

第 1 章 身边的单片机

如果大家第一次接触单片机，一定会对许多概念感到模糊，甚至对单片机是什么，它是怎样工作的，在系统中发挥怎样的作用等这类基本的问题都弄不清楚。因此在第 1 章，有必要来“生动地”看一看单片机的基础知识，掌握一些基本的概念，并对单片机的应用留下一个清晰的第一印象，以便后面的深入学习。本章的学习不需要记忆什么具体内容，而是感受一下单片机存在的地方、发挥的作用、外形等。如果大家以前接触电子技术的机会比较少，可能会在学习的过程中遇到一些不认识的电子元器件，在章节的最后器件介绍中有本章涉及的电子元器件的介绍以供参考。本章的内容如下。

- ◇ 单片机在哪里
- ◇ 单片机是什么样子的
- ◇ 单片机如何控制其他器件
- ◇ 如何使用单片机
- ◇ 有哪些单片机
- ◇ 实例点拨——电子万年历
- ◇ 器件介绍：电阻器、发光二极管、开关

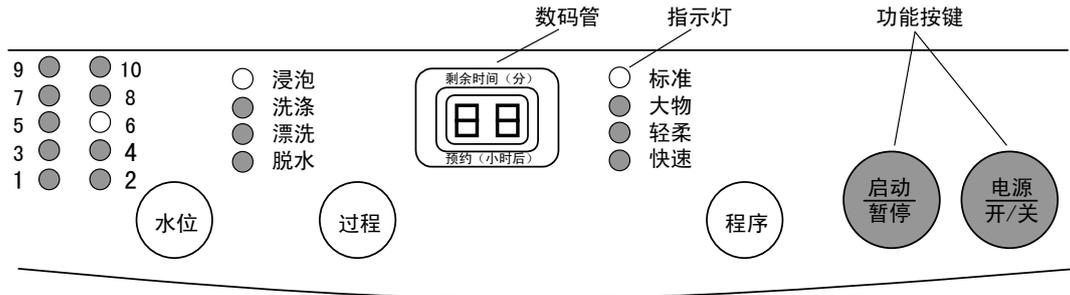
1.1 单片机在哪里

抛开一些复杂的概念，先来寻找单片机（microcontroller）的踪影。应该不难想象在家用电器中，有很多电子元器件组合成若干个功能模块来实现这台电器的功能。例如，在一台空调中，电子器件构成它的制冷功能模块、温度监控功能模块、遥控器接收功能模块等，这些功能模块之间相互控制、相互影响。遥控器接收功能模块接收到用户发出的温度设置命令，则温度监控功能模块启动检测室内的温度，如果室内温度高于用户设置的温度，则制冷功能模块工作，从空调出气口放出冷气以降低室内温度。这里的问题是，功能模块与功能模块之间是如何协调工作的呢？它们是怎样互相联系在一起实现空调机的总体功能呢？

在人的身上，还有类似的相互影响、相互控制的过程。例如，在过马路时，我们首先看人行红绿灯的状态：如果是红灯就等待，如果是绿灯就通过。这里的功能模块有：人眼——接收红绿灯的状态，腿脚——驱动人的身体向前行走。可见与空调机类似，这些功能模块之间具有相互影响、相互控制的关系。在这个关系的背后，全靠人类的大脑控制着身体各个功能模块的协调工作。其中，空调机中也有一颗“大脑”——这就是单片机。换句话说，空调机中的单片机控制着各个功能模块协调工作。

为了更清晰、详细地描述单片机这颗“大脑”，可通过另一个实例——一台全自动洗衣机的系统构造和工作过程来看单片机究竟发挥着什么样的作用。如图 1-1 所示是一台全自

动洗衣机及其操作面板。在操作面板上，有 5 个主要的功能按键，从右到左分别为：电源（开/关）、启动（暂停）、程序、过程和水位。此外，还有一些指示灯和一个显示时间的数码管（如图 1-1（a）所示）。这些功能按键的组合能实现不同的全自动洗衣程序，省略那些过于复杂的洗衣程序。下面先从一个简单的全自动洗衣过程来分析单片机如何控制洗衣机工作。



(a) 操作面板



(b) 全自动洗衣机

图 1-1 全自动洗衣机及操作面板（图片来自 www.haier.com）

为了对洗衣机的功能模块有所了解，先大致看一下如图 1-2 所示的全自动洗衣机系统示意图。中间的单片机方框代表全自动洗衣机的“大脑”——单片机；左边 5 个圆形框代表面板中的 5 个按键，它们分别通过 5 根指向单片机的线与之相连；在右边洗衣机简化图中，有注水阀、排水阀、重量传感器和电机组成，注水阀和排水阀像一个“水流开关”，控制是否让水流入或流出洗衣机。重量传感器测量衣物的重量，而电机带动波轮旋转。这几个功能模块都有相应的电子器件来控制或驱动。在单片机的右边还有一些指示灯和数码管，用来实时显示洗衣机的状态。

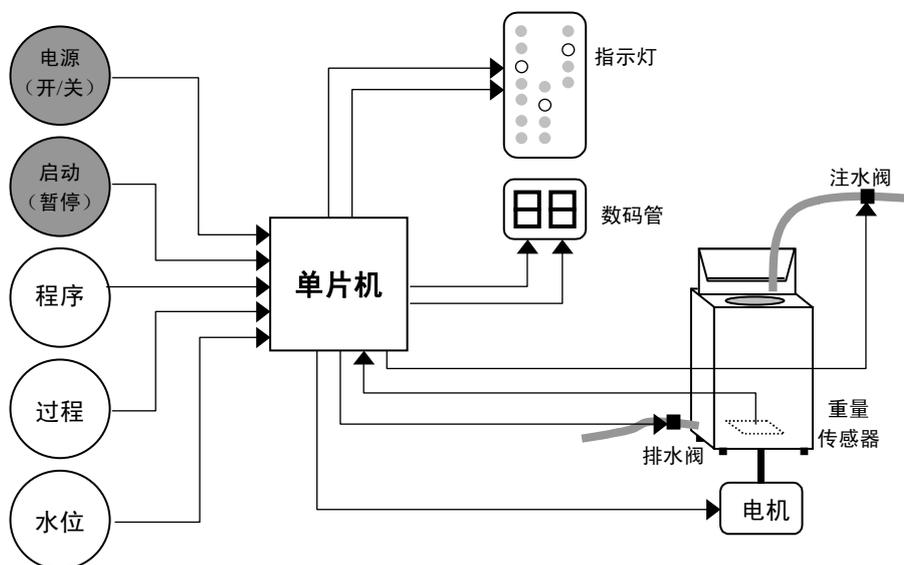


图 1-2 洗衣机简化系统示意图

结合洗衣机系统示意图，将这个全自动洗涤过程描述如下。

(1) 插上电源插头，按下“电源(开/关)”按键，开启洗衣机电源，指示灯和数码管被点亮。洗衣机中的各个功能模块包括单片机得到工作电源而开始工作。单片机就像人的大脑，能向各个部件发出各种指令，而各个部件会严格执行单片机的指令。例如开启电源后，单片机向数码管和指示灯下达点亮的指令，则数码管和指示灯就按指令点亮。图 1-2 中连接单片机与外部器件带箭头的线代表了它们之间的连接，箭头从单片机发出代表的是单片机的输出控制，即单片机控制外部器件，例如指示灯和数码管；而箭头指向单片机代表的是单片机“感受”外部器件，例如单片机接收重量传感器传回的衣物重量信号。

(2) 按“程序”按键，选择“标准”全自动洗涤程序，“标准”指示灯被点亮（如图 1-3 所示）。这是因为当按下“程序”按键，单片机“意识”到用户正在设置洗衣程序。由于有 4 种洗衣程序：标准、大物、轻柔和快速，而“程序”按键只有一个，所以用户每按一次，单片机就自动依次选取一种程序，并控制对应的指示灯发光。单片机能“记住”用户最后一次的选择，例如“标准”，在开始洗衣时就按照这个程序来执行。这一过程参考图 1-3 所示。

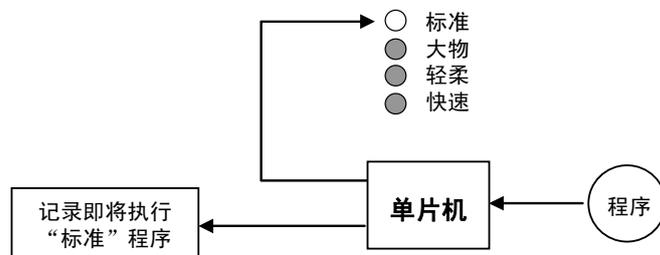


图 1-3 “程序”设置

(3) 洗衣机根据衣物重量调节注水的水位高低，衣物越重，注水越多（如图 1-4 所示）。10 个指示灯用作水位高低的指示，水位越高，指示灯指示的数字越大。例如加入 4.5kg 衣物时，指示水位 10。之所以单片机能“感觉”衣物的重量，是因为重量传感器把重量转换成电信号。例如没有衣物时重量传感器输出 0V，1kg 衣物时输出 1V，3.8kg 衣物时输出 3.8V 等。这样，单片机根据传感器传送来的电压信号来判断衣物的重量从而控制注水阀的工作，进而控制水位。这一过程参考图 1-4 所示。

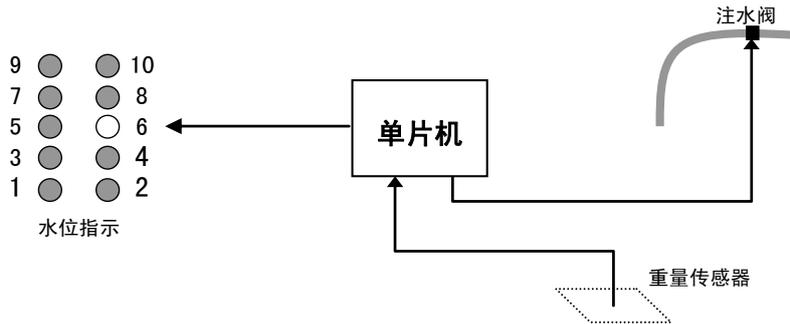


图 1-4 水位调节

(4) 关闭洗衣机的上盖，按下“启动（暂停）”按键开始注水，执行洗衣程序（如图 1-5 所示）。单片机接收到“启动”信号，就按所设定的“标准”程序进行洗涤，在洗涤过程中，水位、洗涤时间、漂洗次数、脱水时间等工序的细节已经在洗衣机出厂前设置好，并存储在单片机中，单片机就在“标准”模式下控制水阀、电机等完成洗涤，并控制数码管显示剩余时间，过程指示灯指示洗衣机当前的工序，如图 1-5 所示。

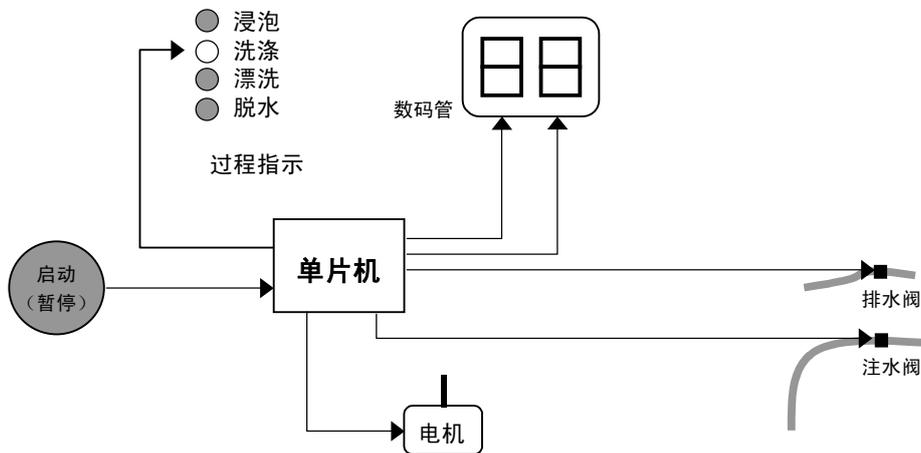


图 1-5 洗涤过程控制

(5) 洗衣结束后，自动断电。当最后一步的脱水工序完成后，单片机就下达关闭系统的指令，洗衣机自动关闭。

通过前面对一台全自动洗衣机执行洗衣程序的分析，能初步体会到单片机的如下两个

主要角色。

◇ 控制其他器件：单片机输出信号控制其他器件，如数码管、电机等。

◇ “感受”其他器件：单片机接收如传感器、开关等外围器件向它输入信号。

单片机所扮演的这两个角色证明它具有很强的控制能力，能控制数码管、指示灯、电机等外围器件。所以，单片机也称为微型控制器，简称微控制器。在英文中“micro-”代表“微小的、微型的”意思，“controller”代表“管理员、控制器”，所以单片机或微控制器的单词为“microcontroller”，或者称为 MCU（microcontroller unit）。

综上所述，单片机是一个集控制和处理能力于一身的器件。在本书的后续章节中，将逐步谈到单片机的控制、处理的方法和应用实例。

思考一下

1. 人类全靠_____这个控制中心协调身体各个功能模块协调工作，洗衣机或空调机的这个控制中心是_____。
2. 如图 1-1（a）所示的操作面板上主要有哪 3 种功能器件？
3. 从全自动洗衣机的分析中我们能体会到单片机在系统中的哪两个主要角色？
4. 单片机的英文名称是什么？

1.2 单片机是什么样子的

通过 1.1 节对一台全自动洗衣机的洗涤过程分析，我们初步认识到单片机在洗衣机系统中的控制作用。为了一开始认识方便，1.1 节的示意图中单片机使用一个方框来表示，大家可能现在很想看一看单片机究竟是什么样子。于是，在图 1-6 中，把洗衣机中的单片机稍微现实化一些。

如图 1-6（a）所示是单片机和外围控制部件，不同的连线代表着它们之间的连接关系。其中，连接单片机与 5 个按键、数码管、指示灯的连线与其他的不同，它们比较宽。宽的线代表在实际电路中由多条数据线组成，而电机、排水阀、注水阀和重量传感器则由单线箭头连接。这一点体现在图 1-6（b）中，这时，单片机是一个很接近实际单片机的示意符号，该符号中已经可以看到单片机的管脚名称（如 P0.0、P0.1、Vcc、GND、ALE/PROG 等）和管脚序号（1、2…44）了。它可以用在电路图中代表单片机，所以图 1-6（b）也称为单片机的电路符号。

所谓电路符号就是电子器件在电路图中的符号，简单的电路符号有电阻（）、电容（）等。从图 1-6（b）的单片机电路符号上看，单片机具有集成电路的电路符号特点（集成电路是集成了许多器件，如二极管、三极管和电阻等在其内部的一种电子器件，这些器件多数由 PN 结构成，并集成在集成电路内部的芯片中）。

如图 1-6（b）所示的单片机电路符号中，方框代表实际单片机器件的形状，方框内侧上有 1~44 的编号，这些编号对应的外侧小矩形代表的是单片机的 1~44 号管脚，说明这个单片机有 44 个管脚。每个管脚都是金属制成的，故能传导电信号。通过传导电信号，完

成单片机内核与外部器件的沟通。从这幅示意图上还可得知，数码管占用了单片机的 5 个管脚（5~9 号管脚）；5 个按键占用了 13~17 号管脚；电机占用 19 号管脚；两个水阀占用 27、28 号管脚；重量传感器占用 30 号管脚；指示灯的 5 根线占用 37~41 号管脚。

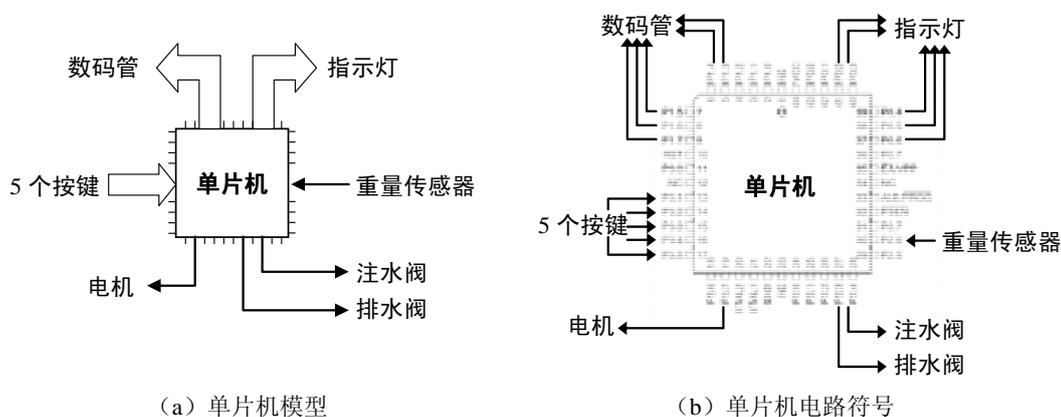


图 1-6 单片机的类比

单片机的控制功能如何体现呢？举个例子来说，如重量传感器，它与单片机的 30 号管脚连接，根据所测得的重量向这个管脚输入相应的电压信号，单片机内核就能“获悉”这个管脚的电压，从而“知道”重量传感器称得的重量。这好比说我们用手（重量传感器）提起一样物品，大脑（单片机）就能感知这个物品有多重一样。

又如电机与单片机的 19 号管脚连接，当单片机向这个管脚输出一个信号时，电机的驱动电路就会“感知”这个管脚的信号并驱动电机转动起来。此外，注水和排水管上都有一个电控的阀门，在图 1-6 (b) 中为注水阀和排水阀。这两个阀门的驱动电路分别与单片机的两个管脚连接，与电机相似，受单片机管脚的控制。

为什么在以上这些器件与单片机连接中使用驱动电路呢？因为电机和电控阀门相对单片机而言都是大功率器件，就是工作电压较高（几十 V~几百 V），电流较大（几百 mA~几 A）。而单片机是一个低功率器件，其管脚通常只有 2.2~5V、几十 mA 的输出。所以直接用单片机来“推动”电机这类功率器件几乎是不可能的，只能通过驱动电路，把单片机的低压、低电流输出转换成高电压、大电流的输出。

其他与单片机连接的外围器件如按键、数码管和指示灯等与单片机之间的控制关系与上面分析类似，只是它们与单片机的管脚连接上有些讲究，这些问题会在后面讲到。

现在，相比 1.1 节我们对单片机有了深一步的认识。于是来看实际的单片机器件是什么样子的。如图 1-7 (a) 所示是一枚单片机的电路符号，如图 1-7 (b) 所示是单片机的实际器件，型号是 AT89S51。很明显，这个单片机是一个方形的器件，外壳为黑色，一般由塑料或陶瓷制成，尺寸为 12mm×12mm。外壳坚硬，保护着里面的芯片。管脚分布在方形的 4 个边上，每边 11 个金属管脚。这样，外围器件如电机、数码管等可通过导线与单片机相连，实现控制与被控制的关系。

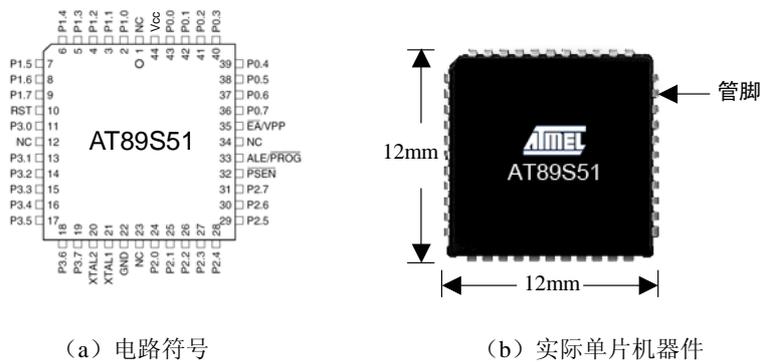


图 1-7 AT89S51 单片机

从图 1-7 中可知，单片机的电路符号很形象，它能直观地反映实际单片机器件的外形和管脚等特征。在工程应用当中，对于同一个型号器件，在不同场合会对它的外形、尺寸等有不同的要求。所以，同一型号的单片机被制造成了多种“形状”，它的管脚也随着“形状”的变化而出现不同的排布形式。例如，方形的单片机有两种常见的形式，一是 PLCC 型，另一种是 TQFP 型，如图 1-8 所示。细心看，PLCC 封装的管脚向内侧折起，而 TQFP 封装的管脚则向外侧伸展。这些具有不同“形状”的同一型号的单片机称为该型号的不同封装形式 (package)，就是说它们的内部电路、管脚功能都是相同的，只是形状和管脚的形式和排布不同，详细的封装介绍请参考附录 7。



图 1-8 两种封装的单片机

在学习和实验过程中，最常用的封装是双列直插式 DIP，如图 1-9 (a) 所示是 AT89S51 单片机的 DIP 封装器件，对应的电路符号如图 1-9 (b) 或图 1-9 (c) 所示。之所以 DIP 封装使用较多，是因为它的体积较大 (52mm×15mm)、管脚较粗，易于焊接和连接到电路中，并易于更改连接方式。在实际的电路图中的单片机电路符号一般都不再用小矩形来代表管脚，而直接使用线段来表现，如图 1-9 (c) 所示。

图 1-9 (b) 如实地反映了实际单片机器件的管脚分布情况，而图 1-9 (c) 将管脚在两侧重新布置了一下，把单片机 40 个管脚按使用功能分组放置在一起，这样在绘制电路原理图时能提高可读性。例如编号为 1~8 的管脚代表了单片机的 1~8 号管脚，它们是同一组输入输出端口 P1.0~P1.7；又如编号为 10~15 的管脚都是单片机的复用功能管脚，也就是具有多重功能的管脚。这样，具有不同功能的管脚群被布置在一起，使得单片机系统的电路图更清晰。

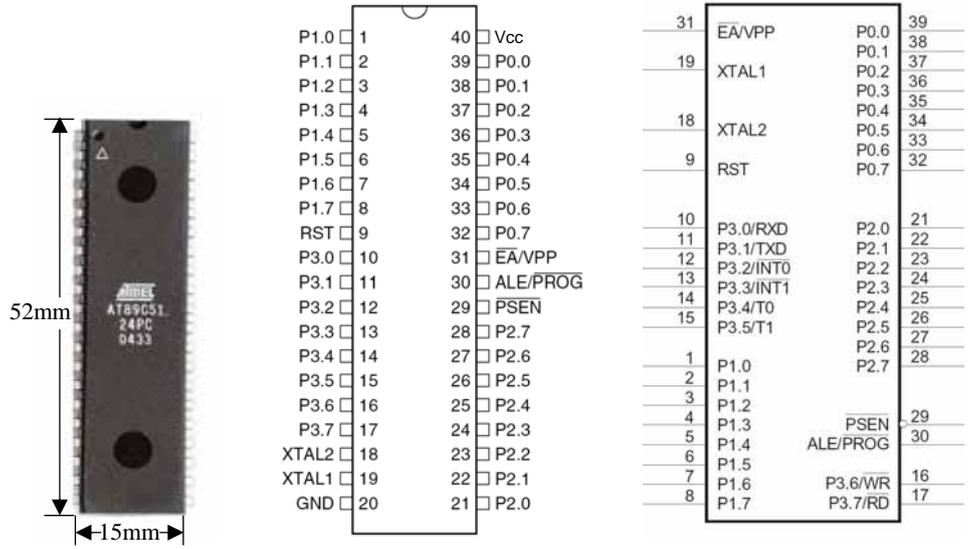


图 1-9 AT89S51 单片机 (双列直插式 DIP 封装)

对于以 DIP 封装的 AT89S51 单片机来说,在单片机外壳上的侧边有一个半月形的小坑,同时还有一个圆形的小坑在旁边。这两个标志说明离圆形小坑最近的管脚为单片机的 1 号管脚,如图 1-10 所示。把单片机印有型号的一侧朝上,1 号管脚放在左手边,向右依次为 2、3、4...20 管脚,单片机上边缘从右到左则为 21、22、23...40 管脚。这 1~40 号管脚与图 1-9 (b) 中编号为 1~40 的管脚是一一对应的,这样,电路符号充分表示了实际器件的各个管脚。其他集成电路也按这种逆时针的方法来编排管脚。对于其他封装的器件,可参考实际的器件使用手册来找到管脚的排列。关于如何阅读器件使用手册请参考附录 8。

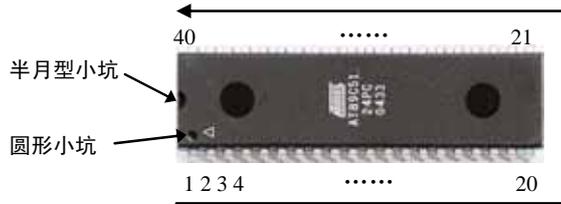


图 1-10 DIP 封装单片机的管脚序号

 **思考一下**

1. “一种型号的单片机只能有一种封装”这句话对吗?为什么?
2. 在单片机的学习和实验过程中,最常用的封装是_____。
3. 如图 1-9 所示的单片机的型号是_____,它有_____个管脚。

4. DIP 封装的单片机，其管脚序号如何判断？

1.3 单片机如何控制其他器件

1.2 节介绍了实际的单片机器件的外形和封装，从它们的电路符号中学习到了部分管脚的功能，在本书的后面章节中将会全面介绍这些管脚的功能和应用方法。对于初学者，尤其是接触电子技术比较少的朋友来说，如果对一些常用的电子器件不太熟悉，可以在每一章的最后找到一些常用器件的介绍。想了解电子技术比较全面的基础内容，可参考笔者的另一本书《电子设计从零开始》。

下面安排一个实验的学习，初步体会单片机管脚的控制机制。如图 1-11 所示的电路图中，当开关 S 断开时，电阻 R1 和 R2 是串联的关系（电流表在电路中视为短路）。电源电压 Vcc 直接加到这个串联结构上，根据欧姆定律（Ohm's Law），电流将分别流经这两个电阻，电流表（ A ）将显示流过电路的电流强度。如果开关 S 闭合，电流将不再流过电阻 R2，而直接回到公共地端（ \perp ），此时，电流表读数为 0。所以，只要控制开关 S 就能控制流过电阻 R2 的电流是否存在。

现在把电阻 R2 换成发光二极管 D，如图 1-12 所示，根据本章末尾的器件介绍环节中对发光二极管工作原理的介绍，选择合适的电阻 R1，当开关 S 断开时，发光二极管就会发光；而开关 S 闭合时，发光二极管就熄灭。所以，开关 S 能够控制发光二极管 D 的亮和灭。

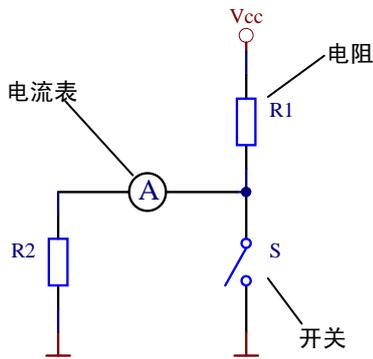


图 1-11 类比电路

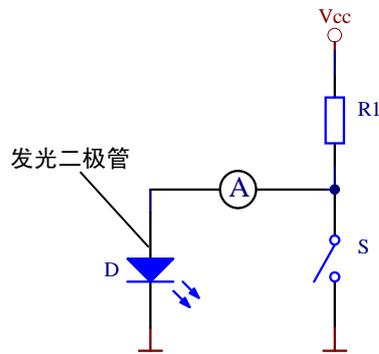


图 1-12 端口控制模型

图 1-12 的端口控制模型与单片机的控制有什么联系呢？其实，单片机内部的某一管脚就像集成了 Vcc、电阻 R1 和“开关 S”，如图 1-13 所示。发光二极管 D 的正极连接到单片机的 P1.0 脚上（第 1 管脚），单片机内部的电阻 R1 的一端与供电脚 Vcc（第 40 管脚）相连，另一端与 P1.0 管脚连接，也就是与发光二极管 D 的正极相连。在单片机内部有个“开关 S”，它连接 P1.0 管脚和公共地线，这个“开关 S”并不是真正意义上的机械式开关，而可以把它想象成存在于单片机内部的一个“电子开关”。这个开关能被随意地控制其通和断，这样一来，发光二极管 D 的亮灭控制由单片机“接管”了——内部的“电子开关”控制着发光二极管 D 的亮与灭。

至于这个“电子开关”的详细情况我们一开始不需要过多地了解，只需要知道这个“电

子开关”的状态决定了管脚 P1.0 的电平状态——是 0V，还是 Vcc。有人可能会问，谁又来
控制这个“电子开关”呢？是指令。指令就是在单片机工作前，我们向单片机写入的控制
代码。那么指令是什么样子的呢？以下就是一条中文写成的指令，用于点亮类似图 1-13 所
示的 P1.0 管脚上的发光二极管 D：

向 P1.0 管脚输出 Vcc

翻译成单片机能接受的语句就是：

```
SETB P1.0
```

SETB 是“set bit”的缩写，意思是“置位”，即把 P1.0 管脚置成高电平，也就是输出 Vcc。
在单片机学习中，可以先粗略地把高电平理解成 Vcc，而把低电平理解成 0V。

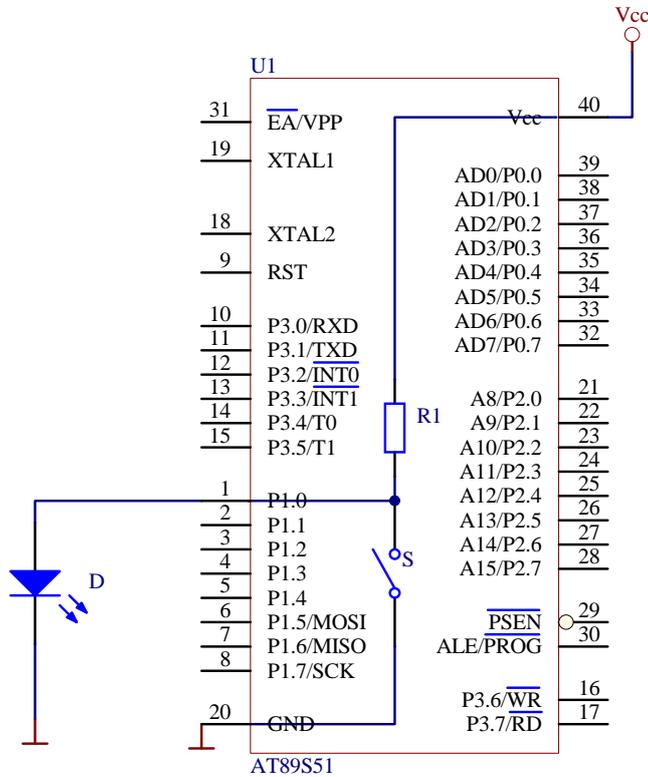


图 1-13 单片机的端口控制

单片机像其他电子器件一样，需要电源才能工作。“SETB P1.0”这条指令事先“装
到”单片机中，当单片机通上电后（向单片机供电），单片机就会自动找到这条指令，并根
据指令的要求执行相应的动作。由于指令“SETB P1.0”要求单片机把 P1.0 管脚置成高电
平，于是单片机根据这个指令，从 P1.0 输出高电平 Vcc，这样，发光二极管得到工作电压
从而被点亮。

以上就是单片机执行指令实现对外围器件控制的最简单过程。其中省略了一些术语和

内容，为的是一开始更容易理解单片机工作的过程。

类似地，来分析一下单片机如何控制洗衣机中的电机工作。前面讲到由于电机属于大功率器件，所以需要用到驱动电路，这个驱动电路就好比一个放大器，把单片机管脚输出的 Vcc 低压转变成能使电机工作的较高电压，如图 1-14 所示，驱动电路的输入控制端 Vin 与 P1.0 管脚相连受其控制。如果 P1.0 输出高电平，驱动电路就开始工作，输出控制端 Vout 向电机 (M) 输出持续的工作电压，电机开始转动；一旦 P1.0 输出低电平，驱动电路则不工作，电机停止转动。

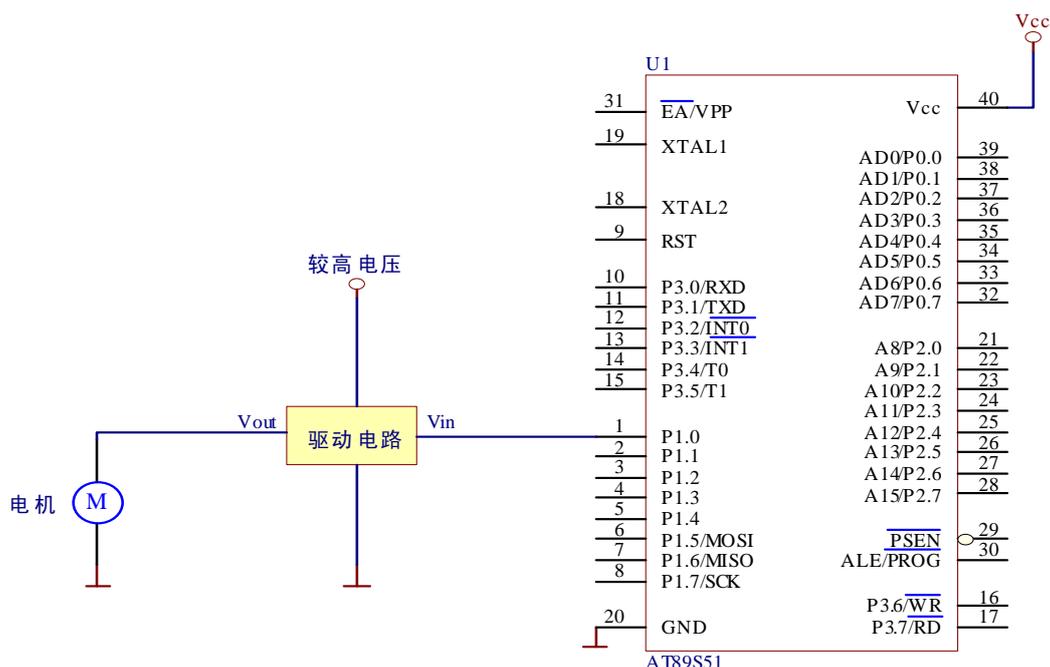


图 1-14 单片机通过驱动电路控制电机

这一部分的指令描述为：

向 P1.0 管脚输出高电平

持续一段时间

向 P1.0 管脚输出低电平

对应的单片机指令为：

SETB P1.0

CALL DELAY

CLR P1.0

以上指令的意思是：“SETB P1.0”先向 P1.0 管脚输出高电平，接着，指令“CALL DELAY”进行延时，也就是“持续一段时间的高电平”；最后“CLR P1.0”将 P1.0 管脚清零，也就是输出低电平信号 (0V)。“CLR”就是“Clear”，清空、清零的意思。

通过单片机的 P1.0 管脚对发光二极管和电机的控制实例，初步认识了单片机的控制机制和指令在单片机中的作用，随着问题的深入，将看到更多的实例来帮助理解单片机的系统知识。



1. 在如图 1-13 所示的电路中，单片机的 P1.0 管脚上连接着一支发光二极管，点亮这支发光二极管的中文指令是_____。

2. 在如图 1-14 所示的电路中，单片机的 P1.0 管脚通过一个驱动电路来控制电机，控制这个电机转动一段时间的 3 条中文指令是什么？

1.4 如何使用单片机

由前面的几条简单指令“SETB P1.0”、“CALL DELAY”等引发了对指令进一步认识的兴趣。有人一定会好奇这些指令“放在”什么地方，单片机又是怎样找到这些指令的。这里需要一台普通计算机，把类似“SETB P1.0”的一行行指令写在一个开发环境中，这个开发环境就像 Windows 中的记事本一样的文本编辑器，一条一条的指令就写在这个编辑器中。这个开发环境除了让我们书写和编辑指令代码，还提供了汇编（assemble）的功能。

为什么需要汇编呢？因为用英文和符号写成的类似“SETB P1.0”的指令，单片机这种较低级的电子器件是无法直接识别的，更谈不上根据这些英文和符号的指示执行特定的操作。所以开发环境把这些指令汇编成单片机能识别的形式——十六进制代码，并在硬盘上以 .hex 为后缀进行保存。不同的指令有唯一对应的十六进制代码，例如指令“SETB P1.0”汇编后的十六进制代码为“D2 90”，这个代码保存在 .hex 文件中，然后通过下面两种方法中任意一种把 .hex 文件中的十六进制代码“装到”单片机中。

1.4.1 利用编程器烧写单片机

编程器（programmer）是一个专门用于存储器烧写的设备。烧写，就是把代码装到存储器的过程，这有点像刻录光盘，虽然把文件装到光盘中，但我们喜欢说是“烧写”光盘。

所以这种方法本质上是使用编程器把十六进制代码“烧写”到单片机中某个专门用于存储执行代码的空间中。那编程器是什么样子的？它的特点有一个插座，可把单片机或存储器芯片插到其中，然后用编程器插座的一个小扳手把单片机或存储器芯片夹（锁）住，如图 1-15 所示，这样，单片机或存储器的每一个金属管脚与编程器插座的每一个插孔实现了电气连接，单片机或存储器芯片就做好了接收数据的准备。

编程器通过串口、USB 口或并口与普通计算机连接，计算机端有一个烧写芯片的应用程序控制编程器的工作，将 .hex 文件中的十六进制代码烧写入单片机专门用于存储执行代码的空间中，如图 1-15 所示。

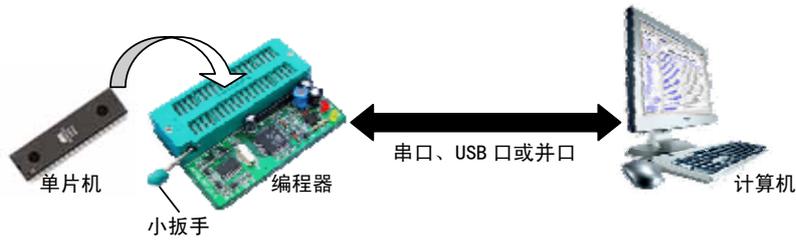


图 1-15 编程器的工作过程

根据指令的长度和编程器的读写速度，这个烧写过程会持续几秒到几分钟不等。烧写好后，松开编程器插座上的小扳手，将单片机取下来。这时，单片机的“肚子”里已经装好了需要执行的指令。把单片机插到目标系统中，如图 1-16 所示的机器人的运动系统中，打开电源，则单片机就自动开始执行指令，实现对外围器件的控制。

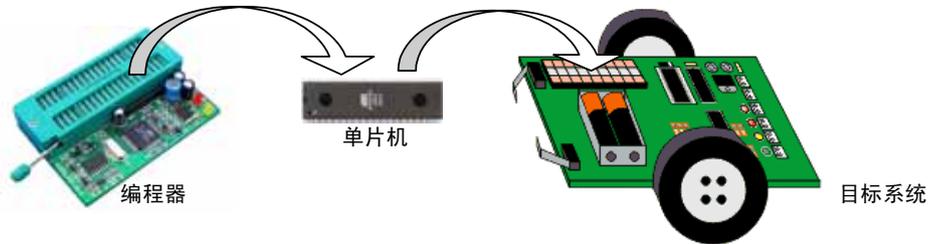


图 1-16 系统中的单片机

1.4.2 利用下载线烧写单片机

一些新型的单片机如 AT89S51，大都支持在线下载功能（in-system programming）。所谓在线下载与上面的编程器烧写单片机不同，不需要使用编程器，单片机就能在目标系统中直接被烧写，即指令代码能从普通计算机直接烧写到单片机中。

要实现在线下载，需要一根下载线。这是一条连接计算机并口（也有适用于串口或 USB 口的）和单片机在线下载接口的电缆，如图 1-17（a）所示，如图 1-17（b）所示为单片机通过下载线与计算机连接的示意图。



图 1-17 下载线

下载线一端的并口插入计算机的并口（一般为打印口），另一端是一个在线下载接口，插在单片机的在线下载口上。这个单片机的在线下载口由单片机的一些管脚组成，如图 1-18 (a) 所示，单片机的 P1.7（第 8 管脚）、P1.6（第 7 管脚）、RST（第 9 管脚）、P1.5（第 6 管脚）构成如图 1-18 (b) 所示的下载接口中的 4 个端口（SCK）P1.7、（MISO）P1.6、RST、（MOSI）P1.5。如图 1-18 (b) 所示的下载接口的其他端口还有：Vcc 接电源正极，一般为 5V；两个 GND 接地；NC 脚表示什么都不连接；P1.4（ \overline{SS} ）只在烧写 AT89LP 系统单片机时使用到。所以 AT89S51 单片机的 4 个管脚 P1.5、P1.6、P1.7 和 RST 除作正常的控制功能使用外，还承担了在线下载的任务。

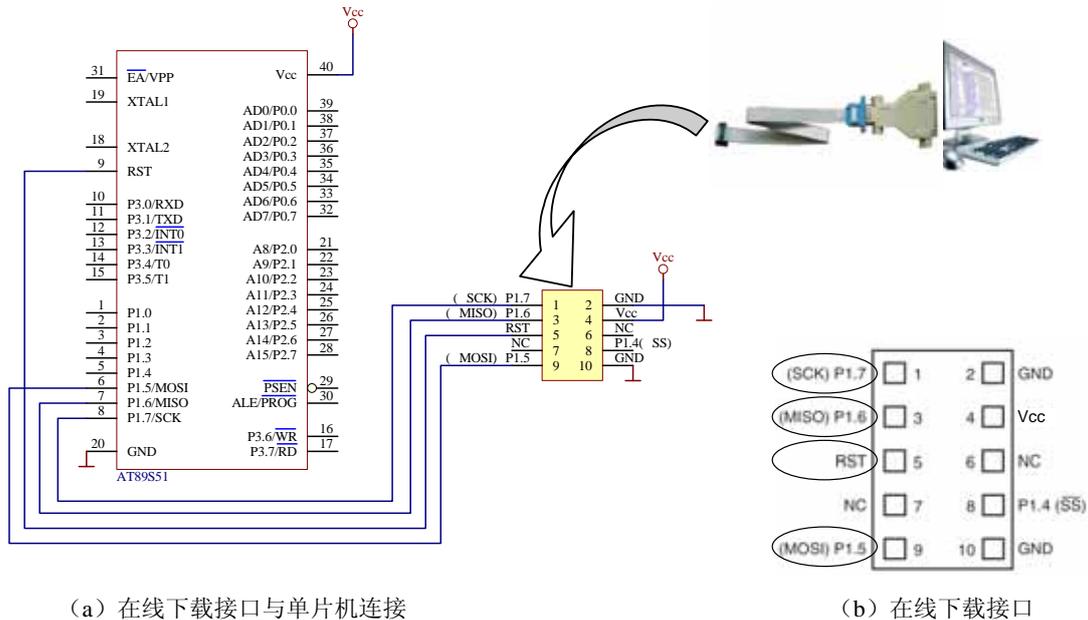


图 1-18 在线下载接口

用下载线烧写单片机时，把下载线的一端插到如图 1-18 所示的下载接口上，另一端插到计算机的并口上，并在计算机上执行下载应用程序，就能把指令汇编成的 .hex 文件中的十六进制代码烧写到单片机专门用于存储执行代码的空间中。烧写完成后，从单片机的在线下载接口中拔去下载线，单片机上电复位后就按烧写好的指令工作了。

关于在线下载的具体操作步骤将会在第 2、3 章中详细介绍。此时，可以购买一条 AT89S51 单片机的下载线或按附录 10 中的介绍方法自制，为单片机的全面学习作好准备。

思考一下

1. 编程器是什么？简述编程器烧写单片机的过程。
2. 在编程器中烧写完成的单片机与没烧写前有什么不同？
3. 什么是下载线？简述下载线的工作过程。
4. 单片机的在线下载口由哪些管脚组成？

5. 下载线如何连接计算机与单片机进行程序的下载？

1.5 有哪些单片机

以上谈到的单片机都是以 Atmel 公司的 AT89S51 型单片机为例，它属于 51 单片机系列中的一个型号。51 单片机是国内比较流行的且学习资料比较丰富的一个系列。本书的大部分实例都是以 AT89S51 单片机为代表进行介绍。当完成 AT89S51 单片机的学习后，再去看看其他的单片机知识和应用方法，就会得心应手、挥洒自如。

除了 Atmel 公司的 AT89S51 单片机外，世界许多单片机厂商都依据应用领域和功能特点推出许多不同型号的单片机，以适应不同场合的应用需要。表 1-1 所示是一些国外厂商及它们的代表单片机产品。

表 1-1 不同厂商的单片机

公司标志	名称	代表单片机
	Analog Devices (模拟器件)	 ADUC832
	Atmel (爱特梅尔)	 ATMEGA16
	Dallas (达拉斯)	 DS80C390
	Freescale Semiconductor (飞思卡尔)	 MC68000
	Infineon (英飞凌)	 C1645V
	Intel (英特尔)	 P8051AH
	Microchip (微芯)	 PIC24
	National Semiconductor (国家半导体)	 COP8CBR9HVA8

不同厂商不同型号的单片机产品有不同的特点，例如存储器的容量、管脚数、内部结构、工作电压、运算速度、指令等。由于我们现在的知识不够，就算展开比较它们的功能、技术指标的意义不是很大。我们只需要知道世界上有许多厂商生产单片机，且有许多型号，

等学习完本书后，可以在实际应用中根据需要选择不同的单片机。

思考一下

世界上有哪几个主要的单片机生产商？在因特网上看看能不能找到更多的生产商？

1.6 实例点拨——电子万年历

除了前面谈到的全自动洗衣机是一个典型的应用单片机的例子，本节再从一个生活中应用单片机的例子——电子万年历来进一步了解单片机的控制与处理功能。如图 1-19 所示是一台普通的多功能电子万年历，它能显示当前的时间（时、分、秒）、日期（年、月、日）、室温等，此外还有报时和手动调整时间、日期等功能。可以按照图 1-2 所示对全自动洗衣机系统剖析的方法，对电子万年历的功能模块进行初步分析。

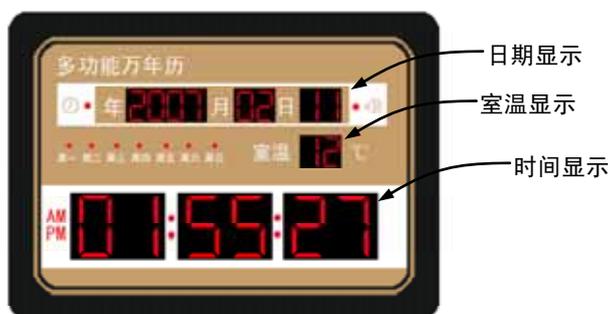


图 1-19 电子万年历

首先可以不假思索地估计电子万年历中需要一个单片机，这是因为本书所有实例都围绕着单片机展开。其次就是 3 组数码管分别用于显示日期、室温和时间。再有需要一个报时器，可使用一般的扬声器或蜂鸣器作为报时发声器。最后就是 3 个用于调整和设置的按钮用于时间、日期、报时的调整或设置。所以总结这个电子万年历的功能模块有：单片机模块、数码管显示模块、报时器模块、调整按钮模块，如图 1-20 所示。当然还有电源模块给整个系统供电，在这里先行省略。

至于具体的电路也就是电子万年历的硬件部分一开始先不急于去探索，因为我们后面会去学习各个模块的知识。此外就是单片机的指令部分在一开始由于我们的知识不够，也没有必要铺开理解，只需要知道指令“指使”单片机执行各种操作和处理，进而实现对外围器件如数码管、报时器、按钮的控制。

图 1-20 值得注意的是区分功能模块之间的输入/输出关系。例如单片机向三组数码管输出显示信号，3 组数码管才能正确地显示数字；单片机同时也向报时器输出报时信号，报时器根据信号进行报时。而 3 个调整按钮却是向单片机输入按钮的开关信号，例如，当按钮按下时向单片机输入低电平（0V），当按钮放开时向单片机输出高电平（+Vcc），单片机根据某一按钮输入进来的低电平或高电平来判断按钮是否被按下。单片机模块与其他模块

之间的关系可以从功能模块之间连接线的箭头方向反映出来。

通过第一个实例点拨——电子万年历，我们可以初步感受单片机的“控制”与“处理”角色。

所谓“控制”就是单片机通过发送控制信号对外围器件进行操作，或者通过接收外围器件输入的信号进行相应的响应的过程。例如图 1-20 中单片机向数码管发送的显示信号使得 3 组数码管正确地显示日期、室温和时间。控制还体现在当调整按钮按下后，接收按钮传送回来的开关信号。而“处理”着重讨论的是单片机自身进行运算（加、减、乘、除等）、分析数据的操作。例如在图 1-20 中，万年历显示时间的数码管的秒钟位要想实现每 1 秒增加 1，那单片机自身就需要有精确的计时，每隔 1 秒向数码管输出一个新的显示信号来更新显示的时间。单片机可以通过指令来完成这种精确的计时。这个特点就属于单片机“处理”时间的范畴。

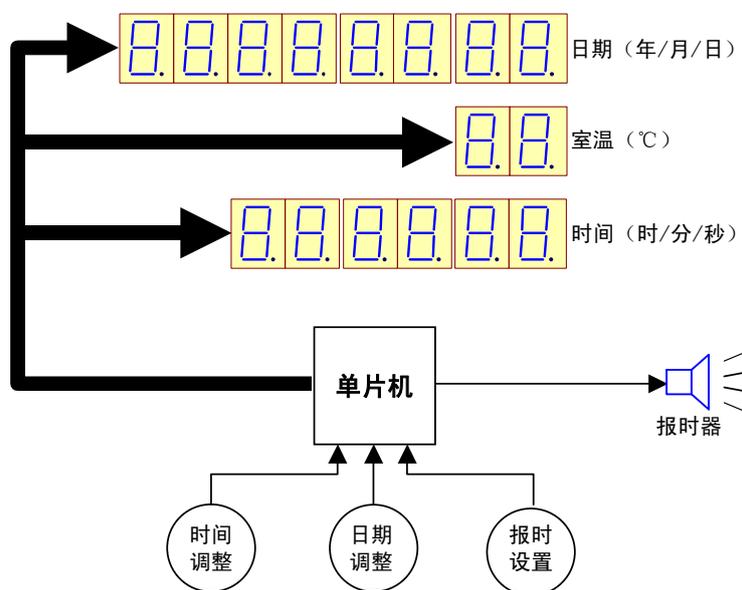


图 1-20 电子万年历功能模块

从以上对电子万年历简单的分析中，我们了解到一台普通电子万年历内部的功能模块组成，并进一步认识到单片机在其中的角色——控制外围器件和处理内部计时。这足以证明单片机是一个集控制和处理功能于一身的微型“大脑”。

在日常生活中，除了电子万年历之外，以下的电器或设备中也使用了单片机，足见这个微型“大脑”用途之广泛。

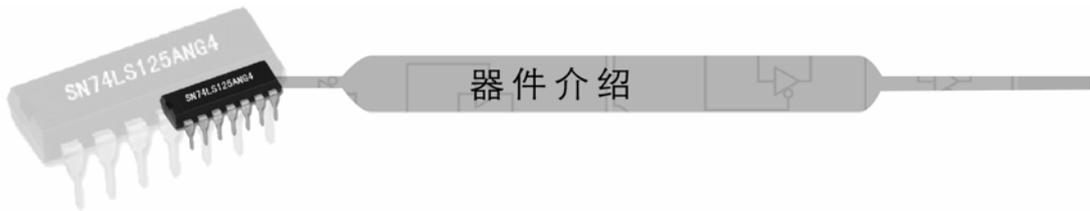
家庭和办公室中：

- | | | |
|---------|-----|-------|
| 对讲机 | 摄像机 | 数码相机 |
| 电话机 | 游戏机 | 电子玩具 |
| 自动门 | 手机 | 自动健身机 |
| 电话自动答录机 | 空调机 | 微波炉 |

传真机	电冰箱	复印机
计算机	洗衣机	激光打印机
电视机	电子乐器	喷墨打印机
录像机	自动灯
汽车:		
GPS 定位系统	ABS 系统	车载电话
引擎控制	传输控制	无线门锁
安全气囊	空调机

 **思考一下**

在日常生活中有哪些设备/仪器/电器可能应用单片机及其相关技术？



1. 电阻器

电阻器是一种最常用的电子器件，简称电阻（resistor），它是控制电路电流和电压的器件，其外观和电路符号如图 1-21 所示。在电阻表面上有彩色的环线，用来标记电阻的阻值。有的电阻有 4 个环线，这种电阻精度低；有的则有 5 个环线，精度较高。电阻通常有 3 种单位，它们之间的换算关系是： $1M\Omega = 10^6k\Omega = 10^{12}\Omega$ 。



图 1-21 电阻器

2. 发光二极管

发光二极管（LED）是一种十分常用的指示器件，我们平常看到的指示灯大多数都是发光二极管。它的外形和电路符号如图 1-22 所示。新的发光二极管较短的管脚是负极，对应电路符号的带横线的一端，另一端则为正极。使用发光二极管时，其正极应该接入电源的正极，负极接公共地线（或电源负极），否则不能正常工作。工作电压一般为 1.8~4.5V，电流为几十 mA~几百 mA。当电压过高时，可用电阻进行分压，如图 1-22（c）所示。

3. 开关

开关（switch）也是一种简单而常用的电子器件，这里所说的开关是机械开关，常用的机械开关有拨动开关（toggle switch）、按钮开关（button switch）、微动开关（micro switch）

和 DIP 开关 (DIP switch) 等, 其外形和电路符号如图 1-23 所示。开关的功能比较简单, 即实现电气上的连接与断开。

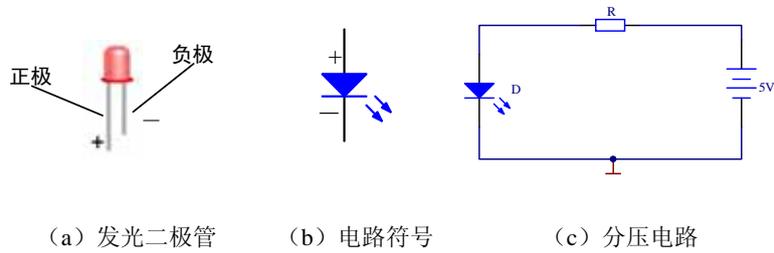


图 1-22 发光二极管

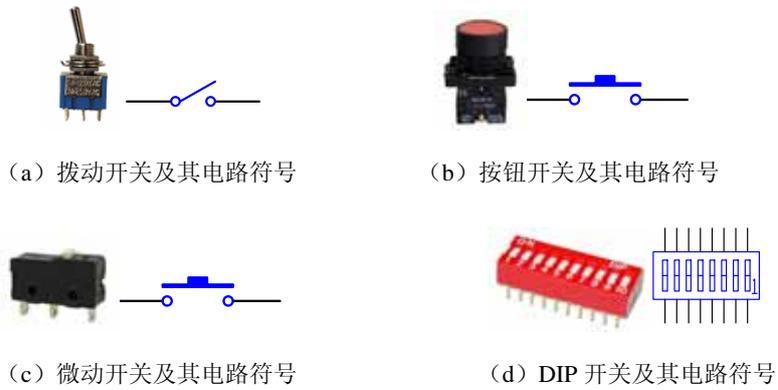


图 1-23 开关