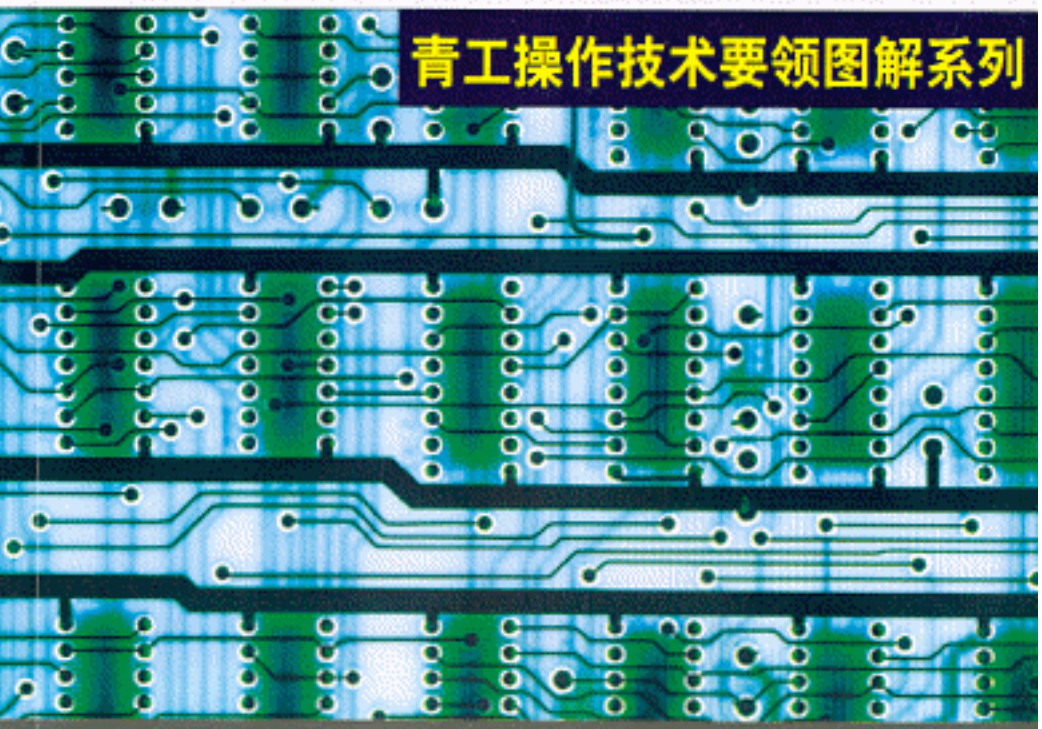
GONGCHANGDIANGONG CAOZUO JISHU YAOLING TUJIE

QINGGONG CAOZUO JISHU YAOLING TUJIE XILIE

工厂电工操作技术要领图解

丛书主编 王志鑫
本书编著 李常峰

青工操作技术要领图解系列



山东科学技术出版社 www.lkj.com.cn

内容提要

本书根据《职业技能鉴定规范》的相关内容及考核要求编写而成，主要内容有电工电子基础知识、电工基本操作技能、高低压电器及成套配电设备、电动机的拆装及检修、小型变压器的重绕修理、电力线路、用电装置、继电保护及二次系统、常用机床的控制及检修、停送电操作步骤及规范、安全用电知识等。

本书以工厂电工的岗位要求出发，本着“少而精”的原则，重点在实践技

能方面突出技术实用性和通用性，以图解的形式使读者加快理解，迅速建立实际操作的概念，在短时间内达到初、中级职业技能鉴定的要求。本书图文并茂，通俗易懂，言简意赅，在同类书籍中独具特色，适合于青工上岗培训或作为在职职工的技能培训教材，也可作为初、中级工厂电工的职业资格技能鉴定的指导用书，还可作为大、中专和技校学生的学习教材。

前言

随着工业技术的发展和改革开放的不断深入，我国城乡建设急需大量的技能人才，职业技能培训是提高劳动者素质、增强劳动者就业能力的有效措施。为满足广大青年学习技术、掌握操作技能的要求，以及社会力量办学单位和农村举办短期职业培训班的需求，特别是满足下岗职工转岗和农民工进城务工的需求，我们组织编写了这套浅显易懂、图文并茂的培训教材。

本套培训教材本着以职业活动为导向，以职业技能为中心的指导思想，以国家劳动和社会保障部颁布的职业资格鉴定标准中的初级（国家资格 缘级）内容为主，涉及少量的中级（国家资格 源级）内容，以实用、够用的原则，突出技能操作，以图解的形式，配以简明的文字来说明具体的操作过程与操作工艺，有很强的针对性和实用性，克服了传统培训教材中理论内容偏深、偏多、抽象的弊端，增添了“四新”知识，突出了理论与实

践的结合。让学员既学到真本事，又可应对技能鉴定考试，体现了科学性和实用性。

本套培训教材介绍的内容是从业者应掌握的基本知识和基本操作技能，书中提供的典型实例都是成熟的操作工艺，便于学习者模仿和借鉴，减少了学习的弯路，使其能更方便、更好地运用到实际生产中去，是学习者从业和就业的良师益友。

本套培训教材在编写过程中，参考了国内外有关著作和研究成果，邀请了部分技术高超、技艺精湛的高技能人才进行示范操作，在此谨向有关参考资料的作者、参与示范操作的人员以及帮助出版的有关人员、单位表示最诚挚的谢意。

由于编者水平有限，编写时间仓促，疏漏不当之处在所难免，敬请专家和读者朋友批评指正。

编　者

目录

第一章　电工学基础知识 1
　第一节　直流电基础知识 1
　第二节　电磁基础知识 11
　第三节　交流电路 16
　第四节　电子技术基础知识 30
第二章　电工基本操作技能 38
　第一节　常用电工工具的种类及使用 38
　第二节　常用安全用具和器械的使用 47
　第三节　常用电工仪表的使用 53
　第四节　导线的连接 61
第三章　配电设备 69
　第一节　高压电器设备 69
　第二节　低压电器设备 77
　第三节　成套配电装置 87
　第四节　低压电器常见故障及维修 91
第四章　电机与变压器 97
　第一节　三相交流异步电动机的结构和工作原理 97
　第二节　三相交流异步电动机的控制线路 103
　第三节　三相交流异步电动机的拆装和检修 113
　第四节　单相交流异步电动机 118

第五节　变压器的结构和工作原理 辕圆源
第六节　变压器的安装接线及运行检修 辕圆恕
第七节　小型变压器的重绕修理 辕猿苑
第五章　电力线路 辕猿源
第一节　架空线路 辕猿源
第二节　电缆线路 辕猿愿
第三节　电力线路运行维护 辕猿苑
第六章　用电装置 辕猿圆
第一节　低压配电线路 辕猿圆
第二节　照明装置 辕猿圆
第三节　开关、插座的安装 辕猿愿
第四节　电能计量装置 辕猿缘
第七章　保护装置及二次系统 辕猿源
第一节　继电保护装置的任务和要求 辕猿源
第二节　常用保护继电器及其接线和操作 辕猿缘
第三节　高压电力线路的继电保护 辕猿愿
第四节　电力变压器的继电保护 辕猿圆
第五节　绝缘监察装置和电测量仪表 辕猿愿
第六节　工厂供电系统二次回路接线图 辕猿圆
第八章　工厂常用机床控制线路检修 辕猿愿
第一节　电气控制线路故障检修方法 辕猿愿
第二节　车床常见故障分析与处理 辕猿圆
第三节　铣床常见故障分析与处理 辕猿缘
第四节　钻床常见故障分析与处理 辕猿愿
第九章　停送电操作 辕猿远
第一节　电气设备的操作 辕猿远
第二节　倒闸操作票的填写 辕猿源

第三节　停送电操作 猿缘
第十章　电工安全用电知识 猿远
第一节　安全用电和安全操作知识 猿远
第二节　人体触电的方式与急救 猿愿
第三节　电气设备的安全运行 猿怨
主要参考书目 源缘

第一章　电工学基础知识

【学习要求】

员掌握了解电现象，掌握电场的应用。

圆掌握了解直流电路的组成，理解电流、电压的概念。

猿掌握掌握欧姆定律的应用。

源掌握了解电磁现象，掌握互感的应用。

缘掌握掌握交流电的产生及表示方法。

远掌握掌握三相四线制供电线路的特点及其应用。

苑掌握理解半导体及其构成元件的作用。

第一节　直流电基础知识

一、电现象及电场

员掌握电现象　电是物质的一种属性。构成物质的原子是由原子核和围绕原子核旋转运动的数目不同的电子组成。通常，由于电子数量和核内质子数相等，物体一般不显电性。在特定的条件下，一种物质的电子因获得能量成为自由电子后转移到

另一物质上去,则该物质因失去电子而带正电,另一物质因获得电子而带负电,这种带电的物质微粒称为电荷 ;带正电的微粒为正电荷,带负电的微粒为负电荷。

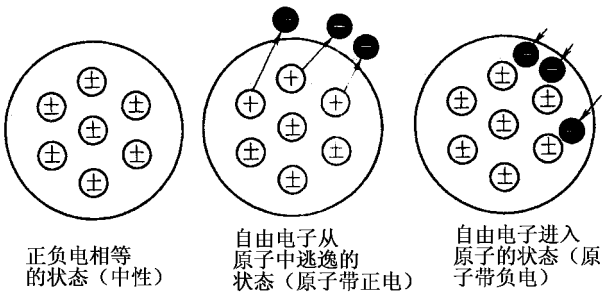


图 员原员 电荷的产生

在日常生活中,获得电荷的方法是摩擦起电。摩擦起电时两物体分别带上等量的异性电荷。电荷之间具有同种性质的电荷相互排斥,异种性质的电荷相互吸引的重要特性。

圆圆电场

(员电场　电荷之间具有相互排斥和相互吸引的现象说明在电荷周围空间存在着一种特殊物质引起这种相互作用,我们把这种物质叫做电场。只要有电荷,电荷的周围空间就有电场。由静止电荷产生的电场叫静电场。离电荷越近,这种作用越强 ;相反则越弱。描述电场强弱的物理量为电场强度,简称场强。

(圆电力线　为描述场强的方向和大小,把实际看不见的电场用假想的曲线簇表示出来的方法中的曲线簇即为电力线。规定 :①电力线是不闭合且彼此间不相交的曲线簇 ;②总是从正电荷出发到无穷远终止或从正电荷出发到负电荷终止。

从图 员原圆和图 员原猿看出,距离电荷越近,电力线越密,则场强就越大 ;反之,场强越小。电力线平行且疏密均匀的电场为匀强电场。

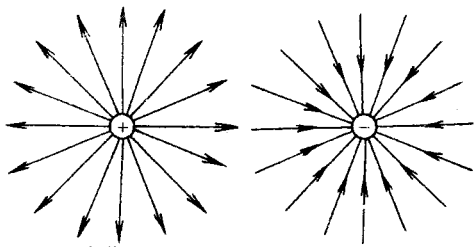


图 员原圆 单电荷电力线

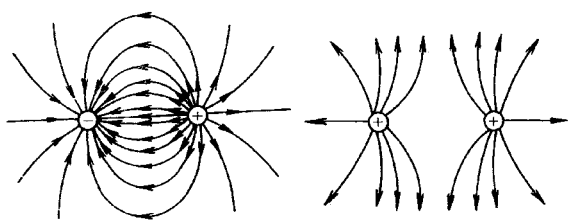


图 员原猿 两个邻近电荷的电力线

(猿)静电场　当将一导体放置在带电导体的电场中时会产生静电感应现象,即导体中的自由电子会发生定向移动,使导体两端呈现等量的异性电荷,从而形成新的电场,如图 员原源中的导体 粤

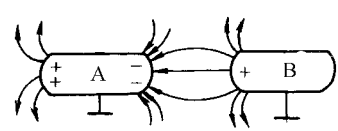


图 员原源 静电感应现象

避免出现静电感应现象的具体办法是静电屏蔽,即用金属罩或金属网将外电场遮挡住,使其内部的元器件不受外电场的影响(图 员原缘。此方法广泛地应用在精密仪器的保护和信号的传输中。

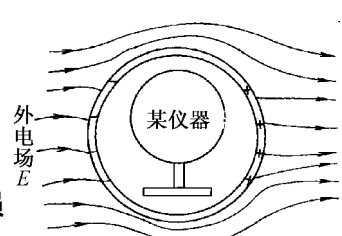


图 员原缘 静电屏蔽

二、电路的组成

最简单的电路是由电源、负载(用电器)、开关、导线连接在一起组成(图员原远。图员原远中,负载是用电器的总称,起能量

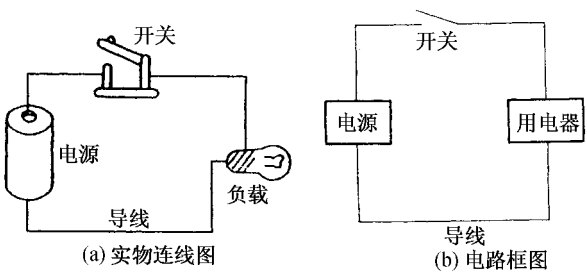


图 员原远 电路的组成

转换的作用;导线用于传输和分配电能;电源向用电设备提供电能;开关用于控制电路通断。当开关闭合接通时,电路中产生电流,此时电路为通路(闭路);当开关打开或电路中有一处或多处断开,电路中将没有电流产生,此时电路状态为断路(开路);当电路中电源两端由于某种原因而短接在一起,此时将产生很大的短路电流,电路状态为短路,短路状态会致使电源或用电器损坏。在实际工作中,应经常检查电气设备和线路的绝缘情况,防止电源短路事故发生,电路中应接入熔断器等保护装置。熔断器能迅速切除短路故障达到保护电源及电路器件的目的。

三、电流、电压

电荷的定向移动形成电流。单位时间内通过导体截面的电荷量定义为电流强度,电流强度简称为电流,用 陨表示,单位为粤(安培)。

式中，匝——通过导体截面的电荷量，单位为 悦(库仑)。

习惯上将正电荷移动的方向规定为电流的方向。当电流的大小和方向不随时间变化时，称直流电流，简称直流；大小和方向均随时间作周期性变化的电流，称交流电流，简称交流。实际生活中，交流是最常用的。

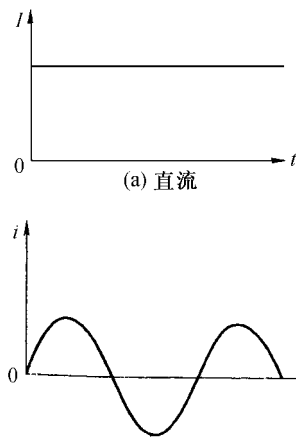


图 员原苑 电流

电荷在电路中运动，必定受到力的作用，即力对电荷做了功。从而给出电压的定义：电场力把单位正电荷从 粤点移到 月点所做的功称为粤点到月点的电压，用 哉粤月表示，即：

$$哉_{粤月}=\frac{蕴_{粤月}}{择}$$

电压单位为伏特，简称伏(灾)。有时还用千伏(噪灾)、毫伏(皂灾)、微伏(μ灾)等。

电压也是有方向的，电压的方向是电场力移动正电荷的方向。

电压的表示方法有箭头表示法、正负相表示法和双下标表示法(图 员原愿。

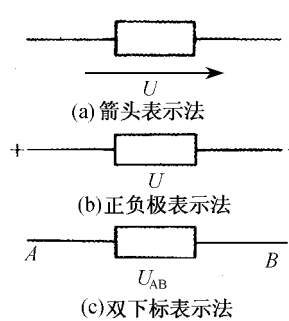


图 员原愿 电压的表示方法

四、电阻与电容

电流流过导体时，自由电子要受到导体内部的原子核及做不规则旋转运动的电子的阻碍作用，这种阻碍作用称为电阻。

电阻用字母 砸表示。电阻是导体固有的特性,其大小与导体材料、长度、横截面积和温度有关,而与电流、电压无关。在一定的温度下,导体的电阻与长度成正比,与它的横截面积成反比,即

砸越ρ蕴燥杂

式中,ρ——导体的电阻率,单位为欧姆·米(Ω·皂);

砸——导体的电阻,单位为欧姆(Ω);

蕴——导体的长度;

杂——导体的横截面积。

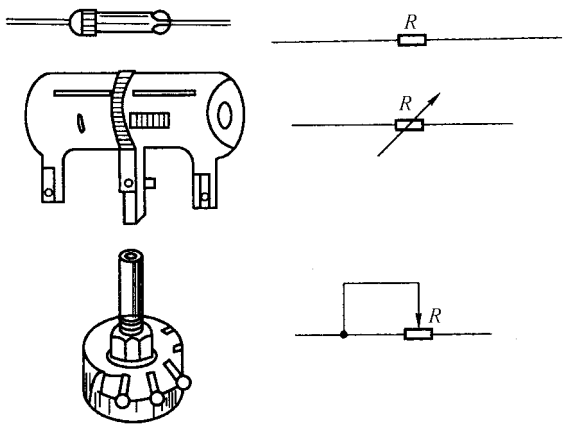
电阻率 ρ 反映了导体导电的性能,电阻率越小,导电性能越好,常用导体的电阻率见表 员原员

表 员原员 常用导体的电阻率

材 料 名 称	电阻率 ρ (欧姆·米)(圆皂益)
银	员猿园 伊员园
铜	员苑园 伊员园
铝	圆愿园 伊员园
钨	缘源园 伊员园
镍	苑园园 伊员园
铁	怨愿园 伊员园
锡	员员缘 伊员园
铂	员园缘 伊员园
锰铜(愿源铜 垣猿镍 垣员猿锰)	源猿园 伊员园
康铜(缘源铜 垣员园镍 垣员园锰)	源园园 伊员园
镍铬丝(远园镍 垣圆园铬 垣员园碳 垣员猿锰)	员员园 伊员园
铁铬铝	员源园 伊员园

当导体的端电压是 员灶灿,流过的电流是 员皂时则这段导体的电阻是 员Ω。

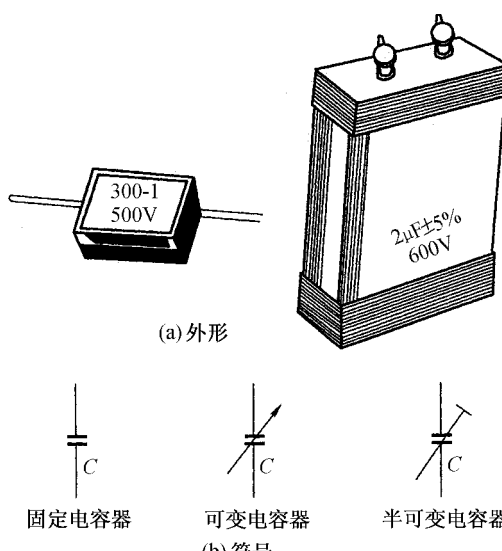
在实际应用中,电阻有固定电阻与可变电阻之分。常用的电器均有电阻,如白炽灯泡、电动机等。



(a) 实际电阻　　(b) 电阻符号

图 员原怨　电阻器

工程实际中广泛存在着电容效应。任何两块金属导体，中间用绝缘材料隔开时，就形成一个电容器。如两条输电线之间隔着空气，就形成了线间电容，工程上通常叫做分布电容。其中两个导体叫做极板，绝缘体叫做介质。电容器外形及符号见图 员原缘。



(a) 外形

固定电容器　　可变电容器　　半可变电容器

(b) 符号

图 员原缘　电容器

电容器有把电荷储存起来的重要特性。将电容器接到电源上时，电容器的两极板上就分别聚集等量异号的电荷，并在介质中建立电场。同一个电容器，两端电压 哉不同时，两极板上聚集的电荷量也不同，这一特性可用库伏特性来表征，线性电容器极板上的电荷量 匝与两端电压 哉的比值是一个正的常数，用符号 悦表示，即

悦越匝辕哉

式中，悦为电容器的电容量，简称电容。国际单位制中，悦的基本单位是（法）[拉]（云，常用的单位有微法（μ云）和皮法（责云）。

在交流电路中使用电容器时，其额定电压应不小于交流电压的峰值（有效值的$\sqrt{圆}$倍）。另外，电容器能储存电荷，在电路断开后，要先对电容器进行充分放电，然后再对电路进行操作。

五、欧姆定律

员愿欧姆定律　电路中，流过导体电流的大小与加在导体两端的电压成正比，与导体的电阻成反比，这就是欧姆定律，用下式表示

隧越哉辕砸

由上式还可得到

哉越隧砸

砸越哉辕隧

欧姆定律反映了任一时刻导体元件的约束关系，在实际电工作业中有重要价值：

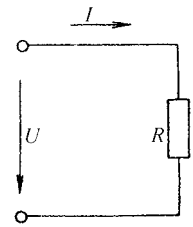


图 员原员　电路的欧姆定律

（员）若电路的电压为固定值，则电路中的电流主要由电阻决定。当电路处于断路（开路）状态时，电流为零。当电阻趋于无穷大时，电流则变得很小，甚至为零，这种情

况可应用于绝缘材料的耐压测试。不同绝缘材料的耐压值不同。

(圆若电路中的电阻由于损坏而使阻值变小,甚至为零,则电路中的电流趋向于无穷大,电路处于短路状态,这种情况可在电路中安装熔断器、断路器等保护装置进行短路保护。

(猿在实际电工作业中能有效地指导进行导线及电气元器件的选择和应用。

圆电阻的串联、并联

(员电阻的串联　电路中有两个或多个电阻依次顺序相连,中间无分支且每个电阻中均通过同一电流的连接方式叫电阻的串联(图 员原圆圆。

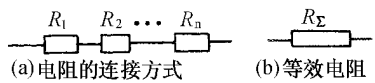


图 员原圆圆　电阻的串联

电阻串联电路的特性:

员流过每个电阻的电流相等,即

$$I = I_1 = I_2 = \cdots = I_n$$

圆电路的端电压等于每个电阻两端电压之和,即

$$U = U_1 + U_2 + \cdots + U_n$$

猿电路的等效电阻(总电阻)等于每个电阻之和,即

$$R = R_1 + R_2 + \cdots + R_n$$

源电路中每个电阻上分配的电压与其电阻值成正比,即

$$U_1 = IR_1 = \frac{U}{R}R_1$$

$$U_2 = IR_2 = \frac{U}{R}R_2$$

$$\cdots \quad \cdots \quad \cdots$$

$$\cdots \quad \cdots \quad \cdots$$

$$U_n = IR_n = \frac{U}{R}R_n$$