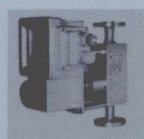
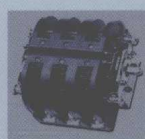
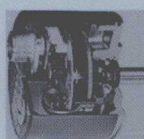


高级技工学校教材

电气

基本技能培训

劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心 组织编写
全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会



中央广播电视大学出版社

高级技工学校教材

电气基本技能训练

劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心
全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会 组织编写

中央广播电视大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电气基本技能训练/劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心,全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会组织编写. —北京:中央广播电视大学出版社,2004. 12

高级技工学校教材

ISBN 7-304-02944-7

I. 电… II. ①劳…②全… III. 电气设备—技工学校—教学参考资料 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 125362 号

版权所有,翻印必究。

电气基本技能训练

劳动和社会保障部中国就业培训技术指导中心
全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会 组织编写

出版·发行:中央广播电视大学出版社

电话:发行部:010—68519502 62529338 总编室:010—68182524

网址:<http://www.crtvup.com.cn>

地址:北京市海淀区西四环中路 45 号

邮编:100039

经销:新华书店北京发行所

策划编辑:苏 醒

封面设计:王 容

责任编辑:刘 仙

版式设计:张 彦

责任印制:赵联生

责任校对:姜海燕

印刷:北京云浩印刷有限责任公司 印数:0001—3000 册

版本:2005 年 5 月第 1 版 2005 年 5 月第 1 次印刷

开本:787×1092 1/16

印张:19.5

字数:440 千字

书号:ISBN 7-304-02944-7/TH·63

定价:34.80 元

(如有缺页或倒装,本社负责退换)

高级技工学校教材

机电类专业编审工作委员会

主 任：陈 宇 郝广发

副主任：孙长庆 张永麟 杨黎明

委 员：(按姓氏笔画排序)

于 平	王 军	王兆山	王洪琳	王晓君
付志达	付元胜	冯振君	刘大力	刘亚琴
许炳鑫	孙国庆	李 涛	李长江	李木杰
李鸿仁	李超群	杨耀双	杨君伟	杨柳青
何阳春	张 斌	张仲民	张跃英	陈 蕾
林 青	林爱平	周学奎	单渭水	郝晶卉
赵杰士	贾恒旦	董桂桥	甄国令	

《电气基本技能训练》编写人员

主 编：金柏芹

副主编：黄玉海

主 审：邓弘礼

编 者：黄玉海 周照君 崔政敏

序

为实施人才强国战略，加快高技能人才培养，劳动和社会保障部组织实施了国家高技能人才培养工程。为配合这项工程实施，我部委托中国就业培训技术指导中心、全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会，组织专家编写了高级技工学校机床切削加工、机械设备维修、模具制造与维修、数控机床加工、电气维修 5 个专业的配套教材。

高级技工学校是我国培养高技能人才的重要基地。这次编写的 5 个专业的配套教材，是高级技工学校多年教学实践经验的积累和总结。教材依据《国家职业标准》和《高级技工学校专业教学计划》，瞄准经济发展对技能人才的要求，以职业技能为核心，注重教学内容的科学性、先进性和规范性，突出实践创新能力的培养。本套教材在编写中，特别注意了中、高级技能人才培养的衔接，教材的适用范围为具备中级职业资格水平的读者对象。本套教材同时可作为相关职业（工种）高级工、技师等企业职工培训教材，也可作为相关专业高职院校的课程教材，并且还可为相关专业技术人员作为参考。

本套教材的编写得到了学校、企业等有关方面的大力支持，30 多所高级技工学校 and 企业的专家参加了教材的编审工作，付出了辛勤的劳动，在此向所有参与教材编审工作的同志和给予大力支持的学校、企业表示感谢。

劳动和社会保障部培训就业司

前 言

本书是根据全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会的决定,依据劳动和社会保障部最近颁布的《高级技工学校专业目录教学计划》(试行)和《国家职业标准》相关工种高级工内容要求,按照高级技工学校高级电气维修专业商定的教学大纲和教材基本内容编写而成。书中贯彻了理论以够用为度、为应用服务的教材编写原则,内容丰富,题材充实,注重实用,通俗易懂。

全书内容共分四章,第一章为电气识图。主要介绍电气制图的规则及常用符号、基本电气图、建筑电气图;第二章为电动机与变压器的维修。主要介绍交流电动机的维修、直流电机的维修、转子的检修、电机性能测试、控制电机的使用与维护、变压器的运行与维护;第三章为机床电气控制线路的安装、调试及故障分析。主要介绍龙门刨床电气线路的分析与故障排除、继电控制电路简化与逻辑设计、电气设备维修管理与大修工艺编制;第四章为电子技术。主要介绍常用仪器仪表、模拟基本电路、数字基本电路及综合应用。

本书是按教学时数为 360 学时编写的,不同的学校和专业选用该教材时,可根据具体情况增删部分内容。

本书由山东劳动职业技术学院金柏芹负责统稿并担任主编,黄玉海担任副主编。第一章由山东劳动职业技术学院周照君编写,第二章由山东劳动职业技术学院黄玉海编写,第三章由山东劳动职业技术学院崔政敏编写,第四章山东劳动职业技术学院周照君编写。全书由哈尔滨电机厂技工学校邓弘礼担任主审。

在本书的编写过程中参阅了多种同类教材和专著,在此向其编、著者致谢。由于作者水平有限,书中错误、不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 电气识图	1
第一节 电气制图的规则及常用符号	1
第二节 基本电气图	15
第三节 建筑电气图	28
第二章 电动机与变压器的维修	45
第一节 交流电动机的维修	45
第二节 直流电动机的维修	71
第三节 转子的检修	82
第四节 电机性能测试	102
第五节 控制电机的使用与维护	114
第六节 变压器的运行与维护	129
第三章 机床电气控制线路的安装、调试及故障分析	143
第一节 龙门刨床电气线路的分析与故障排除	143
第二节 继电控制电路简化与逻辑设计	188
第三节 电气设备维修管理与大修工艺编制	203

第四章 电子技术.....	222
第一节 常用仪器仪表	222
第二节 模拟基本电路	234
第三节 数字基本电路	246
第四节 综合应用.....	264
附 录	278
参考文献.....	302

第一章 电气识图

电气工程就是将电能从发电厂引用到用电设备的工程,而描述电气工程的图统称为电气图。从事电气设备的实装、调试、故障检修及管理工作的有关人员,必须学会电气图的识读,才能根据设备的各种资料进行工作。电气图根据所要表达的内容不同分为许多种。本章首先介绍电气制图的规则及常用图形符号、文字符号和项目符号,然后着重讲述概略图与框图、电路图、电气位置图、接线图等常用基本电气图的阅读分析方法及绘制原则。本章还以实例为主,介绍了建筑电气图中电气照明平面图、安全系统电路图、防雷和接地系统平面图的识读分析和设计绘制方法。

第一节 电气制图的规则及常用符号

一、电气制图的一般规则

学习目标

- (1) 掌握简图的基本布局方法。
- (2) 掌握电气图的各种表示方法。
- (3) 掌握绘制电气图的基本规则。

相关知识

电气图的绘制与其他专业图有明显区别,电气图的作用是用来阐述电气设备及设施的工作原理,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。电气图基本上用简图表示,简图主要是用国家统一规定的图形符号和文字符号表达绘制出来的,它不像机械图必须严格按机件的位置进行布局,而是可根据具体情况灵活多样地绘制。因此,简图的布局是电气制图中要考虑的一个重要问题。

(一) 简图的布局

电路通常是由电源、负载、控制元件和连接导线 4 部分组成的。如把各种电源设备、负载设备和控制设备都看成元件,则各种电器元件和连接线就构成了电路。这样,在电气图中元件和连接线就成为主要表达内容。

1. 图线的布局

电气图的图线一般用于表示导线、信号通路、连接线等，一般应为直线，即横平竖直，尽可能减少交叉和弯折。图线的布局方法有以下3种：

(1) 水平布局。是将设备和元件按行布置，使其连接线成水平布置，如图1-1所示。

(2) 垂直布局。是将设备和元件按列布置，使其连接线成垂直布置，如图1-2所示。

(3) 交叉布局。是为了将相应的电路、元件对称布置而用连接线交叉的方式进行布局，如图1-3所示。

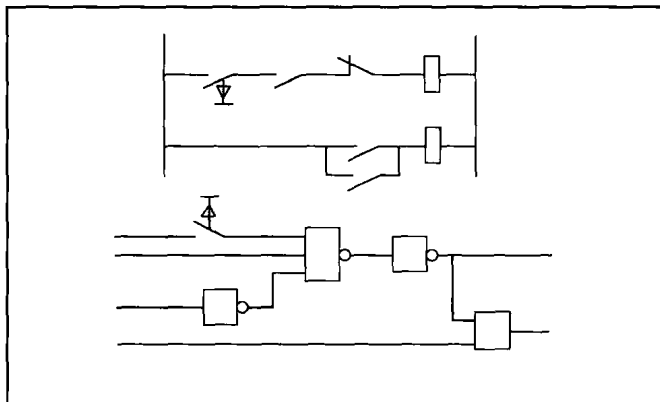


图1-1 图线水平布局

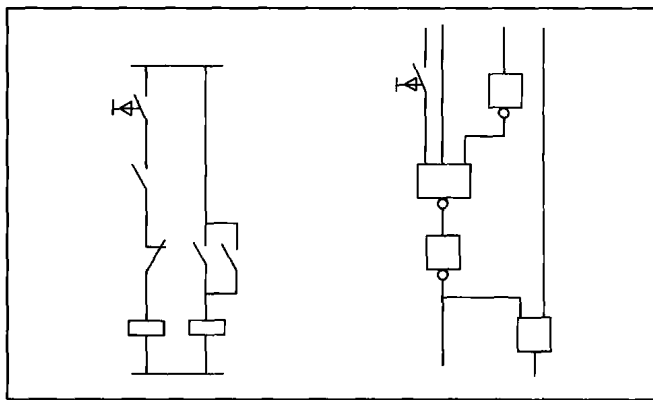


图1-2 图线垂直布局

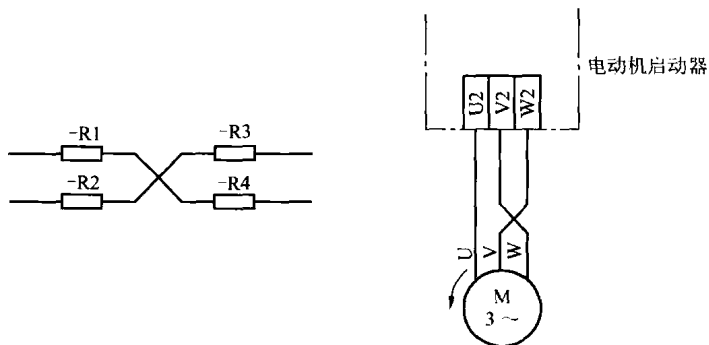


图1-3 图线交叉布局

2. 电路或元件的布局

在电气简图中，电路或元件布局的方法有两种。

(1) 功能布局法。是指简图中元件符号的布局只考虑便于表达其功能关系，而不考虑实际位置的布局方法。它将表达对象的不同功能部分划分为若干组，按照因果关系、动作顺序、功能联系等从左到右或从上到下进行布局。大部分电气图都采用这种布局方法，如系统图、框图、电路图、功能图、逻辑图等。图 1-4 所示为控制电路图。

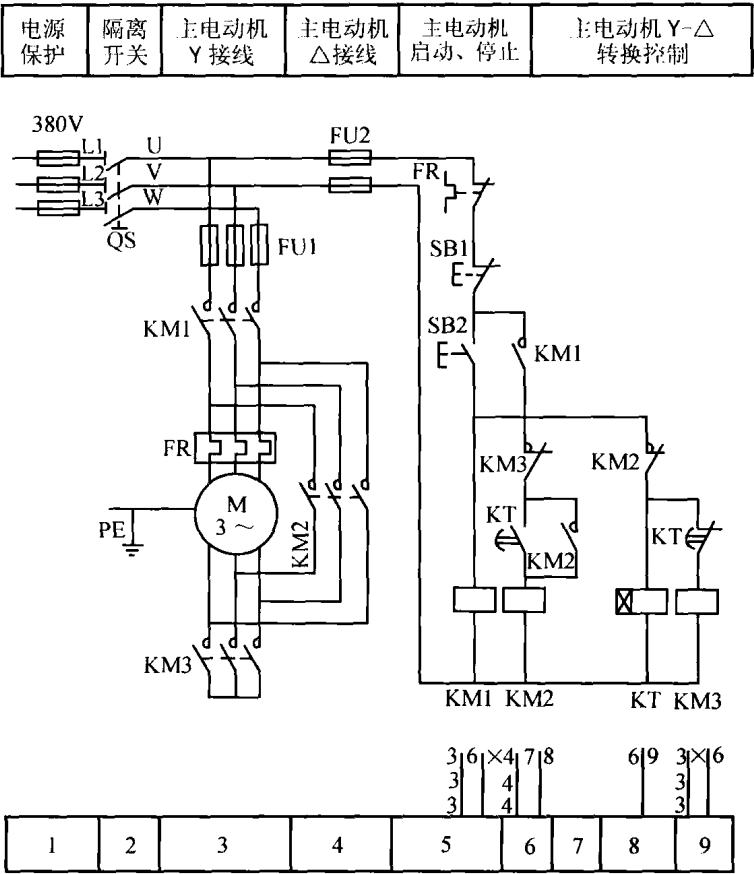
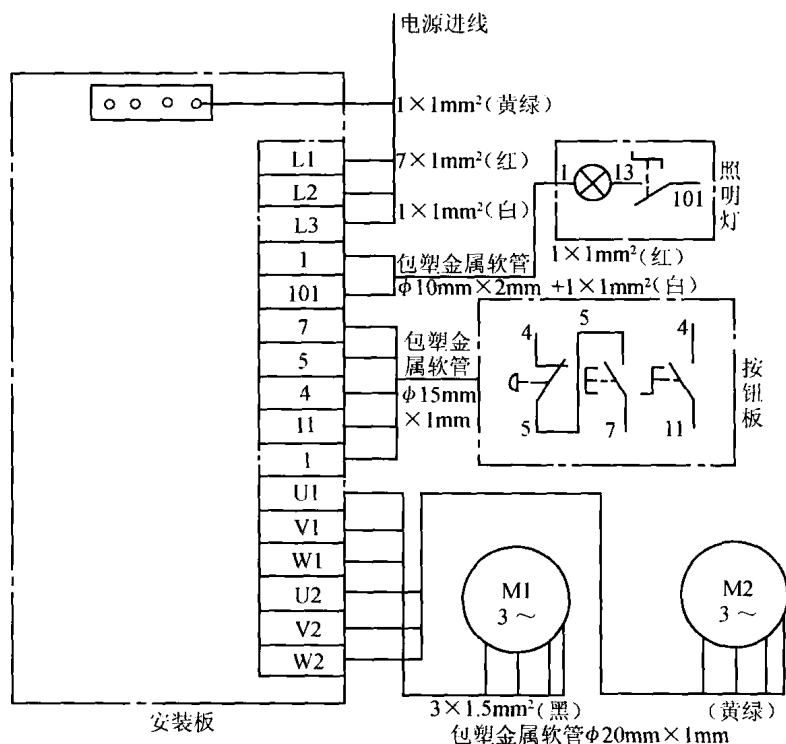


图 1-4 控制电路图

(2) 位置布局法。是指在简图中元件符号的布局与其实际位置对应一致的布局方法。如接线图、电缆配置图等都是采用这种方法，这样可以清晰表示各元件的相对位置和导线的走向及连接关系。图 1-5 所示为某设备电气接线图。



(二) 电气图的基本表示方法

因为电气图大多用简图表示,其构成的基本要素是图形符号、文字符号和项目代号。所以,各种电气图必然有许多共同点和基本的表示方法。

1. 连接线表示方法

电气图上各种图形符号之间的相互联线，统称为连接线。它可能是传输能量流、信息流的导线，也可能是表示逻辑流、功能流的某种图线。

(1) 连接线的基本表示方法。按照电路图中图线的表达相数不同,可分为多线表示法、单线表示法、混合表示法 3 种。

多线表示法是每根连接线用一条图线表示的方法,如图 1-6a 所示。多线表示法绘制的图能详细、直观地表达各相或各线的内容,尤其是在各相或各线不对称的场合下宜采用这种表示法。但它图线多,作图麻烦,特别是在接线比较复杂的情况下,会使图显得繁杂而不能清晰易读,因此,它一般用在图形比较简单或相、线不对称的场合。

单线表示法是两根或两根以上的连接线只用一条图线表示的方法，如图 1-6b 所示。单线表示法易于绘制，清晰易读。它应用于三相或多线对称点及基本对称的场合。

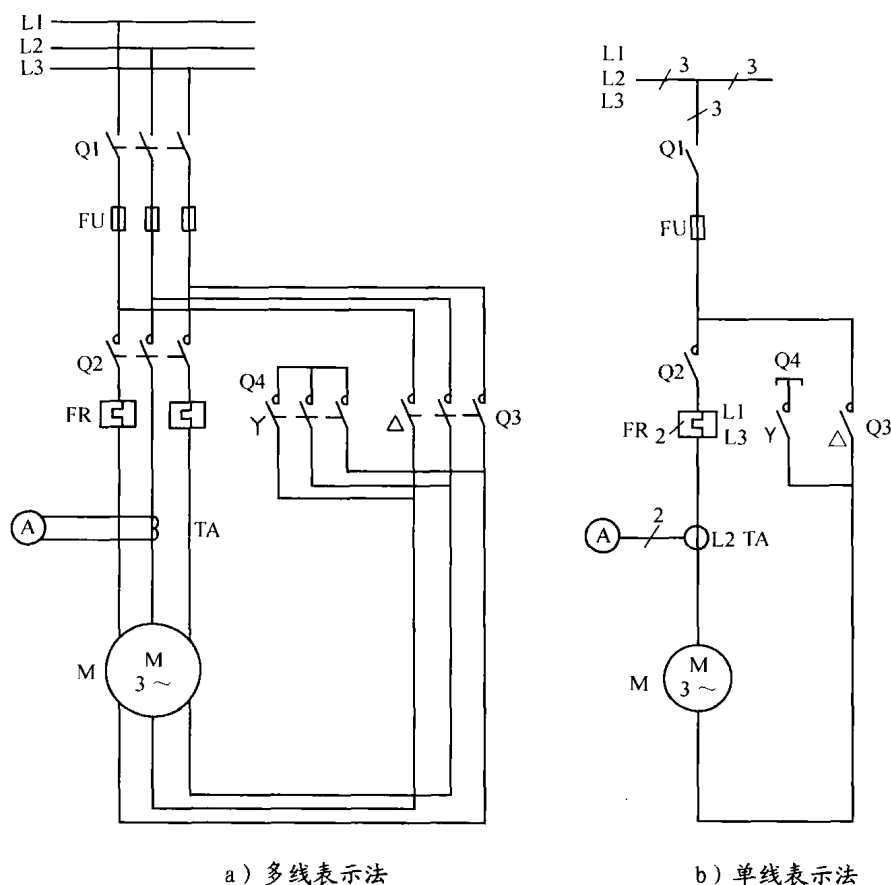


图1-6 多线表示法和单线表示法示例

混合表示法是在一个图中，一部分采用单线表示法，一部分采用多线表示法，如图 1-7 所示。这种表示法既有单线表示法简洁精炼的优点，又兼有多线表示法精确、充分的优点，并且由于两种表示法并存，变化灵活，能给看图者以动感和美感，是值得提倡的一种形式。

(2) 导线的一般表示法。一般的单根图线就可以表示单根导线、导线组、电线、电缆、线路及各种传输电路，如图 1-8a 所示。这一符号可根据具体情况加粗、延长或缩小。多根导线既可以分别画出，也可以只画出 1 根图线，但需加标志。若导线少于 4 根，可用短划线数量代表根数，如图 1-8b 所示。根数较多时，可加数字表示，如图 1-8c 所示。导线特征通常采用符号标注，如图 1-8d~1-8i 及图 1-8k 所示。在某些情况下需要表示电路相序的变更、极性的反向、导线的交换等，其表示方法如图 1-8j 所示 (L1 相与 L3 相换位)。

(3) 图线的粗细。为了突出或区分某些电路及电路的功能等，导线、连接线等可采用不同粗细的图线来表示。一般来说，电源主电路、一次电路、主信号通路等采用粗线，控制回路、二次回路等采用细线。

(4) 连接线分组和标记。为了方便看图，对多根平行连接线应按功能分组。若不能按功能分组，可任意分组，但每组不多于 3 条，组间距应大于线间距。对于连接线的功能或去向，可在连接线上或连接线中断处作信号名标记或其他标记，如图 1-9 所示。

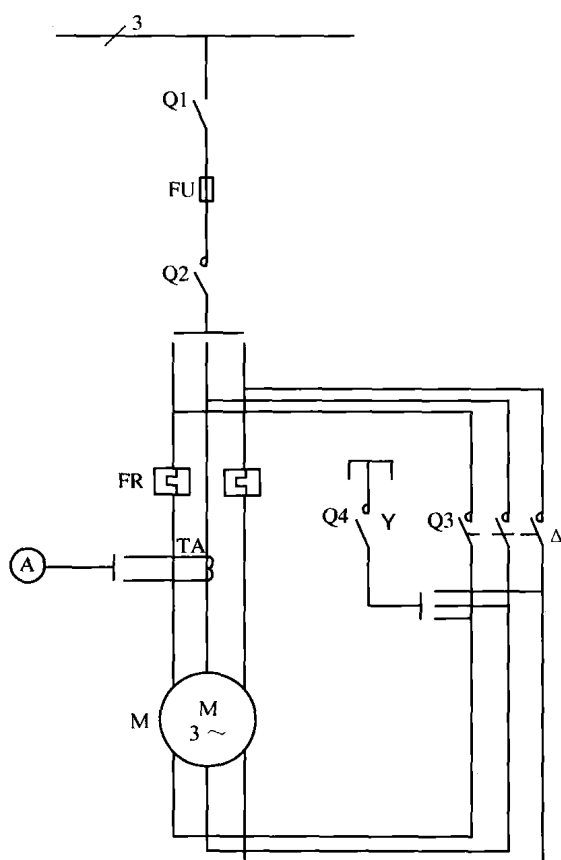


图1-7 混合表示法

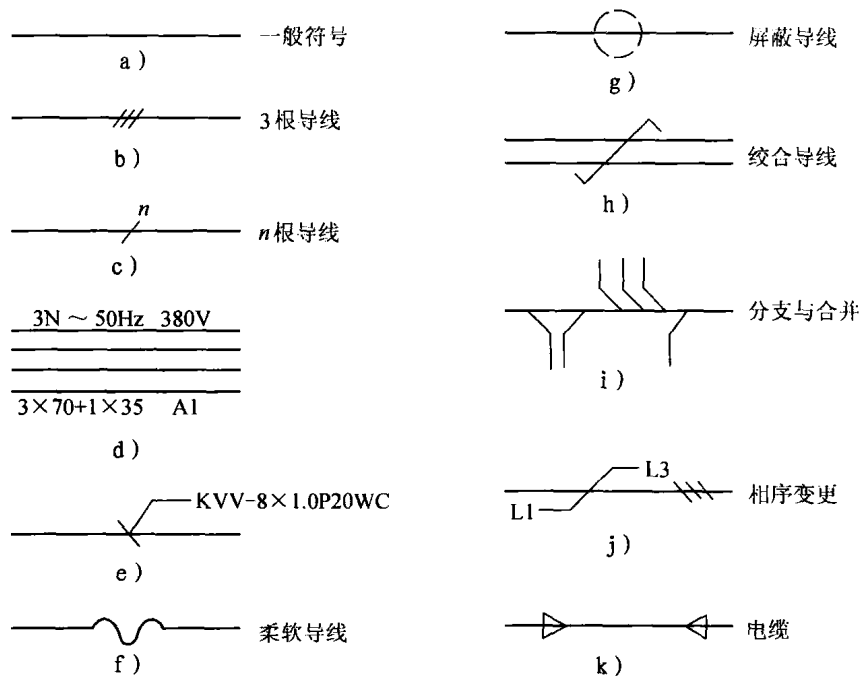


图1-8 导线的一般表示法

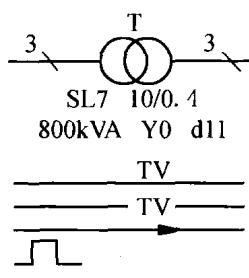


图 1-9 连接线标记示例

(5) 导线连接点的表示。导线的连接点有“T”形和多线的“十”形两种。对于“T”形连接点可加实心圆点，也可不加实心圆点，如图 1-10a 所示。对于“十”形连接点必须加实心圆点，如图 1-10b 所示。而交叉又不连接的不能加实心圆点，如图 1-10c 所示。

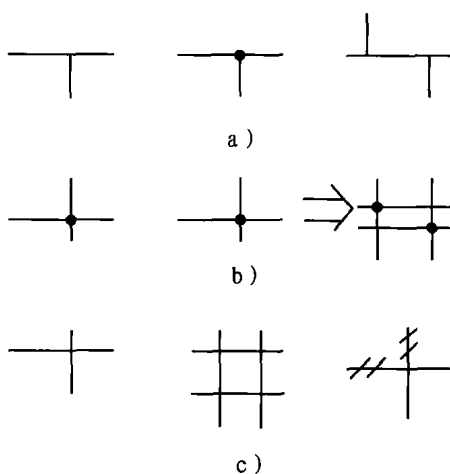


图1-10 导线连接点表示

(6) 连接线的表示法有连续表示法和中断表示法两种。连续表示法是将表示导线的连接线用同一根图线首尾连通的方法。它既可用多线表示也可用单线表示，当图线太多时，为使图面清晰，易画易读，对于多条去向相同的连接线常用单线法表示。当导线组的两端位置不同时，应标注相应的文字符号，如图 1-11 所示。当导线汇入用单线表示的一组平行连接线时，应采用图 1-12 所示的表示法。

中断表示法是将连接线在中间中断，再用符号表示导线的去向。用于简化线路图或使多张图采用相同的连接表示。在同一张图中中断处的两端应给出相同的标记号，并给出导线的去向标记，如图 1-13 所示。对于不同张的图，应在中断处采用相对标记法，即中断处标记名相同，并标注“图序号/图区位置”，如图 1-14 所示。

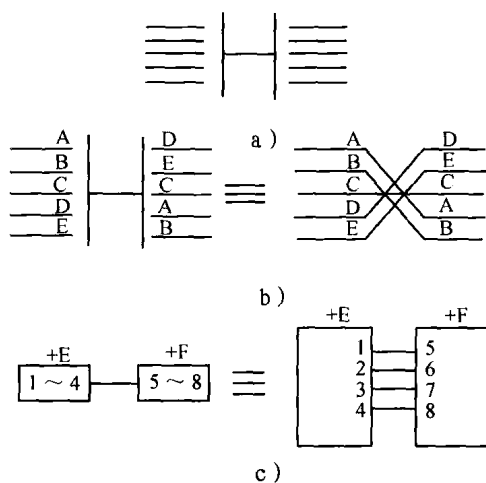


图1-11 连接线的单线表示法

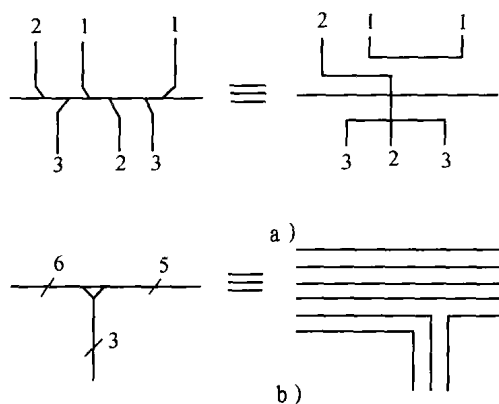


图1-12 汇总线的单线表示法

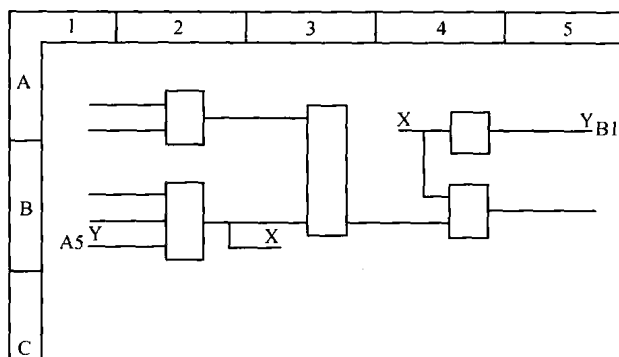


图1-13 单图中断标注信号和位置标记

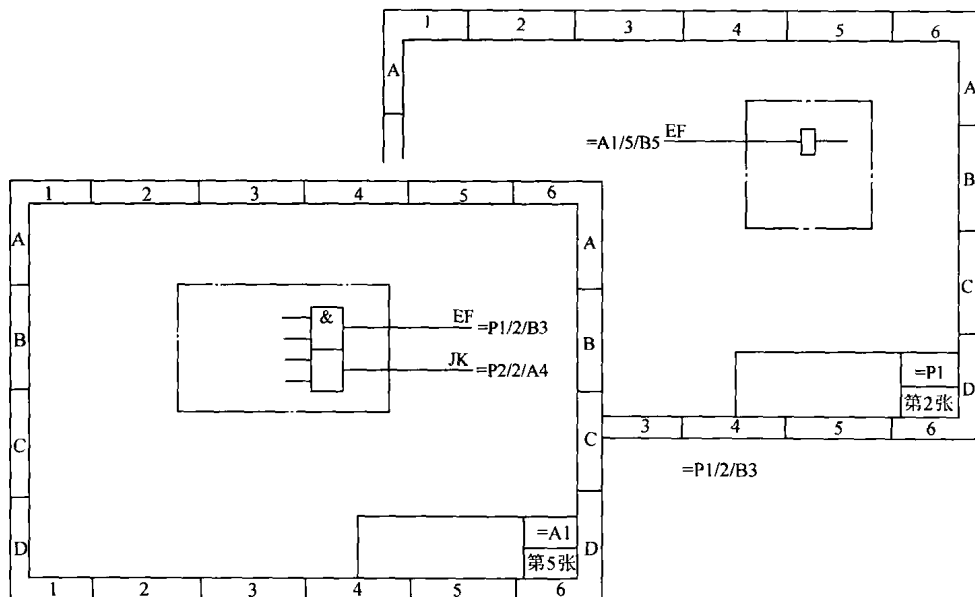


图1-14 多图间的中断标记