

国家骨干高职院校建设项目

——高速动车组检修项目化教学规划教材

# 动车组制动系统

## 维护与检修

DONGCHEZU ZHIDONG XITONG  
WEIHU YU JIANXIU

主 编 王亦军 慎超伦  
副主编 邵泽宽  
主 审 高天育



西南交通大学出版社  
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

国家

——高速动车组检修项目化教学规划教材

# 动车组制动系统维护与检修

主 编 王亦军 慎超伦

副主编 邵泽宽

主 审 高天育

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

## 内容简介

本书主要介绍动车组制动系统的设备组成、结构、工作原理及维护与检修方面的知识。

本书是国家骨干高职院校建设项目——高速动车组检修项目化教学规划教材之一。针对高等职业院校技能型人才培养的特点,以动车组运用检修的各项生产任务、项目过程为导向,培养学生面向工作岗位的实际能力。全书内容分为五个项目,分别为:动车组制动系统的认识、动车组供风系统的维护与检修、动车组基础制动装置的维护与检修、动车组制动控制系统的维护与检修、动车组制动系统试验及故障处理。

本书既有一定的基本理论知识,又重点突出实践操作技能,内容丰富、实用性强,可作为铁路高职院校高速铁路技术专业的专业教材,也可作为其他高等院校、中等职业学校和职工岗位培训教材,还可作为相关工程技术人员的学习参考书。

---

### 图书在版编目(CIP)数据

动车组制动系统维护与检修 / 王亦军, 慎超伦主编.  
—成都: 西南交通大学出版社, 2014.2  
(国家骨干高职院校建设项目·高速动车组检修项目  
化教学规划教材)  
ISBN 978-7-5643-2827-6

I. ①动… II. ①王… ②慎… III. ①动车—制动装  
置—车辆检修—高等职业教育—教材 IV. ①U266

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 012213 号

---

国家骨干高职院校建设项目——高速动车组检修项目化教学规划教材

### 动车组制动系统维护与检修

主编 王亦军 慎超伦

\*

责任编辑 王 旻

特邀编辑 王玉珂

封面设计 墨创文化

西南交通大学出版社出版发行

四川省成都市金牛区交大路 146 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564

<http://press.swjtu.edu.cn>

四川川印印刷有限公司印刷

\*

成品尺寸: 185 mm × 260 mm 印张: 16.25

字数: 404 千字

2014 年 1 月第 1 版 2014 年 1 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5643-2827-6

定价: 34.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换  
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

# 国家骨干高职院校建设 项目化教学规划教材编委会

主任 苏东民（郑州铁路职业技术学院）

李学章（郑州铁路局）

副主任 董黎生（郑州铁路职业技术学院）

张 洲（郑州市轨道交通有限公司）

胡书强（郑州铁路局职工教育处）

委员 宋文朝（郑州铁路局机务处）

石建伟（郑州铁路局车辆处）

马锡忠（郑州铁路局运输处）

王汉兵（郑州铁路局供电处）

杨泽举（郑州铁路局电务处）

李保成（郑州铁路局工务处）

马子彦（郑州市轨道交通有限公司）

张中央（郑州铁路职业技术学院）

华 平（郑州铁路职业技术学院）

张惠敏（郑州铁路职业技术学院）

伍 玫（郑州铁路职业技术学院）

徐广民（郑州铁路职业技术学院）

戴明宏（郑州铁路职业技术学院）

倪 居（郑州铁路职业技术学院）

胡殿宇（郑州铁路职业技术学院）

李福胜（郑州铁路职业技术学院）

冯 湘（郑州铁路职业技术学院）

陈享成（郑州铁路职业技术学院）

耿长清（郑州铁路职业技术学院）

张 勤（郑州铁路职业技术学院）

# 高速动车组检修专业项目化教材编委会

主 任 苏东民（郑州铁路职业技术学院）

李学章（郑州铁路局）

副主任 董黎生（郑州铁路职业技术学院）

胡书强（郑州铁路局职工教育处）

委 员：

石建伟（郑州铁路局车辆处）

许艳峰（郑州铁路局车辆处）

慎超伦（郑州铁路局郑州车辆段）

凌静杰（郑州铁路局郑州车辆段教育科）

李福胜（郑州铁路职业技术学院）

程 迪（郑州铁路职业技术学院）

王亦军（郑州铁路职业技术学院）

吴生举（郑州铁路局郑州车辆段动车运用所）

石三宝（郑州铁路局郑州车辆段动车运用所）

张 鹏（郑州铁路局郑州车辆段动车运用所）

# 前 言

2012年12月26日,伴随着京石、石武段的开通运营,我国最长的京广客运专线全线贯通,到2020年,我国规划新建高速铁路里程将达到1.5万公里,形成“四纵四横”铁路快速客运通道,中国将成为名副其实的高速铁路大国。

为保证动车组运行安全可靠,延长动车组的使用寿命,必须对动车组进行日常维护和定期检修,这就需要大量的动车组地勤机械师和随车机械师。而现有各铁路局动车段、动车所所需技术维修人员,基本来自大中专毕业生和经过转岗培训的在岗职工,为了认真贯彻落实高速铁路主要行车工种岗位准入制度的相关要求,确保为高铁安全持续稳定的运营提供坚实可靠的人才保障,快速提升企业在职人员和职业院校学生的实际运用和检修专业水平,郑州铁路职业技术学院以创建国家骨干院校建设为契机,在消化吸收生产厂家提供的动车组技术资料基础上,参照动车运用所一、二级检修工艺标准,以适应动车组随车机械师、地勤机械师两个岗位需求为培养目标,组织校企双方共同编写了一套项目化培训系列教材,包括《动车组机械设备维护与检修》、《动车组牵引系统维护与检修》、《动车组制动系统维护与检修》、《动车组控制系统维护与检修》、《动车组运用与管理》、《动车组辅助设备维护与检修》、《动车组网络技术》等共7本教材。

《动车组制动系统维护与检修》为该系列培训教材之一。本教材根据高速铁道技术专业人才培养目标并结合教学改革的要求,采用“项目导向、任务驱动”的职业教育理念,通过岗位职业能力分析,提出每一项目的学习目标,使学生在在学习之前能够清楚岗位的职业要求。教材采取教师与企业职教专家共同参与研讨教材内容,将教学过程和企业的生产过程紧密结合的编写方式。全书从动车组制动系统的认识入手,按照动车组制动供风系统、基础制动装置、制动控制装置、制动系统性能试验及故障处理的顺序介绍了各部分的结构组成、工作原理,对日常维护检修、故障处理等程序、标准也进行了详细的讲解,是动车组新技术、新知识学习的必备用书。

本系列教材在编写过程中,得到了郑州铁路职业技术学院“国家骨干院校建设项目”的支持,郑州铁路职业技术学院车辆工程学院为该系列教材的出版投入了大量的人力、物力及财力,郑州铁路局车辆处副处长、高级工程师许艳峰对编写工作给予了具体的指导和帮助。郑州车辆段职教科、动车科、郑州动车所的职教专家、工程师等直接参与了编写和审稿工作,在此一并表示感谢。

全书由郑州铁路职业技术学院王亦军和郑州车辆段慎超伦主编,郑州动车所高天育主审。

具体编写分工是：郑州铁路职业技术学院王亦军编写项目一、二，郑州铁路职业技术学院李向超编写项目三，郑州车辆段慎超伦编写项目四中任务一、二，郑州铁路职业技术学院洪从鲁编写项目四中任务三、四、五、八，西安铁路职业技术学院邵泽宽编写项目四中任务六、七，郑州动车所邹鹏编写项目五。

由于编写水平有限，加之时间仓促，难免有不妥之处，恳请读者给予批评指正，提出宝贵意见。

编者

2013年12月

# 目 录

项目一 动车组制动系统的认识 .....	1
任务一 认知车辆制动装置的功能、组成及分类 .....	1
任务二 认识动车组制动系统组成及车上配置 .....	13
任务三 动车组制动系统维护与检修 .....	30
项目二 动车组供风系统的维护与检修 .....	38
任务一 动车组制动系统管路状态及空气软管外观检查 .....	38
任务二 动车组主压缩机系统的维护与检修 .....	49
任务三 动车组空气干燥装置的维护与检修 .....	73
任务四 动车组辅助空气压缩机的维护与检修 .....	80
项目三 动车组基础制动装置的维护与检修 .....	89
任务一 动车组基础制动装置的单车检查作业 .....	89
任务二 增压缸的维护与检修 .....	109
任务三 踏面清扫装置的维护与检修 .....	117
项目四 动车组制动控制系统的维护与检修 .....	131
任务一 动车组制动控制系统的维护 .....	131
任务二 检修司机制动控制器 .....	139
任务三 制动控制计算机的检查与维护 .....	146
任务四 检修电空转换阀 .....	163
任务五 检修中继阀 .....	172
任务六 检修制动控制主要阀件及附属部件 .....	176
任务七 动车组制动作用分析 .....	196
任务八 检修防滑装置 .....	221
项目五 动车组制动系统试验及故障处理 .....	232
任务一 动车组制动系统性能试验 .....	232
任务二 动车组制动系统故障处理 .....	245
参考文献 .....	251



# 项目一 动车组制动系统的认识

## 【项目描述】

本项目是初学者对动车组制动系统的认识，实施地点安排在动车组列车虚拟仿真实训基地和动车组制动系统维护与检修实训基地。以动车组制动装置模型、实物和教学课件为学习载体，通过教学使学生初步了解车辆制动的一些基本概念，认识国产动车组的组成及各组成的作用。经过本项目学习后，学生应具备动车组制动的基本知识，为学生今后从事动车组运用、检修工作打下牢固基础。

## 【知识目标】

- (1) 掌握动车组制动系统的作用及分类；
- (2) 理解制动力的产生及影响因素；
- (3) 掌握动车组制动系统的组成及各组成部分的作用。

## 【能力目标】

- (1) 能够描述各型动车组制动系统的组成及其特点；
- (2) 能够正确填写动车组制动设备配置表。

## 任务一 认知车辆制动装置的功能、组成及分类

### 【任务描述】

在车辆制动演练场内，以主型客车、货车实物、动车组模型、多媒体教学课件为载体，认识车辆制动装置，分析制动的作用，制动力的形成以及制动的分类，制作一个制动基本知识教学课件。

### 【背景知识】

#### 一、制动基本概念及其在铁路运输中的意义

日常生活中，任何运输工具都离不开制动系统。小到自行车，大到火车，制动系统都起

着保证运输安全的重要作用。对于铁路运输来说,列车的运行过程包括牵引、惰行和制动 3 种基本工况,而制动工况的顺利实施关键在于制动系统有效、可靠地工作。那么,什么是制动系统?它包括哪些组成部分呢?制动力是如何形成的?制动对铁路运输有什么意义呢?

### (一) 制动的基本概念

人为地使运动的物体减速(含防止其加速)、停车或使静止的物体保持不动,这种作用被称为制动作用。解除制动作用的过程称为缓解。

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运动方向相反的外力,以实现列车的减速或停车作用,即施行制动作用;列车在停车后启动,或列车运行途中实施制动后,加速前均要解除制动作用,即施行缓解作用。

制动系统是安装在列车上能产生制动和缓解作用的一套机械设备和控制系统的总称。

对既有的机车车辆来说,制动系统是通过司机操纵机车上的制动阀,使制动管内压缩空气以不同的速度增压、减压或保压,产生不同的作用。制动系统通常由空气制动机、基础制动装置、手制动机(动车组中称停放制动装置)3大部分组成。装于机车上能实现制动作用和缓解作用的装置称为机车制动装置,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。列车制动装置由机车制动装置与所牵引的所有的车辆制动装置组合而成。

空气制动机,即制动系统中以空气压力作为动力源产生制动原动力,用空气压力的变化速度进行操纵和控制的部分。通常包括从制动软管连接器至制动缸的一整套机构。

基础制动装置,即制动系统中用于传递、扩大制动原动力的一整套杆件连接装置。通常包括车体基础制动装置和转向架基础制动装置。

手制动机,即制动系统中以人力作为动力源产生制动原动力并由人力操纵和控制的部分。

空气制动机、基础制动装置、手制动机三者的关系如图 1-1-1 所示。

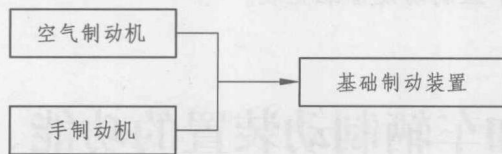


图 1-1-1 制动系统控制关系

对动车组来说,制动装置既有动车制动装置,又有拖车制动装置。制动系统由电制动系统和空气制动系统复合而成。空气制动系统包括供风系统、制动控制系统和基础制动装置 3 大部分。

制动距离,即制动时从司机操纵制动阀置于制动位起至列车停车时止,列车所走过的距离。制动距离越短,列车的安全系数就越大。我国《铁路主要技术政策》(简称《技规》)原来规定的列车紧急制动距离不超过 800 m,但随着列车速度的提高,制动距离的标准也相应延长。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;
- 140 km/h——1 100 m;
- 160 km/h——1 400 m。

动车组	200 km/h—2 000 m;
	300 km/h—3 800 m;
	350 km/h—6 500 m。

## (二) 制动力的形成及影响因素

由制动装置产生的与列车运行方向相反的外力称为制动力。它是人为产生的阻止列车运行的外力，比列车运行中所受到的风的阻力、曲线阻力、坡道阻力等各种自然阻力大得多，因此，在列车制动过程中，尽管运行阻力也起作用，但列车制动力起主要作用。

以动车组上使用的盘形制动为例，分析制动力的形成及影响因素。

### 1. 制动力的形成

假设车轮与钢轨都是刚体，车轮在钢轨上做纯滚动。根据刚体平面运动学的分析，对于沿钢轨自由滚动的车轮，车轮和钢轨的接触点在它们接触的瞬间是没有相对运动的。如图 1-1-2 所示是一个车轮在钢轨表面的受力分析图， $V$  表示列车的前进方向和运行速度。制动时，闸片压紧制动盘，在制动盘上产生一个向下的摩擦力  $K \cdot \phi_k$ ，其中， $K$  是闸片作用在制动盘上的压力， $\phi_k$  是闸片与制动盘之间的摩擦系数。对列车来说，此摩擦力是内力，它不能使列车运动状态发生变化，因此，它不是制动力，只是对车轮中心形成一个摩擦力矩。

由于轮轨接触面没有相对运动，在闸片摩擦力矩的作用下，轮轨接触点处产生一个车轮对钢轨的纵向水平作用力  $B'$ ，方向向左，而钢轨则反作用于车轮一个大小相等、方向相反的作用力  $B$ ，轮轨之间的纵向水平作用力  $B$  就是物理学上说的静摩擦力，其最大值——“最大静摩擦力”是一个与运动状态无关的常量，它等于钢轨对车轮的垂向支持力与静摩擦系数的乘积。对列车来说，钢轨对车轮的反作用力  $B$  才真正是制动装置引起的与列车运行方向相反的阻碍列车运行的外力，即制动力。

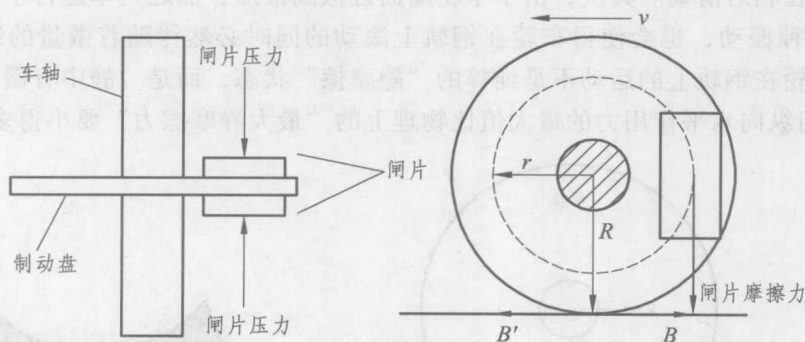


图 1-1-2 闸片制动力的形成示意图

以制动盘为研究对象，分析其受力情况，闸片摩擦力、制动力  $B$  与轮对角减速度  $\theta$  的关系如下式：

$$\sum K \cdot \phi_k \cdot r - B \cdot R = I \cdot \theta \quad (1-1-1)$$

式中  $K$ ——每块闸片的压力，N；

$\phi_k$ ——闸片摩擦系数；

$B$ ——由轨面反作用于车轮踏面的制动力，N；

$R$ ——车轮滚动圆半径，m；

$r$ ——每块闸片所处的制动盘平均摩擦半径，m；

$I$ ——轮对的转动惯量， $\text{kg} \cdot \text{m}$ ；

$\theta$ ——轮对的角减速度， $\text{rad/s}^2$ 。

式(1-1-1)中，轮对的转动惯量相比其他量要小得多，可忽略不计，则盘形制动的制动力可近似表示为：

$$B \approx \sum K \cdot \phi_k \cdot \frac{r}{R} \quad (1-1-2)$$

从式(1-1-2)可以看出，在车辆配置已定的情况下(即 $r$ 、 $R$ 一定)，闸片和制动盘之间的摩擦系数 $\phi_k$ 直接影响着制动性能的好坏。影响摩擦系数的因素很多，制动盘和闸片材质对闸片摩擦系数的影响最为重要。除此之外，闸片摩擦系数还受压力、列车速度和制动初速度等因素的影响。试验研究结果表明：闸片压力越大，摩擦系数越小；列车速度或制动初速度越高，摩擦系数越小。另外，闸片摩擦系数还与制动盘摩擦面的洁净程度、闸片新旧等因素有关。目前，闸片摩擦系数的计算公式主要通过试验的办法获得。

## 2. 轮轨摩擦与黏着

轮轨间的静摩擦是一种难以实现的理想状态。首先，车轮和钢轨在载荷作用下会有变形，轮轨间是椭圆面接触(从侧面看是线接触而非点接触)。如图1-1-3所示，由于闸片摩擦力矩的作用，轮周上位于轮轨接触部位左、右两侧的部分分别处于拉伸和压缩状态，而钢轨上位于轮轨接触部位左、右两侧的部分状态正好与车轮相反。随着车轮的滚动，轮轨接触部位的轮周会发生从拉伸到压缩的状态转变，而接触部位钢轨的状态转变情况则与之相反，因而轮轨之间必然存在相对滑动。其次，由于车轮踏面近似圆锥形，加之列车运行中不可避免地要发生冲击和各种振动，也会使得车轮在钢轨上滚动的同时必然伴随着微量的纵向和横向滑动。总之，车轮在钢轨上的运动不是纯粹的“静摩擦”状态，而是“静中有微动”或“滚中有滑”，轮轨间纵向水平作用力的最大值比物理上的“最大静摩擦力”要小得多。

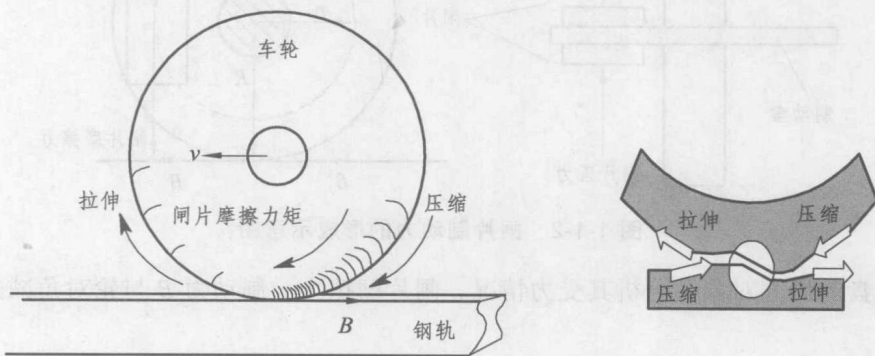


图 1-1-3 制动时轮轨表面的变形状态

因此，铁路牵引和制动理论在分析轮轨间的纵向力问题时，不用“静摩擦”这个名词，

而用“黏着”来代替它。相应地，黏着状态下轮轨间纵向水平作用力的最大值就称为黏着力，而把黏着力与轮轨间垂向载荷的比值称为黏着系数。为便于应用，假定轮轨间的垂直载荷在运行中固定不变，即黏着力的变化完全是由于黏着系数的变化引起的。这样，黏着力与运动状态的关系被简化为黏着系数与运动状态的关系。

### 3. 黏着系数的影响因素

黏着系数的影响因素主要有两个：一个是轮轨接触面的表面状况，另一个是列车运行速度。

轮轨接触面的表面状况包括：干湿情况、脏污程度以及是否有锈等。轮轨的湿度、脏污程度又与天气、环境污染状况和制动装置的形式(如有无踏面清扫装置)等因素有关。天气因素包括：下雨与否，雨量大小和持续时间，有无霜雪等。轮轨干燥而清洁时黏着系数较大，轮轨潮湿，或有霜雪、油污时黏着系数明显减小。但如果连续大雨，钢轨被冲刷得很洁净，则钢轨虽然很湿，黏着系数也不会小。轨面生锈对黏着系数的影响是双方面的：薄薄的一层黄锈可使黏着系数增大，但锈层较厚，特别是有点湿润的棕色锈层，反而会使黏着系数明显减小。

列车运行速度对黏着系数的主要影响是，随着制动过程中列车速度的降低，冲击振动以及纵向和横向的少量滑移都逐渐减弱，因而黏着力和黏着系数也逐渐增大，其增大的程度与列车的动力性能、轨道的情况等有关。

另外，黏着系数还和轴重、轮径尺寸、轮对和钢轨材质等因素有关。由此可见，黏着系数的影响因素复杂多变，难以用理论方法确定。黏着系数的计算公式都是在大量试验的基础上，结合运用经验，根据平均值整理得到的。

动车组高速运行时，轮轨间的接触条件恶化，黏着系数降低；另外，动车组动轮直径比内燃、电力机车的小，所以，动车组的黏着系数比机车的黏着系数要小。如图 1-1-4 所示为几种国外动车组的黏着需求情况。可以看出，ICE 和 TGV 由于采用动力集中或相对集中的牵引方式，动车轴功率大，轴重大，黏着系数需求高于动力分散的日本新干线动车组（0 系、100 系、300 系）。

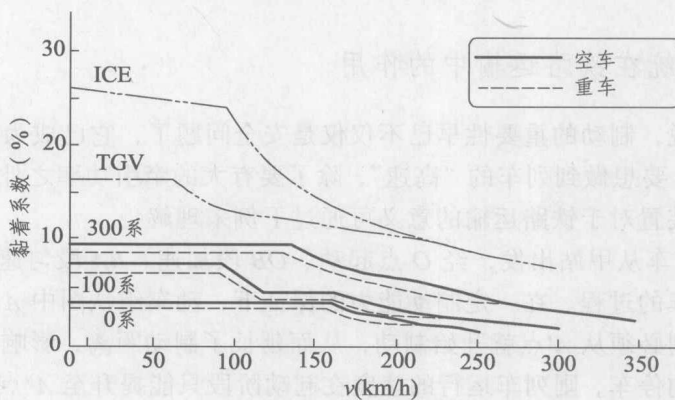


图 1-1-4 几种国外动车组的黏着需求情况

### 4. 制动力的限制

从制动力的形成过程可知，制动力是由闸片与制动盘之间摩擦力引起的钢轨对车轮的纵

向水平反作用力，因此它的大小要受到轮轨间黏着力的限制。车辆的制动力不能超过轮轨的黏着能力，否则就会出现“抱死滑行”的现象而丧失制动力。

高速行驶的车辆，在高速区制动时发生滑行的概率很高，因此必须采用充分考虑了这一情况的制动力控制方法。例如，CRH<sub>2</sub>型动车组为了降低滑行发生概率，使用沿着黏着系数曲线进行制动力控制的“速度-黏着模式控制”的方法。

“速度-黏着模式控制”的制动力控制模式和新干线黏着界限（DRY，WET）之间的关系如图 1-1-5 所示。

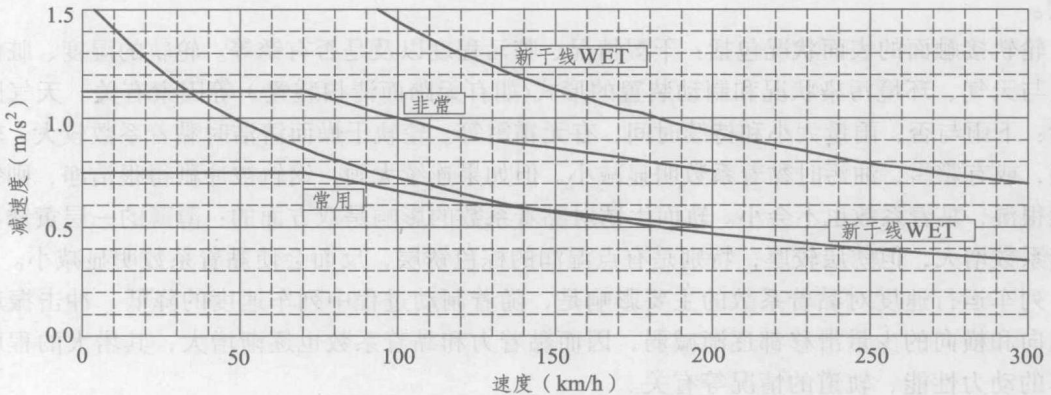


图 1-1-5 速度-黏着模式控制

另外，即使是考虑到黏着系数的变动而将理论黏着系数设定低一些，但由于天气、轨道面状态而使实际的黏着系数异常低下的情况也会出现。在这种情况下制动，车轮相对于轨道会发生滑行，严重的情况会形成抱死车轮。车轮要是发生抱死的话，就会因只有车轮的一处和轨道接触进行滑行，该部分发生异常磨损形成平面，不光是造成了制动距离的增大，也会使乘坐舒适感降低，还会对轨道、轴承等造成影响或破坏。

因此，要尽早监测到车轮和轨道开始发生相对滑行时，减弱制动力并再次使车轮黏着制动；动车组应采用防止制动距离延伸的滑行检测和再黏着控制方式。

### （三）制动系统在铁路运输中的作用

对于动车组来说，制动的重要性早已不仅仅是安全问题了，它已成为限制列车速度进一步提高的重要因素，要想做到列车的“高速”，除了要有大的牵引功率之外，还必须有足够强的制动能力。制动装置对于铁路运输的意义可通过下例来理解：

图 1-1-6 表示列车从甲站出发，经  $O$  点起动、 $OB$  段加速、 $BA$  段匀速运行和  $AO'$  制动工况，最后在乙站停车的过程。在一定制动能力的保证下，动车组从图中  $A$  点开始减速进站。如制动能力不足，则必须从  $A'$  点就开始制动，从而延长了制动距离，影响了行车效率。若想在原来的减速距离内停车，则列车运行的速度在起动阶段只能提升至  $A'$  点的水平。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。

从能量的角度来看，列车的制动能量和速度的平方成正比关系，时速 200~350 km 动车组的制动能量达到普通列车的 4~10 倍，可见，能力强大的制动系统对于保证动车组的高速、安全运行有着至关重要的意义。

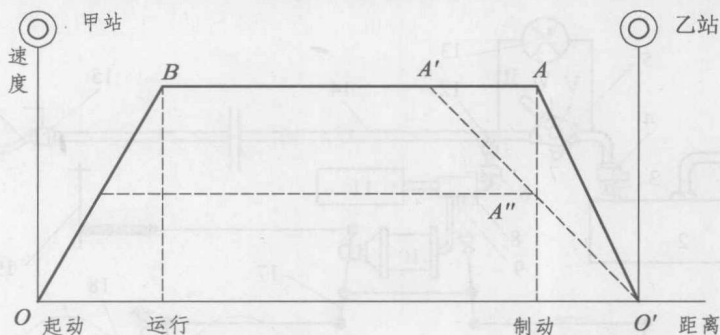


图 1-1-6 列车制动能力对速度的影响

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，没有先进的制动技术就没有现代化的铁路运输。

## 二、制动方式的分类

制动过程是能量转换的过程。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。车辆制动机的制动方式有多种分类标准，本书主要介绍以下 3 种：

### （一）按制动力的操纵控制方式不同分类

#### 1. 手制动机

以人力作为动力来源，用手来操纵制动和缓解的制动机叫手制动机。手制动机结构简单，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. 空气制动机

以压缩空气为动力来源，用空气压力的变化来操纵的制动机叫空气制动机。空气制动机根据作用原理的不同又可分为直通式空气制动机和自动式空气制动机。

##### （1）自动式空气制动机。

自动式空气制动装置的组成如图 1-1-7 所示。

**空气压缩机和总风缸：**列车空气制动装置的原动力系统。空气压缩机制造 700 ~ 900 kPa 的压缩空气；总风缸用来储存空气压缩机制造的压缩空气，供全列车制动系统使用。

**给风阀：**将总风缸的压缩空气调整至规定压力后，经自动制动阀充入制动管。

**自动制动阀：**操纵列车空气制动装置的部件。通过它向制动管充入压缩空气或将制动管压缩空气排向大气，以操纵列车制动装置产生不同的作用。

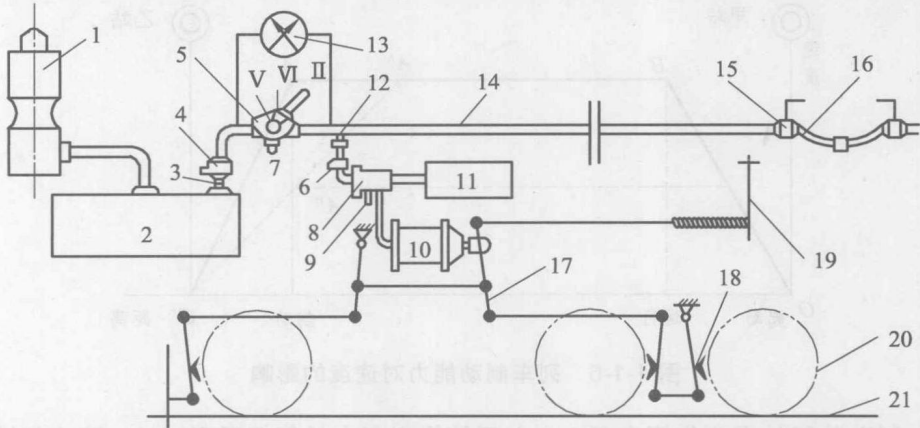


图 1-1-7 自动式空气制动装置的组成

- 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）排气口；9—三通阀（分配阀或控制阀）；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—制动软管连接器；  
17—基础制动装置；18—闸瓦；19—手制动机；20—车轮；21—钢轨

**制动管：**贯通全列车的压缩空气导管。通过它向列车中各车辆的制动装置输送压缩空气，并通过自动制动阀控制管内压缩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。

**三通阀（分配阀或控制阀）：**车辆空气制动装置的主要部件（在机车上也有分配阀），是控制车辆制动机产生不同作用的部件。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缩空气的同时把制动缸内压缩空气排向大气实现制动机缓解，或者将副风缸内压缩空气充入制动缸产生制动机的制动作用。

**副风缸：**缓解位储存压缩空气，作为制动时制动缸的动力源。

**制动缸：**制动时，用来把副风缸送来的空气压力变为机械推力。

**基础制动装置：**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。

**闸瓦、车轮和钢轨：**制动时的能量转换部分，是实现制动作用的3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。

制动时，各制动缸的压缩空气就近取自本车的副风缸；缓解时，各制动缸的压缩空气经本车的三通阀（分配阀或控制阀）排气口排出。因而列车前后部各车辆的制动和缓解作用一致性比较好，列车的纵向冲动较小，适用于编组较长的列车。这种制动机的特点是：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，全列车均能够自动制动而停车。我国铁路机车车辆上均装有这种制动机。

## （2）直通式空气制动机。

直通式空气制动机基本组成形式如图 1-1-8 所示，由制造压缩空气的空气压缩机 1、储存压缩空气的总风缸 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。



作用原理：制动阀手把有制动、保压和缓解 3 个作用位。制动阀手把置 I 位（制动位）时，总风缸的压缩空气经制动阀、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，列车发出制动作用；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缩空气经制动阀排出，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。

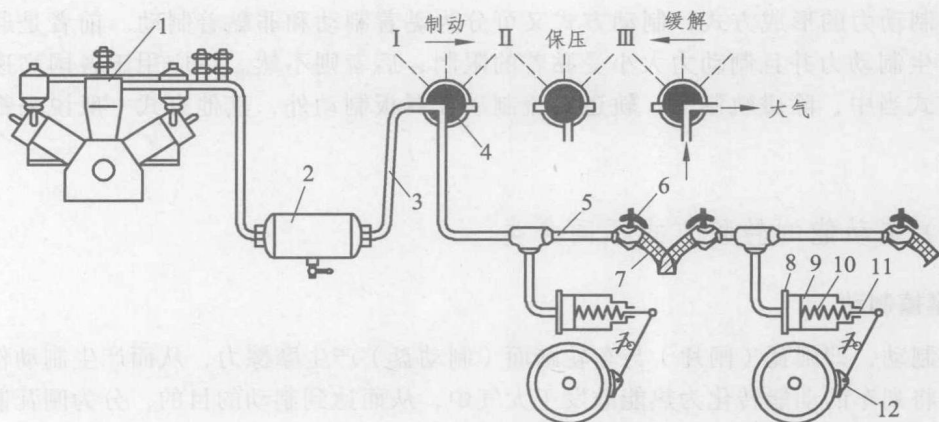


图 1-1-8 直通式空气制动机原理图

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—制动软管连接器；  
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

直通式空气制动机的特点：构造简单，用制动阀可直接调节制动缸压力，实现阶段制动和阶段缓解，对于很短的列车，操作灵活。但不适用于较长列车，因为制动和缓解时各车辆制动缸的压缩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不一致，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，直通式空气制动机在既有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。

### 3. 电空制动机

电空制动机是以压缩空气作为原动力，利用电来操纵的制动机。为防止电控系统发生故障，列车失去制动控制，现今的电空制动机仍保留着压缩空气操纵装置，以备在电控系统发生故障时，能自动地转为压缩空气操纵。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，适用于高速旅客列车。如用于长大货物列车上，优点将更为显著。

目前，电空直通式空气制动机已成为高速动车组中不可或缺的制动方式之一，所采用的制动指令为电气指令。