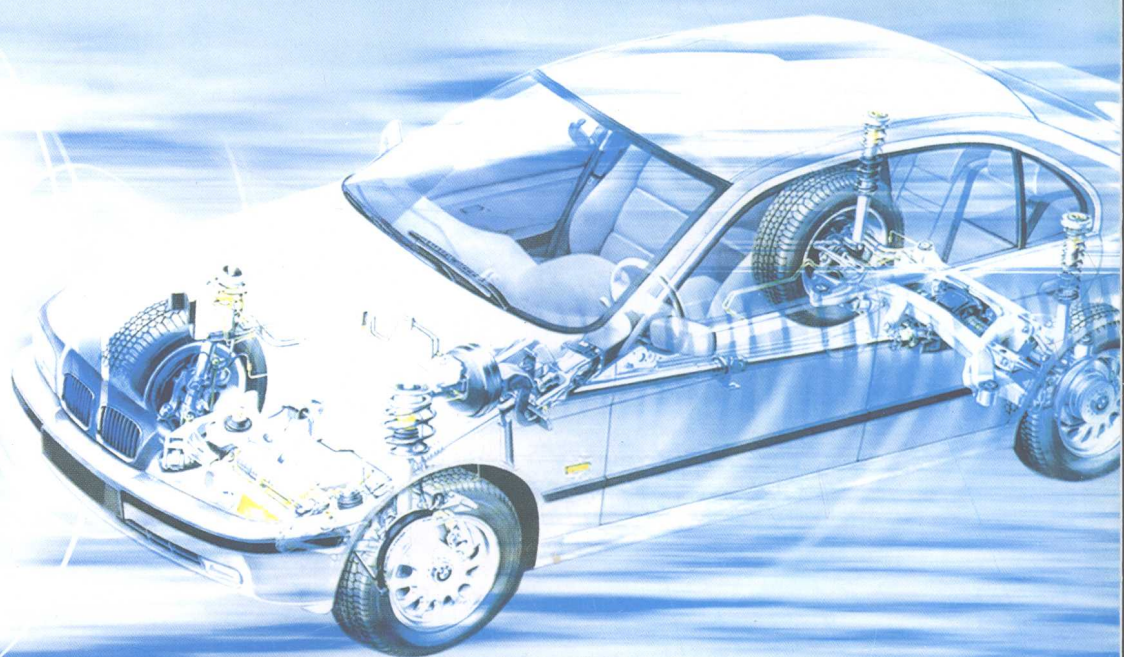


“汽车先进的整车与总成开发技术跟踪和研究”

研 究 报 告

（第二期）



中国汽车技术研究中心
汽车先进的整车与总成开发技术跟踪和研究 课题组
2007年9月

“汽车先进的整车与总成开发技术跟踪和研究”

研 究 报 告

(第二期)

编撰人员:

周 荣	郭千里	潘建亮
孟 岩	徐大伟	曹中义
鲁守卫	潘增友	李新波
陈海峰	夏青松	袁庆强
李 征		

中国汽车技术研究中心

汽车先进的整车与总成开发技术跟踪和研究 课题组

2007 年 9 月

目 录

1	汽车安全技术发展跟踪研究.....	1
1.1	主动安全技术.....	1
1.1.1	制动系统.....	1
1.1.2	牵引力辅助系统.....	3
1.1.3	悬架和转向系统.....	4
1.1.4	驾驶者的视野.....	5
1.1.5	驾驶者控制和显示装置.....	6
1.1.6	盲点预警系统.....	6
1.1.7	胎压监测系统 (Tire Pressure-Monitoring)	7
1.1.8	智能后视镜 (Smart Side-View Mirrors)	7
1.1.9	智能汽车的发展.....	7
1.1.10	耐久性.....	9
1.1.11	人机工程学.....	9
1.2	汽车被动安全技术.....	10
1.2.1	乘坐舱的设计.....	10
1.2.2	安全带.....	10
1.2.3	儿童安全.....	11
1.2.4	安全气囊——安全带的辅助安全装置.....	11
1.3	汽车碰撞试验.....	12
1.3.1	计算机碰撞模拟.....	12
1.3.2	障壁碰撞试验.....	12
1.4	行人安全保护.....	13
1.5	总结.....	14
1.5.1	集成化.....	14
1.5.2	智能化.....	14
1.5.3	系统化.....	14
2	汽车变速器技术发展跟踪.....	15
2.1	全球汽车变速器技术状况与发展趋势.....	15
2.1.1	汽车变速器类型.....	15
2.1.2	MT 技术.....	15
2.1.3	HMT 技术发展动向.....	16
2.1.4	AMT 技术发展动向.....	22
2.1.5	CVT 技术发展动向.....	23
2.1.6	双离合变速器 (DCT) 技术发展动向.....	30
2.2	重型汽车变速器的结构与技术特点.....	31
2.2.1	国外重型汽车变速器的结构特点.....	31
2.2.2	机械式重型汽车变速器的技术特点.....	32
2.2.3	中国汽车变速器的发展趋势.....	34
3	2020 北美汽车用镁合金发展愿景.....	36
3.1	使用镁合金的好处.....	36
3.2	汽车镁合金目前应用比例及 2020 年愿景比例.....	36
3.3	有利于镁合金应用的社会环境.....	37

3.4	长期以来制约镁合金在汽车上应用的因素	37
3.5	汽车应用镁合金件现状	38
3.6	镁合金冲压、挤压、锻造工艺前景	39
4	2007 镁在汽车上的应用	40
4.1	镁与镁合金特性及汽车应用出发点	40
4.2	镁合金在当今汽车上的典型应用	40
4.3	制约镁合金在汽车上应用的重要因素	43
5	世界汽车排放标准的发展现状和趋势	44
5.1	欧洲汽车排放标准	44
5.2	美国排放标准	46
5.2.1	联邦标准	46
5.2.2	加州标准	49
5.3	我国汽车排放标准发展现状	52
5.4	我国汽车排放控制发展趋势	54

1 汽车安全技术发展跟踪研究

汽车安全是汽车设计的重要内容，也是人们最为关心的问题之一。

目前，各大汽车厂商都在提高燃油经济性，并在降低汽车排放的同时，努力提高汽车的安全性。本文不仅从汽车的主动安全技术、被动安全技术以及碰撞试验三方面系统地介绍了汽车安全技术，而且也从驾驶者的角度介绍了关于汽车安全方面的知识和人为因素，从而使交通安全真正把握在我们自己手中。

汽车安全直接关系到人民生命的安全和财产的损失。汽车发展的历史同时也是汽车安全性能不断提高的历史。目前，各国都在努力降低交通事故的伤亡率，并且已经取得了显著效果。各主要发达国家每亿车公里死亡人数都在 2 人以下，1995 年美国每亿车公里死亡人数仅为 1.1 人。2000 年之后，许多先进技术被引入汽车安全设计。各大汽车厂家也在提高燃油经济性，并在降低汽车排放的同时，越来越多的注重提高汽车的安全性能，从而将更加安全的汽车带入 21 世纪。

1.1 主动安全技术

被动安全技术和主动安全技术是保证汽车乘员安全的重要保障。

过去，汽车安全设计主要考虑被动安全系统，如设置安全带、安全气囊、保险杠等。现在汽车设计师们更多考虑的则是主动安全设计，使汽车能够自己“思考”，主动采取措施，避免事故的发生。在这种汽车上装有汽车规避系统，包括装在车身各部位的防撞雷达、多普勒雷达、红外雷达等传感器、盲点探测器等设施，由计算机进行控制。在超车、倒车、换道、大雾、雨天等易发生危险的情况下随时以声、光形式向驾驶者提供车体周围必要的信息，并可自动采取措施，有效防止事故发生。另外在计算机的存储器内还可储大量有关驾驶者和车辆的各种信息，对驾驶者和车辆进行监测控制。例如，根据日本政府“提高汽车智能和安全性的高级汽车计划”，由日本丰田公司研制成功的“丰田高级安全汽车”即具有驾驶者困倦预警系统、轮胎压力预报系统、发动机火警报系统、车前灯自动调整系统、拐角监控系统、汽车间信息传输系统、道路交通信息引导系统、自动制动系统、SOS 停车系统、灭火系统，以及各向气囊系统等，其中有些单项设备已投放市场。

1.1.1 制动系统

1. 盘式制动器

60 年代汽车工业引进盘式制动器给汽车制动技术带来了飞跃性进步。盘式制动器不仅能提供更短的制动距离，而且在各种制动条件下都具有更加连贯的制动性能。现在，许多汽车制造商都提供 4 轮盘式制动器，而且现在的盘式制动器具

有更强的制动性能。

盘式制动器设计的内在优点是能够有效散发制动过程中的摩擦热。在强烈制动时，制动衬垫和旋转制动表面产生的摩擦热若得不到有效冷却，将导致制动力减弱，此时驾驶者必须加大踩踏制动踏板的力度，否则将导致制动距离增长，从而增加了发生事故的可能性。采用盘式制动器，由于旋转表面暴露在空气中并直接被通过的气流冷却，因此，由摩擦产生的热量能够得到有效的冷却。同时，当旋转表面因摩擦产生的热量而膨胀时，制动衬垫仍然自由悬浮在机架内，从而使制动衬垫和旋转表面保持最小的距离。

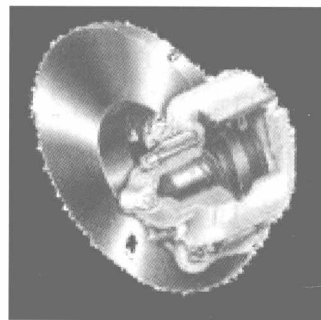


图 1.1 盘式制动器

2. ABS、BAS、EBS 和 ASR

自 80 年代后期以来，汽车技术的最大成就之一，就是汽车制动防抱死系统（Anti Blocking System，简称 ABS）的实用并在此基础上发展了制动辅助系统 BAS、电子制动系统 EBS 和驱动力调节装置 ASR。

ABS 系统对于汽车在各种行驶条件下的制动效能及制动安全尤为重要，特别是紧急制动，能够充分利用轮胎和路面之间的峰值附着性能，提高汽车抗侧滑性能并缩短制动距离，充分发挥制动效能，同时增加汽车制动过程中的可控性。ABS 由传感器、液力调制器总成和微电脑组成。当车轮抱死时，信号由传感器传递至微电脑，经过判断后给液力调制器发出减小制动压力的指令，制动蹄放松，车轮滚动；继续制动，压力增加，抱死后又重复上一过程，如此反复，直到车轮完全停止转动。

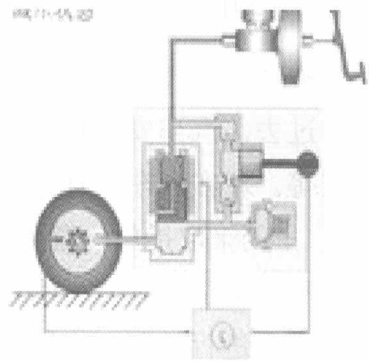


图 1.2 制动防抱死系统

ABS 能缩短制动距离，并能防止车辆在制动时失控，从而减少事故发生的可能性。但如果采用点刹的办法或制动不够有力，车轮就不会被抱死，ABS 就没有机会发挥作用，从而达不到预期的效果。为此，汽车工程师们设计了制动辅助系统 BAS（Brake Assist System），即让现有的 ABS 具有一定的智能，能测出驾驶者的紧急制动并让 ABS 工作。BAS 分机械式和电子控制式两种。机械式 BAS 实际上是在普通制动加力器的基础上稍加修改而成，在制动力量不大时，它起到加力器的作用，随着制动力量的增加，加力器压力室的压力便增大，启动 ABS。电子控制式 BAS 的制动加力器上有一个传感器，向 ABS 控制器输送有关踏板行程和移动速度的信息，如果 ABS 控制器判断是紧急制动，它就让加力器内一螺线阀门开启，加大压力室内的气压，以提供足够的助力。

传统的汽车制动系统管路长，阀类元件多。对于长轴距汽车或多轴汽车或汽

车列车来说，气体传输路线长，速度慢，常产生制动滞后现象，导致制动距离增大，安全性能降低，而且制动系的成本也比较高。如果将制动系的许多阀省去，制动管路以电线代替，用电控元件来控制制动力的大小和各轴制动力的分配，便是汽车的电子制动系统 EBS (Electronic Braking System)。ABS 的制动系可以沿用传统的阀类控制元件，而 EBS 则是完全的电控制动系统。EBS 可以实现 ABS 的功能，只需在 EBS 的控制器里设计相应的防抱死程序就行了。汽车制动系统的电子化，还容易与其它电控系统结合在一起，如汽车发动机燃油和点火的控制、主动或半主动悬架、自动换档和防碰撞系统的控制等，为汽车实现电子化提供了良好条件。此外，EBS 还具有监控作用。在汽车起步、匀速或加（减）速过程中，电子控制器还可监视各车轮的速度或加速度，一旦发现某一车轮有打滑趋势，便可对打滑车轮实现部分制动，使其它车轮获得更大的驱动力矩，以便顺利起步或加速。同时 EBS 还容易实现系统的故障自动诊断，随时将制动系统的故障通过警报系统报告驾驶员，以便及时进行修复，从而保证行车安全。

驱动力调节装置 ASR (Antispin Regulator) 主要用来防止汽车在起步、加速时车轮的滑转，保证汽车的加速过程中的稳定性并改善在不良路面上的驱动附着条件。驱动力调节装置又称电子防滑系统，它还可以使无差速锁的汽车在冰雪路面和泥泞道路上起步并改善其通行能力，还可能防止在车速较高并通过滑溜路面又转弯时汽车后部的侧滑现象。总之，由于 ASR 防止了车轮的滑转，便可最大限度地利用发动机的驱动力矩，保证汽车有足够的纵向力、侧向力和操纵力，使汽车在起动、转向和加速过程中，在滑溜和泥泞路面上和在山区上下坡过程中都能稳定地行驶，既可保证行车安全，减小车轮磨损和燃油消耗，又能改善汽车的驱动性能。ASR 往往是 ABS 或 EBS 的扩展，并共用它们的部件装置。

1.1.2 牵引力辅助系统

牵引力辅助系统是建立在 ABS 的功能基础上的，它使 ABS 不仅在制动过程中维持牵引力的控制，而且在加速过程中也能发挥牵引力控制的作用。它的基本组件与四轮 ABS 的相同。

与 ABS 在制动过程中通过释放制动压力的办法来防止车轮抱死的情况相反，牵引力辅助系统在加速时向驱动轮施加制动力来防止车轮的滑转。通过增加 ABS 计算机的逻辑线路，使它能够比较驱动轮和非驱动轮的速度。当一个或两个驱动轮的旋转与非驱动轮相比变得越来越大时，意味着它们开始滑转，则计算机立即向正在滑轮的轮发出采取制动措施的指令。

牵引力辅助系统提高了汽车的加速性能和在滑溜路面的可控性，而且提高了汽车在冰雪路面上的爬坡能力。无论何时，只要驾驶者应用制动装置或车速超过 25 英里/小时，牵引力辅助装置便自动脱开。现在，正在研制的下一代牵引力辅助

系统将在所有的速度下都能运行。随着先进的电子技术的发展，发动机的功率也将根据制动状态的需要而自动增大或缩小。

1.1.3 悬架和转向系统

新的悬架系统是随着计算机技术在车辆三维构型模拟中的应用来满足顾客对转向、操纵性、乘坐舒适性和其他性能的要求而产生的。

计算机程序用于求解在多年经验基础上建立的方程式。在这些方程式中包括许多要考虑的因素，例如车辆的长度和宽度、前后轮胎的重量分配、轮胎的尺寸和型号以及悬架配件间的相互影响等。计算机辅助设计使按照每辆车的设计单独定做的悬架组件成为现实。例如，可以根据车型的不同采用不同形式缠绕的螺旋弹簧，包括圆柱形、圆筒形以及锥形等型式。最终选择的弹簧设计将提供在乘坐、操纵以及乘坐空间的最好平衡。

转向系统是控制汽车行驶方向的关键，为了使驾驶者能轻松地进行方向控制，汽车上都装有助力转向装置，以达到减小驾驶者转向所需的转向力。不仅如此，在有些现代汽车上还装备有速度控制动力转向，从而进一步增加了汽车方向的可控性。

1. 电子控制悬架

悬架的电子控制系统能够根据汽车的瞬时驾驶条件自动调节悬架组件的性能，即通过各种传感器对汽车的运行状况进行检测，当车载计算机收到传感器检测到的转向和制动状况信号后，能自适应地处理车辆的侧倾、前后仰，并自动调整减振器阻尼力的控制系统。它能防止车体倾斜并提高车轮的地面附着力。其结果是使汽车更易于控制，具有更好的操纵响应性。

● 气动弹簧

在不同的搭载条件下，如拖拽一个拖车装置或增加行李或乘员，气动弹簧能够自动保持一贯的车辆乘坐高度。一个高度传感器对乘坐基准高度进行测量，当需要时，空气压缩机通过对气动弹簧进行充气或放气维持自动调节以保持车辆的乘坐高度。其结果是提高了操纵性和汽车大灯照明的连贯性。

● 双阻尼缓冲装置

这一具有创新意义的系统能够在瞬间完成车辆驾驶由软到硬的变化，从而进一步提高汽车的可控性。采用先进技术的传感器装置对驾驶者的转向、制动和加速进行监测。在快速加速、强烈制动和打弯的过程中，该系统将自动将缓冲装置转换到“坚固”设置，以减轻在非此状态下经常出现的汽车的升浮、栽头或横向摇摆的程度。其结果是使汽车具有更好的可控性。

2. 速度控制动力转向

自从 1950 年以来，动力转向装置就开始在汽车上装备，以使汽车停放和低速

行驶时的调动更加容易。而现代汽车上应用的速度控制转向提供了根据汽车的速度自动调节转向力的特性。它由电子装置控制，在低车速情况下，动力辅助转向提供较大的动力辅助，使汽车停放和市区路况下行驶所需的转向力最小；当车速提高时，通过速度传感器的判断，电子控制的动力转向辅助力精确地逐渐减少，随着动力转向辅助力的减少，驾驶者需施加的转向力逐渐增大，增加了大公路速度下驾驶者与道路的“交流”，并减少了高速行驶时意外动作造成汽车行驶方向错误的可能性。

车速自动控制系统（Cruise Control 或 Electronic Speed Control）是一种车速电子自动控制系统，当行车速度在 40 公里/小时以上时，该装置可自动保持以某一恒定速度行驶而无需踩加速踏板。由于电子系统能准确地控制车辆的设定工况，从而使高速行驶的车辆运行更加安全、平稳、特别适用于现代高速公路上的行驶车辆。

该系统由速度控制模块、真空控制伺候机构及操纵开关组成。它由操纵机构输入控制指令，通过速度控制模块 PCM(Power Control Module)及真空伺候系统调整并反馈发动机节气门工作状态，从而达到调整和稳定车速的目的。配装有速度控制装置的汽车，一般在驾驶室内有 3 至 4 个控制开关：

- CRUISE 或 ON / OFF（主开关），车速控制系统启闭开关。
- RES / ACC（恢复 / 加速），恢复车速控制功能或提高车速设置。
- SET / COAST 或 SET / DECEL（设置 / 减速），设置记忆车速或降低设置车速。
- CANCEL（取消），取消速度控制功能。

3. 一体化底盘控制系统

新型一体化底盘控制系统的功能，就是让驾驶员在急速行驶或转弯的汽车中不会撞得头破血流或被甩出车外。通过中央底盘控制器，将制动、悬挂、转向、动力传动等控制系统进行“电子化连接”，通过复杂的控制运算，对各个系统进行协调，使车辆整体性能和稳定性达到最佳水平，减少颠簸和快速转向时离心力造成的冲撞。

1.1.4 驾驶者的视野

好的视野，无论是汽车前/后窗的直接视野还是后视镜的间接视野，都是安全驾驶的首要因素，因为驾驶者在驾驶过程中需要观察各个方向发生的事情，以避免问题的出现。

内部和外部后视镜是良好间接视野所必需的。通过对后视镜尺寸和安装位置的仔细考虑，能够向驾驶者提供合适的后视视野——在不产生新的盲区的情况下能够观察到由汽车本身产生盲区。可加热后视镜能够在不利的天气条件下帮助镜面

保持清洁，前侧窗防雾装置能够让驾驶者清楚地通过侧窗观察后视镜，同时，防眩镜能够帮助减少夜间对面驶来车辆造成的眩目的灯光。增加直接视野的措施包括槽、风窗玻璃防雾器以及可加热后窗等。

照明系统是保证驾驶者在夜间行车时获得良好视野的保障，但照明问题往往是夜间行车会车时引起交通事故的主要原因。具有远光和近光设计的前大灯能在不同的夜间行车的条件下向驾驶者提供清晰的可见度。前大灯的灯光输出和模式设计能够在不造成迎面驶来车辆和前导车辆不舒适的情况下向驾驶者提供前方道路情况的清晰视野。近光灯模式发射的灯光能够在不引起其他车辆驾驶者过度不舒适的情况使驾驶者看到路况、其他车辆、路侧标志以及行人。远光灯是为开放道路驾驶条件而设计的，它发射的灯光能够照到更远的路面，而且车辆左右的灯光强度更加对称。虽然可以在会车时将远光切换到近光，但骤然的变化会引起驾驶者短暂的视觉失控，无法辨认障碍物，即所谓的“黑洞效应”，是引发交通事故的重要原因。最近，国外有些汽车厂家研制出了紫外线大灯，据说可以很好地解决这个问题。

1.1.5 驾驶者控制和显示装置

出于安全驾驶的需要，驾驶者必须持续注视道路的情况，因此，各大汽车厂商都对各种控制和显示装置的尺寸、型式、感觉和功能进行精心设计，以使驾驶者能够轻易地操纵和可视，这越来越成为原型车设计和测试阶段所要考虑的重要因素。

美国福特公司最近发明了一种光学系统，能使驾驶员免除不时观看汽车仪表盘的麻烦。这些仪表将被一块仿佛漂浮在汽车迎面玻璃前 3 米左右的显示屏所代替。这个效果的取得是借助安装在刻度仪表盘上的一个特殊仪器，它能将驾驶员所需的情况，以数字的形式投射到汽车迎面玻璃内安装的“全息摄影镜”上。该镜只反射蓝、绿两种颜色的光线，其余光线均可穿透，因而驾驶员只能看见明亮的蓝、绿色数据，这就是造成一种幻觉，好象它就在汽车前方某个地方浮动，镜子不会妨碍驾驶员对路面的观察。设计人员认为该系统使交通更为安全，因为驾驶员不再需要一会儿看仪表，一会儿看公路了。

目前，还在研制并开始初步实施一种可移动刹车和制动踏板即它们的位置可由驾驶移动，这样，驾驶者就可以将座椅移动到更加舒适的位置，更方便地控制方向盘和其他控制装置。

1.1.6 盲点预警系统

由 A 柱、B 柱等设计上所造成的视觉“盲点”容易引致交通事故。若车主在驾驶时可以“眼观六路”，可有效降低交通事故率。如通用汽车示范运行的一批拥

有“第六感”的汽车。通过配备简单的天线、计算机芯片和全球定位系统技术等车载通讯设备，该汽车就可以敏锐感知 400 米内其他车辆的所在位置。



图 1.3 盲点预警系统

1.1.7 胎压监测系统 (Tire Pressure-Monitoring)

此系统可以单独的工作，也可以和 ABS 系统结合使用，监测轮胎的胎压。当压力低于安全范围时会给予报警。据统计，50 起交通事故中，就有 1 起是因为轮胎保养问题导致的。NHSTA 提供的数据表明，四分之一的轿车和三分之一的轻型卡车，轮胎胎压处于不正常的状态。这套系统在高档轿车中已经广泛使用，在美国，2007 年，胎压监测系统将是轿车的标准配置。



图 1.4 胎压监测系统

1.1.8 智能后视镜 (Smart Side-View Mirrors)

这种智能后视镜通过传感器来扫描临近的车道，为驾驶员提供安全的变道时机和安全提示，如果变道时妨碍其它车辆的行驶或比邻它车辆过近，它会报警提醒驾驶员注意安全。同时，这种智能后视镜也会提醒司机不要临近便道或闯入其它车道。

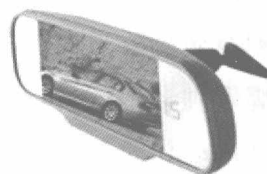


图 1.5 智能后视镜

1.1.9 智能汽车的发展

智能汽车技术的发展是随着智能运输系统 ITS 的发展而发展的。

目前，欧、美、日等技术发达国家均开展此项目的研究工作。各国按照各自的实际情况进行，其共同特点是，首先由政府出面参加研制，协调好各部资金的筹措和资金的使用管理。其次，着眼于未来，制订长远的研制发展实施规划。

与安全有关的智能汽车研制项目包括：

1. 危险警告系统

能够防止由于车辆偏离相应的行驶路线引起的碰撞或交通事故。该系统能够通过路侧和车载传感器装置快速收集有关车辆临近区域的车辆位置和移动信息，以及车辆前方影响行驶的障碍物。当系统检测到可能发生危险时，包括车辆偏离行驶车道、两车的距离或行驶速度不合理、车辆行驶前方有障碍物等，该系统发出警告，以帮助驾驶者正确地驾驶汽车。

2. 驾驶辅助系统

能够防止由于车辆偏离相应的行驶路线引起的碰撞或交通事故。该系统通过在前述的危险警告系统中加入自动控制功能来帮助驾驶者对汽车的操控。当系统认为检测到的情况危险时，包括本车或临近区域车辆出现问题以及有障碍物等，该系统的自动车速和转向控制装置以及制动装置便发生作用。

3. 碰撞规避系统

利用装备在车辆上的控制装置，如超声波传感器、红外探测器等对车辆的临近区域进行探测，当遇到危险时向驾驶者提供警示或自动采取相应措施。严格地说它是上述两个系统的进一步发展，它包括：

● 纵向避撞

有助于防止车辆之间、车辆与其他物体或行人之间正面或尾部的碰撞。该系统有助于减少碰撞的数量及减轻受损程度，它包括对潜在或临近碰撞的探测，提醒驾驶者采取即时规避动作并临时性控制车辆。

● 侧向避撞

有助于防止车辆偏离行驶车道引起的侧面碰撞。该系统为改变车道与驶离道路和车辆碰撞警示与控制，有助于两辆或多辆汽车以及驶离道路的单辆汽车减少侧碰事故。在改变车道时，现场显示器能够连续地监视车辆盲点，驾驶者能够得到有效的临近碰撞警示。根据需要，能够很快地采取自动控制。警示系统还能提醒驾驶者临近的道路交叉口、帮助车辆免于偏离行驶车道，最后在危险状况下提供自动导向及油门控制。

● 道路交叉口避撞

有助于防止车辆在道路交叉口的碰撞。该系统在车辆驶近或穿越一处于交通控制（如停车信息或其他交通信息）的道路交叉口时，为驾驶者提供迫近碰撞警报。当交叉口车辆合法通行车道视野不清时，该系统还能为驾驶者提供警示。

● 视觉强化防止碰撞

改善驾驶者观察道路及道路上或道路旁物体的能力。视觉强化将有助于驾驶者避免与其他车辆或道路上物体相碰撞，也能使驾驶者遵守交通标志及交通信号。该系统要求具备车载探测潜在危险的设备、对危险信息进行处理并且以对驾驶者有帮助的方式显示信息。

4. 监测系统

用对驾驶者、车辆和道路状况进行监测并提供警示。车载设备将以不易察觉的方式监测驾驶者状态，在驾驶者困乏或其他身体不适的情况下提出警示。另外，该系统也能对车辆关键部件进行监测，当可能发生功能障碍时向驾驶者发出警报。车载设备还以探测不安全的道路状况，如桥面结冰、路面积水，并向驾驶者发出警示。

5. 自动驾驶公路系统

自动驾驶公路系统是智能运输系统的一个长远目标。它包括公路基础设施信息收集系统、路一车通信系统、车一车通信系统、障碍物检测系统、危险警告系统、加速/偏航和间距检测和控制系統、车辆横向/纵向控制系统、自动回避碰撞系统、微机控制节气门系统、微机控制转向机构、微机控制制动系统、人机交互计算机等。它创造了一个几乎没有事故的驾驶环境，能够显著提高汽车的安全性。

除了上述主动安全设施外，汽车的主动安全措施还包括提高车辆本身的耐久性、汽车的人机工程学以及如何提供一个舒适的驾驶环境等。

1.1.10 耐久性

按照汽车操纵特性最佳化进行悬架和制动系统设计只是设计工程师面对的挑战的一部分，同等重要的另一个挑战是所设计的系统要有足够的耐久性，以便在汽车整个使用期内都能提供安全性和舒适性。

因此，世界各大汽车厂商都在汽车设计改进阶段进行耐久性试验，即在尽可能坏的路况和速度条件下进行耐久性循环试验。这种几乎具有虐待性质的路段（通常为 30 公里左右）包括坑洼路、扭曲路、卵石路、长波路、短波路、比利时路以及搓板路面等。通常，较大汽车制造厂家的这种循环试验要反复 400 次以上，而警用汽车要保持 800 次这种循环试验。但是，并不是所有的测试都是在实际跑道中获得的。更多的信息是早在设计阶段通过道路测试获得的。通过在每个车轮上装备液力压头，模拟装置能够模仿路面状况和颠簸力。模拟装置能够 24 小时连续运行，而且能够在检测到失败设计的任一点停下来。这样，就能帮助设计人员在最终道路测试前进适当的改进。

1.1.11 人机工程学

驾驶者的操作行为是各大汽车厂商进行安全设计所考虑的另一关键因素。

以人机工程学、对人本身和他们环境的相互影响为基础进行设计，从而提供更加“可驾驶”的车辆。

汽车内饰设计所面临的一个挑战是如何在处理最高的男性驾驶者和最矮的女性驾驶者间多达 1 英尺的差异，例如，驾驶者的座椅必须有足够的移动行程，以便使高大的男性驾驶者和女性的驾驶者能方便地操纵制动和加速踏板。另外，后视镜的设计和安装位置、控制装置、显示器、方向盘以及安全的设计都要考虑身材高大者和身材矮小者的使用。

与以往仅仅把人塞进汽车相比，现代汽车内饰的设计更多地考虑驾驶舒适性，例如，座椅的设计就是减少驾驶者疲劳的一个关键因素。座椅的设计必须适合长途旅行，并且要在不产生阻碍血液循环的压迫点的情况下提供足够的支撑。

1.2 汽车被动安全技术

随着科学技术的发展，汽车主动安全技术将在交通安全中起着越来越大的作用。但尽管如此，仍然不可避免地会发生意外情况，此时，汽车被动安全技术将是避免乘员受伤或残废的唯一保障。汽车被动安全技术主要包括：

1.2.1 乘坐舱的设计

环绕乘员周围的车体结构设计的目的是在车辆发生碰撞时限制车体的变形，减少乘员受伤的风险，车体设计的一系列特征都以实现这一功能为目的，如“防撞压损区”、车门防护梁以及车顶加固物、汽车门锁等。

乘坐舱的设计首先要考虑对碰撞能量的吸收。在车体结构中设计防撞压损区就属于此种设计。当防撞压损区发生挤压变形时，它可吸收能量并帮助减少乘坐舱的变形。这样，就通过减小作用于乘员的作用力而显著提高了乘员避免一系列严重受伤的机率。另外，还可在防撞压损区内设置触发点，用于在发生前/后碰撞时提供一个渐进的和可控的压皱区。现在，防撞压损区的设计都是在计算机的帮助下进行的，因此，可以获得各种变形的防撞压损区。甚至在车体结构中故意加入一些孔洞，从而使压皱在预先设计的点开始。

其次，乘坐舱的设计还要考虑碰撞发生时保持乘坐舱的完整性，避免乘员受到挤压和冲击。汽车侧面、地板以及侧车门的加强设计即用于抵抗侧面碰撞时车体的变形，此外，车门内还安装有钢制防护梁和吸收能量的泡沫状物，它们与坚固的门铰链和门闩一起，进一步分解抵消侧面碰撞的碰撞力。汽车门锁的设计用于发生事故时保持车门处于关闭状态，以保持乘员呆在车内，防止乘员弹出。

通常，在发生正面碰撞时，驾驶者最易受到伤害，因为他可能遭受发动机和转向柱后移造成的冲击。为此，现代有些汽车上将转向柱设计成缩进式，即当转向柱的两端受到撞击力碰撞过程中履机的移动撞击方向盘底部或乘员向前俯冲撞击方向盘时，它能够折叠起来。这样，就通过限制转向柱冲出撞击驾驶者和减小驾驶者与方向盘接触产生的作用力，为驾驶者提供了额外的保护功能。

1.2.2 安全带

安全带是 50 年代开始作为选装件装备汽车的，但直到现在，它仍然是最基本的乘员保护装置。它的作用在于能够在正面碰撞、后面碰撞、有角度碰撞以及翻车事故发生时防止乘员从座位上甩出，帮助乘员减少受伤的风险。

现在，在安全带的设计过程中引入了许多先进技术，从而使今天的工程师能够根据车辆的构型对安全带系统进行设计。安全带系统的重要部分——安全带收缩装置总成——可以根据车辆的设计而有不同的变型。安全带收缩装置的首要目的是

发生碰撞或强烈制动的过程中将安全带锁紧在恰当的位置，在不使用安全带时贮存安全带。根据车辆的设计，还可以增加一些附加的功能，以增强性能或提高便利性。例如紧急锁紧装置，一正常的驾驶过程中，膝/肩部安全带的紧急锁紧式伸缩装置允许安全带随着乘员一起移动，从而使安全带的使用能够紧贴合身，而且舒适。当车辆快速减速时，伸缩卷筒锁止，从而使卷绕在卷筒上的安全带也锁止。还有一些车辆的伸缩装置采用“抓钳”装置来抓住安全带。

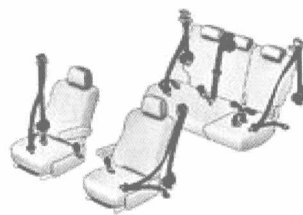


图 1.6 汽车安全带

1.2.3 儿童安全

儿童安全一向是汽车安全设计所要考虑的重要方面。

安全带在儿童安全方面起着非常重要的作用，但儿童用安全带必须和儿童安全座椅一起进行特殊的设计，以满足儿童身材的需要，并使他们能够持久、直接地绑缚在车辆座椅结构上。毫无疑问，儿童安全座椅是保证儿童正确绑缚安全带的必要保障。事故统计数字表明，当儿童坐在位于后排座的儿童安全座椅上时，他们能够得到最好的保护。

在对儿童乘员保护装置进行设计中，一个主要的挑战是儿童并不是成年人身材的简单缩小。儿童身材的比例与成年人有很大差别，例如，与成年人相比，相对于身体而言，儿童的头部偏重，因此，必须考虑在碰撞过程中其颈部所承受的力。目前，假人技术的进步为在测试过程中收集更多的数据提供了机会。

1.2.4 安全气囊——安全带的辅助安全装置

安全带是最基本的乘员保护装置，现在，为了提高对乘员的保护效果，汽车工程师们又为安全带配备了一种补充装置——安全气囊，从而大大降低了中等至严重正面碰撞时乘员受伤的风险。

安全气囊的结构主要由传感器、气体发生器、气囊系统三大部分组成，它只能在足够大的减速度的碰撞中爆发（充气），而且只能使用一次，不能重复使用。传感器检测汽车发生碰撞时的车速、冲击参数；气体发生器根据传感器指令释放高压气体，或引爆固体燃料，瞬时产生高压氮气或氩气并迅速向气囊充气，使气囊膨胀，从而达到保护乘员的目的。另外，安全气囊还有一些排气孔，使安全气囊撞到乘员时压力有所减小，以达到缓冲效果。安全气囊的设计是在发生前端撞车事故时避免乘员的头部、颈部和胸部强烈撞击在仪表盘、方向盘或挡风玻璃上。在后面碰撞、翻车或大多数侧面碰撞的情况下，它不会被引发。安全气囊的引发条件等同于一辆车以 13 到 23 公里/小时的速度撞在坚硬的墙壁上。

大多数气囊系统都在车辆的前端附近装备一个或更多的传感器，在乘坐舱附

近安装“安全”传感器。前端传感器和安全传感器必须同步对引发安全气囊的碰撞进行检测。这样,就能防止由于轻微碰撞引发不必要的安全气囊爆发。在传感器的内侧,一个镀金的钢球被磁性物质吸附在一个短管尾端的适当位置。在前面碰撞中,钢球挣脱磁性束缚并沿着管路向两个电触点移动。如果碰撞达到足够的强度,给钢球以足够的能量达到触点,则构成引发回路,气囊被引发。可以说,车用安全气囊是新近发展起来的最有效的被动安全装置,在碰撞事故中显示出对乘员的巨大的保护功效。据美国有关部门统计,自80年代后期引用安全气囊到1997年11月1日,安全气囊已经挽救了2620人的生命。可以预测,随着安全气囊的应用愈来愈普遍,它将挽救更多人的生命。

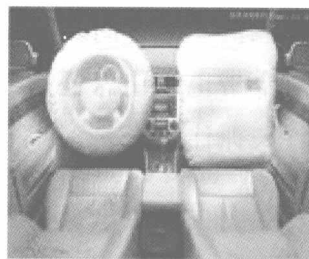


图 1.7 汽车安全气囊

1.3 汽车碰撞试验

碰撞试验是汽车设计人员了解碰撞过程、掌握有关碰撞的设计数据、改进汽车安全设计的重要手段。

现在,随着计算机技术的不断发展,汽车碰撞试验能够通过计算机进行模拟,从而使汽车工程师已能够在真实碰撞前对汽车的安全性进行改进,设计出更加安全的汽车,从而减少汽车真实碰撞的费用和时间。

1.3.1 计算机碰撞模拟

汽车结构组件的测试可在能量管理系统或汽车碰撞器上进行,在该系统中,汽车碰撞过程的速率是可以控制的。以缓慢速度进行的碰撞过程能够让汽车工程师深入了解汽车在碰撞过程是如何损坏的,以及在哪一部分发生了变形。利用这些信息就可开发出汽车前端、后端和侧部结构以及各个独立的结构部件的计算机模型。

而后,利用复杂的计算机程序将车辆结构有限元数学模型和车辆内部及测试假人结合起来。这样,该整车数学模型就可在计算机上进行模拟碰撞试验,以此研究在下面和侧面碰撞中车辆整体设计与测试假人间的相互影响。与真实碰撞试验相比,采用计算机模拟技术能够更快、更经济地发现汽车设计中的缺陷,进而改进汽车的设计。

1.3.2 障壁碰撞试验

因为真实碰撞试验能够暴露更多的问题,因此,尽管利用计算机模拟技术可对很多汽车设计缺陷进行改进,但它仍不能完全替代真实的碰撞试验。所以,世界各大汽车厂商都在计算机模拟碰撞试验对车辆进行改进的基础上,投入大量的

财力进行障壁碰撞试验。如福特汽车公司仅在芝加哥的 Dearborn 障壁碰撞试验场就每年投入 450 辆车，为新车的开发进行碰撞试验。

汽车碰撞试验要在各种不同的条件下进行，利用假人和各种传感器装置收集碰撞数据，如以约 50 公里/小时的时速撞击固定障壁，对假人受伤情况、挡风玻璃破碎情况和燃油系统的完整性进行测试；用可移动障壁撞击汽车的尾部来收集相关数据等。

在汽车碰撞试验中，假人起着关键作用。为了准确掌握碰撞中各种乘员的受伤情况，各大汽车厂商都制造了各种型式和尺寸的假人，包括胖壮的男性和纤小的女性以及六个月大的婴儿。例如，美国福特公司就在芝加哥 Dearborn 试验场使用了 120 个各种类型的假人。

碰撞试验用的假人身上都装备有各种传感器和导线，以收集传输试验数据。汽车工程师利用这些数据和汽车/假人高速摄影胶片对碰撞过程中假人的情况和车辆性能进行评估。正面碰撞用的试验假人用于测量身体关键部位，如头部、颈部、胸部、大腿/小腿和骨盆部的加速度和所受的力。侧面碰撞用的假人用于侧面碰撞柔顺性的测试，以及提供胸部和骨盆部加速度的测量数据。目前，各大汽车厂商还正在积极研制更为先进的假人技术，以便对真实碰撞试验进行更深入的研究。

1.4 行人安全保护

特别要指出的是，现代汽车的安全技术大都忽略了现代汽车对外部人员（指行人、自行车和摩托车乘员）的保护措施，这样一旦发生汽车撞人事故，车内车外都是同等无价的生命。因此被动安全性必须要考虑两方面的问题：一个是汽车外部安全性，它包括一切旨在减轻事故中汽车对外部人员的伤害而专门设计与汽车有关的措施。例如塑性保险杠、凹进式流水槽，内藏式门把手，减少凸出物体、物体外形采用园弧形，增大点接触面，等等。另一个就是生产厂家十分强调的汽车内部安全性，它包括一切旨在减少在事故中作用于车内乘员的冲击力，事故发生后能提供足够的生存空间而专门设计的防范措施。例如车厢的变形程度，乘员的生存空间尺寸，约束装置（安全带）、转向装置，乘员的解救等。其中车厢的变形程度是重中之重，设计者要分析当汽车受到撞击时冲击力的分解走向，车厢各部件的承受强度。据分析在汽车碰撞事故中，发生正面碰撞的约占 64%，侧面碰撞占 20%，尾部碰撞占 6%，因此汽车撞击试验重点是正面碰撞，考虑到汽车正面碰撞中以左侧为多，通过试验表明，正面碰撞测试的目的是检查冲击动能被保险杠、车厢前部前围板区域所吸收的程度及车厢结构强度，而侧面碰撞测试的目的是检查车侧支柱、顶 / 底支柱联结和门联结等结构强度。