



# 基于 STM32 单片机的智能台灯

**摘要：**智能家居技术的发展已经成为了当今社会的一大趋势，其中智能照明系统作为其中的一部分，不断受到人们的关注 and 需求。本论文以基于 STM32 单片机的智能台灯设计为研究对象，旨在实现对室内光照环境的智能感知和灯光控制的自动化。该智能台灯具备多种控制方式，包括手动模式、自动模式、蓝牙模式和语音识别模式，以满足不同用户的需求。

首先，本设计采用 STM32 单片机进行数据处理，实现对光敏传感器和人体红外传感器的数据采集和处理。通过光敏传感器采集当前环境的光照强度，并根据人体红外传感器检测到的人体活动情况进行智能化灯光调节。LCD1602 显示屏实时显示当前环境光照强度、工作模式以及灯光亮度等信息，用户可以清晰了解台灯工作状态。在自动模式下，智能台灯根据光线强度和人体活动情况自动调节灯光亮度，提供了三档灯光亮度选择。当环境光线暗且检测到有人时，台灯将自动调节亮度以提供舒适的照明环境；当人离开后，设定延时自动关闭灯光，节省能源。在手动模式下，用户可以通过按键进行灯光亮度的手动调节，提供了更灵活的操作方式。此外，智能台灯还支持蓝牙模式和语音识别模式。通过蓝牙连接，用户可以通过手机端实时监测当前光照强度和控制在灯光亮度，提高了用户的便捷性和交互性。语音识别模式则进一步提升了用户体验，用户可以通过特定指令进行台灯的控制，实现了更加智能化的操作。

本论文设计的基于 STM32 单片机的智能台灯具备了智能感知、自动调节和多种控制方式等特点，为家居照明领域的智能化发展提供了一种新的思路和解决方案。

**关键词：**STM32 单片机；传感器；蓝牙模块；物联网

# Intelligent desk lamp based on STM32 microcontroller

**Abstract:** The development of smart home technology has become a major trend in today's society, and intelligent lighting systems, as a part of it, are constantly receiving people's attention and demand. This paper focuses on the design of intelligent desk lamps based on STM32 microcontroller, aiming to achieve intelligent perception of indoor lighting environment and automation of lighting control. This intelligent desk lamp has multiple control modes, including manual mode, automatic mode, Bluetooth mode, and voice recognition mode, to meet the needs of different users.

Firstly, this design uses an STM32 microcontroller for data processing, achieving data acquisition and processing of photosensitive sensors and human infrared sensors. Collect the current ambient light intensity through photosensitive sensors, and intelligently adjust the lighting based on the human activity detected by the infrared sensor. The LCD1602 display screen displays real-time information on the current ambient lighting intensity, working mode, and lighting brightness, allowing users to clearly understand the working status of the desk lamp. In automatic mode, the intelligent desk lamp automatically adjusts the brightness of the light based on the intensity of light and human activity, providing three levels of light brightness selection. When the ambient light is dim and someone is detected, the desk lamp will automatically adjust its brightness to provide a comfortable lighting environment; After the person leaves, set a delay to automatically turn off the lights, saving energy. In manual mode, users can manually adjust the brightness of the lights through buttons, providing a more flexible operating method. In addition, the smart desk lamp also supports Bluetooth mode and voice recognition mode. Through Bluetooth connection, users can monitor the current lighting intensity and control the brightness of lights in real time through their mobile phones, improving their convenience and interactivity. The speech recognition mode further enhances the user experience, allowing users to control the desk lamp through specific commands, achieving more intelligent operations.

The intelligent desk lamp designed in this paper based on STM32 microcontroller has the characteristics of intelligent perception, automatic adjustment, and multiple control methods, providing a new idea and solution for the intelligent development of home lighting field.

**Keywords:** STM32 microcontroller; Sensors; Bluetooth module; Internet of Things

# 目 录

1 绪论 .....	1
1.1 研究的目的及意义 .....	1
1.2 国内外现状研究综述 .....	1
1.3 设计的主要内容 .....	3
2 系统设计 .....	4
2.1 系统总体方案确定 .....	4
2.2 主控芯片选择 .....	5
2.3 人体红外传感器选择 .....	8
2.4 显示屏幕选择 .....	9
2.5 电源模块选择 .....	10
2.6 蓝牙模块选择 .....	11
2.7 语音模块选择 .....	11
2.7.1 语音芯片 .....	11
2.7.2 语音播报模块 .....	12
2.8 本章小结 .....	13
3 硬件电路设计 .....	14
3.1 控制电路设计 .....	14
3.1.1 主控电路 .....	14
3.1.2 复位电路 .....	14
3.1.3 晶振电路 .....	15
3.2 传感器电路设计 .....	15
3.3 显示电路设计 .....	16
3.4 蓝牙模块电路设计 .....	16
3.5 语音电路设计 .....	16
3.6 本章小结 .....	17
4 系统软件设计 .....	18
4.1 C 语言简介 .....	18

4.2 主程序流程设计 .....	18
4.3 传感器流程设计 .....	20
4.4 按键模块流程设计 .....	20
4.5 本章小结 .....	21
5 系统综合调试 .....	22
5.1 实物调试介绍 .....	22
5.2 系统调试检查 .....	22
5.3 系统测试结果 .....	23
5.3.1 显示模块测试 .....	23
5.3.2 按键功能测试 .....	23
5.4 本章小结 .....	24
结论 .....	25
参考文献 .....	26
致谢 .....	28
附录 A 系统原理图 .....	29

# 1 绪论

## 1.1 研究的目的及意义

智能家居系统作为未来居住环境的重要组成部分，旨在提供更加便捷、舒适和节能的生活方式。在众多智能家居设备中，智能台灯以其独特的优势成为研究和应用的焦点。通过对智能台灯的研究，本文旨在探索一种基于 STM32 单片机的智能台灯设计方案，该方案能够实现灯光亮度的自动调节、环境光线的实时监测、人体存在的智能识别以及多模式的灵活切换等功能。这不仅能够满足用户对于照明质量和舒适度的需求，还能在一定程度上节约能源，实现绿色照明。

此外，随着人工智能技术的发展，人机交互方式日趋多样化。传统的物理按键控制已逐渐不能满足现代用户的需求，而语音控制等交互方式因其便捷性和高效性，越来越受到用户的青睐。因此，本研究还将探索通过语音识别技术实现对智能台灯的控制，以提升用户体验，使用户能够更加自然和便捷地与智能台灯进行交互。

研究基于 STM32 单片机的智能台灯设计不仅具有理论价值，其在实践中的应用也具有重要意义。通过实际设计和实验验证，可以进一步理解 STM32 单片机在智能照明系统中的应用潜力，探索更加高效和实用的设计方案。同时，该研究也有助于推动智能照明技术的发展，为智能家居系统的完善和智能照明设备的创新提供技术支持和理论基础。在节能减排日益成为全球共识的今天，研究和开发能够有效节约能源消耗、减少环境污染的智能照明产品，具有重要的社会价值和环保意义。

## 1.2 国内外现状研究综述

在当前的研究领域中，基于单片机的智能台灯已成为国内外研究的热点之一，特别是 STM32 单片机以其卓越的性能吸引了大量的研究者。王颖在研究中指出，单片机在生活中的智能化应用逐渐增多，尤其是在智能台灯方面，通过简单的程序编写就可以实现复杂的功能，极大地提高了生活的便捷性<sup>[1]</sup>。此外，付龙等人设计的基于 AT89C52 单片机的智能家居护眼台灯系统，不仅关注了台灯的智能控制，还特别强调了护眼功能，体现了智能台灯设计向着更加人性化和健康化的方向发展<sup>[2]</sup>。

近年来，国内关于基于 STM32 单片机的智能台灯研究取得了一系列进展。刘艳峰的研究展示了 STM32 单片机在智能台灯控制系统中的应用，通过精确的数据处理能力和丰富的接口，实现了灯光亮度的自动调节、环境光线的实时监测以及用户交互界面的优化设计<sup>[6]</sup>。姚强和孙勤良则进一步探讨了基于 STM32 的 LED 台灯照度控制系统设计，强调了能效比和用户体验的重要性，通过照度反馈调节 LED 亮度，既节能又满足了用户对照明质量的需求<sup>[9]</sup>。陈俊妍和刘秒秒的研究则侧重于智能台灯系统的整体设计，包括硬件选型、系统架构以及功能实现，展示了基于 STM32 单片机的智能台灯在设计和实现上的灵活性和高效性<sup>[10]</sup>。

这些研究不仅推动了智能台灯技术的发展，也为今后智能家居系统中照明设备的集成提供了有力的技术支持。尽管当前的研究已取得显著成果，但在智能台灯的设计和应用过程中仍面临着诸多挑战，如如何进一步提高能效，如何更好地融入智能家居生态，以及如何提升用户交互体验等。因此，基于 STM32 单片机的智能台灯研究不仅具有重要的学术价值，也对实际应用具有深远的意义。

在国外，基于单片机的智能台灯研究也显示出了积极的发展趋势，尤其是在智能控制技术和人机交互方面的应用。Tao L 的研究提出了一种基于单片机的智能台灯设计方案，该方案通过精确的光照强度控制和灵活的用户配置，展现了智能台灯在提高居家照明质量和用户体验方面的潜力<sup>[5]</sup>。Haoran Y 在其作品中展示了智能台灯在设计和功能上的创新，通过引入人性化的交互设计和高效的能源管理，推动了智能照明技术向更高水平的发展<sup>[11][12]</sup>。

此外，Zhang L 等人的研究则聚焦于智能语音控制照明设备的设计，基于 Arduino UNO 单片机开发了一种智能语音控制台灯。通过高效的语音识别技术和灵活的控制策略，该设计不仅提升了照明设备的智能化水平，也为用户提供了更为便捷和直观的操作体验<sup>[13]</sup>。

国外在智能台灯的研究中，特别强调了技术的创新和用户体验的优化。通过不断地技术创新，研究者们尝试解决传统照明系统中存在的问题，如能源消耗高、用户交互不便等，推动智能台灯向更加节能、环保和用户友好的方向发展。同时，国外的研究还关注于智能台灯与其他智能家居系统的融合，探索如何通过智能台灯提升整个智能家居系统的智能化水平和用户体验。

综上所述，国外在基于单片机的智能台灯领域的研究表明了该领域的广阔发展前景和创新潜力。未来，随着智能技术的不断进步和



用户需求的日益增长，智能台灯的研究将继续朝着更高效、更智能、更人性化的方向发展，为用户提供更加优质的照明解决方案。

### 1.3 设计的主要内容

1. 主要研究的内容包括：
2. 对基于 STM32 单片机的智能台灯进行需求分析，明确智能台灯在智能家居系统中的作用及功能需求；
3. 设计智能台灯的硬件架构，包括 STM32 单片机、光敏传感器、人体红外传感器、PWM 电路等关键部件的选型与搭建；
4. 开发智能台灯的软件控制系统，实现光照强度自动调节、人体存在检测、LCD 信息显示和语音控制等功能；
5. 构建智能台灯的用户交互界面，包括手机端控制应用和台灯本体上的按键控制，实现多模式之间的切换；
6. 对智能台灯的性能进行测试和评估，包括光照强度调节精度、人体检测反应速度和系统稳定性等方面。

## 2 系统设计

### 2.1 系统总体方案确定

本设计以基于 STM32 单片机的智能台灯为研究对象，旨在实现对室内光照环境的智能感知和灯光控制的自动化。系统由单片机最小系统、按键模块、传感器模块、语音模块、蓝牙模块、显示模块、电源模块以及 LED 模块等核心组成部分构成。

1. **单片机最小系统：**单片机最小系统是整个智能台灯系统的核心控制中心，负责数据处理、控制算法实现以及各个模块之间的协调和通信。采用 STM32 单片机，具有强大的计算和控制能力，可以满足复杂的智能控制需求。
2. **按键模块：**按键模块用于用户与智能台灯系统的交互，包括手动模式切换、灯光亮度调节等功能。通过按键触发，向单片机发送相应的控制信号，实现用户的操作需求。
3. **传感器模块：**传感器模块包括光敏传感器和人体红外传感器，用于感知环境的光照强度和人体活动情况。光敏传感器采集当前环境光照强度数据，而人体红外传感器则用于检测当前是否有人存在，为智能灯光控制提供实时的环境信息。
4. **语音模块：**语音模块采用语音识别技术，实现用户通过语音指令对智能台灯进行控制。用户可以通过特定的语音指令触发系统的相应功能，如模式切换、灯光调节等，提升了用户的使用体验和交互性。
5. **蓝牙模块：**蓝牙模块实现了智能台灯与手机之间的无线通信，用户可以通过手机端监控当前环境光照强度和控制灯光亮度。通过蓝牙连接，实现了智能台灯的远程控制功能，提高了用户的便捷性和灵活性。
6. **显示模块：**显示模块采用 LCD1602 显示屏，用于实时显示当前环境光照强度、工作模式以及灯光亮度等信息。用户可以通过显示屏清晰地了解智能台灯的工作状态，提高了用户对系统的掌控能力。

7. LED 模块：LED 模块包括 LED 灯光和 PWM 电路驱动，用于实现对灯光亮度的调节。通过 PWM 电路调节 LED 的亮度，实现了灯光的多档调节功能，提供了舒适的照明环境。
8. 电源模块：电源模块为智能台灯提供稳定的电源供应，保障系统正常运行。采用合适的电源管理电路，确保系统的安全性和稳定性。

综上所述，基于 STM32 的智能台灯系统通过集成多种传感器和模块，实现了对台灯的全面监测和智能控制，如下图 2-1 所示为该系统总体框图。

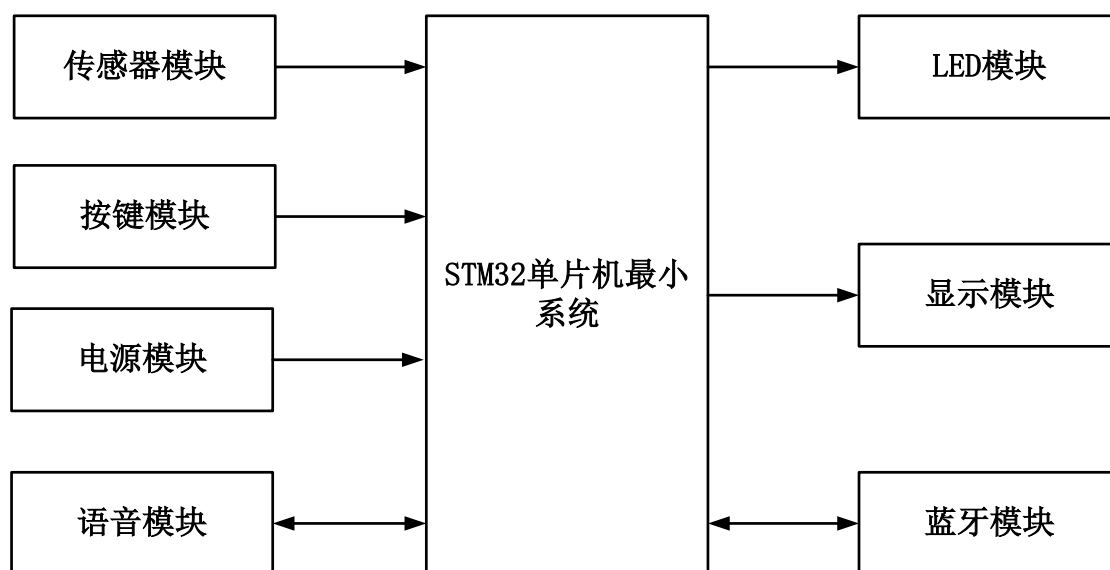


图 2-1 系统总体框图

## 2.2 主控芯片选择

随着科技发展的不断进步，微型处理器作为现代电子系统的核心组成部分，正日益发挥着重要的作用。在众多微型处理器中，选择合适的主控芯片对于系统的性能和功能至关重要。在设计电子系统时，选择适合的单片机是至关重要的。单片机作为系统的核心控制器，决定了系统的性能、功能和稳定性。在众多单片机中，选择合适的型号对于项目的成功实现起着至关重要的作用。

首先，需要考虑的是单片机的性能和功能。不同型号的单片机具有不同的处理器核心、频率、存储器容量等特点，因此对于特定的应用场景需要选择性能适当的单片机。如果项目需要高性能的计算能力和处理速度，可以选择频率较高的单片机，如 STM32 系列或 51 系列；如果项目对功耗有严格要求，可以选择功耗较低的单片机，如低功耗型号的 STM32L 系列或 8051 系列。

其次，需要考虑单片机的外设和功能模块。不同型号的单片机集成了不同的外设和功能模块，如通信接口、模拟输入输出、定时器、

PWM 输出等。根据项目需求，选择具有合适外设和功能模块的单片机能够简化系统设计，降低开发成本。例如，如果项目需要进行通信控制，可以选择集成了丰富通信接口的单片机，如具有 UART、SPI、I2C 等接口的单片机；如果项目需要实现模拟信号采集和控制，可以选择具有模拟输入输出功能的单片机。

此外，成本也是选择单片机的重要考虑因素之一。虽然性能和功能是选择单片机的关键，但成本问题也必须得到合理考虑。选择过高成本的单片机可能会增加项目的开发成本，降低项目的竞争力。因此，在选择单片机时，需要综合考虑性能、功能、成本等因素，并在这些因素之间做出合理的权衡。

选择合适的单片机是项目成功的关键之一。在选择单片机时，需要综合考虑性能、功能、开发工具、生态系统和成本等因素，并根据具体项目需求做出合理选择，以确保系统能够达到预期的性能和功能要求。

#### 方案一：STC89C52 单片机

STC89C52RC 是一款广泛应用于嵌入式系统设计的单片机芯片，属于 STC（宏晶科技）公司生产的 51 系列单片机产品之一。该单片机以其稳定可靠、性能优异和功能丰富而备受青睐，在各种应用场景中广泛应用。STC89C52RC 采用高性能的 CMOS 工艺制造，内部集成了丰富的外设资源，包括 8 位 CPU 核心、8KB 的 Flash 存储器、256 字节的 RAM 内存、以及大量的通用输入输出引脚。这些特性使得它能够满足各种复杂系统的需求，如智能家居控制、工业自动化、医疗设备等。该单片机具有多种通信接口，如串行通信接口（UART）、并行口（I/O 口）、定时器/计数器等，这些接口的灵活性为系统设计提供了广泛的应用可能性。同时，STC89C52RC 还支持多种低功耗模式，能够在电源管理方面实现较好的性能表现，延长系统的工作时间。该单片机的实物如图 2-2 所示：

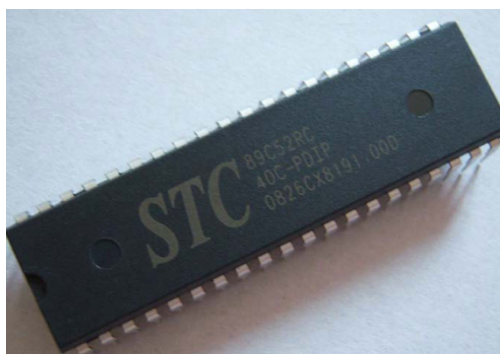


图 2-2 STC89C52 单片机

### 方案二：STM32F103C8T6 单片机

STM32F103C8T6 是一款高性能、低功耗的 32 位 ARM Cortex-M3 内核单片机，由意法半导体（STMicroelectronics）公司生产。作为 STM32 系列单片机的一员，它在嵌入式系统设计领域拥有广泛的应用。该单片机采用了先进的 CMOS 工艺制造，内部集成了丰富的外设资源，包括 64KB 的 Flash 存储器、20KB 的 RAM 内存以及多个通用输入输出引脚。此外，STM32F103C8T6 还具有多种通信接口，如 USART、SPI、I2C 等，以及丰富的定时器/计数器模块，这些外设资源的丰富性为系统设计提供了灵活的选择。这款单片机的主要特点之一是其高性能和响应速度。拥有最高 72MHz 的工作频率，以及先进的指令集和流水线架构，使得 STM32F103C8T6 能够满足对于实时性要求较高的应用场景，例如工业自动化、汽车电子、医疗设备等。该单片机的实物如图 2-3 所示：

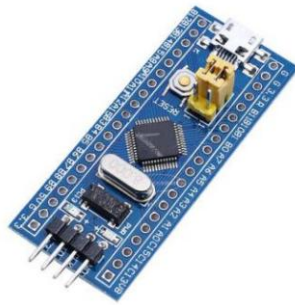


图 2-3 STM32F103C8T6 单片机

### 方案三：STC12C5A08S2 单片机

STM32F103C8T6 是一款高性能、低功耗的 32 位 ARM Cortex-M3 内核单片机，由意法半导体（STMicroelectronics）公司生产。作为 STM32 系列单片机的一员，它在嵌入式系统设计领域拥有广泛的应用。该单片机采用了先进的 CMOS 工艺制造，内部集成了丰富的外设资源，包括 64KB 的 Flash 存储器、20KB 的 RAM 内存以及多个通用输入输出引脚。此外，STM32F103C8T6 还具有多种通信接口，如 USART、SPI、I2C 等，以及丰富的定时器/计数器模块，这些外设资源的丰富性为系统设计提供了灵活的选择。这款单片机的主要特点之一是其高性能和响应速度。拥有最高 72MHz 的工作频率，以及先进的指令集和流水线架构，使得 STM32F103C8T6 能够满足对于实时性要求较高的应用场景，例如工业自动化、汽车电子、医疗设备等。该单片机的实物如图 2-4 所示。



图 2-4 STC12C5A08S2 单片机

经过综合分析和考量和基于多方面的考虑,我最终选择 STM32F103C8T6 单片机作为本次设计的主控芯片。STM32F103C8T6 单片机具有较高兼容的指令系统,这意味着可以利用在学校学习过的知识和经验来快速上手并开发项目。这样能够节省学习成本,提高开发效率。

首先,STM32 系列单片机具有强大的性能和丰富的外设资源。作为 32 位单片机,STM32F103C8T6 单片机内置了 ARM Cortex-M3 或者更高性能的内核,拥有更大的存储器和更多的外设资源,能够满足复杂系统设计的需求。其次,STM32F103C8T6 单片机具有灵活的通信接口和丰富的功能模块。它支持多种通信接口,如 USART、SPI、I2C 等,以及丰富的定时器/计数器模块,能够满足各种外部设备的连接和控制需求。STM32F103C8T6 单片机的开发环境相对成熟,STMicroelectronics 提供了丰富的开发工具和软件支持,包括开发板、调试器和编程软件,为开发人员提供了便利和支持。

基于 STM32 系列单片机强大的性能、丰富的外设资源、灵活的通信接口、低功耗特性以及成熟的开发环境,我决定选择 STM32 作为本次设计的主控芯片。这一选择将为项目的顺利开发和实现提供坚实的基础和保障。

## 2.3 人体红外传感器选择

人体感应模块是一种常用于智能安防系统、自动照明系统等领域的传感器模块,其作用是检测周围是否有人的活动。HC-SR501 是一种常见的人体感应模块,具有高性能和易用性,被广泛应用于各种电子设备中。

HC-SR501 人体感应模块采用红外线技术,能够感知人体的热量辐射,从而实现对人体活动的检测。它主要由红外感应器、控制电路和输出接口等部分组成。在工作时,红外感应器会持续发射红外线,并接收周围环境中反射回来的红外信号。当有人进入感应范围内时,人体会产生热量,改变周围环境的红外辐射状况,这些变化会被感应器捕获到。

HC-SR501 具有高灵敏度。该模块采用了专业的红外感应器，能够对人体微弱的热量辐射进行敏感检测，实现对人体活动的高度感知。因此，即使是微小的活动，例如人体的微小移动或者呼吸，也能够被准确地检测到。其次，该模块具有高可靠性。采用了成熟的红外感应技术，具有较低的误报率和误报率，能够有效地避免因外界干扰或者噪声引起的误报警情况，保障了系统的稳定性和可靠性。此外，HC-SR501 人体感应模块还具有简单易用的特点。它采用了标准的接口设计，使用方便，只需简单地连接电源和输出信号线即可实现基本的人体感应功能。同时，该模块支持调节感应距离和感应延时等参数，可以根据实际需要进行灵活设置和调整。

在实际应用中，HC-SR501 人体感应模块通常与其他模块或者控制器配合使用。例如，在档案室安全系统中，可以将人体感应模块与单片机或者智能控制器连接，当按键或手机 APP 设置系统进入布防状态后，人体感应模块会持续监测档案室内是否有人活动，一旦检测到有人进入，系统即会触发声光报警，并通过手机端进行提示，及时提醒用户注意安全。

HC-SR501 人体感应模块作为一种高性能、高可靠性的红外感应器，具有广泛的应用前景。它在智能安防、自动化控制等领域发挥着重要作用，为提升设备的智能化、便捷化和安全性提供了有效的技术支持。如下图 2-5 所示为 HC-SR501 人体感应传感器。



图 2-5 HC-SR501

## 2.4 显示屏幕选择

在选择显示模块时，需要考虑项目的具体需求以及各种显示模块的特点。LCD1602、TFT 显示模块和 OLED 显示模块都是常见的显示设备，各自具有不同的特点和适用场景。

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/966042042050010231>