

文章编号: 1001-4179(2006)04-0093-02

三峡库区滑坡监测模型建模研究

张 振 华^{1,2} 罗 先 启¹ 吴 剑¹ 王 志 俭¹

(1. 三峡大学 三峡库区地质灾害教育部重点实验室, 湖北 宜昌 443002; 2. 中国科学院 武汉岩土力学研究所, 湖北 武汉 430071)

摘要: 以监测预报为目的的滑坡分类为基础, 通过对该滑坡分类理论中的滑坡分类要素—滑体结构、动力成因、滑体的变形运动特征和滑坡所处的发育阶段的表现特点进行分析, 重点从三峡库区滑坡的动力成因入手, 提出水库滑坡监测系统布置的基本原则。根据该原则, 结合滑坡监测内容、监测所使用仪器、监测仪器精度要求和监测周期的选取, 建立起基于滑坡分类理论的三峡库区滑坡监测模型, 以期三峡库区滑坡监测系统的建立提供参考。

关键词: 滑坡分类; 监测模型; 监测系统; 三峡库区

中图分类号: P642.22 **文献标识码:** A

1 概述

随着三峡水库分期蓄水和工程竣工后水库的正常运行, 库岸边坡的失稳造成的滑坡将成为三峡库区地质灾害的主要表现形式, 并成为关注的焦点。目前, 三峡库区因蓄水造成的滑坡已多处发生, 如 2003 年 7 月 13 日发生的湖北省秭归县沙镇溪镇千将坪滑坡(2 000 余万立方米)。为了防止或减轻库岸边坡失稳带来的灾害损失, 目前采取的措施主要有: 工程治理、搬迁避让和监测预警。对于监测预警措施, 主要通过监测手段获取监测数据, 通过数据分析, 对滑坡的运动变化过程进行分析, 根据分析结果对滑坡所处的安全状态进行评价。这样, 监测数据获取的有效程度就决定了对滑坡所处安全状态的定位的准确程度, 而监测数据的获取的有效性又取决于监测系统布设的有效性。目前, 大部分滑坡的监测系统的确定都是基于工程地质分析, 即根据地质调查资料对滑坡可能运动变化趋势做初步预测的基础上确定滑坡的监测系统布置^[1~3, 5]。为了保证三峡库区滑坡监测系统布置的有效性, 本文以三峡库区滑坡监测预报为目的的滑坡分类为理论依据, 即通过滑坡分类初步预测坡体的可能的变形运动特征和破坏方式, 建立起基于滑坡分类理论的三峡库区水库滑坡监测模型, 并根据该模型指导监测系统的布置, 以期更有效地获取监测数据。

2 以监测预报为目的的滑坡分类体系

刘广润、晏鄂川等(2002)在广泛查阅和总结国内外滑坡分类基础上, 以滑坡监测预报与防治为目的, 遵从滑坡活动各要素的地位与作用, 根据分类体系的完备性需要, 建立了具有层次系统性的综合性滑坡分类体系, 并将该滑坡分类体系应用于三峡库区常见多发型滑坡地质模型的建立^[4]。该分类体系将滑坡体按“类”、“型”、“式”、“性”或“期”进行分类, 其中滑体结构按“类”进行分类, 动力成因按“型”进行分类, 变形运动特征按“式”进行分类, 发育阶段按“性”或“期”进行分类。采用该滑坡分类体系, 可得到三峡库区水库滑坡分类体系(如图 1 所示), 例如, 三峡库区

八字门滑坡的滑坡类型为复活性牵引式水库型土质岩床类滑坡。

3 滑坡监测系统布置基本原则的确定

根据上述三峡库区滑坡分类体系, 在深入分析三峡库区滑坡的滑体结构、变形运动特征、动力成因和滑坡所处的发育阶段的基础上, 提出了滑坡监测系统布置基本原则。

三峡库区产生滑坡的主要诱发因素是大气降雨、水库蓄水及其它人类活动。三峡库区的滑坡类型主要是降雨型滑坡、水库型滑坡及挖掘型滑坡。因此, 对于不同类型的滑坡, 其监测的侧重点应有所不同。本文重点从三峡库区滑坡的动力成因入手, 同时考虑滑体的厚度、滑体的物质组成及滑坡监测精度, 提出水库滑坡监测系统布置的基本原则如下:

(1) 对于降雨型滑坡, 滑坡监测的重点是降雨量、泉水流量(包括泉水水温)地下水位(包括地下水水温)监测。地下水位监测分为深层地下水位监测和浅层地下水位监测, 滑坡水位监测应以监测滑坡体的地下水位为主, 因此浅层地下水位监测的数量应明显多于深层(至基岩)地下水位监测的数量。对于布设有地表排水系统和地下排水系统的滑坡区, 排水效果监测也是一项不可缺少的监测内容。

(2) 对于水库蓄水型滑坡, 应在最高库水位线附近布设地下水位监测孔, 地下水位监测孔的孔底高程应低于相应水库库底或河床的高程, 以便了解库水位的升降对滑坡地下水的影响。对于水库型滑坡, 由于滑坡体的前缘受库水位的长期浸泡及库水位升降变化对滑坡前缘的冲刷, 从而使滑坡体的阻滑力下降, 此时滑坡前缘变形量较大, 因此, 水库蓄水型滑坡一般表现为牵引式滑坡。其监测的重点一般为滑坡的中前缘。

(3) 对于挖掘型滑坡, 监测的重点是地表位移和深部位移, 若挖掘时涉及到放炮, 则应进行必要的震动速度和震动加速度监测。

(4) 对于浅层滑坡, 由于滑坡体的厚度一般小于 6 m, 滑坡位移监测一般侧重于地表位移监测, 至于深部位移监测可以适

收稿日期: 2005-12-28

基金项目: 国土资源部 2000 年科技专项计划资助项目(SDH200027)

作者简介: 张振华, 男, 三峡大学三峡库区地质灾害教育部重点实验室, 博士研究生; 中国科学院武汉岩土力学研究所, 工程师。

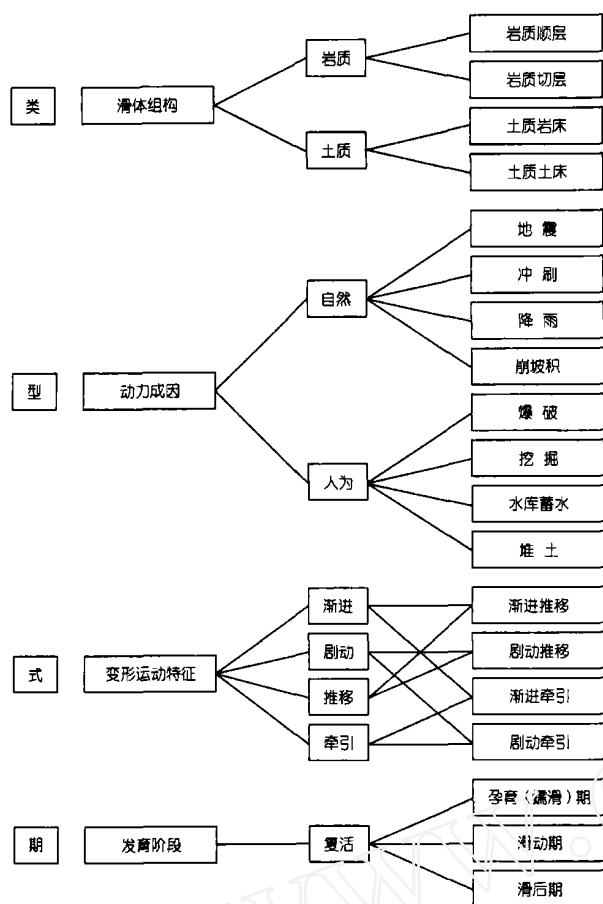


图1 水库型复活性滑坡分类体系示意(据刘广润等)

当减少;对于厚层滑坡及巨厚层滑坡,由于滑坡厚度较大,因此除进行必要的地表位移监测外,应进行足够的深部位移监测,深部位移监测的成果是推算滑坡滑动面和确定滑坡整治方案的重要依据。

(5) 对于岩质滑坡,滑坡监测的重点是裂缝和应力监测。位移监测应侧重于地表位移监测,至于深部位移监测仅布置在裂缝较为集中的部位。

(6) 滑坡监测的精度,尤其是地表位移的监测精度应根据滑坡变形的不同阶段灵活加以掌握,当滑坡处于缓慢变形阶段时,其监测精度应满足相应的规范和规程要求,观测次数可适当少一些,当滑坡处于加速变形阶段尤其是处于临滑状态时,则监测精度应适当放宽,观测次数应有所增加,以便有更多的时间及及时捕捉到滑坡的变形信息。

4 根据滑坡分类理论建立滑坡监测模型

滑坡监测,应根据不同类型滑坡的变形破坏特征,确定不同类型的滑坡最合适的监测方法、监测内容、监测仪器、监测剖面及监测点的布置,以建立不同类型滑坡的监测模型。以滑坡监测预报为目的的滑坡分类体系为基础,结合上文提出的三峡库区滑坡监测设计基本原则,对不同类型的滑坡,提出了相应的监测模型,其内容包括滑坡监测的内容及仪器、监测精度的基本要求、监测点位的布置原则、观测周期的确定。对于“类”,滑坡监测模型的侧重点为监测内容和监测方法,对于“型”,滑坡监测模型的侧重点为监测内容(包括产生滑坡的诱发因素),对于“式”,滑坡监测模型的侧重点为监测部位,对于“性或期”,滑坡监测模型的侧重点为监测精度和监测周期。

将滑坡分类要素—类、型、式和期中的子项分别选出一项进行排列组合就可以构成三峡库区滑坡的一种基本分类,根据该种基本分类和三峡库区滑坡监测系统布置的基本原则,就可确

定该滑坡相应的监测内容及所使用的仪器、监测仪器精度要求、监测点位的布置原则和监测周期,这样就建立起了该种滑坡的监测模型。

5 工程实例

大石板滑坡(含台子角)为黄腊石滑坡群中的一个滑坡,滑坡分布于麻盘湾至棺材石之间,纵向长1500m,横向宽190~425m,总方量700~750万 m^3 ,后缘高程为625m,呈圈椅状,在高程522~570、485~514m之间发育有1号和2号台面。滑坡后缘断壁主要由白云岩碎裂岩组成,残留滑体主要为灰黄色长石石英砂岩碎块石夹粘性土,底部一般为薄层紫红色泥岩、粉砂岩碎块石夹粘性土,滑带土一般为紫红色粘土夹泥岩、粉砂岩碎石,厚0.45~2m,滑体中赋存有松散介质孔隙水,地下水埋深3~17m,由于滑带土隔水性较好,因此滑体中地下水沿滑带上部顺坡流动。

该滑坡为复活性孕育期渐进推移式降雨型土质岩床类滑坡。根据该种基本分类确定相应的监测内容及所使用的仪器、监测仪器精度要求、监测点位的布置原则和监测周期,建立该滑坡的监测系统。

(1) 监测内容及所使用的仪器。地表水平位移监测(GPS法、测量机器人法、三角测量法、交会法、视准线法);地表垂直位移监测(精密水准测量、GPS法、三角高程测量法);深部水平位移监测(钻孔倾斜仪、多点位移计);地下水位监测(水位自动记录仪);地表和地下排水效果监测(梯形堰、三角堰、流量自动记录仪,该项监测适用于布设有地表和地下排水系统的滑坡监测区);孔隙水压监测(孔隙水压计、钻孔渗压计);泉水流量和泉水水温监测(梯形堰、三角堰、量杯、流量自动记录仪、温度计);降雨量观测(雨量计、自动雨量计)。

(2) 监测点位布置原则。大石板滑坡形状类似于梯形的滑坡,监测断面一般平行布置,监测断面应布设成纵横断面,纵横断面应尽量垂直。地表变形监测点应重点分布在滑坡的前缘、后缘,为了使地表变形监测成果具有足够的代表性,在滑坡的中部及其它地方,地表变形监测点应该有一定的密度。滑坡前缘、后缘以及变形较大的部位应进行深部水平位移监测,钻孔应穿过潜在的滑动面,监测点附近应布设地表变形监测点,以便使观测成果相互比较。为了使深部水平位移监测具有针对性,应以地表变形监测成果为基础,分期布置。对于地下水位监测,应以监测滑体的地下水位为主。重点监测部位为滑坡的后缘。

(3) 监测周期的选取。1a观测6~8次,雨季及其它因素影响适当加密观测次数。

6 结语

在以监测预报为目的的滑坡分类理论的基础上,通过分析三峡库区滑坡的滑体组构、动力成因、变形运动特征和所处的发育阶段的特征,有针对性地对三峡库区滑坡各分类要素所对应的滑坡监测的内容、监测所使用的仪器及精度要求、监测点位布置原则及监测周期的选取进行研究和确定是对更有效地进行三峡库区滑坡监测系统的布置和有效地获取滑坡运动变形监测数据进行的尝试,以期对三峡库区滑坡监测系统的布置提供参考。

参考文献:

- [1] 郑万模. 用变形体系论点指导滑坡监测工作. 中国地质灾害与防治学报, 1997, 12(8): 78~82.
- [2] 吕贵芳, 薛果夫. 山区滑坡监测预报的新途径. 中国地质灾害与防治学报, 1996, 7(7): 102~108.
- [3] 韩建设. 岩土工程中滑坡监测的主要技术方法简述. 西北水电, 2002, (2): 57~59.
- [4] 刘广润, 晏鄂川, 练操. 论滑坡分类. 工程地质学报, 2002, 10(4): 339~342.
- [5] 二滩水电开发有限责任公司. 岩土工程安全监测手册. 北京: 中国水利水电出版社, 1999, 8.

(编辑:赵凤超)