

双色版

ZENYANG SHIDU
CHANGYONG DIANQI KONGZHI DIANLUTU



怎样识读

常用电气控制电路图

万英 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

怎样识读 常用电气控制电路图

万 英 编著



中国电力出版社

CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书分为六章,分别介绍了电气控制电路图的绘图及识图、常用电气设备及控制器件、电动机基本控制电路识读、生产机械电气控制电路识读、可编程控制器控制电路识读、数控机床电气控制系统识读等。

本书既适合广大电气工程技术人员和各类电工学习和阅读,又可作为电工、电子、自动控制、机电一体化专业的大中专院校、中等职业技术学校的教材或教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

怎样识读常用电气控制电路图/万英编著. —北京:中国电力出版社, 2015. 1

ISBN 978-7-5123-6644-2

I. ①怎… II. ①万… III. ①电气控制-控制电路-电路图-识图法 IV. ①TM571.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 238808 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>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2015 年 1 月第一版 2015 年 1 月北京第一次印刷

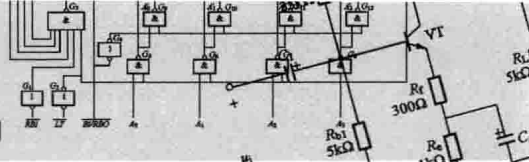
850 毫米×1168 毫米 32 开本 12.875 印张 329 千字

印数 0001—3000 册 定价 35.00 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

近年来,电气自动控制的理念与技术已经渗透到国民经济的各个领域,随着计算机与自动化技术、机电一体化与信息技术的发展,加快了各种电气设备特别是机械设备电气控制系统更新换代的步伐,它们已从传统的继电器—接触器控制系统向可编程序控制器、计算机数字控制系统快速升级。因此,电气控制电路伴随着大功率半导体器件、大规模集成电路、计算机控制技术、检测技术以及现代控制理论变得越来越复杂,识读电气控制电路图的难度也越来越大,这势必使广大电气工程技术人员和各类电工认识到识读电气控制电路图能力的不足。为了满足他们的求知愿望,我们编写了此书,以帮助他们系统地掌握识读电气控制电路图的基本知识,并迅速提高识图能力,以适应他们掌握常用机械设备的电气原理和维护技术的实际工作需要。

本书以大量取材于生产实践的各种典型电气控制电路图为主要研究对象,从设计思想到控制原理、从基本电路到实用的工程系统、从基本识图方法到识图技巧都进行了较为深入的分析,由浅入深地引导读者逐一进行分析、理解、实践,真正实现学以致用。

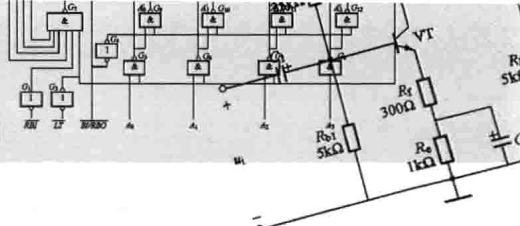
本书在编写过程中采用了国家最新电气标准,并结合国际电工委员会(IEC)制定的标准,在内容的选取上力求突出与时俱进、新颖实用、资料翔实、涉及面广的特点,在内容的编写上力求体现分析透彻、循序渐进、

重点突出、图文并茂、通俗易懂的风格。因此本书实用性强、可读性强、操作性强。

本书在编写过程中参阅了近年来出版的一些电工电子类书籍和刊物以及互联网上的电工电子类资料，在此对这些作者表示衷心的感谢！

由于编者水平有限，书中错误和不妥之处在所难免，欢迎广大读者和同仁批评指正。

编 者

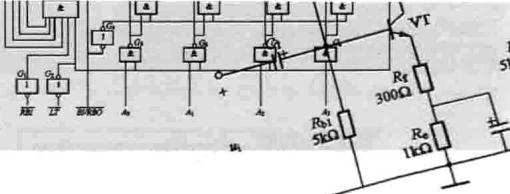


目 录

前言

第一章	电气控制电路图的绘画及识图	1
第一节	电气控制电路图的分类及特点	1
第二节	电气控制电路图的基本表示方法	9
第三节	电气控制电路图的绘制	18
第四节	电气控制电路图的识图	24
第二章	常用电气设备及控制器件	30
第一节	电气图常用图形符号及文字符号	30
第二节	常用电气设备	40
第三节	常用电气控制低压器件	61
第三章	电动机基本控制电路识读	78
第一节	三相交流电动机控制电路识读	78
第二节	单相交流电动机控制电路识读	143
第三节	直流电动机控制电路识读	157
第四章	生产机械电气控制电路识读	179
第一节	普通车床电气控制电路识读	180
第二节	普通磨床电气控制电路识读	206
第三节	普通钻床电气控制电路识读	231
第四节	普通铣床电气控制电路识读	246
第五节	普通镗床电气控制电路识读	267
第六节	塔式起重机电气控制电路识读	298
第七节	桥式起重机电气控制电路识读	311

第五章	可编程序控制器控制电路识读	325
	第一节 可编程序控制器基本知识	325
	第二节 可编程序控制器编程语言	334
	第三节 可编程序控制器控制电路识读	350
第六章	数控机床电气控制系统识读	382
	第一节 数控机床基本知识	382
	第二节 数控机床电气控制系统识读	388
	第三节 数控机床程序识读	393
参考文献		403



第一章

电气控制电路图的绘画及识图

第一节 电气控制电路图的分类及特点

一、电气控制电路图的分类

1. 电气控制系统

电气控制系统是把各种电气设备和电气元件按一定要求连接在一起的一个整体，而电气控制电路就是把工作电源、控制装置（如开关电器等）和负载（用电设备或用电电器）等用导线连接起来，形成从电源的一端到另一端的闭合回路。根据电气控制电路的功能和作用不同，电路的形式也各不相同，但各种电气控制电路都有着共同的规律和特点。所以，只要了解了电气控制电路共同的特点和各种电气图形与文字符号，就有了识读电气控制电路图的基础。

电气控制电路图是描述电气控制系统工作原理的电气图，它是根据电气设备的工作原理，按照一定的技术规则，用特定的图形符号、文字符号以及数字标号来表达电气控制系统中各设备、装置、电气元件间的工作关系或连接关系的一种简图。简图并不是指内容简单，而是指形式的简化，是相对于严格按几何尺寸、绝对位置等绘制的机械图而言的。电气控制电路图具有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、维护和管理的作用，是沟通电气设计人员、安装人员和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。

2. 电气控制电路图的分类

对于用电设备来说,电气控制电路图主要有主电路图和控制电路图;对于供电设备来说,主要有一次回路电路图和二次回路电路图。但要表示清楚一项电气工程或一种电气设备的功能、用途、工作原理、安装和使用方法等,仅有这两种图是远远不够的。电气控制电路图的种类很多,下面分别介绍常用的几种。

(1) 概略图。概略图过去又称系统图或框图,在1998年实施的国家标准 GB/T 6988—1997 中,已将系统图或框图统一称为概略图。概略图是由电气符号或带注释的框组成的一种简图,常用来概略表示系统、分系统、成套装置、部件、设备、软件等基本组成部分的主要特征和功能,如整个工程或其中某一项目的供电方式和电能输送关系,也可表示某一装置或设备各主要组成部分的连接关系,当用来表示在过程流动路线中所包含的非电气装置时,又可称为流程图。

概略图可以在功能或结构的不同层次上绘制,较高层次地描述总系统,而较低层次地描述系统中的分系统。概略图宜采用功能布局法布图,必要时也可按位置布局法布图,布局应能清晰地表达过程和信息的流向,控制信号流向与过程流向应相互垂直,便于识读。

概略图采用电气符号(以矩形框符号为主)或带注释的框来表示,通常采用单线表示法,可作为教学、操作和维修的基本文件。①矩形框符号:由于概略图是在较高层次上描述对象,故可用矩形框符号表示元器件、设备等的组成及其功能,矩形框中的限定符号分别表示各单元功能;②带注释的框:在无法用适当的矩形框符号和图形符号的情况下,可以使用带注释的框。注释内容可以是文字或符号加文字,也可以是框的名称或表示该框的功能及工作原理以及标注工作状态、参数等。

例如,电动机的供电系统概略图如图1-1所示,它表示了

电动机的供电关系，其供电过程是由三相电源 L1、L2、L3→熔断器 FU→接触器 KM→热继电器热元件 FR→交流电动机 M。又如，概略图用图形符号或者带注释的框图表示时，框图内的注释可以采用符号、文字或同时采用符号与文字，如图 1-2 所示。

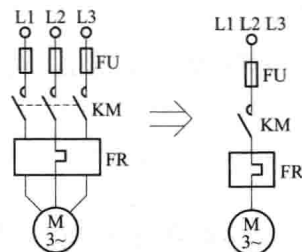


图 1-1 电动机的供电系统概略图

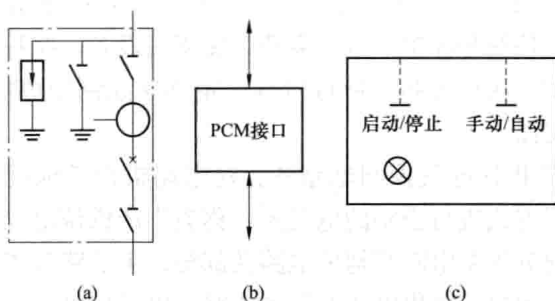


图 1-2 概略图框图内的注释

(a) 采用符号；(b) 采用文字；(c) 同时采用符号与文字

(2) 电路图。电路图又称电气原理图，在电气控制电路图中应用最多，它具有结构简单、层次分明、便于研究和理解设备的工作原理、分析和计算电路的特性及参数等优点，还可为测试和寻找故障提供信息，为编制接线图、安装和维修提供依据，所以无论是在设计部门还是生产现场都得到了广泛的应用。

电路图的绘制是以电路的工作原理以及阅读和分析控制电路简单、清晰、方便为原则，以国家统一规定的电气图形符号和文字符号作为标准，采用电气元件展开的形式，按工作顺序从上而下或从左到右排列，将电源、负载及控制电器用代表导线的实线连接起来而绘制成的一种简图，它详细表示了电路、设备或成套装置的全部组成和连接关系，而不反映其实际位置、大小、形状

和安装方式。

按照电路图所描述的对象和表示的工作原理，电路图可分为以下三种。

1) 电力系统电路图。电力系统电路图分为主电路图（又称主接线图或一次电路图）和副电路图（又称二次接线图或二次电路图），主电路图是把电气设备或电气元件如隔离开关、断路器、互感器、避雷器、电力电容器、变压器、母线等（统称为一次设备）按一定顺序连接起来，绘制成汇集和分配电能的电路图。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、提示、检测和保护，这就需要许多附属设备，统称为二次设备，将表示二次设备的图形符号按一定顺序绘制而成的电路图，称为副电路图。

2) 生产机械电气控制电路图。对电动机及其他用电装置的供电和运行方式进行控制的电气图，称为生产机械电气控制电路图，它一般分为主电路和辅助电路两部分。主电路是指电源向电动机或其他用电装置供电所通过的电路，电路的电流较大，一般包括电源、开关、熔断器、接触器主触点、电力电子器件和负载（如电动机、电灯等）等。辅助电路是给主电路发出控制指令信号的电路，包括控制电路、照明电路、信号电路和保护电路等，电路的电流较小，主要由继电器或接触器的线圈、触点、按钮、照明灯、信号灯及控制变压器等电气元件组成。

例如，电动机单向启动电气控制电路如图 1-3 所示，从图中可以清楚地了解电流路径、控制电器和用电器的相互关系以及电动机的操作控制原理。当按下启动按钮 SB2 时，接触器 KM 线圈得电吸合并自锁，其动合主触点闭合，使电动机得电，启动运行；当按下停止按钮 SB1 或热继电器 FR 过载动作时，KM 线圈失电释放，其动合主触点断开，电动机失电，停止运转。

3) 电子电路图。电子电路图又可分为电力电子电路图和电

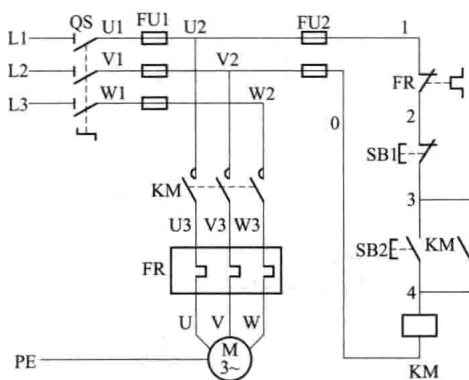


图 1-3 电动机单向启动电气控制电路

子电器（无触点电子电路）图，是用于描述或反映由电子元件组成的设备或装置中各电子元器件的电气连接或工作原理的电气图，由于它直接体现了电子电路的结构和工作原理，因此可以帮助人们通过识别图纸上所画的各种电路元件符号以及它们之间的连接方式，就可以了解电路的实际工作，所以一般用在设计和分析电路中。

(3) 电气安装接线图。电气安装接线图又称为电气装配图，它是根据电气设备和电器元件的实际结构和安装情况绘制出来的一种简图，主要用于表示电气装置内部元件之间及其外部其他装置之间的实际位置、接线方式、接线部位的形状及特征，供安装接线、线路检查、线路维修和故障处理时使用。

例如，电动机单向启动电气控制电路（见图 1-3）中主电路的电气安装接线图如图 1-4 所示，它清楚地表示了各元件之间的实际位置和连接关系：电源（L1、L2、L3）由 BX-3×6 的导线接至端子排 X 的 1、2、3 号，然后通过熔断器 FU1 接至交流接触器 KM 的主触点，再经过热继电器的发热元件接到端子排的 4、5、6 号，最后用导线接入电动机的 U、V、W 端子。

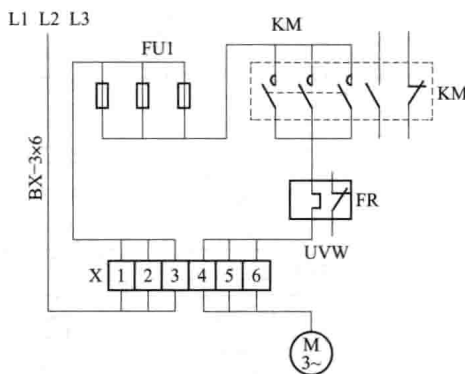


图 1-4 主电路的电气安装接线图

(4) 电气平面图。电气平面图是表示电气工程项目的电气设备、装置和线路的平面布置图，它一般是在建筑平面图的基础上绘制出来的。常见的电气平面图有供电线路平面图、变配电所平面图、电力平面图、照明平面图、弱电系统平面图、防雷与接地平面图等。

(5) 设备布置图。设备布置图表示各种设备和装置的布置形式、安装方式以及相互之间的尺寸关系，通常由平面图、主视图、断面图、剖面图等组成，这种图按三视图原理绘制，与一般机械图没有大的区别。

(6) 设备元件和材料表。设备元件和材料表就是把成套装置、设备、装置中各组成部分和相应数据列成表格来表示各组成部分的名称、型号、规格和数量等，便于读图者阅读、了解各元器件在装置中的作用和功能，从而读懂装置的工作原理。

(7) 产品使用说明书上的电气图。生产厂家往往随产品使用说明书附上电气图，以供用户了解该产品的组成和工作过程及注意事项，从而达到正确使用、维护和检修的目的。

(8) 其他电气图。上述电气控制电路图是常用的主要类型，但这并不意味着所有的电气设备或装置都应具备这些图纸，通常

根据表达的对象、目的和用途的不同,所需电气图的种类和数量也不一样。对于简单的装置,可把电路图和电气安装接线图合二为一,对于较为复杂的成套装置或设备应分解为几个系统,每个系统也有以上各种类型图。有的甚至为了便于制造或装置的技术保密,往往还绘制有局部的大样图、印制电路板图、功能图、流程图、逻辑图等。总之,电气控制电路图作为一种工程语言,在表达清晰的前提下,越简单越好。

二、电气控制电路图的特点

电气控制电路图与机械图、建筑图及其他专业的技术图相比有着本质的区别,主要用来表示电气与系统或装置的关系,所以具有独特的一面,其主要特点如下。

1. 简洁性

简洁是电气控制电路图的主要表现特点,图中采用标准的图形符号、文字符号、带注释的方框或者简化外形表示系统或设备中各组成部分之间相互关系及其连接关系,而没有必要画出电气元器件的外形结构、具体位置和尺寸。

2. 清晰性

电气元器件和连接线是电气控制电路图的主要组成元素,因此无论概略图、电路图还是接线图及平面图等都是以电气元器件和连接线作为描述的主要对象。电气元器件和连接线有多种不同的描述方式,如元器件可采用集中表示法、半集中表示法、分散表示法等,连接线可采用多线表示、单线表示和混合表示等,从而构成了电气控制电路图的多样性。

3. 独特性

一个电气系统或装置通常由许多电气元件、组件构成,这些电气元件、组件或者功能模块称为项目,电气控制电路图可由若干个项目构成,且附带下列特性。

(1) 项目一般由简单的图形符号表示,在相应的图形符号旁

标注文字符号、数字编号。

(2) 为了区别相同的设备,通常将设备编号和文字符号一起组成项目代号。

(3) 按功能和电流流向表示各装置、设备及电气元件的相互位置和连接顺序。

(4) 电气元件或组件没有投影关系,不标注尺寸。

(5) 电气元件都是按自然状态绘制,所谓“自然状态”,就是电气元件和设备的可动部分表示为非激励(未通电、未受外力作用)或不工作的状态或位置,如接触器线圈未得电,因而其触点还在未动作的位置;断路器、负荷开关等在断开位置。

4. 多样性

(1) 布局的多样性。电气控制电路图的布局可依据电路图所表达的内容而定,对于电路图、概略图应采用功能布局法,图中各元件按照元件动作顺序和功能作用,从上而下,从左到右进行布局,它只考虑元件之间的功能关系,而不需考虑元件的实际位置,因此设备的工作原理和操作过程较为突出;而对于接线图、平面布置图则要考虑元件的实际位置,所以应采用位置布局法。

(2) 描述的多样性。对于一个电气系统,各种电气设备和装置之间,从不同角度、不同侧面去考虑,存在着不同的关系,因此电气控制电路图可采用不同的描述方法,如能量流、信息流、逻辑流、功能流等进行描述,故构成了电路图的多样性。

1) 能量流:电能的流向和传递。

2) 信息流:信号的流向和传递。

3) 逻辑流:相互间的逻辑关系。

4) 功能流:相互间的功能关系。

概略图、电路图、框图、接线图就是描述能量流和信息流的电气控制电路图;逻辑图是描述逻辑流的电气控制电路图;辅助

说明的功能表图、程序框图描述的是功能流。

第二节 电气控制电路图的基本表示方法

一、电气控制电路图的线路表示方法

电气控制电路图的线路按照图线的表达根数不同有相应的表示方法，表示方法通常有多线表示法、单线表示法和混合表示法三种。

1. 多线表示法

电气设备的每根连接线或导线各用一条图线表示的方法，称为多线表示法，其中大多数是三线，如图 1-5 (a) 所示，它一般用于表示各相或各线内容的不对称和要详细表示各相或各线的具体连接方法的情况。多线表示法描述电路工作原理比较清楚，但图线太多，对于比较复杂的设备，图线太多交叉就多，反而有碍识图。

2. 单线表示法

电气设备的两根或两根以上的连接线或导线（大多数是表示三相系统的三根线）只用一条图线表示的方法，称为单线表示法，如图 1-5 (b) 所示，它主要适用于三相电路或各线基本对称的电路图中，对于不对称的部分应在图中注释。单线表示法图面简单，但对某些部分描述不够详细。

3. 混合表示法

在一个图中，电气设备一部分采用单线表示法，另一部分采用多线表示法，称为混合表示法，如图 1-5 (c) 所示，它具有单线表示法的简洁精练的优点，又有多线表示法对描述对象精确、充分的优点，在许多情况下被采用。

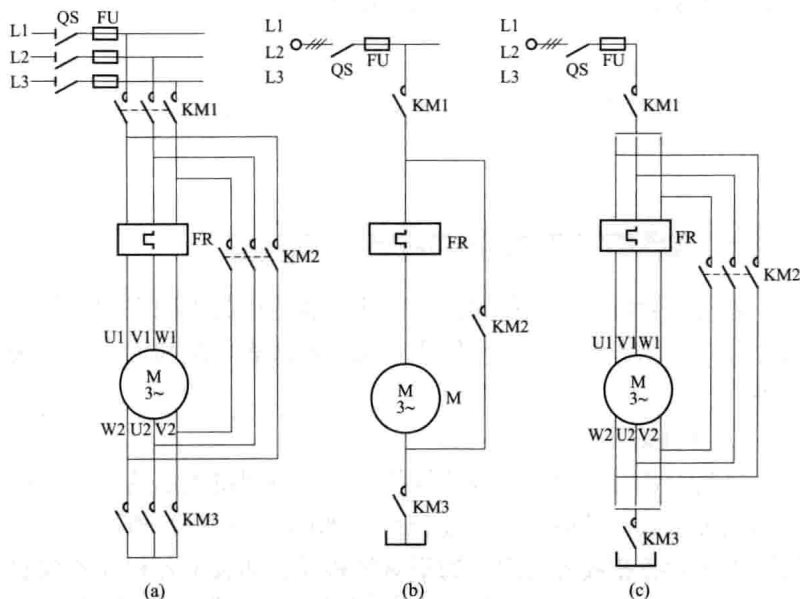


图 1-5 电气控制电路图的线路表示方法

(a) 多线表示法；(b) 单线表示法；(c) 混合表示法

二、电气控制电路图连接线的表示方法

电气控制电路图上各元件图形符号之间的相互连线，统称为连接线，它起到传输电能、传递信息的作用。连接线可能是传输能量流、信息流的导线，也可能是表示逻辑流、功能流的某种特定的图线。

1. 导线的一般表示方法

(1) 单根和多根导线的表示方法。单根和多根导线用于表示走向一致的元件间的连接线，当走向变化时再分开。对于多根导线，可以分别画出，也可以用单根导线表示，但需加注标志。若导线在 3 根以内，可在单根导线上用短划线（45°角）数量代表根数；若多于 3 根，可在短划线旁加数字表示，如图 1-6 (a)