

报告编号：20260512



# 温室气体核查报告

企业名称：成都航飞航空机械设备制造有限公司

查询网站：[www.cncsit.cn](http://www.cncsit.cn)

机构名称（公章）：三信国际检测认证有限公司

报告签发日期：2026年5月12日



企业名称	成都航飞航空机械 设备制造有限公司	地址	成都市温江区成都海峡两岸 科技产业开发园金马街 道尚石路南段2139号
法定代表人	李勇	联系方式	/
授权人（联系人）	蔡部长	联系方式	15838891777
核算和报告依据	<p>GB/T32150-2015工业企业温室气体排放核算和报告通则</p> <p>ISO 14064-1:2018《组织层次上对温室气体排放和清除的量化与报告的规范及指南》</p> <p>ISO 14064-2:2019《项目层次上对温室气体减排或清除增加的量化、监测和报告的规范及指南》</p> <p>ISO 14064-3:2019《温室气体声明审定与核查的规范及指南》</p> <p>GB/T 32151.6-2015《温室气体排放核算与报告要求 第6部分：民用航空企业》</p> <p>GB/T 32151.29-2024《温室气体排放核算与报告要求 第29部分：机械设备制造企业》</p> <p>GB/T32151.27-2024《温室气体排放核算与报告要求第27部分:陆上交通运输企业》...</p>		
<p><b>企业概况：</b></p> <p>成都航飞航空机械设备制造有限公司 是一家从事机械设备、医疗器械、航空航天零部件及其工艺装备的设计、制造、销售等业务的公司，成立于2008年04月17日,公司坐落在四川省成都市,详细地址为:成都市温江区成都海峡两岸科技产业开发园金马街道尚石路南段2139号</p> <p>经国家企业信用信息公示系统查询得知，成都航飞航空机械设备制造有限公司的信用代码/税号为91510115674303542M,法人是李勇，注册资本为9100万人民币,企业的经营范围为:机械设备、医疗器械、航空航天零部件及其工艺装备的设计、制造、销售;货物进出口。(依法需经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动)。</p> <p><b>1.评价标准中所要求的内容已在本次工作中覆盖</b></p> <p>确认此次温室气体核查报告符合：</p> <p>GB/T32150-2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则</p> <p>ISO 14064-1:2018《组织层次上对温室气体排放和清除的量化与报告的规范及指南》</p>			

ISO 14064-2:2019 《项目层次上对温室气体减排或清除增加的量化、监测和报告的规范及指南》

ISO 14064-3:2019 《温室气体声明审定与核查的规范及指南》

GB/T 32151.6-2015 《温室气体排放核算与报告要求 第6部分：民用航空企业》

GB/T 32151.29-2024 《温室气体排放核算与报告要求 第29部分：机械设备制造企业》

GB/T 32151.27-2024 《温室气体排放核算与报告要求 第27部分：陆上交通运输企业》

排放类别	单位	核证值
直接温室气体排放	tCO <sub>2</sub> eq	19.26077791
购入能源的间接排放	tCO <sub>2</sub> eq	3939.569719
其他来源的间接排放	tCO <sub>2</sub> eq	135.4953448
合计	tCO <sub>2</sub> eq	4094.325842

## 2. 温室气体核查结果

### 3. 评价过程中需要特别说明的问题描述

(1) 本次温室气体排放与核查边界（场所）为成都市温江区成都海峡两岸科技产业开发园金马街道尚石路南段2139号成都航飞航空机械设备制造有限公司边界内。

(2) 本次温室气体核查时间边界为2025年1月1日至2025年12月31日。

编制	王艳红	签名	王艳红
组内职务			
组长	王艳红	签名	王艳红
组员		签名	

## 目 录

摘要.....	1
1 温室气体核查 (GHG) 介绍.....	2
2 企业及产品介绍.....	3
2.1 企业介绍.....	3
2.2 厂区布局.....	4
2.3 生产工艺流程.....	5
2.4 产品介绍.....	5
2.4.1 航空航天零部件及其工艺装备的制造.....	5
2.4.1.1 极致的高刚度与稳定性设计: 专攻“薄壁”难题.....	6
2.4.1.2 微米级的超高精度加工能力.....	7
2.4.1.3 适应复杂难加工材料的专用功能.....	7
2.4.1.4 高度的集成化与柔性自动化.....	7
2.4.1.5 绿色化与高效能并重.....	8
3 目标与范围定义.....	9
3.1 评价目的.....	9
3.2 评价范围.....	9
3.2.1 核查组织边界.....	9
3.2.2 系统边界.....	9
3.2.3 分配原则.....	10
3.2.4 取舍准则.....	10
3.2.5 相关假设和限制.....	10
3.2.6 影响类型和评价方法.....	10
3.2.7 数据来源.....	11
3.2.8 数据质量要求.....	11
4 数据收集.....	12
4.1 数据收集说明.....	12
4.2 活动水平数据.....	12

4.3 排放因子数据.....	13
5 温室气体核查计算.....	14
5.1 计算方法.....	17
5.2 计算结果.....	18
5.3 不确定性分析.....	18
6 改进建议.....	18
6.1 改进建议.....	19
附件.....	20
附件 1: 本公司 2025 年度温室气体报告核查组专家名单.....	20

## 摘要

温室气体核查 (Greenhouse Gas Verification) 是一项系统化、标准化的独立评估过程，旨在确认组织、项目或产品所报告的温室气体排放量 (或清除量) 数据是否准确、可靠且符合特定标准要求。它是碳管理和气候行动中确保数据可信度的关键环节。

### 1. 核心目的

增强数据可信度：通过第三方验证，提升排放报告的公信力，满足监管机构、投资者、客户等利益相关方的要求。

支持碳交易：确保碳配额或碳信用额度的真实性与可追溯性 (如碳排放权交易市场)。

驱动减排决策：为制定科学减排目标 (如 SBTi)、评估减排成效提供可靠依据。

满足合规要求：遵守政府强制披露规定 (如欧盟 CSRD、中国碳市场报告制度)。

### 2. 核查流程

签订协议：明确核查范围 (组织边界、运营边界、时间范围)、标准依据及责任划分。

评审文件：检查排放报告、监测计划、数据来源记录 (如能源账单、生产日志) 的完整性。

数据核查：实地走访设施，访谈人员，观察数据收集过程，验证监测设备校准情况。

数据交叉验证：比对原始数据、排放因子、活动水平数据的合理性 (如：用电量与产量逻辑关系)。

技术评估：检查计算方法的合规性，识别数据偏差 (如：遗漏排放源、选错排放因子)。

出具报告：发布核查声明 (分级结论：合理保证/有限保证)，附不符合项及改进建议。

### 3. 评价因素

评价过程中，数据质量被认为是最重要的考虑因素之一。本次数据收集和选择的指导原则是：数据尽可能具有代表性，主要体现在生产商、技术、地域、时间等方面。本报告采用了企业的合格供应商环评报告，同行业环保报告，企业的实际数据建立了产品生命周期模型，并计算得到温室气体排放核查结果。

生命周期评价的主要活动水平数据来源于企业现场调研的初级数据，背景数据来自中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局发布的 GB/T 32150《工业企业温室气体排放核算和报告通则》、GB/T 32151.6-2015《温室气体排放核算与报告要求 第6部分：民用航空企业》、GB/T 32151.29-2024《温室气体排放核算与报告要求 第29部分：机械设备制造企业》和国家市场监督管理总局发布的 GB/T32151.27-2024《温室气体排放核算与报告要求第27部分：陆上交通运输企业》等规定的缺省值。

## 1 温室气体核查 (GHG) 介绍

近年来，温室效应、气候变化已成为全球关注的焦点，“温室气体核查”也越来越广泛地为全世界所使用。温室气体核查通常分为项目层面、组织层面、产品层面这三个层面。温室气体包括二氧化碳 (CO<sub>2</sub>)、甲烷 (CH<sub>4</sub>)、氧化亚氮 (N<sub>2</sub>O)、氢氟碳化物 (HFC) 和全氟化碳 (PFC) 等。温室气体核查的计算结果用二氧化碳当量 (CO<sub>2</sub>eq) 表示。全球变暖潜值 (Global Warming Potential, 简称 GWP)，即各种温室气体的二氧化碳当量值，通常采用联合国政府间气候变化专家委员会 (IPCC) 提供的值，目前这套因子 (特征化因子) 在全球范围广泛适用。

温室气体核查计算只包含一个完整生命周期评估 (LCA) 的温室气体的部分。基于 LCA 的评价方法，国际上已建立起多种温室气体核查评估指南和要求，用于温室气体核查认证，目前广泛使用的温室气体核查评估标准有三种：(1)《PAS2050:2011 商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》，此标准是由英国标准协会 (BSI) 与碳信托公司 (CarbonTrust)、英国食品和乡村事务部 (Defra) 联合发布，是国际上最早的、具有具体计算方法的标准，也是目前使用较多的温室气体核查标准；(2) GB/T32150-2015《工业企业温室气体排放核算和报告通则》结合 GB/T 32151.6-2015《温室气体排放核算与报告要求 第6部分：民用航空企业》、GB/T 32151.29-2024《温室气体排放核算与报告要求 第29部分：机械设备制造企业》和 GB/T32151.27-2024《温室气体排放核算与报告要求第27部分：陆上交通运输企业》进行温室气体核查。(3) ISO 14064-1:2018《组织层次上对温室气体排放和清除的量化与报告的规范及指南》，ISO 14064-2:2019《项目层次上对温室气体减排或清除增加的量化、监测和报告的规范及指南》，此标准由国际标准化组织 (ISO) 编制发布。温室气体核查核算标准的出现目的是建立一个一致的、国际间认可的评估温室气体核查的方法。

## 2 企业及产品介绍

### 2.1 企业介绍

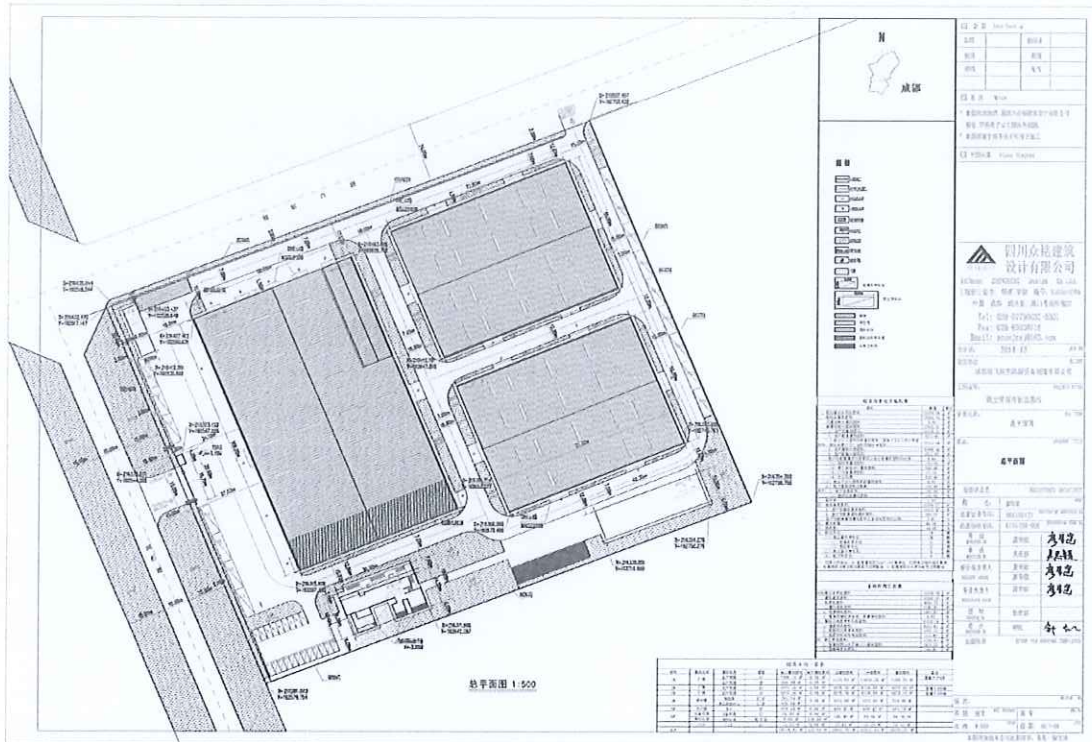
成都航飞航空机械设备制造有限公司于 2008 年 04 月 17 日在四川省成都市成立，是一家从事航空航天零部件及其工艺装备的设计、制造、销售等业务的公司。目前为上市公司-河南通达电缆股份有限公司“通达股份”的全资子公司，股票代码“002560”，总公司地址位于成都市温江区金马街道尚石路南段 2139 号，是一家专业从事航空零部件及其工艺装备制造的公司，主要经营范围：飞机大型复杂结构件加工制造、飞机部/组件装配、航空工艺装备制造、医疗器械零部件加工制造等。

组织根据当前国家政策和产业趋势，聚焦航空航天零部件及其工艺装备的设计、制造，其中自主研发设计、制造航空航天零部件及其工艺装备，是为应对极弱刚性、超高材料去除率和严苛精度等特定挑战而设计的“特种装备”。其最核心的产品特点可以概括为：高刚度、高精度、高度定制化和高度智能化。

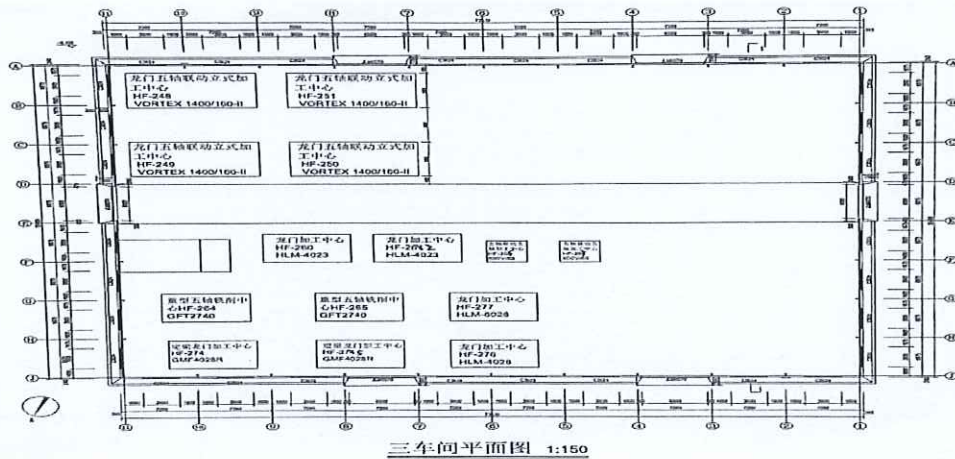
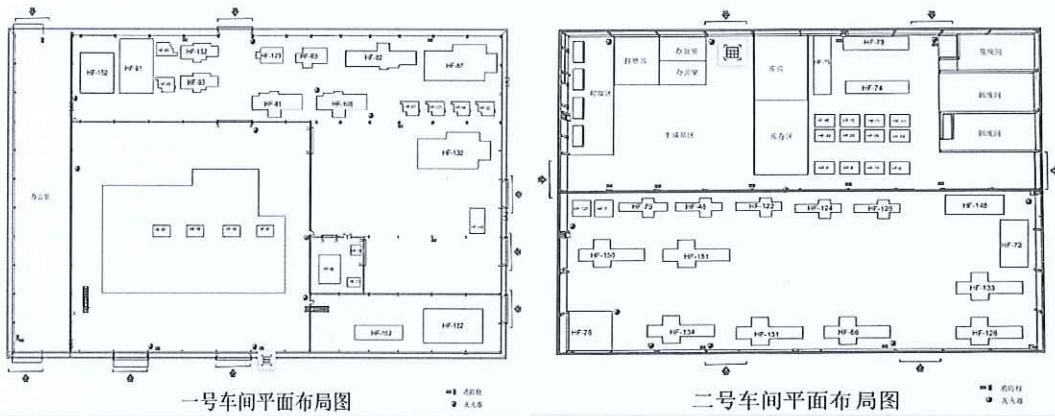
公司所生产航空航天零部件及其工艺装备的设计、制造均严格按照行业标准组织生产，主要产品为：商用、军用零部件及其工艺装备的设计、制造，并广泛用于商用、军用飞机领域，近年来我公司与众多客户如中航国际、中国商飞、中航工业成飞、中航工业贵飞、中航工业西飞、新华医疗、老肯等多年来依靠稳定的质量和用户建立了良好的关系。

公司以完善的管理通过了 ISO9001：2015 质量管理体系认证，产品分别获得了 ISO14001:2015 环境管理体系、ISO45001：2018 职业健康管理体系，公司先后获得了“绿色工厂”、“专精特新中小企业”、“高新技术企业”、“企业技术中心”等诸多荣誉称号。

## 2.2 厂区布局



厂区布局图



## 2.3 生产工艺流程

商用、军用飞机零部件制造加工所用的工艺装备，是为应对极弱刚性、超高材料去除率和严苛精度等特定挑战而设计的“特种装备”。其最核心的产品特点可以概括为：高刚度、高精度、高度定制化和高度智能化。



工艺流程图

## 2.4 产品介绍

### 2.4.1 航空航天零部件及其工艺装备的设计、制造

公司拥有精密数控加工设备及其它各类设备共 244 余台，其中数控加工中心 155 余台套。（5、6 轴设备共计 33 台）；配置有 DST 柔性生产线、马扎克多面数控龙门式五轴加工中心、桥式五轴高速铣削中心、五轴联动加工中心、高速五坐标加工中心、龙门数控加工中心、数控车、全自动焊机、数控液压折弯机等先进机加设备；配置有三坐标测量机、激光跟踪仪等先进测量设备。

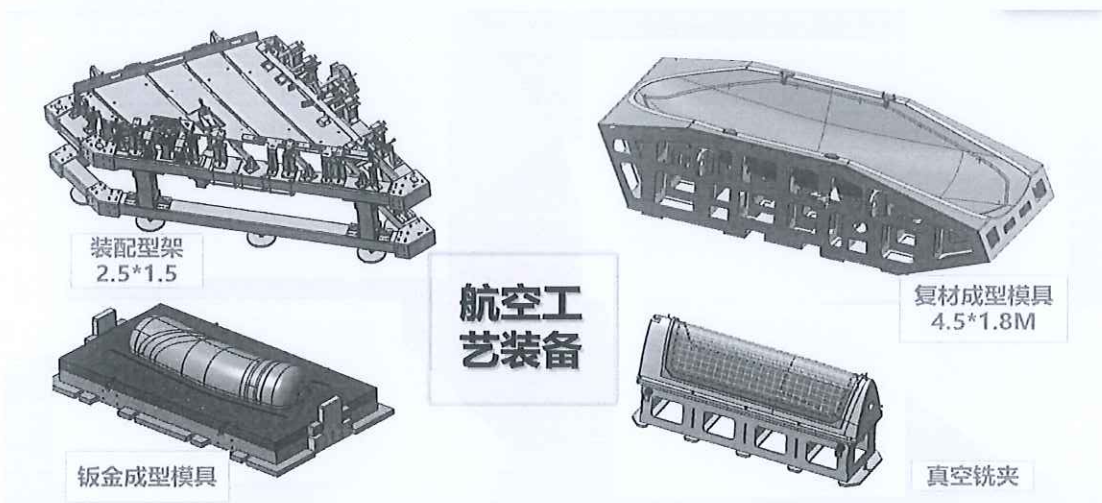
DST 铝结构件五轴高速加工系列机床，其最主要的特点是配备世界最先进的 Z3 自由摆动主轴头，它通过三个线性运动的插补来实现 $\pm 45^\circ$ 的摆动。线性轴和摆动轴的加速度均可达到 1g。其电主轴的功率为 120KW，转速 30000 转/分钟，每分钟最大金属去除率达到 8-10 升/分钟，即 24 公斤/分钟。

工件水平装夹后，卧式加工，加工时工作台处于垂直状态，切除的铝屑会自然的落下，完全避免了过去龙门加工机床出现的铝屑难清除、反复切削的毛病。是国内

外飞机制造业广泛认可的铝结构件的最佳加工设备，并且在国内外飞机行业中也得到了广泛的应用。该生产线已正式形成产能。

DST 铝合金柔性加工技术：通过技术试验攻关及设备应用：实现 DST 六轴联动加工技术的应用；实现多面多方位结构复杂铝合金构件的一体加工；实现智能化一体的数字车间，实现昼夜 24 小时的连续“无人化生产”。提高产品质量的一致性和稳定性，使得飞机铝合金结构件的加工变得更加高效，加工效率是传统机床的 6-8 倍，成本降低 40%-50%，机床利用率大于 90%以上。

主要产品展示：



航空航天零部件及其工艺装备的设计、制造是商用、军用飞机零部件制造加工所用的工艺装备，是为应对极弱刚性、超高材料去除率和严苛精度等特定挑战而设计的“特种装备”。其最核心的产品特点可以概括为：高刚度、高精度、高度定制化、高可靠性和高度智能化。

#### 2.4.1.1 极致的高刚度与稳定性设计：专攻“薄壁”难题

这是工艺装备设计与零部件制造需求直接对应的核心特点。商用飞机零部件多为大型薄壁件，如机身蒙皮，最薄处不足 1 毫米，加工时稍受外力就会剧烈变形，被称为“极弱刚性零件”。为解决这一难题，工艺装备在设计上追求极致刚度与热稳定性。

创新结构设计：以加工蒙皮的镜像铣设备为代表，创新采用“应力线封闭热对称空间框中框”结构构型。这种设计确保了机床在应对超大尺寸零件时，自身具备极高的刚性以抑制加工振动。

大型化能力：为匹配大飞机尺寸，设备规格可达到惊人的 2 米至 40 米。例如，国内已成功研发 12 米级的卧式双五轴镜像铣设备专门用于加工运输机、C919 等大飞机

的超大型曲面蒙皮。

#### 2.4.1.2 微米级的超高精度加工能力

商用飞机的气动外形和结构强度对精度有极高要求，这驱动工艺装备必须具备微米级精度：

定位与重复定位精度：关键运动轴的重复定位精度普遍要求在 0.003mm - 0.01mm 之间（相比之下，一根头发丝的直径约为 0.05mm）。例如，五轴摇篮式加工中心的转台重复定位精度可达 0.005mm。

壁厚控制精度：通过镜像铣削技术，可将蒙皮的加工厚度精度稳定控制在 $\pm 0.1$  毫米，这是传统化学铣工艺无法比拟的，实现了从“泼墨作画”到“精雕细刻”的转变。

#### 2.4.1.3 适应复杂难加工材料的专用功能

现代飞机大量使用钛合金、耐高温合金、碳纤维复合材料等，这些材料难切削，对工艺装备提出了特殊要求：

高性能主轴系统：设备配备的电主轴最高转速可达 18,000 - 30,000 转/分钟，同时为应对钛合金等高强度材料，重型切削主轴扭矩最高可达 1000 N·m，重切摆轴刹车扭矩甚至高达 20,000 N·m，以实现“削铁如泥”的效果。

多样化的专用设备：①镜像铣系统：采用“一面切削，一面支撑”的双五轴联动方式，像镜子内外的手一样高度同步（同步误差小于 0.03mm），完美解决了大型薄壁曲面零件的柔性变形控制难题。②复合材料加工装备：针对碳纤维等特殊材料，开发了专用钻铆和制孔设备，能可靠处理金属与复合材料之间的连接加工。

#### 2.4.1.4 高度的集成化与柔性自动化

为提升装配质量和效率，工艺装备正从单一功能向集成化、产线化发展：

多功能复合：典型的飞机数字化装配生产线集成了自动钻铆、自动涂胶、自动打磨、自动清洗等多种工艺于一体，实现一站式作业。

产线化与 AGV 协同：工艺装备不再是孤立的机床，而是智能生产线的一部分。AGV 小车、工业机器人、自动化立体库位与加工设备协同工作，实现从原材料出库、加工到成品入库的全流程无人干预，即“黑灯工厂”模式。

柔性装夹系统：采用数控多点自动调节、真空吸附或基于强磁场的柔性夹具，能够快速适应不同形状的大型结构件，极大缩短了辅助时间。

#### 2.4.1.5 绿色化与高效能并重

随着环保要求提高，工艺装备也体现了绿色制造的特点：

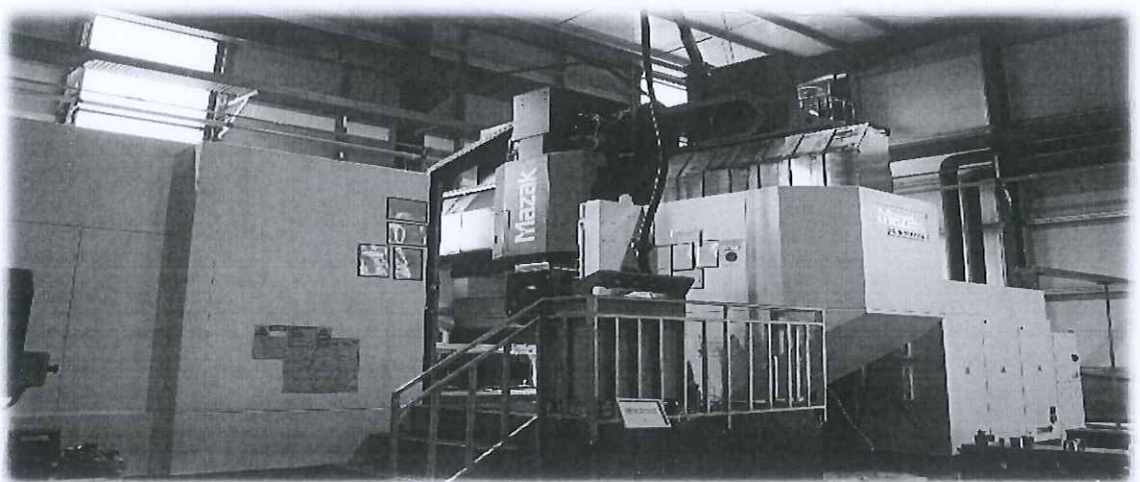
工艺替代：镜像铣技术作为一项典型的绿色工艺，完全替代了传统高污染的“化学铣”工艺。以加工 1000 张蒙皮为例，可节电约 10 万千瓦时，减排重金属及酸碱污染物约 660 吨，实现零排放。

高速高效加工：通过高速切削技术，铝合金结构件的材料去除率可高达 5000 ~ 7000  $\text{cm}^3/\text{min}$ 。有生产线通过工艺创新，将加工效率相比传统方法提高了 300%。

工艺装备的核心价值：总的来说，商用飞机零部件制造工艺装备的产品特点，紧密围绕着解决“薄壁、硬材、高精度”三大核心挑战而发展。它们不再是传统的“机床”，而是集高刚度机械结构、微米级数控技术、难加工材料工艺、机器人自动化集成和绿色制造于一体的复杂系统工程系统。这些装备直接决定了飞机的性能、成本和生产效率，是航空制造能力的核心体现。



制造车间



五轴重切削龙门加工中心

## 3 目标与范围定义

### 3.1 评价目的

本评价的目的是根据 PAS 2050:2011《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》；ISO 14064-1:2018《组织层次上对温室气体排放和清除的量化与报告的规范及指南》的要求，科学地评估组织的温室气体核查。为企业自身的产品设计、物料采购、生产管控等提供可靠的碳排放信息，同时也为企业建立碳中和品牌，践行国家“绿色制造”战略等做好准备。评价的结果将为认证方、企业、产品设计师、采购商及消费者的有效沟通提供合适的方式。评价结果面向的沟通群体有：第三方认证机构，成都航飞航空机械设备制造有限公司内部的管理人员、生产管理人员、采购人员，以及企业的外部利益相关者，如原材料供应商、政府部门和环境非政府组织等。

评价获得的数据信息还可用于以下目的：

- (1) 产品生态设计/绿色设计
- (2) 同类产品对标
- (3) 绿色采购和供应链决策
- (4) 为实现产品“碳中和”提供数据依据

### 3.2 评价范围

本项目明确了评价对象的核查组织边界、时间边界、系统边界、分配原则、取舍原则、相关假设和原则、影响类型和评价方法、数据库和数据质量要求等，在下文分别予以详细说明。

#### 3.2.1 核查组织边界

为方便输入输出的量化，以及后续企业披露温室气体核查信息，或将本评价结果与其他环境影响做对比，本评价声明核查组织边界为：成都市温江区成都海峡两岸科技产业开发园金马街道尚石路南段 2139 号成都航飞航空机械设备制造有限公司边界内。

#### 3.2.2 系统边界

本次评价的系统边界主要为航空航天零部件及其工艺装备的设计、制造工序电力、燃料消耗边界。温室气体排放与核查场所边界为成都市温江区成都海峡两岸科技产业开发园金马街道尚石路南段 2139 号成都航飞航空机械设备制造有限公司边界内

### 3.2.3 分配原则

许多流程通常不只一个功能或输出，流程的环境负荷需要分配到不同的功能和输出中，当前有不同的方式来完成分配，主要有：（1）避免分配；（2）扩大系统边界；（3）以物理因果关系为基准分配环境负荷；（4）使用社会经济学分配基准。

由于车间用电量及天然气使用量未按产品及工序分开统计，因此本评价根据实际情况采用以产品产量等物理因果关系为基准来进行分配。

### 3.2.4 取舍准则

此次评价采用的取舍规则具体如下：

（1）基于产品投入的比例：舍去质量或能量投入小于 1%的产品/能量投入，但总的舍去产品投入比例不超过 5%。但是对于质量虽小，但生命周期环境影响大的物质，则不可以舍弃，例如黄金、白银等。

（2）基于环境影响的比重：以类似投入估算，排除实际影响较小的原料。对于任何类别影响，如果相同影响在一个过程/活动的总和小于 1%，则此过程可从系统边界中舍去。

（3）忽略生产设备、厂房、生活设施等。

### 3.2.5 相关假设和限制

在生命周期评价过程中，会出现数据缺失或情景多样化的情况，生命周期评价执行者需要明确相关假设和限制。

本报告所有原辅材料和能源等消耗都关联了上游数据，部分消耗的上游数据采用近似替代的方式处理。

### 3.2.6 影响类型和评价方法

基于评价目标的定义，本次评价只选择了全球变暖这一种影响类型，并对产品全生命周期的全球变暖潜值（GWP）进行了分析，因为 GWP 是用来量化温室气体核查的环境影响指标。

评价过程中统计了各种温室气体，本次核查主要包括二氧化碳（CO<sub>2</sub>）。并且采用了 IPCC 第五次评估报告（2013 年）提出的方法来计算产品全生产周期的 GWP 值。该方法基于 100 年时间范围内其他温室气体与二氧化碳相比得到的相对辐射影响值，即特征化因子，此因子用来将其他温室气体的排放量转化为 CO<sub>2</sub>当量（CO<sub>2</sub>eq）。

### 3.2.7 数据来源

本评价过程中使用到的数据来源于企业的台账，记账凭证，发票，供应商资质信息等。本次评价选用的数据在国内外 LCA 研究中被高度认可和广泛应用。

### 3.2.8 数据质量要求

为满足数据质量要求，在本评价中主要考虑了以下几个方面：

数据完整性：依据取舍原则。

数据准确性：实景数据的可靠性及分配原则的合理性。

数据代表性：生产商、技术、地域以及时间上的代表性。

模型一致性：采用的方法和系统边界一致性的程度。

为了满足上述要求，并确保计算结果的可靠性，在评价过程中优先选择来自生产商和供应商直接提供的初级数据，以及企业自身统计的初级数据。本评价在进行了企业现场数据的调查、收集和整理工作。当初级数据不可得时，尽量选择代表区域平均和特定技术条件下的次级数据，次级数据大部分选择来自相关行业企业温室气体核算方法与报告指南的缺省值；当目前数据库中没有完全一致的次级数据时，采用近似替代的方式选择相近的数据。

数据库的数据经过严格审查，并广泛应用于国内国际上的 LCA 研究。各个数据集和数据质量将在第 4 章对每个过程介绍时详细说明。

备注：初级数据和次级数据界定

初级数据：通过直接测量或基于直接测量计算得到的过程或活动的量化值。注释 1：原始数据不一定来自所研究的产品系统(3.1.3.2)，因为原始数据可能与研究的不同但可比较的产品系统相关。注释 2：原始数据可包括温室气体排放因子(3.1.2.7)和/或温室气体活动数据(定义见 ISO14064-1:2006,2.11)

次级数据：不符合原始数据(3.1.6.1)要求的数据。注释 1：次级数据可包括数据库和出版文献的数据、国家数据库中的默认排放因子、计算数据估计或其他经主管当局审定的代表性数据。

注释 2：次级数据可包括从代理进程或估计中获得的数

## 4 数据收集

### 4.1 数据收集说明

根据标准的要求，三信国际检测认证有限公司组建了温室气体核查评价工作组，对组织的温室气体核查进行了调研。

工作组对温室气体核查的数据收集工作分为前期准备、确定工作方案和范围、查阅文件、后期沟通等过程。前期准备及现场走访主要是了解产品基本情况、生产工艺流程及原材料供应商等信息，并调研和收集部分原始数据。收集的数据主要包括企业的生产报表、财务数据等，以保证数据的完整性和准确性。查阅文件及后期反复沟通以排除理解偏差造成的结果不准确。本次评价的数据统计周期为 2025 年 01 月 01 日-2025 年 12 月 31 日。数据代表了航空航天零部件及其工艺装备的设计、制造的平均生产水平。

温室气体核查的数据收集需要考虑活动水平数据、排放因子数据和全球增温潜势（GWP）。活动水平数据是指产品在生命周期中的所有量化数据（包括物质的输入、输出，能源使用，交通等方面）。排放因子数据是指单位活动水平数据排放的温室气体数量。利用排放因子数据，可以将活动水平数据转化为温室气体排放量，如：电力排放因子数据来源：2025 年 09 月 28 日，生态环境部、国家统计局关于发布 2024 年全国电力平均碳足迹因子的公告，后续将及时更新和定期发布电力二氧化碳排放因子。

活动水平数据来自企业工作人员收集提供，对收集到的数据工作组通过企业自身的生产报表和财务数据进行了审核。排放因子数据来自相关行业国家标准的缺省值查询。

### 4.2 活动水平数据

组织边界内温室气体排放的具体活动水平数据如下：

生命周期阶段	活动数据		排放因子	温室气体量 (tCO <sub>2</sub> eq)
生产环节	电力	6726780kwh	0.5777	3886.060806
辅助生产/厂区运输	柴油	17.28374508t	0.072585	53.50891296
公车使用	汽油	46.32230828t	0.067914	135.4953448
生活设施/食堂	天然气	8908m <sup>3</sup>	0.055539	19.26077791
			合计	4094.325842

表 4.2 温室气体碳排放清单说明

### 4.3 排放因子数据

组织的具体排放因子数据来源，具体为排放因子数据来自中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局发布的 GB/T 32150《工业企业温室气体排放核算和报告通则》、GB/T 32151.6-2015《温室气体排放核算与报告要求 第 6 部分：民用航空企业》、GB/T 32151.29-2024《温室气体排放核算与报告要求 第 29 部分：机械设备制造企业》和 GB/T32151.27-2024《温室气体排放核算与报告要求第 27 部分:陆上交通运输企业》的缺省值查询。电力排放因子数据来源：2025 年 09 月 28 日，生态环境部、国家统计局、国家能源局关于发布 2024 年电力碳足迹因子的公告，为落实《关于建立碳足迹管理体系的实施方案》相关要求，生态环境部、国家统计局、国家能源局组织中国电力企业联合会等单位计算了 2024 年燃煤发电、燃气发电、水力发电、核能发电、风力发电、光伏发电、光热发电、生物质发电碳足迹因子和输配电碳足迹因子以及全国电力平均碳足迹因子，供各行业产品核算电力生产和消费产生的碳足迹使用。2024 年全国电力平均碳足迹因子为 0.5777kgCO<sub>2</sub>/kWh。后续将及时更新和定期发布电力碳足迹因子。

## 5 温室气体核查计算

### 5.1 计算方法

商用、军用飞机零部件制造工艺装备的碳排放计算，目前国家层面尚未出台专用的标准，但已形成一套以企业层级核算为基础、产品生命周期为导向的成熟方法体系。根据GB/T 32150《工业企业温室气体排放核算和报告通则》、GB/T 32151.6-2015《温室气体排放核算与报告要求 第6部分：民用航空企业》、GB/T 32151.29-2024《温室气体排放核算与报告要求 第29部分：机械设备制造企业》进行核算，工序分摊的核心原则是：“谁消耗、谁产生、谁承担”，能直接计量的直接归集，无法直接计量的按合理方式分摊。

核心原则：优先直接计量：商用、军用飞机零部件制造工艺装备制造过程主要为电力，电力消耗应独立计量，直接归入该工序；无法直接计量时进行分摊：共用能源介质（如全厂压缩空气、混合煤气总管）按合理比例分摊。分摊依据选择：通常按产品产量或工序能耗占比进行分摊。

根据该企业情况适用独立计量——直接归集。适用条件：商用、军用飞机零部件制造工艺装备制造车间电力消耗。

核心计算公式可概括为：
$$E_{total} = E_{能源} + E_{物料} + E_{制造} + E_{运输}$$

该公式参数说明：1. 确定核算边界：划分计算范围

计算的第一步是划定时间与空间边界，通常有两种视角：

企业层面（组织碳核算）：以整个工装制造企业或车间为边界，计算该组织在一定时期内（如一年）的总碳排放。适用于企业整体履约。

产品层面（产品碳足迹）：以单个工艺装备（如一套大型柔性夹具）为对象，计算其从“摇篮到大门”（原材料到成品出厂）或全生命周期的碳排放。适用于产品绿色设计或供应链要求

2. 核心公式：三部分碳排放的加总

无论采用哪种边界，具体计算都遵循一个底层逻辑：碳排放量 = 活动数据 × 碳排放因子。需要计算的核心部分包括：

(1) 能源消耗碳排放

这是工艺装备制造过程中最主要的排放源，源于各类能源的燃烧或消耗。

覆盖范围：生产设备运行（机床、行车等）、热处理/表面处理工艺、车间照明、空调等辅助系统。

数据来源：通过电表、燃气表等记录的电力、天然气、柴油、汽油等消耗量。

计算方法：
$$E_{\text{能源}} = \sum (AD_i \times EF_i)$$

AD 为能源活动数据 (kWh, m<sup>3</sup>, t)，EF 为对应能源的碳排放因子，电力因子可参考国家或区域电网发布值，其他燃料可查阅《企业温室气体排放核算方法与报告指南》。

## 2) 物料消耗碳排放

来自制造过程中消耗的各种原辅材料，即“买来的东西隐含的碳排放”。

覆盖范围：钢材、铝合金等主体材料，切削液、润滑油等辅料，焊丝、涂料等耗材

计算方法：
$$E_{\text{物料}} = \sum (M_i \times EF_i^{\text{material}})$$

M 为物料消耗量，EF<sup>[material]</sup>为该物料的碳排放因子，通常可从生命周期评价数据库（如 Ecoinvent）获取。

## (3) 制造工艺碳排放

这部分专指特定工艺过程中，除能源和物料外产生的碳排放。主要包括两部分：

工艺过程直接排放：如焊接烟尘、铸造时粘结剂分解产生的气体等，在设备制造中占比通常较小，复杂时可简化处理。

“制造”环节分摊：根据国际研究及“买入/飞出比”模型，工艺能耗按零部件重量分摊。例如： $E_{\text{制造}} = m_{\text{零部件}} \times \text{单位重量工艺能耗因子}$ 。这里的单位能耗因子 (MJ/kg) 可参考相关行业标准或数据库。

## 3. 参考标准与核算工具

在进行具体核算时，可以依据以下现有标准和核算方法：

国家标准 (GB/T) ——企业层级核算

GB/T 32151.29-2024《温室气体排放核算与报告要求 第 29 部分：机械设备制造企业》：这是目前最直接适用的国家标准，于 2025 年 4 月 1 日正式实施。此标准规定了包括飞机工装在内的机械设备制造企业，其温室气体排放的核算边界、方法与报告格式，是开展企业层面碳排放核算和报告的核心依据。

前沿方法与技术专利——精细化管理

对于更精细的核算，可参考以下公开发明专利所揭示的方法论，它们代表了行业

内的先进探索：

专利 1：《基于飞机平尾制造的碳排放核算方法、设备及介质》。该方法提出将制造过程划分为“零部件加工”和“零部件装配”两大环节，分别计算能耗、物料消耗和工艺直接排放后再进行加总。

专利 2：《设备制造过程碳排放核算方法、设备、介质及程序》。该方法着眼于更微观的“工位级”核算，分别计算物料、能源和废弃物处置碳排放，求和得到单工位排放，再向上汇总到整台设备。此方法有助于精准定位高排放工位。

表 1 基本信息

项目	内容	备注
报告期	2026 年 5 月 12	1-12 月度/2025 年度
企业名称	成都航飞航空机械设备制造有限公司	
生产线/工序名称	航空航天零部件及其工艺装备的设计、制造生产线	
核算边界	成都市温江区成都海峡两岸科技产业开发园金马街道尚石路南段 2139 号成都航飞航空机械设备制造有限公司的边界内	明确范围
产品名称	航空航天零部件及其工艺装备的设计、制造	
产品产量（件）	年产量为 108582 件	合格品入库量

表 2：电力排放因子数据获取：

区域电网年平均供电排放因子应根据企业生产地址及目前的东北、华北、华东、华中、西北、南方电网划分，选用国家主管部门最近年份公布的相应区域电网排放因子进行计算。热力供应的二氧化碳排放因子暂按 0.05777 tCO<sub>2</sub>/GJ 计，待政府主管部门发布官方数据后应采用官方发布数据并保持更新。

活动水平数据获取：企业净购入电量数据以企业电表记录的读数为准，如果没有电表记录，可采用供应商提供的电费发票或者结算单等结算凭证上的数据。企业应按净购入电量所在的不同电网，分别统计净购入电量数据以及公司目前安装 1.5 兆瓦光伏发电机组，平均每月发电 50000 度。从 2025 年 9 月发电至 2025 年 12 月用电量为 2 万度电

表格 3: 电力消耗数据表

项目	消耗量	单位	排放因子	排放量(tCO <sub>2</sub> eq)	备注
净购入电力	6526780	KWh	0.5777kgCO <sub>2</sub> e/kWh	3770.520806	电网排放因子以国家最新发布为准
发电机组发电	200000	KWh	0.5777kgCO <sub>2</sub> e/kWh	115.54	电网排放因子以国家最新发布为准

$$E_{\text{电力}} = 6726780 \text{ KWh}/1000 \times 0.5777\text{kgCO}_2\text{e/kWh} = 3886.060806\text{tCO}_2\text{eq}$$

表 4 化石燃料消耗数据表

燃料品种	消耗量	单位	低位发热量(GJ/t 或 GJ/万 Nm <sup>3</sup> )	单位热值含碳量(tC/GJ)	碳氧化率 (%)	排放量 (tCO <sub>2</sub> eq)
天然气	0.8908 万 Nm <sup>3</sup>	万 Nm <sup>3</sup>	389.31	0.0153	0.99	19.26077791
排放因子 (tCO <sub>2</sub> /GJ) = 0.0153*0.99*44/12=0.055539tCO <sub>2</sub> /GJ; 化石燃料的活动水平 (GJ)=0.8908*389.31=346.7973.48 ; E 燃烧排放量=346.7973.48*0.055539=19.26077791tCO <sub>2</sub> eq 数据来源: 燃气流量计、能源台账、燃料购入发票						

表 5 车辆运输、辅助设施、公车使用消耗数据表

燃料品种	消耗量	单位	低位发热量(GJ/t)	单位热值含碳量 (tC/GJ)	碳氧化率(%)	排放量 (tCO <sub>2</sub> eq)
柴油	17.28374508	t	42.652	0.0202	0.98	53.50891296
汽油	46.32230828	t	43.070	0.0189	0.98	135.4953448
柴油排放因子 (tCO <sub>2</sub> /GJ) =0.72585333tCO <sub>2</sub> /GJ; 柴油化石燃料的活动水平 (GJ)= 17.28374508*42.652 =737.1862952GJ; 柴油 E 燃烧排放量= 737.1862952* 0.72585333=53.50891296tCO <sub>2</sub> eq。 汽油排放因子 (tCO <sub>2</sub> /GJ) =0.067914tCO <sub>2</sub> /GJ; 汽油化石燃料的活动水平 (GJ)= 46.32230828*43.070=1995.101818GJ; 汽油 E 燃烧排放量= 1995.101818* 0.067914=135.4953448tCO <sub>2</sub> eq。						

车辆运输辅助设施消耗数据合计：53.50891296+135.4953448=189.0042578

数据来源：财务台账、购入发票

表格 6：工序碳排放汇总表

排放类别	排放量(tCO <sub>2</sub> eq <sub>2</sub> )
燃料燃烧排放(食堂)	19.2077791
净购入电力排放	3886.060806
净购入柴油燃烧排放	53.50891296
净购入汽油燃烧排放	135.4953448
产品产量 (件)	108582 件

## 5.2 计算结果

成都航飞航空机械设备制造有限公司 组织边界内直接温室气体排放、购入能源的间接排放、其他来源的间接排放的温室气体排放情况如表 5.2 所示。

排放类别	单位	核证值
直接温室气体排放	tCO <sub>2</sub> eq	19.26077791
购入能源的间接排放	tCO <sub>2</sub> eq	3939.569719
其他来源的间接排放	tCO <sub>2</sub> eq	135.4953448
合计	tCO <sub>2</sub> eq	4094.325842

表 5.2 组织边界内温室气体排放情况

## 5.3 不确定性分析

不确定性的主要来源为活动水平数据存在测量误差和统计误差。减少不确定性的方法主要有：使用准确率较高的活动水平数据；对每一阶段的数据跟踪监测，提供细化月度存证，提高活动水平数据的准确性。

## 6 改进建议

### 6.1 改进建议

本次对成都航飞航空机械设备制造有限公司的温室气体碳排放工作，其中对数据的选择、获取和使用，是使用财务数据获取方式。根据国家发改委的文件规定：“报告

主体应根据企业实际从事的产业活动和设施类型识别其应予核算和报告的排放源和气体种类。对于那些监测成本较高、不确定性较大、且贡献细微（排放量占企业总排放量的比例<1%）的排放源，有困难的企业可暂不报告但需在报告中阐述未报告这些排放源的理由并附必要的佐证材料”。在企业可行的条件下，可考虑从以下方面加强温室气体核查的管理：

（1）制定数据缺失、经营活动或报告方法发生变化时的应对措施。若仪表失灵或核算某项排放源所需的水平或排放因子数据缺失，企业应采用适当的估算方法获得相应时期缺失参数的保守替代数据。

（2）建立文档管理规范，保存、维护有关温室气体年度报告的文档和数据记录，确保相关文档在第三方核查以及向主管部门汇报时可用。

（3）建立数据的内部审核和验证程序，通过不同数据源的交叉验证、统计核算期内数据波动情况、与多年历史运行数据的比对等主要逻辑审核关系，确保活动水平数据的完整性和准确性。

附件：本公司 2025 年度温室气体报告核查组专家名单

附件：

### 2025 年度温室气体报告核查组专家名单

姓名	工作单位	证书号
王艳红	三信国际检测认证有限公司	2024-GHG1-NIQEMS-1232614
/		

上述专家名单，经过本企业确认并同意开展温室气体排放量核查工作，专家组成员在本公司进行了 1.5 天的数据收集、数据验证、数据计算和数据核查工作，特此证明。

企业代表(签字)：



2026年5月12日



自信 诚信 公信

CSIT

**三信国际检测认证有限公司**

公司地址：郑州市高新技术产业开发区莲花街 352 号一号楼 5 层

联系电话：0371-69127788

公司邮箱：cncsit2015@163.com

公司网站：www.cncsit.cn