



电工彩虹桥

# 全彩图解

Full Color

# 电工快速入门

- ❖ 本书最大特点是“全彩”与“图解”的完美结合
- ❖ “全彩”将电工实际工作中的情景和状态“真实还原”
- ❖ “图解”将电工实物图和接线图完美结合，独创“实物接线图”

▶ 张兴伟 编著



# Electrician



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

# 电工彩虹桥

## 全彩图解电工快速入门

张兴伟 编著



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

## 内 容 简 介

本书以图解的形式,结合实际工作需要,系统地介绍了电工仪表工具、常用低压电气元件、低压配电装置、照明电路、三相交流电动机以及电动机相关故障检修方法等一些电工入门必须掌握的知识与技能。

本书实用性强、内容丰富,通过活泼的图文编排大大提高了易读性、可读性,可作为广大电子爱好者的自学读物、各类电工培训的教材,也适用于广大初、中级电工阅读。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。  
版权所有,侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

全彩图解电工快速入门 / 张兴伟编著. —北京: 电子工业出版社, 2014.6  
(电工彩虹桥)

ISBN 978-7-121-23450-7

I . ①全… II . ①张… III . ①电工技术—图解 IV . ①TM-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第120929号

策划编辑: 柴 燕

责任编辑: 周宏敏 文字编辑: 韩 蕾

印 刷: 北京天宇星印刷厂

装 订: 北京天宇星印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 14 字数: 336千字

版 次: 2014年6月第1版

印 次: 2014年6月第1次印刷

印 数: 3000册 定价: 58.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 [zltz@phei.com.cn](mailto:zltz@phei.com.cn), 盗版侵权举报请发邮件至 [dbqq@phei.com.cn](mailto:dbqq@phei.com.cn)。

服务热线: (010) 88258888。

## 前 言

为了满足广大再就业人员、相关专业学生，以及初、中级电工快速掌握电工实际操作与维修技能的需要，我们编写了这套电工丛书，包括《全彩图解电工快速入门》、《全彩图解电工基础》、《全彩图解电工安装入门》。

本书编写过程中，从实用及快速技能培训的立场出发，注意基础知识与技能方面的训练，对电工操作基础知识、电工电路原理，以及电器电路及其检修的一些通用方法以崭新的视角予以讲述，以期初学者和有一定经验的技术人员都能找到自己所需要的东西，掌握一种思路、方法。具体来说，本书具有以下特点：

本书使用了大量的原始电工电路资料，实用性、资料性强，具有极强的指导性。

书中没有复杂的理论与数学推导，本书以图解的方式进行编写，结合实际进行讲解，读者易于理解。

涉及的范围广，经验技巧的指导性和实用性强，读者可直接将书中的知识应用于实际操作。

全书共分9章，分别介绍了学习电工技术所必需的一些电子基础、元器件、电路识图、简单的电路介绍、维修分析方法，等等。本书选择具有代表性的电工电路进行实际电路的讲解。

除署名作者外，参与本书资料整理与编写的人员还有钟云、林庆位、张积慧、钟晓、郭小军、张素蓉与钟钦等。

本书适用于广大与电工技术支持相关的从业人员，以及广大的电子技术爱好者。由于专业水平、条件与时间的限制，书中难免有不妥之处，敬请指正。

编 者

2014年5月

全

彩

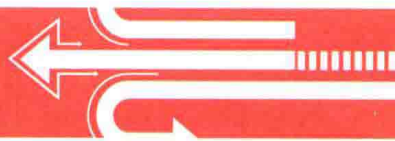
图

解

电 工 快 速 入 门

# 目录 Contents

写在前面的话（绪论）	2
第1章 电工基础知识	5
1.1 电路	6
1.2 电压与电流	8
1.2.1 电压	8
1.2.2 电流	9
1.2.3 直流与交流	9
1.2.4 电压与电流的关系	10
1.3 电气图形符号	11
1.4 交流电的基本知识	12
第2章 电工基本操作	17
2.1 常用电工工具	18
2.2 导线绝缘层剥削	21
2.3 铜导线的连接	24
2.4 压接管连接导线	29
2.5 螺丝线夹压接导线	30
2.6 螺母/螺钉压接导线	31
2.7 导线的封端	33
2.8 导线的绝缘恢复	34
2.9 导线的固定	35
2.10 电工绳结	38
第3章 电工仪表使用	39
3.1 电压表	40
3.2 电流表	41
3.3 指针式万用表	43
3.4 数字万用表	47



第4章 常用低压电器 .....	53
4.1 开关 .....	54
4.1.1 常用小型开关 .....	55
4.1.2 刀开关 .....	56
4.1.3 按钮开关 .....	58
4.1.4 检测按钮开关 .....	62
4.1.5 开关与负载的连接 .....	63
4.1.6 开关与负载的保护连接 .....	64
4.1.7 开关的简单应用 .....	67
4.2 熔断器 .....	67
4.2.1 低压熔断器 .....	68
4.2.2 高压熔断器 .....	71
4.3 断路器 .....	73
4.3.1 断路器概述 .....	73
4.3.2 断路器与电路连接 .....	76
4.4 漏电保护器 .....	78
4.4.1 漏电保护器概述 .....	78
4.4.2 漏电保护器原理 .....	79
4.4.3 漏电保护器的电路连接 .....	82
4.5 继电器 .....	86
4.5.1 电磁继电器 .....	86
4.5.2 继电器与负载的连接 .....	93
4.5.3 继电器与负载的保护连接 .....	94
4.5.4 热继电器 .....	94
4.5.5 时间继电器 .....	100
4.5.6 速度继电器 .....	102
4.6 行程开关 .....	104
4.7 接触器 .....	107
4.7.1 接触器概述 .....	107
4.7.2 接触器工作原理 .....	107
4.7.3 接触器的电路连接 .....	108
4.8 变压器 .....	111

# 目录

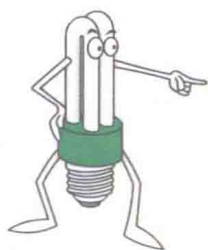


4.8.1	变压器概述	111
4.8.2	变压器的参数	113
4.8.3	变压器的种类	113
4.8.4	检测变压器	115
4.9	导线	116
<b>第5章</b>	<b>互感器与电能表</b>	<b>119</b>
5.1	电流互感器	120
5.1.1	电流互感器概述	120
5.1.2	电流互感器电路	122
5.1.3	使用电流互感器的注意事项	124
5.2	电压互感器	126
5.2.1	电压互感器概述	126
5.2.2	电压互感器特性	127
5.2.3	电压互感器的电路连接	128
5.3	电能表	132
5.3.1	电能表概述	132
5.3.2	电能表的接线	133
<b>第6章</b>	<b>家庭用电线路</b>	<b>139</b>
6.1	家庭电路的基本概念	140
6.2	住宅楼配电	142
6.3	家庭用电负荷计算	147
6.4	导线的选择	148
6.5	电灯线路	150
6.5.1	供电入户配电箱	151
6.5.2	照明线路的基本构成	152
6.5.3	日光灯线路	156
6.6	插座线路	159
6.7	知识拓展	161
6.7.1	一灯一开关一插座线路	161
6.7.2	根据平面图绘制线路	162



第7章 照明线路安装 .....	166
7.1 暗敷布线 .....	167
7.1.1 PVC 管道敷设 .....	167
7.1.2 清管穿线 .....	170
7.1.3 接线 .....	171
7.2 线管、电缆固定 .....	172
7.2.1 墙壁开孔 .....	172
7.2.2 安装膨胀螺栓 / 塑料膨胀管 .....	173
7.3 线槽安装 .....	175
第8章 检修调试照明电路 .....	177
8.1 施工质量检查 .....	178
8.2 安全性检查 .....	179
8.2.1 不加电检查 .....	180
8.2.2 加电检查 .....	184
8.3 故障处理 .....	186
8.3.1 试送电故障处理 .....	186
8.3.2 照明电路故障检修 .....	189
第9章 三相异步电动机 .....	192
9.1 电动机概述 .....	193
9.2 安装电动机 .....	196
9.2.1 电动机基础的安装 .....	196
9.2.2 电动机的固定 .....	197
9.2.3 电动机传动装置的安装与校正 .....	198
9.3 日常检修与维护 .....	202
9.3.1 电动机运行前的检查 .....	203
9.3.2 电动机运行中的检查 .....	206
9.3.3 电动机的机械故障 .....	207
9.3.4 电动机的电气故障 .....	209
9.4 电动机的控制电路 .....	211
9.4.1 开关直接控制电动机 .....	211
9.4.2 低压断路器直接控制电动机 .....	212
9.4.3 接触器控制电动机 .....	212





电工作业指对电气设备进行运行、维护、安装、检修、改造、施工、调试等

电工相关理论看起来是复杂的  
掌握方法实际操作却是简单的



### 学电工技术，不难

初中文化程度或以上，即使没有任何电工基础，也可很快入门电工技术。



## 写在前面的话（绪论）

市面上关于电工理论基础方面的书籍很多，但大都是依赖于严格的数学方程推导，少有适用于初学者、与电工实际工作紧密联系而又易于理解与掌握的电工基础知识的相关学习资料。

本书的一个重要特点就是面向实际应用，从实践出发对知识点予以描述。

在本书的编写过程中，力求从“技术”与“技巧”层面来描述电子基础各方面的相关知识点。在介绍知识点时，结合实际电路予以讲述，使书的内容深入浅出，语言简明扼要，通俗易懂。



本书的重点不在于电工相关的理论基础。但假如你以为相关的理论基础不重要，那就错了——你至多就是一个“工”。

一些电工的业务水平总是处于低水平状态，归根结底，还是在于基础知识不扎实。电工相关理论基础看似简单，但要真正学好并不容易。本书不是用来取代相关理论书籍的，本书的目的在于引导读者比较快速地入门。

“电”具有一定的抽象性，它不能被触摸、看、听或闻到。

在一定程度上，我们需要利用一些仪器，如万用表等来观察它。

从许多方面来看，讲解电工相关知识是抽象的、纯理论性质的，但我们努力将对数学与纯理论性质的讨论降到最低程度，以培养读者对电工相关知识的直觉意识与理解。



本书的读者，大都希望通过学习后能掌握一定程度的拓展职业生涯的技能。而这里所说的技能就是利用相关领域的基础知识解决实际问题的能力。注意，对于通常的电工工作来说，最常运用的就是简单的基础知识。

那么，如何发展并增强这样的技能呢？

最佳的方法当然是理论学习与实践相结合。

然而，要想真正掌握这样的技能，就必须利用相当多的时间来学习、阅读、理解。你会惊异地发现，你所求解的大部分问题都会利用到简单的基础知识。

学习基础知识的过程，初看是非常乏味的，然而，这一过程非常必要，随着工作的深入、知识的增加，这一过程会变得越来越容易。花时间阅读、理解基础知识最终会为你节省大量的时间，同时避免失败。



在一些高电压工作条件下，为防止万一，可穿戴绝缘工作防护服。



## 触电拯救

1. 首先要使触电者迅速脱离电源，越快越好。

2. 触电者未脱离电源前，救护人员不能直接用手触及伤员，因为有触电的危险。

3. 若触电者触及低压带电设备，救护人员应设法迅速切断电源，如拉开电源开关或刀闸，拔除电源插头等；或使用绝缘工具、干燥的木棒、木板等不导电的物体使触电者脱离电源。

救护人员也可戴绝缘手套或将手用干燥衣物等包起绝缘后解脱触电者；救护人员也可站在绝缘垫上或干木板上，绝缘自己进行救护。



4. 如触电者处于高处，脱离电源后会自高处坠落，因此，要采取预防措施。

5. 如果触电者紧握电线，可设法用干木板塞到其身下，与地隔离，也可用干木把斧子或有绝缘柄的钳子等将电线剪断。剪电线要一根一根地剪断，并尽可能站在绝缘物体或干木板上。

6. 若触电者触及高压带电设备，救护人员应迅速切断电源，或用适合该电压等级的绝缘工具（戴绝缘手套、穿绝缘靴并用绝缘棒）解脱触电者。救护人员在抢救过程中应注意保持自身与周围带电部分必要的安全距离。

7. 如果触电发生在架空线杆塔上，如为低压带电线路，若可能立即切断线路电源的，应迅速切断电源，或者由救护人员迅速登杆，束好自己的安全皮带后，用带绝缘胶柄的钢丝钳、干燥的不导电物体或绝缘物体将触电者拉离电源；

8. 如果触电者触及断落在地上的带电高压导线，且尚未确证线路无电，救护人员在未做好安全措施前，不能接近断线点8m 范围内，防止跨步电压伤人。应想办法利用长的绝缘物使触电者脱离带电导线，并想办法迅速断电。

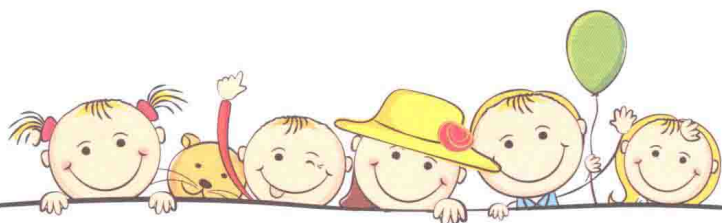
在确证线路已经无电后，也应迅速将其带至 20m 以外后立即开始触电急救。（关于急救的方法请参阅其他专业资料）。

若自己误入有跨步电压的危险区域，双脚并拢、小步跳跃，直至高压电线接地点的20m以外，以脱离跨步电压危险区。

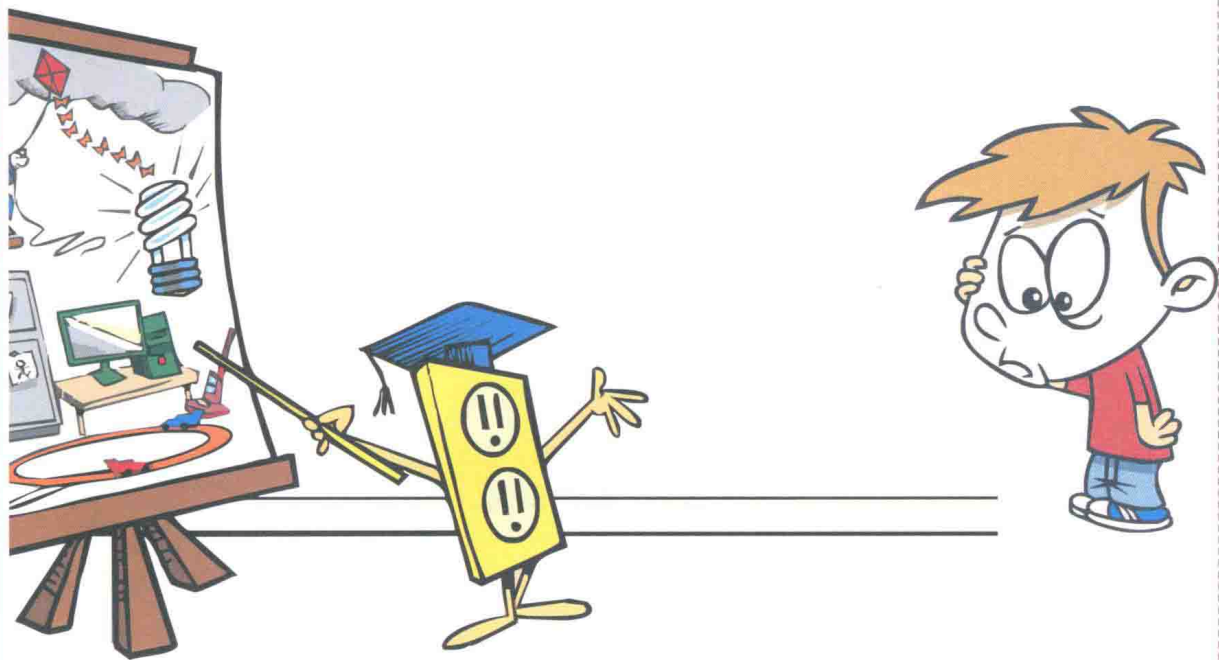
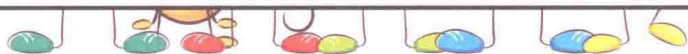
## 防患于未然



1. 养成良好的安全意识。
2. 在开始作业前，先确定是否切断电源。
3. 若必须带电作业，作业前做好防护措施，如戴绝缘手套，穿绝缘工作服。
4. 保持工具仪器干燥。
5. 工作前注意检查所用工具、仪器的绝缘体是否破损。
6. 正确使用工具仪器，不要触摸到工具仪器的金属部分。
7. 事先了解作业工作环境，排除不安全的工作隐患。
8. 遵守相关的“安全工作规范”。



# 第1章 电工基础知识





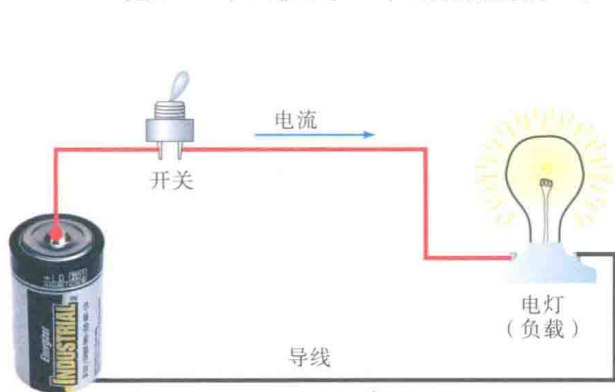
## 1.1 电路

### 电路的概念

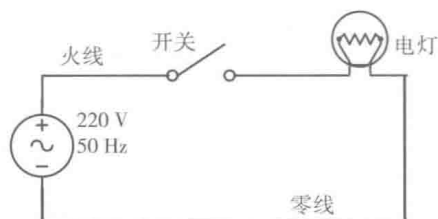
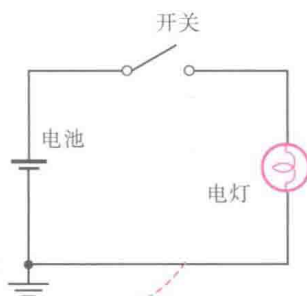
电路是电工技术和电子技术的基础。把一些电气设备或元器件，按其所要完成的功能，用一定方式连接而成的电流通路即为电路。

电路的作用有两类：一是可以实现能量的传输与转换，二是可以实现信号的传递和转换。

简单地讲，我们把电流所走的路线叫作电路。用细铁丝将一个电筒灯泡、一个开关与一个电池连接，即可组成一个简单的电路。



如果将上面的实际电路用标准的电路图行符号画出来，可得到这样的电路原理图。



将这个电路原理图应用于实际的产品，可得到许多不同的照明器具，如电筒、探照灯，等等。如果将其中的电池更换成220V的交流电源，就是我们所熟知的**电灯照明电路**。

每个电路都会有它的作用、功能。但电路有很多种，不同的电子（电气）设备中各个电路的作用可能各不相同。

一个电路的作用对象被称为负载。例如，喇叭是音频放大器的负载，电筒灯泡是电池的负载。与电源相反，负载将电能转换成其他形式的能量。

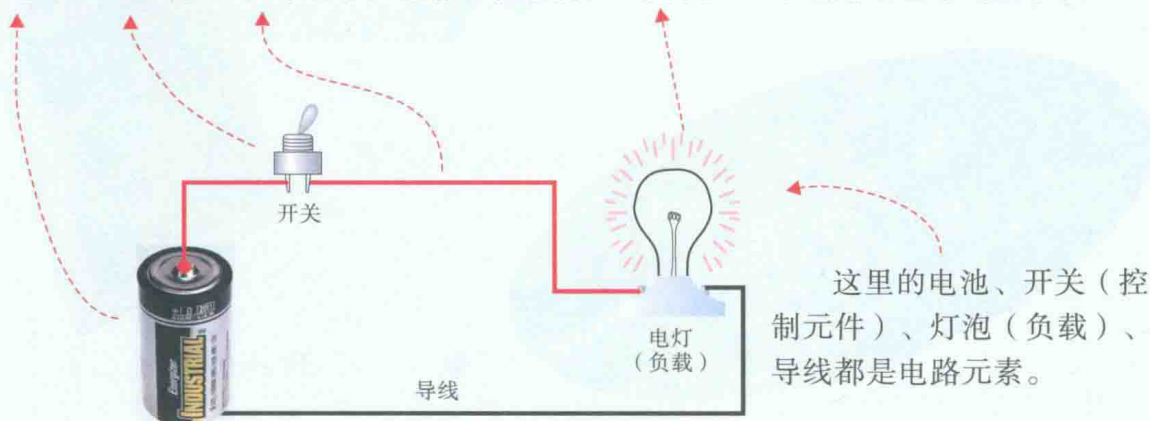
## 应了解电路的基本元素。

电路由多个不同的电路元素构成。



在电气工程中，我们关注的是信号的传输或是能量的转移，要实现信号的传输或能量的转移，就需要有互连的电子（电气）设备，这种电子（电气）设备的互连就被称为电路，其中的每一个组成部分即是电路元素。

电源、元器件、导线（用于电路元素连接）、负载是一个电路最基本的元素。



## 电路中的“地”

“地”是与电路相关的一个重要概念。



“地”的电路图形符号



在电路图中，我们通常会看到这样的图形符号。

“地”分为设备内部的信号接地和设备接大地，两者概念不同，目的也不同。电路的“地”，又称“参考地”，就是零电位的参考点，也是构成电路信号回路的公共段，它为设备中的所有信号提供了一个公共参考电位。

在工程实践中，通常将设备的机壳与大地连在一起。设备接大地是为了保护人员安全而设置的一种接线方式。

不要将设备外壳的接地与电路中的“地”等同起来，也千万不要将上面所述的设备外壳接地与220V交流电中的“零线”等同起来。如果使设备外壳与零线等同，将对人员带来致命的伤害。

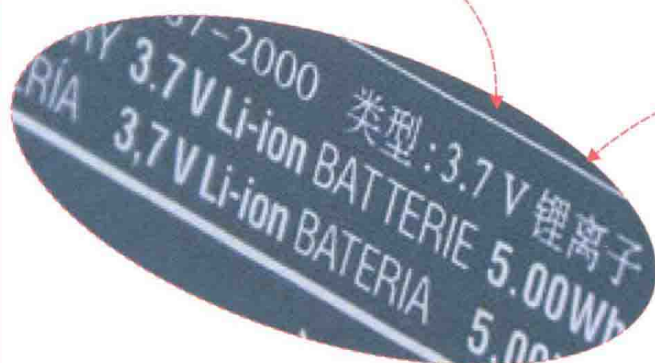


## 1.2 电压与电流

### 1.2.1 电压

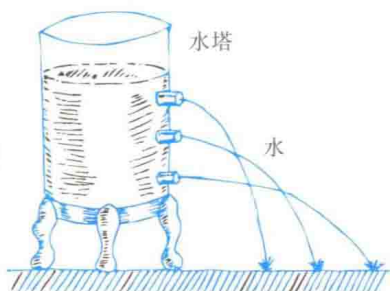
在电池、电气设备上通常可以看到数字加字母“V”的标注，例如3.7V、5V、220V，等等。

这些标注意味着什么？



“数字+V”标注的就是电压。

什么是电压？



先以水打个比方。我们知道，水塔的位置总是比水管出水口的位置高。水在水管中之所以能流动，是因为有着高水位和低水位之间的差别而产生的一种压力。

请想一想，将水管的出水口提高，超过水塔的高度，水还能流出来吗？

电也是如此，电流之所以能够在导线中流动，也是因为在电流中有着高电势能和低电势能之间的差别。这种差别叫电位差，也叫电压。

在电路中，任意两点之间的电位差被称为这两点的电压。

例如一节1.5V的电池，其正极比负极高1.5V。

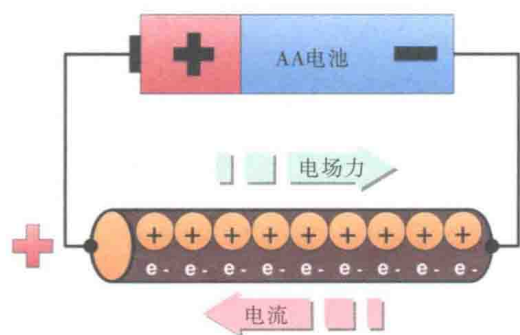
电压用符号“U”表示。电压的单位是伏特，用字母“V”表示。电压还可用微伏( $\mu\text{V}$ )、毫伏(mV)、千伏(kV)来表示。它们之间的换算关系是千进制：

$$1\text{kV}=1000\text{V}; 1\text{V}=1000\text{mV}; 1\text{mV}=1000\mu\text{V}$$





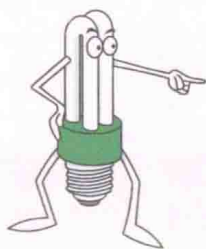
## 1.2.2 电流



在电源电压的作用下，导体内的自由电子（电荷）在电场力的作用下有规律地定向移动，即形成电流。

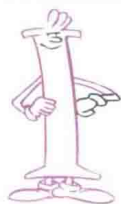
电流用字母“ $I$ ”表示，其单位是安培，用字母“ $A$ ”表示。除了安培，常用的电流单位有毫安（ $mA$ ）及微安（ $\mu A$ ）。它们之间的换算关系是千进制：

$$1A=1000mA ; 1mA=1000\mu A$$



水塔的水位很高，但如果不打开水阀，没有通道，就不会有水流。同样，电路中要有电流，就必须：

- ① 电路中要有电压（电源）；
- ② 要有一个电流通道（回路）。



## 1.2.3 直流与交流

电源有直流与交流之分。

什么是直流？什么是交流？

直流电（DC）是指电压方向不随时间的变化而变化。我们平常所使用的电筒、手机、平板电脑等的电池都属于直流电。

交流电（AC）的大小与方向是随时间的变化而变化的。日常的照明用电就是交流电。交流电是有频率的，通常电网接入供电为 $50Hz$ 、 $220V$ 。

