

空气悬架系统在重型货车的应用

□ 中国重汽集团济南货车股份有限公司 / 邵建忠 王玲 罗楠

随着高速物流运输特别是甩挂运输的发展，空气悬挂逐步在重型货车上得到推广应用，本文简单介绍了空气悬架的基本原理和优点，然后以某国内重型货车最新采用的空气悬架为例介绍了空气悬挂的新结构形式、控制模式和发展趋势。

随着我国高等级公路的发展、运输量的增加、计重收费政策的普及以及重型载货汽车用户收入的提高，用户对汽车的操控稳定性、平顺性、舒适性和安全性提出了更高的要求，因此符合以上要求的空气悬架系统逐步进入重型载货汽车市场。

20世纪50年代初期，欧美开始在客车和货车上使用空气悬架系统；90年代末期，空气悬架在欧美重型载货汽车上的使用比率达到80%以上；截止目前，空气悬架在欧美重型载货汽车上的使用率超过90%，且6×2空气悬架属于主流。在中国，空气悬架在客车领域应用较广泛，在重型货车领域，空气悬架的使用率低于5%，处于尝试使用阶段。除了成本较高外，另外一个重要的原因是相比客车悬架，重型货车的空气悬架结构更复杂，要求产品的可靠性更高。

空气悬架基本原理及优点

空气悬架的工作原理，就是气

囊内充满压缩空气，利用控制系统控制气囊的充放气，来实现车辆的承载和高度的调节。

其优点为：

(1) 空气弹簧具有相对恒定的低自然振动频率，可以提高汽车行驶的平顺性，提高乘坐舒适性，对货物起到良好的保护作用，从而可以有效保护货物，减少货物在运输途中的损坏。

(2) 提高起步能力，车辆操控性好。由于振动频率低，可以提高轮胎的附着能力，提高在低附着系数路面上的起步能力，提高车辆行驶安全性，同时可以降低车轮对路面的冲击，提高车辆操控性。图1所示为钢板弹簧悬架和空气弹簧悬架对地面冲击的影响对比。

(3) 车身高度可调，方便甩挂运输。通过遥控器、高度传感器和控制阀来对气囊进行充气 and 放气，改变车体不同位置的高度，以便货物的装卸。对气囊进行放气，降低牵引车后桥高度，不用手动摇起半挂车，很容易将牵引车和半挂

车脱开。实现快速甩挂运输。

(4) 通过空气弹簧内气体的连通原理，可以方便地实现多桥轴荷和制动力的平衡，提高车辆行驶安全性。通过提升桥，实现最佳辅助驱动功能。

重型货车常用的空气悬架系统结构形式

国外带空气悬挂货车6×2最多，其次为8×4和10×4。国内重型货车目前牵引车居多，主要用于精密仪器设备的运输和甩挂运输。下面介绍中国主流重型货车常用的

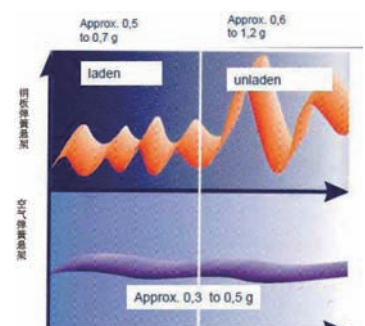


图1 钢板悬架和空气悬架对地面的冲击影响对比

空气悬架结构和未来发展的新趋势。

1. 单摆臂空气悬架系统

该空气悬架系统采用1/4椭圆少片变截面板簧加气囊的复合式空气悬架结构，如图2所示。左右各布置1个气囊，置于车桥正后方。左右各布置一根减振器在车架外侧，不加装横向稳定杆，在车桥正上方加装一根横向推力杆用于传递车桥横向力。车桥上跳限位由外部限位块进行限位，下调限位由减振器内部液压限位。

采用机械控制方式，由旋转滑阀和高度阀组成，通过旋转滑阀实现车身的高度调整，从而更易于挂车的脱挂和甩挂。旋转滑阀可在摆杆的带动下与阀体具有三个不同位置，即Ⅲ为中位，Ⅰ为放气位置，Ⅴ为充气位置，Ⅱ及Ⅳ为停止位置。

放气时，先把手柄向下按，往右旋转，到Ⅰ位置进行放气，车辆升高。同样，充气时，手柄旋转到Ⅳ位置进行充气，车辆降低。

只有车辆在静止或者低速状态时，才能通过操作旋转滑阀实现车辆的上升或者下降；车辆行驶过程中，旋转滑阀必须置于Ⅲ中位位置，车辆的充放气由高度阀控制，如图3所示。

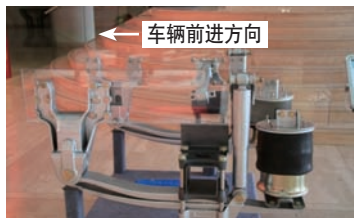


图2 单摆臂空气悬架结构

高度阀装配在车架纵梁上，其摆臂通过竖杆与桥连接，当车辆的载荷增加时，高度阀的摆臂上移，储气筒的气通过旋转滑阀往气囊充气；反之，当车身载荷减少时，摆臂下移，气囊中的高压空气通过旋转滑阀放气。

2. 8及9气囊空气悬挂系统

在重型货车双后驱动桥的匹配中，单摆臂空气悬架采用4气囊的结构，某国内重型货车制造商2年前通过引进国外先进空气悬架系统，开发出适合国内8、9气囊悬架系统的车型，8气囊车型是双后桥采用8个气囊的悬架结构，9气囊车型是在8气囊车型的基础上增加了1个提升气囊。产品结构示意如图4和图5所示，主要定位于国内高端物流重型载货汽车和出口车。

8气囊结构的空气气囊悬架，可以理解为2个单桥4气囊的空气悬架串联而成，主要由4连杆导向机构，四气囊组成。该车车身的垂直载荷全部由空气弹簧（气囊）承载。车辆悬架采用V形推力杆，前后都有防倾斜稳定杆。9气囊悬架中的提升气囊，能实现后桥的提升功能，后提升桥可以实现更加经济的燃油消耗和轮胎损耗。

其控制系统采用WABCO的



图3 高度控制阀安装示意

ECAS系统，即电子控制空气悬架系统。用户通过操作遥控器，实现空气悬架的高度调节、提升桥的升降。

遥控器有三个激活键，前桥激活键、后桥激活键和提升桥激活键，当需要对某个桥进行控制时，按下激活键，然后按提升或者下降键对相应的桥进行控制，当达到自己满意的高度时，停止按键。

ECAS系统最多可以设定三个正常高度。正常高度是车辆生产商定义的通常情况下车辆的正常行驶高度，是车辆重要的一个基本参数。它在车辆高度标定过程中，被存入系统电控单元中保存。记忆高度是车辆在静止或低速状态下，针对装卸操作设定的空载和满载指标高度。记忆高度可以由驾驶员指定并可以随时修改。一旦定义后，将被存储在系统中，直到用户再次进行修改。ECAS系统可以保存两个不同的记忆高度。

ECAS遥控器仅在车速小于

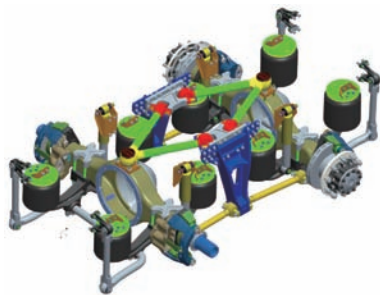


图4 8气囊空气悬架结构示意图



图5 9气囊空气悬挂系统

30km/h时才会起作用（在客车一般设定20km/h），车速超过30km/h后，都会自动恢复到正常高度。操作提升桥时，需要将整车恢复到正常高度，然后再进行后桥提升。车辆只有在空载和半载的情况下，可以提升后桥，一旦驱动桥轴核超过标定的重量时，后桥就无法提升。

ECAS系统由ECAS电控单元（ECU）、电磁阀、高度传感器及

气囊等部件组成，如图6所示。

它的基本工作原理是：高度传感器负责检测车辆高度（车架和车桥间的距离）的变化，并把这一信息传递给ECU，除高度信息外，ECU还接受其他输入信息，如车速信息、制动信息、车门信息和供气压力信息等，然后ECU综合所有的输入信息，判断当前车辆状态按照其内部的控制逻辑，激发电磁阀工作。

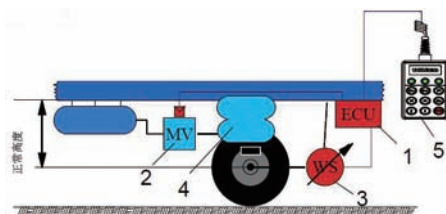


图6 WABCO ECAS系统组成

1.电磁阀 2.气囊 3.高度传感器 4.电子控制器ECU 5.遥控器

结语

电子控制空气悬架被认为是重型货车的发展趋势之一，目前国内客车市场已经大面积推广。随着国内重型载货汽车技术的提升，以及甩挂运输的发展，空气悬架重型货车已经在国内逐步发展，投放量逐年上升。伴随着国家法规越来越有利于空气悬架车型的发展，如交通部GB1589法规修订中置轴轿运车样板车规范，未来5~10年，空气悬架车型必将会迎来一个快速发展期。

国内主流重型货车制造部商也把空气悬架作为自己的核心技术发展，全气囊悬架车型和具备转向功能的空气悬架是未来发展的另一方向。 **AUTO1950**

（上接第58页）

其挡位的选择应该满足如下原则：一档传动比应该满足汽车的爬坡性能，同时要兼顾电动机低速区工作的效率；二挡的传动比应该满足汽车行驶的最高车速，同时尽量降低电动机输入轴的转速，兼顾电动机高转速工况下的效率。

最低挡速比的下限应满足汽车在电动机最大输出扭矩下的爬坡度，最低挡速比的上限应满足汽车在爬坡时以最低稳定车速行驶；最高挡速比的下限由汽车按最高车速行驶时的阻力限定，最高挡速比的上限由汽车最高车速和电动机最高转速决定。

此外，在汽车爬坡与加速过程中，传动系传动比应满足驱动电动机在最大转矩输出时，驱动轮驱动力需满足驱动轮与路面之间的附着

条件。

对于只有两个挡位的变速器，两挡位之间的传动比应该合理分配，否则可能由于两个挡位之间的驱动力不连续导致换挡时动力中断，进而影响驾驶体验。此外，两挡传动比的匹配不仅要考虑在理论上满足整车的动力性和经济性要求，也要考虑实际工程的约束条件，如变速器尺寸及主减速器离地间隙、齿数配比等等，进一步缩小两挡传动比的合理取值范围。

综合上述分析和计算，最终确定主减速器传动比为4.105，一档传动比为2.238，二挡传动比为1.029。

结语

通过对某电动汽车动力传动系统相关参数的理论分析计算，并考

虑实际工程约束，合理地对动力传动系统参数进行了匹配。由于采用了两挡设计，该变速器可以让驱动电动机始终工作在高效区域，系统效率更高，可以使整车获得更长的续驶里程。与此同时，两挡设计还可以在高车速时降低电动机的工作转速。此外，该变速器外形尺寸较小，大大减少了设计空间，同时提高了整车的承载能力。

匹配结果证明该系统能很好地满足汽车动力性能要求，相较于原车采用的固定传动比变速器，采用两挡变速器后最高车速、百公里加速时间、爬坡度等均有所提高，该匹配方法结合了理论和实际要求，具有普遍适用性和工程应用价值。

AUTO1950