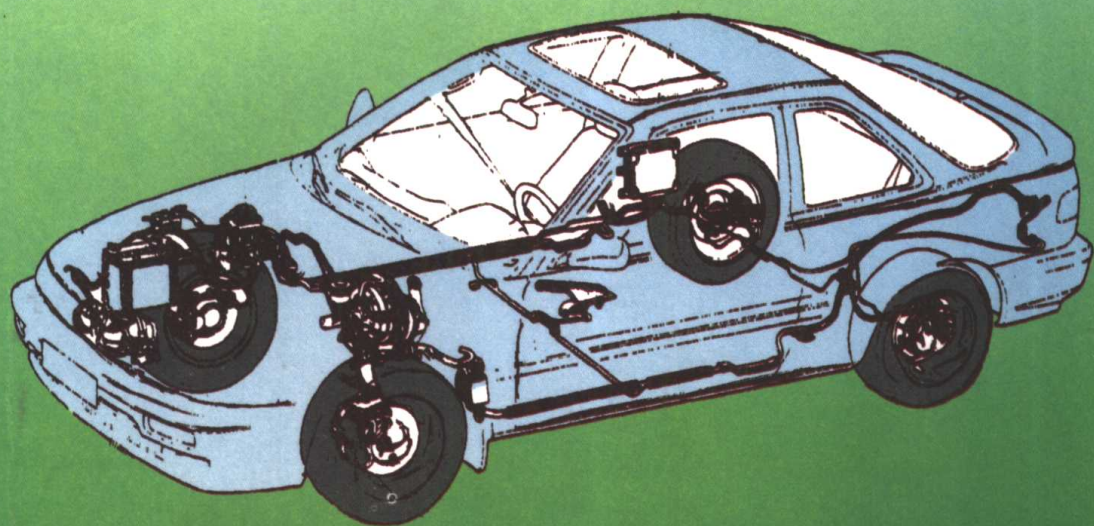


汽车安全装置 原理与维修

周大森 宋书瀛 董 蔚 编著



国防工业出版社

汽车安全装置原理与维修

周大森 宋书瀛 董 蔚 编著

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

汽车安全装置原理与维修/周大森等编著. —北京:
国防工业出版社, 2000.10

ISBN 7-118-02281-0

I. 汽… II. 周… III. 汽车 - 安全装置 - 维修
IV. U472.41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 18571 号

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

三河市腾飞胶印厂印刷

新华书店经售

*

开本 850×1168 1/32 印张 7¼ 188 千字

2000 年10月第 1 版 2000 年10月北京第 1 次印刷

印数:1 - 4000 册 定价:10.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

前 言

近年来,随着汽车数量的增加,汽车安全性成为人们普遍关注的问题,因为它直接关系到人身和财产的安全。汽车的安全性早就为人们所重视,1858 年英国就开始实施最早的机动车安全法规,后来随着汽车的普及,汽车安全法规也变得越来越严格和完善了。1966 年美国制定了 FMVSS 法规,这是由预防事故发生、碰撞时乘员保护和减少事故后的灾害三个部分组成的。通过这一法规的实施,使得汽车事故死亡人数下降了 20%,取得了明显效果。在这之后,欧洲共同体、日本、澳大利亚和加拿大也相应公布了自己的法规。我国于 1989 年制定了 GB/T11551-98《汽车乘员碰撞保护》、GB/T11557-98《防止汽车转向机构对驾驶员伤害的规定》、GB/T1153-98《汽车正面碰撞时对燃油泄露的规定》,这些法规基本与美国法规相近,今后随着我国汽车工业的发展,将逐步形成自己的汽车碰撞安全法规系统,可有效地控制道路交通事故,提高汽车的安全性。

为了提高汽车的安全性,现代汽车上设置了多种安全装置,基本上可以分成两类:一类是主动安全装置,它是为了避免事故的发生而设置的,例如:ABS、ASR 等;另一类是被动安全装置,它是在事故发生后为了人身的安全而设置的,例如:安全带、安全气囊等。近年来,我国引进的汽车多数都装有各种安全装置;同时,我国汽车行业也面临着汽车安全装置的国产化。基于这种情况,许多汽车维修人员和技术人员希望掌握汽车多种安全装置工作原理和维修方面的知识,本书就是针对这一需要而编写的。

为了使读者能从中学习到基本原理和实际应用知识,本书在编写过程中广泛取材,并结合我们的教学和实践经验,对防抱制动

IV

系统(ABS)、加速防滑系统(ASR)、四轮驱动系统(4WD)、探测防撞系统等主动安全装置和安全带、安全气囊(SRS)等被动安全装置的工作原理、结构性能进行了分析,并介绍了国内外典型车的常见故障和检修方法,以供汽车技术人员与维修人员参考。

本书力求通俗实用,理论与实践结合。由于编者水平有限,书中难免有不足之处,希望读者给予批评指正。

编 者

目 录

第一章 汽车的行驶安全装置	1
1-1 汽车行驶安全装置的发展及应用	1
1-2 汽车自动防撞装置	1
1-2-1 汽车激光扫描防撞系统	2
1-2-2 汽车微波多普勒效应防撞系统	5
1-3 车身悬架电控装置	8
1-3-1 车身悬架电控调平工作原理	8
1-3-2 车身悬架电控调平的控制系統	9
1-4 汽车电控式动力转向装置	13
1-4-1 电控液力转向助力	14
1-4-2 电控电动转向助力装置	17
1-5 汽车的四轮驱动装置	20
1-6 汽车的巡航控制系统	27
1-6-1 巡航控制系统的组成与工作原理	27
1-6-2 9000-B型巡航控制器功能及自诊模式	32
1-6-3 安全事项	35
第二章 汽车的制动安全装置	37
2-1 汽车制动防抱死装置 ABS 基本原理	37
2-1-1 制动时的车辆运动	37
2-1-2 车轮抱死时的车辆运动	42
2-1-3 理想的制动控制系统	46
2-1-4 ABS 的控制技术	49
2-2 汽车制动防抱死装置 ABS 的系统组成	62
2-2-1 ABS 系统结构及功能	62

2-2-2 车轮速度传感器	65
2-2-3 ABS 的电子控制单元(ECU)	68
2-2-4 ABS 的自诊与检查	73
2-2-5 ABS 的执行机构	75
2-2-6 CA7220 红旗轿车的电控制动防抱死系统 ABS 组成	84
2-2-7 丰田 ABS/TRAC 控制系统	89
第三章 汽车的安全气囊系统	102
3-1 安全气囊的发展及控制要求	102
3-1-1 安全气囊的发展	102
3-1-2 安全气囊的控制要求	103
3-1-3 撞车对人体的伤害评价	104
3-1-4 控制依据	105
3-2 安全气囊的工作原理及结构	106
3-2-1 安全气囊系统的主要传感器	106
3-2-2 气囊系统的气囊组件	110
3-3 安全气囊的控制系统	113
3-3-1 控制单元的系统结构	113
3-3-2 安全气囊系统的控制软件	115
3-3-3 气囊工作的控制时序	115
第四章 汽车制动防抱死系统(ABS)检修技术	118
4-1 ABS 的检修方法	118
4-1-1 ABS 系统的保养	118
4-1-2 ABS 系统的主要部件拆检	119
4-1-3 ABS 系统的故障诊断	127
4-2 ABS 制动防抱死系统检修举例	129
4-2-1 丰田皇冠汽车制动的电子防滑控制(ESC)系统的检修	129
4-2-2 日产(NISSAN)车系 ABS 系统检修	138
4-2-3 切诺基汽车 ABS 系统检修	145
4-2-4 本田轿车 ABS 系统检修	149
4-2-5 丰田皇冠 CROWN 3.0 轿车 ABS 系统检修	152

4-2-6 奔驰 560 轿车 ABS 系统故障检修	162
4-2-7 丰田凌志 LEXUS LS400ABS 系统检修	165
4-2-8 桑塔纳 2000GSI 制动防抱死 (ABS) 的检修	179
第五章 汽车安全气囊系统检修	186
5-1 SRS 系统主要部件拆检	187
5-1-1 安全气囊系统组件	187
5-1-2 安全气囊电子控制器 (ECU)	189
5-1-3 安全气囊系统碰撞传感器	191
5-2 SRS 安全气囊系统故障诊断与检修	195
5-2-1 本田雅阁车系 SRS 故障诊断	195
5-2-2 丰田 PREVIA 和 TARAGO 旅行车 SRS 系统故障诊断	198
5-2-3 丰田凌志 LEXUS400 轿车 SRS 系统及故障诊断	204
5-2-4 宝马 (BMW) 车系 SRS 系统与故障诊断	211
5-2-5 奔驰 (BENZ) 轿车 SRS 系统故障诊断与检修	218

第一章 汽车的行驶安全装置

1-1 汽车行驶安全装置的发展及应用

近年来，随着汽车数量的增加，汽车安全行驶成为人们普遍关注的问题，因为这直接关系到人身和财产的安全。汽车行驶中的平顺性和操纵稳定性，会随车速的提高、路面的复杂化和车辆直行、转弯、超车等不同行驶状态提出新的要求，来保证行驶的安全。因此各汽车厂家都极其重视在现代汽车上设置行驶安全装置。主要有：自动防撞装置、车身悬挂电控装置、动力转向装置以及四轮驱动装置等。自动防撞装置是为了防止高速公路上行驶的车辆之间或行驶车辆与路边停驶车辆间的碰撞，即防追尾控制装置。车身悬挂电控装置是既能满足汽车行驶平顺性要求，又能满足操纵稳定性要求的电子控制汽车悬架。汽车电控动力转向装置是根据不同的车速，自动调整方向盘的转向力，低速时只需较小的控制力，就能灵活地进行转向，而在高速时，则自动增大控制力，优化了操纵系统，提高了行驶舒适性及转向灵活性，保证了高速行驶的稳定性和安全性。四轮驱动装置是针对行驶状态，以电子控制实现最佳的前后轮驱动力的连续可变的分配，来提高轮胎与路面摩擦有关的各种性能，改善汽车起步、加速和回转时的稳定性和安全感。

1-2 汽车自动防撞装置

随着公路运输的普及和发展，高等级公路和高速公路将使交

通运输更为迅速、快捷。由于在高速的汽车行驶情况下,驾驶员的反应稍有不及时,就会造成交通事故的发生,其中追尾事故在交通事故中占有相当数量,严重危及驾驶员和乘客的安全。因此,研究和推广汽车防撞装置日益显得重要和迫切。常见的自动防撞装置具有以下三种功能,即环境监测、防碰撞判定和车辆控制。例如日本马自达公司研制开发出的自动控制防追尾系统设计电路是:在正常行驶情况下,系统处于非工作状态;当车头接近前车尾时,该系统发出防追尾警告;在发出警告后,若驾驶员没有采取制动、减速措施,该系统便启动紧急制动装置,以免发生追尾事故。防追尾碰撞系统框图如图 1-1 所示。行车环境监测是通过激光扫描雷达或微波多普勒效应,测量车距和前车方位,与判定的路面状况一起送入微处理机。

1-2-1 汽车激光扫描防撞系统

激光扫描雷达安装在车辆前端的中央位置,将测得的车距和前面车辆方位信号送入防碰撞预测系统。激光扫描雷达的扫描角和视域如图 1-2 所示,激光束的视域窄并呈肩形,即在水平面上较薄,在垂直面上呈肩形;激光束可在较宽的范围内快速扫描,并通过激光束的能量密度消除因车辆颠簸引起的误差。通常激光扫描雷达监测范围在 5~120m,以保证在潮湿路面上,后车减速制动后,不致碰撞前面暂停车辆。

在行车环境监测系统中采用微波多普勒效应的方法。提出了一种新的防撞方案,微波具有穿透力强,方向性优于红外、激光、超声波等波源,尤其是适合较远距离测距和雨、雾、雪天气。

采用扫描激光雷达的防碰撞控制系统工作流程如图 1-3 所示。其防碰撞的判断是先从激光扫描雷达所获车距与方位的数据组中抽取有用的数据,依据后车的动力学特性进行车辆路径的估算,行车路径估算的半径 R 是根据车速和转角第一次估算的半径 R_1 与根据车速和横向摆动速率第二次估算的半径 R_2 来确定的,

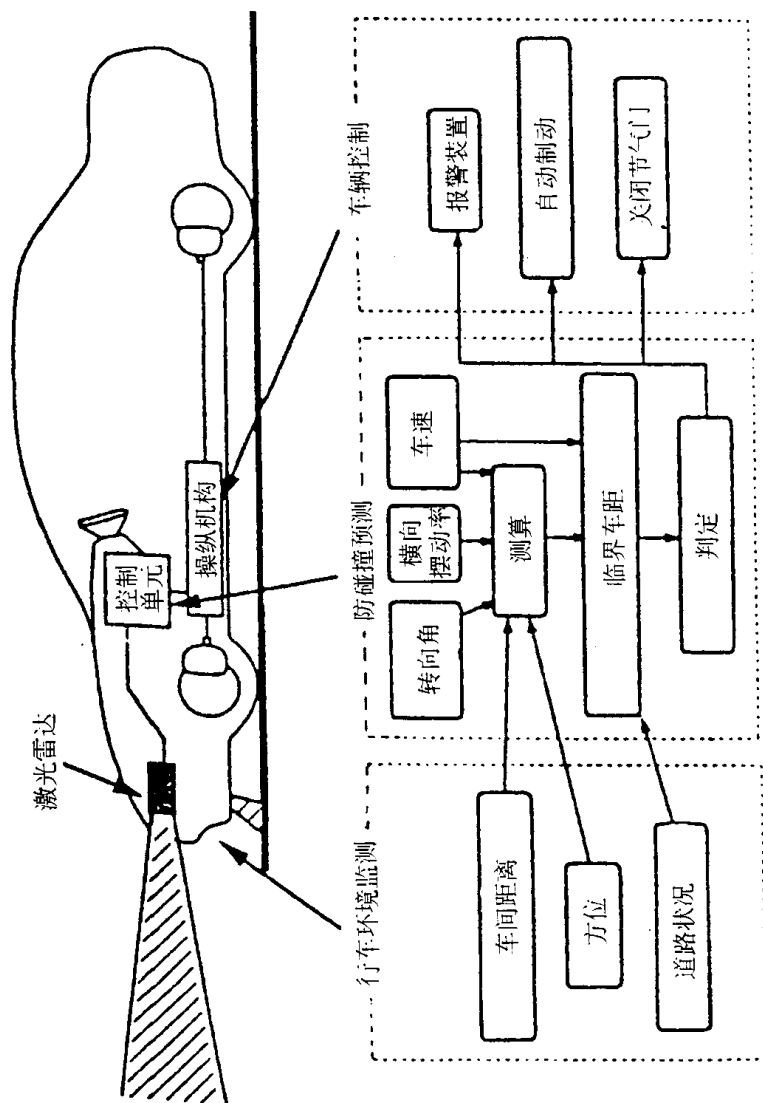


图 1-1 车尾防碰撞系统

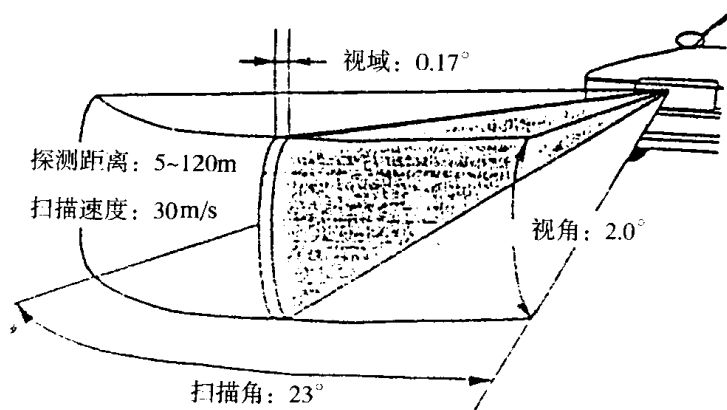


图 1-2 激光扫描雷达

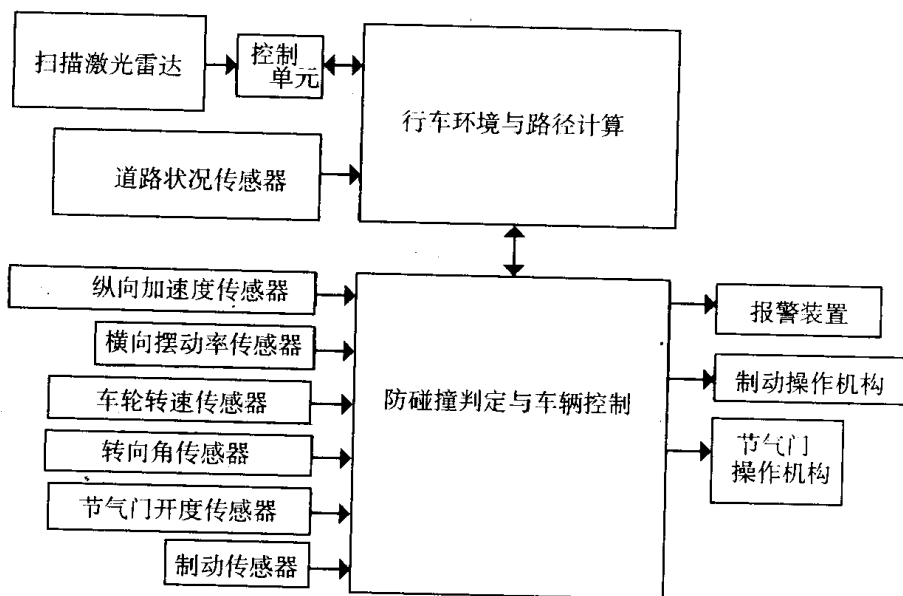


图 1-3 防碰撞系统工作流程图

具体计算方法如下:

$$R_1 = (1 + A v_0^2) l n / \theta \quad R_2 = v_0 / r$$

式中 A 为稳定系数, l 为车距, n 为转向机传动比, θ 为转向角, r

为横向摆动速率, v_0 为车速。

通常选用估算 R_1 和 R_2 的较小值。在进行追尾碰撞危险程度即安全/危险的判定时,是根据路面干湿情况,后车车速及相对车速计算出临界车距,其计算方法如下:

$$l_0 = \frac{1}{2} \left(\frac{v_0^2}{a_1} - \frac{(v_0^2 - v^2)}{a_2} \right) + v_0 t_1 + v t_2 + d$$

式中 v ——相对车速;

v_0 ——车速;

a_1 ——自动控制系统减速度;

a_2 ——前面车辆的减速度;

t_1 ——减速时间;

t_2 ——延迟时间;

d ——车间允许距离(后车停止时对前车最小车距)。

计算出的临界车距,就可以与实测的车距进行比较,当实测车距接近临界车距时,报警触发信号就会产生,当计算出的临界车距等于或大于实测车距时,自动制动的控制系统便开始启动。

1-2-2 汽车微波多普勒效应防撞系统

采用微波多普勒效应的防碰撞控制系统原理框图如图 1-4 所示,图中,A 为微波振荡源;B 为天线开关;C 为天线;D 为差频电路,该电路对发射波与反射波差频,产生多普勒信号 f_a ,供微波处理机采集;E 为相移电路,对发射波进行 90° 相移;F 为鉴相器,当后车比前车快时输出 1,后车比前车慢时输出为 0;H 为报警电路,可产生声光报警;G 为刹车控制电路。

由安全/危险预警信号控制的自动执行机构如图 1-5 所示,该机构配有 ABS 防抱死制动系统,并采用高速电磁阀,进行纵向加速度反馈控制。当自动操作机构处于工作状态时,如果驾驶

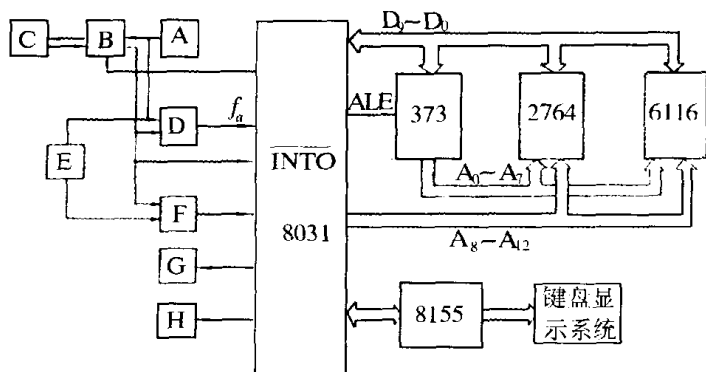


图 1-4 控制原理框图

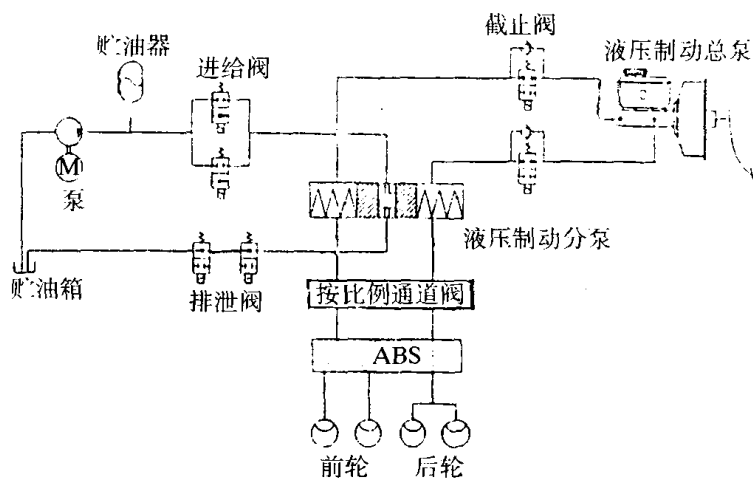


图 1-5 自动执行机构

员的脚制动力大于自动制动的控制力时，则驾驶员的脚制动有效，一旦自动制动操作失灵，脚制动系统并不受影响，而且采用液压制动分泵，不会使两液压回路间产生压差。图 1-6 的 (a) 和 (b) 分别示出了采用自动制动控制后，防止与前面暂时停车车辆和前面突然减速制动车辆之间发生追尾碰撞的实际试验测试结果。

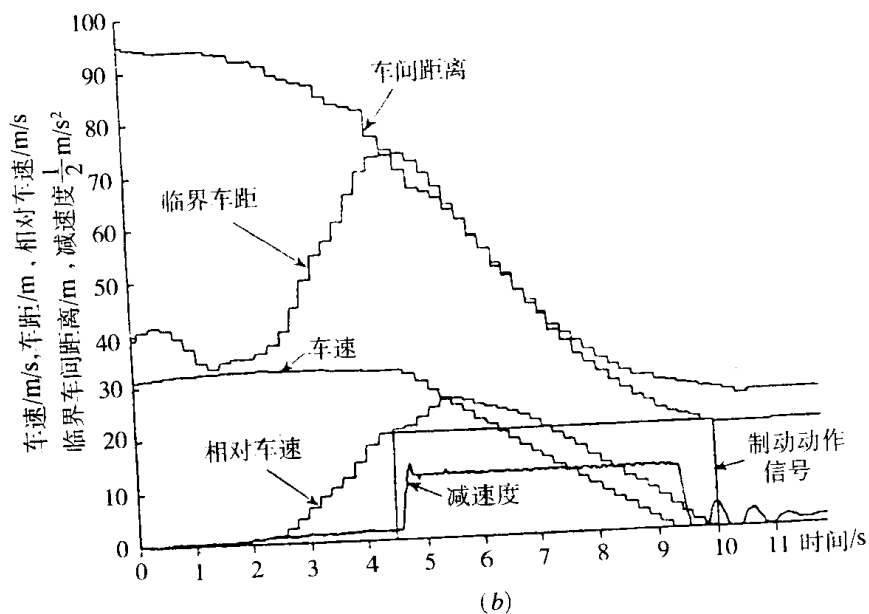
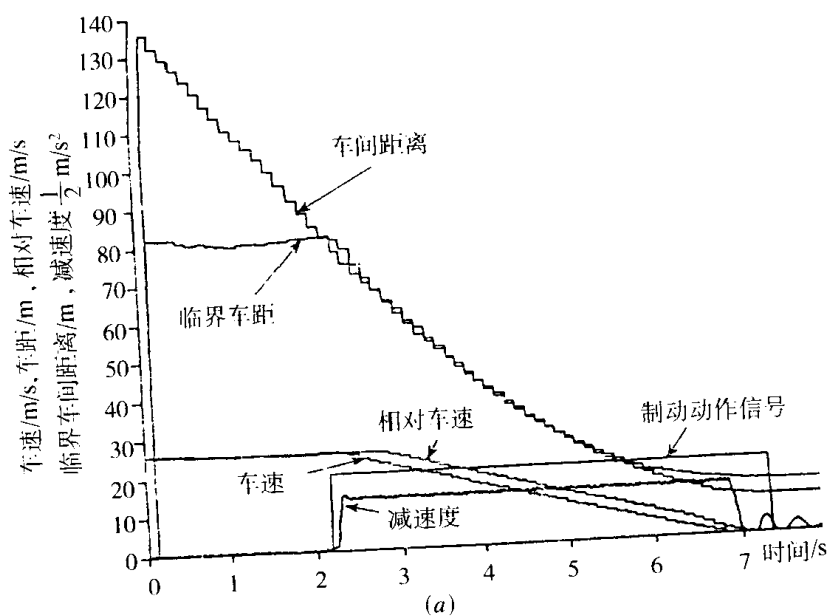


图 1-6 防撞测试结果

1-3 车身悬架电控装置

理想的汽车悬架应在不同的使用条件下具有不同的弹簧刚度和减振阻尼,既能满足平顺性要求又能满足操纵稳定性要求,达到安全行驶。传统被动悬架应具有固定的悬架刚度和阻尼系数,在结构设计上必须满足平顺性和操纵稳定性的要求,否则无法达到悬架控制理想目标。

1-3-1 车身悬架电控调平工作原理

电子控制车身悬架的基本目的是通过控制调节悬架的刚度和减振器阻尼,使汽车的悬架特性与行驶道路状况相适应,保证平顺性和操纵稳定性都能得到满足。当代汽车悬架的控制主要有弹簧刚度的控制、减振器阻尼控制和车高控制三个方面。汽车悬架弹簧刚度控制的目的是为了根据乘车人数或载重量、车速、道路等情况对汽车的高度和悬架刚度进行修正,实现“防前倾”、“防侧倾”和“前后轮相关”的控制操作。“前倾”一般是汽车高速行驶中突然制动时发生的现象,防前倾主要是防止紧急制动时由于惯性力造成的汽车前端下垂,通过刹车灯开关和车身加速度传感器或和车身高度传感器进行检测、判断,自动地将弹簧刚度增加,使在正常行驶条件下弹簧刚度的“中”设置变为“硬”设置。防侧倾主要是防止汽车紧急转向时由于离心力造成的侧倾,通过转向和车身加速度传感器进行检测、判断,自动地将弹簧由正常行驶的“中”刚度转为“硬”刚度。当汽车行驶在转弯或凸起路面时,通过前后轮弹簧刚度的相关控制并结合协调阻尼力大小的控制,使正常行驶时刚度从“中”的设置转换到“软”的设置以改善平顺性。但在高速运行时“软”的状态工作会导致汽车出现行驶不稳定的状态,因而只限于车速低于 80km/h 时使用。

在悬架中减振器的阻尼控制是半主动悬架中应用较多的形

式,主要有连续变化阻尼控制和开/关阻尼转换控制两类。前者又称为主动阻尼控制,后者则称为半主动阻尼控制。若实现连续阻尼控制,减振器中需安装一个可以在最大和最小流通面积之间连续变化的阻尼控制阀。开/关型阻尼控制则是在减振器结构上采用较为简单的控制阀,在最大、中等和最小流通面积间进行有级调节,其控制阀的结构和控制方法大为简单。这种半主动阻尼控制可根据不同路面条件和不同行驶需求实现阻尼的“软、硬”两种工况或“软、中、硬”三种工况有级转换,微处理机可根据车速传感器、转向传感器、刹车灯开关、自动变速器空挡开关和油门位置传感器等不同信号,控制减振器的阻力,实现“软、中、硬”三种速度特性的有级转换,来完成防止加速和换挡后的车身后倾、高速制动时的前倾、急转弯时侧倾和保证高速时具有良好的附着力等控制功能,从而提高汽车行驶的舒适性和安全性。

车高控制是指汽车的高度可以根据乘员数量和载荷大小自动调整,这样就可以保持理想的汽车高度和不变的水平状态。微处理机根据汽车高度传感器信号来判断汽车的高度状况,通过执行机构,调整汽车高度,系统根据车速、车高和车门开关传感器信号监视汽车状态,控制执行机构调整不同行驶状态下的车身高度及水平状态,实现如下功能:一是自动水平控制功能,即控制车高不随乘员数量和载荷大小的变化而变化,由此抑制行车时空气的阻力和升力的增加,减小颠簸并保证平稳行驶;二是高速行驶时车高控制功能,即汽车高速行驶时操纵稳定性变得恶化,此时降低车高有助于抑制空气阻力和升力的增加,提高汽车直线行驶的稳定性的;三是停车时车高控制功能,即乘员下车后自动降低车高有利于改善汽车整体外形,并便于在车库中存放。

1-3-2 车身悬架电控调平的控制系統

图 1-7 示出了电子悬挂系统的示意图,控制单元 ECU,由 I/O 接口、CPU 减振器执行机构驱动电路和存储器等组成,CPU 多为 8 位单片机。