

# 油气悬挂技术及其在车装钻机中的应用展望

王智明<sup>1</sup>, 殷琨<sup>2</sup>, 郑治川<sup>2</sup>

(1. 吉林大学 机械科学与工程学院, 吉林 长春 130025; 2. 吉林大学 建设工程学院, 吉林 长春 130026)

**摘要** 油气悬挂系统具有优越的非线性弹性特性和良好的减振性能,能大幅度改善悬挂系统的性能。介绍了油气悬挂技术在车装钻机的应用现状,指出了油气悬挂系统的引入对车装钻机等特种工程车辆发展的重要性。

**关键词** 油气悬挂系统;车辆;车装钻机

中图分类号:U463.33;P634.3<sup>+1</sup> 文献标识码:A 文章编号:1672-7428(2004)10-0033-03

**Hydro-pneumatic Suspensions Technique and Application Expectation in Vehicle Mounted Drilling Machine/WANG Zhi-ming<sup>1</sup>, YIN kun<sup>2</sup>, ZHENG Zhi-chuan<sup>2</sup>**(1. Science of Mechanism and Engineering College of Jilin University, Changchun Jilin 130025, China; 2. Construction Engineering College of Jilin University, Changchun Jilin 130026, China)

**Abstract:** Hydro-pneumatic Suspensions system is well both in non-linearity elasticity and damping capability. It can greatly improve the performances of suspension systems. The paper introduces Hydro-Pneumatic suspensions technique and application actuality, and then indicates it is very important to develop the special type mobile machinery such as Hydro-pneumatic suspensions system.

**Key words:** Hydro-pneumatic suspensions system; vehicle; vehicle mounted drilling machine

车辆悬挂系统是车架或车身与车桥或车轮之间的一切连接装置的总称。

车辆悬挂系统用于传递作用在车轮和车身之间的力和力矩,缓和车辆行驶中所受路面的冲击,衰减振动,减轻和消除由于不平路面传给车身的动载荷,以保证车辆必要的行驶平顺性,并起导向作用,使车轮按一定轨迹相对车身跳动。此外,悬挂系统对整个车的操纵稳定性、抗侧倾能力、行驶车速、燃油和运营经济性以及零部件的使用寿命等性能指标也起着决定性作用。因此对于工程车辆来讲,如车装钻机、起重机、自卸车等,良好的悬挂系统是至关重要的。

## 1 车辆悬挂系统的技术组成

悬挂系统一般由弹性元件、减振装置、导向机构和横向稳定杆组成,分别起缓冲、减振、导向和抗侧倾的作用。

常见的弹性元件包括钢板弹簧、螺旋弹簧、扭杆弹簧、气体弹簧和橡胶弹簧。单位质量储能可以作为弹性元件的评价指标,数据见表1。气体弹簧比其它弹性元件单位质量储能都大,虽然气体要装在容器内才能工作,但即便计入容器的质量也较其它弹性元件的单位质量的储能量大,所以气体作为弹性元件是一种理想的工作介质。

表1 弹性元件单位质量的储能量表

弹性元件	单位质量的储能量/(N·m·kg <sup>-1</sup> )
钢板弹簧	76~115
圆柱螺旋弹簧	178~280
气体弹簧	330000
扭杆弹簧	254~380
橡胶弹簧	508~1016

注:气体弹簧单位质量的储能量与气体的工作压力及其在标准状态下的密度有关,表中数值为氮气在6.0 MPa工作压力下的单位质量的储能量。

减振装置也称为减振器,用来衰减由于弹性系统引起的振动。减振器分为两种:一种在压缩和伸张两行程内均起减振作用,称为双向作用式减振器;另一种只在伸张行程内起作用,称为单向作用式减振器。常用的减振器有筒式减振器、阻力可调式减振器和充气式减振器。

导向机构是悬挂系统中的传力机构,承担着使车轮按一定轨迹相对于车架和车身跳动的任务。行驶中车轮相对于车架和车身跳动,车轮的运动轨迹应符合一定的要求,否则对车辆的行驶性能及操纵稳定性有不利的影响。

在多数轿车和客车上,为了防止车身在转向等情况下发生过大的横向倾斜,在悬挂系统中还要设置横向稳定器作为辅助弹性元件,目的是提高侧倾

收稿日期 2003-11-30;改回日期 2004-07-21

作者简介:王智明(1969-)男(汉族)辽宁建平人,吉林大学教师、博士在读,研究方向为机械设计及理论,吉林省长春市人民大街142号,13180838278, wzmjdx@163.com.

刚度,从而改善车辆的操纵稳定性和行驶平顺性。

## 2 悬挂系统的分类

按照控制形式的不同,悬挂系统可分为主动式悬挂系统和被动式悬挂系统。主动式悬挂系统可以根据路面和行驶工况自动调整悬挂系统刚度和阻尼,从而使车辆能主动地控制垂直振动及其车身和车架的姿态。采用被动式悬挂系统,车辆的姿态被动地取决于路面和行驶状况等客观条件,当然车辆的弹性元件、导向机构和减振器等机械零部件也起着一定的作用。目前车装钻机、自卸车和起重机等工程车辆大都采用被动式悬挂系统。

根据车辆导向机构的不同,悬挂系统又可以分为独立悬挂系统和非独立悬挂系统,见图1。

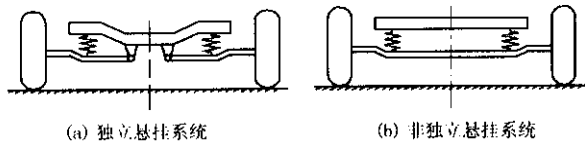


图1 独立悬挂系统与非独立悬挂系统示意图

独立悬挂系统的结构特点是车辆的每一侧车轮单独地通过弹性悬挂系统安装在车架或车身的下面,当一侧的车轮受到冲击时,另一侧的车轮不会受到影响。独立悬挂系统具有以下特点:非悬挂质量小,悬挂系统所受到并传给车身的冲击载荷小,有利于提高车辆的行驶平顺性和轮胎的接地性能;左右车轮的跳动没有直接的相互影响,可减少车身的倾斜和振动;占用横向空间少,便于发动机布置,可降低发动机的安装位置,从而降低车辆质心位置,有利于提高车辆的行驶稳定性;易于实现驱动轮转向等。

非独立悬挂系统的两侧车轮由同一条车桥相连,车轮连同车桥一起通过弹性悬挂系统安装在车架或车身的下面。当车辆一侧的车轮受到冲击时,另一侧的车轮也会受到影响。非独立悬挂系统具有以下优点:结构简单,制造、维护方便,经济性好;工作可靠,使用寿命长;车轮跳动时,轮距、前束不变,因而轮胎磨损小;转向时车身侧倾后车轮的外倾角不变,传递侧向力的能力不降低;侧倾中心位置较高,有利于减小转向时车身的侧倾角等。其缺点是由于弹簧上质量较大,车辆在高速行驶时悬挂系统受到较大的冲击载荷,不利于行驶平顺性和轮胎的接地性能。

由于油气悬挂系统是用高压气体作为弹性介质,依靠油液传递压力,集弹性元件和减振器功能于一体,使其具有优越的非线性弹性特性和良好的减

振性能,因此能够最大限度地满足工程车辆的要求。工程车辆上采用的油气悬挂装置有独立式悬挂缸和互连式悬挂缸两种,其结构形式如图2所示。

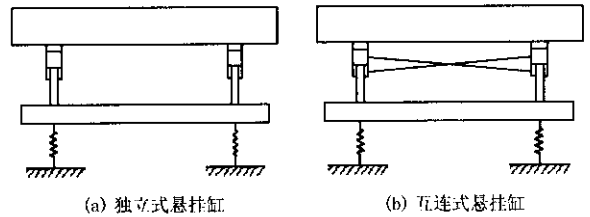


图2 油气悬挂的结构形式

## 3 油气悬挂系统的应用现状

与常规的车辆悬挂系统相比,油气悬挂系统具有明显的优点,如非线性变刚度、非线性变阻尼、吸振性能好、单位储能比大、结构紧凑和便于系列化等。从而能够更好地满足隔振要求,提高了车辆的行驶平顺性和操纵稳定性。此外,还具有车身高度调节功能,可以根据路面高低不平的反馈,自动调平车架。当通过泥泞路面时,可将车架抬高,以增加通过能力;在平坦路面上行驶时,可将车架降低,以降低重心。从而使车辆具有良好的越野通过性。

油气悬挂系统在国外已广泛地应用到高级轿车、工矿自卸车、军事车辆、特种车辆、航空航天等方面。生产历史较长的有美国WABCO(西屋)公司、卡特比勒公司、法国的雪铁龙公司等。使用上较具特色的有俄罗斯的SSU-20移动式导弹发射车、美国的AA7VA1两栖装甲战车、日本KATO的200t六轴汽车吊和法国雪铁龙轿车等。

我国在此项技术的研究几乎和国际同步,20世纪70年代,一汽解放牌60t矿用自卸汽车行走系统中就使用了油气悬挂技术。可是当时由于成本高,配套零部件质量不过关等原因,未能形成定型产品进入市场。国内车辆油气悬挂系统的设计研究经历了较长的过程,积累了不少设计经验。伴随着相关技术的解决,近年来已有一些定型产品出现,有很多厂家已能够生产油气悬挂装置,例如:镇江瑞美克斯机械制造有限公司可以生产大、中吨位的油气悬挂缸,重庆红岩汽车弹簧厂拥有年产900只油气悬挂缸的生产能力,可以用于各类车型及专用车的配套和维修。油气悬挂系统在国内已经应用于自卸车、坦克、火炮等行走车辆中。

## 4 油气悬挂技术在车装钻机中的应用前景

### 4.1 应用现状

尽管油气悬挂系统复杂、成本较高,但其特点却满足了特种车辆高性能的要求,是发展特种车辆的关键技术之一。应该及时地把它应用在车装钻机的制造中来。油气悬挂系统在国外车装钻机中已经开始使用,英格索兰( Ingersoll - Rand )的钻机就使用了有油气悬挂系统的底盘。

国内车装钻机普遍采用传统的车辆悬挂系统,主要由弹性元件和阻尼元件组成,如钢板弹簧悬挂及钢板弹簧和橡胶组合悬挂,在比较平坦的路面及行驶速度比较低的情况下是完全可以胜任的。但由于减振器的阻尼力与振动速度成正比,随着激振频率的增加,刚度将相应增大,这样就不能很好地隔离高频干扰。而且由于钢板弹簧只具有线性特征,车装钻机在不平坦的特别是比较恶劣的路面上行驶适应性差,且不能提高行驶速度。

国内车装钻机目前大都选用已有底盘,例如天津探矿机械总厂的 SPC - 300 系列水文水井钻机在制造过程中根据不同工地状况选用不同的越野性能的汽车底盘,中国地质装备总公司 DPP - 4 系列汽车钻机采用一汽和二汽的单、双排座底盘等。尚未见有采用使用油气悬挂系统的底盘。

考虑到车装钻机的特殊工作环境,应该选用采用了油气悬挂系统的底盘,以保证整车的行驶平顺性、操纵稳定性、抗侧倾能力、行驶车速、燃油和运营经济性等性能指标。目前我国钻机制造厂家还没有使用这种悬挂技术的主要原因有:制造商没有充分考虑乘员性,对设备的安全性不够重视,制造工艺复杂、成本高,进而会影响钻机成本;钻机生产厂家和钻机底盘都是配套生产,厂家之间的沟通不够等等。

#### 4.2 应用的必要性及前景展望

车装钻机(含岩心钻机、水文水井钻机及其它车载工程施工钻机)除了在城市施工道路条件较好外,大多在偏僻的野外施工,道路条件不好,工况恶劣、地质情况复杂,同时由于现代钻机钻进效率高,需经常转移孔位,地质普查钻探时,孔距远等,所以车装钻机不仅具有普遍性的要求,更具有特殊性的要求。在钻孔施工的严酷环境中,潮湿、灰尘和振动对车载设备损害很大。用户都希望自己的钻机在这样的环境中能够长期可靠地工作,传统的悬挂系统更多的是考虑产品的普遍性,这往往导致车装钻机在某些特殊场合无法正常工作。

车装钻机的发展具有以下特点:广泛应用微电子技术,对中、大型工程机械产品进行安全、节能和万方数据

工作状态的智能化控制;实现故障自诊断和不解体检验,很多产品上都装有微机监控系统,可监测发动机、油泵、油缸的动作,以充分利用功率,降低油耗;安全性、舒适性和维修性进一步提高,很多产品已采用了全封闭驾驶室,具备防滚翻和防落物的保护功能,装有空调、隔音吸音材料、防尘减振,司机座椅按人机工程设计,全方位可调;采用微机监测监控,集中润滑,自动报警等先进技术,大大提高了机械的维修性能;提高制造水平,大量采用新材料,进一步提高产品的寿命和可靠性。因此,应用油气悬挂系统是必要的。

此外,现代机械制造技术为油气悬挂系统底盘在车装钻机中的使用提供了技术保证。跟踪国际先进技术,从元件到系统深入研究油气悬挂系统的性能,掌握其关键参数和设计技术,对发展我国的车装钻机是非常必要的。

#### 5 结语

新时期国家经济安全、资源安全、生态安全向地质工作提出了更高的要求。国家实施西部大开发的战略,进一步加强对西部支持,围绕西部地质调查工作的需要,加强西部特殊景观区勘查技术研究,要求勘探装备精良,更要以高新技术为支撑。此外,国家重点基础设施工程建设、战略性矿产资源调查评价、地质灾害防治、生态建设和环境保护等重大部署开展工作,也需要地质工作实现根本转变。以信息和空间技术为代表的高新技术飞速发展,为提高地质工作效率和服务水平创造了良好的技术空间,也为先进的油气悬挂技术的使用提供了技术保障。

#### 参考文献:

- [1] Schalk Els P., Van Niekerk J. L. Dynamic Modeling of an Off-Road Vehicle for the Design of a Semi-Active, Hydro Pneumatic Spring-Damper System[J]. Vehicle System Dynamics Supplement, 1999, 33: 566 - 577.
- [2] 王智明,等.基于 ADAMS 的油气悬挂系统动态仿真与试验研究[J].矿山机械, 2004 (2).
- [3] 王国丽,等.车辆主动悬架技术的现状和发展趋势[J].兵工学报, 2000, 21(增刊).
- [4] 齐云芝.车辆悬挂系统研究的现状和未采[J].兵工学报(坦克装甲车与发动机分册), 1998 (3).
- [5] 赵登峰.自卸汽车油气悬挂系统动态特性仿真与试验研究[D].长春:吉林大学, 2003.
- [6] 杨惠民.钻探设备[M].北京:地质出版社, 1988.
- [7] 刘旭明.大口径桩基工程钻机发展趋势初探[J].矿产与地质, 2001, 10(增刊): 563 - 566.