



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
汽车维修模块式短期培训教材

汽车防滑控制系统

主 编 陈风箴
副主编 林鹏翔 赵宇

农村劳动力转移培训

54

009



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

教育部职业教育与成人教育司推荐教材
汽车维修模块式短期培训教材

汽车防滑控制系统

主 编 陈风箴
副主编 林鹏翔
赵 宇



机械工业出版社

本书主要内容有：汽车制动系统的基础知识；汽车防滑控制系统，包括汽车制动防抱死系（ABS），汽车制动防抱死系统的检修、典型汽车制动防抱死系统的检修，以及汽车防滑转电子控制系统（ASR）等。

本书可作为农民工的职业技能培训教材，也可供从事汽车维修人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

汽车防滑控制系统/陈凤箴主编. —北京：机械工业出版社，2006.12

汽车维修模块式短期培训教材

ISBN 978-7-111-16330-5

I. 汽... II. 陈... III. 汽车—机械防滑刹车系统—技术培训—教材 IV. U463.54

中国版本图书馆CIP数据核字（2006）第150574号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号 邮政编码100037）

责任编辑：朱 华 版式设计 冉晓华 责任校对 李秋荣

封面设计：陈 沛 责任印制：杨 曦

北京机工印刷厂印刷

2007年2月第1版第1次印刷

140mm×203mm·5:25印张·138千字

0 001—4 000册

标准书号：ISBN 978 7 111-16330-5

定价：9.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
销售服务热线电话：（010）68326294

购书热线电话：（010）88379639 88379641 88379643

编辑热线电话：（010）88379083

封面无防伪标均为盗版

汽车维修模块式短期培训教材 编委会名单

主 任：张吉国
副 主 任：林为群 张子波 张茂国
委 员：祁 山 祖国海 陈作兴
朱 迅 李 霞 方瑞学
高宏伟 覃维献 黄俊平
本 书 主 编 陈风箴
本 书 副 主 编 林鹏翔 赵 宇
本 书 参 编 郑春光 赵志伟 辛 勤
梁天宇 李 霞 康 宁
姜 舸 邓 峰
本 书 主 审 林为群 黄俊平

前 言

随着我国城市化进程的不断加快，每年都要有大量的农村剩余劳动力转移到城市中来。由于这些进城的农民工文化程度不高，又没有一技之长，也没有经过必要的职业技能培训，因此要在城市里顺利就业是比较困难的，汽车维修行业是吸收农村剩余劳动力和下岗再就业人员比较多的行业，也是发展比较快的行业。为了实施“农村劳动力技能就业计划”，促进农村劳动力转移培训，使其提高副业技能后再就业，是当务之急。

同时，为了贯彻国务院《关于大力发展职业教育的决定》和全国再就业会议精神，实施“下岗失业人员技能再就业计划”，深入推动再就业培训。我们精心策划了这套汽车维修模块化短期培训教材。这套教材也被教育部职业教育与成人教育司列为推荐教材。本套教材共有8种，即《汽车自动变速器+典型系列》、《汽车防滑控制系统（ABS）》、《汽车钣金》、《汽车电器维修》、《汽车电喷发动机+系列车型》、《汽车美容》、《汽车空调》、《汽车一、二级维护》。

作为农村剩余劳动力转移和再就业培训教材有如下特点：

1. 本套教材面向农民工和再就业人员。
2. 本套教材通俗易懂，简明扼要，以单元和课题的形式编写。
3. 本套教材不追求系统，而是突出技能培训。
4. 每种教材都从基本知识讲起，重点突出操作技能。
5. 本套教材注意新技术、新工艺、新材料、新观念的介绍，

充分体现 21 世纪汽车维修的基本特点。

本套教材适合农村剩余劳动力转移就业培训，同时也适合作为转岗再就业培训用书。由于是初次编写这类教材，不足之处敬请广大读者谅解，并希望及时给予批评和指正。

编 者

目 录

前言

单元一 汽车制动系统的基础知识	1
一、汽车制动系统的组成	1
二、汽车制动系统的主要类型	1
三、汽车制动系统的工作过程	2
四、汽车常规制动系统存在的问题	2
单元二 汽车制动防抱死系统 (ABS)	3
课题1 概述	3
一、什么是 ABS	3
二、汽车装用制动防抱死系统 (ABS) 的必要性	4
三、制动防抱死系统 (ABS) 的基本调节原理	7
四、汽车制动防抱死系统 (ABS) 的发展及应用	14
五、汽车制动防抱死系统 (ABS) 的分类	15
课题2 汽车制动防抱死系统 (ABS) 各零部件的结构及工作 过程	32
一、ABS 系统的电子控制模块 (电脑)	32
二、车轮转速传感器	34
三、ABS 液压式制动压力调节装置	39
四、ABS 气压式制动压力调节装置	50
课题3 典型的制动防抱死系统构造与工作过程	55
一、丰田皇冠轿车 ABS 系统构造与工作过程	55
二、奔驰轿车 ABS 系统构造与工作过程	57
课题4 汽车防滑转电子控制系统 (ASR) 简介	62
一、采用防滑转电子控制系统 (ASR) 的目的	62
二、ASR 的作用和类型	63
三、ASR 的工作过程	71
四、ABS 与 ASR 的区别与联系	76

单元三 汽车制动防抱死系统 (ABS) 的检修方法	78
课题 1 ABS 系统检修的基本内容和方法	78
一、ABS 系统检修的基本内容	78
二、ABS 系统的故障诊断	80
三、ABS 系统检修的常用仪器、工具	92
课题 2 ABS 系统维修作业的主要内容	92
一、ABS 系统的泄压	92
二、ABS 系统电脑连接线检查和更换	93
三、车轮转速传感器的修理	94
四、制动压力调节器的检修 (以桑塔纳 2000 轿车为例)	97
五、ABS 线束的检修	99
六、ABS 系统的排气	101
七、ABS 系统制动液添加与补充	103
八、快速诊断性的直观方法	105
九、驾驶有 ABS 系统汽车的技术要领	105
单元四 典型汽车制动防抱死系统 (ABS) 的检修	107
课题 1 丰田皇冠轿车 ABS 的检修	107
一、总体介绍	107
二、检修内容	107
课题 2 美国通用车系 ABS 系统的检修	113
一、总体介绍	113
二、检修内容	113
课题 3 福特轿车 ABS 系统的检修	125
一、总体介绍	125
二、检修内容	126
课题 4 奔驰轿车 ABS 系统的检修	127
一、总体介绍	127
二、检修内容	127
课题 5 雷克萨斯 LS400 轿车 ABS 系统的检修	132
一、总体介绍	132
二、检修内容	132
课题 6 ASR/TRC 控制系统的检修	134
一、TRC 泵拆装顺序 (以雷克萨斯 LS400 轿车为例)	134

二、故障码读取与清除	136
课题7 奥迪 A6 汽车 ABS/ASR/EDS/ESP 系统的检修	138
一、BOSCH5.3 系统的功能	139
二、故障诊断的注意事项	140
三、故障的自诊断	141
四、故障码的含义和故障的可能原因以及故障的排除方法	141
五、ABS/EDS/ASR 系统的电器检测表	150
六、清除故障码并结束输出	155
参考文献	157

单元一 汽车制动系统的基础知识

一、汽车制动系统的组成

1. 行车制动装置

行车制动装置是车辆行驶时驾驶员用脚操纵的制动装置，因此称为行车制动装置。其制动器安装在汽车的全部车轮上。

2. 驻车制动装置

驻车制动装置是驾驶员用手操纵的制动装置。主要用于停车后防止汽车滑溜。其制动器安装在变速器或分动器后端，少数汽车装在后驱动桥输入轴前端。其力矩作用在传动轴上，称为中央驻车制动器。轿车上常采用驻车制动与行车制动共用一套制动器，称为车轮驻车制动器。

3. 紧急制动、安全制动和辅助制动装置

(1) 紧急制动装置是用独立的管路控制车轮制动器作为备用。

(2) 安全制动装置是当制动气压不足时起制动作用，使车辆无法行驶。

(3) 辅助制动装置是基本制动装置的辅助部分。用于经常在山区行驶的汽车下坡时稳定车速。

二、汽车制动系统的主要类型

1. 按能源分类

(1) 气压制动系统：主要是利用压缩空气，来控制制动片与制动盘或制动鼓之间的摩擦力。

(2) 液压制动系统：主要是用液压油来传递动力，控制制动片与制动盘或制动鼓之间的摩擦力。

2. 按制动元件分类

(1) 盘式制动：采用钳式制动分泵，摩擦片装在制动盘的两侧。

(2) 鼓式制动：采用鼓式外张制动分泵，制动蹄片装在制动鼓内，使制动蹄片与制动鼓之间产生摩擦。

3. 按控制力源分类

(1) 人力式：单靠驾驶员施加于制动踏板或手柄上的力作为制动力源，其中又有液压式和机械式两种，机械式仅用于驻车制动。

(2) 动力式：利用发动机的动力作制动力源。其中又有气压式真空制动传动装置；气压式真空助力制动传动装置；真空增压式液压传动装置；真空助力式液压制动传动装置。

(3) 伺服制动式：兼用人力和发动机作为制动能源。

三、汽车制动系统的工作过程

汽车制动系统的基本结构和工作过程见图 1-1 所示。图上所示行车制动装置由车轮制动器和液压传动机构两部分组成。

车轮制动器主要由旋转部分、固定部分和张开机构所组成。旋转部分是制动鼓，它固定在车轮毂上和车轮一起旋转。固定部分主要包括制动蹄和制动底板等。制动蹄的外圆面上装有摩擦片、制动蹄下端松套在偏心支撑销上，偏心支撑销固定在制动底板上，上端用回位弹簧拉紧压靠在轮缸活塞

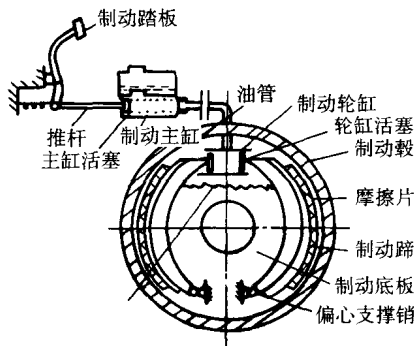


图 1-1 制动装置基本结构和工作原理

上。制动蹄可用凸轮或制动轮缸等张开机构来使其张开。图 1-1 所示的制动轮缸张开机构是依靠输入油液的压力推动轮缸活塞，从而使制动蹄张开，与制动鼓面贴合产生制动力。

四、汽车常规制动系统存在的问题

1) 使汽车轮胎局部严重磨损和局部稀化，当汽车制动时，车轮被抱死而在路面上拖滑，产生严重磨损，另外拖滑使胎面产生局部高温，使轮胎局部稀化。

2) 易产生制动时方向不稳定，即制动跑偏、制动时侧滑。

3) 制动距离长。

单元二 汽车制动防抱死系统 (ABS)

课题 1 概 述

汽车制动系统是在汽车行驶过程中,能够根据驾驶员的需要减速,停车的重要装置。为了保证汽车在行驶中更加安全可靠,传统的常规制动系统已满足不了现代汽车发展的需要。传统的常规制动系统只提供了足够大的制动力,在紧急制动时车轮很容易抱死而产生滑移(也就是拉带)。车轮一旦抱死,驾驶员失去对方向的控制,严重的会出现甩尾现象,同时造成轮胎的严重磨损,在公路上我们经常看到地面上有轮胎磨损的拉带痕迹。良好的制动系统应具有制动距离短,制动时汽车行驶方向能够控制,轮胎损耗小等特点。随着汽车工业的发展,计算机技术在汽车上得到广泛的应用,用计算机控制制动力,使汽车在制动时,控制车轮不致于抱死,同时缩短了制动距离,解决了传统的常规制动系统的不足。这套系统我们称为 ABS 系统,英文全称为: Antilock Braking System, 即防抱死系统。

一、什么是 ABS

在制动过程中,有两种阻力可以降低车速或者停车。一种是制动片与制动盘或制动鼓之间的阻力。这种力能够降低车轮的转速或让它停止转动,当这种力大到车轮不能转动时,也就是我们所说的车轮抱死;另一种是轮胎与路面之间的阻力。当汽车匀速行驶时,车轮的速度和车身的速度是相同的,此时我们阻止车轮转动,由于车身仍在惯性运动,轮胎与路面产生很大的摩擦,使汽车滑移(在公路上我们经常看到的车轮与路面的拉带痕迹)。如果在冰雪路面上,这种现象更为严重。

以上这两种力在日常生活中也能体会到。例如:我们骑自行车在冰雪地或冰道路上行驶时,捏闸使前轮不转,这时由于

惯性作用,使自行车的车把很难控制,骑车人容易摔倒,捏后闸使自行车后车轮不转,自行车的后轮会向左右摆动,也很容易让骑车人摔倒,如果是一位有经验的骑车人,使用后闸时,用手控制捏闸力的大小,制动力过大时,放松;制动力过小时,加力。用脉动制动的方法制动,骑车人就不会摔倒。

汽车也是一样,在紧急情况下驾驶员猛踩制动踏板,制动器的制动力很快将车轮抱死,轮胎与路面产生滑移,一旦车轮抱死、滑移,汽车制动力就会减小,在惯性力的作用下轮胎与路面产生剧烈的相对运动,使轮胎温度升高,磨损加剧。如果前轮抱死,驾驶员将失去对方向的控制;如果后轮抱死,汽车将会出现严重的甩尾、侧滑,严重的会出现急转掉头现象,对汽车的安全行驶造成很大危害。如果制动分泵施加给制动片的液压压力,能够控制制动片与制动盘或制动鼓之间的摩擦阻力,使车轮在施加制动力时不至于抱死,就有助于汽车在紧急制动时仍能保持良好的方向稳定性,而 ABS 就能起到这种控制作用。

二、汽车装用制动防抱死系统 (ABS) 的必要性

1. 制动时保持方向稳定性

制动时的方向稳定性,是指汽车制动时按预定方向行驶的能力,即不发生跑偏、侧滑的能力,如图 2-1 所示。

在日常生活中,大家都可能遇到过这种现象:汽车在直线行驶过程中,突然紧急制动,汽车车轮一下子抱死,汽车仍然向前滑行,轮胎和地面之间发出吓人的摩擦声。

如果汽车发生交通事故,交警来了之后,首先总是检查一下汽车制动痕迹,判断司机在事故中是否采取了制动措施。然后,再测量一下制动距离,看一看该车制动效果好不好。这反映了在一般人的头脑里,存在着一种根深蒂固的概念:仿佛车轮不抱死,该汽车的制动器就不好使。

但这是不正确的。当轮胎的滑移率在 10% ~ 20% 时,轮胎和地面的摩擦力(附着力)最大。如果轮胎的滑移率过大的话,

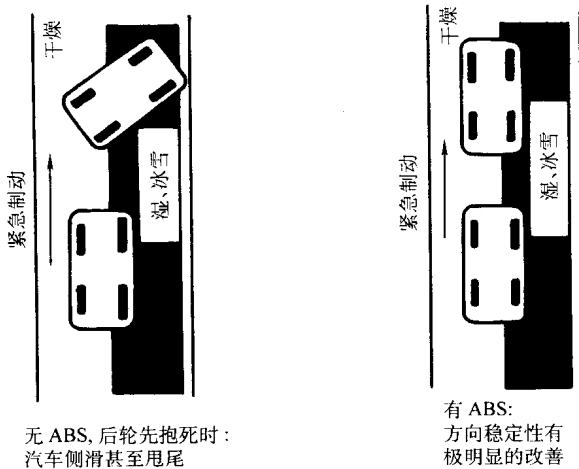


图 2-1 制动时保持方向稳定性

附着力反而要降低。如果司机能控制轮胎的滑移率, 使其在制动期间始终处于 15% ~ 20% 范围之内, 汽车将在更短的制动距离内停车。

ABS 的最大优点即在于此, 一脚踏死制动踏板, 汽车的转向盘仍然可以控制汽车的方向。装用了 ABS 的汽车, 由于可自动进入选择慢控制程序之中, 可以保持整车的方向稳定性。ABS 能使汽车获得最大的制动力, 最大限度地利用轮胎与路面之间的附着力。

2. 制动时保持转向控制能力 (图 2-2)

当汽车转向时, 如果汽车紧急制动, 和汽车直线行驶时紧急制动一样会出现车轮抱死现象。由于车轮抱死, 汽车的侧向附着力变成了零, 车胎将出现侧向滑动, 汽车丧失了控制方向的能力, 这是十分危险的。

汽车的侧向附着力和制动力之间的关系十分密切。在不制动时, 轮胎前、后方向的滑动为零, 这时车轮侧向附着力最大。司机踩下制动踏板, 随着制动力的加大, 轮胎的滑移率增加, 侧向附着力逐渐减小。

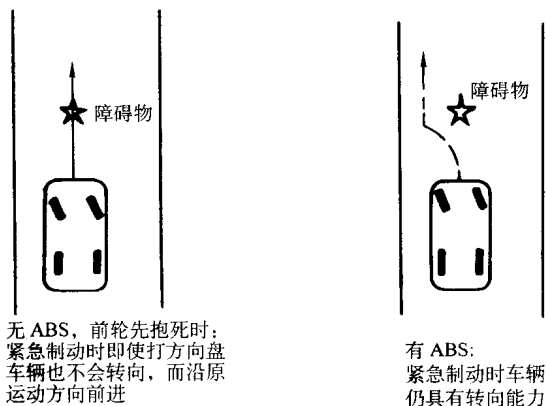


图 2-2 制动时保持转向控制能力

当轮胎的滑移率达到 100% 时, 轮胎抱死。这样汽车的侧向附着力几乎等于零。如果此时汽车正在转弯中, 轮胎开始出现侧向滑动。

当车轮抱死之后, 转向盘已经不起作用了, 汽车陷入了不能控制方向的困境: 只有前轮抱死的汽车沿着直线前进最后停车; 只有后轮抱死的汽车发生旋转现象后最后停车; 如果前后轮都抱死的话, 汽车一边转动、一边沿直线前进, 最后停车。

即使装用了 ABS 的汽车在转弯过程中紧急制动也不会影响汽车的转向控制能力。

3. 在制动时能降低制动距离 (图 2-3)

在冰雪等光滑路面上, 如果没有 ABS, 无论怎么小心, 制动力总是会显得太大,

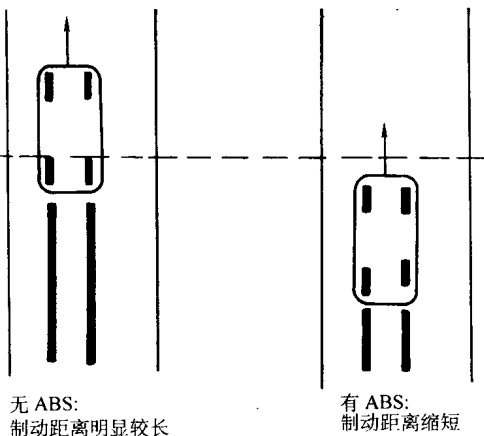


图 2-3 制动时降低制动距离

使轮胎抱死,从而使汽车制动距离过长。同样,在这种路面上,如果汽车装有ABS,就能自动地使汽车轮胎与路面间产生最大的附着力,可以使制动距离变短。但千万不要错误地认为有了ABS,汽车的制动就再也没问题了,甚至错误地认为无论是冰雪等光滑路面,还是干燥路面,使用了ABS的汽车的制动距离都是一样的。

4. 制动时能使轮胎磨损下降

综上所述,如果不装用ABS,为了达到汽车在最短的制动距离内停车并具有良好的控制方向的能力,就要求司机在操作时应十分精心,即踩下制动踏板使车轮抱死,然后在轮胎抱死的一瞬间放松制动踏板,轮胎一旦开始转动再踏动制动踏板使车轮抱死,如此反复操作。在附着系数小的光滑路面上,司机在制动时都很小心,唯恐使车轮抱死,但仍很难控制,原因是司机不知道车轮什么时候抱死了。

当然,司机在驾驶室内根本看不到车轮是否抱死,至于按一定轮胎滑移率去操作制动,那更不是一般人所能达到的境界了。除此之外,汽车行驶的许多条件也都在变化之中,如道路的路面状况、轮胎着地状态、前后轮胎的载荷分配也每时每刻不停地变化着。要完成上述制动要求确实难上加难。当然技术熟练的司机在某种程度上能根据各种条件合理地操作制动,如采用点制动。可是一旦遇上紧急状态,大多数人都是踏死制动踏板,使轮胎抱死为止。

上述驾驶员做不到的许多事,利用防抱死制动系统(ABS)就能做到。ABS系统利用车轮速度传感器来监控制动时各车轮速度的变化,电脑将车轮速度传感器的数据进行处理、判断、变成执行机构所必需的信息,执行机构按照电脑的指令来操作汽车制动。以上就是我们要介绍防抱死制动系统(ABS)的必要性。

三、制动防抱死系统(ABS)的基本调节原理

1. 滑移率(图2-4)

(1) 定义：汽车制动时车轮既滚动又滑动，衡量车轮滑移的程度，即为滑移率（ S ），其定义为

$$S = (v_{\text{车}} - v_{\text{轮}}) / v_{\text{车}}$$

式中 $v_{\text{车}}$ ——车轮中心速度
(km/h)；

$v_{\text{轮}}$ ——车轮的线速度
(km/h)。

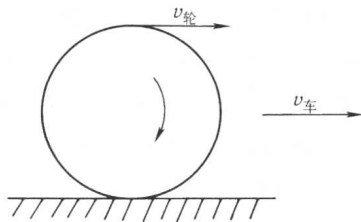


图 2-4 滑移率定义

(2) 车轮制动时运动状态与滑移率的关系，如图 2-5 所示。

(3) 影响车轮滑移率因素。


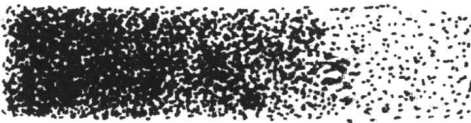

车轮运动状态	滑移率	制动时地面印痕
纯滚动	$S=0$	
纯滑动 (车轮完全抱死滑移)	$S=100\%$	
既滚动又滑动	$0 < S < 100\%$	

图 2-5 车轮制动时运动状态与滑移率的关系