

关于绿色低碳实验室碳足迹和碳标签的研究

孙伟¹, 陈浩男², 沈浩¹, 莫层聪³, 刘亮俊³

[1.嘉兴市恒光电力建设有限责任公司安大安全工器具检测中心, 浙江 嘉兴 314000; 2.嘉兴市计量检定测试院, 浙江 嘉兴 314000;

3.九郡绿建技术(嘉兴)有限公司, 浙江 嘉兴 314000]

摘要:为了解决气候变化以及日益严重的环境问题,对绿色低碳实验室的碳足迹和碳标签进行研究,提出开展节能减排统计监测,应严格执行统计调查制度方法,改进审核方式、优化审核内容,不断加强对国家和地区高耗能产品产量、高耗能行业用电等情况的跟踪监测,不断加强对国家和地区能耗“双控”目标完成情况的跟踪监测,及时反映节能降耗工作中出现的新情况、新特点和新问题,以期为相关人员或工程提供参考。

关键词:绿色低碳实验室;碳足迹;碳标签

中图分类号:X84

文献标识码:A

文章编号:1004-7344(2023)48-0157-03

0 引言

低碳经济的核心是降低碳排放,提高能源利用效率,促进清洁能源的应用^[1]。低碳实验室作为低碳经济发展的重要组成部分,扮演着重要角色。绿色低碳实验室标签的背后是对环境保护和碳减排的共同认识和行动。它促使实验室关注能源使用效率、废物管理、设备使用、绿色采购等方面的问题,并推动实验室采取相应的措施,减少碳排放并优化资源利用。通过标签的引入,实验室可以更系统地审视其碳足迹并制定相关的改进计划,从而实现可持续发展目标的有效实施。

1 绿色低碳实验室概述

绿色低碳实验室是指在实验室设计、运营和管理过程中,采用可持续发展原则和低碳技术,以降低温室气体排放和资源消耗为目标的实验室。其特点如下。

(1)碳排放减少。绿色低碳实验室通过优化能源利用、改进设备效率、推广清洁能源等措施,降低实验室的碳排放。这可以通过节能灯具、高效制冷设备、智能控制系统等方式实现。

(2)资源有效利用。绿色低碳实验室注重资源的合理利用,减少能源消耗和废弃物产生。通过使用节水设备、循环利用实验材料和试剂、优化实验流程等方式来降低对自然资源的需求。

(3)环境友好材料。绿色低碳实验室选择环境友好型材料和设备,通过采用可再生材料、无毒无害材料、低能耗设备等,减少对环境的负面影响。

(4)健康安全保障。绿色低碳实验室注重实验室操作人员的健康和安全的保障,保障实验室环境对人员健康的最小影响。采用适当的通风系统、防护装备和标准操作程序来降低潜在风险。

(5)数据监测与管理。绿色低碳实验室通过监测和

管理系统,实时获取实验室的能耗和碳排放数据,并进行评估和优化。这有助于持续改进实验室的性能和环境效益。

2 研究的意义

实验室是国家科技力量的核心,是建立科技创新体系的主体,实验室的建设质量决定了我国科技发展高度,建设绿色高质量低碳实验室意义重大。通过不断完善建设技术,加强绿色低碳实验室的宣传引导,完善标准制度和管理措施,提升实验室建设进程中各系统、各环节的统一协作水平,使绿色低碳实验室可以为低碳技术的研发和创新提供必要的条件和平台,符合低碳经济发展要求,为国家创造更多的绿色科技财富^[2]。

绿色低碳实验室评价的重要评价指标是碳足迹,它是一个计算数据理论值,碳足迹的基础来自温室气体核查,数据的最终展现是碳标签。碳标签从企业、产业链、全行业到全社会的扩大趋势,产品、技术、数据、服务全形式的内涵式发展,未来将不断提升区域影响力,产业的话语权,产品认可度。

3 研究的内容

3.1 建立绿色低碳实验室认证评价标准

绿色低碳实验室评价工作的核心内容是建立评价方法体系,通过多种方法的综合运用,对实验室的绿色零碳表现状况做出评判。评价的方法体系主要涉及以下内容。

3.1.1 划分实验室类型

根据不同的实验室类型进行研究,不仅要购买合理的实验室设备,还要考虑实验室的整体规划,实验室的合理布局、工艺、电源、基础设施、供水、排水和基本条件等,准确划分实验室类型是绿色低碳实验室的建设和研究的基础。

3.1.2 建立指标体系

绿色低碳实验室评价指标是绿色低碳实验室标准的具体体现，是推行和运用绿色低碳实验室评价标准的一个重要工具，将主要依据绿色低碳实验室标准而建立。建立绿色低碳实验室评价指标体系，目的是以系统、综合的方式描述企业绿色发展的重要特征，为测算、评估、分析和比较企业的绿色表现程度提供依据。

3.1.3 收集处理数据

绿色低碳实验室评价离不开数据的采集、加工整理和分析。在数据加工整理方面，不仅需要检验、审核，还需要进行简化和调整来提高数据的有效性和一致性，平均化、标准化和规范化等处理来增加数据的可比性。在数据分析方面，需要充分运用统计方法和计量技术，对数据进行必要的分组、归类、汇总、描述、指数计算、均值分析、离差分析、相关分析、回归分析、时间序列分析甚至面板分析等，以基于数据形成对实验室绿色零碳发展特征的初步认识^[9]。

3.1.4 验证评价结果

绿色低碳实验室评级结果进行验证对于整个评级工作的有效性和权威性意义重大。以下为3种验证方式：①专家评估法，由专家组对评级过程和结果作出审核和评估，根据专家意见修订结果。②企业认可法，与被评级实验室进行沟通交流，避免重大遗漏、误差、误判等事件发生，找出改进之处和办法。③计量模型法，运用计量经济技术中的排序多选择模型方法对评级结果进行验证^[9]。依据评级结果数据以及一些重要指标数据，可以对实验室级别排序因变量和相关自变量指标建立排序多选择模型，模型估计的结果将揭示实验室级别排序和相关自变量指标间的数量关系，以及相应的分级临界值的估计值。

3.1.5 建立绿色低碳实验室绿色供应链评估要求

建立供应商绩效评估标准，对供应商进行分级评价和管理。对所采购的设备、其他材料等均在节能环保标准、体系认证和供应商环境管理等方面提出明确的要求。同时应达到绿色产品和低碳产品的要求，并要求所采购的设备、其他材料等提供碳足迹报告和碳标签

证书等。

3.2 减少绿色低碳实验碳排放量

实验室的减碳路径进行研究是中国推动节能减排、低碳发展的加速器，也是实验室面临的重要命题。在生产端，可以通过建立绿色供应链伙伴机制，降低设备的碳足迹和使用运行阶段的碳排放量，同时鼓励供应链合作伙伴提高可再生能源比例、制定分阶段减排目标等措施降低产品碳足迹；在运行阶段有针对性地采用提效减排、使用可再生能源以及碳抵消等途径减少碳排放量；对实验品实施废弃物管理计划，提高废弃物的回收率和利用率；除此之外用户和员工参与也是重要一环，并持续鼓励员工低碳办公和低碳出行。

3.3 绿色低碳实验室的碳足迹、碳标签

根据国际标准化组织的定义，碳足迹的全生命周期评价指的是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^[9]，其核算阶段包括完全生命周期(从摇篮到坟墓，B2C)，即原材料生产、建造、运输、使用、拆除等5个阶段；以及部分生命周期(从摇篮到大门，B2B)，其中仅包括原材料生产、原材料运输、产品生产3个阶段^[9]。实验室碳足迹的研究能够帮助我们了解实验室从建造到运行过程中所产生的温室气体排放量以此来针对性提出减碳措施。

碳标签是一种标识产品碳足迹的标签。它通常会显示产品在生产、运输和使用过程中产生的温室气体排放总量，以及产品的环境性能等信息。

3.4 绿色低碳实验室建设的研究

绿色低碳实验室的碳排放主要包括实验室的建设和运行两个阶段。实验室的建设阶段的碳排放主要是实验室的装饰装修和设备购买两个部分；实验室的运行阶段的碳排放主要有直接排放，通过空气检测仪和捕捉仪器对柴油燃烧、天然气、甲烷逸散、冷媒逸散进行数据检测和采集；间接排放可通过智能设备采集用电、用水等能耗数据开展对实验室的碳排放总量、单位面积碳排放量等指标的精准计算。以下是各阶段碳排放的计算公式：

$$\text{GHG}_{\text{实验室碳排放}} = \text{GHG}_{\text{设备采购}} + \text{GHG}_{\text{实验室运行}} + \text{GHG}_{\text{实验室实验材料}}; \quad (1)$$

$$\text{GHG}_{\text{实验室运行}} = \text{GHG}_{\text{直接排放}} + \text{GHG}_{\text{间接排放}} - \text{GHG}_{\text{可再生能源}}; \quad (2)$$

$$\text{GHG}_{\text{直接排放}} = \left(\sum_{i=1}^n E_{\text{del}} \times EF_i \right) + Q_r; \quad (3)$$

$$\text{GHG}_{\text{间接排放}} = \text{GHG}_{\text{电}} + \text{GHG}_{\text{水}} + \text{GHG}_{\text{热}} + \text{GHG}_{\text{供暖}} - \text{GHG}_{\text{废弃物回收}}; \quad (4)$$

$$\text{GHG}_{\text{可再生能源}} = \text{GHG}_{\text{光伏}} + \text{GHG}_{\text{风力}}。 \quad (5)$$

排放源在线监测是核心监测。基于相关监测数据和模拟同化清单数据，及通过前期调研、现场勘查排放源特征，搜集编制清单所需基础数据，编制实验室

的碳排放清单。结合微小尺度模式模拟同化，产出时空连续的CO₂浓度。综合分析监测、模拟同化和清单数据，建设检测实验室碳排放量监测平台。对实验室

区域的碳排放和碳汇进行综合评估,具体包括如下部分:①实验室排放源边界监测、高点的在线监测、实验室内监测和采样监测。②实验室碳排放监测实时分析展示系统。③实验室碳排放清单,包含所涉及的活动数据的直接排放和间接排放核算。④根据监测模拟同化和清单两种方法的估算结果,对实验室区域碳排放进行综合评估,编写碳排放综合评估报告,并提出减排建议。

4 零碳实验室的规划方案

4.1 编制标准

零碳实验室评价标准要从实验室的建设、运行、固废回收、绿色供应链与自然、经济和社会的交互影响关系及外部系统的影响程度进行综合评价。从实验室经济活动对于自然环境影响的角度展开基础性要求,在实验室可持续发展的大框架下突出绿色增长、减碳措施和减碳宣传的评价进行规定,以全面准确地反映实验室绿色低碳发展状况。

4.2 低损检测

强化无损或低损化检测应用及创新,检测过程中对部分试样样品有着部分损伤,造成样品不能二次使用,只能作为废品进行处理,造成资源浪费。在不损害试件材质、结构的前提下进行检测,尽量避免或减少破坏性试验。最终实现对一个试件的评价,通过无损检测的结果就能做出准确的评定。

4.3 精准收样

检测项目实施时,做到先做无须制样项目后制样,检测试件做到按实际所需送样,按照做多少送多少的实行精准送检,将送检样品数量精准至厘米级。如电缆保护管、金具等材料类送检都可实行精准送检。

4.4 精控固废

对实验品实施废弃物管理计划,提高废弃物的回收率和利用率。加强报废流程规范化管理要求,采用“线下清理盘点+线上无纸化申报”模式。对固废产生进行精细管控,与送检单位达成“1+1>2”的合作模式,对送检的样品既能满足检测试验要求,又能减少企业成本,大大减少固废产生,以达到减少碳排放量的目的。

4.5 实施碳普惠

对用户和员工进行碳普惠宣教,出台相关的管理制度、鼓励员工低碳办公和低碳出行:人员离开电源关闭、节约办公用纸、做到节能使用为己任、逐步实现部门和个人碳账户。

4.6 碳排放数据监测

实验室运行阶段碳排放主要为直接排放和间接排放,动态掌握实验室碳排放整体情况并实现预警功能,实现绿色零碳实验室的综合评价,为建设绿色零碳实验室数据平台提供场景落地支撑。

4.7 碳排放数据分析

结合直接排放与间接排放综合的碳排放量数据,构筑绿色零碳实验室智慧平台。根据碳排放数据分析,对实验室内部碳排放进行有效管控。基于相关监测数据和模拟同化清单数据,编制实验室的碳排放清单。

5 技术成果

建立科学理论,挖掘应用技术,将理论研究与应用研究相结合,并对绿色低碳实验室的建设做出多路径的研究,以达到减少碳排放量的目的。具体技术路线如图1所示。

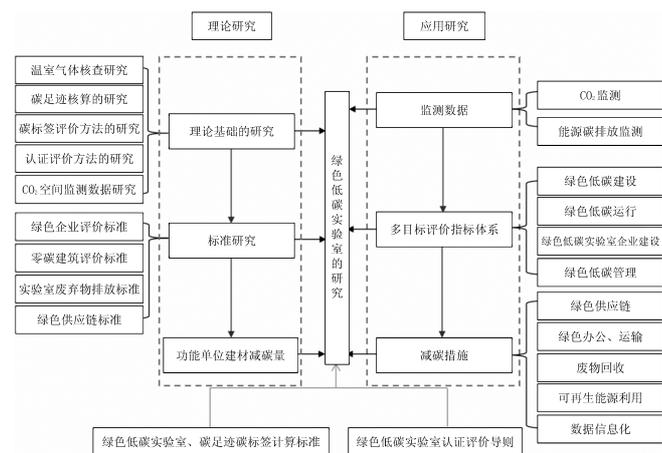


图1 技术路线

6 结语

本研究通过对绿色低碳实验室碳足迹和碳标签的研究,确认了其技术要素的合理性。绿色低碳实验室的碳足迹和碳标签为实验室可持续发展和碳管理提供了有效的评估和指导,为低碳发展和气候变化等问题提供了技术支持,帮助企业提高技术水平和生产效率,推动了低碳产业的发展。

参考文献

- [1] 何欣莲.基于GTAP模型的碳关税经济效应研究[D].成都:西南财经大学,2012.
- [2] 刘心悦,宫兆合,郭建军.绿色实验室建设技术研究[J].科技创新导报,2021,18(15):138-141.
- [3] 高弘.绿色实验室建设中存在的问题和改进措施[J].中国现代教育装备,2014(22):23-25.
- [4] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会.环境管理 生命周期评价 原则与框架:GB/T 24040—2008[S].北京:中国标准出版社,2008.
- [5] 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):46-57,158.

作者简介:孙伟(1977—),男,汉族,浙江嘉兴人,本科,工程师,研究方向为检验检测。