

120 型 空气 制动 机

夏寅荪 吴培元 孙德环 编著
陶 强 江汉文 吴学斌
钱立新 李绍光 李仁涵 审校

中 国 铁 道 出 版 社

1995年·北京

钱立新、铁道部车辆局李绍光、李仁涵审阅。第四章的彩色插图由孙德环、陶强绘制。

在本书的编写、出版过程中，曾得到生产 120 阀的眉山车辆厂、沈阳铁道制动机厂和铁科院中铁公司的大力协助，在此表示衷心的感谢。

本书虽然是由 120 阀的设计和研制人员共同编写的，其内容翔实可靠，但由于 120 阀是新产品，在生产过程中仍会有小的改进，故书中难免有谬误或不妥之处，敬请读者指正。

编者

1994 年 11 月

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书介绍了铁道部科学研究院和眉山车辆厂合作研制的“120型货车空气制动机”的构造、工作原理及性能特点。其主要内容有：120型空气制动机概述；120型空气控制阀的构造及作用原理；120型控制阀的检修、试验与故障分析；120型空气制动机的运用及操纵等；附录还列出了120型控制阀的零部件明细表。

本书可作为铁路机车车辆部门及工厂的培训用书，并可供有关工人和技术人员及铁路院校师生学习参考。

120型空气制动机

夏寅荪 吴培元 等编著

*

中国铁道出版社出版、发行

(北京市东单三条14号)

责任编辑 林连照 封面设计 翟 达

各地新华书店经售

北京市燕山联营印刷厂印刷

开本：787×1092毫米 1/16 印张：9.5 插页：3 字数：225千

1995年8月 第1版 第1次印刷

印数：1—6000册

ISBN7-113-01980-3/U·578 定价：13.10元

前 言

党的十三届七中全会制定的国民经济和社会发展十年规划和“八五”计划，对铁路运输提出了明确而具体的要求：“到1995年和2000年，铁路货运量要由1990年的14.6亿吨分别增加到16.5亿吨左右和19亿吨左右”。这一指标意味着“八五”和“九五”期间，铁路货运量每年递增量分别为3800万吨和5000万吨。这是党和国家给铁路下达的一项艰巨而光荣的任务。尽管这些年来，铁路运输生产建设取得了辉煌的成绩，1993年完成货运量达15.666亿吨，是铁路运输史上的最高水平，但运输能力严重不足的状况并没有得到缓解，运输设备超负荷使用的状况仍很严重。

发展重载货物列车运输是解决当前货运量与运能间突出矛盾的措施之一。但是，现有的约46万辆货车所用的制动机已不能适应重载列车的运行要求。120型新型货车空气制动控制阀就是在这样的形势下提出来研制的。1989年5月铁道部科学技术司会同车辆局、机务局、机车车辆工业总公司及有关单位召开了会议，对120型空气控制阀设计任务书进行了审查，然后发文批准研制。

铁道部科学研究院和眉山车辆工厂在1989年至1993年的四年期间历尽了设计、试制及一系列的试验工作，先后对样机进行了单车试验，室内150辆列车制动静置试验台上各种工况下的专列和混编试验，大秦线万吨及6000t重载列车120阀静置和运行试验，在哈局的耐寒运用考验，在成都局的高坡地区混编试验、压力保持操纵试验和耐湿热运用考验。此外，还进行了-50℃保温48小时低温试验和25万次耐久试验。铁道部科技司在1991年3月和1992年2月先后两次组织有关专家对120阀的阶段性试验进行了技术评审，1993年6月通过了对120阀的部级鉴定。

为了推广这项科技成果，使机车车辆工程技术人员及工人熟悉掌握120阀的构造、作用原理和检修运用等方面的知识，我们编写了这本教材。

本书由上海铁道学院夏寅荪（第一至第五章；除第一章第七节及第二章第三节）、铁道部科学研究院吴培元、孙德环、陶强、吴学斌和眉山车辆厂江汉文（第一章第七节、第二章第三节及第六、七章）等同志编写，并经铁道部科学研究院

目 录

第一章 制动机概论	(1)
第一节 制动机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)
第三节 现代车辆制动机应具备的条件.....	(9)
第四节 我国铁路货车制动机概况	(11)
第五节 重载列车涉及制动的几个主要问题	(14)
第六节 国外重载货物列车空气制动机简析	(19)
第七节 120 型空气控制阀方案设计及参数选择	(20)
第二章 120 型空气制动机概述	(23)
第一节 120 型空气控制阀的研制过程及结构性能特点	(23)
第二节 120 型空气制动机的组成	(26)
第三节 120 型空气制动机的性能与试验数据	(30)
第四节 国内外主要型式货车制动机比较	(47)
第三章 120 型空气控制阀的构造	(48)
第一节 中间体	(49)
第二节 主 阀	(51)
第三节 缓解阀	(62)
第四节 紧急阀	(65)
第四章 120 型空气控制阀的作用原理	(68)
第一节 充气及缓解位	(68)
第二节 减速充气及缓解位	(71)
第三节 制动机的稳定性	(72)
第四节 常用制动位及其安定性	(72)
第五节 制动保压位	(75)
第六节 紧急制动位	(76)
第七节 缓解阀的作用原理	(78)
第五章 制动缸压力计算	(81)
第一节 制动缸压力计算公式	(81)
第二节 常用制动时列车管有效减压范围	(83)
第六章 120 型空气控制阀的检修、试验及故障分析	(86)
第一节 120 阀分解、检修及组装	(86)
第二节 120 阀在 705 型试验台上的性能试验及单车试验	(88)

第三节	120 阀在试验台上试验的故障判断及分析	(103)
第四节	制动系统故障分析与判断方法	(111)
第五节	120 阀在单车试验及列车试验中常见故障的判断与处理	(120)
第七章	120 型空气制动机的运用及操纵	(124)
第一节	120 型空气制动机的运用	(124)
第二节	120 型空气制动机的操纵	(129)
附录	(133)
附录 1	120 型空气控制阀配件明细表	(133)
附录 2	705 型试验台机能检查	(137)
附录 3	铁路客货车制动机单车试验方法 (TB1492)	(140)
附录 4	单车试验器机能检查 (补充件)	(143)

第一章 制动机概论

第一节 制动机的意义及其在铁路运输中的作用

人为地有控制地对运行着的列车施加阻力，以使列车减速或停车，叫“制动”，通常也称为“刹车”。上述阻力称为“制动力”。为了施行制动，在机车车辆上都装有一套制动装置。我国目前使用最广泛的是闸瓦摩擦式制动装置，它由制动机和基础制动装置两部分组成。制动装置中直接受司机操纵控制，并产生制动原力的部分，称为“制动机”；传递制动原力，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”。

我们知道，运行的列车具有动能，动能的大小等于列车的质量与列车的运行速度平方的乘积的一半。列车的运行速度越大，质量越大，则列车的动能就越大。而制动过程实质上就是能量转移的过程。例如，闸瓦式制动装置在施行制动时，铸铁或合成材料制成的闸瓦紧压在滚动着的车轮踏面上，使车轮与闸瓦间发生摩擦，将列车动能转变成热能，并转移入车轮与闸瓦，最终放散入大气。阻力对列车做负功，消耗列车动能。随着列车动能的转移和减小，列车减速。列车动能什么时候全部转移完毕，就什么时候停车。

在交通运输中，制动对确保行车安全的作用是众所周知的。在交通规则中规定，即使象自行车这种车速不高、重量也不大的交通工具，如果没有闸（即制动装置）或闸损坏了也是严禁骑行的。就牵引重量好几千吨，速度每小时几十公里、一百多公里（高速列车甚至要达到二、三百公里）的列车来说，制动具有何等重要的意义是可以想象的。

如果机车车辆上不装设制动装置，或虽有制动装置但不去使用它，当列车需要减速或停车时，只能靠周围介质（空气）和线路作用于列车的自然阻力（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（加速力）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，在每一辆机车、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，更无法立即停车。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、通信信号等方面的配合，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

* 每单位时间转移的列车动能，称为制动功率。

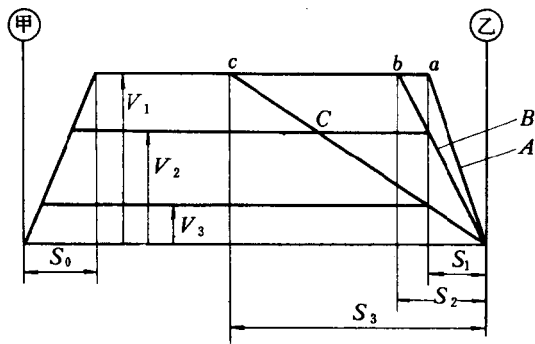


图 1-1 区间速度与制动距离的关系

制动的地点可在距乙站较近的 a 处，它的制动距离为 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，制动距离为 S_2 ，因而 B 列车减少了高速行驶的距离，于是，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，它的惰行距离为 S_3 。显然， C 列车的平均速度更低。

如果规定的制动距离不准超过 S_1 ，那末，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。

每个国家根据本国铁路运用管理的经验，对制动距离的要求均有所规定。我国《铁路技术管理规程》规定：“列车在限制下坡道上的紧急制动距离，规定为 800m。”这个距离要比启动加速距离短得多，所以，列车的制动功率要比驱动列车的牵引功率大得多。

铁路是国民经济的大动脉，铁路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，由于列车牵引重量和速度将不断提高，制动技术将在铁路发展中显得越来越重要了。在最近经铁道部批准的我国《铁路主要技术政策》中，规定到 2000 年，在列车重量方面，在繁忙干线上，旅客列车最大编组将达 20 辆，一般货物列车为 4000t，重载列车为 5000t 及其以上，运煤专线可开行 10000t 及其以上的单元重载列车。在行车速度方面，在繁忙干线上，旅客列车最高时速 140km，准高速线路 160km（紧急制动距离分别不超过 1100m 和 1400m）；一般货物列车最高时速 90km，轻快货物列车 120km；并计划发展最高时速 250km 及其以上的高速铁路。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增大，这将导致列车动能的较大增大，特别是列车速度的增高，是对制动技术最为严峻的挑战，因为列车动能是随列车速度的平方而增大的。

在一定的制动距离条件下，列车的制动功率是列车速度的三次方函数。在列车动能已确定的情况下，制动功率取决于列车制动时的平均减速度之值。而制动减速度又依赖于制动距离、轮轨粘着系数的大小和运行舒适性等因素。所以制动功率，特别是高速、重载列车在紧急制动时的制动功率，也是摆在制动工作者面前一项迫切需要很好解决的重要问题。

第二节 制动机的分类

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、地铁车辆制动机和高速列车制动机。

按制动机的动力来源及操纵方法可分为手制动机、电空制动机、真空制动机、空气制动机。

一、手制动机

用人力转动手轮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。现在我国的铁路车辆上，都装有手制动机，它只是在空气制动机发生故障以及在调车作业、坡道停留时使用。

二、电空制动机

电空制动机仍用压力空气作为动力来源，但它用电来操纵制动装置的制动、保压和缓解等作用。其最大优点是全列车能迅速发生制动或缓解作用，列车前后的动作一致性比较好，因而制动距离短，列车纵向冲动小，它适用于高速旅客列车。如用于长大货物列车上，优点更为显著，但由于增加电控部分，构造比较复杂，易引起故障，故应用在货车上还相当困难。

三、真空制动机

真空制动机用大气作为动力来源，用对空气抽空程度（真空度）的变化，来操纵制动机的制动和缓解。这种制动机，其压力最高只能达到一个大气压，所以制动力受到限制，性能没有空气制动机好。我国除一部分出口机车车辆安装这种制动机外，国内均不采用这种制动机。

四、空气制动机

用压力空气作为动力并用空气压力的变化来操纵的制动机，叫空气制动机。空气制动机是目前各国采用得最为广泛的制动机。我国机车车辆上全部装有空气制动机。

空气制动机可分为直通制动机和自动制动机两种，而自动制动机又可根据所采用的三通阀或分配阀的作用原理的不同，区分为具有二压力机构阀、三压力机构阀和二、三压力混合机构阀的制动机。

（一）直通制动机

直通制动机的特点是：制动时压力空气由总风缸经制动阀、列车管直接进入制动缸，所以称为“直通”制动机。其构造及作用示意图如图 1—2 及图 1—3 所示。

这种制动机的构造简单，用制动阀来调节制动缸压力，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都要机车上的总风缸供给，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，造成列车前后各车辆制动的不一致性。缓解时，整个列车所有制动缸中的压力空气均需经机车上的制动阀排气口排出，所以，各制动缸的开始排气时间与减压速度亦极不一致，即缓解的一致性很差。所以在制动和缓解时的纵向冲动较大。特别是，当列车中发生断钩或列车管破损等故障时，这种制动机不仅不能自动地发生制动作用而使列车迅速停车，反而会发生这样的情况，即：如果制动机在发生故障前已处于制动状态，会使列车管内压力空气全部排出而使制动失效。所以这种制动机很快为自动制动机所替代，而现在在铁路车辆中已被淘汰。但直通制动机的作用原理，在某些地下铁道车辆制动机中被采用。

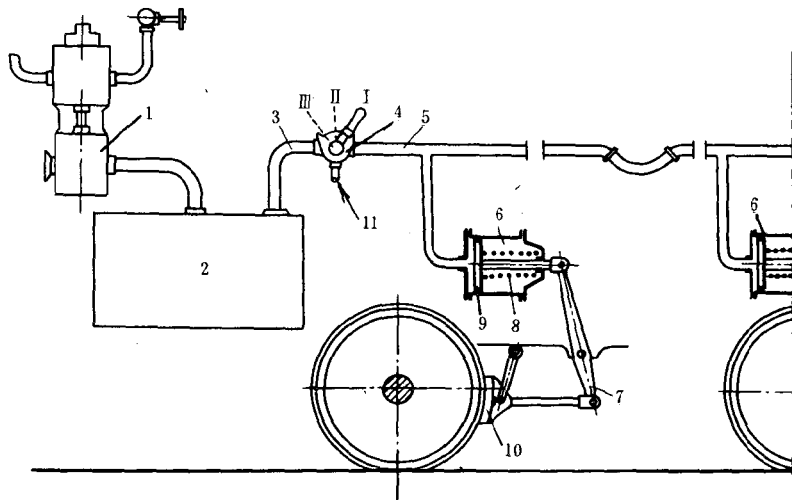


图 1-2 直通制动机原理图

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、中立位、制动位

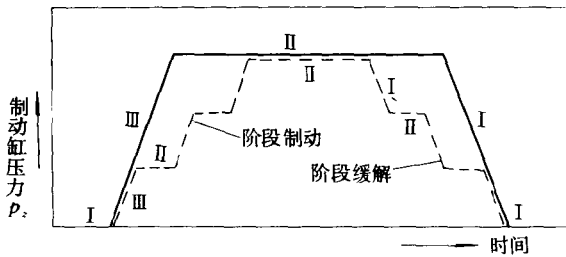


图 1-3 直通制动机制动阀手柄位置与制动缸压力关系图

I、II、III—制动阀手柄分别置于缓解位、中立位、制动位。

不像直通制动机那样，整个列车所有制动机的充气（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. 具有二压力机构阀的自动制动机

自动制动机（图 1-4a）与直通制动机在构造上不同的地方，是在机车和每辆车辆的列车管 5 与制动缸 6 之间增加了三通阀（分配阀）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。

制动阀 4 的手柄放在充气缓解位 I 时，压力空气由总风缸 2 经给气阀 9、制动阀 4、列车管 5 进入三通阀（分配阀）。由于三通阀（图 1-4b）内活塞 10 带动节制阀 11 及滑阀 12 一起移至内侧位置，充气沟 *i* 露出。列车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* 槽穴正好盖在滑阀座上的制动缸孔 *r* 与大气孔 13 上，这时，如制动缸内有压

（二）自动制动机

自动制动机的特点是：列车管减压时为制动，增压时为缓解。因而列车分离或拉动紧急制动阀（车长阀）时能自动制动停车，所以这种制动机称为“自动”制动机。

自动制动机制动时，各车辆制动缸内的压力空气就近取自本车辆的副风缸。缓解时，各车辆制动缸中的压力空气经本车三通阀（分配阀）的排气口排出。

力空气，则压力空气经 r 孔、 n 槽、 13 孔排入大气。所以当手柄放在充气缓解位 I 时，副风缸空气压力可一直充至与列车管空气压力相等。制动缸向大气排气，其最终压力为大气压（表压为零），制动机缓解

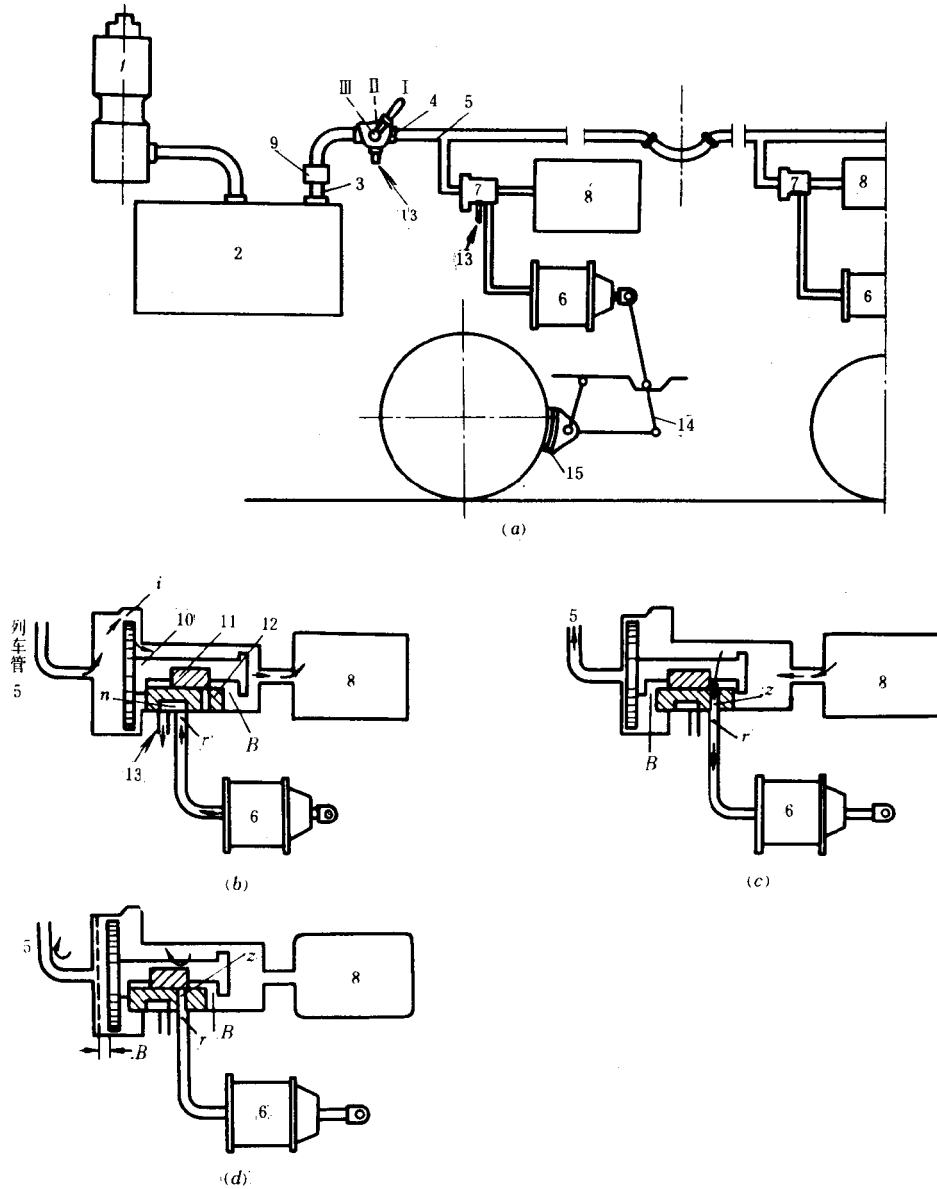


图 1—4 自动制动机及三通阀作用原理图

- a —自动制动机原理图； b 、 c 、 d —分别为三通阀的充气缓解位、制动位、中立位。
 1—空气压缩机；2—总风缸；3—总风缸管；4—制动阀；5—列车管；6—制动缸；
 7—三通阀（或分配阀）；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—三通阀（或制动阀、分配阀）排气口；14—基础制动装置；15—闸瓦。

给气阀 9 是一个限压阀，它的用途是通过它把总风缸压力空气调整至“规定的压力”（简称“定压”），再送入列车管。所以，当列车管压力达到定压时，它会自动停止对列车管充气，而当列车管压力因漏泄等原因低于定压时，给气阀会自动地向列车管补充压力空气。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。

列车管定压：客车为 600kPa；货车为 500kPa，在长大坡道上，货车定压允许为 600kPa。需要时，可调整给气阀的输出压力，以达到变更列车管定压值的目的。

需要制动时，司机将制动阀 4 的手柄扳至制动位 III，使列车管与大气相通。列车管 5 中的压力空气经制动阀 4 的排气口 13 排入大气，列车管减压。于是，三通阀（参看图 1—4c）内的活塞，在两侧压差（内侧副风缸压力比外侧列车管压力大）的作用下，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 ，之后，再带动滑阀 12 一起移动至外侧位置。此时，列车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；滑阀顶面上的 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。制动缸压力上升，副风缸压力下降。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 移至中立位 I，在这个位置时，制动阀既切断列车管与大气的通路，也仍切断总风缸压力空气经给气阀向列车管充气的通路，列车管停止继续减压。这时，因三通阀活塞仍处于图 1—4c 的位置（制动位），活塞内侧副风缸压力空气仍继续流入制动缸，副风缸压力继续下降，等到副风缸压力下降到稍低于活塞外侧列车管压力时，活塞带着节制阀向内回移至它的前肩碰到滑阀为止。仅移动一间隙距离 B 。这时，滑阀没有移动。节制阀在滑阀顶面上的相对内移，遮住了 z 孔，副风缸与制动缸的通路被切断，制动缸压力停止上升，制动机处于保压状态。所以只要列车管减压到某一值后不再减压，等到副风缸压力稍低于列车管压力时，三通阀会自动地到达中立位。

这时，如果列车管再减压（称为“追加减压”），三通阀活塞再次到达制动位，制动缸压力重新上升。所以，当制动阀手柄在制动位与中立位之间交替扳动时，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 ，制动缸压力便分阶段上升，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放到充气缓解位 I。由于列车管增压，三通阀的动作又如图 1—4b 所示。但制动阀手柄在充气缓解位与中立位间交替扳放时，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”）。由于制动后列车管只要稍稍增压（10~20kPa），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—5 示出了制动阀手柄在充气缓解位 I、中立位 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、制动中立位 2 和制动位 3，亦即列车管压力 p_l 、副风缸压力 p_f 、

制动缸压力 p_z 三者的压力变化关系*。

从上述可知,司机通过制动阀发出指令,这个指令就是列车管空气压力的变化,并由列车管压力空气本身来传递这个指令。三通阀的任务是接受指令要求来执行配气,使制动缸充气、保压或排气。空气指令波形可绘成如图 1-6 所示的形状。

2. 具有三压力机构的自动制动机

这种制动机也是列车管减压时制动,增压时缓解。所以也是自动制动机。但具有三压力机构的分配阀,也即分配阀中主控机构的动作由三种压

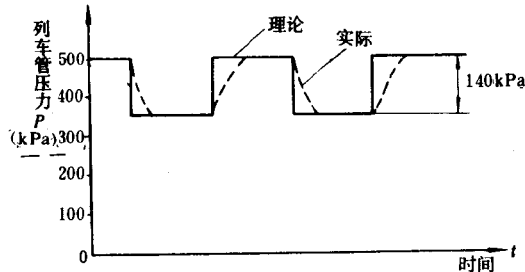


图 1-6 自动制动机空气指令波形图

(1) 充气缓解位

由列车管 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。

* p_l 、 p_f 和 p_z 的右下角注脚 l 、 f 和 z , 分别是列车管、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。

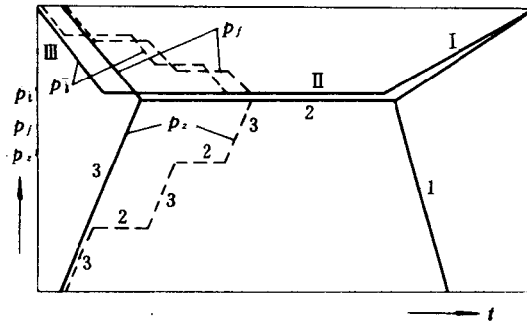


图 1-5 列车管、副风缸和制动缸三者的压力变化。

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、中立位、制动位;

1、2、3—三通阀作用位置,分别为充气缓解位、制动中立位、制动位;

p_l 、 p_f 、 p_z —分别为列车管、副风缸、制动缸的压力;

t —时间。

力 (压力的名称在后面叙述) 来操纵。它的作用原理图如图 1-7 所示。

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。操纵主控机构动作的,除了列车管压力以外,还有定压风缸和制动缸的压力,所以称为“三压力机构”。

制动机的充气缓解、制动、保压作用如下:

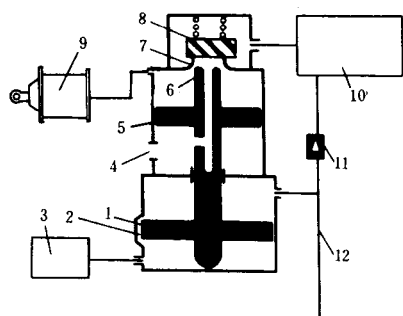


图 1-7 具有三压力机构阀的自动制动机原理图

- 1—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—列车管。

(3) 制动中立位

列车管 12 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 上侧的制动缸压力逐渐增大，当制动缸压力乘以小活塞 5 的面积所得向下之力，加上经过减压以后的列车管压力乘以大活塞 1 的面积所得向下之力，再加上作用在进排气阀 8 上方的弹簧力等，上述几个向下力的和稍稍大于定压风缸 3 的压力（它几乎没有减压）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 贴紧而处于关闭状态。副风缸压

力空气停止充入制动缸，制动缸 9 内的压力停止上升，分配阀处于中立位。

若再次操纵列车管减压及停止减压，能得到阶段制动。

当制动后向列车管充气时，由于作用在大活塞上侧的列车管压力增加，上述向下力大于向上力，不能维持分配阀处于中立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。

若列车管稍稍增压后又停止增压，则等到制动缸压力下降到某一值，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，分配阀处于缓解后的中立位置。

这样，交替地操纵列车管增压又停止增压，能得到阶段缓解。列车管增压一点，制动缸缓解一点。列车管必须增压到定压（与定压风缸压力相等），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压力减小，活塞组失去平衡而上移，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力时，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中立位置。因此，这种制动机具有“制动力不衰减性”。

制动缸漏泄可通过阀的结构自动地得到副风缸的补充。列车管漏泄，可通过给气阀和制动阀由总风缸给予补充。除此以外，副风缸压力如低于列车管时，可由列车管通过止回阀 11 来补充，这是这种制动机的特点。

三压力机构阀也具有一定的稳定性和灵敏度，并适用于不同的列车管定压。这些特征与二压力机构阀一样。此外，它具有阶段缓解作用，列车管压力一定要充到定压才能完全缓解，而不是一次缓解。

3. 具有二、三压力混合机构阀的自动制动机

具有二压力阀的制动机与具有三压力阀的制动机，各有其优缺点，为了取长补短，将这两种制动机结合在一起，即成为具有二、三压力混合机构阀的制动机。它的原理作用图如图 1-8 所示。

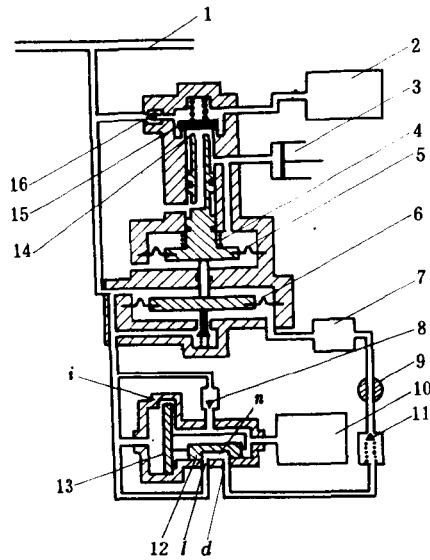


图 1—8 具有二、三压力混合机构阀的自动制动机原理图
 1—列车管；2—副风缸；3—制动缸；4—弹簧；
 5—小活塞；6—大活塞；7—定压风缸；8—充气止回阀；
 9—转换塞门；10—工作风缸；11—止回阀；12—滑阀；
 13—活塞；14—排气阀口；15—进排气阀；16—止回阀。

从图中可以看出，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 等仍与前面所述的具有三压力机构阀的制动机（参看图 1—7）一样，只是下部多了一个带有滑阀 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、制动位和制动中立位时，大小活塞组等零部件的动作与前述的相同。只是在列车管增压时，下部的活塞 13 连同滑阀 12 被推向内侧，列车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（通向列车管）和 *d* 孔，此时若塞门 9 开启，则定压风缸 7 经转换塞门 9、止回阀 11、*d* 孔、*n* 沟、*l* 孔而与列车管 1 相通。当转换塞门 9 关闭时，虽 *l* 孔与 *d* 孔相通，但定压风缸 7 并不与列车管 1 相通。当列车管减压时，活塞 13 连同滑阀向外侧移动，*l* 孔与 *d* 孔的通路被切断，这时不管转换塞门 9 是开启还是关闭，定压风缸 7 与列车管不通，所以在转换塞门 9 关闭时，以及转换塞门虽开启而列车管减压时（制动工况），整个活塞与滑阀系统形同虚设，不起作用，分配阀的工作如同三压力阀一样。

在需要一次缓解时，打开转换塞门，于是当列车管增压时，定压风缸与列车管相通，即大活塞上下两侧的压力始终一样，这样，大小活塞组在小活塞上侧的制动缸压力作用下向下移动，并且不会再向上回移，这就使制动缸迅速地一次完全缓解。

如关闭转换塞门，则成为三压力阀，具有阶段缓解等一系列三压力阀的特征。

普遍认为：旅客列车编组较短，为了能方便地调节制动力，以采用有阶段缓解的制动机为宜，而货物列车在长编组情况下适宜于采用一次缓解的制动机。因此，在二、三压力混合机构的分配阀中，上述转换塞门的两个转换位置称为“客车位”和“货车位”。实际上，它们分别表示“阶段缓解位”和“一次缓解位”。

第三节 现代车辆制动机应具备的条件

随着我国铁路运输事业的发展，客货列车牵引重量和运行速度均将日益提高。在客运繁忙干线上，最高时速将达 140km，而在特别繁忙的若干区间，还准备采用速度为 160km/h、甚至 250km/h 及其以上的客运列车。因此，现代车辆制动机应具备下列条件：

1. 列车在途中发生分离事故时，全列车能自动地起紧急制动作用，迅速停车。
2. 紧急制动作用除可由机车司机操纵外，必要时还可通过行车人员利用设在客车中的紧急制动阀来操纵。

3. 能产生足够强大的制动力,以便在紧急情况下施行制动时确保列车在规定的制动距离内安全停车。制动力的大小能按需要进行调节。“安全停车”是指制动过程中不发生车轮在钢轨上滑行擦伤以及其他有损于车辆机件的现象。

4. 制动和缓解作用灵敏度*高,制动波速和缓解波速**高,以便列车中不仅前部车辆而且尾部车辆都能迅速有效、且平均一致地发生制动或缓解作用,以减轻列车的纵向冲动。紧急制动波速提高后,也可缩短列车的制动距离。

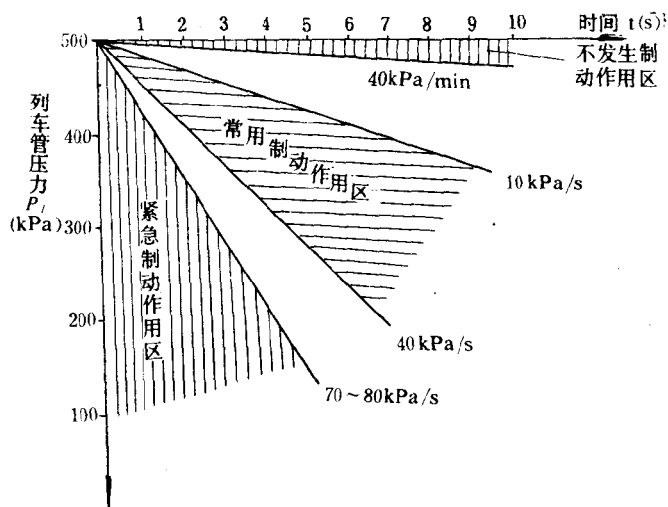


图 1—9 列车管减压曲线图

5. 新开发的车辆制动机应与原有的制动机混编使用,其动作协调一致。因此在制动机设计时,一般都遵守这样的不成文的规定(参看图 1—9):

当列车管压力空气的漏泄或减压速度小于每分钟 40kPa 时,制动机不应发生制动作用,即制动机的稳定性要求(对阀的稳定性要求以及制动机在单车试验时的漏泄限制还要严格得多);

当减压速度为每秒钟 10~40kPa 时,制动机应产生制动作用,即制动机的制动灵敏度要求;

当减压速度为每秒钟 70~

80kPa 时,制动机应产生紧急制动作用,即制动机的紧急制动灵敏度要求。

6. 具有根据车辆实际装载量对制动力进行调节的空重车调节装置,以提高制动能力,缩短制动距离。这一点对大吨位货车以及定员数较多的双层客车来说尤为重要。

7. 采用的三通阀或分配阀,能适应各种不同直径的制动缸。制动缸压力空气有漏泄时,可自动地获得补充。

8. 构造简单,作用可靠,坚固耐用,维护保养及检修方便,检修周期长。尽可能采用标准件、通用件,减少金属研磨件。

9. 应能适应环境温度 $\pm 50^{\circ}\text{C}$ 运用要求。货车制动机并应适应在 110°C 情况下,连续 3 小时在解冻库解冻的要求。

* 灵敏度即感度,是评价车辆制动机性能的主要指标之一。灵敏度分制动灵敏度和缓解灵敏度,而制动灵敏度又分紧急与常用两种。

单车的制动灵敏度,就是在列车管一定的减压速度下经过一定的时间或一定减压量,制动机必须发生制动作用。

** 制动作用或缓解作用沿列车长度方向由前向后逐次发生,习惯上分别叫“制动作用的传播”或“缓解作用的传播”,简称“制动波”或“缓解波”。制动作用或缓解作用沿列车长度方向的传播速度分别称为“制动波速”或“缓解波速”。其数值等于用机车自动制动阀手柄移到制动位或缓解位(运转位)的瞬时开始到列车最后一辆车的制动机发生制动作用或缓解作用为止所经过的时间去除列车管的全长。第二种算法是用列车中机车后第一辆车发生制动(或缓解)作用的瞬时开始到列车最后一辆车发生制动(或缓解)作用的瞬时为止所经过的时间去除列车管的全长,这种计算方法所得的波速值,因为不计入机车制动机部分传递指令快慢的影响,故可认为是车列的制动波速(或缓解波速)。

制动波速(或缓解波速)用来评价列车的制动(或缓解)灵敏度,制动波速也分紧急制动波速和常用制动波速,根据自动制动阀手柄放置紧急或常用制动位而异。

第四节 我国铁路货车制动机概况

解放前,我国客货车上装用的制动机,绝大部分是美国韦斯汀豪斯(Westinghouse,也译为“西屋”)系统的二压力机构直接作用方式的空气制动机。就货车来说,主要采用KC和KD型空气制动机。KC型制动机的制动缸与副风缸连成一体,而KD型则制动缸与副风缸分开地布置在车辆底架下。它们都使用K型三通阀。这种阀在国外是1905年设计、1911年采用的,结构形式落后,作用性能简单,采用金属研磨件。 K_1 阀只适用于载重30t以下的货车,制动缸直径为152mm(6英寸)和203mm(8英寸); K_2 阀也只适用于载重50t以下的货车,制动缸直径为254mm(10英寸)和305mm(12英寸)。在国外由于不适应列车速度和牵引重量日益提高的运输要求,所以早在1933~1956年间陆续被淘汰。

解放后,我国铁路机车车辆制动机工业得到很大发展,我们不仅能够制造解放前完全依赖进口的机、客、货车制动机。而且还建立了一支制动科研队伍,开展了机车车辆制动机研制工作。由于车辆制造工业的迅速发展,新造货车朝着60t甚至更高吨位发展,而K型制动机只适用于吨位不大的货车,并且没有空重车调整装置。按照我国的运行条件,不能满足载重50t以上的大型货车对制动力的要求。50、60t载重的货车使用K型制动机时,重车制动率仅20%左右。曾一度在部分60t的货车上,每辆车安装两套具有 K_2 型三通阀的K型制动机,空车时只使一套制动机起作用,重车时两套制动机同时起作用,这在制造和使用上都是不合理和不经济的。在这种情况下,也由于迫于形势,曾花了很大力量去试制与安装相当数量的前苏联MT-135型分配阀,并进口一些安装克诺尔型分配阀的车辆和捷克达哥型分配阀,进行了一系列的静止和运行试验。终因这些阀属于三压力机构阀,不能与我国当前车辆上安装使用的二压力机构阀相混编而告失败。

1958年,我国制动工作者对K型制动机进行改造,试制成功了GK型制动机,字母“G”就是汉字“改”的拼音的第一个字母。GK型制动机在当时基本上解决了大型货车的制动问题。一直到现在,在大型货车中,GK型制动机的比重仍占绝大多数。

GK型制动机除了具有与K型制动机相应的各个部件外,还设有一套带有降压气室(17L)的空重车调整装置。当车辆每轴平均载重量达到6t时,人工扳动空重车调整手把置于重车位,这时,制动缸与降压气室的通路被切断,制动时副风缸压力空气只进入制动缸,制动缸获得重车压强;当车辆每轴平均载重量不满6t时,空重车调整手把移放到空车位,连通制动缸与降压气室的通路,制动时副风缸压力空气既进入制动缸,也进入降压气室,亦即用增大制动缸容积的方法来降低制动缸压强,这样可以提高重车制动率。GK型三通阀与K型相比,阀内通路扩大,因而可与356mm(14英寸)制动缸配套使用,从而可获得较大的制动力。再是阀内增加一些零件,使紧急制动时制动缸压力分三阶段上升,因而制动性能改善,对于比较长大的货物列车来说,可以减轻列车紧急制动时的冲动。

K型货车制动机除了没有空重车调整装置因而重车制动率相当低这个缺点以外,它的作用灵敏度低,制动波速也低,常用制动波速只有81~85m/s,因而列车纵向冲动大。列车后部车辆常发生不制动或缓解不良的现象。GK阀虽有提高,但由于结构形式受原K阀的限制,先天不足,所以仍难以显著提高。同时,K阀和GK阀,都是依靠一个活塞带动滑阀移动不同的距离,也即是否压缩阀内递动弹簧以及压缩多少,来分别获得常用制动与紧急制动,所以紧