



技能型人才培养用书

国家职业资格培训教材

电气设备安装工 (中级)

国家职业资格培训教材编审委员会 编

潘玉山 主编



依据 **劳动和社会保障部**

制定的《国家职业标准》要求编写



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书是依据《国家职业标准》中级电气设备安装工的知识要求和技能要求,按照岗位培训需要的原则编写的。本书的主要内容包括:电气设备安装基础、电缆线路施工、变配电设备安装、电动机安装、配电箱(盘)的安装、钢索配管配线、消防自动报警系统的安装、热工仪表安装、电梯安装与维修、特殊场所电气设备安装、电气调试与运行等。书末附有与之配套的试题库和答案,以便于企业培训、考核鉴定和读者自测自查。

本书主要作为企业培训部门、职业技能鉴定机构、再就业和农民工培训机构的教材,也可作为技校、中职、各种短训班的教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

电气设备安装工(中级)/潘玉山主编. —北京:机械工业出版社, 2005.9

国家职业资格培训教材

ISBN 7-111-17398-8

I. 电… II. 潘… III. 电气设备—设备安装—技术培训—教材
IV. TM05

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 106445 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:王振国 版式设计:霍永明 责任校对:张晓蓉

封面设计:饶薇 责任印制:石冉

三河市宏达印刷有限公司印刷

2006 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

880mm × 1230mm A5 · 11.25 印张 · 330 千字

0001—5000 册

定价:25.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68326294

封面无防伪标均为盗版

国家职业资格培训教材

编审委员会

主 任 于 珍

副 主 任 郝广发 李 奇 洪子英

委 员 (按姓氏笔画排序)

王 蕾 王兆晶 王英杰 王昌庚

田力飞 刘云龙 刘书芳 刘亚琴 (常务)

朱 华 沈卫平 汤化胜 李春明

李家柱 李晓明 李超群 (常务)

李培根 李援璞 吴茂林 何月秋 (常务)

张安宁 张吉国 张凯良 陈业彪

周新模 郑 骏 杨仁江 杨君伟

杨柳青 卓 炜 周立雪 周庆轩

施 斌 荆宏智 (常务) 柳吉荣

徐 彤 (常务) 黄志良 潘 茵

潘宝权 戴 勇

顾 问 吴关昌

策 划 李超群 荆宏智 何月秋

本书主编 潘玉山

本书副主编 朱照红

本书参编 王利懿 陈恩平 景玉荣 黄玉宇

本书主审 方锡祚

序

为贯彻“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”精神，落实国家人才发展战略目标，促进农村劳动力转移培训，全面推进技能振兴计划和高技能人才培养工程，加快培养一大批高素质的技能型人才，我们精心策划了这套与劳动和社会保障部最新颁布的《国家职业标准》配套的“国家职业资格培训教材”。

进入 21 世纪，我国制造业在世界上所占的比重越来越大，随着我国逐渐成为“世界制造业中心”进程的加快，制造业的主力军——技能人才，尤其是高级技能人才的严重缺乏已成为制约我国制造业快速发展的瓶颈，高级蓝领出现断层的消息屡屡见诸报端。据统计，我国技术工人中高级以上技工只占 3.5%，与发达国家 40% 的比例相去甚远。为此，国务院先后召开了“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”，提出了“三年 50 万新技师的培养计划”，强调各地、各行业、各企业、各职业院校等要大力开展职业技术培训，以培训促就业，全面提高技术工人的素质。那么，开展职业培训的重要基础是什么呢？

众所周知，“教材是人们终身教育和职业生涯的重要学习工具”。顾名思义，作为职业培训的重要基础，职业培训教材当之无愧！编写出版优秀的职业培训教材，就等于为技能培训提供了一把开启就业之门的金钥匙，搭建了一座高技能人才培养的阶梯。

加快发展我国制造业，作为制造业龙头的机械行业责无旁贷。技术工人密集的机械行业历来高度重视技术工人的职业技能培训工作，尤其是技术工人培训教材的基础建设工作，并在几十年的实践中积累了丰富的教材建设经验。作为机械行业的专业出版社，机械工业出版社在“七五”、“八五”、“九五”期间，先后组织编写出版了“机械工人技术理论培训教材”149 种，“机械工人操作技能培训教材”85 种，“机械工人职业技能培训教材”66 种，“机械工业技

师考评培训教材”22种,以及配套的习题集、试题库和各种辅导性教材约800种,基本满足了机械行业技术工人培训的需要。这些教材以其针对性、实用性强,覆盖面广,层次齐备,成龙配套等特点,受到全国各级培训、鉴定和考工部门和技术工人的欢迎。

2000年以来,我国相继颁布了《中华人民共和国职业分类大典》和新的《国家职业标准》,其中对我国职业技术工人的工种、等级、职业的活动范围、工作内容、技能要求和知识水平等根据实际需要进行了重新界定,将国家职业资格分为5个等级:初级(5级)、中级(4级)、高级(3级)、技师(2级)、高级技师(1级)。为与新的《国家职业标准》配套,更好地满足当前各级职业培训和技术工人考工取证的需要,我们精心策划编写了这套“国家职业资格培训教材”。

这套教材是依据劳动和社会保障部最新颁布的《国家职业标准》编写的,为满足各级培训考工部门和广大读者的需要,这次共编写了38个职业159种教材。在职业选择上,除机电行业通用职业外,还选择了建筑、汽车、家电等其他相近行业的热门职业。每个职业按《国家职业标准》规定的工作内容和技能要求编写初级、中级、高级、技师(含高级技师)四本教材,各等级合理衔接、步步提升,为高技能人才培养搭建了科学的阶梯型培训架构。为满足实际培训的需要,对多工种共同需求的基础知识我们还分别编写了《机械制图》、《机械基础》、《电工常识》、《电工基础》、《建筑装饰识图》等15种公共基础教材。

在编写原则上,依据《国家职业标准》又不拘泥于《国家职业标准》是我们这套教材的创新。为满足沿海制造业发达地区对技能人才细分市场的需要,我们对模具、制冷、电梯等社会需求量大又已单独培训和考核的职业,从相应的职业标准中剥离出来单独编写了针对性较强的培训教材。

为满足培训、鉴定、考工和读者自学的需要,在编写时我们考虑了教材的配套性。教材的章首有培训要点、章末配复习思考题,书末有与之配套的试题库和答案,以及便于自检自测的理论和技能模拟试卷,同时还根据需求为7种教材配制了VCD光盘。

增加教材的可读性、提升教材的品质是我们策划这套教材的又一亮点。为便于培训、鉴定、考工部门在有限的时间内把最需要的知识和技能传授给学员,同时也便于学员抓住重点,提高学习效率,对需要掌握的重点、难点、考点和知识鉴定点加有旁白提示并采用双色印刷。

为扩大教材的覆盖面和体现教材的权威性,我们组织了上海、江苏、广东、广西、北京、山东、吉林、河北、四川、内蒙古等地相关行业从事技能培训和考工的 200 多名专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师参加编写。

这套教材在编写过程中力求突出“新”字,做到“知识新、工艺新、技术新、设备新、标准新”;增强实用性,重在教会读者掌握必需的专业知识和技能,是企业培训部门、各级职业技能鉴定培训机构、再就业和农民工培训机构的理想教材,也可作为技工学校、职业高中、各种短训班的专业课教材。

在这套教材的调研、策划、编写过程中,曾经得到广东省职业技能鉴定中心、上海市职业技能鉴定中心、江苏省机械工业联合会、中国第一汽车集团公司以及北京、上海、广东、广西、江苏、山东、河北、内蒙古等地许多企业和技工学校的有关领导、专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师的大力支持和帮助,在此谨向为本套教材的策划、编写和出版付出艰辛劳动的全体人员表示衷心的感谢!

教材中难免存在不足之处,诚恳希望从事职业教育的专家和广大读者不吝赐教,提出批评指正。我们真诚希望与您携手,共同打造职业培训教材的精品。

国家职业资格培训教材编审委员会

前 言

为进一步提高电气设备安装从业人员的基本素质和专业技能，增强各级、各类职业学校在校生的就业能力，满足本工种职业技能培训、考核、鉴定等工作的迫切需要，我们组织部分经验丰富的讲师、工程师、技师等编写了《电气设备安装工》培训教材。

《电气设备安装工》培训教材共分四册，即初级工、中级工、高级工、技师和高级技师。全书是根据中华人民共和国劳动和社会保障部制定的国家职业标准《电气设备安装工》组织编写的，以现行电气施工及验收规范为依据，以实用、够用为宗旨，力求浓缩、精炼、科学、规范、先进。本书采用双色套印，突出学习重点、施工难点、考核要点，这点请读者在学习时注意把握。

本册教材由潘玉山同志任主编，朱照红同志任副主编，方锡祚同志担任主审工作。其中潘玉山同志编写本册教材的第一、二章；王利懿同志编写第三、四章；陈恩平、景玉荣同志编写第五~八章；朱照红同志编写第九章；黄玉宇同志编写第十、十一章。在教材编写过程中，也得到了陆剑英工程师的大力协助，并提出了宝贵意见。

编者在编写过程中参阅了大量的相关规范、规定、图册、手册、教材及技术资料等，并借用了部分图表，在此向原作者致以衷心的感谢。如有不敬之处，恳请见谅。

由于教材知识覆盖面较广，涉及的标准、规范较多，加之时间仓促、编者水平有限，书中难免存在缺点和不足，敬请各位同行、专家和广大读者批评指正，以期再版时臻于完善。

编 者

目 录

M U L U

序

前言

第一章 电气设备安装基础	1
第一节 电工技术	1
一、三相交流电路	1
二、电磁与电磁感应	4
三、电工测量	6
四、低压电器	13
五、电子技术基础	19
第二节 电工识图	27
一、照明平面图的分析	27
二、电力平面图的分析	33
第三节 可程序控制器 (PLC) 基础	38
一、PLC 组成	38
二、PLC 硬件及各部分作用	39
三、PLC 编程初步	40
第四节 传感器基础	44
一、传感器分类	45
二、常用传感器的特性和应用	46
第五节 机械基础	48
一、机械制图基础知识	48
二、机械传动基础知识	52
三、常用量具及其使用	56
第六节 施工前的准备	58

一、领会图样等技术资料	58
二、准备施工条件、工器具	58
复习思考题	62
第二章 电缆线路施工	63
第一节 电缆线路施工所需专业知识	63
一、喷灯的使用方法	63
二、热缩材料的使用方法	64
三、电缆终端和接头的质量标准	65
第二节 电缆线路施工技能训练实例	66
训练1 干包式终端制作	66
训练2 室内环氧树脂电缆终端制作	70
训练3 室内尼龙电缆终端制作	73
训练4 交联聚乙烯绝缘电缆热缩接头制作	75
复习思考题	78
第三章 变配电设备安装	79
第一节 变配电设备安装所需专业知识	79
一、变压器安装基础	79
二、断路器安装基础	88
三、电气二次接线基础	91
第二节 变配电设备安装技能训练实例	98
训练1 变压器安装	98
训练2 断路器安装	103
训练3 电气二次接线	107
复习思考题	112
第四章 电动机安装	113
第一节 电动机安装所需专业知识	113
一、电动机干燥方法	113
二、电动机安装质量要求	114
三、电动机控制电路的结构与原理	120

四、电动机的保护装置	122
第二节 电动机安装技能训练实例	126
训练1 电动机基础预制	126
训练2 电动机就位安装	127
训练3 带传动调整	127
训练4 联轴器传动调整	128
训练5 电动机控制、保护和起动装置安装	129
训练6 电动机联车试运行	132
复习思考题	133
第五章 配电箱（盘）的安装	134
第一节 配电箱（盘）安装所需专业知识	134
一、配电箱（盘）安装技术要求	135
二、导线与器具连接的一般规定	138
三、配电箱（盘）接地与绝缘电阻检测	139
四、操作工艺流程	139
第二节 配电箱（盘）安装技能训练实例	140
训练1 弹线定位与固定配电箱	140
训练2 盘面组装	141
复习思考题	143
第六章 钢索配管配线	144
第一节 钢索配管配线所需专业知识	144
一、钢索配管配线的质量标准	144
二、钢索配管配线的施工准备	145
三、操作工艺流程	147
第二节 钢索配管配线技能训练实例	148
训练1 预制加工工件	148
训练2 预埋和弹线定位	149
训练3 固定支架	149
训练4 组装钢索	150

训练 5 钢索吊装管线	151
训练 6 安装保护地线	154
复习思考题	155
第七章 消防自动报警系统的安装	156
第一节 安装消防自动报警系统所需专业知识	156
一、消防自动报警系统的原理	156
二、消防自动报警系统布线说明	158
三、探测器类型及装接说明	159
四、报警控制器类型及装接说明	161
第二节 消防自动报警系统安装技能训练实例	164
训练 1 消防线路布线	164
训练 2 探测器安装	165
训练 3 报警控制器安装	168
训练 4 消防自动报警系统的调试	169
复习思考题	170
第八章 热工仪表安装	171
第一节 热工仪表安装所需专业知识	171
一、取源部件安装知识	171
二、仪表测点开孔方法	177
三、仪表管路的敷设要求	177
四、热工仪表安装一般规定	179
第二节 热工仪表安装技能训练实例	180
训练 1 测孔定位与开凿	180
训练 2 仪表安装	181
训练 3 仪表管路敷设	183
复习思考题	183
第九章 电梯安装与维修	184
第一节 电梯安装与维修所需专业知识	184
一、安装电梯相关知识	184

二、调试电梯基本功能相关知识	192
三、故障排除相关知识	195
四、电梯日常维护与保养	200
第二节 电梯安装与维护技能训练实例	204
训练1 井道机械设备的安装	204
训练2 钢丝绳的安装	208
训练3 电梯电气设备的安装	210
训练4 电梯调试前的准备	211
训练5 调试前的机械和电气检查	212
训练6 制动器和自动门机构的调试	213
训练7 轿厢运行抖动故障排除	215
训练8 门电动机传动带打滑故障排除	216
训练9 电梯层楼信号紊乱故障排除	216
训练10 电梯爬行故障排除	217
训练11 曳引机蜗杆轴向窜动调整	218
训练12 曳引系统日常保养	219
训练13 直流电动机门机构保养	222
训练14 安全设备保养	223
训练15 电梯紧急故障处理	224
复习思考题	226
 第十章 特殊场所电气设备安装	 227
第一节 特殊场所电气设备安装所需专业知识	227
一、特殊场所分类	227
二、防爆电气设备类型	228
三、防爆电气设备选择	231
四、对爆炸危险场所接地要求	232
五、防爆电气设备安装常识	234
第二节 特殊场所防爆电气设备技能训练实例	254
训练1 防爆灯具的安装与接线	254
训练2 防爆电机的安装与接线	255

复习思考题	257
第十一章 电气调试与运行	258
第一节 电气调试与试运行所需专业知识	258
一、工程计量仪表校验方法	258
二、电气设备试运行操作要求	264
第二节 电气调试与试运行技能训练实例	267
训练1 电流表校验	267
训练2 电压表校验	271
训练3 功率表校验	275
训练4 功率因数表校验	278
训练5 电能表校验	280
训练6 交流电机试验	281
训练7 直流电机试验	286
训练8 电动机运行操作	289
复习思考题	293
试题库	295
知识要求试题	295
一、判断题 试题(295) 答案(340)	
二、选择题 试题(305) 答案(341)	
技能要求试题	329
一、10kV 交联聚乙烯电缆中间接头制作	329
二、SN10—10 型少油断路器拆装与调整	330
三、笼型异步电动机Y- Δ 启动	331
四、安装 B3C—200 型防爆灯具	331
模拟试卷样例	333
参考文献	343

第一章

电气设备安装基础



培训学习目标 了解三相交流电路、电磁感应、电工测量、低压电器、电子等电工技术基础知识；能够分析一般的照明平面图、电力平面图等；熟悉可编程控制器（PLC）基础知识、机械基础及计量的基础知识；熟悉施工前的准备工作。

第一节 电工技术

一、三相交流电路

1. 三相交流电源的特点

对称三相电源的频率、幅值相同，相位彼此相差 120° 。其瞬时值表达式为

$$e_A = E_m \sin \omega t \quad (1-1)$$

$$e_B = E_m \sin(\omega t - 120^\circ) \quad (1-2)$$

$$e_C = E_m \sin(\omega t + 120^\circ) \quad (1-3)$$

对应的波形和相量图如图 1-1 所示。

发电机的三相绕组以一定的方式连接，或接成三角形，或接成星形。设 U_1 、 V_1 、 W_1 为 3 个定子绕组的首端， U_2 、 V_2 、 W_2 为 3 个定子绕组的末端。将 3 个绕组间首尾相连，再从 3 个连接点向外引出线（即相线），这种连接方式称为三角形联结；将三相绕组的末

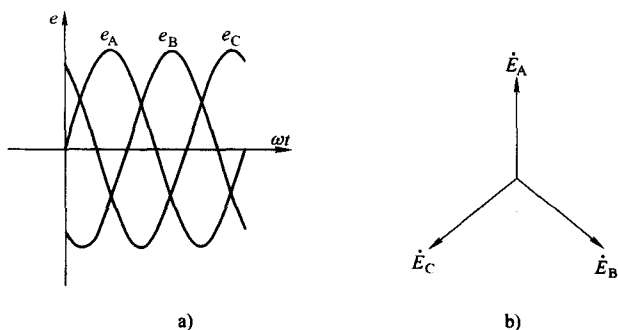


图 1-1 三相对称电动势的波形和相量图

a) 波形 b) 相量图

端连在一起（此点称为中性点，其引出线称为中线或零线），再将 3 个绕组的首端向外引出线（即相线），这种联结方式称为星形联结。图 1-2 为发电机定子绕组的两种联结。相线之间的电压为线电压，相线与中线之间的电压为相电压。

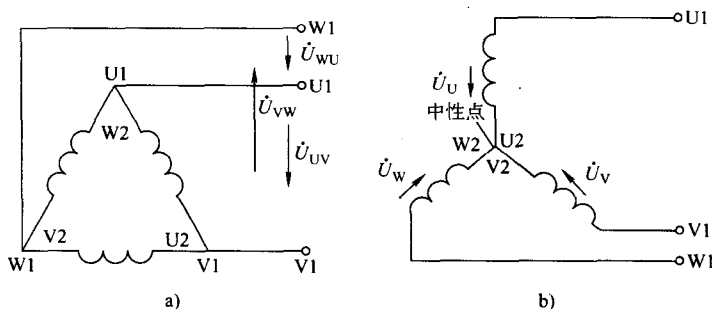


图 1-2 发电机定子绕组的两种联结

a) 三角形联结 b) 星形联结

2. 三相负载的联结方式

根据三相负载的阻抗值和性质可分为三相对称负载和三相不对称负载。所谓三相对称负载，是指三相负载的阻抗值和性质都相同。负载也有星形和三角形两种联结方式。



(1) 三相负载的星形联结 如图 1-3 所示, 各相负载承受的电压一般均为电压源的相电压, 两相线电压为电源的线电压, 线电流等于相电流。

(2) 三相负载的三角形联结 如图 1-4 所示, 显然, 负载采用三角形联结时, 各相负载的电压, 就等于相线间的线电压。

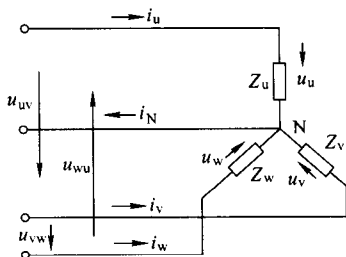


图 1-3 三相负载的星形联结

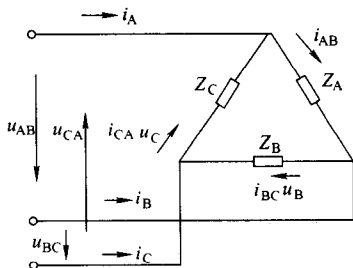


图 1-4 三相负载的三角形联结

3. 三相电路的功率

三相电路的有功功率 P 和无功功率 Q 分别等于各相有功功率和无功功率之和, 即

$$P = P_U + P_V + P_W = U_U I_U \cos \varphi_U + U_V I_V \cos \varphi_V + U_W I_W \cos \varphi_W \quad (1-4)$$

$$Q = Q_U + Q_V + Q_W = U_U I_U \sin \varphi_U + U_V I_V \sin \varphi_V + U_W I_W \sin \varphi_W \quad (1-5)$$

式中 U_U 、 U_V 、 U_W ——各相电压, 单位为 V;

I_U 、 I_V 、 I_W ——各相电流, 单位为 A;

Q_U 、 Q_V 、 Q_W ——各相相电压与相电流间的相位差;

$\cos \varphi_U$ 、 $\cos \varphi_V$ 、 $\cos \varphi_W$ ——各相负载的功率因数。

而视在功率

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

当三相负载对称时, 每相功率相等, 则

$$P = 3P_p = 3U_p I_p \cos \varphi \quad (1-6)$$

$$Q = 3Q_p = 3U_p I_p \sin \varphi \quad (1-7)$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = 3U_p I_p \quad (1-8)$$



式中 U_p ——相电压，单位为 V；

I_p ——相电流，单位为 A。

对于星形联结的负载来说， $U_p = U_L / \sqrt{3}$ ； $I_p = I_L$ （ I_L 为线电流， U_L 为线电压）。

对于三角形联结的负载有 $U_p = U_L$ ； $I_p = I_L / \sqrt{3}$ 。

当三相负载对称时，用线电压和线电流表示为

$$P = \sqrt{3} U_L I_L \cos \varphi \quad (1-9)$$

$$Q = \sqrt{3} U_L I_L \sin \varphi \quad (1-10)$$

$$S = \sqrt{3} U_L I_L \quad (1-11)$$

二、电磁与电磁感应

1. 电和磁的关系

(1) 电流的磁效应 通电导体周围存在磁场的现象称为电流的磁效应。电与磁不仅有联系，而且它们之间存在相互作用，电能与机械能的相互转化就是通过电与磁之间的作用实现的。图 1-5a 是通电直导体产生的磁场，图 1-5b 是通电螺旋线圈产生的磁场。磁场方向可以用安培定则来确定。

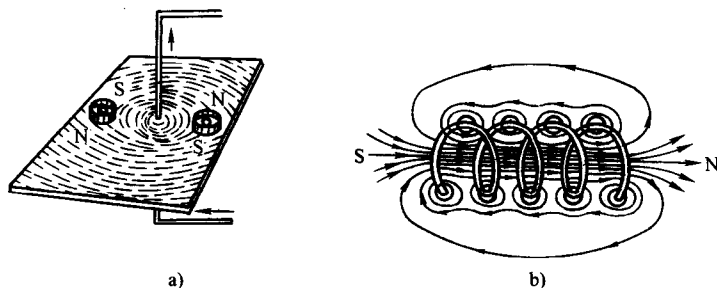


图 1-5 电流的磁效应

a) 通电直导体产生的磁场 b) 通电螺旋线圈产生的磁场

(2) 磁场对通电导体的作用力 磁场对通电导体的作用力称为电磁力。电动机通电后的转动，电工仪表通电后的偏转，都是由于