

高性能聚合物复合材料在航空航天领域的应用及关键技术分析

韩祝平 段斌嘉

杭州三高知识产权咨询有限公司 浙江杭州 314400

摘要: 高性能聚合物复合材料在航空航天领域的应用对提高飞机性能、降低能耗以及增强安全性起着至关重要的作用。通过不断创新和发展关键技术,将进一步推动高性能聚合物复合材料在航空航天领域的应用。本文对高性能聚合物复合材料在航空航天领域的应用和关键技术进行了分析,以供参考。

关键词: 高性能聚合物; 复合材料; 航空航天; 应用探讨

Application and key technology analysis of high performance polymer composites in aerospace field

Zhuping Han, Binjia Duan

Hangzhou Sangao Intellectual Property Consulting Co., LTD., Hangzhou 314400, China

Abstract: The application of high-performance polymer composites in the aerospace field plays a crucial role in improving aircraft performance, reducing energy consumption and enhancing safety. Through continuous innovation and development of key technologies, the application of high-performance polymer composites in the aerospace field will be further promoted. In this paper, the application and key technologies of high performance polymer composites in aerospace field are analyzed for reference.

Keywords: High Performance Polymer; Composite Material; Aerospace; Application Discussion

引言:

高性能聚合物复合材料是由高性能聚合物基体和增强材料相互组合而成的材料。它具有轻质高强度、耐高温、耐腐蚀、抗磨损、高阻尼和良好的电磁性能等特点,被广泛应用于航空航天领域。同时,在航空航天领域,对材料的性能要求极为苛刻,其中最关键的几个方面是:必须拥有极低的密度、优异的强度,以减少飞行器的体积、增加负载能力、节省能源;此外,还必须具备良好的耐高温特性,可以应对发动机推力、再入大气层等恶劣的环境。为了提升飞行器的安全性、稳定性和可靠性,所使用的材料必须具备良好的抗腐蚀、抗磨损、抗拉伸、抗压缩等特性,同时还要承受外界的冲击和飞行时的振动,还要符合电磁屏蔽、绝缘和导电的特殊标准,以满足航空电子系统的需求。而高性能聚合物复合材料是一种理想的选择,它既能够满足航空航天领域的各种要求,又能够有效地减少能源消耗,同时还能够提供更好的可

靠性、耐久性,这样就可以有效地保障飞行器的安全性和可靠性。

一、高性能聚合物复合材料主要特点以及组成情况

1. 高性能聚合物复合材料主要特点

经过高性能聚合物复合材料结构纤维增强剂的加工,其具有卓越的力学特性,不仅表现出极高的强度,而且还具备良好的刚度,从而使得该复合材料在相同的重量下,可以承受更大的负荷。高性能聚合物复合材料的优势在于其轻质特性,其中包括碳纤维、GF等纤维增强剂,这些材料的密度比传统金属材料低,可以有效地减轻飞行器的重量,并且可以提升燃油的利用率。此外,聚合物复合材料还具有良好的耐腐蚀性,可以抵抗化学品、湿度等环境因素,延长部件使用寿命。同时高性能聚合物复合材料具有出色的抗热性和优异的电磁屏蔽特性,它们能够承受极端的温度,维持其结构的稳定性和强度,并有效地抵御外界电磁辐射,从而确保内部电子设备

的安全运行。

2. 高性能聚合物复合材料组成情况

由具有优异性能的聚合物树脂构成的基质，如环氧树脂、聚酰亚胺等，可以有效地提升材料的弹性和粘结力，而且，为了进一步增强其强度和刚度，还可以采用CF、GF等高强度纤维来制备。通过添加不同类型的填料和添加剂，可以显著改善聚合物基质的性能，例如降低导热率、降低热膨胀系数、提升耐磨性等。这些填料和添加剂可以是碳纳米管、陶瓷颗粒、纤维素等，而为了增强纤维与基质之间的粘结力，还可以引入界面剂来实现这一目的。界面剂可以显著改善纤维与基质的结合，从而大大提升材料的力学特性和耐久性。需要注意的是，高性能聚合物复合材料的具体组成情况会根据不同的应用需求而有所差异。不同的材料成分和比例会影响到材料的性能和应用范围。因此，在设计和制备高性能聚合物复合材料时，需要综合考虑材料的性能要求、应用环境和制备工艺等因素，以确保材料的性能和可靠性。

二、高性能聚合物复合材料在航空航天领域的应用

1. 轻质高强度部件

由于具备出色的轻量化特性，高性能聚合物复合材料已经成为航空器设计中不可或缺的一部分。它不仅可大幅降低机身的总重，而且还具备良好的燃油经济性、飞行安全性、抗疲劳性、抗拉伸性等优点。复合材料在飞机的机翼、尾翼结构中得到了大量的使用，其不仅能够抵抗机载负荷，还能够抵抗外界的扭矩，从而提供良好的刚度和稳定性，从而确保飞机的安全。此外，舵面也起到了重要的作用，利用先进的聚合物复合材料可以制作出轻巧、坚固的舵面，它能够精确的操控性能，大幅度降低飞机的总重量，有效地节约燃油。此外，这种材料还可以用于制作悬挂件，如起落架和吊架，由于复合材料的轻质特性，大大降低悬挂件的重量，而且它的高强度和耐腐蚀性能也让他能够在极端恶劣的环境中发挥最佳效果，实现更加完善的飞行性能。

2. 燃油箱和油箱覆层

高性能聚合物复合材料在燃油箱和油箱覆层中的应用能够满足航空航天领域对材料性能的要求，提供了良好的耐腐蚀性、耐高温性和高强度。

燃油箱的外壳或结构层必须具有极高的强度和刚度，而高性能聚合物复合材料能够提供良好的结构稳定性和抗压性能来应对外部载荷和压力，有效地抵御外界的负荷和压力，抵御外界的冲击，确保内部的燃油的安全。

并且，为了确保燃油箱的安全运行，其外壳/结构层与燃油之间的内部一般都会覆盖一层防腐层，通过采用先进的高性能聚合物复合材料，我们不仅可以有效地防止化学物质的渗透，还可以显著增强它的耐久性，从而极大地延长它的使用寿命。

3. 热隔离材料

在航空航天领域，高性能聚合物复合材料也被广泛应用于热隔离材料的制造。高性能聚合物复合材料可以制造热隔离层，以阻止高温热量的传输。这些热隔离层通常具有低导热和高耐热性能，能够有效地隔绝热量的传导，降低周围元件的温度。在航空航天器的发动机和喷气口等高温部位，高性能聚合物复合材料也被应用于热防护罩的制造。这些罩体能够承受高温热量和气流冲击，并且具备良好的耐热性和耐腐蚀性，以保护周围的组件免受热量和火焰的影响。而在航空航天器的舱段和电子设备等敏感区域，高性能聚合物复合材料还可用于制造热遮挡罩。这些罩体能够有效隔离高温热量的辐射和传导，以保护周围的电子设备不受过热的影响。

4. 电磁屏蔽材料

高性能聚合物复合材料可以制造电磁屏蔽涂层、屏蔽罩体、屏蔽隔舱和基板材料等。涂层涂覆在飞行器或电子设备外壳表面，具有良好的电磁屏蔽性能，能够抵挡外部电磁波的穿透，减少对内部电子系统的干扰。屏蔽罩体常用于包围敏感元件，这些罩体能够有效地阻挡外部电磁辐射的干扰，提供一个电磁屏蔽的环境，保护内部的电子系统免受干扰。在航空航天器的舱段中，高性能聚合物复合材料可以制造屏蔽隔舱，用于隔离敏感电子设备和其他系统。这些隔舱能够提供电磁屏蔽，并防止电磁波通过舱壁进入其他区域，保持舱内的电磁环境稳定。同时，高性能聚合物复合材料也可以作为屏蔽材料的基板，在其表面刻蚀或涂覆导电涂层。这些基板材料具有良好的导电性能，能够在电子设备中作为屏蔽层，将电磁波引导到地面，防止其干扰其他电子元件。

三、高性能聚合物复合材料在航空航天领域的关键技术

1. 材料设计与制备技术

研发先进的材料设计与制备技术对于航空航天领域来说至关重要，其中最重要的就是挑选出具有优异的力学特性、耐高温、耐化学腐蚀等特点的高性能聚合物树脂，用于构建复杂的结构体系。纤维增强材料的选择对于航空航天领域来说至关重要，因为它们不仅可以提供较高的强度、刚度，还可以提供优异的耐高温特性。碳纤维、

GF等都可以作为一种理想的纤维增强材料,但它们必须兼顾力学特性和界面相容性。除了经过表面处理和涂覆表面剂,为了获得更好的粘接力,纤维增强材料还应该采取更多的预处理措施,以确保它们能够有效地与树脂紧密结合。

层叠工艺是复合材料制备过程中的关键步骤。层叠工艺主要包括纤维增强材料的摆放以及树脂的浸渍。在层叠过程中,需要确保纤维增强材料的排列均匀,避免产生空隙或过度堆积。热压成型是将层叠好的材料在高温和高压下进行固化的过程,以形成完整的复合材料结构,并提高材料的力学性能。同时,在复合材料的制备过程中,纤维增强剂与树脂的界面是至关重要的,它们的接触会直接影响到材料的整体性能。因此,通过恰当的界面处理,如硅烷偶联剂、电浆等,可以显著改善复合材料的强度、弹性及耐久性。为了更好地适应航空航天领域的要求,我们可以通过添加纳米颗粒来提高其机械强度、抗拉强度、抗压强度、抗腐蚀性、抗静电性等方式来提升复合材料的性能。

2. 材料性能与测试技术

研究和评估高性能聚合物复合材料在航空航天领域的应用,材料性能和测试技术起着至关重要的作用。其中,机械性能测试是衡量复合材料力学特性的有效手段,可以帮助我们更好地了解其结构、强度和耐久性。通过对复合材料的拉伸、压缩、弯曲和剪切等机械性能测试,可以准确地评估其强度、刚度、韧性和耐久性。而热力学性能测试则可以更加精确地反映出复合材料在高温条件下的性能表现,深入了解复合材料的耐高温特性、导热性能及热稳定性,这有助于有效地延长它的使用寿命,并且极大地提升它的实际应用价值。特别是在航空航天领域,复合材料必须能够适应各种恶劣的环境条件,并

且能够维持良好的性能。为了确保复合材料的性能,对其进行环境适应性测试显得尤为必要。一般来说,这类测试包括湿热性、化学腐蚀性、辐射性等,它们旨在检验复合材料在不同的湿热、化学或辐射环境中的稳定性及其相关性能。

界面粘结强度是决定复合材料性能和使用寿命的关键因素。通过多种测试手段,如剪切测试、层间剥离测试、界面剥离测试,我们可以准确地测量出复合材料的界面粘结强度,从而更好地了解其耐久性和抗冲击性。在航空航天行业,非侵入式检测技术已经得到了普遍的应用,它们不仅可以有效地发现复合材料的内部缺陷、损伤,还可以准确地识别出其质量及其可靠性,其中最常见的是有超声波、热红外、X射线成像等。

四、结束语

综上所述,复合材料是一种具有革命性意义的新型材料,它以其轻巧、多样、强大的性能,被广泛应用于各种工程中。近年来,随着科学技术的飞速发展,复合材料的研究与开发取得了长足的进步,其中一些已经可以满足当今航空航天行业的各种需求。尽管近年来我国在复合材料的研发上取得了显著成就,但是与发达国家的技术水平仍有较大的差距,因此,要想让国防和航空航天事业取得更大的成就,就必须大力投资于这一领域,并且深入探索复合材料的应用,从而提升其价值。

参考文献:

- [1]刘伟,田治坤,楚天舒,等.复合材料在航空航天领域中的应用探究[J].科技风,2017,000(007):6-6.
- [2]郑江楠.先进复合材料在航空航天领域的研发与应用[J].科技创新导报,2018,v.15;No.434(02):18-18.
- [3]李喜志,柳辉.浅谈复合材料在航空航天领域中的应用[J].设备管理与维修,2020,000(002):131-132.