理论篇

第1章　现代汽车安全系统概述

1.1　现代汽车安全的起源与发展

1.1.1　汽车安全技术的研究方向

现代汽车安全技术将汽车安全性按照交通事故发生的前后分为事前安全性与事后安全性两种。事故前汽车安全性是指事故将要发生时操纵制动或转向系避免事故发生的能力，以及汽车正常行驶时保证其动力性、操纵稳定性、驾驶舒适性、信息性正常的能力。一般也称之为主动安全性。事故后汽车安全性是指事故发生时保护乘员和步行者，使直接损失降到最小的性能。另外，作为防止事故后出现二次伤害的安全性，还应考虑防止事故车辆火灾以及迅速疏散乘客的性能，一般也称为被动安全性。汽车安全性研究内容如图 1-1 所示。

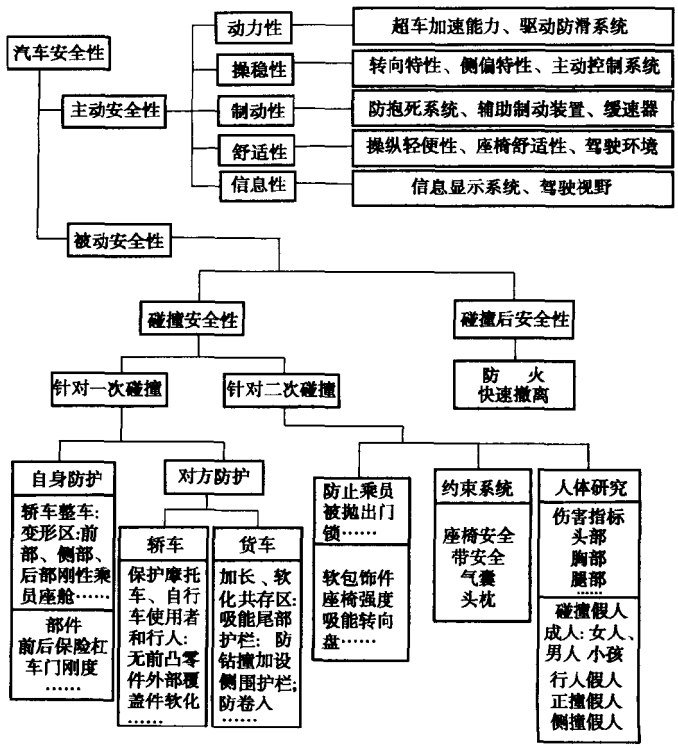


图 1-1　汽车安全性研究内容

1.1.2 现代汽车安全保障体系

现代汽车安全保障体系是一个庞大的系统工程。它应用了信息论、控制论和系统论的观点，研究宏观世界中物质的运动规律，从复杂的多因素事物中找出特有的规律，进行多方面综合性的有效控制，以解决道路交通系统存在的问题。

道路交通系统由人、车辆、道路环境三要素所组成。该系统的工作实质是高速有效地保障客、货主体实现快捷可靠的安全位移。汽车安全保障体系正是以这个大系统为前提，以交通法规为依据，以管理为手段而构成的，如图 1-2所示。

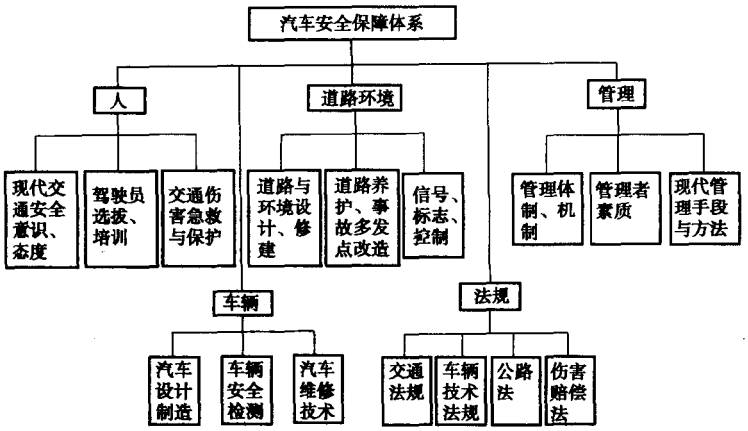


图 1-2 汽车安全保障体系

在道路交通系统中，人是能动者，是系统的核心。就人的因素来说，保障系统的安全应包括：安全态度、意识的教育；驾驶人员的选拔、培训；交通伤害的急救等。其中教育与培训是保障系统安全的预防措施，而交通伤害的急救是保障系统安全的解救措施。就系统中的车辆来说，保障其安全，应包括：车辆的设计、制造；车辆的安全检测；车辆的维修等环节。良好的设计与制造，是车辆安全性能的前提条件，而车辆的检测与维修是保证车辆技术状况完好的必要措施。道路环境是系统的基础，为保障系统安全，它应该是合理设计、修建可靠并及时维护。倘若因道路周边环境改变或其他原因而出现事故多发地段，应对其及时进行改进；另外，还需配备完善的信号、标志、正确的监控设施等。

管理是保障交通系统安全的手段，管理应以法规为依据。由于汽车运输系统包括人、车辆、道路环境三要素，因此，法规也应包括道路方面的法规、车辆方面的法规和人方面的法规。例如：与人有关的有交通管理条例、交通伤害赔偿法、民法、刑事诉讼法等；与车辆有关的有车辆管理(牌照登记、更新、改装、报废等)法规、安全检验(机动车安全运行技术条件等)法规；与道路有关的有公路法，道路交通标志与标线、交通信号等法规。管理中包括了管理队伍素质，管理体制、机构以及现代交通管理的方法和手段等。

可以看出，道路交通系统的安全，既涉及到静态交通的道路以及有关环境设施，也涉及到人和车辆的动态参与，还涉及到社会政治、经济的结构。所以汽车安全保障体系是一个有机的整体，其中每个要素或环节都与整个系统的安全密切相关，而整个系统的安全又依靠各个要素与环节来保证。

1.2 现代汽车主动安全系统

主动安全系统，顾名思义，是从主动预防上防止汽车交通事故的发生。通常，主动安全系统可分为防抱死制动系统（ABS）、电子制动力分配装置（EBD）、驱动防滑系统（ASR）、电子稳定程序系统（ESP）、电控悬架系统、电控动力转向系统、主动避撞系统、信息显示系统等多项控制技术系统。

1.2.1 汽车防抱死制动系统

当汽车在行驶中遇有紧急情况需要立即制动时，驾驶员会用力踩下制动踏板，这样很容易使制动器将车轮抱死，产生滑移。特别是雨雪天高速行驶时，紧急制动会因路面附着力小而失去控制，使汽车失去转向能力或产生侧滑、甩尾甚至翻车现象。这些都极易造成严重交通事故。新的制动理论认为，车轮与地面之间刚要发生滑移但又不“抱死”时的制动效果最好。为此，在汽车上安装了电子控制防抱死制动系统，简称 ABS 系统。这种系统利用车速传感器、微机和电磁阀等部件进行车轮制动力的自动控制，可以充分发挥制动器的效能，控制汽车的滑移率，使其保持在 10%～20%之间，保证汽车具有最大的附着力，从而提高汽车制动的方向控制性和稳定性，防止车辆侧滑和甩尾，减少车祸。因此，ABS 系统被认为是当前提高车辆行驶安全性的有效措施之一。

1.2.2 汽车电子制动力分配装置

汽车制动时，如果 4 只轮胎附着地面的条件不同，如，左侧轮附着在湿滑路面，而右侧轮附着于干燥路面，4 个轮子与地面的摩擦力不同，在制动时（4 个轮子的制动力相同）就容易产生打滑、倾斜和侧翻等现象。

汽车电子制动力分配装置（EBD）实际是 ABS 的辅助装置，可以改善提高 ABS 的功效，它的功能是在汽车制动的瞬间，高速计算出 4 个轮胎由于附着不同而导致的摩擦力数值，然后调整制动装置，使其按照设定的程序在运动中高速调整，达到制动力与摩擦力（牵引力）的匹配，以保证车辆的平稳和安全。

当紧急刹车车轮在抱死的情况下，EBD 在 ABS 动作之前就已经平衡了每一个轮的有效地面抓地力，可以防止出现甩尾和侧移，并缩短汽车制动距离。

1.2.3 汽车驱动防滑系统

汽车驱动防滑系统是 ABS 的延伸，也是对 ABS 的完善和补充。我们知道，ABS 保证了汽车制动过程中方向的稳定性和可操纵性。ASR 则保证了汽车行驶过程中（起步、加速时）的方向稳定性和可操纵性，其实质是当汽车起步或加速时将滑移率控制在一定的范围（5%～15%）内，防止驱动轮快速滑动，从而提高汽车的驱动力。因此说，ASR 也是控制汽车滑移率的系统。不同的是，ABS 对所有车轮都可进行控制，是一个控制制动的单循环系统。而 ASR 只对驱动车轮进行控制，是既控制制动又控制发动机输出的多循环系统。例如，当汽车突然加速出现驱动轮打滑空转时，ASR 系统会立即起作用，通过制动系统向打滑的车轮施加一个制动力，同时降低发动机过量功率输出，从而制止车轮打滑。

ASR 在控制过程中，通常是借用 ASR 的车轮转速传感器反馈来的信号经控制单元

(ECU) 处理后发出指令，通过控制节气门开度和点火提前角的方式来调节发动机的输出转矩，从而调节驱动轮的驱动转矩。因此一些车上的 ASR 和 ABS 的部分构件是共用的，包括 ECU 和车轮转速传感器。目前大多数轿车已经安装了 ABS 系统，只有一些中高级轿车和豪华大客车安装了 ABS/ASR 控制系统。

1.2.4 电子稳定程序系统

这一系统通常是支援 ABS 及 ASR 的功能。它通过对各传感器传来的车辆行驶状态信息分析，向 ABS、ASR 发出纠偏指令，帮助车辆维持动态平衡。它可以使车辆在各种状况下保持最佳的稳定性，在转向过度或转向不足的情形下效果更加明显。电子稳定程序系统（ESP）一般需要安装转向传感器、车轮传感器、侧滑传感器横向加速度传感器等。ESP 可以监控汽车行驶状态，并自动向一个或多个车轮施加制动力，以保持车子在正常的车道上运行，甚至在某些情况下实现高速制动。

目前 ESP 有 3 种类型 能向 4 个车轮独立施加制动力的四通道或四轮系统；能对两个前轮独立施加制动力的双通道系统；能对两个前轮独立施加制动力和对后轮同时施加制动力的三通道系统。

1.2.5 汽车电控悬架系统

交通事故调查显示，发生正面碰撞和翻车的事故比较多，死亡率也较高。其中许多发生翻车事故的主要原因之一是悬架问题。理想的悬架应在不同的条件下具有不同的弹簧刚度和阻尼减振，既能满足行驶平顺性要求和操纵稳定性要求，又能达到安全行驶的目的。汽车电控悬架系统是通过调节悬架的刚度、减振器阻尼和车高控制来达到以上目的，其结构如图 1-3 所示。

汽车悬架弹簧刚度控制是根据乘车人数或载质量、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。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，通过制动灯开关和车身加速传感器或（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设置从“中”变为“硬”。防侧倾主要是防止汽车急转弯时由于离心力造成的侧倾，通过转向和加速度传感器进行检测和判断，自动地将弹簧由正常行驶的“中”刚度变为“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，使正常行驶条件下弹簧刚度设置从“中”转换到“软”，以改善平顺性。但在高速运行时弹簧“软”状态会导致汽车出现行驶不稳定的情况，因而只限于车速低于 80km/h 时使用。

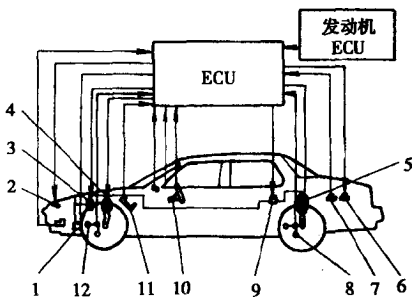


图 1-3 电控悬挂系统结构图

1-空气干燥器；2、6-继电器；3、9-空气阀；4、5-悬架装置执行器；7-车身高度控制开关；8、12-车身高度传感器；10-转向传感器；11-停车灯开关

在悬架中，减振器的阻尼控制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

和控制方法大为简化。这种半主动阻尼控制可根据不同的路面条件和不同的行驶需求实现阻尼的“软”、“硬”两种工况或“软”、“中”、“硬”3种工况有级转换，微处理机可根据车速传感器、转向传感器、制动灯开关、自动变速器空档开关和节气门位置传感器等不同信号，控制减振器的阻力，实现“软”、“中”、“硬”3种速度特性的有级转换，来完成防止加速和换档后的车身后倾、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。

车高控制是根据乘员人数和载荷大小自动调整汽车的高度，从而保持理想的汽车高度和基本不变的水平状态。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。该系统根据车速、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，实现以下功能：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，从而抑制行车时空气的阻力的和升力的增加，减小颠簸并保证平稳行驶；二是高速行驶时车高控制功能，即当汽车高速行驶时，其操作稳定性会发生恶化，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；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。

1.2.6 汽车电控动力转向系统

传统的机械式动力转向系统经过许多年的发展，虽然达到了比较高的水准，但有它自身的局限性，主要表现为：一般机械式动力转向系统在停车或车速很低时转向盘操纵很重，中速时较轻快，但到了高速时操纵力会变得很小。如果减小停车摆放时的操纵力，在高速行车时操纵力过小会造成操纵不稳定，转向“发飘”的不安全弊病；反之，如果加大高速时的操纵力，则低速行驶和停车摆放时操纵力就过大。为了满足逐步提高的汽车灵敏性、稳定性与安全性的要求，以实现在各种条件下转向盘所需要的力都是最佳值，近年来德国奔驰等许多公司都在转向系统上开发并安装了电子控制系统。在各种不同的速度状况下通过电控转向微处理器自动调整转向盘的操纵力。在低速行驶和车辆摆放时，驾驶员只需较小的力就能灵活地进行转向；在高速时，能自动调整使操纵转向盘的力加大。既提高了驾驶舒适性及转向灵活度，又能克服转向“发飘”的弊病，使驾驶操作时有显著的转向感，保证了高速行驶时的稳定性和安全性。

当今在电控式动力转向系统中常见的有电子液力转向助力系统和电子电动转向系统两种。图 1-4 所示为电子电动转向助力装置系统图。该系统为速度型电动转向系统，由转矩传感器、车速传感器、控制单元、电动机、离合器和减速机构组成。当转动转向盘 6 时系统中的转矩传感器 5 能不断测出转向柱 7 上的转矩，并由此产生一个电压信号。与此同时，与车速传感器测出的车速信号一同送入控制单元 8 中，经过运算处理后，输给系统中的电动机 9 一个控制电流以产生转矩，并通过减速机构减速增加转矩后加在汽车转向机构上，从而得到一个与该工况相适应的转向助力。该系统的优点是：系统中的电动机和减速器装在转向机总成内，所占空间很小；由于用电动机作为动力装置，故不需加装液压泵及相应的管路，故障率比较低；电动机只在需要时才起动，故消耗功率小；使用的零部件

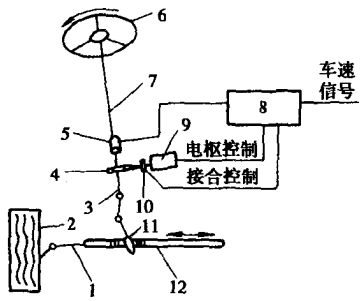


图 1-4 电动转向系统

1-横拉杆；2-车轮；3-转向轴；4-涡轮涡杆；5-转矩传感器；6-转向盘；7-转向柱；8-控制单元；9-电动机；10-离合器；11-齿轮；12-齿条

体积小而且结构简单、质量小，对增加整车质量影响小。

1.2.7 汽车主动避撞系统

产生于 ITS(智能交通）的汽车主动避撞技术的定义是：利用现代信息技术、传感技术来扩展驾驶员的感知能力，将感知技术获取的外界信息（如车速、其他障碍物距离等）传递给驾驶员，同时在路况与车况的综合信息中辨识是否构成安全隐患，并在紧急情况下，自动采取措施控制汽车，使汽车能主动避开危险，保证车辆安全行驶。从而减少交通事故，提高交通安全。现代车辆主动避撞系统大体有 3 种类型，第一种是减少车辆碰撞危害的车辆主动避撞报警 CW(Collision Warning）系统，此系统对探测到的危险情况给出预警，以提示驾驶员采取避险措施，如中、高档车普遍使用的雷达预警装备；第二种是主动避撞车辆的自适应巡航制 ACC (Adaptive Cruise Control ）系统，此系统车辆可以实现简单交通情况下的主动避撞及巡航控制；第三种是针对复杂交通情况，特别是市区交通环境设计的车辆智能控制系统，就是将第二种 ACC 系统，辅以车辆停一走(Stop and Go)系统，提高车辆智能控制的实用性。第二、第三种系统目前已在部分高档汽车大量采用，如德国的奔驰、宝马等汽车公司已广泛采用该技术。车辆主动避撞的研究包括单元技术与系统集成技术二方面的研究，单元技术主要集中于车辆行车信息感知及信息融合技术、车辆主动避撞系统控制策略技术及车辆控制执行技术等，系统集成技术就是将上述单元集成为一运行平稳、可靠的系统。系统中所涉及到的关键技术及其相互关系如图 1-5 所示。

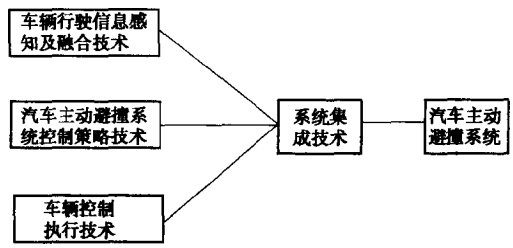


图 1-5 汽车主动避撞系统关键技术

汽车主动避撞系统的基本功能是紧急情况下辅助驾驶员控制车辆，具体工作过程如图 1-6 所示。当车辆正常行驶时，汽车主动避撞系统不停地对车辆行驶的安全程度进行监控计算，如

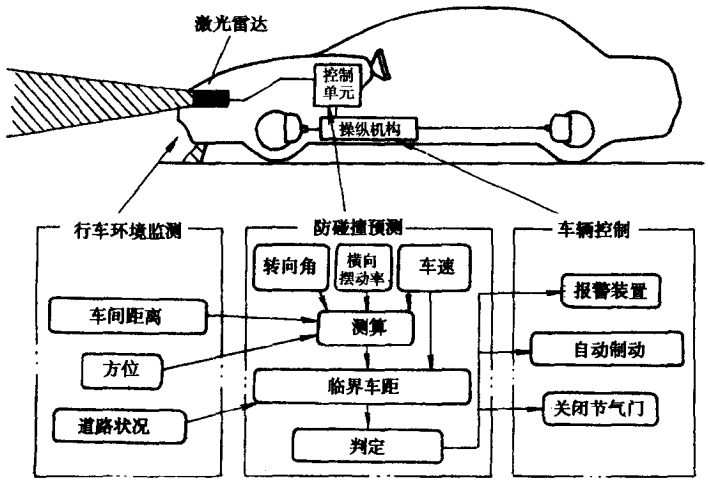


图 1-6 汽车主动避撞系统概念图

判断为安全状态，系统无任何动作，保证不干扰驾驶员的正常驾驶，当系统判断为危险状态时汽车主动避撞系统会首先自动关闭油门，此时若驾驶员尚未采取相应的动作，则系统将自动控制车辆减速，使车辆远离危险，一旦车辆回到安全的行驶状态或驾驶员采取了控制措施，汽车主动避撞系统对车辆的控制将自动解除，回到正常行驶状态。

1.2.8 汽车一体化底盘控制系统

一体化底盘控制系统（Unified Chassis Control，UCC）是一种先进的集成系统，它通过中央底盘控制器，将制动、悬架、转向和动力传动系等控制系统进行电子化连接。控制器通过复杂的控制运算，对各个子系统进行协调控制，以使车辆的整体性能达到最佳水平。底盘控制器能够接收每个底盘子系统传感器发来的数据，还能够连续监测车辆行驶状态的变化和驾驶员的意图。

一体化底盘控制系统的目标是从根本上避免发生碰撞。在车辆行驶过程中，传感器时刻监测迎面驶来车辆的速度、路面状况、驾驶员想走的路线以及车辆的行驶状态。在可能发生碰撞之前，UCC不仅能够同时调整转向角、减小节气门开度、使用独立的差速制动和有选择地将减振器变硬，以协助驾驶员将车辆行驶调整到安全状况，甚至在必要时还能直接控制汽车。

1.2.9 汽车视野

汽车视野按不同的方向一般可分为前方视野、侧方视野和后方视野等三部分。前方视野是从前挡风玻璃所能看到的以及车厢内部的仪表板部分，前方视野是汽车运行中最为关键的视野；侧方视野是通过侧窗所能看到的部分，对汽车转向、起步、停止和低速行驶时起重要作用；后方视野是从后视镜所看到的部分，也称为间接视野，在超车、制动、转向时要用到。

随着汽车工业的迅猛发展，汽车专家们对汽车视野的研究也取得了一定的成果，已开发研制出了 360° 视野设备。根据调查统计，15％的汽车事故是由汽车‘后视’不良造成的，因此，增强汽车的后视能力，尤其是增强中型、重型车辆的后视能力，对于提高行车安全，减轻驾驶员的劳动强度和心理压力，是十分重要的。 360°视野技术不仅能解决后视不良问题，还能消除前方视线的死角。它综合运用先进的汽车安全结构技术、摄像系统，向驾驶员及时提供汽车在行驶中四周出现的行人、自行车、摩托车等情况。

先进的汽车视野设计可以给驾驶员提供一个对路面和周围车道的无阻碍视野和最好的视见度。这种技术包括：用眼位传感器测定驾驶员眼睛的位置，据此确定、调节座椅的位置；电机将座椅自动升降到最佳高度，为驾驶员提供能够掌握路面状况的最佳视线；电机自动调整转向盘、踏板、中央控制台，甚至地板高度，提供尽可能舒适的驾驶位置。一些有新意的设计，如重新布置的 B 立柱，可以减少驾驶员视野中的“盲区”。这一技术在沃尔沃的“Eye Car”概念车上有所采用，它能保证各种身材的驾驶员都能通览路面状况。安装在汽车上的摄像系统，使驾驶员能够绕过大型车辆提前看到隐蔽处的汽车或行人，提供增强的侧方视野，并可以获得车后的全景视野。这一技术已成功地运用在几辆林肯·领航者汽车上，数个铅笔大小的摄像机和 3 个可切换的视频显示屏为驾驶员提供了前所未有的前、后视野，这样既可方便倒车时的操作，又可提高在拥挤的道路中行驶的安全性。

1.2.10 先进的照明系统和汽车夜视系统

在夜间行车时，驾驶员常常会发现，前照灯只向前方照射，对最需要看清的角落位置，前照灯则显得爱莫能助，这是目前汽车照明设备普遍存在的一个缺陷。为此，Valeo 公司推出了一种先进前方照明系统（AFS）以解决这个问题。该系统具有多项功能，如近光功能。它用于看清角落中的情况。反光镜可以根据转向盘的位置随意旋转角度，并能将灯光散开，射出的灯光可以照亮行驶方向。当汽车蜿蜒行驶时 AFS 还能提高灯泡的输出功率。AFS 的自适应性远光功

能有两个用途：低速行驶时可提供更宽的视野；高速行驶时能够提供更远的视野。另外，AFS还具有雨天照明功能，装上这种先进的AFS以后，雨水的反光就不会让驾驶员产生眩目感。

解决夜间行车视线不良的最好的方法是在汽车上安装夜视系统。目前美国通用公司已将红外成像夜视技术成功地运用在凯迪拉克2000型帝威轿车上，为驾驶员提供更清晰的夜间驾驶环境。该系统可将汽车前面的交通情况以图像的形式，经显示器投影到驾驶员一侧的挡风玻璃的底部，驾驶员可通过安装在仪表板上的手动开关控制夜视系统的开启，调整图像的亮度以及把屏幕调整到最合适的位置等。

近几年，一些汽车技术研究人员正致力于开发研制能够产生弯曲灯光效果的前照灯，并已取得了一定的进展。汽车前照灯的这一新的发展趋势始于奥迪公司为其高级豪华轿车A8专门设计的一种称为“弯道照明灯”的选配照明装置。其工作原理是：当车速低于70km/h且已打开转向灯或转动转向盘时，就会有一个附加的前照灯打开。该附加前照灯将照亮汽车前面与行驶方向呈90°的右侧或左侧区域。经过近几年的研究发展，奔驰汽车公司在新一轮的汽车照明技术创新过程中，已经研制出一种“主动式弯道照明灯”。这种主动式弯道照明灯借助一个电动机，能够在12。范围内转动，以便让驾驶员在转弯时能够看清前方弯道的路面。

1.2.11 汽车轮胎安全控制

轮胎对于汽车，特别是行驶中的汽车，在安全性方面起着非常大的作用，它是汽车与地面的接触部分，影响着汽车的驱动力和制动力。为确保轮胎安全性，一是要满足轮胎安全所要求的性能，二是要正确掌握轮胎的使用方法。目前，世界各大轮胎制造企业和汽车研究所的科研人员在汽车轮胎安全性研究方面取得了一定的进展，提出了一些相应的安全保证措施。

轮胎的最大负荷取决于轮胎的使用气压，必须在规定值以下使用。如果超负荷使用，会引起轮胎的早期破损。轮胎的使用气压对轮胎的负荷耐久性有很大的影响，必须确保车辆所规定的轮胎充气压力。如果轮胎气压过低，不仅使最大负荷能力降低，而且也使轮胎的其他安全性降低，并且加快轮胎磨损。为确保安全，现已研制成功汽车轮胎气压报警装置，以实现对汽车轮胎的气压的实时监测，并将轮胎的气压状况通知驾驶员，使驾驶员在轮胎气压不稳时，能对轮胎气压进行调节。对轮胎的气压的监测框图如图1-7所示。随着科技的迅猛发展，汽车研究人员正在开发研制轮胎磨损报警装置。

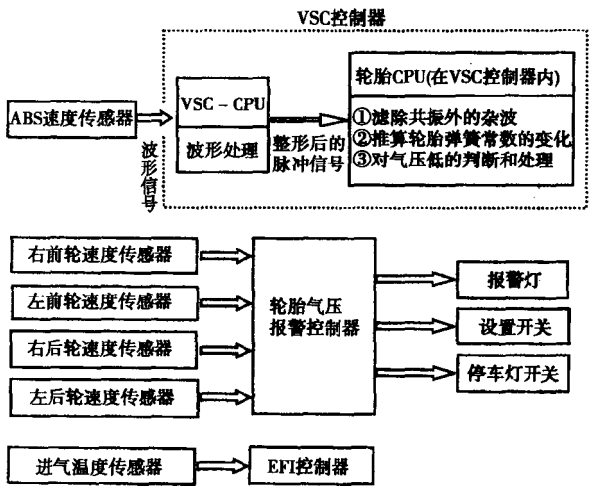


图1-7 轮胎气压监测框图

总之，随着越来越多更先进的电子技术、通信及网络技术应用到汽车上，未来的汽车将会更安全。

1.3 现代汽车被动安全系统

随着科学技术的发展，汽车主动安全技术已经在交通安全中起到越来越大的作用，减少了

许多交通事故的发生。尽管如此，现实中仍不可避免地发生很多意外，所以现代汽车上还需要安装被动安全系统。所谓被动安全系统是指在交通事故发生时，能尽量减少乘客和行人伤害的系统。它主要包括安全带、安全气囊、吸能式车体结构、安全玻璃等。

1.3.1 安全带

汽车安全带是车辆发生事故时保护车内乘员最有效的设备之一，通常由与车身连接的固定件、约束乘员并可以吸收部分冲击能的织物、用于回卷存放织物的卷收器和方便使用的带扣锁等部件组成。当碰撞事故发生时，安全带将乘员“束缚”在座椅上，使乘员避免或减轻与转向盘、仪表板及前挡风玻璃等发生碰撞而造成的伤害。大量事实表明，在正面碰撞、追尾和翻车事故中，正确佩戴安全带，可以使碰撞事故中的乘员伤亡率减少 40%左右，尤其是对乘员头部和胸部的保护。

1.3.2 汽车安全辅助气囊

安全辅助气囊作为乘员约束保护系统的组成部分，已经成为现代汽车被动安全性的主要标志，得到了广泛的应用。美、欧、日等发达国家和地区，乘用车的前排座位几乎都安装了正面碰撞安全辅助气囊，侧面安全辅助气囊的装用率也在迅速上升。安全辅助气囊的作用是当汽车的前端受到强大冲击时，可以保护驾驶员和乘客的安全，防止驾乘人员受到严重的脑和胸部损伤，以降低正面或侧面碰撞中驾乘人员的伤亡率。甚至，为防止后撞导致乘员背部和颈部受伤，VOLVO 公司还设计了头颈防护系统，以减轻后撞发生时，乘员颈部和脊柱的伤害程度。

安全辅助气囊主要由碰撞传感器、电子控制装置（ECU）、气体发生器、气囊组件等部分组成。它只能在足够大减速度时爆发（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，并将所测得的参数发送到 ECU，ECU 对所接受的信号进行数学计算和逻辑判断，然后将点火指令传给气体发生器，气体发生器根据 ECU 指令引爆固体燃料或释放高压气体，瞬时产生高压氮气或氩气并迅速向气囊充气，使气囊膨胀，达到保护乘员的目的。另外，安全气囊撞到乘员时压力有所减小，以达到缓冲效果。

随着汽车安全气囊技术的不断发展，又研制出了可以减少路上行人危险的汽车外部安全气囊。福特汽车公司在这方面的研究走在了前面，并装备了一辆福特·探险者汽车用于演示。近年来，在一些中高档汽车上普遍安装了智能安全辅助气囊系统，它可根据驾乘人员的身材、体重，是否系好安全带，人在座椅上所处的位置，座椅上是否有人或物品，车辆碰撞时的车速及撞击速度等，在一刹那做出反应，调整安全辅助气囊的膨胀时机、膨胀速度和膨胀程度，使安全辅助气囊对乘员提供最合理、最有效的保护。可以预测，随着安全辅助气囊的应用越来越普遍，它将能挽救更多的人的生命。

1.3.3 吸能式车体结构

当汽车碰撞时，车体结构的安全作用是在吸收汽车动能的同时减缓乘员移动的程度，并保证乘员有足够的生存空间，减轻二次碰撞造成的伤害。专家们认为，在未来汽车的车体结构设计中，要预先设计一个具有高吸能性的所谓“压扁区”（一般为非乘坐区）。当车体受到撞击时，该压扁区能以一种可以预见的形式发生断裂或破坏，在一定程度内被压扁，从而最大限度地吸收车辆所受到的撞击能量，使乘员不受直接的撞击，并大大减少间接作用力。

目前，为达到汽车安全性的目的，部分轿车和货车上已经采用了能够吸收撞击能量的吸能

装置，如：在汽车保险杠上采用表面缓冲装置。这样的保险杠由杠骨和表面缓冲器组成，杠骨应当坚固强硬，能够抵御相当大的外力。表面缓冲器在外力作用下应能产生相当幅度的弹性变形。表面缓冲器可采用橡胶等柔软的弹性材料。橡胶的颜色及光泽可根据需要选定，甚至可以镀膜。类似于汽车轮子，将纤维增强橡胶制成的长条形气囊表面缓冲器安装在刚性保险杠杠骨表面。气囊内充入空气，使其形成特定的形状，并保持适当的压力。气囊外表面可以是任意形状，以满足汽车外形需要。气囊内腔横断面应为圆形。表面缓冲器与杠骨可用粘贴或其他任何方式连接。图 1-8 是 3 种不同形式的能量吸收式保险杠，图 1-8a)是采用桶状能量吸收装置的保险杠。能量吸收装置是通过油的粘性阻尼力抵抗碰撞，吸收撞击能量；图 1-8b)是泡沫吸能装置保险杠。能量吸收体是泡沫材料，它对上下左右各方向的碰撞有能量吸收能力；图 1-8c）是蜂窝状吸能装置保险杠，能量吸收体是蜂窝状的聚乙烯等树脂。这几种形式的保险杠各有不同的特点，均有使用。

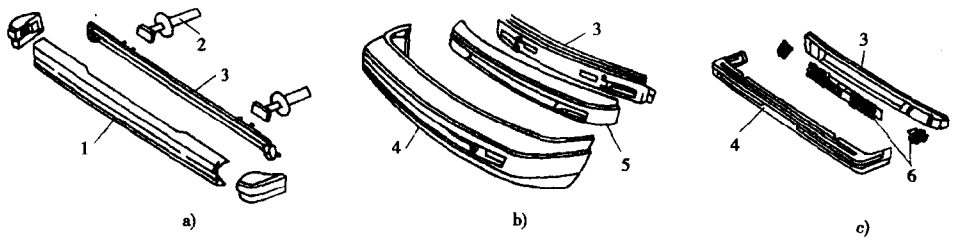


图 1-8　能量吸收式保险杠

1-保险杠；2-简状能量吸收体；3-骨架；4-保险杠面板；5-吸能泡沫；6-蜂窝状能量吸收体

通常，当汽车发生正面碰撞时，因为驾驶员可能遭受发动机、转向盘及转向柱造成的冲击，很容易受到伤害。为此，从安全性考虑，现代汽车上大部分都安装了吸能式转向盘和转向柱。如图 1-9 所示，吸能式转向盘具有柔软的外表皮，可起缓冲作用，且在发生撞车时，其骨架能产生变形，以吸收冲击能量，减轻驾驶员受伤的程度。转向柱和转向柱管的吸能装置有多种形式，如伸缩式转向中间轴、波纹管式转向中间轴和可断开式转向中间轴。图 1-10 所示为采用

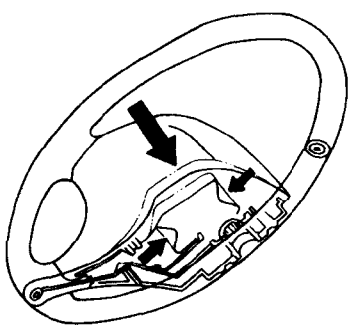
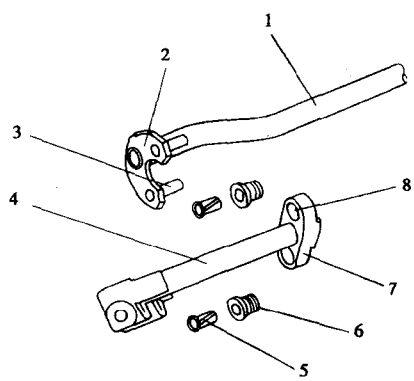


图 1-9　吸能式转向盘骨架变形示意图



1-10　吸能式转向轴的结构图

1-上转向轴；2-上凸缘盘；3-销子；4-下转向轴；5-聚四氟乙烯衬套；6-橡胶衬套；7-下凸缘盘；8-销孔

可断开式转向中间轴结构的转向轴，它分为上、下两段，中间用柔性连轴器连接。连轴器的上、下凸缘盘靠两个销子与销孔扣和在一起。销子通过衬套与销孔配合。当发生猛烈撞车时，车身、车架产生严重变形，并导致转向轴、转向盘等部件后移。与此同时，在惯性作用下驾驶员身体向前冲，致使转向轴的上、下凸缘盘的销子与销孔脱开，从而缓和了冲击，有效地减轻了驾驶员受伤程度。

另外，一些现代轿车的车门结构具有侧向保护功能。当车门受到撞击后，一方面能保证乘员不被甩出车外，另一方面又能保证车门容易开启，以便救助。除此以外它还具有车顶在翻车后不被压扁等保护功能。

1.3.4 安全玻璃

汽车发生碰撞事故后，前挡风玻璃的性能如何对高速行驶的汽车安全性影响较大。前挡风玻璃的安全性要求是，正常状态下保证良好的视觉效果，而碰撞发生后能保证驾驶视野，以及因碰撞玻璃破碎后不应对乘员造成大的伤害。

安全玻璃可分为强化玻璃（钢化玻璃）和夹层玻璃。在我国 GB9656－1996 标准中把安全玻璃分为：A 类夹层玻璃、B 类夹层玻璃、区域钢化玻璃和钢化玻璃。其中前挡风玻璃采用 A 类夹层玻璃、B 类夹层玻璃和区域钢化玻璃。

钢化玻璃由内部的拉伸应力层和表面的压缩应力层构成，车辆碰撞时，玻璃一旦破碎，即刻失去应力平衡，整块玻璃在瞬间内则破碎成细小的粒状碎片，因此，难以保证驾驶员的视野。区域强化玻璃是使驾驶员前面的挡风窗玻璃部分破碎后碎片比较大，以保证驾驶视野。夹层玻璃是在平板玻璃中间夹入中间膜，由玻璃——中间膜——玻璃 3 层组成。由于玻璃的厚度和中间膜厚度的不同，可分为型号不同的夹层玻璃。

1.4 汽车安全防盗

汽车盗窃是一个普遍存在的社会问题，它不分国界，随着汽车保有量的不断增加，长期困扰着世界各国的消费者及汽车制造商。

1.4.1 车辆被盗情况

根据统计，日本每年有 10 多万辆整车被盗，有 20 多万辆汽车上零部件被盗；西欧有 100 多万辆整车被盗，案发率大大超过日本；美国每年有 100 多万辆整车被盗，有 300 万辆汽车上零部件被盗，又远远超出西欧。

在我国，车辆盗窃的案件从 20 世纪 80 年代后半期到本世纪初一直呈上升趋势，社会上存在盗车团伙，进行黑市转手买卖。盗车事件频繁发生不仅危害用户、车主的经济利益，而且也造成保险业界、治安当局的庞大经费支出，估计每年世界损失费用在 60 亿美元以上。为了有效防止盗车事故，除了用相关法律约束外，还必须研究和完善汽车防盗报警装置。

1.4.2 防盗装置的标准要点

1. 防止发动机不正当起动

(1)点火系切断功能；

(2)独立报警功能；

(3)进行如下两种以上工作：

- 切断发动机点火；
- 切断燃油供应；
- 使发动机不能起动；
- 切断与其他车辆动作有关的系统。

2. 盗窃报警

(1) 当用不正当的手段开启车门、发动机舱盖、行李箱时进行报警；

(2)当检测出下列 3 种情况时报警；

- 车窗破坏；
- 车厢内有人移动；
- 车辆倾斜。

(3)当车门锁定后即开始进入预警状态；

(4)必须备有后备电源；

(5)与防止发动机不正当起动装置独立的功能。

1.4.3 基本防盗功能

汽车防盗系统具有 3 个基本的功能。

1. 音响报警功能

汽车防盗系统最小限度的报警范围是车门、行李箱和发动机舱门，当它们被使用不正当的方法打开时，检测器／传感器就能检测到有关信息，并通过由 CPU 控制的音响报警装置进行报警。同时，防止车辆发动机非法起动的装置开始工作，阻止车辆行走。检测器／传感器是检测车门或行李箱、发动机盖开启关闭的开关或传感器。 CPU 一般是由微机构成并加以控制。音响报警装置是指装在车上的喇叭或车后部警笛。防止车辆行走装置是由切断燃油供给的油泵、阀门或阻止发动机点火或发动机起动的继电器或电磁阀构成的。

2. 独立式阻止车辆行走装置的功能

阻止车辆行走装置是独立的装置，与报警装置的设置／解除无关，能经常具备本身独有的功能。当发动机工作时或点火开关位于接通位置时，则阻止车辆行走装置不进行工作。为阻止车辆行走的独立处理方法一般要有两种以上。它一般是由发动机电控单元（ECU)控制的，即使阻止车辆行走装置发生故障，也不会损害其他部位的安全和性能。但是该装置的每一个动作都不是车辆本身发出的，也就是说，当盗窃者破坏了防盗系统后，车辆就不能阻止被盗的。随着汽车事业的迅猛发展，一些高科技产品不断地应用在汽车之上。目前在部分高档汽车上已安装了一种新型的车辆电子防盗系统，它是电控自动变速系统与传统电子防盗系统相结合的产物，主要由档位选择信号输人电路、防盗信号输入电路、电子控制单元（ ECU)、系统诊断、执行机构和显示器等组成。该新型电子防盗系统利用自动变速器电控单元首先对防盗系统给出的信号进行检测，如果防盗系统给出被“ 人侵 ”或不给出任何信号（即防盗系统本身已被破坏），则电控单元将把自动变速器的换档规律无条件地变为防盗换档规律，使车辆无法行驶，与此同时，电控单元将发出与传统电子防盗系统相同的报警信号。

3. 报警设置／解除功能

报警系统设置是指报警装置处于预警状态。使报警装置处于预警状态通常采用以下 3 种

方法 第一,不用钥匙的车门锁定‘ 自动锁定操作 ”第二,使用钥匙的‘ 通常锁定操作 ”第三,使用遥控键的‘ 电子锁定操作 ”。

防盗装置的报警解除是指报警装置处于不能报警的状态。解除报警代码开关很多，由10000个以上的组合可能代码开关，或者 50000 个以上组合可能的遥控开关的操作进行报警解除。具体讲，是车门钥匙或车后钥匙开关、开关板或遥控键等的操作。

第 2 章　安全辅助气囊系统结构原理和检修

2.1　安全辅助气囊系统概念及分类

2.1.1　安全辅助气囊系统的概念

安全辅助气囊系统又称 SRS。SRS 是辅助约束系统(Supplement Restraint System)的英文缩写，是现代汽车广泛采用的一种安全保护装置。为减少汽车发生正面碰撞时巨大的惯性力造成的对驾驶员和乘员的伤害，现代汽车在驾驶员前端转向盘中央普遍装有安全辅助气囊，有些汽车在前排乘座前的工具箱和乘员座位上也装有安全辅助气囊。在乘员使用安全带的情况下，气囊有助于减轻胸、头和面部在碰撞时受伤的严重程度。

当汽车发生前碰撞时，汽车停止运动，车内乘员在惯性力作用下仍以原速度继续向前运动。不系安全带将会与转向盘、前挡风玻璃相撞，因而可能受到严重伤害；系安全带则可以随着汽车停止运动而逐渐停止向前运动。如果碰撞剧烈，乘员向前运动更快，即使系了安全带，在完全停止运动前，仍会与车内物相撞。如果此时装在转向盘或仪表板内的气囊充气弹出，就可以保护乘员减少与车内物相撞的可能性，更均匀地分散头、胸部的碰撞力，吸收乘员的运动能量，从而起到补充安全带效果的作用。实际事故统计表明，仅有 10%左右的事故能使气囊充气 当气囊充气膨胀时,可使头部受伤率减少 25%,面部受伤率减少 80%左右。

2.1.2　安全辅助气囊系统的种类

按照系统中气囊的数量分类，可分为单安全辅助气囊系统、双安全辅助气囊系统和多安全辅助气囊系统。单安全辅助气囊系统，只在驾驶员转向盘上安装一个安全辅助气囊；双安全辅助气囊系统，在驾驶员转向盘和前乘员前仪表台上各安装一个安全辅助气囊。多安全辅助气囊系统，除了在转向盘和仪表台上各安装一个安全辅助气囊外，个别高级轿车还在车门上、座椅侧面也分别安装安全辅助气囊。

按照气囊引爆控制方式分类，可分为机械控制式和电子控制式两类。机械控制式安全辅助气囊，采用机械方式检测和引爆气囊，目前已很少使用。电子控制式安全辅助气囊，采用碰撞传感器和电控单元检测和控制安全辅助气囊的引爆，是目前广泛采用的控制方式。

按照保护对象的不同来分，主要有：

1. 驾驶员用安全辅助气囊

这是轿车上采用得最广泛的一种安全辅助气囊，是轿车在正面碰撞时对驾驶员起保护作用。它装在转向盘的中部，分美式和欧式两种。

美式气囊的设计是假定驾驶员没有佩带座椅安全带时汽车相撞，其体积较大，约 60L。欧式气囊则假定驾驶员已佩带座椅安全带，其体积较小，约 40L。

2. 前排乘员用安全辅助气囊

前排乘员可以是大人，也可能是儿童，坐姿也是各种各样。发生碰撞事故时，前排乘员必然会与仪表板、前档风玻璃、窗框及门框等发生碰撞，因此，为保护前排乘员撞车时免受伤害，设计的防撞安全辅助气囊也较大，体积可达 160L。

3. 防侧撞安全辅助气囊

根据使用要求不同，防侧撞安全辅助气囊可以装在车门上横梁中、车门内板中或座椅侧面。车门上横梁中的防侧撞安全辅助气囊用来保护乘员的头部。装在车门内板中的防侧撞安全辅助气囊和装在座椅侧面的防侧撞安全辅助气囊用来保护乘员的胸部、心脏、肺脏等重要器官。目前，宝马汽车公司已开始采用双防侧撞安全辅助气囊来扩大防撞安全辅助气囊的保护面积，气囊的形状为管状。

防侧撞安全辅助气囊的体积由于空间的限制一般都较小，装在车门内板中的气囊的体积为 35～40L，装在座椅侧面的气囊的体积仅 12L 左右。

4. 后排座乘员用安全辅助气囊

通常后排座不设置安全保护装置，但近年来后排座乘员的安全防护逐渐受到重视，已较普遍地在后排座上安装了安全带，并开发和配备了后排座乘员用安全辅助气囊（包括后排座乘员用防侧撞安全辅助气囊）。

后排座乘员用安全辅助气囊的容积一般可达到 100L，其结构与其他安全辅助气囊系统基本相同，大多数安装在前排座椅靠背中，引爆后在后排座乘员与前排座椅之间形成防护气垫。

5. 下肢用安全辅助气囊

美国莫通国际公司（Moton International ）开发了保护驾驶员下肢用安全辅助气囊，它由一个 13L 的安全辅助气囊和气体发生器组成，是一种新开发的安全辅助气囊。在轿车发生碰撞时，能够有效地防止驾驶员的下肢、小腿和膝部与各种踏板、操纵杆等发生碰撞，对驾驶员的下肢、小腿和膝部进行保护。下肢用安全辅助气囊装置安装在仪表板下部的前围板上，其结构与其他安全辅助气囊的结构基本相似。

2.1.3 安全辅助气囊的未来发展趋势

目前安全辅助气囊技术的研究开发主要有以下几个方向。

(1)智能化：这种气囊系统能够在汽车碰撞的一瞬间根据碰撞条件和乘员状况调节气囊的工作性能。

(2）小型轻型化：安全辅助气囊总成采用体积小的新型气体发生器（有利用压缩气体的混合式气体发生器及采用有机气体的纯气体式气体发生器）。

(3)实现全方位保护：安全辅助气囊不再仅局限于保护驾驶员与前座乘员。

(4)环保型：采用新型气体发生技术，使之符合环境保护的要求。

目前，安全辅助气囊技术已积累了丰富的实践经验并在不断地发展。随着安全系统逐渐向智能化发展，安全系统内部的耦合度将大大地提高。中央控制器不仅对安全辅助气囊进行控制，而且在轿车发生碰撞时，能立即切断发动机的供油，使发动机熄火，防止火灾；开启车门锁止装置，触发车上全部安全保护系统，并自动发出求救信号，实现多方位的安全防护。各大汽车公司和研究机构，在智能型安全辅助气囊的开发方面取得了迅速的进展。例如，在安全辅助气囊系统中装置了汽车乘员感测系统，系统中的传感器，随机自动测量和记录以下因素和信息：

- 座椅上是否有乘员乘坐，或是仅仅放置了一些物品；

·乘员的身高和体重；

·座椅上乘员的乘坐位置和姿势，以及儿童座位的朝向；

·乘员是否系上安全带；

·座椅上的乘员与安全辅助气囊的之间的距离；

·碰撞的严重程度。

根据所测信息，中央电子控制器能在座椅上没乘员的情况下，不引爆乘员用安全辅助气囊。如果乘员没佩带安全带，控制器能够改变安全辅助气囊中气体的压力，使气囊在较小的撞击力下膨胀起来，不会对乘员造成伤害。

儿童座椅是临时装置在乘员座椅上的附加装置。当儿童座椅正向安装，在轿车发生碰撞时，安全辅助气囊应能够正常引爆。如果儿童座椅背向安装，则儿童座椅的后背能够提供良好的安全保护。在轿车发生碰撞时，就不需要引爆安全辅助气囊。在儿童座椅下面装有电子信号收发器，当儿童座椅装在乘员座椅上后，中央电子控制器中的“儿童座椅探测器”的微型天线会发出探测电波，儿童座椅下信号收发器的微型天线也会接收信号，并做出反馈，儿童座椅探测器会判明是否已装置儿童座椅和座椅的安装方向。驾驶员通过黄色信号灯的闪烁光来获得儿童座椅已经安装好的信息，同时“免用安全辅助气囊”的信号灯也会点亮。如果已经装有反向的儿童座椅，中央电子控制器的控制系统能够阻止安全辅助气囊引爆。

2.2 安全辅助气囊系统的基本结构和原理

2.2.1 安全辅助气囊系统的结构组成及其工作原理

机械式安全辅助气囊由传感器、气体发生器(又称为膨胀器)、气囊组件、缆线和报警灯等组成。作为主传感器的碰撞传感器安装在车的左右两侧，判断冲撞信息的 Cowl 传感器安装在诊断元件内。安全辅助气囊组件可在点火信号作用下，使气囊膨胀展开；缆线用于诊断元件与气囊、膨胀器之间的电气连接；报警灯用于显示诊断元件对系统故障检测结果。目前国外已开发出比电子式气囊更简单、更廉价的全机械式安全辅助气囊系统。其气囊、充气泵、传感器等部件集中装在转向盘内。在撞车的瞬间由传感器引出点火销（相当于常规武器的撞针），高速撞击充气泵中的引燃器（相当于常规武器的雷管），引燃固体燃料并释放出大量气体，同时向气囊充气。气囊充气后膨胀，对驾驶员起保护作用。这种安全辅助气囊主要用于保护驾驶员的头部，同时配合三点式安全带减轻撞车时驾驶员的面部损伤。

电子式安全辅助气囊系统的组成部件分布在汽车的不同位置。虽然各型汽车安全辅助气囊系统采用部件的结构和数量有所差异，但是其基本组成和工作原理都大致相同。其主要部件在轿车上的位置如图 2-1 所示。主要有碰撞传感器、防撞安全辅助气囊装置、电子控制装置(ECU)、缆线及报警灯等组成。驾驶席侧防撞安全辅助气囊装置在转向盘中；乘员侧防撞安全辅助气囊一般装置在仪表板上，外面用一个塑料盖遮住。安全辅助气囊传感器分别安装在驾驶室间隔板左、右侧及中部；中部的安全辅助气囊传感器与安全辅助气囊系统电子控制装置安装在一起。

2.2.1.1 碰撞传感器

碰撞传感器(Impact Sensor) 又称为撞击传感器(Dash Sensor)。由于世界各国汽车公司安全辅助气囊系统零部件的安装位置不尽相同，因此所用碰撞传感器的名称并不统一。

电子控制式安全辅助气囊系统采用的碰撞传感器按功用可分为碰撞烈度传感器和安全传感器两大类。碰撞烈度传感器主要用来检测碰撞的强度。若达到规定强度，则气囊打开。所谓规定强度，即是汽车以 40 km/h 的车速与一辆正在停放的同样大小的汽车相碰撞的程度，或者以不低于 22 km/h 的车速迎面撞到一个不可变形的固定障碍物时的冲撞程度。安全传感器具有保护作用，用来防止因碰撞烈度传感器短路而造成的气囊误打开。按结构形式不同，碰撞烈度传感器又可分为电子式、机电式、机械式 3 类。

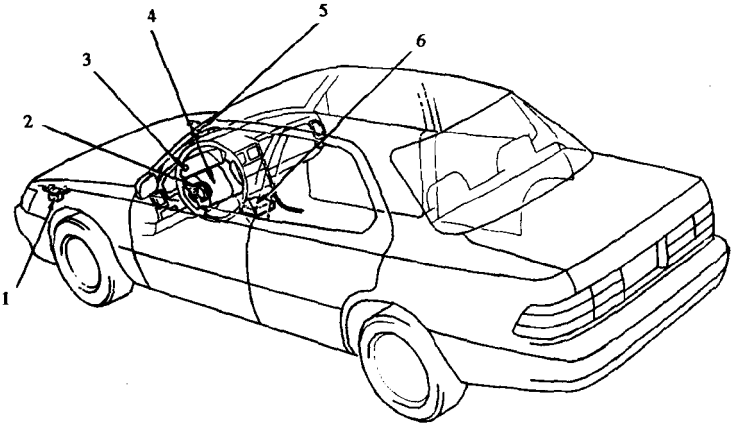


图 2-1　安全辅助气囊主要部件分布位置

1-左前 SRS 传感器；2-螺旋电缆；3-SRS 故障指示灯；4-SRS 气囊及点火器；5-右前 SRS 传感器；6-中央 SRS 传感器及控制单元

1. 中央安全辅助气囊传感器（电子式传感器）

电子式加速度计对汽车正向加速度进行连续测量，并将结果输送给微处理器，微处理器内有一套复杂碰撞信号处理程序，能够判定气囊是否需要打开。如需要，微处理器便会接通点火电路，如果机电式保险传感器也闭合，则引发器接通，气囊打开。

中央安全辅助气囊传感器装在中央控制器内，用来测量汽车急减速信号(碰撞),并将其输送到 CPU，引爆气囊传爆管，使气囊打开。同时前方另一个传感器也引爆了预紧器的传爆管，即安全带预紧器同气囊一起作用。有的前方传感器具有两对动、静触头，在低速碰撞时，第一对触头闭合引爆安全带预紧器；在高速碰撞时，第二对触头接通，使安全带预紧器及气囊同时动作。中央安全辅助气囊传感器的作用是增加可靠性。

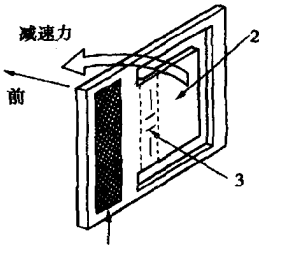


图 2-2　中央安全辅助气囊传感器

1-集成电路；2-惯性质量；3-变形针

中央安全辅助气囊传感器是一个半导体压力传感器，它具有稳定性好、应变灵敏系数 K(约 100～150)及压敏电阻效应好等特点。中央安全辅助气囊传感器的结构如图 2-2 所示。汽车的速度越大，碰撞后产生加速度的力就越大，则输出的电压也越大。由于半导体压力传感器输出特性受温度影响较大，故应用晶体管的基极一发射极间的电压的温度变化来消除传感器输出特性的变化。所以半导体压力传感器要求有稳定的电源。

电子式传感器的优点是系统集中，安装空间小；调整特性方便，只需改变电脑程序；系统控制能力强。缺点是需要对各种车身结构进行特殊控制；电子元件多，可靠性差。特别是对圆柱形障碍物的中间碰撞，或是碰撞时保险杠没有撞到障碍物，而是汽车前部的软结构撞击到障碍