



21世纪职业教育立体化精品教材
“互联网+”新形态教材



城市轨道交通 车辆制动 检修实务

主 编 于济群 张 黎 王新铭
副主编 王 洋 范志丹 王珊珊
参 编 于 淼 曲萌飞 丁相庆
主 审 方振龙

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通车辆制动检修实务/于济群, 张黎,
王新铭主编. —南京: 江苏凤凰教育出版社, 2022. 6
ISBN 978-7-5499-9730-5

I. ①城… II. ①于… ②张… ③王… III. ①城市铁
路—铁路车辆—车辆制动—设备检修—职业教育—教材
IV. ①U239.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2022)第 002949 号

书 名 城市轨道交通车辆制动检修实务

主 编 于济群 张 黎 王新铭
责任编辑 汪立亮
出版发行 江苏凤凰教育出版社
地 址 南京市湖南路1号A楼, 邮编: 210009
出 品 江苏凤凰职业教育图书有限公司
网 址 <http://www.fhmooc.com>
印 刷 北京盛通印刷股份有限公司
厂 址 北京市经济技术开发区经海三路18号, 邮编: 100176
电 话 010-52249888
开 本 787毫米×1092毫米 1/16
印 张 8.5
版次印次 2022年6月第1版 2022年6月第1次印刷
标准书号 ISBN 978-7-5499-9730-5
定 价 35.00元
批发电话 025-83658831
盗版举报 025-83658873

图书若有印装错误可向当地经销商申请调换
提供盗版线索者给予重奖

前言

我国城市轨道交通事业正在飞速发展，越来越多的城市把轨道交通纳入城市规划中。城市轨道交通车辆是城市轨道交通的主要设备，具有技术含量高、检修工作量大、检修作业复杂的特点。城市轨道交通车辆检修人员或驾驶人员必须经过专业的培训，才能从事并胜任轨道交通车辆的检修或驾驶工作。而制动系统是城市轨道交通车辆最重要的组成部分，城市轨道交通车辆制动系统的检修与维护工作尤为重要。

本书结合城市轨道交通专业人才培养方案和职业教育教材现状编写，涵盖城市轨道交通车辆制动检修的主要内容。为适应职业教育的需要，编者力求体现当代职业教育新理念，紧跟城市轨道交通行业发展，使本书保持一定的知识与技术领先。

本书共分为7个模块，分别是轨道交通车辆制动基本常识、基础制动装置检修、电空制动机检修、NABTESCO型制动控制系统、KBWB型制动控制系统、KBGM型制动控制系统、EP2002型制动控制系统。每个模块下包含多个项目，全书共16个项目。

本书在体例设计上突破了传统教材的编写模式，将理论与实践相结合，突出职业教育的实践性。每个项目配有实施工单，每个实施工单以项目目标、项目描述、项目要求、课中训练、项目总结等环节为主线，使学生加深对专业知识和技能的理解，掌握基本技能和基本方法，增强学生对城市轨道交通车辆制动系统的理论认知，提高学生的实践能力。

本书由长春职业技术学院具有多年教学工作经验的教师编写，于济群、张黎（江西交通职业技术学院）、王新铭任主编，王洋、范志丹、王珊珊任副主编，于淼（长春市轨道交通集团有限公司）、曲萌飞（长春市轨道交通集团有限公司）、丁



相庆(中车长春轨道客车股份有限公司)参与编写。具体编写分工如下：于济群、王新铭负责编写模块一、模块三、模块六和模块七，张黎、王珊珊负责编写模块五，王洋、范志丹负责编写模块二和模块四；于济群负责全书数字化教学资源的总体开发工作及视频拍摄制作，王新铭负责全书二维动画制作，王洋负责移动端应用制作；于淼、曲萌飞、丁相庆为本书提供了相关的行业数据和参考资料，并对本书的体例设计和编写思路提出了重要意见。本书由方振龙主审并提出了宝贵建议。

本书可作为职业院校城市轨道交通专业及相关专业的教学用书，也可作为城市轨道交通行业技术人员的参考资料和员工培训用书。

在本书的编写过程中，我们参考了许多专家、学者有关城市轨道交通车辆的书籍、论文等资料，以及部分城市轨道交通设备制造企业和城市轨道交通运营企业的技术数据和图片，并得到了长春地铁、广州地铁、武汉地铁、北京地铁、沈阳地铁、兰州地铁、中车长客等企业给予的大力支持，在此谨对他们表示衷心的感谢！

由于城市轨道交通正处于快速发展时期，技术装备日新月异，各城市的轨道交通车辆也都有各自的特点，资料收集很难达到齐全和准确，再加上编者水平有限，书中难免存在不足之处，恳请读者多提宝贵意见，以便今后修订和完善。

编者

目录

模块一 轨道交通车辆制动基本常识



- 项目一 认知轨道车辆制动系统 2
- 项目二 认知空气制动系统 7
- 项目三 空气制动系统的基本检修方法 12

模块二 基础制动装置检修



- 项目一 闸瓦的更换与间隙调整 18
- 项目二 检修制动盘 35

模块三 电空制动机检修



- 项目一 认知 F8 型电空制动机 44
- 项目二 认知 104 型电空制动机 54
- 项目三 电空制动机列检作业 61

模块四 NABTESCO 型制动控制系统



- 项目一 认知 NABTESCO 型制动控制系统的结构原理 71
- 项目二 认知 NABTESCO 型制动控制系统的控制过程 77

模块五 KBWB 型制动控制系统



- 项目一 认知 KBWB 型制动控制系统的结构原理 84
- 项目二 认知 KBWB 型制动控制系统的控制过程 93

模块六 KBGM 型制动控制系统



- 项目一 认知 KBGM 型制动控制系统的结构原理 100
- 项目二 认知 KBGM 型制动控制系统的控制过程 112

模块七 EP2002 型制动控制系统



- 项目一 认知 EP2002 型制动控制系统的结构原理 119
- 项目二 认知 EP2002 型制动控制系统的控制过程 126

参考文献



模块一

轨道交通车辆制动 基本常识

●知识目标

1. 掌握轨道车辆制动的基本概念及作用。
2. 掌握空气制动机的种类、结构组成及工作原理。
3. 理解电空制动机、电磁制动机的工作原理。
4. 掌握自动式空气制动机的作用原理。

●能力目标

1. 能够分析制动装置在轨道车辆运行中的作用。
2. 能够分析各种车辆制动机的工作原理。
3. 能够分析自动式空气制动机的工作原理及作用。

●重点难点

1. 轨道车辆制动的基本概念及作用。
2. 空气制动机的种类、结构组成及工作原理。
3. 电空制动机、电磁制动机的工作原理。
4. 自动式空气制动机的作用原理。



案例引入

案例描述：

某条新线列车在库内停放一段时间后需要恢复使用时，由于列车管路系统内没有压缩空气，两台空压机连续工作，但管路系统压力仍维持在 100 kPa 以下，造成列车不能投入正常运营。检查后发现列车带停放制动缸的踏面制动单元（简称 TBU）在常用缸底部呼吸嘴处出现漏风现象，并且基本都集中在带有停放制动缸的 TBU 上的二进制的输入端和 4 个与光电耦合器的电流相分离的频率输入端或二进制输入端。

案例分析：

无论是地铁还是轻轨，都需要2分钟到5分钟停车1次，方便各个站点到站乘客下车的特点，而这无疑会使城市轨道交通车辆的制动系统反复制动、调速与启动。如果城市轨道交通车辆在运行的过程中，其制动系统出现了缺乏灵活性的问题，无法满足各个时间段客流量的要求以及承载客流所需的车辆负荷和摩擦力，就会使车辆出现各种安全故障问题。因此，相关维修部门对城市轨道交通车辆制动系统进行定期检修是十分必要的，这样才能保障城市轨道交通车辆的稳定运行，为我国交通业的发展奠定坚实基础。

项目一 认知轨道车辆制动系统



实施工单

项目实施工单

学习模块	轨道交通车辆制动基本常识	姓名	班级
项目名称	认知轨道车辆制动系统	学号	组别
项目目标	1. 掌握制动的基本概念。 2. 掌握制动装置的作用。 3. 掌握车辆制动机的分类及各类型的特点		
项目描述	学生以小组为单位，利用轨道交通车辆理实一体化教室完成下列任务： (1)描述空气制动机的工作原理； (2)描述电空制动机的特点		
项目要求	1. 场地要求：轨道交通车辆理实一体化教室、车辆维修基地或现场。 2. 设备要求：手(人力)制动机、真空制动机、空气制动机、电空制动机、轨道电磁制动机、城市轨道交通车辆实物、多媒体课件、图片、示教板、计算机等		
课中训练	1. 写出空气制动机的工作原理。 2. 写出电空制动机的特点		

续表

项目总结	对项目完成情况进行归纳、总结、提升：
------	--------------------

项目评价

项目评价单

评价方式	评价内容	比例	得分
学生自评	按项目评价内容及标准进行评价	20%	
学生互评	按项目评价内容及标准进行评价	20%	
教师评价	按项目评价内容及标准进行评价	60%	
项目得分			

项目评价内容及标准

序号	评价项目	评价内容	评价标准	分值	得分
1	项目完成情况	空气制动机的工作原理	工作原理填写是否完整且规范，酌情打分	45分	
		电空制动机的特点	特点填写是否完整且规范，酌情打分	35分	
2	职业素养情况	工作态度情况	工作态度是否认真且积极，酌情打分	7分	
		规范作业程度	作业是否规范且正确，酌情打分	7分	
		作业效率情况	作业效率是否较高，酌情打分	6分	

理论要点

一、制动的基本概念

1. 制动的概念

制动是指人为施加外力，使运动的物体减速或阻止其加速，以及保持静止的物体静止不变的作用。制动效能的大小和制动的时机由人为掌控。使列车减速或阻止其加速的力称为制动力，产生并控制制动力的装置叫作制动机，也称制动装置。

从能量变化的角度理解，制动过程就是一个能量转换的过程，是将列车运行所具有的动能人为控制地转换成其他形式能量的过程，因此列车的制动过程必须满足两个基本指标：实现能量转换和控制能量转换。

2. 列车制动装置

一套列车制动装置至少包括两个部分：制动控制部分和制动执行部分。制动控制部分主要包括制动信号的发生与传输装置，制动执行部分(通常称为基础制动装置)包括闸瓦制动和盘形制动等不同的制动装置。

过去列车上安装的制动装置比较简单、直观，而且使用压缩空气传递制动信号，因此称其为空气制动装置。随着轨道交通技术的发展，制动装置越来越多地采用了电气信号控制和电气驱动控制设备，特别是微型计算机和电子设备的出现，使制动装置变得无触点化、集成化，并且使制动控制功能融入了其他系统控制而不能独立划分，因此将具有制动功能的电子线路、电气线路和空气制动装置统称为列车制动系统。

二、制动装置的作用

如图 1-1 所示，列车运行于甲、乙两站之间。列车由甲站发车，行驶了距离 s_0 加速至 v_1 。 s_0 为启动加速距离，其长短决定于机车牵引功率的大小。若需要列车在乙站停车，制动功率较大的 A 列车开始施行制动的地点可为距乙站较近的 a 点，其制动距离为 s_1 。若另一列车 B 的制动功率较小，则需提前于 b 点开始施行制动，制动距离为 s_2 。因而 B 列车减少了高速行驶的时间，于是，B 列车的技术速度低于 A 列车。若另有一列车 C 没有制动装置(或制动装置失效)，仅靠自然的阻力使之停车，则该列车必须在距乙站更远的 c 点开始惰行，它的惰行距离为 s_3 。显然，C 列车的技术速度更低。为了保障行车安全，铁道部在《铁路技术管理规程》中规定了列车在限制下坡道上的紧急制动距离，例如，货车以 90 km/h 的速度运行时规定为 800 m。假如上例中 s_1 等于 800 m，则对于 B、C 列车在此区间的运行速度，必须分别限制为 v_2 和 v_3 。这样，就降低了列车的区间运行速度，降低了铁路的通过能力。

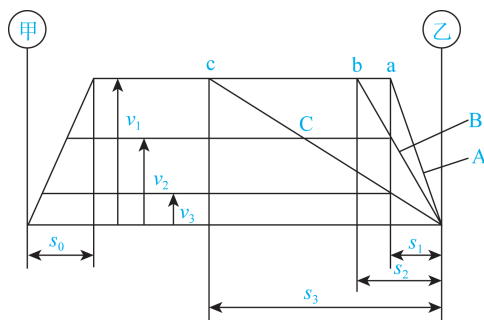


图 1-1 制动力、区间速度与制动距离的关系

因此制动装置的重要作用在于：一方面可使列车在任何情况下减速、防止加速或停车，确保行车安全；另一方面可提高列车的运行速度，提高牵引质量。

三、车辆制动机

车辆制动机是将列车运行过程中的巨大动能转化为其他形式的能量，从而使列车减速



或停车的一种装置。目前我国应用最为广泛的是摩擦制动方式，即闸瓦压车轮踏面或闸片压制动盘产生摩擦力，通过车轮踏面与钢轨之间的作用产生制动力。摩擦制动是将列车的动能转化为热能散发于大气中，从而达到制动的目的。车辆制动机有以下几种。

1. 手(人力)制动机

以人力作为动力来源，用人力来操纵实现制动和缓解作用的制动机称为手(人力)制动机。手(人力)制动机结构简单，不受动力的限制，任何时候都可使用，但制动力小，目前只作为辅助制动装置，一般仅用于原地制动或在调车作业中使用。

2. 真空制动机

以大气压力作为动力来源，用对空气抽真空的程度(真空度)来操纵制动和缓解的制动机称为真空制动机。真空制动机，其压力最高只能达到 1.01×10^5 Pa，制动力小；气密性要求高；要增大制动力只能通过扩大制动缸的直径或者提高制动倍率来实现，这样，不仅增加了车辆自重，调整制动缸活塞行程的工作量大大增加，而且列车编组长度也受到限制。我国只在部分援外车辆上安装这种制动机。例如，20世纪70年代我国援助坦桑尼亚、赞比亚的铁路车辆安装的为真空制动机。

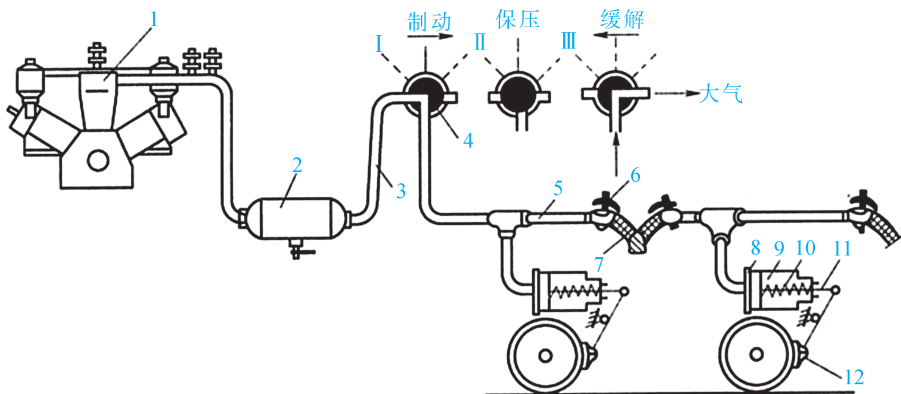
3. 空气制动机

空气制动机是以压缩空气为动力来源，用空气压力的变化速度来操纵的制动机。我国机车车辆上均安装空气制动机。

空气制动机根据不同的作用原理又可分为直通式空气制动机和自动式空气制动机。

(1) 直通式空气制动机

直通式空气制动机的组成如图 1-2 所示。



1—空气压缩机；2—总风缸；3—总风缸管；4—制动阀；5—制动管；6—折角塞门；
7—制动软管；8—制动缸；9—制动缸活塞；10—制动缸缓解弹簧；
11—制动缸活塞杆；12—闸瓦

图 1-2 直通式空气制动机的组成

直通式空气制动机构造简单，用制动阀可直接调节制动缸的压力，具有阶段制动和阶段缓解作用。对于很短的列车，其操作方便灵活，但不适用于较长列车，原因有以下两点。

① 机车上的总风缸无法储存供应较长列车各车辆制动机制动时制动缸所需的压力

空气。

②制动和缓解时各车辆制动缸的压力空气都要由机车上的总风缸供给和机车上的制动阀排气口排出，因此，制动时距离机车近的制动缸充气早、增压快，距离机车远的制动缸充气晚、增压慢；缓解时距离机车近的制动缸排气早、缓解快，距离机车远的制动缸排气晚、缓解慢，造成列车前后部车辆的制动和缓解作用一致性差，列车纵向冲动大。特别是当列车发生车钩分离事故时，整个列车失去制动控制。

因此，直通式空气制动机在铁路车辆上已经淘汰（只在部分地方小铁路车辆上使用），被自动式空气制动机所代替。

(2)自动式空气制动机

自动式空气制动机在每辆车上增加了三通阀（分配阀或控制阀）及副风缸。副风缸在缓解位储存好车辆制动机制动时所需的压力空气，制动时，各制动缸的压力空气就近取自本车的副风缸；缓解时，各制动缸的压力空气经本车的三通阀排气口排出。因此列车前后部各车辆的制动和缓解作用的产生过程均较快，一致性比较好，可有效地缩短制动距离，减小列车的纵向冲击力，适用于编组较长的列车，现在我国车辆上均采用自动式空气制动机。

自动式空气制动机的制动和缓解作用与制动管压力的变化关系是制动管减压时制动，增压时缓解。当列车发生车钩分离事故或拉动紧急制动阀时，制动管即减压，全列车均能自动产生制动作用而停车。

4. 电空制动机

电空制动机是以压力空气为原动力，利用电控系统电信号通过电磁阀来操纵的制动机。机车上电控制动系统设备，每一辆车的空气制动装置配有电控电磁阀箱。机车上的司乘人员分别操纵电控制动系统设备的制动或缓解等作用的按钮，电信号同时控制每一辆车电控电磁阀箱的相应的电磁阀动作，以使其制动装置产生相应的作用。为防止电控系统发生故障时，列车失去制动控制，现今的电空制动机仍保留着压力空气操纵装置，以备在电控系统发生故障时，能自动地转为压力空气操纵。

这种制动机的主要优点是全列车能迅速发生制动和缓解作用，列车前后部制动机动作一致性较好，列车纵向冲动小，制动距离短，适用于高速、重载列车。目前，我国主要将其应用在快速旅客列车上，如用于长大货物列车上。大秦铁路运煤专线的C₈₀铝合金运煤专用敞车已预留电空制动设备安装位置，可以预见，不久的将来，我国货运也将采用电空制动技术。

5. 轨道电磁制动机

轨道电磁制动机在每一个转向架上设有可起落的电磁铁，司机操纵制动时，将悬挂在转向架上导电后起磁感应的电磁铁放下压紧钢轨，使它与钢轨发生摩擦而产生制动力。轨道电磁制动机在高速旅客列车上与空气制动机并用。其优点是制动力不受轮轨间的黏着系数限制，避免车轮滑行，但质量较大，增加了车辆的自重并加速了钢轨的磨耗。



项目二 认知空气制动系统

实施工单

项目实施工单

学习模块	轨道交通车辆制动基本常识	姓名	班级
项目名称	认知空气制动系统	学号	组别
项目目标	<ol style="list-style-type: none"> 1. 认知自动式空气制动机。 2. 熟知城市轨道交通车辆制动装置的特点和要求 		
项目描述	<p>学生以小组为单位，利用轨道交通车辆理实一体化教室完成下列任务：</p> <ol style="list-style-type: none"> (1)描述自动式空气制动机的作用原理； (2)描述车辆制动装置的基本作用原理 		
项目要求	<ol style="list-style-type: none"> 1. 场地要求：轨道交通车辆理实一体化教室。 2. 设备要求：自动式空气制动机、城市轨道交通车辆实物、多媒体课件、图片、示教板、计算机等 		
课中训练	<ol style="list-style-type: none"> 1. 写出自动式空气制动机的作用原理。 2. 写出车辆制动装置的基本作用原理 		
项目总结	对项目完成情况进行归纳、总结、提升：		

项目评价

项目评价单

评价方式	评价内容	比例	得分
学生自评	按项目评价内容及标准进行评价	10%	
组内互评	按项目评价内容及标准进行评价	20%	
组间互评	按项目评价内容及标准进行评价	20%	
教师评价	按项目评价内容及标准进行评价	50%	
项目得分			

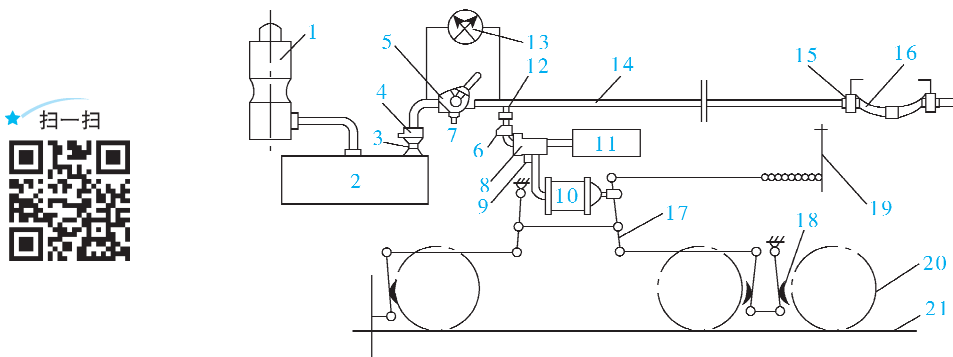
项目评价内容及标准

序号	评价项目	评价内容	评价标准	分值	得分
1	项目完成情况	自动式空气制动机的作用原理	作用原理填写是否完整且规范, 酌情打分	37分	
		车辆制动装置的基本作用原理	基本作用原理填写是否完整且规范, 酌情打分	33分	
2	职业素养情况	资料搜集情况	资料搜集是否全面, 酌情打分	5分	
		工作态度情况	工作态度是否认真且积极, 酌情打分	5分	
		规范作业程度	作业是否规范, 酌情打分	10分	
		作业效率情况	作业效率是否较高, 酌情打分	5分	
		仪态仪表情况	仪态仪表是否标准且美观, 酌情打分	5分	

理论要点

一、自动式空气制动机的作用原理

自动式空气制动机的组成如图 1-3 所示。



- 1—空气压缩机；2—总风缸；3—总风缸管；4—给风阀；5—自动制动阀；6—远心集尘器；
7—制动阀排气口；8—三通阀(分配阀或控制阀)；9—三通阀(分配阀或控制阀)排气口；
10—制动缸；11—副风缸；12—截断塞门；13—双针压力表；14—制动管；15—折角塞门；
16—制动软管；17—基础制动装置；18—闸瓦；19—手制动装置；20—车轮；21—钢轨

图 1-3 自动式空气制动机的组成

1. 空气压缩机和总风缸

空气压缩机和总风缸是列车空气制动装置的动力源系统。空气压缩机制造 800~900 kPa 的压力空气；总风缸用来储存空气压缩机制造的压力空气，供全列车制动系统使用。

2. 给风阀

给风阀将总风缸的压力空气调整至规定压力后，经自动制动阀充入制动管。



3. 自动制动阀

自动制动阀是操纵列车空气制动系统的部件。通过它向制动管充入压力空气或将制动管压力空气排向大气，以操纵列车制动系统产生不同的作用。

4. 制动管

制动管是贯通全列车的空气导管。通过它向列车中各车辆的制动装置输送压力空气，并通过自动制动阀控制制动管内压力空气的压力变化来实现操纵列车各车辆制动机产生相应的作用。

5. 三通阀(分配阀或控制阀)

三通阀(分配阀或控制阀)是车辆空气制动装置的主要部件(在机车上也有分配阀)。它和制动管连通，根据制动管空气压力的变化情况，产生相应的作用位置，从而控制向副风缸充入压力空气的同时把制动缸内的压力空气排向大气实现制动机的缓解作用或将副风缸内的压力空气充入制动缸实现制动机的制动作用。

6. 副风缸

副风缸用于缓解位储存压力空气，作为制动时制动缸的动力源。

7. 制动缸

制动时，制动缸用来把副风缸送来的空气压力变为机械推力。

8. 基础制动装置

制动时，基础制动装置将制动缸活塞推力放大若干倍并传递到闸瓦，使闸瓦压紧车轮产生制动作用；缓解时，基础制动装置依靠其自重使闸瓦离开车轮实现制动机的缓解作用。

9. 闸瓦、车轮和钢轨

闸瓦、车轮和钢轨是制动时的能量转换部分，是实现制动作用的三大要素。制动时，闸瓦压紧转动着的车轮踏面后，闸瓦与车轮间的摩擦力借助于钢轨，钢轨在与车轮的接触点上产生与列车运行方向相反(与钢轨平行)的反作用力即制动力。

★ 扫一扫



二、车辆制动装置的基本作用原理

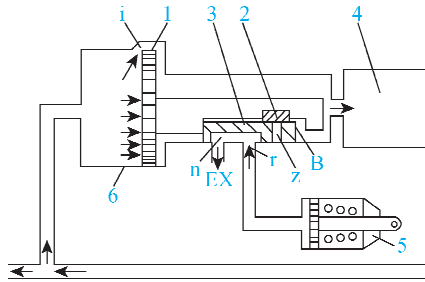
三通阀(分配阀或控制阀)属于二压力机构阀，是自动式空气制动机的关键部件。以三通阀为例介绍二压力机构阀的作用原理。

三通阀与制动管、副风缸和制动缸相通。三通阀内有一个气密性良好的主活塞和带孔道的滑阀及节制阀。主活塞外侧通制动管，内侧通副风缸。当制动管内压缩空气的压力发生增或减变化时，主活塞两侧产生压力差(制动管与副风缸的空气压力差)，当克服移动阻力后，推动主活塞带动滑阀、节制阀移动，形成不同的作用位置，实现以下作用。

1. 充气及缓解作用

当操纵自动制动阀使总风缸的压力空气向制动管充气时，三通阀内主活塞外侧压力增高，主活塞被推动，连同滑阀、节制阀向内移动，开放了充气沟，制动管的压力空气经充

气气路进入副风缸储存起来(其压力最后可达到与制动管规定压力相等),准备制动时使用。同时,滑阀移动后将制动缸和三通阀排气口连通,若制动缸内有压力空气,则经排气口排入大气,这就实现了制动机的充气及缓解作用。充气及缓解位作用原理如图 1-4 所示。



1—主活塞及主活塞杆；2—节制阀；3—滑阀；4—副风缸；5—制动缸；6—三通阀(分配阀或控制阀)；
i—充气沟；B—间隙；z—滑阀制动孔；r—滑阀座制动缸孔；n—滑阀缓解联络槽；EX—排气口

图 1-4 充气及缓解位作用原理

2. 制动作用

当操纵自动制动阀使制动管内的压力空气排入大气时,三通阀主活塞外侧压力下降,主活塞被副风缸空气压力推动,连同节制阀、滑阀向外移动,移动到滑阀与滑阀座上的孔路将副风缸和制动缸连通,副风缸内的压力空气经滑阀与滑阀座上的制动气路进入制动缸,实现制动机的制动作用。制动位作用原理如图 1-5 所示。

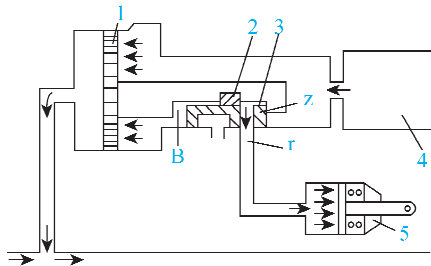


图 1-5 制动位作用原理(图注如图 1-4)

3. 制动保压作用

制动后,当制动管停止向外排气,由于三通阀仍处在制动位置,所以副风缸内的压力空气通过滑阀与滑阀座上的孔路继续充入制动缸,副风缸(滑阀室)的压力继续下降,当降到稍低于制动管压力时,主活塞带动节制阀向内移动间隙 B 距离(滑阀未动),节制阀将滑阀上的副风缸与制动缸通路遮断(滑阀制动孔被节制阀盖住),副风缸停止向制动缸充气,制动缸内的压力不再上升,也不减少,即形成制动保压作用。制动保压位作用原理如图 1-6 所示。

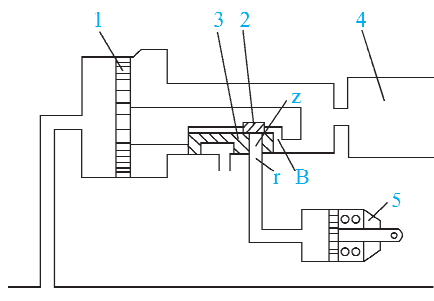


图 1-6 制动保压位作用原理(图注如图 1-4)

三、车辆制动机应具备的条件

为了使列车按需要及时平稳地停车或方便地调整列车运行速度，保证运行安全，车辆制动机应满足下列条件。

- ①具有足够的制动力，发生紧急情况时能确保列车在规定的制动距离内安全停车。
- ②制动与缓解作用灵敏、准确，制动力大小能按需要进行调节。制动波速快，具有在长大列车中能使前后部车辆制动机作用一致的性能，避免发生过大的纵向冲动。
- ③具有一定的稳定性，防止在列车运行中因制动管轻微漏泄等原因引起自然制动。
- ④采用的三通阀(分配阀或控制阀)能适应各种不同直径的制动缸，漏泄时有自动补风作用。制动力均匀一致，在长大下坡道运行时，具有制动力不衰减的性能。
- ⑤有可靠的紧急制动作用性能，并且除了机车司机操纵外，必要时还可由其他乘务人员利用旅客列车或特种货车每辆车上的紧急制动阀进行紧急排风以操纵全列车紧急停车，确保行车安全。
- ⑥列车在运行途中发生车钩分离事故时，全列车能自动、迅速地产生紧急制动作用，在短距离内停车。
- ⑦在不致摩擦车轮的前提下，充分利用车轮与钢轨间的黏着力实现制动作用。货车制动机具有空重车自重调整装置；高速旅客列车制动机安装防滑装置，以发挥制动机的最大效能。
- ⑧各种制动机能在一列车中混编，其动作、效果协调一致。
- ⑨基础制动装置各部件有足够的强度，结构合理，各连接部分灵活、耐磨，具有较高的制动效能。闸瓦耐磨耐热，其摩擦系数应与轮轨黏着系数相适应。
- ⑩构造简单，便于制造和检修。尽量采用膜板结构等新技术、新材料，减少研磨件，尽可能采用标准件、通用件。

城市轨道交通的站距很短，一般都在 1 km 左右。例如，上海地铁 1 号线从虹梅南路到上海火车站长 16.67 km，有 13 座车站，平均站间距离 1.39 km。由于站间距离短，列车加速、减速及停车都比较频繁。为了提高运行速度，增加列车密度，必须使列车启动快、制动快、制动距离短。这就要求其制动装置具有操纵灵活、动作迅速、停车平稳准确、制动率及制动功率相对较大等特点。

城市轨道交通的客流量波动较大，空载时列车质量仅为自重，而满载时列车质量却很大。例如，广州地铁的每辆动车空载质量为 380 kN，而满载(超员，载客 432 人)时总质量为 639.2 kN。由此可知，载客量对列车的质量有较大的影响，对列车制动时保证一定的列车减速度、防止车轮滑行及减轻车辆间纵向冲动都是不利的。因此，制动装置应具备在各种载荷工况下车辆制动力自动调整的性能，使车辆制动率基本保持不变，从而实现制动的准确性和停车的平稳性。

城市轨道交通的部分车辆甚至全部车辆上具有独立的牵引电动机，这为采用电制动提供了基本条件。电制动的功率大，尤其是在较高速度范围内，能承担大部分的制动负荷，可以满足城市轨道交通车辆轴制动功率大的要求。电制动是一种非摩擦制动，没有摩擦副零件的磨损和噪声，减少了维护保养和对环境的污染，因而比较经济。使用再生制动可以节约能源，具有一定的经济和社会效益，因此，采用电制动具有积极的意义。但电制动在低速时制动力小，而且既要保证电制动失效和紧急情况下的行车安全，又要满足停车和停放的要求，因此摩擦制动是一种必备的制动方式。在几种制动方式同时使用时，要充分发挥它们的最佳作用，需要一套完善的制动控制装置来控制，使它们能很好地协调配合。

项目三 空气制动系统的基本检修方法



实施工单

项目实施工单

学习模块	轨道交通车辆制动基本常识	姓名	班级
项目名称	空气制动系统的基本检修方法	学号	组别
项目目标	1. 熟知空气压缩机组的检修方法。 2. 熟知风源管路的检修方法。 3. 熟知空气干燥器的检修方法		
项目描述	学生以小组为单位，利用轨道交通车辆理实一体化教室完成下列任务： (1) 模拟检修空气压缩机组； (2) 模拟检修风源管路； (3) 模拟检修空气干燥器		
项目要求	1. 场地要求：轨道交通车辆理实一体化教室、车辆维修基地或现场。 2. 设备要求：城市轨道交通车辆实物、多媒体课件、图片、示教板、计算机等		

续表

课中训练	<ol style="list-style-type: none"> 1. 模拟检修空气压缩机组，并写出具体的作业步骤。 2. 模拟检修风源管路，并写出具体的作业步骤。 3. 模拟检修空气干燥器，并写出具体的作业步骤。
项目总结	对项目完成情况进行归纳、总结、提升：

项目评价

任务评价单

评价方式	评价内容	比例	得分
学生自评	按项目评价内容及标准进行评价	20%	
组内互评	按项目评价内容及标准进行评价	20%	
组间互评	按项目评价内容及标准进行评价	20%	
教师评价	按项目评价内容及标准进行评价	40%	
项目得分			

项目评价内容及标准

序号	评价项目	评价内容	评价标准	分值	得分
1	项目完成情况	空气压缩机组的检修	操作是否正确且符合标准，作业步骤填写是否完整且规范，酌情打分	20分	
		风源管路的检修	操作是否正确且符合标准，作业步骤填写是否完整且规范，酌情打分	30分	
		空气干燥器的检修	操作是否正确且符合标准，作业步骤填写是否完整且规范，酌情打分	30分	
2	职业素养情况	资料搜集情况	资料搜集是否全面，酌情打分	5分	
		语言表达情况	语言表达是否准确，酌情打分	5分	
		工作态度情况	工作态度是否认真且积极，酌情打分	5分	
		团队分工情况	团队分工是否合理，酌情打分	5分	

理论要点

一、空气压缩机组的检修

对重要部件进行详细的测量和检查，检查空气压缩机是否有漏油和渗油现象；检查空气压缩机外观是否良好，紧固件有无松动，各防松标记有无走位；减振橡胶垫片有无裂纹和破损；检查空气压缩机启车和停车有无异音；检查风源系统气路接头处有无漏气异响；更换空气压缩机的空气滤清器；更换空气压缩机的油过滤器；检查空气压缩机曲轴有无裂纹；检查曲轴的螺纹是否损坏；检查阀片与阀座有无裂损、变形及锈蚀；检查活塞和气缸体表面有无拉伤；检查连杆的支承点有无磨耗，根据现场需要进行维修和更换。

★ 扫一扫



二、风源管路的检修

在风源管路中常会发现少量的杂质和油水，需要进行简单的打扫和清理。列车在运行过程中有一些水分、砂砾、灰尘和金属氧化成分进入风源系统中，导致风源系统发生故障。在日常静止中，应对风源管路制定合理的吹扫周期和范围，以保持风源管路的清洁。

★ 扫一扫



三、空气干燥器的检修

空气压缩机输出的高压压缩空气中含有较多的水分和油气，必须经过空气干燥器将其中的水分和油气排出，才能满足车辆上各种电气系统的需求。双塔式空气干燥器由干燥筒、干燥器座、双活塞阀和电磁阀四部分组成。空气干燥器里没有移动部件，一般不会有部件磨损问题，空气干燥器只做常规检查，无须特殊保养。若发生故障，需要进行分解检修。拆开空气干燥器，首先对要分解的干燥器的零件进行清洁，并检查是否有裂纹、变形和腐蚀等损伤；如果在排水阀的出口处有白色沉淀物或干燥剂过饱和，则必须更换干燥剂；清洗拉希格圈（拉希格圈是用来吸油滴和机械杂质的，可以先用碱性清洗剂清洗，再用清水洗涤干净），最后用压缩空气吹干即可。

★ 扫一扫



拓展阅读

空气压缩机单元具有质量小、体积小、安装空间紧凑的特点，并且可靠性高、噪声低、易维修，产品生命周期成本低。空气压缩机能可靠地向空气制动系统和辅助系统提供清洁干燥的压缩空气。在空气压缩机和主风缸之间提供容量合适的干燥器，干燥器为无热再生，与空气压缩机的供给量相配合，保证压缩空气的相对湿度不高于35%。在干燥器前采用油水分离器，保护环境不受污染。制动控制单元为空气制动系统的中央控制单元，它将压缩空气通过压力控制并送至基础制动装置完成制动功能的实现。制动控制单元通过各个车上的空气弹簧压力传感器采集到的车辆载荷信号并结合当前电制动的投入情况进行每



辆车的空气制动力施加，以达到不同制动工况下实现不同的制动力控制。制动控制单元接收 ATC(列车自动控制)系统及车辆的制动指令，随时控制动缸的制动压力，实现制动功能的连续控制。

基础制动装置为空气制动系统的制动执行部件，安装于转向架的构架上，通过单元踏面制动缸及闸瓦实现制动力的执行。基础制动装置可完成紧急制动、常用制动、快速制动、保持制动、停放制动、制动缓解及防滑保护等功能动作。带手缓解拉绳的具有停放功能的单元制动缸通过缸体内弹簧的弹簧力施加停放制动，对停放制动缸充入压缩空气可缓解停放制动，压缩空气不足或停放缸故障时可通过其上手缓解拉绳缓解停放制动。释放或降低单元制动缸的空气压力能实现制动的缓解及防滑保护。



模块小结

轨道交通车辆制动基本常识是车辆维修维护人员应掌握的基本知识，本模块根据技能培养规律，从单向技能训练到综合技能训练，使学生深入掌握轨道车辆制动的基本概念及作用，掌握空气制动机的结构组成及工作原理，熟悉自动式空气制动机的作用原理，最终能够通过理实结合的方式完成本模块的学习，为今后从事相关工作奠定基础。

