

城市轨道交通岗位技能培训教材



自动售检票系统检修工

ZIDONG SHOUJIANPIAO XITONG JIANXIUGONG

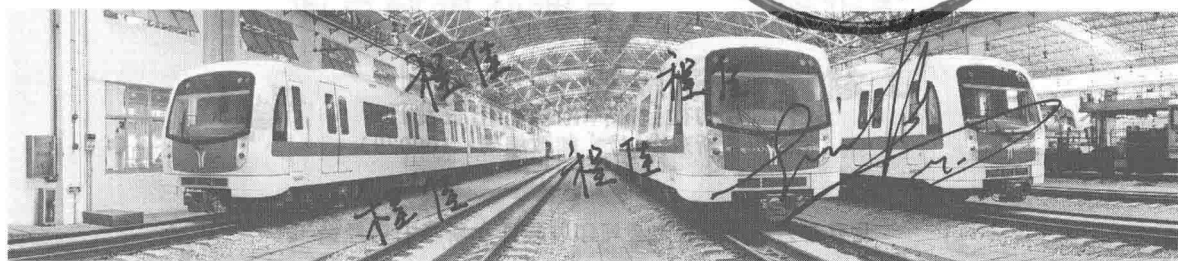
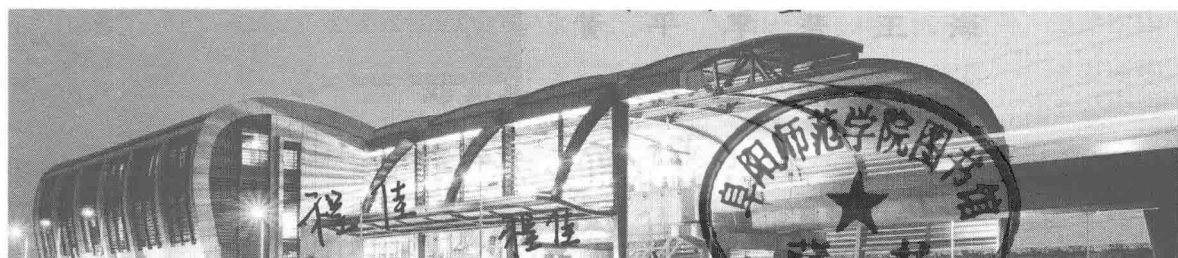
人力资源和社会保障部教材办公室
广州市地下铁道总公司 组织编写

城市轨道交通岗位技能培训教材

自动售检票系统检修工

ZIDONG SHOUJIANPIAO XITONG JIANXIUGONG

人力资源和社会保障部教材办公室
广州市地下铁道总公司 组织编写



图书在版编目(CIP)数据

自动售检票系统检修工/人力资源和社会保障部教材办公室,广州市地下铁道总公司组织编写. —北京:中国劳动社会保障出版社,2014

城市轨道交通岗位技能培训教材

ISBN 978-7-5167-0700-5

I. ①自… II. ①人…②广… III. ①城市铁路-旅客运输-售票-铁路自动化系统-检修 IV. ①U293.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 041448 号

中国劳动社会保障出版社出版发行
(北京市惠新东街1号 邮政编码:100029)

*

北京市艺辉印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

787毫米×1092毫米 16开本 13印张 297千字

2014年3月第1版 2015年2月第2次印刷

定价:28.00 元

读者服务部电话:(010) 64929211/64921644/84643933

发行部电话:(010) 64961894

出版社网址:<http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

如有印装差错,请与本社联系调换:(010) 80497374

我社将与版权执法机关配合,大力打击盗印、销售和使用盗版图书活动,敬请广大读者协助举报,经查实将给予举报者奖励。

举报电话:(010) 64954652

城市轨道交通岗位技能培训教材

编委会

主任 何霖

副主任 张桂海 蔡昌俊 周大林 刘靖

朱士友 张海燕

委员 肖明 胡铁军 刘利芝 周小南

俞军燕 黄平 李晋 王海

刘菊美 何江海 宋利明 陈通武

詹坤生

城市轨道交通岗位技能培训教材

——自动售检票系统检修工

编审人员

主编 王瑛

副主编 曾震宇

编者 黄梓钊 黄少斌 刘鹏飞 胡锦强

张黝黝 霍旭辉 刘貽展 李林蔚

李琦 刘勇 呼明

主审 胡铁军

参审 桓素娟



序

我国城市轨道交通自1965年北京地铁一期工程建设开始,经过40余年的建设和发展,取得了显著成就,截至2007年年底全国已有11个城市开通了城市轨道交通,总运营里程达761千米。当前城市轨道交通正处于大规模高速发展时期,其中以北京、上海、广州为代表的特大城市已进入网络化建设阶段,尚有沈阳、哈尔滨、杭州、西安、成都等33个城市正在建设或规划中。实践证明,发展城市轨道交通是解决大城市交通问题的必由之路,对拉动城市经济的持续发展也起到了重要的作用。

城市轨道交通作用的发挥,依靠系统的安全和高效运营。然而,城市轨道交通系统设备先进、结构复杂,高新技术应用越来越普及,要保障这样庞大系统的安全和高效,必须依靠与之相协调的高素质的人员。轨道交通行业职工队伍中一半以上是技术工人,他们是企业的主体,他们的素质高低直接关系到企业的生存和发展。因此,企业必须拥有一支高素质的技术工人队伍,培养一批技术过硬、技艺精湛的能工巧匠,才能确保安全生产,提高工作效率,提升非正常情况下的应急应变能力。

岗位技能培训是人才培养的重要途径,是提高企业核心竞争力的重要手段,而岗位技能培训的过程和结果需要适合的培训教材作为技术支撑,广州地下铁道总公司在多年的实践中对这方面有深切的感受。教材的缺乏使我们下定决心依靠自己的力量编写教材,于是从1997年至2007年我们陆续编印了51种岗位技能培训内部教材,对广州地下铁道总公司的职工开展技术培训、职业技能鉴定提供了强有力的技术支持。

2006年底国家劳动和社会保障部张小建副部长在看到我们的自编教材后积极肯定,并鼓励我们充分发挥企业的优势把教材推向全国以飨国内同行,为我国城市轨道交通事业的发展作出贡献。为了落实部领导的指示,我们与人力资源和社会保障部教材办公室合作,在对国内城市轨道交通行业进



行广泛调研的基础上,按照相关国家职业标准的要求,推出了系列“城市轨道交通岗位技能培训教材”,涉及站务员、列车司机、车辆检修工、机电设备检修工、变电设备检修工、接触网检修工、通信检修工、信号检修工、自动售检票系统检修工9个岗位,同时配备《城市轨道交通概论》《城市轨道交通运营安全》等通用教材。

“城市轨道交通岗位技能培训教材”由广州市地下铁道总公司组织从事城市轨道交通建设和运营管理的专家编写。在教材内容方面,力求技术和操作的全面完整,在注重操作的基础上,尽可能将理论问题讲解清楚,并在表达上能够深入浅出。该系列教材既可作为各技能鉴定单位开展城市轨道交通行业工种鉴定的依据,又可作为轨道交通管理部门运营和设备检修人员的岗位技能培训教材,还可作为大、中专院校相应专业师生用书。

在全国普遍缺乏轨道交通行业岗位技能培训教材的情况下,广州市地下铁道总公司带着时代赋予的使命感和高度的责任感,填补了这一空白,祝愿每位立志于轨道交通事业的同仁都能学有所获、握有所长,在自己的岗位上创出优异的业绩。

城市轨道交通岗位技能培训教材 编委会

前言

随着我国经济社会的发展，城市化进程步伐的加快，人们越来越认识到城市轨道交通对改善现代城市交通困扰局面、调整和优化城市区域布局、促进国民经济发展、改善人们生活的重要性。进入 21 世纪以来，我国各大城市的轨道交通事业如雨后春笋般迅速发展起来，进入了或即将进入一个前所未有的大发展时期，迎来了我国城市轨道交通千载难逢的超常规发展的契机。

众所周知，自动售检票系统是城市轨道交通重要的组成部分，其状态好坏直接影响城市轨道交通的服务质量。为了适应我国城市轨道交通快速发展及当前日益壮大的轨道交通自动售检票系统检修队伍的迫切需要，我们组织编写了城市轨道交通岗位技能培训教材《自动售检票系统检修工》，以满足城市轨道交通行业发展的需要。

本教材按自动售检票系统设备分类编写，主要介绍了城市轨道交通自动售检票系统设备的基本工作原理，设备、软件的基本操作，日常的检修，自动售检票系统维修专业的基础知识，故障处理的应知应会等。

本教材为自动售检票系统岗位培训教材，主要供自动售检票系统岗位培训用，亦可供有关专业技术人员参考。

由于城市轨道交通自动售检票技术发展快、技术新，资料收集齐全较为困难，加之编写人员技术水平和实践经验的局限性，错误与不足之处在所难免，敬请广大使用单位和个人不吝赐教，提出宝贵意见。

广州市地下铁道总公司



目录

第一章 电工电子基础知识及用电安全 // 1

- 第一节 电工电路技术基础 // 1
- 第二节 电子电路技术基础 // 13
- 第三节 数字电路基础知识 // 18
- 第四节 电工安全 // 22
- 第五节 AFC 专业安全要点 // 26

第二章 计算机、网络、机械基础知识 // 28

- 第一节 计算机组成 // 28
- 第二节 计算机网络基础 // 30
- 第三节 计算机及网络设备维护 // 34
- 第四节 机械原理一般基础知识 // 39

第三章 通用维修工具及仪器、仪表的使用 // 46

- 第一节 常用维修工具 // 46
- 第二节 常用仪器和仪表 // 49

第四章 自动售检票 (AFC) 系统概况 // 57

- 第一节 AFC 系统的简介、系统组成及功能 // 57
- 第二节 车站级 AFC 设备的维修管理 // 69
- 第三节 维修 AFC 设备的注意事项 // 72
- 第四节 AFC 系统专业技能要求 // 76

第五章 车站计算机 (SC) // 79

- 第一节 车站计算机硬件组成 // 79



第二节 车站计算机监控软件 // 80

第三节 系统软件介绍 // 84

第四节 车站计算机日常性检修、计划性检修 // 85

第五节 主要故障及处理方法 // 88

第六章 自动售票机 (TVM) // 90

第一节 硬件组成与各模块功能 // 90

第二节 软件结构 // 98

第三节 日常性检修、计划性检修 // 100

第四节 主要故障及处理方法 // 122

第五节 典型维修案例 // 128

第七章 闸机 (AGM) // 132

第一节 硬件组成与各模块功能 // 132

第二节 软件结构 // 141

第三节 日常性检修、计划性检修 // 143

第四节 主要故障及处理方法 // 172

第五节 典型维修案例 // 179

第八章 票房售票机 (BOM) // 181

第一节 硬件组成 // 181

第二节 软件结构 // 184

第三节 日常性检修、计划性检修 // 189

第四节 主要故障及处理方法 // 190

第五节 典型维修案例 // 191

第九章 自动验票机 (TCM) // 193

第一节 硬件组成 // 193

第二节 软件结构 // 194

第三节 日常性检修、计划性检修 // 195

第四节 故障模式和关闭模式下显示信息 // 196

第五节 典型维修案例 // 196

第一章

电工电子基础知识及用电安全

第一节 电工电路技术基础

一、电路的基本定律

1. 欧姆定律

欧姆定律：流过电阻的电流与电阻两端的电压成正比，用公式表示为 $R = U/I$ 。

电阻的单位是欧姆 (Ω)，电流的单位是安培 (A)，电压的单位是伏特 (V)。它表明：

(1) 当 U 一定时，电阻 R 越大，则电流越小，因此，电阻 R 具有对电流的阻碍作用。

(2) 流过电阻的电流与电阻两端的电压成正比；它表明电阻对电流具有阻碍作用；把遵循欧姆定律的电阻称为线性电阻。

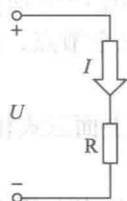


图 1—1 欧姆定律

电压和电流是具有方向的物理量，因此，欧姆定律有多种形式，具体如图 1—1 所示。

2. 基尔霍夫定律

(1) 基尔霍夫电流定律。在任一瞬时，流向某一节点的电流之和应该等于由该节点流出的电流之和，即在任一瞬时，一个节点上电流的代数和恒等于零。

电路中三条或三条以上的支路相连接的点称为节点。电路中的每一分支称为支路，支路是构成节点的基础，一条支路流过同一个电流，称为支路电流。在图 1—2 所示的电路中共有三条支路，分别为： ab 、 acb 、 adb 。图 1—2 中节点 a 的节点方程为： $I_1 + I_2 - I_3 = 0$ ，图 1—2 中有 a 和 b 两个节点。

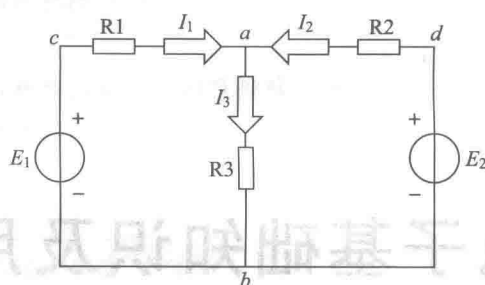


图 1—2 基尔霍夫电流定律举例 (1)

基尔霍夫电流定律通常应用于节点,但也可以应用于包围部分电路的任一假设的闭合面。实例如图 1—3 所示,具体表述如下:在任一瞬时,通过任一闭合面的电流的代数和恒等于零,或者说,在任一瞬时流向某一闭合面的电流之和等于由闭合面流出的电流之和。

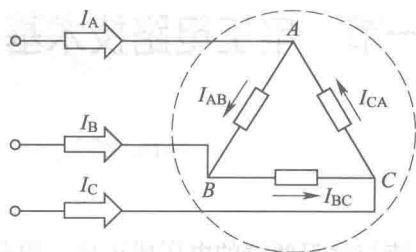


图 1—3 基尔霍夫电流定律举例 (2)

在图 1—3 所示的电路中,闭合面包围的是一个三角形电路,从节点定义出发,它有 A、B、C 三个节点,分别应用基尔霍夫电流定律如下:

$$I_A = I_{AB} - I_{CA} \quad I_B = I_{BC} - I_{AB} \quad I_C = I_{CA} - I_{BC}$$

将上面三式相加,使得:

$$I_A + I_B + I_C = 0 \quad (\text{注意 } I_A、I_B、I_C \text{ 均为流入各节点的电流})$$

(2) 基尔霍夫电压定律。在任一瞬时,沿任一回路循环方向(顺时针方向或逆时针方向),回路中各段电压的代数和恒等于零。

3. 戴维南定理

戴维南定理:任何一个有源二端线性网络(见图 1—4a)都可以用一个电动势为 E 的理想电源和内阻 R_0 串联来表示(见图 1—4b),且电动势 E 的值为负载开路电压 U_0 ,内阻 R_0 为除去有源二端线性网络中所有电源(电流源开路、电压源短路)后得到的无源网络 $a、b$ 两端之间的等效电阻。如图 1—4 所示,支路电流方程为:

$$I = \frac{E}{R_0 + R_L}$$

用戴维南定理求解电路的解题步骤如下:

- (1) 分析电路,选取待求支路,设定待求支路的参考电压或电流方向。
- (2) 将待求支路开路,画出电路图,求出开路电压 U_0 。

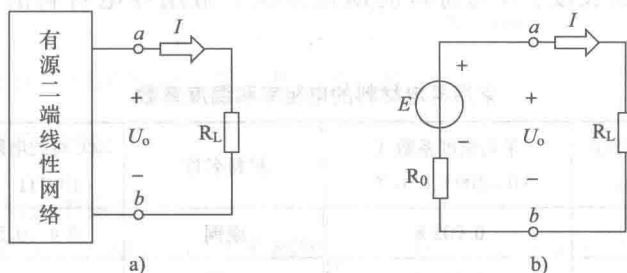


图 1—4 戴维南定理举例

a) 有源二端线性电路 b) 有源等效电路

(3) 将待求支路开路，断开所有电源（电流源开路、电压源短路），画出电路图，求出无源网络 a 、 b 两端之间的等效电阻 R_0 。

(4) 画出戴维南等效电路，求支路电流 I ，计算最终结果。

4. 诺顿定理

诺顿定理：任何一个有源二端线性网络都可以用一个电流为 I_s 的理想电源和内阻 R_0 并联来表示，如图 1—5 所示。等效电源的电流 I_s 为有源二端线性网络的短路电流，内阻 R_0 为除去有源二端线性网络中所有电源（电流源开路、电压源短路）后得到的无源网络 a 、 b 两端之间的等效电阻。

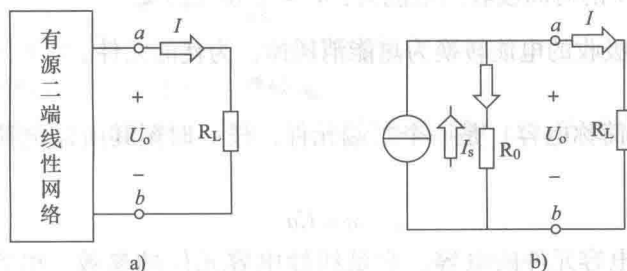


图 1—5 诺顿定理举例

a) 有源二端线性电路 b) 有源等效电路

图 1—5 的支路电流 I 为：

$$I = \frac{I_s R_0}{R_0 + R_L}$$

二、三种基本电路元件

1. 电阻元件

电阻表示导体对电流阻碍作用的大小，用大写字母 R 表示，单位为欧姆 (Ω)。其值与电阻率及材料的尺寸有关，即：

$$R = \rho \times \frac{l}{S}$$

式中， ρ 为电阻率，是描述这种材料对电流起阻碍作用的物理量，单位为欧·米



($\Omega \cdot \text{m}$)； l 为材料的长度； S 为材料的横截面积。常用导电材料的电阻率和温度系数见表1—1。

表1—1

常用导电材料的电阻率和温度系数

材料名称	20℃时的电阻率 ρ ($10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$)	平均温度系数 α (0~100℃) $1/^\circ\text{C}$	材料名称	20℃时的电阻率 ρ ($10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$)	平均温度系数 α (0~100℃) $1/^\circ\text{C}$
银	0.015 9	0.003 8	康铜	0.4~0.51	0.000 005
铜	0.016 9	0.004 6	锰铜	0.42	0.000 006
铝	0.026 5	0.004 23	黄铜	0.07~0.08	0.002
铁	0.097 8	0.005 0	镍铬合金	1.1	0.000 15
钨	0.054 8	0.004 5	铁铬铌合金	1.4	0.000 28
钢	0.13~0.25	0.006			

电阻的倒数称为线性电阻元件的电导，用 G 表示，即 $G = 1/R$ ，电导的单位是西门子，简称西 (S)， R 、 G 都是线性电阻元件的参数。

任一时刻电阻元件两端电压和电流的关系服从欧姆定律，即 $U = RI$ 。

电阻元件消耗的功率为： $P = ui = Ri^2 = u^2/R$

电阻元件从 0 到 t 的时间吸收的电能为： $W = \int_0^t Ri^2(\xi) d\xi$

电阻元件一般把吸收的电能转换为热能消耗掉，为耗能元件。

2. 电容元件

线性电容元件（简称电容）是一个二端元件，任一时刻其所储电荷 q 和端电压 u 之间具有以下线性关系：

$$q = Cu$$

式中， C 为线性电容元件的电容，它是线性电容元件的参数。电容的单位为法 [拉] (F)。由于法 [拉] 单位太大，工程上常采用微法 (μF) 或皮法 (pF)。它们的关系为：

$$1 \text{ F} = 10^6 \mu\text{F} \quad 1 \mu\text{F} = 10^6 \text{ pF}$$

电容伏安关系为：

$$i(t) = \frac{dCu}{dt} = C \frac{du}{dt} \quad R = 1/(j\omega C)$$

3. 电感元件

电感元件是线圈的理想化模型，线性电感元件定义如下：

线性电感元件（简称电感）是一个二端元件，任一时刻，其磁通量 Φ 与电流 i 之间具有以下线性关系：

$$\Phi = Li$$

式中， L 为线性电感元件的电感，它是线性电感元件的参数，电感的单位是亨 [利] (H) 或毫亨 [利] (mH)。

电感的伏安特性如下：

$$u = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{d(Li)}{dt} = L \frac{di}{dt} \quad R = j\omega L$$

电感元件不消耗所吸收的能量,是一种储能元件。

三、三相电路基本知识

1. 三相交流发电机的组成

目前,交流电在动力方面的应用几乎都属于三相制。工业用的交流电动机多数是三相交流电动机,日常生活用的单相电动机也是三相交流电的一部分。

三相交流发电机的原理如图 1—6 所示。

三相交流发电机主要由定子与转子两部分组成。定子是发出电力的电枢,转子是磁极。这种三相交流发电机称为旋转磁极式发电机。

转子以角速度 ω 旋转。定子是固定的,在定子的槽中嵌有三组同样的绕组(线圈),即 UX、VY、WZ,每组称为一相,分别为 U 相、V 相和 W 相。它们的始端标以 U、V、W,末端标以 X、Y、Z,绕组的始端之间或末端之间彼此相隔 120° 。同时,工艺上保证定子与转子之间磁感应强度沿定子内表面按正弦规律分布。最大值在转子磁极的北极 N 和南极 S 处。

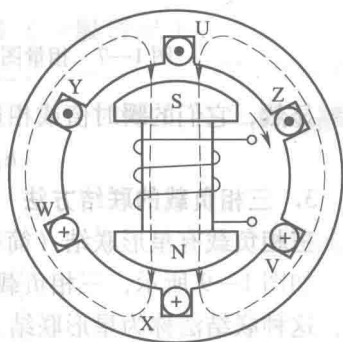


图 1—6 三相交流发电机的原理

2. 三相电压及其特点

当转子以角速度 ω 顺时针旋转时,在各相绕组的始端和末端都产生随时间按正弦规律变化的感应电压。

这些电压频率相同、幅值相同,彼此间的相位相差 120° ,相当于三个独立的正弦电源。三相电压分别为:

$$u_U = \sqrt{2}U \sin \omega t$$

$$u_V = \sqrt{2}U \sin (\omega t - 120^\circ)$$

$$u_W = \sqrt{2}U \sin (\omega t + 120^\circ)$$

以 U 相电压 U_U 作为参考相量,则它们的相量为:

$$\dot{U}_U = U \angle 0^\circ$$

$$\dot{U}_V = U \angle -120^\circ = U \left(-\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2} \right)$$

$$\dot{U}_W = U \angle 120^\circ = U \left(-\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2} \right)$$

三个频率相同、幅值相同、彼此相位相差 120° 的电压称为对称三相电压。其相量图及波形分别如图 1—7、图 1—8 所示。

上述三相电压到达正幅值(或相应零值)的先后次序称为相序。

图 1—7 所示三相电压的相序为 $U \rightarrow V \rightarrow W$,称为正序或顺序。与此相反,如果 V 相超前 U 相 120° ,W 相超前 V 相 120° ,这种相序称为负序或逆序。今后如无特殊声明,均按正序处理。

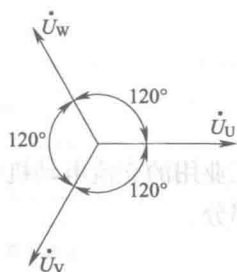


图 1—7 相量图

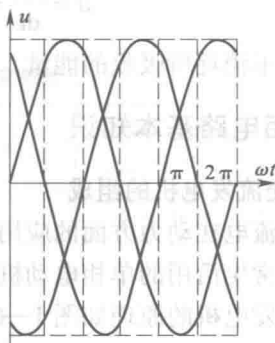


图 1—8 波形图

显然，它们的瞬时值或相量之和为零，即：

$$u_U + u_V + u_W = 0, \quad U_U + U_V + U_W = 0$$

3. 三相负载的联结方法

三相负载有星形联结（简称Y联结）与三角形联结（简称△联结）两种联结方式。

如图 1—9 所示，三相负载的三个末端连在一起，这一节点称为中性点或零点，用 N 表示，这种联结法称为星形联结。

从中性点引出的导线称为中性线或零线；从始端 U、V、W 引出的三根导线称为相线，俗称火线。

星形联结的三相电源（简称星形电源）的每一相电压（火线与零线间的电压）称为相电压。其有效值用 U_U 、 U_V 、 U_W 表示，一般用 U_P 表示。

端线 U、V、W 之间的电压（火线与火线之间的电压）称为线电压，其有效值用 U_{UV} 、 U_{VW} 、 U_{WU} 表示，一般用 U_L 表示。

相电压、线电压都是同频率的正弦量，其相量图如图 1—10 所示。

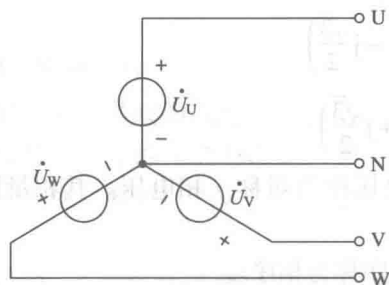


图 1—9 三相绕组的星形联结

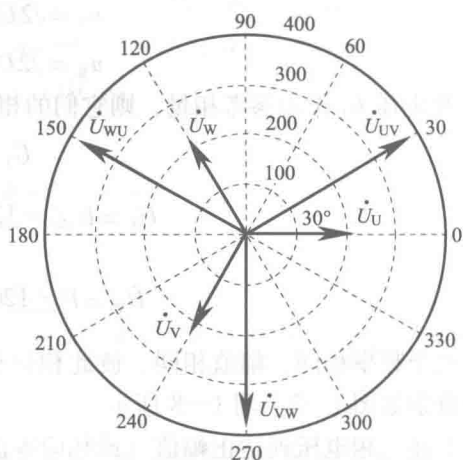


图 1—10 星形联结的相量图

$$\cos 60^\circ = \frac{1}{2}$$

$$\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

从相量图可以得出, 线电压超前相电压 30° ; 线电压是相电压的 $\sqrt{3}$ 倍, 即:

$$\frac{1}{2} U_l = U_p \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2} U_p$$

当发电机的三相绕组按星形联结时, 有三根火线和一根零线, 共需四根线, 故称这种输电方式为三相四线制。

三相四线制电源系统给负载有两种电压选择, 一般在低压配电系统中, 相电压 U_p 为 220 V, 线电压 U_l 为 380 V。

4. 对称三相电路的电压、电流和平均功率

(1) 对称 Y—Y 联结三相电路的电压和电流。若每相负载都相同, 称为对称负载。对称三相电源和对称三相负载相连接, 称为对称三相电路 (一般情况下, 电源总是对称的)。三相电源与负载之间的联结方式有 Y—Y、 Δ — Δ 、Y— Δ 、 Δ —Y。Y—Y 联结方式即星形电源与星形负载联结, 又分为三相四线制 (有中性线) 与三相三线制 (无中性线)。

对称 Y—Y 联结的三相四线制电路如图 1—11 所示。

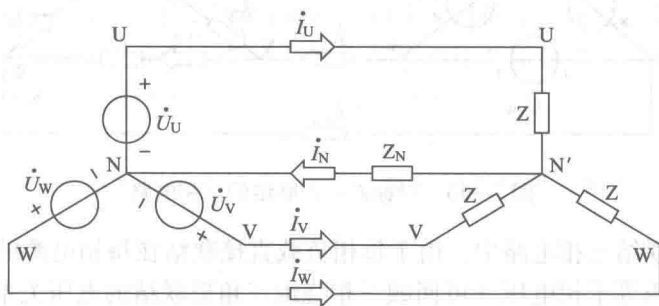


图 1—11 对称 Y—Y 联结的三相四线制电路

在对称 Y—Y 电路中, 每相电源与负载是相互独立的, 负载中点与电源中点是等电位点, 流过中性线的电流为 0, 如同开路。

由于 $U_{NN} = 0$, 各相电路相互独立; 又由于三相电源与负载对称, 所以三相电流也对称。因此, 对称 Y—Y 三相电路可归结为单相 (通常为 U 相) 计算的方法。算出 I_U 后, 根据对称性可推知其他两相电流 I_V 和 I_W 。

注意, 在单相计算电路中, $U_{NN} = 0$ 且与中性线阻抗无关。

由于 $U_{NN} = 0$, 所以负载的线电压、相电压的关系与电源的线电压、相电压关系相同。

综上所述, 在对称 Y—Y 三相电路中, 中性线如同开路, 线电流等于相电流; 线电压超前相电压 30° , 有效值为相电压的 $\sqrt{3}$ 倍。线电流、相电流、线电压和相电压都分别是一组对称量。

中性线中既然没有电流通过, 就可以不要。如图 1—12 所示, 对称的三相发电机与对称的三相负载之间只有三根线相连, 这就是三相三线制电路。

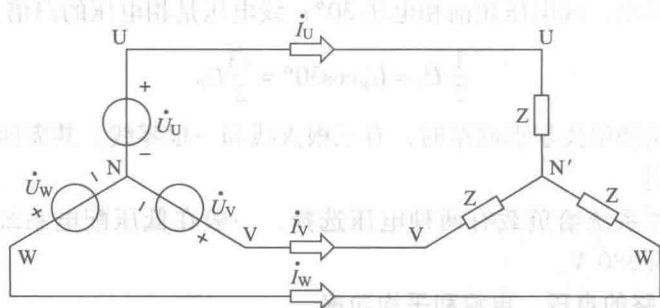
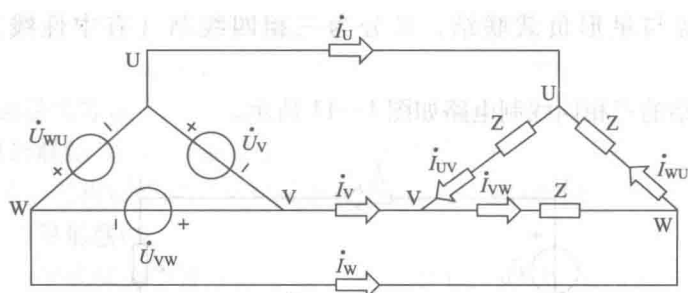


图 1—12 三相三线制电路

(2) 对称 Δ — Δ 联结三相电路。对称 Δ — Δ 联结三相电路如图 1—13 所示。

图 1—13 对称 Δ — Δ 联结的三相电路

在对称 Δ — Δ 联结三相电路中，由于每相负载直接联结在每相电源的两端线之间，所以三角形联结的线电压等于相电压（可回顾三相绕组三角形联结的电压关系）。

在图 1—14 所示的对称 Δ — Δ 联结三相电路中，相电流可由相电压相量求出。根据基尔霍夫电流定律的相量形式，可以写出线电流与相电流之间的关系如下：

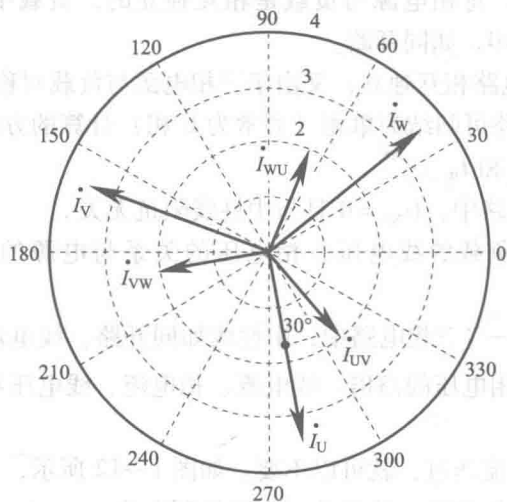


图 1—14 电流相量图