

中等职业教育电子专业改革规划教材

电力拖动

DIANLI
TUODONG

主 编 / 苏进邦



四川大学出版社

中等职业教育电子专业改革规划教材

电力拖动

DIANLI
TUODONG

主 编 / 苏进邦

副主编 / 邓尔林 朱成俊 李发莲 张 玲

编 委 / 吴增春 赵常年 陈光忠 晁启虎 阿存仁

田生忠 吴永德 王东锋

四川大学出版社

· 成 都 ·

责任编辑:梁 平
责任校对:秦 兰
封面设计:墨创文化
责任印制:王 炜

图书在版编目(CIP)数据

电力拖动 / 苏进邦主编. —成都: 四川大学出版社, 2015. 4
ISBN 978-7-5614-8447-0

I. ①电… II. ①苏… III. ①电力传动—中等专业学校—教材 IV. ①TM921

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 068081 号

书名 电力拖动

主 编 苏进邦
出 版 四川大学出版社
地 址 成都市一环路南一段 24 号 (610065)
发 行 四川大学出版社
书 号 ISBN 978-7-5614-8447-0
印 刷 四川五洲彩印有限责任公司
成品尺寸 185 mm×260 mm
印 张 16
字 数 389 千字
版 次 2015 年 5 月第 1 版
印 次 2015 年 5 月第 1 次印刷
定 价 30.00 元

◆读者邮购本书,请与本社发行科联系。
电话:(028)85408408/(028)85401670/
(028)85408023 邮政编码:610065

◆本社图书如有印装质量问题,请
寄回出版社调换。

◆网址:<http://www.scup.cn>

版权所有◆侵权必究

前 言

在经济建设飞速发展的今天，电气技术领域中新知识、新技术、新工艺、新方法和新设备大量应用，同时电力拖动在生产和生活中也得到了广泛的应用。电力拖动课程是职业学校机电类专业开设的实践性、应用型很强的核心课程。这就要求我们从事机电类教学的工作者在理论教学、实践操作中不断总结经验，根据学校实际情况，依据企业人才的需求，结合中等职业教育的培养目标和国家标准，开发理论与实践、知识与技能相结合的教材。

教材以“满足社会、贴近实际、贴近学生”为前提进行开发，以“理论和实践相融合”为宗旨进行编写，突出理实一体化项目教学，共分两大单元十二个项目十五个子任务，每个任务有“任务描述、知识平台、任务实施、随堂练习、知识拓展”等环节，各环节承上启下、环环相扣。教材深入浅出地介绍了电路原理、安装步骤、故障分析、检修方法，同时设计了典型机床电气控制线路的原理分析与故障检修等内容。而且书中配有大量插图、表格和文字说明，图文并茂。

参加本书编写的人员还有邓尔林、朱成俊老师，他们为本书做了很多基础性工作，在此向他们表示诚挚的谢意。

由于作者水平所限，书中难免出现错误，敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

单元一 三相异步电动机基本控制线路的安装与检修

项目一 三相异步电动机正转控制线路的安装与检修	(3)
任务一 三相异步电动机点动正转控制线路的安装与维修	(3)
任务二 三相异步电动机接触器自锁正转控制线路的安装与维修	(20)
项目二 三相异步电动机正反转控制线路的安装与检修	(30)
任务一 三相异步电动机的正反转控制线路的安装与检修	(30)
任务二 工作台自动往返控制线路的安装与维修	(41)
项目三 三相异步电动机顺序控制及多地控制线路的安装与检修	(53)
任务一 三相异步电动机顺序启动逆序停止控制线路的安装与检修	(53)
任务二 三相异步电动机多地控制线路的安装与检修	(61)
项目四 三相异步电动机降压启动控制线路的安装与检修	(68)
任务一 三相异步电动机的定子绕组串电阻降压启动控制线路的安装与检修	(68)
任务二 时间继电器自动控制的 Y- Δ 角降压启动控制线路的安装与检修	(77)
项目五 三相异步电动机制动控制线路的安装与检修	(86)
任务一 电磁抱闸制动器制动控制线路的安装与检修	(86)
任务二 三相异步电动机反接制动控制线路的安装与检修	(93)
任务三 三相异步电动机能耗制动控制线路	(101)
项目六 三相异步电动机双速控制线路的安装与检修	(112)
任 务 三相异步电动机双速控制线路的安装与检修	(112)
项目七 绕线式异步电动机控制线路安装与检修	(126)
任务一 转子绕组串接电阻启动控制线路的安装与检修	(126)
任务二 转子绕组串接频敏电阻器启动控制线路的安装与检修	(133)
任务三 绕线转子异步电动机凸轮控制器启动控制线路的安装与检修	(139)



单元二 常用生产机械电气控制线路故障检修

项目一	CA6140 型普通车床电气控制线路故障检修	(149)
项目二	Z3040 型摇臂钻床电气控制线路的故障检修	(168)
项目三	X62W 型万能铣床电气控制线路故障检修	(185)
项目四	M7130 型平面磨床电气控制线路常见故障维修	(214)
项目五	桥式起重机电气控制电路的维护与故障检修	(230)
参考文献	(250)

单元一 三相异步电动机基本控制 线路的安装与检修



电力拖动

DIANLI TUODONG



项目一

三相异步电动机正转控制线路的安装与检修



项目目标

1. 正确识别低压电器，熟悉电器的功能、基本结构、工作原理及型号含义，熟记图形符号和文字符号。
2. 正确识读三相异步电动机控制线路的原理图、接线图和布置图。
3. 掌握三相异步电动机正转控制线路的组成及工作原理。
4. 能按工艺要求正确安装三相异步电动机正转控制线路。
5. 熟练使用仪表检修三相异步电动机正转基本控制线路电气故障。

任务一 三相异步电动机点动正转控制线路的安装与维修



任务描述

1. 三相异步电动机点动控制线路的安装。
2. 三相异步电动机点动控制线路的故障检修。



任务分析

一、三相异步电动机点动正转控制线路原理图（见图 1-1-1）

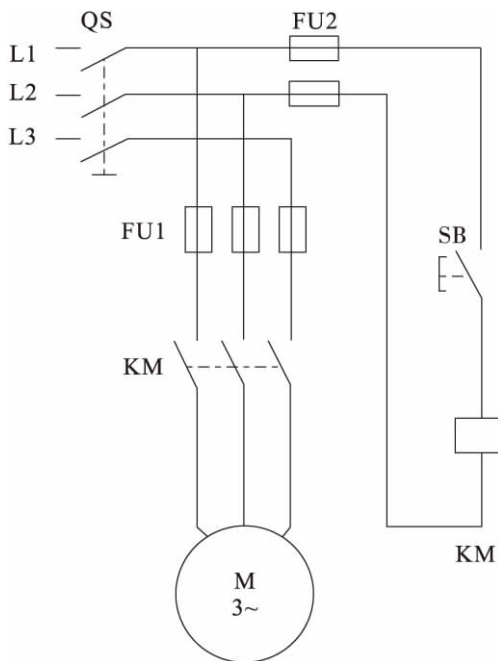


图 1-1-1 三相异步电动机点动正转控制线路原理图

二、三相异步电动机点动正转控制线路工作原理

- (1) 合上电源开关 QS。
- (2) 启动：按下 SB→KM 线圈得电→KM 主触头闭合→电动机 M 启动运转。
- (3) 停止：松开 SB→KM 线圈失电→KM 主触头断开→电动机 M 断电停转。
- (4) 停止使用时，断开电源开关 QS。



知识平台

一、电动机点动

电动机的点动就是按下启动按钮，接触器线圈得电，使得接触器的主触头吸合，从而接通主电路，电动机就转起来；但是由于没有自锁装置，所以当手松开时，接触器线圈失电，主触头恢复，从而又断开了主电路，电动机就停止。现象就是手按下启动按钮，电动机运转；手一松开，电动机就停止。



二、器件介绍

1. 低压断路器

低压断路器又称空气断路器，也称自动空气开关，可简称断路器。

(1) 低压断路器的作用。

低压断路器是低压配电网和电气拖动系统中常用的配电电器，在正常情况下可用于不频繁地接通和分断电路，以及控制电动机的运行。在电路中除起控制作用外，还具有一定的保护功能，如负荷、短路、欠压和漏电等。

(2) 低压断路器的外形结构及符号。

低压断路器主要由触头系统、灭弧装置、传动结构和保护装置等组成，低压断路器的外形结构及符号如图 1-1-2 所示。

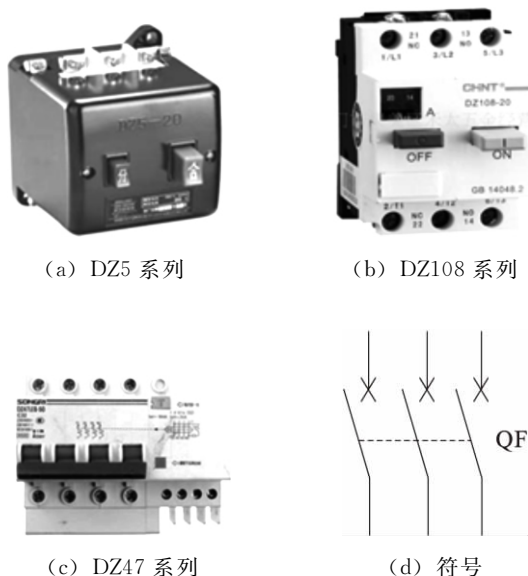
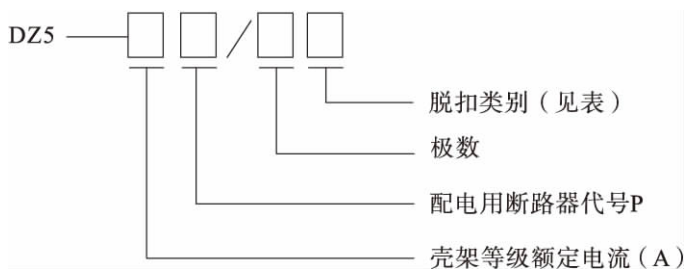


图 1-1-2 常见的几种低压断路器的外形及符号

(3) 低压断路器的型号。



脱扣类别	无脱扣器	热脱扣器	电磁脱扣器	复式脱扣器
代号	00	10	20	30

图 1-1-3 低压断路器的型号



(4) 低压断路器的工作原理图如图 1-1-4 所示。

低压断路器的主触点是靠手动操作或电动合闸的。主触点闭合后，自由脱扣机构将主触点锁在合闸位置上。过电流脱扣器的线圈和热脱扣器的热元件与主电路串联，欠电压脱扣器的线圈和电源并联。当电路发生短路或严重过载时，过电流脱扣器的衔铁吸合，使自由脱扣机构动作，主触点断开主电路。当电路过载时，热脱扣器的热元件发热使双金属片上弯曲，推动自由脱扣机构动作。当电路欠电压时，欠电压脱扣器的衔铁释放，也使自由脱扣机构动作。分励脱扣器则作为远距离控制用，在正常工作时，其线圈是断电的，在需要距离控制时，按下启动按钮，使线圈通电，衔铁带动自由脱扣机构动作，使主触点断开。

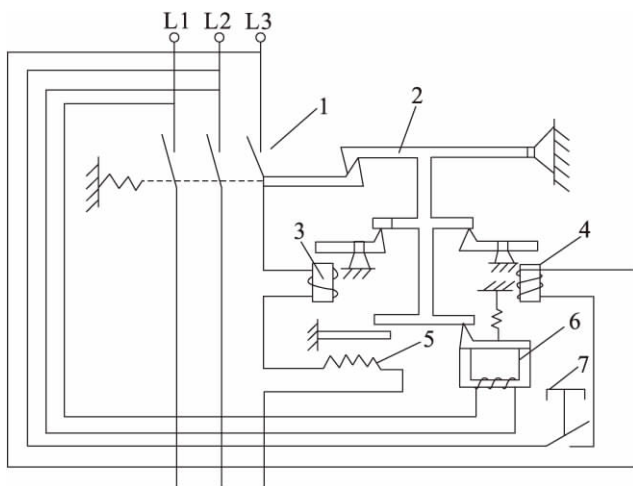


图 1-1-4 低压断路器的工作原理

1—主触头 2—自由脱扣器 3—过电流脱扣器 4—分励脱扣器
5—热脱扣器 6—失电压脱扣器 7—测试按钮

2. 低压熔断器

(1) 熔断器的用途。

熔断器广泛应用于电网保护和用电设备保护，利用金属导体作为熔体串联于电路中，当过载或短路电流通过熔体时，因其自身发热而熔断，可自动切断电路，避免电器设备损坏，防止事故蔓延。

(2) 熔断器的结构、型号、含义及符号如图 1-1-5 所示。

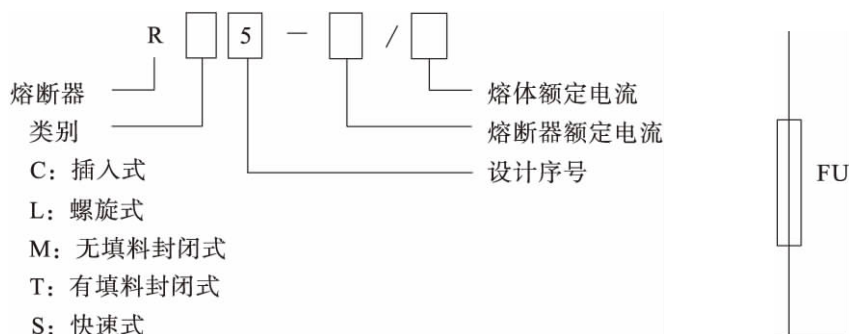


图 1-1-5 熔断器的型号、含义及符号

熔断器由绝缘底座（或支持件）、触头、熔体等组成，熔体是熔断器的主要工作部分，熔体相当于串联在电路中的一段特殊的导线，当电路发生短路或过载时，电流过大，熔体因过热而熔化，从而切断电路。熔体常做成丝状、栅状或片状。熔体材料具有相对熔点低、特性稳定、易于熔断的特点，一般采用铅锡合金、镀银铜片、锌、银等金属。在熔体熔断切断电路的过程中会产生电弧，为了安全有效地熄灭电弧，一般均将熔体安装在熔断器壳体内，采取措施，快速熄灭电弧。

(3) 常用熔断器的种类。

①插入式熔断器：它常用于 380 V 及以下电压等级的线路末端，作为配电支线或电气设备的短路保护用，如图 1-1-6 所示。

②螺旋式熔断器：熔体上的上端盖有一熔断指示器，一旦熔体熔断，指示器马上弹出，可透过瓷帽上的玻璃孔观察到，它常用于机床电气控制设备中。螺旋式熔断器，分断电流较大，可用于电压等级 500 V 及其以下、电流等级 200 A 以下的电路中，作短路保护，如图 1-1-7 所示。

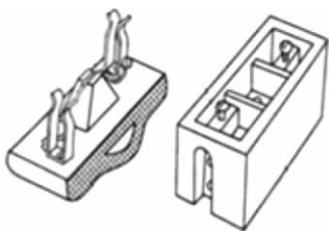


图 1-1-6 插入式熔断器



图 1-1-7 螺旋式熔断器

③封闭式熔断器：封闭式熔断器分有填料熔断器和无填料熔断器两种，如图 1-1-8 所示。有填料熔断器一般用方形瓷管，内装石英砂及熔体，分断能力强，用于电压等级 500 V 以下、电流等级 1 kA 以下的电路中。无填料密闭式熔断器将熔体装入密闭式圆筒中，分断能力稍小，用于 500 V 以下、600 A 以下电力网或配电设备中。

④自复熔断器：采用金属钠作熔体，在常温下具有高电导率，如图 1-1-9 所示。当电路发生短路故障时，短路电流产生高温使钠迅速汽化，汽态钠呈现高阻态，从而限制了短路电流。当短路电流消失后，温度下降，金属钠恢复原来的良好导电性能。自复



熔断器只能限制短路电流，不能真正分断电路。其优点是不必更换熔体，能重复使用。



图 1-1-8 封闭式熔断器



图 1-1-9 自复熔断器

⑤快速熔断器：快速熔断器主要用于半导体整流元件或整流装置的短路保护，如图 1-1-10 所示。由于半导体元件的过载能力很低。只能在极短时间内承受较大的过载电流，因此要求短路保护具有快速熔断的能力。快速熔断器的结构和有填料封闭式熔断器基本相同，但熔体材料和形状不同，它是用银片冲制的有 V 形深槽的变截面熔体。



图 1-1-10 快速熔断器

3. 按钮开关

按钮开关称作控制按钮或按钮，是一种典型的主令电器，是一种手动电器。

按钮开关主要用于发出控制指令，接通和分断控制电路。

按钮开关的文字符号是 SB，其外形、内部结构和原理及图形符号如图 1-1-11 和图 1-1-12 所示。



图 1-1-11 按钮开关外形图



名称	动断(常闭)按钮	动合(常开)按钮	复合(组合)按钮
结构			
图形符号			
文字符号	SB		

图 1-1-12 按钮开关内部结构及图形符号图

按钮开关的工作原理:

由图 1-1-12 可见,当按下按钮帽时,动断触点先断开,动合触点后闭合;当松开时,触点复位。

按钮开关的种类:有单个的,也有两个或数个组合的;有不同触点类型和数目的;根据使用需要还有带指示灯的和螺旋式、钥匙式的,等等。

国产型号有 LA10、LA18、LA19、LA20、LA25 等系列。

4. 接触器

接触器一种自动控制电器,应用于频繁地远距离接通或切断交直流电路及大容量控制电路。主要控制对象是电动机,也可控制其他电力负载,如电焊机、电阻炉等。

分类:按所通断电流的种类,接触器分为交流接触器和直流接触器。

结构:可分为电磁系统、触点系统和灭弧装置三大部分。交流接触器的基本结构如图 1-1-13 所示。

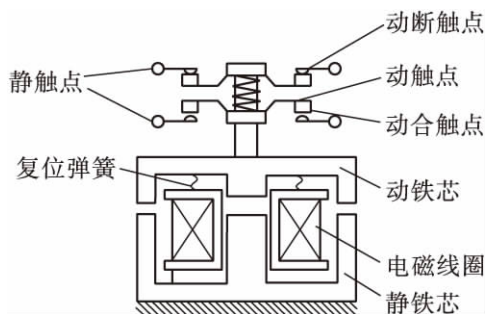


图 1-1-13 交流接触器的基本结构图

工作原理:



电磁线圈通电，产生的电磁吸力将动铁芯往下吸，带动动触点向下运动，动断触点断开、动合触点闭合，从而分断和接通电路。

线圈断电，动铁芯在反作用弹簧的作用下向上弹回原位，动断触点重新接通、动合触点重新断开。

接触器实际上是一个电磁开关。

接触器的触点又分为主触点和辅助触点。主触点一般为三级动合触点，通过的电流较大，用于通断三相负载的主电路。辅助触点有动合和动断触点，用于通断电流较小的控制电路。

接触器的文字符号为 KM，图形符号及外形如图 1-1-14 所示。

国产型号的交流接触器有 CJ10、CJ12、CJ20 系列产品。

国外技术生产的新产品有 3TB 和 3TF 系列、LC1-D 系列、B 系列等。

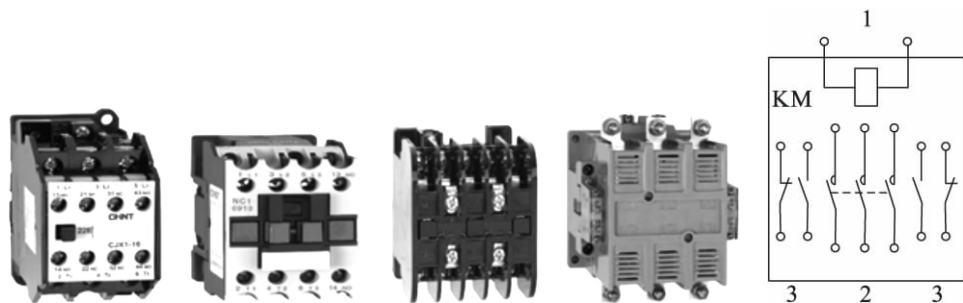


图 1-1-14 交流接触器外形、图形符号图

三、绘制、识读电气控制线路图

各种生产机械的电气控制线路常用电气原理图、接线图和布置图来表示。

1. 电气原理图

电气原理图是绘制安装接线图的基本依据；而安装接线图是电气原理图具体现实的表现，可直接用于安装配线，图中只表示电气元件的安装位置、实际配线方式等，而不明确表示电路的原理和电气元件的控制关系。

绘制、识读电气原理图应遵循以下原则：

(1) 电气原理图一般分主电路和辅助电路两部分。

主电路：电气控制线路中大电流通过的部分，包括从电源到电机之间相连的电器元件；一般由组合开关、主熔断器、接触器主触点、热继电器的热元件和电动机等组成。

辅助电路：控制线路中除主电路以外的电路，其流过的电流比较小。辅助电路包括控制电路、照明电路、信号电路和保护电路。其中控制电路是由按钮、接触器和继电器的线圈及辅助触点、热继电器触点、保护电器触点等组成。

(2) 原理图中各电器元件不画实际外形图，所有元件都应采用国家标准中统一规定的图形符号和文字符号。

(3) 原理图中同一电器元件的各个部分可以不画在一起。



(4) 原理图绘制应布局合理、排列整齐。

(5) 电器元件应按功能布置，尽量按工作顺序排列。

(6) 画电路图时应尽可能减少线条和避免线条交叉。直接相连交叉的导线连接点，要用黑圆点表示；不直接相连但看起来交叉的连接点不画黑圆点。

(7) 电路图导线编号。对电路中的各个连接点的导线用字母或数字编号。主电路在电源开关的出线端按相序依次编号 U11、V11、W11。然后按从上到下、从左到右的顺序，每经过一个电器元件后，编号要递增，如 U12、V12、W12，U13、V13、W13……单台三相交流电动机（或设备）的 3 根引出线按相序依次编号，分别为 U、V、W。对于多台电动机引出线的编号，可在字母前用不同的数字加以区别，如 1U、1V、1W，2U、2V、2W……辅助电路线根据“等电位”原则按从上到下、从左到右的顺序用数字依次编号，每经过一个电器元件后，编号要依次递增。控制电路编号的起始数字必须是 1，其他辅助电路编号的起始数字依次递增 100，如照明电路编号从 101 开始，指示电路编号从 201 开始，等等。

2. 接线图

绘制电气安装图应遵循的主要原则如下：

(1) 必须遵循相关国家标准绘制电气安装接线图。

(2) 各电器元器件的位置、文字符号必须和电气原理图中的标注一致，同一个电器元件的各部件（如同一个接触器的触点、线圈等）必须画在一起，各电器元件的位置应与实际安装位置一致。

(3) 不在同一安装板或电气柜上的电器元件或信号的电气连接一般应通过端子排连接，并按照电气原理图中的接线编号连接。

(4) 走向相同、功能相同的多根导线可用单线或线束表示。画连接线时，应标明导线的规格、型号、颜色、根数和穿线管的尺寸。

3. 布置图

电器元器件布置图的设计应遵循以下原则：

(1) 必须遵循相关国家标准设计和绘制电器元件布置图。

(2) 相同类型的电器元件布置时，应把体积较大和较重的安装在控制柜或面板的下方。

(3) 发热的元器件应该安装在控制柜或面板的上方或后方，但热继电器一般安装在接触器的下面，以方便与电机和接触器的连接。

(4) 需要经常维护、整定和检修的电器元件、操作开关、监视仪器仪表，其安装位置应高低适宜，以便工作人员操作。

(5) 强电、弱电应该分开走线，注意屏蔽层的连接，防止干扰的窜入。

电器元器件的布置应考虑安装间隙，并尽可能做到整齐、美观。一般情况下，电气原理图、布置图和接线图需配合起来使用。