

基于 GIS 的震裂坡地降雨量监测预警系统设计

谢启杰¹, 魏伟锐¹, 陈春丽^{2,3}, 李智成³

(1. 福建省晋江市气象局, 福建 晋江 362200; 2. 南京信息工程大学 环境科学与工程学院, 南京 210044;

3. 福建省泉州市气象局, 福建 泉州 362000)

摘要: 为了解决在汛期阶段, 由过量降雨引发的震裂带山体崩塌问题, 设计一种基于 GIS 的震裂坡地降雨量监测预警系统; 按照 GIS 平台的开发标准, 连接 WebApp 构件与其它硬件模块设备, 完成震裂坡地降雨量监测预警系统的概要设计; 在此基础上, 根据震裂坡地质环境条件、气象水文特征和其它性能统计结果, 完成监测预警系统的主要需求分析; 再通过分析监测预警系统组成与 GIS 体系结构的方式, 处理常规 GIS 体系的巡检操作功能, 实现震裂坡地降雨量监测预警系统的顺利应用; 实用测试结果表明, 应用监测预警系统后, 震裂坡地降雨量空间插值的最大数据结果不超过 $4.0 \times 10^{17} T$, 降雨区域的危险性等级也出现明显下降, 汛期过程中存在的震裂带山体崩塌行为得起有效控制。

关键词: 震裂坡地; 降雨量; 监测预警; GIS 平台; WebApp 构件; 地质环境; 气象水文; 巡检操作

Design of Rainfall Monitoring and Warning System Based on GIS

Xie Qijie¹, Wei Weirui¹, Chen Chunli^{2,3}, Li Zhicheng³

(1. Jinjiang Meteorological Bureau of Fujian, Jinjiang 362200, China;

2. School of Environmental Science and Engineering, Nanjing University of Information Science and Technology,

Nanjing 210044, China; 3. Quanzhou Meteorological Bureau of Fujian, Quanzhou 362000, China)

Abstract: In order to solve the problem of mountain collapse caused by excessive rainfall during flood season, a GIS based rainfall monitoring and warning system for earthquake cracked slope was designed. According to the development standard of GIS platform, WebApp components and other hardware module equipment were connected to complete the summary design of rainfall monitoring and warning system of seismic crack slope. On this basis, according to the geological environment conditions, meteorological and hydrological characteristics and other statistical results, the main requirements of the monitoring and warning system are analyzed. By analyzing the composition of the monitoring and warning system and the structure of the GIS system, the routine GIS system is processed to realize the smooth application of the rainfall monitoring and warning system on the cracked slope. The practical test results show that after the application of the monitoring and early warning system, the maximum data of spatial interpolation of rainfall in the cracked slope is no more than $4.0 \times 10^{17} T$, and the risk level of the rainfall area is also significantly reduced. The collapse behavior of the mountain in the cracked zone during the flood season should be effectively controlled.

Keywords: seismic crack slope; rainfall; monitoring and early warning; GIS platform; WebApp component; geological environment; meteorological hydrology; inspection operation

0 引言

GIS 又叫“地理信息系统”或“地学信息系统”, 是一种只在特定环境下, 发挥指向定义功能的空型信息系统。在软、硬件计算机结构的支持下, GIS 系统可采集整个地球表层空间中的所有地理分布数据, 并通过后期的存储、分析、运算、管理、显示与描述处理, 将这些数据整合成分散的技术型应用信息。LBS 作为 GIS 系统的核心元件, 可按照地理信息中各类位置数据所属类型结构, 处理经纬度坐标及一系列环境参量条件^[1]。在震裂坡地及其它特定状态环境中, 单纯的经纬度坐标只能表示一个独立的地点或方位, 但在不发生其它特殊标志处理的情况下, 定位系统

中的用户很难直接认识这些位置节点。因此, 在降雨量超过额定限度标准的汛期阶段, 震裂带及一些地质密集区域极易出现明显的山体崩塌行为。

为避免上述情况的发生, 引入 WebApp 构件等一系列硬件设备元件, 在确保震裂坡地质环境、气象水文特征条件不发生改变的前提下, 统计 GIS 体系的组成结构及巡检操作功能, 再联合具体的应用性能统计结果, 设计一种基于 GIS 的震裂坡地降雨量监测预警系统。在实际测试环境中, 统一约束应用标准, 通过数值分层记录的方式, 确定该新型监测预警系统的实际应用价值。

1 震裂坡地降雨量监测预警系统概要设计

震裂坡地降雨量监测预警系统包含 GIS 平台、WebApp 构件等多个硬件开发模块, 其具体搭建方法可按如下步骤进行。

1.1 GIS 平台开发

GIS 平台可实现对震裂坡地质信息及降雨量数据的规划

收稿日期: 2019-10-28; 修回日期: 2019-11-20。

基金项目: 泉州市科学技术局基金项目(2018Z039)。

作者简介: 谢启杰(1981-), 男, 福建宁德古田人, 高级工程师, 主要从事计算机科学与技术方向的研究。

与管理, 可在指定地质灾害节点的情况下, 独立统计某一固定位置出现山体崩塌行为的可能性, 并将其作为后续构件与硬件设备结构的基本连接依据。完整的 GIS 平台结构包含 GIS 浏览器、降雨监测终端、系统客户三类起始开发元件。其中, GIS 浏览器可按照震裂坡地所处的地形条件, 检测周围环境中可能引起降雨量增加的物理因素, 并将这些检测信息整合成独立的记录数据包, 借助传入信道输送至系统的各级硬件消耗单元。降雨监测终端是统计系统应用环境中总降雨量数量信息的物理元件, 可跟随外界水文特征条件的改变, 而选择接入系统终端设备的具体数量, 进而使整个硬件执行环境逐渐趋于稳定。系统客户由大量监测预警节点组成, 可根据现有降水量的数值结果, 控制 WebApp 构件中可参与系统执行信息的固定流量宽度条件。GIS 网络是 GIS 平台的核心处理组织, 向下附属了 WebApp 构件、预测模块与预警模块, 可根据 GIS 主机中震裂坡地降雨量参数的变化情况, 转变网络主体所面临的选择性接入现状, 进而达到控制区域性降雨量空间插值的目的。

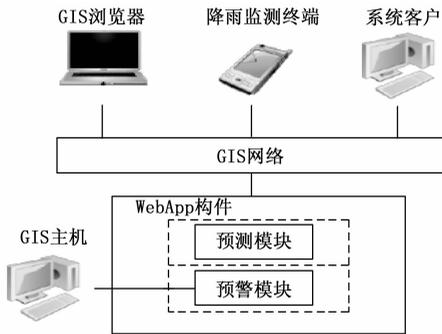


图 1 震裂坡地降雨量监测预警系统 GIS 平台结构

1.2 WebApp 构件

WebApp 构件是 GIS 平台中最大的附属性元件结构, 以 WTN6040 芯片和 CDMA 芯片作为核心搭建设备。WTN6040 芯片完全符合 WebApp 构件的 Clemens 建连方式, 是一个具有独立部署能力的第三方合成性单元式结构。在芯片内任意硬件执行设备未达到额定执行功率的情况下, 该项设备结构都能保持长时间的稳定运行状态^[2]。标准的 WTN6040 芯片由一个 WTN6040 核心执行器、多个接入管脚、一个预警电阻和多个实控连接杆组成。其中, 接入管脚始终附着在 WTN6040 核心执行器的外侧, 可跟随 WebApp 构件接入行为的改变, 而自主选择与核心监测预警模块间的连接状态, 并驱使暂存于传输通道内的降雨量信息快速转存至单独的数据库结构中。预警电阻是一个可自行改变接入阻值的滑动变阻设备, 当阻值无限接近原始变阻条件的二倍时, 系统中的流通电流量无限缩小, 而震裂坡地降雨量的预测精准性则得到稳定提升; 当阻值无限缩小直至等于原始变阻条件的二分之一时, 系统中的流通电流量无限增大, 但震裂坡地降雨量的预测精准性却出现异常波动。

CDMA 芯片是 WebApp 构件中另一个硬件调节设备,

由数据连接面板、监测处理结构、调节控制结构和一个定量接入节点组成。震裂坡地处于持续降雨的环境中时, 传输信道可承担 WTN6040 芯片与 CDMA 芯片间的物理连接请求, 通过接入节点将信息数据传输至数据连接面板中, 进而促使监测处理结构与调节控制结构, 同时由“闭合”状态转变为“连接”状态^[3]。监测处理结构与调节控制结构同时附属于 CDMA 芯片, 是数据连接面板中两个重要的物理执行结构, 随着系统内降雨量数据信息的不断累积, 接入节点承担的数据传输限度条件也随之增加, 为避免监测预警系统陷入不合理的执行状态, 这两类物理结构必须保持不间断的转化行为, 直至系统中不再产生与震裂坡地降雨量相关的数据信息参量。

1.3 系统模块设计

系统硬件执行模块主要包含降雨量监测、降雨量预警、数据传输促进三类物理结构。降雨量监测模块下端附属大量的监测接触探针, 可通过并列分连的方式与其它硬件设备保持连接状态, 并借助传输连接线, 将这些有关震裂坡地降雨量的数据信息传输至各级应用设备中。监测接触探针直接与数据处理单元相连, 可在获取降雨量监测信息的同时, 分析关联并发行为的触及可能性, 并将分析结果传输至监测调配器中。监测调配器是降雨量监测模块的核心控制设备, 下端包含一个监测指针, 可根据系统内预警指令的运输现状, 选择是否执行数据处理单元中的降雨量信息提取操作。

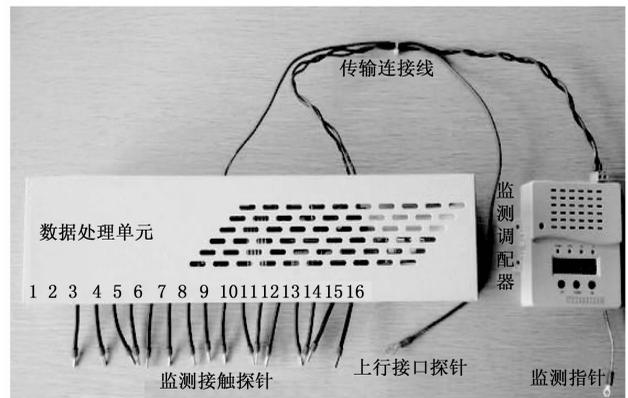


图 2 降雨量监测模块结构示意图

降雨量预警模块是一个完整的壳状体结构, 常规情况下位于监测模块的上端或下端, 借助监测指针与监测模块相连。壳状体下端由 6 个预警调节按钮、一个接入按钮、一个断开按钮组成。其中, 4 个预警调节按钮保持完整的行列排布状态, 负责在降雨量过大的情况下, 疏导系统内部的数据执行压力; 另外两个预警调节按钮分别位于接入/断开按钮的前端与后端, 可控制降雨量预警模块在系统中的连通接入状态^[4]。通常情况下, 完全占用表示额定预警状态; 部分占用表示单一性预警状态; 空白占用表示彻底不预警状态。为使系统保持良好的控制调节状态, 三类预警行为之间存在自由性切换的可能, 但只有独立预警行为才

能触发最真实的系统监测结果。

数据传输促进模块以 MSR-2021 DPRS DTU 设备作为核心搭建装置, 整个元件内部至包含一个完整的 DTU 芯片, 且其中配置大量的节点传感装置, 可深度感知震裂坡地降雨量的具体变化情况, 并根据信息参量在系统中的传输变化情况, 更改必要指令操作的执行设置行为。MSR-2021 DPRS DTU 设备表明包含一定数量的传输控制接口, 可连接大量的控制数据线, 在降雨量信息总量较为庞大时, 首尾接口中的数据线可被替换为接口探针, 并以此提升系统内部监测预警行为的应用准确度^[5]。MSR-2021 DPRS DTU 设备右下端由一个传输旋钮组成, 可按照降雨量预警模块、降雨量监测模块中数据信息的存储现状, 更改旋钮控制下传输导线中数据流的流量条件, 进而达到缓解控制接口数据传输压力的目的。

2 监测预警需求分析

在震裂坡地降雨量监测预警系统硬件设备的支持下, 按照地质环境条件、气象水文特征、其它性能统计的深入流程, 完成监测预警系统的应用需求分析。

2.1 震裂坡地质环境条件

震裂坡地质环境主要指自地表层下的坚硬壳体结构, 也就是岩石圈, 该类物理信息隶属于地球的演化行为产物, 可影响降雨量信息在监测预警系统中的基础应用处理结果。在震裂坡环境中, 岩石可跟随太阳能作用或降雨冲刷而出现一定程度的风化转变, 进而使已经固结的物质得到完全解放, 并以岩石小分子的形式参与到地质环境中去, 实现促进震裂坡地质循环传输速度的初衷。完整的震裂坡地质环境由岩石、水、浮土、大气等地球物质组成, 包含整个岩石圈及各类相关性风化产物。在汛期过程中, 震裂坡地需要依靠周围地质条件, 才能保证生物体生命活动的正常进行, 故随着降雨时间的不断增加, 震裂坡地内的结构特征及物化成分也会发生改变, 即降雨量监测模块中的记录结果可能偏离原始限定条件。地质环境可为震裂坡内的所有生物提供栖息场所及活动空间, 而适当的降雨则会为这些生命体提供充足的空气、水分和微量营养元素。由于震裂坡地理分化条件的不同, 整个坡体地质会出现明显的区域性差异, 这也是导致降雨量存在偏差分布的主要原因。综上, 震裂坡地降雨量监测与预警处理必须建立在良好地质环境条件的基础上, 即一切 GIS 体系行为都应该得到震裂坡地质环境条件的支持。

2.2 气象与水文特征

气象与水文特征是监测预警系统中的重要记录信息, 可影响数据传输促进模块在 GIS 体系中的接入状态, 进而达到控制系统降雨量预警行为的目的。总的来说, 流通于系统中的气象与水文特征属于一种保持促进属性的连接性信息协议, 能够分别建立 WebApp 构件与降雨量监测模块、WebApp 构件与降雨量预警模块间的传输途径, 从而使监测接触探针以部分重叠的状态接入预警模块中的调节接口, 提升系统预警装置对于降雨量信息的监测敏感程度, 达到

频繁预警的目的^[6-7]。当系统中流通的气象与水文特征信息不足以支撑模块的监测预警行为时, 降雨量监测模块、降雨量预警模块会自发加速对震裂坡地降雨量信息的收集速率, 并适当缩减 MSR-2021 DPRS DTU 设备传输旋钮的接入深度, 从而提升数据传输促进模块的传导能力。

2.3 其它性能统计

震裂坡地降雨量监测预警系统的其它性能统计主要针对操作软、硬件结构进行, 包括安全性能提升、可靠性整合、异常错误处理、适应性调节等多个应用环节, 对增强系统对于降雨量信息的预警敏感程度具有极强促进作用^[8]。从执行性角度来看, 针对于震裂坡地降雨量监测预警系统软件的性能统计主要应包含如下几方面:

- 1) GIS 网络必须时刻保持畅通, 与震裂坡地降雨量相关的数据信息需保持高频率的传输强度;
- 2) 系统内的监测模块与预警模块需要保持良好的稳定属性, 以促进降雨量信息的可靠性传输;
- 3) 系统客户应该与核心主机保持友好的交互关系;
- 4) GIS 体系内部的震裂坡地降雨量信息, 只能从 WebApp 构件传输至其它系统硬件执行模块, 不能因导入或导出行为的存在, 而允许反向传输操作的存在。

针对震裂坡地降雨量监测预警系统硬件的性能统计, 则可以依照表 1 所示参数执行。

表 1 监测预警系统硬件性能统计标准

| 硬件结构 | 1 | 2 | 3 |
|--------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 操作系统 | Windows Server 2010 | Windows Server 2013 | Windows Server 2015 |
| 基础平台 | .NET Framework 4.0 | .NET Framework 4.5 | .NET Framework 4.7 |
| 预警开发工具 | C#.Net | ASP.NET | JSP.NET |
| 数据结构类型 | Framework 3.2 | Framework 3.3 | Framework 3.6 |
| 业务监测形式 | 数据预警管理 | 数据预警管理 | 数据预警管理 |

3 GIS 关键技术研究

根据相关硬件模块的应用需求标准, 分析系统内部组成条件及 GIS 体系的巡检操作功能, 完成震裂坡地降雨量监测预警系统设计。GIS 关键技术的难点在于初步预警单元的“列”状集群的模块结构是否兼容与合理, 这决定着其内部的节点组织能否保持兼发性连接触连状态, 从而实现监测预警行为。

3.1 监测预警系统组成

在 GIS 体系的支持下, 震裂坡地降雨量监测预警系统由数据感知、信息传输、降雨信息预测、初步预警、预警处理五部分结构组成。从分级执行的层面来看, 所有系统操作结构均保持平行化分布状态, 且每条结构组织最多只能被两类操作结构占用。位于最上层的数据感知组织中仅包含与震裂坡地降雨量相关的数据参量, 能够按照 GIS 平

台内, WebApp 构件的接入形式, 而自主控制系统内监测预警指令的传输速率。信息传输组织位于数据感知组织的下级, 由数据节点和连接节点组成, 这些物理节点保持“行”式集群分布状态, 可增强震裂坡地降雨量信息在 GIS 平台内的响应强度, 进而达到维持核心计算机监测预警行为的目的^[9]。初步预警单元和降雨信息预测单元处于同一操作结构层内部。其中, 初步预警单元包含三类“列”状集群的信息监测、数据传导和系统预警功能结构, 可调度系统 GIS 体系内降雨量信息的传输促进行为, 进而触发更为精准的监测预警行为模式。降雨信息预测单元包含数据获取和数据统计两类结构处理方式, 在 GIS 体系内部, 这两类节点组织既能同时传导震裂坡地降雨量数据信息, 又能保持兼发性连接触连状态, 因此处于末层的预警处理单元始终能够获取到足量的降雨量数据信息。预警处理单元由数据传导处理和用户预警两类物理节点组成, 能够感知系统内震裂坡地降雨量信息的转变状态, 并以此作为提醒各类设备结构实现监测预警行为的重要条件。



图 3 监测预警系统组成结构

3.2 GIS 体系结构与巡检操作功能

GIS 体系由监测预警中心、服务器、主体结构、基站及客户设备共同组成。其中巡检操作功能只发生在服务器与基站结构中, 当震裂坡地降雨量信息沿系统信道传输时, 预警中心会对 GIS 体系发出明确的调度指令, 此时服务器设备会由“断开”转变为“连接”状态, 基站也会随之接受来自监测预警中心的震裂坡地降雨量信息, 再通过各级 GIS 主体消耗这些数据参量, 在确保体系物理结构不发生改变的前提下, 将这些信息分散至客户设备中, 进而实现一次震裂坡地降雨量监测预警的巡检操作处理, 完成 GIS 体系结构的建立^[10]。

4 系统测试

利用 GIS 体系架构, 验证震裂坡地降雨量监测预警系统的实用性, 联合 FTP 主机, 模拟某震裂坡地区域在汛期过程中的降雨行为, 通过截取降雨量空间插值的方式, 确定降雨区域的危险性等级参数, 实现精准性的监测预警报

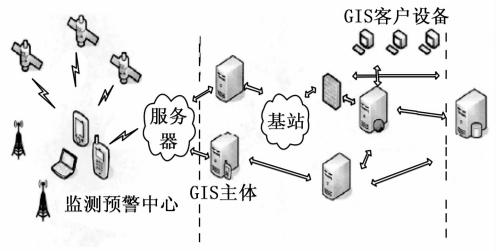


图 4 GIS 体系结构图

告, 解决由过量降雨引发的震裂带山体崩塌问题。

4.1 系统测试环境

选取如图 5 所示的震裂坡区域作为监测对象, 在汛期过程中, 多次记录该地区的降雨量信息, 再将实际监测装置放置在震裂坡区域内, 利用 FTP 主机模拟在此降雨强度下, 应用监测预警系统后, 实测装置所检测到的降雨量空间插值结果。

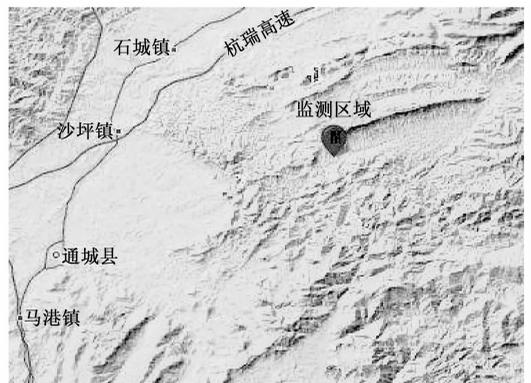


图 5 目标震裂坡区域

4.2 系统测试方法

在 FTP 主机中模拟震裂坡地的降雨量监测预警现状, 如图 6 所示, 分析经过 GIS 体系转接后, 由预警装置告警量不同而引发的降雨量空间插值转变情况。

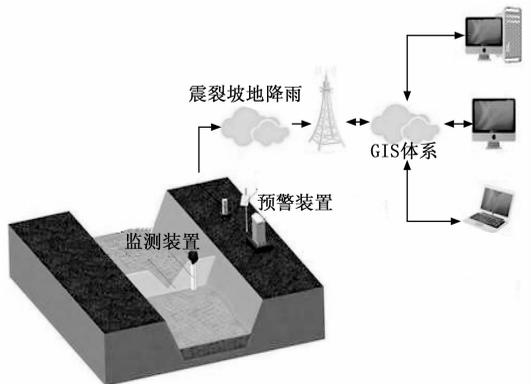


图 6 模拟实测图

4.3 实际测试用例

图 7 反应了应用震裂坡地降雨量监测预警系统前、后, 降雨量空间插值模拟结果及降雨区域危险性等级系数的变

化情况。



图 7 模拟检测图

图 7 中，“Y”代表应用震裂坡地降雨量监测预警系统后，数据结果的变化情况；“N”代表应用震裂坡地降雨量监测预警系统前，数据结果的变化情况。右侧柱状图表示降雨量空间插值模拟结果，左侧表格表示降雨区域危险性等级系数。随记录次数的增加，“Y”结果的数值水平始终低于“N”结果，最大值仅能维持在 $3.5 \times 10^{17} T$ 左右，而降雨区域危险性等级在出现小幅度增加后，稳定保持为 II 级（默认 V 级以下不会引发震裂带山体崩塌行为）。“N”指标的降雨区域危险性等级在检测初期就已经达到 III 级，检测中期更是达到 V 级，符合震裂带山体崩塌行为标准。综上所述可知，在汛期阶段，随着基于 GIS 震裂坡地降雨量监测预警系统的应用，由预警装置告警行为引发的降雨量空间插值转变趋势得到有效控制，在一定程度上降低了震裂带山体崩塌事件的发生几率。

5 结束语

随着 GIS 体系的不断完善，震裂坡降雨量监测预警系统中的 WebApp 构件得以稳定运行，各类硬件执行设备可在不出现交叉并行行为的前提下，促进降雨量监测数据的快速传输，进而使预警装置的告警准确性水平出现大幅提升。从预警需求分析的角度来看，地质环境条件、气象水文特征等信息的稳定输入，不仅稳固了信道内各类软、硬件指标协议的连接行为，也使监测模块在短时间内达到了额定执行速率，对控制由预警装置告警行为引发的降雨量空间插值转变具有极强促进作用。

参考文献:

[1] 陈国栋. 固态硬盘 I/O 性能抖动优化算法研究 [D]. 合肥: 安徽大学, 2019

[2] Kim Y, Oral S, Shipman G M, et al. Harmonia: A globally coordinated garbage collector for arrays of Solid - State Drives [A]. 2011 IEEE 27th Symposium on Mass Storage Systems and Technologies (MSST) [C]. 2011: 1 - 12.

[3] Singh H. 克服 3D NAND 规模化生产面临的挑战 [J]. 中国集成电路, 2018 (03): 54 - 56.

[4] 赛迪智库电子信息研究所. SK 海力士成功研发 128 层 4D NAND 闪存 [N]. 2019 - 09 - 23 (014).

[5] 佚名. 中国首款 64 层 3D NAND 闪存量产 [J]. 智能城市,

速传输，进而使预警装置的告警准确性水平出现大幅提升。从预警需求分析的角度来看，地质环境条件、气象水文特征等信息的稳定输入，不仅稳固了信道内各类软、硬件指标协议的连接行为，也使监测模块在短时间内达到了额定执行速率，对控制由预警装置告警行为引发的降雨量空间插值转变具有极强促进作用。

参考文献:

[1] 刘湘, 余晔. 基于 BitTorrent 协议的 GIS 多源通信系统的建立与实现 [J]. 电子设计工程, 2017, 25 (8): 139 - 142.

[2] 柯昌博, 黄志球. 基于模型驱动的 Web 应用服务系统开发理论框架 [J]. 小型微型计算机系统, 2018, 39 (10): 219 - 226.

[3] 张天骐, 杨凯, 赵亮, 等. 多径衰落信道下 MC - CDMA 信号扩频序列周期盲估计 [J]. 系统工程与电子技术, 2017, 39 (12): 2803 - 2809.

[4] 焦智, 檀朝彬, 孙介涛, 等. 基于北斗短报文的输油管道预警系统设计 [J]. 油气储运, 2017, 36 (7): 861 - 866.

[5] 胡艳华, 唐新来, 韦灵, 等. 基于分流优化选择的无线传感网数据传输算法 [J]. 计算机工程与设计, 2017, 38 (3): 595 - 600.

[6] 李兆隆, 吴艳梅, 李敏, 等. 基于互联网信报控制协议的灾情信息获取技术研究与应用 [J]. 地震研究, 2017, 40 (2): 311 - 316.

[7] 李未, 王楠, 李文秀. 物联网中一种基于无线射频识别和传感器节点的信息收集协议 [J]. 哈尔滨工程大学学报, 2019, 40 (3): 579 - 585.

[8] 黄永华, 陈忠灿, 汪彬, 等. 控制策略对贮箱热力排气系统性能的影响 [J]. 化工学报, 2017, 68 (12): 4702 - 4708.

[9] 张云, 崔晓伟, 笄腾飞, 等. 基于软件无线电的 GNSS 干扰和多径监测系统的设计 [J]. 电讯技术, 2017, 57 (3): 288 - 295.

[10] 娄书荣, 李伟, 秦文静. 面向城市地下空间规划的三维 GIS 集成技术研究 [J]. 地下空间与工程学报, 2018, 14 (1): 6 - 11.

[6] Wang S S W. 超越 96 层, 3D NAND 工艺存在哪些挑战? 记忆体层数堆叠的瓶颈与全新解决方案的机遇 [J]. 中国集成电路, 2019 (06): 64 - 66.

[7] 刘黛眉. 3D - Xpoint 相变存储器读写控制方案及外围电路设计 [D]. 武汉: 华中科技大学, 2019.

[8] 朱增昌. 闪存特性测试分析及渐进磨损均衡算法优化 [D]. 广州: 广东工业大学, 2019.

[9] 王晓雯. 基于 FPGA 的 Host - FTL 固态硬盘控制器的设计 [D]. 哈尔滨: 黑龙江大学, 2019.

[10] 赵雷. 块设备自动化测试系统的设计及优化 [D]. 北京: 中国科学院大学 (中国科学院工程管理与信息技术学院), 2017.

[11] Wu S Z, Bo M, Lin Y P, et al. Improving performance for flash - based storage systems through GC - Aware cache management [J]. IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems, 2017, 28 (10): 2852 - 2865.