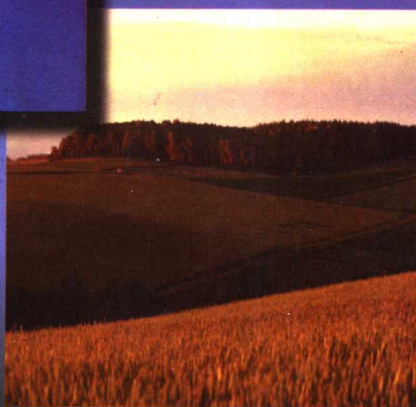


中国水文地质工程地质勘察院

环境地质研究

(第四辑)



地震出版社

环 境 地 质 研 究

第四辑

中国水文地质工程地质勘查院

地 震 出 版 社

1999

内 容 提 要

本书内容共分五个部分,比较系统地反映了我国有关环境地质学方面的最新发展与主要成果,重点分析了大江大河存在的环境地质问题及对策。特别强调了我国在城市建设中固体废物的地质处理(如安全填埋场结构与施工设计)及水污染问题。此外还提出了矿区的可持续开发利用及资源的重复利用等问题。它们从一个侧面反映了我国在该领域的研究动态和热点问题。

本专辑与前三辑构成了一个序列,成为追溯和展望我国本世纪 90 年代环境地质研究与 21 世纪发展前景的重要信息载体。

本书对有关科研机构,大专院校或生产单位等部门的有关专业人员,均有参考价值。

环境地质研究

第四辑

中国水文地质工程地质勘察院

责任编辑:马兰

特邀责任编辑:吴霞芬、钟立勋

责任校对:庞娅萍

*

地 震 出 版 社 出 版

北京民族学院南路 9 号

北京地质印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

全国各地新华书店经售

*

787×1092 1/16 11.75 印张 301 千字

1999 年 8 月第一版 1999 年 8 月第一次印刷

印数 001-700

ISBN 7-5028-1644-5/P·889

(2135)定价:18.50 元

前 言

在国际上,“环境地质”一词出现于本世纪 60 年代,70 年代陆续出版了称为“环境地质学”的几种著作,尽管今天看起来至多是关于自然地质作用的一种延伸讨论。真正研究人与自然的相互作用,把人与地质环境作为一个整体系统去寻求二者最佳的共生共存关系,从而建立和谐的生态地球观,则还是 80 年代以来的事。在国内,1982 年召开第一届全国环境工程地质大会之后,1987 年成立环境地质专业学术组织至今十余年来,环境地质研究的领域已从滑坡、泥石流和土地利用发展到人类生存环境的各个方面,自然方面如风暴、沙尘暴、雪崩、斜坡破坏、海岸带蚀退、岩溶石山地区石漠化、土地荒漠化、特殊土问题、有害辐射、区域性地壳形变引起的地面沉降、海平面上升、洪水、地震、火山、海底滑塌和珊瑚礁蚀退破坏等;人为方面如农林牧渔业开发与自然的不协调、采矿引发的地质灾害、油气开采的水岩相互作用、选矿与精炼的污染、地下火灾、地下水超采诱发的地面沉降与海水入侵、固液态废物的地质处置、工程建设与区域开发引起的地质环境恶化等。总之,今天的环境地质研究已不仅仅再是学者之间为寻求人与地球和谐共存的学术论题,而开始成为政治家、规划师、企业主、科学家或工程师与公众等不同阶层的人群共同关注的问题,成为关系他们生存质量与能否可持续发展的一个重要方面,要求他们树立全球性的环境观和生态观。

本世纪末是一个特殊的时期。国际社会已提出包括自然和人为因素两方面信息的“数字地球观”,把知识创新和技术创新以及知识经济提到了关系国家存亡的高度。一方面,人类必须正确认识和解决其自身在工程经济活动中给地质环境与生态环境带来的正负效应;另一方面,环境地质工作必须为国家级甚至世界级工程或经济开发活动的宏观调控与规划决策服务。这标志着环境地质工作已成为关系人类生存与发展的一个重要方面,环境地质研究已进入新时代——一个数字化的时代、一个从四维空间观察地球的时代、一个地学家及其他阶层更广泛地参与解决环境和生态问题的时代。

基于以上认识,本辑《环境地质研究》选择了以下几个方面论题,一是大江大河的环境地质;二是地质环境和生态环境的理论与实例;三是固体废物的地质处理和水污染问题,四是矿区的水岩相互作用及可持续发展模式;五是城市地质环境等。这些文章突出了三个特点,一是强调大江大河流域开发的环境地质论证,二是人与地质生态环境的和谐共存;三是矿区的可持续开发利用,它们从一个侧面反映了我国在该领域的研究动态和热点问题。本专辑与前三辑构成了一个序列,成为追溯和展望我国本世纪 90 年代环境地质研究历程与 21 世纪发展前景的重要信息载体。

我们衷心地希望通过《环境地质研究》专辑的连续出版,对保护地质环境,促进学科发展起到一定的推动作用。

最后应说明的是,本专辑从征稿到出版花了将近一年左右的时间,除了各位作者的努力之外,还应感谢陈梦熊院士,王瑞久研究员和刘传正研究员,他们在选题方面给予很大的支持和帮助。胡树娥工程师清绘了所有的插图,特此致谢。

刘传正

1998 年 11 月

目 录

长江三峡工程库区“新城运动”中地质环境开发问题与对策·····	刘传正(1)
移民迁建与国土整治的地质环境问题——以长江三峡工程重点库段为例 ·····	胡海涛 欧正东 袁志梅(7)
长江荆江河段沿岸洪涝灾害环境地质研究·····	陈国金 龚树毅(13)
湖北巴东老城区暴雨坡面型泥石流研究·····	徐开祥 田正国 程伯禹(22)
黄河流域的水土流失·····	段永候(30)
人类活动形成的几种区域性生态环境问题·····	陈梦熊(38)
地质环境评价理论与方法·····	孙广忠(44)
内蒙腰坝沙漠绿洲地下水咸化机理及对策·····	邱汉学 王秉忱 孙维芬(52)
塔里木河上游地下水资源开发利用的初步探讨——以阿克苏流域为例·····	李伟利(63)
黑龙江地区农业-水资源-环境系统分析 ·····	靳孟贵 张人权 孙连发等(67)
固体废物安全填埋场结构与施工设计技术原则·····	赫英臣 孟 伟(74)
垃圾填埋场淋滤液产生的过程分析·····	丁爱中 张锡根 张 伟等(84)
城市垃圾卫生填埋及其系统管理·····	应玉飞 郑铄鑫(90)
辽河高升油田稠油热采过程中水化学变化特征·····	李爱国(97)
地下水污染的控制技术·····	朱宛华(105)
基于遗传算法的污水排放优化处理·····	魏加华 张建立(112)
原油对地下水污染的初步研究·····	张 诚 曹文炳 张文淑(117)
铝工业废渣及其综合利用——以赤泥为例·····	陈 南(122)
矿井水资源化研究·····	李尚立 严向军(127)
肥城盆地矿坑水的综合利用·····	李福林 高仁先 李 晖等(132)
肥城矿区陷落柱的导水性及突水性分析·····	张永双 魏 扬 卜冒森等(138)
神府煤田开发可持续发展的基本模式研究·····	范立民(145)
浅论城市工程地质环境质量评价·····	李益湘(152)
城市地下隧道工程引发的水环境问题研究·····	张春华 李晓昭 罗国煜(156)
阜阳市水资源环境经济管理模型研究·····	姚 林 董 英 陈鸿汉等(161)
上海市七大环境地质问题·····	刘 毅 方 正 李金柱等(170)
青岛城市地质环境系统稳定性研究·····	贾永刚 刘红军(176)

CONTENTS

Some problems and their countermeasures about the Geo-environment development with the New city movement in the three gorges reservoir area of Yang Tez river	Liu Chuanzheng(6)
Reconstruction of the resettled Rowns and land use in the Reservor area of Three Gorge dam	Hu Haitao Ou zhendong et al(11)
On the environmental geology of flood-waterlogging disasters along the jingjiang section of Yangtze river	Chen Guojin Gong Shuyi(21)
Debris flow on the slope in old Badong town of Hubei	Xu Kaixiang Tian Zhengguo et al(29)
Soil erosion of Yellow river drainage area	Duan Yonghou(37)
Some regional-environmental problems due to Human activities	Chen Mengxiong(43)
Theories and methods of geological environment assessment	Sun Guangzhong(50)
The mechanism of groundwater salinization and its curing measures in yaoba oasis, Inner Mongolia	Qiu Hanxue Wang Bingchen et al(61)
Discassion How to Use Resource of Groundwater and Devoplet it Vpper Reach of TARIM River	Li Wei li(65)
Systems analysis of agriculture-water resources-environment in Hei Longgang region	Jin Mengui Zhang Renquan et al(72)
Structure and construction design of safe landfill site of solid refuse	He yingchen Meng Wei et al(83)
Process of leachate generation from refuse landfill site	Ding Aizhong Zhangxigen et al (89)
Sanitary landfill and management for urban waste	Ying Yufei Zheng Xianxin(96)
The hydrochemical change during the processes of thermal recovery of heavy petroleum in gaosheng oil-field	Li Aiguo(104)
Controlling technique on groundwater pollution	Zhu wanhua(111)
Optimization treatment of sewage drainage using genetile algorithms	Wei Jiahua Zhang Jianli(116)
Local Study of Contamination of Groundwater by Oil Components	Zhang Cheng Gao Wenbin et al(121)
Comprehensive Utilization of Residue of Aluminium Induswy —Utilization of Red Mud	Chen Nan (126)
How to turn mine water into resource	Li Shang li Yan Xiangjun(131)
Comprehensive role of mine water in feicheng BaSin	Li Fulin, Gao Renxian et al (137)

Water-conducting and water-bursting properties of collapsed posts in feicheng mining area	Zhang Yongshuang Wei Yang et al(144)
Basic Model for the Sustainable Development of ExpLoitation of shenfu Coalfield	Fan Limin(151)
On the quality evaluation of urban engineering geological environment	Li Yixian(155)
Environmental problems caused by urban tunnel construction	Zhang Chunhua Li Xiaozhao et al(160)
Water Resources Economic management model for Fuyang city	yao Lin,Dong ying, et al(169)
The Seven Mayor Eviron—Geological Problems of Shang hai Municipality	Liu yi Fang Zheng et al(175)
The study of stability of urban geological Environment system of Qingdao City	Jia yong gang Liu Hongjun(180)

长江三峡工程库区“新城运动”中 地质环境开发问题与对策

刘传正

(国土资源部环境地质研究所)

提 要

本文概述了三峡库区移民迁建过程中地质环境开发引起的一些问题,如古岩溶塌陷、斜坡变形开裂、泥石流、水土流失、地基结构不均、采矿诱发山体开裂、工程开挖弃石(土)、植被破坏、泥沙淤积、“三废”污染和人地供需矛盾等。反思了三峡库区前期地质研究的局限性,明确三峡工程应是改善三峡库区及长江中下游流域环境的生态工程。最后,提出了三峡库区工程建设与地质环境开发的基本对策。

随着三峡工程建设按计划地向前推进,对三峡工程带来的各层面的深远影响之认识也在渐进地加深。长江三峡工程建设不仅是修一个巨型大坝,而是立足于改善整个长江流域系统生态环境的世界级工程,而城镇移民迁建形成的“新城运动”实际上是一场大规模开发地质生态环境的实践过程。在开发过程中,应强化规划、勘察、设计与施工等各方面建设者的地质观念、环境观念和生态观念乃至社会和文化观念,提醒并要求他们必须以可持续开发和可持续利用的科学思想作指导,并制定相应的政策或约束机制作保证。

本文的目的就是讨论关于库区地质生态环境开发全局且具有共性的一些问题,它们是关系到三峡工程建设是否能够达到应有的国土整治目标,是否能改良库区人民生存的地质生态环境等具有长期性和战略性的大问题。

一、库区移民迁建中地质环境开发的问题

随着移民迁建工程的普遍展开并成规模发展,揭露或诱发出的环境工程地质问题愈来愈多,范围愈来愈大,其危害也日趋严重。这些问题使我们对库区地质环境脆弱性的认识更加全面与深刻,应及时总结以利研究对策和预测指导下阶段工作。下面列述了一些较典型的例证。

1. 隐伏岩溶洞穴或古塌陷问题

在库首区三峡库段各县城的移民建设开挖中,都揭露出了三叠系碳酸盐岩组中隐伏岩溶洞穴或古塌陷问题,它们恰恰是前人地质研究的薄弱环节,而对工程规划与工程的长期寿命又是至关重要的因素。1997年5月30日,在奉节县宝塔坪巴东组地层中因突发性岩溶塌陷形成漏斗,塌坑土石方约 $8000 \sim 1000\text{m}^3$ 。据勘察,下伏嘉陵江碳酸盐岩中也存在一个 $20\text{m} \times 20\text{m} \times 25\text{m}$ 岩溶洞穴。宝塔坪所产生的岩溶塌陷,已危及附近房屋。奉节白衣庵滑坡东冲沟顶部发育有直立的落水洞,高30余米,并有跌水现象,构成岩溶发育-塌陷-滑坡灾害链。

1997年在巫山北门坡滑坡勘察时,在牛滚荡发现巴东组灰岩中发育隐伏岩溶漏斗、塌陷;

秀峰乡、万元沟西坡隐伏岩溶漏斗;ZK₁₁号钻孔孔溶 68.9m 尚未见基岩,孔中见厚达 45m 以上的淤泥质土,系古塌陷坑沉积物;巫山县集仙中路和平湖路的岩溶塌陷地段产生塌方灾害。在集仙中路高边坡上还可见到,垂直和水平岩溶管道中的灰黄绿色充填土和岩溶塌陷堆积物。巫山下西坪古岩溶沿着 NNW 断层发育,在水厂地基开挖中发现了岩溶洞穴堆积物和碎裂岩,已影响施工和水厂安全,形成断层-岩溶-塌陷灾害链。

巴东县城新址斜坡上的圆形湿地,可能预示其下有岩溶漏斗汇水区。该地区的溶洞表明,在巴东组泥灰岩下段纯灰岩中,古岩溶是比较发育的。

针对此种地质环境条件,要充分研究工程处理措施的适应性,不可盲目地注浆或加大桩长。

2. 斜坡变形破坏问题

巴东县城新址原选在黄土坡古滑坡体上,并已建成一部分楼房,因该滑坡局部地段复活滑动,不得不西迁至白土坡—云坨—庙坪。巴东县城二道沟于 1995 年 6 月 10 日大雨后产生滑坡,造成 5 人死亡、9 人受伤、毁房 4 间、公路被毁,直接经济损失 1000 万元。同年 10 月 29 日,三道沟一带又发生滑坡。巫山县城北门坡在 1981~1995 年间,在长 550m、宽 200m 的斜坡土层中发育顺斜坡走向的裂缝达 50 余条,使大量房屋和堡坎开裂破坏。部分裂缝已发展形成中、小型崩滑体,并造成部分房屋被摧毁掩埋和人员受伤事故。新建巫山中学因百余名建筑工人夏季生活用水就地排渗,诱发形成了宿舍楼滑坡,使工程报废。

奉节宝塔坪城址因人工开挖形成高达 30~40m 的碎裂岩体陡边坡,未及时支护产生了滑坡和公路塌方,导致主城区西迁至三马山,造成重大经济损失。

万县因在冲沟内大量填土加载和排水不畅而引起豆芽棚滑坡,花费巨资治理初步稳定。因开挖方式不当引起望江路斜坡裂缝,其上建筑物损坏(1994)。

3. 泥石流与水土流失

1991 年 8 月 6 日连续 11 小时暴雨后,巴东县城发生坡面型泥石流,流域面积 1.5km²,堆积土石达 $29.4 \times 10^4 \text{m}^3$,造成经济损失 8900 万元和人员伤亡。1994 年 4 月 20 日又发生小西沟坡面型泥石流。巫山县城石板沟、头道沟、二道沟、三道沟、四道沟和田家沟以及南岸的南陵关沟与大清溪沟等都曾发生过泥石流。城市迁建大量开挖土石方和弃土堆于沟内和斜坡上,则加重了水土流失和泥石流灾害。

据长江水利委员会资料(1998),库区各段水土流失情况是:重庆地区水土流失面积占其总面积的 53.9%;涪陵地区水土流失面积占其总面积的 59.7%,最高侵蚀模数达 5000t/km²·a;万县地区水土流失面积占其总面积的 66.2%,每年流失表土 1.19 亿 t,最高侵蚀模数约 4000t/km²·a。三斗坪结晶岩区最高侵蚀模数达 5600t/km²·a。

4. 地基岩土体结构不均匀问题

巴东滑坡体上新城区一座 8 层楼房,因地基土体结构不均。开裂成为危房,巫山县委宿舍和居民区,建于人工填土和崩坡积土层上,造成房屋开裂以至无法居住。目前有些城镇建筑物为避免不均匀沉降而普遍采用深、大桩基,如巫山建委办公楼和地税局宿舍楼,在未查明下伏基岩结构和抗压性能的条件下,一律要求桩基设置在完整基岩上,导致最大桩深达 10 余米;涪陵某银行大楼桩深达 20 余米,大大提高了工程造价,造成较大的资金浪费。

新迁城址中,大多有厚度较大、成分复杂、结构不均和强度变化大的崩坡积、滑坡堆积、岩溶塌陷堆积、坡洪积和人工填土等松散土石层分布,在山区不恰当地追求城镇规模、建筑高层

化和公路宽又直的思想指导下,地基不均匀沉降将逐渐成为城镇建设中的重要工程地质问题。

5. 古矿洞和采矿诱发的问题

库区干支流两岸煤、磷、硫、铁等小矿山的开采也造成了严重的地质灾害,如乌江鸡冠岭采煤诱发了山崩堵江断航,羊角镇开采硫铁矿引起山体开裂,有着悠久采煤历史的链子崖危岩体威胁长江航运及坝前安全。奉节农田3号煤矿,地下采空引起地面开裂塌陷。重庆江北煤矿塌陷面积达5km²。地下矿坑采空后,常诱发地面塌陷和地震。另外,在秭归县郭家坝的柏林一赵家屋场、龙潭湾和兴山县峡口镇龚家村规划区等地也发现旧煤洞多处。云阳等地尚存在石膏矿洞。实质上,库区小矿山的无规划开采是一种得不偿失的行为,如年产量仅6万t的乌江兴隆煤矿诱发鸡冠岭山崩,其直接与间接损失已上亿元,至今上水航行仍要绞滩通过。

6. 建设开挖与弃石(土)隐患

大规模的迁建导致大规模、大范围的开挖与自由弃石(土)或堆填。开挖一是为了平整建设场地,二是新公路网或沿江大道建设,三是采取石、砂或粘土等建材。

开挖弃土(石)堆积一是漫布于斜坡上,部分直泻长江中;二是堆填于冲沟之中。在雨季,这种人造泥石流源会分别发育成坡面型泥石流和沟谷型泥石流。将来不但增加库内淤积量,同时对库岸景观造成剧烈破坏。

7. 植被破坏,山体赤裸,三峡风光减色

缺乏地质生态环境保护意识的工程建设极易进入“失控”状态,其结果不仅导致迁建工程区后患不断,还会蔓延破坏更大范围的地质生态环境,破坏农林生态,破坏旅游资源。

8. 库区泥沙淤积

泥沙淤积问题曾经是影响三峡高坝大库决策的关键因素之一。三峡工程建设过程中及开始运行后,除水土流失为入库泥沙淤积物的主要来源外,库水位变动诱发的古崩滑体复活和库岸建设弃土、弃石则是另两个重要来源,且后二者一旦成规模出现,就不易于清除,从而影响航运和水库寿命。

9. 固体废物和气、液体污染

据1992年统计,库区废水排放量达86493万t,废气排放量达2179.2亿m³,废渣排放量达873.93亿t。重庆市酸雨占总降水量的74.0%;长江和嘉陵江重庆段水质绝大部分属重污染,个别可达严重污染,沿江污染带长达数十公里;涪陵、万县、宜昌和其它县城的长江沿岸也存在规模不等的污染带。三峡水库蓄水和移民工程实施后,预计到2009年,涪陵、万县的“三废”排放量与重庆目前的排放量相近;为安置农村移民,计划兴建乡、镇企业和二、三产业400~600个,而且多是矿产品开发的初加工产业,“三废”排放量更大;库水面纵坡降将变缓,部分库段缓至0.002‰~0.00012‰,水面增宽2~3倍,水的净化能力减弱。

10. 人地供需矛盾

三峡库区东起湖北宜昌,西迄四川江津,共有20个县市,面积约5.57万km²,人口约1636万,人均幅员面积为5.11亩,人均耕地为0.9亩,低于全国人均占有土地的水平。由于水土流失严重,土地零碎分布,连片土地很少,其中坡耕地占绝大多数,大于25°的陡坡地占旱地的33%。垦殖系数为41.5%,复种指数已达197%。三峡水库淹没的耕地多属发布在沿江两岸低阶地上的一、二等耕地,是当地农业的精华所在。人口动迁后的一定时期内,较低等土地上的经济作物产量明显不能满足需要,造成粮食紧缺,人地矛盾变得更加尖锐化,从而影响库区人民的生活水平、社会安定和经济发展。

二、地质环境开发问题论证的背景

1. 建库前地质研究的局限性

建库前,在三峡库区干支流两岸共查出崩滑残体 428 个,其分布高程介于 180m 上下的约 300 个(曾对其中 40 个大型滑坡、崩塌进行了全面、系统、深入的勘察研究),它们在库水位升高及其变动作用下,多数的稳定性将会下降或处于不稳定状态。调查出有泥石流发育史的沟谷约 280 条,近期仍在活动且有危害者计 33 条。

上述工作为库区迁建城镇选址避开主要地质灾害体分布地段提供了基础依据,但同时也应看到两个无争议的事实:一是就整个三峡工程开工前的地质工作而论,工作的重点仍主要放在坝址区,而把库区的地质工作放在一个相对次要的地位,导致库区地质环境的研究“先天不足”;二是库区地质环境研究的针对性较差,已有的库区地质研究类同于一般水利工程的例行内容,针对三峡库区移民工程具有动迁人口众多、迁建规模宏大、涉及问题复杂、生态环境脆弱、建设时间急迫和后果影响深远等这样一种“新城运动”的地质生态环境开发可能遇到或引起的地质问题的规模、范围、程度和不易治理等的预见性研究不够。相应地,各个城镇迁建工程规划的地质原则,工程建设过程中地质环境开发和保护的准则及问题处理办法也就未能配套地制订出来,以致于某些城镇在建设初期对地质环境的开发“失控”,对新产生的问题束手无策,或陷入重视了局部问题的研究或治理,而忽视了全局性问题的预防与控制。

2. 关于三峡工程及移民问题的认识定位

把三峡工程仅看成是修建一个巨型大坝进行防洪发电的认识是非常危险的。三峡工程应是既利于坝下游,也利于坝上库区的减灾生态工程。应树立整个工程是一个巨大系统的大工程观、大效益观、大环境观和可持续发展观,把每个城镇、每个地点的开发建设都应看作是系统的一环,不但要深入研究该环境自身的问题,还应把它放入整个工程系统中去考查其作用。因为移民迁建不仅是移人,还要移地、移城、移境和移文化,是一种整体的社会迁移行为。

生态工程的一个重要特点,是其系统中各要素(子系统)能够和谐与协调发展,共生共存与互惠互利。因此,必须对传统的以人类为中心的方针进行纠正,强调水利建设必须考虑到对生态环境的影响,必须符合可持续发展的方针。当前与今后的一个重要课题是,研究水利资源开发工程区的地质环境稳定性或敏感性,研究地质生态环境开发方式、强度与地质环境保护之间的动态协调机制。

三峡工程库区的移民问题不仅是一个经济问题,而且是一个社会问题,更是一个复杂的环境地质与生态地质问题。一方面,水库建成后会引发地质环境的一系列变化,另一方面,大量移民搬迁会对自然与社会产生双重的压力和影响。从地质角度看问题,大规模移民迁建既要考虑地基或整个斜坡的稳定问题,同时更要考虑一个地区或一个地段的地质环境承载力,也即地质环境质量和容量问题,后者对于新迁城镇的规划具有更重大的、更整体性的意义。切忌不顾地质生态环境的容量和特点而片面追求新城市的规模和功能一步到位。因此,在指导思想应明确,地质工作在三峡库区移民迁建过程中承担着重大的长期的责任,三峡移民迁建工程不仅关系着库区人民的安居乐业,而且影响到整个长江中下游的生态环境转化。

总之,三峡库区移民迁建之“新城运动”的实施效果不仅直接关系到三峡库区人民的安居及其能否可持续发展,同时也将为我国探索山地人居环境的规划、施工建设与可持续开发利用

提供实践经验。

三、地质环境开发的对策

“三峡工程的成败在移民”和“开发性移民”是参加三峡工程建设的人士常常提到的两句话。我个人的理解是,“移民成败”的检验标准首先是包含了时间意义上的长期性和具有(或可培植)持续发展性(潜力),而“移民的开发性”则体现在适应地质生态环境的工程建设过程中和生态环境恢复或重建的过程中,并尽可能快地体现为移民的生活与环境均较迁建前更好。

适应地质环境特征的开发工程一是要保护或不破坏好的地质生态环境,二是改造或避开差的地质生态环境。因此,目前库区的地质环境开发研究既要为迁建工程及其效应的长期性准备地质环境资料依据,同时又要针对迁建工程已成规模展开的事实,即工程建设的紧迫性,及时地预见工程可能遇到的问题,及时解决已困扰迁建工程的问题。基于这样的思路,提出以下对策。

1. 地质工程研究内容

在三峡库区,要研究新迁城址的地形地貌、岩土承载力、地质灾害、地下水污染、天然建筑材料和旅游资源等地质环境因素,更要研究不同库段的地质特点,分别提出有针对性的对策。如对奉节至长寿的“红层”库段,应特别注意“红层”的地基稳定性、地下水的可开发潜力和地表供水的可能性。要对新址地质环境的建筑适宜程度进行分区评价,以指导城市规划。已有研究表明,三峡库区生态地质环境脆弱,人地关系紧张,许多新城址就地后靠,如对环境地质方面的各不利因素的相互影响和综合作用认识不足,处理不当,就必然会对三峡工程和库区的社会环境带来长期的后遗症。由于人多地少,不可避免地要利用某些松散堆积体斜坡,应注意研究古残坡积层、古滑坡体和古崩积体的可利用性及可利用程度问题。

在移民选址过程中,不但要重视建筑规划区的地质工作,同时也要调查新址周围是否有崩滑体分布,并评价外围地质灾害的发生对新址造成的影响及程度。要从实地监测和理论分析两方面对现有的不稳定地段进行中、长期的预测预报,争取及时采取防御或避让措施。对于确实不宜避让或对新址有间接影响的地质灾害,应认真研究其发生机理,优化比选最佳防治工程方案,积极进行工程治理,以防患于未然。

2. 强化地质生态环境保护观念,制定相应的工作法规

在参与三峡库区迁建工程的政府官员、工作技术人员和移民群体中,要大力宣传保护地质生态环境即保护自己家园的舆论,逐渐地强化民众的地质意识和环境生态意识。同时制定保护地质生态环境的条例或法规,并贯彻到每一个人。

3. 设立工程开发对策与地质环境模式适应性研究课题,建立相应的信息咨询系统

工程主管部门应设立整个库区和每个县城的“工程开发与地质生态环境适应性”的研究课题,建立相应的总信息系统和每个县城的子系统,并编制每个县城或重点区段的工程建设操作细则。地质环境开发决策信息系统中应包括以下几方面的要素:

① 地形;② 地质结构及特征;③ 地表地下水资源;④ 农业林业生态环境;⑤ 旅游资源;⑥ 地质灾害体发育范围、深度与活动状态;⑦ 地质环境开发的敏感性;⑧ 工程规模及对场地的要求;⑨ 工程规划要求和工程开发建议等。

特别应指出的是,这项研究是立足于解决具体问题,切忌空泛或仅具演示性,一开始可从

一个典型城镇开始,按统一制定的标准找几家单位联合开发,并及时协商,共同修改,以适应库区迁建工程进展。

4. 建立一个相对稳定的地质生态环境开发建设专家咨询机构

应该改变多头咨询,“观光”式重复低效考查的局面。三峡工程建设主管部门应组建一个相对稳定的地质生态环境开发建设专家咨询机构,该机构可设若干个专家组。专家组的成员应基本满足以下条件:

① 在工程地质或地质工程方面(含工程规划和施工地质)有较高的理论水平,同时又能理解和吸收相关学科的知识;② 在施工地质方面有一定实践经验;③ 严谨的学风,踏实的工作作风;④ 比较年轻,能够开展工程现场工作和室内研究工作;⑤ 不尚空谈。

本文是作者多年来参与三峡工作的一些体会,仅供参考。文中使用了我所[胡海涛]院士、成都水文工程地质中心[欧正东]教授级高级工程师和长江水利委员会勘测局崔政权总工程师提供的一些数据,特此说明并致谢。

Some Problems and Their Countermeasures about the Geo-Environment Development with The “New City Movement” in the Three Gorges Reservoir Area of Yang Tze River

Liu Chuazheng

Abstract

Some problems, such as paleo-karst collapse, slope deformation or cracking, mud-rock flow, soil and water loss, inhomogeneity of foundation structure, mining-induced rockmass cracking or landslide, soil or stone refuse through civil engineering, vegetation destruction, mud-sand silting, pollution from waste gases, waters and solid materials and contradiction between the more human and the less farmland, which are induced by geo-environment development in the civil construction and the site prospecting for immigration in the two banks of Three Gorges reservoir of Yangtze River, are summarized in this paper. On the basis of analysing some limitations of geo-researches in the earlier stage on the Three Gorges reservoir area, it is further made clear and definite that the Three Gorges Project would be an ecological engineering which will improve the environments of Three Gorges reservoir area and the middle-lower reaches of Yangtze River. Finally, some countermeasures are put forward which are related to the civil construction and geo-environment development in the area of Three Gorges reservoir.

移民迁建与国土整治的地质环境问题

——以长江三峡工程重点库段为例

胡海涛 欧正东 袁志梅

(中国水文地质工程地质勘察院)

提 要

文章论述了三峡工程重点库段(由奉节—巫山—巴东)的国土整治与移民迁建的地质灾害和环境地质问题,对该区隐伏岩溶、滑坡、崩塌、地裂缝加深了认识,并对水库蓄水后,可能引发岩溶塌陷、库岸滑、坍,以及水库诱发地震和矿坑采空区塌顶等问题作了初步预测,并提出了抓紧时间,深入系统地开展水库环境工程地质工作的意见和建议。

一、前 言

长江三峡工程是世界瞩目的宏伟工程,前后经历了 40 多年,几代地质工作者的努力,坝址选在花岗岩地块的“安全岛”上,1997 年 11 月 8 日大坝顺利合龙,成为我国水利工程史上最辉煌的一页。

从 1997 年底到 2003 年,水库蓄水高程将由目前的 90m 上升到 135m,到 2009 年则可达到设计正常高水位 175m(标高),库区内的 13 座县(市)和 114 个集镇的移民迁建工程正在紧张地进行之中。“百万移民”人数之多、规模之大,堪称世界之最。“移民问题”已成为三峡工程成败的关键。

自 1997 年 8 月 24 日至 9 月 9 日和 1988 年 3 月 12~21 日,赴三峡库区代表性城镇调查,综合自 1995 年以来地矿部的科研成果,对三峡水库移民迁建及蓄水诱发的地质灾害问题,有了一些新的认识。

二、重点城镇迁建区的地质概况

三峡水库由三斗坪坝址到江津库尾,库岸长约 600km,跨越川鄂湘黔隆起褶皱带中段和川东褶皱带东段,重庆市的奉节县、巫山县至湖北省巴东县适位于齐岳山褶皱、断裂带的交会复合部位,该地段广泛分布中、下三叠统的巴东组和嘉陵江组地层。前者为碎屑岩、粘土岩和碳酸盐岩的互层和夹层,碳酸盐岩中含有石膏和盐溶解砾岩,易于溶解。粘土岩中除蒙脱石含量高外,还含有亲水的粘土矿物,如伊利石、水云母和高岭石等,浸水膨胀、失水收缩,饱水后抗剪强度大大降低,成为易崩、易滑的地层;后者为嘉陵江组的薄层灰岩、白云岩、含膏盐角砾岩和生物灰岩等,多位于长江河谷岸坡低处,属倒转褶皱部位,有时也逆冲于巴东组地层之上。因

地层经强烈褶皱、倒转、断裂、节理、劈理等各种形变破碎后,再经外动力的综合作用:侵(溶)蚀、风化、冲刷、崩、滑、流、塌、陷等,形成杂乱无章的堆积体。这无疑是一种特定气候、地质环境下塑造的特殊地质体,关于它的岩性、结构和工程地质性质,值得进一步深入研究分析。

三、迁建区的地质灾害和环境地质问题

随着库区移民迁建工程的实施,揭露了过去未曾认识的地质现象,同时也诱发了新的环境地质问题,归纳起来有:中三叠统巴东组岩溶发育及岩溶塌陷;斜坡裂缝和滑坡、崩塌;水土流失和泥石流;岩土结构引起地基不均一沉降等,对城镇建设和发展带来了不同程度的危害,论述如下。

1. 中三叠统巴东组的岩溶塌陷及其危害

库区有 10 余座城镇新址位于巴东组地层分布区,下三叠统嘉陵江组岩溶现象十分发育,如巴东的屋檐洞、巫山的陆游洞、瞿塘峡中禹王洞等等,早已被人们重视和研究,但巴东组的隐伏岩溶发育问题直至 1997 年在巫山北门坡滑坡勘察^①时才发现有牛滚荡岩溶漏斗;秀峰乡、万元沟西坡隐伏岩溶漏斗;ZK11 号钻孔孔深 68.9m 尚未见基岩,孔中厚达 45m 以上的淤泥质土;在集仙中路高边坡上可见到垂直和水平岩溶管道中的灰黄绿色充填土和岩溶塌陷堆积物。在奉节宝塔坪巴东组地层中于 1997 年 5 月 30 日因突发性岩溶塌陷形成漏斗,塌坑土石方约 8000~10000m³,据勘察,下伏嘉陵江碳酸盐岩中也相应存在一个 20m×20m×25m 岩溶洞穴,物探显示岩溶发育深度可达 60 米左右。巴东县城新址斜坡上的圆形湿地,是否预示其下有岩溶漏斗?值得进一步调查研究。事实足以表明:在巴东组泥灰岩下段纯灰岩中,古岩溶是比较发育的。

岩溶发育,在城市建设中可能造成的危害有:①产生新岩溶塌陷和地基不均匀沉陷,造成建筑物开裂、垮塌和陷落;②岩溶塌陷堆积物形成的边坡易产生塌方或滑坡;③水库蓄水后产生塌陷、诱发地震或气爆。奉节白衣庵滑坡东冲沟顶部发育有直立的落水洞,高 30 余米并有跌水现象,构成岩溶发育—塌陷—滑坡灾害链。巫山下西坪古岩溶沿着 NNW 断层发育,在水厂地基开挖中发现了钟乳石和碎裂岩,已影响施工和水厂安全,形成断层—岩溶—塌陷灾害链。宝塔坪所产生的岩溶塌陷,危及迁建房屋;巫山集仙中路和平湖路的岩溶塌陷段产生塌方灾害,都是移民迁建中值得重视的潜在危险。

2. 斜坡裂缝和滑坡、崩塌危及迁建安全

长江三峡水库移民迁建地区计有滑坡、崩塌 1190 处,其中尤以湖北省的巴东县和重庆市的巫山、奉节和万县等城市最为突出。因工程勘察工作滞后、选址不当,人工开挖、填土、削坡、加载以及生活废水排泄不畅等不适当的人类工程活动造成的“规划”地质灾害在移民迁建中已产生不同程度的危害:如巴东县城新址原选在黄土坡古滑坡体上,局部地段复活滑动,不得不西迁至白土坡—云坨—庙坪,造成一定损失。巴东县城平湖路 1995 年 6 月 10 日大雨后产生滑坡,造成 5 人死亡、9 人受伤、毁房 4 间、公路被毁,直接经济损失 1000 万元。巫山县城北门坡在 1981~1995 年间,在长 550m、宽 200m 的斜坡土层中发育顺斜坡走向的裂缝达 50 余条,使大量房屋和堡坎开裂破坏;部分裂缝已发展形成中、小型崩滑体,造成房屋被摧毁掩埋和人员

^① 地矿部成都水文地质工程地质中心。

受伤事故。万县因在冲沟内大量填土加载和排水不畅而引起豆芽棚滑坡;奉节宝塔坪城址主要是人工开挖形成高达30~40m的碎裂岩体陡边坡,未及时支护产生了滑坡和公路塌方,最终导致主城区西迁至三马山,造成重大经济损失。新建巫山中学因百余名建筑工人夏季生活用水就地排渗,诱发形成宿舍楼滑坡,使工程报废。

大量事实表明,在水库移民城镇迁建工程中小滑坡、小裂缝往往会酿成重大事故和重大损失,在规划、设计、施工中避免诱发因素的产生,对防治滑坡灾害是至关重要的。

3. 水土流失和泥石流灾害

据统计,长江三峡库区水土流失面积达65%以上,其中较强侵蚀和极强侵蚀面积可达50%,年土壤侵蚀总量约 $2.11 \times 10^8 \text{t}$ 。秭归、巴东、奉节、云阳、忠县、丰都等县城都位于较强侵蚀和极强侵蚀区,年平均侵蚀模数达 $5000 \sim 13500 \text{t/km}^2$ 。是长江上游水土流失严重的地区。泥石流发育,总计271条,其中直接入长江99条,入支流172条。最发育区段:在巴东—云阳之间,1991年8月6日连续11小时暴雨后巴东城区发生坡面泥石流,面积 1.5km^2 ,堆积土石可达 $29.4 \times 10^4 \text{m}^3$,造成经济损失8900万元和人员伤亡;巫山县城石板沟、头道沟、二道沟、三道沟、四道沟、田家沟以及南岸的南陵关沟、大溪沟等都曾发生过泥石流;城市迁建大量开挖土石方和弃土堆于沟内和斜坡上,这势必加重水土流失和泥石流灾害。对此,应采取综合防治措施,边建设、边绿化和在沟内修建拦沙淤地坝,不但可充分利用弃土,减轻水土流失,美化环境,还可保护沟岸,避免泥石流灾害发生和增加建设用地。

4. 地基土介质、结构不均引起的环境工程地质问题

随着城镇迁建和高层建筑的增加,因岩、土体结构不均一而产生的地基不均匀沉降问题日渐突出,如巴东滑坡体上新城区一座8层楼房,因地基土体结构不均,开裂成为危房;巫山体委宿舍和居民区,建于人工填土和崩坡积土层上,造成房屋开裂以至无法居住。目前新迁城址中,大多有厚度较大、结构不均、强度变化大的崩坡积、滑坡堆积、岩溶塌陷堆积、坡洪积和人工填土等松散土层分布,在城镇建筑日趋高层化、公路要求宽直的情况下,地基不均匀沉降将逐渐成为城镇建设中的重要工程地质问题,应引起警惕。但另一方面,目前有些城镇建筑物为避免不均匀沉降而普遍采用深、大桩基,如巫山建委办公楼和地税局宿舍楼,在未查明下伏基岩结构和抗压性能的条件下,一律要求桩基设置在完整基岩上,导致最大桩深达10余米;涪陵某银行大楼桩深达20余米,大大提高工程造价,又造成较大浪费。

四、水库蓄水后可能诱发的地质灾害和环境地质问题

1. 水库诱发地震

水库蓄水后,一方面增大荷载;另一方面增大地下水的静水压力,岩体的渗透性能增强,造成岩体结构面的润滑和软化,使岩体抗剪强度降低,结构面的锁固能力减弱,从而改变了地壳内的应力和岩体的抗应变能力,导致水库诱发地震。据预测^①除牛肝马肺峡和九湾溪库段诱震最高震级估计可达5.5级,震中烈度为Ⅶ度外,其余库段均为4.0级,震中烈度为Ⅵ度;其余库段产生诱震的可能性甚小,但鉴于地震预报是全球性的难题,模型计算中边界条件及参数选择的可靠性与准确性都有待蓄水后监测验证,故仍不能掉以轻心。

^① 地矿部“七五”、“八五”攻关项目研究结果。

2. 库岸稳定性

三峡水库库岸地质灾害防治对库岸地带的环境保护、开发建设和移民安置都有十分重要的意义。库岸稳定性研究表明:在水库蓄水以后干、支流沿岸的 400 余处崩滑体中,90% 以上的稳定性将有程度不同的降低;有 119.5km 的岩质岸坡段的变形破坏特征明显,稳定性属差或较差等级;特别是跨于 180m 高程上下的 299 处崩滑体,水库蓄水后的稳定性将进一步变差。据巴东、巫山、奉节和万县预测最终坍岸宽度分别为:40 ~ 185m; 50 ~ 350m; 30 ~ 150m; 10 ~ 300m。鉴于蓄水后再进行库岸治理是难以实施的,故任务十分紧迫,库岸保护应和移民迁建工程相结合并同步进行。

3. 岩溶塌陷及矿坑采空区塌陷

长江三峡以寒武系上统三游洞组,二叠系下统茅口组,栖霞组,三叠系下统嘉陵江组的岩溶作用尤为发育,其它时代的碳酸盐岩地层在地质构造和地貌等条件的有利组合下,也易产生岩溶化作用,如前述巴东组碳酸盐岩地层中也发育了大型岩溶漏斗和岩溶塌陷堆积物。在水库蓄水作用下,一方面可产生塌陷;另一方面可产生水库诱发地震。如秭归县扬林区,1975 年 8 月 9 日至 17 日因岩溶塌陷产生地震,地震台观测发生 1.0 ~ 1.9 级地震 6 次,2.0 ~ 2.1 级 3 次。

库区矿产资源比较丰富,地下矿坑采空后,也常诱发地面塌陷和地震,如秭归链子崖危岩体,山体开裂裂缝的展布范围和其下洞采煤层的采空区基本吻合;奉节农田 3 号煤矿,地下采空、地面开裂塌陷;重庆江北煤矿塌陷面积达 5km²。

库区部分矿产分布地段位于水库正常蓄水位 175m 以下,蓄水时矿坑将被淹没或浸没充水,汛前库水下泄,届时诱发矿坑塌陷或微弱地震将是不可避免的,应加强预测和防治。

4. 城市附近库水污染有加剧之势

长江三峡地区历史悠久,人口密集,开发强度大,因城市工业、生活废渣、废水、废气的排放以及农药、化肥的使用,库区的水、土已遭到一定程度污染,尤以重庆市污染更为严重。

据 1992 年统计,库区废水排放量达 86493 万 t,废气排放量达 2179.2 亿 m³,废渣排放量达 873.93 亿 t。重庆市酸雨占总降水量的 74.0%;长江和嘉陵江重庆段水质绝大部分属重污染,个别可达严重污染,沿江污染带长达数十公里;涪陵、万县、宜昌和其它县城的长江沿岸也有规模不等的污染带存在。三峡水库蓄水和移民工程实施后将面临下列几方面的情况:到 2009 年涪陵、万县的三废排放量与重庆目前的排放量相近;为安置农村移民,计划兴建乡、镇企业和二、三产业 400 ~ 600 个,而且多是矿产品开发的初加工产业,三废排放量大;库水面纵坡降变缓,部分库段缓至 0.002‰ ~ 0.00012‰,水面增宽 2 ~ 3 倍,水的净化能力减弱。这些情况势必加重库区水、土污染,形成连续分布的岸边污染带,并将造成水环境恶化危及水产养殖和人体健康,水处理费用增大等不利影响,并在城镇供水系统的设计中予以考虑,应引起高度重视。

五、认识和建议

综上所述,我们对三峡库区移民迁建及蓄水诱发的地质灾害问题有如下几点新的认识:

(1) 三峡库区移民迁建规模空前,最终移民达 113.2 万人,是一个巨大的国土整治系统工程;从迁建选址、城市规划、施工建设、以及建后监测,都离不开水、工、环地质工作,它应纳入我国国土整治的总体规划中。