

铁路工人职业技能培训教材



# 机车制动钳工

JICHE ZHIDONG QIANGONG

铁道部劳动和卫生司  
铁道部运输局

中国铁道出版社



铁路工人职业技能培训教材

# 机车制动钳工

铁道部劳动和卫生司  
铁道部运输局

中国铁道出版社

2005年·北京

### 图书在版编目(CIP)数据

机车制动钳工/铁道部劳动和卫生司,铁道部运输局  
编. —北京:中国铁道出版社,2005.9

铁路工人职业技能培训教材

ISBN 7-113-06644-5

I. 机… II. ①铁…②铁… III. 机车—车辆制动  
—钳工—技术培训—教材 IV. U260.13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 096046 号

书 名:机车制动钳工(铁路工人职业技能培训教材)

作 者:铁道部劳动和卫生司 铁道部运输局

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:聂清立

封面设计:马 利

印 刷:中国铁道出版社印刷厂

开 本:787×1092 1/16 印张:14.5 插页:1 字数:354 千

版 本:2005年9月第1版 2005年9月第1次印刷

印 数:1~3 000 册

书 号:ISBN 7-113-06644-5/U·1812

定 价:28.00 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)51873138 发行部电话:(010)51873124

## 本书参编单位及人员

主编单位：上海铁路局

协编单位：哈尔滨铁路局

主 编：鲁立荣

编写人员：石宝庆 张棉好 朱宝根 吴建军 孙延文

主 审：张全惠

审稿人员：李树仁 林焕臣 王 智 刘 峥

# 序

由铁道部劳动和卫生司、运输局牵头组织,一些从事铁路职业教育的教师、各业务部门骨干及工程技术人员参加编写的《铁路工人职业技能培训教材》与广大职工见面了。

这套培训教材通俗易懂、图文并茂、易于自学,有较强的现实性和针对性,既较好地适应了当前铁路职工岗位达标培训及技能鉴定的需要,又考虑了今后一定时期技术和管理的发展趋势,是一套有价值的培训教材。相信这套教材在提高职工技术业务素质方面,将会发挥很好的作用。

党的十六大提出了全面建设小康社会的奋斗目标,其中一个重要的文化目标,就是要形成全面学习、终身学习的学习型社会。十六届三中全会又进一步强调,要“构建现代国民教育体系和终身教育体系,建设学习型社会,全面推进素质教育”,并提出了包括统筹人与自然和谐发展的“五个统筹”的要求。在生产力的诸要素中,人是最能动、最积极的因素。人的素质提高是开拓、创造先进生产力的重要保证。因此,我们抓好教育,培养人才,既是适应全面建设小康社会需要、实现铁路跨越式发展和促进社会主义物质文明、政治文明、精神文明协调发展的客观要求,也是实践“三个代表”重要思想的具体体现。

以胡锦涛同志为总书记的党中央对人才工作高度重视,把实施人才强国战略放在关系党和国家事业全局的重要地位。全路各单位要按照党中央的要求,把培养人才工作放在更加重要的战略位置,坚持以“三个代表”重要思想为指导,认真贯彻党的十六大和十六届三中全会精神,全面落实《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》,积极推进铁路职业教育的体制创新、制度创新和教育教学改革,全面提高铁路职工队伍素质,使职业教育工作更好地为铁路跨越式发展服务,为促进铁路各项事业全面协调发展服务。

编好教材是提高培训质量的关键。随着铁路跨越式发展的全面推进,新知识、新技术、新设备、新工艺必将大量用于生产实践;同时,在铁路管理体制、经营机制、作业和建设标准、服务理念等方面也将产生深刻的变革,迫切要求铁路职工在知识、技术和观念上进行更新。加快职工培训教材建设,已成为加强和改进铁路职工教育培训工作的当务之急。

这套教材的编写和出版发行,应该说是一个良好的开端。希望今后看到更多、更好地反映铁路新知识、新技术的各类培训教材问世,为进一步抓好铁路职工素质教育提供高质量的精品。



2003年12月

# 前言

近年来部领导多次指出:建设一支高素质的铁路职工队伍,既是保证运输安全的现实需要,也是铁路长远发展的根本大计;并反复强调:全面提高职工队伍素质,是实现科教兴路的重要内容,狠抓职工教育培训,在职工素质达标上抓落实、求深化,把可靠的行车设备、先进的技术装备与高素质的职工队伍结合起来,是实现运输安全基本稳定的必由之路。

素质提高靠培训,教材是培训的基础。为了给铁路运输业主要工种的工人提供一套适应性较好、可读性较强的职业技能培训教材,以进一步提高其技术业务素质,更好地满足铁路科技进步对职工队伍素质的要求,为铁路安全运输生产服务,铁道部决定再统一组织编写《铁路工人职业技能培训教材》(指定培训教材)。教材由铁道部劳卫司牵头,各铁路局分工编写,铁道部运输局各业务部门审定,携手合作,共同完成。

这套教材包括铁路运输(车务、客运、货运、装卸)、机务、车辆、工务、电务部门的45个工种(取名),是以《铁路职业技能标准》、《铁路职业技能鉴定规范》、《铁路运输企业岗位标准》中的知识和技能要求为依据,并参考《铁路工人职业技能培训教学计划、教学大纲》的内容编写的。教材本着突出技能的原则,强调培训的针对性、实用性和有效性,以专业知识为主要内容,充分反映铁路的新技术、新材料、新工艺、新设备及新标准、新规程;力求贴近现场实际,并应用案例教学的手法,用直观的案例和图示进行分析和说明,努力提高培训的质量和效果;以提高岗位技能为核心,突出非正常情况下应急处理能力的训练;同时,本着“少而精”的原则,知识以必须、够用为度,文字力争生动、通俗易懂,图文并茂。它既可以作为工人新职、转岗、晋升的规范化岗位培训教材,也可以作为各种适应性岗位培训的选学之用(适用于各级职业学校教学),还可作为职工自学的课本。同时,每章后面还列有复习、思考、练习题,作为考工、鉴定的参考。总之,这套教材的出版,将力图使培训、岗位达标及职业技能鉴定结合起来,使培训、考核、使用、待遇相统一的政策得以逐步落实。

铁道部劳动和卫生司  
铁道部运输局  
2003年12月

# 目 录

## 基础 知 识

<b>第一章 机车制动机</b> .....	3
第一节 概    述.....	3
第二节 机车制动机.....	5
第三节 基础制动装置(中级) .....	63
第四节 制动装置附件 .....	64
第五节 基础理论知识(高级) .....	72
第六节 制动新技术(高级) .....	73
第七节 JZ-7 型空气制动机试验台简介(高级) .....	86
复习思考题 .....	91
<b>第二章 相关知识</b> .....	94
第一节 机械制图 .....	94
第二节 机械基础.....	104
第三节 钳工基础.....	111
第四节 电工基础.....	128
复习思考题.....	137

## 职 业 技 能

<b>第三章 初级工职业技能</b> .....	143
一、管子的弯曲与套丝 .....	143
二、制作 V 形块 .....	145
三、制作凹形块 .....	146
四、锉配四方形 .....	148
五、更换制动软管的作业 .....	150
六、更换折角塞门的作业 .....	150
七、更换自阀、单阀、中继阀、分配阀、作用阀的作业 .....	151
八、分解、清洗、组装折角塞门、截断塞门的作业.....	151
九、分解、清洗、组装安全阀、变向阀、止回阀的作业 .....	152
十、分解、清洗、组装远心集尘器的作业 .....	153
十一、分解、清洗、组装管道滤尘器的作业 .....	154
十二、分解、清洗、组装制动缸的作业 .....	155
十三、分解、研磨、组装各类球形止阀的作业 .....	156
十四、组装、试验制动软管的作业.....	157





<b>第四章 中级工职业技能</b> .....	159
一、制作多角样板 .....	159
二、凸形锉配 .....	160
三、JZ-7 型空气制动机自动制动阀的检修 .....	161
四、JZ-7 型空气制动机单独制动阀的检修 .....	167
五、JZ-7 型空气制动机中继阀的检修 .....	171
六、JZ-7 型空气制动机分配阀的检修 .....	174
七、JZ-7 型空气制动机作用阀的检修 .....	181
八、JZ-7 型空气制动机切控阀的检修 .....	183
九、DK-1 型电空制动机空气制动阀的检修.....	185
十、DK-1 型电空制动机分配阀的检修.....	187
十一、机车无火回送、双机重联的有关作业.....	190
十二、单元制动器(弹簧制动装置)的检修 .....	191
<b>第五章 高级工职业技能</b> .....	197
一、椭圆形锉配 .....	197
二、六角形锉配 .....	198
三、JZ-7 型空气制动机在试验台上的综合试验 .....	200
四、JZ-7 型空气制动机的机能试验 .....	202
五、DK-1 型电空制动机在试验台上的综合试验.....	203
六、DK-1 型电空制动机的机能试验.....	204
七、NPT5 型空气压缩机的检修 .....	207
八、制动机试验台的性能检查 .....	217
<b>主要参考文献</b> .....	221





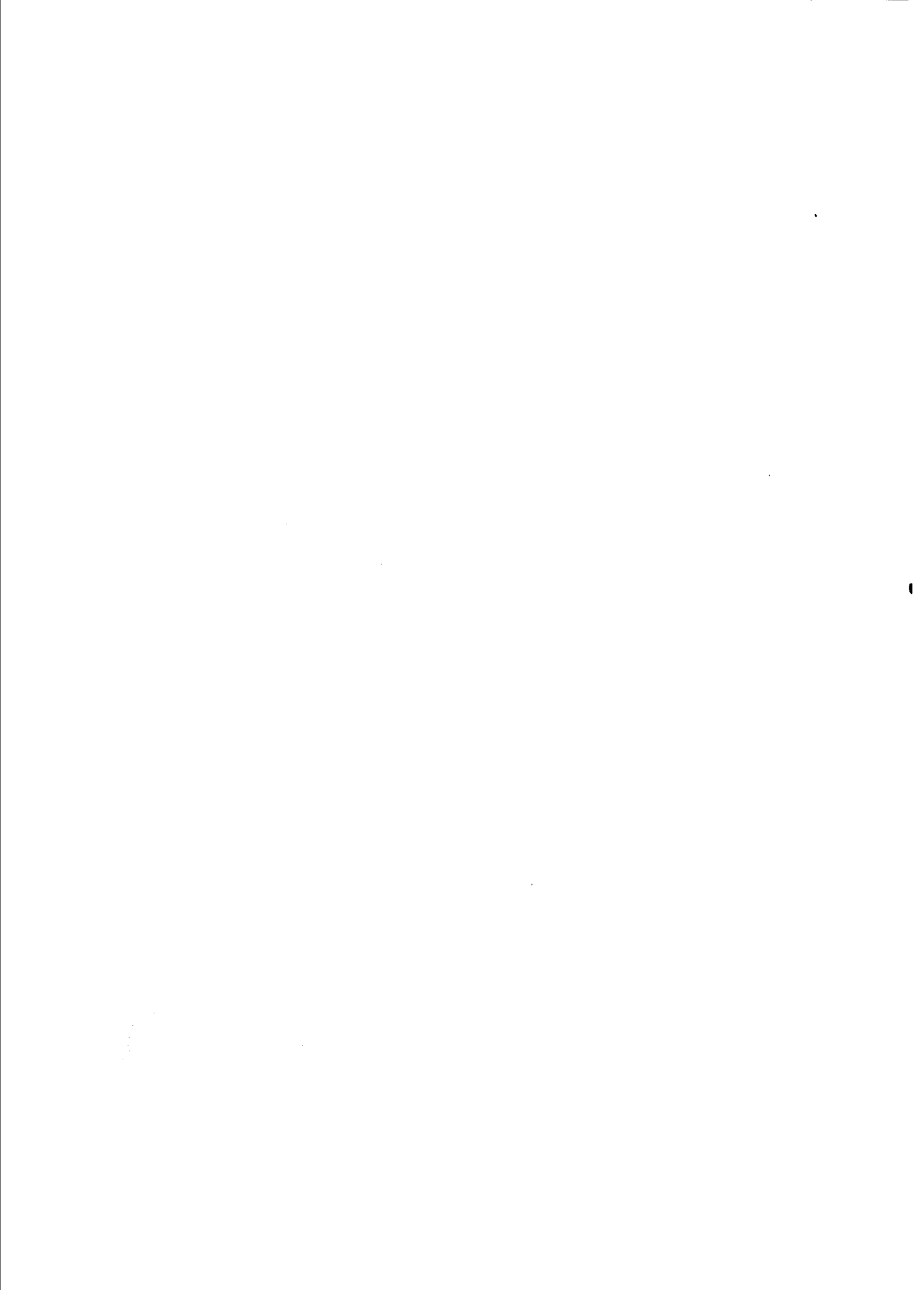
机车制动钳工

# 基础知识



机车制动钳工





# 第一章



# 机车制动机

## 第一节 概 述

### 一、制动的基本概念

使运动中的物体停止运动或减低其速度,以及防止静止中的物体发生移动所采取的措施,都叫制动。制动就是给物体造成一种人为阻力,去阻止物体的运动或运动趋势,这个阻力便是制动力。用以产生制动力的装置称为制动机。

铁路各型机车和车辆上都装有制动机,安装在机车上的叫机车制动机,安装在车辆上的叫车辆制动机。司机对制动机的操纵,即对制动力的适时的调节。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,称为制动装置。

列车由施行制动开始,到完全停车为止,中间所行驶的距离称为制动距离。制动力愈大,制动距离愈短。

产生制动力的方法有很多种,目前铁路运输上,普遍采用动力制动和闸瓦(踏面)制动两大类制动系统,其中最主要、最广泛的是应用闸瓦制动系统,动力制动只作为闸瓦制动的辅助制动。此外,为提高摩擦制动时热负荷的消散能力,盘形制动也逐渐被采用。

闸瓦(踏面)制动在列车动能转移方式上属于“热逸散”,而在制动力形成方式上,它属于粘着制动的一种。“粘着”表明制动过程中车轮在钢轨上滚动时轮轨接触处实际上既非静止也非滑动的状态。

制动时,闸瓦压力  $K$  作用于车轮踏面而引起闸瓦对车轮的摩擦力  $K \cdot \phi_k$  ( $\phi_k$  为轮瓦间的摩擦系数,见图 1—1),这个摩擦力便对车轮中心形成一个力矩  $K \cdot \phi_k \cdot r$  ( $r$  为车轮半径),其方向与车轮转动方向相反。它一方面起着制止车轮转动的作用,使车轮获得角减速度,转速因而迅速减慢直至停止转动;另一方面,由于列车重量通过各个车轮紧紧地压在钢轨上,制动时车轮受到闸瓦的摩擦力矩,在轮轨接触点引起了车轮对钢轨的纵向水平作用力和钢轨对车轮的纵向水平反作用力  $B$  (后者起着阻碍列车运行的作用),使整个列车获得减速度,运行速度因而迅速降低直至停止运动。轮轨间纵向水平作用力的最大值叫做(轮轨间)粘着力,而粘着力与轮轨间垂直载荷的比值称为粘着系数。闸瓦摩擦力只要符合小于轮轨最大粘着力条件,即:  $K \cdot \phi_k \leq N \cdot \Psi$  ( $N$  为钢轨对车轮的垂直反作用力,  $\Psi$  为粘着系数),则此摩擦力便能转化而形成制动力。否则,如果该值过大,破坏了转化条件,将产生滑行现象。这样不仅制动力大为减小,而且会擦伤车轮甚至引起严重后果。由上述可知,提高闸瓦压力  $K$  和提高轮瓦间的摩擦系数都能增大制动力。但根据摩擦理论和试验表明,闸瓦摩擦系数随列车运行速度、闸瓦压力、闸瓦材质以及闸瓦与车轮接触面等条件的变化而变化,而闸瓦压力又随制动缸压力和基础制动装置的不同而不同,两者乘积还要受到轮轨间的粘着力制约,所以不能无限制地提高制动力。

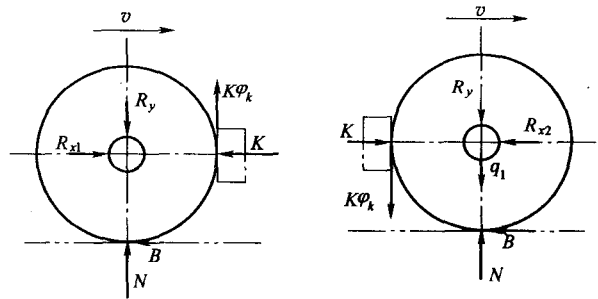


## 二、自动空气制动机的基本作用原理

我国现有各种机车车辆上都采用自动空气制动机,这种空气制动机的特点是:向列车管充气增压时,制动机呈缓解状态;列车管减压时,则呈制动状态。这种作用依靠三通阀(或分配阀)及副风缸来完成,无论制动机总体结构如何,这种制动机的基本作用原理都一样。以下通过基础三通阀的三个作用位置,说明自动空气制动机的基本原理。

### 1. 充气缓解位[图 1—2(a)]

司机通过操纵制动阀,将压力空气送入列车管并进入三通阀,三通阀内活塞及活塞杆带动节制阀及滑阀一起右移至极端位,充气沟 $i$ 露出,压力空气经充气沟充入副风缸,直到副风缸内的压力与列车管压力平衡时,充气过程自然停止。此时,制动缸经滑阀上的联络槽 $n$ 与三通阀排气口 EX 相通,可使制动缸压力得到缓解。



(a) 闸瓦在车轮前

(b) 闸瓦在车轮后

图 1—1 单侧制动时轮对受力情况

$q_1$ —轮对重量; $R_{x1}$ 、 $R_{x2}$ —轴承对轴颈的纵向水平反作用力;  
 $R_y$ —轴颈受到的垂直载荷; $N$ —钢轨对车轮的垂直反作用力;

$K$ —闸瓦压力; $\phi_k$ —轮瓦间的摩擦系数;

$B$ —钢轨对车轮的纵向水平反作用力; $v$ —列车运行速度。

### 2. 制动位[图 1—2(b)]

司机通过操纵制动阀,将列车管的压力排出一部分称为“减压”。减压时,三通阀活塞两侧形成压力差,活塞在此压力差作用下左移,首先关闭充气沟,同时带动节制阀、滑阀一起左移至极端位,使副风缸经滑阀上的 $z$ 孔与制动缸孔 $r$ 相通,副风缸中的压力空气充入制动缸。此时,制动缸活塞克服缓解弹簧力而右移,使闸瓦压紧车轮,踏面呈制动状态。

### 3. 中立位[图 1—2(c)]

当列车管减压发生制动作用后,若操纵制动阀停止减压,由于三通阀原来已处于制动位置,故副风缸仍继续向制动缸充气,而其压力逐渐下降。待副风缸压力稍低于列车管压力时,活塞随即右移,带动节制阀右移一个间隙距离(滑阀不动),节制阀遮住 $z$ 孔,副风缸中的压力停止下降,活塞两侧不能形成更大的压力差,此时三通阀形成中立位置,制动缸呈保压状态。

## 三、我国制动机的种类

我国机车制动机,随着铁路运输事业发展的要求,正在不断改进,日趋完善。尤其是近年来,已把发展重载货物列车及准高速旅客列车运输,列为一项重要的技术政策。因此对机车制动机的性能,提出了更高的要求。

目前,我国使用的机车制动机种类有:

1. ET-6 型空气制动机。主要用于蒸汽机车和少数内燃机车上。
2. EL-14 改型空气制动机。使用在单端操纵的内燃机车上。
3. EL-14 改型空气制动机。使用在双端操纵的内燃机车和电力机车上。
4. 26-L 型空气制动机。使用在进口的 ND<sub>4</sub> 型和 ND<sub>5</sub> 型内燃机车上。
5. 克诺尔型空气制动机。使用在进口的 ND<sub>2</sub> 型、ND<sub>3</sub> 型和 NY<sub>5</sub> 型、NY<sub>6</sub> 型内燃机车上。

6. JZ-6 型空气-真空制动机。为援助坦赞铁路的内燃机车设计制造。机车本身以空气制动为基础,既能操纵空气制动的列车,又能操纵真空制动的列车。

7. JZ-7C 型空气制动机。使用在东方红型内燃机车上。

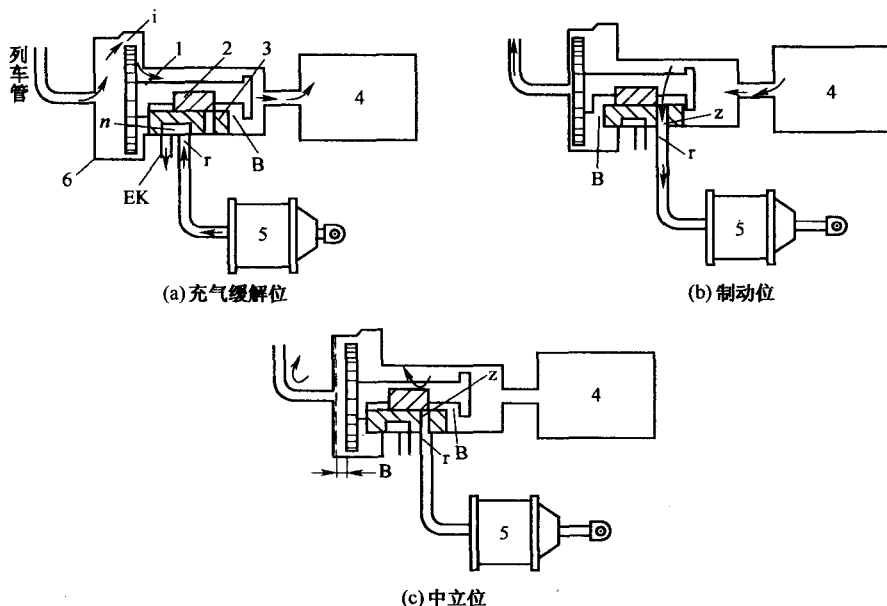


图 1—2 二压力机构阀作用原理

1—活塞及活塞杆;2—节制阀;3—滑阀;4—副风缸;5—制动缸;6—三通阀;*i*—充气沟;*B*—间隙。

8. JZ-7 型空气制动机。是我国自行设计制造的一种新型空气制动机,自 1978 年铁道部鉴定投产以来,已广泛使用在我国各型内燃机车和电力机车上,它代替了 EL-14 改进型空气制动机。

9. DK-1 型电空制动机。以压力空气为动力来源,用电操纵制动装置的制动、保压和缓解等作用,所以称为电空制动机。一般是在空气制动机的基础上加装电气控制部件。为了取得应用上的可靠性,现在的电空制动机多数附有空气制动机,以备在电空系统发生故障时,能自动地转为空气操纵。DK-1 型电空制动机使用在韶山系列电力机车上。

相对于空气制动机来说,电空制动机的主要优点为全列车制动和缓解的一致性较好,列车制动和缓解时纵向冲动小,明显地缩短了制动距离。列车越长,电空制动机的这种优点就越明显。

另外,液力制动、电阻制动已广泛运用于内燃和电力机车上,作为一种辅助装置,用以弥补闸瓦制动之不足。

## 第二节 机车制动机

### 一、JZ-7 型空气制动机

(一) JZ-7 型空气制动机的组成(图 1—3)

1. 空气压缩机和总风缸。用以产生并存储压力空气。
2. 自动制动阀(简称自阀)。用以操纵全列车的制动和缓解。

3. 中继阀。根据自动制动阀所操纵的均衡风缸压力变化,直接控制列车管的充气或排气,从而使列车缓解、制动或保压。

4. 作用阀。根据作用风缸压力变化或单独制动阀的操纵,控制机车制动缸的充气或排气,从而使机车制动、保压或缓解。

5. 分配阀。根据列车管压力变化,控制作用风缸的充气或排气。

6. 单独制动阀(简称单阀)。用以单独操作机车本身的制动或缓解。

另外还设有均衡风缸、过充风缸、工作风缸、降压风缸、紧急风缸、作用风缸及变向阀、滤尘止回阀、紧急制动阀、管道滤清器和各种塞门、油水分离器、双针压力表等部件,用以完成制动机各种不同作用。

### (二) JZ-7 型空气制动机中各阀的控制关系

1. 自阀 → 均衡风缸 → 中继阀 → 列车管空气压力变化 → 
 {
   
→ 车辆制动机。
   
→ 机车分配阀 → 作用阀 → 机车制动缸。
 }
2. 单阀 → 
 {
   
→ (单独缓解时) → 分配阀
   
→ (单独制动时)
 }
  → 作用阀 → 机车制动缸。

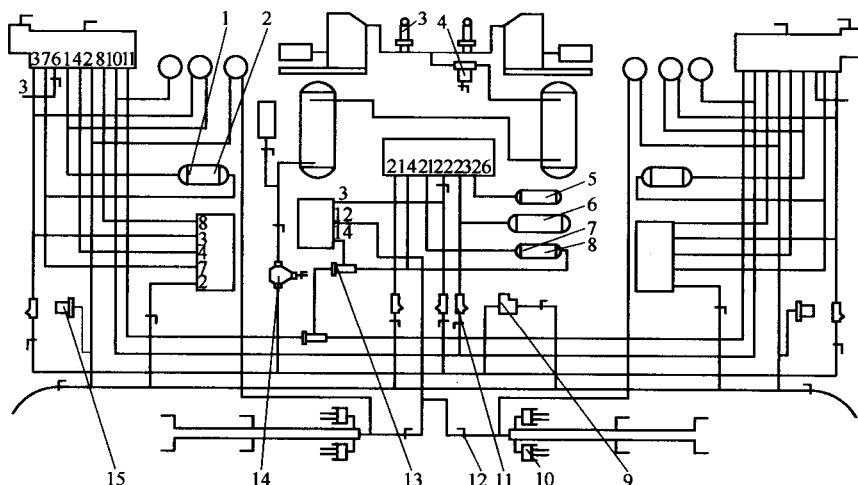


图 1—3 JZ-7 型空气制动机的组成

- 1—均衡风缸;2—过充风缸;3—高压安全阀;4—油水分离器;5—降压风缸;  
 6—压力风缸;7—紧急风缸;8—作用风缸;9—滤尘止回阀;10—机车制动缸;11—滤尘器;  
 12—塞门截断塞门;13—变向阀;14—远心集尘器;15—紧急制动阀。  
 管号:1—均衡风缸管;2—制动管;3—总风缸管;4—中均管;6—撒砂管;  
 7—过充管;8—总风遮断阀管;10—单独缓解管;11—单独作用解管;12—制动缸管;  
 21—紧急风缸管;22—总风缸管;23—工作风缸管;26—降压风缸管。

### (三) 自动制动阀(中级)

自阀由七个部分组成,即阀体与管座,手柄与凸轮,调整阀,放风阀,重联柱塞阀,缓解柱塞阀,客、货车转换阀,自阀与单阀共用一个阀体,如图 1—4 所示,其结构如图 1—5 所示。自阀手柄共有七个作用位置,即过充位、运转位、最小减压位、最大减压位、过量减压位、手柄取出位、紧急制动位。最小减压位与最大减压位之间为常用制动区。

自阀是操纵全列车制动、缓解、保压等作用的控制部件,即制动机的各种性能和作用,可通过对其手柄的操作来完成。

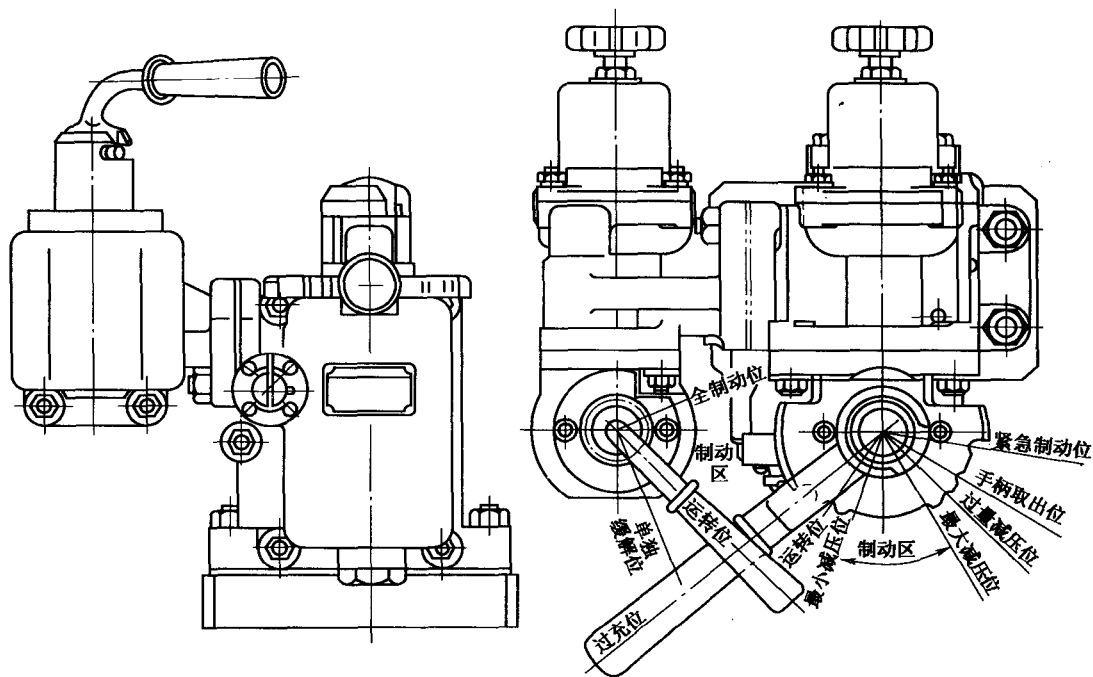


图 1—4 自动制动阀外形

### 1. 阀体与管座

阀体是连接制动阀各部件的主体,其上连接有自阀的凸轮盒、调整阀弹簧盒、柱塞前盖及单阀。

管座是制动阀的安装座,也是管路的连接座。管座内各孔与阀体各孔相对应,采用橡胶垫密封,通过管座内部的暗孔与风管相通。管座上共连接九根管,即:均衡风缸管 1、列车管 2、总风缸管 3、中均管 4(即中继阀均衡风缸管)、撒砂管 6、过充管 7、总风遮断阀管 8、单独缓解管 10、单独作用管 11。其中单独缓解管 10 及单独作用管 11 是经过阀体通往单阀的柱塞阀和调整阀的,与自阀无关。

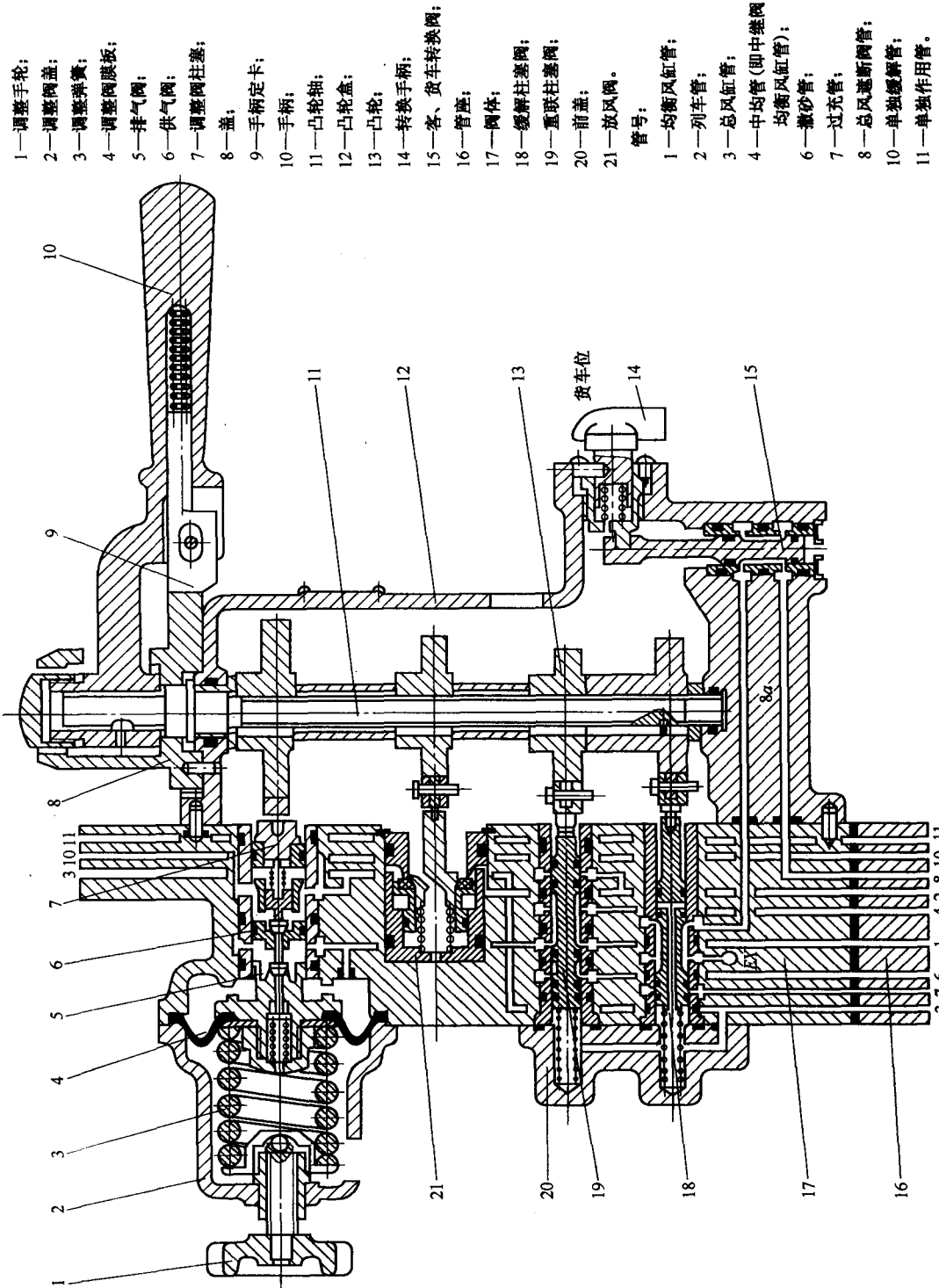
### 2. 手柄与凸轮

手柄与凸轮是自阀的操纵机构。手柄通过设在“手柄取出位”的缺口,套在凸轮轴上。凸轮轴上装有调整阀凸轮、放风阀凸轮、重联柱塞阀凸轮、缓解柱塞阀凸轮。凸轮轴和凸轮均安装在凸轮盒内。凸轮盒上有一个与大气相通的排气口,以排出凸轮盒内压力空气。凸轮盒上部设有定位盖板,在盖板上除设有七个凹槽以限定手柄位置外,并在上部留有一个缺口,以限定手柄只能在“手柄取出位”方能套入或取出。自阀的七个作用位置,就是由手柄来转动凸轮,相应推动各柱塞阀左、右移动,开通或切断不同的道路,从而使制动机产生所需要的作用。

### 3. 调整阀

调整阀用于调整均衡风缸的最高充气压力和控制其压力变化,并通过中继阀控制列车管的压力变化,以实现列车的制动或缓解。调整阀膜板左侧为调整弹簧压力,右侧为均衡风缸压力。当均衡风缸内没有压力时,在调整弹簧力的作用下,调整阀膜板及调整阀座位于最右侧的位置,使排气阀关闭。根据调整阀膜板两侧压力变化,调整阀有四种工作状态,如图 1—6 所示。





- 1—调整手轮;
  - 2—调整阀盖;
  - 3—调整弹簧;
  - 4—调整阀膜板;
  - 5—排气阀;
  - 6—供气阀;
  - 7—调整阀柱塞;
  - 8—盖;
  - 9—手柄定卡;
  - 10—手柄;
  - 11—凸轮轴;
  - 12—凸轮盒;
  - 13—凸轮;
  - 14—转换手柄;
  - 15—客、货车转换阀;
  - 16—管座;
  - 17—阀体;
  - 18—缓解柱塞阀;
  - 19—重联柱塞阀;
  - 20—前盖;
  - 21—放风阀。
- 管号:
- 1—均衡风缸管;
  - 2—列车管;
  - 3—总风缸管;
  - 4—中均管(即中继阀均衡风缸管);
  - 6—撒砂管;
  - 7—过充管;
  - 8—总风遮断阀管;
  - 10—单独缓解管;
  - 11—单独作用管。

图 1—5 自动制动阀结构

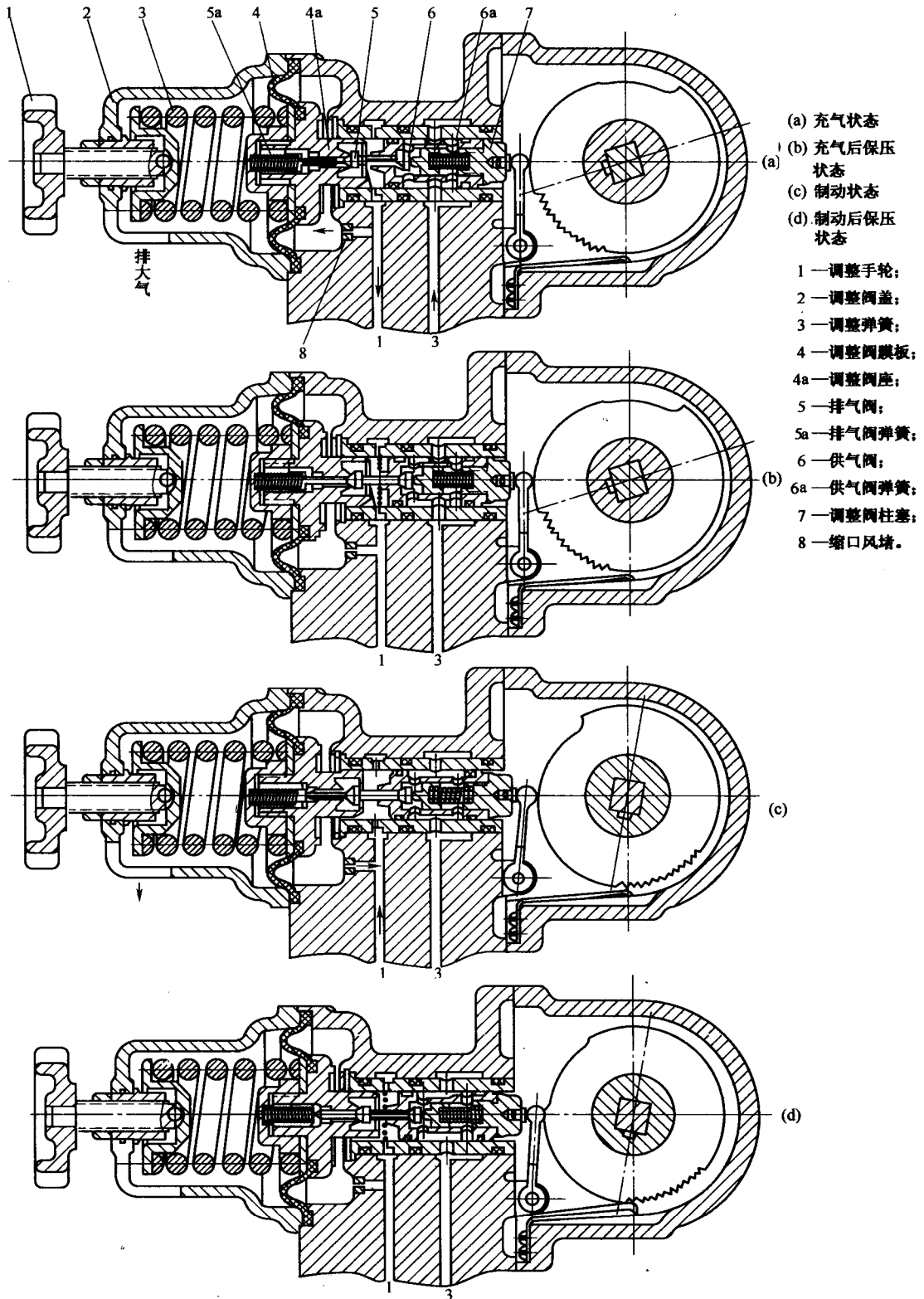


图 1—6 调整阀工作状态