

# 铁道车辆制动装置及制动新技术

主 编 王 婷 宋少文  
副主编 费 强 王天睿 孙 凯  
主 审 施一宁

西南交通大学出版社  
· 成 都 ·



随着我国铁路事业的高速发展，铁道车辆技术不断革新，对车辆的检修与维护工作也提出了更高的要求。制动装置作为车辆的核心组成部分，对保证列车运行安全、提高运输效率起到了至关重要的作用。

本书编写以严谨、求实为原则，力求做到用语准确、层次分明、针对性强、解决问题，同时紧跟铁路制动技术发展现状，以满足铁道车辆检修相关岗位对高技能型人才的岗位需求为目标，针对关键工作岗位的作业流程和生产任务，分析岗位所需的职业技能，以能力培养制定学习目标，做到教学内容与典型工作任务相接轨，能力培养与职业技能训练及鉴定相接轨，学生素质培养评价与企业文化、职业素养要求相接轨。

本书的特点如下：

（1）专业协作、校企“双元”的编写团队。本书编写团队由辽宁铁道职业技术学院、吉林铁道职业技术学院、辽宁轨道交通职业学院三所铁路高职院校教师以及中国铁路沈阳局集团有限公司的行业企业专家组成，为建设高质量的教材提供了保障，体现了专业协作、校企合作的办学理念。

（2）立足前沿技术，淘汰老旧内容，增加 CR200J 速度 160 km/h 动力集中动车组制动技术，并增加新型客货车制动系统。

（3）融入课程思政内容。通过植入典型案例、体现专业特色、立足当前形势、深挖制动技术发展、开展实践教学等方式，全方位引入思政元素，有机融入劳动教育、工匠精神、职业道德、职业精神、家国情怀和职业规范等内容，达到润物无声的育人效果。

（4）深化“岗课赛证”。教材内容除满足课程教学外，还能对接学生工作岗位、职业技能等级证书以及技能大赛。同时，每个项目后配套精选习题，精选习题客观题答案可扫项目十一最后二维码获取。

（5）坚持信息革命，适应数字化时代变革。教材各个任务均配有 PPT 课件和微课视频等数字教学资源，适应信息化、数字化时代的“线上学习、碎片化学习、自主学习”。

本书由王婷、宋少文担任主编，费强、王天睿、孙凯担任副主编，中国铁路沈阳局

集团有限公司通辽车辆段段长、高级工程师施一宁担任主审。本书编写分工如下：辽宁铁道职业技术学院王婷编写项目一；辽宁铁道职业技术学院宋少文编写前言，项目五的任务一、任务二，项目六，项目九；辽宁铁道职业技术学院费强编写项目二，项目四的任务三、任务四、任务五；辽宁轨道交通职业学院王天睿编写项目十的任务四、任务五、任务六；辽宁铁道职业技术学院孙凯编写项目四的任务一、任务二，项目七；辽宁铁道职业技术学院褚云博编写项目十一；辽宁铁道职业技术学院王忠旭编写项目十的任务一、任务二、任务三；辽宁铁道职业技术学院衣美玲编写项目八；辽宁铁道职业技术学院宋晓婷编写项目三的任务一、项目五的任务三；吉林铁道职业技术学院王菲菲编写项目三的任务二；吉林铁道职业技术学院张晶编写项目三的任务三。

本书在编写过程中参考了部分已出版教材并引用了部分插图，编者在此对所参考教材的作者深表感谢。

本书的编写力求符合高职教学改革要求，具有高职特色，但由于编者水平有限，书中不足之处在所难免，恳请读者提出宝贵意见。

编者

2023年3月

# 目 录

<b>项目一</b>	<b>制动基础知识</b> .....	001
任务一	制动的相关概念 .....	002
任务二	制动机的分类 .....	005
任务三	自动式空气制动机的基本作用原理 .....	010
精选习题	.....	013
<b>项目二</b>	<b>客货车空气制动机检修</b> .....	015
任务一	货车空气制动机的种类及组成 .....	016
任务二	货车制动机主要配件及检修 .....	019
任务三	客车空气制动机的种类及组成 .....	036
任务四	客车制动机主要配件及检修 .....	044
精选习题	.....	057
<b>项目三</b>	<b>人力制动机检修</b> .....	060
任务一	货车链条式人力制动机检修 .....	061
任务二	货车 NSW 型人力制动机检修 .....	065
任务三	客车蜗轮蜗杆式人力制动机检修 .....	069
精选习题	.....	072
<b>项目四</b>	<b>基础制动装置检修</b> .....	073
任务一	货车单侧闸瓦基础制动装置检修 .....	074
任务二	ST 型闸瓦间隙自动调整器 .....	092
任务三	货车转向架集成制动装置 .....	103
任务四	客车双侧闸瓦制动装置 .....	111
任务五	客车盘形制动装置 .....	118
精选习题	.....	124
<b>项目五</b>	<b>货车 120 型控制阀检修</b> .....	127
任务一	120 型控制阀的特点及构造 .....	128
任务二	120 型控制阀的作用原理 .....	142
任务三	120 型控制阀检修 .....	153
精选习题	.....	159

<b>项目六</b>	<b>货车空重车调整装置检修</b> .....	162
任务一	KZW-A 型空重车自动调整装置 .....	163
任务二	TWG-1 系列空重车自动调整装置 .....	174
精选习题	.....	183
<b>项目七</b>	<b>货车脱轨自动制动装置检修</b> .....	184
任务一	货车脱轨自动制动装置的构造及作用原理 .....	185
任务二	货车脱轨自动制动装置的检修工艺流程 .....	190
精选习题	.....	199
<b>项目八</b>	<b>客车 104 型分配阀检修</b> .....	201
任务一	104 型分配阀的特点及构造 .....	202
任务二	104 型分配阀的作用原理 .....	211
任务三	104 型分配阀检修 .....	223
精选习题	.....	229
<b>项目九</b>	<b>客车 F8 型分配阀检修</b> .....	231
任务一	F8 型分配阀的特点及构造 .....	232
任务二	F8 型分配阀的作用原理 .....	239
任务三	F8 型分配阀检修 .....	246
精选习题	.....	250
<b>项目十</b>	<b>制动机性能试验</b> .....	253
任务一	货车单车试验 .....	254
任务二	货车列车制动性能试验 .....	261
任务三	货车试验台试验 .....	269
任务四	客车单车制动性能试验 .....	277
任务五	客车列车制动性能试验 .....	282
任务六	客车试验台试验 .....	283
精选习题	.....	291
<b>项目十一</b>	<b>CR200J 动力集中型动车组制动系统检修</b> .....	293
任务一	CR200J 动力集中型动车组制动系统概述 .....	294
任务二	F8 型电空制动机 .....	298
任务三	风源及干燥系统 .....	312
精选习题	.....	317
<b>参考文献</b>	.....	318

# 项目一

# 制动基础知识



## 项目描述

制动系统是确保列车运行安全的主要装备之一。多年以来，随着列车载重和速度的不断提高，列车制动系统也历经了多种形式，在学习制动技术前需要掌握制动相关的基础知识。本项目将重点介绍制动的相关概念、制动机的分类以及自动式空气制动机的作用原理，为学生后续课程的学习打下基础。



## 对应岗赛证

对应岗位：铁路客货车检车员岗位、铁路客货车制动钳工岗位。

对应大赛：职业技能大赛、创新创业大赛。

对应证书：铁路职业技能鉴定系列证书、1+X 轨道交通装备系列证书。



## 学习目标

### 【知识目标】

- (1) 掌握制动技术的相关概念；
- (2) 掌握制动机的种类及各型制动机的基本作用原理；
- (3) 掌握自动式空气制动机的组成及作用原理。

### 【技能目标】

- (1) 能够阐述制动的相关概念；
- (2) 能够利用原理图分析自动式空气制动机的作用原理。

### 【素质目标】

- (1) 培养学生严谨认真的工作作风，强化对知识的综合运用能力；
- (2) 树立民族自豪感，培养学生的家国情怀。



## 思政案例

### 我国制动技术的发展

内燃机车诞生于 20 世纪 20 年代，此后得到迅速发展，并逐步取代蒸汽机车，我国也在 21 世纪初完全淘汰了蒸汽牵引方式。由于牵引动力内燃化，列车运行速度提高到 100 km/h 以上。在此期间，机车车辆创新技术层出不穷，制动技术得到显著发展，空气制动机也得到不断更新，我国在 20 世纪 60 年代开始试验研究 103/104 型空气制动机，70 年代以后合成闸瓦

在基础制动装置中得到广泛使用。

20 世纪 70 年代, 电力机车高速发展, 推动了电制动机的完善, 在一些旅客列车上出现了电气指令式和 ATC (列车自动控制) 化的制动控制装置。我国客货车辆开始采用盘形制动、电空制动阀、电子防滑等制动新技术。

如今, 单纯的空气制动已经不能充分满足列车制动能力的要求, 我国开始采用空气、电气制动为主的复合制动装置, 大大满足了列车安全、重载、舒适等方面的要求。

中国铁路事业高速发展的 100 年里, 也是制动技术不断升级的过程, 铁路人克服了重重困难, 完成了制动机技术从跟跑、并跑到领跑的重大跨越。

## 任务一 制动的相关概念

### 任务目标

#### 【知识目标】

- (1) 掌握制动的相关概念;
- (2) 掌握制动的重要意义。

#### 【技能目标】

能够阐述制动力的形成过程, 并依据轮轨关系分析黏着的概念。

#### 【素质目标】

培养学生分析问题、解决问题的能力。

### 任务描述

掌握制动的相关概念, 能够分析制动力的形成过程, 对后续课程的学习至关重要。课前同学们要完成对制动相关概念的学习, 课上汇报学习成果, 同时老师讲解各个概念的含义; 课后同学们要根据所讲知识自主对制动各相关概念的术语进行更深入的探究。

### 数字资源



制动的相关概念

### 配套知识

#### 一、制动相关概念

##### (一) 制动作用

制动作用是人为施加的外力, 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动的作用。

车辆的制动按用途主要可分为如下两种：

### 1. 常用制动

正常情况下为调节或控制列车速度（包括进站停车）所施加的制动。其特点是作用比较缓和，而且制动力可以调节。

### 2. 紧急制动

紧急情况下为使列车尽快停止而施加的制动。其特点是把列车的制动能力全部用上，作用迅猛。

## （二）制动力

实现制动作用的力称为制动力。制动力是人为施加的外力作用，制动力的大小即制动作用的效果，可以进行调整。

制动力对被制动物体来说是一种外力，列车制动力的产生是由列车以外的物体产生并施加于列车的一种力。对于普通客货车，这一外力只能是钢轨施加于车轮并与列车运行方向相反（与钢轨平行）的力，如图 1-1 所示。

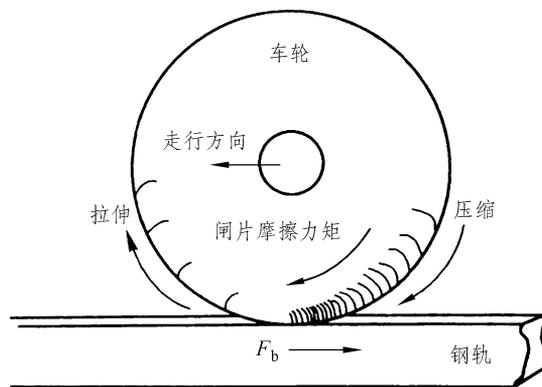


图 1-1 制动力的形成

列车在运行时，车轮和钢轨的接触并不是纯滚动状态，由于车轮和钢轨的形变，二者接触状态处于滚动中伴有微小的滑动，这种状态称为黏着，黏着状态下的力称为黏着力。通常情况下，列车就是依靠轮轨间的黏着力来实现制动的。

按照制动力的形成方式，制动方式又可分为黏着制动和非黏着制动。前者要通过轮轨黏着来产生制动力并受黏着的限制，后者则不然。在应用于各国高速动车组的制动方式当中，除磁轨制动、轨道涡流制动和翼板制动外，其他方式一般说来都属于黏着制动。

## （三）缓解作用

对已经施加制动的列车，解除或减弱其制动作用称为缓解。

## （四）车辆制动装置

装于车辆上能实现制动作用和缓解作用的装置称为车辆制动装置。车辆制动装置包括空

气制动机、人力制动机、基础制动装置三部分。通常将空气制动机称为车辆制动机。

### (五) 制动距离

制动距离是指从司机将制动控制阀手柄置于制动位开始，到列车完全停止，此期间列车移动的全部距离。制动距离是衡量制动性能的指标之一。我国《铁路技术管理规程》规定的制动距离表 1-1 ~ 表 1-3 所示。

表 1-1 货物列车制动距离

速度/(km/h)	制动距离/m
90	800
120 (轴重 < 25 t)	1 100
120 (轴重 ≥ 25 t)	1 400
160	1 400

表 1-2 普速客车制动距离

速度/(km/h)	制动距离/m
120	800
140	1 100
160	1 400

表 1-3 高速列车制动距离

速度/(km/h)	制动距离/m
200	2 000
250	3 200
300	3 800
350	6 500

### (六) 制动波和制动波速

制动机在制动时，制动作用沿列车纵向由前向后的传播现象称为制动波。制动波的传播速度称为制动波速。

制动波速也是综合评定制动机性能的重要指标之一。在制动过程中，制动波速越高，则列车制动作用传播越快，列车制动力增长越快，列车前后部制动作用同时性越好，即前后部作用时间比较一致，前后部车辆的减速度差值比较小，制动过程中任一瞬间的平均制动力比较大。这既可缩短制动距离，确保列车运行安全，又可有效地缓和列车的纵向冲击作用。

## 二、制动的重要意义

- (1) 制动系统控制列车的运行速度，确保列车安全、正点运行。
- (2) 保证列车具有强大牵引性能的同时具备遇到突发情况时及时停车的能力。
- (3) 制动系统还能提高列车的区间通过能力。

## 任务二 制动机的分类

### 任务目标

#### 【知识目标】

掌握制动机的种类及各型制动机的基本作用原理。

#### 【技能目标】

能够阐述各型制动机的特点及作用。

#### 【素质目标】

培养学生对知识的综合运用能力。

### 任务描述

制动技术在长期的发展过程中，产生了多种类型的制动机。课前同学们要完成对各型制动机的学习，课上汇报学习成果，同时老师讲解各制动机的基本作用原理；课后同学们要根据所讲知识自主对各型制动机进行更深入的探究。

### 数字资源



制动机的分类

### 配套知识

目前，我国铁路列车使用的制动机种类主要有：人力制动机、空气制动机、电空制动机、轨道电磁制动机、线性涡流制动机等。

#### 一、人力制动机

1825年9月27日，英国斯托克顿至达林顿之间建成了世界上第一条铁路，第一列由蒸汽机车牵引的列车开始运营。当时所使用的制动机是手制动机，即人力制动机。

人力制动机是装在车辆制动装置上，以人力作为产生制动力原动力的部分。它是用人力转动的手轮或手把，以代替压缩空气作用于制动缸活塞推力带动基础制动装置动作，使闸瓦压紧车轮，产生制动作用的一种装置，如图 1-2 所示。但其产生的制动力比空气制动时的制动力要小得多，制动过程也很缓慢，因此，现代列车只有在不能使用空气制动机的情况下才使用人力制动机。目前，人力制动机只作为辅助制动装置，一般仅用于原地制动或调车作业。



图 1-2 货车人力制动机

## 二、空气制动机

由于手制动机具有劳动强度大、列车各车辆制动的同时性差、列车制动效果不佳等缺点，因此，之后的铁路车辆多数采用空气制动机。空气制动机是以压缩空气为原动力，利用气压的变化来操纵的制动机。

### 1. 直通式空气制动机

1869年，美国工程师乔治·韦斯汀豪斯发明了世界上第一台直通式空气制动机。其原理是空气压缩机（风泵）产生压缩空气并送入机车上的总风缸储存，制动管直接通向制动缸（直通），制动管充气（增压），制动缸也充气（增压），产生制动；制动管排气（减压），制动缸也排气（减压），产生缓解，如图 1-3 所示。

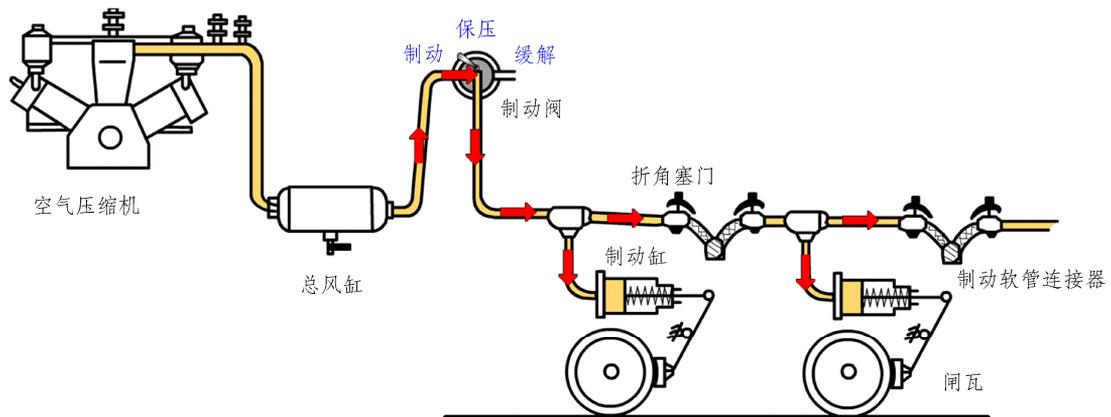


图 1-3 直通式空气制动机原理图

当操纵制动控制阀的手柄置于制动位时，总风缸的压缩空气便进入贯通全列车的制动管。制动管包括贯通每辆车的制动主管、端部的制动软管和软管连接器及由每根主管中部接出的制动支管。进入制动管的压缩空气可经由每辆车的制动支管“直通”其制动缸，推动制动缸内的活塞移动，压缩其背后的缓解弹簧，使活塞杆向外伸出，从而使装于制动杠杆下端的闸

瓦及闸瓦托紧压车轮，产生制动作用。

当制动控制阀手柄置于保压位时，总风缸、制动管和大气三者之间的通路均被隔断，制动管和制动缸的空气压力保持不变。

当制动控制阀手柄置于缓解位时，制动缸和制动管的压缩空气均可由制动控制阀排往大气。制动缸活塞在缓解弹簧的复原力推动下移动，使活塞杆向缸内缩回，闸瓦离开车轮，制动状态得到缓解。

直通式空气制动机的特点：

(1) 构造简单，既有阶段制动，又有阶段缓解，便于调节制动力。

(2) 制动：制动管增压，压缩空气进入制动缸。所有车辆的制动缸都靠机车上的总风缸经制动管供气。缓解：制动管减压，制动缸内的压缩空气排向大气。各车制动缸的压缩空气都需经制动管从机车上的制动控制阀处排出。

(3) 列车前后部制动和缓解发生的时间差大，会造成纵向冲击，因此该方式适用于单节、短编组，不适用编组较长的列车。

(4) 当列车发生分离事故时，列车将彻底丧失制动力，不能自动停车。

## 2. 自动式空气制动机

当列车发生分离故障时，直通式空气制动机无法实现制动作用，因此它不适用于安全性要求较高的列车上。于是在 1872 年，乔治·韦斯汀豪斯在直通式空气制动机的基础上，研制出了一种新型的空气制动机，即自动式空气制动机。

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，如图 1-4 所示。副风缸在缓解位储存好本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。

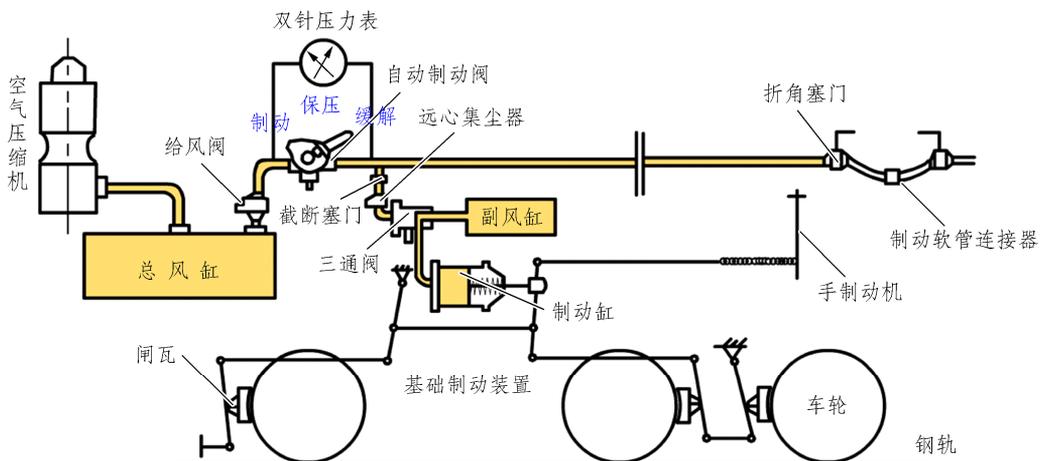


图 1-4 自动式空气制动机原理图

自动式空气制动机的特点：

(1) 制动：制动管减压（排气），三通阀动作，副风缸内的压缩空气进入制动缸，制动缸充气（增压），产生制动；缓解：制动管增压（充气），三通阀动作，制动缸内的压缩空气排向大气（减压），产生缓解。

(2) 当列车发生分离事故时, 制动软管被拉断, 制动风压急剧下降, 三通阀自动而迅速地移动到制动位, 列车可自动、迅速地制动直至停车。

(3) 制动时, 各车都由副风缸分别向本车的制动缸供气; 缓解时, 各车制动缸的压缩空气也分别从本车的三通阀处排出。因此, 制动时制动缸的动作较快, 风压上升也快, 提高了列车运行的安全性, 且列车前后部制动和缓解的一致性都比直通式空气制动机要好, 大大缓解了列车运行中的纵向冲击。自动式空气制动机适用于编组较长的列车。

### 三、电空制动机

电空制动机是在空气制动机的基础上加装电磁阀等电气控制部件而形成的, 如图 1-5 所示。电磁阀能根据控制电路输入的电信号, 阀内产生相应的磁信号, 这个磁信号驱动电磁铁动作, 来控制阀门的开闭。因此, 电空制动机是以压缩空气为原动力, 用电气装置控制, 由空气制动机产生制动、缓解作用的制动机。电空制动本质上也是空气制动。

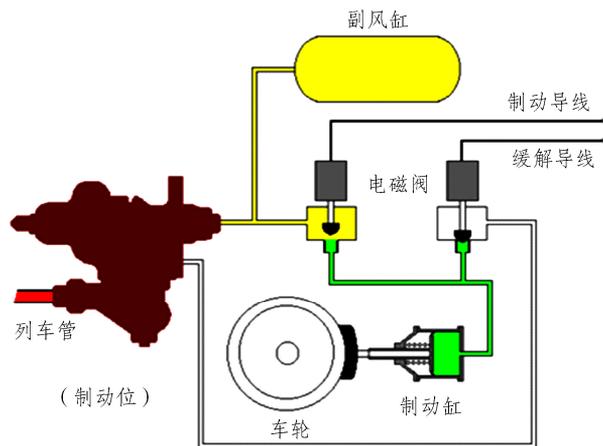


图 1-5 电空制动机原理图

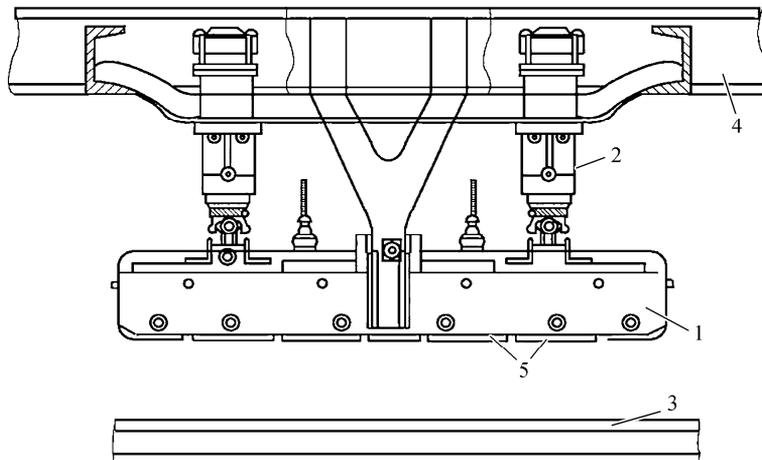
制动时, 各车的制动电磁阀的排气口同时打开, 将制动管的压缩空气排往大气, 产生制动作用。缓解时, 各车的缓解电磁阀的通路同时打开, 使各车的加速缓解风缸同时向制动管充气。加速缓解风缸的压缩空气是制动管经过三通阀向副风缸充气时经止回阀充入的, 由于止回阀的作用, 制动时加速缓解风缸的压缩空气并没有使用。保压时, 缓解电磁阀的通路被关闭, 保压电磁阀将三通阀的排气通路切断, 所以, 三通阀主活塞此时虽然停留在充气缓解位, 制动缸经三通阀与排气口相通, 但不通大气, 制动缸空气压力保持不变。

电空制动机通过电气指令控制每辆车电磁阀的开闭, 来控制制动管的充/排气(增/减压), 从而使三通阀动作, 实现全列车的制动或缓解。因此, 与空气制动机相比, 它大大改善了列车前后制动和缓解的一致性, 从而显著减轻了列车的纵向冲击, 缩短了制动距离。

### 四、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并压紧钢轨, 使它与钢轨发生摩擦而产生制动力, 如图 1-6 所示。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限制，避免车轮滑行；但其质量较大，增加了车辆的自重并加速了钢轨的磨耗，且因设备寿命短，一般只在紧急制动时使用。



1—电磁铁；2—升降风缸；3—钢轨；4—励磁线圈；5—磨耗板。

图 1-6 轨道电磁制动机原理图

## 五、线性涡流制动

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距轨面上方几毫米处，利用它和钢轨的相对运动使钢轨表面产生感应电磁涡流，从而产生阻力并使钢轨发热，将列车的动能转化为热能，由钢轨和电磁铁将热能逸散于大气中。

## 六、再生制动

再生制动指的是将原来驱动轮对的自励牵引电动机变为他励发电机，由轮对带动发电。列车制动时，电力机车或用电力牵引的动车的牵引电动机转变为发电机，将运行中的列车动能通过发电机转化为电能反馈回电网（供电网范围内的其他列车牵引使用），使列车的动能转化为可利用的电能，如图 1-7 所示。

在各种制动方式中，唯有再生制动方式几乎不需要在列车上增加任何部件，因此它已成为高速列车极为重要的一种制动方式。列车的再生制动能力不但取决于电机的功率，更受制于线路供电网的网压。

## 七、电阻制动

电阻制动与再生制动类似，仍然是在制动时将原来驱动轮对的自励牵引电动机变为他励发电机，由轮对带动发电，不同的是电阻制动是将电流通往专门设置的电阻器，采用强迫通风使热量耗散于大气，从而产生制动作用。其优点是效率高，不会发生长时间抱死车轮的现象，高速时制动力大，但低速时它的效率降低，所以经常和空气制动配合使用。

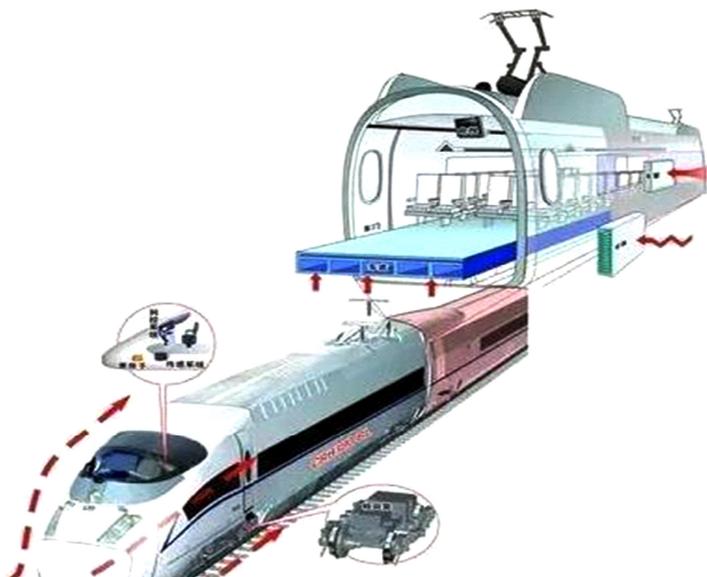


图 1-7 再生制动原理图

### 任务三 自动式空气制动机的基本作用原理

#### 任务目标

##### 【知识目标】

掌握自动式空气制动机的组成及三通阀的作用原理。

##### 【技能目标】

能够对自动式空气制动机进行检修。

##### 【素质目标】

培养学生的标准化作业意识及安全责任意识。

#### 任务描述

制动技术在长期的发展过程中，产生了多种类型的制动机。课前同学们要完成对各型制动机的学习，课上汇报学习成果，同时老师讲解各制动机的基本作用原理；课后同学们要根据所讲知识自主对各型制动机进行更深入的探究。

#### 数字资源



自动式空气制动机的基本作用原理

 **配套知识**

## 一、自动式空气制动系统的组成

自动式空气制动机由压缩机、总风缸、给风阀、自动制动阀、制动管、三通阀、副风缸、制动缸、基础制动装置等组成，如图 1-4 所示。

### 1. 压缩机

压缩机又称风泵，用以产生压缩空气，供制动系统及其他风动装置使用。

### 2. 总风缸

总风缸是机车储存压缩空气的容器。总风缸内空气压力为 750 ~ 900 kPa，供全列车制动系统使用。同时，总风缸设有安全阀，防止空气压力过大。

### 3. 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。

### 4. 自动制动阀

自动制动阀俗称“大闸”，用于操纵列车空气制动系统的制动、缓解和保压。

### 5. 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。

### 6. 三通阀

三通阀是根据制动管内空气压力的变化来控制压缩空气的流向，使制动机形成制动、保压或缓解作用，是空气制动机中最主要且复杂的部件。

### 7. 副风缸

副风缸是每辆车储存压缩空气的容器。缓解时，总风缸中的压缩空气经调压后通过控制阀（或分配阀）进入副风缸储存；制动时，副风缸内的压缩空气又经控制阀（或分配阀）直接进入制动缸。

### 8. 制动缸

制动时，制动缸将副风缸送来的压缩空气变为机械推力，推动制动缸活塞移动并压缩缓解弹簧，再通过基础制动装置产生摩擦力而产生制动作用。

### 9. 基础制动装置

基础制动装置是机械部件，用来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，使闸瓦离开车轮，实现制动机的缓解作用。

## 二、三通阀的基本作用原理

三通阀指的是一通制动管，二通副风缸，三通制动缸（目前，自动式空气制动装置中的“分配阀”或“控制阀”与此处的三通阀功能相同，但结构更为复杂）。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，实现以下各种作用。

### 1. 充气缓解位

当制动控制阀手柄置于缓解位时，总风缸的压缩空气经制动阀进入制动管（增压），并进入三通阀活塞左侧，将三通阀内的活塞推至右极端（缓解位），空气经活塞上部的充气沟进入副风缸。同时，滑阀沟通了制动缸通大气的排气口，制动缸开始排气缓解，如图 1-8 所示。

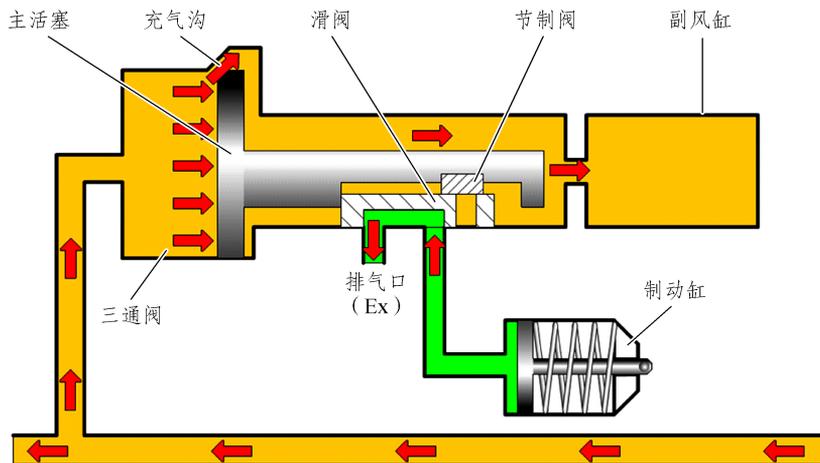


图 1-8 充气缓解位作用原理

### 2. 减压制动位

当制动控制阀手柄置于制动位时，制动管经制动控制阀通大气（减压），副风缸的气压将三通阀的活塞推向左极端（制动位），关闭了制动缸通大气的通路，同时打开副风缸通往制动缸的孔路，副风缸的压缩空气进入制动缸，产生制动作用，如图 1-9 所示。

### 3. 制动保压位

当制动控制阀手柄置于保压位时，制动管既不通总风缸，也不通大气，制动管空气压力保持不变。此时，副风缸仍继续向制动缸供气，副风缸空气压力仍在下降。当副风缸空气压力降至比制动管空气压力略低时，制动管气压会将三通阀活塞向右反推至中间位置（中立位或保压位），恰好使三通阀通制动缸的孔关闭；于是，副风缸停止向制动缸供气，副风缸空气压力不再下降，处于保压状态，制动缸空气压力不再上升，也处于保压状态。此时，制动管与副风缸的通路也被切断，如图 1-10 所示。

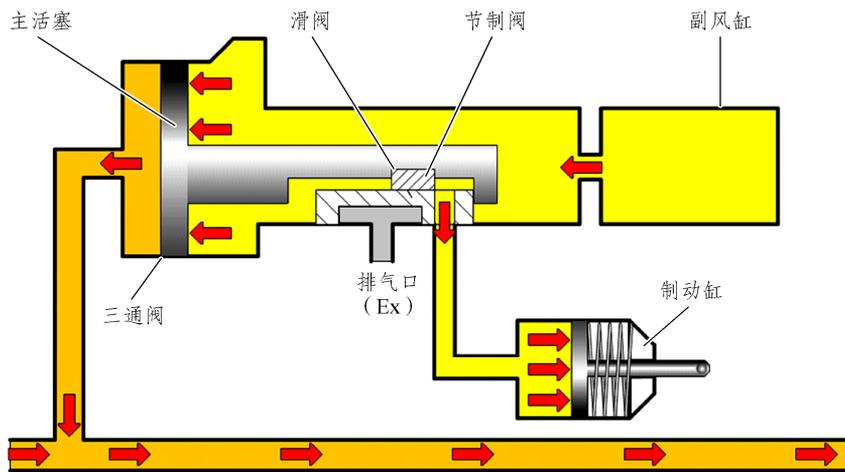


图 1-9 减压制动位作用原理

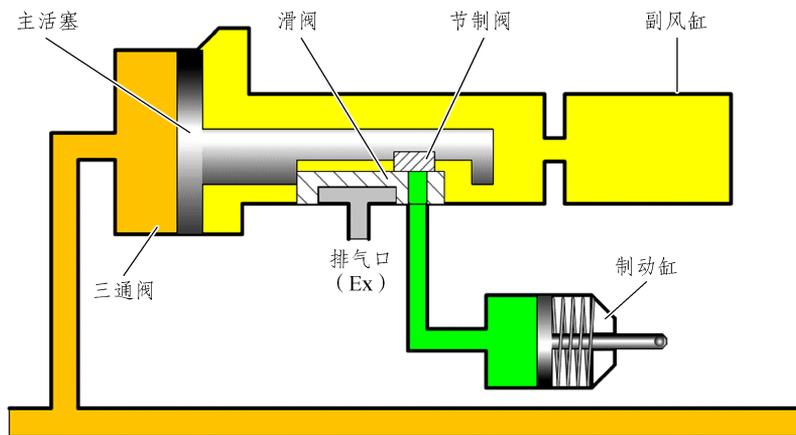


图 1-10 制动保压位作用原理

## 精选习题

一、单选题（选自国铁集团制动钳工竞赛题库）

1. 制动装置指机车或车辆上能产生制动和缓解作用的零、部件所组成的一整套机构，通常包括制动机、（ ）、人力制动机。

- |           |           |
|-----------|-----------|
| A. 控制阀    | B. 基础制动装置 |
| C. 机车制动装置 | D. 车辆制动装置 |

2. 25 t轴重货车运行速度为 120 km/h，制动距离为（ ）m。

- |        |          |          |          |
|--------|----------|----------|----------|
| A. 800 | B. 1 100 | C. 1 400 | D. 2 000 |
|--------|----------|----------|----------|

3. 空气制动机分为直通式空气制动机和（ ）空气制动机。

- |        |        |         |        |
|--------|--------|---------|--------|
| A. 真空式 | B. 自动式 | C. 半自动式 | D. 电空式 |
|--------|--------|---------|--------|

