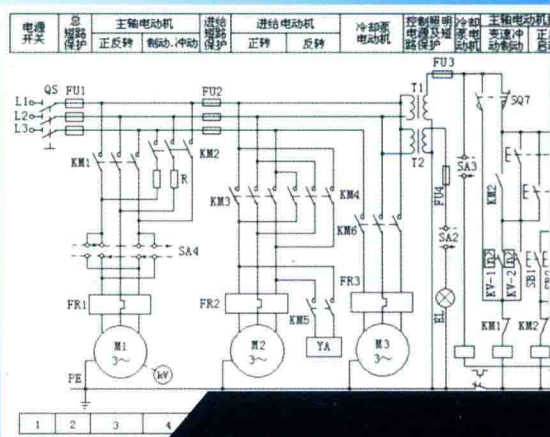




电气识图与CAD

方志平 主编
谢华林 主审



清华大学出版社

中等职业教育 **机电技术应用** 专业课程改革成果系列教材

电气识图与CAD

方志平 主编

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书采用项目、任务引领模式进行编写,紧紧围绕学习任务的需要来选择项目内容,将知识本位转换为能力本位,以项目任务和职业能力分析为依据,使学科知识与职业能力有机整合,设定职业能力为培养目标,以机电设备为载体,创设工作环境,培养学习者读图、识图的技能。本书内容主要包括:电气图的国家标准及规定画法、电气图的识读方法、典型机床电气控制图的识读、一般电子电路图的识读、Protel 99 SE 的使用和简单电气系统控制图解析。

本书既可作为中等职业学校机电技术应用及相关专业学生的教学用书,也可作为相关行业岗位培训教材及有关人员的自学用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

电气识图与CAD/方志平主编. —北京:清华大学出版社,2015

中等职业教育机电技术应用专业课程改革成果系列教材

ISBN 978-7-302-35747-6

I. ①电… II. ①方… III. ①电气制图—识别—中等专业学校—教材 ②电气设备—计算机辅助设计—AutoCAD 软件—中等专业学校—教材 IV. ①TM02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 060835 号

责任编辑:帅志清

封面设计:傅瑞学

责任校对:袁 芳

责任印制:沈 露

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:三河市少明印务有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:9.75 字 数:221 千字

版 次:2015 年 1 月第 1 版 印 次:2015 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:22.00 元

产品编号:054894-01

编委会名单

编委会主任：张 萍

编委会副主任：严国华 林如军

编委会委员：（按姓氏笔画排序）

卫燕萍	方志平	刘 芳	刘 剑	孙 华	庄明华
朱王何	朱国平	严国华	吴海琪	张国军	李建英
李晓男	杨效春	陈 文	陈 冰	周迅阳	林如军
范次猛	范家柱	查维康	赵 莉	赵焰平	夏宇平
徐 钢	徐自远	徐志军	徐勇田	徐益清	郭 茜
顾国洪	彭金华	谢华林	潘玉山		

职业教育是通过课程这座桥梁来实现其教育目的和人才培养目标的,任何一种教育教学的改革最终必定会落实到具体的课程上。课程改革与建设是中等职业教育专业改革与建设的核心,而教材承载着职业教育的办学思想和内涵、课程的实施目标和内容,高质量的教材是中等职业教育培养高质量人才的基础。

随着科技的不断进步和新技术、新材料、新工艺的不断涌现,我国的机械制造、汽车制造、电子信息、建材等行业的快速发展为机电技术应用提供了广阔的市场。同时,机电行业的快速发展对从业人员的要求也越来越高。现代企业既需要从事机电技术应用开发设计的高端人才,也需要大量从事机电设备加工、装配、检测、调试和维护保养的高技能机电技术人才。企业不惜重金聘请有经验的高技能机电技术人才已成为当今职业院校机电技术专业毕业生高质量就业的热点。经济社会的发展对高技能机电技术人才的需求定会长盛不衰。

《中等职业教育机电技术应用专业课程改革成果系列教材》是由江苏、浙江两省多年从事职业教育的骨干教师合作开发和编写的。本套教材如同职业教育改革浪潮中迸发出来的一朵绚丽浪花,体现了“以就业为导向、以能力为本位”的现代职教思想,践行了“工学结合、校企合作”的技能型人才培养模式,为实现“在做中学、在评价中学”的先进教学方法提供了有效的操作平台,展现了专业基础理论课程综合化、技术类课程理实一体化、技能训练类课程项目化的课程改革经验与成果。本套教材的问世,充分反映了近几年职教师资职业能力的提升和师资队伍建设工作丰硕成果。

职业教育战线上的广大专业教师是职业教育改革的主力军,我们期待着有更多学有所长、实践经验丰富、有思想、善研究的一线专业教师积极投身到专业建设、课程改革的大潮中来,为切实提高职业教育教学质量,办人民满意的职业教育,编写出更多、更好的实用专业教材,为职业教育更美好的明天作出贡献。

张 萍

前

言

FOREWORD

《电气识图与 CAD》作为中等职业学校“以就业为导向、以能力为本位”课程改革成果系列教材之一,主要任务是培养机电技术应用专业学生具备一定的绘图和熟练读图的能力与技能,以及一定的空间想象力和思维能力。

本书采用项目 1 任务引领式课程体系,紧紧围绕学习任务的需要来选择项目内容,将知识本位转换为能力本位,以项目任务和职业能力分析为依据,使学科知识与职业能力有机整合,设定职业能力培养目标,以机电设备为载体,创设工作情境,培养学习者读图、识图的技能。

本书主要包括:电气图的国家标准及规定画法、电气图的识读方法、典型机床电气控制图的识读、一般电子电路图的识读、Protel 99 SE 的使用和简单电气系统控制图解析。

本书既可作为中等职业学校机电技术应用及相关专业学生的教学用书,也可作为相关行业岗位培训教材及有关人员的自学用书。

本书参考学时为 56 学时,使用时可根据具体情况删减部分内容。

本课程教学时数建议如下(供参考)。

项 目	任 务	任务学时	项目学时
项目 1 电气图的国家标准及规定画法	任务 1.1 认知电气图的分类和特点	2	8
	任务 1.2 认知电气图国家标准	2	
	任务 1.3 认知电气图形符号	2	
	任务 1.4 认知电气图的规定画法	2	
项目 2 电气图的识读方法	任务 2.1 识读电气图	4	12
	任务 2.2 识读电路原理图	4	
	任务 2.3 识读印制电路板	4	
项目 3 典型机床电气控制图的识读	任务 3.1 识读 CA6140 型卧式车床电气控制图	2	6
	任务 3.2 识读 X62W 型万能铣床电气控制图	2	
	任务 3.3 识读 M1432A 型万能外圆磨床电气控制图	2	
项目 4 一般电子电路图的识读	任务 4.1 识读电子电路图	2	10
	任务 4.2 识读直流稳压电源电路	4	
	任务 4.3 识读倒计时定时器电路	4	

续表

项 目	任 务	任务学时	项目学时
项目 5 Protel 99 SE 的使用	任务 5.1 认知 Protel 99 SE	2	14
	任务 5.2 设计电子电路板	4	
	任务 5.3 创建元件库与绘制元件	4	
	任务 5.4 认知原理图的绘制设置及设计	4	
项目 6 简单电气系统控制图解析	任务 6.1 解析 C650 型卧式车床电气控制	2	6
	任务 6.2 解析 Z5163 型立式钻床电气控制	2	
	任务 6.3 解析 M7130 型卧轴矩台平面磨床电气控制	2	
合 计		56	56

本书由江苏省江阴中等专业学校方志平担任主编并负责统稿；项目 1～项目 3 由江苏省江阴中等专业学校顾志伟编写；项目 4 和项目 6 由江苏省江阴中等专业学校李建刚编写；项目 5 由江苏省江阴中等专业学校薛志荣编写。本书由浙江省平湖市职业中等专业学校谢华林主审。

在本书的编写过程中，得到了相关专业技术人员和同行专家的关心、帮助和大力支持，也得到了单位领导的关心和支持，在此表示衷心的感谢。另外，在编写过程中参阅了许多文献和资料，难以一一列举，在此谨致以衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在疏漏之处，恳请广大读者不吝指正。

编 者

目



CONTENTS

项目 1 电气图的国家标准及规定画法	1
任务 1.1 认知电气图的分类和特点	1
任务 1.2 认知电气图国家标准	5
任务 1.3 认知电气图形符号	7
任务 1.4 认知电气图的规定画法	12
项目 2 电气图的识读方法	17
任务 2.1 识读电气图	17
任务 2.2 识读电路原理图	22
任务 2.3 识读印制电路板	25
项目 3 典型机床电气控制图的识读	28
任务 3.1 识读 CA6140 型卧式车床电气控制图	28
任务 3.2 识读 X62W 型万能铣床电气控制图	31
任务 3.3 识读 M1432A 型万能外圆磨床电气控制图	37
项目 4 一般电子电路图的识读	42
任务 4.1 识读电子电路图	42
任务 4.2 识读直流稳压电源电路	76
任务 4.3 识读倒计时定时器电路	82
项目 5 Protel 99 SE 的使用	88
任务 5.1 认知 Protel 99 SE	88
任务 5.2 设计电子电路板	96
任务 5.3 创建元件库与绘制元件	104
任务 5.4 认知原理图的绘制设置及设计	109

项目 6 简单电气系统控制图解析	118
任务 6.1 解析 C650 型卧式车床电气控制	118
任务 6.2 解析 Z5163 型立式钻床电气控制	126
任务 6.3 解析 M7130 型卧轴矩台平面磨床电气控制	138
参考文献	146

电气图的国家标准及规定画法

任务 1.1 认知电气图的分类和特点



学习目标

- (1) 了解电气图的基本概念;
- (2) 了解电气图的分类和特点。



任务设计

通过一些简单的电气图知识来正确认识电气图的分类和特点。



学习过程

随着社会经济的快速发展,工业现代化也得到了快速进步,电气自动化在人们日常生活中的作用越来越凸显,使人们的生活更加方便,极大提高了我国人民的生活质量。因此,电气自动化产品被广大的生产商和消费者所喜爱,已成为工业生产和人们日常生活不可或缺的一部分。下面通过一些相关知识具体学习电气自动化。

【相关知识】

电气图是用电气图形符号、带注释的围框或简化外形表示电气系统或设备中组成部分之间相互关系及其连接关系的一种图。广义地说,表明两个或两个以上变量之间关系的曲线,用以说明系统、成套装置或设备中各组成部分的相互关系或连接关系,或者用以提供工作参数的表格、文字等,也属于电气图之列。

电气图的形式多种多样,一般可以分为两类。

一、按照功能和用途分类

1. 系统图或框图

系统图或框图是指用符号或带注释的框,概略表示系统或分系统的基本组成、相互关

系及其主要特征的一种简图,如图 1-1 所示。

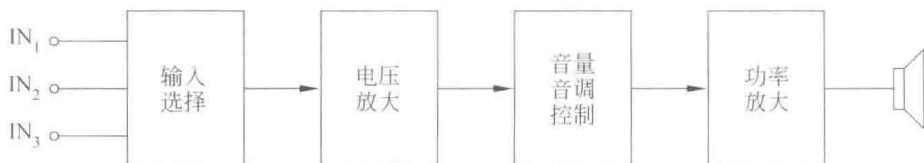


图 1-1 系统图或框图

2. 电路图

电路图是指用图形符号并按工作顺序排列,详细表示电路、设备或成套装置的全部组成和连接关系,而不考虑其实际位置的一种简图。其目的是便于详细理解作用原理、分析和计算电路特性,如图 1-2 所示。

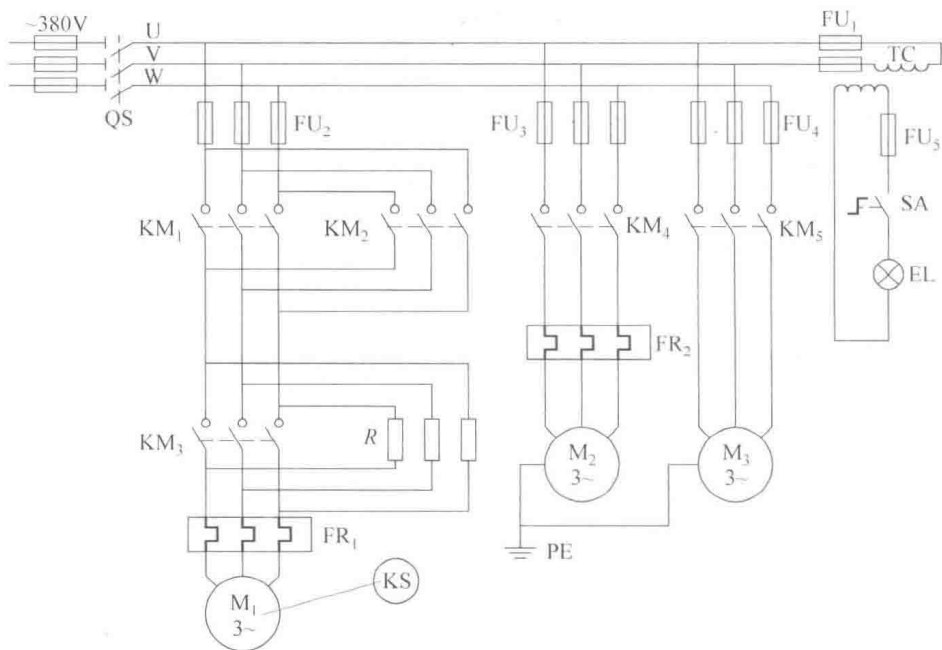


图 1-2 电路图

3. 功能图

功能图是指表示理论的或理想的电路而不涉及实现方法的一种图,其用途是提供绘制电路图或其他有关图的依据。

4. 逻辑图

逻辑图是指主要用二进制逻辑(与、或、异或等)单元图形符号绘制的一种简图。其中,只表示功能而不涉及实现方法的逻辑图叫纯逻辑图。

5. 功能表图

功能表图是指表示控制系统的作用和状态的一种图。

6. 等效电路图

等效电路图是指表示理论的或理想的元件(如 R 、 L 、 C)及其连接关系的一种功能图。

7. 程序图

程序图是指详细表示程序单元和程序片及其互连关系的一种简图。

8. 设备元件表

设备元件表是指用成套装置、设备和装置中各组成部分和相应数据列成的表格,其用途表示各组成部分的名称、型号、规格和数量等。

9. 端子功能图

端子功能图是指表示功能单元全部外接端子,并用功能图、表图或文字表示其内部功能的一种简图。

10. 接线图或接线表

接线图或接线表是指表示成套装置、设备或装置的连接关系,用以进行接线和检查的一种简图或表格。

11. 时序图

时序图是指按比例绘制的时间表图。

12. 简图

简图用来表示成套装置、设备或装置中各个项目的位置,也称为位置图。其用图形符号来绘制,用来表示一个区域或一个建筑物内成套电气装置中的元件位置和连接布线。

二、按照表达形式分类

1. 图样

图样是指利用投影关系绘制的图形,如印制电路板零件图和装配图。

2. 简图

简图是电气图的主要表达方式,是用电气图形符号、带注释的围框或简化外形表示电气系统或设备中组成部分之间相互关系及其连接关系的一种图,如电路图、功能图。

3. 表图

表图是指描述两个或多个变量、操作或状态之间关系等系统特性的图,如波形图。

4. 表格

把电气系统的有关数据或编号采用行和列的形式表达,用来说明系统、成套装置或设备中各组成部分的相互关系、连接关系,如元件表、接线表等。

5. 文字形式

文字形式是指应用文字说明的一种表达方式,如说明书等。

三、电气图的特点

1. 电气图的作用

电气图是阐述电的工作原理,描述产品的构成和功能,提供装接和使用信息的重要工具和手段。

2. 简图的作用

简图主要用来表示系统或设备中各组成部分之间相互关系及其连接关系。

3. 元件和连接线

一个电路通常由电源、开关设备、用电设备和连接线 4 个部分组成,如果将电源设备、开关设备和用电设备看成元件,则电路由元件与连接线组成,或者说各种元件按照一定次序,用连接线连接起来就构成一个电路。

元件和连接线的表示方法如下:

- (1) 元件用于电路图中时,有集中表示法、分开表示法、半集中表示法。
- (2) 元件用于布局图中时,有位置布局法和功能布局法。
- (3) 连接线用于电路图中时,有单线表示法和多线表示法。
- (4) 连接线用于接线图及其他图中时,有连续线表示法和中断线表示法。

4. 图形符号和文字符号(或项目代号)

图形符号和文字符号是电气图的主要组成部分。一个电气系统或一种电气装置由各种元器件组成,在主要以简图形式表达的电气图中,无论是表示构成、功能,还是表示电气接线等,通常用简单的图形符号表示。

5. 能量流、信息流、逻辑流和功能流

对能量流、信息流、逻辑流、功能流的不同描述构成了电气图的多样性。一个电气系统中,各种电气设备和装置之间,从不同角度、不同侧面存在着不同的关系。

- (1) 能量流——电能的流向和传递；
- (2) 信息流——信号的流向和传递；
- (3) 逻辑流——相互间的逻辑关系；
- (4) 功能流——相互间的功能关系。

任务评价

根据任务中所学到的知识,完成表 1-1。

表 1-1 任务 1.1 知识点

电 气 图	说明类型和特点
电气图的基本概念	
电气图的分类	
电气图的特点	

请从完成学习目标要求方面,分析存在的问题,寻求解决的方法,并完成评价表 1-2。

表 1-2 任务 1.1 评价表

序号	评 价 内 容	评 价 标 准	自我评价	班组互评	教师点评
1	电气图的基本概念	掌握电气图的基本概念			
2	电气图的分类	掌握电气图的各种类别			
3	电气图的特点	掌握电气图的特点			

任务 1.2 认知电气图国家标准

学习目标

- (1) 了解电气制图的国家标准；
- (2) 了解电气简图用图形符号的国家标准。

任务设计

通过本任务的学习,达到认识电气图标准的目标。

学习过程

通过一些具体的知识来学习一些电气图标准。

【相关知识】

国际电工委员会(International Electrotechnical Commission, IEC)是国际标准化组织(International Organization for Standardization, ISO)的成员组织,专门负责有关电气工程和电子工程领域标准化的问题,它所颁布的标准(IEC 标准)在国际上具有很强的权

权威性。我国相关部门在做了大量调研工作的基础上,特别是在认真研究了 IEC 标准的基础上,对电气图原有的标准做了较大的修改,颁布了一系列电气图标准。

一、电气制图国家标准

GB/T 6988—1997《电气技术用文件的编制》,发布于 1997 年,主要包括以下 3 个分标准。

- (1) GB/T 6988.1—1997《电气技术用文件的编制第一部分:一般要求》;
- (2) GB/T 6988.2—1997《电气技术用文件的编制第二部分:功能性简图》;
- (3) GB/T 6988.3—1997《电气技术用文件的编制第三部分:接线图和接线表》。

二、电气简图用图形符号国家标准

GB/T 4728《电气简图用图形符号》国家标准共有 13 项,其中 GB/T 4728.2~GB/T 4728.13 共 12 个国家标准都是使用新版的国际电工委员会 IEC617 系列修订后的最新版本国家标准。

GB/T 4728 由以下 13 个部分组成。

- (1) 电气图用图形符号总则 GB/T 4728.1—1985;
- (2) 电气图用图形符号第二部分:符号要素、限定符号和其他常用符号 GB/T 4728.2—1998;
- (3) 电气图用图形符号第三部分:导体和连接件 GB/T 4728.3—1998;
- (4) 电气图用图形符号第四部分:基本无源元件 GB/T 4728.4—1999;
- (5) 电气图用图形符号第五部分:半导体管和电子管 GB/T 4728.5—2000;
- (6) 电气图用图形符号第六部分:电能的发生和转换 GB/T 4728.6—2000;
- (7) 电气图用图形符号第七部分:开关、控制和保护器件 GB/T 4728.7—2000;
- (8) 电气图用图形符号第八部分:测量仪表、灯和信号器件 GB/T 4728.8—2000;
- (9) 电气图用图形符号第九部分:电信、交换和外围设备 GB/T 4728.9—1999;
- (10) 电气图用图形符号第十部分:电信、传输 GB/T 4728.10—1999;
- (11) 电气图用图形符号第十一部分:建筑安装平面布置图 GB/T 4728.11—2000;
- (12) 电气图用图形符号第十二部分:二进制逻辑元件 GB/T 4728.12—1996;
- (13) 电气图用图形符号第十三部分:模拟元件 GB/T 4728.13—1996。

三、其他标准

1. 《电气技术中的项目代号》GB/T 5094—1985

本标准规定了电气技术领域项目代号的组成方法与应用原则。

2. 《电气技术中的文字符号制订通则》GB/T 7159—1987

本标准规定了电气技术文件中文字符号的组成方法与应用原则。

3. 《技术制图》GB/T 14689—14691—1993

本标准规定了图纸的幅面尺寸和格式以及有关的附加符号，汉字、字母和数字结构形式及基本尺寸。

任务评价

根据任务中所学到的知识，请从完成学习目标要求方面，分析存在的问题，寻求解决的方法，并完成评价表 1-3。

表 1-3 任务 1.2 评价表

序号	评价内容	评价标准	自我评价	班组互评	教师点评
1	电气制图国家标准	了解电气制图的国家标准			
2	电气图用图形符号国家标准	了解电气图用图形符号国家标准			
3	其他标准	了解其他标准			

任务 1.3 认知电气图形符号

学习目标

- (1) 了解电气图形符号的概念；
- (2) 掌握电气图形符号的画法。

任务设计

通过一些简单的电气图来正确认识电气图的图形符号。

学习过程

- (1) 分析探讨；
- (2) 通过一些相关知识来具体学习电气图的图形符号。

【相关知识】

一、电气图用图形符号

1. 图形符号的含义

图形符号用于图样或其他文件以表示一个设备或概念的图形、标记或字符。图形符号是通过书写、绘制、印刷或其他方法产生的可视图形，是一种以简明易懂的方式传递信息，表示一个实物或概念，并可提供有关条件、相关性及动作信息的工业语言。

2. 图形符号的组成

1) 一般符号

一般符号是指表示一类产品或此类产品特征的一种简单符号,如图 1-3 所示。

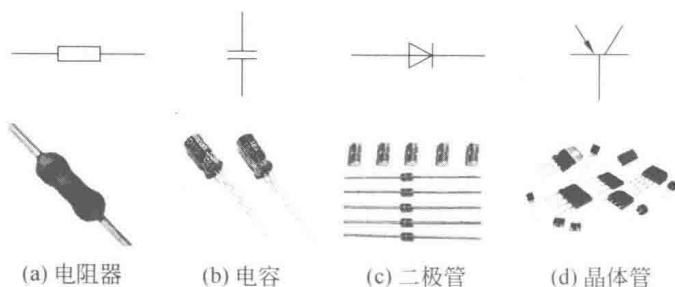


图 1-3 一般符号

2) 符号要素

符号要素是具有确定意义的简单图形,必须与其他图形组合以构成一个设备或概念的完整符号,如图 1-4 所示。



图 1-4 符号要素

3) 限定符号

限定符号是用以提供附加信息的一种加在其他符号上的符号。它一般不能单独使用,但一般符号有时也可用作限定符号,如图 1-5 所示。

4) 方框符号

方框符号是指表示元件、设备等的组合及其功能,既不给出元件、设备的细节,也不考虑所有连接的一种简单图形符号,如图 1-6 所示。



图 1-5 限定符号

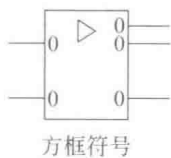


图 1-6 方框符号

3. 常用图形符号的应用说明

(1) 所有图形符号,均按无电压、无外力作用的正常状态示出。

(2) 在图形符号中,某些设备元件有多个图形符号,有优选形、其他形,形式 1、形式 2 等。选用符号的原则:尽可能采用优选形;在满足需要的前提下,尽量采用最简单的形