

3D扫描可大幅提高叶盘铣削过程的精度和效率



客户：

Technopark Aviation Technologies

行业：

航空航天

挑战：

提高叶盘铣削的精度和效率。

解决方案：

搭载SPRINT™技术的机内3D扫描系统。

Technopark Aviation Technologies公司位于俄罗斯乌法，是一家教育、科研和工程服务提供商。它与俄罗斯规模最大的燃气涡轮发动机提供商合作密切，后者设计和制造高性能燃气涡轮发动机，服务于固定翼和旋转变翼飞机行业以及天然气和石油生产领域。

Technopark的一位客户希望提高叶盘铣削过程的精度和效率。燃气涡轮发动机的叶盘具有复杂的高曲率表面，因此制造过程非常具有挑战性。

为了攻克这项难题，Technopark采用了搭载SPRINT™技术的雷尼绍OSP60机内3D扫描测头和Productivity+™扫描软件包。

背景

在由压缩机、燃烧器和涡轮组成的精密机械组件中，叶盘在减少阻力、优化发动机内的气流及其产生的推力方面发挥着重要作用。

叶盘在20世纪八十年代中期推出，是一个由转子轮盘和多个弯曲叶片组成的单一组件。由于叶盘不需要将每个叶片连接到裸露的轮盘上，因此有效改进了涡轮设计，大大减少了零件数量，并提高了可靠性和发动机效率。

叶盘由非常坚硬的高价值金属（通常是钛或镍基合金）制成。迄今为止，铣削是叶盘制造过程中最重要的加工工艺，而且由于叶盘具有高曲率表面，因此需要使用多轴数控机床和先进的软件进行加工。

叶盘铣削通常先通过粗铣和半精铣加工制成近终成形工件，然后再通过精铣制成最终的高精度叶片和转子表面。



高曲率表面叶盘示例

挑战

叶盘具有高度复杂性和严苛的制造精度要求，这意味着其各式叶盘的精铣过程是一个劳动密集型且成本日益增加的工艺。

尽管使用触发式测头可进行机内叶盘测量，但在铣削后需要将每个工件从数控机床上取下进行离线测量和检测，然后再重新装回机床上进行后续加工。这个过程需要重复多次，而且容易受到人为误差的影响。

据该公司推断，机外检测和铣削过程约占叶盘生产总人力成本的30%至60%。此外，叶片尺寸偏差（在前缘和后缘加工之后）的统计分析结果证明存在误差。



测量大量的叶片需要使用一种快速测量系统

结果显示，叶片横截面的偏差为：残留余量波动 ± 0.064 mm，实际轮廓偏差0.082 mm。纵截面的偏差与横截面相似：残留余量波动 ± 0.082 mm，实际轮廓偏差0.111 mm。

导致边缘加工过程中产生偏差的主要原因可归结为：加工过程中机床的五轴运动误差；叶片在切削过程中由于其刚性低而发生弹性变形；以及刀具在金属切削过程中发生弹性变形。

“这个过程需要大量的人工干预，但是由于人为误差不可避免，会导致废品率增加。我们迫切需要开发一种全新的解决方案，以提高叶盘铣削速度和精度。”

开发用于叶盘铣削的CNC加工过程包括以下要求：

- 使用参数化控制程序进行半精铣加工
- 机内工件检测
- 根据检测结果修正参数化控制程序
- 使用修正后的参数化控制程序对工件进行精铣

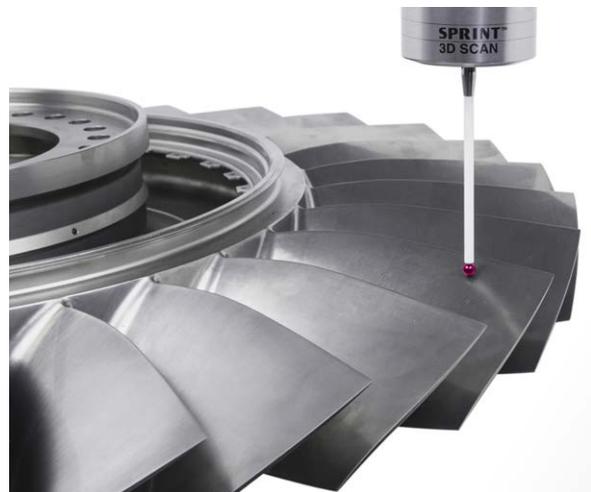
这项投资带来的回报远远超出了我们的预期。叶盘的精铣精度提高了三倍以上，而且相关的人力成本降低了一半。

Technopark Aviation Technologies（俄罗斯）

解决方案

Technopark被指定负责开发和部署所需的制程控制技术。Technopark的副博士、创新部负责人Semen Starovoytov说：“我们已经与雷尼绍合作多年，我们在各式机床上配备雷尼绍触发式测头来达到完美的测量精度。”

对于此项目来说，很显然需要基于扫描测头开发软件，因此我们决定向雷尼绍寻求合作。雷尼绍用于机床的SPRINT 3D扫描测量技术满足了我们的所有技术要求。”



对叶片自由曲面进行接触式扫描测量

SPRINT™技术

OSP60机内3D扫描测头搭载雷尼绍独特的SPRINT技术。

测尖（测球）可沿叶盘表面进行精确测量移动，测头能够精确记录高分辨率测针偏折数据，获取超灵敏测尖在X、Y和Z轴上的亚微米级运动数据。

OSP60测头采用高速、抗噪的光学传输连接，每秒可将1000个XYZ测尖中心数据点传输到OMM-S接收器。然后，使用高级算法处理测头偏折数据与机床位置编码器数据，以生成精确的叶盘表面数据，最后再利用这些数据精确计算特征位置、大小和形状。

Productivity+™技术

使用Productivity+ CNC plug-in软件可实现高达15,000 mm/min的扫描速度，机内测量速度有时甚至可以比传统触发式系统快5倍。在机床上扫描叶盘，则无需在加工过程中取下工件。

该软件可在屏幕上实时显示高精度测量结果，并利用这些数据自动调整机床设置，以便进行后续的精铣过程。还可将测量报告导出到文件中进行分析或用于执行质保。

使用现有的机外图形编程工具可基于实体模型几何特征快速、轻松地生成叶盘检测程序，同时可通过Productivity+交互式前端平台简单易懂的图形屏幕来编辑和模拟测头检测程序，用户无需直接应对复杂的NC代码。

结果

引入Productivity+软件和OSP60测头之后，叶盘制造过程的加工精度、速度和人力成本发生了显著改变。

通过在机床上对叶盘进行高速3D扫描和测量，大幅节省了生产时间，从而显著提高了数控机床的生产效率。

在叶盘铣削精度方面，加工后的叶盘横截面和纵截面偏差均有显著改进：从原来的0.082 mm和0.111 mm提高到现在的1 μm和28 μm。

在机床人员配备方面，Starovoytov说：“制程控制模式的执行能够基于OSP60测头提供的3D叶片扫描数据，自动调整CNC控制程序。这意味着工程师不再需要始终监控机床运转。”

他总结说：“将SPRINT 3D扫描技术与Productivity+ CNC软件结合在一起，即使叶盘形状发生极细微的偏差也能够实时识别出来，而使用触发式系统却无法检测到这些偏差。”

“这项投资带来的回报远远超出了我们的预期。叶盘的精铣精度提高了三倍以上，而且相关的人力成本降低了一半。”

详情请访问 www.renishaw.com.cn/technopark

雷尼绍（上海）贸易有限公司
中国上海市静安区江场三路288号
18幢楼1楼
200436

T +86 21 6180 6416
F +86 21 6180 6418
E shanghai@renishaw.com
www.renishaw.com.cn

如需查询全球联系方式，请访问 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。

©2020 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。
本文档中使用的所有其他品牌名称和产品名称均为其各自所有者的商品名、商标或注册商标。



H - 5650 - 4117 - 02

文档编号: H-5650-4117-02-A
发布: 2020.10