



普通高中教科书

通用技术

选择性必修

智能家居
应用设计



人民教育出版社

普通高中教科书

通用技术

选择性必修

智能家居
应用设计

上海市中小学（幼儿园）课程改革委员会组织编写

人民教育出版社

· 北京 ·

仅供个人学习使用，未经授权不得另做他用

总 主 编：褚君浩

副 主 编：朱志勇

本册主编：张 健

编写人员：张 健 翟向华

责任编辑：孙华泽

美术设计：胡白珂

普通高中教科书 通用技术 选择性必修 智能家居应用设计

上海市中小学（幼儿园）课程改革委员会组织编写

出版发行 人民教育出版社

（北京市海淀区中关村南大街17号院1号楼 邮编：100081）

网 址 <http://www.pep.com.cn>

版权所有·未经许可不得采用任何方式擅自复制或使用本产品任何部分·违者必究

如发现内容质量问题，请登录中小学教材意见反馈平台：jcyjfk.pep.com.cn

声明 按照《中华人民共和国著作权法》第二十五条中有关规定，我们已尽量寻找著作权人支付报酬。

著作权人如有关于支付报酬事宜可及时与出版社联系。

本册教材图片提供信息：

本册教材中的图片由全景网、视觉中国等图片网站提供。

仅供个人学习使用，未经授权不得另做他用

通用技术是一门联系科学规律和技术应用的课程。人类在生产实践和科学实验的过程中，获得了知识，掌握了规律，形成了技术，进而在工程任务中利用技术，提升生产实践和科学实验的水平。实践—认识—再实践—再认识，这样的过程循环反复，人类的科学技术不断提升，社会生产力不断发展。

世界是物质的，物质是运动的。在我们周围充满着物质的多种多样的运动形式，除了常见的机械运动，还有光、声、热、电、磁、分子、原子、基本粒子、生命运动等。人们在观察和研究物质的这些运动形式时，发现了规律，运用规律发明了技术，相应产生了机械技术、光技术、声技术、热技术、电技术、磁技术、分子技术、核技术、生物技术等。这些技术分别或者集成起来在多类工程任务中得以应用，涉及机械工程、土木工程、热力工程、电子工程、光学工程、能源工程、环境工程、生物工程、航空航天工程、海洋工程、地质工程等。典型的工程，包括南浦大桥、世博会的中国馆、虹桥枢纽屋顶上的太阳能发电站、C919大飞机、风云四号等大工程，也包括制造服装、烹饪菜肴、室内装修、三维打印零件等小工程。工程任务完成后制造出各类产品，应用于社会方方面面不同领域，为社会创造财富。从事这些工作的勤奋踏实而富有创新精神的劳动者，成为了基础扎实的工程师和精益求精的工匠，他们是我们学习的楷模。

我国古代人民的发现和发明造就了中国科学技术的辉煌历史，不仅有指南针、造纸术、印刷术、火药等重要发明，还有以都江堰水利工程、传统木建筑的榫卯结构等为代表的水利、天文、建筑、铸造、纺织、陶瓷、冶金、航海等古代科学技术，这些杰出的技术是中国古代科技文明的精粹，对人类文明发展和社会生产力的进步产生了巨大推动作用和深远影响。

技术是人类利用自然规律实现某种功能和目标的一种能力，它的背后是科学规律，它的前面是工程任务。工程任务有明确目标，技术在完成工程任务中实现它的价值。例如，根据牛顿第三定律可以利用作用力的反作用力推进物体，这一原理可以用于火箭工程，再运用万有引力定律，可以发射地球卫星，甚至把嫦娥四号送到月球背面。技术的价值在工程任务中得到充分体现。

把技术应用于工程，就要遵循工程的规范。实现技术的应用，完成一项工程任务，首先要明确这项工程的具体目标，提出完整可行并有创新的设计方案。设计方案又涉及工程目标物的结构、工艺流程、组成系统、设计意图控制等。方案的具体内容要用技术语言和图样表达出来，根据图样来操作加工，最后实现方案，完成工程任务。工程实施过程中的经验和教训，需要同行互相交流；是否完成了预期的目标要求，需要由外部专家和使用者的评价。工程交付后，还要经受时间和应用的评判。

同学们，新时代已经来临！新工业革命正在悄悄向我们走来。如同18世纪以机械化为特征的第一次工业革命、19世纪以电气化为特征的第二次工业革命、20世纪以信息化为特征的第三次工业革命，21世纪人类将开启以智能化为特征的第四次工业革命。人类

总是先在观察或实践中发现规律，在此基础上发明了技术，进而推动技术的应用与发展。人们发现了质能关系，发明核技术；发现了受激辐射规律，发明激光技术；发现了光纤中光传输规律，发明光通信技术；发现了电磁波规律，发明无线通信技术；发现了半导体光跃迁规律，发明半导体照明技术；等等。先进技术为构建人类绚丽文明打下基础。谁掌握了规律，谁发明了技术，谁就获得了主导权。智能制造是新工业革命的重要特征，而通用技术是智能制造的基础课程之一。同学们，机遇和挑战在等待着我们！

通用技术课程必修内容包括“技术与设计1”“技术与设计2”2个模块，它们分别从技术和设计的角度阐述通用技术的一般概念，并通过实践来帮助同学们体验技术与设计的内涵。选择性必修内容包括“技术与生活”“技术与工程”“技术与职业”和“技术与创造”4个系列11个模块。整体框架由图0-1表示。学习这门课程要注重掌握概念和加强实践，尤其要通过动手实践，来培养自己的技术意识、工程思维、创新设计、图样表达和物化能力等核心素养。



图 0-1 课程内容整体框架

智能家居汇集了通信、计算机网络、传感器技术、自动化技术、人工智能、仪器仪表与测试技术等多个学科，是一门尚处在发展中的新兴交叉学科。从应用的角度来看，智能家居尚处于单品阶段，没有形成业内共识的理论与实践架构。针对上述特点，《智能家居应用设计》一书共分成4章：第一章对智能家居的起源、特点、现状、未来发展方向等进行了综合概括；第二章智能家居与物联通信，讨论了智能家居系统的传感与通信等的实现，主要讲述了无线型智能家居中的关键技术；第三章在已学习的技术基础上，结合单片机技术，进行继电器控制的LED（发光二极管）灯、数字温湿度计、人体感应灯和智能窗帘等智能家居产品的简易设计；第四章智能家居系统设计与实现，在论述设计原则和软硬件组成等的基础上，分析了智能家居系统的设计原则和实现路径。

第1章 智能家居架构与功能 1

- 第1节 智能家居定义 2
- 第2节 智能家居功能与分类 6
- 第3节 智能家居与传统家居的比较 11
- 第4节 智能家居的控制与实现 15

第2章 智能家居与物联通信 27

- 第1节 物联网 28
- 第2节 传感网络与组网技术 32
- 第3节 物联网中的传感器 37
- 第4节 智能家居物联通信的实现途径 42

第3章 智能家居简易产品设计 49

- 第1节 继电器控制LED灯 50
- 第2节 数字温湿度计 59
- 第3节 人体感应灯 66
- 第4节 电动窗帘与智能窗帘 72

第4章 智能家居系统设计与实现 83

- 第1节 智能家居系统的软硬件组成 84
- 第2节 智能灯光控制系统 90
- 第3节 数据采集系统 94
- 第4节 智能安防系统 99

第1章 智能家居架构与功能

清晨 5:30, 房间内温度自动调节到人体舒适温度, 等待家人的苏醒; 6:00, 卧室灯根据外部光线自动开启; 6:30, 厨房中的咖啡机与面包机开始自动工作, 为用户准备早餐。一家人伴随着柔和的音乐声起床, 开始新一天的工作和学习。上述智能场景的实现得益于智能家居的应用。那什么是智能家居呢? 智能家居的功能还有哪些呢?

第1节 智能家居定义

第2节 智能家居功能与分类

第3节 智能家居与传统家居的比较

第4节 智能家居的控制与实现



第 1 节 智能家居定义



学习目标

1. 理解智能家居的定义。
2. 了解智能家居的系统特性。
3. 了解智能家居的系统标准。

科幻电影中会出现这样的场景：人们结束一天的工作回家后，屋里的灯光自动亮起，客厅里播放着柔和舒缓的音乐，浴室中的洗澡水已备好……随着智能家居的发展，这样的场景将逐渐走进人们的日常生活，不再遥不可及。

一、智能家居的定义

智能家居最初作为一个概念，出现在科幻小说和展览会上，它展现了人们对未来居所的畅想。20世纪末至21世纪初，信息技术和互联网的快速发展才真正引发了人们建立智能住宅的热潮。



讨论 & 交流

联系社会发展和生活实际，想象一下智能家居应该是什么样的。

智能家居是通过综合先进的计算机、通信和控制技术，建立一个由家庭安全防护系统、网络服务系统和家庭自动化系统组成的家庭综合服务与管理集成系统，从而实现拥有全面安全防护、便利通信网络以及舒适居住环境的家庭住宅。智能家居融合了物联网、人工智能、大数据处理、先进建材、自动控制等，旨在创设一种融合智慧感知、协调控制、智能互联、方便快捷于一体的家庭居住环境。

随着近年来我国经济高速发展，人们对更舒适、更便捷、更安全、更环保的家居生活环境的需求日益提升。智能家居可以较好地解决传统家居能耗过高、安全系数低、家电操作烦琐不便等问题，符合当今的环保理念，能够满足人们对高品质生活的需求。智能家

居是现代信息技术，特别是计算机技术、通信技术向传统家居产业渗透发展的必然结果。智能家居是高中学习阶段具有时代气息、适应社会发展、体现未来科技走向的内容之一，与当今高新技术联系紧密。图1-1展示了通过按键和应用程序调节室内温度的场景。图1-2展示了智能家居的体系架构。

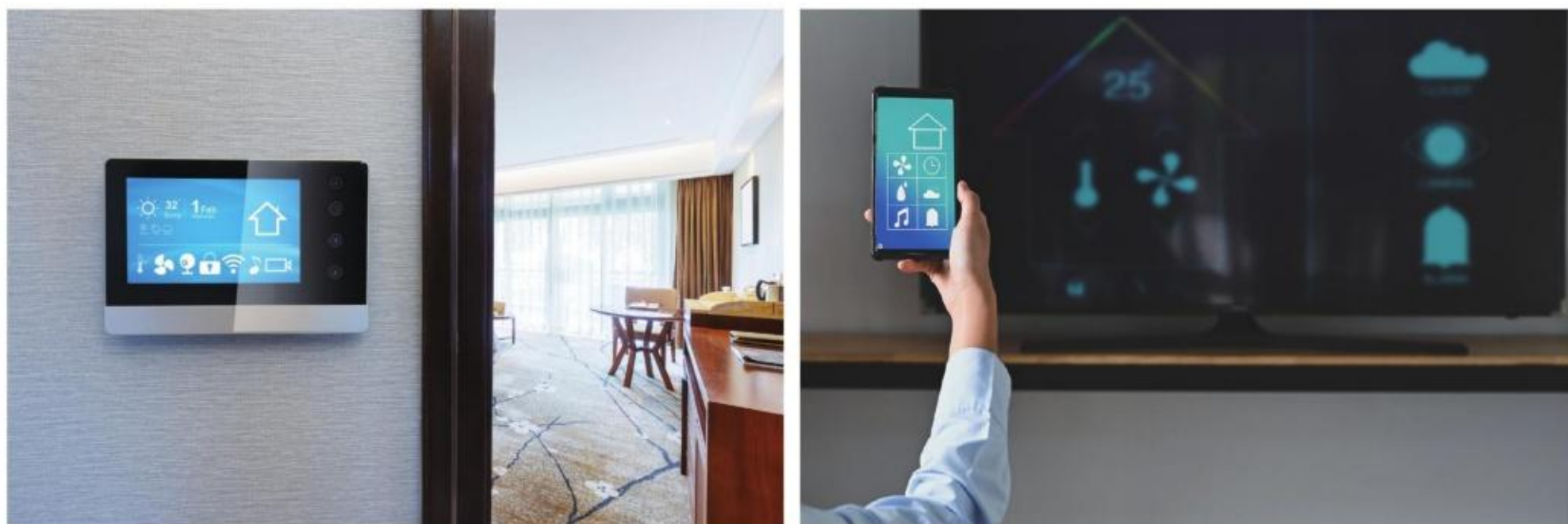


图1-1 智能家居走进生活

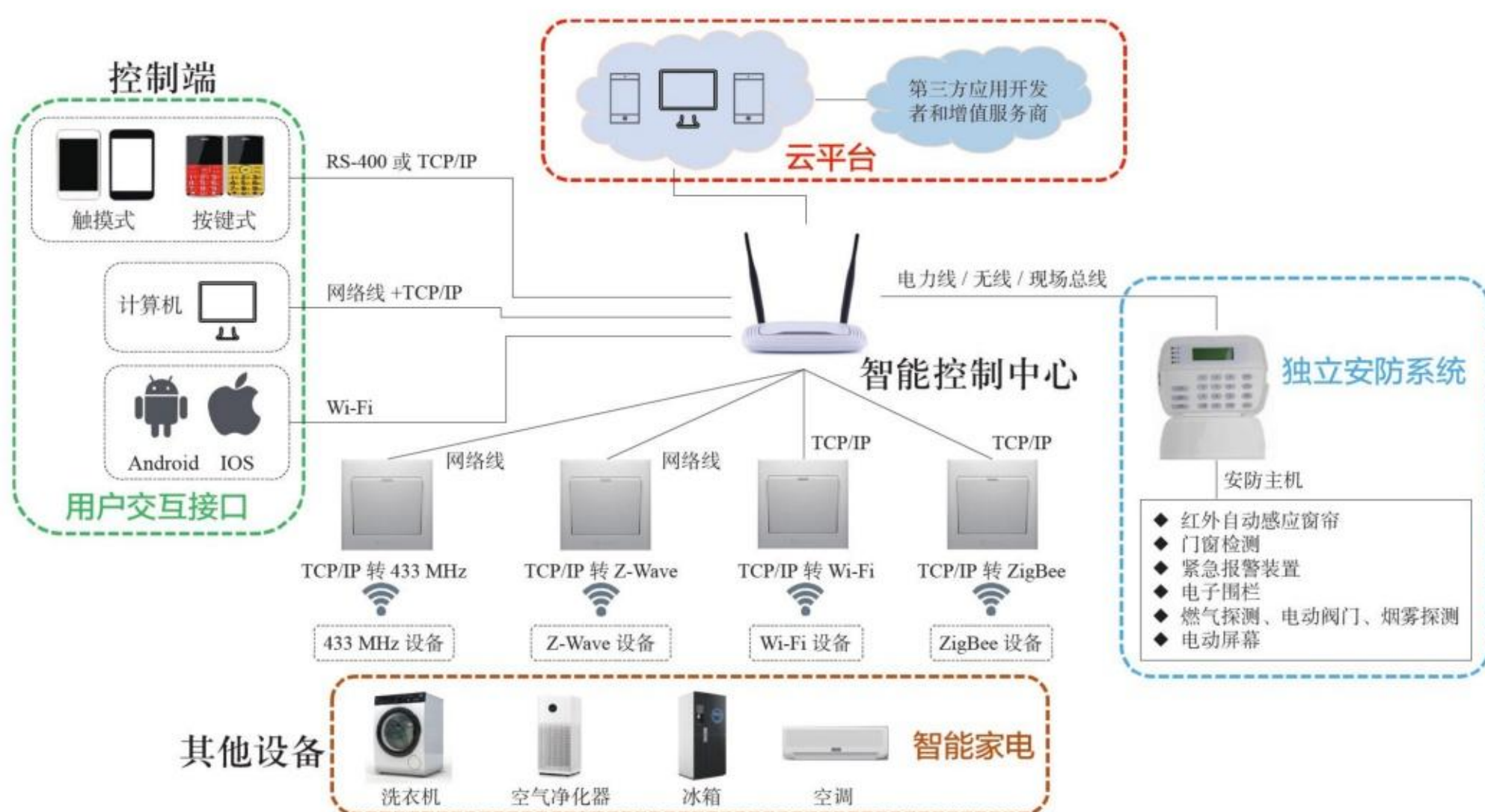


图1-2 智能家居的体系架构

注：RS-400，一种控制器组件。传输控制协议/因特网互联协议（transmission control protocol / internet protocol，简称为TCP / IP）。433 MHz，适用于传输量较少的无线通信技术。Z-Wave，适用于短距离无线通信技术。无线数据传输（wireless fidelity，简称为Wi-Fi），一种按照IEEE802.11标准实现无线局域网的技术。蜂舞协议，ZigBee，一组面向低能耗数字无线电的高级通信协议规范。

实现智能家居的过程抽象出来就是从设备的基本控制到设备、环境与人之间的自然感知，再到围绕人形成应用服务的过程。

讨论 & 交流

课后查阅智能家居的发展历史，体会科技在智能家居中的重要性。

课外实践

参观智能家居展，阅读产品说明书，尝试使用一些智能家居产品如智能台灯、智能开关。思考并列举其他常见的智能家居产品。

二、智能家居的系统特性

1. 操作方式多样化

采用不同的控制手段会使智能家居的操作方式不同。人们可以用遥控器、触摸屏、语音、手机（如图1-3所示）或者计算机等进行操控，不受时间和空间限制。比如智能照明系统，人们可以通过多种方式进行灯光开关及亮度的调节。



图1-3 手机实时控制

2. 安装简单

智能家居的系统可与家中现有的电器设备，如灯具、电话等进行连接。一般情况下用户参考说明书就能顺利完成智能家居电器设备的安装。

3. 可拓展性

智能家居是可拓展的系统，因此可以满足不同用户的个性化需求。最初的智能家居系统只是照明设备或常用电器设备之间的连接。现阶段的智能生活需要实现多种设备之间的连接，从而使已装修的家居也可以轻松升级为智能家居。同时，为了满足不同类型用户的需求，智能家居的控制功能也在进行不断完善，并拓展出其他的功能，如喂养宠物、看护老人小孩、浇灌花园等。



设计 & 操作

学会通过手机应用程序对智能灯进行开关和灯光调节操作。



讨论 & 交流

列举常见的智能家居产品的控制方式。

三、智能家居的系统标准

现阶段的智能家居系统还没有形成完整的国际标准体系。从通信的角度看，智能家居系统是包括电力线、蜂舞协议、蓝牙、现场总线等多种通信链路并存的复杂系统。

目前已完成无线局域网的无线入网过程和方法的统一，即使采用不同的无线局域网，应用程序软件也无须进行任何修改。智能单品和实体网关如果采用统一的无线局域网，就可以在云服务端兼容。这样一来，用户既可以使用单品，也可以以此为基础组建带有实体网关的家庭子网。但是，无线局域网存在着安全性较差，能耗较高，频谱资源已趋近饱和等问题。



思考 & 练习

请同学们思考智能家居给人们的生活带来了哪些影响。

第2节 智能家居功能与分类

学习目标

1. 理解智能家居的主要功能。
2. 了解智能家电的功能。
3. 了解智能控制的实现。

智能家居是集数字化、网络化、智能化于一体的多应用、多服务的集合，它应该像水和空气一样，维系人们的生活。

智能家居最初以灯光控制、电器远程控制和电动窗帘控制为主，各个家电设备彼此孤立。随着物联网、自动控制等技术的发展，智能家居可控制的对象越来越多，多个家电设备联动控制的场景开始出现。如今，智能家居变成一个复杂庞大、功能涉及生活起居各个方面的系统。智能家居按照功能分类如图1-4所示，主要分为智能环境控制、智能家电、智能安全与防范、智能场景控制四大方面。需要注意的是，智能家居所能提供的功能远远不止这些。

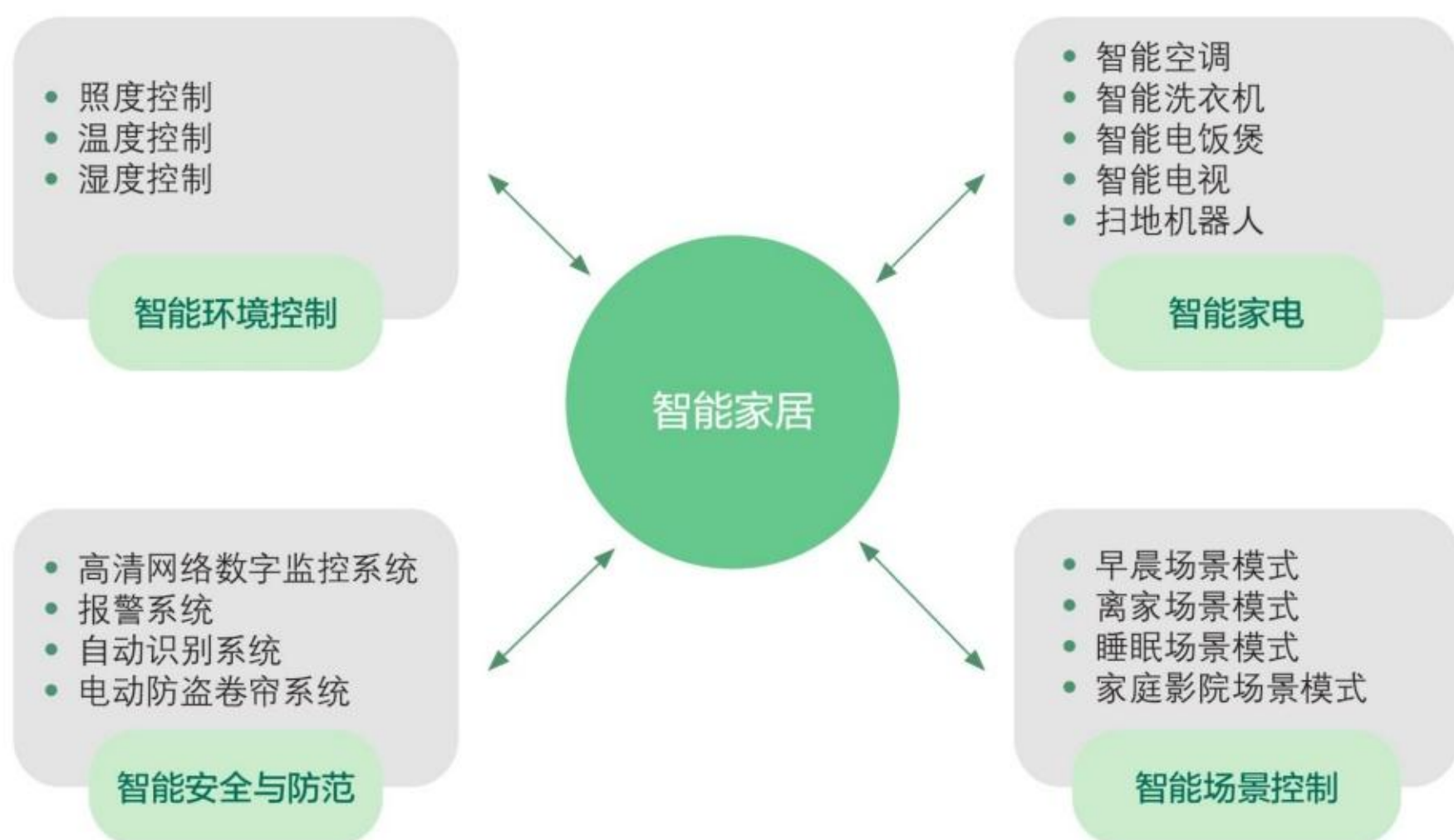


图1-4 智能家居功能分类

一、智能环境控制

人体舒适程度与光照、温度、湿度、压强和风速等因素有关。智能环境控制可将远程开关、感知与控制等多方面结合，无级别调节家居的照度、温度、湿度等，创设宜居的家居环境。例如，智能环境控制可以依据有人、无人自动平缓地调节各区域的灯光，将照度自动调整到最佳水平。在靠近窗户等自然采光较好的区域，智能环境控制会很好地利用自然光照明。再如，当天气发生变化时，智能环境控制能通过开启空调、通风设备、采暖设备等措施，自动将温度与湿度调节到人体舒适的程度，保持室内空气的清新与流通。无论天气如何变化，智能环境控制均能将室内照度、温度与湿度等维持在预先设定的水平。此外，智能环境控制还可以通过手机等移动端改变环境参数，以适应不同场景的要求，如图1-5所示。



图1-5 移动端控制

讨论 & 交流

智能家居已由最初的灯光控制发展到如今的多功能化，讨论智能家居的发展对人们生活方式的影响。

二、智能家电

人类的智能主要体现在人具有感知、思维、判断、学习、执行等能力。如果把人类的智慧特征搭载在某些家电上，部分或全部代替人发挥某些功能，或实现人不能完成的功能，这样的产品就可以称为智能家电。也就是说，具备灵敏感知能力、正确思维能力、准确判断能力和有效执行能力，并把这些能力加以综合利用的家电就是智能家电。通过将嵌入式系统、传感技术、网络通信技术引入家

电设备，智能家电将具有自动感知住宅空间状态、家电自身状态和家电服务状态的功能，能够自动控制及接收用户在住宅内或远程的控制指令。智能家电作为智能家居的重要组成部分，能够与住宅内其他电器和家居设施组成系统，实现智能家居功能。智能家电如图1-6所示。



图1-6 智能家电

与传统家电相比，智能家电具有如下特点。

网络化。各种智能家电可以通过家庭局域网连接到一起，还可以通过家庭网关接口同互联网相连，实现信息的共享，具有通信、网络连接、远程控制、报警等功能。

智能化。用户通过语音识别等技术可以实现智能家电的声控功能，通过传感器获得的信息（如温度、声音、动作等）可以实现智能家电的主动性控制。用户还可以自己设定不同的应用场景，使智能家电对环境变化自动作出响应，不需要人为干预。

开放性、兼容性。来自不同厂商的智能家电平台一般具有开放性和兼容性。

节能化。智能家电一般用低电压控制信号，消除了家用电器长时间处于待机状态的功率消耗。此外，智能家电可以根据环境自动调整工作时间、工作状态，达到节能的目的。

易用性。复杂控制流程已被嵌入智能家电的控制器中，使智能家电的操作更加简单。



设计 & 操作

学会控制并使用扫地机器人来打扫房间。



讨论 & 交流

了解扫地机器人的工作原理。

三、智能安全与防范

智能家居中，家庭安全防范通常包括以下四个系统：高清网络数字监控系统、报警系统、自动识别系统、电动防盗卷帘系统。

高清网络数字监控系统由网络硬盘和多台数字摄像机组成，通过在家居周边设置多台具有红外夜视功能的摄像机，可以实现自动追踪和报警的功能。具体来说就是系统拥有的高清像素和红外夜视功能，能通过网络实现远程查看，并且可以与报警等智能控制系统联动，如图1-7所示。一旦遭遇紧急情况，系统将自动报警并通知用户、物管中心。同时，系统还具备火灾、燃气泄漏以及老人或小孩发生意外等情况的报警功能。



图1-7 高清网络数字监控系统

报警系统目前主要有室外三鉴探测器、地埋式周界报警探测器、脉冲式电子围栏等，通过与照明、摄像等设备的联动，形成周界阻挡报警系统。相当于在家的四周形成了一道无形的电子屏障，可以防止非法入侵。

自动识别系统在家居中的应用也在逐步走向成熟，主要包括指纹识别系统、人脸面部识别系统、可视对讲系统和车辆自动识别系统。先进的智能科技的采用，使自动识别系统能够为用户家庭隐私及安全提供有效保障。

电动防盗卷帘系统可以通过遥控器来实现窗帘的上升、停止、下降，通常与监控系统一起为住宅提供安全保障。

比较常见的智能家居安防系统架构如图1-8所示。

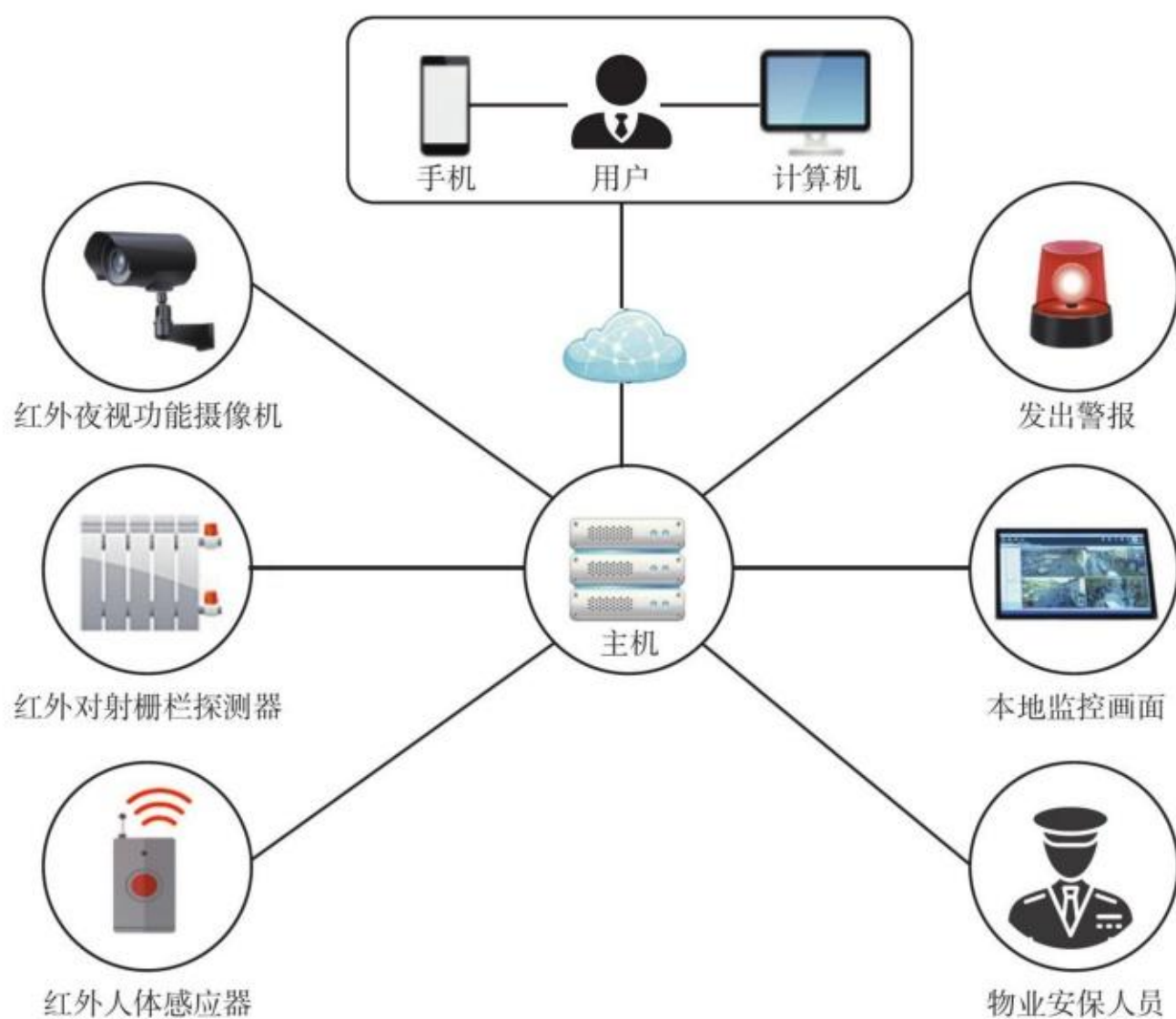


图 1-8 智能家居安防系统架构图

讨论 & 交流

智能安防系统能够工作的核心是什么？

四、智能场景控制

为了方便人们对智能家居的操作，控制端往往会集中在一个控制面板上，有时可以通过一个按键实现多个系统、不同家电设备的联动，达到设置的场景效果，满足用户的个性化需求，这就是所谓的智能场景控制。例如：选择早晨场景模式，对应的卧室灯光慢慢自动亮起，空调自动打开并根据环境调节室内温度，电视机自动打开播报新闻或者播放用户喜欢的音乐；选择学习场景模式，对应的阅读灯光慢慢自动变亮，窗帘打开，空调调节到适宜的温度，其他灯光熄灭，电器自动关闭，提供安静的学习氛围。智能场景控制对智能管理系统要求较高，传感系统（感知）、控制系统（控制）和执行器（执行）要高度统一。

讨论 & 交流

结合自身的实际情况，讨论如何拓展智能家居的应用范围，实现新的智能家居功能。

思考 & 练习

收集相关资料，了解智能场景控制中各种家电设备相互联动控制的基本原理。

第3节 智能家居与传统家居的比较

学习目标

1. 了解智能家居的优点。
2. 能够分析智能家居面临的主要问题。

如图1-9所示为扫帚与扫地机器人。人们做清洁时经常使用扫帚，扫帚的优点在于便宜、简单易用，但缺点是费时费力。如果使用扫地机器人代替扫帚，做清洁的情形又会变成什么样？



图1-9 扫帚与扫地机器人

一、智能家居优点

与传统家居相比，智能家居具有以下优点。

1. 便捷性

智能家居最大的特点就是可以将各个房间的家电、灯光、窗帘等统一管理，实现语音控制、场景设定、应用程序统一控制等，如图1-10所示。相较于传统家居，智能家居为人们的生活提供了极大的便捷。



图1-10 智能家居帮助高效管理电器

2. 舒适性

智能家居可以根据用户需求设置不同的场景模式，比如会客模式、用餐模式、聚会模式、阅读模式等。不同智能产品的各种模式组合，给人们的居家生活带来了极致的舒适体验，如图1-11所示。



图1-11 智能家居提高生活质量

3. 趣味性

相较于传统家居，智能家居带来了更多的趣味性，让人们可以更好地享受生活。利用智能家居，人们可以依据生活习惯和需求，通过设计个性化的生活场景，创设个性化生活。与传统家居相比，智能家居更加“懂你”。

4. 安全性

一旦有意外情况发生，安全系统可以通过远程联网报警、短信报警等方式提醒用户。360° 室内摄像头、电子猫眼等，有自动拍摄和超强夜视功能，会自动拍摄照片发送到用户手机上。智能家居大大提高了生活的安全性，如图1-12所示。



图1-12 智能家居提高家庭安全性

5. 节能性

智能家居通过统筹规划，采用控制大功率家电错时用电，调节家电处于最佳工作状态，降低设备的待机能耗等措施，能够进一步降低家庭的能耗，实现节能、环保。

6. 省时性

时间就是金钱，智能家居可以为人们节省宝贵的时间。大量家庭自动化设备的采用，将人们从烦琐的家务劳动中解放出来，从而有更多的时间休息、娱乐、调节身心，让人们精力充沛地应对学习和工作上的挑战。



设计 & 操作

分别用扫帚和扫地机器人打扫房间，对比传统家居和智能家居各自的优缺点。



讨论 & 交流

现阶段使用智能家居产品的费用比较高，有人认为这是高消费，是贪图享乐的行为。如何看待这样的观点？

二、智能家居面临的主要问题

智能家居是庞大和复杂的系统，其内涵也在与时俱进。尽管智能家居有传统家居无法相比的优势，但也存在着一些不容忽视的问题。

1. 智能化程度不高

目前，智能家居设备的操作流程大多需要人的参与，并没有实现真正意义上的自动化和智能化。

2. 程序操作复杂

现有的智能家居设备基本上处于智能单品阶段，基本形态大多采用“设备+无线数据传输模块+应用程序+云服务器”。而且有多少

种产品就会有多种应用程序。不同厂商，甚至同一厂商也会使用不同风格或不同操控方式的应用程序，给用户体验造成不便。

3. 缺乏统一标准

不同厂商的智能家居产品缺乏统一标准，使智能家居产品之间不能互联，即使同一厂商的产品也很少完全互联。

4. 通信链路单一

智能家居产品缺乏对包括电力线、RS-485、无线数据传输、蜂舞协议等在内的混合网络的支持。目前，绝大多数智能家居产品支持的是无线网络。

5. 网络安全问题

大多数智能家居产品连接网络易受到网络攻击。同构型设备数量众多，一旦某品牌产品被破解，网络被非法入侵，就会造成用户信息泄露，产品功能损坏等问题。

6. 没有体现以人为本的理念

语音、动作或人脸识别的发展，改善了人与设备的交互方式，但是没有解决设备缺乏为人服务的本质问题。

另外，智能化费用昂贵，智能化掌握存在难度，隐私保护遇到挑战等，都是相关行业需要关注的问题。



思考 & 练习

家居智能化的主要目的是什么？有哪些家用的智能产品可以帮助人们解决家居生活中的问题？收集相关资料并与同学交流分享。

第4节 智能家居的控制与实现

学习目标

1. 了解智能家居中的控制技术。
2. 掌握实现智能家居的方法。
3. 了解智能家居的经济效益和社会效益。
4. 了解智能家居的发展现状和未来趋势。

随着智能家居的快速发展，人们不断感受着先进技术为家庭生活带来的舒适与便利，人们不禁畅想，未来的智能生活会是什么样子的呢？

一、智能家居中的控制技术

智能家居涉及计算机通信、控制与传感技术等，其中计算机通信主要用于数据传输和处理，有标准可循。而控制与传感技术往往会受到用户需求、居住环境、产品技术和总体成本等因素的制约而有所不同。常见的控制技术包括本地控制、遥控控制、集中控制、手机远程控制、感应控制、网络控制、定时控制等。如图1-13所示为智能家居中常见的控制。用户的控制具体包括：通过智能家居



图1-13 智能家居中常见的控制

调节房间的温度时，可以利用定时控制；在办公室查看家里情况时，可以使用手机远程控制；使用笔记本电脑无线连接智能家居系统时，可以使用网络控制；对于宠物，因其行动的随机性，可以采取感应控制；等等。

不同的控制方式促成了智能家居系统形态的多样，增加了系统架构的复杂性。所以在设计智能家居系统时，应比较各种架构，分析其优缺点，根据用户情况与需求，对应不同场合，选择恰当的智能家居系统架构。

二、实现智能家居的方法

工程是结果指向性的，各种方案都是为了达到最终结果而服务的。工程的最终目的是达到预先的设计结果或者制造出符合应用要求的产品，可以是实物的制造或者项目的完成等。对每一个工程而言，解决方案通常有很多种。按照工程学的定义，智能家居设计是一个系统工程。因此，智能家居设计要依据工程化思维，评价各方案的优劣，选择最能满足要求的方案，即进行优化设计。既然工程是结果指向性的，那么工程化思维就具有功利性。在优化设计的过程中，需要对不同指标进行折中和妥协。此外，可靠性和经济性是工程产品的两个重要特征。那么，智能家居设计就要兼顾技术与应用的平衡，并且为了充分保证产品的可靠，需要在方案中留出充足的可靠性冗余。

实现智能家居的方法，可分为三个层面，分别是改造层面、创造层面和人工智能层面。

1. 改造层面

改造层面就是对现有的家电等产品进行升级改造，赋予它们某些智慧的功能。典型的产品是智能插座，如图1-14所示。智能插座一般含无线数据传输芯片、红外发射或红外光线感应器件，可以连接网络，支持红外发射/接收等。插座联网后，用户可以通过手机远程控制家里电源的开启和关闭，查看家里的电源情况，在回家之前提前打开灯和空调等。同时，用户还可以通过手机终端，查看家电的耗电量等情况。另外，利用智能插座进行大数据分析，企业可以总结出用户的生活习惯。智能插座相较普通插座来说，更加安全、便捷、省电。



图 1-14 智能插座

注：第三代通信技术，简称为 3G。第四代通信技术，简称为 4G。

传统的家用电器接入智能插座后，可以实现很多智能功能。具体如下。

- ① 遥控启动、关闭；
- ② 多控制端控制（手机、计算机、网络）；
- ③ 定时启动、关闭；
- ④ 远程状态检查；
- ⑤ 与其他智能设备互联互通。

所以，把传统家电接上智能插座就可以最快地实现最小成本的智能化改造。

另一个典型产品是智能万能遥控。它是一个能够学习红外遥控协议的红外无线数据传输通信网关。它好比一个翻译，可以把家电中传统的、使用红外线的控制语言翻译成无线数据传输语言，使得传统红外遥控设备能够被手机、计算机、网络控制。

改造层面上，多种传感器和控制器的介入是必不可少的，如人体感应、位置感应、无线开关、温/湿度传感器等。

改造层面的意义在于激活现有海量家电的存量市场。另外，这些改造层面的设备可以起到教育用户、培育市场的作用，也为智能设备产品迭代、改进留出时间与空间。改造层面的产品，从 2014 年就开始上市。以智能插座为例，已有大量类似的产品问世，消费者有多种选择。但这类产品存在的问题较多。例如：产品体积大、成本高；各个厂家产品孤立，缺乏互联互通；用户体验乏善可陈；等等。

2. 创造层面

创造层面上的典型产品如智能电饭煲，用户可以通过手机等智能终端，自主选择、创设各种煮饭模式。其中复杂的个人要求由手机应用程序来控制 and 实现。这样的交互设计，一方面保证产品设计简洁好用，另一方面为用户提供了丰富的产品体验。

因此，创造层面的意义就是创造新的数字化、自动化的智能家居产品。需要注意的是，这里没有提到智能化，说明严格意义上的智能产品还很少。所以，把家居生活提升到自动化时代、数字化时代，这是创造层面智能家居产品的主要任务。自动化、数字化的智能家居的目的是优化生活、提高效率，避免时间上与精力上的浪费，让用户可以投入到更有价值的生产、生活、创造中去。与此同时，智能家居也会使生活变得更安全、更舒适、更易沟通、更有人情味。

3. 人工智能层面

人工智能层面的产品，如温度控制系统。一方面，温度控制系统能实现对家庭空调、暖气的控制；另一方面，它具有学习和逻辑判断的功能，可以根据室内是否有人来自主实现相应控制，而非通过用户手动设定进行控制。该产品需要经过一段时间的学习，在掌握用户的温度设置习惯后，实现自我调整温度的目标。具体过程包括：感应室内是否有人来控制温度控制系统的开与关；感应设备前方是否有人来点亮或关闭信息显示屏；协调控制燃气、电力暖气或空调等来实现温度控制的目标；协调加湿器、抽湿器等来控制室内干湿度。

人工智能层面的智能家居，可以协调利用系统内的多个设备，通过自主学习掌握用户的行为习惯，进而实现控制目标，降低对用户交互的需求，最终实现将智能家居不留痕迹地融入日常生活这一目标。



讨论 & 交流

以自己的家庭为例，讨论通过何种方式可以升级为智能家庭。

三、智能家居的经济效益和社会效益

智能家居产品是顺应现代社会发展需要，提高人们生活质量、工作效率，体现科技性、人性化的产品，符合绿色、环保的理念。随着计算机、生物、信息等技术的突破与普及，家居实现智能化将给人们生活带来全新的变化。

下面从节能的角度分析智能家居的好处。现代家居中，每台电器设备在待机状态下的耗电虽少，但时间一长耗电量就会积少成多。一台液晶屏计算机待机能耗约为2.9 W，一台3匹空调的瞬时能耗约为2.686 W，一台40英寸液晶电视的待机能耗约为1.231 W，再

加上充电器、机顶盒、电热水器等家电产品,估算下来,一个家庭电器待机状态下能耗总和约为20 W。假设电器每天的待机时间为12小时,则待机一天的耗电量约为0.24 kW·h,一个月的耗电量约为7.2 kW·h,一年的耗电量就达到86.4 kW·h。这样算下来,一个普通家庭将为这类隐性耗电多支付约50元电费。以上海为例,按照900万户居民家庭来计算,需要为此多支付约4.5亿元电费。按照每吨标准煤可发电3 000 kW·h计算,浪费的电力需要消耗标准煤259 200 t。消耗这些煤将排放二氧化碳约679 100 t、二氧化硫约6 200 t、氮氧化物约1 900 t。对全国来讲,数字更为庞大。此外,电器待机不仅耗电还极易导致火灾等意外情况发生。

除了待机耗电,电视机亮度过亮、音量过大等都会增加能耗。电视机最亮状态时的耗电量约是最暗状态时的2倍。电视机音量开得越大,耗电量越大。因此,看电视时,将亮度和音量调到人体感觉最佳的状态,这样不仅能够节电,还有助于延长电视机的使用寿命。对于洗衣机来说,轻柔模式比标准模式的叶轮换向次数多,电机启动电流是额定工作电流的5~7倍,电机反复启动会增加能耗,轻柔模式耗电更多。

而智能家居通过智能插座、传感器等的引入,可以解决能耗高的问题。例如,智能插座采用弱电控制强电的模式,消除了电视机待机能耗;智能洗衣机可以根据衣物的质地、洁净程度、衣物量,自动选取洗涤模式,达到节能、环保的目的。

以上是智能家居在节能方面的体现,它所带来的社会效益和经济效益不言而喻。

四、智能家居的发展现状和未来趋势

智能家居随着科技的发展和人们生活水平的提高,正以迅猛的态势渗透到人们日常生活中。智能家居的发展现状可以总结为以下两点。

1. 智能家居市场前景广阔,未来发展呈上升趋势

据统计,2017年全球智能设备出货数量超过4亿台,比2016年增加了27%。预计未来几年,智能设备的出货数量将持续增多。这些都表明智能家居全球市场需求量大,发展前景广阔。在我国,智能家居2017年的市场规模超过三千亿元。这说明智能家居在我国的市场潜力巨大。更重要的是,智能家居未来的上升发展趋势也是可预见的。

2. 智能家居在技术上仍旧停留在互联智能阶段，离系统化智能有很大差距

从产品形态看，智能家居发展大致经历三个阶段。

第一阶段，单品智能化。在智能家居发展的过程中，先要解决家电产品的智能化问题，小型家电产品如插座、音响、电灯、摄像头等，大型家电产品如电视、冰箱、洗衣机、空调等，都要陆续实现单品智能化。

第二阶段，单品之间联动。一方面，同一品牌、不同品类产品进行数据互通；另一方面，不同品牌、不同品类产品在数据上进行融合和交互。目前，这样跨产品的数据互通和互动，大多无法自主进行。

第三阶段，系统实现智能化。系统智能化是跨产品数据互通和互动之后的结果，不同产品之间不仅可以进行数据互通，还可以将其转化为主动的行为，不需要用户进行人为干预。例如：智能床检测到用户因太热而出汗，空调就会立即启动；抽油烟机检测到油烟量太大，净化器就会立即开始工作，吸附油烟并除味。更高层次的智能家居具有自主学习的功能。例如：用户外出，住宅发生紧急状况时，智能系统可以根据用户之前的行为习惯，作出自主判断，进行紧急处理。系统实现智能化是建立在具备完善智能化单品以及智能产品可以实现跨品牌、跨品类互通的基础上，这需要智能家居中的所有产品运营都在统一的平台之上，遵循统一的标准。

目前，打造智能家居所需要的部分技术尚处于开发阶段，仍需要很长时间的技術积累。现阶段的家居产品仍然停留在单品智能的阶段，而且所有决策均要用户下达，各设备之间虽具备互联能力，但距离自我学习和自我决策等智能化要求尚有很大差距。

智能家居已经存在数十年，而在市场上处于主导地位的是一些价格昂贵的产品。未来随着智能家居产品价格的下降，更多消费者将进入消费市场。同时，我国智慧城市、智慧社区等相关产业的发展，也将对智能家居的普及起到助推作用。未来智能家居的发展趋势如下。

1. 家电企业引领智能家居升级

家电信息化潮流势不可当，智能化已经成为各大家电企业抢占行业地位的核心领域。以电视为例，全产业链综合型家电企业率先从建设智能电视平台，到推出智能语音搜索引擎，再到升级基于物联网技术的智能家居，在智能技术领域不断突破，成为掌控行业智能创新动向、推动产业智能升级的引领者。

在未来的发展中，智能电视的智能技术还将被运用到白色家电领域，使得智能产业链日趋完善，如有些厂家目前已经完成智能冰箱、智能空调技术平台的搭建。

2. 云计算让智能家居功能更强大

目前，国内采用云计算技术的智能家居企业有很多。一些企业是从建立整个智慧社区的角度来考虑，将云计算引入产品中的。

通过云计算，用户不仅可以实时查看住宅内的状况，而且可以对其进行溯源处理。通过云计算，智能家居将会成为一个开放的云平台，手机、平板电脑等终端都能实时分享信息，锁定关注的焦点，以满足用户关于安防、舒适乃至社交方面的需求。随着物联网的进一步发展，智能家居将随着智慧城市、智慧医疗、智慧交通等产业发展壮大。

3. 传感器与人工智能联系日渐紧密

现阶段的智能家居采用了能够检测周围环境的传感器。随着微纳传感器、柔性可穿戴传感器、生物传感器、无线传感网络等进一步发展，新型传感器的采用有助于收集与家居相关的更多信息，从而进一步提高智能的水平。

人工智能被认为是21世纪三大尖端技术之一。人工智能的发展提供了机器自主学习、自主决策的途径，将人工智能技术应用到智能家居中，对于个性化的家居定制将产生巨大的影响。若将人工智能强大的数据分析学习能力运用到智能家居上，那么机器就可以在人类不知不觉中完成各项数据的采集和学习，为不同用户提供适合、个性化、可定制的家居环境。如图1-15展示了自动工作的割草机器人。



图1-15 自动工作的割草机器人

4. 第五代移动通信技术助推智能家居发展

第五代通信技术（简称为5G）并不是单纯地提高网速，而是通过大数据、人工智能以及云平台等技术手段，实现人与人、人与物、物与物的互联。第五代通信技术能够支撑链接产生的海量数据，推进物联网的发展及应用。

目前，智能家居尚处于一个比较初级阶段，大部分智能家居产品仍属于“伪智能”。具有更快网速、更低延迟、更多设备接入的第五代通信技术网络，势必将成为智能家居发展的新动力，并促使其向构建智慧生态的趋势发展。一方面，智能家居行业对第五代通信技术有极大的需求，比如智能门锁、摄像头、传感器、报警器、开关、照明等智能硬件；另一方面，第五代通信技术使产品间互联互通成为现实，能为用户带来更好的生活体验。总体来说，第五代通信技术将会推动智能家居的深入发展，助力万物互联的进一步实现。

讨论 & 交流

如何解决智能家居产品令许多中老年人无从下手的问题？

拓展阅读

家用电器接口（如图1-16所示）

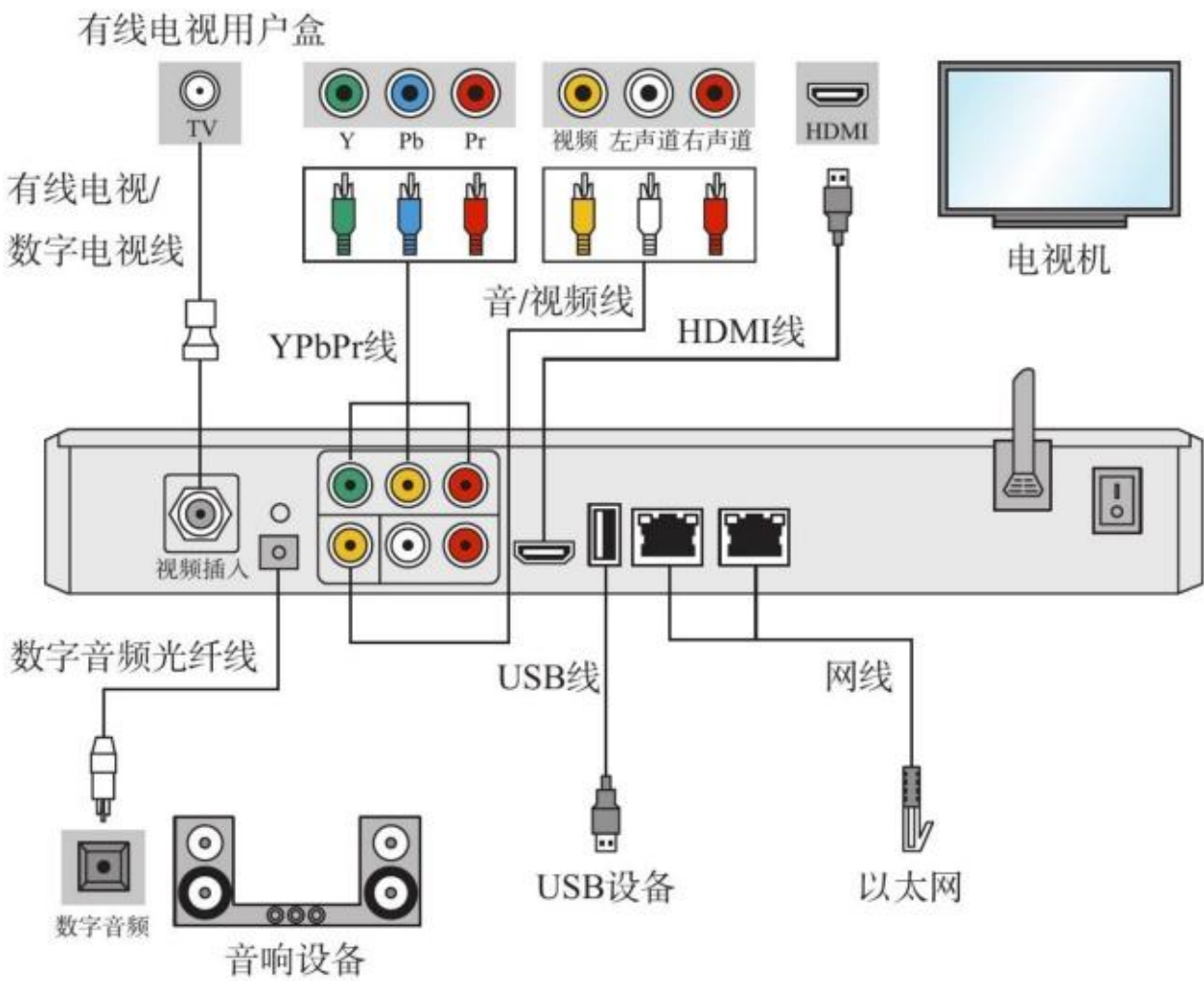


图1-16 家用电器接口

注：HDMI，高清晰度多媒体接口。USB，通用串行总线。

日常家用电器在布线的过程中，由于不同模 的线缆，主要有计算机网络线、有线电视/数字块之间的连接有不同的要求，故采用了各种不同 电视线、音/视频线、高清晰度多媒体传输线以

及其他线缆等。

计算机网络线简称网线，是连接局域网必不可少的部分。在局域网中常见的网线主要有双绞线、同轴电缆、光缆三种。其中双绞线价格便宜，应用较为广泛。光缆连接要通过俗称水晶头的RJ45接头实现。家中布线时应注意家用的路由器与计算机之间的网线一般不要长于50 m。网线过长会引起网络信号衰减，使沿路干扰增强，传输的数据容易出错，因而会出现上网卡住、网页出错等情况。

有线电视/数字电视线广泛应用于液晶电视、

有线电视、卫星电视接收器、数字机顶盒等，通常采用同轴电缆或光缆，能实现信号的双向传输。

音/视频线广泛应用于DVD、电视、音响、数码相机等设备之间的连接与互联。

高清晰度多媒体传输线主要应用于等离子电视、高清播放机、液晶电视、背投电视、投影机、DVD录/放映机、D-VHS录/放映机及数位影音显示装置的音频及视频信号传输等。高清晰度多媒体传输线头部比较脆弱，建议埋线时埋两条以上，而且一定要和强电的电线隔离。

本章小结

智能家居是集数字化、网络化、智能化于一体的多应用、多服务的集合，它应该像水和空气一样，维系人们的生活。

理想的智能家居可以通过不同传感器，对家居环境、各种场景进行自动控制。

人工智能等技术的采用可以使智能家居具有记忆、判断、自动调节等方面的能力。

智能家居与传统家居相比，具有便捷、舒适、趣味、安全等优点，符合当今社会人们对美好、舒适生活的追求。

智能家居的功能控制因人而异。目前智能家居的发展处于单品互联的阶段，通信的方式主要是无线，比较单一。

智能家居的技术标准正在逐步发展和完善，这对智能家居的普及和推广具有重要的意义。

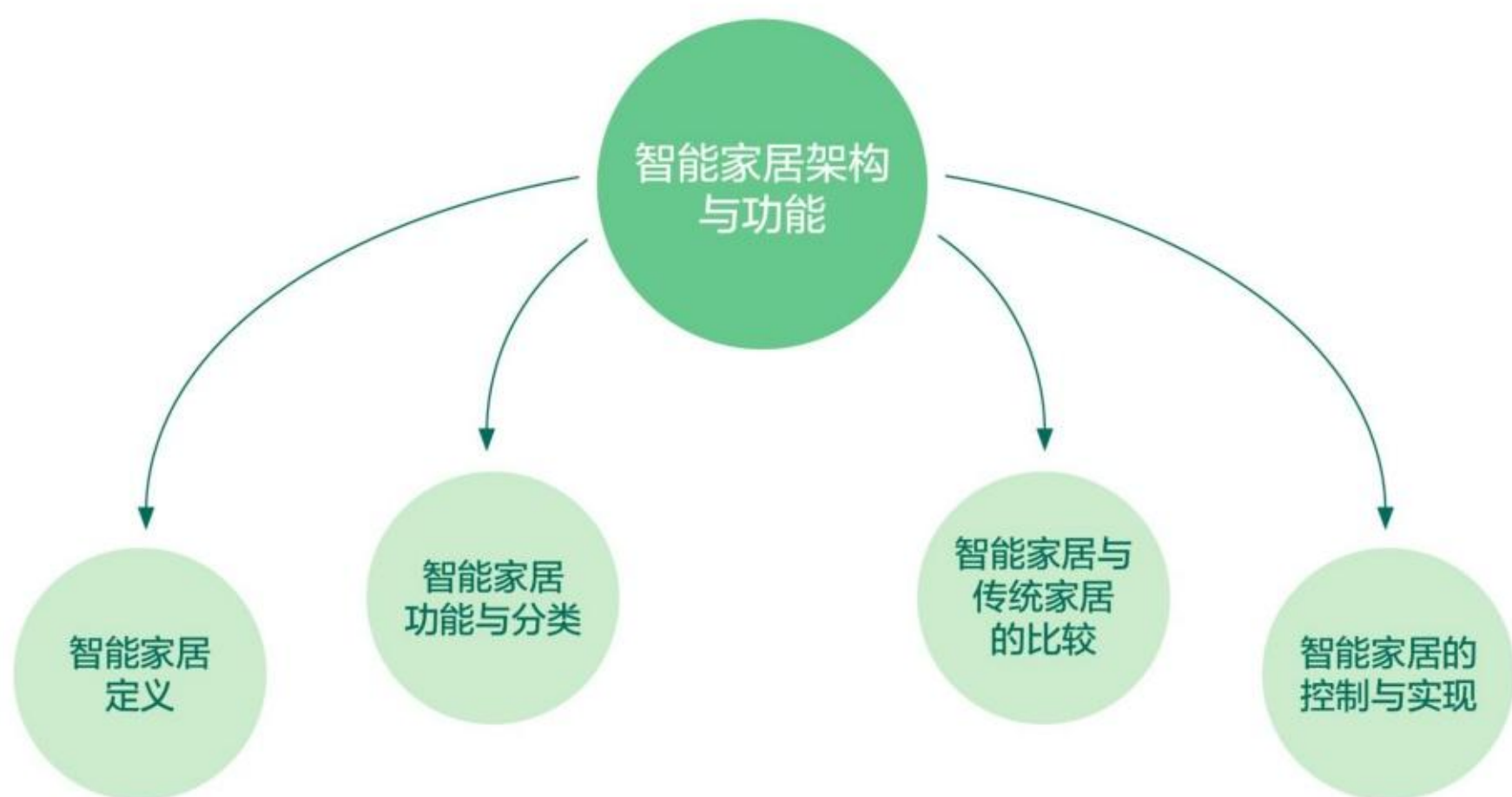


图1-17 本章知识结构图

本章学习评价表

学科核心素养代号：① 技术意识；② 工程思维；③ 创新设计；④ 图样表达；
⑤ 物化能力。

课程目标/ 实践项目	评价指标	评价方式		
		自评	互评	师评
智能家居 定义	理解智能家居的定义①			
	理解智能家居中智能的含义①			
	了解智能家居的系统特性①			
	了解智能家居的系统标准②			
智能家居 功能与分类	理解智能家居的主要功能①			
	了解智能家居的分类②			
	以智能家电为例，理解智能的含义①			
	以智能家电为例，体会智能的优势②			
智能家居与传统 家居的比较	了解智能家居的优点①			
	能够分析智能家居面临的主要问题②			
智能家居的控制 与实现	了解智能家居中的控制技术②			
	掌握实现智能家居的方法②			
	了解智能家居的经济效益和社会效益②			
	了解智能家居的发展现状和未来趋势②			

等级标准：A为优秀，B为良好，C为合格，D为待改进。

第2章 智能家居与物联通信

拥有智能家居后，人们坐在办公室就可以通过手机、计算机等电子设备随时查看家里的情况，也可以操控家里的电器等设备。这些操作是如何实现的呢？信息是如何传递的呢？

第1节 物联网

第2节 传感网络与组网技术

第3节 物联网中的传感器

第4节 智能家居物联通信的实现途径



第 1 节 物联网



学习目标

1. 理解物联网的架构。
2. 了解物联网的感知与通信。
3. 了解物联网的关键技术。

智能家居是一个复杂且与人息息相关的系统。不同厂家的家电采用的通信方式各不相同，那么这些家电能够连接在一起的基础是什么呢？

一、物联网及其架构

物联网是通过传感网络、二维码识读设备、射频识别装置、红外感应器、全球定位系统和激光扫描器等信息传感设备，按约定的协议，使物体与互联网连接进行信息交换和通信，以实现智能化设备定位、跟踪、监控和管理的一种智能服务系统。加快物联网的发展，对建设高效顺畅的流通体系有巨大的推动作用。物联网具备以下三个特征。

（1）全面感知，即利用各种可用的感知手段随时采集被测对象的动态信息。

（2）可靠传递，指通过融合各种信息网络与互联网实时传递被测对象信息的动态传递。

（3）智能处理，指利用云计算等智能计算技术，对海量数据和信息进行分析和综合，形成对物体实施智能控制的方案和策略。

上述特征中的功能主要是由物联网的三个物理层实现的，包括应用层、网络传输层和感知控制层，如图2-1所示。

应用层：物联网框架的最高层，也是“物”的信息综合应用的最终体现。物联网采集到的数据需要进行处理才能进一步使用，而应用层的功能实质就是对多源信息进行融合与决策。

网络传输层：主要实现信息的传递、路由和控制，包括延伸网络、接入网络 and 核心网络。

感知控制层：实现对物理世界的智能感知、识别、信息采集处理和自动控制，并通过通信模块将物理实体（如传感器等）连接到网络传输层和应用层。



图2-1 物联网主要层次

注：面向服务的体系结构（service-oriented architecture，简称为SOA），它将不同的服务通过定义好的接口协议联系起来，使服务可以以一种统一和通用的方式进行交互。射频识别技术（radio frequency identification，简称为RFID），通过射频信号识别目标对象并获取相关数据信息的一种非接触式的自动识别技术。服务质量（quality of service，简称为QoS）。

讨论 & 交流

你使用过蓝牙耳机收听音乐，使用过无线鼠标浏览网页，使用过遥控器打开电视，使用过手机扫码骑共享单车，讨论一下它们是如何进行通信的。

二、物联网的感知与通信

从图2-1可知，物联网在智能家居中的应用主要集中在最底层——感知控制层。该层包含三个子层，分别负责数据采集、短距离通信传输和协同信息处理。感知控制层各个子层的主要功能如下。

(1) 数据采集子层通过感知如射频电子标签、读写器、传感器、摄像头、全球定位系统、二维码标签等获取物理信息。这些物理信息描述了“物”的属性或状态。

(2) 短距离通信传输子层是将局部范围内采集的信息汇总到网络传输层。通常，该模块由短距离有线数据传输系统、无线数据传输系统和无线传感网络组成。

(3) 协同信息处理子层是将采集到的数据信息进行汇总、处理，从而降低信息的冗余度、提高信息的综合应用度。

感知控制层通信的目的是将传感设备感知的信息在短距离中传送到信息汇总系统，并由该系统传输到网络传输层。感知控制层的特点：传输距离近，传输方式灵活多样。它所采用的技术主要有短距离有线通信和无线通信。其中，短距离有线通信主要是通过RS-232、RS-485、通用串行总线、控制器局域网络总线等各种串行通信方式来进行。常用的短距离无线通信有红外、蓝牙、无线局域网、超带宽无线通信、无线传感网络等。而网络传输层采用的则是基于互联网协议地址的通信协议。

物联网框架与实际应用如图2-2所示。



图2-2 物联网框架与实际应用

 讨论 & 交流

从实际生活出发，讨论物联网的感知与通信有哪些方式。

三、物联网的关键技术

物联网在智能家居中的应用，包含以下三项关键技术。

传感技术。它利用传感器构建物理世界和网络世界沟通的桥梁。传感器捕捉物理世界中的信息，将其变成模拟信号。但是由于计算机处理的都是数字信号，因此需要将传感器的模拟信号转换成数字信号，以便计算机进行处理。

通信技术。它通过蜂舞协议、无线局域网、蓝牙、射频识别技术、第三代移动通信技术、第四代移动通信技术等实现物与物之间的通信。它通过对每个物品定义媒体访问控制地址即局域网地址来进行标识。

嵌入式系统技术。它综合了计算机软硬件、传感技术、集成电路技术、电子应用技术于一体。如果把整个物联网视为人体，那么传感器相当于人的眼睛、鼻子、皮肤等感知器官，网络就是用来传递信息的神经系统，嵌入式系统则是人的大脑可以对信息进行分类处理。目前，以嵌入式系统为特征的智能终端产品随处可见，如音频播放器、航天航空的卫星系统等。

物联网中的传感技术、通信技术、射频识别技术、无线组网技术、二维码技术、纳米技术、嵌入式系统技术等已深入到人们生活的方方面面。这些技术都将促进智能家居的蓬勃发展，但其中也存在诸多问题，如能源消耗、能源再利用、资源浪费等。随着科学技术的发展，这些问题终将得到解决。

 讨论 & 交流

物联网现有的发展技术有哪些？哪些技术得到了广泛的应用？收集相关资料并与同学交流分享。

 思考 & 练习

1. 物联网框架主要由哪几层构成？其作用是什么？
2. 感知控制层的目的和特点是什么？
3. 目前物联网通信技术的主要研究方向是什么？
4. 讨论物联网与我们常用的互联网之间有什么关系。

第2节 传感网络与组网技术



学习目标

1. 掌握传感网络及其组成要素。
2. 掌握无线传感网络及网络体系结构。
3. 了解传感网络与物联网的关系。
4. 了解传感网络组网技术。

智能家居中排布了各式各样的传感器来捕获温度、湿度、光照、气体等信息。那么，这些信息是如何获得的呢？

一、传感网络的概念与特点

传感网络就是在监测目标区域内由大量微型传感器单元所构建的网络，其中每个传感器都可以作为节点。不同功能、类型的节点，通过有线通信或无线通信的方式形成一个自组织的传感网络，协同感知、采集和处理网络覆盖区域内感知对象的信息，并实现信息的发送。

传感网络包括三要素：传感器、感知对象和观察者。传感器之间、传感器与观察者之间以有线通信或无线通信的方式进行通信。在无线方式建立起来的无线传感网络中，节点具有可移动性，因此网络的拓扑结构也会随着节点的移动而发生改变。

二、无线传感网络及网络体系结构

无线传感网络中的节点通常由传感器模块、处理器模块、无线通信模块和电源模块四部分构成，如图2-3所示。传感器模块负责采集不同信息，进行数据格式转换，将原始模拟信号转换成数字信号。处理器模块用于处理并存储传感器采集的数据，同时负责协同传感器节点各部分的工作与处理其他节点发来的数据。无线通信模块的功能是将处理器输出的数据通过无线信道与其他节点或基站通

信。一般情况下，无线通信模块要具备低能耗和短距离通信的特点。电源模块一般采用微型电池，为传感器及电路系统提供能量。

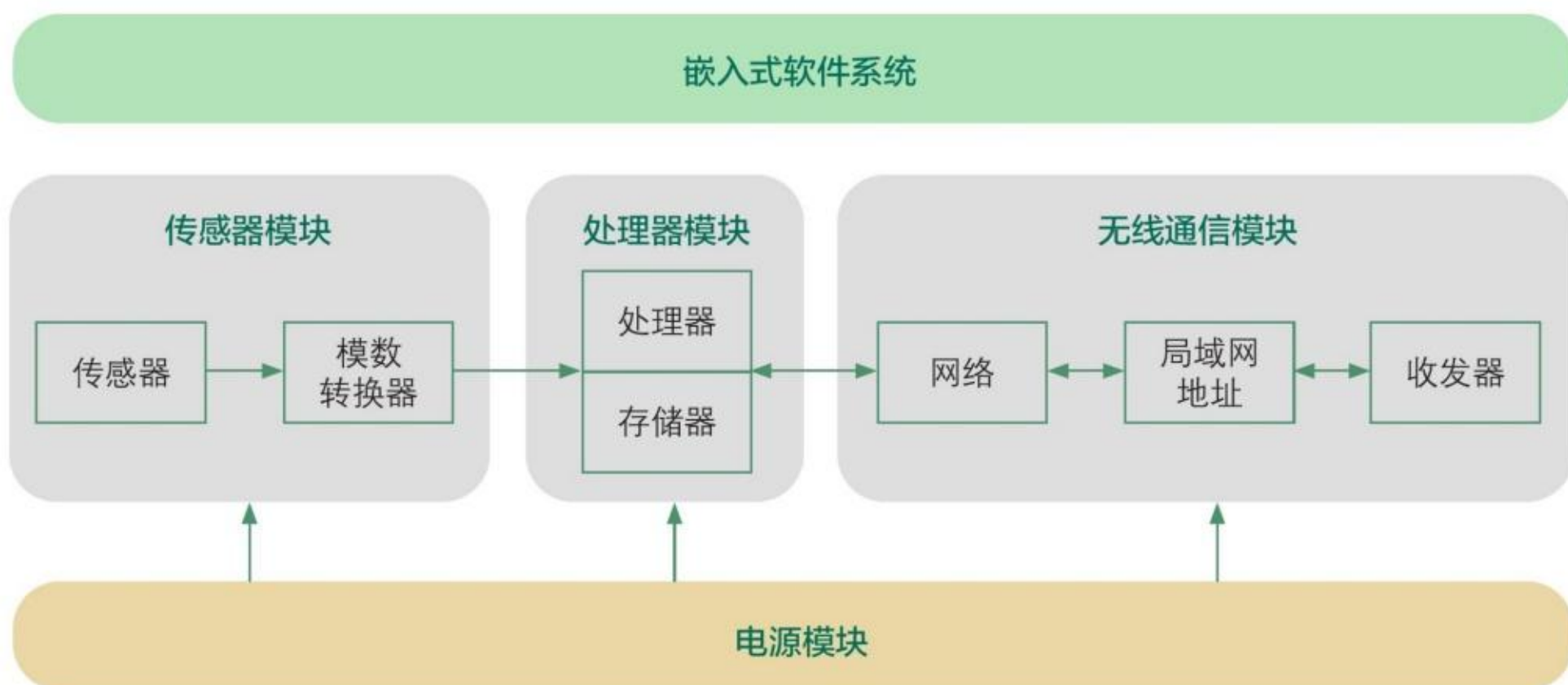


图2-3 无线传感网络节点的体系结构

一般来讲，无线传感网络系统通常包含大量具有传感、汇聚和管理等不同功能的节点。传感器节点采集的数据通过其他功能节点在网络中传输，在传输过程中被多个节点处理，经过多条路由后到达汇聚节点发送出去，通过互联网或者卫星到达数据处理中心。同样，数据处理中心也可以沿着相反方向，通过管理节点对传感网络进行管理，如图2-4所示。

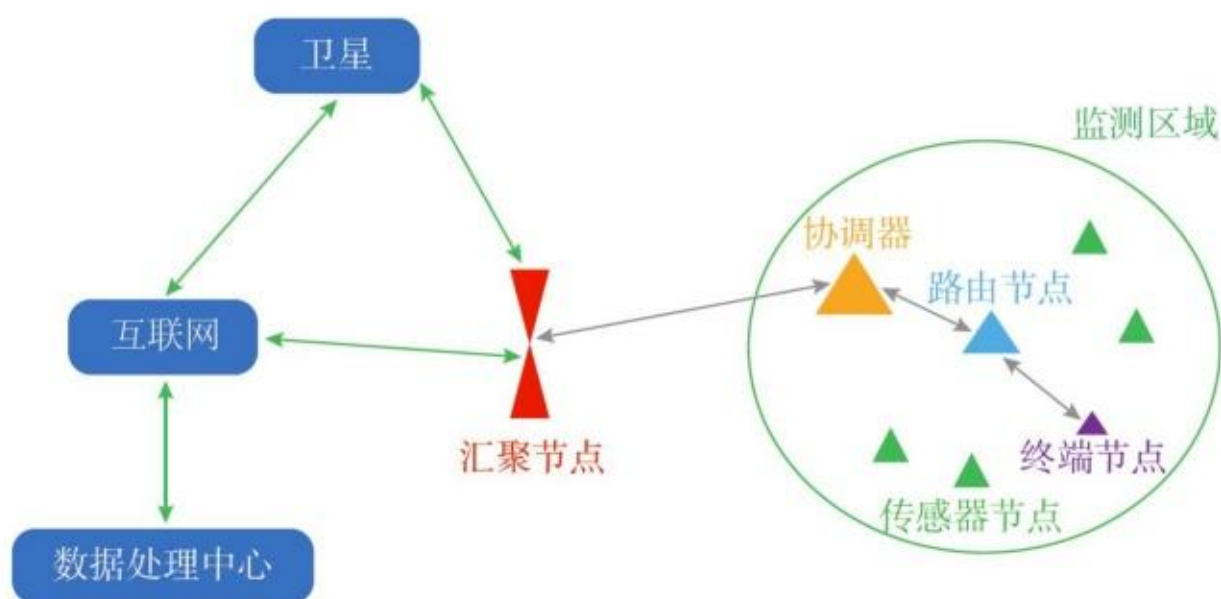


图2-4 无线传感网络系统结构

讨论 & 交流

查阅文献，联系智能家居实际，讨论发展无线传感网络的意义。

三、传感网络与物联网的关系

传感网络是利用不同类型的传感器、有线通信或无线通信的方式，构成的传感器模块和组网模块的独立网络。物联网是通信网和互联网的扩展和延伸，利用感知网络技术与智能装置对我们所处的世界进行感知、识别。物联网通过网络传输互联，进行计算、处理和知识挖掘，能实现人与物、物与物之间的信息交互和无缝对接。二者既有区别又有联系，其特点见表2-1。

表2-1 传感网络与物联网的特点

项目	传感网络特点	物联网特点
终端	大量传感器节点	传感器、射频识别技术、二维码、全球定位系统等内置模块
基础网络	无	传感网、互联网、移动网等
通信对象	物与物	物与物、物与人

由此可见，传感网络可以视为物联网感知控制层和网络传输层的一部分，而物联网则囊括了传感网络所包含的内容。传感网络是物联网的重要组成部分，是物联网感知控制层中实现物的信息采集、物与物之间相互通信的重要手段。

 讨论 & 交流

传感网络就是物联网，这种观点对吗？为什么？

四、传感网络组网技术

所谓组网，就是使设备之间能相互通信。比如，手机连接上了家里的路由器，此时手机和路由器之间可以进行数据交换，这就是组网。路由器通过“猫”（又称调制解调器，负责调制和解调传输信号的设备，使得数字数据能够在模拟传输设施上传输）和光纤连接到交换机，这也是组网。将手机或平板电脑等电子设备、路由器、交换机看作一个整体，它们之间就形成了树形组网方式，如图2-5所示。依据设备节点之间的通信关系，会有不同的组网拓扑结构。



图 2-5 树形组网方式

组网概念中的“组”，即设备的连接方式。那么，什么是“网”呢？顾名思义，“网”是指设备的连接架构。目前，“网”大致上可以分为局域网和广域网。比如，家里的手机、平板电脑和路由器组成一个局域网，这三台设备就可以通信了。通信在局域网中进行，应用范围较窄。但设备之间传输巨大数据时，如果通过局域网，传输速度就会非常快，传输速度基本可以达到硬盘的写入速度或者网卡最大的传输速度。市面上的蓝牙设备，如蓝牙音箱也可以理解为蓝牙音箱与音源之间进行了局域网组网。至于广域网，它是一种跨地区的数据通信网络。例如，家中的路由器通过上级设备与其他地区的设备产生了通信，这就可以理解成一个广域网。

局域网与广域网是相对而言的，二者之间并没有严格的区分界限。例如，我国的整个网络可以当成一个局域网，只不过它比较大，所有的联网设备，都可以在这个局域网内进行通信。设备组网的最大意义在于，能够使设备之间产生数据交互。数据交互有各种各样的方式，有兴趣的同学可参考相关资料了解更多内容。

讨论 & 交流

智能手机是如何上网的？讨论中间的过程。

思考 & 练习

1. 什么是传感网络？传感网络的三要素是什么？
2. 无线传感网络主要由哪些部分构成？各个部分的功能是什么？
3. 与常规无线网络比，无线传感网络有什么特点？
4. 无线传感网络的关键技术是什么？
5. 你是如何理解和认识无线传感网络的？

第3节 物联网中的传感器

学习目标

1. 掌握传感器的概念与组成。
2. 掌握温度传感器、湿度传感器的工作原理。
3. 了解传感器接口和接口标准。
4. 了解传感器与传感网络之间的关系。

烟雾报警器为什么能报警？有些手机为什么能测量海拔？这些都是传感器在发挥作用。

一、传感器的概念与组成

传感器是一种检测装置，能感受被测量的变化，并将被测量转换成电信号输出。被测量可以是物理量、化学量或生物量。之所以转换成电信号，是因为电信号便于传输、处理、存储、显示、记录和控制。传感器好比人的五官，它有类似人的视觉、听觉、嗅觉、味觉和触觉，因此它被称为“电五官”。但传感器又不同于人的五官，它能够采集人感知不到的信息，如电场、磁场、射线等。传感器是整个物联网工作的基础，正是因为有了传感器，物联网系统才有信息传递给“大脑”即计算机。传感器的组成原理如图2-6所示。



图2-6 传感器的组成原理示意图

传感器的特点包括微型化、数字化、智能化、多功能化等，这些特点是实现自动检测和自动控制的关键。传感器的种类成千上万，根据其基本的感知功能可分为热敏元件、光敏元件、气敏元件等十大类。

讨论 & 交流

传感器与人的五官有什么差别？为什么要把被测量转换成电信号？

二、几种传感器的工作原理

1. 温度传感器

温度传感器能感受温度变化并将其转换成电信号输出。它按照测量方式可分为接触式和非接触式，按照测温原理可分为热电阻型、热电偶型、PN结型等。

智能家居中的温度传感器主要有热敏电阻传感器、IC温度传感器、PN结型传感器等。

热敏电阻传感器是依据金属或半导体材料的电阻值会随着温度的变化而改变的原理制成的。热敏电阻传感器通过相应的电路将温度的变化转换成电阻的变化输出。IC温度传感器包括模拟输出和数字输出两种类型。微处理器中的IC温度传感器具有温度检测、信号处理、逻辑思维等功能。PN结型传感器是依据降落在PN结上的电压是温度的函数的原理制成的，其工作温度通常在150℃以下。PN结型温度传感器是采用集成电路技术制造的。

此外，还有许多种温度传感器，有兴趣的同学可以在课后进行调研学习。

2. 湿度传感器

空气中含有水汽的多少可以用湿度来表示。湿度是表示空气干湿程度的物理量。湿度传感器是将环境中湿度转换为电信号的装置。湿度可以用绝对湿度、相对湿度和露点湿度等来表示。常用的是相对湿度表示方法。

相对湿度是指待测气体中的水蒸气压与同温度下饱和水蒸气压的比值的百分数，其数学表达式如下。

$$RH = \frac{p_v}{p_w} \times 100\%$$

其中， p_v 指某温度下被测空气的水蒸气压， p_w 指与待测气体温度相同时饱和水蒸气压， RH 指的是相对湿度。

3. 烟雾传感器

烟雾传感器有光电式、半导体式和离子式。最常见的是离子式烟雾传感器，这种烟雾传感器性能稳定可靠，应用广泛。

用于火灾报警的离子式烟雾传感器如图2-7所示。这种传感器在网罩内有两个电极和一小块放射性同位素镅（ ^{241}Am ）。这种放射

性同位素能放射出一种很容易使气体电离的粒子。正常情况下，放射性同位素镅（ ^{241}Am ）将两个电极间的空气电离，形成较强的电流。发生火灾时，烟雾进入网罩内附着离子后，电流信号减弱，且此信号变化与烟雾粒子量呈一定比例关系，电路检测到这种变化从而发出警报。这种离子式烟雾传感器一般适用于开放性火灾的探测。



图2-7 离子式烟雾传感器

讨论 & 交流

智能手机中用到了哪些传感器？它们各自的功能是什么？

三、传感器接口和接口标准

接口是指通信对象之间交互作用的通道。协议是双方通信方式的约定，也属于接口定义的范畴，包含数据格式、同步发送、传送速度、传送步骤、纠错方式以及控制字符定义等，要求通信双方必须共同遵守。接口设备指允许人和计算机、传感器与通信系统或者其他电子信息系统交互的元件。传感器输出种类繁多，接口也多种多样，这给大规模应用传感器带来了不便。按照承担任务的不同，传感网络中的接口主要分为两大类。

一类接口是底层接口。它负责将物理层面的传感器、执行器连接到网络传输层，主要标准依据的是IEEE 1451协议簇。这个协议簇是针对目前传感器市场上总线接口互不兼容、互换性差、难以统一

的问题而制定的。该协议簇共分为六个协议标准，提供了将传感器、执行器连接到一个数字系统尤其是连接到网络的方式。它简化了现场传感器、执行器与微处理器以及网络的连接，提供了一个适合各种网络的工业接口标准，能有效地实现不同的智能传感器、执行器的网络互连，使它们即插即用，最终实现相互兼容，降低构建网络化监控系统的成本。

由此可见，底层接口标准能够实现以下功能：即插即用，可寻址，同步，通信接口，传感器接口通道，控制接口通道。

另一类接口工作在网络传输层上。它在全网范围内处理传感器信息，为特定的应用服务。一般将它定义为传感器万维网框架协议。

在搭建智能家居系统时，传感器的选择一方面要依据传感器的接口标准，另一方面还要结合具体的智能家居系统架构和功能实现情况。在传感器布局的过程中，无论是插入有线的通信方式，还是使用无线的通信方式，都要进行全面的评价，综合考量地理因素、经济因素、安全性因素等多项指标，搭建出合适的智能家居系统。



讨论 & 交流

建立传感器标准接口的意义有哪些？

四、传感器与传感网络之间的关系

传感器位于传感网络中的感知控制层，是用来识别物体、采集信息的设备。传感网络离不开传感器。

传感器和传感网络的关系可以总结如下。

(1) 传感器是传感网络中的感知部件，是传感网络的重要组成部分。每个传感器在网络中都是一个信息源，不同传感器捕获信息、数据均不相同。

(2) 传感网络为传感器提供网络连接。

(3) 传感网络中传感器的对象是物与用户的接口，它与市场需求相结合，可以实现传感网络的智能应用。

讨论 & 交流

物联网中为什么需要传感器作为实现依据？是否有不需要传感器的物联网呢？收集相关资料并与同学交流分享。

思考 & 练习

1. 为什么温度传感器、湿度传感器通常配置在一起进行测量？
2. 为什么传感器对于物联网是不可缺少的？查阅资料并讨论。
3. 温度传感器、湿度传感器、烟雾传感器的工作原理是什么？
4. 什么是传感器接口？接口的作用是什么？

第4节 智能家居物联通信的实现途径



学习目标

1. 掌握物联通信的基本原则。
2. 了解互联互通的实现途径。
3. 了解智能设备接入网络的方式。

如何将家居中的智能家电、传感器、摄像头等有机结合，构成一个复杂的系统为我们提供服务呢？

一、物联通信的基本原则

实现智能家居的前提就是设备之间的互联互通。智能家居绝非简单实现家电的远程控制，或者是提供一些简单的基于应用程序的线上线下服务。从长远目标来看，智能家居是要通过各种传感器采集人们的生活信息、生理信息、家居环境信息等内容，把这些内容进行整理、分析和统计，为人们的家居生活提供参考，并创设方便、舒适、健康的生活环境。

设备互联互通的基础：统一地址，统一描述。

设备互联互通的方式：本质上要求设备之间使用统一的标准和统一的协议。但是这涉及多种复杂因素，目前还没有完全实现。

目前可行的互联互通主要有以下几种途径。

1. 企业云对接

企业云之间提供接口，实现企业之间协议的转换。需要解决的问题包括设备和用户认证的问题、通信安全的问题，以及公开用户信息的问题等。

2. 网关对接

无须公开厂商自有的协议和信息，但需要厂商在网关提供自有协议的软件开发包或者在应用程序接口完成协议的转换。

3. 应用程序对接

这是与网关对接的一种方式，但是不利于场景联动等操作的实施。

二、红外遥控

红外遥控是目前广泛使用的一种通信和遥控手段。它具有体积小、能耗低、功能强、成本低等特点，在彩电、录像机、音响设备、空调以及玩具等小型电器装置上得到广泛应用。

红外遥控系统如图2-8所示。发射机即遥控器，一般由指令键、指令编码系统、调制电路、发射电路等几部分组成。接收器位于控制对象上，一般由接收电路、放大电路、调制电路、指令译码电路、驱动电路、执行电路等部分组成。

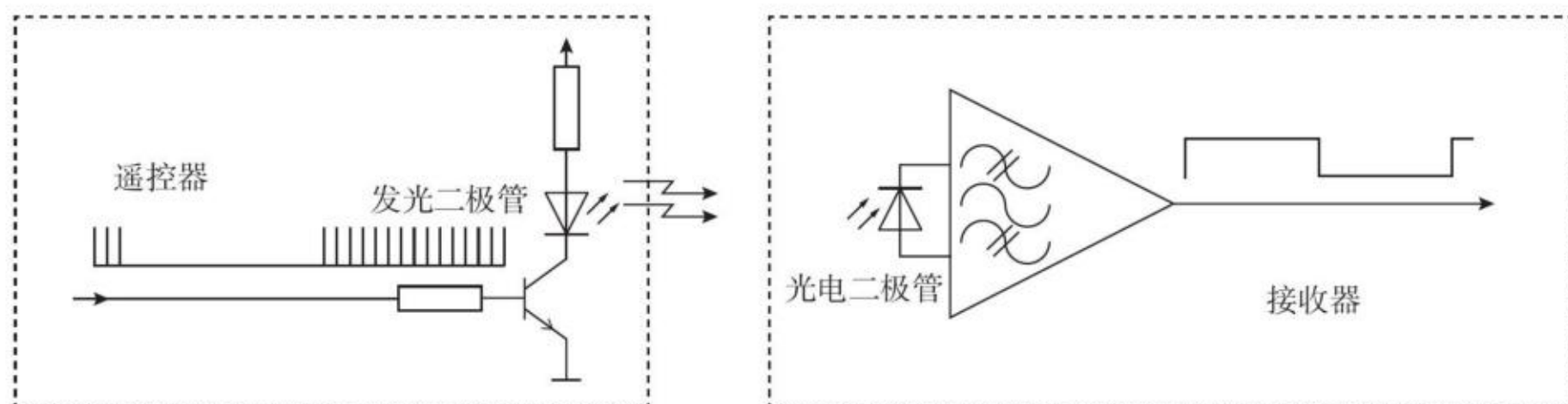


图2-8 红外遥控系统

遥控器端的工作过程：按下指令按键，经由发光二极管发射红外编码信号，在接收器端信号经由光电二极管解码，形成相应的指令编码，执行相应的操作。

另外，由于红外遥控仅限于直线传播，发光二极管一般在遥控器的顶端，接收器一般在设备面板的正前方，因此工作时两者要对准。

三、射频识别

射频识别、感应式电子晶片、电子条码等都利用了无线通信技术，这种技术可以通过无线电信号识别特定目标并读写相关数据，而无须在识别系统与特定目标之间建立机械或者光学接触。

一套完整的射频识别系统是由阅读器、应答器及应用软件系统三个部分组成。阅读器由天线、耦合元件和芯片组成，读取（有时还可以写入）标签信息的设备可以设计为手持式或固定式。应答器

由天线、耦合元件和芯片组成。一般来说都是用标签作为应答器，每个标签具有唯一的电子编码，附着在物体上标识目标对象。应用系统指应用层软件，把收集的数据进一步处理并为人们使用。

以上海市的公交卡为例，它是典型射频识别的应用。其工作原理是阅读器发射特定频率的无线电波能量，用以驱动标签电路将内部的数据送出，接下来阅读器依序接收解读后的数据，并把数据送给应用程序进行相应的处理，如图2-9所示。

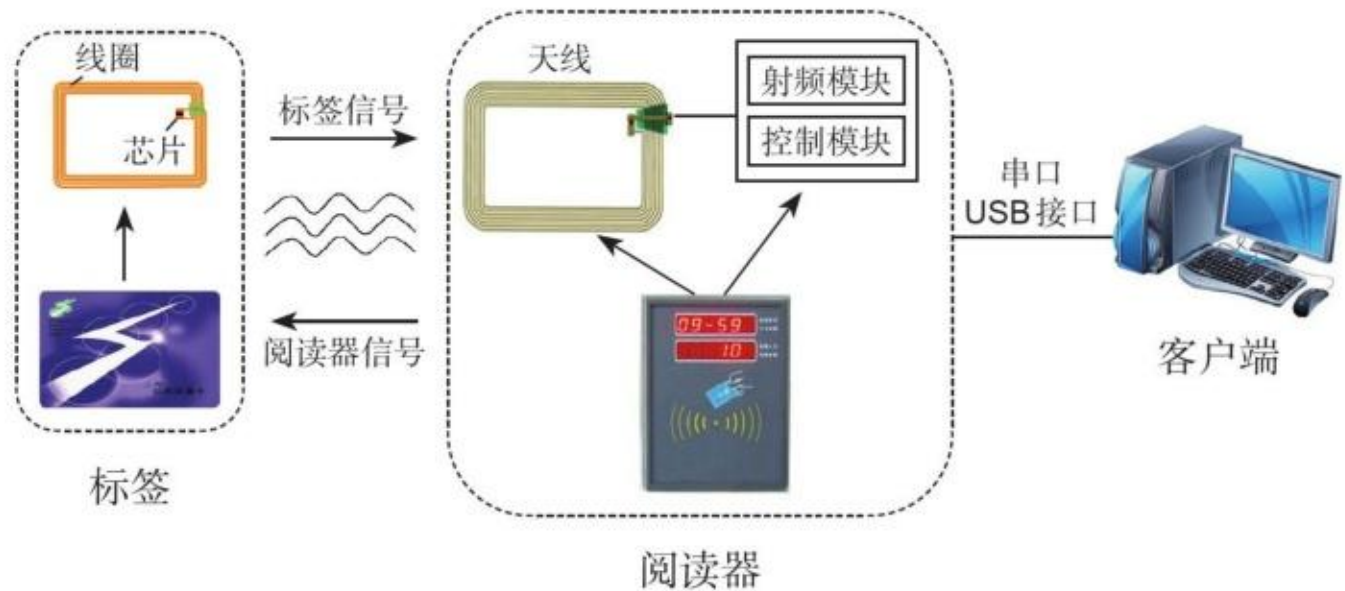


图2-9 射频识别工作原理示意图

射频识别是简单实用且特别适合自动化控制的灵活性应用技术，可以在多种环境下自由工作。它可以替代条码，适用于油渍、灰尘污染等恶劣的环境。长距射频产品多用于交通上，识别距离可达几十米，如自动收费或识别车辆身份等。表2-2总结了射频识别的主要优势及应用。

表2-2 射频识别的主要优势及应用

主要优势	应用
读取方便快捷	数据的读取无须光源，识别距离可达30 m
识别速度快	可批量处理
数据容量大	可达10 KB
寿命长，范围广	封闭式包装，可应用于粉尘、油污等高污染或放射性环境
标签数据可动态更改	利用编程器可向标签写入数据
安全性高	可为标签数据的读写设置密码保护

四、蓝牙与无线数据传输

蓝牙是一种开放的技术规范，可以在世界上的任何地方实现短距离的无线语音和数据通信。蓝牙最初的目标是取代现有的掌上电脑、移动电话等各种数字设备上的有线电视连接，工作频段为全球统一开放的2.4 GHz频段。从目前的应用来看，由于蓝牙体积小、低能耗，其应用已不局限于计算机外设，几乎可以被集成到任何数字设备之中，特别是那些对数据传输速率要求不高的移动设备和便携设备。作为物联网重要应用的智能家居，其中的关键技术之一就是采用蓝牙技术对室内外的参数进行实时采集、传输和处理。

无线数据传输是一种可以将计算机、手持设备等终端以无线方式互相连接的技术，用于改善基于IEEE 802.1标准的无线网络产品之间的互通性。无线数据传输主要工作在2.4 GHz频段，最高传输率能够达到11 Mbps。无线数据传输的本质特点是不再使用通信电缆将计算机与网络连接起来，而是通过无线的连接方式，从而使网络的构建和终端的移动更加灵活。表2-3给出了以上两种传输特点的比较。

表2-3 蓝牙与无线数据传输特点的比较

特点	种类	
	蓝牙	无线数据传输
单点传输距离	10 m	50 m
频段	2.4 GHz	2.4 GHz
传输速率	1 Mbps	≤ 11 Mbps
网络节点数	8	50
安装难易	容易	难

注：无线数据传输是在IEEE802.11b协议下的参数。

讨论 & 交流

分析日常生活中的家电产品分别用到了哪些互联互通的方式，讨论这些方式的优缺点。

本章小结

智能家居需要将很多传感器、控制设备等连接在一起，组成物联网。物联网是传统互联网的延伸。如果说互联网连接的是人和人，那么物联网连接的将会是物和物、人和物。因此，物联网是比互联网更为复杂的网络。

物联网从体系架构上来看，主要分成了应用层、网络传输层和感知控制层。感知控制层的数据，最终会汇聚到应用层。

物联网在智能家居中的应用主要体现在感知控制层，包括传感技术、通信技术和嵌入式系统技术等。

将不同功能的传感器节点组网，可以构成传感网络。目前的传感网络大多采用的是无线组网方式，是将具有不同功能的传感器节点组成具有感知和通信功能的网络。

传感网络与物联网并不是等同的。前者可以独立存在，也可以作为物联网的重要组成部分。

组成传感网络的基本单元是传感器。传感器负责将被测量转变成电信号，以方便数据的存储、处理和发送等。这些功能的实现要求不同类型的传感器接入网络时，要具有统一的接口标准和协议。

智能家居中，智能设备要实现互联互通必须满足两个基础：统一地址，统一描述。

目前，智能设备接入网络的方式，主要有红外遥控、射频识别、蓝牙和无线数据传输等。

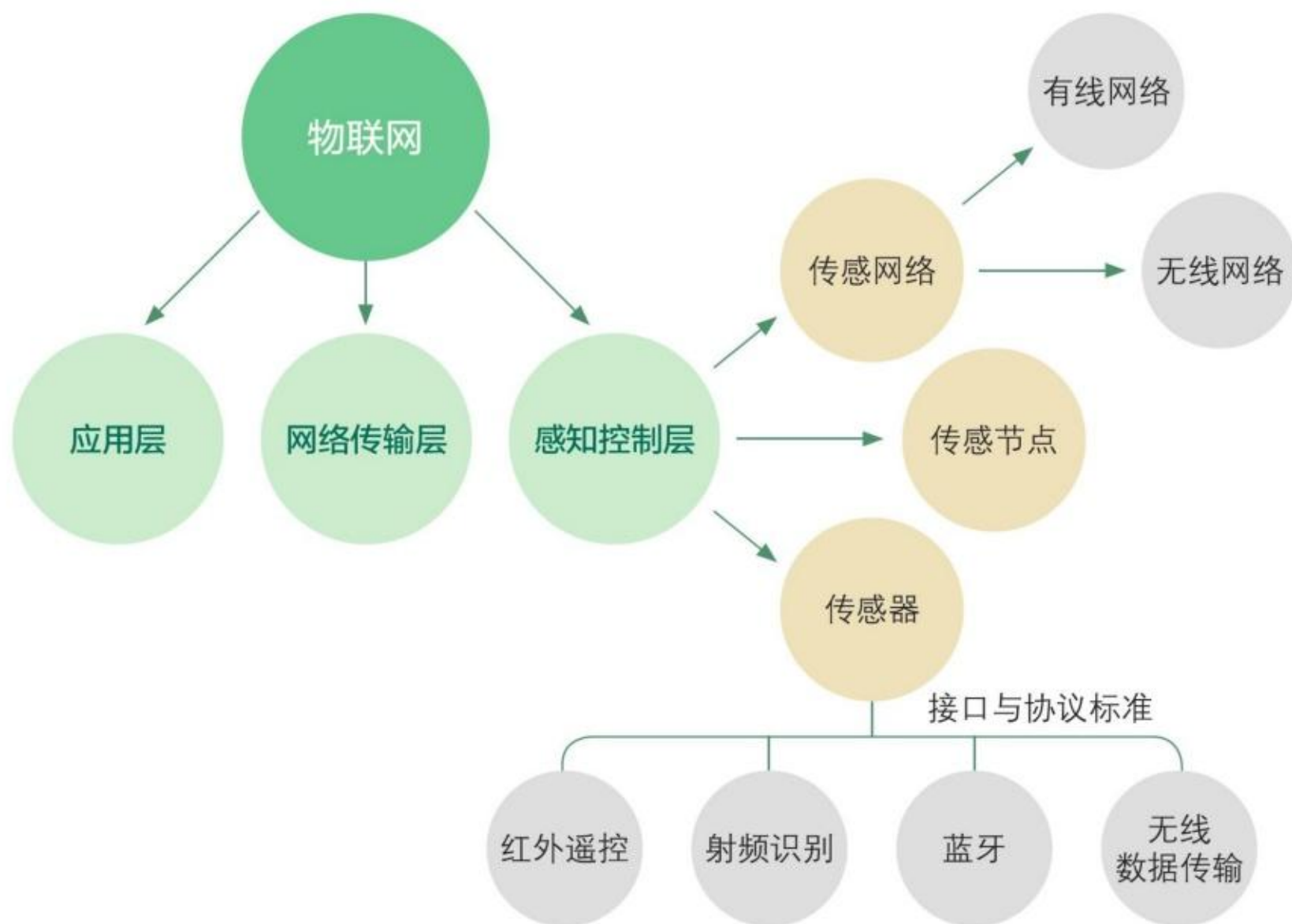


图2-10 本章知识结构图

本章学习评价表

学科核心素养代号：① 技术意识；② 工程思维；③ 创新设计；④ 图样表达；⑤ 物化能力。

课程目标/ 实践项目	评价指标	评价方式		
		自评	互评	师评
物联网	理解物联网的架构④			
	了解物联网的感知与通信①			
	了解物联网的关键技术①			
	了解物联网与互联网的关系①			
传感网络与 组网技术	掌握传感网络及其组成要素④			
	掌握无线传感网络及网络体系结构④			
	了解传感网络与物联网的关系②			
	了解传感网络组网技术⑤			
物联网中的 传感器	掌握传感器的概念与组成①			
	掌握温度传感器、湿度传感器的工作原理①			
	了解传感器接口和接口标准②			
	了解传感器与传感网络之间的关系②			
智能家居 物联通信的 实现途径	掌握物联通信的基本原则②			
	了解红外遥控②			
	了解射频识别③			
	了解蓝牙与无线数据传输②			

等级标准：A为优秀，B为良好，C为合格，D为待改进。

第3章 智能家居简易产品设计

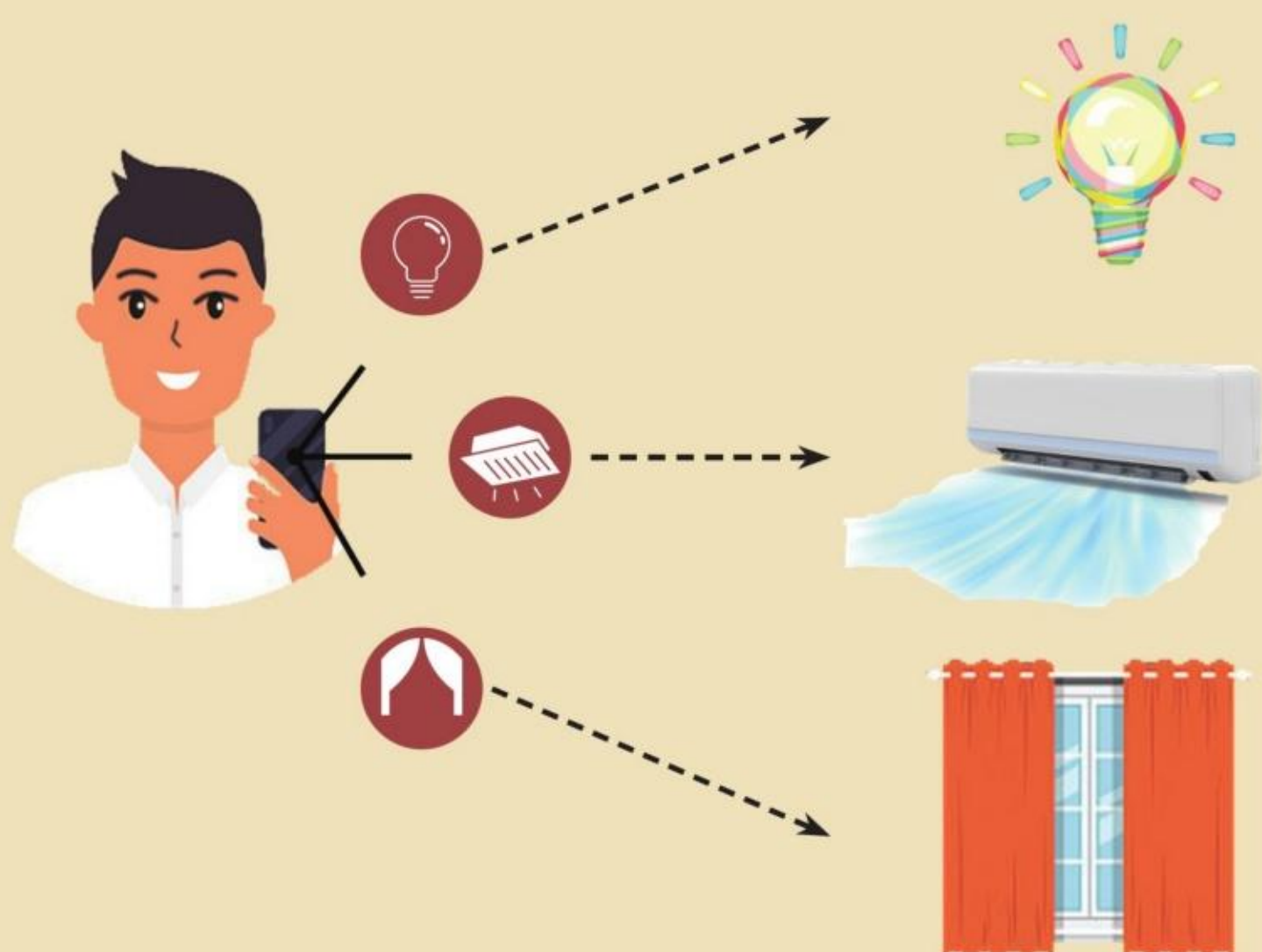
无论智能家居的结构如何庞大和复杂，它都是由智能家居单品即智能终端组成的。本章先介绍以单片机为核心，以继电器、传感器等为辅助，实现照明、感知环境等功能的简易智能家居产品设计。接下来，本章介绍利用手机应用程序控制的智能家居。

第1节 继电器控制LED灯

第2节 数字温湿度计

第3节 人体感应灯

第4节 电动窗帘与智能窗帘



第 1 节 继电器控制LED灯



学习目标

1. 掌握继电器的工作原理。
2. 能识别继电器的引脚功能。
3. 了解继电器控制的实现。

传统家居中，电器控制多采用手动机械式开关。在智能家居中，人们如何实现远程控制，如何使用电子开关控制家电设备呢？这些都需要借助继电器来实现。

一、继电器的工作原理

继电器是一种电子控制器件，是用较小的电流去控制较大电流的电子开关，在自动控制电路中起着自动调节、安全保护、电路转换等作用。下面主要介绍继电器的使用，以及通过串口发送命令来控制继电器动作。

智能家居中常用的电磁式继电器一般由电磁铁（铁芯+线圈）、衔铁、弹簧等组成，如图3-1所示。它由两个分立电路A—B和A—C组成。依据电磁感应定律，在线圈两端加电压，线圈中就会流过电流，形成电磁铁。在电磁铁产生的电磁力作用下，衔铁克服弹簧的拉力向铁芯靠近，使AC两个接线柱所连的触点接通，形成A—C回路，A—B断开。线圈断电，电磁力消失，衔铁会在弹簧作用力下返回原来位置，A—B接通，A—C断开。达到A—C电路切换到A—B电路的目的。继电器线圈未通电时，处于断开状态的静触点称为常开触点；处于接通状态的静触点则称为常闭触点。

二、继电器封装及引脚功能

不同的继电器根据其控制电压、触点耐压等的不同，其外形和封装也各不相同。目前市面上的继电器有单路、4路、16路、32路等。实验使用的6脚5 V单路继电器型号为JQC-3FF，原理如图3-1

所示，实物如图3-2所示，封装引脚（底视图）如图3-3所示。

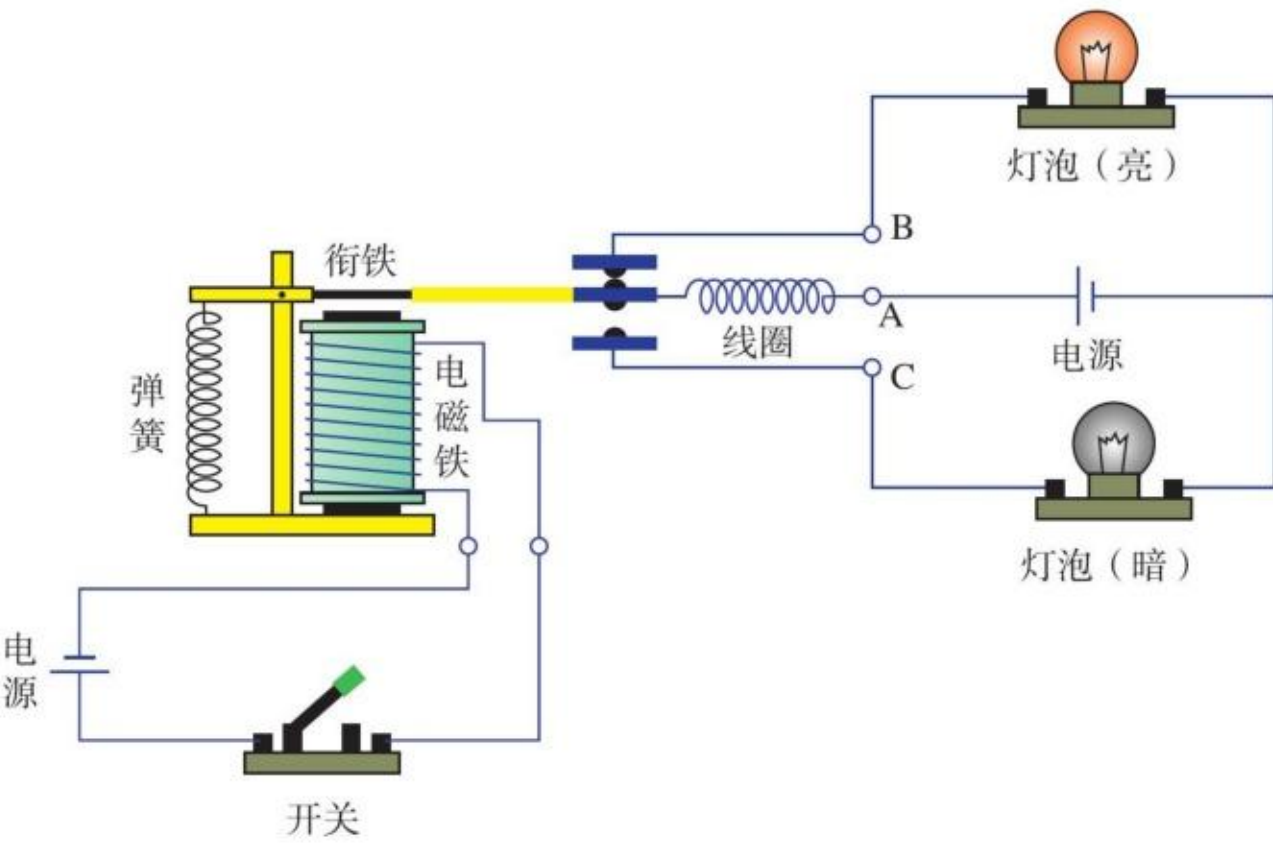


图3-1 继电器原理

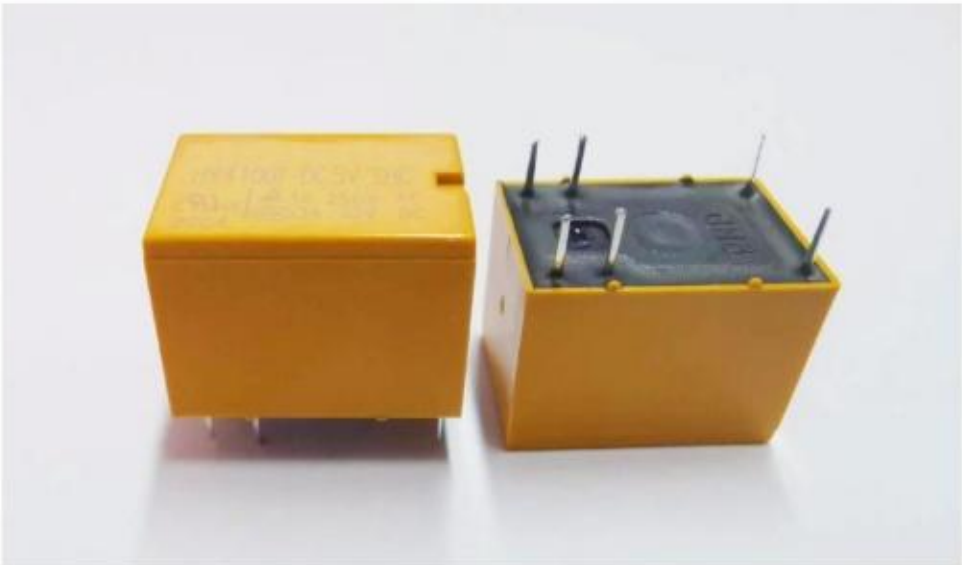


图3-2 继电器实物

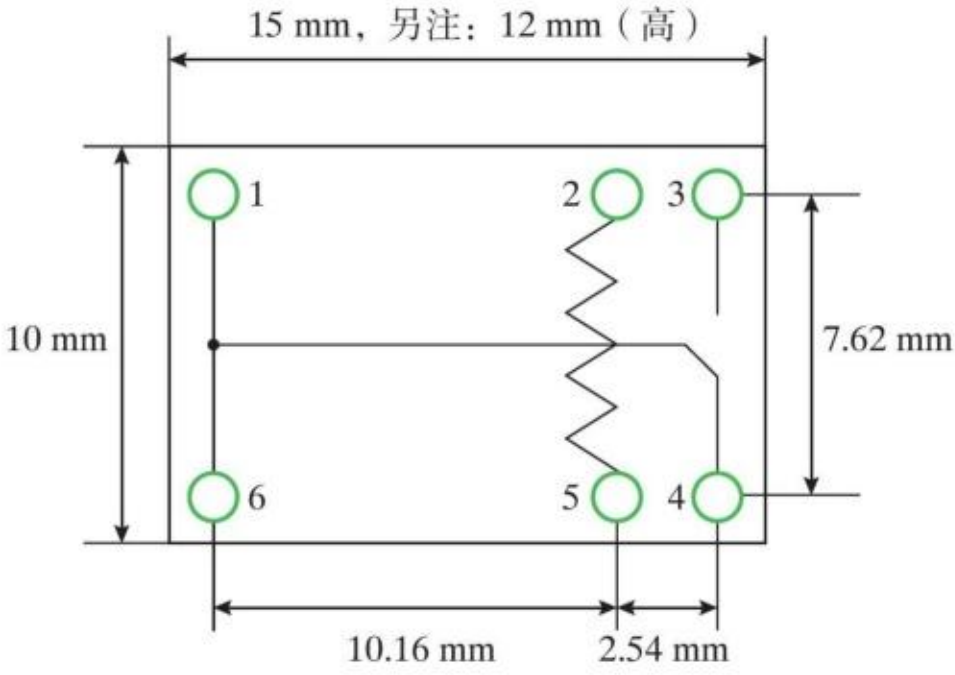


图3-3 继电器封装引脚（底视图）

其中，2脚和5脚为线圈端，1脚和6脚为触点的公共端，3脚为常开端，4脚为常闭端。只需要在线圈端加5 V电压控制继电器即可使常开端闭合。

三、继电器控制

继电器设计了专门的驱动、控制电路，常见的是使用PNP型三极管作为控制开关，通过控制三极管基极来导通三极管，使线圈形成回路。还有一种继电器是使用光耦合控制线圈工作。在控制高压

设备时，通常继电器的触点还需要添加RC消火花电路即灭弧装置，以便在特殊情况下迅速切断电弧，避免烧坏主触头。

四、继电器控制LED灯

1. 所需器材

Arduino是一款便捷灵活、方便上手的开源电子平台。通过与各种传感器配合，Arduino可以实现环境感知。用户使用时需要通过Arduino的编程语言来编写程序，编译成二进制文件，并将其烧录到开发板上的微控制器。构建实验所需要的材料有UNO R3开发板（或其他开发板）、配套USB数据线、面包板及配套连接线、5 V继电器、限流电阻、LED灯、高压电源。

2. 电路搭建

首先，将继电器与单片机相连接，如图3-4所示。继电器的2脚和5脚分别连接开发板12引脚和地线（简称为GND），组成单片机的控制回路。其次，将继电器公共端（简称为COM）1脚（或6脚）连接5 V电压（简称为VCC），继电器常开端3脚连接限流电阻，电阻另一端连接LED灯正极，LED灯负极连接地线。若需要进行高压控制，也可以将图3-4中的3 V电源换成所控制的高压源。实验如图3-5所示。线路连接完成后，继电器的状态将由单片机的电平决定。

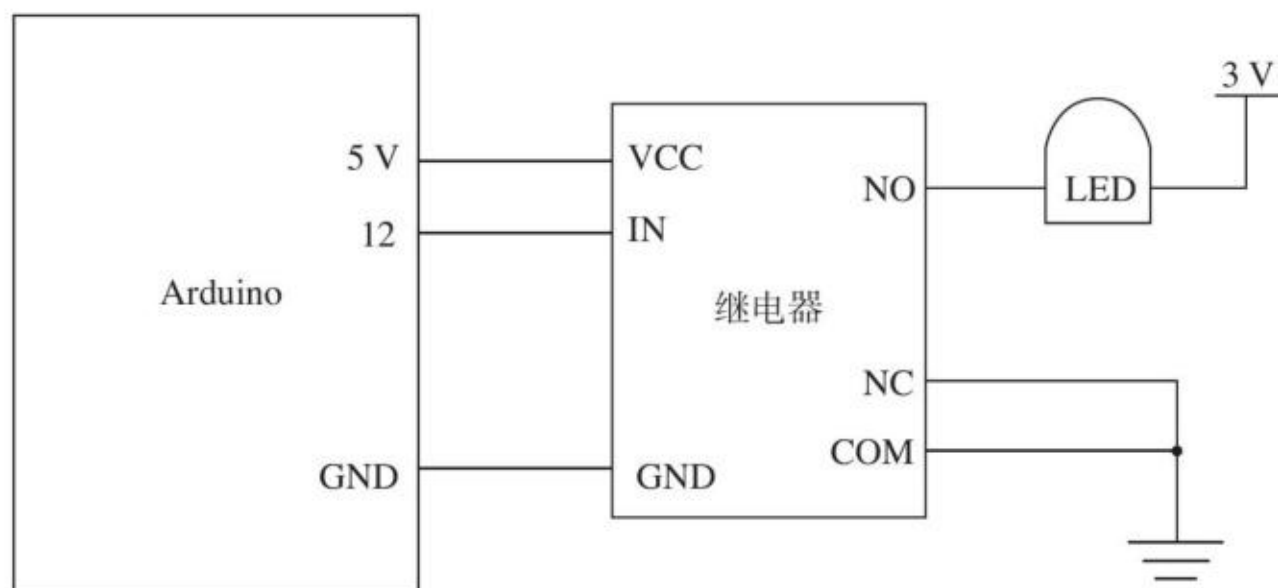


图3-4 继电器与单片机相连控制电路

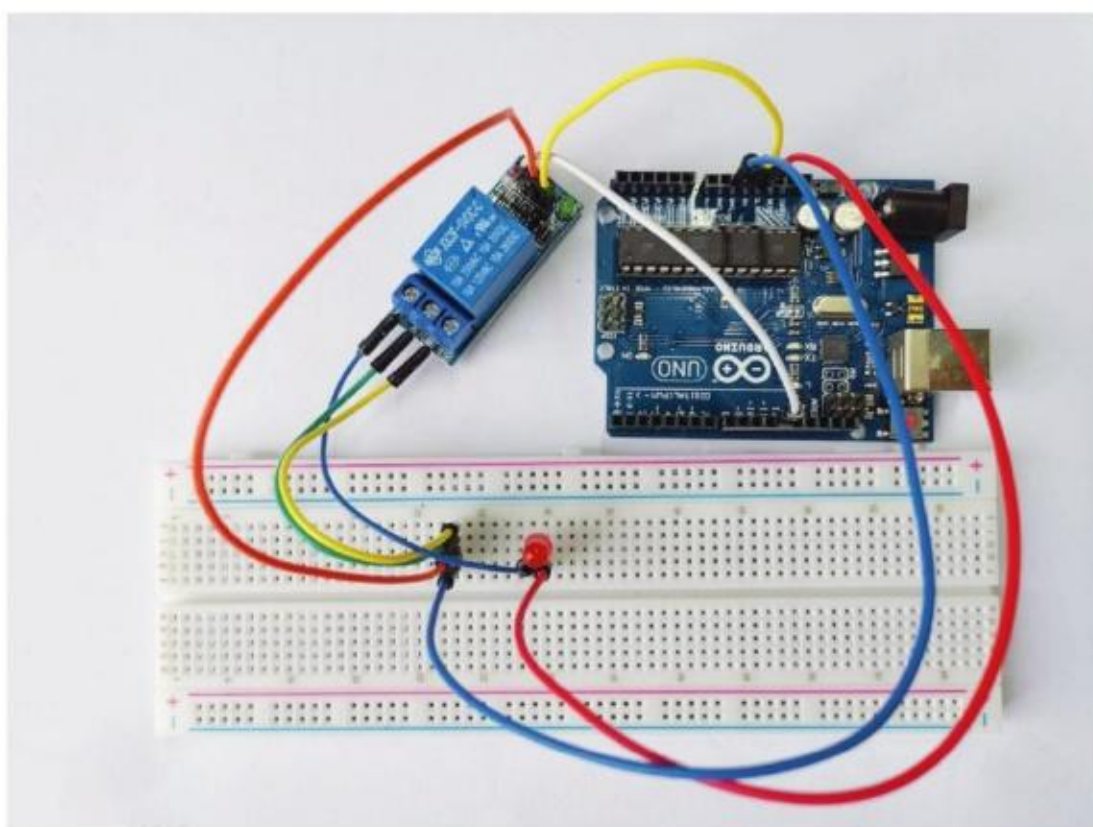


图 3-5 继电器控制 LED 灯连接图

3. 软件开发

软件的开发，一般需要经过编辑、编译、连接、加载、执行等步骤，要将控制程序写入单片机，建立单片机与继电器之间的通信。具体步骤如下。

（1）打开 Arduino IDE，新建一个空的 sketch，如图 3-6 所示。

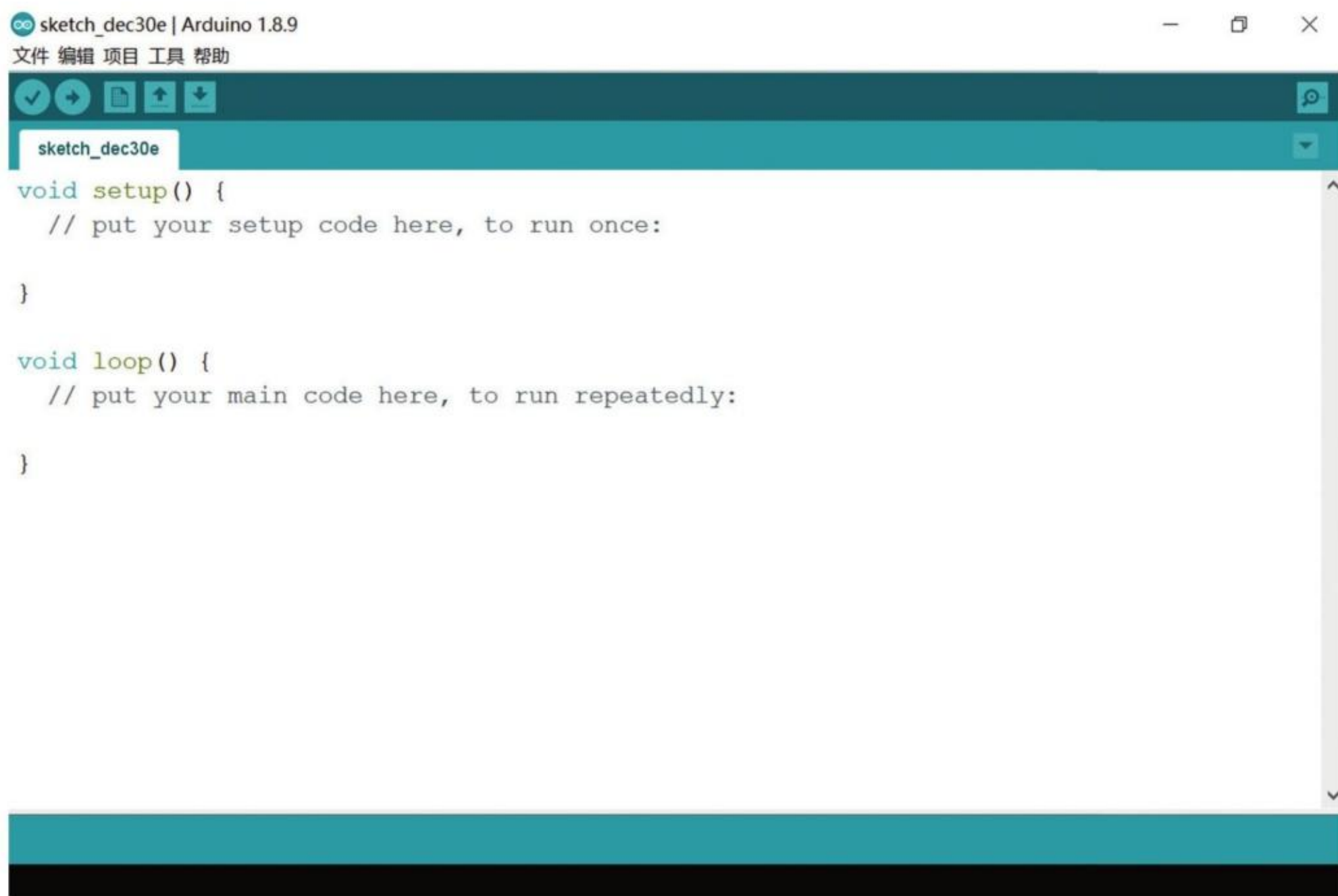


图 3-6 Arduino 程序编辑器软件界面

将下列编写好的程序，输进程序编辑器中。

```
int incomedate = 0;           //初始化变量incomedate 为0
int relayPin = 12;           //继电器控制引脚 12 设置为
                              relayPin

void setup ( )
{
    pinMode (relayPin, OUTPUT); //设置引脚relayPin 的类型
                                为输出
    Serial.begin (9600);        //设置串口波特率 9600
}

void loop( )
{
    if (Serial.available ( ) > 0) //串口接收到数据
    {
        incomedate = Serial.read ( ) ; //获取串口接收到的值并
                                         赋值给 incomedate
        if (incomedate == 'H') //如果接收到的值为 H
        {
            digitalWrite (relayPin, HIGH); // relayPin 引脚输出高电平
            Serial.println ("LED OPEN!"); //在串口监视器上打印信息
                                           LED OPEN!
        }
        else if (incomedate == 'L') //如果接收到的值为 L
        {
            digitalWrite (relayPin, LOW); // relayPin 引脚输出低电平
            Serial.println ("LED CLOSE!"); //在串口监视器上打印信息
                                           LED CLOSE!
        }
    }
}
```

(2) 程序编辑。点击左上角的“验证/编译”按钮进行程序编译，编译完成后，下方状态区域会显示项目相关信息，如图3-7所示。

(3) 连接与上传。用USB数据线将计算机与单片机连接，点击“上传”按钮，将程序上传到单片机。相应的软件界面如图3-8所示。



图3-7 程序编译完成的软件界面



图3-8 程序上传单片机的软件界面

(4) 加载与执行。点击右上角的“串口监视器”按钮，在其中输入“H”，如图3-9所示。点击“发送”按钮，窗口中显示“LED OPEN!”，如图3-10所示，同时LED灯亮，如图3-11所示。

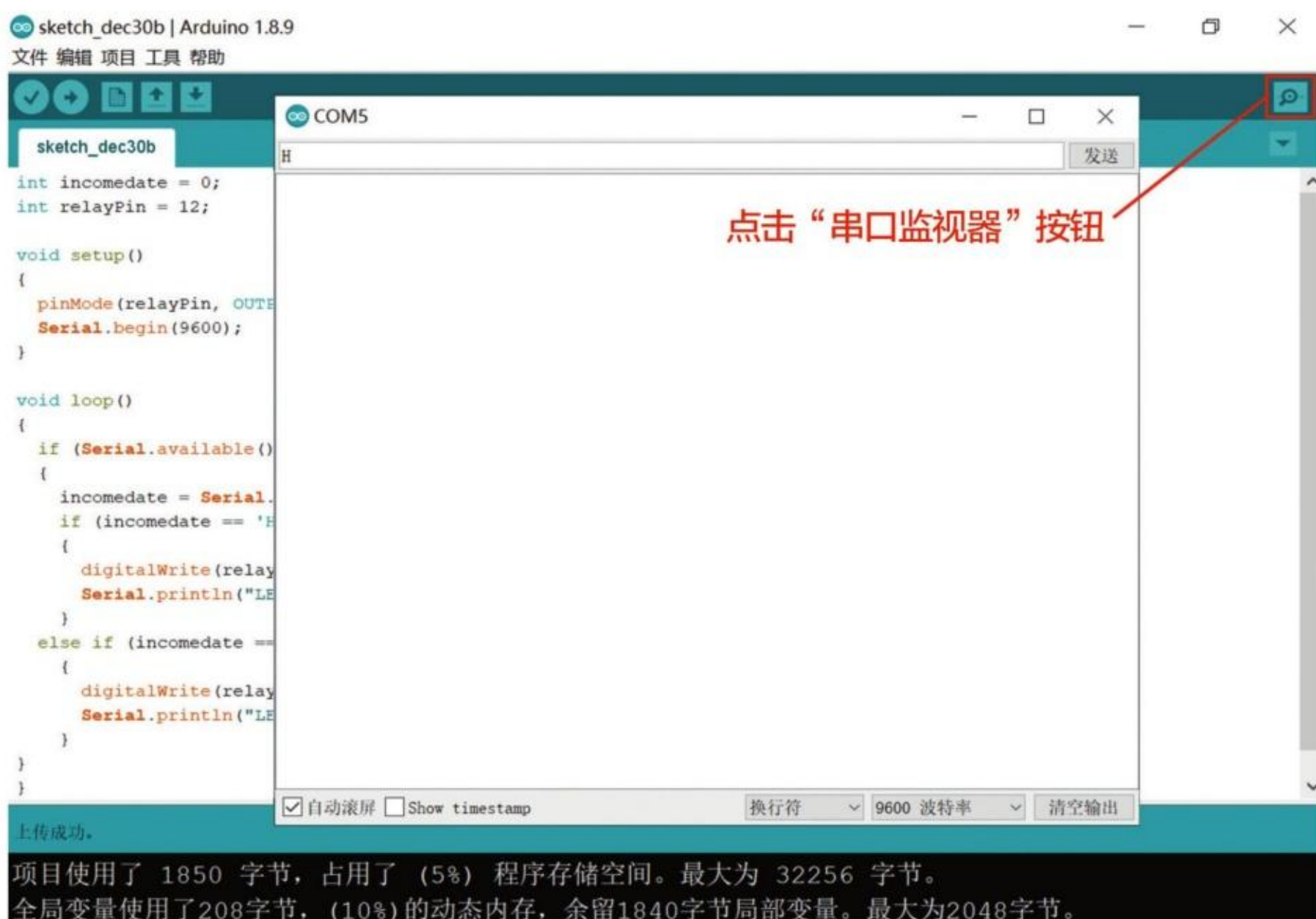


图3-9 发送高电平控制指令的软件界面

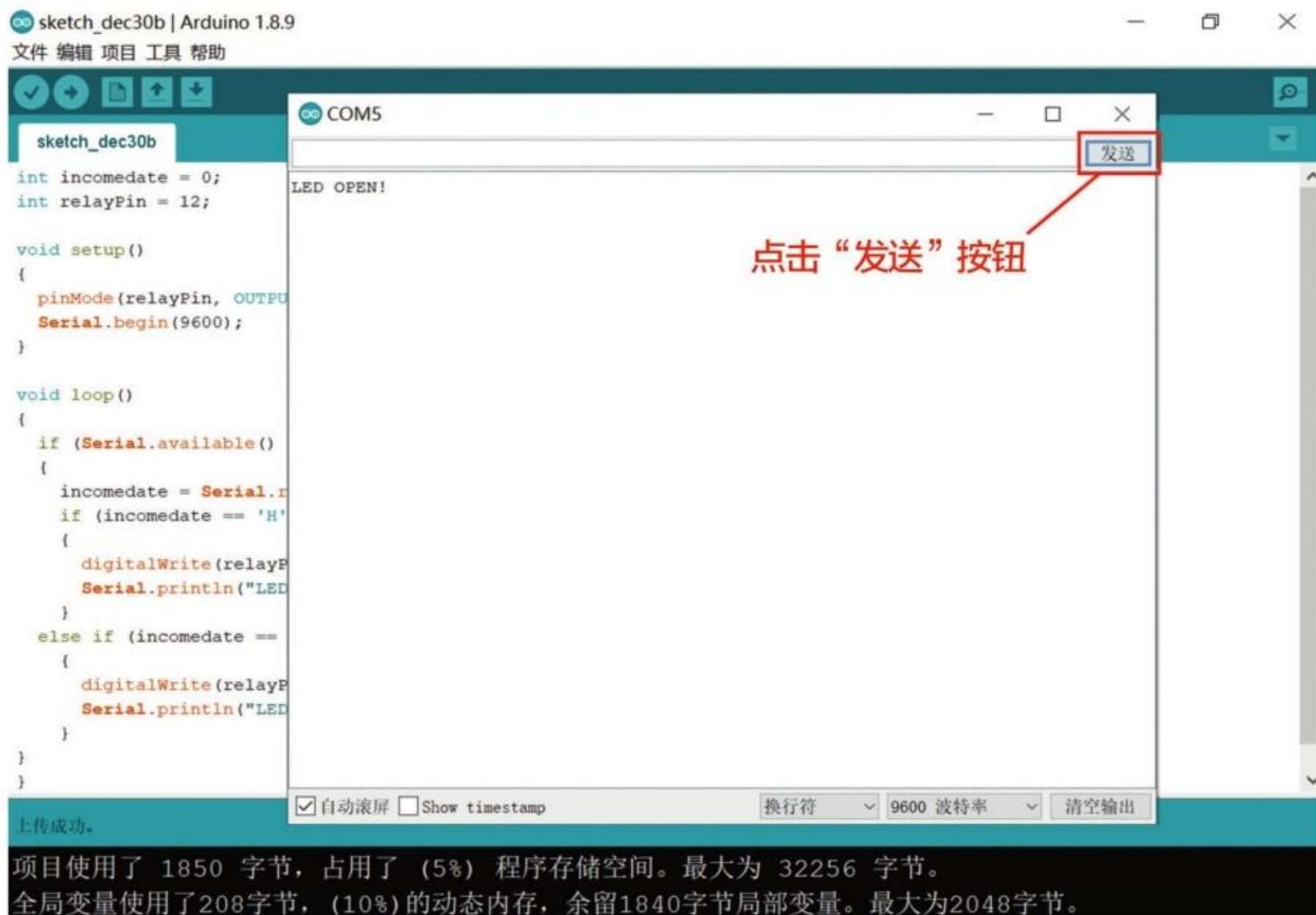


图3-10 实现LED灯控制的软件界面

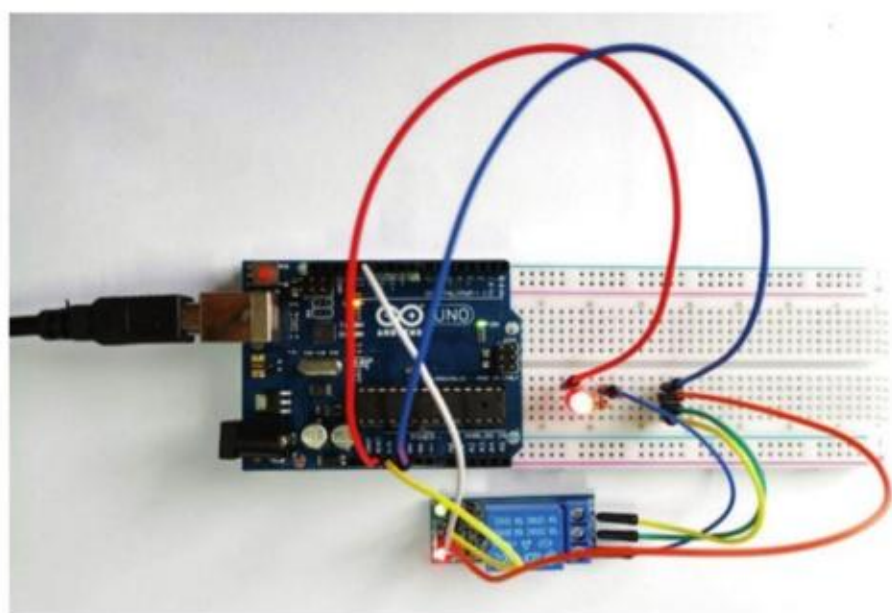


图 3-11 单片机发送高电平控制 LED 灯亮的实物图

如果在串口监视器中输入“L”，窗口中就会显示“LED CLOSE!”，同时 LED 灯灭，如图 3-12 所示。

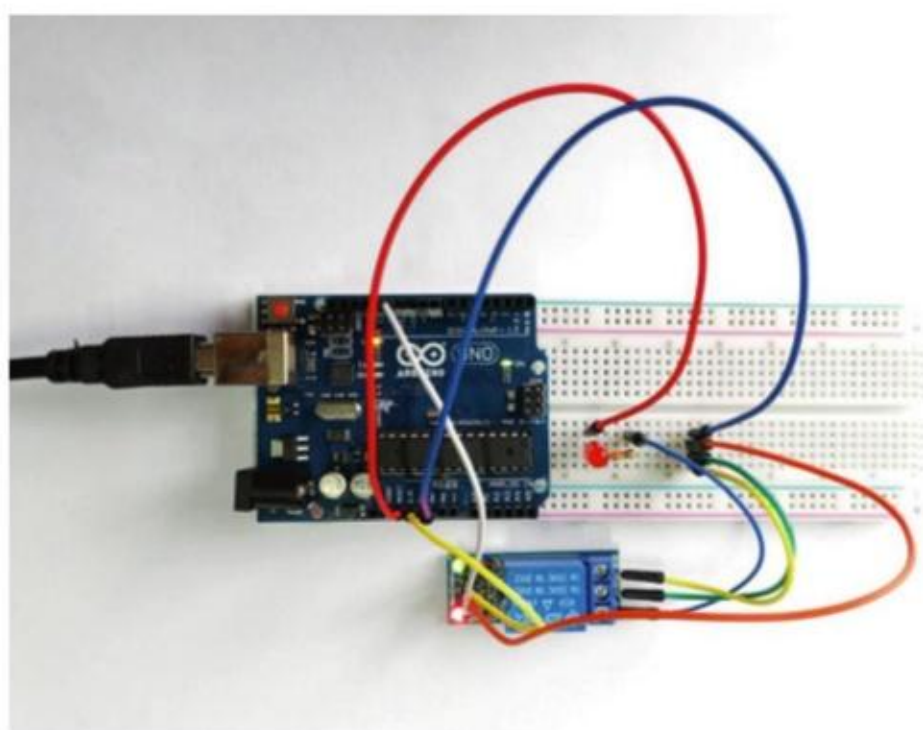


图 3-12 单片机发送低电平控制 LED 灯灭的实物图

继电器使我们能够利用低电压控制各种高压外设。将实验中的 3 V 控制 LED 灯换成 220 V 控制白炽灯，原理也是一样的。

? 思考 & 练习

1. 为什么要采用继电器？继电器为什么被称为电子开关？
2. 如果需要灯常开或者常关，电路应该如何连接？

动手 & 实践

1. 实际观察继电器的外观，打开外壳，观察继电器内部的结构。
2. 在电路中连接继电器，进行 LED 灯的控制实现。
3. 如何实现对灯的延时控制？



为什么要使用 Arduino

在嵌入式开发中，开发者会用到不同的开发平台。Arduino 作为新兴开发平台，在短时间内受到很多人的青睐，这跟其设计原理和开源理念是密切相关的。

首先，Arduino 无论是硬件还是软件都是开源的，这就意味着所有人都是可以查看和下载其源码、图表、设计等资源，并且可以用来做开发。用户可以购买克隆开发板和基于 Arduino 的开发板，甚至可以自己动手制作一个开发板。但是自己制作的不能继续使用 Arduino 这个名称，可以自己命名，比如 Robotduino 等。

其次，开源还意味着所有人可以下载使用

并且参与研究和改进，这也是 Arduino 更新换代如此迅速的原因。全世界的电子爱好者已经用 Arduino 开发出了各种有趣的电子互动产品。

再次，Arduino 可以和 LED 灯、点阵显示板、电机、传感器、按钮、以太网卡等各类输出输入数据或被控制的设备连接。在互联网上各种资源十分丰富，各种案例、资料可以帮助用户迅速制作自己想要的电子设备。

最后，在应用方面，Arduino 突破了传统的依靠键盘、鼠标等外界设备进行交互的局限，可以更方便地进行双人或者多人互动，还可以通过 Flash、Processing 等应用程序进行交互。

第2节 数字温湿度计

学习目标

1. 掌握模数转换的意义和实现。
2. 了解数字传感器模拟信号的特点。
3. 了解利用单片机和传感器芯片构建数字温湿度计。

智能家居利用了不同类型的传感器，而传感器产生的信号大多是模拟信号，那么这些信号是如何被单片机、计算机接收的？

一、模数转换原理

模拟信号是随时间平滑改变的连续信号，可以有无限多个取值。而单片机输入/输出接口接收或输出的是低电平（0 V）或者高电平（3.3 V或5 V），由高电平和低电平组成的信号属于数字信号。那么，单片机是如何接收一些模拟信号的呢？由于大多数传感器的数据本质上都是模拟的，这就需要将数据进行数字化后再用于当前的电子系统中，如图3-13所示。这就是通常所说的模数转换（简称为A/D）。能够实现模数转换的器件，称为模数转换器（简称为ADC）。

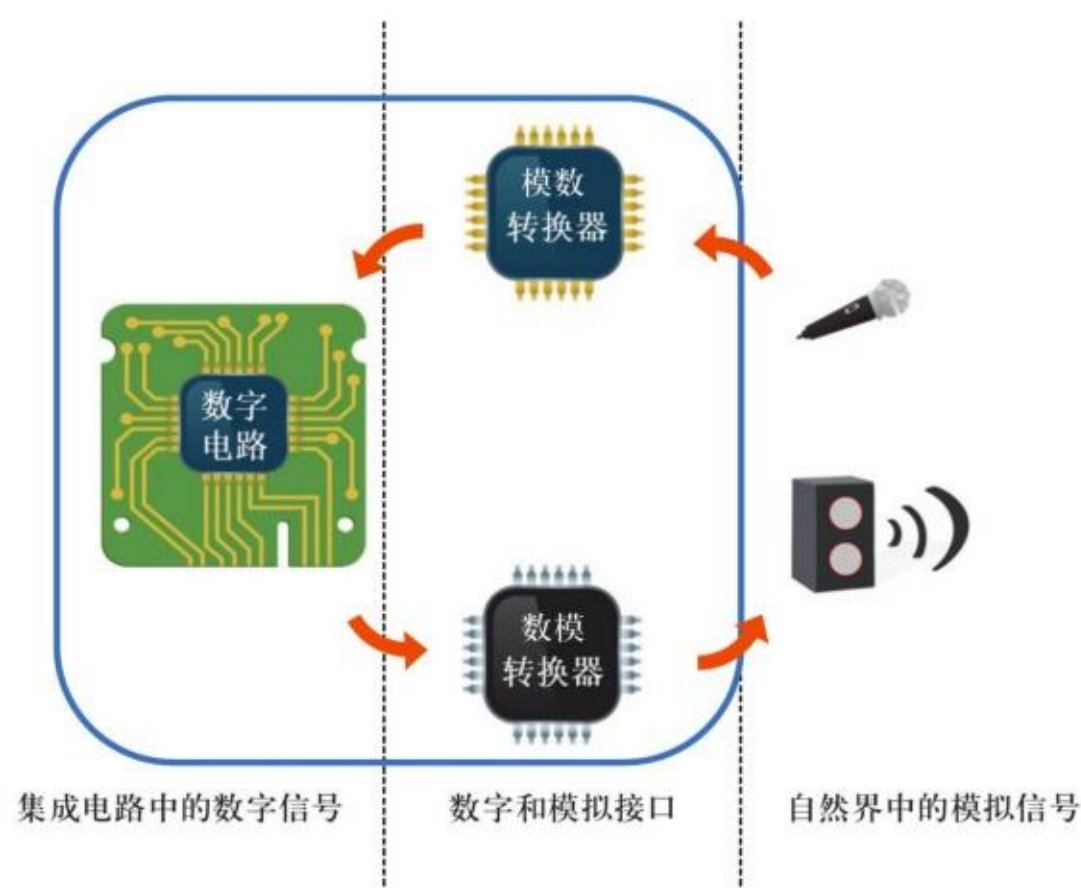


图3-13 模拟世界与数字世界的联系——模数转换

如果我们要测量温度信号这个模拟信号，可以怎么做呢？一种方法是使用专用模数转换芯片，这种芯片有输入引脚可以连接温度传感器。当温度变化时，温度传感器电路会产生电压，这个电压被模数转换芯片的相应引脚捕获，芯片经过内电路转换，便会输出一个数字量。温度传感器的电压会随着温度的改变而发生变化，因此我们可以构建数字量与传感器电压之间的关系，进而建立起输出数字量与输入温度量之间的对应关系。

模数转换的一般步骤如下。

- (1) 采样。把时间连续变化的信号变换为时间离散的信号。
- (2) 保持。保持采样信号，保证有充分时间来转换数字信号。
- (3) 量化。把采样保持电路的输出信号用单位量化电压的整数倍表示。
- (4) 编码。把量化的结果用二进制代码表示。

另一种方法则是使用单片机内的模数转换器。具体哪些接口具有模数转换器功能，需要查看芯片数据手册。模数转换器的类型可分为并联比较型、逐次逼近型、双积分型等，不同类型的模数转换器有不同的性能。但是，无论采用哪种类型，模数转换器的技术指标都是一样的。通常，我们主要关注模数转换器三个指标。

(1) 模数转换器的位数，指模数转换器转换芯片输出的数字信号线的根数，用 N 表示，常见的有8 bit、10 bit、12 bit、24 bit。

(2) 模数转换器的分辨率，指能够引起模数转换输出端数字量发生一个台阶变化所对应的输入模拟量，例如输入的最小电压 $V_{\min}$ 。

(3) 参考电压 V_{REF} ，指所有的模数转换器芯片必须满足下面的关系式。

$$V_{\min} = \frac{V_{\text{REF}}}{2^N}$$

因此，实际应用中如果要提高传感器的分辨能力，可以考虑降低参考电压或者增加位数。但是参考电压过低，会使量程减小。这种情况下，可以考虑选用高位数的模数转换器。另外，如果有负电压出现，比如有的温度传感器输出负电压对应的是负温度值，则要考虑引入负参考电压。

应该注意的是，实际应用中通过传感器采集进来的大多是模拟信号。虽然也有少量的数字传感器在其内部已经集成了模数转换功能，但这并非普遍情况。大多数传感器如加速度传感器、震动传感器、声音传感器、电子罗盘，并没有集成模数转换功能，都是模拟信号输出的。而且由于传感器产生的响应电信号非常微弱，一般在几毫伏（如果是电流，仅为几毫安），这样微弱的信号需要经过一系

列的处理，将其放大到一定程度，才能进行模数转换。

下面介绍利用数字温/湿度传感器，结合单片机，制作数字温湿度计。

二、DHT11简介

DHT11是一款含有已校准数字信号输出的温/湿度传感器，如图3-14所示。其温度测量范围为 $0\sim 50^{\circ}\text{C}$ ，误差在 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ；湿度测量范围为 $20\%\sim 90\%\text{ RH}$ ，误差在 $\pm 5\%\text{ RH}$ 。DHT11是一款集成了模数转换器功能的数字传感器，运用了专业的数字模块采集技术和温湿度传感技术，具有极高的可靠性、稳定性、抗干扰、响应快等优点。DHT11是四针单排引脚，连接方便，只需要将Dout引脚连接单片机的一个输入/输出接口，不过该引脚需要外接一个 $5\text{ k}\Omega$ 的电阻，如图3-15所示。

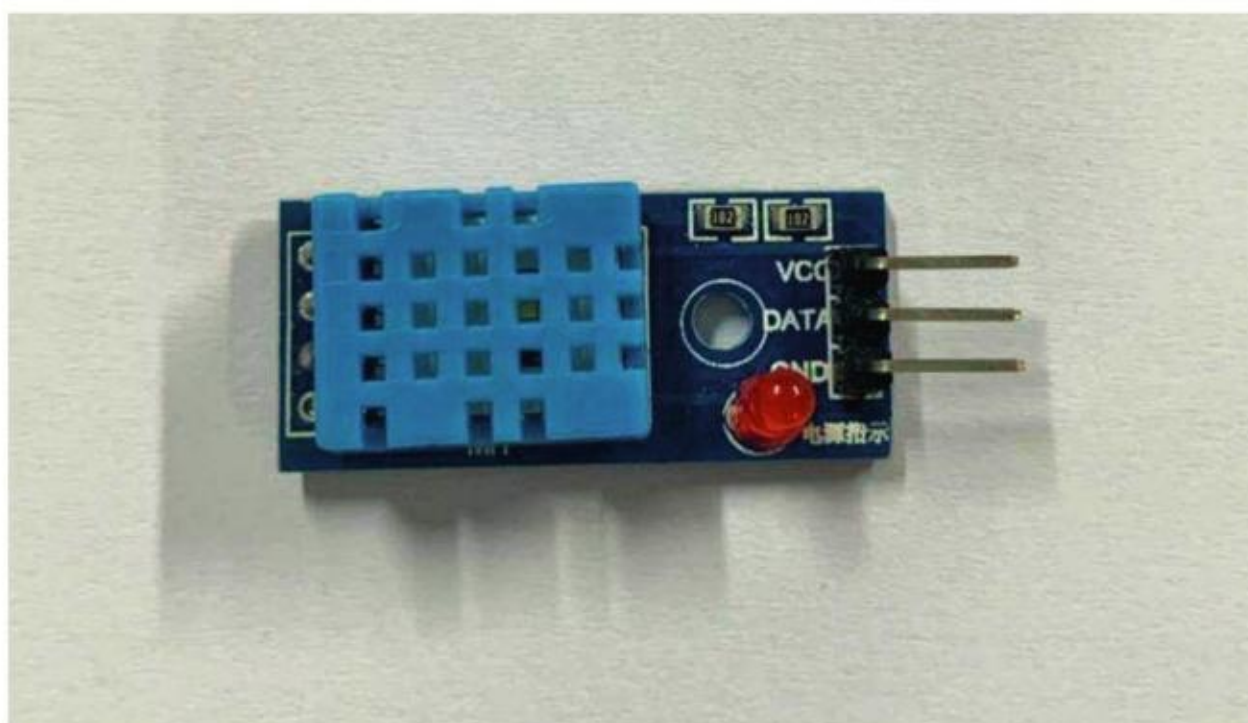


图3-14 DHT11实物

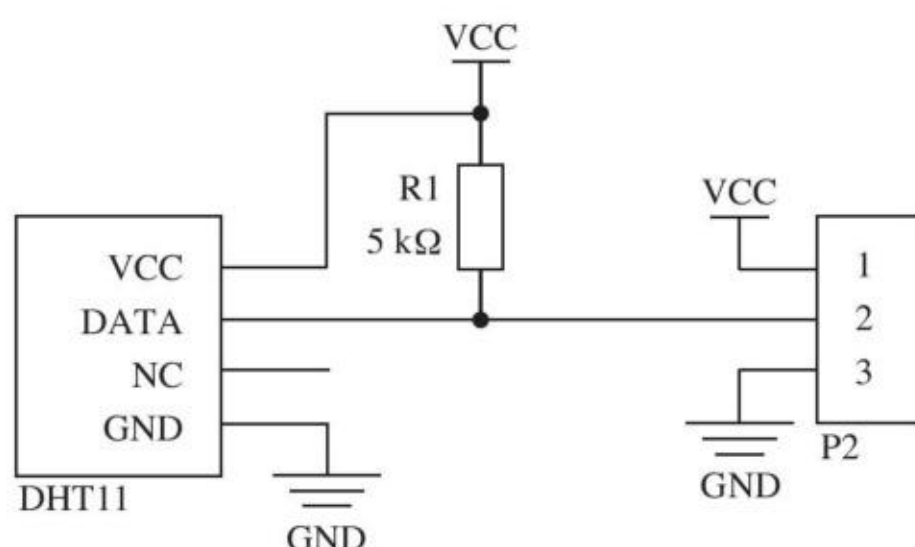


图3-15 DHT11电路连接图

DHT11的数据格式一次传输40位数据，具体为：8 bit湿度整数数据+8 bit湿度小数数据+8 bit温度整数数据+8 bit温度小数数据+8 bit校验位。

三、电路连接

1. 所需器材

构建数字温湿度计所需要的材料有Uno R3 开发板（或其他开发板）、配套USB 数据线、面包板及配套连接线、DHT11 传感器等。实物连接如图3-16 所示。

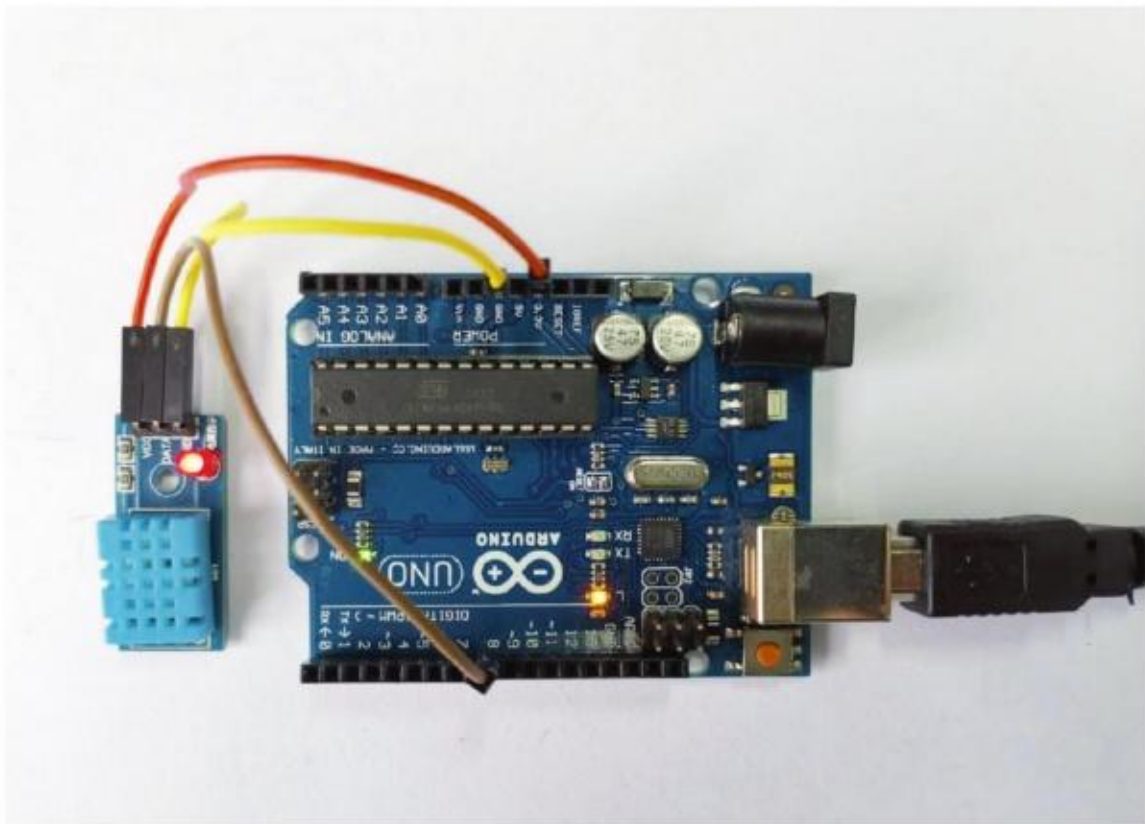


图3-16 数字温湿度计实物连接图

DHT11 连接线、引脚说明，见表3-1。

表3-1 DHT11 连接线、引脚说明

引脚	名称	说明
1	VCC	供电 3 V~5.5 V 直流电
2	DATA	串行数据，单总线
3	NC	悬空
4	GND	接地，电源负极

2. 软件开发

（1）打开 Arduino IDE，新建一个空的 sketch，如图3-6 所示。

（2）安装两个库文件。先到相关网站上下载 Adafruit_Sensor-master.zip 和 DHT-sensor-library-master.zip 这两个库文件。下载完成后，再点击菜单栏“项目”按钮，选择“加载库”“添加 .ZIP 库”选项，将下载完成的两个库导入 IDE 中。具体操作界面如图3-17 和图3-18 所示。

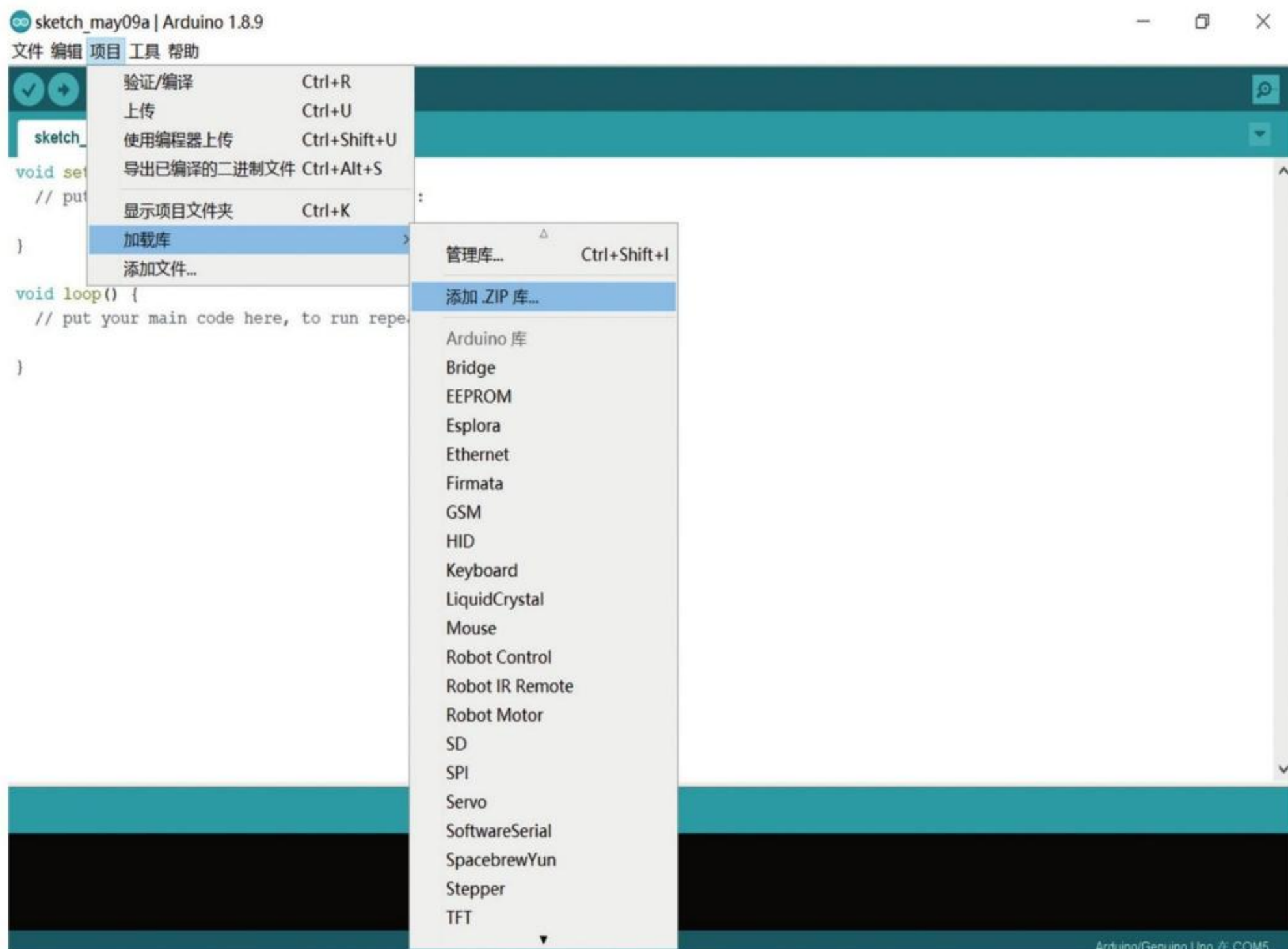


图 3-17 数字温湿度计软件库的加载

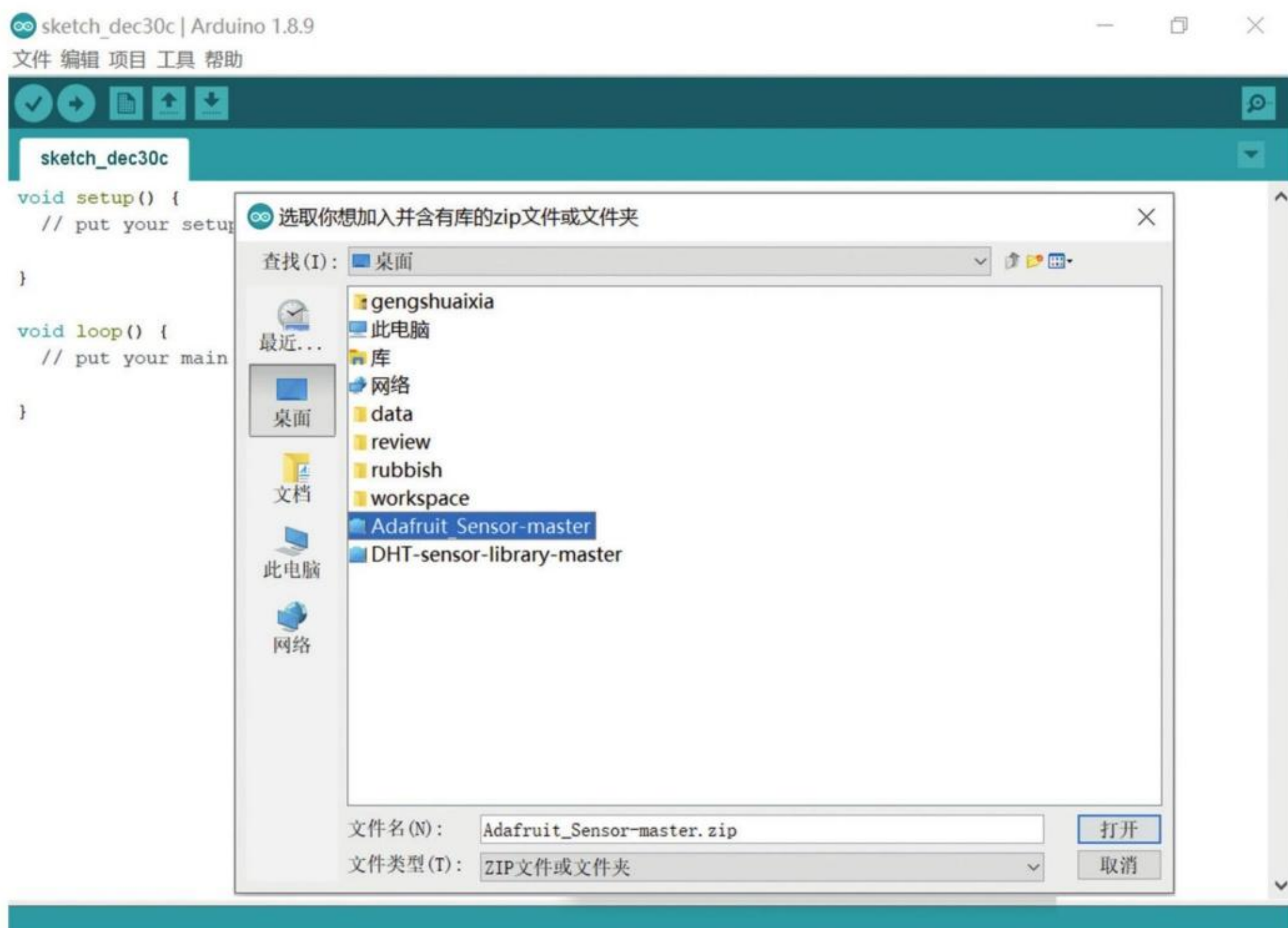


图 3-18 数字温湿度计软件库的安装

(3) 程序编辑。

```
#include <DHT.h>

#define DHTPIN 8
#define DHTTYPE DHT11

DHT dht (DHTPIN, DHTTYPE);

void setup ()
{
    Serial.begin (9600);
    dht.begin ();
}

void loop ()
{
    delay (2000);
    float h = dht.readHumidity ();
    float t = dht.readTemperature ();
    Serial.print ("Humidity: ");
    Serial.println (h);
    Serial.print ("Temperature: ");
    Serial.print (t);
    Serial.println (" °C ");
}
```

(4) 点击左上角的“验证/编译”按钮进行程序编译，编译完成后，下方状态区域将显示项目相关信息。

(5) 用USB数据线将计算机与单片机连接，点击“上传”按钮，将程序上传到单片机。

(6) 点击右上角的“串口监视器”按钮，键入命令，在窗口中查看温度与湿度，如图3-19所示。

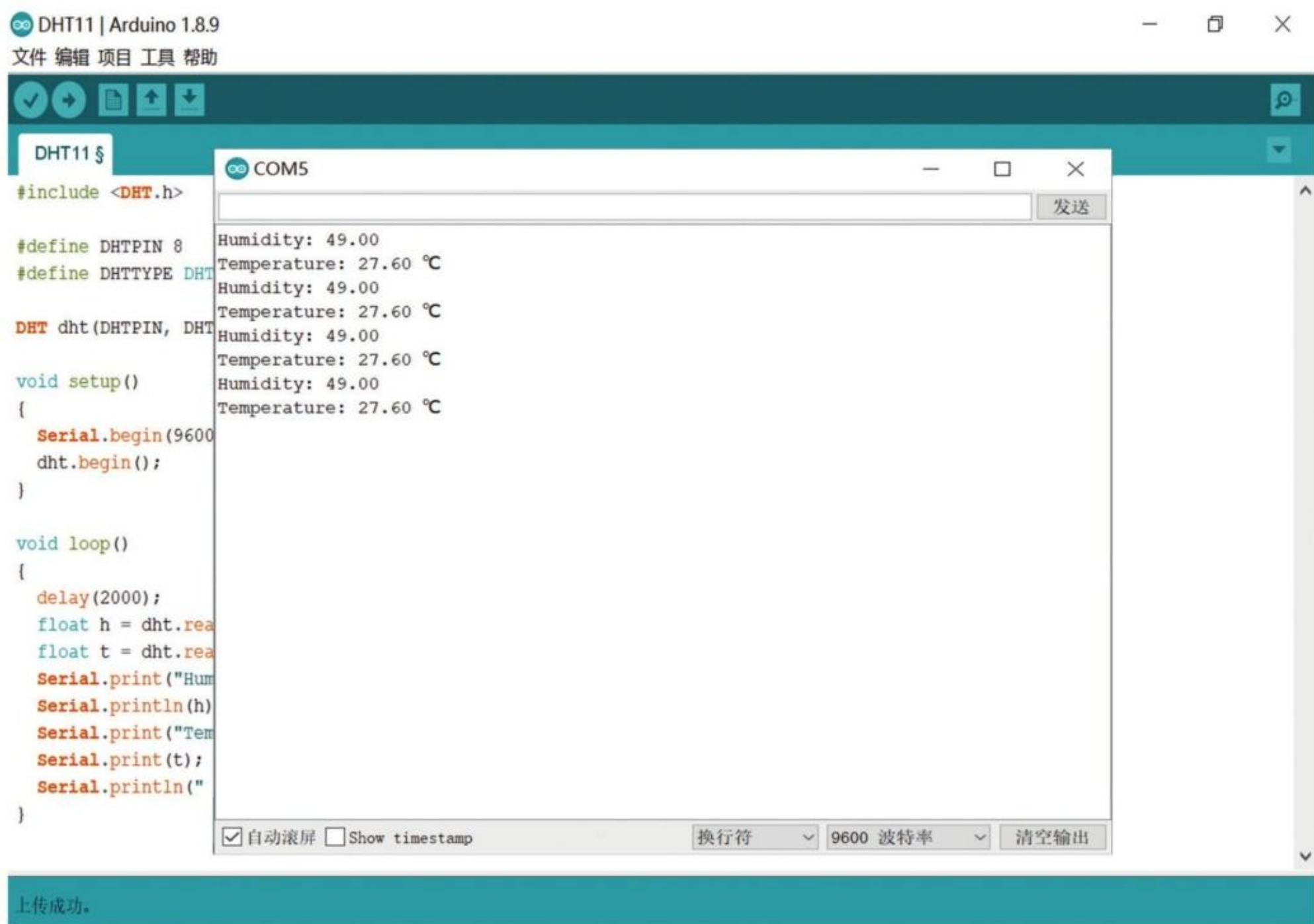


图 3-19 数字温湿度计显示温度与湿度的数值

将上述数据与数码管等相连，就可以显示出温度、湿度的数值。

? 思考 & 练习

1. 为什么要进行模数转换？
2. 模数转换的精度与哪些因素有关？
3. 调研一下，市场上还有哪些类型的数字传感器。

第3节 人体感应灯

学习目标

1. 了解人体感应灯的设计原理与设计框架。
2. 了解人体感应灯的传感器。
3. 理解人体感应灯的实现流程。

声控灯在日常生活中已经很常见。在智能家居中，人体感应灯提供了另外一种解决方案。那么，人体感应灯的功能是如何实现的呢？

人靠近时，灯亮起；人离开时，灯延迟一段时间后熄灭。要实现上述功能，需要两种关键技术：传感器能够感应人体靠近与离开的状态；单片机作为控制中心，接收传感器的信号，发出灯亮起或熄灭的控制指令并进行延时控制。

因此，可以确定人体感应灯的整体设计框架如图3-20所示。

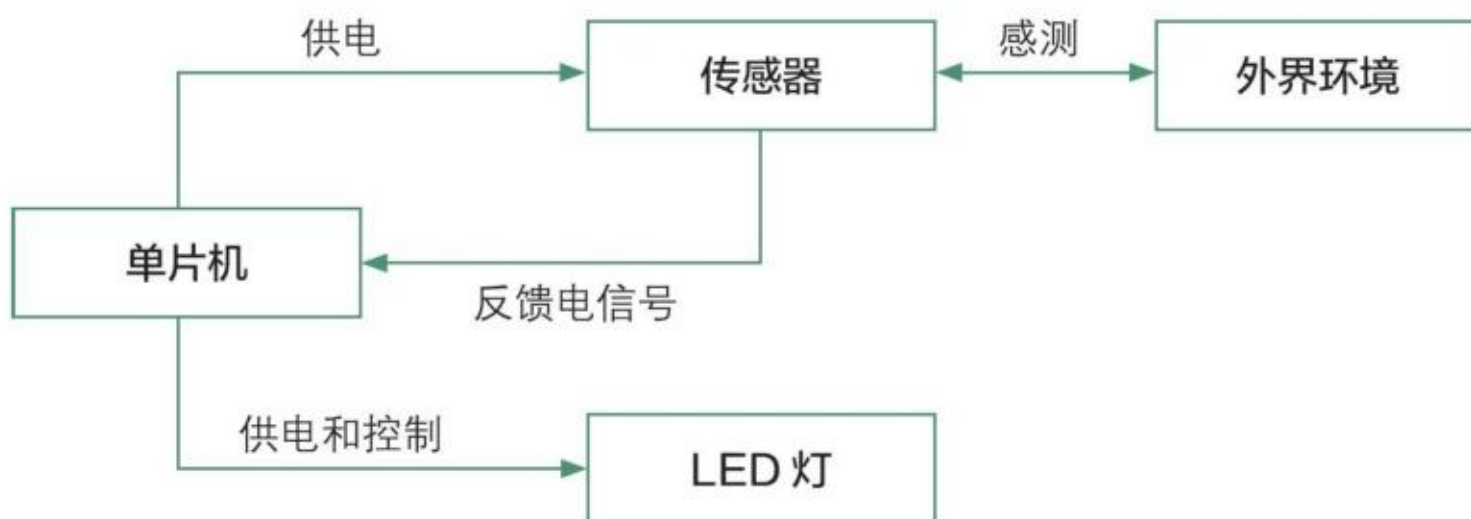


图3-20 人体感应灯整体设计框架

一、HC-SR501工作原理

人体有恒定的体温，一般在37℃左右，会发出波长为10μm左右的红外线。因此，探测人体就可以通过探测人体红外线的红外传感器来实现。目前市场上有多种基于不同原理的红外传感器。本书

选取了HC-SR501热释电红外传感器。热释电元件，顾名思义就是在接收到人体红外辐射温度发生变化时会向外释放电荷，产生电压脉冲，后续电路经检测处理后就能产生报警信号。

HC-SR501工作原理：人体发射的10 μm左右的红外线，通过位于传感器前端的菲涅尔滤光片汇聚增强后，被红外感应源接收。红外感应源通常采用热释电元件。HC-SR501模块的主要部分如图3-21所示。

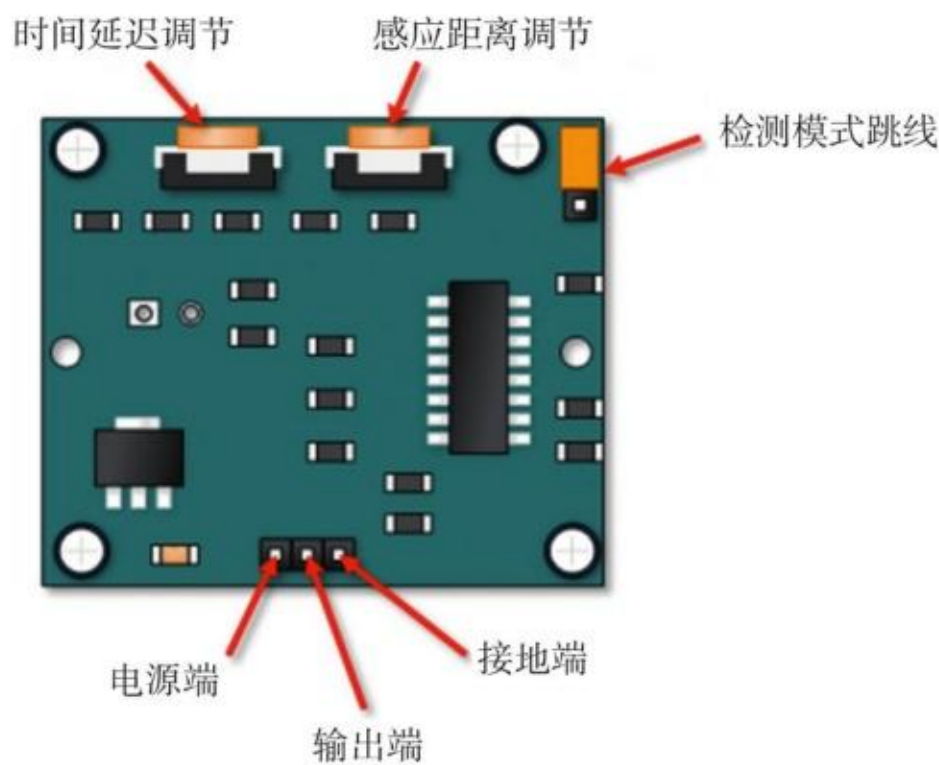


图3-21 HC-SR501模块的主要部分

二、HC-SR501传感器简介

具体控制及其功能见表3-2。

表3-2 HC-SR501传感器控制及功能介绍

控制	功能
时间延迟调节	用于调节在检测到移动后，维持高电平输出的时间长短，可以调节范围5 s~5 min
感应距离调节	用于调节检测范围，可调节范围4 m~7 m
检测模式跳线	可选择单次检测模式和连续检测模式
接地端	接地针脚
电源端	接电源针脚
输出端	检测到移动输出的电平

三、电路连接

1. 所需器材

人体感应灯需要的材料有Uno R3开发板（或其他开发板）、配套USB数据线、面包板及配套连接线、HC-SR501传感器。如图3-22所示连成系统。

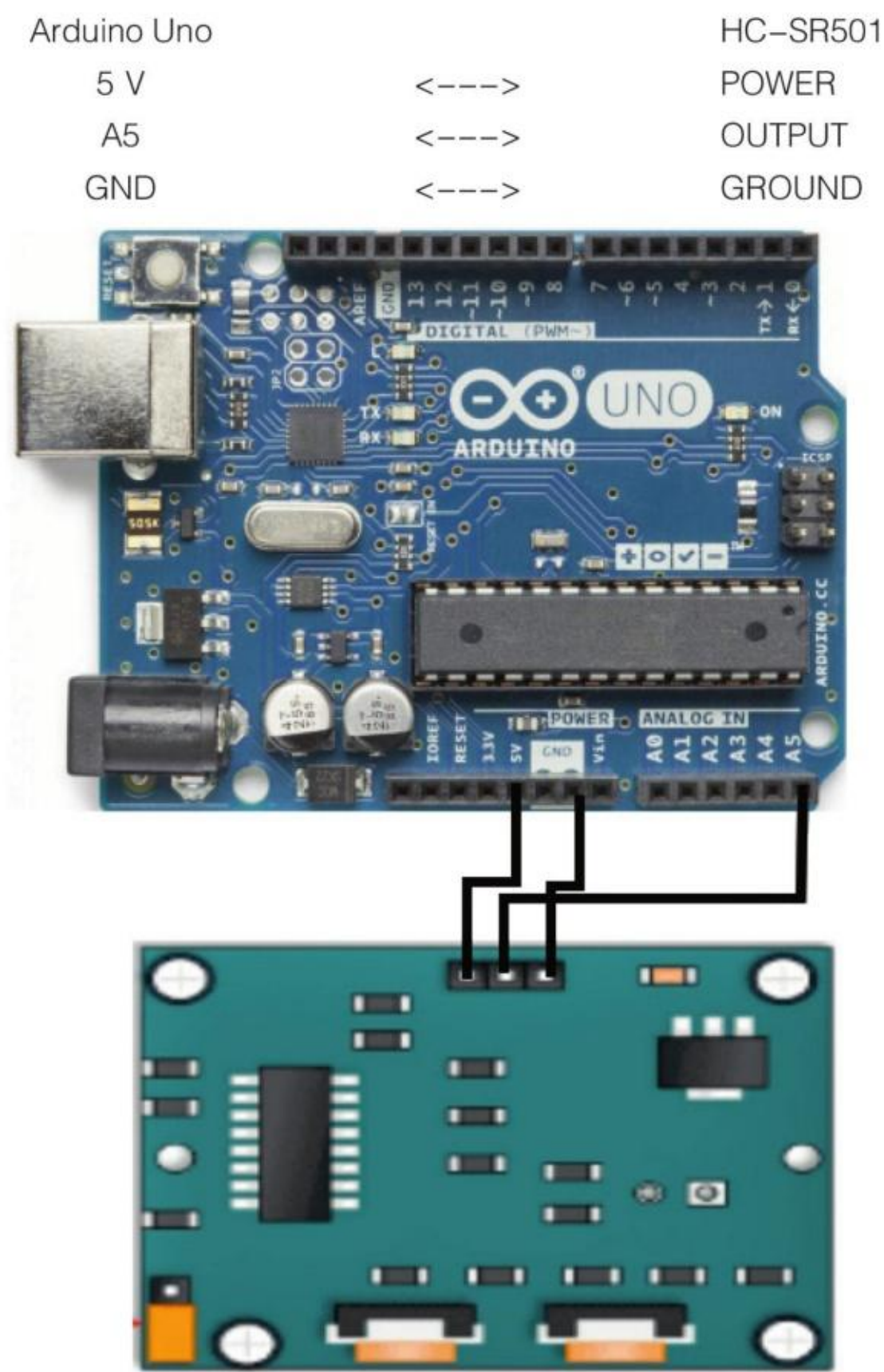


图3-22 系统接法

2. 软件开发

（1）打开Arduino IDE，新建一个空的 sketch，如图3-6所示。

(2) 在软件界面中进行程序的编辑, 程序如下。

```
int PIR_sensor = A5;           //指定PIR模拟端口为A5
int LED = 13;                  //指定LED端口13
int val = 0;                   //存储获取到的PIR数值
void setup ( )
{
    pinMode (PIR_sensor, INPUT); //设置PIR模拟端口为输入
                                模式
    pinMode (LED, OUTPUT);       //设置端口13为输出模式
    Serial.begin (9600);         //设置串口波特率为9600
}
void loop ( )
{
    val = analogRead (PIR_sensor); //读取模拟口的电压值并赋值
                                    到val
    Serial.println (val);          //串口发送val值
    if (val > 150)                 //判断PIR数值是否大于150,
    {
        digitalWrite (LED,HIGH); //大于表示感应到有人
    }
    else
    {
        digitalWrite (LED,LOW);  //小于表示未感应到有人
    }
}
```

(3) 点击左上角的“验证/编译”按钮进行程序编译, 编译成功后, 下方状态区域将显示项目相关信息。

(4) 用USB数据线将计算机与单片机连接, 点击“上传”按钮, 将程序上传到单片机。

(5) 将上传成功的软件保存, 如图3-23所示。

(6) 功能实现。当人体靠近传感器时, LED灯亮起。



图 3-23 人体感应灯编译保存的软件界面

讨论 & 交流

请联系之前所学关于智能家居的知识，讨论智能感应灯需要使用哪些传感器、元件、器件。

思考 & 练习

思考如何通过调节热释电传感器的延时和模式，使人体感应灯适用于不同的场景。

设计 & 制作

按照上述要求，搭建人体感应灯电路并进行调试，使其实现人体感应功能。

可能故障及问题分析

1. 问题：LED 灯常亮不灭。

解决方案：建议实验开始时将 HC-SR501 的时间延迟和感应距离调至最小，以排除周围人员的干扰。同时，适当调节延迟和跳线模式，以便更好地实现模块功能。

2. 问题：LED 灯无反应或者开发板 TX 指示灯常亮。

解决方案：仔细检查传感器和开发板的接线是否正确，不正确将导致数据无法正确传输。并且输出口连接的 A5 端口，要与指令代码中“int PIR_sensor = A5;”定义的端口一致（以 A5 为例，不一定使用此端口）。假如问题仍然存在，建议更换使用开发板的模拟口，排除

硬件本身的问题。

3. 问题：如何进行实验结果分析，观察传感器是否正常工作。

打开“工具”“串口监视器”，没有检测到入时呈现为0，输出为低电平（LED灯灭）；当检测到入时呈现数字，输出为高电平（LED灯亮），如图3-24所示。如果串口监视器只出现0，可考虑更换HC-SR501传感器。



图3-24 串口监视器检测传感器工作状态



拓展阅读

Arduino中的基本函数

1. pinMode (接口名称, OUTPUT或INPUT)——将接口定义为输入或输出接口，用在setup ()函数里。

2. digitalWrite (接口名称, HIGH或LOW)——将数字接口值置为高或低。

3. digitalRead (接口名称)——读出数字接口的值。

4. analogWrite (接口名称, 数值)——给一个接口写入模拟值（PWM波）。对于ATmega168芯片的Arduino（包括Mini或BT），该函数可以工作于3、5、6、9、10和11号接口。原来的ATmega8芯片的USB和serial Arduino 仅仅支持9、10和11号接口。

5. analogRead (接口名称)——从指定的模拟接口读取值。Arduino对该模拟值进行10 bit的数字转换，这个方法将输入的0 V~5 V电压值转换为0~1 023的整数值。

6. delay ()——延迟一段时间。delay (1 000)为延迟一秒。

7. Serial.begin (波特率)——设置串行每秒传输数据的速率（波特率）。在同计算机通信时，使用下面这些值：300，1 200，2 400，4 800，9 600，14 400，19 200，28 800，38 400，57 600，115 200。也可以在任何时候使用其他的值，比如，与0号或1号插口通信就要求特殊的波特率。这个函数用在setup ()函数里。

8. Serial.read ()——读取持续输入的数据。

9. Serial.print (数据, 数据的进制)——从串行端口输出数据。Serial.print (数据)默认十进制等于Serial.print (数据, DEC)。

10. Serial.println (数据, 数据的进制)——从串行端口输出数据，跟随一个回车和一个换行符。这个函数所取得的值与Serial.print ()取得的值一样。

第4节 电动窗帘与智能窗帘



学习目标

1. 掌握开环与闭环的控制原理。
2. 了解步进电机的原理。
3. 了解单片机控制步进马达实现窗帘开启的过程。

如果说传感器是我们认识世界的工具之一，那么电机就是我们改造世界的工具之一。电机在智能家居中的重要性不言而喻。

室内光照对我们的生活有着巨大的影响，不同的生活场景有不同的推荐照度，过高或过低的照度都会损害视力。我们在遥控电动窗帘的基础上，通过安装光照传感器，就能够搭建智能窗帘。智能窗帘的基本出发点是构建一个控制系统，用单片机控制电机，实现对窗帘的控制。

一、控制原理

从控制理论的角度看，根据控制系统中有无反馈，控制系统可分为开环控制系统和闭环控制系统。

开环控制系统指输出量对控制作用没有影响的系统。在开环控制系统中，只有顺向作用而无反向联系，即控制是单方面进行的。自动洗衣机洗衣的过程就是开环控制系统的一个例子。

对于要构建的窗帘系统，如果采用开环控制系统，框架如图3-25所示。工作原理如下：用户根据需要，通过单片机设定给定电压，控制步进电机，控制窗帘的开闭程度。由于受到外界光照条件等影响，用户可能需要进行反复调节才能达到理想的光照强度。开环控制系统结构简单，但是抑制内部和外部干扰的能力较弱。



图 3-25 开环控制的窗帘控制系统

闭环控制系统能将输出量与参考输入量进行比较，并且将它们的偏差作为控制手段，以保持两者之间预定关系的系统。如图 3-26 所示的智能窗帘控制系统就是闭环控制系统。因为闭环控制系统从输入量到输出量不仅有前向通道，还有反馈通道，所以闭环控制系统又称为反馈控制系统。又因为控制作用是由偏差引起的，所以闭环控制系统也称为偏差控制系统。智能系统大多数选用闭环控制系统形式。

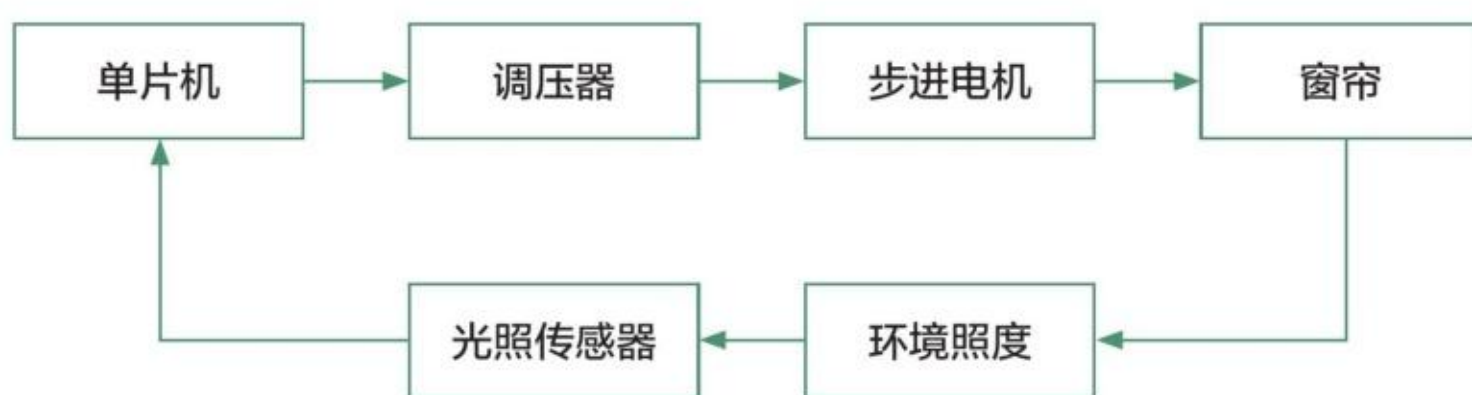


图 3-26 闭环控制的智能窗帘控制系统

智能窗帘控制系统通过采用光照传感器，可以测定室内照度，控制窗帘的开闭程度。工作原理如下：用户在单片机中设定理想的光照数值，窗帘开启过程中传感器测量照度数值并同设定值比对，当测量值不同于设定值时，给定控制信号去控制步进电机的旋转大小与方向，直到达到给定的照度为止，此时的电机停止转动。为了避免电机频繁开启，需要对设定值设计一定的冗余。

在闭环控制系统中，输入量与反馈信号之间的偏差信号被传送到控制器，以便减小误差使系统输出量达到预期值。反馈信号可以是输出量本身，也可以是输出量的函数。

开环和闭环控制系统的比较如下。

(1) 闭环控制系统由于采用了反馈通道，使系统对外部干扰和内部系统参数变化的响应不敏感，有可能采用成本较低的元件就能构建精确的控制系统。

(2) 对开环控制系统来说，稳定性不是问题。但在闭环控制系统中，稳定性是一个重要问题，如果偏差设计不当，容易导致系统产生等幅或者变幅振荡，无法达到稳定。

(3) 当系统输入量预先知道，并且不存在任何扰动时，采用开环控制系统较合适。当系统存在无法预计的扰动或元件的参数存在无法预计的变化时，闭环控制系统相较于开环控制系统更具有优越性。闭环控制系统中采用的元件数量比相应的开环控制系统多，

因此闭环控制系统的成本和功率比较高。

通常比较经济的做法是，将开环控制系统与闭环控制系统适当地结合在一起，以获得满意的性能。这种控制系统称为复合控制系统。

二、开环窗帘控制系统组成

如图3-25所示，开环窗帘控制系统主要由单片机、调压器、步进电机组成。下面简要介绍调压器与步进电机。

1. 调压器

调压器采用ULN2003驱动电路模块，如图3-27所示。在ULN2003内部，由7个高耐压、大电流NPN达林顿管构成的反相器，输入5 V的TTL电平，输出可达500 mA/50 V。ULN2003有16个引脚，7个输入，7个输出，1个地线，1个公共端，如图3-28所示。



图3-27 ULN2003驱动电路模块实物

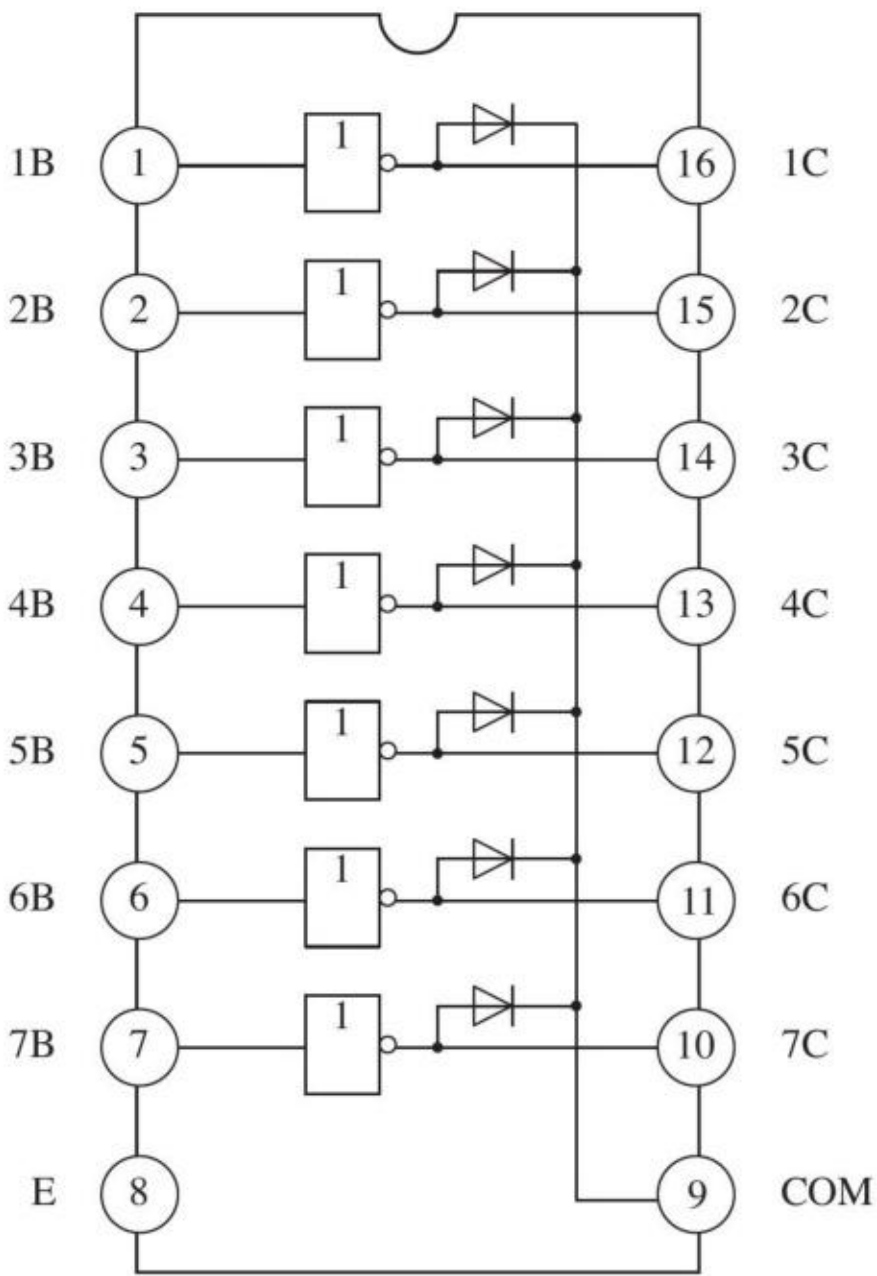


图3-28 ULN2003内部的逻辑框架图

输入端可以直接接主控单片机的引脚，使用TTL电平控制，输出端可以接驱动电路（如步进电机、直流电机等大功率电路）。使用公共端引脚时可以接电压作为驱动电流，如图3-29所示。ULN2003其实主要由7个反相器组成，其中反相器OC门就是集电极开路。用NPN型三极管解释为集电极开路就是集电极作为输出，基极作为输入，发射极接地。其中，集电极在这里对应的公共端可以接电源。这样，当基极接低电平时，三极管截止集电极输出高电平；当基极接高电平时，三极管导通集电极输出低电平。如此形成了主控单片机电平反相输出，但反相不是重点，大电流才是重点。需要注意的是，ULN2003的公共端接继电器的电源可以防止击穿器件。

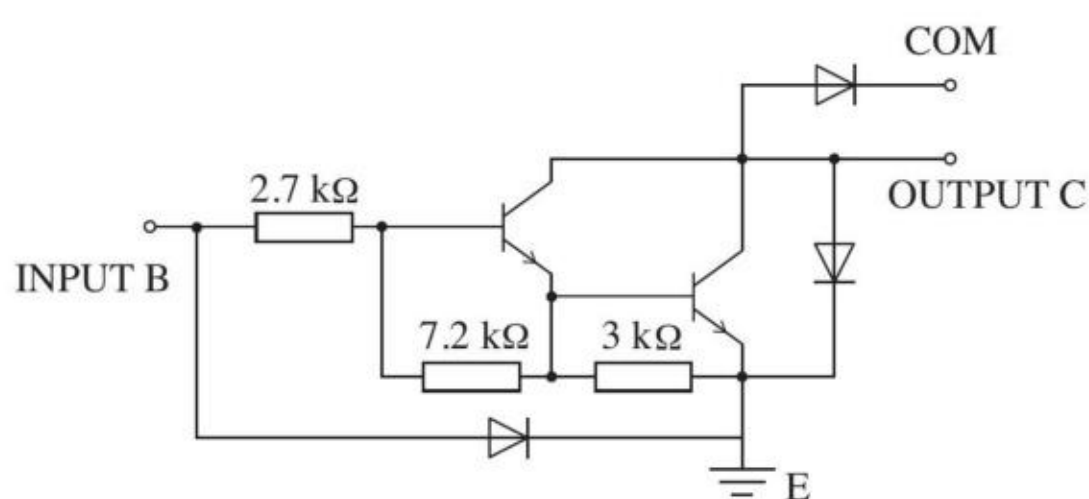


图 3-29 ULN2003 电路示意图

2. 步进电机

步进电机是一种将电脉冲转化为角位移的执行设备。通俗一点讲，步进电机中的驱动器接收到一个脉冲信号，可以驱动电机按设定的方向转动一个固定的角度。因此，我们一方面可以通过控制脉冲数量来控制角位移量，从而达到准确定位控制的目的；另一方面还可以通过控制脉冲频率来控制电机转动的速度和加速度，从而达到调速的目的。

下面以图3-30中的28BYJ-48步进电机为例说明其工作原理。28BYJ-48步进电机为四相八拍电机，工作电压为5 V~DC12 V直流电。当对步进电机施加一系列控制脉冲时，它可以连续不断地转动。每一个脉冲信号对应步进电机的某一相或两相绕组的通电状态改变一次，也就对应转子转过一定的角度（一个步距角）。当通电状态的改变完成一个循环时，转子转过一个齿距。

28BYJ-48步进电机的齿轮减速比为64:1，转速约15转/分。4步控制信号序列为11.25度/步，32步旋转一周；8步控制信号序列为5.625度/步，64步旋转一周。因此，正常情况下4步模式下28BYJ-48步进电机旋转一周将需要如下步。



图 3-30 28BYJ-48 步进电机实物

$32(\text{步/周}) \times 64(\text{齿轮减速比}) = 2048(\text{步})$
也就是说，通过步进电机，一个脉冲可以控制电机旋转约 0.18° 。

三、电路连接

1. 所需器材

开环工作的电动窗帘系统主要元件包括 Uno R3 开发板（或其他开发板）、配套 USB 数据线、面包板及配套连接线、ULN2003 驱动电路、28BYJ-48 步进电机。具体管脚的对应连接如表 3-3，实物如图 3-31 所示。

表 3-3 步进电机与单片机管脚的对应连接

步进电机	Arduino Uno
IN1	8
IN2	9
IN3	10
IN4	11
VCC	VCC
IGBD	GND

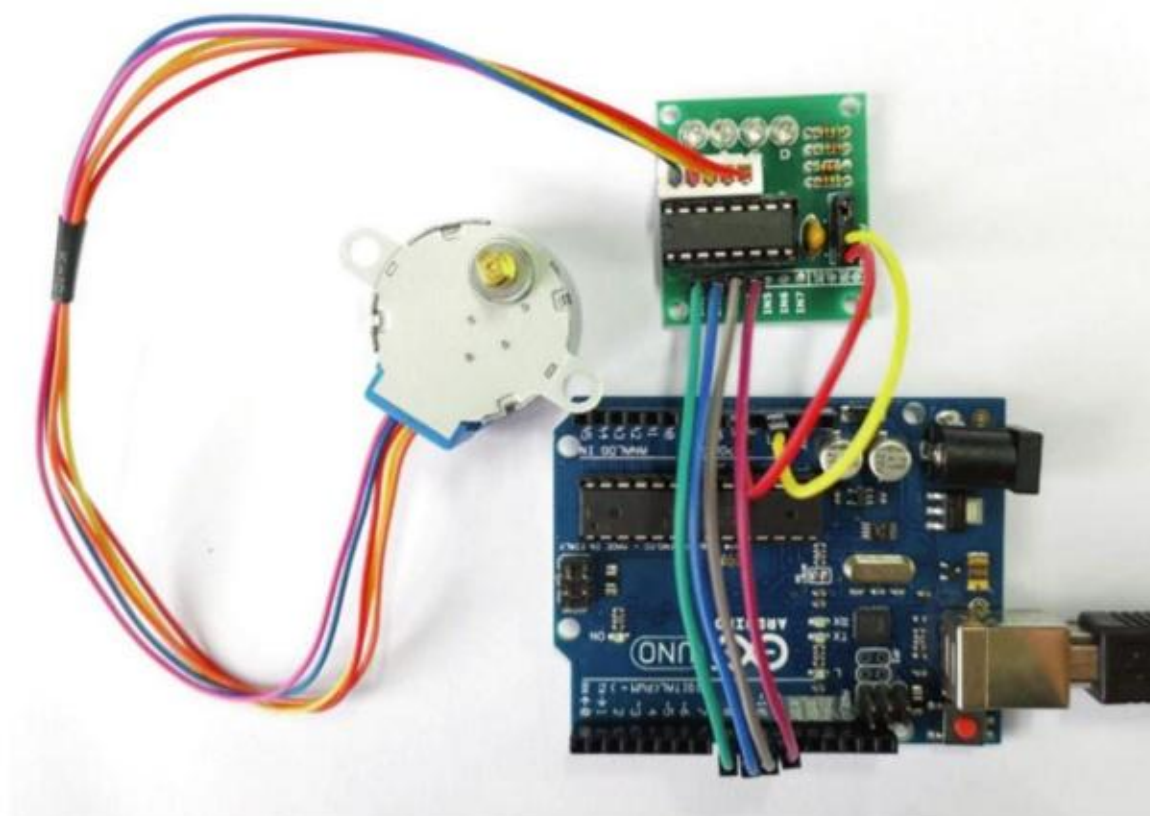


图3-31 系统控制连接实物

2. 软件开发

(1) 打开 Arduino IDE，新建一个空的 sketch，如图 3-6 所示。

(2) 程序编辑。

```
#include <Stepper.h>           //使用 Arduino IDE 自带的 Stepper.h
                                //库文件

#define STEPS 100              //设置步进电机旋转一圈是多少步

Stepper stepper (STEPS, 8, 9, 10, 11);
                                //设置步进电机的步数和引脚

void setup ()
{
    stepper.setSpeed (90);       //设置电机的转速：每分钟为 90 步
    Serial.begin (9600);         //初始化串口，用于调试输出信息
}

void loop ()
{
    Serial.println ("shun");     //顺时针旋转一周
    stepper.step (2048);         //4 步模式下旋转一周用 2 048 步
    delay (500);
    Serial.println ("ni");       //逆时针旋转半周
    stepper.step (-1024);        //4 步模式下旋转一周用 2 048 步。
    delay (500);
}
```

(3) 点击左上角的“验证/编译”按钮进行程序编译，编译完成后，下方状态区域将显示项目相关信息。

(4) 用USB数据线将计算机与单片机连接，点击“上传”按钮，将程序上传到单片机。

(5) 功能实现。电机顺时针旋转一段时间后再逆时针旋转，循环进行，如图3-32所示。

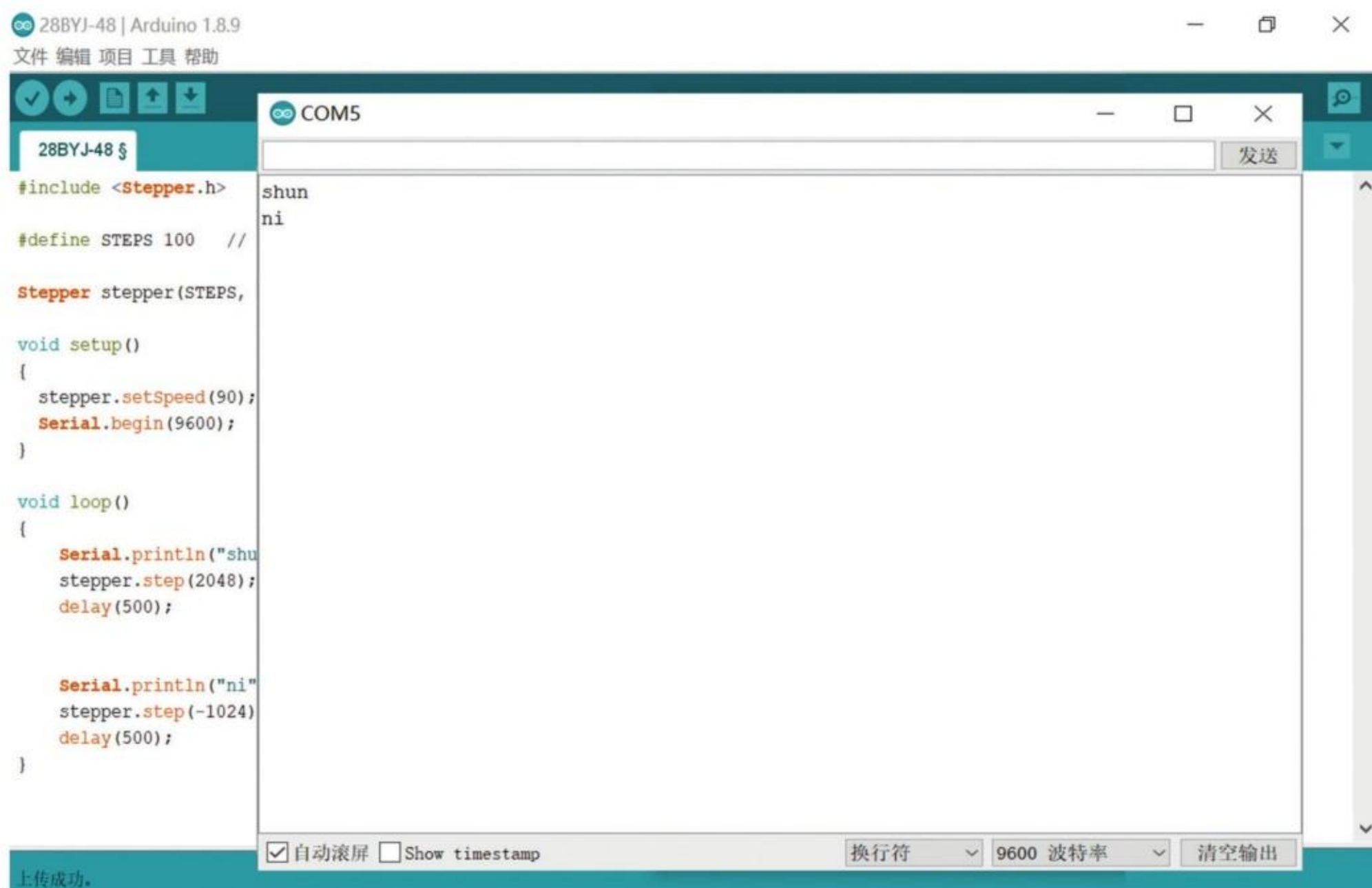


图3-32 电动窗帘实现的软件界面

四、闭环智能窗帘控制系统简介

闭环智能窗帘控制系统分为三个模块：开发板模块、传感器模块和步进电机驱动模块。其中，传感器模块可选用光照传感器GY-402 BH1750。光照传感器检测到的照度大于或者小于设定值如100 lux时，步进电机正转或者反转，驱动器会驱动窗帘闭合或者打开，直至达到合适的光照强度。

系统流程图如图3-33所示，将光照传感器测得的照度和设定值对比，调整窗帘的开合程度。当测得照度大于设定值时，方向控制引脚输出高电平，输出脉冲，电机正转，关闭窗帘遮光，从而降低室内照度；反之，方向控制引脚输出低电平，输出脉冲，电机反转，

打开窗帘，提升室内照度。当照度恰好为设定值时，电机会自动停止。为了避免系统反复开启，需要设置一个阈值范围，只有实际照度与设定照度相差大于该阈值时才进行调整。另外，雨滴传感器直接与电机相连，下雨时可以控制电机开启，移动窗帘。

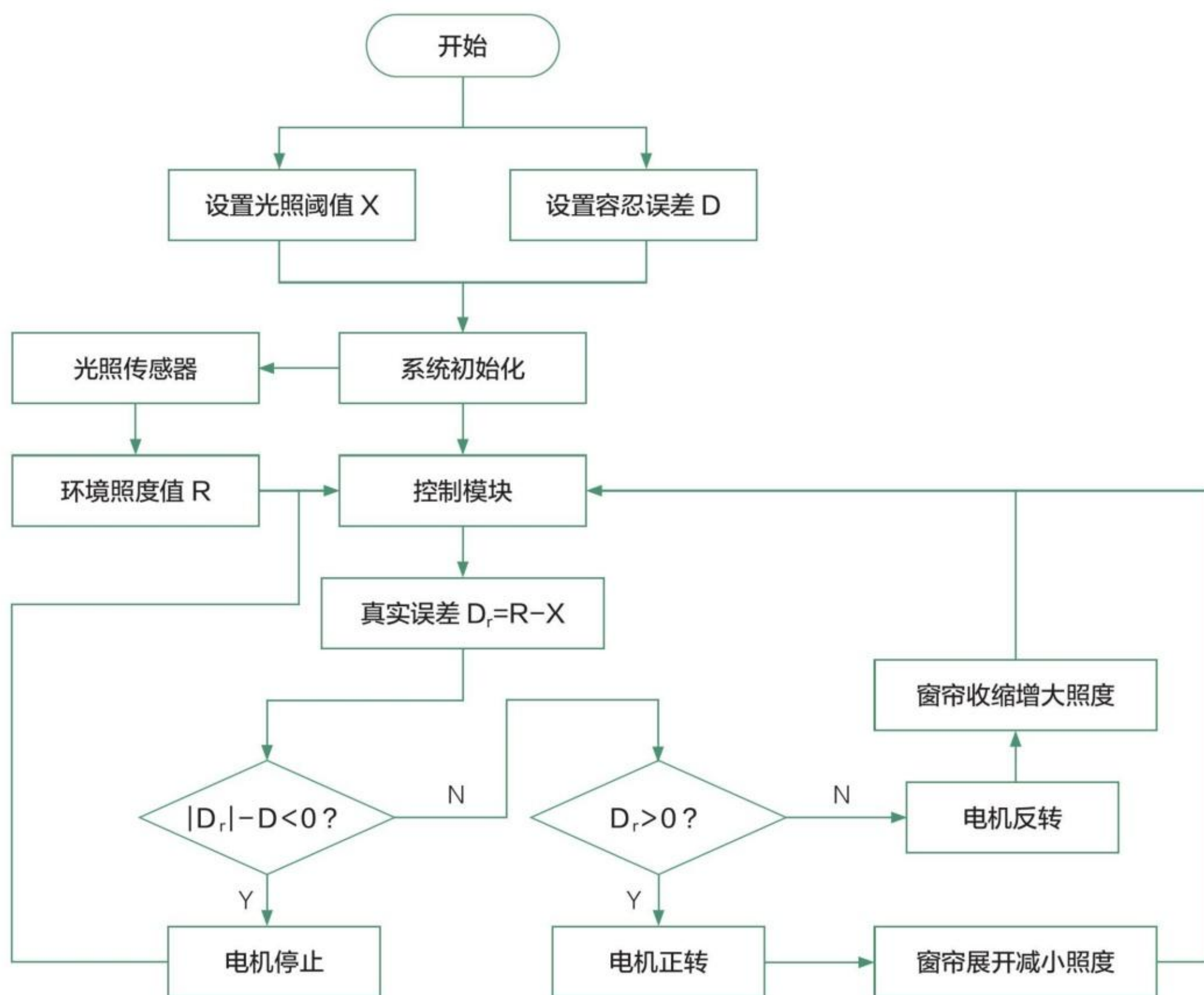


图 3-33 智能窗帘控制系统流程图

闭环智能窗帘系统硬件连接如图3-34所示。

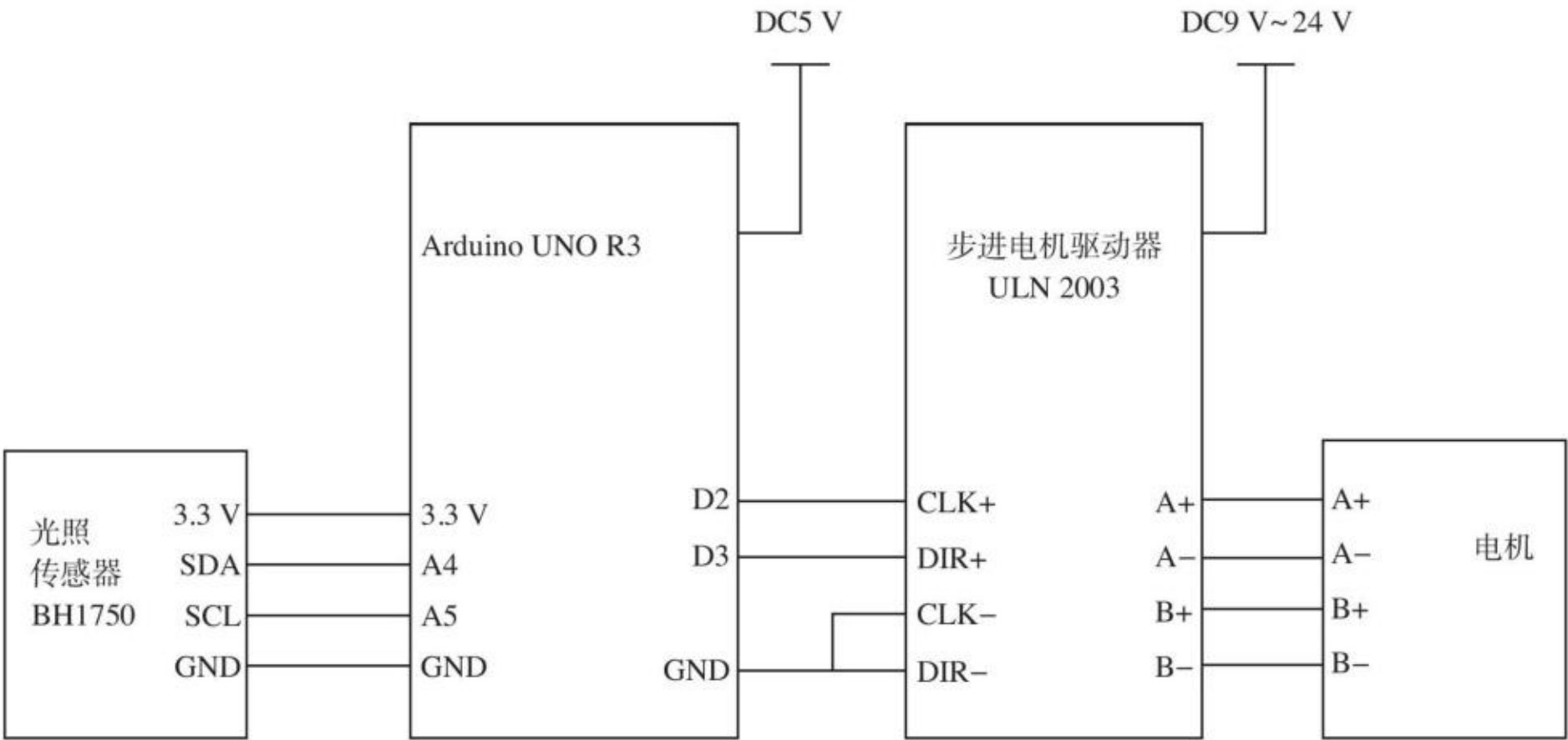


图3-34 闭环智能窗帘系统硬件连接图

具体的实践过程与上述类似，将程序输入单片机，建立硬件之间的联系就可以实现闭环智能窗帘控制系统功能了。

思考 & 练习

- 1. 开环与闭环窗帘系统的差别主要有哪些？
- 2. 请分析开环控制系统与闭环控制系统各有哪些优点和缺点。
- 3. 智能家居中，还有哪些场合需要进行闭环控制？

本章小结

无论智能家居的结构如何庞大和复杂，它都是由智能家居单品即智能终端组成的。智能终端通常都是以单片机为核心来构建的，具有数据存储、计算、控制等功能。掌握利用单片机来实现简单的控制功能，对完成简单的智能家居产品具有非常重要的意义。

现在的单片机都是基于开源设计来进行的，程序具有可移植性，因此方便使用。

继电器是一种利用低压信号电压来控制市电信号的控制元件，在智能家居中可以实现对照明、空调、冰箱等的控制，因此具有非常重要的应用。单片机是一个弱电元件，一般情况下大都工作在5 V甚至更低的电压下，驱动电流在毫安级以下。而要把它用于一些大功率场合，比如控制电灯、电动机，显然是不行的。所以，就要有一个环节来衔接，这个环节就是所谓的“功率驱动”。继电器驱动就是一个典型的、简单的功率驱动环节。在这里，继电器驱动含有两个含义：一是对继电器进行驱动，因为继电器本身对于单片机来说就是一个功率器件；二是继电器驱动其他负载，比如继电器可以驱动中间继电器，可以直接驱动接触器。可以说继电器驱动就是单片机与其他大功率负载的接口。

控制系统可以分为开环控制系统和闭环控制系统。智能系统应该能够对外界变化作出响应，因此从控制系统的角度来理解，应该选用闭环控制系统。

电机作为执行器件可以产生动作，在智能家居控制中具有重要的地位。

各种传感器是构造智能家居的基础，从实际情况出发进行传感器的选型具有重要的实用价值。

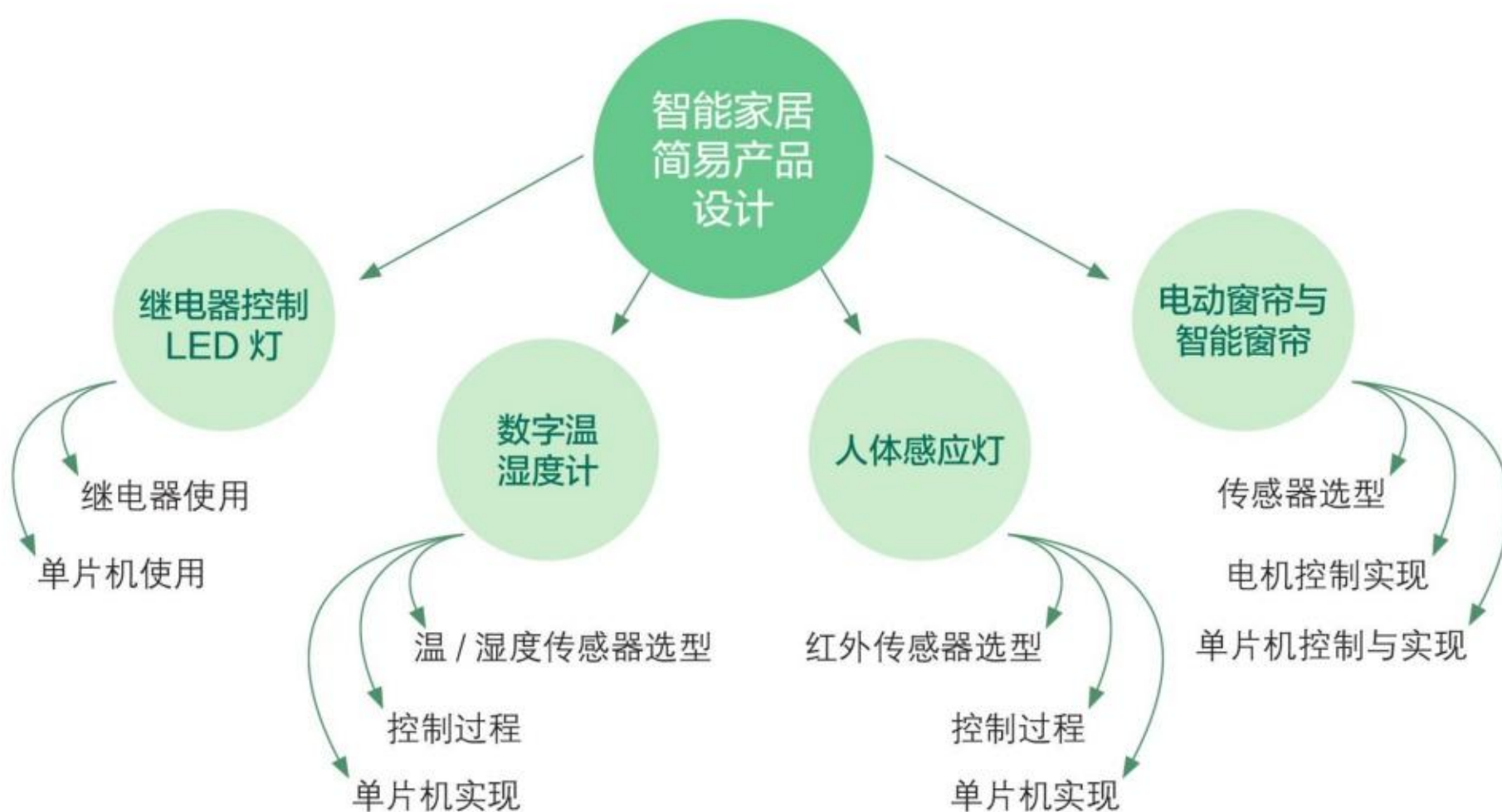


图 3-35 本章知识结构图

本章学习评价表

学科核心素养代号：① 技术意识；② 工程思维；③ 创新设计；④ 图样表达；⑤ 物化能力。

课程目标/ 实践项目	评价指标	评价方式		
		自评	互评	师评
继电器控制LED灯	掌握继电器的工作原理①			
	能识别继电器的引脚功能② ④			
	了解继电器控制的实现① ②			
	继电器控制LED灯的硬件设计③ ⑤			
	继电器控制LED灯的程序设计⑤			
数字温湿度计	掌握模数转换的意义和实现① ②			
	了解数字传感器模拟信号的特点②			
	了解数字温湿度计的硬件组成③			
	了解数字温湿度计的软件与实现③			
人体感应灯	了解人体感应灯的设计原理与设计框架③			
	了解人体感应灯的传感器③			
	理解人体感应灯的硬件与连接③			
	理解人体感应灯的程序与实现⑤			
电动窗帘与智能窗帘	掌握开环与闭环的控制原理①			
	了解步进电机的原理①			
	了解电动窗帘系统的硬件③ ⑤			
	了解电动窗帘的软件设计与实现③ ⑤			
	了解闭环智能窗帘设计与流程图③ ⑤			

等级标准：A为优秀，B为良好，C为合格，D为待改进。

第4章 智能家居系统设计与实现

智能家居单品种类繁多，覆盖了智能家居生活的方方面面。智能家居不仅是消费者的焦点，也是传统家居行业、家电行业、房地产企业、物联网企业等进军的领域。

第1节 智能家居系统的软硬件组成

第2节 智能灯光控制系统

第3节 数据采集系统

第4节 智能安防系统



第 1 节 智能家居系统的软硬件组成

学习目标

1. 知道智能家居系统的软硬件组成。
2. 了解智能家居系统中硬件的功能。
3. 了解智能家居系统的软件环境。
4. 掌握智能家居系统的设计原则。

要构建智能家居系统，我们首先要了解一个完整的智能家居系统是由哪些部分组成的，它们又是如何工作的。

一、智能家居系统硬件组成

智能家居系统硬件主要由以下几部分组成：控制主机（也称智能家居控制中心、智能网关等）、传感器、遥控器、智能控制面板或智能开关、家庭网络、智能家电等。其中，传感器往往被设计成嵌入式系统，集成到各种家居产品中，构成智能终端。具体如图4-1所示。部分智能家居系统硬件的主要功能如下。

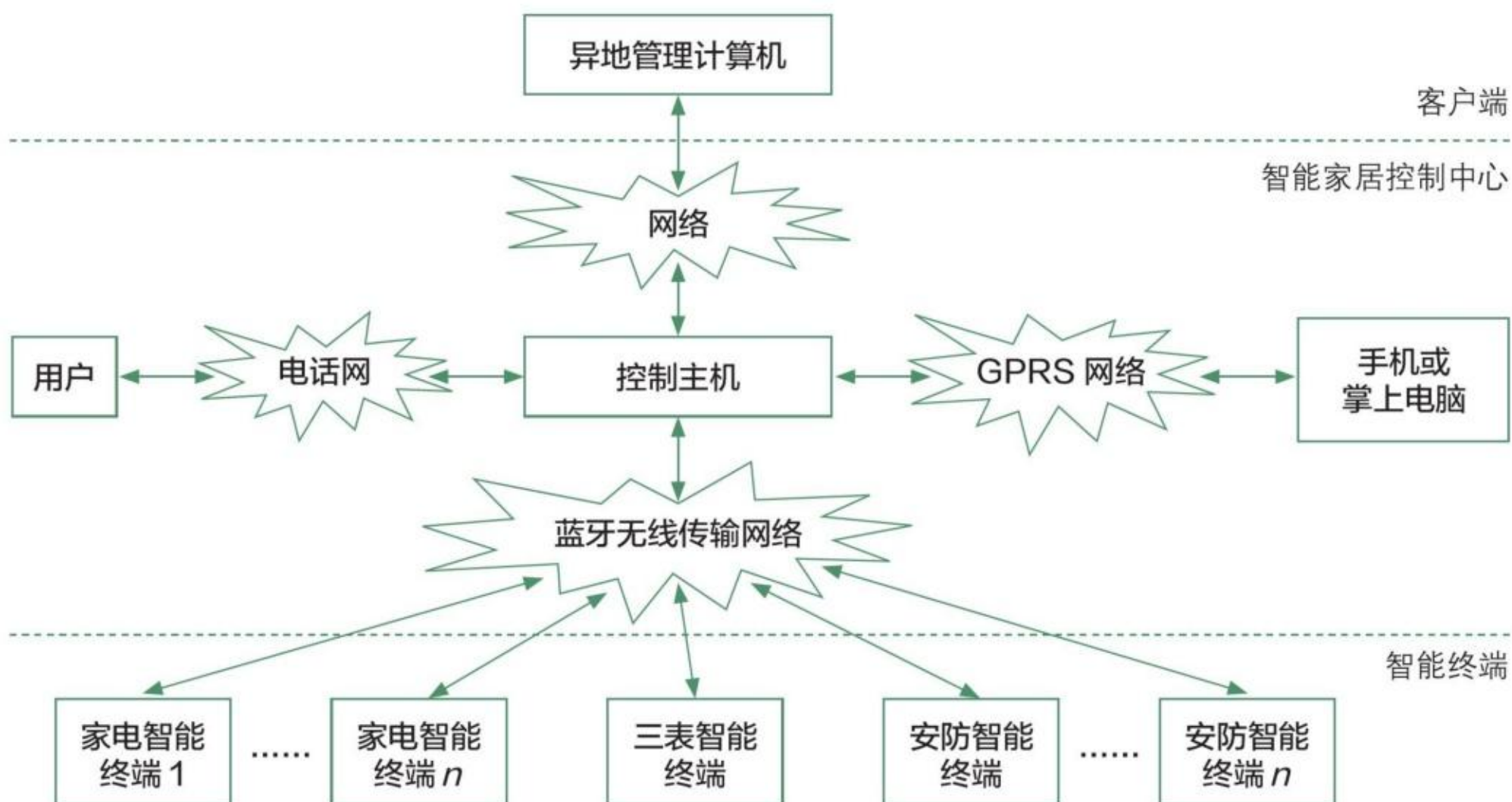


图4-1 智能家居系统的总体架构与终端控制主机

注：通用分组无线业务，简称为 GPRS。

控制主机是整个智能家居的核心。它连接到网络上，是家庭网络与外界网络之间的桥梁。所有的智能设备如手机、面板或开关、单片机、嵌入式系统、计算机等都是围绕着控制主机来实现功能的。控制主机一方面可以接收远端的数据和指令；另一方面通过附带的控制面板，可以操控整个智能家居系统。控制主机主要的功能包括以下几个方面。其一，除了传统的路由功能之外，它如同一个翻译器，负责将不同通信协议、数据格式或者语言形式的信息进行翻译，并将分析处理后的信息进行传输，发送给各个智能终端。这是它最重要的控制功能。其二，控制主机处理手机、计算机等远程发送过来的数据，对数据进行解析，并通过串行接口向外发送控制命令。其三，控制主机上往往有迷你家居图，显示家居中智能设备的分布，并可以通过触控等方式来实现对设备的控制。其四，显示智能家居设备的反馈信息。由于控制主机每次开关均向控制的终端机发送状态指令，因此终端机上可以随时显示家中设备的状况。

传感器如同人体器官，将看到、听到、嗅到的信息转换成电信号并传送到控制主机上。智能家居用到了大量的传感器进行温度、湿度、可燃气体、烟雾、人体红外线等的探测。

遥控器是一种能够对设备进行远程控制的装置，其主要的功能是让用户脱离控制主机，直接对家中电器、灯光等进行操控，同时还能进行场景设置、预约定时等。智能家居中的遥控器可以分为两大类：一类是常见的电视遥控器，采用红外线模式；另外一类直接用手机通过网络进行控制。

智能控制面板或智能开关既像普通面板一样，用户轻轻触摸就可以实现对各种设备的开关；又可以接收控制主机的指令，实现对其他设备的控制。同时，智能控制面板或智能开关还可以向控制主机报告每个设备的工作状态，以留档备查。

家庭网络是融合家庭控制网络和多媒体信息于一体的网络，是家庭信息化的平台，是各种信息交互的途径。

二、智能家居系统的软件环境——物联网与云

智能家居由不同类型的硬件设备组成，能够形成一个小型的物联网。用于智能家居的物联网具有以下基本功能。

(1) 设备通信是智能家居的基本功能，即按照通信协议约定，实现设备的正常通信。设备接入协议包括第二代、第三代、第四代通信协议、窄带物联网协议等。另外，设备通信还能给客户提供开

发用的设备端软件开发包和源代码。

(2) 设备管理能控制设备接入权限, 管理设备在线、离线状态, 负责设备在线升级、注册、删除、禁用等。设备管理要求每个设备有唯一标识。

(3) 数据存储能为海量数据提供可靠存储。

(4) 安全管理能为不同接入设备提供不同的权限级别。接入设备千差万别, 计算能力悬殊, 因此安全管理要对设备的安全连接作充分保障, 避免信息泄露。

(5) 数据处理可以对物联网海量的数据进行分析处理。

智能家居硬件设备可以收集大量的数据信息, 而这些数据的稳定性和可靠性必须建立在可靠且庞大的存储设备的基础之上。但庞大的存储设备往往会给用户带来很多不便, 因此云的概念应运而生。

电脑中的云是云技术的意思, 是分布式计算技术的一种, 指基于云计算和云服务的应用。具体来讲, 电脑里的资料可以放在网络上, 在任何时间地点, 只要用户能上网就能对这些资料进行查询、修改和保存。这就好比将钱存到银行后, 可以在服务网点的任意自动取款机里将钱取出来。云不是一个物理实体, 而是一个庞大的全球远程服务器网络。按照服务对象和范围, 云可以分为三类: 私有云, 公众云以及混合云。早期的云服务提供商只提供数据存储服务, 而随着网络技术的发展, 他们还提供计算和应用等服务。用户可以通过专有软件或者网页访问提供商的网络, 享受其提供的各种服务, 这个过程中所有的数据都存储在云服务器上。

云可以构建出无限多样的应用, 而且同一个云可以同时支持不同的应用。这种共享意味着低成本和通用性。智能家居中的云是一个庞大的资料库, 用户可以按需购买服务。用户无须了解其真实、具体的架构, 无须关心应用程序运行的具体位置, 只需要笔记本电脑、台式机或手机等联网终端, 就可以享受云的定制功能。

对于智能家居而言, 云计算功能建立在物联网、互联网和移动网络的基础之上。智能家居硬件终端用作数据采集, 数据处理交给云来完成, 云处理结果则返回给用户终端。

智能家居所形成的物联网, 工作方式分成局域网和广域网两种, 如图4-2所示。采用局域网时, 用户端数据先与路由器进行交互, 再上传至云平台; 采用广域网时, 用户端先和云平台交互, 通过云平台与路由器进行数据交互。市面上云服务器提供针对中小客户的云服务器租用服务, 以及面向大中型互联网用户的弹性计算平台服务。

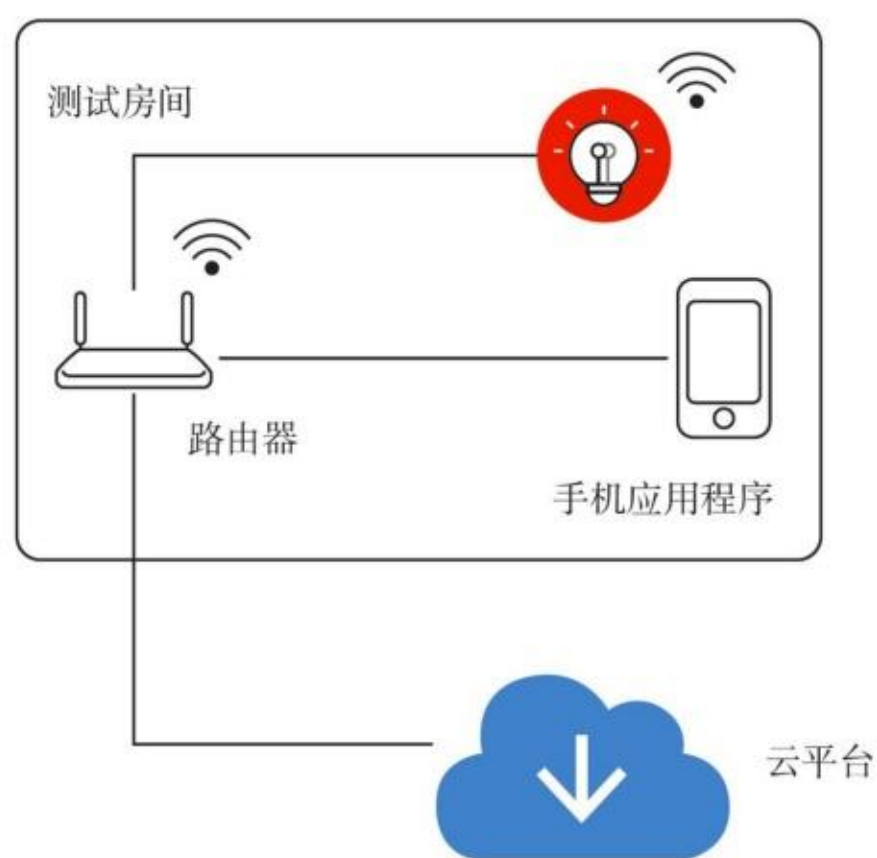


图4-2 物联网的工作方式

三、智能家居系统的设计原则

评价智能家居系统，不仅要看其智能化系统的数量、系统的先进性程度，还要看系统的设计和配置是否经济、方便、合理。换句话说就是如何以较少的投入、简便的途径来实现最大的功效。为实现上述目标，系统设计时应遵循以下原则。

1. 实用性

智能家居系统的最基本目标是为人们提供舒适、安全、方便和高效的生活环境。因此，对智能家居产品来说，应该以实用为核心，摒弃那些华而不实的功能，产品以实用性、易用性和人性化为主。

在设计智能家居系统的功能时，应根据用户的需求，整合以下实用、基本的功能：智能家电控制、智能灯光控制、电动窗帘控制、防盗报警、门禁对讲、燃气泄漏监测等。另外，智能家居系统还可以拓展诸如三表抄送、视频点播等增值服务。

在设计智能家居系统控制技术时，应该从本地控制、遥控控制、集中控制、手机远程控制、感应控制、网络控制、定时控制等技术中筛选出最佳方式。如果操作过程和程序设置过于烦琐，用户容易产生排斥心理。所以，智能家居设计一定要充分考虑用户体验，注重操作的便利化和直观性，最好能采用图形图像化的控制界面，让操作所见即所得。

2. 稳定性

智能家居系统的稳定性主要包括组成模块稳定性、系统运行稳定性、线路结构稳定性、集成功能稳定性、运行时间稳定性等方面。由于智能家居系统需要24小时运转，系统的安全性、可靠性和容错能力必须予以高度重视。智能家居系统对组成的各个子系统、电源、系统备份等方面采取相应的容错措施，保证系统正常、安全地运行，同时还要具备应对各种复杂环境变化的能力。

3. 兼容性

智能家居系统方案设计应遵守所在地区的法律、法规，符合有关行业标准，同时兼顾系统的扩充性和扩展性。例如，在系统数据传输上采用标准的传输控制协议/因特网协议，保证不同厂商之间的系统可以兼容与互联。系统前端设备应该是多功能的、开放的、可以扩展的。系统主机、终端与模块均应采用标准化接口设计，这样可以为其他厂商的产品接入提供便利，也有利于智能家居系统后期功能扩展。这样一来，当需要增加功能时，不必再开挖管网，操作简单可靠、方便节约。

4. 方便性

布线安装是否简单方便直接关系到成本、可扩展性、可维护性等问题，一般应尽量选择布线简单的系统。布线安装时可与家居装修、小区宽带排布等一起进行，选择的智能设备要便于学习、掌握、操作和维护。

智能家居系统在工程安装调试中的方便性也应予以关注。智能家居的一个特点就是安装、调试与维护的工作量巨大，需要大量人力、物力的投入，这也成为制约行业发展的瓶颈。因此，系统在设计时就应考虑安装与后期维护的方便性，如系统是否可以通过网络进行远程调试与维护等。通过网络，一方面用户能够实现智能家居的功能；另一方面工程人员可以远程检查系统的工作状况，对系统故障进行诊断，同时也方便系统更新。这样安装的智能设备便于进行系统的应用与维护，降低成本。

5. 扩展性

在满足用户现有需求的前提下，智能家居设计时应充分考虑智能化技术发展的趋势。一方面，在技术上应保持先进性和适度超前；

另一方面，采用先进的技术标准和规范，以确保整个系统具有更新、扩充和升级的能力。系统设计应遵循开放性原则，软件、硬件、通信接口、网络操作系统和数据库管理系统等均应符合国际标准，保证系统具备良好的扩展性。

思考 & 练习

1. 如何根据需要设计智能家居的解决方案？
2. 进行智能家居设计，需要哪些软件和硬件条件？
3. 什么是云？云的基本功能是什么？

第2节 智能灯光控制系统

学习目标

1. 理解智能灯光控制系统设计目标。
2. 理解智能灯光控制系统的体系架构。
3. 掌握智能灯光控制系统设计流程图。
4. 了解智能灯光控制系统的实现。

照明是现代家居中不可或缺的重要组成部分。梦幻的灯光是如何实现的？一键控制灯光是如何实现的？

一、智能灯光控制系统设计目标

灯光系统是智能家居中重要的组成部分。普通的灯光系统只能通过物理按键开关，使用不方便。我们要设计的智能灯光控制系统，包括室内灯光系统和门口灯光系统。它们要具有以下功能：室内灯光可以由手机应用程序和触控板直接控制，且光线强弱可调；门口灯光通过检测门的开关状态和光线强弱实现自动开关，当外界光线较弱且有开门动作时门口灯光自动亮起，延迟一段时间门口灯光自动熄灭。

二、智能灯光控制系统设计方案

室内智能灯光控制系统方案，如图4-3所示，借助手机、云平台等控制端，通过无线网络发送信号给云平台，云平台再通过无线网络发送信号到单片机，单片机接收到开关信号后执行相关动作。门口灯光的控制系统通过单片机对外界环境进行数据采集，若符合开灯条件则自动打开门口灯光，一段时间后门口灯光自动熄灭。



图4-3 室内智能灯光控制系统示意图

三、智能灯光控制系统设计流程图

整个系统的设计流程如图4-4所示。门口灯光控制系统的设计逻辑为：光敏电阻用于检测光线强弱，当照度低于阈值时，通过红外光电二极管检测门的开关动作，当检测到门打开时，打开门口灯光。室内灯光控制系统的设计逻辑为手机应用程序和触控板控制灯的开关。

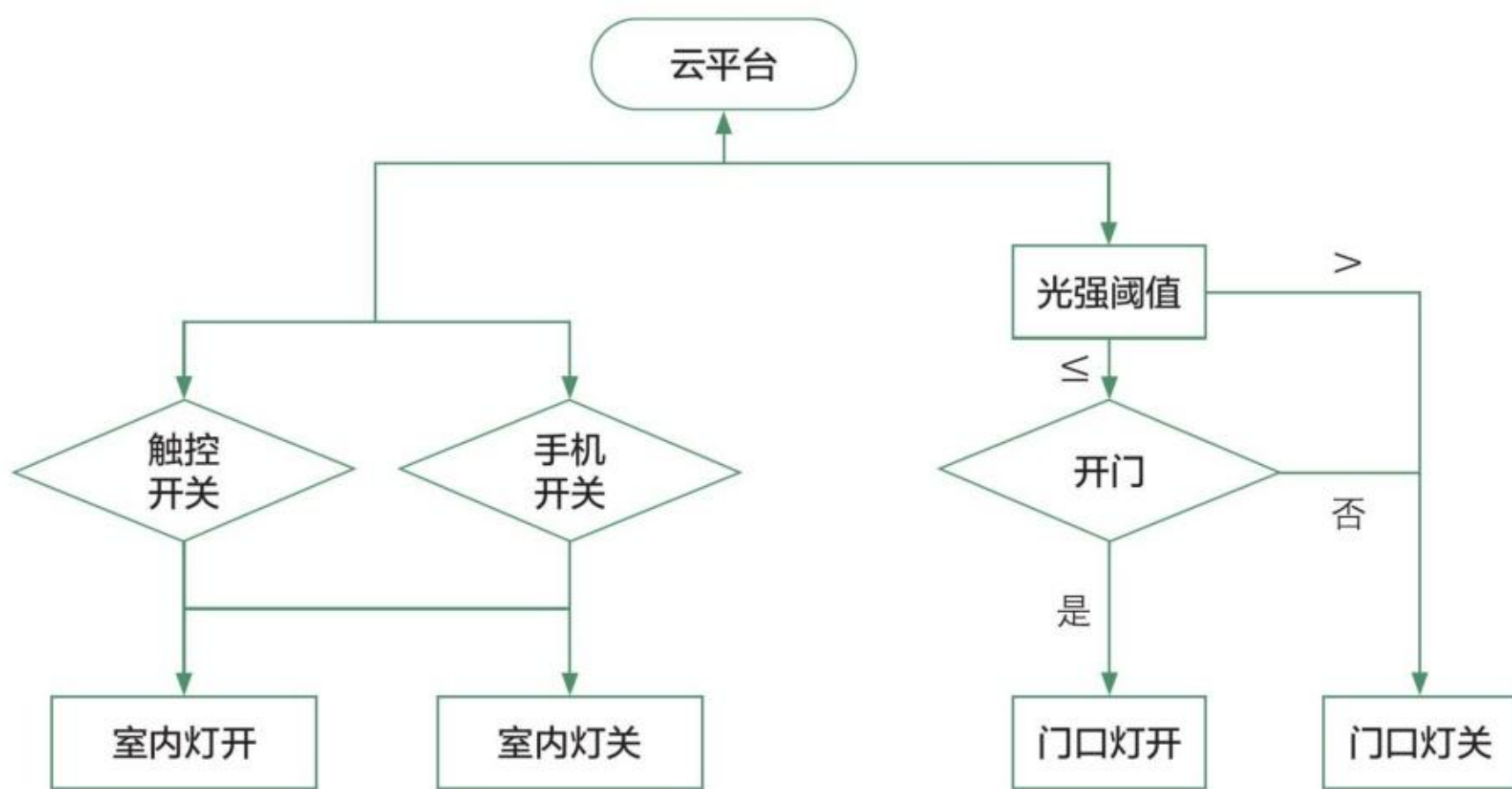


图4-4 智能灯光控制系统设计流程图

四、智能灯光控制系统的实现

(1) 在云平台创建数据点，如图4-5所示。数据点是应用设备的功能性描述。创建数据点后，应用设备与云平台通信的数据格式即可确定，设备与云平台通过互联网实现互联互通。此设计中，显示名称为LED，读写类型为可写，数据类型为布尔值。

数据点 ?

[定义数据点教程](#)

+ 新建数据点
管理 ▾

显示名称: LED	标识名: LED	读写类型: 可写	数据类型: 布尔值	✎	🗑
备注: 控制LED灯					

图4-5 智能灯光控制系统云平台数据点创建

(2) 嵌入式开发包括应用设备的设计开发和无线通信模块的配置。此设计中把STM32单片机作为主控芯片，将程序输进单片机，通过编程实现对应用设备的实时控制以及与云平台的实时通信。控制系统开发界面如图4-6所示。

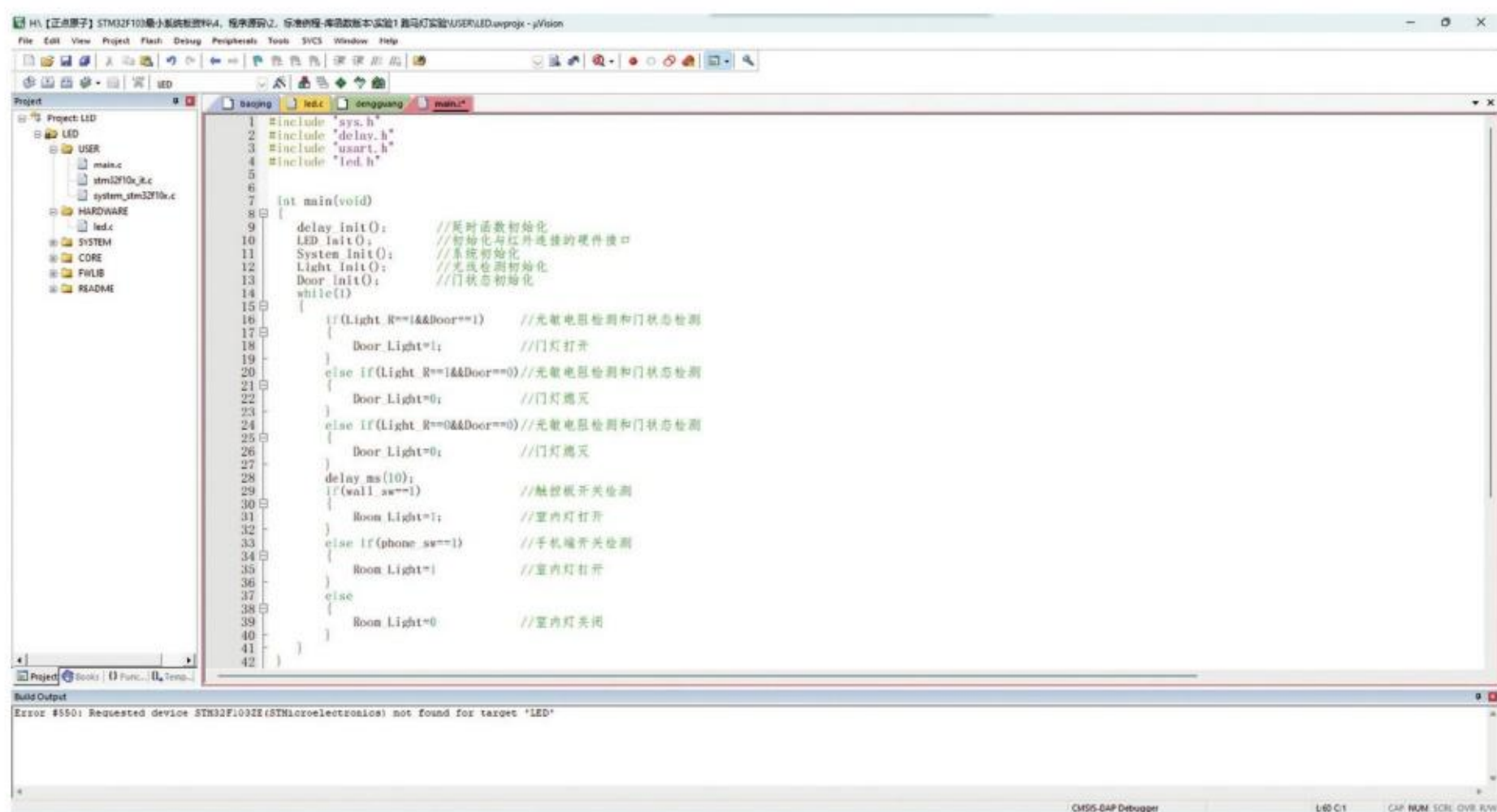


图4-6 智能灯光控制系统开发界面

(3) 手机应用程序等控制设备的开发配置，包括手机应用程序开发和智能触控板的配置，可以实现对应用设备界面化操作，如图4-7所示。

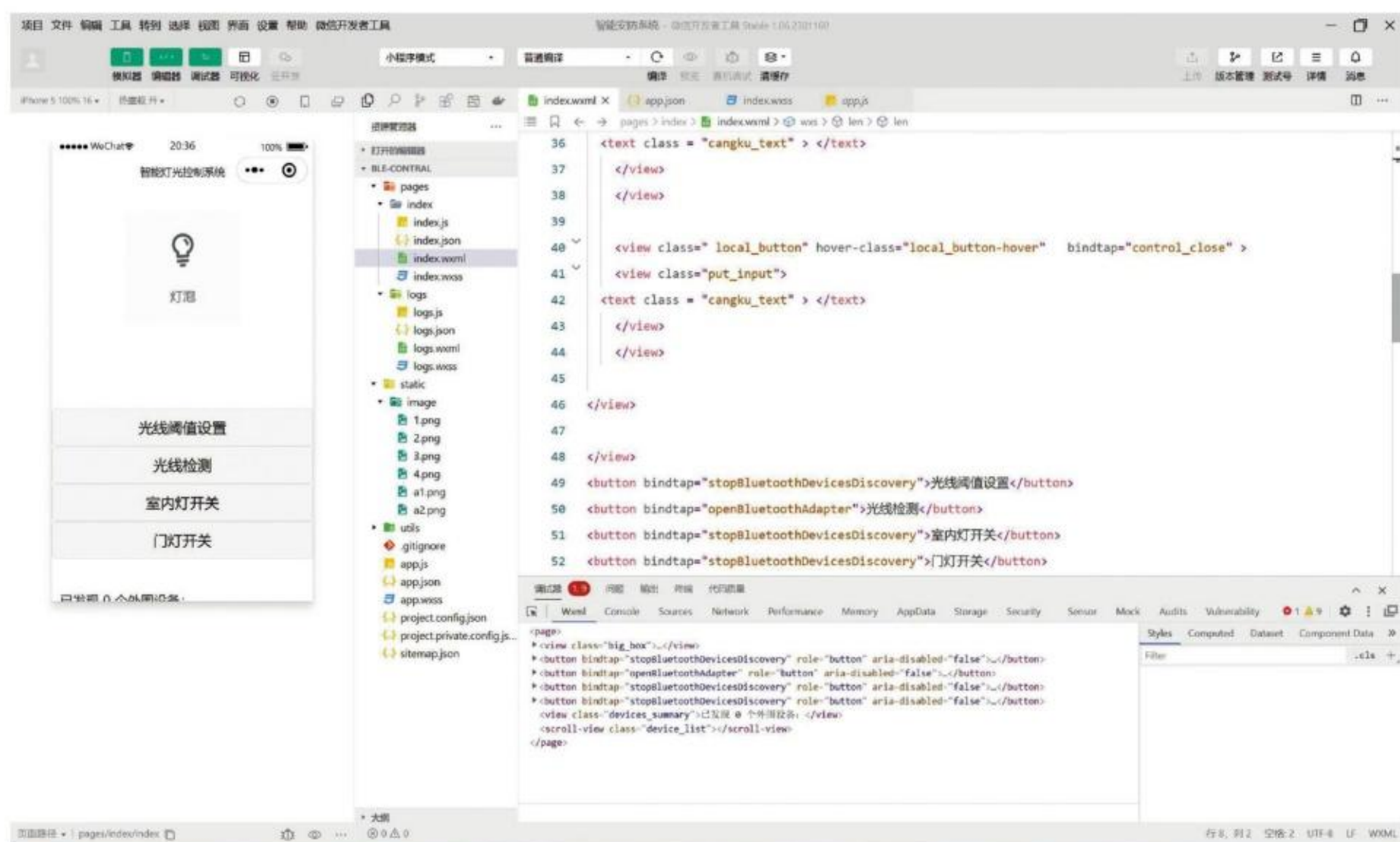


图4-7 智能灯光控制系统的手机应用程序开发界面

(4) 设备间的连接与调试, 实现预设功能。



拓展阅读

器件选型

使用红外光电二极管检测门的开关动作。红外光电二极管有两种, 一种是无色透明的红外发射管, 它通电后能够产生人眼不可见的红外光; 另一种是黑色的接收管, 它内部的电阻会随着接收到红外光的强度变化而改变。

使用光敏电阻检测光强。光敏电阻是利用半导体的光电效应制成的一种电阻值随入射光的强弱而改变的电阻器。入射光强, 电阻减小; 入射光弱, 电阻增大。



思考 & 练习

1. 学习如何实现灯光的配置, 调研智能家居中有哪些灯光控制方式。
2. 红外传感器能够感应到动物靠近吗? 为什么?

第3节 数据采集系统



学习目标

1. 理解数据采集系统的设计目标。
2. 了解数据采集系统设计方案。
3. 掌握数据采集系统设计流程图。
4. 了解数据采集系统的实现。

智能家居包含各种各样的传感器，这些传感器获取的信息是如何进行传输的呢？

一、数据采集系统设计目标

智能家居的数据采集系统设计目标：室内的温度传感器、湿度传感器、烟雾传感器等实时采集温度、湿度和烟雾浓度等信息，将温度、湿度和烟雾浓度等数据通过无线网络传送到手机应用程序和智能触控板上，如果温度、湿度或烟雾浓度等数据出现异常，手机应用程序和报警器就会进行报警。

二、数据采集系统设计方案

借助云平台可以实现移动端和设备端的互联互通，云平台是各硬件之间连接的媒介。因此，智能家居的数据采集系统设计通过单片机控制传感器采集数据，将数据通过无线网络传送到云平台，云平台再将数据通过无线网络发送给手机等显示终端。这样便实现了对家居设备的数据采集。若数据采集的过程中检测到天然气泄漏或者火灾，用户的手机上会立即出现报警提醒，同时家中的报警器也会报警。整个系统如图4-8所示。

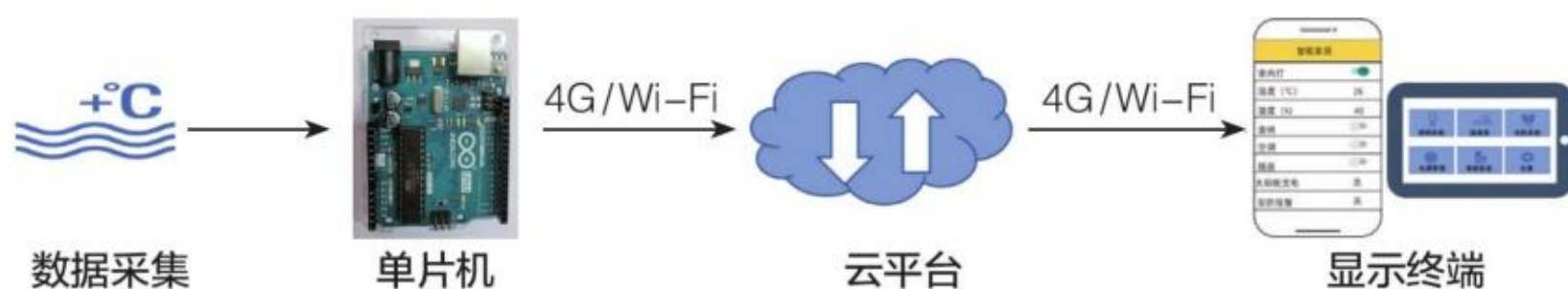


图4-8 数据采集系统示意图

三、数据采集系统设计流程图

对温度、湿度的检测，温度传感器、湿度传感器先进行数据采集，再通过无线网络在手机应用程序和智能触控板上实时显示。数据采集系统设计流程图如图4-9所示。对烟雾的检测，烟雾传感器进行数据采集，利用单片机判断烟雾浓度是否高于阈值，若高于阈值则报警，若不高于阈值则进行循环检测。

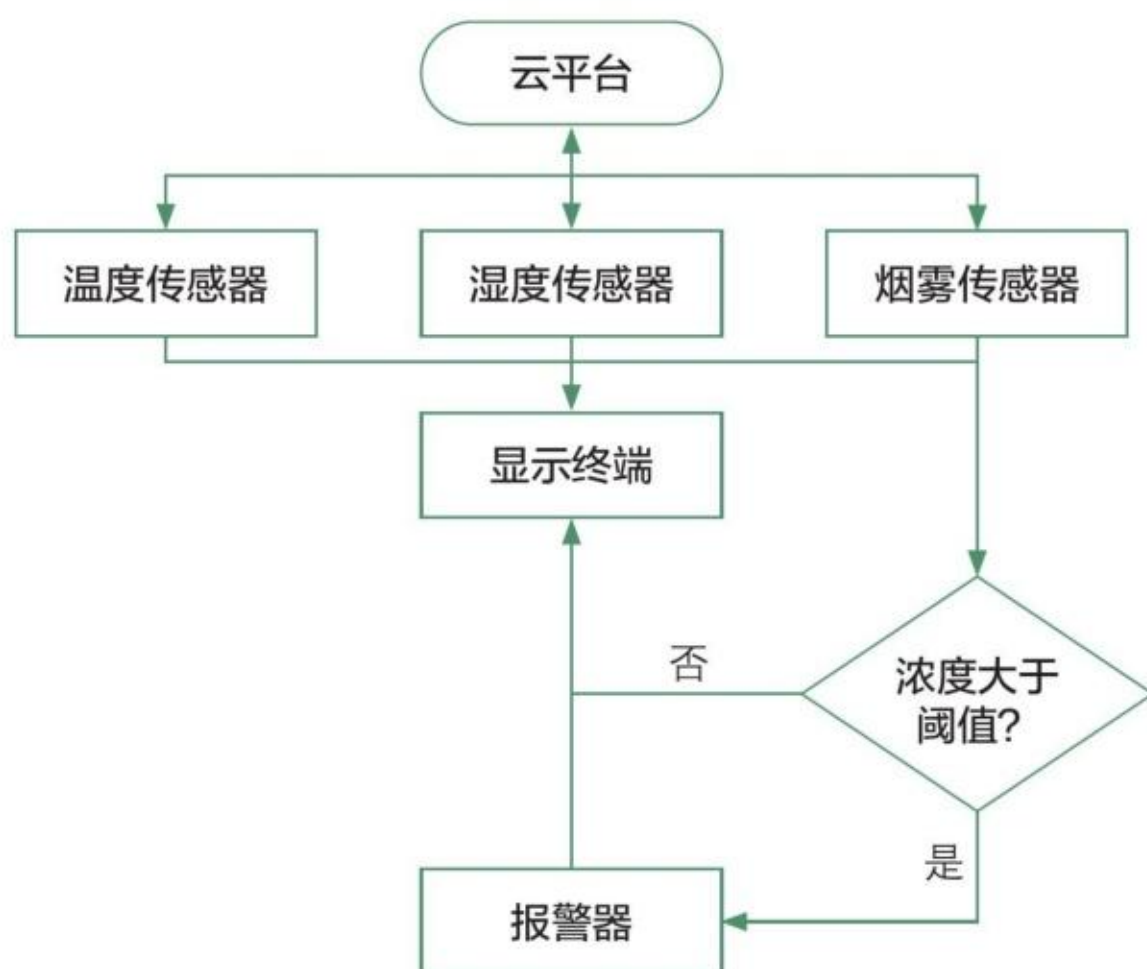


图4-9 数据采集系统设计流程图

四、数据采集系统的实现

(1) 在云平台创建数据点，包括温度检测、湿度检测、烟雾报警。其中，温度、湿度检测的数据类型为数值，如图4-10所示。烟雾报警的数据类型为布尔值，只有当烟雾值超过阈值后，烟雾报警值才会发生变化，发出报警信息。

显示名称: Temperature	标识名: Temperature	读写类型: 只读	数据类型: 数值		
数据范围: 0 - 100	分辨率: 1	增量: 0			
备注: 温度检测					

显示名称: Humidity	标识名: Humidity	读写类型: 只读	数据类型: 数值		
数据范围: 0 - 100	分辨率: 1	增量: 0			
备注: 湿度检测					

显示名称: Smoke_alarm	标识名: Smoke_alarm	读写类型: 只读	数据类型: 布尔值		
备注: 烟雾报警					

图 4-10 数据采集系统云平台数据点的创建

（2）嵌入式开发，以STM32作为主控芯片。对STM32进行编程开发，包括对各传感器的配置及应用、无线通信模块的配置。将采集到的数据通过无线通信模块传送给控制端，将数据实时显示在手机应用程序和智能触控板上。软件开发界面如图4-11所示。

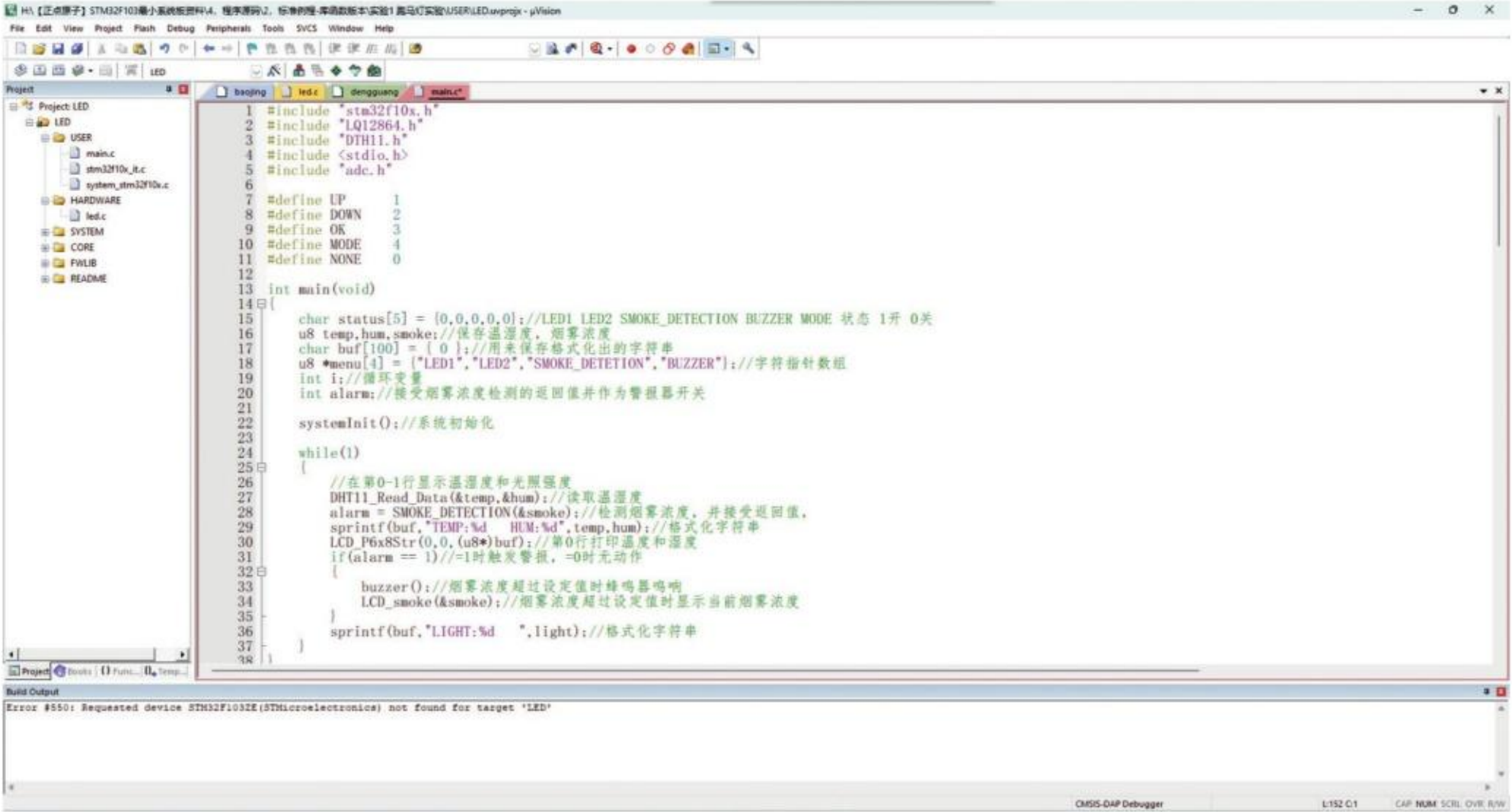


图4-11 数据采集系统的软件开发界面

（3）手机应用程序等控制设备的开发配置，包括对手机应用程序开发和对智能触控板的配置，实现对应用设备界面化操作。手机应用程序开发界面如图4-12所示。

（4）设备间的连接与调试，实现预设功能。具体界面如图4-13所示。

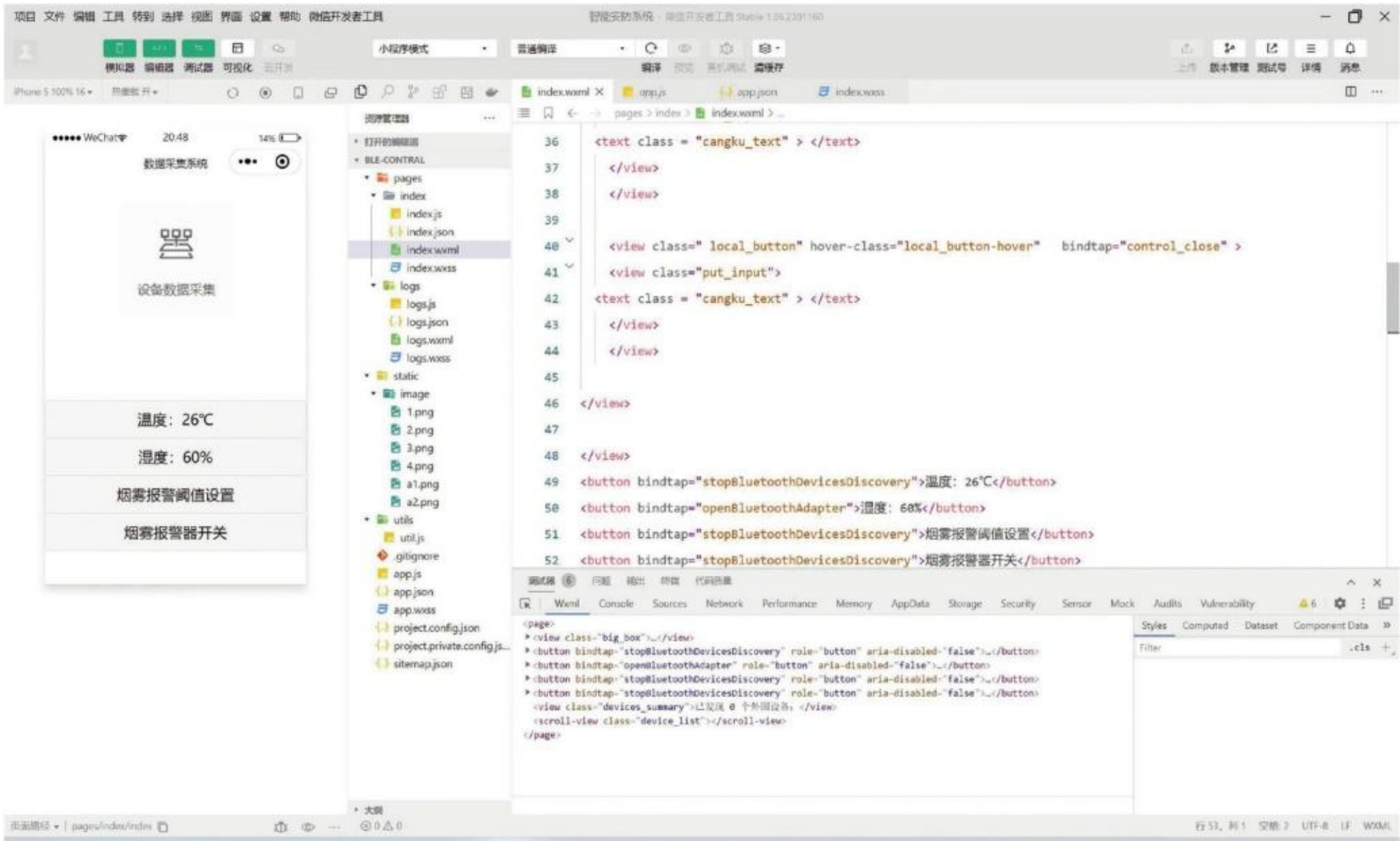


图4-12 数据采集系统的手机应用程序开发界面



图4-13 智能数据采集系统的实现



拓展阅读

传感器的选型

表4-1 传感器参数的比较

参数	型号	
	BME280	DHT11
温度测量范围	-40 ℃~85 ℃	0 ℃~50 ℃
温度精度	0.1 ℃	1 ℃
湿度测量范围	0%~100%	20%~90%

续表

参数	型号	
	BME280	DHT11
湿度精度	0.8%	1%
气压测量范围	300~1100 hPa	无
工作电压	3 V~5 V	3.3 V~5.5 V
工作温度	-40 ℃~25 ℃	0 ℃~80 ℃

表4-1比较了不同型号传感器的参数，可知BME280具有温度和湿度测量范围大、精度高等优势，所以设计中建议采用BME280作为温度、湿度的检测模块。

对烟雾浓度检测通常采用MQ-2烟雾传感

器。传感器特点：模拟量输出0 V~5 V电压，浓度越高电压越高；对液化气、天然气、煤气有较好的灵敏度；具有使用寿命长和可靠的稳定性；具有快速的响应恢复特性，适用于家庭监测烟雾。

思考 & 练习

- 1. 调研现在家居中还用到了哪些传感器。
- 2. 实地操作，实现数据的传输。

第4节 智能安防系统

学习目标

1. 理解智能安防系统设计目标。
2. 了解智能安防系统设计方案。
3. 掌握智能安防系统设计流程图。
4. 了解智能安防系统的实现。

有人侵入居所时，智能安防系统可以自动报警，也可以向出门在外的用户及时地发送信息。这些功能是如何实现的呢？

一、智能安防系统设计目标

安全防护是智能家居的重要组成部分。安防系统可以有效保障用户的生命财产安全。智能安防系统的设计目标：实现普通和离家两种模式的报警。它是用热释电红外传感器检测是否有人侵入。普通模式下，热释电红外传感器检测到有人侵入家中，家中报警器会报警；在外模式下，热释电红外传感器检测到有人侵入家中，用户的手机应用程序会发出报警提醒，同时家中的报警器也会自动报警。

二、智能安防系统设计方案

热释电红外传感器用于检测人是否存在，若检测到有人存在：一方面，信号通过单片机和无线模块传送到云平台，云平台再通过网络传送给手机，手机接收到信号后显示有人闯入的报警信息；另一方面，单片机接收到信号后直接驱动家中的报警器进行报警。整个系统的框架如图4-14所示。

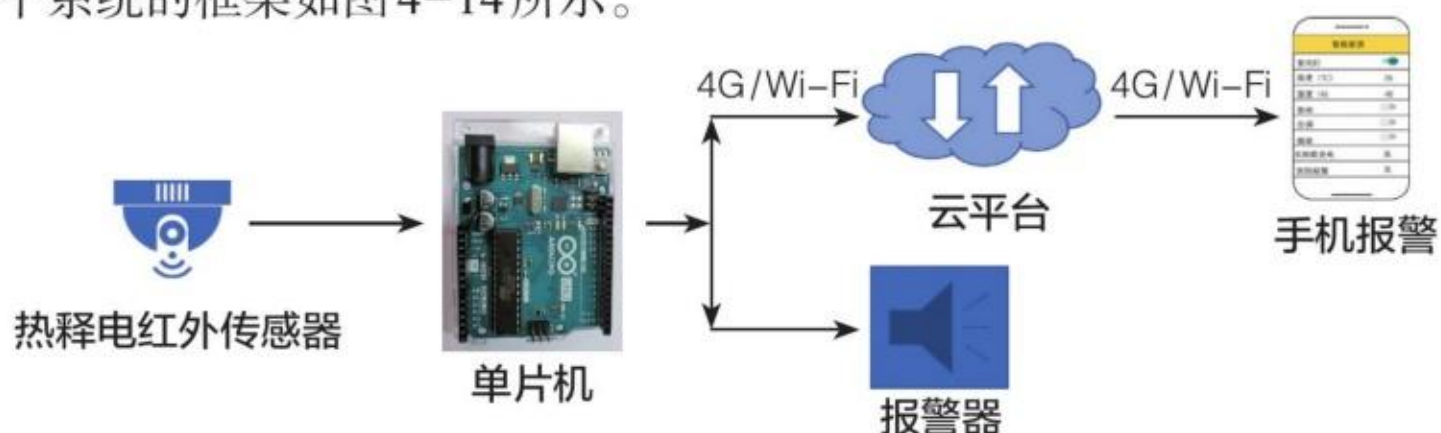


图4-14 智能安防系统框架

三、智能安防系统的设计流程

整个系统的设计流程如图4-15所示。家中无人时智能安防系统开启离家模式，热释电红外传感器开始工作，若检测到有人侵入，热释电红外传感器产生异常信号，信号发送给手机应用程序和报警器，两者都会发出报警信息。

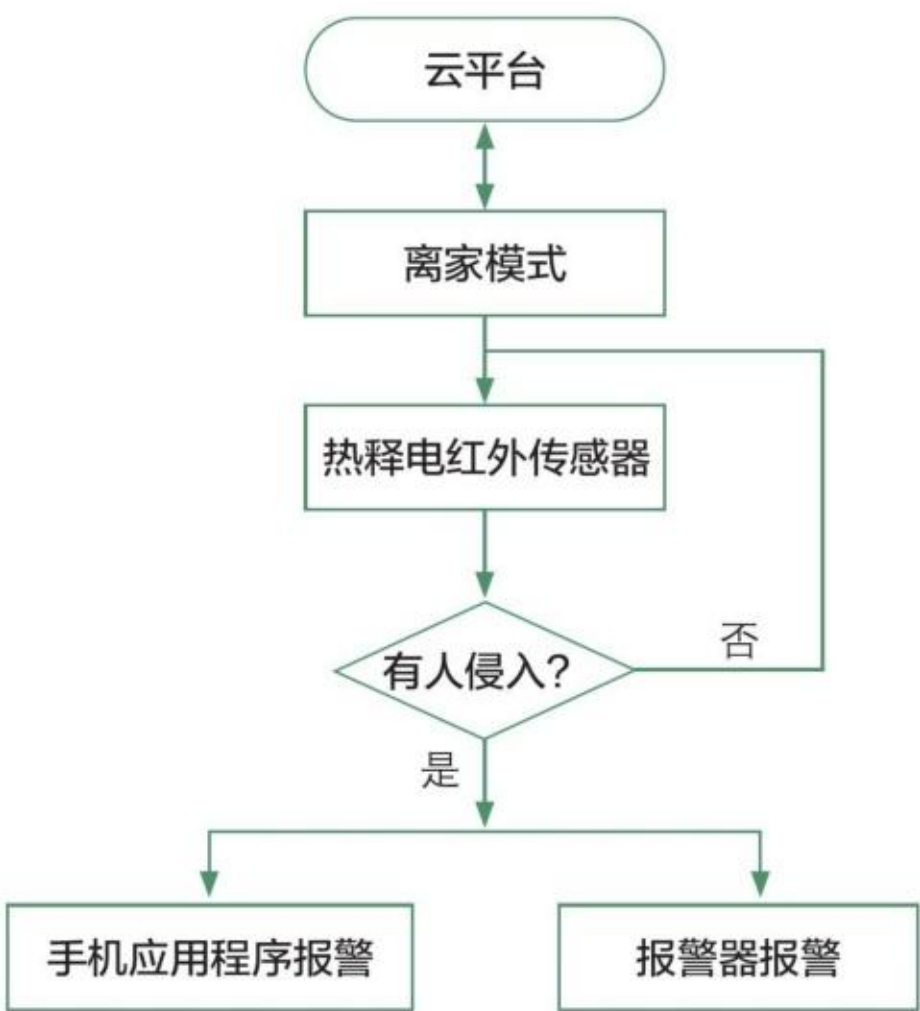


图4-15 智能安防系统的设计流程图

四、智能安防系统的实现

（1）在云平台创建安防系统的数据点，读写类型为报警，数据类型为布尔值。界面如图4-16所示。



图4-16 智能安防系统云平台数据点的创建

（2）嵌入式开发包括对热释电红外传感器的配置及应用、无线通信模块的配置。将采集到的数据通过无线通信模块传送给手机应用程序，手机应用程序上会发出提醒。系统的软件开发界面如图4-17所示。

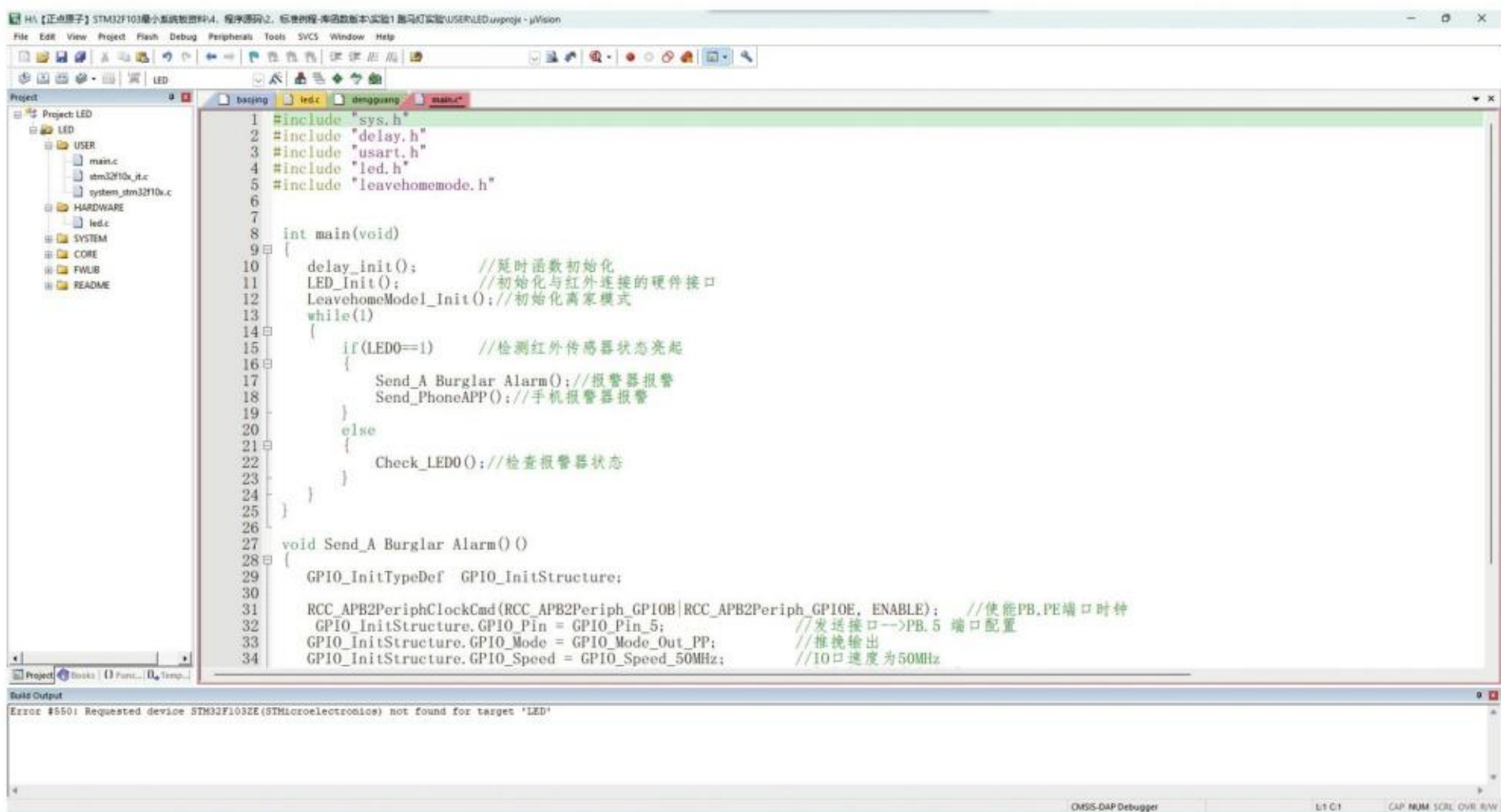


图4-17 智能安防系统的软件开发界面

(3) 手机应用程序控制设备的开发配置，如图4-18所示。

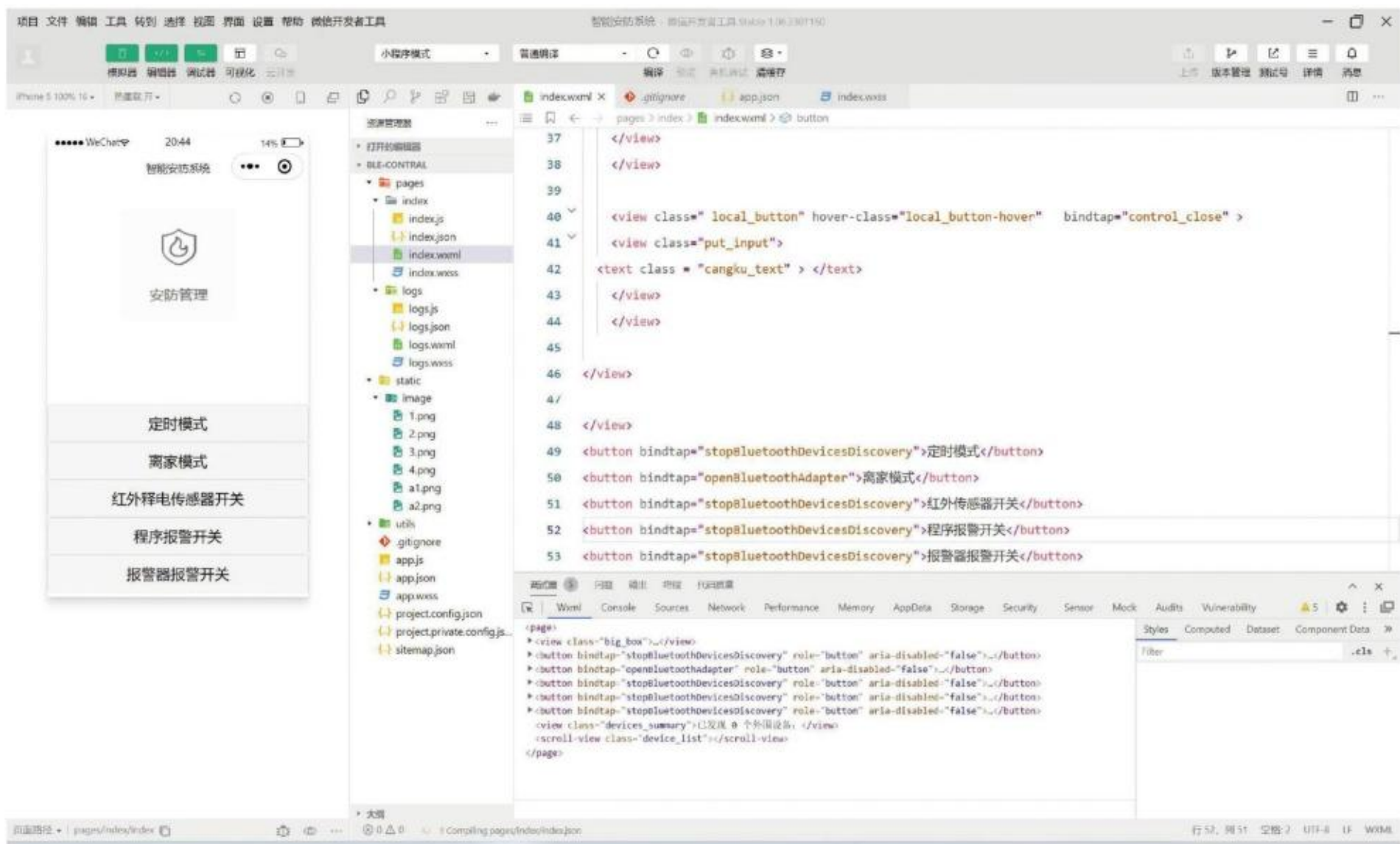


图4-18 智能安防系统的手机应用程序开发界面

(4) 设备间的连接与调试，实现预设功能。

思考 & 练习

1. 通过添加热释电红外传感器，智能安防系统还可以实现哪些功能？
2. 调研市场上的智能家居产品，了解其功能是如何实现的。

本章小结

智能家居的设计应该遵循一定的原则，即要兼顾实用性、稳定性、兼容性、方便性以及扩展性。

进行智能家居系统设计时要根据用户的需要，确定智能家居需要实现的功能。从实际的功能出发，确定系统架构的原理框图。首先，对系统构成的硬件进行功能分析，确定需要采用的硬件。然后，进行系统的软件设计，与所有的硬件一起构建一个完整的系统。最后，进行系统的调试。云平台为智能家居的构建提供了方便。初学者可以利用免费的云平台中的资源，结合传感器、数据采集技术等，实现各种简易的系统设计。

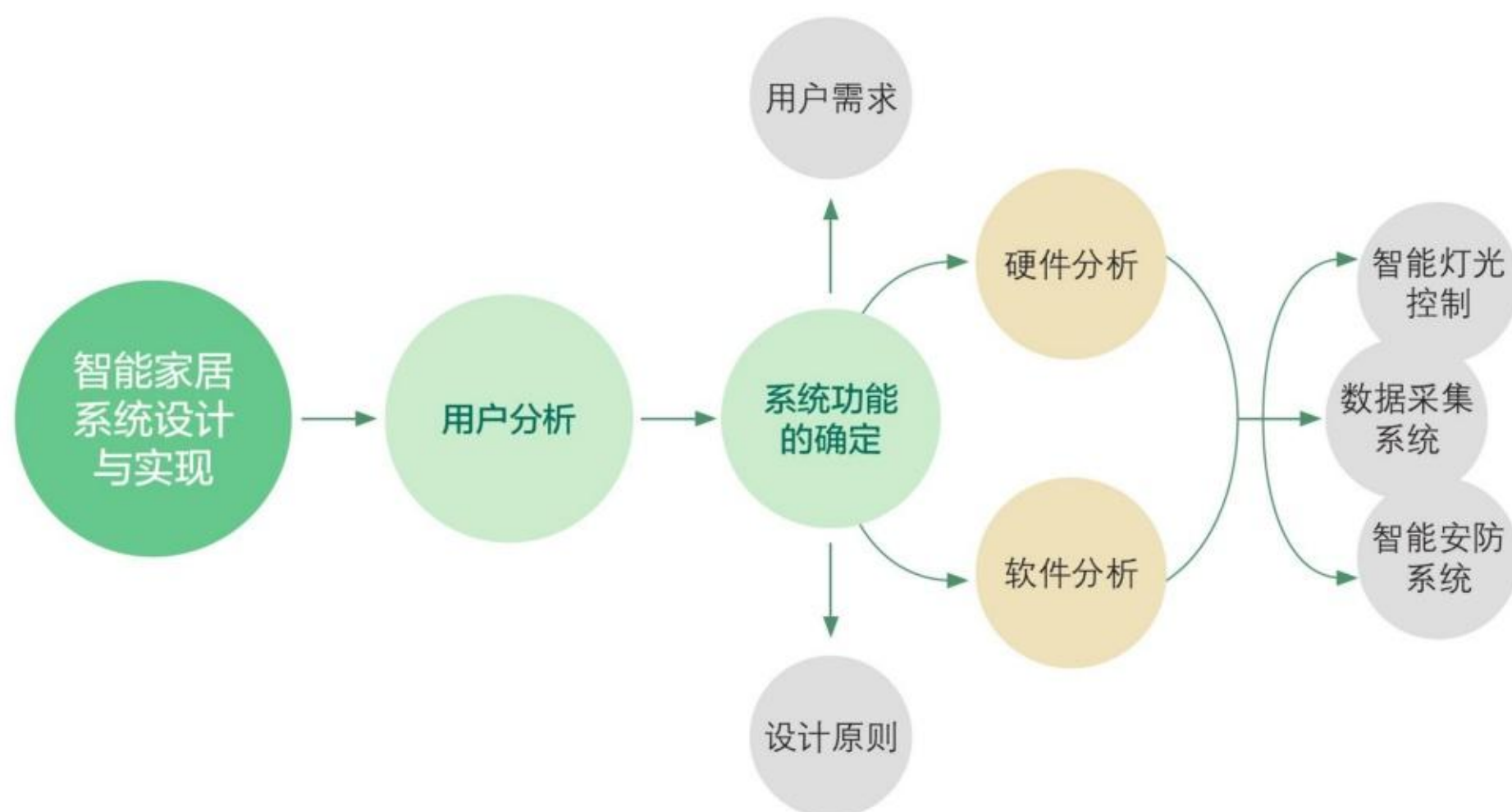


图4-19 本章知识结构图

本章学习评价表

学科核心素养代号：① 技术意识；② 工程思维；③ 创新设计；④ 图样表达；⑤ 物化能力。

课程目标/ 实践项目	评价指标	评价方式		
		自评	互评	师评
智能家居系统的 软硬件组成	知道智能家居系统的软硬件组成①			
	了解智能家居系统中硬件的功能②			
	了解智能家居系统的软件环境②			
	掌握智能家居系统的设计原则②			
智能灯光 控制系统	理解智能灯光控制系统设计目标②			
	理解智能灯光控制系统设计方案② ⑤			
	掌握智能灯光控制系统设计流程图④			
	了解智能灯光控制系统的实现⑤			
数据采集 系统	理解数据采集系统设计目标②			
	了解数据采集系统设计方案② ⑤			
	掌握数据采集系统设计流程图④			
	了解数据采集系统的实现⑤			
智能安防 系统	理解智能安防系统设计目标②			
	了解智能安防系统设计方案② ⑤			
	掌握智能安防系统设计流程图④			
	了解智能安防系统的实现⑤			

等级标准：A为优秀，B为良好，C为合格，D为待改进。

本册教科书根据教育部颁布的《普通高中通用技术课程标准（2017年版）》编写，2020年经国家教材委员会专家委员会审核通过。

编写过程中，上海市通用技术教学研究基地（上海高校“立德树人”人文社会科学重点研究基地）及基地所在单位华东师范大学等单位给予了大力支持。张楠、朱旦荣、郭丛威、李佳、夏更帅、万尚尚、张梦瑶、姚文静等人也参与了本册的编写与讨论、实验的准备以及图片的设计。

在此感谢所有为本册教科书编写提出修改意见，提供过帮助与支持的单位以及专家、学者、教师和社会各界朋友！

本册教科书投入使用后，我们根据各方意见作了修订，真诚希望广大师生和家长继续提出宝贵意见！

联系方式

电 话：010 - 58758528

电子邮箱：jcfk@pep.com.cn

编者



PUTONG GAOZHONG JIAOKESHU
TONGYONG JISHU



绿色印刷产品

ISBN 978-7-107-36731-1



9 787107 367311 >