

编号：CGC-2024-CFP-013-R

北京万集科技股份有限公司

万集科技双通道单片式电子标签 碳足迹报告



产品碳足迹核算结果

产品名称			
万集科技 W-136B 双通道单片式电子标签			
功能单位			
台			
系统边界			
<input type="checkbox"/> 摇篮到坟墓		<input checked="" type="checkbox"/> 摇篮到大门	
单位信息			
单位名称	北京万集科技股份有限公司		
单位地址	北京市海淀区中关村软件园 12 号楼 A 区		
依据标准			
ISO 14067: 2018 温室气体—产品碳足迹—量化要求与指南			
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			
生命周期评价软件及数据库			
软件	GaBi 10.6.2.9	数据库	GaBi 2022.2
产品碳足迹核算结果			
项目	数值	单位	 <p>■ 原材料获取 ■ 原材料运输 ■ 生产制造</p>
碳足迹*	2820.52	gCO ₂ e	
原材料获取	2756.89	gCO ₂ e	
原材料运输	62.04	gCO ₂ e	
生产制造	1.59	gCO ₂ e	

*由于小数的四舍五入，产品碳足迹核算结果可能与各阶段数值合计值有细微差别。

目 录

1. 项目概况	2
1.1. 公司简介	2
1.2. 研究目标	4
1.3. 研究范围	4
1.4. 核算原则	6
1.5. 核算方法	7
2. 生命周期清单分析	9
2.1. 概述	9
2.2. 电子标签原材料获取及运输阶段（A1-A2）	9
2.3. 生产制造阶段（A3）	11
3. 生命周期影响评价	12
3.1. 电子标签碳足迹结果	12
3.2. 电子标签各阶段碳排放量	13
4. 局限性和数据质量评估	14
4.1. 局限性	14
4.2. 数据质量评估	15
5. 结论和建议	16
参考文献	17

1. 项目概况

1.1. 公司简介

万集科技成立于 1994 年，是专业从事智能交通系统（ITS）技术研发、产品制造、技术服务的国家高新技术企业（自 2006 年首次认定至今），2016 年深交所创业板挂牌上市。国家知识产权优势企业、北京市总部企业，北京市“专精特新”企业、北京市产业链龙头强链补链企业、海淀区重点企业。万集科技创始人、董事长翟军先生，正高级工程师，科技部国家科技专家库专家，中共中央组织部第四批国家“万人计划”和科技部创新人才推进计划“科技创新创业人才”。中国电动汽车百人会理事、中国智能交通协会理事、中国公路学会理事。

万集科技是北京市智能网联汽车和智能交通行业上市公司，作为车路云一体化发展理念的坚定实践者，一直致力于智慧交通产品技术创新和行业应用落地。从 2016 年布局车路协同与自动驾驶以来，形成了基于激光雷达的全息立体感知能力、基于 C-V2X 通信的实时通信能力、基于高精度地图的时空一体化数字城市底座以及实时数字孪生能力。形成了技术创新、产品开发、解决方案、行业咨询、系统集成为一体的智能网联汽车和智慧城市建设闭环能力。

万集科技为各地智慧高速、智慧城市提供全栈“车路云一体化”综合解决方案、产品及服务。其中“路”端主要产品包括：边缘计算（MEC）、高精地图、激光雷达和 C-V2X 通信等设备及服务；“车”端：车载激光雷达、前/后装车载 V2X、ETC 设备、自动驾驶域控制器等产品及服务；“云”端：提供云控基础服务、云控应用服务及其配套设施建设等核心技术的多系列产品。

作为一家软硬结合的科技创新企业，坚持高强度的研发投入，公司研发投入占营业收入比高达 20% 以上。公司参与承担了“国家科技部重点研发计划”、“国家科技部 2030 重大专项”、“国家科技部火炬计划”、“国家科技部创新基金”、“北京市科委科技计划”、“北京市重大科技成果转化项目”、“中关村国家自主创新示范区高精尖产业培育项目”等科技计划课题，获得过工信部、交通部、自然资源部等部委奖项、科技成果认定百余项，并获得国际 IEEE ITSC 2022 智能交通系统年度榜单-智慧高速优秀解决方案、2023 年日内瓦国际发明专利银奖。

W-136B 双通道单片式电子标签

ONE+I 是万集科技自主研发的新一代以单片式车载电子标签为基础，预设充电及开关 ETC 接口，可实现多种功能扩展，充分满足用户各种功能需求的车载电子标签产品。此款车载电子标签具有精致小巧，功能强大，拓展无限等特点，采用业内成熟三模供电方式，搭配 5v 外接电源，产品使用寿命极长，可全面适配“取消省界收费站”收费模式。

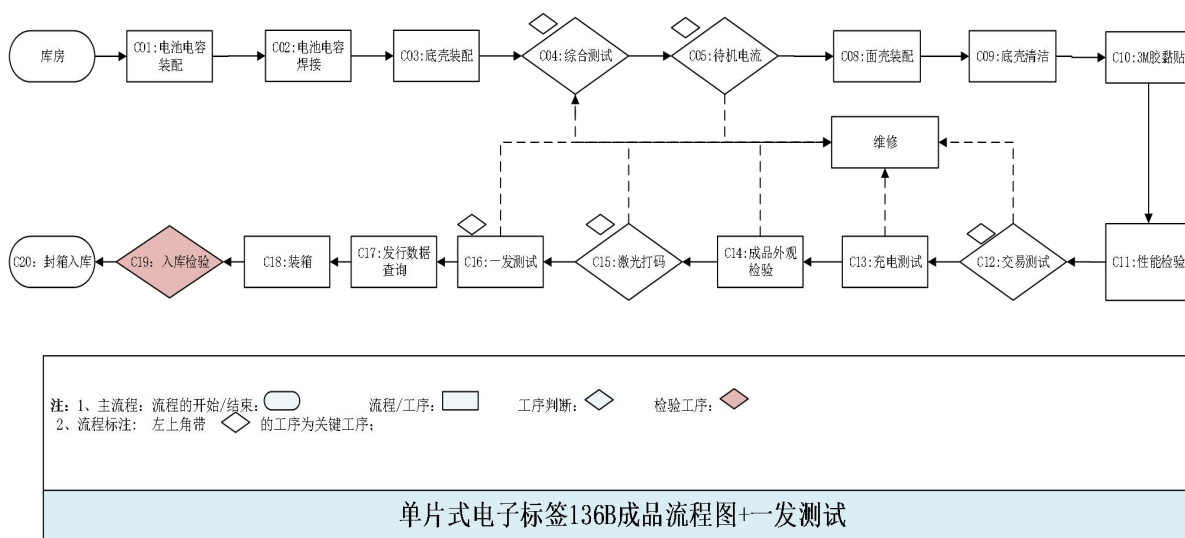


图 1-1 单片式电子标签工艺流程图

1.2. 研究目标

本报告的研究目标是基于生命周期评价方法（Life cycle assessment, LCA）和国内外已有的碳足迹评价标准或方法，以万集科技 W-136B 双通道单片式电子标签产品为案例，对电子标签产品生命周期的资源能源消耗、环境影响和温室气体排放进行核算，并分析产品的减排潜力，以及提前准备应对未来产品出口可能存在的绿色贸易壁垒。

1.3. 研究范围

1.3.1. 功能单位

为了便于评价不同规模的电子标签，并能对比其他电子标签的产品碳足迹结果，本报告的功能单位定义为：万集科技所生产的 1 台 W-136B 双通道单片式电子标签。

1.3.2. 系统边界

在本报告中 W-136B 双通道单片式电子标签的系统边界为“摇篮到大门”，即包括产品的部分生命周期阶段。本报告中将生命周期分为三个阶段：电子标签原材料获取阶段、原材料运输阶段、生产制造阶段。

在本报告中，依据标准为 ISO 14067^[1]、PAS 2050^[2]。

（一）电子标签原材料获取阶段

该阶段包括原材料获取。

（二）原材料运输阶段

该阶段包括原材料运输到制造厂的运输。

（三）生产制造阶段

该阶段包括电子标签制造过程中的能源消耗。

1.3.3. 环境影响类型

基于研究目标，本报告仅关注气候变化这一种环境影响类型，采用全球变暖潜值（Global Warming Potential, GWP）来量化产品碳足迹。在本报告研究过程中统计了二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）和氧化亚氮（N₂O）等温室气体种类。

1.3.4. 数据和数据质量

本报告优先使用生命周期各阶段中通过直接测量得到的过程或活动的量化值（初级数据），包括温室气体排放因子和温室气体活动数据。当初级数据不可获得时，采

用数据库或已发表文献等资料中的背景数据。整体而言，应使用尽可能减少偏差和不确定性的数据，使用可用的最佳质量数据。

数据质量应具有定量和定性两方面的特点。根据 ISO 14044^[3]，数据质量特征描述包括以下内容：

- a) 时间范围：数据的年份及收集数据的最小时间跨度；
- b) 地理范围：为实现研究的目标所收集的单元过程数据的地理；
- c) 技术范围：实际技术或技术组合；
- d) 精度：对每一个数据值的变动的度量（例如方差）；
- e) 完整性：测量或测算的流所占的比例；
- f) 代表性：对数据集合反映实际关注群（例如地理范围、时间跨度以及技术覆盖面等）的定性评价
- g) 可在现性：对其他独立从业人员采用同一方法学和数据值信息获取相同研究结果的可能性的定性评价；
- h) 数据来源；
- i) 信息的不确定性。

由于数据质量评估的目的是判断结果和结论的可信度，并指出提高数据质量的关键因素。结合数据质量的特征，在本报告的数据质量从以下两个方面进行整体管控和评估：

- 数据准确性：现场数据的可靠程度。
- 数据代表性：生产商、技术、地域以及时间上的代表性。

1.3.5. 软件 and 数据库

本报告采用 GaBi 软件（版本：10.6.2.9），对于碳排放因子优先采用 GaBi 自带的数据库（版本：2022.2），并搭配使用其他数据库。

GaBi 软件是目前世界上使用最为广泛的 LCA 软件，提供了世界上最新、最全面、最准确的 LCA 数据库，详细地描述了从原料采购到加工产生能源和产品的环境影响。GaBi 包括有机物、无机物、能源、钢铁、铝、有色金属、贵金属、塑料、涂料、寿命终止、制造业、电子、可再生材料、建筑材料、纺织数据库等多个数据库模块，目前拥有全球最大的生命周期清单数据行业覆盖率。

GaBi 软件主要支持以下方面应用：

- 以 ISO 14040^[4]、ISO 14044 为依据的生命周期评价；
- 产品碳足迹计算分析；
- 规划环境和生态设计；
- 环境产品声明（Environmental Product Declaration, EPD）；
- 提高资源和能源使用效率；
- 水足迹计算。

目前，国际上 LCA 研究主要都用 GaBi 软件。在数据库方面，除了 GaBi 软件自带的数据库外，国际上使用较多的数据库还有 SimaPro 软件搭配的数据库。在国内，生态环境部环境规划院在 2022 年牵头发布了《中国产品全生命周期温室气体排放系数集（2022）》^[5]。对于不同的数据库，GaBi 自带的数据库主要来自于企业实际数据，SimaPro 搭配的数据库更多来源于学者研究数据，《中国产品全生命周期温室气体排放系数集（2022）》则主要汇总了过去年份研究文献中的排放因子。

注：由于 GaBi 软件版权原因，需对其内部数据进行保密，本报告中未列举出具体使用的碳排放因子。

1.4. 核算原则

核算原则采用标准 ISO 14040 中 LCA 的核算原则，主要描述如下：

➤ 生命周期的观点

LCA 考虑产品的整个生命周期，即本报告中的产品制造阶段、建设阶段、运营和维护阶段、终寿处理阶段。通过这种系统的观点，可以识别并可能避免整个生命周期各阶段或各环节的潜在环境负荷的转移。

➤ 以环境为焦点

LCA 关注产品系统中的环境因素和环境影响，不考虑经济和社会因素及其影响。

➤ 相对的方法和功能单位

LCA 是围绕功能单位构建的一个相对的方法。功能单位定义了研究的对象。所有的后续分析以及生命周期清单中的输入输出和生命周期清单分析结果都与本报告定义的功能单位相对应。

➤ 反复的方法

LCA 是一种反复的技术。LCA 的每个阶段都是用其他阶段的结果。在每个阶段中

以及各阶段之间应用这种反复的方法将使研究工作以及报告结果具有全面性和一致性。

➤ 透明性

由于 LCA 固有的复杂性，透明性是实施 LCA 中的一个重要指导原则，以确保对结果做出恰当的解释，包括：以开放的、综合的和易懂的方式记录所有相关问题，披露任何相关的假设，清楚解释任何估计值，并对使用的方法和数据来源给出相关说明。

➤ 全面性

LCA 考虑了自然环境、人类健康和资源的所有属性或因素。通过对一项研究中所有属性和因素进行全视角的考虑，就能识别并评价需要进行权衡的问题。

➤ 科学方法的优先性

LCA 中的决策更事宜以自然科学为基础。如果不可能，则可以应用其他的科学方法（例如社会和经济科学）或者是参考国际惯例。如果既没有科学基础存在，也没有基于其他科学方法的理由，同时也没有国际惯例可以遵循，那么所做的决策可建立在价值选择的基础之上。

1.5. 核算方法

本报告中，W-136B 双通道单片式电子标签产品碳足迹核算从微观层面精准核算产品碳足迹，其主要的排放来自于能源和用材，因此采用过程生命周期评价方法计算，这类碳排放量按照 IPCC 的方法，都是按照排放因子法计算：碳排放量 = 活动水平数据 × 碳排放因子，其中活动水平数据为材料或能源消耗量。

目前，生命周期评价方法可分为过程生命周期评价、投入产出生命周期评价、混合生命周期评价。这三类 LCA 方法在分析和评价不同尺度的研究对象时各有利弊，在研究具体问题时往往需要通过结合使用以发挥各类方法的优势。

(1) 过程生命周期评价

根据 ISO 14040，该方法主要包括四个基本步骤：目标定义和范围的界定、清单分析、影响评价和结果解释，而每个基本步骤又包含一系列具体的步骤流程。采用“自下而上”模型，基于清单分析，通过实地监测调研或者其他数据库资料收集来获

取产品或服务在生命周期内所有的输入及输出数据，并核算研究对象的总碳排放量和环境影响。对于微观层面的碳足迹计算，一般采用过程生命周期法居多。该方法优势在于能够比较精确地评估产品或服务的碳足迹和环境影响，且可以根据具体目标设定其评价目标、范围的精确度。

(2) 投入产出生命周期评价

引入了经济投入产出表，又称为经济投入产出生命周期评价。该方法首先利用投入产出表计算出部门层面的能耗及排放水平，再通过评价对象与经济部门的对应关系评价具体产品或服务环境影响。该方法一般适用于宏观层面的计算，较少应用于评价单一工业产品。该方法优势在于能够比较完整地核算产品或者服务的碳足迹和环境影响。但是该方法的评估受到投入产出表的制约，一方面时效性不强，因为该表间隔数年定期发布，另外表中的部门不一定能够很好与评价对象相互对应，故而一般无法评价一个具体产品，同时也不能够完整核算整个产品生命周期的排放（运行使用和废气处理阶段均不核算）。

(3) 混合生命周期评价

将过程分析法和投入产出法相结合的生命周期评价方法，按照两者结合方式。总体来讲，该方法的优势在于不但可以规避截断误差，又可以比较有针对性评价具体产品及其整个生命周期阶段。但是前两种模型易造成重复计算，并且不利于投入产出表的系统分析功能的发挥；而最后一种模型则由于难度较大，对数据要求较高，尚且停留于假说阶段。

2. 生命周期清单分析

2.1. 概述

2.1.1. 数据收集

本报告的现场数据和背景数据项目分别包括：

表 2-1 现场数据和背景数据项目

本报告阶段	序号	模块名称	涉及项目描述
电子标签原材料获取	A1	原材料获取	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 原始数据 - 电子标签生产数据（原辅料消耗、能源消耗、废弃物排放），采用实际生产数据 - 电子标签制造过程的原辅材料的运输数据（运输距离、运输工具） ➢ 背景数据 - 原辅料及能源的上游开采和处理过程 - 运输过程的排放数据 - 各燃料燃烧过程或生产过程的过程排放（如制冷剂逸散）的排放数据
运输阶段	A2	运输到制造厂	
生产制造	A3	生产制造	

注：各阶段的数据收集过程和假设条件均在后文中进行了详细描述。

2.1.2. 数据分配

在数据收集过程中，当数据无法严格分产品统计时（即无法严格统计归属到目标产品电子标签的物料消耗、能源消耗等数据），需要根据 LCA 标准中的分配方法进行数据分配。本报告中，数据分配方法如下：

- 根据产品产量对零部件生产过程的输入和输出数据（即物料消耗、能源消耗、废弃物排放等）进行分配；

2.2. 电子标签原材料获取及运输阶段（A1-A2）

该阶段包括原材料获取（A1），原材料运输到制造厂的运输（A2）。

W-136B 双通道单片式电子标签在万集科技完成生产，其数据收集时间为 2023 年 1 月。根据电子标签的产量（统计单位：台）进行分配，得到单台电子标签的原辅料消耗数据，见下表。

表 2-2 一台电子标签的清单数据

类别	名称	单位	总重量 (g)	运输距离 (km)	运输工具

产品	双通道单片式电子标签	台	177	/	/
原材料消耗	印制板	个/台	3.5100	2100	货车
	印制板	个/台	3.2670	1960	货车
	滑动开关	个/台	0.2185	1555	货车
	贴片电容	个/台	4.2000	2220	货车
	贴片电容	个/台	14.0000	2100	货车
	贴片电容	个/台	3.5804	2220	货车
	贴片电容	个/台	5.9674	2100	货车
	贴片电阻	个/台	22.6761	2220	货车
	贴片电阻	个/台	2.9837	2100	货车
	二极管	个/台	0.0030	2200	货车
	二极管	个/台	0.0600	2208	货车
	二极管	个/台	0.0030	2200	货车
	二极管	个/台	10.1760	2220	货车
	二极管	个/台	18.6560	2100	货车
	二极管	个/台	0.0320	1162	货车
	二极管	个/台	0.0045	240	货车
	二极管	个/台	0.0053	1162	货车
	插座	个/台	0.1000	2230	货车
	防拆按钮开关	个/台	0.0960	2000	货车
	蜂鸣器	个/台	0.6450	1100	货车
	蜂鸣器	个/台	1.0000	1100	货车
	芯片	片/台	0.0100	50	货车
	芯片	片/台	0.0020	60	货车
	芯片	片/台	0.0710	34.78	货车
	芯片	片/台	0.0400	1300	货车
	芯片	片/台	0.2360	1071	货车
	保险丝	个/台	0.0403	800	货车
	磁珠	个/台	0.0050	2478	飞机
	pmos 管	个/台	8.1300	2220	货车
	pmos 管	个/台	8.1300	2100	货车
	type c 母座	个/台	0.4200	2162.8	货车
辅料消耗	锂亚电池	块/台	10.0000	2100	货车
	电容	件/台	3.3000	2100	货车
	上壳组件	套/台	5.8300	2300	货车
	上壳组件	套/台	12.0000	60	货车
	下壳组件	套/台	10.4000	2300	货车
	下壳组件	套/台	15.0000	60	货车
	3m 卷胶	卷/台	2.7000	60	货车

	离型膜	卷/台	3.3000	1300	货车
	包装箱	件/台	5.5000	120	货车
	包装箱	件/台	0.0024	120	货车
	包装箱	件/台	0.0012	120	货车
	自攻螺丝	个/台	0.7300	2210	货车

2.3. 生产制造阶段 (A3)

该阶段包括电子标签制造过程中的能源消耗 (A3)。

表 2-3 电子标签制造过程中的能源消耗 (A3)

类别	名称	单位	总耗电量 (kWh)
能源消耗	电力消耗	kWh/台	0.00285

3. 生命周期影响评价

基于第 2 章的生命周期清单分析，在 GaBi 软件上对碳足迹模型进行建模和计算。在 GaBi 软件中，生命周期环境影响评价方法选择为“CML2001 - Aug. 2016, Global Warming Potential (GWP 100 years)”，这也是目前 LCA 研究中最常用的环境影响评价方法之一。

3.1. 电子标签碳足迹结果

经过计算，万集科技生产 1 台 W-136B 双通道单片式电子标签的碳足迹结果为 2820.52gCO₂e，见表 3-1。

表 3-1 1 台电子标签的碳足迹结果

指标	单位	电子标签原材料 获取	原材料运输	生产制造	合计
全球变暖潜力 (GWP 100)	gCO ₂ e	2756.89	62.04	1.59	2820.52
占比	-	97.74%	2.20%	0.06%	100.00%

3.2. 电子标签各阶段碳排放量

在原材料获取及运输过程（A1&A2）为 99.94%，即该阶段的碳排放主要来源于电子标签的原材料获取及运输过程。进一步分析，在原材料获取过程（A1），碳排放量最大的三种原材料依次为二极管、芯片、贴片电容/电阻，累计占比超过 90%。在运输过程（A2）占比为 2.2%。

在生产制造过程（A3）占比为 0.06%，碳排放量来源于外购电（下网电）。

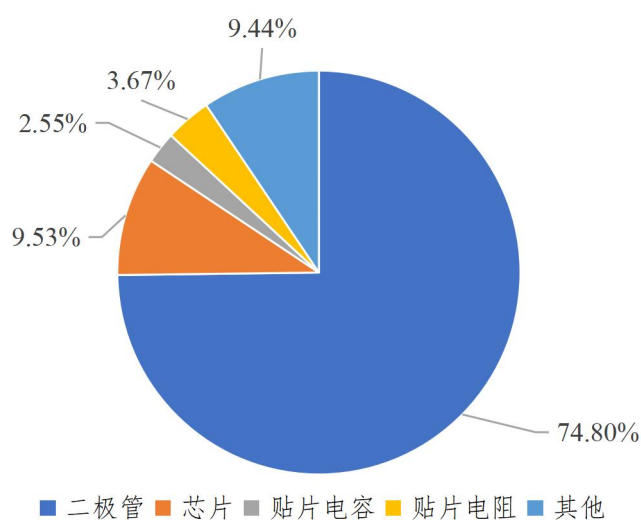


图 3-1 原材料获取阶段碳排放量分析

4. 局限性和数据质量评估

4.1. 局限性

本报告鉴于研究时间及实际参考数据有限，在进行碳足迹核算时采取了适当假设，碳足迹核算结果与实际情况存在一定偏差，这也导致本报告存在一定的局限性。其中，

（一）电子标签原材料获取及运输阶段

我们目前的分析仅限于电子标签本身的直接生产制造环节，并未深入到其核心原材料的上游生产与制造流程。取而代之的是，我们借助了现有的背景信息来估算这一部分的环境影响。需要指出的是，电子标签的碳足迹很大程度上源自其关键原材料的开采与运输阶段。鉴于难以全面获取某些供应商的原材料总量和具体运输详情，我们采取了一种替代方法，即使用等量的材料权重来进行评估，并利用地图软件精确计算运输路径的距离，以期在现有数据局限下，尽可能准确地反映其环境足迹。

4.2. 数据质量评估

本报告数据质量从四个方面进行评估，即数据准确性、数据代表性。

- 数据准确性：电子标签制造阶段，对电子标签生产基地进行了实际生产数据追溯，但未追溯其主要原材料供应商的实际生产数据，因此，综合考虑，本报告的数据准确性适中。
- 数据代表性：一方面本报告尽可能对原材料获取阶段、生产制造阶段的实际现场数据进行收集，能最大程度上代表各生命周期时间情况，另一方背景数据尽可能采用符合实际情况的数据（如优先选用中国和亚洲背景数据，或选择相同技术路线的背景数据等）。

需要说明的是，本报告中的数据准确性、数据代表性与一般标准中描述的技术代表性、地理代表性、时间代表性、完整性、可靠性五个数据质量指标并不冲突。其中，数据准确性涵盖了一般标准中列举的数据完整性和数据可靠性；数据代表性涵盖了一般标准中列举的数据技术代表性、地理代表性、时间代表性。

5. 结论和建议

本报告的功能单位为万集科技生产的 1 台 W-136B 双通道单片式电子标签，系统边界包括原材料获取、生产制造两个阶段。本研究仅关注气候变化（即碳足迹）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估。

本报告主要结论如下：

（一）全生命周期碳足迹

本报告中，在原材料获取及运输过程（A1&A2）为 99.94%，生产制造过程（A3）占比为 0.06%。

（二）电子标签各阶段碳排放量

在原材料获取及运输过程（A1&A2）为 99.94%，即该阶段的碳排放主要来源于电子标签的原材料获取及运输过程。进一步分析，在原材料获取及运输过程（A1-A2），碳排放量最大的三种原材料依次为二极管、芯片、贴片电容/电阻，累计占比超过 90%。在运输过程（A2）占比为 2.2%。

在生产制造过程（A3）占比为 0.06%，碳排放量来源于外购电（下网电）。

参考文献

- [1] ISO 14067: 2018 Greenhouse Gases - Carbon Footprint of Products - Requirements and guidelines for quantification.
- [2] PAS 2050: 2011 Specification for the assessment of the life cycle greenhouse gas emissions of goods and services.
- [3] ISO 14044: 2006 Environmental management — Life cycle assessment — Requirements and guidelines (国标转化: GB/T 24044-2008 环境管理 生命周期评价 要求与指南)
- [4] ISO 14040: 2006 Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework. (国标转化: GB/T 24040-2008 环境管理 生命周期评价 原则与框架)
- [5] 生态环境部环境规划院,北京师范大学,中山大学,中国城市温室气体工作组.中国产品全生命周期温室气体排放系数集(2022) [R], 北京: 2022.

有限公司