

智能化防雷检测系统的设计与实现

周建华

浙江防雷安全检测有限公司温州分公司

DOI:10.12238/pe.v3i2.12412

[摘要] 为提高防雷检测的效率和准确性,从系统设计、硬件选型、软件开发及系统测试等多个方面入手,完成对智能化防雷检测系统设计和实现。通过集成物联网、大数据分析和云计算技术,该系统能够实时监测雷电活动,预警潜在风险,并对防雷设备进行在线监测和管理。研究表明,该系统能够准确预测和监测雷电活动,及时发出预警,并有效管理防雷设备,显著提升了防雷安全性和可靠性。由此可见,智能化防雷检测系统的应用具有重要现实意义,值得在相关领域广泛推广。

[关键词] 智能化; 防雷检测; 系统设计; 功能实现

中图分类号: N945.23 **文献标识码:** A

Design and implementation of intelligent lightning protection detection system

Jianhua Zhou

Zhejiang lightning protection safety testing Co., LTD. Wenzhou Branch

[Abstract] In order to improve the efficiency and accuracy of lightning protection detection, the design and implementation of system design, hardware selection, software development and system testing. By integrating the Internet of Things, big data analysis and cloud computing technology, the system can monitor lightning activities in real time, warn of potential risks, and online monitor and manage lightning protection equipment. The results show that the system can accurately predict and monitor lightning activities, timely issue early warning, and effectively manage lightning protection equipment, which significantly improves the safety and reliability of lightning protection. It can be seen that the application of intelligent lightning protection detection system has important practical significance and is worth being widely promoted in related fields.

[Key words] intelligence; lightning protection detection; system design; function realization

引言

雷电,作为自然界中一种常见的天气现象,其强大的电磁场、高电流和电压对各类建筑物、电气设备乃至人类生命构成了严重威胁。传统的防雷检测手段多依赖于人工定期巡检,不仅效率低下,而且难以实时捕捉雷电活动的动态变化,存在较大的安全隐患^[1]。随着物联网技术、大数据分析和人工智能的迅猛发展,智能化防雷检测系统的出现成为了一种必然趋势。该系统通过集成先进的传感器技术、实时数据传输与处理技术,能够实现对防雷设施的全方位、全天候监控,及时发现并预警潜在的雷电风险,为防雷减灾提供强有力的技术支撑。为此,本文重点设计并实现一套智能化防雷检测系统,该系统将融合多种先进技术,实现防雷检测的自动化、智能化和精准化。

1 系统总体设计

1.1 系统架构设计

智能化防雷检测系统采用分布式架构,确保系统的高可用

性和可扩展性。系统主要由前端展示层、业务逻辑层、数据处理层和数据存储层组成。前端展示层负责与用户交互,提供直观的操作界面;业务逻辑层处理各种业务逻辑,如用户管理、常规检测、记录审核和数据管理等;数据处理层负责数据的采集、处理和分析;数据存储层则负责数据的持久化存储。这种架构使得系统各模块之间职责清晰,便于维护和扩展。系统架构图如图1所示。

1.2 系统关键技术分析

本文系统设计主要用到以下几种关键技术:(1)物联网技术。在物联网技术的应用背景下,系统通过物联网传感器,能够实时监测雷电活动及其引起的各种物理现象,如电场、磁场、电流和电压等变化。这些传感器将数据无线或有线传输到数据处理中心,实现远程监控和实时数据分析,从而确保对雷电活动的及时响应^[2]。(2)大数据分析技术。系统应用大数据分析技术,可以收集大量的雷电数据,利用算法进行深度分析,可以优化雷

电模型,提高预警的准确性和响应速度。同时,大数据分析还能帮助识别防雷设备的状态变化,预测设备故障,从而优化维护和管理流程。(3)云计算与人工智能技术的融入。该技术融入促使防雷系统更加智能化。云计算平台提供了强大的数据存储和处理能力,支持系统对海量雷电数据进行高效处理。而机器学习算法等人工智能技术应用,能够基于历史数据不断优化雷电预测模型,提升预警的精准度。

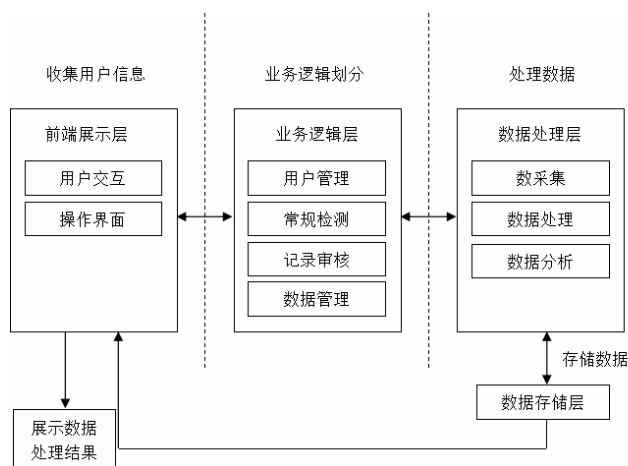


图1 系统架构图

2 系统实现

2.1 系统开发与编程环境

系统开发是一项复杂而漫长的工程,为保证系统的稳定性和高效性,需做好对系统开发与编程环境的构建^[3]。首先,以Java作为主要开发语言,利用其跨平台、面向对象及高安全性的优势进行系统功能开发。其次,结合SpringBoot框架,简化系统开发流程,提升系统开发效率。再次,在数据存储上,选用MySQL关系型数据库,进行系统数据安全与高效管理。同时,还配合使用Redis缓存数据库,进一步提升系统的响应速度。最后,进行系统前端开发期间,选用Vue.js框架,促使系统前端页面更加模块化、易于维护。同时,选用Git版本控制工具,确保团队协作的顺畅与代码版本的有序管理。

2.2 主要功能模块实现

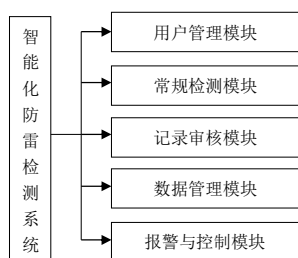


图2 系统功能模块组成图

智能化防雷检测系统作为现代气象安全领域的重要组成部分

分,通过集成先进的技术手段,实现了对雷电活动的精准监测与预警^[4]。为了确保系统的全面性和高效性,本文将系统划分为多个主要功能模块,每个模块承担着不同的职责与任务。系统功能模块组成如图2所示。

2.2.1 用户管理模块实现

用户管理模块作为本系统的核心模块,主要负责系统用户的注册、登录、权限管理等功能。为了实现这些功能,技术人员采用了SpringSecurity框架,进行系统安全认证和授权。首先,在开发用户注册和登录功能时,系统通过验证用户的用户名和密码,确保只有合法用户才能访问系统。同时,系统还支持微信、QQ等第三方登录行为,以提高用户体验。其次,在权限管理上,系统采用了基于角色的访问控制(RBAC)模型。每个用户都被分配一个或多个角色,每个角色又被赋予一定的权限,方便系统通过控制用户的角色以控制其对系统资源的访问权限,从而确保系统的安全性。

2.2.2 常规检测模块实现

常规检测模块开发目的是实时监测雷电活动,并对防雷设施的运行状态进行监测。为了实现这一功能,技术人员采用物联网技术,将传感器部署在防雷设施的关键位置,实时采集雷电活动数据和防雷设施的运行状态数据。此外,为保证数据采集的全面性和完整性,技术人员选用Zigbee无线通信协议,该通信协议具有低功耗、自组网、高可靠性等特点,非常适合于物联网场景下的数据传输。传感器将采集到的数据通过Zigbee网络传输到数据采集器,再由数据采集器通过有线或无线网络传输到系统服务器。最后,在数据处理上,系统对接收到的数据进行了实时分析和处理。对于雷电活动数据,系统通过算法计算雷电的强度、频率、方向等参数,并生成相应的雷电活动报告。对于防雷设施的运行状态数据,系统则通过对比预设的阈值,判断防雷设施是否正常运行,并生成相应的运行状态报告。

2.2.3 记录审核模块实现

记录审核模块主要负责审核系统生成的各种报告和数据记录,以确保数据的准确性和完整性。该模块实现了对雷电活动报告、防雷设施运行状态报告等数据的审核功能。在实现该模块时,系统采用多级审核机制进行审核流程设计。首先,系统自动对生成的数据进行初步校验,确保数据格式正确、无缺失等。然后,将审核任务分配给具有相应权限的审核人员,由他们进行人工审核。审核人员可以通过系统提供的界面查看详细的数据记录,并根据实际情况做出审核结论。此外,在处理审核结果时,系统对审核通过的数据进行存档和备份,以备后续查询和分析。对于审核不通过的数据,系统则将其标记为异常数据,并生成相应的异常报告,以便相关人员及时处理。

2.2.4 数据管理模块实现

数据管理模块主要用于对系统数据的存储、查询、统计和

分析等一系列操作。为了保证数据的安全性和可靠性,技术人员采用了MySQL作为系统的存储解决方案,并利用Redis作为缓存数据库以提高数据访问速度。此外,在存储数据时,系统对不同类型的数据进行了分类存储。例如,雷电活动数据、防雷设施运行状态数据等被存储在MySQL数据库中;而一些临时数据或频繁访问的数据则被存储在Redis缓存数据库中。最后,在查询和统计数据时,系统提供了丰富的查询接口和统计功能。用户可以通过系统提供的界面输入查询条件,快速获取所需的数据信息。同时,系统还支持对历史数据进行统计分析,生成各种统计报表和图表,为决策支持提供数据依据。另外,为保证数据分析的全面性和完整性,技术人员应用大数据分析技术,从海量数据中提取出有价值的信息和规律,并应用人工智能技术,学习历史数据,预测未来的雷电活动趋势和防雷设施的运行状态等信息。

2.2.5报警与控制模块实现

报警与控制模块开发目的是在检测到雷电活动或防雷设施异常时及时向用户发出报警信息,并采取相应的控制措施以减少损失。首先,在开发报警功能时,系统通过预设的阈值和规则以判断是否需要发出报警信息。例如,当雷电活动的强度超过预设阈值时,系统会立即生成报警信息并通过短信、邮件、App推送等方式向用户发送;当防雷设施的运行状态异常时,如接地电阻过大、SPD劣化等,系统也会及时生成报警信息并通知相关人员进行处理。在开发系统控制功能时,系统支持对防雷设施进行远程控制。例如,在检测到雷电活动即将发生时,系统可以自动控制避雷装置的运行状态(如提前启动避雷针、调整接地电阻等)以降低雷电对防雷设施的影响;在防雷设施出现故障时,系统也可以远程控制相关设备进行维修或更换等操作。最后,技术人员还采用了物联网技术和通信协议,实现对防雷设施的远程监控和控制。同时,还运用安全认证和授权机制,以确保只有合法用户才能对防雷设施进行远程控制操作。

3 系统测试与验证

3.1测试目的

本次测试目的是全面评估智能化防雷检测系统在响应速度、数据传输效率、数据处理能力以及系统稳定性方面的性能表现,确保系统能够迅速、准确地监测并预警雷电活动,为防雷决策提供有力支持。同时,在本次测试中,还验证系统在电气安全、数据安全以及防雷保护等方面的可靠性,确保系统在运行过程中不会对用户或环境造成危害,保障用户的使用安全和数据安全。

3.2测试方法

在本次测试中,首先,需进行系统性能测试,其性能测试方法如下:(1)响应速度测试:通过模拟雷电信号,测量系统从接

收到信号到发出预警的响应时间,评估系统的反应速度。(2)数据传输效率测试:在模拟雷电活动场景下,测试系统数据传输的速率和准确性,以及数据丢失率。(3)数据处理能力测试:通过向系统注入大量雷电数据,测试系统处理数据的速度和能力,以及处理结果的准确性。(4)系统稳定性测试:对系统进行长时间连续运行测试,观察系统是否出现崩溃、异常或性能下降等情况。其次,系统安全测试,其系统安全测试方法如下:(1)电气安全测试:检查系统电气设备的绝缘性能、接地情况以及漏电保护措施,确保系统符合电气安全标准。(2)数据安全测试:测试系统数据的加密传输和存储情况,以及数据访问权限控制,防止数据泄露或被非法访问。(3)防雷保护测试:在模拟雷击环境下,测试系统的防雷性能,包括雷击信号的屏蔽、吸收和分散能力,以及系统对雷击的承受能力。

3.3测试结果分析

3.3.1系统性能测试结果分析

系统性能测试结果如表1所示,从表1中的数据可以看出,系统的平均响应时间为120ms,远低于测试标准中的500ms,表明系统具有极快的反应速度,能够迅速对雷电活动进行预警;系统的数据传输效率高达98.5%,接近测试标准的上限,确保了监测数据的及时、准确传输;系统每秒能够处理1500条数据,远超测试标准的1000条/s,且峰值处理能力可达2000条/s,满足了高数据流量的处理需求;系统连续运行120小时无故障,远超测试标准的72小时,证明了其出色的稳定性,适用于长时间、高强度的监测任务。

表1 系统性能测试结果

测试项目	测试结果	测试标准/期望值	实际表现(平均值)
响应速度(ms)	优秀	<500	120(最快响应时间为80ms)
数据传输效率(%)	良好	>95	98.5(最高达到99.2%)
数据处理能力(条/s)	优秀	>1000	1500(峰值处理能力可达2000条/s)
系统稳定性(小时)	优秀	连续72小时无故障	连续运行120小时无故障

3.3.2系统安全测试结果分析

系统安全测试结果如表2所示,从表2中的数据可以看出,系统电气设备均符合相关电气安全标准,绝缘性能良好,接地可靠,且在测试过程中未出现漏电现象,确保了用户的使用安全;系统采用了先进的数据加密技术,数据传输过程中进行了加密处理,存储时采用了AES-256加密算法,确保了数据的机密性和完整性。在测试过程中,未发现数据泄露的风险;在模拟雷击测试中,系统表现出了优异的防雷性能。雷击信号被有效屏蔽、吸收和分散,系统未受损坏,证明了其出色的防雷保护能力。

4 结束语

表2 系统安全测试结果

测试项目	测试结果	测试标准/期望值	实际表现
电气安全	通过	符合GB/T 17626.1-2018等电气安全标准	绝缘性能良好,接地可靠,无漏电现象
数据安全	通过	数据加密传输,存储时采用AES-256加密算法	数据传输加密,存储安全,无泄露风险
防雷保护	通过	承受雷击不损坏,雷击信号屏蔽、吸收和分散	在模拟雷击测试中,系统未受损坏,防雷性能优异

本文成功设计并实现了一套智能化防雷检测系统,该系统融合了物联网、大数据、云计算与人工智能等先进技术,精确采集雷电活动数据,并对数据进行深度挖掘与分析,及时发现潜在的安全隐患,有效提升了防雷检测的效率与准确性,实现了对防雷设施的实时监测、智能预警与高效管理。随着现代化技术的不断进步和应用场景的拓展,智能化防雷检测系统将在更多领

域发挥重要作用,为人们的生命财产安全提供更加坚实的保障。

[参考文献]

[1]邹涛.高层建筑防雷检测的优化措施研究[J].百科论坛电子杂志,2023(17):158-160.

[2]贾旭华,朱文慧.某风电场升压站及场区防腐降阻及智能检测防雷接地网方案设计[J].工程学研究,2023,2(5):26-29.

[3]裴煜.广电发射台的物联网智能防雷监测系统改造[J].无线互联科技,2022,19(18):26-28.

[4]邢天放,郑文佳,彭哲文,等.深化防雷安全数字化监管体系建设探析[J].浙江气象,2023,44(3):45-48.

作者简介:

周建华(1977--),男,汉族,浙江永嘉人,大学本科,助理工程师,研究方向:防雷检测。