



汽车使用与维修系列书

肖永清 杨忠敏 主编 刘道春 主审

汽车制动系统的使用与维修

QI CHE ZHI DONG XI TONG DE SHI YONG YU WEI XIU



- 制动系统的结构与工作原理
- 正确使用与维护方法
- 各部位的拆装、检修与调整
- 大量常见故障诊修实例



中国电力出版社
www.cepp.com.cn



汽车使用与维修系列书

汽车制动系统的使用与维修

QI CHE ZHI DONG XI TONG DE SHI YONG YU WEI XIU



肖永清 杨忠敏 主编

刘道春 主审



中国电力出版社

www.cepp.com.cn



汽车制动系统的使用与维修

内 容 提 要

“汽车使用与维修系列书”主要从汽车的基本结构原理入手,以典型的国内外汽车车型为例,重点介绍汽车各主要部件的使用、维修与维护常识。本系列书列举了大量维修实例,图文并茂,可操作性强,可供汽车维修人员学习使用,也可供私家车主参考。本系列书包括《汽车空调的使用与维修》、《汽车自动变速器的使用与维修》、《汽车电气与电子设备的使用与维修》、《汽车制动系统的使用与维修》、《怎样读汽车电路图》。

本书为“汽车使用与维修系列书”之一,是根据作者多年丰富的实践经验编写而成,对汽车制动系统的使用与维修作了较详尽的介绍。本书以国产轿车为主,介绍了现代汽车制动系统的结构特点、工作原理、使用要点和常见故障的诊断、检测、维修等方法及其典型实例。具体包括:汽车制动系统及可靠性与安全行车、制动系统的结构原理、制动系统的使用与维护、制动系统的拆装、制动系统的检修调整、制动系统常见故障诊断。

本书配有大量的图表,通俗易懂,简明实用。可供汽车驾驶员、维修人员、技术管理人员使用,也适用于大、中专院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

汽车制动系统的使用与维修/肖永清,杨忠敏主编
北京:中国电力出版社,2004
(汽车使用与维修系列书)
ISBN 7-5083-1871-4

I.汽… II.①肖…②杨… III.①汽车-制动装置-
使用②汽车-制动装置-车辆修理 IV.U463.52

中国版本图书馆CIP数据核字(2003)第108175号

中国电力出版社出版、发行
(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)
三河(航远)印刷有限公司印刷
各地新华书店经售

2004年4月第一版 2004年4月北京第一次印刷
787毫米×1092毫米 16开本 21.5印张 681千字
印数0001—3000册 定价34.00元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)



汽车制动系统的使用与维修

前 言

“汽车使用与维修系列书”主要从汽车的基本结构原理入手，以典型的国内外汽车车型为例，重点介绍汽车各主要部件的使用、维修与维护常识。本系列书列举了大量维修实例，图文并茂，操作性强，可供汽车维修人员学习使用，也可供私家车车主参考。本系列书包括《汽车空调的使用与维修》、《汽车自动变速器的使用与维修》、《汽车电气与电子设备的使用与维修》、《汽车制动系统的使用与维修》、《怎样读汽车电路图》。

近年来，随着我国交通运输事业的飞速发展，汽车的社会保有量与日剧增，尤其是改革开放的不断进步，人们生活水平的逐步提高，汽车进入千家万户，私人购车已成为时尚。随着汽车科技的不断发展，特别是电子技术（如电控、计算机、制动防抱死等）的广泛应用，使汽车结构发生了根本性变化，汽车故障向多样化、复杂化发展。

汽车上的任一总成和零部件，都没有制动装置对行车安全所负的责任大。一般来说，汽车的其他机构发生故障，人们还可采取一定的措施，避免造成严重事故。比如说电气系统出现故障，发动机会停止运转；离合器坏了，就无法挂档行驶……但制动系统则不然，一旦发生问题，很容易造成车毁人亡的恶性事故。制动系统已成为汽车的重要组成部分，其性能的优劣对汽车的使用影响很大。当今汽车制动系统从过去的普通机械式、一直发展到现代汽车电子控制自动防抱死 ABS，并逐步地发展和完善。汽车制动系统的技术状况，对于保证汽车行驶安全、减轻驾驶员劳动强度、提高运输效率，延长车辆使用寿命均有着十分重要的作用。因此，它在汽车的使用、维护和修理中占有重要的位置。提高汽车的安全可靠性，也受到广大读者的重视。因此，对于汽车驾驶、修理人员提出了新的要求，掌握一定的使用、维修技术，显得越来越重要。目前，需要系统了解和掌握现代家用汽车制动系统的结构、原理、维修技术及有关故障检修的人越来越多，成为广大家用车主的迫切愿望。

目前，图书市场上关于汽车结构原理和使用维修方面的书籍已有不少，但全面系统地介绍现代家用汽车制动系统的书籍并不多见。为了使广大读者对汽车制动系统更全面深入地了解，有力地促进汽车的正常使用、维护，消除安全隐患，尤其减少行车事故的发生，特编撰此书。以使他们正确地使用和维修车辆、及时排除制动系统故障，充分发挥车辆使用性能。

本书编写力求理论联系实际，以目前具有代表性的现代国产汽车为主线的主要车型为例，同时也收集了部分进口车的内容。全书共分六个部分，重点介绍了现代家用汽车制动系统的结构原理、受力情况、使用要点、常见故障；磨损规律及检修装配工艺；详细地介绍了一些先进的制动装置的结构特点；尤其对基础件和主要零件的检验、检测、调整工艺及有关故障检修的典型实例等，作了较详细地介绍。

本书图文并茂、通俗易懂、内容丰富、注重实用；还配有大量图表和维修技术数据，方便读者对症下药，便于查阅。可供从事汽车驾驶、维修和技术管理人员阅读；亦适于大、中专汽车专业师生学习参考。

书中难免有不妥之处，恳请读者赐教。参加编写和提供帮助的人员有：陆羽宁、刘潇、陆芊、肖艳、燕美、陆刚、肖军、朱刚刚、肖久梅、昌伟、燕来荣、肖霞、钟晓俊、朱俊、肖雄、王本刚、莫翠兰、刘晓、郑绪、陈华等；编写中还参考了大量文献资料，借鉴了部分数据资料和图表，在此向原作者谨表衷心感谢。

编者
2003 年 12 月



前言

第一章 汽车制动系统及可靠性与安全行车	1
第一节 汽车制动装置变迁	1
一、制动器的发展 (1); 二、当代汽车制动系统新技术 (3); 三、未来汽车制动系统的发展趋势 (6)	
第二节 汽车制动系统概述	8
一、汽车的制动性 (8); 二、评价汽车制动性的主要指标 (9); 三、汽车运行工况和对安全的要求 (9); 四、汽车运行对其制动系统性能的要求 (10)	
第三节 汽车的制动过程	12
一、汽车的制动过程 (13); 二、汽车的制动距离 (13); 三、影响汽车制动距离的因素 (14); 四、制动时的车辆运动 (15); 五、汽车制动减速度 (16)	
第四节 制动时车辆常见的异常现象	16
一、制动距离延长 (16); 二、制动跑偏 (18); 三、制动使汽车侧滑 (19)	
第五节 制动力的合理分配与调节	21
一、制动时汽车车轮受力分析 (21); 二、制动时汽车制动力的分配 (25); 三、制动力的调节 (26)	
第二章 制动系统的结构原理	28
第一节 概述	28
一、制动系统的作用 (28); 二、制动系统的基本组成 (28); 三、汽车制动器类型 (29); 四、部分汽车制动系统结构 (29); 五、制动系统的驱动机构 (31); 六、国产微型汽车制动系统 (31)	
第二节 汽车制动系统的基本结构	31
一、气压脚制动系统的结构 (31); 二、液压脚制动系统的结构 (40)	
第三节 行车制动的制动器	48
一、鼓式车轮制动器 (48); 二、盘式制动器 (56); 三、典型车型前轮盘式制动器 (59); 四、典型车型后轮鼓式制动器 (62); 五、国产微型汽车车轮制动器 (67); 六、五十铃 CVR146L 载重汽车车轮制动器 (70)	
第四节 行车制动器的驱动机构	71
一、制动系统驱动机构主要元件的构造 (71); 二、典型车型的行车制动及其操纵系统 (89); 三、制动力调节元件 (99); 四、制动报警装置 (108)	
第五节 汽车防抱死制动系统	109
一、概述 (109); 二、汽车防抱死制动系统的功用和特点 (110); 三、电子制动防抱死系统 (ABS) 类型 (111); 四、汽车防抱死制动系统的结构及工作原理 (111); 五、典型轿车的 ABS 系统 (119)	
第六节 驻车制动系统	125
一、驻车制动系统作用及组成 (125); 二、常见驻车制动系统的类型 (126); 三、驻车制动系统及其驱动机构的结构 (126); 四、国产微型汽车驻车制动装置的构造 (128); 五、典型载货汽车驻车制动	

系统 (128); 六、典型轿车驻车制动系统 (130)	
第七节 辅助制动装置	132
一、排气缓速制动 (132); 二、液力缓速制动装置 (134); 三、排气制动 (136)	
第三章 制动系统的使用与维护	139
第一节 制动系统的正确使用	139
一、汽车的制动特性及制动失灵 (139); 二、影响汽车制动力的因素 (139); 三、行驶速度与制动非安全区 (141); 四、制动和停车 (141); 五、制动器的操作训练 (144); 六、制动装置的正确使用 (149); 七、汽车制动侧滑 (153); 八、制动跑偏与挂车自行制动 (154)	
第二节 正确使用驻车制动器	155
一、驻车不当也惹祸 (155); 二、驻车制动器的作用 (155); 三、正确操纵驻车制动器 (155)	
第三节 正确使用汽车辅助制动	156
一、正确使用汽车发动机制动 (156); 二、正确使用汽车发动机排气制动 (157)	
第四节 制动系统的正确维护	159
一、制动液的选用 (159); 二、正确维护液压制动装置 (161); 三、典型汽车制动系统的放气 (168); 四、汽车 ABS 系统的维护 (170); 五、制动失效的预防 (171); 六、典型汽车制动系统的维护 (173)	
第四章 制动系统的拆装	176
第一节 液压脚制动系统的拆装	176
一、液压脚制动系统的分解、更换 (176); 二、液压脚制动系统的装配 (178); 三、典型车型液压脚制动系统拆装 (178)	
第二节 气压脚制动系统的拆装	190
一、空气压缩机的装配 (190); 二、典型车型 (五十铃 CVR146L 汽车) 气压脚制动系统拆装 (191)	
第三节 典型车型驻车制动系统的拆装	194
一、解放 CA1040 汽车驻车制动系统 (194); 二、皇冠牌汽车鼓式驻车制动器拆装 (195); 三、尼桑轿车、旅行车驻车制动器的拆卸、检查 (195); 四、奥迪轿车驻车制动拉索拆装 (196); 五、奥拓轿车前、后制动管的拆装 (196); 六、长安汽车制动系统装配技术要求 (196); 七、五十铃 CVR146L 汽车驻车制动系统的拆装 (196)	
第四节 轿车 ABS 系统的拆装	198
一、ABS 系统的主要部件拆检 (198); 二、典型轿车 ABS 系统拆装 (200)	
第五章 制动系统的检修调整	204
第一节 概述	204
一、常见问题 (204); 二、制动系统检修要点 (204)	
第二节 车轮制动器与制动踏板的检修调整	204
一、车轮制动器的检修调整 (204); 二、盘式车轮制动器的检修 (207); 三、制动器间隙的调整 (208); 四、制动踏板的检修调整 (211); 五、典型车型制动器的检修 (213)	
第三节 气压脚制动系统的检修调整	222
一、空气压缩机的检修 (222); 二、制动阀的检修 (224); 三、制动气室、储气罐的检修 (227); 四、快放阀和继动阀的检修 (227); 五、典型汽车 (五十铃 CVR146L) 气压脚制动系统的检修调整 (228)	
第四节 液压脚制动系统零件的检修调整	229
一、制动总泵和制动分泵的检修 (229); 二、制动主缸和制动轮缸的修理 (229); 三、真空增压器的检修 (230); 四、典型车型液压制动系统的检修 (232)	

第五节 驻车制动系统和排气制动装置的检修调整	243
一、驻车制动系统的检修调整 (243); 二、典型车型驻车制动器的检修调整 (245); 三、排气缓速制动装置的检修 (254)	
第六节 轿车防抱死制动系统 (ABS) 的检修	255
一、检修要点 (255); 二、检修方法 (256); 三、车轮转速传感器和 ABS 控制器的检查 (257)	
第七节 制动性能检验	(257)
一、车辆制动系统年度检验 (257); 二、制动轮迹比较路试检验 (259); 三、制动与侧滑试验 (260); 四、道路路试 (261); 五、室内台架试验 (265); 六、汽车制动系统检验规范的国家标准 (268)	
第六章 制动系统常见故障诊断	272
第一节 概述	272
一、从制动系统的疑难故障谈其诊断方法 (272); 二、脚制动系统工作不正常的原因分析 (275); 三、制动效能不良的故障诊断程序 (275)	
第二节 液压脚制动系统故障检修	275
一、常见故障部位 (275); 二、一般故障及排除方法 (275); 三、常见故障诊断 (276); 四、液压制动真空增压器故障 (279); 五、液压制动空气助力器的故障诊断 (280); 六、典型车型液压脚制动系统常见故障诊断实例 (281)	
第三节 气压脚制动系统常见故障检修	293
一、常见故障部位及分析 (293); 二、常见故障诊断 (293); 三、气压脚制动系统部件常见故障 (301); 四、典型车型气压脚制动系统常见故障诊断实例 (310)	
第四节 驻车制动系统故障诊断	314
一、驻车制动器失效 (314); 二、驻车制动操纵故障 (314); 三、典型车型驻车制动故障诊断 (315)	
第五节 汽车 ABS 系统故障诊断	316
一、ABS 故障现象 (316); 二、ABS 故障分析 (317); 三、ABS 故障诊断要点 (317); 四、ABS 系统故障诊断方法 (318); 五、ABS 系统的故障判断 (321); 六、制动压力调节器故障的诊断和排除 (323); 七、典型车型 ABS 故障诊断 (324)	
附表 汽车制动系统维修技术数据	330
附表 A 部分汽车液压制动总泵主缸—活塞维修数据	330
附表 B 部分汽车液压制动分泵主缸—活塞维修数据	330
附表 C 部分汽车制动鼓—制动蹄摩擦片维修数据	331
附表 D 部分汽车制动鼓标准内径与使用极限	331
附表 E 几种轻型汽车制动系统调整数据	332
附表 F 部分新型汽车车轮制动量修理主要技术数据	332
附表 G 汽车制动系统通用修理技术数据 (参考值)	334
参考文献	336



第一章

汽车制动系统及可靠性与安全行车

第一节 汽车制动装置变迁



一、制动器的发展

1902年,兰塞姆·E·奥兹在纽约城那条未经铺装的沿河大道上,作了一次重要的制动试验。这个制动器与当时四轮马车采用的轮胎制动器以及“维多利亚”汽车采用的内轮鼓制动器不同,奥兹在这里试验的是一种新型的制动器。他把该制动器装在他的奥兹莫比尔(Oldsmobile)汽车的后轴轮鼓上,柔性的不锈钢制动带亮铮铮地包在轮鼓上,当踩下制动踏板时,制动带收缩,把轮鼓箍紧,汽车就被刹住了(见图1-1)。

同年8月,奥兹参加160km的蓝绶带(英国最高荣誉勋章)车赛。这次试验就是为了要使他的带式外鼓轮制动器能与“维多利亚”汽车的涨闸式内制动器和四轮马车的轮胎制动器相匹敌,以便在实际竞赛中获得优胜。轮胎制动器是利用一个长杠杆把一块摩擦衬垫压紧轮胎来制动,因此硬橡胶轮胎很容易磨损。尽管如此,这种轮胎制动器在旧时的四轮马车和早期的汽车上曾流行一时。

在制动器的性能方面,当时速为14mile(22.5km)情况下制动时,奥兹车的制动距离为21.5ft(6.65m),而“维多利亚”汽车为37ft(11.3m),四轮马车则为77.5ft(23.6km)(其中马车可能达不到时速14mile,而且没有发动机来帮助制动)。

奥兹在这次竞赛中获得九条绶带中的两条。因此,他的制动装置在制造厂家中引起巨大的反响。以致到1903年,有不少的厂家都采用奥兹的制动装置了。到1904年,实际上所有的汽车厂家,在他们新车的后轮都装上了他那种带式外鼓轮制动器(见图1-2)。

与此同时,带式外鼓轮制动器在使用中也暴露了一些严重的缺点。例如在山坡路上制动时,制动器容易打滑,车子几秒钟后就会滚下山坡。碰到这种情况,驾驶员在斜坡上就会失控。

由于上述原因,三角木楔就成了当时车上必备之物。平常,在坡道上常可看到有的乘客手拿木楔块从车内出来。把它垫到车轮下。

带式外鼓轮制动器还有一个缺点,就是不能防止灰尘进入制动带和制动鼓的摩擦表面,所以制动带和轮鼓容易磨损。在当时,制动带的工作寿命在200~300mile(320~480km)仍被认为是正常的。

带式外鼓轮制动器存在的那些缺点,可以由涨闸式制动器来克服。这种制动器只要对制动蹄施加压力,就能制止住制动鼓的倒转,使汽车停在斜坡上不会后退。而且由于制动部分是在制动鼓的内表面,所以能够防止灰尘侵入。制动器的大修里程也可达到1000mile(1609km)。

目前美国汽车采用鼓式制动器的占绝对优势。而欧洲,特别是英国则多采用盘式制动器。盘式制动器在五十年代欧洲汽车上已成为一种标准型式,大约比美国要早二十年。美国的制造商到1973年才开始采用

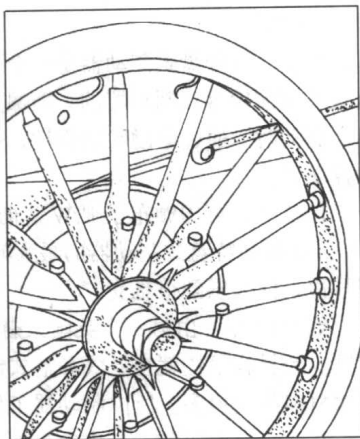


图1-1 1889年戴姆勒把制动鼓装在后轮上,再绕上钢缆构成了制动装,在十九世纪末到二十世纪初,汽车使用一种与此原理相似的抱闸带式制动器,这种制动器一般只安装在后桥或传动轴上,或两处同时安装

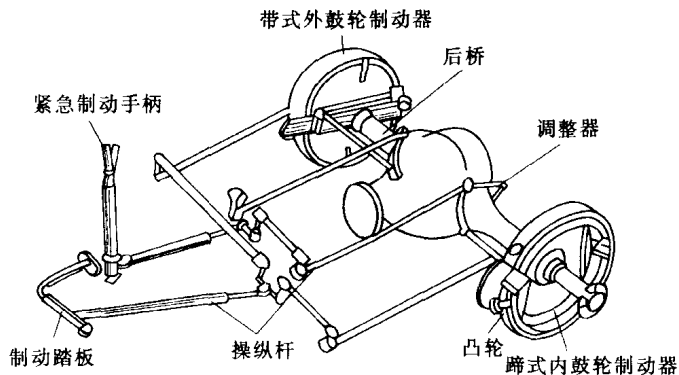


图 1-2 1915 年凯迪莱克 8 型汽车在一个制动鼓的内壁和
外圆上，同时安装有涨闸式制动器和带式外鼓轮制动器，
这种方法只使用在后车轮上

盘式制动器。

其实，这种盘式制动器是一个美国人发明的。1898 年，克里夫兰的埃·安·斯佩里设计的一辆电动汽车就是采用前轮盘式制动器的。斯佩里用圆盘分别与各个车轮的轮毂连成一体，另有一个镶有摩擦片的小圆盘。制动时，通过电磁铁的作用，使它紧贴着转动盘，就能制动车轮的转动，当电流中断后，弹簧能把摩擦盘缩回。

1902 年，英国颁布了 F.W 蓝彻斯特的非电磁盘式制动器专利，其原理与今日的盘式制动器相似（见图 1-3）。蓝彻斯特盘式制动器的最大问题，是制动时的冲击噪声，铜质衬垫和金属圆盘之间发出的卡嚓声传到耳边，使人感到很难受。

到 1907 年，由另一个英国人赫·弗罗特提出了用石棉衬板的想法，解决了上述制动器存在的制动噪声问题。新材料很快就在鼓式和盘式制动器中得到广泛的应用。石棉衬板不仅解决了噪声问题，而且比其他摩擦材料耐用得多。所以制动器工作里程也就达到了 1000mile (1609km)（见图 1-4）。

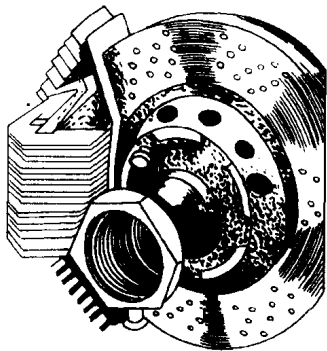


图 1-3 为了散热，波尔舍点式盘制动器，在
盘上有孔，加强筋则用来保证制动盘的刚
性避免由于高压油的压力作用而引起变形

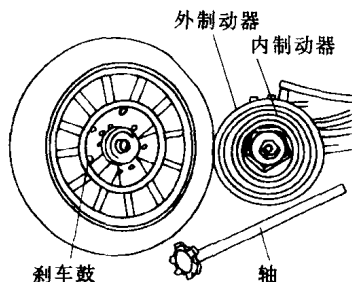


图 1-4 为了改善制动鼓与制动蹄之间的工况，
1908 设计了一种制动蹄（或制动带）上敷有摩擦
衬垫的制动器

由于道路条件的改善，汽车开始趋向高速行驶，因而制造商考虑到汽车需要具有更大的制动力来适应。1915 年的爱琴车赛（Elgin Road Race）出现了一种解决这一问题的方法。这种方法是由杜森贝格首先实施的。比赛时，他把车子开到时速 80mile（约 128km），然后随着一阵刺耳的急刹车声，车子却缓缓地越过了急转的弯道。杜森贝格的那种十分巨大的制动力，只不过是简单地把每个前轮与后轮都安装上内鼓轮涨闸式制动器而已，从而加大了制动力。

1918 年，一个年轻的发明人名叫马·洛夫希德，后来改名为洛克希德（Lockheed），他创造了液压制动

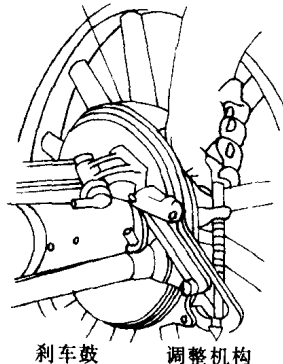
器,利用液压缸和油管把压力油传递到制动蹄,使它压紧刹车鼓。

第一辆在四个轮子上都装有液压制动器的汽车,是1921年的杜森贝格型车。但是汽车制造行业并未立即采用液压制动。到1931年,只有克莱斯勒(Chrysler)、道奇(Dodge)、德斯多(Dosto)、普利茅斯(Plymouth)、弗兰克林(Flanklin)、列奥和格雷厄姆(Reo and Graham)等车采用了液压制动,所有其他的厂家则仍然采用钢索操纵的机械制动器。事实上,直到1939年福特汽车公司才最后采用它,成为主要汽车制造商中用液压制动器的最后一家。

早在1921年,今日的一些主要制动装置那时已经有了,包括一些经过改进、被认为是现代的助力制动装置在内(见图1-5)。

助力制动技术可以追溯到1903年,那时有一辆叫做廷切尔(Tincher)的汽车,使用了空气制动器。一个双管路液压制动系统加上一个备用的机械制动器而第一辆装有类似今日真空助力器的汽车,是1928年的皮尔斯—阿罗(Pierce—arrow)汽车。它利用进气歧管的真空,以降低驾驶员作用于制动器上的操纵力。真空助力器从那时到现在,在构造上仍是相似的。1985年,通用汽车公司的汽车首先采用电动助力器,它比常规的真空助力器尺寸小、质量轻,是一种采用全液压的装置。一些有防抱死装置的汽车同样也是全液压。

带式外制动器



刹车鼓 调整机构

图1-6 为了补偿外鼓轮带式制动器的制动带磨损,可以用拧紧线螺栓来调节,内鼓轮制动器可以用收缩制动杆或钢索来调节

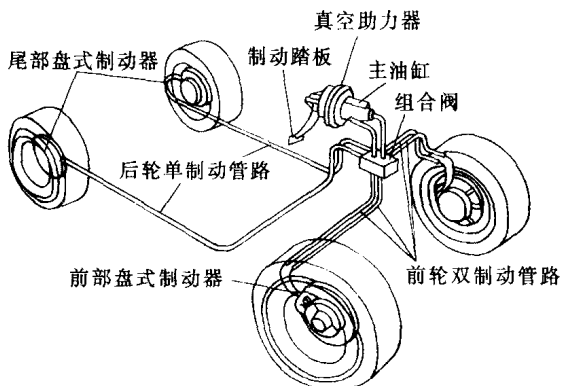


图1-5 现代液压制动系统,前后轮是分开的,如果一个系统有泄漏,另一个系统仍能把汽车制动。沃尔沃汽车的液压制动系统前轮采用双管路,所以这三套装

置总能保证制动器可靠工作。1936年,赫德森首先把

1925年,出现了能自动调节制动间隙的制动器。这种制动器最早被采用的是甲虫(Cole)型汽车。现在的这种装置的原型早已出现在1946年的斯图贝克(Studbaker)汽车上。这种结构是由瓦格纳电气公司设计的。它有一个在拉力弹簧作用下的调整楔块,当衬垫(见图1-6)磨损后,顶杆后退,移动销子和支靠在弹簧上的杠杆,就使调整楔块紧靠着制动蹄,从而摩擦片与鼓轮之间保持预定的间隙。

目前在美国采用的防抱死装置,也并不是什么新的东西。第一个实用的防抱制动装置是1958年由英国道路研究所实验室研制成的,被命名为马克斯雷(Maxaret),并于1966年首先应用在詹森前轮前驱动赛车(TenSen FFSports Sedan)上。

三年以后,即1969年,林肯大陆牌Ⅲ型汽车装设了由凯·海斯研制成功的奥托—林纳(Auto—Linear)防抱死装置。其装在后轮上的传感器能发送信号到杂物箱后面的计算机,当传感器向计算机发出制动器抱死信号时,计算机便控制制动管路上的真空操纵阀,以降低后制动器的油压。

由于成本和一些技术上的问题,奥托—林纳防抱死装置未能及时推广。但是现在有一种最新的结构,装在汽车的四个轮子上。这种结构目前用在林肯(Lincoln)、默谢台斯(Mercedes)及其他欧洲的车子上。

虽然制动器已经用计算机控制了。但是,早在1909首次出版的《美国汽车百科全书》中,有一段关于使用制动器的建议,或许仍然是适合于今日情况,如“在繁杂的交通中,优秀的驾驶员应该把使用制动器的次数减到越少越好。因为当车子在持续稳定的车流中前进时,即使前面车辆速度和方向上的微小变化,也会引起后面车中驾驶员的精神紧张而采取紧急制动”。诚然,将来也必定如此。如图1-7为安哈德制动盘。

二、当代汽车制动系统新技术

当汽车在容易打滑的潮湿路面或被冰雪覆盖的路面上行驶时,突然刹车就很容易将车轮抱死,容易产生侧滑现象,如果前轮被抱死,就无法使汽车转向,这在行车过程中是非常危险的,因此在常规机械控制

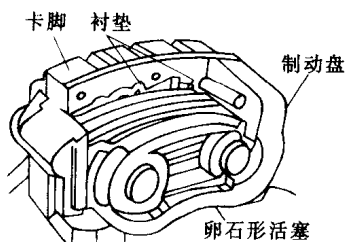


图 1-7 高速旋转中的安哈德制动盘，利用一个小活塞，传递平稳的压力作用于衬块

的汽车刹车系统中，驾驶员经常采用点动刹车板，避免车轮抱死。为了保证汽车制动时的安全，将制动防抱死装置 ABS 安装在汽车上，现在，在我国生产的部分车型中已有安装 ABS 系统的，借助于电子控制技术制动防抱死系统反应更灵敏，成本更低，安装更方便。

1. 汽车 ABS 系统

(1) ABS 系统的优点。汽车 ABS 系统是防抱死制动系统的英文缩写，该系统在制动过程中可自动调节车轮制动力，防止车轮抱死以取得最佳制动效果。据美国统计，约有 40% 的意外事故是因刹车时汽车滑行导致刹车距离过长而造成的。

防抱死制动系统主要目的是当车辆刹车时，防止车轮被抱死，造成轮胎与路面形成点接触的动摩擦，摩擦力小，刹车效果最差，车辆滑行距离长，且易造成车辆转向困难等。ABS 系统有如下优点：①缩短刹车距离；②刹车时不影响转向性能；③避免驾驶员紧急刹车时的恐慌；④增进驾驶员刹车操作的稳定性；⑤避免轮胎在刹车时的偏磨耗。

汽车 ABS 与一般刹车系统的比较见图 1-8。

(2) 汽车 ABS 系统的设计原理。车轮转速传感器将车轮转速信号传送到控制元件，假如车轮被抱死，轮胎与地面发生滑行（偏滑），信号会改变。使控制元件电路操作，产生信号到液压调整器，打开刹车阀门。减低作用于分泵上的压力，刹车力降低，车轮就可避免被抱死。具体操作方法如下：

1) 刹车时，进油阀开，回油阀关，刹车油从总泵流到分泵，产生刹车制动；

2) 车轮被抱死时，传感器传送信号给控制元件，使进油阀关，回油阀开，部分刹车油流回储油室，降低刹车分泵的液压，避免车轮被抱死。

(3) 汽车 ABS 系统的应用和发展。1950 年，世界上第一台防抱死系统（ABS）研制成功并首先被应用于航空领域的飞机上。德国博世公司（BOSCH）是汽车 ABS 的发明、研制单位，60 年代初就开始 ABS 的开发工作，于 1978 年正式生产出 ABS1 型汽车防抱死制动系统。1984 年推出 ABS2 型，1986 年开始生产 ABS3 型，以后相继开发出 ABS2S 型及将汽车防抱死制动系统与驱动力自动调节装置有机结合的 ABS/ASR 系统。该公司在 80 年代末期已达到年生产 ABS2 型 100 万套的能力，并自 1985 年起已向欧洲、美国、日本和韩国的 22 家轿车生产厂和 9 家载货汽车生产厂的 66 种汽车提供大量的 ABS。德国瓦布科公司（WABCO）从 1974 年就开始研制生产用于商用车的 ABS，是世界上最大的 ABS 生产厂家之一。于 1975 年研制出部分集成模拟信号处理的第一代 ABS 产品，以后又相继研制出全数字化和高度集成化的 ABS 产品，并将微机控制用于制动系统中。该公司还准备将其产品打入我国汽车市场，目前，正将其 ABS 产品在东风和斯泰尔汽车上试用。

德国的戴维斯公司于 1978 年在法兰克福投资组建了一个 ABS 生产厂，1988 年其 ABS 的生产能力就达年

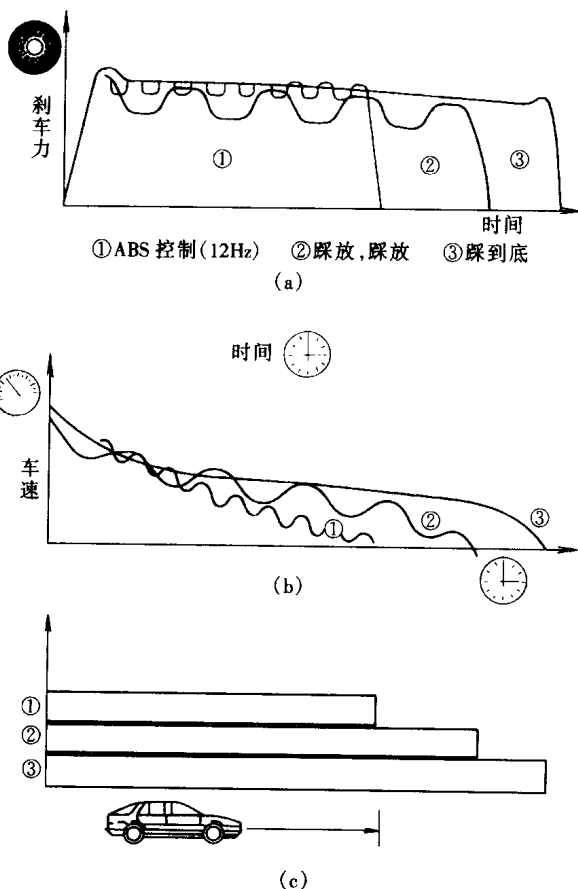


图 1-8 ABS 与一般刹车系统的比较

(a) 刹车力；(b) 时间；(c) 刹停距离

①—ABS 控制（12Hz）；②—踩放，踩放；③—踩到底

产 60 万套。1990 年, 该公司开始生产第四代 ABS, 年产量达 50 万套。并于 1989 年推出 ABS/ASR 汽车防抱死制动和车轮防打滑电子控制系统。

80 年代是汽车 ABS 研制生产应用迅速发展的阶段。美国的凯尔西·海斯公司研制和生产后轮制动防抱死装置 (EBC)。美国通用汽车公司子公司达科公司研制出 ABSVI 防抱死制动系统。德国的科诺尔公司研制生产出 KB90 型防抱死制动装置。英国格林公司研制生产出 DGX 型货车用防抱死制动装置。

据报导, 我国 ABS 的研究开始于 20 世纪 80 年代初, 现刚刚进入产品试制和装车试验阶段。国内研制 ABS 的单位主要有东风公司、交通部重庆公路研究所、重庆宏安 ABS 有限公司、陕西兴平 514 厂、西安公路学院等单位。东风公司从 20 世纪 80 年代初就开始研究 ABS, 是较早研究 ABS 的厂家之一, 现研究工作的主要目标是对国外的产品进行消化吸收, 如将德国瓦布科公司的 ABS 装于 EQ1141G 型汽车上进行各种试验。重庆公路研究所相继开发出了两代 ABS 产品, 第一代 ABS 的 ECU 采用了 Z80 芯片。第二代 ABS 产品为 FKX-AC1 型, 该装置的 ECU 中的 CPU 微处理器采用了美国 INTEL 公司的 MCS-96 系列 8098 单片机。重庆宏安 ABS 公司是我国批量生产 ABS 的厂家, 该公司生产的 ABS21 型防抱死制动系统和 ABS141 型防抱死制动系统的年生产能力可达 30 万套。目前, 国内研制生产的 ABS 产品中比较成熟的主要有 FKX-AC1 型、ABS121 型和 ABS141 型等型号。我国目前已着手制定有关车辆安全性方面的法规, 并决定首先在重型汽车和大客车上安装 ABS 系统。

据了解, 目前世界各国已有 300 多种汽车装有 ABS, 如德国的奔驰、宝马、雅迪、保时捷、欧宝等车系; 英国的劳斯莱斯、路华、宾利等车系; 意大利的法拉利、领先、快意等车系; 瑞典的沃尔沃、绅宝等车系; 法国的标致车系; 美国的福特 TX3、30X、红彗星, 克莱斯勒的帝王、纽约豪客、男爵、道奇、顺风等车系; 日本的思域、凌志、本田、奔跃、俊朗、淑女 300Z 等车系均采用 ABS 系统。至二十世纪末, ABS 在汽车上的装用率近达 80%。

2. 电控制动系统 (EBS)

近几年来, 由于电子技术的迅速发展, 为 ABS 的发展和应用提供了良好的机遇。ABS 一方面朝着低成本、高可靠性方向发展; 另一方面其控制器的功能得到了增强, 扩大了使用范围, 还扩展了 ASR (驱动防滑系统) 功能, 从而成为电控制动系统 (简称 EBS)。

(1) EBS 系统的组成。EBS 系统的原理如图 1-9 所示。EBS 系统主要由气压制动系统和电子控制系统组成。气压制动系统包括制动踏板、储气筒、气压控制阀、气压制动管路和制动气室等。电子控制系统主要包括 ECU 控制器、各种传感器 (如 3D 力传感器、制动器摩擦片磨损传感器、耦合力传感器等) 及电子控制线路等。

(2) EBS 系统的工作原理。制动时, 制动踏板信号传给 ECU 控制器, 经 ECU 计算处理后, 向气压控制阀输出指令, 控制气压制动阀的开度。这时储气筒与前、后轮制动气室接通, 产生相应的制动力, 使车轮制动器制动。装在车轮内的 3D (三维) 力传感器和制动摩擦片磨损传感器把载荷、地面附着力和制动气压等信号, 通过网络传递给 ECU 控制器, 由 ECU 控制器自动调节制动压力, 形成了对制动压力的闭环控制。系统还可以集中控制 ASR, 实现各种不同要求的复杂控制功能, 使电子控制取代了传统的机械传动。

(3) EBS 系统的特点。EBS 系统的特点包括以下几点:

1) 由于使用了电子系统, 减少了制动系统机械传动的滞后时间, 缩短了制动距离, 从而增加了交通安全性;

2) 它在低制动强度时, 使制动摩擦片磨损最小; 在中等制动强度时, 利用 ABS 功能达到最佳的道路附着系数利用率; 而在高制动强度时, 则可以施加最大的制动压力, 从而获得最佳的控制制动力;

3) EBS 系统中的制动摩擦片磨损传感器不仅可监测并显示制动摩擦片磨损情况, 同时还可控制各制动

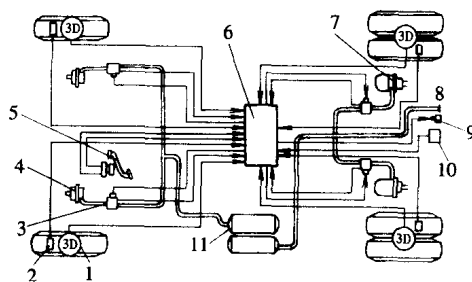


图 1-9 EBS 系统图

1—3D (三维) 力传感器; 2—摩擦片磨损传感器; 3—控制阀; 4—前轴制动气室; 5—制动踏板; 6—ECU 控制器; 7—后轴制动气室; 8—至挂车的储气筒软管; 9—挂车电子控制线路; 10—耦合力传感器; 11—储气筒



器的压力分配, 延长制动器使用寿命;

4) 由于使用了载荷传感器及压力传感器, 可根据轴荷分布进行制动力匹配, 由制动踏板传感器反映驾驶员的制动意图, 从而只须改动 ECU 的控制软件, 便可使 EBS 系统适用于各种不同制动要求的车辆;

5) EBS 系统改善了主车与挂车制动时的相容性, 提高了制动安全性;

6) 具有良好的诊断功能;

7) EBS 系统可只在 ABS 系统的基础上, 增加较少的附加装置来扩展 ABS 系统的功能, 并可通过网络与未来的驾驶辅助系统 (如车辆间距控制系统、导航系统、防撞系统等), 由一个中央控制器进行集中统一控制。

目前, EBS 系统价格较高, 但其具有诸多的优点, 必会在不久的将来广泛地应用于各种汽车上。

三、未来汽车制动系统的发展趋势

1. 交通安全问题已成为世界性的难题

目前, 全世界每年因交通事故死亡的人数约 50 万, 因此, 汽车的安全性对人类生命财产的影响是十分巨大的。在汽车 100 多年的发展中, 有关汽车安全性能的研究和技术的应用也发生了日新月异的变化, 从最初的保险杠、减振系统、乘客系带系统、安全气囊到汽车碰撞试验、车轮防抱死制动系统 (ABS)、驱动防滑系统 (ASR), 到无盲点、无视差安全后视镜及儿童限动系统的研究, 汽车的安全性能正日趋完善。特别是近几年, 随着科学技术的迅猛发展, 越来越多的先进技术被应用到汽车上。

2. 交通安全法规的不断完善

近年来, 随着汽车数量的增加, 汽车安全性成为人们普遍关注的问题, 因为它直接关系到人身和财产的安全。汽车的安全性早就为人们所重视, 1858 年英国就开始实施最早的机动车安全法规, 后来随着汽车的普及, 汽车安全法规也变得越来越严格和完善了。1966 年美国制定了 FMVSS 法规, 这是由预防事故发生、碰撞时乘客保护和减少事故后的灾害三个部分组成的。通过这一法规的实施, 使得汽车事故死亡人数下降 20%, 取得了明显效果。在这之后, 欧洲共同体、日本、澳大利亚和加拿大, 也相应公布了自己的法规。我国于 1989 年制定了 GB/T1551—1998《汽车乘员碰撞保护》、GB/T1557—1998《防止汽车转向机构对驾驶员伤害的规定》等标准, 这些法规基本与美国法规相近, 今后随着我国汽车工业的发展, 将逐步形成自己的汽车碰撞安全法规系统, 可有效地控制道路交通事故, 提高汽车的安全性。

为了提高汽车的安全性, 现代汽车上设置了多种安全装置, 基本上可以分为两类: 一类是主动安全装置, 它是为了避免事故的发生而设置的, 例如 ABS、ASR 等; 另一类是被动安全装置, 它是在事故发生后为了人身的安全而设置的, 例如, 安全带、安全气囊等。

近年来, 随着汽车数量的增加, 汽车安全行驶成为人们普遍关注的问题, 因为这直接关系到人身和财产的安全, 汽车行驶中的平顺性和操纵稳定性, 会随车速的提高、路面的复杂化和车辆出行、转弯、超车等不同行驶状态提出新的要求, 来保证行驶的安全, 因此, 各汽车厂家都极其重视在现代汽车上设置行驶安全装置。防止高速公路上行驶的车辆之间或行驶车辆与路边停驶车辆间的碰撞, 满足汽车行驶平顺性要求和操纵稳定性要求, 自动增大控制力, 优化了操纵系统, 提高了行驶舒适性及转向灵活性, 保证了高速行驶的稳定性和安全性。

3. 汽车的安全性研究

(1) 主动安全性内容。汽车的安全性分为主动安全性和被动安全性两类。主动安全性也称为“一次安全性”, 是指汽车回避事故发生的性能。被动安全性也称为“二次安全性”, 是指减轻事故后果的性能, 即事故发生时, 汽车具有保护乘员以及周围行人不伤亡或少伤亡的性能。

人、车、环境是影响汽车行驶安全性的三个要素。驾驶员驾驶汽车要完成“感知 (环境)、判断 (人)、操作 (车)”这 3 个过程, 由这 3 个过程构成一个闭环系统, 经过周而复始的循环完成汽车操纵和控制。汽车的主动安全性就是要求汽车必须为驾驶员提供一个能适应人体生理特性的外部条件, 以保证驾驶员很好地完成上述循环。其内容大体包括:

1) 视认性, 汽车在行驶过程中, 驾驶员感知外部环境其信息有 95% 以上是通过视野认识得来的, 因此良好的视认性是汽车主动安全性的重要组成部分。

2) 操纵性, 驾驶员通过对外界信息的感知然后经过大脑进行分析判断, 最后对汽车进行操纵控制, 操



纵包括转向性能、制动性能、加速系统灵敏性等。

3) 仪表信号系统, 仪表信号装置为驾驶员提供汽车行驶状态及所处工况信息, 是驾驶员进行判断的依据。

除上述三方面内容外, 广义的汽车主动安全性几乎包括了车辆的所有性能, 就连驾驶员宽敞的驾驶室空间也属于主动安全的范畴。主动安全系统方面是指通过事先防范, 避免事故发生的安全系统。它有望以最彻底的方式减少交通事故中的人员伤亡, 也是新世纪汽车安全性的重点研究区域。

(2) 主动安全性新技术。根据汽车理论和汽车设计, 对汽车内部构造进行合理、有效地设计, 使主动安全性能提高, 从而主动预防事故的发生。目前, 除广范采用的制动防抱死装置 (ABS) 和驱动防滑装置 (ASR) 外, 还有以下新技术用以提高驾驶者的视野和对危险提前预警之目的。

1) 汽车横向摆动和控制系统。该系统可以在车辆行驶中将潜在的危险预先告知驾驶员, 在可能出现倾翻危险时自动降低车速。该系统由两部分组成: 横摆显示部分和横摆控制部分。横摆显示系统可以检测出倾翻危险性并提供建议行驶车速, 当传感器数据表明临近倾翻危险时, 横摆控制系统向发动机电子控制单元发出信号, 以便降低发动机功率并使用发动机制动。当汽车恢复稳定后, 发动机返回原来的工作状态。

2) 智能测距防撞系统。该系统可以按照自身车速确定前方车辆的安全距离, 当车辆进入危险区域时, 自动巡航系统会自动启动, 避免发生事故。这种汽车主动安全装置已经被列入世界汽车制造商的目标之中。

3) 眼位传感器。可使每位司机的眼睛处于同样的相对高度上, 保证提供一个路面及周围环境的无障碍视野和最好的视见度, 提供一个特定的驾驶环境。它可以测定司机眼睛的位置, 然后电脑据此确定和调节座椅的位置。在电脑的指令下, 电动机将座椅自动升降到最佳高度上, 为司机提供掌握路面的最佳视野。同时电动机会自动调整方向盘、踏板、中央控制台甚至地板高度, 提供尽可能舒适的驾驶位置。

4) 安装在汽车两侧的前向摄影系统。旨在帮助提高司机的感知能力。多个铅笔大小的摄像机和 3 个切换的视频显示屏为司机提供前所未有的前后视的视野, 即可方便泊车时的操作, 游客在拥挤的交通中提高行驶的安全性, 使司机能够绕过大型车辆提前看到隐蔽处的汽车或行人。在拥挤的路面左转弯时可以更方便地知道对面的车辆。

安装后视镜摄像机, 可提供增强的侧面视野。摄像机的覆盖面比传统的后视镜要广, 特别是对相邻的车道。安装在车后扇面形布置的四个微型摄像机可以获得车后的全景视野, 图像经电子合成, 具有变焦和 180° 广角力。夜眼摄像机可在低照度条件下, 在汽车处于倒档时工作, 即是在近乎黑暗的情况下, 也能提供车后近距离内的细微影像。

5) 装在前脸格栅上的激光雷达装置可检测车辆前行人的行动, 采用的碰撞预警系统主要是为了减少追撞和伤害行人的事故, 对于今后在事故防范方面取得进展有重要的意义。如侧道的行人走入汽车的行驶路线便点亮仪表板上的警示灯, 使前扬声器发出声讯, 甚至鸣响喇叭。

后保险杠中的传感器检测后面的车流情况, 由计算机程序确定有无车的可能, 在马上要发生后端碰撞时, 后端警示系统启动安全带电动预警器, 自动拉紧安全带, 最大限度减少系安全带乘员受伤的危险。

采用的碰撞预警系统技术主要是为了减少追撞和伤害行人的事故, 对于今后在事故防范方面取得进展具有重要的意义。装在前脸格栅上的激光雷达装置监测车前行人的行动, 如测到有人走入汽车的行驶路线便点亮仪表板上的警示灯, 使前扬声器发出声讯, 甚至鸣响喇叭。后保险杠中的传感器监测后面的车流情况, 由计算机程序确定有无撞车的可能。在马上要发生后端碰撞时, 后端警示系统启动安全带电动预警器, 自动拉紧安全带, 最大限度减少系安全带乘员受伤害的危险。

(3) 被动安全性。汽车交通事故原因的调查表明, 95% 以上的事故是由于人与环境的因素造成的, 但汽车的主动安全性即使再好也只能避免事故。因此, 汽车的被动安全性显得更为重要。汽车的被动安全性是指汽车的碰撞安全性, 因此汽车碰撞防护装备自然而然地成为被动安全性研究的主要内容。汽车碰撞防护装备包括车外防护装备与车内防护装备两大类。

被动安全系统是指在交通事故发生后, 通过车内的保护系统 (如吸振装置、联动锁紧装置及其他附属装置) 来有效保护乘客, 尽量减小损伤的安全系统, 包括对乘客和行人的保护。

4. 汽车的安全系统



(1) 制动防抱死系统。制动防抱死的电子控制器是根据车轮传感器测出的车轮运动参数对制动力进行调节,从而使车轮制动时处于半抱死、半滚动状态。由于它能充分利用最大附着力,减少制动时间和距离,提高了制动安全性。

欧洲汽车的制动防抱死系统装车率为 30%, 美国为 40% 以上。到 2000 年, 美国所有轿车和小型货车的装车率将达到 100%。

(2) 主动式汽车防撞系统。奔驰汽车公司研制成功了一种防撞系统, 它在防抱系统的基础上增加助力伺服机构, 用微处理器识别紧急制动和缓慢制动, 以减少事故的发生或减轻撞车事故的危害, 提高汽车制动及防撞的安全性。车载防撞雷达的原理与其类似, 只是信号来自测距雷达, 达到防撞目的。

(3) 安全气囊。安全气囊属于被动式防撞安全系统, 当汽车车身受到冲击时。冲击能量触发传感器完成气囊充气, 保护驾乘人员安全。

(4) 电子监控刹车技术。这种智能型刹车装置能够在司机紧急刹车的瞬间得到信息, 协助人工加大刹车力度, 甚至在司机由于慌乱而松开刹车板时, 该项装置继续刹车; 采用这一技术可以将刹车距离缩短 50%。

(5) 防滑系统。为了防止汽车紧急刹车时发生方向失控和翻车事故, 目前各汽车制造公司除了装备 ABS 系统之外, 又研制出 EH 系统与 ABS 系统配合使用。发生紧急刹车情况时, 这一系统可以在几微秒之内对每个车轮进行制动, 以稳定车辆行车方向。

(6) 四轮动力系统。目前四轮动力系统大都装备在 4×4 吉普车和竞赛用汽车上以加强驱动力, 一些汽车制造公司已开始把这一系统引进使用在不同轿车上。这一系统能够根据行车路面情况来采取双轮动力或四轮动力进行驱动。此外, 车胎内设置一种监控系统可以及时探测轮胎与地面的接触状况, 以及轮胎温度、内胎压力和轮胎损害情况等。

(7) 底盘升降系统。这一自动调节系统可以保障汽车在行进中与地面的距离随着速度不断调整, 以提高缓冲能力, 达到最大的安全和舒适要求。法国雪铁龙公司最近推出的 C5 高档轿车便装备了这一系统。

(8) 自动调节速度和车距系统。轿车通过安装在车内的雷达探测系统, 可以准确地探测汽车行进中的障碍物, 并且及时将信息传达给刹车系统, 自动采取减速措施并降低驱动力; 一旦障碍物消失, 这个系统还能够取消刹车和提高油门动力。目前, 德国奔驰 S 级车型和法国雷诺 LAGUNA 型采用了这一技术。

(9) 360°视角。这种摄像头系统与雷达系统配合使用, 能够向司机及时提供汽车在行车中四周出现的诸如自行车、摩托车和滑板等危险情况。此外, 这个系统还可以协助司机安全泊车, 避免发生碰撞。

(10) 自动驾驶系统。从目前技术发展来看, 使用电子系统实现自动驾驶最终是可以实现的, 就像欧洲现在生产的空中客车飞机一样。但是, 欧洲不少汽车公司并不准备采取这一技术设备, 因为驾驶车辆的人都不希望失去开车的乐趣。

(11) 提高驾驶舱内的舒适程度。这是全世界各大汽车制造公司不断追求的目标。提高舒适程度包括自动空调、驾驶座自动升降、用磁卡代替金属钥匙和记录方向盘位置高低和后视镜位置等。此外, 仪表板所提供的各种信息也可以根据司机的需要进行增删。车内的颜色和味道也可以根据主人的选择进行改变。甚至行车时的发动机声响也可以改变, 以便提供更加舒适的行车环境。

第二节 汽车制动系统概述



一、汽车的制动性

汽车的制动性是指汽车在行驶中能强制降低车速和停车, 以及在下坡时维持一定车速的能力。通常我们把行驶中的汽车能够强制地降低到任意要求的行驶速度, 甚至降低到零 (即停车), 下长坡又能保持着一定速度的使用性能, 称为汽车的制动性。

发动机工作使汽车在行驶中储备了一定动能, 若没有制动装置, 用惯性滑行, 单靠汽车行驶中的各种阻力 (滚动阻力、空气阻力、坡道阻力等) 来消耗所储备的功能, 使其自行停车, 这就需要走过很长的距离。例如, 解放 CA1091 型汽车满载货物在平坦的公路上, 以 40km/h 的速度行驶, 不用制动需 300m 左右才能停车。由此不难看出, 这样就失去了在公路上运行的重要条件, 从客观实际、安全行车方面考虑也是不



允许的。因而,要想强制车速迅速降低,就必须设法将这部分动能尽快地吸收,并通过一定的形式将其转化为另一种形式的能量。常用的直接作用在车轮上的蹄式制动器就是利用这个原理,当制动器作用时产生摩擦力矩(即制动力矩)。使汽车的动能转变为制动蹄片与制动鼓或轮胎与路面间的摩擦热能,从而使行驶的汽车降低车速或停车。当然,还有一部分能量消耗在克服汽车行驶的阻力上。

汽车行驶中,燃料燃烧产生的能量转变为动能。汽车速度越高、质量越大,储备的能量亦越大。例如解放 CA1091 型汽车,满载以 3060km/h 的速度行驶时,其动能值为 280476Nm;若车速为 6060km/h 时,其动能值为 1121904Nm;60km/h 的动能值相当于把两辆 50t 的火车车箱举起 1.14m。这样,一旦由于驾驶操作不当或车辆发生故障,使汽车撞及其他交通工具、行人或建筑物,那么必将造成重大危害和损失。

汽车的制动是通过制动装置来实现的。驾驶员想使运动着的汽车迅速停住,就要通过制动装置把汽车的动能吸收掉。所以对制动装置必须要求效果好,工作可靠,吸收能量快。汽车制动效果越好,汽车安全行驶速度和平均行驶速度就有可能提得越高。因此,汽车的制动性是安全行车的重要因素,也是汽车的主要使用性能之一。汽车制动性能的好坏,对行车安全和顺利完成运输任务有重要影响。汽车必须具备良好的制动性能,才能在保证安全的条件下提高行车速度,获得较高的运输生产效率。汽车高速行驶要以迅速停车为存在条件,这样才能保证行车安全,不发生事故。

二、评价汽车制动性的主要指标

评价汽车制动性的主要指标有三项。

(1) 制动减速度。从汽车应具有制动能力来说,紧急制动时,汽车的最大减速度一般为 $7.5 \sim 8\text{m/s}^2$;在普通制动时,汽车的平均减速度应为 $3 \sim 4\text{m/s}^2$ 。但在实际使用制动时,除紧急情况外,通常不应使制动减速度大于 $1.5 \sim 2.5\text{m/s}^2$,否则不仅会使乘客感到不舒服、发生危险,或造成货物不安全,而且还会增加燃料的消耗和轮胎的磨损。

(2) 制动时间。制动时间是指紧急制动时,从驾驶员踩制动踏板到制动器发生作用,直到达到最大强度制动(减速度达最大值),使汽车完全停止所经历的全部时间。汽车制动时间的长短,与制动系统的结构、工作介质(制动液、压缩空气)、道路附着系数及滚动阻力等因素有关。

(3) 制动距离。一般是指通过道路试验测得的实际制动距离,它是采取紧急制动时,从踩下制动踏板到完全停车所经过的距离,按交通部颁布的《机动车制动检验规范(试行)》规定,在坡度不大于 $\pm 1\%$ 的混凝土路面和沥青路面上,新出厂的小型汽车(总质量小于 4.5t),在时速 30km 时的制动距离为 6.4m,中型汽车(总质量 4.5~12t),在时速 20km 时为 3.7m,重型汽车(总质量大于 12t),在时速 20km 时为 4.2m。

三、汽车运行工况和对安全的要求

汽车制动系统的组成是根据汽车运行工况和安全要求来确定的,因此对其安全的要求有以下几点:

(1) 汽车在行驶过程中,必然会遇到某些障碍物、缓行路标或停车等情况,这时必须使汽车的车速由快减慢,或由慢到停。为此,必须依靠对车轮施加制动阻力来实现。满足这一制动要求的装置,称之为行车制动装置(亦称脚制动或主制动装置)。这种制动装置无论在早期汽车还是在现代汽车上都是必不可少的。

(2) 当汽车需要停放(尤其在坡道上停放)和上坡起步时,都必须依靠驻车制动装置(或称手制动或中央制动装置)来给予保证,这种制动装置也是各种汽车所不可缺少的。

(3) 汽车在运行中,难免有时要下长坡(如自卸车重载下长坡),若完全依靠行车制动来保持汽车下坡时的稳定速度,势必使驾驶员操作紧张;制动器承受很大的热负荷;大大缩短行车制动器的使用寿命;且严重破坏其可靠性。为克服上述缺点,保证下坡时的稳定速度,载重汽车多装有各种不同型式的辅助制动装置。

(4) 汽车启动或行驶中,若制动气压不足,会使行车制动失灵或制动阻力减弱,必然导致重大的安全事故。所以目前很多载重汽车装有安全制动装置——应急制动装置。当贮气筒气压未达到额定值时,这种装置使汽车无法开动;汽车在行驶过程中,如因某些故障而使制动气路的气压不足,这种应急制动装置就会马上发挥作用,而迅速将车刹住,从而使汽车免于发生事故,并得以及时维修。有的汽车把这种装置与驻车制动装置合二为一。

当前汽车的制动系统一般装有行车制动和驻车制动两种装置;较先进的载重汽车制动系统多装有上述



三种或四种制动装置，并在取得最佳制动效能方面采取了一些有力措施。

四、汽车运行对其制动系统性能的要求

载重汽车所行驶的道路条件是极其不利的，所以为了保证汽车能在安全条件下发挥出高速行驶的能力，必须对其制动系统提出严格要求，这些要求不仅适用于制动系统的设计和改装，而且也适用于载重汽车制动系统的维护和修理。

1. 制动性能

汽车必须具有优良的制动性能。一般汽车以一定速度行驶时进行紧急制动，汽车的制动距离愈小愈好。制动距离是从驾驶员踩下制动踏板开始，直到汽车停止不动过程中汽车所走过的距离。不管汽车车速的快慢、载重的多少和行驶方向怎样变化，制动系统都必须保持良好状态。也就是说，无论汽车处于什么行驶和工作状况下，制动系统都必须具有优良的制动性能。对汽车制动性能好坏的评价指标主要包括制动效能，制动效能的恒定性能和汽车制动时的方向稳定性。

(1) 汽车的制动效能。汽车的制动效能是指汽车迅速降低行驶速度直至停车的能力。评定制动效能的指标有制动减速度、制动距离、制动时间和制动力等。通常是以与行车安全有直接关系的制动距离作为衡量制动效能的指标。制动距离是指从驾驶员开始踏制动踏板时的初速度 v_{ab} 起，到汽车停止，汽车所驶过的距离。

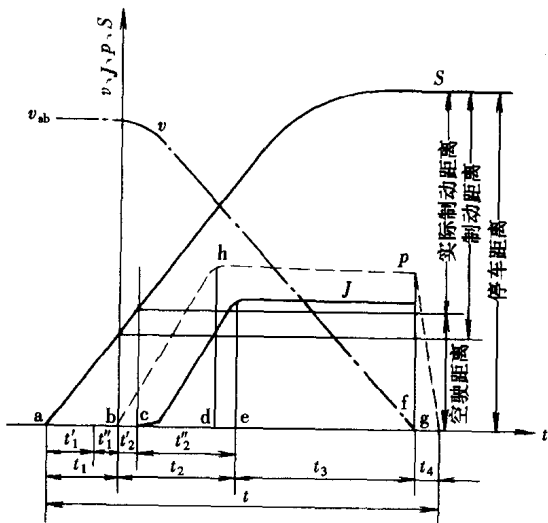


图 1-10 汽车的制动过程图

p —制动踏板力； v —车速； S —制动距离； J —制动减速度

点 c 这段时间里，假定行驶速度不变，且等于制动初始速度 v_{ab} ，汽车已驶过较长距离。随后，自点 c 起，制动蹄片开始与制动鼓接触，二者间产生摩擦力，汽车开始减速度行驶；到点 e ，减速度达最大值，车轮被抱死，汽车开始拖滑，这当然与附着系数有关。

计算制动距离的公式有不少，但其中比较简单实用和公认的公式为

$$S = \frac{\left(t'_{2} + \frac{t''_{2}}{2}\right) v_{ab}}{3.6} + \frac{v_b^2}{254\varphi}$$

在 $F_b \geq F_{\varphi}$ 时， $\varphi = \frac{j_{max}}{g}$

从上述制动距离计算公式中可以看出，影响制动距离的参数有 t'_{2} 、 t''_{2} 、 v_{ab} 和 φ 。为尽量缩短制动距离，就必须采取有效措施来缩短时间 t'_{2} 和 t''_{2} ，这就要求制动驱动机构的动作要灵敏和协调；制动系统中的油压或气压要保证；要采用先进的制动器结构型式和严格控制制动器的加工、装配以及制动摩擦片的材质和热恒定性。另外，为缩短制动距离还必须选择轮胎的结构、花纹和掌握其磨损情况，以保证最佳的附着系数 φ ，取得最大制动力。制动起始车速 v_{ab} 与制动距离成平方关系，所以影响显著。从图 1-11 中可以看