



普通高等教育“十一五”国家级规划教材  
(高职高专)



张旺狮 主编

CHELIANG ZHIDONG ZHUANGZHI

# 车辆制动装置

中国铁道出版社  
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



普通高等教育“十一五”国家级规划教材(高职高专)

# 车辆制动装置

张旺狮 主编

庞宏恩 主审

中国铁道出版社

2007年·北京

## 内 容 简 介

本教材根据铁路发展的形势需求并结合现场实际, 纳入了近年来在高速、重载铁路客货车辆上使用的新技术设备内容。全书分十二章, 内容包括: 制动基本概念; 客货车主型空气制动装置构造、作用及一般检修; 客货车主型空气分配阀和控制阀的构造、性能、原理、特点和检修; 客货车空重车调整装置构造、原理及检修; F8 型及 104 型电空制动装置构造、原理及检修; 人力制动装置的构造、原理及检修; 基础制动装置的构造、原理及检修; 车辆制动机各种类型的试验设备的构造原理、试验方法及技术要求; 120K 型空气制动装置, 160km/h 快速货车制动系统; 制动基本理论基础及计算。

本书为普通高等教育“十一五”国家级规划铁道车辆高职高专学历教育教材, 也可作为铁道车辆专业普通中专学历教育教材, 同时也适于职工短期专项技术技能培训, 还可作为铁路车辆部门技术业务管理人员、工程技术人员及职工自学参考书。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

车辆制动装置/张旺狮主编. —北京: 中国铁道出版社, 2007. 1

ISBN 978 - 7 - 113 - 07712 - 9

I. 车… II. 张… III. 铁路车辆 - 车辆制动  
IV. U260. 13

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 161924 号

书 名: 车辆制动装置

作 者: 张旺狮 主编

出版发行: 中国铁道出版社 (100054, 北京市宣武区右安门西街 8 号)

责任编辑: 程东海

封面设计: 薛小卉

印 刷: 北京市兴顺印刷厂

开 本: 787 × 1 092 1/16 印张: 29.25 插页: 3 字数: 740 千

版 本: 2007 年 2 月第 1 版 2007 年 2 月第 1 次印刷

印 数: 1 ~ 4 000 册

书 号: ISBN 978 - 7 - 113 - 07712 - 9/U · 2003

定 价: 46.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书, 如有缺页、倒页、脱页者, 请与本社发行部调换。

编辑部电话: (010) 51873135, 发行部电话: (010) 51873171

# 前 言

我国铁路处于快速发展时期,各种新技术、新设备、新工艺不断的使用到铁路运输各部门,铁道车辆作为铁路运输的重要载体,大量的现代化的技术设备已投入使用,这对铁道车辆检修运用部门职工也提出了新的要求,必须不断地学习、掌握车辆装备及车辆检修运用装备的新知识、新技术、新设备、新工艺,以适应铁路运输重载、高速发展战略目标的实施要求。本教材是依据国家“十一五”高职高专教材规划和铁道部铁道车辆高职高专指导性教学计划编写的。

本教材根据铁路发展现状,删除了已基本淘汰的旧型车辆制动装置及配件内容,保留了少量仍广泛使用的还未完全淘汰的车辆制动装置及配件内容,并纳入了近年来我国重载、高速车辆使用的新型制动系统所采用的 F8 型及 104 型电空制动装置,部分新型人力制动装置,客车使用的  $U_3A$  型、 $KZF_3$  型、 $KZF_4$  型空重车自动调整装置和货车推广使用的  $KZW-4G$  系列空重车自动调整装置以及  $TWG-1$  系列空重车自动调整装置,并介绍了将要推广的 120K 型空气制动装置和 160km/h 快速货车制动系统,增加了制动理论知识内容。尽可能地体现职业的针对性、内容的实用性、程度的适中性、方法的训练性。适应铁道车辆专业高职高专及中等职业教育。

本书对于构造、作用性能较复杂的分配阀、控制阀、空重车调整装置及各试验台试验原理等内容,尽量做到图文并茂,分析做到由简及难,层次、条理分明,便于自学者理解和掌握。

各章有内容简介,主要内容一目了然。各章后附有复习思考题,以便课后复习和自我检查学习效果。

根据教学内容及培训要求,本书适于教学时数 80~140 学时。根据高职高专、中等职业教育、客车专门化、货车专门化不同的培训要求可选学相关内容。

本教材由张旺狮担任主编,程迪任副主编,庞宏恩主审。编写分工为:张旺狮(第一章、第九章),陈黎仙(第二章),冯明德(第三章、第八章),卢剑(第四章),张冬梅(第五章),李晋武(第六章),同金叶(第七章),刘志斌(第十章),卢毓俊(第十一章),程迪(第十二章)。

本教材也适于职工短期专项技术技能培训,也可作为铁路车辆部门技术业务管理人员、工程技术人员及职工自学参考书。

由于编者水平所限,教材疏漏和不妥之处难免,敬请读者批评、指正。

编 者

2007 年 1 月

# 目 录

|                                  |     |
|----------------------------------|-----|
| <b>第一章 绪 论</b> .....             | 1   |
| 第一节 制动基本概念及其在铁路运输中的作用.....       | 1   |
| 第二节 车辆制动机的种类.....                | 3   |
| 第三节 自动式车辆空气制动装置作用原理.....         | 6   |
| 复习思考题.....                       | 9   |
| <b>第二章 空气制动机</b> .....           | 10  |
| 第一节 客车空气制动机 .....                | 10  |
| 第二节 货车空气制动机 .....                | 14  |
| 第三节 空气制动机主要附件的构造及一般检修 .....      | 18  |
| 复习思考题 .....                      | 43  |
| <b>第三章 手制动机</b> .....            | 45  |
| 第一节 货车手制动机 .....                 | 45  |
| 第二节 客车手制动机 .....                 | 52  |
| 第三节 手制动机的检修 .....                | 53  |
| 复习思考题 .....                      | 54  |
| <b>第四章 基础制动装置</b> .....          | 55  |
| 第一节 客货车基础制动装置 .....              | 55  |
| 第二节 基础制动装置的检修 .....              | 67  |
| 第三节 盘形制动装置 .....                 | 69  |
| 第四节 制动倍率 .....                   | 73  |
| 第五节 制动缸活塞行程调整 .....              | 76  |
| 第六节 ST 型双向闸瓦间隙自动调整器 .....        | 79  |
| 复习思考题.....                       | 102 |
| <b>第五章 104 型及 103 型分配阀</b> ..... | 104 |
| 第一节 104 型、103 型分配阀结构特点及作用原理..... | 104 |
| 第二节 104 型及 103 型分配阀构造和作用性能 ..... | 108 |
| 第三节 103 型及 104 型分配阀检修 .....      | 138 |
| 复习思考题.....                       | 150 |
| <b>第六章 120 型控制阀</b> .....        | 152 |
| 第一节 120 型控制阀结构特点及作用原理 .....      | 152 |
| 第二节 120 型控制阀构造及作用性能 .....        | 155 |
| 第三节 120 型控制阀检修 .....             | 182 |

|                                    |     |
|------------------------------------|-----|
| 复习思考题.....                         | 186 |
| <b>第七章 F8 型空气分配阀</b> .....         | 188 |
| 第一节 F8 型空气分配阀特点 .....              | 188 |
| 第二节 F8 型空气分配阀的构造和作用 .....          | 189 |
| 第三节 F8 型空气分配阀检修 .....              | 203 |
| 第四节 F8 型空气分配阀运用故障判断与处理 .....       | 217 |
| 复习思考题.....                         | 225 |
| <b>第八章 新型货车制动系统简介</b> .....        | 227 |
| 第一节 120K 型货车制动系统 .....             | 227 |
| 第二节 160km/h 快速货车制动系统简介.....        | 238 |
| 复习思考题.....                         | 241 |
| <b>第九章 空重车自动调整装置</b> .....         | 242 |
| 第一节 客车空重车调整装置.....                 | 242 |
| 第二节 货车空重车调整装置.....                 | 251 |
| 复习思考题.....                         | 305 |
| <b>第十章 F8 型及 104 型电空制动装置</b> ..... | 307 |
| 第一节 F8 型电空制动机 .....                | 307 |
| 第二节 104 型电空制动机 .....               | 315 |
| 第三节 104 型电空制动机常见故障及处理 .....        | 320 |
| 第四节 F8 型电空制动装置的运用、故障判断与处理 .....    | 320 |
| 第五节 电空制动装置的检修及注意事项.....            | 322 |
| 第六节 F8 型及 104 型集成化制动单元简介 .....     | 325 |
| 复习思考题.....                         | 334 |
| <b>第十一章 制动机性能试验</b> .....          | 336 |
| 第一节 单车制动性能试验.....                  | 336 |
| 第二节 列车制动性能试验.....                  | 345 |
| 第三节 103/104 型分配阀性能试验 .....         | 352 |
| 第四节 120 型控制阀的性能试验 .....            | 362 |
| 第五节 F8 型电空制动机试验 .....              | 365 |
| 第六节 单车、列车试验常见故障及判断处理 .....         | 375 |
| 第七节 试验台试验常见故障及判断处理.....            | 378 |
| 复习思考题.....                         | 395 |
| <b>第十二章 制动理论基本知识</b> .....         | 397 |
| 第一节 空气波与制动波.....                   | 397 |
| 第二节 制动缸压力计算.....                   | 402 |
| 第三节 列车阻力.....                      | 414 |
| 第四节 列车制动力和制动率.....                 | 426 |
| 第五节 制动距离与制动限速.....                 | 440 |
| 复习思考题.....                         | 460 |
| 参考文献.....                          | 462 |

# 第一章 绪 论

本章简要介绍制动基本概念及其在铁路运输中的意义,并介绍车辆制动机的形式及分类,概述制动装置的基本组成及车辆制动装置应具备的条件。

## 第一节 制动基本概念及其在铁路运输中的作用

车辆制动装置是列车制动装置的基本单元。车辆制动技术和制动机性能决定着列车制动机性能。车辆制动技术或者说列车制动机性能是铁路运输“重载、高速”这一跨越式发展战略目标实现的关键性前提条件之一。

### 一、制动基本概念

#### 1. 制动作用

人为地施加于运动物体一外力,使其减速(含防止其加速)或停止运动;或施加于静止物体,保持其静止状态。这种作用被称为制动作用。实现制动作用的力称为制动力。

制动作用强调人为的施加的外力作用,意味着可以进行调整制动力的大小,即制动作用效果。

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列车以外的物体产生而施加于列车的一种(外)力。这一外力只能是钢轨施加于车轮与列车运行方向相反(与钢轨平行)的力。

#### 2. 缓解作用

解除制动作用的过程称为缓解。

制动装置既要能实现制动作用,同时亦要能实现缓解作用。

对于运动着的铁路列车,我们欲使其减速或停车,就要根据需要施加于列车一定大小的与其运动方向相反的外力,以使其实现减速或停车作用,即施行制动作用;列车在运行途中加速或启动加速前要解除掉制动作用,即施行缓解作用。

#### 3. 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。

#### 4. 列车制动装置

列车上能够实现制动作用和缓解作用的装置称为列车制动装置,也称为列车制动机。列车制动机由机车制动装置与所牵引的所有车辆的车辆制动装置组合而成。

#### 5. 列车自动制动机

当列车自行分离(脱钩)后,列车前、后两部分均能自动的产生制动作用而停车的制动机被成为自动制动机;自动制动机还能在意外情况下,除机车司乘人员以外的列车其他乘务人员可在本辆车操作紧急制动阀使列车紧急停车。

## 6. 制动距离

从机车的自动制动阀置于制动位起,到列车停车,列车所走过的距离称为制动距离。制动距离愈短,列车的安全系数就愈大。《铁路主要技术政策》规定:列车紧急制动距离按不同情况分别不超过:

旅客列车:120 km/h,800 m

160 km/h,1 400 m

200 km/h,2 000 m

250 km/h,2 700 m

300 km/h,3 700 m

350 km/h,4 800 m

货物列车:90 km/h,800 m

120 km/h,1 100 m

(25 t 轴重 120 km/h,货物列车,1 400m)

160 km/h,1 400 m

## 7. 制动波和制动波速

列车制动作用的产生一般是由机车制动机产生制动作用起,沿列车纵向由前及后车辆制动机逐一产生制动作用。我们称制动作用沿列车长度方向的传播现象为制动波。制动波的传播速度,称为制动波速。

制动波速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越小,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。同时制动波速越高,制动作用的传播长度就可加大,制动机越适应于重载(长大)、高速列车的要求。

## 二、制动在铁路运输中的作用

制动装置对于铁路运输意义可通过下例来理解:

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  $s_0$  距离加速至  $v_1$ ,  $s_0$  为起动加速距离,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在距乙站较近的 a 点处,其制动距离为  $s_1$ 。若另一 B 列车的制动功率较小,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 C 列车没有制动装置(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:列车在限制下坡道上的紧急制动距离,例如货车以 90 km/h 速度运行时规定为 800 m。假如上例中的  $s_1$  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

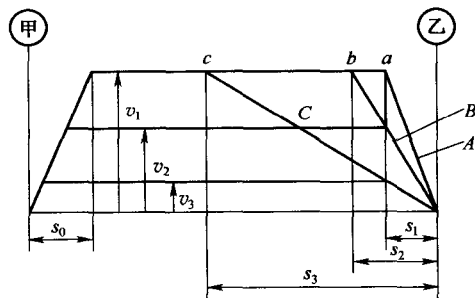


图 1-1 制动力、区间速度与制动距离的关系

度,降低了铁路的通过能力。

所以,制动装置的重要作用在于:一方面是使列车在任何情况下减速、防止加速或停车,确保行车安全;另一方面也是提高列车的运行速度,提高牵引重量,即提高铁路运输能力的重要前提条件。衡量一个国家的铁路运输水平,首先要看能制造多大牵引功率的机车,但牵引与制动是互相促进和制约的,无先进的制动技术就没有现代化的铁路运输。

另外通过下述分析可进一步理解制动作用对铁路运输现代化发展所起的重要作用。

铁路运输能力与运输量永远是一对矛盾,也就是铁路部门要致力于不断地解决运输能力与日益增长的运输量之间的矛盾。具体到一列车来讲,就是提高列车的牵引重量及运行速度,即高速重载。

列车制动过程实际上是能量转换过程,制动过程要将具有一定运行速度的列车的巨大动能,部分或全部地转化为其他形式的能而使列车达到减速或停车的目的。

设某列车牵引重量  $W$ 、运行速度  $v$ ,假设制动过程列车制动力  $B_k$  是一不变的量(实际上制动过程  $B_k$  是随闸瓦压力和列车运行速度变化的量),制动力  $B_k$  使列车产生减速度  $a$ ,对于列车来说下式是成立的:

$$B_k = \frac{W}{G}a$$

制动力  $B_k$  在列车运行  $ds$  距离作功:

$$B_k ds = \frac{W}{G}a ds$$

$$B_k ds = -\frac{W}{G} \cdot \frac{dv}{dt} ds$$

$$B_k ds = -\frac{W}{G}v dv$$

在制动距离  $s$  区间求积分,有

$$\int_0^s B_k ds = \int_{v_0}^0 -\frac{W}{G}v dv$$

$$B_k s = \frac{1}{2} \cdot \frac{W}{G}v_0^2$$

在制动距离  $s$  范围内,列车的动能被制动力  $B_k$  作功转换。为了保证列车的运行安全,制动距离  $s$  规定一个值。那么,提高运能( $W$ 、 $v$ )的前提条件是足够的  $B_k$  作保证,也即先进的制动技术作保证,否则不能保证列车运行安全,或者不能提高运输能力。

所以,制动装置的重要意义:一方面使列车在任何情况下防止加速、减速或停车,确保行车安全;另一方面是提高列车运行速度、牵引重量的先决条件,即性能先进的制动装置是提高铁路运输能力的前提条件。

## 第二节 车辆制动机的种类

制动过程是能量转换过程。车辆制动机是实现将列车运行过程中巨大的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,从而产生制动力。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:

### 一、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叫手(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。

### 二、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叫真空制动机。真空制动机,其压力最高只能达到  $1.01 \times 10^5 \text{Pa}$ ,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将大量增加,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。如 20 世纪 70 年代援助坦桑尼亚—赞比亚的铁路车辆安装的为真空制动机。

### 三、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空气制动机和自动空气制动机。

#### 1. 直通空气制动机

直通空气制动机基本组成形式如图 1-2 所示,由制造压力空气的空气压缩机 1,储存压力空气的总风缸 2,操纵列车制动机作用的制动阀 4,贯通全列车的制动管 5,和将空气压力转换为机械推力的制动缸 8 等组成。

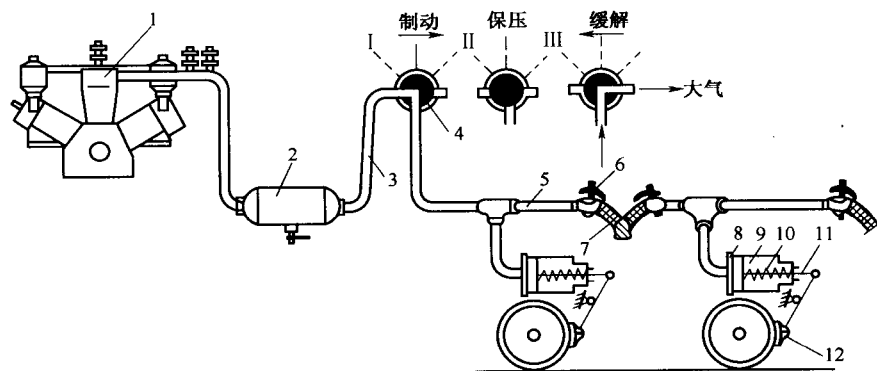


图 1-2 直通空气制动机原理图

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。

作用原理:制动阀手把有制动、保压和缓解三个作用位。制动阀手把置 I 位(制动位)时,总风缸的压力空气经制动阀、制动管进入各车辆的制动缸,使制动缸活塞杆推出,闸瓦压紧车轮,列车产生制动作用;制动阀手把移至 II 位(保压位)时,总风缸、制动管和大气之间的通路

均被遮断,制动缸和制动管保持压力不变;制动阀手把移至Ⅲ位(缓解位)时,制动管及所有制动缸压力空气经制动阀排气口排出,制动缸活塞被缓解弹簧推回,闸瓦离开车轮踏面,列车制动状态得到缓解。

直通空气制动机的特点:构造简单,用制动阀可直接调节制动缸压力,具有阶段制动和阶段缓解作用性能,对于很短的列车,操作方便灵活。但不适用于较长列车。因为,其一,机车上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压力空气;其二,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,所以,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。特别在当列车发生车钩分离事故时,整个列车就失去制动控制。因此,直通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),被自动空气制动机所代替。

## 2. 自动空气制动机

自动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。因而列车前后部各车辆的制动作用和缓解作用的产生过程均较快,一致性比较好,可有效的缩短制动距离,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的是自动空气制动机。自动空气制动机的制动和缓解作用与制动管压力变化关系是: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,全列车均能够自动产生制动作用而停车。

## 四、电空制动机

电空制动机是以压力空气作为原动力,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套有电控电磁阀箱。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,实现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,我国主要使用在快速旅客列车上,如用于长大货物列车上,优点将更为显著,大秦铁路运煤专线的C<sub>80</sub>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。

## 五、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。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,但重量较大,增加了车辆的自重并加速了钢轨的磨耗。

## 六、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离轨面上方几毫米处,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,变列车动能为热能,由钢轨和电磁铁将热量逸散于大气。

## 七、再生制动

列车制动时,使电力机车或用电力牵引的摩托车组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变为电能反馈回电网(供电网范围内的其它列车牵引使用)。使列车的动能转变为可利用电能的制动方式。

## 八、电阻制动

电力机车、用电力传动的内燃机车、摩托车组或地下铁道车辆。制动时,变牵引电动机为发电机,将运行中的列车动能通过发电机转变为电能消耗于电阻,用以控制速度。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,但低速时它的效率就减低,并且一般列车(除动力分散性的城市轨道交通车辆)带电动机的车辆比率不大,故受到一定限制,平常均与空气制动机同时配合使用。

# 第三节 自动式车辆空气制动装置作用原理

## 一、列车空气制动系统的组成

1. 空气压缩机 1 和总风缸 2: 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 4: 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 5: 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

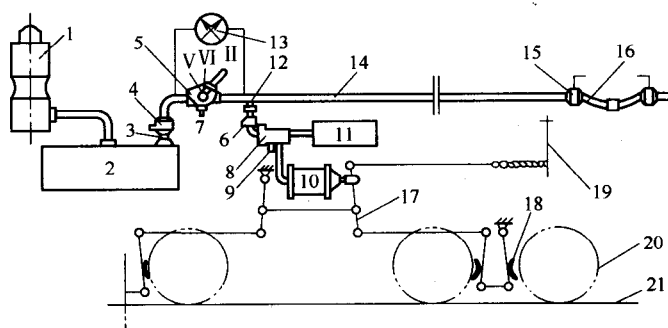


图 1-3 列车空气制动系统的组成

- 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。

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 14: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)8:三通阀(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压力空气排向大气实现制动机缓解作用或者将副风缸内压力空气充入制动缸产生制动机的制动作用。

6. 副风缸 11: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 10:制动时,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 17:制动时,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,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 18、车轮 20 和钢轨 21: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钢轨,钢轨在与车轮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。

## 二、车辆制动装置的基本作用原理

三通阀(分配阀或控制阀)属二压力机构阀,是自动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,实现以下各种作用。

### 1. 充气、缓解作用(图 1-4)

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*i*,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。这就实现了制动机充气及缓解作用。

### 2. 制动作用(图 1-5)

当操纵自动制动阀使制动管内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。

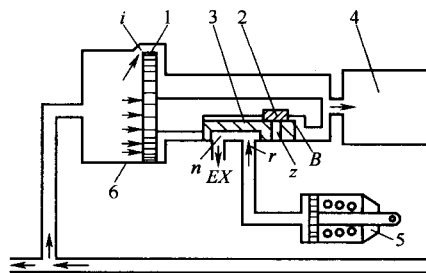


图 1-4 充气缓解位作用原理

- 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。

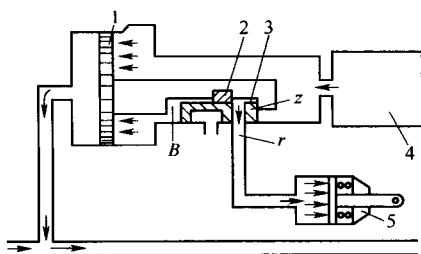


图 1-5 制动位作用原理  
(图注同图 1-4)

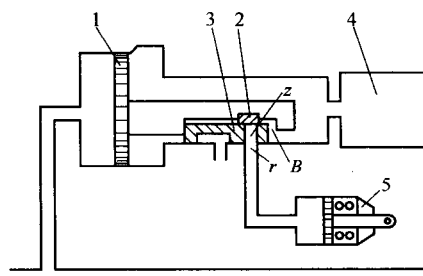


图 1-6 制动保压位作用原理  
(图注同图 1-4)

### 3. 制动保压作用(图 1-6)

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),停止了副风缸向制动缸充气,制动缸内压力不再上升,也不减少,即形成制动保压作用。

## 三、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的调整列车运行速度,保证运行安全,车辆制动装置应具备下列条件:

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。制动波速要快,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. 制动机应具有一定的稳定性,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,全列车应能自动、迅速地产生紧急制动作用,在短距离内停车。
7. 在不致擦伤车轮的前提下,充分利用车轮与钢轨间的粘着力实现制动作用;货车制动机应具有空重车自重调整装置;高速旅客列车制动机还应安装防滑装置,以发挥制动机的最大效能。
8. 各种制动机应能在一列车中混编,其动作、效果协调一致。
9. 基础制动装置各部件应有足够的强度,结构合理,各连结部分灵活耐磨,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。

11. 能适应于我国南、北方夏季和冬季较大温差的气候条件,制动机在  $\pm 50^{\circ}\text{C}$  均能产生正常作用。

---

### 复习思考题

---

1. 简述制动机在铁路运输中的作用。
2. 试解释制动、缓解、制动机、制动距离及制动波速的概念及意义。
3. 车辆制动装置有哪些种类?我国广泛使用的铁道车辆制动机是哪一种?它有哪些性能特点?
4. 试画出列车制动机系统示意图,并说明各主要部件的作用。
5. 画简图解释车辆制动机基本作用原理。
6. 简述车辆制动机应具备的条件。

## 第二章 空气制动机

本章介绍客货车辆空气制动机的类型、组成;空气制动机主要附件的构造、用途、作用原理及其使用和一般检修方法。

### 第一节 客车空气制动机

空气制动机是指车辆制动装置中利用压缩空气作为制动动力来源,以制动主管的空气压力变化来控制分配阀(三通阀或控制阀)产生动作,实现制动和缓解作用的装置,它包括从制动软管连接器至制动缸之间的所有制动部件。分配阀(三通阀或控制阀)是空气制动机的主要控制部件,它根据制动管中的空气压力的变化来控制车辆制动装置的制动、缓解和保压作用。空气制动机是车辆制动装置的重要组成部分,有客车空气制动机和货车空气制动机之分。

#### 一、LN 型空气制动机

LN 型空气制动机如图 2-1 所示,由 L 型或 GL<sub>3</sub> 型三通阀 13, N 型制动缸 12, 副风缸 3, 附加风缸 5, 缓解阀 1, 紧急制动阀 7, 压力表 9, 远心集尘器 14, 截断塞门 15, 折角塞门 11、17, 制

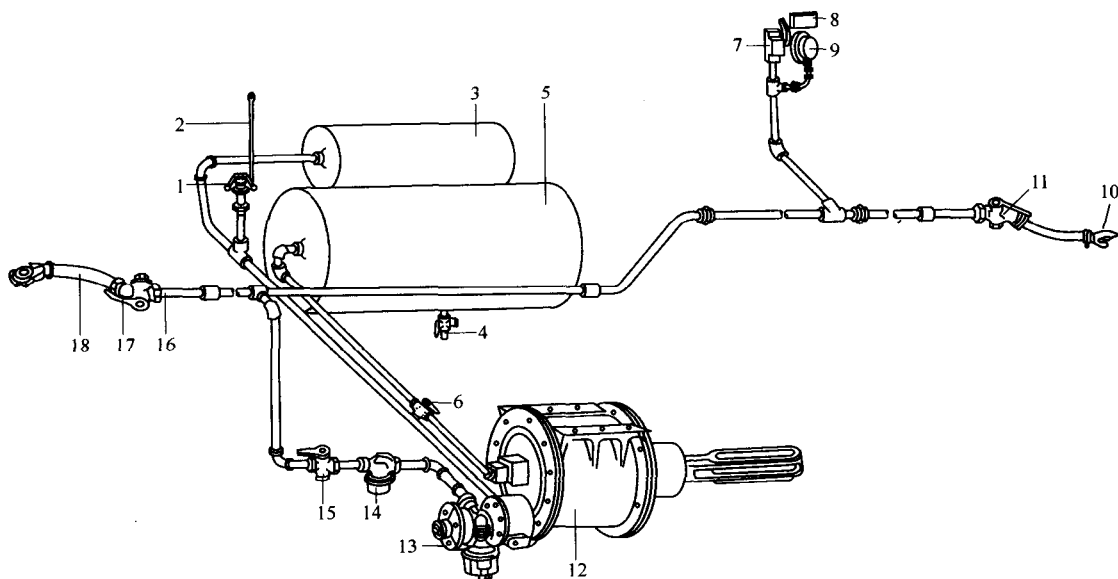


图 2-1 LN 型空气制动机

- 1—缓解阀;2—缓解阀拉杆;3—副风缸;4—附加风缸排水塞门;5—附加风缸;6—附加风缸截断塞门;7—紧急制动阀;  
8—“危险请勿动”牌;9—压力表;10—制动软管连接器;11—折角塞门;12—制动缸;13—三通阀;14—远心集尘器;  
15—截断塞门;16—补助管;17—折角塞门;18—制动软管连接器。

动软管连接器 10 等组成。该型空气制动机的组成特点是,设有一个较大的附加风缸 5,其容积是副风缸容积的 2.5 倍,以备阶段缓解和紧急制动增压时使用。阶段缓解时副风缸可实现迅速再充气,有利于施行连续制动。紧急制动时可实现制动缸的增压作用,保证旅客列车安全运行。三通阀不与制动支管直接连接,制动支管与制动缸后盖上的三通阀安装座连接,所以装卸三通阀比较方便。在三通阀上还设有 E-7 型安全阀。目前,我国部分 22 型等客车上仍使用 LN 型空气制动机。但由于该型空气制动机结构庞大,无自动补风性能,制动阀中的研磨配件较多等缺点,其已被列为淘汰型空气制动机,将逐步被更换掉。

## 二、104 型空气制动机

104 型空气制动机是以我国自行设计制造的 104 型客车分配阀而命名的,该空气制动机是以 104 型分配阀和压力风缸、制动缸为主配套组成的自动式空气制动机。随着车辆向大吨位、高速度方向发展,三通阀已不能适应我国铁路运输事业发展的需用。为此,我国 20 世纪 60 年代开始研制 104 型分配阀,在 70 年代经技术鉴定,陆续在客车上使用,其结构组成如图 2-2 所示。它由 104 型分配阀 6、容积为 11 L 的压力风缸 8、副风缸 7、制动缸 1、截断塞门 4、远心集尘器 5、制动缸排气塞门 9 和制动管等零部件组成。104 型分配阀 6 由中间体、主阀、紧急阀三部分组成,中间体分别与副风缸、制动缸、压力风缸、制动管相连接。104 型分配阀内的活塞采用了橡胶模板结构,减少了阻力,减少了漏泄现象的发生。

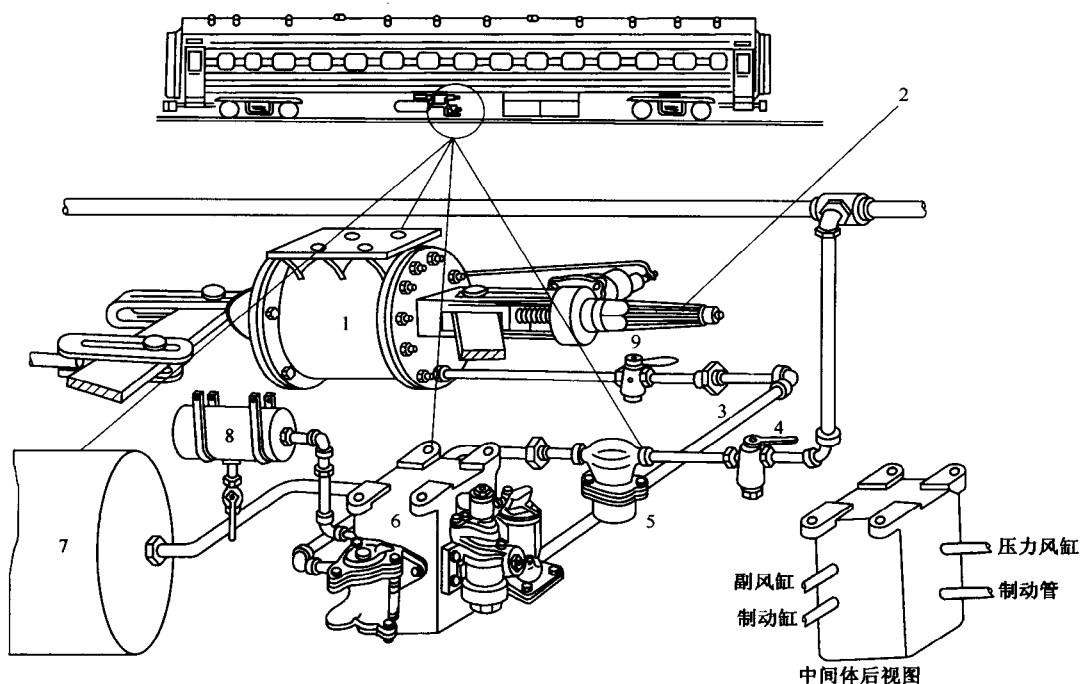


图 2-2 104 型空气制动机

1—制动缸;2—闸瓦间隙自动调整器;3—制动缸管;4—截断塞门;5—远心集尘器;6—104 型分配阀;  
7—副风缸;8—压力风缸;9—制动缸排气塞门。

与 LN 型空气制动机相比较,104 型空气制动机增设了压力风缸,并用 104 型分配阀代替了三通阀。其余部件除副风缸容积不同之外,均与 LN 型空气制动机基本相同。此外 104 型