

摘 要

泥石流灾害会对我们国家的经济造成非常严重的损失，而且严重的情况下也会造成人员的伤亡，那么精准有效的预防泥石流灾害就能够减少非常大的损失，所以说现在社会各界已经对泥石流灾害预防引起了足够的重视，我们国家对于泥石流灾害的研究发展的历史比较短，因此还需要我们进行更加深入的研究，这也就导致我们国家对于泥石流防治的工作还处于上升阶段，不能够达到国家的具体要求。因此设计泥石流的灾害预警系统是非常有必要的。本课题研究的内容为基于 NB-IOT 的泥石流灾害预警系统的设计。该套系统大体采用 STM32 单片机技术将水流量模块、雨水模块、振动模块采集到的参数进行处理并通过 NB-IOT 通信的方式传输到上位机，上位机设置阈值并将从下位机接收的数据显示，如果降水量异常或降水速度异常或山体振动频率异常或河水水流量异常或河水水位异常，语音预警，发送上位机警告信号。经试验，本设计具有一定的实用性。

关键词：灾害预防；NB-IOT；STM32 单片机

ABSTRACT

Debris flow disaster will cause very serious losses to our country's economy, and under serious circumstances will also cause casualties, then accurate and effective prevention of debris flow disaster can reduce very large losses, so now all sectors of society have paid enough attention to debris flow disaster prevention, and the history of research and development of debris flow disaster in our country is relatively short. Therefore, it is necessary for us to carry out more in-depth research, which leads to the fact that the work of debris flow prevention and control in our country is still on the rise and can not meet the specific requirements of the country. Therefore, it is very necessary to design the disaster early warning system of debris flow. The research content of this paper is the design of debris flow disaster early warning system based on NB-IOT. In this system, the parameters collected by water flow module, Rain Water module and vibration module are processed by STM32 single chip microcomputer technology and transmitted to the upper computer through NB-IOT communication. The upper computer sets the threshold and displays the data received from the lower computer, if precipitation or precipitation velocity is abnormal or mountain vibration frequency is abnormal or river water flow is abnormal or river water level is abnormal. Voice early warning, send the upper computer warning signal. The experimental results show that the design has certain practicability.

Key words: disaster prevention; NB-IOT; STM32 single chip computer

目 录

第 1 章 绪论.....	1
1.1 研究目的及意义.....	1
1.2 国内外研究现状.....	1
1.3 章节安排及内容.....	2
第 2 章 系统总体结构.....	3
2.1 设计方案.....	3
2.2 单片机型号选择.....	3
2.3 通信模块型号选择.....	5
第 3 章 系统的硬件部分设计.....	7
3.1 系统总体设计.....	7
3.2 系统的主要功能模块设计.....	7
3.2.1 水位检测模块设计.....	7
3.2.2 振动传感器模块设计.....	8
3.2.3 语音模块设计.....	9
3.2.4 NB-IOT 模块设计.....	10
3.2.5 水流量模块设计.....	10
第 4 章 系统的软件设计.....	12
4.1 软件主流程图.....	12
4.2 山体振动监测模块的软件设计.....	12
4.3 水位监测模块软件的设计.....	13
4.4 流量监测模块软件的设计.....	14
4.5 NB-IOT 模块软件的设计.....	15

第 5 章 系统测试.....	17
-----------------	----

5.1 系统实物图.....	17
5.2 监测模式测试.....	17
第6章 总结与展望.....	23
6.1 总结.....	23
6.2 展望.....	23
参考文献.....	24
致谢.....	26
附录.....	27
电路图.....	27
源代码.....	28

第 1 章 绪论

1.1 研究目的及意义

泥石流灾害会对我们国家的经济造成非常大的损失，也有可能会导致人员的伤亡，那么准确的预防泥石流灾害的发生就有可能减少一定的损失，所以说泥石流灾害的预防现在已经被社会各界重视，现在物联网技术发展的越来越快，那么我们就可以借助于传感器来对降水量进行实时的监控，这样就能够判断是否会发生泥石流，然后做出相应的预防措施。我们国家对于泥石流的研究水平还是非常高的，已经对不同危害的特点建立起来了，相关的配套技术，不过泥石流的形成条件以及它的运动规律都是非常复杂的，而且我们国家对于泥石流研究的历史也不是特别的长，因此，还需要我们对泥石流灾害进行更加深入的研究，这样才能够达到国家减灾的具体要求。现在我们国家对于泥石流防治工作存在着一些比较棘手的问题，这些问题主要就是泥石流预测预报精度比较低，可以提升的空间还是非常大的，而且泥石流预防工作人员计算的结果和实际差异比较大，因此需要工作人员不断的进行经验的总结，提升自我技能，还有一个问题，就是最近一段时间，我们国家才对泥石流灾害风险分析引起足够的重视，因此需要继续加强对于泥石流灾害风险分析的分析，建立起具体的防范方案。

所以本课题研究的内容为基于 NB-IOT 的泥石流灾害预警系统的设计。以此来降低事故发生的频率。

1.2 国内外研究现状

这么多年来国内外很多学者对此领域进行研究。在国内，在 2011 年，夏巍等人的《基于意外建模的山洪泥石流灾害监测及预警系统》研究中针对山洪泥石流灾害的具体特点，我们会运用无线传感器网络技术来对泥石流灾害的信息进行实时监测，并且传送监测的信息，这样才能够解决掉传输困难的问题。因为山洪泥石流灾害形成机理是非常复杂的，所以说我们现在的山洪泥石流预警还缺少一定的系统支持，那么为了解决这个问题，我们就可以运用建模的办法，通过数据驱动来做出山洪泥石流预警^[1]。在 2017 年周华在《基于机器视觉的降雨量液位测量系统研究》中阐述液位检测在生产中有着广泛的需求^[2]，传统的液位测量方式对于空间有着非常高的要求，而且它的智能化程度也不是特别的高^[3]。基于机器视觉原理，我们提出了降雨量液位测量系统，然后借助于 CCD 相机就可以收集到降雨量的液位图像，然后借助于计算机的图像处理，就能够了解到具体的水量情况。通过多次实验，我们能够发现降雨量液位测量系统安装标定非常的方便，并且他可以在一段时间内持续稳定的工作。在 2021 年张广萍发表的《NB-IOT 技术在我国水环境监测领域的应用分析》提到 NB-IO

T 即窄带物联网技术,具有范围广、功耗低、连接多、成本低的特点。通过搭建水环境自动监测平台、智能无线传感平台和远程综合测控平台,能够实现水环境指标参数采集、数据传输、监测成果展示等功能,在智能水表、智能管网监测系统中已有成功应用案例,值得进一步推广、研究。

在国外,2020 年 Sufyan Muhammad 的团队在《Microcontroller Based Water Measurement Level Prototype Using Fuzzy Logic Method》研究旨在通过实现模糊逻辑,设计一种基于单片机的浊度水检测仪原型。它可以发送实时报告,以后将在马拉巴汉市 PDAM 使用。浊度测量阶段包括启动、I/O 初始化、读取对象浊度传感器、模糊逻辑、读取浊度水平、停止。本研究的结果是,研制的样机能够读取水的浊度水平,并能发出实时报告。建议进一步研制浊度传感器,采用其他不仅能读出浊度水平,而且还能读出 pH 值的元件,并可与其他方法配合研制,以便能读出更尖锐的数据精度。2021 年 Pozzebon Alessandro 在《LoPATraN: Low Power Asset Tracking by Means of Narrow Band IoT (NB-IOT) Technology.》一文中提出了窄带物联网(NB-IOT)通信标准以及其在保证普适性和广覆盖的同时限制功耗的能力,在物联网的大背景下得到了迅猛的发展。因此,在相当多的应用中,它是一项宝贵的技术。除了传统的远程监控和数据采集目的(LPWAN)外,NB-IOT 还可以在特定的空间中挖掘出低延迟、低功耗、高数据速率和无处不在的覆盖范围。NB-IOT 的长期跟踪和传输数据无疑是属于这样的领域,尤其是 NB-IOT 可以成为替代传统的全球定位系统(Global Positioning System,GPS)系统或支持其发展的一个有价值的选择。为此,本文提出了一种基于 GPS 和 NB-IOT 两种赋能技术的数据传输与跟踪的系统原型。虽然位置传输总是通过 NB-物联网实现的,但它可以通过使用 GPS (像标准跟踪器一样)或 NB-物联网(从而建立一种无 GPS 的方法)来获取。因此,安排了两种定位技术:前者精确但功率大,后者粗略但功率小。这样的工作原理,在尽可能多的行程中,通过两次道路试验,成功地在现场进行了试验。测试结果与两个工作原理的预期一致,因为更细的工作原理提供了更准确的跟踪。此外,还进行了消耗分析,以评估原型的寿命。最后,进行了跟踪误差评估的试验,因为跟踪误差强烈的依赖于 NB-IOT 物联网信号塔的地理部署。

1.3 章节安排及内容

第 1 章绪论,主要讲解研究目的、研究意义,国内外研究现状以及章节安排。

第 2 章系统总体设计,讲解了设计方案、功能需求以及单片机型号的选择。

第 3 章系统硬件设计,介绍了系统的各个部分的硬件设计以及原理图。

第 4 章系统软件设计,介绍了系统的总体流程和各模块的软件设计及流程。

第 5 章系统测试,讲解了系统完成后的实物功能演示以及测试。

第 2 章 系统总体结构

2.1 设计方案

本课题研究的内容为基于 NB-IOT 的泥石流灾害预警系统的设计。该套系统大体由雨水模块、振动模块、水流量模块、STM32 单片机、NB-IOT 模块、语音模块等硬件组成；采用 STM32 单片机技术将水流量模块、雨水模块、振动模块采集到的参数进行处理并通过 NB-IOT 通信的方式传输到上位机，上位机设置阈值并将从下位机接收的数据显示，如果降水量异常或降水速度异常或山体振动频率异常或河水水流量异常或河水水位异常，语音预警，发送上位机警告信号。

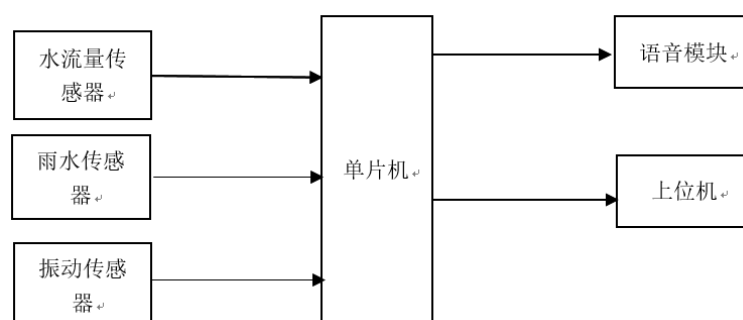


图 2-1 系统总体结构框图

2.2 单片机型号选择

方案一：AT89C51 和 AT89C52 是基于 MCS8051 架构的微控制器系列。AT89C51 与 AT89C52 具有相似的架构和特点，因此他们的优缺点也是相似的。AT89C52 是基于 8051 系列的微控制器，这个系列在市场上已经存在很长时间，并且有着成熟的技术基础。这意味着 AT89C52 的设计和开发工具已经经过验证和改进，具有较高的可靠性和稳定性。AT89C52 的制造成本相对较低，这使得它成为一种经济实惠的选择。对于一些资源有限的项目或者对成本敏感的应用场景，AT89C52 是一个吸引人的选择。由于 AT89C52 是基于 8051 系列的微控制器，它有广泛的支持和社区资源。这包括开发工具、软件库、示例代码以及各种文档和教程。这些资源可以帮助开发人员更容易地开始使用 AT89C52 并解决问题。AT89C52 在资源消耗方面表现出色。它需要较少的存储器和处理器资源来运行程序，这对于一些资源有限的应用场景非常有益。AT89C52 可能具有稍微更大的存储容量。这意味着 AT89C52 能够存储更多的程序代码和数据，适用于一些需要较大存储空间的应用。但是，AT89C52 也存在一些明显的缺点，AT89C52

属于 8 位单片机，处理速度较慢，在某些高性能应用中可能无法满足需求。存储器容量较小，无法存储大型程序和数据，需要外部存储器的支持。缺少一些高级功能，如分立数模转换器（ADC）等，需要外部器件的支持。需要外部晶振来提供时钟信号，增加了系统的复杂度和成本。

方案二：STM32 微控制器具有更强大的处理器性能和计算能力。它们通常配备了更快的处理器核心、更大的内存和高效的外设，可以处理更复杂的任务和数据处理需求。丰富的外设接口和功能模块：STM32 微控制器提供了广泛的外设接口和功能模块，如通信接口（UART、SPI、I2C 等）、模拟输入/输出、定时器/计数器、PWM 控制等。这些功能模块可以满足各种应用的需求，并提供更大的灵活性和扩展性。STM32 具有更大的存储容量，相比之下，STM32 微控制器通常具有更大的存储容量，包括闪存和 RAM。这使得它们能够容纳更大规模的程序代码和数据。STM32 还具有先进的开发工具和生态系统，STM32 拥有现代化的开发工具和生态系统，包括集成开发环境（IDE）、调试器、仿真器、文档和技术支持等。这些工具和资源可以加速开发过程并提供更好的开发体验。

然而，与 AT89C52 和 AT89C51 相比，STM32 比 AT89C52 内置闪存更大，具有大量的 I/O 管脚和外设，支持更高级的功能，可以实现复杂的控制和数据处理应用。

综上所述，本设计选择 STM32 单片机，它相较 AT89C51 和 AT89C52 具有更高的性能和更广泛的应用需求。它能够处理复杂任务、支持大规模程序和数据处理，并提供先进的开发工具和生态系统。

。有这些优点的同时，也存在一些缺点，大多数开放的 WiFi 网络连接起来都不安全，公共 WiFi 网络最容易受到黑客攻击。WiFi 设备运行的常用频率是 2.4 GHz，由于和 WiFi 源之间存在其他电磁装置或墙壁，从而也就会受到干扰，那么这种信号问题就有可能让连接出现问题，也有可能让信号强度减弱，进而就会让速度降低下来，那么如果出现了这种情况，还要传输比较大的文件是非常危险的，在这种情况下，数据也有可能被破坏掉。

方案三：NB-IOT（Narrowband Internet of Things）是一种针对物联网应用设计的低功耗广域网通信技术。它具备以下优点：低功耗、广域覆盖、较低的通信模块成本和长距离通信能力。NB-IOT 适用于低功耗要求较高且需要长距离通信覆盖的物联网应用，例如智能城市、智能农业和智能交通等领域。因为其低功耗、广域覆盖和长距离通信能力，以及较低的通信模块成本。对于物联网应用来说，低功耗是至关重要的，能够延长设备的电池寿命或实现长期供电。同时，NB-IOT 的广域覆盖能力使得设备可以在较大范围内进行通信，适用于远程监测和控制。此外，NB-IOT 通信模块的成本相对较低，降低了整体系统的开发和部署成本。

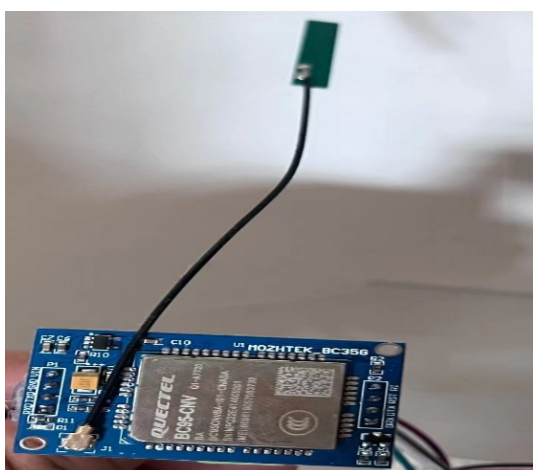


图 2-3 NB-IOT 通信模块实物图

第3章 系统的硬件部分设计

3.1 系统总体设计

本课题研究的内容为基于 NB-IOT 的泥石流灾害预警系统的设计。该套系统大体由雨水模块、振动模块、水流量模块、STM32 单片机、NB-IOT 模块、语音模块等硬件组成；采用 STM32 单片机技术将水流量模块、雨水模块、振动模块采集到的参数进行处理并通过 NB-IOT 通信的方式传到上位机，上位机设置阈值并将从下位机接收的数据显示，如果降水量异常或降水速度异常或山体振动频率异常或河水水流量异常或河水水位异常，语音预警，发送上位机警告信号。

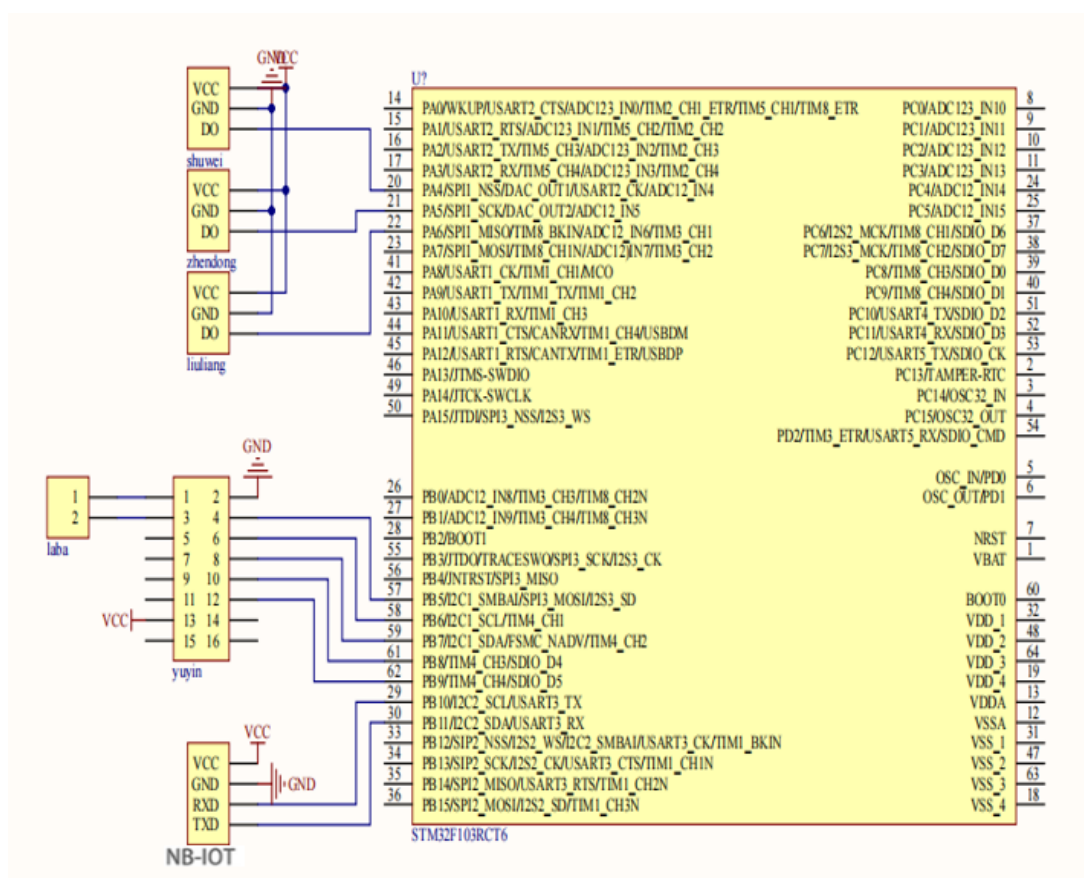


图 3-1 系统总体原理图

3.2 系统的主要功能模块设计

3.2.1 水位检测模块设计

Water

Sensor 水位传感器是由深圳的一家公司研制出来的传感器，他非常的小巧轻便，而且操作起来也非常的简单，性价比还是比较高的，这个传感器的工作原理就是通过平行导线来测量水量，如果要和国外的那些传感器进行比较的话，他最大的优点就是体积小，并且功能也比较强，设计非常的巧妙，而且他也有下面这些特点：首先第一个特点就是水量到模拟量的转换，第二个特点就是它的可塑性是非常强的，第三个特点就是消耗的功率非常的低，具有比较高的灵敏度，最后一个特点就是它能够和微处理器进行直接相连，能够适用于各种控制器。

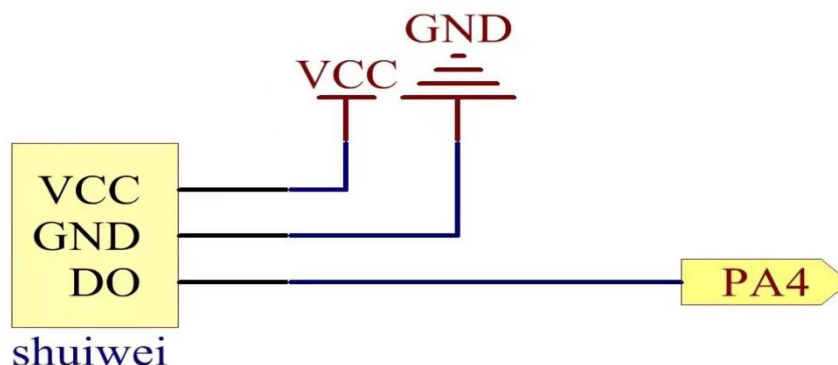


图 3-2 水位检测模块原理图

3.2.2 振动传感器模块设计

振动传感器也称测振器或测振仪。他最大的作用就是接受被测对象的机械振动量，然后把这种机械振动量进行转化，把它转化为电信号进行输出，如果要从能量的角度来看的话，振动传感器能够把机械能转变为电能，其实它的本质上就是一个换能器。

测振传感器的重要性表现在它接收和转换机械量的过程中，所能达到的可靠程度，这将决定着后续分析结果的正确性，因为对于一个错误信号的分析，实际上是毫无意义的，甚至是有害的。

现场振动测试运用的传感器是分为四种的，每一种传感器的频响特性都是固定的，他们的这些特性就决定了他的工作范围，如果说我们选择的传感器超过了一定的限度，那么所得到的数据就会产生很大的误差。

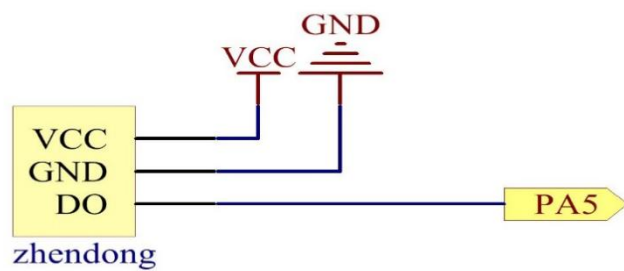


图 3-3 振动传感器模块原理图

3.2.3 语音模块设计

BY8001-16P 是高品质的插卡 MP3 模块，他是由深圳市百为电子科技有限公司研发出来的，采用 BY8001-QSOP24 MP3 主控芯片，支持 MP3、WAV 格式双解码。在整个模块内部存在着 TF 卡座，这样就能够进行语音内容的转换；他也可以外部连接 U 盘或者是 USB 数据线，这样也能够实现 TF 内容的更换。整个模块内部还有 3W 功放，这样我们就可以直接驱动这个喇叭使用起来也是非常方便的，与此同时它还支持 MP3 和 WAV 高品质音频格式的文件，听起来声音也是非常美妙的。24 位 DAC 输出，动态范围支持 90dB，信噪比支持 85dB。支持 15 段语音一对一触发播放，3 IO 口硬件选择 8 种触发方式，应用更广泛。支持 UART 异步串口控制：支持播放、暂停、上下曲、音量加减、选曲播放、广告插播等。内置音量、曲目、EQ 掉电记忆功能。配置 TF(Micro SD)卡座，可插卡更换语音内容，最大支持 32G 内存卡。支持读取 U 盘，最大支持 32G；也可通过 USB 数据线直接更换 TF 里面内容。自带 3W 的功放，直接外接喇叭即可完成播放；客户也可外接单、双通道功放。标准 2.54mm 间距 DIP16 排针封装，小巧美观。本模块有五个触发 IO 口，最多支持 15 段按键一对一触发播放。可通过 3 个 IO 口经过 3.3K 电阻接地或不接来进行 8 种控制模式选择，适合多种应用场合。BY8001 内置标准 UART 异步串口接口，属于 3.3V TTL 电平接口。可通过 MAX3232 芯片转换成 RS232 电平。通讯数据格式是：起始位：1 位；数据位：8 位；奇偶位：无；停止位：1 位。使用电脑串口调试助手，需要正确设置串口的参数。

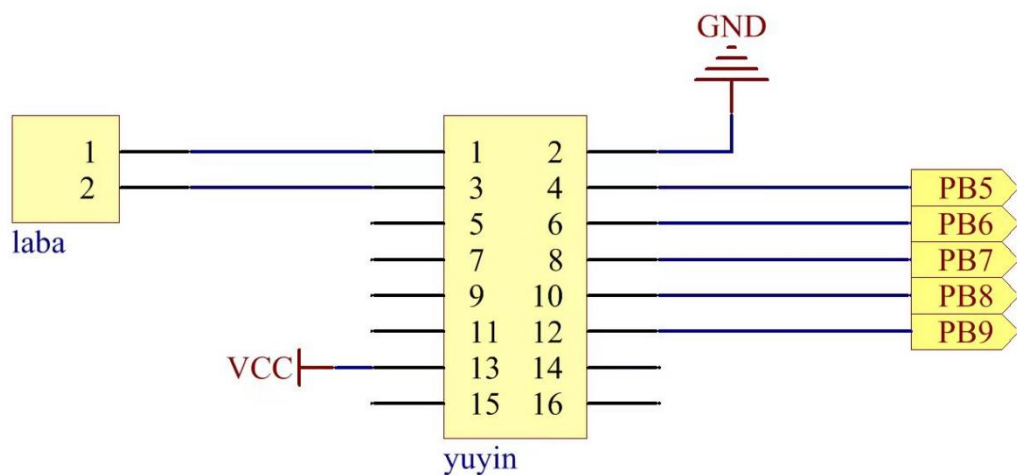


图 3-4 语音模块原理图

3.2.4 NB-IOT 模块设计

NB-IOT（NarrowBand Internet of Things）是一种低功耗宽域网技术，适用于在广泛区域内需要大量设备通信的场景。其特点包括深度覆盖、低功耗、多连接以及低成本。NB-IOT 模块设计的目标是使设备能够使用 NB-IOT 技术进行通信。

NB-IOT 模块需要有一个无线射频接口，以与基站进行通信。这可能需要一个射频前端，一个射频收发器，以及一个基带处理单元。NB-IOT 模块需要有一定的处理能力，以处理来自传感器或其他设备的数据，以及进行必要的协议栈处理。这通常需要一个微控制器或者处理器。NB-IOT 模块需要有一定的接口，以连接到其他设备或传感器。这可能包括数字接口（如 SPI、I2C、UART 等）、模拟接口、GPIO 等。根据应用需求，NB-IOT 模块可能需要有特定的封装和尺寸设计。例如，对于便携设备或者嵌入式设备，可能需要更小的尺寸和更轻的重量。

在设计完成后，NB-IOT 模块需要进行各种测试，包括通信性能测试、功耗测试、环境适应性测试等，以确保其满足设计要求和应用需求。

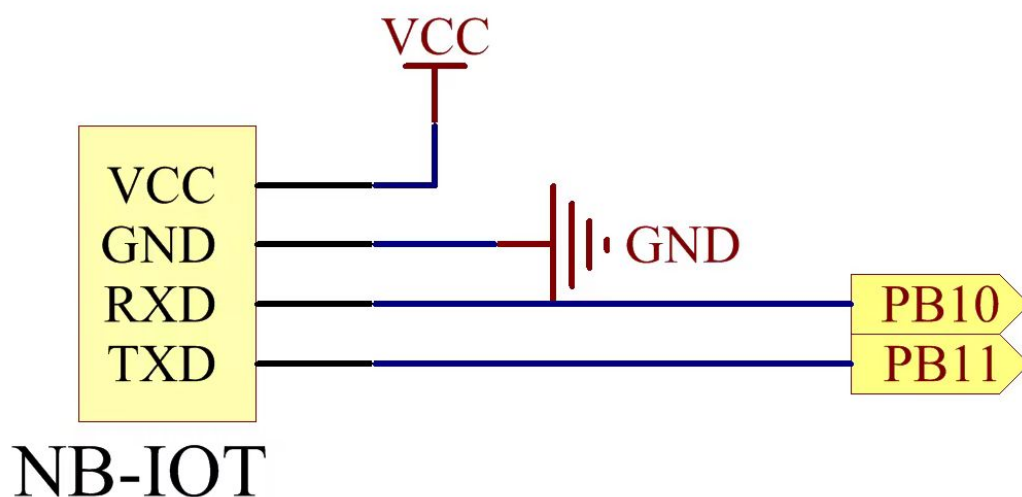


图 3-5 NB-IOT 模块原理图

3.2.5 水流量模块设计

泥石流灾害报警系统中的水流量模块是一个关键组件，它被设计来监测和记录流水的速度和体积。这些数据是预警系统的重要输入，可以帮助系统检测到潜在的泥石流事件。

水流量模块通常由以下几部分组成：

YF-S201 水流量传感器：传感器是测量流量的关键设备，通常安装在河流或溪流中。流量传感器有多种类型，例如超声波流量计。

数据处理单元：数据处理单元负责接收来自传感器的原始数据，并将其转化为可用的信息。它需要将传感器读数转化为流速或流量。

通信接口：通信接口允许数据处理单元将信息传输到中央控制单元或直接上传到云端。这可能通过有线连接，或者更常见的无线连接（如 NB-IOT）实现。

电源：水流量模块需要稳定的电源才能正常运行。这可能来自于电网，或者在偏远地区，可能需要采用太阳能电池板或其他可再生能源。

在泥石流灾害报警系统中，水流量模块需要持续监测流水状况。在雨季或者有大量降水的情况下，流水体积的急剧增加可能预示着潜在的泥石流事件。此时，系统可以根据预定的阈值发出报警，以便及时进行疏散和应急响应。

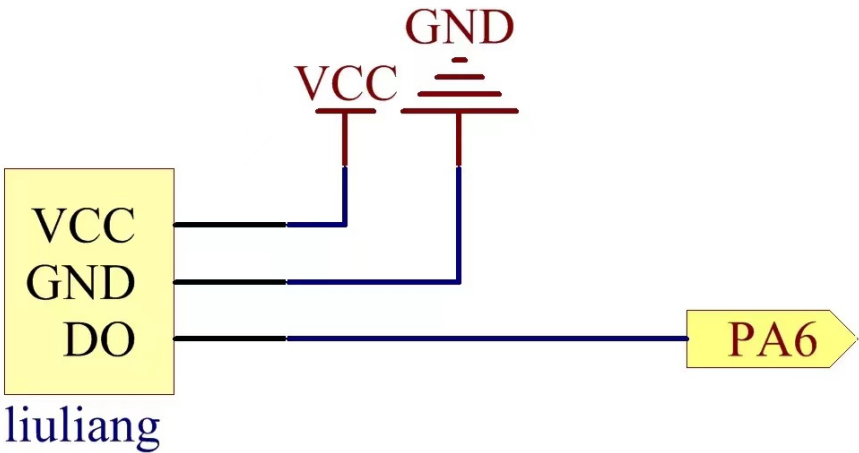


图 3-6 水流量模块原理图

第 4 章 系统的软件设计

4.1 软件主流程图

采用 STM32 单片机技术将水流量模块、雨水模块、振动模块采集到的参数进行处理并通过 NB-IOT 通信的方式上到上位机，上位机设置阈值并将从下位机接收的数据显示，如果异常，语音预警，发送上位机警告信号。采用 C 语言作为编程开发语言，应用模块化的程序结构编写系统主程序，将各个模块组合在一起，能够整体的功能，我们运用这个单片机来当做是主控芯片，他主要负责的就是整个系统的运行，而且也能够让各个模块之间的通信保持非常的通畅，能够让整个系统运转起来。

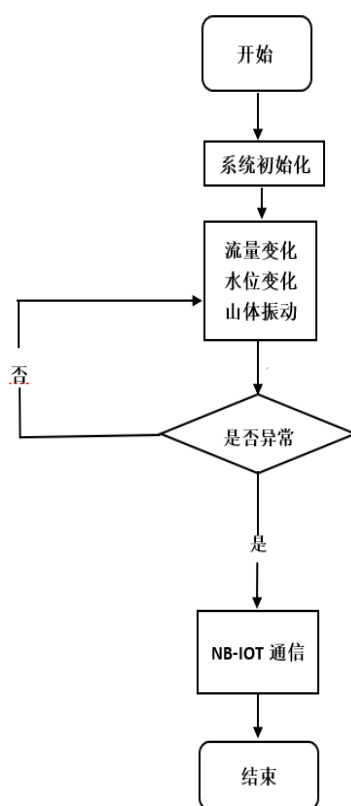


图 4-1 整体流程图

4.2 山体振动监测模块的软件设计

当全部系统软件通电时可以实时监测山体振动信号，当振动超过预设值后，会引发蜂鸣器语音报警，以此来预警提示山体振动频率超出预设值，可能会引发泥石流，提示人们进行防范。

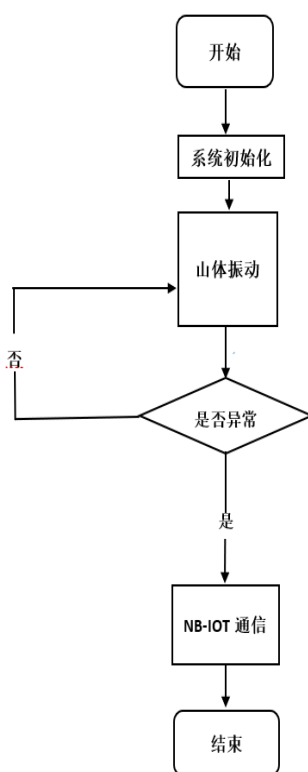


图 4-2 山体振动监测模块的软件设计流程图

4.3 水位监测模块软件的设计

当全部系统通电时，开始实时监测水位变化，当水位变化超过预设值时，会引发蜂鸣器语音报警，以此来预警提示水位超出预设值，可能会引发泥石流，提示人们进行防范。水位监测模块软件的设计主要涉及数据采集、处理和展示等功能的实现。

配置水位监测模块的传感器接口，使其能够连接和采集水位数据。设计采集算法，确保数据的准确性和实时性。定义数据采集周期，定时采集水位数据。

在水位监测模块软件的设计过程中，需要考虑数据的准确性、实时性和可靠性。整体而言，水位监测模块软件的设计旨在实现水位数据的采集、处理和展示功能，以满足水位监测系统的需求。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/648070133031006052>

