

基于多传感器实时高精度GNSS的边坡变形监测系统设计与应用

莫良宏

广西北斗星测绘科技有限公司

DOI:10.32629/gmsm.v2i6.447

[摘要] GNSS技术在变形监测中的应用已经取得一定的效果,但依然存在不足,为了克服单传感器监测不足,引入多传感器综合动态变形监测,本项目使用GNSS接收机、位移计、倾斜仪、雨量计等监测设备,对边坡进行综合监测。最后,以广西某水利枢纽船闸边坡变形监测为例,验证了系统的实用性。

[关键词] 多传感器; GNSS技术; 变形监测

前言

近年来,GNSS应用于变形监测已经成为一个应用热点,这主要得益于GNSS技术的飞速发展,特别是随着我国北斗卫星导航系统日渐成熟,GNSS民用将会得到大力推广。同时,也得益于GNSS接收机国产化,使得GNSS接收机变得越来越便宜,从最开始一台GNSS主机需要几十万,到如今只需要几万块,GNSS接收机成本的降低,将有利于GNSS技术在变形监测中的应用。

从最开始的单传感器变形监测,到如今的多传感器变形监测。特别是,随着传感器技术、计算机及信息传输技术的飞速发展,越来越多的监测手段被应用到工程建设中。多传感器统一平台自动化监测系统具有相互验证、高精度、自动采集传输数据并分析、预警等优点^[1],并已逐渐取代人工监测和单项监测系统。

由于地质条件复杂、滑坡类型多样等原因,影响滑坡稳定性的主要因素也不尽相同,尤其是水利枢纽附近的巨型滑坡体,其灾害性更为巨大,一旦塌滑,引起的涌浪、堰塞湖将对人民财产造成巨大的威胁。以本项目为例,一旦发生滑坡,将会导致航道堵塞,影响正常通航,造成非常严重的后果。为了对其进行较全面的研究与分析,往往在滑坡体上布置不同种类、不同数量的传感器(如GPS监测点、测斜孔、多点位移计等),对滑坡体进行实时动态变形监测,以掌握滑坡体演化过程的综合信息^[2-3]。

1 系统设计

变形监测系统总共分为四个部分:数据采集子系统、数据传输子系统、数据处理子系统、成果表达。

数据采集子系统。该部分主要由GNSS接收机、位移计、倾斜仪、雨量计等监测设备组成。GNSS设备安装于变形监测墩顶部支架上,支架顶部为GNSS接收机,侧面架设太阳能电池板,另一侧为数据采集箱,内置数据采集器、蓄电池。

数据传输子系统。该部分主要完成数据收集,然后通过4G无线网络的方式把数据传输到云服务器端,交给云服务器处理。

数据处理子系统。云服务器端收集到传感器的原始数据,通过数据融合处理,得到最终的结果数据。

成果表达:得到最终结果数据后,根据显示的需要,已图表、图形的方式显示变形监测数据,使用最直观的方式,实时展示变形情况。

2 应用实例

2.1 工程概况

广西某水利枢纽二线船闸位于西江,2006年航道建成投入使用。2009年6月~2013年12月航道通过实施航道整治工程,已达到IV级航道标准。由于过闸货运量的增长,使得一线船闸处于饱和运行状态,拥堵现象时有发生。为进一步提升西江黄金水道航运能力和水平,充分发挥西江黄金水道的水运优势,促进区域经济协调发展,二线船闸建设工程于2016年11月启

动。本动态形监测项目负责船闸上下游边坡动态变形监测,实时监测边坡变形情况,提前预警山体滑坡,保证船闸安全,为航船同行保驾护航。

2.2 动态监测网设计

根据监测范围与监测要求,以上游向下游为方向,项目总共布设3个变形基准点9个变形监测点。监测基准点位于岸的右侧地质稳定处,总共设置3个变形监测基准点,分别编号为B001、B002、B003。在水库左侧上游布设4个变形监测点,编号为J001、J002、J003、J004,在水库左侧下游布设5个变形监测点,编号为J005、J006、J007、J008、J009。

2.3 传感器布设

传感器布设于边坡变形监测点,因处于野外,附近无电源供电,故采用太阳能给传感器设备供电,为保证阴雨天气太阳能电池板发电量不足,导致设备停止工作的情况出现,特增加蓄电池,在日照充沛的情况下,给蓄电池充电,阴雨天发电量不足时,蓄电池给设备供电,保证监测设备持续工作,保证船闸的安全。

同样,监测点位于野外且分布较广,不方便使用网线跟光纤传输数据,这里采用4G网络传输数据。在工作时,各监测点通过传感器采集数据,通过4G网络把采集到的数据发送到数据处理服务器端,由服务器端进行统一的数据融合、数据解算,得到最终的变形结果。

3 结论

(1)通过多传感器数据融合算法,剔除粗差数据及异常数据,消除融合前数据的矛盾性和不准确性,从而获取边坡变形监测的一致性描述和解释。(2)变形监测管理系统构建了多传感器变形监测管理平台,该平台能对传感器监测数据进行变形图表、速率、极值、变化趋势等方面的分析,实现对边坡的实时监测,同时可以通过Web网页端访问管理系统,也可以通过微信小程序访问变形监测管理系统。(3)实际应用结果表明,该系统具有高精度高可靠性的特点,能够实时监测航道边坡的变形情况,从而保证航道的安全。

参考文献

[1]徐志永,孙笠森,赵胜飞.多传感器数据采集系统设计[J].仪表技术,2012,(4):52-54.

[2]郭科,彭继兵,许强,等.滑坡多点数据融合中的多传感器目标跟踪技术应用[J].岩土力学,2006,27(3):479-481.

[3]欧阳祖熙,张宗润,丁凯.基于3S技术和地面变形观测的三峡库区典型地段滑坡监测系统[J].岩石力学与工程学报,2005,24(18):3203-3210.

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)。