

济南瑞玛电气有限公司
加注机产品碳足迹报告
(2022 年度)

山东道一数字经济研究院有限公司

2023 年 3 月 16 日



目 录

摘 要	1
1.产品碳足迹介绍（PCF）介绍	2
2. 目标与范围定义	2
2.1 企业及其产品介绍	2
2.2 研究目的	2
2.3 研究范围	3
2.4 功能单位	3
2.5 生命周期流程图的绘制	4
2.6 分配原则	4
2.7 取舍准则	4
2.8 取舍准则	4
2.9 软件和数据库	5
2.10 数据质量要求	5
3. 过程描述	5
3.1 产品生产过程	5
4. 数据的收集和主要排放因子说明	6
5. 碳足迹计算	7
5.1 碳足迹识别	7
5.2 数据计算	7
6. 结语	9

摘要

产品碳足迹评价的目的是以生命周期评价方法为基础，采用 ISO/TS 14067-2013《温室气体产品碳足迹关于量化和通报的要求与指南》、《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》、《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）》的要求中规定的碳足迹核算方法，计算得到济南瑞玛电气有限公司加注机产品的碳足迹。

为了满足碳足迹的需要，本报告的功能单位定义为生产 1 台加注机。系统边界为“从摇篮到客户”类型，现场调研了从获取、原材料运输、产品生产、产品包装、产品运输到客户端的生命过程，其中也调查了其他物料、能源获取的排放因子数据来源于中国生命基础数据库（CLCD）和瑞士的 Ecoinvent 数据库。

评价过程中，数据质量被认为是最重要的考虑因素之一。本次数据收集和选择的指导原则是：数据尽可能具有代表性，主要体现在生产商、技术、地域、时间等方面。生命周期主要活动数据来源于企业现场调研的初级数据，大部分国内生产的原材料的排放因子数据来源于 IPCC 数据库，以及中国生命基础数据库（CLCD）和瑞士的 Ecoinvent 数据库，本次评价选用的数据在国内外 LCA 研究中被高度认可和广泛应用。此外，通过 GreenIn2.0 软件实现了产品的生命周期建模、计算和结果分析，以保证数据和计算结果的可溯性和可再现性。

从本次评价结果看，2022 年度瑞玛电气加注机产品碳足迹：1 台加注机的碳足迹 $e=0.8794\text{tCO}_2\text{e/台}$ ，从加注机生命周期累计碳足迹贡献比例的情况，可以看出加注机的碳排放环节主要集中在生产过程上，其次是原材料获取过程，运输活动占一部分。

1. 产品碳足迹介绍（PCF）介绍

近年来，温室效应、气候变化已成为全球关注的焦点，“碳足迹”这个新的术语越来越广泛地为全世界所使用。碳足迹通常分为项目层面、组织层面、产品层面这三个层面。产品碳足迹（Product Carbon Footprint, PCF）是指衡量某个产品在其生命周期各阶段的温室气体排放量总和，即从原材料开采、产品生产（或服务提供）、分销、使用到最终处置/再生利用等多个阶段的各种温室气体排放的累加。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。碳足迹的计算结果为产品生命周期各种温室气体排放量的加权之和，用二氧化碳当量（CO₂e）表示，单位为 kgCO₂e 或者 gCO₂e。全球变暖潜值（Global Warming Potential, 简称 GWP），即各种温室气体的二氧化碳当量值，通常采用联合国政府间气候变化专家委员会（IPCC）提供的值，目前这套因子被全球范围广泛适用。

产品碳足迹计算只包含一个完整生命周期评估（LCA）的温室气体的部分。基于 LCA 的评价方法，国际上已建立起多种碳足迹评估指南和要求，用于产品碳足迹认证，目前广泛使用的碳足迹评估标准有三种：①《PAS2050：2011 商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》，此标准是由英国标准协会（BSI）与碳信托公司（Carbon Trust）、英国食品和乡村事务部（Defra）联合发布，是国际上最早的、具有具体计算方法的标准，也是目前使用较多的产品碳足迹评价标准；②《温室气体核算体系：产品寿命周期核算与报告标准》，此标准是由世界资源研究所（World Resources Institute, 简称 WRI）和世界可持续发展工商理事会（World Business Council for Sustainable Development, 简称 WBCSD）发布的产品和供应链标准；③《ISO/TS 14067：2013 温室气体——产品碳足迹——量化和信息交流的要求与指南》，此标准以 PAS 2050 为种子文件，由国际标准化组织（ISO）编制发布。产品碳足迹核算标准的出现目的是建立一个一致的、国际间认可的评估产品碳足迹的方法。

2. 目标与范围定义

2.1 企业及其产品介绍

济南瑞玛电气有限公司成立于 2014 年 04 月 18 日，注册地位于山东省济南

市天桥区梓东大道 858 号中南产业智城 21 号楼，法定代表人为张平。经营范围包括工业自动化控制系统装置制造；工业自动化设备、电气设备及配件、智能装备、生产装配线的开发、制造、销售及技术服务；计算机软硬件、计算机网络技术开发；计算机综合布线；计算机网络工程；电线、电缆、低压电气成套设备及配件、塑料制品、五金交电、电子产品的批发、零售；进出口业务。（依法须经批准的项目，经相关部门批准后方可开展经营活动）

主导产品为 RM-JZ-ZK 系列真空加注产品、RM-JZ 系列定量加注产品、集中流体输送系统、RM-TJ 系列智能机器人自动化涂胶产品、RM-ZN-JZ 系列电池冷却液智能加注产品、RM-JL 系列气密性检漏仪、RM-LY 系列循环过滤加注系统、RM-H 系列润滑涂布系统、RM-XX 系列生产线信息采集、联网监控系统、RM-BJ 系列工业智能标识产品；非标产品包括全系列生产线专机、车桥磨合试验设备、发动机综合试验设备。

2.2 研究目的

本次评价的目的是得到瑞玛电气生产的加注机产品全生命周期过程的碳足迹。

碳足迹核算是瑞玛电气实现低碳、绿色发展的基础和关键，披露产品的碳足迹是瑞玛电气环境保护工作和社会责任的一部分，也是瑞玛电气迈向国际市场的重要一步。本项目的研究结果将为瑞玛电气与加注机产品的采购商和第三方的有效沟通提供良好的途径，对促进产品全供应链的温室气体减排具有一定积极作用。

本项目评价结果的潜在沟通对象包括两个群体：一是瑞玛电气内部管理人员及其他相关人员，二是企业外部利益相关方，如上游原材料供应商、下游采购商、地方政府和环境非政府组织等。

2.3 研究范围

根据本项目评价目的，按照 ISO/TS 14067-2013、《PAS2050：2011 商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》，本次碳足迹评价的边界为瑞玛电气 2022 年全年生产活动及非生产活动数据。由于加注机运输采用纸箱包装方式，涉及包装，因此，确定本次评价边界为：产品的碳足迹=原料生产运输+产品过程生产+产品运输。

2.4 功能单位

为方便系统中输入/输出的量化，功能单位被定义为生产 1 台 加注机。

2.5 生命周期流程图的绘制

根据《PAS2050：2011 商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》绘制 1 台加注机产品的生命周期流程图，其碳足迹评价模式为从商业到商业（B2B）评价：包括从原料生产、原材料运输、产品制造、包装和运输到分销商。

在本报告中，产品的系统边界属于“从摇篮到客户”的类型，为了实现上述功能单位，加注机产品的系统边界见下表：

表 2.1 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
1 加注机生产的生命周期过程包括：原材料生产→原材料运输→产品生产→产品销售 2 电力生产 3 其他辅料的生产 4 产品的运输	1 资本设备的生产及维修 2 产品的运输、销售和使用 3 产品回收、处置和废弃阶段 4 其他辅料的运输

2.6 分配原则

由于在本次评价系统边界下，生产加注机过程产生较少不合格产品，由于未单独统计，因此将生产原材料与能源消耗全部计入加注机生产过程。

2.7 取舍准则

此次评价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%；

生产设备、厂房、生活设施等可以忽略；

在选定环境影响类型范围内的已知排放数据不应忽略。

本报告所有原辅料和能源等消耗都关联了上游数据，部分消耗的上游数据采用近似替代的方式处理。

2.8 取舍准则

基于评价目标的定义，本次评价只选择了全球变暖这一种影响类型，并对产品生命周期的全球变暖潜值（GWP）进行了分析，因为 GWP 是用来量化产品碳足迹的环境影响指标。

评价过程中统计了各种温室气体，包括二氧化碳（CO₂），甲烷（CH₄），氧化亚氮（N₂O），四氟化碳（CF₄），六氟乙烷（C₂F₆），六氟化硫（SF₆）和氢氟碳化物（HFC）等。并且采用了 IPCC 第四次评估报告(2007年)提出的方法来计算产品生产周期的 GWP 值。该方法基于 100 年时间范围内其他温室气体与二氧化碳相比得到的相对辐射影响值，即特征化因子，此因子用来将其他温室气体的排放量转化为 CO₂ 当量（CO₂e）。例如，1kg 甲烷在 100 年内对全球变暖的影响相当于 25kg 二氧化碳排放对全球变暖的影响，因此以二氧化碳当量（CO₂e）为基础，甲烷的特征化因子就是 25kg CO₂e。

2.9 软件和数据库

2.10 数据质量要求

为满足数据质量要求，在本评价中主要考虑了以下几个方面：

数据准确性：实景数据的可靠程度

数据代表性：生产商、技术、地域以及时间上的代表性

模型一致性：采用的方法和系统边界一致性的程度

为了满足上述要求，并确保计算结果的可靠性，在评价过程中优先选择来自生产商和供应商直接提供的初级数据，其中经验数据取平均值，本评价在 2023 年 2 月进行数据的调查、收集和整理工作。当初级数据不可得时，尽量选择代表区域平均和特定技术条件下的次级数据，次级数据大部分选择来自 IPCC 数据库；当目前数据库中没有完全一致的次级数据时，采用近似替代的方式选择 IPCC 数据库中数据。

采用 eFootprint 软件的来建立产品生命周期模型，计算碳足迹和分析计算结果，评价过程中的数据库采用中国生命基础数据库（CLCD）和瑞士的 Ecoinvent 数据库。

数据库的数据是经严格审查，并广泛应用于国内国际上的 LCA 研究。各个数据集和数据质量将在第 4 章对每个过程介绍时详细说明。

3. 过程描述

3.1 加注机生产过程

(1) 过程基本信息

过程名称：加注机生产

过程边界：从原料运输到加注机的生产

(2) 数据代表性

主要数据来源：企业 2022 年实际生产数据

企业名称：济南瑞玛电气有限公司

产地：中国山东省济南市

基准年：2022 年

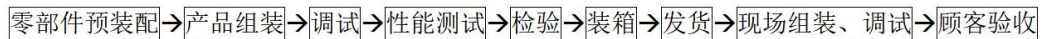
主要原料：O 型密封圈、CPU、不锈钢法兰球阀、断路器、过滤减压阀、机柜、泵架等

主要能耗：电力

生产主要工艺介绍如下：

公司产品主要根据客户订单进行定制化生产、装配。产品工艺流程大致包括零部件预装配、产品组装、调试、性能测试、检验、装箱、发货、现场组装、调试、顾客验收。工艺流程图详见下图。

产品工艺流程图：



4. 数据的收集和主要排放因子说明

为了计算产品的碳足迹，必须考虑活动水平数据、排放因子数据和全球增温潜势（GWP）。活动水平数据是指产品在生命周期中的所有的量化数据（包括物质的输入、输出；能量使用；交通等方面）。排放因子数据是指单位活动水平数据排放的温室气体数量。利用排放因子数据，可以将活动水平数据转化为温室气体排放量。如：电力的排放因子可表示为： $\text{CO}_2\text{e}/\text{kWh}$ ，全球增温潜势是将单位质量的某种温室效应气体（GHG）在给定时间段内辐射强度的影响与等量二氧化碳辐射强度影响相关联的系数，如 CH_4 （甲烷）的 GWP 值是 25。活动水平

数据来自现场实测；排放因子采用 IPCC 规定的缺失值。活动水平数据主要包括：外购电力消耗量。排放因子数据主要包括外购电力排放因子、加注机生产过程排放因子和交通运输排放因子。

5. 碳足迹计算

5.1 碳足迹识别

结合加注机生产的碳足迹分析，本次评价不涉及消费终端的排放量，以及对于原材料获得所需碳排放的计算，没有计算原材料加工的碳足迹，仅计算从原材料供应商到公司仓库的碳足迹。

表 5.1 碳足迹过程识别表

序号	主体	活动内容	备注
1	原材料获取	运输排放	/
2	加注机生产过程	原料、能源	/
3	原料运输	运输排放	/
4	产品运输	运输排放	/

5.2 数据计算

(1) 原材料获取

公司原材料供应商到公司的距离具体见下表，运输方式以公路运输为主。

表 5.2 原材料采购运输信息表

原辅材料名称	供应商位置 (公里)	货运运行里程数 (万公里)	运输类型
0 型密封圈	200	0.6	汽车
CPU 1214C	200	0.2	汽车
不锈钢法兰球阀	300	0.6	汽车
断路器	30	0.24	汽车
电源切断开关	30	0.03	汽车
过滤减压阀	300	0.3	汽车
机柜	250	0.3	汽车
泵架	300	0.3	汽车
触摸屏	20	0.04	汽车
储液罐	80	0.24	汽车
合计	/	2.85	/

根据《IPCC2006 国家温室气体清单指南》和《省级温室气体清单编制指

南（试行）》，公路运输能耗计算公式如下：

公路（道路）交通能耗=百公里油耗*运行里程数*保有量（5.1）

根据《中国交通运输能源消耗水平测算与分析》，中型货车平均百公里油耗为 27.6（升/百公里）。

各类原辅材料货车运行里程数见上表 5.2。

根据上述公式计算得到原辅材料运输能耗结果如下：

表 5.3 原材料采购运输柴油消耗量表

总里程数（百公里）	柴油消耗量(升)	柴油消耗量(吨)
285	7866	6.68

其中柴油排放因子为 3.145tCO₂/t。通过核算，原辅材料获取过程中二氧化碳排放量为 21.02t，每台产品原材料采购运输环节二氧化碳排放量为 0.1168tCO₂。

（2）加注机生产

瑞玛电气在生产过程中，二氧化碳排放包含生产过程中消耗电力排放。

表 5.4 生产过程中能源消耗量

年度	2022
化石燃料燃烧排放量（tCO ₂ ）	0
工业生产过程排放量（tCO ₂ ）	0
净购入电力引起的排放量（tCO ₂ ）	49.65
总排放量（tCO ₂ ）	49.65

通过核算，企业 2022 年加注机生产过程中产生二氧化碳排放为 49.65 吨，每台产品生产过程二氧化碳排放量为 0.2758tCO₂。

（3）加注机运输

瑞玛电气在产品运输过程中，二氧化碳排放主要为货车公路运输产生的排放。2022 年企业全年加注机产量为 180 台，按工厂辐射 800 公里发运半径，中型货车百公里油耗为 27.6（升/百公里）。根据上述公式（4.1）计算得到产品运输柴油消耗量为 22080 升，折算为 35.8 吨。柴油排放因子为 3.145tCO₂/t。通过核算，产品运输过程中产生二氧化碳排放总量为 59.01 吨，每台产品生产过程二氧化碳排放量为 0.3278 t。

表 5.5 加注机产品碳足迹

序号	清单	二氧化碳排放量 (tCO ₂ /台)
1	原材料运输	0.2758
2	加注机生产	0.2758
3	加注机运输	0.3278
4	加注机全生命周期	0.8794

根据公式 (4) 可以计算出 1 台加注机的碳足迹 $e=0.8794tCO_2e/台$ ，从加注机生命周期累计碳足迹贡献比例的情况，可以看出加注机的碳排放环节主要集中在生产过程中，其次是原材料获取过程，运输活动占一部分。

所以为了减小加注机的碳足迹，应重点考虑减少加注机生产过程的碳足迹，主要为降低生产过程的碳排放，在企业可行的条件下，降低物料消耗，也是一个重要途径。

为减小产品碳足迹，建议如下：

(1) 通过设备改变运输方式、提高单次运输效率，有效减少运输过程中燃料的消耗。

(2) 加强节能工作，从技术及管理层面提升能源效率，减少用电量，厂内可考虑实施节能改造，重点提高能源的利用率；

(3) 在分析指标的符合性评价结果以及碳足迹分析、计算结果的基础上，结合环境友好的设计方案采用落实生产者责任延伸制度、绿色供应链管理工作，提出产品生态设计改进的具体方案。

(4) 续推进绿色低碳发展意识，坚定树立企业可持续发展原则，加强生命周期理念的宣传和实践。运用科学方法，加强产品碳足迹全过程中数据的积累和记录，定期对产品全生命周期的环境影响进行自查，以便企业内部开展相关对比分析，发现问题。在生态设计管理、组织、人员等方面进一步完善。

(5) 不确定性的主要来源为初级数据存在测量误差和计算误差。减少不确定性的方法主要有：使用准确率较高的初级数据；对每一道工序都进行能源消耗的跟踪监测，提高初级数据的准确性。

6. 结语

济南瑞玛电气有限公司每生产 1 台加注机产品产生 0.8794tCO₂e，企业可以通过工艺技术改造，减少能源，原材料的消耗，以达到产品的碳减排。