

湖北迅达药业股份有限公司

产品碳足迹核查报告

核查机构名称（公章）：天津久信常实科技有限公司

核查报告签发日期：2025 年 04 月 04 日



产品碳足迹核查信息表

核查委托方	湖北迅达药业股份有限公司	地址	湖北省武穴市田镇马口工业园		
联系人	张彦	联系方式	13971749980		
产品生产者 (制造商)	湖北迅达药业股份有限公司	地址	湖北省武穴市田镇马口工业园		
产品名称		化学药品原料药			
核算依据		ISO 14067:2018 《温室气体 产品碳足迹量化的要求和指南》、《中国产品全生命周期温室气体排放系数集》			
生命周期阶段		从摇篮到大门			
产品碳足迹功能单位		1 吨			
碳足迹 (CO ₂ -eq)		5108.19 kg			
核查结论： 经核查，湖北迅达药业股份有限公司生产的化学药品原料药产品，依据 ISO 14067:2018 要求执行产品生命周期温室气体排放量的核查，核查结果确认符合 ISO 14067:2018 标准要求。 一吨产品“从摇篮到大门”的生命周期阶段碳足迹排放为：5108.19 kg CO ₂ -eq。					
核查组长	才余	签名	才余	日期	2025.04.04
技术评审人	徐鉴为	签名	徐鉴为	日期	2025.04.04
批准人	唐华	签名	唐华	日期	2025.04.04

目 录

1. 生命周期评价与产品碳足迹	1
2. 目标与范围定义	1
2.1 核查目的	1
2.2 核查范围	2
2.2.1 功能单位	2
2.2.2 核查指标	2
2.2.3 系统边界	2
2.3 数据取舍规则	3
2.4 数据质量要求	3
2.5 软件和数据库	5
3. 建模与数据收集	5
3.1 产品现场生产	5
3.2 原辅料生产	7
4 产品碳足迹结果与分析	7
5 生命周期解释	8
5.1 假设和局限性	8
5.2 数据质量评估	9
5.2.1 代表性	9
5.2.2 完整性	9
5.2.3 可靠性	10
5.2.4 一致性	10
6. 结论	10

1. 生命周期评价与产品碳足迹

生命周期评价方法 (Life Cycle Assessment, LCA) 是系统化、定量化评价产品生命周期过程中资源环境效率的标准方法,它通过对产品上下游生产与消费过程的追溯,帮助生产者识别环境问题所产生的阶段,并进一步规避其在产品不同生命周期阶段和不同环境影响类型之间进行转移。国内外很多行业都开展了产品 LCA 评价,用于行业内企业的对标和改进、行业外部的交流,并为行业政策制定提供参考依据。

产品碳足迹 (Product Carbon Footprint, PCF) 是指某个产品在其生命周期过程中所释放的直接和间接的温室气体总量,即从原材料开采、产品生产(或服务提供)、分销、使用到最终再生利用/处置等多个阶段的各种温室气体排放的累加。产品碳足迹已经成为一个行之有效的定量指标,用于衡量企业的绩效,管理水平和产品对气候变化的影响大小。

2. 目标与范围定义

2.1 核查目的

产品生命周期评价和碳足迹核查作为生态设计和绿色制造实施的基础,近年来已经成为人们研究和关注的热点。开展生命周期评价和碳足迹核查能够最大限度实现资源节约和温室气体减排,对于行业绿色发展和产业升级转型、应对出口潜在的贸易壁垒而言,都是很有价值和意义的。

本项目按照 ISO14040:2006 《环境管理 生命周期评价原则与框架》、ISO 14044:2006 《环境管理 生命周期评价 要求与指南》、ISO 14067:2018 《温室气体 产品碳足迹 量化的要求和指南》、《中国产品全生命周期温室气体排放系数集》的要求,建立产品从原材料进厂到产品出厂的生命周期模型,编写碳足迹核查报告,结果和相关分析可用于以下目的:

- 报告只适用于绿色工厂评价,严禁用于其它方面。

2.2 核查范围

2.2.1 功能单位

本次研究的功能单位定义为：1 吨化学药品原料药产品的生产。

2.2.2 核查指标

本项目通过对碳足迹指标的核查，帮助企业发现减少产品温室气体排放、实现节能减排的途径，同时也是一种促进绿色消费的重要手段，从而维持可持续的生产与消费。通过对产品碳足迹的核查，为企业评估和实施有针对性的改进提供基础数据。

碳足迹的计算结果为产品生命周期各种温室气体总量排放，用二氧化碳当量（CO₂-eq）表示，单位为 kg CO₂-eq 或者 g CO₂-eq。常见的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。

2.2.3 系统边界

本项目核查的系统边界包括上游原辅料和能源的生产阶段、产品生产阶段，产品的生命周期系统边界属从“摇篮到大门”的类型，如下图所示；不包含原辅料和零部件的运输、零部件生产、产品的使用和废弃回收阶段。

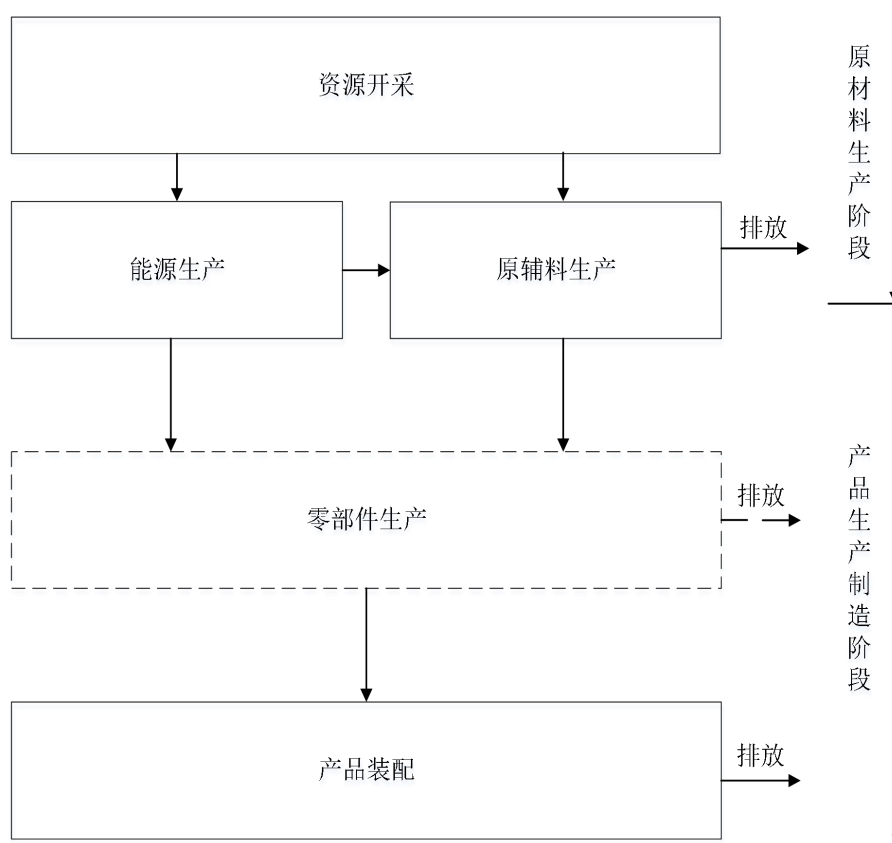


图 1 产品生命周期系统边界

2.3 数据取舍规则

在选定系统边界和指标的基础上，应规定一吨数据取舍准则，忽略对评价结果影响不大的因素，从而简化数据收集和评价过程。本研究取舍准则如下：

- a) 原则上可忽略对碳足迹结果影响不大的能耗、原辅料、使用阶段耗材等消耗。例如，小于产品重量 1% 的普通消耗可忽略，而含有稀贵金属（如金银铂钯等）或高纯物质（如纯度高于 99.99%）的物耗小于产品重量 0.1% 时可忽略，但总共忽略的物耗推荐不超过产品重量的 5%；
- b) 道路与厂房等基础设施、生产设备、厂区内人员及生活设施的消耗和排放，可忽略。

2.4 数据质量要求

数据质量评估的目的是判断碳足迹核查结果和结论的可信度，并指出提高数据质量的关键因素。本研究数据质量可从四个方面进行管控和评估，即代表性、完整性、可靠性、一致性。

- 1) 数据代表性：包括地理代表性、时间代表性、技术代表性三个方面。

- 地理代表性：说明数据代表的国家或特定区域，这与研究结论的适用性密切相关。
- 时间代表性：应优先选取与研究基准年接近的企业、文献和背景数据库数据。
- 技术代表性：应描述生产技术的实际代表性。

2) 数据完整性：包括产品模型完整性和数据库完整性两个方面。

- 模型完整性：依据系统边界的定义和数据取舍准则，产品生命周期模型需包含所有主要过程。产品生命周期模型尽量反映产品生产的实际情况，对于重要的原辅料（对碳足迹指标影响超过 5% 的物料）应尽量调查其生产过程；在无法获得实际生产过程数据的情况下，可采用背景数据，但需对背景数据来源及采用依据进行详细说明。未能调查的重要原辅料需在报告中解释和说明。
- 背景数据库完整性：背景数据库一般至少包含一个国家或地区的数百种主要能源、基础原材料、化学品的开采、制造和运输过程，以保证背景数据库自身的完整性。

3) 可靠性：包括实景数据可靠性、背景数据可靠性、数据库可靠性。

- 实景数据可靠性：对于主要的原辅料消耗、能源消耗和运输数据应尽量采用企业实际生产记录数据。所有数据将被详细记录从相关的数据源和数据处理算法。采用经验估算或文献调研所获取的数据应在报告中解释和说明。
- 背景数据可靠性：重要物料和能耗的上游生产过程数据优先选择代表原产地国家、相同生产技术的公开基础数据库，数据的年限优先选择近年数据。在没有符合要求的背景数据的情况下，可以选择代表其他国家、代表其他技术的数据作为替代，并应在报告中解释和说明。
- 数据库可靠性：背景数据库需采用来自本国或本地区的统计数据、调查数据和文献资料，以反映该国家或地区的能源结构、生产系统特点和平均的生产技术水平

4) 一致性

所有实景数据（包括每个过程消耗与排放数据）应采用一致的统计标准，即基于相同产品产出、相同过程边界、相同数据统计期。若存在不一致的情况，应在报告中解释和说明。

2.5 软件和数据库

本项目采用亿科开发的 eBalance 软件和中国生命周期基础数据库 CLCD, 建立产品生命周期模型并计算分析。部分原辅料数据采用了瑞士 Ecoinvent 数据库的数据。

CLCD 是代表中国基础工业系统的 LCA 基础数据库，反映中国生产技术及市场平均水平。CLCD 数据库包括国内 600 多个大宗的能源、原材料、运输的清单数据集，是国内目前唯一可公开获得的中国本地生命周期基础数据库。

Ecoinvent 数据库是国际上用户最多的 LCA 数据库之一，包含欧洲及世界多国的 7000 多个单元过程数据集以及相应产品的汇总过程数据集。Ecoinvent 数据库适用于含进口原材料的产品或出口产品的 LCA 研究，在本项目中也用于代替中国本地缺失的数据。

3. 建模与数据收集

根据数据来源不同分为产品生产制造阶段和原材料生产阶段：

3.1 产品现场生产

产品的生产工艺流程如下：

（1）甲基化工序

依次向干燥的高压反应釜中加入间氰甲基苯甲酸甲酯、5.3 倍的碳酸二甲酯、碳酸钾、三乙胺。启动搅拌。升温反应 7 小时。反应结束后进行降温，将高压釜内的物料压滤至碳酸二甲酯回收釜内，加醋酐将滤液进行中和。蒸馏回收碳酸二甲酯（蒸馏残液 01S1-1），温度控制在 120℃ 以下至视镜中无液体流出为止。得甲基物。甲基化工序时间为 20h。

（2）酯水解工序

关闭水解釜底阀，将甲基物、6.4 倍的水、四丁基溴化铵投入到水解釜。开 搅

拌器，滴加 1.2 倍的 30%液碱。再向水解釜内加稀释水。降温，慢慢滴加盐酸，至终点。离心得粗酸（01W1-1）。

关闭重结晶釜底阀，将粗酸、2.6 倍的甲醇投入到结晶釜中，开搅拌，升温，物料溶解完成后，保温搅拌 2 小时。离心得重结晶酸，离心母液蒸馏回收甲醇（01G1-2，01S1-2），甲醇回收率为 97.7%。酯水解工序反应时间为 12h。

（3）酰氯化、傅克反应

先启动 SO₂、HCl 吸收系统，加入间氰乙基苯甲酸、1.7 倍的氯化亚砷和溶剂苯。开搅拌升温反应 3 小时。回收苯和 SOCl₂ 混合物，至看不到回流，无苯和 SOCl₂ 流出为止。降温，得酰氯液，待傅克用（酰氯化废气 01G1-3）。

先启动 HCl 吸收系统，将苯、无水三氯化铝投入到傅克反应釜中，盖好人孔盖。开搅拌升温，往釜内滴加已制好的酰氯液，滴加完后降至 40℃ 以下（傅克反应酸气 01G1-4）。在冰解釜中预先加入饮用水及 30%盐酸，搅拌，将傅克反应液均匀慢速转入冰解釜内进行水解。加入活性炭进行脱色，搅拌过滤

（01S1-3 废活性炭）。向分层罐中加入饮用水及 30%液碱，进行碱洗，分去碱水层（01W1-2）。静置浓缩（水层 01W1-3 去污水处理站），有机层物料转入到溶解釜内。向溶解釜内加入甲醇，经溶解、析晶、离心，离心母液蒸馏回收甲醇（01G1-5，01S1-4）得氰基酮洛芬湿粗品，粗品经溶解、析晶、离心，离心母液蒸馏回收甲醇（01G1-6）得氰基酮洛芬湿精品。甲醇回收率为 99%，酰氯化、傅克反应时间为 12h。

（4）氰基水解工序

检视并关闭反应釜底阀，打开反应釜夹套上的冷却水系统进行降温。向反应釜加入饮用水，开搅拌，缓慢滴加浓硫酸。向反应釜中投入氰基酮洛芬。搅拌升温。降温后，加入甲苯，静置 1 小时。分去下层硫酸（01W1-5 去污水站）。将有机层转到分层釜中，向分层釜中加入饮用水及 30%液碱进行洗涤，有机甲苯层蒸馏回收甲苯（01G1-7、01S1-5），甲苯回收率为 97.7%。向结晶釜内加入缓慢加入 10%稀醋酸，调值离心（01S1-6）。粗品加甲醇溶解析晶得酮洛芬精品，析晶母液蒸馏回收甲醇（01G1-8）。甲醇回收率为 91.8%。氰基水解反应时间为 8h。

产品的生产环节现场数据收集相对简单，企业提供了产品的材料清单表(Bill

of Material, BOM)，由于工艺生产较为简单，没有重要辅料的投入，能源消耗仅有电力消耗，且现场无生产过程碳排放。能耗见表 1。

表 1 产品现场生产能耗

能源类型	数量	单位
电力	14134	kWh/吨
热力	70.24	GJ/吨

3.2 原辅料生产

产品原辅料消耗数据是根据企业提供的原材料清单表（Bill of Material, BOM）中的零部件材质信息得到的，此处的原辅料包括所有自制零件的原辅料及部分外购零件的原材料。

表 2 主要原辅材料材质一览表

物料名称	单位	重量
间氰甲基苯甲酸甲酯	吨	0.03
甲醇	吨	0.15

4 产品碳足迹结果与分析

根据企业提供的产品 BOM、收集的生产过程的能源消耗数据和部分原料的文献调研数据，在 eBalance 中建立了产品的生命周期模型。

一吨产品的碳足迹结果为 5108.19 kg CO₂-eq，即产生 5108.19 kg 二氧化碳当量。产品生产现场生产过程用电的碳足迹贡献率为 36.28%；原材料消耗对于碳足迹的贡献达到 63.72%。

表 3 产品现场能源消耗的碳足迹贡献结果

能源类型	数值(kg CO ₂ -eq)	贡献率%
电力	6168.08	43.42

热力	7726.40	54.38
----	---------	-------

表 4 产品原材料的生命周期碳足迹贡献结果

原料清单	数值 (kg CO ₂ -eq)	贡献率%
间氰甲基苯甲酸甲酯	68.1	0.48
甲醇	244.5	1.72

注：上表中仅罗列了 GWP (kg CO₂ eq)灵敏度>0.5%的清单数据。

由上表可知，对于产品碳足迹结果有较大贡献的产品的生产过程能耗，总贡献率达到 97.80%。

进一步分析产品碳足迹结果中各部分的贡献率，如图 4 所示。

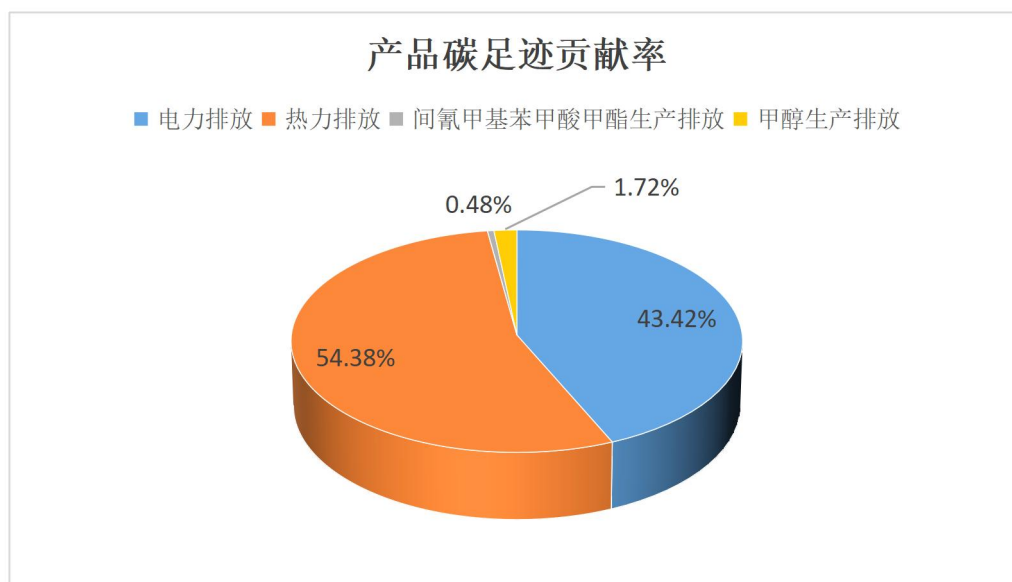


图 4 产品碳足迹的贡献率

从上图可以看出，对产品生命周期碳足迹有主要贡献的是产品生产过程耗能，占比为 97.80%。原材料对产品生命周期碳足迹的贡献率为 2.20%。

5 生命周期解释

5.1 假设和局限性

本次产品碳足迹报告的实景数据中产品的生产过程数据来源于企业调研数据，背景数据来自中国生命周期数据库 CLCD 和瑞士的 Ecoinvent 数据库、中国

产品全生命周期温室气体排放系数集，部分原料生产过程的数据采用文献数据。受项目调研时间及供应链管控力度限制，未调查外购零部件和重要原料的实际生产过程，计算结果与实际供应链的环境表现有一定偏差。建议在调研时间和数据可得的情况下，进一步调研主要外购零部件和原材料的生产过程数据，有助于提高数据质量，为企业在供应链上推动协同改进提供数据支撑。

5.2 数据质量评估

5.2.1 代表性

本次报告中各单元过程实景数据均发生在湖北孝感，数据代表中国华中地区特定生产企业的一般水平。

实景数据采用 2024 年的企业生产统计数据，背景数据库数据采用近 6 年的数据，文献调查数据采用近 6 年的数据。企业主要能源消耗为：电力、热力。

5.2.2 完整性

（1）模型完整性

本次报告中产品生命周期模型包含上游原辅料生产、产品生产过程，满足本研究对系统边界的定义。产品生产过程中所有原料消耗均被考虑在内，产品生产过程涉及的能源消耗有电力、热力。

（2）背景数据库完整性

本研究所使用的背景数据库包括 CLCD-China 数据库和瑞士的 Ecoinvent 数据库、中国产品全生命周期温室气体排放系数集。CLCD-China 数据库包括中国国内 600 多个大宗的能源、原材料、运输的清单数据集，并仍在不断扩展。Ecoinvent 数据库包含欧洲及世界多个国家的 7000 多个单元过程数据集以及相应产品的汇总过程数据集。

以上两个背景数据库均包含了主要能源、基础原材料、化学品的开采、制造和运输过程，满足背景数据库完整性的要求。

5.2.3 可靠性

（1）实景数据可靠性

本次报告中，各实景过程主要零部件、原料和能源消耗数据均来自企业产品 BOM 表或实测数据，数据可靠性高。

（2）背景数据可靠性

本研究中 CLCD 数据库数据采用中国或中国特定地区的统计数据、调查数据和文献资料，数据代表了中国生产技术及市场平均水平，数据收集过程的原始数据和算法均被完整记录，使得数据收集过程随时可重复、可追溯。

5.2.4 一致性

本研究所有实景数据均采用一致的统计标准，即按照单元过程单位产出进行统计。所有背景数据采用一致的统计标准，其中 CLCD 数据库在开发过程中建立了统一的核心模型，并进行文档记录，确保了数据收集过程的流程化和一致性。

6. 结论

本次报告主要得出以下结论：

- 一吨产品的碳足迹结果为 14207.08kg CO₂-eq，产品生产过程用电的碳足迹贡献率为 43.42%，用热力的碳足迹贡献率为 54.38%；原材料消耗对于碳足迹的贡献达到 2.20%；
- 各组件的碳足迹指标分析表明：原材料的总贡献率达到 2.2%，企业可考虑控制上述原材料的使用量，可有效减少产品的碳足迹；
- 产品的生产过程用电、热力，对产品生命周期碳足迹的贡献率为 97.80%，为主要的碳足迹贡献，企业可通过节约电耗、热力消耗或利用可再生能源电力等方式以降低产品的碳足迹。
- 受企业供应链管控力度限制，未调查外购零部件和重要原料的实际生产过程，计算结果与实际供应链的环境表现有一定偏差。建议企业在条件允许的情况下，进一步调研主要外购零部件和原材料的生产过程数据，有助于提高数据质量，为企业在供应链上推动协同改进提供数据吨持。