

航空部件激光跟踪仪单人测量技术研究与应用

穆俊 李润润 禹霖 刘香华 董钱愉

中航成飞民用飞机有限责任公司 四川省成都市 610000

摘 要: 航空部件激光跟踪仪单人测量技术可提高测量效率与质量。研究围绕该技术原理、方法及应用展开, 分析单人操作优势与挑战, 通过优化测量流程、改进数据处理算法等提升测量精度与可靠性。应用表明, 此技术能满足航空部件复杂测量需求, 为航空制造提供有力支持。

关键词: 航空部件; 激光跟踪仪; 单人测量技术; 研究应用

引言: 航空工业对部件测量精度要求严苛, 传统测量方式效率低且依赖多人协作。激光跟踪仪单人测量技术应运而生, 其能在保证测量精度前提下, 显著提升测量效率, 减少人力成本。开展该技术研究与应用, 对推动航空制造技术发展意义重大。

1. 激光跟踪仪单人测量技术概述

1.1 激光跟踪仪原理

激光跟踪仪是一种高精度的测量仪器, 它基于激光干涉原理进行工作。激光发射源发出的激光束照射到目标反射镜上, 反射镜将激光束反射回跟踪仪的接收器。跟踪仪通过精确测量激光束的往返时间、角度等参数, 从而确定目标点的空间位置。其内部的精密光学系统和控制系统能够实现对激光束的高精度跟踪, 确保在测量过程中激光始终准确地照射在目标反射镜上。在航空部件测量中, 这种高精度的测量原理能够满足对复杂形状和高精度要求的航空部件的测量需求。例如, 对于航空发动机叶片的测量, 激光跟踪仪可以精确地测量叶片各个部位的尺寸和形状, 为叶片的制造和质量检测提供可靠的数据支持。

1.2 单人测量技术特点

单人测量技术具有独特的特点。首先, 操作灵活性高, 单人可以根据实际测量需求迅速调整测量策略和仪器位置。在航空部件的测量现场, 空间往往有限且布局复杂, 单人操作可以更灵活地穿梭于各种设备和部件之间进行测量。其次, 测量效率相对较高, 单人不需要与他人进行过多的沟通协调, 能够直接按照自己的节奏进行测量工作。例如在对飞机机身某个局部区域进行测量时, 单人可以快速决定测量点的顺序并高效完成测量。再者, 单人测量便于对测量过程进行整体把控, 操作人员能够更全面地了解测量的每一个环节, 减少因多人协作可能产生的误差传递。

1.3 技术发展现状

目前, 激光跟踪仪单人测量技术处于不断发展的

阶段。在硬件方面, 激光跟踪仪的精度不断提高, 其测量范围也在逐渐扩大。新型的激光跟踪仪能够在更复杂的环境下进行工作, 对不同反射率的航空部件表面都能实现有效的测量。在软件方面, 测量软件的功能日益强大, 例如智能化的测量路径规划功能, 可以根据航空部件的模型自动生成最优的测量路径, 大大提高了单人测量的效率。然而, 仍然存在一些问题, 如在面对一些超大型航空部件测量时, 单人操作的效率提升遇到瓶颈, 并且对于一些特殊材料航空部件的测量, 数据准确性还有待进一步提高。

2. 单人测量技术优势与挑战

2.1 单人操作优势分析

单人操作激光跟踪仪进行航空部件测量具有多方面的优势。从成本角度来看, 单人测量减少了人力投入, 降低了人力成本。不需要多人协作, 也就避免了因人员安排过多带来的诸如培训成本、人员管理成本等额外开支。在时间管理方面, 单人能够根据自己的经验和对测量任务的理解, 更高效地安排测量时间。例如在测量一些紧急需要数据的航空部件时, 单人可以迅速投入测量工作, 无需等待多人协调好时间。而且单人操作有助于形成统一的测量风格和标准, 因为整个测量过程由一人主导, 不会出现因多人操作习惯不同而导致的测量差异。这对于航空部件这种对精度和一致性要求极高的测量任务来说非常重要。另外, 单人操作还可以减少因多人沟通交流可能带来的误解, 提高测量的准确性。

2.2 面临的技术挑战

单人测量技术也面临着一些技术挑战。首先, 在测量大型航空部件时, 单人需要移动测量仪器到多个位置才能完成全面测量, 这增加了测量的工作量和难度。例如对于大型飞机机翼的测量, 单人要不断调整激光跟踪仪的位置, 确保覆盖整个机翼表面, 这需要耗费大量的体力和时间。其次, 单人操作时难以同时

兼顾测量和数据记录的准确性,容易出现数据记录错误或者遗漏的情况。再者,航空部件的形状复杂多样,单人在测量过程中可能难以准确找到所有关键测量点,从而影响测量的完整性。另外,在一些特殊环境下,如强磁场、高温等环境,单人操作激光跟踪仪可能会受到更多干扰,影响测量的精度。

2.3 挑战应对策略

为应对这些挑战,可采取多种策略。针对大型航空部件测量工作量大的问题,可以采用分区域测量的方法,将大型部件划分为多个小区域,然后按照一定的顺序逐个区域进行测量,这样可以提高测量效率。对于数据记录的准确性问题,可以利用智能化的数据采集系统,实现测量数据的自动记录和存储,同时设置数据校验功能,及时发现和纠正错误数据。在寻找关键测量点方面,可以借助三维模型辅助测量,通过在模型上预先标记出关键测量点,然后在实际测量中按照标记进行操作。对于特殊环境下的干扰问题,可以对激光跟踪仪进行特殊防护和校准,例如采用抗磁、耐高温的材料对仪器进行包裹,并且在测量前和测量过程中定期进行校准,确保测量精度。

3. 单人测量流程优化

3.1 测量流程设计

测量流程的设计是单人测量技术的关键环节。首先,在测量前需要对航空部件进行详细的分析,包括部件的形状、尺寸、材料等特性,以便确定合适的测量方法和测量点。例如对于由复合材料制成的航空部件,由于其材料特性可能影响激光的反射,需要在测量前进行特殊的处理或者调整测量参数。然后,要规划测量路径,尽量采用最短路径原则,减少测量仪器的移动次数。在测量过程中,要按照预定的顺序依次测量各个测量点,并且在每个测量点处要确保激光跟踪仪的稳定和准确瞄准。测量完成后,要对测量数据进行初步的检查,查看是否存在明显的异常数据。整个测量流程要以确保测量精度和效率为目标进行设计。

3.2 流程优化方法

流程优化可以从多个方面入手。一是通过采用先进的测量软件来优化测量路径规划,利用软件的算法自动生成最优的测量路径,减少不必要的测量步骤。二是对测量仪器的操作进行简化,例如优化仪器的操作界面,使单人能够更方便快捷地进行操作。三是加强测量过程中的实时监控,通过在激光跟踪仪上安装传感器等设备,实时获取仪器的工作状态和测量数据

的质量,一旦发现问题可以及时进行调整。另外,还可以通过建立测量经验数据库,将以往的测量经验和数据进行了整理和分析,为当前的测量流程优化提供参考。

3.3 优化效果评估

对流程优化的效果评估是确保优化有效性的重要手段。可以从测量精度、测量效率和操作便利性等方面进行评估。在测量精度方面,通过对比优化前后测量同一航空部件的数据差异,如果数据的偏差在允许范围内且更加稳定,则说明优化提高了测量精度。在测量效率上,统计优化前后测量相同部件所需的时间,若时间明显缩短,则表明流程优化对提高效率有积极作用。从操作便利性来看,如果单人操作人员反馈在优化后的流程下操作更加简单、舒适,且减少了操作失误的次数,那么就可以认为优化在操作便利性方面取得了良好的效果。

4. 数据处理算法改进

4.1 数据处理基本算法

数据处理基本算法在激光跟踪仪单人测量航空部件中起着重要作用。传统的数据处理算法包括数据滤波算法,其目的是去除测量数据中的噪声干扰。例如,采用均值滤波算法,通过计算一定范围内测量数据的平均值来平滑数据,减少因环境干扰等因素产生的随机噪声。还有坐标转换算法,由于激光跟踪仪测量得到的是相对于仪器坐标系的数据,需要将其转换为航空部件的设计坐标系下的数据,以便进行后续的分析 and 比较。另外,拟合算法用于对测量得到的离散数据点进行拟合,以得到航空部件表面的连续曲线或曲面,从而更直观地反映部件的形状特征。

4.2 改进算法思路

改进算法的思路主要基于提高数据处理的准确性和效率。针对数据滤波算法,可以采用自适应滤波算法,根据测量数据的实际特性动态调整滤波参数,提高滤波效果。例如在测量航空部件表面粗糙度不同的区域时,自适应滤波算法能够根据粗糙度的变化自动调整滤波强度,更好地去除噪声。对于坐标转换算法,可以引入更精确的转换模型,考虑更多的影响因素,如航空部件在制造和安装过程中的变形等因素,从而提高坐标转换的准确性。在拟合算法方面,可以采用基于最小二乘法的改进算法,通过优化拟合的目标函数,提高拟合曲线或曲面的精度,使得到的形状特征更接近航空部件的实际情况。

4.3 算法改进效果

算法改进带来了多方面的效果。首先,在数据准确性方面,改进后的算法能够更有效地去除噪声,提高坐标转换和拟合的精度,从而使最终得到的航空部件测量数据更加准确。例如在航空发动机涡轮叶片的测量中,改进后的算法能够更精确地反映叶片的形状和尺寸,为叶片的质量检测和性能评估提供更可靠的数据。其次,在效率方面,自适应滤波算法等改进算法减少了人工干预的需求,能够自动快速地处理数据,节省了数据处理的时间。同时,由于算法的改进提高了数据准确性,减少了因数据不准确而进行重复测量和处理的次数,进一步提高了整体的测量和数据处理效率。

5. 航空部件测量应用

5.1 典型航空部件测量

在航空部件测量中,有许多典型的部件需要使用激光跟踪仪单人测量技术。例如飞机机翼,其形状复杂且尺寸巨大,单人使用激光跟踪仪测量时,首先要确定机翼的关键测量部位,如机翼前缘、后缘、翼梁等部位。通过在这些部位设置测量点,然后利用激光跟踪仪精确测量各点的坐标位置,进而可以得到机翼的形状和尺寸参数。再如航空发动机的机匣,机匣内部结构复杂,对精度要求极高。单人操作激光跟踪仪可以深入机匣内部,对其内壁、安装孔等关键部位进行测量,确保机匣的制造质量符合设计要求。还有飞机起落架,它在飞机的起降过程中承受巨大的压力,对其结构强度和尺寸精度要求严格。激光跟踪仪单人测量技术可以对起落架的各个部件,如支柱、减震器等进行精确测量,为起落架的设计和制造提供准确的数据支持。

5.2 应用案例分析

以某型飞机机翼的制造测量为例,在制造过程中,需要对机翼的外形尺寸进行精确控制。采用激光跟踪仪单人测量技术,操作人员首先根据机翼的设计模型规划测量路径,重点关注机翼的关键尺寸部位。在测量过程中,单人操作激光跟踪仪按照规划路径依次测量各个测量点,通过数据处理算法将测量数据转换为机翼的实际尺寸数据。经过与设计尺寸的对比分析,发现部分区域存在尺寸偏差。通过对偏差原因的分析,发现是由于制造过程中的模具变形导致的。于是对模具进行了调整,再次测量后,机翼的尺寸符合了设计要求。这个案例表明,激光跟踪仪单人测量技术不仅能够准确测量航空部件的尺寸,还能为制造过程中的质量控制提供有效的依据。

5.3 应用前景展望

激光跟踪仪单人测量技术在航空部件测量中的应用前景十分广阔。随着航空航天技术的不断发展,航空部件的制造精度要求越来越高,激光跟踪仪单人测量技术凭借其高精度、高灵活性的特点,将在未来的航空部件制造和质量检测中发挥更重要的作用。在新型航空材料的应用方面,如复合材料、钛合金等,单人测量技术可以通过改进测量方法和数据处理算法,适应这些材料的特殊测量需求。而且随着智能制造技术的发展,激光跟踪仪单人测量技术有望与自动化生产系统相结合,实现航空部件测量的自动化和智能化。例如,在航空部件的生产线里,借助先进的自动化技术,激光跟踪仪能够按照预设程序自动移动至指定位置展开测量工作。其测量得到的数据会自动传输到相关系统,并且迅速得到处理分析。这不仅大幅提高了生产效率,还对提升产品质量起到了关键作用。

结束语:航空部件激光跟踪仪单人测量技术研究与应用,展现出良好效果。通过优化流程与改进算法,提升了测量精度与效率。未来,持续深入研究该技术,拓展应用范围,有望为航空制造产业带来更显著效益,推动行业进一步发展。

参考文献

- [1] 徐亚明,郑琪,管啸. Leica AT960 激光跟踪仪测量精度分析[J]. 测绘地理信息, 2020, 45(01): 8-12.
- [2] 马一心,范百兴,黄剑. 多台激光跟踪仪联合动态位姿测量精度评定方法研究[J]. 测绘工程, 2021, 30(02): 55-59.
- [3] 刘宇鉴,蒋华平,陈佳睿. 激光跟踪仪在乌东德机组安装工程中的应用[J]. 水力发电学报, 2022, 41(05): 12-20.
- [4] 李志强,郑璐晗,段巍,等. 用于激光焊接的装配工装及其装配工艺[J]. 2020.
- [5] 王巍,陈泽宇. 基于激光跟踪仪的工装调装检测技术研究[J]. 机械工程师, 2020, No. 345(03): 12-14+18.

作者简介:穆俊(1988-),男,汉族,学士,无研究方向:数字化检测技术。