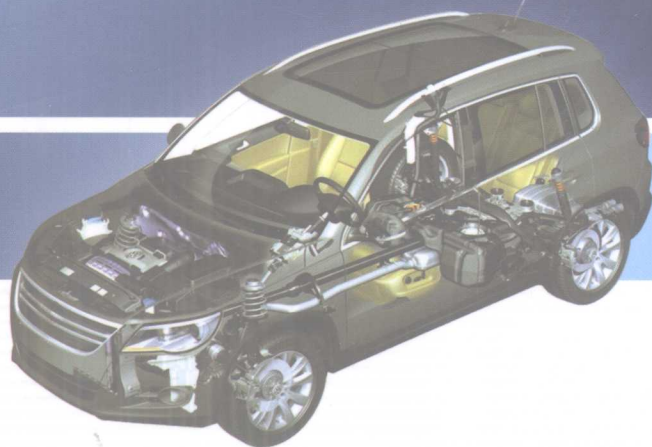


汽车检修技能提高教程丛书

汽车底盘及车身电控 技术与检修

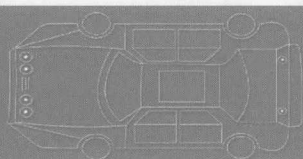
QICHE DIPAN JI CHESHEN DIANKONG JISHU YU JIANXIU

王盛良 主编



汽车检修技能提高教程丛书

汽车底盘及车身



电控技术与检修

主 编 王盛良

副主编 申昌碌 王正红



机械工业出版社

本书的主要内容有汽车制动防抱死控制系统、汽车驱动防滑控制系统、汽车行驶稳定控制系统、汽车转向电子控制系统、汽车悬架电子控制系统、汽车安全气囊系统、汽车仪表电子控制系统、汽车自动空调控制系统、汽车轮胎监测系统、汽车音响系统、汽车定位和导航通信系统、汽车座椅自动控制系统和汽车防盗控制系统等，每一系统独立成章。编写时，以各系统的基本结构、工作原理、检修方法、拆装步骤和案例分析为重点，以点代面地介绍了常见车型相关项目的维修方法。

本书章节编排合理，内容系统连贯，图文并茂，实操性强，可作为中、高职类汽车专业教材，也可供汽车从业人员、汽车驾驶人员以及汽车运行管理人员学习参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

汽车底盘及车身电控技术与检修/王盛良主编. —北京: 机械工业出版社, 2009. 6

(汽车检修技能提高教程丛书)

ISBN 978-7-111-27126-0

I. 汽… II. 王… III. ①汽车—底盘—电气控制系统—车辆修理②汽车—车体—电子系统: 控制系统—车辆修理 IV. U472. 41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 075614 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 连景岩 责任编辑: 杜凡如

版式设计: 霍永明 责任校对: 申春香

封面设计: 王伟光 责任印制: 杨 曦

北京富生印刷厂印刷

2009 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 19.25 印张 · 476 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-27126-0

定价: 39.00 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) 88379349

封面无防伪标均为盗版

前 言

本教程根据现代汽车的发展历程及整体结构特征,采用“积木法”进行编写,着重于理论和实践相结合,力争把复杂问题简单化、抽象问题形象化,希望能帮助汽车维修人员找到学习的捷径和信心,起到抛砖引玉的作用。

许多人把汽车专业知识的学习想象得过难,其实不然,只要充满信心,并采用正确的学习方法,坚持不懈,就会触类旁通。但现代汽车毕竟是高新技术的结晶,是多门学科的综合运用,因而学习要循序渐进。

“积木法”简单地说,就是化整为零和以零凑整。化整为零是研究“积木”本身的结构和特征;以零凑整研究的是“积木”运用的技巧和过程。有形“积木”无形“线”,用“积木法”来学习汽车专业知识只需把握三个问题与四条线,学习起来问题就会迎刃而解。

化整为零要从三个问题入手,第一个问题是“是什么的问题(即认识问题)”,要求了解和熟悉汽车相关系统及零部件的种类、形状、结构、作用及安装位置,特别是初学者要做到看到就能认识,提到就能想到,想到就能找到;第二个问题是“为什么的问题(即分析问题)”,要求对相关系统的工作原理、工作流程、工作特征进行全面的、连贯的、系统的掌握,能突破现象看本质,对提高者来说这是一个飞跃,是从“汽车护士”到“汽车医师”的飞跃;第三个问题是“做什么的问题(即解决问题)”,要求能正确使用相关工具、量具、设备,严格按照操作规程和技术要求对汽车各系统及零部件进行检测诊断、拆卸装配和运行调试。

以零凑整要以四条线为基础把汽车各相关系统的零部件(积木)有机结合起来形成一台完整的现代汽车,也就是说把一块块积木按一定的规律放到该放的位置形成一个整体。第一条线是:力的传递路线,把从动力源到各运动主体之间的所有零部件(积木)按传递关系合理组合起来;第二条线是:电的流动路线,电学部分是当前从事汽车维护和修理人员最薄弱的环节,其实只要从电源开始顺着电的流动路线把回路上所有的零部件按先后关系连起来,其他问题就迎刃而解;第三条线是:气的流动路线,发动机的进、排气系统关系到动力性能、经济性能、环保性能、可靠性能等,另外,气的流动路线还牵涉到气力(气压、真空)的传递,容易被人忽视,造成隐患;第四条线是:液体流动路线,在现代汽车上使用的液体主要有:清洗液、冷却液、润滑油、制冷剂、制动液(刹车油)、变速器油(自动变速器油)、燃油、动力转向传动液和减振器液压油等,流动的方式有液力和液压两种,不管是哪种液体流动,只要按其流动路线把所牵涉到的零部件按先后顺序排列成一整体来研究,就不难掌握。如果把这四条线有机地整合在一起,就是一台完好的车。

本教程在编写时注重实效,以点代面,考虑到读者层次和要求的不同,在每一章节前针对各层次读者提出了相应的建议和要求,供大家参考。

参与本书编写的还有三马汽车技术服务公司的黎德良先生,由于编写时间仓促和水平所限,本书难免有所纰漏甚至错误之处,敬请广大读者给予批评指正!

编 者

目 录

前言

第1章 汽车制动防抱死控制系统原理与检修	1
1.1 汽车制动防抱死控制系统概述	1
1.1.1 汽车制动防抱死控制系统的基本组成	3
1.1.2 汽车制动防抱死控制系统的基本功能	4
1.1.3 汽车制动防抱死控制系统的分类	5
1.2 汽车制动防抱死控制系统主要零部件的结构及工作原理	6
1.2.1 汽车制动防抱死控制系统主要传感器的结构及工作原理	6
1.2.2 汽车制动防抱死控制系统执行元件的结构及工作原理	11
1.2.3 汽车制动防抱死控制系统电控单元的工作原理及工作流程	18
1.3 汽车制动防抱死控制系统诊断与检修	22
1.3.1 汽车制动防抱死控制系统使用与检修基本方法	22
1.3.2 汽车制动防抱死控制系统常见故障分析与检修	24
练习与思考题	31
第2章 汽车驱动防滑控制系统原理与检修	33
2.1 汽车驱动防滑控制系统概述	33
2.1.1 汽车驱动防滑控制系统的基本组成	34
2.1.2 汽车驱动防滑控制系统的基本功能	35
2.1.3 汽车驱动防滑控制系统的分类	36
2.2 汽车驱动防滑控制系统主要零部件的结构及工作原理	38
2.2.1 汽车驱动防滑控制系统主要传感器的结构及工作原理	38
2.2.2 汽车驱动防滑控制系统执行元件的结构及工作原理	38
2.2.3 汽车驱动防滑控制系统电控单元的工作原理及工作流程	41
2.3 汽车驱动防滑控制系统诊断与检修	43
2.3.1 汽车驱动防滑控制系统诊断与检修方法	43
2.3.2 汽车驱动防滑控制系统常见故障分析与检修	48
练习与思考题	51
第3章 汽车行驶稳定电子控制系统原理与检修	53
3.1 汽车行驶稳定电子控制系统概述	53



3.1.1 汽车行驶稳定电子控制系统的基本组成	54
3.1.2 汽车行驶稳定电子控制系统的基本功能	54
3.1.3 汽车行驶稳定电子控制系统的分类	55
3.2 汽车行驶稳定电子控制系统主要零部件的结构及工作原理	55
3.2.1 汽车行驶稳定电子控制系统传感器的结构及工作原理	56
3.2.2 汽车行驶稳定电子控制系统执行元件的结构及工作原理	58
3.2.3 汽车行驶稳定电子控制系统电控单元的工作原理及工作流程	60
3.3 汽车行驶稳定电子控制系统诊断与检修	61
3.3.1 汽车行驶稳定电子控制系统诊断与检修方法	61
3.3.2 汽车行驶稳定电子控制系统常见故障分析与检修	64
练习与思考题	66
 第4章 汽车转向电子控制系统原理与检修	67
4.1 汽车转向电子控制系统概述	67
4.1.1 汽车转向电子控制系统的基本组成	67
4.1.2 汽车转向电子控制系统的基本功能	68
4.1.3 汽车转向电子控制系统的分类	69
4.2 汽车转向电子控制系统主要零部件的结构及工作原理	70
4.2.1 汽车转向电子控制系统传感器的结构及工作原理	70
4.2.2 汽车转向电子控制系统执行元件的结构及工作原理	71
4.2.3 汽车转向电子控制系统电控单元的工作原理及工作流程	73
4.3 汽车转向电子控制系统诊断与检修	77
4.3.1 汽车转向电子控制系统诊断与检修方法	78
4.3.2 汽车转向电子控制系统常见故障分析与检修	79
练习与思考题	82
 第5章 汽车悬架电子控制系统原理与检修	84
5.1 汽车悬架电子控制系统概述	84
5.1.1 汽车悬架电子控制系统的基本组成	85
5.1.2 汽车悬架电子控制系统的基本功能	85
5.1.3 汽车悬架电子控制系统的分类	88
5.2 汽车悬架电子控制系统主要零部件的结构及工作原理	88
5.2.1 汽车悬架电子控制系统传感器的结构及工作原理	90
5.2.2 汽车悬架电子控制系统执行元件的结构及工作原理	94
5.2.3 汽车悬架电子控制系统电控单元的工作原理及工作流程	98
5.3 汽车悬架电子控制系统诊断与检修	101
5.3.1 汽车悬架电子控制系统诊断与检修方法	101



5.3.2 汽车悬架电子控制系统常见故障分析与检修	102
练习与思考题	107
第6章 汽车安全气囊系统原理与检修	109
6.1 汽车安全气囊系统概述	109
6.1.1 汽车安全气囊系统的基本组成	110
6.1.2 汽车安全气囊系统的基本功能	111
6.1.3 汽车安全气囊系统的分类	112
6.2 汽车安全气囊系统主要零部件的结构及工作原理	112
6.2.1 汽车安全气囊系统传感器的结构及工作原理	113
6.2.2 汽车安全气囊系统执行元件的结构及工作原理	115
6.2.3 汽车安全气囊系统电控单元的工作原理及工作流程	119
6.3 汽车安全气囊系统诊断与检修	121
6.3.1 汽车安全气囊系统诊断与检修方法	122
6.3.2 汽车安全气囊系统常见故障分析与检修	130
练习与思考题	136
第7章 汽车仪表电子控制系统原理与检修	137
7.1 汽车仪表电子控制系统概述	137
7.1.1 汽车仪表电子控制系统的基本组成	137
7.1.2 汽车仪表电子控制系统的基本功能	139
7.2 汽车仪表电子控制系统主要零部件的结构及工作原理	139
7.2.1 汽车仪表信号控制和显示元件及其电路	140
7.2.2 汽车仪表电子控制系统电控单元的工作原理及工作流程	148
7.3 汽车仪表电子控制系统诊断与检修	149
7.3.1 汽车仪表电子控制系统诊断与检修方法	150
7.3.2 汽车仪表电子控制系统常见故障分析与检修	157
练习与思考题	160
第8章 汽车自动空调控制系统原理与检修	161
8.1 汽车自动空调控制系统概述	161
8.1.1 汽车自动空调控制系统的基本组成	161
8.1.2 汽车自动空调控制系统的基本功能	163
8.2 汽车自动空调控制系统主要零部件的结构及工作原理	164
8.2.1 汽车自动空调控制系统传感器的结构及工作原理	165
8.2.2 汽车自动空调控制系统执行元件的结构及工作原理	167



8.2.3 汽车自动空调控制系统电控单元的工作原理及工作流程	168
8.3 汽车自动空调控制系统诊断与检修	173
8.3.1 汽车自动空调控制系统诊断与检修方法	174
8.3.2 汽车自动空调控制系统常见故障分析与检修	175
练习与思考题	180
 第9章 汽车轮胎监测系统原理与检修	 181
9.1 汽车轮胎监测系统概述	181
9.1.1 汽车轮胎监测系统的基本组成	181
9.1.2 汽车轮胎监测系统的基本功能	182
9.1.3 汽车轮胎监测系统的分类	182
9.2 汽车轮胎监测系统主要零部件的结构及工作原理	182
9.2.1 汽车轮胎模块的结构及工作特征	182
9.2.2 汽车轮胎监测系统监视器模块的结构及工作特征	184
9.3 汽车轮胎监测系统诊断与检修	185
练习与思考题	188
 第10章 汽车音响系统原理与检修	 189
10.1 汽车音响系统概述	189
10.2 汽车音响系统的基本组成	191
10.3 汽车音响系统主要零部件的结构及工作原理	192
10.4 汽车音响系统诊断与检修	199
10.4.1 汽车音响系统诊断与检修方法	199
10.4.2 汽车音响系统常见故障分析与检修	204
10.4.3 汽车音响解码方法	208
10.4.4 汽车音响选购和安装的注意事项	210
练习与思考题	214
 第11章 汽车定位和导航通信系统原理与检修	 215
11.1 汽车定位和导航通信系统概述	215
11.1.1 汽车定位和导航通信系统的基本组成	216
11.1.2 汽车定位和导航通信系统的基本功能	217
11.1.3 汽车定位和导航通信系统的分类	217
11.2 汽车定位和导航通信系统主要零部件的结构及工作原理	226
11.3 汽车定位和导航通信系统诊断与检修	238
11.3.1 汽车定位和导航通信系统诊断与检修方法	238



11.3.2 汽车倒车报警器的拆装	239
练习与思考题	241
第12章 汽车座椅自动控制系统原理与检修	242
12.1 汽车座椅自动控制系统概述	242
12.1.1 汽车座椅自动控制系统的基本组成	242
12.1.2 汽车座椅自动控制系统的基本功能	243
12.2 汽车电动座椅主要零部件的结构及工作原理	244
12.2.1 汽车电动座椅电动机和加热器的结构及工作原理	244
12.2.2 汽车座椅自动控制系统主要零部件的结构及工作原理	246
12.3 汽车座椅自动控制系统诊断与检修	250
12.3.1 汽车座椅自动控制系统诊断与检修方法	250
12.3.2 汽车座椅自动控制系统常见故障分析与检修	255
练习与思考题	255
第13章 汽车防盗控制系统原理与检修	257
13.1 汽车防盗控制系统概述	257
13.1.1 汽车防盗控制系统的基本组成	257
13.1.2 汽车防盗控制系统的基本功能	258
13.1.3 汽车防盗控制系统的分类	258
13.2 汽车防盗控制系统主要零部件的结构及工作原理	259
13.3 汽车防盗控制系统诊断与检修	266
13.3.1 汽车防盗控制系统诊断与检修方法	270
13.3.2 常见车型的防盗控制系统	281
练习与思考题	292
第14章 其他电动控制技术	293
14.1 汽车电动车窗控制系统	293
14.2 汽车电动天窗控制系统	295
14.3 汽车电动后视镜控制系统	296
参考文献	299

第1章

汽车制动防抱死控制系统原理与检修

》》 基本思路:

对本章的学习,首先要把握三个问题。第一个问题:“是什么的问题(即认识问题)”,也就是ABS主要零部件种类、形状、结构、作用和安装位置,本章涉及的零部件不多,而传感器则只有轮速传感器;大部分执行元件都装成了一整体制动压力调节器;另外还有电控单元(ECU),传感器的认识除了形状结构上的认识外,还要把它有几个接线柱,接线柱分别连到什么地方搞清楚;执行元件的认识除了形状结构上的认识,还要把它有几个接口,接口分别接到哪个管道,它有几个接线柱,接线柱分别连到什么地方都要弄得清清楚楚;电控单元的认识重点是弄清ECU上的每个接线柱接到哪里。第二个问题:“为什么的问题(即分析问题)”,要求对系统及系统主要零部件的工作原理、工作流程、工作特征进行全面的、连贯的、系统的掌握,对ABS系统来说只要把握两条线,第二个问题就会迎刃而解:一条是电的流动路线(控制执行元件动作);另一条是制动液的流动路线(执行元件动作的结果)。在汽修行业遇到问题时一定要先动脑筋、再动手,因盲目动手造成损失的现象太多了,动脑筋实际上就是分析问题。第三个问题:“做什么的问题(即解决问题)”,也就是检测诊断,掌握上述内容后就能把握问题关键,事半功倍。

1.1 汽车制动防抱死控制系统概述

驾车经验告诉我们,行车时若紧急踏下制动踏板,车轮可能会在车辆停止前抱死。在这种情况下,若前轮抱死则汽车的操纵性能会降低,若后轮抱死则汽车的稳定性便会降低,从而可能导致汽车行车事故的发生。这些现象的产生,均源自于制动过程中车轮的抱死。汽车防抱死制动装置就是为了消除在紧急制动过程中出现的上述不稳定因素,避免出现由此引发的各种危险状况而专门设置的制动压力调节系统。

汽车制动过程分析:汽车在水平路面上制动时汽车的受力包括:汽车的重力 G ,前后轮上作用的地面支承力 F_{z1} 和 F_{z2} ,汽车制动时的减速惯性力 F_j ,地面作用在车轮边缘上的摩擦力 F_{xb1} 和 F_{xb2} 。汽车制动减速过程实际上就是汽车在行驶方向上受到地面制动力 F_{xb} 而改变运动状态的过程。制动效果的好坏完全取决于这种外界制动力的大小及其所具有的特性。

由于地面制动力是地面与轮胎之间的摩擦力,因此,它具有一般摩擦力的特性,即汽车减速度较小时,地面摩擦力未达到极限值,它可随所需惯性力增加而增加;汽车减速度达到一定数值后,地面摩擦力达到其极限值,以后便不再增大。按照摩擦的物理特性可知,此时

$$F_{xbmax} = F_z \cdot \phi$$

式中 F_{xbmax} ——地面制动力(摩擦力)的最大值;



F_z ——作用在车轮上的法向载荷；

ϕ ——摩擦系数（通常称为附着系数）。

由此可以看出，在汽车紧急制动情况下，若欲提高制动效能，即缩短制动距离或增大制动减速度，必须设法增大 F_{xbmax} 。为此，可以采取两条途径：一方面，可以通过提高汽车的正压力 F_z 来增大 F_{xbmax} ；另一方面，也可以通过提高摩擦系数 ϕ 而使 F_{xbmax} 得以提高。考虑到汽车具体使用情况，后一种途径更具有实际意义。

大量试验证明，轮胎与路面之间的附着系数主要受到三方面要素影响：路面的类型、状况；轮胎的结构类型、花纹、气压和材料；车轮的运动方式和车速。

通过观察汽车制动过程中车轮与地面接触痕迹的变化（图 1-1），可知制动车轮的运动方式一般均经历了三个变化阶段，即开始的纯滚动、随后的边滚边滑和后期的纯滑动。

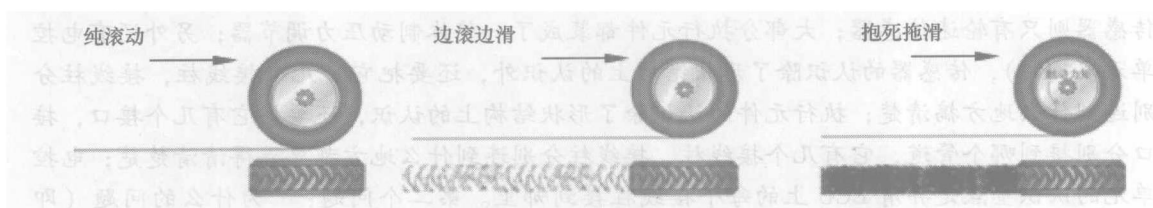


图 1-1 汽车制动过程中车轮与地面接触痕迹的变化

为能够定量地描述上述三种不同的车轮运动状态，即对车轮运动的滑动和滚动成分在比例上加以量化和区分，便定义了车轮滑转率

$$S = \frac{v - r \cdot \omega}{v} \times 100\%$$

式中 S ——车轮滑转率；

v ——车速；

r ——车轮半径；

ω ——车轮角速度。

按照上述定义可知，车轮运动特征可由滑转率的大小来表达，即：车轮纯滑动时 $S = 100\%$ ，车轮纯滚动时 $S = 0\%$ ，而当车轮处于边滚边滑的状态时 $0\% < S < 100\%$ 。试验所获得的车轮与地面摩擦系数随车轮运动状态不同而变化的规律如图 1-2 所示，可以看出，车轮纵向附着系数（又称制动力系数）随车轮滑动成分的增加呈先上升后下降的趋势，附着系数最大值（亦称峰值附着系数）一般出现在滑转率 $S = 15\% \sim 25\%$ 之间，滑转率 S 达到 100% 车轮抱死时的附着系数（也称滑动附着系数） ϕ_s 小于峰值附着系数 ϕ_p 。一般情况下， $(\phi_p - \phi_s)$ 随道路状况的恶化而增大，即滑动附着系数 ϕ_s 会远远低于 ϕ_p 。同时，当 $S = 100\%$ 时，车轮的横向附着系数（又称横向力系数）趋近于 0，这时，车轮无法获得地面横向摩擦力。若这种情况出现在前轮上，通常发生侧滑的程度不甚严重，但是此时前轮无法获得地面侧向摩擦力，导致转向

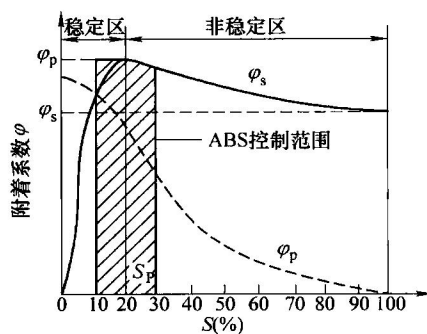


图 1-2 附着系数与滑转率关系图



能力丧失；若这种状况出现在后轮上，则会导致后轮抱死，此时，后轴极易产生剧烈的侧滑，使汽车处于危险的失控状态。综上所述，理想制动系统的特性应当是：当汽车制动时，将车轮滑转率 S 控制在峰值系数滑转率 ($S=20\%$) 附近，这样既能使汽车获得较高的制动效能，又可保证它在制动时的方向稳定性。

汽车防抱死制动系统 (ABS) 是一套能在制动过程中随时监控车轮滑转程度，并依此自动调节作用在车轮上的制动力矩，防止车轮抱死的电子控制装置。它不仅能缩短制动距离，有效避免各种因制动引起的事故，还可减少轮胎磨损，延长其使用寿命。

20 世纪初，原始的防抱死制动系统用在铁路机车上，借此来避免机车车轮因制动导致的“平面现象”和钢轨的早期损坏。1936 年，德国 Robert Bosch 公司取得了 ABS 专利权。40 年代 ABS 被应用于飞机上，以防止飞机着陆时偏离航道及轮胎的爆破。

1954 年美国 Ford 汽车公司首次将法国生产的民航机用 ABS 应用在 Lincoln 牌高级轿车上，由此拉开了汽车采用 ABS 的序幕。同一时期，Kelsey Hayes 公司与 Hydro Aire 公司开始联合生产用于载货车的 ABS。1957 年 Ford 公司与 Kelsey Hayes 公司开始了 ABS 的开发合作。1969 年，Ford 汽车公司推出了后轮控制方式的防抱死制动系统，并在美国和日本的高级轿车上得到应用。进入 70 年代，随着电子控制技术及精密液压元器件加工制造技术的进步，奠定了复杂而精确的控制技术基础，1978 年，德国 Benz 汽车公司首次推出了四轮控制式防抱死制动系统。随着电子技术的进步和电子元器件价格的迅速降低，自 80 年代后期起，ABS 在汽车上的应用得到普及，并逐渐成为现代汽车上的一种标准装备。

从 ABS 出现到今天在汽车上广泛应用，已经历了半个多世纪的发展过程。至今为止，ABS 的整体结构已日渐趋于成熟，今后的发展将集中体现在以下几个方面：

- 1) 实时跟踪路面特性变化，采用更加有效的控制方法，实现真正意义上优化控制。
- 2) 提高关键元件的指标和可靠性，消除系统控制过程的不平滑、易振动、噪声大的缺陷。
- 3) 由单一 ABS 控制目标转向多目标综合控制，全面提高汽车整体动力学水平。
- 4) 进一步降低系统装车成本。

1.1.1 汽车制动防抱死控制系统的基本组成

一般来说，带有 ABS 的汽车制动系统，由基本制动系统和制动力调节系统两部分组成，前者是由制动主缸、制动轮缸和制动管路等构成的普通制动系统，用来实现汽车的常规制动；而后者是由传感器、控制器、执行器等组成的压力调节控制系统 (图 1-3)。制动中车轮趋于抱死时，ABS 中的 ECU 才控制制动压力调节器对制动压力进行调节；ABS 工作时的

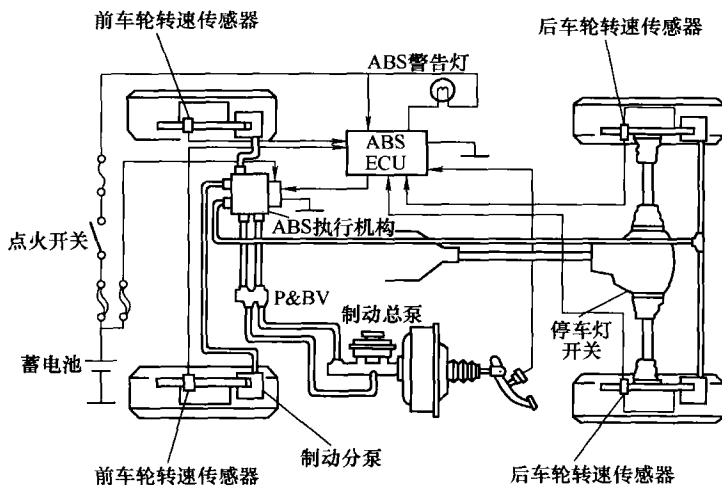


图 1-3 ABS 的基本组成



汽车时速必须大于 $5 \sim 8\text{km/h}$ (我国一般在 15km/h)，若小于该时速，ABS 不工作，制动时车轮仍可能抱死；常规制动系统出故障时，ABS 随之失去控制作用；ABS 出故障时，将自动关闭该系统，同时点亮 ABS 警告灯，但常规制动系统仍可正常工作。在制动压力调节系统中，传感器承担感受汽车行驶状态参数，将运动的物理量转换成电信号的任务。控制器即电子控制装置 (ECU) 根据传感器信号及其内部存储信号，经过计算、比较和判断后，向执行器发出控制指令，同时监控系统的工作状况。而执行器 (制动压力调节器) 则根据 ECU 的指令，依靠由电磁阀及相应的液压控制阀组成的液压调节系统对制动系统实施增压、保压或减压的操作，让车轮始终处于理想的运动状态。ABS 系统组件在车上的安装位置如图 1-4 所示。

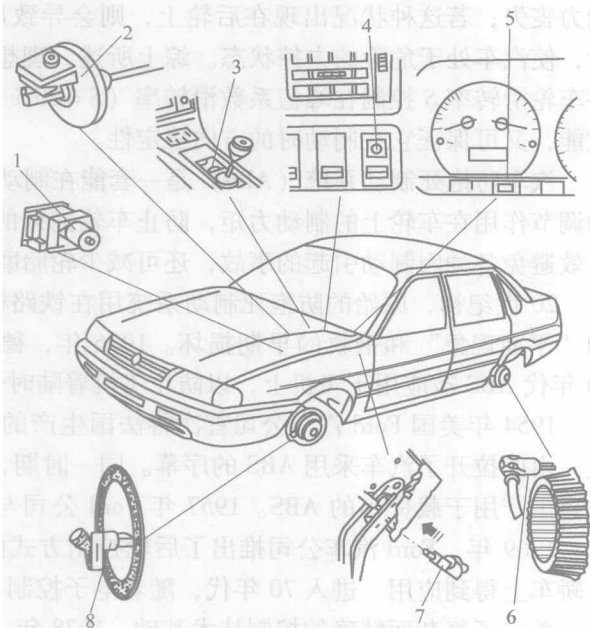


图 1-4 ABS 系统组件在车上的安装位置

- 1—ABS 控制器 2—制动主缸和真空助力器 3—自诊断插口
4—ABS 警告灯 5—制动警告灯 6—后轮转速传感器
7—制动灯开关 8—前轮转速传感器

1.1.2 汽车制动防抱死控制系统的基本功能

1) 缩短制动距离。车辆的制动距离主要取决于制动过程中的平均减速度，如果车辆能够充分地利用各个车轮的最大纵向附着力进行制动，车辆就能够在最短的距离内制动停车。因此，充分利用车轮的最大附着力进行制动是缩短制动距离的关键，特别是前轮的附着力。这是由于前轮的附着力通常约占车辆全部附着力的 $70\% \sim 80\%$ 。在湿滑的路面上，制动距离的缩短尤为显著。

2) 在汽车制动过程中，自动调节车轮的制动力，防止车轮抱死滑移，从而提高方向稳定性、增强转向控制能力，减少交通事故。

3) 防止车辆转向制动时因转向内外轮横向附着力差所造成的侧滑。如果转向轮的横向附着力不足以提供车辆转向所需的横向作用力，此时，即使转向车轮已经发生了偏转侧滑，车辆也不会按预期的方向行驶，车辆也就丧失了转向操纵能力。而转向内外轮在其旋转平面内所受的作用力不平衡也造成车辆转向制动侧滑。对于装有 ABS 的车辆，在转向制动过程中，不会因转向车轮抱死使得横向附着力不足而产生侧滑。

4) 改善了轮胎的磨损状态。事实上，车轮抱死会加剧轮胎磨损，而且使轮胎胎面磨损不均匀。经测定，在汽车的使用寿命内，将紧急制动时车轮抱死所造成的轮胎磨损而引起的花费进行累加，已大大超过一套 ABS 的造价。因此，装用 ABS 具有一定的经济效益。

5) 减轻制动踏板踩下时的力，提升制动辅助效果，驾驶员也没有必要用一连串的点制



动方式进行制动, ABS 会使制动状态保持在最佳点。

1.1.3 汽车制动防抱死控制系统的分类

目前, 汽车上使用的 ABS 有许多不同的结构形式, 可以按以下方式进行分类:

1. 按 ECU 所依据的控制参数不同分类

(1) 以车轮滑转率为控制参数的 ABS ECU 根据车速和车轮转速传感器的信号计算车轮的滑转率, 作为控制制动力的依据。当计算的滑转率超出设定值时, ECU 就会输出减小制动力信号, 通过制动压力调节器减小制动压力, 使车轮不被完全抱死; 当滑转率低于设定值时, ECU 输出增大制动力信号, 制动压力调节器使制动力增大。通过这样不断地调整制动压力, 控制车轮的滑转率在设定的最佳范围内。这种直接以滑转率为控制参数的 ABS, 需要得到准确的车身相对于地面的移动速度信号和车轮转速信号。车轮转速信号容易得到, 但取得车身移动速度信号则较难。已有用多普勒 (Doppler) 雷达测量车速的 ABS, 但到目前为止, 此类 ABS 应用还很少。

(2) 以车轮角加速度为控制参数的 ABS ECU 根据车轮的转速传感器信号计算车轮角加速度, 作为控制制动力的依据。制动时, 当车轮角减速度达到设定值时, ECU 输出减小制动力信号; 当车轮转速升高至角加速度设定值, ECU 输出增加制动力信号。如此不断地调整制动压力, 使车轮不被抱死, 处于边滚边滑的状态。目前汽车上使用的 ABS 基本上都是此种形式。

2. 按制动压力调节器的结构分类

按制动压力调节器的结构不同可分为机械柱塞式 ABS 和电磁阀式 ABS。目前, 电磁阀式制动压力调节器的 ABS 系统较为多见。

3. 按功能和布置形式分类

按功能和布置形式不同可分为后轮 ABS 和四轮 ABS。现代汽车基本上都采用了四轮防抱死制动系统。

4. 按主要生产厂家分类

按主要生产厂家分类, 有德国的博世 (Bosch) ABS、戴维斯 (Teves) ABS、美国的邦迪克斯 (Bendix) ABS、美国的达科 (Delco) ABS、日本的 OEM ABS。在这些系统中, Bosch 及 Teves 是被广泛应用的, 且均由德国设计制造生产。而美国制造生产的 Bendix ABS 又可根据液压总成中电磁阀进一步进行分类。

5. 按控制通道数目分类

按控制通道数目可分为四通道式、三通道式、二通道式和单通道式, 如图 1-5 所示。

6. 按动力系统结构分类

(1) 整体式 ABS 其结构特点是将制动总泵与蓄能器、液压阀等组合成一体, 并且可以看到一只黑色圆球状的蓄能器, 没有真空辅助液压元件, 这种 ABS 结构应用较广泛。

(2) 分离式 ABS 分离式 ABS 的制动总泵与液压阀没有装合在一起, 且其制动总泵及真空辅助液压元件仍采用传统式结构, 没有黑色球状的蓄能器。

(3) 真空式 ABS 其特点是只控制后轮, 并采用真空液压控制机构。

分离式 ABS 及真空式 ABS 也可统称为非整体式 ABS。

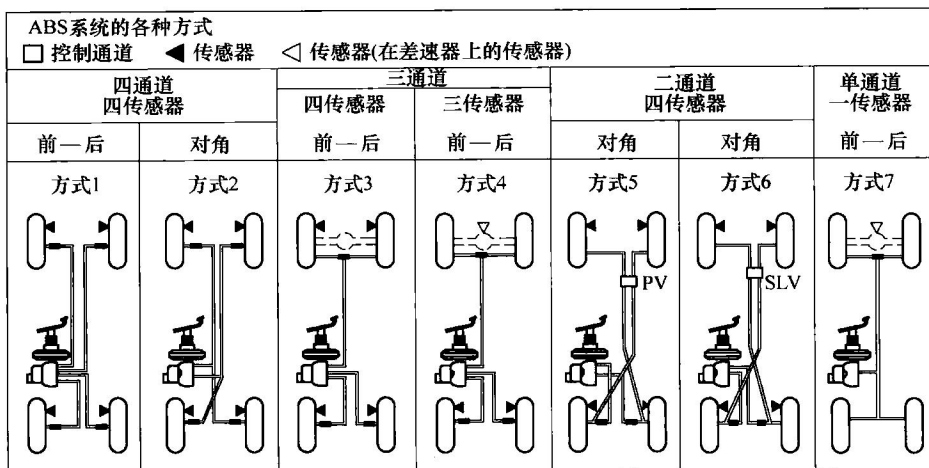


图 1-5 ABS 控制通道和传感器数

1.2 汽车制动防抱死控制系统主要零部件的结构及工作原理

1.2.1 汽车制动防抱死控制系统主要传感器的结构及工作原理

1. 车轮转速传感器

车轮转速传感器简称轮速传感器，常用的车轮转速传感器有电磁感应式与霍尔式两大类。

(1) 电磁感应式车轮转速传感器 电磁感应式车轮转速传感器是一种由磁通量变化而产生感应电压的装置，一般由磁感应头与齿圈组成，如图 1-6 所示。

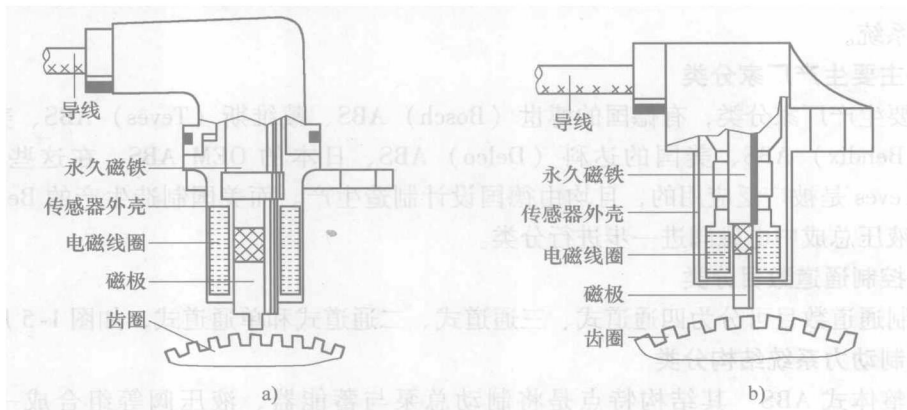


图 1-6 车轮转速传感器构造

a) 长方形 b) 圆柱形

磁感应头是一个静止部件，通常由永久磁铁、电磁线圈和磁极等构成，传感器安装在每个车轮的托架上。齿圈是一个运动部件，一般安装在轮毂上或轮轴上与车轮一起旋转。齿圈上齿数的多少与车型、ABS 电脑有关。磁感应头磁极与齿圈的端面有一空气隙，一般在



1mm 左右,通常可移动磁感应头的位置来调整间隙(具体间隙的大小可查阅维修手册)。当齿圈随车轮旋转时(图 1-7),在永久磁铁上的电磁感应线圈中就产生一交变电压信号(这是因为齿圈上齿峰与齿谷通过时引起磁场强弱变化的缘故),信号的频率与车轮速度成正比,并随轮速的变化而变化。ABS 电子控制单元(ECU)通过识别传感器发来的交变电压信号的频率来确定车轮的转速,如果电子控制单元发现车轮的圆周减速度急剧增加,滑转率达到 20% 时,便以 10 次/s 的速度进行计算,然后给执行机构发出指令,减小或停止车轮的制动力,以免车轮抱死。

(2) 霍尔式车轮转速传感器 霍尔式车轮转速传感器可以将带隔板的转子置于永磁铁和霍尔集成电路之间的空气间隙中。霍尔集成电路由一个带封闭的电子开关放大器的霍尔层构成,当隔板切断磁场与霍尔集成电路之间的通路时,无霍尔电压产生,霍尔集成电路的信号电流中断;若隔板离开空气间隙,磁场产生与霍尔集成电路的联系,则电路中出现信号电流。

霍尔式车轮转速传感器由传感头和齿圈组成,传感头包含有永磁体。霍尔元件和电子电路等结构如图 1-8 所示。当齿间对准霍尔元件位置时,永磁体的磁力线穿过霍尔元件通向齿圈,穿过霍尔元件的磁力线分散于两齿之中,磁场相对较弱。当齿轮对准霍尔元件位置时,穿过霍尔元件的磁力线集中于一个齿上,磁场相对较强。穿过霍尔元件的磁力线密度所发生的这种变化会引起霍尔电压的变化,其输出一个毫伏级的准正弦波电压。此电压经波形转换电路转换成标准的脉冲电压信号输入 ECU。由霍尔传感器输出的毫伏级正弦波电压经过放大器放大为伏级正弦波信号电压,在施密特触发器中将正弦波信号转换成标准的脉冲信号,由放大极放大输出。

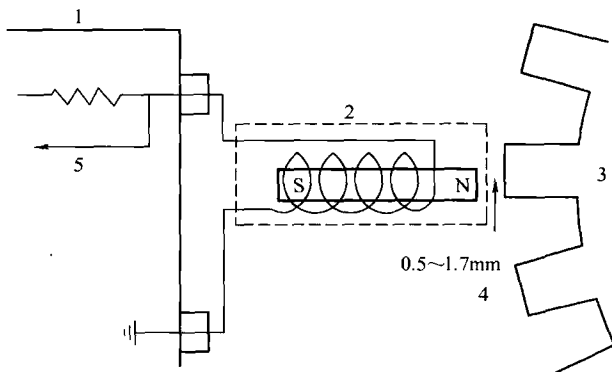


图 1-7 电磁感应式车轮转速传感器工作原理

1—电脑 2—传感头 3—齿圈 4—空气隙 5—车速信号

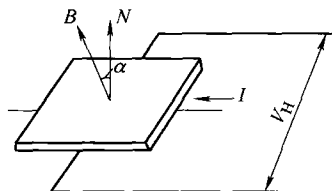


图 1-8 霍尔式车轮转速传感器工作原理

霍尔式车轮转速传感器与前述电磁感应式车轮转速传感器相比,具有以下优点:

- 1) 输出信号电压的幅值不受车轮转速影响,当汽车电源电压维持在 12V 时,传感器输出信号电压可以保持在 11.5 ~ 12 V,即使车轮转速接近于零。
- 2) 频率响应高,该传感器的响应频率可高达 20kHz (此时相当于车速 1000km/h)。
- 3) 抗电磁波干扰能力强。

2. 桑塔纳 2000 GSi 轿车和捷达王轿车 ABS 车轮转速传感器的检修

(1) 桑塔纳 2000 GSi 轿车和捷达王轿车 ABS 系统前轮转速传感器的检修



1) 前轮毂及齿圈的拆卸。结构及安装位置如图 1-9 所示。

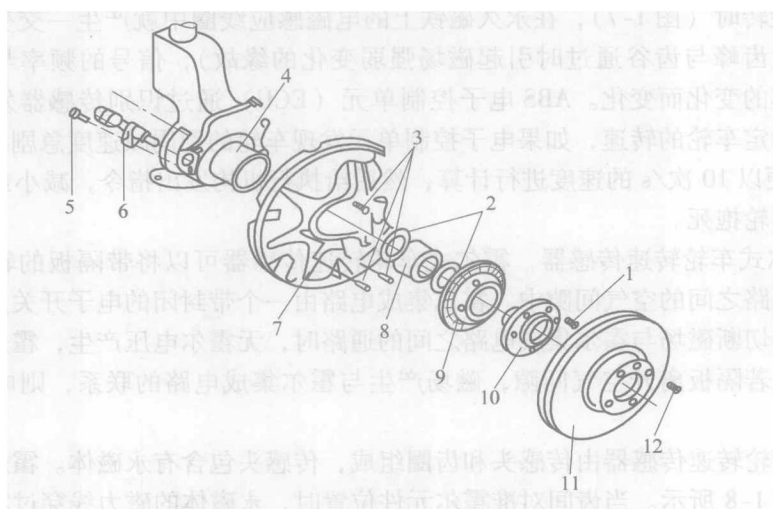


图 1-9 前轮转速传感器和前轮轴承的安装位置

- 1—固定齿圈螺钉套 2—前轮轴承弹性挡圈 3—防尘板紧固螺栓（紧固力矩 $10\text{N} \cdot \text{m}$ ） 4—前轮轴承壳
5—转速传感器紧固螺栓（紧固力矩 $10\text{N} \cdot \text{m}$ ） 6—转速传感器（右前/左前） 7—防尘板
8—前轮轴承 9—齿圈 10—轮毂 11—制动盘 12—十字槽螺栓

① 拆带齿圈的前轮毂，用 200mm 拉具的两个活动臂先钩住前轮轴承壳中的两边（只有一个位置才能钩住），见图 1-10。

② 在前轮毂要压出的中心放一块专用压块。

③ 转动顶尖，使拉具顶住专用压块，将前轮毂连同齿圈一起顶出。

④ 拆下齿圈的十字槽固定螺栓。

2) 前轮转速传感器的拆装。前轮转速传感器左、右不能互换，因为零件不同。

① 先拔下传感器导线插头，如图 1-11 箭头所示，再拧下内六角紧固螺栓，拆下前轮转速传感器。

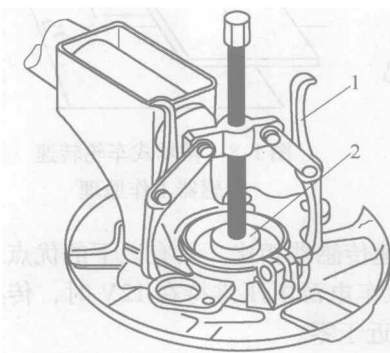


图 1-10 拆卸前轮毂及齿圈

1—拉具 2—专用压块

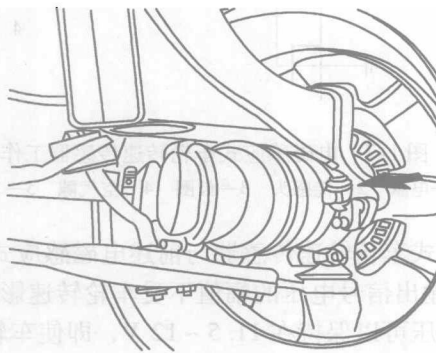


图 1-11 拆卸前轮转速传感器

② 安装前轮转速传感器之前，先清洁传感器的安装孔内表面，并涂上固体润滑剂，然