

团 体 标 准

T/ZSIA XXX—202X

民航维修三维扫描检测系统技术规范

Technical Specification 3D Scanning Measurement Systems in Civil Aviation

Maintenance

(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

浙江省软件行业协会 发布

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 产品组成	3
5 技术要求	3
6 试验方法	4

前 言

本文件按照 GB/T1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由浙江省软件行业协会提出并归口。

本文件主要起草单位：长龙（杭州）航空维修工程有限公司。

本文件参与起草单位：长龙（杭州）航空维修工程有限公司、先临三维科技股份有限公司、浙江省电子信息产品检验研究院、中国计量大学、浙江大学、空客（北京）工程技术中心有限公司、上海飞机客户服务有限公司、浙江大华技术股份有限公司、上海交通大学、中国民航科学技术研究院、云南空港飞机维修服务有限公司、新疆机场(集团)有限责任公司、湖南航空股份有限公司、厦门翔禹航空服务有限公司、浙江省特种设备科学研究院、杭州市北京航空航天大学国际创新研究院、天目山实验室、中国民航大学、杭州电子科技大学、金华职业技术大学、浙江交通职业技术学院、浙江金马逊智能制造股份有限公司。

本文件主要起草人：杨穗利、曾康、陆炎、陈萍、章东平、冯吉开、江腾飞、刘明、邓志吉、李仁举、刘振宇、张益鸣、张龙、彭焕春、陈啸、张益鸣、蒋兴浩、许可、王旭辉、夏光辉、邱斌、王天韦华、豆海东、吕东喆、康锐、郭顺松、林海英、钟丰平、倪敬、李双宝、章跃洪、章正伟、林姚辰、袁梦、贾檀、蒙臻。

本文件由浙江省软件行业协会负责解释。

民航维修三维扫描检测系统

1 范围

本文件规定了民航维修三维扫描检测系统的产品组成、技术要求和试验方法。

本文件适用于基于三维扫描技术，通过扫描模型比对来检测民航损伤情况，实现损伤数据获取、分析和结果输出的系统。

民用航空器零部件查件及零部件制造误差检测等设备可参考执行

2 规范性引用文件

下列文件的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 6379.1-2004 测量方法与结果的准确度（正确度与精密度） 第1部分：总则与定义

GB/T 17163-2022 几何量测量器具术语 基本术语

SJ/T 11886-2023 结构光手持式三维扫描仪

JJF 1951-2021 基于结构光扫描的光学三维测量系统校准规范

3 术语和定义

GB/T 17163、GB/T 6379.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

民航 Civil aircraft。

除用于执行军事、海关、警务、消防救援飞行任务外的航空器。

3.2

损伤检测 damage inspect。

通过比对未损伤模型和待检测模型，分析得出的部件损伤位置、程度、类型等相关信息。

3.3

三维 three-dimensional; 3D。

采用三个两两正交的坐标轴的值表示空间点的形式，X，Y，Z 三个坐标值能给出空间内任何一个相关点的准确位置。

[来源：GB/T 23698-2023, 3.1, 有修改]

3.4

三维扫描仪 3D scanner。

用于实时测量物体表面三维形貌的装置。

[来源：SJ/T 11886-2023, 3.5, 有修改]

3.5

测量精度 measurement accuracy

在三维扫描仪允许的最小测量体空间内扫描得到的物体外形尺寸、形状的测量值与其真实值之差。

[来源：SJ/T 11886-2023, 3.10, 有修改]

3.6

体积精度 volume accuracy

在三维扫描仪允许的可测量空间体积内扫描得到的物体外形尺寸、形状的测量值与其真实值之间的空间定位准确度。

[来源：SJ/T 11886-2023, 3.11]

3.7

STL 文件 STL file

一种为快速原型制造技术服务的三维图形文件。STL 文件由多个三角形面片的定义组成，每个三角形面片的定义包括三角形各个顶点的三维坐标及三角形面片的法矢量。三角形顶点的排列顺序遵循右手法则。

注：STL文件有两种类型：文本文件（ASCII格式）和二进制文件（BINARY）。

[来源：GB/T 39111-2020, 3.6]

3.8

CAD 模型 CAD model

CAD 模型是计算机辅助设计文件，包含用于设计的三维图形数字信息。

3.9

对齐 alignment

应用各种方法，使得未损伤部件与损伤部件模型，在空间中有一致的位置，常用方法包括：最佳拟合对齐，基准对齐，RPS(Reference Point System)对齐

3.10

特征 feature

三维形状中具有显著几何、拓扑或功能属性的关键局部结构。

3.11

损伤区域 damaged area

指结构件上任何类型的永久变形或改变的区域及其影响区域。

4 产品组成

检测系统由三维扫描仪和检测软件组成。三维扫描仪主要包括投射模块、采集模块、控制模块和通讯模块，或其他供电模块和数据传输模块。检测软件一般包括通用检测模块和损伤检测模块，其中通用检测模块由数据载入模块、对齐模块、比较模块、特征创建、尺寸检测、报告模块组成。

5 技术要求

5.1 三维扫描仪

三维扫描仪的技术指标应满足表1的要求

表1 三维扫描仪技术指标

设备类型	测量精度	体积精度
固定式三维扫描仪	$\leq 0.008\text{mm}$ (幅面150mm*100mm)	/
	$\leq 0.020\text{mm}$ (幅面400mm*300mm)	/
手持式三维扫描仪	$\leq 0.025\text{mm}$ (幅面300mm*250mm)	$\leq 0.025\text{mm}+0.020\text{mm/m}$ (搭配摄影测量)
	$\leq 0.075\text{mm}$ (幅面1200mm*1000mm)	$\leq 0.075\text{mm}+0.020\text{mm/m}$ (搭配摄影测量)
跟踪式三维扫描仪	$\leq 0.030\text{mm}$	$\leq 0.070\text{mm}$ (体积10m ³)
		$\leq 0.130\text{mm}$ (体积100m ³)

5.2 三维扫描仪功能

- 5.2.1 针对具体民航损伤检测需求，能输出待检测部位的高精度三维数据；
- 5.2.2 应支持扫描结果的实时可视化；
- 5.2.3 应支持扫描过程中的实时编辑、处理功能，如删除数据。

5.3 检测软件功能

5.3.1 通用检测功能

- 5.3.1.1 检测软件应具有相关权威计量检测报告，包含高斯算法认证、切比雪夫算法认证。权威计量机构包括但不限于 PTB（德国联邦物理技术研究院）、NIST（美国国家标准与技术研究院）等；
- 5.3.1.2 应支持 CAD 模型和 STL 模型的导入；
- 5.3.1.3 应具有对齐功能，至少包括最佳拟合对齐，RPS 对齐，基准对齐方法；
- 5.3.1.4 应支持 3D 比较、2D 比较，曲面点比较；
- 5.3.1.5 应支持一般特征创建及检测，如点、线、面、圆、圆锥、圆柱；
- 5.3.1.6 应支持距离、角度、形位公差等尺寸检测

5.3.1.7 应支持检测报告的输出，报告格式应至少包含 pdf、csv。

5.3.2 损伤检测功能

5.3.2.1 应可以对损伤进行可视化评估；

5.3.2.2 应可以识别损伤区域；

5.3.2.3 应可以对损伤区域进行尺寸分析；

5.3.2.4 应可以自动输出损伤报告，并按照航空器制造商手册中，输出相应内容。

5.3.2.5 应至少支持对不同类型、不同型号飞机部件的损伤检测，具备一定的通用性；

6 试验方法

6.1 试验环境条件

除特殊规定外，试验均在下述条件下进行：

——温度：15°C~35°C；

——相对湿度：25%~75%；

——大气压：86kPa~106kPa；

——其他条件：光照应相对稳定，周围无明显电磁干扰、灰尘、振动及气流抖动。

6.2 三维扫描仪精度试验

测量精度应按照JJF1951-2021中的尺寸探测误差的方法进行测量

体积精度按照JJF1951-2021中的球心距误差的方法进行测量

6.3 扫描功能试验

6.3.1 运行软件，检查是否能输出三维数据；

6.3.2 运行软件，检查扫描结果是否实时可视；

6.3.3 运行软件，检查是否支持扫描数据的编辑、处理。

6.4 检测功能试验

6.4.1 通用检测软件功能试验

6.4.1.1 确认检测软件具有 5.3.1.1 中的相关检测报告

6.4.1.2 运行软件，可导入 CAD 模型和 STL 模型；

6.4.1.3 运行软件，检查是否具备最佳拟合对齐，RPS 对齐，基准对齐功能；

6.4.1.4 运行软件，检查是否支持 3D 比较、2D 比较，曲面点比较功能；

6.4.1.5 运行软件，检查是否具备一般特征创建及检测功能；

6.4.1.6 运行软件，检查距离、角度、形位公差等尺寸检测功能。

6.4.1.7 运行软件，检查是否报告输出的格式。

6.4.2 损伤检测功能试验

- 6.4.2.1 运行软件，检查是否有对于损伤区域进行明显的标识或者是能明显的显示损伤区域；
- 6.4.2.2 运行软件，检查是否支持识别损伤区域；
- 6.4.2.3 运行软件，检查是否支持对损伤区域进行分析测量；
- 6.4.2.4 运行软件，检查是否支持自动输出损伤报告，并确认报告格式内容是否符合民航手册要求；
- 6.4.2.5 运行软件，使用不同型号的飞机的不同区域，检查设备是否支持多种型号部件的损伤检测；