



电工电子名家畅销书系

双色图解 电工识图入门

郑凤翼 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

电工电子名家畅销书系

双色图解电工识图入门

郑凤翼 主编



机械工业出版社

本书主要内容有电工识图基本知识、识读机电设备电气控制电路基本环节电路图、识读机电设备继电器-接触器控制电路图、识读电子控制电路图、识读 PLC 控制电路梯形图与变频器控制电路图以及识读厂矿变配电系统电气图。

本书详细地介绍了识读电路图方法和技巧，掌握识读电气图的方法和技巧是本书的重点。本书的识图示例，其实用性强，覆盖面宽。通过识图示例的引导，达到举一反三、触类旁通，使读者通过识图练习，能够读懂更多更新的电气图。

图书在版编目（CIP）数据

双色图解电工识图入门/郑凤翼主编. —北京：机械工业出版社，2013.6

（电工电子名家畅销书系）

ISBN 978-7-111-42445-1

I. ①双… II. ①郑… III. ①电路图-识别 IV. ①TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2013）第 097128 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：徐明煜 责任编辑：徐明煜 朱 林

版式设计：霍永明 责任校对：刘秀丽

责任印制：张 楠

北京京丰印刷厂印刷

2013 年 6 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·15.5 印张·381 千字

0 001—4 000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-42445-1

定价：39.90 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心：(010)88361066

教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售一部：(010)68326294

机工官网：<http://www.cmpbook.com>

销售二部：(010)88379649

机工官博：<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线：(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

出版说明

我国经济与科技的飞速发展，国家战略性新兴产业的稳步推进，对我国科技的创新发展和人才素质提出了更高的要求。同时，我国目前正处在工业转型升级的重要战略机遇期，推进我国工业转型升级，促进工业化与信息化的深度融合，是我们应对国际金融危机、确保工业经济平稳较快发展的重要组成部分，而这同样对我们的人才素质与数量提出了更高的要求。

目前，人们日常生产生活的电气化、自动化、信息化程度越来越高，电工电子技术正广泛而深入地渗透到经济社会的各个行业，促进了众多的人口就业。但不可否认的客观现实是，很多初入行业的电工电子技术人员，基础知识相对薄弱，实践经验不够丰富，操作技能有待提高。党的十八大报告中明确提出“加强职业技能培训，提升劳动者就业创业能力，增强就业稳定性”。人力资源和社会保障部近期的统计监测却表明，目前我国很多地方的技术工人都处于严重短缺的状态，其中仅制造业高级技工的人才缺口就高达400多万人。

秉承机械工业出版社“服务国家经济社会和科技全面进步”的出版宗旨，60多年来我们在电工电子技术领域积累了大量的优秀作者资源，出版了大量的优秀畅销图书，受到广大读者的一致认可与欢迎。本着“提技能、促就业、惠民生”的出版理念，经过与领域内知名的优秀作者充分研讨，我们打造了“电工电子名家畅销书系”，涉及内容包括电工电子基础知识、电工技能入门与提高、电子技术入门与提高、自动化技术入门与提高、常用仪器仪表的使用以及家电维修实用技能等。

整合了强大的策划团队与作者团队资源，本丛书特色鲜明：①涵盖了电工、电子、家电、自动化入门等细分方向，适合多行业多领域的电工电子技术人员学习；②作者精挑细选，所有作者都是行业名家，编写的都是其最擅长的领域方向图书；③内容注重实用，讲解清晰透彻，表现形式丰富新颖；④以就业为导向，以技能为目标，很多内容都是作者多年亲身实践的看家本领；⑤由资深策划团队精心打磨并集中出版，通过多种方式宣传推广，便于读者及时了解图书信息，方便读者选购。

本丛书的出版得益于业内最顶尖的优秀作者的大力支持，大家经常为了图书的内容、表达等反复深入地沟通，并系统地查阅了大量的最新资料 and 标准，更新制作了大量的操作现场实景素材，在此也对各位电工电子名家的辛勤的劳动付出和卓有成效的工作表示感谢。同时，我们衷心希望本丛书的出版，能为广大电工电子技术领域的读者学习知识、开阔视野、提高技能、促进就业，提供切实有益的帮助。

作为电工电子图书出版领域的领跑者，我们深知对社会、对读者的重大责任，所以我们一直在努力。同时，我们衷心欢迎广大读者提出您的宝贵意见和建议，及时与我们联系沟通，以便为大家提供更多高品质的好书，联系信箱为 maryxu1975@163.com。

前 言

在生产实践中，广大电工人员都要接触到各种各样的电气图，这些电气图有的比较简单，有的很复杂，给电工人员识图增添了难度。本书从识图的角度出发，以常用的电气图为实例，介绍识读电气图的方法和技巧，以帮助广大电工人员提高识读电气图的能力。

本书主要内容有：电工识图基本知识、识读机电设备电气控制基本环节电路图、识读机电设备继电器—接触器控制电路图、识读电子控制电路图、识读 PLC 控制电路梯形图、识读变频器控制电路图、识读厂矿变配电系统电气图。

可编程序控制器通常简称为 PLC，是近年发展迅速的工业控制装置。PLC 是以微处理器为基础，综合了现代计算机技术、自动控制技术和通信技术发展起来的一种新型的通用工业自动控制装置。其功能强大、可靠性高、编程简单、使用灵活方便以及适合工业环境下应用等一系列优点，在工业自动化、机电一体化、传统产业技术改造等方面应用越来越广泛。

变频器是近几年新兴起来的电动机控制装置，它们凭优良的性能，可靠的质量，深受各行各业的青睐。

本书详细地介绍了识读电气图的方法和技巧，掌握识读电气图的方法和技巧是本书的重点。本书的识图示例，其实用性强，覆盖面宽。通过识图示例的引导，达到举一反三、触类旁通，使读者通过识图练习，能够读懂更多更新的电气图。

本书所有电气图均采用新的国家标准绘制。本书文字精炼、通俗易懂、内容丰富，分析清晰透彻。在编写过程中，在内容上力求简明实用，并采用深入浅出、图文并茂的表达方式。本书适合广大初、中级电工人员阅读。

本书采用电气元件与编程元件动作顺序来描述电路的工作过程，为了叙述方便，采用了 3 个助记符“◎”、“#”、“[]”。在文字符号前不加前缀符表示线圈，加“◎”前缀表示动合触点，加“#”前缀表示动断触点；在文字符号后加“[]”表示电气元件所在的图区或编程元件所在的梯级或段。例如◎KM₁(1-3)[8]表示动合触点在图区为 8，#KM₂(7-9)[10]表示动断触点在图区为 10；“X0 [2]”表示输入继电器线圈在梯级 2、“◎X0 [2]”表示输入继电器 X0 的动合触点在梯级 2、“#X0 [3]”表示输入继电器 X0 的动断触点在梯级 3。

本书由郑凤翼主编，参加编写的有郑凤翼、徐建国、郑丹丹、孟庆涛、齐宝霞、苏明政、郑晞晖、韩松、耿立文、温永库、王晓琳、苏阿莹、冯建辉、杨洪升、张萍、李红霞等。

在本书写作过程中，编者参考了一些书刊杂志，并引用其中的一些资料，难以一一列举，在此一并向有关书刊杂志的作者表示衷心的感谢。

编 者

2013 年 5 月于大连

目 录

出版说明

前言

第1章 电工识图基本知识 1

- 1.1 电气图的基本构成 1
 - 1.1.1 电气图的组成 1
 - 1.1.2 电气图的主要特点 2
- 1.2 电气图的分类 2
 - 1.2.1 概略图 3
 - 1.2.2 电路图 4
 - 1.2.3 位置图（布置图） 4
 - 1.2.4 接线图或接线表 4
 - 1.2.5 逻辑图 5
- 1.3 电气符号 5
 - 1.3.1 图形符号 5
 - 1.3.2 文字符号 9
 - 1.3.3 项目代号 10
 - 1.3.4 回路标号 12
- 1.4 电气图的表示方法 12
 - 1.4.1 电气图的布局 12
 - 1.4.2 元件的基本表示方法 15
 - 1.4.3 连接线的表示方法 17
- 1.5 识读电气图的基本要求和步骤 18
 - 1.5.1 识图的基本要求 18
 - 1.5.2 识图的一般步骤 19

第2章 识读机电设备电气控制电路基本环节电路图 20

- 2.1 识读机电设备电气控制电路基本环节电路的方法和步骤 20
 - 2.1.1 电气控制电路图中基本环节电路的组成原则 20
 - 2.1.2 查线读图法 22
- 2.2 识读机电设备电气控制电路图中基本环节 23
 - 2.2.1 直接起动单向运行控制电路 23
 - 2.2.2 直接起动正、反向运行控制电路 26
 - 2.2.3 多台电动机的顺序控制电路 31

- 2.3 三相笼型异步电动机减压起动控制电路 34
- 2.4 三相笼型异步电动机的制动和保护电路 40
- 2.5 三相交流绕线转子异步电动机控制电路 45

第3章 识读机电设备继电器-接触器控制电路图 49

- 3.1 识读复杂电气控制电路图的方法和步骤 49
- 3.2 机床与起重机械电气控制电路 51
- 3.3 排水泵及消防泵电气控制电路 66

第4章 电子控制电路图的识读 76

- 4.1 电子控制电路图的基本识读方法 76
 - 4.1.1 电子控制电路的组成 76
 - 4.1.2 识读电子控制电路图的一般方法 77
 - 4.1.3 识读集成电路电路图的方法和内容 82
- 4.2 识读电流型漏电保护电器、自动限电和过、欠电压电路图 83
 - 4.2.1 电流型漏电保护电器 83
 - 4.2.2 自动限电电路及欠电压、过电压保护电路 85
- 4.3 识读机械设备电子控制电路图 89
- 4.4 识读灯光电子控制电路图 94
 - 4.4.1 识读照明灯光电子控制电路图 94
 - 4.4.2 节日彩灯控制电路图的识读 96
- 4.5 识读电子电器电路图 98
 - 4.5.1 识读时间继电器和光电继电器电路图 98
 - 4.5.2 识读接近开关电路图 102
 - 4.5.3 识读晶闸管交流开关电路图 106
 - 4.5.4 识读固态继电器电路图 109

第5章 PLC 控制电路梯形图的识读 113

5.1 PLC 的基本工作原理	113	6.4.2 电动机正、反转控制电路图的 识读	176
5.1.1 PLC 的基本组成	113	6.4.3 变频与工频的切换功能	179
5.1.2 编程语言	114	6.4.4 变频与工频切换控制电路	184
5.1.3 PLC 的等效电路	115	6.4.5 多段速运行控制功能	192
5.1.4 PLC 的工作原理——PLC 的循环 扫描工作方式	116	6.4.6 多挡转速控制电路	194
5.2 FX2N 系列 PLC 编程元件的分类、编号 和基本特征	117	6.4.7 程序控制功能	205
5.3 FX2N 系列 PLC 的指令系统	120	6.4.8 程序控制应用电路	211
5.3.1 基本指令及其应用	120	第 7 章 识读厂矿变配电系统 电气图	214
5.3.2 定时器与计数器指令	124	7.1 电力系统和配电系统	214
5.3.3 顺控指令及其应用	126	7.2 厂矿变配电系统主接线图	215
5.3.4 常用功能指令及其应用	127	7.2.1 厂矿变配电系统的主要电气 设备	215
5.4 PLC 控制电路图的识读示例	129	7.2.2 厂矿变配电所电气主接线的 作用及类型	216
5.4.1 梯形图的编程规则及识读梯形图 的方法	129	7.2.3 一般民用建筑变电所主接线	220
5.4.2 电动机的 PLC 控制	132	7.2.4 电气主电路图的绘制特点及 识读方法	222
5.4.3 一般机械设备的 PLC 控制	147	7.2.5 识读电气主电路图的示例	225
第 6 章 变频器控制电路图的识读	165	7.3 识读变配电系统二次电路图	228
6.1 变频器基本结构	165	7.3.1 二次设备的重要性及其种类	228
6.2 三菱 FR—A540 变频器简介	166	7.3.2 二次设备电路图及其特点	229
6.2.1 三菱 FR—A540 变频器的端子图及 其说明	166	7.3.3 集中式（整体式）二次电 路图和分开式（展开式） 二次电路图	230
6.2.2 变频器的基本功能参数	169	7.3.4 识读二次电路图的方法和 步骤	233
6.3 变频器控制电路图的识读方法与 技巧	171	7.3.5 识图示例	234
6.3.1 外接主电路的结构	171	参考文献	240
6.3.2 外接频率给定电路	172		
6.3.3 外接控制电路	173		
6.4 变频器的控制电路	174		
6.4.1 电动机单向运行的控制电路	174		

第1章 电工识图基本知识

要做到会识图和读懂图，首先必须掌握识图的基本知识，即应该了解电气图的组成、种类特点以及在工程中的作用，了解各种电气图形符号和文字符号，还应该了解绘制电气图的一些规则，以及识图的基本方法和步骤等。

掌握了这些基本知识，也就掌握了识图的一般原则和规律，为识图打下了基础。

1.1 电气图的基本构成

电气图是用各种电气符号、带注释的围框、简化的外形表示的系统、设备、装置、元器件的相互关系或连接关系的一种简图。“简图”是一种技术术语，切不可从字义上去理解为简单的图。应用这一术语的目的，是为了把这种图与其他的图相区别。电气图阐述电路的工作原理，描述电气产品的构成和功能，用来指导各种电气设备、电气电路的安装接线、运行、维护和管理。它是沟通电气设计人员、安装人员、操作人员的工程语言，是进行技术交流不可缺少的重要手段。

1.1.1 电气图的组成

电气图一般是由电路图、技术说明和标题栏三部分组成。

1. 电路及电路图

电路是电流的通路，用导线将电源（提供电能的电气设备）、负载（消耗电能的电气设备）、控制元件和连接导线按一定要求连接起来构成的闭合回路，以实现电气设备的预定功能，这种电气回路就叫电路。把这种电路用国家统一规定的图形符号和文字符号画在图纸上，就是电路图。

电路的结构形式和所能完成的任务是多种多样的，就构成电路的目的来说，一般有两个：一是进行电能的传输、分配与转换；二是进行信息的传递和处理。

不论电能的传输和转换，或者信号的传递和处理，其中电源或信号源的电压或电流称为激励，它推动电路工作；激励在电路各部分产生的电压和电流称为响应。所谓电路分析，就是在已知电路的结构和电器元件参数的条件下，讨论电路的激励与响应之间的关系。本书着重介绍前一类电路，即进行电能的传输、分配与转换的电路（以下简称电路）。

进行电能的传输、分配与转换的电路通常包括两部分——主电路和辅助电路。主电路也叫一次电路，是电源向负载输送电能的电路，它一般包括发电机、变压器、开关、熔断器和负载等。辅助电路也叫二次电路，是对主电路进行控制、保护、监测、指示的电路，它一般包括继电器、仪表、指示灯和控制开关等。通常，主电路中的电流较大，线径较粗，而辅助电路中的电流较小，线径较细。

电路图是反映电路构成的。由于电器元件的外形和结构比较复杂，因此在电路图中采用国家统一规定的图形符号和文字符号来表示电器元件的不同种类、规格以及安装方式。此

外,根据电气图的不同用途,要绘制成不同的形式。如有的电路只绘制电路图,以便了解电路的工作过程及特点;有的电路只绘制装配图,以便了解各电器元件的安装位置及配线方式。对于比较复杂的电路,通常还绘制安装接线图,必要时,还要绘制分开表示的接线图(俗称展开接线图)、平面布置图等,以供生产部门和用户使用。

2. 技术说明

电气图中文字说明和元器件明细表等总称为技术说明。文字说明注明电路的某些要点、安装要求及注意事项等,通常写在电路图的右上方,若说明较多,也可附页说明。元器件明细表列出电路中元器件的名称、符号、规格和数量等。元器件明细表以表格形式写在标题栏的上方,元器件明细表中序号自下而上逐项列出。

3. 标题栏

标题栏画在电路图的右下角,其中注有工程名称、设计类别、设计单位、图名、图号,还有设计人、制图人、审核人、批准人的签名和日期等。标题栏是电气图的重要技术档案,栏目中的签名人,对图中的技术内容各负其责。

1.1.2 电气图的主要特点

1. 简图是电气图的主要表达方式

电气图的种类很多,但除了标明实物的形状、位置、安装尺寸的图外,大量的图都是简图,其特点是:

- 1) 各组成部分或元器件用图形符号表示,而不具体表示其外形、结构尺寸等特征。
- 2) 在图形符号旁边标注文字符号、数字标号。
- 3) 按功能和电流流向表示各装置、设备及元器件的相互位置和连接关系。
- 4) 没有投影关系,不标注尺寸。

2. 元件和连接方式是电气图的主要表达内容

各种电气设备和元器件都可称为元件,这样由各种元件按一定的方式进行连接就构成电路。因此,元件和连接方式是电气图的主要表达内容。

3. 图形符号和文字符号是组成电气图的主要要素

各种元件都有自己的图形符号和文字符号,按照国家的统一规定,用这些代表各种元件的符号,来表示各个组成部分的功能、状态、特征。因此,这些图形符号和文字符号是组成电气图的主要要素。

4. 电气图中的元件都按正常状态绘制

“正常状态”是指电气设备、元器件的可动部分,在无外力作用时的状态。绘制电气图时,各元件的位置应在“正常状态”。

1.2 电气图的分类

电气图是电气工程中各部门进行沟通、交流信息的载体,由于电气图所表达的对象的不同,提供信息的类型及表达方式也不同,这样就使电气图具有多样性。同一套电气设备,可以有不同类型的电气图,以适应不同使用对象的要求。例如,表示系统的规模、整体方案、

组成情况、主要特性,用概略图;表示系统的工作原理、工作流程和分析电路特性,需用电路图;表示元件之间的关系、连接方式和特点,需用接线图。在数字电路中,由于各种数字集成电路的应用,使电路能实现逻辑功能,因此就有反映集成电路逻辑功能的逻辑图。这里只介绍对电工实践中最常用的概略图、电路图、接线图和逻辑图。

1.2.1 概略图

概略图(也称为系统图或框图)是用电气符号或带注释的方框,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。它往往是某一系统、某一装置或某一成套设计图中的第一张图样。

概略图可分不同层次绘制,可参照绘图对象的逐级分解来划分层次。较高层次的概略图,可反映对象的概况;较低层次的概略图,可将对象表达得较为详细。

概略图可作为教学、训练、操作和维修的基础文件,使人们对系统、装置、设备等有一个概略的了解。为进一步编制详细的技术文件以及绘制电路图、接线图和逻辑图等提供依据,也为进行有关计算、选择导线和电气设备等提供了重要依据。

电气系统图或框图原则上没有区别。在实际使用时,系统图通常用于系统或成套装置,框图则用于分系统或设备。

概略图布局采用功能布局法,能清楚地表达过程和信息的流向,为便于识图,控制信号流向与过程流向应互相垂直。概略图的基本形式有3种。

1. 用一般符号表示的概略图

图1-2-1所示为某供电系统的概略图。这种概略图通常采用单线表示法绘制。

2. 框图

主要采用方框符号的概略图称为框图。

通常用框图来表示系统或分系统的组成。

图1-2-2所示为无线广播系统框图。

3. 非电过程控制系统的概略图

在某些情况下,非电过程控制系统的概略图能更清楚地表示系统的构成和特征。图1-2-3所示为某一水泵的电动机供电和给水系统的概略图,它表达了电动机供电、水泵供电和控制三部分间的连接关系。

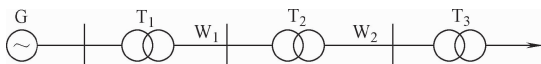


图 1-2-1 供配电系统的概略图

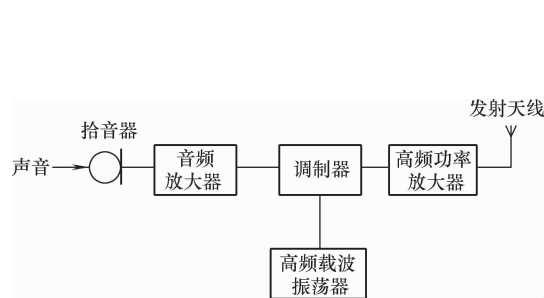


图 1-2-2 无线广播系统框图

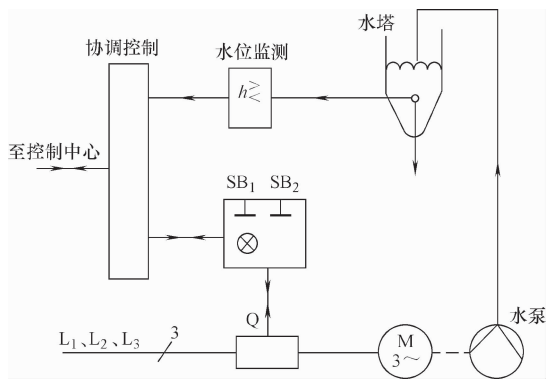


图 1-2-3 水泵的电动机供电和给水系统的概略图

1.2.2 电路图

1. 电路图的基本特征和用途

电路图是根据电路的工作原理以及阅读和分析电路方便为原则,用国家统一规定的电气图形符号和文字符号,按工作顺序从上而下或从左而右排列,详细表示电路、设备或成套装置的工作原理、基本组成和连接关系的简图。电路图表示电流从电源到负载的传送情况和电器元件的动作原理,而不表示电器元件的结构尺寸、安装位置 and 实际配线方法。

电路图可用于详细了解电路工作原理,分析和计算电路的特性及参数,为测试和寻找故障提供信息,为编制接线图提供依据,为安装和维修提供依据。

2. 电路图的分类

按照电路图所描述对象和表示的工作原理,电路图可分为:

(1) 电力系统电路图

电力系统电路图又分为发电厂输变电电路图、厂矿变配电电路图和动力及照明配电电路图。其中每种又分主电路图和辅助电路图。主电路图也称主接线图或一次电路图,以下称其为主电路图。电力系统电路图主中的主电路图(主接线图)实际上就是电力系统的系统图。

主电路图是把电气设备或电器元件,如隔离开关、断路器、互感器、避雷器、电力电容器、变压器、母线等(称为一次设备),按一定顺序连接起来,汇集和分配电能的电路图。

辅助电路图也称二次接线图或二次电路图,以下称其为二次电路图。为了保证一次设备安全可靠地运行及操作方便,必须对其进行控制、显示、检测和保护,这就需要许多附属设备。我们把这些设备称为二次设备。将表示二次设备的图形符号按一定顺序绘制成的电气图,称为二次电路图。

(2) 生产机械设备电气控制电路图

对电动机及其他用电设备的供电和运行方式进行控制的电气图称为生产机械设备电气控制电路图。生产机械设备电气控制电路图一般分为主电路和辅助电路两部分。主电路是指从电源到电动机或其他用电装置大电流所通过的电路。辅助电路包括控制电路、照明电路、信号电路和保护电路等。辅助电路主要由继电器或接触器的线圈及触点、按钮、照明灯、信号灯及控制变压器等电器元件组成。

(3) 电子控制电路图

反映由电子电器元件组成的设备或装置工作原理的电路图称为电子控制电路图。

1.2.3 位置图(布置图)

位置图是指用正投影法绘制的图。位置图表示成套装置和设备中各个项目的布局、安装位置的图。位置图一般是用图形符号绘制的。

1.2.4 接线图或接线表

表示成套装置、设备、电器元件的连接关系,用以进行安装接线、检查、试验与维修的一种简图或表格。接线图(表)可分为单元接线图(表)、互连接线图(表)、端子接线图(表)以及电缆配置图(表)。

1.2.5 逻辑图

逻辑图是用二进制逻辑单元图形符号绘制的、以实现一定逻辑功能的一种简图，可分为理论逻辑图（纯逻辑图）和工程逻辑图（详细逻辑图）两类。理论逻辑图只表示功能而不涉及实现方法，因此是一种功能图；工程逻辑图仅表示功能，而且有具体的实现方法，因此是一种电路图。

1.3 电气符号

电气符号包括图形符号、文字符号、项目代号和回路标号等，它们相互关联、互为补充，以图形和文字的形式从不同角度为电气图提供了各种信息。在绘制电气图时，所有电气设备和电器元件都应使用国家标准符号，当没有国家标准符号时，可采用行业符号。只有弄清楚电气符号的含义、构成及使用方法，才能正确地识图。

1.3.1 图形符号

图形符号通常用于图样或其他文件以表示设备（如电动机）或概念（如接地）的图形、标记或字符。各种电路图都是用这些电气图形符号表示电路的构成、功能、设备的相互连接顺序、相互位置和工作原理的。因此正确地、熟练地理解、绘制和识别各种电气图形符号是电气制图与识图的基本功。

1. 图形符号的概念

图形符号通常由基本符号、符号要素、一般符号和限定符号组成。

1) 基本符号。基本符号不表示独立的电器或元器件，只用以说明电路的某些特征。例如“N”表示中性线；“—”、“~”分别表示直流、交流；而“+”、“-”分别表示直流电的正、负极。

2) 符号要素。符号要素是一种具有确定意义的简单图形，通常表示电器元件的轮廓或外壳，它必须同其他图形符号组合，以构成表示一个设备或概念的完整符号。如接触器的动合（常开）主触点的图形符号（见图1-3-1a），就由接触器的触点限定符号（见图1-3-1b）和动合（常开）触点符号（见图1-3-1c）组合而成。符号要素不能单独使用，而通过不同形式组合后，即能构成多种不同的图形符号。

3) 一般符号。用以表示某一类产品或此类产品特征的一种简单符号。一般符号可直接应用，也可加上限定符号使用。如“○”为电动机的一般符号，“□”为接触器或继电器线圈的一般符号。

4) 限定符号。指用来提供附加信息的一种加在其他图形符号上的符号。它可以表示电量的种类、可变性、力和运动的方向、（流量与信号）流动方向等。限定符号一般不能单独使用。但一般符号有时也可用作限定符号。由于限定符号的应用，从而使用图形符号更具有多样性。例如，在电阻器一般符号的基础上，分别加上不同的限定符号，则可得到可变电阻器、滑线变阻器、压敏（ U ）电阻器、热敏（ θ ）电阻器、光敏电阻器、

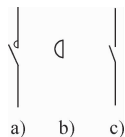


图1-3-1 接触器动合主触点图形符号组成

- a) 接触器动合主触点图形符号
b) 触点限定符号
c) 动合（常开）触点符号

碳堆电阻器、功率为1W的电阻器等，如图1-3-2所示。

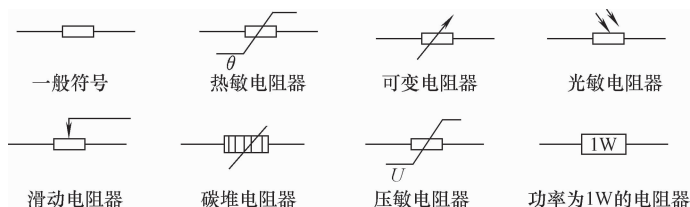


图 1-3-2 限定符号的应用示例

5) 方框符号。电气图形符号还有一种方框符号，用以表示设备、元件间的组合及其功能。它既不给出设备或元件的细节，也不反映它们之间的任何联系，是一种简单的图形符号，通常只用于系统图或框图。方框符号的外形轮廓一般应为正方形，如图1-3-3所示。

2. 图形符号的构成

实际用于电气图中的图形符号，通常由一般符号、限定符号、符号要素等组成，图形符号的构成方式有很多种，最基本和最常用的有以下几种：

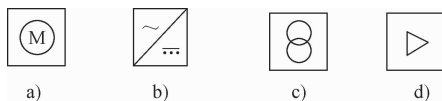


图 1-3-3 方框符号的应用示例

a) 电动机 b) 整流器 c) 变压器 d) 放大器

1) 一般符号 + 限定符号。在图1-3-4中，表示开关的一般符号（见图1-3-4a），分别与接触器限定符号（见图1-3-4b）、断路器限定符号（见图1-3-4c）、隔离开关（隔离器）限定符号（见图1-3-4d）、负荷开关限定符号（见图1-3-4e）这几个限定符号组成接触器符号（见图1-3-4f）、断路器符号（见图1-3-4g）、隔离开关符号（见图1-3-4h）、负荷开关符号（见图1-3-4i）。

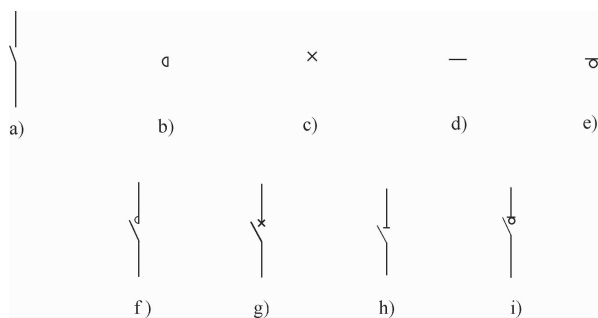


图 1-3-4 一般符号与限定符号的组合

a) 一般符号 b) 接触器功能符号 c) 断路器功能符号 d) 隔离器功能符号
e) 负荷开关功能符号 f) 接触器符号 g) 断路器符号
h) 隔离开关符号 i) 负荷开关符号

2) 符号要素 + 一般符号。在图1-3-5中，屏蔽同轴电缆图形符号（见图1-3-5a），由表示屏蔽的符号要素（见图1-3-5b）与同轴电缆的一般符号（见图1-3-5c）组成。

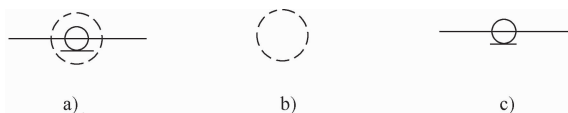


图 1-3-5 符号要素与一般符号的组合

a) 屏蔽同轴电缆图形符号 b) 屏蔽的符号要素 c) 同轴电缆的一般符号

3) **符号要素+一般符号+限定符号**。图 1-3-6a 是表示自动增益控制放大器的图形符号, 它由表示功能单元的符号要素 (见图 1-3-6b) 与表示放大器的一般符号 (见图 1-3-6c)、表示自动控制的限定符号 (见图 1-3-6d) 以及文字符号 dB (作为限定符号) 构成。

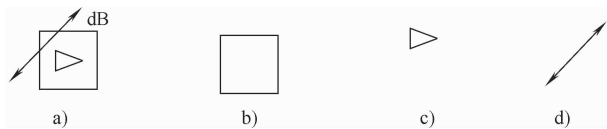


图 1-3-6 符号要素、一般符号与限定符号的组合

a) 自动增益控制放大器 b) 符号要素 c) 放大器的一般符号
d) 自动控制的限定符号

以上是图形符号的基本构成方式, 在这些构成方式基础上加上其他符号即可构成电气图常用图形符号。

3. 图形符号的使用规则

1) **图形符号表示的状态**。图形符号所表示的状态均是在未得电、无外力作用时电气设备和电器元件所处的状态。例如, 继电器、接触器的线圈未得电, 其被驱动的动合触点处于断开位置, 而动断触点处于闭合位置; 断路器和隔离开关处于断开位置; 带零位的手动开关处于零位位置, 不带零位的手动开关处于图中规定的位置。

事故、备用、报警等开关应表示在设备正常使用时的位置, 如在特定位置时, 应在图上有说明。

2) **应尽可能采用优选型符号**。有些设备或电器元件有几种不同的图形符号, 在选用时尽可能选用优选型符号, 在同一套电气图中表示同一类对象时, 应采用同一种形式图形符号。

3) **突出主次**。为了突出主次和区别不同用途, 对相同的图形符号, 其符号的大小和线条的宽度并不影响符号的含义, 因此可根据实际需要放大或缩小。当符号内部要增加标注内容以表达较多的信息时, 该符号可以放大。当一个符号用来限定另一个符号时, 则该符号常被缩小。但在符号放大或缩小时, 符号之间及符号本身比例应保持不变。

4) **图形符号方位**。标准中示出的符号方位, 在不改变图形符号含义和引起误解的前提下, 可根据图面布置的需要旋转或镜像放置, 但文字和指示方向不得倒置。

有方位规定的图形符号为数很少, 但其中在电气图中占重要位置的各类开关、触点, 当符号呈水平形式布置时, 应遵循下开上闭的原则; 当符号呈垂直布置时, 应遵循左开右闭的原则, 如图 1-3-7 所示。并且静触点接电源侧, 动触点接负载侧。

5) **图形符号的引线**。图形符号所带的连接线不是图形符号的组成部分, 在大多数情况下, 引线的位置仅作示例。在不改变符号含义的前提下, 为绘图方便, 引线可取不同的方向。

但是, 在某些情况下, 图形符号引线的位置影响到符号的含义, 则引线位置就不能随意改变, 否则会引起歧义。

电气图中常用的图形符号见表 1-3-1。

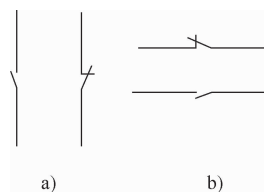


图 1-3-7 开关、触点符号的方位

a) 动合触点 b) 动断触点

表 1-3-1 电气图中常用的图形符号及文字符号

名 称	图 形 符 号	文字符号	名 称	图 形 符 号	文字符号	名 称	图 形 符 号	文字符号
一般三极电源开关		Q	线圈			接插件		X
低压断路器		QF	延时闭合动合触点			电磁铁		YA
行程开关	动合触点	SQ	延时断开动断触点		KT	电磁吸盘		YH
	动断触点		延时闭合动断触点			三相笼型异步电动机		M
	复合触点		延时断开动合触点			三相感应型异步电动机		M
熔断器		FU	热元件		FR	单相变压器		T
接触器	线圈	KM	动断触点					TC
	主触点		转换开关		SA	制动电磁铁		YB
	动合辅助触点		线圈		KA	电磁离合器		YC
	动断辅助触点		欠电压继电器		KV	电位器		RP
			动合触点		相应继电器符号	桥式整流器		VC
按钮	动合按钮	SB	动断触点			照明灯		EL
	动断按钮		二极管		VD	信号灯		HL
	复合按钮		NPN 型晶体管		VT			

1.3.2 文字符号

文字符号是表示电气设备、装置、电器元件的名称、状态和特征的字符代码。在电气图中,一般标注在电气设备、装置、电器元件的图形符号上或其近旁。常用的文字符号见表1-3-1。

1. 文字符号的用途

- 1) 为项目代号提供电气设备、装置和电器元件种类字符代码和功能代码。
- 2) 作为限定符号与一般图形符号组合使用,以派生新的图形符号。
- 3) 在技术文件或电气设备中表示电气设备及电路的功能、状态和特征。

2. 文字符号的构成

文字符号分为基本文字符号和辅助文字符号两大类。文字符号可以用单一的字母代码或数字代码来表达,也可以用字母与数字组合的方式来表达。

(1) 基本文字符号

基本文字符号主要表示电气设备、装置和电器元件的种类名称,分为单字母符号和双字母符号。

单字母符号用拉丁字母将各种电气设备、装置、电器元件划分为23个大类,每大类用一个大写字母表示。如“R”表示电阻器类,“S”表示开关选择器类。对于标准中未列入大类分类的各种电器元件、设备,可以用字母“E”来表示。

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,其组合形式以单字母符号在前,另一字母在后的次序标出。双字母符号可以较详细和更具体地表达电气设备、装置、电器元件的名称。双字母符号中的另一个字母通常选用该类电气设备、装置、电器元件的英文名词的首位字母,或常用的缩略语,或约定俗成的习惯用字母。例如,“G”表示电源类,“GB”表示蓄电池,“B”为蓄电池的英文名称(Battery)的首位字母。

标准给出的双字母符号若仍不够用时,可以自行增补。自行增补的双字母符号,可以按照专业需要编制成相应的标准,在较大范围内使用;也可以用设计说明书的形式在小范围内约定俗成,只应用于某个单位、部门或某项设计中。

(2) 辅助文字符号

电气设备、装置和电器元件的种类名称用基本文字符号表示,而它们的功能、状态和特征用辅助文字符号表示,通常用表示功能、状态和特征的英文单词的前一、二位字母构成,也可采用缩略语或约定俗成的习惯用法构成,一般不能超过三位字母。例如,表示“启动”,采用“START”的前两位字母“ST”作为辅助文字符号;而表示“停止(STOP)”的辅助文字符号必须再加一个字母,为“STP”。

辅助文字符号也可放在表示种类的单字母符号后边组合成双字母符号,此时辅助文字符号一般采用表示功能、状态和特征的英文单词的第一个字母。如“GS”表示同步发电机,“YB”表示制动电磁铁等。

某些辅助文字符号本身具有独立的、确切的含义,也可以单独使用。例如,“N”表示交流电源的中性线,“DC”表示直流电,“AC”表示交流电,“AUT”表示自动,“ON”表示开启,“OFF”表示关闭等。

(3) 数字代码

数字代码的使用方法主要有两种:

1) 数字代码单独使用: 数字代码单独使用时, 表示各种电器元件、装置的种类或功能, 必须按序编号, 还要在技术说明中对代码意义加以说明。例如, 电气设备中有继电器、电阻器、电容器等, 可用数字来代表电器元件的种类, 如“1”代表继电器, “2”代表电阻器, “3”代表电容器。再如, 开关有“开”和“关”两种功能, 可以用“1”表示“开”, 用“2”表示“关”。

电路图中电气图形符号的连线处经常有数字, 这些数字称为线号。线号是区别电路接线的重要标志。

2) 数字代码与字母符号组合使用: 将数字代码与字母符号组合起来使用, 可说明同一类电气设备、电器元件的不同编号。数字代码可放在电气设备、装置或电器元件的前面或后面, 若放在前面应与文字符号大小相同, 放在后面一般应作为下标。例如, 三个相同的继电器可以表示为“1KA、2KA、3KA”或“KA₁、KA₂、KA₃”。

3. 文字符号的使用

1) 一般情况下, 编制电气图及编制电气技术文件时, 应优先选用基本文字符号、辅助文字符号以及它们的组合。而在基本文字符号中, 应优先选取用单字母符号。只有当单字母符号不能满足要求时方可采用双字母符号。基本文字符号不能超过两位字母, 辅助文字符号不能超过3位。

2) 辅助文字符号可单独使用, 也可将首位字母放在表示项目种类的单字母符号后面组成双字母符号。

3) 当基本文字符号和辅助文字符号不够用时, 可按有关电工术语国家标准或专业标准中规定的英文术语缩写进行补充。

4) 由于字母“I”、“O”易与数字“1”、“0”混淆, 因此不允许用这两个字母作文字符号。

5) 文字符号可作为限定符号与其他图形符号组合使用, 以派生出新的图形符号。

6) 文字符号一般标注在电气设备、装置或电器元件的图形符号上或其近旁。

7) 文字符号不适于电气产品型号编制与命名。

1.3.3 项目代号

在电气图上, 通常用一个图形符号表示的基本件、部件、组件、功能单元、设备、系统等, 称为项目。项目有大有小, 可能相差很多, 大至电力系统、成套配电装置, 以及发电机、变压器等, 小至电阻器、端子、连接片等, 都可以称为项目, 因此项目具有广泛的概念。

项目代号是用以识别图、表图、表格中和设备上的项目种类, 并提供项目的层次关系、种类、实际位置等信息的一种特定的代码, 是电气技术领域极为重要的代号。由于项目代号是以一个系统、成套装置或设备的依次分解为基础来编定的, 它建立了图形符号与实物间一一对应的关系, 因此可以用来识别、查找各种图形符号所表示的电器元件、装置和设备以及它们的隶属关系、安装位置。

1. 项目代号的组成

项目代号由高层代号、位置代号、种类代号、端子代号根据不同场合的需要组合而成, 它们分别用不同的前缀符号来识别。前缀符号后面跟字符代码, 字符代码可由字母、数字或字母加数字构成, 其意义没有统一的规定(种类代号的字符代码除外), 通常可以在设计文