

现代道路交通安全技术丛书

汽车辅助制动装置

何仁 编著

3.5



化学工业出版社

安全科学与工程出版中心



现代道路交通安全技术丛书

道路交通安全工程

汽车安全工程

汽车辅助制动装置

汽车安全检测技术

交通事故自救互救

道路交通标志

ISBN 7-5025-6831-X



9 787502 568313 >

销售分类建议：安全
交通

ISBN 7-5025-6831-X/X · 616

定价：19.00元

U463.5
5

现代道路交通安全技术丛书

汽车辅助制动装置

何 仁 编著



化学工业出版社
安全科学与工程出版中心

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车辅助制动装置/何仁编著. —北京: 化学工业出版社, 2005. 4

(现代道路交通安全技术丛书)

ISBN 7-5025-6831-X

I. 汽… II. 何… III. 汽车-制动装置
IV. U463.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 023402 号

现代道路交通安全技术丛书

汽车辅助制动装置

何仁 编著

责任编辑: 杜进祥

文字编辑: 宋薇

责任校对: 周梦华

封面设计: 郑小红

*

化学工业出版社 出版发行
安全科学与工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京市红光印刷厂印装

开本 850mm×1168mm 1/32 印张 7 $\frac{3}{4}$ 字数 262 千字

2005 年 5 月第 1 版 2005 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6831-X/X·616

定 价: 19.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

出版者的话

道路交通安全是一个世界性的社会问题，并受到广泛的关注。据统计，20世纪以来，因交通事故死亡的人数已达到2235万人，这个数字比第一次世界大战中死亡的人数还多。交通事故已成为全世界非正常伤亡的重要因素。2004年世界卫生日的主题是“道路安全”，提出的口号是“道路安全，防患未然”。我国作为一个发展中国家，国民经济快速发展，交通运输繁忙，截止至2003年，机动车保有量96499597辆，汽车保有量24211615辆，驾驶员102781396人，汽车驾驶员54206819人，公路总里程已达180.9828万公里，其中高速公路里程已超过2.9745万公里，位居世界第二位。目前，交通事故多发已成为严重影响我国社会发展和人民生活的重要因素，并引起了各级政府及社会民众的极大关注。道路交通事故约占我国交通事故死亡人数的90%，占全国事故死亡人数的80%。因此，道路交通安全是我国安全生产管理的重中之重。

2004年5月1日，《中华人民共和国道路交通安全法》开始施行。为了普及推广道路交通安全新技术、新方法，我社组织编写了《现代道路交通安全技术丛书》。包括：《道路交通安全工程》，《汽车安全工程》，《汽车辅助制动装置》，《汽车安全检测技术》，《交通事故自救互救》，《道路交通标志》等。

希望这套丛书的出版有利于改善全国道路交通安全形势，使交通出行更加方便、迅捷、安全、舒适。

化学工业出版社

2005年1月

前 言

制动系统是汽车的一个重要的组成部分，它对于提高汽车行驶安全和运输效率、降低驾驶员的劳动强度都有十分重要的影响。为了减少汽车主制动系统的负荷、提高汽车制动效能和稳定性，一些汽车采用了辅助制动装置，近年来又出现了新型的辅助制动装置，而且很多都采用了电子控制技术，使得辅助制动装置的结构与性能都发生了很大变化，因此，了解汽车辅助制动装置的结构和类型，掌握辅助制动装置的设计方法，掌握辅助制动装置的使用和维护方法，对于提高汽车的开发能力和使用水平有着重要意义。

作者近年来从事汽车辅助制动装置的研究与开发工作，取得了一些成果。考虑到目前国内尚无有关汽车辅助制动装置结构原理与设计、使用方面的书籍出版发行，本书以几种典型的汽车辅助制动装置为例，介绍了典型的汽车辅助制动装置结构、工作原理，阐述了汽车辅助制动装置的设计要点，介绍了典型的汽车辅助制动装置的使用和维护方法，供汽车设计和使用的工程技术人员及相关专业师生参考。

本书编写过程中，得到了何建清、衣丰艳、盛金东和刘成晔等同学的帮助，在此顺致谢意。本书主要内容取材于作者课题组的研究工作，另外也参考、引用了一些公开发表的论文内容，在此向这些作者致谢。由于作者水平有限，书中不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

何 仁

2005 年 2 月

内 容 提 要

本书是《现代道路交通安全技术丛书》之一。

目前国内尚无有关汽车辅助制动装置结构原理与设计、使用方面的书籍出版发行。本书以几种典型的汽车辅助制动装置（发动机排气辅助制动装置、发动机缓速器、电涡流缓速器和永磁铁式缓速器、液力缓速器、牵引电动机缓速器和空气动力缓速器）为例，介绍了典型的汽车辅助制动装置结构、工作原理，阐述了汽车辅助制动装置的设计要点，介绍了典型的汽车辅助制动装置的使用和维护方法，另外还介绍了汽车辅助制动装置的试验方法。

本书内容实用，叙述深入浅出、通俗易懂，既可供从事汽车辅助制动装置设计和使用的技术人员使用参考，又可作为汽车专业师生的教学参考书。

目 录

第一章 概述	1
第一节 汽车上采用辅助制动装置的必要性	2
第二节 汽车辅助制动装置的作用与工作原理	4
第三节 汽车辅助制动装置的分类以及发展趋势	6
第二章 发动机排气辅助制动装置	19
第一节 排气辅助制动装置的结构形式	20
一、排气制动装置执行机构蝶形阀总成	21
二、排气制动缸	22
三、排气制动开关	23
四、电磁阀	23
五、离合器联动开关	24
六、加速踏板（油门）联动开关	24
七、停油缸	25
第二节 排气辅助制动装置的工作原理及工作过程	25
一、排气辅助制动装置的工作原理	25
二、排气辅助制动装置的工作过程	28
三、排气制动与发动机制动特性对比	29
第三节 排气辅助制动装置的设计要点	31
一、排气制动过渡过程	31
二、排气制动稳态过程	32
三、发动机排气辅助制动特性	34
四、从排气辅助制动装置的制动工作特性制定其设计要点	36
五、电磁阀	37
第四节 排气辅助制动装置的使用方法和维护	38
一、排气辅助制动装置的使用方法	38
二、排气辅助制动装置的安全操作注意事项	40

三、排气辅助制动装置的日常维护	41
四、排气辅助制动装置的常见故障及排除	42
第三章 发动机缓速器	44
第一节 发动机缓速器的结构	45
第二节 发动机缓速器的工作原理	48
第三节 发动机缓速器的设计要点	53
第四节 发动机缓速器的控制	56
第五节 发动机缓速器的使用方法和维护	58
第四章 电涡流缓速器	64
第一节 电涡流缓速器的结构	66
第二节 电涡流缓速器的工作原理	72
一、电涡流缓速器的工作原理	72
二、电涡流缓速器的安装方式	75
三、电涡流缓速器的使用效果	78
第三节 电涡流缓速器的设计要点	79
一、电涡流缓速器的选型	80
二、制动功率和制动力矩的理论推导	81
三、电涡流缓速器的设计计算	88
四、设计实例	97
第四节 电涡流缓速器的控制	99
一、缓速器的控制方式	100
二、缓速器的控制装置	102
第五节 电涡流缓速器的使用与维护	104
一、电涡流缓速器使用方法	104
二、缓速器的安装方法	107
三、缓速器的维护与检查	111
四、缓速器的常见故障诊断与排除	114
第五章 永久磁铁式电涡流缓速器	116
第一节 永久磁铁式缓速器的结构	117
一、磁铁轴向滑动式	117
二、磁铁保持架周向转动式	118
三、磁铁周向转动式	119

第二节	永久磁铁式缓速器的工作原理	122
第三节	永久磁铁式缓速器的设计要点	123
一、	永久磁铁式缓速器的制动力基本计算公式	123
二、	永久磁铁式缓速器的基本结构	125
三、	永久磁铁式缓速器转子鼓的结构和材料	126
四、	定子结构及材料	128
第四节	永久磁铁式缓速器的控制	129
一、	永久磁铁式缓速器的操纵控制方式	130
二、	永久磁铁式缓速器控制执行机构	131
第五节	永久磁铁式缓速器的使用与维护	132
一、	永久磁铁式缓速器的安装与调试	132
二、	永久磁铁缓速器的使用方法	137
三、	永久磁铁缓速器的维护与检查	138
四、	永久磁铁缓速器的常见故障诊断与排除	140
五、	永久磁铁缓速器专用工具和测量器具	141
第六章	液力缓速器	143
第一节	液力缓速器结构	144
一、	单一减速制动型液力缓速器	150
二、	牵引-制动复合型液力缓速器	152
第二节	液力缓速器工作原理	155
第三节	液力缓速器的设计要点	160
一、	液力缓速器结构参数选择	160
二、	液力缓速器内特性计算的数学模型	163
三、	液力缓速器与整车性能的参数匹配	165
四、	液力缓速器液压系统设计	165
第四节	液力缓速器的控制	166
第五节	液力缓速器的使用方法和维护	171
一、	液力缓速器使用中注意事项	171
二、	液力缓速器的安装	172
三、	液力缓速器的操作	173
第七章	牵引电动机缓速器和空气动力缓速器	177
第一节	牵引电动机缓速器结构与工作原理	179

第二节	牵引电动机缓速器的使用方法和维护	181
一、	原因分析	182
二、	预防措施	183
第三节	空气动力缓速器工作原理	184
一、	空气动力制动的原理	184
二、	空气动力制动装置简介	185
第八章	汽车辅助制动装置试验	190
第一节	国外汽车辅助制动装置试验方法介绍	190
一、	室外下坡道路试验	191
二、	拖拉试验	192
三、	底盘测功机试验	192
第二节	汽车辅助制动装置台架试验方法	193
一、	液力缓速器的台架试验	193
二、	电涡流缓速器台架试验方法	197
第三节	电涡流缓速器性能试验台设计	200
一、	试验台的工作原理和主要特点	200
二、	试验台的结构设计	201
三、	试验台的检测控制系统	207
四、	电涡流缓速器试验台实例介绍	213
第四节	汽车辅助制动装置道路试验方法	214
一、	发动机制动、排气制动装置的平路试验	214
二、	电涡流缓速器的道路试验	217
第五节	汽车辅助制动装置底盘测功机试验方法	222
一、	底盘测功机上模拟电涡流缓速器平路制动	224
二、	底盘测功机上模拟电涡流缓速器恒速下坡试验	226
三、	底盘测功机上测量电涡流缓速器速度-功率试验	226
四、	底盘测功机上电涡流缓速器拖磨试验	228
主要参考文献	231

为保证汽车的安全行驶，车辆上必须装备行车制动器。一般情况下，将摩擦制动作为车辆的主制动方式。摩擦制动是依靠于车轮上的制动蹄块对车轮的摩擦力矩来实现制动的。它是应用最广泛的一种制动方式，在许多车辆、机床和其他设备上都有应用。摩擦制动的工作原理非常简单，制动时，使车轮的制动蹄块张开，压迫并摩擦车轮上的轮毂，从而起到使车辆减速或制动的目的。这种制动方式结构比较简单，制动时比较灵敏，但使用一段时间后，其可靠性降低较大，尤其不适合车辆在特殊路况下和下长坡道路时的长时间行驶。因为此时制动摩擦产生的能量很大，又不能得到及时有效的散发，在这种情况下，产生的大量热量将使车轮的制动蹄块和制动轮毂温度升高、甚至烧毁，从而导致制动蹄块摩擦因数降低或使制动失效。这对行驶中的车辆是十分有害和危险的，并可能酿成重大事故。

由于汽车技术的迅速发展和道路条件的不断改善，汽车的行驶速度普遍提高；同时一些商用汽车的大型化发展，其最大总质量也有不同程度的增加，从而增加了车辆行驶的惯性。另一方面，随着汽车保有量的急剧增加，道路行车密度日益增大，导致交通事故不断发生，已引起了公众对道路交通安全的密切关注。这些因素对汽车制动装置提出了更加苛刻的要求。

高速、超载、频繁制动、制动过热、制动效能降低同样在威胁

着道路运输重型商用汽车的行车安全。尤其严重的是超载，许多驾驶员采用了向制动器喷水或在高速公路停车场的专用制动冷却水中冷却制动器，从而达到提高制动器效能的目的。当前，由于制动失灵引起的交通事故越来越频繁，传统制动方式的局限性也越来越明显。

对整车质量较大的商用汽车而言，虽然制动防抱系统 ABS、电子制动系统 EBS 等先进技术的采用大大提高了制动系统的可靠性，但制动器的温度过高和制动片的磨损仍然是困扰汽车制动系统的两大问题，前者严重影响了汽车制动效能同时加速了制动器磨损，后者带来了使用成本的增加。因此，在大型商用车上采用辅助制动系统已是不可缺少、并成为一种技术发展趋势。

第一节 汽车上采用辅助制动装置的必要性

从 20 世纪 90 年代开始，中国进入了公路建设快速发展的时期，尤其是 1998 年中国实施积极的财政政策以来，中国公路建设投资数量之大、开工项目之多举世瞩目。从 1990~2003 年的 14 年间，中国公路建设累计投资近 2 万亿元人民币，其中仅 2003 年就达 3715 亿元，创历史新高。到 2003 年底，中国公路通车总里程达 181 万公里，居世界第三位，其中 44% 是在最近 14 年内修通的。在过去的十多年里，高速公路在中国得到了较快的发展，建设规划和通车里程都创造了世界纪录。中国高速公路从零起步，经过十多年的建设，目前已突破 3 万公里，高速公路总里程位居世界第二。为支撑中国经济和社会全面发展的迫切需要，中国政府从 2001 年起，开始制定国家高速公路网规划，这个规划将指导中国今后 20 年到 30 年内高速公路的建设和发展。据介绍，国家高速公路网将

在整合“五纵七横”国道主干线及 8 条西部大通道等国家干线路网的基础上，形成“首都连接省会、省会彼此相通、连接主要地市、覆盖主要县市”的全国性公路主骨架网络，将连接中国绝大多数大中城市、国家和区域性经济中心、交通枢纽、重要对外口岸等。

随着汽车工业的技术进步，汽车发动机功率逐年增加，现代汽车发动机功率已经比过去增加了 2~3 倍。汽车性能的改善提高和道路条件的日趋完善，汽车的行驶速度大幅度提高，这就意味在同样的制动条件、同样的时间内，现代汽车的制动器要产生更多的热量，要承受更多的热负荷。然而现在的车辆制动器虽经多方面改进，如加宽制动鼓和摩擦片的尺寸，改变摩擦片材料配方，鼓式制动改为盘式制动等，但都无法从根本上解决问题。因为受空间尺寸的限制，现有车轮制动器的散热能力始终是有限的，其制动性能最多仅比原来提高 1.2 倍。频繁或长时间制动后，温升过高不可避免。面临的现实是现代汽车的安全性能没有提升，反而大大降低了。

随着现代汽车运行速度越来越快，汽车的制动负荷也越来越大，特别是在频繁停车的市内公共汽车上和山区行驶的汽车上，制动负荷过大的问题更加突出。若这些制动负荷全部由行车制动系统来承担，就会造成制动鼓和制动摩擦片过热，从而造成制动效能下降，甚至制动能力完全消失，这是汽车的安全要求所不能允许的。另外，行车制动系统的负荷过重，也使制动摩擦片和制动鼓的使用寿命大大缩短，使汽车的使用成本上升，维修工作量加大。为解决该问题，必须在汽车上加装辅助制动系统。

主要行驶于矿山或山区公路上的汽车经常要下长坡。为不使汽车在本身重力作用下不断加速到危险程度，应当对汽车进行持续制动，将由势能转化成的那一部分动能再转化成热能散逸掉，从而使汽车速度稳定在某个安全值。此外，经常在行车密度很高，交通情况复杂的城市街道上行驶的汽车（如市内公共汽车），为避免交通事故，需要进行频繁的不同强度的制动。在这些情况下，单靠行车

制动系是难以完成这样的制动任务的，因为制动器长时间频繁工作不仅会使得其温度大大增高，还会使制动器发生热衰退，以致制动效能衰退甚至完全失效。若采用辅助制动系统，则能避免这种情况发生。辅助制动系统能够降低车速或保持车速稳定，但不能将车辆紧急制停。辅助制动系中用以产生制动力矩对车辆起缓速作用的部件称为缓速器。故在这种行驶条件下运行的汽车，往往有必要增设辅助制动系。

近年来，国内商用汽车重型化、高档化趋势明显，越来越多的高尖端科技将逐渐应用于现代公路交通，而缓速器作为一种辅助制动装置的先进技术应用于道路运输汽车，并且可与在全球深受信赖的 ABS（制动防抱系统）兼容，其诸多优点证明，缓速器今后将成为长途客车、公交客车和重型卡车上必备的安全装置。

第二节 汽车辅助制动装置的作用与工作原理

汽车在山区道路上下坡行驶时，需要利用制动系统将汽车的势能和动能转化为热能才能稳定行驶。而主制动系统的特性是在短时间内可以产生很大的制动功率，但随着时间的增长，由于产生的热量不能及时传递给周围环境，使得制动器的温度不断升高，制动器产生热衰退，制动功率不断下降，所以它不满足山区公路上连续下坡行驶时的制动要求。这样，就造成了汽车连续下坡行驶时，主制动器很可能失去或部分失去制动效能，使得交通事故发生的频率高于其他道路。

实际上，汽车连续下坡行驶时的制动减速工作应由辅助制动装置来承担主要工作。这是由于它与主制动系统相比较虽然在短时间内可以吸收的功率比较小，但是，它吸收的功率在很长时间内可以保

持不变（或基本保持不变），而汽车连续下坡时虽然需要的制动功率与紧急制动相比较很小，但是在整个下坡过程中，都需要这样大的功率，辅助制动系统可以满足这样的要求。所以在国外，辅助制动系统作为与主制动系统相互独立的制动系统已得到充分的重视。例如，在德国道路交通法规中规定，客车总重在 5.5t 以上，载货汽车总重在 9t 以上必须加装持续制动装置（Dauerbremse），或称为第二制动装置（Drittebremse）。而在中国，长期以来依靠驾驶员经常给主制动器轮毂浇水，实施强行冷却，来满足汽车连续下长坡时的制动要求。这种方法一方面可靠性不高，另一方面而冬季行驶时水流到地面上结冰会直接影响到后续车辆的安全性。

辅助制动装置的作用是在不使用或少使用行车制动器的情况下，使车辆行驶速度降下来或保持稳定，但不能将车辆紧急制停，这种作用称为缓速作用。辅助制动装置，可以不使用主制动器就能减缓车辆行驶速度，增强车辆的安全性，其作用原理与传统制动方式不同，有延长传动系和制动系寿命的功效。在辅助制动装置中用以产生制动力矩并且对车辆起到缓速作用的部件称为缓速器。现代车用缓速器主要有液力缓速器和电涡流缓速器等，两种缓速器虽然结构形式、安装方式和工作原理不同，但两者的作用结果是相似的，都是为了辅助制动而减缓车速，增进制动器及相关零部件的性能。随着新的自动控制装置面世，使用缓速器已成为新的技术趋势。缓速器所具备的瞬间快速反应作用能更好发挥效力。

例如，电涡流缓速器是一种无接触制动方式，通过转子高速转动与电磁作用，吸收车辆制动能量，达到减速的目的。缓速器可以加强制动器系统，不需要使用主制动器就能减缓车辆行驶速度。由于电涡流缓速器采用电磁涡流原理，没有摩擦，因此不会出现磨损现象。配合优良的电子控制，能够获取更好的防抱死、防滑效能。根据调查，制动摩擦片的寿命取决于车辆的使用工况和驾驶员的驾驶习惯，国内大中型客车缓速器的使用调查显示：安装缓速器的客车制动摩擦片寿命要比未装缓速器的客车制动蹄片寿命延长 4~7

倍。可以说公路运输车辆安装缓速器可以缩短制动摩擦片的更换周期，减少制动器的维修次数，同时可以降低维修费用，还可以提高驾驶的安全性和舒适感，减少驾驶员的疲劳、提高工作效率、减少急刹车、使得驾驶更顺畅。

第三节 汽车辅助制动装置的分类及发展趋势

常用于车辆的辅助制动装置主要有以下 5 种形式。

1. 发动机缓速器

对行驶中的汽车的发动机停止供给燃料，并将变速器挂入某一前进挡，使汽车得以通过驱动轮和传动系带动发动机曲轴继续旋转。这样，本来是汽车动力源的发动机就变成消耗汽车动能从而对汽车起缓速作用的空气压缩机。在这种情况下，汽车对发动机输入的动能大部分耗损在机内的进气、压缩、排气过程中，小部分消耗于对水泵、油泵、空压机、发电机等附件的驱动上。发动机及上述各附件阻碍曲轴旋转的力矩即为制动力矩，将通过传动系放大后传给驱动轮。

发动机缓速器的结构如图 1.1 所示。主要由缓速器本体、电磁阀、控制阀、调节螺钉、从动活塞和主动活塞等主要零部件组成。缓速器本体的作用是将发动机缓速器的主要零部件集成为一个总成。电磁阀主要起导通或截断发动机机油的作用。控制阀是在发动机缓速器工作时产生低压油区和高压油区的工作阀。从动活塞是发动机缓速器工作的执行元件。主动活塞的作用是在高压油区产生高压。从动活塞与发动机排气门丁字形压板的间隙由调节螺钉来调节。

装有发动机缓速器的发动机在对车辆进行缓速制动时四个冲程都对车辆做负功，而没装发动机缓速器的发动机在膨胀冲程时仍对