

远程智能漏水实时监控报警系统设计研究

肖辉茹 王少云 马金龙 王治宇 韩建革

中建一局集团安装工程有限公司, 北京 102600

[摘要]随着智能技术的进步,物联网和大数据在监控系统中的应用越来越广泛。在漏水监控领域,传统方法依赖人工检查效率低且容易漏检。为解决这些问题,远程智能漏水监控系统结合水浸传感器和 GSM 模块,能够实时监测漏水并发出报警。系统通过无线通信将警报信息实时传递给用户,用户可通过短信远程控制或手动操作关闭电动调节阀,该系统具备高效、低功耗和良好的性价比,具有显著的实际应用价值,适用于智慧建筑和工业物联网等领域。

[关键词]漏水监控;系统设计;报警

DOI: 10.33142/sca.v7i10.13638

中图分类号: TM766

文献标识码: A

Design and Research on Remote Intelligent Real-time Monitoring and Alarm System for Water Leakage

XIAO Huiru, WANG Shaoyun, MA Jinlong, WANG Zhiyu, HAN Jianping

China Construction First Group Installation Engineering Co., Ltd., Beijing, 102600, China

Abstract: With the advancement of intelligent technology, the application of the Internet of Things and big data in monitoring systems is becoming increasingly widespread. In the field of water leakage monitoring, traditional methods rely on manual inspection, which is inefficient and prone to missed detections. In order to solve these problems, a remote intelligent water leakage monitoring system combined with water immersion sensors and GSM modules can monitor water leakage in real time and issue alarms. The system transmits real-time alarm information to users through wireless communication, and users can remotely control or manually operate the electric control valve through SMS. The system has high efficiency, low power consumption, and good cost-effectiveness, and has significant practical application value, suitable for fields such as smart buildings and industrial Internet of Things.

Keywords: water leakage monitoring; system design; alarm

引言

在现代社会,随着城市化进程的加快和建筑规模的不断扩大,漏水问题已成为建筑物、工业设施以及地下管网等领域面临的主要隐患之一,不仅会造成经济损失还可能引发安全事故和环境污染,如何实现对漏水的实时监控并及时采取应对措施,已成为工程和管理领域亟待解决的重要课题。传统的漏水检测方法往往比较片面,难以满足现代社会对快速、精准响应的需求。为此,基于物联网和通信技术的远程智能漏水实时监控报警系统应运而生,为漏水风险管理提供了全新的解决方案。

1 系统总体设计

在远程智能漏水实时监控报警系统的总体设计阶段,首先需对系统的功能需求进行深入分析,确保能够满足实际应用中的各项要求,系统的主要目标是对环境中漏水情况进行实时监测、自动报警以及远程控制功能。系统的总体架构包括硬件和软件两个主要部分,硬件方面中水浸传感器用于实时检测漏水,MCU 负责处理传感器数据并控制其他硬件组件,GSM 通信模块则负责将数据和报警信息传输至用户设备或远程服务器,电动调节阀在检测到漏水时可自动关闭水源,蜂鸣器用于发出声光报警迅速引起用户注意。软件中数据采集模块从传感器获取实时数据,通过

处理模块进行分析判断是否存在漏水,若漏水情况被确认系统会立即激活报警机制,发出声光信号并通过 GSM 模块向用户发送报警信息,数据传输模块将漏水数据和报警信息发送至远程服务器,用户则可以通过移动应用程序实时监控状态,进行远程设置和管理^[1]。传感器不断监测环境中的水浸情况,将采集到的数据传输至 MCU,MCU 对数据进行分析依据预设阈值判断是否发生漏水,如果检测到漏水系统会立即触发报警机制,并通过多种方式通知用户。硬件组件的选择和软件功能的实现都是为了提升系统的响应速度和准确性,确保在实际使用中能够及时、有效地识别漏水情况。

2 系统硬件设计

2.1 MCU 控制器选型及外围电路设计

在远程智能漏水实时监控报警系统中,MCU(单片机控制器)的选型和外围电路设计是确保系统性能和可靠性的关键环节。首先 MCU 的选择必须满足系统对处理能力和实时性的要求,由于系统需要处理来自多个水浸传感器的数据,并根据设定的阈值做出响应,MCU 应具备足够的计算能力和快速响应能力,常见包括基于 ARM Cortex-M 系列的 MCU,这些处理器提供了较高的处理速度和较大的存储容量,能够有效处理复杂的数据采集和处理任务,适合长时间运行的应用场景。MCU 在电源管理方面需要稳定的

电源供电,设计中需要考虑电源滤波电路和稳压电路,确保 MCU 在各种工作条件下都能稳定运行,电源电路涉及电压稳压器、滤波电容以及可能的电池备份系统,即使在主电源出现故障时系统也能继续工作。在输入输出接口方面,MCU 需要与水浸传感器、报警装置和其他外部组件进行连接,设计中应合理配置 GPIO(通用输入输出)接口连接传感器信号和控制信号,如果系统需要支持模拟信号的采集,MCU 应具备足够的 ADC(模拟-数字转换器)通道,用于将传感器输出的模拟信号转换为数字信号进行处理。为了实现数据的远程传输,MCU 还需与 GSM 模块进行接口连接,通常涉及到串行通信接口(如 UART),并且在设计时要考虑到电平匹配和通信稳定性。外围电路设计还要包括保护电路的设置,例如过流保护、过压保护和静电放电保护,增加系统的稳定性和耐用性。

2.2 水浸传感器选型及电路设计

在远程智能漏水实时监控报警系统中,水浸传感器的选型必须考虑灵敏度、反应时间、可靠性、耐久性以及在不同环境条件下的适应性。优质的水浸传感器应能够在漏水发生的初期立即感应到水的存在,并且在各种环境下保持稳定的性能表现避免误报或漏报。目前常用的水浸传感器有电阻式和电容式两种类型,电阻式传感器通过检测水与传感器电极之间的电阻变化来判断是否存在漏水,而电容式传感器则通过水的介电常数变化来进行检测。电阻式传感器更为简单,成本较低且响应速度快,但对于杂质较敏感;电容式传感器虽然更复杂,成本较高但具有更高的抗干扰能力,可以在较为苛刻的环境中使用,根据应用场景的具体需求可以选择合适类型的水浸传感器。水浸传感器需要与 MCU 稳定可靠地连接,并提供准确的信号输入,设计中应考虑传感器信号的放大与滤波确保信号的清晰度和准确性。电阻式传感器通常使用电桥电路来测量电阻变化,并通过运算放大器进行信号放大,保证微小的电阻变化也能被 MCU 准确检测到,电容式传感器需要使用高精度的信号调理电路,将电容变化转换为电压信号供 MCU 处理。为了提升系统的可靠性,电路设计中还应包括抗干扰措施和保护电路,抗干扰措施可以采用屏蔽电缆和滤波电容,减小外部电磁干扰对信号传输的影响,还应考虑防水处理确保传感器及其电路在长期使用中不受环境湿度的影响,防止电路短路或传感器失效。

2.3 GSM 模块选型及电路设计

在远程智能漏水实时监控报警系统中,GSM 模块是实现系统远程通信的核心部件,负责将监测到的漏水信息通过移动网络发送至用户的手机或服务器。GSM 模块的网络兼容性是一个关键考虑因素,由于系统需要在各种网络环境下工作,所选模块应支持广泛的频段并兼容不同运营商的网络,常用的 GSM 模块如 SIM800 或 SIM900 系列支持全球四频 GSM 网络,适合在多种应用场景下使用,这些模块

不仅支持短信、语音和数据传输还提供了 GPRS 功能,能够在低功耗模式下实现数据的持续传输。GSM 模块应具有足够的传输速率保证报警信息能够及时发送,同时在弱信号区域也能保持稳定的连接,选择具有增强抗干扰能力和稳定连接性能的模块至关重要,模块的功耗也需要仔细评估,因为系统可能在电池供电的条件下长期运行,选择低功耗模式下仍能高效工作的模块,可以有效延长系统的续航时间。在电路设计方面需要确保模块的电源供应稳定,GSM 模块在发送数据时通常会出现瞬间高电流需求,设计电源电路时要考虑提供足够的瞬时电流,并且加入适当的滤波和稳压电路,防止电源波动对模块的工作产生干扰,模块与 MCU 之间的通信接口通常采用串行接口(如 UART),在设计时需保证通信电平匹配,同时加入必要的保护电路以防止电压冲击或静电对模块和 MCU 造成损坏。模块的天线设计直接关系到信号接收的质量,选择高增益的外置天线确保在复杂环境下仍能保持稳定的信号接收,天线的布置应尽量远离其他电子组件减少电磁干扰的影响。

3 系统软件设计

3.1 系统软件架构

在远程智能漏水实时监控报警系统的设计中,系统软件架构的设计架构需要整合数据采集、数据处理、实时监控、报警机制、远程通信和用户界面等多个模块,确保系统能够高效、稳定地运行并实现预期功能。软件架构的基础是数据采集与处理模块,主要负责从水浸传感器获取实时数据并对这些数据进行预处理,如过滤噪声、信号放大和转换等,数据处理后的结果将作为系统判断是否发生漏水事件的依据,为了保证系统的实时性,数据采集和处理模块采用中断驱动方式,一旦传感器检测到水浸系统会立即响应触发后续操作。接下来是实时监控与报警模块,主要功能是根据数据处理模块的输出实时监控环境状态,并在漏水事件发生时立即启动报警机制^[2]。报警机制包括本地报警和远程报警两部分,本地报警通过控制蜂鸣器和指示灯发出警示信号,远程报警则通过 GSM 模块向用户发送警报信息。远程通信模块则是通过 GSM 网络将系统的监测数据和报警信息发送至远程服务器或用户手机,为确保通信的稳定性和数据的准确性,软件架构中引入了通信协议栈,支持数据加密和错误校验机制,从而防止数据传输中的信息丢失或篡改,远程通信模块还支持双向通信,用户可以通过手机或其他终端设备远程查看系统状态,甚至对系统进行设置和控制。界面设计需简洁明了,确保用户能够方便地查看系统的运行状态和历史数据,同时支持基本的操作设置,如报警阈值的调整、报警方式的选择等,用户界面通常基于移动应用或 Web 平台开发,通过与远程通信模块的紧密结合实现实时监控和管理功能。

3.2 数据采集与处理

在远程智能漏水实时监控报警系统中,数据采集与处

理环节直接关系到系统能否准确、及时地检测到漏水事件并做出有效响应。数据采集部分通过与水浸传感器的接口来获取实时的环境数据,传感器通过探测周围环境的水浸状态将物理信号转化为电信号,这些电信号通常为模拟信号,在进入 MCU 处理之前必须通过 ADC (模数转换器) 将其转换为数字信号,为了确保数据的准确性和可靠性,采集过程中会进行多次采样,并对采样数据进行平均处理滤除偶发的噪声干扰。在数据处理阶段,系统首先对采集到的数字信号进行预处理,包括去噪、滤波和信号放大等操作。滤波技术可以有效去除传感器采集过程中产生的高频噪声,保持信号的纯净性,信号放大则是为了确保微弱的漏水信号能够被准确识别和处理。接下来,系统通过设定的阈值对处理后的数据进行分析判断。数据处理模块还负责将处理后的数据存储并传输至远程服务器或用户终端,便于用户实时查看系统状态或进行历史数据分析。

3.3 实时监控与报警机制

在远程智能漏水实时监控报警系统中,实时监控与报警机制不仅需要能够在第一时间准确识别漏水事件,还要确保报警信息能够迅速、可靠地传达给用户,从而及时采取相应的应对措施。实时监控模块通过与数据采集和处理模块的无缝对接,持续监测水浸传感器传递的数据流,当传感器检测到环境中的水浸状态并将信号传送至数据处理单元后,实时监控模块会立即接收到处理后的判断结果,一旦系统判断出存在漏水风险,实时监控模块会即时启动报警机制。报警机制的设计考虑到了多种不同的场景和需求,因而采用了多层次、多渠道的报警方式。当漏水事件被确认后,系统首先会触发本地报警,通过蜂鸣器发出警报声以及通过指示灯进行视觉提示引起关注,便于第一时间采取措施^[3]。与此同时系统还会通过 GSM 模块向预设的用户手机或管理平台发送短信或推送通知实现远程报警,即使无人值守的情况下用户也能及时获知漏水信息并采取措施,为了提高报警的可靠性,系统还可以采用多次发送和信息确认机制,即在发送报警信息后等待用户确认,如果未收到用户确认系统会再次发送报警,直到确认接收到报警信息为止。为了防止误报或漏报,系统的报警机制设计了智能化的判断逻辑和自适应功能。例如,系统可以根据环境条件自动调整报警阈值,减少因外界干扰或传感器误差引起的误报。

4 系统仿真测试

系统通过仿真测试,能够在虚拟环境中全面评估系统

的整体性能、功能实现和各个模块之间的协同工作情况,提前发现潜在问题并进行优化。系统仿真测试的初期阶段,重点是模拟系统在各种典型场景下的运行表现,通过仿真平台模拟实际应用中的各种工作条件,如不同水浸状态、信号干扰、温度变化等测试系统在这些条件下的响应速度、准确性以及报警机制的有效性,验证系统设计是否能够满足预期功能需求,并检查系统在不同工作环境下的适应能力。在完成基本功能的仿真后,系统仿真测试还会进一步评估系统的稳定性和可靠性,通过长时间的连续运行测试,观察系统在长时间工作后的性能变化,观察会不会出现因硬件过热、软件内存泄漏或其他问题导致的系统故障。系统仿真测试还关注系统的资源利用效率,包括 CPU 占用率、内存使用情况和功耗等方面,通过优化仿真测试结果能够有效提高系统的整体性能减少资源浪费,并延长系统的使用寿命。系统仿真测试的结果要详细记录,并与设计预期进行比较分析,通过系统仿真测试,远程智能漏水实时监控报警系统可以实现可靠的漏水检测和报警功能,最大限度地减少漏水造成的损失。

5 结语

远程智能漏水实时监控报警系统通过系统设计、硬件选型、软件开发与仿真测试的各个环节,成功实现了对漏水事件的高效检测与及时报警,不仅能够在漏水发生的第一时间迅速做出响应,且通过多层次、多渠道的报警机制确保用户能够及时获知漏水信息并采取应对措施。未来,随着技术的进一步发展,该系统有望通过集成更多传感器类型、支持更多通信方式以及引入更智能的算法,进一步提升其在不同应用场景中的适用性和可靠性。在实际应用中该系统将为漏水风险的早期预防与损失控制提供重要支持,有助于提高建筑、工业及其他领域的安全管理水平。

[参考文献]

- [1]周秀珍. 水箱漏水智能监测报警系统设计与实现[J]. 电子制作, 2023, 31(11): 34-37.
- [2]李元勇, 刘玉振. 基于 STM32 的太阳能热水器智能漏水报警系统设计[J]. 装备制造技术, 2021(7): 142-144.
- [3]刘丰年, 王爱华. 一种远程智能漏水实时监控报警系统的设计与实现[J]. 三门峡职业技术学院学报, 2017, 16(1): 131-134.

作者简介: 肖辉茹 (1986. 8—), 工作单位中建一局集团安装工程有限公司, 毕业学校和专业吉林建筑大学给排水工程。