

初中生

ADWIN

# 电子电路



〔日〕ADWIN株式会社 著 科创编辑部 译

## 电路基础



科学出版社

# 做中学 电子电路

## 电路基础

〔日〕ADWIN株式会社 著

科创编辑部 译



科学出版社

北京

图字：01-2018-7978号

## 内 容 简 介

本书是“做中学电子电路”系列教材的第一本，旨在引导读者通过电路制作、实验边做边学，在短时间内掌握电路基础知识。

全书分为40个学习实验步骤，内容涵盖面包板的使用、LED调光电路、电流/电压/电阻的测量、二极管应用、CR电路，晶体管放大电路、振荡电路、直流电机控制，以及结型FET、MOS型FET应用。

本书可用作本科和高职高专院校的电子技术专业教材，也可用作科技教育、创客教育培训教材。

All rights reserved.

Originally published in Japan by ADWIN Corporation.

Chinese (in simplified character only) translation rights arranged with ADWIN Corporation.

キットで遊ぼう電子回路 No.1: 基本編 vol.1 978-4903272764

キットで遊ぼう電子回路 No.2: 基本編 vol.2 978-4903272771

## 图书在版编目（CIP）数据

做中学电子电路：电路基础/（日）ADWIN株式会社著；科创编辑部译. —北京：科学出版社，2019.1

ISBN 978-7-03-059645-1

I. 做… II. ①A… ②科… III. 电子电路 IV. TN7

中国版本图书馆CIP数据核字（2018）第260751号

责任编辑：喻永光 杨 凯 / 责任制作：魏 谨

责任印制：张克忠 / 封面制作：张 凌

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>

三河市春园印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2019年1月第 一 版 开本：787×1092 1/16

2019年1月第一次印刷 印张：8

字数：100 000

定价：68.00元

（如有印装质量问题，我社负责调换）

# 前言

如今，科学技术取得了惊人的进步，但在教育领域，笔者认为学习方法和教育方法几乎没有变化。学生不爱学习只是其中的部分原因，教师也存在的问题。最终导致学生的个人潜能未能充分发挥，非常可惜。

那么，有没有让学生在短时间内掌握本质、发现兴趣点、独立学习的学习方法和教育方法？在体育界，为了培养奥运选手，人们不断研究出了各种科学训练方法。但笔者认为，在技术教育领域，教材和教育方法的开发还远远不够，可以说几乎没有进步。虽然有教育学这样的学科，但是笔者认为它没有取得本该有的成就。

现在，硬件学习不再是从前师父单独指导弟子的学习方式，网络等各种方式都被运用了起来。但是，只是学习方式发生了变化，重要的教育方法仍然处于原始时代。

笔者认为，有学习欲望，却因没有得到合适的指导而被冠以“差生”称谓的年轻人也很多。

革新之路还很漫长。

与世界上其他国家相比，现在的日本对技术人员的评价总体来看相当低。企业引入大量技术人员，支撑起工业大国日本已成为历史。那么，现在又如何呢？

电子产品深入家庭生活，大量物美价廉的商品从中国等国家流入日本，冲击了本国的市场。产业重组风暴席卷日本，曾经支撑国家的技术人员被大量裁员。

企业自身的生存状况不容乐观，毕业后无法就业的年轻人也在增加。

笔者认为，自己的路要靠自己来开辟。

本系列教材的目的是让大家掌握开辟道路所需的有力武器——电子技术人员的基本能力。

最后，衷心感谢购买本书的各位读者。今后也请各位多多关照。

ADWIN 株式会社 董事长  
答岛一成



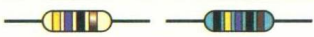
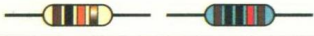
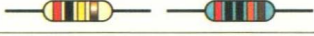
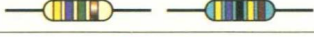
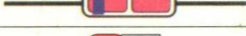
# 录

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 零件清单 .....                         | 1  |
| 焊接顺序 .....                         | 2  |
| STEP 01     点亮 LED .....           | 4  |
| STEP 02     反接 LED .....           | 8  |
| STEP 03     试用可变电阻器 (VR) .....     | 10 |
| STEP 04     电路三要素与欧姆定律 .....       | 12 |
| STEP 05     电压的测量 .....            | 14 |
| STEP 06     电流的测量 .....            | 18 |
| STEP 07     电阻的测量 .....            | 22 |
| STEP 08     并联电路 .....             | 26 |
| STEP 09     使用二极管的电路：整流电路 .....    | 28 |
| STEP 10     使用二极管的电路：逻辑电路 .....    | 30 |
| STEP 11     使用二极管的电路：或门逻辑电路 .....  | 32 |
| STEP 12     使用二极管的电路：与门逻辑电路 .....  | 34 |
| STEP 13     使用二极管的电路：矩阵 .....      | 36 |
| STEP 14     电容器 .....              | 38 |
| STEP 15     纯 CR 电路 .....          | 40 |
| STEP 16     为纯 CR 电路增加放电功能 .....   | 44 |
| STEP 17     CR 电路（电容器并联） .....     | 46 |
| STEP 18     CR 电路（电容器串联） .....     | 48 |
| STEP 19     用 Excel 模拟 CR 电路 ..... | 52 |

|         |                    |     |
|---------|--------------------|-----|
| STEP 20 | CR 电路（微分电路和积分电路）   | 54  |
| STEP 21 | 认识晶体管              | 58  |
| STEP 22 | 晶体管的应用：定时器电路       | 60  |
| STEP 23 | 晶体管的应用：电流放大电路      | 62  |
| STEP 24 | 晶体管的应用：LED 调光电路（1） | 64  |
| STEP 25 | 晶体管的应用：LED 调光电路（2） | 66  |
| STEP 26 | 晶体管的应用：LED 调光电路（3） | 68  |
| STEP 27 | 晶体管的特性表            | 70  |
| STEP 28 | 晶体管的应用：CdS 光敏电阻    | 74  |
| STEP 29 | 晶体管的应用：达林顿电路       | 76  |
| STEP 30 | 晶体管的应用：直流电机控制（1）   | 78  |
| STEP 31 | 晶体管的应用：直流电机控制（2）   | 80  |
| STEP 32 | 晶体管的应用：直流电机控制（3）   | 82  |
| STEP 33 | 晶体管的应用：多谐振荡器（1）    | 84  |
| STEP 34 | 晶体管的应用：多谐振荡器（2）    | 86  |
| STEP 35 | 晶体管的应用：多谐振荡器（3）    | 90  |
| STEP 36 | 晶体管的应用：间歇振荡器       | 92  |
| STEP 37 | 认识场效应晶体管（FET）      | 95  |
| STEP 38 | 结型 FET 的应用         | 97  |
| STEP 39 | MOS 型 FET 概要       | 99  |
| STEP 40 | MOS 型 FET 的应用      | 103 |
|         | 零件解说               | 105 |
|         | 参考答案               | 109 |

# 零件清单

本书所用的电子零件如下。此外，还要准备电烙铁和万用表。

| 图 示                                                                                 | 零件名称     | 备 注         | 型 号       | 数 量 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------|-------------|-----------|-----|
|                                                                                     | 面包板      |             | MB-102    | 1   |
|                                                                                     | 面包线      |             |           | 若干  |
|    | 电阻器      | 47Ω         | 1/4W      | 1   |
|    | 电阻器      | 220 Ω       | 1/4 W     | 2   |
|    | 电阻器      | 820 Ω       | 1/4 W     | 3   |
|    | 电阻器      | 1.5kΩ       | 1/4W      | 3   |
|    | 电阻器      | 2.2kΩ       | 1/4 W     | 3   |
|    | 电阻器      | 10kΩ        | 1/4W      | 1   |
|    | 电阻器      | 15kΩ        | 1/4 W     | 1   |
|    | 电阻器      | 33kΩ        | 1/4 W     | 3   |
|    | 可变电阻器    | 100kΩ       |           | 1   |
|    | 电阻器      | 200kΩ       | 1/4 W     | 1   |
|    | 电阻器      | 4.7MΩ       | 1/4 W     | 1   |
|   | LED      | 红色          |           | 4   |
|  | LED      | 黄色          |           | 3   |
|  | LED      | 绿色          |           | 3   |
|  | 二极管      |             | 1S1588    | 3   |
|  | 薄膜电容器    | 0.1μF       | 0.1 J.100 | 3   |
|  | 电解电容器    | 10μF        |           | 3   |
|  | 电解电容器    | 33μF        |           | 3   |
|  | 电解电容器    | 47μF        |           | 2   |
|  | 晶体管      | NPN 型       | 2SC1815   | 2   |
|  | 晶体管      | PNP 型       | 2SA1015   | 1   |
|  | 结型 FET   | N 沟道        | 2SK30ATM  | 1   |
|  | MOSFET   | N 沟道        | 2SK2231   | 1   |
|  | CdS 光敏电阻 |             |           | 2   |
|  | 直流电机     | 3W, 12V     |           | 1   |
|  | 扬声器      | 8Ω, 0.5W    |           | 1   |
|  | 低频变压器    |             | ST-32     | 1   |
|  | 轻触开关     |             |           | 3   |
|  | 钮子开关     | 单刀双掷        |           | 1   |
|  | 电池盒      | 5 号 × 4, 6V |           | 1   |

※ 以上零件可能在没有预告的情况下变更，敬请谅解。

# 焊接顺序

为了方便和面包板搭配使用，套件中有需要焊接的零件。所需的焊接工具如下。

## 电烙铁

建议使用 20 ~ 40W 的电烙铁



## 焊锡丝

建议使用 1mm 的焊锡丝



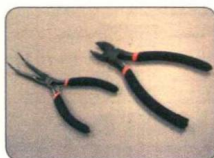
## 烙铁架

建议使用稳定的烙铁架



## 尖嘴钳等

用于剪线和剥线



## 绝缘胶布

用于电池盒的接线部分



焊锡丝里面含有的助焊剂有非常重要的作用，焊接时就会体验到了。

### 1. 去 垢

助焊剂在烙铁的加热下融化并活性化，通过化学作用去除金属表面的氧化膜和污垢。

如果不去掉金属表面的氧化膜，即使焊上，也会很快脱落。

### 2. 润 湿

减小焊锡的表面张力，增强焊锡的流动性。

不含助焊剂的焊锡的润湿性不好，会形成锡珠。

### 3. 防氧化

在焊接过程中，要防止金属表面氧化。

如果表面在润湿之前被氧化，将无法上锡。

初学者通常让焊锡丝直接接触烙铁头，使其加热融化，这并非正确的焊接。

因为，助焊剂在发挥上述 3 个作用前就蒸发了。

焊接时，应该让焊锡丝接触被烙铁头加热的待焊部位。

## 安全注意事项

- 焊接时应佩戴护目镜等。
- 电烙铁应放置在稳定的烙铁架上。
- 焊锡丝中含有铅和有毒物质，应谨防入口鼻。  
焊接完成后，一定要清洗双手并漱口。
- 保持焊接场所通风。

需要焊接的零件如下。

请事先将套件中的面包线剪成两段，然后焊接到以下零件的端子或引脚上。

**注意：**焊接动作要快，过度加热会损坏零件端子或引脚。

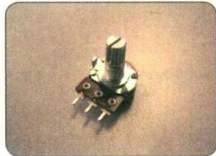
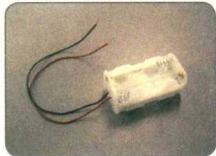
电池盒

可变电阻器

钮子开关

直流电机

扬声器



先按以下步骤加工导线。

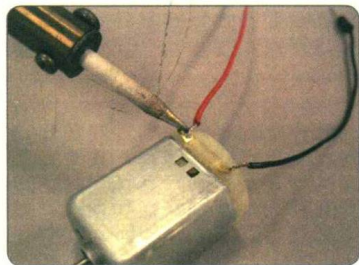
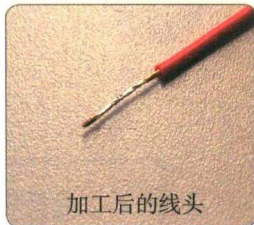
① 将套件中的长面包线从正中间剪成两段。

② 用尖嘴钳剥去切口端的绝缘层，露出约 1cm 的金属线。

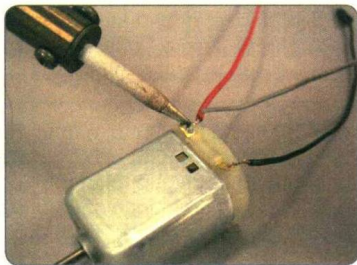
③ 用手指将金属线捻紧。

④ 用电烙铁给金属线上锡，准备焊接。上锡时，焊锡丝被夹在电烙铁和金属线之间。注意，焊锡过多会妨碍金属线缠绕在接线端子上。

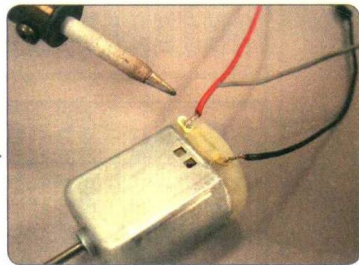
⑤ 将上锡后的金属线缠绕到各零件的接线端子上。



用烙铁头预热金属线部分



焊锡丝从烙铁头的背面插入，适量熔化



撤离焊锡丝。待焊锡充分浸润后，撤离电烙铁

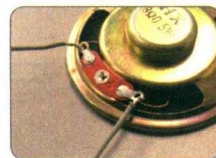
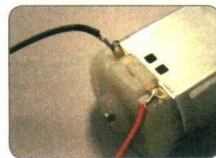
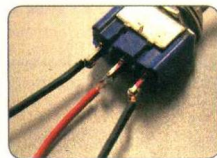
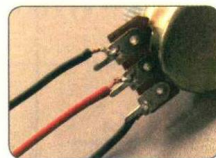
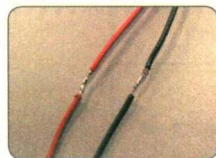
电池盒

可变电阻器

钮子开关

直流电机

扬声器



以上为焊接完成的样品。将电池盒的接线部分用绝缘胶布缠好（加强）。

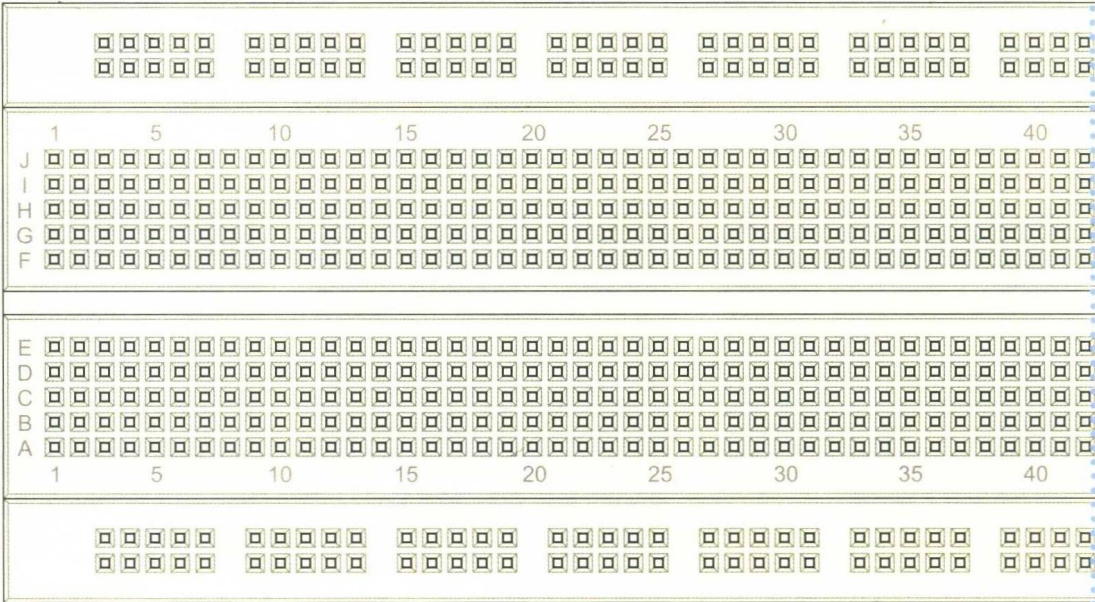
# STEP 01 点亮 LED

本书中的电路制作，在面包板上进行接线。  
面包板是不需要焊接就可以进行电路原型试制的神奇工具。



记一记

下图为面包板的示意图。  
一起用万用表来确认一下面包板的内部连接吧。



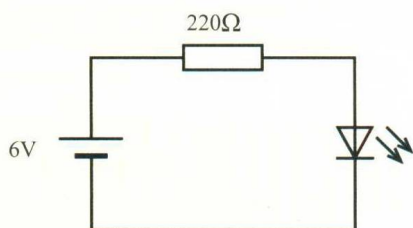
是否明白了面包板的内部连接？

电路要用手和脑去理解。知识的掌握离不开动手实践。

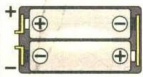
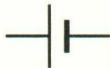
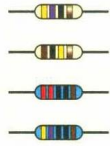
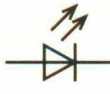
请使用套件中的零部件组装如下电路。顺利的话，可以点亮 LED。



做一做



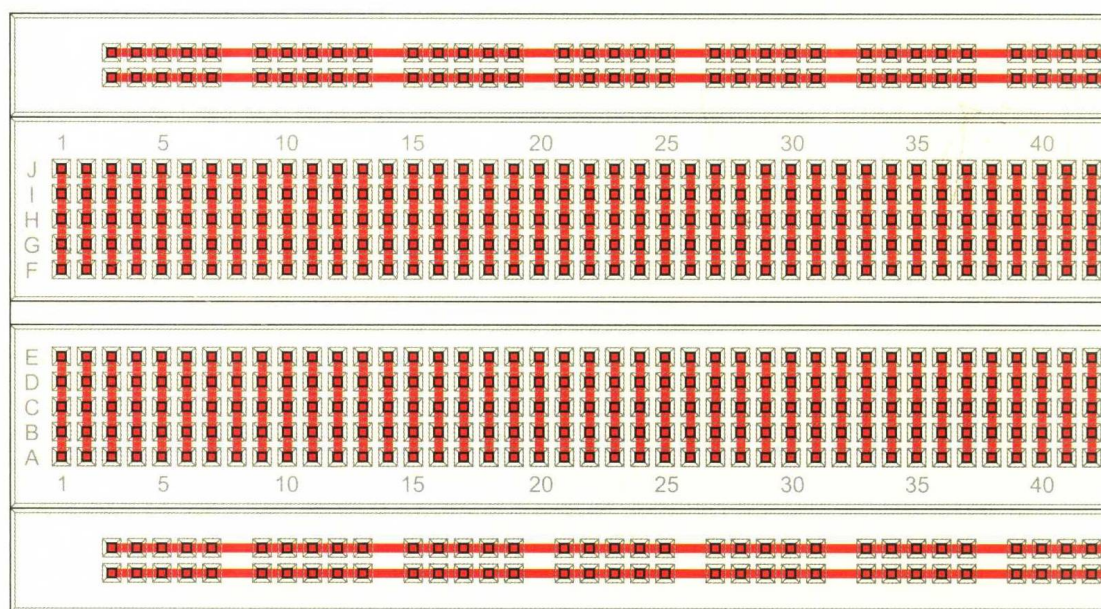
该电路中使用的电路符号的含义如下。

|                                                                                               |                                                                                     |                                                                                                                                                                  |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <br>电池（电源） |  | 电源有交流电源和直流电源之分。套件中采用的是 4 节 5 号电池串联而成的 6V 电源。<br>电池符号的长线代表正极，短线代表负极。                                                                                              |
| <br>电阻器    |  | 很多人采用  为电阻器符号。本书采用 ISO 标准符号。电阻的单位是欧姆（Ω），值越大，对电流的阻碍作用越大。<br>电阻色环的读取方法请参考第 8 页。 |
| <br>LED    |  | LED 是 Light Emitting Diode 的简称，即发光二极管，是二极管的一种。                                                                                                                   |
| <br>二极管    |  | 二极管符号的三角形箭头指向负极。                                                                                                                                                 |



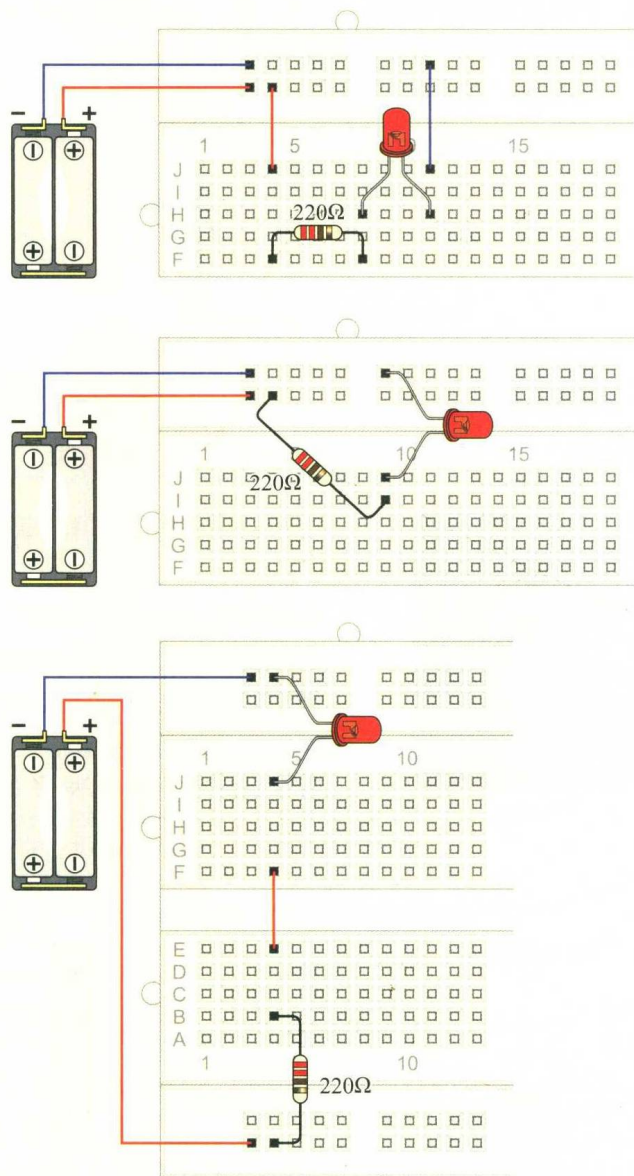
解 答

套件中面包板的内部连接状态如下图。



市面上有各种类型的面包板，使用方法大体相同。套件中面包板的 A-E 孔是连通的。根据面包板上标记的行列数字，就可以定位孔的位置。

下面是前述“做一做”中 LED 电路的接线示例。正确答案不止一种，多动手做做。



解 答

是否有人按照上述接线方式组装电路后仍不能点亮 LED？

之后又进行了怎样的努力才点亮的？

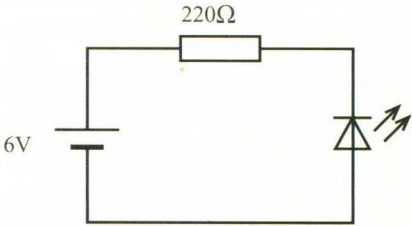
这其中隐藏着二极管的大秘密！

# STEP 02 反接 LED

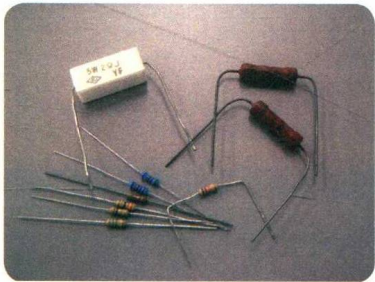


做一做

使用 STEP 01 制作的电路，能点亮 LED。  
在此状态下拔掉 LED，反插引脚，LED 又会处于何种状态？  
这说明了什么？对应的电路图如下。



## 电阻器的种类和用途

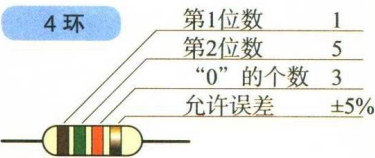


电阻器简称电阻，用于调节电路中的电流大小。

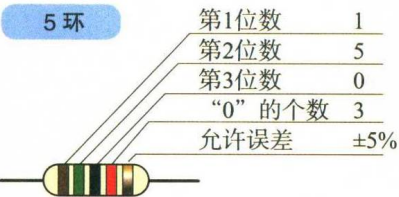
电阻器可分为碳膜电阻器和金属膜电阻器两种。  
套件中使用的是碳膜电阻器。  
严格来说，电阻器有阻值、阻值误差、额定功率、温度变化率等特性值。  
普通碳膜电阻器的表示（例）： $47\Omega$ ， $1/8W$ 。

## 电阻色环的读取方法

电阻色环有 4 环和 5 环两种。



数字的含义：  
阻值  $15\ 000\Omega=15k\Omega$   
允许误差  $\pm 5\%$



数字的含义：  
阻值  $15\ 000\Omega=15k\Omega$   
允许误差  $\pm 5\%$

| 颜色 | 第1环<br>第1位数 | 第2环<br>第2位数 | 第3环<br>0的个数 | 第4环<br>允许误差  |
|----|-------------|-------------|-------------|--------------|
| 黑  |             | 0           | 0           |              |
| 棕  | 1           | 1           | 1           | $\pm 1\%$    |
| 红  | 2           | 2           | 2           | $\pm 2\%$    |
| 橙  | 3           | 3           | 3           |              |
| 黄  | 4           | 4           | 4           |              |
| 绿  | 5           | 5           | 5           | $\pm 0.5\%$  |
| 蓝  | 6           | 6           | 6           | $\pm 0.25\%$ |
| 紫  | 7           | 7           | 7           | $\pm 0.1\%$  |
| 灰  | 8           | 8           | 8           |              |
| 白  | 9           | 9           | 9           |              |
| 金  |             |             |             | $\pm 5\%$    |
| 银  |             |             |             | $\pm 10\%$   |
| 无  |             |             |             | $\pm 20\%$   |

如果反接 LED，LED 就会熄灭。

STEP 01 中的电路是正确的，但是仍然有人无法点亮 LED。

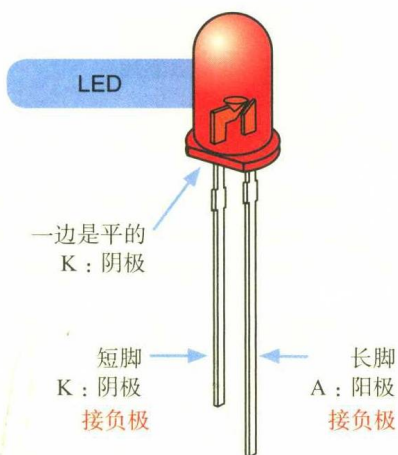
这是因为 **LED 是有方向的**。

二极管有阳极（A）和阴极（K）两个引脚。

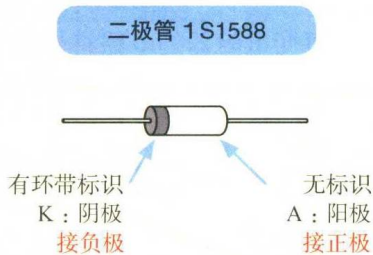
二极管中的电流只能从阳极流向阴极，无法反向流通。实际中，为了区分阴极和阳极，一般会对二极管进行标识。



解 答



注意：并非所有 LED 内部结构都能如此容易地区分阳极和阴极。



二极管正向导通，反向截至。  
请记住电路符号

## 二极管的种类和用途

二极管可以将交流转换为直流，用于整流和收音机中的检波等。

二极管有很多种类，根据用途可分为稳压二极管、变容二极管、发光二极管等。

发光二极管简称为 LED。正向通电后发光。LED 有红色、绿色、黄色、白色，以及涉及专利诉讼的蓝色，广泛用于光触媒和交通信号灯。

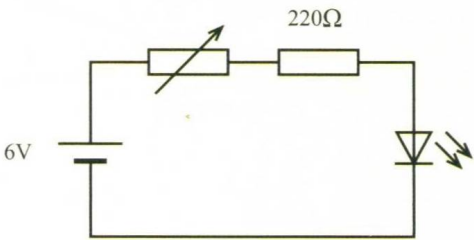


# STEP 03 试用可变电阻器 (VR)

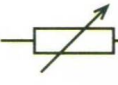
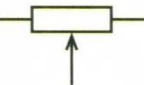


做一做

使用套件中的零件，试着制作以下电路。  
试着调节电阻器，会发生什么？

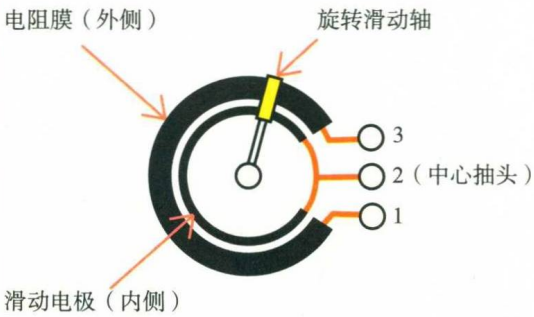


可变电阻器的电路符号如下。

|                                                                                             |                                                                                    |                                                                                    |                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| <br>可变电阻器 |  |  | 可变电阻器是阻值可以随意改变的电阻器。一般分为旋转式电阻器和滑动式电阻器。套件中配备的是滑动式电阻器。 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|

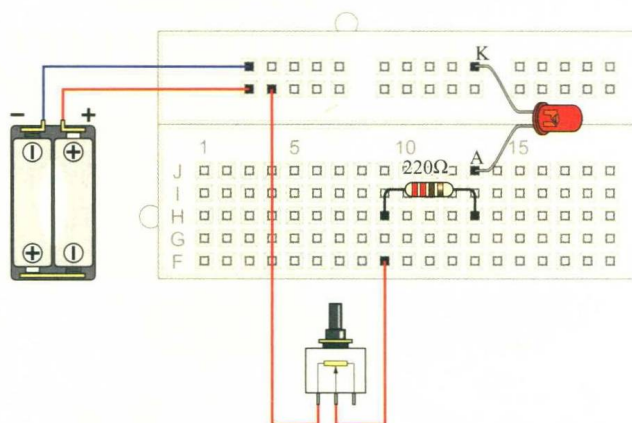
## 可变电阻器的结构

将滑动式电阻器拆解后如下。



这是原理说明图。滑动旋转轴的角度决定了 1-2 和 2-3 的阻值。

改变可变电阻器的阻值，LED 的亮度将发生变化。如果未出现上述现象，建议重新制作一次。不要一心想着下一步，要确实理解后才能进行下一步。制作失败的读者，可以参考下面的示例。

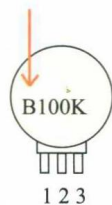


是否明白了 LED 的亮度发生变化的原因？

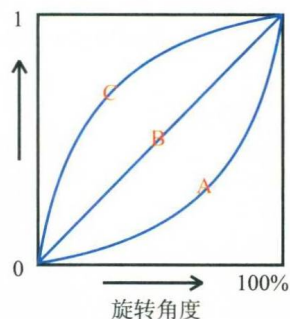
红线为 1-2 间的通路



“B”表示阻值的变化特性



$\frac{1-2 \text{ 阻值}}{1-3 \text{ 阻值}}$



套件中的可变电阻器有“B100K”标识，“B”表示阻值随旋转角度变化的特性。