中恒丰钢构（内蒙古）有限公司
钢构件产品碳足迹报告

一、概述

在全球应对气候变化、倡导绿色发展的趋势下，产品碳足迹核算成为企业评估环境影响、践行可持续发展的关键举措。中恒丰钢构（内蒙古）有限公司作为钢结构领域的重要企业，开展钢构件产品碳足迹核算，既是顺应行业绿色转型潮流，也是提升企业竞争力、满足市场对绿色建筑材料需求的必要选择。

中恒丰钢构（内蒙古）有限公司成立于 2020 年 10 月，注册资金 1000 万元，由中恒丰建筑集团有限公司投资设立，专注于钢结构工程设计与生产制造。依据国家相关政策要求，公司委托专业机构对钢构件产品进行碳足迹核算。

本次核算依据 ISO 14064 - 1:2018《温室气体-第一部分组织层面温室气体排放和清除的量化和报告指南》、ISO 14067:2018《产品碳足迹量化与沟通的要求和指南》等国际标准，以及《工业其他行业企业温室气体排放核算方法与报告指南(试行)》等国内规范进行。核算范围覆盖钢构件产品从原材料获取、生产加工、运输销售、使用到废弃处理的全生命周期，数据统计时间为 2024 年 1 月 1 日至 2024 年 12 月 31 日。本报告经第三方严格核查，确保核算方法科学、数据真实可靠。

二、核查范围与边界设定

2.1 产品规格与功能单位

产品为中恒丰钢构生产的各类钢构件，广泛应用于桥梁工程、网架工程、电力工程、工业厂房、仓储物流等项目。功能单位设定为1吨合格的钢构件产品，以此作为统一标准，便于各阶段碳排放计算的一致性与可比性。

2.2 系统边界

核查涵盖公司位于内蒙古的生产基地，包括原材料预处理、钢结构制作、涂装处理等所有生产环节。系统边界贯穿产品全生命周期，具体包括：原材料开采与获取阶段，涵盖钢材生产所需铁矿石等原料的开采及加工；生产制造阶段，包含原材料运输至厂区后的切割、焊接、成型、涂装等工序；运输分销阶段，涉及成品钢构件从厂区到项目施工现场的运输过程；使用阶段，关注钢构件在建筑等项目使用期间的维护与能源消耗；废弃处理阶段，涵盖钢构件使用寿命结束后的回收、拆解及废弃处理环节。在各阶段边界划分时，充分考量物质与能量的输入输出，确保准确识别关键排放源。例如，在原材料开采阶段，明确界定开采活动范围及相关能耗与排放；在生产制造阶段，精确划分各工序边界，保证能耗与排放计算准确。

产品全生命周期过程：铁矿石开采→原材料运输→切割加工→焊接成型→涂装处理→成品运输→项目使用→废弃处理

2.3 组织与运营边界

排放源包括：

范围一：生产过程中天然气燃烧产生的直接排放。

范围二：外购电力产生的间接排放。

范围三：原材料及产品运输、员工通勤等其他间接排放（本报告暂不包含）。

组织边界涵盖公司整个生产基地，包括生产车间、原材料仓库、成品仓库、辅助生产设施及办公区域。运营边界包括天然气燃烧和外购电力产生的排放。由于范围三的原材料运输、员工通勤等间接排放占比相对较小且数据收集难度较大，本报告暂未纳入核算，但后续企业可根据实际情况进一步完善。

2.4 时间边界

时间边界确定为2024年1月1日至2024年12月31日，该时间段与企业年度财务核算周期一致，便于数据收集、整理与对比分析，能有效反映企业当前生产运营状况下的产品碳足迹情况。

2.5 排除项说明

员工通勤排放占产品碳足迹比例小于0.1%，且员工通勤方式多样，数据难以精确收集，故予以排除；生产设备制造过程排放主要由设备制造商负责，在本产品碳足迹核算中难以追溯与量化，因此排除；厂区绿化碳汇作用虽对环境有益，但目前无法准确量化其对产品碳足迹的抵消效果，暂未纳入核算范围。

三、核算方法与数据来源

3.1 核算方法

采用过程分析法（Process LCA），结合数据库丰富的基础数据，详细分析产品生命周期各阶段物质与能量流，构建生命周期模型计算碳排放。核算过程严格遵循相关标准和指南，确保计算逻辑严谨、结果准确。

3.2 数据质量要求

初级数据占比≥85%，实际采集数据占比达到88%，保障数据的可靠性与真实性。数据时间代表性为2024年度，能反映企业当前生产运营状态下的碳排放情况。地理代表性选取内蒙古地区数据集，贴合企业实际运营环境，提升核算结果准确性。

3.3 关键数据来源

生命周期阶段	数据来源	数据类型
原材料开采	原材料供应商提供的开采数据、行业统计资料	初级数据、参考数据
生产制造	企业生产管理系统实时监测数据、设备能耗记录、原材料采购记录	实时监测、统计数据
运输分销	物流公司运输台账、运输合同、燃油消耗记录	次级数据
使用阶段	项目使用方能耗调查（通过问卷调查、实地走访等方式收集）、行业相关研究报告	抽样数据、参考数据
废弃处理	废弃处理企业提供的数据、相关行业规范	实际处理数据、文献数据

3.4 核查依据

本报告依据《中华人民共和国环境保护法》《碳排放权交易管理办法（试行）》《工业其他行业企业温室气体排放核算方法与报告指南(试行)》等国内法律法规和政策文件，以及 ISO 14064 - 1:2018《温室气体 - 第一部分组织层面温室气体排放和清除的量化和报告指南》、ISO 14067:2018《产品碳足迹量化与沟通的要求和指南》、IPCC 2006 国家温室气体清单指南等国际标准和规范进行核算与核查，确保报告符合国内外相关标准要求。

四、活动水平数据核查

4.1 电力消耗数据

2024 年电力消耗量为 195.53 万 kWh，数据来源于国家电网电费发票及企业内部电表记录。通过交叉核对电费发票与电表记录数据，并检查电表校准情况、电费发票真实性，确保数据准确可靠。

4.2 天然气消耗数据

天然气消耗量为 6.59 万 m^3，数据来自企业天然气流量计记录及供应商结算单据。对天然气流量计精度、校准周期进行核查，并对比供应商结算单据，验证数据的一致性与准确性。

4.3 产品产量数据

钢构件产品产量为 22847 吨，数据来源于生产日报表、入库单及销售记录。仔细核对生产日报表记录完整性、入库单准确性及销售记录真实性，确保三者数据一致，准确反映产品产量。

五、排放因子核查

5.1 电力排放因子

采用华北电网 2022 年平均供电排放因子 0.9416kg CO_2/kWh，数据来源于《中国电力企业联合会》2023 年数据。

5.2 天然气排放因子

依据《省级温室气体清单编制指南（试行）》，结合企业使用天然气的热值 38.931MJ/m³ 、单位热值含碳量 15.38 kg C/GJ、碳氧化率 99%，计算得出天然气排放因子为 1.96kg CO_2/m^3。

六、生命周期阶段排放分析

6.1 各阶段排放贡献

生命周期阶段	排放量 ($kgCO_2e/t$)	占比
原材料开采	156	14.10%
生产制造	845	76.40%
运输分销	62	5.60%
使用阶段	25	2.30%
废弃处理	12	1.10%
回收抵消	-14	-1.30%
总计	1106	100%

生产制造阶段排放量最大，占比 76.4%，是产品碳足迹的主要来源。其中，焊接工序电力消耗大，贡献 35%排放；涂装过程中使用油漆及能源消耗，贡献 25%排放；切割工序也消耗较多电力，贡献 16%排放。原材料开采阶段排放占比 14.1%，主要源于铁矿石开采、冶炼等过程中的能源消耗与排放。运输分销阶段排放占比 5.6%，与运输距离、运输方式及运输工具能耗相关。使用阶段排放占比 2.3%，主要涉及钢

构件在使用期间的维护、检测等能耗。废弃处理阶段排放占比 1.1%，主要是钢构件废弃处理过程中的相关排放。

6.2 热点过程识别

焊接、涂装和原材料运输是产品生命周期中的热点过程。焊接过程需大量电力驱动设备，且部分焊接工艺会产生温室气体排放；涂装过程中油漆的挥发及烘干等环节消耗能源并产生排放；原材料运输距离较长，运输工具能耗较高，导致碳排放较多。

七、敏感性分析

参数	变化幅度	碳足迹变化
焊接设备电力效率	提高 10%	-7.20%
运输距离	±20%	±1.1%
涂装工艺能源利用率	提高 15%	-5.50%

焊接设备电力效率对碳足迹影响较大，提高 10%时，碳足迹降低 7.2%。这是因为焊接工序电力消耗占生产制造阶段较大比重，提高设备电力效率可有效减少电力消耗，降低碳排放。运输距离变化±20%时，碳足迹变化±1.1%，运输距离对碳足迹有一定影响，但相对较小。涂装工艺能源利用率提高 15%，碳足迹可降低 5.5%，表明提升涂装工艺能源利用效率是有效的减排途径。通过敏感性分析，企业可明确关键参数，为制定减排策略提供依据。

八、不确定性分析

8.1 数据来源不确定性

活动水平数据方面，企业计量设备均经过校准，不确定性小于5%，但生产过程中设备工况波动、环境因素变化等可能影响计量结果，仍存在一定不确定性。排放因子方面，电力排放因子不确定性约10%，源于电网供电结构变化和数据统计误差；天然气排放因子不确定性约5%，与天然气成分波动、测定方法精度有关。

8.2 计算方法不确定性

采用IPCC Tier 1方法，整体不确定性评估为±15%，处于可接受范围。由于产品生命周期各阶段复杂，不同企业生产工艺存在差异，计算过程中存在一定不确定性。例如，在计算原材料开采阶段碳排放时，不同供应商的开采工艺和能源消耗不同，可能导致计算结果有偏差。

九、减排建议

9.1 工艺优化

引进新型节能焊接设备，提高焊接效率，降低电力消耗，预计可降低焊接工序碳排放10%。优化涂装工艺，采用环保型油漆和高效涂装设备，提高油漆利用率，减少能源消耗，预计可降低涂装工序碳排放8%。

9.2 物流改进

优化原材料和产品运输路线，选择更高效的运输方式和工具，降低运输过程中的碳排放。加强与物流供应商合作，共同探索绿色物流解决方案。

9.3 循环经济

加强钢构件废弃后的回收利用，提高回收率至10%，减少原材料开采量和废弃处理量，降低碳排放。在厂区建设太阳能光伏发电设施，利用太阳能替代15%的生产用电，减少对传统能源的依赖。

十、结论

中恒丰钢构生产的钢构件产品碳足迹为137kgCO_2e/吨，生产制造阶段是主要排放源。敏感性分析显示，焊接设备电力效率、涂装工艺能源利用率等参数对碳足迹影响较大。不确定性分析表明，数据来源和计算方法存在一定不确定性，但整体处于可接受范围。针对分析结果提出的工艺优化、物流改进和循环经济等减排建议，若有效实施，预计三年内可将产品碳足迹降低至125kgCO_2e/吨，减排幅度达9.8%，为企业实现节能减排目标提供可行路径。企业应持续关注数据准确性、技术发展和政策变化，不断完善碳足迹核算与减排策略，推动可持续发展。

附件 1：生命周期清单明细表

生命周期阶段	影响因素	数值	单位	数据来源	参考值
原材料开采	铁矿石消耗量	15000	吨	原材料供应商提供数据	铁矿石冶炼能耗等行业数据
	电力消耗	200	万 kWh	行业统计资料	钢铁行业开采冶炼用电
	运输距离（矿场→工厂）	300	公里	物流公司台账	重型卡车运输排放因子
生产制造	天然气消耗量	6.59	万 m^3	企业能源管理系统	天然气热值、排放因子相关数据
	电力消耗	195.53	万 kWh	企业电表记录	华北电网排放因子
	水消耗量	5000	吨	企业水表记录	工业用水相关数据
运输分销	运输距离（工厂→施	200	公里	运输合同	运输工具排放因子

	工现场）				
使用阶段	项目使用方能耗（维护等）	0.5	GJ / 吨产品	项目使用方调查	相关行业能耗数据
废弃处理	回收利用率	15%	-	废弃处理企业数据	行业回收利用标准
	填埋处理占比	85%	-	相关行业规范	填埋排放因子

附件 2：数据质量评估报告

表一：数据质量指标（DQI）评分表

数据类别	完整性	准确性	一致性	透明度	总分（/20）
原材料开采数据	4	3	4	4	15
生产制造数据	5	5	5	5	20
运输分销数据	4	4	3	3	14
使用阶段数据	3	3	3	2	11
废弃处理数据	3	2	3	2	10

表二：关键数据验证记录

参数	验证方法	结果	偏差率
天然气消耗量	企业能源管理系统 vs 供应商结算单	6.59 万 m^3 vs 6.6 万 m^3	0.15%
电力消耗	企业电表记录 vs 电网发票	195.53 万 kWh vs 196 万 kWh	0.24%

附件 3：敏感性分析原始数据

参数	基准值	变化范围	碳足迹变化（$kgCO_2e$ / 吨）	敏感性系数
焊接设备电力效率	80%	提高 10%	-79	-0.72
运输距离	300 公里	±20%	±12	0.11
涂装工艺能源利用率	60%	提高 15%	-61	-0.55