

QICHE FANGBAOSI ZHIDONG XITONG
(ABS) JIEGOU YU SHIYONG WEIHU

ABS

汽车防抱死制动系统 (ABS) 结构与使用维护



金盾出版社

汽车防抱死制动系统(ABS) 结构与使用维护

田沛然 陈丙辰 编著

金 盾 出 版 社

内 容 提 要

本书以西欧、日本和美国等世界名牌汽车制造公司生产的、装车率最高的汽车防抱死制动系统(ABS)为例,较系统地介绍了现代汽车防抱死制动系统(ABS)的结构、原理、工作情况和使用的维护方法及其注意事项,并简要介绍了驱动防滑系统(ASR)结构和故障诊断常识。本书图文并茂,通俗易懂,可供汽车运输管理、汽车驾驶维修人员学习阅读,也可作为高、中等院校汽车专业的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

汽车防抱死制动系统(ABS)结构与使用维护/田沛然,陈丙辰编著. —北京:金盾出版社,1999.8
ISBN 7-5082-0931-1

I. 汽… II. ①田… ②陈… III. 汽车-制动装置,防抱死 IV. U463.52

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 07517 号

金盾出版社出版、总发行

北京太平路 5 号(地铁万寿路站往南)

邮政编码:100036 电话:68214039 68218137

传真:68276683 电挂:0234

封面印刷:北京 2207 工厂

正文印刷:北京翠通印刷厂

各地新华书店经销

开本:787×1092 1/32 印张:9 字数:199 千字

1999 年 8 月第 1 版 1999 年 8 月第 1 次印刷

印数 1—11000 册 定价:10.00 元

(凡购买金盾出版社的图书,如有缺页、
倒页、脱页者,本社发行部负责调换)

前 言

汽车防抱死制动系统(ABS)是在常规制动装置的基础上研究发展起来的一种机电一体化的新型制动系统。其结构、使用维护等都有其特点,其制动性能明显地优于常规制动系统。

凡是驾驶过装用传统常规制动装置汽车和装用防抱死制动系统(ABS)汽车的驾驶员都有这样的体会:在相同的条件下,对汽车施行紧急制动时,前者制动车轮抱死滑移(拖印),导致制动距离延长,车轮跑偏或侧滑,甚至调头,容易造成交通事故,危及交通安全(特别是在湿滑路面上,上述现象更为严重);后者制动车轮在防抱死制动系统(ABS)电子控制器(ECU)的控制下不抱死,而且处在最佳制动状态,使制动距离相对缩短,方向稳定性大大提高,由紧急制动引起的交通事故大大减少。

因此,人们出于对预防交通事故、保证行车安全的重要性和采用防抱死制动系统(ABS)必要性的认识,强烈要求在汽车上装用 ABS 系统,一些国家制定了加速普及 ABS 系统的法规。例如,1987 年欧洲共同体颁布法规规定自 1989 年起,欧洲共同体成员国的新型汽车必须装备 ABS 系统,1991 年开始,重型车必须装备 ABS 系统。日本运输省规定,从 1991 年 10 月起,所有大型货车均装备 ABS 系统;美国保险公司规定“凡装备 ABS 系统的汽车减收保险费”。到 1995 年,日本、美国、德国等国家的轿车和轻型汽车已有 95% 装用了 ABS 系统。我国近年来在奥迪 200、桑塔纳 2000GSi 型等轿车和中

德合资生产的 YBL6120H 型亚星奔驰豪华大轿车上也装用了 ABS 系统,而且在该大轿车上还同时装用了驱动防滑系统(ASR)。随着我国汽车工业的迅速发展和 ABS 技术的成熟完善,以及制造成本的降低,ABS 系统将在更多的国产汽车上得到应用和普及。专家们预测,到 2000 年,全世界将有 90% 以上的汽车装备 ABS 系统。

为了适应这一形势的需要,使广大汽车驾驶员和维修技术人员能更好地用好、维护好装备有 ABS 系统的汽车,保证汽车安全,特编写了这本着重介绍防抱死制动系统(ABS)的结构原理、使用维护等常识的小册子。书中对驱动防滑系统的结构原理和故障诊断也作了简要介绍。

本书以目前装车率最高的 ABS 系统为例,努力使内容全面系统,语言通俗易懂,图文结合,重在实用。本书可供汽车运输技术管理干部和汽车维修、驾驶等技术人员在工作中学习参考;也可作为大、中专学校的汽车专业和汽车维修工的培训教材。

本书在编写过程中参阅了一些国内外的论文、专著和资料,在此向原作者表示感谢。由于作者水平所限,书中错误之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

作 者

1998 年 10 月

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 防抱死制动系统(ABS)的理论基础	(1)
一、什么是 ABS	(1)
二、防抱死制动系统(ABS)与常规制动装置	(1)
三、防抱死制动系统(ABS)与最佳制动状态	(2)
四、防抱死制动系统(ABS)的优点	(8)
第二节 防抱死制动系统(ABS)的基本组成及其控制原理	(10)
一、防抱死制动系统(ABS)的基本组成	(10)
二、防抱死制动系统(ABS)的控制原理	(11)
三、防抱死制动系统(ABS)的控制过程	(15)
第三节 防抱死制动系统(ABS)的类型及其性能特点	(18)
一、控制通道与高选(低选)控制	(18)
二、防抱死制动系统(ABS)的类型	(19)
第二章 防抱死制动系统(ABS)的结构及其工作	(28)
第一节 车轮速度传感器	(28)
一、车轮速度传感器的功用	(28)
二、车轮速度传感器的结构	(28)
三、车轮速度传感器的工作原理	
——车轮速度信号的产生	(30)
第二节 制动压力调节器	(32)
一、制动压力调节器的功用	(32)

二、制动压力调节器的类型及其特点	(32)
三、整体式液压制动压力调节器的结构	(33)
四、组合式液压制动压力调节器的结构特点	(44)
五、气压制动压力调节器的结构	(48)
第三节 电子控制器(ECU)	(50)
一、电子控制器(ECU)的功用	(50)
二、电子控制器(ECU)的组成	(50)
第四节 继电器、故障警告灯和 ABS 系统电路	(53)
一、继电器	(53)
二、故障警告灯	(55)
三、ABS 系统的电路连接	(56)
第五节 防抱死制动系统(ABS)的工作	(58)
一、三位三通电磁阀防抱死制动系统(ABS) 的工作	(58)
二、采用二位二通(输入和输出)电磁阀防抱死 制动系统(ABS)的工作	(62)
第三章 防抱死制动系统(ABS)的检测方法及其使 用维护注意事项	(68)
第一节 防抱死制动系统(ABS)的使用维护注意 事项	(68)
一、使用注意事项	(68)
二、维护注意事项	(69)
第二节 防抱死制动系统(ABS)的检测方法及内 容	(71)
一、常用检测工具和仪表	(71)
二、检测程序及内容	(74)
第三节 制动液的更换	(82)

一、制动液应具备的性能指标	(82)
二、制动液的选用及其更换周期	(84)
三、制动系统中空气的排放	(85)
第四节 车轮速度传感器的维护	(87)
一、车轮速度传感器导线及其插接器的检查	(87)
二、传感头与齿圈齿顶端面之间间隙的检查	(87)
三、传感头的检测	(87)
四、车轮速度传感器速度信号电压的测试	(88)
五、传感头的拆装、清洁与调整	(89)
第五节 压力调节器的维护	(90)
一、泄压	(91)
二、压力调节器电磁阀的检查与更换	(91)
三、压力调节器的拆装	(94)
四、线束和插接器的维护	(94)
第六节 电子控制器(ECU)的维护	(95)
一、电子控制器(ECU)的检测	(95)
二、电子控制器(ECU)的更换	(96)
第四章 德国等西欧国家汽车防抱死制动系统(ABS)	
的维护	(97)
第一节 奔驰车系防抱死制动系统(ABS)的维护 ...	(97)
一、奔驰车系 ABS 系统的组成	(97)
二、奔驰车系 ABS 系统的电路	(99)
三、故障诊断与排除	(107)
第二节 奥迪轿车防抱死制动系统(ABS)的维护 ...	(114)
一、奥迪轿车 ABS 系统的组成	(114)
二、故障诊断	(123)
三、各部件的拆装与维护	(139)

第三节 沃尔沃汽车防抱死制动系统(ABS)的维护.....	(143)
一、沃尔沃汽车 ABS 系统的组成	(143)
二、沃尔沃汽车 ABS 系统的检查与测试	(146)
第四节 标致轿车防抱死制动系统(ABS)的维护 ...	(151)
一、标致轿车 ABS 系统的组成	(151)
二、标致轿车 ABS 系统的电路及工作	(154)
三、标致轿车 ABS 系统的检测	(159)
第五章 日本汽车防抱死制动系统(ABS)的维护	(164)
第一节 丰田车系防抱死制动系统(ABS)的维护 ...	(164)
一、皇冠(E-MS125)轿车防抱死制动系统(ABS)的维护	(165)
二、皇冠(3.0)轿车防抱死制动系统(ABS)的维护	(176)
第二节 日产(尼桑)车系防抱死制动系统(ABS)的维护.....	(188)
一、尼桑轿车三传感器三通道 ABS 系统的维护 ...	(188)
二、尼桑轿车四传感器三通道 ABS 系统的维护	(193)
第三节 日本汽车防抱死制动系统(ABS)的故障诊断排除实例.....	(196)
一、汽车将要停止前制动踏板发生反冲振动	(196)
二、汽车行驶过程中 ABS 警告灯一直点亮	(197)
三、排除 ABS 系统制动器中空气不易排放的措施	(197)
第六章 美国汽车防抱死制动系统(ABS)的维护	(199)
第一节 通用车系防抱死制动系统(ABS)的维护 ...	(199)

一、通用车系波许 ABS 系统的维护	(199)
二、通用车系坦孚 ABS 系统的维护	(206)
三、通用车系达科 ABS 系统的维护	(209)
第二节 克莱斯勒车系防抱死制动系统(ABS)	
的维护.....	(214)
一、克莱斯勒车系本迪克斯 ABS 系统的维护 ...	(214)
二、克莱斯勒车系波许 ABS 系统的维护	(221)
三、克莱斯勒车系后轮防抱死制动系统(ABS)	
的维护	(223)
第三节 福特车系防抱死制动系统(ABS)的维护 ...	(227)
一、福特车系坦孚 ABS(35 端子)系统的维护 ...	(227)
二、福特车系坦孚 ABS(32 端子)系统的维护 ...	(238)
三、福特车系坦孚 ABS(55 端子)系统的维护 ...	(241)
四、福特车系 MECS(17+11 端子)ABS 系统	
的维护	(245)
第七章 驱动防滑系统(ASR)简介	(250)
第一节 驱动防滑系统(ASR)概述	(250)
一、驱动防滑系统的功用	(250)
二、滑转率及其表达式	(250)
三、驱动防滑系统(ASR)的工作原理	(251)
第二节 驱动防滑系统(ASR)的控制原理和控	
制方法.....	(254)
一、控制原理	(254)
二、控制方法	(256)
第三节 驱动防滑系统(ASR)的结构	(258)
一、副节气门驱动装置	(261)
二、ASR 制动压力调节器.....	(263)

三、ABS/ASR 的电子控制器(ECU)	(266)
第四节 驱动防滑系统(ASR)的维护	(268)
一、利用故障自诊断功能诊断	(268)
二、ASR 系统的检测	(270)
参考文献	(276)

第一章 概 述

第一节 防抱死制动系统(ABS) 的理论基础

一、什么是 ABS

ABS 是防抱死制动系统的英文缩写,即“Anti-lock Braking System”的首字大写字母。因此,ABS 已是专业技术术语“防抱死制动系统”的代名词。这种系统可以在汽车制动过程中自动控制 and 调节车轮制动力的大小,防止车轮完全抱死,以获得最佳的制动效果。

二、防抱死制动系统(ABS)与常规制动装置

(一) 常规制动装置

为了叙述问题的方便,将目前国产汽车普遍采用的液压或气压式制动器,称为常规制动装置。常规制动装置结构简单,由制动总泵、分泵以及制动管路等部件组成。它可以将驾驶员制动时踩踏制动踏板的力迅速均匀地转化为车轮制动力,使汽车迅速减速或停车。但是经验证明,这种制动装置在紧急制动时往往将车轮完全抱死,使车轮滑移(拖印),从而使汽车制动停车距离相对延长,并伴有制动跑偏、侧滑和失去转向能力等危及行车安全的现象发生。

当前轮抱死时,汽车基本上按原行驶方向沿直线向前行驶,汽车失去转向控制能力,驾驶员在制动过程中为躲避行

人、障碍物,以及在弯道上采取的必要的转向操纵控制等将无法实现,而导致碰撞、驶出路外翻车等事故的发生。

当后轮抱死时,汽车的制动稳定性变差,汽车在很小的侧向力干扰下,就会发生甩尾(侧滑)甚至调头等危险现象。尤其在冰雪、湿滑等恶劣路况下,车轮抱死(特别是后轮比前轮先抱死)将会严重地危及行车安全。

另外,制动时车轮抱死,还会导致轮胎局部急剧摩擦,将汽车行驶动能变成轮胎的摩擦热散发到空气中,加速了轮胎的不均匀性磨损,降低了轮胎的使用寿命。

(二) 防抱死制动系统(ABS)

为了克服上述常规制动装置的缺点,在常规制动装置的基础上,研制了一套电子控制的防抱死制动系统,即 ABS。从而实现了制动力的自动调节,将制动效能控制在最佳状态,使汽车在紧急制动时,车轮不再抱死,制动距离最短,并保持方向稳定。

ABS 是在常规制动装置基础上研制的一种新型的、机电一体化防止车轮抱死制动系统。因此,常规制动装置的正常工作,是 ABS 系统工作的基础,若常规制动装置发生故障或失效,ABS 系统即失去防止车轮完全抱死的控制功能。若 ABS 系统发生故障,常规制动装置仍会正常工作,只是没有防止车轮抱死的功能而已。

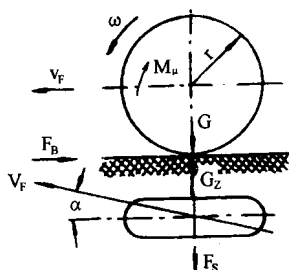
三、防抱死制动系统(ABS)与最佳制动状态

为了减轻和克服常规制动装置在紧急制动时产生的不良后果,人们通过对制动时车轮的受力分析(见图 1-1),找出了最佳制动状态及其产生的时机和条件,并由此研制出实现最佳制动状态的 ABS 系统。

(一) 制动时车轮的受力分析

1. 地面制动力(F_B)

图 1-1 所示是汽车在良好的路面上制动时,车轮的受力情况。图中忽略了流动阻力矩和减速时的惯性力、惯性力矩。



图中符号意义如下:

图 1-1 制动时车轮受力分析

M_μ ——制动器中的摩擦力矩($N \cdot m$)

V_F ——汽车瞬时速度(m/s)

F_B ——地面制动力(N)

G ——车轮垂直载荷(N)

G_z ——地面对车轮的反作用力(N)

r ——车轮滚动半径(m)

V_R ——车轮圆周线速度: $V_R = r \cdot \omega$ (m/s)

F_S ——侧向力(N)

ω ——车轮角速度(rad/s)

α ——侧偏角

当汽车使用车轮制动器制动时,由于制动盘(鼓)与制动蹄摩擦衬片之间的摩擦作用,形成了摩擦力矩 M_μ ,此力矩与车轮转动方向相反。车轮在 M_μ 的作用下给地面一个向前的作用力,与此同时地面给车轮一个与行驶方向相反的切向反作用力 F_B ,这个力就是地面制动力,它是迫使汽车减速或停车的外力。由力矩平衡原理可得到:

$$F_B = M_\mu / r \quad (1-1)$$

地面制动力取决于制动器制动力(即摩擦力矩的大小)和

轮胎与地面之间的附着力。

2. 制动器制动力(F_μ)

由于地面制动力是由地面提供的外力,若将汽车架离地面,地面制动力就不存在了。这时阻止车轮转动的是制动器摩擦力矩 M_μ 。为了分析问题的方便,把制动器摩擦力矩 M_μ 转化为车轮周缘的一个切向力,称为制动器制动力 F_μ (也可将 F_μ 看成是在汽车被架离地面、踩住制动踏板时,在轮胎周缘沿切线方向推动车轮转动所需要的力,实际就是克服制动器摩擦力矩所需要的力)。即:

$$F_\mu = M_\mu / r \quad (1-2)$$

制动器制动力是由制动器的结构参数(制动器的型式、结构尺寸、制动器摩擦副的摩擦系数、车轮半径)所决定,并与制动踏板力(即制动时液压或气压压力)成正比。

3. 地面制动力、制动器制动力与轮胎道路附着力的关系

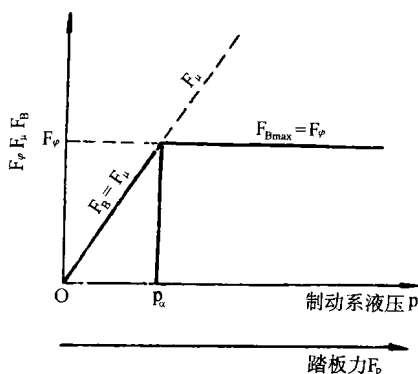


图 1-2 制动过程中地面制动力、制动器制动力和轮胎与道路附着力的关系

图 1-2 所示为不考虑制动过程中附着系数 φ 值变化的地面制动力 F_B 、制动器制动力 F_μ 以及轮胎与道路附着力 F_φ 三者的关系。在制动过程中,车轮的运动只有减速滚动和抱死滑移两种状态。当驾驶员踩制动踏板的力较小、制动器摩擦力矩 M_μ 较小时,车轮只作减速滚动,并

且随着摩擦力矩 M_μ 的增加,制动器制动力 F_μ 和地面制动力 F_B 也随之成正比增长,且在车轮未抱死前地面制动力 F_B 始终等于制动器制动力 F_μ 。此时制动器制动力 F_μ 可全部转化为地面制动力,但地面制动力 F_B 不可能超过轮胎与道路的附着力 F_φ ,即:

$$F_B \leq F_\varphi = \varphi G_z \quad (1-3)$$

或地面最大制动力 $F_{B\max}$ 为:

$$F_{B\max} = F_\varphi$$

当制动系压力(制动踏板力)增大到某一值,地面制动力 F_B 达到轮胎与道路的附着力 F_φ 值,即地面制动力达到最大值($F_{B\max}$),此时,车轮即开始抱死不转而出现抱死拖滑现象。当再加大制动系的压力时,制动器制动力 F_μ 随着制动器摩擦力矩的增长仍按直线关系继续上升(见图 1-2 虚线上升段)。但是,地面制动力 F_B 已达到轮胎与地面的附着力 F_φ 值,因此 F_B 不再随制动器制动力的增加而增加。

由上述分析可知,要想获得好的制动效果,必须同时具备两个条件,即汽车具有足够的制动器制动力(F_μ),同时又要有附着系数较高的路面提供足够的地面制动力(F_B)。

(二) 滑移率(S)与最佳制动状态

在研究物体的相互摩擦时,有静摩擦系数和滑动摩擦系数之分,同理研究附着力、附着系数时,也有最大(峰值)附着系数和滑动附着系数之别。在实际制动过程中,道路附着系数(φ 值)是变化的。因此,地面制动力 F_B 也是变化的。为了研究制动过程中附着系数 φ 值的变化对制动效能的影响,我们引入“滑移率”的概念。

1. 滑移率的定义及其表达式

汽车在匀速行驶时,汽车的实际车速与车轮滚动的圆周速度(也称车轮速度)是相同的。在驾驶员踩制动踏板使车轮的轮速降低时,车轮滚动的圆周速度(轮胎胎面在路面上移动的速度)也随之降低了,但由于汽车自身的惯性,汽车的实际车速与车轮的速度不再相等,使车速与轮速之间产生一个速度差。此时,轮胎与路面之间产生相对滑移现象,其滑移程度用滑移率表示。由此得出:

滑移率,是指车轮在制动过程中滑移成分在车轮纵向运动中所占的比例,用“S”表示。其定义表达式为:

$$S = \frac{V_F - V_R}{V_F} \times 100\% \quad (1-4)$$

式中:S——制动时车轮滑移率;

V_F ——实际车速;

V_R ——车轮滚动时圆周速度。

由上式可知:当汽车的实际车速等于车轮滚动时的圆周速度($V_F = V_R$)时,滑移率为零($S = 0$),车轮为纯滚动;当车轮滚动的圆周速度为零($V_R = 0$)时,滑移率为100%,车轮完全抱死而作纯滑(移)动;当滑移率在零至100%之间,即 $0 < S < 100\%$ 时,车轮既滚动又滑动。

2. 附着系数与滑移率的关系

在实际的制动过程中,附着系数(φ)是经常变化的,它的大小随着滑动率的变化而变化。图1-3为试验得出的不同路面上纵向、侧向附着系数与滑移率的关系曲线,称 φ -S曲线。其中实线为纵向附着系数与滑移率的关系曲线,虚线为侧向附着系数与滑移率的关系曲线。

(1) 纵向附着系数与滑移率的关系。由图1-3实线所示可知,在干路面或湿路面上,当滑移率在15%~30%的范围