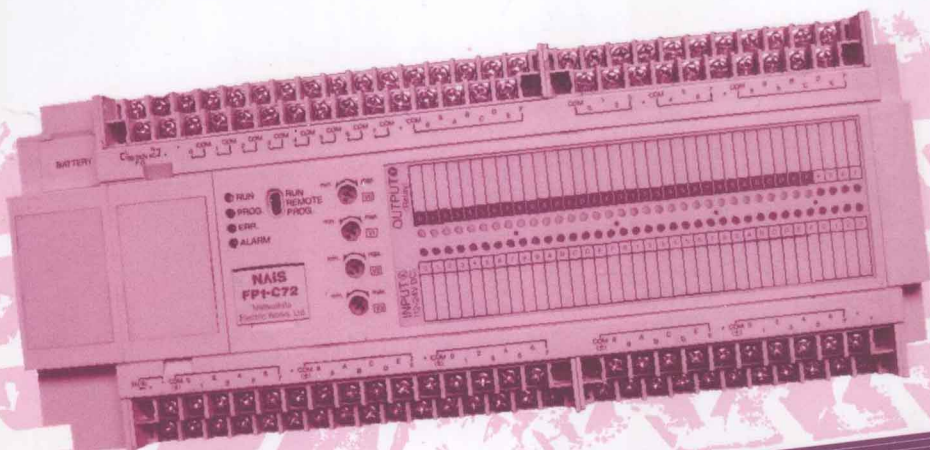


21 世纪全国高职高专机电系列技能型规划教材



电气控制与PLC程序设计

(松下系列)

主 编 姜秀玲 陈丽敏



- 14个项目，夯实知识与能力基础
- 24个实验，强化学生实际操作技能
- 多个应用实例，提高解决实际问题的能力



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

21 世纪全国高职高专机电系列技能型规划教材

电气控制与 PLC 程序设计 (松下系列)

主 编 姜秀玲 陈丽敏
参 编 卫广太 苗百春



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书是将继电器-接触器控制系统与 PLC 控制系统结合起来,根据高职高专人才培养目标,结合专业教育教学改革与实践经验,本着“教、学、做”一体化的原则而编写的。本书共分 5 个模块,模块 1 主要讲解继电器-接触器控制,模块 2 主要讲解典型机械设备电气控制系统,模块 3 介绍 PLC 程序设计与应用,模块 4 是继电器-接触器实验,模块 5 是 PLC 实验。前 3 个模块以项目形式由浅入深地对相关知识进行了阐述。

本书可作为电气自动化、供配电技术、机电一体化、电子应用工程等专业的高职高专学生教材,也可以作为从事工业自动化及 PLC 程序设计及维护开发等工作的工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电气控制与 PLC 程序设计:松下系列/姜秀玲,陈丽敏主编. —北京:北京大学出版社,2011.8

(21 世纪全国高职高专机电系列技能型规划教材)

ISBN 978-7-301-19272-6

I. ①电… II. ①姜…②陈… III. ①电气控制—高等职业教育—教材②可编程序控制器—高等职业教育—教材 IV. ①TM571.2 ②TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 145762 号

书 名: 电气控制与 PLC 程序设计(松下系列)

著作责任者: 姜秀玲 陈丽敏 主编

策划编辑: 赖 青 张永见

责任编辑: 张永见

标准书号: ISBN 978-7-301-19272-6/TH·10246

出版者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

网 址: <http://www.pup.cn> <http://www.pup6.com>

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62750667 出版部 62754962

电子邮箱: pup_6@163.com

印刷者: 河北滦县鑫华书刊印刷厂

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787mm×1092mm 16 开本 19.75 印张 456 千字

2011 年 8 月第 1 版 2011 年 8 月第 1 次印刷

定 价: 36.00 元

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

举报电话: 010-62752024

电子邮箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

“电气控制与 PLC 程序设计”是自动控制、电气自动化、供配电技术、船舶电气、机电一体化、电子工程等相关专业的主干课程。本书根据高职高专人才培养目标，结合专业教育教学改革与实践经验，本着“教、学、做”一体化的原则而编写。

本书在编写过程中力求突出以下特色。

- (1) 以模块为单元，采用项目形式编写，将知识点贯穿于各个项目中。
- (2) 每个项目大部分都按项目目标、项目内容、相关知识、项目实施、知识拓展、应用实例、项目小结和复习思考题顺序编写，体例新颖。
- (3) 书中所涉及低压电器全都给出实物图、结构图、电气图形符号及文字符号，方便读者查阅。
- (4) 将知识点和能力点紧密结合，注重培养学生实际动手的能力和解决工程实际问题的能力，突出高等职业教育的应用特色和能力本位。

本书内容共分 5 个模块，其中模块 1 主要讲解继电器-接触器控制，由 4 个项目组成，分别是三相笼型异步电动机的全压启动控制、降压启动控制、调速控制和制动控制，并将低压电器的相关知识贯穿于各个项目中。模块 2 主要讲解典型机械设备电气控制系统，内容包括车床、磨床、钻床和铣床的工作过程、电气控制原理、常见故障及维修技术。模块 3 介绍松下系列 PLC 的程序设计，主要内容包括 PLC 的基本指令程序设计、功能指令程序设计、比较指令程序设计、数据处理指令程序设计、PLC 编程软件以及顺序控制程序设计。模块 4 是继电器-接触器实验。模块 5 是 PLC 实验。

本书由大连海洋大学职业技术学院姜秀玲、长春职业技术学院陈丽敏任主编，大连海洋大学职业技术学院卫广太、苗百春参加编写。具体编写分工如下：陈丽敏编写模块 1；苗百春编写模块 2；姜秀玲编写模块 3、模块 5；卫广太编写模块 4。大连海洋大学职业技术学院何首贤、张晶审阅了全书并提出许多宝贵意见和建议。

尽管编者在本书的特色建设方面做出了很大努力，但由于水平有限，书中疏漏之处在所难免，恳切希望各相关高职院校教师和学生在使用本书的过程中给予关注，并将意见和建议及时反馈给我们，以便修订时完善。

编 者

2011 年 3 月

目 录

模块 1 继电器-接触器控制	1
项目 1.1 三相笼型异步电动机全压启动控制.....	2
项目 1.2 三相笼型异步电动机降压启动控制.....	49
项目 1.3 三相笼型异步电动机的调速控制.....	65
项目 1.4 三相笼型异步电动机制动控制.....	76
模块 2 典型机械设备电气控制系统	87
项目 2.1 普通车床的电气控制	87
项目 2.2 平面磨床的电气控制	97
项目 2.3 摇臂钻床的电气控制	105
项目 2.4 万能铣床的电气控制	115
模块 3 PLC 程序设计与应用	125
项目 3.1 PLC 的基本知识	125
项目 3.2 基本指令程序设计与应用	142
项目 3.3 功能指令、控制指令程序设计与应用	158
项目 3.4 比较指令、高级指令程序设计与应用	179
项目 3.5 PLC FPWIN-GR 编程软件及应用	204
项目 3.6 顺序控制设计法及应用	224
模块 4 继电器-接触器实验	236
实验 4.1 三相异步电动机的直接启动	236
实验 4.2 三相异步电动机的点动与连续运转控制.....	239
实验 4.3 三相异步电动机两地启动	242
实验 4.4 三相异步电动机接触器互锁正反转控制.....	244
实验 4.5 三相异步电动机按钮切换接触器互锁正反转控制.....	248
实验 4.6 三相异步电动机自动循环往复控制.....	251
实验 4.7 两台三相异步电动机顺序启动控制.....	255
实验 4.8 两台三相异步电动机顺序延时启动控制.....	258
实验 4.9 三相异步电动机定子串电阻降压启动控制.....	261
实验 4.10 三相异步电动机 Y- Δ 降压启动控制.....	265
实验 4.11 三相异步电动机反接制动控制.....	268
实验 4.12 三相异步电动机能耗制动	271
模块 5 PLC 实验	275
实验 5.1 基本顺序指令的练习	275

实验 5.2 定时指令和计数指令的应用	276
实验 5.3 数据移位指令的应用	278
实验 5.4 算术运算指令的应用	279
实验 5.5 电动机定子串电阻降压启动正反转控制.....	280
实验 5.6 自动送料装车系统	283
实验 5.7 多种液体自动混合控制	285
实验 5.8 十字路口交通信号灯控制	289
实验 5.9 自动洗衣机系统	291
实验 5.10 电镀系统	296
实验 5.11 自动冲压机系统	300
实验 5.12 自控成型系统	302
参考文献	305



模块 1

继电器-接触器控制

电器就是接通、断开电路或调节、控制和保护电路中设备的电工器具和装置。

电器的用途广泛、功能多样、构造各异、种类繁多，其分类见表 1-1。

表 1-1 电器的分类

分类依据	类 别	定 义	应用实例
按工作电压等级分类	低压电器	工作于交流额定电压1 200V以下或直流额定电压1 500V以下的电路中的电器	
	高压电器	工作于交流额定电压1 200V以上或直流额定电压1 500V以上的电路中的电器	
按动作原理分类	手动电器	需要人工手动操作才能完成指令任务的电器	
	自动电器	不需要人工操作，而是按照电的或非电的信号自动完成指令任务的电器。①自动切换电器：按照信号或某个物理量的变化而自动动作的电器；②非自动电器：通过人力操作而动作的电器	①接触器、继电器等； ②开关、按钮等
按用途分类	控制电器	用于各种控制电路或控制系统的电器，用来控制电路的通断	开关、继电器
	主令电器	用于自动控制系统中发送控制指令的电器，发出控制指令控制其他自动电器的动作	按钮、转换开关等
	保护电器	用于保护电路及用电设备的电器；用来保护电源、电路及用电设备，使它们不致在短路、过载状态下运行而遭到损坏	熔断器、热继电器等
	配电电器	用于输送和分配电能的电器	
	执行电器	用于完成某种动作或传动功能的电器；用来完成某种动作或传递功率	电磁铁
按工作原理分类	电磁式电器	依据电磁感应原理工作的电器	接触器、继电器等
	非电量控制电器	靠外力或某种非电物理量的变化而动作的电器	行程开关、按钮、速度继电器、热继电器等

项目 1.1 三相笼型异步电动机全压启动控制



项目目标

1. 掌握常用低压电器的用途、工作原理和主要技术参数的选用方法。
2. 了解常用低压电器的基本结构、电气图形、文字符号、常见故障分析和使用与维护方法。
3. 掌握三相笼型异步电动机的全压启动控制线路的工作原理。
4. 掌握三相笼型异步电动机的全压启动控制线路的连接过程。



项目内容

三相笼型异步电动机全压启动控制线路是由各种有触点的接触器、按钮、行程开关等的低压电气元件按照不同的连接方式组合而成的，其目的是实现对电力拖动系统的全压启动、正、反转控制和保护功能，满足生产工艺的要求，从而实现生产过程的自动化。

三相笼型异步电动机全压启动，即启动时加在电动机定子绕组上的电压为额定电压，故也称其为直接启动。直接启动的优点是电气设备少、线路简单、维修量小。

图 1.1 是采用按钮与接触器进行控制的三相笼型异步电动机全压直接启动单向点动控制线路图。启动时，合上刀开关 QS，按下启动按钮 SB，接触器 KM 线圈得电，其常开主触点闭合，使电动机 M 接通电源运行；当松开启动按钮 SB 时，接触器 KM 线圈失电，其常开主触点断开，使电动机 M 断开电源停止运行。

图 1.2 是采用按钮与接触器进行控制的三相笼型异步电动机全压直接启动单向连续运行控制线路图。合上电源开关 QS 后，按下启动按钮 SB2，接触器 KM 线圈得电吸合，KM 3 个常开主触点闭合，电动机 M 通电启动；同时又使 KM 与 SB2 并联的一个动合触点闭合，这个触点叫自锁触点，松开 SB2，控制线路通过 KM 自锁触点使线圈仍保持得电吸合。如需电动机停转，只需按一下停止按钮 SB1，接触器 KM 线圈就会失电释放，则 KM 的主、辅触点断开，电动机 M 断电停转；同时 KM 自锁触点也断开。所以，松开 SB1 后，接触器 KM 线圈不再得电，若要电动机运转则需重新启动。

如何选用低压电器连接控制线路完成上述任务呢？



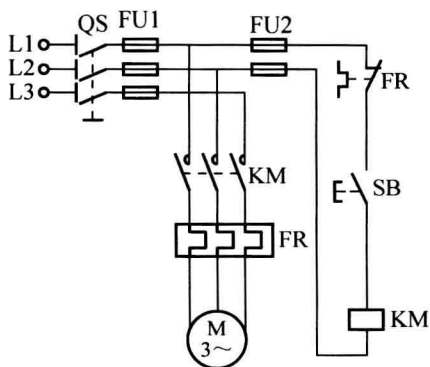


图 1.1 单向点动控制线路

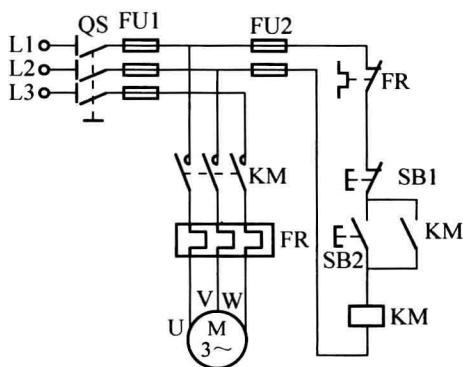


图 1.2 单向连续运行控制线路



相关知识

一、开关电器

开关电器常用来频繁地接通或分断控制线路，或者用来直接控制小容量电动机，也可以用来隔离电源或自动切断电源从而起到保护电路的作用。这类电器包括刀开关、转换开关、自动空气断路器等。

1. 刀开关

刀开关俗称闸刀开关，可分为不带熔断器式和带熔断器式两大类，它们都可用于隔离电源和在无负载情况下的电路转换，其中用于后者的刀开关还具有短路保护功能。最常用的刀开关有以下两种。

1) 开启式负荷开关

(1) 开启式负荷开关的结构。开启式负荷开关又称为瓷底胶盖闸刀开关，常用的有 HK1、HK2 系列。它由刀开关和熔断器组合而成，瓷底板上装有进线座、静触点、熔丝、出线座、带瓷质手柄的闸刀，其实物图及结构图如图 1.3 所示。

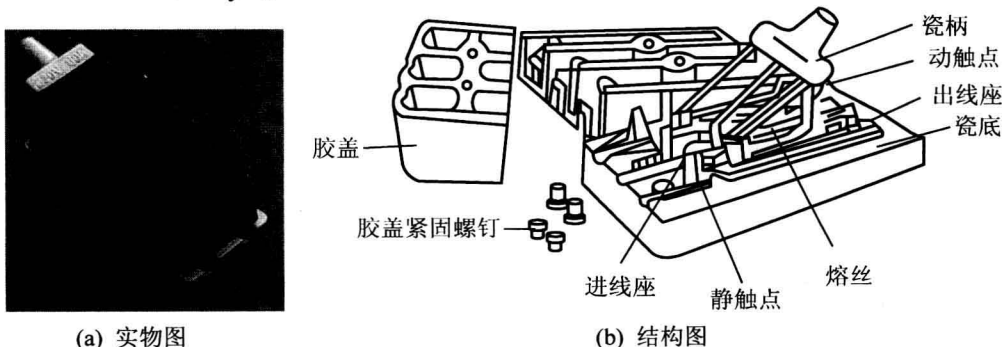


图 1.3 开启式负荷开关的实物图及结构图

(2) 技术数据。HK 系列开启式负荷开关的技术数据见表 1-2。

表 1-2 HK 系列开启式负荷开关的技术数据

型号	额定电流/A	极数	额定电压/V	可控制电动机容量/kW	熔丝规格	
					熔丝线径/mm	熔丝材料
HK1	15	2	220	1.5	1.45~1.59	铅熔丝
	30	3	380	3.0	2.30~2.52	
	60			4.5	3.36~4.00	
	15			2.2	1.45~1.59	
	30			4.0	2.3~2.52	
HK2	10	2	250	1.1	0.25	纯铜丝
	15			1.5	0.41	
	30			3.0	0.56	
	10			2.2	0.45	
	15			4.0	0.71	
	30			5.5	1.12	

2) 封闭式负荷开关

(1) 封闭式负荷开关的结构。封闭式负荷开关又称铁壳开关，图 1.4 所示为常用的 HH 系列封闭式负荷开关的实物图与结构图。它由刀开关、熔断器、灭弧装置、操作机构和外壳构成，其中 3 把闸刀固定在一根绝缘方轴上，由操作手柄操纵。操作机构设有机械联锁，即当外壳打开时，手柄不能合闸；手柄合闸时，外壳不能打开，这样保证了操作安全。在手柄转轴与底座间还装有速动弹簧，它使刀开关接通与断开的速度与手柄的动作速度无关，从而抑制了电弧过大。

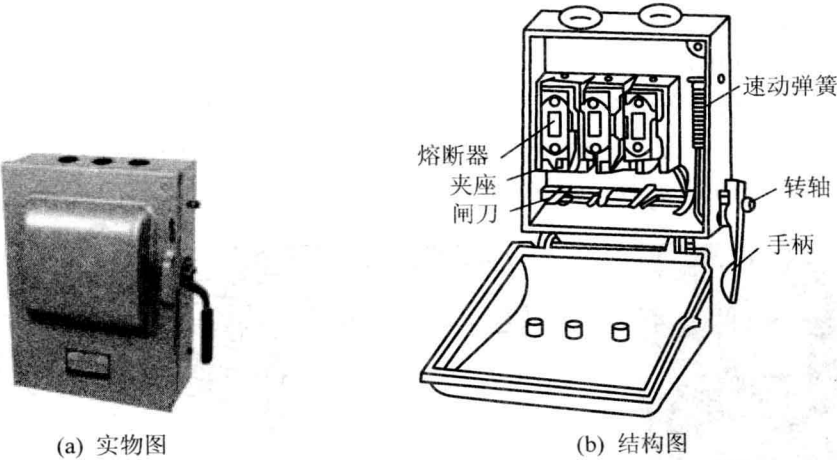


图 1.4 HH 系列封闭式负荷开关的实物图与结构图

(2) 技术数据。HH 系列封闭式负荷开关的技术数据见表 1-3。

表 1-3 HH 系列封闭式负荷开关的技术数据

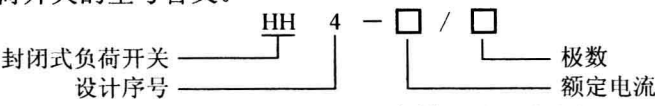
型号	额定电压/V	额定电流/A	极数	熔体规格		
				额定电流/A	熔体线径/mm	材料
HH3	250/440	15	2/3	6	0.26	纯铜丝
				10	0.35	
		30		15	0.46	
				20	0.65	
		60		25	0.71	
				30	0.81	
		100		40	1.02	
				50	1.22	
		200		80	1.62	
				100	1.81	
HH4	380	15	2/3	200	熔管	熔管
				6	1.08	铅熔丝
		30		10	1.25	纯铜丝
				20	0.61	
				25	0.71	
				30	0.80	
		60		40	0.92	
				50	1.07	
	440	3	60、80、100	熔管额定电流 与开关额定电 流相同	RTO 系列 熔断器	
			100、150、200			
			200、250、300			
			300、350、400			

3) 负荷开关的型号含义、电气图形和文字符号

(1) 开启式负荷开关的型号含义。



(2) 封闭式负荷开关的型号含义。



(3) 开启式和封闭式负荷开关的电气图形和文字符号分别如图 1.5(a)和图 1.5(b)所示。

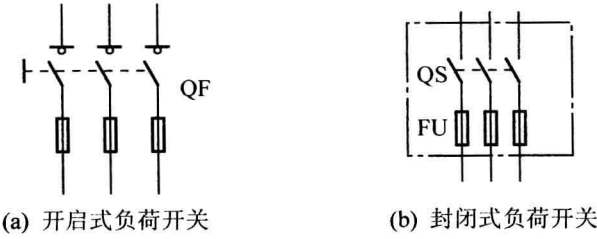


图 1.5 电气图形和文字符号

4) 负荷开关的类型及参数的选择

(1) 照明或电热电路：负荷开关的额定电流等于或大于被控制电路中各负载的额定电流之和。

(2) 电动机电路：根据经验，开启式负荷开关的额定电流一般是电动机额定电流的 3 倍；封闭式负荷开关的额定电流一般是电动机额定电流的 1.5 倍。

(3) 熔丝的额定电流选择方法如下。

① 对于变压器、电热器和照明线路，熔丝的额定电流宜等于或稍大于实际负荷电流。

② 对于配电线路，熔丝的额定电流宜等于或略小于线路的安全电流。

③ 对于电动机线路，熔丝的额定电流一般为电动机额定电流的 1.5~2.5 倍。

5) 负荷开关的使用及维护方法

(1) 负荷开关不准横装或倒装，更不允许将开关放在地面上使用，而必须垂直地安装在控制屏或开关板上。

(2) 负荷开关安装接线时，应注意电源进线和出线不能接反。开启式负荷开关的电源进线应接在上端进线座，负载应接在下端出线座，以方便更换熔丝；60A 以上的半开启式负荷开关的电源进线应接在上端进线座，60A 以下的应接在下端进线座。

(3) 半开启式负荷开关的外壳应可靠地接地，以防止意外的漏电使操作者发生触电事故。

(4) 更换熔丝必须在负荷开关的闸刀断开的情况下进行，并且新熔丝与原用熔丝规格相同。

(5) 应经常检查负荷开关的触点，并清理灰尘和油污等物。操作机构的摩擦处应定期加润滑油，以使其动作灵活，延长其使用寿命。

(6) 当修理负荷开关时，要注意保持手柄与门的连锁，不可轻易进行拆除。

6) 负荷开关的常见故障及分析

故障现象	可能的故障原因
合闸后一相或两相断电	① 夹座弹性消失或开口过大，使夹座与动触点不能接触 ② 熔丝熔断或连接不良 ③ 夹座、动触头氧化或有尘污 ④ 电源进线座或出线座因氧化而接触不良
夹座或动触点过热或烧坏	① 开关容量太小 ② 分、合闸时动作太慢而造成电弧过大，以致烧坏触点 ③ 夹座表面烧毛 ④ 动触点与夹座压力不足 ⑤ 负载过大
半开启式负荷开关的操作手柄带电	① 外壳接地线未可靠接地 ② 电源进出线因绝缘损坏而碰到外壳

2. 转换开关

转换开关又称为组合开关，是一种变形的刀开关，其在结构上用动触片代替了闸刀，用左右旋转代替了刀开关的上下分合动作，有单极、双极和多极之分，常用的系列有 HZ 系列等。

1) 转换开关的结构

转换开关共有 3 副静触片，每一副静触片的一边固定在绝缘垫板上，另一边伸出盒外并附有接线柱以供电源和用电设备接线使用。3 个动触片装在另外的绝缘垫板上，垫板套在附有手柄的绝缘杆上。手柄能沿任意一个方向旋转 90° 并带动 3 个动触片分别同与之对应的 3 副静触片接通或断开。在开关转轴上装有扭簧储能装置，使开关的分合速度与手柄的动作速度无关，有效地抑制了电弧过大。图 1.6 所示的是 HZ10-10/3 型转换开关的实物图与结构图。

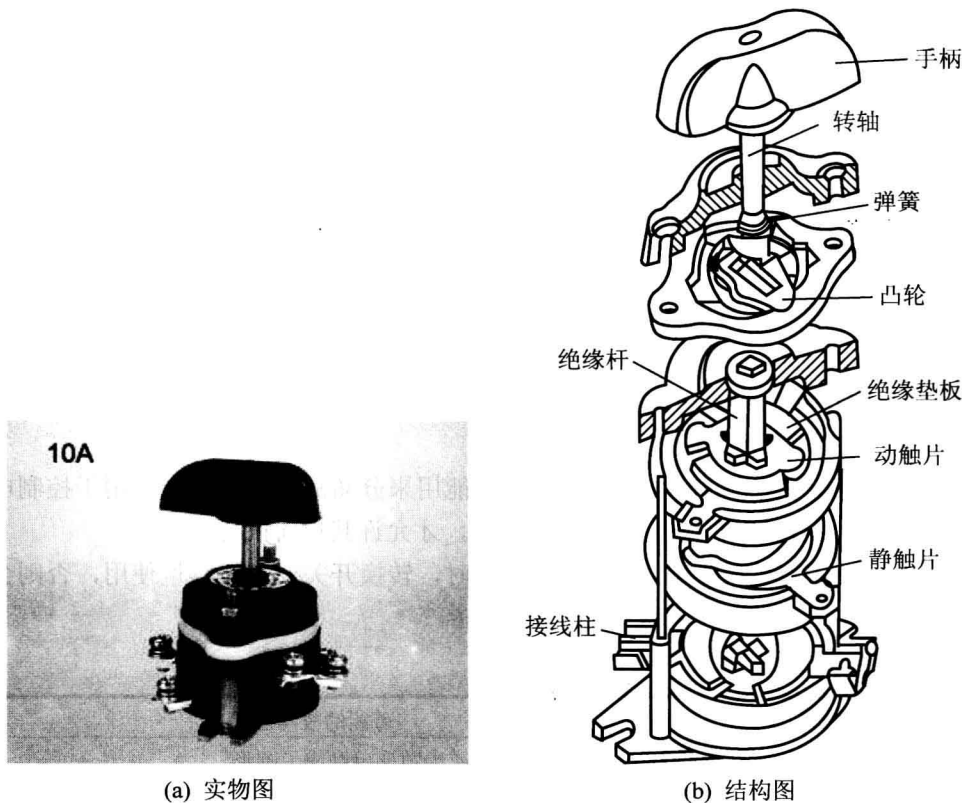


图 1.6 HZ10-10/3 型转换开关的实物图与结构图

2) 技术数据

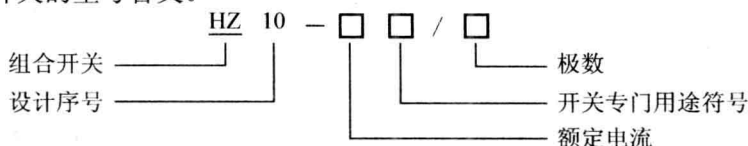
HZ10 系列组合开关的技术数据见表 1-4。

表 1-4 HZ10 系列组合开关的技术数据

型 号	额定电 压/V	额定电 流/A	级数	极限操作		可控制电动机最大容量		通断次数			
				电 流/A		和额定电流		AC cos φ		DC 时间常数/S	
				接通	分断	容量(kW)	额定电流/A	≥0.8	≥0.3	≤0.002 5	≤0.01
HZ10-10	DC220 AC380	6	单极	94	62	3	7	20 000	20 000	20 000	10 000
HZ10-25		10	2,3								
HZ10-60		25		155	108	5.5	12				
HZ10-100		60									

3) 转换开关的型号含义、电气图形和文字符号

(1) 转换开关的型号含义。



(2) 转换开关的电气图形和文字符号如图 1.7 所示。

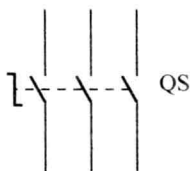


图 1.7 转换开关的电气图形和文字符号

4) 转换开关的类型及参数的选择

(1) 照明或电热电路：组合开关的额定电流应等于或大于被控制电路中各负载的额定电流之和。

(2) 电动机电路：组合开关的额定电流一般取电动机额定电流的 1.5~2.5 倍。

5) 转换开关的使用及维护方法

(1) 由于转换开关的通断能力较低，故不能用来分断故障电流。当它用于控制电动机作可逆运转时，必须在电动机完全停止转动后，才允许其反向接通。

(2) 当操作频率较高或负载功率因数较低时，转换开关要降低容量使用，否则会影响开关的寿命。

6) 转换开关的常见故障及分析

故障现象	可能的故障原因
手柄转动90°而内部触点未动	① 手柄上的三角形或半圆形口磨成了圆形 ② 操作机构损坏 ③ 绝缘杆由方形磨成了圆形 ④ 转轴与绝缘杆装配不紧
手柄转动90°而3副静触点和动触点不能同时接通或断开	① 开关型号不对 ② 修理后，触点的装配位置不正确 ③ 触点失去弹性或有尘污
开关接线柱间短路	一般是由于长期不清扫，使铁屑或油污附在接线柱间形成导电层，将胶木烧焦，破坏绝缘而形成短路

3. 自动空气断路器

自动空气断路器过去被称为自动开关(或称低压断路器)，按其结构和性能不同可分为框架式、塑料外壳式和漏电保护式自动空气断路器 3 类。它是一种既能作开关用，又具有电路自动保护功能的低压电器，所以可用于电动机或其他用电设备作不频繁通断操作和线路转换。当电路发生过载、短路、欠电压等故障时，它能自动切断与它串联的电路，从而

有效地保护故障电路中的用电设备。由于低压断路器具有操作安全、动作电流可调整、分断能力较强等优点，因而在各种电气控制系统中得到了广泛的应用。

1) 自动空气断路器的结构和工作原理

自动空气断路器主要有 DZ 和 DW 两大系列，它们的基本构造和工作原理基本相同，主要由触点系统、灭弧装置、操作机构、保护装置(各种脱扣器)及外壳等几部分组成。图 1.8 为常用的塑壳式 DZ5-20'型自动空气开关的实物图与结构图，其结构为立体布置，操作机构居中，红色分闸按钮和绿色合闸按钮伸出壳外，主触点系统在后部，有一对动合和一对动断共两对辅助触点。

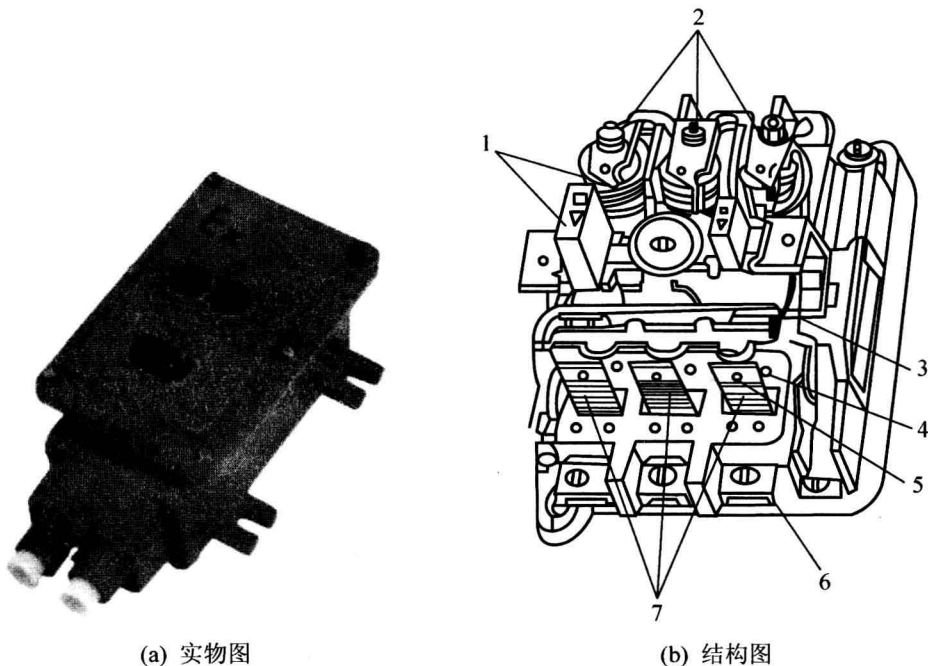


图 1.8 DZ5-20 型自动空气开关的实物图与结构图

1—按钮；2—电磁脱扣器；3—自动脱扣器；4—动触点；5—静触点；6—接线柱；7—热脱扣器

在图 1.9 中，2 是自动空气断路器的 3 对主触点，它们与被保护的三相主电路串联。手动闭合电路后，其主触点经锁键 3 钩住搭钩 4，克服弹簧 1 的拉力，保持闭合状态，搭钩 4 可绕轴 5 转动。当被保护的主电路正常工作时，电磁脱扣器 6 中的线圈所产生的电磁吸合力不足以将衔铁 8 吸合；当被保护的主电路发生短路而产生较大电流时，电磁脱扣器 6 中的线圈所产生电磁吸合力随之增大，直至将衔铁 8 吸合，并推动杠杆 7，将搭钩 4 顶离。在弹簧 1 的作用下，主触点断开，切断主电路起到保护作用。又当电路电压严重下降或消失时，欠电压脱扣器 11 产生的吸力减少或失去吸力，衔铁 10 被弹簧 9 拉开，推动杠杆 7，将搭钩 4 顶开，从而断开了主触点切断主电路起到保护作用，当电路发生过载时，过载电流会流过发热元件 13，使双金属片 12 受热而向上弯曲，推动杠杆 7，断开主触点，切断主电路起到保护作用。

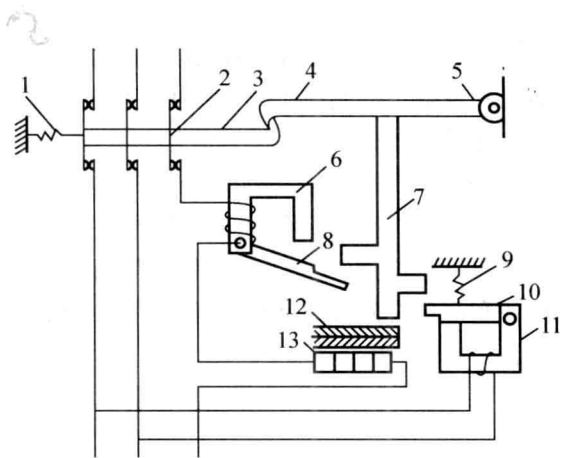


图 1.9 自动空气断路器的工作原理示意图

1、9—弹簧；2—3 对主触点；3—锁键；4—搭钩；5—轴；6—电磁脱扣器；7—杠杆；
8、10—衔铁；11—欠电压脱扣器；12—双金属片；13—发热元件

2) 技术数据

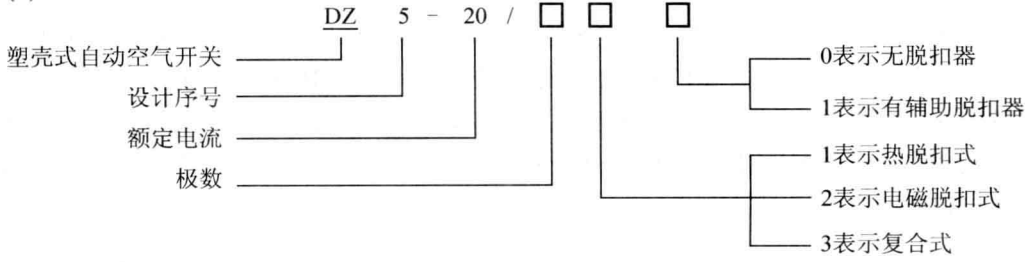
DZ5-20 系列空气断路器的技术数据见表 1-5。

表 1-5 DZ5-20 系列空气断路器的技术数据

型号	额定电压/V	额定电流/A	极数	脱扣器类别	脱扣器额定电流(括号内为整定电流调节范围)/A	电磁脱扣器瞬时动作整定值
DZ5-20/200	AC 380	20	2	无脱扣器	—	为热脱扣额定电流的 8~12 倍(出厂时整定为 10 倍)
DZ5-20/300			3			
DZ5-20/210			2	热脱扣器	0.15(0.10~0.15)	
DZ5-20/310			3		0.20(0.15~0.20)	
DZ5-20/220			2	电磁脱扣器	0.30(0.20~0.30)	
DZ5-20/320			3		0.45(0.30~0.45)	
DZ5-20/230			2	复式脱扣器	0.65(0.45~0.65)	
DZ5-20/330	DC 220	20	3	复式脱扣器	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)10(6.5~10) 15(10~15) 20(15~20)	为热脱扣额定电流的 8~12 倍(出厂时整定为 10 倍)

3) 自动空气断路器的型号含义、电气图形和文字符号

(1) 自动空气断路器的型号含义。



(2) 自动空气断路器的电气图形和文字符号。自动空气断路器的电气图形和文字符号如图 1.10 所示。

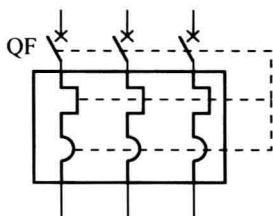


图 1.10 自动空气断路器的电气图形和文字符号

4) 自动空气断路器的选用

(1) 选择空气断路器的一般原则如下。

- ① 断路器的额定电压(V)大于或等于被保护线路的额定电压(V)。
- ② 断路器的额定电流(A)大于或等于被保护线路计算负荷电流(A)。
- ③ 断路器的额定通断能力(kA)大于或等于被保护线路中可能出现的最大短路电流(kA)，一般按有效值计算。
- ④ 线路末端单相对地短路电流(A)大于或等于 1.25 倍的断路器瞬时(或短延时)脱扣器整定电流(A)。

⑤ 断路器的欠电压脱扣器的额定电压(V)等于被保护线路的额定电压(V)。

⑥ 断路器的分励脱扣器的额定电压(V)等于控制电源的额定电压(V)。

(2) 用于保护电动机的断路器的选择。

① 断路器的长延时整定电流值(A)等于电动机的额定电流(A)。

② 当用于保护笼型异步电动机时，断路器的整定电流瞬时值(A)等于 K_f 与电动机的额定电流(A)的乘积，系数 K_f 与电动机的型号、容量和起动方式有关，其大小约在 8~15 之间。

③ 当用于保护绕线转子异步电动机时，断路器的整定电流瞬时值(A)等于 K_f 与电动机的额定电流(A)的乘积，系数 K_f 大小约在 3~6 之间。

5) 自动空气断路器的使用及维护方法

(1) 在安装前，应将断路器脱扣器的电磁铁工作面的防锈油脂抹净，以免影响电磁机构的动作。

(2) 当断路器与熔断器配合使用时，熔断器应尽可能装在断路器之前，以保证断路器使用安全。

(3) 电磁脱扣器的整定值一经调好就不允许随意更动，使用一段时间后要检查其弹簧是否生锈卡住，以免影响其动作。

(4) 断路器在分断短路电流后，应在切除上一级电源的情况下及时地检查触点，若发现有严重的电灼痕迹，可用干布擦去；若发现触点烧毛，可用砂纸或细锉小心修整，但主触点一般不允许用锉刀修整。

(5) 应定期清除断路器上的积尘并检查各种脱扣器的动作值，操作机构在使用一段时间(1~2 年)后，应在传动机构部分加润滑油(小容量塑壳式断路器不需要)。

(6) 在灭弧室分断短路电流或较长时间的使用后，应清除灭弧室内壁和栅片上的金属颗粒与黑烟灰，如果灭弧室已破损，则绝不能继续使用。