

铁道车辆制动

陈大名 编

刘刚 饶忠 审

中国铁道出版社

CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

铁道车辆制动

陈大名 编
刘 刚 饶 忠 审

中 国 铁 道 出 版 社

2005年·北京

内 容 简 介

本书全面介绍了铁道车辆制动的基础知识、设备和技术,重点讲述了现行车辆使用的各种制动装置的构造、作用和检修、试验方法,实用性很强。

图书在版编目(CIP)数据

铁道车辆制动/陈大名编. —北京:中国铁道出版社,2005.7
ISBN 7-113-06390-X

I. 铁… II. 陈… III. 铁路车辆-车辆制动 IV. U260.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 066463 号

书 名:铁道车辆制动

作 者:陈大名

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:薛 淳

封面设计:冯龙彬

印 刷:中国铁道出版社印刷厂

开 本:787 mm×1 092 mm 1/16 印张:31.25 插页:1 字数:781 千

版 本:2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月第 1 次印刷

印 数:1~2 000 册

书 号:ISBN 7-113-06390-X/U·1774

定 价:58.00 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:010-63549454 发行部电话:010-63545969

前言

近 10 年来,铁路客货运输不断向提速、重载的方向发展,车辆制动机采用新技术更是日新月异。在这种新形势下,1990 年以前出版的有关车辆制动的书籍显然已经不能适应有关部门和广大车辆职工学习和工作的需要。为此,作者在原《车辆制动机》(第三版,1991,李鸿主编)一书的基础上编写了这本《铁道车辆制动》。它有如下的特点:

1. 第二、三章内增加了三通阀作用关系图和各种类型的三通阀、分配阀在试验台及微处理器控制的试验台上的试验以及故障判断处理等内容。

2. 第四、五、六章均是新加的,内容为 F8 型分配阀,120 型空气控制阀,客车电空制动机等。

3. 第七章的闸瓦间隙自动调整器的内容中增加了 ST 系列闸调器,SAB-DRV₂T 和 574B 型闸调器等。

4. 第八、九、十一章中分别介绍了 3 种货车空重车手动调整装置,2 种货车空重车自动调整装置,2 种客车空重阀,高度调整阀与差压阀,3 种微处理器控制的制动防滑器以及客车盘形制动装置等。

5. 第十章为空气制动机的主要附属件,新增加编织制动软管、旋压式密封制动缸以及法兰式制动管接头等新内容。

6. 第十二章为基础制动和手(脚)制动机,增加 6 种新型制动梁及其闸瓦托、安全托、安全链,3 种手制动机和脚制动机等内容。

7. 第十三、十四章分别为制动机试验和制动试验设备,包括制动机的单车试验和列车试验。试验设备有 9 种:各型三通阀、分配阀和控制阀的试验台,3 种单车试验器,3 种列车试验器以及闸调器、“三阀一缸”试验台等。

8. 第十五章为制动理论基本知识,本章中的多数计算公式均按 TB/T 1407—1998 公布的《列车牵引计算规程》修改,有关图表、例题的计算也已按新型或主型车进行修改与补充。

在本书编写过程中,天津机车车辆机械厂,四方车辆研究所,铁道科学研究院机车车辆研究所,长春客车厂、长春机车厂、沈阳制动机厂、二七车辆厂、齐齐哈尔车辆(集团)公司、浦镇车辆厂等单位和林纯、吴培元、饶忠、张开文、王俊勇、曹宏哲、李克钧、谢宗瑜、温铁宏、翟智民等同志提供了有关资料,在此一并表示感谢。

编者

2004 年 12 月

目 录

第一章 概 论	1
第一节 制动的意义及其在铁路运输中的作用	1
第二节 制动机的分类	2
一、手制动机及脚制动机	2
二、真空制动机	2
三、空气制动机	2
四、电空制动机	8
第三节 我国铁道车辆制动发展概况	8
第四节 我国铁道客货车辆现有的制动机	10
一、客车制动机	10
二、货车制动机	13
第二章 三通阀	15
第一节 货车用三通阀	15
一、货车用三通阀的种类及其区别	15
二、GK 型三通阀	16
三、K 型三通阀简介	27
第二节 客车用三通阀	28
一、概 述	28
二、GL 型三通阀	28
三、L ₃ 型三通阀简介	40
第三节 各型三通阀的作用关系尺寸	40
第四节 三通阀检修	44
一、三通阀的检查	44
二、主活塞铜套和主活塞环的检修	45
三、滑阀、滑阀座的研磨	47
四、三通阀不合理检修的危害	49
第五节 三通阀试验	51
一、货车三通阀在 701 型或 WKH 型试验台上的试验	51
二、客车三通阀在 701 型或 WKK 型试验台上的试验	55

第六节 三通阀故障分析和处理	59
第三章 104 型及 103 型空气分配阀	66
第一节 分配阀的构造	66
一、中间体	66
二、104 阀的主阀	68
三、紧急阀	72
四、103 阀的主阀	74
第二节 分配阀的作用	76
第三节 分配阀的检修	90
第四节 分配阀的试验	91
一、104、103 阀在 705 型试验台上的试验	91
二、103、104 阀在 WK705 型试验台上的试验	93
第五节 分配阀的故障及原因分析	96
一、主阀故障及原因分析	96
二、紧急阀故障及原因分析	100
第四章 F8 型空气分配阀	102
第一节 F8 阀的构造	104
第二节 F8 阀的作用	105
第三节 F8 阀的检修	114
第四节 F8 阀的试验	119
第五节 F8 阀的常见故障和处理	121
第五章 120 型空气控制阀	123
第一节 120 阀的构造	123
第二节 120 阀的作用	137
第三节 120 阀的检修	149
第四节 120 阀的试验	151
一、120 阀在 705 型试验台上的试验	151
二、120 阀在其专用试验台上的试验	154
第五节 120 阀常见故障及其原因	159
第六节 120K 型快运货车制动系统简介	163
第六章 客车电空制动机	165
第一节 104 电空制动机的构造和作用	165
第二节 F8 电空制动机的构造和作用	170
第三节 104 和 F8 电空制动机的检修	177
第四节 104 和 F8 电空制动的试验	179
第五节 104 和 F8 电空制动的常见故障和处理	186
第七章 闸瓦间隙自动调整器	188
第一节 J 型闸调器	188

第二节 ST 系列闸调器	190
第三节 SAB-DRV ₂ AT 型闸调器简介	211
第四节 574B 型闸调器简介	212
第八章 空重车调整装置	214
第一节 货车空重车手动二级调整装置	214
一、GK 型制动机用的空重车手动二级调整装置	214
二、103 型制动机用的空重车手动二级调整装置	215
三、进口货车 LV ₄ 型空重车杠杆式手动二级调整装置	215
第二节 货车空重车自动调整装置	216
一、KZW-4GA、B(KZW-4GC、D) 型空重车自动调整装置	217
二、TWG-1 系列空重车自动调整装置	221
三、货车空重车自动调整装置的检修	229
四、货车空重车自动调整装置在试验台上的试验	229
第三节 客车空重车自动调整装置	234
一、KZF ₄ 型空重阀	234
二、U ₅ A 型空重阀	236
三、高度调整阀与差压阀	246
第九章 制动防滑器	252
第一节 TFX1 型防滑器	252
第二节 SWKP-AS20C 型防滑器简介	259
第三节 MGS 防滑器简介	261
第四节 机械—空气式防滑器	263
第五节 防滑器的检修	265
第六节 TFX 系列防滑器部件在试验台上的试验	268
一、防滑阀性能试验	268
二、压力继电器性能试验	270
第七节 各型防滑器整机及其部件在 SY-A 型试验台上的试验	271
第十章 空气制动机的主要附件	273
第一节 列车制动管	273
第二节 制动软管	274
第三节 折角塞门和截断塞门	276
第四节 远心集尘器和滤尘网	279
第五节 各种风缸	280
一、各种风缸的作用及构造	280
二、各种风缸的检修	281
第六节 制动缸	282
一、制动缸的构造	282
二、制动缸主要附件的结构	285

三、制动缸的检修	285
第七节 缓解阀、紧急制动阀和安全阀	287
第八节 空重车转换塞门和压力表	289
第九节 缓解指示器	290
第十一章 踏面制动方式的基础制动装置、手制动机和脚制动机	291
第一节 基础制动装置的型式	291
第二节 基础制动装置主要部件的构造	294
一、制动梁	294
二、闸瓦托	299
三、闸瓦	300
四、安全链、安全托、安全吊	303
五、制动梁缓解弹簧、制动梁安全吊	304
第三节 基础制动装置的检修	304
第四节 制动缸活塞行程的调整	307
第五节 手制动机和脚制动机	310
一、货车手制动机	310
二、货车脚制动机	317
三、客车手制动机	319
四、手制动机和脚制动机的检修	321
第十二章 盘形制动装置	323
第一节 盘形制动装置各部件的构造及作用	324
一、制动盘	324
二、合成闸片	325
三、盘形制动单元	326
第二节 盘形制动的优点	336
第三节 盘形制动装置的检修和运用	337
一、盘形制动装置的检修	337
二、运用及维护	338
三、更换合成闸片的操作	338
四、常见故障的原因及处理	338
第十三章 制动机试验	340
第一节 单车试验	340
一、客车制动机的单车试验	340
二、货车制动机的单车试验	346
三、单车试验一般故障的判断和处理	349
第二节 列车试验	352
一、列车试验的种类及其适用的条件	352
二、列车试验的内容和要求	352

三、列车试验一般故障的判断和处理	355
四、旅客列车电制动机的全部试验	357
第十四章 制动试验设备	358
第一节 三通阀、分配阀、控制阀的试验台	358
一、701 型试验台	358
二、WKK 型试验台	362
三、WKH 型试验台	364
四、705 型试验台	366
五、WK705 型试验台	372
六、120 阀试验台	375
七、F8 型空气分配阀试验台	382
第二节 电空试验台	384
一、104 电空试验台	384
二、F8 电空试验台	388
第三节 闸调器和“三阀一缸”试验台	392
一、ST 系列闸调器试验台	392
二、“三阀一缸”试验台	395
第四节 货车空重车自动调整装置部件的试验台	399
一、KZW 型空重车自动调整装置部件的手动试验台	399
二、KZW 型空重车自动调整装置部件的微机控制试验台	400
第五节 单车试验器	403
一、空气制动单车试验器	403
二、电空单车试验器	408
三、货车用微机控制的 TDH-1 型单车试验器	410
第六节 列车试验器	411
一、GD 型列车试验器	411
二、LC 型列车试验器	419
三、JZ-7 电空的列车试验器	424
第七节 微机控制列车遥控制动试验系统	428
第八节 TFX 系列防滑器部件试验台	429
第九节 SY-A 型防滑器试验台	435
第十五章 制动理论基本知识	437
第一节 空气波、制动波、缓解波	437
第二节 空气压强和容积的关系	439
第三节 列车制动管减压量与制动缸压强的关系	440
一、副风缸、制动缸和附加风缸的容积比	440
二、制动缸压强的计算	441
三、列车制动管的有效减压范围	443

四、103 型和 104 型制动机的制动缸压强计算	445
第四节 制动倍率	449
一、制动倍率的定义	449
二、制动倍率的计算	449
第五节 基础制动装置的传动效率	454
第六节 闸瓦和闸片的摩擦系数	455
一、实算摩擦系数	455
二、换算摩擦系数	456
第七节 闸瓦压力和闸片压力	458
一、实算压力	458
二、换算压力	459
第八节 粘着力和车轮滑行	462
第九节 制动率	463
一、轴制动率和车辆制动率	463
二、列车制动率	464
第十节 列车减速度	467
一、列车制动力	467
二、列车运行阻力	468
第十一节 制动距离	474
一、列车制动过程的分析 and 假定	474
二、空走时间与空走距离的计算	475
三、实制动距离的计算	475
四、列车制动距离的电算	479
第十二节 制动减速度	481
一、用物体运动学公式概算制动减速度	481
二、用物体动力学公式实算制动减速度	481
附录 主型客货车制动机主要参数	483
一、装用盘形制动的四轴客车(构造速度 160 km/h)	483
二、提速四轴客车(构造速度 140 km/h 及 120 km/h)	485
三、装用踏面制动的 25G、25B 型客车(构造速度 120 km/h)	485
四、一般四轴客车	486
五、货车	486
主要参考文献	488

第一节 制动的意义及其在铁路运输中的作用

凡是运动中的物体都具有动能,如果没有阻力,必将沿着原运动的方向不停地向前作等速运动。动能的大小与运动体的质量和速度平方的乘积成正比。运动体的质量越大,速度越高,它具有的动能越大,要使它更快地降低速度或更快地停止运动,就必须在自然阻力的基础上再施加人为的阻力,即加大阻力。有控制地对运行着的列车施加人为的阻力,以使列车更快地减速或更快地停车,称为“制动”。此种人为的阻力称为“制动力”。为了施行制动,在机车车辆上都装有“制动装置”,我国目前主要有闸瓦摩擦式和闸片摩擦式两种制动装置*。在制动时前者为闸瓦压紧在滚动的车轮踏面上,故又称踏面制动装置;后者为闸片压紧在安装于车轴(或车轮侧面)的制动盘上。车轮或制动盘与闸瓦或闸片发生摩擦,都是将列车动能转变为热能,最终散入大气。制动力对列车做的是负功,即更快地消耗列车动能,使列车更快地减速。当列车动能全部消耗完毕,列车就停车。

如果机车车辆上不装制动装置,或虽有制动装置但不去使用它,当列车需要减速或停车时,只能靠作用于列车的自然阻力(通常称为“运行阻力”)来消耗列车动能。由于动能相当大,惰行距离将达到很大的数值。尤其列车在长大下坡道上运行时,由于列车重力沿坡道上的分力(通常称为“坡道下滑力”)大于列车所受的自然阻力,列车将越跑越快,其后果是不堪设想的。因此,在每一节机车、车辆上都必须装设制动装置并使它保持良好状态。否则,司机就不能按规定的要求对列车有控制地进行减速,也就无法在预定的时间及指定的地点停车,特别是在列车前方线路发生故障、突然发出停车信号或遇到其他危急情况时,更无法迅速停车。所以制动机的首要作用是确保行车安全。

其次,提高铁路通过能力的措施之一是提高列车运行速度。提高运行速度不仅需要有大功率的机车和动力性能良好的车辆,以及线路桥梁、通讯信号等方面的配合,还必须有性能良好的大功率的制动装置。不然的话,要提高列车运行速度也是不可能的。

例如,列车运行于甲、乙两站之间(图 1—1),列车由甲站发车,行驶了 S_0 距离时加速至速度 v_1 。 S_0 为起动加速距离。若列车需在乙站停车,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 处,它的制

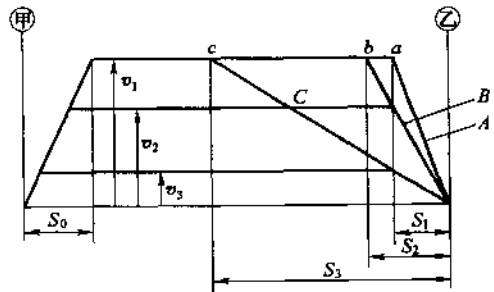


图 1—1 站间运行速度与制动减速距离的关系

* 我国铁路习惯于将“制动”和制动器件简称为“闸”，闸瓦、闸片、闸调器等名词均由此而来。

动减速距离为 S_1 。若另一 B 列车的制动功率较小,则须提前于 b 点开始施行制动,制动减速距离为 S_2 ,因而 B 列车减少了高速行驶的距离,因而它的平均速度低于 A 列车。若 C 列车靠自然的运行阻力使之停车,则该列车必须在 C 点开始惰行,它的惰行减速距离为 S_3 。显然, C 列车的平均速度更低。如果规定的制动减速距离不准超过 S_1 ,为了保证行车安全,对 B 、 C 列车在此区间的技术速度,必须分别限制为 v_2 和 v_3 。这样就降低了铁路的通过能力。

铁路是国民经济的大动脉,它所担负的客货运输任务是十分繁重的。随着改革开放步伐的加快、工农业生产和产品流通的蓬勃发展以及人民生活水平的日益提高,铁路客货运量将越来越大。为了完成这个艰巨的任务,列车的牵引重量和运行速度都要不断提高,所以制动技术在铁路发展中越来越重要。从铁路发展计划可以看出,货物列车的重量和旅客列车的速度将有较大幅度的提高,同时,货物列车还要逐步提速,这些都将导致列车动能的较大增加,特别是列车速度的提高,是对制动技术最为严峻的挑战,为此必须不断完善机车车辆的制动装置并加强维修保养,提高其作用的可靠性,以适应运输形势不断发展的需要。

第二节 制动机的分类

制动装置通常可分为两大组成部分:

- (1) 制动机——产生制动原动力并进行操纵和控制的部分;
- (2) 基础制动装置——传送制动原动力并产生制动力的部分。

制动机按其用途可分为机车制动机、客车制动机、货车制动机和高速列车制动机。

按制动机的动力源及操纵方法可分为手制动机及脚制动机,真空制动机,空气制动机和电空制动机。

一、手制动机及脚制动机

用人用手转动手把、手轮,或用脚踏拨动杠杆的方法使闸瓦压紧车轮踏面而达到制动的目的,称为手制动机或脚制动机。现在我国铁路车辆上,都装有手制动机或脚制动机。一般用于就地制动或调车作业(详见本书第十一章的内容)。

二、真空制动机

真空制动机是利用大气为动力源,列车在运行时,事先将列车制动管及制动缸内空气抽出(形成真空),使制动机缓解,闸瓦离开车轮。当制动时,使大气进入列车制动管及制动缸,推动杠杆使闸瓦压紧车轮。这种制动机,其制动缸压强最高值连一个大气压也不到(因为实际上做不到绝对真空),所以制动力受到限制,性能不如空气制动机好。为满足外贸需要,我国曾生产过这种制动机,但我国国内从未采用这种制动机。

三、空气制动机

用压力空气作为动力并用空气压强的变化来操纵的制动机,叫空气制动机。我国机车车辆上全部采用这种制动机。

空气制动机分为直通制动机和自动制动机两种。自动制动机根据所采用的三通阀、分配阀或控制阀作用原理的不同,又分为具有二压力控制、三压力控制和二、三压力混合控制的制

动机。

(一) 直通制动机

直通制动机的特点是:制动时,将总风缸*压力空气经制动阀、列车制动管(亦可简称列车管或制动管)直接送入制动缸,故叫“直通”制动机。其构造及作用示意图如图 1—2 及图 1—3 所示。

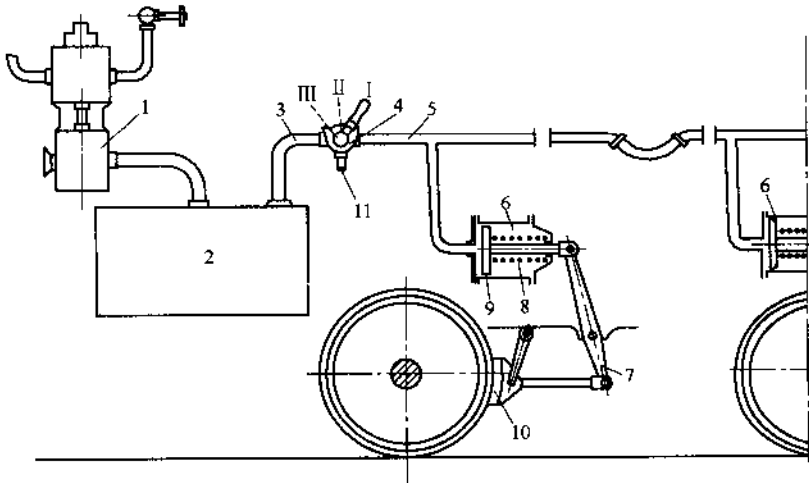


图 1—2 直通制动机原理图

- 1—空气压缩机;2 总风缸;3—总风缸管;4—制动阀;5—列车制动管;6—制动缸;
7—基础制动装置;8—制动缸缓解弹簧;9—制动缸活塞及活塞杆;10—闸瓦;
11—制动阀排气口。I、II、III—分别为制动阀的缓解位、保压位、制动位。

这种制动机的构造简单,用制动阀来调节制动缸压强,可实现阶段制动和阶段缓解。但用于较长列车时,因制动时各车辆制动缸内的压力空气均由机车总风缸供给,离机车近的制动缸充气早,增压快,而离机车远的制动缸充气晚,增压也慢,因此列车前后各车辆制动很不一致。缓解时也与制动一样,前后很不一致,从而导致制动和缓解时,列车纵向冲动较大。尤其当列车发生分离时,这种制动机不能自动使列车发生制动作用而迅速停车,反而会使已在制动状态的车辆因列车制动管压力空气被排出而缓解。所以列车操纵后来就改用了自动制动机。

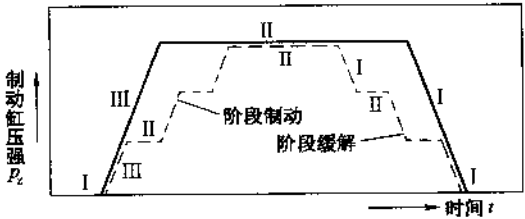


图 1—3 直通制动机制动阀手柄位置
与制动缸压力关系图

I、II、III—制动阀手柄分别置于缓解、保压位、制动位。

(二) 自动制动机

自动制动机的特点是:列车制动管减压时为制动,增压时为缓解。因而列车分离或拉动紧急制动阀时,列车能自动制动停车。

自动制动机制动时,各车辆制动缸内的压力空气,取之于本车辆的副风缸。缓解时,各车辆制动缸内压力空气经本车三通阀,分配阀或控制阀的排气口排出。不像直通制动

* 我国铁路习惯于将压力空气简称为“风”,风缸、风压、风表等名词均由此而来。

机那样,整个列车所有车辆的制动机的充气(制动工况)和排气(缓解工况)都要统归到制动阀处。因而用自动制动机时,列车前后各车辆的制动或缓解的一致性比较好,列车纵向冲动也就比较小。

1. 二压力控制的自动制动机

参看图 1—4,自动制动机与直通制动机在构造上不同的地方是在机车和每个车辆的列车制动管 5 与制动缸 6 之间增加了三通阀 7 和副风缸 8,在机车的总风缸 2 与制动阀 4 之间增加了给气阀 9。

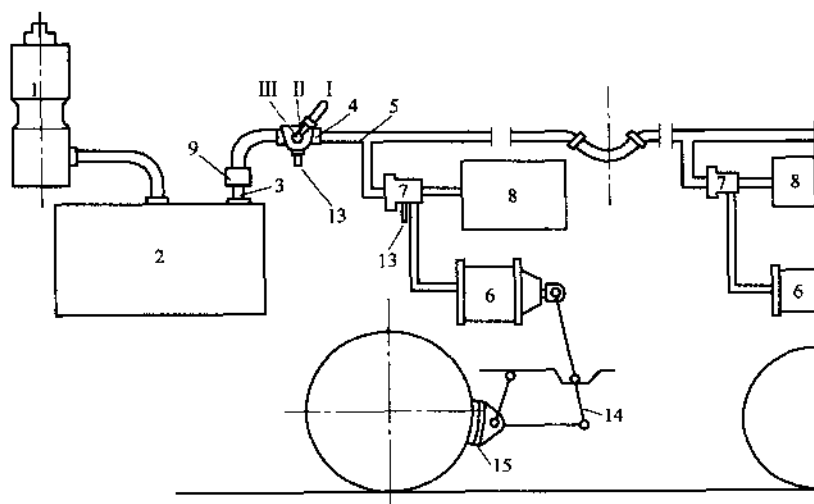


图 1—4 自动制动机作用原理

- 1—空气压缩机;2—总风缸;3—总风缸管;4—制动阀;5—列车制动管;
6—制动缸;7—三通阀;8—副风缸;9—给气阀;10—三通阀活塞及活塞杆;
11—节制阀;12—滑阀;13—排气口;14—基础制动装置;15—闸瓦。

制动阀 4 的手柄放置于充气缓解位 I 时,压力空气由总风缸 2 经给气阀 9,制动阀 4、列车制动管 5 进入三通阀 7,此时,参看图 1—5 中的图(a),由于三通阀内的活塞和活塞杆 10 带动节制阀 11 及滑阀 12 一起右移至内侧位置,充气沟 i 露出。列车制动管压力空气经充气沟 i 充入副风缸 8。滑阀移到这个位置时,滑阀上的 n 槽正好盖在滑阀座上的制动缸孔 r 与排气口 13 上,这时,如制动缸内有压力空气,则经此通路排入大气。当制动阀手柄一直放在充气缓解位 I 时,副风缸压力空气可一直充至其压强与列车制动管空气压强相等。制动缸向大气排气,其最终压强等于大气压强(表压为零),制动机缓解。

给气阀 9 是一个限压阀,它的用途是通过它把总风缸送入列车制动管的压力空气并调整至“规定的压强”(简称“定压”)。当列车制动管压强达到定压时,它会自动停止对列车制动管充气;当列车制动管压强因漏泄等原因低于定压时,给气阀会自动地向列车制动管补充压力空气。所以,列车运行时,制动阀手柄放在充气缓解位 I,列车制动管和副风缸总是充满着定压空气,使列车的各制动机处于制动的准备状态。

列车制动管定压:客车为 600 kPa;货车为 500 kPa,在有长大坡道的区段,货车定压允许为 600 kPa。需要时,可调整给气阀的输出压强,以达到变更列车制动管定压值的目的。

需要制动时,司机将制动阀 4 的手柄扳至制动位 III,使列车制动管与大气相通。列车制动管 5 中的压力空气经制动阀 4 的排气口 13 排入大气,列车制动管减压。于是,三通阀内的活

塞在两侧压差的作用下(右侧副风缸压强比左侧列车制动管压强大),先是克服其本身及节制阀 11 的移动阻力,带着节制阀 11 向左移动一个间隙距离 B ,然后再带动滑阀 12 一起移至左极端位置。参看图 1—5 中图(b)。此时,列车制动管向副风缸充气的充气沟 i 被切断;滑阀座上的制动缸孔 r 不再与滑阀上的 n 槽对准,而与 z 孔对准;滑阀顶而上的 z 孔由于节制阀相对于滑阀左移一个间隙距离 B 而开放。这样一来,副风缸压力空气经滑阀上开放的 z 孔、制动缸孔 r 进入制动缸。制动缸压强上升,副风缸压强下降。通过基础制动装置 14,使闸瓦 15 贴紧车轮,制动机发生制动作用。

当列车制动管减压达到了司机所预期的某一个减压量时,司机将制动阀 4 的手柄由制动位Ⅲ移至保压位Ⅱ,在这个位置时,制动阀既切断列车制动管与大气的通路,也仍切断总风缸压力空气经给气阀向列车制动管充气的通路,列车制动管停止继续减压。这时,因三通阀活塞仍处于图 1—5 中图(b)的位置(制动位),活塞右侧副风缸压力空气仍继续流入制动缸,副风缸压强继续下降,等到副风缸压强下降到稍低于活塞外侧列车制动管压强时,活塞带着节制阀向内稍稍回移至它的前肩碰到滑阀为止,仅移动一间隙距离 B 。参看图 1—5 中图(c)。这时,滑阀没有移动。节制阀在滑阀顶而上的相对内移,遮住了 z 孔,副风缸与制动缸的通路被切断,制动缸压强停止上升,制动机处于保压状态。所以只要列车制动管减压到某一值后不再减压,等到副风缸压强稍低于列车制动管压强时,三通阀会自动地到达保压位。

这时,如果列车制动管再减压(称为“追加减压”),三通阀活塞再次到达制动位,制动缸压强将重新上升。所以,当制动阀手柄在制动位与保压位之间交替扳动时,三通阀活塞带着节制阀相应地向左和向右移动一间隙距离 B ,制动缸压强便分阶段上升,得到“阶段制动”,司机可借此调节制动力。

制动以后,司机要使列车缓解,只需将制动阀手柄扳到充气缓解位Ⅰ。由于列车制动管增压,三通阀的动作如图 1—5 中图(a)所示。但制动阀手柄在充气缓解位与保压位间交替扳动时,并不能使制动缸分阶段地排气(即所谓“阶段缓解”)。这种类型的三通阀由于结构性能所限,只能得到“一次缓解”(或称“直接缓解”)。由于制动后列车制动管只要稍稍增压(10~20 kPa),活塞便可带着滑阀向内侧移动到充气缓解位,制动缸中压力空气一次就能排尽,故这种类型制动机具有容易缓解的特点。

图 1—6 示出了制动阀手柄在充气缓解位Ⅰ、保压位Ⅱ和制动位Ⅲ时,三通阀所处的对应的三个位置:充气缓解位 1、制动保压位 2 和制动位 3,亦即列车制动管压强 p_l 、副风缸压强 p_f 、

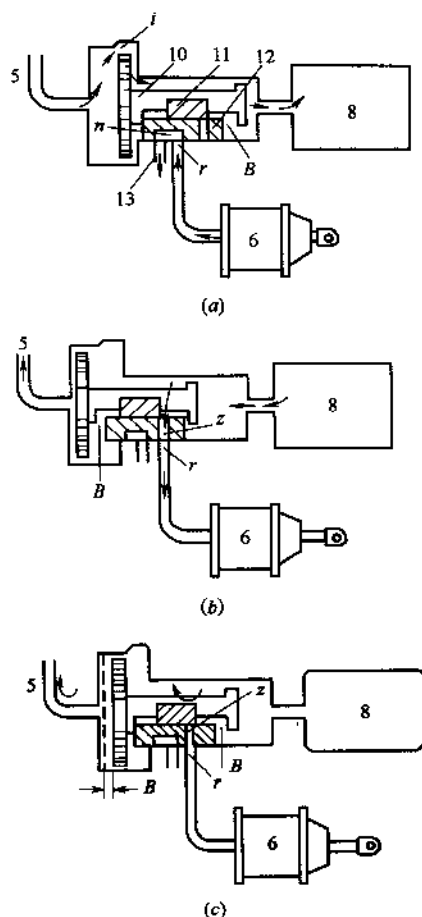


图 1—5 三通阀作用原理
(a)、(b)、(c) 分别为三通阀的
充气缓解位、制动位、保压位。
(图中各件号的名称参看图 1—4)

制动缸压力 p_z 三者的压强变化关系*

2. 三压力控制的自动制动机

这种制动机与前一种制动机的主要区别在于它的主控机构不是二压力机构,即,它具有三压力控制的分配阀;其主控机构的动作由三种压力来控制。它的作用原理如图 1—7 所示。

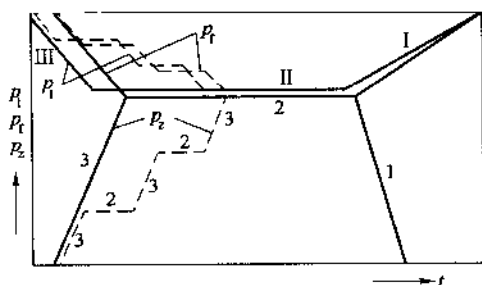


图 1—6 列车制动管、副风缸和制动缸三者的压强变化，

即制动阀手柄位置与三通阀作用位置之间的关系

I、II、III—制动阀手柄位置，分别为充气缓解位、保压位、

制动位；1、2、3—三通阀作用位置，分别为充气缓解位、

制动保压位、制动位； p_1 、 p_2 、 p_3 —分别为列车制动管、

副风缸、制动缸的压强*； t —时间。

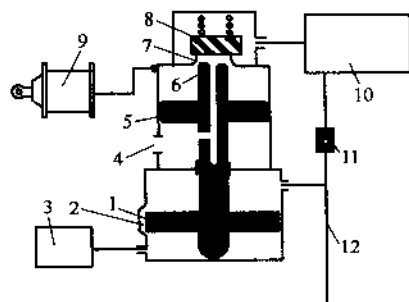


图 1—7 三压力控制的自动制动机原理图

1—主活塞(大活塞)；2—充气沟；3—定压风缸；

4—分配阀排气口；5—制动缸压力活塞(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—列车制动管。

主控机构由连成一体的大活塞 1 和小活塞 5 组成。大活塞的上下侧分别通列车制动管 12 和定压风缸 3，小活塞的上下侧分别与制动缸 9 和大气 4 相通。控制主控机构动作的，除了列车制动管和定压风缸的空气压力以外，还有制动缸的空气压力，故称“三压力机构”。

此种制动机的充气缓解、制动、保压等作用如下：

(1) 充气缓解位

由列车制动管 12 来的压力空气，一路经止回阀 11 充入副风缸 10，另一路进入分配阀，到达大活塞上侧，并经充气沟 2 充入定压风缸 3，故副风缸 10 和定压风缸 3 最后均充到定压。这时，活塞组(1 和 5)处于下端位置，制动缸 9 经排气阀口 6、活塞杆中心孔而与小活塞 5 下侧空腔——大气 4 相通，故分配阀处于充气缓解位。

(2) 制动位

当列车制动管以一定的减压速度减压时，定压风缸 3 中的压力空气来不及经充气沟 2 向列车制动管 12 逆流，活塞组由于大活塞 1 上下侧的压差而向上移动，先是排气阀口 6 与进排气阀 8 底面接触并贴紧，使制动缸 9 与大气的通路切断。当活塞组继续上移时，顶起进排气阀 8，使其离开进气阀座 7。于是副风缸 10 中的压力空气经顶开的进排气阀 8 充入制动缸 9，分配阀处于制动位。

(3) 保压位

当列车制动管停止减压，但副风缸 10 仍在向制动缸 9 充气，因而作用在小活塞 5 上侧的制动缸空气压力逐渐增大，当制动缸压强乘以小活塞 5 的而积所得向下之力、加上减压后列车制动管压强乘以大活塞 1 的而积所得向下之力，再加上作用在进排气阀 8 上方的弹簧力等上

* p_1 、 p_2 和 p_3 的右下角 1、2 和 3，分别是列车制动管、副风缸和制动缸的第一个字(“列”、“副”和“制”)的汉语拼音的第一个字母。

述几个向下力的和,稍稍大于定压风缸 3 的压强乘以大活塞 1 的面积所得的向上力时,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 由于仍与进排气阀 8 贴紧面处于关闭状态。副风缸压力空气停止充入制动缸、分配阀处于保压位(此时是制动保压)。

若再次操纵列车制动管减压及停止减压,能得到阶段制动。

当制动后向列车制动管充气时,由于作用在大活塞上侧的列车制动管空气压力增加,上述向下力大于向上力,不能维持分配阀处于保压位的活塞组平衡状态,于是活塞组下移,排气阀口 6 脱离进排气阀 8 而被打开,制动缸 9 中的压力空气经排气阀口 6、分配阀排气口 4 排入大气,分配阀处于缓解位置。

若列车制动管稍稍增压后又停止增压,则等到制动缸空气压强下降到某一值,而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 贴紧进排气阀 8 的底面,活塞组不再继续向上移动,进排气阀 8 并未被顶开。这时,制动缸的排气通路被切断,制动缸停止排气,分配阀也处于保压位(此时是缓解保压)。

这样,交替地操纵列车制动管增压又停止增压,能得到阶段缓解。列车制动管增压一点,制动缸缓解一点。列车制动管必须增压到定压(与定压风缸压强相等),制动缸才完全缓解。

此外,在制动保压过程中,当制动缸有漏泄时,由于作用在小活塞上侧的制动缸空气压力减小,活塞组失去平衡面上移,顶开进排气阀,副风缸压力空气流入制动缸进行补充,待制动缸补充到原来压强时,进排气阀被弹簧压回到进气阀座上,活塞组也被稍稍压下,整个机构仍处于原来的保压位置,制动力不衰减。

制动缸漏泄可通过阀的结构自动地得到副风缸的补充。副风缸压强如低于列车制动管压强时,可由列车制动管通过止回阀 11 来补充。列车制动管压力空气又可通过给气阀和制动阀由总风缸给予补充。

由此可见,这种三压力制动机在作用上的主要特征是:(1)它具有阶段缓解作用,列车制动管压强增到定压才能完全缓解,而不是一次缓解;(2)它具有“制动力不衰减性”。

3. 二、三压力混合控制的自动制动机

二压力制动机与三压力制动机各有其优缺点,而且两者不能混编连挂。为了取长补短和能够混编连挂,将这两种制动机结合在一起,即成为二、三压力混合控制的制动机。参看图 1—8。

从图 1—8 中可以看出,大小活塞组 6 和 5、进排气阀 15、排气阀口 14、副风缸 2、止回阀 16、制动缸 3、定压风缸 7 等仍与前面所述的三压力控制的制动机(参看图 1—7)一样,只是下部多了一个二压力机构。它包括:带有滑阀 12 的活塞 13、工作风缸 10、塞门 9 和止回阀 11。因而在充气缓解位、制动位和制动保压位时,大小活塞组等零部件的动作与前述的相同。只是在列车制动管增压时,下部的活塞 13 连同滑阀 12 被推向内侧,列车制动管压力空气经充气沟 i 向工作风缸 10 充气,同时,滑阀 12 上的沟槽 n 连通了 l 孔(通向列车制动管)和 d 孔,此时

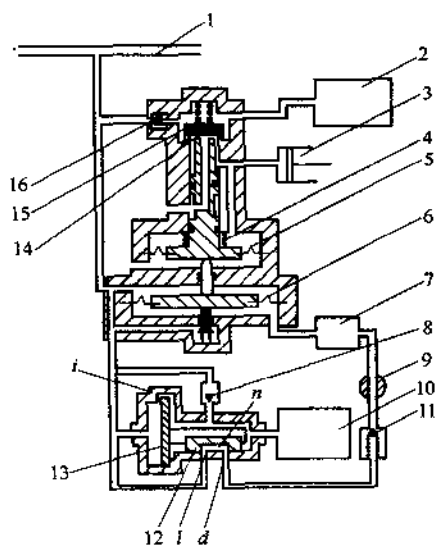


图 1—8 二、三压力混合控制的自动制动机原理图

- 1—列车制动管;2—副风缸;3—制动缸;
4—弹簧;5—小活塞;6—大活塞;7—定压风缸;8—充气止回阀;9—转换塞门;
10—工作风缸;11—止回阀;12—滑阀;
13—活塞;14—排气阀口;15—进排气阀;16—止回阀。