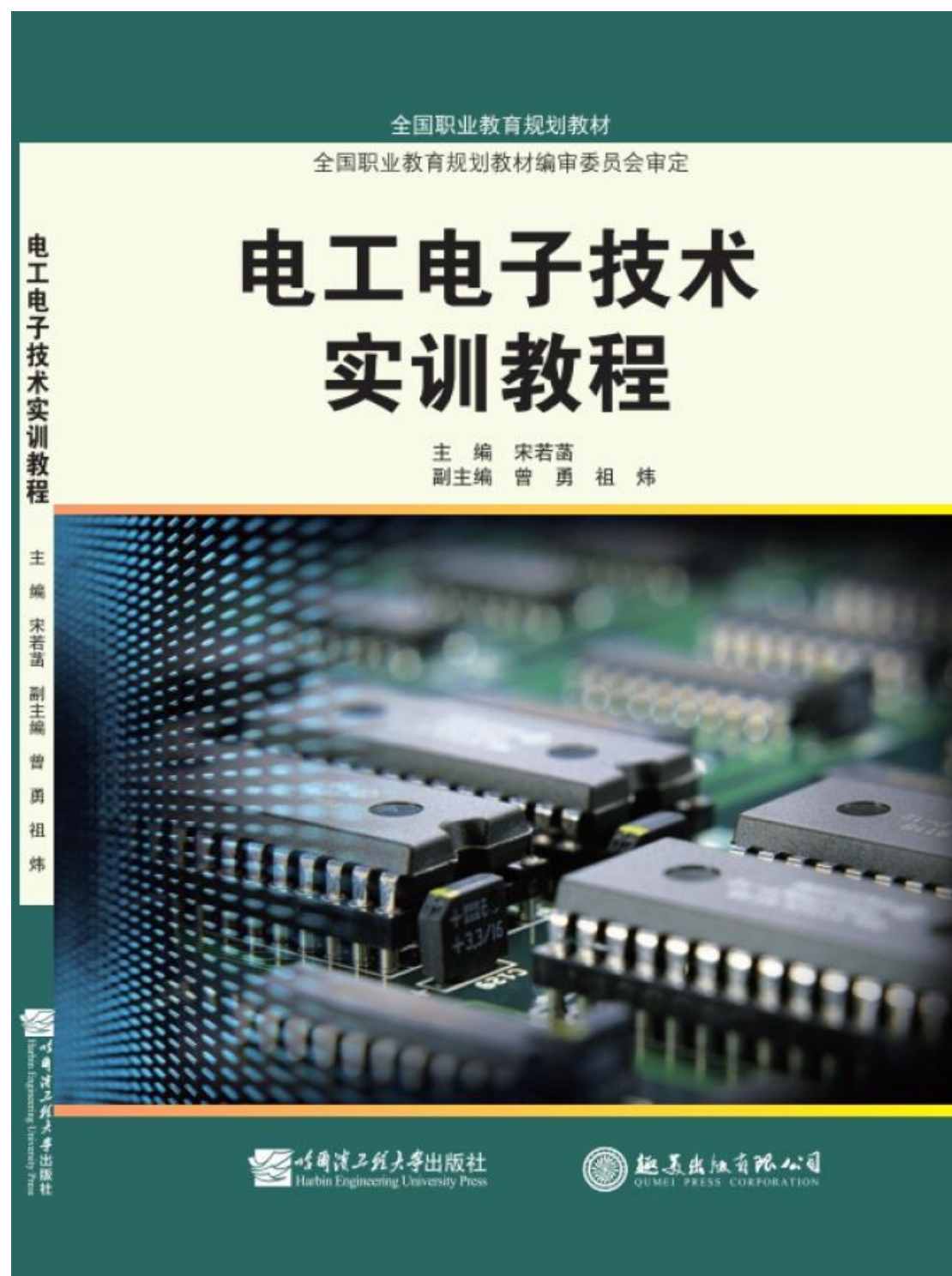


目 录

1. 《电工电子技术实训教程》哈尔滨工程大学出版社	1
2. 《电机应用与维修》校企共建项目化教材	7
3. 《维修电工实训》校企共建项目化教材	19
4. 《电机与电气控制实验指导书》校企共建项目化教材	28
5. 《高低压配电柜智能制造指导手册》校企共建项目化教材	38
6. 《电工电子技术》吉林科学技术出版社	48
7. 《工业机器人实操与应用》哈尔滨工程大学出版社	55
8. 《单片机控制功能实训教程》哈尔滨工程大学出版社	61
9. 《Java Web 程序设计项目化教程》西北工业大学出版社	71
10. 《单片机原理及应用技术》天津科学技术出版社	80
11. 《电气识图》哈尔滨工程大学出版社	91
12. 《单片机原理及接口技术》电子科技大学出版社	108

1. 《电工电子技术实训教程》哈尔滨工程大学出版社



图书在版编目 (CIP) 数据

电工电子技术实训教程 / 宋若菡主编. — 哈尔滨:
哈尔滨工程大学出版社, 2021.8
ISBN 978-7-5661-3170-6

I. 电… II. 宋… III. ①电工技术—职业教育—教材②电子技术—职业教育—教材 IV. ① TM ② TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2021) 第 162672 号

责任编辑 卢尚坤

封面设计 洪文

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区南通大街 145 号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
经 销 新华书店
印 刷 北京三丰印刷有限公司
开 本 787mm × 1092mm 1/16
印 张 9.75
字 数 215 千字
版 次 2022 年 10 月第 1 版
印 次 2022 年 10 月第 1 次印刷
定 价 40.80 元

<http://press.hrbeu.edu.cn>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

目 录

模块一 常用仪器仪表的使用	1
课题一 万用表的使用	2
课题二 示波器的使用	17
课题二 信号发生器的使用	23
课题三 晶体管特性图示仪的使用	24
课题四 兆欧表的使用	28
课题五 钳形电流表的使用	31
模块二 电工基础实验	35
实验一 基尔霍夫定律	36
实验二 戴维南定理及负载获得最大功率的条件	38
实验三 叠加定理实验	41
实验四 功率因数的提高	43
实验五 三相负载星形连接	46
实验六 三相负载三角形连接	49
实验七 互感耦合电路	52
实验八 EWB 认识实验（选学）	55

6 | 电工电子技术实训教程

模块三 电子技术基础实验	59
实验一 晶体管共射极单管放大器	60
实验二 负反馈放大器	66
实验三 射极跟随器	70
实验四 差动放大器	74
实验五 集成运算放大器的基本应用——模拟运算电路	78
实验六 集成运算放大器的基本应用——电压比较器	83
实验七 集成运算放大器的基本应用——波形发生器	87
实验八 RC 正弦波振荡器	92
实验九 LC 正弦波振荡器	94
实验十 低频功率放大器——OTL 功率放大器	97
实验十一 直流稳压电源——串联型晶体管稳压电源	100
实验十二 直流稳压电源——集成稳压器	105
实验十三 晶闸管可控整流电路	109
模块四 手工焊接技术	113
课题一 电子工艺焊接练习	114
课题二 焊接考核	118
课题三 焊接技巧练习	119
模块五 电子产品的安装与调试	121
课题一 收音机的安装与调试	122
课题二 声光控延时开关的安装与调试	132
课题三 万用表的安装与调试	136

前言

为适应课程模块化教学的需要，使实习实训教学更加科学化、合理化，结合多年实习实训教学的实际需要，我们编写了这本教材，作为职业院校机电一体化专业及相关专业实习实训指导教材。

本书在内容叙述上，力求做到实验目的明确，实验步骤清晰；仪器介绍实用、典型；实习步骤简明可行；有利于培养学生分析问题和解决问题的能力。

本教材主要包括五大模块，分别是：常用仪器仪表的使用；电工基础实验；电子技术基础实验；手工锡焊技术；实习产品的安装与调试。

本书在编写过程中，由新疆昌吉职业技术学院曾勇老师编写模块一和模块二的内容约九万字，祖炜老师编写模块三的内容约八万字，宋若茜老师编写模块四和模块五的内容约四万字，负责全书的统稿工作。在此表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，疏漏之处在所难免，恳请读者批评指正。

编者



2. 《电机应用与维修》校企共建项目化教材



昌吉职业技术学院
CHANGJI Vocational and Technical College

校企合编教材

电机应用与维修

DIANJI YING YONG
YU WEIXIU



主编 梁红梅（昌吉职业技术学院）
朱志勇（特变电工变压器厂）

前 言（修改）

本书是根据高职电气自动化技术、机电一体化技术、技师电工、维修电工和技工电工电子专业的培养目标，结合技工的教学改革和课程改革，按照“工作过程导向”的原则，同时满足电力和机电行业工程技术人员的业务学习要求，按照变压器、电动机、发电机的各项工作任务进行编写。

全书包括为三个项目：

项目一变压器，梳理出三个工作任务：认识变压器、单相变压器的参数测试、三相变压器、特种变压器的认识与使用。

项目二电动机，梳理出四个工作任务：三相异步电动机的拆装、使用；三相异步电动机的启动、调速、反转与制动；三相异步电动机定子绕组重绕；三相异步电动机日常维护和故障检修。

项目三 发电机，梳理出三个工作任务：小型同步发电机的应用、拆装；汽轮机的结构及基本维护；风力发电装置的结构及基本维护。

本教材特点：

- 1、本课程标准是从岗位能力和专业课需要的知识点和技能制定的，同时满足人才培养方案的目标要求。
- 2、在编写中体现职业教育特点，淡化数学推导，理论联系实际，突出电机的应用与维护。
- 3、本教材采用工作过程导向的思路来编写，采用提出问题、分析问题，后引出理论知识、解决问题，再应用来编写，符合学生的认知规律，富有启发性。

本书是由昌吉职业技术学院梁红梅担任主编和统编，并编写了变压器和电动机项目，杨永斌编写发电机项目，刘燕负责制图和电子版的校对。同时与特变电工技术人员合作，参考大量的统编教材和精品课网站编写而成的。此外在编写过程中还得到特变电工、天富热电、金凤科技等技术人员的大力支持和帮助，提供了指导和宝贵意见，在此一并致以衷心的感谢。

由于时间仓促和作者水平所限，书中难免有不妥和错误，衷心欢迎广大读者提出宝贵意见，以利今后不断改进。

编者

2018 年 11 月

目 录

项目一 变 压 器

工作任务一 认识变压器	1
【任务描述】【任务分析】【任务要求】	2
【相关知识】知识点一 变压器的用途和分类	2
知识点二 变压器基本结构及工作原理	3
知识点三 变压器的铭牌和额定值	7
知识点四 变压器的基本工作原理	8
【任务实施】技能一 变压器的拆卸步骤	9
技能二 变压器的组装步骤及注意事项	9
【实践应用】油浸式电力变压器的拆装	10
习题与思考	12
工作任务二 单相变压器的参数测试	13
【任务描述】【任务分析】【任务要求】	13
【相关知识】知识点一 单相变压器的空载运行及负载运行	13
知识点二 单相变压器的运行特性	17
【任务实施】技能一 单相变压器的极性测试	20
技能二 单相变压器参数测定	21
习题与思考	26
工作任务三 三相变压器、特种变压器的认识与使用	27
【任务描述】【任务分析】【任务要求】	27
【相关知识】知识点一 三相变压器的磁路系统	27
知识点二 三相变压器的连接组	28
知识点三 三相变压器的并联运行	32
知识点四 电力系统中的特种变压器	33
【任务实施】技能一 三相变压器的极性判别和接线	38
技能二 三相变压器的空载和短路实验	39
【实践应用】实训一 油浸式电力变压器的检修	44
实训二 变压器常规维护	46
实训三 变压器基础试验检查方法及故障分析	46
实训四 变压器运行中的检查	47
任务记录单	51
习题与思考	53

项目二 电动机

工作任务一 三相异步电动机的拆装、使用	54
【任务描述】【任务分析】【任务要求】	54
【理论知识】知识点一 三相异步电动机的结构与铭牌	54
知识点二 三相异步电动机的工作原理	57
【任务实施】技能一 三相异步电机的拆卸	61
技能二 异步电机的装配	64
技能三 装配后的检查	66
实训记录单	67
习题与思考	69
工作任务二 三相异步电动机的启动、调速、反转与制动	70
【任务描述】【任务分析】【任务要求】	70
【理论知识】知识点一 三相异步电动机的运行原理	70
知识点二 三相异步电动机功率和转矩平衡方程式	73
知识点三 三相异步电动机的工作特性	75
知识点四 异步电动机的机械特性	77
知识点五 三相异步电动机的起动	81
知识点六 异步电动机的调速	86
知识点七 三相异步电动机的制动	89
【任务实施】技能一 三相异步电动机的参数测定	92
技能二 三相异步电动机定子绕组首尾端的测定	94
习题与思考	97
工作任务三 三相异步电动机定子绕组重绕	98
【任务描述】【任务分析】【任务要求】	98
【理论知识】知识点一 三相异步电动机绕组术语和基本参数	98
知识点二 三相绕组的排列方法	100
知识点三 三相绕组的端部连接方式	102
【任务实施】技能一 绕组的拆除和处理	104
实训项目量化考核表	110
技能二 异步电机绕组的嵌线工艺	111
技能三 异步电机绕组的接线、整形与绑扎	113
技能四 异步电机绕组的初测、浸漆与烘干	121
技能五 电动机检修后的试验	126

工作任务四 三相异步电动机日常维护和故障检修	128
【任务描述】【任务分析】【任务要求】	128
【理论知识】知识点一 三相异步电动机的日常维护和定期检修	128
知识点二 三相异步电动机的常见故障与处理方法	129
知识点三 三相异步电动机的故障检修	133
习题与思考	146
项目三 发 电 机	
工作任务一 小型同步发电机的应用、拆装	147
【任务描述】【任务分析】【任务要求】	147
【理论知识】知识点一 认识发电机	147
知识点二 同步发电机工作原理及额定值	149
知识点三 同步发电机的运行原理	152
知识点四 同步发电机的励磁系统	155
【任务实施】技能一 小型同步发电机的拆卸	156
技能二 小型发电机的装配	156
技能三 同步发电机运行常见故障及对策	157
工作任务二 汽轮机的结构及基本维护	164
【任务描述】【任务分析】【任务要求】	164
【理论知识】知识点一 汽轮机的作用	164
知识点二 汽轮机的分类和基本参数	165
知识点三 汽轮机基本原理和结构	166
知识点四 汽轮机常见问题	171
工作任务三 风力发电装置的结构及基本维护	173
【任务描述】【任务分析】【任务要求】	173
【理论知识】知识点一 认识风力发电机	173
知识点二 小型风力发电机介绍	179
【任务实施】风力发电机组的运行维护技术	181
习题与思考	184
参考文献	185

项目一 变压器

引言

电力系统主要包括发电设备、电力输送设备和用电设备等三大部分。由发电厂、变电所和用户组成。下图 1 是电力系统组实体示意图。



图 1 电力系统组实体示意图

变压器最主要的用途是在输、配电系统。在输送功率和负载的功率因数一定时，输电线路上的电压越高，则流过输电线路中的电流就越小。这不仅可以减小输电线的截面积，节约导体材料，同时还可减小输电线路的功率损耗。因此，目前世界各国在电能的输送与分配方面都朝建立高电压、大功率的电力网系统方向发展，以便集中输送、统一调度与分配电能。这就促使输电线路的电压由高压（110—220 kV）向超高压（330—750 kV）和特高压（750 kV 以上）不断升级。目前我国高压输电的电压等级有 110 kV、220 kV、330 kV 及 500 kV 等多种。发电机本身由于其结构及所用绝缘材料的限制，不可能直接发出这样的高压，因此在输电时必须首先通过升压变电站，利用变压器将电压升高，高压电能输送到用电区后，还必须通过各级降压变电站，利用变压器将电压降低。例如工厂输电线路，高压为 35 kV 及 10 kV 等，低压为 380 V、220 V 等。综上所述可见，变压器是输、配电系统中不可缺少的重要电气设备，从发电厂发出的电压经升压变压器升压，输送到用户区后，再经降压变压器降压供电给用户，中间一般要经过 4~5 次，甚至是 8~9 次变压器的升降压。

典型的工作任务：单相和三相变压器的使用、接线、运行、选择、检修和维护
工作知识和技能：

- 熟悉变压器的作用、基本结构及工作原理。
- 掌握变压器的运行原理、等效电路及平衡方程式。

- 熟悉变压器空载和短路试验的目的、线路、试验方法和技巧。
- 掌握变压器同名端的判定方法及三相变压器连接组别和时钟表示法的判定。
- 掌握自耦变压器、电流互感器、电压互感器的特点及使用注意事项。
- 能对单相和三相变压器进行测定，会选用电压和电流互感器。
- 能对变压器进行拆卸和组装。
- 会处理变压器常见的故障。

工作任务一 认识变压器

【任务描述】变压器在电力系统中的使用和拆装

【任务分析】电力系统中电能的输送与分配都离不开变压器，变压器的作用、基本结构、工作原理、使用接线和参数、拆装都必须掌握。

【任务要求】

1. 熟悉单相和三相变压器的作用、结构及基本工作原理。
2. 熟悉变压器的铭牌，会使用。
3. 熟悉变压器的拆卸和组装步骤。

【相关知识】

知识点一 变压器的用途和分类

一、变压器用途

变压器是一种常见的静止电气设备，它利用电磁感应原理，将某一数值的交变电压变换为同频率的另一数值的交变电压。变压器最主要的用途是在输电系统，而且还广泛应用于电气控制领域、电子技术领域，测试技术领域以及焊接技术领域等等。根据统计资料显示，在输电系统，1kW 的发电设备需 $8 \sim 8.5 \text{ kV} \cdot \text{A}$ 变压器容量与之配套，由此可见，在电力系统中变压器是容量最多最大的电气设备。

变压器除用于改变电压外，还可用来改变电流、变换阻抗以及产生脉冲等。

二、变压器的分类

变压器种类很多，通常可按其用途、绕组结构、铁心结构、相数、冷却方式等进行分类。

（一）按用途分类

- （1）电力变压器。用作电能的输送与分配，上面介绍的即属于电力变压器，这是生产数量最多、使用最广泛的变压器。按其功能不同又可分为升压变压器、降压变压器、配电变压器等。电力变压器的容量从几十千伏安到几十万千伏安，电压等级从几百伏到几百千伏。
- （2）特种变压器。在特殊场合使用的变压器，如作为焊接电源的电焊变压器；专供大功率电炉使用的电炉变压器；将交流电整流成直流电时使用的整流变压器等。
- （3）仪用互感器。用于电工测量中，如电流互感器、电压互感器等。
- （4）控制变压器。容量一般比较小，用于小功率电源系统和自动控制系统。如电源变

压器、输入变压器、输出变压器、脉冲变压器等。

(5) 其他变压器。如试验用的高压变压器；输出电压可调的调压变压器；产生脉冲信号的脉冲变压器等。

二、按绕组构成分类

有双绕组变压器、三绕组变压器、多绕组变压器和自耦变压器等。

三、按铁心结构分类

有叠片式铁心、卷制式铁心、非晶合金铁心。

四、按相数分类

有单相变压器、三相变压器、多相变压器。

五、按冷却方式分类

有干式变压器、油浸自冷变压器、油浸风冷变压器、强迫油循环变压器、充气式变压器等。

知识点二 变压器基本结构及工作原理

各种变压器的结构大同小异，它们主要有铁心和绕组（又称线圈）组成。

电力系统使用的大多是三相油浸式电力变压器，其结构主要由铁心、绕组、绝缘介质、油箱、附件组成。如图 1-1 所示

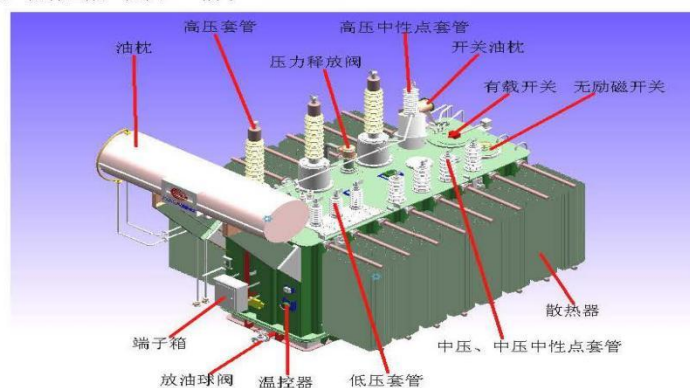


图 1-1 三相油浸式电力变压器

一、三相变压器的基本结构及各部件作用

(一) 铁心：

是变压器的磁路，它由电工硅钢片及夹紧装置组成，它有两个作用：一是铁心的磁导体构成了变压器的磁路，它把一次电路的电能为磁能，由自己的磁能转变为二次电路的电能，因此它是能量转换的媒介；二是铁心外面套有绕组，支持着引线，几乎安装了变压器内部的所有部件。如图 1-2 所示。



图 1—2 三相变压器的铁心和绕组

1. 铁心的结构

大型变压器的铁心一律使用导磁性能良好的冷轧硅钢片制造。冷轧硅钢片具有更高级别的晶粒取向,当磁力线的方向沿着碾轧方向时,导磁性能最好。冷轧硅钢片还具有较低的线性磁滞伸缩和较小的应力敏感度。硅钢片的厚度多采用 0.28mm 和 0.3mm 两种,采用冷轧硅钢片制造的铁心,可以改善诸如铁损、励磁伏安以及噪声等性能。

铁心分两大基本结构形式:壳式和心式

壳式:线圈被铁心包围的称壳式

心式:铁心被线圈包围的称心式

特变电工新疆变压器厂产品铁心主要是心式,有三相三柱铁心、三相五柱铁心。当使用冷轧硅钢片时,应使用全斜接缝。

为使磁通分布均匀,大型变压器铁心的铁轭一般都采用多级阶梯形截面,其级数完全与铁心柱对应相等,即三相三柱式铁心的铁轭截面与铁心柱截面完全相同,三相五柱式铁心的铁轭截面近似呈多级椭圆形。

大型变压器铁心的截面积大,总铁损亦大,发热严重,因此必须设置铁心油道。

2. 夹紧部分

大型变压器的铁心柱一律采用玻璃纤维粘带绑扎,不再使用穿心螺杆夹紧。

上下铁轭的夹紧也逐步发展成用拉带来代替铁轭穿心螺杆。拉带可采用玻璃丝粘带,也可用不锈钢带拉紧。

3. 铁心的绝缘和接地

铁心的绝缘主要指铁心的零部件与铁心片之间的绝缘,这些绝缘虽然电气强度要求不高,但是大部分绝缘都处于长期受挤压状态,如夹件绝缘、拉板绝缘等就一直受夹紧力的挤压,底部绝缘则一直受到器身质量的压力作用。因此,这些绝缘必须有可靠的机械强度,以保证变压器在运输过程中以及在长期运行中不被损坏。这是大型变压器铁心绝缘的特点。

(二) 绕组:

绕组是变压器输入和输出电能的电气回路,通常是按原理或按规定的联结方法连接起来,绕组主要作用是:一次绕组将系统的电能引进变压器中,而二次绕组将电能传输出去,因此绕组是传输和转换电能的主要部件。实物如图 1—2 所示:

在变压器中,接到高压电网的绕组称高压绕组,接到低压电网的绕组称低压绕组。按高压绕组和低压绕组的相互位置和形状不同,绕组可分为同心式和交叠式两种。

项目二 电动机

异步电动机的容量从几十瓦到几千千瓦,在国民经济的各行各业中应用极为广泛。例如,在工业方面:中小型轧钢设备、各种金属切削机床、轻工机械、矿山机械、通风机、压缩机等;在农业方面:水泵、脱粒机、粉碎机及其他农副产品加工机械等都是用异步电动机来拖动的。此外,与人民生活密切相关的电扇、洗衣机等设备中都用到异步电动机。

在各种发电厂里,都用到异步电动机,如火电厂的引风机、排风机、给水泵等都需要电动机拖动。

典型的工作任务: 异步电动机的使用、接线、安装、运行、选择、检修

工作知识和技能:

- 熟悉异步电动机的作用、基本结构及工作原理。
- 掌握熟悉三相异步电动机的运行原理。
- 熟悉三相异步电动机空载和短路试验的目的、线路、试验方法和技巧。
- 掌握三相异步电动机首尾端的判定
- 能运用机械特性分析异步电动机的起动、调速、反转和制动。
- 掌握三相异步电动机的拆卸与安装方法。
- 能排除三相异步电动机的常见故障,会检修。
- 掌握单相异步电动机的基本形式、工作原理和常用的调速、反转方法。

工作任务一 三相异步电动机的拆装、使用

【任务描述】 三相异步电动机在电力系统中的使用

【任务分析】 电力系统中电能的生产与分配都离不开三相异步电动机,三相异步电动机的作用、基本结构、工作原理、使用接线和参数都必须掌握。

【任务要求】

1. 熟悉三相异步电动机的作用、结构及基本工作原理。
2. 熟悉三相异步电动机的铭牌,会接线。
3. 掌握三相异步电动机的拆装

【理论知识】

知识点一 三相异步电动机的结构与铭牌

一、三相异步电动机的结构

三相异步电动机按转子结构的不同分为笼型和绕线转子异步电动机两大类。笼型异步电动机由于结构简单、价格低廉、工作可靠、维护方便,已成为生产上应用得最广泛的一种电动机。绕线转子异步电动机由于结构较复杂、价格较高,一般只用在要求调速和起动性能好的场合,如桥式起重机上。异步电动机由两个基本部分组成:定子(固定部分)和转子(旋转部分)。笼型和绕线转子异步电动机的定子结构基本相同,所不同的只是转子部分。笼型异步电动机的主要部件,如图 2—1 所示;绕线转子异步电动机的实物和结构如图 2—1 所示。

(一) 定子

三相异步电动机的定子由机座中的定子铁心及定子绕组组成。机座一般由铸铁制成。定子铁心是有冲有槽的硅钢片叠成,片与片之间涂有绝缘漆。三相绕组是用绝缘铜线或铝线绕制成三相对称的绕组按一定的规则连接嵌放在定子槽中。过去用 A、B、C 表示三相绕组始端, X、Y、Z 表示其相应的末端,这六个接线端引出至接线盒。按现国家标准,始端标以 U_1 、 V_1 、

项目三 发电机

电能是现代社会最主要的能源之一。发电机是将其它形式的能源转换成电能的机械设备，最早产生于第二次工业革命时期，由德国工程师西门子于 1866 年制成，它由水轮机、汽轮机、柴油机或其它动力机械驱动，将水流，气流，燃料燃烧或原子核裂变产生的能量转化为机械能传给发电机再由发电机转换为电能。发电机在工农业生产，国防，科技及日常生活中有广泛的用途。比如我们常见的火力发电厂、水力发电厂、核电厂、风力发电厂等都是将其他不同形式能量通过发电机转化成电能。所以发电机是能量转换的关键设备。

典型工作任务：

- 1、发电机的作用、工作原理、结构、运行原理及部分参数、功率调节励磁方式、发电机的常见故障及排除方法。
- 2、汽轮机工作原理、结构及常见故障及排除方法
- 3、风力发电的组成、工作原理、分类常见故障及排除方法

工作知识和技能：

- 熟悉发电机的作用、基本结构及工作原理。
- 熟悉发电机基本参数和运行特点
- 掌握发电机并列运行的条件及并列方法
- 熟悉同步发电机及运行中常见故障诊断与排除
- 熟悉汽轮机的作用、分类、工作原理
- 熟悉汽轮机基本结构几个主要部分的作用
- 熟悉汽轮机的常见故障及排除方法
- 熟悉风力发电机的作用及发展状况
- 熟悉风力发电机的基本组成和基本形式
- 熟悉小型风力发电机的基本组成及应用特性

工作任务一 小型同步发电机的应用、拆装

【任务描述】发电机在电力系统中的作用

【任务分析】电力系统中电能产生离不开发电机，必须掌握发电机的作用、基本结构、工作原理、基本参数。

【任务要求】

1. 熟悉同步发电机的作用、结构及基本工作原理。
2. 熟悉同步发电机的并列运行
3. 掌握小型同步发电机的拆装

【相关知识】

知识点一 认识发电机

一、发电机简介

发电机的形式很多，但其工作原理都基于电磁感应定律和电磁力定律。因此，其构造的一般原则是：用适当的导磁和导电材料构成互相进行电磁感应的磁路和电路，

以产生电磁功率，达到能量转换的目的。发电机的分类可归纳如下：发电机、直流发电机、交流发电机、同步发电机、异步发电机（很少采用）

交流发电机还可分为单相发电机与三相发电机。

同步发电机是交流旋转电机的一种，因其转速恒等于同步速时得名。其作用是将机械能转换为电能。目前大多数发电机都采用同步发电机，因为其可制造成大容量高效率的发电机。作发电机运行的同步电机。是一种最常用的交流发电机。在现代电力工业中，它广泛用于水力发电、火力发电、核能发电以及柴油机发电。由于同步发电机一般采用直流励磁，当其单机独立运行时，通过调节励磁电流，能方便地调节发电机的电压。若并入电网运行，因电压由电网决定，不能改变，此时调节励磁电流的结果是调节了电机的功率因数和无功功率。

同步发电机一般采用三相形式，只在某些小型同步发电机中电枢绕组采用单相，在此我们重点介绍同步发电机。

二、同步发电机的结构

同步发电机与感应电机一样，同步电机也是由定子及转子两大部分所组成，定子上有三相交流绕组；转子上则有励磁绕组，通入直流电流后，能产生磁场。

1、定子

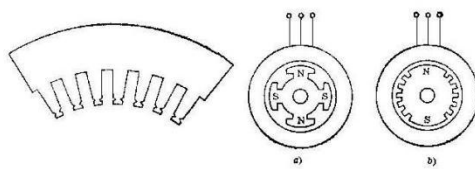


图 3-1 同步电机的定子

同步电机的定子有时也称为电枢，由定子铁芯、电枢三相绕组、机座和端盖等部件所组成。同步电机的定子铁芯是由硅钢片冲制后叠装而成。当大型同步电机冲片外圆的直径大于 1m 时，由于材料标准尺寸的限制，必须做成扇形冲片，然后按圆周拼合起来叠装而成。

2、转子

同步电机的转子有两种结构型式，即凸极式和隐极式。这是根据定子之间的气隙的分布情况来定义的。

1) 凸极式：由上图可见，转子有明显的突出的磁极，气隙分布不均匀。

2) 隐极式：转子作成圆柱形，气隙均匀分布。

区别：对于高速旋转的同步电机，在转子结构上，我们采用隐极式，而对于低速旋转的电机，由于转子的圆周速度较低，离心力较小，故采用制造简单、励磁绕组集中安放的凸极式结构。

3. 《维修电工实训》校企共建项目化教材



目录

- 第一篇 安全用电
(课题一)、安全用电常识
(课题二)、触电救护
- 第二篇 维修电工基本技能训练
(课题三)、电工工具的使用及导线的连接和绝缘恢复
- 第三篇 电工仪表使用及维护
(课题四)、万用表的使用
(课题五)、兆欧表的使用
(课题六)、接地电阻测量仪的使用
(课题七)、钳形电流表的使用
(课题八)、直流单、双臂电桥的使用
(课题九)、数字示波器的使用
- 第四篇 电机及变压器检修
(课题十)、三相异步电动机的拆装与检修维护
(课题十一)、单相异步电动机的拆装与检修维护
(课题十二)、直流电动机的拆装与检修维护
(课题十三)、特种电动机的检修维护
(课题十四)、电力变压器的安装运行与维护
- 第五篇 拖动线路安装调试
(课题十五)、常用低压电器的识别与选用
(课题十六)、电动机控制线路图的绘制及线路安装步骤和方法
(课题十七)、三相异步电动机点动、连续控制线路安装与调试
(课题十八)、三相异步电动机点动与自锁混合控制线路安装与调试
(课题十九)、三相异步电动机正反转控制线路安装与调试
(课题二十)、三相异步电动机控制线路故障检修方法与步骤
(课题二十一)、三相异步电动机位置控制及自动化往返控制线路安装与调试
(课题二十二)、三相异步电动机顺序控制线路安装与调试
(课题二十三)、三相异步电动机 Y- Δ 降压起动控制电路安装与调试
(课题二十四)、三相异步电动机自藕降压起动控制电路安装与调试
(课题二十五)、双速电动机变速控制线路安装与调试
(课题二十六)、三相异步电动机反接制动控制线路安装与调试
(课题二十七)、三相异步电动机能耗制动控制线路安装与调试
(课题二十八)、并励直流电动机能耗制动控制线路安装与调试
- 第六篇 常用机床电路故障排除
(课题二十九)、CW6163B 型车床的电气控制线路的故障排除
(课题三十)、M7120 型磨床的电气控制线路的故障排除
(课题三十一)、Z3050 型的电气线路故障的排除
(课题三十二)、X62W 万能铣床的电气线路故障的排除
(课题三十三)、T68 型镗床的电气线路故障的排除
(课题三十四)、电动葫芦电气线路故障的排除
- 第七篇 自动控制设备安装调试
(课题三十五)、西门子 S7-200PLC 编程软件使用
(课题三十六)、西门子 MICROMASTER420 变频器基本知识
(课题三十七)、西门子 MICROMASTER420 变频器调试
(课题三十八)、西门子 MICROMASTER420 变频器应用
(课题三十九)、位逻辑指令学习及应用
(课题四十)、定时器、计数器及比较指令学习及应用

第一篇：安全用电

课题一 安全用电常识

一、实训任务

学习安全用电知识，掌握电工安全用具使用。

二、实训目地

熟悉电工安全操作规程和电工岗位职责；

掌握安全用电的基本知识和预防触电的基本措施；

三、实训器材及设备

纸、笔及常见的电工安全用具。

四、操作指导

知识概述

1、电工安全操作基本要求

(1) 电工在进行安装和维修电气设备时，应严格遵守各项安全操作规程，如《电气设备维修安全操作规程》、《手提移动电动工具安全操作规程》等等。

(2) 做好操作前的准备工作，如检查工具的绝缘情况，并穿戴好劳动防护用品(如绝缘鞋、绝缘手套>等。

(3) 严格控制带电操作，能停电操作的决不带电操作。带电操作时，必须按有关规程执行；停电操作时，应遵守停电操作的规定，并要亲手断开电源，然后检查电器、线路是否已停电，未经检查都应视为有电。

(4) 切断电源后，应及时挂上“禁止合闸，有人工作”的警告示牌，必要时应加锁，带走电源开关内的熔断器，然后才能工作。

(5) 工作结束后应遵守停电、送电制度，禁止约时送电。

(6) 低压线路带电操作时，应设专人监护，使用有绝缘柄的工具，必须穿长袖衣服和长裤，扣紧袖口，穿绝缘鞋，戴绝缘手套，工作时站在绝缘垫上。

(7) 发现有人触电，应立即采取抢救措施，绝不允许临危逃离现场。

2、电气设备安全运行的基本要求

(1) 对各种电气设备，应根据环境的特点，建立相适应的电气设备运行管理规程和电气设备的安装规程，以保证设备处于良好的安全工作状态。

(2) 为了保持电气设备正常运行，必须制定维护检修规程。定期对各种电气设备进行维护检修，消除隐患，防止设备和人身事故的发生。

(3) 应建立各种安全操作规程，如变配电室值班安全操作规程，电气装置安装规程，手持式电动工具的管理、使用、检查和维修安全技术规程等等。

(4) 对电气设备制定的安全检查制度，应认真执行。例如，定期检查电气设备的绝缘情况，保护接零和保护接地是否牢靠、灭火器材是否齐全、电气连接部位是否完好等等。发现问题(5) 为了尽快排除故障和各种不正常运行情况，电气设备一般都应采取过负荷保护、短路保护、欠电压和失电压保护以及断相保护和防止误操作保护等措施。

(6) 凡有可能遭雷击的电气设备, 都应装有防雷装置。

(7) 对于使用中的电气设备, 应定期测定其绝缘电阻; 接地装置定期测定接地电阻; 对安全工具、避雷器、变压器油等, 也应定期检查、测定或进行耐压试验。

3、防止人身触电伤害的技术措施

(1) 安全电压

交流工频安全电压的上限值, 在任何情况下, 两导体间或任一导体与地之间都不得超过 50V。我国的安全电压的额定值为 42、36、24、12、6V。如手提照明灯、危险环境的携带式电动工具, 应采用 36V 安全电压, 金属容器内、隧道内、矿井内等工作场合, 狭窄、行动不便及周围有大面积接地导体的环境, 应采用 24 或 12V 安全电压, 以防止因触电而造成的人身伤害。

(2) 安全距离

为了保证电气工作人员在电气设备运行操作、维护检修时不致误碰带电体, 规定了工作人员离带电体的安全距离; 为了保证电气设备在正常运行时不会出现击穿短路事故, 规定了带电体离附近接地物体和不同相带电体之间的最小距离。安全距离主要有以下几方面:

- 1) 设备带电部分到接地部分和设备不同相部分之间的距离, 如表 1-1 所示;
- 2) 设备带电部分到各种遮栏间的安全距离, 如表 1-2 所示;
- 3) 无遮栏裸导体到地面间的安全距离, 如表 1-3 所示;
- 4) 电气工作人员在设备维修时与设备带电部分间的安全距离, 如表 1-4 所示。

表 1-1 各种不同电压等级的安全电压

设备额定电压/KV		1~3	6	10	35	60	110①	220①	330①	500①
带电部分到接地部分/mm	屋内	75	100	125	300	550	850	1800	2600	3800
	屋外	200	200	200	400	650	900	1800	2600	3800
不同相带电部分之间	屋内	75	100	125	300	550	900	—	—	—
	屋外	200	200	200	400	650	1000	2000	2800	4200

①中性点直接接地系统。

表 1-2 设备带电部分到各种遮栏间的安全距离

设备额定电压/KV		1~3	6	10	35	60	110①	220①	330①	500①
带电部分到遮栏/mm	屋内	825	850	875	1050	1300	1600	—	—	—
	屋外	950	950	950	1150	1350	1650	2550	3350	4500
带电部分到网状遮栏/mm	屋内	175	200	225	400	650	950	—	—	—
	屋外	300	300	300	500	700	1000	1900	2700	5000
带电部分到板状遮栏/mm	屋内	105	130	155	330	580	880	—	—	—

① 中性点直接接地系统。

表 1-3 无遮栏裸导体到地面间的安全距离

设备额定电压/kV		1~3	6	10	35	60	110①	220①	330①	500①
无遮栏裸导体到地面间的安全距离/mm	屋内	2375	2400	2425	2600	2850	3150	—	—	—
	屋外	2700	2700	2700	2900	3100	3400	4300	5100	7500

① 中性点直接接地系统。

表 1-4 工作人员与带电设备间的安全距离

设备额定电压/kV	10 及以下	20~35	44	60	110	220	330
设备不停电时的安全距离/mm	700	1000	1200	1500	1500	3000	4000
工作人员工作时正常活动范围与带电设备的安全距离/mm	350	600	900	1500	1500	3000	4000
带电作业时人体与带电体之间的安全距离/mm	400	600	600	700	1000	1800	2600

(3) 屏护

所谓屏护，就是使用屏障、遮栏、围栏、护罩、箱盖等屏护装置将带电体与外界隔离，以控制不安全因素。屏护装置必须满足以下安全条件：

1) 网状遮栏网眼不得大于 $20\text{mm} \times 20\text{mm}$ ，以防止工作人员在检查时将手或工具伸入遮栏内，遮栏高度一般不应低于 1.7m ，下部边缘距离地面不应超过 0.1m 。户内栅栏高度不应低于 1.2m ，户外不应低于 1.5m 。户外配电装置围墙高度不应低于 2.5m 。

2) 屏护装置都必须具有足够的机械强度和良好的耐火性能。

3) 金属材料制作的屏护装置，安装时必须接地或接零。

4) 屏护装置一般不易随便打开、拆卸或挪移，有时还应装有联锁装置，只有断开电源才能打开。

5) 屏护装置与被屏护的带电体之间保持必要的距离。

6) 据屏护对象，在栅栏、遮栏等屏护装置上悬挂“止步，高压危险！”、“禁止攀登，高压危险！”、“当心触电”等标志。

(4) 保护接地和保护接零

为了防止电气设备外露的不带电导体意外带电造成危险，将该电气设备经保护接地线与深埋在地下的接地体紧密连接起来的做法叫保护接地。由于绝缘破坏或其他原因而可能呈现危险电压的金属部分，都应采取保护接地措施。如，电动机、变压器、开关设备、照明器具及其他电气设备的金属外壳都应予以接地。一般低压系统中，保护接地电阻应小于 4Ω 。

保护接零就是把电气设备在正常情况下不带电的金属部分与电网的零线(或中性线)紧密地连接起来。应当注意的是，在三相四线制的电力系统中，通常是把电气设备的金属外壳同时接地、接零，这就是所谓的重复接地保护措施，但还应该注意，零线回路中不允许装设熔断器和开关。

(5) 绝缘

绝缘就是用绝缘物质和材料把带电体包括或封闭起来,以隔离带电体或不同电位的导体。瓷、玻璃、云母、橡皮、木材、胶木、塑料、布、

纸和矿物油等都是常用的绝缘材料。应当注意,很多绝缘材料受潮后会丧失绝缘性能或在强

电场作用下,会遭到破坏,丧失绝缘性能。不同线路或设备对绝缘电阻有不同的要求。例如新装和大修后的低压电力和照明线路,要求绝缘电阻值不低于 $0.5\text{M}\Omega$,运行中的线路可降低至每伏 $1\text{k}\Omega$ (即每千伏不小于 $1\text{M}\Omega$)。绝缘电阻通常用绝缘电阻表测定。

(6) 漏电保护器

漏电保护器的作用:一是在电气设备(线路)发生漏电或接地故障时,能在人尚未触及这前就将电源断开;二是当人体触及带电体时,能在 0.1 秒内断开电源,从而减轻电流对人体的伤害程度。漏电保护作为防止低压触电伤亡事故的后备保护,已广泛应用在低压配电系统中。

4、电工安全用具

(1) 绝缘棒

绝缘棒也称操作棒或绝缘拉杆。它主要用于断开或闭合高压隔离开关、跌落式熔断器、安装和拆除携带型接地线、进行带电测量和实验工作等。绝缘棒由工作、绝缘和握手三部分组成,工作部分一般用金属制成,也可以用玻璃钢或具有较大机械强度的绝缘材料制成;绝缘和握手两部分用护环隔开,它们由浸过绝缘漆的木材、硬塑料、胶木或玻璃钢制成。

使用保管注意事项:

- 1) 操作前,棒面应用清洁的干布擦净;
- 2) 操作时应戴绝缘手套、穿绝缘靴或站在绝缘台(垫)上,并注意防止碰伤表面绝缘层;
- 3) 型号规格符合规定;
- 4) 雨雪天气室外操作应使用防雨型令克棒;
- 5) 按规定进行定期试验
- 6) 应存放在干燥处所,不得与墙面地面接触,以保护绝缘表面;

(2) 绝缘夹钳

绝缘夹钳主要用于在 35kV 及以下的电气设备上安装或拆卸熔断器等工作时使用。绝缘夹钳由工作钳口、绝缘和握把三部分组成,钳口要保证夹紧熔断器,各部分所使用的材料与绝缘棒相同。

使用注意事项:

1. 操作前,夹钳表面应用清洁的干布擦净;
2. 操作时戴绝缘手套、穿绝缘靴及戴护目镜,并必须在切断负载的情况下进行操作;
3. 雨雪或潮湿天气操作应使用专门防雨夹钳;

4. 按规定进行定期试验。

（3）验电笔

验电笔分为高压和低压两类，低压验电器又称为试电笔，其主要作用是检查电气设备或线路是否带有电压；高压验电器还可以用于测量高频电场是否存在。验电器的构成是由绝缘材料制成一根空心管子，管子上端有金属制的工作触头，管内装有氖光灯和电容器。另外，绝缘和握手部分是用胶木或硬橡胶制成。

低压验电器除判断电气设备或线路是否带电外，还可以区分相线（火线）和地线（零线），氖光灯泡发亮是相线，不亮的是地线。此外，还能区分交流电和直流电，交流电通过氖光灯泡时，两极都发亮；而直流电流通过时仅一个电极发亮。

高压验电笔使用注意事项：

1) 为确保设备或线路不再带有电压，应按该设备或线路的电压等级选用相应的验电器进行验电。

2) 验电前先检查验电器外观无损坏，再在带电设备上先进行试验，确认验电器完好后方可使用。

3) 验电时，不要用验电器直接接触设备的带电部分，应逐渐靠近带电体，至灯亮或风轮转动或语音提示为止。应注意验电器受邻近带电体影响。

4) 验电时，必须三相逐一验电，不可图省事。

低压试电笔时，应注意以下事项：

1) 使用前，检查试电笔里有无安全电阻，再直观检查试电笔是否有损坏，有无受潮或进水。

2) 使用试电笔时，不能用手触及试电笔前端的金属探头，这样做会造成人身触电事故。

3) 使用试电笔时，一定要用手触及试电笔尾端的金属部分，否则，因带电体、试电笔、人体与大地没有形成回路，试电笔中的氖泡不会发光，造成误判，认为带电体不带电。

4) 在测量电气设备是否带电之前，先要找一个已知电源测一测试电笔的氖泡能否正常发光，能正常发光，才能使用。

5) 在明亮的光线下测试带电体时，应特别注意氖泡是否真的发光（或不发光），必要时可用另一只手遮挡光线仔细判别。千万不要造成误判，将氖泡发光判断为不发光，而将有电判断为无电。

（4）绝缘手套和绝缘靴

绝缘手套和绝缘靴，均由特种橡胶制成，一般作为辅助安全用具。但绝缘手套可以作为在低压带电设备或线路等工作的基本安全用具，而绝缘靴在任何电压等级下可以作为防护跨步电压的基本安全用具。

（5）绝缘台、绝缘垫、绝缘毯

绝缘台、绝缘垫和绝缘毯均系辅助安全用具。绝缘台用干燥的木板或木条制成，其

站台的最小尺寸是0.8m×0.8m，四角用绝缘子作台脚，其高度不得小于10cm。绝缘垫和绝缘毯由特种橡胶制成，其表面有防滑槽纹，厚度不小于5mm。绝缘垫的最小尺寸为0.8m×0.8m，绝缘毯最小宽度为0.8m，长度依需要而定，它们一般用于铺设在高、低压开关柜前，作固定的辅助安全用具。



图 1-1 常见电工安全用具

操作练习：

- 1、查教室、宿舍、实训室是否有用电安全隐患，作好记录并提出整改意见。
- 2、学习电工安全用具的使用。
- 3、在学校及周边寻找并记录防止人身触电伤害的技术措施有哪些。

五、质量评价标准

序号	主要内容	考核要求	评分标准	配分	扣分	得分
1	寻找用电安全隐患	能找到并说明理由	找错一处扣 10 分	30		
2	安全用具的使用	能正确使用给定的 3 种安全用具	错一处扣 10 分	30		
3	寻找并记录防止人身触电伤害的技术措施	能找到 3 处防止人身触电伤害的技术措施，并能说明理由	没找到或说明错一处扣 10 分	40		
备注			合计	100		
			教师签名：年 月 日			

六、拓展与提高

明确统一的标志是保证用电安全的一项重要措施。统计表明，不少电气事故完全是由于标志不统一而造成的。例如由于导线的颜色不统一，误将相线接设备的机壳，而导致机壳带电，酿成触电伤亡事故。

标志分为颜色标志和图形标志。颜色标志常用来区分各种不同性质、不同用途的导线，或用来表示某处安全程度。图形标志一般用来告诫人们不要去接近有危险的场所。为保证安全用电，必须严格按有关标准使用颜色标志和图形标志。我国安全色标采用的标准，基本上与国际标准草案（ISD）相同。一般采用的安全色有以下几种：

- 1、红色：用来标志禁止、停止和消防，如信号灯、信号旗、机器上的紧急停机按钮等都是用红色来表示“禁止”的信息。



图 1-2

2、黄色：用来标志注意危险。如“当心触电”、“注意安全”等。



图 1-3

3、绿色：用来标志安全无事。如“在此工作”、“已接地”等。



图 1-4

4、蓝色：用来标志强制执行，如“必须带安全帽”等。



图 1-5

5、黑色：用来标志图像、文字符号和警告标志的几何图形。

按照规定，为便于识别，防止误操作，确保运行和检修人员的安全，采用不同颜色来区别设备特征。如电气母线，A 相为黄色，B 相为绿色，C 相为红色，明敷的接地线涂为黑色。在二次系统中，交流电压回路用黄色，交流电流回路用绿色，信号和警告回路用白色。

课题二 触电救护

4. 《电机与电气控制实验指导书》校企共建项目化教材



昌吉职业技术学院
CHANGJI Vocational and Technical College

电机与电气控制 实验实训指导书



主编 梁红梅（昌吉职业技术学院）

项目一：变压器

技能一、变压器的拆卸步骤

- (1) 办理工作票；设备停电后，拆除变压器的高、低压套管连接引线；断开风扇、温度计、气体继电器等附件的电源线，并用胶布把线头包扎好，做好记号；拆开氮气管；拆掉变压器接地线及变压器轮下垫铁，在变压器轨道上做好定位标记，以便检修后变压器复位。
- (2) 放出变压器油，清洗油箱。放油时应预先检查好油管，以防跑油。
- (3) 拆卸套管、储油柜、安全气道、冷却器、气体继电器、净油器、温度计等附件。
- (4) 拆卸分接开关操作杆或有载分接开关顶盖及有关部件。
- (5) 对于采用桶式油箱的中小型变压器，拆卸油箱顶盖与箱壳之间的连接螺栓，将器身吊出油箱。在器身吊出之前，应拆除心部与顶盖之间的连接物。

技能二、变压器的组装步骤及注意事项

变压器的器身检修完毕后，应及时将器身或钟罩回装，并将其它附件组装好。

1、器身与大盖的回装。

- (1) 器身各部件检查、清理完毕后，吊起器身，将油箱移至器身下。
- (2) 将器身(或钟罩)徐徐放下，同时四周应有专人监视线圈或木支架以防被碰坏。
- (3) 将大盖(或钟罩)新胶条顺箱沿放好，做好防止胶条跑偏的措施，以免胶条安装质量不好，引起漏油，给检修工作带来麻烦。
- (4) 沿箱沿站人，用钢钎子四角对眼，当周围螺孔都对正后，落下大盖(或钟罩)。上螺丝，沿周围多次紧固至严密。

2、附件的回装。分接开关、安全气道、气体继电器、冷却器(散热器)、净油器、储油柜、温度计等附件与油箱的相对位置和角度需按照拆前标记或安装使用说明书进行组装。

3、向变压器油箱注油。先将油注至没过绕组顶部，其余的油待装完套管后再补注。

4、低压套管的回装

- (1) 瓷套表面应光滑、无闪络痕迹，并经交流耐压实验合格后，按相位及拆前标记进行回装。更换新的耐油胶垫。

(2) 稳固套管压盘。紧固螺丝时，先徒手将螺丝拧紧，然后用扳手按对角拧紧，最后由一人进行，防止用力不均而损坏法兰或瓷套。

(3) 接下部引线。应先将连接下部引线的螺母、平垫用 00 号砂纸打磨，去掉氧化别及引线上的脏物，上引线时一定要紧固，螺母要拧紧，以防松脱而引起套管下部连接处发热。

5、高压套管的回装。

(1) 吊套管前应旋下均压帽，检查帽内应无积水，否则应擦干净。

(2) 起吊套管，穿入拉线，将套管装入套管座内。拉引线接头时应注意线芯不要打弯。

(3) 紧固套管螺丝，保持密封良好。

6、补注油至标准油位。注油时要及时排放大盖下和套管座等突出部位的积气。

7、做电气试验。静止 24h 后，进行检修后的电气试验。组装变压器时应注意以下几点：

(1) 各部件应装配正确、紧固、无损伤。

(2) 各密封衬垫应质量优良、耐油、化学性能稳定，压紧后一般应压缩原厚度的 $1/3$ 左右。

(3) 各装配接合面应无渗漏油现象，阀门的开关应灵活，无卡涩现象。

(4) 油箱和储油柜间的连通管应有 $2\% \sim 4\%$ 的升高坡度(以变压器顶盖为基准)。

(5) 气体继电器安装应“水平”(以变压器为基准)，变压器就位后，应使其顶盖沿气体继电器方向有 $1\% \sim 1.5\%$ 的升高坡度。

(6) 变压器组装完毕后，应进行油压试验 15min，并且各部件接合面密封衬垫及焊缝应无渗漏。

技能三、油浸式电力变压器的拆装

一、实训目的

认识油浸式电力变压器的基本结构；熟悉变压器的拆卸和组装步骤；掌握吊心操作技能。

二、实训使用的工具、材料及设备

100kVA 以下油浸式电力变压器；滤油、注油设备；起吊支架、吊链、起吊绳索等起重工具；钳工、电工工具；枕木、撬杠、油盆、油桶、棉布、砂纸等。

三、实训内容及要求

(1) 油浸式电力变压器的拆卸。

1) 检查工具、材料、设备是否准备齐全。

2) 检查测试拆卸现场的环境条件。

(2) 拆卸实训。按上述拆卸变压器步骤及注意事项进行操作练习，重点训练吊心操作技能。

1) 拆除高、低压套管引线及气体继电器电缆。

2) 放出变压器油至油面比箱沿略低位置。

3) 拆卸套管、储油柜、安全气道、气体继电器等附件。

4) 拆卸油箱顶盖与箱壳之间的所有连接螺栓。

5) 搭好起吊支架，装好吊索，用吊索拉住油箱顶盖上的吊攀，把箱盖连同器身一齐吊起。器身下端高于箱沿后，在箱沿上取下耐油胶垫，平行放上两条枕木，放松吊索把器身放在枕木上，以吊索略受力为宜。拆卸实训中，要注意人身和设备的安全。

四、油浸式电力变压器的组装

(1) 组装前的准备。

1) 将油箱内部、器身及其它附件清理干净。

2) 所有零件部件应完好、齐全。

(2) 组装实训。按上述的变压器组装步骤及注意事项进行操作练习，重点训练器身与大盖的回装操作技能。

任务成果评价标准				
油浸式电力变压器的拆装评价				
职业能力评价 80%				
序号	评价内容	配分	评分细则	得分
1	认识电力变压器的结构	10%	认识电力变压器各部件，知道作用，错误一项扣 2%	
2	熟悉电力变压器的铭牌	10%	说明型号含义，错误一项扣 2%	
3	拆卸变压器的步骤	20%	步骤应正确，错误一处扣错误一项扣 2%	
4	零部件的放置	10%	乱放一处错误一项扣 2%	
5	组装变压器的步骤	20%	步骤应正确，错误一处扣 2%	
6	安全文明操作	10%	违反操作规程，错误一处扣 5%	
职业素养评价 20%				
1	操作有序、遵守时间	7%	不迟到、不早退	
2	设备维护和保养	7%	能进行日常维护和保养	
3	团队协作	6%	听从指挥、配合良好	
总记得分				
操作指导老师：_____年_____月_____日				

技能四、单相变压器的极性测试

一、变压器的极性

因为变压器的一、二次绕组绕在同一个铁心上，都被磁通 Φ 交链，故当磁通交变时，在两个绕组中感应出的电动势有一定的方向关系，即当一次绕组的某一端点瞬时电位为正时，二次绕组也必有一电位为正的对应端点。这两个对应的端点，我们称为同极性端或同名端，通常用符号“·”表示。

在使用变压器或其他磁耦合线圈时，经常会遇到两个线圈极性的正确连接问题，例如某变压器的一次绕组由两个匝数相等绕向一致的绕组组成，如图 1—15 (a) 中的绕组 1—2 和 3—4。如每个绕组额定电压为 110V，则当电源电压为 220V 时，应把两个绕组串联起来使用，如 (b) 图所示接法；如电源电压为 110V 时，则应将它们并联起来使用，如 (c) 图所示接法。当接法正确时，则两个绕组所产生的磁通方向相同，它们在铁心中互相叠加。

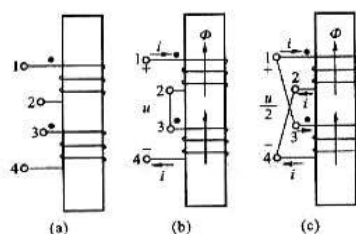


图 1—15 变压器绕组的正确连接图

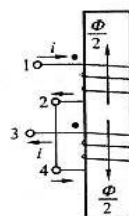


图 1—16 变压器绕组的错误连接

如接法错误，则两个绕组所产生的磁通方向相反，它们在铁心中互相抵消，使铁心中的合成磁通为零，如图 1—16 所示。在每个绕组中也就没有感应电动势产生，相当于短路状态，会把变压器烧毁。

二、变压器极性的判定

1. 对两个绕向已知的绕组

当电流从两个同极性端流入（或流出）时，铁心中所产生的磁通方向是一致的。如图 1—17 (a) 所示，1 端和 3 端为同名端，电流从这两个端点流入时，它们在铁心中产生的磁通方向相同。同样可判断图 1—17(b) 中的两个绕组，则 1 端和 4 端为同名端。

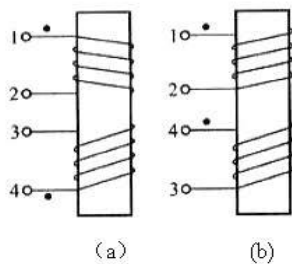


图 1-17 同名端的判定

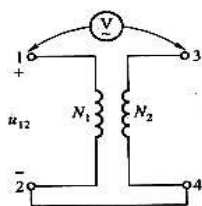


图 1-18 交流法测定同名端

2. 对一台已经制成的变压器

无法从外部观察其绕组的绕向，因此无法辨认其同名端，此时可用实验的方法进行测定，测定的方法有交流法和直流法两种。

(a) 交流法。如图 1-18 所示，将一、二次绕组各取一个接线端连接在一起，如图中的 2 和 4，并在一个绕组上（图中为 N_1 绕组）加一个较低的交流电压 U_{12} ，再用交流电压表分别测量 U_{12} 、 U_{13} 、 U_{34} 各值，如果测量结果为： $U_{13} = U_{12} - U_{34}$ ，则说明 N_1 、 N_2 组为反极性串联，故 1 和 3 为同名端。如果 $U_{13} = U_{12} + U_{34}$ ，则 1 和 4 为同名端。

(b) 直流法。用 1.5V 或 3V 的直流电源，按图 1-19 所示连接，直流电源接在高压绕组上，而直流毫伏表接在低压绕组两端。当开关 S 合上的一瞬间，如毫伏表指针向正方向摆动，则接直流电源正极的端子与接直流毫伏表正极的端子为同名端。

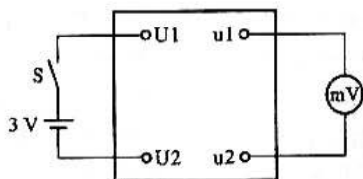


图 1-19 直流法测定同名端

技能五、单相变压器参数测定

一、空载试验

(一)、实验目的

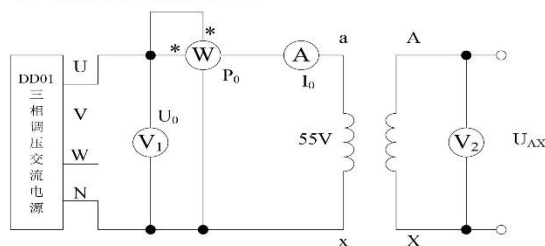
- 1、掌握单相变压器空载试验方法；
- 2、用实验方法测定单相变压器空载损耗；
- 3、根据实验数据作出空载特性曲线，研究变压器特性，了解参数对变压器性能的影响

(二)、实验器材：

- 1、电机与电气教学实验台主控制屏
- 2、交流电压表、交流电流表、功率及功率因数表挂件
- 3、三相组式变压器或单相变压器
- 4、导线

(三)、实验方法

1. 空载实验线路图如下：



2、实验步骤

- (1) 在三相调压交流电源断电的条件下，按上图接线。被测变压器选用三相组式变压器 DJ11 中的一只作为单相变压器，其额定容量 $P_N = 77\text{V} \cdot \text{A}$ ， $U_{1N}/U_{2N} = 220/55\text{V}$ ， $I_{1N}/I_{2N} = 0.35/1.4\text{A}$ 。变压器的低压线圈 a、x 接电源，高压线圈 A、X 开路。
- (2) 选好所有测量仪表量程（电压表 V1 量程为 100V，V2 为 300V，电流表为 0.3A）。将控制屏左侧调压器旋钮向逆时针方向旋转到底，即将其调到输出电压为零的位置。
- (3) 合上交流电源总开关，按下“启动”按钮，便接通了三相交流电源。调节三相调压器旋钮，使变压器空载电压 $U_0 = 1.2U_N$ （66V），然后逐次降低电源电压，在 $(1.2 \sim 0.3) U_N$ （66V~16.5V）的范围内，测取变压器的 U_0 、 I_0 、 P_0 、 U_{AX} 。

(4) 测取数据时, $U = U_N$ 点必须测, 并在该点附近测的点较密, 共测取数据 5-6 组。记录于表 1 中。

(5) 关闭电源，调压器调回到最小。

表 1 变压器空载实验数据

序号	实 验 数 据				计算数据				
					功率因 数	变比	励磁参数 (U = U _N 时)		
	U ₀ (V)	I ₀ (A)	P ₀ (W)	U _{AX} (V)	cos φ ₀	K	r _m	Z _m	X _m
1									
2									
3									
4									
5									
平均值									

其中: $\cos \varphi_0 = \frac{P_0}{U_0 I_0}$, $K = \frac{U_{AK}}{U_0}$, $r_m = \frac{P_0}{I_0^2} / K^2$, $Z_m = \frac{U_0}{I_0} / K^2$, $X_m = \sqrt{Z_m^2 - r_m^2} / K^2$

(四)、数据计算

设所测得的数据均已化为每相值。令 U_0 为外施每相电压, I_0 为每相电流, P_0 为每相输入功率即等于每相的空载损耗 p_0 , 则不论是单相变压器或三相变压器均有相同计算式, 即有

$$\begin{aligned} z_0 &= \frac{U_0}{I_0} \\ r_0 &= \frac{P_0}{I_0^2} = r_1 + r_m \approx r_m \\ x_0 &= \sqrt{z_0^2 - r_0^2} = x_1 + x_m \approx x_m \end{aligned}$$

如果在被测变压器的低压侧接电源, 所计算出的 Z_m 是低压侧的数值, 应折合到高压应为 $k'Z_m = k^2 Z_m$ 。需强调指出, 励磁参数值随饱和而变化。由于变压器总是在额定电压或很接近于额定电压情况下运行, 空载试验时应调整外施电压等于额定电压, 这时所求得的参数才真实反映了变压器运行时的磁路饱和情况。

（五）、填写实验报告

- (1) 写出实验目的;
- (2) 写出所用实验仪器的名称、规格、数量;
- (3) 画出实验线路图;

目 录

项目一：变压器	1
技能一、变压器的拆卸步骤	1
技能二、变压器的组装步骤及注意事项	1
技能三、油浸式电力变压器的拆装	2
任务成果评价标准	4
技能四、单相变压器的极性测试	5
技能五、单相变压器参数测定	7
技能六、三相变压器的极性判别和接线	11
技能七、三相变压器的空载和短路实验	12
技能八、油浸式电力变压器的检修	17
技能九、变压器常规维护	20
技能十、变压器基础试验检查方法及故障分析	20
技能十一、变压器运行中的检查	22
技能十二、常见故障及处理	24
任务记录单	26
项目二：电动机	28
技能一、三相异步电机的拆卸	28
技能二、异步电机的装配	30
技能三、装配后的检查	32
实训记录单	33
技能四、三相异步电动机的参数测定	35
技能五、三相异步电动机定子绕组首尾端的测定	37
技能六、绕组的拆除和处理	40
实训项目量化考核表	47
技能七、异步电机绕组的嵌线工艺	48
技能八、异步电机绕组的接线、整形与绑扎	55
技能九、异步电机绕组的初测、浸漆与烘干	60
技能十、电动机检修后的试验	65
项目三：发电机	67
技能一、小型同步发电机的拆卸	67
技能二、小型发电机的装配	67
技能三、同步发电机运行常见故障及对策	68

5. 《高低压配电柜智能制造指导手册》校企共建项目化教材



昌吉职业

高低压配电柜 智能制造指导手册

李硕 李磊 主编



目录

项目一、识读工程图 1

 任务 1. 安全教育 1

 任务 2. 图样的表示法 4

 任务 3. 识读钣金零件图 12

项目二、转图编程排版工序 15

 任务 1. CAD 基础 15

 任务 2. 绘制展开图 24

 任务 3. CNCKAD 编程 28

 任务 4. CNCKAD 编程实训 34

 任务 5. 排版 42

项目三、剪板工序 51

 任务 1. 剪板机操作 51

 任务 2. 剪板实训 55

项目四、冲孔成型工序 56

 任务 1. 冲床操作 56

 任务 2. 钣金零件冲孔成型实训 64

项目五、折弯工序 69

 任务 1. 折弯机操作 69

 任务 2. 折弯实训 72

项目一、识读工程图

任务 1. 安全教育

一、课程思政

二、观看安全教育视频，警示、提高学生的安全意识，提出教学目标：使学生熟练安全生产基础知识，提高安全意识。为达到这个目标我们要了解掌握安全教育基础知识，引出教学内容。

三、安全教育基础知识

1、安全生产是指在劳动生产过程中，努力改善劳动条件克服不安全因素，防止事故发生，使劳动生产在保证人员安全健康和财产安全的前提下顺利进行。

2、安全生产方针：安全第一，预防为主，综合治理。

事故的发生有原因和预兆，一次重大事故前必然孕育着许多事故苗子，消除“事故苗子”避免事故的发生。

3、造成安全事故的原因

（1）人的因素

①由于管理者的失职或失误造成违章指挥，强令冒险作业或者决策失误造成等造成事故。由于对从业人员教育培训不到位，而导致从业人员在操作过程中误操作或违章作业等因素造成事故。②生产人员缺乏安全知识，麻痹大意或违规操作。③由于从业人员的工作时间过长或者劳动强度过大，疲劳操作导致操作错误发生事故。

（2）物的因素

机械设备工具等有缺陷或故障，物料的堆放、整理有缺陷，缺乏防护用具。

（3）环境因素：生产环境不良（照明、噪声、震动）。

（4）管理因素：安全培训不够。

4、作业现场安全

（1）车间作业现场特点

各种大型机械设备等集中在有限的场地上进行作业。作业现场多工种（焊接、喷漆、吊装）交叉作业，外来人员较多。

（2）注意遵守安全警示标志

①安全警示标志牌是由安全色、几何图形和图像符号构成的，用以表示禁止、警告、指令和提示等安全信息。

②根据国家规定，安全色为红（禁止标志）、黄（警告标志）、蓝（指令标志）、绿（提示标志）四种颜色。

（3）作业现场危险因素及预防措施

①物体打击

伤害来源：吊装作业，高空杂物。

防范措施：设备点检、吊具定期检查、持证上岗、规范吊装现场、佩戴安全帽。

②触电、火灾、爆炸

伤害来源：焊接作业（气瓶使用）。

防范措施：设备点检、持证上岗、规范佩戴劳保用品。

③机械伤害

伤害来源：剪板、折弯等作业。

防范措施：设备点检、遵守操作规程、规范佩戴劳保用品。

④其它伤害：呼吸系统、噪音、各种运输车辆容易造成车辆伤害；地面各种废料容易造成扎伤等。

5、火场中如何紧急避险

①熟悉紧急疏散路线。

②浓烟中逃生，要用湿毛巾捂住嘴和鼻子，弯腰行走。

③楼上人员要用牢固的绳子等物品，一头固定后沿绳子滑下逃生。千万不要跳楼！

④逃生路线火封锁，应立即退回室内，关闭门窗，用毛毯、棉被浸湿后覆在门上，并不断往上浇水冷却，发出求救信号等待救援。千万不可钻到阁楼、床底、大橱内避难。

⑤听从指挥，向就近的安全通道分流疏散，千万不能惊慌失措，互相拥挤践踏，造成意外的伤亡。

四、生产人员安全须知

（1）虚心学习,掌握技能

①以虚心的态度认真学习

②不懂的地方一定要问清楚

③要努力掌握学到的知识

④要逐步进行实践

⑤生产技能要反复进行练习

（2）遵守安全生产的一般规则“安全三原则”：

①整理整顿工作地点，有一个整洁有序的作业环境。

②经常维护保养设备。

③按照标准进行操作。

（3）认真接受安全教育

①“三级安全教育”——公司级、车间级、班组级

②特种作业安全教育培训——电工作业、压力容器操作和管道操作、电、气焊接作业等。

（4）严格遵守公司有关安全生产规章制度“五严禁”

- ①严禁在禁火区域吸烟、动火
- ②严禁在上岗前和工作时间饮酒
- ③严禁擅自移动或拆除安全装置和安全标志
- ④严禁擅自触摸乱动与己无关的设备、设施
- ⑤严禁在工作时间串岗、离岗、睡岗或嬉戏打闹。

（5）做到“三不伤害”

- ①不伤害自己
- ②不伤害他人
- ③不被他人伤害

两人以上共同作业时注意协作和相互联系，立体交叉作业时注意安全。

项目一、识读工程图

任务 2. 图样的表示法

一、图样的基本表示法

在实际生产中，物体的结构形状多种多样，当物体的结构形状比较复杂时，仅用三视图难以把它们的内、外形状完整、清晰地表达出来。为此，国家标准规定了视图、剖视图、断面图、局部放大图及简化画法等基本表示法。

1、视图

用正投影法所绘制出物体的图形，成为视图。视图通常包括基本视图、向视图、局部视图和斜视图。

1.1 基本视图

将物体向基本投影面投射所得的视图，称为基本视图。

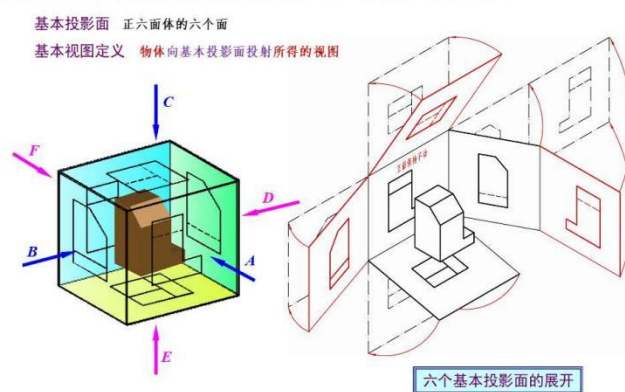


图 1-1

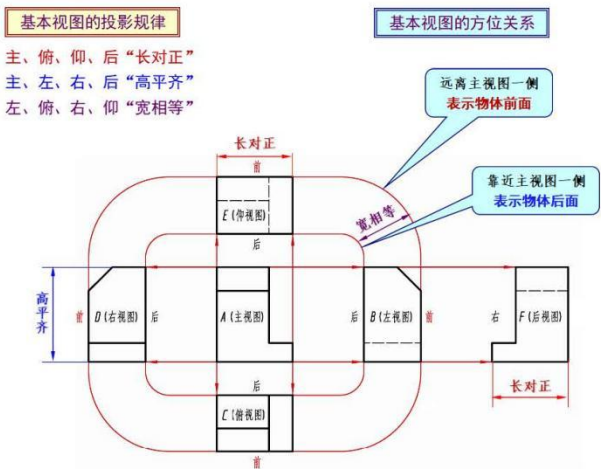


图 1-2 六个基本视图的配置

1.2 向视图

向视图是可以自由配置的基本视图。在实际绘图过程中，有时难以将六个基本视图按图 1-2 的形式配置，此时可采用向视图解决问题。如图 1-3b 所示，在向视图的上方标注视图名称“X”（X 为大写拉丁字母，即 A、B、C、D、E、F 中的某一个），在相应的视图附近，用箭头指明投射方向，并标注相同的字母。

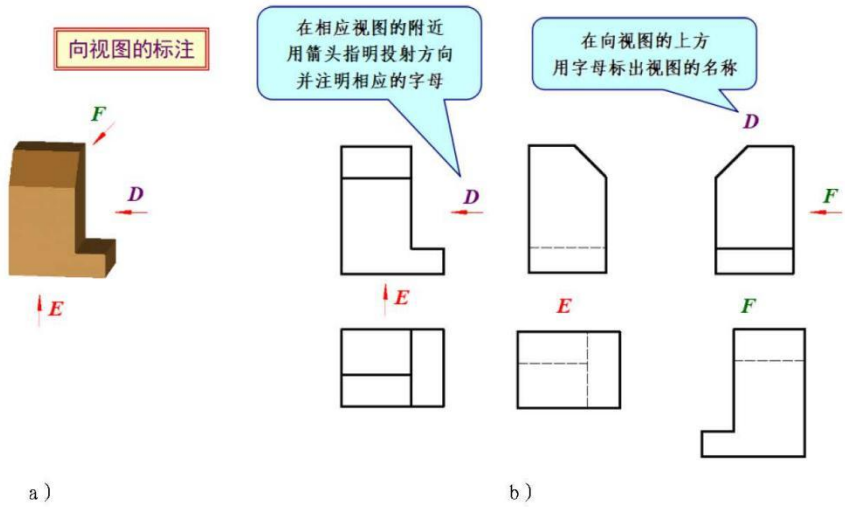


图 1-3 向视图

1.3 局部视图

将物体的某一部分向基本投影面投射所得的视图，称为局部视图。

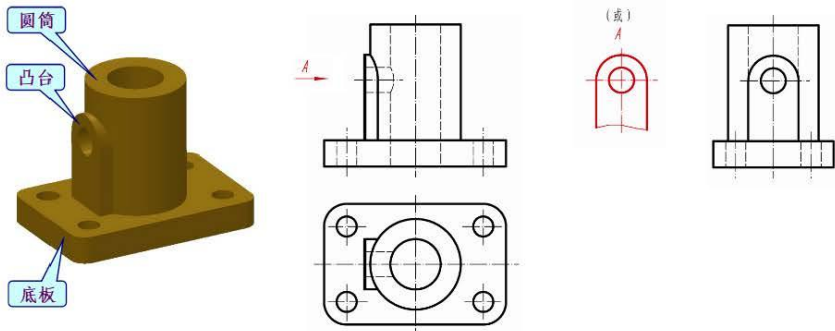


图 1-4 局部视图

1.4 斜视图

将物体向不平行于基本投影面的平面投射所得的视图，称为斜视图。

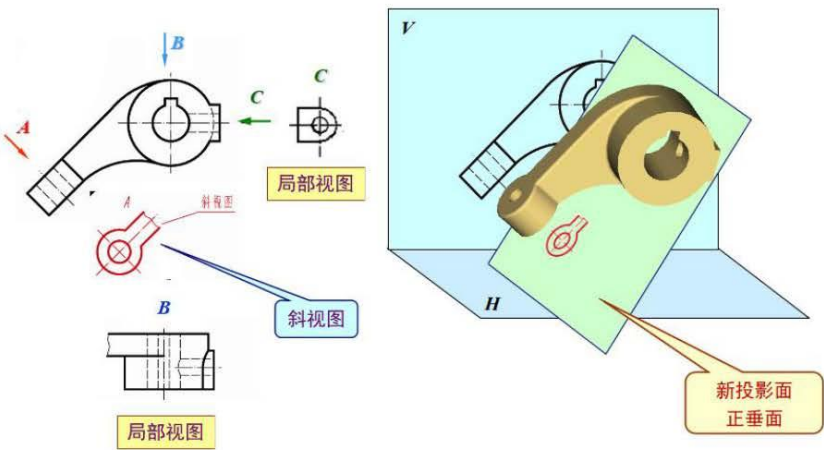


图 1-5 斜视图

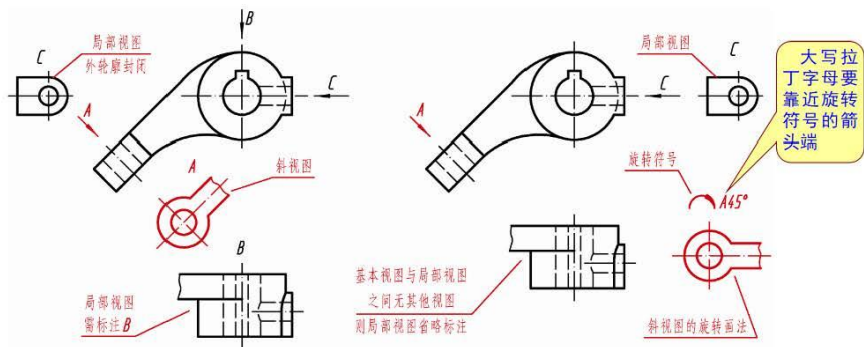


图 1-6 局部视图与斜视图的配置

2、剖视图

假想用剖切面剖开物体，将处在观察者和剖切面之间的部分移去，而将其余部分向投影面投射所得的图形，称为剖视图，简称剖视，如图 6-8 所示。

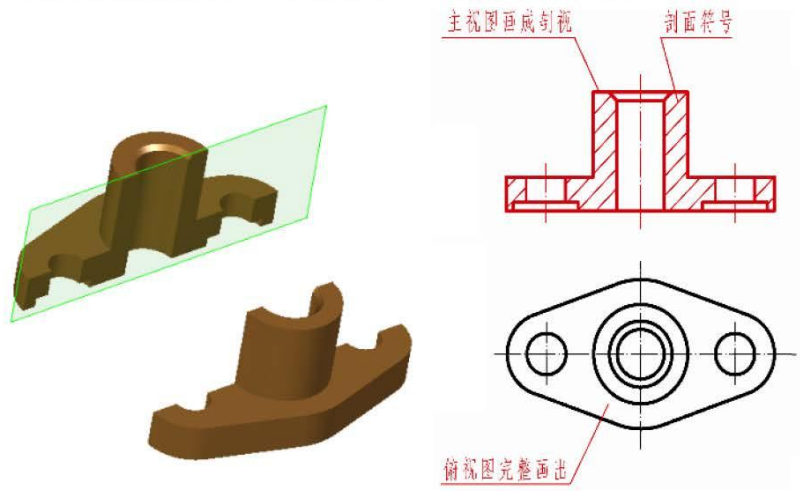


图 1-7 剖视图的获得

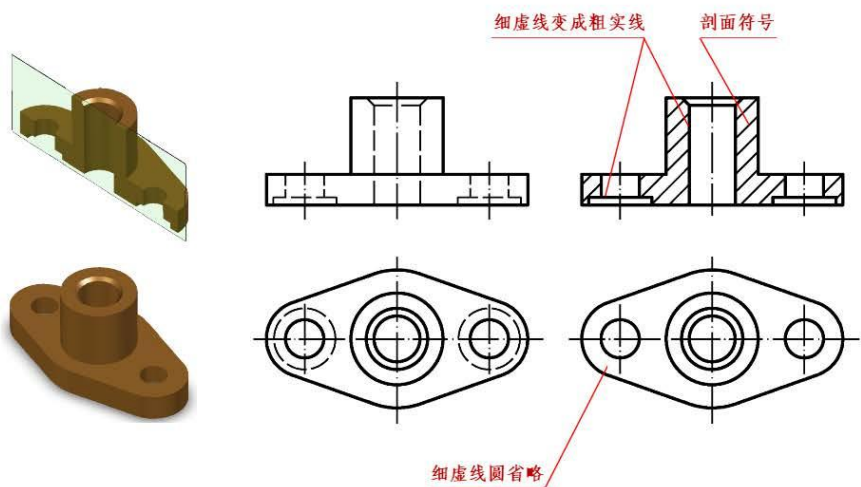


图 1-8 视图与剖视图比较

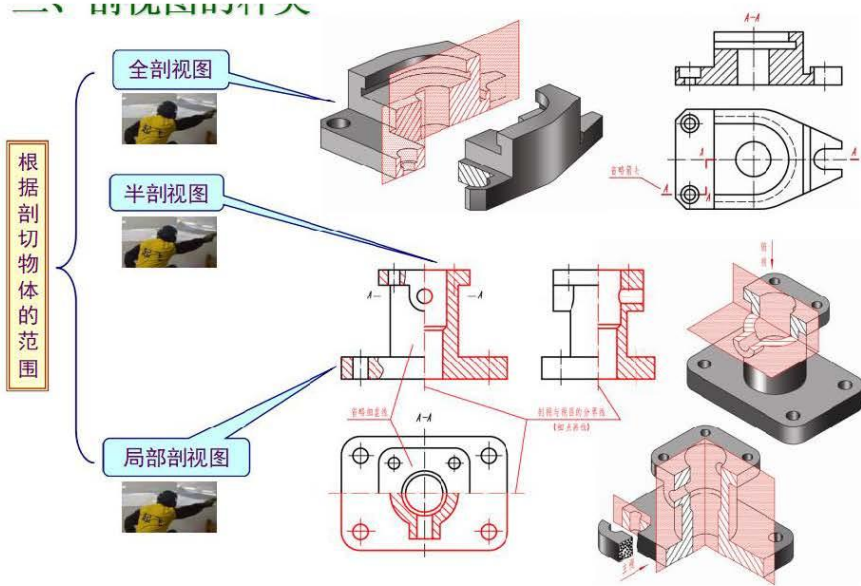


图 1-9 剖视图的种类

3、断面图

6. 《电工电子技术》吉林科学技术出版社



普通高等教育“十四五”规划教材

电工电子技术

李景民 刘 燕 苏 琦 主编

 吉林科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

电工电子技术 / 李景民, 刘燕, 苏琦主编. -- 长春 :
吉林科学技术出版社, 2022. 8
ISBN 978-7-5578-9365-1

I. ①电… II. ①李… ②刘… ③苏… III. ①电工技
术 ②电子技术 IV. ①TM ②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2022) 第 113559 号

电工电子技术

主 编 李景民 刘 燕 苏 琦

出版人 苑 霞

责任编辑 赵维春

封面设计 筱 莫

制 版 华文宏图

幅面尺寸 185mm×260mm

开 本 16

字 数 275 千字

印 张 14.25

印 数 1-500 册

版 次 2022 年 8 月第 1 版

印 次 2022 年 8 月第 1 次印刷

出 版 吉林科学技术出版社

发 行 吉林科学技术出版社

地 址 长春净月高新区福祉大路 5788 号出版大厦 A 座

邮 编 130118

发行部电话 / 传真 0431—81629529 81629530 81629531
81629532 81629533 81629534

储运部电话 0431—86059116

编辑部电话 0431—81629520

印 刷 天津市永盈印刷有限公司

书 号 ISBN 978-7-5578-9365-1

定 价 58.00 元

版权所有 翻印必究 举报电话: 0431—81629508

前言

科学技术的迅速发展,也对工程技术人员提出了越来越高的综合技能方面的要求,这就使得培养具有扎实的理论基础、科学的创新精神、基本的工程素养的复合型人才成为理工院校人才培养的关键目标,工程实践课程在理工专业学生培养方案中的作用日趋突出,在工程实践课程体系中,电工电子类工程实践课程是最基本、最有效、最能激发学生兴趣的工程教育课程,其日趋凸显的作用,使之成为人才培养方案中不可或缺的重要实践环节。电力电子技术是一门新兴的应用于电力领域的电子技术,就是使用电力电子器件对电能进行变换和控制的技术。电力电子技术所变换的“电力”功率可大到数百至上千兆瓦,也可小到1瓦以下。与以信息处理为主的信息电子技术不同,电力电子技术主要用于电力变换。电力电子技术诞生至今,特别是近年来更是取得突飞猛进的发展,已形成十分完整的科学体系和理论。随着工业的高度自动化,计算技术、电力技术及自动控制技术将会成为三种最重要的技术。

基于此,本书就电工电子技术展开全面论述。从电路知识的基础理论入手,对直流电路、单相交流电路及三相交流电路、安全用电及常用低压电器、电机与变压器等方面展开详细的叙述,在编写上突出以下特点:第一,内容丰富、详尽,时代性强。第二,理论与实践结合紧密,结构严谨,条理清晰,重点突出,具有较强的科学性、系统性和指导性。第三,结构编排新颖,表现形式多样。在结构上编排新颖,生动形象,便于读者理解掌握。是一本为从事电工电子技术专业的工作者以及学者量身定做的参考用书。

本书由吉林工商学院李景民、新疆昌吉职业技术学院刘燕、郑州工业技师学院苏琦担任主编。本书具体编写分工如下:李景民编写第一章和第三章的内容(共计95千字);刘燕编写第五章、第七章、第八章和第九章的内容(共计90千字);苏琦编写第二章和第六章的内容(共计90千字)。李景民负责全书的统稿工作。

在本书的撰写过程中,参阅、借鉴和引用了国内外许多同行的观点和成果。各位同仁的研究奠定了本书的学术基础,对电工电子技术基本理论与应用研究的展开提供了理论基础,在此一并感谢。另外,受水平和时间所限,书中难免有疏漏与不当之处,敬请读者批评指正。

目 录

第一章 电路基础知识..... 1

 第一节 常用电工仪表概述 1

 第二节 万用表及其使用 5

 第三节 钳形电流表 8

 第四节 电能表与示波器 9

第二章 直流电路..... 19

 第一节 电路基本概念 19

 第二节 电压源、电流源及其等效变换 28

 第三节 基尔霍夫定律与支路电流法 31

 第四节 叠加定理与戴维南定理 35

第三章 单相交流电路..... 37

 第一节 不可控及半控型器件 37

 第二节 单相半波及全波可控整流电路 51

 第三节 单相全控及半控桥式可控整流电路 62

 第四节 晶闸管触发电路 73

第四章 三相交流电路..... 83

 第一节 三相交流电源 83

 第二节 三相电路中负载的连接 88

 第三节 三相电路的功率 99

第五章 安全用电及常用低压电器.....103

 第一节 触电 103

 第二节 安全用电 105

 第三节 电气事故及紧急处理 109

 第四节 常见低压电器 112

第六章 电机与变压器	118
第一节 变压器	118
第二节 三相异步电动机的构造	130
第三节 三相异步电动机的转动原理	134
第四节 三相异步电动机的电路分析	139
第五节 三相异步电动机的机械特性	141
第六节 三相异步电动机的使用	145
第七节 单相异步电动机	155
第七章 常用半导体器件	161
第一节 半导体的导电特性	161
第二节 半导体二极管	168
第三节 稳压管	171
第四节 半导体三极管	173
第八章 模拟电子电路	183
第一节 仪器使用和元器件识别	183
第二节 单管电压放大电路	184
第三节 多级放大电路	186
第四节 差动放大电路	188
第五节 集成运算放大电路	191
第六节 单相桥式整流、滤波电路	197
第七节 直流稳压电源	198
第八节 可控硅整流电路	202
第九章 数字电子技术基础	205
第一节 数字电路的概述	205
第二节 基本逻辑门电路	209
第三节 触发器	217
参考文献	221



7. 《工业机器人实操与应用》哈尔滨工程大学出版社



内容简介

本书以 ABB 工业机器人为例,介绍了工业机器人基础操作、工业机器人的 I/O 通信、工业机器人程序数据的建立、工业机器人程序建立及指令应用、工业机器人应用示教编程。

本书适合职业院校工业机器人相关专业学生和从事自动化工作的技术人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

工业机器人实操与应用技术 / 李浩, 李俊泓主编

— 哈尔滨 : 哈尔滨工程大学出版社, 2020.6

ISBN 978-7-5661-2693-1

I. ①工… II. ①李… ②李… III. ①工业机器人—
高等职业教育—教材 IV. ①TP242.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2020) 第 108646 号

责任编辑 王俊一

封面设计 赵俊红

出版发行 哈尔滨工程大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区南通大街 145 号

邮政编码 150001

印 刷 唐山新苑印务有限公司

开 本 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张 15

字 数 384 千字

版 次 2021 年 9 月第 1 版

印 次 2021 年 9 月第 1 次印刷

定 价 48.00 元

<http://www.hrbeupress.com>

前言

随着《中国制造 2025》实施与智能时代的到来，作为现代工业控制领域的关键要素，工业机器人在各行各业的应用愈发广泛，市场与产业对工业机器人的需求持续增加，企事业单位对于工业机器人技术技能人才的需求日趋旺盛，迫使高等职业教育对于工业机器人应用人才的培养更具专业性与科学性。

本书针对高职高专学生的学情特点，依托市场调研分析，结合企业一线需求实际和工业机器人主流品牌的发展趋势进行编写，主要选用了市场占有率较高，代表性较强的 ABB 工业机器人为载体，设计了工业机器人基础操作、工业机器人的 I/O 通信、工业机器人程序数据的建立、工业机器人程序建立及指令应用和工业机器人应用示教编程 5 个项目 20 个实训任务，既能满足工业机器人技术等专业的教学需求，更能让学生了解工业机器人在实际生产中的应用现状。同时，本书编在写过程中还充分考虑知识点多、内容广等知识特点，将零散的模块化知识以基于工作过程的典型任务驱动重构课程架构，重点突出培养学生思考问题、研究问题、解决问题的综合职业素养。

本书由昆明理工大学李浩、李俊泓担任主编；由新疆昌吉职业技术学院谭春林担任副主编。具体编写分工如下：李浩编写了项目 1 至项目 3 的内容（共计 15.7 万字）；李俊泓编写了项目 4 的内容（共计 12.7 万字）；谭春林编写了项目 5 的内容（共计 10 万字）。

本书内容选择合理、结构清晰、面向应用，即可作为高职高专工业机器人技术专业、机电一体化技术专业、电气自动化专业 and 智能控制技术等专业教学用书，也可作为企业工程技术人员培训教材。

由于编者水平有限，书中难免存在疏漏或不妥之处，恳请使用者批评指正。

目 录

项目 1 工业机器人基础操作.....	1
任务 1.1 工业机器人的安装与维护	2
实训 1.1	5
任务 1.2 认识工业机器人示教器	7
实训 1.2	14
任务 1.3 工业机器人数据的备份与恢复	16
实训 1.3	25
任务 1.4 工业机器人的手动操纵	27
实训 1.4	35
任务 1.5 转数计数器更新与自动运行	37
实训 1.5	43
项目 2 工业机器人的 I/O 通信.....	45
任务 2.1 ABB 工业机器人标准 I/O 板配置	46
实训 2.1	52
任务 2.2 数字信号设置与监控	54
实训 2.2	62
任务 2.3 组信号设置与应用	64
实训 2.3	69
项目 3 工业机器人程序数据的建立	71
任务 3.1 建立程序数据	72
实训 3.1	79
任务 3.2 建立工具坐标	81
实训 3.2	86
任务 3.3 建立工件坐标	88
实训 3.3	94
项目 4 工业机器人程序建立及指令应用	96
任务 4.1 RAPID 程序的建立.....	97

| 工业机器人实操与应用技术 |

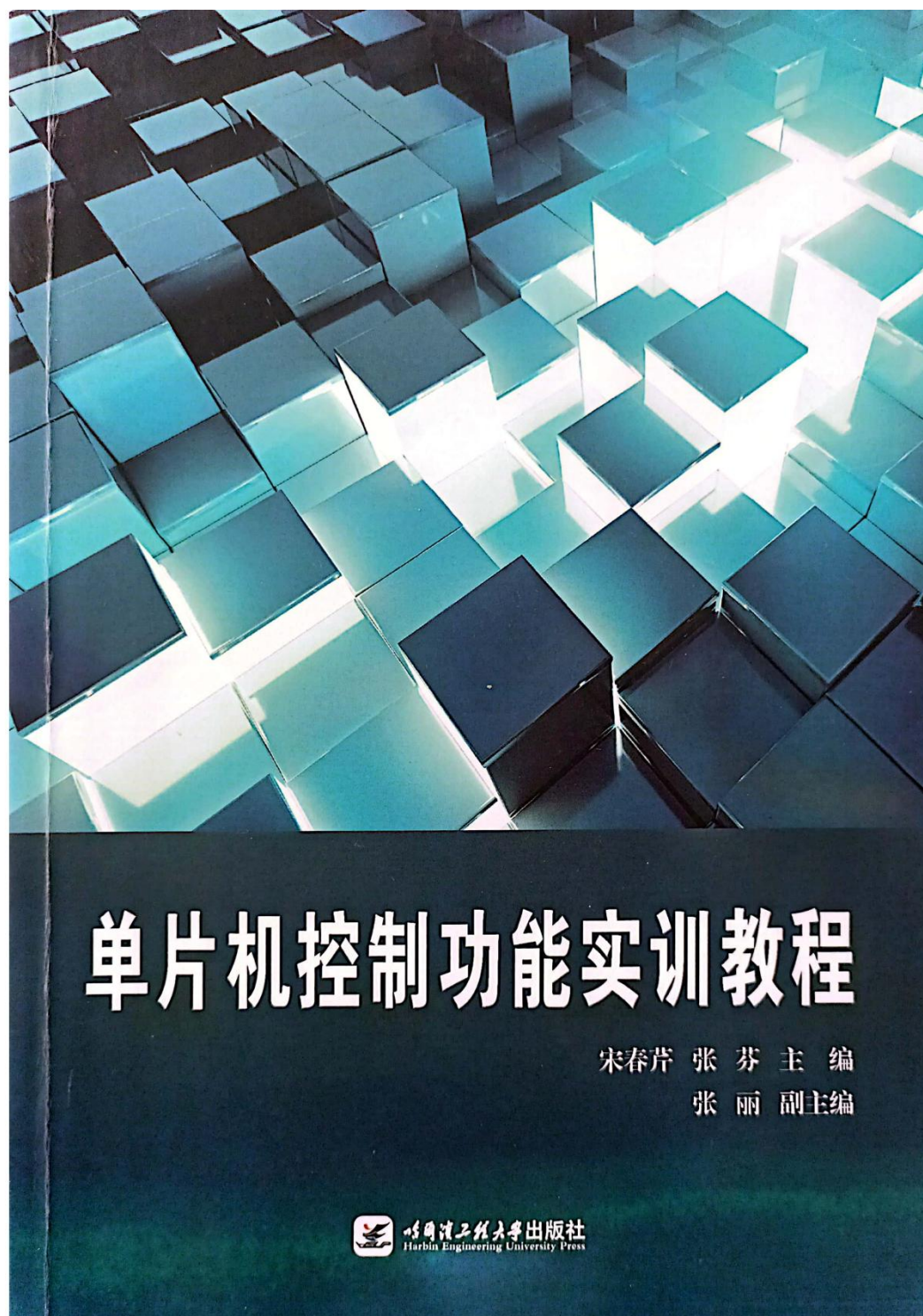
实训 4.1	104
任务 4.2 基本运动指令应用	106
实训 4.2	119
任务 4.3 矩形轨迹示教编程	121
实训 4.3	136
任务 4.4 圆形轨迹示教编程	138
实训 4.4	149
任务 4.5 工业机器人常用指令	151
实训 4.5	161
任务 4.6 条件逻辑判断指令	163
实训 4.6	170
项目 5 工业机器人应用示教编程	172
任务 5.1 物料码垛示教编程	173
实训 5.1	188
任务 5.2 流水线生产示教编程	190
实训 5.2	213
任务 5.3 焊接示教编程	215
实训 5.3	231
参考文献	233

责任编辑 王俊一
封面设计 赵俊红



定价：48.00元

8. 《单片机控制功能实训教程》哈尔滨工程大学出版社



图书在版编目(CIP)数据

单片机控制功能实训教程 / 宋春芹, 张芬主编. —
哈尔滨: 哈尔滨工程大学出版社, 2021.8
ISBN 978 - 7 - 5661 - 3169 - 0

I. ①单… II. ①宋… ②张… III. ①单片微型计算
机 - 计算机控制 - 高等职业教育 - 教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2021)第 162671 号

单片机控制功能实训教程

DANPIANJI KONGZHI GONGNENG SHIXUN JIAOCHENG

责 编: 郑梅侠
出 版: 哈尔滨工程大学出版社
地 址: 哈尔滨市南岗区南通大街 145 号
网 址: 150000
版 次: 2021 年 8 月第 1 版
印 次: 2021 年 8 月第 1 次印刷
开 本: 787 × 1092 1/16
印 张: 16.5
字 数: 387 千字
书 号: ISBN 978 - 7 - 5661 - 3169 - 0
定 价: 36.80 元

版权所有 侵权必究



扫描全能王 创建

前 言

本书是一本用于机电一体化专业实习、实训的指导教材,其实验目的明确、仪器介绍实用、典型;实习步骤简明可行,体现了教师为引导,学生为主体的教学理念,有利于师生开展“做中教、做中学”的职业教育教学方式。符合国家对职业人才培养目标的定位,也符合当前职校学生学习与就业的实际状况。本书章节内容安排易于学习者掌握,有助于学习者理解吸收,通过学习,可将理论知识合理运用于实际操作中。本书既适用于高等职业院校机电类专业的学生使用,也可作为相关从业人员的培训教材。

本书由(武汉理工大学)的宋春芹担任第一主编、由(合肥工业大学)的张芬担任第二主编、由(新疆昌吉职业技术学院)的张丽担任副主编,具体分工如下:宋春芹编写项目一至项目二(共计 15.7 万字),张芬编写项目七至项目八(共计 13 万字),张丽编写项目三至项目六(共计 10 万字)。全书由宋春芹统稿完成。

由于编写时间的紧迫,本书的缺点、疏漏在所难免,诚恳地希望各位同行、专家不吝赐教,我们将不断改进和完善。



扫描全能王 创建

Contents

目 录

项目一 智能车灯系统设计.....	001
任务 1.1 点亮一个 LED 灯.....	003
1.1.1 认识单片机	003
1.1.2 MCS-51 单片机的基本结构及信号引脚	004
1.1.3 LED 灯点亮的原理	007
1.1.4 Keil μ Vision4 软件的使用	008
1.1.5 一个 LED 灯点亮的硬件电路与软件程序设计	013
任务 1.2 智能车双闪灯的设计	015
1.2.1 单片机的最小系统	015
1.2.2 I/O 口知识	018
1.2.3 C51 数据类型	021
1.2.4 智能车双闪灯的硬件电路与软件程序设计	023
任务 1.3 流水灯设计	026
1.3.1 C51 的运算符	026
1.3.2 intrins.h 库函数知识	028
1.3.3 流水灯设计的硬件电路与软件程序设计	030
拓展训练.....	033
课后习题.....	034
项目二 智能车按键系统设计.....	035
任务 2.1 独立按键控制智能车双闪灯	037
2.1.1 按键及其检测方法	037
2.1.2 单片机的存储器结构	038
2.1.3 C51 的语句及流程控制	043
2.1.4 任务 1 独立按键控制智能车双闪灯	048
任务 2.2 智能车转向灯设计	051
2.2.1 C51 函数定义及使用	051

| 001 |



扫描全能王 创建

目 录

Contents

2.2.2 智能车转向灯硬件电路与软件程序设计	054
任务 2.3 矩阵键盘控制车灯亮灭	057
2.3.1 认识矩阵键盘	057
2.3.2 switch-case 语句	063
2.3.3 矩阵键盘控制车灯硬件电路与软件程序设计	063
拓展训练	068
课后习题	071
项目三 智能车车速控制系统设计	072
任务 3.1 独立按键控制智能车启动和停止	074
3.1.1 MCS-51 单片机的中断系统	074
3.1.2 三极管驱动电动机	078
3.1.3 独立按键控制智能车的启动和停止	078
任务 3.2 定时器控制车灯按照 1 s 闪烁	083
3.2.1 定时/计数器的相关知识	083
3.2.2 硬件电路与软件程序设计	087
任务 3.3 按键控制智能车的前进和倒退	092
3.3.1 任务与计划	092
3.3.2 H 桥式直流电动机驱动电路的相关知识	092
3.3.3 硬件电路与软件程序设计	093
任务 3.4 智能车车速控制系统设计	100
3.4.1 任务与计划	100
3.4.2 电动机的 PWM 驱动	100
3.4.3 硬件电路与软件程序设计	100
拓展训练	105
课后习题	105
项目四 智能车仪表显示系统设计	109
任务 4.1 电子秒表设计	110





Contents

目 录

4.1.1	LED 数码管显示器	110
4.1.2	LED 数码管显示牌	113
4.1.3	电子秒表的硬件电路设计与软件程序设计	118
任务 4.2	模拟交通灯设计	120
4.2.1	任务要求与工作计划	120
4.2.2	交通灯显示状态	121
4.2.3	硬件电路设计及软件程序设计	122
任务 4.3	数码管显示智能车运动时间	127
4.3.1	任务要求与工作计划	127
4.3.2	硬件电路设计	127
4.3.3	软件程序设计	130
4.3.4	调试与仿真运行	134
任务 4.4	LCD1602 显示智能车运动时间	134
4.4.1	认识 LCD1602	134
4.4.2	任务要求与工作计划	143
4.4.3	硬件电路设计	143
4.4.4	软件程序设计	143
4.4.5	调试与仿真运行	149
拓展训练		149
课后习题		149
项目五	智能车车灯自动控制系统设计	151
任务 5.1	智能车车灯亮度调节	153
5.1.1	认识 DAC0832	153
5.1.2	任务要求与工作计划	156
5.1.3	硬件电路设计	156
5.1.4	软件程序设计	158
5.1.5	调试与仿真运行	159



目 录

Contents

任务 5.2 智能车对环境亮度的自动采集与显示	159
5.2.1 认识 ADC0832	159
5.2.2 光敏电阻器的应用	162
5.2.3 任务要求及工作计划	163
5.2.4 硬件电路设计	163
5.2.5 软件程序设计	164
5.2.6 调试与仿真运行	167
任务 5.3 智能车车灯亮度自动调节	168
5.3.1 任务要求及工作计划	168
5.3.2 硬件电路设计	168
5.3.3 软件程序设计	170
5.3.4 调试及仿真运行	172
拓展训练	172
课后习题	172
项目六 智能车通信系统设计	175
任务 6.1 A 车控制 B 车前进与倒退	177
6.1.1 认识串行通信与串行口	177
6.1.2 认识串行接口	179
6.1.3 MSC-51 单片机串行口的结构与控制寄存器	180
6.1.4 任务要求及工作计划	183
6.1.5 硬件电路设计	183
6.1.6 软件程序设计	185
6.1.7 调试与仿真运行	188
任务 6.2 PC 机控制智能车前进与倒退	192
6.2.1 任务要求及工作计划	192
6.2.2 硬件电路设计	192
6.2.3 软件程序设计	192

I 004 I



扫描全能王 创建

Contents

目 录

6.2.4 调试及仿真运行	195
拓展训练	199
课后习题	199
项目七 智能车温度报警系统设计	200
任务 7.1 单片机应用系统设计原则与过程	201
7.1.1 单片机应用系统总体设计	202
7.1.2 单片机应用系统硬件设计	203
7.1.3 单片机应用系统软件设计	204
任务 7.2 认识数字温度传感器 DS18B20	205
7.2.1 数字温度传感器	205
7.2.2 DS18B20 的读写时序	207
7.2.3 DS18B20 温度传感器的操作使用	210
任务 7.3 数字温度报警器设计	211
7.3.1 任务要求与工作计划	211
7.3.2 硬件电路设计	212
7.3.3 软件程序设计	213
7.3.4 调试与仿真运行	219
项目八 出租车计价器的设计	223
任务 8.1 认识 I ² C 总线	224
8.1.1 I ² C 总线协议	225
8.1.2 I/O 口模拟 I ² C 总线操作	227
8.1.3 I ² C 芯片 AT24C02 的使用	228
任务 8.2 出租车计价器设计	230
8.2.1 任务要求及工作计划	230
8.2.2 硬件电路设计	231
8.2.3 软件程序设计	232

| 005 |



扫描全能王 创建

目 录

Contents

8.2.4 调试与运行 243

附录 1 常用 ASCII 码表对照表 245

附录 2 “reg52.h”头文件详解 246

附录 3 Proteus 常用元件名称 248

参考文献 250





扫描全能王 创建

9. 《Java Web 程序设计项目化教程》西北工业大学出版社



高等教育“十三五”规划教材

Java Web 程序设计 项目化教程

主 编： 陈立秀 张国明 杨 勇

副主编： 段海霞

西北工业大学出版社

西 安

【内容简介】本书通过对 Java web 相关知识的介绍,使读者可以学习 I/O 流、JDBC、Web 服务器、JSP 页面以及对 JSP 内置对象等内容,每个知识点后有实训案例作为辅助,从而使读者通过本书的学习,理论和实践兼得;全面地体现了 Java 技术开发 web 应用的发展特性,涉及了当前应用广泛的开发规范,结构清晰,应用实例丰富,实现了理论学习和具体应用的充分结合;本书在内容的安排上由浅入深,让读者循序渐进掌握编程技术。

本书可作为从事 Java Web 研究工作等相关人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

Java Web 程序设计项目化教程 / 陈立秀, 张国明, 杨勇
主编. — 西安: 西北工业大学出版社, 2020. 6
ISBN 978-7-5612-7140-7

I. ①J… II. ①陈… ②张… ③杨… III. ①JAVA 语言—程序设计—教材 IV. ①TP312.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2020)第 108085 号

JAVA WEB CHENGXU SHEJI XIANGMUHUA JIAOCHENG

Java Web 程序设计项目化教程

责任编辑: 付高明 杨丽云

策划编辑: 李 萌

责任校对: 华一瑾

装帧设计: 郝晓丽

出版发行: 西北工业大学出版社

通信地址: 西安市友谊西路 127 号

邮 编: 710072

电 话: (029) 88491757, 88493844

网 址: www.nwpu.com

印 刷 者: 优彩嘉艺(北京)数字科技有限公司

开 本: 787 mm × 1 092 mm

1/16

印 张: 17.5

字 数: 378 千字

版 次: 2021 年 05 月第 1 版

2021 年 05 月第 1 次印刷

定 价: 58.00 元

如有印装问题请与出版社联系调换

前言

对于一名 Java Web 程序设计项目的初学者来说,主要欠缺两方面能力,一方面是科学良好的系统设计思想,另一方面是实践应用开发项目能力。本书以此为目的,以 Java 语言为基础,通过实际案例讲解 Java Web 程序设计项目领域中实际使用的相关技术,并最终帮助读者掌握 Java Web 程序设计项目的设计思想。

本教程是关于 Java Web 程序设计项目化的书籍,包括 Java Web 概述、Java 程序设计基础、电子商城项目简介与设计、招生考试报名系统项目概述、项目数据库设计、站点资源组织与用户页面设计、过滤器在网站中的应用、用户模块设计、报考信息管理模块设计、Servlet 监听器在网站中的应用、在线报名与打印模块设计、报考信息管理与现场确认模块、考员与考场分配功能模块、成绩管理模块、数据库备份与恢复、网站留言板的应用、员工管理系统、创建 RESTful Web 服务等内容。本教程内容丰富、结构合理、思路清晰、语言简练流畅、案例新颖、针对性强,主要面向 Java Web 程序项目的设计,适合作为各种 Java Web 程序设计项目培训班的培训教材,还可作为 Java Web 程序设计项目人员的参考资料。

本书由重庆信息技术职业学院陈立秀、广东工商职业技术大学张国明和陕西电子信息职业技术学院杨勇担任主编,新疆昌吉职业技术学院段海霞担任副主编。具体编写分工如下:陈立秀共同负责编写本书第一章至第六章的内容(共计 11 万字);张国明负责编写了第七章至第十章的内容(共计 10.8 万字);杨勇负责编写了第十一章至第十五章的内容(共计 6 万字);段海霞负责编写了第九章至第十六章、第十八章的内容(共计 10 万字)。全书由陈立秀负责统稿工作。

因编者水平有限，错误或不妥之处难免，敬请专家、读者批评指正。由于时间仓促和编者水平有限，书中难免有疏漏和错误之处，敬请广大同仁及读者不吝批评指正。

编 者

目 录

第一章 Java Web 概述	1
第一节 Web 应用演化	1
第二节 Web 服务器脚本技术	1
第三节 JSP 工作原理	3
第四节 超文本传输协议	6
第五节 安装与配置 JDK、Tomcat	8
第六节 部署运行第一个 JSP 程序	11
第二章 Java 程序设计基础	13
第一节 类和对象	13
第二节 类的继承	17
第三节 抽象类和接口	24
第四节 JavaBean 技术	26
第五节 使用集合类存储对象	27
第六节 JDBC 技术	29
第三章 电子商城项目简介与设计	35
第一节 项目分析与功能设计	35
第二节 系统分析和设计	37
第三节 数据库设计	40
第四章 招生考试报名系统项目概述	42
第一节 项目概述	42
第二节 系统业务流程分析	42
第三节 系统功能说明	43
第四节 非功能性需求	46
第五章 项目数据库设计	48
第一节 系统数据流图	48
第二节 概念模型 E-R 图	49
第三节 逻辑结构设计	53
第四节 数据库的 MySQL 实现	53

• 1 •

 Java Web 程序设计项目化教程

第五节 数据库的连接访问	57
第六章 站点资源组织与用户页面设计	62
第一节 使用 MyEclipse 创建 Web 项目	62
第二节 站点资源组织	68
第三节 用户页面设计	69
第七章 过滤器在网站中的应用	77
第一节 Servlet 过滤器简介	77
第二节 编码过滤器	78
第三节 用户权限过滤器	80
第八章 用户模块设计	85
第一节 学生用户注册模块	85
第二节 用户登录模块	103
第三节 用户管理模块	110
第九章 报考信息管理模块设计	130
第一节 招考阶段模块	130
第二节 招考信息设置模块	142
第十章 Servlet 监听器在网站中的应用	150
第一节 Servlet 监听器	150
第二节 应用数据的全局监听	150
第三节 在线人数统计	152
第十一章 在线报名与打印模块设计	154
第一节 在线填报基本信息模块	154
第二节 上传照片模块	161
第三节 报名表以及准考证打印设计	164
第十二章 报考信息管理与现场确认模块	167
第一节 报考信息统计及信息查询模块	167
第二节 考生现场确认信息模块	172
第十三章 考员与考场分配功能模块	173
第一节 准考证号的生成	173
第二节 考场与座位号的分配	182
第十四章 成绩管理模块	187
第一节 JExcelAPI 介绍	187
第二节 成绩管理模块实现	188

• 2 •

	目 录	
第十五章	数据库备份与恢复	192
第一节	功能及页面设计	192
第二节	数据库备份功能实现	193
第三节	数据库恢复功能实现	194
第十六章	网站留言板的应用	196
第一节	系统设计	196
第二节	系统实现	198
第十七章	员工管理系统	217
第一节	系统功能模块设计	217
第二节	数据库设计	218
第三节	SSH 框架的搭建	219
第四节	DAO 层的设计与实现	226
第五节	业务层的设计与实现	231
第六节	Action 层的设计与实现	236
第七节	JSP 页面的建立和运行效果	245
第十八章	创建 RESTful Web 服务	252
第一节	Web 服务概述	252
第二节	创建 RESTful Web 服务	260
第三节	测试 RESTfulWeb 服务	266
参考文献		270

Java Web程序设计项目化教程



ISBN 978-7-5612-7140-7



9 787561 271407

定价：58.00 元

10. 《单片机原理及应用技术》天津科学技术出版社



普通高等教育“十三五”规划教材

单片机原理及应用技术

主 编 党 坤 李生好 陈群芳

副主编 黄永东

天津出版传媒集团

 天津科学技术出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

单片机原理及应用技术 / 党坤, 李生好, 陈群芳主
编. — 天津: 天津科学技术出版社, 2019. 2

ISBN 978-7-5576-5988-2

I. ①单… II. ①党… ②李… ③陈… III. ①单片微
型计算机—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆CIP数据核字 (2019) 第028840号

单片机原理及应用技术

DANPIANJIYUANLIJIYINGYONGJISHU

责任编辑: 石 崑

责任印制: 兰 毅

出 版: 天津出版传媒集团
天津科学技术出版社

地 址: 天津市西康路 35 号

邮 编: 300051

网 址: www.tjkjcs.com.cn

印 刷: 天津印艺通制版印刷有限责任公司

开本 787×1092 1/16 印张 14.5 字数 350 000

2019 年 12 月第 1 版第 1 次印刷

定价: 36.00 元

前言

《单片机原理及应用》课程是普通高等学校电子、电气、自动化、计算机、机电一体化等相关专业的必修课程。

随着电子技术的不断发展,单片机的集成度越来越高,功能越来越强,使用越来越方便,不断涌现出高性能的新型单片机。

目前,单片机越来越广泛地应用于机电设备、控制设备、智能仪器仪表、办公设备、通信设备、家用电器、智能玩具等领域,能够将产品功能、精度和质量大幅度提高,并使得电路设计更简单、可靠性更高、成本更低。因此,《单片机原理及应用》课程的教学显得尤为必要,并应不断更新教学教材内容和突出工程应用,强化学生动手能力的培养。

本书以通用的 MCS-51 系列的 8051 单片机为平台介绍单片机的硬件结构、外部引脚、工作原理、接口技术,并结合一款单片机系统开发板介绍实际工程项目应用。主要内容包括:单片机基本概念、硬件结构与工作原理、系统开发工具、汇编与 C51 编程语言、中断系统、定时/计数器、串行通信、系统扩展与接口技术、单片机应用系统设计等。

本教材突出面向应用型本科相关专业,全面梳理单片机原理的知识点,书中在单片机基础知识讲授上注重够用、合适、浅显易懂等原则,更多突出工程项目的实际应用,全书以一款单片机系统开发板所具备的工程实例贯穿讲解,在基本介绍与单片机硬件密切的汇编语言基本框架的基础上,突出应用广泛且易于掌握的 C51 编程语言为全书各章节的主线,可以帮助读者快速入门并循序渐进地提高工程应用能力。

《单片机原理及应用》全书共包括 10 章内容,第 1 章为单片机绪论,简要概述单片机的基本概念和主要特点、单片机的发展历程、主要芯片机型特别是 MCS-51 单片机、单片机的应用领域等;第 2 章为 MCS-51 单片机硬件结构与原理,主要介绍了单片机的内部结构、存储器结构、输入/输出接口、单片机的复位、时钟和时序、单片机总线结构等;第 3 章为单片机系统的开发环境,包括 Proteus 硬件电路仿真环境和 Keil 软件程序设计环境两个方面的开发流程,同时介绍一款单片机系统开发板所具备的工程应用项目;第 4 章为 MCS-51 指令系统及汇编语言设计,阐述了汇编语言的指令格式及寻址方式,详细分析了 5 大类指令系统和程序结构等;第 5 章为 C51 语言程序设计,介绍了 C51 语言语句格式、运算符、函数和中断子程序,着重阐述了数据结构和流程控制,并介绍了基于 C51 语言的单片机并行 I/O 的典型应用实例;第 6~8 章分别为中断系统,定时/计数器,串行通信等单片机主要资源,介

绍了各类资源的基本结构、涉及操作控制的相关寄存器、初始化编程和典型应用等；第 9 章为单片机系统扩展与接口技术，分别介绍了单片机外部扩展的并行 I/O 接口、键盘与显示、D/A 和 A/D 转换接口、开关量功率接口器件等；第 10 章为单片机应用系统的设计，详细介绍了应用系统的组成及开发流程，并分析了一个典型的工程应用——空调制冷控制系统的开发设计过程。

本书编写人员长期从事单片机原理理论教学和应用项目开发实践，并多次指导学生参加全国电子设计竞赛、全国智能车竞赛等，有着丰富的项目经验。在本书的编写过程中得到了长江大学徐爱钧教授、南京邮电大学余亮博士等的大力支持与帮助，在此谨致以诚挚的谢意。

本书由酒泉职业技术学院党坤、重庆工程职业技术学院李生好、衡阳技师学院陈群芳担任主编，由新疆昌吉职业技术学院黄永东担任副主编。编写分工如下：党坤负责编写第二章、第四章、第十章及附录的内容（共计 9.4 万字）；李生好负责编写第九章的内容（共计 7.2 万字）；陈群芳负责编写第八章的内容（共计 5.4 万字）；黄永东负责编写第一章、第三章、第五章至第七章的内容（共计 13 万字）。党坤负责全书的统稿和修改工作。

限于篇幅及编者水平有限，教材在内容上若还有错误和不妥之处，竭诚期望读者给予批评指正。

目 录

第 1 章 绪 论	1
1.1 单片机的概念及其特点	1
1.2 单片机的发展历程及其芯片类型	2
1.3 单片机的应用领域	5
第 2 章 MCS—51 单片机硬件结构与原理	7
2.1 单片机的硬件结构	7
2.2 单片机的存储器	11
2.3 输入 / 输出接口	20
2.4 单片机的复位、时钟和时序	23
2.5 单片机总线结构	27
第 3 章 单片机系统的开发环境	30
3.1 Proteus 硬件电路仿真	30
3.2 Keil 软件程序设计	32
3.3 单片机系统开发板简介	35
第 4 章 MCS—51 指令系统及汇编语言设计	39
4.1 汇编语言概述	39
4.2 指令系统	42
4.3 汇编程序设计	52
4.4 基于汇编语言的工程应用	56
第 5 章 C51 语言程序设计	59
5.1 C51 语言概述	59
5.2 C51 的数据结构	62
5.3 C51 的运算符	70
5.4 C51 的流程控制	76
5.5 函数与中断子程序	83
5.6 C51 预处理命令	85
5.7 基于 C51 语言的单片机并行 I/O 的应用	86

第 6 章 中断系统	96
6.1 中断的基础知识	96
6.2 中断源	98
6.3 中断控制相关的寄存器	99
6.4 中断响应	100
6.5 外部中断的使用方法及应用	101
第 7 章 定时 / 计数器	109
7.1 定时 / 计数器的基本原理	109
7.2 定时 / 计数器控制相关的寄存器	111
7.3 定时 / 计数器的工作方式	112
7.4 定时 / 计数器的初始化编程及应用	115
第 8 章 单片机的串行通信	127
8.1 通信的基本概念	127
8.2 单片机串行口功能与结构	130
8.3 单片机串行口控制相关的寄存器	131
8.4 串行口的工作方式	133
8.5 串行口的接口技术与初始化编程	142
8.6 串行口的应用	153
第 9 章 单片机系统扩展与接口技术	162
9.1 系统扩展概述	162
9.2 并行 I/O 口扩展	167
9.3 键盘与显示接口设计	174
9.4 D/A 和 A/D 转换接口设计	183
9.5 开关量功率接口技术	194
9.6 基于开发板的系统扩展应用	201
第 10 章 单片机应用系统的设计	209
10.1 单片机应用系统的设计开发过程	209
10.2 单片机应用系统实例开发	214
附 录 MCS—51 指令集	222
参考文献	226

第3章 单片机系统的开发环境

本章重难点

重点：Proteus 软件的硬件电路仿真、Keil 软件的程序设计和单片机系统开发板实例。
难点：两类软件的使用流程。

教学基本目标

- ◆ 了解 Proteus 软件和 Keil 软件两类软件的基本概念；
- ◆ 掌握两类软件的使用流程；
- ◆ 掌握单片机系统开发板实例应用。

3.1 Proteus 硬件电路仿真

3.1.1 Proteus 的基本概述

1. Proteus 软件简介

Proteus 是一款电路分析与实物仿真软件，由英国 Labcenter Electronics Ltd. 开发，可以提供原理图绘制、单片机系统仿真与 PCB 设计等功能（部分功能类似于 Multisim 软件）。可仿真多种 MCU，如 51、AVR、PIC、MSP、ARM7/LPC2000 系列以及 Z80 等。

Proteus 软件版本及其元器件的升级较快，本书所选用的 Proteus 8.3 Professional 版本，主要由电路原理图设计（ISIS）和印制电路板设计（ARES）等两个设计系统及 3D 浏览器构成。软件主界面如图 3-1 所示。



单片机原理及应用

- (4) 编辑 (修改) 元件参数;
- (5) 放置连线, 绘制电路图;
- (6) 对原理图作电气规则检查;
- (7) 加载 HEX 文件进行原理图仿真调试。

2. Proteus 硬件仿真实例

本例选择日常生活中常见的交通灯控制系统, 主控芯片 AT89C52, 选用 4 组 (红、黄、蓝) 三色信号灯, 使用单片机 P0 口进行控制。使用 Proteus 软件仿真效果如图 3-2 所示。

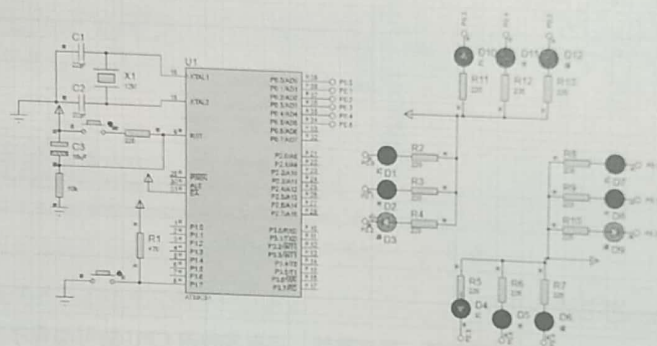


图 3-2 Proteus 仿真效果

3.2 Keil 软件程序设计

3.2.1 Keil 软件简介

Keil μ Vision4 是美国 ARM 公司旗下的 Keil Software 公司出品的 51 系列兼容单片机软件开发系统, 同时支持汇编语言开发和 C 语言开发, 重点侧重高级 C51 语言程序开发。

Keil μ Vision4 提供丰富的库函数和功能强大的集成开发调试工具, 引入灵活的窗口管理系统, 使开发人员能够使用多台监视器, 并提供了视觉上的表面对窗口位置的完全控制的任何地方。新的用户界面可以更好地利用屏幕空间和更有效地组织多个窗口, 提供一个整洁、高效的环境来开发应用程序。新版本支持更多最新的 ARM 芯片, 还添加了一些其他新功能, 是软件开发中广泛采用的一款软件集成开发环境。Keil μ Vision4 软件主界面如图 3-3 所示。

第3章 单片机系统的开发环境

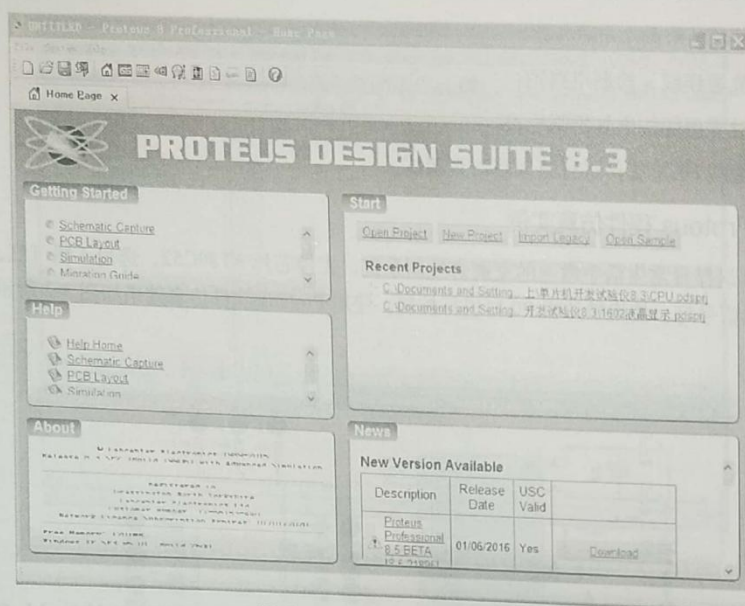


图 3-1 Proteus 软件主界面

2. Proteus 的主要性能特点

(1) Proteus 的元件库：有分离元件、集成器件、还有多种带 CPU 的可编程序器件。既有理想元件模型。还有根据各种不同厂家及时更新的实际元件模型。

(2) Proteus 的仿真实验功能：Proteus ISIS 不仅能做电路基础实验、模拟电路实验与数字电路实验，而且能做单片机与接口实验。为课程设计与毕业设计提供综合系统仿真。

由于 Proteus 的元件库以真实生产厂家的及时更新的参数建模，所以仿真分析与实验数据真实可信。Proteus 是目前在高校的实验教学中应用较多的软件。

(3) Proteus 的印制电路板功能

Proteus ARES 具备较为强大的 PCB 设计功能，能够完成中大规模的印制电路板的制版设计，可以完成由 ISIS 到 ARES 的直接导入，非常适合于高校实验教学和课程设计实训等。目前，在国际上已经有基于 Proteus ARES 的 PCB 等级认证考试，有利于大学生实习实践及毕业就业的技术储备。

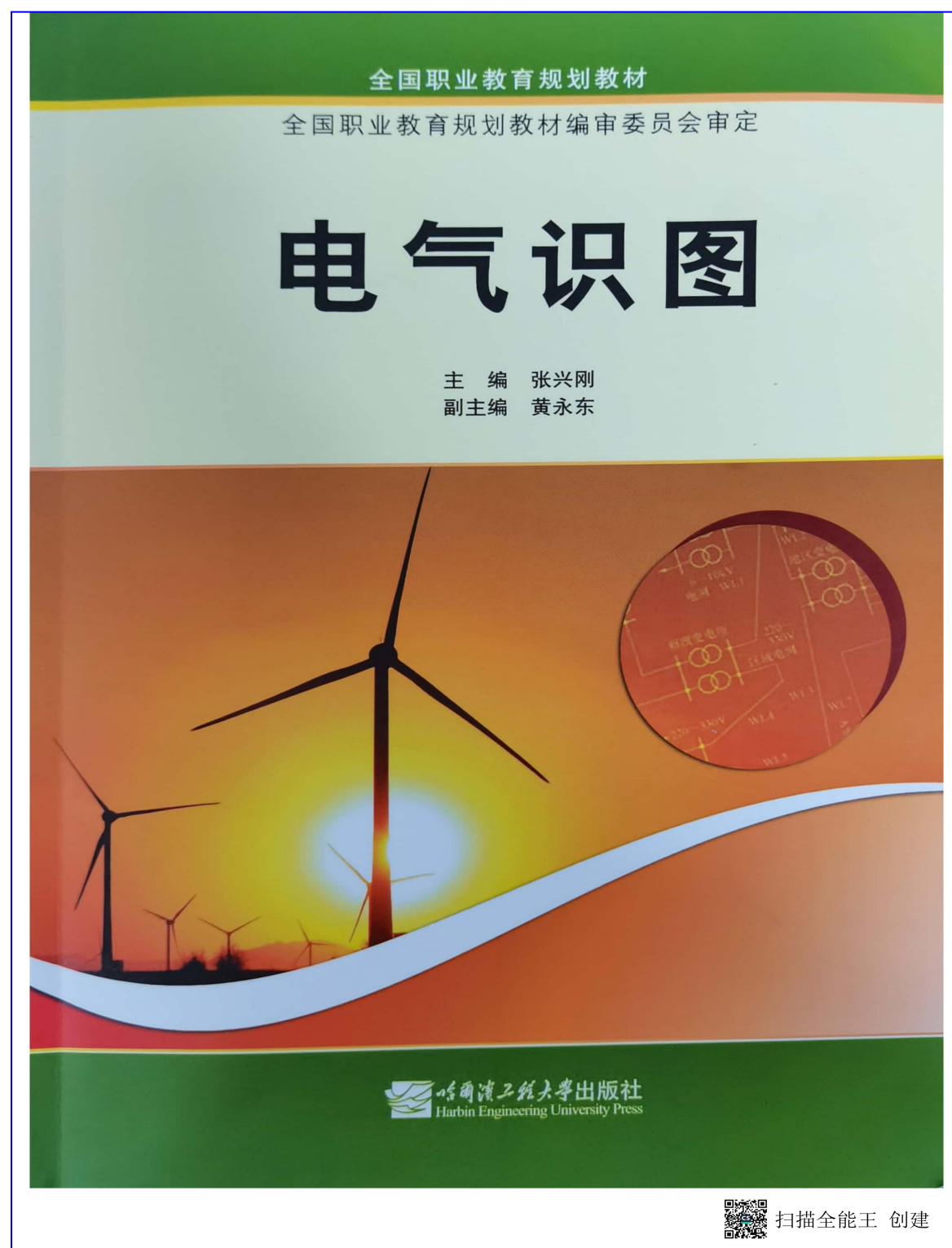
3.1.2 Proteus 硬件仿真环境

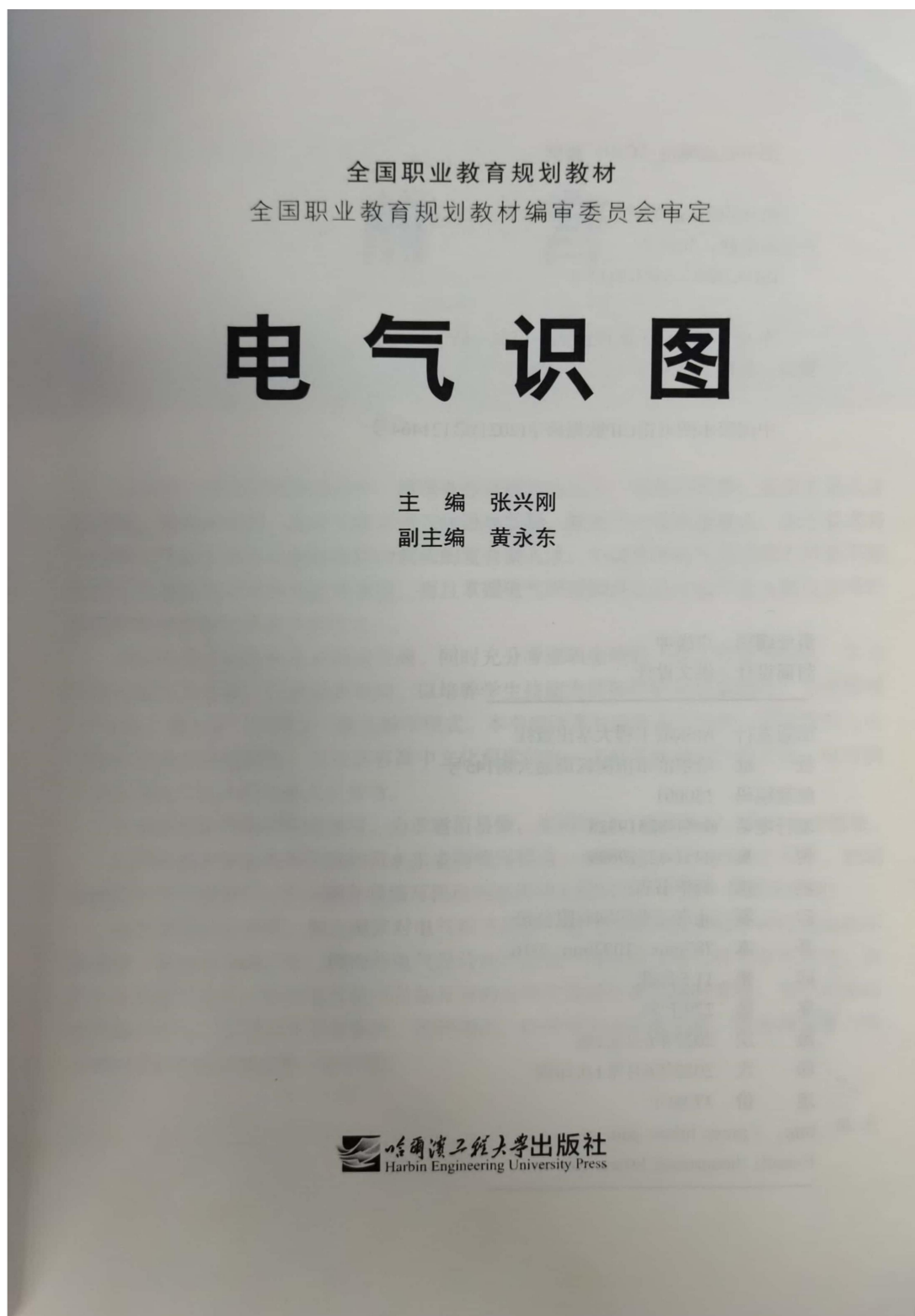
1. Proteus 的设计与仿真调试流程

- (1) 建立设计文件；
- (2) 软件基本设置；
- (3) 元器件的选取、放置等基本操作；



11. 《电气识图》哈尔滨工程大学出版社





扫描全能王 创建

图书在版编目 (CIP) 数据

电气识图/张兴刚主编.—哈尔滨:哈尔滨工程大学出版社, 2021.7
ISBN 978-7-5661-3114-0

I.电… II.张… III.电路图—识别—高等职业教育—教材 IV.TM13

中国版本图书馆CIP数据核字(2021)第121464号

责任编辑 卢尚坤
封面设计 洪文设计

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区南通大街145号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
经 销 新华书店
印 刷 北京三丰印刷有限公司
开 本 787mm × 1092mm 1/16
印 张 11.5 印张
字 数 279千字
版 次 2022年6月第1版
印 次 2022年6月第1次印刷
定 价 37.80元
<http://press.hrbeu.edu.cn>
E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn



扫描全能王 创建

前言

preface

当今国与国之间的激烈竞争，体现在综合国力的竞争，科技的竞争，实质上是人才的竞争。面对新形势，新电气技术突飞猛进地发展，新电气产品快速推出，无不要求各专业的人员成为具有全面良好综合素质的复合型人才。不仅从事电气技术的人员要不断提高本专业的知识水平和业务素质，而且掌握电气识图知识也是非电专业人员应具有的最基本的专业知识和业务素质之一。

为适应当今高新技术的迅速发展，同时充分考虑职业院校、技工教育的特点，本书贯彻以学生为主体、以就业为导向、以培养学生技能为目标的职业教育理念，力求体现“学中做、做中学”和理实一体化教学模式。本书的读者对象是技工学校、职业院校与电气技术相关专业的师生，以及具有高中文化程度的有一定电工技术经历的人员，也可供有关从事电气技术的专业人员参考。

本书采用任务驱动模式编写，力求通俗易懂，实用性强，通用性好。共计七个模块。

本书由昌吉职业技术学院的黄永东老师编写模块一至模块三的内容约 12 万字，肥城市职业中等专业学校的张兴刚老师编写模块四至模块七的内容。在此一并表示感谢！

由于编者水平有限，加上国家对电气技术设计、电气设备的技术标准和规范还在不断更新、修改和完善之中，国内外电气设计和产品生产的标准及电气符号存在差别，有的甚至有较大差异，同时电气技术日新月异的发展变化需要我们随时掌握，书中难免存在错漏与不足，恳请读者不吝赐教，批评指正，以便使本书不断完善，能为我国电力事业和职业教育的发展发挥一定作用。

编者



扫描全能王 创建

目 录

contents

模块一 新国标常用电气图形及符号	1
任务一 掌握电路图常用文字符号	1
任务二 常用电气图用图形符号	8
任务三 常用电气设备用图形符号	19
模块二 电气制图的一般规则	35
任务一 图纸的幅面	35
任务二 图线、字体及其他	40
任务三 简图的布局方法	44
任务四 了解电气图的分类及其主要特点	48
模块三 电气图和连接线的表示方法	60
任务一 电路的多线表示法和单线表示法	60
任务二 元件接线端子的表示方法	63
任务三 连接线的一般表示方法	68
任务四 元器件触点位置和工作状态表示方法	74
模块四 照明控制线路的识图	83
任务一 照明控制线路的组成和功能特点	83
任务二 照明控制线路的识图	99
模块五 供配电线路的识图	108
任务一 供配电线路的组成和功能特点	108
任务二 供配电线路的识图方法	121



扫描全能王 创建

2	电气识图	
模块六	机床电气控制电路	141
任务一	看复杂机械设备电气控制电路图的方法和步骤	141
任务二	普通车床电气控制电路	154
模块七	起重机械电气控制电路	167
任务一	快速拆装式塔式起重机电气控制电路	167
任务二	起重运输机械的电气控制电路	176
参考文献		186



扫描全能王 创建

模块一 新国标常用电气图形及符号

电路图中的元器件、装置、线路及其他安装方法等，是按简图形式绘制的，在一般情况下都是借用图形符号、文字符号来表达。这些符号就像电气工程语言中的“词汇”，在阅读电路图时，首先要了解和熟悉这些符号的形式、内容、含义，以及它们之间的相互关系。

电子元器件的符号是各种实际元器件的代表，熟记电子元器件符号才能知道电路的组成，进而分析电路的功能，而电子元器件的外部特征是了解电路特定功能的基础。实际电路中的电子元器件虽然很多，但常见的是电阻、电容、电感、二极管、三极管、集成电路等，这些符号必须熟记。

在电路原理图中还标有文字符号，它一般都标示在电子元器件的旁边。文字符号有两种：一种是表示电子设备、装置和元器件的名称、功能、状态和特征；另一种是表示元器件的型号及规格。

不同的电子元器件在电路中的作用是不同的。拿最常用的电子元器件来说，电阻是耗能元件，在电路中起限流及分压的作用；电容的基本特性是存储电荷，在电路中起隔直流通交流的作用；电感与电容相反，直流容易通过而对交流有阻碍作用，各种变压器、继电器、扬声器等都离不开电感线圈。

任务一 掌握电路图常用文字符号

任务引入

图 1-1-1 是一张热继电器校验电路图，图中没有任何汉字，但是专业人员却能通过其特殊的图形和文字符号看懂。那么，图中的文字表达了怎样的含义呢？



扫描全能王 创建

2 电气识图

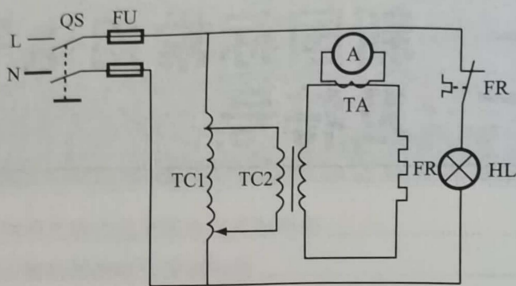


图 1-1-1 热继电器校验电路图

任务分析

文字符号适用于电气技术领域技术文件的编制，用以标明电子设备、装置和元器件的名称及电路的功能、状态和特征。只有掌握了电路图文字符号的含义，才能正确识读电路图。

相关知识

根据我国公布的电气图用文字符号的国家标准（新标准编号 GB 7159—87）规定，文字符号采用大写正体的拉丁字母，分为基本文字符号和辅助文字符号两类。基本文字符号分为单字母和双字母两种。单字母符号是按拉丁字母顺序将各种电子设备、装置和元器件分为 23 大类，每大类用一个专用单字母符号表示，如“R”表示电阻器类，“C”表示电容器类等。单字母符号应优先采用。

双字母符号由一个表示种类的单字母符号与另一个字母组成，其组合形式应以单字母符号在前，另一个字母在后的次序列出。如“TG”表示电源变压器，“T”为变压器单字母符号。只有在单字母符号不能满足要求，需要将某大类进一步划分时，才采用双字母符号，以便较详细和具体地表达电子设备、装置和元器件等。

各类常用基本文字符号如表 1-1-1 所示。

表 1-1-1 电气设备常用基本文字符号

设备、装置和 元器件种类	举 例	基本文字符号	
		单字母	双字母
组件 部件	分离元件放大器 激光器 调节器	A	
	本表其他地方未提及的组件、部件		
	电桥		AB
	晶体管放大器		AD



扫描全能王 创建

续表

设备、装置和 元器件种类	举 例	基本文字符号	
		单字母	双字母
组件 部件	集成电路放大器	A	AJ
	磁放大器		AM
	电子管放大器		AV
	印制电路板		AP
	抽屉柜		AT
	支架盘		AR
非电量到电 量变换器或 电量到非电 量变换器	热电传感器	B	
	热电池		
	光电池		
	测功计		
	晶体换能器		
	送话器		
	拾音器		
	扬声器		
	耳机		
	自整角机		
	旋转变压器		
	模拟和多级数字 变换器或传感器（用作指示和测量）		
电容器	压力变换器		BP
	位置变换器		BQ
	旋转变换器（测速发电机）		BR
	温度变换器		BT
	速度变换器		BV
电容器	电容器	C	
二进制元件 延迟器件 存储器件	数字集成电路和器件： 延迟线 双稳态元件 单稳态元件 磁芯存储器 寄存器 磁带记录机 盘式记录机	D	
其他元器件	本表其他地方未规定的器件	E	
	发热器件		EH
	照明灯		EL
	空气调节器		EV
保护器件	过电压放电器件避雷器	F	
	具有瞬时动作的限流保护器件		FA



扫描全能王 创建

(3) 接着将电流升至 1.2 倍额定电流, 热继电器应在 20min 内动作, 指示灯 HL 熄灭; 若 20min 内不动作, 则应将调节旋钮向整定值小的方向旋转。

(4) 电流降至零, 待热继电器冷却并手动复位后, 再调升至 1.5 倍额定值, 热继电器应在 2min 内动作。

(5) 再将电流降至零, 待热继电器冷却并复位后, 快速调升电流至 6 倍额定值, 分断 QS 再随即合上, 其动作时间应大于 5s。

(6) 复位方式的调整。热继电器出厂时, 一般都调在手动复位, 如果需要自动复位, 可将复位调节螺钉顺时针旋进。自动复位时应在动作后 5min 内自动复位; 手动复位时, 在动作 2min 后, 按下手动复位按钮, 热继电器应复位。

任务二 常用电气图用图形符号

任务引入

图 1-2-1 是一张交-直-交变频器的主电路图, 图中没有任何汉字, 但是专业人员却能通过其特殊的图形和文字符号看懂。那么, 图中的图形符号表达了怎样的含义呢?

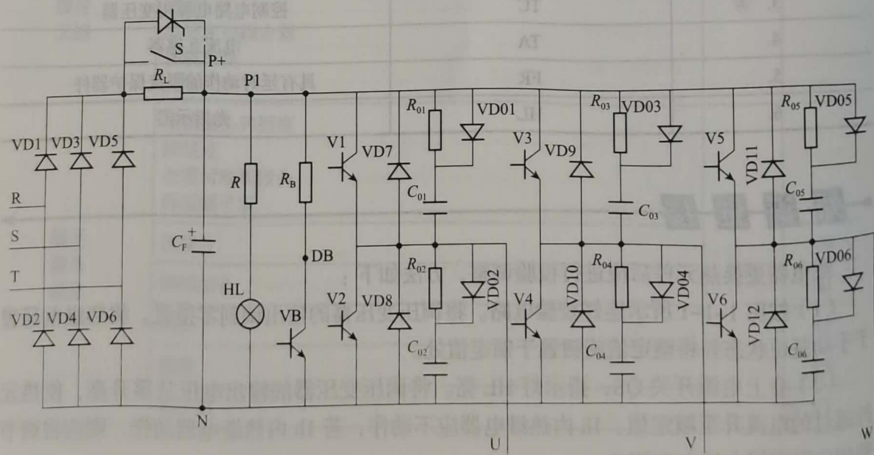


图 1-2-1 交-直-交变频器的主电路



扫描全能王 创建

任务分析

在绘制电气图形时，一般用图形符号来表示一个设备或概念。电气图形符号只需要用示意图形绘制，不需要精确比例。只有掌握了电路图中图形符号的含义，才能正确识读电路图。

相关知识

图形符号为《电气简图用图形符号》国家标准 GB/T 4728。

一、电压、电流及接线元件图形符号

电压、电流及接线元件图形符号见表 1-2-1。

表1-2-1 电压、电流及接线元件图形符号

图形符号	说明	文字符号
—	直流	DC
~50Hz	交流, 50Hz	AC
~	低频(工频或亚音频)	
≈	中频(音频)	
≡	高频(超音频、载频或射频)	
⎓	交直流	
+	正极	
-	负极	
↻	按箭头方向单向旋转	
↻↻	双向旋转	
↔	往复运动	
⚡	非电离的电磁辐射(无线电波、可见光等)	
⚡	电离辐射	
⎓	正脉冲	
⎓	负脉冲	
⎓	交流脉冲	
⎓	锯齿波	
⚡	故障(用以表示假定故障位置)	
⚡	击穿	
⊕	屏蔽导线	
⊕	同轴电缆、同轴对	



扫描全能王 创建

模块二 电气制图的一般规则

电气图是一种特殊的专业技术图，它除必须遵守国家标准局颁布的《电气制图》（GB/T 6988）、《电气图用图形符号》（GB/T 4728）、《电气技术中的项目代号》（GB/T 5094）、《电气技术中的文字符号制定通则》（GB/T 7159）等标准外，还要遵守机械制图、建筑制图等方面的有关规定，所以制图和读图人员有必要了解这些规则或标准。

任务一 图纸的幅面

任务引入

图 2-1-1 为一简单电路图（示意图），在图中有一组图形、有标题栏和一些分区。那么，我们应该如何识读这张电路图呢？

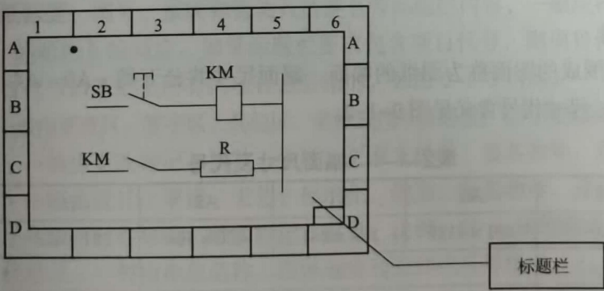


图 2-1-1 简单电路示意图



扫描全能王 创建

任务分析

对于任何一张电路图，都会涉及到图面的构成及幅面尺寸、标题栏和明细栏及图幅分区，了解了这些项目的相关规定，就能顺利地识读图 2-1-1 了。

相关知识

一、图面的构成及幅面尺寸

GB/T 6988.1 标准规定电气图纸的幅面按 GB/T 14689《技术制图 图纸幅面和格式》规定。此外，诸如在制图胶片等媒体上编制正式文件，图纸幅面也应采用上述规定。对印刷文件，例如说明书或数据表，也可采用 GB/T 148—1997 中《幅面的规定》。

1. 图纸格式

电气图的格式与机械图纸、建筑图纸的格式基本相同，通常由边框线、图框线、标题栏、会签栏组成，其格式如图 2-1-2 所示。

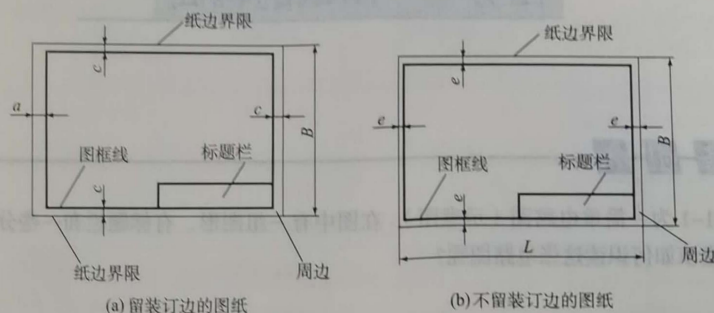


图 2-1-2 电气图的图纸格式

2. 幅面尺寸

由边框线所围成的图面称为图纸的幅面。幅面尺寸共分五类：A0～A4，幅面尺寸及代号见表 2-1-1，尺寸代号含义见图 2-1-2。

表 2-1-1 幅面尺寸及代号

幅面尺寸代号	A0	A1	A2	A3	A4
宽×长 ($B \times L$)	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
留装订边宽 (c)	10			5	
不留装订边宽 (e)	20		10		
装订侧边宽 (a)	25				



扫描全能王 创建

A0~A2 号图纸一般不得加长；A3、A4 号图纸可根据需要，沿短边加长，例如 A4 号图纸的短边长为 210mm，若加长为 A4×4 号图纸，则为 $210 \times 4 \approx 841$ ，故 A4×4 的幅面尺寸为 297×841 。加长幅面尺寸见表 2-1-2。

表 2-1-2 加长幅面尺寸

序号	代号	尺寸/mm	序号	代号	尺寸/mm
1	A3×3	420×891	4	A4×4	297×841
2	A3×4	420×1189	5	A4×5	297×1051
3	A4×3	297×630			

不留装订边的与留装订边的图纸的绘图面积基本相等。随着缩微技术的发展，留装订边的图纸将会逐渐减少或淘汰。

图纸幅面的选用原则如下。

- (1) 要求图面布局紧凑、清晰和使用方便。
- (2) 要考虑设计对象的规模和复杂性。
- (3) 由简图种类所确定的资料的详细程度。
- (4) 应符合复印、缩微的要求。
- (5) 应尽量选用较小幅面，以便于图纸的装订和管理。
- (6) 应符合计算机辅助设计 CAD 的要求。

二、标题栏和明细栏

1. 标题栏

每张图样必须画出标题栏。标题栏是用以确定图样名称、图号等信息的栏目，相当于图样的“铭牌”。标题栏的位置和尺寸应符合 GB/T 14689 的规定。无论是水平放置的 X 型图纸或是垂直放置的 Y 型图纸，标题栏的位置都应在图纸的右下角。水平放置的 X 型图纸标题栏的位置如图 2-1-2 所示。

标题栏标识区必须按正常视图方向放置在右下角，最长 170mm。

填写图纸标题、图号、张次和有关人员签名等标题栏内容，一般应符合 GB/T 10609.1《技术制图 标题栏》的规定。如果标题栏要求包含项目代号，则项目代号应标在指定位置，这些项目代号对图纸上所有的项目是公用的，如图 2-1-3 所示。

标题栏一般由更改区、签字区、其他区、名称及代号区组成，也可按实际需要增加或减少。

更改区：一般由更改标记、处数、分区、更改文件号、签名和年、月、日等组成。

签字区：一般由设计、审核、工艺、标准化、批准、签名和年、月、日等组成。

其他区：一般由材料标记、阶段标记、重量、比例、共 × 张等组成。

名称及代号区：一般由单位名称、图样名称和图样代号等组成。

标题栏通常放在右下角位置，也可放在其他位置，但必须在本张图纸上，而且标题栏的文字方向与看图方向要一致。会签栏是留给相关的水、暖、建筑、工艺等专业设计人员会审图纸时签名用的。标题栏的尺寸与格式举例见表 2-1-3。



扫描全能王 创建

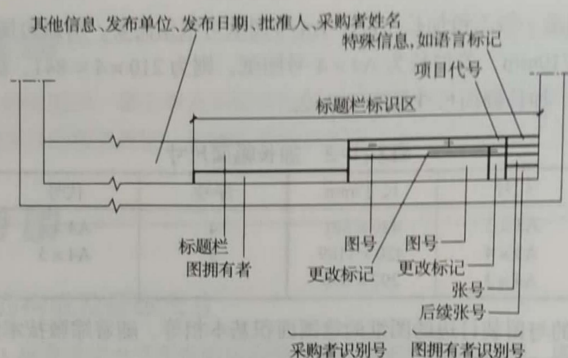


图 2-1-3 标题栏标识内容的示例

表2-1-3 标题栏一般格式

× × 电力勘察设计院				× × 区域10kV开闭及出线电缆工程		施工图	
所长		校核		10kV配电装置电缆联系及屏顶小母线布置图			
主任工程师		设计					
专业组长		CAD制图					
项目负责人		会签					
日期	年月日	比例		图号	B812S-D02-14		

2. 明细栏

明细栏一般由序号、代号、名称、数量、材料、质量(单件、总件)、分区、备注等组成,也可按实际需要增加或减少项目。

序号：填写图样中相应组成部分的序号。

代号：填写图样中相应组成部分的图样代号或标准号。

名称：填写图样中相应组成部分的名称，必要时也可写出其型号与尺寸。

数量：填写图样中相应组成部分在装配中所需要的数量。

材料：填写图样中相应组成部分的材料标记。

质量：填写图样中相应组成部分单件和总件数的计算质量。以 kg（千克）为计量单位时，允许不写出其计量单位。

备注：填写该项的附加说明或其他有关的内容。必要时，应将分区代号填写在备注栏中。

三、图幅分区

为了便于确定图上的内容、补充、更改和组成部分等的位置及其他用途,也是为了在电气图中迅速、准确地找到图中某一项目,往往对一些幅面较大、内容复杂的电气图进行分区。

图幅分区的基本方法是：在图的边框处将图纸的各边等分，竖边方向用大写英文字母编号，横边方向两边用阿拉伯数字编号；编号的顺序应从标题栏相对的左上角开始；将图



扫描全能王 创建

纸相互垂直的两边各自加以等分,分区数应是偶数;每一分区的长度为 25~75mm。GB/T 6988.1 标准中的上述图幅分区,符合 GB/T 14689 的有关规定。

对于缩微摄影原件,可在图纸下面设置不标注尺寸数字的公制基准分度,以识别缩微摄影的放大或缩小的倍数。

为了读图、生产、管理和归档的需要,每张图纸在标题栏内要有一个编号。编号方法由各设计单位或各管理部门规定。多张图纸按彼此相关的方法编号。

分区后,相当于建立了一个坐标,分区代号用该区域的字母和数字表示,字母在前,数字在后,如 B3、C4,也可用行(如 A、B)或列(如 1、2)表示。这样,在说明设备工作元件时,就可让读者很方便地找出所指元件。图幅分区式样见图 2-1-1。

项目和连接线在图上的位置可用如下方式表示。

①用行的代号(英文字母)表示。

②用列的代号(阿拉伯数字)表示。

③用分区的代号表示。分区的代号为字母和数字的组合,且字母在左,数字在右。

在有些情况下,还可注明图号、张次,也可引用项目代号,例如:相同图号第 34 张 A6 区标记为“34/A6”;图号为 3219 的单张图 F3 区标记为“图 3219/F3”;图号为 4752 的第 28 张图 G8 区标记为“图 4752/28/G8”等。

任务实施

图 2-1-1 中,图幅分成 4 行(A~D)、6 列(1~6),图幅内所绘制的元件 KM、SB、R 在图上的位置被唯一确定下来了,其位置代号列于表 2-1-4 中。

表 2-1-4 图 2-1-1 元件的位置代号

序号	元件名称	符号	行号	列号	区号	序号	元件名称	符号	行号	列号	区号
1	继电器线圈	KM	B	4	B4	3	开关(按钮)	SB	B	2	B2
2	继电器触点	KM	C	2	C2	4	电阻器	R	C	4	C4

知识链接

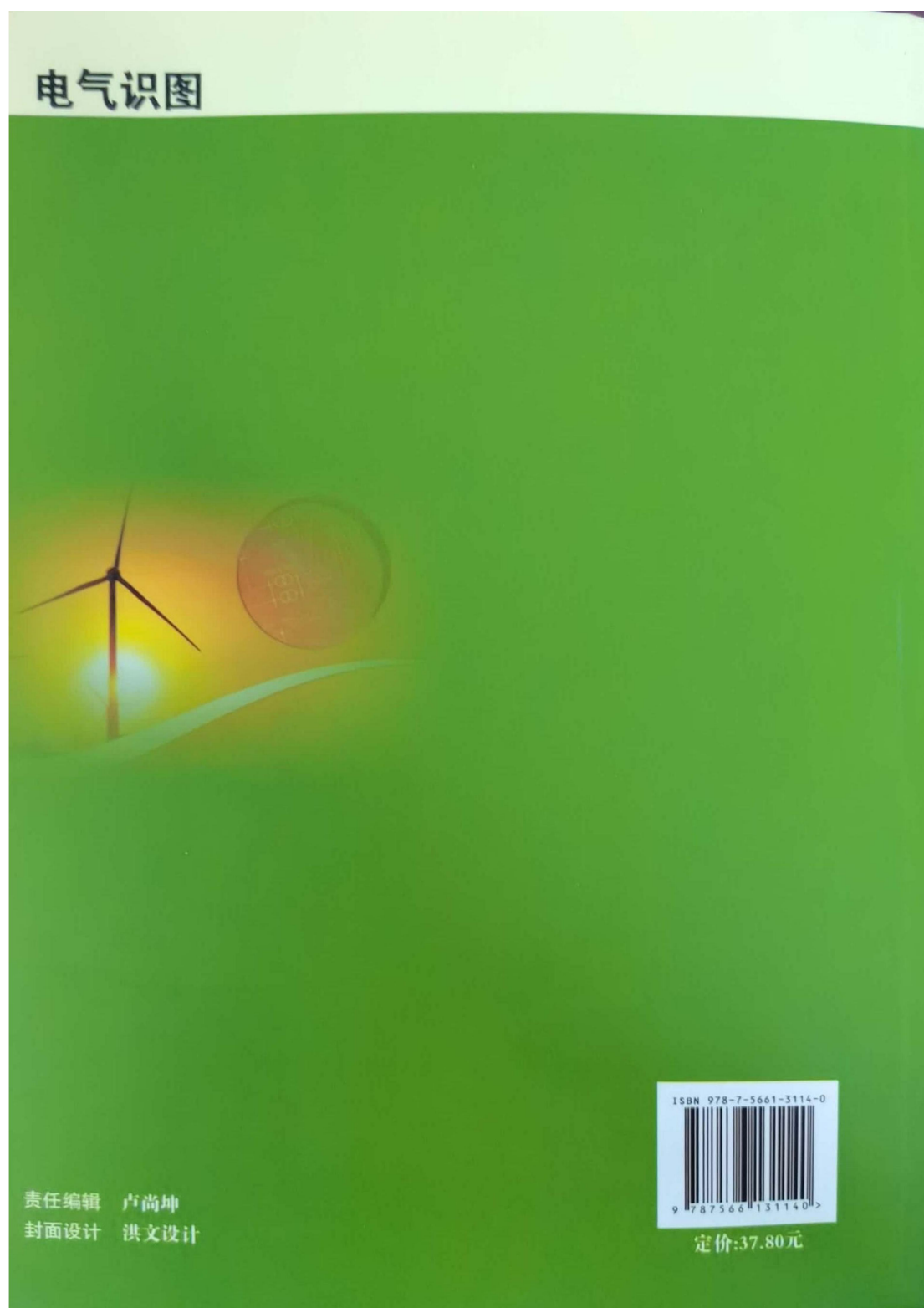
每张图在标题栏中应有一个图号。由多张图组成的一个完整的图,其中每张图都应按彼此相关的方法编制张次号。

如果在一张图上有几张几种类型的图,应通过附加图号的方式,使图幅内的每个图都能清晰地分辨出来。

电气施工设计图的编号方法一般如下:



扫描全能王 创建



扫描全能王 创建

12. 《单片机原理及接口技术》 电子科技大学出版社



高等教育“十三五”规划教材

单片机原理及接口技术

主 编 张新亮 刘 微 李 丹
副主编 段海霞

 电子科技大学出版社
University of Electronic Science and Technology of China Press

图书在版编目 (CIP) 数据

单片机原理及接口技术 / 张新亮, 刘微, 李丹主编

— 成都: 电子科技大学出版社, 2020.7

ISBN 978-7-5647-7992-4

I. ①单… II. ①张… ②刘… ③李… III. ①单片微型计算机—基础理论—高等学校—教材②单片微型计算机—接口技术—高等学校—教材 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2020) 第 120130 号

单片机原理及接口技术

张新亮 刘微 李丹 主编

策划编辑 谭炜麟

责任编辑 谭炜麟

出版发行 电子科技大学出版社

成都市一环路东一段 159 号电子信息产业大厦九楼 邮编 610051

主 页 www.uestcp.com.cn

印 刷 北京荣玉印刷有限公司

成品尺寸 185mm×260mm

印 张 12

字 数 310 千字

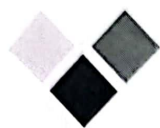
版 次 2022 年 4 月第一版

印 次 2022 年 4 月第一次印刷

书 号 ISBN 978-7-5647-7992-4

定 价 39.80 元

版权所有, 侵权必究



前言

单片机是计算机的一个重要分支,它具有体积小、价格低、控制功能强等特点,广泛应用于工业控制、智能化仪器仪表、家用电器、网络通信等领域,极大地提高了这些领域的智能化程度。单片机技术的掌握已成为电子信息类、通信类、自动化类专业学生与技术人员必备的一项技能。

目前,很多高等院校的单片机技术课程教学仍然采用汇编语言编写控制程序。但汇编语言编写的程序可读性差,不易理解。尤为重要的是,现在单片机应用系统的开发,基本上不用汇编语言编程,使用 C 语言进行程序设计已成为软件开发的一个主流。用 C 语言来编写目标系统软件,会大大缩短开发周期,且明显地增加软件的可读性,便于改进和扩充。采用 C 语言编程是单片机课程教学改革的重要内容。

本书在内容安排上充分考虑了读者的认知规律、单片机课程的特点,首先介绍了单片机的硬件结构,而后给出了 C51 语言编程基础知识,将显示与键盘接口技术放在中断、定时器和串行通信之前,这样在学习中断、定时器和串行通信时便于引入按键显示接口技术,使内容更具有综合性和实用性,也便于知识、技能的灵活运用。

本书由华中科技大学张新亮、刘微、广东理工职业学院李丹担任主编,由新疆昌吉职业技术学院段海霞担任副主编。具体编写分工如下:张新亮编写了第1章和第2章的内容(共计7.5万字);刘微编写了第3章和第4章的内容(共计7.2万字);李丹编写了第5章和第6章的内容(共计6.3万字);段海霞编写了第7章至第10章的内容(共计10万字)。全书由张新亮负责统稿工作。

本书的编写参阅了大量单片机技术方面的教材和其他文献,在此谨向作者致以衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中的错误和疏漏之处在所难免,欢迎广大读者提出批评与建议。

目 录

第 1 章 单片机概述与 Keil C51 软件的使用	1
1.1 认识单片机	1
1.2 Keil C51 软件的使用	3
1.3 Keil C51 软件应用	11
第 2 章 51 系列单片机的结构和原理	13
2.1 51 系列单片机的组成	13
2.2 单片机的时钟及复位	21
2.3 51 系列单片机存储器的读/写	23
第 3 章 C51 语言基础知识	28
3.1 C51 语言概述	28
3.2 数据结构	32
3.3 C51 运算符与表达式	38
3.4 C 语言程序的三种结构及相关语句	44
3.5 数组	53
3.6 C51 函数	56
3.7 C51 语言编程应用	58
第 4 章 并行 I/O 口	62
4.1 51 系列单片机的并行 I/O 口	62
4.2 并行 I/O 口的应用	66
第 5 章 显示与键盘接口技术	72
5.1 LED 显示器及其接口	72
5.2 LCD 显示器及其接口	76
5.3 键盘及其接口	80
5.4 显示及键盘接口技术的应用	84
第 6 章 51 系列单片机的中断系统及定时器	97
6.1 中断系统	97

单片机原理及接口技术

6.2 中断处理过程	102
6.3 定时器/计数器	104
6.4 中断及定时器应用	113
第7章 串行 I/O 接口	122
7.1 串行通信概述	122
7.2 串行通信标准	125
7.3 单片机的串行 I/O 口	129
7.4 串行口的应用	134
第8章 输入通道和输出通道的接口技术	138
8.1 I/O 通道概述	138
8.2 A-D 转换器	143
8.3 D-A 转换器	152
8.4 A-D 和 D-A 转换器的应用	156
第9章 电动机接口电路	162
9.1 直流电动机接口电路	162
9.2 步进电动机接口电路	164
9.3 电动机接口技术的应用	169
第10章 其他接口电路	174
10.1 数字温度传感器 DS18B20	174
10.2 PCF8591 功能简介	179
10.3 I ² C 串行总线扩展技术	183
参考文献	186