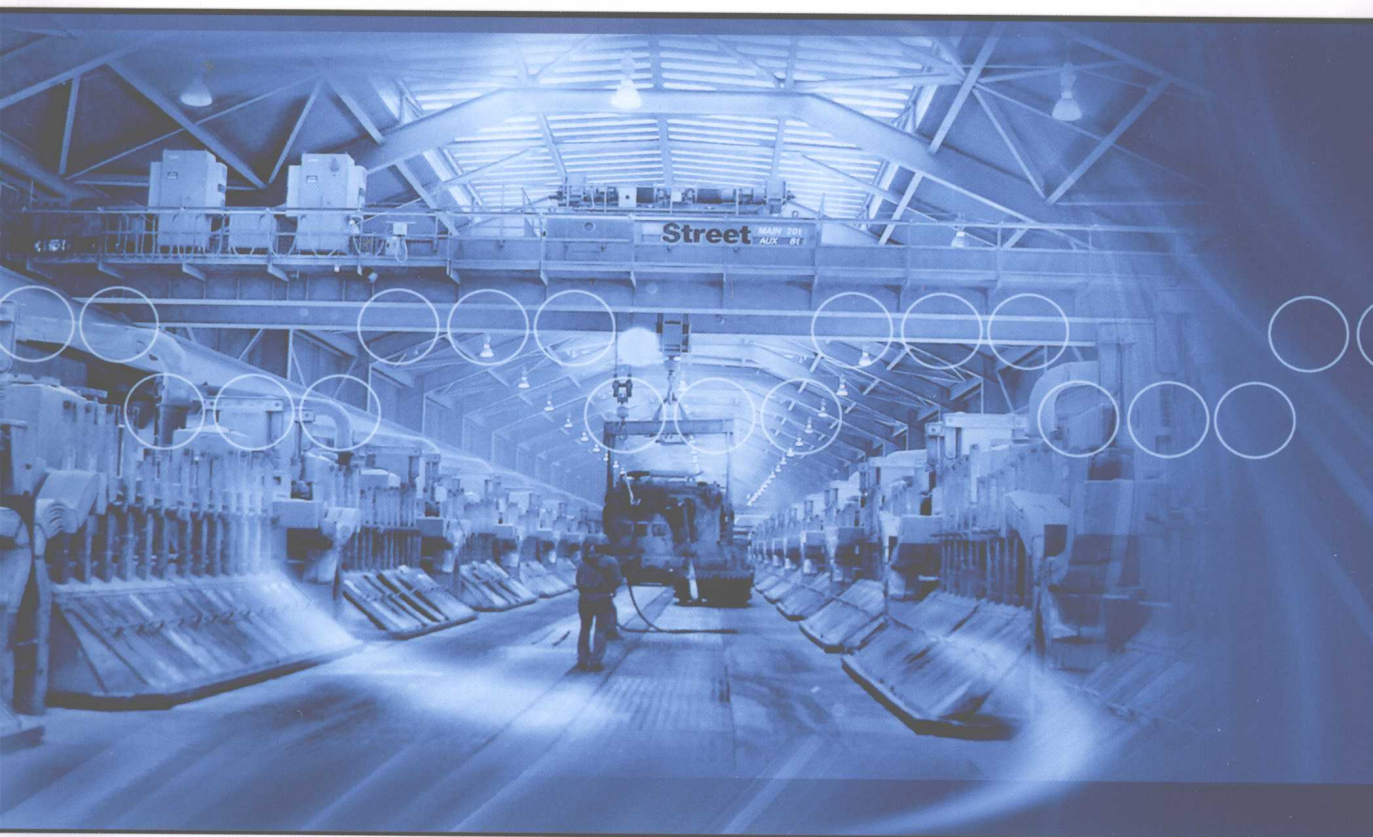


电力拖动与控制 技能实训



李开慧 编著

世纪英才模块式技能实训·中职系列教材（机电类专业）

电力拖动与控制技能实训

李开慧 编著

人民邮电出版社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

电力拖动与控制技能实训 / 李开慧编著. —北京: 人民邮电出版社, 2009. 3
(世纪英才模块式技能实训中职系列教材. 机电类专业)
ISBN 978-7-115-19123-6

I. 电… II. 李… III. 电力传动—自动控制系统—专业学校—教材 IV. TM921.5

中国版本图书馆CIP数据核字 (2008) 第170771号

内 容 提 要

本书是一本中职学校有关电力拖动自动控制线路方面的实训教材, 全书共有 20 个技能训练, 内容主要包括低压电器元件的识别与检测、三相异步电动机的使用与维护、电力拖动自动控制线路的识读、基本电力拖动自动控制线路的安装检修及通用变频器的安装。书中的每个技能训练均安排了实训操作环节, 各环节注重把握教学重点, 结合教学实际, 便于教师根据各校实际情况对学生实施分段实践教学指导。本书图文并茂、通俗易懂、直观明了。

本书适合作为中等职业学校和技工学校机电类相关专业的技能课教材, 同时也可作为相关行业的岗位培训教材和技术人员的自学用书。

世纪英才模块式技能实训·中职系列教材 (机电类专业)

电力拖动与控制技能实训

-
- ◆ 编 著 李开慧
 责任编辑 刘 朋
 执行编辑 穆丽丽
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
 邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
 网址 <http://www.ptpress.com.cn>
 北京艺辉印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
 印张: 13.5
 字数: 334 千字
 印数: 1—3 000 册
 - 2009 年 3 月第 1 版
2009 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-19123-6/TN

定价: 25.00 元

读者服务热线: (010)67129264 印装质量热线: (010)67129223
反盗版热线: (010)67171154

世纪英才模块式技能实训·中职系列教材（机电类专业）

编 委 会

主 任：王德洪 杨承毅

编 委：罗文彩 余宏生 张国俭 吴忠良
张贵社 严义章 胡楚银 张珍明
周志文 周四六 吕 海

策 划：丁金炎

丛书前言

《国务院关于大力发展职业教育的决定》指出“职业院校要根据市场和社会需要，不断更新教学内容，合理调整专业结构，大力发展新兴产业和现代服务业的专业，大力推进精品专业、精品课程和教材建设”，这不仅给职业院校的办学，同时也为我们开发职业教育教材指明了前进的方向。

我们以为，从知识本位到能力本位是中职教育发展的趋势，“以能力为本位”的教学目标必然促使传统教材改革与其不相适应的部分。本系列教材是我们立足国内实际，借鉴国外“以能力为本位”、“基于工作过程”等开发教材的先进理念的一次实践。

新编教材忠实贯彻了“以就业为导向”的指导思想，克服了“过多强调学科性”及“盲目攀高升格”的倾向，重视知识、技能传授的宏观设计及整体效果，改变了中职教材在原学科体系基础上加加减减的编写方法。

与当今市面上的同类教材相比，本系列教材的主要特点如下。

(1) 教材结构“模块化”。一个模块一个知识点，重点突出，主题鲜明。

(2) 教材内容“弹性化”。适应“生源”水平的差异和订单式职业教育的不同需求。

(3) 教学内容“本体化”。教材内容不刻意向其他学科扩展，追求系列教材的组合效应。

(4) 合理控制教学成本。针对中职教育投资不足的现状，本系列教材要求作者对每一个技能实训的成本做出估算，以控制教学成本。

(5) 针对目前中职学生的认知特点，本系列教材强调图文并茂、直观明了、便于自学，充分体现“以学生为本”的教学思想。

总之，本系列教材的出版价值不仅在于它贯彻了国家教育部对于中等职业教育的改革思想，而且与当前就业单位“招聘的人能立即上岗”的要求合拍，并为学生毕业后在机电类各专业间转岗奠定了最基本的知识和技能基础。同时其新（新思想、新技术、新面貌）、实（贴近实际、体现应用）、简（文字简洁、风格明快）的编写风格令人耳目一新。

如果您对这个系列的教材有什么意见和建议，或者您也愿意参与到这个系列教材中其他专业课教材的编写，可以发邮件至 wuhan@ptpress.com.cn 与我们联系，也可以进入本系列教材的服务网站 www.ycbook.com.cn 留言。

编委会

前 言

电力拖动与控制技能实训是机电类相关专业的一门专业实践课程。本书参照国家职业技能鉴定标准,根据新的职业教育思想,立足于贴近专业、贴近岗位、贴近学生,突出“以学生为本位,以就业为导向”,强化技能实训操作、讲究实用,便于学生动手实践。

本书在教材内容及表达方法上以“无障碍阅读”和“学以致用”为基本出发点,书中通过实例讲授操作方法、技巧,展示知识要点,体现了结构模块化、技能系列化、内容弹性化和版面图表化的特点。通过本书的学习与训练,读者能掌握电力拖动自动控制线路的基本操作技能及常用维修方法,为进一步学习及实际操作打下良好的基础。

本书依据行业岗位特点,着眼于技能实训操作,力求精练,突出技能实训操作的训练,按照初、中等级维修电工技能要求组织内容,突出典型性、实用性。

本书作为“世纪英才模块式技能实训·中职系列教材(机电类专业)”之一,目前已列入“世纪英才 NEW IDEA INSIDE”教材建设工程(详情可访问 www.ycbook.com.cn)。

本书由武汉经济技术开发区职业技术学校的李开慧编著。本书在编写过程中,吸取了相关教材及著作的成功经验和资料,得到了王恒同志的大力支持与帮助,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

另附教学建议学时表,具体学时可由任课教师根据具体情况作适当调整。

序 号	内 容	学时	序 号	内 容	学时
技能训练一	常用低压电器元件的识别与检测	5	技能训练十一	三相绕线转子异步电动机控制线路	6
技能训练二	三相异步电动机的使用及维护	4	技能训练十二	并励直流电动机基本控制线路	6
技能训练三	电力拖动自动控制电路识读	4	技能训练十三	机械电气设备故障分析与排除方法	3
技能训练四	三相异步电动机单向运转控制线路	7	技能训练十四	CA6140 车床电气控制线路	5
技能训练五	三相异步电动机正反转控制线路	7	技能训练十五	M7130 平面磨床电气控制线路	6
技能训练六	三相异步电动机降压启动控制线路	7	技能训练十六	Z35 摇臂钻床电气控制线路	6
技能训练七	三相异步电动机制动控制线路	7	技能训练十七	X62W 万能铣床电气控制线路	6
技能训练八	三相异步电动机位置与自动往返控制线路	6	技能训练十八	T68 镗床电气控制线路	6
技能训练九	三相异步电动机顺序与多地控制线路	6	技能训练十九	15/3t 桥式起重机控制线路	6
技能训练十	三相异步电动机调速控制线路	6	技能训练二十	通用变频器	6
总学时			115		

目 录

技能训练一	常用低压电器元件的识别与检测	1
技能训练二	三相异步电动机的使用及维护	23
技能训练三	电力拖动自动控制电路识读	32
技能训练四	三相异步电动机单向运转控制线路	40
技能训练五	三相异步电动机正反转控制线路	50
技能训练六	三相异步电动机降压启动控制线路	59
技能训练七	三相异步电动机制动控制线路	69
技能训练八	三相异步电动机位置与自动往返控制线路	81
技能训练九	三相异步电动机顺序与多地控制线路	88
技能训练十	三相异步电动机调速控制线路	95
技能训练十一	三相绕线转子异步电动机控制线路	102
技能训练十二	并励直流电动机基本控制线路	111
技能训练十三	机械电气设备故障分析与排除方法	121
技能训练十四	CA6140 车床电气控制线路	132
技能训练十五	M7130 平面磨床电气控制线路	140
技能训练十六	Z35 摇臂钻床电气控制线路	150
技能训练十七	X62W 万能铣床电气控制线路	159
技能训练十八	T68 镗床电气控制线路	169
技能训练十九	15/3t 桥式起重机控制线路	177
技能训练二十	通用变频器	187
附录一	国家职业技能维修电工鉴定规范（初、中级）	197
附录二	维修电工实训安全操作规程	204
附录三	维修电工技能鉴定试题	205
参考文献		208

技能训练一

常用低压电器元件的识别与检测

在电力拖动控制电路中，低压电器是必不可少的组成元件。学会识别各种低压电器，正确检测其故障是维修电工的基本要求之一。

第一部分 教 学 组 织

一、目的要求

- ① 能正确认识常见的低压电器元件，了解其特点。
- ② 能正确检测常见低压电器的故障。
- ③ 学会正确选用低压电器元件。

二、教学节奏与方式

项 目		时 间 安 排	教 学 方 式
1	课前准备	课余	阅读教材（本部分）
2	教师讲授	3 课时	① 低压电器的结构及拆装； ② 常用低压电器的故障及处理
3	学生实作	2 课时	① 低压电器元件的识读； ② 常用低压电器的拆卸

三、成绩评定

技能训练成绩		教师签名	
--------	--	------	--

第二部分 教 学 内 容

一、常用低压电路的基本知识

低压电器是用来接通和断开低压电路及电器设备并实施保护、控制及调节的电工元件。

低压电器常用于交流工作电压 1200V、直流电压 1500V 及以下的电路中。低压电器的特点是品种多、用量大，它在电力拖动控制及电力输配电系统中应用相当广泛。

在电器控制线路中，低压电器根据用途可分为低压配电电器和低压控制电器，如表 1-1 所示。

表 1-1 低压电器的类别及特点

类 别	常用低压电器	使用 场 合	工 作 特 点
低压配 电电器	闸刀开关、组合开关、倒顺 开关、万能转换开关、低压 断路器、熔断器	用于低压配电系统中，对电 器及用电设备进行保护、通 断、转换电源和负载	要求分断能力强、限流效果和 保护性能好，具有一定的热稳 定性，动作准确
低压控 制电器	按钮、行程开关、接触器、 继电器	用于低压自动控制系统、用 电设备及电力传动中，从而 达到预定的工作状态	要求具有响应的转换能力、较 高的操作频率、较长电器寿命 与机械寿命，工作可靠、体积 小、重量轻

二、常用低压电器的结构及拆装

1. 低压开关

低压开关常用作隔离、转换、接通及分断电路，可用于机床电路的电源开关、局部照明电路的开关，有时也可以用来直接对小容量电动机的启动、停止和正反转实施控制。常用的低压开关有刀开关、组合开关、倒顺开关和低压断路器。

(1) 刀开关

刀开关是手动电器中结构最简单的一种，常用作非频繁地接通和分断容量不太大的低压供电线路与配电设备。由刀开关与熔丝或熔断器组成的负荷开关及能实现多组触点组合的组合开关是刀开关的典型类型。

① 开启式负荷开关。常用的胶盖开关为开启式负荷开关，常用于电器照明电路、电热回路和小于 5.5kW 的电动机控制线路中。

a. 胶盖开关的型号、实物图及结构图。胶盖开关的型号为 HK 系列，其实物图、结构图及图形符号如图 1-1 所示。

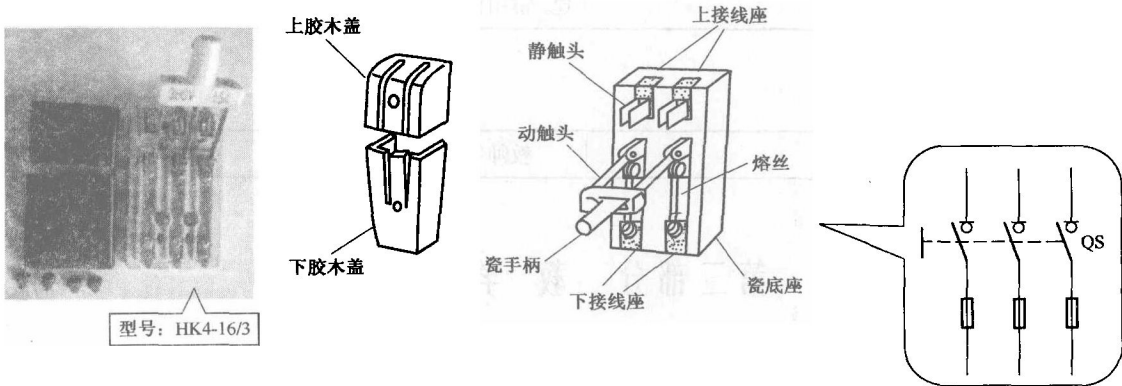
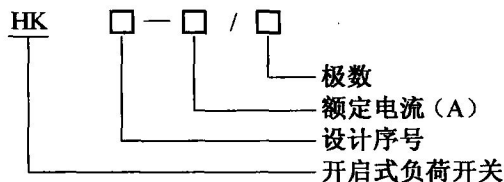


图 1-1 胶盖开关的实物图、结构图及图形符号

胶盖开关的型号及含义如下：



b. 胶盖开关的常见故障与检修（见表 1-2）。

表 1-2 胶盖开关的常见故障与检修方法

故障现象	原因及检修方法	检修图示
保险丝熔断	① 拉下闸刀，找短路点，换同型号熔体； ② 熔体连接不紧，将其压紧； ③ 熔丝额定电流过小，更换大一档	
开关烧坏	① 刀片与底座插口接触不良，用钳子修理； ② 刀片合闸时不到位，用力将闸刀合到位； ③ 开关容量与负载不相符，更换容量相配开关； ④ 负载短路，引起开关弧光短路，避免线路短路	
开关漏电	开关潮湿，进行烘干处理	
拉闸刀后线路仍带电	① 进线与出线上下接反，更正接线； ② 开关倒装或水平安装，重新安装	

② 封闭式负荷开关。又称铁壳开关，具有灭弧性能好、操作方便、通断能力强和安全防护性能好等优点，可作为线路末端的短路保护，也可控制 15kW 以下的交流电动机不频繁地直接启动和停止。

a. 封闭式负荷开关的型号、实物图及结构图。封闭式负荷开关的型号为 HH 系列，其实物图及结构图如图 1-2 所示。

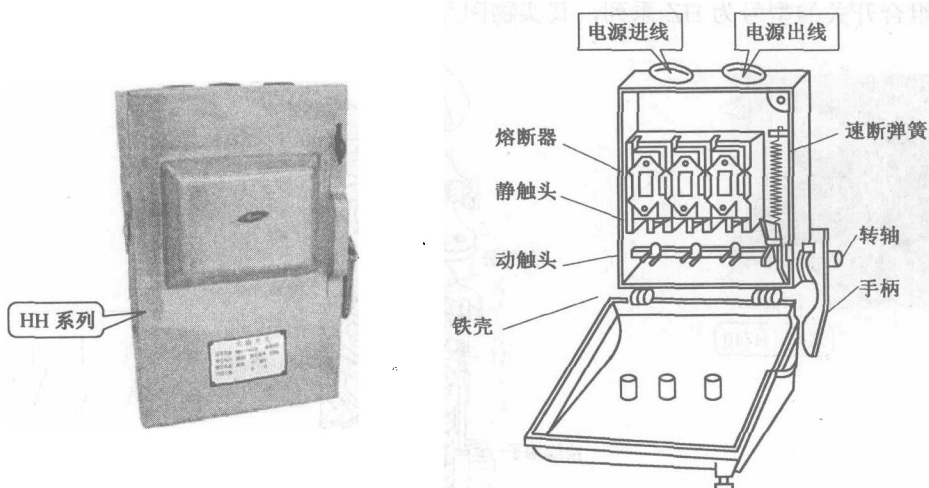
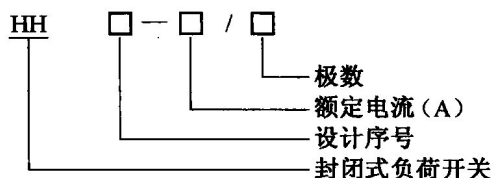


图 1-2 封闭式负荷开关的实物图及结构图

封闭式负荷开关的型号及含义如下：



b. 封闭式负荷开关的故障与检修（见表 1-3）。

表 1-3 封闭式负荷开关的常见故障与检修方法

故障现象	原因及检修方法	检修图示
合闸后一相或两相没电	① 夹座弹性消失或开口过大，用钳子修理或更换； ② 熔丝熔断或接触不良，更换熔丝； ③ 夹座、动触头氧化，清洁夹座、动触头； ④ 电源进线、出线头氧化，检查进出线头	
动触头或夹座过热或烧坏	① 开关容量小，更换大容量开关； ② 分合闸时动作过慢，造成电弧过大，合闸果断快速； ③ 夹座表面烧毛，用细锉刀修整； ④ 动触头与夹座压力不足，调整压力； ⑤ 负载过大，减轻负载	
手柄带电	① 外壳接地线不良，检查接地线； ② 电源线绝缘损坏碰壳，更换导线	

(2) 组合开关

组合开关也是一种刀开关，该刀开关的操作手柄在安装面的平面内上下转动，能实现多组触点的组合，它用触片的左右旋转代替闸刀的推合，因而确切地说，它是一种转换开关。其结构较为紧凑，体积小，接线方式灵活，操作方便，常用于交流 50Hz、380V 以下及直流 220V 以下额定电流为 100A 的电器线路中，供手动不频繁地接通与分断电路。

① 组合开关的型号为 HZ 系列，其实物图及结构图如图 1-3 所示。

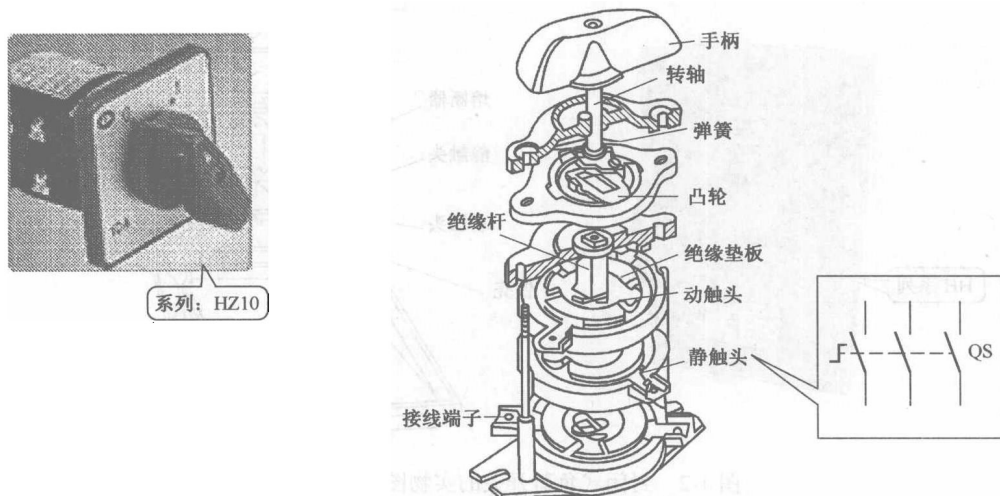
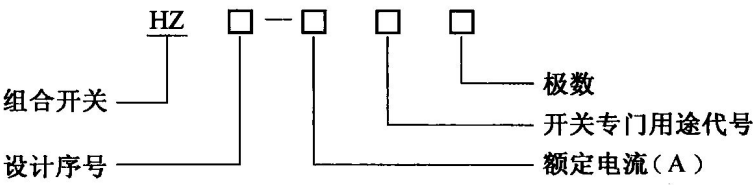


图 1-3 组合开关的实物图、结构图及图形符号

组合开关的型号及含义如下：



② 组合开关的常见故障与检修（见表 1-4）。

表 1-4 组合开关的常见故障与检修方法

故障现象	原因及检修方法	检修图示及说明
手柄转动后，内部触头未动作	① 手柄的转动连接部件磨损，调换手柄； ② 操作机构损坏，修理机构； ③ 绝缘杆变形，更换绝缘杆； ④ 轴与绝缘杆装配不紧，重新装配或更换绝缘杆	学生可对照图 1-3 结构图进行检修
手柄转动后，三副触头不能同时接通或断开	① 开关型号不对，更换开关； ② 触头装配得不正确，重新装配； ③ 触头失去弹性或有污渍，接触不良，更换触头或清污	
开关接线柱相间短路	因铁屑或油污附在接线柱间形成导电将胶木烧焦或绝缘破坏形成短路，清扫开关或更换开关	

（3）倒顺开关

倒顺开关是一种用来直接通断三相电动机，使其启动、运转、停止、反向控制的开关器件，常用于交流 50Hz、电压 380V 三相三线电路中变换相序。它结构简单，一般用于 4.5kW 以下的电动机。

① 倒顺开关的型号为 KO3 系列，其实物图及结构图如图 1-4 所示。

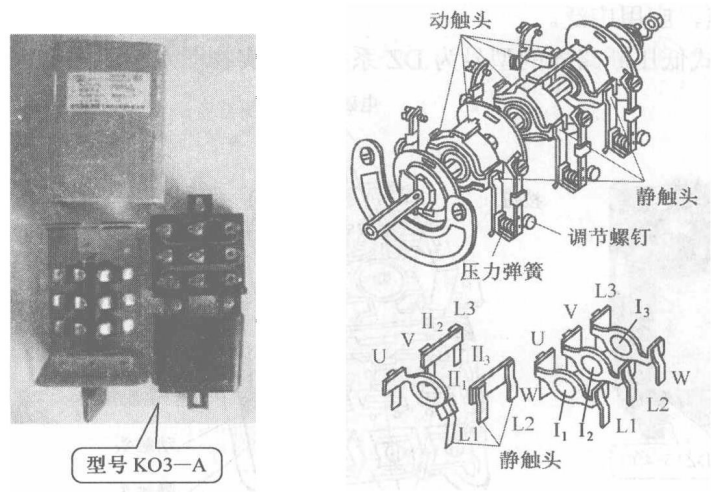
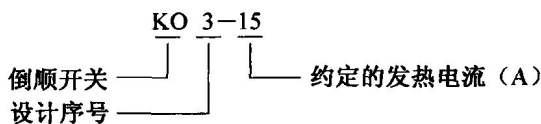


图 1-4 倒顺开关的实物图及结构图

倒顺开关的型号及含义如下：



② 倒顺开关的常见故障与检修（见表 1-5）。

表 1-5

倒顺开关的常见故障与检修方法

故障现象	原因及检修方法	检修图示及说明
转动手柄，电动机不能实现转动	① 手柄的转动连接部件触头磨损，更换触头； ② 操作机构损坏，修理机构	学生可对照图 1-4 结构图进行检修 倒顺开关接线图
手柄转动后，三副触头不能同时接通或断开	① 开关型号不对，更换开关； ② 触头装配得不正确，重新装配； ③ 触头失去弹性或有污渍，接触不良，更换触头或清污	
开关接线柱相间短路	接线不正确，重新接线	

(4) 低压断路器

低压断路器俗称自动空气开关，是低压电网及电力拖动控制系统中常用的开关电器之一。它的种类很多，按结构形式分有万能式（框架式）、塑料外壳式、小型模数式；按灭弧介质分有空气断路器、真空断路器；按用途分有照明用断路器、电动机保护用断路器、漏电保护用断路器等。

低压断路器具有动作可调整、可实现过载和保护、安装方便、分断电能力强及动作不需更换元器件等优点，应用广泛。

① 塑料外壳式低压断路器的型号为 DZ 系列，其实物图及结构图如图 1-5 所示。

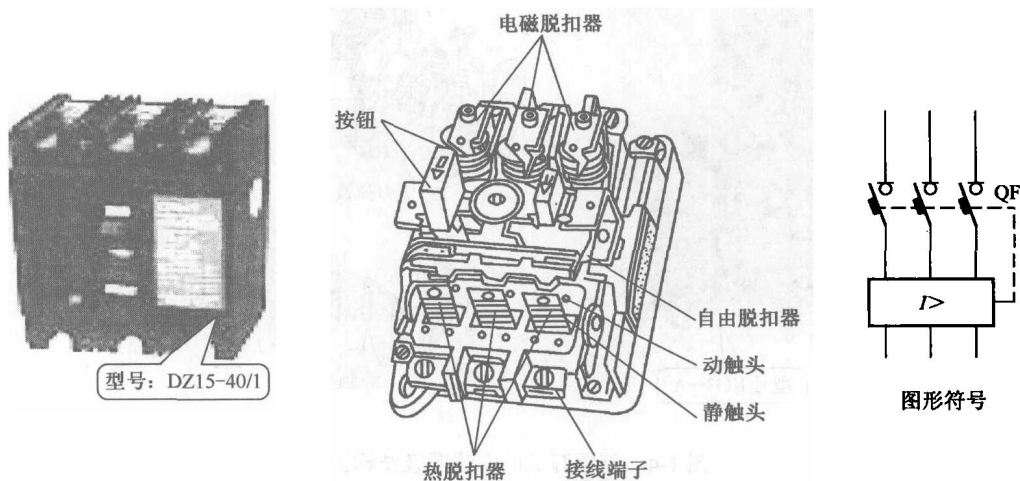
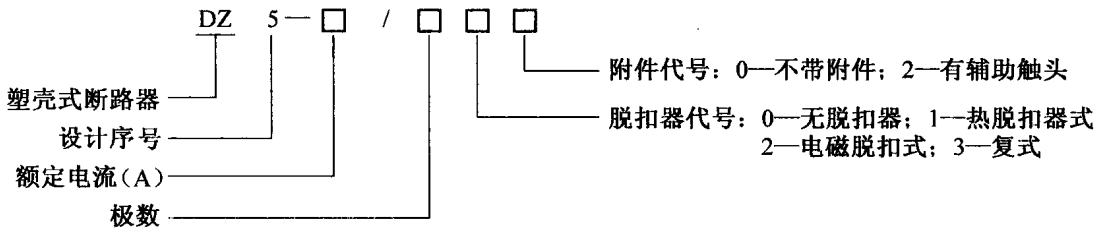


图 1-5 塑料外壳式低压断路器的实物图、结构图及图形符号

塑料外壳式低压断路器的型号含义如下：



② 低压断路器的常见故障与检修（见表 1-6）。

表 1-6 低压断路器的常见故障与检修方法

故障现象	原因及检修方法	检修图示及说明
手动操作断路器不能闭合	① 电源电压太低，检查线路并调高电压； ② 热脱扣器的双金属片尚未冷却复原，冷却后合闸； ③ 欠电压脱扣器无电压或线圈损坏，检查线路或更换线圈； ④ 储能弹簧变形，导致闭合力减小，更换弹簧； ⑤ 反作用弹簧力过大，重新调整弹簧	利用欧姆挡检测主触头：置于“R×1k”挡，表笔分接进出线两端（A—A，B—B，C—C），按下接通按钮电阻值为零，反之为∞
电动操作断路器不能闭合	① 电压不符，调换电源； ② 电磁铁拉杆行程不够，调整或调换拉杆； ③ 电动机操作定位开关变位，调整定位开关	
电动机启动时断路器立即分断	① 过电流脱扣器瞬时整定值太小，适当调整定值； ② 脱扣器某些零件损坏，更换零件或调换脱扣器； ③ 脱扣器反力弹簧断裂或落下，更换或重新装好弹簧	
分励脱扣器不能使断路器分断	① 线圈短路，更换线圈； ② 电源电压过低，检修电路调整电压	
欠电压脱扣器噪声大	① 反作用弹簧力太大，调整反作用弹簧； ② 铁芯工作面有油污，清除铁芯油污； ③ 短路环断裂，调换铁芯	
欠电压脱扣器不能使断路器分断	① 反作用弹簧力变小，调整反作用弹簧； ② 储能弹簧断裂或弹簧力变小，重新调整弹簧； ③ 机构生锈卡死，清除锈污	

2. 熔断器

熔断器被广泛应用于低压配电系统和控制电路中，串联在被保护的电路中，主要作为短路和过载保护，从而起到分断故障电路的作用。

(1) 熔断器的型号、实物图及结构图（见图 1-6）

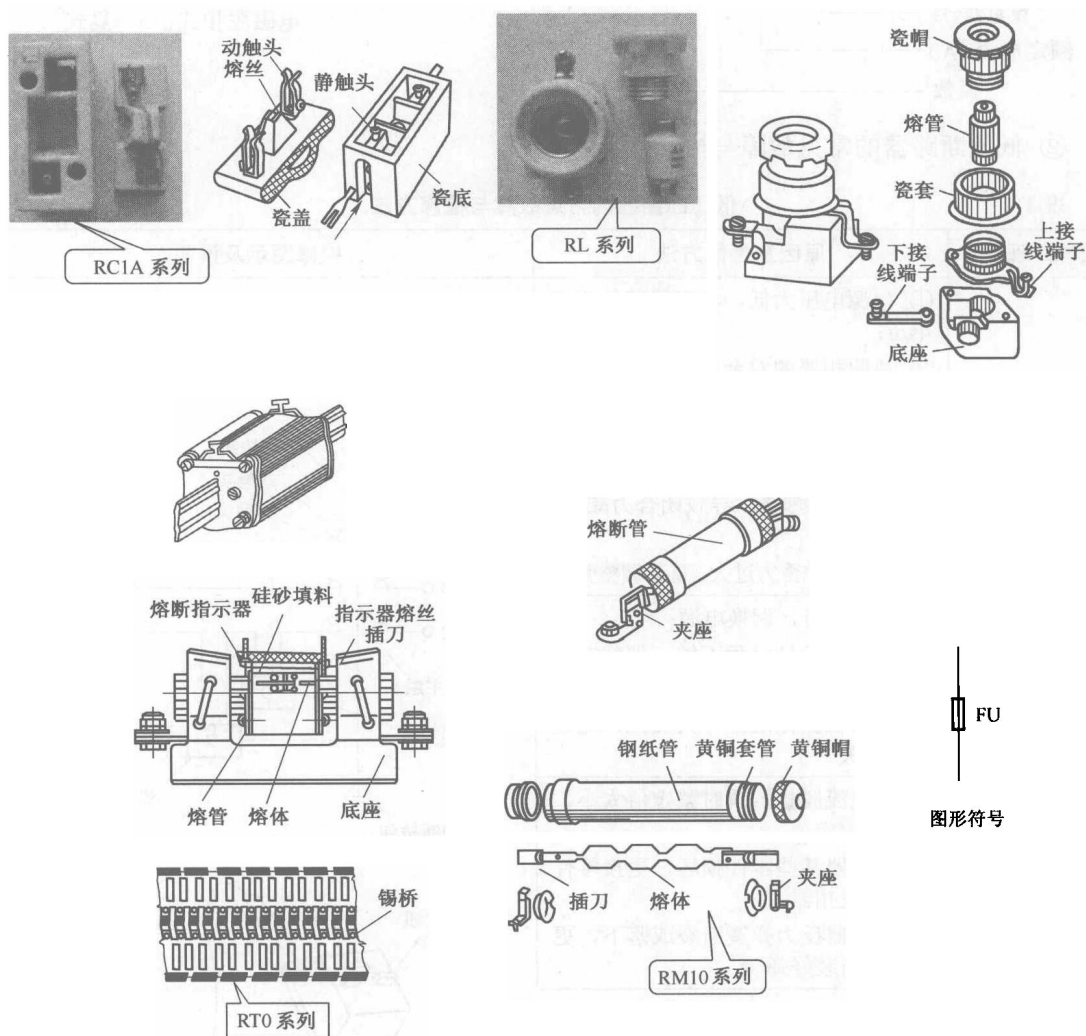
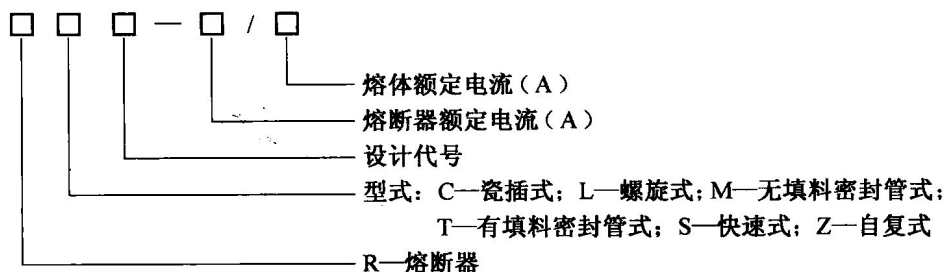


图 1-6 熔断器的型号、结构图及图形符号

熔断器的型号及含义如下：



(2) 熔断器的常见故障与检修 (见表 1-7)

表 1-7 熔断器的常见故障与检修方法

故障现象	原因及检修方法	检修图示及说明
电动机启动瞬间熔体熔断	① 熔体规格过小, 选用适当熔体; ② 负载短路或接地, 检查短路或接地故障; ③ 熔体安装时损坏, 更换熔体	
熔丝未熔断, 但电路不通	① 熔体接线端接触不良, 重新连接; ② 熔断器的螺帽盖未拧紧, 旋紧螺帽盖	

3. 主令电器

主令电器在电力拖动控制系统中用于发送或转换控制指令。它通过控制接触电器、继电器以及其他电器线路, 实现对电路接通与分断, 达到电力拖动系统或生产过程的自动控制。

主令电器按其作用可分为控制按钮、行程开关、接近开关和万能转换开关等。

(1) 控制按钮

控制按钮常称按钮或按钮开关。常用于电路中发出启动或停止指令, 是一种短间接通或断开小电流电路的手动控制器, 常控制电动机启动器、接触器、继电器等电器线圈电流的接通或断开。

① 控制按钮的型号、实物图及结构图 (见图 1-7)。

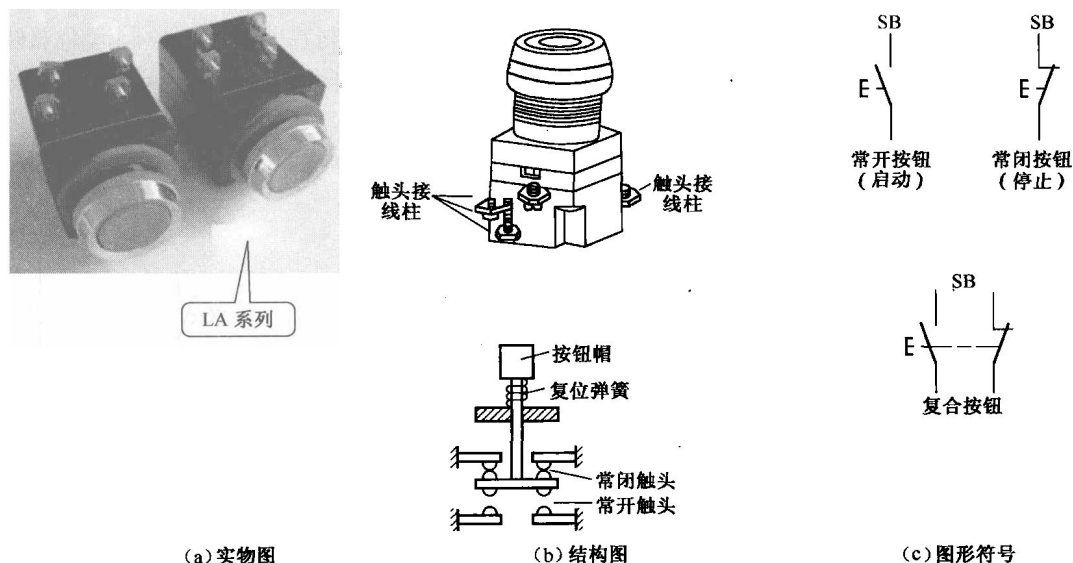
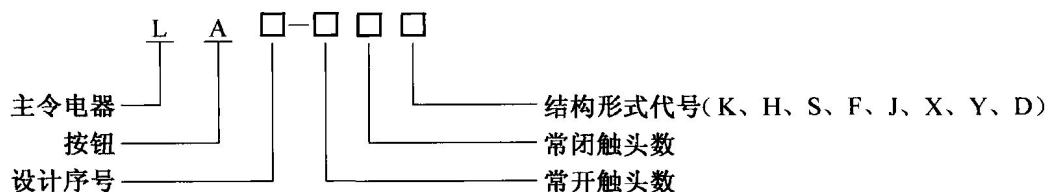


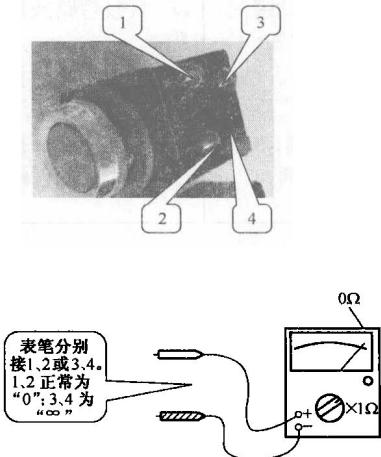
图 1-7 控制按钮的实物图、结构图及图形符号

控制按钮的型号及含义如下:



② 控制按钮的常见故障及检修（见表 1-8）。

表 1-8 控制按钮的常见故障及检修方法

故障现象	原因及检修方法	检修图示及说明
按下启动按钮时有触电感觉	① 按钮的防护金属外壳与连接导线接触，检查按钮内连接导线； ② 按钮帽的缝隙间充满铁屑，使其与导电部分形成通路，清理按钮	
停止按钮失灵，不能断开电路	① 接线错误，改正接线； ② 线头松动或搭接在一起，检查停止按钮接线； ③ 灰尘过多或油污使停止按钮两动断触头形成短路，清理按钮； ④ 胶木烧焦短路，更换按钮	
被控电器不动作	① 电路损坏，检修被控电器； ② 按钮复位弹簧损坏，修理或更换弹簧； ③ 按钮接触不良，清理按钮触头	

(2) 行程开关

行程开关也叫限位开关。它是一种实现行程控制的小电流（5A 以下）主令电器。其作用是利用机械运动部件的碰撞使其触头动作，通过触头的开合控制其他电器来控制运动部件的行程，或运动一定行程使其停止，或在一定行程内自动返回或自动循环，从而达到控制部件的行程、运动方向或实现限位保护。

① 行程开关的型号、实物图及结构图（见图 1-8）。

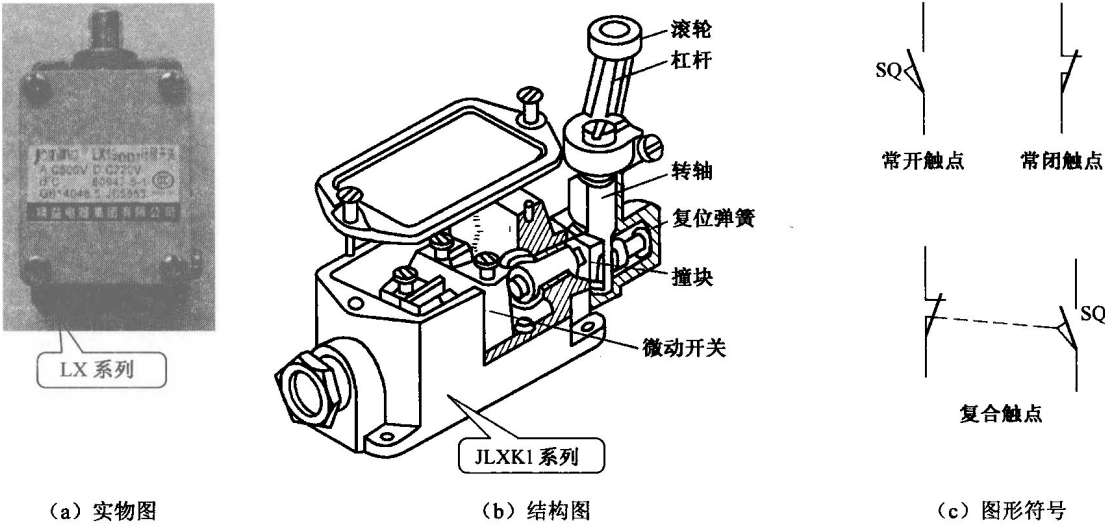


图 1-8 行程开关的实物图、结构图及图形符号

LX19 系列和 JLXK1 系列行程开关的型号及含义如下：