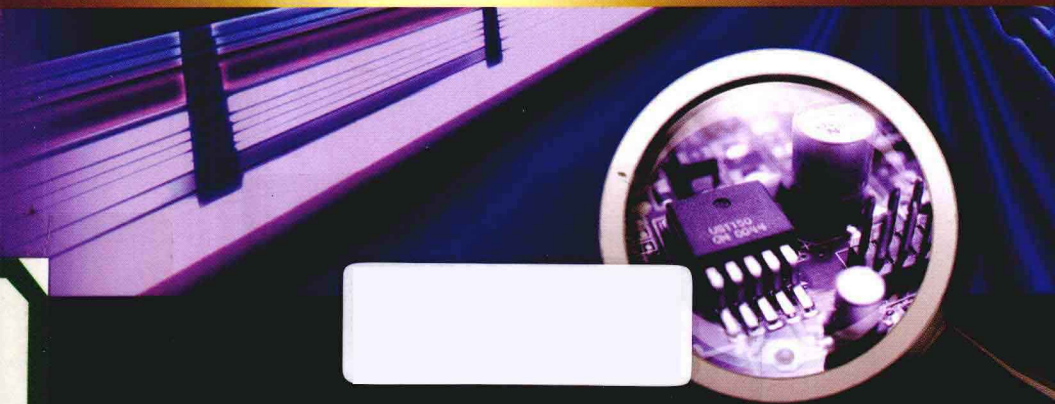




学技能就业直通车系列书

电工识图 快速入门

● 乔长君 编著



图文并茂 所有讲解都围绕插图进行，内容来源于生产实践，便于读者学习掌握。
轻松易读 紧紧围绕入门展开，运用通俗的语言，将难以理解的概念转化为相对简单的知识，使枯燥的学习变得相对轻松，帮助读者迅速学会技能。



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



学技能就业直通车系列书

电工识图 快速入门

● 乔长君 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书是针对农村剩余劳动力转化的新要求编写的,运用通俗的语言,将难于理解的概念化为相对简单的知识,力图使枯燥的学习变为相对轻松的过程,使读者能够轻松掌握技能。

本书共分五章,内容包括识图基础、建筑电气图、电气系统接线图、低压电气控制电路图、电子电路图等方面,内容来源于生产实践。全书内容翔实新颖,图文并茂,具有先进性、系统性和较高的实用价值。

本书适合初中以上文化程度,初学电气识图的电工阅读,也可作为专业人员的参考工具书,还可作为职业技术院校相关专业的辅助教材。

图书在版编目(CIP)数据

电工识图快速入门/乔长君编著. —北京:中国电力出版社, 2012. 10

(学校就业直通车系列书)

ISBN 978-7-5123-3624-7

I. ①电… II. ①乔… III. ①电路图-识别 IV. ①TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 245473 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2013 年 3 月第一版 2013 年 3 月北京第一次印刷

850 毫米×1168 毫米 32 开本 11.25 印张 288 千字 2 插页

印数 0001—3000 册 定价 24.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



前 言

电气图是电气技术领域广泛应用的一种技术资料，是设计、生产和维修不可缺少的内容。电气图作为一种工程语言，在电气安装、调试、维修中起着很重要的作用。怎样快速掌握识图技能，使自己成为拿得起放得下的电气工程人员，是摆在那些初学者面前的艰难课题。

本书是针对农村剩余劳动力转化的新要求编写的，运用通俗的语言，将难于理解的概念化为相对简单的知识，力图使枯燥的学习变为相对轻松的过程，使读者能够轻松掌握技能。内容上按照由浅入深的原则，从电气图的基本元素——常用低压电气及元器件的用途开始，介绍了电气符号、电气制图规则和方法。从第2章开始分别讲述各类电气图的阅读方法，并给出了部分例图，以达到举一反三的目的。全书共分五章，内容包括识图基础、建筑电气图、电气系统接线图、低压电气控制电路图、电子电路图等方面，内容翔实新颖，图文并茂，具有先进性、系统性和较高的实用价值。

本书主要由乔长君编写，董啸、李祥明、马军、朱家敏、于蕾、武振忠、杨春林等也参加了编写工作，在此一并表示感谢。由于实践经验和学识水平有限，书中错误和不妥之处在所难免，恳请广大读者批评指正，以求进一步完善。在此表示衷心感谢。

编 者

2013 年 1 月



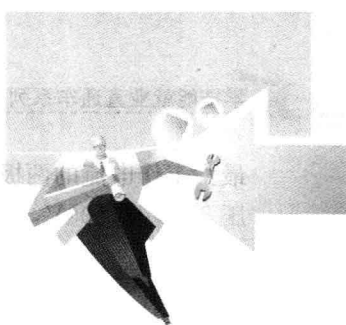
目 录

前言

第 1 章 识图基础	1
1.1 低压电器及电子元件	1
1.1.1 常用低压电器	1
1.1.2 常用电子元件	7
1.2 电气符号.....	11
1.2.1 从实物元件到图形符号.....	11
1.2.2 电气简图用图形符号.....	12
1.2.3 电气简图用文字符号.....	38
1.2.4 建筑电气图形符号.....	44
1.2.5 项目代号.....	50
1.2.6 回路标号 (也称回路线号)	53
1.3 电气图制图规则和方法.....	53
1.3.1 电气图制图规则.....	53
1.3.2 电气图基本表示方法.....	58
第 2 章 建筑电气图	62
2.1 建筑电气图识图方法.....	62
2.1.1 建筑电气图分类.....	62
2.1.2 安装图的标注方法及其应用.....	83
2.1.3 建筑电气平面图专用标志.....	89
2.1.4 识图的基本方法.....	90
2.2 工业建筑电气图示例.....	91
2.2.1 变配电站建筑电气图.....	91

2.2.2 装置电气安装图	116
第3章 电气系统接线图	124
3.1 电气一次系统接线图	124
3.1.1 工厂企业供电方式	124
3.1.2 变配电站系统接线图识读	127
3.2 电气二次回路图	133
3.2.1 基本知识	133
3.2.2 看图方法	136
3.2.3 常用控制电路识读	137
第4章 低压电气控制电路图	160
4.1 三相电动机控制电路图识读	160
4.1.1 控制电路图的查线读图法	160
4.1.2 笼型三相电动机起动控制电路	164
4.1.3 笼型三相电动机运行控制电路	172
4.1.4 笼型三相电动机制动控制电路	181
4.1.5 绕线型三相电动机控制电路	187
4.1.6 起重机专用电路	191
4.2 机床电路	199
4.2.1 车床电路	199
4.2.2 钻床电路	210
4.2.3 磨床电路	218
4.2.4 铣床控制电路	224
4.2.5 其他机床控制电路	232
第5章 电子电路图	243
5.1 电子电路识读方法	243
5.1.1 电子电路图的种类	243
5.1.2 电子电路图的识图方法与技巧	245
5.1.3 识读电路原理图的步骤	248

5.2	放大电路识读	250
5.2.1	三极管基本放大电路识读	250
5.2.2	三极管多级放大电路识读	255
5.2.3	三极管功率放大电路识读	258
5.2.4	场效应管放大电路	260
5.3	整流滤波电路识读	263
5.3.1	不可控整流电路	263
5.3.2	半控整流电路	267
5.3.3	全控整流电路	269
5.3.4	滤波电路	270
5.3.5	倍压电路	273
5.3.6	稳压电路	273
5.4	逆变与交流调压电路识读	275
5.4.1	斩波器	275
5.4.2	交流调压电路	280
5.5	集成运算放大器电路识读	281
5.5.1	集成运算放大器的引脚及其功能	281
5.5.2	集成运算放大器的线性电路	283
5.5.3	集成运放的非线性应用	286
5.6	逻辑电路识读	289
5.6.1	逻辑代数基本运算	289
5.6.2	逻辑代数的基本公式	291
5.6.3	基本电路	292
5.7	综合应用	311
5.7.1	模拟电路的应用	311
5.7.2	数字电路的应用	330
5.7.3	CSC-103B 综合保护器应用电路	335



第 1 章

识 图 基 础

1.1 低压电器及电子元件

1.1.1 常用低压电器

1. 低压开关

低压开关主要用于隔离, 转换以及接通和分断电路。多数作为机床电路的电源开关、局部照明电路的控制, 有时用来直接控制小容量电动机的起动、停止和正反转控制。

低压开关一般为非自动切换电器, 常用的主要类型有刀开关, 转换开关和自动空气开关等。

典型的低压开关主要由手柄、动触刀、表夹座、进线座、出线座和绝缘底板组成。推动手柄使动触刀插入静夹座中, 电路就会被接通。

一般闸刀开关不设专门的灭弧装置, 仅利用胶盖的遮护以防电弧灼伤人手, 因此不宜带负荷操作, 若带一般性负载操作时, 应动作迅速, 使电弧较快的熄灭, 一方面不易灼伤人手, 同时也减少电弧对动触刀和静夹刀的灼损。

由于这种开关易被电弧灼损, 引起接触不良等故障, 因此不宜分断有负载的电路, 适于接通或断开有电压而无负载电流的电路。但因其结构简单、操作方便、价格便宜, 在一般的照明电路和功率小于 5.5kW 电动机的控制电路中仍被采用。用于照明电路时可选用额定电压 220V 或 250V, 额定电流等于或大于电路



最大工作电流的两极开关；用于电动机的直接起动时，可选用电压 380V 或 500V，额定电流等于或大于电动机额定电流 3 倍的三极开关。

刀开关外形及在电气原理图中的符号如图 1-1 所示。

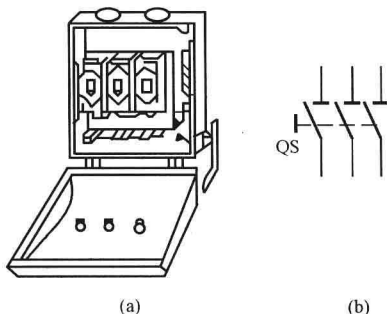


图 1-1 刀开关外形图及符号

(a) 外形；(b) 符号

2. 自动空气开关

自动空气开关又称自动空气断路器，是低压配电网络和拖动系统中非常重要的一种电器，它集控制和多种保护功能于一身，除能完成接通和分断电路外，还能对电路或电气设备发生的短路、严重过载及失压等进行保护，可用于不频繁起动的电动机。

自动空气开关具有操作安全、使用方便、工作可靠、安装简单、动作值可调、分断能力较高、兼顾多种保护功能动作和不需要更换元件等优点。

自动空气开关外形及在电气原理图中的符号如图 1-2 所示。

3. 熔断器

熔断器是一种结构简单、使用方便、价格低廉的保护电器，广泛应用于低压配电系统和控制电路中，主要作为短路保护元件，也常作为单台电气设备的过载保护元件。熔断器的外形及在电气原理图中的符号如图 1-3 所示。

4. 接触器

接触器是用来频繁地遥控接通或断开交直流主电路及大容量

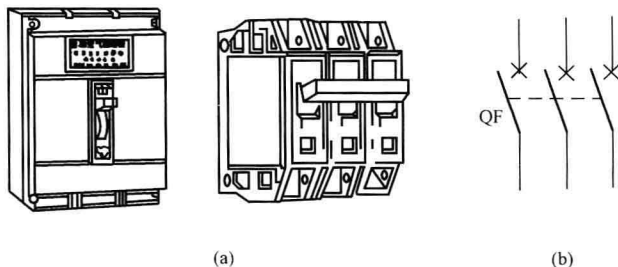


图 1-2 自动空气开关外形图及符号
(a) 外形；(b) 符号

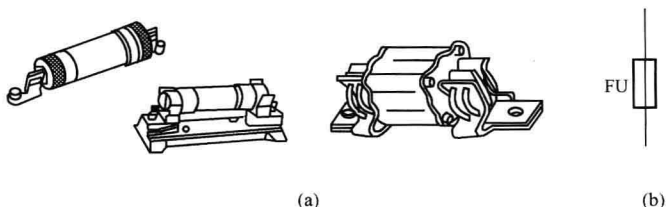


图 1-3 熔断器外形图及符号
(a) 外形；(b) 符号

控制电路的自动控制电器。它不同于刀开关类手动切换电器，因为它具有手动切换电器所不能实现的遥控功能；它也不同于自动空气开关，因为它虽然具有一定的断流能力，但却不具有短路和过载保护功能。接触器在电力拖动和自动控制系统中，主要控制对象是电动机，也可用于控制电热设备、电焊机、电容器组等其他负载。接触器不仅仅能遥控通断电路，还具有欠电压、零电压释放保护、操作频率高、工作可靠、性能稳定、使用寿命长、维护方便等优点。

接触器按主要触点通过电流的种类，可分为交流接触器和直流接触器两种。接触器外形及在电气原理图中的符号如图 1-4 所示。

5. 继电器

继电器是一种自动和远距离操纵用的电器，广泛地用于自动

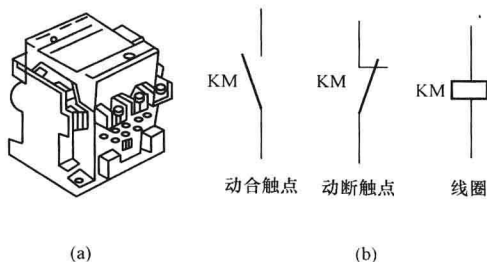


图 1-4 接触器外形图及符号

(a) 外形；(b) 符号

控制系统、遥控、遥测系统、电力保护系统以及通信系统中，起着控制、检测、保护和调节的作用，是现代电气装置中最基本的器件之一。

(1) 中间继电器。

中间继电器的基本结构及工作原理与接触器完全相同，所不同的是中间继电器的触点对数较多，并且没有主、辅之分，各对触点允许通过的电流大小是相同的。中间继电器在电气原理图中的符号如图 1-5 所示。

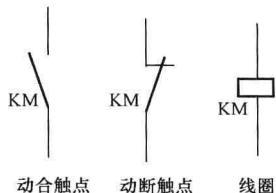


图 1-5 中间继电器的符号

(2) 电流(压)继电器。

电流(压)继电器是根据电流(压)值的大小决定是否动作的继电器。根据实际应用的要求，电流(压)继电器可分为过电流(压)继电器和欠电流(压)继电器。

电流继电器串联在电路中，而电压继电器并联在电路中。电流(压)继电器在电气原理图中的符号如图1-6和图 1-7 所示。

(3) 热继电器。

热继电器是利用通过电流而产生的热效应来推动动作机构使

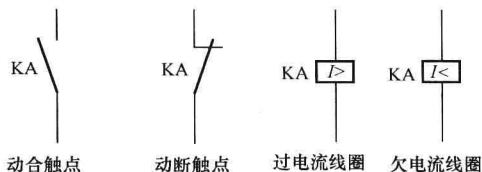


图 1-6 电流继电器的符号

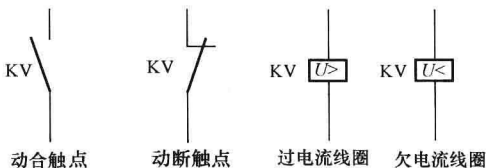


图 1-7 电压继电器的符号

触头系统闭合或分断的保护电器，主要用于电动机的过载保护、断相保护、电流不平衡保护及其他电气设备发热效应的控制。热继电器在电气原理图中的符号如图 1-8 所示。

(4) 时间继电器。

时间继电器使系统获得输入信号后需要延迟一段时间，然后执行系统才会输出动作信号。时间继电器广泛用于控制生产过程中按时间原则制定的工艺程序。时间继电器在电气原理图中的符号如图 1-9 和图 1-10 所示。

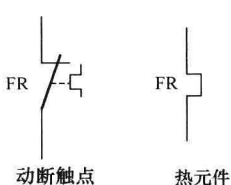


图 1-8 热继电器的符号

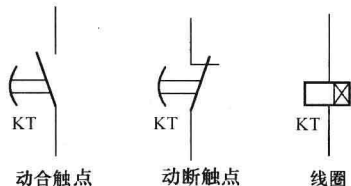


图 1-9 通电延时继电器的符号

6. 主令电器

(1) 按钮开关。



图 1-10 断电延时继电器的符号

按钮开关是一种手动操作接通或分断小电流控制电路的主令电器。一般情况下它不直接控制主电路的通断，主要利用按钮开关远距离发出手动指令或信号去控制接触器、断路器等电磁装置，通过使被控制对象如接触器线圈得电吸合，其相应的接点位置状态发生变化，从而达到最终实现主电路的分合、功能转换或电气联锁。

按钮开关按照静态时触点分合状况，可分为动合按钮（起动按钮）、动断按钮（停止按钮）及复合按钮。

按钮开关按照静态时触点分合状况，可分为动合按钮（起动按钮）、动断按钮（停止按钮）及复合按钮。

按钮开关外形及在电气原理图中的符号如图 1-11 所示。



图 1-11 控制按钮外形图及符号

(a) 外形；(b) 符号

(2) 行程开关。

行程开关又叫限位开关，是实现行程控制的小电流（5A 以下）主令电器，其作用与控制按钮相同，只是其触点的动作不是靠手按动，而是利用机械运动部件的碰撞使触头动作，即将机械信号转换为电信号，通过控制其他电器来控制运动部件的行程大小、运动方向或进行限位保护。

行程开关外形及在电气原理图中的符号如图 1-12 所示。

7. 电磁铁

电磁铁是一种通电后对磁性物质产生吸力，将电能转换为机

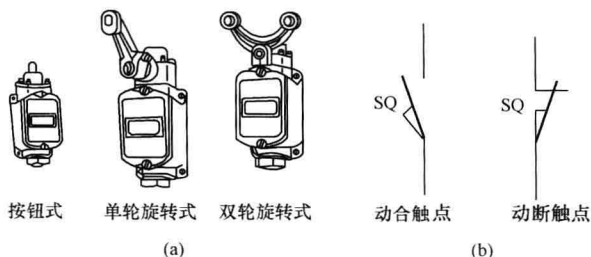


图 1-12 行程开关外形图及符号

(a) 外形; (b) 符号

械能的电器或电器部件。其外形及在电气原理图中的符号如图 1-13 所示。

1.1.2 常用电子元件

1. 电阻器

(1) 线性电阻器。

线性电阻器按结构形式可分为固定式和可变式两大类。

固定电阻器主要用于阻值不需要变动的电路。它的种类很多，主要有碳质电阻、碳膜电阻、金属膜电阻、线绕电阻等。

可变电阻器即电位器主要用于阻值需要经常变动的电路。它可以分为旋柄式和滑键式两类。半调电位器通常称为微调电位器，主要用于阻值有时需要变动的电路。

电阻器外形及电气原理图中的符号如图 1-14 所示。

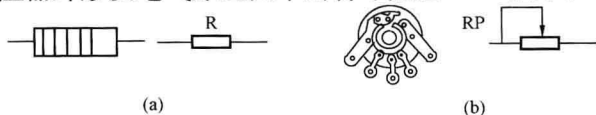


图 1-14 电阻器外形及符号

(a) 固定电阻; (b) 可变电阻器



(2) 热敏电阻器。

热敏电阻器是对热量变化很敏感的非线性电阻器。按温度系数可分为正温度系数（PTC）和负温度系数（NTC）热敏电阻器。目前应用最广泛的是负温度系数热敏电阻器，它又可分为测温型、稳压型、普通型。

热敏电阻器的外形及在电气原理图中的符号如图 1-15 所示。

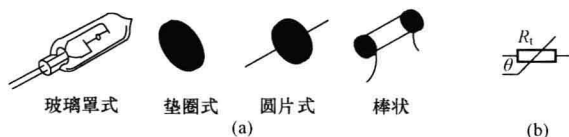


图 1-15 热敏电阻器的外形及符号

(a) 外形；(b) 符号

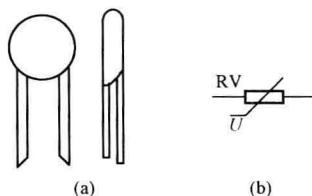


图 1-16 压敏电阻的外形及符号

(a) 外形；(b) 符号

(3) 压敏电阻器。

压敏电阻器（VSR）也是一种在自动控制系统电路中经常用到的电阻器，是对电压变化很敏感的非线性电阻器。常用于电路的过电压保护。压敏电阻器的外形及在电气原理图中的符号如图 1-16 所示。

(4) 光敏电阻器。

光敏电阻器是用光能产生光电效应的半导体材料制成的电阻器，是对光变化很敏感的非线性电阻器。

光敏电阻器的外形及在电气原理图中的符号如图 1-17 所示。

2. 电容器

电容器简称电容，具有隔直通交的功能。电容在电路中的作用是耦合、滤波、移相和谐振。

电容器的外形及在电气原理图中的符号如图 1-18 所示。

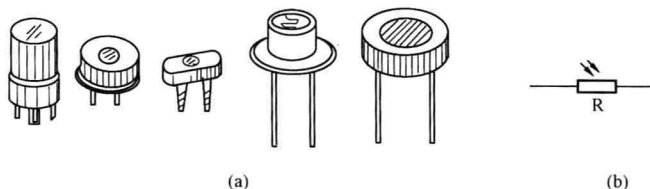


图 1-17 光敏电阻器的外形及符号

(a) 外形; (b) 符号

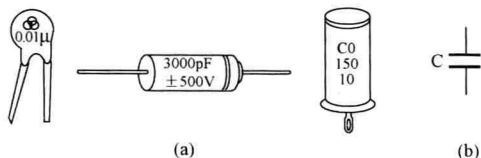


图 1-18 电容器外形和符号

(a) 外形; (b) 符号

3. 电感

在交流电路中,线圈有阻碍交流电流通过的作用,而对稳定的直流却不起作用,所以线圈在交流电路里作阻流、降压、交连负载用。当线圈与电容配合时,可以作调谐、滤波、选频、分频、退耦等用。电感的外形及在电气原理图中的符号如图 1-19 所示。

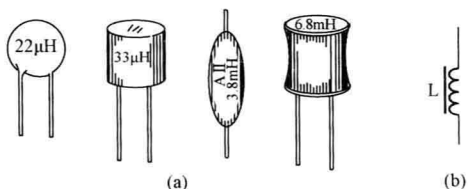


图 1-19 电感外形和符号

(a) 外形; (b) 符号

4. 半导体二极管

半导体二极管具有单向导电的特性,是最重要和常用的半导



体器件之一，主要作用是整流、检波、开关、稳压等。二极管的外形及在电气原理图中的符号如图 1-20 所示。

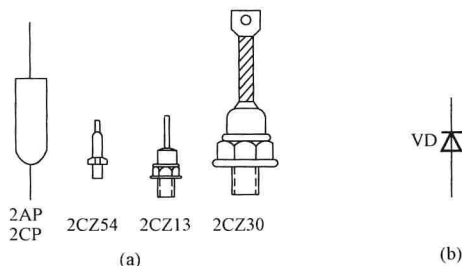


图 1-20 二极管外形和符号

(a) 外形；(b) 符号

5. 晶体三极管

晶体三极管简称晶体管或三极管，包括 NPN 型和 PNP 型两大类，主要作用是放大、振荡，以及用作电子开关、可变电阻和阻抗变换。晶体三极管的外形及在电气原理图中的符号如图 1-21 所示。

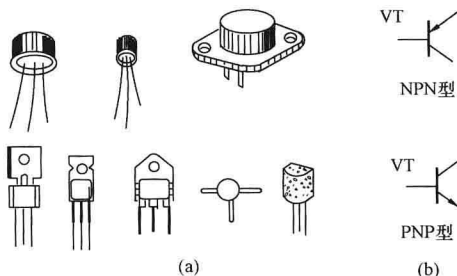


图 1-21 晶体三极管的外形和符号

(a) 外形；(b) 符号

6. 晶闸管

晶闸管也叫可控硅，具有可控制的单向导电性，即用小电流或小电压控制大电流或大电压，常用作无触点开关、可控整流电