



湖北高职“十一五”规划教材

HUBEI GAOZHI "SHIYIWU" GUIHUA JIAOCAI

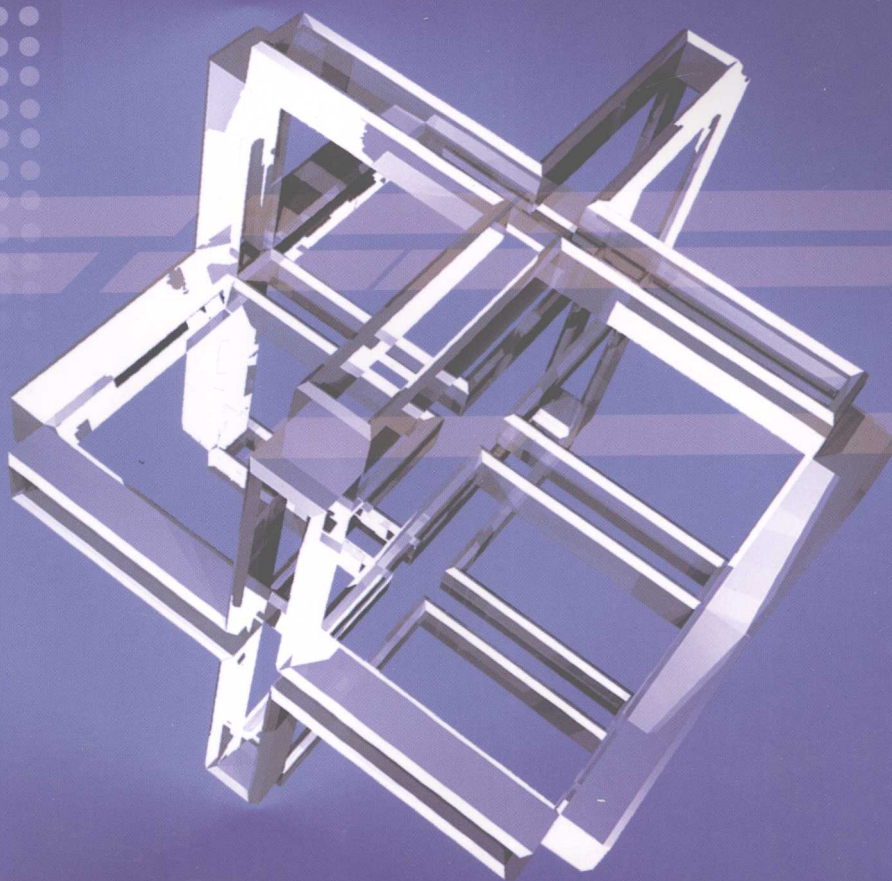
湖北省高等教育学会高职专委会研制

总策划 李友玉
策划 屠蓬芳

电气控制与PLC应用

DIANGI KONGZHI YU PLC YINGYONG

陈玉平 牟应华 丁如春 主编



湖北长江出版集团
湖北科学技术出版社



湖北高职“十一五”规划教材

HUBEI GAOZHI “SHIYIWU” GUIHUA JIAOCAI

湖北省高等教育学会高职专委会研制

总策划 李友玉

策 划 屠莲芳

电气控制与 PLC 应用

主 编 陈玉平 牟应华 丁如春

副主编 胡汉文 吴 涛 吕 刚

编 者 (以姓氏笔画为序)

丁如春 付晓军 吕 刚 牟应华

刘景东 吴明山 吴 涛 陈玉平

张莲花 胡汉文 赵 亮 费 军

熊世赋

主 审 徐国洪

湖北长江出版集团
湖北科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

电气控制与 PLC 应用/陈玉平,牟应华,丁如春主编. —武汉:湖北科学技术出版社,2008.8

湖北高职高专“十一五”规划教材

ISBN 978 - 7 - 5352 - 4162 - 7

I. 电… II. ①陈…②牟…③丁… III. ①电气控制 - 高等学校:技术学校 - 教材②可编程序控制器 - 高等学校:技术学校 - 教材 IV. TM921.5 TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 106034 号

电气控制与 PLC 应用

©陈玉平 牟应华 丁如春主编

责任编辑:李海宁

责任校对:蒋 静

封面设计:喻 杨

出版发行:湖北科学技术出版社

电话:87679468

武汉市雄楚大街 268 号

地 址:湖北出版文化城 B 座 12 - 13 层

邮编:430070

网 址:<http://www.hbstp.com.cn>

印 刷:湖北恒泰印务有限公司

邮编:430223

787 毫米 × 1092 毫米

16 开

印张 13.25

2008 年 8 月第 1 版

2008 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5352 - 4162 - 7

定价:24.00 元

本书如有印装质量问题 可找承印厂更换

湖北省教育科学“十一五”规划

专项资助重点课题成果

湖北高职规划教材编审委员会

顾问:

姜大源 教育部职业技术教育中心研究所研究员

《中国职业技术教育》主编

委员:

马必学 湖北省高教学会副理事长

黄木生 湖北省高教学会高职专委会主任

刘青春 湖北省高教学会秘书长

李友玉 湖北省高教学会副秘书长

刘民钢 湖北省高教学会高职专委会副主任

蔡泽寰 湖北省高教学会高职专委会副主任

李前程 湖北省高教学会高职专委会副主任

彭汉庆 湖北省高教学会高职专委会副主任

陈秋中 湖北省高教学会高职专委会副主任

廖世平 湖北省高教学会高职专委会常务理事

张玲 湖北省高教学会高职专委会常务理事

魏文芳 湖北省高教学会高职专委会常务理事

杨福林 湖北省高教学会高职专委会常务理事

顿祖义 湖北省高教学会高职专委会常务理事

陈年友 湖北省高教学会高职专委会常务理事

陈杰峰 湖北省高教学会高职专委会常务理事

赵儒铭 湖北省高教学会高职专委会常务理事

李家瑞 湖北省高教学会高职专委会常务理事

屠莲芳 湖北省高教学会高职专委会常务理事

张建军 湖北省高教学会高职专委会理事

饶水林 湖北省高教学会高职专委会理事

杨世金 湖北省高教学会高职专委会理事

杨文堂 湖北省高教学会高职专委会理事

王展宏 湖北省高教学会高职专委会理事

刘友江 湖北省高教学会高职专委会理事

韩洪建 湖北省高教学会高职专委会理事

盛建龙 湖北省高教学会高职专委会理事

黎家龙 湖北省高教学会高职专委会理事

王进思 湖北省高教学会高职专委会理事

郑港 湖北省高教学会高职专委会理事

高勇 湖北省高教学会高职专委会理事

武汉职业技术学院院长

长江职业学院党委书记

湖北省教育科学规划

领导小组办公室主任

湖北省教育科学研究所所长

湖北省教科所高教中心主任

武汉船舶职业技术学院院长

襄樊职业技术学院院长

仙桃职业学院院长党委书记

湖北职业技术学院院长

荆州职业技术学院院长

武汉软件工程职业学院院长

武汉铁路职业技术学院院长

十堰职业技术学院院长

咸宁职业技术学院院长

恩施职业技术学院院长

黄冈职业技术学院院长

随州职业技术学院院长党委书记

湖北三峡职业技术学院院长

教学组组长

秘书长

湖北财税职业学院院长党委书记

鄂东职业技术学院院长党委书记

武汉工业职业技术学院院长

江汉艺术职业学院院长

武汉工程职业技术学院院长

武汉警官职业学院院长

湖北水利水电职业技术学院院长

武汉交通职业学院院长

湖北国土资源职业学院院长

湖北交通职业技术学院院长

武汉电力职业技术学院院长

湖北中医药高等专科学校校长



湖北高职“十一五”规划教材（电子信息类）

HUBEI GAOZHI “SHIYIWU” GUIHUA JIAOCAI

编委会

主 任 徐国洪 仙桃职业学院
李建新 武汉软件工程职业学院

副主任 （以下按姓氏笔画排列）

王 臻 武汉职业技术学院
牟应华 恩施职业技术学院
沈鸿星 襄樊职业技术学院
黄国祥 黄冈职业技术学院

委 员

丁如春 鄂东职业技术学院
王 川 武汉职业技术学院
王 彦 武汉铁路职业技术学院
王 臻 武汉职业技术学院
王中林 武汉软件工程职业学院
邓宽林 十堰职业技术学院
刘 芬 荆州职业技术学院
朱 立 武汉商业服务学院
牟应华 恩施职业技术学院
吴 涛 咸宁职业技术学院
李建新 武汉软件工程职业学院
杨 凡 武汉交通职业学院
沈鸿星 襄樊职业技术学院
郑德龙 武汉电力职业技术学院
钟 立 湖北国土资源职业学院
徐国洪 仙桃职业学院
鲁杰爽 湖北职业技术学院
黄国祥 黄冈职业技术学院

编委会秘书

吕 刚 吴晓红

教材是教师教学的脚本,是学生学习的课本,是学校实现人才培养目标的载体。优秀教师研制优质教材,优质教材造就优秀教师,培育优秀学生。教材建设是学校教学最基本的建设,是提高教育教学质量最基础性的工作。

高职教育是中国特色的创举。我国创办高职教育时间不长,高职教材存在严重的“先天不足”,如中专延伸版、专科移植版、本科压缩版等。这在很大程度上制约着高职教育教学质量的提高。因此,根据高职教育培养“高素质技能型专门人才”的目标和教育教学实际需求,研制优质教材,势在必行。

2005年以来,湖北省高等教育学会高职高专教育管理专业委员会(简称“高职专委会”),高瞻远瞩,审时度势,深刻领会国家关于“大力发展职业教育”和“提高高等教育质量”之精神,准确把握高职教育发展之趋势,积极呼应全省高职院校发展之共同追求;大倡研究之风,大鼓合作之气,组织全省高职院校开展“教师队伍建设、专业建设、课程建设、教材建设”(简称“四个建设”)的合作研究与交流,旨在推进全省高职院校进一步全面贯彻党的教育方针,创新教育思想,以服务为宗旨,以就业为导向,工学结合、校企合作,走产学研结合发展道路;推进高职院校培育特色专业、打造精品课程、研制优质教材、培养高素质的教师队伍,提升学校整体办学实力与核心竞争力;促进全省高职院校走内涵发展道路,全面提高教育教学质量。

湖北省教育厅将高职专委会“四个建设”系列课题列为“湖北省教育科学‘十一五’规划专项资助重点课题”。全省高职院校纷纷响应,几千名骨干教师和一批生产、建设、服务、管理一线的专家,一起参加课题协同攻关。在科学研究过程中,坚持平等合作,相互交流;坚持研训结合,相互促进;坚持课题合作研究与教材合作研制有机结合,用新思想、新理念指导教材研制,塑造教材“新、特、活、实、精”的优良品质;坚持以学生为本,精心酿造学生成长的精神食粮。全省高职院校重学习研究,重合作创新蔚然成风。这种以学会为平台,以学术研究为基础开展的“四个建设”,符合教育部关于提高教育教学质量的精神,符合高职院校发展的需求,符合高职教师发展的需求。

在湖北省教育厅和湖北省高等教育学会领导的大力支持下,在湖北省高等教育学会秘书处的指导下,经过两年多艰苦不懈的努力和深入细致的工作,“四个建设”合作研究初见成效。高职专委会与湖北长江出版集团、武汉大学出版社、复旦大学出版社等知名出版单位携手,正陆续推出课题研究成果:“湖北高职‘十一五’规划教材”,这是全省高职集体智慧的结晶。

交流出水平,研究出智慧,合作出成果,锤炼出精品。凝聚集体智慧,共创湖北高职教育品牌——这是全省高职教育工作者的共同心声!

湖北省高教学会高职专委会主任 黄木生
2008年6月

本教材是湖北高职“十一五”规划教材,是在湖北省教育厅立项的湖北省教育科学“十一五”规划专项资助重点课题《高职应用电子专业课程体系与标准研究》(湖北高职“四个建设”系列规划课题)的成果基础上合作研制而成的。

高职教育的根本任务是培养高技能人才,学生应重点掌握从事本专业领域实际工作所需的基本知识和职业技能。本教材参考了大量国内外文献资料,总结了多年积累的 PLC 教学与科研经验,特别是理论实践一体化教学经验。本书与同类 PLC 书籍相比较,具有以下特点:

(1)本教材以培养学生的职业能力为主线,适应理论实践一体化教学的需要,符合高职课程建设与改革的要求。

(2)本教材采用单元式结构,基本知识与实训项目合一的体例,以任务为载体,将基本理论与技能融入到各工作任务中,使学生在工作中掌握必要的理论知识和应用技能,即学即用,为实现“零距离”就业奠定基础。

(3)本教材把硬件选择、软件设计贯穿始终,不仅解决了相关课程的衔接问题,更重要的是为应用 PLC 技术解决实际问题提供了基本思路,克服了就 PLC 而讲述 PLC 的缺陷。

(4)本教材以提出任务——分析任务——学习知识——完成任务——归纳总结与技能拓展的形式,完成“实践——理论——再实践”的学习过程,符合认知规律,有利于提高学生兴趣和探索性学习能力。

(5)本教材在内容的组织方面,有利于学生就业和可持续发展能力的提高。教材中所选实例易于实现,真实、操作性强。综合应用单元选择的真实应用实例是完整的 PLC 应用系统,对读者具有示范和借鉴作用,使读者很快学会 PLC 应用系统设计与开发方法。

建议采用任务驱动教学法。以本教材提供的实际任务为目标,整个教学过程围绕完成相关任务展开,以学生为主体,突出知识的应用性。在任务演示中建议采用软硬件仿真教学,若能做到一体化教学效果更好。

湖北省高等教育学会副秘书长、湖北省教育科学研究所高教研究中心主任李友玉研究员,湖北省高等教育学会高职高专教育管理专业委员会教学组组长李家瑞教授、秘书长屠莲芳,负责本教材研制队伍的组建、管理和本教材研制标准、研制计划的制定与实施。

本教材的单元一由牟应华和吴明山编写,单元二和单元六由丁如春和胡汉文编写,单元三和单元五由陈玉平和吕刚编写,单元四由丁如春和吴涛编写。熊世赋、张莲花、刘景东、费军、付晓军、赵亮等参与了部分任务的编写、绘图。全书由陈玉平、牟应华统稿,徐国洪主审,在此表示感谢。

本教材在研制过程中参阅了大量文献资料,得到了各合作院校和相关单位的大力支持,在此一并表示感谢。

由于时间仓促和水平有限,书中难免存在错误与不妥之处,恳请广大读者批评指正。

湖北高职“十一五”规划教材
《电气控制与 PLC 应用》研制组
2008 年 5 月

湖北高职“十一五”规划教材

电子信息专业教材书目

1. 模拟电子技术
2. 数字电子技术
3. 工程光学基础
4. 光电探测技术
5. 电气控制与 PLC 应用
6. 激光加工工艺设备
7. 电工技术与实践
8. 电路设计与制版

出版总规划:湖北省教材出版中心

项目领导小组:袁国雄(组长)

刘健飞 冯芳华 张 跃

项目组成员:陈冬新 余 涛 彭 瑛 刘安民

胡功臣 高诚毅 邹桂芬 张 浩

出版主审:陈冬新

项目编辑:李海宁

封面版式设计:喻 杨

责任校对:蒋 静



目 录

单元一 电气控制	(1)
任务一 用手动开关控制电动机的启动与停止	(1)
任务二 用接触器控制电动机的启动与停止	(7)
任务三 电动机的可逆运行控制	(17)
任务四 电动机 Y-D 减压启动控制	(24)
任务五 车床控制电路维修	(34)
单元小结	(42)
单元习题	(43)
单元二 PLC 基础知识	(45)
任务六 PLC 的 I/O 接线	(45)
任务七 三菱系列 PLC 软元件的认识	(52)
任务八 PLC 编程器及编程软件的使用	(60)
单元小结	(69)
单元习题	(69)
单元三 PLC 基本指令应用	(70)
任务九 电动机点动、连续运行的 PLC 控制	(70)
任务十 电动机正反转的 PLC 控制	(82)
任务十一 电动机 Y-D 启动的 PLC 控制	(91)
任务十二 人行道交通信号灯控制	(97)
任务十三 分检系统机械手 PLC 控制	(110)
单元小结	(118)
单元习题	(119)
单元四 PLC 功能指令的应用	(122)
任务十四 七段数码管的 PLC 控制	(122)
任务十五 送料小车的 PLC 控制	(131)
任务十六 步进电机的 PLC 控制	(143)
任务十七 计件搬运型机械手的 PLC 控制	(148)
单元小结	(158)
单元习题	(158)
单元五 综合应用实例	(159)
任务十八 知识竞赛抢答器 PLC 控制	(159)

任务十九 数控加工中心刀具库选择控制	(173)
单元小结	(182)
单元习题	(182)
单元六 西门子 PLC 简介	(184)
任务二十 西门子 PLC 的认识	(184)
单元小结	(193)
单元习题	(194)
附录 部分常用电气图形符号和文字符号的新旧对照表	(195)
参考文献	(198)



单元一 电气控制

本单元以用手动开关、接触器控制三相笼型感应异步电动机的单向运行;用转换开关、接触器控制电动机正反转;电动机减压启动控制;车床电路维修等任务为载体,让读者熟悉电气控制的基本知识与方法。本单元具体的学习目标:完成上述任务,熟悉常用低压电器的结构特点、工作原理,初步具有选择常用低压电器的能力;熟悉电器控制的基本环节和基本方法,具有阅读电气控制电路图的能力;初步具有维修普通机床电气控制电路的能力。

任务一 用手动开关控制电动机的启动与停止

一、任务目标

用 HK 型刀开关、DZ 型空气开关控制三相笼型感应异步电动机的单向运行;用转换开关控制电动机正反转。

手动开关控制电动机运行的能力;初步具有选择闸刀开关、常用熔断器、自动空气开关、转换开关等常用低压电器的能力。

二、任务分析

- (1)怎样用手动开关控制三相异步电动机。
- (2)手动开关控制三相异步电动机的适应场所。
- (3)常用手动开关及熔断器的工作原理和参数选择。

三、实现任务的参考电路

1. 用 HK 系列刀开关控制三相异步电动机的启动与停止

电路原理图如图 1-1(a)所示。控制原理分析:当推动操作手柄使刀开关闭合时,电动机定子绕组与三相电源接通,电源→空气开关→电动机绕组(不论是“星”形还是“三角”形接法)形成闭合电路,电动机启动运行;当拉下操作手柄使刀开关断开时,电动机脱离电源而停止运行。

2. 用 DZ 系列空气开关控制三相异步电动机的启动与停止

电路原理图如图 1-1(b)所示。控制原理分析:当推动操作手柄使空气开关闭合时,电动机定子绕组与三相电源接通,电源→空气开关→电动机绕组形成闭合电路,电动机启动运行;当拉下操作手柄使空气开关断开时,电动机脱离电源而停止运行。

3. 用转换开关控制三相异步电动机的正反转

电路原理图如图 1-1(c)所示。控制原理分析:当合上闸刀 Q 后,将操作手柄置于“上位”时,电源端子与电动机端子的连接情况为:L1—U、L2—V、L3—W,电动机定子绕组相序是 U—V—W,电动机正转;将操作手柄置于“下位”时,电源端子与电动机端子的连接情况为:L1—W、L2—V、L3—U,电动机定子绕组相序是 W—V—U,电动机反转;将操作手柄置于“中位”时,倒顺开关的所有触点都断开,电动机脱离电源而停止运行。

四、基本知识与能力拓展

1. 三相笼型感应电动机全压启动控制有哪些基本要求

三相笼型感应电动机全压启动是一种简便、经济的启动方法。但直接启动时的启动电流是电动机额定电流的 4~7 倍,过大的启动电流会造成电网电压明显下降,直接影响到同一电网上工作的其他负载的正常工作,所以,直接启动电动机的容量受到一定的限制。可根据电动机启动频繁程度、供电变压器容量大小来决定允许直接启动电动机的容量,对于启动频繁,允许直接启动电动机的容量不大于变压器容量的 20%;对于不经常启动的,允许直接启动电动机的容量不大于变压器容量的 30%。通常容量小于 13kW 的笼型电动机可采用直接启动。

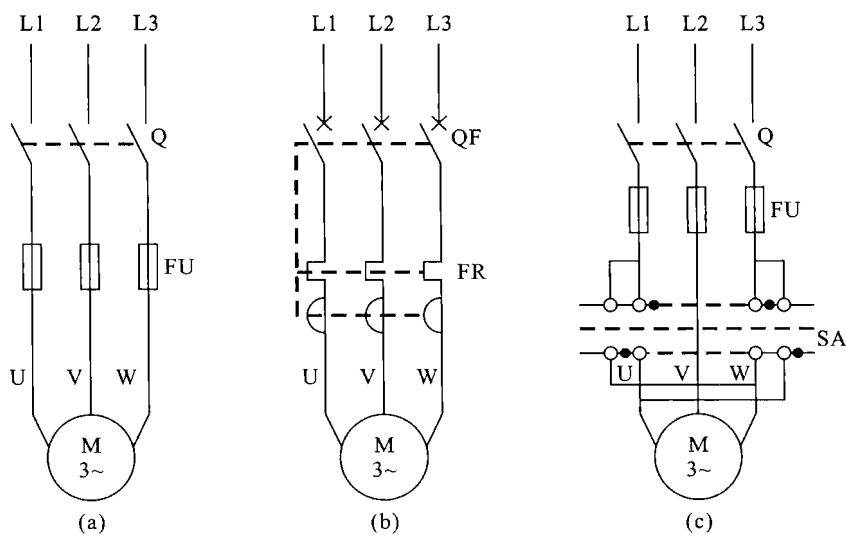


图 1-1 手动开关控制电动机原理图

(a) 闸刀开关控制 (b) 空气开关控制 (c) 倒顺开关控制

2. 刀开关与负荷开关

刀开关是一种手动电器,广泛用于配电设备作隔离电源用,有时也用于直接启动笼型感应电动机。

刀开关由手柄、触刀、静插座、铰链支座和绝缘底板等组成。依靠手动来实现触刀插入插座与脱离插座的控制。为使刀开关分断时有利于灭弧,加快分断速度,有带速断刀刃的刀开关与触刀能速断的刀开关,有的还装有灭弧罩。按刀的极数可分为单极、双极和三极开关。

刀开关的主要技术参数有额定电压、额定电流、通断能力、动稳定电流、热稳定电流等。

动稳定电流是指电路发生短路故障时,刀开关不因短路电流产生的电动力作用而发生变形、损坏或触刀自动弹出之类的现象。这一短路电流的峰值即为刀开关的动稳定电流,一般为额定电流的几十倍。

热稳定电流是指发生短路故障时,刀开关在一定时间(通常为 1s)内通过某一短路电流,不会因温度急剧升高而发生熔焊现象,这一最大短路电流称为刀开关的热稳定电流。



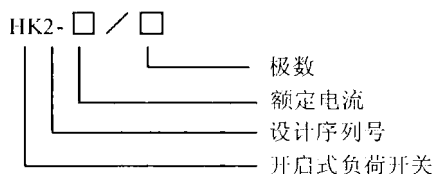
常用的刀开关有 HD 系列和 HS 系列,后者为刀形转换开关。转换开关用于转换电路,从一种连接转换至另一种联结。它们主要用作隔离电源,无灭弧室的可接通与分断 $0.3I_N$,有灭弧室的可接通与分断 I_N ,但仅用于不频繁操作的场合。

开启式负荷开关俗称胶盖瓷底刀开关,主要用于电气照明电路、电热电路的控制开关,或用于分支电路的配电开关。三极负荷开关在降低容量的情况下,可用于小容量三相感应电动机非频繁启动的控制开关。因其价格便宜、使用维修方便而应用十分普遍。

开启式负荷开关的胶盖作用,一是保障操作人员不会触及导电部分,二是开关分断电路产生电弧时不致飞出而灼伤操作人员,三是防止金属零件掉落到闸刀上造成极间短路,四是因其将各极隔开,防止极间飞弧造成电源短路。

负荷开关内部装有熔断体,可实现短路保护。

型号及含义:



常用的开启式负荷开关有 HK1、HK2 系列。其主要技术参数如表 1-1 所示。

表 1-1 HK2 系列负荷开关技术数据

额定电压(V)	额定电流(A)	极数	熔断体极限分断能力(A)	控制电动机功率(kW)	机械寿命(次)	电气寿命(次)
250	6	2	500	0.5	10 000	2 000
	10		500	1.1		
	16		500	1.5		
	32		1 000	3.0		
	63		1 000	4.5		
380	16	3	500	2.2	10 000	2 000
	32		1 000	4.0		
	63		1 000	5.5		
	100		1 000	7.8		

3. 塑料外壳式断路器

塑料外壳式断路器是低压断路器(空气开关)的一类,适用于交流 50Hz 或 60Hz,额定工作电压至 660V,额定工作电流从 6A 至 1 250A 的配电网路电路中,用来分配电能和保护线路及电源设备免受过载、短路、欠电压等故障的损坏。同时也能作为电动机的不频繁启动及过载、短路、欠电压保护。具有结构紧凑、分断能力强、使用安全,适于独立安装等优点。其操作多为扳动式或按钮式。大容量的塑料外壳式断路器可增设欠压脱扣器、分励脱扣器和电动机传动操作机构等。

塑料外壳式断路器产品代号繁多,DZ20 系列较为典型,其主要技术数据如表 1-2 所示。

表 1-2 DZ20 塑料外壳式低压断路器

型 号	额定 电流 (A)	机械寿命/ 电寿命 (次)	过电流脱扣 器范围(A)	短路通断能力					
				交 流			直 流		
				电压 (V)	电流 (kA)	cos ϕ	电压 (V)	电流 (kA)	时间常 数(s)
DZ20Y-100 DZ20J-100 DZ20G-100	100	8 000/4 000	16,20,32, 40,50,63, 80,100	380	18 35 100	0.3 0.25 0.20	220	10 15 20	0.01
DZ20Y-200 DZ20J-200 DZ20G-200	200	8 000/2 000	100,125, 160,180,200	380	25 42 100	0.25 0.25 0.20	220	25 25 30	0.01
DZ20Y-400 DZ20J-400 DZ20G-400	400	5 000/1 000	200,225, 315,350,400	380	30 42 100	0.25 0.25 0.20	380	25 25 30	0.01
DZ20Y-630 DZ20J-630	630	5 000/1 000	500,630	380	— 42	— 0.2	380	25 25	0.01
DZ20Y-800	800	3 000/500	500,600, 700,800	380					
DZ20Y-1250	1 250	3 000/500	800,1 000, 1 250	380	50	0.2	380	30	0.01

表中 Y 为一般型;J 为较高分断能力型;G 为高分断能力型。过电流脱扣即热脱扣,用于保护电动机,通过 1.05 倍脱扣整定 2h 内不动作,通过 1.2 倍时,2h 内动作。

电磁脱扣用作电动机短路保护时,动作电流一般为低压断路器额定电流的 12 倍。

塑料外壳式低压断路器具有何种脱扣器及附件在型号中用代号表示,如表 1-3 所示。

表 1-3 脱扣器形式和附件的代号

附件类别 脱扣器型式	不带附件	分励	辅助触点	欠电压	分励辅 助触点	分励欠 电压	二组辅 助触点	辅助触点 欠电压
无脱扣	00		02				06	
热脱扣	10	11	12	13	14	15	16	17
电磁脱扣	30	21	22	23	24	25	26	27
复式脱扣	30	31	32	33	34	35	36	37

4. 倒顺开关

倒顺开关主要用作直接通断单台鼠笼式感应电动机,使其正转、反转和停止。倒顺开关由手柄、凸轮、触头组成,凸轮和触头装在防护外壳内,触头共 5 对,其中一对为正反转共用,两对控制电动机正转,另两对控制电动机反转,触头为桥式双断点。

倒顺开关的型号较多,一般用于 13kW 及以下笼型感应电动机的非频繁可逆控制。例如 HY2 系列倒顺开关适用于交流 50Hz(或 60Hz)、额定工作电压至 380V、额定工作电流至 20A