

汽车制动防抱死系统 结构原理与维修

汽车实用
维修技术丛书

黄玮 编



国防工业出版社

汽车实用维修技术丛书

汽车制动防抱死系统 结构原理与维修

黄玮 编

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

汽车制动防抱死系统结构原理与维修/黄玮编. —北
京:国防工业出版社,1998.8
(汽车实用维修技术丛书)
ISBN 7-118-01892-9

I. 汽… II. 黄… III. ①汽车-制动装置,防抱-构造
②汽车-制动装置,防抱-检修 IV. U463.52

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 03565 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

北京怀柔新华印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 850×1168 1/32 印张 85/8 223 千字

1998 年 8 月第 1 版 1998 年 8 月北京第 1 次印刷

印数:1—4000 册 定价:12.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

出版者的话

汽车是现代社会的主要交通运输工具之一。随着我国经济的高速发展和人民生活水平的日益提高,汽车的作用越来越重要,无论是公车还是私车的市场保有量都在大幅度上升,而且上升的趋势还在不断继续。

为了促进汽车工业更好地为经济建设和人民生活服务,保证汽车的正常运行,减少事故的发生,如何正确使用、检查、保养、维护汽车,诊断、排除故障、维修汽车,已成为驾驶人员、保修人员的当务之急,特别是一大批汽车驾驶员只会开车,对汽车结构、常见故障的现象与排除等非常陌生,是汽车安全运行的极大隐患。为解决这一问题,我们策划出版“汽车实用维修技术丛书”。

为此,我们拜读了市场上目前已有的多种汽车类书籍,吸取其精华,剔除其不足,对本丛书的分类、写法做了一些包括读者、作者、新华书店在内的社会调查,力求使本丛书能够贴近读者,解决实际问题。确定编写原则后,我们聘请了多位工作在汽车工业第一线的专家、教授来编写本丛书。

本丛书按汽车部件分为 15 册,书目详见每本书的封底。

本丛书略去了诸多的汽车理论,内容侧重实践,强调针对性和实用性,图文并茂,语言通俗易懂,具有初中以上文化程度的汽车驾驶人员、汽车维修人员都可阅读。

我们期望,本丛书将成为驾驶人员、维修人员的良师益友,为我国汽车的安全运行做出贡献。

前 言

汽车的制动性是汽车的主要性能之一。如果汽车具有优良的动力性而缺乏可靠的制动性,那么再优良的动力性也是不能发挥的。汽车的制动性直接关系到乘员生命财产的安全,它是汽车行驶的重要保障。

随着世界汽车工业的迅猛发展,以及对汽车行驶性能要求的提高,汽车的安全性越来越为人们重视。汽车制动防抱死系统,简称 ABS (Anti Lock Braking System),是汽车提高制动安全性的又一重大进展。在 80 年代后期还只是少数汽车选择装备的 ABS,在进入 90 年代以后,得到了迅速普及。在国外,1990 年生产的轿车和轻型货车中已经有 25% 将 ABS 作为标准装备或者选择装备,到 1994 年这个数字已经超过了 50%,据有关专家预测,到 1997 年,这个数字将会达到 90%~95%;在国内,不仅在许多进口的高、中级轿车上可以看到 ABS,而且 ABS 的开发与应用已经列入发展计划,在最近的几年内,一些国产汽车(特别是轿车和客车)将陆续装备 ABS。正是由于 ABS 对提高汽车行驶性能的显著作用以及在汽车上装备率的迅速提高,使 ABS 成为我国汽车界人士所广泛关注的对象。无论是汽车使用者、汽车维修人员还是汽车管理干部,以至汽车专业的师生,都希望能更系统、更深入、更具体地了解这方面的知识,本书就是在这个形势下编写的。

本书主要对制动防抱死系统的基本结构、工作原理和检修方法进行了比较全面系统的阐述。在编写过程中,坚持由浅入深,通俗易懂,图文并茂,便于学习理解的指导原则,力求使读者在短时期内就能掌握 ABS 的基本知识。另外,在编写内容上力求做到有理论有实践,坚持理论与实践相结合的原则。因此,本书在内容上

重点介绍了 ABS 中具有代表性的十一种典型系统及车型,具有可操作性,对检修 ABS 具有重要的指导意义。

本书适应于广大汽车修理工、驾驶员和汽车使用工程技术人员使用,也可供大中专院校汽车专业的师生阅读参考。

本书参加编写的还有:杨俊杰、张涛、汪杰。在本书的编写过程中得到天津运输工程学院彭标兴教授的支持和帮助,在此谨表谢意。

由于编者水平有限,实践经验不足,参考资料尚不够完善及时间仓促,书中难免出现缺点和错误,敬请读者批评指正。

编 者

内 容 简 介

本书系“汽车实用维修技术丛书”之一。

本书主要对汽车制动防抱死系统的基本结构、工作原理、日常维护、检查、维修方法进行了比较全面系统的阐述。重点介绍了本迪克斯、波许、丰田皇冠、德尔科、坦威斯、丰田陆地巡洋舰、地平线、尼桑车系、宝马、奥迪等制动防抱死系统的具体结构、工作特点、日常维护、检查及故障判断,最后一章介绍了维修经验和实例。本书图文并茂,通俗易懂,操作的指导性很强。适应于具有初中文化以上的广大汽车修理人员、驾驶员和车管人员使用。

目 录

第一章 汽车制动性的有关知识	1
第一节 制动性的评价指标.....	1
第二节 制动时车轮受力.....	1
一、地面制动力	2
二、制动器制动力	2
三、地面制动力、制动器制动力及附着力之间的关系	3
四、硬路面上的附着系数	4
第三节 汽车的制动效能及其恒定性.....	7
一、制动距离与制动减速度	7
二、制动效能的恒定性	8
第四节 制动时汽车的方向稳定性.....	8
一、汽车的制动跑偏	8
二、制动时后轴的侧滑	9
第二章 汽车制动防抱死系统概论	10
第一节 制动防抱死系统的基本概念和发展过程	10
一、制动防抱死系统的基本概念.....	10
二、汽车采用制动防抱死系统的必要性	10
三、制动防抱死系统的发展	13
第二节 制动防抱死系统的分类	15
一、两轮系统	15
二、四轮系统	16
第三节 制动防抱死系统的组成及工作过程	17
一、制动防抱死系统的基本组成.....	17
二、制动防抱死系统的工作过程.....	19
第四节 制动防抱死系统的特点	22

第三章 汽车制动防抱死系统主要装置的结构与原理	24
第一节 车轮转速传感器的结构与工作原理	24
第二节 制动压力调节装置的结构与工作原理	29
一、结构形式	29
二、制动防抱死系统调压方式	31
三、主要元件	35
第三节 电子控制装置的结构与工作原理	39
第四节 三种制动防抱死系统原理分析	42
一、本迪克斯制动防抱死系统原理分析	42
二、波许制动防抱死系统原理分析	45
三、丰田皇冠汽车的制动防抱死系统(ESC)原理分析	46
第四章 制动防抱死系统的维护与检修	48
第一节 使用与维修中的一般性注意事项	48
第二节 制动液的选用、更换及补充	49
第三节 空气排除	52
第四节 故障诊断和排除的一般方法	53
一、系统的自诊断和故障保险功能	53
二、故障诊断仪器和工具	54
三、故障诊断与排除的一般步骤	57
第五节 故障代码的读解与清除	59
第五章 典型汽车制动防抱死系统及检修	65
第一节 美国通用公司德尔科 ABS VI 系统及检修	65
一、德尔科 ABS VI 系统概述	65
二、德尔科 ABS VI 系统主要部件的结构特点	67
三、德尔科 ABS VI 系统的工作原理	74
四、德尔科 ABS VI 系统的检测	77
五、德尔科 ABS VI 系统的维修	81
第二节 奔驰轿车波许 ABS 2S 系统及检修	89
一、奔驰轿车波许 ABS 2S 系统概述	89
二、奔驰制动防抱死系统控制电脑	92
三、奔驰轿车波许 ABS 2S 系统工作原理	99

四、奔驰轿车波许 ABS 2S 系统主要部件及检修	102
第三节 美国通用公司坦威斯 MK I 系统及检修	109
一、坦威斯 MK I 系统概述	109
二、坦威斯 MK I 系统结构特点	110
三、坦威斯 MK I 系统工作原理	115
四、坦威斯 MK I 系统的检修	125
第四节 美国通用公司坦威斯 MK IV 系统及检修	173
一、坦威斯 MK IV 系统概述	173
二、坦威斯 MK IV 系统主要部件结构特点	173
三、坦威斯 MK IV 系统工作原理	176
四、坦威斯 MK IV 系统检修	180
第五节 美国克莱斯勒公司本迪克斯制动防抱死系统 及检修	188
一、本迪克斯制动防抱死系统概述	188
二、本迪克斯制动防抱死系统主要部件的结构特点	190
三、本迪克斯制动防抱死系统的维修	195
第六节 丰田皇冠轿车电子控制装置系统及检修	197
一、电子控制装置系统概述	197
二、电子控制装置系统主要部件的结构特点	197
三、电子控制装置系统工作原理	199
四、电子控制装置系统的某些工作特性与故障现象的区别	203
五、电子控制装置系统的检修	204
第七节 丰田陆地巡洋舰制动防抱死系统及检修	214
一、陆地巡洋舰制动防抱死系统概述	214
二、陆地巡洋舰制动防抱死系统主要部件结构特点	214
三、制动防抱死系统的故障检测	216
第八节 尼桑地平线轿车 4 轮制动防抱死系统及检修	220
一、地平线制动防抱死系统概述	220
二、地平线制动防抱死系统主要部件结构特点	220
三、地平线制动防抱死工作原理	224
四、地平线制动防抱死故障检测	229
第九节 尼桑车系制动防抱死系统及检修	230

一、尼桑制动防抱死系统概述	230
二、尼桑制动防抱死系统故障码及故障检测	231
三、尼桑(NISSAN)车系用 35 针制动防抱死系统 电脑及检测	233
第十节 宝马轿车制动防抱死系统及检修	235
一、宝马制动防抱死系统概述	235
二、宝马制动防抱死系统的电脑	237
三、宝马制动防抱死系统主要部件的功用和检测	238
第十一节 奥迪 C₃V₆ 轿车制动防抱死系统及检修	241
一、奥迪制动防抱死系统概述	241
二、奥迪制动防抱死系统主要部件的结构特点	241
三、奥迪制动防抱死系统的工作过程	242
四、奥迪制动防抱死系统的故障诊断	243
第六章 制动防抱死系统维修经验和实例	245
第一节 制动防抱死系统维修经验	245
第二节 制动防抱死系统空气排除方法	247
一、放气时间	247
二、放气规程	247
三、不同制动防抱死系统车型放气实例	248
第三节 制动防抱死系统维修实例	255
一、制动防抱死系统故障诊断	255
二、奔驰 300SEL 型轿车制动防抱死系统故障排除	257
三、三菱轿车制动防抱死系统指示灯常亮不熄故障	257
附录 制动防抱死系统及其装备车型	259

第一章 汽车制动性的有关知识

第一节 制动性的评价指标

汽车的制动性主要由下列三方面来评价：

- (1)制动效能,即制动距离与制动减速度;
- (2)制动效能的恒定性,如抗热衰退性能;
- (3)制动时汽车的方向稳定性,即制动时汽车不发生跑偏、侧滑以及失去转向能力的性能。

制动效能是指在好路面上,汽车以一定初速制动到停车的制动距离或制动时的减速度。它是制动性最基本的评价指标。抗热衰退性能指的是在高速时或下长坡连续制动时制动效能保持的程度。因为制动过程实际上是把汽车行驶的动能通过制动器吸收转化为热能,所以制动器温度升高后,能否保持在冷状态时的制动效能已成为设计制动器时要考虑的一个重要问题。制动时汽车的方向稳定性通常用制动时汽车按给定轨迹行驶的能力来评价。制动时汽车发生跑偏、侧滑或失去转向能力,则汽车将偏离原来的轨迹。

第二节 制动时车轮受力

汽车受到一个与行驶方向相反的外力时,才能从一定的速度制动到较小的车速或直至停车。这个外力只能由地面和空气提供。但由于空气阻力甚小,所以实际上外力是由地面提供的,我们称之为地面制动力。地面制动力越大,制动减速度越大,制动距离越短。所以地面制动力对汽车制动性具有决定性的影响。

下面分析一个车轮在制动时的受力状况,以说明影响汽车地面制动力的主要因素。

一、地面制动力

图1-1画出了在良好的硬路面上制动时车轮受力情况。图中滚动阻力偶矩和减速时的惯性力,惯性力偶矩均忽略不计, M_μ 是制动器的摩擦力矩, X_b 是地面制动力, W 为车轮垂直载荷, T 为车轴对车轮的推力, Z 为地面对车轮的法向反作用力。

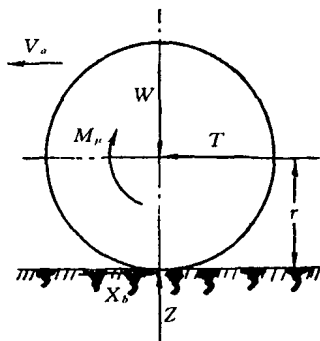


图1-1 车轮在制动时的受力状况

显然,从力矩平衡得到

$$X_b = \frac{M_\mu}{r} \quad (\text{N})$$

式中 r ——车轮半径(m)。

地面制动力是使汽车制动而减速行驶的外力,但是地面制动力取决于两个摩擦副的摩擦力:一个是制动器内制动蹄摩擦片与制动鼓间的摩擦力;另一个是轮胎与地面间的摩擦力——附着力。

二、制动器制动力

在轮胎周缘克服制动器摩擦力矩所需的力称为制动器制动力,以符号 F_μ 表示,它相当于把汽车架离地面,并踩住制动踏板,在轮胎周缘沿线方向推动车轮直至它能转动所需的力。

显然

$$F_{\mu} = \frac{M_{\mu}}{r} \quad (\text{N})$$

式中 M_{μ} ——制动器摩擦力矩(N·m)。

由上式可知,制动器制动力仅由制动器结构参数所决定。即取决于制动器的型式,结构尺寸、制动器摩擦副的摩擦系数以及车轮半径。一般它是与制动踏板力,即制动系的液压或空气压力成正比的。

三、地面制动力、制动器制动力及附着力之间的关系

在制动时,车轮的运动有滚动与抱死拖滑两种状况。当制动踏板力较小且未达到某一极限值时,制动器摩擦力矩不大,地面与轮胎间的摩擦力即地面制动力足以克服制动器摩擦力矩而使车轮滚动。显然,车轮滚动时的地面制动力就等于制动器制动力,且随踏板力的增长成正比地增长(见图 1-2)。

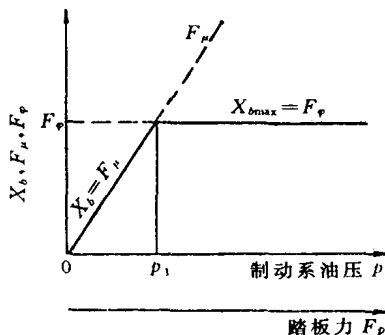


图 1-2 制动过程中,地面制动力、制动器制动力及附着力的关系

但地面制动力 X_b 是滑动摩擦约束反力,它的最大值不能超过附着力。即

$$X_b \leq F_{\phi} = Z\varphi$$

或最大地面制动力 X_{bmax} 为

$$X_{b\max} = Z\varphi$$

如不考虑制动过程中附着系数 φ 值的变化, 即设 φ 为一常值, 则当制动踏板力或制动系压力上升到某一值 (图 1-2 中为制动系压力 p_1), 而地面制动力 X_b 达到附着力 F_φ 值时, 车轮即抱死不转而出现拖滑现象。制动系压力 $p > p_1$ 时, 制动器制动力 F_μ 由于制动器摩擦力矩的增长而仍按直线关系继续上升。但是若作用在车轮上的法向载荷为常值, 地面制动力 X_b 达到附着力 F_φ 的值后就不再增加了。此时若要想提高地面制动力以使汽车具有更大的制动效能, 只有提高附着系数一策。

由此可见, 汽车的地面制动力首先取决于制动器制动力, 但同时又受地面附着条件的限制。所以只有汽车具有足够的制动器制动力, 同时地面又能提供高的附着力时, 才能获得足够的地面制动力。

四、硬路面上的附着系数

上面曾假设附着系数在制动过程中是常数。但实际上附着系数与车轮的运动状况, 即滑动程度有关。

仔细观察汽车制动过程时, 发现轮胎留在地面上的印痕从车轮滚动到抱死拖滑是一个渐变的过程。经过大量试验, 发现在这个过程中附着系数实际上是有很大大变化的。图 1-3 是汽车制动过程中逐渐增加踏板力时轮胎留在地面上的印痕。印痕基本上可分三段:

第一段内, 印痕的形状与轮胎胎面花纹基本上一致, 车轮在作单纯的滚动, 可以认为

$$V = r \cdot \omega$$

式中 V ——车轮中心的速度;

ω ——车轮的角速度;

r ——没有地面制动力时的车轮滚动半径。

计算时可用汽车车速代替 V , 用车轮切向速度代替轮胎速度 $r \cdot \omega$ 。

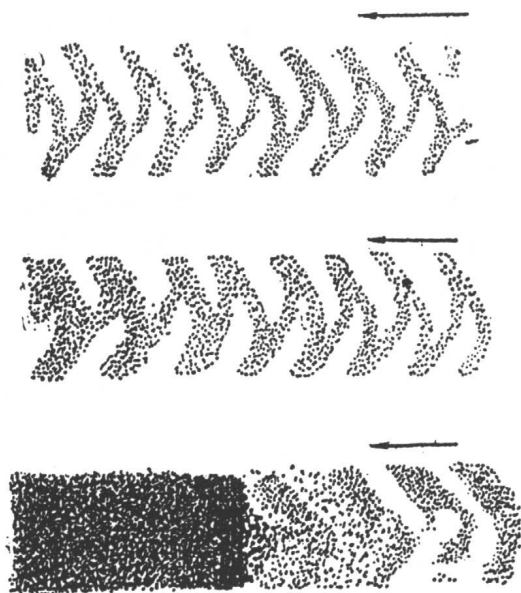


图 1-3 制动时轮胎留在地面上的印痕

第二段内,胎面花纹的印痕还可以辨别出来,但花纹逐渐模糊,轮胎已不再单纯的滚动,胎面与地面发生一定程度的相对滑动,即车轮处于边滚边滑的状态。此时

$$V > r \cdot \omega$$

且随着制动强度的增长,滑动成分的比例越来越大,即

$$V \gg r \cdot \omega$$

第三段形成一条粗黑的印痕,看不出花纹的印痕,车轮被制动器抱住,在路面上作完全的拖滑。此时

$$\omega = 0$$

从这三段变化情况可以看出,随着制动强度的增加,车轮滚动成分越来越小,而滑动成分越来越大。一般用滑动率 s 来说明这个过程中滑动成分的多少。滑动率的定义如下

$$s = \frac{V - r\omega}{V} \times 100\%$$

在纯滚动时, $V = r\omega$, 滑动率 $s = 0$; 在纯滑动时, $\omega = 0$, $s = 100\%$; 边滚边滑时, $0 < s < 100\%$ 。所以, 滑动率的数值说明了车轮运动中滑动成分所占的比例: 滑动率越大, 滑动成分越多。

不同滑动率时, 附着系数是不一样的。图 1-4 给出了试验所得的轮胎附着系数曲线, 即 $\varphi-s$ 曲线。图上除了纵向(沿着车轮旋转平面方向)附着系数曲线外, 还给出了侧向(垂直于车轮旋转平面方向)附着系数曲线。侧向附着系数是研究制动时侧向稳定性有关的参数。

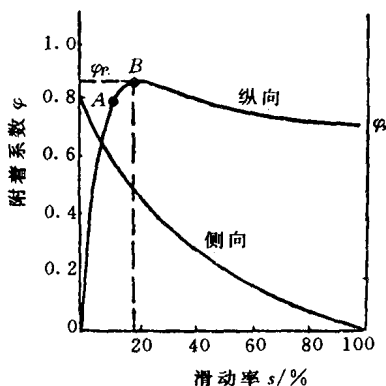


图 1-4 $\varphi-s$ 曲线

附着系数曲线的 OA 段近似于直线。附着系数随着滑动率的增大而迅速增大。过 A 后附着系数的上升率减慢, 至 B 点达最大值。附着系数的最大值称为峰值附着系数 φ_p 。 φ_p 一般出现在 $s = 10\% \sim 20\%$ 。滑动率再增加, 出现不稳定状态, 附着系数有所下降, 直至滑动率为 100% 。 $s = 100\%$ 的附着系数值称为滑动附着系数 φ_s 。在干燥的路面上, φ_s 与 φ_p 的差别较小, 而在湿路面上差别较大。若令 $r = \frac{\varphi_s}{\varphi_p}$, 则 r 值在 $1/3 \sim 1$ 之间。由图 1-4 可知, 滑动率愈小, 侧向附着系数愈大, 即保持转向和防止侧滑的能力愈大。所以如能使滑动率保持在 $10\% \sim 20\%$ 之间, 便可获得较大的纵向、侧向附