

超凡[®]CHOFN

一站式知识产权解决方案专业提供商

专利导航项目分析报告

磁流变液在汽车领域的应用

磁流变液缓速器

超凡知识产权服务股份有限公司

Chofn Intellectual Property Service Co., Ltd.

2021 年 12 月 22 日

目录

1	引言	5
2	企业发展现状分析	9
2.1	产业环境分析	9
2.2	企业现状分析	11
3	检索策略及检索结果	17
3.1	检索范围	17
3.2	检索策略及检索结果	17
3.3	其他说明	20
4	重点技术专利导航分析 - 磁流变液在汽车领域的应用 ..	21
4.1	专利申请态势	21
4.2	地域分布	24
4.3	法律状态及专利类型	25
4.4	主要申请人	26
4.5	技术分布	31
4.6	重点专利介绍	36
4.7	小结	48
5	竞争对手分析 - 德尔福	50
5.1	专利申请概况	50
5.2	重点产品介绍	50
5.3	重点专利介绍	53

6	重点技术专利导航分析 - 磁流变液缓速器	61
6.1	专利申请概况	61
6.2	专利清单	62
6.3	重点专利介绍	67
6.4	小结	82
7	重点产品专利导航分析 - 泵式磁流变液缓速器	84
7.1	专利壁垒及侵权风险	84
7.2	专利布局策略分析	84
7.3	小结	87
8	重点产品开发策略	88
8.1	磁流变液的散热问题	90
8.2	磁流变液的密封问题	97
8.3	磁流变液缓速器的阻尼孔设计	100
8.4	小结	103
9	专利布局建议	104
10	项目成果应用建议	108
11	项目成果	109
11.1	专利	109
11.2	数据库	111
附录 1	项目任务书	115
附录 2	项目计划	123

附录 3 经费决算表	124
------------------	-----

1 引言

随着科学技术的进步，“智能材料-结构系统”正在迅速地发展，并引起各行业工程人员的广泛兴趣。磁流变液（Magnetorheological fluid）被认为是一种智能材料，其在磁场强度达到一定值时会产生显著的磁流变效应，即液体的性质由液体向类固体转变，液体的粘度及剪切应力明显增大，转变的时间极短，并且可逆，这种变化可由外加磁场控制，所需的能耗极小，可实现电脑实时控制，磁流变机理如图 1-1 所示。1948 年美国学者 JacakRabinow 首次发现了磁流变液的磁流变效应，即在外加磁场下，磁流变液可在短时间内(10ms)由低粘度的牛顿流体变为粘度较高的 Bingham 半固体。其主要作用机理是，在磁场作用下，铁磁颗粒沿磁力线形成链状结构，对流体流动运动产生剪切应力的作用，对外表现出粘度增大的类固体特性。无磁场作用下，磁流变液重新回到最初的状态，而且这一过程可以相互转换，这就是磁流变效应。

磁流变液一般是由磁性微粒悬浮体（高磁导率、低矫顽力的微小磁性微粒）、母液（磁性微粒悬浮的载体，低粘度、高沸点、低凝固点和较高密度）、表面活性剂三部分组成。磁流变液主要在桥梁、阻尼器、阀门、工艺的研磨、制动器、汽车、建筑物、离合器、抗震等领域有所应用。

随着近几年的快速发展，磁流变液作为智能材料的重要组成部分，其研究和应用已得到世界各国科研人员的极大关注，各国纷纷投入了较大财力、物力来抢占先机。

这种安静、简单、迅速变化的性质提供了电子控制和机械系统之间良好的互动关系，在各类科学研究和工程技术中能够产生新的变革，加上它的控制和调节可连续变化、不易磨损、成本低、能耗少、无污染和适用范围广等特点，在机械工程、汽车工业、精密加工、主动控制等领域具有广阔的应用前景。

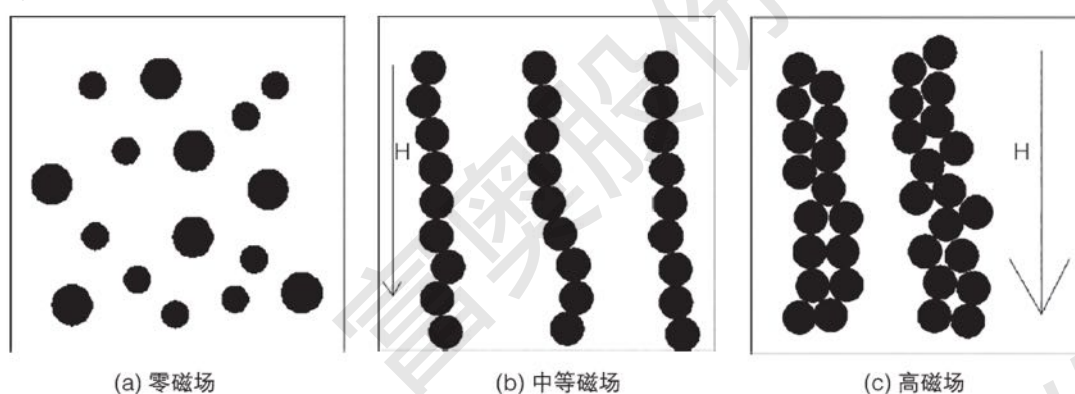
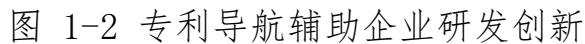


图 1-1 磁流变机理

开展专利分析工作，是有效利用专利信息、降低运营风险、防范专利权纠纷的重要手段，是有效开发和保护自主知识产权、提升竞争优势的重要途径。专利导航，是以专利信息资源利用和专利分析为基础，把专利运用嵌入产业技术创新、产品创新、组织创新和商业模式创新之中，是引导和支撑产业科学发展的一项工作。通过专利导航，可有效辅助企业的

研发经营活动，建立专利信息分析与企业运行决策的深度融合、实现专利创造与产业创新能力的高度匹配。参见图 1-2 所示。

基于此，本项目围绕“磁流变液在汽车领域的应用”为目标，开展专利检索、分析，一方面，从宏观上对“磁流变液在汽车领域的应用”的专利申请、改进有一个初步的认识和了解；另外，结合委托方目前的研发方向，围绕“磁流变液缓速器”技术进行进一步的分析，深入了解磁流变液缓速器的技术发展、主要竞争对手布局、当前的研究热点以及空白点等情况，以帮助委托方明确自身研发方向，进而规避侵权风险，并进一步的为委托方规划未来专利布局策略，争取打造一批高价值专利组合。



2 企业发展现状分析

2.1 产业环境分析

(1) 政策环境

全国人大代表、法士特首席技能培训师曹晶在 2016 年全国两会上提出的“为商用车强制配置缓速器”的建议得到工信部的正式答复。答复中明确指出：将与有关部门密切沟通，争取将具有自主知识产权的缓速器产品列入商用车《重大技术装备推广应用指导目录》；也会继续组织对相关技术标准和管理要求的修订完善，扩大缓速器的安装范围，加强实际安装情况的监管，并积极研究通过国家已有的渠道和项目等方式，**加大对缓速器企业和产品的支持力度¹**。

(2) 市场环境及需求

由于城市道路路口多、公交站点密、客流量大，公交车经常要进行频繁制动；山区道路陡、急弯多，长期行驶在山区路段的中大型货车客车也经常需要制动。制动器在长时间频繁工作情况下，会引起制动蹄片快速磨损、制动器摩擦片使用寿命短，以及由于制动器热衰退导致制动力丧失或制动性能大幅下降，这也成为交通事故的主要原因。因此，配备辅

¹ https://www.sohu.com/a/128469861_630258

助制动系统十分必要。缓速器作为车辆的辅助制动部件，通过作用于原车的传动系统而减轻原车制动系统的负荷，使车辆均匀减速，以提高车辆制动系统的可靠性，延长制动系统的使用寿命，并能因此大幅降低车辆使用成本。

由此可知，缓速器是重卡及大型客车辅助制动的必备技术，具有非常广阔的市场前景。

目前市面上已有的缓速器包括发动机缓速器、排气制动、电涡流缓速器、液力缓速器、磁流变盘式缓速器。有的低速制动力很小，有的耗电量很大、有的重量很大、有的制动力很小。普通的液力缓速器，具有定转子，需要增减工作腔内的介质及储油，使结构复杂。

现有的磁流变液制动器、缓速器都是利用磁流变液处于一定强度的磁场中时，使粘度增大利用剪切力或挤压力而产生阻力，属于摩擦产生阻力，所以产生的制动力有限。普通的磁流变液缓速器制动盘的面积较小，磁流变液不循环换热效率低。存在磨损、力矩受尺寸大小的限制、对磁流变液的性能要求更高，成本高、尺寸大等，而无法在车辆中批量使用等问题。

因此，市场上迫切需要一款能解决上述问题的磁流变液产品。如果能研发成功，将替代目前的液力缓速器，成为缓速器的换代产品，将延长主制动器的寿命 3 倍以上，可以参与

国内几十亿及国际几百亿的市场。

2.2 企业现状分析

(1) 企业发展历程

富奥汽车零部件股份有限公司是中国 A 股上市公司，注册资本 18.1 亿元。富奥股份是国内知名汽车零部件制造企业，主要从事汽车零部件的生产与研发。公司成立于 1998 年，前身是中国第一汽车集团的全资子公司，2007 年完成国有企业改制，2013 年在中国深圳证券交易所上市。所属公司 36 家，其中全资分、子公司 15 家，控股合资公司 9 家、参股合资公司 12 家。

公司发展历程如下：

- 1998 年 9 月 27 日，富奥汽车零部件有限公司在长春经济技术开发区正式挂牌成立。一汽集团 9 个直属专业厂和 8 家中外合资企业进入富奥公司。

- 与世界知名汽车零部件公司合资合作，成立了十家合资企业，富奥不断发展壮大。

- 2007 年 12 月 20 日完成了企业的整体改制，富奥汽车零部件股份有限公司注册成立。改制为富奥带来了体制、机制、效率、观念的转变，企业经营充满活力。

- 2008 年～2012 年，收入、利润逐年递增，全口径销售

收入由 123 亿元增长至 271 亿元。

● 2012 年，重组项目获中国证监会重组委无条件通过。2013 年 3 月 20 日，新增股份在中国证券登记结算公司深圳分公司完成登记，在深圳证券交易所正式上市，股票代码 000030。

● 2017 年，明确了“稳中求速”、“承继、引领、开放、创新、共享”的经营发展理念。

● 2017 年 11 月，富奥全面开展深化改革工作。全员竞聘上岗，精炼人才队伍；确立七大事业部/平台的战略发展模式。

● “十三五”期间，富奥合并口径收入复合增长率超 20%，远高于行业平均增速，实现了“稳中求速”的快速发展。

● 谋划“十四五”战略发展，聚焦核心战略平台，逐步完善事业部/平台战略发展模式；产品系列逐步向“轻量化、电动化、智能及网联化”转型发展。

● 以五大生产基地为核心，并向长三角和湖北地区延展，同时设立欧洲办事处、筹建墨西哥、俄罗斯工厂，加快国际化进程的步伐

(2) 企业规模及盈利能力

2020 年上半年，新冠肺炎疫情爆发给汽车产业带来了极

大冲击，汽车产销累计出现两位数的负增长。据中国汽车工业协会统计分析，汽车产销分别完成1,011.2万辆和1,025.7万辆，同比分别下降16.8%和16.9%。1-6月，乘用车产销分别完成775.4万辆和787.3万辆，同比分别下降22.5%和22.4%。商用车产销分别完成235.9万辆和238.4万辆，同比分别增长9.5%和8.6%。

2020年上半年，面对“全球变、疫情至、行业降、转型快”的严峻形势，富奥把握产业趋势与机遇，应对行业增长不确定性，持续保障供应链安全，确保企业健康发展，实现了整体优于行业的发展水平。继续保持增速发展，在逆境中展现韧性。

具体而言，2020年上半年实现营业收入52.57亿元，同比增长14.68%；归属于上市公司股东的净利润4.36亿元，同比增长2.83%。锚定战略完善布局，“轻量化、电动化、智能化”项目持续落地。大众MEB平台的相关产品陆续SOP，全面实现为大众公司电动车型配套的换代升级。智能化资源富赛电子陆续取得红旗、大众等新产品订单。底盘铸铝轻量化项目有序推进，将在红旗整车轻量化战略中发挥重要作用。秉持开放深化合作，“朋友圈”不断扩大。ABC德国紧固件收购项目已获董事会审议通过并签署《股份购买协议》，俄罗斯传动轴合资项目也在稳步推进，开启布局欧洲。与华晨宝

马建立合作平台，积极进入宝马配套体系；与恒大新能源汽车、江淮大众等建立战略合作伙伴关系。

2020 年下半年的目标是，持续加大增收降本力度，提升运营质量，加快国际并购，收官“十三五”百亿目标。

(3) 企业产品和技术结构

富奥公司产品涵盖汽车六大系列零部件，主要包括底盘系统、汽车热管理系统、发动机附件系统、制动及传动系统、转向及安全系统、新能源及汽车电子系统。主要客户为国内外知名商用车和乘用车整车企业，包括大众、丰田、奔驰、宝马、沃尔沃、福特、中国一汽、中国上汽等。公司与全球汽车零部件供应商建立长期稳定的合资合作关系，如德国大众、日本电装、德国采埃孚、法雷奥、德国蒂森克虏伯、日本石川岛、日本捷太格特等，产品涉及底盘系统、汽车空调、转向系统、悬架系统、涡轮增压、平台零件等多个领域。公司产品远销美国、欧洲，被国家发改委、商务部确定为国家汽车零部件出口基地企业。

富奥公司作为长期深耕汽车零部件的企业，2018 年在制动和传动系统领域的营业收入近 7.2 亿元。在 2018 年的研发投入高达 2.1 亿元。磁流变液在汽车上的应用，尤其是磁流变液缓速器，是富奥公司在研的战略性项目，磁流变液缓

速器项目已完成前期研发，进入产品验证阶段，预计 2022 年进入量产。富奥也希望在磁流变液缓速器项目取得突破后，将该技术不断扩展到汽车的其他应用上。

（3）企业创新能力

2019 年，富奥公司紧密围绕“突出自主研发，走技术发展之路”的战略目标，全面深化“定目标、建队伍、配机制、强投资”的总体要求，聚焦“轻量化、电动化、智能化”产品及技术的发展方向，以底盘系统、热系统、电驱动系统为主体，向模块化开发、系统化开发迈进。全面强化研发管理及提升自主研发体系能力，形成以事业部和平台公司为研发主体，以集团化体系能力建设和共通技术支撑为管理模式的协同研发体系；完善以研发规划管理为核心的体系流程管理文件，建立研发资源及信息共享服务平台，充分发挥研发资源协同效应及效率。紧密围绕核心客户产品发展战略，把握行业和产品技术发展趋势，在公司内开展技术创新成果奖励，强化自主创新工作，已形成技术创新成果 20 余项，各重点业务领域的自主研发工作均取得突破性进展，其中，底盘系统完成了一汽红旗 HS5、一汽大众 BSMV 等多个项目的底盘系统装配技术开发，以及铝合金副车架的产品开发工作；热系统完成了一汽红旗 H5 三温区空调开发，并开展了新能源汽车

热泵空调系统的开发；电驱动系统完成了一汽红旗 E115 电机逆变器的工艺开发及生产准备，并开展了三合一电驱动系统的研发工作，逐步从协同开发、同步开发向技术引领开发迈进。

富奥公司研发投入情况参见表 2-1 研发投入情况。

表 2-1 研发投入情况

	2019 年	2018 年	变动比例
研发人员数量（人）	969	965	0.41%
研发人员数量占比	13.00%	12.61%	0.39%
研发投入金额（元）	213,844,136.59	213,964,694.64	-0.06%
研发投入占营业收入比例	2.12%	2.72%	-0.60%
研发投入资本化的金额（元）	0	0	0.00%
资本化研发投入占研发投入的比例	0.00%	0.00%	0.00%

3 检索策略及检索结果

3.1 检索范围

结合委托方的上述产品及上述需求，本项目的检索范围及目标是：

- （1）在全球范围内检索与磁流变液材料在汽车领域应用相关的专利
- （2）在全球范围内检索与磁流变液缓速器相关的专利

3.2 检索策略及检索结果

基于上述检索范围及目标，本项目检索策略及检索结果如表 3-1 所示。

表 3-1 检索策略及检索结果

序号	检索表达式	检索结果 (项)	备注
1	[REDACTED]	5556	磁流变 and 汽 车相关 关键词
2	[REDACTED]	906	磁流变 and 汽 车相关 分类号

3	[REDACTED]	790	磁流变 and 制 动相关 分类号
4	[REDACTED]	568	磁流变 and 制 动相关 关键词
5	[REDACTED]	660	重点竞 争对手 补充检 索
6	1 OR 2 OR 5		磁流变 在汽车 上的应 用
7	3 OR 4		磁流变 缓速器

注：检索数据库为 incoPat 数据库，检索截止日为 2020.09.17

表 3-1 中涉及的分类的含义如下：

B60 一般车辆

附注

在本类中，下列所用术语其意是指：

☐ “车辆”指除下述类型运载工具以外的全部交通工具：铁路车辆、水上船只、飞行器、宇宙航行器、手推车、自行车、畜拉车和雪橇，这些类型的运载工具列入 B61 至 B64 各有关小类内。

因此“车辆”一词包括：

- ☐ 具有上述几种类型中一种以上运载工具所共有的特征；
- ☐ 具有汽车、公路挂车或越野挂车的某些特征。

B60T 车辆制动控制系统或其部件：一般制动控制系统或其部件（电力制动系统的控制入 B60L 7/00；车辆的制动器和其他部件的联合控制入 B60W）；一般制动元件在车辆上的布置；用于防止车辆发生不希望的运动的便携装置；便于冷却制

动器的车辆的改进 (1, 8)

附注

在本小类内，下列用词其意是指：

“制动控制系统”包括车用或一般应用的制动控制系统。

B62D 机动车；挂车

F16D 传送旋转运动的联轴器（用于传送旋转运动的传动装置入 F16H，如流体传动装置入 F16H 39/00 至 F16H 47/00）；离合器（机电离合器入 H02K 49/00；应用静电引力的离合器入 H02N 13/00）；制动器（一般的用于车辆的电力致动系统入 B60L 7/00；机电制动器入 H02K 49/00） (2)

制动器

以其功用为特点的 49/00 至 55/00

利用液体或空气的阻力 57/00

自动的 59/00

带有使所吸收能量可应用的装置 61/00

其他 63/00

零件 65/00, 69/00, 71/00

监视工作状态 66/00

经逐篇阅读、去噪后，获得 1025 件“磁流变液在汽车领域的应用”相关专利，具体参见附件 1。

3.3 其他说明

关于本报告中出现的主要术语的约定如下：

同族专利：同一项发明在多个国家申请专利而产生的一组内容相同或基本相同的专利文献出版物，称为一个专利族或同族专利。从技术角度看，属于同一专利族的多件专利申请可视为同一项技术。

项：同一项发明可能在多个国家或地区提出专利申请。数据库将这些相关的多件专利申请作为一条记录收录。在进行专利申请数量统计时，对于数据库中以一族数据的形式出现的一系列专利文献，计算为“1 项”。一般情况下，专利申请项通常用于表征技术的数量。

件：在进行专利申请数量统计时，例如为了分析申请人在不同国家、地区或组织所提出的专利申请的分布情况，将同族专利申请分开进行统计时，所得到的结果对应于申请的件数。一项专利申请可能对应于 1 件或多件专利申请。

另外，由于专利公开的滞后性，2019 年和 2020 年的专利申请存在未完全公开的情况，所以 2019 年、2020 年的数据是不完全统计；同样地，由于数据库专利法律状态数据不仅存在缺失且更新也存在滞后情况，本报告中提及的法律状态，虽然缺失的部分由人工补充，但仍可能与实际专利法律状态可能存在误差。

4 重点技术专利导航分析 – 磁流变液在汽车领域的应用

作为一种新兴的智能材料，磁流变液具有在外加磁场作用下从牛顿流体转变为屈服应力很高的粘弹性塑性体的效应，并且转换过程连续、可逆、迅速，易于控制，因此，磁流变液装置被应用于汽车领域的传动、制动、减震、发动机主动降噪等方面。

本章将从申请态势、技术来源与目标地域分布、主要申请人、法律状态、技术分布等多维度，对磁流变液在汽车领域的应用进行宏观总体分析，以揭示磁流变液在汽车领域的技术发展和趋势；在此基础上，以重点技术为切入点，深入挖掘该领域的基础以及核心专利技术，供委托方研发参考。

4.1 专利申请态势

图 4-1 展示了“磁流变液在汽车领域的应用”相关专利的总体申请趋势。自 1948 年被发明以来，磁流变液在 1989 年被首次提出可应用于变速器传动中，前苏联申请人 ARSENEV VLADIMIR V 在 1989 年 10 月 11 日提出的发明申请 SU4756491（申请号）中提出，变速器传动构件内填充磁流变液，由电线圈实现控制。由此，开启了磁流变液在汽车领域的研究。

在随后的 1992 年、1994 年，美国洛德公司²（LORD Corporation）提出可将磁流变液应用于悬架减震以及发动机减震，并围绕此提交了 3 件发明专利申请（US7900571、US7900567、US8192838）。随后其又陆续在磁流变阻尼技术领域进行相应的技术扩展与专利储备，并抢先在全球开展专利布局。

美国洛德公司的磁流变液技术是通过磁场作用使悬挂减震器中的流体在固液相间来回转变，该技术已应用在美军战车的高级悬吊系统上。在悬挂减震器中，洛德公司的磁流变液代替了传统的液压油，通过减震器活塞里的电磁铁进行控制，使该磁流变液可以在固液间进行转变，这个过程是瞬时、可变且可逆的。典型的磁流变液为含有微米级铁磁颗粒的矿物油，铁含量大约 20%~40%，其他为各种添加剂和润滑剂。但

² <https://www.lord.com/china/products-and-solutions/active-vibration-control/automotive-suspension-systems>

磁流变（MR）技术将汽车悬挂减振系统的性能提升到了新的高度。在 MR 悬挂装置中，可控的 MR 流体取代了各个减振器中的传统液体。在传感器监测路面和汽车状态的同时，控制器以每秒上千次的速度修正 MR 悬挂的阻尼特性。这能够显著改善汽车的乘坐舒适性和操纵稳定性，可用于提高各类车辆的驾乘特性，从高端的跑车，到轿车和 SUV，均可使用。在 2002 款的车型上首次引进后，MR 悬挂现在已在若干汽车厂家的几十种车型上应用

铁悬浮液存在如铁氧化、颗粒和设备磨损、颗粒沉淀等问题，洛德公司通过添加合适的添加剂来解决上述问题。磁流变液减震器的密封件要保证其中铁磁颗粒不溢出，否则会破坏密封件和活塞杆，因此要求较高的密封性。

从 1996 年开始，围绕磁流变液在汽车领域应用的专利申请开始逐渐增多，在 2001 年达到第一次申请高峰（年申请量接近 60 件），在随后的 10 年中，申请量有所下滑，但仍维持在每年 20-30 件左右。从 2011 年开始，申请变得再次活跃，并在 2017、2018 年达到顶峰（年申请量超过 100 件）。由于专利公开的滞后性，2019、2020 年的专利申请存在未完全公开的情况，所以，2019、2020 年的数据是不完全统计。但有理由相信，2019、2020 年的专利申请会持续活跃，围绕磁流变液在汽车领域应用的研究将受到越来越多的关注。

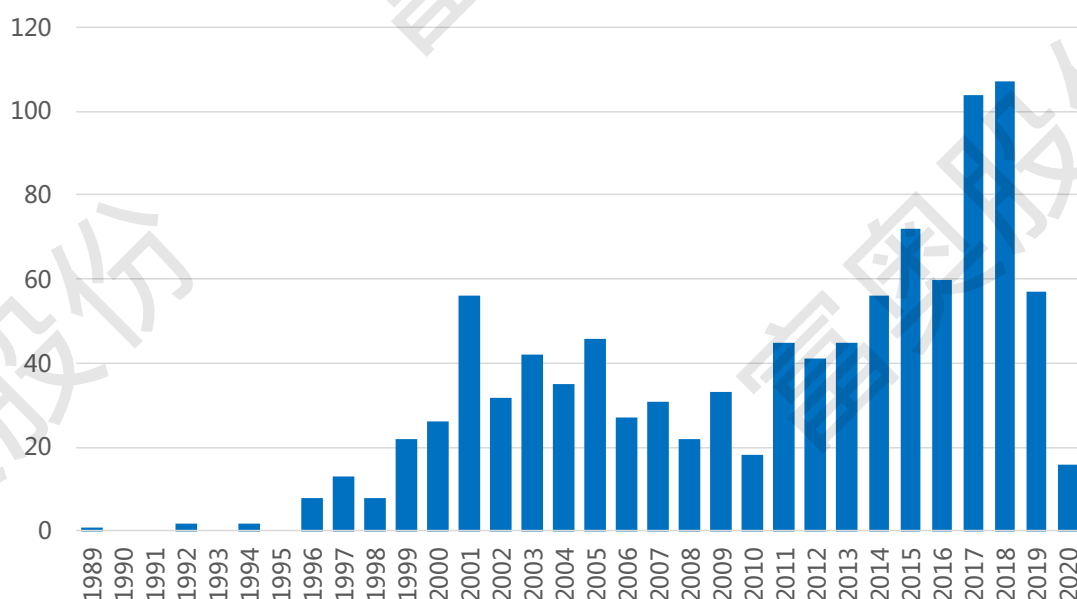


图 4-1 申请趋势

4.2 地域分布

图 4-2 展示了“磁流变液在汽车领域的应用”相关专利的来源国&公开国分布。可以看出，专利申请最活跃的区域为中国（约 50%的专利为中国专利），其次是美国（约占 18%）、韩国（约占 12%）、德国（约占 5%）和日本（约占 4%），其余国家的专利申请很小。

此外，近半数的专利来自中国籍申请人，其次是美国、韩国籍申请人。其中，美国申请人全球布局意识较强，在中国、德国、欧洲、日本均布局了一定数量的专利。而中国、韩国申请人主要在本国布局专利，对外申请较少。

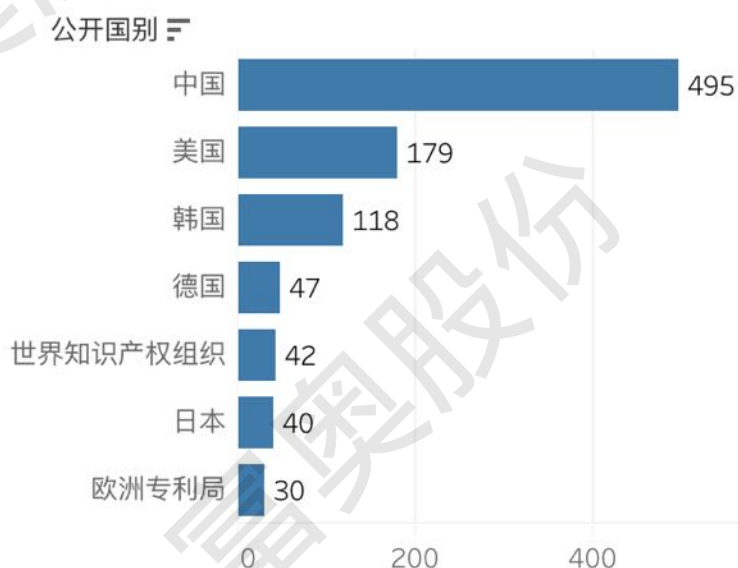
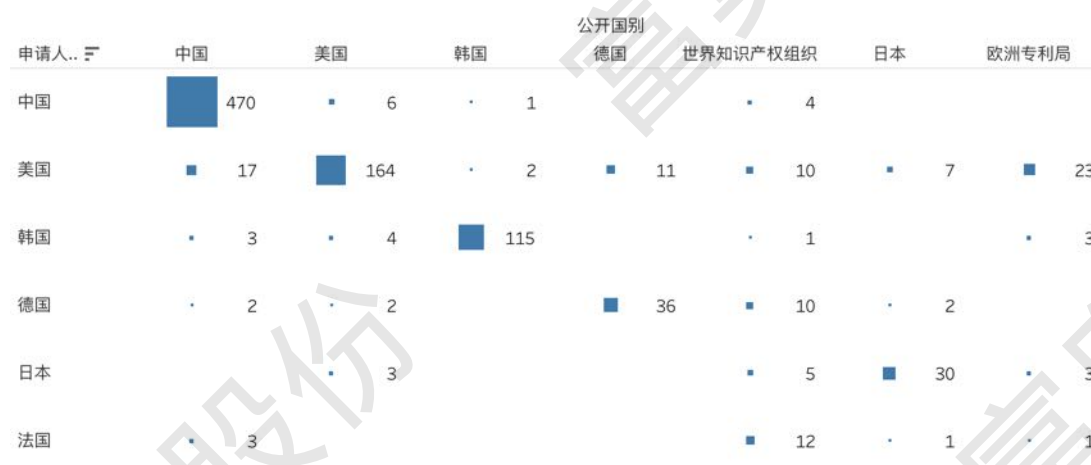


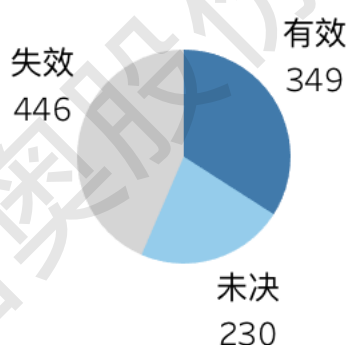
图 4-2 专利来源国&公开国分布

4.3 法律状态及专利类型

图 4-3 展示了法律状态及专利类型分布情况。可以看出，近半数的专利（46%）已处于失效状态（失效原因主要为撤回失效、未缴年费失效、授权后放弃失效等）；34%的专利处于有效状态，21%的专利处于审中状态（PCT 有效期内）。

此外，80%的专利为发明专利，其中，约 30%的发明专利已获得授权。

法律状态



专利类型

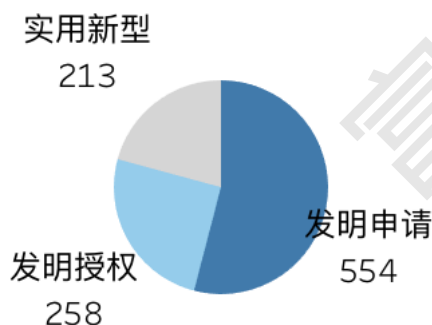


图 4-3 法律状态及专利类型分布

经核实，上述专利中，共有 4 件专利发生过“复审”、3 件专利发生过“异议”，尚无专利涉及诉讼。

4.4 主要申请人

图 4-4 展示了主要申请人的布局情况。可以看出，Top15 的申请人主要由汽车整车及零部件企业，以及中国高校两类组成，其中，共有 7 所中国高校申请量排名进入 top15，但其中没有一家国内整车或零部件企业。

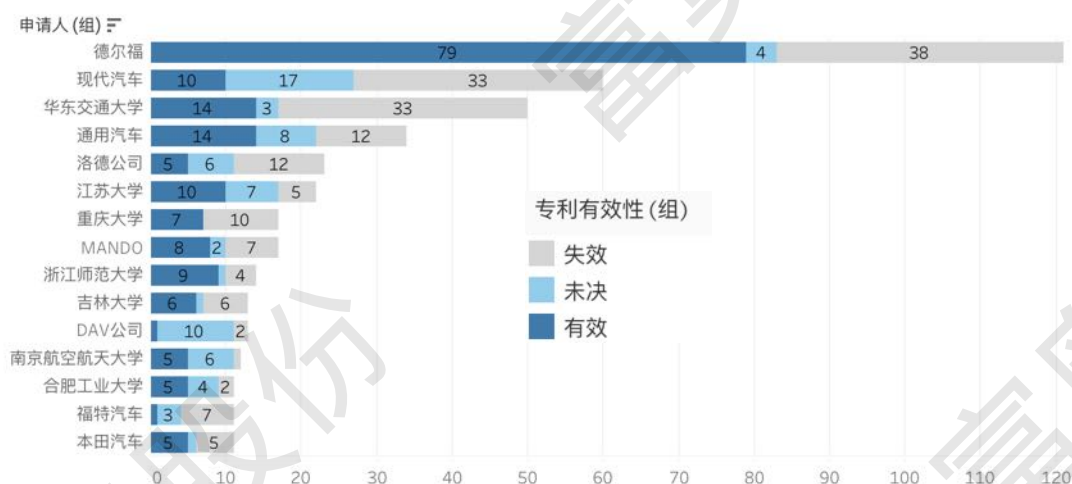
德尔福³的专利布局最为活跃（且 65%的专利仍处于有效状态），其次是现代汽车（半数以上的专利已失效）、通用汽车，洛德公司。尤其是德尔福、洛德公司这两个企业都拥有较多磁流变阻尼技术的基础专利。

值得一提的是，北京京西重工有限公司于 2009 年成功收购了美国德尔福公司的减振和制动业务，在磁流变阻尼技术领域加快了研发应用和专利布局的步伐。

汽车整车及零部件企业的专利以发明专利为主，但部分中国高校的申请主要是实用新型专利。

³ <https://www.borgwarner.com/delphi-technologies>

博格华纳和德尔福科技的合并预计将加强博格华纳的电子和电力电子产品、能力和规模，打造电气化推进系统的领导者，博格华纳认为该系统有能力利用未来的推进迁移。



申请人专利类型



图 4-4 主要申请人排名情况

图 4-5 展示了主要申请人的申请趋势。整体可以看出，国内申请人于 2011 年才开始相关研究，而国外主要申请人均于 2000 年以前便开始磁流变液在汽车领域应用的研究；其中德尔福公司在 2010 年前针对磁流变液技术提出了大量的专利申请，尤其是在 2001-2003 年间，但德尔福公司 2010 年后暂无相关专利申请提出。

现代汽车公司、通用汽车公司、洛德公司、株式会社万都针对磁流变液技术有持续的专利申请，但专利布局主要集中在 1999-2009 年间，此后的专利布局较少。

中国高校申请人自 2011 年左右才开始相关研究，且近几年申请比较活跃。其中华东交通大学在 2016-2020 年间，针对磁流变液技术提出至少 46 项申请。

申请人申请趋势

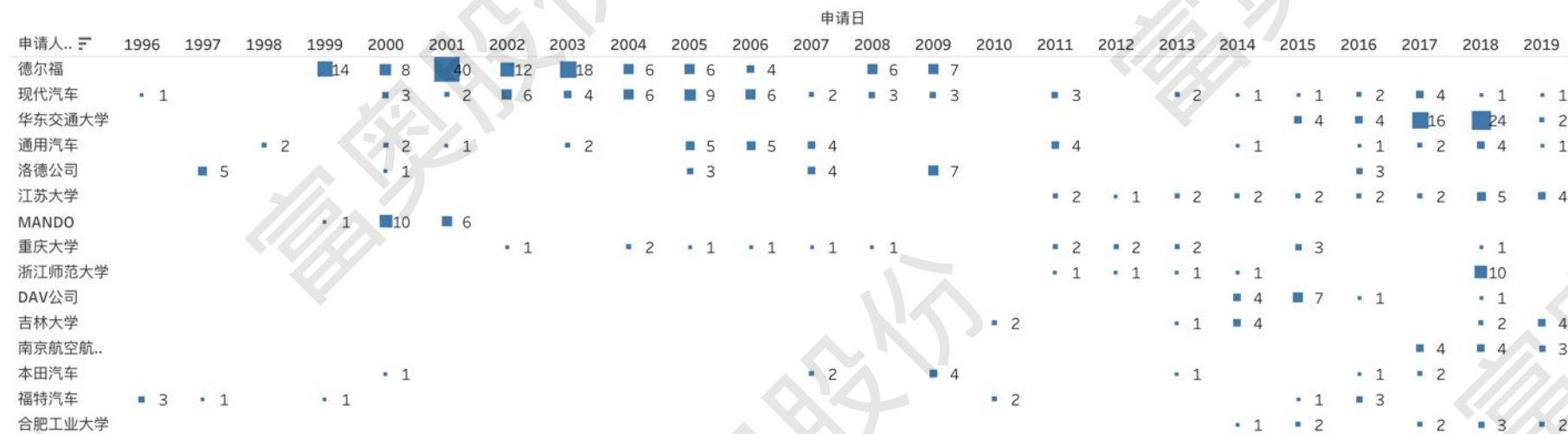


图 4-5 主要申请人申请趋势

4.5 技术分布

通过对上述 1025 件相关专利进行逐一阅读、标引，梳理得出图 4-6 中所示的磁流变液在汽车领域应用的专利技术分布情况。

磁流变液在汽车领域的应用，主要是利用磁流变液的粘度及剪切力的变化特性，实现阻尼力的调节和控制，具体而言，包括悬架减振方面的应用（主动/半主动减振）、离合器/制动方面（控制传递扭矩的大小）、转向系统方面（如线控转向阻尼力反馈）、发动机减振、按钮触觉反馈、保险杠缓冲力控制、横向稳定杆刚性调节等方面。

从数量上看，主要的改进集中在悬架减振（占 43%）、离合器（占 11%）、制动（占 10%）方面。

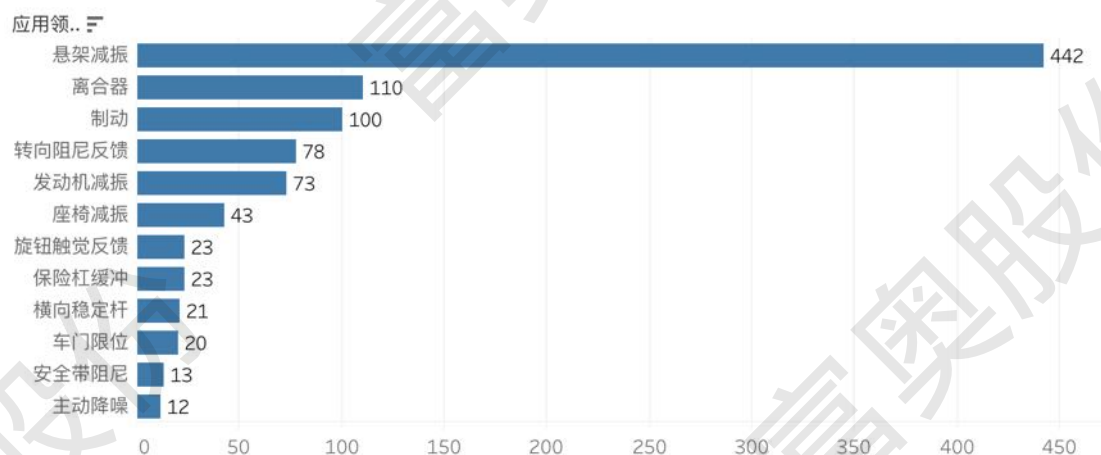


图 4-6 技术分布

图 4-7 展示了各技术的申请趋势情况。可以看到，围绕减振（包括悬架/发动机/座椅减振）、离合器、转向方面

的改进一直在持续。

磁流变阻尼器是磁流变液重要的应用领域之一，其可通过对阻尼力特性的高精度调控，在汽车制造、测量技术、机械加工等领域具有一定的应用价值，相比应用于汽车上的传统阻尼器，磁流变阻尼器有着更快的反应速度和更大的阻尼变化范围，它能以每秒 1000 次的频率调整自身的悬挂特性。早在 2009 年，一辆搭载了磁流变阻尼器悬挂控制系统的凯迪拉克 CTS-V 汽车，在纽伯格林北环赛道跑出 7 分 59 秒 32 的最快圈速，一举打破了长期以来四门轿车无法突破 8 分钟圈速的魔咒。如今，随着我国高铁技术的不断发展，磁流变阻尼技术动力大、范围广、反应迅速的优势，使得其在高铁减振领域具有广阔的应用前景。

此外，近几年来，围绕制动、触觉反馈、车门限位、主动降噪等方面的应用开始变得活跃。

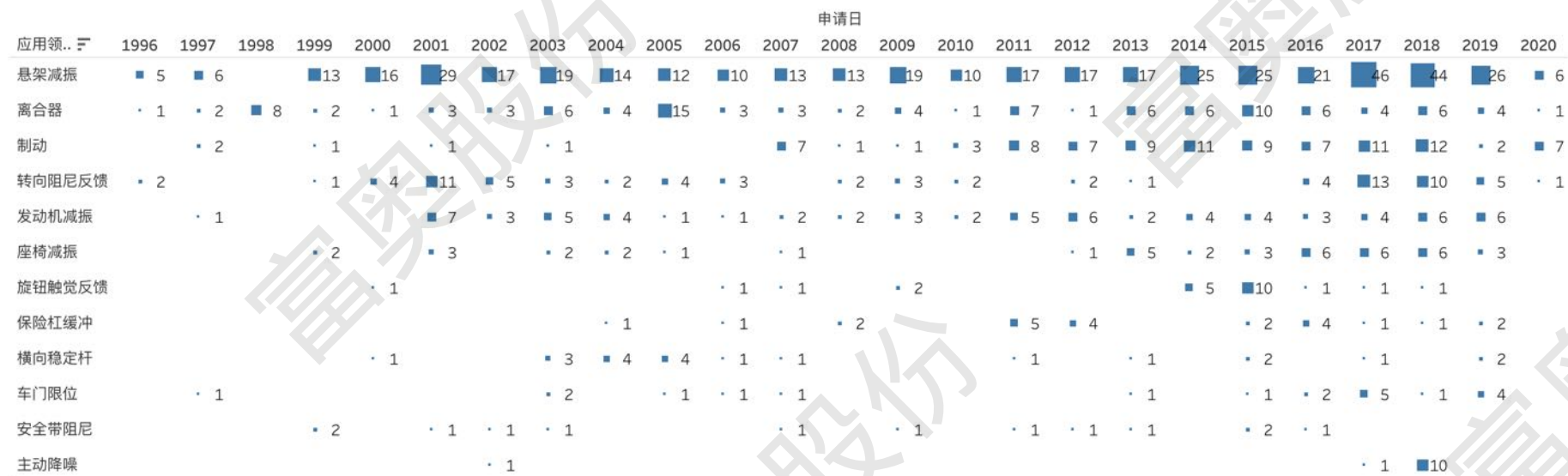


图 4-7 各技术申请趋势

图 4-8 展示了主要申请人的技术分布情况。可以看出，相对而言，几位主要的国内外申请人针对磁流变液技术的研究重点主要集中在减振方面的应用，尤其是汽车悬架减振、发动机减振等方面，如德尔福公司，所有专利布局均集中在减振方面，而现代汽车，虽然布局重心仍在减振方面，但总体上，布局比较全面，尤其是在转向阻尼反馈、横向稳定杆刚度调节方面亦布局了不少专利。通用汽车的布局重点在离合器和悬架减振方面。

前文中提到近几年比较活跃的技术方向，如触觉反馈、车门限位、主动降噪等方面的应用，其中，关于触觉反馈方面的改进是 DAV 公司在参与，车门限位的改进是现代汽车在参与，主动降噪方面，则是主要由浙江师范大学提出。

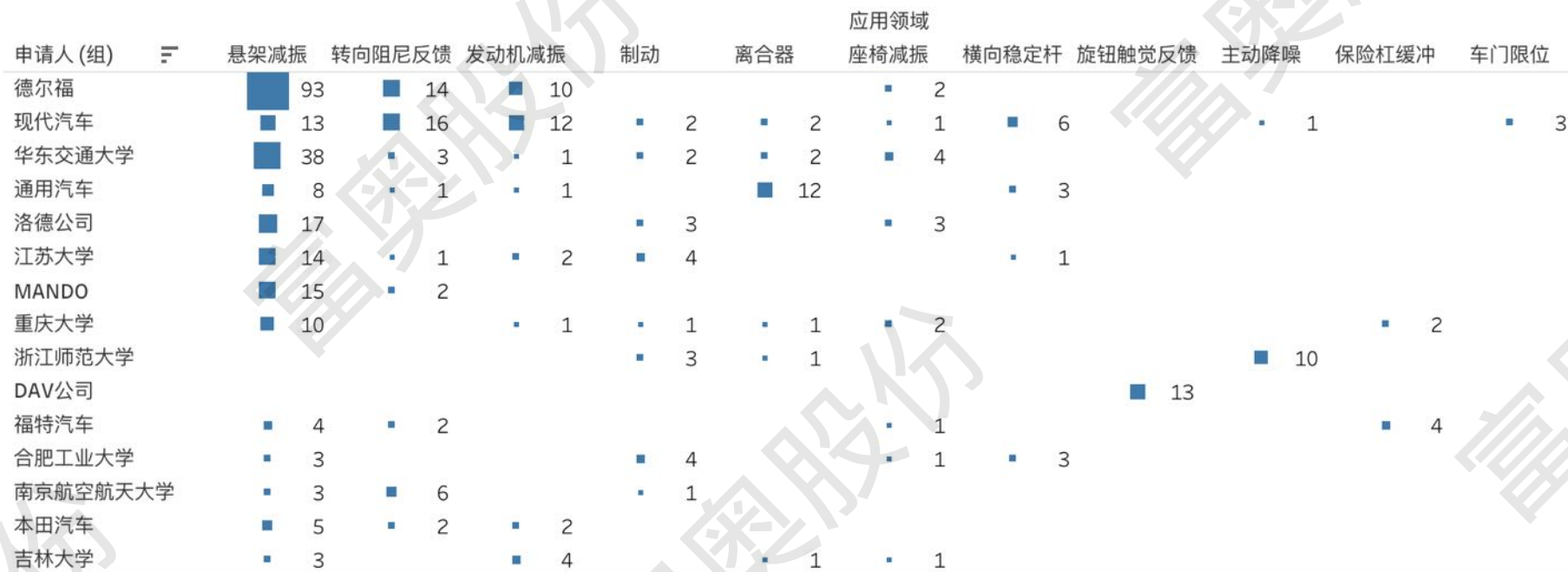


图 4-8 主要申请人技术分布

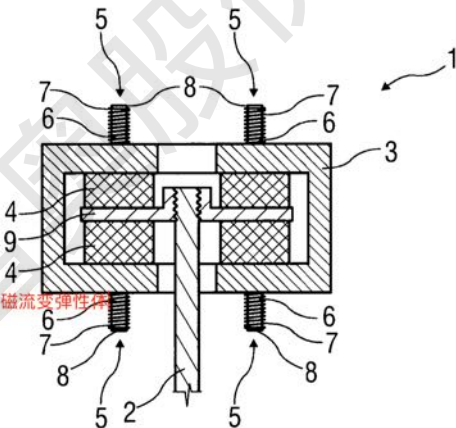
4.6 重点专利介绍

本节挑选了近几年公开的专利，并详细阐述了上述相关专利的技术方案，以供委托方研发参考。

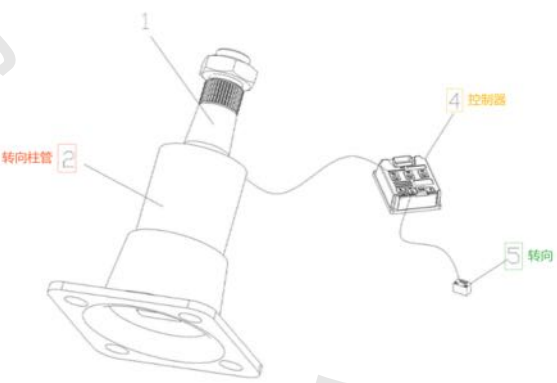
总体而言，近几年更多的关注如何通过磁流变液实现汽车零部件阻尼的自适应、智能化控制，提升驾驶舒适性。

以下是详细技术方案。

1. DE102020002905A1

标题	Damper head (阻尼器头)		
公开/告号	DE102020002905A1	申请日	20200514
申请人	Daimler AG	法律状态	审中
简单同族专利	无		
代表附图			
技术问题	常规阻尼器弹性体阻尼不可调节，此外，弹性体在低环境温度下变硬，其结果是，由于减震器头轴承与减震器和车身的相互作用，产生干扰车辆乘员舒适性的干扰敲击噪声。		
技术手段	磁流变弹性体用于所述至少一个弹性体单元，并与至少一个磁场结合使用，至少一个磁场的强度被设置为温度的函数。		
技术效果	提高了车辆乘员的噪声舒适性。		

2. CN111532336A

标题	汽车转向柱缓冲系统及其汽车		
公开/告号	CN111532336A	申请日	20200508
申请人	重庆文理学院；江油川一精机有限公司	法律状态	失效
简单同族专利	无		
代表附图			
技术问题	现有的吸收冲击能量的方式主要有三种：1、转向轴错位缓冲；2、转向轴错位和支架变形缓冲，汽车转向柱管吸能装置的工作原理是：发生碰撞时，转向器向后移动，下转向传动轴插入上转向传动轴的孔中，上转向传动轴被压扁，吸收了冲击能量。此外，转向柱管通过支架和U形金属板固定在仪表板上。当驾驶员身体撞击转向盘后，转向管柱和支架将从仪表板上脱离下来向前移动。这时，一端固定在仪表板上而另一端固定在支架上的U形金属板就会产生扭曲变形并吸收冲击能量。3、转向柱管变形吸收冲击能量并缓冲，如果汽车上装用了网格状或波纹管式转向柱管吸能装置，当发生猛烈撞车导致人体冲撞转向盘时，网格部分或波纹管部分将被压缩产生塑性变形，吸收冲击能量。而上述方式缓冲系统缓冲效率低，安全性差，并且不可重复使用。		
技术手段	安装轴承的外圈向下运动并下压阻挡环11使阻挡环11向下运动，进而驱动活塞向下运动，使得位于磁流变液活塞腔14内的磁流变液通过细通道18向磁流变液溢留腔15流动，而控制器4控制励磁线圈16的电流大小进而控制磁流变液的粘稠度，实现变阻尼力缓冲，即当驾驶员冲量较大时，阻尼力相对较大，驾驶员冲量较小时，阻尼相对较小，保证有效缓冲，而将磁流变液缓冲系统设置于转向柱管2内，结构简单紧凑，安装方便，避免缓冲系统对转向柱空间安装造成影响。		
技术效果	大大提高缓冲的效率，进一步 提高驾驶的安全性		

3. KR102042132B1

标题	Vehicle resonator using Magneto-Rheological Elastomer (使用磁流变弹性体的车辆谐振器)		
公开/告号	KR102042132B1	申请日	20170915
申请人	인하대학교 산학협력단 (仁荷大学产学合作财团)	法律状态	有效
简单同族专利	无		
代表附图			
技术问题	发动机进气噪音，给驾驶员带来不适。传统的赫姆霍兹谐振器只有降低特定频率下的噪声，使用存在限制。		
技术手段	通过在低频带中施加 MRE 的车辆用共振器（磁流变弹性体）有效地移动共振频率，具有降低低频带的进气噪声的效果。另外，通过控制谐振器中存在的特定窄频率范围，利用谐振器的谐振频率的变化，仅在比进气噪声的频域范围宽的区域中有效地降低 MRE 的刚度		
技术效果	降低车辆进气噪声时的较宽频带的进气噪声，提升驾驶舒适性		

4. CN210652587U

标题	车辆及其横向稳定杆系统		
公开/告号	CN210652587U	申请日	20190404
申请人	郑州宇通客车股份有限公司	法律状态	有效
简单同族专利	无		
代表附图			
技术问题	现有的横向稳定杆通过液压油缸调节对悬架侧倾刚度的作用大小，需要增设液压油路，使整车的重量增大，会带来油耗的上升；另外液压油缸需通过液压油路控制，从控制器发出控制指令到液压油缸响应，持续时间较长，响应速度较慢。		
技术手段	将两个连接件的至少一个设置为磁流变阻尼器，根据车辆行驶状况的信号，通过控制器控制磁流变阻尼器来调整，为横向稳定杆提供的侧倾刚度的大小		
技术效果	磁流变阻尼器对切换过程的响应更快，增加的部件更少，不需要外接液压油路，整体重量更轻。		

5. CN105960621B

标题	带有触感反馈的控制接口		
公开/告号	CN105960621B	申请日	20140908
申请人	DAV Company	法律状态	有效
简单同族专利	EP3198369B1 JP2016532976A US10466788B2 WO2015033033A1 FR3010550B1		
代表附图			
技术问题	带有限定的触感反馈模式的控制接口，例如机械触感反馈器件，可能仅适于有限数量的待控制的功能。这些功能必须具有例如在抓握元件的完整行程上等于硬点的数量的相同数量的可行的控制。		
技术手段	括磁流变液体模块(5)，所述模块包括：旋转元件(7)，围绕所述模块(5)的轴线(Z)旋转，所述旋转元件(7)与磁流变液体接触且被设计为联接到抓握元件(3)，施加单元(9)，用于将磁场施加到所述磁流变液体，其被设计为改变所述磁场的强度		
技术效果	触感反馈是可重构的，以便与多个控制相适应，且联接至环境传感器通过使触感反馈适应车辆的参数而改善了用户舒适度，和/或通过使用接近传感器而减少了消耗，接近传感器仅在用户接近或接触旋转控制件的抓握元件 3 时才对模块供电		

6. CN111497628A

标题	一种基于磁流变液的车辆踏板力补偿系统及控制方法		
公开/告号	CN111497628A	申请日	2020-03-31
申请人	南京航空航天大学	法律状态	授权
简单同族专利	无		

代表附图	
技术问题	由于再生制动系统工作时，会产生一部分作用于车轮的制动力矩，而该力矩可抵消一部分驾驶员需要的总制动力矩，此时，驾驶员需要提供的制动踏板力就会相应地减少。在制动过程中，再生制动系统产生的制动力矩受多方面因素限制，是一个时变的参数，因此，驾驶员在踩下制动踏板时所感受到的反馈力会随着外界条件的变化而变化，这会严重破坏驾驶员的驾驶体验。
技术手段	一种基于磁流变液的车辆踏板力补偿系统，车辆采用再生制动电机来进行驱动和制动，再生制动电机在车辆驱动时正转，并在车辆制动时反转、产生制动力矩并将汽车动能转化为电能回收，其特征在于， 车辆踏板力补偿系统包括蓄电池、转速传感器、电流传感器、电压传感器、制动踏板、连接块、连接轴、踏板推杆、踏板力补偿模块和磁流变控制器； 所述蓄电池用于为再生制动电机提供电源并在车辆制动时储存再生制动电机回收的电能； 所述转速传感器采用光电式转速传感器，通过螺栓固定于再生制动电机输出轴侧的端盖上，用于检测再生制动电机的转速，并将转速信号传递给所述磁流变控制器； 所述电流传感器和电压传感器分别用于检测制动过程中回收电能的电流和电压，并将信号传递给所述磁流变控制器； 所述踏板力补偿模块包括壳体、第一端盖、第二端盖、磁芯、磁流变液和磁通线圈组； 所述壳体为两端开口的空心圆柱体、固定在车辆的车架上；所述第一端盖、第二端盖分别和所述壳体的两端密闭连接，第一端盖的中心设有供所述连接轴穿过的通孔，第二端盖的中心设有供所述连接轴穿过的通孔； 所述磁芯设置在壳体中的圆柱体、沿轴线设有供所述连接轴穿过的通孔；所述磁通线圈组包含若干组均匀缠绕于磁芯上的磁通线圈，用于产生磁场；所述磁芯用于增加磁通线圈组的磁感应强度； 所述连接轴一端通过连接块和所述制动踏板相连，另一端依次穿过第一端盖上的通孔、磁芯上的通孔、第二端盖上的通孔后和所述踏板推杆的一端同轴固连；连接轴和第一端盖、第二端

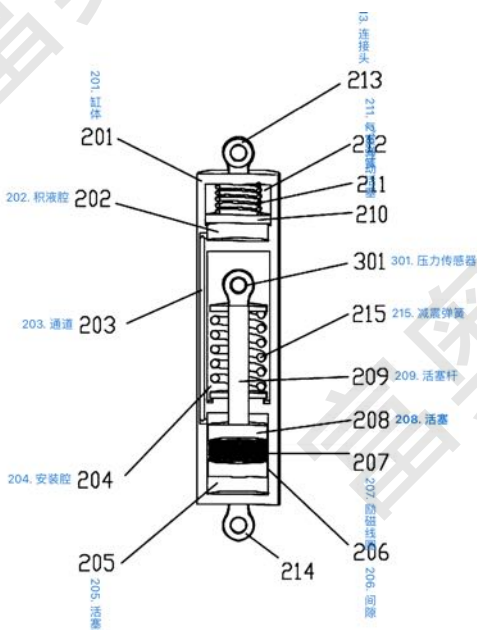
	盖间隙配合，能够相对壳体自由滑动，且连接轴和第一端盖、第二端盖之间均设有密封圈，使得壳体和连接轴之间形成密闭腔体；所述连接轴和所述磁芯固连；所述磁流变液填充在壳体和连接轴之间的密闭腔体内，用于根据磁通线圈组的磁场大小调整自身屈服强度进而调整阻碍磁芯运动的力； 所述踏板推杆的另一端和车辆制动主缸的输入轴相连； 所述连接轴用于将制动踏板的踏板行程传递至车辆的制动主缸，同时将反馈力传递至所述制动踏板； 所述磁流变控制器分别和所述转速传感器、电流传感器、电压传感器、磁通线圈组电气相连，用于根据转速传感器、电流传感器、电压传感器的感应信号控制磁通线圈组的输出电流，进而调整车辆踏板力的大小。
技术效果	在再生制动系统工作时，对制动踏板力进行补偿，并在满足基本功能的前提下提出一种多目标优化方法。与现有的踏板力补偿系统相比，采用了磁流变液力补偿方式，大大简化了系统结构并且避免了复杂控制器的设计，解决了由于再生制动的介入给驾驶体验带来的不利影响，同时磁流变液可在毫秒级时间内改变自身屈服强度，保证了该系统快速响应的特性。

7. CN11231923A

标题	电机堵转保护装置和线控液压制动系统		
公开/告号	CN11231923A	申请日	2020-02-26
申请人	奇瑞汽车股份有限公司	法律状态	授权
简单同族专利	无		
代表附图			
技术问题	在制动强度大时，电机常常需要在堵转工况(即电机的输出轴不能旋转)下工作，长时间处于堵转工况势必会增加电机高温烧毁的风险，进而引起线性液压制动系统失效，驾驶安全受到极大		

	地威胁。
技术手段	一种电机堵转保护装置，该电机堵转保护装置包括输入轴、主动盘、输出轴、从动盘、壳体和励磁线圈。输入轴与主动盘固定连接，输出轴与从动盘固定连接。输入轴与输出轴穿过壳体，主动盘和从动盘设置在壳体内部，主动盘和从动盘不接触。壳体、主动盘和从动盘之间形成空腔，空腔中设置有磁流变液。励磁线圈设置在壳体中。
技术效果	该电机堵转保护装置可以在线控液压制动系统中，并设置在电机和制动减速器之间，电机的转动经电机堵转保护装置后再传递到制动减速器。在正常模式下，励磁线圈产生强磁场使得磁流变液具有高粘度和高剪切屈服极限，此时主动盘和从动盘依靠磁流变液实现固连传动。当接近堵转工况时，励磁线圈中的电流降低，从而降低磁场，以达到降低磁流变液粘度的目的，可以使得电机脱离堵转工况转动。因此，本申请实施例提供的电机堵转保护装置可以减少电机高温烧毁的风险，增大制动系统的可靠性，保证驾驶安全。

8. CN111152616A

标题	一种磁流变阻尼悬架及其测控方法		
公开/告号	CN111152616A	申请日	2020-01-08
申请人	合肥工业大学	法律状态	实质审查
简单同族专利	无		
代表附图			
技术问题	传统的汽车悬架单元不能充分配合轮毂电机的实际情况，导致车辆整体结构不够紧凑；此外，与轮毂电机紧密连接的悬架系统也需调整，如传统悬架的摆臂、驱动半轴、减振与弹簧等结		

	构
技术手段	磁流变阻尼悬架，包括用于连接的车架(300)，各轮毂电机轮胎(100)设于所述车架(300)两侧，并通过磁流变阻尼减振器(200)与所述车架(300)连接，其特征在于： 所述磁流变阻尼减振器(200)包括圆柱体结构的缸体(201)，所述缸体(201)内设有位于中部的侧向敞口的安装腔(204)和分别位于两端的密封的积液腔(202)及活塞腔(205)，所述积液腔(202)和所述活塞腔(205)通过设于所述缸体(201)侧壁的通道(203)连通； 浮动活塞(210)配合设于所述积液腔(202)内，并通过气室弹簧(211)与所述积液腔(202)位于所述缸体(201)端部的一端连接； 活塞(208)设于所述活塞腔(205)内，并与所述活塞腔(205)侧壁留设工作间隙(206)，其外部绕设励磁线圈(207)，所述活塞(208)端部连接有伸入所述安装腔(204)的活塞杆(209)，所述活塞杆(209)上套设减震弹簧(215)，其位于所述安装腔(204)内的一端固设有弹簧连接板，所述减震弹簧(215)一端与所述弹簧连接板连接固定，另一端压紧于所述安装腔(204)靠近所述活塞腔(205)的一端。 所述活塞腔(205)及所述通道(203)内满注填充磁流变液，所述积液腔(202)由所述浮动活塞(210)分隔为互不连通的气腔和液腔，所述气室弹簧(211)设置于所述气腔内，所述气腔内填充有空气，所述液腔内满注填充磁流变液；所述励磁线圈(207)与设于所述磁流变阻尼减振器(200)外部的电流控制器(304)电性连接，所述缸体(201)两端均与所述定子托架(105)连接固定，其活塞杆(209)与所述车架(300)连接固定。
技术效果	设有磁流变阻尼减振器并通过电子控制单元对磁流变阻尼减振器提供的阻尼进行实时调节，能够适应多种车辆行驶情况下的阻尼变化要求，避免车辆在行驶过程中承受强烈振动冲击，提高乘坐人员的舒适性

9. FR3084940A1

标题	INTERFACE DE COMMANDE A RETOUR HAPTIQUE 触觉反馈控制界面		
公开/告号	FR3084940A1	申请日	2018-08-09
申请人	DAV	法律状态	授权
简单同族专利	无		

代表附图	
技术问题	为了获得该触觉反馈，一种已知的手段是使用磁流变流体模块，当向流体施加磁场时，该磁流变流体模块能够在位于流体中的旋转元件上产生制动力。磁流变流体的粘度随施加的磁场强度而变化。因此，磁流变流体可以根据所施加的磁场强度在浸没在磁流变流体中的旋转元件上产生制动力，该旋转元件连接至车轮。 然而，对于这种模块，当使用者开始向车轮施加扭矩时，必须达到角度传感器的以下增量或增量，以便磁流变流体模块确定扭矩的旋转方向。由用户施加的旋转，并施加与车轮的角位置相对应的磁场。但是，如果模块施加了很大的制动力，例如在停止的情况下，或者当模块施加的制动力不对称时，无论转向轴的旋转方向如何，都会施加此大制动力。轮到旋转角度车轮的旋转角度足以使模块确定该旋转方向。因此，尽管模块产生了制动扭矩，使用者仍必须施加较大的扭矩以允许车轮旋转。使用者然后感觉到“粘滞”现象，即当他开始致动车轮时有很大的阻力。这种“粘住”对于用户可能是不愉快的，因此降低了触觉反馈拨盘的舒适性。
技术手段	该触觉反馈包括磁流变流体模块（3），所述模块（3）包括： - 装有磁流变流体的储存器（5）， - 可移动地安装在罐（5）上的旋转元件（7），所述旋转元件（7）与磁流变液接触， - 联接到旋转元件（7）上的夹持元件（9）， 单元（11），用于将磁场施加于磁流变配置，以修改磁场强度 元件（9）的角位置的函数旋转元件（7）上的制动力，其特征在于，接口（1）包括至少一个布置在旋转元件（7）和抓握元件（9）之间的弹性元件
技术效果	向用户提供触觉反馈来考虑用户的动作

10. CN105960621B

标题	Haptic-feedback control method and interface for a motor vehicle 用于机动车辆的触觉反馈控制方法和接口		
公开/告号	CN105960621B	申请日	2014-07-31
申请人	DAV	法律状态	授权
简单同族专利	CN105960621B DE602015037222T2 EP3198369A1 FR3010546A1 JP2016539481A		
代表附图			
技术问题	触感反馈，例如在旋钮上的触感反馈，包括具有可变值的阻力，产生对应于用于经由所讨论的接口而被控制的设备的不同命令的硬点和级别。在驾驶时该触感反馈是有利的，因为其需要来自驾驶者的少许注意力；特别地，其不需要驾驶者将视线从道路移开。 然而，带有限定的触感反馈模式的控制接口，例如机械触感反馈器件，可能仅适于有限数量的待控制的功能。这些功能必须具有例如在抓握元件的完整行程上等于硬点的数量的相同数量的可行的控制。控制元件的数量必须被增加以获得多种触觉反馈模式。		
技术手段	一种带有触感反馈的控制接口(1)，特别地用于机动车辆，其被设计为通过为用户提供触感反馈来考虑用户的动作，其包括磁流变液体模块(5)，所述模块包括： 旋转元件(7)，围绕所述模块(5)的轴线(Z)旋转，所述旋转元件(7)与磁流变液体接触且被设计为联接到抓握元件(3)， 施加单元(9)，用于将磁场施加到所述磁流变液体，其被设计为改变所述磁场的强度， 其特征在于，所述接口(1)包括处理单元(10)，所述处理单元		

	(10)被设计为接收由用于检测所述用户的环境传感器(25、26、27、29)发射的信号，并根据所接收的信号控制所述施加单元(9)用于施加磁场， 其中，所述模块(5)包括固定的中心轴(6)和空腔(23)，所述旋转元件(7)围绕该固定的中心轴(6)被安装，所述旋转元件(7)包括与所述空腔(23)的壁相对的多个壁(16)，所述空腔(23)包括被布置在所述旋转元件(7)的壁(16)之间的中心壁(18)。
技术效果	能够获得包括旋转控制模块的控制接口，它的触感反馈是可重构的，以便与多个控制相适应，且联接至环境传感器通过使触感反馈适应车辆的参数而改善了用户舒适度，和/或通过使用接近传感器而减少了消耗，接近传感器仅在用户接近或接触旋转控制件的抓握元件3时才对模块供电 能够获得包括旋转控制模块的控制接口，它的触感反馈是可重构的，以便与多个控制相适应，且联接至环境传感器通过使触感反馈适应车辆的参数而改善了用户舒适度，和/或通过使用接近传感器而减少了消耗，接近传感器仅在用户接近或接触旋转控制件的抓握元件3时才对模块供电

4.7 小结

1. 近两年，围绕磁流变液在汽车领域应用的专利布局较活跃，受到了越来越多的关注；

2. 专利主要来源于中国、美国、韩国，专利申请尤其是主要来自国外汽车整车及零部件企业，以及中国高校；

3. 德尔福、现代汽车、通用汽车、洛德公司的专利布局较多，但都集中在早期，近几年布局较少；中国高校近几年布局比较活跃，委托方可结合自身研发方向参考，并可根据具体情况，进行规避、合作等；

4. 改进主要是利用磁流变液的粘度及剪切力的变化特性，实现阻尼力的调节和控制，具体体现在悬架减振（主动/半主动减振），离合器/制动（控制传递扭矩的大小）、转向（如线控转向阻尼力反馈）、发动机减振、按钮触觉反馈、保险杠缓冲力控制、横向稳定杆刚性调节等方面；

5. 减振（包括悬架/发动机/座椅减振）、离合器、转向是研究重点，但近几年围绕制动、触觉反馈、车门限位、主动降噪等方面的应用开始变得活跃。

6. 此外，本报告将上述改进涉及的技术问题、解决手段进行了整理，汇总，具体如图 4-9 所示，供后续研发参考。

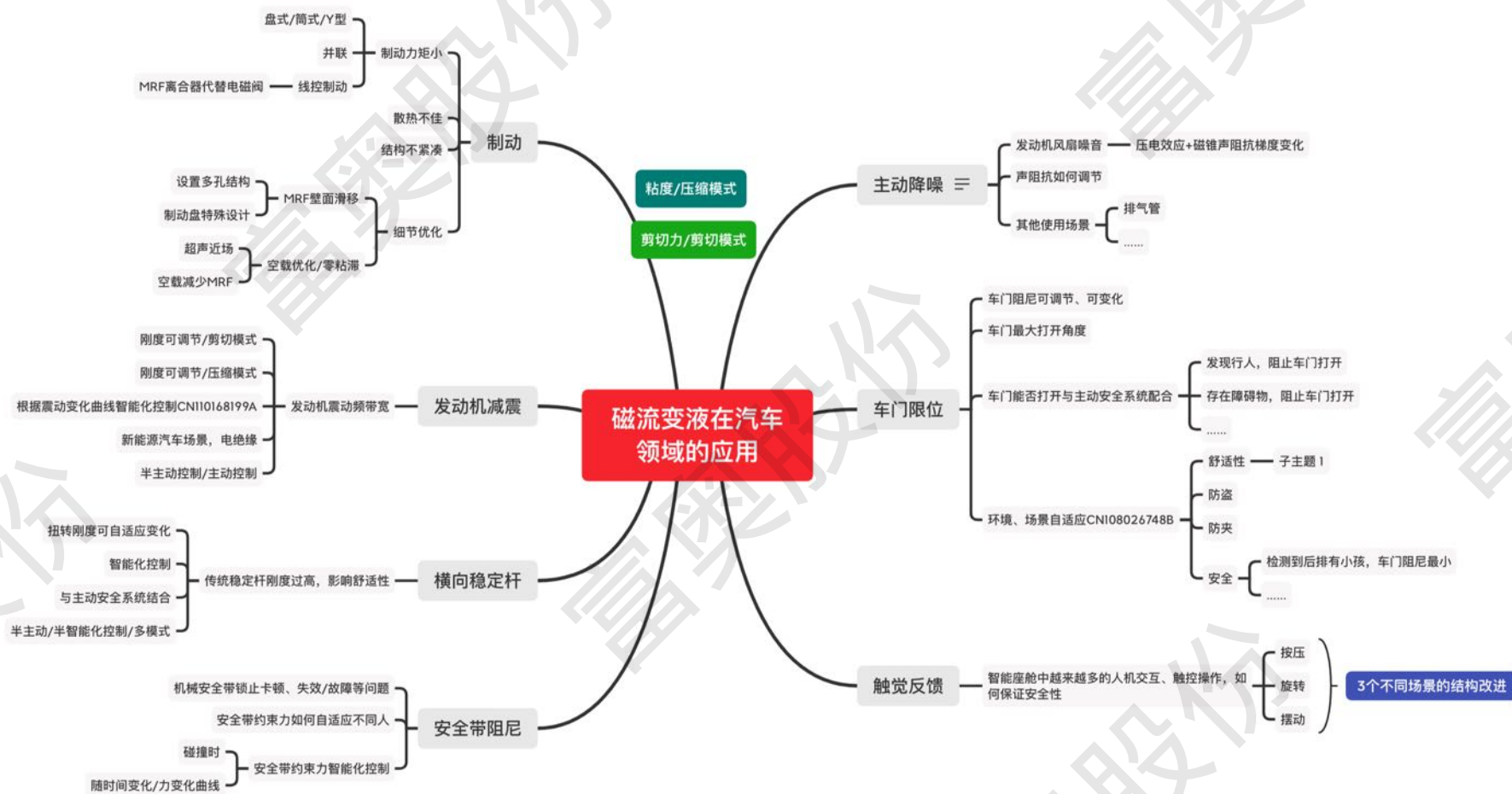


图 4-9 普遍关注的技术问题及技术手段汇总

5 竞争对手分析 - 德尔福

5.1 专利申请概况

由上述图 4-4 展示的主要申请人布局情况，本报告选择围绕申请量排名第一的德尔福公司进行分析。

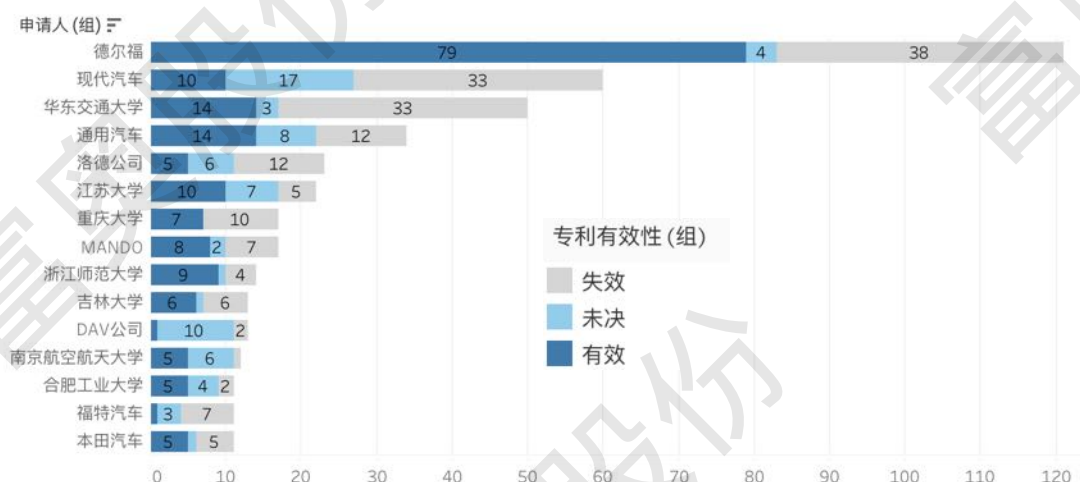


图 5-1 主要申请人排名情况

德尔福公司围绕磁流变液共布局了 121 件专利，其中，大部分仍处于有效状态。

由图 4-8 展示的主要申请人技术分布情况可知，德尔福公司专利布局的重点是悬架减震。

5.2 重点产品介绍

电磁悬架也常被称为磁流变液减震器悬架。电磁悬架是在减震器油液之中加入磁流变液，主要成分是碳氢化合物和微

小的铁粒。正常状态下，金属粒子杂乱分布，与普通的减震器没有区别。如果通电产生磁场，这些粒子就会按队形排列，使油液变得黏稠起来，致使阻尼增加。通过控制电流的大小，还能对阻尼进行精确控制。

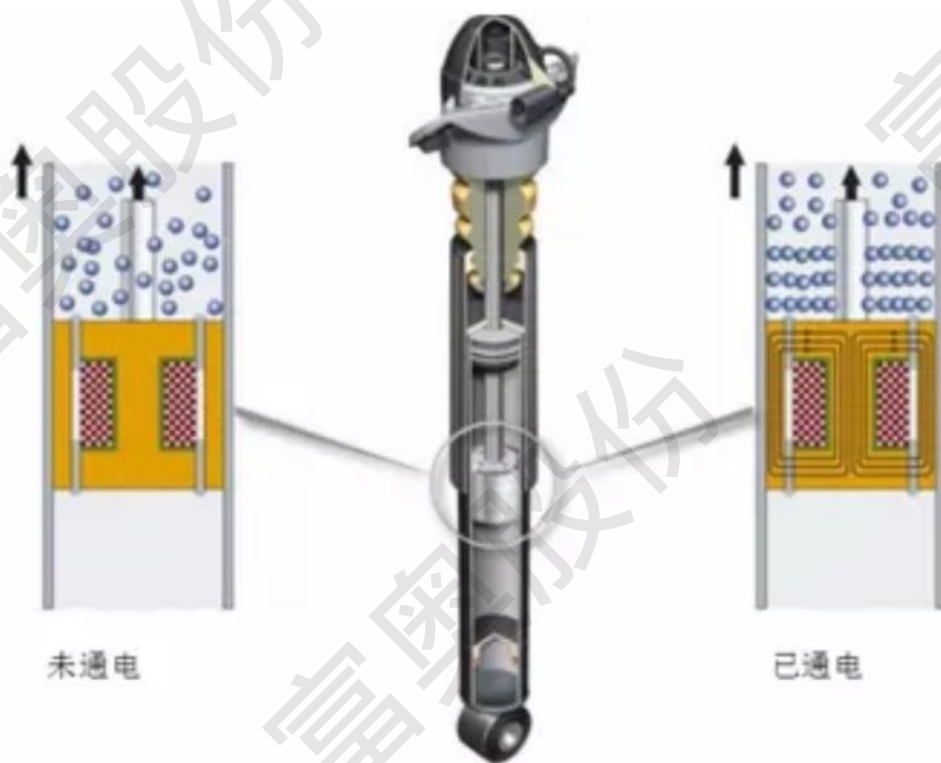
最早的一代电磁悬挂技术是由美国德尔福公司发明，并最先用在 2002 年款的凯迪拉克 Seville STS 上。初代的电磁悬挂吸震筒使用单个大型电磁线圈和含铅控制单元电路板。单个大型电磁线圈在通电和退电时会产生涡流损耗，从而使得电磁悬挂的响应产生延迟（约 20ms 的响应延迟）。而含铅电路板则因为世界环保要求的提高而逐渐推出市场。

现在各厂商在新车上使用的主动式电磁悬挂技术属于第三代电磁悬挂技术。新一代磁流变减震器，通过双线圈技术规避了涡流损耗问题，使它的响应性大大提高（每秒变化 1000 次），且新的电路板使用无铅设计，减少对环境的危害。

普通吸震筒内有一个密封腔，腔内有一个活塞，活塞两侧的空腔都充满液压油，活塞上设置有节流孔。当活塞杆推动活塞在密封腔内运动时，液压油通过节流孔由高压侧流向低压侧从而抑制螺旋弹簧的压缩和回弹，实现吸收震动的作用，一般来说这种吸震筒的阻尼特性是固定的。

电磁悬挂的核心部件是内部充满磁流变液体的电磁悬挂吸震筒。电磁悬挂吸震筒的大体结构与传统的悬挂吸震筒相

似。但电磁悬挂吸震筒内部不采用传统液压油而采用磁流变液体。在活塞上还设置有线圈，对线圈通电能够产生磁场而改变位于节流孔中的磁流变液体的属性，从而改变电磁悬挂吸震筒的“硬度”。通过线圈的电流越大，悬挂则越“硬”。



使用电磁悬挂的车辆操控性比普通悬挂要好。在车辆动力学分析中，使用电磁悬挂的车辆转向响应更为迅速，能获得更高的车速。而在方向盘角阶跃试验中，使用电磁悬挂的车辆行驶轨迹更短，这表明车辆的操控性更好。

在车辆弯道性能测试中，电磁悬挂每秒上千次的调整悬挂阻尼值增强车辆悬挂过弯时的支撑，增强了轮胎侧向抓地力，减小了车身侧倾。

综上，使用电磁悬挂的汽车，能够根据路况和驾驶风格动态调教悬挂的软硬，弯道极限更高，在颠簸路面的贴地性更好。电磁悬挂除了提升车辆的操控性能外，在舒适性以及滤除路面传到车身上振动的性能上都会比传统悬挂要好。

5.3 重点专利介绍

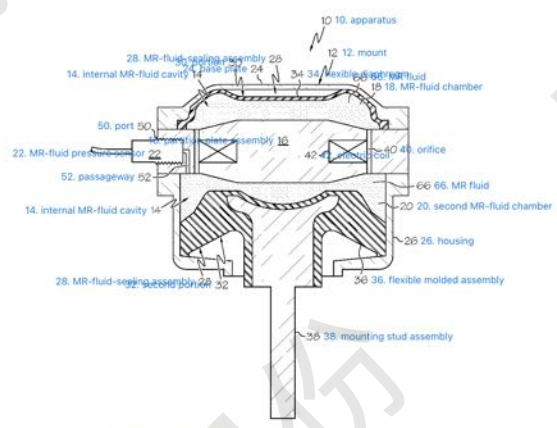
本节挑选了德尔福公司近几年公开的专利，并详细阐述了上述相关专利的技术方案，以供委托方研发参考。

1. EP2192324A1

标题	Dual seal rod guide assembly with low friction disc 带低摩擦盘的双密封杆导向组件		
公开/告号	EP2192324A1	申请日	2008-11-07
申请人	DELPHI TECHNOLOGIES, INC.	法律状态	授权
简单同族专利	DE602009055740T2 US20100116607A1		
代表附图			
技术问题	引导组件的特征包括邻近套筒的柔性构件, 密封件, 密封盖和附接到壳体的保持器。 这种杆导向装置的配置受到单个密封件在支杆工作温度下抵抗 MR 流体磨损的能力的限制。 这种设计的第二个局限性是, 上, 下端面密封件允许导向杆相对于导向杆壳体径向移动, 从而导致端面密封件磨损。		

	期望具有用于 MR 支柱的杆引导组件, 其将密封件的温度性能和耐磨性分开, 同时提供杆润滑而无需补充润滑剂。 还期望减少由于杆的径向运动引起的摩擦引起的磨损。
技术手段	用于机动车辆支柱的杆的引导组件提供双重密封以分离温度性能和耐磨性的功能, 主要密封和缓冲密封。 主密封件可承受 MR 支撑杆整个工作温度范围。 缓冲密封件可防止 MR 流体中的微粒磨损轴承, 仅允许干净的载液润滑轴承和主密封件。 多孔杆导向器起到过滤器的作用, 仅允许 MR 流体中干净的载体流体通过轴承。 杆引导件柔性组件是由两个插入件制成的一体成型的组件, 其间具有柔性构件。 柔性组件的外部插入物具有外径密封件, 该外径密封件可以模制到柔性组件或单独的 O 形圈。 外径密封件在挠性组件和杆导向器外壳之间提供密封接触。 布置在杆导向器挠性组件和杆导向器壳体之间的低摩擦盘减少了由杆的径向运动引起的表面摩擦。
技术效果	减少了由杆的径向运动引起的表面摩擦

2. EP2113681A2

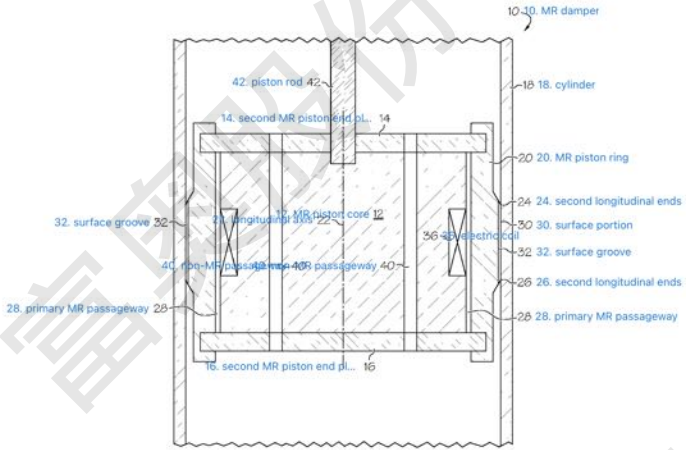
标题	Method for controlling an MR-fluid hydraulic mount connected to a vehicle engine 用于控制连接到车辆发动机的磁流变液液压支架的方法		
公开/告号	EP2113681A2	申请日	2008-05-01
申请人	DELPHI TECHNOLOGIES, INC.	法律状态	授权
简单同族专利	AT528533T DE602009002998T2 US20090276098A1		
代表附图	 Figure 1 is a longitudinal cross-sectional view of an MR-fluid hydraulic mount assembly. The diagram shows a housing (26) containing an internal MR-fluid cavity (14). A flexible molded assembly (36) is mounted to the housing, featuring a mounting stud assembly (38) and a flexible molded assembly (36) with a port (50). The assembly includes an MR-fluid pressure sensor (22) and an MR-fluid seal (28). The diagram also shows an MR-fluid chamber (18) and an MR-fluid chamber (20). The assembly is connected to a vehicle engine (10) via a mount (12). The diagram is labeled 'FIG. 1'.		
技术问题	常规的磁流变流体 (MR 流体) 液压支架包括可附接到第一和第二机动车辆部件 (例如汽车发动机或变速器和汽车车身/车架) 并且具有泵送室和储油室的那些。泵室和储存室由具有通孔的隔板隔开。这些安装座还具有电磁线圈, 该电磁线圈会磁性影响通孔。磁流变流体被放置在泵室和储藏室以及通孔中。		
技术手段	用于控制连接至车辆发动机的 MR 流体液压支架。该安装座包括内部 MR 流体腔。该支架包括隔板组件, 该隔板组件将空腔分成第一和第二 MR 流体腔。隔板组件具有从第一 MR 流体腔室延伸到第二 MR 流体腔室的孔口。该安装座包括电线圈, 该电线圈定位成磁性影响孔口。第一种方法包括步骤 a) 至 d)。步骤 a) 包括, 当车辆发动机怠速时, 将参考压力确定为第二 MR 流体腔室内的流体压力。步骤 b) 包括, 当车辆发动机高于怠速时, 计算增量压力作为第二 MR 流体腔室内的先前流体压力与当前流体压力之间的差。步骤 c) 包括至少使用参考压力和当前流体压力之间的差来确定第一死区值。步骤 d) 包括, 当增量压力大于第一死区值时, 至少使用参考压力和当前流体压力之间的差来确定要施加到电线圈的第一命令电流, 并施加第一命令电流。指令电流流向电线圈。		
技术效果	通过至少使用通过 MR 流体压力传感器获得的第二 MR 流体腔室内的流体压力来控制安装在车辆中的 MR 流体液压支架。这避免了使用位置或速度传感器来控制安装件的压缩和回弹来控制安装件的问题, 这些问题包括噪声, 位置/速度传感器臂附件的可靠性, 位置/速度传感器的包装以及传感器的组装成本。		

3. EP2093455A2

标题	Magnetorheological (MR) rod guide assembly and MR damper having same 磁流变 (MR) 杆导向组件和具有该组件的 MR 阻尼器		
公开/告号	EP2093455A2	申请日	2008-02-20
申请人	DELPHI TECHNOLOGIES, INC.	法律状态	授权
简单同族专利	AT530798T DE602009003235T2 US7997393B2		
代表附图			
技术问题	常规磁流变(MR)阻尼器包括具有环形圆柱体的MR阻尼器,MR活塞,MR活塞杆和MR杆导向组件。 环形圆柱体具有顶端和底端。 MR活塞位于气缸中,MR活塞杆连接到MR活塞,并且一端延伸到气缸顶端之外。 MR杆导向组件包括一个壳体,两个(主要和缓冲)环形密封件,一个环形杆导向件(也称为多孔插入件),一个剖分轴承以及一个环形的塑料,活塞冲击式保险杠或一个环形的金属制 活塞撞击板,取决于应用,其中保险杠或撞击板,除了被设计为承受反弹时来自活塞的冲击之外,还必须被设计为保留缓冲密封件,并增加用于使流动达到的附加孔 多孔插入物。		
技术手段	用于磁流变(MR)杆引导组件,其包括无孔的MR杆引导组件壳体,环形的第一密封件,环形的第二密封件以及非环形的多孔滤嘴塞。壳体具有中心纵向轴线,并且包括与纵向轴线同轴对准的通孔。 第一密封件与纵轴同轴对准,位于通孔中,并适于与MR活塞杆密封接触。 第二密封件与纵向轴线同轴对准,位于第二通孔中,与第一密封件在纵向上间隔开,从而限定了第二通孔的密封内孔部分,并适于与MR活塞杆密封接触。 所述过滤器塞位于所述壳体中,具有纵向第一端,所述纵向第一端在所述密封件间孔部分的外部纵向上与所述通孔成第一流体连通,并且具有纵向第二端,所述纵向第二端在所述密封件内孔内纵向与所述通孔成第二流体连通。 密封间孔部分。		
技术效果	与多孔且用作过滤器的常规杆引导件(多孔插入物)相比,无孔杆		

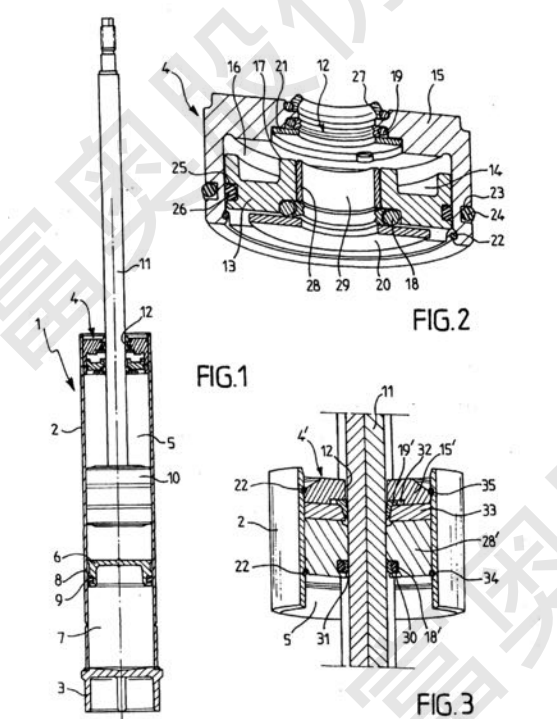
	引导件可以由更便宜且更容易加工的材料制成。 在相同或不同的示例中,由于第二密封件自动保持在杆引导件上,而不是通常需要单独的密封件保持器,因此实现了杆引导件组件的更紧凑的设计。 在相同或不同的示例中,活塞对活塞杆导向器壳体的冲击由简单的,成本更低的,环形的,金属的,活塞撞击的板承担,而不是更复杂,常规的保险杠或板设计,保留缓冲密封件,并且还必须增加孔以允许流动到达多孔插件。
--	---

4. EP2048409A2

标题	Magnetorheological (MR) piston ring and MR damper having same 磁流变(MR)活塞环和具有该磁流变 (MR) 活塞环的 MR 阻尼器		
公开/告号	EP2048409A2	申请日	2007-10-09
申请人	DELPHI TECHNOLOGIES, INC.	法律状态	授权
简单同族专利	DE602008060710T2 DE602008057533T2 US8490762B2		
代表附图	 Figure 1 is a schematic, cross-sectional view of a magnetorheological (MR) piston ring and MR damper assembly. The diagram shows a central MR piston core (12) with a longitudinal axis. Two MR piston end plates (14, 16) are positioned on either side of the core. A primary MR passageway (28) and a secondary MR passageway (40) are formed around the core. The assembly is housed within a cylinder (18) and includes an MR piston ring (20) and an MR damper (10, 10'). Surface grooves (32) and surface portions (30) are also indicated.		
技术问题	已知的设计包括具有 MR 活塞芯,两个 MR 活塞端板和 MR 活塞环的 MR 活塞。 两个 MR 活塞端板分别固定在 MR 活塞芯的两个纵向端上。 MR 活塞环附接到 MR 活塞端板上,并且与 MR 活塞芯径向向外间隔开,以在 MR 活塞芯和 MR 活塞环之间限定 MR 通道。 MR 通道是可磁激励的通道。 电线圈位于 MR 活塞芯中,以磁激励 MR 通道中的 MR 流体。 MR 活塞芯可以包括在 MR 通道和电线圈的径向内侧的 MR 旁路通道(即,不可磁化的通道)。 金属 MR 活塞环的外周与 MR 阻尼器的金属管的内周滑动接合。 当 MR 阻尼器承受较高的侧向载荷时,会在滑动金属表面上产生过度磨损。		
技术手段	用于磁流变(MR)阻尼器,其包括 MR 活塞芯,第一和第二 MR 活塞端板,缸体以及 MR 活塞环。 活塞芯具有中心纵向轴线。 MR 活塞芯在纵向上设置在第一和第二 MR 活塞端板之间并附接到第一和第二 MR 端板。 MR 活塞环与纵向轴线基本同轴地对准,布置		

	在缸体内,附接到第一和第二 MR 活塞端板,并且与 MR 活塞芯径向向外间隔开以在两者之间限定主 MR 通道。MR 活塞芯和 MR 活塞环。MR 活塞环包括可与气缸滑动接合的表面部分,该表面部分具有第一和第二纵向端。所述表面部分包括至少一个表面凹槽,每个表面凹槽均限定第二 MR 通道,并从第一纵向端延伸至第二纵向端。
技术效果	MR 活塞环的与气缸可滑动地接合的表面部分在表面部分的至少一个表面槽中被 MR 流体润滑。当对 MR 阻尼器施加较高的侧向载荷时,对表面部分的这种润滑可减少滑动表面的磨损。

5. EP1681491B1

标题	Magneto-rheological hydraulic damper 磁流变液压阻尼器		
公开/告号	EP1681491B1	申请日	2005-01-17
申请人	DELPHI TECHNOLOGIES, INC.	法律状态	授权
简单同族专利	AT364803T DE602005001388T2		
代表附图			
技术问题	为了允许这种液压阻尼器在机械水平上,即更精确地在活塞杆通过关闭装置之一的轴向孔的往复运动的水平上的瞬时且灵活的操作,减震器,最好润滑活塞杆。为了允许活塞杆执行其往复运动同时减少装置中的热量产生和磨损以促进密封,这种润滑是理想的。它还必须减少寄生摩擦。		
技术手段	引导构件的材料是没有粘合剂的烧结材料。所述导向件的开孔率至少是其表面的 12%。所述引导构件为圆盘形式,其外径基		

	本上对应于所述圆柱体的内径。所述引导构件的所述轴向孔包括同心圆形凹部,所述第一密封装置布置在所述同心圆形凹部中。所述凹部是设置在所述引导构件的引导面上的槽。所述凹槽通过圆形通道与所述腔室连通,所述圆形通道相对于活塞杆形成间隙。所述圆形凹口由圆形肩部限定,从而朝向所述腔室开口;所述第二封闭装置在其外表面上包括盖,该盖设有供活塞杆通过的轴向孔和圆形凹部,在该凹部中布置有第二密封装置,以及在下方的附加密封装置 在所述导向件和盖之间插入有圆盘形式的盘。引导构件抵靠在所述盖上,并且包括容纳在所述盖的圆形凹部中的圆形突起。所述引导构件包括适于容纳止动环的外围凹槽。
技术效果	借助于导向构件来实现,该导向构件由具有多孔性的材料制成,使得其变得渗出,以允许磁流变流体的油从所述腔室传递到所述整个导向表面。通过防止所述金属颗粒进入其中。

6. EP1557304A1

标题	Magnetorheological damper with thermal protection 具有热保护功能的磁流变阻尼器		
公开/告号	EP1557304A1	申请日	2004-01-23
申请人	DELPHI TECHNOLOGIES, INC.	法律状态	授权
简单同族专利	AT392325T DE602005006024T2		
代表附图			
技术问题	与双管型阻尼器不同,单管型阻尼器在努力工作至高温时往往会产生“正常”阻尼力。由于单管型减振器继续产生如此大的力,因此它们可能在恶劣的条件下(例如,艰难的履带耐力测试)过热。		
技术手段	一种用于控制向轮式车辆中的 MR 阻尼器的控制线圈的电流输送的方法。该方法包括以下步骤:(a)至少根据阻尼器温度和车辆速度来产生比例因子;(b)在至少某些条件下:(i)将比例因子应用于正常电流命令,以产生比例电流命令,以及(ii)根据比例电		

	流命令将电流输送至控制线圈。
技术效果	期望提供在某些条件下限制可控风门的温度升高的能力

6 重点技术专利导航分析 — 磁流变液缓速器

由前述 4.5 节的技术分布可知，磁流变液用于汽车制动的专利共有 100 件，进一步阅读、分析后发现，明确提到用于缓速器的专利共 16 件。

本章将从申请态势、技术来源与目标地域分布、主要申请人、法律状态、技术分布等多维度，对磁流变液在缓速器的应用进行宏观总体分析，以揭示磁流变液缓速器的技术发展和趋势；在此基础上，以重点技术为切入点，深入挖掘该领域的基础以及核心专利技术，供委托方研发参考。

6.1 专利申请概况

图 6-1 展示了磁流变液缓速器专利申请概况。磁流变液在缓速器中的应用最早于 2007 年被现代汽车提出（KR101263039B1），在随后的 10 几年间，每年都有零星几件磁流变液缓速器的改进申请。其中，14 件为中国专利（13 件来自中国申请人，1 件来自韩国申请人），2 件韩国专利（均来自韩国申请人）。此外，目前有 6 件处于有效状态，3 件处于审中状态，6 件已失效。

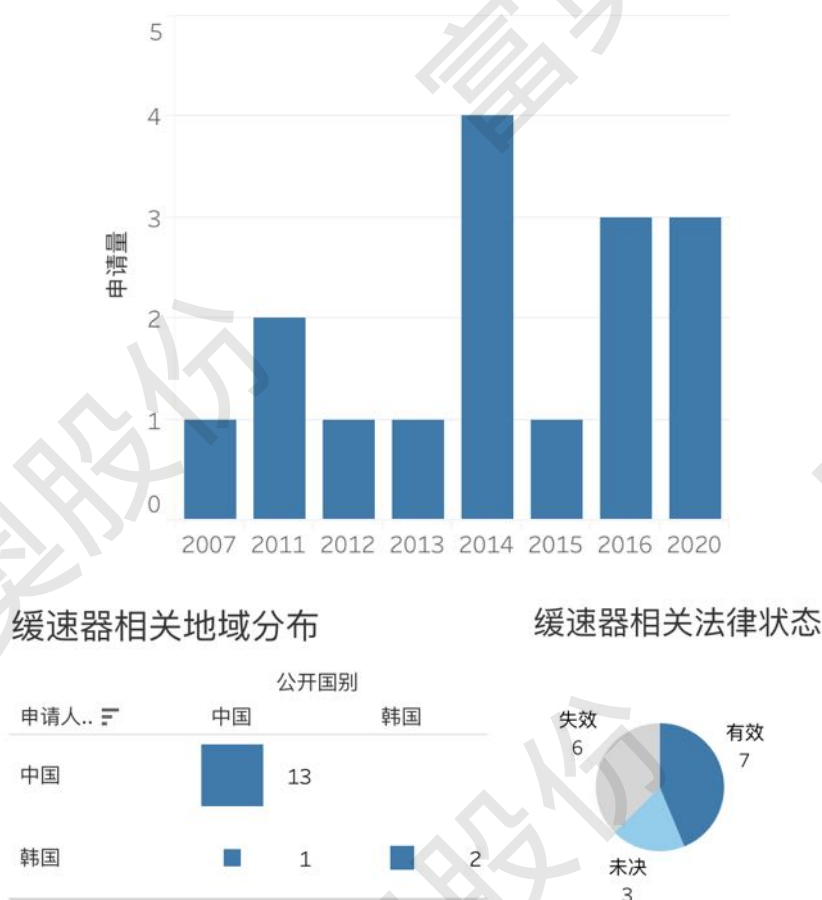


图 6-1 磁流变液缓速器专利申请概况

6.2 专利清单

表 6-1 展示了上述 16 件磁流变液缓速器相关专利的具体信息。可以看出，围绕磁流变液缓速器的改进主要涉及盘式磁流变液缓速器的结构设计，以及泵式磁流变液缓速器的结构设计，改进的方向/解决的技术问题是进一步提升制动力矩，改善散热条件等。

从时间上看，磁流变液缓速器的技术发展脉络为：

- 1) 利用 MRF 剪切力实现制动的盘式磁流变液缓速器；

2) 为了提升最大制动力矩，及根据制动场景调节制动力矩，将多个盘式缓速器并联设置；并相应的，增加额外的散热装置，改善 MRF 的散热情况；

3) 将磁流变液缓速器与电涡流缓速器并联设置，二者共同作用，提升最大制动力矩；

4) 除了利用 MRF 的剪切力，通过转子/定子上的结构设计，还可以借助 MRF 的粘度（屈服应力）来实现制动，进一步提升最大制动力矩；

5) 不再使用盘式缓速器结构，而是采用泵式结构，完全利用 MRF 的粘度实现制动，进一步提升最大制动力矩。

接下来，将在下节中逐一介绍上述专利的技术方案。

表 6-1 磁流变液缓速器相关专利清单

序号	公开（公告）号	标题	申请人	申请日	专利有效性	技术改进细节
1	KR101263039B1	a assist brake system using MR fluid for a vehicle	HYUNDAI MOTOR COMPANY	2007/8/23	有效	盘式磁流变液缓速器，利用 MRF 的剪切力实现制动
2	CN202349025U	磁流变液缓速器	山东大学	2011/12/19	失效	并联盘式磁流变液缓速器，利用 MRF 的剪切力实现制动
3	CN102494056A	磁流变液缓速器	山东大学	2011/12/19	失效	并联盘式磁流变液缓速器，利用 MRF 的剪切力实现制动
4	CN102927167B	基于磁流变液的独立式液力缓速器及其控制方法	江苏大学	2012/11/5	有效	在山东大学 025U 专利的基础上，实现制动力矩的调节，并增加额外的散热系统
5	CN203267801U	一种车辆辅助制动装置	中国重汽集团济南动力有限公司	2013/5/6	有效	轮边缓速器，盘式磁流变液缓速器，利用 MRF 的剪切力实现制动
6	CN203702930U	一种高效电涡流缓速器	福州大学	2014/2/27	失效	在江苏大学 167B 专利的基础上，提出盘式磁流变液缓速器与电涡流缓速器联合作用
7	CN103807329B	一种基于磁流变效应的电涡流缓速器装置	福州大学	2014/2/27	有效	在江苏大学 167B 专利的基础上，提出盘式磁流变液缓速器与电涡流缓速器联合作用

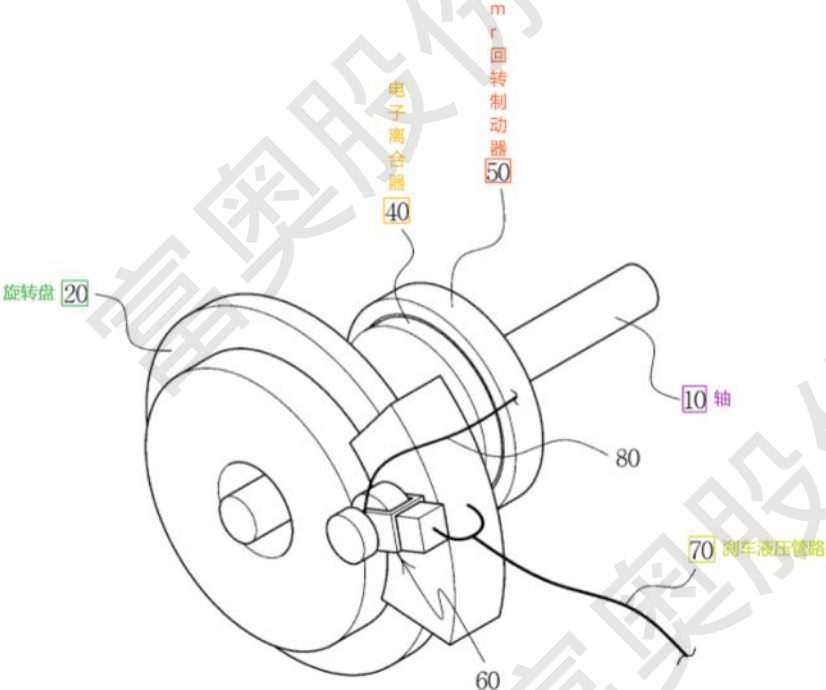
8	CN104295639A	滚筒式磁流变液缓速装置	黑龙江工程学院	2014/9/13	失效	滚筒式磁流变液缓速器，并增加冷却结构
9	CN104578687B	一种可以自动调节气隙的电涡流缓速器及其控制方法	江苏大学	2014/12/8	有效	江苏大学 167B 专利的发明人，进一步提出：MRF 用于调节电涡流缓速器中的气隙
10	CN106015397B	使用 MR 流体的用于商用车辆的辅助制动器	现代自动车株式会社	2015/11/19	有效	盘式磁流变液缓速器，转子及定子的特殊结构，增加制动力矩
11	CN205304567U	一种中巴车专用电涡流缓速器	广州科奥缓速器有限公司	2016/1/7	失效	盘式磁流变液缓速器与电涡流缓速器联合作用
12	CN207421189U	客车磁流变缓速器	福建船政交通职业学院	2016/6/21	失效	在广州科奥缓速器专利 567U 的基础上，增加半导体制冷片，改善散热
13	KR101824086B1	MAGNETO-RHEOLOGICAL FLUID BRAKE SYSTEM HAVING INCREASED BRAKE TORQUE	INHA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION	2016/7/7	有效	在现代汽车 397B 专利的基础上，盘式磁流变液缓速器，利用 MRF 的剪切力+粘度（屈服压力）实现制动
14	CN111043186A	一种泵式磁流变液缓速器	富奥汽车零部件股份有限公司	2020/2/22	审中	泵式磁流变液缓速器，利用粘度实现制动
15	CN111207164A	一种磁流变液缓速器及其控制方法	任峰	2020/3/2	审中	泵式磁流变液缓速器，利用粘度实现制动，轮边缓速器

16	CN111075862A	一种磁流变液制动器及其控制方法	任峰	2020/3/2	审中	泵式磁流变液缓速器，利用粘度实现制动
----	--------------	-----------------	----	----------	----	--------------------

6.3 重点专利介绍

本节将详细阐述上述 16 件专利的技术方案，具体参见以下表格。

1. KR101263039B1

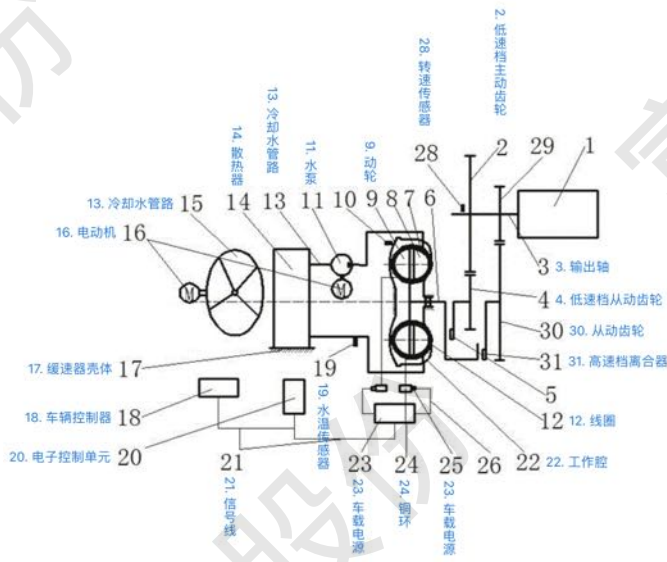
标题	使用 MR 流体的车辆辅助制动系统		
公开/告号	KR1020090020311A / KR101263039B1	申请日	20070823
申请人	HYUNDAI MOTOR COMPANY（现代汽车）	法律状态	有效
简单同族专利	无		
代表附图			
技术问题	传统的盘式制动系统中，由于制动力仅由制动衬片和盘之间的摩擦产生，的制动盘磨损较大，由于空气中的高热量以及诸如制动力减弱以及制动衬块和制动盘的大量磨损之类的问题，可能引起蒸气锁定。		
技术手段	通过在与卡钳和摩擦盘连接的轴上安装电子离合器和 MR 旋转制动器（可产生辅助制动力）以及可向卡钳上的电子离合器 40 和 MR 旋转制动器 50 供电的发电单元，来通过卡钳进行控制。		
技术效果	可以同时通过从发电单元提供的电力来操作电离合器和 MR		

旋转制动器。当产生辅助制动力时，可以大大提高车辆的整体制动力，并且可以防止由于盘和制动钳的过热而导致的蒸气锁定，从而提高了车辆的制动安全性和制动衬块的磨损。可以获得能够大大延长制动装置和消耗部件的耐用性和寿命的效果，例如能够降低其价值。

2. CN202349025U/ CN102494056A

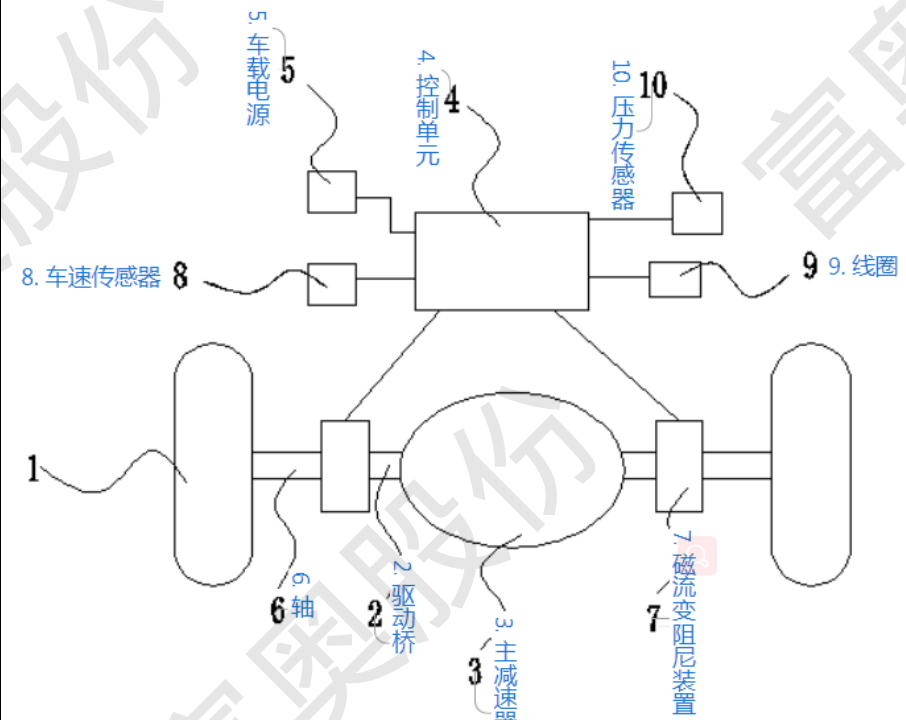
标题	磁流变液缓速器		
公开/告号	CN202349025U/ CN102494056A	申请日	2011 年 12 月 19 日
申请人	山东大学	法律状态	失效
简单同族专利	无		
代表附图			
技术问题	液力缓速器结构复杂，成本高，响应慢，且油耗较大。 电涡流缓速器一般在车速达到 10km/h 以后才起作用，且在 20km/h 左右达到最大，辅助制动的速度空间受限，此外，电涡流缓速器靠电力制动，需要大量的电能，所需电流达上百安培，甚至需要加装电瓶，对电池、发动机的使用寿命有影响。		
技术手段	一种磁流变液缓速器，包括壳体、传动轴、连接盘、若干组磁流变液装置，壳体、连接盘、若干组磁流变液装置安装在传动轴上，若干组磁流变液装置安装在壳体内，并且壳体和连接盘与传动轴之间均装有轴承，若干组磁流变液装置与传动轴之间装有套筒和轴套；每组磁流变液装置之间装有隔磁铜盘，连接盘与壳体开口端连接。		
技术效果	根据制动力矩的不同需求，可增加或者减少导磁盘和旋转盘及其辅助零件。		

3. CN102927167B

标题	基于磁流变液的独立式液力缓速器及其控制方法		
公开/告号	CN102927167B	申请日	2012-11-05
申请人	江苏大学	法律状态	有效
简单同族专利	无		
代表附图			
技术问题	CN202349025U 采用盘式结构，单纯地利用附加磁场使磁流变液的粘度变大，从而对汽车传动轴施加制动力矩进行制动，制动力小，无法通过磁流变液来调节更大的制动力，无法对制动力矩实现控制，也不能独立散热。		
技术手段	包括动轮、定轮、工作腔、动轮轴、电子控制单元及与电子控制单元连接的各种传感器，动轮固定连接动轮轴，工作腔为密闭式，其内充有磁流变液，且容纳有动轮、定轮、线圈及冷却水套，动轮与定轮同轴且有间隙地对置，动轮和定轮外缘绕有线圈，线圈固定于动轮的外缘上且与定轮的外缘之间具有间隙，线圈连接工作腔外的车载电源，动轮轴输出端从工作腔伸出且通过驱动齿轮副连接变速器；定轮的外圈上固定套有冷却水套，冷却水套经冷却水管路连接工作腔外的水泵和散热器，水泵和散热器相连接，水泵经第一电动机连接电子控制单元；电子控制单元通过信号线分别连接车载电源和车辆控制器；在工作腔内设置工作腔温度传感器。		
技术效果	具有独立的散热系统，不依赖发动机的散热系统，可以在发动机关闭的情况下持续制动，可以不受液力缓速器在汽车的安装位置的限制，根据需要可以布置在变速器输出端、变速器输入端以及后桥输入端。 只需要通过控制输入线圈中电流大小就可以无极控制制动力矩，在低转速的情况下也能提供足够大的制动力矩，能解决传统液力缓速器在低转速下制动力矩不大，制动效果不好的问题。同时，		

驱动齿轮副高速档的设计可以使其在汽车高速行驶时也能提供小的制动力矩，在汽车正常行驶时也没有泵气损失。

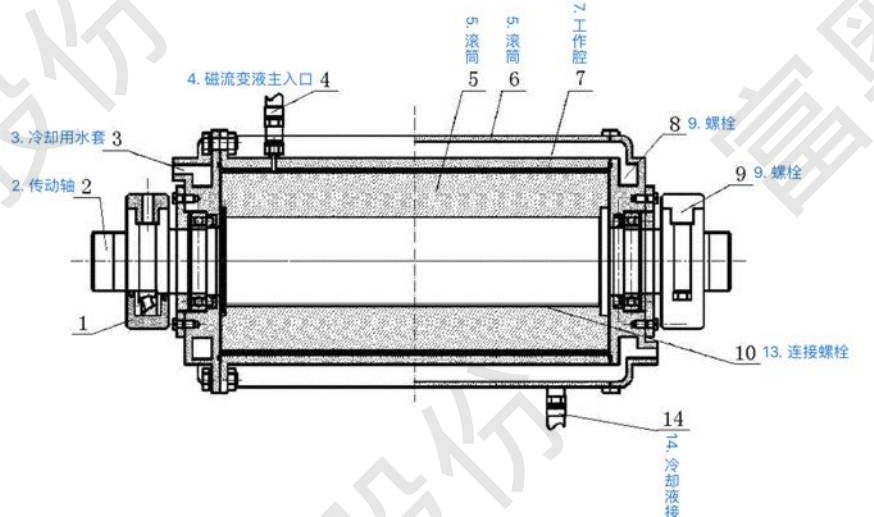
4. CN203267801U

标题	一种车辆辅助制动装置		
公开/告号	CN203267801U	申请日	2013-05-06
申请人	中国重汽集团济南动力有限公司	法律状态	有效
简单同族专利	无		
代表附图			
技术问题	目前车辆使用的辅助制动装置，大多结构复杂，增加了成本，不易维护。		
技术手段	在驱动桥左右两侧的半轴上均设置有磁流变阻尼装置，使用车辆自带的车载控制单元，车速传感器用于测定车辆的车速，压力传感器用于测定制动总泵的气体压力，车载控制单元根据车速传感器和压力传感器的信号，通过计算转换成磁流变阻尼装置所需要的电流信号，调整线圈电流的大小，调整磁流变阻尼装置中磁场的大小，为车辆提供所需要的辅助阻尼力矩。		
技术效果	可以为车辆提供所需要的辅助阻尼力矩，可以更好的改善整个制动系统的制动性能，并且结构简单，耗能低，相应速度快。		

5. CN203702930U/CN103807329B

标题	一种高效电涡流缓速器		
公开/告号	CN203702930U/CN103807329B	申请日	2014-02-27
申请人	福州大学	法律状态	失效
简单同族专利	无		
代表附图			
技术问题	CN102927167B 单纯使用利用磁流变液作为液力缓速器的工作液，并通过磁流变液的流变特性来增大制动力矩和提高缓速器的低速性能，但是其结构复杂，设计使磁流变液粘度变化均匀的励磁装置困难，且粘度不均匀的磁流变液在涡腔内流场的复杂性难以保证制动效果的稳定性。		
技术手段	一种磁流变效应与电涡流效应共同作用的新型缓速器装置，包括一轴承套筒和一设于轴承套筒内的传动轴，所述轴承套筒的两端分别设有一定子壳体，所述定子壳体内安设有用以驱动传动轴的转子盘，所述转子盘与定子壳体之间填充磁流变液，位于两个定子壳体之间的轴承套筒外周设有磁芯，所述磁芯上绕置有励磁线圈，所述磁芯的两端经极靴与定子壳体内壁固连。		
技术效果	磁流变效应产生的制动力矩只与外部磁场强度的大小有关，与转子盘的转速无关。所以，制动时，磁流变效应产生的制动力矩和电涡流效应产生的制动力矩同时作用，这不仅使电涡流缓速器的最大制动力矩增大，而且提高了电涡流缓速器的低速制动性能和制动力矩可控性。		

6. CN104295639A

标题	滚筒式磁流变液缓速装置		
公开/告号	CN104295639A	申请日	2014-09-13
申请人	黑龙江工程学院	法律状态	失效
简单同族专利	无		
代表附图			
技术问题	电涡流缓速装置在制造过程中使用了大量的铜，自重大，对整车重量影响较大，驱动和携带电涡流缓速装置需要能量，在节能方面存在一定劣势，成本也较高；在长时间连续使用的情况下，电涡流缓速装置工作温度会快速升高，出现制动扭矩衰减的现象，降低制动效果。液力缓速装置自身的制造成本和安装复杂程度也比较高，从开始工作到达到最大扭矩有一定响应时间，存在着滞后性的缺点，影响了使用的安全、灵敏性。		
技术手段	一种滚筒式磁流变液缓速装置，其组成包括：传动轴，所述的传动轴通过花键与滚筒连接，所述的滚筒与壳体之间是工作腔，所述的壳体内部设有左冷却用水套和右冷却用水套，所述的壳体上设有励磁线圈，所述的励磁线圈内部有软磁性材料磁芯，所述的壳体上设有磁流变液主入口，所述的壳体下设有冷却液接口。		
技术效果	结构简单，空间占有小，动作迅速，能耗低，能够在低速下进行高扭矩制动且无污染益于环保，缓速力矩连续可调，通过控制电流的大小实现缓速装置产生的缓速力矩能够进行无极调节，可使汽车在坡道行驶时，方便地实行缓速和恒速行驶，也可以在高速公路或路况较差的情况下，及时轻松地进行缓速，免去使用刹车而造成的磨损和发热		

7. CN104578687B

标题	一种可以自动调节气隙的电涡流缓速器及其控制方法		
公开/告号	CN104578687B	申请日	2014-12-08
申请人	江苏大学，目前权利转让至：泰州市盛飞液压件有限公司	法律状态	有效
简单同族专利	无		
代表附图			
技术问题	在现有尺寸不变的情况下，为了提高电涡流缓速器的制动力矩，主要的方法就是减小电涡流缓速器的气隙。而普通的电涡流缓速器的气隙不能任意减小的原因，主要是因为电涡流缓速器的转子盘吸收大量的制动能量后会受热膨胀，如果电涡流缓速器的气隙过小就有可能使电涡流缓速器的磁轭与转子盘刮擦，会严重损坏电涡流缓速器		
技术手段	励磁线圈中通入电流，左铁芯和右铁芯磁化被磁化，左铁芯的右端面与右铁芯的左端面极性相反，根据磁极异性相吸原理，左铁芯和右铁芯都对封囊产生压力。由于间隙调整线圈通入电流，封囊中的磁流变液的磁场强度是间隙调整线圈和励磁线圈的磁场强度的总和，而磁流变液的粘度随着磁场强度变大而变大；液体的粘度越大，在相同压力下的变形越小。给间隙调整线圈通入电流的大小能够控制左铁芯和右铁芯的位移量。 在转子盘温度升高使转子盘内侧面受热膨胀时，能够估算转子盘内侧面的膨胀量，自动调整电涡流缓速器的气隙。		
技术效果	能够显著减小电涡流缓速器的气隙的设计值。进而使得在设计电涡流缓速器时，在相同体积使得设计的制动力矩更大，或者需求相同制动力矩下，使得设计的体积更小		

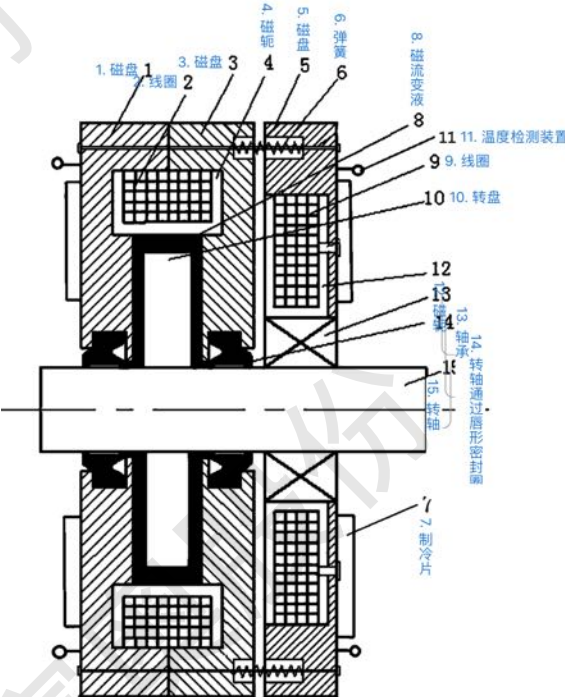
8. CN106015397B

标题	使用 MR 流体的用于商用车辆的辅助制动器		
公开/告号	CN106015397B	申请日	20151119
申请人	现代自动车株式会社	法律状态	有效
简单同族专利	KR101628612B1（有效）、US9810274B2（有效）、DE102015120155A1（审中）		
代表附图			
技术问题	流体式减速器制动器作为辅助制动器具有最高的制动性能，但是其缺点在于由于使用了流体而造成体积大且重量增加，因此，需要具有较大制动扭矩且具有较小体积和快速控制特性的减速器式辅助制动器。		
技术手段	一种使用 MR 流体的用于商用车辆的辅助制动器，其可以包括：转子，其联接至变速器输出轴，以便一同旋转；定子，其构造为设置在转子与变速器壳体之间，并且具有空腔，MR 流体填充到空腔中并且转子的一部分被容纳在空腔中；以及定子线圈，其设置在定子的一部分上，并且向 MR 流体施加磁场，使得由于 MR 流体的剪切阻抗特性而产生制动扭矩。		
技术效果	一种使用磁流变(MR)流体的用于商用车辆的辅助制动器，其中，因为 MR 流体通过在辅助制动器中施加的磁场所导致的剪切阻力而改变粘性，因而该辅助制动器具有较高的每单位体积或重量输出比，这是因为可以使用少量的流体来提供较大的制动力，该辅助制动器能够以可靠且简单的结构制造，并且通过研发辅助制动器来提高商用车辆的适销性。		

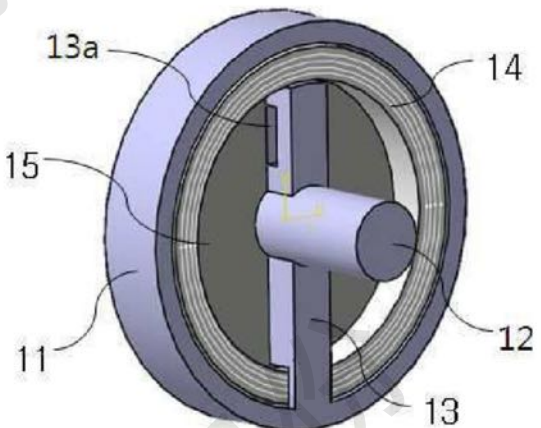
9. CN205304567U

标题	一种中巴车专用电涡流缓速器		
公开/告号	CN205304567U	申请日	2016-01-07
申请人	广州科奥缓速器有限公司	法律状态	失效
简单同族专利	无		
代表附图			
技术问题	现有的电涡流缓速器工作电流非常大，使蓄电池很快损坏，电涡流工作时产生的巨大磁场对车上的电器设备也有非常大的电磁干扰；同时，现有的电涡流缓速器需要具备一定的温度稳定性，缓速器工作装置中往往受到温度的影响，可能导致剪切屈服强度降低、寿命减短。		
技术手段	一种中巴车专用电涡流缓速器，包括磁盘和转轴，所述磁盘的内部设有磁轭，所述磁轭的内部设有电磁线圈，所述磁盘与磁盘之间通过弹簧连接，所述磁盘的对称轴上设有轴承，所述轴承与转轴转动连接，所述转轴通过密封圈与磁盘密封连接，且转轴上固定套有内部填充有磁流变液的转盘，所述转盘设置在磁盘的空腔内，所述磁盘的底部螺纹连接有散热底座，所述散热底座的内侧等角度排列有环状散热扇叶。		
技术效果	制动力矩可以根据客车型号载重量的不同、工作状态的不同，调节制动力矩的大小，实现更为精准的控制；通过改变电磁线圈电流对磁场进行调节，控制实现方法简单，可以很方便地接入客车控制系统而不影响客车原有功能；调节控制的时间响应快速，一般为毫秒级别，制动响应速度快，制动距离更短，更安全。		

10. CN207421189U

标题	客车磁流变缓速器		
公开/告号	CN207421189U	申请日	2016-06-21
申请人	福建船政交通职业学院	法律状态	失效
简单同族专利	无		
代表附图			
技术问题	广州科奥缓速器专利 567U 中的客车磁流变缓速器的散热设计并不完善，存在过热导致工作效率下降。		
技术手段	一种客车磁流变缓速器，包括磁盘，所述磁盘的内部设置有磁轭，所述磁轭的内部设置有线圈，所述磁盘与磁盘之间通过弹簧连接，所述磁盘的对称轴上设有轴承，所述轴承与转轴转动连接；所述转轴上设有内部填充有磁流变液的转盘，所述转轴通过唇形密封圈与磁盘密封连接；所述磁盘的外部设置有半导体制冷片与温度检测装置，所述半导体制冷片与温度检测装置均连接至车载 MCU。		
技术效果	提升散热效果。		

11. KR101824086B1

标题	MR 液压制动器具有改进的制动扭矩		
公开/告号	KR101824086B1	申请日	2016-07-07
申请人	INHA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION	法律状态	授权
简单同族专利	无		
代表附图			
技术问题	MR 制动器仅使用 MR 流体的剪切阻力特性以剪切模式结构提供制动力，不能满足使用需求。		
技术手段	利用流动模式中的 MR 流体的屈服应力来获得制动扭矩		
技术效果	能够获得更多的范围比可以从传统的 MR 刹车来获得可以适用于比常规更宽的视场的制动转矩的较宽大的转矩		

12. CN111043186A/ CN111207164A

标题	一种泵式磁流变液缓速器		
公开/告号	CN111043186A/ CN111207164A	申请日	2020-02-22
申请人	富奥汽车零部件股份有限公司	法律状态	审中
简单同族专利	无		
代表附图			
技术问题	现有的磁流变液制动器、缓速器都是利用磁流变液处于一定强度的磁场中时，使粘度增大利用剪切力或挤压力而产生阻力，属于摩擦产生阻力，所以产生的制动力有限		
技术手段			
技术效果	利用磁流变液阀门特性，应用阀门产生高背压，从而进行制动，该制动原理没有摩擦，制动力矩大		

13. CN111075862A

标题	一种磁流变液制动器及其控制方法		
公开/告号	CN111075862A	申请日	2020-03-02
申请人	任峰	法律状态	审中
简单同族专利	无		
代表附图			
技术问题	传统磁流变制动器仍然有制动盘，其原理还没有脱离摩擦原理，如下图 1 所示，其原理是当线圈通电后对磁流变液施加磁场，磁流变液变成固态，阻碍了制动盘和壳体之间的相对运动，从而产生阻力。当断电后，磁场消失，制动力矩消失。		
技术手段	利用泵的特性与磁流变液的阀门特性，调节磁流变液的粘度，从而对泵体内产生背压，进而对轴产生制动力矩。		
技术效果	结构小、能耗小、制动力矩大、响应快		

6.4 小结

1. 磁流变液缓速器方面的改进仅有 16 件，在 2007 年被首次提出用于汽车缓速器，14 件为中国专利，2 件韩国专利。

2. 主要参与者是中国高校，汽车整车及零部件企业有：现代汽车、富奥汽车零部件、重汽集团济南动力、科奥缓速器等

3. 围绕磁流变液缓速器的改进主要涉及盘式磁流变液缓速器的结构设计，以及泵式磁流变液缓速器的结构设计，改进的方向/解决的技术问题是进一步提升制动力矩，改善散热条件等，具体参见错误!未找到引用源。所示。

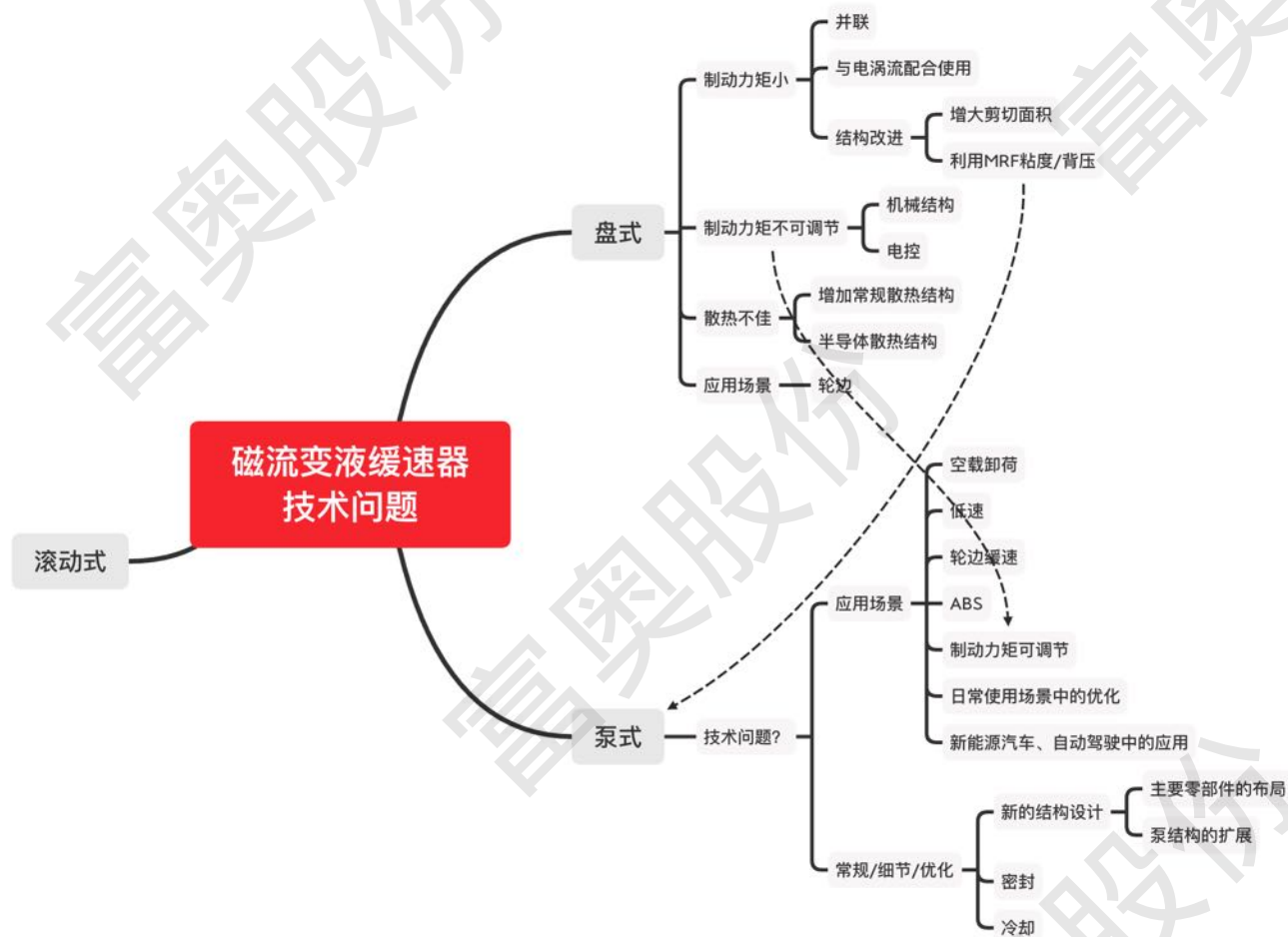


图 6-2 磁流变液缓速器相关技术问题汇总

7 重点产品专利导航分析 — 泵式磁流变液缓速器

7.1 专利壁垒及侵权风险

由上述分析可知，在汽车缓速器领域仅发现 3 件

([REDACTED]) 与委托方产品（泵式磁流变液缓速器）相类似的技术，其中，[REDACTED] 为委托方或关联人员专利申请，即，将泵式磁流变液缓速器应用于汽车缓速器，属于专利布局的空白。对委托方产品研发而言，目前尚不存在专利壁垒，也不存在侵权风险。当然，不排除由于专利公开的滞后性，存在部分专利申请尚未公开的情况。因此，也建议委托方持续监控该领域的专利公开情况。

7.2 专利布局策略分析

由上述分析可知，将泵式磁流变液缓速器应用于汽车缓速器，属于专利布局的空白，应及时地将自身技术改进进行布局。

委托方的泵式磁流变液缓速器的工作原理是：利用泵的特性与磁流变液的阀门特性，调节磁流变液的粘度，从而对泵体内产生背压，进而产生制动力矩，实现汽车缓速制动。



US006910699B2

(10) **Patent No.:** US 6,910,699 B2
(45) **Date of Patent:** Jun. 28, 2005

6,219,604	B1	4/2001	Dilger et al.	701/41
6,269,925	B1	8/2001	Brunkun	192/215
6,283,859	B1	9/2001	Carlson et al.	463/36
6,321,766	B1	11/2001	Nathanson	137/13
6,339,419	B1	1/2002	Jolly et al.	345/156
6,373,465	B2	4/2002	Jolly et al.	345/156
6,389,343	B1	5/2002	Hefner et al.	701/41
6,535,806	B2	3/2003	Millsap et al.	701/42
6,612,392	B2	9/2003	Park et al.	180/402
6,619,444	B2	9/2003	Menjak et al.	188/267.2
6,679,508	B2	1/2004	Smith et al.	280/90
6,752,425	B2	6/2004	Loh et al.	280/79
6,817,427	B2	11/2004	McGee et al.	180/402

(*) Notice: Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) by 160 days.



US6910699B2 公开了一种利用容积式流体泵的磁流变流体制动器，其适于将磁流变流体泵送通过粘度调节器。粘度调节器适于可控制地改变磁流变流体的粘度，改变对流体泵的泵送限制，导致泵轴相对于泵壳体的旋转的可变阻力。并进一步公开了将上述制动器应用于汽车转向系统，以在电子转向系统中提供触觉反馈。

由此可知，**泵式磁流变液装置的工作原理已经是现有技术**，但应用于汽车缓速制动的相关研究不多，**可结合具体缓速场景，针对具体的结构细节改进提出改进技术方案。**

具体而言，上述 US6910699B2 的应用场景是在电子转向系统中提供触觉反馈，力矩较小，与用于汽车缓速制动所需的力矩不可同日而语。当磁流变液用于缓速制动时，由于力矩非常大，磁流变液的密封、散热、磨损、稳定性等将面临新的考验，因此，一方面，**可重点围绕磁流变液的密封、散热、磨损、稳定性等新问题进行改进，并进行有效的专利布局**；另外，可结合新能源汽车、智能驾驶等新的场景，**各类使用场景中的性能优化等进行改进**。目前，关于泵式磁流变液缓速器，无论是技术方面还是专利布局方面，均属于一片蓝海，建议尽快梳理已有的改进方案，及时、全面的进行专利布局，占领市场。

7.3 小结

4. 泵式磁流变液缓速器属于一片蓝海，建议尽快梳理已有的改进方案，及时、全面的进行专利布局，占领市场。

5. 关于磁流变液的密封、散热、磨损、稳定性等技术问题，虽然本次检索结果中并没有过多可以参考的文献或信息，但可围绕上述问题进行针对性的现有技术检索，也许能发现一些可供参考的研究思路。

8 重点产品开发策略

在科技研发、产业规划和专利运营等活动中，通过利用专利信息等数据资源，分析产业发展格局和技术创新方向，明晰产业发展和技术研发路径，提高决策科学性的一种模式。随着专利导航理念不断深化，内涵外延不断丰富，关键技术不断突破，适用场景不断拓展，其功能由最初的导航产业创新发展拓展到重大项目分析评议、区域创新资源布局等，被广泛适用于区域规划、产业规划、企业经营、研发活动、标准运用和人才管理等应用场景，形成了多层次、开放式、立体化的方法体系，并紧贴创新发展的需求继续发展完善。

可以服务企业经营发展的各类活动为基本导向，以专利数据为基础，通过建立包括专利数据、技术数据、产品数据、市场数据等多维数据的关联分析模型，深入解构企业发展所处的竞争环境、竞争风险、竞争机遇等关键问题，针对企业战略制定、投融资活动、研发创新、产品保护等多样化具体经营活动提供相应决策支撑的专利导航活动。

也可以服务技术或产品研发的全流程或特定环节为基本导向，以专利数据为基础，通过建立专利数据、科教数据、产品数据、市场数据等多维数据的关联分析模型，深入解构研发活动或其特定环节所面临的研发环境、研发风险、研发机遇等关键问题，针对研发活动的研发方向确定、研发风险

规避、研发路线优化、研发资源配置等基本问题提供决策支撑的专利导航活动。

本章将针对委托方围绕重点产品-泵式磁流变液缓速器的实际研发工作，针对在实际使用中面临的技术问题进行专利导航分析。

经与委托方沟通，泵式磁流变液缓速器在实际使用中会面临以下技术问题：

1) [REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

2) [REDACTED]

[REDACTED]

3) [REDACTED]

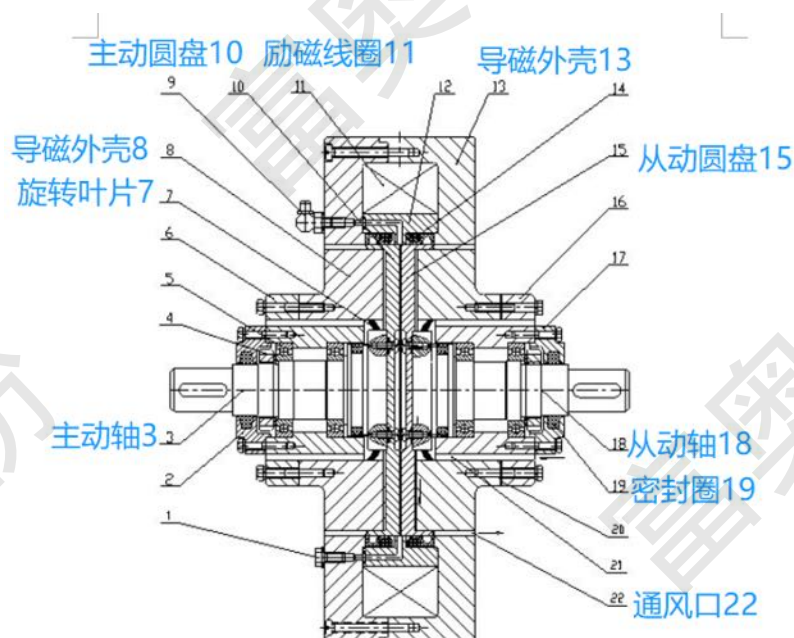
[REDACTED]

基于此，本章针对上述重点技术问题进行了相应的检索分析，尝试中专利以及非专利检索结果中寻找解决相关技术问题的技术手段，以供后续研发参考。

8.1 问题

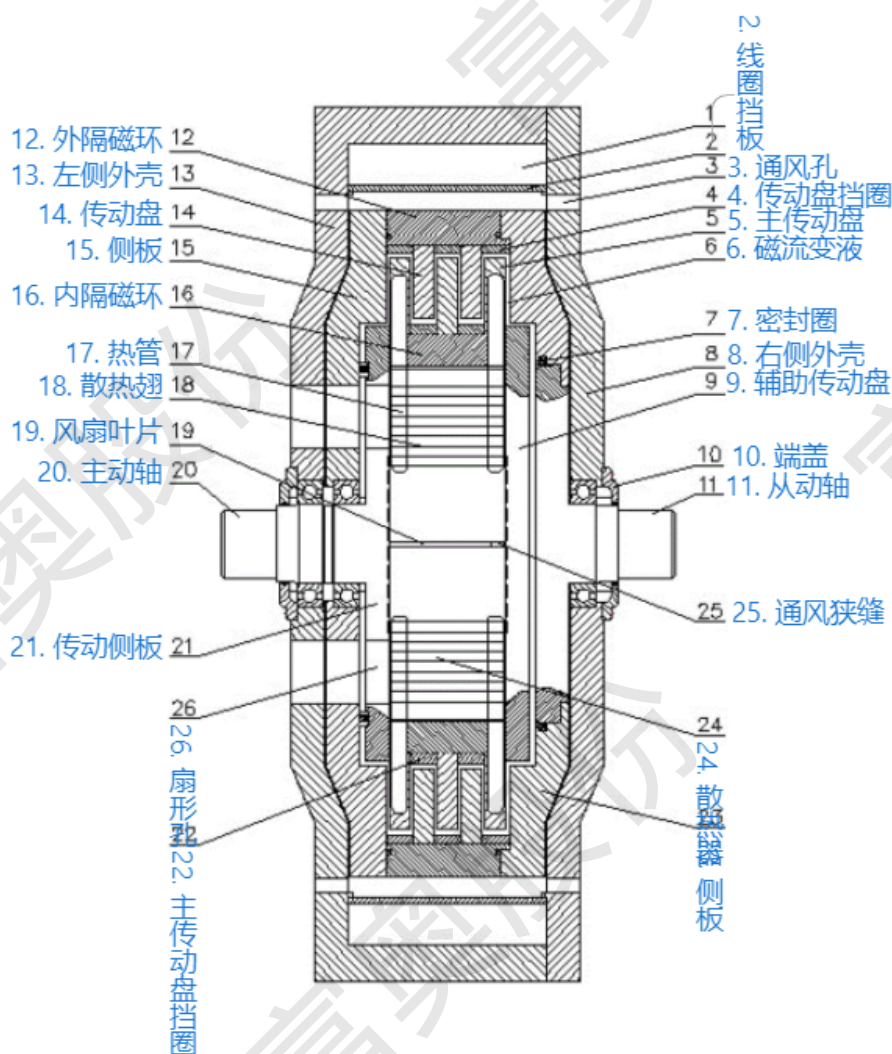
[1] CN102080692A, 双盘式磁流变离合器, 2011-02-21
(申请日, 下同), 中国矿业大学(申请人, 下同)

技术手段: 该专利提出了一种双盘式磁流变离合器, 其中主动圆盘 10 与主动轴 3 相连, 从动圆盘 15 与从动轴 18 相连; 通过进液口 9 向主从导磁圆盘间充满磁流变液, 旋转密封圈装置 19 使磁流变液保持在两盘之间; 励磁线圈 11 固定在导磁外壳 8、13 内, 不需要电刷; 将磁流变液密封在两盘之间, 在传动轴上装设旋转叶片 7, 利用传动轴带动叶片旋转, 使空气通过通风口 22 循环流动, 保持良好的散热特性, 其结构紧凑, 散热性能好, 能实现自风冷。



[2] CN103174771B，一种多盘式磁流变液离合器，2012-07-31，中国矿业大学

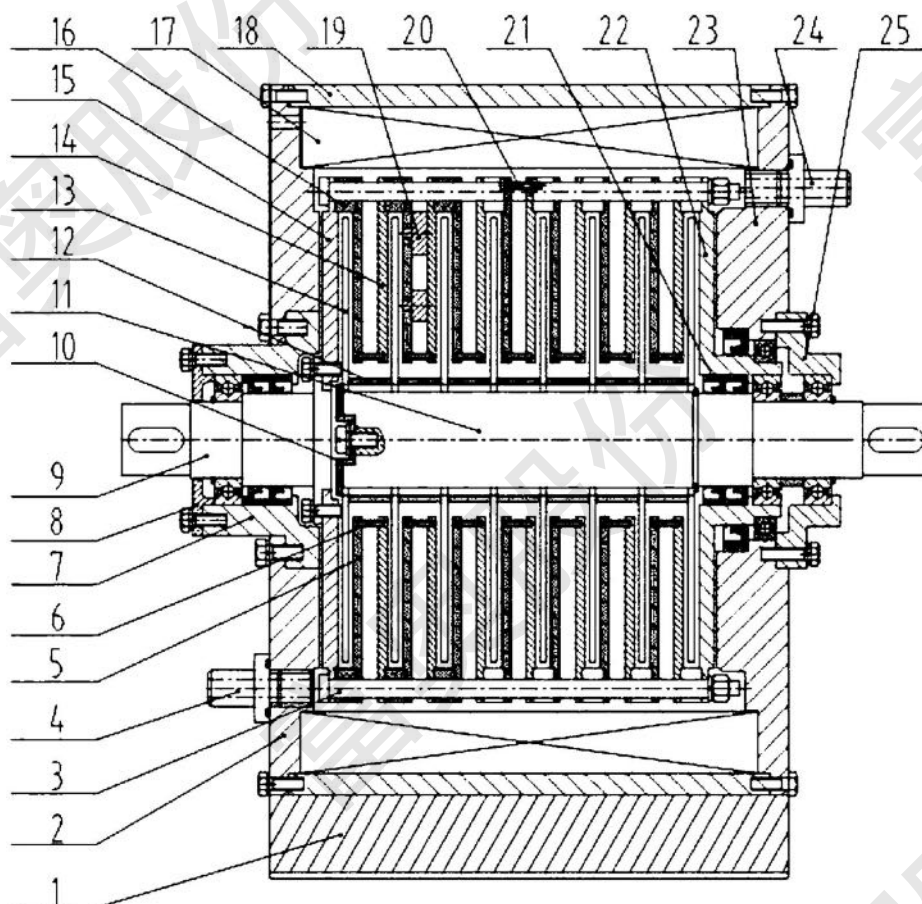
技术手段：该专利提出了一种多盘式磁流变液离合器，包括线圈、线圈挡板、右侧外壳通风孔、密封圈、右侧外壳、端盖、左侧外壳、主动轴、从动轴、主传动盘、辅助传动盘、从传动盘、主传动盘挡圈、从传动盘挡圈、右导磁侧板、外隔磁环、左导磁侧板、与主动轴一体的传动侧板和与传动侧板连接的内隔磁环，还包括设在内隔磁环内部的散热器和设在主动轴内侧与传动侧板连接的风扇叶片，散热器固定在主动轴与辅助传动盘之间，传动侧板和左侧外壳在与左导磁侧板上的扇形孔对应的位置处设有与之相通的扇形孔，热管的吸热端深入主动盘内部，热管的散热端装有散热翅。有益效果是散热效果良好，可长时间工作在滑差状态下。



[3] CN205136421U, 水冷式多盘磁流变离合器, 2015 年 10 月 16 日, 中国矿业大学

采用多盘轴向阵列传动结构, 将多个传动单元和散热单元依次串联, 结构紧凑, 同时增加了传动圆盘的个数, 使传递扭矩增大, 调速范围变宽; 散热单元中采用强导磁柱组形成了冷却液的流道并增加了其流动性; 并且强导磁柱组构成了

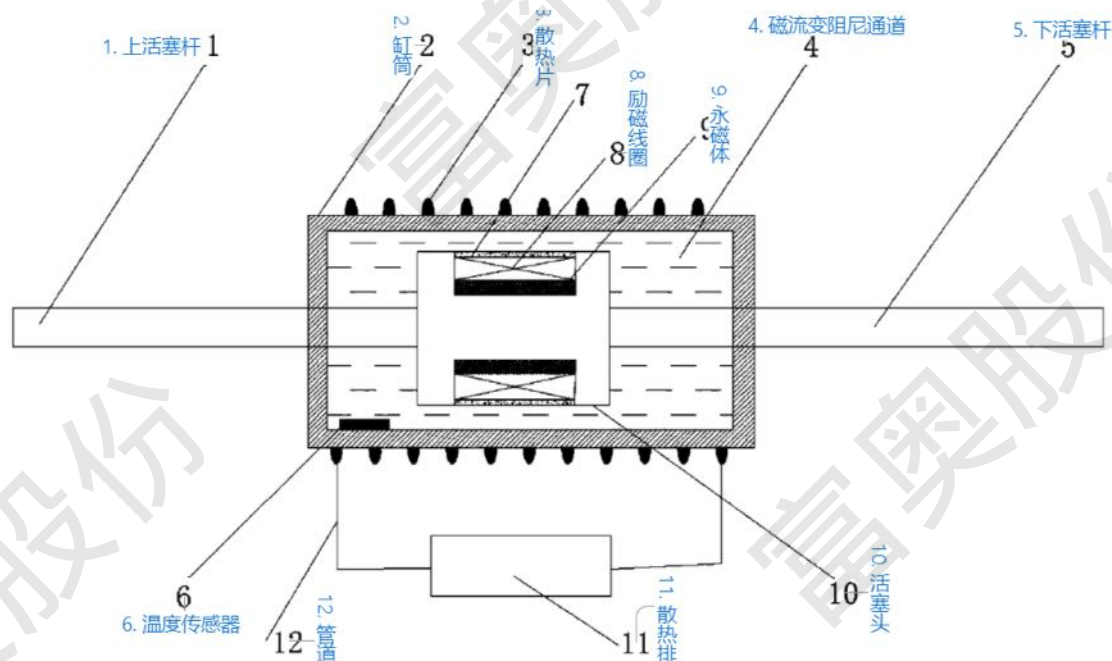
磁路的一部分，可有效减小由于两个主动盘之间的冷却液带来的磁路磁阻，增大圆盘间的磁场强度；冷却液与两主动盘表面可充分接触，增大了散热面积，提高了散热效率，满足磁流变液工作的温度。

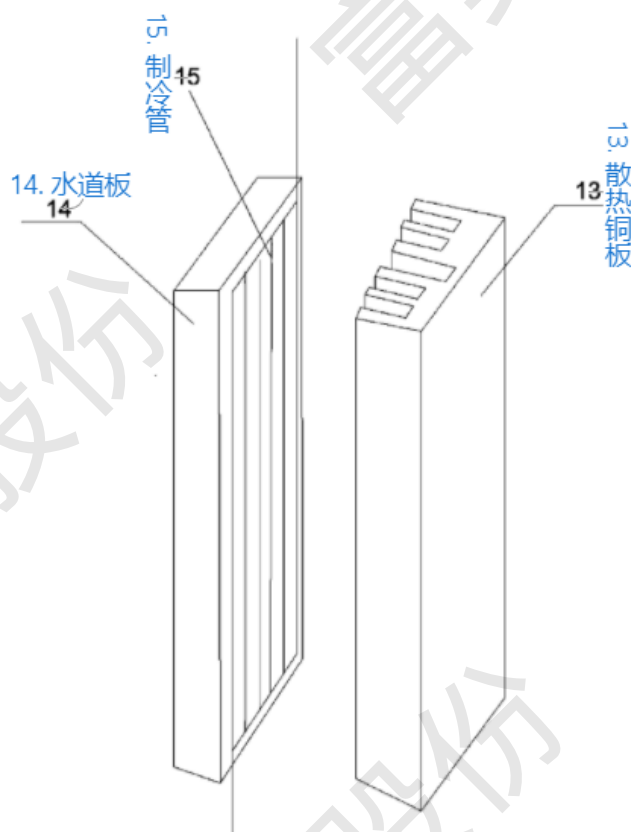


[4] CN210218531U，一种新型散热磁流变减震器，2019-05-30，嘉兴学院

技术手段：该专利提出了一种新型散热磁流变减震器，包

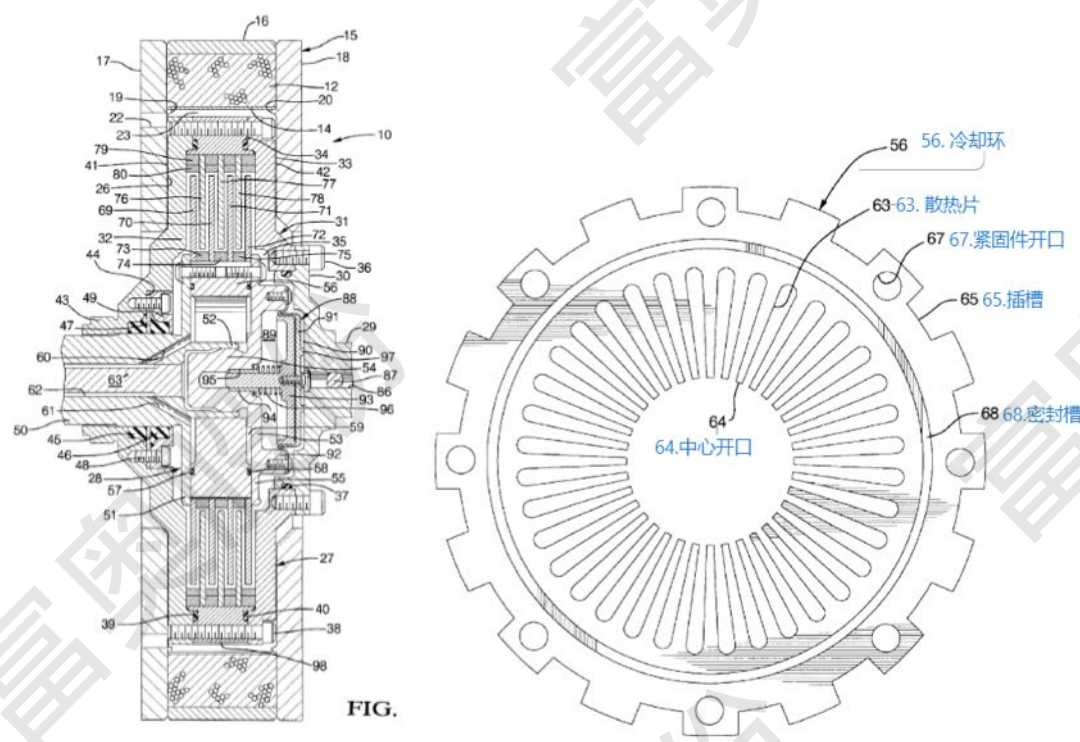
括上活塞杆、缸筒、下活塞杆、活塞头；活塞头安装在缸筒内；活塞头的两端分别连接上活塞杆和下活塞杆；活塞头的外表面包裹着一层永磁体；永磁体的外表面绕有励磁线圈；励磁线圈的外表面包裹着一层环氧树脂；缸筒外壁环绕着散热片，散热片呈螺旋片状环绕缸筒，散热片内有贯穿的空洞，各个散热片的空洞通过管道连接，管道内有制冷液，通过热传导的方式从缸筒内吸热至制冷液；管道与散热排相连；制冷液通过散热铜片与外层管内的水进行降温。工作时，空洞内的制冷液吸收阻尼器工作中在磁流变液中产生的热量，运至散热排降温，以此循环。缸筒内壁的温度传感器测量磁流变液温度，数据反馈至控制中心。





[5] US5823309A, 磁流变传动离合器, 1997-05-23, 德尔福技术有限公司

技术手段：该专利提出了一种磁流变传动离合器，设置有冷却环 56，想通过设置一系列径向延伸的散热片 63，所述散热片位于靠近输入离合器片和输出离合器片的腔中，其中，通过暴露于进入的循环冷却剂流体中，所产生的热量通过所述散热片消散。并通过冷却剂流动路径 60 离开腔体，并在散热片周围流动。



8.2 问题

[1]涂建维,朱倩莹,刘凡,罗志机. 新型防泄漏磁流变阻尼器的密封构造与力学模型 [J]. 土木工程学报,2018,51(S2):92-97.

文中提到:磁化粒子很容易嵌入活塞杆与外缸筒之间的O形密封圈来损坏其密封性能,为解决磁流变阻尼器的漏液问题,国内外学者纷纷提出众多办法,如喷镀金属陶瓷层来增加阻尼器活塞硬度⁴,采用双层密封装置⁵、弹簧顶紧接触式端部密封装置⁶等来减少漏液。此外,文中进一步提出:

将粘弹性材料与活塞杆和外缸筒硫化成整体制作成磁流变阻尼器的新型密封装置,以静态密封形式取代传统的动态密封形式,设计了防泄漏磁流变阻尼器。防泄漏磁流变阻尼器结构如图2所示,活塞杆与缸筒之间的填充部分为粘弹性材料,通过硫化技术将粘弹性材料与缸筒、活塞杆完全粘结牢固。当阻尼器活塞杆进行往复运动时,粘弹性材料会随着

⁴ [2]J.W. Tu. Design and Fabrication of 500-kN Large-scale MR Damper[J]. Journal of Intelligent Material Systems and Structures,2011,22(5).

⁵ [3]Shawn P. Kelso,Keith K. Denoyer,Ross M. Blankinship,Kenneth Potter,Jason E. Lindler. Experimental validation of a novel stictionless magnetorheological fluid isolator[P]. SPIE Smart Structures and Materials + Nondestructive Evaluation and Health Monitoring,2003.

⁶ [4]Delgado Adolfo,San Andrés Luis. Identification of Force Coefficients in a Squeeze Film Damper With a Mechanical Seal: Large Contact Force[J]. Journal of Tribology,2010,132(3).

活塞杆产生剪切变形来补偿缸筒和活塞杆之间的位移差，如图 3 所示。这样，我们就运用静态密封形式取代了动态密封形式，成功避免磁流变材料中的磁化粒子嵌入到橡胶 O 形圈中对活塞杆造成损伤，从而彻底解决了传统磁流变阻尼器漏液问题，大大提高了磁流变阻尼器的服役寿命。

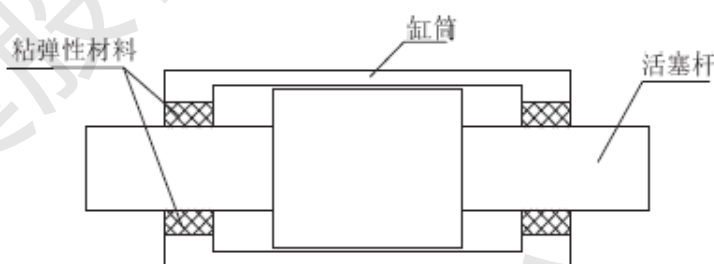


图 2 防泄漏磁流变阻尼器
Fig.2 Leakproof MR damper

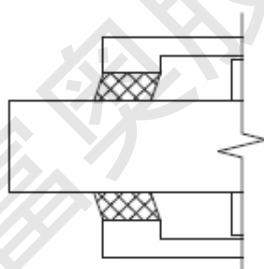


图 3 粘弹性材料剪切变形
Fig.3 Shear deformation of viscoelastic materials

下述两篇文献中，也阐述了解决磁流变液密封问题的相关思路，供参考。

[2]涂建维,罗志机. 新型防泄漏磁流变阻尼器研发与力学模型[J]. 武汉理工大学学报,2016,38(10):87-92.

[3]罗志机. 防泄漏磁流变脂阻尼器的研发、试验与力学

模型[D]. 武汉理工大学, 2017.

8.3 [REDACTED]

[1] CN107152482B 一种节能式磁流变减震器 20170602
河北工业大学

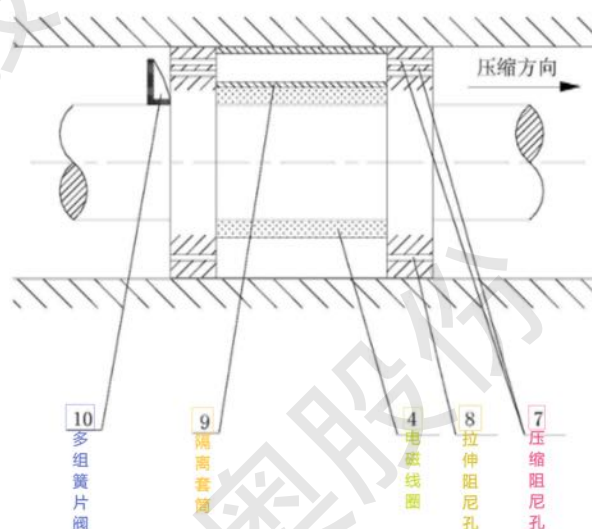
技术手段：在活塞的两个大径段上设置有沿轴向对正的压缩阻尼孔 7 和沿轴向对正的拉伸阻尼孔 8，压缩阻尼孔和拉伸阻尼孔均不少于两组，且多组压缩阻尼孔和多组拉伸阻尼孔均沿圆周方向呈均匀分布。具体的，只要保证多组压缩阻尼孔沿圆周方向均匀分布、且多组拉伸阻尼孔沿圆周方向均匀分布的情况下，压缩阻尼孔与拉伸阻尼孔之间的分布位置不受限制，比如，压缩阻尼孔和拉伸阻尼孔可采用沿圆周方向一一交替的方式分布，也可多组压缩阻尼孔间隔一组拉伸阻尼孔，也可多组拉伸阻尼孔间隔一组压缩阻尼孔等，另外，压缩阻尼孔与拉伸阻尼孔的分布夹角也不受限制。

[0052] 参考普通磁流变减震器尺寸设计，以Santana 2000车型为例，结合通用的基本结构参数，再根据背景技术中的公式 (1) 和 (2) 最终计算并确定了新型节能磁流变减震器的关键设计参数值，如表1所列。

[0053] 表1新型磁流变减震器基本结构参数

[0054]	名称	数值	名称	数值
	阻尼孔高度 h	1mm	磁流变液零磁场粘度 μ_0	0.1Pa·s
	缸筒内径 D	40mm	线圈槽底半径 R_{s0}	10mm
	活塞半径 R_1	20mm	线圈槽高度 h_s	3mm
	活塞杆半径 R_0	10mm	线圈槽轴向长度 l'	30mm
	阻尼孔有效长度 L	16mm	电磁线圈匝数 N	100
	阻尼孔总宽度 w	3.62mm	压缩阻尼孔的总宽度 w_1	0.91mm
	拉伸阻尼孔的总宽度 w_2	2.71mm		

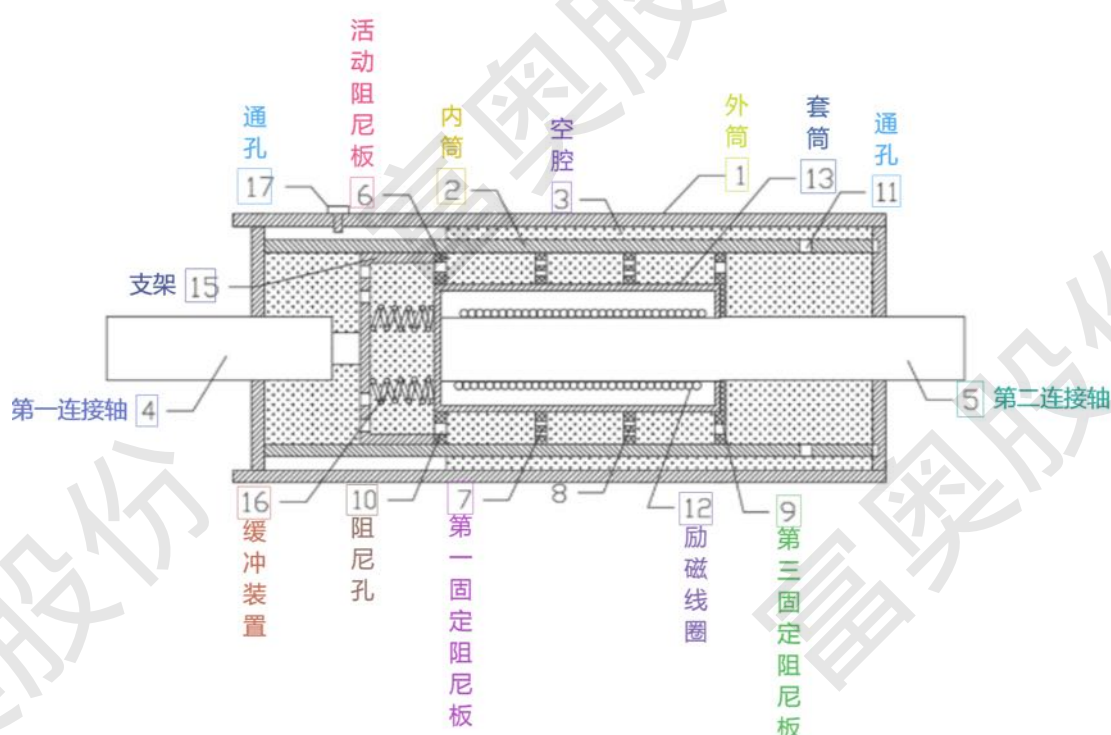
在活塞上分别设置压缩阻尼孔和拉伸阻尼孔及隔离套筒的设计保证了压缩和拉伸时获得不同的粘性阻尼力，从而最大程度的降低库伦阻尼力所占比重，进而减小能量损耗，提高设备节能性能。



[2] CN109779065A 一种建筑横向减震电磁阻尼器
20190315 重庆恩倍克科技有限公司

技术方案：所述固定阻尼板为沿内筒 2 轴向设置的至少三块，所述固定阻尼板的阻尼孔沿固定阻尼板的周向设置，相邻两块固定阻尼板的阻尼孔错开设置。在周向，阻尼孔时错开设置的，可以起到更好的阻尼效果，保证阻尼不处于很大的动态变化空间，增加了整体阻尼的稳定性。

所述固定阻尼板包括沿内筒的轴向从左至右依次设置的第一固定阻尼板 7、第二固定阻尼板 8 和第三固定阻尼板 9，所述第三固定阻尼板 9 上的阻尼孔大于第一固定阻尼板 7 和第二固定阻尼板 8 上的阻尼孔。第三固定阻尼板 9 上的阻尼孔大于第一固定阻尼板 7 和第二固定阻尼板 8 上的阻尼孔，可以方便磁流变液进入右工作腔，并通过通孔 11 进入空腔，在径向可容易通过通孔 11 可以传递到阻尼器本体的另一端，防止因震动时突然产生的力不会突然全部加载到多级阻尼板上，传递平稳，具有良好的稳定性。



8.4 小结

上述相关现有技术给出了在相关领域中解决磁流变液■
■的相关设计思路，可供委托方研发参考。

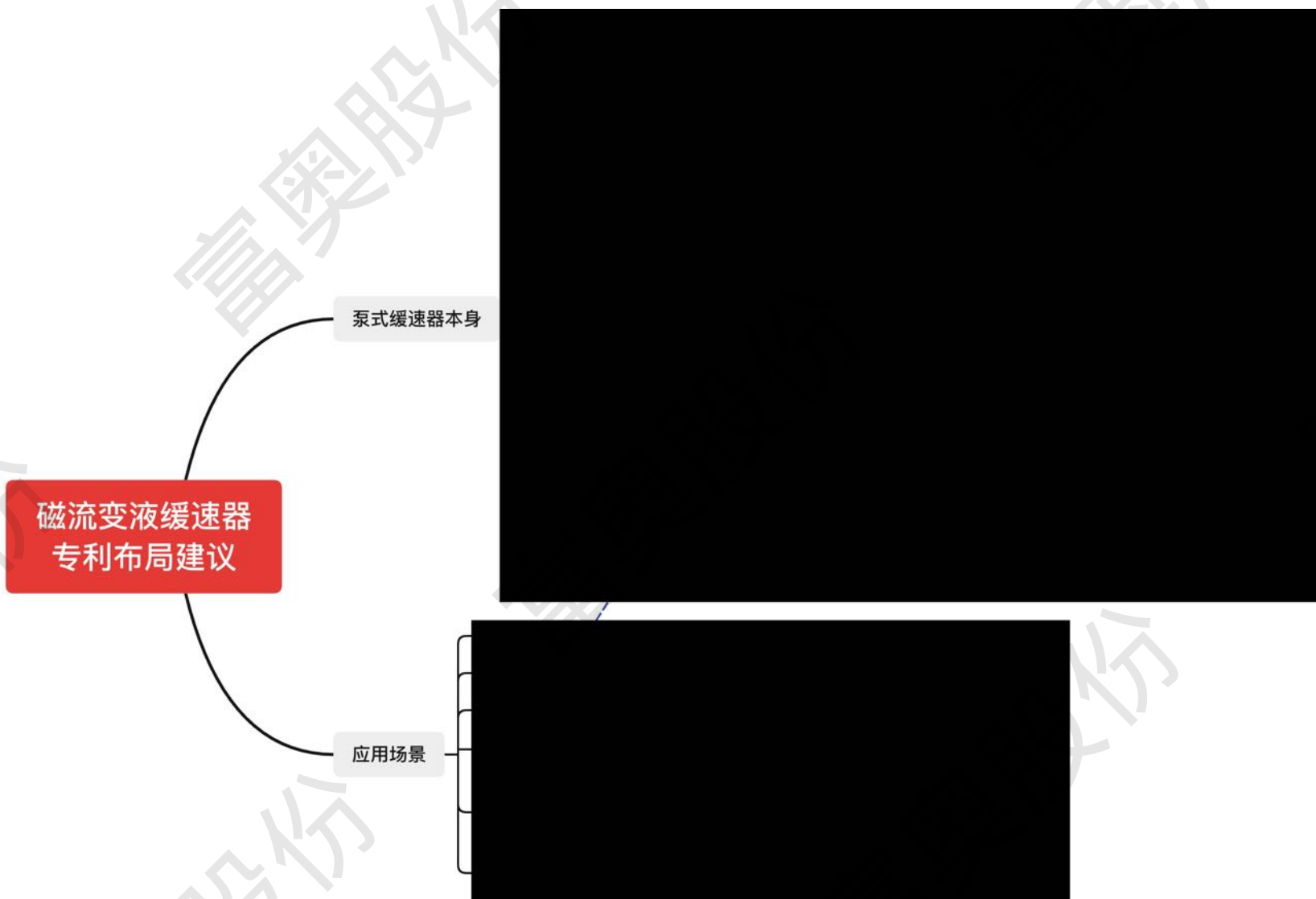
此外，结合研发过程中发现的新的技术问题，可进一步在相关领域进行检索，寻找可参考借鉴的技术。

9 专利布局建议

基于上述分析，本报告得出以下重要结论：

- 1) 泵式磁流变液缓速器应用于汽车缓速器，属于专利布局的空白；由于汽车泵式磁流变液缓速器属于全新的技术，其结构、工作原理、控制方法、应用等均可作为未来布局的方向
- 2) 使用磁流变液代替传统的液压油，由于磁流变液的特性及工作原理，使得磁流变液缓速器面临可靠性、工作效率等问题，解决上述可靠性、工作效率等问题，同样可作为未来布局的方向

综上所述，基于本报告研究成果，围绕磁流变液缓速器的专利布局建议如下图所示。其中，红色字体部分为已形成专利申请文件初稿的技术方案，基于总体布局策略考虑，尚未递交。



通过专业化，实现高质量发展

此外，由于磁流变效应只有在外磁场的作用下才会发生效能，因此磁场发生单元作为最核心的技术已成为该领域专利申请的必争之地。磁场发生单元通常包括利用永磁体的磁场和线圈励磁产生的磁场两种。线圈励磁方式是通过改变加在线圈内的电流大小来改变磁场强度。一般通过外部电源装置给线圈供电，对磁场的强度控制较容易实现，然而线圈励磁对外部电源具有较强依赖性，使得其在断电时无法保证阻尼力，同时由于在零电流状态下阻尼力间隙磁场近似于零，使得磁流变液长期处于零磁场状态下，容易出现沉降及凝聚难以保证的情况，因此在一些技术中出现了利用永磁体磁场来作为磁场发生单元的阻尼器，如浙江大学获得的专利号为 ZL201020277204.7 的无源磁流变抗拉阻尼自适应控制装置的专利，就采用超磁致伸缩材料、永磁体、磁轭、磁流变液介质和软磁材料等来构造输入输出磁回路，省掉了线圈和外配电源，且在永磁体不存在零磁场的情况下，有效防止磁流变液沉降。

我国专利申请人对磁场发生单元相关方式进行创新探索与研究。

一是从外部电源与永磁体结合使用的角度来对磁场发生单元进行技术改进，提高磁场发生单元的运行效率，如重庆

大学获得的专利号为 ZL200410079249.2 的汽车悬架系统磁流变液阻尼装置的磁场发生器的专利，就是由永磁体和电磁线圈组成，实现了降低能源消耗和减小阻尼器的发热的效果，同时配上相应的电流控制器还可实时调节阻尼特性，提高汽车行驶安全性。

二是选择压电陶瓷或电磁感应单元的方式产生电能或励磁电流，可改进线圈励磁产生磁场的方式，实现无源节能、能量回收等效果，如西安科技大学获得的专利号为 ZL201510945800.5 的自供能量式车辆减振装置的专利，就是新增了多个镶嵌有压电振子的压电模块作为压电发电单元，将电磁感应单元的感应线圈缠绕在防漏磁套的外壁上，采用压电发电单元和电磁感应单元共同产生电能的作用，以产生足够电能供给磁流变阻尼单元使用，同时把产生的多余电能输送给车载蓄电池储存起来，在电源断电或不足的情况下正常工作。

通过上述对技术走向及专利分布情况的分析可知，磁流变阻尼技术下一步的专利布局趋势很可能在 [REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED] 等方面展开。

10 项目成果应用建议

专利导航是基于企业生产经营活动中面临的技术、专利问题而开展的围绕专利信息利用的相关研究，其研究目标应紧密围绕企业生产经营活动中的具体需求/问题，其研究成果也应当融合嵌入企业生产经营活动，服从保障企业的市场目标。

基于此，建议企业根据自身的管理制度与决策流程，由高层管理者统筹，组织知识产权、研发、规划、产品等部门共同参与，深入理解本专利导航项目分析成果，一方面，从企业发展方向等方面，完善发展战略规划；此外，可与企业现有产品、研发计划等深度对接，找准技术研发方向及重点，提前规避侵权风险，明确重点发展的新产品，并做好自身创新成果保护。

除此之外，建议配套投入相关人力、财务等资源，完善知识产权管理流程与制度，加强管理能力和外部服务力量支撑，真正为企业生产经营活动保驾护航。

超凡知识产权荣誉资质&公司分布

- 全国知识产权服务品牌机构培育单位
- 北京市知识产权服务品牌机构培育单位
- 中华商标协会副会长单位
- 中国专利保护协会常务理事会员单位
- 中华全国专利代理人协会会员单位
- 中国杰出知识产权服务团队
- 中国杰出知识产权诉讼团队



超凡知识产权服务股份有限公司

北京超凡知识产权管理咨询有限公司

联系人：赖俊科

电话：131-4123-8412

邮箱：jake.lai@chofn.com

地址：北京市海淀区北四环西路 68 号左岸工社 12 层

网址：www.chofn.com