

摘要

本课题的目的是设计一个可以远程温度控制的系统。在本课题研究的温度控制系统中，所用的系统控制核心为 51 单片机 STC15W408AS。实现的方法为利用 NTC（负温度系数热敏电阻器）使用 ADC 方式测量环境温度，得出当前环境的温度读数，再通过 NB-IoT 模组将温度控制系统与网络连接，且将温度读数上传我国移动物联网云平台 OneNet，实现温度控制系统与网络互联，就可以在 OneNet 上可以查看温度系统状态和温度值，同时还可以使用手机 APP 软件，通过 OneNET 平台向控制系统下发指令，对加热装置进行驱动，从而对环境温度进行控制。在理论层面上，本课题设计的系统是通过 C 语言来驱动各个模块工作，在应用层面上则是通过 Keil5 软件来调试 51 单片机和 Protel 软件设计进行原理图。

最终实现通过 OneNET 物联网平台远程调控温度，以证明本课题研究的设计的可行性，以及探讨该设计内容的应用场景。

关键词：51 单片机；温度控制系统；物联网

第 1 章 绪论

1.1 研究背景

随着社会的发展，科技的进步，智能化早已与我们的生活不分彼此，温度控制也是如此。温度控制的应用领域无论是生活上还是工业上都非常广泛，工业生产制造对于温度的把控更是有着严格的要求，日常生活接触到温度控制的方面也有不少。温度控制的发展早已经与智能化结合，不再像曾经那样需要人工完成且不受到重视，往往温度控制需要监控着以防发生意外，这时，智能化温度控制的出现使得温度控制的过程中减少人身安全的问题出现，且把温度控制实现智能化、与网络互联，能够使得我们在控制温度的过程更加便捷。

在发展智能化温度控制的趋势下，通讯功能是温度控制系统发展必然的产物，也只有实现通讯功能，才能智能化，才能将数据实时的传输，随时调制温控。如今进行温度调控，往往只需要使用手机进行调控即可，现在的温度控制系统大部分都会与网络互联，通过网络互联，我们可以在使用端通过调控面板进行温度调控和监控，这样既方便监控环境温度又能随时进行温度调控。

1.2 研究目的

随着科技的发展，如今正是处在科学技术飞速发展的时代，温度控制的应用场景不再局限于单一。以前种植蔬菜只能依靠于季节，如果没有合适的天气，蔬菜的生长也会有重大影响，甚至无法存活，如今恒温大棚的出现，让我们一年四季都能有足够的蔬菜供应，民以食为天，恒温大棚的出现进一步提高了我们的生活质量。在生活中，需要对于热水器水温进行控制，可以提前通过手机 APP 远程调控热水器的水温，这样就可以在回到家中后就马上有热水可用。在这物联网快速发展的时代，将远程温度控制系统与网络互联，既能提高温度控制效率和精度，也可便捷生活，无论是农业还是生活上，为了更加便捷的调控温度，发展温度控制系统与网络互联是志在必行的。

1.3 研究意义本课题是研究如何设计一个通过 OneNET 物联网平台基于 51 单片机的远程温度控制系统，它意义如下：

- 1、51 单片机为大学期间所学习的内容，在本设计中，程序设计、硬件嵌套、硬件整合和制作电路图等所需要的知识都是在大学期间所学的内容，能够将所学的理论知识进行实际应用，加强个人的实践能力和动手能力，将课本的知识真正用于实际，这样才叫学以致用，才能真正的提高自己。
- 2、在当前时代，单片机的应用十分广泛，能够更加了解和掌握单片机，对于今后的自己有着非常好的帮助。如今非常多的电子产品都为嵌入式系统，加强对单片机的理解和应用，能够为未来的发展垫底更好的基础。
- 3、它的最终目的是对温度的调控，一个合适的温度，无论是对人，还是农作物，或者是工业上的生产过程，都是极其重要的，本课题设计是一个低成本、低功耗、更便捷、更智能的温度调控系统，高性价比在市场上具有更加大的竞争力。所以，研究一个 51 单片机作为主控的远程温度控制系统是具有非常重要的意义。
- 4、近几年来，都在朝着大数据时代发展，无论是国外还是国内，都在发展云端服务，通过云平台计算，减少本地计算，使得使用终端更加简洁和方便，将大量计算集成于云平台上，终端只做接受、发送和部分计算，减少了使用终端的制作成本。在本次研究所选用的 OneNET 是一个免费，能够兼容多种终端的平台，通过 NB-IOT 我能够将大部分智能电子产品终端与 OneNET 与平台连接，实现物联网，便于管控。如平时所用的手机，个人电脑等都是一个与云平台互联的智能终端。所以研究一个 51 单片机作为主控的远程温度控制系统是具有非常重要的意义。

1.4 远程温度控制系统国内外现状分析

由于国内的温度控制系统发展较晚，目前国内的温度控制系统主要还是使用 PID 控制器，PID 线性算法在温度控制中非常方便使用，计算数据非常简单。

如今而且随着生产的发展，对温度控制控制的精准度和实时性的要求越来越高，被控对象也越来越复杂，单纯采用常规 PID 控制器已不能满足系统的要求，因此出现了许多新的控制方法。比如自适应控制、最优控制、智能控制、鲁棒控制、满意控制等，这些控制策略引入到 PID 控制系统的设计当中极大地提高了系统的控制性能。其中，智能 PID 控制近几年引起了人们极大的研究兴趣。将智能控制方法和常规 PID 控制方法融合在一起，形成了许多形式的智能 PID 控制器。它吸收了智能控制与常规 PID 控制两者的优点。首先，它具备自学习、自适应、自组织的能力，能够自动辨识被控过程参数、自动整定控制参数、能够适应被控过程参数的变化；其次，它又具有常规 PID 控制器结构简单、鲁棒性强、可靠性高、为现场工程设计人员所熟悉等特点。

国外的温度控制系统发展较早，早已领先于国内，在技术方面和设备方面较为先进，如今，国外的温度控制系统早已集成化，有着专门的一套技术和系统，随着智能化的出现，国外在这方面的领域更进一步。对于温度控制系统，最大难题是温度调控精度，目前国外温度控制系统调控精度比国内的高，且与之相关的设备仪器也更加先进，在部分应用领域具有较大优势。国外的光刻机已经具有 7nm 以下的工艺，能制造出的仪器也会有更高的精度，且目前国外也已经做到 7nm 工艺的光刻机投入商用。国内虽然已经有了 14nm 的光刻机，但技术还不带成熟，不太稳定，无法大量投入商用，国内普遍还是使用 28nm 工艺的光刻机，与国外相比还是有较大的差距。

亚马逊是第一个互联网云计算提供商，也是目前最大的公有云服务提供商。相比于国内，国外不但有着亚马逊，还有 Google 等发展较早的云服务，有着更加成熟的技术。在国内，由于对于云计算，云平台有着认知偏差，导致国内的云平台发展较为缓慢，发展了十余年的阿里云也是近几年才慢慢进入人们的视线。不过在这近几年里，由于加大了云平台的重视，使得国内云平台的发展较为迅速，且相比与国外，我们国内有着带宽充足的优势，如现在发展的 OneNET 云平台不但能兼容更多的终端，而且还免费，极大的鼓舞了人们参与其中，相信用不了多久，我国的云平台一样可以在世界的舞台上闪耀。

1.5 研究方法 首先在知网上查阅温度控制系统相关方面的文献，进一步了解该温度控制系统的设计方法，并在此基础上加以改善，使本次课题设计出来的温度控制系统功能更完善。在本次设计中，如何使用 OneNET 平台是一个重要内容，查阅 OneNET 平台资料，学会如何使用该平台。最后通过在校期间所学的知识，进行模块整合和程序设计，完成成品设计。

1.6 本课题设计参数

本课题设计了一个远程温度控制系统，该系统硬件模块包含电源模块、STC15W408AS 芯片作为主控的最小系统、温度采集模块、物联网模块、制冷\制热模块、串口模块、继电器模块。实现的功能为采集环境温度并将温度数据上传到 OneNET 平台，通过该平台可以监控环境温度，并且还可以通过 OneNET 平台发送指令，驱动制冷\制热，达到温控的效果。

第 2 章 系统总体设计

2.1 系统概述

本课题设计了一个可以远程控制的温度控制系统，该系统控制核心芯片采用的是 51 单片机 STC15W408AS，通过利用 NTC 热敏传感器进行数据采集，再使用 ADC 方式计算数据，得出温度数值，最后通过 NB-IoT 模组将整个温控系统连接网络，且将温度读数上传我国移动物联网云平台 OneNet，就可以在 OneNet 上可以查看温度系统状态和温度值，同时还可以使用手机 APP 软件，通过 OneNET 平台向控制系统下发指令，对加热装置进行驱动，从而对环境温度进行控制。该远程温度控制系统构成主要由 NTC 温度传感器、NB-IoT 通讯模块、最小系统主控模块电路、电源电路、加热\制冷控制电路、加热\制冷模块等组成。

本次课题设计主要采用 C 语言来驱动模块的运转，使用 Protel 软件来绘制原理图，采用 Keil5 软件来编写程序和调试。

本课题的主要研究以下几点：

- 1、如何利用 NTC 使用 ADC 方式进行环境温度测量；
- 2、如何实现系统的温度控制模块；
- 3、如何通过 NB-IoT 模组使系统与 OneNET 平台互联，实现远程监控测量温度实时数据以及通过 OneNET 对温度控制系统下发制热的控制指令。

2.2 系统组成

2.2.1 主控芯片

主控芯片选用的是 STC15W408AS 单片机，该 CPU 为增强型 8051CPU，与普通的 8051CPU 相比，速度快 7-12 倍，比 STC12 系列快 20%，且成本较低，能够满足本次课题设计的需求。这个芯片具有有 16 个 I/O 口，工作电压为 5.5V-2.4

V，芯片内部集成了 512 字节的 SRAM，还有片内 EEPROM 功能，是本次设计更加便捷。

2.2.2 网络互联模块

实现物联网，目前市场上主流是使用 wifi 与网络互联，实现数据传输，使用该方法有一个缺点，设备必需处在 wifi 网络覆盖范围中才能进行数据上传网络。本次设计中，所选用的是网络互联模块为 NB-IOT 模块，型号为 WH-NB75-BA，该型号具有有着透传能力强、多频段的优点。NB-IoT 着眼于低功耗、广域覆盖的通信应用。进行通信的过程较为简单，低功耗模式使得无线通信的耗电量相对较低，适合小数据量、低吞吐率的信息上传，信号覆盖的范围则与普通的移动网络技术基本一样。综合上所述，这次设计使用这个型号为 WH-NB75-BA 的 NB-IOT 模块是个不错的选择。

2.2.3 云平台

对于云平台的选择，考虑到成本的问题，在保证功能够用的情况下，选择了 OneNET 云平台，我国移动物联网有限公司为了鼓励更多的人群投入云服务建设中，专门自主研发了一个性的云平台，该平台称为 OneNET，平台各种功能免费给给需要的人群，该平台提供了各种跨平台物联网应用、行业解决方案提供简便的海量连接、云端存储、消息分发和大数据分析等优质服务。OneNET 不但提供数据层面的帮助，还提供了大量的硬件开发工具，为使用该平台的人群得到更好的帮助，助力各类终端设备迅速接入网络，实现数据传输、数据存储、数据管理等完整的交互流程。该平台还嵌套有安卓 APP，可以通过安卓系统平台直接在 APP 上使用控制面板，极大的方便了使用过程。

2.2.4 环境温度采集模块

温度传感器的应用场景是非常广泛的，温度这个概念，对我们至关重要，唯有清楚的知道温度的具体数值，才能安然有序，如高温或下大雨天气下就不宜出室外，人的出行往往依据在温度上。在本设计中，采用的是 NTC 热敏电阻传感器，利用 NTC 热敏电阻在一定的测量功率下，电阻值随着温度上升而迅速下降。利用这一特性，可将 NTC 热敏电阻通过测量其电阻值来确定相应的温度，从而达到检测和控制温度的目的。NTC 热敏电阻具有灵敏度高、响应速度快、阻值和 B 值精度高的优点，而且还可以接通探头，提高延展性，探头的线材具有非常的可弯曲性，该模块能测量的温度范围为 -40°C 到 125°C ，足够满足本次设计的温度采集使用要求。

2.2.5 加热模块/制冷模块

加热模块选用的是 PTC 小型低压加热片，工作原理是通过 PTC 加热器的内部发热体是正温度系数热敏电阻，它的电阻值会随着 PTC 热敏电阻本体温度的升高呈现出阶跃性的增加，温度越高，电阻值越大，到达的临界值就会有一个平衡点，温度不在升高，电阻不再增大。该发热片有着可干烧，节能，长寿命，无明火的优点。目前该 PTC 加热片在电池，安防，医疗、科研、工业电机马达、航天航

空、等电子电气小功率加热预热除潮保温应用相当广泛，例如电热蚊香发热体，暖鞋器发热体，熏香炉发热体，暖风机发热体，电热杯发热体，饮水机发热体，咖啡机发热体，酸奶机发热体，汽车部件保温，柴油酒精加热，仪器仪表加热除潮，电磁阀防冻，配电柜除潮除湿，电子元件恒温预热，便携式发热体，还有很多可以开发的用途。所以在本次设计中选用该加热片进行制热，是个不错的选择。

市场上制冷模块有冷夜制冷，制冷片等，考虑到该设计是进行一个制冷模拟，而不是真的对空气进行制冷，所以选用小风扇进行代替更加便于设计，且能降低成本，所以制冷模块将会用小风扇进行模拟代替，而不选择更为复杂，需要考虑更多因素的制冷片。

对这两个模块进行设计的话，在本课题设计中只需要使用继电器即可，当处于制热模式下，则通电加热片，加热片产生热量，达到加热的效果。处于制冷模式下，则通电小风扇，进行一个制冷模拟。

2.2.6 电源模块

电源选择的是一路输入，三路输出的电源模块，一路输入为直流 6V-12V 电压，三路输出分别为 3.3V、5.0V、12V 三个档位，且每一路输出有六个排针，方便使用和连接，当电源模块正常通电是该模块上 led 等会亮红色，有助于我们判断电源模块的工作情况。继电器需要一个 5V 电压电源供电，PTC 发热片和小风扇工作都为 5V，且他们是连接在继电器上的，STC15W408AS 单片机主控最小系统需要的工作电压为 3.3V，NTC 热敏电阻工作电压为 3.3V。综合考虑，该电源模块在本设计中已经足够满足使用。

2.2.7 USB 转 TTL 模块

该模块主要功能是将 TTL 下载串口转换成 USB 接口，让该系统能够与 PC 进行通信，实现程序烧录和调试的功能。

该模块选用的是 CH340G 芯片进行 TTL 转 USB，该芯片与 PC 具有良好的兼容性，提高了程序下载烧录过程的稳定性。

2.2.8 模块间连接线材

各个模块与主控的连接方式主要采用杜邦线，杜邦线是美国杜邦公司生产的有特殊效用的缝纫线，可以拓展针脚，安装非常简单，只需要插入针脚即可，连接点非常牢固，省略了大部分焊接过程，方便模块的快速测试。

第 3 章 硬件电路设计

硬件电路设计中，将会使用 Protel 软件进行原理图设计。该软件在大学学习生涯中早已经学会如何使用并且能够灵活运用，在本设计使用该软件会更加得心应手。

3.1 系统总体设计本设计总体框图如图 3-1 所示。

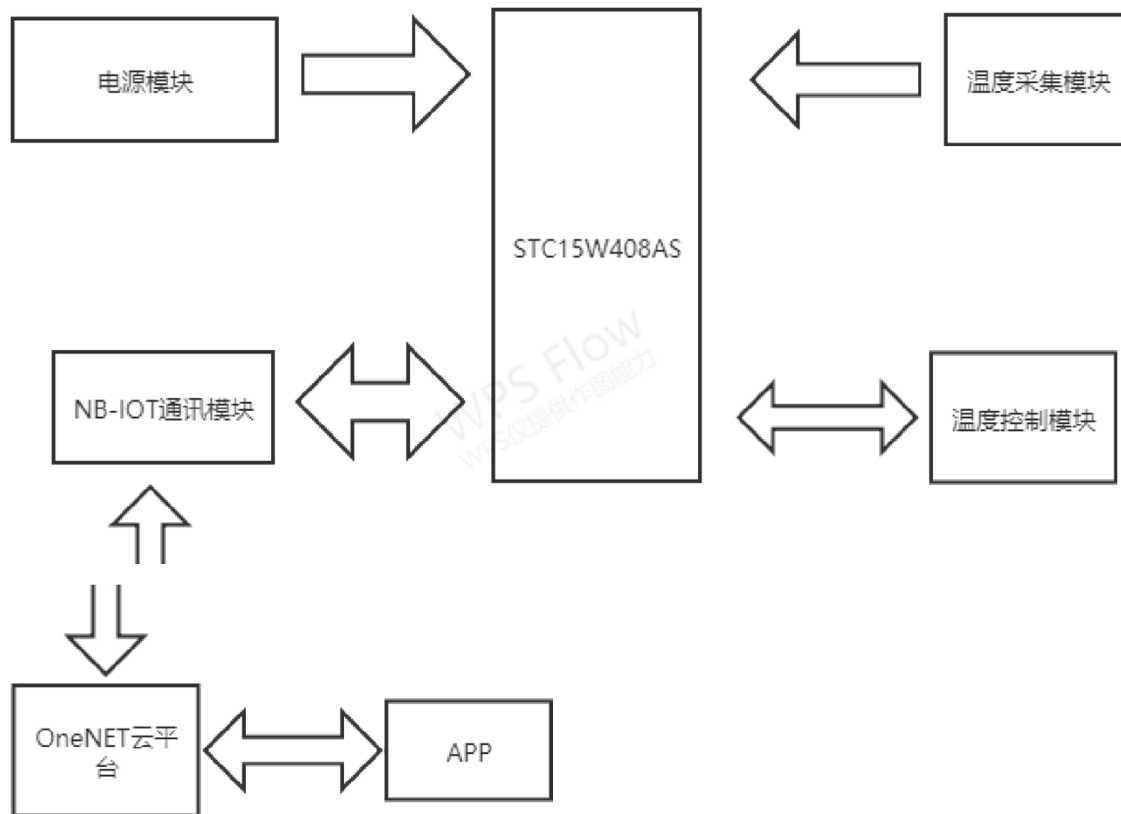


图 3-1 系统总体设计框图

通过框图，可以知道该设计由 STC15W408AS 芯片作为主控，有电源模块，温度采集模块，温度控制模块组成温度控制系统，在此基础上集成 NB-IOT 通信模块，使温度控制系统与 OneNET 云平台连接，形成物联网模式，并且还可以通过 APP 控制面板和 OneNET 平台发送指令，NB-IOT 模块将接收到的指令传回主控，主控再执行指令，以达到远程温度控制的效果。

3.1.1 STC15W408AS 单片机最小系统

首先设计的是主控芯片的最小系统，然后再在该最小系统上集成各个功能模块。在该最小系统中，有电源开关，中断按键，led 灯，并且预留 4 针 TTL 串口下载接口，方便作为程序烧录使用，且引出所有 I/O 口，方便接入各个功能模块。原理图如图 3-2 所示。

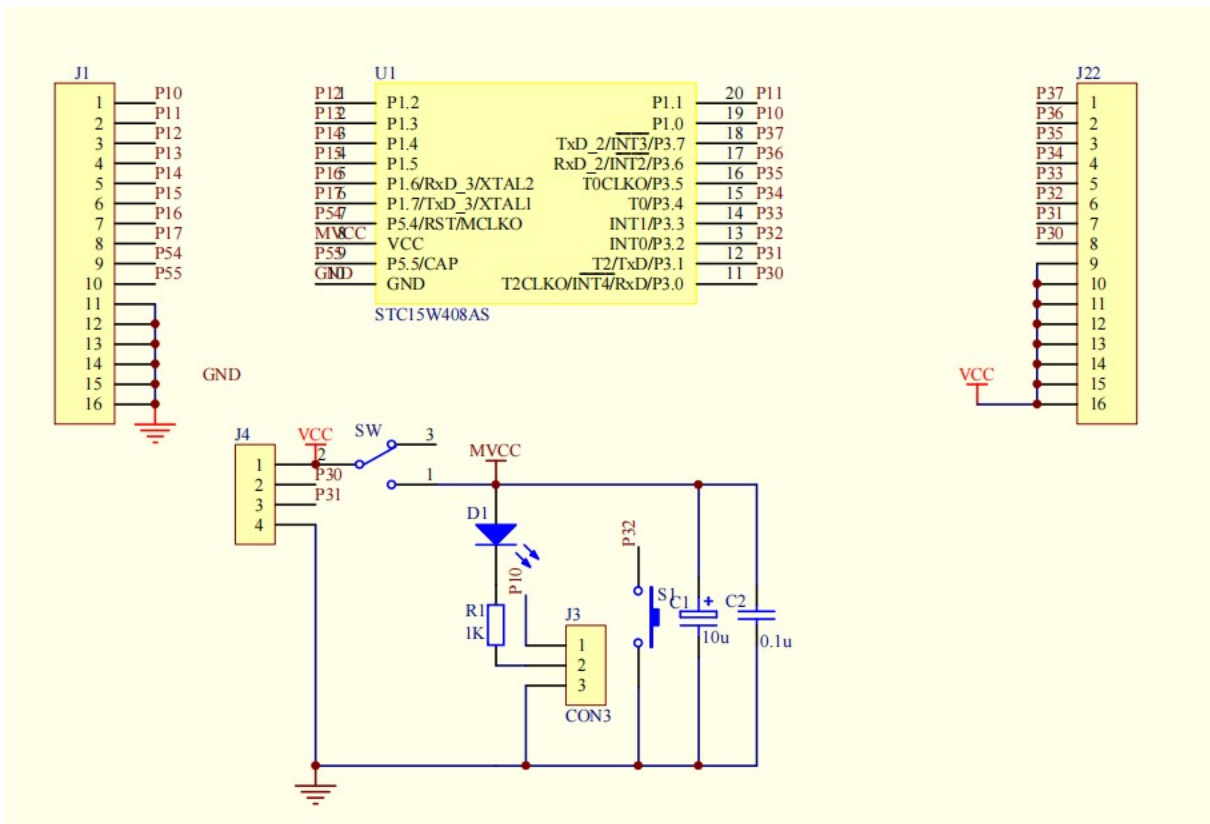


图 3-2 最小系统原理图

通过原理图，能清楚了解该最小系统的电路布局，以及组成器件。

3.1.2 NTC 热敏电阻传感器电路

NTC 热敏电阻传感器工作电压为 3.3V，采用 NTC 热敏电阻分压实现开关量和模拟量电压输出（带电压跟随），使得温度测量更加精准。电路原理图如图 3-3 所示。



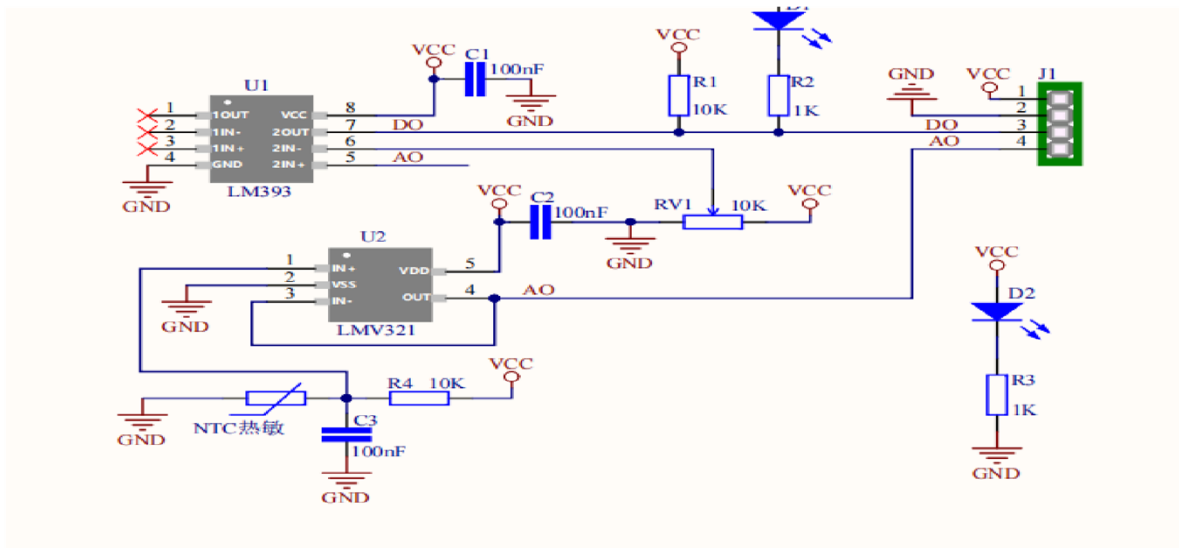


图 3-3 NTC 热敏电阻传感器原理图

该温度采集模块有 NTC 热敏电阻，电压跟随器，灵敏度调节器，电压比较器，电源指示灯，输出信号指示灯，模块外接针脚。

NTC 热敏电阻会根据不同的环境温度有不同的阻值，通过计算电阻得出一个阻温特性表，利用热敏电阻该特性就可以测量出环境温度。

电压跟随器在电路中起到缓冲、隔离的作用，能提高带载能力，使电路电压更稳定，以保证热敏电阻的阻值计算更加准确，来降低测量的温度读数与实际环境温度的误差。

灵敏度调节器能够帮助我们在调试时寻找更精确的零界点，提高精度。电压比较器可以，为计算温度提高数据。电源指示灯则是提示该模块电源是否符合工作要求。输出信号电路则提示数据信号是否处于输出状态，模块外接针脚则是将该模块与主控芯片相连接的桥梁。

3.1. 3NB-IOT 通信模块

该模块作为主控芯片与 OneNET 云平台连接的桥梁，也是温度控制系统能否作为远程控制和远程监控的关键，NB-

IOT 具有 MCU 与 NB-IOT 网络间的数据双向透传功能。NB-IoT 可以说是一种革新性技术，双向透传意味着不再是单方面的接受或传输，简化了系统材制作。由于它有着普通 2G/3G/4G 等其它无线技术没有的优点，NB-IOT 在智能领域的应用十分广泛，它支持海量连接、有深度覆盖能力、功耗低这些优势，让它非常适合于传感、计量、监控等物联网应用。总总优势下，使得 NB-IOT 具有非常高的性价比，高性价比往往具有更高的市场。

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/665042200042011222>