

多传感器在边坡变形监测中的应用研究

莫良宏

广西北斗星测绘科技有限公司

DOI:10.32629/gmsm.v2i6.446

[摘要] 边坡监测对边坡稳定性的判断、防灾减灾对策的制定具有重要价值。在边坡变形观测中,传感器种类繁多,通常都是独立使用,自成系统,由不同的厂家完成安装,通过不同的传感器对变形体进行监测,例如基于GNSS的变形监测系统,基于静力水准仪的变形监测系统等,这些系统在一定程度上可以实现对监测对象的变形进行观测,但是只能从一个方面对监测对象进行观测,各系统间未实现数据共享,不能从全局对监测对象进行全方位的观测。本文试图构建一个多传感融合的边坡变形监测系统。

[关键词] 多传感器; 变形监测; 数据融合

前言

边坡按成因可分为自然边坡和人工边坡,按介质可分为土质边坡和岩石边坡。对于不同的边坡工程,其成因、组成成分各不相同,地质构造和地应力的分布更是千差万别,这就决定了边坡变形监测是一个复杂的系统工程,在充分了解工程地质背景的基础上,选择合适的传感器,这将成为至关重要的工作。

1 行业痛点

边坡变形监测的方式多种多样,传感器种类繁多。常见的GNSS变形监测系统,国内各GNSS设备生产厂商都有自己独立的变形监测系统,这类系统侧重于单传感器监测,而忽略其他传感器的使用。以作者经历的一个水利枢纽项目为例,我们负责表面位移变形监测,而船闸坝体的内部变形监测由另外一家公司负责,互相独立,自成系统,这对整个水利枢纽安全监测带来不便,所有变形监测由一家公司来完成,这是一个非常理想的情况。

我们希望构建一个独立于仪器厂家,可根据监测需要配置传感器的边坡变形监测系统。以GNSS设备为例,国内GNSS设备厂家有中海达、南方、华测、合众思壮等,但在变形监测中,我们实际使用静态采集来实现定位,达到监测的目的,而静态采集有通用的数据格式,这样我们就能够选用小型化、低成本、国产化的GNSS设备,不依赖某个厂家的仪器,而达到同样的监测效果。

2 常用传感器介绍

传感器可分为表面位移监测传感器、内部变形监测传感器、其他传感器,下面根据分类介绍几种典型的传感器。

表面位移监测传感器,常用的有GNSS主机、静力水准仪。GNSS主机通过接收卫星信号确定位置来达到变形监测的目的,变形监测基准点布设于地址未定的区域,需要检测的位置布设变形观测点,GNSS方式可以监测水平位移和垂直位移,通常来说,水平位移的精度要高于垂直位移。静力水准仪是一种高精度液位测量系统,该系统适用于测量多点的相对沉降。在使用中,多个静力水准仪的容器用管联接,每一容器的液位由相关传感器测出,进而可测出各测点的液位变化量。

内部变形监测传感器,常用的有倾斜仪、位移计、渗压计、应变计。倾斜仪用于测量岩质边坡的倾斜变化量;位移计适用于长期测量伸缩缝的开合量;渗压计适用于长期埋设在结构体内,测量结构物内部的渗透水压力;应变计适用于长期埋设在结构体内,用于监测应力和应变。

其他传感器,常用的有摄像头、雨量计、液位计、温度计。摄像头,它的主要作用就是通过视频查看监测点周围情况;雨量计主要用于土质边坡,用于监测监测点降雨量,通过降雨量给土质山体滑坡提供预测数据。液位计用于测量监测点的液位,得到监测点被淹没的高度。

3 多传感器融合

3.1 多传感器布设

根据监测对象以及等级要求,布设不同种类的传感器。GNSS设备需要布设3个基准点,作为变形监测的基准。变形监测点根据监测范围及要求不同,布设不同数量的监测点,其他传感器,根据项目要求布设。各传感器根据监测地供电情况,可以选用交流电供电,也可以选用通过太阳内电池板供电。根据网络情况可以选用4G网络传输数据,也可以通过光纤的方式传输数据。数据采集部分采用可配置多通道采集方式,并将信号类型分类,各部分质检通过板间总线进行数据交互,较低整机功耗,满足不同环境需求。最终实现传感器数据分别采集,灵活传输,统一处理。

3.2 多传感器数据融合

严福章^[1]、杨志法^[2]、李秀珍^[3]等建立滑坡变形预测的多个非线性预测模型;且李秀珍利用最优加权组合理论建立洒勒山滑坡的最优加权组合预测模型,并运用高斯-牛顿法对各单一模型和组合模型的参数进行了优化。

构建多传感器融合的一体化结构设计,将GNSS接收机及其他传感器设备进行融合,使用数据采集箱进行数据采集。使用模糊神经网络预报、基于相空间重构与支持向量机的预测模型对表面位移监测数据进行分析,使用灰色神经网络模型、小波多尺度Kalman滤波模型对内部变形监测数据进行分析,最终得到变形监测结果。

4 结论

监测边坡变形的传感器有很多,每一种传感器都有其特点和使用范围,在充分了解边坡的基础上,结合边坡的等级要求、边坡变形所处的阶段等特点,选择合适的传感器,达到监测边坡的最优效果,保证边坡的安全,从而保证人民群众的生命财产安全。

[参考文献]

- [1]严福章,王思敬,徐瑞春.清江隔河岩水库蓄水后茅坪滑坡的变形机理及其发展趋势研究[J].工程地质学报,2003,11(1):15-24.
- [2]杨志法,柯天河,王长敏,等.五强溪水电站左岸船[J].闸边坡开挖监控设计的理论与实践[J].工程地质学报,1995,3(2):1-11.
- [3]李秀珍,王成华,孔纪名.基于最优加权组合模型及高斯-牛顿法的滑坡变形预测研究[J].工程地质学报,2009,17(4):538-544.

基金:

该论文在桂林国家高新区科学研究与技术开发计划项目资助下完成,课题名称:多传感器增强的高精度实时GNSS自动化变形监测预警装备及平台关键技术研究(合同编号:科180115)。