

复合材料构件新理念

New Composites Struct Concept



Enrique Sanchez Martin
复合材料制造工程经理
Aernnova



Helder Barros Abreu
RTM 开发工程师
Aernnova



David Leach
复合材料全球部门经理
Henkel



Chris McHugh
技术经理
Sigmatex (英国) 有限公司

复合材料构件最大的优点是插层和复合材料层合板之间的胶接性能的可靠,同时抗疲劳和耐腐性能明显优于金属材料,且更易应用于不同的结构。同时,由于采用RTM 工艺零件可整体成型,成本效益高。

具有减重、配件结合可靠和耐腐蚀性等优点。

第二步就是选择最好的材料进行装配。

机械强度高

经过不断测试和反复迭代,项目组开发了一种方案,可将复合材料机械强度提高 20%。这主要通过全系统方案来实现,即采用汉高 LOCTITE@ BZ 9120 树脂体系,并将汉高 LOCTITE@ BZ 9900 粘合剂应用在碳纤维织物上。这种方案具有以下 5 个方面的优点:

(1) LOCTITE@ BZ 9120 树脂体系树脂体系具有高韧性的同时,还有较低的最小粘度(100 厘泊),有利于注射成型。

(2) 树脂可室温储存 6 个月以上,减少了储存和运输费用。

(3) 相比于环氧树脂,采用这种树脂体系由于放热少,更利于厚的部件安全成型。

(4) 在注射过程中,树脂体系粘度可长时间保持稳定,有利于大结构

件的成型。

(5) 采用这种树脂制备的复合材料零件具有抗燃性和抗烧穿等优点。

复合材料制备

与市场上广泛存在的金属方案相比,这种创新的复合材料结构具有轻质、抗腐蚀和耐疲劳的优异性能。相比于其他复合材料构件,采用 RTM 工艺与配件整体成型,配件结合可靠,采用这种方法制造的复合材料部件可应用于关键部位。大量试验证明,相比于预浸料工艺,注射工艺制造成本更低,但其局限性主要表现在采用注射工艺在保证韧性和结构性能较高的前提下,工艺性可能会受影响。比如,高韧性树脂在注射过程中粘度太高,工艺性较差,从而限制了其操作温度。此外,合适的粘合剂对预制体的制造和压实也是必须的。

总之,3 个合作伙伴共同开发的整体方案可应用于多个领域和降低部件成本。

构件被广泛应用于航空领域,主要起着承力和转移零部件之间载荷的作用。由于航空零部件对结构要求苛刻,大多数的航空器仍选择金属件。虽然一些复合材料构件已经研制成功,但到目前为止,金属仍然是航空领域应用的最佳选择。在这种背景下,西班牙 Aernnova 公司、德国 Hankel 公司(汉高)和美国 Sigmatex (西柯玛)公司已决定共同开发新的复合材料方案。

第一步,首先提出了一种全新的复合材料构件理念,即:将碳纤维层合板、泡沫芯和两种金属配件利用 RTM 工艺一次整体成型,这种方法



为客户量身定制的新型复合材料构件

合剂。然后,美国 Sigmamex 公司优化了涂层工艺,确保粘合剂均匀分布在织物表面,并与织物较好粘接。粘合剂成本可根据层间韧性和预成型体复杂程度而改变,通过反复试验验证,以达到优化工艺和性能的目的。

市场巨大

构件已被广泛应用于航空领域。考虑到以上提到的优势,复合材料构件替代现有材料,尤其是金属材料,值得期待。由于注射成型具有低成本、减少装配和复杂结构整体一次成型等优点,注射成型已被大量采用制备复合材料。鉴于现有材料和工艺的局限性,因此,这个创新成果为采用注射成型制造复合材料部件开创了更加广阔的空间。

以上所述优点将推动注射工艺在航空结构件的大量应用。

合作方简介

专门从事飞机设计的西班牙 Aernnova 公司,开发了一种新颖的复合材料棒,它是将碳纤维层合板、泡沫芯和 2 种金属插层采用 RTM 工艺进行一次整体成型。这种方法已被专利(专利号 WO 2012/085299A1)授权:采用不同材料经过多次试验,并通过使用其他 2 个合作伙伴的材料使产品性能达到最佳。

世界 500 强之一的德国 Hankel 公司(汉高)自 1923 年起开始生产粘剂,是粘合剂业界的领袖,其开发了苯并恶嗪系列注射树脂和与之匹配的粘合剂,采用这种树脂除注射工艺操作窗口宽、机械性能优异外,其



在 Aernnova 实验室进行结构测试



Aernnova 团队展示复合材料棒

主要优点

复合材料构件最大的优点是插层和复合材料层合板之间的胶接性能可靠,同时抗疲劳性和耐腐蚀性能明显优于金属材料,且更易应用于不同的结构。同时,由于采用 RTM 工艺零件可整体成型,成本效益高。这种方法比其他复合材料装配的机械性能可提高 20% 以上、减少了树脂运输和储存成本、提供了更宽的操作窗口、适合大部件成型和提高抗燃性和抗烧穿等优点。

制备的复合材料还具有高的刚度和抗燃性。

树脂可室温储存 6 个月以上,同时多功能的粘合剂可压实和增强复合材料的层间韧性。通过改进,在树脂注射过程中,粘合剂避免冲掉的同时,对树脂的渗透性良好。美国 Sigmamex (西柯玛)公司负责碳纤维织物的编织,同时研发并优化了表面涂层工艺,确保了粘合剂在织物表面的均匀分布,并与织物较好粘接。

协作机制

各合作方是采用协作的模式以达到获取最优复合材料方案的目的。首先,西班牙 Aernnova 公司制备出最新的结构体样品,接着德国 Henkel 公司开发了高机械性能、操作性强的 RTM 成型注射用树脂体系和粘

(翻译 彭公秋 责编 小城)