

# 天津中车唐车轨道车辆有限公司 不锈钢城轨车辆产品碳足迹报告



编制单位：天津市工业和信息化研究院  
(天津市节能中心)

编制日期：2022年5月23日

# 目 录

1 概述 .....	1
2 目的与范围 .....	2
2.1 企业和产品介绍 .....	2
2.2 研究目的 .....	3
2.3 功能单位 .....	3
2.4 系统边界 .....	4
2.5 取舍准则 .....	5
3 数据的收集和计算 .....	5
3.1 原材料获取阶段 .....	5
3.2 原材料运输阶段 .....	7
3.3 产品生产阶段 .....	7
3.4 产品运输阶段 .....	8
3.5 产品运行阶段 .....	8
3.6 产品回收、处置及废弃阶段 .....	9
4 生命周期影响评价 .....	9
4.1 产品碳足迹结果 .....	9
4.2 产品生命周期各阶段碳足迹贡献占比 .....	10
5 数据完整性和不确定分析 .....	11
6 结论与建议 .....	11

## 1 概述

2020年9月22日，习近平主席在第七十五届联合国大会一般性辩论上发表重要讲话时提出，中国将提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施，二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和。推进碳达峰碳中和是党中央经过深思熟虑作出的重大战略决策，是我们对国际社会的庄严承诺，也是推动高质量发展的内在要求。2021年9月22日，中共中央 国务院印发《关于完整准确全面贯彻新发展理念 做好碳达峰碳中和工作的意见》，2021年10月26日，国务院印发《2030年前碳达峰行动方案》。两份文件的发布为我国当前乃至今后一段时期，应对气候变化工作、绿色低碳发展和生态文明建设提出了更高的要求、擘画了宏伟蓝图、指明了方向和路径。中央企业在关系国家安全与国民经济命脉的重要行业和关键领域占据重要地位，同时也是我国碳排放的重点单位，应当在推进国家碳达峰、碳中和中发挥示范引领作用。为深入落实绿色发展理念，开展绿色制造体系建设，研发绿色设计产品，天津中车唐车轨道车辆有限公司对产品进行碳足迹评价，掌握产品全生命周期的温室气体排放数据，为公司研发绿色产品，量化碳排放数据，开展碳减排行动提供基础。

本报告按照《PAS2050:2011 商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》《ISO14067:2018 温室气体—产品碳足迹量化要求与指南》（分别简称为“PAS2050:2011”

“ISO14067:2018” ) 的要求，以天津中车唐车公司不锈钢城轨车辆作为研究对象，遵循全生命周期过程，通过建立含该产品原材料获取、原材料运输、产品生产、产品运输、产品运行五个阶段的生命周期模型，完成碳足迹评价和结果分析。

## 2 目的与范围

### 2.1 企业和产品介绍

天津中车唐车轨道车辆有限公司（以下简称“天津中车唐车公司”）位于天津市东丽区华明高新技术产业区金丽道 2157 号，占地 1180 亩，是中车唐山机车车辆有限公司出资并具有独立法人资格的有限公司，成立于 2010 年 9 月 8 日，注册资本 5.5 亿元。公司主要经营轨道装备制造、维保和维修，是中国中车投资的重点战略项目。

天津中车唐车公司形成了不锈钢车体、涂装、组装、调试 4 大工序的完整生产线。2013 年以来，公司先后承接了天津地铁 1 号线大修及改造、3 号线大修、5 号线、4 号线、11 号线等国内产品订单，生产的轨道车辆成功出口到阿根廷、埃及、古巴、尼日利亚等国家。2019 年开始生产美国、加拿大双层不锈钢客车。

天津中车唐车公司主要产品包括不锈钢地铁、双层客车、普通客车等。本报告以天津地铁 4 号线不锈钢城轨车辆（以下简称“城轨车辆”）研究对象。

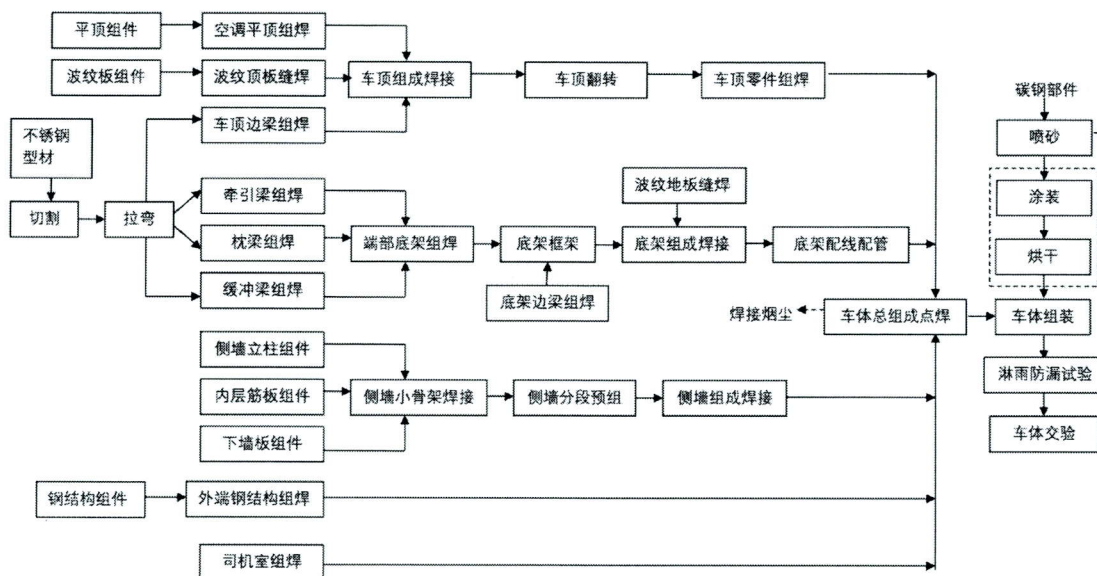


图 1 城轨车辆产品生产工艺

## 2.2 研究目的

碳足迹核算是天津中车唐车公司实现低碳、绿色发展的基础和关键，披露产品的碳足迹是天津中车唐车公司环境保护工作和社会责任的一部分，也是天津中车唐车公司迈向国际市场的重要一步。本报告对天津中车唐车公司城轨车辆产品进行碳足迹评价，一方面能够掌握其全生命周期各阶段的温室气体排放数据；另一方面在产品碳足迹评价的基础上，分析该产品的温室气体减排潜力和措施，给出该产品的碳足迹改善方案。

## 2.3 功能单位

本报告功能单位被定义为一列城轨车辆，其基本信息见表 1。

表 1 不锈钢城轨车辆基本信息

序号	项目	技术参数
1	车体材料	不锈钢
2	列车编组	6 辆编组

3	供电方式	DC1500V/750V 架空接触网或受电靴受流
4	供电电压	DC1500V
5	列车长度	120m (六组编组)
6	车辆宽度	2800mm
7	车辆高度	3800mm
8	车辆定距	15700mm
9	车辆轴距	2500mm
10	最高运行速度	120km/h
11	起动平均加速度	$\geq 0.90\text{m/s}^2$ (0 ~ 56km/h)
12	平均常用减速度	$\geq 1.0$
13	平均紧急减速度	$\geq 1.2$

## 2.4 系统边界

根据现场调研，并且经过与排放单位确认，本次碳足迹评价调研了城轨车辆的原材料获取阶段、原材料运输阶段、产品生产阶段、产品运输阶段、产品运行阶段。本产品的碳足迹评价不包含：产品回收、处置及废弃阶段产生的温室气体排放。因此，城轨车辆产品碳足迹=原材料获取阶段碳足迹+原材料运输阶段碳足迹+产品生产阶段碳足迹+产品运输阶段碳足迹+产品运行阶段碳足迹。

本次核算的系统边界如表 2。

表 2 包含和未包含在系统边界内的生产过程

包含的过程	未包含的过程
<ul style="list-style-type: none"> <li>●原材料获取: 各系统零部件生产所需物料的原材料开采、运输和生产过程产生的温室气体排放;</li> <li>●原材料运输: 各系统零部件从供</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●产品回收、处置及废弃阶段产生的温室气体排放。</li> </ul>

应商运输到天津中车唐车公司过程产生的温室气体排放；

- 产品生产：生产制造过程所需燃料消耗产生的温室气体排放；
- 产品运输：产品运输到业主方的温室气体排放；
- 产品运行：产品在生命周期内的运行产生的温室气体排放。

## 2.5 取舍准则

本报告采用的取舍规则以各项原材料投入占产品重量或过程总投入的重量比为依据。具体规则如下：

▶普通物料重量 < 1%产品重量时，以及含稀贵或高纯成分的物料重量 < 0.1%产品重量时，可忽略该物料的上游生产数据；总共忽略的物料重量不超过 5%；

▶大多数情况下，生产设备、厂房、生活设施等可以忽略；

▶空调制冷剂、灭火器等逸散导致的温室气体排放可以忽略；

▶在选定环境影响类型范围内的已知排放数据不应忽略。

## 3 数据的收集和计算

### 3.1 原材料获取阶段

城轨车辆产品系统由车体系统、走行系统、高压系统、制动系统、牵引系统、内饰系统、网络系统、辅助系统、车门系统、界面系统、空调系统、照明系统等 12 个系统组成，主要物料包括钢、铝、Si 半导体材料、电容等，排放因子参考公开的相关指南。城轨车辆产品系统组成及碳足迹计算结果如表 3 所示。

表 3 城轨车辆产品系统组成及碳足迹计算结果

序号	系统分类	零部件名称	总重量 (kg)	碳足迹 (kgCO <sub>2e</sub> )
1	车体系统	车体、车端、设备舱	45657.79	290046
2	走行系统	构架装置、拖车构架装置、差压阀、牵引电机、电机侧联轴节、一系橡胶弹簧（左）、一系橡胶弹簧（右）、中心销套组成、牵引梁、横向上止挡组成、横向减振器、连杆组成、踏面制动单元 C02、踏面制动单元带停放 C03、合成闸瓦、制动管路组成（动）、手动缓解拉绳 1、手动缓解拉绳 2、盖板、抗侧滚扭杆组成等	67207.81	163237
3	高压系统	受电弓、避雷器、高压电缆及其附件	519.99	1976
4	制动系统	控制装置、风源模块、风缸模块、基础制动、辅助空压机	2367.90	9699
5	牵引系统	牵引逆变器、高压箱、制动电阻	5560.00	86989
6	内饰系统	侧墙、顶板、端墙、地板、地板布、防寒材、扶手、腰靠	17757.00	110510
7	网络系统	中央控制单元、显示屏、IOM、中继器、以太网交换机	59.4	894
8	辅助系统	辅助逆变器、蓄电池	3255.00	31518
9	车门系统	客室车门、司机室侧门	23.880.00	94381
10	界面系统	控制主机、广播控制盒、触摸显示器、摄像头、目的地显示器、网络硬盘摄像机、紧急报警器、扬声器、LED 显示屏、动态地图、噪声监测器、客室 LCD 显示器	485.91	2216
11	空调系统	客室空调机组、司机室空调机组、风道、通风机	986.5	32084
12	照明系统	外部照明、内部照明	815.31	4674
<b>总计</b>			<b>144672.61</b>	<b>828224</b>

经过计算，原材料获取阶段的碳足迹为 828224kgCO<sub>2e</sub>。

### 3.2 原材料运输阶段

城轨车辆产品原材料运输均为汽车运输，碳排放因子来源于《中国产品全生命周期温室气体排放系数集（2022）》，道路交通（货运）重型货车 0.049kgCO<sub>2e</sub>/（t·km）。城轨车辆产品原材料运输数据及碳足迹计算结果如表 4 所示。

表 4 城轨车辆产品原材料运输数据及碳足迹计算结果

序号	物料名称	重量 (kg)	运输方式	运输距离 (km)	碳足迹 (kgCO <sub>2e</sub> )
1	钢铁	47440.3	汽车运输	60	139.47
2	涂料	1419.2	汽车运输	1200	83.45
3	车钩	1128.0	汽车运输	578	31.95
4	空调机组	708.0	汽车运输	1247	43.26
5	地板	1400.0	汽车运输	675	46.31
6	风挡玻璃组成	98.6	汽车运输	1107	5.35
7	司机台组成	60.0	汽车运输	967	2.84
8	逃生门组成	204.0	汽车运输	1061	10.61
9	受电弓	320.0	汽车运输	130	2.04
总计					<b>365.3</b>

经过计算，原材料运输阶段的碳足迹为 365.3kgCO<sub>2e</sub>。

### 3.3 产品生产阶段

城轨车辆产品生产过程主要消耗电力。电力碳排放因子来源于《2011 年和 2012 年中国区域电网平均二氧化碳排放因子》中 2012 年华北区域电网评价 CO<sub>2</sub> 排放因子 0.8843tCO<sub>2</sub>/MWh。城轨车辆产品生产数据及碳足迹计算结果如表 5 所示。

表 5 城轨车辆产品生产数据及碳足迹计算结果

能源	单车消耗量 (MWh/列车)	碳排放因子 (tCO <sub>2</sub> /MWh)	碳足迹 (kgCO <sub>2</sub> e)
电力	17.6	0.8843	15563.68

经过计算，产品生产阶段的碳足迹为 15563.68kgCO<sub>2</sub>e。

### 3.4 产品运输阶段

天津地铁 4 号线不锈钢城轨车辆从天津中车唐车公司运至中国民航大学附近交付，运输距离为 20km，运输方式为汽车运输。碳排放因子来源于《中国产品全生命周期温室气体排放系数集(2022)》，道路交通(货运)重型货车 0.049kgCO<sub>2</sub>e/(t·km)。城轨车辆产品运输数据及碳足迹计算结果如表 6 所示。

表 6 城轨车辆产品运输数据及碳足迹计算结果

序号	产品名称	重量 (kg)	运输方式	运输距离 (km)	碳足迹 (kgCO <sub>2</sub> e)
1	城轨车辆	168553	汽车运输	20.0	165.18

经过计算，产品运输阶段的碳足迹为 165.18kgCO<sub>2</sub>e。

### 3.5 产品运行阶段

根据调研，城轨车辆的设计使用寿命为 30 年，平均每年运行 10 万公里，使用电力运行。电力碳排放因子来源于《2011 年和 2012 年中国区域电网平均二氧化碳排放因子》中 2012 年华北区域电网评价 CO<sub>2</sub> 排放因子 0.8843tCO<sub>2</sub>/MWh。。城轨车辆产品运行数据及碳足迹计算结果如表 7 所示。

表 7 城轨车辆产品运行数据及碳足迹计算结果

运行能源消耗量	碳排放因子	碳足迹
---------	-------	-----

( kWh/100km )	( tCO <sub>2</sub> /MWh )	( kgCO <sub>2</sub> e )
2040	0.8843	54119160

经过计算，产品运行阶段的碳足迹为 54119160kgCO<sub>2</sub>e。

### 3.6 产品回收、处置及废弃阶段

由于城轨车辆使用寿命长达 30 年，目前国内仅有少量的城轨车辆报废后回收利用的案例，无法支撑产品回收、处置及废弃阶段的碳足迹计算，因此本报告不包含此阶段的碳排放。

城轨车辆的回收处理方式可借鉴报废火车方式来进行回收处理。城轨车辆的原材料主要为钢材、塑料、玻璃、包装材料，城轨车辆报废后，首先将能够再利用的零部件或备件进行回收，在车辆维修领域进行再利用；在对车体进行拆解，其他金属或非金属的材料可以进行资源化，生产再生钢材、再生塑料、再生玻璃等再生产品。根据火车拆解回收案例经验，城轨列车回收利用率可达 97%。

此外，退役的地铁可以运用到文化创意领域，比如建设地铁文化公园，供群众了解地铁文化乃至中国的轨道交通发展；或运用到铁路职业学校的教学活动中，供学生结合实物来掌握理论知识；或用作临时避难房，比如作为地震等自然灾害的应急住房。

## 4 生命周期影响评价

### 4.1 产品碳足迹结果

建立城轨车辆的生命周期模型，得到其碳足迹为 54963478.13kgCO<sub>2</sub>e。城轨车辆产品碳足迹结果如表 8 所示。

表 8 城轨车辆产品碳足迹

生命周期阶段	碳足迹 (kgCO <sub>2</sub> e)	占比 (%)
原材料获取和加工	828224	1.51
原材料运输	365.27	0.00
产品生产	15563.68	0.03
产品运输	165.18	0.00
产品运行	54119160	98.46
合计	54963478.13	100

#### 4.2 产品生命周期各阶段碳足迹贡献占比

根据碳足迹 PAS 碳足迹 2050:2011、ISO 碳足迹 14067:2018 碳足迹要求并结合本报告碳足迹评价，城轨车辆全生命周期内的温室气体排放主要来源于原材料获取、原材料运输、产品生产、产品运输、产品运行五个阶段。

城轨车辆生命周期各阶段对碳足迹的贡献由大到小依次为：产品运行阶段，占比为 98.46%；原材料获取阶段，碳足迹占比为碳足迹 1.51%；产品生产阶段，碳足迹占比为 0.03%；原材料运输和产品运输阶段，碳足迹占比约为 0，可以忽略不计。城轨车辆生命周期各阶段对碳足迹的贡献占比如图 3 所示。

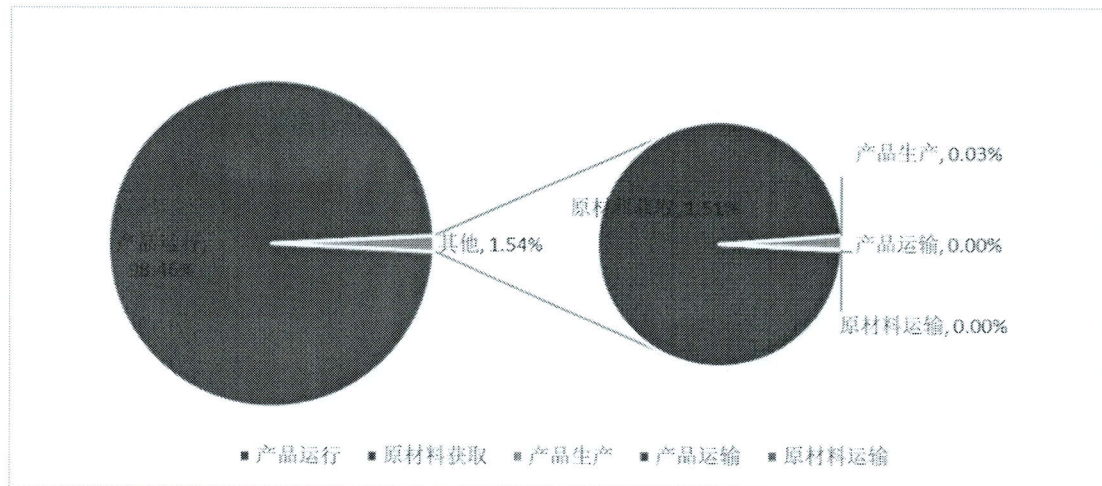


图3 城轨车辆生命周期各阶段碳足迹贡献占比

## 5 数据完整性和不确定分析

(1) 在数据收集与建模过程中由于一些消耗的材质或生产过程不详,未收集到相应数据,导致部分辅料的生产过程被忽略。产品生产阶段仅考虑了电力消费数据,其他辅助能源未考虑,计算结果和实际环境表现有一定偏差。

(2) 本项目产品的碳足迹报告数据来自企业生产过程实际数据,排放因子参考公开的相关指南。对于未实际调研的部分数据,计算结果和实际环境表现有一定偏差。

本报告数据虽然可能存在一定的偏差,但由于辅料生产和其他辅助能源导致的碳排放量所占比重小,对结果影响极小。排放因子虽然参考公开的相关指南,但其取值为经验值,偏差在可接受范围内。因此本报告数据完整性和不确定性可以接受。

## 6 结论与建议

本报告的功能单位为一列城轨车辆,并考虑其全生命周期各

阶段过程，系统边界包括原材料获取、原材料运输、产品生产、产品运输、产品运行五个阶段。本报告仅关注气候变化这一项环境影响类型，而对环境其他方面的影响并未在报告中进行评价。

本产品碳足迹报告主要得出以下结论：

(1) 城轨车辆碳足迹为 54963478.13kgCO<sub>2</sub>e。

(2) 分析产品生命周期各阶段的温室气体排放情况可知，城轨车辆生命周期各阶段对碳足迹的贡献由大到小依次为：产品运行阶段，占比为 98.46%；原材料获取阶段，碳足迹占比为碳足迹 1.51%；产品生产阶段，碳足迹占比为 0.03%；原材料运输和产品运输阶段，碳足迹占比约为 0，可以忽略不计。

针对城轨车辆产品碳足迹排放基本情况，建议如下：

(1) 加强产品全生命周期工作管理，深入开展绿色设计，从产品研发阶段谋划好产品节能减排有关举措，并分配给各环节进行落实推动。

(2) 加强节能工作，从技术及管理层面提升能源利用效率，严格落实能源管理制度，制定落后用能设备淘汰工作计划，持续减少用能投入，不断降低单位产品能耗。

(3) 建议企业在充分评估生产效益与绿色发展的基础上，加强企业绿色供应链管理，对原材料数据进行精确统计，选取原材料碳足迹小的供应商。

(4) 在产品生命周期各阶段碳足迹分析基础上，结合环境友好的设计方案采用、落实生产者责任延伸制度、绿色供应链管

理等工作，提出产品生态设计改进的具体方案。

(5) 加强宣传教育，提高节能意识广泛开展节能宣传教育，增强干部职工的资源忧患意识和节约意识。积极开展能源紧缺体验活动和节约能源、资源宣传周活动。在公共区域设施设备旁张贴节约标识，营造节约能源、资源氛围。

