

# 汽车防抱死（ABS）控制系统

## 摘要：

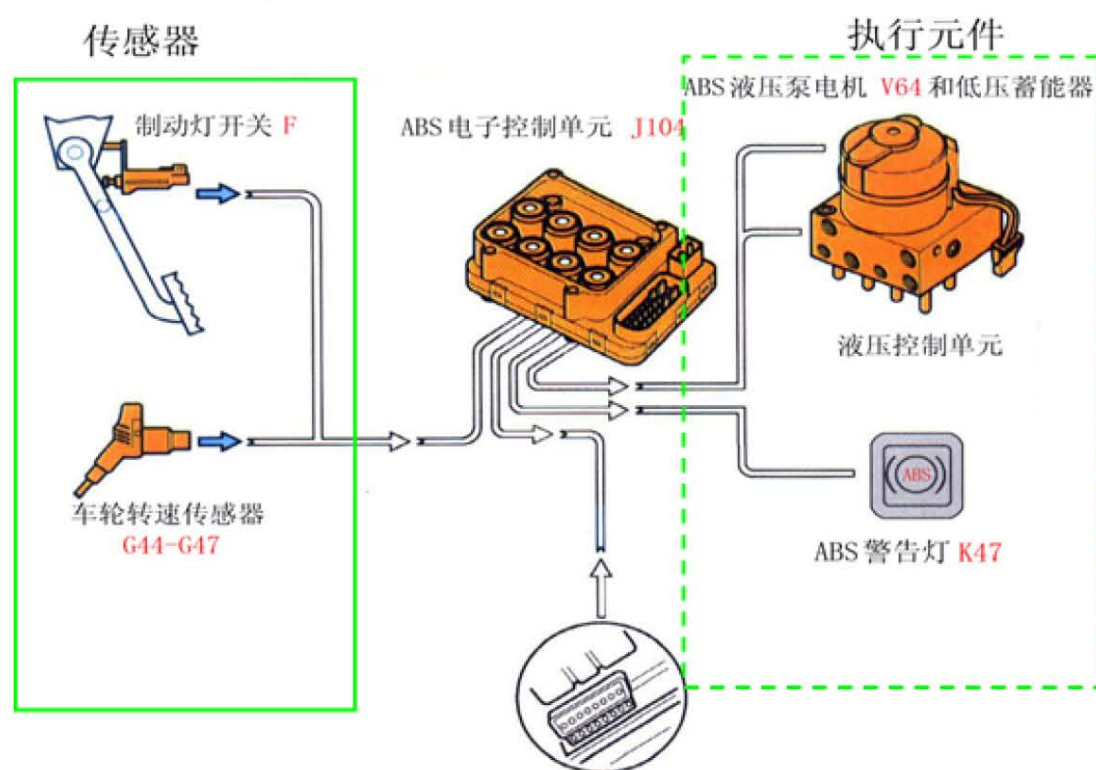
世界上第一台防抱死制动系统 ABS(Ant-tilock Brake System)，在1950年问世，首先被应用在航空领域的飞机上，1968年开始研究在汽车上应用。70年代，由于欧美七国生产的新型轿车的前轮或前后轮开始采用盘式制动器，促使了ABS在汽车上的应用。

## 关键字：

ABS 防抱死制动系统 原理 汽车 基础知识

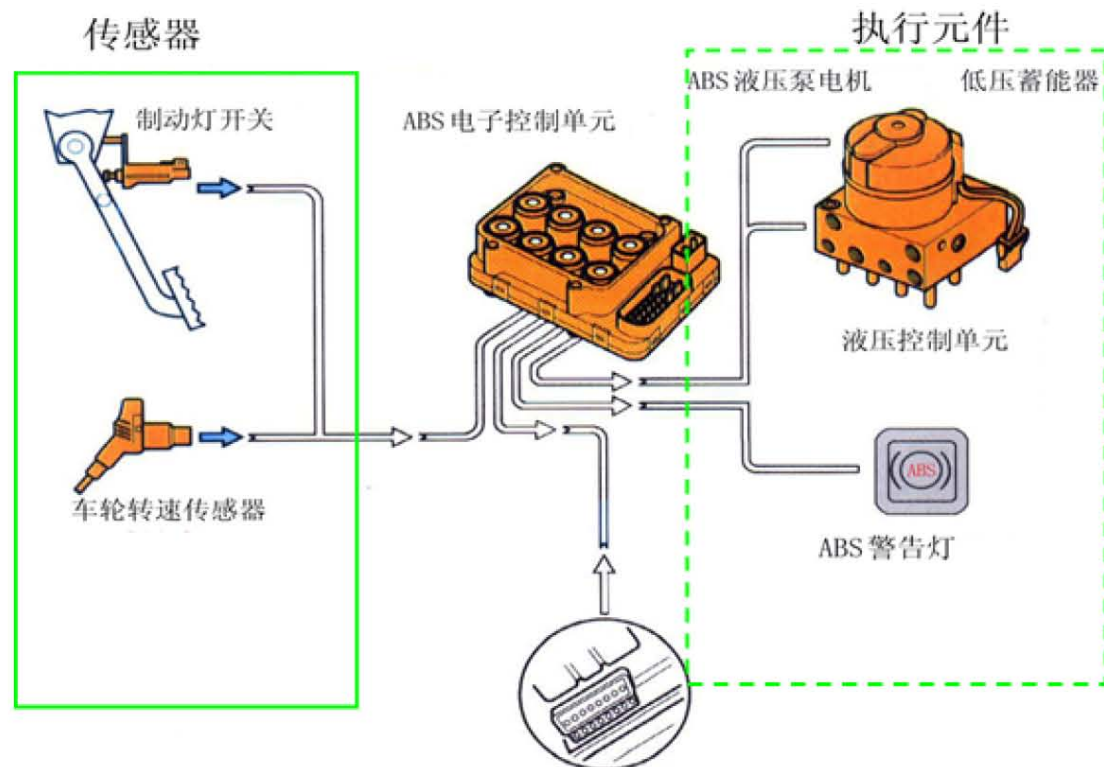
LAUNCH

世界上第一台防抱死制动系统 ABS(Ant-Block Brake System), 在1950年问世, 首先被应用在航空领域的飞机上, 1968年开始研究在汽车上应用。70年代, 由于欧美七国生产的新型轿车的前轮或前后轮开始采用盘式制动器, 促使了ABS在汽车上的应用。1980年后, 电脑控制的ABS逐渐在欧洲、美国及亚洲日本的汽车上迅速扩大。到目前为止, 一些中高级豪华轿车, 如西德的奔驰、宝马、雅迪、保时捷、欧宝等系列, 英国的劳斯莱斯、捷达、路华、宾利等系列, 意大利的法拉利、的爱快、领先、快意等系列, 法国的波尔舍系列, 美国福特的TX3、30X、红慧星及克莱斯勒的帝王、纽约豪客、男爵、道奇、顺风等系列, 日本的思域、凌志、豪华本田、奔跃、俊朗、淑女300Z等系列, 均采用了先进的ABS。到1993年, 美国在轿车上安装ABS已达46%, 现今在世界各国生产的轿车中有近75%的轿车应用ABS。现今全世界已有本迪克斯、本迪克斯、波许、摩根、戴维斯、海斯、凯尔西、苏麦汤姆、本田、日本无限等许多公司生产ABS, 它们中又有整体和非整体之分。预计随着轿车的迅速发展, 将会有更多的厂家生产。



制动性能是汽车主要性能之一, 它关系到行车安全性。评价一辆汽车的制动性能最基本的指标是制动加速度、制动距离、制动时间及制动时方向的稳定性。制动时方向的稳定性, 是指汽车制动时仍能按指定的方向的轨迹行驶。如果因为汽车的紧急制动(尤其是高速行驶时)而使车轮完全抱死, 那是非常危险的。若前轮抱死, 将使汽车失去转向能力; 若后轮抱死, 将会出现甩尾或调头(跑偏、侧滑)尤其在路面湿滑的情况下, 对行车安全造成极大的危害。汽车的制动力取决于制动器的摩擦力, 但能使汽车制动减速的制动力, 还受地面附着系数的制约。当制动器产生的制动力增大到一定值时, 汽车轮胎将在地面上出现滑移。其滑移率  $\delta = (V_t - V_a) / V_t \times 100\%$  式中:  $\delta$ —滑移率;  $V_t$ —汽车的理论速度;  $V_a$ —汽车的实际速度。据试验证实, 当车轮滑移率  $\delta = 15\% - 20\%$  时附着系数达到最大值, 因此, 为了取得最佳的制动效果, 一定要控制其滑移率在15%—20%范围内。ABS

的功能即在车轮将要抱死时，降低制动力，而当车轮不会抱死时又增加制动力，如此反复动作，使制动效果最佳。



ABS是Anti-Lock Brake System的英文缩写，翻译过来可以叫做“刹车防抱死系统”。在没有ABS时，如果紧急刹车一般会使轮胎抱死，由于抱死之后轮胎与地面是滑动摩擦，所以刹车的距离会变长。如果前轮锁死，车子失去侧向转向力，容易跑偏；如果后轮锁死，后轮将失去侧向抓地力，就易发生甩尾。特别是在积雪路面，当紧急制动时，就更容易发生上述的情况。ABS是通过控制刹车油压的收放，来达到对车轮抱死的控制。其工作过程实际上是抱死—松开—抱死—松开的循环工作过程，使车辆始终处于临界抱死的间隙滚动状态。但是在一些电影特技场景中，有的车子是不装ABS的，所以我们才能看到它们侧滑、甩尾等多种高难度的刺激场面。对于一些想追求驾驶刺激的高级赛车手，他们同样不喜欢给汽车装上ABS。终究一点，ABS不是给特级演员和高级赛车手设计的，而是针对一般驾驶者，以保证他们驾车的安全。

近几年，汽车的流行里又多了EBD。许多车型，如本田奥德赛、派力奥、西耶那等，都在制动中说明是“ABS+EBD”。那么EBD是ABS功能的扩充，还是EBD比ABS更先进？EBD的英文全称是Electric Brake Force Distribution，中文直译就是“电子制动力分配”。汽车制动时，如果四只轮胎附着地面的条件不同，比如，左侧轮附着在湿滑路面，而右侧轮附着于干燥路面，四个轮子与地面的摩擦力不同，在制动时（四个轮子的制动力相同）就容易产生打滑、倾斜和侧翻等现象。EBD的功能就是在汽车制动的瞬间，高速计算出四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。EBD实际上是ABS的辅助功能，它可以改善提高ABS的功效。所以在安全指标上，汽车的性能又多了ABS+EBD。ESP是英文Electronic Stability Program的缩写，中文译成“电子稳定程序”。这一组系统通常是支援ABS及ASR（驱动防滑系统，又称牵引力控制系统）的功能。它通过对从各传感器传来的车辆行驶状态信息进行分析，然后向ABS、ASR发出纠偏指令，来帮助车辆维持动态平衡。ESP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。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，甚至在某些情况下可以进行每秒150次的制动。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。ESP最重要的特点就是它的主动性，如果说ABS是被动地作出反应，那么ESP却可以做到防患于未然。

ABS是常规刹车装置基础上的改进型技术，可分机械式和电子式两种。现代汽车上大量安装防抱死制动系统，ABS既有普通制动系统的制动功能，又能防止车轮锁死，使汽车在制动状态下仍能转向，保证汽车的制动方向稳定性，防止产生侧滑和跑偏，是目前汽车上最先进、制动效果最佳的制动装置。普通制动系统在湿滑路面上制动，或在紧急制动的时候，车轮容易因制动力超过轮胎与地面的摩擦力而安全抱死。近年来由于汽车消费者对安全的日益重视，大部分的车都已将ABS列为标准配备。如果没有ABS，紧急制动通常会造成轮胎抱死，这时，滚动摩擦变成滑动摩擦，制动力大大下降。而且如果前轮抱死，车辆就失去了转向能力；如果后轮先抱死，车辆容易产生侧滑，使车行方向变得无法控制。所以，ABS系统通过电子机械的控制，以非常快的速度精密的控制制动液压力的收放，来达到防止车轮抱死，确保轮胎的最大制动力以及制动过程中的转向能力，使车辆在紧急制动时也具有躲避障碍的能力。随着世界汽车工业的迅猛发展，安全性日益成为人们选购汽车的重要依据。目前广泛采用的防抱制动系统（ABS）使人们对安全性要求得以充分的满足。汽车制动防抱系统，简称为ABS，是提高汽车被动安全性的一个重要装置。有人说制动防抱系统是汽车安全措施中继安全带之后的又一重大进展。汽车制动系统是汽车上关系到乘客安全性最重要的二个系统之一。

随着世界汽车工业的迅猛发展，汽车的安全性越来越为人们重视。汽车制动防抱系统，是提高汽车制动安全性的又一重大进步。ABS防抱制动系统由汽车微电脑控制，当车辆制动时，它能使车轮保持转动，从而帮助驾驶员控制车辆达到安全的停车。这种防抱制动系统是用速度传感器检测车轮速度，然后把车轮速度信号传送到微电脑里，微电脑根据输入车轮速度，通过重复地减少或增加在轮子上的制动压力来控制车轮的打滑率，保持车轮转动。在制动过程中保持车轮转动，不但可保证控制行驶方向的能力，而且，在大部分路面情况下，与抱死（锁死）车轮相比，能提供更高的制动力量。



ABS—汽车制动防抱系统的工作原理是，依靠装在各车轮上高灵敏度的车轮转速传感器以及车身上的车速传感器，通过计算机控制。紧急制动时，一旦发现某个车轮抱死，计算机立即指令压力调节器使该轮的制动分泵泄(减)压，使车轮恢复转动。ABS的工作过程实际上是抱死—松开—抱死—松开的循环工作过程，使车辆始终处于临界抱死的间隙滚动状态，有效地克服紧急制动时的跑偏、侧滑、甩尾，防止车身失控等情况的发生。对于ABS的原理，许多司机略知一二，但绝大多数司机却不知道如何使用ABS，其实，ABS使用是否得当，直接关系到行车安全。ABS制动时，制动分泵的高速收放动作会使高压的制动液被频繁挤压，产生较大的声音，制动踏板也会有抖动和顶脚现象。驾驶时不要被这种现象困扰，在紧急情况下使用ABS制动要毫不犹豫，用力直接把刹车踩到底，不能放松。由于ABS紧急制动时车轮不抱死，前轮仍有导向作用，司机可以边刹车边打方向进行紧急避险。ABS系统对制动液的要求非常之高，因此添加制动液应严格按照使用说明书上的要求，一般禁止掺杂不同型号的制动液。一般来说，应一年更换一次相同型号的制动液。也可以选用DOT3或DOT4醇基型制动液。ABS车轮传感器及齿圈均安装在各个车轮上，所以要经常保持传感器探头及齿圈的清洁，防止有泥污、油污特别是磁性物质沾附在其表面，从而导致传感器失效或输给计算机的信号错误而影响ABS系统的正常工作。装有ABS系统的车辆应严格遵循规定的轮胎气压标准，同时要保持同轴轮胎气压的均衡，严禁使用不同规格的轮胎。此外，要注意检查轮速传感器探与齿圈之间的间隙，轮子轴承轴向间隙过大会直接影响ABS的正常工作。在行车中司机应经常注意仪表板上的ABS告警灯情况，如发现闪烁或发亮不灭，说明ABS系统已脱离工作状态。此时制动系统已回归常规制动工作界面，车子是可以继续行驶的，但已不具ABS功能，建议尽快检修。

ABS防抱死制动系统，以前消费者买车，都把有没有ABS（防抱死制动系统）作为一个重要指标。随着技术的发展，目前，我国绝大部分轿车已经将ABS作为标准配置。但对于ABS的认识以及如何正确使用，很多驾驶员还不是很清楚，甚至还出现了一些对ABS的误解。一些驾驶员认为ABS就是缩短制动距离的装置，装备ABS的车辆在任何路面的制动距离肯定比未装备ABS的制动距离要短，甚至有人错误地认为在冰雪路面上的制动距离能与在沥青路面上的制动距离相当；还有一些驾驶员认为只要配备了ABS，即使在雨天或冰雪路面上高速行驶，也不会出现车辆失控现象。ABS并不是如有些人所想的那样，大大提高汽车物理性能的极限。严格来说，ABS的功能主要在物理极限的性能内，保证制动时车辆本身的操纵性及稳定性。ABS的应用，ABS(Anti-lock Brake System)即“防抱死制动系统”，能有效控制车轮保持在转动状态，提高制动时汽车的稳定性及较差路面条件下的汽车制动性能。ABS通过安装在各车轮或传动轴上的转速传感器不断检测各车轮的转速，由计算机算出当时的车轮滑移率，并与理想的滑移率相比较，做出增大或减小制动器制动压力的决定，命令执行机构及时调整制动压力，以保持车轮处于理想制动状态。1906年ABS首次被授予专利，1936年博世注册了一项防止机动车辆车轮抱死的“机械”专利。所有的早期设计都有着同样的问题：因过于复杂而容易导致失败，并且它们运作太慢。1947年世界上第一套ABS系统首次应用于B-47轰炸机上。Teldix公司在1964年开始研究这个项目，其ABS研究很快被博世全部接管。两年内，首批ABS测试车辆已具有缩短制动距离的功能。转弯时车辆转向性和稳定性也被保证，但当时应用的大约1000个模拟部件和安全开关，这意味着被称为ABS1系统的电子控制单元的可靠性和耐久性还不能够满足大规模生



产的要求，需要改进。博世在电子发动机管理的发展过程中获得的技术，数字技术和集成电路(ICs)的到来使电子部件的数量降低到140个。1968年ABS开始研究应用于汽车上。

1975年由于美国联邦机动车安全标准121款的通过，许多重型卡车和公共汽车装备了ABS，但由于制动系统的许多技术问题和卡车行业的反对，在1978年撤消了这一标准。同年博世作为世界上首家推出电子控制功能的ABS系统的公司，将这套ABS2的系统开始安装作为选配配置，并装配在梅赛德斯-奔驰S级车上，然后很快又配备在了宝马7系列豪华轿车上。在这一时期之后美国对ABS的进一步研究和设计工作减少了，可是欧洲和日本的制造厂家继续精心研制ABS。进入20世纪80年代以后，由于进口美国的汽车装备有ABS，美国汽车制造厂对美国汽车市场上的ABS显示出新的兴趣。随着微电子技术的飞速发展和人们对汽车行车安全的强烈要求，ABS装置在世界汽车行业进一步得到广泛应用。1987年美国大约3%的汽车装备有非常可靠的ABS。在随后的时间里，研发者集中于简化系统。在1989年，博世的工程师成功地将一个混合的控制单元直接附在了液压模块上。这样他们就无需连接控制单元和液压模块的线束，也无需接插件，所以显著地减轻了ABS 2E的整体重量。博世的工程师在1993年，使用新的电磁阀创造了ABS5.0，并且在后来的几年研发了5.3和5.7版。新一代的ABS8的主要特性是再次极大地减轻了重量、减少了体积、增大了内存，同时增加了更多功能，如电子分配制动压力，从而取代了减轻后轴制动压力的机械机构。当年有些汽车工业分析专家预言得到了证实：到20世纪90年代中期以后，世界市场上的大多数汽车和卡车将装备ABS。

ABS的功用：ABS的主要作用是改善整车的制动性能，提高行车安全性，防止在制动过程中车轮抱死（即停止滚动），从而保证驾驶员在制动时还能控制方向，并防止后轴侧滑。其工作原理为：紧急制动时，依靠装在各车轮上高灵敏度的车轮转速传感器，一旦发现某个车轮抱死，计算机立即控制压力调节器使该轮的制动分泵泄压，使车轮恢复转动，达到防止车轮抱死的目的。ABS的工作过程实际上是“抱死—松开—抱死—松开”的循环工作过程，使车辆始终处于临界抱死的间隙滚动状态，有效克服紧急制动时由车轮抱死产生的车辆跑偏现象，防止车身失控等情况的发生。

ABS的种类可分机械式和电子式两种。机械式ABS结构简单，主要利用其自身内部结构达到简单调节制动力的效果。该装置工作原理简单，没有传感器来反馈路面摩擦力和轮速等信号，完全依靠预先设定的数据来工作，不管是积水路面、结冰路面或是泥泞路面和良好的水泥沥青路面，它的工作方式都是一样的。严格地说，这种ABS只能叫做“高级制动系统(Advanced Brake System)”。目前，国内只有一些低端的皮卡等车型仍在使用机械式ABS。机械式ABS只是用部件的物理特性去机械的动作，而电子式ABS是运用电脑对各种数据进行分析运算从而得出结果的。电子式ABS由轮速传感器、线束、电脑、ABS液压泵、指示灯等部件构成。能根据每个车轮的轮速传感器的信号，电脑对每个车轮分别施加不同的制动力，从而达到科学合理分配制动力的效果。最早的ABS系统为二轮系统。所谓二轮系统就是将ABS装在汽车的两个后轮上。由于两后轮公用一条制动液压管路和一个控制阀，所以又称做“单通道控制系统”。这种系统是根据两个后车轮中附着着力较小的车轮状态来选定制动压力，这被称为“低选原则”。也就是说，采用低选原则的ABS车辆的一个后轮有抱死趋势时，系统只能给两个后轮同时泄压。



又由于前轮没有防抱死功能，因而，二轮系统难以达到最佳制动效果。随着相关技术的发展，后来出现了“三通道控制系统”，该系统是在二轮系统基础上，将两前轮由两条单独的管路独立控制。虽然后轮还是采用“低选原则”，但由于实现了紧急制动时的转向功能及防止后轴侧滑的功能，所以这种系统具备了现代ABS的主要特点。至今，市面上还有车辆采用这种三通道控制的ABS系统。目前，装备在车辆上最常见的是四传感器四通道ABS系统，每个车轮都由独立的液压管路和电磁阀控制，可以对单个车轮实现独立控制。这种结构能实现良好的防抱死功能。

**走出ABS误区：**开篇中那些对ABS的误解，需要解释一下。如果汽车车轮在制动时抱死，汽车能得到的侧向附着力是最小的。这时，由于路面附着系数的不平衡、汽车本身制动力的不平衡、悬架的不平衡、汽车轮胎气压、路面弯度、颠簸或坡度等因素都可能会使汽车发生侧滑、甩尾或失控。另外，由于车辆前轮抱死，汽车会失去转向能力。一个性能优良的汽车防抱死制动系统，在制动时能够将汽车车轮的滑移率控制在20%~30%之间，车轮在这种状态下，能兼顾相对最大的纵向制动力和横向抓地力，有效地保证车辆不会发生失控状况。另外，在前轮不抱死的情况下，由于有一定的抓地力，汽车还可以按照驾驶员的意愿进行转向，从而控制车辆。为了将车轮滑移率控制在理想状态下，追求车辆的稳定性，可能会牺牲一些纵向的制动力。

所以，ABS起作用时，不是在所有路面上制动距离都会缩短。在冰雪路面上，由于地面提供的附着力比一般路面要小很多。ABS只能在这种附着力的基础上调节汽车的制动力，不会产生外加的制动因素。所以，在冰雪路面上的制动距离只能说比车轮抱死时短一些，比在一般路面上的制动距离还是长很多。实际道路其实是很复杂的，诸如：路面附着系数不平衡、道路弯度或路面横向坡度、甚至汽车轮胎气压等汽车自身的原因，有很多因素能使汽车在制动时产生侧滑的运动趋势，这些因素都不是ABS本身能够克服的。所以，如果在冰雪路面上车速过快时紧急制动，遇到上述因素之一，当车辆离心力大于地面能够提供的最大侧向力时，就会使车辆形成失控趋势，这是非常危险的。总之，任何装备都不是万能的，驾驶员必须通过自己的主观能动性实现安全驾驶。即使是性能优良的ABS在工作状态下稳定车辆的效果也是有限的，尤其是行驶在砂石路或冰雪路面上，更应保持充分的车距，减速慢行，不要完全依赖ABS系统。ABS使用常识现在基本上所有的乘用车都加装了ABS系统，对提升车辆的主动安全性能起到了很大的作用，但若使用不当，效果也会大打折扣。在这里，我们对ABS的使用原则归纳为“四要、七不要”。

#### **四要：**

- 1) .要始终踩住制动踏板不放松，这样才能保证足够和持续的制动力，使ABS有效地发挥作用。
- 2) .要保持足够的安全车距。一般情况下，最小车距不应低于50m，当车速超过50km/h时，最小车距与车速数值相同，如100km/h时最小车距为100m，120km/h时，最小车距为120m。
- 3) .要事先熟悉ABS，使自己对ABS工作时的制动踏板抖动有准备和适应能力。
- 4) .要事先阅读汽车驾驶员手册，从而进一步地理解安装ABS的汽车生产厂提供的各种操作说明。

### 七不要:

- 1) . 不要认为有了ABS就可以随心所欲地驾驶, ABS也不是绝对保险的, 在车速过高和转弯过急的情况下, 若车辆制动得过急过猛, 则汽车仍然会产生侧滑, 因此, 即使你的汽车装有ABS, 你也仍然需要谨慎驾驶。
- 2) . 不要采用“点刹”制动。未装有ABS的车辆在湿滑路面及车速较高情况下实施制动时, 需要采用“点刹”的办法达到安全制动的目的, 而装上ABS后, 由于ABS能自动调整制动力, 因此在实施紧急制动时, 可一脚将踏板踩到底而不松开, 不要担心车轮抱死打滑, 否则将大大延长制动距离。
- 3) . 不要被ABS的抖动吓住, ABS在起作用时, 会听到它发出的噪音, 该噪音是由液压控制系统中的电磁阀和液压泵工作时产生的, 不要以为制动系统出了毛病而惊慌失措, 更不可将脚从制动踏板上移开, 这时仍然要将制动踏板踩死而不去管它。
- 4) . 不可忽视ABS指示灯的检查, 正常情况下, 接通点火开关后, 此灯应亮; 大约3秒后自动熄灭, 这一过程, 实质上是电子控制装置在按自检程序对车轮传感器、液压调节器的控制阀进行通电检查, 若此灯一直不亮, 说明ABS有故障。
- 5) . ABS指示灯不熄灭时不必恐慌, 当行车中ABS出现故障时, 防抱死制动系统自动将原制动系统的油路接通, 汽车上的原制动系统仍然工作, 只是没有了ABS, 注意检修就可以了。
- 6) . 不可私自拆换ABS的电脑单元。如果电脑发现故障, 应更换整个ABS单元。
- 7) . 对于装配了ABS, 但是希望改装的车辆, 请勿拆装制动管路与ABS单元连接的螺母。

ABS 又分电子式 ABS 和机械式 ABS1、电子式 ABS 是根据不同的车型所设计的, 它的安装需要专业的技术力量, 如果换装至另一辆车就必须改变它的线路设计和电瓶容量, 没有通用性; 机械式 ABS 的通用性强, 只要是液压刹车装置的车辆都可使用, 可以从一辆车换装到另一辆车上, 而且安装只要 30 分钟。电子式 ABS 的体积大, 而成品车不一定有足够的空间安装电子 ABS, 相比之下, 机械式的 ABS 的体积较小, 占用空间少。电子式 ABS 是在车轮锁死的刹那开始作用, 每秒钟作用 6~12 次; 机械式 ABS 在踩刹车时就开始工作, 根据不同的车速, 每秒钟可作用 60~120 次。机械式 ABS 的适用特性需要事先设定, 在积水路面、冰雪路面、沙石路面、沥青路面上, 轮胎的摩擦系数不同, 车速不同, 需要的制动力也不相同。没有即时的测量回馈系统, 只依靠预先设定的阈值, 适用范围较窄, 制动效果会有所降低。在选购机械式 ABS 防抱死系统时应非常小心。仿造的 ABS 产品在外观上与真品大同小异, 结构也一样, 但劣质产品却难以长期承受刹车油的腐蚀与高压, 时间一长橡胶还会老化变形, 丧失应有的性能。