



工业和信息化部职业教育指导委员会“十二五”规划教材
新编高等职业教育电子信息、机电类规划教材



机电一体化技术专业

电气控制与PLC应用技术 (三菱FX系列)

常 辉 主 编
何 强 副主编
程 周 主 审

010101001
0101010010100101010010100101010
01010100101001010101
0101010010100101010010100101001
01010100101
0101010010100101010010100
0101010010100101010010100101010
01010100101001010101
0101010010100101001010010101001
01010100101
0101010010100101010010100
010101001
0101010010100101010010100101010
010101001010010101
0101010010100101010010100101001
01010100101
0101010010100101010010100101001
01010100101

两大模块、10个项目、14个工作任务

项目包含：基础知识；工作任务；拓展知识；综合训练等环节

内容涵盖：电动机的启动、制动；调速控制线路的安装与调试；

PLC基本指令及编程；PLC顺序控制程序的设计；

FX_{2N}系列PLC步进指令的应用；

PLC系统设计安装与调试

信教育资源网上提供电子教案



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

工业和信息产业职业教育教学指导委员会“十二五”规划教材
新编高等职业教育电子信息、机电类规划教材·机电一体化技术专业

电气控制与 PLC 应用技术

(三菱 FX 系列)

	常	辉	主	编
洪	应	何	强	副主编
	程	周	主	审

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是从一个初学者的角度出发,结合实际工程应用及各学校实际条件来组织内容的。全书主要包括传统的继电器接触器控制和 PLC 控制两大部分内容。按照项目导向、任务驱动的思路,以 10 个由浅入深的项目为背景,通过 14 个任务的实施来学习相关的知识内容。其中继电器接触器控制部分针对电动机基本控制、启动、制动、调速控制设置了 4 个学习项目。PLC 控制部分以常见的三菱 FX_{2N} 系列 PLC 为对象,用 6 个工程应用项目实施来学习 PLC 的基本指令、顺序控制、功能指令、编程方法以及系统设计等内容。

本书可供高等职业院校、技师学院、电大、职业培训机构的机电类、电气类专业使用,也可作为从事机电、自动化工作的工程技术人员的参考书。

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

电气控制与 PLC 应用技术. 三菱 FX 系列 / 常辉主编. —北京: 电子工业出版社, 2011. 12

新编高等职业教育电子信息、机电类规划教材·机电一体化技术专业

ISBN 978-7-121-14449-3

I. ①电… II. ①常… 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 172667 号

策 划: 陈晓明

责任编辑: 赵云峰 特约编辑: 张晓雪

印 刷: 三河市鑫金马印装有限公司
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: 16.25 字数: 416 千字

印 次: 2011 年 12 月第 1 次印刷

印 数: 3 000 册 定价: 28.00 元

凡所购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,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 zltz@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

电气控制技术是随着科学技术的进步而不断发展的。从手动控制发展到自动控制，从简单的控制设备发展到复杂的控制系统，从有触点的继电-接触器控制系统发展到以计算机为核心的软件控制系统，电气控制技术是随着元器件的不断更新和计算机技术的发展，并且综合应用了计算机、自动控制、电子技术、精密测量等先进科技成果而迅速发展起来的。

当前，在现代工厂中以 PLC 控制、变频器调速、总线控制为主体的电气控制系统正在逐渐取代传统的继电器控制系统，并广泛应用与各行各业。因此，学习和掌握电气控制与 PLC 应用技术已成为工程技术人员的紧迫任务。

本书是根据教育部高职高专自动化类教学指导委员会审定的《电气控制与可编程序控制器》教学大纲组织编写的系列规划教材之一。在本书的编写过程中，力求体现职业教育的性质、任务和培养目标，坚持以就业为导向、以能力培养为本位的原则，突出教材的实用性、适用性和先进性。其主要特点是：

1. 在编写时以就业为导向，以能力培养为目标，按照“淡化理论，加强应用，联系实际，突出特色”的原则进行编写。
2. 在内容选择上，结合工业生产设备选择了工业现场一些典型的控制线路和实例进行分析讲解，力求突出内容的实用性，贴近工业实际的应用。同时也参照了一些学校实验实训设备的实训项目，进行内容的组织，便于学校教学的开展。
3. 按照项目导向、任务驱动的思路，以 10 个由浅入深的项目为背景，通过项目的实施来学习相关的知识内容。
4. 注重学生综合能力的提高，在每个项目除了本项目的实施内容外，还设置了技能训练、综合练习专题。注重学生的职业素养和工作方法方面的提高。
5. 注重理论联系实际，突出现代电气控制的新技术和新产品。

本教材适用于高等职业院校自动化、电气工程、电子信息、机电一体化及相关专业的教学，也可作为工业自动化技术人员的培训教材和自学参考书。全书共有 10 个项目，主要从应用的角度出发，深入浅出地介绍了电机控制的基本电路、典型电路，以国内使用较多的三菱公司 FX 系列 PLC 为样机，详细介绍了 PLC 硬件组成、工作原理和性能指标、指令系统及应用、PLC 程序设计的方法与技巧、PLC 控制系统设计应注意的问题。在教学过程中建议以“边学边练，边练边学”的方式开展教学。

本书由安徽职业技术学院常辉主编，并编写了项目 1、项目 4、项目 5、项目 6、安徽职业技术学院杨洁霞老师编写了项目 2 和项目 3，安徽职业技术学院洪应老师编写了项目 9、项目 10，安徽水利水电职业技术学院何强老师编写了项目 7 和项目 8。安徽职业技术学院程周老师主审了全书。本书在编写过程中得到了安徽职业技术学院张栩、杨林国、温晓玲等老师的关心和帮助，在此表示衷心的感谢。

本书配有电子教学参考资料包，包括电子教案、教学指南、习题答案，请有此需要的教师登录华信教育资源网（<http://www.hxedu.com.cn>）免费下载。

由于作者水平所限，书中疏漏和错误之处在所难免，欢迎广大读者提出宝贵意见。作者 E-mail: changhui_70@163.com

编 者
2011 年 7 月

参加“新编高等职业教育电子信息、机电类规划教材”

编写的院校名单（排名不分先后）

江西信息应用职业技术学院

吉林电子信息职业技术学院

保定职业技术学院

安徽职业技术学院

黄石高等专科学校

天津职业技术师范学院

湖北汽车工业学院

广州铁路职业技术学院

台州职业技术学院

重庆科技学院

四川工商职业技术学院

吉林交通职业技术学院

天津滨海职业技术学院

杭州职业技术学院

重庆电子工程职业学院

重庆工业职业技术学院

重庆工程职业技术学院

广州大学科技贸易技术学院

湖北孝感职业技术学院

广东轻工职业技术学院

广东技术师范职业技术学院

西安理工大学

天津职业大学

天津大学机械电子学院

九江职业技术学院

北京轻工职业技术学院

黄冈职业技术学院

南京理工大学高等职业技术学院

南京金陵科技学院

无锡职业技术学院

西安科技学院

西安电子科技大学

河北化工医药职业技术学院

石家庄信息工程职业学院

三峡大学职业技术学院

桂林电子科技大学

桂林工学院

南京化工职业技术学院

江西工业职业技术学院

柳州职业技术学院

邢台职业技术学院

苏州经贸职业技术学院

金华职业技术学院

绵阳职业技术学院

成都电子机械高等专科学校

河北师范大学职业技术学院

常州轻工职业技术学院

常州机电职业技术学院

无锡商业职业技术学院

河北工业职业技术学院

安徽电子信息职业技术学院
合肥通用职业技术学院
安徽职业技术学院
上海电子信息职业技术学院
上海天华学院
浙江工商职业技术学院
深圳信息职业技术学院
河北工业职业技术学院
江西交通职业技术学院
温州职业技术学院
温州大学
湖南铁道职业技术学院
南京工业职业技术学院
浙江水利水电专科学校
吉林工业职业技术学院
上海新侨职业技术学院

江门职业技术学院
广西工业职业技术学院
广州市今明科技公司
无锡工艺职业技术学院
江阴职业技术学院
南通航运职业技术学院
山东电子职业技术学院
潍坊学院
广州轻工高级技工学校
江苏工业学院
长春职业技术学院
广东松山职业技术学院
徐州工业职业技术学院
扬州工业职业技术学院
徐州经贸高等职业学校

目 录

项目 1 三相异步电动机的直接启动控制	(1)
1.1 常用低压电器	(1)
1.1.1 刀开关	(1)
1.1.2 低压断路器	(4)
1.1.3 熔断器	(6)
1.1.4 主令电器	(7)
1.1.5 交流接触器	(10)
1.1.6 热继电器	(14)
1.1.7 中间继电器	(16)
1.1.8 时间继电器	(17)
1.2 电气图的绘制	(19)
1.2.1 电气图的一般特点	(19)
1.2.2 电气原理图	(21)
1.2.3 电气元件布置图	(22)
1.2.4 电气安装接线图	(22)
1.3 三相异步电动机直接启动基本概念	(23)
1.4 任务 1 三相异步电动机的点动与长动控制	(24)
1.4.1 点动控制	(24)
1.4.2 长动控制	(25)
1.4.3 点动与长动组合控制	(25)
1.4.4 技能训练——长动控制线路的安装与调试	(27)
1.5 任务 2 三相异步电动机的正、反转控制	(29)
1.5.1 接触器互锁的正、反转控制线路	(29)
1.5.2 按钮互锁的正、反转控制线路	(30)
1.5.3 双重互锁的正、反转控制线路简介	(31)
1.5.4 技能训练——双重互锁的正、反转控制线路的安装与调试	(32)
1.6 任务 3 带限位保护的工作台自动往返控制线路	(33)
1.6.1 限位控制线路	(33)
1.6.2 带限位保护的工作台自动往返控制线路	(34)
1.6.3 技能训练——带限位保护的工作台自动往返控制线路的安装与调试	(35)
1.7 知识拓展	(36)
1.7.1 多地、顺序控制线路	(36)
1.7.2 延时控制线路	(38)
1.7.3 电气控制线路的制作步骤及要求	(38)
综合练习 1	(40)

项目2 三相异步电动机的降压启动控制	(43)
2.1 三相异步电动机降压启动的基本概念	(43)
2.1.1 三相异步电动机降压启动的方法	(43)
2.1.2 Y- Δ 降压启动原理	(44)
2.2 任务4 某设备鼓风机的Y- Δ 降压启动控制	(44)
2.2.1 自动控制的Y- Δ 降压启动控制线路	(44)
2.2.2 技能训练——Y- Δ 降压启动控制线路的安装与调试	(45)
2.3 知识拓展	(47)
2.3.1 定子绕组串联电阻降压启动	(47)
2.3.2 自耦变压器降压启动	(48)
2.3.3 绕线式异步电动机的启动控制	(49)
2.3.4 电气控制线路故障检查方法	(53)
综合练习2	(54)
项目3 三相异步电动机的制动控制	(56)
3.1 三相异步电动机制动的基本概念	(56)
3.1.1 三相异步电动机的反接制动原理	(56)
3.1.2 速度继电器	(57)
3.2 任务5 三相异步电动机的反接制动控制	(58)
3.2.1 单向运转反接制动控制线路	(58)
3.2.2 可逆运行反接制动控制线路	(60)
3.2.3 技能训练——可逆运行的反接制动控制线路安装与调试	(61)
3.3 知识拓展	(62)
3.3.1 三相异步电动机的机械制动	(62)
3.3.2 三相异步电动机的能耗制动控制	(63)
综合练习3	(66)
项目4 三相异步电动机的调速控制	(68)
4.1 三相异步电动机调速的基本概念	(68)
4.2 三相笼形异步电动机的变极调速	(69)
4.2.1 变极原理	(69)
4.2.2 变极调速形式与特征	(69)
4.3 任务6 三相异步电动机的变极调速控制	(71)
4.3.1 双速三相异步电动机定子绕组结构	(71)
4.3.2 双速三相异步电动机变极调速控制线路一	(71)
4.3.3 双速三相异步电动机变极调速控制线路二	(72)
4.3.4 技能训练——双速三相异步电动机控制线路改造	(73)
4.4 知识拓展	(73)
4.4.1 变频调速	(73)
4.4.2 变频器基础	(74)
4.4.3 三菱通用变频器FR-E500系列的使用	(75)
4.4.4 技能训练——变频器控制电动机的基本操作	(81)
综合练习4	(82)
项目5 FX_{2N}系列PLC认识及编程软件的使用	(84)
5.1 PLC的定义	(84)

5.2	PLC 基本组成	(85)
5.3	PLC 工作原理	(88)
5.4	任务7 红、绿报警灯交替闪烁控制	(90)
5.4.1	FX 系列 PLC 的认识	(90)
5.4.2	FX 系列 PLC 编程软件的使用	(96)
5.4.3	技能训练——红、绿报警灯交替闪烁控制	(104)
	综合练习 5	(106)
项目 6	电动机的 PLC 控制	(108)
6.1	FX 系列 PLC 基础知识	(108)
6.1.1	FX 系列 PLC 的编程语言	(108)
6.1.2	FX 系列 PLC 基本数据结构	(110)
6.1.3	梯形图编程及绘制规则	(111)
6.2	任务8 三相异步电动机启、停的 PLC 控制	(113)
6.2.1	FX 系列 PLC 软元件	(113)
6.2.2	FX 系列 PLC 基本指令及应用(一)	(116)
6.2.3	三相异步电动机连续运行及报警控制	(122)
6.2.4	三相异步电动机点动和连续混合控制	(124)
6.2.5	技能训练——三相异步电动机启、停控制	(125)
6.3	任务9 三相异步电动机的可逆运行控制	(126)
6.3.1	FX 系列 PLC 基本指令及应用(二)	(126)
6.3.2	三相异步电动机正、反转控制的改造	(133)
6.3.3	三相异步电动机正、反转循环控制	(136)
6.3.4	技能训练——仓库自动门的 PLC 控制	(137)
6.3.5	技能训练——机床工作台自动往返的 PLC 控制及改进	(138)
6.4	知识拓展	(139)
6.4.1	程序设计的基本方法	(139)
6.4.2	常用的逻辑控制程序	(141)
6.4.3	FX 系列 PLC 与外部电气设备的连接	(145)
	综合练习 6	(147)
项目 7	化工生产的液体混合装置的 PLC 控制	(150)
7.1	顺序控制基础知识	(150)
7.1.1	顺序控制的概念	(150)
7.1.2	顺序功能图组成要素	(151)
7.1.3	顺序控制设计法设计的基本步骤	(152)
7.1.4	顺序功能图的结构	(153)
7.1.5	顺序功能图的启-保-停梯形图编程	(154)
7.2	任务10 化学液体原料混合装置 PLC 控制系统设计	(156)
7.2.1	控制要求	(156)
7.2.2	硬件设计	(157)
7.2.3	软件设计	(158)
7.2.4	技能训练——工业洗衣机的 PLC 控制系统设计	(160)
7.3	任务11 某化学液体生产装置的 PLC 控制系统设计	(160)
7.3.1	控制要求	(160)

7.3.2	硬件设计	(161)
7.3.3	软件设计	(163)
7.3.4	技能训练——农药灌装生产线的 PLC 控制系统设计	(165)
7.4	知识拓展	(166)
7.4.1	以转换为中心的编程方式	(166)
7.4.2	顺序控制中仅有两步闭环的处理	(167)
7.4.3	FX 系列 PLC 故障诊断与维修	(168)
	综合练习 7	(169)
项目 8	城市交通信号灯的 PLC 控制	(171)
8.1	FX 系列步进控制基础知识	(171)
8.1.1	FX 系列 PLC 状态继电器	(171)
8.1.2	FX 系列 PLC 的步进梯形图指令	(172)
8.1.3	FX 系列 PLC 步进梯形指令编程实例	(174)
8.1.4	区间复位 ZSTR	(178)
8.2	任务 12 十字路口交通信号灯的 PLC 控制系统设计	(179)
8.2.1	十字路口交通信号灯的 control 要求	(179)
8.2.2	十字路口交通信号灯的硬件设计	(180)
8.2.3	十字路口交通信号灯的的程序设计	(180)
8.2.4	技能训练——人行横道红、绿灯控制	(183)
8.3	知识拓展	(185)
8.3.1	FX 系列 PLC 步进梯形指令编程技巧	(185)
8.3.2	复杂流程的编程	(186)
	综合练习 8	(188)
项目 9	生产线送料小车的 PLC 控制	(192)
9.1	FX 系列 PLC 功能指令基础知识	(192)
9.1.1	FX 系列 PLC 功能指令中常用的软元件	(192)
9.1.2	FX 系列 PLC 功能指令概述	(194)
9.1.3	比较与数据传送指令应用	(198)
9.1.4	数据处理指令应用	(202)
9.2	任务 13 生产线送料小车的 PLC 控制系统设计	(203)
9.2.1	生产线送料小车控制要求	(203)
9.2.2	生产线送料小车呼叫系统的硬件设计	(203)
9.2.3	生产线送料小车的程序设计	(205)
9.2.4	技能训练——生产线送料小车控制的改进	(206)
9.3	知识拓展	(207)
9.3.1	中断指令	(207)
9.3.2	其他数据处理指令	(209)
9.3.3	算术与字逻辑运算指令应用	(210)
9.3.4	高速处理指令	(212)
9.3.5	应用指令编程举例	(214)
	综合练习 9	(218)
项目 10	工业气动机械手的 PLC 控制	(220)
10.1	基础知识	(220)

10.1.1	PLC 控制系统的设计	(220)
10.1.2	跳转、移位及状态初始化指令	(223)
10.2	任务 14 工业气动机械手的 PLC 控制	(226)
10.2.1	工业气动机械手的控制要求	(226)
10.2.2	工业气动机械手的硬件设计	(228)
10.2.3	工业气动机械手的软件设计方案一	(229)
10.2.4	工业气动机械手的软件设计方案二	(233)
10.2.5	技能训练——利用机械手进行大、小球分选的控制系统设计	(236)
10.3	知识拓展	(237)
10.3.1	FX 系列 PLC 其他功能指令	(237)
10.3.2	PLC 的安装与维护	(239)
10.3.3	节约 PLC 输入/输出点数的方法	(241)
	综合练习 10	(244)
	参考文献	(246)

项目1 三相异步电动机的直接启动控制

知识目标

- (1) 掌握电气控制系统中常用的低压电器的名称、用途、规格、基本结构、工作原理、图形符号与文字符号。
- (2) 初步掌握常用低压电器的选用方法。
- (3) 掌握三相异步电动机点动、连续运转、正反转、工作台自动往返控制的工作原理。
- (4) 理解三相异步电动机顺序控制、时间控制的基本原理。

能力目标

- (1) 学会绘制三相异步电动机直接启动控制线路的电气原理图和安装接线图。
- (2) 学会利用基本控制环节设计简单的控制系统。
- (3) 会按照电气施工工艺要求，独立安装调试三相异步电动机的直接启动控制线路。
- (4) 能够独立诊断和排除三相异步电动机直接启动控制线路的故障。
- (5) 树立安全、节约、环保、团结、创新的工作意识。

项目描述

在工厂、生活中有很多功率较小的异步电动机，如小型台钻，冷却泵，手电钻，机床的工作台、自动门等设备上的电动机，由于它们功率较小、拖动的负载较小，一般允许直接启动。对于一些简单控制要求的电动机，多数采用开关手动控制，而某些如机床上的电动机一般由控制电路实现启动。

本项目中，主要通过三相异步电动机点动、长动、正反转、工作台自动往返控制等工作任务，学习三相异步电动机直接启动的几种控制形式，并进行部分线路的安装与调试。

1.1 常用低压电器

低压电器通常是指工作在交流电压 1200V、直流电压 1500V 以下的电路中，起通断、保护、控制或调节作用的电器。低压电器是组成低压控制线路的基本器件。在工厂中常用继电器、接触器、按钮和开关等电器组成电动机的启动、停止、反转和制动控制线路。

1.1.1 刀开关

刀开关也称闸刀开关，广泛应用在照明、电热及小容量电动机控制线路中，作为不频繁接通或分断电路。

根据不同的工作原理、使用条件和结构形式，刀开关分为开启式负荷开关（胶盖闸刀开关）、封闭式负荷开关（铁壳开关）、组合开关等。根据刀的极数和操作方式，刀开关可分为单极、双极和三极。常用的三极开关额定电流有 100A、200A、400A、600A、1000A 等。通常，除特殊的大电流刀开关由电动机操作外，一般都采用手动操作方式。

1. 开启式负荷开关

开启式负荷开关又称为胶盖刀开关，适用于交流 50Hz、额定电压为单相 220V、三相 380V 及以下，额定电流至 100A。其结构简单，价格低廉，常用做电热、照明电路的电源开关或支路开关，可作为手动不频繁接通和分断有负载电器和小容量线路短路保护之用。常见的有 HK1、HK2 系列。

（1）结构特点、电气符号及型号。开启式负荷开关的外形及结构如图 1-1 所示，开启式负荷开关的电气符号及型号说明如图 1-2 所示，例如 HK1-30/3 表示额定电压为 380V、额定电流为 30A 的双极开启式负荷开关。

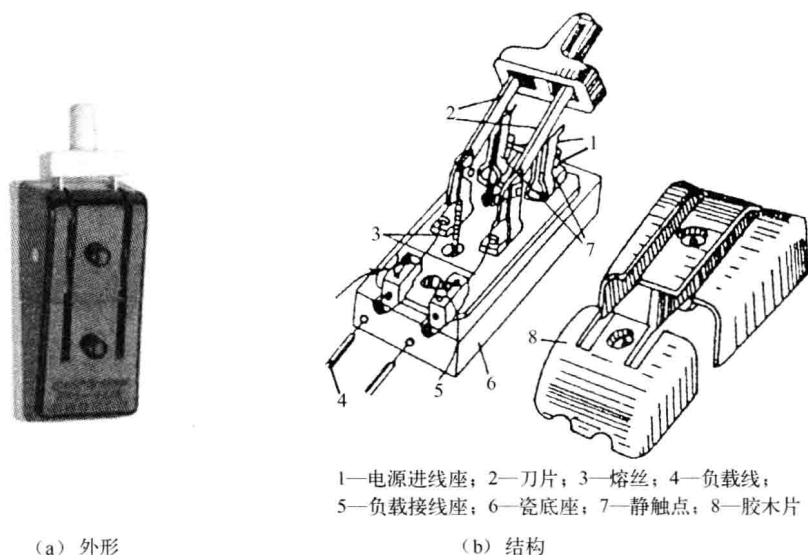


图 1-1 开启式负荷开关

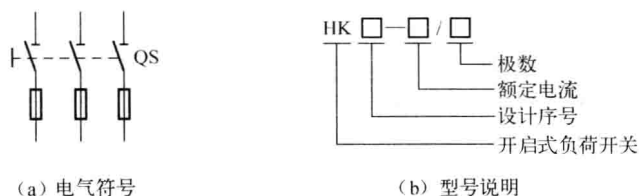


图 1-2 开启式负荷开关的电气符号及型号说明

（2）选择与使用。对于一般电热照明负载，选用额定电压为 220V 或 250V，额定电流稍大于负载电流的两极开启式负荷开关。对于异步电动机负载，选用额定电压为 380V 或 500V，额定电流大于或等于电动机额定电流 3 倍的三极开启式负荷开关。

刀开关安装时，在合闸状态下手柄要向上，不得倒装或平装。接线时，应将电源进线

接在刀开关的上端，负载线接在刀开关的下端。

由于开启式负荷开关没有灭弧装置，其分断电流只能达到额定电流的 1/3，所以只能用来接通和断开小于分断电流的负荷。分断或接通电路时应迅速果断地拉合闸，以使电弧迅速熄灭。

2. 封闭式负荷开关

封闭式负荷开关用于交流 50Hz、额定电压 500V 及以下，额定电流 600A 及以下的照明和电热电路中，供手动不频繁地接通与分断负荷电路及短路保护之用，亦可用做交流异步电动机的不频繁直接启动及分断之用。常见的封闭式负荷开关有 HH3、HH4、HH10。

(1) 结构、型号、符号。封闭式负荷开关主要由操作机构、触头系统、熔断器和铁质外壳组成，因其外壳多为铸铁或薄钢板制成，俗称铁壳开关。其特点是外壳封闭防护性能好，内部装有速断弹簧和灭弧装置，能够迅速熄灭电弧。为保证操作安全，其操作机构有机械联锁装置，当外壳开启时不能接通电源；当外壳关闭，处于合闸状态下，外壳不能打开。其电气符号与开启式负荷开关相同，外形、内部结构、型号说明如图 1-3 所示。

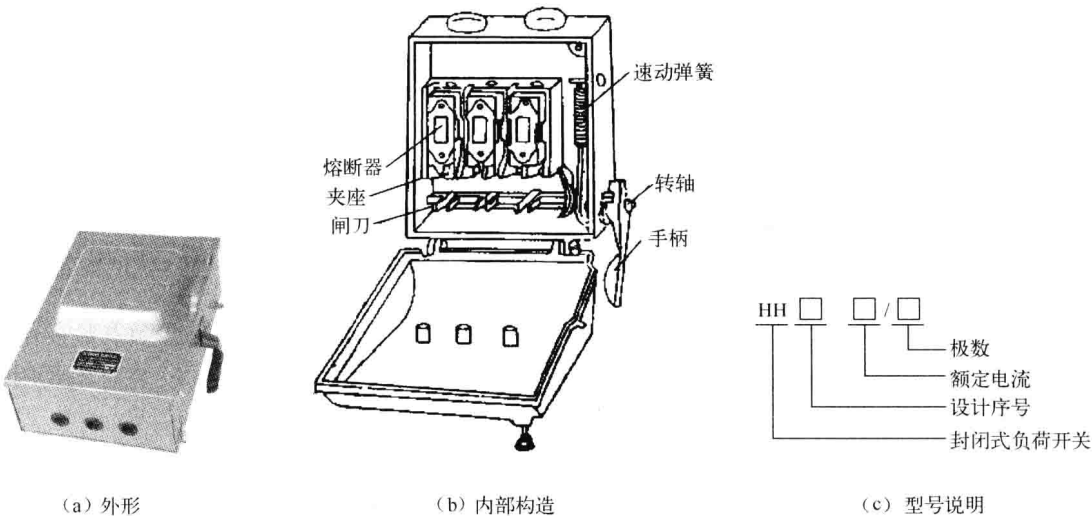


图 1-3 封闭式负荷开关

(2) 选择与使用。对于电热和照明电路，封闭式负荷开关可以根据额定电流选择。对于电动机，开关额定电流可选电动机额定电流的 1.5 倍左右。

外壳应可靠接地，防止意外触电造成触电事故。接线时应将电源进线接在静触点的接线端子，负荷接在熔断器侧。其他安装事项与开启式负荷开关相同。

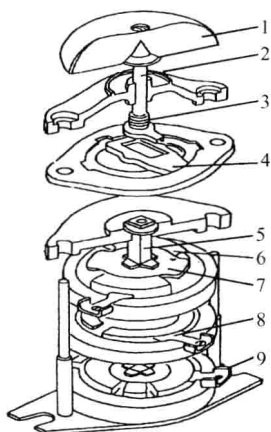
3. 组合开关

组合开关一般用于电气设备中作为非频繁地接通和分断电路、换接电源和负载以及控制小容量异步电动机的正反转和星形 - 三角形降压启动等，多用于机床电气控制线路中。常见的组合开关如图 1-4 所示，有 HZ5、HZ10、HZW (3LB、3ST1) 系列。

(1) 结构特点、电气符号及型号。HZ10 系列组合开关如图 1-5 所示，有单极、双极、三极的。手柄能够沿任意方向旋转 90°，并带动三个动触片分别与三个静触片接通或断开。组合开关的电气符号及型号说明如图 1-6 所示。

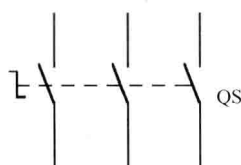


图 1-4 各种组合开关

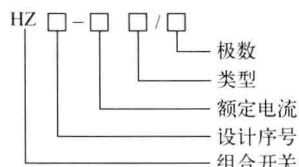


1—手柄；2—转轴；3—弹簧；4—凸轮；5—绝缘杆；
6—绝缘垫板；7—动触片；8—静触片；9—接线柱

图 1-5 HZ10 系列组合开关的结构



(a) 电气符号



(b) 型号说明

图 1-6 组合开关的电气符号及型号说明

(2) 选择与使用。组合开关的选用应根据电源的种类、电压等级、所需触点数及电动机的功率。组合开关的额定电流应取电动机额定电流的 1.5 ~ 2 倍。在实际安装时，要用螺栓将其固定在控制面板上。

1.1.2 低压断路器

低压断路器又称为低压自动空气开关，可用来分配电能，不频繁地启动异步电动机，对电源线路及电动机等实行保护，当发生严重的过载或短路及欠电压等故障时能自动切断电路。由于在分断故障电流后一般不需要更换零部件，因而获得了广泛的应用。

1. 结构特点、电气符号及型号

常见的低压断路器如图 1-7 所示，图 1-8 所示为 DZ5 - 20 塑壳式低压断路器的内部结构，图 1-9 所示为低压断路器的电气符号。

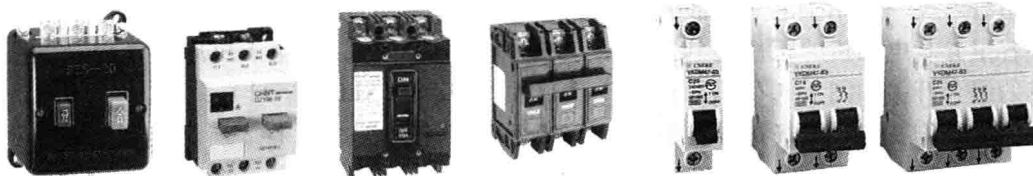
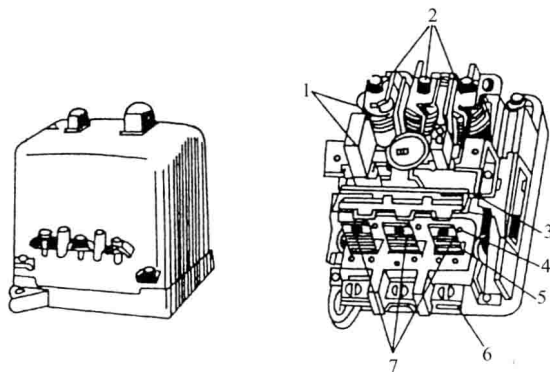
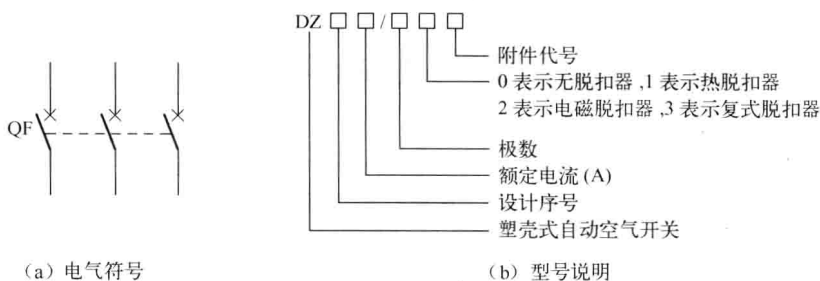


图 1-7 各种低压断路器



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

图 1-8 DZ5-20 塑壳式低压断路器的内部结构



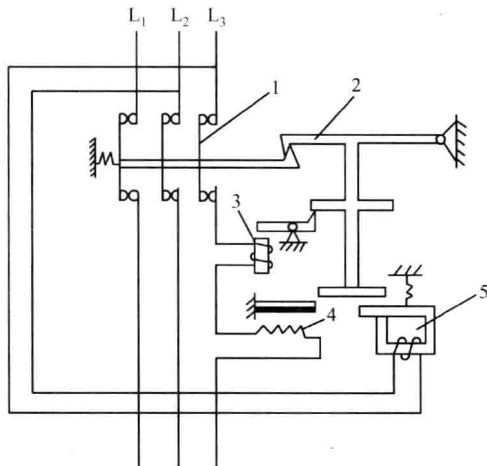
(a) 电气符号

(b) 型号说明

图 1-9 低压断路器的电气符号及型号说明

2. 低压断路器的动作原理

低压断路器的动作原理示意图如图 1-10 所示。开关的主触点 1 是靠操作机构手动或电动合闸的，由自由脱扣机构 2 将主触点 1 锁在合闸位置上。如果电路发生故障，自由脱扣机构 2 在有关脱扣器的推动下动作，使钩子脱开。主触点 1 在弹簧作用下迅速分断。过电



1—主触点；2—自由脱扣机构；3—过电流脱扣器；4—热脱扣器；5—失压脱扣器

图 1-10 低压断路器动作原理图