

# 水电站边坡GNSS自动化监测系统改造途径探究

王佰龙

金安桥水电站有限公司 云南 丽江 674100

**摘要:** 在水电站水工建筑物及近坝边坡安全运行工作中, GNSS自动化监测系统是必不可少的, 它主要负责水电站枢纽的安全监测工作。但是, 在某些水电站边坡范围内所设置的GNSS自动化监测系统相对老旧, 存在运行稳定性表现不强、故障发生率高、特别是在高危边坡观测过程中存在着不可避免的安全隐患问题, 严重影响水电站枢纽正常生产运行节奏。所以本文中就以水电站边坡GNSS自动化监测系统相关技术理论内容介绍作为研究开端, 希望为这一自动化监测系统的有效功能改造明确设计理念与方法, 提出新系统的某些技术实践应用方案, 切实提高水电站的整体安全运行效率水平。

**关键词:** GNSS自动化监测系统; 水电站高危边坡; 改造设计; 技术方案

## 前言

在水电站高危边坡的GNSS监测系统目前都能实现自动化监测, 它所监测到的数据真实可靠, 而且反馈数据方面及时到位<sup>[1]</sup>。当然, 传统GNSS监测系统在水电站高危边坡监测工作过程中还存在诸多安全隐患问题, 因此有必要提前分析水电站边坡GNSS自动化监测系统的理论技术内容。

## 1 水电站边坡 GNSS 自动化监测系统的介绍

### 1.1 水电站边坡GNSS自动化监测系统的基本工作原理

在水电站边坡位置, GNSS自动化监测系统作用重大, 它主要基于全球定位系统GPS展开技术设计, 配合导航系统对地面进行监控, 同时配置有用户数据信息接收设备<sup>[2]</sup>。早在1994年, 美国就已经全面投入使用GNSS自动化监测系统, 主要用于军事。它能够在地球上任何位置、时刻建立用户三维位置关联机制, 实现对全球位置的精准导航, 授权定位位置。目前, GNSS自动化监测系统已经全面普及应用于军事以外的其它各个行业领域, 比如大地测量、地壳形变监测、石油勘探等诸多领域都能看到该系统身影, 应用范围相当之广<sup>[3]</sup>。

从工作原理角度来讲, GNSS自动化监测系统主要利用定位技术来实现对精密工程与大地的有效测量, 在平差后明确控制点的平面位置精度, 一般来说精度控制偏差都在1mm范围内, 高程精度更控制在2mm范围内<sup>[4]</sup>。在利用GNSS定位技术过程中, 对于变形问题的监测水平就能有所提高, 所以它属于一种高水平、高科技的监测技术手段。在目前的水电站边坡滑坡位置, 采用GNSS自动化监测系统是有必要的, 例如通过多台GNSS接收机就能做到人工定期实现监测点监测过程, 保证数据处理到位, 特别是对边坡变形情况进行分析和预报, 避免产生

严重的滑坡现象<sup>[5]</sup>。而在监测点上, 也能建立无人值守的GNSS自动化监测系统, 它主要通过远程软件控制系统工作, 在监测解算以及分析边坡变形、预报风险等方面都非常擅长。

### 1.2 传统监测技术手段与GNSS自动化监测技术手段的对比分析

通常情况下, 传统监测技术手段多采用全站仪、经纬仪、测距仪等等进行测量, 主要测量对象就是变形值, 例如水电站边坡的变形值。它的优点多体现在以下3点上: 第一, 通过传统监测技术手段能够分析边坡的变形体整体变形状态; 第二, 通过传统监测技术手段提出不同边坡段的不同监测精度要求, 了解不同形式变形体, 同时确保监测技术能够适用于不同监测段; 第三, 主要通过提供绝对变形信息数据来调整外业工作量, 深入细致分析受到地形形变条件影响下自动化监测的结果内容。就目前来看, 传统监测技术手段快速且安全, 但是存在摄影距离有限, 监测仪器缺失等问题, 导致某些变形监测工作无法顺利开展<sup>[6]</sup>。

如果采用GNSS自动化监测系统, 则能够利用系统中的定位技术来对水电站边坡滑坡实施地质灾害监测, 它的技术优势主要表现在以下5点上:

第一, 在测站之间无需进行通视操作, 这是因为GNSS在定位测站之间的变形监测布设点更为丰富自由。它主要能够省略中间过渡点, 例如在水电站边坡变形测量过程中, 可以有效传递坐标值来设立多个中间过渡点。

第二, 在测定点的三维位移过程中, 如果采用传统大地测量方法实施变形监测, 平面位移监测测量可行, 但是垂直监测测量则存在缺陷, 例如无法深入到山地等危险区域进行滑坡地质灾害测量, 作业风险水平较高,

测量精密度水平也难以提升。如果采用GNSS自动化监测系统,就能够做到垂直位移精度有效测量,测量风险性大幅度降低,而且测量精度水平表现较高。

第三,GNSS自动化监测系统是能够实现全天候观测测量的,它不会受到天气气候条件限制影响,即便是在风雪雨雾等环境中依然能够有效监测。如果水电站遭遇汛期而产生滑坡甚至崩塌等严重自然灾害,GNSS自动化监测系统也是能够正常工作的。

第四,GNSS自动化监测系统可以实现全系统自动化操作,因为它拥有全自动化操作的变形监测系统。这种系统可以长期稳定运行,同时也能最大限度减少监测成本,对于边坡变形监测工作有效实施,提高监测资料安全可靠性有一定帮助。

第五,GNSS自动化监测系统是能够获得mm级高精度监测结果的。这一高精度监测结果恰好满足了水电站边坡崩滑体变形监测所提出的高精度要求。

当然,GNSS自动化监测系统也存在缺陷不足,例如它在点位选择上缺乏自由度,而且为确保GNSS测量正常进行,定位精度提高,也需要在测站周围布置特殊环境,满足强信号源辐射要求,减少干扰物干扰。所以说,GNSS自动化监测系统对于监测点的观测条件要求较为苛刻,需要予以满足。

## 2 水电站边坡 GNSS 自动化监测系统改造的设计

水电站边坡GNSS自动化监测系统在生产运行过程中存在诸多问题,所以针对它的改造设计必须全面到位。为此,下文主要结合2点来谈:

### 2.1 基于危岩体的GNSS自动化监测改造设计

首先,要根据调研结果来分析水电站周边边坡滑坡实际情况,了解其中所存在的危岩体,结合GNSS接收机分析气候因素影响,同时采用无线电通信技术来提供大量太阳能作为供电能源。在这一过程中,也需要稳定传输数据内容,充分观察了解边坡滑坡堆积体的变形演化过程,同时计算判断边坡稳定性,结合边坡计算过程展开进一步数据分析。从某种程度来讲,也需要结合基准点以及测点结合起来分析人工观测结果,同时布置好各个测点,确保基准点、测点位置更有利于接收卫星信号,便于观测设备安装施工过程。在基准点以及测点结合过程中,也需要确保数据对比作用有效发挥,保证监测设计布置多个基准点、测点以及GNSSA、GNSSB观测点。

### 2.2 基于堆积体的GNSS自动化监测改造设计

在分析危岩体过后,也要分析堆积体,要了解GNSS自动化监测改造过程,设计提出具体技术问题,如此可以了解缓坡平台中层状变为岩体的变化,思考其中的稳

定性变化,保证所堆积体的整体稳定性水平有效提高。在这一过程中,也需要结合物质组成粒径较小问题来分析堆积体结构松散情况,提高自稳定性水平。如果产生滑塌变形现象,则需要结合水库蓄水过程来分析堆积体中水浸泡变化。总体来讲,要结合多个区域对水电站边坡滑坡展开分析,要结合剪出口正常蓄水位变化来分析,思考其中的滑坡规模庞大,同时基于诸多机制内容来分析滑坡放量变大情况。如果发生一旦失稳问题,则需要思考堵塞河床所造成的后果。在某种程度上,它会影响交通通行以及水库行洪安全,在分析水电站实际生产运行过程中,也需要思考边坡滑坡变化情况,结合电站水工建筑物的安全管理水平。要结合整体变形兼顾对象,也需要结合滑坡中间部位选择来建立监测断面观察分析机制。要结合整体兼顾监测断面,了解裂缝各布置测点,分析堆积体外部情况来更多布置基准点,确保基准点测量到位,结合堆积体分布位置来做好测量作业工作。

## 3 水电站边坡 GNSS 自动化监测系统的技术方案

就水电站高危边坡分析GNSS自动化监测系统过程中,也需要结合诸多技术内容来形成技术应用机制,提出具体的技术方案。在改造系统过后,也需要深入分析GNSS自动化监测系统来分析提出诸多技术方案,结合GNSS站点建立服务器网口通信软件,基于多个方面来分析水电站高危边坡的GNSS自动化监测系统建设机制,思考其中的技术方案优化过程。在监控中心,设置服务器过程中,也需要安装GNSS GeoMos软件,确保设备管理功能自动化优化,结合数据对水电站边坡安全监测平台进行分析,并将数据展示在网络上。为此,下文主要分析3点问题。

### 3.1 专业监测数据解算软件

首先就要分析GNSS自动化监测系统中的专业监测数据解算软件,它主要采用24h实时在线工作方式来明确监测系统内容,优化监测工作对象,主要对现场基准点以及测点对户外工作以及中心管理内容进行分析,确保现场户外中所有基准点以及测点分析到位,主要通过卫星信号来实时采集大量数据,保证专业监测数据解算软件正常稳定运行。结合无线专用通信来分析解算软件运行状况,结合边坡关键数据的转换、解算以及处理来对数据安全监测信息进行管理,结合集中统一管理来综合分析诸多数据<sup>[7]</sup>。要结合诸多技术过程来分析安全监测信息管理系统,保证系统层面优化数据到位。在解算软件中,能够保证系统中的水平位移测量精度,将这一精度控制 $\leq 3.0\text{mm}$ ,同时位移测量精度控制在 $\leq 3.5\text{mm}$ ,结合危岩体、堆积体外观变形情况来提出具体监测工作要

求,优化技术应用要点。

### 3.2 专业监测数据分析软件

在专业监测数据分析软件应用过程中,要结合软件改造来分析其中的空间数据内容,保证坐标转换以及分析处理软件优化应用到位,建立系统接收信号。在采用GNSS监测系统来采用以太网星形结构,确保监测点采用无线通信方式,满足供电太阳能供电机制建设到位<sup>[8]</sup>。在这一过程中,也需要在水电站边坡建立危岩体顶部,同时新增测站,保证监测仪器正确纳入到自动化系统之中。在分析危岩体顶部与坝体之间高差较大情况时,也需要控制架设交流电线路,其在危岩体顶部难度较大问题,它容易造成感应雷破坏情况。在运用监测分析软件过程中,也需要结合GNSS监测系统分析室外防雷接地变化情况,结合多方面设计内容确保系统直接利用枢纽工程中的防雷接地设施优化,同时满足GNSS监测系统直击雷保护应用技术要求,在这其中的接地电阻应该 $< 10\Omega$ 。在软件中,也需要结合不同测点展开分析,单独设置接地网。要结合避雷针针尖高度来分析GNSS监测系统应用情况,要将其系统天线高度控制2.5m以上。除此之外,软件中也要求接地网采用角钢和扁铁制作,地基埋地深度大于1m,引下线应采取必要的防腐和绝缘措施,并且距离GNSS监测系统设备和电缆30cm以上。同时,避雷针基座成网形布置,并与接地网焊接。

### 3.3 产品选型服务保障工作

最后,在GNSS自动化监测系统产品选型服务保障工作中,也需要结合GNSS监测系统在水电站边坡滑坡中的实际应用成果来展开分析,思考其在堆积体以及危岩体中的应用结果,取得理想化工作应用结果。如此可以实现对软件产品的有效监控,结合全自动监测工作分析其中的人工干预情况,确保采集计算过程都能实现全自动化操作。在确保数据100%真实呈现方面,则需要分析检查系统中的黑盒子程序,避免发生任何人工修改可能性发生。要结合计算全过程来分析产品选型服务保障结果,确保最终结果真实、可靠而且可信。从某种程度来

讲,也需要结合数据精度高于传统监测方法精度,确保做好对标监测工作,将精度控制在 $\pm 3\text{mm}$ 。与此同时,也需要结合数据缺失率分析其损失率应该控制在0.1%以内,同时高出规范要求3%即可。从某种程度来讲,也需要确保GNSS自动化监测软件中诸多数据内容与软件产品保障优化到位,实现对数据的集成化管理,从而降低监测技术人员的人身安全风险发生可能性。

### 结语

综上所述,本文中分析了水电站边坡滑坡中的GNSS自动化监测系统技术应用,它主要基于选型、购置以及施工全过程来追求创新管理优化。要结合诸多技术内容来分析GNSS自动化监测系统自动化技术应用水平。所以,本文认为GNSS自动化监测系统切实降低了水电站边坡的人工巡查监测工作过程安全风险水平,同时也为同类水电站做好安全监测工作提供了有价值参考。

### 参考文献

- [1]麻国,杨先艾,李太清.GNSS监测系统在水电站高边坡安全监测中的应用[J].红水河,2022,41(4):64-67.
- [2]阮焕江.北斗GNSS在宋农水电站的应用[J].黄河水利职业技术学院学报,2021,33(4):27-30.
- [3]崔鹏飞.GNSS及测量机器人在水电站安全监测中的应用[J].能源科技,2020,18(2):67-71.
- [4]张安富,李铮.GNSS变形监测预警系统在龙江水电站中的应用[J].水利建设与管理,2018,38(10):53-57.
- [5]靳玮涛.拉西瓦水电站GNSS滑坡变形监测系统方案设计[J].建筑与装饰,2018(17):36.
- [6]毛鹏,王飞,王敏吉,等.乌江流域构思沙水电站大坝安全监测自动化系统建设[J].云南水力发电,2023,39(4):211-214.
- [7]长江科学院承担的溪洛渡水电站安全监测自动化系统通过实用化验收[J].长江科学院院报,2022,39(8):16.
- [8]姜彦作,邓荣欢,李运良.索风营水电站安全监测自动化系统更新改造[J].陕西水利,2021(4):144-146,150.