

DOI:10.3969/j.issn.2097-0706.2023.06.010

碳逸会计在综合能源系统低碳性评价中的应用

Application of carbon-escape accounting system in integrated energy systems'
low-carbon evaluation

赵国涛, 钱国明, 孙艳兵, 丁泉, 朱海东

ZHAO Guotao, QIAN Guoming, SUN Yanbing, DING Quan, ZHU Haidong

(国电南京自动化股份有限公司, 南京 210032)

(Guodian Nanjing Automation Company Limited, Nanjing 210032, China)

摘要: 随着“双碳”目标向着更深层次不断推进落实,不同能源体系低碳性的判定与评价问题受到越来越多关注。以园区综合能源系统为研究对象,针对在其碳足迹核算方面存在的可靠性不足问题,通过碳逸概念的引入和碳逸会计系统的构建提出了一种新的系统低碳性评价思路框架。在对碳逸会计系统的记账原则、会计科目、核算方式和报表体系等进行简要介绍的基础上,针对假定的综合能源系统应用场景,提出有关系统低碳性评价的方法和路径,并对碳逸会计系统的应用前景进行讨论和展望。

关键词: 碳足迹; 碳会计; 综合能源系统; 碳逸会计系统; 低碳; 碳达峰; 碳中和; 评价体系

中图分类号: TK 019; X 321

文献标志码: A

文章编号: 2097-0706(2023)06-0073-08

Abstract: With the implementation and boosting of dual carbon target, the evaluation on different energy system's low-carbon performance has received growing attention. Taking an integrated energy system of an industrial park as the research object, aiming at improving the low reliability of the current carbon footprint accounting method, we usher in the concept of carbon-escape and its accounting system, and put forward a new low-carbon performance evaluation framework for the integrated energy system. Based on the brief introduction of the accounting principles, accounting subjects, accounting methods and statements of carbon-escape accounting system, the proposed method and development path are put forward under the assumed application scenarios of the integrated energy system. The application prospect of carbon-escape accounting system is discussed and expected.

Keywords: carbon footprint; carbon accounting; integrated energy system; carbon-escape accounting system; low-carbon performance; carbon peak; carbon neutrality; evaluation system

0 引言

随着“双碳”目标的提出,能源电力行业的清洁低碳化转型正在向多维度、多层次深入推进,能够发挥能源梯级利用和多能互补优势、提升能源利用效率的综合能源系统开始受到越来越多的关注。现有研究多集中在规划技术^[1]、市场机制^[2]、信息化服务^[3]和评价技术^[4]等方面,有关综合能源系统的方案设计和具体技术着墨较多,但对于全系统的低碳性判定与分析却鲜少提及。

综合能源系统的低碳性分析涉及全系统、全过程碳足迹的核算^[5]。全生命周期评价技术(LCA)和

投入-产出法是目前应用最多的碳足迹核算方法^[6]。以此2类方法为基础开展的理论性研究多聚焦于国际标准的解析^[7]、国内外核算方法的比较^[8]、核算方法优化与发展^[9]等方面;近年来,相关的应用性研究也开始向标准的区分^[10]、核算边界的界定^[11]、应用场景的分析^[12]等微观过程发展。

总体来看,这些研究报道所提及的核算方法在应用层面往往存在一些共性的问题,即在进行碳足迹核算时所使用的基础数据通常都难以在现实的生产经营过程中被准确获取。即使部分基础数据的获取有可靠的来源保证,以此为依据所得到的核算结果往往又很难被验证或复核。而且对于核算结果的解释一般会因研究者专业能力的不同而出现理解上的差异,从而导致碳足迹核算评价结果失真,进而使得社会或组织所进行的减碳、控碳努力无法被真实反映。同样,若单纯采用文献中提到的

基金项目: 上海市科委科研计划项目(19DZ1205700)
Research Project of Science and Technology Commission of Shanghai Municipality (19DZ1205700)

碳足迹研究方法进行综合能源系统低碳性分析,也难以避免对评价结果的可靠性产生怀疑。

为此,本文将碳足迹核算过程与财务会计系统进行关联,形成“涉碳会计”的研究体系,以期解决在核算过程中缺乏现实管理体系支持与参照的问题,从而为综合能源系统的低碳性分析提供可信赖的方法,也是对传统碳足迹研究方法的补充和完善。

对于“涉碳会计”的研究报道大多集中在“清洁发展机制(CDM)”在全球范围内推进实施的时期。自 2014 年之后,随着 CDM 项目的减少与应对气候变化国际合作形势的转变,有关“涉碳会计”的研究报道在数量上开始呈现断崖式下跌。以往这些报道主要集中在碳排放权交易^[13]、企业碳信息披露^[14](负债表、利润表、营业外收入表等)和碳会计的确认^[15](资产、负债、成本、碳固等)等方面。近年来,也有研究者开始关注碳会计与碳足迹相结合的主题,但相关研究大多集中于“管理会计计量功能”^[16]、计划和预算管理、决策支持管理、绩效评估和控制管理等内容,而鲜有提及会计系统在碳足迹核算方面的具体实施路径研究,更遑论有关系统低碳性的分析问题。

为与以往文献中碳足迹概念进行区分,本文将财务会计体系中记录的“已发生的碳排放”称为“碳逸”^[17](不包括未来可能发生的)。以此概念为基础,构建同时记录碳逸价值与货币价值的“碳逸会计系统”,描述“碳逸”的记账与核算过程,进而将该体系应用于综合能源系统低碳性分析过程,以期能够提高核算结果的可靠性和准确性,为低碳综合能源系统的构建与分析探索新的思路与方法。

从技术创新角度看,传统意义上的碳足迹分析往往重视“过程(动态)碳排放”,而对负载在原材料或商品上的“静态碳排放”缺乏有效的追溯与统计手段。本文首次将碳足迹分析与财务会计系统进行关联,将任一过程或商品的碳排放与相应的财务凭证(发票、账目)进行绑定,使碳排放信息的追溯变得可靠与准确。在此过程中,所构建的“双价值”记账方法也是对“双碳”目标背景下传统财务会计系统的改良与发展。

1 综合能源系统低碳性分析的思路设计

目前,对于“综合能源系统”的概念,学术界尚无严格、统一的定义。一般认为,综合能源系统是一种以用户需求响应为重点,以提高能源利用效率为主要目标,以电为核心,提供电、热、冷、气、水等多种不同能源品种的一体化解决方案,实现源、网、

荷、储、用能源供应环节协同的多能源综合利用模式^[18-19]。综合能源系统的特点主要体现在系统性和互补性方面,在“双碳”目标背景下,还有必要探讨其低碳性。综合能源系统低碳性分析的思路设计如图 1 所示。

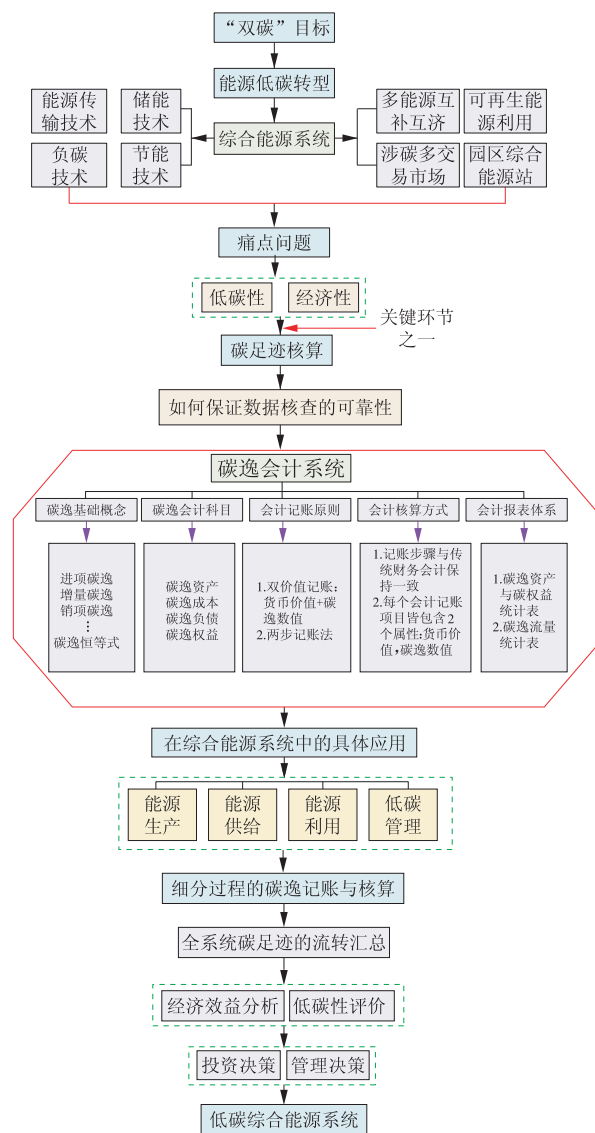


图 1 低碳综合能源系统构建的框架设计

Fig. 1 Framework design of a low-carbon integrated energy system

由图 1 可以看出,要分析综合能源系统的低碳性,离不开对系统核算边界内碳足迹的追溯。该过程可借助碳逸会计的分析方法得到实现。

2 碳逸会计系统简述

碳逸会计系统是基于碳足迹视角,以当前碳排放核算信息为基础,以传统财务处理架构为参照并与之深入融合的新型会计系统。在系统构建方面,主要是通过引入碳逸概念,重新诠释与划分不同碳足迹类型,然后设置新的会计科目,与现有财务报

表进行对比映射,将所统计的碳足迹信息融入到现有会计报表体系中,使之成为会计信息披露的固定内容。碳逸会计系统的设计使碳足迹核算过程中所使用的基础数据有了可靠的追溯保证,可为碳足迹的计量提供清晰的“对比追溯线索”,为财务会计体系与综合能源系统的紧密关联建立实用性的纽带与桥梁。

2.1 碳逸的基础概念

2.1.1 碳逸的分类

碳逸是指在会计记账中,企业或组织在所从事的生产经营活动中已产生或已存在的碳排放量。按照存在方式的不同,碳逸可分为进项碳逸、增量碳逸、商品碳逸、销项碳逸、碳逸累积、碳逸储备、生产碳逸、管理碳逸等,其中较为重要的概念是:进项碳逸,是指所购商品、服务、固定资产、无形资产中所包含的碳逸,反映的是形成该商品及之前所有环节累积碳逸在流通环节的转移结果,例如外购电中所含的碳逸;增量碳逸,是指因燃烧、泄漏等物理或化学作用而导致企业(组织)直接排放的二氧化碳当量,例如企业自购使用的燃油、燃气车辆产生的碳排放。

需要指出的是,各种碳逸概念的定义只是对特定组织经营运行过程中不同环节碳足迹信息的区分,以便与传统财务系统在记账与统计方面进行顺畅对接。

2.1.2 碳逸恒等式

碳逸恒等式是一种反映不同碳逸之间逻辑关系的数学表达,是对特定组织碳足迹进行统计与核算的基础。在具体应用时,可参照传统财务体系的核算逻辑进行处理。

基础的碳逸恒等式有2个:(1)在记账时,进项碳逸和增量碳逸尚未转移至销项碳逸,销项碳逸 $\text{进项碳逸} + \text{增量碳逸} = \text{碳逸累积}$;(2)在进项碳逸和增量碳逸发生转移时,非固定资产碳逸 $+ \text{固定资产/无形资产碳逸} + \text{碳排放权} = \text{碳逸累积} + \text{碳逸储备}$ 。2个等式中:碳逸累积是企业生产经营活动各环节累计发生的各类碳逸之和,如果产品售出,计算碳逸累积时则须减去销项碳逸;碳逸储备仅是对于企业获得或购入碳排放权配额产生的碳逸;非固定资产碳逸与无形资产碳逸均包含进项碳逸与增量碳逸。

在传统财务体系中,存在会计恒等式,资产=负债+权益。参照传统会计恒等式,在碳逸恒等式中对对应资产项为非固定资产进项碳逸或增量碳逸、固定资产/无形资产进项碳逸或增量碳逸、碳排放权、销项碳逸等;对应负债项为碳逸累积;对应权益项为碳逸储备。

以此为参照,还可建立针对不同生产经营环节的多个碳逸恒等式,此处略。

总之,通过碳逸恒等式与会计恒等式的映射对比,可将碳足迹分析与财务信息统计进行有机关联,为实现对碳逸的借贷记账奠定基础。

2.1.3 碳逸会计科目设置

由于现有会计体系中暂时没有针对碳足迹核算的会计科目,可通过增设碳逸资产、碳逸成本、碳逸负债和碳逸权益等4个一级科目,来保持与传统会计体系衔接的一致性。

碳逸会计科目所描述的资产、成本、负债和权益是碳逸恒等式与会计恒等式映射对比的结果,两者在记账逻辑上保持了一致性。例如,对于资产类记账,碳逸资产可设为一级科目,原材料碳逸、生产碳逸、产成品碳逸等可设为二级科目,而对应的三级科目可包括进项碳逸、增量碳逸、销项碳逸等。

2.1.4 碳逸会计记账原则与核算方式

碳逸会计的记账遵循2个原则:(1)双价值记账,即从价值分析角度看,每个会计记账项目都必须体现货币价值和碳逸数值这2个属性;(2)两步记账,即为准确记录经济活动中碳逸的流转,碳逸会计的记账步骤必须与传统财务会计保持一致,在记录货币价值之后,也要记录碳逸数值随经济活动的流转。这2个记账原则是碳逸会计核算体系构建的基础,也是将碳逸会计应用于综合能源系统低碳性分析的重要支撑。

2.1.5 碳逸会计报表体系

参照财务会计报表体系的构成,碳逸会计的报表体系主要包括“碳逸资产-权益表”和“碳逸流量表”。在一个综合能源系统中,前者是对积累在该系统的碳逸资产、碳逸权益和碳逸负债期初/期末余额进行的列表统计;后者是在该系统碳足迹追溯过程中,对进项、增量和流转碳逸进行的统计。这些报表可为综合能源系统的碳流转与碳排放过程提供可靠的信息追溯证据。通过追溯这些信息,可较为便捷地了解一个特定综合能源系统中碳足迹的核算情况。

总体来看,碳逸会计系统的构建是为解决碳足迹核算与传统财务系统之间所存在的“脱节”与“不相容”问题,可看作是对现有财务系统的一种创新性扩展。

3 碳逸会计系统应用

将综合能源系统的应用场景进行简化处理,借助碳逸会计系统展开低碳性分析。

3.1 假定的应用场景概况

在某工业园区综合能源系统中,涉及碳排放的过程或系统可分为6个模块:园区日常运营管理、能源管网系统、能源供给侧、能源需求侧、能源管理辅助系统和园区内能源基础设施。这些包含能源供、用诸要素的技术、设备及相关基础设施构成了本文

所要讨论的综合能源系统碳逸核算边界。以此边界为基础关联碳逸会计系统,可对综合能源系统的低碳性进行分析,如图2所示。另外,该系统边界之外的上、下游部分环节(如电网与输配电、碳交易市场、电力交易市场等)自身运行过程的涉碳分析此处略。

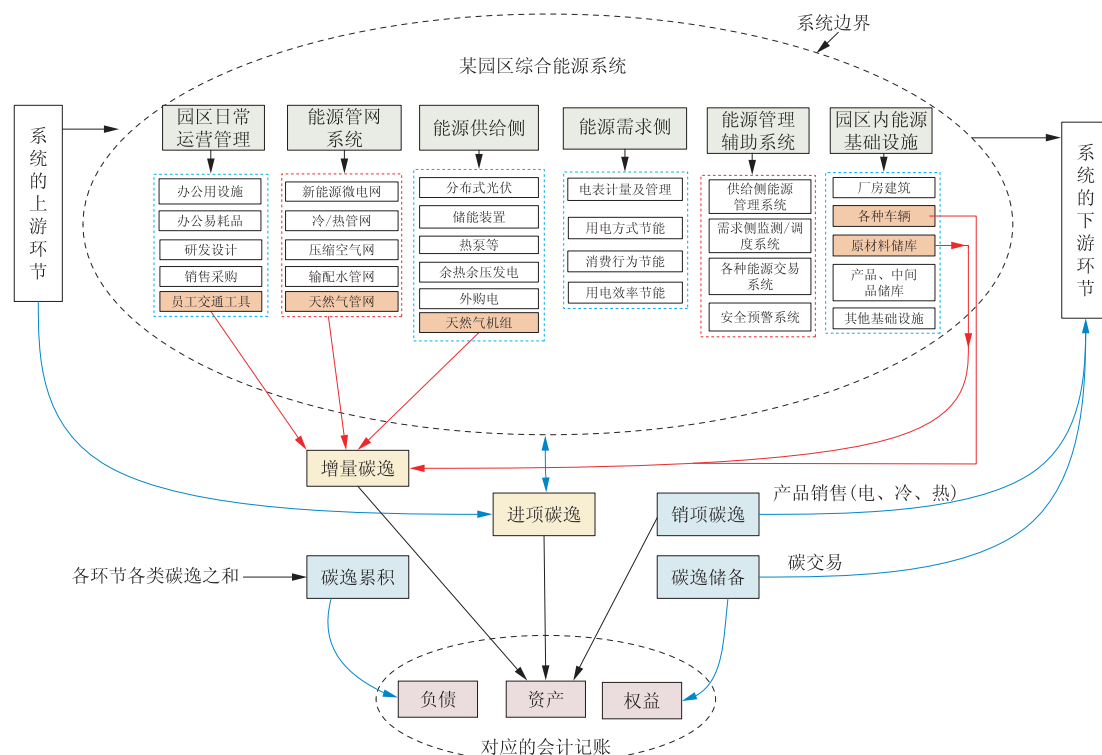


图2 碳逸会计在综合能源系统低碳性评价中的应用

Fig. 2 Application of carbon-escape accounting system in low-carbon evaluation of integrated energy system

3.2 园区综合能源系统的碳逸类型分析与计算

3.2.1 进项碳逸

(1) 记账分析。在园区日常运营管理模块中,日常办公用的设施(桌椅、电脑等)、办公用易耗品(纸张、文具等)、研发设计所需的仪器设备等物资自身所含的碳排放信息记作进项碳逸。在能源管网系统模块中,所采购的传输设备(阀门、管材等)和燃料(如天然气)等自身所含的碳排放信息记作进项碳逸。在能源供给侧,所购各种光伏组件、储能设施、热交换装置、天然气发电机组设备以及外购火电自身所含的碳排放信息记作进项碳逸。在能源管理辅助系统模块中,所购计算与通信设备及其配套设备、维持数据中心运行所需外购火电等自身所含的碳排放信息记作进项碳逸。在园区基础设施模块中,所购建筑(厂房、仓库等)材料、所购车辆等自身所含的碳排放信息记作进项碳逸;此外,系统中其他从外部所购设施和材料自身所含的碳排放信息,也都记作进项碳逸。

(2) 进项碳逸的数值估算。上述这些进项碳逸

所对应碳排放信息的具体数值计算,可以参照ISO 14067—2018《温室气体-产品碳足迹-量化要求及指南》定义的方法学框架,或其他成熟的标准与规范,运用全生命周期评价技术(LCA)对所购产品碳足迹进行辨识和定量分析。例如,可根据英国标准协会(BSI)颁布的PAS 2050:2008《商品和服务在生命周期内的温室气体排放评价规范》所提供的方法计算所购商品进项碳逸 W_1 。

$$W_1 = m \times (1 - A) \times B \times (1 - \theta) \times 44 / 12, \quad (1)$$

$$\theta = (100 - \beta t_0) / 100, \quad (2)$$

式中: m 为商品的质量,kg; A 为商品含水量,kg/kg; B 为商品含碳量,kg/kg; θ 为该类商品的延迟排放加权系数; t_0 为商品的寿命; β 为加权参数,可通过评价规范PAS 2050:2008查得。对于个别无法查到加权系数 β 数值的商品,其 W_1 可参考同类商品进行替代计算。

对于外购电进项碳逸 W_2 ,可采用排放因子法进行计算

$$W_2 = P \times p_1 \times \eta_1 \times \eta_2, \quad (3)$$

式中: P 为园区总人口; p_1 为外购电量, $\text{kW}\cdot\text{h}/(\text{年}\cdot\text{人})$; η_1 为园区所在区域的二氧化碳排放因子,可通过国家气候战略中心发布的《2011年和2012年中国区域电网平均二氧化碳排放因子》查得; η_2 为外购电中煤基发电所占的比例。

(3)进项碳逸的财务确认。上述所列进项碳逸可通过发票信息和财务会计报表来进行财务确认。

(4)进项碳逸的会计核算。进项碳逸的核算可按会计原则进行转移、累计和分摊。例如,原材料采购与领取的双价值记账方式见表1。

表1 原材料采购与领取过程碳逸数值的记账方式
Table 1 Accounting method of carbon-escape value in raw material purchasing and receiving

项目	采购原材料	领用零星物资
货币价值记账	借:原材料 应交税费-增值税-进项税 贷:应付账款等	借:生产成本 贷:原材料
碳逸数值记账	借:碳逸资产-原材料碳逸-进 项碳逸 贷:碳逸累积	借:碳逸资产-生产碳 逸-进项碳逸 贷:碳逸累积

3.2.2 增量碳逸

(1)增量碳逸的记账分析。在图2所假定的应用场景下,产生增量碳逸的环节共有5个:园区自备燃油/气车辆、员工通勤用燃油/气车辆、原材料储备仓库、天然气管网系统和天然气机组的运行。在这些环节中,存在或可能存在化石燃料的燃烧与泄漏,从而产生系统内新增二氧化碳排放。一般而言,来自系统之外的交通工具所产生的碳排放不能被记作增量碳逸。

(2)增量碳逸的数值估算。在假定的园区综合能源系统场景下,因化石燃料燃烧而产生的增量碳逸为 W_3 ,可根据《工业其他行业企业温室气体排放核算方法与报告指南(2015)》的规定进行计算

$$W_3=E_{\text{fuel}}=\sum_i(D_i\times R_{\text{c},i}\times R_{\text{of},i}\times\frac{44}{12}),\quad(4)$$

式中: E_{fuel} 为主体化石燃料燃烧 CO_2 排放量, t ; D_i 为化石燃料 i 明确用作燃料燃烧的消费量,固体或液体燃料单位为 t ,气体燃料单位为 万 m^3 ; $R_{\text{c},i}$ 为化石燃料 i 的含碳量; $R_{\text{of},i}$ 为化石燃料 i 的碳氧化率,取值范围为0~1。

对于因原材料储库中化石燃料泄漏而产生的增量碳逸计算,可参考国家发改委发布的“常规项目自愿减排方法学”中CM-041-V01《减少天然气管道压缩机或门站泄漏(第一版)》所提供的分析方法,综合考虑存储设备组件、化石燃料类型、基准线与项目活动等因素进行估算,其具体计算此处略。

(3)增量碳逸的财务确认。上述所列增量碳逸

中,燃料消耗量可通过发票信息和财务会计报表来进行财务确认。

(4)增量碳逸的会计核算。园区内企业应按照相关标准、技术规范、碳排放方法学规定,进行化石燃料燃烧或泄漏过程的碳排放量计算。在此基础上,将规范的增量碳逸计算方法,与生产和管理过程相融合,形成标准化的“计(测)算结果报送”流程,财务部门可结合企业管理制度,通过核查“结果报送”工单,来完成财务记账。以燃料和动力消耗过程产生的增量碳逸为例,记账方式见表2。

表2 燃料和动力消耗过程碳逸数值的记账方式
Table 2 Accounting method for carbon-escape value of fuel and power consumption process

项目	生产过程耗用 燃料和动力	管理或研发部门耗用燃 料和动力
货币价值记账	借:生产成本/制造费用-燃料 和动力 应交税费-增值税-进项税 贷:其他应付款/银行存款,等	借:管理费用/开发支出- 燃料和动力 贷:其他应付款,等
碳逸数值记账	借:碳逸资产-生产碳逸-增量 碳逸 贷:碳逸累积	借:碳逸资产-管理碳 逸-增量碳逸 贷:碳逸累积

以上是假定园区综合能源系统中2个重要碳逸的核算与分析过程。实际上,在系统运行的过程中,还存在很多细分环节,如销售、采购、研发设计、在建工程与固定资产构建、售后服务、收入确认等(此处略)。这些细分环节的数值估算、财务确认和会计核算方法,与前述对2种碳逸的分析类似,都必须有明确的标准与规范作参照,都必须有确定的核查方法和流程,都必须在财务会计报表中能够找到清晰的“映射”证据与可信赖的追溯线索。

3.2.3 园区综合能源系统的低碳性判定

完成碳逸类型的分析之后,就可以借鉴传统财务会计报表体系,构建“碳逸资产-权益表”和“碳逸流量表”,作为描述系统碳逸流转情况的信息披露形式。对于园区综合能源系统的低碳性分析,相关性较大的是“碳逸流量表”,示例见表3。

由表3可以看出,园区综合能源系统中不同细分环节的进项碳逸和增量碳逸皆被统计在“碳逸流量表”中,并且在考虑因产品销售等环节产生的碳逸转移后,可得到统计周期内的碳逸余额,即前文所述的碳逸累积。碳逸累积值越高,说明系统产生的碳排放量越大,系统的低碳性越小,可作为一个判断综合能源系统低碳性强弱的依据。

需要指出的是,碳足迹视角只是判定某个组织或系统低碳性的方法之一,具体方法的选择,关键看研究者对于低碳性识别之后的应用方向。例如,

表 3 碳逸流量表简化示例

Table 3 Simplified example of carbon-escape flow statement

项目	本期余额	上期余额
一、进项碳逸		
1. 销售管理产生的进项碳逸		
2. 研发设计环节产生的进项碳逸		
3. 采购原材料、包装物产生的进项碳逸		
4. 生产环节产生的进项碳逸		
⋮		
进项碳逸小计		
二、增量碳逸		
1. 销售管理环节产生的增量碳逸		
2. 研发设计环节产生的增量碳逸		
3. 采购原材料等产生的增量碳逸		
4. 生产环节产生的增量碳逸		
⋮		
增量碳逸小计		
三、碳逸转移		
1. 销售商品、提供劳务等活动减少的碳逸		
2. 其他原因导致的碳逸减少		
碳逸转移小计		
四、期末碳逸余额		

若用来衡量园区的绿色化,满足绿色制造体系的要求,可考虑以可再生能源的利用率作为判定依据;若要建设零碳或低碳园区,则需以负碳技术的应用为重点;若以工业产品的“碳标签”为关注点,则可考虑以碳逸累积值为相关制度构建的基础。

提高能源利用效率是综合能源系统重要的运行目标。要实现该目标,势必会增加更多的基础设施投入,而这些投入很可能会增加整个系统的碳排放。而有关这些新增碳排放的统计,往往会因缺乏清晰、可靠的方法支撑而被迫被“无视或忽略”。因此,碳逸会计系统不仅是解决此问题的一种方法,也是将“节能”和“低碳”2类概念进行有机关联的路径与桥梁。

3.3 有关碳逸会计系统应用的讨论

3.3.1 与LCA的关系

LCA是指“对一个产品系统的生命周期中输入、输出及其潜在环境影响的汇编和评价”。该技术可用于碳足迹分析,是ISO 14067—2018和PAS 2050:2008的应用基础。

LCA法较为突出的缺点是:所采用的数据基础很难保证准确性,数据的选用主观性较强。因此,如果将该方法与碳逸会计系统进行联用,可有效提高碳足迹核算结果的客观性与可靠性。简言之,就是在确定碳足迹类型与核算边界方面,首先依托“碳逸”概念进行分析;在具体到某个细分环节的碳

足迹核算时,可借助LCA的一些思想与方法。

3.3.2 碳逸类型分析的全面性

低碳性分析的逻辑顺序是:碳逸类型分析→财务会计确认→碳逸数值计算→碳逸积累统计→低碳性判定。

这种分析思路的缺点是,有可能在初始阶段遗漏个别碳逸类型及其对应的细分过程。为此,还需从财务会计报表及信息披露方面“逆推”是否存在可能被遗漏的涉碳环节,用作前述逻辑分析过程的补充,以保证碳逸会计系统对园区综合能源系统运行全过程的覆盖。毕竟,对一个组织而言,任何涉碳环节都很难摆脱与财务会计系统的关联。

3.3.3 碳逸会计系统的落地应用

碳逸会计系统在低碳性分析方面的落地应用,可主要考虑以下几点。

(1)首先,要对现有财务会计信息化系统进行改良和优化。例如,可考虑在现有信息化系统中,按照碳逸会计系统的构建框架增加新的记账模块;同时,新增有关园区和企业碳信息披露的内容,如企业碳排放权交易信息、企业涉碳会计信息的审计验证、国家的低碳政策和区域性法规、企业实施的碳减排目标与计划、企业温室气体排放源清单、企业减碳控碳的绩效考核、企业上下游客户涉碳信息等。

(2)其次,要采取措施加强园区二氧化碳排放的分析与监测,提升对各细分环节碳逸核算的准确性,建立有利于促进本园区减碳、控碳的技术体系等,这是碳逸会计系统能有效发挥作用的基础。

(3)要加强对碳逸会计系统本身的研究,积极推动区域性、行业性、全国性涉碳会计政策与技术规范的建立与推广。毕竟,一个园区综合能源系统及其上下游关联方涉碳信息的准确获取与共享,是一项复杂的系统工程,需要各方的联动与协作,仅靠单一园区系统碳逸的计算,会在很大程度上影响系统低碳性分析的可靠性。

3.3.4 其他问题

尚有很多有关碳逸会计在园区综合能源系统的应用问题未展开深入讨论。例如,借助碳逸会计报表体系中的“碳逸资产-权益表”探讨综合能源系统涉碳成本的管控问题和碳约束机制下的能源预算管理问题。

对于未计入企业财务信息统计范围的员工自愿减排问题、园区综合能源系统碳足迹核算边界问题、电网侧的碳逸类型分析与计算问题等,都有待在未来进行深入研究。

4 结束语

为适应能源行业清洁低碳化转型的要求,有效推进“双碳”目标的落实,本文依托碳逸会计体系,探讨如何实现碳足迹核算过程的可靠性问题,可为园区综合能源系统的低碳性评价提供新的研究思路与理论借鉴。碳逸会计系统的构建与应用,不仅是对于新时代背景下财务会计体系的创新性改良,更是从未来综合能源系统有效落地与推广视角进行的有益理论探索。从推广应用所面临的问题看,“碳逸会计数字化管理系统”的开发、与现有财务会计系统的融合及试点应用,应该是未来研究的重点和难点。

参考文献:

- [1]张沈习,王丹阳,程浩忠,等. 双碳目标下低碳综合能源系统规划关键技术及挑战[J]. 电力系统自动化, 2022, 46(8): 189-207.
- ZHANG Shenxi, WANG Danyang, CHENG Haozhong, et al. Key technologies and challenges of low-carbon integrated energy system planning for carbon emission peak and carbon neutrality[J]. Automation of Electric Power Systems, 2022, 46(8): 189-207.
- [2]王剑晓,夏清,李庚银,等. 基于多市场均衡的综合能源市场机制设计[J]. 中国电机工程学报, 2021, 41(17): 5789-5802.
- WANG Jianxiao, XIA Qing, LI Gengyin, et al. Mechanism design for integrated energy markets based on multi-market equilibrium[J]. Proceedings of the CSEE, 2021, 41(17): 5789-5802.
- [3]王小彦. 电网企业综合能源服务平台发展研究[D]. 南京: 东南大学, 2020.
- WANG Xiaoyan. Research on the development of integrated energy services platform by power grid enterprises [D]. Nanjing: Southeast University, 2020.
- [4]梁洁. 园区级综合能源系统后评价研究——以北方某园区为例[D]. 北京: 北京化工大学, 2020.
- LIANG Jie. Research on post evaluation of integrated energy system project at park level—Taking a park in North China as an example [D]. Beijing: Beijing University of Chemical Technology, 2020.
- [5]HARANGOZO G, SZIGETI C. Corporate carbon footprint analysis in practice with a special focus on validity and reliability issues[J]. Journal of Cleaner Production, 2017, 167: 1177-1183.
- [6]童庆蒙,沈雪,张露,等. 基于生命周期评价法的碳足迹核算体系: 国际标准与实践[J]. 华中农业大学学报(社会科学版), 2018(1): 46-57.
- TONG Qingmeng, SHEN Xue, ZHANG Lu, et al. Standard system of accounting footprint based on life cycle assessment method: International standards and practices [J]. Journal of Huazhong Agricultural University (Social Science Edition), 2018(1): 46-57.
- [7]白伟荣,王震,吕佳. 碳足迹核算的国际标准概述与解析[J]. 生态学报, 2014, 34(24): 7486-7493.
- BAI Weirong, WANG Zhen, LYU Jia. Summary and analysis of international standards on carbon footprint accounting[J]. Acta Ecologica Sinica, 2014, 34(24): 7486-7493.
- [8]王微,林剑艺,崔胜辉,等. 碳足迹分析方法研究综述[J]. 环境科学与技术, 2010, 33(7): 71-78.
- WANG Wei, LIN Jianyi, CUI Shenghui, et al. An overview of carbon footprint analysis [J]. Environmental Science & Technology, 2010, 33(7): 71-78.
- [9]刘琼,田有全, SUTHERLAND J W, 等. 产品制造过程碳足迹核算及其优化问题[J]. 中国机械工程, 2015, 26(17): 2336-2343.
- LIU Qiong, TIAN Youquan, SUTHERLAND J W, et al. Calculation and optimization of product carbon footprint in its manufacturing processes [J]. China Mechanical Engineering, 2015, 26(17): 2336-2343.
- [10]李楠. 产品碳足迹标准对比及其供应链上的影响研究[D]. 北京: 北京林业大学, 2019.
- LI Nan. Comparison of product carbon footprint standards and analysis of their influence on supply chain [D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2019.
- [11]丛建辉,刘学敏,赵雪如. 城市碳排放核算的边界界定及其测度方法[J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(4): 19-26.
- CONG Jianhui, LIU Xuemin, ZHAO Xueru. Demarcation problems and the corresponding measurement methods of the urban carbon accounting [J]. China Population Resources and Environment, 2014, 24(4): 19-26.
- [12]郑巧珍. 水电工程建造阶段碳足迹评价研究[D]. 大连: 大连理工大学, 2018.
- ZHENG Qiaozhen. The carbon footprint evaluation of hydro-power projects during construction phase [D]. Dalian: Dalian University of Technology, 2018.
- [13]涂建明,迟颖颖,石羽珊,等. 基于法定碳排放权配额经济实质的碳会计构想[J]. 会计研究, 2019(9): 87-94.
- TU Jianming, CHI Yingying, SHI Yushan, et al. Constructing a carbon accounting system based on economic reality of the statutory carbon emission rights allowances[J]. Accounting Research, 2019(9): 87-94.
- [14]蹇瑾洁. 基于可持续发展的企业碳会计信息[D]. 昆明: 云南大学, 2015.
- JIAN Jinjie. Enterprise carbon accounting information based on sustainable development [D]. Kunming: Yunnan

- University, 2015.
- [15] 宋海涛. 工业碳足迹管理的管理会计功能与方法研究 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨商业大学, 2016.
- SONG Haitao. Research on the management accounting functions and methods of industrial carbon footprint management [D]. Harbin: Harbin University of Commerce, 2016.
- [16] 葛菁, 张艳, 杨石宝. 基于环境资本依赖的碳管理会计本量利分析方法研究 [J]. 环境科学与管理, 2018, 43(11): 1-5.
- GE Jing, ZHANG Yan, YANG Shibao. The carbon management accounting CVP analysis research based on environmental capital dependence [J]. Environmental Science and Management, 2018, 43(11): 1-5.
- [17] 郭效军, 孙艳兵, 赵国涛. 碳逸会计系统的构建与方法研究 [J]. 财会通讯, 2022(5): 92-96.
- [18] 赵国涛, 钱国明, 王盛. “双碳”目标下绿色电力低碳发展的路径分析 [J]. 华电技术, 2021, 43(6): 11-20.
- ZHAO Guotao, QIAN Guoming, WANG Sheng. Analysis on green and low-carbon development path for power industry to realize carbon peak and carbon neutrality [J]. Huadian Technology, 2021, 43(6): 11-20.
- [19] 赵国涛, 钱国明, 王盛, 等. “双碳”目标下火电企业绿色低碳转型的对策分析 [J]. 华电技术, 2021, 43(10): 11-21.
- ZHAO Guotao, QIAN Guoming, WANG Sheng, et al. Analysis on solution for green and low-carbon transformation of thermal power enterprises to achieve carbon peak and carbon neutrality [J]. Huadian Technology, 2021, 43(10): 11-21.
- (本文责编: 陆华)
- 收稿日期: 2022-07-05; 修回日期: 2023-03-13
上网日期: 2023-05-11; 附录网址: www.ienergy.cn
- 作者简介:
- 赵国涛(1972), 男, 高级工程师, 博士, 从事绿色能源和低碳电力的技术研发工作, lenlen22@163.com;
- 钱国明(1973), 男, 正高级工程师, 硕士, 从事电力系统自动化相关技术的研发与管理工作, guoming-qian@sac-china.com;
- 孙艳兵(1977), 男, 正高级会计师, 硕士, 从事综合能源及电力市场相关资产的管理工作, yanbing-sun@sac-china.com;
- 丁泉(1979), 男, 高级工程师, 硕士, 从事电力系统自动化相关技术的研发与管理工作, quan-ding@sac-china.com;
- 朱海东(1974), 男, 高级工程师, 硕士, 从事综合能源及电力市场等相关的信息化开发与管理工作, haidong-zhu@sac-china.com。