

电工彩虹桥

全彩图解

Full Color

电工基础

- ❖ 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

全彩图解电工基础

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,系统地介绍了简单直流电路、复杂直流电路、电容器、电磁与电感、正弦交流电、交流电的功率、三相正弦交流电路、变压器与交流电动机等一些电工入门必须掌握的基础理论知识。

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

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

ISBN 978-7-121-23452-1

I. ①全… II. ①张… III. ①电工—图解 IV. ①TM-64

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第120946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: 12.5 字数: 240千字

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: 49.00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, 盗版侵权举报请发邮件至 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》。

本书在编写过程中，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能找到自己所需要的东西，掌握新的思路、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，分别介绍了简单直流电路、复杂直流电路、电容器、电磁与电感、正弦交流电、交流电的功率、三相正弦交流电路、变压器与交流电动机，等等。本书选择具有代表性的电工电路进行了实际电路的讲解。

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 基 础

目录 Contents

0. 写在前面的话 (绪论).....	2
第 1 章 简单直流电路	6
1.1 电路的基本概念.....	7
1.1.1 电路.....	7
1.1.2 电路图.....	10
1.1.3 电压与电流.....	13
1.2 电阻.....	15
1.3 欧姆定律.....	18
1.4 电功与电功率.....	20
1.5 电阻的连接.....	22
1.5.1 电阻的串联.....	22
1.5.2 电阻分压器.....	24
1.5.3 并联电阻及其分流.....	25
1.5.4 电阻的串、并联.....	30
1.6 短路与开路.....	31
1.7 零电位点与“地”.....	31
1.7.1 零电位点.....	31
1.7.2 电路中的“地”.....	32
第 2 章 复杂直流电路	34
2.1 电压极性与电池组.....	35
2.1.1 电压的极性.....	35
2.1.2 电池组.....	36
2.1.3 关于电池串联后的电压及其极性.....	38
2.1.4 电压源与电流源.....	41
2.2 节点、支路与回路.....	41
2.2.1 支路.....	42



2.2.2	节点	42
2.2.3	回路	43
2.3	基尔霍夫定律	44
2.3.1	基尔霍夫电流定律	44
2.3.2	基尔霍夫电压定律	48
2.4	基尔霍夫定律的应用	48
2.4.1	支路电流法	49
2.4.2	回路电压法	50
2.4.3	关于支路 / 回路法的总结	53
2.4.4	叠加原理	56
第 3 章	电容器	60
3.1	电容器与电容	61
3.1.1	电容器	61
3.1.2	电容	63
3.1.3	平行板电容器的电容	64
3.2	常用电容器	66
3.3	电容器标志	68
3.4	电容器的特性	70
3.4.1	电容器两端电压不能突变	70
3.4.2	电容器充电与放电	71
3.4.3	电容器通交流, 隔直流	73
3.5	电容器的连接	74
3.5.1	电容器的串联	74
3.5.2	电容器的并联	76
3.5.3	电容器串联分压	77
3.6	充放电的过渡过程	78
3.6.1	时间常数	78
3.6.2	电容器充电的过渡过程	79
3.6.3	电容器放电的过渡过程	81
第 4 章	电磁与电感	83
4.1	磁的基本知识	84



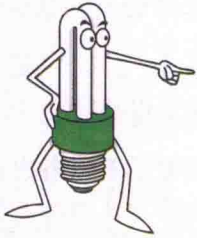
4.2	磁与电的转换	85
4.2.1	磁生电	85
4.2.2	电生磁	88
4.3	电感与电感器	89
4.3.1	电感	89
4.3.2	电感器	91
4.3.3	电感器的标示	92
4.4	电感器的特性	94
4.4.1	流过电感器的电流不能突变	94
4.4.2	电感器通直流，阻交流	95
4.4.3	自感与互感	96
4.4.4	反峰电压	97
4.5	电感器的连接	98
4.5.1	电感器的串联	98
4.5.2	电感器的并联	99
4.6	充放电的过渡过程	100
4.6.1	时间常数	100
4.6.2	电感器储能的过渡过程	100
4.6.3	电感器释能的过渡过程	103
4.6.4	电感器释能应用与防护	104
第 5 章	正弦交流电的基本概念	107
5.1	直流电与交流电	108
5.2	交流电的产生	110
5.3	正弦交流电的波形	114
5.4	正弦量的基本概念	115
5.4.1	角度与弧度	115
5.4.2	周期和频率	116
5.4.3	角频率	117
5.4.4	最大值与有效值	118
5.4.5	相位与初相	119



5.4.6	相位差	121
5.5	正弦交流电的表示	122
5.5.1	解析式表示法	122
5.5.2	相量图表示法	123
第 6 章	正弦交流电路	126
6.1	纯电阻电路	127
6.2	纯电感电路	130
6.2.1	感抗	130
6.2.2	通低频, 阻高频	132
6.2.3	电压与电流的关系	132
6.3	纯电容电路	134
6.3.1	容抗	134
6.3.2	通高频, 阻低频	136
6.3.3	电压与电流的关系	137
6.4	相量	138
6.4.1	关于复数的回顾	138
6.4.2	复数的计算	141
6.4.3	正弦量的相量表示	143
6.5	串、并联电路	145
6.5.1	阻抗	145
6.5.2	电阻、电感与电容的串联电路	145
6.5.3	电阻、电感与电容的并联电路	147
第 7 章	交流电的功率	150
7.1	再看 RLC 的串、并联	151
7.2	AC 功率概述	152
7.2.1	纯电阻负载的功率	153
7.2.2	纯电感负载的功率	154
7.2.3	纯电容负载的功率	155
7.2.4	视在功率	155
7.3	功率关系与功率因素	156



7.4	功率因数补偿	157
第8章	三相正弦交流电路	160
8.1	三相交流电源	161
8.1.1	三相正弦的产生	161
8.1.2	三相电源的连接	163
8.1.3	相电压与线电压间的关系	164
8.2	三相负载的连接	166
8.2.1	负载的星形连接	166
8.2.2	负载的三角连接	169
8.3	三相电路的功率	170
第9章	变压器与交流电动机	172
9.1	变压器的基本原理	174
9.2	变压器的功率与效率	176
9.3	变压器的作用	177
9.4	多绕组变压器	179
9.5	变压器的极性	181
9.6	电动机的基本原理	182
9.6.1	磁场对电流的作用力	182
9.6.2	磁场对通电线圈的作用力	184
9.6.3	磁场对交流电流的作用力	185
9.6.4	三相异步电动机	186



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。

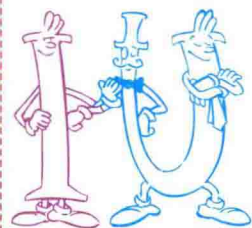


0. 写在前面的话（绪论）

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，少有适用于初学者的、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。



一些电工的业务总是处于低水平状态，归根结底，还是在于基础知识不扎实。

本书并不是用来取代数学方程推导式的教科书。本书的目的在于引导读者比较快速地入门。

电工相关理论基础看似简单，但要真正学好并不容易。

“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。虽然我们在本书中尽量少用数学，但有些代数运算对于理解电路还是必需的。

不要触摸“电”！



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。



要掌握好维修工作所必需的电路基础知识：

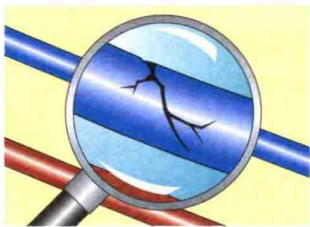
- ① 掌握基本的概念；
- ② 掌握基本电路；
- ③ 掌握基本分析方法。



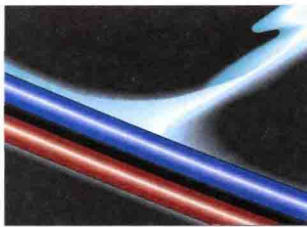
可以说，电路的基本概念是不变的，但它的应用是灵活的，万变不离其宗。我们必须掌握基本电路；掌握基本电路的构成、正常工作的条件、电路的功用，等等。

复杂的电路都是在基本电路的基础上衍变而来的。基本电路的组成原则是不变的，但其电路形式各不相同、千变万化。若记忆的仅仅是一个个孤立的电路，要真正学好技术会相当困难。

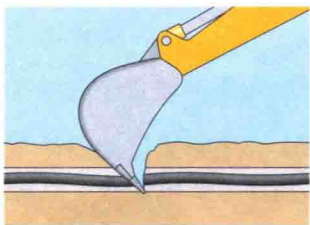
大多数情况下，电气线路故障由如下的一些原因导致：



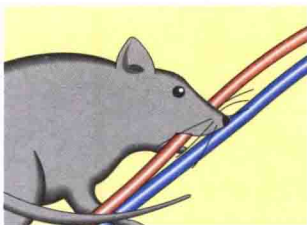
① 线路老化，绝缘性能变差



④ 开关或其他原因导致电弧



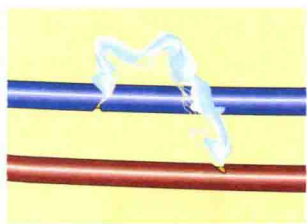
② 其他作业导致电线损伤



⑤ 老鼠破坏，导致短路/断路



③ 雨水潮湿导致漏电



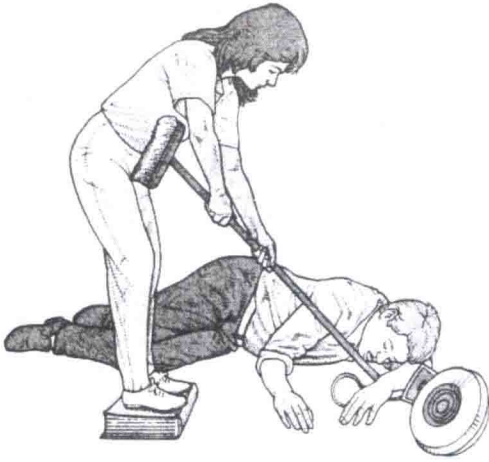
⑥ 负载电器、锈蚀氧化等导致过载/发热



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”。

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，救护人员绝不能直接用手触及伤员，因为有触电的危险。

3. 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、木板等不导电的东西使触电者脱离电源。

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；还可以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。

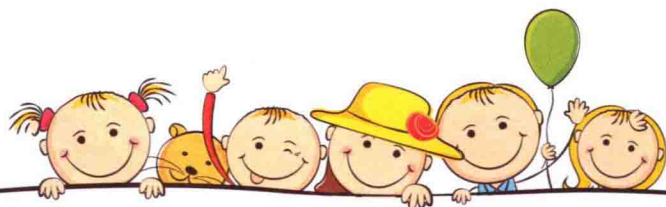
6. 触电者触及高压带电设备，救护人员应迅速切断电源，或用适合该电压等级的绝缘工具（戴绝缘手套、穿绝缘靴并用绝缘棒）解脱触电者。救护人员在抢救过程中应注意保持自身与周围带电部分必要的安全距离。

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。

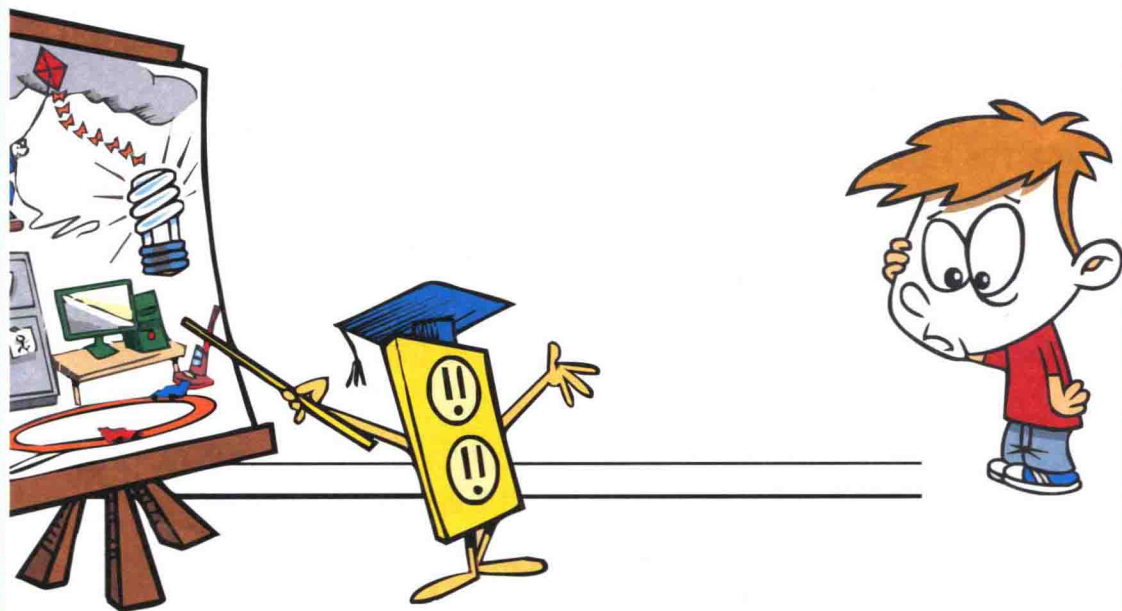
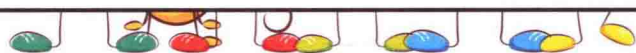
8. 如果触电者触及断落在地上的带电高压导线，且尚未确证线路无电，救护人员在未做好安全措施前，不能接近断线点8m范围内，防止跨步电压伤人。应想办法利用长的绝缘物使触电者脱离带电导线，并想办法迅速断电。

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。



第1章 简单直流电路





1.1 电路的基本概念

电路可分为电气电路与电子电路两大领域。

电气电路与电子电路有何不同啊？

电气电路讲的是强电，主要研究的对象是电灯、开关、电动机、继电器、接触器与变压器等。

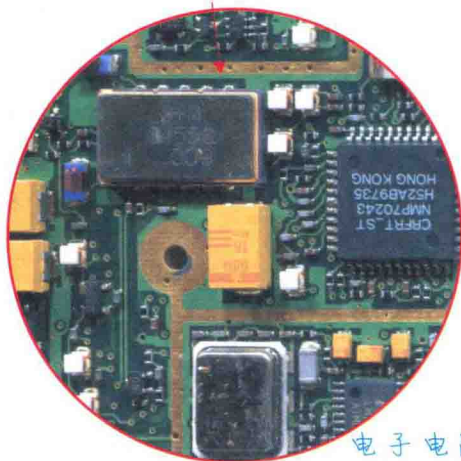
电子电路讲的是弱电，主要研究的对象是二极管、三极管、电路板、集成器、传感器、场效应管，等等。

更简单地举例：电气电路解决如何建立一个插座电路，用以给手机充电；而电子电路则解决如何建立一部手机功能电路。

插座没电，由电气方面解决；手机不能充电，由电子方面解决。



电气电路



电子电路



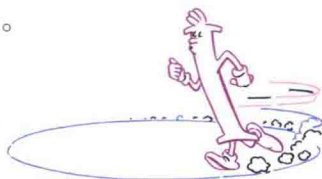
1.1.1 电路

电路是电工技术和电子技术的基础。不论是电气电路还是电子电路，它们的基本概念都是相同的。

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（回路）称为电路。

更简单地讲，我们可以把电流所走的线路叫作电路。

注意了：重点在于——电流能流通

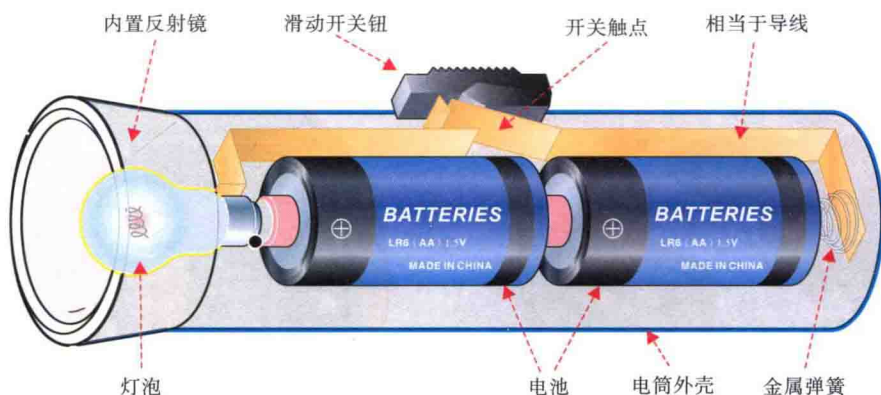


单个器件为电路元素

来看一看我们熟悉的电筒：

单独的灯泡、电池、电筒组件都不是一个电路，它们仅仅是一个个独立的电路元素。

将灯泡、电池、电筒组件组合在一起，才有电流通路，才得到一个有实际功能的电筒电路。



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被称为电路元素。



电源、元器件、负载、导线（用于电路元素连接）是一个电路最基本的元素。

在前面所述的电筒电路中，灯泡为负载，电池是电源，电筒组件包含了导线与开关。假如将它们以电路的形式画出来，则电筒电路如下一页的电筒实物电路连接示意图所示：