

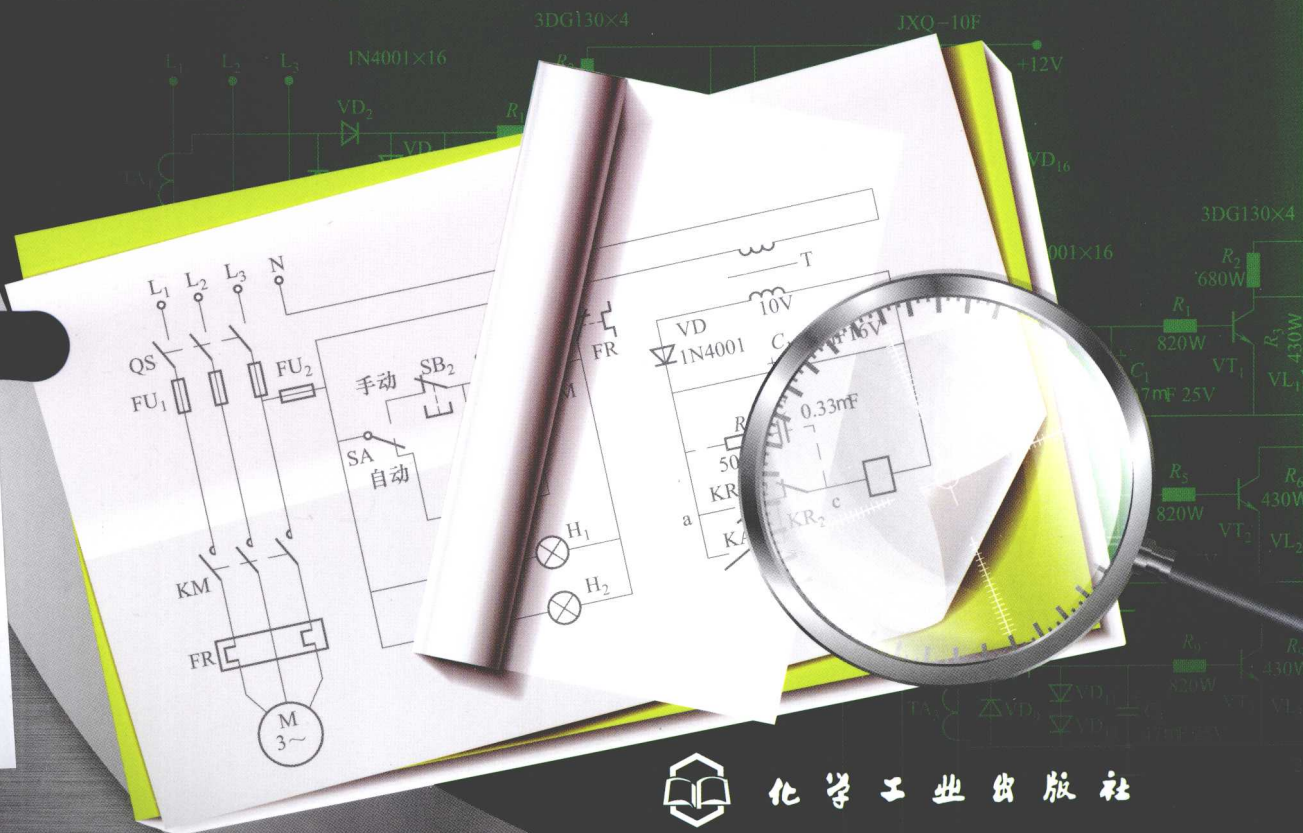


◀ 赵慧峰 乔长君 编

低压电气控制 线路图册

DIYA DIANQI KONGZHI
XIANLU TUCE

第二版 ▶



化学工业出版社

013043566

TM52-64
03-2

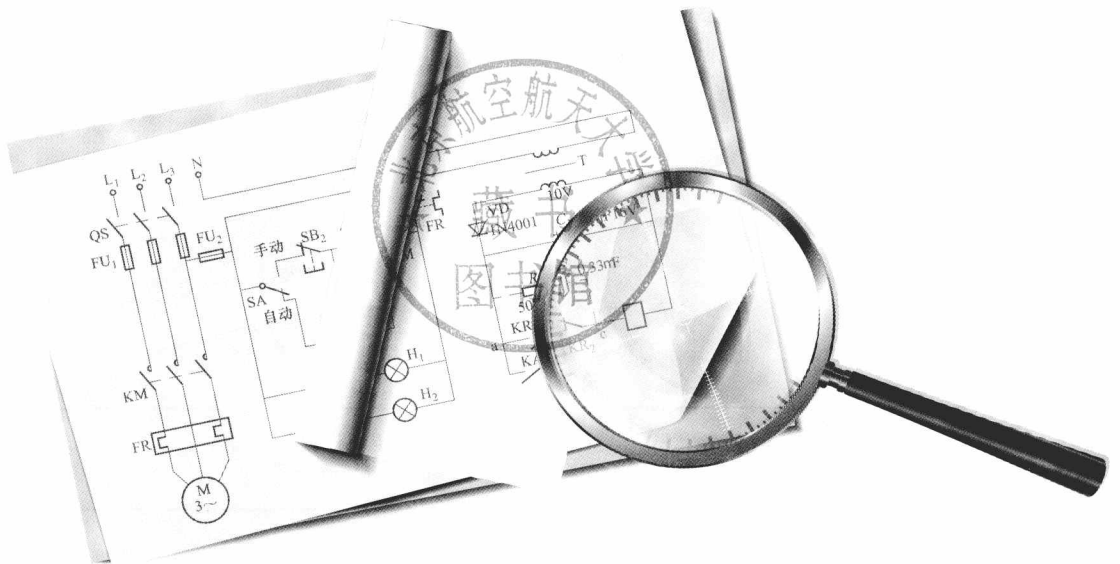


◀ 赵慧峰 乔长君 编

低压电气控制 线路图册

DIYA DIANQI KONGZHI
XIANLU TUCE

第二版 ▶



化学工业出版社



北航

C1651737

TM52-64

03-2

图书在版编目 (CIP) 数据

低压电气控制线路图册/赵慧峰, 乔长君编. —2 版.
北京: 化学工业出版社, 2013. 3
ISBN 978-7-122-16475-9

I. ①低… II. ①赵…②乔… III. ①低压电器-电
气控制-控制电路-图集 IV. ①TM52-64

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 020214 号

责任编辑: 高墨荣
责任校对: 陶燕华

装帧设计: 王晓宇

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 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司
装 订: 三河市万龙印装有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张 15½ 字数 374 千字 2013 年 7 月北京第 2 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: 48.00 元

版权所有 违者必究

前 言

随着国民经济的快速发展，生产设备的自动化程度日益提高，使用范围也更加广泛，因而电气安装、调试、维护、维修工作越来越重要，对从事电气专业的技术人员的要求也越来越高，熟悉掌握各种电气设备的控制线路，对正确使用电气设备及故障处理都是十分必要的。为此，我们根据多年的实际经验及相关资料，于2010年编写出版了《低压电气控制线路图册》，以供电气安装、维护、修理人员使用，本书出版后深受读者欢迎，帮助广大电气维修人员提高了理论水平和实际操作能力。有读者来信、来电反映出书中有的线路图过小，有的线路图没有工作原理说明，阅读起来有些困难，我们根据读者的意见和建议，在本次修订中不仅增加了电气识图知识及一些常用机床线路图和原理说明，还补充了部分图的原理说明。修改后的本书更贴近生产实际，具有更强的实用性。读者可以根据被拖动机械的工作性质，方便地选用合适的电气控制线路去检查、维修电气设备，或为生产机械选择适用的电动机控制线路，组成新的电动机控制系统。

本书主要内容包括：电气识图知识、三相笼型异步电动机控制线路、三相绕线式异步电动机控制线路和机床控制线路。

本书特点：

- ① 实用性。本书的图例都来源于生产实践，贴近实际，便于读者对照。
- ② 全面性。本书图例涵盖了异步电动机的各种具有代表性的控制线路，使用方便。
- ③ 先进性。本书不仅收集了热元件控制的异步电动机各种线路，还包括电动机保护器控制线路、软启动器控制线路、变频器控制线路。

本书主要由赵慧峰、乔长君编写，另外参加编写的还有魏昕、张春斌、董啸、马军、贾建平、周盛荣、刘烨、张永吉、杨春林、武振忠等。

由于编者水平有限，不足之处在所难免，欢迎广大读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 电气识图知识	1
1.1 电气图形符号	1
1.1.1 图形符号的概念	1
1.1.2 文字符号	2
1.1.3 项目代号	4
1.1.4 回路标号	5
1.2 电气图绘制方法	5
1.2.1 电气图制图规则	5
1.2.2 电气图基本表示方法	7
1.3 控制电路图的读图方法	9
1.3.1 查线读图法	9
1.3.2 逻辑代数读图法	12
第 2 章 三相笼型异步电动机控制线路	14
2.1 直接启动线路	14
2.1.1 点动正转启动线路	14
2.1.2 具有自锁功能的正转启动线路	14
2.1.3 单按钮控制单向启动线路	15
2.1.4 接触器联锁正反转启动线路	16
2.1.5 按钮联锁正反转启动线路	17
2.1.6 按钮和接触器双重联锁正反转启动线路	17
2.1.7 单按钮正反转控制线路	18
2.1.8 行程开关控制正反转启动电路	18
2.1.9 单按钮和行程开关控制的正反转启动线路	19
2.1.10 多地控制单向启动线路	20
2.1.11 点动与连续单向启动控制线路	20
2.1.12 控制电路按顺序启动的控制线路	20
2.1.13 主电路按顺序启动的控制线路	21
2.1.14 带手动开关的点动与连续运行线路	22
2.1.15 带复合按钮的点动与连续运行线路	22
2.1.16 接触器控制正反转及点动线路	22
2.1.17 行程开关控制自动往返控制线路	23
2.1.18 具有点动功能的自动往返控制线路	24
2.1.19 按周期重复运行的单向运行控制线路	24
2.1.20 以转换开关预选转向的接触器可逆运行控制线路	25
2.1.21 按周期自动往复可逆运行控制线路	26
2.2 降压启动线路	26

2.2.1	定子绕组串电阻降压启动手动控制线路	26
2.2.2	定子回路串入电阻降压启动线路	27
2.2.3	定子绕组串电阻降压启动手动、自动控制线路	28
2.2.4	定子绕组串电抗启动手动控制线路	28
2.2.5	按钮控制定子绕组串电抗降压启动控制线路	29
2.2.6	定子绕组串电抗降压启动手动、自动控制线路	29
2.2.7	阻容复合降压启动线路	30
2.2.8	手动 Y- Δ 降压启动线路	30
2.2.9	时间继电器控制自动 Y- Δ 降压启动线路	31
2.2.10	具有防止飞弧短路功能的 Y- Δ 降压启动线路	33
2.2.11	单按钮 Y- Δ 降压启动线路	35
2.2.12	手动操作自耦变压器降压启动线路	35
2.2.13	按钮控制自耦降压启动线路	36
2.2.14	XJ01-14-20 型自耦降压启动线路	36
2.2.15	具有熄弧作用的自耦降压启动线路	37
2.2.16	一台自耦变压器控制工作电动机和备用电动机启动的线路	38
2.2.17	一台自耦变压器控制两台电动机启动的线路	38
2.2.18	手动延边 Δ 降压启动线路	40
2.2.19	自动延边 Δ 降压启动线路	40
2.2.20	延边 Δ 形二级降压启动控制线路	41
2.2.21	延边 Δ 形三级降压启动控制线路	42
2.3	普通控制线路	42
2.3.1	转换开关控制的电动机自动互投线路	42
2.3.2	具有检测功能的两台电机自动互投线路	43
2.3.3	继电器控制电动机定时正反转线路	44
2.3.4	晶闸管控制电动机定时正反转线路	45
2.3.5	双稳态电路控制电动机正反转线路	46
2.3.6	双稳态电路作限位开关的电动机自动停机线路	46
2.3.7	电动机间歇式循环停机控制线路	47
2.3.8	两台有启停顺序要求的电动机联锁控制线路	49
2.3.9	三台有启停顺序要求电动机的联锁控制电路	50
2.3.10	2Y/ Δ 接法双速电动机接触器控制线路	51
2.3.11	三速电动机控制线路	53
2.3.12	四速电动机控制电路	54
2.4	专用控制线路	54
2.4.1	压滤机控制线路	54
2.4.2	XF405 消防泵电动机控制线路	55
2.4.3	压机用油泵电动机控制线路	56
2.4.4	空气压缩机控制线路	57
2.4.5	锅炉自动给煤装置控制线路	58
2.4.6	混凝土上料和称量控制线路	59

2.4.7	散装水泥自动秤控制线路	60
2.4.8	混凝土搅拌机控制线路	60
2.4.9	混凝土振捣器控制线路	61
2.4.10	电动门控制线路	61
2.4.11	简易水塔上水控制线路	62
2.4.12	缺水报警控制线路	63
2.5	电动机保护器控制线路	64
2.5.1	双华电动机保护器正转启动线路	64
2.5.2	双华电动机保护器正反转启动及点动线路	64
2.5.3	双华电动机保护器自动往返控制线路	65
2.5.4	双华电动机保护器自动控制 Y- Δ 降压启动线路	66
2.5.5	双华电动机保护器时间继电器三级启动线路	67
2.6	软启动器控制线路	67
2.6.1	STRL 型软启动器用于 160kW 以下功率电动机线路	67
2.6.2	STR 型软启动器一拖二线路	68
2.6.3	STR 型软启动器消防泵一用一备控制线路	69
2.7	变频器控制线路	70
2.7.1	工频/变频切换运行线路	70
2.7.2	变频器一拖二启动线路	70
2.7.3	一拖一单泵自动恒压供水线路	71
2.8	笼型异步电动机制动线路	72
2.8.1	电磁抱闸制动线路	72
2.8.2	单向运转反接制动线路	73
2.8.3	正反向运转反接制动线路	74
2.8.4	单向运转能耗制动线路	78
2.8.5	带点动制动的能耗制动线路	82
2.8.6	正反转运转能耗制动线路	83
2.8.7	晶闸管控制的能耗制动线路	84
2.8.8	断电延时能耗制动 Y- Δ 降压启动控制线路	85
2.8.9	断电延时能耗制动可逆运行控制线路	86
2.8.10	速度继电器控制的可逆运行能耗制动线路	86
2.8.11	自励能耗制动-电容制动线路	87
2.8.12	带能耗制动的双速电动机正反转控制线路	88
2.8.13	单向运转短接制动线路	89
2.8.14	正反向运转短接制动线路	89
2.8.15	采用整流二极管的短接制动线路	90
2.8.16	自励发电-短接制动线路	90
2.9	保护线路	92
2.9.1	正温度系数热敏电阻 (PTC) 保护线路	92
2.9.2	检测线电流的断相保护线路	96
2.9.3	检测线电流的断相和过载保护线路	99

2.9.4	谐波电流断相保护线路	100
2.9.5	负序电流断相保护线路	103
2.9.6	负序电压断相保护线路	104
2.9.7	零序电压(电流)断相保护线路	105
2.9.8	热敏电阻断相保护线路	108
2.9.9	固态断相继电器保护线路	108
2.9.10	光电式断相保护线路	109
2.9.11	时基电路过载和断相保护线路	110
2.9.12	SL-322 集成电路多功能保护线路	111
2.9.13	电流互感器多功能保护线路	112
2.9.14	检测三次谐波电流的多功能保护线路	113
2.9.15	检测谐波电流的多功能保护线路	114
2.10	节电线路	115
2.10.1	防止电动机空载运行的线路	115
2.10.2	异步电动机电压自动调控线路	115
2.10.3	22kW 以下卷扬机用 Y- Δ 转换节电线路	116
2.10.4	30kW 以上卷扬机用 Y- Δ 转换节电线路	117
2.10.5	机床 Y- Δ 转换节电线路	117
2.10.6	接触器控制电动机正反转的机床 Y- Δ 转换节电线路	118
2.10.7	带停车制动装置机床的 Y- Δ 转换节电线路	118
2.10.8	JDI 型 Y- Δ 自动转换节电线路	119
2.10.9	轻重载运行 Y- Δ 自动转换节电线路	120
2.10.10	采用大功率开关集成电路的 Y- Δ 自动转换节电线路	120
第3章	三相绕线式异步电动机控制线路	122
3.1	启动线路	122
3.1.1	凸轮控制器启动线路	122
3.1.2	按钮控制转子绕组串电阻启动线路	122
3.1.3	时间继电器三级启动线路	123
3.1.4	电流继电器二级启动线路	124
3.1.5	电流继电器三级启动线路	124
3.1.6	频敏变阻器单向启动线路	125
3.1.7	频敏变阻器手动、自动单向启动线路	126
3.1.8	频敏变阻器自动单向启动线路	126
3.1.9	XQP 型频敏启动控制箱线路	127
3.1.10	频敏变阻器手动正反转启动线路	128
3.1.11	频敏变阻器自动正反转启动线路	128
3.2	调速线路	129
3.2.1	具有正反转、反接制动和分级调速功能的控制线路	129
3.2.2	采用辅助电源的无级调速线路	130
3.3	起重机专用线路	130
3.3.1	QT-60/80 型塔式起重机控制线路	130

3.3.2	5t 桥式起重机控制线路	132
3.3.3	15t/3t 桥式起重机控制线路	134
3.3.4	快速拆装塔式起重机控制线路	136
3.4	吊车、货梯线路	138
3.4.1	建筑工地上用卷扬机控制线路	138
3.4.2	电动葫芦的控制线路	138
3.4.3	餐厅提升机控制线路	139
3.4.4	简易升降机控制线路	139
第4章	机床控制线路	140
4.1	车床	140
4.1.1	C620-1 卧式车床控制线路	140
4.1.2	CM650 型卧式车床控制线路	140
4.1.3	L-3 型卧式车床控制线路	142
4.1.4	C616 型卧式车床控制线路	142
4.1.5	CW6163 型卧式车床控制线路	143
4.1.6	CW6136A 型普通车床控制线路	144
4.1.7	CW6136B 型卧式车床控制线路	145
4.1.8	1K62 型卧式车床控制线路	145
4.1.9	CM6132 型车床电气控制线路	146
4.1.10	SK360 车床控制线路	147
4.1.11	CW61100E 型卧式车床控制线路	147
4.1.12	CQC6140 型卧式车床控制线路	149
4.1.13	CD6145B 型卧式车床控制线路	149
4.1.14	CA6140 型普通车床控制线路	151
4.1.15	C534J1 立式车床控制线路	151
4.1.16	C5225 型双柱立式车床控制线路	151
4.1.17	C336-1 型转塔车床控制线路	151
4.1.18	C1312 型单轴六角车床控制线路	156
4.1.19	C0330 型六角车床控制线路	157
4.1.20	L-1630 型精密车床控制线路	160
4.1.21	CE7120 半自动液压仿形车床控制线路	160
4.2	磨床	160
4.2.1	M7120 型平面磨床电气控制线路	160
4.2.2	M7120A 型卧轴矩台平面磨床控制线路	162
4.2.3	M7130 型卧轴矩台平面磨床控制线路	162
4.2.4	M1432 型万能外圆磨床控制线路	163
4.2.5	M7475B 立轴圆台平面磨床控制线路	165
4.2.6	M2110C 内圆磨床控制线路	165
4.2.7	M125K 外圆磨床控制线路	167
4.2.8	M131 外圆磨床控制线路	169
4.2.9	M135 外圆磨床控制线路	170

4.2.10	M250 型内圆磨床控制线路	170
4.2.11	KU250 型万能外圆磨床控制线路	172
4.2.12	M11100A 宽砂轮无心磨床控制线路	172
4.2.13	3MZ203/CNC 自动轴承内圆磨床控制线路	172
4.2.14	M1332C 外圆磨床控制线路	172
4.3	钻床	177
4.3.1	Z35 型摇臂钻床控制线路	177
4.3.2	Z37 摇臂钻床控制线路	178
4.3.3	Z535 钻床控制线路	179
4.3.4	Z3025 型摇臂钻床控制线路	179
4.3.5	Z3040 型摇臂钻床控制线路	181
4.3.6	Z3050 型摇臂钻床控制线路	183
4.3.7	Z3063 型摇臂钻床控制线路	185
4.3.8	Z5163 立式钻床控制线路	185
4.4	铣床	188
4.4.1	X62W 型万能铣床控制线路	188
4.4.2	X6132 型立式铣床控制线路	191
4.4.3	XA6132 型立式升降台铣床电气控制线路	194
4.4.4	X5032 型立式铣床控制线路	198
4.4.5	X8120 型万能工具铣床控制线路	198
4.4.6	XS5040 型立式升降台铣床控制线路	199
4.4.7	XQ158 型单柱铣床控制线路	199
4.4.8	X53T 立式铣床控制线路	202
4.4.9	X52K 型立式升降台铣床控制线路	202
4.5	其他机床线路	205
4.5.1	T68 型卧式镗床控制线路	205
4.5.2	T6113 型卧式镗床控制线路	208
4.5.3	T610 型卧式镗床控制线路	208
4.5.4	T617 型单轴坐标镗床控制线路	208
4.5.5	T6113 型卧式镗床控制线路	216
4.5.6	B2012A 型龙门刨床控制线路	216
4.5.7	Y3150 型齿轮机床控制线路	216
4.5.8	Y3180 型滚齿机控制线路	216
4.5.9	B7430 型插床控制线路	225
4.5.10	G607 型圆锯床控制线路	225
附录		227
附录 1	常用电气图形符号	227
附录 2	常用电气文字符号	232
参考文献		235

第 1 章 电气识图知识

1.1 电气图形符号

1.1.1 图形符号的概念

图形符号通常用于图样或其他文件，以表示一个设备（如电动机）或概念（如接地）的图形、标记或字符。图形符号是构成电气图的基本单元，通常由符号要素、一般符号和限定符号组成。

(1) 符号要素

符号要素是指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。符号要素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。如接触器的动合触点的符号。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

一般符号是用以表示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。

(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。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，如电容器的一般符号加到扬声器符号上即构成电容式扬声器的符号。

(4) 图形符号的构成

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 1-1 中，表示开关的一般符号图 1-1 (a)，分别与接触器功能符号图 1-1 (b)、断路器功能符号图 1-1 (c)、隔离器功能符号图 1-1 (d)、负荷开关功能符号图 1-1 (e) 这几个限定符号组成接触器符号图 1-1 (f)、断路器符号图 1-1 (g)、隔离开关符号图 1-1 (h)、负荷开关符号图 1-1 (i)。

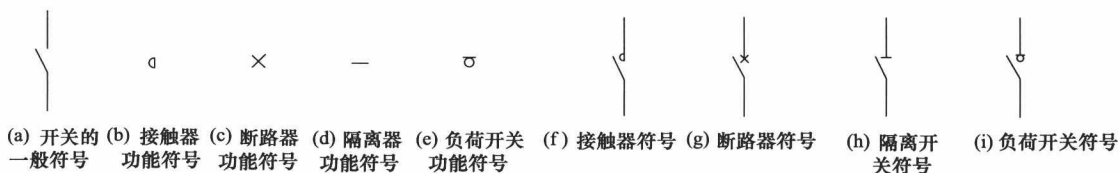


图 1-1 一般符号与限定符号的组合

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

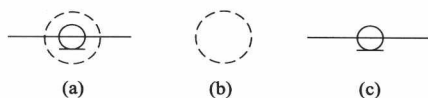


图 1-2 符号要素与一般符号的组合

③ 符号要素+一般符号+限定符号 在图 1-3 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 1-3 (b) 与表示放大器的一般符号图 1-3 (c)、表示自动控制的限定符号图 1-3 (d) (作为限定符号) 构成。

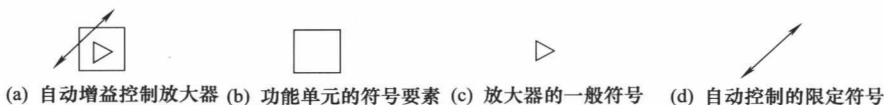


图 1-3 符号要素、一般符号与限定符号的组合

电气图形符号还有一种方框符号, 用以表示设备、元件间的组合及功能。方框符号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, 只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 1-4 所示。

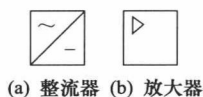


图 1-4 方框符号

(5) 图形符号的使用

① 图形符号表示的状态 图形符号是按未得电、无外力作用的“自然状态”画成的。例如, 开关未合闸; 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等。

② 尽可能采用优选形符号。某些设备或电气元件有几个图形符号, 在选用时应尽可能采用优选形符号, 尽量采用最简单的形式, 在同类图中应使用同一种形式。

③ 突出主次 为了突出主次和区别不同用途, 图形符号的尺寸大小、线条粗细依国家标准可放大与缩小。例如, 电力变压器与电压互感器、发电机与励磁机、主电路与副电路、母线与一般导线等的表示。但是在同一张图样中, 同一符号的尺寸应保持一致, 各符号间及符号本身比例应保持不变。

④ 符号方位 标准中示出的符号方位, 在不改变符号含义的前提下, 可根据图面布置的需要旋转或成镜像放置, 但文字和指示方向不得倒置。

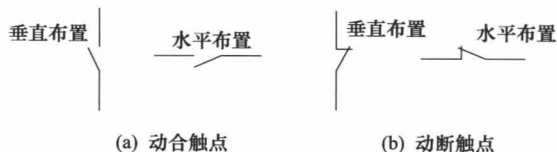


图 1-5 开关、触点的方位

有方位规定的图形符号为数很少, 但在电气图中占重要位置的各类开关和触点, 当其符号呈水平形式布置时, 应下开上闭; 当符号呈垂直形式布置时, 应左开右闭, 如图 1-5 所示。

1.1.2 文字符号

文字符号是表示电气设备、装置、电气元件的名称、状态和特征的字符代码。

(1) 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、装置和电气元件的种类名称, 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、电气元件划分为 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

类分类的各种电气元件、设备，可以用字母“E”来表示。

双字母符号由一个表示大类的单字母符号与另一个字母组成，组合形式以单字母符号在前，另一字母在后的次序标出。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。

② 辅助文字符号 电气设备、装置和电气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以下两种。

a. 数字代码单独使用：数字代码单独使用时，表示各种电气元件、装置的种类或功能，需按序编号，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，可用数字来代表电气元件的种类，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。

b. 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、装置电气元件的不同编号。数字代码可放在电气设备、装置或电气元件的前面或后面，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”。

(2) 文字符号的使用

① 一般情况下，绘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三位字母。

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，可按有关电气名词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 文字符号不适于电气产品型号编制与命名。

⑥ 文字符号一般标注在电气设备、装置和电气元件的图形符号上或其近旁。

1.1.3 项目代号

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。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。

(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。

① 高层代号(=) 系统或设备中任何较高层次(对给予代号的项目而言)的项目代号，称为高层代号，如电力系统、电力变压器、电动机、启动器等。

由于各类子系统或成套配电装置、设备的划分方法不同，某些部分对其所属下一级项目就是高层。例如，电力系统对其所属的变电所，电力系统的代号就是高层代号，但对该变电所中的某一开关(如高压断路器)的项目代号，则该变电所代号就为高层代号。因此高层代号具有项目总代号的含义，但其命名是相对的。

② 位置代号(+) 项目在组件、设备、系统或者建筑物中实际位置的代号，称为位置代号。

位置代号通常由自行规定的拉丁字母及数字组成，在使用位置代号时，应画出表示该项目位置的示意图。

③ 种类代号(-) 种类代号是用于识别所指项目属于什么种类的一种代号，是项目代号中的核心部分。种类代号通常有三种不同的表达形式。

a. 字母+数字：这种表达形式较为常见，如“-K₅”表示第5号继电器。种类代号字母采用文字符号中的基本文字符号，一般是单字母，不能超过双字母。

b. 给每个项目规定一个统一的数字序号：这种表达形式不分项目的类别，所有项目按顺序统一编号，例如可以按电路中的信息流向编号。这种方法简单，但不易识别项目的种类，因此须将数字序号和它代表的项目种类列成表，置于图中或图后，以利识读。其具体形式为：位置代号前缀符号、数字序号。如示例“-3”代表3号项目，在技术说明中必须说明“3”代表的种类。

c. 按不同种类的项目分组编号：数码代号的意义可自行确定，例如：“-1”表示电动机，“-2”表示继电器等。当某个单元中使用的项目大类较多时，数字“0”也可以表示一个大类。数字代码后紧接数字序号。当某个单元内同类项目数量超过9个时，数字序号可以为两位数，但是全图的注法应该一致，以免误解。例如电动机为-11、-12、-13…；继电器为-21、-22、-23…。

在种类代号段中，除项目种类字母外，还可附加功能字母代码，以进一步说明该项目的特征或作用。功能字母代码没有明确规定，由使用者自定，并在图中说明其含义。功能字母代码只能以后缀形式出现。其具体形式为：前缀符号、种类的字母代码、同一项目种类的字母代码、同一项目种类的序号、项目的功能字母代码。

④ 端子代号(:) 指项目(如成套柜、屏)内、外电路进行电气连接的接线端子的代号。电气图中端子代号的字母必须大写。

电器接线端子与特定导线(包括绝缘导线)相连接时，规定有专门的标记方法。例如，三相交流电器的接线端子若与相位有关系时，字母代号必须是“U”、“V”、“W”，并且与

交流三相导线“L₁”、“L₂”、“L₃”一一对应。

(2) 项目代号的应用

一个项目代号可以由一个代号段组成，也可以由几个代号段组成。通常，种类代号可以单独表示一个项目，而其余大多应与种类代号组合起来，才能较完整地表示一个项目。

为了根据电气图能够很方便地对电路进行安装、检修、分析与查找故障，在电气图上要标注项目代号。但根据使用场合及详略要求的不同，在一张图上的某一项目不一定都有四个代号段。如有的不需要知道设备的实际安装位置时，可以省掉位置代号；当图中所有高层项目相同时，可省掉高层代号而只需要另外加以说明。

在集中表示法和半集中表示法的图中，项目代号只在图形符号旁标注一次，并用机械连接线连接起来。在分开表示法的图中，项目代号应在项目每一部分旁都要标注出来。

在不致引起误解的前提下，代号段的前缀符号也可省略。

1.1.4 回路标号

电路图中用来表示回路种类、特征的文字和数字标号统称回路标号，也称回路线号。其用途为便于接线和查线。

回路标号的一般原则如下。

① 回路标号按照“等电位”原则进行标注。等电位的原则是指电路中连接在一点上的所有导线具有同一电位而标注相同的回路称号。

② 由电气设备的线圈、绕组、电阻、电容、各类开关、触点等电气元件分隔开的线段，应视为不同的线段，标注不同的回路标号。

③ 在一般情况下，回路标号由三位或三位以下的数字组成。以个位代表相别，如三相交流电路的相别分别为1、2、3；以个位奇偶数区别回路的极性，如直流回路的正极侧用奇数，负极侧用偶数。以标号中的十位数字的顺序区分电路中的不同线段。以标号中的百位数字来区分不同供电电源的电路。如直流电路中A电源的正、负极电路标号用“101”和“102”表示，B电源的正、负极电路标号用“201”和“202”表示。电路中者共用同一个电源，则百位数字可以省略。当要表明电路中的相别或某些主要特征时，可在数字标号的前面或后面增注文字符号，文字符号用大写字母，并与数字标号并列。在机床电气控制电路图中回路标号实际上是导线的线号。

1.2 电气图绘制方法

1.2.1 电气图制图规则

(1) 图幅分区

为了确定图上内容的位置及其他用途，应对一些幅面较大、内容复杂的电气图进行分区。图幅分区的方法是将图纸相互垂直的两边各自加以等分，分区数为偶数，每一分区的长度为25~75mm。分区线用细实线，每个分区内竖边方向用大写英文字母编号，横边方向用阿拉伯数字编号，编号顺序应以标题栏相对的左上角开始。

图幅分区后，相当于建立了一个坐标，分区代号用该区域的字母和数字表示，字母在前，数字在后，如B3、C4，也可用行（如A、B）或列（如1、2）表示。这样，在说明设备工作元件时，就可让读者很方便地找出所指元件。

图 1-6 中, 将图幅分成 4 行 (A~D) 和 6 列 (1~6)。图幅内所绘制的元件 KM、SB、R 在图上的位置被惟一地确定下来了, 其位置代号列于表 1-1 中。

表 1-1 图上元件的位置代号

序号	元件名称	符号	行号	列号	区号
1	继电器线圈	KM	B	4	M
2	继电器触点	KM	C	2	C2
3	开关(按钮)	SB	B	2	B2
4	电阻器	R	C	4	C4

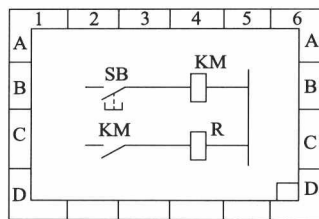


图 1-6 图幅分区示例

(2) 围框

当需要在图上显示出其中的一部分所表示的是功能单元、结构单元或项目组(电器组、继电器装置)时, 可以用点划线围框表示。为了图面清楚, 围框的形状可以是不规则的, 如图 1-7 所示。围框内有两个继电器, 每个继电器分别有三对触点, 用一个围框表示这两个继电器 KM_1 、 KM_2 的作用关系会更加清楚, 且具有互锁和自锁功能。

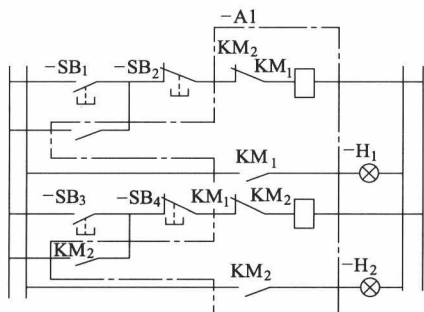


图 1-7 围框例图

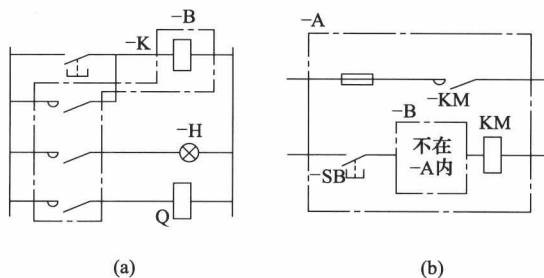


图 1-8 含点划线围框

当用围框表示一个单元时, 若在围框内给出了可在其他图纸或文件上查阅更详细资料的标记, 则其内的电路等可用简化形式表示或省略。如果在表示一个单元的围框内的图上含有不属于该单元的元件符号, 则必须对这些符号加双点划线的围框并加代号或注解。例如图 1-8 的 -A 单元内包含有熔断器 FU、按钮 SB、接触器 KM 和功能单元 -B 等, 它们在一个框内。而 -B 单元在功能上与 -A 单元有关, 但不装在 -A 单元内, 所以用双点划线围起来, 并且加了注释, 表明 -B 单元在图 (a) 中给出了详细资料, 这里将其内部连接省略。但应注意, 在采用围框表示时, 围框线不应与元件符号相交。

(3) 电气图布局方法

图的布局应从有利于对图的理解出发, 做到布局突出图的本意、结构合理、排列均匀、图面清晰、便于读图。

① 图线布局 电气图的图线一般用于表示导线、信号通路、连接线等, 要求用直线, 即横竖直, 尽可能减少交叉和弯折, 图线的布局方法有两种。

a. 水平布局: 水平布局是将元件和设备按行布置, 使其连接线处于水平布置, 如图 1-9 所示。

b. 垂直布局: 垂直布局是将元件和设备按列布置, 使其连接线处于竖直布置, 如图 1-10 所示。

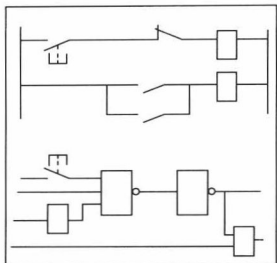


图 1-9 图线水平布局范例

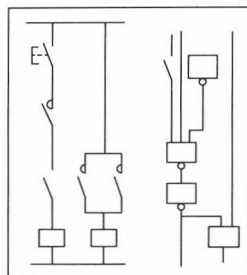


图 1-10 图线垂直布局范例

② 元件布局 元件在电路图中的排列一般是按因果关系和动作顺序从左到右、自上而下布置，看图时也要按这一排列规律来分析。例如，图 1-11 是水平布局，从左向右分析， SB_1 、FR、KM 都处于常闭状态，KT 线圈才能得电。经延时后，KT 的动合触点闭合，KM 得电。不按这一规律来分析，就不易看懂这个电路图的动作过程。

如果元件在接线图或布局图等图中，它是按实际元件位置来布局，这样便于看出各元件间的相对位置和导线走向。例如，图 1-12 是某两个单元的接线图，它表示了两个单元的相对位置和导线走向。

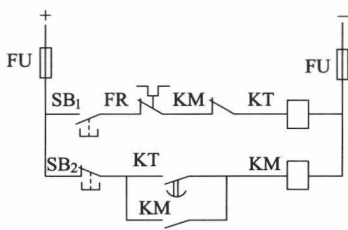


图 1-11 元件水平布局范例

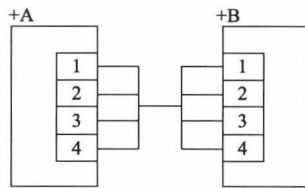


图 1-12 两个单元按位置布局范例

1.2.2 电气图基本表示方法

(1) 线路表示方法

线路的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 在图中，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。图 1-13 就是一个具有正、反转的电动机主电路，多线表示法能比较清楚地看出电路工作原理，但图线太多，对于比较复杂的设备，交叉就多，反而有阻碍看懂图。多线表示法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场合。

② 单线表示法 在图中，电气设备的两根或两根以上的连接线或导线，只用一根线表示的方法，称为单线表示法，图 1-14 是用单线表示的具有正、反转的电动机主电路图。这种表示法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，例如图 1-14 中热继电器是两相的，图中标注了“2”。

③ 混合表示法 在一个图中，一部分采用单线表示法，一部分采用多线表示法，称为混合表示法，如图 1-15 所示。为了表示三相绕组的连接情况，该图用了多线表示法；为了说明两相热继电器，也用了多线表示法；其余的断路器 QF、熔断器 FU、接触器 KM_1 都是三相对称，采用单线表示。这种表示法具有单线表示法简洁精练的优点，又有多线表示法描