

经典案例

# 光纤传感技术的突破改变了航空航天焊接验证方法

了解 Zeus 和 McNAIR 航空航天中心如何合作开发聚合物解决方案，从而使新型光纤传感应用为航空航天业带来具有变革性的结果。



[zeusinc.com](http://zeusinc.com)

客户

# McNAIR 航空航天 创新与研究中心

McNAIR航空航天中心为全球航空航天业提供关键的研究和开发支持，与OEM和供应商合作。

其研究专注于先进复合材料，燃烧过程，数字化转型，预测性维护和无人机这些关键领域，以及如何应用这些研究以满足航空航天工业的需求。

合作伙伴及供应商：



# 降低复材焊缝的验证成本

复合材料焊接完整性在航空航天领域至关重要 - 任何零件故障都可能危及生命。然而尽管它至关重要，在制造航空航天零件时，验证复合材料焊接区域的过程仍然显得既昂贵又耗时。

为简化此过程，McNAIR航空航天中心由南卡罗来纳州研究局（SCRA）资助，在GKN航空航天的支持下，寻求用光纤传感器取代行业标准热电偶的测试方法。

通常，实现该过程需要报废零部件。由于验证可能需要多次迭代，因此该过程可能涉及到报废多个版本的零部件，从而导致每次生产运行产生大量废料成本。

McNAIR的挑战在于开发一种将光纤传感器嵌入复合材料焊接区域的方法，该方法可以精确地监测温度和压力，而不会威胁到零件的结构完整性。根据零件的尺寸和规模，做到零报废，这项创新所带来的潜在节省可能会达到每次验证数十万美元。

最初的试验是将光纤传感器嵌入飞机部件中，分为没有任何涂层的光纤和带PEEK涂层的光纤两种情况。然而，由于这两项试验都导致结构完整性问题，McNAIR呼吁Zeus团队的专家寻找和探索其他想法



# 定制的聚合物挤出件在光纤嵌入复材焊缝时保护光纤传感器

为了更了解他们的挑战，Zeus的全球光纤市场经理Jason Fant前往McNAIR航空航天中心。很明显，为了实现McNAIR雄心勃勃的可共融涂层目标，Zeus需要开发定制聚合物。

“我们建议使用与PPS碳复合材料的熔点和流速相匹配的特定等级的PPS来制作嵌入式传感器，” Jason解释道。 “实际上，我们认为这将为光纤传感器提供可互融的涂层。”

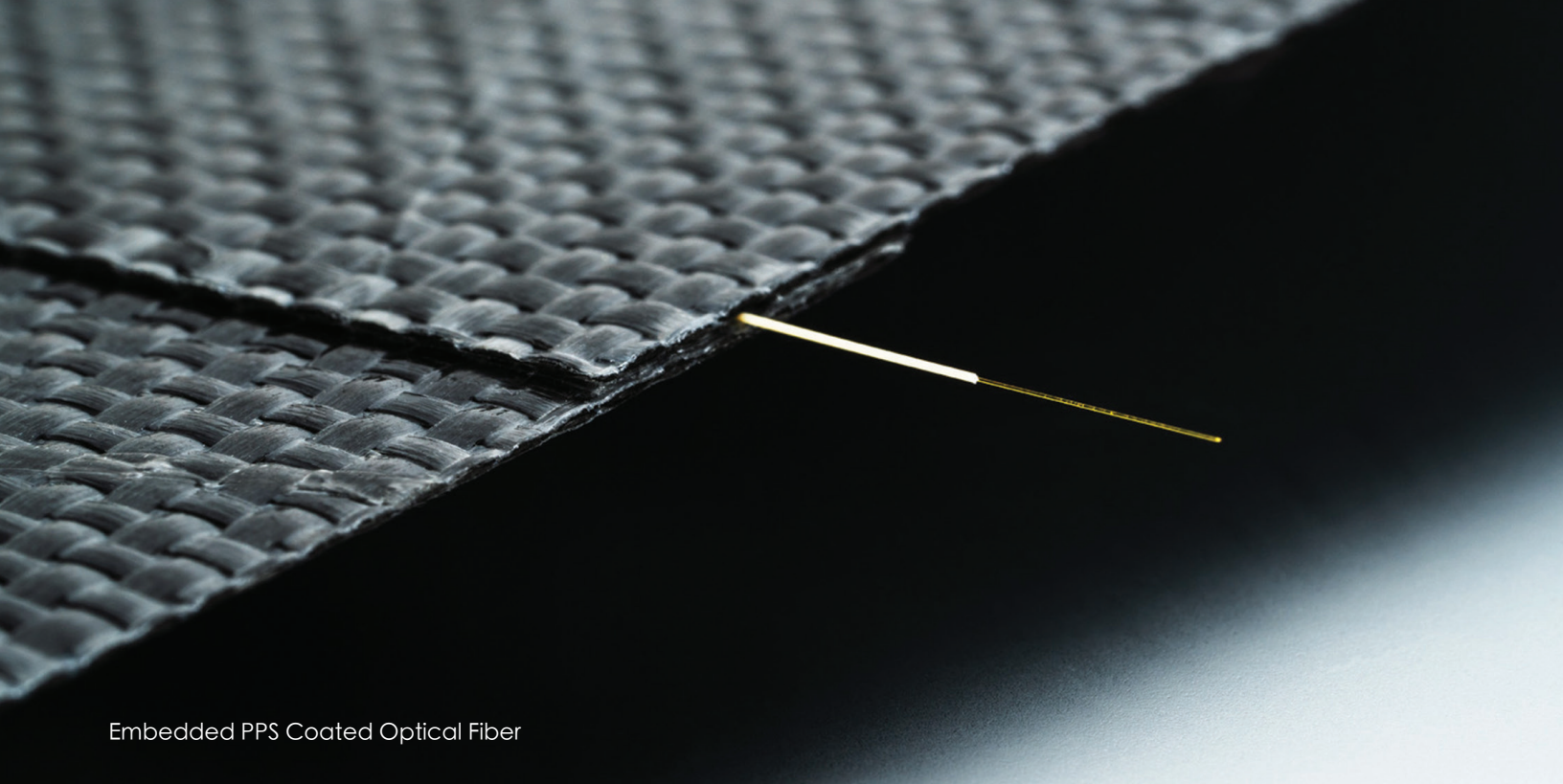
McNAIR正式交给了Zeus部分焊缝中使用的复合材料样品，Zeus的聚合物科学家团队开始研究，测试和选择兼容的聚合物。经过分析，确定了性能匹配，Zeus能够为McNAIR创建定制涂层以进行测试。

在测试过程中，Zeus的聚合物涂层表现非常出色。McNAIR能够使用这种涂层将光纤传感器嵌入飞机的部件内，以确保在焊接过程中光纤得到充分的保护。最重要的是，这是在不影响零件结构完整性的情况下实现的

## 独家挤出工艺

为了将涂层涂覆到光纤上，Zeus采用了独家的挤出工艺，可以控制结晶度和热稳定性，从而生产出与复材焊缝完全兼容的涂层。

“由于光纤涂层与PPS复合材料性能匹配，我们能够实现近乎完美的焊接，” McNAIR总监Michel van Tooren解释道。 “涂层只是熔化并从光纤流到周围的复合模具，从而与零件形成紧密，牢固的结合。”



Embedded PPS Coated Optical Fiber

## 结果

# 创新的焊接验证方法引发 智能结构监控

McNAIR和Zeus共同重新设计了航空航天制造中复合材料焊接验证的标准方法。他们开发创新监测技术的工作为全球航空航天业带来了巨大的利益，节省了资金并提高了测量精度。

他们的创新甚至有可能在未来进一步彻底改变零件完整性测试，促进持续的数据收集过程，即便在零件安装和使用时也可进行检测。

# 突破性成果



## 节省资金

使用定制聚合物涂层将光纤传感器嵌入到飞机部件中，消除了目前在整个行业中使用的昂贵且耗时的基于热电偶的验证过程。通过简化采集温度和压力测量的过程，嵌入式光纤技术使零部件报废成为过去。

McNAIR的客户GKN航空航天每个零部件的每次验证可以节省的费用高达500,000美元。对于GKN航空航天和任何其他采用该技术的业者而言，此流程可立即降低成本。部件越大，节省的越多。



## 提高QA精度

新的验证过程还可以提高测量的整体准确性。我们发现光纤传感器可以提供比标准热电偶验证更精确的实时测量，并且能够在整个焊缝中进行测量，而不仅仅是焊点

这提供了更详细的焊接质量和结构完整性信息，显著提高了全球航空航天制造商的质量保证。



## 激发创新

由于他们努力将光纤传感器嵌入关键的飞机零件中，Zeus和McNAIR也展示了潜在的未来智能结构应用。一系列的测试正持续进行，以发现嵌入式光纤传感器是否也可以长期用于监测和报告零件安装和使用后的结构完整性数据。

这种“智能结构”监控可以通过提供实时数据来突破航空航天业，在不需要建立二级监控结构的情况下突出部件的结构性问题。



Zeus为该项目带来的专业知识和能力对于实现最终创新至关重要。与这样一位具有前瞻性的合作伙伴合作令人耳目一新。他们，以全球市场经理 Jason Fant 为代表，是真正的光纤专家。只有通过 Zeus 的合作，我们才能创造出一个实打实的且令人兴奋的光纤应用，这个应用可被证实，成为航空航天工业的规则改变者

Michel van Tooren

总监,

McNAIR 航空航天创新和研究中心



UNIVERSITY OF  
**SOUTH CAROLINA**  
Ronald E. McNAIR Center for  
Aerospace Innovation and Research



Turning polymers into possibilities.

[zeusinc.com](http://zeusinc.com) | [info@zeusinc.com](mailto:info@zeusinc.com)

亚太: +86 20 38254909 | 欧洲: +353 74 9109700 | 美洲: +1 803 268 9500