

测量

激光测量技术提高飞机制造水平

生产质量保证是飞机批量生产所面临的一个挑战。在按照用户特别要求所进行的制造过程中，质量保证所需的费用在日益上升且变化莫测。一种高精度和高灵活性的便携式测量仪器对此可以提供帮助。

文 | Kay Wessin, Theo Drechsel

成立于 1939 年的 Pilatus 飞机制造公司是单引擎螺旋桨涡轮喷气式飞机的主导制造厂商之一。它也是瑞士唯一一家从事研发、制造和向全球各大洲销售飞机和教练机系统的公司。在公司成立 70 年之后，该公司实现了历史上最大的订货量。就在这一年，该公司也在质量保证方面投入了新的资金：在未来将采用便携式激光测量系统来确保加工公差范围。在全球航空领域上的质量要求是最为严格的。而 Pilatus 公司在飞机批量生产中所面临的挑战便是要把为客户量身定做的每一架 Pilatus 飞机制造

成为艺术品：确保飞机的质量。由于飞机拥有成千上万个必须完美装配在一起的零件，所有部件必须完美无缺地符合极高的质量要求，因此生产中的质量保证成本在不断增加。在 Pilatus 系列部件加工中，确保配合精度是至关重要的。唯有遵守这种生产工艺，用户对制造方面的各种要求才能得到执行和验证。

基准数值 确保一致性

企业生产能力在很大程度上体现在既能贯彻客户的要求，又能达到高效率和高精度的生产。自 2009 年年初以来，Pilatus 公司

引进了 API 激光跟踪系统，这项措施极大提升了企业的制造水平。这种便携式精密测量系统不仅在工装仪表和量规制造领域里确保具有瑞士的质量。

如同其他跨国飞机制造厂商，Pilatus 公司也在其各个不同的生产基地生产飞机的零部件，如机身、驾驶舱或机翼。在设计过程中，测量点便已经被确定下来，有了这些测量点，将来即可对部件装配的工装进行严格检验，以达到非常精确的总装。通过测量这些点，也确保工装尺寸与 CAD 数据相一致。有了这些基准点，诸如由上千个零件构成的机翼即可实现精确的装配，并在关键部件上接受与 CAD 数据是否相符的审核。

在此类测量工作中，有一种激光跟踪系统崭露头角。它也可以对大型部件进行快速而精确的测量。由于测量间距达到 60m，因此，这种测量系统也适用于对大型飞机的机身和机翼装配的测量。

难触及测量点的有效测量

由于激光跟踪系统的组装和架设非常灵活，因此，难被触及到的测量点也可得到有效的测量。从测量技术角度上看，对这些困



驾驶舱制造工装（在其前方便是激光跟踪系统）



图1 除了紧凑型外观之外，无需变换摆放位置，即可实现 120m 的测量距离，这也是 API 激光跟踪仪的一个特点

难部位的测量是一项很费时费力的事情。此前在没有这项新型激光测量技术时，对于这家瑞士企业来说，就只能采用坐标测量设

备，或采用经纬仪测量系统，对实际数值进行漫长的测量并与 CAD 数值进行对比和校准。

在激光光束打到测量球的反射面上之后，反射器上的 X、Y、Z 位置便立刻可被计算和显示出来。激光跟踪仪可以实时反映测量点与 CAD 模型的偏差，这是实现有效和精确的装配的前提条件。

当然，并非只是工装尺寸给加工作业带来困难，其结构复杂性也是测量技术所面临的挑战。唯有在工装上设立为数众多的测量点，Pilatus 公司方可确保所生产的驾驶舱完全符合设计规范的要求。因此在这些工装上设有钻孔，以便接受激光跟踪系统反射器 (SMR) 的分布。这些反射器网络带有磁性，它允许一种在头

顶上方的装配作业。测量过程可以采用遥控进行，只需一名操作人员操作。每个测量循环只需寥寥的数秒钟时间，即光线抵达带有传感器的测量点即可。由此可以极大降低测量成本，以往需要耗时数日的测量，现在只需数个小时即可完成。

钻孔作业只是一项常规的作业，除了油的成本之外，并不会造成很高的费用。但在飞机制造行业，钻孔则具有重要的意义。在飞机制造中不仅可以简单地钻出数量高达六位数的钻孔，重要的是钻孔的位置必须要精确，因为在钻孔上需要穿入铆钉，铆钉则把铝质飞机外壳铆固在骨架（纵梁和肋骨）上。在过去，需要把机身外壳架设到骨架上去之后，方可开始钻孔作业，也在这时才

2013全年

9本

行业特刊



新年特刊



风能特刊



太阳能特刊



印刷特刊



轨道交通特刊



航空航天特刊



工程机械特刊



采购指南特刊

VIP: 8610-63326089



MM[®] 现代制造[®]
MASCHINENMARKT



Vogel 弗戈工业媒体

纸媒Print | 在线Digital | 会议Event | 服务Service

www.vogel.com.cn

可把握钻孔的准确位置。因此，这种生产流程既极端费时费力，也非常复杂，必须由内而外进行。

CNC 设备进行精确钻孔

现在，激光测量系统则允许另一种省时省力的工作流程：通过激光跟踪测量仪，CAD 系统上的每一个坐标位可以被转化到工装上。这就可以使机身外壳在制造过程中即可在 CNC 机床设备上接受精确的镗孔。由于 Pilatus 公司生产型号繁多的飞机产品，从作为公务机和游览机或可执行特殊空中监控和营救任务的 PC-12 NG 型飞机，一直到 PC-21 型单引擎涡轮喷气式教练机，高效率的生产对于企业来说，具有特别重要的意义。

所有普通旅客所希望实现的事情，在对军事飞行学员培训时未必都能够做到：在正常的飞行中可能遭受很大的负荷，而在 Pilatus 教练机上曾经出现过飞行员在飞行中瞬间加大负荷的情景。针对基础培训、提高和巡航训练而设计的 PC-21 型飞机顺利通过



图2 机翼装配工装

各种指标考核，而没有发现任何缺陷。在极端情况下，飞机结构可能会遭受负荷或变形，但迄今为止，按照规定所进行的各种检验很难提供相应的证明。而通过采用激光测量系统，Pilatus 公司即可尝试另一种新的方法。

这种型号的所有飞机在其整个机身上分布着数百个测量点，这些测量点在总装时要接受精确的测量，测量数据被传送到 CAD 数据

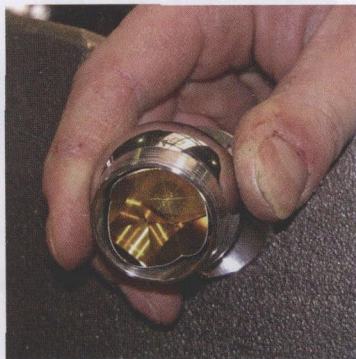


图3 在测量过程中，激光光束通过反射器被“捕捉”

库里。有了激光跟踪测量仪，在飞机出现某种情况之后，可以在飞机上对这些点位进行测量并与 CAD 数据库中的飞机原始结构数据进行比对。对于用户来说，它的好处在于：这种机型已经具有与以往不同的性能和装配特征，再加上此类预防性的维护和质量保证措施，因此就非常有利的这种教练机以很低的费用，达到很长的使用寿命。

运动中对负荷的测量

Pilatus 公司的工程师们已经注意到激光测量系统的其他应用领域：该系统的实时测量能力可以被引申为在运动过程中进行载荷测试。这种测量系统可以对 360° 范围进行全方位的测量，在垂直方向上也可以达到 80° ~ -60° 的测量区域。针对飞机制造厂商的各种不同机型，测量系统的测量结构可以快速完成匹配，测量系统可以定位在飞机附近，甚至也可以定位在飞机的下方。跟踪测量头高度为 36cm，重量为 8.5kg。测量系统的体积非常紧凑，它可以减轻对 Pilatus 公司所大量拥有的大尺寸复杂工装的测量难度。目前，Pilatus 公司已经在研发新的机型：在 PC-21 军用教练机问世之后，将很快又有一种新的民用机型问世。MM

原产于瑞士的飞机和教练机

成立于 1939 年的 Pilatus 飞机制造公司是全球单引擎螺旋桨涡轮喷气式飞机的主导制造厂商，也是瑞士唯一一家从事研发、制造和向全球各大洲销售飞机和教练机系统的企业。该公司的总部位于 Stans。这家公司拥有 1200 多名员工，是瑞士中部



Pilatus 公司的 PC-21 型教练机

地区最大的企业之一。其他位于 Broomfield (美国)、Adelaide (澳大利亚) 和 Altenrhein (瑞士) 的独立分公司属于 Pilatus-Gruppe 集团公司旗下。在瑞士统一 EN/AS 9100:2003 质量和管理体系之后，该公司通过了该质量和管理体系的认证，其飞行员和机械师的分级培训达到 JAR-FCL 要求，并获瑞士联邦民航局认可。Pilatus 公司享有全球 40 多家独立销售机构和服务中心的配合与支持。

相关链接