



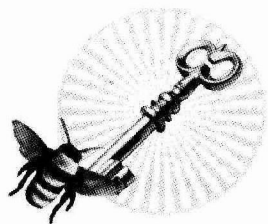
职 · 场 · 金 · 钥 · 匙

PLC 电气控制 与 组态设计

■ 王 宇 任思璟 李忠勤 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY



职 · 场 · 金 · 钥



PLC 电气控制 与 组态设计

■ 王 宇 任思璟 李忠勤 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 提 要

本书将电气控制技术与 PLC 技术相结合,以松下公司的 FP1 型 PLC 为主线,结合 FP0 和 FP Σ 两款新机型,通过大量的实例介绍 PLC 的指令使用方法、编程规则,以及工程应用中的相关技术,同时对与 PLC 密切相关的组态王监控软件进行了详细的介绍。本书的主要内容包括电气控制系统的基本控制线路、PLC 基础知识、PLC 基本编程实例分析、PLC 在工程中的应用、松下电工 PLC 编程工具及组态王监控软件简介、组态王监控软件与 PLC 应用实例设计。

本书适合从事电气控制的工程技术人员阅读,也可作为高等学校相关专业的教学用书。

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

PLC 电气控制与组态设计 / 王宇,任思璟,李忠勤编著. —北京:电子工业出版社,2010.5
(职场金钥匙)

ISBN 978-7-121-10730-6

I. ①P… II. ①王… ②任… ③李… III. ①可编程序控制器—电器控制系统 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 070477 号

责任编辑:张 剑(zhang@phei.com.cn)

印 刷: 北京京师印务有限公司
装 订:

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:15 字数:384 千字

印 次:2010 年 5 月第 1 次印刷

印 数:4 000 册 定价:35.00 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 zlts@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

可编程控制器 (PLC) 是 20 世纪 60 年代计算机技术与自动控制技术结合的产物, 因其具有功能强大、可靠性高、编程简单、使用方便、体积小、功耗低等突出的优越性, 迅速普及成为现代工业自动化的三大支柱之一, 并且代替了传统的继电器控制。

在目前大量介绍 PLC 的书籍中, 读者在学习后经常会有这样的问题, PLC 的编程有什么技巧? 真正工厂中的 PLC 编程与连线如何? 为此, 本书将重点内容安排为电气控制技术和可编程控制器在生产中的应用, 并且配套介绍了可编程控制器的编成软件以及现在生产过程中非常适用的组态监控软件, 以便读者在现有的自学能力基础上, 更好地掌握分析问题的方法, 提高解决实际工程问题的能力。

本书以松下电工公司的 FP1 系列 PLC 为主线, 结合 FP0 和 FP Σ 两款新机型, 对其内部复杂的结构和工作原理不做深入的探究, 重点放在电气控制线路和可编程控制器梯形图的设计, 以及读图能力的培养, 完成组态监控软件的设计, 从而培养读者的工程实践能力。

本书的特色概括如下。

(1) 将 PLC、变频器、电气控制线路、组态监控软件等联系在一起, 结合应用实例, 使读者对工业控制过程有一个较完整的概念。

(2) 内容新。对松下 FP0、组态王 6.0 进行较为全面的介绍。对于组态王的详细介绍及应用实例, 目前国内书籍几乎没有介绍。

(3) 编写风格新。对很多程序采用多种方法编写, 从不同角度来分析问题, 从而达到举一反三的目的。

(4) 对数据监控技术、触点监控技术、时序图监控技术等进行应用, 方便对程序的设计和检查。在现有的书籍中, 这方面的内容很少。

(5) 本书着重使内容更加贴近实际, 在指令的介绍中增加大量的实例, 方便读者理解。

本书由王宇、任思璟、李忠勤主要编写, 其中第 1 章由李忠勤编写, 第 2 章和第 4 章由汤旭日编写, 第 3 章由王玉萍编写, 第 5 章由任思璟编写, 第 6 章由郑爽编写。全书由王宇统稿、定稿。参加编写的还有管殿柱、宋一兵、李文秋、王献红等。

因编者水平有限, 书中错误和不当之处在所难免, 欢迎广大读者批评指正。

编 著 者

目 录

第 1 章 电气控制系统的基本控制线路	1
1.1 电气控制的基本知识	1
1.1.1 低压电器的基本知识	1
1.1.2 电气图形符号和文字符号	2
1.1.3 电气图的分类与作用	4
1.1.4 电气原理图的绘制规则	5
1.2 手动起/停控制	7
1.2.1 低压开关	7
1.2.2 熔断器	11
1.2.3 手动控制线路实例设计	13
1.3 点动控制和长动控制	14
1.3.1 按钮	14
1.3.2 接触器	14
1.3.3 热继电器	18
1.3.4 点动控制线路	18
1.3.5 长动控制线路	19
1.3.6 中间继电器	20
1.3.7 长动与点动控制线路	20
1.4 正/反转控制线路实例设计	22
1.4.1 接触器互锁正/反转控制线路	22
1.4.2 按钮互锁正/反转控制线路	23
1.4.3 双重互锁正/反转控制线路	24
1.5 顺序控制线路和多点控制线路设计实例	24
1.5.1 顺序控制线路	24
1.5.2 多点控制线路	26
1.6 三相异步电动机降压起动控制	27
1.6.1 时间继电器	27
1.6.2 定子串电阻降压起动控制线路	28
1.6.3 星形—三角形降压起动控制线路	30
1.7 三相笼型异步电动机的制动控制线路设计实例	32
1.7.1 速度继电器	32
1.7.2 反接制动控制线路	33
1.7.3 能耗制动控制线路	34

1.8 平面磨床的电气控制线路设计实例	36
1.8.1 平面磨床电力拖动特点与工作原理	36
1.8.2 磨床电气控制原理图分析	37
1.9 思考与练习	40
第2章 可编程控制器基础知识	41
2.1 可编程控制器的产生和发展	41
2.2 可编程控制器的基本结构	44
2.3 巡回扫描工作原理	47
2.4 PLC 的技术指标	49
2.5 FPI 小型机的性能参数及存储器分配	50
2.5.1 FPI 系列产品构成及性能参数	50
2.5.2 FPI 的存储器分配	54
2.5.3 FP 系列其他产品性能参数及扩展模块	60
2.6 PLC 的编程基础	66
2.6.1 PLC 的编程语言	66
2.6.2 PLC 的基本顺序指令	68
2.7 思考与练习	75
第3章 PLC 基本编程实例分析	77
3.1 PLC 控制系统的设计原则	77
3.2 PLC 编程原则	78
3.3 编程技巧	78
3.4 PLC 基本编程电路实例分析	79
3.4.1 自锁电路、互锁电路设计	80
3.4.2 时间控制电路设计	81
3.4.3 计数控制电路设计	84
3.5 PLC 设计实例分析	85
3.5.1 流水灯程序设计	85
3.5.2 天塔之光程序设计	94
3.5.3 四组抢答器程序设计	97
3.5.4 LED 数码管显示程序设计	98
3.5.5 多台电动机顺序控制设计	101
3.5.6 高速计数器应用程序设计	102
3.5.7 中断应用程序设计	106
3.5.8 A/D、D/A 高级模块程序设计	110
3.6 跳转、循环指令应用	114
3.7 思考与练习	117

第 4 章 PLC 在工程中的应用	118
4.1 电动机正/反转控制系统设计	118
4.1.1 继电器—接触器控制电路	118
4.1.2 可编程控制器的 I/O 配线	119
4.1.3 梯形图程序设计	120
4.2 组合机床的控制系统设计	120
4.3 运料小车自动往返控制系统设计	122
4.4 交通信号灯控制系统设计	124
4.5 波浪式喷泉的 PLC 控制系统设计	126
4.6 水塔水位 PLC 控制系统设计	130
4.7 PLC 在卸罐机控制系统中的应用	132
4.8 立体车库的应用	138
4.9 思考与练习	152
第 5 章 松下电工 PLC 编程工具及组态王监控软件简介	154
5.1 松下电工 PLC 编程工具简介	154
5.1.1 键盘操作键	154
5.1.2 输入指令	156
5.2 PLC 编程软件	157
5.2.1 使用方式	158
5.2.2 运行 PLC 软件	158
5.2.3 编写 PLC 程序	160
5.2.4 PLC 功能设置	164
5.3 组态王监控软件简介	167
5.4 建立一个新工程	170
5.4.1 组态王外部设备设置	171
5.4.2 组态王画面设置	173
5.4.3 组态王数据变量的定义	181
5.5 动画连接设置与命令语言	183
5.5.1 动画连接设置	184
5.5.2 命令语言设置	187
5.6 思考与练习	188
第 6 章 组态王软件与 PLC 应用实例设计	190
6.1 自动售货机 PLC 控制与组态王设计	190
6.1.1 功能分析	190
6.1.2 设计任务的确定	190
6.1.3 梯形图程序设计	191
6.1.4 PLC 与组态王之间的通信设置	193

6.1.5	仿真界面的设计	195
6.1.6	仿真界面中各变量的定义	198
6.1.7	动画连接	201
6.1.8	命令语言的设计	203
6.2	液体混合 PLC 控制与组态王设计	204
6.2.1	基本功能分析	204
6.2.2	实际运行中的情况分析	205
6.2.3	梯形图程序设计	206
6.2.4	仿真界面的设计	206
6.2.5	仿真界面中各变量的定义	207
6.2.6	动画连接	208
6.2.7	命令语言的设计	210
6.3	全自动洗衣机 PLC 控制与组态王设计	211
6.3.1	基本功能分析	211
6.3.2	实际运行中的情况分析	212
6.3.3	梯形图程序设计	212
6.3.4	仿真界面的设计	213
6.3.5	仿真界面中各变量的定义	213
6.3.6	命令语言的设计	214
6.4	3 层电梯 PLC 控制与组态王设计	214
6.4.1	PLC 控制	215
6.4.2	组态王设计	217
6.5	机械手 PLC 控制与组态王设计	222
6.5.1	PLC 控制	222
6.5.2	组态王设计	223
6.6	思考与练习	227
参考文献		229

第1章 电气控制系统的基本控制线路

本章主要介绍电气控制系统的基本控制线路。首先介绍了电气控制的基本知识，包括低压电器的基本知识、电气图形符号和文字符号、电气图的分类与作用、电气原理图的绘制规则；其次，重点介绍了几种基本控制线路，包括点动与长动控制线路、正/反转控制线路、顺序和多点控制线路、三相异步电动机起动控制线路、三相笼型异步电动机制动控制线路；最后，以 M7210 磨床为例，对其电气控制进行分析。电气控制系统的基本控制线路是学习后续章节的基础，读者应熟练掌握。



本章重点

- 电气原理图的绘制规则
- 点动与长动控制线路
- 正/反转控制线路
- 顺序控制线路
- 三相异步电动机起动控制线路
- 三相笼型异步电动机制动控制线路



1.1 电气控制的基本知识

电器是一种能够根据外界信号的要求，手动或自动地接通或断开电路，断续或连续地改变电路参数，以实现电路或非电对象的切换、控制、保护、检测、变换和调节作用的电气设备。电器按其工作电压等级可分为高压电器和低压电器。

1.1.1 低压电器的基本知识

低压电器通常是指用于交流额定电压 1200V、直流额定电压 1500V 及以下的电路中起通/断、保护、控制或调节作用的电器产品。

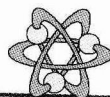
1. 低压电器的分类

低压电器的品种规格繁多，结构及工作原理各异，有多种分类方法。

1) 按用途分类 可分为低压配电电器和低压控制电器两大类。

(1) 低压配电电器：包括刀开关、转换开关、熔断器等，主要用于低电压配电系统中，实现电能的输送和分配，以及系统保护。要求这类电器动作准确、工作可靠、稳定性能良好。

(2) 低压控制电器：包括接触器、继电器及各种主令电器等，主要用于电气控制系



统,要求这类电器工作准确可靠、操作频率高、寿命长,而且体积小、质量小。

2) 按动作性质分类 可分为自动电器和手动电器两大类。

(1) 自动电器: 依靠电器本身的参数变化或外来信号(如电流、电压、温度、压力、速度、热量等)而自动接通、分断电路,或者使电动机进行正转、反转及停止等动作,如接触器及各种继电器等。

(2) 手动电器: 依靠外力(人工)直接操作来进行接通、分断电路等动作,如各种开关、按钮等。

3) 按低压电器的执行机理分类 可分为有触点电器和无触点电器两大类。

(1) 有触点电器: 具有动触点和静触点,利用触点的接触和分离来实现电路的通/断。

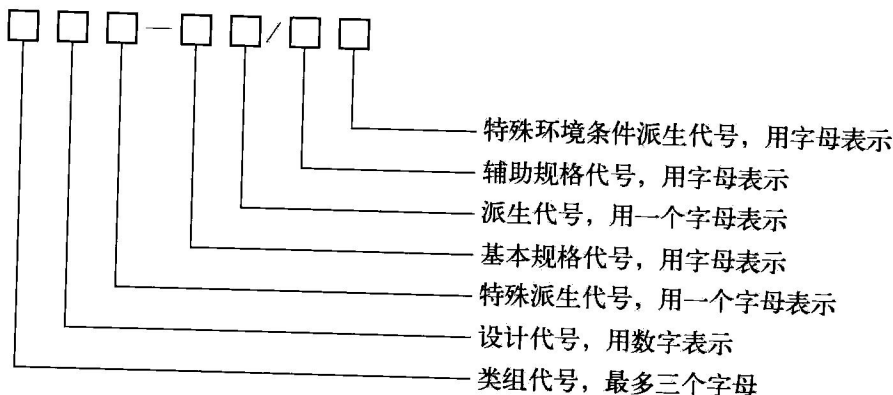
(2) 无触点电器: 没有触点,主要利用晶体管的开关效应即导通或截止来实现电路的通/断。

2. 低压电器的基本结构与特点

低压电器一般都有两个基本部分,一个是感受部分,它感受外界的信号,做出有规律的反应,在自控电路中,感受部分大多由电磁机构组成,在手控电器中,感受部分通常为操作手柄等;另一个是执行部分,如触点连同灭弧系统,它根据指令进行电路的接通或切断。

3. 低压电器的型号表示法

国产常用低压电器的全型号组成形式如下:



1.1.2 电气图形符号和文字符号

电气图是用电气图形绘制的图,用于描述电气控制设备的结构、工作原理和技术要求,它必须符合国家电气制图标准及国际电工委员会(IEC)颁布的有关文件要求,用统一的图形符号、文字符号及规定的画法绘制。

1. 电气图中的图形符号

图形符号通常是指用图样或其他文件表示一个设备或概念的图形、标记或字符。图形符号由符号要素、一般符号及限定符号构成。

1) 符号要素 符号要素是一种具有确定意义的简单图形,必须同其他图形组合才能构



成一个设备或概念的完整符号。例如，三相异步电动机是由定子、转子及各自的引线等几个符号要素构成的，这些符号要求有确切的含义，但一般不能单独使用，其布置也不一定与符号所表示设备的实际结构相一致。

2) 一般符号 一般符号用于表示同一类产品和此类产品特性的一种很简单的符号，它们是各类元器件的基本符号，如一般电阻器、电容器和具有一般单向导电性的二极管的符号。一般符号不仅广义上代表各类元器件，也可以表示没有附加信息或功能的具体元件。

3) 限定符号 限定符号是用以提供附加信息的一种加在其他符号上的符号。例如，在电阻器一般符号的基础上，加上不同的限定符号就可组成可变电阻器、光敏电阻器、热敏电阻器等具有不同功能的电阻器。也就是说，使用限定符号后，可以使图形符号具有多样性。

· 限定符号一般不能单独使用。一般符号有时也可以作为限定符号。例如，电容器的一般符号加到二极管的一般符号上就构成了变容二极管的符号。

(1) 所有符号均为无电压、无外力作用下的正常状态，如按钮未按下、闸刀未合闸等。

(2) 在图形符号中，某些设备元件有多个图形符号，在选用时应该尽可能选用优选图形。在能够表达其含义的情况下，尽可能采用最简单的形式；在同一图中使用时，应采用同一形式。图形符号的大小和线条的粗细应基本一致。

(3) 为适应不同需求，可将图形符号根据需要放大或缩小，但各符号相互之间的比例应保持不变。绘制图形符号时，方位不是强制的，在不改变符号本身含义的前提下，可将图形符号根据需要旋转或成镜像放置。

(4) 图形符号中导线符号可以用不同宽度的线条来表示，以突出和区分某些电路或连接线。一般常将电源或主信号导线用加粗的实线表示。

2. 电气图中的文字符号

电气图中的文字符号是用于标明电气设备、装置和元器件的名称、功能、状态和特征的，可在电气设备、装置和元器件的图形符号上或其近旁使用，以表明电气设备、装置和元器件各类的字母代码和功能字母代码。电气技术中的文字符号分为基本文字符号和辅助文字符号。

1) 基本文字符号 基本文字符号分为单字母符号和双字母符号两种。

➤ 单字母符号是用拉丁字母将各种电气设备、装置和元器件划分为 23 大类，每一类用一个字母表示，如“R”代表电阻器，“C”代表电容器，“M”代表电动机等

➤ 双字母符号是由一个表示种类的单字母符号与另一个字母组成，并且是单字母符号在前，另一字母在后。双字母中在后的字母通常选用该类设备、装置和元器件的英文名词的首位字母。因此，双字母符号可以较详细和更具体地表述电气设备、装置和元器件的名称，如“RP”代表电位器，“RT”代表热敏电阻，“MD”代表直流电动机，“MC”代表笼型异步电动机等

2) 辅助文字符号 辅助文字符号是用于表示电气设备、装置和元器件，以及线路的功能、状态和特征的，通常也是由英文单词的前一两个字母构成的，如“DC”代表直流(Direct Current)，“IN”代表输入(Input)，“S”代表信号(Signal)等。

辅助文字符号一般放在单字母符号后面，构成组合双字母符号。例如，“Y”是电气操作机械装置的单字母符号，“B”是代表制动的辅助文字符号，则“YB”代表制动电磁铁的组符号。辅助文字符号也可以单独使用，如“ON”代表闭合，“N”代表中性线等。



1.1.3 电气图的分类与作用

电气控制系统是由许多电气元件按一定要求连接而成的。为了表达生产机械电气控制系统的结构、原理等设计意图,同时也为了便于电气元件的安装、接线、运行和维护,将电气控制系统中各电气元件的连接用一定的图形表示出来,这种图就是电气控制系统图。

由于电气控制系统图描述的对象复杂,应用领域广泛,表达形式多种多样,因此表示一项电气工程或一种电器装置的电气控制系统图有多种,它们以不同的表达方式反映工程问题的不同侧面,但又有一定的对应关系,有时需要对照起来阅读。按用途和表达方式的不同,电气控制系统图可分为以下6种。

1. 电气系统图和框图

电气系统图和框图是用符号或带注释的框,概略表示系统的组成,以及各组成部分相互关系及其主要特征的图样,它比较集中地反映了所描述工程对象的规模。

2. 电气原理图

电气原理图是为了便于阅读与分析控制线路,根据简单、清晰的原则,采用电气元件展开的形式绘制而成的图样。它包括电器元件的导电部件和接线特点,但并不按照电气元件的实际布置位置来绘制,也不反映电气元件的大小,其作用是便于详细了解其工作原理,指导系统或设备的安装、调试与维修。电气原理图是电气控制系统图中最重要的种类之一,也是识图的难点和重点。

3. 电器布置图

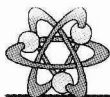
电器布置图主要是用于表明电气设备上所有电气元件的实际位置,为生产机械电气控制设备的制备和安装提供必要的资料。通常,电器布置图与电器安装接线图组合在一起,既起到电器安装接线图的作用,又能清晰地表示出电器的布置情况。

4. 电器安装接线图

电器安装接线图是为了安装电气设备和电气元件进行配线或检修电器故障服务的。它是用规定的图形符号,按各个电气元件相对位置绘制的实际接线图,它清晰地表示了各个电气元件的相对位置及其相互之间的电路连接,所以安装接线图不仅要把同一电器的各个部件画在一起,而且各个部件的布置要尽可能符合这个电器的实际情况,但对比例和尺寸没有严格要求。不仅要画出控制柜内部电器之间的连接,还要画出柜外电器的连接。电器安装接线图中的回路标号是电气设备之间、电气元件之间、导线与导线之间的连接标记,它的文字符号和数字符号应与原理图中的标号一致。

5. 功能图

功能图的作用是提供绘制电气原理图或其他有关图样的依据,它是表示理论的或理想的电路关系而不涉及实现方法的一种图。



6. 电气元件明细表

电气元件明细表是把成套装置、设备中各组成元件（包括电动机）的名称、型号、规格、数量列成表格，供准备材料及维修使用。

1.1.4 电气原理图的绘制规则

系统图和框图对于从整体上理解系统或装置的组成和主要特征无疑是非常重要的。但要达到详细理解电气作用原理，进行电气接线，分析和计算电路特性，还必须有另外一种图，这就是电气原理图。下面以图 1-1 所示的三相笼型异步电动机可逆运行电气原理图为例，介绍电气原理图的绘制原则、方法及注意事项。

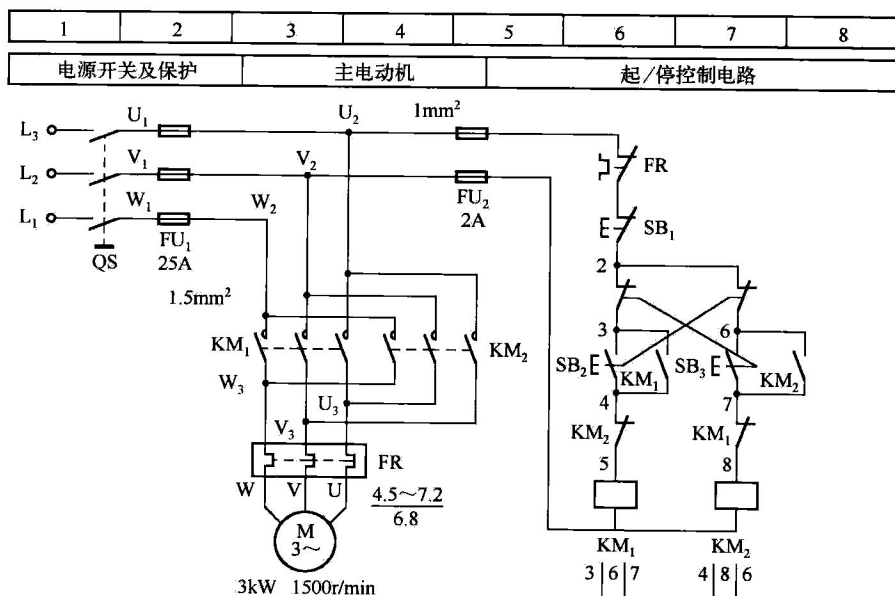


图 1-1 三相笼型异步电动机可逆运行电气原理图

1. 电气原理图的绘制原则

(1) 原理图一般分为主电路和辅助电路两部分。主电路就是从电源到电动机大电流通过的路径。辅助电路包括控制线路、照明电路、信号电路及保护电路等，由继电器和接触器的线圈、继电器的触点、接触器的辅助触点、按钮、照明灯、信号灯、控制变压器等电气元件组成。

(2) 控制系统内的全部电动机、电器和其他机械的带电部件都应在原理图中表示出来。

(3) 原理图中各电气元件不画实际的外形图，而是采用国家规定的统一标准图形符号，文字符号也要符合国家标准规定。

(4) 原理图中各个电气元件和部件在控制线路中的位置，应根据便于阅读的原则安排。同一电气元件的各个部件可以不画在一起，如接触器、继电器的线圈和触点可以不画在一起。



(5) 图中元件、器件和设备的可动部分，都按没有通电和没有外力作用时的开闭状态画出，如继电器、接触器的触点按吸引线圈不通电状态画出；主令控制器、万能转换开关按手柄处于零位时的状态画出；按钮、行程开关的触点按不受外力作用时的状态画出等。

(6) 原理图的绘制应布局合理、排列均匀，为了便于看图，可以水平布置，也可以垂直布置。

(7) 电气元件应按功能布置，并尽可能按工作顺序排列，其布局顺序应该是从上到下，从左到右。电路垂直布置时，类似项目宜横向对齐；水平布置时，类似项目应纵向对齐。如图 1-1 中的线圈属于类似项目，由于线路采用垂直布置，所以接触器线圈应横向对齐。

(8) 电气原理图中有直接联系的交叉导线连接点时，要用黑圆点表示；无直接联系的交叉导线连接点不画黑圆点。

2. 图幅分区及符号位置索引

为了便于确定图上的内容，也为了便于看图时查找图中各项目的位置，往往需要将图幅分区。

图幅分区的方法是，在图的边框处，竖边方向用大写拉丁字母，横边方向用阿拉伯数字，编号顺序从左上角开始。图幅分区式样如图 1-2 所示。

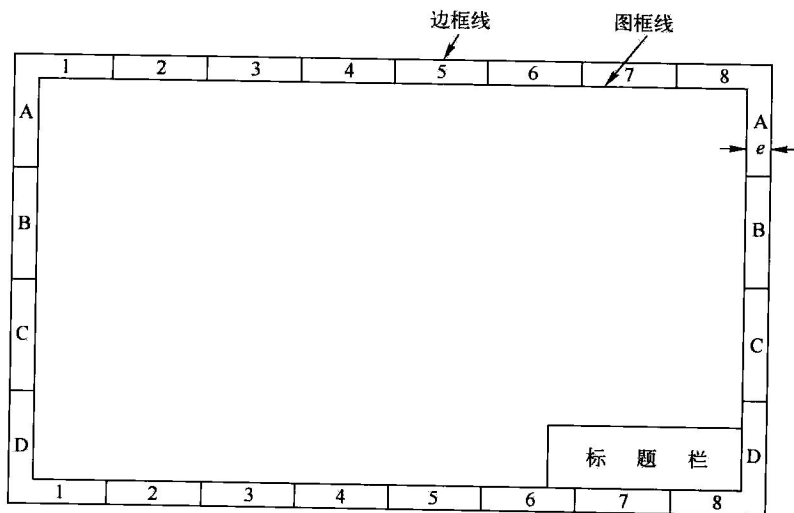


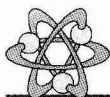
图 1-2 图幅分区式样

图幅分区以后，相当于在图上建立一个坐标。项目和连接线的位置可用如下方式表示：

- 用行的代号（拉丁字母）表示
- 用列的代号（阿拉伯数字）表示
- 用区的代号表示。区的代号为字母和数字的组合，且字母在左，数字在右

在具体使用时，对于水平布置的电路，一般只需标明行的标记；对于垂直布置的电路，一般只需标明列的标记；复杂的电路需标明组合标记。如图 1-1 中，只标明了列的标记。

在图 1-1 中，图区编号下方的“电源开关及保护”等字样，表明它对应的下方元件或



电路的功能，使读者能清楚地知道某个元件或某部分电路的功能，以利于理解全电路的工作原理。

图 1-1 中 KM₁ 及 KM₂ 线圈下方的



是接触器 KM₁ 和 KM₂ 相应触点的索引，它表示接触器 KM₁ 的主触点在图区 3，动合辅助触点在图区 6，动断辅助触点在图区 7；接触器 KM₂ 的主触点在图区 4，动合辅助触点在图区 8，动断辅助触点在图区 6。

在电气原理图中，接触器和继电器的线圈与触点的从属关系应用附图来表示，即在原理图中相应线圈的下方给出触点的文字符号，并在其下面注明相应触点的索引代号；对未使用的触点用“×”表明，有时也可省略。

对于接触器，上述表示法中各栏的含义见表 1-1。

表 1-1 接触器各栏含义

左 栏	中 栏	右 栏
主触点所在图区号	辅助动合触点所在图区号	辅助动断触点所在图区号

对于继电器，这种表示方法中各栏的含义见表 1-2。

表 1-2 继电器各栏含义

左 栏	右 栏
动合触点所在图区号	动断触点所在图区号

3. 电气原理图中技术数据的标注

一般电气元件的数据和型号用小号字体标注在电器代号下面，如图 1-1 中，FR 下面的数据表示热继电器动作电流值的范围和整定值的标注；图中的 1.5 mm²、1 mm² 字样表明该导线的截面积。

✓+ 1.2 手动起/停控制

1.2.1 低压开关

低压开关是一种用于隔离、转换，以及接通和分断电路的控制电器。

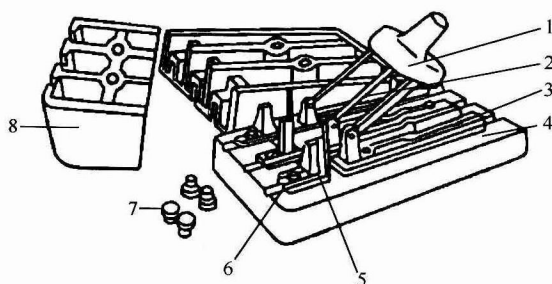
1. 低压开关的类型及使用

1) 类型 常用低压开关的主要类型有 HK2 系列开启式负荷开关、HZ10 系列组合开关、DZ20 系列断路器等。

2) 使用 HK2 系列开启式负荷开关（又称为瓷底胶盖刀开关）的结构如图 1-3 所示，



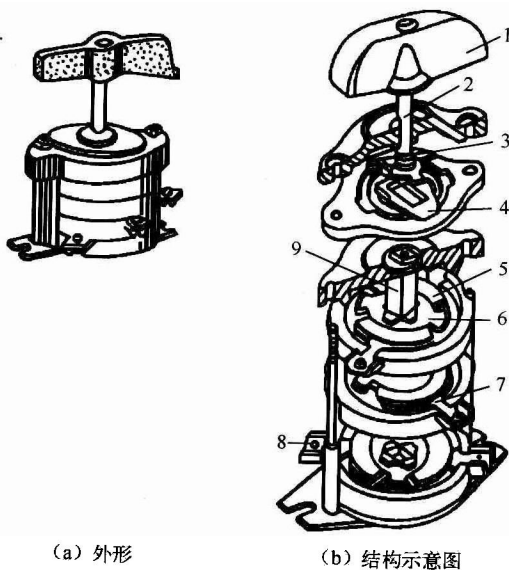
主要适用于一般的照明电路和功率小于 5.5 kW 的电动机控制线路中。



1—瓷柄；2—动触点；3—出线座；4—瓷底座；5—静触点；6—进线座；7—胶盖紧固螺钉；8—胶盖

图 1-3 HK2 系列开启式负荷开关的结构

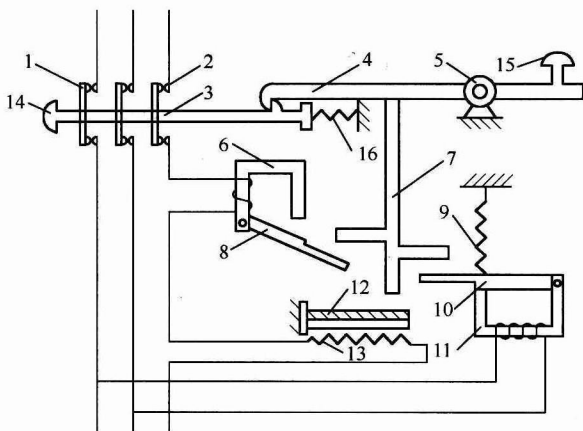
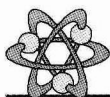
HZ10 系列组合开关（又称为转换开关）的外形及结构如图 1-4 所示，一般适用于机床电气控制线路中作为电源的引入开关，也可以用来不频繁地接通和断开电路、断通电源和负载以及控制 5kW 以下的小容量异步电动机的正/反转和星形—三角形起动。



1—手柄；2—转轴；3—弹簧；4—凸轮；5—绝缘垫板；6—动触片；7—静触片；8—接线柱；9—绝缘杆

图 1-4 HZ10 系列组合开关的外形及结构

DZ20 系列断路器（又称为自动空气开关）原理示意图如图 1-5 所示。图中 1、2 为断路器的三副主触点（1 为动触点、2 为静触点），它们串联在被控制的三相电路中。当按下接通按钮 14 时，外力使锁扣 3 克服反力弹簧 16 的斥力，将固定在锁扣上的动触点 2 闭合，并由锁扣锁住扣钩 4，使开关处于接通状态。当开关接通电源后，电磁脱扣器 6、热脱扣器及欠电压脱扣器 11 若无异常反应，开关运行正常。当线路发生短路或严重过载电流时，短路电流超过瞬时脱扣整定值，电磁脱扣器 6 产生足够大的吸力，将衔铁 8 吸合并撞击杠杆 7，使扣钩 4 绕转轴座 5 向上转动，与锁扣 3 脱开，锁扣在反力弹簧 16 的作用下，将三副主触点分断，切断电源。



1—动触点；2—静触点；3—锁扣；4—扣钩；5—转轴座；6—电磁脱扣器；7—杠杆；8—电磁脱扣器衔铁；9—拉力弹簧；
10—欠电压脱扣器衔铁；11—欠电压脱扣器；12—双金属片；13—热元件；14—接通按钮；15—停止按钮；16—反力弹簧

图 1-5 DZ20 系列断路器原理示意图

当线路发生一般性过载时，过载电流虽不能使电磁脱扣器动作，但能使热元件 13 产生一定的热量，促使双金属片 12 受热向上弯曲，推动杠杆 7 使扣钩与锁扣脱开，将主触点分断。

欠电压脱扣器 11 的工作过程与电磁脱扣器 6 的恰恰相反。当线路电压正常时，欠电压脱扣器 11 产生足够的吸力，克服拉力弹簧 9 的作用与衔铁 10 吸合，衔铁与杠杆脱离，锁扣与扣钩才得以锁住，主触点方能闭合；当线路上的电压全部消失或电压降到某一数值时，欠电压脱扣器 11 吸力消失或减小，衔铁拉力弹簧拉开并撞击杠杆，主电路电源被分断。同样道理，在无电源电压或电压过低时，断路器也不能接通电源。

正常情况下若需分断电路，按下停止按钮 15 即可。

断路器集控制和多种保护功能于一身，用途广泛，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、严重过载及欠电压等进行保护，同时也可用于不频繁起动的电动机的控制。

2. 低压开关的符号及型号含义

图 1-6 所示为刀开关及组合开关的图形及文字符号，图 1-7 所示为断路器的图形及文字符号。

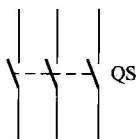


图 1-6 刀开关及组合开关的图形及文字符号

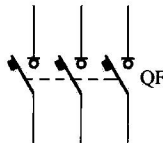


图 1-7 断路器的图形和文字符号

刀开关的型号含义：