

DOI:10.3969/j.issn.1001-4551.2018.12.011

# 阻尼可调液压减震器专利技术分析\*

杨礼康<sup>1</sup>, 杜嘉鑫<sup>1</sup>, 周安江<sup>1</sup>, 王松峰<sup>2</sup>

(1. 浙江科技学院 机械与汽车工程学院, 浙江 杭州 310023; 2. 杭州天铭科技有限公司, 浙江 杭州 311401)

**摘要:**为研究开发一种新型越野车用阻尼可调液压减震器的阻尼力调节机构,从已有专利的技术细节出发,分析了阻尼可调液压减震器阻尼力调节机构的布置形式。归纳了阻尼力调节机构的工作原理,根据阻尼调节机构布置形式及调节原理的差别,对调节机构进行了分类;例举了不同类型调节机构的典型结构,并开展了分析,从调节机构的结构层面出发,结合减震器的生产制造过程及使用环境,对比分析了不同类型调节机构的实用性、可靠性、经济性等性能。研究表明:杆型调节机构适用于安装空间小、阻尼力值较小、对可靠性及成本要求较低的场景,筒型调节机构适用于安装空间充裕、阻尼力值较大、对可靠性要求较高的场景。

**关键词:**汽车悬架;液压减震器;阻尼调节机构;专利

中图分类号:TH137.5;U463.33+5.1

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2018)12-1315-05

## Analysis of patents of damping force adjustable hydraulic shock absorber

YANG Li-kang<sup>1</sup>, DU Jia-xin<sup>1</sup>, ZHOU An-jiang<sup>1</sup>, WANG Song-feng<sup>2</sup>

(1. School of Mechanical and Automotive Engineering, Zhejiang University of Science and Technology, Hangzhou 310023, China; 2. T-max (Hangzhou) Technology Co., Ltd., Hangzhou 311401, China)

**Abstract:** Aiming at developing a new model of damping force adjusting mechanism of a damping force adjustable hydraulic shock absorber, the arrangement forms of the adjusting mechanism were analyzed, and the operating principles were summarized according to the technical details of the existing patents. The adjusting mechanisms were sorted into several kinds basing on the distinctions of the operating principles and arrangement forms in different patents, typical structures of different adjusting mechanisms were exemplified and analyzed. Basing on the structure of the regulating mechanism, combining with the manufacturing process and using environment, the practicability, reliability and economic performance of different types of regulators were compared and analyzed. The results indicate that the rod-type adjusting mechanism is suitable for the situation of small installation space, low damping force value with reasonable reliability and cost while the tube-type adjusting mechanism is appropriate for the scene where the installation space is abundant, the damping force value is large, and the demand of reliability is higher.

**Key words:** automotive suspension; hydraulic shock absorber; damping adjusting mechanism; patent

## 0 引言

随着经济的发展和科技的进步,人们对于汽车乘坐舒适性和操控稳定性的要求越来越高。汽车悬架系统的减震器起着吸收和耗散由路面不平引起的震动能量的作用,是影响车辆行驶性能的关键部件<sup>[1]</sup>。传统液压减震器由于阻尼特性不可改变,导致其对于道路

的适应能力较差<sup>[2]</sup>。为满足不同行驶路面对减震器性能的需要,近年来,国内外相关企业及科研院所纷纷开展了针对阻尼可调液压减震器的研发。目前,阻尼可调减震器的主要知识产权被国外相关机构掌握,国内在该领域发展相对滞后,相关企业顺应“中国制造2025”的大势,正在积极开展新型阻尼可调减震器的研发,力图在高端阻尼可调减震器领域拥有自主知识

收稿日期:2018-04-19

基金项目:国家自然科学基金资助项目(51175474)

作者简介:杨礼康(1971-),男,山西闻喜人,博士,教授,硕士生导师,主要从事减振器技术方面的研究。E-mail:104019@zust.edu.cn

产权。

本文共搜集国内外典型专利文献 110 余篇,重点将针对美国 FOX 公司的 60 多篇专利进行分析,总结常见的液压减震器阻尼调节机构的原理及构造,并在此基础上对比分析不同调节结构及布置方式的优劣,为相关领域的研究工作提供参考。

# 1 阻尼调节机构原理总结与分析

## 1.1 液压减震器阻尼调节原理

### 1.1.1 基本组成及工作原理

传统筒式液压减震器的结构包括单筒式结构和双筒式结构,其工作原理类似。以双筒式液压减震器为例说明,其结构组成通常包括工作缸、储油缸、活塞杆、活塞组件和底阀组件等<sup>[3]</sup>,如图 1 所示。

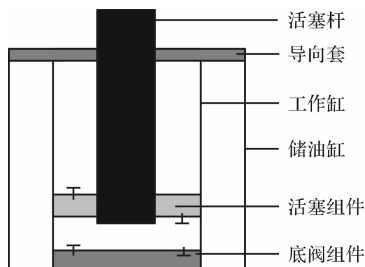


图 1 筒式液压减震器基本组成

液压减震器工作缸筒中充满油液,活塞将工作缸分隔为上腔与下腔两部分;储油缸内装有油液,上部有少量空气;活塞及底阀上装有流通阀系,减震器工作过程中,油液可通过流通阀系在工作缸筒上、下腔及工作缸与储油缸之间流通,阀系对油液的节流作用产生减震器工作的阻尼力<sup>[4]</sup>。

### 1.1.2 阻尼调节机构工作原理

基于传统筒式液压减震器的结构,为实现减震器阻尼力的调节,本研究通过各种机械机构改变油液在工作缸上、下腔或工作缸与储油缸之间的流通截面积,以改变油液流通阻尼的大小,从而实现了对减震器阻尼力的调节。

## 1.2 阻尼力调节机构的分类

本文基于所搜集的国内外专利文献,按照液压减震器阻尼力调节机构布置形式的不同,将减震器的阻尼调节机构分为杆型调节和筒型调节两种方式。

### 1.2.1 杆型调节机构及其工作原理

所谓杆型调节,是指阻尼力调节机构布置于减震器的活塞杆中。这类设计通常采用中空活塞杆,在活塞杆的侧壁或底部端面上开有节流小孔,根据油液流

过节流孔方向的不同,分别称为径向节流孔与轴向节流孔。在中空活塞杆内部,设有调节杆及调节阀芯。调节过程中,通过转动调节杆带动调节阀芯在中空活塞杆内轴向移动,改变径向或轴向节流孔的开度,进而改变油液在工作缸上、下腔室之间流动的流通截面积,以达到改变减震器阻尼力的目的。具有径向节流孔的杆型调节机构示意图如图 2 所示。

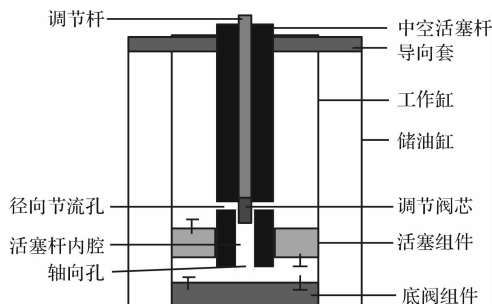


图 2 具有径向节流孔的杆型调节机构示意图

在图 2 中,中空活塞杆侧壁上开有径向节流孔,减震器复原行程,活塞上移,上腔及储油缸油液分别通过活塞阀系及底阀阀系流入工作缸下腔,中空活塞杆为油液提供了流通通道,油液可经活塞杆下端面的轴向孔道流入活塞杆内腔,并经由活塞杆侧壁的径向孔道流入上腔。在此过程中,通过旋转调节杆,带动调节阀芯在活塞杆内腔轴向移动,从而改变径向节流孔的开启程度,影响油液在工作缸上、下腔室之间的流通截面积,改变减震器复原行程阻尼力;压缩行程时,活塞下移,油液从上腔经径向节流孔流入活塞杆内腔,而后经轴向孔流入下腔,在此过程中,同上述复原行程调节原理类似,也可通过转动调节杆改变减震器压缩行程阻尼力。

具有轴向节流孔的杆型调节机构示意图如图 3 所示。

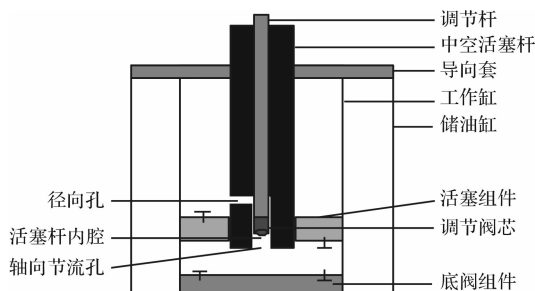


图 3 具有轴向节流孔的杆型调节机构示意图

在图 3 中,活塞杆底部端面开有轴向节流孔,侧壁开有径向孔。减震器复原行程,活塞上移,油液由上腔通过径向孔流入活塞杆内腔,而后由活塞杆内腔经调节阀芯与轴向节流孔之间的环形缝隙流入下腔,在此



有常通孔及油道,连通活塞杆腔与导油腔。在减震器下部,设计有可调阀组件,组件内部有油道及节流阀,连通导油腔下部导油孔和储油腔下部导油孔。减震器工作时,无论复原还是压缩行程,油液均会经导向套油道及导油腔的引导,流经调节阀组件,在活塞腔与活塞杆腔之间流通。因此,通过控制调节阀动作,就可以实现对减震器阻尼力的调节;与之结构类似的还有 FOX 公司的专利 US2016/0153516<sup>[15]</sup>,区别在于该专利将调节系统的驱动机构改为螺线管阀。

侧置式筒型调节是指调节机构通过导管或其他方式与工作缸或储油缸连接,通过改变油液在工作缸和储油缸之间的流通阻尼改变减震器阻尼力。其布置方式如图 8 所示。

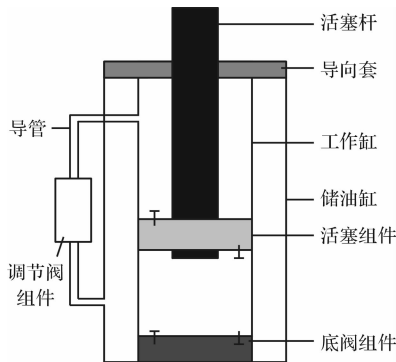


图 8 侧置式筒型调节机构示意图

采用侧置式筒型调节机构的专利较多,如 US20100170760A1<sup>[16]</sup>,及美国 FOX 公司专利 US2014/0008160 等<sup>[17]</sup>。以后者为例做具体介绍,其结构示意图如图 9 所示。

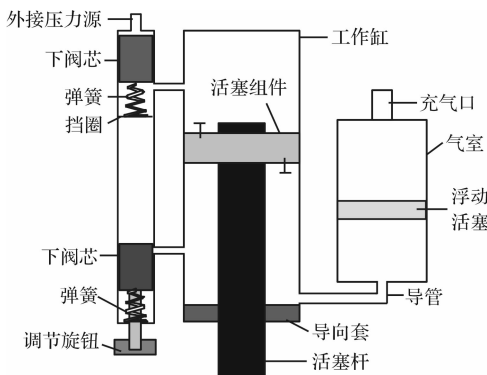


图 9 侧置式筒型调节机构应用例示意图

图 9 中,在充气式减震器工作缸侧壁外设有旁通

油道,旁通油道上端接外部压力源,用以控制上阀芯动作,改变上节流孔开度;旁通油道下端有调节阀组件,用以预先设定下阀芯的开启压力。工作过程中,本研究通过对上下阀的调节,可以改变经旁通油道在活塞腔与活塞杆腔之间流通的油液流量,实现对减震器阻尼力的调节。

## 2 不同调节机构性能对比分析

针对杆型调节机构和筒型调节机构结构特点和调节原理的区别,本文主要从实用性、可靠性和经济性 3 个方面对它们的性能进行对比分析。

(1)实用性对比分析。对于杆型调节机构,由于调节机构布置在活塞杆内部,结构上十分紧凑,有助于缩小减震器体积,节省减震器安装空间,具有较好的实用性;对于筒型调节机构,一方面,该结构通常需要在工作缸和储油缸之间增设中间缸,导致减震器直径增加,体积增大;另一方面,侧置式调节机构的存在增大了减震器径向尺寸,需占用更多安装空间,不利于减震器的使用安装,影响其实用性。

(2)可靠性及经济性对比分析。一般而言,杆型调节机构的零件数量大、尺寸小、加工精度较高,因此生产成本较高;筒型调节机构零件数量少、尺寸大、加工精度要求较低,生产成本低,相比于杆型调节机构,有较好的经济性;可靠性方面,与杆型调节机构相比,筒型调节机构结构相对简单、零件数量少,参考减震器可靠性评价相关研究可知:筒型调节机构具有更好的可靠性<sup>[18-19]</sup>。

## 3 结束语

在对已有专利文献作出总结分析的基础上,本文得出以下结论:

(1)杆型阻尼力调节机构具有结构精密、节流孔径小的特点,因此其阻尼力调节范围较小;同时,由于该结构需采用中空活塞杆,而活塞杆是减震器的主要传力部件<sup>[20]</sup>,相较于采用实心活塞杆的筒型调节机构,杆型调节阻尼可调减震器强度较弱,所能承受的最大作用力较小,因而适用于阻尼力峰值小、对可靠性要求较低的场景,如轻型轿车减震器;

(下转第 1328 页)

### 本文引用格式:

杨礼康,杜嘉鑫,周安江,等. 阻尼可调液压减震器专利技术分析[J]. 机电工程,2018,35(12):1315-1318,1328.

YANG Li-kang, DU Jia-xin, ZHOU An-jiang, et al. Analysis of patents of damping force adjustable hydraulic shock absorber[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2018, 35(12):1315-1318,1328.