



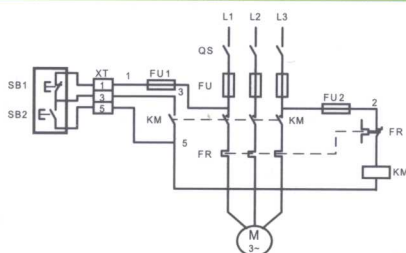
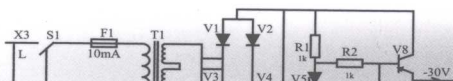
DIANQITU
SHIDU RUMEN CONGSHU

电气图
识读入门丛书

怎样
识读

电动机 控制电路图

刘书凯 主编



化学工业出版社



电气图

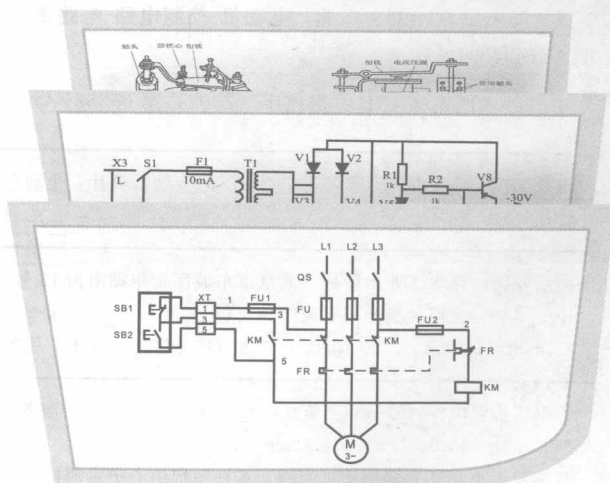
DIANQITU
SHIDU RUMEN CONGSHU

识读入门丛书

怎样
识读

电动机 控制电路图

刘书凯 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

怎样识读电动机控制电路图/刘书凯主编. —北京:
化学工业出版社, 2009. 7

(电气图识读入门丛书)

ISBN 978-7-122-05368-8

I. 怎… II. 刘… III. 电动机-控制电路-电路图
IV. TM320.12

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 063569 号

责任编辑: 卢小林
责任校对: 顾淑云

装帧设计: 史利平

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 大厂聚鑫印刷有限责任公司
850mm×1168mm 1/32 印张 6 字数 149 千字 2009 年 7 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 15.00 元

版权所有 违者必究



前言



随着我国国民经济的发展,也由于电气元件不断向电子化、智能化方向发展,以继电器和接触器为主的电气控制系统也不断地发生着变化。在生产实践中,电动机被广泛用作动力来源,这就使广大电工人员经常会接触到电动机的控制电路。这些电路图有的比较简单,有的则很复杂。

为了帮助广大电工熟练识读电动机控制电路图,我们编写了本书。本书以常用的电动机控制电路为实例,介绍识读电路图的方法和技巧,对广大电工人员提高识读电路图的能力,迅速地解决工作中的实际问题有较大的指导作用。书中的电路图均采用最新的国家标准绘制,形象直观,通俗易懂,很适合于初学者自学使用。

本书主要包括:电动机控制系统电路图识读基础、常用低压电器图形符号、电动机控制单元电路的识读、电动机启动和正反转电路的识读、电动机的调速及制动电路的识读、PLC 控制系统电路图的识读。

本书主要由刘书凯、孙菊妹编写。具有丰富工程经验和教学经验的梅笙、李玮、许德志等老师为本书的编写提供了许多宝贵意见,在此一并表示感谢。

限于编者水平,书中不妥之处恳请读者批评指正。

编者

目 录

第 1 章 电动机控制系统电路图识读基础	1
1.1 电气图的基本构成及电气符号	1
1.1.1 电气图图纸幅面的一般规定	1
1.1.2 电气图的组成	7
1.1.3 电气符号及技术说明	20
1.2 电动机控制系统电路图特点	58
1.2.1 电动机控制系统电路图分类	58
1.2.2 电动机控制系统电路图特点	66
1.3 电动机控制系统电路图识读方法	67
1.3.1 电气识图的基本要求和步骤	67
1.3.2 电动机控制系统电路图识图方法及要领	72
第 2 章 常用低压电器图形符号	76
2.1 闸刀开关、按钮开关、转换开关	76
2.1.1 闸刀开关的结构和图形符号表示法	76
2.1.2 按钮开关的结构和图形符号表示法	79
2.1.3 转换开关	82
2.1.4 自动空气开关	82
2.2 继电器、接触器	84
2.2.1 继电器的结构和图形符号表示法	84
2.2.2 接触器的结构和图形符号表示法	89
2.3 定时器	91
2.3.1 定时动作触点的图形符号和动作	91

2.3.2 断开延迟触点的图形符号和动作	94
2.4 熔断器	96
2.5 行程开关	97

◎ 第3章 电动机控制单元电路图的识读 98

3.1 自保持电路的识读	98
3.1.1 电磁继电器的启动电路	98
3.1.2 依靠电磁继电器自己触点的保持电路	98
3.1.3 电磁继电器的停止电路	99
3.1.4 复位优先的自保持电路的理解和识读	99
3.1.5 动作优先的自保持电路的识读	101
3.2 互锁电路的识读	103
3.2.1 由按钮开关控制的互锁电路的读法	104
3.2.2 由继电器触点控制的互锁电路的识读	105
3.3 具有时间差的电路的识读	106
3.3.1 延迟动作电路的读法	107
3.3.2 间隔动作电路的识读	108

◎ 第4章 电动机启动和正反转电路的识读 111

4.1 电动机启动控制电路	111
4.1.1 电动机直接启动电路	111
4.1.2 电动机减压启动电路	116
4.2 电动机正反转电路	126
4.2.1 开关控制电动机正反转电路	126
4.2.2 按钮控制电动机正反转电路	128
4.2.3 接触器控制电动机正反转电路	130
4.2.4 继电器控制电动机正反转电路	133

◎ 第5章 电动机的调速及制动 134

5.1 三相异步电动机的调速	134
----------------------	-----

5.1.1	变极调速	134
5.1.2	改变转差率调速	135
5.1.3	双速电动机的控制	135
5.1.4	变频调速	137
5.2	三相异步电动机制动	138
5.2.1	机械制动	138
5.2.2	反接制动	139
5.2.3	能耗制动	141

◎ 第6章 PLC 控制系统电路图的识读 147

6.1	可编程序控制器 (PLC) 的基本原理	147
6.1.1	可编程序控制器的定义	147
6.1.2	可编程序控制器的特点	148
6.1.3	可编程序控制器的组成	150
6.1.4	可编程序控制器的工作原理	159
6.1.5	可编程序控制器的主要技术指标	162
6.2	PLC 控制系统与电器控制系统的比较	163
6.2.1	电器控制系统与 PLC 控制系统	163
6.2.2	PLC 的等效电路	165
6.2.3	PLC 控制系统与电器控制系统的区别	167
6.3	PLC 控制系统电气图识图方法	168
6.3.1	PLC 控制系统电气图特点	168
6.3.2	PLC 控制系统电气图识图方法	169
6.4	PLC 控制系统电气图识图举例	171
6.4.1	三相异步电动机启动、保持和停止电路	171
6.4.2	三相异步电动机正反转控制电路	172
6.4.3	三相异步电动机星形-三角形启动控制电路	173
6.4.4	机械手电气控制电路	174
参考文献		181

第 1 章

电动机控制系统电路图识读基础



1.1 电气图的基本构成及电气符号

1.1.1 电气图图纸幅面的一般规定

绘制电气图时，应根据图的复杂程度和图线的密集程度选定图纸幅面。

(1) 基本幅面与加长幅面

电气图的基本幅面有 5 种，其幅面代号和幅面尺寸见表 1-1。基本幅面应该优先选用。

表 1-1 电气图的基本幅面和周边尺寸 (mm)

基本幅面代号	$B \times L$	a	c	e
A0	841×1189	25	10	20
A1	594×841			
A2	420×594			
A3	297×420		5	10
A4	210×297			

注：表中各尺寸代号 B 、 L 、 a 、 c 、 e 见图 1-2。

由图 1-1 可知，A0 幅面的长边恰为 A1 幅面短边的 2 倍，A0 幅面的短边又恰与 A1 幅面的长边相等（余类推），所以，将 A0 幅面沿长边对折，可得到 2 张 A1 幅面（余类推）。

如果需要加长图纸的幅面，可按图 1-1 中细线所示的线格加



长。其中，细实线画成的线格在加长时应予优先考虑使用，必要时才按虚线格加长。

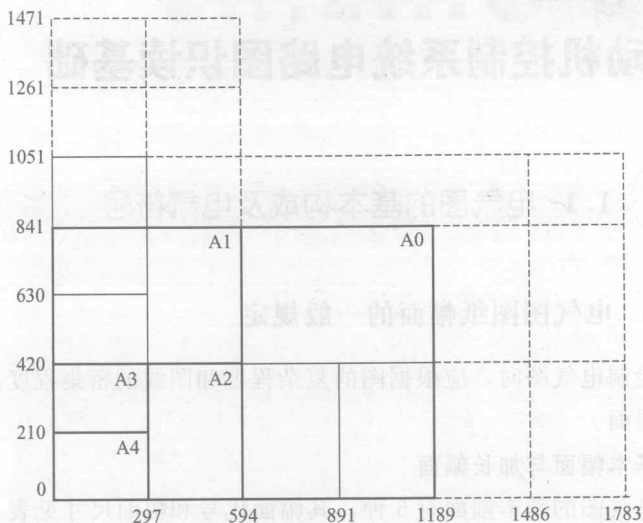


图 1-1 基本幅面与加长幅面

(2) 图框格式

根据布图需要，图纸能横放，也能竖放。图纸四周都要画出图框，以留出周边。图框线为较粗的实线。图框格式分两种。

需要装订成册的图样，其图框格式见图 1-2(a)，图中尺寸 a 、 c 见表 1-1。一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装的形式，装订边都留在左边。不需要装订的图样，其图框格式见图 1-2(b)，图中尺寸 e 见表 1-1。

(3) 图幅分区

为便于读图和检索，各种幅面的图样都可以分区。分区方法有两种。

通用的分区方法见图 1-3(a)。分区在图的周边内划定，分区数必须是偶数，每一分区的长在 25~75cm 间选定，横、竖两个

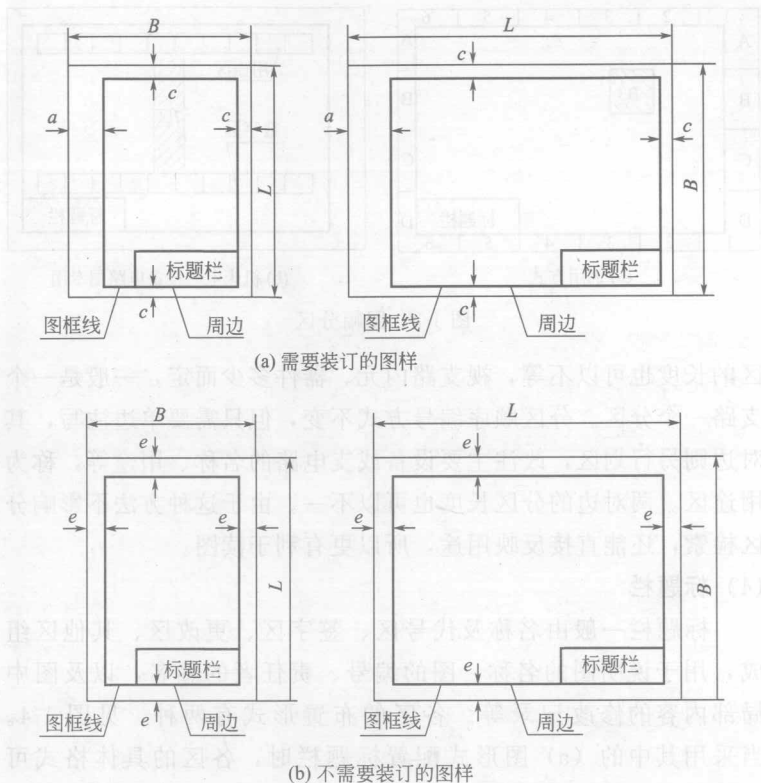


图 1-2 图框格式

方向可以不一。竖边所分为“行”，用大写拉丁字母作为代号用分区所在“行”与“列”的两个代号组合表示。例如“B3”、“C5”等。

在某些电路图上，例如机床电气设备电路图，由于控制电路内的支路多，而且各支路元、器件布置与功能有不同，图幅分区可采用图 1-3(b) 所示的方法。

这种方法只对图的一个方向分区，根据电路的布置方式选定。例如电路垂直布置时，只作横向分区。分区数不限，各个分

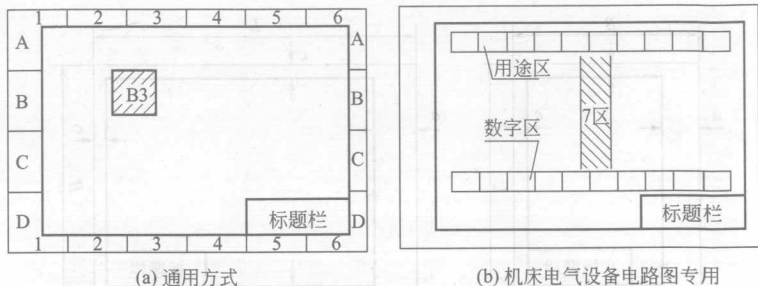


图 1-3 图幅分区

区的长度也可以不等，视支路内元、器件多少而定，一般是一个支路一个分区。分区顺序编号方式不变，但只需要单边注写，其对边则另行划区，改注主要设备或支电路的名称、用途等，称为用途区。两对边的分区长度也可以不一。由于这种方法不影响分区检索，还能直接反映用途，所以更有利于读图。

(4) 标题栏

标题栏一般由名称及代号区、签字区、更改区、其他区组成，用于说明图的名称、图的编号、责任者的签名，以及图中局部内容的修改记录等。各区的布置形式有两种，见图 1-4。当采用其中的 (a) 图形式配置标题栏时，各区的具体格式可参照图 1-5。

标题栏应配置在图框内的右下角，见图 1-2。标题栏中的文字方向为看图方向。

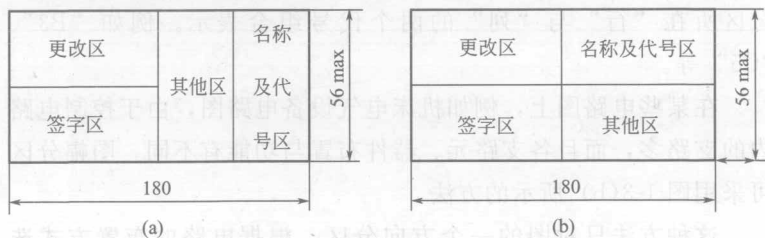
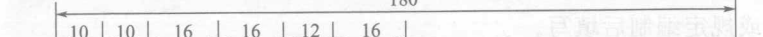


图 1-4 标题栏分区



年、月、日——供责任者签署的年、月、日，要按 GB2808

材料标记——按照相应标准或规定填写所使用材料的牌号，

阶段标记——按有关规定从左至右逐格填写图样的各生产阶

比例——仅在绘制位置图、印制版图等与尺寸有密切关系的

共 张, 第 张——指同一代号中图样的总张数及该张图样



所在的张次。

单位名称——指绘制图样单位的名称或代号，必要时也可不填写。

图样代号——简称图号，可按有关标准（例如 JB/Z158 等）或规定编制后填写。

(5) 明细栏

装配图或其他带装配性质的图样一般要有明细栏，以填写图样中各组成部分的序号、代号、名称、数量、材料、重量等项内容。其中，代号是指该组成部分的图样代号或标准号。

明细栏应配置在标题栏的上方，表头紧接标题栏，各组成部分按自下而上的顺序逐行填写。明细栏格式可按图 1-6 选用，行

180																		
8		40			44		8		38		10		12		(20)			
3																		
2																		
1																		
7																		
14		序号		代号		名称		数量		材料		单件重		总计量		备注		
																	(标题栏)	

(a) 需要说明时用

100				
8	30	38	8	(16)
3				
2				
1				
7				
14	序号	代号	名称	数量
				备注
(标题栏)				

(b) 简化格式

图 1-6 明细栏的参考格式



格数按实际需要确定。当自上而下延伸位置不够时,可紧贴标题栏的左边再自下而上延续。也可以另用 A4 幅面竖式专门列出明细表,作为图的续页,此时仍须画出图框、标题栏,使用同一图号,但表头置上方,按自上而下顺序填写。一页不够,可连续加页。常见的各类电气图一般选用图 1-6(b) 所示的简化格式已能满足说明的需要。普通电路图中,虽然各种元、器件数量比较多,型号规格各异,但也并不是非用图 1-6 格式不可。例如,在国家标准的示例中有采用在图的上方另列简表的方式来代替明细栏的实例,见图 1-7。这种简表称为项目简表。

电容器	C1			C2	
电阻器	R1			R2	R3
半导体管	V1~V4			V5~V7	V8, V9
其 它	S1	F1	T1		

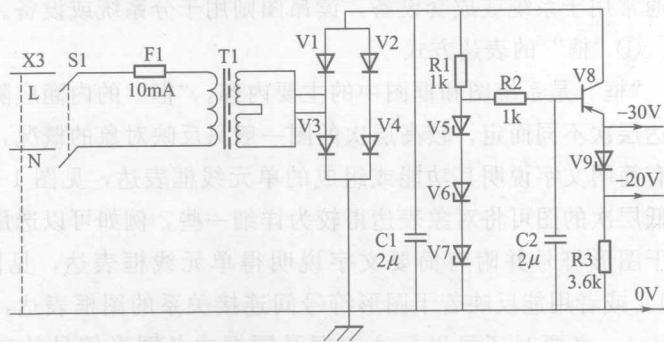


图 1-7 电路图示例——项目简表

项目简表内,表示元、器件种类的代号如 C1、R2、V8 等的注写位置应与它们在图中的实际位置相对应,元、器件的主要规格则可以直接注写在其图形符号边。

1.1.2 电气图的组成

电气图就是用电气图形符号、带注释的围框或简化外形表示



电气系统或设备中组成部分之间相互关系及其连接关系的一种图。广义地说表明两个或两个以上变量之间相互关系的曲线,用以说明系统、成套装置或设备中各组成部分的相互关系或连接关系,或者用以提供工作参数的表格、文字等,也属于电气图之列。

(1) 系统图和框图

用符号或带注释的框概略地表示系统、分系统、成套装置或设备等的基本组成、相互关系及其主要特征的一种简图,称为系统图或框图,其用途是为进一步编制详细的技术文件提供依据,供操作和维修时参考。这里所谓的技术文件,包括电气图本身,一次系统图和框图是绘制较其层次为低的其他各种电气图(主要是指电路图)的主要依据。

系统图和框图两者间原则上没有区别。再实际使用中,系统图通常用于系统或成套设备,读昂图则用于分系统或设备。

① “框”的表达方式

“框”是系统图和框图中的主要内容。“框”的内涵应随图的表达层次不同而定。较高层次的图一般只反映对象的概况,可以用有简明文字说明其功能或组成的单元线框表达,见图 1-8(a);较低层次的图可将对象表达得较为详细一些,例如可以选用包含若干图形符号并附有简要文字说明得单元线框表达,见图 1-8(b),或者用能反映若干图形符号间连接关系的图框表达,见图 1-8(c),必要时还可以标注围框及围框内各图形符号的项目代号,见图 1-8(d),然而,在更多的场合下是直接用方框符号表达,以上“线框”应是实线画成的框,“围框”则是点划线画成的框。若干具有相同组成部分的围框可以用简化画法表示。

② 画法要点

系统图和框图对布图有很高的要求,强调布局清晰,以利于识别过程和信息的流向。基本流向应是自左至右或自上至下,只有在某些特殊情况下方可例外。用于表达非电过程中的电气控制

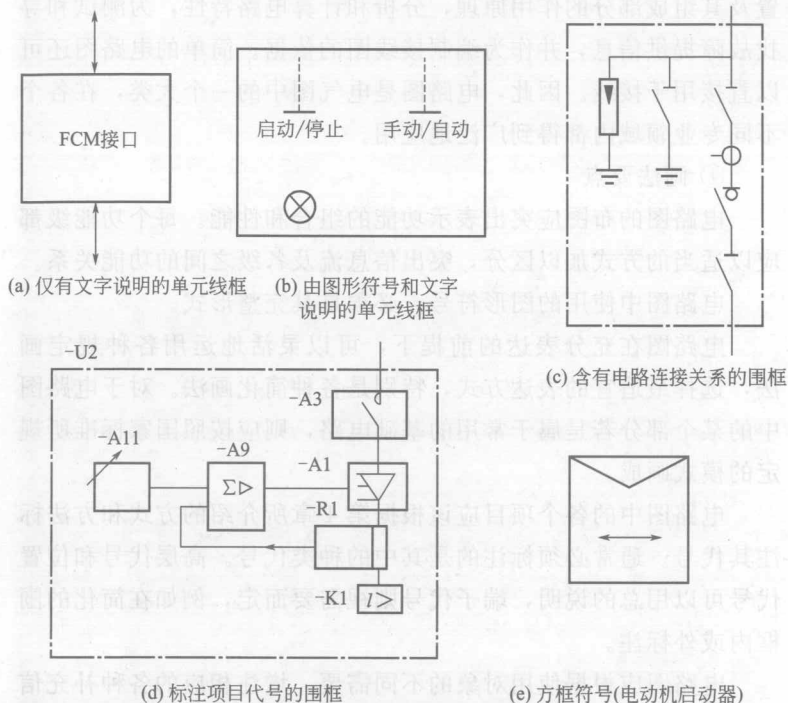


图 1-8 系统图和框图用的“框”

系统或电气控制设备的系统图和框图，可以根据非电过程的流程图绘制，但是，图中的控制信号流向应该与过程的流向互相垂直，以利识别。

应该注意区分表示两种不同流向的箭头形式，开口箭头专门用于表示控制信号的流向，实心箭头则表示过程的流向。

(2) 电路图

用图形符号绘制，并按工作顺序排列，详细表示电路、设备或成套装置的全部基本组成部分和连接关系，而不考虑其实际位置的一种简图，称为电路图。

电路图的用途很广，可以用于详细理解电路、设备或成套装



置及其组成部分的作用原理,分析和计算电路特性,为测试和寻找故障提供信息,并作为编制接线图的依据。简单的电路图还可以直接用于接线。因此,电路图是电气图中的一个大类,在各个不同专业领域内都得到广泛地应用。

① 画法要点

电路图的布图应突出表示功能的组合和性能。每个功能级都应适当的方式加以区分,突出信息流及各级之间的功能关系。

电路图中使用的图形符号,必须是其完整形式。

电路图在充分表达的前提下,可以灵活地运用各种规定画法,选择最适宜的表达方式,特别是各种简化画法。对于电路图之中的某个部分若是属于常用的基础电路,则应按照国家标准所规定的模式画成。

电路图中的各个项目应该根据第4章所介绍的方式和方法标注其代号。通常必须标注的是其中的种类代号。高层代号和位置代号可以用总的说明,端子代号则视需要而定,例如在简化的围框内或外标注。

电路图应根据使用对象的不同需要,增注相应的各种补充信息,特别是应该尽可能地考虑给出维修所需的各种详细资料,例如项目的型号与规格,标明测试点,并给出有关的测试数据(各种检测值)和资料(如波形图)等。测试点一般可以取各功能单元的连接点,包括不可修复器件、组件的端子,如集成电路的各引出端。

② 等效电路图

等效电路图是表示理论的或理想的元件及其连接关系的一种功能图,可以供分析和计算电路特性和状态用。等效电路图是电路图的一个小的分支。

绘制等效电路图之前,要对实际电路进行等效变换,把电路中的一部分变换成为另一种结构形式。只要保持没有变换的各部分的电流和电压不变,这个新的结构形式与其所代替的电路部分