

环氧树脂结构胶粘剂的性能研究及应用进展

刘 颖 (大连凯华新技术工程有限公司, 辽宁 大连 116318)

摘 要: 对建筑进行加固、拼接等操作施工时, 必然会使用到胶粘剂, 但是如果在低温条件下使用胶粘剂, 胶粘剂本身的性能必然会受到影响, 进而有所降低。环氧树脂结构胶粘剂作为一种比较特殊的胶粘剂, 其主要成分为环氧树脂、固化剂、填料、稀释剂、偶联剂以及促进剂, 会对胶粘剂的传统性能产生非常直接的影响。基于此, 本文以“环氧树脂结构胶粘剂的性能”为研究对象, 首先总结了环氧树脂结构胶粘剂的主要特征, 然后论述了环氧树脂结构胶粘剂的主要性能, 在总结环氧树脂结构胶粘剂基本应用的基础上, 就环氧数值结构胶粘剂的应用技术进展进行论述, 以期相关研究内容能够为广大工作人员提供启示和参考。

关键词: 环氧树脂结构; 胶粘剂; 性能

0 引言

环氧树脂结构胶粘剂一般会用在需要承受较强压力的位置, 所以其必须具备较强的黏结强度、抗剪切强度和耐疲劳度, 而且还要具备耐腐蚀和抗老化的能力, 不仅能够承受较大的荷载, 而且具备较强的稳定性。

现阶段, 其已经在多个领域当中得到了相对广泛的使用, 而基于其性能所进行的研究和深入探讨, 一直在持续当中。

1 环氧树脂结构胶粘剂的主要特征

作为一种高分子聚合物, 环氧树脂是分子当中含有两个以上环氧基团的一类聚合物的总称, 由于环氧基本身具有较强的化学活性, 能够被多种含有活泼氢的化合物开环, 固化交联最终生成网状结构, 所以其本身也是一种热固性的树脂。

首先, 环氧树脂在固化的过程中并不会产生低分子挥发物, 而且在此过程中, 其胶层体积的收缩率小、膨胀系数低, 所以内应力也小, 对胶接的强度影响也不大, 胶层的尺寸稳定性十分理想。

其次, 环氧树脂本身含有很多活性大、具有多极性的环氧基与基团, 所以和金属、水泥、塑料、木材等多极性质的材料, 能够形成很强的粘合力。与此同时, 因为环氧固化物本身的内聚强度高, 也会呈现出较强的胶粘合度。

再次, 环氧树脂结构胶粘剂本身具有非常良好的科学性能, 尤其是稳定性高、粘合力强、收缩率低、电绝缘性能佳等特征, 促使其无论作为粘合剂、还是粉末涂料, 抑或是作为复合材料基质, 都具有足够的优势, 其较之其他结构性胶粘剂显然更具竞争力。

第四, 根据具体选择的固化剂种类不同, 环氧树

脂结构胶粘剂能够在不同的温度条件下进行固化。如果是一般条件下的固化, 只需要接触压力 0.1~0.5MPa。而且绝大多数的环氧树脂结构胶粘剂因为不含有溶剂, 更容易进行操作, 通过对固化速度以及适用期限进行调节, 不仅可以保障黏结的质量, 更可以简化固化工艺设备的使用流程。

第五, 环氧树脂、固化剂以及其改良品种的数量比较多, 具体可以通过合理的设计和巧妙的配合, 让胶粘剂能够具备室温固化、快速固化、水中固化等不同类型的功能, 同时能够具备耐高温、防腐蚀等性能特点。如此, 其更可以和多种有机物以及无机物之间形成良好的反应和相容性, 容易实现共混、共聚、交联等改性, 进而提高胶层的稳定性, 防止被酸碱、溶剂等不同的介质腐蚀。

第六, 环氧树脂结构当中含有羟基、醚键, 促使环氧树脂拥有较高的黏合性, 而且这些极性基团的存在, 能够促使分析结构当中的相邻界面产生电磁力。这样在实际固化的过程中, 因为固化剂的作用和影响, 环氧树脂能够进一步生成羟基和醚键, 产生出较高的内聚力, 这样对包括金属、木材、纤维、塑料等在内的不同材料和物质, 都表现出较强的粘结性, 这也是环氧树脂结构胶粘剂能够被称为“万能胶”的重要原因。

最后, 根据具体选择的固化剂种类的差异性, 环氧树脂结构胶粘剂可以分别在低温条件、高温条件以及常温条件下实现固化, 而且大部分环氧树脂胶粘剂因为本身并不含有溶剂, 所以使用起来十分方便。通常情况下, 环氧树脂结构胶粘剂的施工难度、固化速度以及适用期限都可以通过配方来进行调节, 进而满足不同应用场景下的具体要求。如此不仅更加容易保

证黏结的质量,而且会简化后续固化工艺等使用以及设备的投入。而且环氧树脂结构胶粘剂固化之后,能显出的绝缘性能也十分理想,通过改变其内部包括填料、增韧剂以及固化剂等的组成,能够生成具有不同配方效果的胶粘剂,进而使用和满足不同使用条件的需要。如果最终选择使用耐高温、抗低温的新型环氧树脂结构胶粘剂,那么其甚至可以刷新高温或者低温的临界点,呈现更加的使用效果。

2 环氧树脂结构胶粘剂的主要性能

环氧树脂结构胶粘剂目前在多个领域与行业当中有着广泛的应用,在性能方面,其也有特殊之处,主要表现在这样两个方面:

2.1 结晶性能

环氧树脂结构胶粘剂在 0~15℃ 应用的过程中,容易出现结晶的情况,或者在使用环境昼夜温差较大的情况下,也会加速结晶情况的出现。而且结晶过程一旦出现,环氧树脂结构胶粘剂很有可能一直处于固体状态,若不采取进一步的处理,会影响使用效果和视觉观感。但是通过实验操作可知,正常试样的强度值和结晶成立以后的试样强度值本身并没有太大的差距,这刚好说明环氧树脂结构胶粘剂的强度以及黏结性能不会为结晶所影响,并且水浴加热,恰恰是处理环氧树脂结构胶粘剂结晶的一种方式。但是在此过程中需要引起高度重视的是,水浴并不适合用来处理已经结晶的单组分环氧树脂体系,因为其在加热过程中有可能产生固化反应。除此之外,通过实验,还能够得出环氧树脂结构胶粘剂在结晶方面的如下特征:

首先,环氧树脂结构胶粘剂的结晶倾向和其本身的黏度、杂质含量、纯度、温度情况存在关联。

其次,如果处理操作的当,环氧树脂结构胶粘剂的强度以及胶粘性,并不会受到结晶的影响,其仍然可以投身多个领域和项目的使用过程中。

最后,通过水浴加热的方式对环氧树脂结构胶粘剂进行结晶处理是一种比较传统和常规的处理方式,但是其只适合于双组分环氧树脂结构胶粘剂的处理,不适合单组分环氧树脂结构胶粘剂。

2.2 室温固化等环境,对环氧树脂胶粘剂性能的影响

随着现代工业技术的不断发展和完善,环氧树脂粘合剂在特殊情况下使用的频率明显增加,此时其本身的耐热性、力学性能、耐水性和固化温度,自然被提出更高的要求。

一方面,通过对环氧树脂结构胶粘剂室温下固化

状态的影响,得出室温剪切强度达到 20.16MPa 时,胶粘剂的耐水、耐热性能最为理想。

另一方面,在应用聚氨酯增韧环氧树脂的过程中,如果聚氨酯添加量为环氧树脂的 40%,此时聚氨酯与环氧树脂互穿的程度最高,此时制备的胶粘剂力学性能最为理想;如果聚氨酯添加量为环氧树脂的 30% 甚至更低的水平,就会因为形成了“海岛结构”而间接达到增加韧性的效果;如果聚氨酯添加量为环氧树脂的 50% 以上,两个组合部分的相容性就不够理想,力学性能也会显著下滑。

3 环氧树脂结构胶粘剂的基本应用

随着我国环境保护法律体系的日渐完善以及人们健康意识的不断提升,寻求质量高、污染程度低,完全与国际标准接轨的环保型环氧树脂年胶粘剂,正在成为这一套产品系列当中的“主流”。由此可以看到,如今很多为大众熟悉的领域已经开始使用环氧树脂结构胶粘剂,并且呈现出较为理想的使用效果。

第一,近年来,高强轻质纤维增强复合材料在超低温环境当中得到了广泛使用,以此为导向的环氧树脂结构胶粘剂超低温应用性能研究不断加强。

第二,使用相同配方的环氧树脂结构胶粘剂来连接不同类型的物体,或者直接在不同环境中应用环氧树脂结构胶粘剂,其性能会有显著的差别,所以必须对应用条件进行关注和重视。

第三,环氧树脂结构胶粘剂为了改善某些性能,会根据具体使用场景的不同,增加包括偶联剂、促进剂、稀释剂等辅助材料,而且因为其本身的通用性强、粘度高,目前在航空航天、汽车建筑、机械化工等领域都已经得到了广泛的使用。

第四,环氧树脂结构胶粘剂的具体黏结性能,如耐腐蚀性、耐高温性、抗渗性不仅和结构、性能有关系,更与胶粘剂表面的胶粘特性、接头设计、制备工艺等存在关联,更会受到周围环境的影响和制约,所以环氧树脂结构胶粘剂的应用,本身就是一个复杂的、系统的工程。

第五,环氧树脂结构胶粘剂在目前的航空航天工程当中,会用于蜂窝夹层结构、符合金属结构以及金属聚合物等复合材料结构的应用,也会用于制作人造卫星结构、火箭发动机壳体等,但近年来其在建筑领域使用的频率较高、应用场景较为广泛,注入用于房屋建筑、隧道工程、桥梁铺设建设等,与之相关的产品主要包括用于粘钢加固所使用的环氧树脂结构胶粘

剂、用于裂缝修补使用的环氧树脂结构胶粘剂、用于锚固植筋使用的环氧数值结构胶粘剂以及用于碳纤维复合材料加固使用的环氧树脂结构胶粘剂。

第六,作为复合材料的液氢贮箱的基体材料以及在超导领域当中作为胶粘剂使用的物质,我国在相关研究中已经取得了一定的进展;作为复合材料的树脂基体,必须注意如何在很高的温度下保证其固化。在具体固化的过程中,树脂基体内部因为热收缩会产生热应力,如果温度从基础的室温下降至超低温时,内应力会变得更加突出,但是如果热应力超出了树脂本身所能承受的强度,数值的基体就有可能发生破坏,因此提高韧性对维护环氧树脂在超低温环境下的使用极为关键。现阶段能够用来维护环氧树脂超低温韧性的办法包括液体橡胶以及柔性固化剂的使用,因为这类材料发生玻璃化转变时所需要的温度比较低,即使在常温的环境下也能实现体积自由。如果外界的温度下降至超低温,树脂体系会产生很大的收缩热,这会影响其在超低温环境下的正常使用。

4 环氧数值结构胶粘剂的应用技术进展

虽然目前环氧树脂结构胶粘剂已经在多个领域和场景中得到了广泛的使用,但从技术应用的角度进行突破,围绕其所展开的研究依然没有停滞,相反随着时间的推移,其呈现出新的应用特点和更为广阔的技术开发前景。

首先,聚氨酯增韧环氧胶是经过环氧树脂、聚氨酯所形成的半立穿网络聚合物、互穿网络聚合物,具有协同以及互溶的效应,这样可以让拥有良好粘接性的环氧树脂与具有高弹性的聚氨酯结合在一起,借助强化以及互补的效应,提升增韧效果。

其次,环氧树脂结构胶粘剂因为具有较好的化学稳定性以及黏结性能,目前已经得到了相对广泛的使用。现代工业的发展要求胶粘剂能够耐高温和在室温条件下开展工作,由于环氧树脂结构胶粘剂本身的材料来源相对广泛,具有固化收缩率低、强度高、耐腐蚀的特征,兼有能耗少、工艺操作简便、成本低廉的优势,更可以节约和控制人力成本,呈现出较为广阔的发展和应用前景。

再次,在实践应用过程中,使用者需要对往往是既能够在室温条件下应用,也能在高温条件下发挥作用的胶粘剂。但是在室温条件下,一般的胶粘剂并不能投入使用,但是耐高温的胶粘剂往往有需要加热之后才能够完全固化,虽然截至目前,有关胶粘剂同时

在常温以及高温条件下使用的研究确实取得了一定的进展,但是距离常态化应用确实还存在不小的距离,这必然会成为今后相关单位开展研究的重点方向。

最后,耐热型的环氧树脂结构胶粘剂本身是采用改良性能的环氧树脂所配置成的一种新型胶粘剂,能够在 250℃的环境下进行间歇性的使用,甚至可以做到在 400℃的环境下进行长期使用,在 460℃的环境下进行短期使用。就制作和研发工艺的角度来说,这种胶粘剂本身是导入刚性基团或者提高内部固化物交联密度的方式实现的。近年来随着我国航空工业以及电子电器行业的发展,其对耐高温、耐腐蚀性材料的要求越来越高,比如当飞行器在大气层中进行飞行时,因为空气摩擦的原因,空气的温度甚至会达到数千度,即便是最抗热的金属材料在此过程中也必然会熔化,所以出于减轻重量的诉求,相关行业在前期进行材料选择的过程中,会尽可能选择高温复合材料来替代金属材料,即便是电子电器行业,也相继研发推出了能够抵御 350℃高温的密封胶。比如我国航空总公司研发的 F 系列环氧固化剂以及最新开发的新型环氧固化剂,很大程度上都可以保障环氧树脂抵御 500℃的高温,而且还拥有较好的工艺性能、有益的抗腐蚀和烧毁性能。

总而言之,通过前文的研究以及分析不难发现,环氧树脂结构胶粘剂的性能随着时间的推移以及相关研发力度的增加,其本身的性能确实有所提升,而且已经能够在相对苛刻的环境下进行应用。当其应用的环境存在变化,有所升高时,胶粘剂的性能也会提升。后期伴随我国科学技术的不断发展,其性能将会得到进一步的优化和提升,呈现出更佳的应用效果。

参考文献:

- [1] 万爱国. 环氧树脂胶粘剂在建筑设计中的应用[J]. 粘接, 2022, 49(07): 41-44.
- [2] 曾柳惠, 曹有名, 何伟光. 有机硅改性聚氨酯/环氧树脂胶粘剂的性能研究[J]. 材料研究与应用, 2022, 16(03): 438-441.
- [3] 张渺. 环氧树脂胶粘剂在钢结构施工中的现场配置及使用[J]. 粘接, 2022, 49(05): 40-43.
- [4] 李栓, 张宝艳, 石峰晖, 张思, 霍红宇. 发泡结构胶粘剂的研究与应用[J]. 中国胶粘剂, 2021, 30(09): 55-61.
- [5] 吕强. 环氧树脂建筑结构胶粘剂的性能研究[J]. 粘接, 2020, 41(04): 16-20.