

405738

✓
87.17117
ZLQ

87.17117
ZLQ

近代铁道 制动技术



智廉清 吴培元 合编
林台平 孙福祥

中国铁道出版社

17117
ZLQ

近代铁道制动技术

智廉清 吴培元 合编
林台平 孙福祥

中国铁道出版社

1983年·北京

内 容 简 介

书中较详细地介绍了近年来国外研制并采用的铁道机车车辆制动技术,从中可了解国外制动技术水平,先进制动系统的工作原理、结构及性能。

本书可供机车车辆专业大专院校师生及从事制动机设计、制造、维修的工程技术人员和工人学习参考。

近代铁道制动技术

智廉清 吴培元 合编
林台平 孙福祥

中国铁道出版社出版

责任编辑 杨宾华

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本: 787×1092 1/16 印张: 20.5 字数: 448千

1983年4月第1版 1983年4月第1次印刷

印数: 0001—4,000册 定价 2.10元

前 言

有效的制动装置是铁道机车车辆的重要组成部分。

随着社会的发展,科学技术的进步,制动机由最原始的手制动机,直通空气制动机,发展到近代的性能完善的自动空气制动机,多种多样的电空制动机,以及优良的空重车调整装置、闸瓦间隙自动调整器等。基础制动装置由原来的木质闸瓦到铸铁闸瓦、合成闸瓦、粉末冶金闸瓦和盘形制动装置。为了满足高速运行的需要,又出现了崭新的电磁轨道制动、电磁涡流制动和轴液力制动装置。

伴随着铁道牵引动力的革命,制动技术也得到飞跃发展。再生制动、电阻制动和液力制动的问世虽历史不长,但这些制动方式的强大制动功率、极好的高速性能以及很高的经济性,使它们得到广泛的采用。

就制动技术来看,欧洲和美国具有不同的特点。欧洲长途货运主要靠海运,中短距离运输则由铁路承担,加上铁路密度大,所以列车编组短,轴重小,而运行速度却比较高。铁路运输成本低,安全可靠,运转灵活,只要提高运行速度就能与飞机和汽车竞争,因此欧洲的铁路运输是很活跃的。欧洲各国的制动距离都比較短,所以在提高制动机性能和发展新型制动机方面就比较突出。突出的例子是当发现真空制动机不能满足发展要求的时候,英国花了很大的力量将真空制动机改为自动空气制动机。

美国国土大,组织长大货物列车运输是它的显著特点,这种长大货物列车的运行速度并不高。因此,对于长大货物列车所用的制动机来说,美国是先进的。

我国幅员辽阔,有着纵深宽广的内陆腹地。目前我国的大宗货物运输和长途运输,主要依靠铁路承担。铁路担负的客货运输量约占全国总运量的70~80%。但铁路却不多,因此要求列车拉得多,跑得快。大家知道,我国规定的制动距离是比较短的,这就意味着在发展我国制动技术的前进道路上,制动工作者肩负着非常艰巨的任务。

为了更多地了解国外一些先进的制动技术,我们收集了国外机车制动机、客货车空气分配阀、高速制动装置以及一部分制动附属装置的资料,组编成这本书,供从事制动工作的同志及其他有关的同志参考。

在编写过程中,我们得到了上海铁道学院夏寅荪同志的帮助,他在发排前对原稿进行了详细审阅。同时,王守恒工程师也提出了许多宝贵意见,谨在此表示感谢。

由于我们的能力有限,书中难免有谬误之处,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

第一篇 绪论	1
第一章 车辆制动机的简史	1
第二章 机车制动机的概况	2
第三章 适用于高速的特殊制动系统概况	3
第四章 基础制动装置的进步	5
第二篇 机车制动机	8
第五章 简介	8
第六章 苏联卡赞切夫制动装置	10
第一节 卡赞切夫型制动阀	13
第二节 滑阀式单独制动阀	17
第三节 减压阀	18
第七章 西德克诺尔EE ₄ -3S制动装置	19
第一节 概述	19
第二节 风源系统	21
第三节 基本制动系统	23
第四节 Zbr型单独制动阀	26
第五节 DÜ22/1.05型单独制动中继阀	27
第六节 FU ₁₁₇ 型分配阀	28
第七节 Ar型速度压力调整装置	34
第八节 M ₄ 型防滑器	40
第九节 综合作用中须注意的问题和数据	41
第八章 美国26-L型制动装置的辅助装置	43
第一节 26-F型分配阀	43
第二节 重联装置	46
第三节 其他	48
第九章 捷克达哥BS ₂ 型制动阀和英国M ₄ 型制动阀	51
第一节 达哥BS ₂ 型制动阀	51
第二节 M ₄ 型制动阀	56
第十章 机车电空制动机	62
第一节 法国PBL ₂ 型机车制动系统	62
第二节 西德GE ₂ 型制动阀	68

第三篇 客货车空气分配阀 (控制阀)	73
第十一章 车辆制动机的两大体系	73
第一节 简介	73
第二节 北美AAR系统制动机的发展	74
第三节 西欧UIC系统制动机的发展	80
第十二章 美国韦斯汀豪斯制动机公司ABDW型空气控制阀	84
第一节 ABDW型货车空气制动机组成	85
第二节 ABDW型空气控制阀的构造及分部作用	88
第三节 ABDW型空气控制阀的作用	93
第四节 ABDW型空气控制阀的性能	109
第十三章 英国韦斯汀豪斯制动机公司Z1A型空气控制阀	112
第一节 简介	112
第二节 Z1A型空气控制阀的构造	112
第三节 Z1A型空气控制阀的作用	114
第十四章 法国韦斯汀豪斯制动机公司C3W型空气分配阀	125
第一节 概述	125
第二节 C3W型空气分配阀的基本组成特点	126
第三节 C3W型空气分配阀的构造	127
第四节 C3W型空气分配阀的作用	129
第十五章 德国克诺尔制动机公司KE型空气控制阀	137
第一节 简介	137
第二节 KE型空气控制阀的构造	138
第三节 KE型空气控制阀的综合作用	141
第十六章 日本KU型压力控制阀	148
第一节 KU型压力控制阀的特点及性能	149
第二节 KU型压力控制阀的构造	151
第三节 KU1型压力控制阀的作用	154
第十七章 苏联空气分配阀	157
第一节 270-005-1型货车空气分配阀	159
第二节 292-001型客车空气分配阀	176
第四篇 高速动车制动系统	186
第十八章 概述高速制动系统	186
第一节 高速动车制动系统的特点	186
第二节 高速动车制动系统的分类	189
第十九章 高速动车制动系统	191
第一节 日本东海道新干线电动车组制动系统	191
第二节 日本951型新干线试验电动车制动系统	196
第三节 英国韦斯特科德动车制动系统	202

第四节	英国EBC/5高速制动系统	208
第五节	法国TGV-001燃气轮及电动高速动车制动系统	212
第六节	美国Metroliners电动车组RT-5型制动系统	216
第七节	苏联ЭР-200型高速电动车组制动系统	219
第廿章	高速动车辅助制动装置	222
第一节	动力制动	222
第二节	电磁轨道制动	237
第三节	电磁涡流制动	245
第四节	防滑器	251
第五篇	闸瓦和盘形制动机	257
第廿一章	闸瓦	257
第一节	闸瓦的发展和分类	257
第二节	铸铁闸瓦	258
第三节	高磷闸瓦和耐磨铸铁闸瓦	259
第四节	合成闸瓦	261
第五节	粉末冶金闸瓦	270
第廿二章	盘形制动机	277
第一节	盘形制动机的特点	277
第二节	制动盘的材质及结构形式	278
第三节	关于闸片均匀磨损问题	281
第四节	苏联铁路盘形制动机	283
第五节	日本东海道新干线车辆盘形制动机	286
第六节	盘形制动机的计算	290
第六篇	空重车制动缸压力调整装置和闸瓦间隙自动调整器	297
第廿三章	空重车制动缸压力调整装置	297
第一节	苏联NO.265-002型空重车调整装置	297
第二节	日本U5A型空重车调整装置	299
第三节	西德空重车调整装置	301
第四节	美国SC-1型空重车调整装置	302
第廿四章	闸瓦间隙自动调整器	304
第一节	苏联547Б型单作用自动调整器	304
第二节	苏联536М型双作用自动调整器	308
第三节	德国克诺尔公司带有调整器的CK型和CL型制动缸	312
第四节	PK7S型闸瓦制动单元	315
第五节	PB型制动单元	317

第一篇 绪 论

在此,我们简略地介绍一下铁道机车车辆制动装置的发展历史。至于每个时期制动装置的使用情况以及它们的性能、参数和图表将在本书各篇中详细阐明。

第一章 车辆制动机的简史

自从1834年英国斯蒂文森在蒸汽机车上装设蒸汽制动机以来,历经了多种多样的机械式手制动阶段。1869年美国乔治·韦斯汀豪斯从空气钻岩机得到启发,研究出了铁道机车车辆用的空气制动机。这种空气制动机是直通的,由于北美的列车当时都使用简单的螺旋式车钩,容易发生列车分离,当列车分离时制动机失去了作用,不能自动停车,因此,1872年韦斯汀豪斯又发明了自动空气制动机。这种制动机在列车管与制动缸之间增设了一个副风缸和一个三通阀。三通阀主鞣鞣的动作由副风缸和列车管二种压力进行控制,这就是最早的二压力阀。使用自动空气制动机时,在列车分离时能自动发生制动作用。一直到现在,铁道机车车辆制动机仍以自动空气制动机为主。

韦斯汀豪斯于1875~1880年把自动空气制动机介绍到欧洲。在这以前,欧洲一直使用真空制动机。真空制动机的缺点是:不适用于高原地区,制动缸直径大,重量也大,不适用于长大列车。

1892年,在欧洲由亨姆弗莱研究出了由列车管、定压风缸和制动缸三种压力进行控制的分配阀结构,这就是最早的三压力分配阀。这种分配阀的制动缸压力与列车管减压量有一定的比例关系,并且具有阶段缓解性能。

第二次世界大战以后,用合成纤维作增强材料的耐油、耐寒橡胶膜板和O形密封圈得到广泛的采用。欧洲各国如瑞士、西德、捷、法、英等国相继地创造了新型三压力分配阀,在这些阀中采用了较多的橡胶元件。这些阀在制动机的性能方面或检修方面都是比较先进的。英国为了与欧洲大陆联运,将原来的真空制动机全部更换为装有P₄型三压力分配阀的制动机。英国韦斯汀豪斯空气制动机公司还为北美设计了Z1A型控制阀,它是二压力阀,全部采用加有尼龙的橡胶平膜板和跳跃阀结构。

苏联从1926年马特洛索夫发明M-320型空气分配阀以后,也一直不断地进行着制动机的改进工作。1953年在原阀基础上研究了M-135型分配阀。这种分配阀改善了制动缸的充气特性,能适合长大货物列车使用,并具有阶段缓解和一次缓解的性能,但由于构造太复杂,滑阀又多,因而很快停止了生产。1960年前后又研究出了M270-002型空气分配阀,它在性能上完全保留了M-135阀的好的特性,简化了结构(只有一个滑阀和一个金属胀圈)。从六十年代开始又对M270-002型分配阀作了多次改进,目前已发展到M270-005-1型空气分配阀,它完全取消了金属胀圈和滑阀,而且体积小,构造简单,能在-60℃的气温条件下使用。

世界各国由于地理条件和社会发展等情况的不同,而且铁路运输系统也不同,因而在发

展铁道车辆空气制动机过程中，也自然形成了下列四种主要的制动系统：真空制动机，具有二压力阀的制动机，具有三压力分配阀的制动机以及具有二、三压力分配阀的制动机。前三种制动机很难在列车中混编使用，特别是真空制动机与其它类型的制动机根本不能混编使用。

任何一个铁路制动机设计师都知道设计新型制动机的困难性：设计师不能自由地选择方案。他必须考虑与现有制动机混编使用。因此，在这样的特定条件下，限制了制动机的发展和统一。一直到现在，非洲和印度支那的大多数国家仍使用着真空制动机。欧洲由于国际联运的要求，基本上采用具有三压力分配阀的制动机。而北美和亚洲，例如我国、朝鲜和日本等国，基本上采用具有二压力阀的制动机。日本由于货物列车编挂辆数较少，最近也发展了三压力的KU型控制阀，它采用橡胶膜板和橡胶跳跃阀的全新结构。

美国根据货运的发展要求，在货物列车向长和重发展的进程中，货车制动机从1887年韦斯汀豪斯研究出H型三通阀起，中间经历了不断改进和完善的漫长路程。1905年研究出K型三通阀，1926年起花了八年时间研究出了AB型制动机，1950年又研究出了AC型制动机，1964年在AB型制动机的基础上并全部采纳了AC阀的优越性能而发展成ABD型制动机。后来又经过15年的研究，在ABD型的基础上加装一个常用制动加速阀，改善了150辆货车组成的长大列车的常用制动性能，缩短了常用制动距离。新的阀被称为ABDW型控制阀，它的检修期由AB型阀的3年延长为12年。从1977年1月起，在新造货车上全面装用。

旅客列车和货物列车在运行速度、编组辆数等方面都不相同，因此，客车和货车对制动机性能的要求应有所差异。

美国早期客货车的三通阀基本上是相同的，只是制动缸尺寸不同，当时大多数车辆都采用H型和P型三通阀。1908年韦斯汀豪斯创造了具有阶段缓解性能的L型客车三通阀。在欧洲铁路上，机、客、货车的分配阀基本上是通用的，只是在分配阀的结构上设有客运位和货运位转换塞门，以适应客、货运对制动和缓解性能的不同要求。另外，欧洲的分配阀一般没有紧急制动加速器。紧急制动时列车管的排气几乎全部由机车的自动制动阀来完成，因此，列车后部的减压速度比前部慢得多，但欧洲各国对分配阀的制动波速要求较高，分配阀有局部减压性能，制动波速必须符合250米/秒才能满足国际铁路联盟(UIC)允许参加国际联运的要求。

第二章 机车制动机的概况

随着车辆制动机的发展，机车制动机也不断地被完善。作为列车控制手段的机车制动装置也是十分重要的，机车制动装置随着列车长度、重量和速度的增加而不断地得到发展。机车制动装置只有当它与车辆制动装置协调一致地运用，才能获得最大的效果。

美国1906年开始使用ET-6型制动机，以后又经历了ET-8和RL-24等型，直到目前的26-L型机车制动机。蒸汽机车原来使用ET-6型制动机，但由于列车牵引辆数的不断增加，这种制动机在操纵长大列车时不能满足要求。因此从1934年起在蒸汽机车和电力机车上改用ET-8型制动机。ET-8型制动机的自动制动阀手柄有六个位置，即缓解、运转、初制动、保压、常用制动和非常制动位。设有初制动位以后，可使列车在制动之前有一个初减压过程，防止后部车辆三通阀内充气沟的逆流，从而提高了三通阀的作用可靠性。ET-8型制动系统

防尘装置比较好，有毛毡和金属密封圈（与胀圈相同），能防止尘土侵入制动机内。制动缸前腔与大气相通的前盖也有滤尘器装置。另外制动缸还设有自动润滑装置，加在油杯上的润滑油浸透毛毡圈，鞣鞣运动时毛毡圈即在制动缸工作表面留下一层油膜。E-8型分配阀用三室风缸代替E-6型分配阀的双室风缸，第三室的作用是保证列车制动时机车制动缸升压曲线与车辆制动缸升压曲线相吻合。这样，在制动开始阶段可使机车与车辆处于拉伸状态，从而防止车辆间产生巨大的纵向冲击力。ET-8型制动机还设有客运和货运位转换，以适应客运和货运的不同要求。

为了适应电力机车和内燃机车的双端操纵，又在ET-6型的基础上发展成了EL-14和RL-24型机车制动机。1938年出现的RL-24型制动机，它的特点是设计成组合式的。亦即制动机可根据运用条件，增添或取消某一部件。

美国目前新造机车都装有26-L型制动机，它已定为铁路标准型机车制动机。26-L型机车制动机采用自动保压方式，司机需要对列车管作某一数值的减压时，只要将手柄放在相应的位置就可以了，此时列车管自动减压到所需要的值而后便自动保压。在结构方面全部采用橡胶膜板和用凸轮控制的柱塞阀型式，为检修提供了有利条件，在性能上能满足150~200辆车辆组成的长大列车的操纵要求。26-L型机车制动机在保压工况能对列车管压力进行保持，因而有可能不采用循环制动的操纵方法，这对于运行在长大坡道上的货物列车来说是有很大的优越性。

欧洲的机车制动机类型繁多，每个制动机公司都采用自己的机车制动机。例如，西德采用克诺尔型机车制动机，瑞士采用奥立贡式机车制动机，捷克采用达哥型机车制动机等等。虽然制动机的型式不一，但它们的基本原理和性能都大同小异。它们与26-L型机车制动机一样，均采用自动保压方式。结构上也采用全橡胶膜板和跳跃阀的结构。

最近，法国和西德又发展了机车按钮制动，以适应列车自动控制的要求。

苏联从1927年卡赞切夫设计了一种能进行阶段制动和阶段缓解的机车制动机以后，蒸汽机车基本上全部使用卡赞切夫制动系统。近年来，在新造机车上装设具有№222型制动阀的机车制动装置，它仍采用金属胀圈和需要研磨的回转阀。

早期日本在蒸汽机车上基本上使用ET-6型机车制动机，在内燃和电力机车上采用EL-14型机车制动机，最近在新造的内燃机车上装了DL-15型制动机。

第三章 适用于高速的特殊制动系统概况

干线客车速度在120公里/小时以下时，一般空气制动机还可以满足使用要求。当速度超过120公里/小时时，就应考虑采用电空制动机了。早在1906年美国就出现了电空制动机，约在1934年就装设在太平洋铁路长途快车上，1935~1945年期间芝加哥铁路和西北铁路广泛地使用电空制动机，后来由于26型制动机的出现而中断。但司机还是很喜欢用它，因为操纵方便，列车停车平稳，缺点是故障较多。

事情的发展总是曲折的，今天由于电气技术的发展，也对电空制动机的发展带来了新的成就。目前美国在新造客车上使用了CS-1型和CS-2型电空制动机，它是一种双管自动式电空制动系统。

苏联铁路在主要干线客车上几乎全部装有电空制动机。苏联的电空制动机与美国的

同，苏联在客车上采用单风管双线直通式电空制动机。

日本客车早期大多数使用A型动作阀（也称三通阀），最近新造客车都安装KU型分配阀，仅在少数客车上装有电磁直通式的空气制动机。

近年来旅客运输为了与飞机竞争，列车速度不断地提高。从1964年日本东海道新干线列车运行速度达到210公里/小时以来，各国都先后对旅客列车提高速度问题进行了大量的研究。在提高列车速度的同时，解决制动问题已感到非常困难，因为列车高速运行时所积聚的动能，要在短时间通过制动方式转化为热能而放散掉，并不是一件容易的事。因此在发展高速列车时，除了采用电空制动外，对盘形制动装置、摩擦材料和相应的配套装置也给予高度重视。当然牵引车上的动力制动也是不可缺少的。图1—1是制动距离与列车的速度和减速度的关系。减速度的增大，首先是受到车轮与钢轨间的粘着系数的限制。因此，高速列车上一般还要装设电磁轨道制动机和防滑器等，以缩短制动距离。由于电磁轨道制动机与粘着系数无关，所以可以大大地缩短制动距离。图1—2是采用各种不同的制动机时，制动距离与速度的关系。

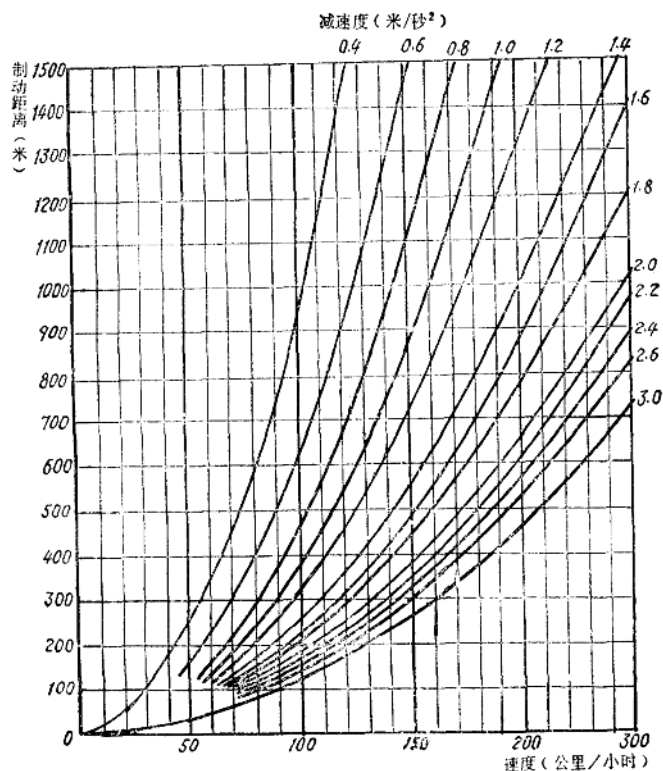


图1—1 制动距离与列车速度和减速度的关系

从最近法国的TGV高速列车采用的制动系统来看，它具有高速列车制动系统的代表性。其制动系统在动力转向架上采用电阻制动和踏面闸瓦制动，在非动力转向架上采用踏面闸瓦制动和盘形制动的组合，每根车轴上装有两套复盘式制动盘，能保证在制动初速260公里/小时时有0.6米/秒²的减速度。

对于TGV高速列车的动力制动，曾考虑过多种方式，例如电阻的、液力的、涡流的及气体动力制动等等，这些制动方式的制动力虽然比摩擦式来得强，但它们的作用要受到下列因素限制：牵引发动机的功率，电阻制动的电阻器的散热能力，由于涡流引起的转子或工作表面的发热量，涡流制动的线圈和钢轨的发热问题等。这些都牵涉到热负荷的散逸问题。在Z7001型动车上曾进行了涡流制动和闸瓦制动装置试验，它虽然能满足制动初速260公里/小时时减速度达到 1米/秒^2 的要求，但由于涡流引起的钢轨发热量相当大，以至必须经过20分钟后才能进行下一个制动作用，因此TGV列车没有采用涡流制动而采用电阻制动。

随着城市交通运输的发展，地铁动车和市郊通勤车也得到迅速发展。这些车辆由于站距短，停车频繁，有的还为了实现列车自动控制和与动力制动（电阻或再生制动）配合使用，而发展了数字式和模拟式电控制动机。例如日本的HRD型制动装置，不仅被采用在新建的地下铁道车辆上，而且还被采用在新造的铁路车辆上，实际已有1000多辆车装上这种制动机。在6000型的车辆上装的是模拟式电控制动机（TRT-9型），其效果也令人十分满意。

最近，由于斩波技术的发展，因而再生制动也得到了实用和发展。为了配合再生制动和列车自动控制的需要，数字式和模拟式制动系统显示出它的无比优越性。

无论是设计高速列车还是地铁动车，制动手段多重化也是很重要的。因为铁道车辆制动机一旦发生严重故障而不能使车辆停止时，有时甚至会使列车发生冲突和脱轨等重大事故，这是非常危险的。另外，地铁车辆如发生火灾将危及到旅客生命安全，在这种情况下，列车应使用备用制动系统，以达到列车安全制动技术手段。因此在上述的HRD型和TRT-9型制动装置中，都设有备用制动系统。

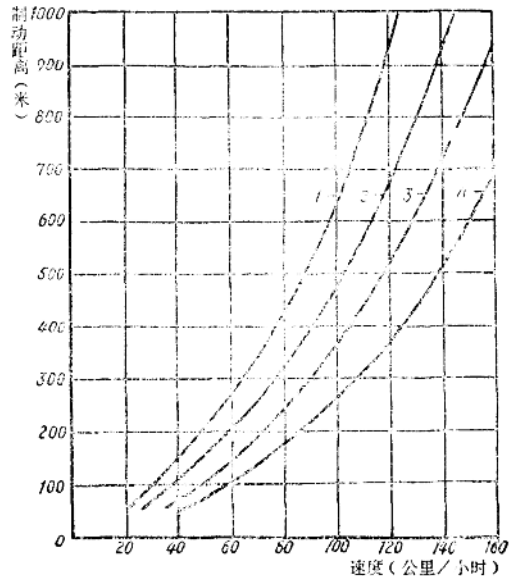


图1—2 不同的制动机的制动距离与速度的关系

1——15辆客车组成的列车，使用铸铁闸瓦，不采用速度压力调节器；2——采用速度调节器或合成闸瓦；3——采用盘形制动机和防滑器；4——采用盘形制动机加电磁轨道制动机。

第四章 基础制动装置的进步

铁道机车车辆除了制动机性能不断地得到改善以外，基础制动装置、摩擦材料、制动系统的结构和相应的配套装置也在不断地改进和发展。

美国在1913年提出一种空车和重车的制动方案，它使用两个制动缸，空车时切除一个制动缸；还有一种形式是只用一个制动缸，靠变动制动装置的杠杆比率来达到空重车制动力的调整，这种空重车调整装置在1930年被广泛地使用。另外，自动间隙调整器使用得也很普

遍，当闸瓦磨损时，它能通过调整制动缸鞣鞣行程来达到自动调节间隙的目的。

欧洲的空重车调整装置，大都采用调整制动缸压力的方法，即空车时将制动缸压力降低一些，重车时将制动缸压力升高一些。例如空车时，制动缸压力一般在 $1.9 \sim 2.0$ 公斤/厘米²，重车时在 3.6 公斤/厘米²。也有采用自动调节空车和重车的制动缸压力，即根据车辆载重能自动地调节制动力。

欧洲铁道车辆也采用速度压力调节器，高速时，由于铸铁闸瓦摩擦系数减小而能自动地增大闸瓦压力。一般是采用二级的，当速度大于 55 公里/小时时使制动缸压力提高，而当速度低于 55 公里/小时时，它能自动地将制动缸压力降低到正常使用压力。

在摩擦材料方面，最早曾使用过木质闸瓦，后来因为消耗量太大和摩擦系数不稳定而改用铸铁闸瓦。第二次世界大战期间，日本因铸铁不足，曾研究使用矿渣闸瓦和竹制胶合板闸瓦。与此同时，各国对铸铁闸瓦也不断地进行改良。从五十年代起，由于列车速度的提高，已经感到铸铁闸瓦不能满足高速列车的使用要求，而开始研究合成闸瓦。美国在1954年研究出了考布拉闸瓦。之后，日本、苏联和欧洲各国都对合成闸瓦进行了研究和试用。从六十年代起，各国普遍地在客车上采用合成闸瓦，目前有的国家已发展到用于货车上。由于合成闸瓦一直存在着对车轮的不良影响，因而没有被广泛地采用。

早期的基础制动装置大多数采用闸瓦制动方式。随着列车速度的提高，仅靠闸瓦制动机不能满足要求，因此出现了盘形制动机。盘形制动机最早采用在荷兰铁路上（1934年），美国贝特公司于1936年开始研究，于1939年正式在客车上使用。盘形制动机的优点是制动距离短、结构较轻和停车平稳。第二次世界大战以前，欧洲铁路曾在100多辆快速动车上装设盘形制动机，后来发现车轴的负荷很大，并发现轮箍的材质产生剥离和破坏，其原因可能是由于没有闸瓦对车轮的摩擦作用，使轮箍滚动面发生经常不断的疲劳。在一般情况下，盘形制动机的闸片温度不超过 $350 \sim 400^{\circ}\text{C}$ ，当温度高于 400°C 时，闸片材质会受到损坏。另外，采用盘形制动机时，车轮与钢轨间的粘着系数较低，并且惯性的滑行较多，这主要是因为车轮踏面没有闸瓦经常摩擦的结果。因此近年来，在许多装有盘形制动机的车辆上，同时采用闸瓦制动装置。

制动时的粘着问题也是十分重要的。车轮与钢轨间的粘着系数，一直到现在也未完全弄清楚它的复杂性，1934年米次克夫的试验结果指出，粘着系数涉及的范围很广。在米次克夫的试验之后，各国也都做了这方面的试验。粘着系数不但与速度、载重、线路状态和车辆结构有关，而且也与闸瓦材质等有关。虽然采用防滑器可以将车辆的制动力设计得略高一些，但遇有粘着系数较低的情况车辆就会发生滑行，这样不但不能缩短制动距离，反而会使制动距离延长。最有效的办法是设法提高粘着系数。最近日本铁路研究的增粘研磨块，可以提高粘着系数。图1—3是日本铁路采用了试验的增粘研磨块所得到的制动距离曲线。在没有增加粘着的情况下（图中虚线所示），制动缸压力为 3.4 公斤/厘米²；而使用增粘研磨块时（图中实线所示），制动缸压力可提高到 5.2 公斤/厘米²。显然从制动距离来看可以缩短得很多。

另外，使用等离子、电火花和采用电磁办法提高粘着系数也都在研究中。

铁道车辆制动技术的发展与其它部门的应用技术发展是分不开的，例如与电子工业、化学工业和机械制造业都有密切的关系，现在航空和公路车辆制动技术方面的许多发展，可能成为铁路制动设备发展的前景。

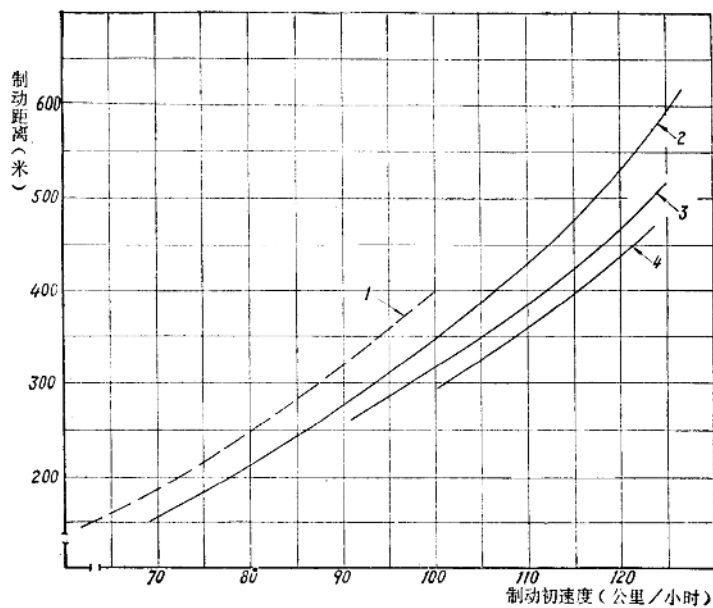


图 1—3 使用及未使用增粘研磨块时，制动距离与制动初速度的关系
 1 —— 无增粘，制动缸空气压力 3.4 公斤/厘米²； 2 —— 有增粘，制动缸空气压力 4.5 公斤/厘米²； 3 —— 有增粘，制动缸空气压力 4.9 公斤/厘米²； 4 —— 有增粘，制动缸空气压力 5.2 公斤/厘米²。

第二篇 机车制动机

第五章 简介

机车制动机是列车制动中的一个重要组成部分。机车制动机的性能完善与否，直接影响整个列车的制动性能，所以每当车辆制动机随着铁路运输的要求向前发展的时候，总是要求机车制动机也进行改革，以便充分发挥先进的车辆制动机的性能。

众所周知，美国在1906年出现了K型货车制动机，满足了80辆货车编组时对制动机的要求，与此同时，也伴随出现了ET-6型机车制动机。在ET-6型制动机中，采用了均衡式作用原理，对一个固定容量的风缸施行减压来控制整个列车的列车管减压，从而使较长大的列车减压非常容易被司机所控制，克服了直接式制动阀操纵列车时减压缓慢、不易控制的缺点。在列车朝长大发展之后，例如100辆至150辆编组的列车，美国又研究出了AB型货车制动机，接着机车制动机方面就出现了ET-8型机车制动装置，从而改善了长大列车制动时的纵向冲动问题。相反地，机车制动机性能的改善，也直接影响着车辆制动机性能的改善。如欧洲普遍采用具有阶段缓解作用的三压力分配阀，这些制动机近年来虽在结构上和性能上不断革新和完善，但其基本作用原理仍然没有变动。它所固有的缓解异常缓慢的缺点不可能从分配阀本身去加以克服。随着列车长度的增加，这个缺点就更加突出和严重，如解决不好，就会影响到三压力分配阀能否存在的问题。在这样的情况下，欧洲一些国家对机车制动机的充气性能进行了广泛的研究。如在克诺尔制动系统中D₂型制动阀采用了高压过充的性能，EE₄-3S型则又采用了高压转低压过充自动消除的充气手段；捷克的达哥BS₂型也设有低压过充自动消除的性能；又如瑞士的FV₄型制动机具有高压过充后自动转低压过充且自动消除的性能等等。由于机车制动机充气性能的改善和增设新的充气机构，从而改善了列车的缓解性能。有些文章曾这样说，由于采用了过充性能的机车制动阀，因而使80辆编组的货物列车的全列车缓解时间接近于单车缓解时间。国际铁路联盟第540篇的规定中也规定了全列车的缓解时间，如在150轴列车中，3/4的车辆装有制动机，其全列车的缓解时间不能超过70秒；在60轴的旅客列车中，其全列车的缓解时间不能超过25秒。从这些实例中不难看出，机车制动机在列车制动中占有不可忽视的重要地位。

自从均衡式原理——把全列车的列车管减压集中表现为一个固定容量风缸的减压——发明以后，给机车制动机的发展奠定了基础。直到现在，机车制动机虽有很多类型，但都没有脱离这个基本原理。但在发展的过程中，从1930年前后起，逐渐派生出了两个制动系统（仅就机车制动机而言），这就是人们常说的非自动保压式和自动保压式两大类。

所谓自动保压式，就是当制动阀手把置于除了切除位和紧急制动位之外的其他作用位置时，列车管的漏泄都能得到充分的补偿，所以又称为自动补气式制动装置。所谓非自动保压式或非自动补气式制动装置，就是当制动阀手把离开充气位和运转位之后就失去了向列车管再补气的可能性。

这两类制动机，就作用性能而言，自动保压式优于非自动保压式。这是因为这种制动装

置可使全列车得到均匀的制动缸压力，从而可以减少列车制动时的纵向冲动；其次它可以减少缓解时的用风量，从而可以加快尾部车辆制动机的缓解，改善轻微制动后尾部车辆制动机不易缓解的状况*。

这两类制动阀在施行制动和保压的操作上也是有所不同的，自动保压式制动阀有一个制动区，手把置于制动区的某一位置，均衡风缸和列车管就产生一个与此位置相对应的减压量，并永久地维持这一减压量，不需将制动阀手把移至保压位（没有此位置）即可保压。列车管减压量的大小取决于制动阀手把离开充气位（或运转位）的远近。非自动保压式制动阀施行制动和保压的操作程序则与 ET-6 型或 EL-14 型制动机相同。列车管减压量的大小随制动阀手把在制动位停留的时间长短而异，在保压位时列车管的自然漏泄得不到补偿。

属于非自动补气式制动阀的有：美国的 ET-6、EL-14、ET-8、24-RL 等型，克诺尔系统的 8 号阀，苏联的 222 制动阀等。属于自动保压式制动阀的有：克诺尔 C、克诺尔 D、EE、-3S，捷克的达哥 BS₂，英国的 M₄，瑞士的 FV₃ 和 FV₄ 等。从上述制动阀中可以清楚地看出，欧洲都用自动保压式制动阀，而在我国、美国、日本则都采用非自动保压式制动阀。或者说，车辆上采用具有阶段缓解作用的分配阀的，那末机车上用自动保压式制动阀；车辆上采用具有直接缓解作用的分配阀的，那末机车上则多半采用非自动保压式制动阀，但也有采用自动保压式的。大家知道，美国于 1956 年在机车上开始装用 26-L 制动装置，它的 26-C 制动阀是一种自动保压式结构。因此可以这样认为，目前几种较先进的制动阀，它们无论在特性方面或是结构方面都是比较接近的。

1945 年之后，机车制动机有了很大的发展，陆续出现了很多新型的机车制动机。这些制动机在性能上适合于高速及长大列车的要求。尤其是六十年代之后，电空制动技术在机车上广为应用。如法国在所有的新的机车上都装用了 PBL₂ 按钮制动装置，在西德也开始采用 GE₂ 按钮制动系统。电空制动技术的采用不仅简化了制动阀和单独制动阀，而且为列车电空控制、空气制动与动力制动的混合使用、机车自动停车及自动控制等打下了基础。目前在机车上采用电空制动技术的还为数不多，但机车电空制动技术的优越性将会随着铁路技术的发展为更多的国家所认识并加以采用。

我国机车上所采用的 ET-6 和 EL-14 型制动机，是很老的产品了，它在性能上有如下缺点：

1. 在常用全制动以下的列车管的各种减压量时，机车制动缸的压力与车辆制动缸的压力不一致，机车制动缸的压力较高，尤其是小减压量的情况下其差值更大（图 2—1），这样就会增大列车的纵向冲动。
2. 在常用制动减压过程中，由于没有温度补偿机构，又加上均衡部灵敏度不高，所以在操纵长大列车时在列车前部容易发生自然缓解。
3. 对列车的供气能力较差。
4. 自动制动阀手把在扳动时较重，有不少司机反映有时用双手去扳还不易扳动。
5. 紧急位的排气速率较低。ET-6 型制动机原规定是：当自动制动阀手把置于紧急位时，列车管由 5 公斤/厘米²降至 0.35 公斤/厘米²的时间应不超过 3 秒。但目前生产的 H-6 型制动阀往往达不到这个规定，所以在施行紧急制动时列车中车辆制动机往往不发生或不全部发生紧急制动作用，这是紧急制动时造成列车剧烈纵向冲动的原因之一。

* 关于这个问题的详细介绍，可参阅《铁道车辆》杂志 1978 年第 10 期“略论机车制动机的一个重要性能——自动补气性能。”

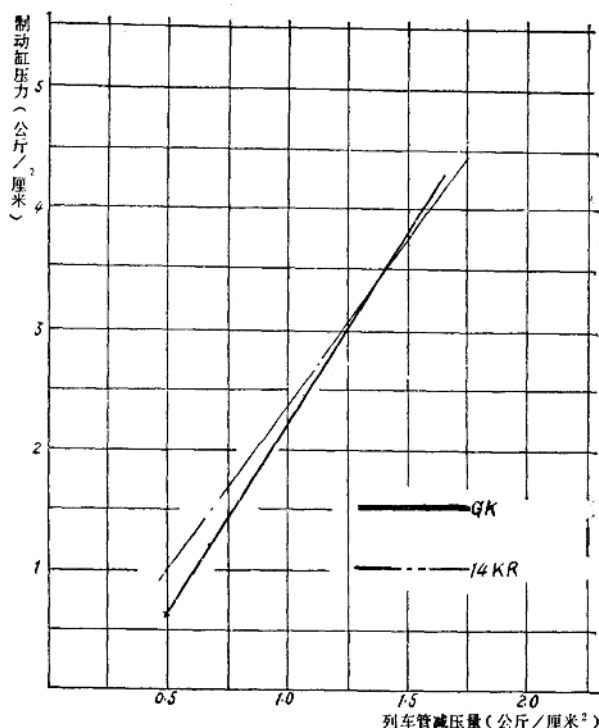


图 2-1 制动缸压力与列车管减压量关系曲线 (列车管定压 6 公斤/厘米²)

总之, 对操纵长大列车来说, 采用 ET-6 或 EL-14 型制动装置是不适宜的, 需要对它们进行改革。

后面将介绍几种机车制动装置。因为在机车制动装置中, 最核心的部分是控制部分 (亦称控制方式), 所以世界各国都把研究机车制动机的着重点放在研究控制部分上, 因而后面除了对 EE₄-3S 型制动系统作一整体的概括介绍以及对 26-L 的辅助装置进行介绍外, 对其他型式的机车制动装置不作全面的也即全车性的介绍。至于机车分配阀, 在很多情况下与车辆分配阀通用 (欧洲基本上如此) 或类同, 所以不单独进行介绍。

就机车制动机的任务来说, 可以概括地分为两大用途: 一是对列车制动系统进行灵活的操纵; 二是向整个制动系统供给质量良好的压力空气。本篇所介绍的一些阀类只能对机车制动机的第一个任务提供一些研究参考之用, 而后的一个问题有待进一步研究之后另作介绍。

第六章 苏联卡赞切夫制动装置

卡赞切夫制动装置是采用自动保压式作用原理较早的一种, 也是较为原始和简单的一种。为了对自动保压式制动装置的演变有个系统的了解, 因此首先对这个装置作一概要的介绍。