



电气自动化技能型人才实训系列

DIANQI ZIDONGHUAJINENGXING RENCAI SHIXUN XILIE

DIANQIZIDONGHUA
JINENGXINGRENCAL
SHIXUNXILIE

电气控制与PLC实训

徐 铁 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



电气自动化技能型人才实训系列

DIANQI ZIDONGHUAJINENGXING RENCAI SHIXUN XILIE

电气控制与PLC实训

主编 徐 铁

参编 贾 铮 孙继亮 时永贵

常州大学图书馆
藏书章



中国电力出版社

CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书是高职高专院校机电一体化、工业自动化等相关专业培养电工操作技能的专业书籍。主要包括常用低压电器的识别与检测,电力拖动控制线路分析、设计、安装调试及检修,PLC的硬件、编程指令应用与程序设计,PLC、变频器和触摸屏的综合应用等。本书按照任务驱动教学法设计教学内容,对理论知识点的选取以提升技能操作为目的,实现理论与技能一体化教学的完美结合。

本书可作为高职高专院校培养高技能人才的一体化教材,也可供从事机电、电气等行业的工程技术人员短期培训和相关人员自学使用。

图书在版编目(CIP)数据

电气控制与 PLC 实训/徐铁主编. —北京:中国电力出版社, 2011.12

(电气自动化技能型人才实训系列)

ISBN 978-7-5123-2542-5

I. ①电… II. ①徐… III. ①电气控制-高等职业教育-教材
②plc 技术-高等职业教育-教材 IV. ①TM571.2②TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 277948 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>)

北京丰源印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2012 年 4 月第一版 2012 年 4 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 22.75 印张 616 千字

印数 0001—3000 册 定价 43.00 元

敬 告 读 者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
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

《国家中长期教育改革和发展规划纲要》(2010~2020 年)要求,在“十二五”期间,要构建灵活开放的现代职业教育体系,培养适应现代化建设需求的高素质劳动者和高技能人才。

为加快培养一大批具备职业道德、职业技能和就业创业能力的高技能人才,我们编写了一本针对机电一体化、电气自动化专业的实训教程。在本书的编写过程中,贯彻了“理论服务于技能,突出技能培养”的原则,把编写重点放在以下几个方面:

(1) 内容上突出新老结合,既有电气基本控制线路,又有可编程控制器、变频器和触摸屏等现代电气控制技术的内容。

(2) 坚持以技能培养为主、理论知识为辅,采用模块化的写作形式,更便于开展一体化教学。

(3) 采用图文并茂的表现形式,精彩展现教材内容,降低学生的学习难度,激发学生的学习兴趣。

由于时间和编者的水平有限,书中难免存在不足之处,恳切希望广大读者对本书提出宝贵意见,以便修订时加以完善。

编 者

目 录

前言

模块一	基本电气控制线路	1
任务 1	手动正转控制线路	1
任务 2	点动正转控制线路	17
任务 3	接触器自锁正转控制线路	29
任务 4	三相异步电动机正反转控制线路	39
任务 5	位置控制与自动往返控制线路	45
任务 6	顺序控制线路	54
任务 7	三相异步电动机的降压启动控制线路	61
任务 8	三相异步电动机的制动控制线路	70
任务 9	多速异步电动机的控制线路	81
任务 10	直流电动机启动控制线路	86
任务 11	电气控制线路设计基础	93
模块二	常用生产机械的电气控制	101
任务 1	CA6140 车床电气控制	101
任务 2	X62W 万能铣床电气控制	109
任务 3	桥式起重机电气控制	119
模块三	PLC 基础知识	133
任务 1	点动控制线路的 PLC 改造	133
任务 2	连续运转控制线路的 PLC 改造	144
任务 3	正反转控制线路的 PLC 改造	158
任务 4	降压启动控制线路的 PLC 改造	165
任务 5	传送带的 PLC 控制	175
任务 6	自控成型机的 PLC 控制	184
任务 7	钻孔专用机床的 PLC 控制	196
模块四	PLC 功能指令应用	206
任务 1	天塔之光的 PLC 控制	206
任务 2	自动售货机的 PLC 控制	219
任务 3	机械手的 PLC 控制	233

任务 4	剪板机的 PLC 控制	249
任务 5	步进电动机的 PLC 控制	266
模块五	变频器与 PLC 综合实训	275
任务 1	正反转能耗制动控制线路的变频器改造	275
任务 2	变频调速在刨床主拖动系统中的应用	288
模块六	触摸屏与 PLC 综合实训	302
任务 1	电动机正反转的触摸屏控制	302
任务 2	组合钻床的触摸屏控制	317
附录 A	常用电气设备的图形与文字符号	337
附录 B	S7-200 的 SIMATIC 指令集简表	340
附录 C	S7-200PLC 的特殊存储器 (SM) 标志位	344
附录 D	S7-200PLC 的错误代码	355

模块一 基本电气控制线路

本模块的任务是熟悉常用低压电器的功能、基本结构、工作原理及型号含义，正确选用低压电器，并进行基本的电气控制线路安装、调试及检修操作。

任务1 手动正转控制线路

知识点

1. 低压熔断器和低压开关的基本知识。
2. 手动正转控制线路的组成、工作原理。

技能点

1. 低压熔断器和低压开关的识别与检测。
2. 正确进行手动正转控制线路的安装、调试与检修操作。

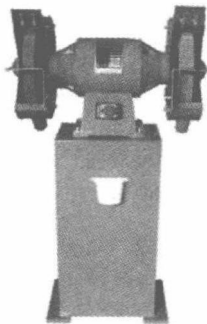


任务引入

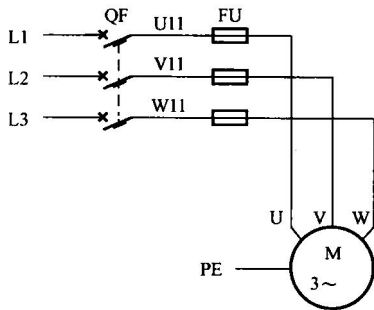
手动正转控制线路是通过低压开关来控制电动机的单向启动和停止的，在工厂常被用来控制三相电风扇和砂轮机等设备。如图 1-1 (a) 所示的砂轮机是用低压断路器来控制的。使用时，向上扳动低压断路器的手柄，砂轮机开始转动进行磨刀；使用后，向下扳动低压断路器的手柄，砂轮机停转，停止磨刀。当线路出现短路故障时，低压断路器会自动跳闸断开电路，起到短路保护作用。

砂轮机的控制线路非常简单，砂轮机的控制和保护都是由低压断路器来实现的，所用电器元件较少。尽管如此，若把砂轮机控制线路中使用的电气设备和器件的实际图形都画出来，也是非常麻烦的。因此人们就把这些电气设备和器件用电气图形符号和文字符号表示出来，用电路图来分析它们的作用、线路的构成和工作原理等，如图 1-1 (b) 所示。

由图 1-1 (b) 很容易看出砂轮机的手动正转控制线路是由三相电源 L1、L2、L3，熔断器 FU，低压断路器 QF 和三相交流异步电动机 M 构成。低压断路器集控制、保护于一身，电流从



(a)



(b)

图 1-1 砂轮机及其手动正转控制线路图

(a) 砂轮机；(b) 电路图

三相电源经熔断器、低压断路器流入电动机,电动机带动砂轮机运转。

图 1-1 (b) 所示的电路图,使分析线路的工作原理简单明了。

启动:合上低压断路器 QF→电动机 M 接通电源启动运转。

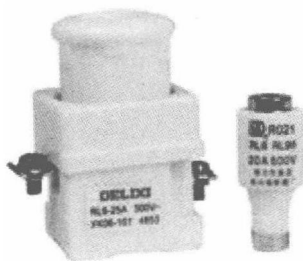
停止:断开低压断路器 QF→电动机 M 脱离电源停止运转。



相关知识

一、低压熔断器

低压熔断器是在线路中用作短路保护的电器,简称为熔断器。短路是由于电气设备或导线的绝缘损坏而导致的一种电气故障。图 1-2 (a) 所示为 RL6 系列螺旋式低压熔断器的外形图,图 1-2 (b) 所示为熔断器在电路图中的符号。



(a)



(b)

图 1-2 低压熔断器

(a) RL6 系列螺旋式熔断器;(b) 符号

使用时,熔断器应串联在被保护的电路中。正常情况下,熔断器的熔体相当于一段导线;当电路发生短路故障时,通过熔体的电流达到或超过某一规定值,以其自身产生的热量使熔体熔断,从而自动分断电路,起到保护线路和电气设备的作用。熔断器的结构简单、价格便宜、动作可靠、使用维护方便,因此得到广泛应用。

1. 熔断器的结构与主要技术参数

(1) 熔断器的结构。熔断器主要由熔体、安装熔体的熔管和熔座三部分组成,如图 1-2 (a) 所示。

熔体是熔断器的核心,常做成丝状、片状或栅状。熔体的材料通常有两种:一种由铅锡合金、锌等低熔点材料制成,多用于小电流电路;另一种由银、铜等较高熔点的金属制成,多用于大电流电路。

熔管是熔体的保护外壳,用耐热绝缘材料制成,在熔体熔断时兼有灭弧作用。

熔座是熔断器的底座,作用是固定熔管和外接线。

(2) 熔断器的主要技术参数如下。

1) 额定电压。指熔断器长期正常工作的电压。如果熔断器的实际工作电压大于其额定电压,熔体熔断时可能会发生电弧不能熄灭的危险。

2) 额定电流。指熔断器长期正常工作的电流。它由熔断器各部分长期工作时的允许温升决定。

熔断器的额定电流与熔体的额定电流是两个不同的概念。熔体的额定电流是指在规定的条件下,长时间通过熔体而熔体不熔断的最大电流值。通常,一个额定电流等级的熔断器可以配用若干个额定电流等级的熔体,但熔体的额定电流不能大于熔断器的额定电流值。

3) 分断能力。在规定的使用性能条件下,在规定电压下能分断的预期分断电流值。常用极限分断电流值来表示。

4) 时间—电流特性。在规定的条件下,表征流过熔体的电流与熔体熔断时间关系的函数曲线,也称保护特性或熔断特性,如图 1-3 所示。

从图 1-3 可以看出,熔断器的熔断时间随着电流的增大而减小,即熔断器通过的电流越大,

熔断时间越短。熔断器的熔断电流与熔断时间的关系见表 1-1。

由表 1-1 可以看出，熔断器对过载的反映是很不灵敏的。当电气设备发生轻度过载时，熔断器将持续很长时间才熔断，有时甚至不熔断。因此，除在照明和电加热电路外，熔断器一般不宜用作过载保护，主要用于短路保护。

2. 常用低压熔断器

熔断器型号及含义如下：

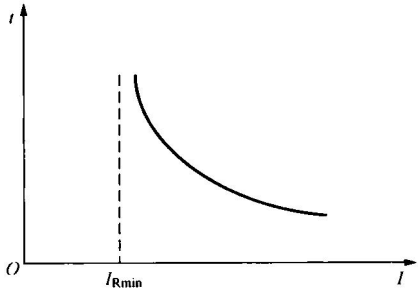
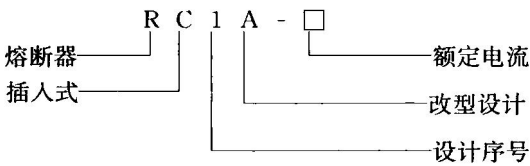


图 1-3 熔断器的时间—电流特性

表 1-1 熔断器的熔断电流与熔断时间的关系

熔断电流 $I_S(A)$	$1.25I_N$	$1.6I_N$	$2.0I_N$	$2.5I_N$	$3.0I_N$	$4.0I_N$	$8.0I_N$	$10.0I_N$
熔断时间 $t(s)$	∞	3600	40	8	4.5	2.5	1	0.4



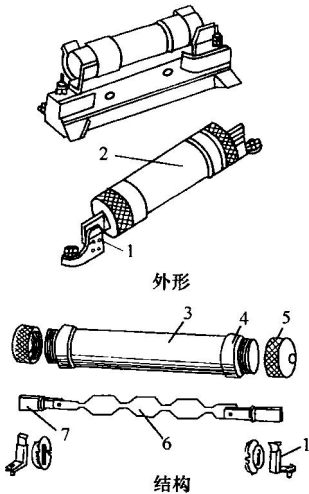
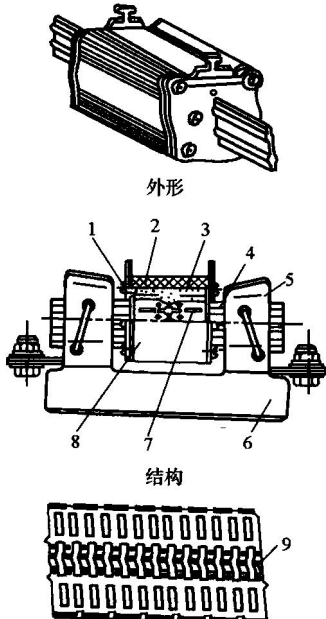
如型号 RC1A-15/10 中，R 表示熔断器，C 表示插入式，设计代号为 1A，熔断器额定电流 15A，熔体额定电流 10A。

常用熔断器特点及用途见表 1-2。

表 1-2 常用熔断器特点及用途

名称	结构示意图	特点	用途
RC1A 系列瓷插式熔断器	 1—熔丝；2—动触头；3—瓷盖； 4—空腔；5—静触头；6—瓷座	结构简单，更换方便， 价格低廉	主要用于交流 50Hz、额定电压 380V 及以下、额定电流 200A 及以下的低压线路末端或分支电路中，作为线路和电气设备的短路保护，在照明线路中还可以起过载保护作用
RL1 系列螺旋式熔断器	 外形 1—瓷座；2—下接线座；3—瓷套； 4—熔断管；5—瓷帽；6—上接线座	熔断管内装有石英砂、熔丝和标有不同颜色的熔断指示器。该系列熔断器的分断能力较强，结构紧凑，体积小，安装面积小，更换熔体方便，工作安全可靠，并且熔丝熔断后有明显指示	广泛应用于控制箱、配电屏、机床设备及振动较大的场合，在交流额定电压 500V、额定电流 200A 及以下的电路中，作为短路保护器件

续表

名 称	结构示意图	特 点	用 途
RM10 系列 无填料封闭 管式熔断器	 外形 结构 1—夹座；2—熔断管；3—钢纸管； 4—黄铜套管；5—黄铜帽； 6—熔体；7—刀型夹头	该系列熔断器具有以下两个特点：一是采用钢纸管作熔管，当熔体熔断时，钢纸管内壁在电弧热量的作用下产生高压气体，使电弧迅速熄灭。二是采用变截面锌片作熔体，当电路发生短路故障时，锌片几处狭窄部位同时熔断，形成较大空隙，因此灭弧容易	用于交流 50Hz、额定电压 380V 或直流额定电压 440V 及以下电压等级的电力线路中，作为导线、电缆及较大容量电气设备的短路和连续过载保护
RT0 系列 有填料封闭 管式熔断器	 外形 结构 锡桥 1—熔断指示器；2—石英砂填料；3—指示器熔丝；4—夹头；5—夹座；6—底座； 7—熔体；8—熔管；9—锡桥	熔管用高频电工瓷制成。熔体是两片网状紫铜片，中间用锡桥连接。熔体周围填满石英砂，在熔体熔断时起灭弧作用。配有熔断指示装置，熔体熔断后，显示出醒目的红色熔断信号。当熔体熔断后，可使用配备的专用绝缘手柄在带电的情况下更换熔管，装取方便，安全可靠	广泛用于短路电流较大的电力输配电系统中，作为电缆、导线和电气设备的短路保护及导线、电缆的过载保护

续表

名 称	结构示意图	特 点	用 途
RSO 系列 快速熔断器		熔断时间短，动作迅速（小于 5ms），且结构简单，使用方便，动作灵敏可靠	主要用于半导体功率元件的过电流保护。RLS 系列适用于小容量硅元件及其成套装置的短路保护；RS0、RS3 系列适用于大容量晶闸管元件的短路保护
自复式熔断器		限流作用显著、工作时间短、动作后不需要换熔体	RZ1 系列适用于交流 380V 的电路中，与断路器配合使用

常见低压熔断器的主要技术参数见表 1-3。

表 1-3 常见低压熔断器的主要技术参数

类型	型号	额定电压 (V)	额定电流 (A)	熔体额定电流等级 (A)	极限分断能力 (kA)	功率因数
瓷插式 熔断器	RC1A	380	5	2、5	0.25	0.8
			10 15	2、4、6、10 6、10、15	0.5	
			30	20、25、30	1.5	0.7
			60 100 200	40、50、60 80、100 120、150、200	3	0.6
螺旋式 熔断器	RL1	500	15 60	2、4、6、10、15 20、25、30、35、40、50、60	2 3.5	≥0.3
			100 200	60、80、100 100、125、150、200	20 50	
	RL2	500	25 60 100	2、4、6、10、15、20、25 25、35、50、60 80、100	1 2 3.5	
无填料 封闭管 式熔 断器	RM10	380	15	6、10、15	1.2	0.8
			60	15、20、25、35、45、60	3.5	0.7
			100 200 350	60、80、100 100、125、160、200 200、225、260、300、350	10	0.35
			600	350、430、500、600	12	0.35
有填料 封闭管 式熔 断器	RT0	交流 380 直流 440	100 200 400 600	30、40、50、60、100 120、150、200、250 300、350、400、450 500、550、600	交流 50 直流 25	>0.3

续表

类型	型号	额定电压 (V)	额定电流 (A)	熔体额定电流等级 (A)	极限分断能力 (kA)	功率因数
快速熔断器	RLS2	500	30	6、20、25、30	50	0.1~0.2
			63	35、(45)、50、63		
			100	(75)、80、(90)、100		

注 括号中为可选参数。

3. 熔断器的选用

熔断器有不同的类型和规格。对熔断器的要求是：在电气设备正常运行时，熔断器应不熔断；在出现短路故障时，应立即熔断。在电流发生正常变动（如电动机启动过程）时，熔断器应不熔断；在用电设备持续过载时，应延时熔断。熔断器和熔体只有经过正确的选择，才能起到保护作用。

熔断器的选用主要包括熔断器类型、熔断器额定电压和额定电流、熔体额定电流三个方面。

(1) 熔断器类型的选用。根据使用环境、负载性质和短路电流的大小选择适当类型的熔断器。例如，用于容量较小的照明线路，可选用 RT 系列圆筒帽形熔断器或 RC1A 系列瓷插式熔断器；对于短路电流相当大的电路或有易燃气体的环境，应选用 RT0 系列有填料封闭管式熔断器；在机床控制线路中，多选用 RL1 系列螺旋式熔断器；用于半导体功率元件及晶闸管的保护时，应选用 RLS 或 RS 系列快速熔断器。

(2) 熔断器额定电压和额定电流的选用。熔断器的额定电压必须等于或大于线路的额定电压；熔断器的额定电流必须等于或大于所装熔体的额定电流。熔断器的分断能力应大于电路中可能出现的最大短路电流。

(3) 熔体额定电流的选用应注意以下几点。

1) 对照明、电热等电流较平稳、无冲击电流的负载的短路保护，熔体的额定电流应等于或稍大于负载的额定电流。

2) 对一台不经常启动且启动时间不长的电动机的短路保护，熔体的额定电流 I_{RN} 应大于或等于 1.5~2.5 倍电动机额定电流 I_N ，即

$$I_{RN} \geq (1.5 \sim 2.5) I_N$$

对于频繁启动或启动时间较长的电动机，上式的系数应增加到 3~3.5 倍。

3) 对多台电动机的短路保护，熔体的额定电流应大于或等于其中最大容量电动机的额定电流 $I_{N\max}$ 的 1.5~2.5 倍，再加上其余电动机额定电流的总和 $\sum I_N$ ，即

$$I_{RN} \geq (1.5 \sim 2.5) I_{N\max} + \sum I_N$$

在电动机的功率较大而实际负载较小时，熔体额定电流可适当小些，小到电动机启动时熔体不熔断为准。

4. 熔断器的安装与使用

(1) 熔断器应完整无损，并标有额定电压、额定电流值。

(2) 安装时应保证熔体与夹头、夹头与夹座接触良好。插入式熔断器应垂直安装，螺旋式熔断器的电源线应接在瓷底座的下接线座上，负载线应接在螺纹壳的上接线座上，以保证能安全地更换熔管。

(3) 熔断器内要安装合格的熔体，不能用多根小规格熔体并联代替一根大规格熔体。在多级保护的场合，各级熔体应相互配合，上级熔断器的额定电流等级以大于下级熔断器的额定电流的等级两级为宜。

(4) 更换熔体或熔管时，必须切断电源。尤其不允许带负荷操作，以免发生电弧灼伤。管式熔断器的熔体应用专用的绝缘插拔器进行更换。

(5) 安装熔丝时，熔丝应在螺栓上沿顺时针方向缠绕，压在垫圈下，拧紧螺钉的力应适当，以保证接触良好，同时注意不能损伤熔丝，以免减小熔体的截面积，产生局部发热而产生误动作。

(6) 对 RM10 系列熔断器，在切断三次相当于分断能力的电流后，必须更换熔断管，以保证能可靠地切断所规定分断能力的电流。

(7) 熔体熔断后，应分析原因排除故障后，再更换新的熔体。在更换新的熔体时，不能轻易改变熔体的规格，更不能使用铜丝或铁丝代替熔体。

(8) 熔断器兼做隔离器件使用时，应安装在控制开关的电源进线端；若仅做短路保护用，应装在控制开关的出线端。

5. 熔断器的常见故障及处理方法

熔断器的常见故障及处理方法见表 1-4。

表 1-4 熔断器的常见故障及处理方法

故障现象	可能原因	处理方法
电路接通瞬间，熔体熔断	熔体电流等级选择过小	更换熔体
	负载侧短路或接地	排除负载故障
	熔体安装时受机械损伤	更换熔体
熔体未熔断，但电路不通	熔体或接线座接触不良	重新连接

二、低压开关

低压开关一般为非自动切换电器，主要作为隔离、转换、接通和分断电路用。常用的低压开关有低压断路器、负荷开关和组合开关。

在电力拖动中，低压开关多数用作机床电路的电源开关和局部照明电路的控制开关，有时也可用来直接控制小容量电动机的启动、停止和正反转。

(一) 低压断路器

低压断路器又叫自动空气开关或自动空气断路器。它集控制和多种保护功能于一体，在线路工作正常时，作为电源开关接通和分断电路；当电路中发生短路、过载和失压等故障时，它能自动跳闸切断故障电路，从而保护线路和电气设备。

低压断路器具有操作安全、安装使用方便、工作可靠、动作值可调、分断能力较强、兼顾多种保护、动作后不需要更换元件等优点，因此得到广泛应用。

1. 低压断路器的分类

低压断路器按结构形式可分为塑壳式（又称装置式）、万能式（又称框架式）、限流式、直流快速式、灭磁式和漏电保护式等六类；按操作方式可分为人力操作式、动力操作式和储能操作式；按极数可分为单极、二极、三极和四极式；按安装方式又可分为固定式、插入式和抽屉式；按断路器在电路中的用途可分为配电用断路器、电动机保护用断路器和其他负载（如照明）用断路器等。几种低压断路器的外形如图 1-4 所示。

在电力拖动控制系统中常用的低压断路器是 DZ 系列塑壳式断路器，下面以 DZ5-20 型低压断路器为例介绍。

2. 低压断路器的结构及原理

DZ5 系列低压断路器的结构如图 1-5（a）所示，它由触头系统、灭弧装置、操动机构、热脱扣器、电磁脱扣器及绝缘外壳等部分组成，它在电路图中的符号如图 1-5（b）所示。

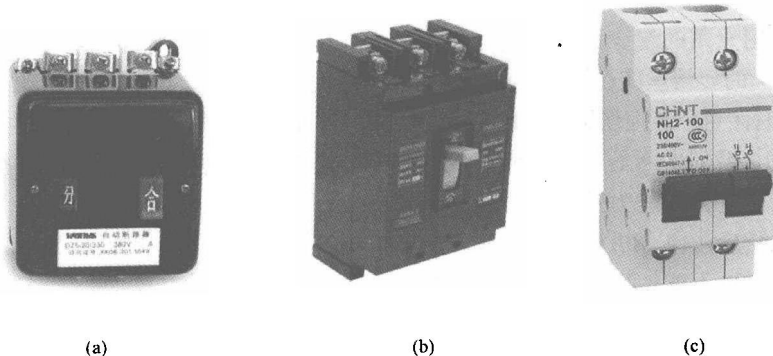


图 1-4 低压断路器外形图

(a) DZ5 系列塑壳式；(b) DZ15 系列塑壳式；(c) NH2-100 隔离开关

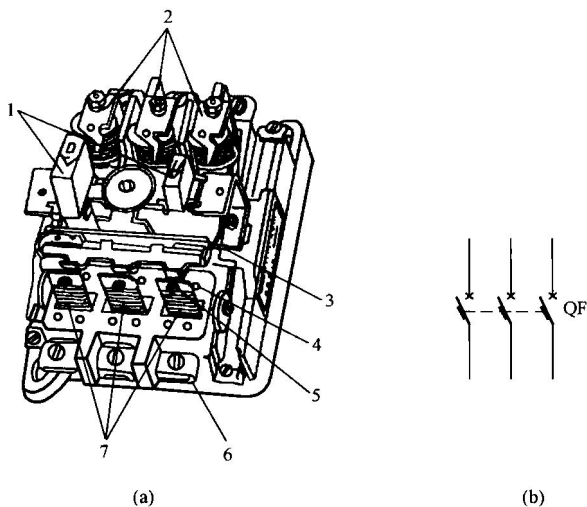


图 1-5 低压断路器的结构和符号

(a) 结构；(b) 符号

- 1—按钮；2—电磁脱扣器；3—自由脱扣器；4—动触头；
5—静触头；6—接线柱；7—热脱扣器

DZ5 系列低压断路器有三对主触头，一对动合辅助触头和一对动断辅助触头。使用时三对主触头串联在被控制的三相电路中，用以接通和分断主回路的大电流。按下绿色“合”按钮时接通电路；按下红色“分”按钮时切断电路。当电路出现短路、过载等故障时，断路器会自动跳闸切断电路。

断路器的热脱扣器用于过载保护，整定电流的大小由电流调节装置调节。

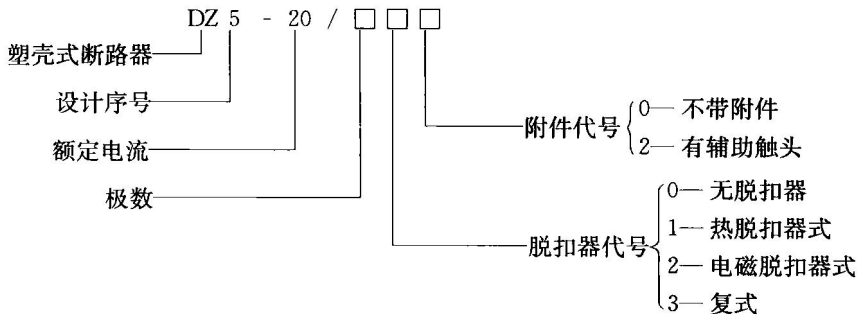
电磁脱扣器用作短路保护，瞬时脱扣整定电流的大小由电流调节装置调节。出厂时，电磁脱扣器的瞬时脱扣整定电流一般整定为 $10I_N$ (I_N 为断路器的额定电流)。

欠压脱扣器用作零压和欠压保护。具有欠压脱扣器的断路器，在欠压脱扣器两端无电压或电压过低时不能接通

电路。

3. 低压断路器的型号含义

以 DZ5 系列断路器为例，其型号含义如下：



DZ5-20 型低压断路器的技术数据见表 1-5。

表 1-5 DZ5-20 型低压断路器的技术数据

型 号	额定电压 (V)	主触头额 定电流 (A)	极数	脱扣器形式	热脱扣器额定电流① (A)	电磁脱扣器瞬 时动作整定值 (A)
DZ5-20/330 DZ5-20/230	AC 380 DC 220	20	3 2	复式	0.15(0.10~0.15) 0.20(0.15~0.20) 0.30(0.20~0.30) 0.45(0.30~0.45) 0.65(0.45~0.65)	为电磁脱扣器额定电流 的8~12倍(出厂时整定于 10倍)
DZ5-20/320 DZ5-20/220	AC 380 DC 220	20	3 2	电磁式	1(0.65~1) 1.5(1~1.5) 2(1.5~2) 3(2~3) 4.5(3~4.5) 6.5(4.5~6.5)	
DZ5-20/310 DZ5-20/210	AC 380 DC 220	20	3 2	热脱扣 器式	10(6.5~10) 15(10~15) 20(15~20)	
DZ5-20/300 DZ5-20/200	AC 380 DC 220	20	3 2	无脱扣器式		

① 括号内为整定电流调节范围。

4. 低压断路器的选用

低压断路器的选用原则如下：

(1) 低压断路器的额定电压和额定电流应不小于线路、设备的正常工作电压和工作电流。

(2) 热脱扣器的整定电流应等于所控制负载的额定电流。

(3) 电磁脱扣器的瞬时脱扣整定电流应大于负载电路正常工作时的峰值电流。用于控制电动机的断路器，其瞬时脱扣整定电流可按下式选取，即

$$I_z \geq KI_{st}$$

式中：K 为安全系数，可取 1.5~1.7； I_{st} 为电动机的启动电流。

(4) 欠压脱扣器的额定电压应等于线路的额定电压。

(5) 断路器的极限通断能力应不小于电路最大短路电流。

5. 低压断路器的安装与使用

(1) 低压断路器应垂直安装，电源线接在上端，负载线接在下端。

(2) 低压断路器用作电源总开关或电动机的控制开关时，在电源进线侧必须加装隔离开关或熔断器等，以形成明显的断开点。

(3) 低压断路器使用前应将脱扣器工作面上的防锈油脂擦净，以免影响其正常工作。同时应定期检修，清除断路器上的积尘，给操动机构添加润滑剂。

(4) 各脱扣器的动作值调整后，不允许随意变动，并定期检查各脱扣器的动作值是否满足要求。

(5) 断路器的触头使用一定次数或分断短路电流后，应及时检查触头系统，如果触头表面有毛刺、颗粒等，应及时维修或更换。

6. 常见故障及处理方法

低压断路器的常见故障及处理方法见表 1-6。

表 1-6

低压断路器的常见故障及处理方法

故障现象	可能原因	处理方法
不能合闸	欠压脱扣器无电压或线圈损坏 储能弹簧变形 反作用弹簧力过大 操动机构不能复位再扣	检查施加电压或更换线圈 更换储能弹簧 重新调整 调整再扣接触面至规定值
电流达到整定值，断路器不动作	热脱扣器双金属片损坏 电磁脱扣器的衔铁与铁芯距离太大 或电磁线圈损坏 主触头熔焊	更换双金属片 调整衔铁与铁芯的距离或更换断路器 检查原因并更换主触头
启动电动机时断路器立即分断	电磁脱扣器瞬时整定值过小 电磁脱扣器的某些零件损坏	调高整定值至规定值 更换脱扣器
断路器闭合后一定时间自行分断	热脱扣器整定值过小	调高整定值至规定值
断路器温升过高	触头压力过小 触头表面过分磨损或接触不良 两个导电零件连接螺钉松动	调整触头压力或更换弹簧 更换触头或修整接触面 重新拧紧连接螺钉

(二) 负荷开关

1. 开启式负荷开关

负荷开关分为开启式负荷开关和封闭式负荷开关两种。开启式负荷开关又称为瓷底胶盖刀开关，简称闸刀开关，其外形如图 1-6 (a) 所示。生产中常用的是 HK 系列开启式负荷开关，适用于照明、电热设备及小容量电动机等不频繁接通和分断电路的控制线路，并起短路保护作用。

(1) 结构与符号。HK 系列负荷开关由刀开关和熔断器组合而成，结构与符号如图 1-6 (b)、(c) 所示。开关的瓷底座上装有进线座、静触头、熔体、出线座和带瓷质手柄的刀式动触头，上面盖有胶盖，以防止人员操作时触及带电体或开关分断时产生的电弧伤人。

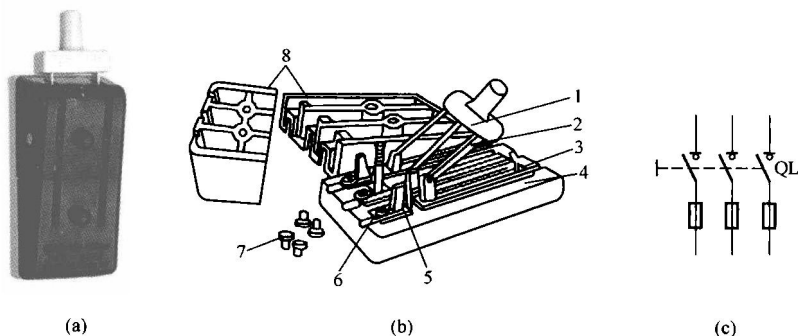
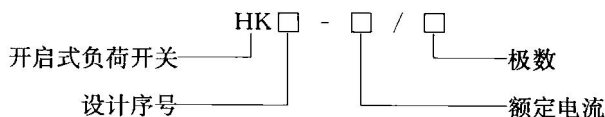


图 1-6 HK 系列开启式负荷开关

(a) 外形；(b) 结构；(c) 符号

1—瓷质手柄；2—动触头；3—出线座；4—瓷底座；5—静触头；
6—进线座；7—胶盖紧固螺钉；8—胶盖

开启式负荷开关的型号含义如下：



HK 系列开启式负荷开关的主要技术数据见表 1-7。

表 1-7 HK 系列开启式负荷开关的主要技术数据

型 号	极数	额定电流 (A)	额定电压 (V)	可控制电动机最大 容量 (kW)		配用熔丝规格			
						熔丝成分 (%)			熔丝线径 (mm)
				220V	380V	铅	锡	锑	
HK1-15/2	2	15	220	—	—	98	1	1	1.45~1.59
HK1-30/2	2	30	220	—	—				2.30~2.52
HK1-60/2	2	60	220	—	—				3.36~4.00
HK1-15/3	3	15	380	1.5	2.2				1.45~1.59
HK1-30/3	3	30	380	3.0	4.0				2.30~2.52
HK1-60/3	3	60	380	4.5	5.5				3.36~4.00

(2) 选用。HK 系列开启式负荷开关的结构简单、价格便宜，在一般的照明电路和功率小于 5.5kW 的电动机控制线路中被广泛采用。但这种开关没有专门的灭弧装置，其刀式动触头和静夹座易被电弧灼伤引起接触不良，因此不宜用于操作频繁的电路。具体选用方法如下：

1) 用于照明和电热负载时，选用额定电压 220V 或 250V，额定电流不小于电路所有负载额定电流之和的两极开关。

2) 用于控制电动机的直接启动和停止时，选用额定电压 380V 或 500V，额定电流不小于电动机额定电流 3 倍的三极开关。

(3) 安装与使用。

1) 开启式负荷开关必须垂直安装在控制屏或开关板上，且合闸状态时手柄应朝上。不允许倒装或平装，以防发生误合闸事故。

2) 开启式负荷开关用于控制照明和电热负载时，要装接熔断器作短路和过载保护。接线时应把电源进线接在静触头一边的进线座，负载接在动触头一边的出线座，这样在开关断开后，闸刀和熔体上都不会带电。开启式负荷开关用作电动机的控制开关时，应将开关的熔体部分用铜导线直连，并在出线端另外加装熔断器作短路保护。

3) 更换熔体时，必须在闸刀断开的情况下按原规格更换。

4) 在分闸和合闸操作时，应动作迅速，使电弧尽快熄灭。

(4) 常见故障及处理方法。开启式负荷开关最常见的故障是触头接触不良，造成电路开路或触头过热，可根据情况修整或更换触头。

2. 封闭式负荷开关

封闭式负荷开关是在开启式负荷开关的基础上改进设计的一种开关，其外形如图 1-7 (a) 所示。因其外壳多为铸铁或用薄钢板冲压而成，故俗称铁壳开关。

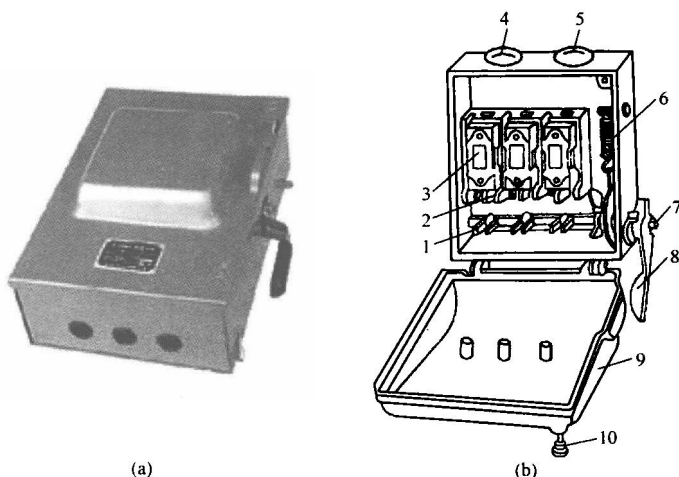


图 1-7 HH 系列封闭式负荷开关

(a) 外形；(b) 结构

1—动触刀；2—静夹座；3—熔断器；4—进线孔；5—出线孔；6—速断弹簧；7—转轴；8—手柄；9—开关盖；10—开关盖锁紧螺栓