

威海新北洋数码科技有限公司

自助售货柜产品

产品碳足迹报告

完成单位（公章）：山东正向国际低碳科技有限公司

报告日期：2021 年 8 月 18 日



目 录

一、前言	4
二、评价目的	5
三、评价过程和方法	7
3.1 评价标准	7
3.2 工作组安排	7
3.3 评价流程	8
3.3.1 文件评价	8
3.3.2 现场访问	8
3.3.3 报告编写及内部技术复核	9
四、评价范围	10
4.1 企业基本情况	10
4.2 评价对象	10
4.3 系统边界	11
4.3.1 时间边界	11
4.3.2 排放源边界	11
4.3.3 生命周期模式	12
五、清单分析	12
5.1 生产技术	12
5.2 清单分析	12
六、数据收集	17
6.1 数据收集和评价过程	17
6.1.1 产品数据	18
6.1.2 物料数据	18
6.1.3 能耗数据	20
6.1.4 其他数据	21
6.1.5 碳足迹核算系数	22
6.2 数据汇总表	23

七、产品碳足迹的计算	24
7.1 计算公式	24
7.2 产品碳足迹评估与分析	25
7.3 产品碳足迹分析	27
7.3.1 按生命周期各环节分析	27
7.3.2 按物料、能耗组成分析	27
7.4 敏感性分析	28
八、不确定性分析	28
8.1 分析方法	28
8.2 不确定性分析结果	31
九、结论	32
十、节能减排建议	32
附录	34
附录 1 产品碳足迹评价声明	34
附录 2 文件清单	35

一、前言

全球气候系统正在发生重要的变化，联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）在 2014 年发布的 IPCC 第五次评估报告中确认世界各地都在发生气候变化，而气候系统变暖是毋庸置疑的。报告明确指出人类对气候系统的影响是明确的，而且这种影响在不断增强，在世界各个大洲都已观测到种种影响。如果任其发展，气候变化将会增强对人类和生态系统造成严重、普遍和不可逆转影响的可能性。

“碳足迹”（Carbon footprint）被用来描述产品或服务从生产、消费到废弃的整个生命周期过程中温室气体的排放量。有效地控制碳足迹，既可以减少温室气体的排放量，减少对环境的影响，又可以节约能源的消耗。有效的碳信息汇报和碳减排已成为各生产型企业控制生产成本、提高企业竞争力的方法，在社会各界中逐渐达成了可持续发展的共识。

“十三五”规划中也提到要主动控制碳排放，有效控制碳排放总量，2016 年 10 月，为加快推进绿色低碳发展，确保完成“十三五”规划纲要确定的低碳发展目标任务，推动我国二氧化碳排放 2030 年左右达到峰值并争取尽早达峰，国务院印发了《“十三五”控制温室气体排放工作方案》，温室气体控排力度进一步加大，对企业碳管理提出更高的要求。碳足迹评价在企业碳管理过程中具有极其重要的作用，是实现节能减排必须解决的问题。

智能零售终端产品是人类活动中不可或缺的重要组成部分，智能

零售终端装备加工行业在国民经济中占有重要地位，其对于人类经济和社会发展有着重大的现实意义。对相关企业而言，率先实施碳足迹核算和评估，无疑是最好的选择。碳足迹核算与评估有助于企业了解碳足迹相关政策与法规和碳足迹的核算原则和过程；在碳足迹交易市场上把握先机，从中获益；改善能源效益，节省长远开支；未雨绸缪，迎接国家法律和贸易壁垒的挑战；吸引新顾客，保留老顾客，在市场竞争中脱颖而出；履行社会责任，树立良好企业形象；实施简单，成本低廉。

二、评价目的

威海新北洋数码科技有限公司（以下简称“数码科技”或“公司”）系山东新北洋信息技术股份有限公司（以下简称“新北洋”或“母公司”）于 2007 年 12 月发起成立的全资子公司，注册资本 1.88 亿元，现有员工 1300 余人。

数码科技专注于自助服务设备及系统集成解决方案的研发、生产、销售和服务，是国内领先的钣金精密加工与自助服务设备及系统解决方案的供应商，产品广泛应用于物流、新零售、通信、医疗、金融、电力、彩票、交通、食品安全、公共事业服务等众多行业和领域。

数码科技属国家重点支持的高新技术公司，是山东省中国专利山东明星公司、山东省创新型试点公司，，组建有“省级公司技术中心”、“山东省工程实验室”、“省级工程技术研究中心”、“威

海市工程实验室”、“威海市工业设计中心”。

数码科技位于威海市环翠区昆仑路 126 号，厂房占地面积 10 万平方米，建筑面积 3 万平方米，共计上下 4 层。

2016 年，在当地政府和母公司新北洋的大力支持下投资建设了“自助终端集成产品智能生产工厂”（以下简称“智能工厂”），总投资约 6 亿元，拥有了国内领先的从钣金加工到涂装、整机组装的一体化智能生产线。

2018 年 11 月数码科技启动建设“新北洋数码科技智能终端设备产业园”。预计总投资 15 亿元，总占地 205 亩，其中一期占地 120 亩，建筑面积 8.69 万平方米（地下 2.8 万平方米），二期占地 85 亩，建筑面积 7 万平方米。含生产厂房、办公等辅助设施，新增整机智能加工装配设备、生产线及辅助设施，形成智能终端设备加工装配批量化生产能力。

此次评价对象为威海新北洋数码科技有限公司生产的自助售货柜产品，涉及生产工序包括切割、折弯铆接、焊接、打磨、前处理、电泳、粉末喷涂、发泡、装配、检验测试、包装入库、物流等环节。通过碳足迹评价，将达到以下目的：

- 1) 核算单位产品碳足迹，有利于绿色工厂的认证与实施。
- 2) 通过对比用于产品生产的各项能源、资源、物料碳足迹数据，找出影响产品碳足迹的关键要素，有利于有针对性地升级生产技术和改造生产工艺，优化供应结构，从而实现节能、降耗、减排目标。

3) 通过此次核算，最终让企业明确自身碳排放现状，寻找节能减排机会，最终建立绿色环保的竞争优势。为低碳产品认证、碳排放核查、排污权交易做信息储备。

三、评价过程和方法

3.1 评价标准

- ISO/TS 14067-2013 《温室气体.产品的碳排放量.量化和通信的要求和指南》

-PAS2050:2011 《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》

3.2 工作组安排

依据 ISO/TS 14067-2013 《温室气体.产品的碳排放量.量化和通信的要求和指南》，以及 PAS2050:2011 《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》，根据核算任务以及企业的规模、行业，按照山东正向国际低碳科技有限公司内部工作组人员能力及程序文件的要求，此次工作组由下表所示人员组成。

表 3-1 工作组成员表

序号	姓名	职务	职责分工
1	刘继辉	组长	产品碳足迹排放边界的确定，2020 年产品生产过程中涉及的各类物料和能源资源数据收集、原物料统计报表、能源统计报表及能源利用状况等。产品碳足迹报告的撰写。
2	蔡阳	组员	收集了解企业基本信息、产品情况、原物料情况、

			计量设备、主要耗能设备情况，资料整理，排放量计算及结果核算。
--	--	--	--------------------------------

3.3 评价流程

3.3.1 文件评价

根据 PAS2050，工作组于 2021 年 7 月 20 日对企业提供的支持性文件进行了查阅，详见评价报告附录“文件清单及主要文件样张”。

工作组通过查阅以上文件，识别出现场访问的重点为：现场查看企业产品的生产工艺流程，原辅料消耗情况，实际排放设施和测量设备，现场查阅企业的支持性文件，通过交叉核对判断企业提供的能源和物料消耗量数据是否真实、可靠、正确。

3.3.2 现场访问

工作组于 2021 年 7 月 23 日进行了现场核查。企业主要负责人介绍了企业的具体情况，并对文件评价阶段提出的问题进行了沟通解答。会议的时间、对象及主要内容如表 3-2 所示：

表 3-2 现场访问记录表

时间	访谈对象	部门	访谈内容
2021 年 7 月 23 日	曲彦	综合管理部	- 介绍企业的基本情况、生产经营情况； - 介绍企业组织机构设置情况； - 介绍企业管理现状。 - 介绍企业产品情况及生产工艺； - 介绍产品生产过程中各工序物料及能源使用情况； - 介绍企业物料及能源计量、统计情况。 - 介绍评价产品的生产、销售及原辅料购
	许玉超	整机工艺	
	黄建团	涂装工艺	

			买情况，提供相关数据。
--	--	--	-------------

3.3.3 报告编写及内部技术复核

工作组于 2021 年 8 月 10 日编制碳足迹报告初稿，2021 年 8 月 18 日形成最终碳足迹报告。

为保证编写质量，碳足迹评价工作实施组长负责制、技术复核人复核制、质量管理委员会把关三级质量管理体系。即对每一个碳足迹评价项目均执行三级质量校核程序，且实行质量控制前移的措施及时把控每一环节的工作质量。碳足迹评价工作的第一负责人为工作组组长。工作组组长负责在评价过程中对工作组成员进行指导，并控制最终碳足迹报告的质量；技术复核人负责在最终碳足迹报告提交给客户前控制最终碳足迹报告的质量；报告批准人负责整体工作质量的把控，以及报告的批准工作。

技术复核人及报告批准人情况见表 3-3。

表 3-3 技术复核组成员表

序号	姓名	职责	行业领域	是否进行现场访问
1	曹磊	技术复核	化工、电力、钢铁、石化、机械	否
2	张静波	报告批准	电力、钢铁、建材、石化、化工、造纸、有色、其他行业	否

四、评价范围

4.1 企业基本情况

威海新北洋数码科技有限公司（以下简称“数码科技”或“公司”）系山东新北洋信息技术股份有限公司（以下简称“新北洋”或“母公司”）于 2007 年 12 月发起成立的全资子公司，注册资本 1.88 亿元，现有员工 1300 余人。

数码科技专注于自助服务设备及系统集成解决方案的研发、生产、销售和服务，是国内领先的钣金精密加工与自助服务设备及系统解决方案的供应商，产品广泛应用于物流、新零售、通信、医疗、金融、电力、彩票、交通、食品安全、公共事业服务等众多行业和领域。

数码科技属国家重点支持的高新技术公司，是山东省中国专利山东明星公司、山东省创新型试点公司，，组建有“省级公司技术中心”、“山东省工程实验室”、“省级工程技术研究中心”、“威海市工程实验室”、“威海市工业设计中心”。

4.2 评价对象

本次碳足迹评价对象为：1 台自助售货柜。

4.3 系统边界

4.3.1 时间边界

核算的时间边界为 2020 年 1 月 1 日至 2020 年 12 月 31 日。

4.3.2 排放源边界

系统边界确定了产品碳足迹的范围，即碳足迹评价应包括哪些生命周期阶段、投入和产出。根据 PAS2050:2011，用于原材料转变的所有流程、产品生命周期内能源供应和使用、制造和提供服务、设施运行、运输、储存所产生的 GHG 排放，应纳入边界范围。厂房、机器设备等的使用维修及折损，工人日常生活所引发的碳足迹皆不在核算边界之内。

由于产品边界内排放源较多且排放情况复杂，PAS2050 允许排除不超过总排放量 1% 的非实质性排放；与生活相关活动温室气体排放量不计，包括雇员上下班通勤、公务旅行、人工劳动等；办公室所产生的排放量计算结果难以有普适作用，因此排放系统计算时将此部分温室气体排放忽略不计。综上，对于本次评价，以上排放源没有计入。

对于本企业产品碳足迹核算的空间边界包括威海新北洋数码科技有限公司 1 台自助售货柜的原辅料生产、原辅料运输、产品生产与包装、废弃物处理和成品运输全过程，具体包括生产区域、生产辅助区域、物料运输的能耗和物耗（原料、辅料、包装材料）。

4.3.3 生命周期模式

根据 PAS2050，产品在生命周期的内 GHG 排放评价应在以下方式进行选择：

a) 从商业-到-消费者的评价（B2C），包括产品在整个生命周期内所产生的排放；

b) 从商业-到-商业的评价（B2B），包括直到输入到达一个新的组织之前所释放的 GHG 排放（包括所有上游排放）。

在计算 B2C 产品的碳足迹时，典型的流程图步骤包括生命周期全过程：从原材料，通过生产、制造、分销和零售，到消费者使用，以及最终处置或再生利用；B2B 的碳足迹停留在产品被提供给另一个制造商的节点上，计算产品碳足迹时只包括从原材料通过生产直到产品到达一个新的组织。

本次产品碳足迹的评价是针对 1 台自助售货柜生产过程的 GHG 排放的跟踪计算，因此采用从“商业-到-商业”（B2B）的生命周期模式。

五、清单分析

5.1 生产技术

生产工艺主要分为切割、折弯铆接、焊接、打磨、前处理、电泳、粉末喷涂、发泡、装配、检验测试、包装入库。

（1）切割

钢板存放于自动料库系统。自动料库系统根据加工任务要求，自动给与自动料库系统连接的激光切割机、数控冲床或数控冲切复合机送料。激光切割机、数控冲床或数控冲切复合机下料完成的物料，送回自动料库系统进行存储。

（2）折弯铆接

自动料库系统根据加工任务要求，将下料完成的物料自动输送到自动折弯中心进行折弯操作，或输送到手工折弯区进行手工折弯操作。折弯后的零件如需要铆接其他标准件或加工件，则在铆接机上完成铆接操作。

（3）焊接

焊接是将前道工序完工的零件焊接为部件组成及机柜组成。焊接主要采用机器人焊接，少量采用手工焊接。

（4）打磨

打磨单元采用密封的防护房设计，采用钣金搭接而成。

（5）前处理

项目前处理采用自动化生产，主要目的是清洗掉工件表面的机械杂质、油污并在工件表面形成一层无机涂层。

（6）电泳

项目共设 1 条电泳涂装生产线，电泳设备出入口均设置排风罩实现负压。

（7）粉末喷涂

项目部分产品不需要经过电泳工序直接进行粉末喷涂，部分产品

经电泳后再进行粉末喷涂。项目采用粉末静电喷涂，采用自动+手动补充喷涂方式。

该工序在喷粉屏蔽间内进行，且呈负压，粉末涂料由供粉系统借压缩空气送入喷枪，在喷枪前端加有高压静电发生器产生的高压，由于电晕放电，在其附近产生密集的电荷，粉末由枪嘴喷出时，形成带电涂料粒子，受静电力的作用，被吸到与其极性相反的工件上去。

静电喷粉设备完全密封，喷粉时粉末涂料的附着率为 60%以上。未被工件吸附的过量粉末，被吸入设备自带的回收系统，该回收系统是旋风回收系统+脉冲滤芯回收塔，回收系统对未喷上粉末的回收效率为 99%，剩余粉末沉降在喷粉屏蔽间内。

（8）发泡

本项目发泡使用化学发泡法，发泡原料主要为黑料和白料。将外购的黑料和白料通过高压泵泵入黑料罐和白料罐暂存。黑料和白料经各自计量泵精确计量后，通过管道输送至发泡设备高压浇注枪头中，然后混合料液注入到壳体模具内，当注入量达到规定值后自动停止注射，将喷嘴取出，进行熟化，熟化过程约为 10~20 分钟，35~45℃条件下进行。熟化后，清理壳体外部少量的聚氨酯泡沫边角料。

反应原理：聚氨酯硬质泡沫是以异氰酸酯和聚醚为主要原料，在发泡剂、催化剂、阻燃剂等多种助剂的作用下，通过专用设备混合，经高压浇注发泡而成的高分子聚合物。聚氨酯发泡真正发生化学反应的原材料只是异氰酸酯 $R-NCO$ 与聚醚多元醇 $R'-OH$ ，形成 $R-NCO-R'$ （聚氨酯）。反应过程中释放热量，此时混在组合聚醚的发泡剂环戊

烷不断气化使聚氨酯膨胀填充壳体的空隙。

发泡过程分为两部分，一部分是柜体发泡，一部分是零部件发泡。

①柜体发泡：通过预装形成封闭的腔体，将封闭的腔体放入发泡模具中，整个封闭的腔体只有一个注入口，高压枪头将黑白料注入腔体中，黑白料在腔体内发泡填充整个内腔，枪头拔出后注入口自动密封，密封后无 VOCs 挥发。②零部件发泡：利用由上下两部分组成的塑料壳体模具进行定型，在高压枪头浇注过程时，因枪头插入，上下两部分塑料壳体模具闭合时会有少量环戊烷气体挥发出来，产生 VOCs 废气。

（9）装配

通过生产工艺要求将外购的液晶显示器、玻璃门与厂内自行组装好的各部件组装到一起，形成自助终端设备的各个模块的组装。

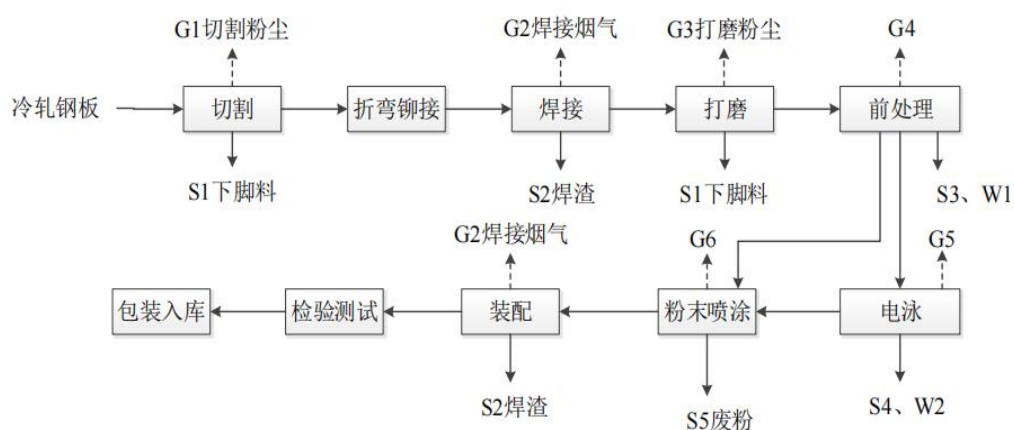
其中，制冷模块组装是将制冷模块进行抽真空处理，按照工艺要求将冷媒（R134a）注入，使用焊接机进行尾部封焊处理。焊接完成后，使用冷媒检漏仪对所有焊点进行冷媒泄漏的检测。

（10）检验测试

主要为整机的功能测试和温控测试，包括基本的安规测试、通过人机交互对贩售取货等功能性测试，通过温控系统测试制冷效果和温度控制水平。通过一系列的检验测试过程确认产品达到客户的功能要求和效果。

（11）包装入库

产品包装后办理入库手续。



生产工艺流程图

5.2 清单分析

评价组通过现场访谈以及查看相关资料,明确了产品所涉及的活动包括:

- 原辅料获取, 排放源为评价产品的原辅料生产过程导致的排放;
- 原料运输至厂内, 排放源包括运输车辆燃料消耗产生的排放;
- 产品生产, 排放源包括评价产品生产过程能源消耗导致的排放;
- 产品生产过程的废弃物处理, 排放源包括各类废弃物处理和包装导致的排放;
- 产品包装, 排放源为产品包装的带入排放;
- 物料厂内运输, 排放源为原辅料、产品和废弃物在厂内运输过程中能源消耗产生的排放;
- 产品运输至下游厂家, 排放源为运输车辆燃料消耗产生的排

放。

根据上述活动，依据产品生产工艺流程图以及辅助工序工艺，确定产品涉及的物料、能源消耗清单，如表 5-1 所示：

表 5-1 自助售货柜产品生产各阶段生命周期清单分析

生命周期各环节	原辅料获取	原辅料运输	产品生产	产品包装	废弃物处理	厂内运输	产品运输
原料消耗	冷轧钢板、不锈钢板	/	原料在生产过程产生温室气体	纸箱	回收	/	/
辅料消耗	液氮、阴极环氧体系电泳漆树脂、纯聚酯粉末涂料、白料、黑料	/	辅料在生产过程不产生温室气体	/	/	/	/
能源消耗	/	柴油	电、天然气、热力	能耗排放归结到生产能耗中	/	柴油	柴油

六、数据收集

6.1 数据收集和评价过程

在威海新北洋数码科技有限公司相关领导及员工的密切配合下，本项目取得了详细的碳足迹核算所需数据，数据收集的时间范围是 2020 年。

6.1.1 产品数据

表 6-1 产品产量

数据项	自助售货柜产量
数据值	15818
单位	台
数据来源	《2020 年生产报表》

6.1.2 物料数据

表 6-2 冷轧钢板消耗量

数据项	用于自助售货柜产品生产的冷轧钢板消耗量		
数据值	463.6		
单位	t		
数据来源	来源于《2020 年生产报表》。		
	自助售货柜产品生产的冷轧钢板消耗与产品产量见下表：		
	原料	自助售货柜产品产量（台）	原料耗量（t）
	钢板	15818	463.6

表 6-3 不锈钢板消耗量

数据项	用于自助售货柜产品生产的不锈钢板消耗量		
数据值	38.8		
单位	t		
数据来源	来源于《2020 年生产报表》。		
	自助售货柜产品生产的不锈钢板消耗与产品产量见下表：		
	原料	自助售货柜产品产量（台）	原料耗量（t）
	不锈钢板	15818	38.8

表 6-4 液氮消耗量

数据项	用于自助售货柜产品生产的液氮消耗量
-----	-------------------

数据值	28.3		
单位	t		
数据来源	来源于《2020 年生产报表》。		
	自助售货柜产品生产的液氮消耗与产品产量见下表：		
	原料	自助售货柜产品产量（台）	原料耗量（t）
	液氮	15818	28.3

表 6-5 阴极环氧体系电泳漆树脂消耗量

数据项	用于自助售货柜产品生产的阴极环氧体系电泳漆树脂消耗量		
数据值	66.4		
单位	t		
数据来源	来源于《2020 年生产报表》。		
	自助售货柜产品生产的水消耗与产品产量见下表：		
	原料	自助售货柜产品产量（台）	原料耗量（t）
	阴极环氧体系电泳漆树脂	15818	66.4

表 6-6 纯聚酯粉末涂料消耗量

数据项	用于自助售货柜产品生产的纯聚酯粉末涂料消耗量		
数据值	15.2		
单位	t		
数据来源	来源于《2020 年生产报表》。		
	自助售货柜产品生产的纯聚酯粉末涂料消耗与产品产量见下表：		
	原料	自助售货柜产品产量（台）	原料耗量（t）
	纯聚酯粉末涂料	15818	15.2

表 6-7 白料消耗量

数据项	用于自助售货柜产品生产的白料消耗量		
数据值	4.7		

单位	t		
数据来源	来源于《2020 年生产报表》。		
	自助售货柜产品生产的白料消耗与产品产量见下表：		
	原料	自助售货柜产品产量（台）	原料耗量（t）
	白料	15818	4.7

表 6-8 黑料消耗量

数据项	用于自助售货柜产品生产的黑料消耗量		
数据值	7.6		
单位	t		
数据来源	来源于《2020 年生产报表》。		
	自助售货柜产品生产的黑料消耗与产品产量见下表：		
	原料	自助售货柜产品产量（台）	原料耗量（t）
	黑料	15818	7.6

表 6-9 产品包装环节纸箱消耗量

数据项	自助售货柜产品包装环节纸箱消耗量	
数据值	38	
单位	t	
数据来源	来源于企业统计人员估算，见下表：	
	包装材料	耗量（t）
	纸箱	38

6.1.3 能耗数据

表 6-10 电力消耗量

数据项	用于自助售货柜产品生产的电力消耗量
数据值	7252.2
单位	万 kWh
数据来源	来源于《2020 年生产报表》，包含产品生产、产品包装、辅助生产

	的电力消耗。		
	自助售货柜产品生产的电力消耗与产品产量见下表：		
	能源	自助售货柜产品产量 (台)	电力消耗量 (万 kWh)
	电力	15818	252.2

表 6-11 天然气消耗量

数据项	用于自助售货柜产品生产的天然气消耗量		
数据值	46.4		
单位	万 m3		
数据来源	来源于《2020 年生产报表》。		
	自助售货柜产品生产的天然气消耗与产品产量见下表：		
	能源	自助售货柜产品产量 (台)	消耗量 (万 m3)
	天然气	15818	46.4

表 6-12 热力消耗量

数据项	用于自助售货柜产品生产的热力消耗量		
数据值	3163.6		
单位	GJ		
数据来源	来源于《2020 年生产报表》。		
	自助售货柜产品生产的热力消耗与产品产量见下表：		
	能源	自助售货柜产品产量 (台)	消耗量 (GJ)
	热力	15818	3163.6

6.1.4 其他数据

表 6-13 原材料运输里程数

数据项	物料运输里程数
数据值	见数据来源表格
单位	Km

数据来源	由生产厂家和公司之间距离确定。		
	自助售货柜产品生产原料单程运输距离：		
	活动水平参数	活动水平数据	单位
	冷轧钢板	80	Km
	不锈钢板	40	Km
	液氮	260	Km
	阴极环氧体系电泳漆 树脂	280	Km
	纯聚酯粉末涂料	350	Km
	白料	70	Km
	黑料	70	Km

表 6-14 产品运输里程数

数据项	产品运输里程数		
数据值	见数据来源表格		
单位	Km		
数据来源	由公司运输到消费厂家之间的单程距离确定：		
	自助售货柜产品	500	Km

6.1.5 碳足迹核算系数

在进行碳足迹核算时需要相关能耗、物耗的碳足迹系数，如下表所示：

表 6-15 各能源、物料碳足迹系数

类别	项目	碳足迹系数	单位	数据准确度	具体来源
能源	电力	1.04	kgCO ₂ e/ kWh	4	文献-《用于组织和产品碳足迹的中国电力温室气体排放因子》

类别	项目	碳足迹系数	单位	数据准确度	具体来源
	天然气	2.1621	kgCO ₂ e/ m ³	5	中国国家标准化管理委员会（2018）
	热力	0.11	tCO ₂ e/G J	5	中国国家标准化管理委员会（2018）
原料	冷轧钢板	3.5411	kgCO ₂ e/ kg	6	根据 Defra 数据及价格计算
	不锈钢板	3.5127	kgCO ₂ e/ kg	6	根据 Defra 数据及价格计算
	液氮	0.31	kgCO ₂ e/ kg	6	根据 Defra 数据及价格计算
	阴极环氧 体系电泳 漆树脂	1.07	kgCO ₂ e/ kg	6	根据 Defra 数据及价格计算
	纯聚酯粉 末涂料	1.04	kgCO ₂ e/ kg	6	根据 Defra 数据及价格计算
	白料	0.15	kgCO ₂ e/ kg	6	根据 Defra 数据及价格计算
	黑料	0.34	kgCO ₂ e/ kg	6	根据 Defra 数据及价格计算
产品包装	纸箱	1.46	kgCO ₂ e/ kg	5	英国环境、食品及农村事务部（DEFRA2018）
原料运输	单位公里 载重	0.19639	kgCO ₂ e/t .km	6	Defra /DECC
产品运输	单位公里 载重	0.19639	kgCO ₂ e/t .km	6	Defra /DECC

6.2 数据汇总表

产品碳足迹活动水平数据汇总情况见表 6-12 表 6-13

表 6-12 2020 年产品信息及产量汇总

产品名称	产量（台）
------	-------

自助售货柜	15818
-------	-------

表 6-13 2020 年自助售货柜产品能源、物料消耗数据汇总

生命周期各环节	活动水平参数	活动水平数据	单位
原辅料获取	冷轧钢板	463.6	t
	不锈钢板	38.8	t
	液氮	28.3	t
	阴极环氧体系电泳漆树脂	66.4	t
	纯聚酯粉末涂料	15.2	t
	白料	4.7	t
	黑料	7.6	t
原辅料运输	冷轧钢板	80	Km
	不锈钢板	40	Km
	液氮	260	Km
	阴极环氧体系电泳漆树脂	280	Km
	纯聚酯粉末涂料	350	Km
	白料	70	Km
	黑料	70	Km

七、产品碳足迹的计算

7.1 计算公式

采用碳足迹系数法进行计算，详见公式（7-1）；

$$CF = \sum_{i=1}^n M_i \times N_i \quad \text{公式（7-1）}$$

式中：

CF ——产品碳足迹， kgCO_2e ；

M_i ——第*i*种能源和物料的消耗量，质量/体积/ kWh ；

N_i ——第*i*种能源和物料的碳足迹系数， $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{体积}$ 或 $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{质量}$ 或 $\text{kgCO}_2\text{e}/\text{kW}\cdot\text{h}$ 。

7.2 产品碳足迹评估与分析

表 7-1 2020 年度自助售货柜产品碳足迹计算结果

生命周期各环节	活动水平参数	活动水平数据	单位	碳足迹系数	单位	碳排放量（tCO ₂ e）	比例(%)
原辅料获取	冷轧钢板	463.6	t	3.5411	kgCO ₂ e/kg	1641.65	26.53
	不锈钢板	38.8	t	3.5127	kgCO ₂ e/kg	136.29	2.20
	液氮	28.3	t	0.31	kgCO ₂ e/kg	8.77	0.14
	阴极环氧体系电泳漆树脂	66.4	t	1.07	kgCO ₂ e/kg	71.05	1.15
	纯聚酯粉末涂料	15.2	t	1.04	kgCO ₂ e/kg	15.81	0.26
	白料	4.7	t	0.15	kgCO ₂ e/kg	0.71	0.01
	黑料	7.6	t	0.34	kgCO ₂ e/kg	2.58	0.04
原料运输 ¹	冷轧钢板	80	Km	0.19639	kgCO ₂ e/t.km	15.71	0.25
	不锈钢板	40	Km	0.19639	kgCO ₂ e/t.km	7.86	0.13
	液氮	260	Km	0.19639	kgCO ₂ e/t.km	51.06	0.83
	阴极环氧体系电泳漆树脂	280	Km	0.19639	kgCO ₂ e/t.km	54.99	0.89
	纯聚酯粉末涂料	350	Km	0.19639	kgCO ₂ e/t.km	68.74	1.11

¹ 由于企业辅料采购一般就近采购，运输占比较少，因此忽略不计。

生命周期各环节	活动水平参数	活动水平数据	单位	碳足迹系数	单位	碳排放量（tCO ₂ e）	比例(%)
	白料	70	Km	0.19639	kgCO ₂ e/t.km	13.75	0.22
	黑料	70	Km	0.19639	kgCO ₂ e/t.km	13.75	0.22
产品生产	电力消耗量	252.2	万 kWh	1.04	kgCO ₂ e/kWh	2622.88	42.39
	天然气消耗量	46.4	万 m ³	2.1621	kgCO ₂ e/m ³	1003.21	16.21
	热力消耗量	3163.6	GJ	0.11	tCO ₂ e/GJ	348.00	5.62
产品包装	纸箱消耗量	38	t	1.46	kgCO ₂ e/kg	55.48	0.90
厂内运输	柴油消耗量	6.42	t	3.09591	kgCO ₂ e/kg	19.88	0.32
产品运输	运输公里数	180	Km	0.19639	kgCO ₂ e/t.km	35.35	0.57
总碳足迹（tCO ₂ e）						6187.51	100
产品产量（t）						15818	
产品碳足迹（tCO ₂ e/台）						0.39	

7.3 产品碳足迹分析

7.3.1 按生命周期各环节分析

表 7-2 2020 年度自助售货柜产品碳足迹构成

生命周期各环节	碳排放量 (tCO ₂ e)	碳排放比例(%)
原辅料获取	1876.86	30.33
原辅料运输	225.84	3.65
产品生产	3974.09	64.23
产品包装	55.48	0.9
厂内运输	19.88	0.32
产品运输	35.35	0.57
总碳排放	6187.51	100

由表 7-1 可知，自助售货柜产品碳足迹构成大小为：产品生产>原辅料获取>原辅料运输>产品包装>产品运输>厂内运输，产品生产环节的碳足迹占总碳足迹最大，达 64.23%。

7.3.2 按物料、能耗组成分析

进一步分析产品生产环节的碳足迹构成，其物料、能耗的碳足迹如表 7-3 所示。

表 7-3 2020 年度自助售货柜产品生产环节碳足迹构成

类别	活动水平参数	碳排放量 (tCO ₂ e)	碳排放比例(%)
产品生产	电力消耗量	2622.88	42.39
	天然气消耗量	1003.21	16.21
	热力消耗量	348.00	5.62
产品生产环节总碳排放		3974.09	64.23

由 7-3 可知，自助售货柜产品生产过程中能源消耗碳足迹为：电

力>天然气>热力，因此，电力和天然气使用是自助售货柜产品低碳控制的关键要素。

7.4 敏感性分析

以下对电力消耗量进行敏感性分析，考察能源资源使用量的变化对碳足迹变化的敏感程度，结果如表 7-4 所示。

表 7-4 自助售货柜产品碳足迹敏感性分析

参数		原总碳足迹 (tCO ₂ e)	减后总碳足 迹 (tCO ₂ e)	碳足迹差值 (tCO ₂ e)	总量减少 比例(%)
自助售货 柜产品碳 足迹	电力消耗量 减少 10%时	3974.09	3691.21	282.88	7.1

将占总碳足迹比例较大的活动数据数值减少 10%，考察对整体碳足迹的影响。由于评价对象碳足迹成分复杂，碳足迹总量大，在相应活动水平数据减少 10%时，对其碳足迹总量影响小于 8%。说明电力消耗量变化对自助售货柜产品的总碳足迹的变化影响最大。

八、不确定性分析

8.1 分析方法

首先，需要对清单中数据的来源进行质量评估，从数据的可靠性和相关性两个方面来评估。可靠性选定为统计代表性、时间代表性和数据来源三个指标；相关性选定地理代表性和技术代表性两个指标，如表 8-1。

其次，在对不确定性的各项指标进行综合评定时，采用对各指标

进行加权平均的方法，参见公式 8-1。可靠性中 3 个指标各占 1/3，相关性中 2 个指标各占 1/2。最终得分高，则数据质量好，不确定性低；反之得分低，则数据质量差，不确定性高，数据质量等级参照表 8-2。

表 8-1 数据可靠性量化指标

指标值	9	7	5	3	1
统计代表性	全面统计	重点统计或典型统计	抽样调查频次高于每月天一次	抽样调查频次 1-3 月每次	抽样调查频次低于 3 月每次；抽样频次未知
时间代表性	研究目标当月数据	与研究目标当月差距 3 月以内	与研究目标当月差距 3~8 月	与研究目标当月差距 8~18 月	与研究目标当月差距 18 月以上；未知数据年代
数据来源	三级测量数据/实际数据	平均数据	经验数据	额定数据	未知
地理代表性	研究目标区域	与研究目标区域地理条件大部分相同	与研究目标区域地理条件类似	与研究目标区域地理条件部分类似	与研究目标区域地理条件完全不同；未知地理条件
技术代表性	生产现场	技术水平档次相差为 0	技术水平档次相差为 1	技术水平档次相差为 2	技术水平档次相差为 3

$$Q = \frac{q_1+q_2+q_3}{6} + \frac{q_4+q_5}{4}$$

公式（8-1）

式中：

- Q ——数据质量等级分；
- q_1 ——数据的统计代表性质量等级分；
- q_2 ——数据的时间代表性质量等级分；
- q_3 ——数据的来源质量等级分；

q_4 ——数据的地理代表性质量等级分；

q_5 ——数据的技术代表性质量等级分。

表 8-2 数据质量等级

得分	数据质量	不确定性大小
$8 \leq \text{不确定性} \leq 9$	最高	最小
$7 \leq \text{不确定性} \leq 8$	较高	较小
$6 \leq \text{不确定性} \leq 7$	较差	较大
$\text{不确定性} \leq 6$	差	非常大

按照各碳足迹构成占总碳足迹的比例，对各碳足迹构成的等级分进行加权平均，可获得核算结果的等级分，参见表8-2所示的数据等级，即可获得核算结果的数据等级。具体参见公式（8-2）：

$$Q_{AVG} = \sum Q \times \eta \quad \text{公式（8-2）}$$

式中：

Q_{AVG} ——核算结果的数据质量等级分；

Q ——各碳足迹构成的数据质量等级分；

η ——各碳足迹构成占总碳足迹的比例。

8.2 不确定性分析结果

表 8-3 自助售货柜产品碳足迹可靠性分析结果

项目	原料	包装材料	电力	厂内运输	原辅材料运输	产品运输
统计代表性（q ₁ ）	9	7	9	9	7	7
时间代表性（q ₂ ）	9	9	9	9	9	9
数据来源（q ₃ ）	9	5	9	9	7	7
地理代表性（q ₄ ）	7	7	9	7	7	7
技术代表性（q ₅ ）	9	7	9	9	7	7
单个投入产出不确定性	8.5	7	9	8.5	7.3	7.3
产品碳足迹占比	56.25%	0.1%	35.01%	2.72%	1.4%	4.66%
总体不确定性	8.22					

由表 8-3 可知，评价产品碳足迹中，电力的可靠性是 9，数据质量最高，不确定性最小；包装材料、蒸汽、废弃物处理的可靠性均是 7，不确定性最大。数据总体不确定性分别为 8.22%，数据质量较高，不确定性较小。

九、结论

- 2020 年自助售货柜产品总碳足迹值为：6187.51tCO₂，产品碳足迹为 0.39tCO₂/台。
- 自助售货柜产品碳足迹的构成因素中，产品生产的碳足迹占比最大，占产品碳足迹总量的 64.23%。各类能源资源中，电力是自助售货柜产品低碳控制的关键要素。

十、节能减排建议

通过前章结论，自助售货柜产品碳足迹中，能源资源贡献最大。因此为了减少产品碳足迹，应聚焦在节能降耗方面，具体措施建议如下：

1. 建议企业积极开展节能诊断工作（含数据分析、节能潜力估算、技改匹配等），摸清能源消耗的具体情况，提出符合企业实际情况的节能降耗措施及建议。

2. 能源资源使用导致的碳排放超过产品碳足迹的 35%，掌握自身能源管理水平和能源利用状况，挖掘节能潜力，降低能源资源消耗和碳排放量。

3.建议加强各部门之间信息流通，从而有效提高生产效率，降低碳足迹。

4.按照企业实际生产情况灵活调控设备使用情况，以减少不必要的能源消耗。建议年假期间和生产淡季尽量集中安排生产，避免机器开关机而损失能源。

5.通过提高工艺优化和科学管理，提高产品收率，从而降低原料单耗，从而减少原料消耗对产品碳足迹的贡献。

附录

附录 1 产品碳足迹评价声明

产品名称:	自助售货柜产品
企业名称:	威海新北洋数码科技有限公司
地址:	威海市环翠区昆仑路 126 号
核查依据标准及准则:	ISO 14067:2013 & PAS 2050:2011
单位产品碳足迹:	自助售货柜产品: 0.39tCO ₂ /台
系统边界:	核算的时间边界为从 2020 年 1 月 1 日至 2020 年 12 月 31 日。自助售货柜产品包含原辅料生产、原辅料运输、产品生产与包装和成品运输全过程。
评价机构:	山东正向国际低碳科技有限公司

附录 2 文件清单

序号	内容
1	企业营业执照
2	企业简介
3	组织机构图
4	厂区布局图
5	2020年生产报表
6	财务发票
7	产品原材料运输距离
8	现场访问名单表