

行业视点

碳排放双控背景下有色金属企业碳预算体系构建路径

皮意帆, 张岳, 李万杰, 马越, 朱昊

(中国恩菲工程技术有限公司, 北京 100038)

[摘要] 在能耗双控向碳排放双控制度转型的背景下, 有色金属作为高耗能重点行业, 面临严峻的碳减排压力, 如何建立科学高效的碳排放管理体系成为企业绿色低碳发展的关键。本文以有色金属企业碳预算体系构建为切入点, 通过设计包含碳排放量子预算、碳减排量及成本子预算、碳排放权交易子预算、碳减排净损益子预算的碳预算系统, 将碳减排目标、节能诊断机制与企业碳预算紧密结合。本文研究可为有色金属企业在“双碳”战略目标下重塑发展逻辑、加速低碳转型进程、增强可持续发展韧性提供参考。

[关键词] 碳预算体系; 碳减排; 碳交易; 节能诊断; 双碳

[中图分类号] F407.3 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 2097-2423(2025)06-0001-06

DOI: 10.19610/j.cnki.cn10-1873/tf.2025.06.001

0 引言

随着全球气候变化问题日益凸显, 减少温室气体排放成为各国共同的责任。我国于2020年9月提出“碳达峰碳中和”(以下简称“双碳”)战略目标, 开启了经济社会发展全面绿色低碳转型的序章^[1]。党的二十大报告明确提出, 要积极稳妥推进碳达峰、碳中和, 完善能源消耗总量和强度调控(以下简称“能耗双控”), 重点控制化石能源消费, 逐步转向碳排放总量和强度双控制度(以下简称“碳排放双控”)。这既体现出扶持可再生能源发展、促进能源结构向低碳化转型的政策导向, 也为平衡碳排

放有效控制与经济高质量发展奠定了基础。

有色金属作为传统高耗能重点行业, 在“双碳”背景下面临巨大的减排压力, 亟需构建一套科学合理、可操作性强的制度体系以加强碳排放管理。由预算制衍生的碳预算通过系统规划企业碳管理目标, 量化碳排放、碳减排、碳交易等方面的资金投入与产出, 有助于企业分析和对比不同减排路径的经济效益与环境效益, 对碳排放管理进行前瞻性评估, 进而调整资源配置和优化运营策略, 为企业在复杂市场环境和政策变化等多因素博弈中作出最优决策提供支撑^[2]。通过设定清晰且可量化的碳排放管理目标和行动框架, 将碳减排目标与企业的长短期发展战略、生产计划和投资决策等深度融合, 将有力提升有色金属企业在“双碳”背景下的竞争力。因此, 建立碳预算体系是有色金属等工业企业适应碳排放双控政策要求、实现绿色低碳发展和助力国家“双碳”战略目标的必然选择^[3]。

本文聚焦于有色金属企业碳预算体系的构建, 设计了涵盖碳排放量、碳减排量与成本、碳交易及净损益的子预算系统, 从而将减排目标与节能诊断机制紧密结合于预算管理。该研究为行业在“双碳”背景下推进低碳转型、提升发展韧性提供了参考依据。

[收稿日期] 2025-09-18

[作者简介] 皮意帆(1991—), 男, 硕士, 工程师, 主要从事双碳咨询与能源系统优化工作。

[引用格式] 皮意帆, 张岳, 李万杰, 等. 碳排放双控背景下有色金属企业碳预算体系构建路径[J]. 绿色矿冶, 2025, 41(6): 1-6, 22.

PI Yifan, ZHANG Yue, LI Wanjie, et al. The construction path of carbon budget system for non-ferrous metal enterprises under the background of carbon emissions dual control[J]. Sustainable Mining and Metallurgy, 2025, 41(6): 1-6, 22.

1 政策转型与行业挑战

1.1 双控政策衍变的内在逻辑

能耗双控制度最早可追溯至“十一五”时期,在十几年的政策历程中,为我国统筹处理好发展与减排、整体与局部、短期与中长期等关系提供制度依据,对我国能源体系绿色转型、平稳接替起到了积极的引导和促进作用^[4]。但由于能耗双控主要聚焦于能源消费活动,并且早期政策未对化石能源和可再生能源加以区分,不能体现可再生能源的碳减排价值。在促进节能降碳方面,碳排放双控主要通过技术创新效应和产业结构升级效应实现,能耗双控则是通过需求效应和要素替代效应实现,缺乏管理和控制上的弹性,在当前国内经济增速放缓、能源安全等问题凸显的背景下,局限性逐渐展露^[5]。作为能耗双控的延伸与完善,碳排放双控破除了非化石能源的发展障碍,更科学地促进能源结构优化和绿

色低碳转型。因此,能耗双控向碳排放双控的转变,是从“经济-能源-环境”向“新发展格局-新能源体系-双碳目标”同步重构的过程^[6],也是破解经济发展与资源约束之间矛盾、实现高质量发展与“双碳”战略协同推进的关键保障。

1.2 碳排放双控对有色金属行业企业的挑战

有色金属企业除在能源使用环节,其生产过程和供应链环节也会产生大量的碳排放^[7]。在碳排放双控政策下,政府加大了对碳排放的监管力度,有色金属企业不仅需要定期监测和报告自身的碳排放量,还需要积极采取措施减少碳排放,以缓解企业生产运营和产能扩张受碳排放强度和总量影响的程度。同时,随着全国碳市场的逐步扩容,部分有色金属企业还需要完成碳配额履约,企业的成本负担进一步增加。通常,有色金属企业减少碳排放的措施包括装备更新、能源管理优化、智能化控制等,如图1所示。

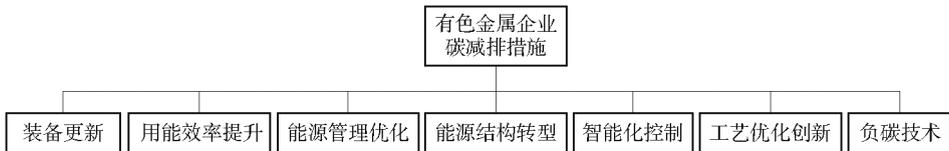


图1 有色金属企业碳减排措施

由于有色金属企业工艺繁杂、技术路线多样,普遍呈现“一矿一厂一技术”的特点,这就要求企业必须投入更多的资源和精力对目前生产流程、能源消耗和供应链的碳排放进行定期评估^[8]。但仅对企业的碳排放进行核算和报告无法体现企业在碳减排中的投入成本和收益。因此,有色金属企业需对未来碳排放行为作出预测与规划,将碳排放成本纳入企业运营决策,在满足透明且详尽的碳排放报告要求的基础上,制定更加科学合理的碳管理体系和经济有序的碳减排路径,以确保企业未来的生存与发展。

2 碳预算的内涵与作用

2.1 碳预算的概念

碳预算最初来自生态学领域,用于说明受温室气体影响的气候环境容量问题,之后逐步转变为政府决策信息,是一种自上而下的计划与责任划分,反映出在一定的时间内,为实现某一温度目标而允许排放的累计二氧化碳量^[9-10]。碳预算可以在全球、国家、地区、行业和企业等不同层面进行分解和分配,无论在宏观或微观层面,其均是重要的制度

与管理工具^[11-12]。通常企业层面的碳预算是由国家、省市和行业层面逐级分解而来,是宏观层面碳预算的基础和自然延伸,对企业的经营投资决策和长期战略制定起到重要作用。

2.2 国内外研究情况

国外对于碳预算的研究起步较早,形成了较多的理论成果,但主要是从国家、区域等宏观层面展开对碳预算管理体系及碳减排方案的研究,对于微观企业层面的碳预算管理研究相对有限,所构建的理论分析模型等对于解决企业实际工作中的碳预算管理问题有一定的局限性^[13]。国内对于碳预算的研究虽然起步较晚,但随着“双碳”战略目标的提出,碳预算作为碳排放双控制度的配套支撑,在国家、省市层面的研究工作正不断深入,多地政府部门已牵头开展碳排放预算管理等相关研究工作。针对如何在微观企业层面实施碳预算工作,国内目前在钢铁等部分高排放行业已开展了相关研究,但总体还处于探索中^[14]。

2.3 碳预算对企业的作用

在能耗双控转碳排放双控的大背景下,国务院办公厅印发的《加快构建碳排放双控制度体系工作

方案》明确提出,“推动各地区结合实际开展碳排放核算,指导省市两级建立碳排放预算管理制,按年度开展碳排放情况分析和目标预测”。作为微观层面的主体减排单元,重点高耗能高排放企业不仅需要核算、上报自身的碳排放情况,其损益核算范围也由业务损益增加至包含碳损益的新模式。通过碳预算,管理者能充分掌握企业内碳排放的流动路径与价值转换方式,对不同减排技术在企业中长期战略中的应用进行综合考量与排序,从而在规划投资和生产运营时充分考虑隐含的碳成本。综上,作为衡量碳减排进度和效果的重要指标,企业碳预算具有管理碳活动、量化碳减排损益等功能,是碳约束下企业加速从高碳依赖模式向低碳或零碳模式转型的“导航仪”。

3 有色金属企业碳预算实施路径

有色金属企业实施碳预算是一项系统性工程,需深度融合战略规划、生产运营、技术创新与经营效益等方面,构建包含碳排放量子预算、碳减排量及成本子预算、碳排放权交易子预算和碳减排净损益子预算的碳预算体系^[15]。在依据相关温室气体核算方法的基础上,结合企业实际运营情况,对各子预算系统进行综合分析,以制定企业的碳预算,其体系构建思路如图2所示。

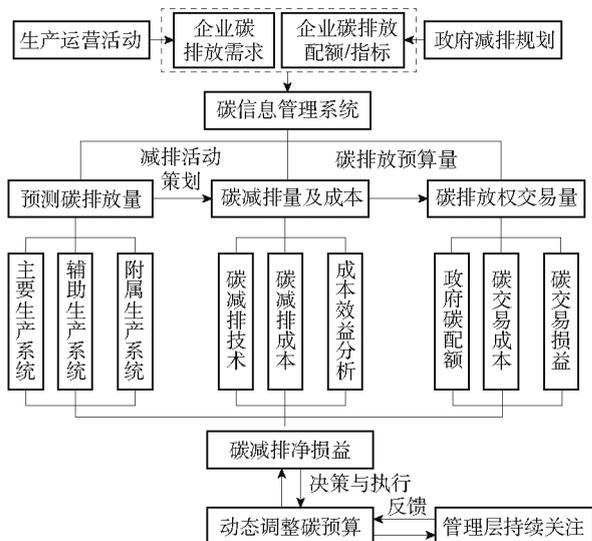


图2 有色金属企业碳预算体系构建框架

3.1 碳排放量子预算

作为有色金属企业碳预算体系中的基础,碳排放量子预算应以企业法人或视同法人的独立核算单位为边界,根据相关温室气体排放核算方法

与报告指南,对企业内主要生产系统、辅助生产系统,以及直接为生产服务的附属生产系统进行碳排放核算,并根据企业在未来年度内的产能规模、能源消耗决策、预计采取的减排措施等因素预测碳排放需求量。

3.2 碳减排量及成本子预算

碳减排量及成本子预算是企业规划各项减排措施时预计的减排总量和实施减排方案所需的资金成本预算。根据其资金投入的现金流与投资回报差异,有色金属企业的碳减排活动可划分为以下两类:一是不改变核心工艺的经营性减排活动,包括清洁能源替代、管理优化等,其资金投入多为运营成本,资金投入相对较少、见效更快;另一类是涉及低碳技术升级或设备更换的投资性减排活动,包括基础设施升级、节能设备更换、低碳技术应用等,其初始资金投入相对较大且回收期长,但减排潜力也更大。其中投资性减排活动由于受益期较长,为与减排收益相匹配,需将资本性减排支出按照减排受益期进行分摊,得到年资本性减排。

作为衔接宏观减排目标与具体行动路径的桥梁,碳减排量及成本子预算是有色金属企业碳预算体系的核心。有色金属企业工艺繁杂,几乎每家企业都有其独特工艺技术路线,只有深度掌握核心工艺机理,才有可能预判并提出未来适用的碳减排技术手段,进而量化评估不同技术的预期减排贡献,将抽象的碳减排目标分解为可执行、可追踪的阶段性计划任务,指导资金精准投向最具成本效益的减排领域,为企业提供清晰的行动指南和资源配置依据。

3.3 碳排放权交易子预算

碳排放权交易子预算是有色金属企业在碳排放权交易市场中购买或出售碳配额而产生的成本和收益预算。根据中共中央办公厅、国务院办公厅发布的《关于推进绿色低碳转型加强全国碳市场建设的意见》,“到2027年,全国碳排放权交易市场基本覆盖工业领域主要排放行业,全国温室气体自愿减排交易市场实现重点领域全覆盖。到2030年,基本建成以配额总量控制为基础、免费和有偿分配相结合的全国碳排放权交易市场”。随着全国碳市场的扩容和有色金属行业企业的逐步纳入,企业每年将从政府端获得碳配额,而企业每年实际的碳排放量与获得碳配额的差值,就是企业可出售或需购买的碳排放权交易量,由此带来交易损益。编制该子预算时,企业需在考虑免费和有偿碳配额、碳排放量预

测、预计年碳减排量以及成本估算等方面的基础上,叠加碳排放权交易的税收、手续费和碳市场波动等因素,综合分析预估企业年度碳排放权交易量及成本。

3.4 碳减排净损益子预算

碳减排净损益子预算通过分析计算各项碳减排方案实施后产生的净损益,为企业制定碳减排计划提供决策依据。结合前文内容,通常有色金属企业的碳减排损益主要包括以下三类:一是通过清洁能源替代与工艺升级带来的能源、物料消耗等降低与成本投入;二是在碳排放权市场交易产生的损益;三是政府为激励企业减少碳排放而给予的各项补贴、税收优惠以及可能的罚款等处罚。通过测算企业实施碳减排措施后的综合净损益,预判规划的减排技术路径方案是否能在满足环境效益的基础上给企业带来经济效益。

3.5 碳预算编制

作为一项系统性工程,有色金属企业的碳预算编制应遵循一套科学的制度流程。首先,应成立由企业管理层牵头,能源、生产、安环、财务等多部门协同的碳预算工作组,并根据国内外相关标准和规范,进行全面精准的碳排放核算,编制碳排放清单,摸清“碳家底”,完成碳排放量子预算,可考虑通过构建数字化碳排放管理系统为精准核算与监控提供支撑。其次,应根据国家“双碳”相关政策和企业战略等,设定企业年度及中长期碳排放总量、强度和减排量等目标,初步评估通过内部技改或外部市场手段

达成目标的成本与路径,并将总目标进行科学合理的分解,初步完成碳减排量及成本子预算和碳排放权交易子预算。此后,可围绕预算目标制定详细的行动方案,包括技术减排措施、管理减排措施、碳市场交易策略等,明确各项措施的减排效益,并为各项措施匹配相应的资金、技术与人力资源等,不断完善碳减排量及成本子预算和碳排放权交易子预算,进而综合分析碳减排净损益。最后,应及时跟踪各部分碳预算的执行情况,建立反馈机制,分析偏差原因并及时采取纠正措施,并根据政策变化、生产调整等对碳预算进行必要的滚动修订,确保其始终服务于企业的低碳发展目标。

3.6 管理与持续改进

由于“双碳”政策体系动态演进、更新较快,为保障碳预算体系有序运行,有色金属企业内部相关管理部门需要定期对碳预算的执行情况进行监督与管理,并从碳排放强度与总量、碳减排效果、碳管理成本等方面,对具体实施情况进行考核与评价,以掌握碳预算的执行情况。基于交互控制理念的企业碳预算动态评估体系^[16]如图3所示。通过定期的分析评估,企业能及时发现碳减排成果的优劣,并将其作为关键输入参数用于调整后续行动策略、优化资源配置、修订未来预算周期目标与内容。整个过程强调动态监控、及时反馈与持续改进,确保碳预算不仅是约束工具,更是驱动企业低碳转型与可持续发展的战略管理框架。

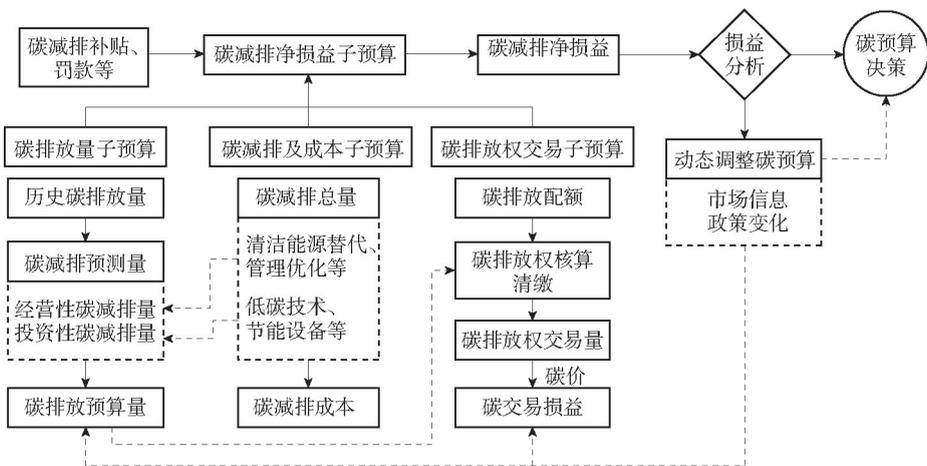


图3 碳预算动态评估体系

3.7 与企业全面预算体系融合

将碳预算嵌入有色金属企业的全面预算管理体系中,其核心是将来自碳排放双控与碳市场等政策制度的碳约束与传统预算管理体系相融合,实现成

本效益与绿色发展的协同管理。有色金属企业需在传统的报表体系中增加碳预算报表并有机结合,根据自身实际明确各项碳预算指标,从而构建完整的全面预算体系。在嵌入碳预算后,企业的传统预算

也将受到碳预算的约束,企业需统筹考虑投资预算、经营预算、财务预算等与碳预算之间的相互影响,比如将碳成本纳入投资决策预算中,对新建或技改项目进行全生命周期碳评价,引导投资向低碳零碳技术倾斜。最终,通过业务、财务与碳管理融合,将碳管理从被动合规转化为主动的价值创造。

4 碳预算与节能诊断协同机制

《中共中央 国务院关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》中明确提出“推动企业建立健全节能降碳管理机制,推广节能降碳‘诊断+改造’模式”。作为实现绿色转型和落实“十五五”规划及之后碳排放双控工作要求的重要举措,碳预算与节能诊断的有效协同能更好地促进有色金属企业精准开展节能降碳技术改造与升级。

碳预算管理通过设定合理的企业碳排放总量与强度等约束性目标,引导企业科学合理规划降碳路径,激发企业的自主降碳潜力。节能诊断通过对企业关键工艺流程、主要用能设备、能源管理体系等方面开展深入诊断,挖掘企业能源利用的薄弱环节和高碳排点位,量化评估各环节的实际能效水平和节能降碳潜力,提出高效节能装备和绿色低碳技术等方面的应用建议。在两者的协同上,通过碳预算所设定和分解的约束性目标为节能诊断工作的开展指明方向,而基于节能诊断制定的具体工艺技改方案、能效提升计划或管理改进措施,预期的减排效果、投资成本与收益将直接服务于碳预算目标的达成。同时,这些具体节能降碳措施的实施进展与成效又成为碳预算执行情况评估、中期预算调整的重要依据,进而促进碳预算目标设定更加合理、节能诊断方向更加聚焦、优化提升措施更加可行,形成持续改进的良性循环。

简而言之,碳预算与节能诊断协同的本质与预期是:通过碳预算设定目标方向和约束性框架,通过节能诊断制定、量化具体措施与降碳效益,共同促进有色金属企业合规、有序、高效且低成本达成既定碳减排目标,实现经济效益与环境效益的平衡与可持续发展。

5 有色金属企业实施碳预算的建议

在能耗双控向碳排放双控转型的背景下,有色金属企业开展碳预算有助于企业将生产运营活动产生的碳排放控制在政策允许的范围内。作为企业管

理体系的重要组成部分,搭建碳预算管理体系能帮助企业合理规划碳减排路径、降低碳减排成本,实现企业碳减排目标与绿色可持续发展目标的协调。

5.1 构建企业碳预算管理体系

有色金属企业碳预算管理体系的构建需以企业战略目标为导向、从全局出发,设立专门的碳管理部门,明确董事会、碳管理与执行部门等的权责分工,确保碳预算目标符合国家政策与企业战略要求。在此基础上,需制定覆盖“目标-分解-执行-监测-考核”全流程的精细化管理制度,将碳预算总目标科学合理地逐级分解至各责任部门,嵌入投资决策、生产计划、技术改造等各环节中,并主动接受内外部监督,形成管理闭环。

5.2 建立企业碳预算信息系统

随着智能化、信息化的不断发展,有色金属企业逐步建立工业互联网平台,以提高企业的生产管控效率。企业可在此基础上构建覆盖全流程的碳排放核算系统和碳预算信息系统,通过集成能源消耗、物质流动、生产活动等数据,实现从采矿、选矿到冶炼全流程碳排放的精准核算与动态监测,从而将企业碳排放情况、碳减排措施与碳预算等数据信息整合到统一的平台进行管理,加强各部门间碳信息的互通。通过在系统中嵌入预警预测模型,及时掌握企业碳预算的执行情况,为碳预算的动态优化提供数据支撑。

5.3 提高碳信息数据质量与披露水平

作为企业践行社会责任、树立品牌形象和吸引绿色投资的重要方式,企业碳信息披露将有力提升企业的非财务绩效和长期竞争力。目前,我国政府并未对有色金属企业碳信息披露实施强制性要求,生态环境部等印发的《关于促进企业温室气体信息自愿披露的意见》也明确企业温室气体信息披露属于自愿行为,政府端将通过制度框架和技术规范引导企业提升信息透明度,激发其自主减排动力。在此背景下,有色金属企业应在完善信息披露制度、明确披露范围与频率的基础上,建立内部数据稽核机制,通过交叉验证、第三方核查等方式保障数据真实性与完整性。通过不断提升企业内外部碳数据的可信度与透明度,增强投资者和公众对企业绿色绩效的认可度。

5.4 提升碳预算人员的专业能力

有色金属企业碳预算实施效果的关键在于其管理组织和专业人才队伍,由于企业碳预算专业性较

强,其编制、实施与考核各环节均需要专业的碳管理人才,企业可通过建立“内部行家+外部专家”的双保障制度,打造一支既懂有色金属工艺技术点,又具有完备碳管理知识和系统碳管理理念的专业队伍,从而确保企业碳预算目标的实现,不断增强企业在“双碳”背景下的核心竞争力与可持续发展韧性。

6 结束语

在“双碳”战略目标下,绿色低碳逐渐成为我国高质量发展的核心,而随着低碳发展的责任逐步从宏观层面细化落实到微观企业层面,企业端势必将承担更多的减排重任。有色金属行业作为典型的高能耗、高排放基础原材料行业,在“双碳”战略中既是减排重点又是支撑绿色经济的关键原材料供应基石,面临巨大的减排压力与转型挑战。在此背景下,碳预算管理将成为有色金属企业主动适应碳排放双控等政策刚性约束、实现可持续发展的关键抓手。系统实施碳预算,有助于有色金属企业将碳排放资源纳入企业核心生产活动进行精细化、前瞻性管理,将碳减排目标与企业长期发展战略、生产计划、供应链管理乃至投融资决策相融合,使碳排放成本显性化、内部化,推动企业从战略高度重新审视生产经营全过程。最终,在此轮“双碳”驱动的行业深度重构中,助力有色金属企业实现经济效益与环境效益的双赢,为国家“双碳”目标的达成贡献应有的力量。

[参考文献]

- [1] 董明. 有色金属行业推进绿色低碳发展的思考[J]. 绿色矿冶,2023,39(4):1-5.
- [2] 韩洁平,牛羿恒. 碳交易背景下工业企业碳预算体系构建[J]. 财会刊,2023,44(9):127-132.
- [3] 唐洋,饶心雨,阳秋林. 基于“双碳”目标的企业碳预算体系构建与实践探索[J]. 商业会计,2024(14):12-17.
- [4] 王盼. “十四五”以来我国能耗“双控”制度调整与影响分析[J]. 石油石化绿色低碳,2023,8(4):1-6.
- [5] 李少林,郭晓雨. 能耗双控转向碳排放双控的理论逻辑与实践路径[J]. 东北财经大学学报,2024(1):37-50.
- [6] 田红豆,王伟,罗斌华,等. “双碳”战略下能耗双控向碳排放双控转变的内在逻辑与实现路径[J]. 能源研究与管理,2023,15(4):16-22.
- [7] 郭朝先. “双碳”目标下我国有色金属工业转型发展研究[J]. 广西社会学,2022(1):135-143.
- [8] 谷琳,何坤,马明生. 基于能源结构视角的有色金属冶炼行业低碳发展分析[J]. 中国有色冶金,2022,51(3):1-7.
- [9] 牛澍蓓. 双碳背景下电力企业 EVA-BSC 绩效评价体系优化研究[J]. 企业改革与管理,2023(11):40-42.
- [10] 潘晓滨. 碳中和背景下国家碳预算的理论同构与立法路径[J]. 湖南大学学报(社会科学版),2024,38(1):112-118.
- [11] 涂建明,邓玲,沈永平. 企业碳预算的管理设计与制度安排——以发电企业为例[J]. 会计研究,2016(3):64-71.
- [12] 朱悦. 碳中和目标导向下电力企业预算管理的优化路径研究[J]. 知识经济,2024,680(16):98-100.
- [13] 唐洋,邓涛,唐敏. 我国企业碳预算管理发展的现状与对策研究[J]. 武汉商学院学报,2024,38(3):62-68.
- [14] 杜子平,朱文浩. 减排政策下我国钢铁企业碳预算制度设计[J]. 财会月刊,2018(1):35-40.
- [15] 董怡颖,唐洋,刘芳,等. “双碳”目标背景下高排放企业碳预算体系的构建及应用研究[J]. 中国乡镇企业会计,2023(2):39-41.
- [16] 张彩平,王慧,谭德明. 企业碳预算体系构建与案例分析——基于交互控制视角[J]. 财会月刊,2022(14):127-132.

The Construction Path of Carbon Budget System for Non-Ferrous Metal Enterprises under the Background of Carbon Emissions Dual Control

PI Yifan, ZHANG Yue, LI Wanjie, MA Yue, ZHU Hao

(China ENFI Engineering Corporation, Beijing 100038, China)

Abstract: Under the background of the transformation from energy consumption dual control to carbon emission dual control, non-ferrous metals, as a key industry with high energy consumption, are facing severe pressure of carbon emission reduction. How to establish a scientific and efficient carbon emission

(下转第 22 页)