

三峡库岸滑坡变形特征及影响因素分析

李远宁^{1,2}, 潘勇³, 冯晓亮^{1,2}, 陈龙^{1,2}, 程奎^{1,2}

(1.中国地质科学院探矿工艺研究所,四川成都 611734; 2.中国地质调查局地质灾害防治技术中心,四川成都 611734; 3.重庆市地质灾害防治中心,重庆 400015)

摘要:三峡库区涉水滑坡主要影响因素是水位和降雨量,也是库区滑坡体失稳的主要影响因素和诱发因素。库区每年重复着水位升降不利于滑坡的稳定,而降雨特别是大强度的降雨也诱发产生滑坡。当水位波动遇到降雨,出现工况叠加,滑坡将加剧。因此,有必要对影响滑坡变形的主导因素进行了解分析。2016年6月三峡库区全面展开了自动化监测,使得数据统计方便可靠。本文采用滑坡变形速率、降雨量、库水位变化、最大水位变化速率、淹没程度,运用灰色关联度分析法对涉水滑坡进行了计算分析。水位下降阶段,文中土质滑坡变形受库水位影响最大。水位上升阶段,该土质滑坡上部变形受降雨影响最大,下部受水位影响最大。文中岩质滑坡总是受库水位影响最大。
关键词:三峡库区;涉水滑坡;影响因素;灰色关联度;权重分析

中图分类号:P642.22 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2018)08-0127-05

Landslide Deformation Characteristics in Three Gorges Reservoir Area and the Corresponding Influencing Factor Analysis/LI Yuan-ning^{1,2}, PAN Yong³, FENG Xiao-liang^{1,2}, CHEN Long^{1,2}, CHENG Kui^{1,2}(1.Institute of Exploration Technology, CAGS, Chengdu Sichuan 611734, China; 2.Technical Center for Geological Hazard Prevention and Control, CGS, Chengdu Sichuan 611734, China; 3.Chongqing Geological Disaster Prevention and Control Center, Chongqing 400015, China)

Abstract: The main influencing factors related to the fording landslides in the Three Gorges Reservoir area are the water level and rainfall, which are also the main inducing factors behind the instability of landslide bodies in the reservoir area. The annual rise and fall of the water level in the reservoir area are not conducive to the stability of the landslide, and rainfall, especially heavy rainfall, also induces landslides. When rainfall adds to the fluctuation of water level, the landslide will intensify. Therefore, it is necessary to analyze the leading factors affecting landslide deformation. In June 2016, the automatic monitoring of landslides in the Three Gorges Reservoir area was carried out, making statistical analyses of data convenient and reliable. Taking into account the variables such as the landslide deformation rate, rainfall, reservoir water level change, maximum water level change rate and submergence degree, the paper analyzes the fording landslides based on grey correlation analysis. In the stage of falling water level, the deformation of the soil landslide is greatly affected by the reservoir water level. In the stage of rising water level, the deformation of the upper part of the soil landslide is radically affected by rainfall, while the lower part of the soil landslide is affected by the water level. Generally speaking, the rock landslide is always the most affected by the reservoir water level.

Key words: Three Gorges reservoir area; fording landslide; influencing factors; grey correlation degree; weight analysis

1 概况

库岸滑坡发生变形破坏,与其地质环境和自然环境有着密不可分的关联。每一个影响因素的变化,都给库区滑坡发育、变形带来深刻的影响。影响滑坡体稳定性的因素有很多,也很复杂,包括滑坡的结构、形状、物质组成,库区水位的变化,降雨强度、时间,地震作用以及人类工程活动等。但在具体的

地质环境中,影响滑坡稳定的因素主次仍很分明。三峡库区涉水滑坡主要影响因素是水位和降雨量。

2003年以来,我们对三峡库区近50处滑坡进行了连续监测。所有具有明显变形的滑坡表现出了许多共同点:滑坡体变形随时间增加而增加,变形较大的滑坡总历时变形曲线呈阶梯上升趋势;在汛期(即当地雨季)尽管许多滑坡体变形出现了跃升阶梯,但

收稿日期:2018-07-01

基金项目:中国地质调查局地质调查项目“地质灾害监测方法与优化设计”(编号:1212011220169)、“巴中地质灾害调查与监测”(编号:1212011220171)

作者简介:李远宁,男,汉族,1962年生,教授级高级工程师,地质工程专业,博士,主要从事地质灾害监测、防治及岩土工程研究工作,四川省成都市郫都区现代工业港(北区)港华路139号,Liyuanning1962@163.com。

是汛期过后其变形速率迅速降低趋于平稳;汛期滑坡体变形跃升值的大小与降雨量成正比;在非雨季滑坡体变形速率较小,变形曲线表现为平缓上升。

2 滑坡变形影响因素

尽管对滑坡体稳定性的影响因素有很多,例如地震作用、人类工程活动等。但库水位、降雨对滑坡体的影响显而易见,也是库区滑坡体失稳的主要影响因素和诱发因素。本文仅就水位和降雨对滑坡的影响进行讨论。图1、2分别是某土质滑坡和岩质滑坡的变形速率—库水位—降雨量曲线。本文所提及的皆为同一土质滑坡和岩质滑坡。

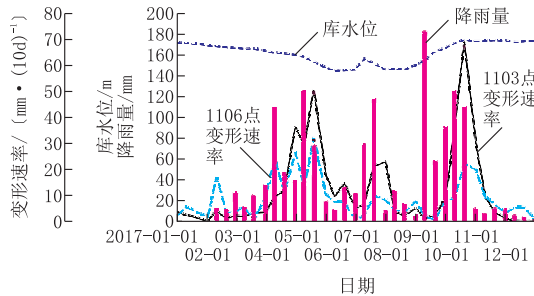


图1 某土质滑坡变形速率—库水位—降雨量曲线

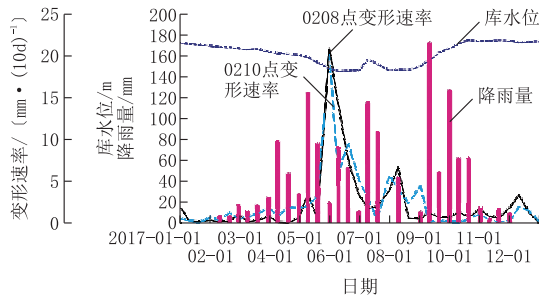


图2 某岩质滑坡变形速率—库水位—降雨量曲线

由图1、2可以看出,水位下降和降雨量增加都加剧了滑坡体变形。目前三峡水库水位上半年下降,下半年则水位上升。水位大幅来回波动不利于滑坡体的稳定,尤其是水位波动遇到降雨时特别是大强度降雨,出现工况叠加,滑坡将加剧。因此,有必要对影响滑坡变形的主导因素进行了解分析。2012—2013年,本项目组曾采用包括灰色关联度分析法等多种方法对三峡库区200多处滑坡(多数滑坡涉水)进行了影响因素分析。当时采用人工监测,每月采集1、2个数据^[1],难以将降雨与非降雨时段的变形区分开。2016年6月三峡库区滑坡全面展开了自动化监测,数据采集密度为每小时一次,使得数据统计方便可靠。

2.1 库水位的影响

为了保持三峡水库的防洪能力,在汛期前腾出库容量。因此每年重复着水位升高(175 m)降低(145 m)。库区水位变化对库岸滑坡的影响主要有浪蚀、流水作用的影响,浮力减重的影响,静、动水压力的影响和浸泡软化作用的影响。其中库水位不断升降过程中引起的浮力以及动、静水压力的变化是库区滑坡的重大影响因素^[2]。

库水位影响滑坡表现在以下方面^[3-7]:

(1)在库水位下降阶段,由于滑坡体内地下水位下降相对滞后,产生超孔隙水压力,渗透压力指向坡外,对滑坡的稳定不利。同时,库水位下降使得浮力降低,滑带抗剪强度增加,对滑坡稳定性是有利的。

(2)在库水位上升阶段,滑坡淹没的水下部分受浮力作用,使滑坡体的抵抗力变小、稳定性降低。特别是当滑动面的下部比较平缓时,即使滑坡体淹没深度不大,由于滑动面受到浮力作用的面积较大,同样也会对稳定性有较大影响。当滑动面以下为不透水或透水性很小的岩层时,则地下水在滑动面上汇集成层,对滑坡体产生的浮力作用更显著。当然,在水位上升时,作用在滑坡体滑带上、下的渗透压力差指向坡内,对滑坡的稳定有利。

在库区蓄水后,滑坡因涉水抗滑摩擦阻力降低。同时,由于滑动面的相对隔水性,使得滑坡体内地下水位上升,若再遇上降雨,则地下水位就会显著上升,造成边坡稳定性降低。

2.2 降雨的影响

滑坡是一种坡体因多种因素耦合变形,最终被某些诱发因素激发失稳,产生滑动的灾害地质现象。据统计,我国已发生的滑坡、崩塌、泥石流灾害中,90%是由降雨直接诱发或与降雨相关^[6]。降雨特别是暴雨作用实际上是通过改变滑坡体水动力状况来影响滑坡体的稳定性的,其作用机制是由于地下水补给的激增所引起的。

降雨诱发滑坡表现在以下方面^[8-13]:

雨水渗入使得地下水位抬升、提高了孔隙水压力,滑移面岩土受水浸湿发生软化、泥化作用,使岩土体内的粘聚力迅速减小,抗剪强度迅速降低。其次是降雨入渗时,雨量不断充填裂缝及软弱结构面,产生一种顺坡向的动态扩张力,使裂缝张大。同时潜在滑移面上充水而引起孔隙水压力升高,也起到降低有效应力、削弱抗滑力的作用。大强度的降雨,

使坡体含水、自重加大,加大了斜向自重推动力。

滑坡体失稳与暴雨降雨过程总量的大小、日降雨强度以及经历时间的长短等参数有关,三峡库区属降雨丰沛地区,以短时间内的降雨强度影响最甚。所以对暴雨、特大暴雨的监测就变得更为重要。

3 影响因素分析

根据对滑坡的现场调查,选取影响滑坡稳定的主要外界影响因子,将滑坡变形速率、降雨量、水位变化量、最大水位变化速率、滑坡淹没比例作为因素集,组成关联数列。

3.1 灰色关联度计算

计算步骤如下^[14-16]:

(1)组成关联数列,即:

$X = \{X_1, X_2, X_3, X_4, X_5\} = \{\text{变形速率, 降雨量, 水位变化量, 最大水位变化速率, 滑坡淹没比例}\}$ 。

(2)对数据作极值和均值化处理运用均值化公式:

$$X'_i(k) = \frac{X_i(k)}{\frac{1}{n} \sum_{k=0}^n X_i(k)} \quad (1)$$

式中: $i = 1, 2, \dots, m; n = 0, 1, \dots, n$, 对数列 X 进行均值化变化,使其极性一致、无量纲。

(3)求绝对差数列。根据绝对差公式:

$$\Delta_{ij}(k) = |X'_i(k) - X'_j(k)| \quad (2)$$

式中: $k = 1, 2, \dots, m$ 对第 2 步得到的结果进行计算,可求得绝对差数列。

(4)计算关联系数。根据关联系数公式:

$$\xi_{ij}(k) = \frac{\Delta_{\min} + \rho \Delta_{\max}}{|X'_i(k) - X'_j(k)| + \rho \Delta_{\max}} \quad (3)$$

式中: ρ ——分辨系数, ρ 取值范围为 $[0, 1]$ 。它的取值只影响关联系数的大小,不影响关联序,本文中取中间值 0.5。由上述公式可得比较数列 X_j 对参考数列 X_i 的关联系数。

(5)求得关联度。根据关联度公式:

$$\gamma_{ij} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m \xi_{ij}(k) \quad (4)$$

对第(4)步所取得结果进行上述计算,可求得比较数列 X_j 对参考数列 X_i 的关联度。

3.2 水位下降阶段计算数据与结果

选取了变形较大的某土质滑坡与岩质滑坡进行计算分析。

3.2.1 土质滑坡计算

某土质滑坡位于长江左岸支流旁。为侏罗系上统遂宁组紫红色泥岩及泥质粉砂岩(J_3s)组成的顺向坡,构造处于黄柏溪向斜西北翼、铁峰山背斜南东翼。滑坡地形坡度 $15^\circ \sim 26^\circ$,属低山丘陵剥蚀地貌。平面上近似三角形,前缘高程 135 m,后缘高程 260 m。滑坡体主滑方向约 263° ,滑坡长约 450 m,中部宽约 400 m,面积 $18 \times 10^4 \text{ m}^2$,体积约 $360 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。滑坡体剪出口位于长江支流中,滑坡发育于覆盖层(Q_4^{del})与下伏 J_3s 基岩界面。

我们选取滑坡上部监测点 1103(高程约 190 m)、下部监测点 1106(高程约 240 m)进行分析,从水位下降阶段采取监测点数据(表 1),运用灰色关联度分析法,计算得到对于滑坡变形各影响因素的关联度。

表 1 某土质滑坡水位下降阶段数据

1103 点 变形速 率/mm	1106 点 变形速 率/mm	降雨 量/ mm	水位下 降量/ m	最大水位 下降速率/ (mm · d ⁻¹)	滑坡淹 没比例/ %
3.57	2.14		0.61	0.11	29.74
2.31	5.42		0.64	0.10	29.23
1.47	3.79		0.78	0.18	28.61
0.13	1.50		1.43	0.22	27.46
3.91	16.97	10.50	1.20	0.32	26.50
1.15	3.65	11.00	0.70	0.10	25.94
2.12	3.56	26.50	0.47	0.13	25.57
1.89	5.59	12.00	0.95	0.20	24.81
3.43	9.24	34.00	2.80	0.30	22.83
9.49	24.38	108.50	1.32	0.42	21.78
11.90	10.93	45.00	0.65	0.25	21.26
36.33	26.56	37.00	1.29	0.27	20.22
29.34	12.70	124.50	1.73	0.36	18.84
50.62	32.23	72.00	4.87	0.75	14.94
18.15	10.51	17.50	5.68	0.95	10.40
9.60	7.42	9.50	2.81	0.67	8.15
21.25	9.81	116.50	4.75	0.76	13.40
22.99	8.36	9.50	5.75	1.11	8.80
29.77	19.86	11.00	1.26	0.35	30.85
0.37	3.24	10.00	0.52	0.22	30.35

计算出 1103 监测点降雨量、水位下降量、最大水位下降速率、滑坡淹没比例相对于监测点变形速率的关联度为:0.712462、0.734064、0.739323、0.624778。

可以看出,该监测点区域对变形影响的权重依次是最大水位下降速率>水位下降量>降雨量>滑坡淹没比例。

计算出 1106 监测点降雨量、水位下降量、最大水位下降速率、滑坡淹没比例相对于监测点变形速率的

关联度为:0.71247、0.734072、0.739331、0.62478。

同理,该监测点区域对变形影响的权重依次是水位下降速率>水位下降量>降雨量>滑坡淹没比例。

由计算结果可见,该土质滑坡在库水位下降时,影响滑坡变形的第一因素是库水位下降速率。

3.2.2 岩质滑坡计算

该滑坡位于长江左岸云阳县双江镇境内。滑体部分地方浅表覆盖层碎石土(Q₄^{del+col}),出露基岩地层为侏罗系遂宁组(J_{3s})紫红砂泥岩及泥质粉砂岩互层,属岩质顺向滑坡。构造上处于新场背斜,岩层呈单斜构造。地形坡度 10°~30°,低山丘陵剥蚀地貌。平面形态呈三角形,滑坡体前缘高程<95 m,后缘高程 385 m。滑坡体主滑方约 220°,滑坡长 1200 m,中部宽约 850 m,滑坡面积为 114×10⁴ m²,体积约 5700×10⁴ m³。滑坡体剪出口位于长江中,滑坡滑面位于 J_{3s} 基岩中软弱接触面。

选取滑坡下部监测点 0210(高程约 200 m)、上部监测点 0208(高程约 340 m)进行分析,从水位下降阶段采取监测点数据(表 2),运用灰色关联度分析法,计算得到对于滑坡变形各影响因素的关联度。

表 2 某岩质滑坡水位下降阶段数据

0208 变形速率/[mm·(10 d) ⁻¹]	0210 变形速率/[mm·(10 d) ⁻¹]	降雨量/[mm·(10 d) ⁻¹]	水位下降量/[m·(10 d) ⁻¹]	最大水位下降速率/[mm·d ⁻¹]	滑坡淹没比例/%
0.02	0.02		0.78	0.18	26.12
0.08	0.27		1.43	0.22	25.63
0.23	0.16	5.50	1.20	0.32	25.22
1.23	0.25	6.00	0.70	0.10	24.98
0.47	0.96	15.00	0.47	0.13	24.81
0.63	0.18	10.00	0.95	0.20	24.49
0.09	0.08	16.00	1.10	0.29	24.60
1.75	0.79	23.50	2.80	0.30	23.63
0.02	0.08	76.50	1.32	0.42	23.18
1.84	0.02	46.50	0.65	0.25	22.96
1.80	0.05	26.50	1.29	0.27	22.51
1.97	3.45	124.00	1.73	0.36	21.91
3.26	0.03	75.00	4.87	0.75	20.23
19.95	20.87	18.00	5.68	0.95	18.28
6.00	14.14	71.50	2.81	0.67	17.31
0.14	1.96	86.50	4.75	0.76	19.57
5.70	3.94	0.00	5.75	1.11	17.59
0.09	1.61	13.50	1.26	0.35	27.09
0.22	1.83	8.00	0.95	0.22	27.22
0.18	3.27		1.00	0.22	26.88

计算出 0208 监测点降雨量、水位下降量、水位下降速率、滑坡淹没比例相对于监测点变形速率的关联

度为:0.732445、0.754338、0.750337、0.673703。可以看出,该监测点区域对变形影响的权重依次是水位下降量>水位下降速率>降雨量>滑坡淹没比例。

计算出 0210 监测点降雨量、水位下降量、水位下降速率、滑坡淹没比例相对于监测点变形速率的关联度为:0.785803、0.817226、0.819045、0.787899。同理,该监测点区域对变形影响的权重依次是水位下降速率>水位下降量>滑坡淹没比例>降雨量。

由计算结果可见,该岩质滑坡在库水位下降时,滑坡变形的第一影响因素是库水位下降速度或水位下降量。

3.3 水位上升阶段计算数据与结果

选取了相同的监测点进行计算分析。

3.3.1 土质滑坡计算

从水位上升阶段采取土质滑坡监测点数据(见表 3),运用灰色关联度分析法,计算滑坡变形各影响因素的关联度。

表 3 某土质滑坡水位上升阶段数据

1103 变形速率/[mm·(10 d) ⁻¹]	1106 变形速率/[mm·(10 d) ⁻¹]	降雨量/mm	水位上升量/m	最大水位上升速率/[mm·d ⁻¹]	滑坡淹没比例/%
3.27	0.02	23.50	0.33	0.13	25.07
14.66	7.37	31.50	0.32	0.55	8.41
5.22	0.63	25.50	0.42	0.50	8.74
6.18	2.11	72.50	10.57	2.50	17.20
3.64	4.56	28.00	0.42	0.35	9.14
5.10	7.70	4.50	3.95	1.10	12.22
0.01	1.95	181.50	5.20	2.08	16.38
2.47	0.59	56.50	7.55	2.17	22.42
9.04	8.42	89.50	4.17	1.05	25.75
35.71	8.81	124.00	4.45	1.59	29.31
69.01	22.33	109.00	3.18	1.00	31.86
9.54	9.51	6.50	0.51	0.14	31.26
3.62	6.54	11.50	0.39	0.16	31.57
0.08	5.37	2.50	0.17	0.11	30.49
0.03	0.09	1.50	0.62	0.19	30.98

计算出 1103 监测点降雨量、水位上升量、水位上升速率、滑坡淹没比例相对于监测点变形速率的关联度为:0.800357、0.737163、0.767199、0.763153。可以看出,该监测点区域对变形影响的权重依次是降雨量>水位上升速率>滑坡淹没比例>水位上升量。

计算出 1106 监测点降雨量、水位上升量、水位上升速率、滑坡淹没比例相对于监测点变形速率的关联度为:0.678438、0.701057、0.687451、0.738544。同理,该监测点区域对变形影响的权重

依次是滑坡淹没比例>水位上升量>水位上升速率>降雨量。

由计算结果可见,该土质滑坡在库水位上升阶段,其上部变形的第一影响因素是降雨量。滑坡下部变形的第一影响因素是滑坡淹没比例。

3.3.2 岩质滑坡计算

从水位上升阶段采取岩质滑坡监测点数据(见表 4),运用灰色关联度分析法,计算滑坡变形各影响因素的关联度。

表 4 某岩质滑坡水位上升阶段数据

0208 变形速率/ $[\text{mm} \cdot (10 \text{ d})^{-1}]$	0210 变形速率/ $[\text{mm} \cdot (10 \text{ d})^{-1}]$	降雨量/mm	水位上升量/m	最大水位上升速率/ $(\text{mm} \cdot \text{d}^{-1})$	滑坡淹没比例/%
0.09	0.02	16.00	0.33	0.13	24.60
9.47	7.38	51.50	0.32	0.55	17.42
5.14	3.33	10.00	0.42	0.50	17.56
2.72	1.74	114.00	10.57	2.50	21.21
3.94	6.63	42.50	0.42	0.35	17.73
4.36	0.48	9.50	3.95	1.10	19.06
0.11	1.20	171.50	5.20	2.08	20.85
0.11	0.06	47.50	7.55	2.17	23.46
0.02	0.66	126.00	4.17	1.05	24.89
0.01	1.33	61.00	4.45	1.59	26.43
0.44	0.01	61.00	3.18	1.00	27.52
0.25	0.17	3.00	0.51	0.14	27.27
0.17	0.05	11.50	0.39	0.16	27.40
0.14	1.28		0.17	0.11	26.93
0.12	0.02		0.62	0.19	27.15

计算出 0208 监测点降雨量、水位上升量、水位上升速率、滑坡淹没比例相对于监测点变形速率的关联度为:0.708513、0.705894、0.71858、0.676056。可以看出,该监测点区域对变形影响的权重依次是水位上升速率>降雨量>水位上升量>滑坡淹没比例。

计算出 0210 监测点降雨量、水位上升量、水位上升速率、滑坡淹没比例相对于监测点变形速率的关联度为:0.703653、0.673749、0.690579、0.707004。同理,该监测点区域对变形影响的权重依次是滑坡淹没比例>降雨量>水位上升速率>水位上升量。

由计算结果可见,该岩质滑坡在库水位上升阶段,其上、下部变形的第一影响因素是库水位的变化。

4 结论

针对库区 200 余处滑坡进行了统计分析,在库水位下降阶段恰遇当地雨季,变形较大的滑坡都产

生了有规律的变形阶跃,滑坡变形加速。根据对某土质、岩质滑坡采用灰色关联度分析计算结果,可以得到以下结论:

(1)库水位下降阶段,该土质滑坡、岩质滑坡变形受库水位影响最大;

(2)库水位下降阶段,降雨与库水位变化对滑坡变形影响比较接近,都是主要的影响因素;

(3)库水位上升阶段,该土质滑坡上部受降雨影响最大,滑坡下部受水位影响最大;

(4)库水位上升阶段,该岩质滑坡受库水位影响最大;

以上结论基本符合图 1、2 中滑坡变形速率—库水位—降雨量曲线显示的结果,说明灰色关联度分析法可以应用于滑坡变形影响因子权重分析。

参考文献:

- [1] 李远宁,冯晓亮.GPS在三峡水库区云阳县滑坡监测中的应用[J].中国地质灾害与防治学报,2007,18(1):124—127.
- [2] 殷跃平.三峡库区地下水渗透压力对滑坡稳定性影响研究[J].中国地质灾害与防治学报,2003,14(3):1—8.
- [3] 吴永锋,石林,吴铭远,等.三峡库区滑坡中的地下水若干问题初探[J].湖北地矿,2002,16(4):9—14.
- [4] 魏进兵.水位涨落诱发水库滑坡的机制研究[D].湖北武汉:中国科学院研究生院,2006:93—116.
- [5] 贺可强,郭璐.水库滑坡位移与水动力耦合预测参数及其评价方法研究[J].水利学报,2017,48(5):516—525.
- [6] 肖先焯,许模.水库滑坡变形特征的模型试验研究[J].水文地质工程地质,2014,41(5):107—112.
- [7] 李永康,许强,董远峰,等.库水位升降作用对动水压力型滑坡的影响—以三峡库区白家包滑坡为例[J].科学技术与工程,2017,17(18):18—24.
- [8] 曹淑良,油新华.降雨诱发滑坡的作用机理及其预测预报[J].工程地质学报,2008,8(S1):104—106.
- [9] 罗文强,晏同珍.降雨及地下水对边坡稳定性动态影响的初步研究[J].地质科技情报,1995,14(4):77—81.
- [10] 李媛.区域降雨型滑坡预报预警方法研究[D].北京:中国地质大学(北京),2006:1—5.
- [11] 张威恭.地下水对工程和环境的作用[J].工程地质学报,1993,(1):1—6.
- [12] 王发读.浅层堆积物滑坡特征及其与降雨的关系初探[J].水文地质工程地质,1995,(1):20—23.
- [13] 张年学,盛祝平,孙广忠,等.长江三峡工程库区顺层岸坡研究[M].北京:地震出版社,1993:32—51.
- [14] 邓聚龙.灰色理论基础[M].湖北武汉:华中科技大学出版社,2002:122—209.
- [15] 代贞伟,魏云杰,吕韬,等.三峡库区某滑坡变形影响因素的灰色关联度分析[J].中国地质灾害与防治学报,2016,27(1):32—36.
- [16] 王延宁,王丰,张劼,等.基于GPS监测数据的滑坡变形影响因素分析[J].长春工程学院学报(自然科学版),2014,15(1):88—92.