

报告编号: HT260600558TGL



温室气体核查报告

企业名称: 山东泰开电力电子有限公司

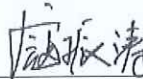
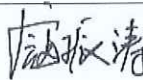
查询网站: www.cncsit.cn

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08月18日



企业名称	山东泰开电力电子有限公司	地址	山东省泰安市泰山区擂鼓石东大街11号
法定代表人	孙如水	联系方式	/
授权人（联系人）	邱华磊	联系方式	0538-207****
核算和报告依据	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》 ISO 14064-3:2019《温室气体声明审定与核查的规范及指南》 T/CCAA 39-2022碳管理体系要求 GB/T 32150-2025工业企业温室气体排放核算和报告通则		
企业概况： 山东泰开电力电子有限公司，注册资本：30,000 万(元)，公司是国内电能质量行业产品品种类最全，配套力最强的厂家。主要产品有动(静)态无功补偿装置、电容器、电抗器，其中成套装置包括 SVC(MCR、TCR、TSC)静止型动态无功补偿装置、SVG 动态无功补偿装置、TBB/TBBZ 并联电容器成套装置、DWZT 电压无功自动调节装置、FC 高压滤波及补偿成套装置、XBZ 柱上式无功补偿装置、消弧线圈成套装置、XHG 消弧消谐柜等系列高科技产品。产品涵盖十几个品种近百种规格，拥有 52 项专利，17 项软件著作权，SVC(MCR、TCR、TSC)静止型动态无功补偿装置被列为国家火炬计划、国家重点新产品，电抗器、电容器在国家电网 500kV 变电站上挂网运行。 1.评价标准中所要求的内容已在本次工作中覆盖 确认此次温室气体核查报告符合： T/CCAA 39-2022碳管理体系要求 GB/T 32150-2025工业企业温室气体排放核算和报告通则 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》 ISO 14064-3:2019《温室气体声明审定与核查的规范及指南》			

2.温室气体核查结果			
排放类别	单位	核证值	
直接温室气体排放	tCO2e	0.0080	
购入能源的间接排放	tCO2e	5694.0557	
其他来源的间接排放	tCO2e	22.9217	
合计	tCO2e	5716.9854	
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）为山东省泰安市泰山区擂鼓石东大街11号山东泰开电力电子有限公司组织边界内。			
(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	寇振涛	签名	
组内职务			
组长	寇振涛	签名	
/	/	/	/

目 录

摘要	1
1 温室气体核查 (GHG) 介绍	3
2 企业及产品介绍	5
2.1 企业介绍	5
2.2 厂区布局	6
2.3 生产工艺流程	7
2.4 产品介绍	7
3 目标与范围定义	14
3.1 评价目的	14
3.2 评价范围	14
3.2.1 核查组织边界	15
3.2.2 系统边界	15
3.2.3 分配原则	16
3.2.4 取舍准则	16
3.2.5 相关假设和限制	16
3.2.6 影响类型和评价方法	17
3.2.7 数据来源	17
3.2.8 数据质量要求	17
4 数据收集	19
4.1 数据收集说明	19
4.2 活动水平数据	20
4.3 排放因子数据	20
5 温室气体核查计算	21
5.1 计算方法	21
5.2 化石燃料燃烧 CO ₂ 排放	21
5.3 工业生产过程排放	23
5.4 净购入电力、热力产生的排放	25

5.5 计算结果	26
5.6 不确定性分析	27
6 改进建议	28
6.1 改进建议	28
附件	29
附件 1：本公司 2025 年度温室气体报告核查组专家名单	29

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，背景数据来自发改委发布的 GB/T 32151.24-2024《温室气体排放核算与报告要求 第 24 部分：电子设备制造企业》、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（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）、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（CO₂eq）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/T 32150-2025《工业企业温室气体排放核算和报告通则》结合 GB/T 32151.24-2024《温室气体排放核算与报告要求 第24部分：电子设备制造企业

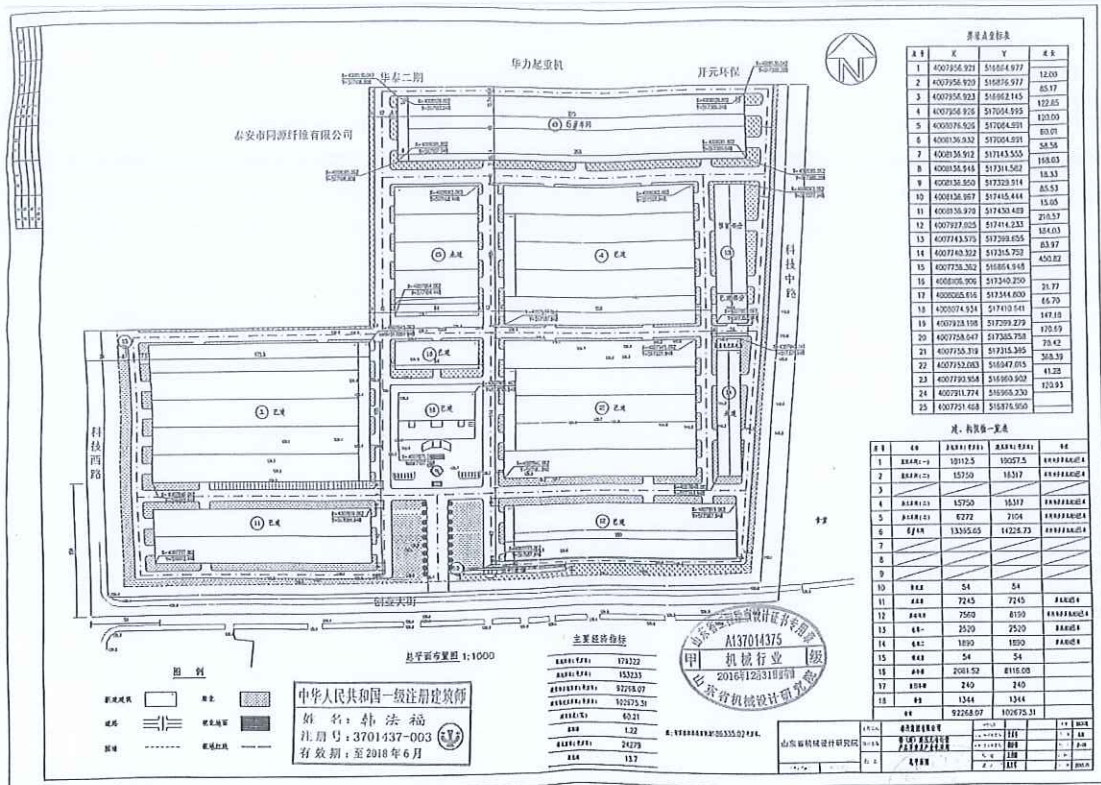
业》进行温室气体核查。（3）ISO 14064-1:2018《组织层次上对温室气体排放和清除的量化与报告的规范及指南》，ISO 14064-2:2019《项目层次上对温室气体减排或清除增加的量化、监测和报告的规范及指南》，此标准由国际标准化组织（ISO）编制发布。温室气体核查核算标准的出现目的是建立一个一致的、国际间认可的评估温室气体核查的方法。

2 企业及产品介绍

2.1 企业介绍

山东泰开电力电子有限公司，注册资本：30,000 万(元)，公司是国内电能质量行业产品种类最全，配套力最强的厂家。主要产品有动(静)态无功补偿装置、电容器、电抗器，其中成套装置包括 SVC(MCR、TCR、TSC)静止型动态无功补偿装置、SVG 动态无功补偿装置、TBB/TBBZ 并联电容器成套装置、DWZT 电压无功自动调节装置、FC 高压滤波及补偿成套装置、XBZ 柱上式无功补偿装置、消弧线圈成套装置、XHG 消弧消谐柜等系列高科技产品。产品涵盖十几个品种近百种规格，拥有 52 项专利，17 项软件著作权，SVC(MCR、TCR、TSC)静止型动态无功补偿装置被列为国家火炬计划、国家重点新产品，电抗器、电容器在国家电网 500kV 变电站上挂网运行。

2.2 厂区布局



2.3 生产工艺流程

电力电容器：

开始→钢板下料→冲注油孔→箱壳折弯→纵缝焊接→箱底焊接
→吊攀焊接→注油孔搪锡→箱壳清洁

开始→元件卷制→元件耐压→元件包封→熔丝粘贴→芯子压装
→芯子焊接→芯子耐压→芯子打包

芯子装箱→引线焊接→箱盖焊接→真空干燥浸渍→封口盖焊接
→箱壳清洗→出厂试验→抛丸→喷漆→下架→结束

电抗器、变压器：

干式铁芯电抗器、变压器产品：

开始→硅钢片剪切→铁芯叠装→铁芯浇注、固化（电抗器）

开始→绝缘制作→线圈绕制→线圈装模→线圈浇注、固化→线
圈拆模、修整

本体总装→试验→结束

干式空心电抗器产品：

开始→玻璃丝（布）浸渍

开始→星架臂制作→线圈装模

线圈绕制→线圈固化→线圈拆模→引线及附件焊接→试验→表
面处理→试装（需试装）→结束

油式铁芯电抗器、变压器产品：

开始→硅钢片剪切→铁心叠装→铁芯浇注、固化（电抗器）

开始→线圈绕制→线圈压装→线圈干燥→线圈组装（变压器）

器身装配→引线装配→器身干燥→总装→注油、静放→本体试漏→试验→拆卸、包装→结束

无功补偿装置、滤波装置、高压变频器、有载调压装置：

SVG 产品：

板卡生产：开始→SMT 贴装→AOI→波峰焊接→洗板→低压触发→板卡防护

链节装配：开始→备料→器件安装→链节试验

框体/框架装配：开始→备料→一次件安装

二次布线：开始→备料（元器件、导线）→二次件安装→二次布线

整机装配→高压试验→包装→结束

SVC 产品：

板卡生产：开始→SMT 贴装→AOI→波峰焊接→洗板→低压触发→板卡防护

阀架装配：开始→备料→框架安装→器件安装

二次布线：开始→备料（元器件、导线）→二次件安装→二次
布线

整机装配→高压试验→包装→结束

电力电子装置：

TBB 框架产品：

母排装配：开始→备料→母排加工→母排安装

框架装配：开始→备料→一次件安装

二次布线：开始→备料（元器件、导线）→二次件安装→二次
布线

质检试验→包装→结束

消弧消谐装置、消弧线圈接地装置、小电阻接地装置、配电网
中性点接地产品：

消弧成套产品：

母排装配：开始→备料→母排加工→母排安装

柜体装配：开始→备料→一次件安装

二次布线：开始→备料（元器件、导线）→二次件安装→二次
布线接线

4.质检试验→包装→结束

储能系统及储能变流器：

储能产品：

单元装配：开始→备料→绝缘子安装→IGBT 导热硅脂涂覆→IGBT 安装→适配板手工焊接→铜排安装→复合母排安装→吸收电容安装→驱动板卡安装→布线扎线→试验

PCS 装配（风冷）：开始→备料→侧板拆卸→电抗器安装→风机安装→电抗器风道安装→直流电容

安装→复合母排安装→断路器安装→线槽安装→交流断路器及铜排安装→直流断路器及铜排安装→剩余一次件安装→功率单元安装→二次安装、布线→封板→装配完成

（水冷）：开始→备料→侧板拆卸→防水接头、绝缘件安装→走线槽安装→轴流风机安装→电气散件安装→电抗器风机安装→取能变安装→直流电容安装→复合母排安装→交流断路器及铜排安装→直流断路器及铜排安装→电抗器安装→滤波电容安装→功率单元安装→水机、管路安装→二次安装、布线→封板→装配完成

低压柜装配：开始→备料→端子排→走线槽→空开、塑壳→继电器→控制装置→温控仪→布线接线→低压柜装配完成

一体机装配：开始→备料→顶板拆卸→干变安装→复合开关安装→高压互感器安装→顶板复位→绝缘子避雷针安装→辅助变安装→PCS 安装→铜排、电缆安装→低压互感器安装→低压柜入箱→二次布线→二次收尾→装配完成

2.4 产品介绍

一、电力电容器产品：电力电容器是电网无功补偿的基础核心元器件，依靠电场储能原理工作，主要用于补偿电网系统中的感性无功功率，有效提升电网功率因数、降低线路输电损耗、稳定系统电压，广泛适配于各类变电站、工矿企业配电房、工商业配电室及新能源风电、光伏场站等场景。

二、电抗器产品：

电抗器本质为特种电感线圈，利用电感阻碍电流突变、抑制电流波动的特性，是配网运维、电能质量治理的必备核心设备，主流分为空心电抗器、铁心电抗器两大类，具备耐高压、低损耗、稳定性强的特点。

三、无功补偿装置产品：无功补偿装置是集成化成套电力设备，核心由电力电容器、电抗器、智能投切开关、测控控制器、保护元器件等组成，可实时跟踪电网负荷无功功率变化，自动投切补偿单元，解决电网功率因数偏低、电压波动、无功电费罚款、设备损耗过大等用电问题。

四、滤波装置产品：滤波装置是专门治理电网谐波污染的成套专用设备，主要针对变频器、整流设备、电焊机、新能源并网设备等产生的谐波电流进行滤除，避免谐波导致的电容器烧毁、继电保护误动作、设备发热老化、电能计量不准、电网波形畸变等故障问题，保障电网电能质量达标。

五、电力电子装置产品：电力电子装置是以 IGBT、MOSFET、

晶闸管等功率半导体器件为核心，依托电能变换技术，实现电网电压、电流、无功功率、频率的快速调节与变换的智能电力设备，是柔性配电网、电能质量治理、新能源并网、节能调速领域的核心装备。

六、消弧消谐装置产品：消弧消谐装置主要应用于 6kV-66kV 中性点不接地、经消弧线圈接地的中压配电系统，成套设备由消弧元件、阻尼电阻、智能控制器、真空开关等组成，是兼顾弧光接地治理与谐振过电压治理的综合保护设备。

七、消弧线圈接地装置产品：消弧线圈接地装置又称谐振接地装置，是 6kV-66kV 配电网核心中性点接地成套设备，主要由可调消弧线圈本体、阻尼电阻、智能测控装置、隔离开关等组成，是提升配网供电可靠性的关键设备。

八、小电阻接地装置产品：小电阻接地装置是 6kV-66kV 配电网专用中性点接地成套设备，整体为接地电阻柜结构，包含专用接地电阻、电流互感器、智能测控保护单元、隔离开关等配件，结构紧凑、运行稳定、维护简便。

九、有载调压装置产品：有载调压装置是配套于有载调压变压器的专用调压设备，核心由有载分接开关、驱动电机、智能调压控制器、保护单元组成，核心优势为可在变压器不停电、带负荷运行状态下完成绕组分接头切换，实现电压调节。

十、变压器产品：变压器是依托电磁感应原理，实现交流电能电压等级变换、电能传输、电气隔离的核心输配电基础设备，是整

个电力系统不可或缺的核心装备，运行稳定、适配性强。

十一、高压变频器产品：高压变频器是大功率高压电机专用变频调速设备，采用多级单元串联电力电子拓扑结构，可直接适配 3kV、6kV、10kV 高压交流电机，是工业节能、电机智能调速的核心设备。

十二、配电网中性点接地产品：配电网中性点接地产品是 6kV-66kV 配电网专用接地成套设备的总称，主要用于规范配电系统中性点接地方式，解决单相接地故障、过电压、谐振等电网安全问题，是保障中压配网安全稳定运行的核心配套设备。

十三、储能系统产品：储能系统是集成化电能存储与调度成套系统，核心由电池簇、电池管理系统（BMS）、温控系统、消防系统、高压配电系统、储能变流器（PCS）、能量管理系统（EMS）集成组成，可实现电能的储存、调度与双向利用。

十四、储能变流器产品：储能变流器（PCS）是储能系统的核心电力电子设备，是连接储能电池与电网的关键枢纽，可实现直流电能与交流电能的双向高效变换，是储能系统调度运行的核心控制单元。

3 目标与范围定义

3.1 评价目的

本评价的目的是根据 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，山东泰开电力电子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：山东省泰安市泰山区擂鼓石东大街 11 号山东泰开电力电子有限公司边界内。

3.2.2 系统边界

本次评价的系统边界产品生产阶段、生产过程运输阶段、成品运输。系统边界如图 3.1 所示。

表 3.1 各阶段包含的过程

阶段类型	包含的过程	未包含的过程
原辅料获取阶段	/	原辅料获取阶段
原辅料运输阶段	/	原辅料运输阶段
生产阶段	厂区内生产阶段	/
成品运输	/	/

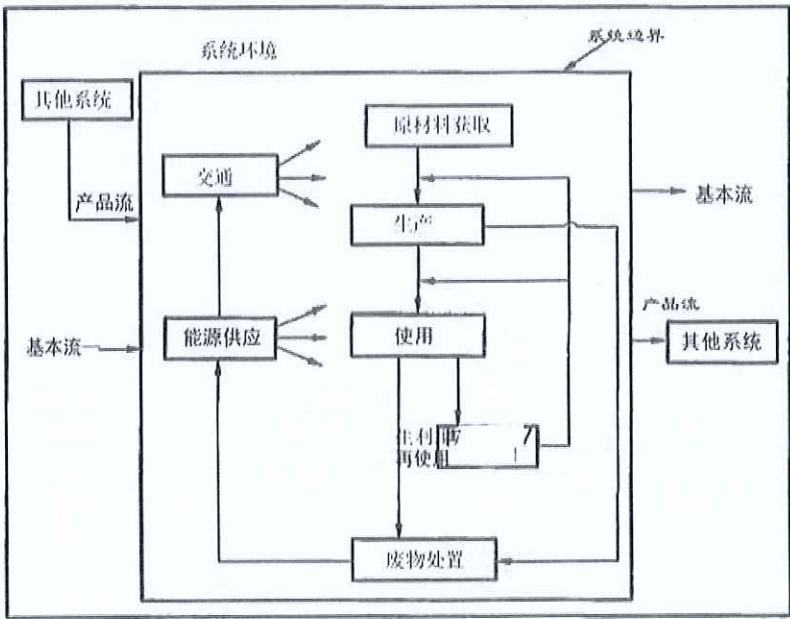


图 3.2: 温室气体核查边界示意图

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。

由于各车间用电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（CO₂）。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 CO₂ 当量（CO₂eq）。

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，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据。

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。

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 12 月 31 日，生态环境部、国家统计局关于发布 2023 年电力二氧化碳排放因子的公告，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：

排放类别	单位	核证值
直接温室气体排放	tCO ₂ e	0.0080
购入能源的间接排放	tCO ₂ e	5694.0557
其他来源的间接排放	tCO ₂ e	22.9217
合计	tCO ₂ e	5716.9854

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电力排放因子数据来源：2025 年 12 月 31 日，生态环境部、国家统计局组织计算了 2023 年全国、区域和省级电力平均二氧化碳排放因子，全国电力平均二氧化碳排放因子（不包括市场化交易的非化石能源电量），以及全国化石能源电力二氧化碳排放因子，供核算电力消费的二氧化碳排放量时参考使用。2023 年电力二氧化碳排放因子因子为 0.5306kgCO₂/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

企业的温室气体排放总量应等于边界内所有生产系统的化石燃料燃烧所产生的排放量、工业生产过程排放量，以及企业净购入的电力和热力产生的排放量之和，按公式计算：

$$E = E_{\text{燃烧}} + E_{\text{过程}} + E_{\text{电力}} + E_{\text{热力}} \quad \text{\textbackslash* MERGEFORMAT (1)}$$

其中，

E ：企业温室气体排放总量，tCO₂e；

$E_{\text{燃烧}}$ ：企业边界内化石燃料燃烧产生的排放量，tCO₂；

$E_{\text{过程}}$ ：企业边界内工业生产过程各种温室气体的排放量，tCO₂e；

按照以下方法分别核算上述各类温室气体排放量。

5.2 化石燃料燃烧 CO₂ 排放

1. 计算公式

化石燃料燃烧导致的二氧化碳排放量是企业核算和报告年度内各化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放量的加总，按公式计算：

$$E_{\text{燃烧}} = \sum_{i=1}^n (AD_i \times EF_i) \quad \text{\textbackslash* MERGEFORMAT (2)}$$

其中，

$E_{\text{燃烧}}$ ：企业边界内化石燃料燃烧产生的排放量，tCO₂；

AD_i ：报告期内第*i*种化石燃料的活动水平，GJ；

EF_i ：第*i*种化石燃料的二氧化碳排放因子，tCO₂/GJ；

i : 化石燃料种类。

2. 活动水平数据的获取

电子设备制造企业化石燃料燃烧的活动水平是核算和报告年度内各种燃料的消耗量与平均低位发热量的乘积，按公式计算：

$$AD_i = NCV_i \times FC_i \quad \text{MERGEFORMAT (3)}$$

其中，

AD_i : 报告期内第 i 种化石燃料的活动水平，GJ；

NCV_i : 报告期内第 i 种燃料的平均低位发热量；对固体或液体燃料，单位为 GJ/t；对气体燃料，单位为 GJ/万 Nm³；

FC_i : 报告期内第 i 种燃料的净消耗量；对固体或液体燃料，单位为 t；对气体燃料，单位为万 Nm³；

i : 化石燃料种类。

对于燃料的净消耗量，采用企业计量数据，相关计量器具应符合 GB17167《用能单位能源计量器具配备和管理通则》要求。对于化石燃料平均低位发热量，可采用本指南附录二所提供的推荐值，具备条件的企业可开展实测，或委托有资质的专业机构进行检测，也可采用与相关方结算凭证中提供的检测值。如选择实测，化石燃料低位发热量检测应遵循 GB/T 213《煤的发热量测定方法》、GB/T 384《石油产品热值测定法》、GB/T 22723《天然气能量的测定》等相关标准。

3. 排放因子数据的获取

企业消耗的化石燃料燃烧的排放因子由燃料的单位热值含碳量和碳氧化率等参数计算得到，计算如公式所示：

$$EF_i = CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12} \quad \text{MERGEFORMAT (4)}$$

其中,

EF_i : 第*i*种燃料的二氧化碳排放因子, tCO₂ / GJ;

CC_i : 第*i*种燃料的单位热值含碳量, tC/GJ, 采用本指南附录二所提供的推荐值;

OF_i : 第*i*种化石燃料的碳氧化率, %, 采用本指南附录二所提供的推荐值;

i : 化石燃料种类。

5.3 工业生产过程排放

电子设备制造业的工业生产过程排放主要由刻蚀与 CVD 腔室清洗工序产生, 过程中产生的温室气体排放由原料气的泄漏与生产过程中生成的副产品(温室气体)的排放构成。原料气包括但不限于: NF₃、SF₆、CF₄、C₂F₆、C₃F₈、C₄F₆、c-C₄F₈、c-C₄F₈O、C₅F₈、CHF₃、CH₂F₂、CH₃F。副产品包括但不限于: CF₄、C₂F₆、C₃F₈。

刻蚀工序与 CVD 腔室清洗工序产生的温室气体排放按公式(5)计算:

$$E_{FC} = \sum_i E_{EFC, i} + \sum_{i, j} E_{BP, i, j} \quad \text{MERGEFORMAT (5)}$$

其中,

E_{FC} : 刻蚀工序与CVD腔室清洗工序产生的温室气体排放,tCO₂e;

$E_{EFC, i}$: 第*i*种原料气泄漏产生的排放, tCO₂e;

$E_{BP, i, j}$: 第*i*种原料气产生的第*j*种副产品排放, tCO₂e;

i : 原料气的种类;

j : 副产品的种类。

每一种原料气的排放按公式(6)计算

$$E_{EFC,i} = (1-h) \cdot FC_i \cdot (1-U_i) \cdot (1-a_i \cdot d_i) \cdot GWP_i \quad \backslash *$$

MERGEFORMAT (6)

其中,

$E_{EFC,i}$: 第*i*种原料气体泄漏产生的排放, tCO₂e;

h : 原料气容器的气体残余比例,%;

FC_i : 报告期内第*i*种原料气的使用量,t;

U_i : 第*i*种原料气的利用率,%;

A_i : 废气处理装置对第*i*种原料气的收集效率,%;

D_i : 废气处理装置对第*i*种原料气的去除效率,%;

GWP_i : 第*i*种原料气的全球变暖潜势;

i : 原料气的种类。

原料气消耗量的计算按照公式(7)计算

$$FC_i = IB_i + P_i - IE_i - S_i \quad \backslash * \quad \text{MERGEFORMAT} \quad (7)$$

其中,

FC_i : 报告期内第*i*种原料气的使用量,t;

IB_i : 第*i*种原料气的期初库存量,t;

IE_i : 第*i*种原料气的期末库存量,t;

P_i : 报告期内第*i*种原料气的购入量,t。

S_i : 报告期内第*i*种原料气向外销售/输出量,t

刻蚀工序与 CVD 腔室清洗工序过程中产生的温室气体副产品
按公式(8)计算。

$$E_{BP,i,j} = (1-h) \cdot B_{i,j} \cdot FC_i \cdot (1-a_j \cdot d_j) \cdot GWP_j \backslash *$$

MERGEFORMAT (8)

其中,

$EB_{P,i,j}$: 第*i*种原料气产生的第*j*种副产品排放, tCO₂e;

h : 原料气容器的气体残余比例, %;

$B_{i,j}$: 第*i*种原料气产生第*j*种副产品的转化因子, t副产品/t;

FC_i : 报告期内第*i*种原料气的使用量, t;

a_j : 废气处理装置对第*j*种副产品的收集效率, %;

d_j : 废气处理装置对第*j*种副产品的去除效率, %;

GWP_j : 第*j*种副产品的全球变暖潜势;

i : 原料气的种类;

j : 副产品的种类。

5.4 净购入电力、热力产生的排放

1. 计算公式

企业净购入的电力、热力产生的CO₂排放量按公式 (9) 和 (10) 计算。

$$E_{\text{电力}} = AD_{\text{电力}} \times EF_{\text{电力}} \backslash \text{MERGEFORMAT(9)}$$

$$E_{\text{热力}} = AD_{\text{热力}} \times EF_{\text{热力}} \backslash \text{MERGEFORMAT(10)}$$

其中,

$AD_{\text{电力}}$: 企业的净购入使用的电量, MWh

$AD_{\text{热力}}$: 企业的净购入使用的热量, GJ

$EF_{\text{电力}}$: 区域电网年平均供电排放因子, tCO₂/MWh

$EF_{\text{热力}}$: 热力供应的排放因子, tCO_2/GJ

2. 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。

企业净购入热力数据以企业热计量表计量的读数为准, 如果没有计量表记录, 可采用供应商提供的供热量发票或者结算单等结算凭证上的数据。

3. 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 $0.11 \text{ tCO}_2/\text{GJ}$ 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。

5.5 计算结果

山东泰开电力电子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_2e	0.0080
购入能源的间接排放	tCO_2e	5694.0557
其他来源的间接排放	tCO_2e	22.9217
合计	tCO_2e	5716.9854

表 5.2 组织边界内温室气体排放情况

5.6 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

本次对山东泰开电力电子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）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。

（2）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

附件 1: 本公司 2025 年度温室气体报告核查组专家名单

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
寇振涛	三信国际检测认证有限公司	2026-CCAA-GHG1-1298954

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共进行了 2.0 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): 邱华印



