

汽车专业维修培训丛书

理论与实践相结合，实用性强

实例丰富，代表性强

根据读者群体组织资料，针对性强

立足结构，突出实践技能培养，重在检测维修

防抱死制动和 牵引力控制系统

齐晓杰 主编



化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

汽车专业维修培训丛书

防抱死制动和牵引力控制系统

齐晓杰 主编

(京) 新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

防抱死制动和牵引力控制系统/齐晓杰主编. —北京:
化学工业出版社, 2005. 3

(汽车专业维修培训丛书)

ISBN 7-5025-6754-2

I. 防… II. 齐… III. ①汽车-制动装置, 防抱死-车辆
修理②汽车-牵引装置-控制系统-车辆修理 IV. U472. 41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 018987 号

汽车专业维修培训丛书

防抱死制动和牵引力控制系统

齐晓杰 主编

责任编辑: 周国庆 周 红

文字编辑: 吴开亮

责任校对: 王素芹

封面设计: 于 兵

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行
工业装备与信息工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 11¼ 字数 188 千字

2005 年 5 月第 1 版 2005 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-6754-2/TH·298

定 价: 21.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

《汽车专业维修培训丛书》编写委员会

主 任 齐晓杰

副主任 张金柱

委 员 (按姓氏笔画排序)

刁国强 于春鹏 王悦新 石美玉

齐晓杰 纪峻岭 苏清源 李 伟

李涵武 张 毅 张金柱 岳邦贤

赵雨旻 洪慕绥 鲍 宇

内 容 提 要

本书是《汽车专业维修培训丛书》之一，内容力求简练、通俗易懂。全书结构由基础知识到专门知识，论述了防抱死制动系统（ABS）和牵引力控制系统（ASR）的类型、结构及工作原理。并在此基础上对故障排除程序进行分析。同时，为加强实用性，对保有量较大的国产汽车和进口汽车装备的ABS和ASR系统的结构特点、故障诊断及维修方法进行了介绍。

本书可供从事汽车维修的技术人员和各类院校汽车工程专业的广大师生阅读，也可作为维修技术培训的教材或参考书。

目 录

第 1 章 防抱死制动和牵引力控制系统的结构与原理	1
1.1 ABS 系统概述	1
1.1.1 ABS 系统的优点及种类	1
1.1.2 ABS 系统的结构组成及工作原理	3
1.1.3 常用的 ABS 系统	3
1.1.4 ABS 系统的发展趋势	4
1.2 汽车防抱死制动系统及元件	4
1.2.1 汽车防抱死制动系统	4
1.2.2 车轮转速传感器及其工作原理	17
1.2.3 ABS 系统电控单元 ECU	20
1.3 驱动防滑控制系统 (ASR)	24
1.3.1 驱动防滑控制系统概述	24
1.3.2 ASR 的原理	25
1.3.3 ASR 的控制方法	25
第 2 章 ABS 故障诊断与维修	28
2.1 ABS 系统检修的基本内容	28
2.1.1 故障诊断与检查的基本内容	28
2.1.2 修理的基本内容	28
2.1.3 ABS 系统维修的注意事项	29
2.2 ABS 系统的故障诊断与检查	29
2.2.1 初步检查	30
2.2.2 ABS 系统故障症状模拟测试方法	31
2.2.3 ABS 系统故障诊断与分析	32
2.2.4 故障自诊断	32
2.2.5 快速检查法	34
2.2.6 故障警告灯诊断方法	34
2.3 ABS 系统的修理	36

2.3.1	ABS 系统的泄压	36
2.3.2	ABS 系统电控单元的更换	36
2.3.3	车轮转速传感器的检修	37
2.3.4	液压控制装置 (总成) 的修理	39
2.3.5	ABS 线束的更换	41
2.3.6	ABS 系统制动液的选用、更换与补充	41
2.3.7	ABS 系统的放气	42
第 3 章	典型车系 ABS/ASR 系统的结构与维修	44
3.1	桑塔纳轿车 ABS 系统的结构与维修	44
3.1.1	ABS 系统的基本组成	44
3.1.2	ABS 系统主要部件结构与工作原理	44
3.1.3	MK20-I 型 ABS 系统故障诊断与排除	46
3.2	红旗轿车 ABS 系统的结构与维修	56
3.2.1	红旗系列轿车 EBC430 型 ABS 系统的组成	57
3.2.2	ABS 系统的故障诊断与排除	57
3.2.3	ABS 系统主要部件的检修	61
3.2.4	ABS 系统无故障码的故障检修	65
3.2.5	ABS 系统相关部件的拆装作业	65
3.3	广州本田雅阁轿车 ABS 系统的结构与维修	67
3.3.1	广州本田雅阁轿车 ABS 系统概述	67
3.3.2	ABS 系统各部件的结构和工作	68
3.3.3	ABS 系统故障自诊断	71
3.3.4	ABS 系统控制装置的检测	74
3.3.5	ABS 系统故障检测诊断	74
3.3.6	ABS 系统各组件的拆装与检查	85
3.4	富康轿车 ABS 系统的检修	86
3.4.1	结构组成与技术参数	86
3.4.2	ABS 系统故障诊断	88
3.4.3	制动系统的维护	99
3.4.4	ABS 系统主要元件的检修	103
3.5	夏利 2000 轿车 ABS 系统的维修	106
3.5.1	ABS 系统故障自诊断	107
3.5.2	ABS 系统故障诊断与排除	110

3.5.3	ABS 主要元件的检修	119
3.6	上海帕萨特 B5 轿车 ABS/ASR 系统的检修	122
3.6.1	ABS/ASR 系统的结构与工作原理	122
3.6.2	ABS 系统故障诊断与排除	122
3.7	奥迪 A6 轿车 ABS/ASR 系统的结构与维修	138
3.7.1	ABS/ASR 系统自诊断	138
3.7.2	奥迪 A6 轿车 ABS 系统电气检测	147
3.7.3	ABS 系统主要元件的检修	156
参考文献		168

第 1 章 防抱死制动和牵引力 控制系统的结构与原理

1.1 ABS 系统概述

(1) ABS 系统与普通制动系统的关系 ABS 系统是可防止车轮完全抱死，制动效果优于普通制动系统的刹车装置，是在普通制动系统的基础之上经改进而成的。整个制动系统在制动时既有普通制动系统的刹车功能，又有防止车轮被完全抱死的功能，是 20 世纪末汽车上安装的现代最新制动系统。

ABS 系统是在原来普通制动系统之上另增加一套控制系统而形成的。普通的液压（力）制动系统是由机械、液压元件组成的放大系统。它只将驾驶员给刹车踏板的力迅速、均匀地转化为轮子的制动力。而增加的 ABS 控制系统是一套电子、机械和液压元件组成的自动控制系统，它可以连续地检测车辆的制动状况，可及时将汽车的制动调整到最佳状态。

ABS 控制系统的工作建立在普通制动系统正常工作之上，普通制动系统的正常工作是 ABS 系统工作的基础。如果普通制动系统发生故障或失灵，ABS 系统随即失去控制作用，即丧失防止车轮被完全抱死的控制功能。倘若 ABS 系统发生故障，普通制动系统会照常工作，只是没有了防抱死的作用。

(2) 最佳制动点的理论基础 ABS 系统能将汽车的制动效果调整到最佳状态，而普通的制动系统却不能。最佳制动状态并不是在最大制动力时产生，而是在实施相应的制动力时，在一定的条件下，车轮与路面之间处于某一特定状态下产生的。这一特定的车轮与路面的状态就是最佳制动点，即在车轮滑移率控制在 20% 左右，地面提供最大摩擦力，从而可获得最大的纵向制动力。

1.1.1 ABS 系统的优点及种类

ABS 系统的原理是充分利用轮胎和地面的附着系数，提高汽车制动能力。

它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，以实现这一目的。ABS 系统具有以下优点。

ABS 系统的第一个优点是能缩短制动距离。这是因为在同样的紧急制动情况下，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，缩短制动距离。

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。车轮抱死会造成轮胎杯形磨损，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 ABS 系统的造价。因此，装有 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。应该注意的是，ABS 系统工作时，驾驶员会感到制动踏板有颤动，并听到一点噪声，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，并使 ABS 故障警告灯点亮，让普通制动系统继续工作。维修人员可以根据 ABS 电控系统记录的故障（以故障码的形式输出）进行修理。

ABS 系统目前有以下种类：博世（Bosch）ABS 系统、坦孚（Teves）ABS 系统、德科（Delco）ABS 系统和本迪克斯（Bendix）ABS 系统，这四种系统都被广泛应用，而且还在不断发展、更新和换代。如果说还有其他种类的 ABS 系统，基本上也是上述四种系统中某一种的变型。

德国博世公司早在 20 世纪 70 年代末就将自己研究生产的博世 ABS 系统应用在梅赛德斯·奔驰系列车上。到 20 世纪 80 年代末 90 年代初，博世公司的 ABS 系统又广泛应用于通用公司生产的各种系列车型上。

尽管各公司 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，它们的主要区别是电子控制单元及控制线路不同。

1.1.2 ABS 系统的结构组成及工作原理

ABS 系统通常由电控单元 ECU、液压控制单元（液压调节器）和车轮转速传感器（也称轮速传感器）等组成。

工作原理 车轮转速传感器有四个，每个车轮一个，它们将四个车轮变化的速度信号及时输送给电脑。电脑是 ABS 系统的控制中心，它连续检测四个车轮的速度信号，再经过计算后适时发出控制指令给液压调节器。液压调节器是 ABS 系统中的执行控制装置，它可以控制制动分泵（轮缸）的液压压力迅速变大或变小，以防止四个车轮被完全抱死。通常情况下，只要制动系统在制动过程中车轮没有被抱死的迹象，ABS 系统是不工作的，总泵中的制动液可直接通过液压调节器进入制动分泵产生制动力；如果车轮快要抱死，ABS 系统中的电脑就会从车轮转速传感器发出的转速信号的变化中判断出来，同时向液压调节器发出控制指令，此时，液压调节器控制着制动分泵中的液压压力随着刹车状况的变化而迅速变化，并始终将车轮的滑移率控制在 20% 左右，即控制在最佳制动点，这样就尽量发挥了制动系统的制动。

1.1.3 常用的 ABS 系统

现在实用化的四轮 ABS 控制系统有博世、阿尔弗莱德·梯维斯（ATE）、本田 4W-ALB、丰田的 ESC 和卢卡斯·柯林的 SCS。

(1) 控制通道 博世公司、梯维斯公司的 ABS 系统与丰田的 ESC 采用在两个前轮中分别独立装设传感器、执行元件，其油压系统为双通道控制方式，即前两轮独立控制方式。后轮控制采用后轮转速传感器安装在后轮双通道控制方式，或在驱动系中装设单通道控制方式（这时，形成后两轮的平均车轮速度）。执行元件的油压系统也有双通道控制与单通道控制两种方式。后轮双通道传感器控制方式是以易于锁止的车轮速度为基准进行控制的低选择方式（以速度较低的车轮为准）。属于具备双通道控制油压系统的非独立控制方式，是对后两轮同时控制的一种方式。

本田 4W-ALB 则采用前两轮、后两轮同时控制的双通道控制方式。前轮采用以较难锁止的车轮速度为基准进行控制的高选择方式；后轮则采用低选择方式。卢卡斯·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双通道控制方式。

(2) 执行元件控制方式 博世、梯维斯的 ABS 系统、丰田的 ESC 与本田 4W-ALB 都具有专用的电动泵；卢卡斯·柯林的 SCS 则具有由驱动轴驱动的

专用泵，以该泵为驱动泵，使执行元件进行工作，驱动油是动力转向油。本田 4W-ALB、卢卡斯·柯林 SCS、丰田 ESC 等采用使车轮轮缸一侧的油压管路的容积增加或减压的间接控制方式，而博世、梯维斯的 ABS 系统和丰田的 ESC 则采用使车轮轮缸油压直接循环进行减压的直接控制方式。

1.1.4 ABS 系统的发展趋势

(1) 传感器等附加装置 现在许多 ABS 系统只备有车轮转速传感器（也称轮速传感器），只用这种信号进行控制，很难确保不同车辆的 ABS 性能。为了补偿控制功能的下降，在车辆上增加了检测前后轮或横向减速度的 G 传感器（减速度传感器），改善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、制动主缸、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，这就是博世公司的 ABSⅢ型 ABS 系统。奔驰汽车公司则采用在加速一侧利用 ABS 系统的电磁阀和节流阀来控制车轮滑移率的防侧滑系统，并用在批量生产的车型中。

(3) 低成本化 ABS 系统已从高级轿车逐渐向中低档轿车普及。为此，要求 ABS 系统小型化、低成本，特别要减少执行元件的数量和传感器的通道数，并简化其结构。

(4) 未来方向 可以预计，今后最新的控制技术是提高传感器技术的性能。增加新功能普及型 ABS 则尽量向确保必要功能、简化结构以降低成本的方向发展。

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

1.2 汽车防抱死制动系统及元件

1.2.1 汽车防抱死制动系统

汽车制动系统随车型的不同有多种形式，ABS 系统也因车型的不同而不同，根据性能和制造成本方面的差别分为多种形式。ABS 系统可按制动控制

系统的数目分类，也可按调节器的动力源进行分类。各厂家出于自己的需要，采用不同形式的 ABS 系统，因此调节器也有几种主要形式，大体分为真空式、液压式、机械式、空气式、空气液压加力式（AOH）。这里主要对液压式控制装置进行介绍。

液压式调节器用电磁阀和液压泵产生的压力控制制动力。每个车轮或每个系统内部都有电磁阀，通过电磁阀直接或间接地控制制动压力。通常把直接控制压力的形式称为循环式，把间接控制制动压力的形式称为可变容积式。

这里首先简要介绍液压控制装置的结构组成，然后介绍典型调节器的工作过程。

（1）ABS 系统液压控制装置的组成 ABS 系统液压控制装置是在普通制动系统的液压装置上经修改设计后加装 ABS 液压调节器而形成的。普通制动系统的液压装置大家较为熟悉，它一般包括真空助力器、双缸式制动主缸（总泵）、储液箱、制动轮缸（分泵）和双液压管路等。ABS 液压调节器装在制动主缸与轮缸之间，如果是与主缸装在一起的，称为整体式，否则是非整体式。

整体式 ABS 液压控制装置，除了普通制动系统的液压部件外，ABS 液压调节器通常由电动泵、蓄压器、主控制阀、电磁控制阀体（三对控制阀）和一些控制开关等组成。实质上 ABS 系统就是通过电磁控制阀体上的三对控制阀控制轮缸上的液压迅速变大或变小，从而实现了防抱死制动功能。

① 电动泵和蓄压器 电动泵和蓄压器可使制动液有很大的液压力，而较大的液压力正是 ABS 系统工作的基础。

电动泵是一个高压泵，它可在短时间内将制动液加压（在蓄压器中）到 14000~18000kPa，并给整个液压系统提供高压制动液体。电动泵能在汽车启动 1min 内完成上述工作。电动泵的工作独立于 ABS 电控单元，如果电控单元出现故障或接线有问题，电动泵仍能正常工作。

蓄压器的内部充有氮气，可存储并向制动系统提供高压。蓄压器被一个隔板分成上下两个腔室，上腔室充满了氮气，下腔室充满了来自电动泵的制动液（蓄压器下腔与电动泵油腔相通）。要特别注意的是禁止拆卸、分解蓄压器。因为蓄压器中的氮气通常有较大的压力（8000kPa 左右）。

电动泵给蓄压器下腔泵入制动液，使隔板上移；在蓄压器上腔的氮气被压缩后产生压力，反过来推动隔板下移，使蓄压器下腔的制动液始终保持 14000~18000kPa 的压力。在普通制动系统工作的时候（ABS 系统没有工作），蓄压器就可提供较大压力的制动液到后轮制动轮缸；当 ABS 系统工作时，加压的制动液可进入前、后轮制动轮缸。

制动系统中的所有高压软管用橡胶圈密封（如电动泵泵油腔与主缸液压助力装置之间的高压软管）。制动系统中的低压软管则使用金属圈密封。

注意，ABS 系统工作时不使用普通制动系统的真空助力器，而是采用蓄压器给出的高压。如果电动泵出现故障，制动液压力会下降很多，此时必须进行修理，否则车辆不准运行。

② 主控制阀和电磁控制阀体 主控制阀和电磁控制阀体是液压调节器中很主要的部件，由它们完成 ABS 系统的控制。

a. 主控制阀。主控制阀装置是电操纵的一种开关阀。在进行防抱死制动控制的时候，它接通液压助力器的压力腔与主缸内部的油室，关闭通向储液箱的回油路。这样，可提供连续的高压制动液，使 ABS 系统正常、有效地工作。ABS 系统停止工作时，主控制阀关闭液压助力器与主缸之间的油路，打开通向储液箱的回油油路，蓄压器的压力不再经过主缸到制动轮缸，而直接到回油油路。

b. 电磁阀。当给螺线管通电时，在螺线管路中心产生磁场，磁场强度与线圈匝数和通电电流之积成正比。若线圈带有铁心，铁心就会变成磁力很强的磁铁并产生吸引力。电磁阀就是根据这个原理制成的，它由螺线管、固定铁心和可动铁心组成。通过改变螺线管的电流改变磁场力，可以控制两铁心之间的吸引力。该力与弹簧力方向相反，从而控制了柱塞的位置。柱塞上设有液体通道，柱塞位置决定了液体通道的开闭。如图 1-1 所示是博世 ABS 三位三通电磁阀，即三阀口三位置变换型，根据电流的大小，可将柱塞控制在三个位置，改变三个阀口之间的通路。

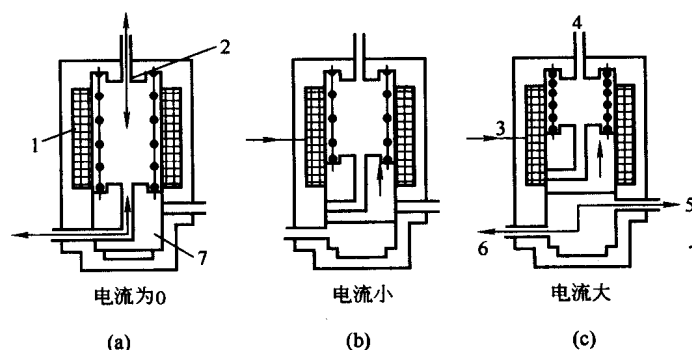


图 1-1 三位三通电磁阀的动作

1—线圈；2—固定铁心；3—电流；4—通主缸；
5—通储液器；6—通轮缸；7—衔铁

另外，还有一种应用很广的电磁阀。这种电磁阀电流分为两个挡（ON 和 OFF），能把柱塞控制在两个位置，改变制动液的通路。电磁阀控制阀体固定在制动主缸和液压控制装置的一侧。阀体中有三对电磁控制阀，其中两对分别控制两个前轮的制动，另一对控制两个后轮的制动。每对电磁阀中一个是常开输入阀，一个是常闭输出阀。

在普通制动系统的工作状态下，制动压力通过常开的输入电磁阀传到制动轮缸。如果系统进入防抱死制动状态，AI 码电控单元发出指令，使输入、输出电磁阀适时打开和关闭，让制动轮缸的压力快速变化（增压或减压），防止车轮在制动时被完全抱死。ABS 电控单元控制速度很高，它可在防抱死制动过程中打开，关闭相应的输入、输出电磁阀，频率高达每秒 12 次。

如果这一系统出现故障，输入电磁阀始终常开，输出电磁阀始终常闭，使普通制动系统能正常工作而 ABS 系统不能工作，直到系统故障被排除为止。

③ 压力控制、压力警告和液位指示开关 在电动泵旁边有一个装有开关的装置，开关与电动泵有联系，装置中有压力控制和压力警告功能的触点开关，而液位开关在油箱上方。

压力控制开关（PCS）是由一组触点组成，它独立于 ABS 电控单元而工作。压力开关一般位于蓄压器下面，监视着蓄压器液压压力。当液压压力下降到一定的数值（一般是 14000kPa）时，压力开关闭合，使电动泵继电器下面电路构成回路（电动泵继电器通电，触点闭合），电源通过此电路使电动泵运转。

如果压力控制开关发生故障，尽管这时蓄压器仍能提供较大的压力，最终会导致 ABS 液压系统中的压力下降。因此，必须对压力控制开关进行检查，待故障排除后再使汽车运行。压力警告开关（PWS）有两个功能：一是当压力下降到 14000kPa 以下时先点亮红色制动系统故障警告灯，然后紧接着点亮琥珀色 ABS 故障警告灯；二是让 ABS 电控单元停止防抱死制动的工作。

制动液储液箱里的液位指示开关有两个触点，当制动液面下降到一定程度时，上面的触点闭合，下面的触点打开。上面触点的闭合点亮红色制动系统故障警告灯，它提醒驾驶员要对车辆的制动液进行检查；下面触点的打开切断了通向 ABS 电控单元的电路，发出使电控单元停止防抱死制动控制的信号，电控单元停止工作的同时点亮琥珀色 ABS 故障警告灯。红色故障灯比琥珀色故障灯先亮。

④ 继电器和电控单元保护二极管 ABS 系统中的继电器和电控单元保护二极管不是液压系统中的部件，由于它们较为重要又与液压系统的控制有关，

因此进行特别介绍。

在 ABS 系统中，一般有两个继电器，一个是灰色主电源继电器，另一个是棕色电动泵继电器。主电源继电器通过点火开关供给 ABS 电控单元电能。只要发动机启动，ABS 电控单元就会感知并启动系统自检程序，检查 ABS 系统是否良好。如果主电源继电器损坏，电控单元就会知道并让 ABS 系统停止工作（普通制动系统继续工作）直到主电源继电器修复为止。电动泵继电器主要给电动泵接通电源。当点火开关接通后，电流通过压力控制开关（接通状态）使电动泵继电器导通，控制电动泵的触点闭合，蓄电池直接给电动泵供电使其工作。如果电动泵继电器损坏或发生故障，电动泵就不能运行，必然导致整个系统压力下降而无法工作，此时车辆要停止运行，直到将电动泵继电器修复为止。

ABS 电控单元保护二极管可起到保护电控单元的作用。这个二极管装在主电源继电器和琥珀色 ABS 故障警告灯之间，防止电流由蓄电池的正极通过主电源继电器直接流向电控单元而引起电控单元损坏。

⑤ 故障警告灯 ABS 系统带有两个故障警告灯，一个是红色制动故障警告灯，另一个是琥珀色（黄色）ABS 故障警告灯。

两个故障警告灯正常闪亮的情况如下。当点火开关在 ON 位置时，红色制动灯与琥珀色 ABS 灯几乎同时亮，制动灯亮的时间较短，ABS 灯亮的时间会长一些（约 3s）。启动汽车发动机后，蓄压器要建立系统压力，此时两灯泡会再亮一次，时间可达十几秒甚至几十秒钟。红色制动灯在停车施加驻车制动时也应亮。如果在上述情况下灯不亮，就说明故障警告灯本身及线路有故障。

红色制动故障警告灯常亮，说明制动液不足或蓄压器中的压力下降（低于 14000kPa），此时普通制动系统与 ABS 均不能正常工作，要检查故障原因并及时排除。

琥珀色 ABS 故障警告灯常亮，说明电控单元发现 ABS 系统中有问题，要及时检修。

（2）典型调节器的工作过程

① 循环式调节器 这种形式是在汽车原有的制动管路中串联进电磁阀，直接控制压力的增减。下面就调节器的工作过程作一说明。

a. 常规制动过程。如图 1-2 所示 ABS 不工作（常规制动过程）。常规制动时，电磁阀不通电，主缸和轮缸管路相通，制动主缸可随时控制制动压力的增减。此时电动泵不工作。

b. 减压过程。如图 1-3 所示 ABS 工作（减压过程）。给电磁阀通入较大的

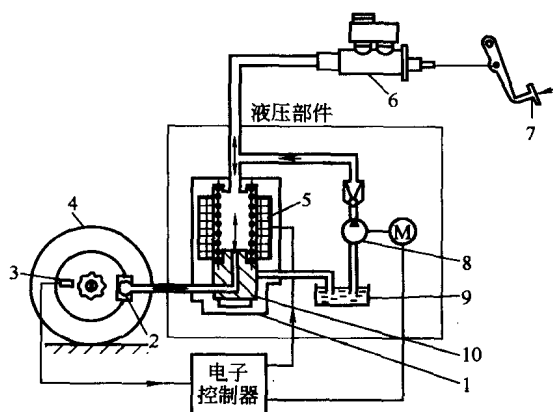


图 1-2 常规制动过程

1—电磁阀；2—轮缸；3—传感器；4—车轮；5—线圈；6—主缸；
7—踏板；8—电动泵；9—储液器；10—柱塞

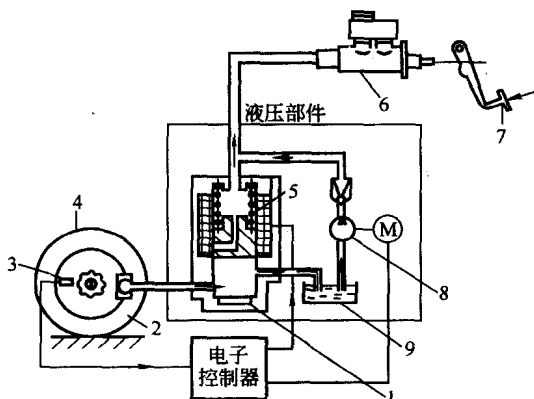


图 1-3 ABS 减压过程

1—电磁阀；2—轮缸；3—传感器；4—车轮；5—线圈；
6—主缸；7—踏板；8—电动泵；9—储液器

电流，电磁阀内的柱塞移到右边，主缸和轮缸之间的通路被切断。制动轮缸和储液器接通，轮缸的制动液流入储液器，制动压力降低。电动泵工作，把流回储液器的制动液加压后送回主缸。

这种液压泵叫再循环泵，它的作用是把减压过程中的轮缸流回的制动液送回高压端。这样可以防止 ABS 工作时制动踏板行程发生变化。因此，在 ABS 工作过程中液压泵必须常开。

c. 保压过程。给电磁阀通入较小的电流时，电磁阀柱塞移到图 1-4 所示位