**专利技术交底书**

技术联系人：王柘

电话：18802141295

邮箱：wangzhe99@baosight.com

1. **发明名称：**

一种针对钢铁企业混合电产品的生命周期碳足迹计算方法

1. **所属技术领域：**

本发明涉及钢铁冶炼产业中针对混合电产品的投入产出分析，以及生命周期碳足迹分析方法。本发明可广泛应用于冶金企业中，对于发电工序生产的各类电力能源的碳核算，以及混合电产品的碳足迹分析和追溯，为钢铁企业优化电力生产过程中的碳负荷分布提供建议，从而减少最终产出的钢铁产品在全生命周期中的碳排放。

1. **技术背景**

随着全球气候变化问题的日益严峻，国际社会对各行各业生产过程中的碳排放的限制以及可持续发展的要求逐步严格。在此背景下，中国作为世界上最大的钢铁生产国之一，为了应对国际环境的约束而在碳排放问题上面临着诸多压力。一方面，开放的市场环境使得国内钢铁企业必须面对来自进口钢材的冲击，包括低碳工艺所降低的成本、多元化的产品类型、快速的产品迭代速度等严峻挑战。另一方面，随着全国碳排放权交易市场的开市，节能降碳符合全球气候变化应对的国际趋势，也响应了我国政府对绿色发展的号召。只有减少碳排放、加大技术创新力度、加快钢铁产业升级、促进各大钢铁企业向绿色低碳转型，才有利于中国钢铁行业与国际接轨，负担起可持续发展的社会责任，提高企业公众形象与社会信誉，提升中国钢铁产品的国际竞争力。

为了实现节能降碳的目标，对于产品碳足迹的测算标准至关重要。在钢铁行业中，钢铁产品碳足迹指的是其生命周期中产生的温室气体排放量，通常以二氧化碳的当量来衡量。碳足迹通常包括两种排放来源：直接排放和间接排放。直接排放是指钢铁生产过程中直接产生的二氧化碳排放，比如燃烧煤气等能源产生的排放，以及生成生石灰等化学反应所产生的二氧化碳排放。间接排放指与钢铁生产活动相关，但不直接由其产生的排放，如原材料和能源在上游开采、生产和运输过程中产生的二氧化碳排放。在众多碳足迹测算方法中，生命周期评价（Life Cycle Assessment，以下简称LCA）提供了一种系统化的环境绩效方法来评价产品从制造、运输、使用和报废等阶段的潜在环境影响，包含了 “从摇篮到坟墓”的完整生命周期，因此被各行各业广泛使用。

目前，我国钢铁企业碳核算的计算范围主要包含直接排放，即工厂边界内的所有排放，以及部分间接排放，即外购物料和能源的排放。现有专利技术对于钢铁生产工序中生命周期清单（LCI）的采集分析也侧重于上述边界之中。钢铁生产过程中无可避免地使用大量能源，钢厂自产的以电力为主的能源产品是钢铁产品全生命周期碳排放中的重要组成部分。根据2023年统计数据，我国主要钢铁企业产出的产品中，能源所占的碳排放比例均高于70%，对混合电力产品建立精确的碳足迹测算方法，优化能源生产结构，是我国钢铁企业实现降碳目标的重要保障。

在冶金行业中，以电力为主的能源产品通常由能辅工序负责生产，供生产钢铁产品的主工序使用。多数钢铁企业的用电构成趋于复杂，除了外购国家电网的工业用电、光伏电以外，钢厂还有自备电厂自行发电的燃煤电、燃气电、燃煤气电，高炉工序回收的TRT电，烧结工序回收的ORC电，随着光伏板在企业内的普及，还有部分回收光伏电等。此类电力在混合后统一供给钢铁生产主工序使用。除电厂以外，能辅工序也包括与工业水、纯水、氢气、氧气、氩气、氮气、蒸汽等辅助能源相关的生产工序，此类工序除了相互之间直接的关联外，还有与前置工序的间接关联，以及随之产生的间接消耗。以钢厂自备电厂生产的电力为例，发电需要直接消耗电力，还要消耗工业水、纯水、氮气等辅助产品，而在生产工业水、纯水和氮气产品时又要消耗电力，由此形成对电力的第一次间接消耗。由于几乎所有工序都使用电力作为能源，对于电力的间接消耗将会不断迭代，直至无穷多次。由此得出，自产电对电力的直接消耗和叠加后的间接消耗之和，最终构成了自产电对电力的完全消耗。而自产电合并其他来源的电力，最终形成了钢铁生产所使用的混合电力产品。

现有专利中并未检索到针对钢铁企业中电力产品的生命周期分析方法。在相关专利技术中，由宝武集团环境资源科技有限公司提出的《一种转底炉生产DRI球团工艺的生命周期评价方法》（专利申请号 CN 116777285 A）提供了一种针对转底炉生产DRI球团工艺中冶金废弃物的LCA方法，成功提高了对于冶金废料的资源转化率和利用率，优化了DRI球团产品的生命周期碳足迹。此专利技术同样按照各机组单元进行划分，收集现场数据，并对实际工序流程进行建模。然而，由于转底炉工艺生产流程较短、工序数量较少，并不存在工序之间的间接消耗与资源间的互相调用，因此相关专利技术无法应用于混合电力产品的生命周期碳足迹分析。

综上所述，以电力生产工序为首的能辅工序由于其特殊性，经常出现多工序之间互相依赖、资源混用、产品间接消耗的特征，因此使用一般方法进行生命周期清单分析势必产生误差。而现有专利技术在统计钢铁生产中的能源使用情况时多将电力等能源当作外购产品，使用统一的碳排放因子进行计算，或是不依照工序流程进行建模，使用总投入产出数据进行计算。使用上述方法，不仅会使得结果偏离真实值，也无法对于钢厂在能源生产过程中的降碳措施提供具有针对性、建设性的优化方案。

1. **发明目的**

由于上述缺陷，本发明提出了一种针对钢铁企业混合电产品的碳足迹计算方法，用于测算钢铁企业中混合电力产品的碳足迹。

针对钢铁企业在电力能源生产过程中工序繁多、流程复杂的问题，本发明将与电力生产相关过程中的活动数据，按照不同工序单元进行划分，以特定时间跨度进行汇总，建立投入产出对照表，检索工序间关联，并最终生成工序流程图进行分析。

针对混合电产品在各工序中普遍存在的资源互用和间接消耗关系，使得一般分析方法难以建模的问题，本发明基于Leontief投入产出模型，使用矩阵方法计算混合电力产品对各类资源的完全需求系数，结合背景数据，准确获得其在生命周期内的碳足迹分布。

通过开展混合电碳足迹计算，本发明可帮助企业了解其电力产品在上游、厂内生产过程、厂内运输等各阶段的碳排放量及其占比，以利于通过调整混合电结构来制定有效的碳减排方案。

1. **技术方案**

本发明的LCA分析规范基于下列标准：

• ISO 14040：2006《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 要求和导则》

• ISO 14067：2018《产品碳足迹-温室气体量化的要求和指南》

• GB/T 30052-2013 《钢铁产品制造生命周期评价技术规范》

本发明对混合电力产品的碳足迹生命周期评价流程依据ISO 14044： 2006标准、ISO 14067：2018标准，以及GB/T 30052标准，包含以下步骤：目的和范围的定义，生命周期清单分析，以及生命周期影响评价。

1. **本专利申请的有益效果**

由于采用了上述技术方案，本发明的有益效果是：

1）利用假设检验、随机森林对影响因素进行分析，辅助业务人员快速的对影响投料系数的参数进行筛选、分析，提高业务人员的工作效率，提高投料系数分析的科学性，为提高生产能力的分析提供辅助；

2）对投料系数进行基于决策树的分机组动态推荐，有助于实现投料系数的精细化管理，进而提高交货效率，提升客户满意度；减少合同余材，从而降低库存，减少因合同余材产生的现货而造成的经济损失；

3）通过与业务人员交互确定推荐方案，可充分利用业务经验相结合，提高推荐方案的可用性。

总之，本发明有效提高了数据的利用率，提高业务人员的工作效率，有利于通过对投料系数的精细化管理达到提高生产效率，减少经济损失的目的，并且可指导业务人员有针对性的对影响投料系数的因素进行分析，进而达到稳步提高生产能力。

1. **可以实现本发明的方式与途径**

实施举例1：

以含某热轧机组投料系数动态推荐为例，具体实现过程如：

1. 在服务器部署投料系数动态推荐功能模块，连接至本机组历史数据库，通过浏览器访问本功能；

2. 选择本机组（根据权限设置，可配置用户默认访问本机组数据），获取本机组可参与分析的相关数据项；

3. 获取对投料系数影响显著的因素，默认按重要程度降序排列，如图1；

4.选择获取的影响显著的因素，选择展示方式，以可视化的方式展示对应投料系数分布情况，如图2；

5. 获取推荐方案，如图3；

6. 人工筛选影响因素，重新获取推荐方案，如图4。

1. **相关专利、公知技术检索结果及其与本发明/实用新型的异同点**

暂无！