



堆积层滑坡位移动力学 理论及其应用

——**三峡**库区典型堆积层滑坡例析

贺可强 阳吉宝 王思敬/著



科学出版社

www.sciencep.com

P642. 22/4

2007

堆积层滑坡位移动力学 理论及其应用

——三峡库区典型堆积层滑坡例析

贺可强 阳吉宝 王思敬 著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是我国第一部系统论述堆积层滑坡及其位移动力学规律与理论的专著,系作者研究工作的系统总结。针对我国堆积层滑坡广泛分布的特点,特别是三峡工程的修建与蓄水而引起三峡库区大量堆积层滑坡的变形与复活现状,本书在对三峡库区典型堆积层滑坡形成过程和发育规律系统调查和监测的基础上,较全面总结了堆积层滑坡位移信息预测理论与方法的研究现状、特点及其发展趋势。采用系统科学和非线性科学相结合、理论分析与试验和监测相结合、定性分析与定量分析相结合等研究思路,较深入地分析和研究了降雨和地下水动力因素在该类滑坡位移演化中的作用特点及边坡位移与失稳动力学规律,重点对降雨和地下水动力因素与该类边坡位移及失稳的关系进行了较为系统的交叉耦合研究,并对该类滑坡的形成条件与动力因素、基本特征与分类、形成机理与评价理论、位移监测技术与防治原则和措施等方面都进行了较详细的分析与探讨,在上述研究基础上提出了堆积层滑坡位移动力学理论及评价与预测方法体系,并运用这个理论与方法体系对三峡库区典型堆积层滑坡进行了分析与评价。

本书可供从事地质工程、水利与水电工程、土建工程、交通工程、矿山工程等方面工作的科技、生产人员及有关大专院校师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

堆积层滑坡位移动力学理论及其应用:三峡库区典型堆积层滑坡例析 / 贺可强, 阳吉宝, 王思敬著. —北京:科学出版社, 2007

ISBN 978-7-03-020038-9

I. 堆… II. ①贺… ②阳… ③王… III. 三峡工程-堆积区-滑坡-研究
IV. P642.22 TV632.71

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 146643 号

责任编辑:朱 丽 王国华 / 责任校对:钟 洋

责任印制:钱玉芬 / 封面设计:王 浩

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007年10月第 一 版 开本:B5 (720×1000)

2007年10月第一次印刷 印张:23 1/2 插页:1

印数:1—1 500 字数:450 00

定价:70.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈科印〉)

序

我国是世界上滑坡灾害最为严重的国家之一。在过去的 20 多年内,相继发生了一系列重大的滑坡灾害事件,如三峡库区千将坪滑坡、新滩滑坡,甘肃省酒勒山滑坡,湖北省盐池河磷矿岩崩,重庆市云阳县鸡扒子滑坡等,这些滑坡地质灾害造成了严重经济损失和重大环境破坏,某些滑坡还造成了重大的人员伤亡。在上述滑坡中,堆积层滑坡便是一种重要类型。

堆积层滑坡是发生在第四系及近代松散堆积层中的一类滑坡,通常在山区和河谷两岸分布较为广泛,特别是在我国西南、西北地区及长江三峡库区,这类滑坡占有相当大的比例。这些地区地质环境较为恶劣;随着三峡工程的兴建及运行、城镇迁址移民安置、“西部大开发”战略的实施等,人类工程活动空前加剧,这些地区的不良自然地质环境更为恶化。特别在长江三峡工程建设期和建成蓄水以后,库水位变动对滑坡稳定性的影响也受到了广泛的关注。因此,开展该类边坡稳定性的系统研究具有重要理论意义和实际意义。

《堆积层滑坡位移动力学理论及其应用——三峡库区典型堆积层滑坡例析》一书是作者多年来在对这类滑坡系统调查和科学研究的基础上,广泛收集和整合了国内外有关研究新成果撰写而成的。这部专著是对滑坡传统位移信息分析与评价方法的一个较为系统的总结和发展。它是以位移动力学、非线性动力学、系统学、协同学及耗散结构论等现代科学理论为依据,以边坡整体失稳前位移及其变化的动力因素为基本研究参数与信息,以堆积层滑坡位移动力学规律、位移非线性规律及位移多元信息变化规律为研究目标的综合位移预测评价体系。同时,该专著还运用上述位移动力学理论与方法对长江三峡库区大型堆积层滑坡的位移与失稳规律进行了分析,对其稳定性进行了评价,评价结果与滑坡的实际情况基本吻合。这说明该作者所提出和建立的这个理论方法体系理论上是正确的,实际上是可用的。

总之,该书填补了我国堆积层滑坡位移动力学研究方面的一个空白。书中提出的有关新论点、新思路、新认识,使有关理论上升到一个新的层次,有助于今后对这一领域的研究。这本专著内容丰富、多有创新,是工程地质和岩土工程工作者的良师益友,特别对三峡地区避免诱发滑坡地质质灾害,具有重要的借鉴、参考及指导意义。

很高兴看到这本专著的问世,可强的博士学位论文是在王思敬院士指导下完成的,我曾主持他的论文答辩会,论文内容也是有关这方面的。之后他继续深入

研究，还带领青年学者共同探讨，也受到思敬院士的关心指导，此书之新颖完善，自不待言。这是工程地质界的一大喜事，值得庆贺，故乐为之序。

张咸恭

2007年5月

前 言

滑坡是一种常见的突发地质灾害，也是一种重要的环境地质问题。据统计，我国已受到和可能受到滑坡灾害威胁的地区占全国陆地面积的 $1/5 \sim 1/4$ ，而西南地区发生的滑坡约占全国滑坡次数的一半以上，且滑坡灾害的频度和规模随着国民经济建设和大型工程修建有逐年增强的趋势。

堆积层滑坡是指发生在第四系及近代松散堆积层的一类滑坡，在我国滑坡中占有相当大的比例。经普查，仅在长江上游地区 100 万 km^2 范围内，共发现滑坡 1736 个，总体积为 133.9 亿 m^3 ，而且 64% 为堆积层滑坡。该类边坡物质构成与结构的特殊性，决定了该类滑坡与岩体滑坡相比具有两大显著特点：首先，其坡体物质构成和粒度成分复杂且变化大，滑移边界条件（滑移面、剪出口、滑移周界）具有隐蔽性与模糊性，滑面与坡体物理力学性质具有多变性及坡体大变形等。上述特性常常给该类滑坡的各种物理力学参数的测试与试验及各种力学评价方法的运用带来较大的误差和不确定性，同时也决定了位移监测与位移信息预测方法在该类滑坡的稳定性评价和预测中占有重要位置并发挥了关键作用。其次，坡体结构松散、具有大孔隙性、透水性强，且下伏基岩结构的弱透水性决定了基岩面常作为边坡的下伏隔水边界，其上可以集聚降雨或地下水补给的大量地下水，这样就使降雨及地下水作用常常是导致其位移与失稳的最主要动力因素。据统计，在堆积层边坡的失稳中，94% 以上是由降雨和人类活动影响而引起的，如位于长江三峡库区的秭归县 50 万 m^3 以上堆积层滑坡总计 154 处，其中降雨激发产生的达 149 处，占 96.75%。特别在长江三峡工程建设期和建成蓄水以后，水位抬升至 175m 高程，致使两岸许多堆积层边坡浸入水下，大大降低了这类边坡的稳定性。同时，由于防洪等需要，水位每年将在 145~175m 之间变动，库水位变动对滑坡体稳定性的加卸载影响也受到了广泛的关注。因此，如何依据该类边坡失稳动因与位移规律，建立和完善该类滑坡评价和预测的位移动力学理论与方法体系，具有重要的理论与实际意义。

针对堆积层滑坡的特殊物质构成及我国堆积层滑坡广泛分布的特点，特别是三峡工程的修建与蓄水而引起三峡库区大量堆积层滑坡变形与复活现状，本书在对三峡库区典型堆积层滑坡形成过程和发育规律系统调查和监测的基础上，较全面总结了国内外滑坡位移信息预测和评价理论与方法，采用系统科学、非线性科学和系统动力学的基本原理，较深入地分析了降雨和地下水动力因素在该类滑坡位移演化中的作用特点，重点对该类滑坡的位移动力学规律及其与降雨和地下水

动力因素的关系进行了较为系统的研究,对其形成的区域地质背景与发育规律、基本要素与位移失稳动力学特征、形成机理与位移动力学评价理论、位移监测技术与防治原则和措施等方面都进行了较详细的分析与探讨,并应用位移动力学理论与方法对三峡库区典型堆积层滑坡进行了分析与评价。

全书共分 11 章,分别为绪论、三峡库区滑坡形成的区域地理地质背景、三峡库区滑坡基本概况与发育规律、三峡库区典型堆积层滑坡及其位移演化特征、堆积层滑坡的基本要素及其位移失稳动力学特征、堆积层滑坡降雨位移动力学响应评价理论与位移动力学响应规律、堆积层滑坡加卸载响应比位移动力学预测理论与加卸载响应比位移动力学预测、堆积层滑坡位移非线性预测理论与位移非线性动力学预测、堆积层滑坡位移矢量角动力学参数与位移多元参数动力学预测、堆积层滑坡的位移监测技术和防治原则与措施、研究成果与展望。

本书的主要研究成果得到了国家自然科学基金项目(No. 40672182)和国家科技支撑计划项目(No. 2006BAB02A01)的资助,在此表示衷心的感谢。

本书在撰写过程中承蒙中国地质科学院卢耀如院士,中国地质大学李铁汉教授、王广才教授,中国科学院地质与地球物理研究所孙广忠教授、许兵教授、伍法权教授,国土资源部地质环境司贾家麟博士,国土资源部三峡库区地质灾害防治工作指挥部徐开祥教授级高级工程师,青岛海洋地质研究所李日辉研究员,石家庄经济学院杜汝霖教授,青岛理工大学王德兴教授、白建业副研究员给予有益指导与帮助;三峡大学王尚庆教授、严学清副教授,中国地质调查局宜昌地矿研究所刘德成副研究员、雷呈斌高级工程师为本书提供了部分宝贵资料;特别是我国著名工程地质学家、德高望重的张咸恭教授,亲切关怀本书的出版,并不顾年迈,特为本书撰写了序。在此,对他们所给予的关怀、鼓励与支持表示衷心的感谢。

山东省地质环境与效应工程技术研究中心周敦云、郭栋及研究生王荣鲁、和海芳、刘文军、张文杰、陶津、刘燕、李晶、刘建伟、李新志等参与了本书图件清绘与文字的整理工作,对他们所付出的劳动也表示衷心的感谢。

本书由青岛理工大学贺可强、上海人防地空集团公司阳吉宝、中国科学院地质与地球物理研究所王思敬共同撰写而成。

由于现有资料和作者水平所限,书中难免存在这样或那样的问题,恳请读者不吝批评和指正。

作 者

2007 年 7 月 8 日于青岛

目 录

序

前言

第一章 绪论	1
1.1 堆积层滑坡及其预测预报研究的意义	1
1.2 滑坡位移信息分析与预测预报方法国内外研究现状	2
1.2.1 国外研究现状	3
1.2.2 国内研究现状	4
1.3 滑坡位移动力学预测理论方法体系与有效性分析	6
1.3.1 滑坡位移动力学方法研究的目的与必要性	6
1.3.2 滑坡位移动力学理论与方法的特点与有效性分析	8
第二章 三峡库区滑坡形成的区域地理地质背景	10
2.1 三峡库区自然地理概况	10
2.1.1 地理概况	10
2.1.2 地貌条件与特征	11
2.1.3 气象水文条件与特征	11
2.2 三峡库区区域地质条件与特征	13
2.2.1 三峡库区地层与岩性	13
2.2.2 三峡库区区域构造特征	17
2.2.3 三峡库区新构造运动及地震	21
2.3 三峡库区区域水文地质条件与特征	25
2.3.1 地下水类型	25
2.3.2 地下水动力学类型	28
第三章 三峡库区滑坡基本概况与发育规律	31
3.1 三峡库区滑坡分布概况与分类	31
3.1.1 三峡库区滑坡的分布	31
3.1.2 三峡库区滑坡造成的灾害	31
3.1.3 三峡库区滑坡的分类	36
3.2 三峡库区滑坡发育阶段及演化模式	37
3.2.1 三峡库区滑坡的发育阶段	37
3.2.2 三峡库区滑坡的演化模式	38

3.2.3 直线形滑面的挤压—扩张—平推式滑坡	41
3.3 三峡库区滑坡的区域性规律	42
3.3.1 滑坡的空间分布规律	42
3.3.2 滑坡变形破坏的时间规律	42
3.3.3 滑坡的自身活动规律	44
3.4 三峡库区滑坡对三峡枢纽工程和地质环境的威胁与影响	45
3.4.1 三峡库区滑坡对三峡枢纽工程建筑物的影响	45
3.4.2 三峡库区滑坡对三峡河段航运的影响	45
3.4.3 三峡库区滑坡对三峡水库库容的影响	46
3.4.4 三峡库区滑坡对城镇迁建的影响	46
3.5 三峡水库蓄水对滑坡稳定性的影响	47
3.5.1 三峡水库蓄水及水位变化运行情况	48
3.5.2 三峡水库正常蓄水对滑坡的影响	49
3.5.3 三峡水库水位波动对滑坡的影响	50
第四章 三峡库区典型堆积层滑坡及其位移演化特征	52
4.1 三峡库区堆积层滑坡及其坡体堆积层特征	52
4.1.1 三峡库区堆积层滑坡坡体堆积层特征	52
4.1.2 三峡库区堆积层滑坡分布特征及分类	55
4.2 新滩滑坡及其位移演化特征	59
4.2.1 新滩滑坡基本概况	59
4.2.2 新滩滑坡位移动力学演化过程与特征	63
4.2.3 新滩滑坡形成机理与动力因素分析	67
4.3 黄腊石滑坡及其位移演化特征	70
4.3.1 黄腊石滑坡基本概况	70
4.3.2 黄腊石滑坡位移与稳定性演化特征	73
4.4 鸡扒子滑坡及其位移演化特征	82
4.4.1 鸡扒子滑坡基本概况	82
4.4.2 鸡扒子滑坡形成的地质环境	83
4.4.3 鸡扒子滑坡的形成机理与动力因素分析	85
4.5 八字门滑坡及其位移演化特征	86
4.5.1 八字门滑坡基本概况	86
4.5.2 八字门滑坡形成的地质环境	86
4.5.3 八字门滑坡位移监测及其位移演化规律	87
第五章 堆积层滑坡的基本要素及其位移失稳动力学特征	90
5.1 堆积层滑坡的基本要素与特征	90

5.1.1 堆积层滑坡的形态要素	90
5.1.2 堆积层滑坡的基本特征	91
5.2 堆积层滑坡位移动力学特征	93
5.2.1 堆积层滑坡位移量构成	93
5.2.2 边坡流动变形特征与形成机理	95
5.2.3 边坡位移动力学方程与物理力学模型	97
5.2.4 堆积层滑坡的动力学演化过程与特征	102
5.3 堆积层边坡失稳动力学基本规律与特征	104
5.3.1 堆积层滑坡应力分布特征	104
5.3.2 堆积层滑坡剪出口特征	105
5.3.3 堆积层滑坡张裂缝特征	107
5.3.4 堆积层滑坡双层滑移特征与双层滑移规律	110
5.3.5 堆积层滑坡下伏基岩面的重塑动力作用规律	117
5.3.6 堆积层滑坡碎屑流	119
5.4 堆积层滑坡的动力学分类	122
5.4.1 按滑坡动力学性质对滑坡的分类	122
5.4.2 按动力学演化阶段对滑坡的分类	122
第六章 堆积层滑坡降雨位移动力响应评价理论与位移动力响应规律	126
6.1 降雨对堆积层边坡稳定性及其位移动态的影响与评价	126
6.1.1 三峡库区降雨量时空分布规律	127
6.1.2 三峡库区滑坡与降雨动力因素的关系	127
6.2 堆积层边坡位移失稳的动力作用因素分析	133
6.2.1 数量化理论 I 基本原理	134
6.2.2 建立滑体位移预测方程	136
6.3 堆积层边坡加卸载降雨量与加卸载位移响应关联性分析与评价	138
6.3.1 “灰色系统”理论的关联度分析原理	138
6.3.2 新滩滑坡位移与月降雨量“关联度”分析	138
6.3.3 新滩滑坡位移加速度与月降雨增量的关联性评价	146
6.3.4 新滩滑坡降雨加卸载与位移响应关联性分析结论	151
6.3.5 黄腊石滑坡位移与降雨量关联度分析	151
6.4 堆积层边坡降雨加卸载作用周期与位移响应周期分析与评价	155
6.4.1 边坡失稳的周期性及加卸载作用周期	155
6.4.2 周期基本分析理论与方法	156
6.4.3 新滩滑坡降雨加卸载周期与位移速率响应周期分析与评价	159
6.4.4 新滩滑坡降雨加卸载周期与位移响应周期分析与评价结论	165

6.5	黄腊石滑坡降雨量与地下水位关系的研究	165
6.5.1	有效降雨量与地下水位的关系	165
6.5.2	黄腊石滑坡地下水位与降雨量基本数据分析	166
6.5.3	黄腊石滑坡地下水位与降雨量定量关系分析	172
6.6	堆积层滑坡地下水动力作用规律的数值分析与评价	175
6.6.1	堆积层边坡自重与地下水耦合应力场的有限单元分析方法与基本原理	175
6.6.2	堆积层滑坡概化模型位移动力学规律的有限元分析与评价	177
6.6.3	新滩边坡自重与地下水耦合动力学作用规律的数值分析与评价	188
6.6.4	八字门滑坡位移动力学规律的数值分析与评价	190
6.6.5	地下水渗流场在黄腊石滑坡动态稳定性的影响分析与评价	192
6.7	本章小结	196
第七章	堆积层滑坡加卸载响应比位移动力学预测理论及其应用	198
7.1	加卸载响应比理论的基本原理及其预测的作用与意义	198
7.1.1	位移统计预测模型与物理预测模型分析	198
7.1.2	加卸载响应比理论的基本原理	199
7.2	堆积层滑坡加卸载及加卸载响应参数的选择与评价	200
7.2.1	固体潮动力加卸载方法及适用性分析	200
7.2.2	降雨量与地下水位动力加卸载方法及适用性分析	203
7.3	堆积层滑坡位移加卸载响应比的确定方法与其适用性分析	207
7.3.1	月位移加速度-月降雨增量加卸载响应比计算方法(增量算法)	207
7.3.2	月位移速率-月降雨量序列的加卸载响应比计算方法(均值计算方法)	208
7.3.3	位移加速度-月降雨量序列的加卸载响应比计算方法(综合计算方法)	210
7.4	堆积层滑坡位移加卸载响应比预测模型及其失稳判据	212
7.4.1	降雨量-位移加卸载响应比预测模型	212
7.4.2	边坡库水位-位移加卸载响应比预测模型	212
7.4.3	位移加卸载响应比失稳判据	213
7.4.4	加卸载响应比时序曲线特征及两种数理统计判据的比较与讨论	214
7.5	新滩滑坡的降雨加卸载响应比特征及其稳定性评价	216
7.5.1	新滩滑坡的月降雨增量与月位移加速度的加卸载响应比及稳定性评价	216
7.5.2	新滩滑坡的降雨量与月位移速度的加卸载响应比与稳定性评价	220

7.5.3 月降雨量与月位移加速度的加卸载响应比与稳定性评价	224
7.6 黄腊石滑坡降雨加卸载响应比特征及其稳定性评价	228
7.7 八字门滑坡库水位加卸载响应比特征及其稳定性评价	229
7.7.1 库水位加卸载响应比特征及其与稳定性的相关关系	229
7.7.2 八字门滑坡位移加卸载响应比特征及其与稳定性关系评价	232
7.7.3 边坡位移动力学预测预报系统的建立与防治	235
7.8 本章小结	236
第八章 堆积层滑坡位移非线性预测理论与位移非线性动力学预测	237
8.1 耗散结构论与协同学的基本原理及滑坡位移耗散结构特征	238
8.1.1 耗散结构论与协同学的基本原理及对滑坡位移预报的启发	238
8.1.2 耗散结构形成的基本条件	241
8.2 分形理论的基本原理与边坡失稳的分维降维规律	242
8.2.1 分形理论的基本原理及滑坡分维值特征	242
8.2.2 边坡失稳过程中的降维、减熵与有序性	244
8.3 堆积层滑坡位移时序分维值特征与失稳趋势预测	246
8.3.1 R/S 分析法的基本原理	246
8.3.2 R/S 分析法及其在滑坡时间预报中的应用	246
8.3.3 结论	249
8.4 突变论及其在堆积层滑坡预测预报中的应用	250
8.4.1 尖点突变模型	250
8.4.2 实例分析	253
8.5 生物生长预报模型及在堆积层滑坡预报中的应用	254
8.5.1 Pearl 生长曲线预报模型	254
8.5.2 Verhulst 生长曲线预报模型	258
8.6 本章小结	260
第九章 堆积层滑坡位移矢量角动力学参数与位移多元参数动力学预测	263
9.1 堆积层滑坡位移多元动力学参数的选择及其多元动力学预测的作用 与意义	263
9.1.1 滑坡全息预报理论的基本原理	263
9.1.2 单一位移信息预测参数的局限性及多元信息预测的必要性	263
9.1.3 滑坡位移多元信息动力学参数——位移矢量角及其预测作用与意义	264
9.2 堆积层滑坡位移与位移矢量角动力学特征分析	266
9.2.1 堆积层边坡位移动力学方程与动力学特征分析	266
9.2.2 堆积层边坡位移时程曲线分析	271
9.2.3 边坡位移矢量角的动态变化特征分析	274

9.3 堆积层滑坡表层位移矢量角的动力学方程及其与稳定性的定量关系	277
9.3.1 堆积层滑坡临界位移体积扩容量与位移矢量角	277
9.3.2 边坡表层位移矢量角的基本构成与特征分析	279
9.3.3 蠕变位移矢量角的动力学特征与蠕变位移速率	280
9.3.4 缓慢压缩位移矢量角动力学方程与动力学特征	281
9.3.5 塑性位移矢量角动力学方程与动力学特征	283
9.3.6 整体滑移位矢量角动力学方程与动力学特征	288
9.4 堆积层滑坡位移矢量角动力学演化规律的数值模拟分析	292
9.4.1 均质无限厚堆积层边坡模型的位移矢量角数值分析	292
9.4.2 黄腊石边坡位移矢量角的数值模拟分析	296
9.4.3 模拟计算结果	298
9.5 堆积层滑坡位移矢量角的时空分布特征与动态演化规律分析	301
9.5.1 不同性质滑移区的应力特点与表层位移矢量角的空间分布特征	301
9.5.2 位移与位移矢量角的不同变形阶段动态演化特征	303
9.5.3 新滩边坡稳定性演化阶段与位移矢量角演化特征分析	304
9.5.4 结论	308
9.6 堆积层滑坡失稳的位移双动力学参数判据与多元参数预测预报	309
9.6.1 边坡位移速率与位移矢量角的双参数统计量	309
9.6.2 边坡位移速率与位移矢量角的双参数失稳趋势判据	310
9.6.3 新滩滑坡位移双动力学参数预测后验分析	310
9.7 本章小结	313
第十章 堆积层滑坡的位移监测技术和防治原则与措施	314
10.1 堆积层滑坡的防治原则	314
10.2 堆积层滑坡的主要防治因素分析	317
10.2.1 地下水及其在堆积层滑坡防治中的作用	318
10.2.2 边坡坡体形状对堆积层滑坡防治工程的影响规律分析	319
10.2.3 边坡坡体物质组成对防治工程的影响规律分析	320
10.3 堆积层滑坡的位移监测技术与优化监测原则	321
10.3.1 位移监测方法概述	321
10.3.2 滑坡位移监测新途径的研究	323
10.3.3 滑坡数字化视频实时监测技术	325
10.3.4 滑坡位移优化监测原则	327
10.4 堆积层滑坡的综合防治措施与方法	328
10.4.1 排水治理措施	328

10.4.2	抗滑工程治理措施	334
10.4.3	减重和反压治理措施	337
10.4.4	综合治理措施	339
10.5	典型堆积层滑坡治理工程实例	340
10.5.1	黄腊石滑坡防治工程方案	340
10.5.2	黄腊石石榴树包滑坡整治工程方案	342
10.5.3	鸡扒子滑坡整治工程方案	346
第十一章	研究成果与展望	348
11.1	研 究 成 果	348
11.2	展 望	350
参考文献		353
图版		

Contents

Preface

Foreword

Chapter 1	Introduction	1
1.1	Debris landslides and the research significance of prediction & forecast	1
1.2	Research situation of displacement information analysis & prediction methods of landslides at home and abroad	2
1.3	Theory & method of displacement dynamics of landslides and analysis on its efficiency	6
Chapter 2	Regional geological background of landslide occurrence in the Three Gorges Reservoir region	10
2.1	Natural & geographical situation of the Three Gorges Reservoir region	10
2.2	Regional geological condition & features of the Three Gorges Reservoir region	13
2.3	Regional hydro-geological condition & features of the Three Gorges Reservoir region	25
Chapter 3	Basic situation and development law of landslides in the Three Gorges Reservoir region	31
3.1	Distributional situation and classification of landslides in the Three Gorges Reservoir region	31
3.2	Development stages and evolutionary model of the landslides in the Three Gorges Reservoir region	37
3.3	Regional law of the landslides in the Three Gorges Reservoir region	42
3.4	Threat & impacts of the landslides in the Three Gorges Reservoir region on the Three Gorges Reservoir Projects and geological environments	45
3.5	Impacts of water storage of the Three Gorges Reservoir on the stability of slopes	47

Chapter 4	Typical debris landslides in the Three Gorges Reservoir region and their evolutional features of displacement	52
4.1	Debris landslides in the Three Gorges Reservoir region and features of their accumulative formation	52
4.2	Xintan landslide and its evolutional features of displacement	59
4.3	Huanglashi landslide and its evolutional features of displacement	70
4.4	Jipazi landslide and its evolutional features of displacement	82
4.5	Bazimen landslide and its evolutional features of displacement	86
Chapter 5	Basic factors and dynamic deformation features of debris landslides	90
5.1	Basic factors & features of debris landslides	90
5.2	Dynamic displacement features of debris landslides	93
5.3	Basic law of destabilized dynamics of debris slopes	104
5.4	Dynamic classification for debris landslides	122
Chapter 6	Dynamic evaluation theory and displacement dynamic response law of debris landslides to rainfall	126
6.1	Analysis and evaluation on effects of rainfall on dynamic stability of debris slopes	126
6.2	Analysis and evaluation on the dynamic factors of debris landslides	133
6.3	Analysis on correlation between load-unload of rainfall and displacement response of debris slopes to load-unload	138
6.4	Analysis & evaluation on the load-unload action circle period of rainfall and the displacement response circle period of debris landslides	155
6.5	Research on correlation between rainfall and groundwater table of Huanglashi landslide	165
6.6	Numerical analysis & evaluation on the dynamic law of groundwater in debris landslides	175
6.7	Summary	196
Chapter 7	Dynamic displacement prediction theory of the load-unload response ratio of debris landslides and dynamic displacement prediction by load-unload response ratio	198
7.1	Basic principle signification of the theory of load-unload response	

ratio and its role of significance in prediction of landslides	198
7.2 Determination & evaluation on parameters of load-unload response of debris landslides to load-unload	200
7.3 Determination method of displacement response ratio of debris landslides to load-unload and analysis on its suitability	207
7.4 Prediction models & destabilized criterion of displacement response ratio of debris landslides to load-unload	212
7.5 Features of response ratio of Xintan landslide to load-unload and evaluation on its stability	216
7.6 Features of response ratio of Huanglashi landslide to load-unload and evaluation on its stability	228
7.7 Features of response ratio of Bazimen landslide to load-unload and evaluation on its stability	229
7.8 Summary	236
Chapter 8 Displacement nonlinear prediction theory of debris landslides and nonlinear dynamic prediction of displacement	237
8.1 Basic principle of dissipative structure theory & synergetic science and displacement dissipative structure features of landslides	238
8.2 Basic principle of fractals and destabilized law of fractal dimension decrease of slopes	242
8.3 Fractal dimensional features of displacement time series of debris landslides and prediction for destabilized trend	246
8.4 Catastrophe theory and its application in prediction of debris landslides	250
8.5 Pearl & Verhulst models and their application in prediction of debris landslides	254
8.6 Summary	260
Chapter 9 Dynamic parameter of displacement vector angle and dynamic displacement prediction of double-parameter of debris landslides	263
9.1 Determination of dynamic displacement double-parameter of debris landslides and its role & significances	263
9.2 Dynamic features of displacement & displacement vector angle of debris landslides	266
9.3 Dynamic equations of surface displacement vector angle of debris	