

城市轨道交通岗位技能培训教材



机电设备检修工

环控系统检修

JIDIAN SHEBEI JIANXIUGONG HUANKONG XITONG JIANXIU

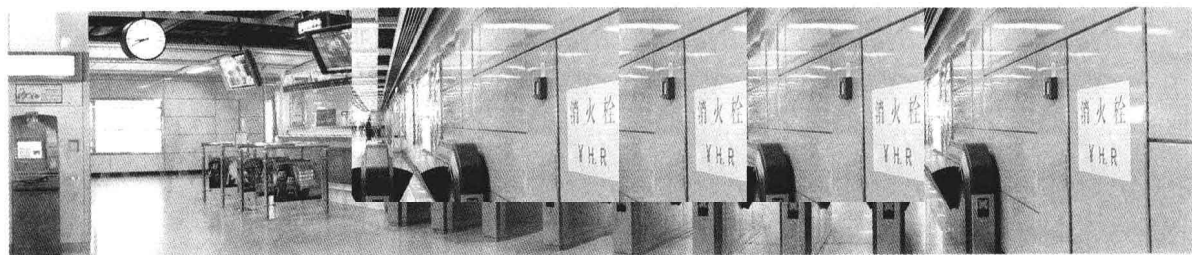
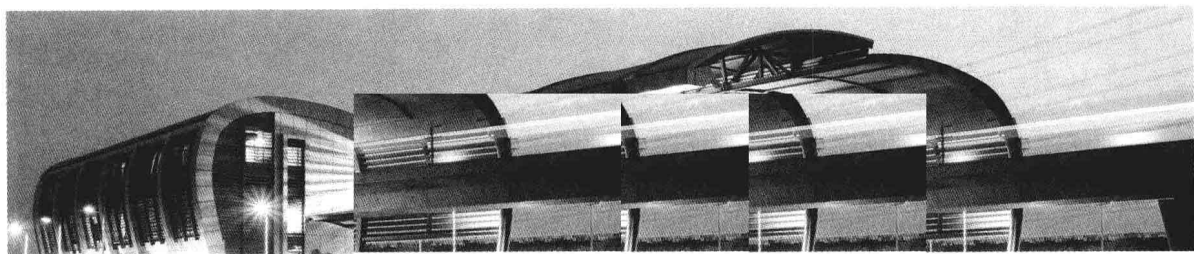
人力资源和社会保障部教材办公室
广州市地下铁道总公司 组织编写

城市轨道交通岗位技能培训教材

机电设备检修工 环控系统检修

JIDIAN SHEBEI JIANXIUGONG HUANKONG XITONG JIANXIU

人力资源和社会保障部教材办公室
广州市地下铁道总公司 组织编写



 中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

机电设备检修工. 环控系统检修 / 人力资源和社会保障部教材办公室, 广州市地下铁道总公司组织编写. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2011

城市轨道交通岗位技能培训教材

ISBN 978 - 7 - 5045 - 8880 - 7

I. ①机… II. ①人…②广… III. ①机电设备-检修-技术培训-教材②城市铁路-环境控制-控制系统-检修-技术培训-教材 IV. ①TM07②U231

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 074246 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

新华书店经销

北京地质印刷厂印刷 三河市华东印刷装订厂装订
787 毫米 × 1092 毫米 16 开本 28.25 印张 650 千字
2011 年 5 月第 1 版 2011 年 5 月第 1 次印刷

定价: 55.00 元

读者服务部电话: 010 - 64929211/64921644/84643933

发行部电话: 010 - 64961894

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010 - 64954652

如有印装差错, 请与本社联系调换: 010 - 80497374

城市轨道交通岗位技能培训教材

编 委 会

主 任 何 霖

副主任 张桂海 蔡昌俊 周大林 刘 靖

朱士友 张海燕

委 员 肖 明 胡铁军 刘利芝 周小南

俞军燕 黄 平 李 晋 王 海

潘丽莎 刘菊美 何江海 宋利明

陈通武 詹坤生

城市轨道交通岗位技能培训教材
——机电设备检修工系列教材
编 审 人 员

主 编 俞军燕
副主编 王晓夏 谭 林
主 审 胡铁军
参 审 袁 健 桓素娟

机电设备检修工
——环控系统检修
编 审 人 员

主 编 梁成儒
编 者 聂凯正 张 可
主 审 王晓夏

序

我国城市轨道交通自 1965 年北京地铁一期工程建设开始，经过 40 余年的建设和发展，取得了显著成就，截至 2007 年底全国已有 11 个城市开通了城市轨道交通，总运营里程达 761 千米。当前城市轨道交通正处于大规模高速发展时期，其中以北京、上海、广州为代表的特大城市已进入网络化建设阶段，尚有沈阳、哈尔滨、杭州、西安、成都等 33 个城市正在建设或规划中。实践证明，发展城市轨道交通是解决大城市交通问题的必由之路，对拉动城市经济的持续发展也起到了重要的作用。

城市轨道交通作用的发挥，依靠系统的安全和高效运营。然而，城市轨道交通系统设备先进、结构复杂，高新技术应用越来越普及，要保障这样庞大系统的安全和高效，必须依靠与之相协调的高素质的人员。轨道交通行业职工队伍中一半以上是技术工人，他们是企业的主体，他们的素质高低直接关系到企业的生存和发展。因此，企业必须拥有一支高素质的技术工人队伍，培养一批技术过硬、技艺精湛的能工巧匠，才能确保安全生产，提高工作效率，提升非正常情况下的应急应变能力。

岗位技能培训是人才培养的重要途径，是提高企业核心竞争力的重要手段，而岗位技能培训的过程和结果需要适合的培训教材作为技术支撑，广州市地下铁道总公司在多年的实践中对这方面有深切的感受。教材的缺乏使我们下定决心依靠自己的力量编写教材，于是从 1997 年至 2007 年我们陆续编印了 51 种岗位技能培训内部教材，对广州市地下铁道总公司的职工技术培训、职业技能鉴定提供了强有力的技术支持。

2006 年底原国家劳动和社会保障部张小建副部长在看到我们的自编教材后积极肯定，并鼓励我们充分发挥企业的优势把教材推向全国以飨国内同行，为我国城市轨道交通事业的发展做出贡献。为了落实部领导的指示，我们与人力资源和社会保障部教材办公室合作，在对国内城市轨道交通行业进



行广泛调研的基础上，按照相关国家职业标准的要求，调整、规范了岗位名称，推出了系列“城市轨道交通岗位技能培训教材”，涉及站务员、列车司机、车辆检修工、机电设备检修工、变电设备检修工、接触网检修工、通信检修工、信号检修工、自动售检票系统检修工等岗位，同时配备《城市轨道交通概论》、《城市轨道交通运营安全》等通用教材。

“城市轨道交通岗位技能培训教材”由广州市地下铁道总公司组织从事城市轨道交通建设和运营管理的专家编写。在教材内容方面，力求技术和操作的全面完整，在注重操作的基础上，尽可能将理论问题讲解清楚，并在表达上能够深入浅出。该系列教材既可以作为各技能鉴定单位开展城市轨道交通行业工种鉴定的依据，又可作为城市轨道交通管理部门运营和设备检修人员的岗位技能培训教材，还可作为大、中专院校相应专业师生用书。

在全国普遍缺乏轨道交通行业岗位技能培训教材的情况下，广州市地下铁道总公司带着时代赋予的使命感和高度的责任感，填补了这一空白，祝愿每位立志于轨道交通事业的同仁都能学有所获、握有所长，在自己的岗位上创出优异的业绩。

城市轨道交通岗位技能培训教材 编委会

前言

城市轨道交通系统设备先进、结构复杂、高新技术应用日益广泛，整个城市轨道交通运营线路的正常运作，依靠各专业系统包括车辆、车站机电设备、变电设备、接触网、通信、信号、自动售检票系统等的正常运作及良好协同。其中，车站机电设备肩负着为乘客提供安全、舒适、便利的车站乘车环境，在灾害发生情况下及时报警并协助救灾等重任，分别由环控系统、给排水系统、低压电气、屏蔽门、电梯、车站设备监控系统、消防自控系统、综合监控系统等部分组成。

由于城市轨道交通车站机电设备种类繁多，各城市轨道交通运营企业的管理思路和要求有所不同，因此在车站机电设备检修组织方面存在单一工种负责车站机电设备中多个系统的检修工作，或部分工种负责车站机电设备中多个系统低等级检修工作、部分工种负责较为专项的中高等级检修工作等多种组合情况。为有效响应各城市轨道交通运营企业在车站机电设备检修管理组织方面的不同需求，我们在总结轨道交通车站机电设备检修管理经验的基础上，将机电设备检修工岗位技能培训教材按各专业系统分册编写，分别为《机电设备检修工（环控系统检修）》、《机电设备检修工（给排水系统检修）》、《机电设备检修工（低压电气检修）》、《机电设备检修工（屏蔽门检修）》、《机电设备检修工（电梯检修）》、《机电设备检修工（消防自控系统检修）》、《机电设备检修工（车站设备监控系统检修）》、《机电设备检修工（综合监控系统检修）》。其中，各分册均包括初级、中级、高级、技师四个级别，分别安排了本级别需要掌握的知识及技能，高一级别检修工须掌握低级别检修工所有的知识及技能。



由于编者水平有限，书中存在不足在所难免，敬请广大使用单位和个人不吝赐教，提出宝贵意见和建议。

广州市地下铁道总公司

5

目录

第1部分 初级检修工

第一章 电工及焊接基础知识 // 1

第一节 电工基础知识 // 1

第二节 焊接基础知识 // 8

第二章 环控系统及制冷基础知识 // 18

第一节 空气调节与排烟技术 // 18

第二节 环控工程施工识图 // 20

第三节 制冷技术基本知识 // 28

第三章 环控系统运行及维修管理 // 41

第一节 环控系统运行管理 // 41

第二节 环控系统设备维修及故障处理管理 // 44

第四章 环控系统主要设备及系统控制 // 55

第一节 环控系统主要设备 // 55

第二节 环控设备控制方式及相关接口 // 69

第三节 环控系统布局及模式 // 71

第五章 环控设备操作、检修及故障处理 // 77

第一节 维修工具及仪器仪表的使用 // 77

第二节 巡视及设备操作 // 89

第三节 环控系统检修 // 104

第四节 环控系统故障处理 // 115



第五节 作业安全 // 124

初级工理论知识考核模拟试题 // 128

初级工技能操作考核模拟试题 // 132

初级工理论知识考核模拟试题答案 // 133

初级工技能操作考核模拟试题评分标准 // 134

第2部分 中级检修工

第六章 电子基础知识 // 136

第一节 变频技术 // 136

第二节 电动机 // 139

第七章 流体力学及机械基础知识 // 144

第一节 流体力学基本知识 // 144

第二节 机械基础 // 147

第三节 金属材料及热处理 // 152

第四节 机械识图与制图 // 156

第八章 制冷及空气调节技术 // 159

第一节 空调水系统及其控制 // 159

第二节 供冷系统运用 // 166

第三节 空气调节技术应用 // 169

第九章 环控系统的运行及验收 // 175

第一节 风机、水泵运行 // 175

第二节 运行工况测试 // 183

第三节 通风空调工程验收标准 // 188

第十章 环控设备检修及故障处理 // 198

第一节 检修工具的使用 // 198

第二节 环控设备检修 // 204

第三节 环控设备故障处理 // 239

中级工理论知识考核模拟试题 // 254

中级工技能操作考核模拟试题 // 258

中级工理论知识考核模拟试题答案 // 259
 中级工技能操作考核模拟试题评分标准 // 261

第3部分 高级检修工

第十一章 热力学知识 // 263

第一节 热力学基础 // 263
 第二节 其他制冷方式 // 272

第十二章 制冷压缩机及变流量、变频技术的应用 // 275

第一节 制冷压缩机 // 275
 第二节 变流量技术应用 // 289
 第三节 变频技术应用 // 303

第十三章 环控系统的自动控制调节和系统联调 // 307

第一节 系统的自动控制调节 // 307
 第二节 系统联调 // 317

第十四章 环控系统设备检修及故障处理 // 325

第一节 常用仪器仪表的使用 // 325
 第二节 设备年度检修 // 332
 第三节 设备中修 // 362
 第四节 环控系统故障处理 // 364

高级工理论知识考核模拟试题 // 375

高级工技能操作考核模拟试题 // 378

高级工理论知识考核模拟试题答案 // 379

高级工技能操作考核模拟试题评分标准 // 381

第4部分 技师

第十五章 系统节能与新技术 // 383

第一节 经济运行及节能 // 383
 第二节 冰蓄冷技术应用 // 386
 第三节 机电一体化 // 389
 第四节 设备维修一体化 // 392



第十六章 环控系统设备自动化控制 // 395

第一节 冷水机组启动控制 // 395

第二节 环控设备运行控制和应急处理 // 403

第十七章 系统技术改进 // 406

第一节 冷水机组合理调节、节能措施 // 406

第二节 空调水系统调节 // 408

第十八章 设备维护及故障处理 // 410

第一节 设备大修 // 410

第二节 环控设备故障处理 // 413

第三节 冷水机组控制方式 PLC 程序设计 // 421

技师理论知识考核模拟试题 // 431

技师技能操作考核模拟试题 // 435

技师理论知识考核模拟试题答案 // 436

技师技能操作考核模拟试题评分标准 // 438

第1部分 初级检修工

第一章

电工及焊接基础知识

第一节 电工基础知识

一、常用低压电器

低压电器一般指用来切换、控制、调节和保护用电设备的电器。按动作方式可分为手动电器和自动电器。

1. 开关

(1) 刀开关。它是一种结构较为简单的手动电器，主要由闸刀（动触头）和刀座（静触头）及底板等组成，接通或切断电路是由人工操纵闸刀完成的。通常为具有瓷质底板的三极刀开关，可用它接通或切断小容量的负载电路。

容量大的刀开关一般都装在配电盘的背面，通过连杆手柄操作。刀开关常用于不频繁接通和切断电源的电路，选用刀开关时应根据电源及负载的情况确定其额定电压和额定电流。两极和三极刀开关本身均配有熔断器。用刀开关切断电流时，由于电路中电感和空气电离的作用，刀片与刀座在分离时会产生电弧，特别当切断较大电流时，电弧持续不易熄灭。因此，为安全起见，不允许用无隔弧、灭弧装置的刀开关切断大电流。在继电器—接触器控制系统中，刀开关一般用于隔离电源，而用接触器接通和断开负载。



(2) 组合开关。又称转换开关，其结构如图 1—1 所示。它是由数层动、静触片组装在绝缘盒内构成。动触片装在转轴上，用手柄转动转轴可使动触片与静触片快速接通与断开，有利于熄灭电弧。静触片分层装在各圆形胶木盒内，一端伸出盒外，连在接线柱上。

组合开关由于结构紧凑，体积小，操作方便，因而广泛地应用在机床等生产设备上，作为电源引入开关，或用以直接控制小型异步电动机。

2. 熔断器

熔断器是最简便有效的短路保护电器，主要由熔体及安装熔体的绝缘座等部件组成，如图 1—2 所示。熔断器在使用时应与它所保护的电路串联。该电路一旦发生短路等故障时，只要通过熔体的电流达到或超过某一额定值，在一定时间内熔体将因过热而熔断，从而切断故障电流，使线路及电气设备免遭损坏。

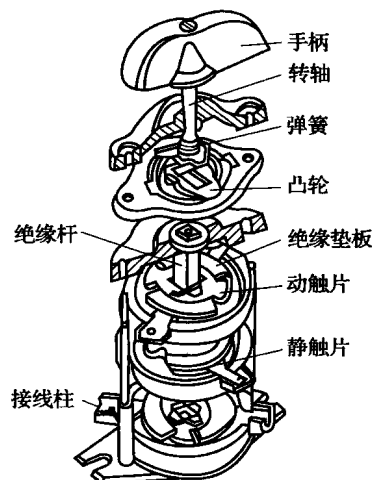


图 1—1 组合开关结构图

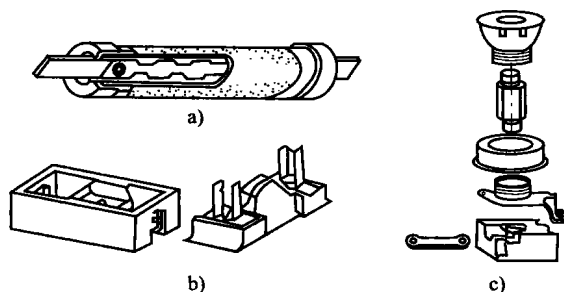


图 1—2 熔断器

a) 管式熔断器 b) 插式熔断器 c) 螺旋式熔断器

熔体是熔断器的主要部分，根据熔点的高低一般可分为低熔点和高熔点两类。低熔点熔断器是由铅、锡及其合金制成；高熔点熔断器是由银、铜和铝等制成。熔体切断故障电流有时会产生电弧，在要求切断能力较强的场合，可以采用充有石英砂填料的封闭式熔断管。它是在陶瓷制成的熔断管内装有熔体和石英砂，在切断故障电流而产生电弧时，颗粒石英砂与电弧接触后，能吸收电弧产生的热量使之快速冷却而熄灭电弧。另有一种管式熔断器是把熔体装在空心的有机纤维管中，熔体熔断时电弧所产生的高温可使有机纤维管放出大量绝缘气体从而熄灭电弧。

3. 自动空气断路器

自动空气断路器也称自动开关，是常用的一种低压保护电器，可实现短路、过载和失压保护。它的结构形式很多，图 1—3 所示是其一般原理图。

断路器的主触点是通过操作机构（手动或电动）使之闭合的，其触点系统装有灭弧装置，不仅能接通或切断正常的工作电流，还能在发生故障时迅速切断比正常工作电流大好几倍的故障电流，从而能有效地保护电路中的电气设备。

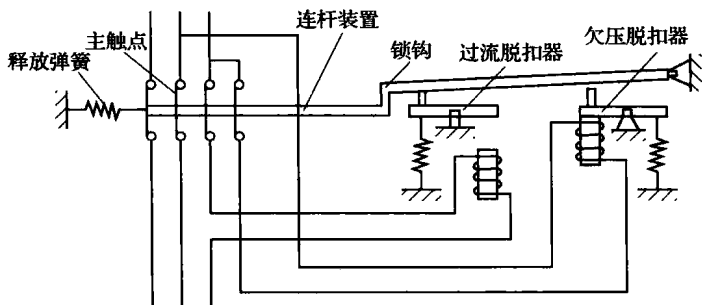


图 1—3 自动空气断路器原理图

4. 交流接触器

交流接触器是利用电磁力来接通和断开主电路的执行电器的。常用于电动机、电炉等负载的自动控制。接触器的工作频率可达每小时几百甚至上千次，并可方便地实现远距离控制。主要由电磁机构、触点系统和灭弧装置等主要部件组成。电磁机构包括吸引线圈、静铁心和动铁心，动铁心与动触点相连。图 1—4 所示是交流接触器的主要结构图。

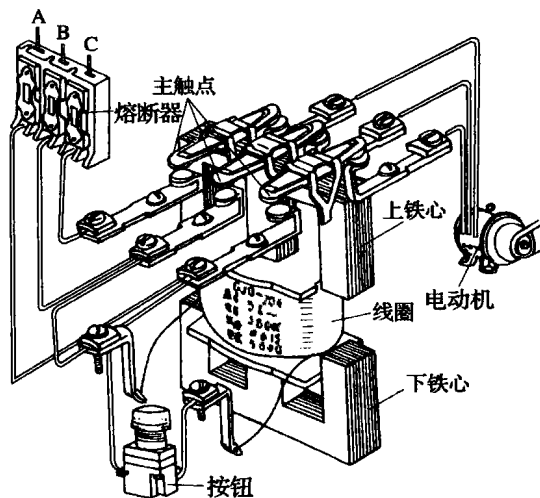


图 1—4 交流接触器主要结构图

当吸引线圈两端施加额定电压时，产生电磁力，将动铁心（上铁心）吸下，动铁心带动动触点一起下移，使动合触点闭合接通电路，动断触点断开切断电路，当吸引线圈断电时，铁心失去电磁力，动铁心在复位弹簧的作用下复位，触点系统恢复常态。三相交流接触器的触点系统中有三对主触点和若干对辅助触点，主触点可以通过较大的主电流，并设有隔弧和灭弧装置。主触点常用在主电路中控制三相负载，辅助触点用在电流较小的控制电路中。为了减小铁心损耗，交流接触器的铁心由硅钢片叠成。为了消除铁心的颤动和噪声，在铁心端面的一部分套有短路环。

选用交流接触器时，除了必须按负载要求选择主触点组的额定电压、额定电流外，还必须考虑吸引线圈的额定电压及辅助触点的数量和类型。

5. 热继电器

电动机工作时可能会出现短时间的过载。一般情况下电枢绕组只要不超过其容许温升，

就不会产生什么危害，但长时间过载会导致过热而影响使用寿命，而常用的熔断器只能用做短路保护，热继电器就是用来保护电动机使之免受长期过载的危害的。热继电器利用电流的热效应而动作，它的结构原理如图 1—5 所示。

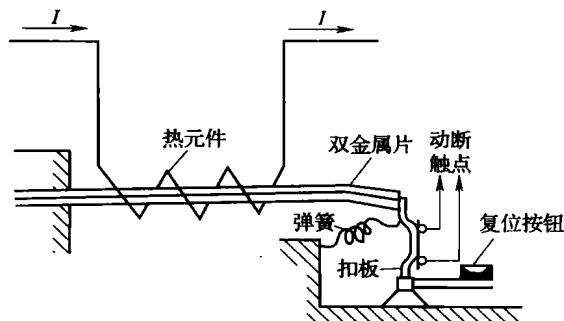


图 1—5 热继电器结构原理

由电阻丝做成的热元件，其电阻值较小，工作时将它串接在电动机的主电路中，电阻丝所围绕的双金属片是由两片热膨胀系数不同的金属片压合而成，左端与外壳固定。当热元件中通过的电流超过其整定值而过热时，由于双金属片的上面一层热膨胀系数小，而下面一层的热膨胀系数大，使双金属片受热后向上弯曲，导致扣板脱扣，扣板在弹簧的拉力下将动断触点断开。触点是串接在电动机的控制电路中的，使得控制电路中的接触器的动作线圈断电，从而切断电动机的主电路。

由于双金属片的受热过程需要一定时间，因而在电动机启动或短时过载时，热继电器不会立即动作，从而可避免不必要的停车。因此，热继电器不能用做短路保护。如果要热继电器复位，按下复位按钮即可恢复工作。

热继电器根据热元件的整定电流的大小，有许多规格。整定电流是指当热元件中通过的电流超过整定值的 20% 时，热继电器应在 20 min 内动作。选用时，应根据电动机的额定电流选择具有相应整定电流值的热元件。

6. 中间继电器

中间继电器的作用是用来传递信号或同时控制多个电路，也可直接用它来控制小容量电动机或其他电气执行元件，它的结构和交流接触器基本相同，只是电磁系统小些，触点多些。

当某一输入量（如电压、电流）达到预定数值时，使它动作，以改变控制电路的工作状态，从而实现既定的控制或保护的目。在此过程中，继电器主要起了传递信号的作用。常用的中间继电器主要有 JZ7 系列和 JZ8 系列两种，后者是交、直流两用的。在选用中间继电器时，主要是考虑电压等级以及动合和动断触点的数量。

7. 时间继电器

时间继电器是一种利用电磁原理或机械原理实现延时控制的控制电器。它的种类很多，有空气阻尼型、电动型和电子型等。在交流电路中常采用空气阻尼型时间继电器，它是利用空气通过小孔节流的原理来获得延时动作的。它由电磁系统、延时机构和触点三部分组成。

8. 行程开关

行程开关是对生产机械的行程位置进行控制的电器。行程开关也有多种，一般结构示意图如图 1—6 所示。行程开关一般安装在预定的位置。当生产机械的运动部件上的撞块碰到