

江苏某岩质边坡监测系统设计与分析

张华安¹, 刘亚莉², 成加芝³

- (1. 河海大学 地球科学与工程学院, 江苏 南京 210098;
2. 河南台前黄河河务局, 河南 濮阳 457600;
3. 山东广饶水利工程有限公司, 山东 淄博 257100)

摘要:结合江苏某高速公路岩质边坡开挖监测项目, 根据该工程的地质条件和特点, 介绍一种监测岩质边坡的技术方案。通过对其水平位移监测、垂直位移监测等变形监测方法采集到的数据进行分析, 对该边坡的稳定性进行评价。

关键词:岩质边坡; 监测方案; 变形监测; 位移

中图分类号: TU192

文献标识码: A

文章编号: 1671-5322(2010)03-0066-05

随着国家在公路建设方面的大量投入, 公路里程数在逐年增加, 在建设中不可避免地会出现大量高陡岩质边坡。岩质边坡在开挖过程中会产生过多的临空面, 而导致岩石卸荷回弹发生山体崩塌或滑坡。通过监测可以了解和掌握可能发生滑坡的地质特征信息, 能够及时预测、预报、保证施工安全^[1], 所以对岩质边坡的监测是非常必要的。

1 工程概况

该高速公路采用明挖方式横穿山脉, 从而在高速公路两侧形成高陡岩质边坡。该边坡最大坡高 200 多米, 属一级边坡工程。该地区地处平原丘陵地区, 平原区高程约 2~3 m, 山脉为 NE 走向, 路线与山脉走向基本正交。在山体东南侧有一山峰海拔 289.2 m, 西北侧有一山峰海拔 287.7 m, 是该地区山脉的最高处。山脉东南坡较缓, 整体坡度大约 20°, 局部地区达到 30°, 坡面基岩出露良好, 植被较少, 第四系覆盖层较少, 在部分山脚地区由于崩塌、滑坡作用而使得第四系覆盖层较厚; 西北坡较陡, 整体坡度大于 30°; 东北侧较缓, 局部覆盖层较厚, 西南侧较陡, 可见数十米高的陡崖。该地区第四系覆土层很薄, 基岩为一套前震旦系海洲群云台组变粒岩、浅粒岩, 岩性以灰白, 肉色白云钠长变粒岩为主, 其中二长浅粒岩为

主, 中部夹绿泥片岩, 下部夹钠长浅粒岩。然而绿泥片岩抗压强度较低, 遇水易软化, 且受到地下水活动的影响, 抗风化能力差。而且边坡岩体构造结构面发育, 且存在一定数量的顺倾、缓倾结构面。地面地质调绘结果表明, 工程边坡岩体以块状结构为主, 局部节理发育地段呈碎裂结构, 偶尔在节理密集带也可见到碎裂-散体结构。边坡区结构面具有明显的方向性, 结构面以陡倾为主, 但存在一些缓倾结构面, 左右两侧边坡均存在顺倾、缓倾的结构面, 对边坡不利。对左侧边坡而言, 290°∠40°的结构面对边坡稳定不利, 可能会引起边坡的失稳; 当采用大爆破、大开挖或开挖后不及时支护时, 均有可能发生边坡失稳和局部岩体塌方。故地质灾害的预防以及工程施工期和运行期的安全是本工程技术人员的重点关心问题。

2 监测方案设计的基本原则

根据边坡工程条件和特点, 确定监测目的, 选择监测项目, 设计和建立监测系统, 需遵循以下原则: (1) 既参考以前边坡监测的经验, 又结合该工程的实际情况, 做到“目的明确、合理建网、方案可行、经济安全”, 并切实贯彻“为安全而监测”的宗旨。(2) 实行“全网少测、简网勤测; 初期(施工期)多测、后期(运营期)少测”的观测方针。(3) 监测仪器和方法的选用, 遵循技术成熟、方法可靠

收稿日期: 2010-06-30

作者简介: 张华安(1984-), 男, 河南新乡市人, 硕士研究生, 主要研究方向为边坡安全监测。

以及高精度、高灵敏度、强适应性和长期稳定性的原则,并侧重考虑现场的环境条件^[2]。边坡监测的基本目标是:边坡是否稳定,若存在异常,在什么部位,其安全监测流程(见图1)。

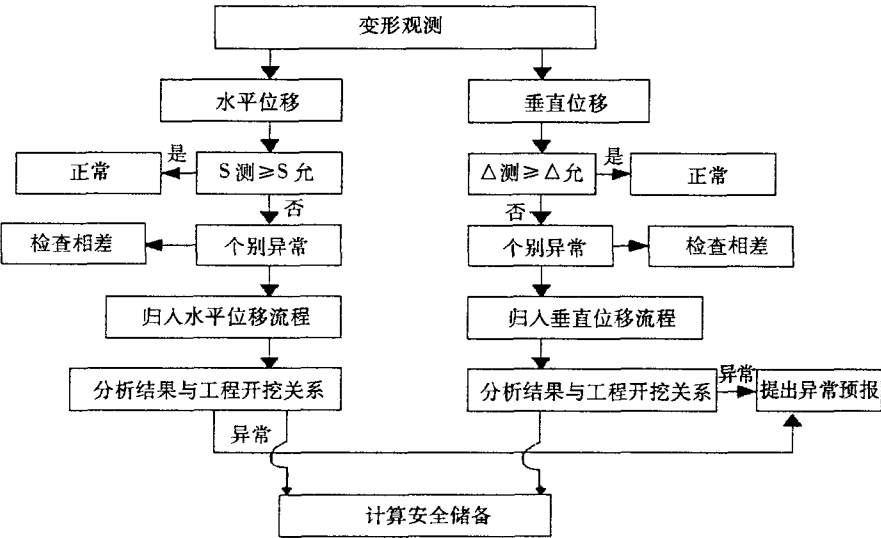


图1 边坡安全监控流程
Fig. 1 Process of slope safety monitoring

3 监测方案

在进行监测网点的布置时,需弄清楚监测的重点,灵活布置测点,综合布置监测坡体应力的监测仪器(见图2),从而准确地捕捉边坡变形、应力及其他随施工变化因素及边坡本身稳定性变化的信息。最后把所有监测点综合起来,才能分析出

边坡的整体情况。该边坡监测内容要从水平位移监测、垂直位移监测两方面来进行检测,边坡两侧多为陡崖而且岩体较为破碎,故监测点除布置在中部以外,两侧也是检测的重点。该监测系统的设计兼顾了施工期监测和边坡稳定性分析应为优化设计和施工提供信息指导的原则,整个设计过程体现了系统的设计思想。

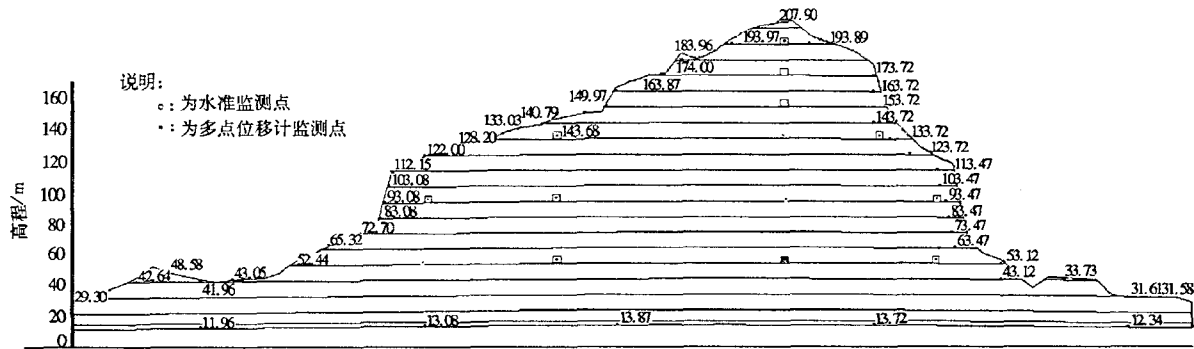


图2 边坡地形及监测点示意图
Fig. 2 Schematic diagram of the terrain slope and monitoring points

3.1 水平位移监测

本项目采用能够实现快速、实时的在线传感器监测技术:内部水平多点位移计来进行观测,共12个观测孔,分别位于194平台、134平台、94平

台、54平台,形状近似三角形网状结构,这样可以根据不同部位或同一部位不同深度的多点位移监测点数据,来组成监测实体模型,便于对边坡的整体性分析。不同方向钻孔中的多点位移计可监测

边坡岩土体不同方向各测点的位移,边坡位移监测时将多点位移计的锚固端置于推测滑动面下的完整、稳固的基岩中,即可监测其它点的绝对位移^[4-6]。不同高程的多点位移计也可通过测得数据来进行对比,将各个平台测得的位移增加量综合在一起,便可得知大概的滑裂面位置及形状。

3.2 垂直位移监测

因该边坡北侧岩体有一段绿泥石夹层故左边坡北侧为垂直监测重点,岩体可能会沿着软弱夹层倾向而产生滑裂面。边坡垂直位移监测由23个监测点和4个基准参照点组成。其中23个监测点包括7个多点位移计(见图3)监测点、16个微压传感器监测点,其垂直高程误差为 ± 1.2 mm。左边坡的16套高精度微压传感器可以实时在线监控每级边坡台阶上有限测点的沉降和不均匀沉降;利用一定数量的高精度微压传感器沉降观测值,修正大量的剖面沉降观测值,从而获取每级边坡台阶沉降在平面上的分布规律。为了减小大气温度变化对观测结果的影响,微压传感器的埋设采用钻孔埋入式,观测孔的深度为3 m,孔径为91 mm,共需16个深度为3 m、孔径为91 mm的钻孔。边坡开挖过程中可以有效观测岩体变形量,掌握其变形特性,进而分析预测岩体的变形趋势,确保工程施工的安全。

3.3 应力监测

在边坡开挖过程中采用锚杆进行加固防护,

而对锚杆轴力的监测可以反映加固防护措施的效果^[3]。其应力监测点主要布置在工程敏感部位,多为破碎带、绿泥石夹层。工程中对锚杆监测采用点焊式钢筋应力计将其监测数据与位移监测一起分析便可得知该边坡稳定性如何。根据设计方案,需开展应力监测的锚杆数量为锚杆总数的10%。据此,边坡锚杆应力监测点的数量为:720根 $\times 10\% = 72$ 根,每根锚杆布置1个锚杆轴力传感器,共布置72套锚杆轴力计可以满足监测的需要。

4 监测成果及分析

4.1 水平位移监测

本文选取平台134埋设的多点位移计来进行分析,图3为多点位移计实测数据曲线图,从11月19日初始为零开始,之后的数据发生小幅度变化,11月22日稍微有所升高,主要是因为由于上部边坡开挖不久,支护措施缺乏,致使边坡有沿坡脚向下局部滑移的趋势,但趋势不明显。到11月27日又基本恢复,之后11月29日、12月2日、12月5日数据发生突变,根据现场施工情况,爆破作业的当天采集数据都有跳动,所以前期多点位移计实测数据曲线中跳动较大的折点都是由爆破导致,但从11月19日到12月11日又恢复在 -0.02 mm -0.02 mm之间,位移量是很小的。

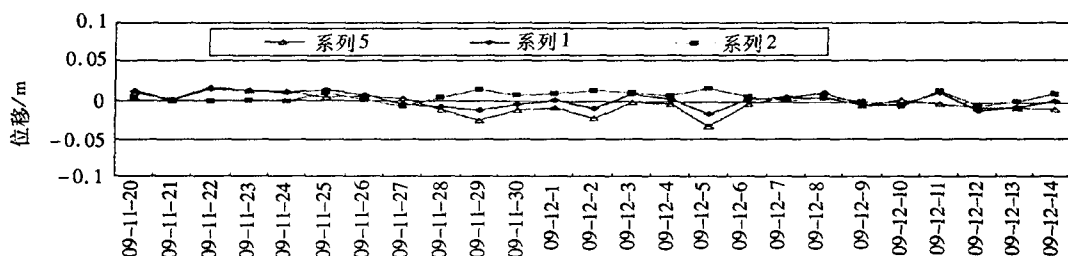


图3 水平多点位移计实测曲线图

Fig. 3 Meter measured the level of multi-point displacement curve

伴随着支护、锚固措施的实施,岩体进入新的平衡状态,后期多点位移量明显比前期波动幅度减小。最大跳动量维持在 -0.03 mm -0.03 mm之间,总的来说多点位移曲线比较平缓。

4.2 沉降监测

沉降实测折线图选取134平台的微压传感器数据来分析(见图4),从图4中我们可以看出,自

仪器埋设后伴随着高速公路边坡的开挖沉降量不断升高,一方面由于施工所致,另一方面由于山体地下水水位升高所致。虽然山体地下水贫乏,但仍可以产生较大的水头压力,从而影响边坡的稳定性。11月23日开始出现较大的折点,其主要原因是该地区进入雨季地下水水位升高,之前沉降量为3 mm,之后的沉降量跳动为 ± 6 mm,但都

基本稳定在 4 mm - 11 mm 之间,沉降量很小。

4.3 锚杆的监测

分析选取 134 平台当中一套锚杆轴力数据并制出轴力变化图(见图 5),从图 5 中可以看出锚杆注浆完成后,8 m 长的锚杆呈轻微受压趋势,4

m 长的锚杆呈轻微受拉趋势,锚杆轴力的增量均小于 1 kN,锚杆轴力的变化与砂浆的凝固收缩以及气温下降产生的冷缩有关。显然,实测结果表明,目前东坡北侧(锚杆主要布置于北侧)的稳定性良好,这与多点位移实测数据相吻合。

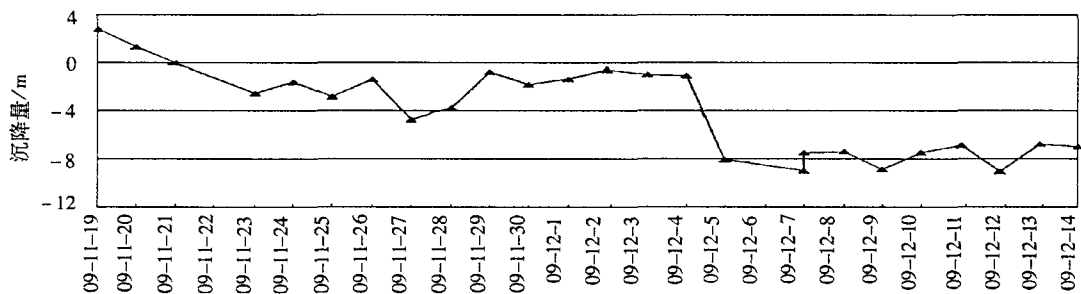


图4 沉降实测折线图

Fig.4 Settlement measured line

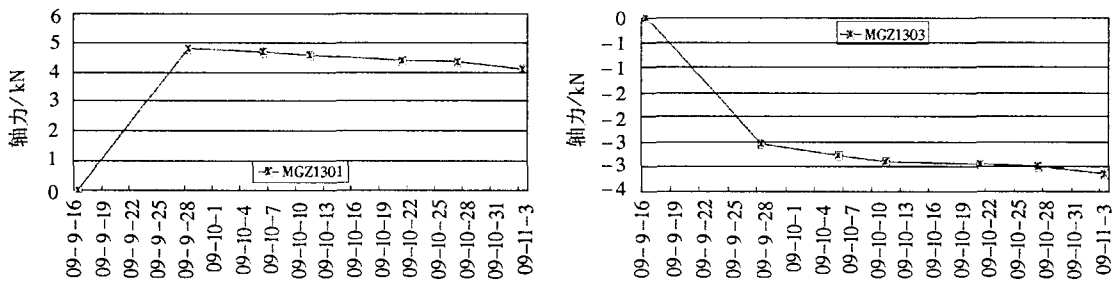


图5 锚杆轴力图

Fig.5 Bolt axial force

5 监测结果总评价

岩质高边坡监测设计主要围绕着现场监测点布置和监测数据分析展开,监测结果反映了边坡在施工及运行期的性状,在此基础上,进行了边坡稳定性分析,确保了工程安全施工与运行。边坡加固工程的设计必须参照监测设计结果分析来不断优化,监测数据分析结果则可以作为优化设计的重要依据。不仅能够为工程设计节省开支,还能够准确了解边坡安全状况,减少安全事故的发生。对于此高边坡,综合变形监测与应力监测的结果,可以得出现阶段现场监测的高边坡整体是稳定的结论,但是边坡变形是一个很漫长的过程,

内部岩石力学性质会随时间的变化而不断发展。边坡的开挖面还在增加,而且还有很多外界因素影响着边坡的稳定,所以后期的监测就更加重要了。

6 结论

在岩质边坡的监测设计中,本着“为安全而监测”的宗旨,确保在监测网点布置时“有的放矢”。本工程根据不同平台监测的需要埋设了不同的监测仪器,通过采集到的数据进行整理分析边坡稳定情况,将所得结果反馈给工程施工等多部门,对设计方案进行优化调整,这充分体现了监测工作对工程建设的指导作用,也是监测工作的重要性所在。

参考文献:

- [1] 陈光保,杨彪. 高边坡变形监测系统设计[J]. 山西建筑,2008,34(28):121-122.
- [2] 夏元友,朱瑞赓,等. 大型人工边坡施工期监测系统设计方法[J]. 人民长江,1995(7):16-21.
- [3] 张天宝. 边坡稳定可靠性分析和土工建筑物的边坡设计[M]. 成都:成都科技大学出版社,1987.
- [4] 吴玉刚. 动态监测在路堑高边坡施工中的应用[J]. 路基工程,2001(3):30-32.
- [5] 张季如. 边坡开挖的有限元模拟和稳定性评价[J]. 岩石力学与工程学报,2002(6):843-847.
- [6] 刘琳,温博. 基坑安全监测方案设计[J]. 山西建筑,2009,35(29):67-69.

Design and Analysis of Rock Slope Monitoring System

ZHANG Hua-an¹, LIU Ya-li², CHENG Jia-zhi³

- (1. College of Earth Science and Engineering, Hohai University, Jiangsu Nanjing 210098, China;
- 2. henan taiqian Yellow River affairs Bureau, Henan Puyang 457600, China;
- 3. Shandong Guangrao Hydraulic Co., Ltd, Sandong Zibo 257100, China

Abstract: Combined with a rock slope excavation of a highway monitoring project in Jiangsu, according to the engineering geological conditions and characteristics, a monitoring of rock slope technical solutions was introduced. The stability of the slpe had been evaluated by analysing the collected data using deformation monitoring method of horizontal and vertical displacement.

Keywords: Rock slope; Monitoring program; Deformation Monitoring; Displacement

(责任编辑:沈建新;校对:张英健)