任务引领型

21世纪城市轨道交通类职业教育教材

王艳荣 主编

城市轨道交通车辆电气检修

上海科学技术出版社

21 世纪城市轨道交通类职业教育教材

城市轨道交通车辆电气检修

王艳荣　主编

上海科学技术出版社

内 容 提 要

本书打破了传统的教材学科体系，以任务与职业能力分析和职业资格证书考证为依据，以“工作项目”为主线来设计教材，结合职业资格考证，将本专业职业活动分解成若干典型的工作项目，按完成工作项目的需要进行编写。内容包括列车牵引系统设备检修、列车辅助系统设备检修及车辆电气故障排除案例。

本书图文并茂，通过车辆综合电气线路图的识读、功能原理分析等，引入必需的专业理论指示，增加了实践操作内容，强调了理论在实践过程中的应用，使学生能掌握城市轨道交通车辆电气保养、检修操作技能和相关理论知识，能初步应用城市轨道交通车辆电气检修的基本技能完成相关岗位的实际工作任务。

本书还附有实际操作 DVD 光盘，内容包括受电弓、高速断路器、直流接触器、辅助逆变器和交流牵引电机等关键设备的现场检修。该光盘可以使学生更直观地理解和掌握相关操作知识，也可作为多媒体课件，为课堂教学提供方便。

本书经上海市中等职业教育课程教材审定委员会审定准予使用，准用号 ZJ—2009106。

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

前　　言

2006 年，上海市教育委员会按照课程教材改革三年行动计划，成功组织、开发了第一批以“任务引领”为教育理念的新型中等职业教育专业教学标准。新标准以科学发展观为指导，以就业为导向，以能力为本位，以岗位需要和职业标准为依据，以促进学生职业生涯发展为目标，对职业教育课程体系进行重新构建，实现职业教育课程模式和培养模式的根本性转变。

本书依据该批教学标准中的城市轨道交通类相关教学标准编写，编写模式突破了原来以学科为主线的课程体系，以应用为目的，以必需、够用为度，围绕职业能力的形成组织课程内容。教材以项目为中心整合相应的知识、技能，并由任务引领，实现课程改革的宗旨。

本书是我国新兴的城市公共交通——城市轨道车辆相关专业的核心课程应用教材。书中主要以上海轨道交通 1、2 号线使用的 AC01/02 车型为例介绍城市轨道交通车辆电气设备的作用、结构、维护、检修等知识与技能，让学生较为全面地掌握车辆电气设备知识，并具备今后工作所需的操作技能。本书可供城市轨道交通车辆相关专业使用。

本书由上海公用事业学校王艳荣主编。编写过程中组成了由柴虹亮为主任，王一宓、陈鞍龙、王居宽、傅泽麟等同志参加的编委会，负责与专业教学标准配套的教材开发。

本书编写过程中得到了上海地铁运营公司、地铁教培中心等企业的大力支持

和技术支撑，得到了上海市教委专家评审组的多次审阅指导，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，缺点和错误恳请各位教师和读者给予批评指正。

编　者

目　　录

项目一　列车牵引系统设备检修…… 1
课题一　列车牵引系统主要设备检修…… 1
活动一　受流器的检修…… 1
活动二　高速断路器的检修…… 8
活动三　调频调压牵引逆变器 VVVF 的检修 …… 14
活动四　列车牵引电机的检修 …… 28
活动五　制动电阻器的检修 …… 40

课题二　列车牵引系统主要控制设备检修 …… 46
活动一　司机室控制设备识别 …… 46
活动二　接触器的维护与检修 …… 60
活动三　认识继电器的组成及工作原理 …… 69

课题三　列车牵引系统的保护、监控设备检修…… 72
活动一　主回路的过流保护实现与故障处理 …… 72
活动二　主回路的电压保护与故障处理 …… 78
活动三　认识主回路的温度保护设备 …… 85
活动四　识别控制单元模块及其功能 …… 87

课题四　列车控制电路 …… 93
活动一　认识列车主回路电器配置 …… 93
活动二　识读并检测高速断路器控制电路图 …… 98
活动三　识读受电弓控制电路图…… 104
活动四　识读列车牵引控制电路图…… 107

项目二　列车辅助系统的设备检修…… 115
课题一　列车辅助系统设备检修…… 115
活动一　认识辅助系统供电网络…… 115
活动二　认识轨道交通车辆常用辅助逆变器电路…… 118
活动三　AC01/AC02 车型辅助逆变器检修 …… 130
活动四　AC03 辅助逆变器检修 …… 147

活动五　蓄电池检修…… 162
活动六　车间电源检修…… 169
活动七　识读辅助系统控制电路图…… 170

课题二　列车照明系统及控制回路…… 177
活动一　认识列车照明系统设备…… 177
活动二　识读列车照明控制电路图…… 180

课题三　空调系统检修…… 183
活动一　空调机组检修…… 183
活动二　识读空调系统监控电路图…… 190

项目三　AC01/02 型列车电气故障案例…… 192

此为试读，需要完整PDF请访问：www.ertongbook.com

项目一　列车牵引系统设备检修

课题一　列车牵引系统主要设备检修

一、情景描述

电动列车牵引系统的主要作用是完成列车的牵引、制动和控制，主要设备包括：受流器、高速断路器、制动电阻牵引逆变器和牵引电机控制单元等。

列车在牵引状态时，由受流器从接触网上接收直流1 500V 电压，经过高速断路器、滤波器、牵引逆变器等设备进行电量变换后，驱动并联的4台三相交流牵引电机工作，从而带动列车前进。

制动时，牵引电机快速旋转产生的交流电，经过牵引逆变器变换为直流电，向接触网供电或消耗在制动电阻上，达到制动的目的。

二、知识要求

（1）掌握列车牵引系统主要设备的作用与结构。

（2）了解列车牵引系统主要设备的工作原理。

（3）掌握列车牵引系统主要设备的检修要求。

三、技能要求

（1）会拆卸、安装列车牵引系统的主要设备。

（2）会对列车牵引系统的主要设备进行日常维护。

（3）会分解列车牵引系统主要设备的关键部件。

活动一　受流器的检修

相关知识

一、受流器简介

受流器是列车将外部电源平稳地引入车辆电源系统，为列车的牵引设备和辅助设备提供

电能的重要电气设备。根据线路供电方式的不同,受流器分为集电靴及受电弓两种形式。集电靴装置应用于第三轨方式供电的线路,而受电弓装置主要应用于以接触网方式供电的线路。由于接触网方式可以实现长距离供电,受线路变化影响较小,并且能适应列车高速行驶的需要,所以较多的地铁线路采用受电弓装置。受电弓一般分为两种:正弓受电弓和旁弓受电弓。正弓受电弓从上方取流,旁弓受电弓则从侧面取流。正弓受电弓又分为两类:单臂弓和双臂弓。它们的主要区别是活动构架的形式不同。

轨道交通1、2号线使用的是单臂受电弓,它一般安装于列车的B车车顶,有两种状态:升弓和降弓。列车要正常运行时升起,与接触网接触取流,处于升弓状态。列车要停运或维修时下降,脱离接触网,处于降弓状态。

二、受电弓的结构

轨道交通1、2号线使用的单臂受电弓的外形如图1-1-1所示。

图1-1-1　单臂受电弓的降弓状态

受电弓主要由集电头、活动构架、带气动装置的底架和跨接线组成,如图1-1-2所示。

集电头是受电弓与接触网线索接触的部件,通过与接触网的接触取得电能。列车运行时能自动调整与接触线索的位置,保持与接触网的稳定接触。

活动构架是钢管制成的铰接多边形,其作用是使受电弓保持在工作高度上,让滑板与接触线索保持一定的压力,不脱弓,不刮弓。它由上部导杆、上臂杆、支撑架、下部导杆、下臂杆和高度止挡组成。

底架由钢管和钢板焊接而成。底架上焊有支撑底座,连接下臂杆和下部导杆,此外还安装有升弓气缸、活塞杆、升弓弹簧(主拉伸弹簧)、手动锁钩等部件。升弓气缸内有降弓弹簧(反向弹簧)和活塞。

底架通过4个绝缘子固定在车顶上,绝缘子起电气隔离和机械支撑作用。

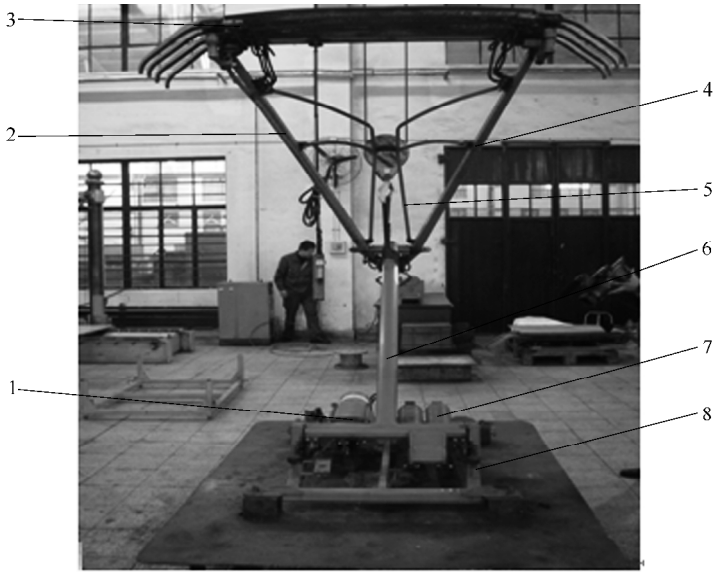

图 1－1－2　单臂受电弓的升弓状态

1—升弓气缸;2—上部导杆;3—集电头;4—上臂杆;5—支撑架;6—下臂杆;7—升弓弹簧;8—底架

导流电缆安装在受电弓所有的铰接处。在受电状态下,电流会流经整个受电弓框架,跨接线是为了防止电流流入轴承、损坏轴承而设的。

三、受电弓的工作过程

升弓时,当压缩空气经缓冲阀进入升弓气缸后,气缸内活塞移动带动活塞杆缩回,降弓弹簧受压。同时活塞杆拉动下臂杆下端,下臂杆上端沿顺时针方向向上升起,处于压缩状态的升弓弹簧释放压力,进一步推动下臂杆作顺时针转动,带动活动构架升起。降弓时,升弓气缸内的压缩空气经缓冲阀排出,降弓弹簧释放压力,活塞带动活塞杆移动,推动下臂杆下端作逆时针转动而使活动构架落下。升弓和降弓的速度通过气缸外的升弓和降弓节流阀调节。

四、技术参数

受电弓的技术参数见表 1－1－1。

表 1－1－1　受电弓技术参数

项　目	参　　数	项　目	参　　数
长度	1 700mm	最大运行速度	80km/h
宽度	1 100 ± 2mm	最大工作高度	2 300mm

续表

项　目	参　　数	项　目	参　　数
升弓高度	2 835mm	最小工作高度	85mm
折叠高度(带绝缘子)	300mm + 10mm	升弓时间	7 ~ 8s
滑板长度	1 050mm	降弓时间	7 ~ 8s
受电弓总体宽度	1 700mm	重量	230kg
额定电压	DC 1 500V(1 000 ~ 1 800V)	接触压力	120N ± 20N
额定电流(有效值)	1 050A	起动电流	1 860A(30s)
短时电流	2 500A	最大停车时电流	360A

方法与步骤

一、受电弓的检修

注意:下面所有的操作只允许在受电弓接地和无电状态下进行。

1. 检查滑板

(1) 检查滑板有无磨损和裂纹。有裂纹或局部磨损剩余厚度为 2 ~ 3 mm 的滑板要及时更换。

(2) 在安装新滑板时滑板和弓角必须符合要求。

(3) 安装时要用预先装配好和调整过的集电头。

(4) 检查所有集电头部件是否损坏,受电弓的集电头如图 1 - 1 - 3 所示。

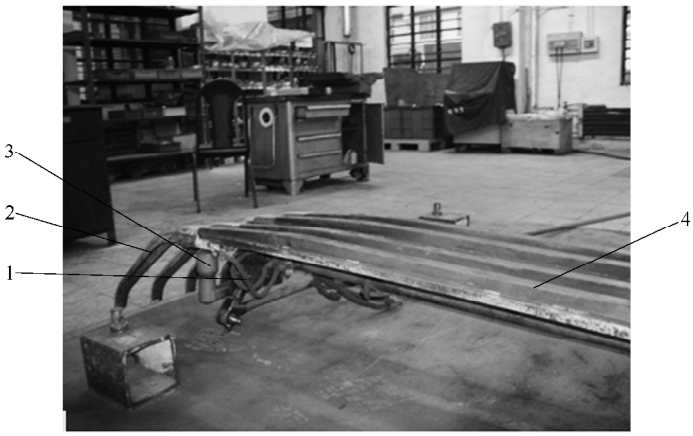

图 1 - 1 - 3　受电弓的集电头

1—跨接线;2—角弓;3—弹簧盒;4—滑板

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com

（5）检查弹簧盒是否弹性良好。

2. 检查导流电缆

（1）在所有铰接点都有导流电缆。导流电缆必须始终处于良好状态。要确保连接螺栓的紧固。

（2）导流电缆一般由多股铜导线编织而成，在检修中应检查连接线是否有断股现象。对于断股的导流电缆应予以更换。对于导流电缆的接线端子，需清洁并打磨接触表面。在安装导流电缆时，在接线端及框架上的安装区域涂抹含铜油脂，以保证接触面的导电性能。在大修作业中，应更换所有的导流电缆。

（3）在更换导流电缆时，要确保清洁，金属抛光接触面必须涂铜接触油脂。

3. 检查升弓气缸

注意：缸内的降弓弹簧有很大的预拉伸力，在任何情况下都不允许打开升弓气缸。

（1）检查升弓气缸的活塞、活塞杆有无卡滞。

（2）检查节流阀和气路连接部分的气密性，更换损坏的部件。

4. 所有铰接点加油

对受电弓上所有的铰接点，用高压油枪加不含二硫化钼的润滑油。

5. 检查接触压力

季节性温度变化较大的情况下，必须检查和调整滑板相对于触网的接触压力和弹簧拉伸力。

6. 检查所有螺栓和螺母

必须检查所有的螺栓和螺母是否紧固。

二、受电弓的拆卸与安装

在对受电弓进行操作时一定要注意以下两点：

（1）所有的操作只允许在受电弓接地和无电状态下进行，否则有致命伤害！

（2）绝不允许打开升弓气缸。缸内的降弓弹簧有很大的预拉伸力，会突然释放，有致命伤害。

1. 拆卸

（1）落弓并用手动锁钩将其固定在低位。

（2）从电气接头上拆下电缆并拆下避雷器阴极。

（3）拆下气路连接。

（4）用起重装置的辅助机构固定受电弓以防止落下。

（5）松掉固定底架的 4 个 M20 × 50 六角螺栓。

（6）从车顶吊下受电弓，车辆顶部的受电弓如图 1 – 1 – 4 所示。

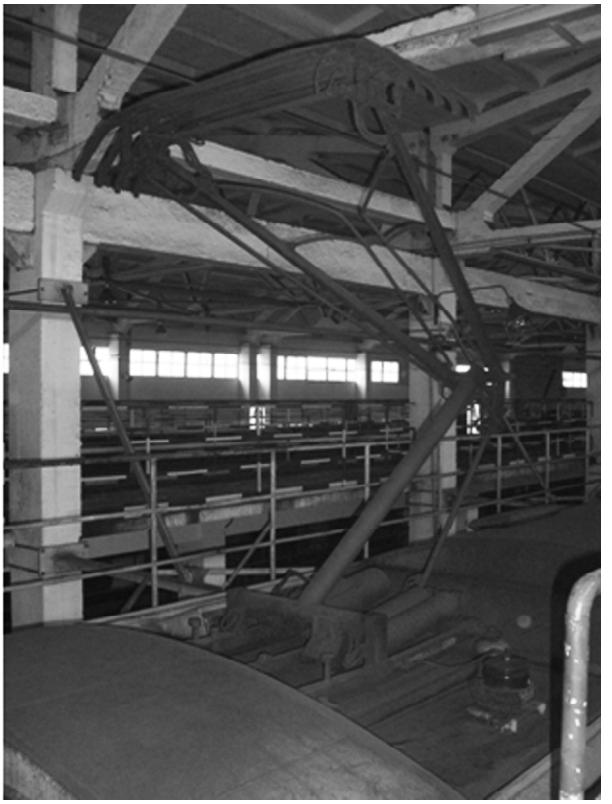

图 1－1－4　车辆顶部的受电弓

2. 调试

（1）车顶受电弓固定螺栓的紧固。车顶受电弓的固定螺栓把受电弓固定在 B 车的车顶，在任何情况下都要保证受电弓的稳固，不能随着车辆的震动而松动，这样才能把受电弓的接触压力限制在所要求的范围内。

（2）受电弓的接触压力调整。受电弓的受电性能在很大程度上决定于接触压力。若压力太小，则接触电阻增大且易跳动，导致接触不良产生电弧；压力太大则摩擦加大，增加滑板和导线磨损。因此要求受电弓的机械结构能保证滑板在工作高度范围内具有相同的接触压力。调整步骤如下：

① 将受电弓升至最大工作高度。

② 在弓头横向管上放上测力计。

③ 慢慢地拉动测力计，使受电弓降弓。

④ 再升弓。

⑤ 读出这个过程的接触压力，若接触压力在（120 ± 15）N 范围内时，不用调节。否则必须转动调节螺钉调节接触压力在正确的范围内。

（3）集电头的调节。集电头主要由滑板（碳条）和支座、转轴、集电头横管、弹簧盒组成。滑板通过螺栓固定在支座上，滑板两端向下弯曲的部分称为弓角，可以防止在接触网

线岔处线索进入滑板下方造成刮弓事故。集电头横管向下固定在活动构架的上臂杆的上端,向上通过转轴固定在滑板上。转轴与弹簧盒相连,可以调节集电头的垂向自由度。通过调整集电头下两端弹簧盒的弹性可调节集电头的可动性,使滑板弹性均匀且上部边缘平行。

(4) 气动升弓和落弓时间的调整。

① 连接气路。

② 调节安全阀,使气压达到450kPa。

③ 调节升弓节流阀,使升弓时间达到7~8s(在触网位置较低的情况下升弓时间相应减少)。

④ 调节降弓节流阀,使落弓时间达到7~8s。

3. 安装

(1) 吊起受电弓到车顶。

(2) 安装底架上4个六角螺栓和弹簧垫圈。

(3) 连接气路接头。

(4) 连接电缆到电气接头。

(5) 打开手动锁钩。

> 注意:当连接电气接头时,用防氧化接触清洁剂清洗金属抛光接触面,并注意端部螺栓的紧固安装。

三、分解

在受电弓的日常维修中需要把其分解到一定程度再进行修理和零部件的更换。

1. 日常分解工作

(1) 升弓。

(2) 卸下底架上的两个升弓弹簧。注意不能打开弹簧压力制动缸,以免缸内高预伸弹簧突然释放伤人。

(3) 拆卸活动构架的导流电缆。

(4) 先把上臂导杆从集电头一端拆下,再拆下铰接处一端。

(5) 拆集电头上的导流电缆。

(6) 拧下固定集电头的连接螺栓。

(7) 取下集电头。

2. 更换滑块

滑块的更换必须两个为一组进行更换。

(1) 拆卸导流电缆。

(2) 拆卸滑块连接螺栓。拿下滑板,测量其厚度,有裂纹或局部磨损剩余厚度为2~3mm的滑块要及时更换。

（3）将更换好的滑块放在集电头的相应位置上。

（4）安装滑块固定螺栓。

（5）安装导流电缆。

（6）调整螺栓的松紧度，使其紧固力矩平衡并达到要求。

3. 清洗

受电弓分解完毕后，应清洁所有部件。在清洁时要选择中性清洁剂，小心操作，避免部件损坏。

思考与练习

1. 受电弓由哪几个主要部分组成？每个部分的作用是什么？
2. 受电弓的检修内容有哪些？
3. 受电弓的正常接触压力是多少？怎样进行接触压力调整？

活动二　高速断路器的检修

相关知识

一、高速断路器的作用

高速断路器主要有两个作用：一是在正常情况下，根据需要接通和断开接触网和电动车辆主回路之间的高压电路。二是在发生故障时，如主电路短路、过载、电机烧损等，快速切断主电路，防止事故扩大，保护车辆和人身安全。高速断路器动作需迅速、可靠，并具有足够的断流容量。高速断路器一般安装于车体下方，由于空间有限，要求高速断路器结构必须紧凑。

地铁 AC01/AC02 车型使用的是由 AEG 公司生产的 UR6－31/32 型高速断路器。

二、高速断路器的结构

UR6－32TDS 型高速断路器基本结构包括基架、主触头、脱扣装置、闭合装置、灭弧罩和辅助触头，其结构如图 1－1－5 所示。

基架用于安装主触头、脱扣装置、闭合装置、灭弧栅、辅助触头等部件，要求有较高的机械性能和抗震性能，采用坚固的玻璃纤维聚酯材料，绝缘性能好。主触头包括动触头和静触头，用于接通车辆主电路。辅助触头包括 6 副双触头开关，跟随主触头的动作而动作。脱扣装置也称为短路快速跳闸装置，用于过载保护，它的跳闸值可通过刻度盘来调整。跳闸值应按允许通过的短路峰值电流来设定，防止开关发生误跳。

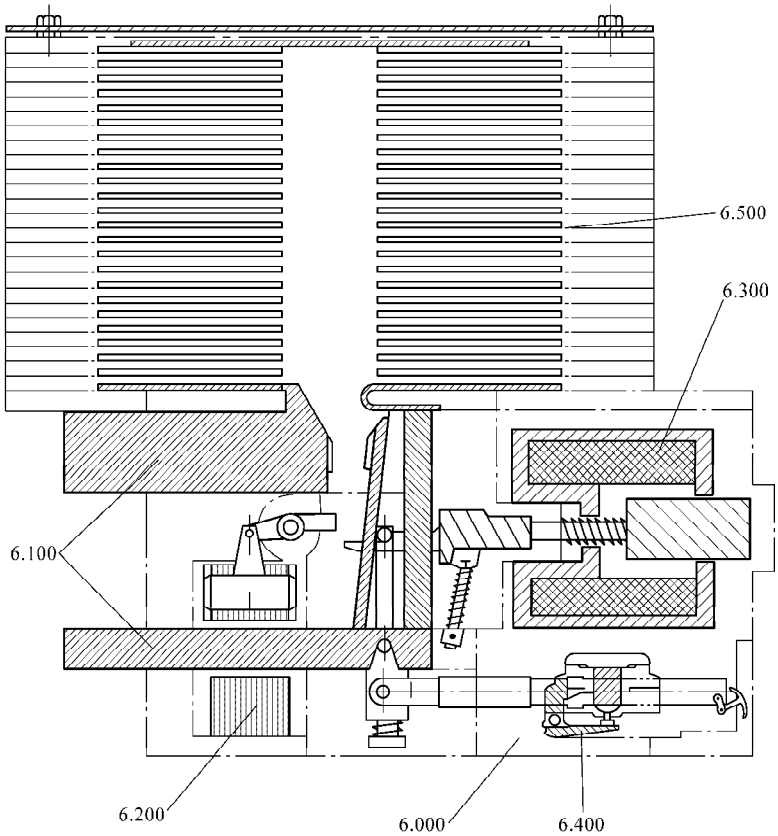

图 1－1－5　UR6 31/32 型高速断路器基本组成

6.000—基架;6.100—主触头;6.200—脱扣装置;6.300—闭合装置; 6.400—辅助触头;6.500—灭弧罩

闭合装置包括磁铁、线圈、圆筒、连杆、压簧、前后极、叉头等,用于开关的正常吸合和分断。高速断路器合闸线圈只能短时通电,开关到合闸位后,靠连杆机构保持。灭弧罩由一组抗电弧的绝缘板、灭弧片和引弧片组成,用于吸入动、静触头分断产生的电弧,并进行分割、冷却。

三、工作原理

当按下高速断路器“合”按钮,闭合装置的线圈得电,带动连杆推动动触头与静触头接触,置高速断路器于“合”位置。电流从上接线排,通过闭合动、静触头流向动触头臂至下接线排,使接触网与车辆主电路电气设备接通。

当高速断路器闭合后,脱扣装置监控电流的大小,短路发生时,当电流值超过其跳闸值时,该装置动作,通过转换机构带动动触头移动,与静触头分开,使高速断路器处于“分”状态。高速断路器断开的瞬间,动、静触头之间会产生电弧。电弧从动触头到右部连接件,跨接到左部

连接件进入灭弧罩,被分割并送入导流板,经冷却后熄灭。

正常分断时,闭合装置的线圈失电,压簧复位,动、静触头断开,使断路器处于断开状态。

高速断路器的动、静触头接通与断开时,通过连杆带动辅助触点跟随接通与断开,辅助触点的状态传送到监控装置,用于显示和监控高速断路器的状态。

高速断路器分断之后再合闸,必须间隔 2min 以上。

方法与步骤

一、高速断路器的检修

注意:(1) 高速断路器得电时,绝不能在上面工作。
(2) 在高压电路失电但车辆接地保护安装之前不要接触高速断路器。

(1) 检查闭合装置。测量螺管线圈的阻值,阻值与标称值不相符时应更换线圈。检查线圈与铁心之间是否有碰擦痕迹,检查铁心是否动作自如。对机械联锁机构进行润滑,正常情况下润滑能延长高速断路器寿命,润滑脂应是专用油脂,不准混有其他油脂。

(2) 动、静触头检查。检查动静触点的“熔化”程度,如“熔化”程度厉害,应更换触点。触点应成对更换,更换完毕后还应检查触点接触面接触情况。

(3) 接线端检查。清洁、打磨主接线端及电缆的接触面,使两接触面的接触保持密贴,防止接触电阻增大而损坏电缆及主接线端。

(4) 灭弧罩检查。将灭弧罩分解,检查灭弧栅片的情况。对于烧灼厉害的灭弧栅片应更换。在灭弧栅片组装过程中,应注意栅片的安装角度。

(5) 辅助触头检查。检查辅助触头时应测量触点的接触阻值,同时还需检查机械部件的工作情况。

(6) 在高速断路器使用到一定期限时,应更换机构内所有的弹簧部件。

二、灭弧罩的分解、清洁

1. 分解

(1) 将灭弧罩稳固垂直地放置。

(2) 拆卸 6 个黑色的 PA 纽扣螺钉。

(3) 拆卸 8 个固定上罩盖的 M6 螺钉。

(4) 拆掉上罩盖。

(5) 拆卸顶板。

(6) 拆卸 6 个 M6 钢垫圈和 6 个钢螺母。

(7) 拆卸最上面的绝缘板。

此为试读,需要完整PDF请访问: www.ertongbook.com