



新型 国产汽车 ABS检修手册

柯愈治



新型汽车检修丛书

新型汽车检修丛书

新型 国产汽车 ABS检修手册

柯愈治



福建科学技术出版社

(闽)新登字 03 号

图书在版编目(CIP)数据

新型国产汽车 ABS 检修手册/柯愈治编著. —福州:
福建科学技术出版社, 2000. 7

(新型汽车检修丛书)

ISBN 7-5335-1635-4

I. 新… II. 柯… III. 汽车-制动装置, 防抱-车
辆维修-技术手册 IV. U472.41-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 12425 号

新型国产汽车 ABS 检修手册

柯愈治

*

福建科学技术出版社出版、发行

(福州市东水路 76 号)

各地新华书店经销

福建省科发电脑排版服务公司排版

福州市屏山印刷厂印刷

开本 787×1092 毫米 1/16 16 印张 2 插页 399 千字

2000 年 7 月第 1 版

2000 年 7 月第 1 次印刷

印数: 1—5 000

ISBN 7-5335-1635-4 /U·74

定价: 20.50 元

书中如有印装质量问题, 可直接向承印厂调换

前 言

汽车制动防抱死技术是一项比较成熟的技术。在进口车以及部分国产车上都已装备了防抱死制动系统 (antilock brake system, 简称 ABS)。装用 ABS 的汽车在各种行驶条件下制动时, 特别是紧急制动工况, 不仅能较好地利用轮胎与路面之间的潜在附着力, 提高汽车抗侧滑的方向稳定性, 保持持向操纵性, 而且能充分发挥制动效能, 缩短制动距离, 提高整车的安全性能。ABS 的装备使汽车对制动性能的要求基本得以满足。

许多型号的国产汽车都装备了 ABS, 但有关的图书资料并不多见。编者根据多年来科研及生产中的实践经验与体会, 收集大量的相关资料, 整编成书, 以飨读者。

全书系统地介绍了 ABS 的基本原理与构造, 重点介绍了国产车用 ABS 的结构特点、故障检修及其正确的使用。涉及到的车型有上海桑塔纳轿车、上海别克轿车、一汽红旗轿车、一汽捷达轿车、一汽奥迪轿车、长安微型轿车、金龙豪华客车、西沃豪华客车、安凯豪华客车以及多种货车等。

限于笔者的水平, 谬误难克, 恳请批评指正。

编 者

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 汽车制动基本原理.....	(1)
第二节 ABS 基本构造	(3)
第三节 ABS 的分类及质量准则	(19)
第四节 ABS 的正确使用	(30)
第二章 小红旗轿车 ABS 的构造及检修	(40)
第一节 ABS 的布局特点	(40)
第二节 制动系的基本结构	(41)
第三节 传感器的构造及安装	(43)
第四节 控制器的构造及安装	(47)
第五节 调节器的构造及工作循环	(49)
第六节 电路图	(57)
第七节 ABS 的检修	(57)
第三章 桑塔纳轿车 ABS 的构造及检修	(62)
第一节 ABS 的布局特点	(62)
第二节 制动系的基本结构	(63)
第三节 传感器的构造及安装	(67)
第四节 控制器的构造及安装	(69)
第五节 调节器的构造及工作循环	(71)
第六节 电路图	(74)
第七节 ABS 的检修	(75)
第四章 上海 BUICK 轿车 ABS 的构造及检修	(89)
第一节 ABS 的布局特点	(90)
第二节 制动系的基本结构	(91)
第三节 传感器的构造及安装	(94)
第四节 控制器的构造及安装	(95)
第五节 调节器的构造及工作循环	(96)
第六节 电路图.....	(100)
第七节 ABS 的检修	(102)
第五章 捷达轿车 ABS 的构造及检修	(109)
第一节 ABS 的布局特点	(111)
第二节 制动系的基本结构.....	(111)
第三节 传感器的构造及安装.....	(120)
第四节 控制器的构造及安装.....	(120)

第五节	调节器的构造及工作循环	(121)
第六节	电路图	(122)
第七节	ABS 的检修	(126)
第六章	奥迪轿车 ABS 的构造及检修	(127)
第一节	ABS 的布局特点	(127)
第二节	制动系的基本结构	(128)
第三节	传感器的构造及安装	(133)
第四节	控制器的构造	(134)
第五节	调节器的构造及工作循环	(136)
第六节	电路图	(139)
第七节	ABS 的检修	(141)
第七章	长安微型轿车 ABS 的构造及检修	(144)
第一节	ABS 的布局特点	(146)
第二节	制动系的基本结构	(147)
第三节	传感器的构造及安装	(149)
第四节	电路图	(150)
第五节	ABS 的检修	(150)
第八章	金龙牌豪华客车 ABS 的构造及检修	(158)
第一节	ABS 的布局特点	(158)
第二节	制动系的基本结构	(160)
第三节	传感器的构造及安装	(160)
第四节	控制器的构造	(163)
第五节	调节器的构造及工作循环	(165)
第六节	电路图	(167)
第七节	ABS 的检修	(167)
第九章	西沃牌豪华客车 ABS 的构造及检修	(175)
第一节	ABS 的布局特点	(177)
第二节	制动系的基本结构	(178)
第三节	传感器的构造及安装	(182)
第四节	控制器的构造	(183)
第五节	调节器的构造及工作循环	(185)
第六节	电路图	(185)
第七节	ABS 的检修	(188)
第十章	安凯牌大客车 ABS 的构造及检修	(190)
第一节	ABS 的布局特点	(191)
第二节	制动系的基本结构	(191)
第三节	传感器的构造及安装	(197)
第四节	控制器的构造	(198)
第五节	调节器的构造及工作循环	(199)
第六节	电路图	(200)

第七节	ABS 的检修	(200)
第十一章	FKX 型 ABS 的构造及检修	(203)
第一节	ABS 的布局特点	(203)
第二节	传感器的构造及安装.....	(203)
第三节	控制器的构造.....	(211)
第四节	调节器的构造及工作循环.....	(212)
第五节	电路图.....	(224)
第六节	ABS 的检修	(226)
附录一	联合国欧洲经济委员会汽车制动法规 (ECE R13) 附件 13 采用防抱制动装置汽车的试验要求.....	(234)
附录二	中华人民共和国国章标准汽车防抱制动系统性能要求和试验方法 (GB13594-92)	(239)
附录三	ABS 传感器及控制器可靠性试验项目 (企业标准节录)	(244)
附录四	调节器技术条件 (企业标准)	(245)
附录五	调节器台架试验方法 (企业标准)	(247)

第一章 概述

制动系是汽车必不可少的系统之一，它的性能直接关系到人民生命财产的安全，同时它也是在安全行驶的条件下提高汽车行驶速度，从而获得尽可能高的运输生产率的重要保证。

为了全面满足人们对汽车制动性能的要求，确保制动安全可靠，经过研究人员长期不懈的努力，汽车制动系在形式、构成、部件的具体结构以及材质等方面都得到不断改进、完善和提高。但直至汽车防抱死制动装置完善，并得以推广应用后，在提高汽车制动性能方面才有了重大进展。

汽车制动性能通常以制动效能、制动效能的恒定性、制动时汽车的方向稳定性等项指标来评价。

本章主要讲述设计防抱死制动装置的基本原理、防抱死制动装置的基本构造和作用原理以及防抱死制动装置的正确使用。

防抱死制动装置又称防抱死制动系统，简称 ABS，它是德文 antiblockiersystem 的缩写，也是英文 anti blocking system 或 antilock brake system 的缩写。

防抱死制动装置还有如下的简称：ASB (anti skid brake)、ALB (anti lock brake)、ESC (electronic skid control)、4W ABS (4-wheel antilock brake system)、4WAS (4-wheel anti skid)、4WAL (4-wheel anti lock)、RWAL (rear wheel anti lock) 等等。

第一节 汽车制动基本原理

一、汽车制动时的运动分析

(一) 汽车制动时的受力分析

图 1-1 为汽车制动时的受力情况分析。

若制动过程中附着系数 φ 为一常值，当前后车轮同时抱死拖滑时，路面制动力 F_b 等于各自轮胎的附着力；若抱死拖滑后，制动器制动力不再增大，则前、后车轮的制动器制动力 F_μ 等于各自的路面制动力 F_b ，也等于各自的轮胎附着力 F_φ ，即 $F_{\mu 1} = F_{b1} = F_{\varphi 1}$ ； $F_{\mu 2} = F_{b2} = F_{\varphi 2}$ 。

(二) 制动时车轮受力分析

图 1-2 为制动时车轮受力图。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， F_b 是路面制动力， G_i 为车轮垂直载荷， F_T 为车轴对车轮的推力， Z_i 为路面对车轮的法向反作用力。

制动时车轮的力矩平衡方程式为

$$I\dot{\omega} = F_b r - M_\mu$$

式中： I ——车轮转动惯量， $\text{kg} \cdot \text{m}^2$ ； $\dot{\omega}$ ——车轮转动角加速度， rad/s^2

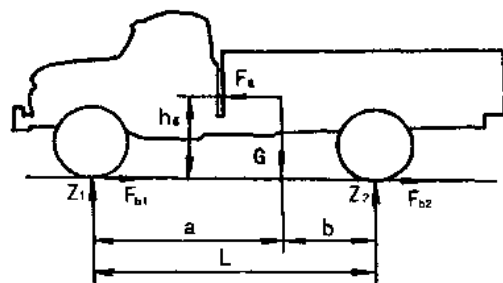


图 1-1 汽车制动时的受力情况

(三) 制动器制动力、路面制动力及附着力的关系

制动器制动力对汽车而言,它是内力,因此,它并不能改变汽车的运动状态。制动器制动力和制动压力成正比例关系,即制动压力增大,制动器制动力成正比地增大。

路面制动力是使汽车减速运动的外力,它是滑动摩擦约束反力,其最大值为附着力。

制动车轮有两种状态:滚动及抱死滑移。滚动时轮胎附着力大于制动器制动力;抱死滑移时,制动器制动力等于路面制动力,也等于附着力。

(四) 制动车轮的运动参数

汽车制动时,车轮运动状态参数主要有:车轮转速或车轮转动角速度 ω 、车轮角加速度 $\dot{\omega}$ 及其变化率 $\ddot{\omega}$ 、车轮滑移率 S 。

1. 制动时的车速及车轮转动角速度

汽车在平直的道路制动时,车轮运动状态如图 1-3 所示。假设车轮与路面的接触点为 B , 车轮中心为 O , 则车轮中心的速度就是车速 V , 则有

$$V = V_B + \omega r \quad \text{或} \quad \omega = \frac{V - V_B}{r}$$

式中: V ——车速, m/s ;

V_B ——车轮相对于路面的滑移速度, m/s ;

ω ——车轮转动角速度, rad/s ;

r ——车轮半径, m 。

2. 滑移率

为了表述车轮相对于路面的滑移速度 V_B 在车轮中心平移速度 (即车速) V 中所占的比例, 引入了滑移率 S 这一概念, 它能充分表示制动时车轮的运动状态。定义如下:

$$S = \frac{V_B}{V} = 1 - \frac{\omega r}{V}$$

由以上各式可知: 当 $V_B = 0$ 时, $S = 0$, $\omega r = V$, 表示车轮只滚不滑; 当 $V_B = V$ 时, $S = 1$, $\omega = 0$, 表示车轮只滑不滚; 当 $\omega r \leq V$ 、 $V_B \leq V$, 且 $V_B \neq 0$ 、 $\omega \neq 0$ 时, $0 < S < 1$, 表示车轮处于边滚边滑的运动状态。

3. 车轮转动角加速度及其变化率

车轮转动角加速度 $\dot{\omega}$ 及其变化率 $\ddot{\omega}$ 是表述制动车轮运动状态的二个动力学参数。

装用普通制动系的汽车紧急制动时, 制动器制动力随制动压力的增大而增大, 使汽车的减速度由小到大, 直至停车, 即车轮由纯滚动经边滚边滑状态后到抱死, 直至停车。车轮转动由快到慢, 直至不转动, 即 ω 减少到零。此时当 $\omega \neq 0$ 时, $\dot{\omega}$ 为负值, $\dot{\omega}$ 的绝对值是增大的, 故 $\ddot{\omega}$ 也是负值; 当 $\omega = 0$ 时, 因 ω 不变, 故 $\dot{\omega}$ 及 $\ddot{\omega}$ 均为零。

当汽车点制动时, 一般应在制动车轮抱死前松开制动踏板。松开制动踏板后, 车轮不但要转动, 而且转速要增加, 则 $\dot{\omega}$ 呈现正值。

一般讲, 制动车轮的理想运动状态是滑移率保持在 15%~25% 的范围内。但由于道路、载荷、车速以及制动器技术状态等影响, 理想的制动压力因行驶条件而改变。汽车装用 ABS 制

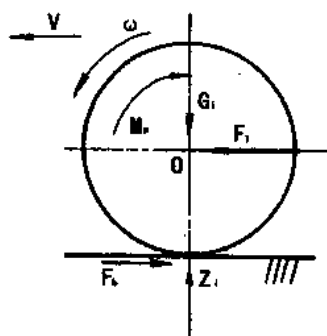


图 1-2 制动时车轮受力图

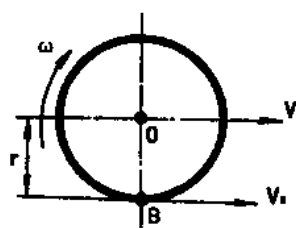


图 1-3 车轮运动状态图

动时, ABS 就能通过增压、减压等方式对制动压力不断进行修正,也就是对制动车轮的运动状态进行不断修正,使其达到理想的运动状态。 $\omega \geq 0$, 由于不断加速或减速运转,故 ω 可能为正,也可能为负,也可能为零。

二、附着系数的变化规律

轮胎与路面间的附着系数与车轮运动状态(滑移率)有关。

制动车轮的滑移率不同时,附着系数是不一样的。

图 1-4 所示为试验所得的一般道路条件下轮胎与路面间附着系数与滑移率的关系曲线,即 $\phi-S$ 曲线。

图中除给出了纵向(沿车轮旋转平面)附着系数曲线外,还给出了侧向(也称横向,垂直于车轮旋转平面)附着系数曲线。侧向附着系数是研究制动时侧向(即横向)稳定性有关的参数。

附着系数曲线 OA 段近似于直线,表示附着系数随着滑移率的增大而迅速增大。过 A 点后,附着系数上升率减慢,到 B 点达到最大值 ϕ_p 。附着系数的最大值称为峰值附着系数,峰值附着系数一般出现在车轮滑移率 $S=15\% \sim 25\%$ 的范围内。滑移率再增加,附着系数下降,侧向附着系数迅速下降,车轮呈现不稳定运动状态,到车轮抱死拖滑, $S=100\%$ 。 $S=100\%$ 时的附着系数 ϕ_s 称为滑动附着系数。在干燥路面上,滑动附着系数与峰值附着系数差别不大,而在潮湿路面上差别较大,一般讲 $\phi_s = (0.3 \sim 1.0) \phi_p$ 。但在某些有松散积物(如松散积雪层、尘土等)的路面上,滑动附着系数最大。不管何种路面,侧向附着系数曲线均按图 1-4 所示的规律变化,滑移率 S 愈小,侧向附着系数越大,当 $S=100\%$ 时,侧向附着系数是很小的。侧向附着系数愈大,保持转向和防止侧滑的能力愈大。所以,如能使制动车轮滑移率保持在 $15\% \sim 25\%$ 之间,便可获得较大的纵向附着系统和侧向附着系数。装用 ABS 的汽车能够实现这个要求,而具有普通制动系的汽车是无法做到这点的。因而 ABS 显著地改善了汽车的制动性能。上述就是防抱制动技术的理论基础。

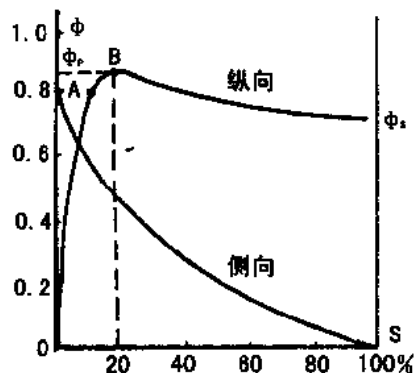


图 1-4 $\phi-S$ 曲线

第二节 ABS 基本构造

一、普通行车制动系

(一) 普通行率制动系的结构原理

普通行车制动系的结构原理大家都熟悉,下面仅以液压式行车制动系(图 1-5)作一简单介绍。

汽车正常行驶时,制动蹄 10 连同摩擦片 9 在回位弹簧 13 的拉力下,与固定在车轮轮毂上的制动鼓 8 之间保持有一定的间隙,值制动鼓能随车轮轮毂一同自由转动。

欲使行驶中的汽车减速或停车时,驾驶员只要踩下制动踏板 1,就可使肌体的制动能源通过推杆 2 和制动主缸 4 中的活塞 3,使主缸内的制动液加压流入制动轮缸 6,并通过两个轮缸活塞 7 推动两个制动蹄 10 连同摩擦片 9 绕支承销 12 转动,值摩擦片的外圆面压紧在制动鼓

8 的内圆面上。这样,固定不旋转的制动蹄摩擦片就对旋转着的制动鼓作用一个摩擦力矩 M_{μ} ,其方向与车轮旋转方向相反。制动鼓将该制动器制动力矩传到车轮后,由于车轮与路面的附着作用,车轮对路面作用一个向前的周缘力,即制动器制动力 F_{μ} 。同时,路面也对车轮作用着一个向后的反作用力,即路面制动力 F_b ,这就是制动时迫使汽车减速行驶直至停车的外力。路面制动力愈大,汽车减速度也就愈大。当驾驶员松开制动踏板时,回位弹簧 13 即将制动蹄拉回原位,摩擦片的外圆面与制动鼓的内圆面之间恢复原有间隙,摩擦力矩 M_{μ} 和制动力 F_{μ} 解除,制动作用也就终止。

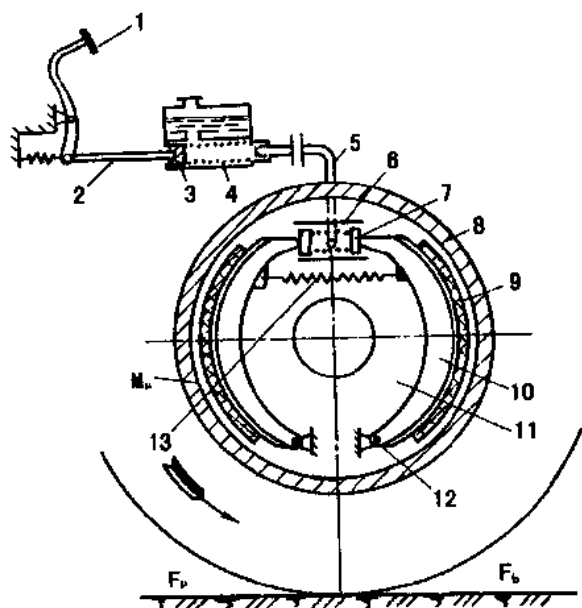


图 1-5 液压行车制动系结构原理

1-制动踏板; 2-推杆; 3-主缸活塞; 4-制动主缸; 5-油管;
6-制动轮缸; 7-轮缸活塞; 8-制动鼓; 9-摩擦片; 10-制动蹄;
11-制动底板; 12-支承销; 13-制动蹄回位弹簧

综上所述不难看出,阻止汽车行驶的路面制动力 F_b 不仅取决于制动器制动力 F_{μ} 的大小,而且还受到轮胎与路面间附着条件的限制。也就是说,汽车制动系只有具备了足够的制动器制动力 F_{μ} ,同时路面又能提供大的附着力 F_{ϕ} 时,才能获得较大的路面制动力 F_b 。

(二) 普通行车制动系的组成

普通行车制动系通常由供能装置、控制装置、传动装置和制动器等四个基本部分组成,只是这四个基本部分的内涵随着汽车制动技术的发展而变得更为丰富。例如早期汽车的制动能源完全靠驾驶员的肌体供能,现在发展到包括供给、调节制动所需能量以及改善传能介质状态的各种部件;又例如控制装置,早期采用最简单的制动踏板机构,现在发展到包括产生制动动作和控制制动效果的各种部件;再例如传动装置,早期采用机械杆系,现在发展到包括将制动能量传送到制动器的各个部件;至于制动器,早期只装在汽车后轴的左右车轮上,且结构简单、形式单一,现代汽车不但前后轴车轮均装有制动器,而且形式多样,结构日趋完善合理。

早期汽车的前轴车轮之所以不装备制动器,其主要原因有:

- ①当时的车速低,仅后轴车轮装用制动器即可满足行车安全的要求。
- ②尽量简化机械杆系制动传动机构,提高传动可靠性。
- ③防止质心高、轴距短的汽车在制动时发生前倾翻事故,提高汽车的纵向稳定性。
- ④适应当时道路条件差的状况,确保汽车制动时仍具有好的转向能力。

随着汽车技术的发展和道路条件的改善,汽车单靠后轴制动所带来的问题也日趋增多和严重,汽车工作者在本世纪初期开始对汽车前轴同时装上制动器进行了一系列探索,结果表明这一方案不但可行,而且有利于提高汽车的制动效能。1920 年前后,汽车前轴同时装用了制动器。但汽车前后轴都装上制动器在制动时制动力(大小及作用时间)如何分配,即如何保证制动时汽车的方向稳定性,在以后一段比较长的时期内,又成为人们研究的关键技术。

图 1-6 所示为汽车普通人力液压制动系基本组成示意图。图 1-7 所示为东风 EQ1090 型汽车制动系（气压）基本组成示意图。图 1-8 为真空助力伺服制动系组成示意图。如前所述，伺服制动系是在人力液压制动系的基础上加装一套动力（气压能、真空能或液压能）伺服系统形成的。目前，液压制动双管路的汽车几乎全部采用这种伺服制动系统。在正常情况下，这种制动系的制动能量大部分由动力伺服制动系统提供，而当动力伺

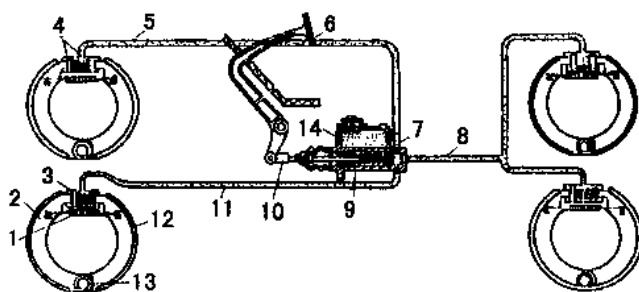


图 1-6 人力液压制动系示意图

1-回位弹簧；2-制动蹄；3-制动轮缸；4-轮缸活塞；5、8、11-油管；6-制动踏板；7-制动主缸；9-主缸活塞；10-主缸推杆；12-摩擦片；13-支承销；14-贮液室

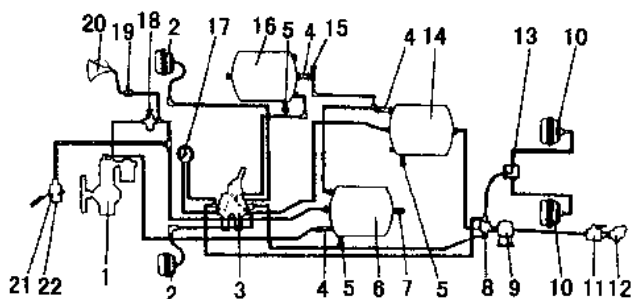


图 1-7 东风 EQ1090 型汽车制动系示意图

1-空气压缩机；2-前制动气室；3-双腔制动阀；4-贮气筒单向阀；5-放水阀；6-湿贮气筒；7-安全阀；8-双向阀；9-挂车制动阀；10-后制动气室；11-挂车分离开关；12-连接头；13-快放阀；14-前轴贮气筒；15-取气阀；16-后轴贮气筒；17-气压表；18-气压调节阀；19-气喇叭开关；20-气喇叭；21-刮水器总成；22-刮水器开关

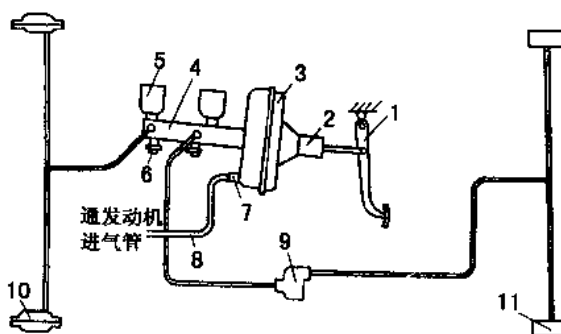


图 1-8 真空助力伺服制动系示意图

1-制动踏板；2-控制阀；3-真空加力气室；4-制动主缸；5-贮液室；6-制动信号灯液压开关；7-真空单向阀；8-真空管路；9-比例阀；10-前轮缸；11-后轮缸

服系统一旦失效时，可完全由驾驶员的肌体供给，即由伺服制动转变为人力制动。

（三）普通行车制动系存在的主要问题与改进措施

普通行车制动系存在的主要问题是针对汽车制动性能的三项评价指标而言的。

1. 制动效能

路面制动力 F_b 是使汽车制动时减速行驶或停车的外力，从力矩平衡可得知

$$F_b = \frac{M_E}{r}$$

式中： r ——车轮半径，m。

上式成立的先决条件是路面制动力不超过车轮与路面间的附着力 F_ϕ 。可见，路面制动力取决于两个摩擦副的摩擦力：一是制动器内部的制动蹄摩擦片外圆面与制动鼓内圆面间的摩擦力，即制动器制动力 F_μ ；一是车轮与路面间的摩擦力，即附着力 F_ϕ 。

路面制动力大，汽车才会有高的减速度。

制动器制动力取决于制动器的结构参数，即取决于制动器的形式、结构尺寸、摩擦副的摩擦系数及车轮半径等。一般情况下，制动器制动力的大小随制动踏板力的大小，即制动系的液压或气压的高低成正比的增减。

现代汽车制动器的结构参数经长期不断研究改进，已日趋完善。例如制动器的形式就有两大类：鼓式及盘式。在汽车上广泛应用的是内张型鼓式制动器（见图 1-5）。根据对制动蹄端加力使制动蹄转动装置的不同，其又有轮缸式、凸轮式和楔块式等几种形式。其中轮缸式制动器按其结构及制动蹄受力情况不同，还有非平衡式（领从蹄式）、平衡式（双领蹄式、双向双领蹄式、双从蹄式和双向双从蹄式）、单向和双向自增力式等多种制动器结构形式。制动器形式不同，优缺点各异，但为不同类型的汽车对制动性能的不同要求，提供了选择的条件。与鼓式制动器相比，过去只用作汽车中央驻车制动的盘式制动器，由于制动效能较稳定、浸水后对制动效能影响小、尺寸和质量小（输出制动器制动力矩相同的情况下）、摩擦副间隙易实现自动调整、结构简单、维修作业方便，特别是有利于提高汽车制动时的方向稳定性。所以，目前一些高性能轿车的全部车轮均采用了盘式制动器，一般轿车（如国产奥迪、桑塔纳、夏利等）还只用作前轮制动器。总之，现代汽车的制动器及其控制装置，如果单就产生制动器制动力而言，完全可大到足以抱死车轮，即制动器制动力可大于车轮与路面间的附着力极限。

车轮与路面间的附着性能主要决定于道路的材料、路面的状况与轮胎结构、胎面花纹、材料以及汽车行驶的速度等因素，也与制动时车轮运动状态有关。一般讲，车轮抱死拖滑时车轮与路面间的附着力不是最理想的。

通过以上对制动器制动力，路面制动力、附着力以及它们之间相互关系的描述，就有三个问题提出来。第一个问题是，汽车制动时如何获取最大的路面制动力，以获得最佳的制动效能？第二个问题是，制动时车轮抱死拖滑，车轮与路面间的附着性能不是最理想的，制动时将车轮运动状态控制在何种程度最为有利？第三个问题是，现代汽车的普通制动系统能不能保证汽车制动时获取最佳的制动效果，能不能保证制动车轮处于最佳的运动状态？

装用普通制动系的汽车在紧急制动时，制动器制动力瞬间就能超过附着力的极限而达到它自己的最大值，使车轮很快抱死在路面上拖滑，且几乎在接近保持不变的情况下直到汽车停止。

经验丰富的驾驶员在滑路上行驶遇障碍时，往往采用连续点制动的方法，以获得理想的

制动效果，而又不致使汽车车轮抱死拖滑以确保行车的安全。

大量试验表明，汽车制动时应控制制动器制动力，使它接近但不超过车轮与路面间的附着力极限，车轮处于边滚边滑的运动状态，可获取最佳的制动效果。现代汽车装用普通制动系难以实现这种状态要求。

2. 制动效能的恒定性

汽车制动时，制动器摩擦副摩擦所产生的热能绝大部分传给了制动鼓，使其温度升高。制动鼓温度升高后，将膨胀而增大与制动蹄摩擦片之间的间隙，此间隙如果过大（含摩擦片磨损后的间隙增大），即使将制动踏板踩到极限位置，也有可能产生不了足够的制动力矩。为减少制动鼓的温升，一般是增加制动鼓的质量，以加大制动鼓的热容量。有些汽车的制动鼓外表面铸有若干肋片，以增加制动鼓的散热面积和刚度。

摩擦片的导热性是很差的，通过它传给制动蹄的热量很少，又不易向大气散热。因此，摩擦片摩擦表面的温升也很大。摩擦片温升如果过高，不但将导致摩擦系数大幅度下降，影响制动效能，而且将使耐磨性变坏缩短使用寿命，严重时甚至可能烧损，使制动失灵。为了保证摩擦片具有良好的热稳定性，人们一直在研究、采用新材料，改善现用摩擦片材料的配方和制造工艺。

双从蹄式和双向双从蹄式制动器的制动效能虽低些，但制动效能的热稳定性却很好，因而在高级轿车上得以采用。

盘式制动器有较好的抗水衰退性能，制动盘沿厚度方向的热膨胀量极小，摩擦副间隙可自调，故盘式制动器有良好的制动热稳定性效能，虽然制动效能低些，但却广泛的使用在轿车上。

为了从根本上解决制动器因长时间频繁地工作使得其温度大幅度增高，导致制动效能热衰退甚至完全失效发生交通事故，往往在经常要下长坡（如矿山或山区公路）和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上增装辅助制动系。辅助制动系可以在汽车不使用或少使用行车制动系的情况下，使车速降低或使车速稳定在某一安全范围内，但不能将汽车紧急制动停住。常见的辅助制动系有发动机排气缓速式（如济南黄河 JN1150/100 型汽车、济南黄河 JN1171/127 型汽车）和液力缓速式（如上海 SH380 型汽车）。

我国地域广阔，地形、交通复杂，而装置辅助制动系的汽车却很少。因此，主要行驶于山区公路上的汽车下长坡时，驾驶员常用淋水法强制冷却制动鼓，以改善汽车进行持续制动时制动效能的恒定性能。这种方法确实有效，但制动鼓易炸裂，且淋水系统有故障而未被发现时，摩擦片易烧毁，致使制动效能衰退甚至完全失效。

3. 制动时汽车的方向稳定性

从对装用普通制动系汽车的制动效能分析中可知，制动时不能保证车轮不抱死。仔细观察其制动过程，发现轮胎在路面上的印痕从车轮滚动到抱死拖滑是一个渐变的过程，最后一段粗黑印痕即是车轮抱死在路面上留下的完全拖滑印痕，俗称拖印，见图 1-9。

车轮抱死拖滑时，车轮与路面间的侧向（垂直于车轮旋转平面方向）附着性能几乎完全消失，这就意味着车轮所能承受的侧向力几乎为零，即车轮在很小的侧向力作用下就会发生侧向位移。也就是说，制动时车轮抱死拖滑易产生侧滑。

双辅汽车制动时，前轴车轮先于后辅车轮抱死拖滑或后轴车轮先于前轴车轮抱死拖滑均都经常出现，而前、后辅车轮同时抱死拖滑只有在特定条件下才会发生。

（1）前轴车轮先抱死拖滑

前轴车轮若抱死拖滑，汽车基本上直线向前减速行驶，汽车处于稳定状态。但在弯道上制动时，汽车丧失转向能力，易发生事故。

图 1-10a 所示为前轴车轮抱死拖滑而后轴车轮边滚边滑的制动状态。设转向盘固定不动，前轴车轮如受侧向力作用将发生侧滑。因此，前轴中点 A 的速度向量 V_A 将偏离汽车的纵轴线某一角度 α ，后轴中点 B 的速度向量 V_B 因后轴未发生侧滑而仍沿汽车纵轴线方向。此时汽车将发生类似左转弯运动，瞬时回转中心为速度向量 V_A 、 V_B 两垂线的交点 O ，汽车作圆周运动时产生了作用于质心 C 的惯性力 F_C 。显然， F_C 的方向与前轴侧滑的方向相反，也就是说， F_C 能起减少或阻止前轴侧滑的作用，因此，前轴车轮抱死拖滑对汽车行驶方向改变不大。但由于前轴车轮抱死拖滑，将失去导向作用，汽车仅沿惯性力的方向直线行驶，因此汽车将丧失转向能力。

(2) 后轴车轮先抱死拖滑

图 1-10b 所示为后轴车轮抱死拖滑而前轴车轮边滚边滑的制动状态。这时 V_A 仍按汽车纵轴线的方向，后轴车轮如受侧向力作用将发生侧滑， V_B 将偏离汽车纵轴线某一角度 α_1 ，而作用于质心 C 的惯性力 F_{C1} 的分力则与侧滑方向一致。即惯性力 F_{C1} 将加剧后轴的侧滑；而后轴侧滑又加剧惯性力 F_{C1} 。因此，后轴车轮抱死拖滑，汽车的前进方向将有很大的改变，使汽车急转，甚至掉头。遇此情况，为了消除侧滑，有经验的驾驶员一般朝后轴侧滑方向适度转动转向盘，使回转半径加大，以减小惯性力 F_{C1} 的影响。

(3) 前、后轴车轮同时抱死拖滑

前、后轴车轮欲想同时抱死拖滑，这只有在前、后轴车轮制动器制动力之比等于前、后轴车轮对路面的垂直载荷之比时才能实现。汽车在制动时要发生轴荷转移，轴荷转移量的大小要受到诸多因素的影响，如道路条件、制动强度、汽车总质量及质心位置等。20 世纪 60 年代以前的大多数汽车的前、后轮制动管路压力（制动轮缸液压或制动气室气压）总是相等的，即前、后轴车轮制动器制动力之比为定值。因此，汽车只能在某些特定的运行工况下（汽车总质量确定，且道路条件确定）制动时，前、后轴车轮才能同时抱死拖滑。

汽车制动时，前、后轴车轮同时抱死拖滑，能较好地利用车轮与路面间的附着力，可获

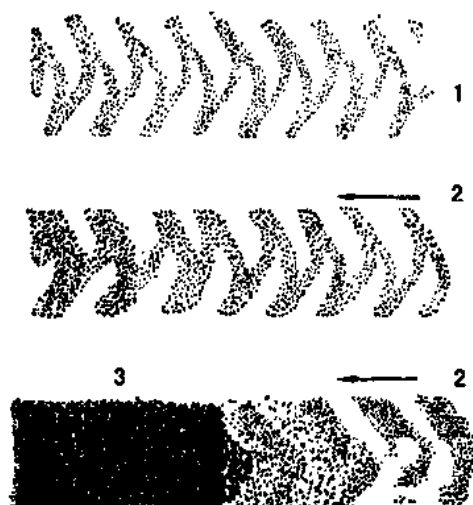


图 1-9 制动时轮胎留在路面上的印痕

1-车轮纯滚动印痕；2-车轮边滚边滑印痕；3-车轮拖滑印痕

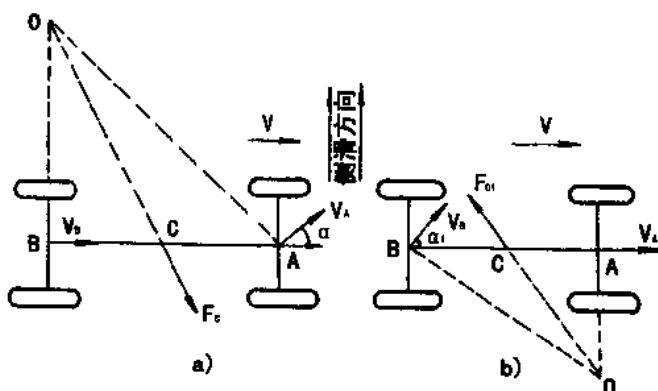


图 1-10 汽车制动侧滑时的运动状况

a) 前轴车轮侧滑；b) 后轴车轮侧滑

得较好的制动效能，因此，在低速、高附着系数路面上制动时，可能获得好的制动效果；但在高速（大于 45km/h）制动时，或在低附着系数（小于 0.45）路面上制动时，因制动时间长，汽车不仅失去转向能力，而且侧向稳定性极差。这已成为高速行驶汽车交通安全的最大隐患。

从以上的分析和前人的经验可以得出：

①汽车制动侧滑与前、后轴车轮抱死拖滑的次序有关。例如前轮抱死拖滑，汽车基本上直线向前减速直至停止，汽车处于稳定状态；但在弯道上制动时，汽车失去了转向能力。若后轮抱死拖滑，侧滑现象比前轮抱死拖滑严重，汽车处于不稳定状态；即后轮抱死拖滑要比前轮抱死拖滑的危险大得多。当前、后轮同时抱死拖滑时，可能获得好的制动效能；低速制动时，汽车侧滑不严重；但高速制动时，汽车侧滑可能会十分严重，甚至驾驶员都控制不了汽车，危险极大。

②汽车制动侧滑与前、后轴车轮抱死拖滑先后次序的时间间隔有关。例如后轴车轮比前轴车轮抱死拖滑时间早 0.5s 以上时，后轴将严重侧滑，甚至掉头。若短于 0.5s，汽车基本上按直线行驶（以上试验结果是在高附着系数路面上取得的）。

③汽车制动侧滑与制动的起始车速有关。如低于某一车速（视路面附着系数定）还不会发生危及安全的侧滑；如超过这一车速则将发生危及安全的侧滑。

④汽车制动侧滑与道路条件关系密切。一般讲，汽车在低附着系数的路面上制动时易侧滑。路面的附着系数愈低，愈易产生危及安全的侧滑。

通过上述讨论后，人们对现代汽车的普通制动系的制动力分配采用了不同方案，以满足使用要求。例如在山区公路上行驶的汽车，车速较低，制动侧滑不十分严重，而转向能力的丧失对安全影响很关键，故要求制动时前轮不得先于后轮抱死拖滑，甚至要求前轮在制动过程中根本不抱死。而高速行驶的汽车制动时，若后轮先于前轮抱死拖滑，会产生危及安全的侧滑，故要求制动时后轮不得先于前轮抱死拖滑。这就涉及到前、后车轮制动器制动力的分配与调节问题。

（4）前、后车轮制动器制动力的分配

前、后车轮制动器产生的制动力的大小必须考虑制动系的工作效率。制动系工作效率 η_b 是指汽车得到的最大路面制动力 $F_{b\max}$ 与制动器产生的最大制动力 $F_{\mu\max}$ 之比值，即

$$\eta_b = \frac{F_{b\max}}{F_{\mu\max}}$$

如果汽车制动时前、后轮运动状态一致，且制动器制动力接近但不超过车轮与路面间的附着力极限，则制动器制动力 F_{μ} 等于路面制动力 F_b ，则此时的制动系工作效率为 100%。若制动时车轮抱死拖滑，制动器制动力 F_{μ} 必然超过车轮与路面间的附着力极限，而路面制动力 F_b 则不会超过附着力极限。因此制动系工作效率必然小于 1。显然，制动时前、后车轮同时抱死拖滑的制动系工作效率要高于前、后车轮不是同时抱死拖滑的制动系工作效率。

二、ABS 的基本构造

ABS 是汽车制动系统的一个部件，它由传感器、控制器和调节器三部分组成，图 1-11 为 FKX 型 ABS 的控制器、调节器、传感器及脉冲环的外形图。

图 1-12 为调节器在制动管路（液压）中的布局示意图。

图 1-13 为调节器在制动管路（气压）中的布局示意图。

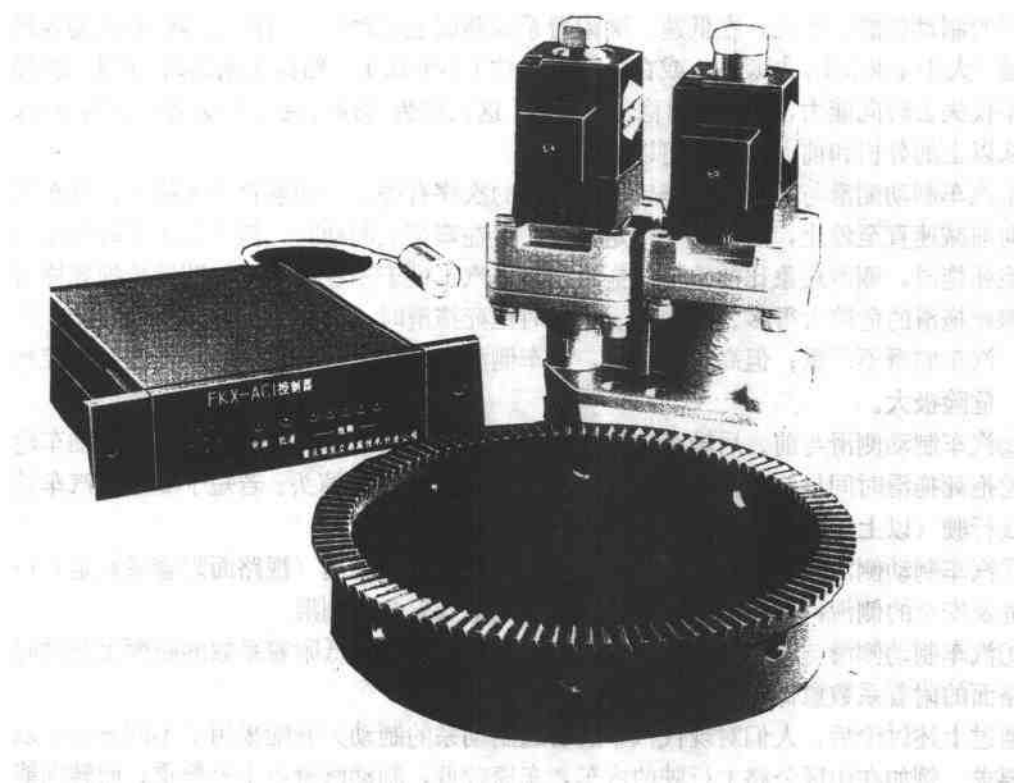


图 1-11 FKX 型 ABS 部件外形图

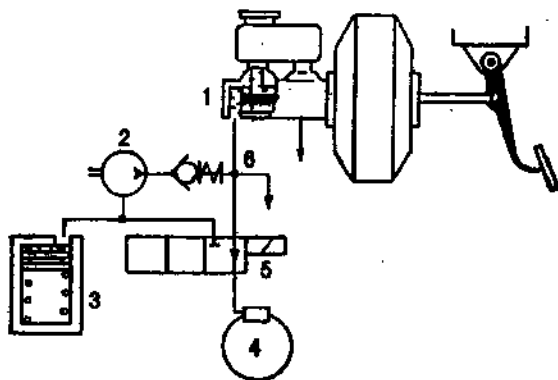


图 1-12 液压制动管路调节器的布局

1-主缸；2-油泵；3-储能器；4-轮缸；5-三位三通电磁阀；6-单向阀

图 1-14 为 Santana 200GSi 轿车的 ABS 布局图。

图 1-15 为 ABS 在汽车上的布局示意图。

ABS 是一反馈系统，根据车轮运动状态，对制动压力进行修正，使车轮运动状态趋于理想化。

ABS 能全面满足制动过程中汽车对制动性能的要求，具体讲有以下几点：