

阜新市南环路 K13-K14 段路基滑坡监测与分析

张暮晨¹ 王常明¹ 张立新²

(1. 吉林大学建设工程学院, 吉林长春 130061; 2. 辽宁省交通规划设计院, 辽宁沈阳 110000)

【摘要】 伴随煤矿开采,大量的废弃煤矸石堆积形成高陡边坡,这种高边坡的稳定性差,往往会因一种或几种不稳定因素的影响而导致滑坡的产生。采用滑坡体地表位移监测技术对阜新市南环路 K13-K14 段路基滑坡进行监测,对滑坡体的进一步短期地表变形变化趋势进行研究。研究表明,滑坡体的地表位移主要朝着 175°左右方向运动,现阶段基本处于匀速变形阶段。测期间地表位移变化较大,并有逐渐发展的趋势,应当及时采取相应措施治理。

【关键词】 煤矸石;滑坡;地表位移;监测技术

【中图分类号】 P 642. 22; TU 196. 1

【文献标识码】 B

doi:10. 3969/j. issn. 1007-2993. 2018. 03. 005

Monitoring and Analysis of Landslide in K13-K14 Section of the South Loop, Fuxin City

Zhang Muchen¹ Wang Changming¹ Zhang Lixin²

(1. College of Engineering, Jilin University, Changchun 130061, Jilin, China;

2. Liaoning Traffic Planning Institute, Shenyang 110000, Liaoning, China)

【Abstract】 With coal mining, a large number of abandoned coal gangue be piled up to form high and steep slope. The stability of high slope is poor. Landslide could be caused by one or several of unstable factors. In this paper, the surface displacement monitoring technique of landslide is used to monitor the subgrade landslide of K13—K14 section of fuxin south ring road. And the trend of further short-term surface deformation of the landslide is studied. Studies have shown that the surface displacement of landslide is in the direction of 175°. At present, the slope is in uniform deformation. During the monitoring period, the surface displacement has changed greatly and the trend has been developed. Measure should be taken in a timely manner.

【Key words】 coal gangue; landslide; deep displacement; detection

0 引言

阜新市介于内蒙古高原和辽河平原的过渡带,地处辽宁西部的低山丘陵区。阜新交通便利,矿产资源丰富,煤矿资源储量较大。随着煤矿资源的开采,在很多矿区形成了高陡煤矸石堆积体边坡,这种高边坡的稳定性差,往往会因一种或几种不稳定因素的影响而导致滑坡的产生,从而导致巨大的损失。有效的监测手段能够把握滑坡的变形规律,判别滑坡的发展过程,对于滑坡的形成机理的研究和滑坡的灾害预防都有重要意义。

目前滑坡的监测,主要针对地表位移^[1]、降雨^[2]、坡体含水率、地下水位、土压力等方面开展,滑坡体的位移这几个方面量值的变化进行监测,从而实现临滑预报。靳晓光^[3]对岩土工程监测技术进行了统一归纳,提出滑坡的位移监测有利于滑坡地质

结构的重新认识,方便进行滑坡体时空运动特征及运行机制的分析;吕昌明,施艳秋^[4]对沈海复线高速公路的某滑坡进行深部位移监测分析了滑坡在治理过程中短期变形加速的原因;金泉豪等^[5]结合塘角村滑坡的深部位移和地表位移 GPS,分析论证了滑坡深部位移监测的有效性;王晓婷^[6]认为边坡监测是掌握边坡稳定状态、评价边坡计算结果可靠性的依据,是修改设计和指导施工的客观标准。张国栋等通过地表位移监测来研究水库水位变化和滑坡地表变形的联系^[7]。熊道锬、孙东晖、刘建磊等在深入分析滑坡变形特征的基础上对滑坡成因进行了讨论^[8-9]。随着技术手段的发展,多重分形^[10],数据预处理^[11]等也应用到滑坡的位移变化分析中。

由上可见,滑坡的变形监测对滑坡发展趋势预测预警^[12],以及后期的整治工程提供了重要合理的

依据^[13]。阜新市南环路K13-K14段路基滑坡产生于2012年10月,首先是在上部的公路路基产生严重的变形沉降,随后三年一里直滑动,滑坡体后缘拉裂,沉降差达5 m,滑坡前缘拱起,使得房屋变形严重,墙体倾斜,临近公路产生多处裂缝,严重地影响了当地居民的正常生活,进一步滑动很可能造成巨大的损失。本文即依据滑坡地表位移短期监测,对滑坡现阶段滑动状况进行分析并提出

相关建议。

1 滑坡基本特征

滑坡区顶部位于阜新市南环路 K13-K14 段,该段的地貌主要为人工填筑的矸石山地貌,为海州露天煤矿剥离堆放形成的矸石山,堆积时间近一百年,并且没有经过任何处理,该段矸石山堆积高度 30~80 m,面积较大,矸石山边坡坡度 25°~35°,顶部平坦开阔,见图 1。

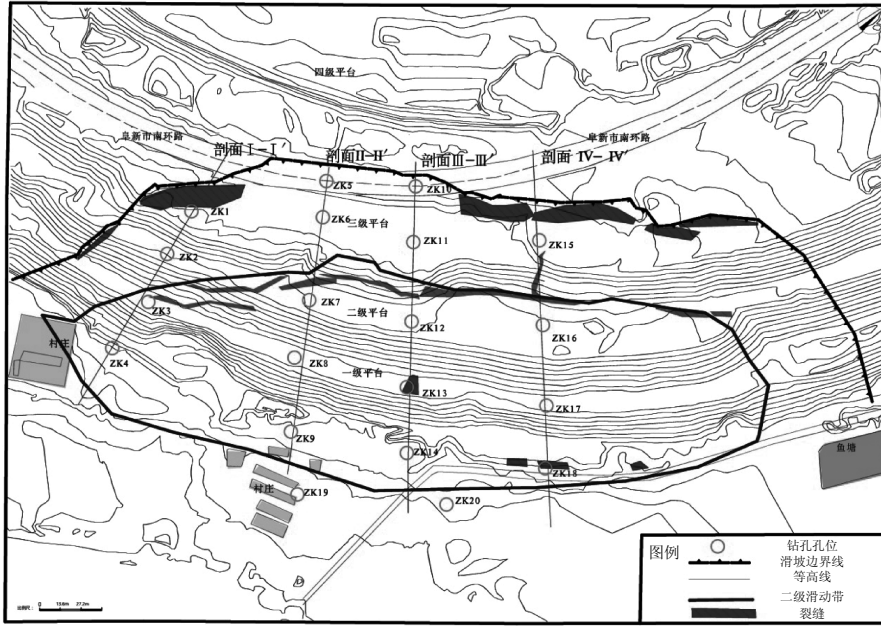


图 1 滑坡工程地质平面示意图

滑坡区气候属于大陆性半干旱季风气候区,干燥、多风、少雨,气温变化较大。年平均气温 8.0℃。该区冰冻期最早从 10 月 14 日开始,解冻期最晚为 5 月 8 日,最大冻结深度 1.4 m。该区全年降雨量少、蒸发量大,最大年降雨量为 824.7 mm,年平均降雨量 480 mm,日降雨量最大为 147 mm(1997 年

7 月 26 日),暴雨程度为 50 mm/h,地表水体不发育。

经现场调查勘察,滑坡区揭露的地层主要为第四系素填土(煤矸石)、粉质黏土,白垩系孙家湾组(K₂s)砂岩,如图 2 所示,自上而下地层分布及其特征如表 1 所示。

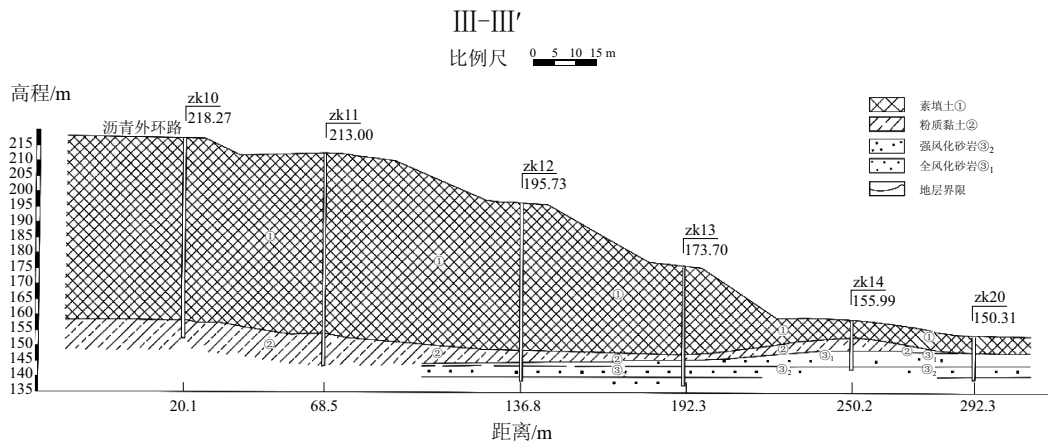


图 2 滑坡工程地质剖面图

表 1 滑坡体地层岩性表

地层编号	地层名称	地层厚度/m	基本特征
①	素填土 (煤矸石)	4.20~64.40	灰褐色,稍湿,松散,主要成分为煤矸石,碎石以上成分约占 35%,细粒成分约占 65%,顶底高程分布范围为 218.27~143.30 m
②	粉质黏土	1.20~12.00	红褐色,稍湿,可塑-硬塑,主要分布在煤矸石的下部,煤矸石堆填前的原地表处,顶底高程分布范围为 208.27~148.61 m
③ ₁	全风化砂岩	1.50~3.60	红褐色,原岩结构构造已全部被破坏,岩芯呈土柱状。主要分布在原地面以下部分。该层在大部分钻孔中均有出露,顶底高程分布范围为 147.70~141.34 m
③ ₂	强风化砂岩		红褐色,原岩结构构造部分被破坏,岩芯呈土柱状、碎石状。主要分布在地面以下部分。该层在大部分钻孔中均有出露,顶底高程分布范围为 152.27~7.90 m

滑坡体顶部为阜新市南环路公路,滑坡坡脚位于南瓦村居民所内,整个滑坡区域长约 600 m,宽度约 240 m,上下高差近 70 m。

整个坡体可分为四级台阶,每个台阶又由一个坡度在 25°~35°的斜坡与一个相对平坦的平台组成,从下向上的顺序分别为 I、II、III、IV 级平台。其中, I~III 三个台阶每个台阶高度约 20 m,第四个台阶的高度小约为 15 m。

滑坡体主体为煤矸石填筑的碎石堆。经过现场调查,堆填的煤矸石上下分多层,是经过多期堆填而成,内部成分不均匀,颗粒成分复杂。

调查发现两个裂缝带。两个裂缝带对应两个滑动带,不同位置裂缝性质不同。一级滑动带内裂缝为张拉裂缝,裂缝上宽下窄,有垂直裂隙,裂缝落距最大的位置在阜新南环公路附近,累计滑落深度约 5 m。滑坡的西侧裂缝宽度大,裂缝多。滑坡的东侧裂缝宽度小,裂缝少。二级滑动带内裂缝横断面 IV—IV' 西侧为挤压裂缝,裂缝闭合,滑坡下盘上升;横断面四东侧为张拉裂缝,裂缝上宽下窄,有垂直裂隙,滑坡下盘下沉。

边坡坡脚至原来的市环路为滑坡的剪出鼓起区域,滑坡体东侧裂缝延伸至鱼塘附近,边坡边缘的水泥路处可见剪切裂缝。

2 监测方法及监测点布置

2.1 监测方法

滑坡的监测手段多样,而更为系统、精确的方

法,是在已形成的台阶坡面上设置长期、固定的观测点^[14],从而得到准确的数据。本次滑坡的地表位移监测,通过在滑坡的横向和纵向上设置观测点 25 个,通过全站仪对滑坡区范围内的观测点进行观测,时间是从 2015 年 9 月到 2016 年 2 月底。

2.2 监测点布置

滑坡地表的监测点沿着四个主要剖面的前、中和后部布置的。滑坡体内布置 19 个独立监测点,滑坡体后缘与滑坡体前缘外布置 TN1, TN5, TN6, TN11, TN16, TN25 共计六个独立监测点(见图 3)。

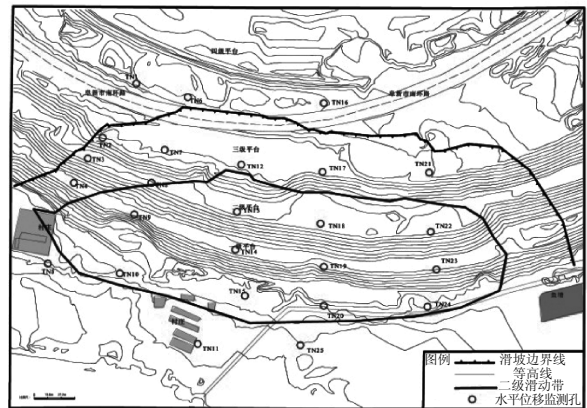


图 3 滑坡地表位移监测点布置图

3 监测结果分析

本次观测的测点中, TN1、TN5、TN6、TN11、TN16、TN25 的位移变化不大,可视为稳定点。地表累计位移最大处在剖面 I 附近。

通过对滑坡区的监测,根据监测成果、地形以及横断面线,结合现场勘察做一一表述如表 2—表 4。

表 2 滑坡地表位移

监测点编号	位移变化速率 /(mm·月 ⁻¹)	滑动方位角 /(°)	高程变化 /mm
TN2	39.2	156	-240
TN3	25.9	152	-190
TN7	40.1	174	-334
TN12	38.4	172	-331
TN17	27.5	180	-271
TN21	16.9	206	-177

表 3 滑坡地表位移

监测点编号	位移变化速率 /(mm·月 ⁻¹)	滑动方位角 /(°)	高程变化 /mm
TN8	47.0	185	-144
TN9	72.8	172	3
TN13	61.1	166	-49

续表

监测点编号	位移变化速率 /(mm·月 ⁻¹)	滑动方位角 /(°)	高程变化 /mm
TN14	61.1	165	-15
TN18	51.1	167	-55
TN19	49.6	153	-41
TN22	31.6	154	-58
TN23	29.3	135	-20
TN4	25.7	176	-28

表4 滑坡地表位移

监测点编号	位移变化速率 /(mm·月 ⁻¹)	滑动方位角 /(°)	高程变化 /mm
TN10	53.6	173	92
TN15	33.6	151	192
TN20	40.2	149	67
TN24	31.0	117	12

监测点主要位于滑坡的上半部(后缘和两翼),滑坡的垂直方向的变形和水平方向的变形都较大,垂直方向的变化量基本位于170~300 mm,滑坡沉降变形最为严重;位移变化速率在16.9~52.5 mm/月,变化速率较为平稳,在九月到十月期间处于有较大上升,随后一直处于平稳增长阶段,斜率保持一致。变形方向175°左右,即在水平方向上向南偏东方向的滑移并伴随大范围沉降。表现为南环路

的下沉,在滑坡体的上部出现多条弧形的张拉裂缝。

监测点主要位于滑坡的中部,位于滑坡体内部二级裂缝带下方,是水平运动和垂直运动差别最大的区域。垂直方向的变化基本以下沉为主,垂直方向的变化量基本位于50 mm左右,部分区域表现为向上的运动,滑坡的水平位移较其他区域的监测点来讲变化很大,位移的变化率30~70.1 mm/月,监测前期有震荡,变形速率有逐渐增加的趋势,随后趋近于一致,变形方向150°~175°,滑坡的地表位移在水平方向的位移远远大于垂直方向的位移,即滑坡运动主要是水平运动并伴随局部的小范围沉降。表现为滑体中部局部地段出现裂缝带且十分发育,部分地区的应力分布较为复杂。

监测点主要位于滑坡的下部,即滑坡前缘部分,滑坡的垂直方向的变形和水平方向的变形都较大,垂直方向的变化量基本位于12~192 mm,滑坡前缘的隆起变形严重,但主要集中在剖面IV—IV'左侧,坡体东侧滑坡前缘的上升幅度较小;位移的变化率在31.0~67.6 mm/月,监测前期有小幅震荡,随后保持匀速变形,变形方向149°~173°,即在水平方向上向南偏东方向的滑移并伴随大范围沉降。表现为滑坡的前缘出现隆起现象,滑坡前缘的公路,田地出现明显的隆起,很明显看到房屋产生从地基向上逐渐发展的张裂缝,滑坡的变形在监测期间没有减缓的迹象。

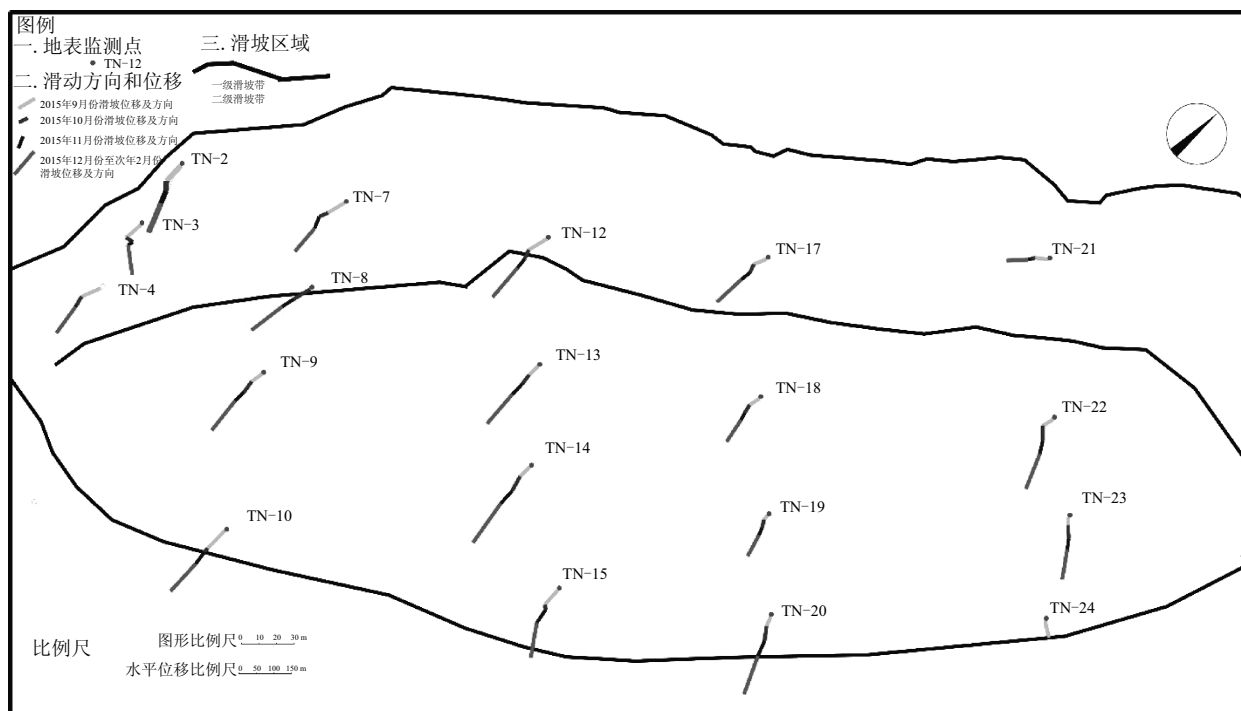


图4 地表位移变化平面图

综合分析可看出,滑坡体的地表位移主要朝着 175° 左右方向运动,即滑坡的滑动方位角为 $150^{\circ}\sim 180^{\circ}$,现阶段滑坡基本处于匀速变形阶段。滑坡分成上部沉陷区、中部滑移区和下部隆起区,监测期间地表位移变化较大,并有逐渐发展的趋势

综合累积位移和位移速率变化来看,滑坡的变形特征是前缘以主滑轴线左侧部位 TN10 的位移速率最大,中部以主滑轴线左侧部位 TN9 为最大,但左右两侧的位移速率比较一致,后部以左侧最高并向右侧逐渐减小。

4 结 语

根据地表裂缝监测以及深部位移监测的结果,并结合地面调查,该滑坡现阶段为蠕动式滑坡,整个滑坡体仍处于滑移状态。对地表位移监测成果的分析,地表位移变化速率为 $1.2\sim 80.1$ mm/月,平均值为 37.6 mm/月,目前根据测得的地表位移变化速率数据结果显示,该滑坡的变化速率未见明显收敛,反而有加大的趋势。

综合考虑到滑坡坡脚下部为南瓦村,滑坡的防治应当考虑到环境协调性,及时采取措施避免坡体进一步滑动。①可对滑坡体的上部进行削坡减载,阜新市南环路可以考虑改线。②在坡体中部增设卸荷平台,坡脚修筑挡土墙。在边坡坡底和各级平台上修筑排水渠。③边坡进行植被绿化来防治降水对斜坡的侵蚀和冲刷。

参 考 文 献

- [1] 杨秀元,李刚,王爱军,等. 三峡水库区巫山县淌里滑坡监测与变形分析[J]. 中国地质灾害与防治学报, 2008(1):22-27.
- [2] 温铭生,王连俊,李铁锋,等. 基于实时监测的新村滑坡参数变化特征分析[J]. 地下空间与工程学报, 2013,9(1):184-189.
- [3] 靳晓光. 山区公路建设中的岩土工程监测与信息化控制[D]. 成都:成都理工大学,2000:109-127.
- [4] 吕昌明,施艳秋. 沈海复线高速公路某滑坡深部位移监测分析[J]. 地下空间与工程学报,2014,10(S2):1935-1940.
- [5] 金泉豪,王刚,郭宁,等. 钻孔倾斜仪监测在塘角村1#滑坡预警监测中的作用[J]. 中国地质灾害与防治学报,2009,20(1):103-107.
- [6] 王晓婷. 露天矿边坡变形监测体系构建及滑坡预测研究[D]. 北京:北方工业大学,2012:17-18.
- [7] 张国栋,龙海涛,易庆林,等. 基于地表位移监测成果的水库型滑坡变形机制分析[J]. 水利学报,2014,45(S2):73-76.
- [8] 熊道锬. 四川宣汉天台滑坡的变形位移特征及形成机理[J]. 岩土工程技术,2008(4):198-202.
- [9] 孙东晖,刘建磊. 三峡库区土门子滑坡变形破坏机制分析[J]. 岩土工程技术,2008(5):267-270.
- [10] 桂蕾,殷坤龙. 基于多重分形理论的滑坡地表监测位移分析[J]. 中南大学学报(自然科学版),2014,45(11):3908-3914.
- [11] 龙悦,徐光黎,高幼龙,等. 数据预处理在滑坡位移相关分析中的应用[J]. 地质科技情报,2012,31(2):122-127.
- [12] 张勇慧,李红旭,盛谦,等. 基于表面位移的公路滑坡监测预警研究[J]. 岩土力学,2010,31(11):3671-3677.
- [13] 蔡嘉伦,张文君,李元元,等. 表面位移规律的滑坡稳定性分析[J]. 测绘科学,2016,41(3):96-99.
- [14] 李炼,陈从新,徐宜保,等. 露天矿边坡的位移监测与滑坡预报[J]. 岩土力学,1997(4):69-74.

收稿日期:2018-04-03