

特种橡胶材料在汽车工业中的应用技术及进展

任文坛, 张 勇, 张隐西

(上海交通大学 高分子材料研究所, 上海 200240)

摘要: 本文结合文献资料以及国内汽车工业用橡胶材料的具体情况, 以氟橡胶、硅橡胶(氟硅橡胶)、HNBR、丙烯酸酯橡胶等特种橡胶为例, 简要介绍了特种橡胶的基本特性及其在汽车工业中的应用状况。同时针对特种橡胶在汽车工业中的应用, 提出了特种橡胶应用技术研究的课题和基本思路。

关键词: 汽车工业; 特种橡胶; 应用技术

橡胶材料在汽车的底盘、发动机、车身、燃油供给、冷却及制动变速等系统都有应用, 它主要用于制造汽车轮胎、胶管、胶带、密封制品(油封、O形圈及各类衬垫)、密封条、减震器、皮碗、皮膜、防尘罩、挡泥板等。在汽车用非金属材料中橡胶占有重要的地位, 是其他材料难以取代的。据统计, 每辆汽车装有数百种橡胶部件, 约占车辆自重的3%~6%。这些制品都担负着重要的机能, 它对整车质量和性能以及汽车的安全行驶具有至关重要的作用。

汽车橡胶部件在汽车行驶过程中除受应力作用外, 还要接触燃油、液压油、润滑油等各种介质, 经受高低温、天候老化及震动的考验。随着汽车工业技术水平的不断提高, 尤其是随着汽车向高性能、低油耗、低排放与低噪声、超长使用寿命的方向发展, 汽车上增加了多种新的装置, 如排气净化装置、燃油喷射装置、涡轮增压装置等。因而使发动机输出扭矩进一步提高, 发动机罩内温度也随之提高, 致使橡胶部件的工作温度提高, 工作环境更加苛刻, 要求橡胶部件能够在-50~150℃的空气中或介质油中长期使用。同时, 为了适应汽车高性能、低能耗、低排放、低噪声与超长使用寿命的要求, 汽车燃料油、润滑油、制冷剂等也在不断地改进, 其添加剂的成分也随之改变, 由此对汽车用橡胶材料也提出了新的研究课题。特别是汽车的发动机和变速箱系统及燃油喷射装置用橡胶部件更为关键, 传统的通用橡胶材料已经远远适应不了新型汽车的性能要求, 极大地约束着汽车性能和质量的提高。为了满足汽车工业的发展和

需求, 开展对汽车用特种橡胶材料的研究具有十分重大的意义。

本文将简要介绍氟橡胶、硅橡胶(氟硅橡胶)、HNBR、丙烯酸酯橡胶等特种橡胶的基本特性以及它们在汽车工业中的应用状况, 同时针对特种橡胶在汽车工业中的应用, 提出了特种橡胶应用技术研究的课题和基本思路。

1 特种橡胶的基本性能特点及其在汽车工业中的应用

1.1 特种橡胶的基本性能特点

橡胶的分类方法有许多种, 按其来源可分为NR和SR, 按其化学结构可分为碳链橡胶、杂链橡胶、元素高分子链橡胶, 按照其用途及性能特点可分为通用橡胶和特种橡胶。对于特种橡胶没有严格的定义, 一般认为: 除橡胶的高弹性之外具有特殊功能如: 声、光、电、磁、生物、吸水等性能以及耐特殊介质、特殊环境的橡胶称之为特种橡胶。但是在橡胶行业习惯把氟橡胶、硅橡胶(氟硅橡胶)、HNBR、丙烯酸酯等橡胶称为特种橡胶。

表1所示为各种特种橡胶的基本性能特点。可以看出, 不同橡胶的性能特点各不相同, 从而使其在各种特殊介质和环境中得到应用。

1.2 特种橡胶在汽车工业中的应用状况

理想的橡胶部件不但要具备优异的工作性能而且应当与汽车同寿命, 可见对汽车用橡胶部件的要求是相当苛刻的。对于汽车的发动机和变速箱系统及燃油喷射装置来说, 其橡胶部件属于功能性器件, 它要求材料在高温、低温、油介质等苛

表 1 不同特种橡胶的基本特性

橡 胶	性 能 特 点
硅橡胶	耐热、低温(－60℃～＋250℃范围内可以使用)；电绝缘性好(表面电阻> 10 ¹⁵ Ω·cm；击穿电压> 25k V·m mm ⁻¹ ；介电常数在 3 左右)；特殊的表面性能；透气性好；耐辐射(能耐 10 ⁷ ～10 ⁹ 伦琴γ 射线)
氟橡胶	耐油及其它化学药品；耐高温(可在 300℃下短期使用)；耐天候、耐臭氧；气体渗透性低、真空放气率 37× 10－6L/ s·cm ² ；物理机械性能较好。
HNBR	优异的耐油性(汽车燃油和发动机油)；耐天候、臭氧性；耐新型制冷剂；耐磨；耐动态疲劳性；耐热(可在 180℃的高温下工作)
丙烯酸酯橡胶	优异的耐油性(特别是含极性添加剂的齿轮油、汽车发动机油和液压油)；耐天候、臭氧；耐热性(可在 170℃的高温油中使用)

刻的条件下,具有稳定的动态和静态力学性能。

按照目前汽车工业的发展趋势来看,随着汽车发动机室空间的减小,以及辅助装置如催化转换器、涡轮增压器的采用,发动机室内的温度日趋提高。根据汽车空气动力学的设计原理,适应汽车高速安全行使的需要,同时为了改善燃油的燃烧效率,并改进车型的外观,发动机室的散热窗将会缩小,有些车型还会采用全封闭发动机室,这就会使发动机室的温度更高。这就要求发动机用橡胶制品的材料具有更高的耐热性。一般来讲,发动机室内的橡胶部件要求在－40～150℃下能够有效地工作。美国、日本以及某些欧洲汽车制造商为了使汽车能够适应寒冷和高温地区的行驶,对发动机用橡胶部件提出了更加严格的要求。美国和日本提出发动机用橡胶部件的工作温度范围

为:－40～180℃,欧洲一些汽车制造商甚至要求发动机用橡胶部件的工作温度范围为:－45～200℃。变速箱系统橡胶件要求材料能够在－40～170℃的齿轮油中保持良好的物理机械性能。另外,为了满足汽车的高性能要求和环境保护方面的排放要求,汽车的润滑油和燃油也在不断地改进。如含有耐磨极性添加剂的齿轮油,高芳烃含量燃油和含醇燃油、耐过氧化酸性汽油等。这也要求汽车用橡胶材料必须能够抗耐日益苛刻的各种流体介质。

表 2 是目前汽车发动机和变速箱系统用部分橡胶部件与对应的材料。表 3 则是汽车发动机和变速箱系统用橡胶部件材料的主要性能指标和目前国内能够达到的水平。可见目前国内在汽车用特种橡胶材料方面的技术水平还是有一定的差距。

表 2 汽车发动机和变速箱系统用部分橡胶部件与对应的材料

橡胶制品名称	工作介质	主要性能要求	橡胶材料
发动机曲轴油封	发动机油	耐热、耐油、耐磨	氟橡胶
气门杆密封件	发动机油	耐热、耐压缩永久变形	氟橡胶
集油盘衬垫	发动机油	耐热、耐压缩永久变形	丙烯酸酯橡胶
变速器用橡胶件	齿轮油	耐热、耐抗磨添加剂齿轮油	丙烯酸酯橡胶
尾气排放阀门橡胶件	排放气体等	耐热	氟橡胶
真空调节器膜片及密封圈	高温热空气及油	耐高温、耐油	氟硅橡胶
发动机同步齿轮皮带	高温热空气	耐磨、耐动态疲劳	HNBR
发动机曲轴后油封	高温热空气及少量机油	耐高温	硅橡胶

表 3 汽车发动机和变速箱系统用部分特种橡胶材料的主要性能指标和目前国内能够达到的水平

性能项目	主要技术指标		国内目前水平	
	氟橡胶	丙烯酸酯橡胶	氟橡胶	丙烯酸酯橡胶
耐低温	－40℃	－40℃	－25℃	－30℃
耐高温	＋250℃	＋175℃	＋250℃	＋150℃
高温压缩永久变形	250℃, 30%	175℃, 30%	250℃, 45%	175℃, 50%
耐新型介质油	优	优	尚可	尚可
随车工作里程	12 万 km	12 万 km	8 万 km	8 万 km

2 汽车用特种橡胶方面需要加强的研究课题

2.1 改善橡胶本身性能缺陷

1. 硅橡胶由于其化学结构本身所限制,其性能在以下三方面有待改善,即拉伸强度、撕裂强

度、耐油性能。进一步改善硅橡胶的拉伸强度、撕裂强度和耐油性对于硅橡胶在汽车工业中的应用具有十分重要的意义。

2. 氟橡胶具有较好的耐油、耐高温、耐化学药

品性能,但其耐低温性能较差。另外,由于生胶本身门尼粘度较高,低硬度、低粘度的胶料在配方设计方面具有一定的难度。一般的氟橡胶耐低温性在 $-25 \sim -30^{\circ}\text{C}$ 、硬度在 70 度以上、门尼粘度在 80 度以上。解决上述问题,是氟橡胶材料配方研制方面的课题之一。

3. 丙烯酸酯橡胶具有优异的耐热、耐臭氧、抗紫外线和耐油性,尤其对含有极性添加剂的齿轮油和发动机油具有良好的抗耐性,故有“汽车胶”之称。但是丙烯酸酯橡胶的耐低温性能和压缩变形性能仍是制约它在汽车工业中使用的“瓶颈”。

2.2 胶料加工工艺性能的改善

特种橡胶由于其生胶结构本身的限制,往往加工工艺性能不尽完美。例如:氟橡胶的流动性以及低压缩永久变形的氟橡胶胶料的热撕裂性能等问题,给产品硫化成型带来了许多弊病。所以改善特种橡胶的混炼、硫化等加工工艺性能对于其应用具有很大的作用,不但可以提高生产效率和产品的合格率,而且还可以减少产品的质量隐患,提高产品的工作可靠性。

2.3 特种橡胶与其它材料的复合

1. 解决纤维与橡胶之间的粘合仍然是特种橡胶材料研究的课题之一。特种橡胶作为膜片、胶管、胶带等材料时,需要与纤维之间粘合。目前,在粘合问题方面主要是解决可靠性和稳定性的问题,以避免材料性能的离散性和不稳定性。

2. 塑料与橡胶的复合。氟橡胶与硅橡胶等特种橡胶与聚四氟乙烯、聚酰亚胺等特种塑料的共混,将会制成一些特殊的材料。例如:分散法聚四氟乙烯粉可以改善氟橡胶和硅橡胶的撕裂强度,尤其是改善其热撕裂性能。但机械共混时,聚四氟乙烯粉很难分散,且其分散具有定向性,会引起材料性能的波动,因而在这方面需要深入地研究,以提高加工工艺性能。

3. 纳米材料的应用。采用纳米材料作为特种橡胶的补强填充剂,具有很大的前途。问题是如何保证纳米材料能够在橡胶材料内部以纳米状态分散,而不致于纳米颗粒之间集聚,而损失其纳米效应。这是纳米材料在橡胶中应用研究的主要课题。这方面研究工作也不少,有人在纳米填料制造时,加入特殊的分散剂或隔离剂,以减少纳米填料与橡胶材料复合时纳米颗粒之间的集聚。收到

了一定的效果。此外,采用在位反应方法,效果更为显著。但作为工业化生产有一定的难度。

2.4 特种橡胶材料可靠性的评估

1. 材料内部局部缺陷的表征。从广义上讲,橡胶材料实际上也是一种复合材料,它是由多种组合复合而成,其内部难免存在缺陷如气泡、外来杂质、分层等。如何采用无损测试的方法来表征其缺陷程度,这是一个比较重要的问题。目前,国外有人采用热成像技术、X 光探伤、高能射线探伤等方法,取得了一定的效果。国内 X 光探伤技术也有所应用。如轮胎用 X 光机等在工业上已有所应用。能否将此类方法用于其它橡胶材料或制品中,这将需要做大量的工作。

2. 工作状态下材料性能的测试。我们在进行材料研究时,通常是在某一人为设定的条件下,或经过某种条件之后对材料性能进行测试的。如何在工作状态下(几种条件共同作用下)对材料进行评价,这方面具有一定的难度。主要是因为多种材料共同作用,人为模仿难度太大。目前,人们普遍采用产品模拟试验的方法来弥补。对实际应用来说,这种方法比较实用可靠,但作为对材料本身性能的评价,这方面应当有所研究。

3 结语

综上所述,结合文献资料以及国内汽车工业用橡胶材料的具体情况,以氟橡胶、硅橡胶(氟硅橡胶)、HNBR、丙烯酸酯橡胶等特种橡胶为例,简要介绍了特种橡胶的基本特性及其在汽车工业中的应用状况。与此同时,对特种橡胶材料在汽车工业中的应用研究课题进行了说明。其主要内容可归纳如下:

1. 随着汽车工业技术的不断进步,特种橡胶材料在汽车领域的应用将会更加广泛。

2. 将特种橡胶应用于汽车工业,可以提高汽车的整车性能,满足汽车高性能、低能耗、低排放、低噪声与超长使用寿命的要求。

3. 为了进一步地提高特种橡胶的性能,使特种橡胶在汽车领域得到更好地应用,在特种橡胶的应用技术方面还需改进特种橡胶本身结构所带来的一些缺陷、改善特种橡胶的加工工艺性能,解决特种橡胶与其他材料的复合问题以及特种橡胶材料工作可靠性的评估等问题。