

汽车用胶管的发展

孙克俭

(南京七四二五橡塑有限责任公司, 江苏 南京 210009)

摘要: 介绍汽车液压制动胶管、汽车动力转向胶管和汽车制冷系统胶管等的主体材料、结构及其发展。DOT4和DOT5等新型制动液以及二氧化碳和HFO-1234yf等新型制冷剂的应用对胶管性能提出了更高的要求。随着汽车电子制动系统和电动转向系统的发展, 汽车胶管在制动和转向这2个领域的应用将有所减少。

关键词: 汽车用胶管; 液压制动胶管; 动力转向胶管; 制冷系统胶管

我国汽车行业的飞速发展对废气排放量和燃油渗漏率都提出了新的要求。新型汽车动力系统采用生物柴油、乙醇汽油和氢气为燃料, 空调系统采用二氧化碳(CO₂)和2, 3, 3, 3-四氟丙烯(HFO-1234yf)作制冷剂, 制动系统采用DOT4和DOT5等新型制动液, 汽车不再采用涡轮增压器和三元催化装置等。这些变化都对汽车用胶管的结构和加工工艺提出了新的要求。

1 液压制动胶管

随着对车辆有害物质排放的限制越来越严格, DOT4和DOT5制动液的应用越来越多。美国、欧洲和日本主要汽车企业上市新车的制动胶管都采用新标准, 液压制动胶管的耐高低温、耐疲劳、耐高低温动态脉冲、耐天候老化、膨胀因数和胶层与骨架层粘合力等性能要求进一步提高。选择合适的材料、结构和工艺制造汽车液压制动胶管已成为企业发展面临的重要课题。

1.1 内外层胶主体材料

目前我国胶管内层胶主体材料多采用天然橡胶(NR)、丁腈橡胶(NBR)和丁苯橡胶(SBR), 外层胶主体材料多采用NR和氯丁橡胶(CR)等。为满足液压制动胶管耐高低温、耐高低温动态脉冲、耐天候老化和耐DOT4和DOT5制动液的使用要求, 汽车液压制动胶管内外层胶主体材料逐渐趋向采用三元乙丙橡胶(EPDM)与其他橡胶并用。

1.2 骨架材料

为满足新型液压制动胶管对耐疲劳、耐高低温、耐高低温动态脉冲、膨胀因数和胶层与骨架层粘合力的要求, 汽车用胶管骨架材料大多采用聚乙烯醇(PVA)、人造丝(RAYON)和聚酯(PET)编织物。

1.3 胶管结构

液压制动胶管结构见图1, 材料组成见表1。

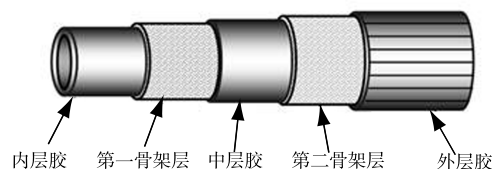


图1 液压制动胶管结构

表1 液压制动胶管材料组成

结 构	材 料
外层胶	EPDM胶料
第2骨架层	PET或PVA编织物
中层胶	NR或EPDM胶料
第1骨架层	PET或PVA编织物
内层胶	EPDM胶料

1.4 生产工艺

欧洲和美国等液压制动胶管常采用大长度(5~10 m)硬芯生产路线和大长度(50~100 m)软芯生产路线2种生产工艺。大长度硬芯生产路线的优点是产品外观好, 生产效率高, 内径尺寸稳定,

产品质量能有效控制,硫化效率高;缺点是自动化装置投资大。大长度软芯生产路线的优点是生产效率高,骨架材料编织和胶料挤出均匀性好,材料利用率高,总体质量能有效控制,劳动力成本低,自动化程度高;缺点是内径尺寸不稳定,膨胀因数较大。

1.5 制动系统发展动向

从2007年开始,西门子公司电子楔式制动器在宝马轿车中使用(见图2)。与传统的液压制动系统相比,电子楔式制动系统组件数量大大减少,生产成本降低,安全性能、舒适性能和操控性能更良好。



(1) 电子楔式制动系统的零件数量由液压制动系统的140个减少到60个,生产成本降低。

(2) 电子楔式制动器制动钳的闭合时间由液压制动钳的120 μs 缩短到80 μs ,安全性提高。

(3) 电子楔式制动系统的ABS和ESP系统的制动频率可达35 Hz,而液压制动器的频率仅为3~5 Hz。电子楔式制动系统成功解决了单抱死和跑边等问题,特别是在冰雪路面上仍能很好地控制各种转向和制动,操控性提高。

(4) 电子楔式制动系统经济地集成到汽车中,体积大大减小,不再使用制动液和复杂的液压管路。

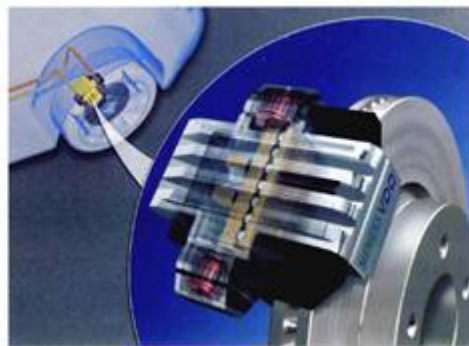


图2 电子楔式制动系统示意

总之与传统液压制动系统相比,电子楔式制动系统在性能、价格和操控性能方面都具有明显的优势。今后全电子楔式制动器的市场占有率将更大,这种新技术将改变汽车制动系统,汽车液压制动胶管也将随着电子楔式制动器的推广而减少。

2 动力转向胶管

胶管和胶管组合件是汽车动力转向系统的重要组成部分,其作用是传递动力转向油泵产生的压力,并在驾驶员的控制下,对动力转向装置或转向器中某转动件施加不同方向的随动渐进压力,从而实现汽车转向。

我国20世纪90年代开始批量使用汽车动力转向系统,当时汽车动力转向胶管内层胶主体材料为NBR,外层胶主体材料为CR,2层骨架材料采用化学纤维编织物。

2.1 动力转向胶管的发展

随着汽车工业技术的不断发展,汽车综合性能不断提高,汽车动力转向系统用胶管组合件的工作环境越来越苛刻,对胶管组合件的要求也越来越高,为此必须使用新的橡胶材料、胶管结构及胶管组合件结构,以满足现代汽车工业的发展要求。南京七四二五橡塑有限责任公司组织编写的国家标准GB/T 20461—2006《汽车动力转向系统用橡胶胶管和胶管组合件规范》是我国汽车动力转向胶管和胶管组合件的技术规范。目前国外生产的汽车动力转向胶管的内外层胶主体材料为氯磺化聚乙烯(CSM)或氯化聚乙烯橡胶(CM),骨架材料为聚酰胺(PA)编织物,在2层PA编织物之间还有1层缓冲胶。

2.2 电动力转向系统的发展

伺服电动力转向系统可节省燃料,在直道上

行驶时工作平稳,没有能量消耗,与液压转向助力系统相比,每100 km可以节省燃油0.25 L,节省能量85%,性能和操作可靠,与辅助驾驶系统配套有明显优势,结构简单(无液压系统和管路),质量小,装配方便,并可以减小CO₂排放量等。电力转向系统示意图3。



图3 电力转向系统示意

近年来电力转向系统在汽车中的应用持续增长。2007年西欧已有610万辆乘用车和轻型载重汽车装配电力转向系统,2012年福特汽车公司在其80%~90%的新汽车上安装电力转向系统。新型伺服电力转向系统已解决了输出扭力大的问题,高档车或者豪华轿车也开始使用。汽车电力转向系统不需要液压泵和液压流体,当然就不需要动力转向胶管。

因此,随着汽车电力转向系统的推广应用,汽车动力转向胶管将被逐渐淘汰。

3 制冷系统胶管

大气中臭氧层破坏和全球变暖问题越来越引起人们的关注,为解决这一问题,制冷行业不断对制冷剂进行改进,先是制冷剂1, 1, 1, 2-四氟乙烷(HFC 134a)取代对环境污染严重的制冷剂氟里昂(CFC-12)在汽车空调系统中使用;后来制冷剂HFC 134a的性能也不令人满意,又寻找更好的制冷剂替代物;近几年天然制冷剂CO₂或合成制冷剂HFO-1234yf替代制冷剂HFC 134a有了突破性进展,我国汽车行业已经开始采用欧洲倾向采用的制冷剂CO₂和美国倾向采用的制冷剂HFO-1234yf。

3.1 制冷剂CO₂的特点

与制冷剂HFC 134a相比,制冷剂CO₂的全球变暖潜在值(GWP)较小,约为制冷剂HFC 134a的

1/300,且CO₂的冷却和加热性能非常出色,这种性能使其特别适合在电气或者混合动力汽车上使用。

3.2 制冷剂CO₂胶管的发展

2003年日本电装公司率先开发出了无氟碳酸的汽车空调系统,丰田公司在其燃油电池混合动力汽车上已经采用这种以CO₂作为制冷剂的空调系统。在欧洲宝马、奔驰和奥迪等品牌汽车中已经开始装配CO₂空调制冷系统,使用CO₂作制冷剂可减小汽车99%的氯氟烃排放量。欧盟鼓励从2011年汽车开始装配CO₂制冷剂空调系统,并规定自2017年1月1日起,GWP值大于150的制冷剂包括HFC 134a不能再在汽车空调上使用。

由于制冷剂CO₂空调系统压力是目前制冷剂HFC 134a空调系统压力的6~9倍,其胶管的工作压力必须达到14 MPa,因此设计的制冷剂CO₂胶管必须满足耐高压和低渗透要求。

德国和日本新开发出的CO₂制冷剂空调胶管内胶层主体材料采用防CO₂渗透的PA和EPDM,中层胶主体材料采用CIIR,增强层采用高强度芳纶编织物,外层胶主体材料采用耐臭氧和耐高温的EPDM,胶管硫化时采用外包PA编织物的方法。这值得我国汽车制冷系统胶管研制借鉴。

4 其他汽车用胶管

4.1 柴油机涡轮增压器胶管

柴油机普遍装配涡轮增压器,利用废气驱动气泵,将周围的空气压缩并导入气缸,使燃油充分燃烧,提高发动机的输出功率。空气在压缩机与发动机之间经过冷却,密度增大,氧气含量增大。增压器的高温侧和冷却器外侧都使用专用胶管(见图4)。

高温侧涡轮增压器胶管正常使用温度为175~210℃,柴油机涡轮增压器胶管一般为带有防渗透层的四层结构。内层胶分为一层或二层结构。一层结构内层胶主体材料为氟橡胶或硅橡胶,二层结构内层胶主体材料为氟橡胶或氟硅橡胶,增强层为夹布层,外层胶主体材料为氟橡胶或硅橡胶。

低温侧涡轮增压器胶管正常使用温度为160~180℃。内层胶主体材料为硅橡胶,增强层为



图4 柴油机涡轮增压器胶管

夹布层,外层胶主体材料为硅橡胶。我国涡轮增压器胶管采用手工将各层缠到模芯上,再用模压方法硫化定型。

4.2 催化降低排放系统用胶管

为使发动机适应现在和将来的柴油机废气、废物排放量要求,一些厂家开发了一种选择性催化降低排放系统(SCR),这种系统利用脲溶液将氮氧化物转化成蒸气和氮。

在SCR系统中有1个贮罐盛装脲溶液,通过1条胶管管路将其计量泵入催化剂注射系统。胶管与溶液同时加热,以防脲溶液冻结。该胶管由防渗透层、EPDM内层胶、纤维增强层和埋置电热线的EPDM外层胶组成。SCR系统在欧洲商用车和大客车中愈来愈普及,有些汽车已经开始装配这种系统,美国福特等汽车制造商也正在试验这一系统。

4.3 车体灵活控制装置用胶管

现在一些厂家已开发出一种车体灵活控制装

置,该装置可用于减小车辆拐弯时车体的倾斜程度,保持车辆平衡。在这种装置中液压系统的液压流体温度很高,压力呈脉动状态,对胶管的要求非常苛刻,通常这种胶管的主体材料采用氯化丁腈橡胶(HNBR)。有些汽车制造商已经使用这种装置或类似装置。这是高档轿车发展的重大趋势,并将逐渐在中档轿车中推广。

4.4 氢气发生器用胶管

日本近年开发出一种氢气发生器,其利用汽车发动机产生的多余热能,将液态有机氢化物转变为气态氢,并导入发动机的空气中,使燃料更充分地燃烧,可将发动机的效率提高30%,减小30%的CO₂排放量。如果在汽车中安装这种装置,则需要用胶管将有机氢化物从储罐输送到氢气发生器中,再将提取的氢气输送到发动机空气系统中。处于高温下的发动机舱对这种装置所用胶管的性能要求非常苛刻。

5 结语

随着汽车电子制动系统和电动力转向系统的发展,复杂的管路系统将逐渐减少,胶管在汽车制动和转向这2个领域的应用也将有所减少。随着汽车制冷剂向环保和高性能方向发展,新型制冷剂对胶管性能提出了更高的要求。针对汽车特殊功能设计的专用胶管也越来越凸显其重要性。

Development of Automotive Hose

Sun Kejian

(Nanjing No. 7425 Rubber and Plastic Co., Ltd., Nanjing 210009, China)

Abstract: The development of materials and hose structure for automotive hydraulic brake hose, power steering hose and cooling system hose is presented in this paper. With the use of new brake fluid DOT4 and DOT5, new refrigerant carbon dioxide and HFO-1234yf, the performance requirements on automotive hoses are raised. At the same time, as the increasing use of electronic braking system and electronic power steering system, the usage of automotive hose in the braking and steering systems would be reduced.

Keywords: automotive; hose; hydraulic brake hose; power steering hose; cooling system hose