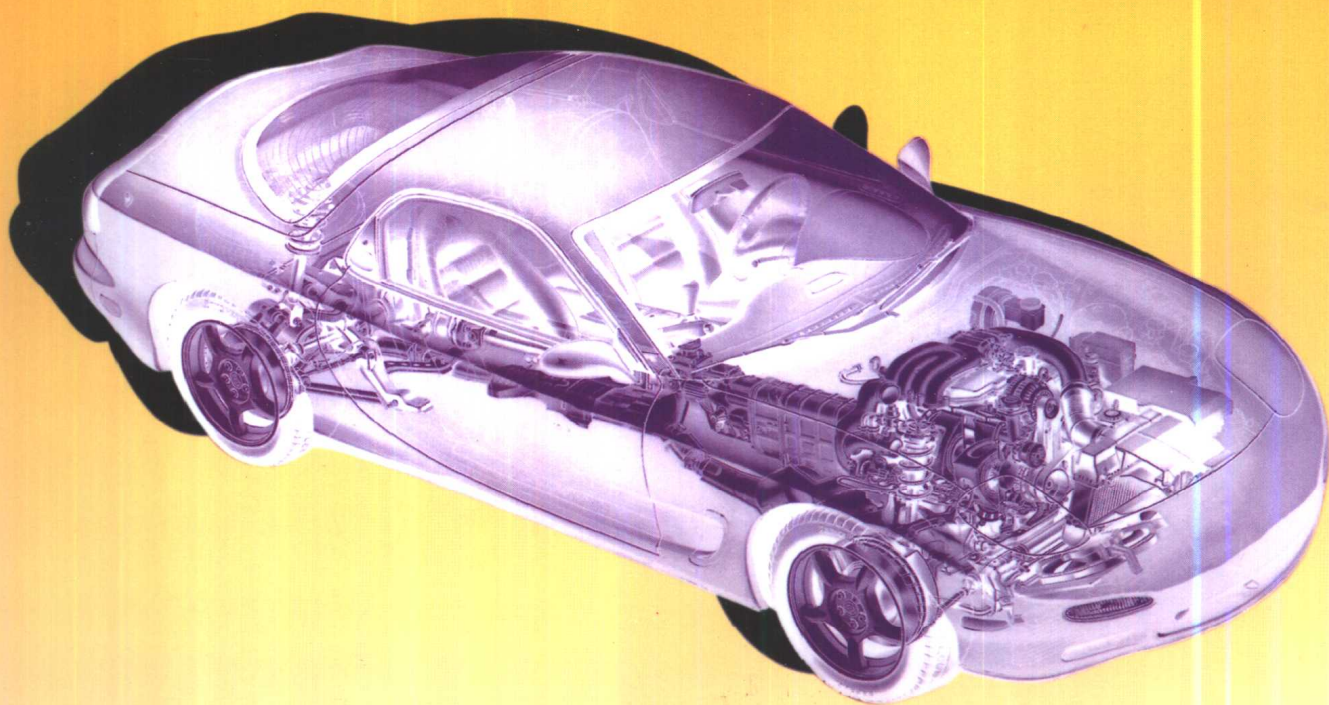


现代汽车

维修技术系列丛书

现代汽车 自动防抱死制动系统 (ABS)原理与检修

汪立亮 徐 淼 章 宏 编著
高群钦 主审



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

URL: <http://www.phei.com.cn>

现代汽车维修技术系列丛书

现代汽车自动防抱死制动系统 (ABS)原理与检修

汪立亮 徐 森 章 宏 编著

高群钦 主审

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书较系统地介绍了现代汽车自动防抱死制动系统(ABS)的结构、工作原理和维修技术。其中以维修为侧重点,较详细地介绍了日本丰田公司的皇冠(CROWN)、大霸王(PREVIA)、凌志(LEXUS)和三菱(Mitsubishi)轻型汽车,韩国的现代以及国产的一汽奥迪和上海桑塔纳 2000 GSI 时代超人等汽车防抱死制动系统的维修技术。

本书内容翔实、由浅入深,通俗易懂,适合汽车维修技术人员、汽车生产和科研人员及各类院校汽车专业的广大师生阅读和参考;同时,也可作为现代汽车最新技术 ABS 系统学习的培训教材和参考书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,翻版必究。

图书在版编目(CIP)数据

现代汽车自动防抱死制动系统(ABS)原理与检修/汪立亮等编著. —北京:电子工业出版社,2000.1

(现代汽车系列维修丛书/高群钦主编)

ISBN 7-5053-5521-X

I. 现… II. 汪… III. ①汽车-制动装置,防抱-基本知识②汽车-制动装置,防抱-维修 IV. U463.52

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 46022 号

丛 书 名: 现代汽车维修技术系列丛书

书 名: 现代汽车自动防抱死制动系统(ABS)原理与检修

编 著 者: 汪立亮 徐 森 章 宏

主 审 者: 高群钦

责任编辑: 杨逢仪

排版制作: 电子工业出版社计算机排版室

印 刷 者: 北京大中印刷厂

出版发行: 电子工业出版社 URL: <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销: 各地新华书店

开 本: 787×1092 1/16 印张: 12 字数: 310 千字

版 次: 2000 年 1 月第 1 版 2000 年 11 月第 2 次印刷

书 号: ISBN 7-5053-5521-X
TN·1309

印 数: 2500 册 定价: 18.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页、所附磁盘或光盘有问题者,请向购买书店调换;

若书店售缺,请与本社发行部联系调换。电话 68279077

“现代汽车维修技术系列丛书”编审委员会

主 任 高群钦

副主任 汪立亮 贾继德 徐寅生 赵学鹏

委 员 徐 森 周玉茹 满维龙 付应和 徐国富 王 银
张仕奇 刘言强 严 华 高光明 王元龙 彭生辉
庞新磊 杨生超 汪时武

序 言

随着汽车工业和科学技术的发展,汽车技术日新月异,特别是电子技术的应用,使汽车的结构性能发生了根本性变化。新的结构原理和装置相继涌现,使用和维修问题也接踵而来,对汽车的使用、维修人员提出了新的更高的要求。因此,急需一套科学性、实用性、实践性较强、内容详尽的介绍现代汽车新结构、新技术原理及维修的资料。为此,我们组织汽车管理学院从事汽车教学、科研、应用与维修专业的专家、教授、和工程技术人员编写了这套《现代汽车维修技术系列丛书》。首先推出的是一批有关“现代汽车电子控制系统原理与检修”的套书。包括:

- 《现代汽车电子控制汽油喷射系统原理与检修》
- 《现代汽车自动变速器原理与检修》
- 《现代汽车自动防抱死系统(ABS)原理与检修》
- 《现代汽车自动空调系统原理与检修》
- 《现代汽车中央门锁及防盗系统原理与检修》
- 《现代汽车安全气囊系统(SRS)原理与检修》
- 《现代汽车音响原理与检修》
- 《现代汽车电子巡航控制系统(CCS)原理与检修》
- 《现代汽车电器设备原理与检修》

与已出版的同类汽车图书相比较,这套书具有以下特点:

1. 针对性强。一个系统或装置一本书,每册篇幅不大,便于读者根据自己的需要进行选购。

2. 实用性强。这套丛书从实用出发,在简单介绍结构原理的基础上,以车型为主,较详细地讲解了其维修技术。

3. 内容可靠。每本书都由长期从事汽车教学、科研、应用与维修工作的有丰富实践经验的专家、教授和工程技术人员执笔,务求数据可靠,内容翔实,图文并茂。

今后还将陆续出版本丛书的相关技术书籍,望广大读者喜爱并提出宝贵意见。

《现代汽车维修技术系列丛书》编审委员会

1999.6

前 言

随着汽车工业的迅速发展,进口汽车车型、结构、性能不断地增加,电子化程度不断地提高和更新,新的结构和装置相继涌现。现代汽车上的自动防抱死系统(ABS)就是其中的一部分,它在改善汽车的制动性能,确保行车安全方面起着重要的作用。

20 世纪初期 ABS 主要用于铁路机车上,到了 20 世纪中叶被用于飞机,继而用在了汽车上。近年来,随着电子技术的迅速发展,ABS 的开发速度很快,ABS 的性能、质量不断提高。

进入 20 世纪 90 年代,ABS 装车率大幅度提高,ABS 的技术应用趋于成熟。欧美和日本等西方国家都制定了相应的法规。迄今为止,西方国家 ABS 在各种汽车上的装有率已超过 50%,到本世纪末将达到 90% 以上。我国在奥迪、桑塔纳等轿车上已装有 ABS,预计不久的将来,我国自己生产的各类汽车也将大量装用 ABS。

由于 ABS 的越来越普及,因而使用、维修问题也接踵而来。而目前国内有关 ABS 维修的资料甚少,本书正是在此背景下编写的。

本书从 ABS 的产生出发,系统地介绍了 ABS 的结构、工作原理和维修技术,最后较详细地介绍了日本丰田公司的皇冠(CROWN)、大霸王(PREVIA)、凌志(LEXUS) 和三菱(Mitsubishi)轻型汽车,韩国的现代以及国产的一汽奥迪和上海桑塔纳 2000 GSI 时代超人等防抱死制动系统的维修技术。

本书主要由汪立亮、徐森、章宏编著,徐寅生、满维龙、严华、王元龙、赵学鹏、付应和、吴安康等同志也参加编写,最后全书由高群钦教授主审。此书在编写过程中,借鉴与参考了国内外汽车厂家的技术资料及有关出版物,同时得到汽车管理学院检测教研室的大力支持和帮助,在此致以诚挚谢意!

由于水平有限,此书在编写过程中,难免出现错误,敬请批评指正。

编著者

1998.11

目 录

第一章 ABS 系统及原理简介	(1)
第一节 ABS 系统简介	(1)
一、车轮防抱死装置(ABS)系统的产生	(1)
二、ABS 系统在汽车上的应用	(2)
三、ABS 系统的优点及种类	(4)
四、世界各大汽车公司的 ABS 装置	(4)
五、防抱死制动系统的发展趋势	(5)
第二节 ABS 系统的原理简介	(6)
一、汽车制动时的运动分析	(6)
二、滑移率	(9)
三、汽车制动与车轮的旋转	(10)
四、理想的制动控制过程	(12)
五、防抱死制动装置的评价方法	(13)
第二章 ABS 系统的结构组成及其工作原理	(17)
第一节 ABS 系统的电子控制模块(电脑)	(17)
一、概述	(17)
二、ECU 的基本结构	(17)
三、安全保护电路	(20)
四、ECU 的工作原理	(21)
第二节 车轮速度传感器	(23)
一、概述	(23)
二、基本结构	(23)
三、信号产生原理	(24)
四、车轮速度传感器的工作原理	(24)
五、车轮速度传感器的安装实例	(24)
六、汽车减速度传感器	(26)
第三节 液压控制装置	(27)
一、ABS 系统液压控制装置的组成	(27)
二、典型调节器的工作过程	(30)
三、波许 ABS 系统的工作	(35)
四、达科(VI)ABS 系统的工作	(36)
第四节 驱动控制简介	(38)
一、驱动控制装置	(38)
二、ASR 的原理	(39)

三、ASR 的控制方法	(40)
四、ASR 的效果	(41)
第三章 ABS 系统的维修	(43)
第一节 ABS 系统维修的基本内容	(43)
一、诊断与检查的基本内容	(43)
二、修理的基本内容	(43)
三、ABS 维修的注意事项	(43)
第二节 ABS 系统的诊断与检查	(44)
一、初步检查	(44)
二、故障自诊断	(45)
三、快速检查	(48)
四、故障指示灯诊断法	(54)
第三节 ABS 系统的修理	(56)
一、ABS 系统的泄压	(56)
二、ABS 系统电脑的更换	(56)
三、车轮速度传感器的修理	(56)
四、液压控制装置(总成)的修理	(59)
五、ABS 线束的更换	(60)
六、ABS 系统的放气	(60)
第四节 几种防抱死制动系统故障排除实例	(61)
一、地平线牌轿车等车型实例(以微机为主)	(61)
二、液压控制实例	(65)
第四章 皇冠轿车防抱死制动系统(ABS)的检修	(72)
第一节 皇冠轿车防抱死制动系统(ABS)	(72)
一、系统零部件位置及功能	(72)
二、系统控制原理	(72)
第二节 皇冠轿车防抱死制动系统(ABS)的检修	(78)
一、自诊断系统	(78)
二、电子防抱制动装置的就车检查	(79)
三、常见故障的诊断与排除	(84)
第五章 日本三菱汽车防抱死制动系统(ABS)的检修	(87)
第一节 概述	(87)
第二节 日本三菱轻型车防抱死制动系统(ABS)的检修	(88)
一、制动装置检查、调整与修整	(88)
二、ABS 系统的就车检查	(91)
第六章 大霸王轿车防抱死制动系统(ABS)的检修	(94)
第一节 大霸王轿车防抱死制动系统(ABS)	(94)
一、系统元件位置及功能	(94)

二、系统电路图	(95)
第二节 自诊系统	(96)
一、概述	(96)
二、诊断系统的检查	(96)
三、诊断代码	(96)
四、诊断代码的清除	(97)
第三节 大霸王轿车防抱死制动系统(ABS)的检修	(98)
一、转速传感器诊断系统的检查	(98)
二、ABS 执行机构	(99)
三、控制继电器的检查	(102)
四、前转速传感器	(102)
五、后转速传感器	(104)
六、ABS 系统线路	(105)
第七章 凌志 LS400 防抱死制动系统(ABS)的检修	(109)
第一节 凌志 LS400 防抱死制动系统	(109)
第二节 凌志 LS400 防抱死制动系统(ABS)的检修	(111)
一、自诊系统	(111)
二、电路检查	(113)
第八章 现代(HYONDAI SONATA)轿车防抱死制动系统(ABS)的检修	(130)
第一节 现代轿车防抱死制动系统(ABS)	(130)
一、系统元件位置	(130)
二、线路图及连接器图	(131)
第二节 现代(HYONDAI SONATA)轿车防抱死制动系统(ABS)的检修	(134)
一、系统主要元件的检查	(134)
二、故障诊断代码	(135)
三、电路检查	(137)
第九章 奥迪轿车电子防抱死制动系统(ABS)的检修	(155)
第一节 奥迪轿车电子防抱死制动系统(ABS)	(155)
一、主要元件的构造	(155)
二、防抱系统的工作电路	(157)
第二节 奥迪轿车电子防抱死制动系统(ABS)的检修	(158)
一、防抱系统元件的拆装与维修	(158)
二、电子防抱系统 ABS 的故障诊断与修理	(161)
第十章 桑塔纳 2000 防抱死制动系统(ABS)的检修	(170)
第一节 桑塔纳 2000 防抱死制动系统(ABS)	(170)
一、概述	(170)
二、ABS 系统元件的安装位置及特征	(170)
第二节 桑塔纳 2000 防抱死制动系统(ABS)的检修	(170)

一、维修说明	(170)
二、ABS 系统有关元件的检修	(171)
三、自诊断系统	(175)
四、ABS 的电器检测	(177)

第一章 ABS 系统及原理简介

第一节 ABS 系统简介

一、车轮防抱死装置(ABS 系统)的产生

凡驾驶过汽车的人都有一些经验,在被雨淋湿的柏油路上或在积雪道路上紧急制动时,汽车会发生侧滑,严重时会调头旋转。如果是在有车辙的雪路上行驶,左右车轮分别行驶在雪地上或露出的地面上,产生剧烈旋转的危险性更大。在这种路面上行驶时,若紧急制动,汽车方向会失去控制。若是弯道就有可能从路边滑出或闯入对面车道,即使不是弯道也无法躲避障碍物。防抱死制动装置就是为了防止这些危险状况的发生而研制的装置。

汽车防抱死制动系统是汽车在任何路面上进行较大制动力刹车时,防止车轮完全抱死的系统,是具有良好的制动效果的刹车装置,简称 ABS(Anti-Lock Brake SyStem)系统。这种系统利用电子电路自动控制车轮制动力,可以充分发挥制动器的效能,提高制动减速度和缩短制动距离,并能有效地提高车辆制动的稳定性,防止车辆侧滑和甩尾;减少车祸,因此被认为是当前提高汽车行驶安全性的有效措施之一。目前国外高级轿车和客车上已广泛使用。

ABS 装置最早是应用于飞机、铁路机车,而在汽车上的应用较晚。我们都知道,如果铁路机车的制动强度过大,车轮就会抱死并在道轨上滑行。由于车轮和道轨的摩擦,就会在车轮外圆上磨出一些小平面,这叫平面现象。小平面产生后,车轮就不能平稳地旋转而产生噪声和振动。为了防止这种现象的发生,1908 年 J·E·Francis 设计了一种装置,把它安装在机车上以后,意外地发现制动距离也缩短了。1936 年德国 Robert Bosch 公司取得了 ABS 专利权。

1948 年美国的 Westinghouse Air Brake 公司开发了铁路机车专用的 ABS 装置。该装置利用安装在车轴上的转速传感器测出车轴的减速度(用飞轮控制检测开关),然后使电磁阀动作控制制动气压,防止车轴磨损。

飞机着陆时如果制动强度过大,车轮抱死,导致轮胎磨损严重,有破裂的危险。如果跑道上结冰,车轮打滑,难以保持直线行驶性能,飞机会产生侧滑或机体旋转等不规则运动。为防止这种危险工况的出现,真正应用 ABS 装置还是在第二次世界大战的末期,即 1945 年。最初,德国 Fritz Ostwald 的设计思想被美国政府用在喷气式飞机上,后来也在轿车、载货车和摩托车上采用了。接着是 1948 年,波音公司生产的 B-47 飞机装上了 Hydro Aire 公司的 ABS 初期产品。该装置利用脉冲进行控制,转速传感器测出车轮开始抱死的时刻,电磁阀动作使液压下降,车轮转动后液压又上升,反复上述动作。

从 50 年代后半期到 1960 年,Good Year 公司和 Hydro Aire 公司分别开发出各有特点的 ABS 装置。这种装置不是像开关一样,把液压控制在零或最大,而是根据车轮的减速情况,阶段性地控制液压,采用了初期的电子计算机,使 ABS 的性能得到了很大的改善。目前,在北美,规定所有的民航飞机都必须安装 ABS 装置。

二、ABS 系统在汽车上的应用

1954 年美国 Ford 公司首次把法国生产的民航机用 ABS 应用在林肯牌轿车上。这次试装虽然以失败而告终,但揭开了汽车应用 ABS 的序幕。同一时期,Kelsey Hayes 公司与 Hydro Aire 公司联合生产货车用 ABS。1957 年,Ford 公司与 Kelsey Hayes 公司开始联合开发 ABS,1968 年达到了预期目的。

1958 年 Dunlop 公司开发出了用于载货车的 Maxaret ABS,它是由飞机用 ABS 派生出来的,也就是现在所说的二通道组合低选择、四轮控制通断式 ABS。前轮采用机械式速度传感器、后轮采用电磁式速度传感器。

1960 年上半年,Harry Ferguson Research 公司把 Maxaret ABS 组合成四轮控制式,安装在试验车上,并于 1965 年向英国 Jensen 公司提供了 Ferguson 制造的四轮控制 ABS 样机。

同一时期,美国政府倡导在国产轿车、载货车上安装 ABS,鼓励开发 ABS。之后,Kelsey Hayes 公司、Bendix 公司开始开发研制,TRW 公司也对开发 ABS 表现出浓厚的兴趣。1969 年福特汽车公司首先推出后二轮控制方式的防抱死制动系统,并在美国、日本的高级轿车上得到应用,但是在此后约 10 年中却没有获得较大的进展。随着电子控制技术及精密液压元器件加工制造技术的进步,逐渐奠定了复杂而精确的控制技术的基础,1978 年奔驰公司首次推出四轮控制的防抱死制动系统,各公司应用概况见表 1-1。

表 1-1 70 年代末~80 年代中后期世界防抱死制动系统装车应用概况

ABS 制造厂	整车公司	车 名	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Bosch ABS II b (德国波许)	奥迪	80									○	○
		90							○	○	○	○
		100						○	○	○	○	○
		200			○	○	○	○	○	○	○	○
		200 增压						○	○	○	○	○
		Quattro						○	○	○	○	○
		80 Quattro									○	○
		90 Quattro							○	○	○	○
		100 Quattro							○	○	○	○
		200 Quattro							○	○	○	○
		200 Quattro 增压							○	○	○	○
Bosch ABS II b	宝马	7 系列	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		5 系列				○	○	○	○	○	○	○
		635csi/745i					○	○	○	○	○	○
		6 系列						○	○	○	○	○
		3 系列						○	○	○	○	○
		688 二门							○	○	○	○
		535i							○	○	○	○
Bosch ABS II b	奔驰	W126(116)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		R107			○	○	○	○	○	○	○	○
		C126				○	○	○	○	○	○	○
		W201					○	○	○	○	○	○
		W124							○	○	○	○
Bosch ABS II b	奥贝尔	Senator CD						○	○	○	○	○
		Senator/Monza						○	○	○	○	○
		Omega(Record)							○	○	○	○

(续表)

ABS 制造厂	整车公司	车 名	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
	波尔舍	928S										
Bosch ABS II b	大众(VW)	Passat Syncro								○	○	○
	伏尔沃	760GLE							○	○	○	○
	菲亚特/兰西亚	Lancia Thema							○	○	○	○
	雪铁龙	CX								○	○	○
	法拉利	400i(12缸)								○	○	○
	雷诺	R25(V6)								○	○	○
	罗孚	800									○	○
ABS II	通用(GM)	Corvete								○	○	○
		Cadillac Allante									○	○
(日本 ABS)	日产	Fairladyz								○	○	○
		Leopard									○	○
		Skyline									○	○
	三菱	Galant							○	○	○	○
		Debonair									○	○
	马自达	RX-7								○	○	○
		Luce									○	○
丰田-ND	丰田	Soarer									○	○
		Supra									○	○
		Camry										○
丰田爱新 ESC	丰田	皇冠 Crown						○	○	○	○	○
		Mark II							○	○	○	○
ATE MARK II ABS	福特-E	Scorpio							○	○	○	○
		Scorpio 4WD								○	○	○
		Sierra 4WD								○	○	○
		Sierra Turbo									○	○
ATE MARK	大众(VW)	Golf Syncro									○	○
		Golf GTI									○	○
II ABS	标致	505									○	○
		BX									○	○
	萨伯	9000									○	○
	阿尔发·罗米欧	K1/K2/GTV									○	○
	福特-U	Continental							○	○	○	○
		T/Bird									○	○
	通用(GM)	Pontiac 6000 STE									○	○
		Buick Electra,									○	○
		Park Avenue									○	○
		Oldsmobile 98									○	○
		Cadillac Fleetwood									○	○
		De Vile										
Lucas GIRING scs	FORDE	Escort, Orion									○	○
Honda Nissin	HonDA	Prelude						○	○	○	○	○
ALB		Accord							○	○	○	○
(本田 - 日清)		Legend								○	○	○

四轮控制防抱死制动系统能适应各种路面条件并发挥稳定的制动性能;与此同时也提高了转向性,在制动时进一步提高了回避障碍物的性能。目前已在日本、美国、欧洲迅速得以普及。

三、ABS 系统的优点及种类

以提高汽车行驶性能为目的而开发的各种 ABS 装置,其原理是充分利用轮胎和地面的附着系数,主要采用控制制动液压压力的方法,给各车轮施加最合适的制动力。其具有以下优点:

ABS 系统的第一个优点是能缩短制动距离。这是因为在同样紧急制动的情况下,ABS 系统可以将滑移率控制在 20% 左右,即可获得最大的纵向制动力的结果。

ABS 系统的第二个优点是增加了汽车制动时的稳定性。汽车在制动时,四个轮子上的制动力是不一样的,如果汽车的前轮抱死,驾驶员就无法控制汽车的行驶方向,这是非常危险的;倘若汽车的后轮先抱死,则会出现侧滑、甩尾,甚至使汽车整个调头等严重事故。ABS 系统可以防止四个轮子制动时被完全抱死,提高了汽车行驶的稳定性。资料表明,装有 ABS 系统的车辆,可使因车轮侧滑引起的事故比例下降 8% 左右。

ABS 系统的第三个优点是改善了轮胎的磨损状况。事实上,车轮抱死会造成轮胎杯型磨损,轮胎面磨损也会不均匀,使轮胎磨损消耗费增加。经测定,汽车在紧急制动时,车轮抱死所造成的轮胎累加磨损费,已超过一套防抱死制动系统的造价。因此,装用 ABS 系统具有一定的经济效益。

ABS 系统的最后一个优点是使用方便,工作可靠。ABS 系统的使用与普通制动系统的使用几乎没有区别。制动时只要把脚踏在制动踏板上,ABS 系统就会根据情况自动进入工作状态,如遇雨雪路滑,驾驶员也没有必要用一连串的点刹车方式进行制动,ABS 系统会使制动状态保持在最佳点。注意:ABS 系统工作时,驾驶员会感到制动踏板有颤动,并听到一点噪音,这些都属于正常现象。ABS 系统工作十分可靠,并有自诊断能力。如果它发现系统内部有故障,就会自动记录,并点燃琥珀色(黄色)ABS 故障指示灯,让普通制动系统继续工作。此时,维修人员可以根据记录的故障(以故障码的形式输出)进行修理。

ABS 系统从目前看可分为以下种类:波许(Bosch)ABS 系统、坦孚(Teves)ABS 系统、达科(Delco)ABS 系统和本迪克斯(Bendix)ABS 系统,这四种系统都是广泛应用的系统,而且还在不断发展、更新和换代。如果说还有其它种类的 ABS 系统,基本上也是上述四种系统中某一种的变型。

德国波许公司早在本世纪 70 年代末就将自己研究生产的波许 ABS 系统应用在梅赛德斯·奔驰系列车上;德国波许公司 80 年代末 90 年代初广泛应用于通用公司生产的各种系列车型上。

尽管不同公司生产的 ABS 系统的类型不同,但它们都有相同的基本组成和基本工作原理,它们的重要区别是电子控制模块(电脑)及控制线路不同。

四、世界各大汽车公司的 ABS 装置

现在实用化的四轮控制防抱死制动装置有波许,阿尔发列德·梯维斯(ATE),本田 4W-ALB,丰田的 ESC,露卡斯·柯林的 SCS。

1. 控制通道

波许、梯维斯公司的防抱死制动系统与丰田的 ESC 是在各个前轮中分别独立装有传感器、执行元件的油压系的 2 通道控制方式,即前二轮独立控制方式。此外,还有后轮传感器安装在各个车轮中的 2 通道方式,或在驱动系中装设的单通道方式(这时,形成后二轮的平均车轮速度);执行元件的油压系统也是有双通道与单通道二种方式。在使用后轮 2 通道传感器中,这是一般以易于锁止的车轮速度为基准进行控制的低选择方式,属于具备 2 通道的油压系并不是经常独立控制的方式,是与后二轮同时控制的一种方式。

本田 4W-ALB 则采用前二轮同时、后二轮同时的 2 系统控制方式。前轮采用以较难锁止的车轮为基准进行控制的高选择方式;后轮则采用低选择方式。露卡斯·柯林的 SCS 则采用左前轮与右后轮同时控制,右前轮与左后轮同时控制的 2 系统控制方式。

2. 执行元件方式

波许、梯维斯的防抱死制动系统、丰田的 ND 的 ESC 与本田 4W-ALB 都具有专用的电动泵;露卡斯·柯林的 SCS 则具有由驱动轴驱动的专用泵。以该泵为驱动源,使执行元件进行工作。驱动油是动力转向油。本田 4W-ALB、露卡斯·柯林 SCS、丰田-爱信 ESC 等采用使车轮分泵一侧的油压管路的容积增加或减压的间接控制方式,而波许、梯维斯的防抱死制动系统和丰田-ND 的 ESC 则采用使车轮分泵油压直接循环进行减压的直接控制方式。

五、防抱死制动系统的发展趋势

1. 传感器等附加装置

现在许多防抱死制动系统只备有车轮速度传感器,只用这种信号进行控制,这很难确保不同车辆的防抱死制动性能。为了补偿控制的下降,在车辆上增加了检测前后或横向减速度的 G 传感器(减速度传感器),提高了发动机怠速升高功能。如果能确保可靠性,这是一项极其有效的措施,不仅能补偿控制功能的不足,而且可以提高整个装置的功能。

2. 复合化

梯维斯(ATE)防抱死制动系统的动力源是电动泵。内装执行元件,该动力源被应用在油压增压器中,形成动力源、油压增压器、总泵、电磁阀为一体的集中系统。几乎相同的装置被应用在凯迪拉克·阿兰特轿车上,这就是波许公司的 ABSⅢ型防抱死控制系统,奔驰汽车公司则采用在加速一侧利用 ABS 的电磁阀和节流阀来控制车轮滑移率的防侧滑系统(ASR)并装用在批量生产的车型中。

3. 低成本化

防抱死制动装置已从高级轿车逐渐向中低档轿车普及。今后,为了向普及型轿车和商用车普及,要求 ABS 小型化、低成本,特别要减少执行元件的数量和传感器的通道数,并简化结构。

4. 将来动向

可以预计,今后最新的控制技术是推动传感器技术的高性能,所增加新功能的高级化,尽

量向确保必要功能、简化结构以降低成本的二级化方向发展。

今后的汽车通过信息收集处理,在安全性、经济性诸方面,可向驾驶者提供尽量多的信息和最佳的适应方法,在这方面,防抱死制动系统担负着重要的使命。

第二节 ABS 系统的原理简介

一、汽车制动时的运动分析

1. 汽车运动受力分析

(1) 制动产生的力:

对行驶着的汽车施加适当的制动时,汽车就会平稳地停住。这是因为制动过程中在轮胎和地面之间产生了与行进方向相反的摩擦力。单独把车轮拿出来进行分析,如图 1-1 所示。图中车轮中心的箭头表示摩擦力,把这个力叫作地面制动力。与地面制动力相关的摩擦系数叫作制动附着系数。附着系数越大,地面制动力越大,能在较短距离内使汽车停下。

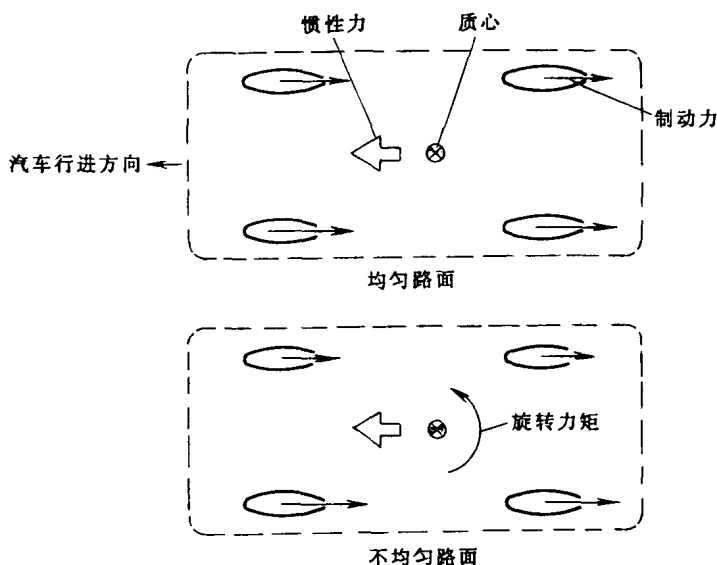


图 1-1 制动时产生的力

与各车轮地面制动力的合力大小相等、方向相反、作用在汽车质心上的力叫作惯性力。当左右地面制动力相等时,汽车能够沿着行进方向停住;左右地面制动力不等时,绕汽车质心产生一个旋转力矩,会使制动跑偏。

(2) 侧滑摩擦力:

在轮胎和地面的接触面上还存在着另外一个摩擦力,它与地面制动力不同,作用在车轮横向上,这个力叫作侧滑摩擦力(也叫侧向力或转弯力)。如同横向风所产生的不规则的力,作用在汽车的侧面一样,汽车需要克服这些力的影响,才能维持行进方向。汽车转弯时,转动方向盘使车轮产生一个转角,相应地产生了侧滑摩擦力,能克服离心力的作用维持汽车的曲线运

动。决定侧滑摩擦力大小的摩擦系数叫作侧向附着系数。

为了便于理解,把后轮的侧滑摩擦力叫作侧向力,把前轮的侧滑摩擦力叫作转弯力。侧向力的作用是保持汽车行进方向,转弯力的作用是根据驾驶员的操作而改变汽车行进方向。严格地讲,作用在前后车轮垂线方向上的力叫作侧向力;与车轮行进方向成直角的作用力叫转弯力。转向角较小时,可以认为两者基本相等。

一般来说,侧向力越大汽车的方向稳定性越好;转弯力越大,操纵性越好。反之,侧向力和转弯力很小或消失时,汽车就无法按照驾驶员的意图行驶。汽车在冰、雪道路上制动时,会发生跑偏或调头现象,不能按照驾驶员的操作行驶就是一个例子。汽车高速行驶或在有水的路面上行驶时,制动力强度过大,同样会出现上述情况,就是这个原因。

(3) 车轮抱死时的汽车运动情况。

a. 直线行驶:

图 1-2 是车轮抱死时的汽车运动情况。首先研究一下对直线行驶的汽车施加制动、所有车轮全部抱死的情况。车轮抱死后,像后面所要介绍的那样,侧滑附着系数基本为零,保持方向稳定性的车轮侧向力也接近于零。这种状态很不稳定,路面不均匀、左右轮地面制动力不相等时,即使对汽车施加很小的偏转力矩,汽车就会产生不规则运动而处于危险状态,这是汽车在结冰的路面上行驶后轮抱死后,受到横向强风时所发生的现象。在不规则旋转的过程中将制动释放,汽车就会沿着瞬时行驶方向急速驶出,这也是很危险的。

b. 曲线行驶:

再来研究汽车沿曲线运动时强力制动、车轮抱死的情况。当只有前轮抱死时,由于前轮的转弯力基本为零,无法进行正常的转向操作,汽车的运动方向与驾驶员无关。这时汽车滑行方向是行驶曲线的切线方向,如图 1-3 所示。

当只有后轮抱死时,后轮的侧向力接近于零。汽车不能保持原来的行驶方向,由于离心力和前轮转向力的作用,汽车将如图 1-4 所示,一面旋转一面沿曲线行驶(这种运动叫外旋转)。

所有的车轮全部抱死时,转弯力、侧向力均接近于零。汽车完全失去操纵性和方向稳定性,如图 1-5 所示,兼有前、后轮单独抱死时的两种运动。即一面作与驾驶无关的不规则运动,一面沿曲线的切线方向滑行。

如上所述,施加适当强度的制动,能够有效地使汽车停下。制动强度过大,是汽车发生各种危险运动状况的主要原因。因此,汽车行驶时,要根据冰路、雪路、砂石路、坏路、水湿路、干路、直路、弯曲路等道路条件,根据汽车速度、方向转角等行驶条件进行制动操作,必须时常注意不能让车轮完全抱死。

2. 载荷的转移

汽车重量是靠各个车轮来支承的。在轮胎和路面的接触面上有一个垂直方向的作用力,这个力叫作轮胎载荷。轮胎载荷随着制动力和转弯时的惯性力(质量 $\times$ 加、减速度)而变化,该

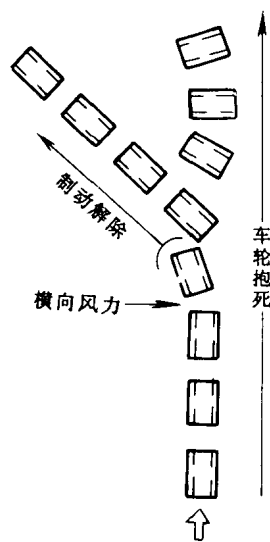


图 1-2 直线行驶时车轮抱死的汽车运动情况