

胶粘剂和胶接技术在汽车工业中的应用

袁 飞 (中铝科学技术研究院有限公司, 北京 102209)

摘 要: 随着胶接技术的发展, 该技术作为不同基材之间连接的有效方式, 有着较高的机械强度、抗疲劳性、密封绝缘性、抗腐蚀性等等, 尤其是可以大大减轻结构件的重量, 在车辆制造业中优势突出, 发展迅速, 得到广泛应用。本文从胶粘剂的特点和优势出发, 概述了胶接技术在汽车工业中的应用现状, 使用范围, 发展情况及应用前景。同时也分析了目前胶接技术存在的问题和挑战。

关键词: 胶接技术; 胶粘剂; 汽车工业

传统金属制车身的连接方式主要是焊接、铆接和螺栓连接, 这些连接方式操作复杂, 部件较重, 而且不易完成异种材料之间的连接。此外, 随着人们对车辆舒适度及外观的要求逐步提高, 对于使用胶粘剂进行胶接的新型连接方式的需求变得迫切。

粘接与铆接、焊接等传统连接工艺相比具有如下优势: 可连接不同的材料, 如金属和非金属; 粘接区域应力分布均匀, 避免应力集中; 隔音降噪、减震; 降低车体重量等。

1 胶粘剂及胶接技术的概述及优势

胶粘剂是能够将各种材料胶接和粘合的物质, 胶接技术是使用胶粘剂进行连接的工艺, 主要用于金属和非金属本身或者相互之间的连接、固定和密封, 胶接与铆接、螺栓连接和焊接等常规技术不同, 具有以下显著优点: ①胶接部分的载荷分布在整個胶接面上, 因而具有较高的机械强度, 以 3.18mm 厚的钢板为例, 胶接 (面积 $25.4\text{mm} \times 25.4\text{mm}$, 抗剪强度为 $274\text{kg}/\text{cm}^2$) 比铆接 (铆钉 6.35mm, 抗剪强度为 $140\text{kg}/\text{cm}^2$) 的抗剪强度高约 1 倍; ②接材料的应力分布均匀, 不容易发生变形和疲劳破坏; ③胶粘剂具有密封作用、绝缘作用和抗腐蚀效果; ④对于难以使用常规的铆接、焊接等技术连接的异种材料, 如金属和非金属之间的连接, 使用胶接技术可以得到所期望的效果; ⑤使用胶粘剂连接可大大减轻结构件的重量, 对于交通工具和航空飞行器领域而言具有显著优势; ⑥胶接工艺简单, 可节省工时和降低成本, 且对于工艺条件 (如温度) 等要求低, 适合于热敏材料等的接合。

基于胶粘剂和胶接技术的上述优点, 其在工业生产中得到广泛的应用, 发展迅速。

2 胶粘剂在汽车工业中的应用

胶接部分的质量主要取决于胶粘剂的种类以及胶接部分的结构设计。

2.1 胶粘剂的种类

常用的胶黏剂分类方法有多种: 按照化学成分可分为无机胶黏剂和有机胶黏剂; 按应用方法可分为热固型、热熔型、压敏型等; 按应用对象分为结构型、非结构型和特种胶。

汽车工业中所使用的胶粘剂主要有化学固化胶粘剂、物理固化胶粘剂、压敏胶粘剂 (无固化胶粘剂) 三大类。根据其性能不同, 在车辆上的使用部位也不同。

化学固化胶粘剂主要有环氧类胶粘剂、聚氨酯类胶粘剂、水性阻尼类胶粘剂、丙烯酸类树脂胶粘剂 (MMA)、MS 改性硅烷胶粘剂、厌氧胶粘剂等。

环氧类胶粘剂是由环氧树脂、固化剂、促进剂、改性剂等组成的液态或固态胶粘剂。环氧树脂胶粘剂本身含有多种极性基团 (如羟基和醚基) 和活性很大的环氧基团, 因而具有较好的粘接性能。当添加固化剂后就发生交联反应而生成网状或体型结构的高聚物, 高聚物中产生电磁键, 使环氧基团和表面形成化学键, 从而使环氧分子与表面之间粘接。树脂的交联是通过环氧基团或羟基来实现的, 固化的历程主要有两种: 用反应性的中间介质交联或用催化均聚使树脂分子直接偶合。环氧类胶粘剂具有粘接强度高、耐化学介质性好、耐温性能好、电性能优良、胶层收缩率小、可室温固化、施工工艺简单等优点。可作折边或点焊用胶用于焊装车间, 多应用于车门、发动机舱和顶棚版等位置。此外, 环氧类胶粘剂因其良好的耐油性、耐久性以及机械性能而应用在汽车粘接和结构增强上, 且可以降低车身的重量。但是, 环氧类胶粘剂由于韧性差、易脆而存在应用上的局限性, 需要通过改性方法提高产品的性能。

聚氨酯类胶粘剂是分子链中含有氨基基和 / 或异氰酸酯基的胶粘剂, 其具有高度极性和活性, 提高了对各种材料的粘接性能, 因此对各类金属和非金属材料都有良好的粘接强度和较大的韧性。此外, 聚氨酯类胶粘剂具有良好的耐低温性能, 特别是在超低温下, 粘接强度反而增加, 具有很高的反应性, 能常温固化, 还具有良好的耐溶剂性、耐油性和耐老化性能。新型汽车结构中引入大量的轻质金属、复合材料和塑料, 使得对汽车用胶粘剂的需求日益增长。在汽车上应用最为广泛的聚氨酯胶粘剂主要有装配挡风玻璃用单组分湿固化聚氨酯密封胶, 粘接玻璃纤维增强塑料和片状模型复合材料的结构胶粘剂, 内装件用双组分聚氨酯胶粘剂以及水性聚氨酯胶粘剂等, 汽车内饰件的胶粘剂用量也较大。但是聚氨酯胶粘剂存在毒性大、耐热性不好以及固化时间长等

缺点,且在环保前提下,将发展多功能、高强度、低挥发性、快速固化的聚氨酯类胶粘剂。

此外,MMA作为结构胶用于粘接不同的金属,MS改性硅烷胶粘剂主要用于密封,厌氧胶粘剂用于螺纹锁面和平面密封等。

物理固化胶粘剂主要有热熔胶、溶剂胶等,如喷涂型水性阻尼类胶粘剂。阻尼涂料也称为减振降噪涂料,是一类由特定功能高分子材料和填料构成的可有效抑制振动和噪声的特种功能涂料。可喷涂阻尼材料是一种环境友好型声学阻尼材料,无溶剂,低挥发性,无化学反应。与传统的沥青阻尼材料相比,不仅降噪效果更佳,而且可以降低车身重量和人工成本,多应用于汽车的顶盖、门板、仪表盘、引擎盖、行李箱盖、地板、轮罩等部位。阻尼涂料的主要原料为水性乳液,在固化过程中挥发出来的主要是水分,因此可以大大降低挥发性有机物的排放。阻尼涂料在使用中由机器人自动喷涂,从车窗处伸入车内进行喷涂,可采用多孔喷涂或者扇面形式喷涂,且可以与其他工艺同时进行,提高了生产效率。目前应用较多的为环保型水性丙烯酸阻尼涂料。为了提高阻尼涂料的性能,扩大其适用范围,其未来的发展方向为绿色环保、宽温域、高复合损耗因子水性阻尼涂料。此外,热熔胶可用于粘接电器元件等。

压敏胶(无固化胶粘剂)主要有压敏胶带、丙烯酸压敏胶带等,适合大面积粘接,具有操作简单、不污染基材表面的特点。

2.2 胶接部分的结构设计

胶接接头必须能够承受应力和应变,胶接接头的尺寸涉及必须满足载荷小于载荷极限。通常而言,胶接部分的结构设计应当简单、清晰且安全。为了保证安全,应当考虑胶接部分可能承受到的最大载荷,仔细设计,确保安全。此外,设计中还必须考虑膨胀、蠕变和松弛、腐蚀、生产条件、危险因素等。

由于胶接技术的特殊性,不能通过终检和无损检测方法检查和检测其质量,因而必须通过合理的设计和严密的过程控制来保证质量。因此,胶接部分的结构设计显得尤为重要。

胶接部分的设计原理为:①利用力传递的原理,避免应力集中;②优化材料使用原理,通过对材料的选择来保证粘接强度与使用寿命;③合理利用变形匹配原理,保证足够的弥补量和较小的相对变形;④设计中采用对称结构,利用平衡力原理,有效减少二次力。

目前,汽车工业中的胶接工艺并非像传统的焊接技术那样有十分系统和规范的研究。车辆胶接工艺的进步依赖于车辆制造材料的更新换代和机车制造工艺水平的发展。此外,还需要技术人员充分了解胶粘剂的性质和使用规范,充实理论基础,以指导实践操作。例如,使用胶粘剂时,应充分考虑到胶接的工艺环境、胶粘剂与

基材的适用性、基材的表面处理、辅助工具或工装条件、胶接方案如配制、混胶、安装、固化等。

3 展望

胶粘剂在汽车工业中的应用有很多优点,与焊接、铆接、螺栓连接相比,胶接能够接合不同种类的材料、提高结构的韧性、耐疲劳性、抗冲击性和耐腐蚀性,增强汽车结构、紧固防锈、隔热减振、外观品质高,同时可以达到减轻车身重量、降低能耗、简化组装工序、提高汽车美观性、安全性并优化结构性能等目的。

目前,胶接工艺尚有一些未解决的问题,如胶接部分的强度分散性较大、胶接强度分析较为困难、胶接部分的耐热程度与胶粘剂的性质密切相关(通常在较低温度下使用,如150℃以下,某些耐高温胶粘剂可在300℃使用)、胶接部分的老化问题等。此外,国内汽车胶粘剂的发展尚不完善,同类产品厂家多,特色不强,系列化程度较差,缺少完全达到国外同类型的高性能产品,产品配套基本上被国外同类产品占领,分析、检测、研发能力不足或是处于模仿状态,高素质的科技创新和工程技术研究匮乏,研究基础和技术交流不足,产品质量不够稳定且质量评价体系不完善,一些基础原料的性能得不到保障。

从汽车工业的发展来看,安全、舒适、环保、节能是未来发展的方向,要实现胶粘剂的粘接密封耐久需要满足以下因素:胶粘剂的品质优异、胶接部分结构设计合理以及规范的应用工艺。因此胶接技术面临很大的挑战,比如表面能低、热膨胀系数高、电化学腐蚀、电泳强度、电泳匹配性、低气味、低挥发性等问题。胶粘剂和胶接技术在汽车工业中的应用研究依然任重道远。

参考文献:

- [1] 李清.全球胶粘剂行业发展现状及研究进展[J].中国胶粘剂,2017,26(6):46-50.
- [2] 骆振华.胶粘剂和胶接技术应用的前景[J].电力机车与城轨车辆,1982(2):21-26.
- [3] 李广宇,李子东,吉利.环氧树脂胶粘剂与应用技术[M].北京:化学工业出版社,2007:45-64.
- [4] 陈卫东,张鹏云,陈艳丽,顾莉.高性能环氧树脂胶粘剂研究概况[J].化工科技,2016,24(3):81-85.
- [5] 刘廷栋,王乃昌,许鑫平.环氧树脂的固化机理[J].热固性树脂,1989(2):38-47.
- [6] 石磊,张文栋.胶粘剂粘接900问[M].北京,化学工业出版社,2013:9-13.
- [7] 卢鹏.通用型双组分聚氨酯胶粘剂的研制[J].新疆化工,2004(3):1-3.
- [8] 闫利民,朱长春,宋文生.聚氨酯胶粘剂[J].化学与粘合,2009,31(5):53-56.
- [9] 一种具有高隔声低密度的水性阻尼涂料及其制备方法:中国,CN200710034794[P].2007-04-23.