

## 第 2 章 常用 Arduino 开发板

自从 Arduino 诞生以来, Arduino 开发板的型号也在不断丰富。从第一块名为 Arduino 的开发板到首次结合 Linux 系统的开发板 Arduino Yún、较新的型号 Arduino Zero…… Arduino 开发板使用的单片机、芯片越来越强大,集成的功能和接口越来越丰富。那么常用的 Arduino 开发板有哪些?各型号开发板之间又有哪些异同之处呢?

本章主要涉及以下知识点:

- 常用 Arduino 开发板型号的参数、特点;
- Arduino 各开发板之间的异同;
- Arduino 开发板之间的兼容性。

注意: 本章提及的有修订历史的 Arduino 开发板,均以官方最新修订的 R3 版本(Revision 3, 简称 R3)开发板作为参考。

### 2.1 Arduino Uno 开发板

最常见也是用得最多的 Arduino 开发板就是 Arduino Uno。Uno 在意大利语中意为“一”。Arduino Uno 是 Arduino 平台开发板的参考模型,是大部分型号开发板的“标准”,也是 Arduino 品牌的开始。Arduino Uno 开发板的正面和背面效果如图 2-1 和图 2-2 所示。

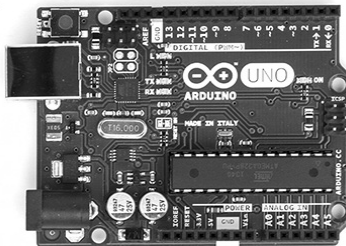


图 2-1 Arduino Uno 正面

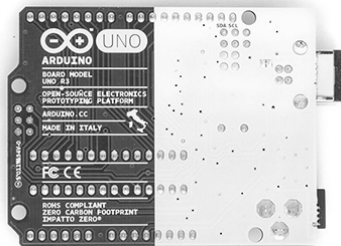


图 2-2 Arduino Uno 背面

#### 2.1.1 特点

Arduino Uno 是 Arduino AVR 系列开发板,基于 AVR 兼容单片机 ATmega328。Uno

上的 ATmega328 已经预置了 Bootloader 程序,因此可以通过 Arduino IDE 直接下载程序到 Uno 中。

外观上, Uno 的开发板形状、排针插孔、DC (直流) 电源接口、复位按钮、ICSP 接头都是从第一款 Arduino 开发板演变过来的,并在后续开发板型号中保持插孔位兼容。Uno 是标准的参考模板,几乎所有扩展板都能与 Uno 完美配合。

Uno 上的 USB 接口是 B 型 USB 接口(母口),采用的 USB 转串行芯片为 ATmega16U2 (R3 以前的版本采用 ATmega8U2),这是与其他采用 FTDI 芯片的 Arduino 开发板明显的不同之处。

## 2.1.2 电气属性

Arduino Uno 的大部分参数都由其微控制器 ATmega328 决定。以下为其详细参数。

- 微控制器: ATmega328;
- 数字 I/O 脚: 14 个 (其中 3、5、6、9、10、11 共 6 个引脚可作为 PWM 输出);
- 模拟输入脚: 6 个;
- I/O 脚最大电流: 40 mA;
- 3.3V 脚直流电流: 50 mA;
- Flash 储存: 32 KB (其中 Bootloader 占用 0.5KB);
- SRAM: 2 KB;
- EEPROM: 1 KB;
- 晶振: 16 MHz;
- 工作电压: 5V;
- 输入电压范围: 6~20V (推荐 7~12V, 9V 最佳)。

在 USB 供电直接使用 Arduino Uno 开发板时,短路、过载等电流过大情况可能会烧毁计算机主板。尽管电脑主板一般会对 USB 电流过载进行保护,但是开发板上仍设计了一个可重置保险丝。当电流超过 500mA 时保险丝将断开,开发板与 USB 电源的连接也会暂时断开以保护计算机主板。

## 2.1.3 接口介绍

Arduino Uno 开发板上左右侧两排杜邦线接口可分为以下 4 部分。

- 电源: 包括电源输入、输出和复位等;
- 数字 I/O: 包括 PWM 信号输出和 SPI 总线;
- 模拟输入: 包括模拟输入、TWI 总线 (该部分接口又可用作数字 I/O 接口);
- 预留接口: 位于左上角,开发板上无电路,备用。

其中电源部分包括以下几部分。

- VIN: 开发板电源正电压输入接口;
- GND: 参考地接口, 即开发板电源负极, 开发板上 3 个 GND 接口互相接通, 可用于分流;
- 5V: 经过稳压芯片降压后的 5V 电压输出接口;
- 3.3V: 经过稳压芯片降压后的 3.3V 电压输出接口;
- AREF: 模拟输入信号的基准参考电压输入接口;
- IOREF: 开发板工作电压输出, 供扩展板参考, 以区分 5V 工作 Arduino 开发板与 3.3V 工作开发板, Uno 中该接口与 5V 接口相连;
- RESET: 复位信号输入, 当输入低电平时复位 Arduino。

Uno 可以通过 DC 电源接口使用电池或电源适配器供电, 也可以通过 USB 接口直接供电, 还可以通过 VIN 接口供电。当使用前两种方式供电时, 可从 VIN 接口取电, 使用第三种方式供电时, Uno 会忽略从 USB 或其他引脚接入的电源。

数字 I/O 接口部分, 因为开发板在 5V 电压下工作, 所以数字 I/O 接口输出的高电平最高也只有 5V。每个接口能通过的最大电流为 40mA (超过该值工作会有烧毁危险), 每个接口还有内部上拉电阻 20~50k $\Omega$ , 使用上拉电阻需通过程序操作。以下引脚为特殊引脚。

- PWM 输出 (3、5、6、9、10、11): 该 6 路提供 8 位 PWM 输出;
- UART 通信 RX (0)、TX (1): 即 ATmega328 串行通信接口, 由于开发板内部与 USB 转串口 ATmega16U2 芯片连接, 当下载程序时不当使用该接口可能会造成下载错误;
- 外部中断 (2、3): 中断触发引脚, 可设置程序上升沿、下降沿或电平变化时触发中断;
- SPI 总线 (10 (SS)、11 (MOSI)、12 (MISO)、13 (SCK)): 与 Uno 开发板上 ICSP 接头对应相通;
- 开发板上指示灯 L (13): 与开发板上 LED 指示灯 L 正极相连, 该接口高电平时能点亮该指示灯。

模拟输入接口 A0~A5 共 6 路, 具有 10 位的分辨率 (即将输入电压值转化为 0~1024 范围内的值), 通过 AREF 脚可以调整输入电压上限。其中, A5、A4 接口即 TWI 总线 (该总线兼容 I2C 总线) 接口, 与开发板右上角两个杜邦接口 (无 PCB 丝印的接口 SCL、SDA, A5 对应 SCL, A4 对应 SDA) 相通。

开发板上有两个 ICSP 接头, 一般均指有 ICSP 丝印字样的 ATmega 328 单片机的 ICSP 接头, 即开发板下方的 ICSP 接头。通过该 ICSP 接头, 可在使用 SPI 通信时方便开发板与外部设备连接, 还可以用于更新单片机的 Bootloader, 不通过 ATmega 16u2 虚拟成串口, 而是从 PC 直接下载程序。Uno 开发板上方的 ICSP 接头为 USB 转串行芯片 ATmega16u2 更新固件或 Bootloader 使用, 因为 ATmega 16u2 固件和 Bootloader 相对稳定, 很少更新, 所以该接头除 Uno 出厂时可能使用外, 平时基本不使用。

ICSP 接头是带有 5V 电压输出接口和 GND 接口的, 即其与 5V、GND 接口相通。两

## 第1篇 认识 Arduino

个 ICSP 接头有两路 5V 和 GND，加上杜邦接口 5V、3.3V、IOREF、VIN 等电源输出，以及 3 个 GND 接口，Uno 具有 6 个正电源输出接口和 5 个 GND 接口。当使用 Uno 遇到电源接口不够时，应考虑这点巧妙布线。

**注意：**单片机所有引脚均称为 I/O。开发板上 UART 串行通信指示灯 TX、RX 由 ATmega 16u2 的 I/O 驱动，并非在 ATmega16u2 与 ATmega 328 相连的电路中。Uno 还采用贴片封装 ATmega 328 单片机的版本，参数与上述采用直插 ATmega 328 单片机版本无区别。直插版本的优点是可更换单片机，即 ATmega 328 可换成 ATmega 8 或 ATmega 168 单片机，烧写好 Bootloader 后即可正常使用。

## 2.2 Arduino Mega 2560 开发板

Arduino Mega 2560 像是 Uno 的“强化”版本，最明显的特征是这款开发板拥有更多的 I/O 接口，其形状看起来像是 Uno 延长的，但其实它是 Arduino Mega 的芯片升级版本。Mega 2560 的正面和背面效果如图 2-3 和图 2-4 所示。

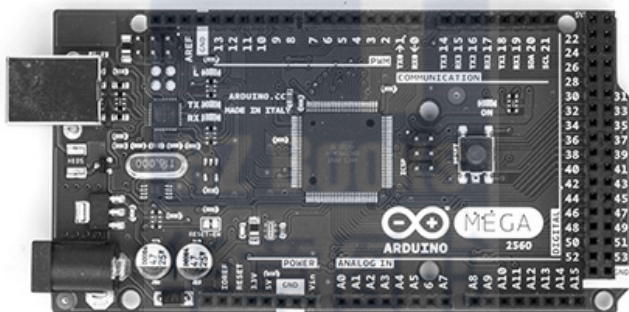


图 2-3 Arduino Mega 2560 正面

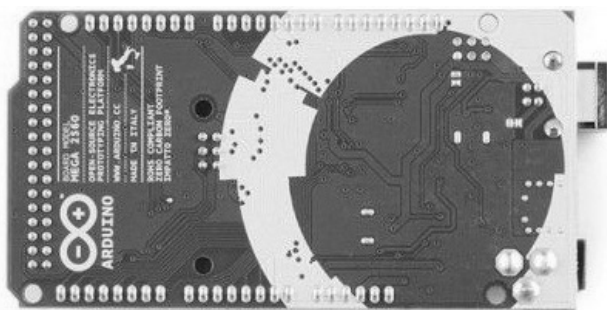


图 2-4 Arduino Mega 2560 背面

## 2.2.1 特点

Arduino Mega 是采用 ATmega1280 单片机、USB 转串行芯片 FTDI 的 AVR 系列开发板。其拥有 54 路数字 I/O 接口（其中有 14 路可作 PWM 输出）、16 路模拟输入接口及多达 4 对 UART（TTL）通信接口。

Arduino Mega 2560 在 Arduino Mega 的基础上升级了芯片，采用了更优秀的 ATmega 2560 单片机、USB 转串行芯片 ATmega 16u2。ATmega 2560 具有 256KB Flash 存储（其中 Bootloader 占用 8KB）、8KB SRAM 和 4KB EEPROM，Mega 2560 的 Flash 存储容量比 Mega 多一倍且价格相差不多，这是 Mega 2560 取代 Mega 被广泛选用的主要原因。

外观上，Mega 2560 和 Uno 并无太大差别，Uno 杜邦接口孔位与 Mega 2560 开发板左边部分孔位完全吻合，使用 Uno 的扩展板只需在程序中对引脚稍作改动即可完美配合，即基本上 Uno 的所有扩展板都能作为 Mega 2560 的扩展板使用。

## 2.2.2 电气属性

Arduino Mega 2560 的详细参数如下。

- 微控制器单片机：ATmega 2560 型号；
- 数字 I/O 脚：54 个（其中 2~13 和 44~46 共 15 个引脚可作为 PWM 输出）；
- 模拟输入脚：16 个；
- UART 接口：4 对；
- I/O 脚最大电流：40 mA；
- 3.3V 脚直流电流：50 mA；
- Flash 储存：256 KB（其中 Bootloader 占用 8KB）；
- SRAM：8 KB；
- EEPROM：4 KB；
- 晶振：16 MHz；
- 工作电压：5V；
- 输入电压范围：6~20V（推荐 7~12V，9V 最佳）。

开发板上有 USB 过流保护可重置保险丝，当 USB 电流超过 500mA 时保险丝将断开，以保护计算机主板。

## 2.2.3 接口介绍

Mega 2560 开发板上的所有杜邦线接口可分为以下 6 部分。

- 电源：包括电源输入、输出、复位等；



- 模拟输入：模拟信号输入；
- 数字 I/O：高低电平输入、输出；
- 通信接口：包括 UART 接口、TWI 总线（该部分接口又可作为数字 I/O 接口使用）、ICSP 接头 SPI 总线接口；
- PWM 输出接口：输出 PWM 信号；
- 预留接口：位于左上角，开发板上无电路，用于备用。

其中电源部分包括以下几部分。

- VIN：开发板电源正电压输入接口；
- GND：参考地接口，即开发板电源负极，开发板上 5 个 GND 接口互相接通，可用于分流使用；
- 5V：经过稳压芯片降压后的 5V 电压输出接口，开发板上 3 个 5V 接口互相接通，可用于分流使用；
- 3.3V：经过稳压芯片降压后的 3.3V 电压输出接口；
- AREF：模拟输入信号的基准参考电压输入接口；
- IOREF：开发板工作电压输出，供扩展板参考，以区分 5V 工作 Arduino 开发板与 3.3V 工作开发板，Mega 2560 中该接口与 5V 接口相连；
- RESET：复位信号输入，当输入低电平时复位 Arduino。

Mega 2560 和 Uno 一样可以通过 DC 电源接口使用电池或电源适配器供电，也可以通过 USB 接口直接供电，还可以通过 VIN 接口供电。当使用前两种方式供电时，可从 VIN 接口取电，当使用第三种方式供电时，开发板会忽略从 USB 或其他引脚接入的电源。

模拟输入接口 A0~A15 共 16 路，具有 10 位的分辨率（即将输入电压值转化为 0~1024 范围内的值），通过 AREF 脚可以调整输入电压上限。

数字 I/O 接口部分开发板上标有数字的 54 个接口（开发板右边由于开发板形状原因忽略了 23、25、27、29 等标序，通信接口和 PWM 输出接口也计入数字 I/O 接口），因为开发板在 5V 电压下工作，所以数字 I/O 接口输出的高电平最高也只有 5V。每个接口能通过的最大电流为 40mA，每个接口还有内部上拉电阻 20~50kΩ，使用上拉电阻需通过程序操作。以下引脚为特殊引脚。

- PWM 输出：除了 PWM 部分 12 个接口，44、45、46 接口也提供 8 位 PWM 输出；
- SPI 总线（50（MISO）、51（MOSI）、52（SCK）和 53（SS））：与开发板上 ICSP 接头对应相通。

通信接口部分包含 UART 通信接口、TWI 总线接口、两个 ICSP 接头。4 对 UART 通信接口对在开发板上已有标明，开发板内部 ATmega 2560 单片机与 USB 转串口 ATmega 16U2 芯片连接的 UART 接口对为 RX0、TX0，当下载程序不当时，使用该对接口可能会造成下载错误。另外，20（SDA）、21（SCL）接口即 TWI 总线接口，与开发板左上角两个无 PCB 丝印的杜邦接口相通（顺序相反，左 1 为 SCL，左 2 为 SDA）。

PWM 输出接口部分可输出 8 位 PWM 信号，均可作为数字 I/O 接口使用。其中标序

为 13 的接口与开发板上 LED 指示灯的 L 正极相连，该接口高电平时能点亮该指示灯。

Mega 2560 外部中断接口分布在 PWM 输出接口部分和通信接口部分，中断 0~5 分别对应接口序号 2、3、21、20、19、18。

## 2.3 Arduino Pro Mini 开发板

有些场合需要用到小巧的单片机，够小、够薄，接上电源能工作就可以，甚至可以去掉 USB 接口、芯片，用另外的 USB 下载工具下载程序。Arduino Mini（如图 2-5 所示）就是这种开发板，Mini 没有直接连接 USB 数据线下载程序的功能，和传统 Arduino 开发板对比还去掉了杜邦线接口、电源插座等，除了复位按钮外只剩下电子元件构成的简单电路。Arduino Mini 更像是 AVR 构架的最小系统，只支持较宽电压供电和在 Arduino 平台工作。

后来出现了 Arduino Pro（如图 2-6 所示），Pro 是传统 Arduino 开发板的半定制版本，目的是可以自由选择定制成 5V 或 3.3V，8MHz、16MHz 或 20MHz 晶振的开发板，以适应不同的工作电路。其形状继承自传统开发板，但其除了有电池接口、下载程序接口排针、开关和复位按钮外，也只剩下电子元件构成的电路。

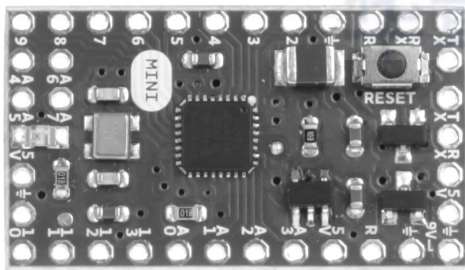


图 2-5 Arduino Mini 开发板

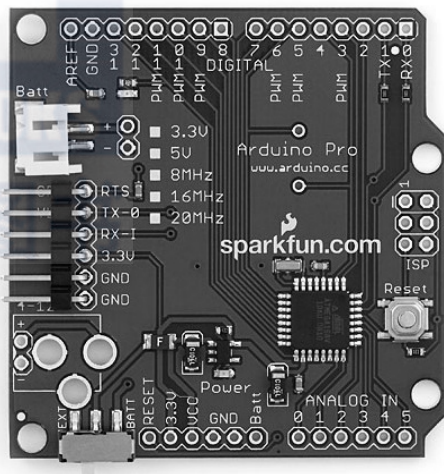


图 2-6 Arduino Pro 开发板

然而 Arduino Pro 并没有被广泛应用，因为 Pro 需要焊接后才能使用，比较麻烦，和 Mini 比起来又失去了小巧性，反而 Mini 的半定制版本 Pro Mini（如图 2-7 和图 2-8 所示）的出现受到了开发者的欢迎，甚至完美地取代了 Pro，最后被广泛应用。

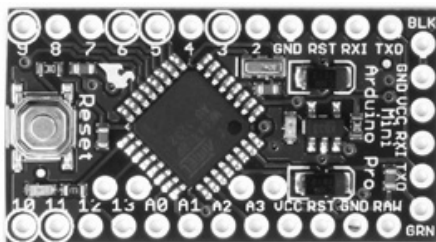


图 2-7 Arduino Pro Mini 正面



图 2-8 Arduino Pro Mini 背面

### 2.3.1 特点

Pro Mini 是基于 AVR 兼容单片机 ATmega168(市面上还有基于 ATmega328 单片机版本的), 不带 USB 转串行芯片的 Arduino 半定制开发板。

Pro Mini 外形很小巧, 市面上销售的 Pro Mini 晶振和降压至工作电压 (3.3V 或 5V) 的晶体管一般是已焊接好的, 可以很方便地按需选择。Pro Mini 预留各接口孔位, 可以焊接杜邦排针后使其方便地应用于免焊接电路实验, 也可以直接将其焊接至电路板。

由于 Pro Mini 没有 USB 转串行芯片, 所以不能像 Uno 一样方便地下载程序, 需要先把 USB 转成 UART 工具(如 FTDI 下载器、CP2001 下载器)或 ICSP 下载工具(如 USBtinyISP 下载器、USBasp 下载器、AVR ISP 下载器)后再与开发板连接, 这样才能通过 Arduino IDE 下载程序。

Pro Mini 不适合频繁更新调试程序, 因为其不能灵活适应各种电路的性质决定了其只能应用于稳定工作的电子作品中。

### 2.3.2 电气属性

Pro Mini 采用的单片机 ATmega 168 与 Uno 采用的单片机 ATmega 328 参数很类似, 以下为其详细参数。

- 微控制器单片机: ATmega168;
- 数字 I/O 脚: 14 个 (其中 3、5、6、9、10、11 共 6 个引脚可作为 PWM 输出);
- 模拟输入脚: 8 个;
- I/O 脚最大电流: 40 mA;
- Flash 储存: 16 KB (其中, Bootloader 占用 2KB);
- SRAM: 1 KB;
- EEPROM: 512 B;
- 晶振: 8 MHz/16 MHz/20 MHz (定制选择);
- 工作电压: 3.3V/5V (取决于定制);



- 输入电压范围：3.35~12V/5~12V（取决于定制，9V 为最佳电源）。

### 2.3.3 接口介绍

Pro Mini 开发板上的引脚接口设计得很紧凑，按 PCB 丝印可划分为以下 3 部分。

- 数字 I/O：包括 PWM 信号输出、SPI 总线；
- 模拟输入：包括模拟输入、TWI 总线；
- 其他：包括电源接口、程序下载接口等。

数字 I/O 接口部分，输出的高电平最高为开发板工作电压 3.3V 或 5V（取决于定制）。每个接口能通过的最大电流为 40mA，每个接口还有内部上拉电阻 20~50kΩ，使用上拉电阻需通过程序操作。以下引脚为特殊引脚。

- PWM 输出（3、5、6、9、10、11）：该 6 路提供 8 位 PWM 输出；
- UART 通信 RX0、TX1（该对接口分别对应序号 0、1）：即 ATmega 168 串行通信接口，当下载程序时注意断开与外部电路的连接，不当使用该接口可能会造成下载错误；
- 外部中断（2、3）：中断触发引脚，可对程序进行上升沿、下降沿或电平变化时触发中断设置；
- SPI 总线（10（SS）、11（MOSI）、12（MISO）和 13（SCK））：可用于 ICSP 下载程序；
- 开发板上指示灯 L（13）：与开发板上 LED 指示灯 L 正极相连，该接口高电平时能点亮该指示灯。

模拟输入接口 A0~A7 共 8 路，具有 10 位的分辨率，输入电压上限为开发板工作电压。其中，A5、A4 接口即 TWI 总线接口，A5 对应 SCL，A4 对应 SDA。

其他接口中，开发板左部 GRN、TX0、RX1、VCC、GND、BLK 为与标准 FTDI 下载器连接接口。使用其他 UART 下载器下载程序时至少需要连接 UART 通信接口 TX0、RX1 和参考地 GND 接口。如果开发板无电源还需连接 VCC，此时需配合手动按复位按钮完成下载。如下载器有 DTR 接口，可以将下载器 DTR 接口与 Pro Mini 上 GRN 接口连接，即可免手动复位自动下载。

其他接口如下。

- RAW：开发板电源正电压输入接口；
- GND：参考地接口，即开发板电源负极，开发板上两个 GND 接口互相接通，可用于分流使用；
- VCC：经过稳压芯片降压后的开发板工作电压 3.3V 或 5V 电压（取决于定制）输出接口；
- RST：复位信号输入，当输入低电平时复位 Arduino，开发板上两个 RST 接口互相接通，可用于多复位源或与外部电路同步复位。

Pro Mini 可以通过 RAW 接口输入较宽的电压供电方式,也可以通过 VCC 接口输入适合晶振工作的电压供电方式。若采用前者供电方式时,可从 VCC 接口取电。

## 2.4 小结

Arduino 最常见、使用最广泛的开发板就是继承传统和作为标准的 Uno、I/O 接口众多的 Mega 2560 和小巧且半定制的 Pro Mini 这 3 款。它们虽各有特点但万变不离其宗——Arduino 生态系统。

Arduino 开发板型号丰富并且在不断地增多,除 Arduino 官方开发板外,也有不少厂商推出了各种 Arduino 平台兼容开发板。但在眼花缭乱的产品中,始终有 Arduino 官方型号的影子。了解并学会使用常见的开发板,就能更好地选择合适的开发板以提高用户对电子作品的开发效率,并避免更多问题。

