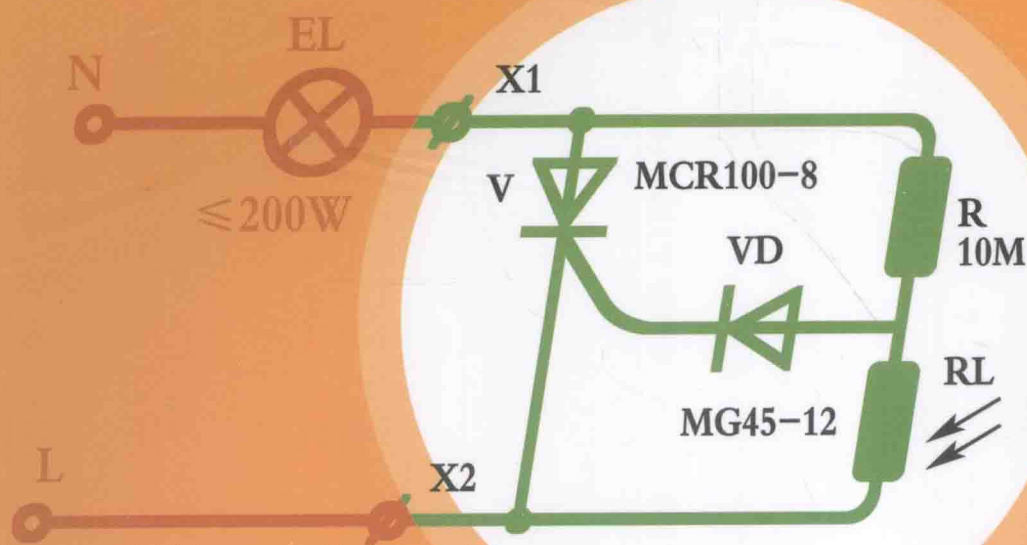


怎样识读



电气线路图

◎ 刘光源 主编



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

怎样识读电气线路图

刘光源 主编

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书共分8章,内容包括识读电气控制线路图的方法和顺序,常用照明电路,常用电工仪表线路,电力拖动基本控制线路,机床及电气设备控制线路,电子控制线路,消防、防盗与报警电路,其他电气控制线路。

本书内容新颖且通俗易懂,实用和可操作性强,可供广大电气工人及电气技术人员使用,也可作为中职院校的培训参考教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

怎样识读电气线路图/刘光源主编. —北京:电子工业出版社,2015.1
ISBN 978-7-121-24731-6

I. ①怎… II. ①刘… III. ①电路图—识图法 IV. ①TM13

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第261949号

策划编辑:富 军

责任编辑:底 波

印 刷:北京市李史山胶印厂

装 订:北京市李史山胶印厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编:100036

开 本:787×1092 1/16 印张:20.25 字数:518.4千字

版 次:2015年1月第1版

印 次:2015年1月第1次印刷

印 数:3 000册 定价:49.80元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zltts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010) 88258888。

前 言

本书介绍了电工识读电气控制线路图的方法和顺序，列举了各种电子线路、照明电路、机床及电气设备控制线路，可使广大上岗、转岗和在岗的电气工人及中职业院校学生用较短的时间掌握电工识图技能。

本书详细介绍了识读电气控制线路图的方法和顺序，常用照明电路，常用电工仪表线路，电力拖动基本控制线路，机床及电气设备控制线路，电子控制线路，消防、防盗与报警电路，其他电气控制线路。

本书中所用的技术标准、电气图形符号（GB/T 4728—2005—2008）均为最新国家标准，内容丰富，实用性强。

本书由刘光源主编，参加编写的还有应桂聪、周家宝、黄敏、刘琼、费文祥、许定芳、张佩连、潘慧珍、许黎丽、应国聪、陈月华、许玉萍、刘峰、应国芳。

由于本人学识和技术水平有限，书中难免有不足及疏漏之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第1章 识读电气控制线路图的方法和顺序	1
1.1 电气工程图的分类	1
1. 电气总平面图	1
2. 电气设备平面图	1
3. 电气系统图	1
4. 大样图	1
5. 电力系统电路图	2
6. 电气控制线路图	2
7. 系统图或框图	2
8. 逻辑图	2
1.2 电气控制线路图的分类	2
1. 控制保护系统图	2
2. 电气原理图	2
3. 安装接线图	3
1.3 绘制和识读电气原理图的方法	4
1. 电气原理图的绘制方法	4
2. 电气线路图的识读方法	6
1.4 识读电气线路图的顺序	7
1. 识读主电路	7
2. 识读控制电路	7
3. 识读照明和信号电路	8
1.5 识图举例	8
1. 电动机正转控制原理图	8
2. 电动机正转接线图	8
3. 住宅楼电气平面图	9
第2章 常用照明电路	11
2.1 白炽灯照明电路	11
1. 一只开关控制一盏灯	11
2. 一只开关控制一盏灯并接一个两孔插座	12
3. 两只双联开关控制一盏灯	12
4. 三只开关控制一盏灯	12
5. 自动延时关灯电路	13
6. 触摸式自动延时关灯电路	13

7. 声控自动照明灯电路	14
8. 光控自动照明灯电路	14
9. 声光控自动照明灯的安装	15
10. 路灯光电控制	16
11. 简易的节能指示灯	16
12. 用二极管延长白炽灯的寿命	17
13. 白炽灯简易调光电路	17
14. 利用电容降压的节能灯	17
2.2 日光灯（荧光灯）照明电路	18
1. 直管式荧光灯	18
2. 其他荧光灯	26
2.3 其他照明电路	29
1. 碘钨灯照明电路	29
2. 高压汞灯照明电路	30
3. 高压钠灯照明电路	33
4. 管形氙灯照明电路	35
5. 紫外线荧光灯电路	38
6. 紫外线汞灯电路	39
7. 霓虹灯电路	41
8. 霓虹灯闪光照明电路	41
9. 半导体 LED 灯	42
10. RCD 的安装	43
第3章 常用电工仪表线路	46
3.1 电流表的线路	46
1. 直流电流表	46
2. 交流电流表	48
3.2 电压表的线路	49
1. 直流电压表	49
2. 交流电压表	50
3. 电压表和电流表常见故障及处理方法	51
3.3 功率表	52
1. 功率表线路	52
2. 功率的测量线路	52
3. 功率表的使用方法	53
3.4 电能表线路	54
1. 电能表的结构和工作原理	54
2. 单相电能表的选择、安装和接线	54
3. 三相电能表的接线	58
4. 有功电能表的接线	60

5. 无功电能表的接线	60
6. 电流互感器的接线	60
7. 电能表总线	64
8. 电能表的安装要求	65
3.5 万用表	66
1. 指针式万用表	66
2. DP - B30 型数字式万用表	72
3. VICTOR 型数字式万用表	73
3.6 钳形电流表	76
1. 钳形表的测量	76
2. 钳形表使用时的注意事项	76
3.7 兆欧表	76
1. 兆欧表的选用	77
2. 兆欧表的测量	77
3. 兆欧表使用时的注意事项	78
3.8 直流电桥	79
1. 直流单臂电桥	79
2. 直流双臂电桥	79
3.9 接地电阻测量仪	81
3.10 电缆探伤仪	82
1. 测量方法	83
2. 注意事项	84
3.11 晶体管毫伏表	84
1. DA - 16 型低频晶体管毫伏表结构	85
2. DA - 16 型低频晶体管毫伏表的作用及工作原理	85
3. 使用方法	86
4. 使用注意事项	87
5. 简易维护	87
3.12 信号发生器	87
1. YB1631 型函数信号发生器	87
2. XDT 低频信号发生器	89
第4章 电力拖动基本控制线路	91
4.1 三相笼形异步电动机的全压启动	91
1. 单向运行控制线路	91
2. 正反向运行控制线路	95
4.2 三相笼形异步电动机的降压启动	100
1. 串电阻降压启动控制线路	100
2. Y— Δ 降压启动控制线路	101
3. 串自耦变压器降压启动线路	101

4. 延边三角形降压启动控制线路	102
4.3 三相异步电动机的制动	104
1. 机械制动	105
2. 电气制动	105
4.4 双速电动机的控制	111
1. 双速电动机的控制	111
2. 接触器控制双速电动机控制线路	112
3. 时间继电器控制双速电动机控制线路	112
4.5 三速电动机的控制	113
1. 三速电动机定子绕组的连接	113
2. 接触器控制三速电动机的控制线路	114
3. 时间继电器控制三速电动机控制线路	115
4.6 三相绕组式异步电动机的控制	116
1. 接触器控制绕线式异步电动机控制线路	116
2. 时间继电器控制绕线式异步电动机控制线路	116
3. 电流继电器控制绕线式异步电动机控制线路	117
4. 转子绕组串频敏变阻器启动控制线路	118
4.7 直流电动机的控制线路	119
1. 直流电动机串电阻启动控制	119
2. 直流电动机正反转控制	120
3. 直流电动机的能耗制动控制	120
4. 直流电动机的调速控制	123
第5章 机床及电气设备控制线路	125
5.1 电气控制设备的安装与调试	125
1. 电气控制设备的安装	125
2. 电气元件的安装和配线	127
3. 电气控制设备的调试	127
5.2 机床电气设备检修时的测试工具	128
1. 试电笔	128
2. 试灯	129
3. 电池灯	129
5.3 机床电气故障的检修步骤	130
1. 故障调查	130
2. 电路分析	130
3. 机床电气故障的检修方法	131
5.4 机床及电气设备控制线路	136
1. C620-1 型车床电气控制线路	136
2. CA6140 型车床电气控制线路	138
3. CW6163B 型车床电气控制线路	140

4. Y3150 型滚齿机电气控制线路	142
5. M7120 型平面磨床电气控制线路	144
6. M1432A 型万能外圆磨床电气控制线路	147
7. Z35 型摇臂钻床电气控制线路	150
8. Z3040 型摇臂钻床电气控制线路	155
9. X52K 型立式升降台铣床电气控制线路	159
10. X8120W 型万能工具铣床电气控制线路	163
11. X62W 型万能铣床电气控制线路	164
12. T68 型卧式镗床电气控制线路	168
13. T610 型镗床电气控制线路	172
14. 15/3t 交流桥式起重机电气控制线路	186
15. B2012A 型龙门刨床电气控制线路	192
16. 电梯电气设备的安装	210
第 6 章 电子控制线路	225
6.1 整流电路	225
1. 单相半波整流电路	225
2. 单相全波整流电路	226
3. 单相桥式全波整流电路	227
6.2 滤波电路	228
1. 电容滤波电路	228
2. 单相桥式全波整流电感滤波电路	229
3. 单相桥式全波整流复合滤波电路	230
6.3 稳压电路	230
1. 并联式硅稳压电路	230
2. 串联式稳压电路	231
6.4 三极管基本放大电路	233
1. 共发射极基本放大电路	233
2. 实例	234
3. 常用偏置电路	234
6.5 晶闸管电路	235
1. 常用晶闸管可控整流电路	235
2. 晶闸管触发电路	237
3. 晶闸管实用电路	241
4. 晶体管脉冲数字电路	249
5. 双稳态电路	250
6. 单稳态电路	251
7. 无稳态电路	252
8. 晶体管液位控制电路	252
9. 汽车转弯闪光继电器电路	254

10. 场效应管直流偏置电路	254
11. JS20 型单结晶体管阻容式时间继电器电路	255
12. 单向晶闸管无级调光电路	256
13. 双向晶闸管无级调光电路	256
14. 定时电路	256
6.6 根据继电器电气原理图设计 PLC 的梯形图	258
1. 三相异步电动机单向启动	258
2. 三相异步电动机正、反向启动	258
3. 三相异步电动机Y— Δ 降压启动	259
4. PLC 的应用——库门自动打开和关闭的自动控制	260
第7章 消防、防盗与报警电路	262
7.1 消防灭火系统电路	262
1. 自动喷水灭火系统的安装	262
2. 消火栓灭火系统的安装	263
3. 电动防火卷帘门电气控制线路	266
4. 排风、排烟风机独立控制的电气控制线路	268
5. 火灾报警电路	270
6. 火灾气体烟雾检测报警电路	270
7.2 防盗与报警电路	271
1. 声光报警电路	271
2. 断续声报警器	272
3. 光电控制和报警电路	272
4. 细丝报警电路	273
5. 简易声光报警器电路	273
6. 带摄像设备和可视对讲机的门出入口自动系统	273
7. 闭路电视的监视功能	273
第8章 其他电气控制线路	275
8.1 变配电电气线路	275
1. 双电源互为备用供电系统	275
2. 双电源一用一备供电系统图	275
3. 10kV 高压备用电源自动投入装置	276
4. 220/380V 低压备用电源自动投入装置展开图	278
5. 10kV 变配室配电系统图	279
6. 10kV 变配电室的倒闸操作电气线路图	280
7. 35kV 中心变电所电气系统图	282
8. 35kV 主进线断路器的控制和保护原理图	283
9. 35kV 主变压器的控制及保护	287
8.2 常用保护线路	290
1. 低压配电系统的保护接地和保护接零	290

2. 电气设备的保护接地和保护接零	291
3. 保护接地	292
4. 保护接零	293
5. 隔离变压器的防触电措施	293
6. 行灯变压器的防触电措施	294
7. 低压电压型触电保护器	295
8. 低压变压器短路保护	295
9. 加一只中间继电器作为断相保护	296
10. 一种节电型零序电压断相保护	296
11. 利用三只电流互感器和一只电流继电器作为电动机断相保护	297
12. 避雷器保护线路	297
8.3 节电技术	301
1. 采用移相电容器提高功率因数	301
2. 采用无功功率自动补偿控制器	305
3. 机床空载自动停车装置	306
4. 电焊机节电线路	307
5. 采用晶闸管无级调速和变频调速	309
参考文献	310

第1章

识读电气控制线路图的方法和顺序

1.1 电气工程图的分类

电气工程图一般分为电气总平面图、电气设备平面图、电气系统图、大样图、电力系统电路图、电气控制线路图、系统图或框图、逻辑图等。



1. 电气总平面图

电气总平面图是在建筑总平面图上表示电源及电力负荷分布的图样，主要表示各建筑物的名称或用途、电力负荷的装机容量、电气线路的走向及变配电装置的位置、容量和电源进户的方向等。通过电气总平面图可了解该项工程的概况，掌握电气负荷的分布及电源装置等。一般大型工程都有电气总平面图，中小型工程则由动力平面图或照明平面图代替。



2. 电气设备平面图

电气设备平面图是在建筑物的平面图上标出电气设备、元件、管线实际布置的图样，主要表示其安装位置、安装方式、规格型号数量及接地网等。通过平面图可以知道每幢建筑物及其各个不同的标高上装设的电气设备、元件及其管线等。电气设备平面图用得很多，动力、照明、变配电装置、各种机房、通信广播、电缆电视、火灾报警、防盗保安、微机监控、自动化仪表、架空线路、电缆线路及防雷接地等都要用到电气设备平面图。



3. 电气系统图

电气系统图是用单线图表示电能或电信号按回路分配出去的图样，主要表示各个回路的名称、用途容量以及主要电气设备、开关元件及导线电缆的规格型号等。通过电气系统图可以知道该系统的回路个数和主要用电设备的容量、控制方式等。建筑电气工程中系统图用得很多，动力、照明、变配电装置、通信广播、电缆电视、火灾报警、防盗保安、微机监控、自动化仪表等都要用到电气系统图。



4. 大样图

大样图一般用来表示某一具体部位或某一设备元件的结构或具体安装方法，通过大样图可以了解该项工程的复杂程度。一般非标的控制柜、箱，检测元件和架空线路的安装等都要

用到大样图，大样图通常均采用标准通用图集。其中剖面图也是大样图的一种。



5. 电力系统电路图

电力系统电路图分为发电厂输变电电路图、厂矿变配电电路图、动力及照明配电电路图。

电力系统电路图是把电气设备及电气元器件，如隔离开关、断路器、互感器、电力电容器、变压器、母线等按一定顺序连接起来，汇集和分配电能的电路图。



6. 电气控制线路图

对电动机及其他电气设备的供电和运行方式进行控制的电气图称为电气控制线路图。电气控制线路图是用来表示电气设备及元器件控制方法及控制线路的图样。主要表示电气设备及元器件的启动、制动、调速、保护、信号及其他自动控制等。



7. 系统图或框图

用符号或带注释的框，概略表示系统或分系统的基本组成，相互关系及其主要特征的一种简图。用方框符号绘制的系统图，称为框图。



8. 逻辑图

逻辑图是用二进制逻辑单元图形符号绘制的，以实现一定逻辑功能的一种简图，逻辑图又可分为纯逻辑图（理论逻辑图）和详细逻辑图（工程逻辑图）两类。纯逻辑图只表示功能而不涉及实现方法，因此是一种功能图；详细逻辑图不仅表示功能，而且有具体的实现方法。

1.2 电气控制线路图的分类

电气控制线路一般有控制保护系统图、电气原理图和安装接线图等 3 种。



1. 控制保护系统图

中小型电动机的控制保护系统图如图 1-1 所示。图 1-1（a）中熔断器 FU 做保护用，故必须装在控制开关 QS 的后级，采用刀开关 QS 做控制开关。倒顺开关 SA 做操作开关，在两级开关之间必须安装一道熔断器 FU，如图 1-1（b）所示。采用空气断路器 QF 做控制开关时，则应在空气断路器 QF 装一道熔断器 FU，以免热脱扣器或电磁脱扣器失灵时，能由熔断器起保护作用，同时可兼做隔离开关用，如图 1-1（c）所示。



2. 电气原理图

电气原理图如图 1-2 所示。图中各电器元件不按它们的实际位置画在一起，而是按其在电路中所起的作用画在不同的部位上，但同一电器元件用同一文字符号表示，如图 1-2 中接触器 KM 的线圈和一副常开辅助触头画在右边的控制回路中，而受它控制的三副常开主触头画在左边的主回路中，且所有电器触头都按没有通电时的状态画出。其目的是使电气原

理图看起来简单明了。电气原理图分为主回路和控制回路两部分。主回路包括电动机 M、接触器的 KM 常开主触头及连接导线等，如图 1-2 所示接触器 KM 三副常开主触头→热继电器 FR 热元件→电动机 M，主回路通过大电流，在电气原理图中画在左边；控制回路包括接触器 KM 的线圈和常开辅助触头、按钮 SB1、SB2 及连接导线等，如图 1-2 所示热继电器 FR 热元件→停止按钮 SB1→启动按钮 SB2（和接触器 KM 的常开辅助触头）→接触器 KM 的线圈，控制回路通过小电流，在电气原理图中画在右边。

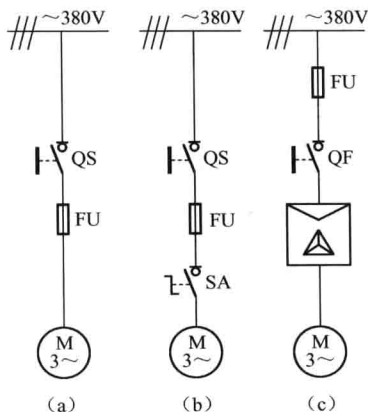


图 1-1 中小型电动机控制保护系统图

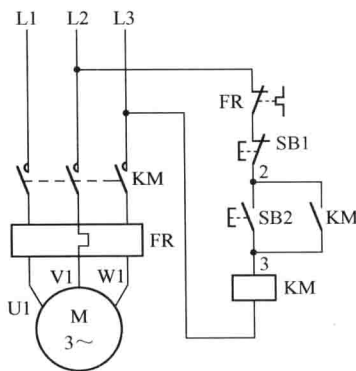


图 1-2 电气原理图



3. 安装接线图

安装接线图是指电气设备及电气元器件的连接关系，用以进行安装接线、检查及维修的一种电路图。

1) 电动机正转安装接线图

电动机正转安装接线图如图 1-3 所示。

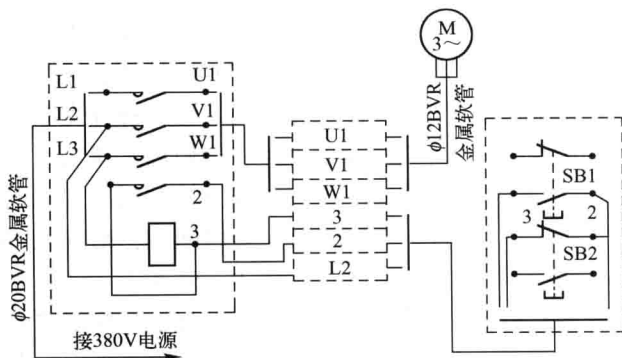


图 1-3 电动机正转安装接线图

图中各电器元件是按它们的实际安装位置画的，同一电器元件是画在一起的。由于安装接线图线条交叉重叠较多，不易看出它的工作原理，主要用做安装接线。

2) 照明装置的安装接线图

照明装置的安装接线如图 1-4 所示。图中标明电源引入线的位置、线径、根数、管位、

敷设方法；配电箱的位置、型号、分支回路的编号；照明灯具的种类、规格、安装高度等。例如，图 1-4 中所标注的 $P(1 \times 60/2.5)X$ ，P 表示乳白玻璃平盘罩灯； 1×60 表示功率为 60W 的灯一盏，2.5 表示安装高度距地 2.5m，X 表示安装方法为线吊灯。

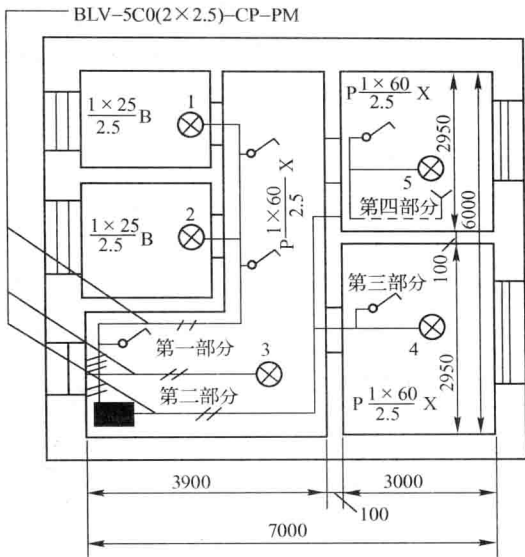


图 1-4 照明装置的安装接线

1.3 绘制和识读电气原理图的方法



1. 电气原理图的绘制方法

(1) 图区划分和符号位置的索引。由于各种机床的运动形式和工艺要求都不同，所以在电力拖动自动控制中提出了各种要求；机床电气控制的原理图所包含的电器元件、器件和设备等符号也较多，要正确绘制和阅读机床电气控制原理图，除了上述的绘制电气控制原理图应遵循的一般原则外，还要对整张图样进行划区，注明各分支电路的用途及接触器、继电器的线圈与受其控制的触头的从属关系等项目外，再做如下规定。

为了便于检修线路和方便阅读原理图，应将整张图样的图面划分成若干区域，称之为图区。

图区编号一般用阿拉伯数字写在图面下部的方框内，如图 1-5 所示的 1、2、3、…它是为了检索电气线路图中接触器或继电器线圈与受其控制的触头所在图区的位置。

原理图中的每个电路在机床操作中的用途，必须用文字标明在作用栏内，用途栏一般以方框形式放在图面的上部，如图 1-5 和图 1-6 所示。

原理图中每个接触器、继电器的线圈与受其控制的触头的从属关系应按下述方法标志。

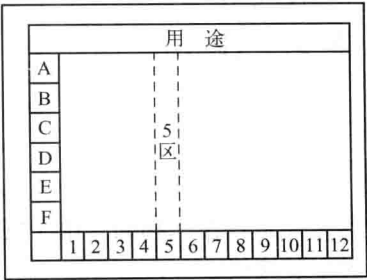


图 1-5 图区的划分

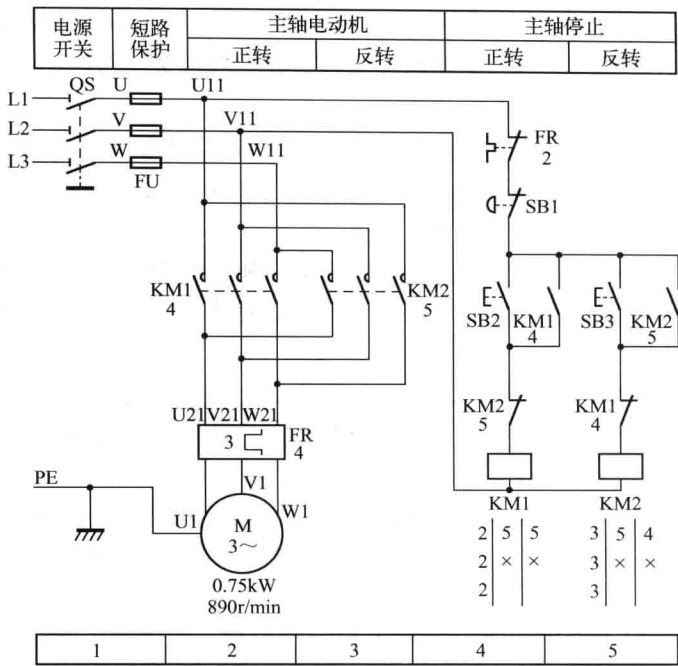


图 1-6 某型车床电气控制线路

在每个接触器线圈的文字符号 KM 的下面画两条竖直线，分成左、中、右三栏，把受其控制而动作的触头所处的图区号数字，按表 1-1 规定的内容填上，对备而未用的触头，在相应的栏中用记号“×”标出。

表 1-1 接触器线圈符号下的数字标志

左 栏	中 栏	右 栏
主触头所处图区号	辅助动合（常开）触头所处图区号	辅助动合（常闭）触头所处图区号

如图 1-6 中接触器 KM1 的三副常开主触头在 2 图区，一副常开辅助触头 and 一副常闭辅助触头都在 5 图区。每个触头的文字符号下面表示的数字为动作它的线圈所处的图区号，如图 1-6 所示接触器 KM1 的三副常开主触头下面的 4，表示接触器 KM1 的线圈在 4 图区。

在每个继电器线圈的文字符号（如 KT）下面画上一条竖直线，分成左、右两栏，把受其控制而动作的触头所处的图区号数字，按表 1-2 规定的内容填上，同样，对备而未用的触头在相应的栏中用记号“×”标出。

表 1-2 继电器线圈符号下的数字标志

左 栏	右 栏
动合（常开）触头所处的图区号	动断（常闭）触头所处的图区号

图样上每个触头的文字符号下面表示的数字为动作它的线圈所处的图区号，如图 1-6 所示。

(2) 电气原理图一般分为主电路和控制电路。主电路是电气原理图中通过大电流的部分，一般由转换开关、熔断器、接触器的三副常开主触头、热继电器热元件和电动机等组

成,一般画在电气原理图的左边,如图 1-6 的左边所示。控制电路一般由按钮、接触器的线圈和辅助触头或继电器的线圈和辅助触头、热继电器的触头、熔断器等元件组成,一般画在电气原理图的右边,如图 1-6 的右边所示。

(3) 电气原理图中应将电源电路、主电路、控制电路和照明指示灯电路分开绘制。电气原理图中的电源电路应水平绘制,相线 L1、L2、L3 由上而下排列,中性线 N 和保护线 PE 放在相线之下。

主电路垂直绘制在电气原理图的左边,控制电路和照明指示灯电路也应垂直绘制在电气原理图的右边,控制电路和照明指示灯电路中的耗能元件,如接触器和继电器的线圈、灯泡等应画在电路的最下端。

电气元件应按功能和顺序排列,其布局顺序应从上到下,从左到右。

在机床电气控制线路的原理图中,对控制电路、信号电路和使用控制变压器的一些要求有如下规定。

① 绘制电气原理图时尽量减少线条和避免交叉,各导线之间有电联系时,在导线交叉画实心圆点。根据图面布置的需要,可以将图形符号逆时针转 90° ,但人文字符号不能倒置。

② 对于具有 5 个以上电磁线圈(如接触器、继电器、电磁离合器等)的线圈)或电柜外还具有控制器件和仪表的机床,必须采用分离绕组的变压器给控制电路和信号电路供电。当控制电路和信号电路是通过变压器供电时,变压器二次侧的一根线应保护接地,而另一根线应通过熔断器接到各电器元件上去。

③ 由变压器供电的交流控制电路副边的电压值为 24V 或 48V、50Hz。触头外露在空气中的电路,由于电压过低而使电路工作不可靠时,可采用 48V 或更高的电压,如 110V (优先采用)和 220V、50Hz 的交流电压。

④ 对于电磁线圈在 5 个以下的机床电气设备控制电路,可以直接接到电源上,这种控制电路的电压值不做规定,由电源电压而定。

⑤ 直流控制电路的电压值为 24V、48V、110V 和 220V。

对于大型机床,由于线路较长,串联的触头多、压降大,故不宜推荐使用 24V 或 48V 的交流电压。

关于信号电路电压,当采用独立的信号电路时(与控制电路不连接的信号电路),电路电压为交流或直流 6V 或 24V (优先采用)电压。对应的灯泡为 6 ~ 8V 或 24 ~ 28V。当采用独立的内装式变压器时,灯泡应为 6V (优先采用)或 24V,在此情况下,可把信号电路与控制电路连接。



2. 电气线路图的识读方法

识读电气线路图前应先熟悉国家统一的电气图形和文字符号,并理解这些符号所代表的具体内容和含义,以及它们之间的相互关系。

识读电气线路图时,先识读主线路,再识读控制线路。根据端子标号和回路标号,从电源端顺次看下去,搞清楚线路的走向和电路的连接方法,即搞清楚每个元器件是如何通过连线构成闭合回路的。看主线路时,从电源输入端开始,顺次经过控制元器件,保护元器件和线路到达用电设备。看控制线路时,要从电源的一端到电源的另一端,按元器件的顺序对每