



模块

1

城市轨道交通车辆电气牵引系统构成



学习目标

- (1) 掌握城市轨道交通车辆电气牵引系统的组成。
- (2) 认识车辆常用低压电器。
- (3) 能够连接低压电气电路,并对电路进行故障分析。



学习重点

- (1) 车辆常用低压电器。
- (2) 自锁、互锁电路。
- (3) 车辆电路的识图。

1.1 城市轨道交通车辆电气牵引系统基础

1.1.1 城市轨道交通车辆电气牵引系统概述

城市轨道交通车辆电气牵引系统包括车辆上的各种电气设备及控制电路。城市轨道交通车辆将外部接触网输入的电能传递给动车车轮,是通过一整套与电能有关的能量变换、传递及控制装置实现的。

城市轨道交通车辆电气牵引系统由牵引动力系统、辅助供电系统和控制系统组成。牵引动力系统属于高压电路,一般为 1 500 V、750 V、600 V 直流供电,通常由三相 50 Hz、380 V/220 V 交流电路构成;控制系统通常由电压为 110 V、24 V 或其他电压值的直流电路组成。城市轨道交通车辆电气系统所需的电能,都是通过架空接触网(第三轨)供给的。

车辆电气牵引系统按其功能及电压的不同,可分为牵引高压电路(主电路)、辅助供电电路和控制电路 3 部分;设计时,又可根据功能的不同细分为主电路、牵引/制动电路、辅助电



路、监控信息电路、照明电路、空调电路、附属设备电路、车门控制电路和车钩电路等。

电气牵引系统是列车各系统中的关键部分,在该系统中,通过继电器、按钮和旋钮可以实现电路一定的逻辑功能,以满足列车整体性牵引、制动控制的条件。

电气牵引系统按实现功能的不同,可分为激活列车控制电路、初始条件设置控制电路、牵引控制电路、制动控制电路、车门控制电路、通信控制、照明控制电路等几部分。其中,激活列车控制电路是最为根本的控制电路,该部分电路启动后,其他部分电路的功能才具备动作条件。其他部分电路则是具体功能性控制电路。

1.1.2 城市轨道交通车辆电气部件与设备

1. 牵引高压电路

为满足城市轨道交通客运量的需要,城市轨道交通车辆通常采用3辆、4辆、5辆、6辆等几种编组形式。北京某地铁线路列车采用2动2拖4辆编组,如图1-1(a)所示;长春地铁1号线采用4动2拖6辆编组,如图1-1(b)所示。其中,Tc车为带有司机室的拖车,M车为带有受流器的动车。在两列Tc车上设置了可对列车进行牵引制动控制的司机操作台。

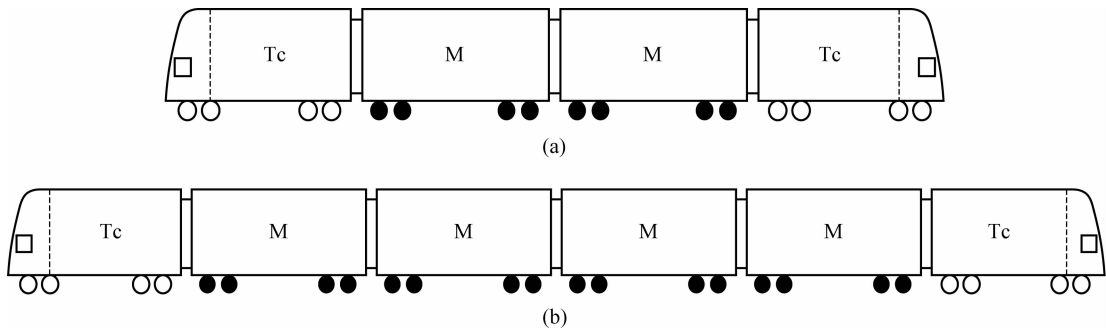


图 1-1 地铁列车编组

(a)2动2拖4辆编组 (b)4动2拖6辆编组

车辆采用DC 750 V受流器供电方式,每列车分为2个动力单元,每个单元由1个动车和1个拖车构成。如图1-2所示,对于每个单元,在中间的动车(M车)上设置4个受流器,在Tc车上设置2个受流器,将电网提供的额定DC 750 V高压电源提供给车辆高压设备;单元内设高压母线以保证每个单元内的牵引设备和辅助设备都能通过受流器进行受电。此外,为了保证列车运行的可靠性,全列车设置辅助高压母线,以保证当一个受流器出现故障时,另一个受流器能保证所有辅助供电系统的高压供电。列车高压牵引动力系统由受流器、高压电器箱(PH箱)、牵引逆变器、滤波电抗器、牵引电动机(traction motor)、制动电阻(braking resistor)等部件构成。

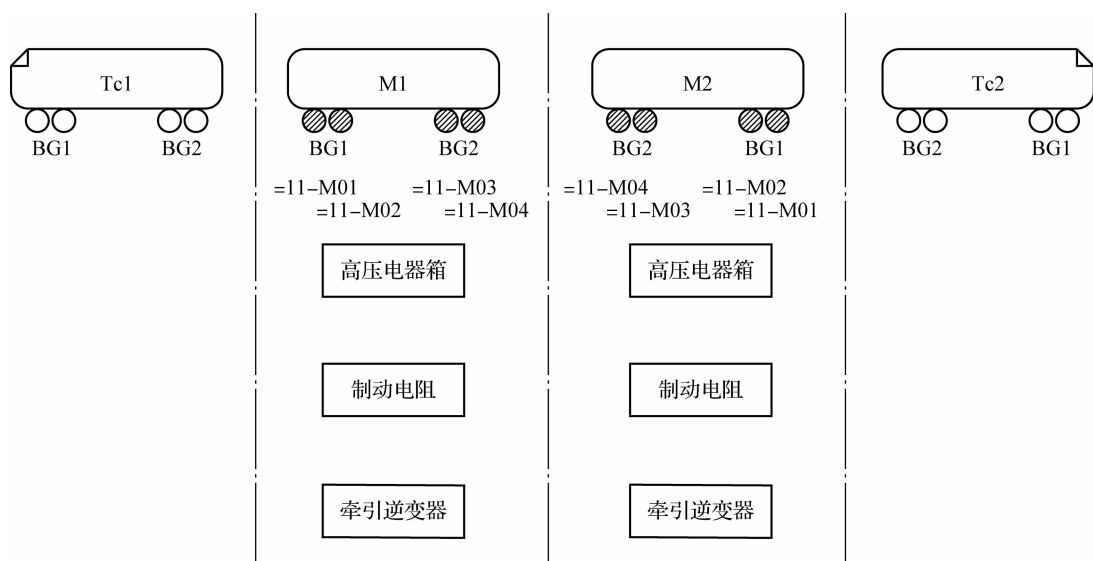


图 1-2 列车高压牵引动力系统的构成

如图 1-3 所示,主隔离开关(MQS)、高速断路器(high speed circuit-breaker, HSCB)集成在高压电器箱中,母线接触器(BLB)、母线高速断路器(BHB)、主熔断器(MF)集成在母线高速断路器箱中,母线熔断器(BF)、MF 集成在母线熔断器箱中,三位置转换开关(BQS)、辅助隔离开关(AQS)、辅助熔断器(AF)、辅助母线熔断器(BAF)、车间电源连接器(WXP)、网压检测电压传感器(SV)、网压检测电路熔断器(VF)、隔离二极管(VD1)集成在辅助高压电器箱中。

如图 1-4 所示,BQS 有“运行”“车间”“切除”三个位置。当 BQS 处于“运行”位时,通过第三轨受流器受流的 750 V 电源接入牵引主电路及辅助高压电路。当 BQS 处于“车间”位时,车间电源输入的 750 V 电源由 BQS 的“车间”位接入;“运行”位无高压输入,牵引主电路被隔离,此时辅助电源由车间电源供电。BQS 带有低压辅助触点,该辅助触点将被引出作为联锁信号。当 BQS 处于“切除”位时,牵引主电路及辅助电源电路都被隔离。

高压牵引母线电路说明:BHB、BF 作为单元内两个动车之间牵引母线的短路或接地保护。牵引母线电路的 BLB、BHB、BF 将车辆(Tc 车、M 车、M 车、Tc 车)间的所有高压输入贯通连接,以保证牵引系统在过无电区时,可通过大的无电区且没有动力损失。

HSCB 为牵引系统的总开关。每个高压电器箱内都有 1 个 HSCB,用于给车上的牵引设备提供过流和短路保护。HSCB 的断开方式有两种:一种是通过牵引控制单元(drive control unit, DCU)来控制的,另一种是由过流和短路故障而引发的脱扣分断。

DC 750 V 电源从受电弓经前级高压电路被送到高压电器箱,再经 HSCB、充电接触器 KM12(KM22)、充电电阻 R11(R21)、短接接触器(KM11/KM21)传输到电抗器和牵引逆变器,如图 1-5 所示。KM12、KM22 为单极电磁型接触器,其作用是向牵引逆变器中的支撑电容器充电。充电接触器与 R11/R21 一起作用,避免电压突变对支撑电容器造成损伤。

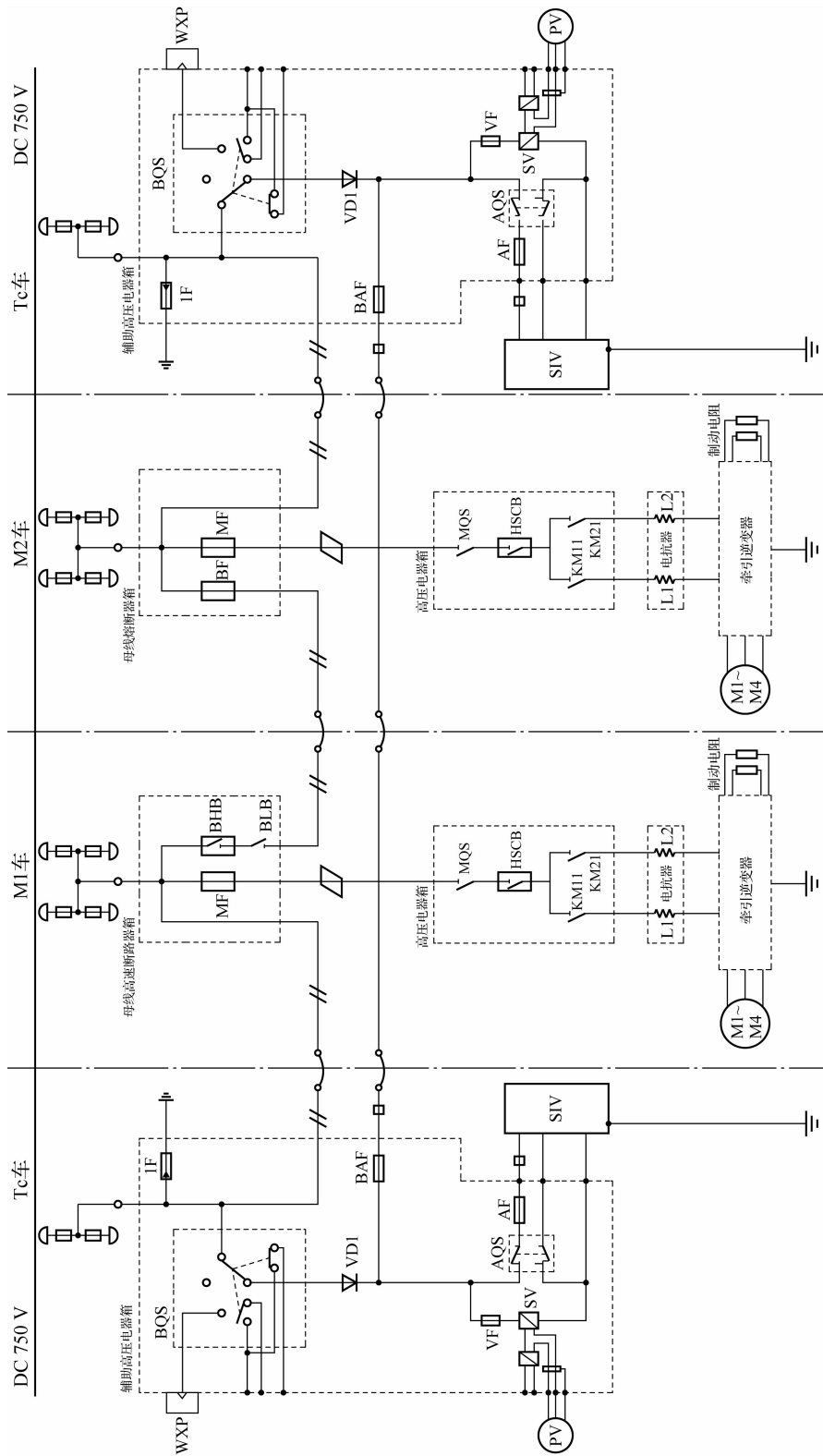


图 1-3 车辆电路原理

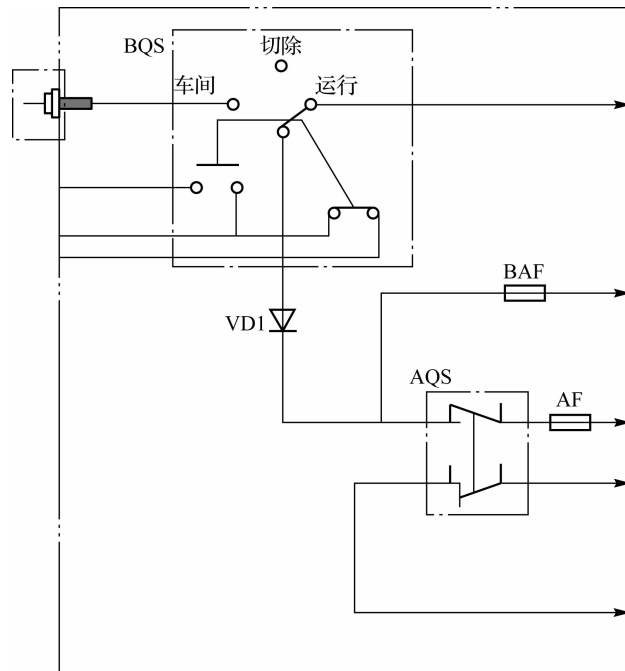


图 1-4 三位转换开关电路

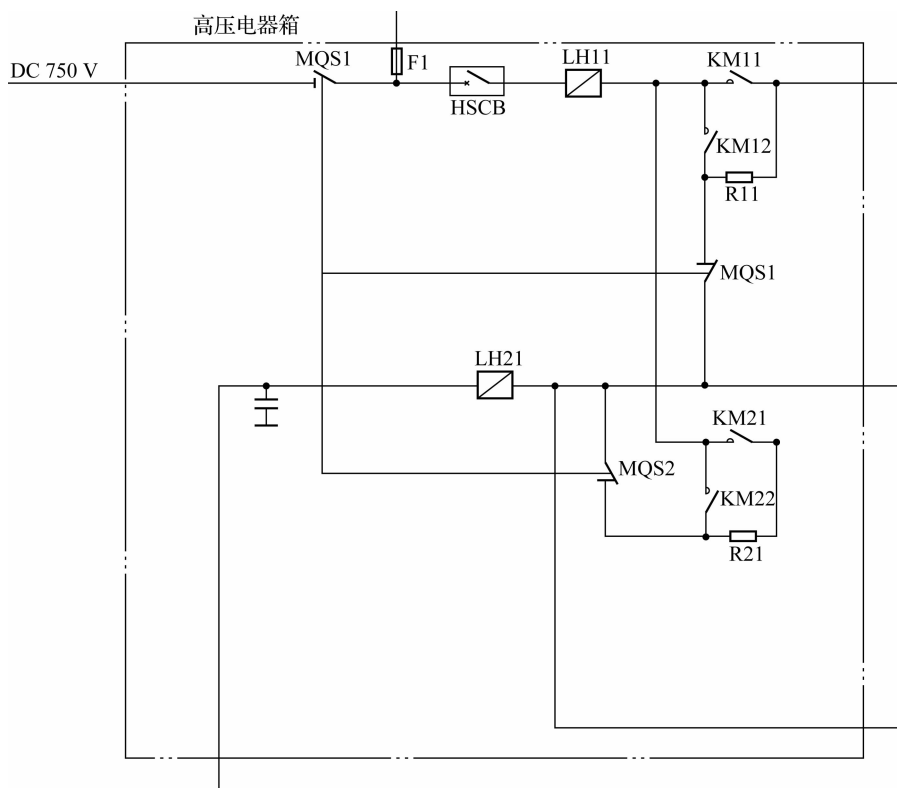


图 1-5 高压电器箱电路



牵引系统采用变压变频(variable voltage variable frequency, VVVF)逆变器(牵引逆变器)和异步牵引电动机构成的交流传动系统。VVVF 逆变器采用绝缘栅双极晶体管(insulated gate bipolar transistor, IGBT)功率器件,为实现热管散热器自然冷却,采用高性能的交流传动直接转矩控制策略。交流传动系统优先使用电制动,具有反应迅速、可靠的空转/滑行保护等特性。

牵引逆变器作为整个交流传动系统的重要组成部分,其基本功能是把从直流电源中获得的直流电压变换成频率和幅值都可调的三相交流电,并给牵引电动机供电。根据中间储能元件的不同来分类,牵引逆变器可分为电压型逆变器和电流型逆变器。

2. 辅助供电电路

如图 1-6 所示,图中画框的部分为北京燕房线辅助供电系统车载设备的配置,辅助电源将直流电压(DC 750 V)逆变成三相交流电压(AC 380 V),为空调、空气压缩机、照明及控制电路等提供稳定的三相四线制的交流电压,并将交流电压(AC 380 V)通过蓄电池充电器变换成蓄电池与低压直流负载使用的 DC 110 V 电压,DC 24 V 电压由 DC/DC 模块提供。

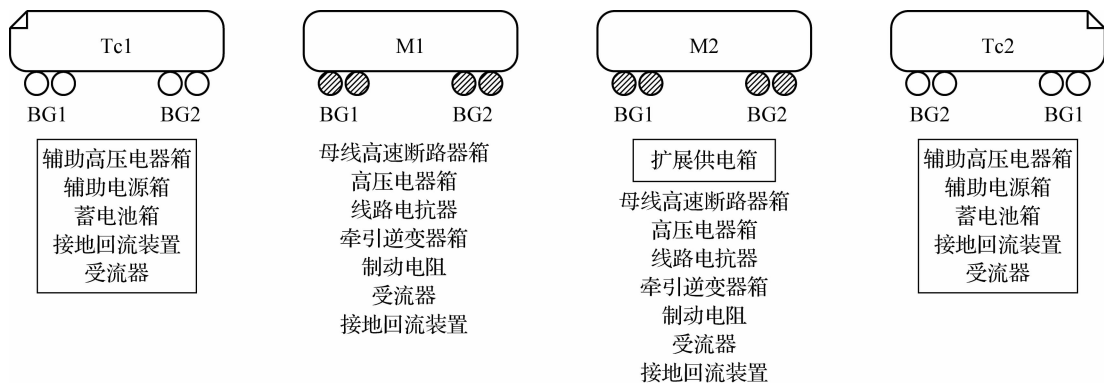


图 1-6 车辆辅助供电系统配置

在每个单元的 Tc 车上配置 1 个辅助高压电器箱,箱内设置 1 台辅助电源箱(SIV),每台 SIV 的输出功率总容量为 220 kVA,其中辅助供电系统交流输出容量为 195 kVA,直流输出容量为 25 kW。SIV 的交流输出同时作为蓄电池充电器的输入。当直流负载低于 25 kW 时,其余容量可用于 AC 380 V 负载。4 节编组列车有 2 台 SIV,正常运行时,它们一起向 4 节编组列车的负载供电。如果某台 SIV 故障,则这台辅助电源箱的输出会被封锁,由另一台辅助电源箱通过扩展供电电路为整列车的基本负载供电。

对于 DC 110 V、DC 24 V 耗能设备的供电和 110 V 蓄电池的充电,在 2 个单元上各安装 2 个直流电源,直流电源 DC 110 V 的输出功率为 25 kW(含 DC 24 V 负载)。

辅助供电系统主电路设备分为辅助电源箱和扩展供电箱。DC 750 V 电压经辅助高压电器箱内的三位置转换开关(BQS)、辅助熔断器(AF)送入逆变电路。在逆变电路中,直流输入高压经直流滤波电抗器(FL)、电容器、充放电电路(RC、KM2、RD)、直流滤波电抗器(FC),送至 IGBT 逆变器进行逆变后输出脉宽调制(pulse-width modulation, PWM)交流电

压。送入输出变压器(TR1)进行电压隔离、降压,再经过三相交流滤波器(ACC)滤波得到低谐波含量的三相正弦电压,输出三相 380 V、50 Hz 电压,在任何一相输出线与变压器的中性点之间均可得到单相交流 220 V 电压。DC 110 V 蓄电池充电机电路采用三相全波整流加半桥式高频 DC/DC 电路。从逆变器电路输出的稳定三相交流 380 V 电压经过三相电抗器(L3)输入 DC 110 V 充电机模块。DC 110 V 充电机电路的工作原理为:三相交流 380 V 电压经过自动开关(QF11)/预充电电阻(Rd1、Rd2)输入三相整流桥整流,滤波后得到直流电压(中间电路电压)。当中间电路滤波电容电压达到一定值时,闭合接触器(KM11)端接预充电电阻。中间电路电压经半桥变换电路变换为高频矩形波电压、经高频变压器进行隔离、降压,再经过高频整流桥整流,电抗器、电容器滤波后得到稳定的 DC 110 V 电源,给 110 V 蓄电池充电及通过 110 V 干线给车辆 110 V 用电器供电。

1.2 旋钮、按钮及开关

1.2.1 转换开关

转换开关又称组合开关或万能开关,是一种可供两路或两路以上电源或负载转换用的开关电器。转换开关主要由手柄和几个相同结构的触点盒组成,每个触点盒中至少有两对触点。图 1-7 为转换开关的外形。



图 1-7 转换开关的外形

转换开关是一种多挡式、控制多回路的主令电器,其特点是结构紧凑、安装面积小、操作方便。转换开关主要用于各种控制线路的转换,电压表、电流表的换相测量控制,配电装置线路的转换和遥控,等等。转换开关还可用于直接控制小容量电动机的启动、调速和换相。转换开关触点挡位多、换接线路多、用途广泛,故有“万能”之称。

当转动手柄时,转换开关中心的转动轴和凸轮可带动各触点盒中的触点闭合或断开。根据所控制的触点对数的不同,手柄有不同的操作位置。如图 1-8 所示,转动轴 6 带动开关内部的凸轮 2 转动,从而使触点按规定顺序闭合或断开。

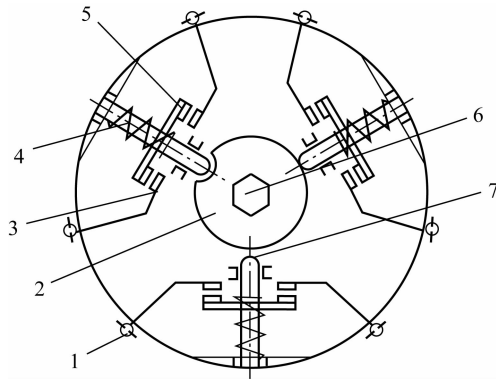


图 1-8 转换开关的结构

1—接线端子；2—凸轮；3—静触点；4—弹簧；5—动触点；6—转动轴；7—支杆

图 1-9 为转换开关的原理,通过转动手柄,可以将 3 对(①和②、③和④、⑤和⑥)触点接通或断开。

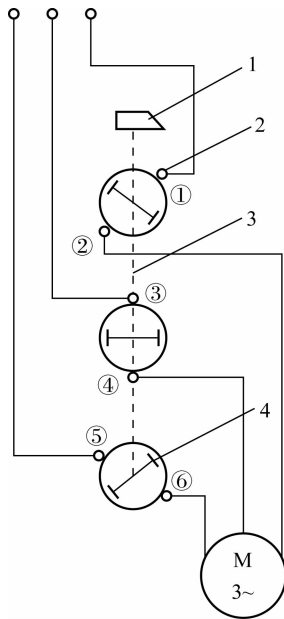


图 1-9 转换开关的原理

1—手柄；2—静触点；3—转动轴；4—动触点

转换开关的文字符号为 SA。在电气原理图中,当手柄转到不同挡位时,各触点的通断状态用黑色圆点“·”表示,有黑色圆点的表示触点闭合,无黑色圆点的表示触点断开。图 1-10 为转换开关在电气原理图中的表示,其中功能 1 表示接线端子 1 和接线端子 2 连接,功能 2 表示接线端子 3 和接线端子 4 连接,功能 3 表示接线端子 5 和接线端子 6 连接。

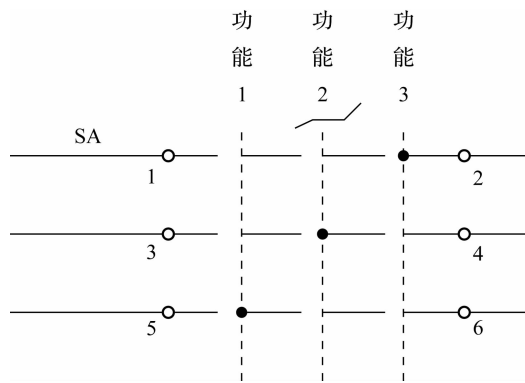


图 1-10 转换开关在电气原理图中的表示

1.2.2 旋钮开关

旋钮开关是以旋转手柄来控制主触点通断的一种开关,其外形如图 1-11 所示。旋钮开关的结构形式有两种,分别是单极单位结构和多极多位结构。

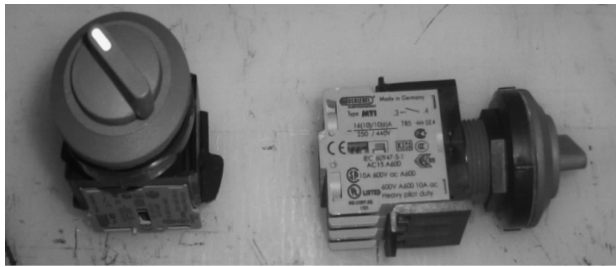


图 1-11 旋钮开关的外形

单极单位旋转开关[见图 1-12(a)、(b)]在应用中常与转轴式电位器共同使用,而多极多位旋转开关[见图 1-12(c)]多用于工作状态线路的切换。旋钮开关一般不具备自复位功能。

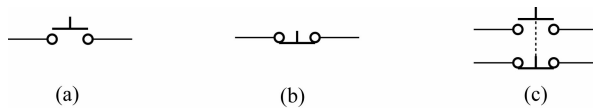


图 1-12 旋钮开关的电路表示

(a)常开按钮 (b)常闭按钮 (c)常开常闭联动按钮

在城市轨道交通车辆上,旋钮开关主要设于司机室设备和主驾驶台上,一些主要指令(如受电弓的升起和降落、高速开关的分断和闭合、车门的开关等)都是通过旋钮开关来实现的。图 1-13 为旋钮开关在电路图中的表示。当旋钮开关旋至分位或合位时,线路被导通或断开。

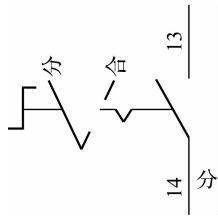


图 1-13 旋钮开关在电路图中的表示

常见的旋钮开关主要有以下几类：

1. 两位按钮开关

两位按钮开关的初始位为 OFF 位。按住两位按钮开关,变为 ON 位;松开两位按钮开关,恢复到 OFF 位。ON 位无法自保持。两位按钮开关的电路表示如图 1-14 所示。

2. 两位蘑菇按钮开关

两位蘑菇按钮开关的初始位为 ON 位;按下两位蘑菇按钮开关,变为 OFF 位;逆时针旋转按钮上面的蘑菇头,恢复到 ON 位。ON 位和 OFF 位均能自保持。两位蘑菇按钮开关的电路表示如图 1-15 所示。

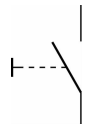


图 1-14 两位按钮开关的电路表示

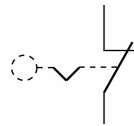


图 1-15 两位蘑菇按钮开关的电路表示

3. 两位旋钮开关

两位旋钮开关与两位按钮开关唯一的区别是,它比两位按钮开关多了一对开关触点,这里分别用 13-14 和 21-22 表示,如图 1-16 所示。图中的虚线 A 和实线 B 表示开关在初始位时所对应的触点 21-22 和触点 13-14 分别为常开和常闭。初始位通常指两位旋钮开关处在中间位置,若先左旋,则触点 21-22 和触点 13-14 分别变为 ON 位和 OFF 位;再右旋,则回到初始位。

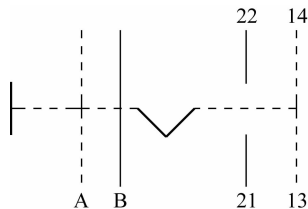


图 1-16 两位旋钮开关的电路表示

4. 三位旋钮开关

三位旋钮开关的电路表示如图 1-17 所示,虚线 A、实线 B 和虚线 C 分别表示左旋位、中间位(或称为 0 位)和右旋位。若左旋,则触点 23-24 闭合(ON 位);若右旋,则触点 13-14 闭合。通常,三位旋钮开关位于中间位,左旋位和右旋位均不能自保持,松手后自动回到中间位。

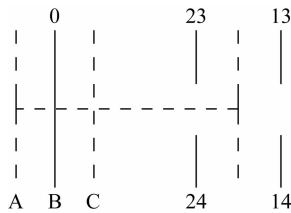


图 1-17 三位旋钮开关的电路表示

5. 开关门模式旋钮开关

开关门模式旋钮开关的电路表示如图 1-18 所示,旋钮的挡位如图 1-19 所示。当处于手动位时,触点 1、2 接通,触点 9、10 接通;当处于半位时,触点 3、4 接通,触点 11、12 接通;当处于自动位时,触点 5、6 接通,触点 7、8 接通。

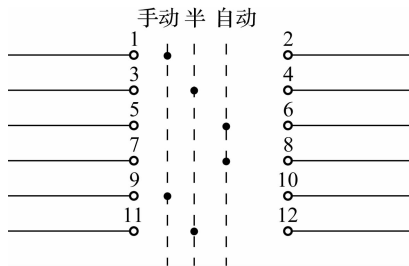


图 1-18 开关门模式旋钮开关的电路表示

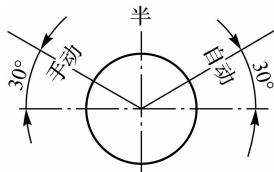


图 1-19 旋钮的挡位

1.2.3 按钮开关

按钮开关又称控制按钮(简称“按钮”),是一种按下即动作、释放即复位的用来接通和分断小电流电路的低压电器。按钮一般用于交(直)流电压在 440 V 以下、电流小于 5 A 的控



制电路中,一般不直接用来操纵主电路,也可以用于互联电路中。在电路中,按钮用于发出启动或停止指令,以控制电磁启动器、接触器、继电器等电器线圈电流的接通和断开。按钮的文字符号为 SB。

按钮一般由按钮帽、复位弹簧、动触桥、动合触点、动断触点及外壳组成。按钮的种类很多,有常开按钮、常闭按钮和复合按钮等。

对于常开按钮,未按下时,触点断开;按下时,触点接通。松开按钮后,在复位弹簧的作用下,触点又返回原位断开。常开按钮常用作启动按钮。

对于常闭按钮,未按下时,触点闭合;按下时,触点断开。松开按钮后,在复位弹簧的作用下,触点又返回原位闭合。常闭按钮常用作停止按钮。

将常开按钮和常闭按钮组合为一体,即为复合按钮。按下时,复合按钮的常闭触点先断开,常开触点后闭合;松开后,在复位弹簧的作用下,常开触点先恢复断开,常闭触点后恢复闭合。复合按钮常用在控制电路中做电气联锁。

常开按钮、常闭按钮、复合按钮静态时的触点分合情况如图 1-20 所示,常开按钮、常闭按钮、复合按钮在电气原理图中的表示如图 1-21 所示。

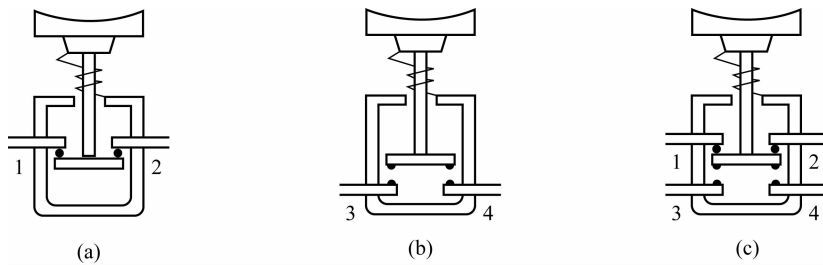


图 1-20 常开按钮、常闭按钮、复合按钮静态时的触点分合情况

(a)常开按钮 (b)常闭按钮 (c)复合按钮

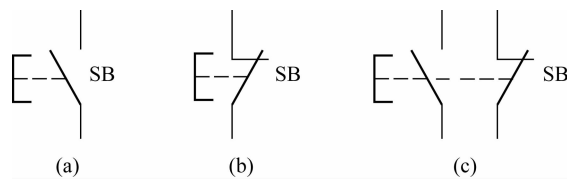


图 1-21 常开按钮、常闭按钮、复合按钮在电气原理图中的表示

(a)常开按钮 (b)常闭按钮 (c)复合按钮

在实际使用中,为了防止误操作,通常在按钮上做出不同的标记或涂以不同的颜色(如红色、黄色、蓝色、白色、黑色、绿色等)以示区别。一般情况下,红色表示“停止”或“危险”情况下的操作,绿色表示“启动”或“接通”。急停按钮必须用红色蘑菇头按钮。按钮必须要有金属的防护挡圈,且挡圈要高于按钮帽,以防止意外触动按钮而产生误动作。用于安装按钮的按钮板和按钮盒的材料必须是金属的,并且必须与机械的总接地母线相连。

城市轨道交通车辆操作人员需要根据实际情况进行某一特定设置,从而对按钮(见图 1-22)进行操作,引起一组行程开关动作或多组行程开关联动,进而实现控制功能。

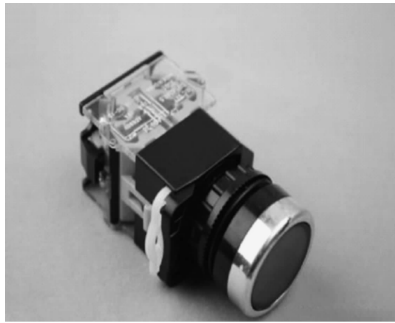


图 1-22 城市轨道交通车辆所用按钮

1.2.4 空气开关

空气开关(见图 1-23)又名空气断路器,是断路器的一种,是一种只要电路中的电流超过额定电流就会自动断开的开关。空气开关是低压配电网络和电力拖动系统中非常重要的一种电器,它集控制和多种保护功能于一身,除能实现接触和分断电路的功能外,还能对电路或电气设备发生的短路、严重过载及欠电压等进行保护,同时也可用于不频繁地启动电动机。空气开关的文字符号为 QF。空气开关的电气原理如图 1-24 所示。



图 1-23 空气开关

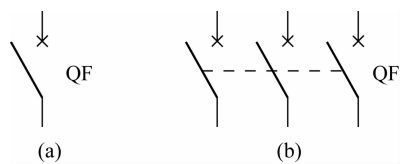


图 1-24 空气开关的电气原理

(a)单极 (b)三极

1.2.5 行程开关

行程开关(见图 1-25)是位置开关(限位开关)的一种,是一种常用的小电流主令电器。行程开关利用生产机械运动部件的碰撞使其触点动作,达到接通或分断控制电路的目的。



通常,行程开关被用来限制机械运动的位置或行程,使运动机械按一定位置或行程自动停止、反向运动、变速运动或自动往返运动等。

城市轨道交通车辆操作人员需要根据实际情况进行某一特定设置,通过对旋钮开关进行操作,引起一组行程开关动作或多组行程开关联动,进而导通或中断行程开关两端的电路,实现控制功能,如实现对车门关闭、安全门锁闭、设备柜照明灯的控制等。



图 1-25 行程开关

行程开关主要由滚轮、撞杆(操作机构)、触点系统(微动开关)、接线端子、传动部分和壳体等组成。行程开关可分为直动式、滚动式和微动式 3 种类型,如图 1-26 所示。

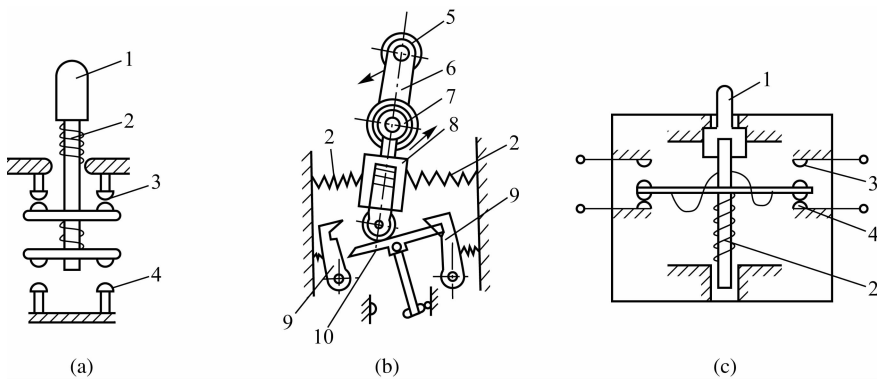


图 1-26 行程开关的类型

(a)直动式行程开关 (b)滚动式行程开关 (c)微动式行程开关

1—推杆; 2—弹簧; 3—动合触点; 4—动断触点; 5—滚轮; 6—撞杆;

7—凸轮; 8—套架; 9—压板; 10—横板

当行程开关动作时,撞块撞击带有滚轮的撞杆,撞杆转向,带动凸轮转动,顶下推杆,同时带动微动开关中的吸合弹簧使其受力,从而让触点迅速动作。

例如,通过操纵一副行程开关来监控列车安全门的锁闭状态,如果安全门未锁闭,则列车不会启动。图 1-27 为利用行程开关监测车门状态的电气原理。

将车门关闭行程开关串入列车车门安全回路,可以保证列车车门安全关闭。

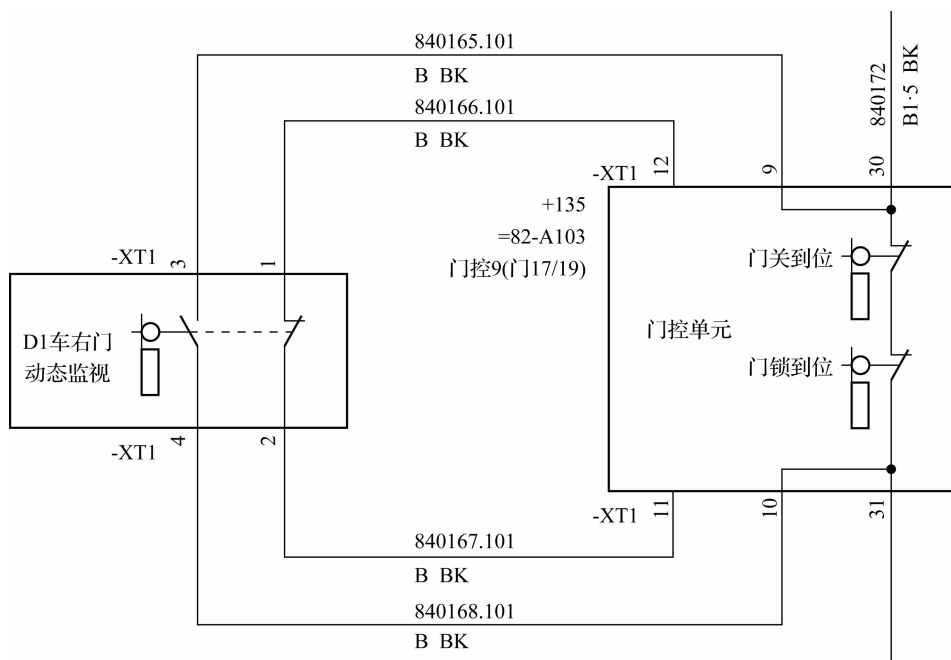


图 1-27 利用行程开关监控车门状态的电气原理

1.3 继电器

继电器是实现各项逻辑功能的主要部件,通过确定继电器的线圈得电吸合条件及其触点开关所关联的功能电路,可以实现一定逻辑的电路控制。继电器是一种电控制器件,能够反映控制系统(输入回路)和被控制系统(输出回路)之间的互动关系,通常应用于自动化的控制电路中。继电器实际上是一种用小电流控制大电流运作的“自动开关”,因此在电路中起着自动调节、保护安全、转换电路等作用。城市轨道交通车辆常用的继电器有以下几种:

1.3.1 普通继电器

普通继电器负载较小,触点容量小,没有灭弧装置,结构简单,但对动作准确性的要求较高。图 1-28 为车辆电气设备柜中的普通继电器。

1. 结构

普通继电器由测量机构和执行机构两部分组成。

(1) 测量机构。测量机构就是电磁机构,用来接收输入量,并将其转变为电压、电流等继电器工作所必需的物理量。

(2) 执行机构。执行机构就是触点,用来改变原来所处状况,通常接在控制电路中,因



此,它通过的电流较小(一般在 20 A 以下)。执行机构的结构多采用板式和桥式的点接触银质触点,银质触点通常焊在弹簧片上,弹簧片既产生触点压力,又作为传导电流的触点支架。触点必须工作可靠。对普通继电器触点的主要要求是耐振动和耐冲击,不产生误动作;触点接触电阻要小,以便接触可靠;耐磨损、抗熔焊;使用寿命长;等等。

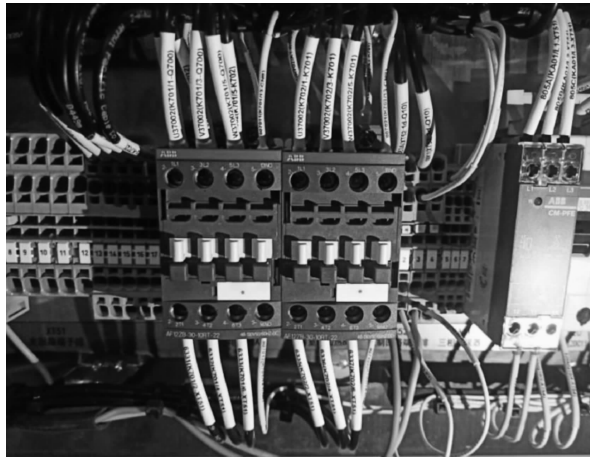


图 1-28 车辆电气设备柜中的普通继电器

2. 工作原理

电磁继电器一般由铁芯、线圈、衔铁、触点簧片等组成。只要在线圈两端加上一定的电压,线圈中就会流过一定的电流,从而产生电磁效应。衔铁就会在电磁力的作用下克服返回弹簧的拉力,被吸向铁芯,从而带动衔铁的动触点与静触点(常开触点)吸合。当线圈断电后,电磁的吸引力也随之消失,衔铁就会在弹簧的作用下返回到原来的位置,使动触点与原来的静触点(常闭触点)释放。通过吸合、释放,达到在电路中的导通、切断的目的。

对于继电器的常开触点和常闭触点,可以这样来区分:继电器线圈未通电时处于断开状态的静触点,称为常开触点;处于接通状态的静触点称为常闭触点。继电器一般有两股电路,分别为低压控制电路和高压工作电路。

城市轨道交通车辆通常安装有上千个继电器,主要用来参与列车的硬线逻辑控制。常用的继电器主要有 Smitt(施密特)继电器、Siemens(西门子)继电器、Yaskawa(安川)继电器、GE 继电器和 Schneider(施耐德)继电器。

普通继电器的工作原理如图 1-29 所示。

当在线圈两端增加 DC 110 V 电压时,该继电器线圈将驱动铁芯运动,带动触点动作,从而实现触点两端的电路导通或断开,达到控制的目的。继电器线圈、触点的图形符号如图 1-30 所示。

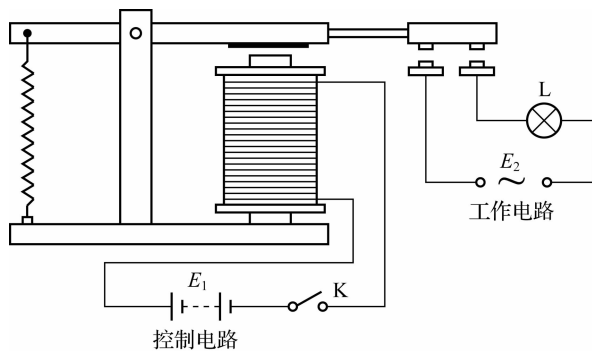


图 1-29 普通继电器的工作原理

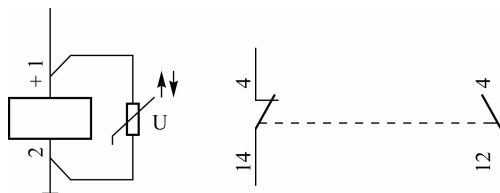


图 1-30 继电器线圈、触点的图形符号

3. 技术参数

继电器的主要技术参数为额定工作电压、直流工作电阻(线圈阻抗)、吸合电流、释放电流、触点切换电压和电流(触点容量)等。

(1) 额定工作电压。额定工作电压是指继电器正常工作时线圈所需要的电压。根据继电器的型号不同,额定工作电压可以是交流电压,也可以是直流电压。

(2) 直流工作电阻(线圈阻抗)。直流工作电阻是指继电器中线圈的直流电阻,可以通过万用表来测量。

(3) 吸合电流。吸合电流是指继电器能够产生吸合动作的最小电流。在正常使用时,给定的电流必须略大于吸合电流,这样继电器才能稳定地工作。而对于线圈所加的工作电压,一般不要超过额定工作电压的 1.5 倍,否则会产生较大的电流而把线圈烧毁。

(4) 释放电流。释放电流是指继电器产生释放动作的最大电流。当继电器吸合状态的电流减小到一定程度时,继电器就会恢复到未通电的释放状态,这时的电流远远小于吸合电流。

(5) 触点切换电压和电流(触点容量)。触点切换电压和电流是指继电器允许加载的电压和电流。它决定了继电器能控制电压和电流的大小,使用时不能超过此值,否则很容易损坏继电器的触点。

4. 继电器测试

(1) 测触点电阻。用万用表的电阻挡测量常闭触点与动点电阻,其阻值应为 0;而常开



触点与动点的阻值为无穷大。由此可以区别出哪个是常闭触点,哪个是常开触点。

(2) 测线圈电阻。用万能表 $R \times 10 \Omega$ 挡测量继电器线圈的阻值,从而判断开路现象。

(3) 测量吸合电压和吸合电流。用可调稳压电源和电流表给继电器输入一组电压,且在供电回路中串入电流表进行监测。慢慢调高电源电压,当听到继电器吸合声时,记下此时的吸合电压和吸合电流,为求准确,可以多尝试几次来求平均值。

(4) 测量释放电压和释放电流。也是像上述那样连接测试,当继电器发生吸合后,逐渐降低供电电压,当听到继电器再次发出释放声音时,记下此时的电压和电流,也可多尝试几次而取平均的释放电压和释放电流。一般情况下,继电器的释放电压为吸合电压的 $10\% \sim 50\%$,如果释放电压太小(小于 $1/10$ 的吸合电压),会对电路的稳定性造成威胁,工作不可靠。

1.3.2 接触器

接触器(见图 1-31)是一种电磁式自动开关,主要用于远距离频繁接通和分断交直流主电路及大容量控制电路。其主要的控制对象为电动机。根据主触点通过电流的种类不同,接触器有交流接触器和直流接触器之分。接触器的动力来源是电磁机构。



图 1-31 接触器

部分需要控制大电流的继电器称为接触器,其工作原理与继电器类似,不仅能接通和切断电路,还具有低电压释放保护作用。接触器控制容量大,适用于频繁操作和远距离控制。接触器的图形符号如图 1-32 所示。

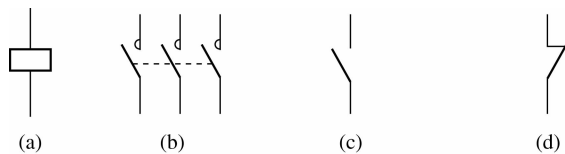


图 1-32 接触器的图形符号

(a)线圈 (b)主触点 (c)辅助常开触点 (d)辅助常闭触点

接触器的应用有如下几个方面:

(1) 自锁应用。接触器通过自身的常开辅助触头使线圈总是处于得电状态的现象,称为自锁。在接触器线圈得电后,利用自身的常开辅助触点保持回路的接通状态,一般对象是

对自身回路的控制。如果将常开辅助触点与启动按钮并联,当按下启动按钮时,接触器动作,辅助触点闭合,并保持状态,此时即使松开启动按钮,接触器也不会失电断开。接触器的自锁电路如图 1-33 所示。

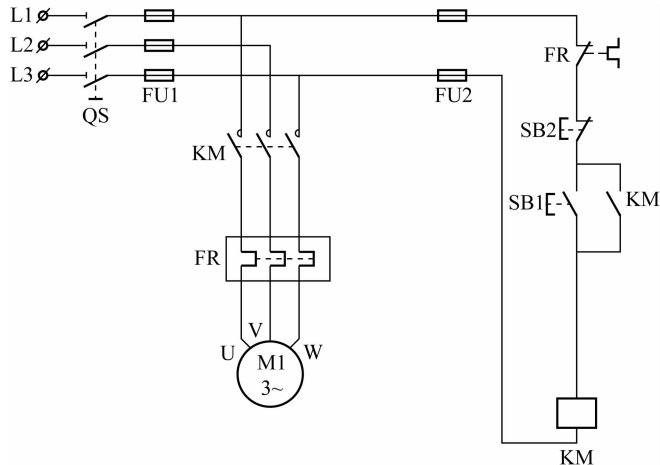


图 1-33 接触器的自锁电路

(2) 互锁应用。两个不同的节点各自串联在对应的电路中互相制约的现象,称为互锁。两个或多个回路之间,利用某一回路的辅助触点来控制对方的线圈回路,以保持状态或进行功能限制。如图 1-34 所示,利用两个交流接触器交替工作来改变电动机接入电源的相序,从而实现电动机正反转的控制。

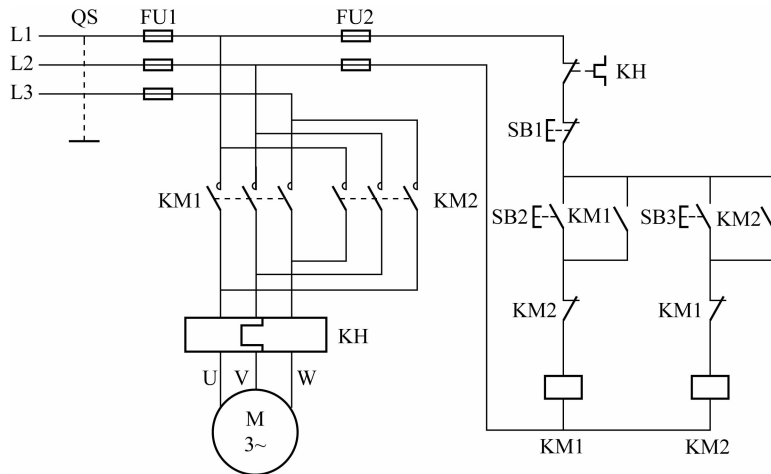


图 1-34 接触器的互锁电路

(3) 顺序启动。实际生产中,有些设备常要求电动机按一定的顺序启动。例如,在空调机组制暖电路中,要求通风机组先工作,电加热器才可启动工作;在制冷电路中,要求冷凝风机先于压缩机工作。控制设备按照顺序启动电动机的电路,称为顺序启动控制或条件控制电路。接触器可以实现顺序启动,如图 1-35 所示。

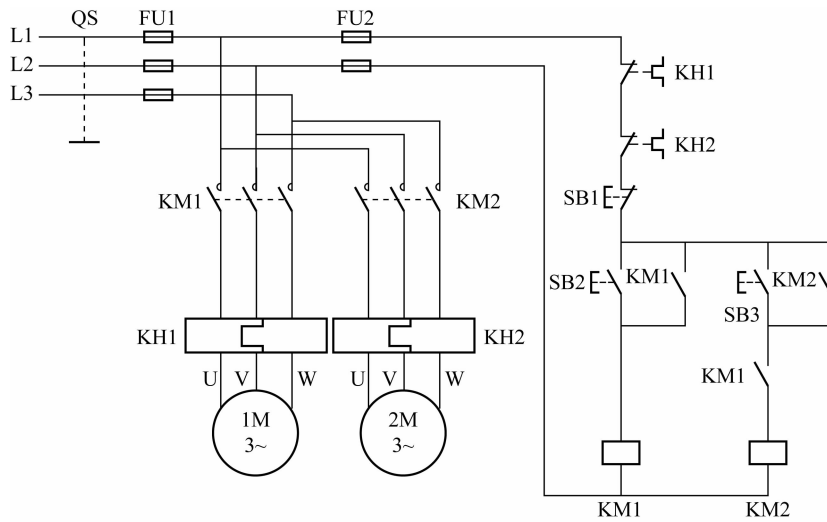


图 1-35 接触器顺序启动电路

1.3.3 时间继电器

时间继电器(见图 1-36)在城市轨道交通车辆上也有应用,用于延时部分操作的有效性。时间继电器是当输入或撤出线圈电流时,其控制的触点经过规定的准确时间产生触点动作(分断或吸合)的一种继电器。图 1-37 为时间继电器在车辆电路中的应用。



图 1-36 时间继电器

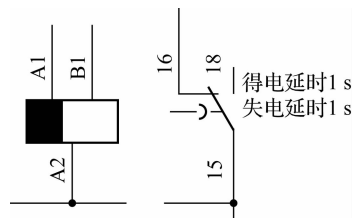


图 1-37 时间继电器在车辆电路中的应用

当 A1、A2 得电时,时间继电器处于工作状态;当 B1 得电时,时间继电器的常开触点(延时)闭合,常闭触点(延时)断开;当 B1 失电时,时间继电器的常开触点(延时)断开,常闭触点(延时)闭合。

1.4 端子排和接线端子

1.4.1 端子排

端子排是指承载多个或多组相互绝缘的端子组件,并用于固定支持件的绝缘部件。端子排将屏内设备和屏外设备的线路连接起来,起到信号(电流电压)传输的作用。使用端子排,可使接线美观、维护方便。接线端子排如图 1-38 所示。

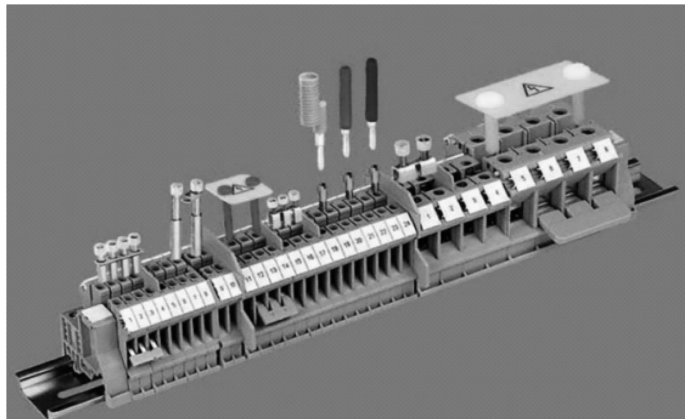


图 1-38 接线端子排

1. 端子排的认识

端子排的一个接线位就是 1 位。通常情况下,这些序号在不同的运用场合有不同的定义。“节”和“位”的含义相同,只是叫法不同而已。“组”是由“节”组成的。

通常的端子有 2 位、3 位、4 位、6 位、12 位等,这是按数量分的;如果按容量分,有 10 A、20 A、40 A 等。标注 U、V、W 的端子一般是三相电动机的接线端子。

2. 端子的标记

(1) 单个元件的两个端子用连续的两个数字来区别,奇数数字应小于偶数数字。例如,1 和 2。

(2) 单个元件的中间各端子用数字来区别,最好用自然递增数序的数字。例如,3、4、5 等。中间各端子数字选用大于两边端子的数字,并应从靠近较小数字的端子处开始标记。例如,一个两边端子为 1 和 2 的元件的中间各端子用 3、4、5 等数字标记。



(3) 如果几个相似的元件组合成一组,那么各个元件的端子可以按下列方法标记:

① 用在规定的数字前冠以字母的方法来区分两边端子和中间各端子。例如,用 U、V、W 标记三相交流系统中设备的各相端子。

② 当不需要或不可能识别相位时,用在数字前冠以数字的方法来区分两边端子和中间各端子。为避免混淆,在这些数字中间加入一个下脚圆点。例如,一个元件的端子用 1.1 和 1.2 标记,另一个元件的端子用 2.1 和 2.2 标记。

③ 每个元件的两端子以不同的连续数字来区别,该元件的奇数数字应小于偶数数字。

1.4.2 接线端子

端子多指接线终端,又叫接线端子。接线端子就是用于实现电气连接的一种配件产品,有单孔、双孔、插口、挂钩等类型。制作接线端子的材料有铜镀银、铜镀锌、铜、铝、铁等,它们的主要作用是传递电信号或导电。工业上,接线端子属于连接器的范畴。随着工业自动化程度和工业控制要求的提高,接线端子的用量逐渐增加。随着电子行业的发展,接线端子的使用范围越来越广,而且种类也越来越多。目前用得最广泛的接线端子除 PCB 端子外,还有五金端子、螺帽端子、弹簧端子等。图 1-39 为两种接线端子。



图 1-39 两种接线端子
(a)叉型预绝缘端子 (b)铜铝接线端子

1.5 车辆电气元件的识图

车辆电路系统是一个庞大且复杂的综合系统,为了便于对电路系统进行识别和查找,厂家根据相关标准制定了电路图符号系统。车辆电路中的所有元件和导线必须严格遵守符号系统的规定进行标识。以下将介绍有关 SZML11 列车车辆电路符号系统的一些具体规定。

1.5.1 图号

图号位于图纸标识栏的右侧,用于说明电路图的识别信息。如图 1-40 所示,图号的前

13 位(DE00013022G00)为项目代码,表明此图为 SZML11 列车的车辆电气原理图;后两位(11)表示功能组(或称为电路图的第几章),表明此图为主电路及接地电路图。

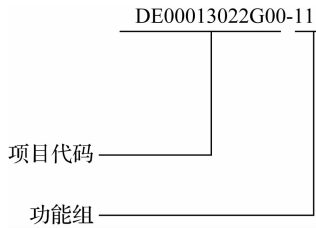


图 1-40 图 号

1.5.2 元件号

车辆电路系统上的每个元件均有独立的元件编号。元件编号包括元件代号(包括功能组代号、电气元件文字符号和元件的流水号)和安装位置代号,如图 1-41 所示。

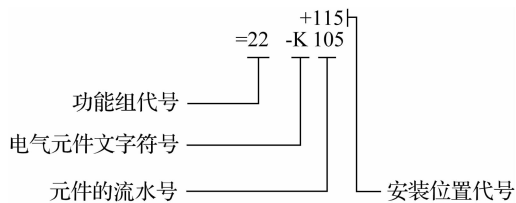


图 1-41 元件编号

第 1、2 位数字为元件功能组代号,用 10~99 表示,功能组代号及其意义如表 1-1 所示;第 3 位为电气元件文字符号,用英文字母表示,部分常用的电气元件文字符号及其意义如表 1-2 所示;第 4、5、6 位为元件的流水号。

表 1-1 功能组代号及其意义

功能组代号	意义	功能组代号	意义	功能组代号	意义	功能组代号	意义	功能组代号	意义
10	主电路	20	控制电路	30	辅助电路	40	列车控制电路、乘客信息系统 (passenger information system, PIS)	50	照明
11	主电路/接地	21	监视	31	辅助电源	41	列车控制网络	51	外部照明
		22	列车控制	32	低压电源	42	烟温探测系统	52	内部照明



(续表)

功能组代号	意义	功能组代号	意义	功能组代号	意义	功能组代号	意义	功能组代号	意义
		23	牵引控制单元	33	设备风扇			53	屏柜照明
				34	空气压缩机	44	无线电台		
						45	PIS(音频/地图)		
						46	安防系统		
		27	摩擦制动						
		28	制动电子控制单元						
功能组代号	意义	功能组代号	意义	功能组代号	意义	功能组代号	意义		
60	空调	70	第二辅助设备	80	车门控制	90	特殊设备		
61	空调控制			81	客室门列车控制	91	列车自动运行(automatic train operation, ATO)/列车自动防护(automatic train protection, ATP)		
		72	列车激活	82	门控单元	92	运输电路		
		73	附属部件	83	门控网络				
				84	客室门监控				
				85	门控单元				
		76	走行系诊断装置	86	疏散门监视				

表 1-2 部分常用的电气元件文字符号及其意义

文字符号	意义
A	模块(单元)、手柄
B	扬声器、传感器

(续表)

文字符号	意义
E	照明灯
F	微型断路器、熔断器
G	充电器、蓄电池
H	指示灯
K	接触器、继电器
S	开关、按钮
Y	电磁阀、车钩
V	二极管
P	气压表、电压表、里程计
X	插座

在元件代号的上方标注了元件的安装位置代号,如图 1-41 中的“+”后面跟的字符“115”为安装位置代号,其表明该元件位于继电器柜。

1.5.3 子元件号

子元件号由电气文字符号和流水序号组成,如图 1-42 所示。

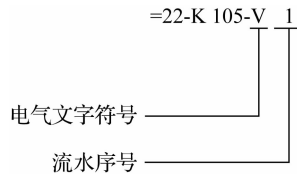


图 1-42 子元件号

1.5.4 交叉引用标识

交叉引用标识(信号源目标参考)用于在电路图的其他页面中找到该页中没有标出的电缆,或说明某个设备在本页缺少的部分可以在电路图的哪一页里找到。图 1-43 表示该元件或电缆可在电路图 11 组(第 11 章,主电路/接地)第 6 页第 1 区(电路图每页纵向等分成 8 个区)中找到。

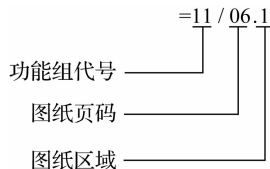


图 1-43 交叉引用标识



1.5.5 线号

如图 1-44 所示,电缆编号由 6 位数字组成,第 1、2 位为功能组代码,用 10~99 表示,代表功能组代号 10~99;第 3、4 位表示该电缆在该功能组中的页码,用 1~99 表示;第 5、6 位为导线序号,用 1~99 表示。



图 1-44 线 号

带屏蔽的电缆具有专门的编号,在城市轨道交通车辆电路系统中,通常在线号的后面加上一个英文字母“S”来表示一根屏蔽电缆。

技能实训

技能实训 1 认识、测试常见低压电器

【实训内容】

- (1) 认识时间继电器、按钮、熔断器、接触器、继电器、指示灯、空气开关等低压电器。
- (2) 测试不同型号继电器的电气特性。
- (3) 测试不同型号继电器的线圈电阻和接点电阻。

【实训场地】

车辆电气一体化教室或实训室。

【实训设备】

- (1) HY76B 型电气实训柜。
- (2) 继电器测试台。

【实训要求】

- (1) 实训全程注意安全,每组配备专门的安全员。
- (2) 认识常用低压电器。
- (3) 通过继电器的测试掌握继电器的动作原理。

技能实训 2 连接电动机自锁、互锁电路

【实训内容】

- (1) 连接电动机自锁电路。

(2)连接电动机互锁电路。

【实训场地】

车辆电气一体化教室或实训室。

【实训设备】

HY76B 型电气实训柜。

【实训要求】

(1)实训全程注意安全,每组配备专门的安全员。

(2)通过连接电路,掌握接触器的应用。