

# 增材制造技术令霍克台风战斗机 重拾昔日雄风



## 客户：

“喷气时代”航空博物馆

## 行业：

航空修复

## 挑战：

精确复制霍克台风战斗机驾驶舱支架。

## 解决方案：

使用雷尼绍AM250增材制造系统制作铝制支架。

近二十年来，位于英国格洛斯特“喷气时代”航空博物馆一直在为复原英国二战时期的著名飞机——霍克台风战斗机而努力，而格洛斯特恰恰是该战机的诞生地。该博物馆曾努力寻找有能力的工程公司，希望其能够根据1938年的原始设计图纸在缺乏制造细节的情况下重新制造出完整的驾驶舱支架，经过重重筛选，最终他们找到了雷尼绍。

作为一家世界闻名的工程公司，雷尼绍不遗余力地为其提供了帮助——采用最新金属增材制造（3D打印）技术生产出的驾驶舱支架，让复原台风战斗机的项目得以按计划进行。

## 背景

霍克台风——也被英国皇家空军 (RAF) 亲切地称为“蒂菲”——是第二次世界大战期间一款著名的英式单座战斗轰炸机，由格洛斯特郡飞机公司独家制造。台风战斗机是英国皇家空军唯一一款能够在低空作战中与劲敌

德国福克-沃尔夫Fw 190战斗机相抗衡的飞机。此外，台风战机还是一款极其出色的对地攻击机。辉煌的历史铸就了其作为英国瑰宝的地位。

我们认为雷尼绍为台风战机项目、“喷气时代”航空博物馆以及格洛斯特所作的贡献难以估量。如果没有增材制造技术，我们将无法复制出这些支架——这些部件过于独特，这一点恰恰类似于台风战机本身。通过将传统与创新融合，雷尼绍的帮助使这个早在1998年便已启动的项目得以继续推进，并使得这款英国国宝级战斗机在其诞生地重放光彩。

“喷气时代”航空博物馆（英国）

台风战机前后只生产了3317架，而且如今所剩无几；更没有一架飞机能够重回天空。1998年，人们在威尔特郡的一个废料场中找到了一具台风战机驾驶舱的残骸，其结构虽较为完整，但已被严重腐蚀——那时便有志愿者表示要修复这架对国家和地区都具有重要意义的战机。

“喷气时代”航空博物馆所在的位置与台风战机的诞生地仅仅一街之隔，凭借这一优势，该博物馆不失时



位于格洛斯特“喷气时代”航空博物馆正在努力翻新一架二战时期的霍克台风战斗机，这架飞机是在威尔特郡的一座废料场中被发现的。



“喷气时代”航空博物馆请求雷尼绍帮忙重新制造霍克台风战斗机身上的两个支架——这类支架在同类战机中极为少见。

机地推进这一项目。在对雷尼绍拥有的增材制造能力做出初步了解后，馆方给这家全球工程公司的董事会主席兼首席执行官David McMurtry爵士写了一封信。在信中，“喷气时代”航空博物馆请求雷尼绍帮忙重新制造霍克台风战斗机机身上的两个支架——这类支架在同类战机中极为少见。雷尼绍的回复没有令馆方失望。

## 挑战

博物馆既找不到原始支架的替代品，也很难找到一家制造商能够精确地复制出这些部件。

“喷气时代”航空博物馆虽然没有飞机驾驶舱的原始支架，但保存了该部件1938年的原始设计图纸，并且还能短期借来另一架台风战机的驾驶舱支架供作参考。

经过双方初步的沟通，雷尼绍相信其有能力利用金属增材制造系统重新制造出这种支架。

“霍克台风战斗机是格洛斯特历史遗产中极其重要的一部分，”“喷气时代”航空博物馆台风战机项目赞助商协调人Trevor Davies解释道，“我们复制台风战机驾驶舱的加工车间距离上世纪30年代的飞机制造厂不到一英里。将原汁原味的台风战机带回这座城市，对于我们而言不仅仅是一项了不起的工程奇迹，更像是重新创造历史。”

“在尝试复制驾驶舱支架的过程中，我们曾先后联系过多家工程公司，”Davies继续说道，“但是，这些支架的形状非常独特，这意味着即使我们有原始设计图纸，那些提供数控加工产品的公司也没有信心能够生产出完全精确的成品部件。当我们了解到雷尼绍的增材制造技术及其所具有的设计灵活性后，我们随即向其寻求帮助。”

“博物馆保存的台风战机原始图纸可追溯到1938年，而且那时所有的测量数据均采用英制单位，”雷尼绍开发工程师Joshua Whitmore介绍道，“此外，其中一个驾驶舱支架的图纸已经遗失，这意味着需要对该部件进行更详细的测量。”

由于现有支架是从另一架霍克台风战斗机上借来的，因此雷尼绍必须在规定时间内归还。这给项目平添了不少压力。”

“我们不得不根据一套不完整的原始图纸来计算尺寸：使用数字游标卡尺等传统测量工具进行测量，绘制相关的投影图。最终我们得到了大部分缺失的关键尺寸，同时完成了对非关键尺寸的估算。随后我们将尺寸从公制转换为英制，”Whitmore补充道，“虽然这一过程比较耗时，但大约两周后我们成功得到了支架的原型数据。”



这些支架的形状非常独特，这意味着即使“喷气时代”航空博物馆有原始设计图纸，那些提供数控加工产品的公司也没有信心能够生产出完全精确的成品部件。

## 解决方案

雷尼绍根据原始设计图纸和其他测量数据，使用 Siemens NX 7.5 CAD 软件创建了一个台风战斗机驾驶舱支架的3D数字模型。这样一来，雷尼绍便可以进行参数化建模和直接表面建模，以生成部件的数字复制品。

完成数字建模后，工程师使用3D打印技术制作出材质为聚碳酸酯塑料的原型部件。随后，雷尼绍将这些部件运送至博物馆下属的车间，并将它们安装到战机驾驶舱上以验证其规格是否正确。当工程师确认这些部件准确无误后，雷尼绍便利用增材制造技术正式生产金属加工件。

格洛斯特郡飞机公司最初采用铝材制造台风战机的驾驶舱支架。这是因为金属铝具有一些优良的物理性质，如密度低（因此重量轻）、强度高且延展性好。在生产符合性能要求的金属加工件成品之前，雷尼绍偶尔会首先使用增材制造技术制作塑料原型部件。

雷尼绍在自己的AM250增材制造系统上使用铝粉生产金属支架，整个部件通过四次加工过程完成；之后利用喷砂工艺和手工打磨技术对部件表面进行精加工。

## 结果

由于雷尼绍公司所在地与“喷气时代”航空博物馆相隔不足30英里，因此雷尼绍工程师决定亲手将成品支架交付给馆方；2016年5月，部件交付正式完成，此时恰逢Cool Aeronautics航空展隆重举行，雷尼绍与博物馆合作，在展会上展出了这些部件，并向公众着重介绍了增材制造技术所具有的优势。

“我们认为雷尼绍为台风战机项目、“喷气时代”航空博物馆以及格洛斯特所作的贡献难以估量，” Davies微笑着说道，“如果没有增材制造技术，我们将无法复制出



台风战机前后只生产了3317架，而且如今所剩无几；更没有一架飞机能够重回天空。

这些支架——这些部件过于独特，这一点恰恰类似于台风战机本身。通过将传统与创新融合，雷尼绍的帮助使这个早在1998年便已启动的项目得以继续推进，并使得这款英国国宝级战斗机在其诞生地重放光彩。

我们定期在博物馆为学校师生举办讲座，展示这款战机并介绍其对英国二战历史所具有的重要意义。

一架古老战机上的部件能够以如此革新的方式复制出来——我们希望籍此激发青年一代对航空科技和工程的兴趣。增材制造技术为台风战机辉煌的历史增添了浓墨重彩的一笔。”

通过采用增材制造方法并使用原始材料生产驾驶舱支架，雷尼绍成功按照1938年的古老图纸复原了这些部件。

在成功完成驾驶舱支架的复制后，雷尼绍已开始与“喷气时代”航空博物馆商讨下一个激动人心的项目：让台风战机的另一个重要部件——Napier Sabre活塞发动机——重回格洛斯特。让我们共同期待台风战机重回蓝天的那一刻！



雷尼绍采用最新金属增材制造技术生产出驾驶舱支架，让复原台风战机的项目得以按计划进行。



雷尼绍在自己的AM250增材制造系统上使用铝粉生产金属支架，整个部件通过四次加工过程完成。



“喷气时代”航空博物馆定期展示霍克台风战斗机并向公众介绍其对英国二战历史所具有的重要意义。增材制造技术为台风战机辉煌的历史增添了浓墨重彩的一笔。博物馆希望籍此激发青年一代对航空科技和工程的兴趣。

详情请访问 [www.renishaw.com.cn/hawkerjet](http://www.renishaw.com.cn/hawkerjet)

雷尼绍（上海）贸易有限公司 T +86 21 6180 6416  
中国上海市静安区江场三路288号 F +86 21 6180 6418  
18幢楼1楼 E shanghai@renishaw.com  
200436 [www.renishaw.com.cn](http://www.renishaw.com.cn)

如需查询全球联系方式，请访问 [www.renishaw.com.cn/contact](http://www.renishaw.com.cn/contact)



扫描关注雷尼绍官方微信

RENISHAW已尽力确保发布之日此文档的内容准确无误，但对其内容不做任何担保或陈述。RENISHAW不承担任何由本文档中的不准确之处以及无论什么原因所引发的问题的相关责任。

©2016-2017 Renishaw plc. 版权所有。  
Renishaw保留更改产品规格的权利，恕不另行通知。  
RENISHAW标识中使用的**RENISHAW**和测头图案为Renishaw plc在英国及其他国家或地区的注册商标。  
**apply innovation**及Renishaw其他产品和技术的名称与标识为Renishaw plc或其子公司的商标。  
本文中使用的任何其他品牌名称和名称均为其各自所有者的商品名、商标或注册商标。



H - 5650 - 3352 - 01

文档编号: H-5650-3352-01-A  
发布: 2017.01