



职业技能通用技术丛书

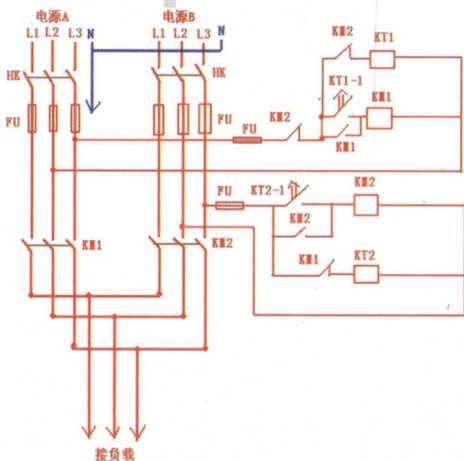
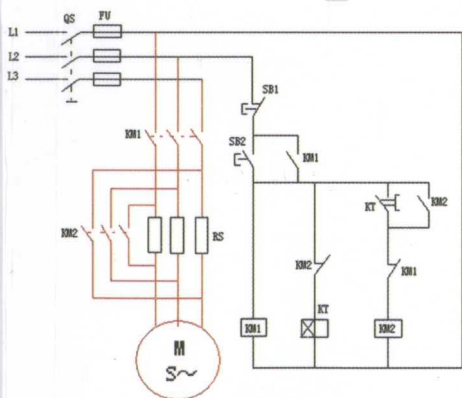
XINBIAN ZHIYE JINENG
TONGYONG JISHU CONGSHU



电工识图 技术手册

DIANGONG SHITU JISHU SHOUCHE

段玉春◎主编



内蒙古人民出版社



新编职业技能通用技术丛书

★ 帮你入门、祝你成功步入人才殿堂 ★

最新电工识图技术 手册

段玉春 主编

内蒙古人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

最新电工识图技术手册/段玉春主编. —呼和浩特:内蒙古人民出版社,
2009. 2

(新编职业技能通用技术丛书)

ISBN 978 - 7 - 204 - 09838 - 5

I. 最… II. 段… III. 电路图 - 识图法 - 技术手册 IV. TM02 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 021012 号

新编职业技能通用技术丛书

主 编 段玉春

责任编辑 朱莽烈

封面设计 车艳芳

出版发行 内蒙古人民出版社

地 址 呼和浩特市新城区新华大街祥泰大厦

印 刷 北京柯蓝博泰印务有限公司

开 本 880 × 1230 1/32

印 张 221

字 数 4600 千

版 次 2009 年 3 月第 1 版

印 次 2009 年 3 月第 1 次印刷

印 数 1 - 3000 套

书 号 ISBN 978 - 7 - 204 - 09838 - 5/Z · 579

定 价 506.60 元(全 17 册)

如出现印装质量问题,请与我社联系。联系电话:(0471)4971562 4971659

前 言

进入 21 世纪后，随着我国工业化进程的加速、产业结构的调整和升级，我国制造业在世界所占的比重越来越大，随着我国逐渐成为“世界制造业中心”进程的加快，制造业的主力——技能人才的严重缺乏已成为制约我国制造业快速发展的瓶颈。为适应技术工人岗位培训和提高操作技能水平的需要，政府及各级职能部门快速做出反应，采取加大培养力度，鼓励各种社会力量投入技能人才培养领域。

为适应全面建设小康社会对高素质劳动者和型人才的迫切需求，促进社会主义和谐社会建设，我们组织了专家、学者编写了“新编职业技能实用技术”系列丛书。本系列丛书以劳动和社会保障部最新制定的《国家职业标准》及职业技能鉴定规范为依据，以企业对人才需求为向导，以岗位职业技能为标准，以企业技能发展为原则来编写。坚持以实用为主，理论联系实际，重点突出，简明扼要，力求做到科学性、系统性和直观性。通过阐述技术工人的基本技能和基本操作方法，来提高技术工人在实际工程中的应用能力。

《最新电工识图技术手册》以“实用为基础，以理论为前提”，“以技能训练为主导，以技能鉴定为背景”，全面、系统地介绍了电工应掌握的各种基础知识和基础技能。内容紧密联系生产实际，力求重点突出、深入浅出、图文并茂、直观易懂、实用性强。既适合电工技术人员阅读，也可作相关企业培训教材及相关专业职业技术学校师生的辅助教材。

本手册在编写的过程中还引用和参考了大量的图书出版物和企业培训资料，并得到了相关专家、学者的大力支持，在此一并专家、

有关作者及相关企业表示衷心地感谢和崇高的敬意。

由于时间仓促，再加上编者水平有限，书中难免出现错误和不足之处，敬请读者批评指正。

编 者

2009年3月

目 录

第一章 识读电气图的基本知识	1
第一节 电气符号	1
一、图形符号	1
二、文字符号	16
三、项目代号	23
四、回路标号 (也称回路线号)	26
五、常用新、旧名词术语对照	28
第二节 电气图的分类	30
一、概略图	31
二、电路图	33
三、位置图 (布置图)	35
四、接线图或接线表	35
五、逻辑图	35
第三节 电气图的特点和电气制图的一般规则	36
一、电气图的特点	36
二、电气图的组成	37
三、电气控制电路图的绘制规则	38
四、电气图的布局	40
五、图上位置的表示方法	43
六、电气元件的表示方法	44
七、电气元件技术数据及有关注释和标志的表示方法	46
八、电路的多线表示法和单线表示法	47
九、连接线的一般表示方法	47

十、连接线的连续表示法和中断表示法	48
十一、电气设备特定接线端子和特定导线端的识别	50
第四节 识读电气图的基本要求和步骤	50
一、识图的基本要求	50
二、识图的一般步骤	52
第二章 电动机控制电路图	54
第一节 三相笼型感应电动机直接启动控制电路	54
一、单向运行控制电路	54
二、直接启动正、反转运行控制电路	59
三、电动机的顺序控制电路	69
四、继电器、接触器控制电路组成规律	75
第二节 三相笼型感应电动机减压启动控制电路	76
一、定子绕组串接电阻减压启动控制电路	77
二、Y- Δ 减压启动控制电路	79
三、自耦变压器减压启动控制电路	83
第三节 三相笼型感应电动机的制动和保护电路	84
一、电磁抱闸断电制动控制电路	84
二、反接制动控制电路	85
三、能耗制动控制电路	88
第四节 三相交流绕线型感应电动机控制电路	90
一、转子回路串电阻启动控制电路	90
二、转子回路串频敏变阻器启动控制电路	95
第三章 常用机电设备电气控制电路图	98
第一节 识读复杂电气控制电路图的方法和步骤	98
一、了解生产工艺与执行电器的关系	98
二、通过主电路了解电动机（或其他电器）的配置 情况及其控制	98
三、化整为零，采用逆读溯源法将电路进行分解	99
四、集零为整，综合分析	101

第二节 C650 型卧式车床电气控制电路	101
一、电路组成	101
二、电路工作过程	107
第三节 Z3040 型摇臂钻床电气控制电路	110
一、电路组成	110
二、电路工作过程	114
第四节 排水泵和消防泵电气控制电路	120
一、两台排水泵一用一备的电气控制电路	120
二、两台补压泵一用一备自动轮换工作的消防泵 电气控制电路	123
第四章 建筑电气工程图	131
第一节 内线工程图常用图形和文字符号	131
一、发电站、变电所和电能变换器图形符号	131
二、变压器、电抗器和电机图形符号	132
三、开关、保护器件和测量仪表图形符号	134
四、建筑常用电气设备图形符号	135
五、导线及连接件图形符号	144
六、照明灯具图形符号	150
七、电气平面施工图中常用符号	151
八、常用建筑图例	153
九、电气设备的文字代号标注方法	154
十、线路敷设方式文字符号	156
十一、标注线路用途的文字符号	157
十二、线路敷设部位文字符号	157
十三、灯具安装方式的标注文字符号	158
十四、电气图说明中常用新旧术语对照表	159
十五、土建图和土建常用术语	160
第二节 动力与照明工程图	161
一、动力与照明配电系统图	162

二、动力与照明配电电路图	163
三、简介低压配电外线工程平面图	164
四、动力配电平面图	166
五、照明配电平面图和剖面图	167
六、电气照明平面图与实际接线图的差别	170
七、民用建筑楼梯照明灯控制方式	172
八、线管加工和敷设时的做法	175
九、金属线管接地线连接	180
十、室内明配电缆的做法	181
十一、母线弯曲、连接和安装时的做法	184
十二、配电屏、箱的选型、自制及安装	188
十三、瓷夹和绝缘子配线	191
十四、槽板配线	192
十五、线槽配线	193
第五章 电子控制电路图的识读	199
第一节 识读电子控制电路图的方法和步骤	199
一、识读电子控制电路图应具备的基础知识	199
二、识读电子控制电路图的一般方法和步骤	202
第二节 电路图的基本识读方法	205
一、识读电子控制电路图的一般方法	205
二、识读单元电路	208
三、识读集成电路图的方法和内容	212
第三节 晶闸管触发电路	214
一、晶闸管的导通、关断条件	214
二、单相晶闸管触发电路	216
三、双向晶闸管触发电路	224
第四节 识读电子电器电路图	228
一、JS20 型单结晶体管阻容式时间继电器电路	228
二、集成运放 FC52 组成的光电继电器电路	231

三、高频振荡型接近开关电路	232
四、单向晶闸管交流开关电路	235
五、双向晶闸管交流开关—交流固态继电器电路	238
六、电流型漏电保护电器电路	247
第五节 识读机械设备电子控制电路图	250
一、采用双向晶闸管无触点开关的三相感应电动机 控制电路	250
二、三相电动机的 Y- Δ 减压启动控制电路	253
三、线电流为零的三相电动机断相保护电路	255
第六节 识读灯光电子控制电路图	257
一、识读照明灯光控制电路图	257
二、节日彩灯控制电路图	259
三、识读电子镇流器电路图	261
第六章 配电系统电气图	264
第一节 概 述	264
一、电力系统	264
二、变电所与配电所	266
三、电力网	267
四、三相交流电网和电力设备的额定电压 U_N	267
五、电力系统的中性点运行方式	268
六、电源中性点直接接地的低压配电系统	269
七、电力负荷的分级及对供电电源的要求	274
第二节 电力用户供电系统及供电要求	276
一、电力用户供电系统的组成	276
二、电气主接线的基本形式	277
三、变电所的主接线	286
四、供配线路的接线方式	288
五、识读电气主电路图的方法	293
六、识图示例	301

第三节	识读供配电系统二次电路图	306
一、	二次设备	306
二、	二次设备电路图及其特点	307
三、	集中式（整体式）二次电路图和分开式 （展开式）二次电路图	309
四、	识读二次电路图的方法和步骤	314
五、	识图示例	316
第七章	照明和动力电气电路图	330
第一节	照明电气电路图	330
一、	照明供电	330
二、	照明配电网络	332
三、	电气照明供电系统图	335
四、	电气照明平面图	338
第二节	动力电气电路图	346
一、	动力工程平面图	346
二、	动力系统图	349
第三节	识读动力、照明电气图的一般方法和步骤	352
一、	动力及照明平面图的绘制特点	352
二、	识读动力、照明平面图的一般方法和步骤	352
第八章	PLC 梯形图和指令语句表的识读	355
第一节	PLC 的基本原理	355
一、	PLC 的组成	355
二、	PLC 的等效电路	360
三、	PLC 的工作方式	362
第二节	三菱 FX ₂ 系列 PLC	365
一、	FX ₂ 系列 PLO 的编程元件（软器件）	365
二、	FX ₂ 的指令系统	372
第三节	识读 PLC 梯形图和指令语句表的方法和步骤	383
一、	总体分析	383

二、梯形图和指令语句表的结构分析	384
三、梯形图和指令语句表的分解	384
四、集零为整, 综合分析	386
五、识读梯形图的具体方法	386
六、识读指令语句表的具体方法	388
第四节 识读 PLC 梯形图和指令语句表示例	389
一、PLC 控制系统梯形图和语句表的特点	389
二、三相感应电动机正、反转运行及停止的 PLC 控制	390
三、三相感应电动机 Y- Δ 减压启动的 PLC 控制	394
四、Z3040 型摇臂钻床的 PLC 控制	398

第一章 识读电气图的基本知识

第一节 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，所有电气设备和电气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。

一、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。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

(1) 符号要素

图形符号通常由符号要素、一般符号和限定符号组成。

符号要素是一种具有确定意义的简单图形，通常表示电气元件的轮廓或外壳。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。如接触器的动合主触头的符号（见图 1-1 (a)），就由接触器的触头功能符号（见图 1-1 (b)）和动合触头（常开）符号（见图 1-1 (c)）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。

(2) 一般符号

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。图1-2所示为一些常用元器件的一般符号。

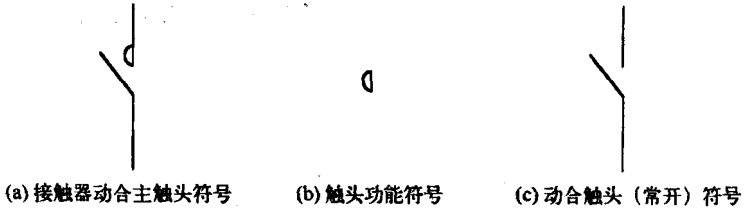


图1-1 接触器动合主触头符号组成

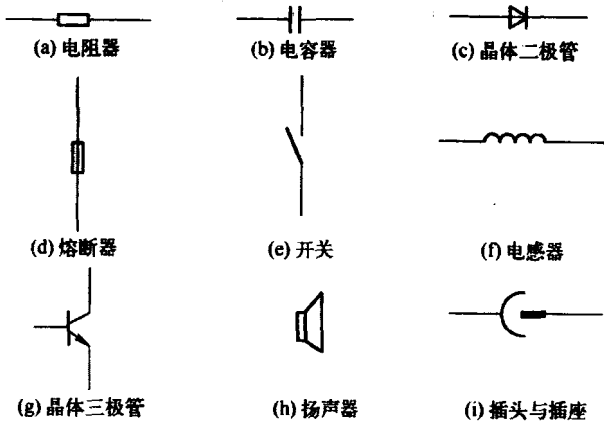


图1-2 常用元器件的一般符号

(3) 限定符号

限定符号是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、滑动变阻器、压敏（U）电阻器、热敏（ θ ）电阻器、光敏电阻器、碳堆电阻器、功率为1W的电阻器等，如图1-3所示。

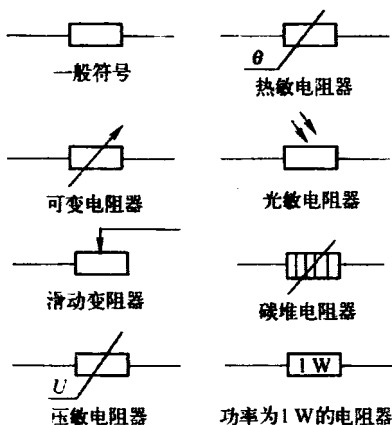


图 1-3 限定符号的应用示例

(4) 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关系，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为正方形，如图 1-4 所示。

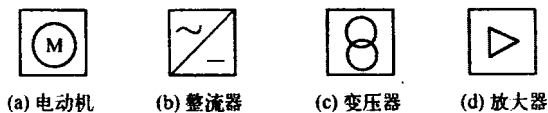


图 1-4 方框符号的应用图例

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：

(1) 一般符号 + 限定符号

在图 1-5 中，表示开关的一般符号（见图（a）），分别与接触器功能符号（见图（b））、断路器功能符号（见图（c））、隔离器功能符号（见图（d））、负荷开关功能符号（见图（e））这几个限定

符号组成接触器符号（见图（f））、断路器符号（见图（g））、隔离开关符号（见图（h））、负荷开关符号（见图（i））。

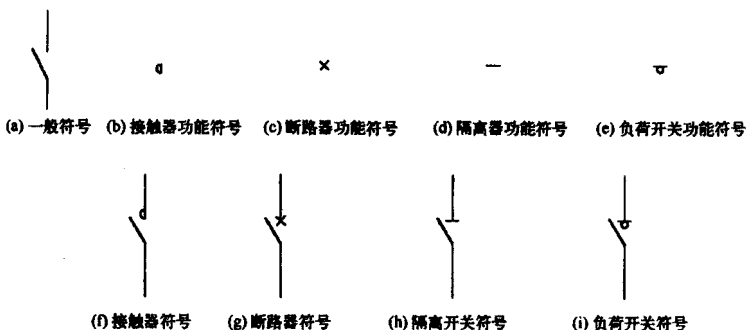


图 1-5 一般符号与限定符号的组合

(2) 符号要素 + 一般符号

在图 1-6 中，屏蔽同轴电缆图形符号（见图（a）），由表示屏蔽的符号要素（见图（b））与同轴电缆的一般符号（见图（c））组成。



图 1-6 符号要素与一般符号的组合

(3) 符号要素 + 一般符号 + 限定符号

在图 1-7 中的图（a）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图（b）与表示放大器的一般符号图（c）、表示自动控制的限定符号图（d）及文字符号 dB（作为限定符号）构成。

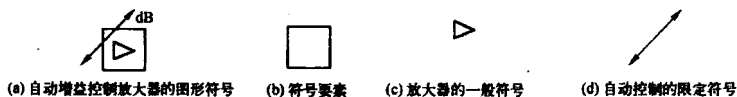


图 1-7 符号要素、一般符号与限定符号的组合

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或无外力作用时电气设备和电气元件所处的状态。例如，继电器、接触器的线圈未得电，其被驱动的动合触头处于断开位置，而动断触头处于闭合位置；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。

机械开关或触头的工作状态与工作条件或工作位置有关。它们的对应关系应在图形符号附近加以说明，以利识图时能较清楚地了解开关和触头在什么条件下动作，进而了解电路的原理和功能。按开关或触头类型的不同，采用不同的表示方法。

①对非电或非人工操作的开关或触头，可用文字、坐标图形或操作器件的简单符号来说明这类开关的工作状态。

用文字说明：在各组触头的符号旁用字母或数字标注，以表明其运行方式，然后在适当位置用文字来注释字母或数字所代表的运行方式，如图 1-8 中文字说明置于图的右侧。采用这种方式时，要注意作注释的字母或数字代号应与该开关或触头的端子代号相区别，注释的位置也应避免引起误解。图 1-8 中的 11—12、13—14、15—16、17—18 为端子代号。

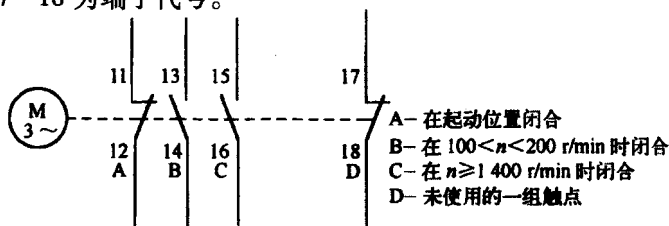


图 1-8 开关或触头运行方式用文字说明