

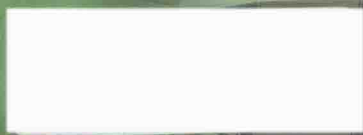
高等职业教育城市轨道交通车辆专业系列规划教材

城市轨道交通车辆 电气故障分析与处理

CHENGSHI GUIDAO JIAOTONG CHELIANG DIANQI GUZHANG FENXI YU CHULI

李瑞荣 童巧新 主 编 ■

3.10



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



高等职业教育城市轨道交通车辆专业系列规划教材

城市轨道交通车辆电气 故障分析与处理

李瑞荣 童巧新 主 编

黄 伟 邱晓欢 副主编

傅思良 谢述武 主 审

中 国 铁 道 出 版 社

2013年·北 京

内 容 简 介

本书为高等职业教育城市轨道交通车辆专业系列规划教材之一,采用项目形式进行编写。全书分为5个项目,内容包括:车辆牵引系统检查与维护、车辆辅助系统维护与操作、车辆操作与故障处理、信息控制系统操作与维护、典型故障案例。其中每个项目分为若干模块和工作任务,每个任务针对特定的作业内容进行描述和分析。

本书可作为高职院校城市轨道交通车辆专业教材,也可作为城市轨道交通企业车辆驾驶及检修人员培训教材,还可供相关行业的技术人员作参考。

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通车辆电气故障分析与处理/李瑞荣,童巧
新主编. —北京:中国铁道出版社,2013. 4
高等职业教育城市轨道交通车辆专业系列规划教材
ISBN 978-7-113-15776-0

I. ①城… II. ①李… ②童… III. ①城市铁路—铁路
车辆—电气设备—故障修复—高等职业教育—教材
IV. ①U239. 5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 305434 号

书 名:城市轨道交通车辆电气故障分析与处理

作 者:李瑞荣 童巧新 主编

策 划:阚济存

责任编辑:阚济存 编辑部电话:010-51873133 电子信箱:td51873133@163.com

编辑助理:杜丽君

封面设计:崔丽芳

责任校对:焦桂荣

责任印制:李 佳

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市西城区右安门西街8号)

网 址:<http://www.51eds.com>

印 刷:北京昌平百善印刷厂

版 次:2013年4月第1版 2013年4月第1次印刷

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:15.75 字数:394 千

印 数:1~3 000 册

书 号:ISBN 978-7-113-15776-0

定 价:34.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书,如有印制质量问题,请与本社读者服务部联系调换。

电 话:(010)51873170(发行部)

打击盗版举报电话:市电(010)63549504,路电(021)73187

随着我国经济的快速发展,城市规模快速扩张,特大城市不断增多,人口和车流的迅速膨胀,给所有特大城市都带来了无法避免的交通拥堵难题。城市轨道交通(以下简称城轨)具有便捷、安全、准点等诸多优点,是公认的解决特大城市交通拥堵问题的最佳选择。20世纪90年代以来,国内涌现了一轮又一轮的城轨建设热潮。截至2011年12月,已有北京、上海、广州、深圳、天津、南京、重庆、成都、沈阳、西安等城市开通了地铁。目前,规划兴建地铁系统的城市已经达到28个,预计2015年我国轨道交通总里程将达4 200 km。城轨的迅速发展,迫切需要大批从事城轨车辆驾驶、检修和装备制造一线工作的专业理论扎实、操作能力强的高端技能型人才。

为了适应城市轨道交通车辆(以下简称城轨车辆)技术,特别是车辆电气及控制技术的发展,满足轨道交通运营、制造企业和学校等大量城轨车辆专业人员的培养和培训需求,通过与广州地铁、深圳地铁等企业的多年订单培养合作,在开展城轨车辆驾驶、检修岗位人才培养方面进行了长期的探索和实践,积累了一定的经验。本书是城轨车辆专业开发的广东省精品课程“轨道交通车辆电气故障分析与处理”的配套教材,主要用于高等职业院校城轨车辆专业的教学,也可用于城轨车辆运营、制造企业在职工培训。

国内新型城轨车辆系统均采用高性能型的矢量控制或直接转矩控制方式的交流传动系统,调速性能和功率利用性能优异;广泛采用列车总线控制系统,大大减少了车辆内部接线,提高了车辆运行的可靠性;列车自动驾驶(ATO)、列车自动保护(ATP)和列车自动监控(ATS)成为基本配置标准,极大地提高了列车运行的可靠性和安全性,降低了司机和行车调度人员的劳动强度;普遍采用高性能的模拟电空制动系统,实现了无缝的空电联合控制和优异的防滑防空转性能。作为城轨车辆驾驶、检修等岗位的技能型人才,在掌握熟练的操作技能的同时,必须具有较强的车辆电气及控制系统的故障分析与故障处理能力,才能熟练完成驾驶、检修作业,快速应对车辆运用过程中发生的各种车辆故障,确保城轨车辆的安全、快捷运行。

本书以工作过程为导向,将城轨车辆驾驶、检修作业过程分解为不同的学习项目,每个项目按照能力目标、学习任务、学习内容的结构进行编写,把作业指导、作业过程、理论分析进行柔性结合,为开展一体化课程教学提供指导性解决方案。在每项学习任务后面,都提供了大量的思考与练习题,供学生进行思考与探索,加深对关键知识与技能的理解。全书分为五个项目,项目一内容为车辆牵引系统检查与维护,主要介绍城轨车辆高压牵引系统的构成、主要部件的作业及安装位置、牵引逆变器的检修内容与要求;项目二内容为车辆辅助系统维护与操作,主要介绍车辆380 V及110 V辅助供电系统的构成与作用,以及列车激活与关闭、空调与照明系统操作、蓄电池及蓄电池充电器的检修等作业的内容原理分析;项目三内容为车辆操作与故障处理,介绍司机台解锁、受电弓升降弓、高速断路器分合闸、车门开关及牵引、制动操作等重要作业内容,并对紧急安全回路、车门安全回路、警惕回路、牵引指令故障时的旁路操作等进行重点分析;项目四内容为信息控制系统操作与维护,介绍了列车总线控制系统的结构、特点以及旅客信息系统和MMI的操作;项目五内容为典型故障案例,从发生经过、故障原因、判断要点、应急处理、维修处理等五个方面介绍了主电路系统、牵引与制动控制系统、辅助系统、

列车通信控制系统、乘客信息系统在运用过程中发生的典型故障案例。各个项目又分为若干模块和工作任务,每个任务针对特定的作业内容进行描述和分析,为实际问题提供指导性的解决方案。本书对在校学生和轨道交通企业员工学习城轨车辆电气控制知识,研究车辆电气故障产生的原因及解决方法,掌握车辆驾驶及电气检修技能有系统的指导作用。

本书由广州铁路职业技术学院李瑞荣、童巧新主编,具体分工如下:由广州铁路职业技术学院李瑞荣编写项目一、项目三,童巧新编写项目二,邱晓欢编写项目四,深圳地铁车辆部龚伟编写项目五。李瑞荣、童巧新主编,公司傅思良及谢述武主审。本书在编写过程中,参考了多位专家发表的文章和一些企业的技术资料,编者在此对他们表示诚挚感谢。

本书在编写过程中得到广州地铁、深圳地铁等轨道交通运营企业的大力支持,在此一并表示衷心的感谢。

编 者

2013年4月

项目 1 车辆牵引系统检查与维护	1
模块 1 车辆牵引高压电路	1
任务 1 车辆电路图识读	1
任务 2 认识主电路设备配置及其作用	5
任务 3 高速断路器检修	13
模块 2 牵引逆变器	19
任务 1 认识异步牵引电机的变频调速	19
任务 2 认识牵引逆变器	32
项目 2 车辆辅助系统维护与操作	45
模块 3 辅助供电系统检修	45
任务 1 认识辅助供电系统	45
任务 2 辅助逆变器检修	57
模块 4 110 V 供电系统检查与维护	59
任务 1 认识 110 V 直流供电电路	59
任务 2 列车激活与关闭	61
任务 3 蓄电池检修	65
任务 4 蓄电池充电器检修	67
模块 5 空调(HVAC)系统操作	72
任务 1 认识列车空调系统	72
任务 2 空调系统控制	75
模块 6 照明系统操作	81
任务 1 列车照明系统操作	81
项目 3 车辆操作与故障处理	91
模块 7 车辆整备操作	91
任务 1 司机台解锁与关闭	91
任务 2 受电弓升降操作	99
任务 3 高速断路器分合控制	105
任务 4 车门操作与保护	108
模块 8 列车安全回路故障处理	117
任务 1 认识安全回路	117
模块 9 牵引制动操作	120
任务 1 牵引方向控制与警惕回路	120
任务 2 牵引指令与牵引指令封锁时的处理	125
任务 3 列车驾驶模式	128
任务 4 制动操作	137
项目 4 信息控制系统操作与维护	144
模块 10 列车信息控制系统	144
任务 1 认识列车信息控制系统	144

任务 2 车辆总线的安装与连接	151
模块 11 旅客信息系统	161
任务 1 认识旅客信息系统	161
任务 2 旅客信息系统操作	173
模块 12 MMI 操作	177
任务 1 MMI 的构成与操作	177
项目 5 典型故障案例	185
模块 13 主电路系统故障案例	185
模块 14 牵引与制动控制系统故障案例	190
模块 15 辅助系统故障案例	191
模块 16 列车通信控制系统案例	195
模块 17 乘客信息系统	201
参考文献	202
附录 城市轨道交通车辆电气控制图	203

项目1 车辆牵引系统检查与维护

【能力目标】

1. 能够对城轨车辆牵引系统进行全面检查。
2. 能够结合电路图对车辆牵引高压电路进行检查与故障分析。

【学习任务】

1. 识读城轨车辆电路图。
2. 根据车辆电路图对高压牵引系统进行分析与检查。
3. 了解异步电动机变频调速的控制原理及应用。
4. 按规程对牵引逆变器进行分解和检修。

模块1 车辆牵引高压电路

任务1 车辆电路图识读

【任务书】

1. 了解车辆电气系统的构成。
2. 掌握车辆电路图编制的规定。

一、车辆电路系统构成

城轨车辆电气系统由牵引系统(动力系统)、辅助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或750 V直流供电;辅助系统一般由三相380 V交流电路构成;而控制系统电压通常为110 V及以下直流电压。因此,车辆电路系统按其功能及电压高低,可分为高压牵引电路(主电路)、辅助电路和控制电路3部分。在设计时,通常又根据其进行功能细分,如SZP1列车的电路系统按功能级别被分为主电路、牵引制动控制、辅助、监控信息、照明、空调、附属设备、车门控制和车钩电路9个部分。

1. 车辆电气设备配置

根据运量需要,地铁车辆通常采用3辆、4辆、5辆、6辆等几种编组方式。SZP1列车采用6辆编组,由2组相同的3车单元连挂在一起构成,如图1-1所示。除受电弓和避雷器外,所有的车辆高压、牵引和辅助设备均分布在车辆底部,大部分牵引设备位于B车和C车车下的两个逆变器箱中,其中,PH箱(牵引和高压)安装在B车,PA箱(牵引和辅助系统)安装在C车。BCM(蓄电池充电机)和蓄电池位于A车,负责向全列车提供直流110 V控制电压。

SZP1列车采用直流1 500 V架空接触网供电,每个3车单元设1台受电弓,受电弓位于B车Ⅱ端顶部,由接触网送来的直流1 500 V高压电流经受电弓直接进入PH箱。PH箱由高压系统和MCM(电机逆变器)组成。高压系统又包括线路断路器、隔离接地开关、带接触器的车间电源插座、熔断器和去耦二极管等高压设备。MCM则由三相逆变器、控制板和保护元件等

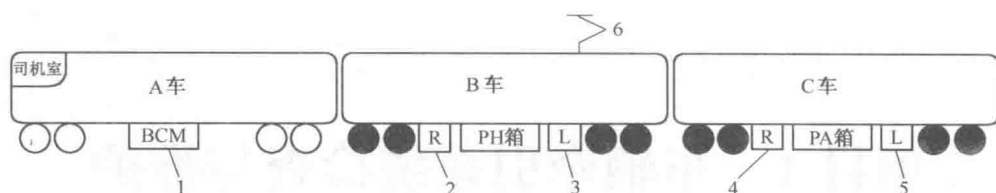


图 1-1 SZP1 列车牵引设备布置简图

1—蓄电池充电机;2,4—制动电阻箱;3—MCM 线路感应器;5—ACM 线路感应器;6—受电弓

●—驱动轴;○—从动轴

设备组成。

PA 箱位于 C 车,主要由 1 个 MCM 和 1 个 ACM(辅助逆变器)组成,此外还包括充电电路、EMI 电容器、三相辅助滤波器、辅助变压器(三相电压)等。

2. 电路系统构成

由 2 动 1 拖组成的 3 车单元的车辆电路原理图如图 1-2 所示。车辆通过受电弓(Q1)从接触网取得 1 500 V 直流电源。F1 是避雷器,负责对车辆进行网侧过电压保护。Q2 是接地与隔离开关,检修车辆时,必须将 Q2 置于接地位置,以防止检修人员遭到触电伤害。分别安装在 B 车和 C 车两节动车车底侧面的 PH 箱和 PA 箱内的牵引逆变器模块 MCM 负责向本节车的 4 台牵引电机供电,驱动列车运行。每台 MCM 由 1 台 HSCB(高速断路器)进行供电和保护,1 个单元车组的 2 台高速断路器集中安装在 B 车的 PH 箱中。位于 C 车 PA 箱内的 ACM(辅助逆变器)负责向列车供应三相 380 V 交流电压,供空气压缩机、空调等辅助系统使用。蓄电池充电机(BCM)是直一直变换装置,输出 110 V 直流电压,向蓄电池和 110 V 控制电路供电。

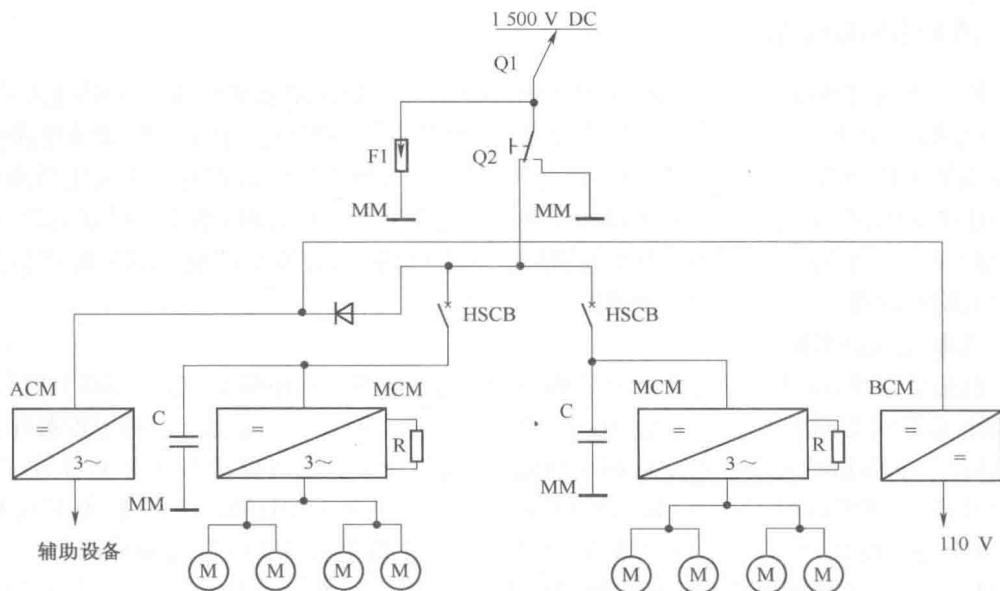


图 1-2 3 车单元车辆电路原理图

Q1—受电弓;F1—避雷器;Q2—接地与隔离开关;HSCB—高速断路器;MCM—牵引逆变器模块;
ACM—辅助逆变器;BCM—蓄电池充电机;R—制动电阻;C—直流侧电容;M—交流牵引电机;MM—接地

二、电路图符号系统识读

车辆电路系统是一个庞大且复杂的综合系统,为了便于电路系统的识别查找,厂家根据相关标准制定电路图符号系统,车辆电路中所有元件、导线必须严格遵守符号系统规定进行标识。以下将介绍 SZP1 列车的车辆电路符号系统的一些具体规定。

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 1-3 所示。图号的前 12 位为厂家的项目代码(3EGH000029-06)表明此图为 SZP1 列车 A 车的电路图;最后两位(00)表示功能组(或称为电路图第几章),表明此图为说明信息。

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,包括功能组、元件电气文字符号、元件代号、安装位置代号等信息,如图 1-4 所示。第 1、2 位数字为元件功能组代号,用 01~09 表示,03 表示该元件隶属于辅助电路,详细的功能组代号及意义见表 1-1;第 3 位为元件的电气文字符号,用英文字符表示,部分常用的电气元件符号及意义见表 1-2;第 4、5 位为元件的流水序号,用 01~99 表示。

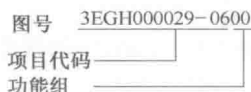


图 1-3 图号的意义

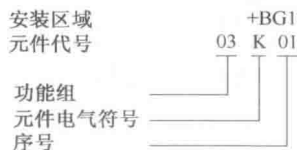


图 1-4 元件代号的意义

表 1-1 功能组别代号及意义

代号	意 义
01	主电路
02	牵引制动控制电路
03	辅助系统电路
04	监控与信息电路
05	照明电路
06	空调电路
07	附属设备电路
08	车门电路
09	特殊设备 车钩电路

表 1-2 电气元件符号及意义

字母	意 义
A	模块(单元)、手柄
B	扬声器、传感器
E	照明灯
F	微型断路器(MCB)、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 1-4 中的“+”表示后面跟的字符为位置代号,BG1 表明该元件位于车辆 I 端转向架。

3. 子元件号

子元件号由单字符电气文字符号和两位流水序号组成,如图 1-5 所示。

4. 交叉引用标识

交叉引用标识(又称参照码)用于在电路图的其他页面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 1-6 表示该元件或电缆可在

电路图 03 组(第 3 章,辅助系统)第 2 页第 3 区(电路图每页纵向等分成 8 个区)找到。

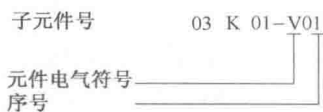


图 1-5 子元件代号的意义

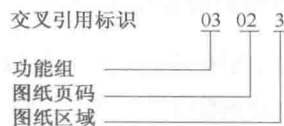


图 1-6 交叉引用标识的意义

5. 线号

如图 1-7 所示,电缆编号由 5 位数字组成,第 1 位为功能组代码,用 1~9 表示,代表功能组 01~09;第 2、3 位表示该电缆在该功能组中的页码,用 01~99 表示;第 4、5 位为连续序号,用 01~99 表示。一根电缆往往出现在多页电路图中,这时用交叉引用标识标明这根电缆连接到哪个地方去了。

6. 屏蔽线号

带屏蔽的电缆有专门的编号,用 6 位字符表示。如图 1-8 所示,前 5 位与通用电缆的标识相同,第 6 位 S 表示这是根屏蔽电缆。

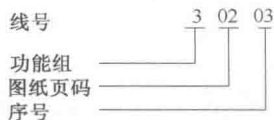


图 1-7 线号的意义

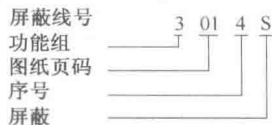


图 1-8 屏蔽线号的意义

思考与练习

1. 以 SZP1 车为例,说明 PH 箱和 PA 箱各处车辆什么位置?
2. 以 SZP1 车为例,简述地铁车辆电路系统的构成。
3. 请说明图 1-9 中各符号表示的意义。

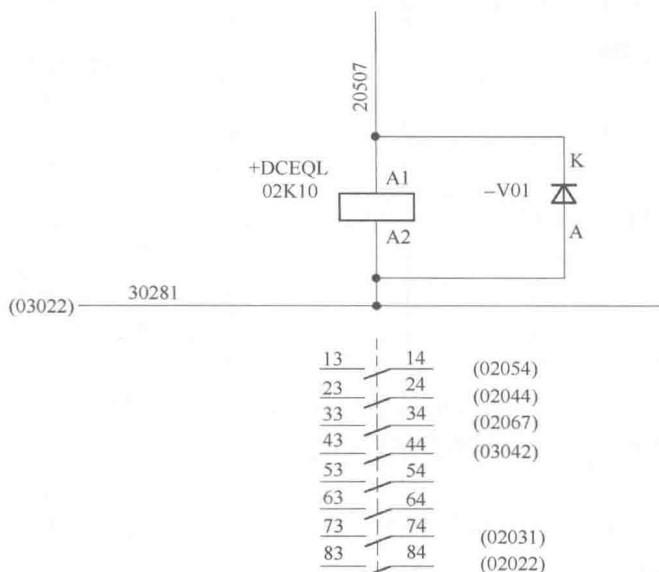


图 1-9 题 3 附图

任务2 认识主电路设备配置及其作用

【任务书】

1. 了解车辆主电路设备配置。
2. 掌握高压牵引设备的作用及运用检修中的注意事项。

SZP1 列车采用直流 1 500 V 架空接触网供电,其主电路由网侧高压电路、直流侧电路(DC-link 电路)、制动/过压斩波电路、逆变电路和牵引电机等组成。所有的电气设备分散布置在全列车车底或车顶上,如图 1-10 所示。车辆主电路原理如图 1-11 所示。

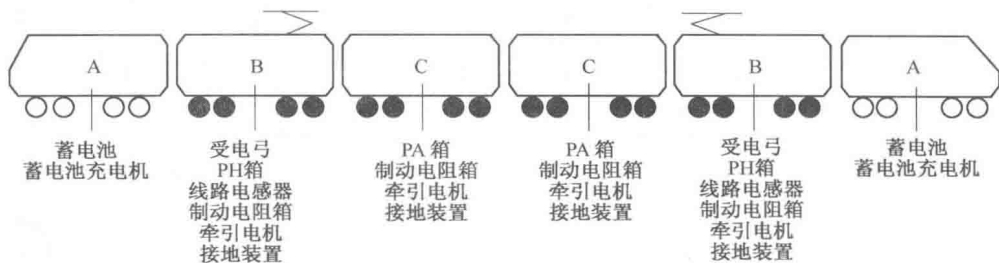


图 1-10 SZP1 列车的电气设备布置

一、高压供电电路

1. 高压供电电路的构成

列车高压供电电路以 3 车单元为单位构成,两个 3 车单元的高压供电电路是独立的,即本单元的受电弓只向本单元高压设备供电,若本单元高压供电电路故障,则该 3 车单元将失去牵引动力。

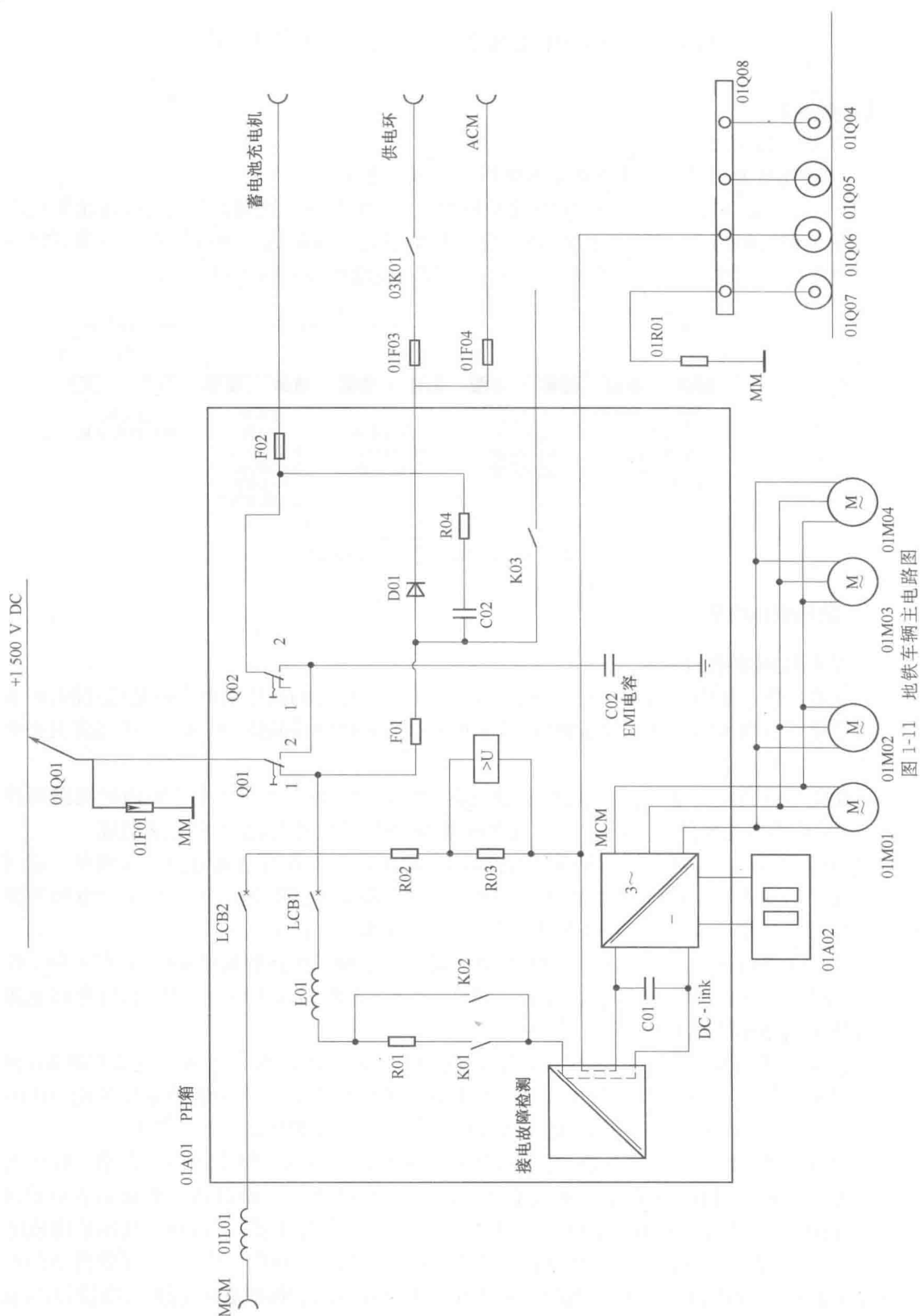
高压供电电路由受电弓 01Q01、浪涌吸收器(避雷器)01F01 及位于 PH 箱内的线路断路器 LCB(又称为高速断路器, HSCB)、平波电抗器、隔离与接地开关、预充电电路组成。

受电弓分别安装在两节 B 车的车顶Ⅱ端,用于将 1 500 V 直流电从电网引入列车。避雷器也安装在 B 车车顶,并联连接在受电弓与地(车顶金属壳)之间,用于防止雷击过电压和操作过电压对主电路设备造成过电压损害,保护主电路系统的电气设备。

位于 PH 箱内的隔离与接地开关 Q01、Q02 提供供电模式转换和接地保护,它有 3 种工作模式:正常模式、车间供电模式和接地模式。分别实现主电路系统由受电弓供电、由车间电源供电或使主电路系统接地。

两台线路断路器均位于 B 车的 PH 箱内,其中 LCB1 负责向本车电机逆变器(MCM)供电,LCB2 负责向 C 车的 MCM 供电。位于 PH 箱内部的 L01 和位于车底独立安装的 01L01 是平波电抗器,分别负责向 PH 箱内的 B 车 MCM 和 C 车 PA 箱内的 MCM 供电。

车间电源插座位于 PH 箱外侧,与车间电源接触器 K03 组成车间电源供电电路。K01 为环状供电接触器。当本单元供电系统发生故障时,通过环状供电电路由另一单元向本单元辅助系统提供 1 500 V 供电,驱动本单元 ACM。二极管 D01 的作用是,当本单元高压供电故障时,由另一单元通过环状供电向本单元提供辅助系统供电,此时 D01 截止,防止环状供电向本单元主电路供电,避免供电过载。电阻 R04 和电容 C02 组成阻容保护电路,保护二极管 D01,避



避免因 D01 两端电压上升速率过快而损坏二极管。

2. 隔离与接地开关

隔离与接地开关用于在正常模式(接触网供电)、车间供电模式(通过 PH 箱处的车间供电插座供电)以及接地模式之间进行切换,实现不同工作模式下高压供电的选择。

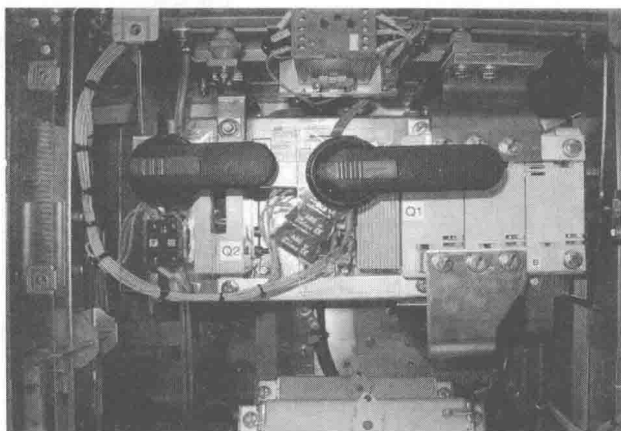


图 1-12 隔离与接地开关(正常工作模式)

SZP1 列车的隔离与接地开关安装于 B 车 PH 箱内(图 1-12),检修时,打开 PH 箱前端的小箱盖,就可以手动操作隔离与接地开关的手柄,进行转换操作。

注意:①操作隔离与接地开关时,必须确保车辆处于受电弓降下,且没有与其他辅助电源与车间电源输入端相连接,并用电压表进行测量确保无电压后,方可进行操作。②必须将隔离与接地开关置于接地位后,方可进行 PH 箱检修作业。

隔离与接地开关实际上是 2 个分别带有手柄的高压转换开关,每个开关的手柄有 2 个位置,而这 2 个开关机械连接在一起,相当于一个带有 3 个位置的转换开关,共有 3 种工作模式,如图 1-13 所示。开关的机械互锁使开关手柄不能打到第四种组合(“禁止”)的位置。

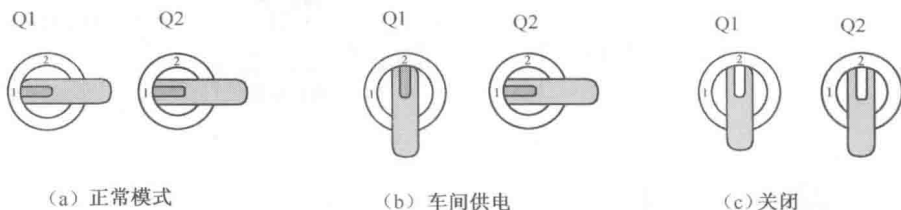


图 1-13 隔离与接地开关的三种工作模式

(1) 正常工作模式

如图 1-14 所示,在正常模式时,隔离与接地开关主触头 Q1. 1、Q2. 1 闭合,受电弓向 3 车单元的 2 个 MCM、1 个 ACM、1 个蓄电池充电器和环状供电电路供电。如果列车的一台受电弓处于无电区或者发生故障,将由另一单元的受电弓通过环状供电电路自动向故障单元的 ACM 和蓄电池充电器供电。

正常工作模式下,车间电源供电被隔离。若车间电源插座盖被打开,则控制电路会自动禁止受电弓升弓,避免车间电源向接触网供电发生。

(2) 车间供电模式

在车库内进行整备作业时,可启用车间供电模式。如图 1-15 所示,在车间供电工作模式

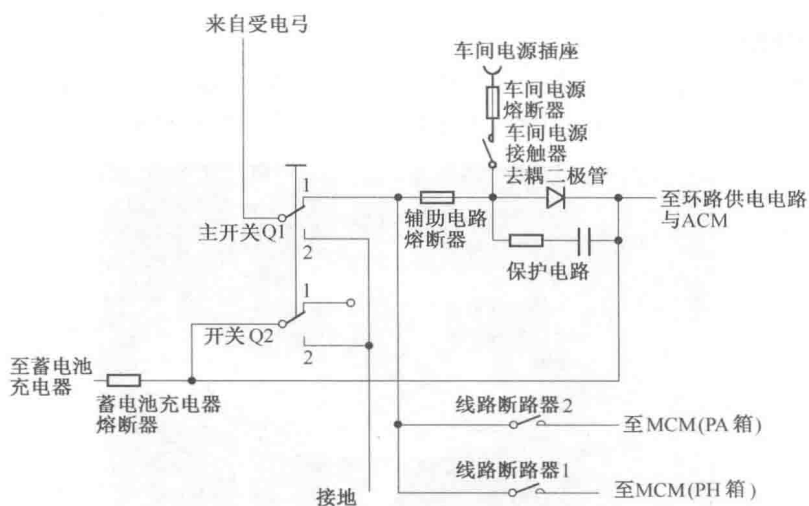


图 1-14 正常模式下的低压系统

下,隔离与接地开关主触头 Q1. 2、Q2. 1 闭合。此时,车间电源通过 PH 箱右侧的车间供电插座向 ACM、蓄电池充电器和环状供电电路供电。而受电弓、牵引逆变器系统则被隔离(因为受电弓未升起时,LCB 不能闭合)。

由于实施车间电源供电时,车间电源插座盖处于打开状态,从而通过安全回路确保受电弓降下。注意:在该工作模式下,受电弓接地,不能升弓。

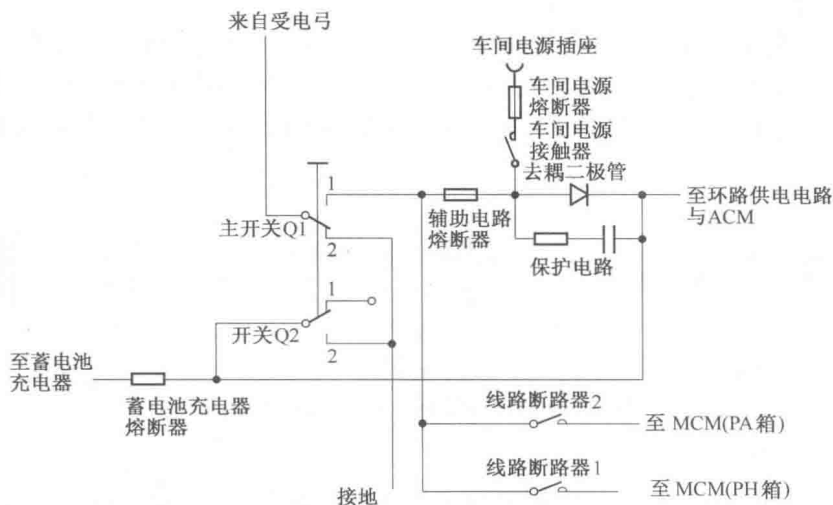


图 1-15 车间供电模式下的低压系统

(3) 接地模式

如图 1-16 所示,在进行牵引、高压系统及辅助系统检修时,必须将隔离与接地开关置于接地模式。此时,隔离与接地开关主触头 Q1. 2、Q2. 2 闭合,受电弓和环状供电电路都被接地,车间供电接触器断开车间供电插座。在这种模式下,所有电源都被接地或断开时,可以非常安全地对逆变器箱(MCM 和 ACM)进行维护工作。

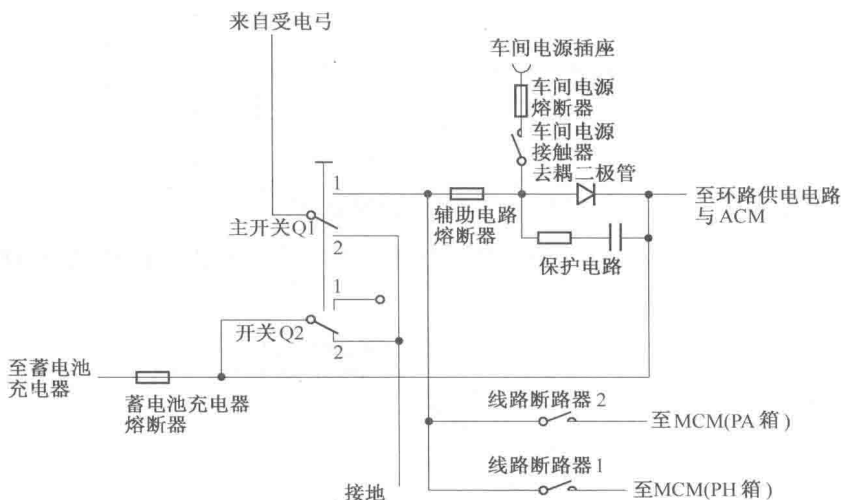


图 1-16 关闭模式下的高压系统(接地)

3. 环状供电电路

SZP1 列车 1 500 V 供电电压有 3 个不同来源:受电弓、车间供电插座和环状供电电路。

环状供电电路连接列车两个相邻的 3 车单元。通过环状供电电路,可从一个 3 车单元的受电弓或者车间供电插座向另外一个 3 车单元的 ACM 和蓄电池充电器供电。以下三种情况需要使用环状供电电路。

(1) 处于无电区

如果一台受电弓处于无电区,可由另一台处于有电区的受电弓向两个 3 车单元的 ACM 和蓄电池充电器供电。电路中使用一个二极管(图 1-11 中的 D01)防止环状供电电路通过处于无电区的受电弓向无电区接触网供电,同时防止环状供电电路向处于无电区单元中的 MCM 供电。

(2) 受电弓产生故障

如果一台受电弓发生故障,环状供电电路工作方式与在无电区中的工作方式相同。这时,列车保持有 50% 的牵引力,但通过环状供电电路保持向全部辅助电源和蓄电池充电器供电,使空调、照明及风源系统都能正常工作。

(3) 车间供电模式

车间供电模式下,只需把车间供电插头连接到一个 3 车单元上。通过环状供电电路向相邻单元的 ACM 和蓄电池充电器供电。通过上述的二极管,防止向受电弓和处于无电状态的车间供电插座供电。

4. 充电电路

为了减少列车激活时对直流侧电容(DC-link 电容)充电带来的电流冲击,主电路供电电路中设置了专门的预充电电路。如图 1-17 所示,预充电电路由预充电接触器 K01、线路接触器 K02 和预充电电阻 R01 组成,其作用是防止主电路激活时,来自电网的 1 500 V 电源向直流侧储能电容(DC-link 电容)C01 的充电电流过大,从而损坏 DC-link 电容和主电路设备。

充电电路的工作顺序如图 1-18 所示。当 MCM 控制计算机(DCU/M)从车辆控制计算机 VCU 接收到充电指令时,先闭合预充电接触器 K01,由接触网来的 1 500 V 电源经过 K01 和 R01 向 DC-link 电容充电,当电容两侧电压充电到接近额定值时,闭合线路接触器,打开预充电接触器,预充电完成,再启动电机逆变器。

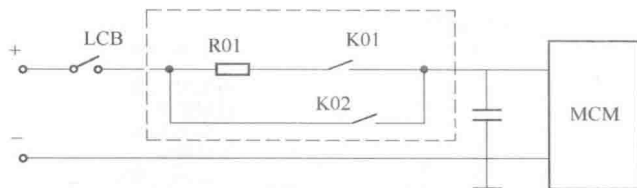


图 1-17 预充电电路原理图

充电电路具有过温保护功能,充电电阻温度的计算和监控根据周围环境、连接时间和相关电压确定。

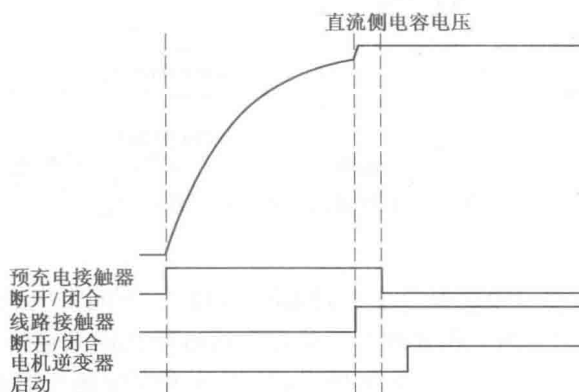


图 1-18 充电电路工作顺序

5. 线路滤波器

电机逆变器(MCM)和辅助逆变器(ACM)均属于电压型逆变器,需要由恒压源供电,因此,MCM、ACM 都设有由线路电感和直流侧电容(DC-link 电容,也称支撑电容)组成的线路滤波器。线路滤波器的作用是平抑线路电压的瞬变,滤除供电电流纹波,稳定逆变器直流侧电压,提供足够的电流容量使逆变器直流侧电压脉动保持在允许的范围内,实现逆变器的精确控制。

每个 MCM 和 ACM 通过一个线路电感(平波电抗器)滤除纹波电流。线路电感采用铁芯电感,向 B 车 MCM 供电的线路电感 01A01-L01 位于 PH 箱内,采用强迫空气冷却;向 C 车 MCM 供电的线路电感 01L01 安装于 B 车车底,由自身对流和列车运动产生的气流来冷却。

DC-link 电容器是一个能量缓冲器,作为电压式逆变器的恒压源,向逆变器提供稳定的直流电压,使逆变器能够精确控制,并在逆变器工作期间向逆变器提供部分无功电流。电容器由电网提供的 1 500 V 额定电压充电。DC-link 电容负极通过转向架接地系统实现接地。

每个电容器都并联有单独的放电电阻,可在 5 min 内把 DC-link 电容的电压释放至低于 50 V。关闭列车时,由制动斩波器对 DC-link 电容进行快速放电,可在几秒内将电容电压释放为 0;当出现故障时,则由放电电阻放电。

注意:必须等待 DC-Link 电容放电到电压为 0,才允许进行 MCM 检修操作。

二、牵引制动电路

1. 电机逆变器

电机逆变器(MCM)包括 3 个主要的子系统:三相逆变器、DC-link 电容器和过压/制动斩波器。MCM 内部的控制计算机(DCU/M)负责控制和监督 3 个子系统。在 MCM 中有 1 个直流 24 V 电源,负责向 DCU/M、门极驱动单元和相关测量装置提供控制电压和电流。