



现代汽车电子控制系统 构造原理与故障诊断

(下)

——车身与底盘部分

邹长庚 顾金亭 马伯夷 编 王光德 主审



北京理工大学出版社

现代汽车电子技术培训教材

现代汽车电子控制系统构造原理与故障诊断（下）
——车身与底盘部分

邹长庚 顾金亭 马伯夷 编
王光德 主审

北京理工大学出版社

内 容 简 介

本书着重介绍现代汽车电子控制技术,全书分上、下两册。

上册系统介绍发动机微机控制系统的结构、原理、故障诊断与维修技术。主要包括:电控燃油喷射、点火控制、怠速控制、进气控制、排放控制与排气净化、失效保护、备用系统及检测设备使用、国内常见进口车型故障诊断与检修的一般程序和发动机微机控制系统故障诊断与维修等内容。

下册的主要内容有:电子制动防抱死系统(ABS)、电控自动变速器、空调系统、安全气囊控制系统的结构、原理、故障诊断与检修技术。

本书可作为汽车维修人员新技术培训教材,也可作为汽车运用工程专业的中专、技校教学补充教材;也可供汽车维修人员和工程技术人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

现代汽车电子控制系统构造原理与故障诊断(下):车身与底盘部分/邹长庚等编. —北京:北京理工大学出版社,1997.7 (1998.5 重印)

ISBN 7-81045-277-0

I. 现… II. 邹… III. ①汽车-电子控制系统-故障诊断②汽车-车身-电子控制系统-故障诊断③汽车-底盘-电子控制系统-故障诊断 IV. U472.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 06921 号

北京理工大学出版社出版发行

(北京市海淀区白石桥路 7 号)

邮政编码 100081 电话 68912824

各地新华书店经售

北京房山先锋印刷厂印刷

*

787×1092 毫米 16 开本 12.25 印张 292 千字

1997 年 7 月第 1 版 1998 年 5 月第 3 次印刷

印数:12001—20000 册 定价:15.00 元

※图书印装有误,可随时与我社退换※

前 言

随着汽车技术和电子技术的迅速发展,电子技术在汽车上得到广泛应用,从发动机的燃油喷射、点火装置、怠速装置、进气控制、废气排放、故障诊断到底盘的传动系统、行驶系、转向制动系统和车身及辅助装置普遍采用了电子控制系统,机电一体化是现代汽车的显著特点。电子控制系统在汽车上的广泛应用,使汽车的动力性、燃料经济性、安全性、可靠性、舒适性都得到显著的改善和提高,尤其是汽车排气对环境的污染从根本上得到控制。

电子技术在汽车上的广泛应用、机电一体化使汽车从总体结构、工作原理、使用维修等方面都发生了根本性的变化。为了帮助汽车使用与维修人员和从事汽车专业教学的师生系统掌握现代汽车电子控制系统的结构、原理、使用维修与故障诊断等方面的内容,以适应汽车技术发展的需要,中国机动车辆安全鉴定检测中心、公安大学、北京市交通学校、北京理工大学出版社共同组织有关专家、教师和工程技术人员编写了这套教材。本教材在编写过程中充分考虑到工人、驾驶员、中专技校学生的知识水平和接受能力,注意到全套教材专业知识的程度要求,力争突出教材的科学性、系统性、完整性和实用性,做到理论联系实际,符合循序渐进的要求。

本教材内容新、系统性强 程度适中、通俗易懂、图文并茂、实用性强,适合广大汽车修理人员、汽车驾驶员、车辆管理人员和汽车专业的师生阅读。

本教材上册由北京市交通学校邹长庚、赵琳主编,中国机动车辆安全鉴定检测中心王焕德主审。下册由北京市交通学校邹长庚、顾金亭、马伯夷共同编写,邹长庚编写第一章和第四章,马伯夷编写第二章,顾金亭编写第三章,中国人民公安大学王光德主审。

由于编者水平有限,谬误疏漏之处在所难免,竭诚欢迎读者批评指正。

编委会

《现代汽车电子控制系统构造原理与故障诊断》

编 委 会

主 任 王焕德

副主任 李玉璞 王光德

编 委 王焕德 李玉璞 王光德 顾金亭

邹长庚 钱仲兴 赵 琳 高万云

孙笑平 马伯夷 于云泳 贾 毅

李 尧 邵群红

目 录

第一章 汽车电子控制防抱死制动系统 (ABS)	(1)
第一节 概述	(1)
一、防抱死制动系统的功用	(1)
二、防抱死制动系统的发展和应用	(3)
第二节 防抱死制动系统的控制方式及控制原理	(4)
一、预测控制方式	(4)
二、模仿控制方式	(7)
第三节 防抱死制动系统 (ABS) 的组成及布置形式	(7)
一、ABS 的组成及其功用	(7)
二、ABS 的布置形式	(8)
第四节 ABS 主要组成件的结构及工作原理 (一) —— 轮速传感器	(13)
一、电磁式轮速传感器	(13)
二、霍尔式轮速传感器	(14)
第五节 ABS 主要组成件的结构及工作原理 (二) —— 制动压力调节器	(15)
一、液压式制动压力调节器	(15)
二、气压制动压力调节器	(29)
三、空气液压助力器输出液压调节器	(31)
第六节 ABS 主要组成件的结构及工作原理 (三) —— 电子控制单元 (ECU)	(31)
一、输入级电路	(31)
二、微机 (运算电路)	(31)
三、输出级 (电磁阀控制电路)	(33)
四、稳压、监控、保护、故障反馈电路和继电器驱动电路 (安全保护电路)	(33)
五、实例	(34)
第七节 主要车型 ABS 系统组成及控制电路	(35)
一、丰田车系	(35)
二、本田车系	(40)
三、日产车系	(42)
四、马自达车系	(46)
五、奔驰车系	(49)
第八节 ABS 系统故障诊断	(51)
一、丰田车系 ABS 故障码的调取与清除	(51)
二、本田车系 ABS 故障码的调取与清除	(54)
三、日产车系 ABS 故障码的调取与清除	(55)
四、马自达车系 ABS 故障码的调取与清除	(57)

五、奔驰车系 ABS 的故障诊断	(58)
第二章 自动变速器的结构与工作原理	(62)
第一节 汽车自动变速器结构概述	(62)
一、变矩器	(62)
二、行星齿轮变速器	(63)
三、液压自动换档控制系统	(63)
四、电控装置	(63)
五、冷却、滤油装置	(63)
第二节 液力变矩器结构与工作原理	(64)
一、变矩器的组成	(64)
二、变矩器的工作原理	(65)
三、变扭与耦合	(66)
四、单向自由轮和锁止离合器	(67)
第三节 行星齿轮传动机构	(68)
一、行星齿轮系统的组成	(68)
二、行星齿轮系统的传动规律	(69)
第四节 液压控制系统	(70)
一、系统组成	(70)
二、构造和工作原理	(71)
三、液压自动换档过程分析	(78)
第五节 电子控制系统	(80)
第六节 自动变速器的检修	(85)
一、检修概述	(85)
二、自动变速器的检验	(87)
第七节 自动变速器检修实例——丰田公司自动变速器的检修	(96)
一、概述	(96)
二、自动变速器主要零部件	(101)
三、自动变速器自我检测系统的使用	(110)
四、变速器元件测试	(113)
第三章 汽车空调系统	(122)
第一节 制冷循环和制冷剂	(122)
一、制冷循环	(122)
二、制冷剂	(124)
第二节 汽车空调设备的主要部件	(125)
一、压缩机	(125)
二、冷凝器	(132)
三、储液干燥器	(133)
四、膨胀阀	(133)
五、蒸发器	(135)

第三节 空调系统的控制装置·····	(136)
一、电磁离合器·····	(136)
二、鼓风机·····	(137)
第四节 汽车空调系统的控制系统·····	(138)
一、普通汽车空调的基本控制电路·····	(138)
二、常见轿车空调电路·····	(143)
三、自动空调·····	(147)
第五节 汽车空调系统的维护·····	(152)
一、空调系统的维护·····	(152)
二、汽车空调系统的故障与诊断·····	(155)
第四章 安全气囊 (SRS) ·····	(162)
第一节 安全气囊系统的组成与工作原理·····	(162)
一、碰撞传感器·····	(162)
二、安全气囊 ECU ·····	(163)
三、充气元件与气囊·····	(165)
四、安全气囊系统控制电路·····	(166)
第二节 安全气囊系统的故障诊断·····	(176)
一、丰田车系安全气囊系统故障诊断·····	(176)
二、日产车系安全气囊系统故障诊断·····	(177)
三、马自达车系安全气囊系统故障诊断·····	(179)
四、本田车系安全气囊系统故障诊断·····	(180)
五、奔驰车系安全气囊系统故障诊断·····	(182)
六、通用车系 (凯迪拉克) 安全气囊系统故障诊断·····	(183)

第一章 汽车电子控制防抱死制动系统 (ABS)

第一节 概 述

一、防抱死制动系统的功用

(一) 汽车制动性能与防抱死制动

制动性能是汽车的主要性能之一。评价制动性能的指标主要有以下两方面:

(1) 制动效能。即制动距离、制动时间和制动减速度。

由汽车理论可知,制动效能主要取决于制动力的大小,而制动力不仅与制动器的摩擦力矩有关,而且还受到车轮与地面的附着系数的制约:

$$F_{\text{max}} = Z\varphi$$

即制动力的最大值等于附着力。在法向反力 Z 一定时,制动力的最大值取决于车轮与地面的纵向附着系数 φ_B ,而纵向附着系数 φ_B 与车轮相对地面的滑移率 S 有关。滑移 S 为

$$S = \frac{\text{车身瞬时速度} - \text{车轮瞬时速度}}{\text{车身瞬时速度}} \times 100\%$$

纵向附着系数 φ 与滑移率 S 的关系如图 1-1 所示。

由曲线可知,纵向附着系数在滑移率为 20% 左右时最大,此时制动力最大。当车轮抱死滑移率为 100% 时,纵向附着系数反而有所下降,因而制动力亦有所下降,即制动效能将下降。

(2) 制动时汽车的方向稳定性。

制动时汽车的方向稳定性是指汽车在制动时仍能按指定方向的轨迹行驶,即不发生跑偏、侧滑以及失去转向能力。

汽车制动时产生侧滑及失去转向能力与车轮和地面间的横向

附着力有关,即与横向附着系数 φ_S 有关,而横向附着系数和车轮与路面的滑移率 S 有关。由图 1-1 可知,当滑移率增大时,横向附着系数减小,当 $S=100\%$,即车轮抱死时,横向附着系数 φ_S 下降至零,此时,车轮在极小的侧向外力的作用下即产生侧滑。转向轮抱死后将失去转向操纵能力。因此,车轮抱死将导致制动时汽车的方向稳定性变坏。

从以上分析可知,制动时车轮抱死,制动效能和制动时的方向稳定性均将变坏。而如果

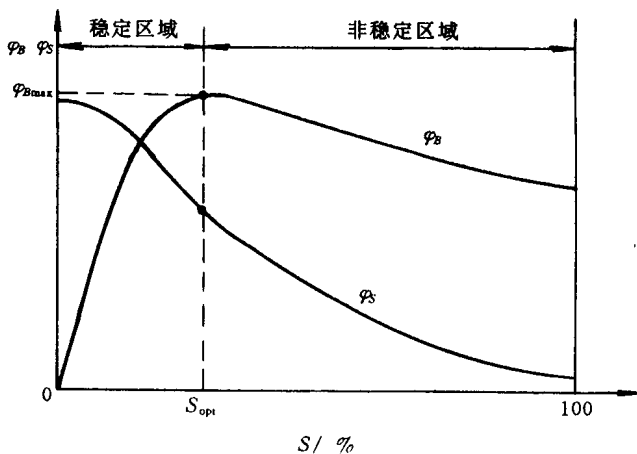


图 1-1 $\varphi-S$ 曲线：附着系数与滑移率的关系

制动时将车轮滑移率 S 控制在 $15\% \sim 20\%$ ，如图 1-1 所示的 S_{opt} 处，此时纵向附着系数 φ_B 最大，可得到最大的制动力。同时横向附着系数 φ_S 也保持较大值，使汽车具有良好的抗侧滑能力及制动时的转向操纵能力，因而得到最佳的制动效果。 $0 \leq S \leq S_{opt}$ ($15\% \sim 20\%$) 称为稳定区域， S_{opt} ($15\% \sim 20\%$) $\leq S \leq 100\%$ 称作非稳定区域。

(二) 防抱死制动系统 (ABS) 的功能

汽车防抱死制动系统即 ANTILOCK BRAKING SYSTEM，缩写为 ABS。

1. 理想的制动控制过程

图 1-2 所示的制动过程即最理想的制动过程。制动开始时让制动压力骤升，滑移率达到 S_{opt} 的时间，即 φ_B 达到最大值 φ_{Bmax} 的时间最短，当达到 S_{opt} 后，随即适当降低制动压力，并使滑移率 S 保持在 S_{opt} ，纵向附着系数 φ_B 保持在最大值 φ_{Bmax} ，这样即可得到最短的制动距离。这种制动控制称为最佳控制。

2. ABS 的功用

ABS 防抱死制动系统的功用就是使实际制动过程控制在接近于理想制动过程，如图 1-3 所示。

在制动时，当车轮滑移率刚刚超过 S_{opt} ，出现抱死趋势时（即从稳定区域进入非稳定区域），ABS 迅速适当降低制动压力，减小车轮制动力矩，使车轮滑移率恢复至靠近稳定界限 S_{opt} 的稳定区域内。随后再次将制动压力提高到使 S 稍微超过稳定界限，又再次迅速降低制动压力，使 S 又恢复至靠近 S_{opt} 的稳定区域内。如此反复将车轮滑移率 S 控制在 S_{opt} 附近的狭小范围内，以获得最佳

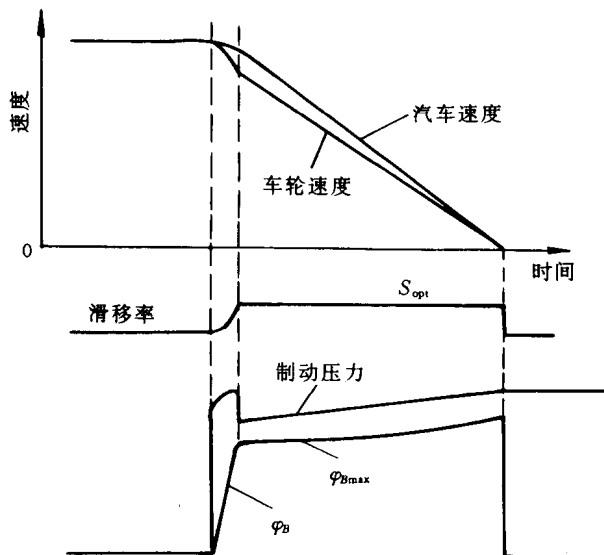


图 1-2 理想的制动控制过程

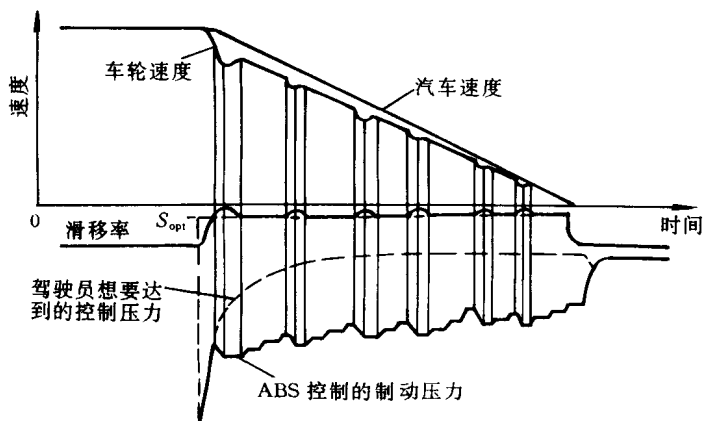


图 1-3 ABS 的理想制动控制过程

的制动效能和制动时的方向稳定性和转向操纵能力。

二、防抱死制动系统的发展和应用

1950年,世界上第一台防抱死制动系统(ABS)研制成功并首先被应用于航空领域的飞机上。

德国博世公司(BOSCH)是汽车ABS的发明、研制单位,60年代初就开始ABS的开发工作,于1978年正式生产出ABS1型汽车防抱死制动系统。1984年推出ABS2型,1986年开始生产ABS3型,以后相继开发出ABS2S型及将汽车防抱死制动系统与驱动力自动调节装置有机结合的ABS/ASR系统。该公司在80年代末期已达到年生产ABS2型100万套的能力,并自1985年起已向欧洲、美国、日本和南非的22家轿车生产厂和9家载货汽车生产厂的66种汽车提供大量的ABS。

德国瓦布科公司(WABCO)从1974年就开始研制生产用于商用车辆的ABS,是世界上最大的ABS生产厂家之一。于1975年研制出部分集成模拟信号处理的第一代ABS产品,以后又相继研制出全数字化和高度集成化的ABS产品,并将微机控制应用于制动系统中。该公司还准备将其产品打入我国汽车市场,目前正将其ABS产品在东风汽车和斯达-斯泰尔汽车上试用。

德国的戴维斯公司(TEVES)于1987年,在法兰克福投资组建了一个ABS生产厂,1988年其ABS的生产能力就达年产60万套。1990年,该公司开始生产第四代ABS,年产量达50万套。并于1989年推出ABS/ASR汽车防抱死制动和车轮防打滑电子控制系统。

80年代是汽车ABS研制生产应用迅速发展的阶段。此间美国的凯尔西·海斯公司(KELSEY HAYES)研制和生产后轮制动防抱死装置(EBC)。美国通用汽车公司子公司达科公司(DELCO)研制出ABS VI防抱死制动系统。德国的科诺尔公司(KNORR)研制生产出KB90型防抱死制动装置。英国格林公司(GIRLING)研制生产出DGX型货车用防抱死制动装置。

我国对ABS的研究始于80年代初,现刚刚进入产品试制和装车试验阶段。国内研制ABS的单位主要有东风汽车公司、交通部重庆公路研究所、重庆宏安ABS有限公司、陕西兴平514厂、西安公路学院等单位 and 部门。东风汽车公司从80年代初就开始研究ABS,是较早研究ABS的厂家之一,现研究工作的主要目标是对国外的产品进行消化吸收,如将德国瓦布科公司的ABS装于EQ145型汽车上进行各种试验。重庆公路研究所相继开发出了两代ABS产品,第一代ABS的ECU采用了Z80芯片。第二代ABS产品为FKX—AC1型,该装置的ECU中的CPU微处理器采用了美国INTEL公司的MCS—96系列8098单片机。重庆宏安ABS公司是我国批量生产ABS的厂家,该公司生产的ABS121型防抱死制动系统和ABS141型防抱死制动系统的年生产能力可达30万套。目前国内研制生产的ABS产品中比较成熟的主要有FKX—AC1型、ABS121型和ABS141型等型号。

我国目前已着手制定有关车辆安全性方面的法规,并决定首先在重型汽车和大客车上安装ABS。

目前世界各国已有300多种汽车装有ABS,如德国的奔驰、宝马、雅迪、保时捷、欧宝等车系;英国的劳斯莱斯、捷达、路华、宾利等车系;意大利的法拉利、的爱快、领先、快意等车系;瑞典的沃尔沃、绅宝等车系;法国的波尔舍车系;美国的福特TX3、30X、红慧星,

克莱斯勒的帝王、纽约豪客、男爵、道奇、顺风等车系；日本的思域、凌志、本田、奔跃、俊朗、淑女 300Z 等车系均采用 ABS 系统。预计在本世纪末 ABS 在汽车上的装有率可达 80% 以上。ABS 将成为现代汽车的标准配置设备在汽车上广泛应用。

第二节 防抱死制动系统的控制方式及控制原理

从前面介绍可知，ABS 的功用就是在汽车制动过程中，根据车轮的滑移率和车轮减速度是否达到某一设定值来判别车轮是在稳定区还是在非稳定区域转动，进入非稳定区域后是保压还是降压，从而实现理想控制。由于车轮与路面的附着特性 $\varphi-S$ 特性的类型和汽车变速器档位所确定的转动惯量对控制过程的影响很大，而现有的技术还解决不了 $\varphi-S$ 特性的预测和档位惯性变化的影响，所以目前 ABS 所采用的控制方法只能实现近似的理想控制。ABS 目前所用的控制方式主要有预测控制方式和模仿控制方式两种。

一、预测控制方式

预测控制方式是预先规定控制参数和设定值等控制条件，然后根据检测的实际参数与设定值进行比较，对制动过程进行控制。根据控制参数不同，预测控制可分为下列几种形式。

(一) 以车轮减速度为控制参数的控制方式

该形式的 ABS 控制方式是以车轮的减速度为控制参数。通过轮速传感器检测轮速（以下称 V_R ）对其微分可求出车轮减速度 a_R 。如果在 ECU 中预先设定一车轮减速度门限值 $-a_0$ ，当通过轮速传感器所测得的车轮减速度 a_R 与 $-a_0$ 作比较，可获得车轮减速度信号 $-a$ ，如图 1-4 所示。在车轮减速度信号 $-a$ 出现期间，降低制动压力，而在其余时间增加制动压力，只要制动压力的减压速度合适，就能实现如图 1-5 所示的以车轮减速度为控制参数的控制过程。

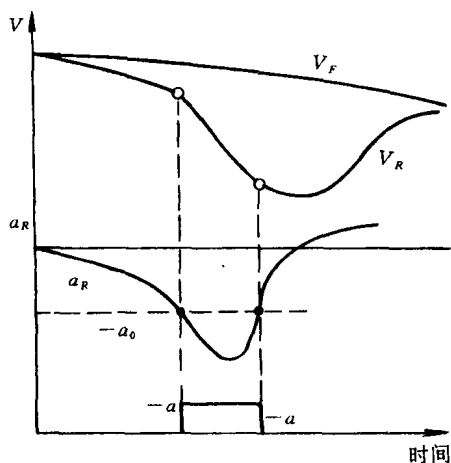


图 1-4 车轮减速度信号 $-a$

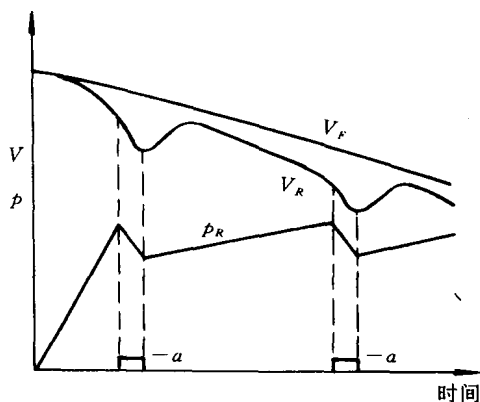


图 1-5 以车轮减速度为控制参数的控制过程

此种控制方式在高速档或空档进行紧急制动的特定条件下，防止车轮抱死效果较好，但汽车以低速档行驶时，由于制动时驱动轮的 a_R 达不到设定值 $-a_0$ ，系统将无法对车轮进行控制，从而将出现抱死的现象。同时此种控制方式由于在确定轮速 V_R 是否恢复到稳定区域的过

程中, 无法进行制动控制, 因此汽车在低附着系数的路面或由高附着系数的路面进入低附着系数的路面行驶时, 也就是在附着系数急剧变化的情况下, 制动压力不能及时降低, 无法根据滑移率的变化进行制动控制导致车轮抱死。

(二) 以车轮滑移率为控制参数的控制方式

该形式的 ABS 控制方式是以车轮的滑移率 S 为控制参数。滑移率是通过检测汽车速度 V_F 和轮速 V_R 计算得到。

轮速 V_R 可由轮速传感器准确检测得到。而车速的准确检测则比较困难, 可采用下述几种方法:

(1) 采用非接触式测速传感器如多普勒测速雷达检测车速。但测速雷达成本较高, 技术复杂, 用得少。

(2) 采用加速度传感器检测出汽车减速度 a_F , 然后计算出车速 V_F 。此种方法检测车速, 由于加速度传感器受道路坡度的影响, 误差较大, 控制精度差, 用得少。

(3) 根据车轮速度 V_R 计算出汽车速度 V_F 。由于车速 V_F 和轮速 V_R 的变化趋势相同, 当车轮减速度 a_R 达到某一特定值时, 以该瞬间的 V_R 为初始值, 根据 V_R 按固定斜率

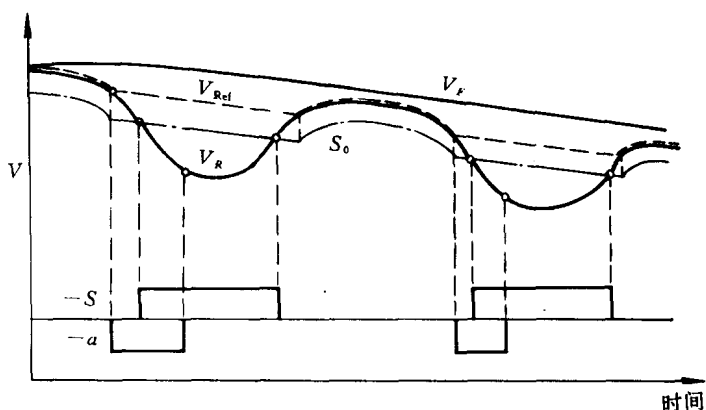


图 1-6 汽车速度的计算

(用 V_{Ref} 表示) 变化的规律, 近似计算出汽车速度 V_F , 如图 1-6 所示。并将 V_{Ref} 当作 V_F 计算滑移率 S , 当滑移率数值超过设定值 S_0 (相当于 S_{opt}) 时, 发出滑移率信号 $-S$ 。此种控制方法, 只在滑移率信号 $-S$ 发出期间, 才降低制动压力, 其余时间增大制动压力, 其控制过程如

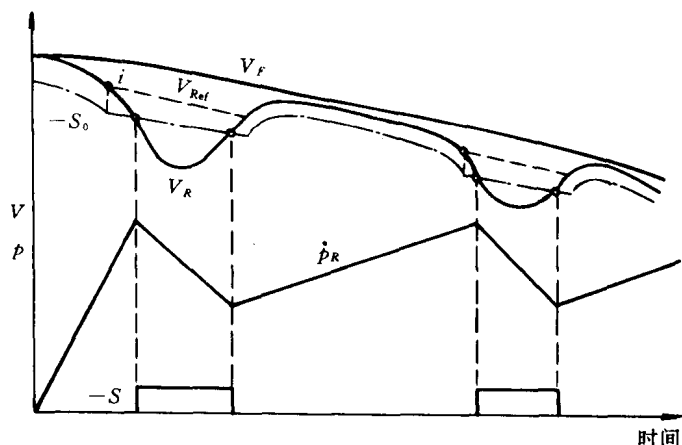


图 1-7 以滑移率为控制系数的控制过程

图 1-7 所示。只要 a_R 能达到某一特定值, 斜率 V_{Ref} 满足下述条件: V_{Ref} 必须稍大于 ϕ_{Bmax} 所对应的汽车减速度。在所有路面上都能确保车轮旋转恢复到稳定区域。根据 V_R 计算车速 V_F 由于需要根据路面情况改变斜率 V_{Ref} , 故还需一套测定汽车减速度的装置, 实用性差。 S_0 为一特点值, 在不同路面上不一定都与 S_{opt} 相对应, 所以不可能准确地检测出车轮的稳定界限。同时在轮速 V_R 返回稳定区域之前, 由于连续降

低动压力,有时会出现过度减压现象,不利于缩短制动距离。另外当汽车以低速档行驶时,驱动轮的制动减速度 a_R 达不到设定值,在此情况下制动,由于 V_{Ref} 无法确定而无法计算滑移率,将失去控制,导致车轮抱死。

(三) 以车轮减速度和加速度为控制参数的控制方式

该形式 ABS 控制方式是以车轮减速度和车轮加速度为控制参数。通过车轮传感器检测轮速 V_R ,并求出车轮减速度和加速度。与控制方式(一)一样,在 ECU 中除预先设定一车轮减速度门限值 $-a_0$ 外,可预先设定一车轮加速度门限值 $+a_0$ 。当通过轮速传感器所测得的车轮减速度 a_R 与 $-a_0$ 比较,获得轮速减速度信号 $-a$ 时,制动压力降低,此后车轮加速旋转。当车轮加速度上升到 a_R 与 $+a_0$ 比较,获得车轮加速度信号 $+a$ 时,保持制动压力,直到 $+a$ 信号消失后再增大制动压力,如此反复实现 ABS 控制。图 1-8 为车轮减速度信号 $-a$ 和加速度信号 $+a$ 的产生,图 1-9 所示是以车轮减速度和加速度为控制参数的控制过程。

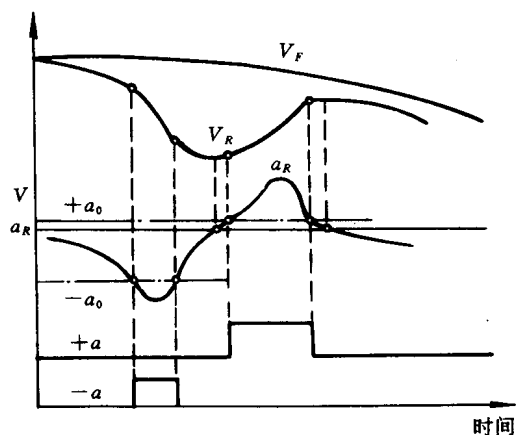


图 1-8 车轮减速度信号 $-a$ 和加速度信号 $+a$

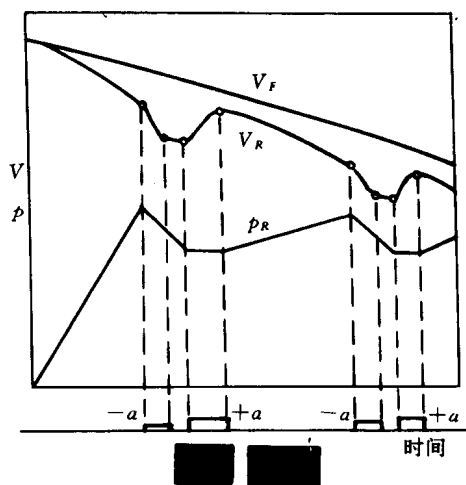


图 1-9 以车轮减速度和加速度为控制参数的控制过程

此种控制方式的 ABS,因与控制方式(一)一样,在高档或空档进行紧急制动时效果较好,但在高附着系数 φ 路面上易出现过度减压,而在低 φ 路面上易发生车轮抱死现象。同时对于纵向附着系数 φ_B 急变的路面的适应性差,尤其是由高 φ 向低 φ 路面跃变时易出现车轮抱死。

(四) 以车轮减速度、加速度及滑移率为控制参数的控制方式

该种控制方式是在车轮加速度和减速度信号的基础上再增加车轮滑移率信号,实现多参数控制,由于综合了上述三种控制方式的优点,所以能保证在不同路面情况和行驶状态下的防抱死控制。

此种控制方式在计算滑移率 S 时所用的 V_{Ref} 的选取,多采用所谓高选择,即从对角从动轮和驱动轮(如后驱车型的右前轮和左后轮)的轮速 V_R 所产生的两个 V_{Ref} 中,选取一个较大的作为控制参数 V_{Ref} ,以使 V_{Ref} 的变化尽可能接近实际车速 V_F 。采用同样的方法根据另一对对角线车轮选取 V_{Ref} ,还可以对两对对角线车轮的旋转实行独立监控。

采用上述控制方式,使 ABS 预测控制技术达到了实用化的程度,目前多数 ABS 均采用该种控制方式。

二、模仿控制方式

所谓模仿控制是在控制过程中,记录前一控制周期——即从制动减压到增压中的各种参数,再按照这些参数值规定出下一个控制周期的控制条件。此种控制方式能更准确地识别各种路面,对每一种制动装置所产生不同的滞后量——即制动压力和制动力矩之间存在的滞后量能予以相应的修正,同时还能对不同档位所产生的不同的转动惯量的影响加以修正,因此无论在什么路面或行驶条件下,都能把车轮的旋转状态控制在非常狭窄的滑移率变化范围内,实现近似理想制动控制。如图 1-10 所示。

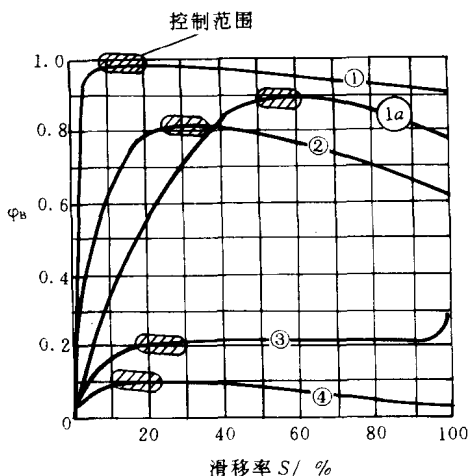


图 1-10 模仿控制的滑移率的控制范围

1. 子午线轮胎和干燥混凝土路面 (侧滑角 0°); 1a. 子午线轮胎和干燥混凝土路面 (侧滑角 10°); 2. 防滑轮胎和湿柏油路面 (侧滑角为 0°); 3. 防滑轮胎和软的新雪路面 (侧滑角为 0°); 4. 防滑轮胎和湿的冰路面 (侧滑角均为 0°)

第三节 防抱死制动系统 (ABS) 的组成及布置形式

一、ABS 的组成及其功用

无论是气压制动系统还是液压制动系统,电子控制防抱死制动系统 (ABS) 的组成均由传感器、电子控制单元 (ECU) 和制动压力调节器三部分组成。其功用如表 1-1 所示。

表 1-1 ABS 的组成及其功用

组 件		功 能
传 感 器	车速传感器(测速雷达)	检测车速,向 ECU 输入车速信号,用于滑移率控制方式
	轮速传感器	检测车轮速度,向 ECU 输入轮速信号,各种控制方式均采用
	汽车减速度传感器(G 传感器)	检测制动时汽车的减速度,识别是否是冰雪路等易滑路面,只用四轮驱动控制系统

组 件		功 能
执 行 器	制动压力调节器(电磁阀)	接受 ECU 的指令,通过电磁阀的动作调节制动气压或油压,实现制动压力“升高”、“保持”和“降低”的控制功能
	回油泵(再循环泵,用于循环式制动压力调节方式)	受 ECU 控制,在“降压”过程中将由轮缸流出的制动液经储能器泵回制动主缸,以防止 ABS 工作时制动踏板行程发生变化
	液压泵(用于可变容积式制动压力调节方式)	受 ECU 控制,在可变容积式制动压力调节器的控制油路中建立控制油压
	电磁截止阀(用于达科 ABS VI 系统)	根据 ECU 的指令,截断或开启前轮压力调节器中通往轮缸的油路
	电磁制动器(用于达科 ABS VI 系统)	受 ECU 控制,保证电机迅速停转,以便调压活塞能准确停在适当位置
	活塞驱动电机(用于达科 ABS VI 系统)	受 ECU 控制,通过齿轮减速机构和芯轴,控制活塞上下移动,实现制动压力调节。有正转、反转、停转三种工作状态
	ABS 警告灯	ABS 系统出现故障时,由 ECU 控制将其点亮,向驾驶员发出警报,并可由 ECU 控制闪烁显示故障码
ECU		接受车速、轮速、减速度等传感器的信号、计算出车速、轮速、滑移率和车轮的减速度、加速度,并将这些信号加以分析、判别、放大,由输出级输出控制指令,控制各种执行器工作

二、ABS 的布置形式

(一) 液压制动系统汽车 ABS 的布置形式

按照传感器的数量和控制通道数目, ABS 可分为以下几种型式:

1. 四传感器四通道/四轮独立控制方式

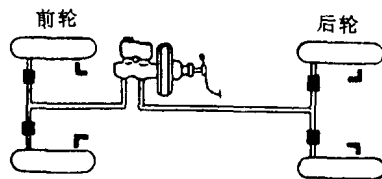
此种控制系统具有四个轮速传感器和四个控制通道,对各个车轮进行独立控制,如图 1-11 所示。该系统是通过各车轮轮速传感器的信号分别对各车轮制动压力进行单独控制。

该种控制系统的制动距离和操纵性最好,但在不对称路面上制动时的方向稳定性较差,其原因是由于此时同一轴上左右车轮的制动力不同,使汽车产生较大的偏转力矩而产生制动跑偏。

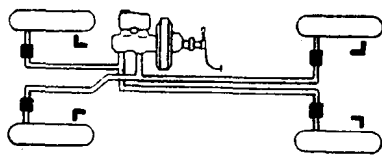
2. 四传感器四通道/前轮独立-后轮选择控制方式

此种控制系统采用四个轮速传感器和四个控制通道,前轮独立控制,而后轮按选择方式控制,一般采用低选择,即以易抱死的车轮为标准。给两后轮施加相等的制动压力控制车轮转动。此种控制方式用于 X 型制动管路汽车的 ABS 控制系统,因为左右后轮不是因一制动管路,因此需要采用四个通道,如图 1-11 (b) 所示。此种形式的操纵性、稳定性较好,制动效能稍差。

3. 四传感器三通道/前轮独立控制-后轮低选择控制方式



(a)



(b)

图 1-11 四传感器四通道/四轮独立控制系统

(a) 四传感器四通道前后制动管路用;

(b) 四传感器四通道 X 型制动管路用

该系统用于制动管路前后布置形式的后轮驱动汽车。由于采用四个轮速传感器，检测左右后驱动轮的轮速，实现低选择控制方式，其性能与控制方式 2 相同，操纵性、稳定性较好，制动效能稍差。该系统如图 1-12 所示。

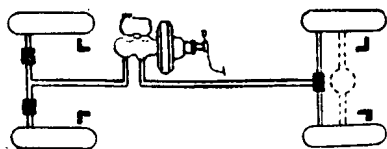


图 1-12 四传感器三通道/前轮独立-后轮低选择控制系统

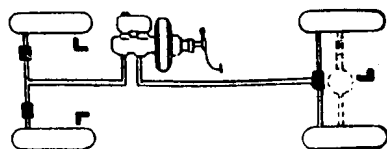


图 1-13 三传感器三通道/前轮独立-后轮低选择控制系统

4. 三传感器三通道/前轮独立-后轮低选择控制方式

该系统用于制动管路前后布置后轮驱动的汽车，前轮各有一个轮速传感器，独立控制。而后轮轮速则由装于差速器上的一个测速传感器检测，按低选择的控制方式用一条制动管路对后轮进行制动控制，如图 1-13 所示。其性能与方式 3 相近。

5. 四传感器二通道/前轮独立控制方式

此种控制方式多用于 X 型制动管路汽车的简易控制系统。前轮独立控制，制动液通过减压阀（PC 阀）按一定比例减压后传至对角后轮，如图 1-14 所示。此种控制方式的汽车在不对称的路面上制动时，如图 1-15 所示，高附着系数 φ 路面一侧前轮产生高制动压力，通过管路传至低附着系数 φ 路面一侧的后轮，该侧后轮则抱死。而低附着系数 φ 路面一侧前轮制动压力较低，经管路传至高附着系数 φ 路面一侧的后轮，高 φ 侧后轮则不抱死。这样能提高汽车制动时的方向稳定性。但与三通道、四通道的控制系统相比，其后轮制动力稍有降低，制动效能稍有下降，但后轮侧滑较小。

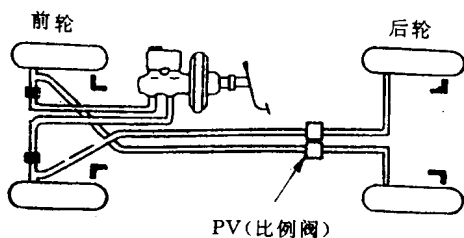


图 1-14 四传感器二通道/前轮独立控制系统

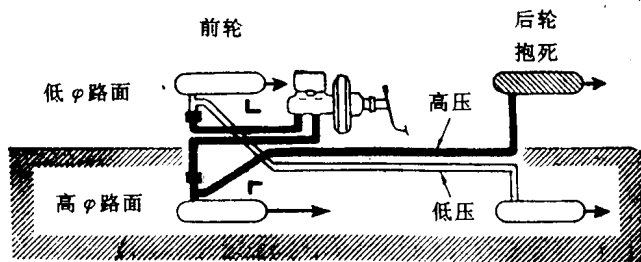


图 1-15 四传感器二通道/前轮独立控制系统的制动情况

6. 四传感器二通道/前轮独立-后轮低选择控制方式

该系统如图 1-16 所示。在通往后轮的两通道上增设一个低选择阀（SLV 阀）。当汽车在不对称路面制动时，高 φ 侧前轮的高压不直接传至低 φ 侧对角后轮，

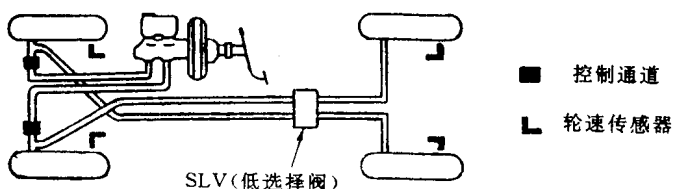


图 1-16 四传感器二通道/前轮独立-后轮低选择控制系统