

# 基于 WEBGIS 技术的地质滑坡测量 实时监测系统设计

陈 荣<sup>1,2</sup>

(1. 厦门城市职业学院 城市建设与管理系, 福建 厦门 361008;

2. 武汉大学 资源与环境科学学院, 武汉 430072)

**摘要:** 传统地质滑坡测量实时监测系统滑坡位移差异率大, 监测消耗时间长; 基于 WEBGIS 技术设计一种新的地质滑坡测量实时监测系统, 利用功能性存储器实现数据存储, 选取 KP24 传输器构建传输模块, 将监控元件与预警信号元件结合到一起, 实现数据监控硬件设计; 通过 WEBGIS 技术匹配相应的内部操作检验数据, 降低内部滑坡数据的冗余度, 并通过 WEBGIS 模式将不同区域的地质条件集中反映在地图模块中, 检验属性数据库中的数据信息, 执行数据库改造指令, 完成软件设计; 与传统地质滑坡测量实时监测系统进行实验对比, 结果表明, 基于 WEBGIS 技术的地质滑坡测量实时监测系统系统滑坡位移差异率较小, 监测消耗时间大幅缩短, 实际应用效果更强。

**关键词:** WEBGIS 技术; 地质滑坡; 滑坡测量; 实时监测; 监测系统

## Design of Real-time Monitoring System for Geological Landslide Measurement Based on WEBGIS Technology

Chen Rong<sup>1,2</sup>

(1. Department of Urban Construction and Management, Xiamen City University, Xiamen 361008, China;

2. School of Resource and Environmental Sciences, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

**Abstract:** The traditional real-time monitoring system for geological landslide measurement has large difference rate of landslide displacement and long monitoring time. Based on WebGIS technology, a new real-time monitoring system for geological landslide measurement is designed. The data storage is realized by using functional memory. Kp24 transmitter is selected to construct the transmission module. The monitoring element and warning signal element are combined together to realize the hardware design of data monitoring. Through WebGIS technology to match the corresponding internal operation inspection data, reduce the redundancy of internal landslide data, and through WebGIS mode to reflect the geological conditions of different areas in the map module, check the data information in the attribute database, execute the database transformation instructions, and complete the software design. Compared with the traditional real-time monitoring system of landslide measurement, the results show that the difference rate of landslide displacement of the real-time monitoring system based on WebGIS technology is smaller, the monitoring time is greatly shortened, and the practical application effect is stronger.

**Keywords:** WEBGIS technology; geological landslide; landslide measurement; real-time monitoring; monitoring system

## 0 引言

地质滑坡监测技术作为地理信息查找的一部分, 被逐渐重视起来。滑坡监测利用专门的监测机器对该地质区域的地质现象进行勘察, 根据滑坡的滑动角度及地面的形变程度推断滑坡的稳定性, 便于在发生异常现象时进行安全维护操作。针对地质滑坡监测中产生的滑坡数据收集缺失问题, 不少研究学者强化地质监测手段, 对地质滑坡现象进行完善处理<sup>[1-3]</sup>。

目前的地质滑坡测量实时监测系统设计借用不同的监测软件对地质信息进行集中性研究, 并不断通过对地质信

息的数据匹配检验地质滑坡产生的可能性及发生位置。传统基于 WSN 的地质滑坡测量实时监测系统利用 WSN 技术组建 ZigBee 网络, 通过不同的监测模式检验监测系统的操作合理性, 由此获取效果良好的监测数据。基于 LPC2103 的地质滑坡测量实时监测系统设计选取内嵌式芯片 LPC2103 对主控器进行系统控制, 并随时调节数据参数状态, 确保监测环境的安全稳定, 同时匹配内部传输系统, 将数据完整传输至监测中心, 取得系统所需结果数据<sup>[4-5]</sup>。上述研究虽在一定程度上提升了监测的性能, 但由于其对于地质信息勘测的力度依旧无法达到操作需求, 导致其最终获取的地质位移数据精准度较差, 监测耗费时间较长。为此, 针对上述问题, 本文提出一种新式基于 WEBGIS 技术的地质滑坡测量实时监测系统设计对以上问题进行分析与解决。

本文系统设计优化硬件系统与软件系统间的结构关系,

收稿日期:2020-07-10; 修回日期:2020-07-28。

作者简介:陈 荣(1981-),女,湖北宜城人,硕士,讲师,主要从事工程测量方向的研究。

调整数据传输状态，建立完善的监测模块，具有良好的监测性能，地质数据勘测准确。

### 1 基于 WEBGIS 技术的地质滑坡测量实时监测系统硬件设计

WEBGIS 技术作为网络技术与地理信息传感技术的结合，能够在网络连接的基础上查找地理信息，具备更强的信息查找性能，利于对地质信息的勘察研究。本文利用 WEBGIS 技术对地质滑坡现象进行测量与实时监测，构建监测系统。在监测系统构建的同时匹配 WEBGIS 收集的地质信息数据，检验地质信息中滑坡现象产生的位置及条件<sup>[6-8]</sup>。

本文的系统设计分为硬件设计与软件设计两部分，在系统硬件设计中根据不同监测板块设置硬件操作模块。

利用功能性存储器对采集的地质信息进行数据存储，并连接 I/O 接口，转化内部接头，该存储器的可控范围在系统监控的范围内，能够及时反映地质周边环境情况，调取完整的环境信息。并构建存储器内部电路图如图 1 所示。

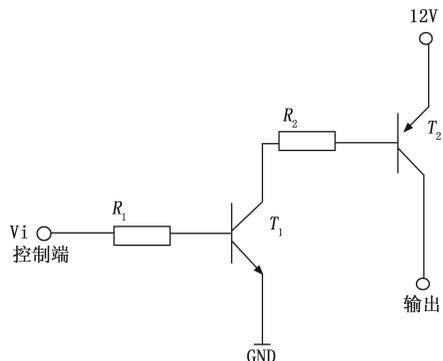


图 1 存储器内部电路图

存储器的工作温度在 -40℃ 至 30℃ 之间，同时连接不同的内部转化器接口，随时匹配空间数据。在将收集的数据存储后，内部释放信息管理信号，将存储的数据全部集中于统一的操作区间内，防止存储数据的外泄，保证其操作完整度。可自主转换存储器接头的接口模式，随时连接信号接收能力更强的外部系统，更新辅助存储功能信息，在标准存储的基础上将空间内存储的数据信息传送至传输器中，等待传输处理<sup>[9-10]</sup>。

设置数据传输模块，选取 KP24 传输器，将传输器的接触端与存储器的传出端相连接，确保数据录入的完整性。并在接口数据转化成功后简化内部传输结构，拓展传输通道，添加辅助装置加大传输数据间的距离，避免数据间的接连状况。按照中心传输模式传导传输器内部的数据，在两端连接口同时处于开合状态的情况下对传输通道内部的数据进行清理，扫除与操作不相符的数据信息<sup>[11]</sup>。时刻检验传输通道内部的数据传输状况，将传输器的监控元件与预警信号元件相结合，在产生异常滑坡现象时，预警系统自动报警，构建预警系统报警示意图如图 2 所示。

在得到报警信号后，监测元件自动启动监测模式，进

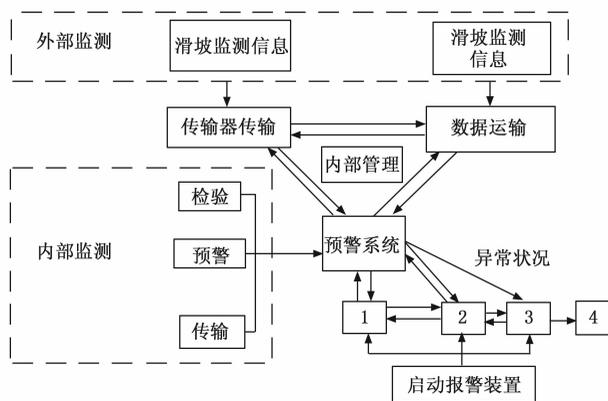


图 2 预警系统报警示意图

行高强度的滑坡状态监测，经过上述操作后，达到监测系统硬件设计的目的。

### 2 基于 WEBGIS 技术的地质滑坡测量实时监测系统软件设计

本文软件设计中注重对用户的分析及数据库的构建，选用 WEBGIS 技术中通用网关接口开发技术将用户信息导入数据监测系统中，并匹配相应的内部操作检验数据。在保证滑坡数据的完整收集的前提下进行体系监测与管控操作。降低内部滑坡数据的冗余度，同时结合与网络连接性较强的中心调配系统追踪滑坡的位移与方向<sup>[12]</sup>。利用 WEBGIS 模式将不同区域的地质条件集中反映在地图模块中，实现不同区域的相同用户操作，构建地质条件收集图如图 3 所示。

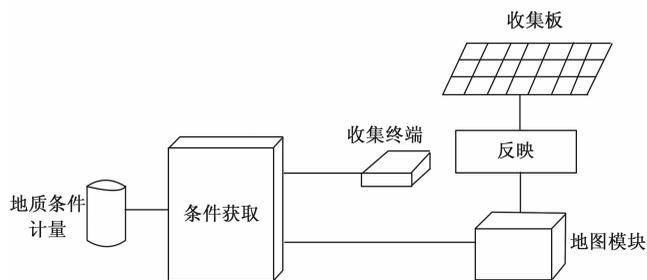


图 3 地质条件收集图

及时更新地质状态，加大对地质动态变化的研究力度。并调配地质动向数据，综合网关系统信息与连网操作信息改造软件操作界面。添加空间数据查询功能，按照网络操作平台结构构建地质信息监管空间，并设置构建公式如下：

$$Z = \frac{n!}{r!(n-r)!} + \frac{1}{2} \tag{1}$$

式中，Z 表示为信息监管空间参数，n 为未知地质信息数据，r 为内部查询功能查询准确率系数。在经过上述操作后，转化此时的滑坡信息状态，将滑坡信息录入软件监测处理系统中等待软件数据库调整操作<sup>[13-14]</sup>。进行如下步骤的数据库改造操作：

- 1) 将滑坡监测数据库划分为图像显示数据库与属性数

数据库，构建滑坡坡体三维模型图，并时刻监测滑坡坡体的变化情况，将这些数据收集至图像显示数据库中，并匹配此些数据的数据模式，经过图像化描述将此些地质滑坡信息的地质环境及滑坡地点录入监测数据库中等待数据处理，构建滑坡数据库处理图如图 4 所示。

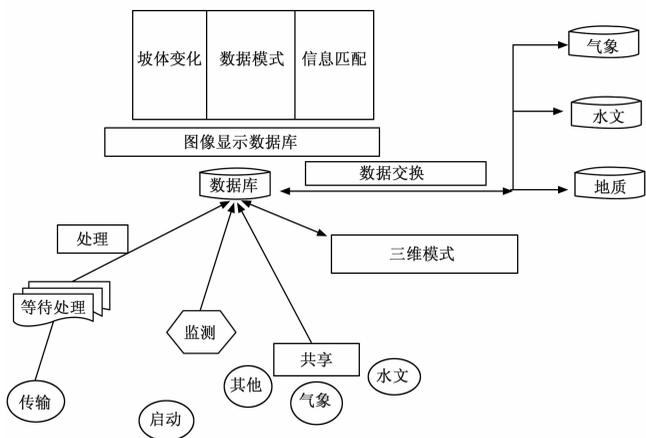


图 4 滑坡数据库处理图

2) 在完善图像显示数据库操作的同时，加强对属性数据库的管理力度，检验属性数据库中的数据信息，构建检验方程式如下：

$$N = \sqrt{c^2 + k^2} \cdot \frac{1}{p} \quad (2)$$

式中， $N$  表示为检验参数数据， $c$  表示为内部数据库操作参数， $k$  表示为管理力度指数， $p$  表示为中心空间监控信息数据。由此，获取属性数据库检验后的数据信息。推动检验数据的融合，并控制不同属性检验空间的参数整合程度，将地质滑坡数据信息的属性全部传输至属性检验通道中，利用通道中的监控装置调整经过传输的滑坡数据性质<sup>[15]</sup>。

3) 执行数据库改造指令，同时加强对数据数据库的管理力度，及时调整数据库的信息存储位置，并按照中心存储结构将存储的数据转移至内部数据库空间中，设置转移公式如下所示：

$$J = \sum_{j=1}^i (s_j + l) \cdot a \quad (3)$$

将存储数据  $s$  集中传输至信息存储位置系数  $l$  中，并时刻调控数据库空间因素  $j$  的信息含量，按照转移规则  $a$  将收集的数据转移至内部数据库空间，得到转移数据  $J$ 。检验此刻的信息结构，对滑坡数据进行检验诊断，转变滑坡数据结构存储方式，获取最终的滑坡数据，设置滑坡数据转移结构图如图 5 所示。

在实现数据库设计后，将软件程序中的管理空间数据全部转移至外部通道中。利用滑坡数据的自主流动性扩充流通通道空间范围。选取监测范围设定参数，利用监测算法对监测数据的基础信息进行计算，添加结构简化装置，减少不必要的操作浪费，实现对系统软件的设计操作。

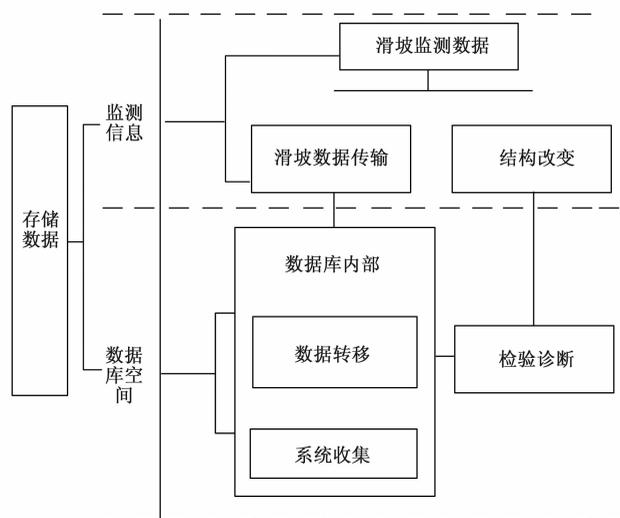


图 5 滑坡数据转移结构图

### 3 实验结果与分析

构建对比实验对本文系统设计的监测性能进行检验，以基于 WSN 的地质滑坡测量实时监测系统及基于 LPC2103 的地质滑坡测量实时监测系统作为实验对比方法，分析在相同条件下，本文系统的监测性能与传统系统监测性能间的对比情况。

实验环境选取信号良好的网络数据检验平台，在实验过程中注重对信号信息的收取调整，确保数据信号的接收完整性。按照网络平台的数据传输规则，将收集的数据全部集中于相同的操作区域内等待后续实验操作，设置实验参数表如表 1 所示。

表 1 实验参数表 1

项目	参数
服务器体系结构层次	2
子系统	C/S 系统
电路组网	SDH 电路组网
网络通信协议	TCP/IP

按照设置的实验参数进行实验研究，并规范数据的存储形式，将处于同一区域的数据存储于相同的数据集合中，匹配地图服务信息平台，将地质信息完整的反映在平台系统中，进行如下的实验操作：

1) 利用 ArcGIS 管理地图服务平台信息，同时将反映出的地质数据与操作数据相匹配，并进行数据检验管理。及时检测与实验研究操作不相符的数据信息，划分操作区域，将所有的待监测数据传输至管理空间中等待实验研究处理。对地图信息做出及时的放大、缩小、平移处理，时刻保持平台信息的更新状态，构建监测数据 E-R 图如图 6 所示。

2) 在获取地质信息后，提取地质信息的周边区域数据，选用解析软件对该区域数据进行解析处理。在解析结

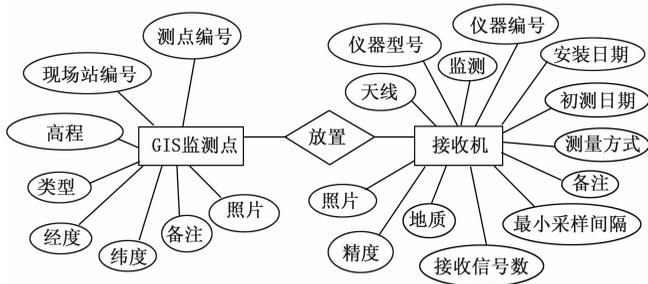


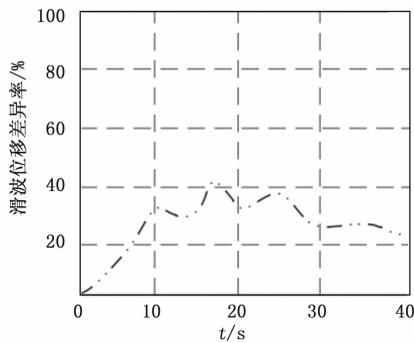
图 6 监测数据 E-R 图

果中标记与滑坡信息相关性较强的数据信息，同时管理此些数据信息的传输通道位置，时刻检验通道中数据的状态，控制数据处于系统实验的可操作范围内。转变此时的监测系统模式，将监测系统全部调节至同一操作频道中，监管操作频道的信号接收类别。

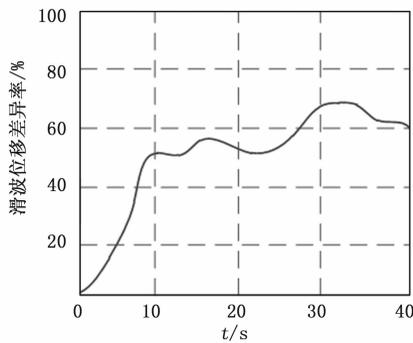
3) 将接收的信号按照信号强弱的高低顺序排列，清除尾部信号较弱的信号数据，保留信号较强的数据，进而避免无关数据对实验操作的影响。调整此时的操作信息，将操作信息规整至统一的监测通道中，并传输通道中的数据，获取所需的监测数据。

在完成上述实验研究操作后，将获取的数据结果进行比较，得到的实验对比图如图 7 所示。

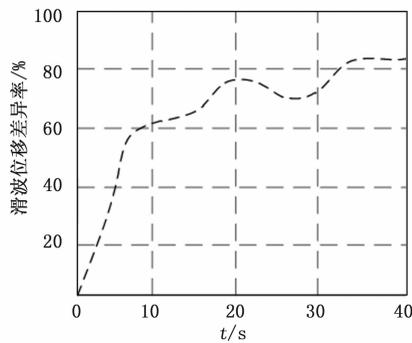
在图 7 中，本文系统的滑坡位移差异率小于其他两种传统系统，基于 WSN 的地质滑坡测量实时监测系统设计的滑坡位移差异率较小，基于 LPC2103 的地质滑坡测量实时监测系统设计滑坡位移差异率较大。基于 WSN 的地质滑坡测量实时监测系统设计构建了缜密的网络结构，集中加强对地质滑坡数据的获取，具有较高的滑坡数据精确率，其滑坡位移差异率较小。而基于 LPC2103 的地质滑坡测量实时监测系统设计虽调整了其对于地质数据的收集方式，但收集力度依旧较小，无法达到系统操作标准，造成其获取的地质数据准确性不高，滑坡位移差异率较大。本文系统设计在操作的过程中注重对外部参数的选择，同时加强内部的信息管理，数据的收集力度较大，因此能够获取精度度较强的滑坡数据，掌控内部信息，使得最终获取的滑坡位移差异率较小。



(a) 本文系统



(b) 基于 WSN 的地质滑坡测量实时监测系统



(c) 基于 LPC2103 的地质滑坡测量实时监测系统

图 7 滑坡位移差异率对比图

为更好的检验监测系统的监测性能，构建二次实验进行性能判断，设置相应的实验参数表如表 2 所示。

表 2 实验参数表 2

项目	参数
平台	WEBGIS
传输信道	GPRS 传输信道
服务地图	GIS 地图
数据库	Access 数据库

在表 2 中，结合了不同的实验信息，将地质数据完整的划分至同一操作空间中，避免外来因素的入侵，保证实验操作的真实可靠性。在检验地质信息的基础上调配内部监控装置，监视地质的动态变化情况，并随变化状况做出信息数据调整操作。在相同的实验条件下对比不同系统监测所耗费的时间，构建监测消耗时间对比图如图 8 所示。

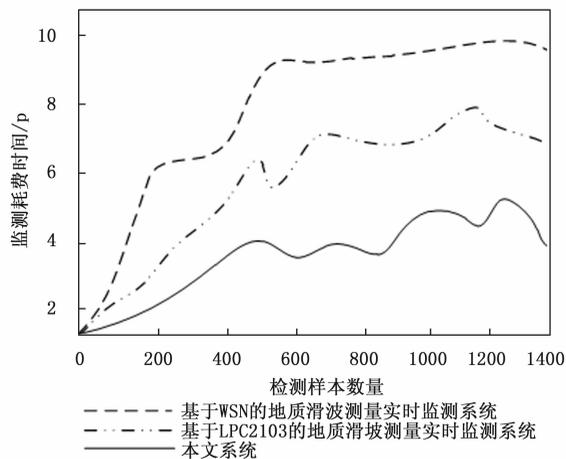


图 8 监测消耗时间对比图

根据图 8 可以分析出，基于 WSN 的地质滑坡测量实时监测系统的监测消耗时间较长，基于 LPC2103 的地质滑坡测量实时监测系统较短，本文基于 WEBGIS 技术的地质滑坡测量实时监测系统的监测消耗时间均短于其他两种传统系统。造成此种差异的主要原因在于本文系统构建了算法调节模块，对初始监测算法进行整合，并归类相同的算法信