

“十二五”中等职业教育规划教材

Gongchang Dianqi
Shebei Kongzhi

工厂电气 设备控制

主 编 刘根润
副主编 隋青松 丁桂斌
主 审 李全利 邓三鹏



国防工业出版社

National Defense Industry Press

“十二五”中等职业

工厂电气设备控制

主 编 刘根润
 副主编 隋青松 丁桂斌
 主 审 李全利 邓三鹏

国防工业出版社

·北京·

发行部：(010)88240777
 发行部：(010)88240777

内 容 简 介

本书依据维修电工国家职业技能的培养和鉴定要求,结合中职院校电气自动化设备安装与调试专业的教学需求进行编排。为了使本书的内容更加贴近生产实际,我们对目前企业进行了走访,并聘请企业专业技术人员对实际岗位需求进行了筛选,将主要内容划分为常用低压电器检修、三相异步电动机基本控制线路的安装与检修、常用生产机械电气控制线路的识读及故障检修和继电控制线路的设计四部分。

为了更好地适应职业培训一体化教学的要求,本书采用任务驱动模式编写。在文字编排上尽可能采用图示的方法,回避大量文字,力争图文并茂,便于读者理解和学习。

本书可供中等职业技术学院电气类专业使用,也可作为职工培训教材,同时也适合电工、电气类从业人员及爱好者阅读使用。

图书在版编目(CIP)数据

工厂电气设备控制/刘根润主编. —北京:国防工业出版社,2014.3

“十二五”中等职业教育规划教材

ISBN 978-7-118-09337-7

I. ①工... II. ①刘... III. ①工厂-电气控制装置-中等专业学校-教材 IV. ①TM571.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 036572 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 17½ 字数 438 千字

2014 年 3 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2000 册 定价 42.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

《工厂电气设备控制》

编写委员会

主编 刘根润

副主编 隋青松 丁桂斌

参编 赵蕊 刘红芬 贾祥

主审 李全利 邓三鹏

前 言

工厂电气设备控制技术是中等职业学校培养的电工、电气专业技能型人才必须掌握的基本技能之一,是现代企业生产设备控制的关键技术,也是电气技术人员继续提升专业水平、掌握新技术的基础。

为此,本书采用任务驱动模式编写,力求在传统教材的基础上有重大突破,并尽量满足企业生产的需求,贯彻“做中学、学中做”的职教理念;工学结合,以能力为本位,以就业为导向,以学生为中心的特征,因此在内容上以项目任务形式编排,突出实践与理论的有机结合,技能上力求满足企业用工需要,理论上做到适度、够用。

项目一主要介绍常用低压电器元件的功能、分类、型号意义、结构及工作原理等,通过读者学习掌握低压电器元件的选用及使用方法,具备电气设备日常维护和维修的能力。在编写中为了保证实用性和时效性,这部分主要以介绍目前普遍应用的新型继电器器件为主,力求通过本书使读者切实提升动手能力。

项目二是本书的核心,主要介绍三相异步电动机继电控制线路的功能、组成及工作原理等,读者通过学习可掌握电动机继电控制线路的安装与检修方法。为了加强实践性教学,这部分主要以线路的安装、接线及故障检修为主,切实提高读者的实践能力。

项目三是本书的重点,讲解典型机床的功能、组成及电气控制线路的工作原理等,读者通过学习可掌握典型机床电气控制线路的故障检修方法。内容安排符合学习认知规律,由浅入深,激发读者的学习兴趣,引导读者逐渐提高技能水平。

项目四是继电控制线路的设计。通过讲解一般继电控制线路的设计和调试方法,使读者加深对电气控制线路原理的理解,提高对电气控制线路分析的能力,同时掌握电气控制线路的设计。同时增加了继电控制线路设计的软件仿真内容,为今后的可编程序控制器的使用和编程打下基础。

本书由刘根润担任主编,隋青松、丁桂斌担任副主编,由李全利、邓三鹏主审,参加编写的还有刘红芬、赵蕊和贾祥。本书在编写过程中得到了天津职业技术师范大学附属高级技术学校、天津源峰科技有限公司、天津市第五机床厂等院校领导、教师和师傅的无私帮助及大力支持,谨在此表示感谢!

此外本书在编写过程中,参考了大量相关文献和网络资源,得到了许多同仁的大力支持和帮助,在此向有关作者一并表示感谢。由于编者水平有限,时间仓促,书中难免有不足和错漏之处,恳请读者批评指正。

编者

2013年11月

目 录

项目一	常用低压电器检修	1
任务一	按钮的检测	2
任务二	低压熔断器的检修	7
任务三	交流接触器的检修	12
任务四	接触器式(中间)继电器的检修	21
任务五	热继电器的检修	24
任务六	低压断路器的检测	31
任务七	时间继电器的检测	37
项目二	三相异步电动机基本控制线路的安装与检修	45
模块一	三相异步电动机正转控制线路的安装与检修	45
任务一	识读、绘制电气控制原理图	45
任务二	点动正转控制电路的安装与检修	52
任务三	接触器自锁正转控制电路的安装与检修	55
任务四	连续与点动混合正转控制电路的安装与检修	60
模块二	三相异步电动机正反转控制线路的安装与检修	64
任务一	倒顺开关控制电动机正反转控制电路的安装与检修	64
任务二	接触器联锁正反转控制电路的安装与检修	69
任务三	按钮、接触器双重联锁正反转控制电路的安装与检修	73
任务四	位置控制电路的安装与检修	77
任务五	自动循环控制电路的安装与检修	82
模块三	三相异步电动机顺序控制与多地控制线路的安装与检修	87
任务一	三相笼型异步电动机顺序控制电路的安装与检修	87
任务二	三相异步电动机多地控制电路的安装与检修	93
模块四	三相笼型异步电动机降压启动控制线路的安装与检修	97
任务一	定子绕组串接电阻降压启动控制电路的安装与检修	97
任务二	自耦变压器(补偿器)降压启动控制电路的安装与检修	102
任务三	Y- Δ 形降压启动控制电路的安装与检修	106
模块五	三相笼型异步电动机制动控制线路的安装与检修	111
任务一	电磁抱闸制动器断电(通电)制动控制线路的安装与检修	111
任务二	反接制动控制线路的安装与检修	116

	任务三 能耗制动控制线路的安装与检修	122
模块六	多速异步电动机控制线路安装与检修	127
	任务一 双速电动机控制线路的安装与检修	127
	任务二 三速电动机控制线路的安装与检修	132
模块七	三相绕线转子异步电动机控制线路的安装与检修	138
	任务一 转子回路串电阻启动控制电路的安装与检修	138
	任务二 转子回路串频敏变阻器控制电路的安装与检修	143
	任务三 凸轮控制器控制转子回路串电阻启动电路的安装与检修	147
项目三	常用生产机械电气控制线路的识读及故障检修	153
	任务一 识读、绘制机床电气原理图	153
	任务二 CA6140 型车床电气控制线路的故障检修	155
	任务三 Z3050 型摇臂钻床电气控制线路的故障检修	166
	任务四 X62W 型万能铣床电气控制线路的故障检修	180
	任务五 T68 型卧式镗床电气控制线路的故障检修	199
	任务六 桥式起重机电气控制线路的故障检修	213
项目四	继电控制线路的设计	239
	任务一 电气线路的设计	239
	任务二 电气线路设计软件的使用	249
附录	257
附录 A	常用低压电气元件符号一览表	257
附录 B	工业机械电气设备通用技术条件	262
参考文献	272

表 1-1-1 低压电器的名称及用途

名称	主要品种	用 途
熔断器	瓷插式熔断器	主要用于低压配电系统中线路短路保护,以及电动机短路保护的用途
	螺旋式熔断器	
	快速熔断器	
断路器	塑壳断路器	主要用于低压配电系统中,对电路短路、过载、欠电压等进行保护
	空气断路器	
	漏电断路器	
	直流断路器	
	智能断路器	

项目一 常用低压电器检修

【项目描述】

低压电器元件作为企业生产设备的基本控制线路的最小单元,在生产过程中发挥着最重要的作用,同时也是最容易出现故障的部分,因此具备常用低压电器元件选用和检修的能力尤为重要,是电气维修工作人员必须具备的基本能力。

【项目目标】

1. 能正确选用和检测按钮。
2. 能正确拆装和检修熔断器。
3. 能正确拆装和检修接触器。
4. 能正确拆装和检修中间继电器。
5. 能正确选用和检测热继电器。
6. 能正确选用和检测低压断路器。
7. 能正确选用和检测时间继电器。

【项目引导】

凡是根据外界特定的信号或要求,自动或手动接通和断开电路,断续或连续地改变电路参数,实现对电路或非电现象的切换、控制、保护、检测和调节的电气元件均称为电器。

低压电器通常指工作在交流额定电压 1200V、直流额定电压 1500V 以下的电气线路中,起通断、控制、保护和调节作用的电气元件。

低压电器种类繁多,就用途或所控制对象而言,可概括为配电电器和控制电器两大类。配电电器主要用于低压配电系统和动力回路,控制电器主要用于电力拖动自动控制系统,它们的品种和用途如表 1-1-1 所列。

表 1-1-1 低压电器的品种及用途

电器名称	主要品种	用途
控制 电 器	接触器 交流接触器 直流接触器 真空接触器 半导体接触器	主要用于远距离频繁启动器或控制电动机,以及接通和分断正常工作的电路
	继电器 电流继电器 电压继电器 时间继电器 中间继电器 热继电器	主要用于控制系统中,控制其他电器或作主电路的保护

(续)

	电器名称	主要品种	用途
控制 电 器	启动器	磁力启动器 自耦减压启动器 星-三角启动器	主要用于电动机的启动和正反向控制
	控制器	凸轮控制器 平面控制器	主要用于电器控制设备中转换主回路或励磁回路的接法,以达到电动机启动、换向和调速的目的
	主令电器	按钮 限位开关 微动开关 万能转换开关	主要用于接通和分断控制电路,以发布命令或用作程序控制
	电阻器	铁基合金电阻器	用于改变电路的电压、电流等参数或变电能为热能
	变阻器	励磁变阻器 启动变阻器 频敏变阻器	主要用于发电机调压及电动机减压启动和调速
	电磁铁	起重电磁铁 牵引电磁铁 制动电磁铁	用于起重、操纵或牵引机械装置

任务一 按钮的检测

【任务描述】

某机床因使用时间过长,造成按钮损坏,需要相关人员对按钮进行测量和更换。

【任务目标】

1. 通过学习,了解按钮的结构和原理。
2. 能正确识读和绘制按钮的电气符号。
3. 能正确选择和使用按钮。
4. 通过操作,能正确检测测量和更换按钮。

【任务课时】

6 小时

【任务实施】

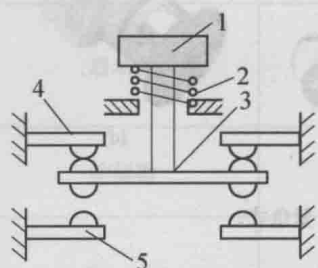
1. 认识元件

1) 种类

按钮又称按钮开关或控制按钮,是一种专门发出命令的电器,属于主令电器中的一种,在各种控制场合得到广泛应用。按钮的品种规格繁多,按用途和触点的结构不同分为停止按钮(常闭按钮)、启动按钮(常开按钮)和复合按钮(常开和常闭组合按钮)。按照结构形式不同分为扞按式、旋钮式、钥匙式和紧急式,如图 1-1-1 所示。常用的有 LA2、LA18、LA19 和 LA22 等系列。

3) 知识巩固

写出按钮的各部分名称。



- 1: _____
- 2: _____
- 3: _____
- 4: _____
- 5: _____

3. 理解原理

1) 用途

按钮用于切换控制线路,以达到控制其他电器动作或特定控制功能的目的,在各种控制场合得到广泛应用。

2) 工作原理

如图 1-1-3 所示。

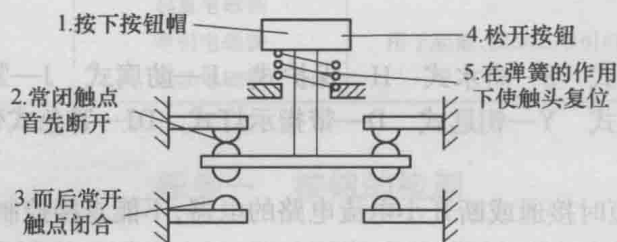


图 1-1-3 按钮的工作原理

目前许多常用的按钮的触点都采用组合式的结构,即根据需要组合触点的形式和数量,如图 1-1-4 所示。



图 1-1-4 组合式按钮

3) 知识巩固

请写出按钮的用途。

答: _____

4. 掌握应用

1) 认识电气符号

符号如图 1-1-5 所示。

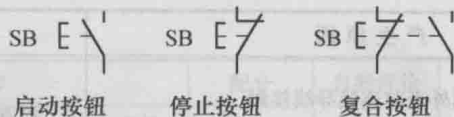


图 1-1-5 按钮电气符号

2) 选用

- (1) 根据使用场合选择按钮的种类。
- (2) 根据用途选择合适的形式。
- (3) 根据控制回路的需要确定按钮数。
- (4) 按工作状态指示和工作情况要求选择按钮和指示灯的颜色。

3) 安装使用注意事项

(1) 将按钮安装在面板上时,应布置整齐,排列合理,可根据电动机启动的先后次序,从上到下或从左到右排列。

(2) 按钮的安装固定应牢固,接线应可靠。应用红色按钮表示停止,绿色或黑色表示启动或通电,不要搞错。

(3) 由于按钮触点间距离较小,如有油污等容易发生短路故障,因此应保持触点的清洁。

(4) 安装按钮的按钮板和按钮盒必须是金属的,并设法使它们与机床总接地母线相连接,对于悬挂式按钮必须设有专用接地线,不得借用金属管作为地线。

(5) 按钮用于高温场合,易使塑料变形老化而导致松动,引起接线螺钉间相碰短路,可在接线螺钉处加套绝缘塑料管来防止短路。

(6) 带指示灯的按钮因灯泡发热,长期使用易使塑料灯罩变形,应降低灯泡电压,延长使用寿命。

(7) “停止”按钮必须是红色,“急停”按钮必须是红色蘑菇头式,“启动”按钮必须有防护挡圈,防护挡圈应高于按钮头,以防意外触动使电气设备误动作。

4) 知识巩固

(1) 请按照要求补全按钮的电气符号。

启动按钮:图形符号_____ 文字符号_____;

停止按钮:图形符号_____ 文字符号_____。

(2) 请写出选择按钮的注意事项。

(3) 请简要写出使用按钮的注意事项。

5. 检修故障

1) 按钮的常见故障及检修方法

控制按钮的常见故障及检修方法见表 1-1-2。

表 1-1-2 控制按钮的常见故障及检修方法

故障现象	产生原因	检修方法
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 2. 按钮帽的缝隙间充满铁屑,使其与导电部分形成通路	1. 检查按钮内连接导线,排除故障 2. 清理按钮及触点,使其保持清洁
按下启动按钮,不能接通电路控制失灵	1. 接线头脱落 2. 触点磨损松动,接触不良 3. 动触点弹簧失效,使触点接触不良 4. 触点长时间使用产生氧化	1. 重新连接接线 2. 检修触点或调换按钮 3. 更换按钮 4. 检测触点连接情况是否触点压合松动
按下停止按钮不能断开电路	1. 接线错误 2. 尘埃或者机油、乳化液等流入按钮形成短路 3. 绝缘击穿短路	1. 更正错误接线 2. 清扫按钮并采取相应密封措施 3. 更换按钮

2) 测试练习

按钮的测试步骤:

(1) 切断线路电源,将按钮接线中便于拆装的一端拆下。

(2) 在保持按钮初始状态的情况下,用万用表电阻挡测量按钮的通断情况是否正常,如图 1-1-6 所示。

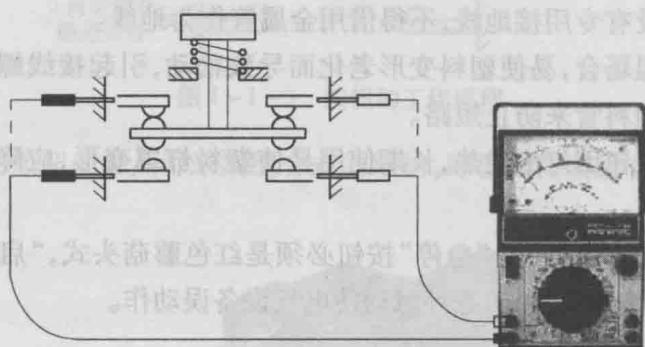


图 1-1-6 按钮的测试

(3) 在按下按钮的情况下,用万用表电阻挡测量按钮的通断情况是否正常。正常时测量的电阻应为 0Ω 或接近于 0Ω 。方法见图 1-1-6。

(4) 若触点存在问题,则根据不同的按钮类型,采用正确方法拆下触点,用锉刀对触点进行修复,安装恢复后,还需要进一步用万用表电阻挡测量确认修复情况。

(5) 重新恢复按钮的接线,并检查按钮的接线是否牢固。

3) 安装练习

按钮的安装步骤:

(1) 根据线路需求,选择按钮常开、常闭个数,进行组装。

(2) 在保持按钮松开和按下的情况下,用万用表电阻挡测量按钮的通断情况是否正常。

(3) 检测正确后,根据不同的结构类型,进行正确的安装。

【任务评价】

项目	评价内容	配分	自我评价	小组评价	教师评价	综合评定
器件 拆装	1. 根据要求,正确选择按钮的规格和型号,并进行装配,要求装配牢固、正确	10				
	2. 将组装好的按钮固定到面板上,并按原理图进行导线连接,要求接线工艺合格	10				
	3. 拆除按钮上的连接导线,并将按钮从固定面板上拆下	10				
	4. 采用正确步骤分解按钮,要求拆卸方法正确,不丢失和损坏零件	10				
	5. 采用正确步骤组装按钮,要求组装方法正确,不丢失和损坏零件	10				
器件 测试	1. 仪表使用方法正确	10				
	2. 测量方法正确	10				
	3. 测量结果正确	10				
职业 素质	1. 认真仔细的工作态度	5				
	2. 团结协作的工作精神	5				
	3. 听从指挥的工作作风	5				
	4. 安全及整理意识	5				
教师评语					成绩汇总	

任务二 低压熔断器的检修

【任务描述】

某机床因电动机机械卡阻,造成熔断器熔体过载,需要相关人员对熔体进行测量和更换。

【任务目标】

1. 通过学习,了解熔断器的结构和原理。
2. 能正确识读和绘制熔断器的电气符号。
3. 能正确选择和使用熔断器。
4. 通过操作,能正确检测量和更换熔断器熔体。

【任务课时】

6 小时

【任务实施】

1. 认识元件

1) 种类

熔断器是一种应用广泛的最简单有效的保护电器之一。常用的低压熔断器有瓷插式、螺

旋式、有填料封闭管式、无填料封闭管式及自复式等,如图 1-2-1 所示。

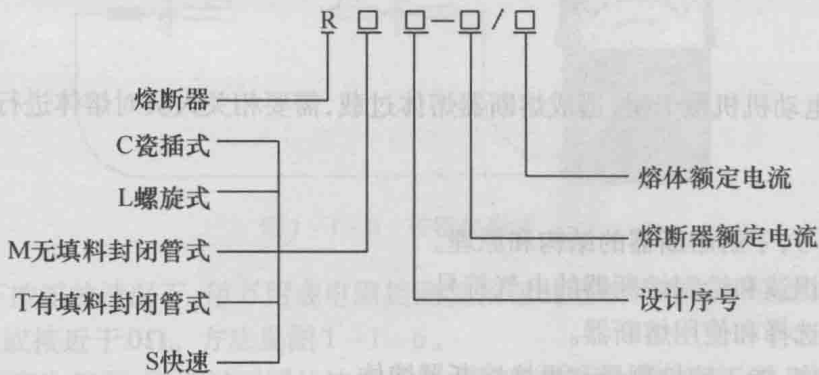


图 1-2-1 熔断器的常见类型

(a) 瓷插式; (b) 螺旋式; (c) 有填料封闭管式; (d) 无填料封闭管式; (e) 自复式。

2) 型号

常用熔断器的型号含义如下:



3) 技术数据

熔断器的技术参数应区分为熔断器(底座)的技术参数和熔体的技术参数。同一规格的熔断器底座可以装设不同规格的熔体,熔体的额定电流可以和熔断器的额定电流不同,但熔体的额定电流不得大于熔断器的额定电流。

- (1) 额定电压:熔断器长期能够承受的正常工作电压,即安装处电网的额定电压。
- (2) 额定电流:熔断器壳体部分和载流部分允许通过的长期最大工作电流。
- (3) 熔体的额定电流:熔体允许长期通过而不会熔断的最大电流。
- (4) 极限断路电流:熔断器所能断开的最大短路电流。

熔断器的技术参数还包括额定开断能力、电流种类、额定频率、分断范围、使用类别和外壳防护等级等。

4) 知识巩固

(1) 型号为“RC1A-15/3”的低压电器,“RC”表示_____,“1A”表示_____,“15”表示_____,“3”表示_____。

(2) 请写出你使用的练习盘上熔断器的型号:_____。

2. 了解结构

1) 特点

熔断器具有结构简单、价格低廉、使用和维护方便等优点。

2) 结构

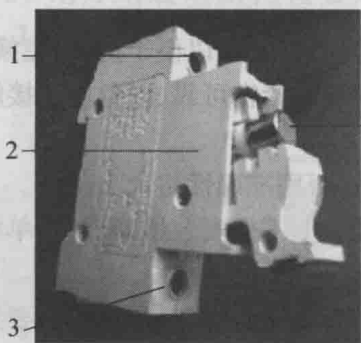
无论何种熔断器,其结构都可以分为熔体(熔丝、熔片和熔芯)和装盛熔体的熔断器本体两部分,各种类型的熔断器在结构上也有一定的区别,现以有填料封闭管式为例介绍熔断器的结构(图1-2-2)。



图1-2-2 熔断器的结构

3) 知识巩固

写出熔断器的各部分名称。



- 1: _____
- 2: _____
- 3: _____
- 4: _____

3. 理解原理

1) 用途

低压熔断器在线路中主要起短路保护作用。

2) 工作原理

熔断器是一种利用电流热效应原理和热效应导体熔断来保护电路的电器,广泛应用于各种控制系统中起保护电路的作用。当电路发生短路或严重过载时,它的热效应导体能自动迅速熔断,切断电路,从而保护线路和电气设备。

3) 知识巩固

请写出熔断器的用途。

答: _____

4. 掌握应用

1) 认识电气符号

符号如图 1-2-3 所示。



图 1-2-3 熔断器电气符号

2) 选用

(1) 熔断器的类型应根据使用场合及安装条件进行选择。电网配电一般用管式熔断器;电动机保护一般用螺旋式熔断器;照明电路一般用瓷式熔断器;保护可控硅则应选择快速熔断器。

(2) 熔断器的额定电压必须大于或等于线路的电压。

(3) 熔断器的额定电流必须大于或等于所装熔体的额定电流。

(4) 合理选择熔体的额定电流。

① 对于变压器、电炉和照明等负载,熔体的额定电流应略大于线路负载的额定电流;

② 对于一台电动机负载的短路保护,熔体的额定电流应大于或等于 1.5 ~ 2.5 倍电动机的额定电流;

③ 对几台电动机同时保护,熔体的额定电流应大于或等于其中最大容量的一台电动机的额定电流的 1.5 ~ 2.5 倍加上其余电动机额定电流的总和;

④ 对于降压启动的电动机,熔体的额定电流应等于或略大于电动机的额定电流。

3) 安装使用注意事项

(1) 安装前检查熔断器的型号、额定电流、额定电压、额定分断能力等参数是否符合规定要求。

(2) 安装熔断器除保证足够的电气距离外,还应保证足够的间距,以便于拆卸、更换熔体。

(3) 安装时应保证熔体和触刀,以及触刀和触刀座之间接触紧密可靠,以免由于接触处发热,使熔体温度升高,发生误熔断。

(4) 安装熔体时必须保证接触良好,不允许有机械损伤,否则准确性将大大降低。

(5) 熔断器应安装在各相线上,三相四线制电源的中性线上不得安装熔断器,而单相两线制的零线上应安装熔断器。

(6) 瓷插式熔断器安装熔丝时,熔丝应顺着螺钉旋紧方向绕过去,同时应注意不要划伤熔丝,也不要使熔丝绷紧,以免减小熔丝截面尺寸或绷断熔丝。

(7) 安装螺旋式熔断器时,必须注意将电源线接到瓷底座的下接线端(即低进高出的原则),以保证安全。

(8) 更换熔丝,必须先断开电源,一般不应带负载更换熔断器,以免发生危险。

(9) 在运行中应经常注意熔断器的指示器,以便及时发现熔体熔断,防止缺相运行。

(10) 更换熔体时,必须注意新熔体的规格尺寸、形状应与原熔体相同,不能随意更换。

4) 知识巩固

(1) 画出熔断器的电气符号。