

Research on the Path of Pollution Reduction and Carbon Reduction in Fine Chemical Industry

Haiyan Chen

Chongqing Huankeyuan Boda Environmental Protection Technology Co., Ltd., Chongqing, 400000, China

Abstract

Quantifying the carbon footprint (CFP) will help you understand and take action to reduce greenhouse gas emissions and increase the amount of greenhouse gas removal throughout the life cycle of the product. In many industries, the fine chemical industry has many kinds of products, complex processes, diverse raw material transportation channels, and there are many uncertain factors. Through the difficulty of fine chemical industry carbon footprint accounting analysis to guide enterprises perfect management system, establish perfect management parameter, provide effective data support for carbon emission verification, at the same time optimize the product structure and process, looking for alternative raw materials, reduce greenhouse gas emissions from the source, in order to achieve the real sense of carbon reduction.

Keywords

fine chemical industry; full life cycle evaluation method (LCA); carbon footprint; pollution reduction and carbon reduction measures

精细化工行业减污降碳路径研究

陈海燕

重庆环科源博达环保科技有限公司, 中国·重庆 400000

摘 要

量化产品的碳足迹 (CFP) 将有助于理解和采取行动, 在产品的整个生命周期中减少温室气体的排放量并增加温室气体的去除量。在众多行业中, 精细化工行业产品种类多、工艺复杂、原料运输途径多样, 存在较多不确定因素。通过对精细化工行业碳足迹核算的难点分析指导企业完善管理体制、建立完善的管理台账, 为碳排放核查提供有效的数据支撑, 同时优化产品结构和工艺流程、寻找可替代的原辅料, 从源头上减少温室气体排放, 以达到真正意义上的减污降碳。

关键词

精细化工; 全生命周期评价法 (LCA); 碳足迹; 减污降碳措施

1 研究背景

根据杨泽宇、黎嘉琦等人发布的《网易研究局碳中和报告》(2021年8月), 从行业大类来看, 2020年碳排放量由大到小依次为工业、电力、移动源(汽油车、燃油车和非道路机械)和民用行业, 占比分别为50%、35%、9%和6%; 从细分行业来看, 前五的行业分别是燃煤电厂、钢铁、水泥、石油化工和工业燃煤供热, 这五个行业的排放量占比分别为34.11%、15.4%、10.71%、5.29%、4.82%。其中, 燃煤电厂、钢铁、水泥和工业燃煤供热等行业除自身高碳的特点突出外, 在能源结构和产能恒定的条件下本身很难采取措施有效降低碳排放量。石油化工行业, 尤其是化工行业, 产品种类多、工艺复杂、原料运输途径多样, 存在较多不确定因素, 通过研究产品原材料的获取、设计、生产、运输、交付、使用和寿命终止处理的全生命周期中温室气体的排放

情况, 达到企业节能降碳的目的, 并分析精细化工行业碳足迹核算的难点, 提出有效的解决办法和建议。

2 方法的选择

碳足迹是针对企业为消费者或下游客户提供的产品或服务, 是评价其在上一阶段获取过程产生的二氧化碳排放的一种评价方法, 即获取该产品或服务产生过程的生命周期碳排放。

目前国际上的核算碳足迹方法主要包括碳足迹直接计算器、生命周期评价方法(LCA)、投入产出分析法(IOA)、混合生命周期评价法以及IPCC计算方法等。现有的“碳足迹直接计算器”主要用于计算个人或家庭的二氧化碳排放量, 且版本多样, 数据采集及计算参数存在差异, 导致结果存在偏差^[1]。生命周期评价方法(LCA)是在生命周期理论中, 将企业碳足迹的核算分成采购阶段、生产阶段、销售阶段、报废阶段四个环节分进行计量^[2], 该方法从产品制造、使用、废弃、再循环的整个过程纳入核算边界中, 各环节技术需求的不同, 其能源、原辅料种类均有差异, 因而产生的

【作者简介】陈海燕(1988-), 女, 中国重庆人, 本科, 工程师, 从事环境保护研究。

碳排放量也有差异,是一种自下而上的分析方法。根据产品生命周期分阶段地分析碳排放来源和排放量,可使计算结果更加全面和可靠,但主要适用于微观层面的碳足迹研究。投入产出分析法(IOA)则是一种自上而下的分析方法,通过投入产出表的编制能清晰地反映社会最终需求和产业部门之间的复杂联系,主要适用于部门、地区和国家层面的碳足迹计算^[3]。混合分析方法兼具生命周期评价方法(LCA)和投入产出分析方法(IOA)的优势,可以看作是两种方法之间存在交叉重叠的部分,因而有比以上两种方法更广泛的应用范围^[4]。

通过采用全生命周期法核算碳足迹,可有效研究产品原材料的获取、设计、生产、运输、交付、使用和寿命终止处理的全生命周期中温室气体的排放情况,根据各环节占比和影响因素,提出可行的节减排降碳措施。

3 精细化工行业减污降碳措施研究

3.1 原辅料运输

化工行业常用的运输方式有水运和陆运,陆运包括铁路运输和道路运输,而水运必伴随陆运,通常化工行业涉及的原辅料多为危险化学品,且涉及危化品,运输条件更加苛刻。其中,危险化学品道路运输方式主要包括桶(袋)、槽罐车和罐式集装箱这三种形式。罐式集装箱是一种新型的化工品运输工具,与传统的危化品运输形式(桶和槽罐车)相比,罐式集装箱更为经济、安全、高效,在化工物流领域应用前景广阔^[5]。目前,危化品运输呈小批量、多批次的特征以满足市场需求的灵活性。

企业在原辅料运输方式的选择上通常以经济效益和安全作为核心决策因素,而不会将环境保护和碳排放量作为主要决策因素来考虑。企业出于成本控制的考虑,会根据市场价格选择原辅料供应商,一旦供应商变更,运输方式和运输路径也会随之发生变化。为有效地降低厂区危化品的储存风险,企业会严格控制储存量,使其低于重大风险源的临界量,因此原辅料运输频次和产品生产需求的不对等,会增加原辅料运输的频次,因此,增加原辅料运输环节的碳排放量。

根据2020年碳排放量统计数据,移动源CO₂排放量约9.08亿吨,约占总排放量的8.75%。因此,化工行业在平衡经济效益与碳排放量基础上,综合考虑危化品运输安全、经济效益、资源利用和环境保护、政府管理等方面因素,从而建立高危危化品绿色化运输方式,将危险化学品运输方式固化,可有效降低原辅料运输方式的不确定性给碳足迹核算带来的难度。

化工行业产品和原辅料种类多,周转路径和运输方式多样,运输过程中还存在损耗,厂区内库房到车间的转运等具体情况使企业分门别类地进行台账管理,也迫使企业在碳足迹核算过程中需要分析大量的基础数据以保证核算采用的数据的有效性,使计算结果和实际排放量相贴合。

目前,化工行业均需入驻化工园区,各园区产业规划中均要求重点发展产业链上的项目,打通产品上下游关系,降低原辅料、中间产品和最终产品之间的运输成本。此外,将原辅料供应纳入区域发展规划可进一步减小因运输造成的碳排放量。

3.2 生产过程

精细化工行业生产工艺流程较长,各种物料交叉重叠,因此,具有产品结构复杂,各产品生产工艺流程差异较大的特点。而在精细化工中与能源相关的温室气体排放是在复杂的生产过程中产生的,难以进行分步骤估算,通常作为是通过分别计算直接与间接温室气体排放,进而对化工行业的排放强度进行评估^[6]。在实际测算中通常采用碳质量平衡法能将化工产品生产工艺流程基本囊括起来^[7]。但在生产过程中往往涉及较为复杂的化学反应和不确定的物质流向,并且在高温高压反应条件下,反应釜中会使部分物质焦化,且焦化的物质无法弄清成分及碳含量。除此之外,精细化工采用序批式生产模式,而影响化学反应转化率的因素较多,如温度、压强、浓度等。不同批次反应速率、转化率、收率等都是浮动的。因此,生产过程中不确定的反应机理,尤其是副反应所产生的废弃物以及物质流向和所占份额的不确定性,使生产过程中碳排放量的核算难度增加,精准度降低。

通过实际生产的经验总结,固化生产工艺流程,不断提高原料利用率、控制反应条件,提高产品收率是精细化工行业生产过程中减污降碳的有效措施。

3.3. 产品最终去向及污染物处置

化工行业产品可直接作为产品,也可以作为下游产品的原辅料,其中还伴随大量副产品的产生。以BDO为例,即1,4-丁二醇,又名1,4-Butanediol、1,4-Di-hydroxybutane分子式C₄H₁₀O₂,无色黏稠油状液体,是一种基本的有机化工和精细化工原料,被广泛应用于医药、化工、纺织、造纸、汽车和日用化工等领域^[8]。BDO主要下游产品可分为四大类,即四氢呋喃(THF)、γ丁内酯(GBL)、聚对苯二甲酸丁二醇酯(PBT)和聚氨酯(PU),由这四大类产品可以进一步延伸出几十种高附加值的有机化工品,如聚四亚甲基乙二醇(PTMEG)、热塑性聚氨酯弹性体橡胶(TPU)、N-甲基吡咯烷酮(NMP)、聚丁二酸丁二醇酯(PBS)和热融胶等^[9-11]。此外,废弃物处置方式相对固化,在污染措施的选择上以达标排放为前提,优先考量经济成本。

化工行业产品仅仅在使用方面就有多种多样的路径,而且伴随的废弃及回收再利用环节更加复杂和多样。目前,中国正处于碳足迹研究的初始阶段,受各种各样的限制条件影响,在现有碳足迹核算体系中不同阶段所采用的各种关键数据主要来自软件模型或国外数据,而国际机构或者软件模型中选取的参数多来自已经发布的标准,其原则性较强,不具有普遍适用性,更不能体现中国真实国情。企业往往在销售产品时并不关注其用途,尤其是副产品的去向和用途;

在污染措施的选择上在达标的前提下优先考量经济成本。因此,生产企业废弃物处置方式基本固化且很难掌握产品及副产品停止使用直至清理处置期间产生的碳排放总量,在产品最终去向及污染物处置环节缺乏有效的措施达到减污降碳的目的。

3.4 碳排放因子的多样性

根据《IPCC 国家温室气体清单指南》和《能源消耗引起的温室气体排放计算工具》^[12],温室气体的主体定义为6种气体,即二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O)、六氟化硫(SF₆)、全氟碳化合物(PFC)以及氢氟碳化合物(HFC),目前,在大多数国家发布的企业温室气体排放核算方法与报告指南中仅将温室气体为二氧化碳(CO₂)作为核算对象,仅统计二氧化碳排放量,没有综合考虑甲烷、一氧化二氮和氟化气体等其他温室气体。而化工行业中,在实际生产过程中会大量使用或者反应过程中产生甲烷、一氧化二氮和氟化气体等,仅统计二氧化碳排放量无法有效地体现化工行业真实的碳排放水平,并欠缺代表性。因此,寻找替代性原辅料,减少甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O)、六氟化硫(SF₆)、全氟碳化合物(PFC)以及氢氟碳化合物(HFC)等温室气体作为原料的使用是有效减污降碳措施。

4 结论

全生命周期法核算产品碳足迹是量化产品存在于经济社会全过程温室效应对环境影响的重要方法,而通过生命周期法进行碳足迹核算分析,可以在产品的全生命周期内筛选出最有效且最大程度可降低排放和去除温室气体的环节。在工业化高度集中的当今社会,区域内进一步完善产业链,缩短原辅材料的运输距离能够有效降低化工行业碳排放量;企业通过建立完善的生产台账,可为碳排放核查提供有效的支

撑材料;企业在实际生产中逐步弄清反应机理,并在日常的生产过程中对物质流向和所占份额反复验证,以确保最终碳排放量数据的真实性和有效性;在国家“双碳”目标政策的引导下,企业在满足自身经济效益的同时,需通过优化产品结构、优化工艺流程、寻找可替代的原辅料等措施,从源头上减少温室气体排放,以达到真正意义上的减污降碳。

参考文献

- [1] 司云云,耿涌,吴瑞,等.化工类企业碳足迹计算方法初探[J].环球市场信息导报,2016(21):2.
- [2] 罗春燕,文桂江.基于生命周期法的企业碳足迹计量与核算[J].会计论坛,2011(13):30.
- [3] 徐秀瑞.基于投入产出的中国产业部门碳足迹分析[J].青岛行政学院学报,2017(3):29.
- [4] 方恺.足迹家族研究综述[J].生态学报,2015,35(24):7974-7986.
- [5] 郝连胜.危险化学品罐式集装箱公路运输风险评价研究[D].上海:上海海事大学,2007.
- [6] 赵建宇,李掣恒,王禹策,等.无锡市精细化工行业碳排放评价及减排预测[J].中外能源,2022,27(4):9.
- [7] 余丽.化工行业碳排放核查的重点分析[J].节能环保,2021(8):40.
- [8] 于成涛.1,4-丁二醇生产现状与发展趋势[J].山东化工,2014,43(3):44-47.
- [9] 李玉芳,李明.1,4-丁二醇的生产技术及国内市场分析[J].化学工业,2012,30(10):39-44.
- [10] 崔小明.1,4-丁二醇的生产技术进展及市场分析[J].甘肃石油和化工,2013(1):6-13.
- [11] 弓中伟,杨志雄,杨志立.1,4-丁二醇的生产工艺及市场分析[J].广州化工,2013,41(13):65-69.
- [12] World Resources Institute. GHG Protocol Tool for Energy Consumption in China[Z].2011.