

图解PIC单片机应用技术

PIC单片机与机电一体化技术

〔日〕河西真史 鹤见惠一 山本健一 著

关 静 马金祥 高 娟 译



科学出版社

www.sciencep.com

图解 PIC 单片机应用技术

PIC 单片机与机电一体化技术

〔日〕河西真史 鹤见惠一 山本健一 著
关 静 马金祥 高 娟 译

科 学 出 版 社

北 京

图字: 01 2009 3487 号

内 容 简 介

本书是“图解 PIC 单片机应用技术”丛书之一。本书主要介绍 PIC 在机电一体化中的应用技术,内容深入浅出,图文并茂,即使完全没有电子制作经验,也可以使用 PIC 制作相关电子产品。本书共分 6 章,第 1 章介绍电子制作的相关工具及使用方法,以及如何制作测试电路、如何更改程序;第 2 章以“加速度万步计的制作”为例,介绍电路的构思与设计,以及相关的编程技巧;第 3 章和第 4 章介绍电动机的位置控制及转速控制;第 5 章介绍小型调试仿真机的制作及程序的制作与调试;第 6 章介绍无线电控制飞机的机体发现蜂鸣器的制作。本书所有程序均可以从 <http://mycomputer.cq-pub.co.jp> 下载。

本书可供 PIC 单片机爱好者、高等院校相关专业师生,以及从事单片机项目开发制作的工程技术人员阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

PIC 单片机与机电一体化技术/(日)河西真史等著;关静,马金祥,高娟译. —北京:科学出版社,2010

(图解 PIC 单片机应用技术)

ISBN 978-7-03-029410-4

I. P… II. ①河… ②关… ③马… ④高… III. ①单片微型计算机-图解 ②机电一体化-图解 IV. ①TP368.1-64 ②TH-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 213544 号

责任编辑:杨 凯 / 责任制作:董立颖 魏 谨

责任印制:赵德静 / 封面设计:郝恩誉

北京东方科龙图文有限公司制作

<http://www.okbook.com.cn>

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京天时捷彩色印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 1 月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2011 年 1 月第一次印刷 印张: 14 3/4

印数: 1—4 000 字数: 282 000

定价: 36.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

电子制作是件很快乐的事情,其最大的乐趣是使用电子器件作出自己想要的独创性的产品。例如,如果能组合电子线路和电动机控制机器的动向,就能形成各种有趣的现象,这称之为机电一体化。

那么实际能作出怎样的东西呢?听到电路设计等就感觉很难,如果付出了相当大的辛苦却没作出东西来的话,对初学者来讲会非常痛苦。但事实上那样的事情完全不会发生。

最近电子制作经常使用的有称为 PIC 的器件,使用 PIC,即使是初学者也能比较简便地设计电路,另外通过钻研写入内部的程序,能产生相当复杂且高难度的动作。根据传感器发出的指令使电动机动作等都能很简单地实现。另外,PIC 能够重写程序,能够简单测试各种器件的动作,所以 PIC 正是初学者应具有的器件。

本书的读者即使是完全没有电子制作经验,也能使用 PIC 开始电子制作。第 1 章从工具的介绍、焊接等的基本常识开始解说,介绍 PIC 编程必需的环境,实际制作测试电路,改造程序产生其他动作。第 2 章解说完成独创性装置的过程,以“加速万步计”为题材,介绍了从构思到电路设计,通过各部分的编程,完成一个设备的实例。

第 3~4 章主要针对的是电动机,对其位置控制、转速控制进行详细解说。第 5 章对易于升级 PIC 编程开发的调试作业的小型调试仿真机进行解说,使用此小型调试仿真机能够进行高效的程序开发。为了理解接收电线电控制信号、对应其控制信号进行输出的基本技术,第 6 章介绍了无线电控制飞机的机体发现蜂鸣器的制作。

从本书开始,希望更多的人对 PIC 电子制作产生兴趣,欢迎进入 PIC 单片机世界。

河西真史



录

第 1 章 初学 PIC

1.1 用 PIC 开始电子制作	1
1.2 电子制作所需的工具	4
1.3 PIC 烧写器配件和测试电路用的元器件	7
1.4 焊接练习	11
1.5 组装 PIC 烧写器配件	13
1.6 PIC 烧写器的动作确认	23
1.7 生成测试电路	26
1.8 将程序写入 PIC	31
1.9 程序的改写	44
1.9.1 等待时间循环的做法	46
1.9.2 开关的抖动处理	49
1.9.3 考虑主程序的流程	49
1.9.4 源文件解说	49
1.9.5 总 结	54
用语解释	56

第 2 章 Step by Step 加速度万步计的制作

2.1 做什么?	59
2.2 加速度万步计的电路设计	60
2.3 电路的制作	66
2.4 与 PC 通信	68
2.5 写入、读出数据	74
2.6 加速度传感器的测试	77
2.7 加速度记录器的制作	80
2.8 加速度万步计的制作	85

用语解释	120
参考文献	120

第 3 章 步进电机的驱动与定位

3.1 在机电一体化中使用的电机和驱动电路	121
3.2 组装步进电机驱动器配件	122
3.3 将配件变更为 CW/CCW	123
3.4 在梯形驱动中位置控制器的制作	128
3.5 原点传感器和出原点	137
3.6 异常状态的处理	139
3.7 位置控制例	140
3.8 CW/CCW 驱动和 A/B 驱动	142
3.9 关于驱动电路	142
3.10 PIC 自身的驱动能力	148
3.11 电机的种类及特征	150
3.11.1 步进电机	150
3.11.2 DC 电机	152
3.11.3 伺服电机	153
3.11.4 AC 电机	154
3.11.5 电机的选择方法	155
用语解释	156
参考文献	157

第 4 章 通过反馈控制使转速保持一定

4.1 用 VR 控制 DC 电机的速度	159
4.2 用 PI 控制使电机速度一定	167
用语解释	184

第 5 章 对开发起作用的小型调试仿真器 PIC16F84A&877 版的制作

5.1 调试的方法和工具	187
5.2 使用方法概要	188
5.3 程序规格	188
5.4 程序的构成和动作	190

5.5 程序的制成和调试	198
5.6 PIC16F877 版	202
用语解释	210
参考文献	210

第 6 章 无线电控制飞机的机体发现蜂鸣器的制作

6.1 无线电控制世界最近的动向	211
6.2 制作的装置的概要	213
6.3 来自无线电控制接收机的信号	213
6.4 使用 PIC12C509A 小型化的电路例的说明	214
6.5 软件的说明	217
6.6 多次写入一次性微处理器的方法	223
用语解释	224
参考文献	224

初学 PIC

河西 真史

橡胶动力纺车、带发条装置的汽车等玩具动起来很有趣,但单纯的动作会很快使孩子感到厌倦。各种各样的动作、用遥控器发来的指令进行复杂动作的玩具,都是使用计算机制作出来的,但很多人不清楚电路设计与编程。在计算机中为何不使用价格便宜、便于组装的 PIC 呢? PIC 具有将所利用的人的构思转变为具体功能的强大力量。

1.1 用 PIC 开始电子制作

“电子制作”是使用电子元器件进行设计制作,如图 1.1 所示。可制作出收音机、测谎器、电子琴等设备的电子配件在市场上都有销售。按照说明书焊接电阻、电容等电子元器件组装电路,耐心进行调试后就可使其执行不同的功能,制作者也能从中体会到动手的乐趣。



图 1.1 电子工作

电子制作是使用电子元器件进行设计制作。自己设计电路,组装配件能制作出独创的作品。

即使只组装这些配件也是很有趣的事情,事实上电子制作的每一步都是一种享受,这是因为从开始设计电路到完成独创性作品都融入了制作者的思想,当然其中的辛苦只有制作者最清楚,但想到世界上只此一件作品是按照自己的设计工作时,心中的激动是无法用语言来表达的。

对电子制作初学者来说,从电路设计开始到最后完成作品并不是那么简单。例如这里思考一下使发光二极管(LED)每1s亮灭的电路,如图1.2所示。

设计这样的电子电路时,需要知道哪个电子元器件发挥怎样的作用。另外,如果不知道某些电路的基本原理,岂止是设计,就连电路都不能看懂,制作者将完全不知所措。

近年来业余爱好者的电子制作中经常会用到称为PIC的这种器件。所谓PIC是集成电路(IC)的一种,常用作微计算机控制电路中(照片1.1)。

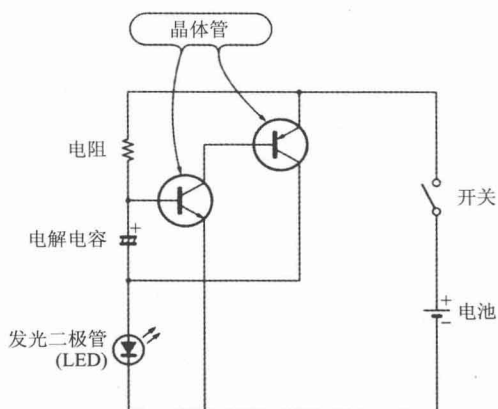
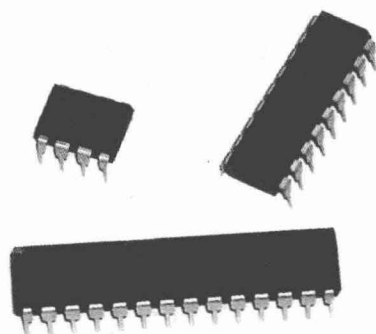


图 1.2 LED 亮灭的控制电路

使用晶体管、电容、电阻等设计的LED亮灭控制电路,如果不知道各个部件的功能、基本的电路原理,设计是很难的。



照片 1.1 PIC 芯片

PIC是Microchip Technology公司开发的IC,根据性能、大小有各种各样的类型。把程序烧写到芯片内部的存储器中,芯片像计算机一样工作,一片PIC芯片几元到几十元人民币不等。

实际上此PIC芯片是电子制作初学者的好“伙伴”,比如使发光二极管亮灭的控制电路使用PIC芯片时,原理如图1.3所示。

电路图的中心有PIC,与电池相连,发光二极管通过电阻与PIC连接。虽然电路图看似比较简单,但乍一看也还是不清楚它是怎样进行工作的。

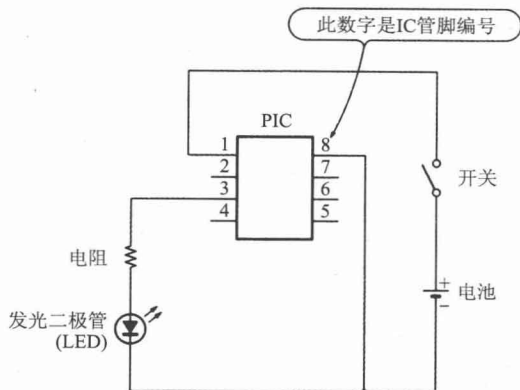


图 1.3 使用 PIC 控制的 LED 亮灭控制电路

电路比较简单,虽然这样,仍然不清楚电路怎样工作。实际上通过看到被写入 PIC 内部的程序,才能够理解此电路的工作原理。

如果 PIC 中被写下了如下的“指令”会怎样呢?

指令书

- (1) 第3管脚接电源开关
- (2) 第3管脚开关置为ON
- (3) 等待0.5s
- (4) 第3管脚的开关置为OFF
- (5) 等待0.5s
- (6) 到此返回 (2)

怎么样? 实际上相当容易理解吧(见图 1.4)。

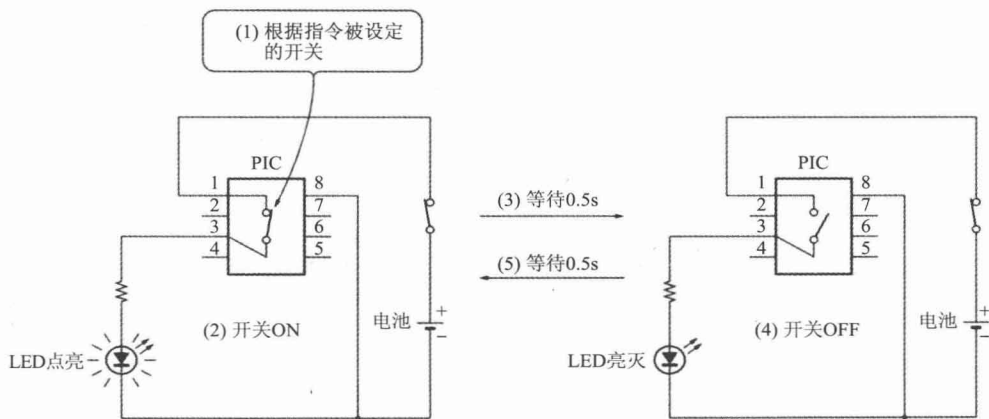


图 1.4 “指令”组成的 PIC 的动作

PIC 与 PC 相同,按照被写入内部的指令(程序)工作。此图是第 3 管脚成为与电源连接的开关,通过切换此开关进行 LED 亮灯、灭灯功能的例子。

正如上面所看到的,使用 PIC 的电路多数比较简单,通过使“指令”=程序,就能使电路实现相当复杂的功能,只要驾驭了程序的写法,即使是电子制作初学者也能制作出如愿的设备。PIC 上的程序能够重写¹⁾,所以能够实验不同的构思。PIC 是电子制作入门最理想的器件。

本章面向的读者是完全没有电子制作经验的人。首先介绍电子制作所需的工具,接着介绍向 PIC 写入程序的装置——PIC 烧写器配件,然后介绍在 PC 上生成 PIC 程序的环境,最后介绍使用 PIC 的测试电路的实际操作²⁾。

即使没有电子制作经验的人员,按照本章的解说实际动手操作,也会组装出按预期功能工作的电路,其中的心情不言而喻。

1.2 电子制作所需的工具

工具的选择很重要,在电子制作中,需要备齐适于各种用途的工具。这些工具可在一般的 DIY 店买到,也可在网上购买。

本章必需的工具种类如下:

(1) 电烙铁。连接电子元器件时需要采用焊锡,而加热焊锡所需的工具就是电烙铁。陶瓷加热器规格中 20W 左右的电烙铁最常用(照片 1.2)。

(2) 焊锡。根据用途有各种各样的焊锡,电子制作一般采用线径 0.8mm,含锡 60%的焊锡,使用时常配以树脂熔剂(照片 1.3)。



照片 1.2 电烙铁

22W 陶瓷加热器的电烙铁(goot 制、型号 CXR-30),比此功率小的电烙铁(15W 等)适用于表面更细心的安装电路的制作。另外,大的(60W)电烙铁用于处理大电流元器件的焊接,20W 左右的电烙铁正适合于初学者使用。

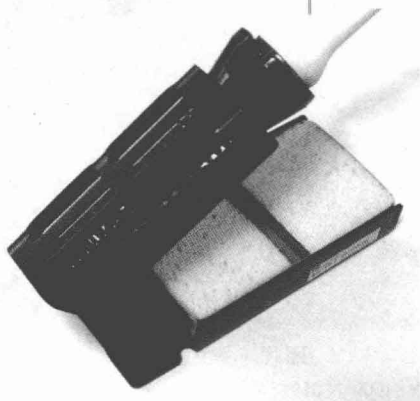


照片 1.3 焊锡

线径 0.8mm,含锡 60%,残留铅焊锡(goot 制、型号 SD-34),也有以 kg 为单位的一卷焊锡售卖。焊锡熔解前,使用溶出的树脂熔剂。熔剂起到易于使接合面熔合焊锡的作用。焊接时升起的烟是此熔剂的蒸气,对人体无益,所以尽量不要吸入。

1) 根据 PIC 的种类,有只能写 1 次的 PIC。本章使用的 PIC16F84A 是可重写的 Flash 型 PIC。
2) 所有必要的工具、配件等预算为 2~3 万日元。

(3) 烙铁台。电烙铁前端部分温度高达 300°C 以上,为安全起见,不使用时如照片 1.4 所示放置在烙铁台上。台上附着用于擦拭烙铁头的海绵。没有时,需要另行准备海绵或者湿布。



照片 1.4 烙铁台

附有海绵的烙铁台(goot 制、型号 ST-77),用含有水分的海绵清洁烙铁头,不受温度控制的普通电烙铁仍有 400°C 以上高温,清洁后能冷却到适于焊接的温度(350°C 附近)。

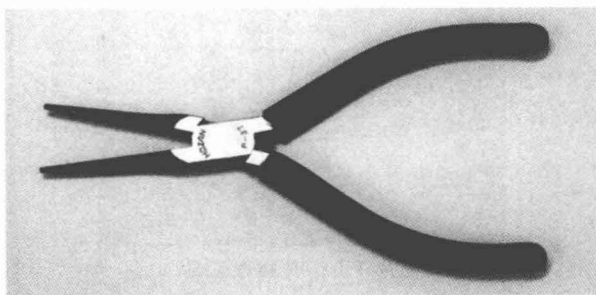
(4) 小镊子。处理细小器件时使用小镊子(照片 1.5)。根据精度不同,小镊子的使用情况差别很大。



照片 1.5 小镊子

goot 制的 TS-12,前端尖锐,选择严实对齐的小镊子使用。处理小器件使用。

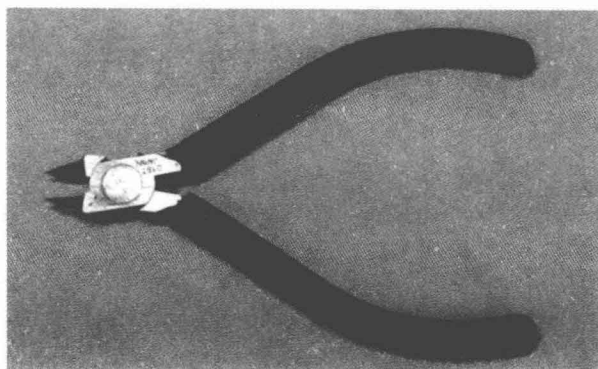
(5) 扁嘴钳。弯曲引线、固定部件时使用。前端细、无间隙。应选择紧密的扁嘴钳使用(照片 1.6)。



照片 1.6 扁嘴钳

照片 1.6 所示为 HOZAN 制的 P-37,选择前端细、无间隙者。由于不施以强力,所以适于小物品的操作。

(6) 斜口钳。切断多余引线,剥离线材外皮时使用。前端闭合严密,使用时用精度好的斜口钳(照片 1.7)。



照片 1.7 斜口钳

照片 1.7 所示为 HOZAN 制的 N-34,切断引线、剥离线材外皮时使用。选择前端严实对齐的斜口钳。为了不使斜口钝化,加工粗金属线时,请使用稍大些的扁嘴钳。

(7) IC 拔取工具。重新烧写 PIC 程序时,需要从 IC 插座中拔出 PIC。这时,如果使用照片 1.8 所示的专用工具,能够不使 IC 管脚弯曲,非常方便。



照片 1.8 IC 拔取工具

从插座拔出 IC 的工具,前爪打开,从两侧抓住 IC,形成抓紧结构。根据 IC 的大小,有适宜的种类。照片是对应 PIC16F84A(18 管脚)等的 Sunhayato 制 GX-3。即使没有这样的工具,使用细螺丝刀等,也能拔出 IC,但会使 IC 管脚弯曲的概率变高。

1.3 PIC 烧写器配件和测试电路用的元器件

工具已经备齐,下面就准备元器件吧。

PIC 烧写器有成品销售,也可自行制作,这里对价格便宜且深受业余爱好者喜爱的秋月电子的“PIC 烧写器配件”的制作进行详细解说。

本章必需的配件种类如下:

(1) PIC 烧写器配件。照片 1.9 是秋月电子的 PIC 烧写器配件,另外还需要一套电缆和电源,也可通过 <http://akizukidenshi.com> 购买。此配件另外附加 PIC16F84 和 10MHz 晶振,这些都将后述测试电路中使用。

PIC 烧写器通过 PC 操作,没有用于连接的 RS-232C(串行)接口的 PC,需要另外准备 USB/RS-232C 变换转接器。

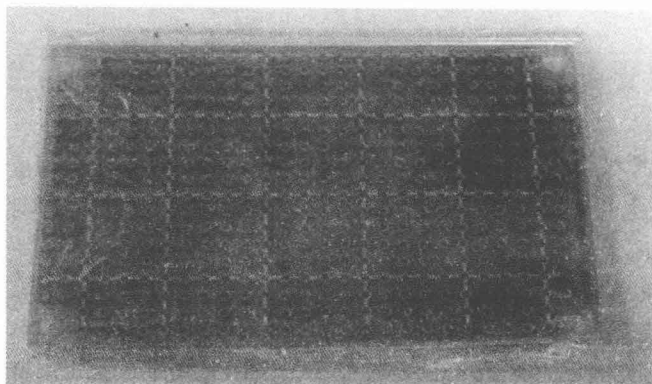
(2) 基板。将电子元器件焊接在此基板上制作电路。本次采用 5cm×7cm 大小的基板(Sunhayato 公司制 ICB-288G 等,照片 1.10)。

(3) 9V 电池(006P 电池)。电路使用的电源用电池(照片 1.11)。



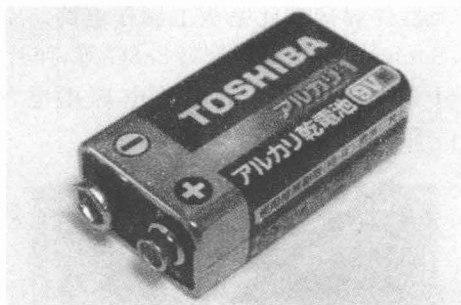
照片 1.9 PIC 烧写器配件

秋月电子的“PIC 烧写器配件”。另外还需要购买电缆和电源一套。



照片 1.10 通用基板

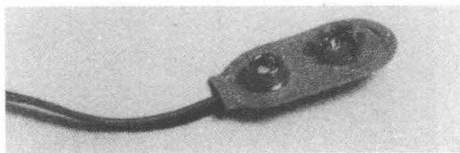
基板上开有安装元器件的孔,里面附有环状附铜(焊盘)。焊盘间用引线接线组装成电路。在制作自制电路时经常使用通用基板。照片中的基板是玻璃环氧树脂制造的。也有价格便宜的酚醛树脂板(黄色或褐色),重复焊接上较弱。



照片 1.11 9V(006P)电池

PIC 中经常使用 5V 电源,为得到稳定的电压,常使用三端稳压器(IC),从 9V 电池获得 5V 电源(后述)。此电池中放入了 6 个更小的电池(1.5V),合计 9V 电压。

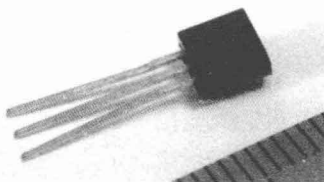
(4) 电池纽扣。用于连接 9V 电池(006P)端子的插头(照片 1.12)。



照片 1.12 电池纽扣

9V 电池用。连接电池时,要用正确的方法连接引线(红为“+”,黑为“-”)。

(5) 三端稳压器(78L05)。用于取出稳定的 5V 电压(100mA)的 IC(照片 1.13)。

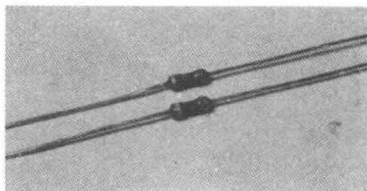


照片 1.13 三端稳压器

虽然能够将电池原样作为电路电源,但为得到稳定的电压,也使用这样的三端稳压器。本次使用电压 5V,最大电流 100mA 的 78L05(05 表示电压),其他厂家的同等品(TA78L005AP 等)也可使用。与电压、电流一样,有各种规格,有必要选择适于电路的规格。这里的 78L05 已足够驱动 PIC、LED、蜂鸣器等器件。

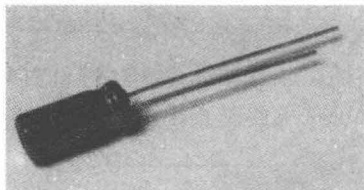
(6) 电阻。470 Ω 、4.7k Ω 各一个。额定功率(电阻的大小)选择 1/4W(照片 1.14)。

(7) 电解电容。使用一个 33 μ F/16V。容量为 47 μ F 或 100 μ F、电压为 25V 的电解电容也可以(照片 1.15)。



照片 1.14 电 阻

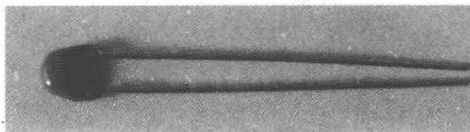
电阻的作用是限制流过电路中的电流。碳膜电阻一般根据阻抗值(单位 Ω)和额定功率(1/4W 或更小的 1/6W)分很多种。由于经常使用,所以很容易备齐。



照片 1.15 电解电容

在这次的测试电路中,电解电容用于稳定电源电压。和小的充电电池类似,所以在电源电压瞬间下降时放电,有辅助电流稳定作用。

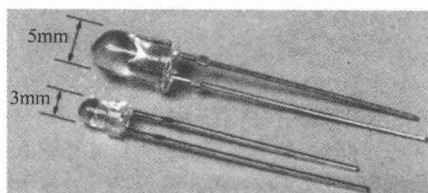
(8) 电容。陶瓷电容,0.1 μ F 一个(照片 1.16)。



照片 1.16 陶瓷电容

电容具有易通过交流电流的特性。利用此特性,可过滤旁路、除去电源附近产生的噪声。0.1 μ F 电容经常被使用,所以极易获得。

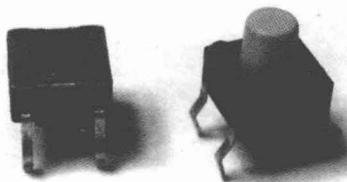
(9) 发光二极管(LED)。颜色可选择红色、绿色、蓝色等喜欢的颜色,直径使用 3mm 或 5mm(照片 1.17)。



照片 1.17 发光二极管

小功率发光元件,有各种颜色(红、绿、蓝、黄、白等),多数只放入一种颜色。最近少数电灯可使用的亮度类型的发光管也能很便宜买到,是应用比较广泛的器件。小的(3mm)类型多买些较好。

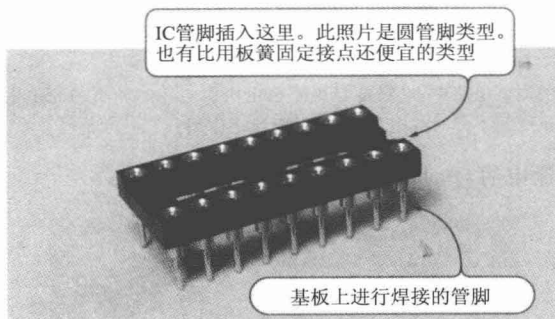
(10) 按键开关。能够在基板上直接焊接的小型开关(只在按压期间为 ON),为边长 6mm 的正方体(照片 1.18),使用一个。



照片 1.18 按键开关

所谓按键开关,是按下时触点被机械连接,成为 ON 状态,手指离开时因弹力力返回被绝缘。此照片所示的能安装在基板上的小型按钮在 PIC 测试电路中经常用到。

(11) IC 插座。使用一个 18 管脚的插座,可以说是 IC 的连接转接器,编程时可从电路基板上取下 PIC(照片 1.19)。



照片 1.19 IC 插座

持有多个管脚的 IC,一旦焊接,拆卸就相当困难。另外,PIC 场合重写程序时也有频繁拆卸的需要。因此,使用这样的插座,使 IC 能简单地取出。