

从校园到职场系列丛书

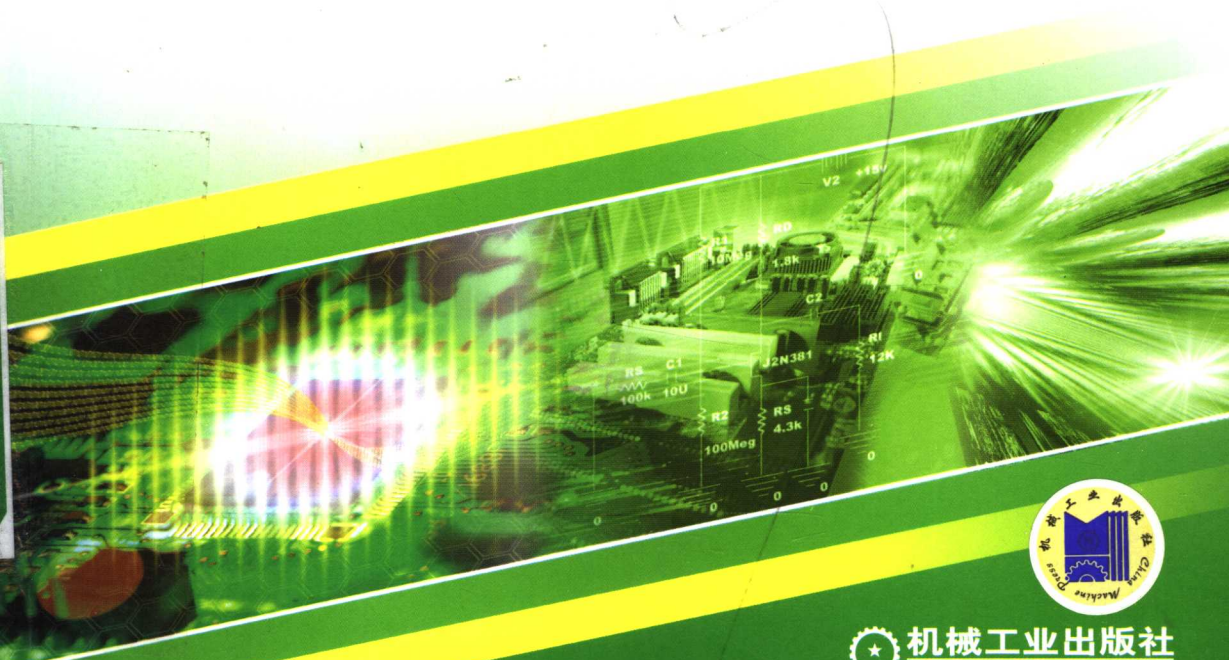


从校园到职场系列丛书

王俊峰 等编著

精讲

电气工程制图 与识图



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

TM02/17

2008

从校园到职场系列丛书

精讲电气工程制图与识图

王俊峰 等编著

机械工业出版社

本书共七章, 主要介绍电气工程制图与识图的知识 and 技能、电气制图的规则与符号、电气制图类型、电气工程制图软件、电气工程制图举例、电气工程电路识图、实用电路分析举例等内容。

本书适用于即将毕业或刚刚毕业的青年学生, 也可作为大、中职业院校制图与识图的教材, 对于广大电气工程技术人员和电工电子爱好者也有一定的参考和使用价值。

图书在版编目 (CIP) 数据

精讲电气工程制图与识图/王俊峰等编著. —北京: 机械工业出版社, 2008. 4

(从校园到职场系列丛书)

ISBN 978-7-111-23670-2

I. 精... II. 王... III. 电气工程—工程制图—识图法
IV. TM02

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 030920 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 吉玲 责任编辑: 林楨 版式设计: 冉晓华

责任校对: 刘志文 封面设计: 张静 责任印制: 李妍

北京富生印刷厂印刷

2008 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

169mm × 239mm · 16.75 印张 · 322 千字

0001—5000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-23670-2

定价: 28.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 88379768

封面无防伪标均为盗版

前 言

作为一名电气工程人员，制图与识图是走向职场的第一步，又是用人单位招聘人才考核、考试的主要内容之一，也是技术人员岗位的必备技能。一个不会制图和识图的人，开发与设计工作将无从谈起。

图样是交流信息的载体，是大家共同使用的语言。

机械制图由手工绘制的三维视图开始到零件图和装配图早已自成体系，加上近年来使用 CDA 绘图软件，使绘图方式更加先进，手段日趋完善。

与机械制图一样，电气工程制图有独立的专门学科体系，有与机械制图不同的规则与要求。本书共七章，包括电气工程制图与识图概述、电气制图的规则与符号、电气制图类型、电气工程制图软件、电气工程制图举例、电气工程电路识图、实用电路分析举例等内容。

本书用大量篇幅介绍 Multisim9、Protel99SE、Visio、Windows 2000 绘图软件。读者可根据自己的需要和爱好选择使用。

本书密切结合工业生产和生活实际，举出大量的读图实例，包括 87 个电路，让读者通过本书的学习和训练，达到会制图、会识图的目的，为开发设计奠定理论基础。

本书适用于即将毕业或刚刚毕业的青年学生，在走向职场的过程中，补充制图与识图的知识 and 技能，书中各章都有大量的习题和思考题，也可作为大、中专院校制图与识图的教材，对于广大电气工程技术人员、电工电子爱好者都有一定的参考和使用价值。

本书由王俊峰编写第 7 章，薛斌编写第 1 章，李晓芳编写第 2 章，



王娟编写第3章，苏凯编写第4章，薛素云编写第5章，陈军编写第6章，参加本书编写的还有薛迪强、薛迪庆、杨桂玲、马备战、李建军、薛迪胜等。

本书的编写，是作者的一次尝试，问题和不足之处，在所难免，恳请广大读者批评指正，提出宝贵意见。

编著者

目 录

前言

第一章 概述	1
第一节 从校园到职场是根本的转变	1
第二节 电气制图和识图是走向职场的第一步	2
第三节 本书各章节内容要点提示	3
第二章 电气工程制图的规则与符号	5
第一节 电气制图规则	5
第二节 电气制图图形符号	12
第三节 电气制图文字符号	18
第四节 详图的绘制原则	20
第五节 简图的绘制原则	21
第六节 电路的布局与编号	25
第七节 项目代号	27
习题与思考题	29
第三章 电气工程制图类型	30
第一节 电路框图与程序流程图	30
第二节 电路原理图	31
第三节 电路接线图	32
第四节 逻辑电路图	37
第五节 实物布局图	39
第六节 印制电路板图	39
第七节 电子元器件布局图	42



第八节 产品机械加工图	42
第九节 面板图	43
第十节 单元电路图	45
第十一节 有线电视系统图	46
第十二节 计算机网络图	49
第十三节 电话系统图	52
习题与思考题	55
第四章 电气工程制图软件	56
第一节 制图的基本原则	56
第二节 Multisim 9 软件绘制电路图	59
第三节 绘图软件 Protel 99SE 简介	70
第四节 Protel 99SE 绘制电路原理图	74
第五节 Protel 99SE 设计印制电路板图	80
第六节 Visio 软件绘制电路原理图	97
第七节 Windows 2000 软件绘制电路图	103
习题与思考题	105
第五章 电气工程制图举例	106
第一节 照明平面图的绘制	106
第二节 动力用电平面图的绘制	109
第三节 电气控制电路图的绘制	110
第四节 电子电路图的绘制	112
第五节 印制电路板图的绘制	113
第六节 逻辑电路图的绘制	117
第七节 防雷平面图的绘制	118
第八节 布线图的绘制	119
第九节 二次电路展开图的绘制	122
第十节 系统图与框图的绘制	123
第十一节 端子接线图与端子接线表的绘制	127
第十二节 总电路原理图的绘制	130
第十三节 产品设计与使用说明书的编写	131
习题与思考题	133

第六章 电路识图方法	134
第一节 电路图	134
第二节 电路中元器件的标注方法	137
第三节 识图的基本方法	138
第四节 企业供电电路识图	140
第五节 电气控制电路识图	142
第六节 电子电路识图	144
第七节 数字逻辑电路识图	146
第八节 无线电电路识图	149
第九节 建筑电气工程图的识图	150
第十节 其他电路识图	152
习题与思考题	157
第七章 实用电路图分析举例	158
第一节 照明系统图分析	158
第二节 照明电路图分析	160
第三节 电动机的可逆电路图分析	163
第四节 电动机的顺序控制电路图分析	166
第五节 延时控制电路图分析	167
第六节 降压电路图分析	169
第七节 制动电路图分析	172
第八节 桥式起重机电路图分析	174
第九节 车床电路图分析	176
第十节 铣床电路图分析	177
第十一节 平面磨床电路图分析	179
第十二节 钻床电路图分析	181
第十三节 调速电路图分析	182
第十四节 电子定时电路图分析	185
第十五节 设备保护电路图分析	187
第十六节 报警电路图分析	189
第十七节 电梯电路图分析	191
第十八节 电力电路图分析	195
第十九节 测量电路图分析	196



第二十二节	工业锅炉电路图分析·····	198
第二十一节	遥控电路图分析·····	202
第二十二节	直流稳压电源电路图分析·····	207
第二十三节	节能电路图分析·····	211
第二十四节	10kV 配电所应用电路图分析·····	214
第二十五节	变配电所电气主接线电路图分析·····	216
第二十六节	电能测量电路图分析·····	218
第二十七节	函数信号发生器电路图分析·····	221
第二十八节	机器人控制电路图分析·····	224
第二十九节	生产自动线监控电路图分析·····	227
第三十节	晶闸管模块应用电路图分析·····	229
第三十一节	PLC 控制电路图分析·····	231
第三十二节	集成块应用电路图分析·····	235
习题与思考题·····		241
附录 A·····		243
参考文献·····		257

第一章 概述

本章介绍的制图与识图是电气工程从业者从校园到职场的必须技能，同时强调了电气工程制图与识图的重要性、怎样从校园走向职场及本书各章内容要点提示。

第一节 从校园到职场是根本的转变

对于青年学生来说，从校园到职场是一个根本的转变过程。在校园里多数时间进行理论学习，尽管做了一些实验和实习，但距离社会的需要、生产实际的需要，还差之甚远。

在学校里，不可能把你一生遇到的问题都学会，学校学习仅仅是打一个基础，个人走向社会，走向生产实际，需要结合实际进行再学习，补充完善发展自己才能适应工作的需要。不管在哪个岗位，都要称职、任职。

一、从校园到职场的不适应

从校园走向职场，许多学生有很多不适应的地方，有的人说，是脱胎换骨的变化。以电学专业的学生为例，在校期间，学的都是理论知识，偶尔做几个实验或进行一周的短暂实习，不熟悉生产线的工艺流程；有的学生一年换三个单位，感到不适应；有的毕业生在单位屡屡碰壁之后，辞去原有的工作，又去复习考研，另寻出路。有的毕业生由于看不懂电路图，接错线路，把正在运行的 30kW 电动机烧掉，给单位造成了损失。

二、干就是学习

由于考试制度的误导和约束，使许多学生对学习产生了误区。误认为拿着书本念才是学习，不知道干也是学习，而且是最好的学习方法。自古道“不登高山不知山之高也，不临深谷不知谷之深也”，事业和成就是干出来的。

学生 A 和 B 在高考落榜之后，到某校读了个成人大专，毕业 12 年后，学生 A 和 B 分别在深圳和浙江从一个打工仔，成长为电子公司的总经理，具有上亿



资产。他们深有感触地说，学校只是给他们打下基础，在创业的路上，只有在干中学，在学中干才有今天的结果。

三、能力大于一切

社会不需要高分低能者。即使某一门课程考试，考了100分，又能说明什么？难道这门课就学好了吗？华罗庚在中学时候，数学考试不及格，后来成了数学家，又说明了什么？

一个人的能力是综合素质的体现，在学校无法全部体现出来，刚才说过的学生A和学生B正说明这一点，能力大于一切。不必把学历看得过重，那种唯学历唯文凭的说法是极其错误的。

四、实践出真知

实践是检验真理的惟一标准，实践出真知，这是颠扑不破的真理。社会是一个大课堂，是一部百科全书，是取之不尽的知识源泉。不管我们在校学习，还是在实践中学习，最终的目的在于应用，在于解决实际问题，在于创造社会效益和经济效益。深圳、广东、上海、浙江等地的一些高级技工比硕士研究生的工资还要高，正说明了他们重视实践经验和解决问题的能力。

目前单位招聘人才，强调有工作经验和能力，虽然有点苛刻，但从另一个侧面说明对人的综合素质的重视。你不管在哪个职位，都必须胜任这个岗位的工作，为单位创造效益，体现自身的人生价值。

第二节 电气制图和识图是走向职场的第一步

电气工程制图与识图是开展电气技术工作的关键环节，设计、改进、安装、生产、维修都与电气图样有关。

许多用人单位在招聘人才时，总是提出要有实际工作能力和2年以上的工作经验等苛刻条件；除了基本条件外，制图和识图又往往是测试的主要内容之一。例如，深圳、浙江、广东等地区，需要电气类专业人才时，先提出某一设备的设计想法，让应聘者回去设计，在一定的时间内，画好图样；或拿出一份图样，让你叙述电路的工作原理，来考核你的业务水平。当你不会制图、设计，或不会叙述电路的工作原理，你将被用人单位拒之门外，用人单位会想，一个学习电气专业的大学生，连制图和识图都不会，还会干什么呢？

电气工程制图与识图是从校园到职场的过程中必须掌握的知识和技能，也是一个工程技术人员必备的基本功。因为在一般高校没有开设电气制图和识图课，学生又没选修这部分内容，致使一些学生不会制图和识图，不会分析电路的工作

原理,有的听说让他叙述电路原理就害怕,有的对电路的参数不会计算,这些都给就业造成障碍。

第三节 本书各章节内容要点提示

为了使读者学好制图与识图,本书除第一章外,都附有习题和思考题,以下是各章的内容要点。

第一章 概述

主要介绍制图与识图是读者从校园到职场的必备技能及重要性。

第二章 电气工程制图的规则与符号

本章详细介绍制图的国家标准、文字与图形符号、详图与简图的制图原则、电路的布局与编号、项目代号等内容,这些是制图与识图首先要掌握的内容。

第三章 电气工程制图类型

高校不开设电气制图与识图课,致使部分学生不会制图与识图,影响学生顺利走向职场。本章介绍电气工程上需用到的近 20 种图形,大多数都是课堂上未见过的,可以开阔读者的眼界。

第四章 电气工程制图软件

本章除介绍制图要求、原则外,重点介绍四种制图软件,如 Multisim9、Pro-tel99、Visio、Windows 2000。读者可根据自己的需要和爱好选择使用。通过本章的学习,为画出最新最美的图形奠定基础。

第五章 电气工程制图举例

本章详尽介绍工程上常用的制图例子,如电气原理图的绘制、电路接线图的绘制、电气控制电路的绘制、电子电路的绘制、逻辑电路的绘制、照明电路绘制、动力电路绘制、印制板电路绘制、布线图的画法、二次展开图的画法、框图和系统图的画法、端子接线图与接线表的画法和总电路图的画法,深层次介绍它们的绘制方法、技巧和注意事项。在第十三节专门介绍产品设计说明书和使用说明书的编写方法。

第六章 电路识图方法

本章介绍识图的方法与技巧。结合例子介绍识图方法、识图规律。通过例子,介绍分析了电气控制电路、各种控制电路、电子电路、无线电电路、温度补偿电路、隔离电路、钳位电路、限幅电路、加速电路、退偶电路、自举电路的识图方法和规律。

第七章 实用电路图分析举例

本章用工农业生产中的例子,讲解识图技巧,例子包括:照明电路、电动机



的可逆电路、电动机的顺序控制电路、延时控制电路、降压电路、制动电路、桥式起重机电路、车床电路、铣床电路、磨床电路、钻床电路、电机调速电路、电子定时电路、电机保护电路、报警电路、电梯电路、电力电路、测量电路、工业锅炉电路、遥控电路、直流电源电路、节能电路、变配电所的电气主接线电路、电能测量电路、函数信号发生器电路、机器人控制电路、生产自动线监控电路、经闸管模块电路、PLC 控制电路、集成块应用电路。每个例子包括：识图思路、识图过程分析、电路的应用三个部分，对读者学习电路会很有帮助。

第二章 电气工程制图的规则与符号

图样是工程技术的通用语言。图形符号和文字符号是这种语言的基本组成元素，设计部门利用图样表达设计思想和设计意图，生产部门用图样加工和制造，并成为编制招标书的资料。

为了便于电气行业人员能有共同的语言，国家标准局编制了《电气制图及图形符号国家标准汇编》，要求该行业人员均以此为标准绘制各种电工图，供设计、安装、调试和维修使用。电气工程技术人员根据电气动作原理或安装配线要求，将所需要的电源、负载及各种电气装置，按照国家规定的画法和符号画在图纸上，一并标注一些必要的能够说明这些电气装置和电气元器件名称、用途、作用以及安装要求的文字符号，构成完整的电路图。供制造、安装、维修和检查电气设备使用。

第一节 电气制图规则

一、标准化设计的意义

不论电路设计还是机械图样的设计，都是用规定的“工程语言”来描述其设计的内容、表达工程设计思想的。其“词汇”就是各种图形符号和文字符号，其“语法”则是有关符号的规则、标准及表达方式等。

图样是工程师的通用语言，如果语言不合规范，表达不合语法，就无法达到交流的目的，也无法被工程采用。设想你设计的图样只有你自己能看懂，别人不认识，就变成一张废纸。由此看出标准化的重要意义。

在产品的设计时，设计出的每一张图样，图样上标记出的每一个数据、符号都应符合国家标准。所以，首先应当学习和掌握有关的国家标准，这些标准对有关的文字、图形、符号、标志及代号都作了详细的规定，如

电气图用图形符号：GB/T 4728.1 ~ GB4728.13

电气制图的国家标准：GB6988.1 ~ GB6988.7

电气技术中的文字符号制订通则：GB/T 7159—1987。



在产品的设计过程中，应该培养严谨的科学作风，在设计电路、开发产品工作中应正确使用各种相关的国家标准。

二、图纸幅面及其格式

1. 图纸幅面及其尺寸 (mm)

图纸幅面为 A0 ~ A4，A0 尺寸为 841 × 1189，A1 尺寸为 594 × 841，A2 尺寸为 420 × 594，A3 尺寸为 297 × 420，A4 尺寸为 210 × 297。其代号和尺寸与机械制图有关规定基本相同，其不同之处无 A5 幅面。如上述幅面不满足要求时，需加长图纸，可采用表 2-1 中所规定的幅面。

表 2-1 图纸幅面的加长尺寸 (单位: mm)

代 号	尺寸 B × L	代 号	尺寸 B × L
A3 × 3	420 × 891	A4 × 4	297 × 841
A3 × 4	420 × 1189	A4 × 5	297 × 1051
A4 × 3	297 × 630		

图纸幅面的选用，应以保持图面布局紧凑、清晰明了和使用方便为前提。根据设计对象的规模、复杂程度、资料的详细程度以及复印、缩扩、计算机辅助设计的要求，尽量选用较小的幅面，同时也便于装订和管理。

2. 图框格式

标题栏位于边框的右下角，其格式和尺寸无统一规定。由设计单位或生产单位自定。边框可定为 25 × 10 × 10 × 10；25 × 20 × 20 × 20；25 × 5 × 5 × 5。

3. 图幅分区

为了快速查找图上各部分内容及项目的位置。可在图纸上分区表示。如图 2-1 所示。

分区数为偶数。每一分区长度一般在 25 ~ 75mm 之间，每个分区内竖边方向用大写拉丁字母，横边用阿拉伯数字分别编号，编号的顺序从标题栏相对的左上角开始。分区代号由该区域的字母和代号组成，字母在前，数字在后，如 B4、D3。

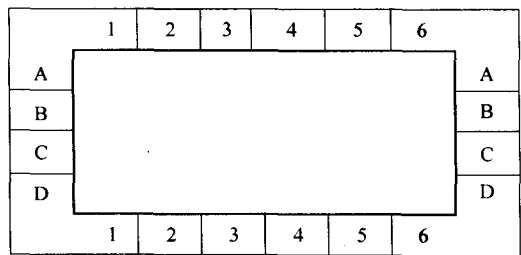


图 2-1 图幅分区

三、图线和字体

1. 图线的名称、形式及其应用

电路图中所用的各种图线的名称、形式、代号及在图上的应用有以下几种：

- ① 实线“—”，主要用作基本线、可见轮廓线、可见导线。
- ② 虚线“--”，用作屏蔽线、机械连接线、不可见轮廓线、不可见导线、计划扩展内容用线、一些辅助线等。
- ③ 点画线“— · — · —”，用作各部分之间的分界线、结构功能、分组围框线。
- ④ 双点画线“— · — · — · —”，用作辅助围框线。

2. 图线宽度、间距

图线宽度分为 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1.0, 1.4, 单位为 mm。

通常只选取两种宽度的图线，即粗线和细线，粗线的宽度为细线的两倍。如果某种电路图中需要两种以上宽度的图线，则线的宽度以两倍依次递增。同一图样中，同类图线宽度应保持一致。

若图中出现平行线时，其最小间距应不小于粗线宽度的两倍，同时不得小于 0.7mm。虚线、点画线及双点画线的线段长短和间隔各自大致相等。

3. 箭头和指引线

(1) 箭头 在电气制图中，为了区分不同的含义，规定信号线和连接线上的箭头必须开口，如图 2-2 所示。而指引线上的箭头必须是实心的，如图 2-3b 中箭头所示。

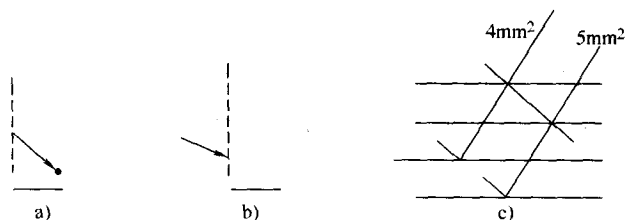
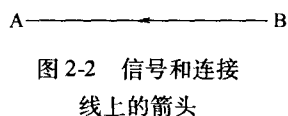


图 2-3 指引线的画法

(2) 指引线 指引线规定用细实线表示，且指向被注释处，并根据不同情况在指引线的末端加注标记：

指引线末端在轮廓线内，用一黑点如图 2-3a。

指引线末端在轮廓线上，用一箭头如图 2-3b。

指引线末端在回路线上，用一短线如图 2-3c。

4. 连接线

(1) 连接线的表示 连接线一般用实线表示，计划扩展的内容可用虚线。

有时为了突出或区分某些电路功能，可采用不同粗细的图线来表示，如在电动机拖动主电路中，用加粗实线表示，以区别控制、指示等电路。为突出主信号



通路,对主信号连接线进行加粗表示,如图2-4所示。

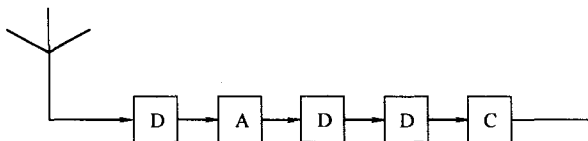


图 2-4 主信号通路连接线

(2) 连接线的交叉 一条连接线不应在与另一条线交叉处改变方向,也不应在其他连接线的连接点处穿越。

(3) 连接线平行 绘制多条平行连接线时,为了便于看图,应按功能进行分组。如无法按功能分组时,可以任意分组,每组不得多于三条。组间距离应大于线间距离。如图2-5所示。

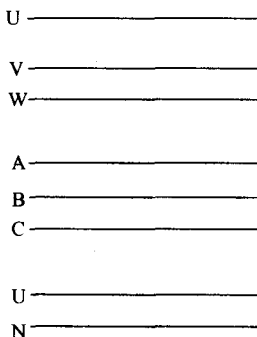
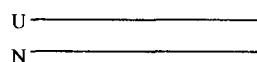


图 2-5 多条平行线的分组画法

(4) 连接线的标记 如果要在连接线上加注标记,其识别标记一般注在靠近连接线的上方,也可断开连接线进行标注,如图2-6所示。



(5) 中断线 当连接线穿越稠密的图面时,允许将连接线中断,并在中断处加相应的标记;去向相同的线组,也可中断,并在图上线组的末端和连到另一张的连接线始端写上同样的标记,如图2-7所示。

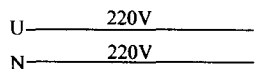


图 2-6 连接线的标记

(6) 单线表示法 当平行线过多,会造成图面杂乱,可采用单线表示,用字母一一对应标出,则图面会清晰,如图2-8所示。

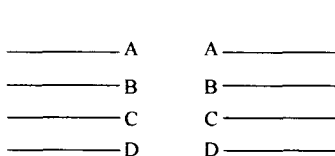


图 2-7 中断线

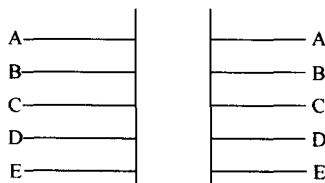


图 2-8 单线表示法

当多根导线汇入单线时,应采用图2-9所示的方法表示。用单线表示多根导线或连接线的线数目较多时,可采用如图2-10所示的简化形式。

(7) 多线表示法 多线表示法是指每根导线在简图上都分别用一条线表示的方法,如图2-11所示。

在同一张图中,必要时单线表示法和多线表示法可以组合使用,如图2-12