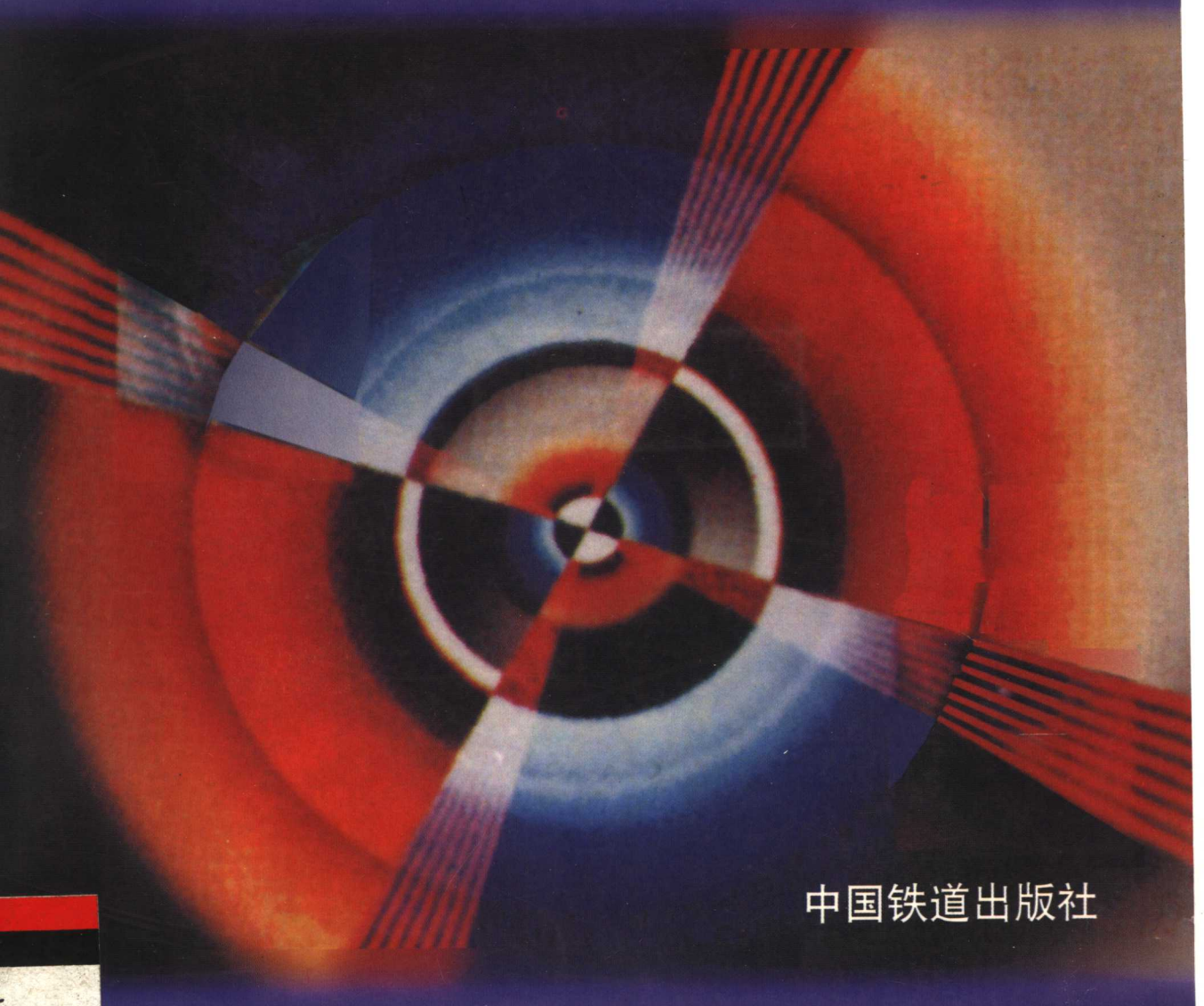


技工学校教材

# 车辆制动

金华铁路司机学校 蓝春红 主编



中国铁道出版社

技工学校教材

# 车 辆 制 动

金华铁路司机学校 蓝春红 主编  
武汉铁路司机学校 易友元 主审

中 国 铁 道 出 版 社

1998年·北京

# (京)新登字 063 号

## 内 容 简 介

本书共分九章,主要内容有:我国铁路车辆主型制动装置的构造、作用原理和一般常见故障分析;制动试验和制动理论基本知识等。

本书是铁路技工学校车辆检车员专业统编教材,也可作为车辆检车员专业岗前培训教材。

### 图书在版编目(CIP)数据

车辆制动/蓝春红主编. —北京:中国铁道出版社,1998.7

技工学校教材

ISBN 7-113-03029-7

I. 车… II. 蓝… III. 铁路车辆-制动装置-技工学校-教材  
IV. U270.35

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 16283

书 名: 技工学校教材  
车辆制动

著作责任者: 金华铁路司机学校 蓝春红 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: 吴桂萍

封面设计: 赵敬宇

印刷: 河北省遵化市胶印厂

开 本: 787×1092 1/16 印张: 16.25 插页: 5 字数: 408 千

版 本: 1998年10月第1版 1998年10月第1次印刷

印 数: 1~5000册

书 号: ISBN7-113-03029-7/U·832

定 价: 26.90元

**版权所有 盗印必究**

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。

# 前 言

随着铁路运输事业的发展和技工学校教学改革的深入,教材建设对培养职业技术人才的重要性更加突出。近几年来,由于车辆技术的迅速发展,需要有相对适应的教材来满足教学需要。本书是根据1992年10月在济南召开的教材会议精神组织编写的,是铁路司机(技工)学校车辆检车员专业及相关专业使用的教材。

本书共分九章,主要内容有:我国铁路车辆主型制动装置的构造、作用原理和一般常见故障分析;制动试验和制动理论基本知识等。目前正在逐步推广使用的120型制动机、ST型闸瓦间隙自动调整器、空重车自动调整装置等新技术也编入在内。全书采用法定计量单位,名词术语和定义采用GB4549—84《铁道车辆名词术语》标准,其中部分名词术语的称呼法与以前各版本的教材和其他参考书有所不同,如“压力空气”改为“压缩空气”,“工作风缸”改用“压力风缸”,“均衡活塞”改称“作用活塞”等等。

本书由金华铁路司机学校蓝春红主编,武汉铁路司机学校易友元主审。参加本书编写的有:蓝春红(第一、七、九章)、锦州铁路司机学校王才中(第二、三、四、八章)、石家庄铁路司机学校刘育生(第五、六章)。

鉴于编者学识水平有限,错误和不妥之处,敬请读者指正。

编 者

1998年3月

# 目 录

|  |     |
|--|-----|
| <b>第一章 概 论</b> .....                     | 1   |
| 第一节 制动装置的概念及其在铁路运输中的作用.....              | 1   |
| 第二节 制动力的形成.....                          | 2   |
| 第三节 车辆制动机的分类.....                        | 3   |
| 第四节 自动空气制动机的主要组成及基本作用原理 .....            | 10  |
| 第五节 车辆制动机应具备的条件 .....                    | 11  |
| 第六节 制动机的发展概况 .....                       | 12  |
| 复习题 .....                                | 13  |
| <b>第二章 手 制 动 机</b> .....                 | 14  |
| 第一节 手制动机的用途 .....                        | 14  |
| 第二节 货车用手制动机 .....                        | 14  |
| 第三节 客车用手制动机 .....                        | 17  |
| 第四节 手制动机的运用和保养 .....                     | 18  |
| 复习题 .....                                | 19  |
| <b>第三章 基础制动装置</b> .....                  | 20  |
| 第一节 概 述 .....                            | 20  |
| 第二节 基础制动装置的主要形式及作用 .....                 | 21  |
| 第三节 各形基础制动装置的优缺点 .....                   | 28  |
| 第四节 基础制动装置的主要部件及其一般常见故障 .....            | 29  |
| 第五节 制动缸活塞行程调整 .....                      | 43  |
| 第六节 闸瓦间隙自动调整器 .....                      | 47  |
| 复习题 .....                                | 68  |
| <b>第四章 空气制动机</b> .....                   | 70  |
| 第一节 客车用空气制动机 .....                       | 70  |
| 第二节 货车用空气制动机 .....                       | 72  |
| 第三节 空气制动机的主要附件及主要附属品 .....               | 75  |
| 第四节 空重车自动调整装置 .....                      | 92  |
| 第五节 RW <sub>25K</sub> 型空调软卧车制动装置简介 ..... | 98  |
| 第六节 电子防滑装置简介.....                        | 101 |
| 复习题.....                                 | 102 |
| <b>第五章 三 通 阀</b> .....                   | 104 |
| 第一节 三通阀的种类及外观区别.....                     | 104 |
| 第二节 GK 型三通阀 .....                        | 104 |

|            |                      |     |
|------------|----------------------|-----|
| 第三节        | GL <sub>3</sub> 型三通阀 | 115 |
| 第四节        | 三通阀常见故障原因及分析         | 126 |
| 复习题        |                      | 130 |
| <b>第六章</b> | <b>分配阀</b>           | 131 |
| 第一节        | 概    述               | 131 |
| 第二节        | 104型分配阀              | 132 |
| 第三节        | 103型与104型分配阀的区别      | 147 |
| 第四节        | 分配阀常见故障原因及分析         | 153 |
| 复习题        |                      | 159 |
| <b>第七章</b> | <b>控制阀</b>           | 161 |
| 第一节        | 120型控制阀的特点           | 161 |
| 第二节        | 120型控制阀的构造           | 162 |
| 第三节        | 120型控制阀的作用           | 171 |
| 第四节        | 120型控制阀的故障原因分析       | 175 |
| 第五节        | 120型制动机在运用中应注意的事项    | 176 |
| 复习题        |                      | 177 |
| <b>第八章</b> | <b>制动机的检修及机能试验</b>   | 179 |
| 第一节        | 单车试验                 | 179 |
| 第二节        | 列车试验                 | 184 |
| 第三节        | 三通阀试验                | 200 |
| 第四节        | 分配阀试验                | 213 |
| 第五节        | 120型货车控制阀的试验         | 223 |
| 复习题        |                      | 227 |
| <b>第九章</b> | <b>制动理论基本知识</b>      | 229 |
| 第一节        | 空气波与制动波              | 229 |
| 第二节        | 空气压力与体积的关系           | 230 |
| 第三节        | 制动管减压量与制动缸压力的关系      | 231 |
| 第四节        | 制动倍率和制动效率            | 238 |
| 第五节        | 闸瓦摩擦系数和闸瓦压力          | 243 |
| 第六节        | 制动率                  | 246 |
| 第七节        | 列车减速力和制动距离           | 249 |
| 复习题        |                      | 254 |

# 第一章 概 论

## 第一节 制动装置的概念及其在铁路运输中的作用

### 一、制动装置的概念

在铁路运输中,为了列车的运行安全,人为地有控制地使车辆或列车减速,或保持其原来速度的作用叫做制动,通常也称为“刹车”。如高速运行中的列车需要减速行驶或进站停车时,就需要施行制动;列车在下坡道运行时,为了保持匀速运行,需施行制动;停留在水平线路或坡道上的列车,为防止因风力吹动或重力作用而溜走,亦需对它们施行制动。为了施行制动而在机车车辆上装设的由一整套零部件组成的装置叫制动装置。安装在机车上的叫做机车制动装置,安装在车辆上的叫做车辆制动装置。在制动时,由制动装置产生的大小可人为控制的方向与车辆或列车运行方向相反的作用于车轮上的外力叫制动力。

在制动装置中,直接受司机操纵控制并产生制动原动力的部分称为空气制动机;传递制动原动力,将该力扩大并均匀分配给各个闸瓦的装置称为基础制动装置;以人力产生制动原动力的部分称为手制动机。

### 二、制动装置在铁路运输中的作用

“多拉、快跑、安全、正点”是铁路运输的指导方针,列车的长度和车辆载重量要求的不断增加,列车运行速度的不断提高,对制动的要求也愈来愈高。如果没有性能良好的制动装置,这些要求是不可能实现的。

机车和车辆上如果没有制动装置,或制动装置性能不良,当列车需要减速或停车时,就无法人为地有控制地产生阻力,只能依靠自然阻力(空气阻力、坡道阻力、摩擦力等)来进行减速或停车。高速运行的列车若完全依靠自然阻力停车,需要经过很长的距离,才能完全停下来,而需要适当减速则无法控制。列车在下坡道上运行时,当列车重力沿坡道上的分力(加速力)大于列车所受到的自然阻力时,列车将越跑越快,其后果不堪设想。因此,在每一台机车和每一辆车辆上都必须具有性能良好的制动装置,才能确保行车安全。

提高列车运行速度不仅需要提高机车的牵引力,而且须提高制动装置的性能。因为机车牵引力大,列车起动的加速快,且能达到较高的运行速度,但必须考虑到列车制动能力,即列车运行速度的提高还受到制动能力的限制。若制动装置的功率大,产生的阻力也大,作用灵敏,列车减速快,能确保安全,列车在区间的运行速度就可以提高。反之,列车在区间的运行速度就难以提高。例如,由甲站向乙站运行的列车(如图 1-1),列车由甲站发车,行驶了  $S_0$  距离时加速至正常运行速度,若列车需在乙站停车,对制动功率较大的 A

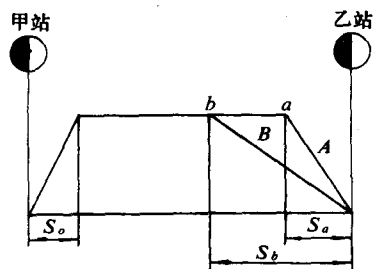


图 1-1 制动功率大小对列车运行速度的影响

列车,开始施行制动的地点在距乙站较近的  $a$  处,其制动距离为  $S_a$ ,也就是可以有较长的高速运行的距离;而制动功率较小的  $B$  列车,则必须提前于  $b$  处施行制动,其制动距离为  $S_b$ ,因而减少了高速运行的距离。显然,制动功率大的列车  $A$  在区间的平均运行速度比列车  $B$  高。

速度与制动是一对矛盾,速度愈高,需要的制动力愈大,如果只提高速度而没有相应的制动力,结果只能跑而不能停,其高速度就不可能实现。因此,不断改进与完善制动装置及加强制动装置的维修保养,提高其可靠性,是实现铁路运输现代化的主要内容之一。

## 第二节 制动力的形成

目前,一般的制动装置是使用闸瓦压紧车轮,在闸瓦与车轮接触处产生使车轮停止转动的摩擦力,但对整个车辆来说,闸瓦与车轮间的摩擦力是一种内力,不能阻止车辆的运行,必须将此摩擦力转化为外力,才能达到制动的目的。

如图 1-2 所示,当闸瓦以压力  $K$  压向车轮踏面时,产生与车轮转动方向相反的摩擦力  $K\varphi_k$  ( $\varphi_k$  为闸瓦与车轮的摩擦系数),该摩擦力试图阻止车轮的转动。由于车辆具有惯性,会使车轮连同整个车辆有一种向车辆运行方向平移的趋势,此时,车轮对钢轨在轮轨接触点  $O'$  产生一个沿运行方向的作用力  $B_k$ ,钢轨为了阻止车轮平移,对车轮产生一个与车辆运行方向相反的水平反作用力  $B$  (在未产生滑行时,由于轮轨接触点在瞬间没有相对运动,力  $B$  相当于静摩擦力),阻止整个车辆的平移。这个钢轨对车轮的水平反作用力  $B$  对整个车辆来说是一种外力,即为制动力。根据力学计算,在车轮未滑行时,制动力的数值大小等于闸瓦与车轮间的摩擦力,即

$$B = K\varphi_k$$

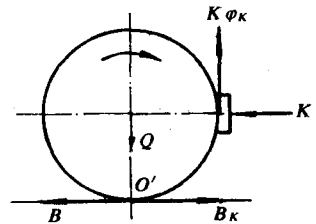


图 1-2 制动力的形成

从力学中我们知道,物体的静摩擦力是随主动力的变化而变化的。主动力增加,则静摩擦力也增加,当主动力超过最大静摩擦力时,物体就要产生滑行。最大静摩擦力的大小等于法向反力与静摩擦系数的乘积。事实上,由于车辆总重较大,轮轨在接触点的材料发生变形以及其他因素的影响,制动时,车轮在钢轨上滚动,在其接触点既非完全相对静止的纯滚动,也非完全产生滑行,而是处于一种“连滚带滑”状态,是比较复杂的。因而,制动时轮轨间的“静摩擦力”与力学中简单的静摩擦力是有区别的。在铁路牵引计算中,分析轮轨间水平作用力时,不用“静摩擦”这个概念,把这种“连滚带滑”的状态用“粘着”的概念来代替。把轮轨间水平作用力的最大值(相当于最大静摩擦力)叫做粘着力  $P_{\max}$ 。即

$$P_{\max} = Q\Psi$$

式中  $Q$ ——轮轨间正压力;

$\Psi$ ——粘着系数。

影响粘着系数的因素很多,概括起来主要有二个:一个是车辆的运行速度,车辆运行速度高,粘着系数就减小,车辆运行速度降低,粘着系数就增大;另一个是车轮与钢轨的表面状况,如干湿情况、清洁及污秽以及是否生锈、是否撒砂、砂子的数量与质量等等。表 1-1 列出了轨面状况对粘着系数的影响。



从上述力学分析得知,制动力  $B$  的最大值受到粘着力  $P_{\max}$  的限制,闸瓦与车轮的摩擦力  $K\varphi_k$  的增大,力  $B$  也随之增大,当力  $K\varphi_k$  增至大于粘着力  $P_{\max}$  时,轮轨接触点  $O'$  的粘着状态被破坏而产生滑行现象。由于滑动摩擦系数比粘着系数小,因此,一旦产生滑行,不仅会擦伤车轮,而且制动力反而变小,延长制动距离。所以,闸瓦与车轮的摩擦力  $K\varphi_k$  不能无限制地增大,而是受轮轨粘着力限制。在正常制动情况下,为保证车轮不产生滑行,必须使  $B \leq Q\psi$ , 即  $K\varphi_k \leq Q\psi$ 。

表 1-1 轨面状况对粘着系数的影响

| 轨面状况 | 轮轨粘着系数    |           |
|------|-----------|-----------|
|      | 未撒砂       | 撒砂        |
| 清洁干燥 | 0.25~0.30 | 0.35~0.40 |
| 湿润   | 0.18~0.20 | 0.22~0.25 |
| 有霜   | 0.15~0.18 | 0.22      |
| 雨雪   | 0.15      | 0.20      |
| 油污   | 0.10      | 0.15      |

### 第三节 车辆制动机的分类

车辆制动机的种类很多,一般可按下述几种方法划分。

#### 一、按动力来源及操作方法分类

##### (一)空气制动机

它是以压缩空气为动力产生制动作用的。可分为直通制动机和自动制动机。

##### 1. 直通制动机

如图 1-3 所示,车辆上只安装制动管和制动缸,各辆车的制动管用软管连接起来。制动时,司机操纵制动阀 4,将总风缸 2 的压缩空气经给风阀 3、制动阀 4、制动管 5 送入制动缸 6,推动制动缸活塞,由活塞带动基础制动装置动作,使闸瓦压紧车轮产生制动作用,缓解时,操纵制动阀,将制动缸内压缩空气经制动管从制动阀排向大气,闸瓦离开车轮。这种装置结构作用简单,制动管增压时制动,减压时缓解。对于很短的列车,操纵较方便,但对于较长的列车,当列车前部车辆制动缸内有压缩空气产生制动时,要经过较长时间后部车辆才产生制动,制动波速很低,列车将产生很大的纵向冲击,制动距离延长,因此是不适用的。再者,列车分离时无法起制动作用,会危及行车安全。除电车或汽车上采用这种制动机外,铁路车辆早已不采用。

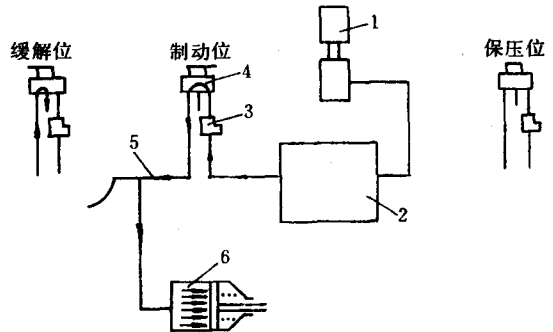


图 1-3 直通制动机

1—空气压缩机;2—总风缸;3—给风阀;  
4—制动阀;5—制动管;6—制动缸。

##### 2. 自动制动机

自动制动机是采用缓解时将总风缸内的压缩空气经制动主管、支管送入车辆上专设的风缸“储存”起来,制动时,以制动主管内空气压力减小为信号,通过车辆上的专门装置,将“储存”在风缸内的压缩空气就近直接送入制动缸产生制动的制动机。这种制动机的优点是操纵方便、制动波速快、列车纵向冲击小,车辆一旦分离等于制动主管内空气压力急剧减小,全列车立即

起制动作用,能确保安全。

现在世界上普遍采用这种制动机,本书将详细介绍。

## (二)手制动机

利用人力转动手把或手轮,以链条带动或用杠杆拨动的方法使闸瓦压紧车轮踏面而达到制动目的的装置叫手制动机。一般用在调车作业或停放在线路上的车辆施以就地制动以防溜逸,与空气制动机并用,每辆车上一一般都装有手制动机。

## (三)真空制动机

在制动缸活塞两侧利用大气与真空之间的压力差为原动力起制动作用的制动机。现只有拉美、非洲等少数几个国家仍采用这种制动机,我国车辆不采用这种制动机,在此不作详细介绍。

## (四)电空制动机

电空制动机是以电气操纵、以压缩空气作为产生制动原动力的制动机。其最大优点是全列车前后部车辆的动作一致,同时发生制动或缓解作用。可缩短制动距离,减少列车纵向冲击,便于实现列车自动控制,在折角塞门被关闭后仍能施行制动作用,列车越长,其优点越突出。

电空制动机的作用方式(或称作用原理)有自动式和直通式两种。这两种作用方式的制动机是不能兼容的,在实际应用中根据不同形式的制动机又有多种连接方法,现就基本原理说明如下。

图 1-4 所示为自动式电空制动机原理图。在原有空气制动机(制动管 2、分配阀 3、副风缸 4、制动缸 6)的基础上增设了供气管 1、制动电磁阀 7 和缓解电磁阀 8。电磁阀导线的得失电由司机操纵,各作用位置与原空气制动机各位置对应。制动管减压制动,增压缓解。电气控制为制动电磁阀得电制动,缓解电磁阀得电缓解,正常运行情况下失电的作用方法。

制动时,经司机操纵阀控制,使各车辆的制动电磁阀 7 得电,制动管内压缩空气经机车操纵阀排向大气的同时,每辆车上开启制动管通往大气的通路,使制动管就近减压,通过分配阀 3 的作用,副风缸 4 内的压缩空气经分配阀充入制动缸 6,产生制动作用。由于全列车各制动电磁阀基本上是同时得电的,因此可获得同步制动。当制动电磁阀失电时,则制动管停止排气,列车处于制动保压状态。当司机操纵阀控制使各车辆的缓解电磁阀 8 得电时,总风缸压缩空气经调整后向制动管充气的同时,还由供气管 1 直接经各车辆的止回阀 5、副风缸、缓解电磁阀送入制动管,使制动管快速增压,通过分配阀的作用使制动缸内的压缩空气经分配阀排向大气起缓解作用。由于全列车各缓解电磁阀基本上是同时得电的,因此,可获得快速同步的充气和缓解。

由上述作用原理可以看出,自动式电空制动机除电磁阀的作用而获得快速同步的作用外,还与空气制动机一样,制动缸压力值与制动管减压量大小有关。增设供气管的目的是为达到制动管的快速充气而实现快速并同步缓解。在制动和缓解时,实际上都是电空混合作用,一旦电气系统发生故障,原空气制动机系统照样能起制动和缓解作用,实现安全运行,只是达不到快速同步。故自动式电空制动机没有增设复杂的检查系统。

图 1-5 所示为直通式电空制动机原理图。其基本特点是:在制动和保压过程中,制动管均处于充气状态。制动时,制动管不减压,制动电磁阀 7 得电开通,使副风缸 4 内压缩空气经制动电磁阀直接进入制动缸 6,此时缓解电磁阀失电关闭,制动缸与大气通路切断。当制动电磁阀失电关闭时,副风缸停止向制动缸充气,制动缸停止增压而呈保压状态。缓解时,缓解电磁阀 8 得电开通,制动缸压缩空气经缓解电磁阀排入大气,制动机缓解。

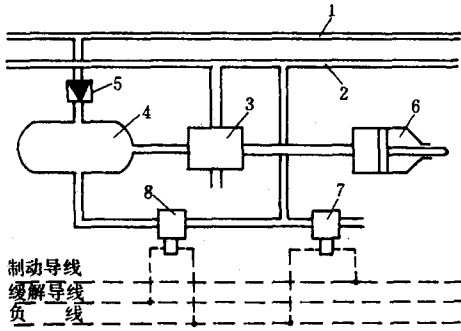


图 1-4 自动式电空制动机原理图

1—供气管；2—制动管；3—分配阀；4—副风缸；  
5—止回阀；6—制动缸；7—制动电磁阀；8—缓解电磁阀。

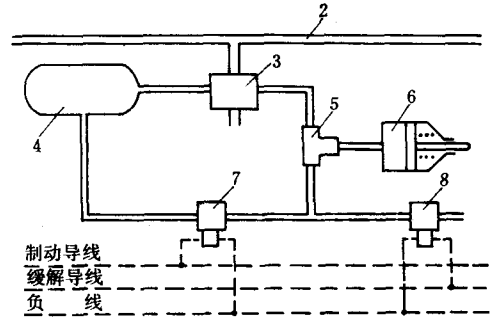


图 1-5 直通式电空制动机原理图

2—制动管；3—分配阀；4—副风缸；5—双向阀；  
6—制动缸；7—制动电磁阀；8—缓解电磁阀。

可以看出，直通式电空制动机在制动、保压和缓解时，制动管一直处于充气状态，与一般的空气制动机作用比较其制动管内压缩空气变化情况是不同的，双向阀 5 的作用是使制动缸只能与一个方向的管路沟通。因此，需要增设完整的检查回路，一旦电磁阀及其电路系统发生故障后，司机需进行转换操纵，使用空气制动机以保证行车安全。它可以不设供气管以达到各车辆间的同时缓解。这种制动机不能同非电空制动机的车辆混编连挂。

#### (五) 轨道电磁制动机(图 1-6)

轨道电磁制动机安装在转向架两轮对之间的轨面上方，平时将电磁铁 1 提起，使之不与钢轨接触。制动时将电磁铁放下至轨面，并接通激磁电流，使电磁铁以一定的吸力附在轨面上，产生摩擦力而起制动作用。此种制动机一般用在高速旅客列车上，与空气制动机并用。

#### (六) 再生制动和电阻制动

再生制动和电阻制动，通称为电制动，一般用在机车或动车上。再生制动是将列车的动能经机车上的发电机(牵引运行时为牵引电动机)发电，将发出的电送回电网，使列车产生阻力而起制动作用。电阻制动是将发出的电能消耗于电阻而起制动作用。电制动的特点是制动功率大，尤其是在较高速度的范围内，它的制动力大、效率高，但由于在低速范围内制动力相当小，所以总是属于辅助制动方式，因此要与空气制动机并用。

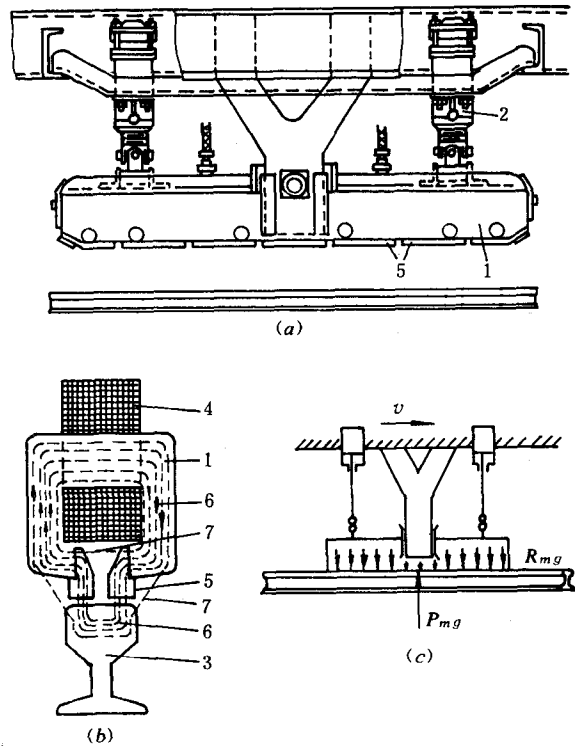


图 1-6 轨道电磁制动机

(a) 电磁铁脱离轨面；(b) 电磁铁压在轨面上；  
(c) 制动时电磁铁与轨面产生摩擦力。  
1—电磁铁；2—升降风缸；3—钢轨；4—激磁线圈；5—磨损板；6—工作磁通；7—漏磁通。

## 二、按作用性能分类

### (一)二压力软性制动机

利用制动管与副风缸(或压力风缸)的空气压力差来推动三通阀或分配阀的主活塞动作而使制动缸产生制动、保压和缓解作用的制动机称为二压力软性制动机。所谓软性,是指在制动时,制动管风压稍低于副风缸或压力风缸风压(10~20 kPa),就能起制动作用,缓解时,制动管风压稍高于副风缸或压力风缸风压(10~20 kPa),就能产生缓解作用,制动缸内的压缩空气一次排尽。软性制动机根据作用方式可分为直接作用式和间接作用式。

#### 1. 直接作用式

利用制动管与副风缸的空气压力差来推动阀的主活塞动作直接使制动缸产生制动、保压、缓解作用的制动机,称为直接作用式二压力机构软性制动机。如图 1-7 所示。我国的 K 型、GK 型、LN 型及 120 型制动机均属于这种机构。其基本作用原理见本章第四节。

LN 型制动机虽然有阶段缓解,但它主要是通过旁通部和附加风缸来达到阶段缓解要求的,其制动缸的排气仍受制动管和副风缸的压力差控制,若附加风缸的截断塞门关闭,则与 K 型或 GK 型的作用基本相同,因而仍属于软性制动机。

#### 2. 间接作用式

制动管与副风缸(或压力风缸)的空气压力差推动阀的主活塞动作后,不是直接控制制动缸的作用,而是通过中间机构的作用来控制制动缸的作用,这种制动机称为间接作用式二压力机构软性制动机。如图 1-8 所示。

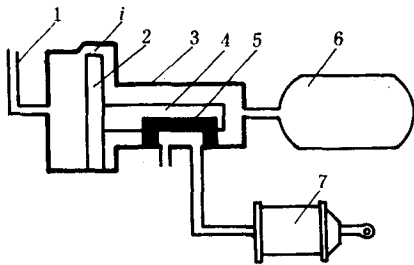


图 1-7 直接作用式二压力机构软性制动机示意图

- 1—制动管;2—主活塞;3—三通阀;  
4—活塞杆;5—滑阀;6—副风缸;  
7—制动缸;i—充气沟。

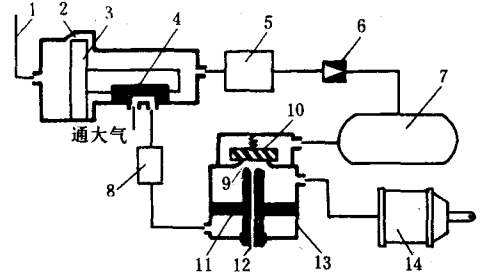


图 1-8 间接作用式二压力机构软性制动机示意图

- 1—制动管;2—充气沟;3—主活塞;4—滑阀;  
5—压力风缸;6—充气止回阀;7—副风缸;8—容积室;  
9—排气阀口;10—进排气阀;11—中继活塞;  
12—排气口;13—中继阀;14—制动缸。

与直接作用式比较,间接作用式增设了压力风缸 5 和中继阀 13,作为原控制主活塞 3 动作的压力之一的副风缸由压力风缸 5 代替,并设有容积室 8。主活塞控制压力风缸向容积室的充气和容积室向大气排气,然后再由容积室压力变化通过中继阀 13 来控制副风缸 7 向制动缸 14 充气,或使制动缸的压缩空气经由中继阀排入大气。当主活塞 3 动作使压力风缸向容积室充气时,中继活塞 11 上移,活塞杆顶开进排气阀 10,副风缸向制动缸充气起制动作用;当主活塞动作使容积室压力降低(排向大气)时,中继活塞下移,制动缸压缩空气可经中继活塞杆中心孔排向大气,起缓解作用。

直接作用式二压力机构制动机采用的三通阀的各个作用位置均靠一个主活塞动作来完成,容易发生动作不够准确的弊病,并且一种三通阀只能适应一种尺寸的制动缸,作用欠完善。

间接作用式的分配阀是根据压力风缸的压缩空气进入容积室的多少并通过中继阀来间接控制副风缸向制动缸充气的,而压力风缸和容积室的容积比又是固定的,因此,容积室内空气压力大小比较容易控制,即制动缸内空气压力大小控制也容易,所以它可以在一定范围内适应不同尺寸的制动缸,只要根据制动缸的大小配以不同容积的副风缸就行了。同时,若制动缸的空气压力因漏泄而下降时,若副风缸与制动缸压力尚未达到平衡,则可起自动补风作用,上述两点是它的最大优点,我国的103型、104型制动机属于这种机构。

## (二)三压力半硬性和硬性制动机

三压力机构是利用制动管、制动缸、定压风缸三者之间所形成的空气压力差而产生作用的制动机,分为半硬性和硬性两种。

### 1. 半硬性制动机

图1-9所示为半硬性制动机示意图,分配阀的主控机构由连成一体的大活塞1和小活塞5组成。大活塞上侧通制动管12,下侧通定压风缸3;小活塞上侧通制动缸9,下侧与大气相通。大小活塞的动作受制动管、定压风缸及制动缸三者的压力变化控制。其作用原理如下:由制动管12来的压缩空气,一路经止回阀11向副风缸10充气,另一路进入大活塞上侧,压下大活塞,并经充气沟2向定压风缸3充气。同时,大小活塞由于处于下侧位置,排气阀口6处于开放状态,制动缸9经排气阀口6、活塞杆中心孔及小活塞下侧与大气相通,分配阀处于充气缓解位。

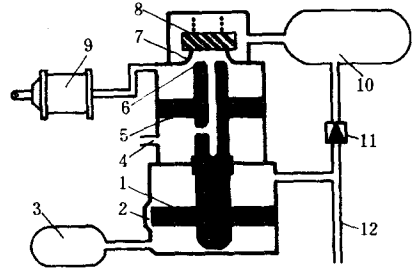


图1-9 三压力半硬性制动机示意图

1—大活塞;2—充气沟;3—定压风缸;4—排气口;  
5—小活塞;6—排气阀口;7—进气阀座;8—进排气阀;  
9—制动缸;10—副风缸;11—充气止回阀;12—制动管。

当制动管减压时,定压风缸3中的压缩空气来不及经充气沟2向制动管12逆流,大活塞两侧形成压力差而向上移动,先是排气阀口6与进排气阀8底面接触并贴紧,关闭制动缸与大气的通路。然后活塞继续上移,活塞杆顶开进排气阀8,于是副风缸向制动缸充气,分配阀处于制动位。

制动管在减压制动后停止减压,开始时副风缸仍继续向制动缸充气,使作用在小活塞5上侧的制动缸压力继续增大,当制动缸内压缩空气作用在小活塞5向下的力加上经过减压后制动管内压缩空气作用在大活塞1向下的力,再加上作用在进排气阀8上方的弹簧张力,上述几个向下的力之和稍大于定压风缸3内压缩空气作用在大活塞下侧向上的力时,活塞组便稍稍下移,进排气阀8紧贴进气阀座7,排气阀口6仍与进排气阀紧贴而处于关闭状态。此时副风缸停止向制动缸充气,制动缸也不会向大气排气,分配阀处于保压位。

若再次操纵制动管减压及停止减压,能得到阶段制动和再次保压。

当制动后向制动管充气时,由于作用在大活塞上的压力增加,上述向下的力大于向上的力,则活塞组下移,排气阀口6脱离进排气阀8而被打开,制动缸中的压缩空气经排气阀口6、活塞杆中心孔及分配阀排气口4排向大气,产生缓解。

若制动管少量增压后又停止增压,则制动缸压力下降到某一值,上述向下力稍小于向上力时,活塞组又稍稍上移,排气阀口6又关闭,进排气阀8未被顶开。这时,制动缸的排气通路被切断,制动缸停止排气,分配阀处于缓解后的保压位。

若再次操纵制动管少量增压后又停止增压,使制动缸压缩空气排出部分又保留部分,实现

阶段缓解。

此外,在制动保压时,当制动缸有漏泄时,作用在小活塞上侧向下的力减小,活塞组失去平衡向上移,活塞杆顶开进排气阀,副风缸可以向制动缸进行补风,待制动缸压力达到原来压力时,活塞组恢复平衡,回到原来的保压状态,这种作用称为“自动补风”。

半硬性制动机具有阶段缓解作用和自动补风性能,在制动后制动管压力一定要充到定压才能完全缓解,而不是一次缓解,且具有一定的稳定性和灵敏度,并适用于不同的制动管定压,因而称为“半硬性”。

## 2. 硬性制动机

硬性制动机是以工作弹簧 8 取代半硬性制动机中的定压风缸(如图 1-10 所示)。这种阀与半硬性阀一样,具有阶段制动、阶段缓解和自动补风性能,且制动管也要增到定压才能完全缓解。但这种阀在制动管相当于漏泄这样的缓慢减压时,只要减压到一定程度,就会发生制动作用,因而这种

阀没有稳定性。另外,定压弹簧的“定压”必须与制动管定压相符,若改变制动管定压,则制动机的作用要受到影响。因而不适用不同的制动管定压,所以称为“硬性”制动机。

### (三)二、三压力混合制动机

二压力机构软性制动机具有缓解容易的特点,但没有阶段缓解和自动补风性能(LN 型和 103 型、104 型制动机,前者虽有阶段缓解但无自动补风,后者有自动补风但无阶段缓解,两者均保留了软性制动机的性能,故仍属于软性制动机)。三压力机构硬性或半硬性制动机具有阶段缓解作用和自动补风性能,但没有轻易缓解的性能。二者各有优缺点,为了取长补短,将这二种制动机结合在一起,成为具有二、三压力混合机构的制动机。

如图 1-11 所示,大活塞 12、小活塞 14 和压力风缸 3 等上部分为三压力机构,主活塞 10、滑阀 9 等下部分为二压力机构,两者之间通过止回阀 5、转换塞门 4 联系起来。其作用原理如下:

当需要一次性缓解时,打开转换塞门 4,制动管 8 增压,主活塞 10 内移,使压力风缸 3 与制动管相通,即大活塞 12 上下两侧的压力始终相等,这样,大小活塞组在小活塞 14 上侧的制动缸压力作用下向下移动,并且不会向上回移,使制动缸能迅速地一次排气缓解。在制动管减压制动或制动后保压时,由于滑阀 9 外移,切断了制动管与压力风缸的通路,其作用同三压力制动机。整个滑阀系统不起作用。

如关闭转换塞门 4,则成为三压力阀,具有阶段缓解等一系列三压力阀的特征。

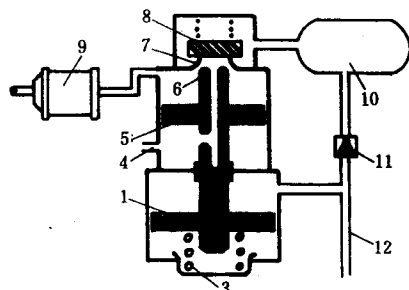


图 1-10 三压力硬性制动机

- 1—大活塞; 3—定压弹簧; 4—排气口;
- 5—小活塞; 6—排气阀口; 7—进气阀座;
- 8—进排气阀; 9—制动缸; 10—副风缸;
- 11—充气止回阀; 12—制动管。

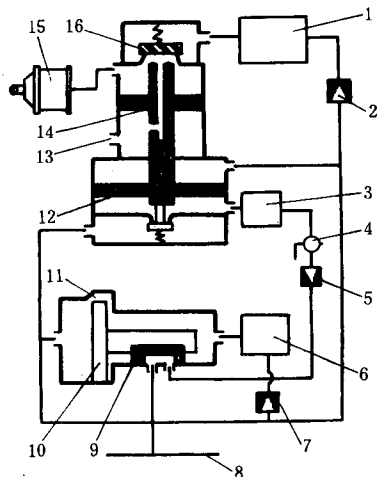


图 1-11 二、三压力混合制动机示意图

- 1—副风缸; 2、5、7—止回阀; 3—压力风缸;
- 4—转换塞门; 6—小风缸; 8—制动管;
- 9—滑阀; 10—主活塞; 11—充气沟;
- 12—大活塞; 13—排气口; 14—小活塞;
- 15—制动缸; 16—进排气阀。

### 三、按摩擦方式分类

#### (一) 闸瓦式制动机

闸瓦式制动机是用闸瓦压紧车轮踏面,使发生摩擦阻力而起制动作用。

#### (二) 盘形制动机

盘形制动机是用带有闸片的钳子夹紧安装在车轮两侧或车轴上的制动盘,使发生摩擦阻力而起制动作用。

#### (三) 轨道电磁制动机

已在本节一之(五)中作过介绍

闸瓦式制动机或盘形制动机,制动时的制动力是依靠轮轨间的粘着力提供的,一般称之为“粘着制动”,其最大制动力受粘着力限制。

### 四、按用途和结构形式分类

#### (一) 客车用空气制动机

##### 1. PM 型空气制动机

PM 型空气制动机由 P 型三通阀和 M 型制动缸组成,它只用在旧型客车上,现已被淘汰。

##### 2. LN 型空气制动机

LN 型空气制动机由 L 型三通阀(或 GL<sub>3</sub> 型三通阀)和 N 型制动缸组成。目前在部分客车上仍使用。该型制动机曾一度是我国客车用主型制动机,近几年逐渐被 104 型制动机代替。

##### 3. 104 型空气制动机

104 型空气制动机是用 104 型分配阀代替了 LN 型制动机中的三通阀,增设了压力风缸,是一种性能比较好的制动机。目前我国新造客车大多采用该型制动机。

##### 4. F8 型空气制动机

F8 型空气制动机是近几年设计的一种新型制动机,采用 F8 型分配阀代替原来的分配阀和三通阀,并可对原装有的 L 型、104 型制动机进行改装,以适应制动机换代需要。F8 分配阀结构方面的主要特点是完全取消了原三通阀、分配阀中的滑阀结构,采用橡胶膜板、O 型橡胶密封圈、柱塞和止阀结构,节省了制造、检修工作量,制动性能也有所改进。由于目前仅在个别地区试运行,尚未大量推广使用,本书不作详细介绍。

从作用性能上分析,上述 PM 型、LN 型及 104 型制动机属二压力软性制动机,新设计的 F8 型制动机是以三压力控制为主,二压力控制为辅的二、三压力混合制动机,因而该制动机不宜与其他类型的制动机混编。

#### (二) 货车用空气制动机

##### 1. K 型空气制动机

K 型制动机是采用 K 型三通阀(K<sub>1</sub> 型或 K<sub>2</sub> 型)的制动机,用于我国早期货车,一般适用 40 t 及以下的车辆,目前在少量货车上仍装有 K 型制动机,如守车、家畜车等。

K 型制动机按副风缸与制动缸的布置方法不同,又分为 KC 型和 KD 型。KC 型是副风缸与制动缸组合在一起的,KD 型是副风缸与制动缸分开安装的。

##### 2. GK 型空气制动机

GK 型制动机由 GK 型三通阀和 GK 型制动缸组成。其中 GK 型三通阀是在 K 型三通阀的基础上改进而来的,该型制动机根据货车空重车车辆总重相差较大的实际,增设了空重车调

整装置,一般用于 50 t 及以上的货车。

### 3. 103 型空气制动机

103 型制动机与 104 型制动机的结构、性能基本相同,均是我国六七十年代设计的制动机。103 型制动机用于货车,也设有空重车调整装置。

### 4. 120 型空气制动机

120 型空气制动机是新近研制的货车用制动机。用 120 型控制阀代替了 103 型分配阀,与 103 型制动机相比较增设了加速缓解风缸、空重车自动调整阀、比例阀等部件,目前在新造货车中正在逐步推广使用。

上述客、货车用空气制动机的具体结构将在第四章详细介绍。

## 第四节 自动空气制动机的主要组成及基本作用原理

### 一、自动空气制动机的主要组成

自动空气制动机包括机车制动机和车辆制动机,分别安装在机车和车辆上,构成制动机的一个整体。自动空气制动机主要由下列部件组成,并分别用管路连接(如图 1-12 所示)。

1. 空气压缩机 1 和总风缸 2:用以产生和贮存压缩空气,供全列车制动系统用,一般称为风源。总风缸内空气压力为 800~900 kPa。

2. 给风阀 3:为调节压缩空气压力的部件,将总风缸的压缩空气调整至规定压力后送往列车制动管。我国现使用的规定压力为:客车 600 kPa,货车 500 kPa。

3. 自动制动阀 4:也称为大闸或自阀,是司机操纵列车制动的部件,操纵自动制动阀,可使列车制动管增压、减压或保压。机车上还设有单独制动阀(或称小闸、单阀),单机运行时,司机使用单独制动阀操纵机车制动机。

4. 副风缸 7:是每辆车贮存压缩空气的容器。缓解时,总风缸经调压后的压缩空气通过三通阀或分配阀进入副风缸贮存,制动时副风缸内的压缩空气经三通阀或分配阀直接进入制动缸。

5. 三通阀或分配阀 8:根据制动管内空气压力变化控制压缩空气的流向,使制动机产生制动、保压或缓解作用,是空气制动机中最主要且复杂的部件。

6. 制动缸 9:是将空气压力转变为活塞推力的部件,通过基础制动装置的作用将制动缸活塞推力传递到制动梁,使闸瓦压紧车轮,产生摩擦力而起制动作用。

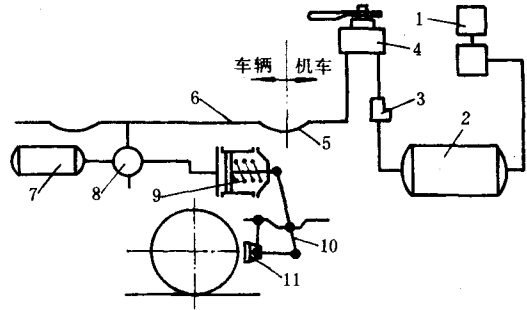


图 1-12 自动空气制动机组示意图

- 1—空气压缩机;2—总风缸;3—给风阀;4—自动制动阀;  
5—制动软管;6—制动管;7—副风缸;8—三通阀或分配阀;  
9—制动缸;10—基础制动装置;11—闸瓦。

### 二、空气制动机的基本作用原理

车辆上空气制动机的作用是在制动时使压缩空气进入制动缸,缓解时制动缸内压缩空气

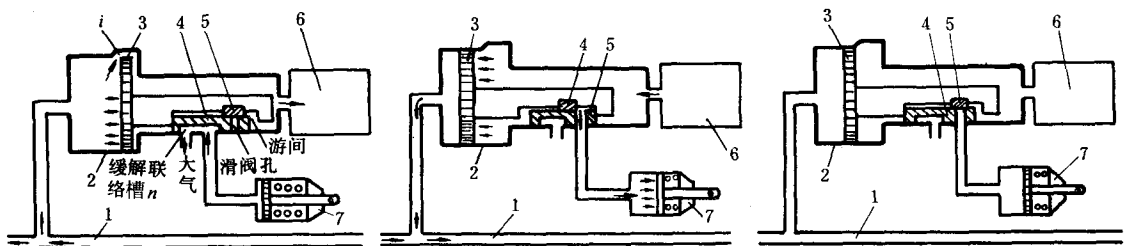


排向大气,其压缩空气的流向是依靠三通阀或分配阀的作用来实现的。下面以三通阀为例说明其基本作用原理(分配阀作用原理与三通阀相似)。

1. 充气及缓解作用:列车制动管(以下简称制动管)增压,向副风缸充入压缩空气,制动缸压缩空气排向大气。如图 1-13(a)所示,当机车向制动管增送压缩空气时,压缩空气进入三通阀的主活塞外侧,推动主活塞向内侧移动,露出充气沟*i*,压缩空气经充气沟进入副风缸,同时制动缸内压缩空气经滑阀底面上的缓解联络槽*n*排向大气。初充气时,由于制动缸内没有压缩空气,排气口无压缩空气排出。

2. 制动作用:制动管减压,将副风缸内的压缩空气送入制动缸。如图 1-13(b)所示,当司机操纵使制动管减压时,三通阀主活塞外侧压力降低,主活塞被副风缸风压推向外侧,带动滑阀外移,沟通了副风缸与制动缸的通路,副风缸向制动缸充气,起制动作用。

3. 保压作用:制动管减压制动后停止减压,切断副风缸与制动缸的通路,制动缸内压力停止上升和下降。如图 1-13(c),当制动管在减压制动后停止减压,主活塞内侧副风缸的压缩空气在开始时仍继续向制动缸充气,待主活塞内侧压力稍低于外侧时,主活塞带动节制阀内移而滑阀不动,副风缸与制动缸的通路被切断,制动缸压力停止上升,同时制动缸与大气也不通,起保压作用。



(a)三通阀充气缓解作用示意图

(b)三通阀制动作用示意图

(c)三通阀保压作用示意图

图 1-13

1—制动管;2—三通阀体;3—主活塞;4—滑阀;5—节制阀;6—副风缸;7—制动缸;*i*—充气沟。

## 第五节 车辆制动机应具备的条件

为保证列车安全运行,并能按规定及时平稳地停车和随意调节列车运行速度,车辆制动机应具备下列条件:

1. 具有足够的制动力,保证列车在规定的制动距离内停车。
2. 制动和缓解波速快,作用灵敏可靠,具有在长大列车中能使全列车前后部车辆的制动机作用基本一致的性能,从而缩短列车的制动距离和减轻列车的纵向冲动。
3. 紧急制动作用除可由司机操纵外,必要时还还可由行车人员利用车辆上的紧急制动阀来操纵。
4. 采用的三通阀或分配阀,能适应不同尺寸的制动缸;制动缸漏泄时,有自动补风作用;在长大下坡道运行时,制动力不会衰减。
5. 列车在途中发生分离事故时,全列车能自动起紧急制动作用,迅速停车。
6. 在不致擦伤车轮的前提下,充分利用轮轨间的粘着实行制动。货车制动机应具有二级或多级空重车调整装置。