

实用电工技能丛书

电梯安装维修电工

李 航 徐 健 编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

实用电工技能丛书

电梯安装维修电工

李 航 徐 健 编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 简 介

本书是从电工基础入手,主要介绍了电工的基本知识、电力拖动基础、PLC的原理和应用基础、电梯的基本结构和工作原理、交流电梯的拖动及控制系统、电梯的安装、电梯的维修保养和常见故障的排除等知识。同时,为便于继电器控制电路初学者理解和掌握,本书由浅入深,从交流双速电梯入手,介绍了电梯的电气控制系统的基本原理,并结合可编程序控制器应用技术,进一步介绍了VVVF电梯的原理及其安装、维修保养和常见故障的排除。

本书文字流畅、深入浅出、图文并茂、注重实用,是专门为从事于电梯安装、维修作业电工编写的一本适用型技术书籍,也可作为中级电梯工培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

电梯安装维修电工/李航,徐健编. - 北京:中国电力出版社,2003

(实用电工技能丛书)

ISBN 7-5083-1361-5

I. 电… II. ①李… ②徐… III. ①电梯-安装-电工 ②电梯-维修-电工 IV. TU857

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第110529号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京通天印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

2003年6月第一版 2003年6月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 32开本 7.5印张 164千字

印数0001—4000册 定价12.00元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)

实用电工技能丛书

电梯安装维修电工

前言

随着我国经济的飞速发展，国家的综合国力的增强，电梯这一高层建筑必不可少的交通运输工具，在我国得到了广泛的使用，在国民经济和人们生活中发挥着强大的作用，它大大提高了生产效率，也为人们的日常生活带来了巨大的便利。电梯作为一种典型的机电一体化设备，随着现代计算机技术、交流技术的发展，电梯上大量引进了新技术、新工艺，这对电梯安装维修技术人员提出了更高的要求。本书是以培训电梯技术工人为目的而编写的，适用于维修电工从事于电梯作业培训或自学使用，也可以作为中等职业技术学校电梯技术专业学生的教材使用。

本书由成都市高级技工学校李航、徐健编写，由李航任主编。王娟老师参加了校核工作，在此表示感谢。

由于时间仓促及限于编者的水平，书中难免有不妥和错误之处，恳请读者批评指正。

编者

2002 年 12 月

实用电工技能丛书

电梯安装维修电工



前言

1 第一章 电工的基本知识

- 第一节 电路的基本概念 1
- 第二节 电磁理论基础知识 4
- 第三节 晶体管基础知识 5
- 第四节 常用电工仪表的使用 9

17 第二章 电力拖动系统基础

- 第一节 三相异步电动机的工作
原理和调速 17
- 第二节 三相异步电动机的基本
控制线路 23

31 第三章 可编程序控制器的原理 和应用基础

- 第一节 可编程序控制器的基本
结构 31
- 第二节 CPM1A 的基本构成 35
- 第三节 编程的方法和技巧 51

	第四节 手持编程器的使用	53
60	第四章 电梯的基本结构和工作原理	
	第一节 概述	60
	第二节 电梯的分类和常用术语	61
	第三节 电梯机械系统	67
	第四节 电梯的门系统	78
	第五节 电梯的安全保护系统	86
101	第五章 交流电梯的拖动及控制系统	
	第一节 交流双速、信号控制电梯	101
	第二节 VVVF 电梯的工作原理及控制系统	113
140	第六章 电梯的安装	
	第一节 电梯安装前的准备工作	140
	第二节 井道内设备的安装	147
	第三节 底坑设备的安装	161
	第四节 安全保护装置的安装	163
	第五节 机房内设备的安装	170
	第六节 接线作业	178
203	第七章 电梯的维修保养和常见故障的排除	
	第一节 电梯的维护技术	203
	第二节 电梯故障检修	210
	第三节 电梯常见故障的排除	216
	第四节 VVVF 电梯常见故障分析	229
	参考文献	232

第一章

电工的基本知识

第一节

电路的基本概念

一、电路的基本概念

在现代工业、农业国防、科技以及日常生活中,电能的应用十分广泛。电能之所以有巨大的作用和如此广泛的应用,是因为电能具有生产、输送、使用、控制方便的优点。电梯的安装维修工每天要和电打交道,对电应该有一个基本了解。

自然界任何物质都是由原子组成,原子由电子和原子核组成,原子核带正电荷,电子带负电荷,电子围绕在原子核的周围按一定的轨道不停地运动,正像行星绕着太阳运动一样。在通常情况下,物体内正电荷与负电荷数量相等,因此物体呈电中性,不带电。如果物体得到电子则成为带负电的带电体,失去电子则成为带正电的带电体。物质按导电性能可分为导体、绝缘体和半导体。

电流经过的路径称为电路,最简单的电路由电源、负载、开关和连接导线组成。电路的作用是实现电能的传输和转换。

电路通常有通路、短路和开路状态。通路就是电路中的开关闭合,负载中有电流流过。在这种情况下,电源端电压与负载电流的关系可用电源的外特性确定。如果外电路被阻值近似为零的导体接通,这时电源就处于短路状态。短路时,短路电流很大,电源端电压为零。开路就是电源两端或电路某处断开,电路中没有电流流过,电源不向负载输送电能。开路状态时,电路中的电流为零,电源端电压和电动势相等。

二、欧姆定律和克希荷夫定律

1. 欧姆定律

电荷有规则的定向运动形成电流。导体阻碍电流通过的作用，称为导体电阻。电场内两点之间的电位差称为这两点之间的电压。

流过电阻的电流 I 的大小与加在电阻两端的电压 U 成正比，与电阻 R 大小成反比。这一规律，称为欧姆定律，其关系式为

$$I = U/R$$

在一个闭合电路中，电流强度与电源的电动势 E 成正比，与电路中内电阻 R_0 和外电阻 R 之和成反比，这个规律称为全电路欧姆定律，其关系式为

$$I = E / (R + R_0)$$

2. 克希荷夫定律

克希荷夫定律第一定律（节点电流定律）：在电路中的任一节点，流进节点的电流之和等于流出该节点的电流之和，即 $\sum I_r = \sum I_c$ 。克希荷夫定律第一定律揭示了电路中支路间电流的相互关系，并可列出这个节点的电流方程。

克希荷夫定律第二定律（回路电压定律）：在电路的任何闭合电路中，各段电压的代数和等于零，用式子表示为 $\sum U = 0$ 。克希荷夫定律第二定律揭示了回路中各个支路间电压的相互关系，并可以列出回路的电压方程。

三、电功和电功率

1. 电功

电能转换成其它形式的能量时，电流都要做功。电流所做的功，叫电功。电功的单位为焦耳，简称焦（J），其关系式为

$$W = UIt$$

2. 功率

电功不能表示电流做功的快慢，因为不知道这些功是在多少时间内完成的。我们把单位时间内电流所做的功，称为电功率，电功率的单位是焦耳/秒。焦耳/秒又称为瓦特，简称瓦（W），其关系式为

$$P = W/t = UI = I^2 R = U^2/R$$

四、交流电知识

1. 单相正弦电动势的产生

正弦交流电通常是由交流发电机产生的，图 1-1 为最简单的交流发电机的结构示意图。在一对磁极 N 和 S 之间，放有钢制圆柱形电枢，电枢上绕有一匝导线。导线两端接在两只相互绝缘的铜滑环上，铜滑环与连接外电路的电刷相接触。当铁芯线圈被电动机拖动后，导线 a 和导线 b 在磁场内切割磁力线，而产生出感生电动势。根据右手定则，导线 a 中产生电动势的方向是穿出纸面的。

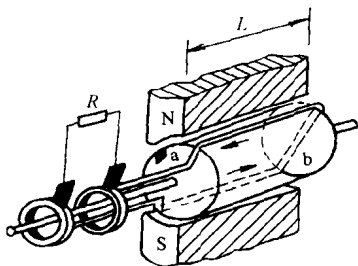


图 1-1 交流发电机结构示意图

由于磁感应强度 B 垂直于电枢表面，因此导线 a 在任何位置时其运动速度 v 始终与磁感应强度 B 垂直，所以在 α 等于任何角度时，感应电动势的大小为

$$e = BLV \sin \alpha$$

当线圈不停转动时，便产生交变磁通，这样单相正弦电动势可表示为

$$e = E_m \sin(\omega t + \varphi)$$

式中 e ——电动势瞬时值；

E_m ——电动势最大值；

ω ——角频率，表示速度变化， $\omega = 2\pi f$ ；

φ ——初相位，表示交流电的变化的起始位置。

2. 三相正弦电动势的产生

三相电动势一般是由发电厂中的三相交流发电机产生的。三相发电机的示意如图 1-2 所示，它主要由定子和转子构成。在定子上嵌入了三个绕组，每个绕组为一相，合称三相绕组。三相绕组的始端分别用 U_1 、 V_1 、 W_1 表示，末端用 U_2 、 V_2 、 W_2 表示。转子是一对磁极的电磁铁，

它以角速度 ω 逆时针方向旋转。如果三相绕组的形状、尺寸、匝数均相同，则三相绕组中的感应电动势的大小相等，频率也相同。但三个绕组在空间位置上相隔 120° ，所以感应电动势最大值出现的时间各相差 $1/3$ 周期，即相位上互差 120° 。

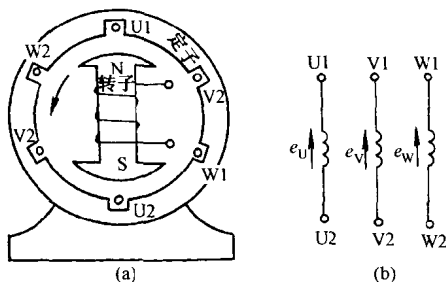


图 1-2 三相交流发电机示意
(a) 结构示意图；(b) 绕组电动势方向

若磁感应强度沿转子表面按正弦规律分布，则在三相绕组中可以分别感应出振幅大小相等、频率相等、相位互差 120° 的三个正弦电动势，这种正弦电动势称为对称三相电动势。对称三相电动势的瞬时表示式为

$$\begin{aligned} e_U &= E_m \sin \omega t \\ e_V &= E_m \sin(\omega t - 120^\circ) \\ e_W &= E_m \sin(\omega t + 120^\circ) \end{aligned}$$

三相电动势到达最大值的先后次序叫相序。最先到达最大值的是 e_U ，其次是 e_V ，再次是 e_W ，它们的相序就是 U - V - W - U，称为正序。若最大值出现的次序为 U - W - V - U，则称为逆序。

第二节

电磁理论知识

电和磁是相互联系、不可分割的两种基本现象，几乎所有电气设备的工作原理都与电和磁紧密相关。电可以产生磁，磁也可以产生电，电

与磁的相互转换在许多电气设备中均有应用。

一、电和磁

下面是有关电与磁的几个重要结论，熟悉这些结论对解释电气设备的原理及分析它们的故障有着极大的帮助。

(1) 电流的磁场。导体中有电流流过时，其周围会产生磁场，导体中流过的电流越大，则其产生的磁场越强。许多电气设备，如电磁铁、电磁阀等，都是利用线圈中的电流产生的磁场将铁芯磁化，使两个磁化了的铁芯相互吸合而带动机械动作的。

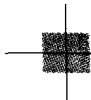
(2) 载流导体（有电流流过的导体）在磁场中会受到电磁力的作用，导体中流过的电流越大、磁场越强，则导体受到的电磁力就越大。

二、电磁感应

当导体相对磁场运动而切割磁力线，或线圈中的磁通（通过与磁力线垂直方向某一截面的磁力线总数）发生变化时，在导体或线圈中都会产生感应电动势。若导体或线圈构成闭合回路，则导体或线圈中将有电流流过，这一现象称为电磁感应。由电磁感应产生的电动势称为感应电动势（或感生电动势），简称感应电势（或感生电势）。由感应电势引起的电流称为感应电流（或感生电流）。

导体在磁场中作切割磁力线运动而产生的感应电动势的大小，与磁场强度、导体在磁场中的有效长度、导体切割磁力线的速度成正比。线圈中磁通变化而产生的感应电动势的大小与通过线圈的磁通变化率成正比。

各类电机、继电器、变压器的工作原理都是建立在电磁感应基础上的。



第三节 晶体管基础知识

一、晶体二极管

晶体二极管由在一个 PN 结上装上两个引出电极，经特殊工艺封装后制成，由 P 型区引出的电极叫阳极（正极），N 型区引出的电极叫阴

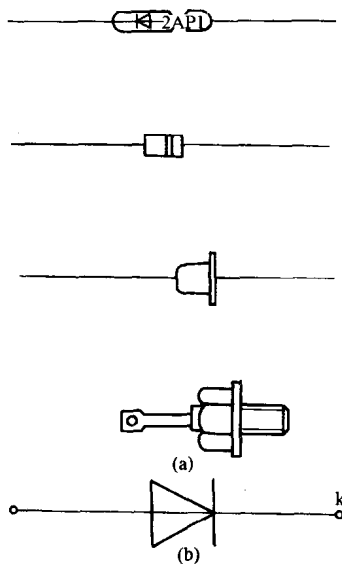


图 1-3 晶体二极管外形和符号

(a) 外形；(b) 符号

极（负极）。晶体二极管的外形和符号如图 1-3 所示。

二极管的主要特性是它的单相导电性。当二极管的阳极处于高电位，阴极处于低电位时，二极管正向导通，即处于低阻状态。当二极管的阳极处于低电位，阴极处于高电位时，二极管反向截止，即处于高阻状态。实际上，当二极管处于低阻状态时，还有很小阻值，当电流通过二极管时将产生一定的电压。硅二极管为 0.7V，锗二极管为 0.3V。当二极管处于高阻态时，阻值也不可能无限大，二极管内也通过一个微小电流，即反向漏电流。

二极管在使用中要注意以下几点：①在使用中电流不能超过

二极管最大正向电流，电压不能超过其最高反向工作电压（峰值），超过这些数值会使二极管损坏；②二极管在焊接时，焊接速度要快，避免过热而烧坏管子；③极性应判别正确。

以下介绍二极管极性判别法。将万用表拨到电阻挡（ $R \times 1k$ ），校对零点。用万用表表笔接二极管的两个极，当呈现高电阻时，则万用表“+”端（红表笔）所接为二极管的阳极，“-”端（黑表笔）为二极管的阴极。反之，若万用表呈现低阻值，则“+”端为阴极，“-”为阳极。如果测得二极管正反均为高电阻，则二极管可能断路。如果测得二极管正反均为低电阻，则二极管可能已短路损坏。

二、晶体三极管

晶体三极管由两个 PN 结构成，根据组合方式不同可分为 PNP 型和

NPN 型两种类型。三极管有三个区，基区、发射区和集电区，有三个极，发射极、基极和集电极。三极管的结构和符号如图 1-4 所示。

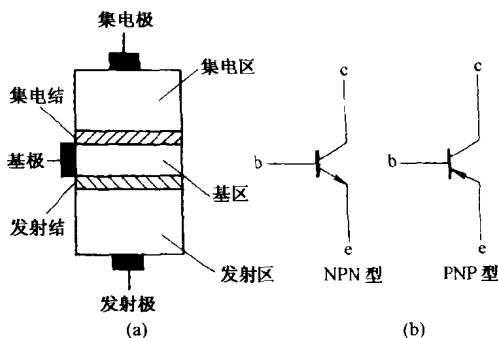


图 1-4 三极管的结构和符号

(a) 结构；(b) 符号

三极管的主要功能是放大作用，根据不同需要可组成电流放大、电压放大、功率放大、直流放大等不同电路。当三极管处于放大状态时，发射极电流 I_e 、基极电流 I_b 和集电极电流 I_c 满足下列关系

$$I_e = I_b + I_c, \quad I_c = \beta I_b$$

三极管在使用时应注意以下几点：①组成放大电路三极管必须有足够的放大倍数，但放大倍数也不宜太大，否则会使电路的稳定性变差；②集电极与发射极之间的反向电流（穿透电流）要小，反向电流越大工作越不稳定；③使用中集电极最大允许电流、集电极和发射极之间反向击穿电压、集电极最大耗散功率不能超过其极限值。

以下介绍三极管三个极的判断方法。首先判断基极，若是 NPN 型晶体管，先将万用表拨到 ($R \times 1k$) 挡，将“+”极接到其中一管脚，“-”极接另一管脚，若测得两个均为高阻值，则“+”极所接管脚为三极管基极；若两阻值有较大差值，可反复试测求得。基极判定后，再将万用表表笔接另外两管脚，并用手握住表笔测该数值，同时用嘴含住基极测试数值，若嘴含基极时测得数值明显减小，则“-”极所接管脚

为集电极，另一为发射极；若嘴含基极时测得数值无明显变化，可交换“+”“-”极重新测定再判断。如图 1-5 所示。

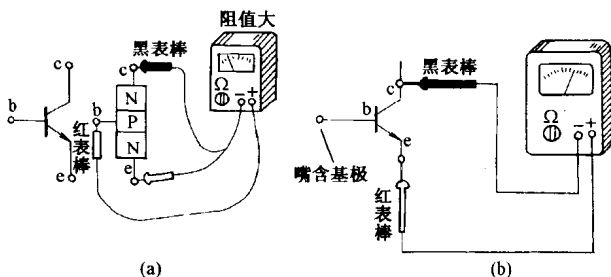


图 1-5 三极管管脚的判定

(a) 基极的判定；(b) 集电极的判定

三、晶闸管

晶闸管是由 PNP 四层半导体材料构成，中间形成三个 PN 结，外部引出阳极、阴极、控制极，三个极分别用 A、K、G 表示。其结构外形及符号如图 1-6 所示。

晶闸管是一个控制器件，它有导通和截止两种工作状态。晶闸管导通的条件是阳极电位高于阴极电位，同时控制极和阴极间加一个正向电

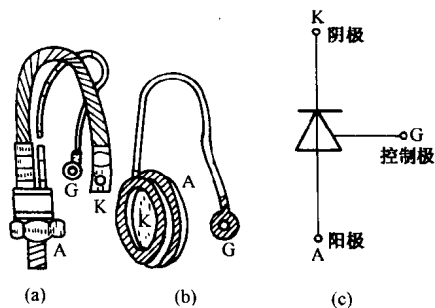


图 1-6 晶闸管的外形和符号

(a) 螺栓式；(b) 平板式；(c) 晶闸管的符号

压或正脉冲。一旦晶闸管导通后,如果控制极正向电压消失,晶闸管仍然维持导通。当阳极电流小于维持其导通的电流或阳极电位低于阴极电位时,晶闸管截止。

晶闸管元件的过载能力很差,在使用晶闸管时常采用多种保护措施。

(1) 过电流保护。阳极电流过大可将晶闸管损坏,常用保护方法有设置电流截止环节或闭锁环节,装设过电流继电器及快速开关,采用快速熔断器。

(2) 过电压保护。防止瞬间反向电压过高将晶闸管击穿,常采用的方法有整流变压器二次侧或直流输出侧接入电阻和电容或硒堆装置,在整流元件侧并联电阻电容。

(3) 均压保护。主要用于晶闸管元件串联线路上,采用在每一元件并联均压电阻。

(4) 均流保护。主要用于晶闸管元件并联线路上,采用在每一元件串入均流电阻。

第四节 常用电工仪表的使用

电工仪表是电气作业人员的常用测量工具,电工测量的主要对象有电流、电压、电功率、电能、电阻等。电梯维修工常用的电工仪表多为可携式仪表,最常用的仪表是钳形电流表、万用表及兆欧表。

一、钳形电流表

钳形电流表是在不切断电流的情况下,测量电流用的仪表。由于钳形电流表可以在不切断电流的情况下测量电流,因此,使用十分方便。图 1-7 所示为其外形图。

1. 使用方法

(1) 测量前应先估计被测电流的大小,选择合适的量程挡。若无法估计,则应先用较大量程挡测量,然后根据被测电流的大小再逐步换成合适的量程挡。

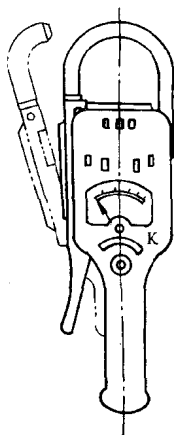


图 1-7 钳形
电流表外形

(2) 测量时应将被测载流导线放在钳口内的中心位置, 以免增大误差。测量较小电流时, 为了使读数较准确, 在条件许可时, 可将被测导线多绕几圈, 再放进钳口进行测量, 实际电流值等于仪表的读数除以放进钳口中的导线圈数。

(3) 测量完毕一定要把仪表的量程开关置于最大量程位置上, 以防下次使用时, 因疏忽大意未选择量程就进行测量, 造成损坏仪表的意外事故。

2. 注意事项

切忌在测量时切换量程, 以防钳形电流表中的电流互感器二次瞬时开路, 产生较大感应电势击穿绝缘, 损坏仪表。钳形电流表的优点是使用方便, 缺点是准确度较差。

二、万用表

万用表是一种多用途、多量程的便携式仪表, 是电气作业人员最常用的一种电工仪表。万用表可以测量直流电流、直流电压、交流电压、直流电阻等, 有的万用表还能测交流电流、电容、电感及晶体三极管的 h_{FE} 值等。万用表有模拟式和数字式两种, 下面分别予以介绍。

1. 模拟式万用表

图 1-8 所示为常用 U-101 型万用表面板。

(1) 使用方法。

1) 直流电压的测量。将转换开关旋钮置于“DVC”范围内所欲测量直流电压的相应量限位置上, 将测试表笔插入输入插口, 再将测试笔跨接在被测电路两端, 根据挡位读出直流电压值。测量时, 当指针向相反方向偏转, 只需将测试笔的“+”、“-”极互换即可。

2) 交流电压的测量。将量程开关拨至“V”范围内的适当量程挡, 测试棒的红、黑长杆并接于被测电路的两端, 指针仍在第二条刻度线读数, 其方法与直流电压的测量类同。

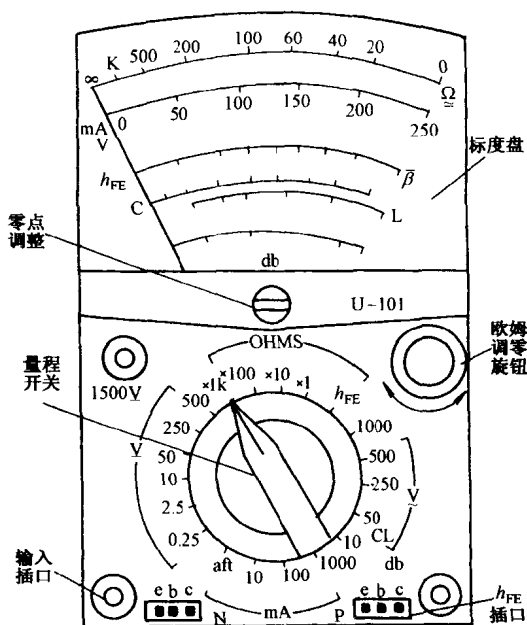


图 1-8 U-101 型万用表面板

3) 直流电流的测量。将量程开关拨至“mA”范围的适当量程挡，测试棒的红黑长杆串接到被测电流电路中，使电流从红笔流入，黑笔流出，指针也在第二条刻度线读数。直流电流的量为 0.1、1、10、100、1000mA。因此指针读数只看第二条刻度线下的 0~10 这组数，然后乘以相应的倍率就等于被测电流。

4) 电阻的测量。将量程开关拨至电阻范围的适当量程挡，先将测试棒红黑表笔短接，指针即向满刻度方向偏转，调节欧姆调零旋钮，使指针对准欧姆零值，然后将测试棒分开接入被测电阻。待指针偏转后，读出指针在“ Ω ”刻度的读数，再乘上该挡的倍率，就是被测电阻值。

5) 电容、电感的测量。将量程开关拨至 V10V 挡，被测电容（或电感）一端串接于一测试棒，另一端串接于 10V 交流电源的一端，余下的