坦 Indus R。

湖北省地质学会

地质灾害及岩土工程专家咨询工作委员会

择 编

2004 年 1 月

刘世凯教授在武汉理工大学 工作的十五年

刘世凯教授在长江水利委员会从事大型水利水电工程地质工作近三十年,1990年调入我校从事教学与科研工作后,一直是我系的学术骨干和学科带头人,为土建系的建设和发展作出了突出的贡献。他的工作经历和成就在全国工程地质界享有很高的声誉。

1 阔广情怀,严谨风范

刘教授认为,自己不是什么名牌大学毕业,能来到高等学府任教,本身就是一种荣誉,也是一种巨大的压力和挑战。我系成立于20世纪80年代后期,不论是教学、科研及学科建设方面都很薄弱。刘教授调入学校后,凭多年的工作经验,经过认真思索,向校系领导提出建议,认为土建系应结合国家改革开放大兴土木之机,开放办学,把中央驻汉的大型勘测、设计、科研机构的知名专家和老总请进来聘为兼职教授和学科建设的咨询专家;同时,利用各种实习机会,把青年教师和学生送到工程实践中进行第一性工作锻炼,采用“请进来、走出去”的办法,既提高了学校院系的知名度,培养和锻炼了青年教师和学生,又拓宽了学校发展的视野,加大了信息量,增强了产学研的新渠道,确实是一举多得的好事情。

刘教授来到土建系以后的两年,正是他盼望已久的三峡工程上马的时候,但作为土木工程学科,当时学校在三峡工程方面的科研还是一片空白。刘教授凭他在长江水利委员会和在三峡工作多年的优势,主动与水利部和地矿部等部委联系,先后作为项目负责人之一主持了国家“七五”、“八五”、“九五”重大科技攻关项目和有关三峡工程的科技项目9项,使我校登上了三峡工程重大科技攻关成果获奖光荣榜,刘教授立下了不朽功勋。

我系许多年轻教师至今对下述几件事都还记忆犹新,充分体现了刘世凯教授开拓者的阔广情怀和学者的严谨风范。

(1) 1992年夏天,刘教授率领课题组全体成员到三峡库区秭归县水田坝、沙镇溪、泄滩等镇进行移民新址选择地质论证。在收集野外资料时,正遇到连续40℃以上的高温天气,由于高温,酷暑逼人,加之经常风餐露宿,他发高烧五天,按理应该休息。可是,每天到卫生所打完吊针后,刘教授仍然坚持带着几位年轻教师上山进行地质测绘,他这种献身事业的大无畏精神,深深地感动了青年教师和当地的干部群众。

(2) “八五”重大科技攻关项目——《水田坝断裂特征及活动性研究》工作中,刘教授和同事们沿断层由秭归老县城步行到兴山新城古夫,这里山高路险,人烟稀少。他们风餐露宿近半月,对该断层进行地质测量及断层擦痕的数理统计,构造岩的定向观测及绝对年龄鉴定标本采集等野外实地研究。在此基础上进行了三峡水库水压应力场对水田坝断裂带影响的数-力模型试验,为三峡库区区域稳定性及水库诱发地震,提供了资料翔实、论据充分的定量评价依据。其研究成果,经专家鉴定为国内领先、国际先进水平。

(3) 长江三峡工程库首地区的环境地质问题,一直被人们所关注。黄陵结晶岩分布区正好是三峡枢纽建筑物,包括大坝、船闸、电厂及管理调度中心的所在地,亦是迎接国内外旅游观光游客的中心游览地。上世纪 90 年代中期,刘教授承担了《黄陵结晶岩区斜坡成因类型的稳定性及环境容量评价》课题,在该项目研究过程中,他带领课题组成员到现场进行深入细致的调查研究。在大面积的航卫片解释的基础上,进行了地质剖面测量和地质调查,并对各类风化岩体进行了物理力学参数的统计分析,对斜坡成因类型、坡级划分、稳定性分区及环境容量等方面进行了系统研究和评价,为三峡工程库首地区移民开发的宏观决策提供了科学依据。课题组同事们认为,刘教授虽然已年过半百,但他在三峡野外地质勘察作业的劲头不比年轻人差,他那种忘我工作、一丝不苟、开拓进取的敬业精神确实令人敬佩。

2 辛勤耕耘,教书育人

“九五”期间,土建系还没有一本自编教材,其中,《公路工程地质》教材还是李斌先生主编的上世纪 80 年代版本。但随着国家经济的快速发展,高等级公路建设日新月异,所面临的各种地质问题尤为突出,因此,原教材中许多内容已满足不了高等级公路建设的需要。为了改变这种局面,刘教授带领几位教师根据交通部公路工程专业教材编审大纲及武汉交通大学《“九五”重点教材出版规划》,花费了许多心血,精心编著了《公路工程地质与勘察》一书,满足了新时期学生学习的需要。这本书出版时,人民交通出版社给予了高度的评价。因为该书除了基本的地质知识外,还增加了各类特殊土(包括软土路基)、路基边坡、工程地质勘察与评价和工程实例分析,内容非常丰富。刘教授在编写这本书的过程中,由于较长时间没有休息好,加之科研与教学任务繁重,使得心脏早搏频发,因心率失常而住进了医院,但他仍把书稿带进医院,带病坚持把书稿写完。刘教授这种严谨踏实、忘我的工作作风,深深地感动了大家。

刘教授在教学中,非常重视教书育人,注重言传身教。他把自己积累多年的丰富工程实践经验和知识,毫不保留地传授给学生。为专、本科学生和硕士研究生开设了《工程地质》、《工程地质分析原理》、《隧道工程》等课程,理论联系实际,讲课内容丰富、生动,受到了学生和同行们的一致好评。他带学生到三峡实习,除按教学大纲内容严格要求学生外,还要求学生利用这种机会来充分认识三峡,了解三峡,并要以三峡人的精神献身于自己的事业。因为刘教授幼年丧父,母携独子,深知读书艰难。因此,他关心学生,善于与学生交朋友,连续几年帮助了多位来自农村贫困山区的学生,利用暑假介绍他们去三峡工地勤工俭学。刘教授严谨勤奋的优良作风,深深地感染着学生们,他的敬业精神与谆谆教诲使学生们终生受益。

3 求实奋进,硕果累累

刘教授来学校后,承担了国家“八五”和“九五”重大科技攻关项目,如《长江三峡工程水库移民与开发的环境地质研究》、《长江三峡工程库区滑坡碍航程度研究》和《移民新址选择地质论证》等课题共 8 项,他总是日以继夜、不辞劳苦地忘我工作。只要是他接受的任务,他总是要想尽办法,克服一切困难,去按期按质出色地完成,这是他一贯的工作作风。正因如此,他每做一项成果,都有一部分收获。来学校 15 年,刘教授在国内外刊物上发表论文近 60

篇,有的论文进入了“EI”检索,有的获得了湖北省自然科学优秀论文一、二等奖。他孜孜不倦,业精于勤,先后独著或合编出版了《长江三峡工程库岸稳定性》、《地质环境与工程》、《公路工程地质与勘察》、《工程地质与环境地质论文选集》、《湖北工程与环境地质 50 年》、《地质灾害探索与工程实践》等六本科技著作,共 260 万字,其中《地质环境与工程》专著,荣获交通部科技著作奖。近十多年来,刘教授先后获国家重大成果奖 2 项;省部级科技进步二、三等奖 8 项;武汉市和长江水利委员会科技进步一等奖 2 项。

刘教授的学术思想鲜明,十分强调第一性资料的准确性。对任何一项科研任务,他都注重基本资料的可靠性,论点要突出,论据要充分,体现了一个科技工作者的严谨求实精神。回首往事,真是一分耕耘,一分收获,如今刘教授终于实现了一个科技工作者的夙愿——累累硕果挂枝头。

4 无私奉献,情系土建系

刘教授调入学校时,土建系在学科建设方面还没有起步。后来,是他向校系领导建议,成立了系学科建设专家咨询委员会,把湖北省交通厅和中央在汉的大型设计研究单位的专家与老总聘为该委员会的咨询专家或兼职教授,该举措为土建系后来的发展奠定了良好的基础。

作为土建系的一位知名教授和学科带头人,刘教授时刻都想着系里的发展,包括教学和科研以及青年教师的培养。在教学方面,他经常与青年教师交谈,上课时,除基本概念要讲清楚外,土木专业应多结合生产实际,多找参考资料,这样授课,学生听起来才感兴趣,不至于枯燥无味。

为了满足学科建设的需要,他提出交通土建系除开展道路与桥梁方面的研究外,还必须开展交通环境工程地质及岩土工程方面的研究,为青年教师提供了各自努力的发展方向。在教材编写方面,除正式出版了土建系第一本《公路工程地质与勘察》教材外,还编写了与交通工程有关的《工程地质分析原理》、《隧道工程》讲义。为了加强教学实践环节,与三峡工地(长江委基地)和中国地质大学建立了地质实习基地,并取得了良好效果。在科研方面,几乎每年都有新项目,并总是要把系里年轻教师组织在一起,成立课题组,为系的发展和青年教师的培养、锻炼提供了条件。

纵观刘世凯教授来学校工作的 15 年,不论是教书育人还是科研成果,都为学校赢得了荣誉,为我系的学科发展和建设作出了杰出的贡献。今年正值刘教授 65 寿辰,趁出版本文集之机,我们衷心地祝愿刘教授健康长寿,永葆青春。

武汉理工大学交通土建系

2004 年 3 月

目 录

绪言	(1)
长江三峡新滩滑坡(1985 年 6 月)涌浪调查研究	(4)
清江招徕河河段岩溶水文地质及坝址选择	(8)
黄龙滩水库岸坡失稳造成危害的教训与启示	(13)
长江三峡黄腊石滑坡形成机制及稳定性研究	(19)
水库移民安置中的滑坡问题	(24)
三峡水库库岸失稳的危害性预测	(30)
论水库区城镇的环境地质问题	(33)
三峡水田坝断裂构造特征及其活动性研究	(36)
三峡水库应力场对水田坝断裂影响的数学-力学模型研究	(45)
太平河流域移民开发与地质环境保护	(50)
黄陵结晶岩区斜坡成因类型及稳定性评价	(58)
三峡工程库岸滑坡稳定性地质数据解析及力学分析研究	(63)
长江三峡工程库区黄土坡滑体应力-应变分析	(114)
长江中下游现代河漫滩土层物理力学性质及工程地质评价	(118)
长江中下游重点堤岸稳定性分析	(122)
论三峡工程与崩塌、滑坡对川江航道影响的关系	(128)
厦门沿海第四系物理力学性质与公路路基稳定性	(133)
论长江中下游港口建设的环境工程地质条件	(138)
长江三峡工程库区交通工程地质环境研究	(142)
沪蓉国道鄂西段南里渡滑坡成因分析	(145)
MATHEMATIC-MECHANIC RESEARCH ON THE INFLUENCE OF THE SHUITIANBA FAULT BY THE STRESS FIELD OF THE THREE GORGES RESERVOIR	(150)
LANDSLIDE PROBLEMS RELATED TO RESERVOIR RESETTLEMENT; A CASE STUDY OF HUANGLONGTAN RESERVOIR, CHINA	(156)
STRUCTURAL FEATURES AND ACTIVITY OF SHUITIANBA FAULT IN THE THREE GORGES AREA	(165)
STRESS-STRAIN ANALYSIS OF HUANGTUPO LANDSLIDE IN THREE GORGES RESERVOIR AREA	(172)
转载《湖北科技精英》第八集	(176)
情系三峡	(178)

绪 言

中华民族历来就有一种优良学风,那就是温习旧的知识,从而得到新的认识和体会。也指回顾历史,能更好地认识现在,这就是古人“温故而知新”的道理。也就是说为了知识创新,认识现在,预测未来,首先要善于温习和总结过去所学的知识和所做过的工作,从中得到新的理解和新的启发,进而产生新的追求,达到新的目标,给后来人一点启迪和借鉴,以便在年轻同行们的工作和学术研究中扬长避短。

本文集,其内容主要是上世纪 80 年代改革开放以来,著者在国内外共发表 80 余篇论文中选出的部分文章和本人所承担的部分重大科研成果。文章的内容,其基本资料都来自于三峡工程为主的大型水利水电工程地质和交通环境工程地质等有关的第一性工程实践。即资料来源于工程实践,来源于第一性,这就是作者经常强调的,作为工程地质工作者而言,对任何土木工程,都必须摸清“家底”的学术观点。这里所指的“家底”就是搞清楚地质环境条件与工程的关系,有利的条件如何利用,不利的条件如何处理,都必须做到胸中有数。特别是大型土木工程,仅靠模拟、计算或知识引进,如果“家底”不清,是不能做到工程可靠和知识创新的。

文集中,《三峡工程库岸失稳的危害性预测》一文,是 40 多年来 30 多个生产、科研、高校等单位在不同时期所做的不同成果,经过作者系统的分析研究而得到的评价和结论。认为三峡水库库岸失稳的危害性,主要表现在对枢纽建筑物、水库库容的寿命、航运、沿岸城镇安全和移民规划,城镇选址及库区经济建设可持续发展等方面的影响,并分别做了论证和评价,其评价和结论是建立在大量第一性资料的基础上。

《清江招徕河河段岩溶水文地质及坝址选择》一文,论述了该河段复杂的岩溶水文地质条件,按清江流域规划,本河段是清江流域规划中关键梯级,要想在岩溶发育地区做高坝大库的确是有风险性的。为此,在该河段内进行了大面积的地质调查、测绘和地球物理勘探工作,从拟定的众多坝址中,需选择一个地质上可靠,水工布置上可行,施工条件良好而又比较合理的坝址。通过上述勘察研究和坝址比较选择得到一个启示:大型水利水电工程,一般不宜设在两个或两个以上的地质构造联合、复合部位或交界处附近,这些地段往往存在着复杂的水文工程地质问题。特别是在岩溶地区建坝,库坝的防渗问题成为首要问题,应作为岩溶水文地质条件复杂地区选坝的前提。

《三峡工程库岸滑坡稳定性地质数据解析及力学分析研究》一文,论述了三峡工程的成败在于移民,而移民工程的成败取决于千百万移民的安居乐业,库区所有城镇能否长久安全运行,这就需要一个稳定的地质环境条件。1995~1997 年,我们课题组的工程地质工作者、力学工作者、计算机信息工作者,正是为了上述目的,在前人大量第一性资料的基础上,协同研制了“三峡工程库区变形失稳计算机智能仿真系统”。该系统可将地理信息系统 GIS、全球卫星定位系统 GPS、遥感系统 RS 集成,是设想建立长江三峡工程库区岸坡稳定性预报系统,所谓“3S”工程的重要组成部分,而本文是研究该系统的重要基础。

《三峡水库应力场对水田坝断裂影响的数学-力学模型研究》一文,重点论述了三峡水库蓄水后,在一定空间范围内形成了地下应力场和变形场;库水通过其周围岩体介质的渗透,在一定范围内形成地下渗流场,三者统称为水库水压应力场。作者在研究过程中,通过野外调查数据,建立了数学-力学模型,以描述水压应力场的特征。通过运用塑性岩土体非线性应力-应变和稳定性静力分析 NOLM83 二维有限元程序发现,水库水压应力场的最大主应力从库中心向两侧,从水库表面向深部降低。在此基础上,研究了在三峡水压应力场影响下,水田坝断裂的应力、应变和影响范围。研究表明,平面影响的范围为断裂两侧 5~6km,由于岩体的浮托作用,地表面的累积位移量少于 10mm,并向下逐渐减小。因此,水田坝断裂完全能够承受三峡水库蓄水后产生的水压应力,不会出现中强度水库诱发地震,不会影响三峡工程的安全。

《三峡黄陵结晶岩区斜坡成因类型及稳定性评价》一文是国家“八五”重点科技攻关项目。因黄陵结晶岩区正好是三峡大坝工程、电厂系统工程和通航建筑物的基地,也是秭归新县城、茅坪镇和宜昌县三斗坪镇及太平溪镇移民迁建的新址区。同时,在三峡水利枢纽建成后,还将成为库区风景旅游观赏及大坝管理、监测和科研的重要场所。因此,其地理位置十分重要,对该区的斜坡进行成因分类,环境容量及稳定性宏观评价具有重要的实现意义。研究表明,黄陵结晶岩区稳定性和地质环境条件是良好的。

《长江中下游重点堤岸稳定性分析》一文,因 1998 年长江特大洪水对长江中下游堤防工程是个严峻考验,国家领导人十分重视,提出一定要治理好长江堤防,确保亿万人民生命财产安全。为此目的,我们选取了典型堤段——湖北黄冈北永段进行了系统研究。经分析研究可知,长江水位维持不变且物理力学参数不变的条件,岸坡将保持稳定状态;在长江水位迅速下降时,稳定性安全系数大大降低,堤岸可能失稳。同时,经过理论分析和有限元分析证实,当破坏面倾角一定时,对浅层滑坡而言,凝聚力 C 值通常比较小,而对深层滑动问题,凝聚力 C 值则往往比较大。由此提醒我们,在浅层滑坡滑面土的物理力学参数试验获取时,应对凝聚力 C 值给予更多的关注。

《沪蓉国道鄂西段南里渡滑坡成因分析》一文中,沪蓉国道是由上海至成都的东西向重要公路,是沟通东西部运输的动脉。南里渡滑坡地处鄂渝交界地质条件复杂地段,虽然滑坡规模不大,但所处地理位置很重要。因此,研究滑坡的成因,对类似工程及其后的治理设计方案比较是非常必要的。如果滑坡各组成部分的变形破坏机理和边界条件不清楚,那么,治理就是无的放矢。所以研究的关键是要搞清楚滑坡具备的内在因素,如岩性、构造、地下水等等。同时还必须搞清楚滑坡的外在条件,如人类工程活动、地震、降雨等。要想搞清楚滑坡发生和发展机理,不仅仅是在室内做模型或分析计算,而更重要的是在实地摸清“家底”。

《论三峡工程与崩塌、滑坡对川江航道影响的关系》一文,是国家“七五”重大科技攻关内容之一。从三峡工程水库工程地质条件出发,分析了川江航道的滩险情况,认为崩塌、滑坡是滩险形成的重要原因。三峡水库蓄水后,虽然对库岸斜坡的局部稳定性会产生不利的影响,可能诱发新的崩塌、滑坡或少数老滑坡的复活,但水库建成后,川江航道水面坡降减小,水面加宽,水深加大,对川江航道大为改善。由于三峡水库库容很大,崩塌滑坡土石方量与库容比较是微不足道的。

本文集是作者近 20 年来的主要成果集,资料来源于生产、科研实践,内容翔实。在工程

地质学与周边交叉学科的相互渗透方面甚为广泛,在理论与应用方面不乏突破与创新,说明工程实践第一性资料是工程地质学科发展和理论创新的源泉。体现理论性与实践性,定性与定量研究,发展与环境保护,科学技术与经济建设的有机结合。

但由于作者水平有限,无论是理论还是实践方面都可能存在谬误之处,敬请读者指正。另外,文集中内容均注明了发表的刊物名称及出版时间,其参考文献,由于篇幅原因,在文集中略去,请见谅。

借此机会,作者要衷心感谢在不同时期,不同项目与之合作共事的有关专家和同事们;感谢有关领导的支持和帮助。

长江三峡新滩滑坡(1985年6月) 涌浪调查研究^①

1 前言

1985年6月12日凌晨发生的新滩-姜家坡滑坡(简称新滩滑坡),地处长江三峡之一——西陵峡(牛肝马肺峡和兵书宝剑峡之间)的长江北岸新滩-姜家坡(地名)。距下游三峡水利枢纽选定的三斗坪坝址27km。

新滩一带是著名的崩塌滑坡地区,从公元100年至现在曾经发生过多次不同规模的岸坡失稳,这次滑坡是新滩-姜家坡滑坡上崩坡积物质长期变形发展而形成的一次大规模失稳破坏,总计约有 $1800 \times 10^4 \text{ m}^3$ 的松散块石及碎石土产生了滑动。其中约有 $340 \times 10^4 \text{ m}^3$ 进入江中,高程65m以下(水下)约占 $200 \times 10^4 \text{ m}^3$,掀起巨大的涌浪爬坡高达49m。这次滑坡由于预报及时,撤离措施果断,虽新滩镇上建筑物基本被毁,但新滩镇居民1370余人无一人伤亡。涌浪使香溪(滑坡上游7km)和新滩镇之间停靠在江边240匹马力以下机动船十余艘,大小木船60余只被击毁,死亡九人。滑坡发生以后,专门进行了涌浪调查,现将滑前的试验、计算和滑后现场调查资料分述如下。

2 滑前涌浪试验及计算

为满足三峡枢纽初步设计的要求,1984年初,曾对三峡坝址上游近坝区几个重点滑坡进行试验和计算。当时选用了一般和最不利两种情况,即滑体入江总量为 $500 \times 10^4 \text{ m}^3$ 和 $1600 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。这些试验和计算分析工作仍在继续进行,现将1984年所得初步结果列入表1。

表1 涌浪试验和计算分析成果表

条件及结果 承担单位	假 定 条 件		各断面最大涌浪高(相对米)			注
	滑体入江方量 (10^4 m^3)	滑体入江速度 (m/s)	滑体入江处	庙河	三斗坪	
长办枢纽处防护科(水工试验)	500	64.5		2.5	0.5	库水位 为150m
	1600	72	70~80	8.75	1.38	
长办科学院水工室(一维数学模型计算)	1600	100	86.4	9	1~20	
	1600	50	61.6	4~6	<1.0	
	500	50	45	~3	<0.5	
长办勘总地质科(计算)	500	35	82	4.7	<1.2	

① 《人民长江》,1986, No. 10。

为考虑最坏情况,滑体入江方量及速度均偏大。

图 1 是一维数学模型的计算结果,图上零断面是新滩,54 号断面是三斗坪。计算条件是滑体总量为 $1600 \times 10^4 \text{ m}^3$,入江速度为 100 m/s ,图 1 是头 20s 时沿程涌浪高。图 2 是几个固定断面的涌浪过程线,从图中可看到涌浪陡起陡落的特性,首浪虽然很高,但第 1 断面的浪高就只有首浪的 $\frac{1}{5} \sim \frac{1}{8}$ 。根据水工模型试验情景,滑体激

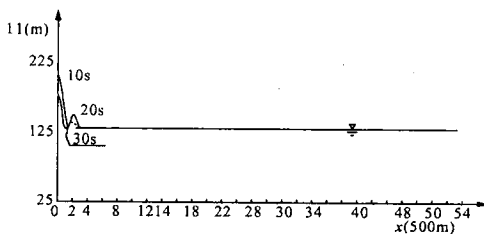
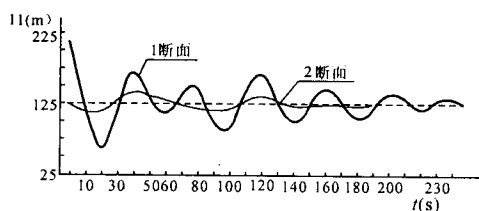
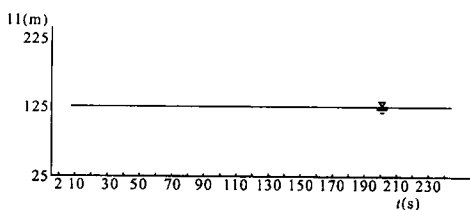


图 1 $t=20\text{s}$ 时沿程水面高程

起的首浪直扑对岸,浪花极高(几乎是浪高的一倍)。以上这些特性在 1985 年 6 月原型中都得到了证实。



(a)



(b)

图 2

(a) 0 号和 1 号断面水位过程线;

(b) 三斗坪断面水位过程线

特定条件。

滑坡对岸涌浪痕迹调查详见表 2。

实际资料表明,至少有两次大浪冲击痕迹,根据三峡地震台在滑坡后收到的地震波资料表明,震波出现两次明显的峰值。又据香溪镇党委办公室负责同志谈到,波浪来回有五次以上,速度快,陡起陡落,左岸的浪比右岸的浪高出 $1.5 \sim 2 \text{ m}$ (指香溪镇),这些情况说明有几次大浪起伏震荡,与图 1 结果相符。滑体西侧三游沟下,入江方量最大,约占整个入江体积的 $\frac{2}{3}$,其对岸(即岩崩调查处仓库)出现两个明显的爬坡高峰分别为 49 m (下)和 46 m (上);在滑体东侧对岸(即上校乡两端)分别有两处相隔不到 100 m 的爬坡高峰,即 34.5 m (上), 28.4 m (下)。根据国内外一些试验资料分析,以上各峰值绝非为一次涌浪所造成的波痕,不论从波峰的高度或波谷的变化规律,都不符合一次浪痕规律。

实际资料表明,在岩崩调查处仓库一带破坏最严重,上游 300 m 处有约 150 m^3 的大孤石,由于浪击从高程 85 m 的缓坡上拉入江中 60 m 左右高程,在仓库背后两侧有直径 0.3 m

3 滑后首浪高度估计和滑坡对岸破坏情况

首浪高度:这个问题极复杂,不仅计算不准,水工模型试验报告中也很少报道,因为首浪冲击力大,易损坏仪器,特别是水花和水分不清,故极难测准。现场调查中,多数人说,滑体入水时,砰然一声巨响,江中激起的白色水柱高达 $70 \sim 80 \text{ m}$ 。后调查距入水处约 1 km 的砖瓦厂码头浪高约为 7 m ,再根据模型试验规律,估计首浪应为此值的 $5 \sim 7$ 倍,即 40 m 左右,现场目击高度应是溅起的水柱高度。

由于滑坡入江时的滑体厚度和速度直接影响首浪高度,而这两个条件都是较难准确得到的。所以今后首浪问题仍只能估算,目前一些计算首浪的公式都不准确,或只适合于某种

的柚子树和直径 0.1~0.2m 的广柑树被涌浪击断,仅剩下 0.5m 高的树桩,表层土剥皮 0.1~0.3m,全部浪击范围的大小植物被剥得一千二净。

4 上下游涌浪传播情况

涌浪向上下游传播情况,经反复几次调查,除香溪镇由镇党委会及时提供现场较确切材料外,其他地方由于浪小,或浪击处无人,多是凭痕迹和人的感觉调查到浪高的。而且除香溪镇记录到头一个大浪约在 6 月 12 日凌晨 3 点 50 分左右到达外(新滩滑坡高峰是 3 点 45 分),其他地方都无准确的时间。现将调查到的沿途浪高和损失情况列于表 2 及图 3。

表 2 滑坡涌浪破坏调查表

滑坡上下游	断面名称	距滑坡距离 (km)	涌浪爬坡相对高 (m)	破坏表现	备注
上游河段	白马沱(对岸)	4	10.0	一(一、二)片小白树全部被击倒	
	香溪口	5	7~8.0	小机动船、小木船被浪击翻	
	石门下	9.5	2.8	左岸铁驳浪击痕迹	
	归州河	10	1.2	小木船推上岸	
	秭归小河	13.5	1.0	0.57 小木船九条全推上岸	
	老虎滩上	14	0.5	(一小机动船搁浅)	
下游河段	沙镇溪	19	0.3	(铁驳摇晃)	
	砖瓦厂	1.5	7.5	斜坡上运砖小轨被击坏	
	九湾溪	7.5	2.4	小野花树被击断	
	庙河	10	>0.5	201 靠岸(左岸) 川铁 202 驳 挡棍(φ0.2m)被击断	
	太平溪	20	不明显	滑坡后 6 小时水位下降 0.1m	
	三斗坪	27	不明显	滑坡后 6 小时水位下降 0.09m	
	滑坡对岸		28.4~49	波击范围各种树木被击断,大石 坡被拉入江中	见封二 照片 5

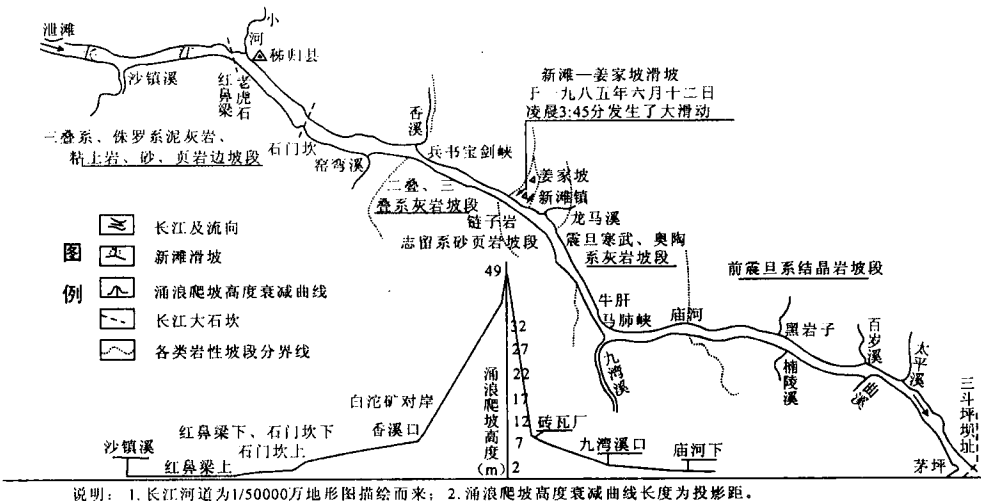


图 3 长江三峡新滩滑坡涌浪爬坡高度衰减图

由图3可见,在新滩上、下游6~7km范围内,涌浪向上游传播比向下游传播高得多。究其原因,首先是由于滑坡方向倾向上游,其次则是由于滑体伸入江中,露出了水面,形成局部截流,产生向上游传播的壅水波。据6月13日调查,滑坡舌状体伸入江中约80m,约占350河宽的1/4。当时江水平均流速3m/s左右,这必将产生一个壅水波。试设江水深50m,平均流速为2m/s,计算获得瞬间全部断流后将产生一个高约15m、速度约6.6m/s的向上游传播的壅水波。在下游调查也说明这个壅水波确实存在。如九湾溪一对在渔船上过夜的老夫妇告诉我们说:“奇怪的是江水是先下跌,而后突然跳起来……。”三斗坪长办勘测钻船上的同志也说:“江水是先下降后上涨”,这证明向下游传播的是一个跌水波(负波),与上述分析相符。

这次调查,未发现人们很关心的“孤立波”。大概是水深不足,地质因素及河槽断面变化太大之故。

从计算、水工模型试验和实际调查中发现滑坡涌浪衰减极快,入水处首浪虽高,但紧接入水处的第2个断面最大浪高就只是它的 $1/5 \sim 1/8$,途中如遇河谷突然扩宽、弯道或遇支流,涌浪都会很快衰减。

从实地调查中发现,涌浪的破坏力很大。计算、模拟和实际资料表明,破坏最大范围在上、下游各7km内。

5 结语

新滩滑坡,入江总方量虽只200多万立方米,但单宽入江方量达 $10^4 \text{ m}^3/\text{m}$,属大方量滑坡性质,是假设的最大单宽入江方量 $2 \times 10^4 \text{ m}^3$ (总方量为 $1600 \times 10^4 \text{ m}^3$)的一半以上,是一次极好的原型试验。它表明:

(1) 涌浪的破坏力很大,过去未予重视。滑坡前对此未作预报,今后应对滑坡附近地区的涌浪作预测预报。

(2) 滑坡体入水速度,直接受河谷坡度影响,除悬崖和陡坡地段外,速度不会很大。若按滑体运动高峰(听到闷雷般吼声),从3点25分开始发出响声,3点45分~3点50分是快速下滑阶段,则平均速度约6m/s。但从响声和水柱高度判断,入水速度应大于10m/s。原来估计速度偏大。

(3) 实验和实际调查资料表明,影响涌浪衰减的主要因素除滑坡的速度和滑体体积及水深外,还有:①河谷形态(包括河谷宽窄,谷坡陡缓以及河流分岔等);②河道的弯曲,涌浪经过“V”形弯曲峡谷后衰减90%以上;③由于岩性坚硬所形成的宽窄相间咽喉状河道,涌浪衰减明显,如石门一带出露地层为石英砂岩,抗侵蚀力强,河道呈咽喉状,石门上下仅隔0.5km,涌浪衰减约57%。此外河床水下地形及糙率也有影响。

(4) 计算、实验及实地调查资料证明,新滩滑坡形成的涌浪在上下游7~8km内,破坏性大。而三峡库区较大危岩滑坡体均分布在距选定的三斗坪坝址27km以外的库区内(如新滩滑坡,链子崖危岩体)。今后新滩滑坡如再发生较大滑坡(总方量为 $1600 \times 10^4 \text{ m}^3$)时,对三斗坪坝址主要建筑物无重大影响。