

三峡工程库区公路复建工程主要地质病害及防治对策

吴永锋, 石 林

(长江水利委员会综合勘测局, 湖北武汉 430010)

摘要: 三峡工程建成后, 库水回水将淹没沿江(河)地带的公路约 1 000 km. 随着库区的开发, 不仅需要复建被淹没的公路, 恢复其功能, 而且还将大量修建新公路. 通过实例对三峡工程库区公路复建工程中的主要地质病害进行了论述, 指出已发生的地质病害主要是山区常见的滑坡、崩塌、泥石流, 而潜在的地质病害是由于水库库岸再造对公路工程的不利影响; 分析了产生病害的原因, 并提出了防治对策. 对三峡工程库区今后的公路建设、相似地质条件地区的道路建设均具有一定的参考和借鉴意义.

关键词: 地质病害; 防治对策; 公路复建工程; 滑坡; 三峡工程库区.

中图分类号: TU433 **文献标识码:** A

文章编号: 1000-2383(2001)04-0402-04

作者简介: 吴永锋(1963—), 男, 高级工程师, 1984年毕业于华东水利学院, 获学士学位, 现从事工程地质勘察及技术管理工作.

随着库区的开发, 不仅需要复建被淹没的公路, 恢复其功能, 而且还将大量修筑新路. 今后, 将逐步建成以长江水道为骨干, 公路、铁路向两边延伸的水陆交通网络. 由于多种原因, 三峡库区公路复建工程中遇到了大量的地质病害, 致使有的路段建设长达 5~6 a 尚不能通车; 有的路段则完全中断, 甚至连路基都难以形成.

1 库区自然地理与地质背景

库区属亚热带季风气候区, 具有年平均气温高, 降雨充沛, 空气湿度大, 少冰雪严寒等特点. 多年平均气温一般为 16.7~18.4℃; 多年平均降雨量 1 000~1 300 mm, 最大日降雨量多在 200~250 mm 间. 库区所处大地构造单元属扬子准地台, 次级构造单元奉节以上为四川台坳, 奉节以下为上扬子台褶带. 地质历史上经历了 3 次较强的构造运动, 现今转入以整体抬升为特征的新构造运动时期; 区内地震水平不高, 强度小、频度低、地壳稳定性相对较好, 属典型弱震环境, 地震基本烈度大多为 6 度或小于 6 度.

库区地处我国地势第二级阶梯的东缘, 全国地貌区划为板内隆升的中低山地. 地貌形态可以奉节为界分为两段: 奉节以西段属四川盆地的东部, 主要为侏罗系碎屑岩为主组成的低山丘陵宽谷地形, 地势自盆地边缘向中心逐渐降低; 奉节以东段主要为震旦系至三叠系碳酸盐岩组成的川鄂褶皱山地, 地势总体上自北西向南东降低, 长江河谷深切入山地之中, 两岸山峰耸立, 河谷狭窄, 水流湍急, 形成著名的长江三峡. 库区微地貌形态多种多样, 主要为山地受流水地质作用和重力地质作用改造的产物, 如冲沟、洪积扇、倒石堆、滑坡体等, 局部发育岩溶地貌, 如溶沟、溶槽、岩溶漏斗等. 库区褶皱大多背斜紧密狭窄、向斜开阔宽缓, 断层不甚发育, 但岩体中一般发育多组裂隙.

由于特殊的地形地质条件, 三峡库区为我国山地地质灾害多发的区域之一, 滑坡、崩塌、泥石流等灾害时常发生, 经常使交通中断.

2 库区公路复建工程的主要地质病害

2.1 已发生的主要地质病害

三峡工程库区公路复建工程已发生的地质病害

主要是山区常见的滑坡、崩塌、泥石流。

2.1.1 工程实例 实例1:宜(昌)—秭(归)公路建阳坪—香溪段. 该段复建公路起于兴山县建阳坪,沿香溪支流高岚河左岸至河口过峡口二桥,再过峡口一桥至香溪右岸,顺右岸到秭归县香溪镇,长约35 km. 其中,峡口—香溪段于1995年动工兴建,1998年路基基本形成,但其后遭多次暴雨袭击,沿途产生几十处滑坡、崩塌、泥石流等地质病害,使该路段至今未能投入使用。

实例2:209国道巴东复建段. 该段公路北起于长江北岸支流小河(东壤溪)右岸的店子河,起点桩号1722+600,沿小河右岸而下至东壤口雷家坪后再沿长江北岸而上至官渡口镇太矾头,止点桩号1736+300,全长13.7 km,有大桥2座、中桥5座、小桥13座、涵洞44个,公路等级为山岭重丘区三级公路。

工程自1993年11月动工,次年雷家坪至太矾头的路基基本成形,但随后便遭受了一系列地质病害的困扰,沿线发生滑坡、崩塌、泥石流等病害多达百余处,使清方、支挡工程量大大增加. 如由于公路开挖,导致胡家屋场古滑坡公路以上部分变形复活。

2.1.2 滑坡 按滑坡对公路工程的影响,可分为三类:破坏路基的滑坡;破坏公路边坡、堆积于公路上的滑坡;既破坏路基又破坏边坡的滑坡。

(1)破坏路基的滑坡. 由于滑坡,使路基遭到破坏. 有的滑坡使路基产生裂缝、沉陷等变形;有的滑坡则使路基完全滑走或部分滑走. 而且,由于滑坡造成的路基破坏往往难以修复或需要花费很大的资金(常常是同长度正常路段的十几倍—几十倍)才能修复. 如宜(昌)—秭(归)公路建阳坪—香溪段的谭家湾滑坡和龚家院子上游滑坡,这两处滑坡均为老滑坡,公路在滑体后缘通过,公路的挖填改变了滑体原有的平衡状态,加之降水的诱发,该类滑坡常出现的形式如图1所示。

(2)破坏公路边坡、堆积于公路上的滑坡. 该类滑坡破坏公路边坡,常常导致公路上方斜坡中的建筑物变形和破坏,使征地、补损等费用增加,有时还引起纠纷,造成工程窝工或停工. 此外,滑坡物质常常堆于公路上,阻碍或中断交通. 如巴东新县城中环路口白岩沟大桥西侧道路边坡中产生的滑坡,该处边坡为中三叠统第三段含泥灰岩组成的顺向坡,道路开挖将岩层切断,边坡山体从1997年4月便开始变形,1997年7~12月对变形体进行了削方减载处

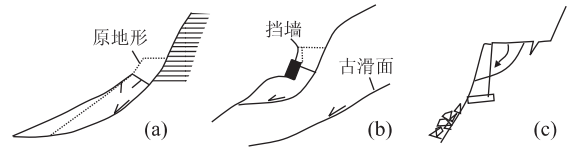


图1 公路路基中常见的滑坡形式

Fig. 1 Common types of landslides occurred in road base-ment

a. 沿古滑面整体滑移; b. 古滑坡等松散堆积体中产生的滑坡,支挡结构整体滑移; c. 支挡结构局部破坏

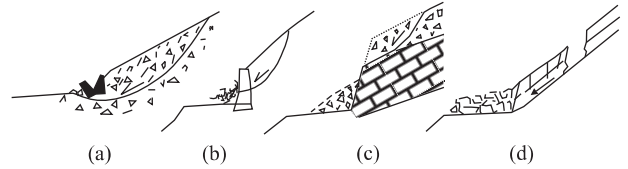


图2 公路边坡中常见的滑坡形式

Fig. 2 Common types of landslides in cut road slopes

a. 松散堆积体中的滑坡,支挡物一起滑移; b. 松散堆积体中的滑坡,剪坏支挡结构; c. 双结构边坡,覆盖层顺基岩面产生滑坡; d. 顺向坡岩层被切断后,产生的顺层滑坡

理,削方方量达28万 m^3 ,但减载后边坡变形仍有发展,受1998年6月28日晚暴雨诱发,29日上午该变形体发展成滑坡整体下滑,方量达22万 m^3 ,其中数万 m^3 岩块堆积在中环路上,阻断交通. 该类滑坡常有以下形式(见图2)。

(3)既破坏路基又破坏边坡的滑坡. 该类滑坡兼有前两类滑坡的危害. 如209国道巴东复建段的焦家湾桥头滑坡,该滑坡既使公路外侧挡墙严重变形、路基拉裂,同时也使公路边坡产生变形。

2.1.3 崩塌 崩塌常常破坏公路边坡,并且其物质堆积于公路上,阻塞或阻断公路,造成清方和边坡治理工程量增加,有时还造成人员伤亡. 如宜秭公路通过兴山境内的灵老爷段,因在悬崖峭壁中开挖路基,曾产生较大规模崩塌,死亡施工人员一名,后被迫改用隧洞通过. 崩塌有时也破坏公路路基. 复建公路中的崩塌常见的有以下几种形式,如图3所示。

2.1.4 泥石流 对复建公路造成危害的主要是坡面稀性泥石流. 志留系、三叠系巴东组、侏罗系中的砂泥岩均易产生快速的剥离式分化,形成大量的岩石碎屑,被暴雨产生的坡面水流挟裹,汇集到冲沟后顺沟而下,往往造成涵洞及公路边沟堵塞,水流漫路而过,造成路面或路基破坏. 如宜秭公路兴山境内游(家河)—峡(口)段的龚家院子一沟、龚家院子二沟、庙沟,1998年7月31日暴雨冲沟产生的泥石流将

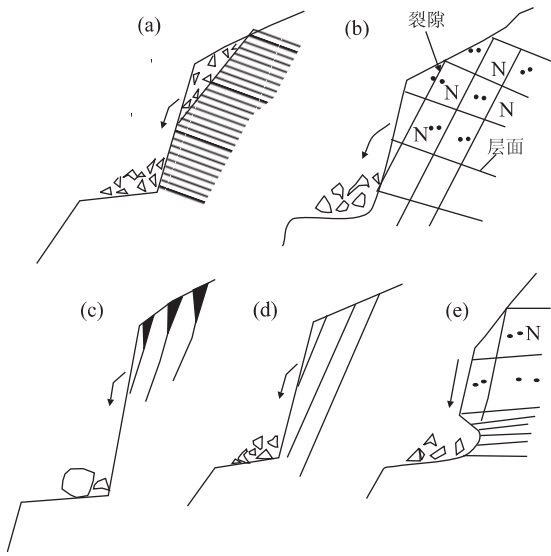


图 3 复建公路工程中常见的崩塌形式

Fig. 3 Common types of collapse in road rebuilding engineering

a. 斜坡表面覆盖层被开挖切断产生的崩塌; b. 逆向坡中, 顺向裂隙造成的崩塌; c. 高陡斜坡中顺裂隙产生的崩塌; d. 高倾角岩层中的崩塌; e. 差异风化及顺倾裂隙造成的崩塌

涵洞堵塞, 水流翻路堤而过, 使路基和路堤外侧高 10 余 m 的挡墙垮塌, 至今尚难以修复。

2.2 潜在的地质灾害

复建公路在今后的运行中, 仍然会出现滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害, 而另一个潜在的地质灾害是由于水库库岸再造对道路工程的不利影响。

三峡水库蓄水后, 防洪限制水位吴淞高程 145 m, 正常蓄水位吴淞高程 175 m, 水位落差达 30 m, 且有近 3 个月的时间水库水位处于 175 m, 与长江天然洪水位相比, 不仅水位变幅大, 而且浸泡时间长。复建公路工程沿长江及其支流岸坡修建的公路大多高程相对较低, 即路面高程一般为 182~200 m, 且许多公路通过各种成因的覆盖层有相当的长度, 因此, 水库库岸再造将对道路工程带来诸多的地质灾害。在不进行库岸防护的情况下, 可能受库岸再造影响较为严重的复建公路有宜(昌)—秭(归)公路建阳坪—香溪段、209 国道巴东复建段、奉节新城沿江大道等。

预测对复建公路影响较为严重的库岸再造主要发生在覆盖层部位, 其再造形式主要有两种: 一是老滑坡或崩滑体的复活变形和失稳; 二是由于浪蚀等作用产生的塌岸、库岸后退。以前种形式的库岸再造对复建公路影响最大。

3 产生地质灾害的原因分析

3.1 自然因素

暴雨或长时间的降雨是产生滑坡、崩塌、泥石流的重要诱发因素; 不利的地形地质条件是产生大量地质灾害的根本原因。如 209 国道巴东复建段在 13.7 km 的路线内就通过规模 45~1 268 万 m^3 的滑坡 12 处, 在滑坡体上的线路累计长度 6.535 km, 占全长的 47.7%, 而通过覆盖层的路段为 10.985 km, 占全长的 80.2%; 线路均在斜坡中经过, 需跨越大小冲沟 60 多条。又如宜(昌)—秭(归)公路兴山境内的游(家河)—峡(口)段, 线路长仅 3.104 km, 便经过粮管所滑坡、彭家槽滑坡等 7 处滑坡体、3 条泥石流沟。

3.2 人为因素

3.2.1 地质勘察方面的因素 有的公路复建工程前期工作中, 对地质勘察不重视或不够重视, 如有的工程未经勘察便进行设计和施工; 有的工程对线路的地质条件认识不足, 对不同方案没有认真比选; 有的工程勘察质量低劣或勘察错误, 如某县一跨长江支流的特大型桥梁勘察, 既未对桥位区进行地质测绘, 又未对桥墩、桥台进行仔细的勘探, 而仅在两岸各打了一个钻孔, 施工时才发现左岸存在一个对桥梁安全有很大威胁的大型滑坡体, 后来不得不改变桥位, 造成较大的浪费。

3.2.2 设计方面的因素 主要表现在设计人员对三峡库区复杂的地形地质条件认识或估计不足, 如对线路方案未进行认真比选; 又如有的跨泥石流沟的涵洞断面太小; 有的跨沟构筑物不尽合理; 有的通过松散滑坡堆积体的路段采用不合理的深路堑; 有的岸边线路未考虑库岸再造的不利影响; 有的支挡构筑物未考虑滑坡推力而遭破坏, 等等。

3.2.3 施工或管理方面的因素 有的工程施工质量较差, 如挡墙质量差、排水孔未设反滤层或反滤层未按设计要求做而很快失效; 地质条件复杂段未能采取相应的恰当的施工方法, 如跳槽开挖、及时支护或先支护后开挖等方法。

公路复建工程的管理部门相对缺乏岩土工程或地质工程方面的专业技术人员; 有的工程未实行监理, 尤其是地质监理; 由于资金等方面的原因, 有的地质灾害始发时得不到及时治理而使其越来越严重, 等等。

4 防治对策

已产生地质病害的路段一般应针对具体情况采用工程治理措施或采用绕避、改线等措施,但首先是要对地质病害路段和改线或绕避地段进行详细的勘察,并保证勘察质量,对不同方案从多方面进行比选,选出最佳方案实施。一般地,对于堆积于公路上的崩塌、滑坡堆积物,以清除为主;对于公路边坡中的方量不大的崩塌体、滑坡体亦可考虑全部清除,该方法施工相对简单且可靠;对滑坡、崩塌造成的路基破坏可采用支挡等工程措施予以恢复,有时也可考虑用桥梁通过;跨泥石流流沟的涵洞如因断面太小而遭破坏的,可考虑采用拱桥过沟。

对于尚未修建的复建公路则应着眼于预防或尽量减少地质病害为主。认真做好地质勘察等基础工作,并保证成果质量;对各种方案进行认真比选,尽可能使线路避开地形地质条件不利地段,确实难以避开的应事先做好处理方案,并在施工中落实;对崩

塌、滑坡等不良地质现象发育且地形又不允许绕避或改线时,可优先考虑采用隧洞;对通过堆积体的路段一般不宜采用深挖土方。鉴于三峡库区复杂的地形地质条件,施工中应考虑地质监理。

对潜在的地质病害也应在水库蓄水前采取库岸防护等综合处理措施。岸边公路在选线时,除了考虑与水库的联系方便外,还应着重考虑地形地质条件。

一般来说,地质病害的治理宜早不宜迟。

5 结语

三峡工程库区公路复建工程大多在复杂的地质环境中建设,已建的相当一部分工程遭到了滑坡、崩塌、泥石流的侵袭,给国家和人民生命财产带来了一定程度的损失。在今后的建设中,应充分吸取已有的教训,严格按建设程序做好勘测、设计工作,尽量减少出现地质病害的出现。

MAJOR GEOLOGICAL HAZARDS AND PRESERVATION OF ROAD REBUILDING ENGINEERING IN THE THREE GORGES ENGINEERING RESERVOIR AREA

Wu Yongfeng, Shi Lin

(Investigation and Survey Bureau of the Changjiang River Water and Resources Committee, Wuhan 430010, China)

Abstract: When the Three Gorges Engineering has been finished, the road along both banks in the reservoir area of the Changjiang River flooded by reservoir water is about 1 000 kilometers long, which requires the rebuilding of the flooded roads and also the construction of many new roads. This paper discusses the major geological hazards of the rebuilding engineering in the Three Gorges Engineering reservoir area with an example. It points out that the hazards mainly take place in such places as slopes, collapse, and debris flows, as often as those in the mountain area. While the latent geological disasters are the disadvantageous effect on the road engineering due to the reservoir bank rebuilding. At the same time the paper also analyzes the reasons for the disasters and presents some countermeasures. The idea presented in the paper is available for reference in the road construction in the Three Gorges Engineering reservoir area and other areas with similar geological conditions.

Key words: geological hazard; preservation; road rebuilding engineering; landslide; the Three Gorges Engineering reservoir area.