我国矿业绿色发展标准体系建设路径探索研究*

赵国君，李兴武，张凤廉，田磊，孙君

（中国自然资源经济研究院， 北京 100830）

摘要：为积极探索建立包括“绿色矿山格局”等多目标的矿业绿色发展新路径，通过聚焦矿业绿色发展标准化领域，以标准体系宏观设计思路为指导，运用矿产资源学科理论，结合我国矿业领域绿色发展实际工作需要，开展了矿业绿色高质量发展标准化路径的探索研究。在现有矿产资源相关研究成果支撑下，以绿色发展理念为行政逻辑，以矿产资源标准研究为技术逻辑，开展矿业绿色发展基础通用标准化、绿色地质勘查标准化、绿色矿山标准化和矿产资源集约节约利用标准化等领域的研究工作。依托自然资源标准体系的构建理论和模型，分别从基础通用、门类通用和子门类通用3个层级开展矿业绿色发展标准体系研究工作，并建立了矿业绿色发展标准体系框架。通过分析矿业绿色发展标准体系框架和内容，提出我国矿业绿色高质量发展标准化研究的重点方向和实施路径。研究成果对于支撑和推动矿业绿色高质量发展具有重要的指导意义。

关键词：矿业绿色发展；矿产资源；标准体系；基础通用标准

中图分类号：TD-05；F426　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：1005-2763(2026)04-0286-09

Research on the Construction Path of China's Standard System for Green Mining Development

ZHAO Guojun, LI Xingwu, ZHANG Fenglian, TIAN Lei, SUN Jun

(Chinese Academy of Natural Resources Economics, Beijing 100830, China)

Abstract: To actively explore and establish a new path for green mining development with multiple objectives including the "green mine pattern", focusing on the standardization field of green mining development, guided by the macroscopic design idea of the standard system, adopting the theories of mineral resources discipline, and combining the practical work demands of green development in China's mining industry, exploratory research on the standardization path of high-quality green mining development of China's mining industry was carried out. Supported by the existing research achievements related to mineral resources, taking the green development concept as the administrative logic and the research on mineral resources standards as the technical logic, research work in the fields of basic general standards for green mining development, green geological exploration standardization, green mine standardization, and intensive and economical utilization standardization of mineral resources was carried out. Supported by the construction theories and models of the natural resources standard system, research on the green mining development standard system was carried out from three levels of basic standards, category generality and sub-category generality respectively, and the framework of the green mining development standard system was established. By analyzing the framework and contents of the green mining development standard system, the key research directions and implementation paths for the standardization of high-quality green mining development were put forward. The research findings have important guiding significance for supporting and promoting the high-quality green mining development.

Key words: Green mining development, Mineral resources, Standard system, Basic general standards

0 引言

新时期的自然资源工作要求全面贯彻落实人与自然和谐共生的绿色发展理念，要把“绿水青山就是金山银山”的核心观贯穿于自然资源各研究领域。其中，矿业能否实现绿色、先进、和谐高质量发展，已成为重要的考核指标之一，绿色高质量发展也日益成为矿业发展的新趋势[1]。始终坚持生态文明优

* **收稿日期**：2025-04-22

基金项目：自然资源部部门预算项目(121102000000190027)

作者简介：赵国君(1984—)，男，内蒙古呼和浩特人，硕士，副研究员，研究方向为矿产资源资产管理/自然资源资产管理。E-mail：utt05956084@163.com

通信作者：孙君(1973—)，男，内蒙古赤峰人，硕士，研究员，研究方向为自然资源资产管理。E-mail：gjzhao@canre.org.cn

先、底线红线严守、科学合理辩证的总体思路是保障矿业研究领域持续绿色高质量发展的基本抓手和重要保障,绿色发展研究与其他技术手段融合,不断提高绿色研究的理念和认识[2],可进一步加快构建“十五五”期间矿产资源领域经济发展与环境保护相协调的新模式。

标准助推创新发展,标准引领时代进步,在此背景下,将标准融入矿业绿色发展,以标准化引领矿业发展规范化和制度化,具有重要意义。在矿产资源开发利用的全链条模式中,以矿业高质量发展的新发展理念为基本思想,以推进矿业绿色高质量发展为核心理念,以《标准体系构建原则和要求》(GB/T 13016—2018)等标准化理论为指导,综合矿产资源基础知识、地勘技术方法和集约节约利用等已有研究和工作成果,构建一套由矿业绿色发展基础通用标准化、绿色地质勘查标准化、绿色矿山标准化和矿产集约节约利用标准化组成的,覆盖全行业的绿色发展标准体系至关重要[3]。一方面,科学合理的矿业绿色发展标准体系可促进矿业与相关产业、生态文明建设、地区发展等相关标准的衔接,依托标准厘定绿色发展基本术语、规范绿色矿山科学开采与建设、明确绿色地质勘查科技创新与规范管理、开展矿产资源集约节约高效利用等绿色低碳发展的矿业新生态;另一方面,以标准体系为指导,加强基础通用等标准制修订工作,充分发挥标准的引领性、技术性和系统性优势[4];同时,利用矿业行业协会优势,结合标准发布后的效果,综合考虑不同地区、不同矿种和不同规模等因素,结合标准体系积极复审相关标准,把不适用的标准及时修订或废止,可以提升标准对矿业绿色发展的适用性和可操作性。

目前,现行有效的《自然资源标准体系》在“基础通用标准(TY1-00)”层级中开展了自然资源名词术语、自然资源分类和符号代码图式图例标准化初步研究,并对具有公益性质的地质工作,具有基础性质的矿产资源勘查、开发工作和利用研究中的急需标准化的对象制订了相应标准,初步构建了地质与矿产资源标准子体系,代号为 DZ2-00。该子体系根据矿产资源工作内在联系以及行业的特点,结合具体管理需求,划分为地质调查、矿产资源勘查与储量管理、矿产资源开发利用等 6 个门类[5]。目前,针对矿业绿色发展领域的标准体系研究较少,由此可见,开展包含矿业绿色发展基础通用标准化、绿色地质勘查标准化、绿色矿山标准化和矿产集约节约利用标准化等顶层设计的矿业绿色发展标准体系的研究意义重大[6]。这是推动自然资源标准体系动态优化调整的重要举措,也凸显了矿业绿色低碳高质量发展是新时代我国生态文明建设的重要举措和主要抓手。

1 矿业绿色发展标准化研究现状

1.1 总体情况

矿业绿色发展领域范围较广,故其标准化工作界定也较为宽泛。目前,矿产资源绿色发展领域标准化研究工作大部分归口于全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会(TC93)管理[7],矿产资源标准代号为 DZ,国家标准由国家标准化管理委员会管理,代号为 GB。根据自然资源标准化工作聚焦领域,目前涉及矿业绿色发展范围内的矿业绿色发展基础通用标准共有 32 项,其中现行有效的国家标准 17 项,行业标准 7 项,另有 3 项正在修订、5 项处于研究阶段;绿色地质勘查领域标准共有 11 项,其中现行有效的国家标准 5 项,行业标准 4 项,另有 2 项处于研究阶段;绿色矿山领域标准共有 13 项,其中现行有效的国家标准 1 项,另有 9 项行业标准正在修订,3 项处于研究阶段;矿产资源集约节约利用领域标准共有 6 项,其中现行有效的国家标准 2 项,行业标准 3 项,另有 1 项处于研究阶段[8]。这些标准的发布实施进一步确保了矿业领域绿色发展的工作质量,为我国矿产资源地质勘查、矿山建设和节约集约利用等工作提供了技术依据,奠定了矿业绿色高质量发展基础。

2024 年,矿业绿色发展领域共发布《矿产资源储量基本术语》(GB/T 43759—2024)等标准 6 项,涵盖多个领域[9]。这些标准的发布实施有效规范了矿产资源储量相关技术术语,构建了矿产资源储量及相关领域交流、沟通的统一“话语平台”,建立了绿色矿山评价中的矿山开采、资源利用、绿色低碳、生态修复、科技创新与规范管理、矿容矿貌和评价等方面的具体要求,推动了产业升级,全面提升了我国矿产资源勘查、开发和利用水平,提高了矿业绿色发展在技术先进性、适用性和实施成效等方面的综合性评价水平[10]。

1.2 矿业绿色发展基础通用标准化研究

矿业绿色发展领域涉及技术较多,为统一基本概念、术语、图式和图例等基础工作,以便于基础概念的重复使用,需要开展系统性的基础通用标准化

研究,将具有普适性的指导相关工作开展的若干要素指标标准进行汇总[11],其中包含了绿色发展通用术语和分类等在矿业绿色发展研究中急需标准化的对象。具体标准见表1。

表1 矿业绿色发展基础通用标准

Table 1 Basic general standards for green development for mining industry

序号	标准名称	级别和标准号/计划号	状态
1	《矿产资源储量基本术语》	GB/T 43759—2024	现行
2	《矿山机械术语 第1部分:采掘设备》	GB/T 7679.1—2023	现行
3	《矿山机械术语 第2部分:装载设备》	GB/T 7679.2—2023	现行
4	《矿山机械术语 第3部分:提升设备》	GB/T 7679.3—2023	现行
5	《矿山机械术语 第4部分:矿用运输设备》	GB/T 7679.4—2023	现行
6	《矿山机械术语 第5部分:破碎粉磨设备》	GB/T 7679.5—2023	现行
7	《矿山机械术语 第6部分:矿用筛分设备》	GB/T 7679.6—2023	现行
8	《矿山机械术语 第7部分:洗选设备》	GB/T 7679.7—2023	现行
9	《矿山机械术语 第8部分:焙烧设备》	GB/T 7679.8—2023	现行
10	《煤岩术语》	GB/T 12937—2008	现行
11	《选煤术语》	GB/T 7186—2023	现行
12	《钻探工程术语》	GB/T 9151—2023	现行
13	《钻探工程名词术语》	GB/T 9151—1988	现行
14	《地图学术语》	GB/T 16820—2009	现行
15	《地球化学勘查术语》	GB/T 14496—2023	现行
16	《水文地质术语》	GB/T 14157—2023	现行
17	《岩溶地质术语》	GB/T 12329—1990	现行
18	《地球物理勘查基本术语》	DZ/T 0391—2021	现行
19	《固体矿产资源节约集约利用基本术语》	DZ/T 0402—2022	现行
20	《固体矿产勘查地质填图规范》	DZ/T 0382—2021	现行
21	《遥感地质术语》	DZ/T 0484—2024	现行
22	《天然气水合物术语》	DZ/T 0445—2023	现行
23	《地质遥感术语》	DZ/T 0206—1999	现行
24	《煤炭地质勘查图例图式》	DZ/T 0302—2017	制定中
25	《地质矿产勘查测绘术语》	20242503-T-334	修订中
26	《工程地质术语》	20242515-T-334	修订中
27	《放射性矿产地质术语分类与代码》	20242511-T-334	修订中
28	《矿产资源术语》	DZ/T	待制定
29	《地质灾害术语》	DZ/T	制定中
30	《区域地质调查术语》	DZ/T	待制定
31	《自然资源要素碳循环综合调查基本术语》	DZ/T	待制定
32	《矿产资源绿色发展评价指标分类》	DZ/T	待制定

1.3 绿色地质勘查标准化研究

绿色地质勘查标准化研究目标和要求重大,进一步加强该领域标准化工作,可以极大地减少矿产资源勘探开发工作对生态环境的破坏。绿色地质勘查标准化研究领域内容丰富,既包括在不同自然地理条件下和不同勘查阶段内对不同矿种的勘探开发绿色实施方案的编制(属前期标准化工作),也包括在资源扰动过程中的绿色施工和矿区生态修复治理等操作过程(属后期标准化工作)[12]。绿色地质勘查标准化研究特点为:环保要求体现在地质勘查全过程、各环节;体现了不同景观区、不同自我恢复能力、不同矿种的差异性"绿色"要求;倡导使用先进适用的技术、方法、工艺和设备,有效减少地质勘查工作对生态环境影响的范围、程度及持续时间[13]。

绿色地质勘查标准制修订工作要始终保持理念创新,广泛吸纳先进的技术方法,不断降低地勘工作对生态的破坏[14]。目前,基于我国矿产资源总体管理、市场形态、矿山企业经营状况、矿业国际市场等情况,主要开展了综合勘查评价、勘查工作、活动质量管理和营地建设等领域的标准制修订工作。此外,下一阶段工作还应着重考虑植被覆盖度、自然修复能力、年平均降雨量、生态功能分区等因素对区域绿色地质勘查的影响,进而将其固化为标准,更好地服务绿色发展理念[15]。绿色地质勘查具体标准见表2。

表 2 绿色地质勘查标准

Table 2 Green geological survey standards

序号	标准名称	级别和标准号/计划号	状态
1	《矿产资源综合勘查评价规范》	GB/T 25283—2023	现行
2	《固体矿产地质勘查规范总则》	GB/T 13908—2020	现行
3	《煤层气资源勘查技术规范》	GB/T 29119—2023	现行
4	《固体矿产勘查工作规范》	GB/T 33444—2016	现行
5	《海岸带综合地质勘查规范》	GB/T 10202—1988	现行
6	《绿色地质勘查工作规范》	DZ/T 0374—2021	现行
7	《石油天然气地质勘查总则》	DZ/T 0344—2020	现行
8	《地质勘查活动质量管理规范》	DZ/T 0425—2023	现行
9	《地质勘查单位质量管理规范》	DZ/T 0251—2012	现行
10	《地质勘查野外营地建设规范》	DZ/T	待制定
11	《地热资源地质勘查规范》	20221192-T-334	修订中

1.4 绿色矿山标准化研究

早在 2009 年,《全国矿产资源规划(2008—2015 年)》就明确提出了发展“绿色矿业”的要求,并确定“到 2020 年,绿色矿山格局基本建立”的目标。绿色矿山标准化研究主要包括露天开采矿山绿色化、多矿种矿山绿色建设、绿色矿山评价等领域[16]。矿山绿色建设主要包含绿色矿山建设的总则、基本要求、建设流程、矿区自然环境保护、资源节能减排措施、矿区开发方式、矿山数字化科技创新和矿企管理等方面标准化工作。绿色矿山评价指标主要有矿山的开发方式、综合利用水平、低碳发展模式、生态修复能力和科技创新管理等。

绿色矿山标准化工作要始终坚持顺应和保护自然的基本理念,要坚持目标导向,将绿色始终贯穿规划、设计、建设和运营的全过程。2018 年 6 月,《化工行业绿色矿山建设规范》(DZ/T 0313—2018)等 9 项绿色矿山建设领域的自然资源行业标准正式发布实施,截至 2024 年初,我国已经建成了 1 000 余座国家级绿色矿山,3 000 余座省级及以下绿色矿山[17]。绿色矿山评价标准化工作则要明确原则性要求:一是坚持问题导向,统筹地域和行业差异,建立符合地域和行业特点的评价体系;二是坚持绿色低碳、节约集约,将节能降碳贯穿绿色矿山评价全过程;三是坚持实事求是、因地制宜,自然恢复与修复治理相结合,重塑矿区生态评价系统[18]。

随着生态文明建设的不断推进,为满足新时期下资源保护、绿色发展、节约集约以及综合利用等领域工作新要求,健全完善绿色矿山的行业标准和评价指标,上述 9 项绿色矿山建设行业标准已于 2025 年开展修订工作,同时对露天开采矿山、地热、矿泉水等矿山绿色建设,也开展了相应标准制修订工作[19]。修订工作的方向体现在以下两个方面:一方面是要严格落实中共中央、国务院关于矿业领域生态文明建设和绿色低碳发展的重要工作部署,同时要依托标准聚焦新要求,进一步规范指导绿色矿山的建设;另一方面是要满足《关于进一步加强绿色矿山建设的通知》(自然资规〔2024〕1 号)等新政策要求,进一步明确资源保护、绿色发展、节约集约以及综合利用的原则和目标[20]。绿色矿山具体标准见表 3。

表 3 绿色矿山标准

Table 3 Green mine standards

序号	标准名称	级别和标准号	状态
1	《绿色矿山评价通则》	GB/T 44823—2024	现行
2	《有色金属行业绿色矿山建设规范》	DZ/T	修订中
3	《冶金行业绿色矿山建设规范》	DZ/T	修订中
4	《水泥灰岩绿色矿山建设规范》	DZ/T	修订中
5	《陆上石油天然气开采业绿色矿山建设规范》	DZ/T	修订中
6	《砂石行业绿色矿山建设规范》	DZ/T	修订中
7	《煤炭行业绿色矿山建设规范》	DZ/T	修订中
8	《黄金行业绿色矿山建设规范》	DZ/T	修订中
9	《化工行业绿色矿山建设规范》	DZ/T	修订中
10	《非金属矿行业绿色矿山建设规范》	DZ/T	修订中
11	《石材行业绿色矿山建设规范》	DZ/T	制定中
12	《地热矿泉水绿色矿山建设规范》	DZ/T	待制定
13	《露天开采矿山绿色矿山建设规范》	DZ/T	待制定

1.5 矿产资源集约节约利用标准化研究

在矿产资源开发利用过程中,高效集约节约至关重要,要切实珍惜各类矿产资源,持续优化国土空间格局,尽量减少开发利用对自然生态空间的挤占,充分协调发展质量和资源消耗的矛盾关系,逐步降低水耗、能耗、物耗,尽量避免使用有害材料,减少废弃物排放,实现资源绿色高效利用的生产方式[21]。矿产资源集约节约利用研究领域包括矿产资源合理规划、有序开发、可持续利用;在开发过程中提高资源利用率,开展综合利用并减少损失,对暂难利用矿产进行保护以利于今后更好开发利用;在资源或资源产品利用过程中,提高资源利用率、减少浪费,废弃矿产品回收再利用等。

近年来,我国矿产资源集约节约利用标准化研究较多,出台多项标准,但矿产资源节约利用、集约利用标准化研究仍显薄弱。下一步应持续加强矿产资源节约利用、集约利用的概念、内涵和外延标准化工作,着重开展矿产资源综合利用通用、矿产资源综合利用评价、矿产资源综合利用方式、矿产资源综合利用指标和矿产资源综合利用技术工艺等方面标准制修订研究[22]。目前基本形成的有综合利用技术指标及其计算方法、先进适用技术评价和综合利用等方面的标准。矿产资源成果数据管理标准情况见表4。

表4 矿产资源集约节约利用标准一览表

Table 4 List of standards for intensive and economical use of mineral resources

序号	标准名称	级别和标准号	状态
1	《矿产资源综合利用技术指标及其计算方法》	GB/T 42249—2022	现行
2	《钒钛磁铁矿综合利用 术语和定义》	GB/T 42346—2023	现行
3	《矿产资源节约与综合利用先进适用技术评价规范》	DZ/T 0468—2024	现行
4	《砂石矿山综合利用规范》	DZ/T 0480—2024	现行
5	《砂石矿山综合利用规范》	DZ/T 0480—2024	现行
6	《萤石资源综合利用规范》	DZ/T	待制定

1.6 矿业绿色发展国际标准化研究

目前,在国际矿业绿色发展标准化领域,国际标准化组织矿业标准化技术委员会可持续矿业与矿山关闭分技术委员会(ISO/TC82/SC7)标准化活动较为活跃,其工作范围从原来的矿山关闭与复垦扩展到ESG领域,负责资源勘探、开发、开采、采后等全生命周期的ESG标准制定,已经发布《矿山关闭与复垦术语》(ISO 20305:2020)、《矿山关闭与复垦规划要求》(ISO 21781-1:2021)等5项国际标准[23]。

我国采矿业的管理体制与运行机制具有显著的中国特色,与西方市场化的运行机制存在一定差异[24]。在矿业绿色发展领域,如何积极利用ISO这一国际标准化平台,在可持续矿业国际标准制定方面展示我国的先进经验和做法,提高我国可持续矿业的国际形象,是下一步矿业绿色发展国际标准化工作的重点方向[25]。

2 矿业绿色发展标准体系构建

2.1 构建思路

以绿色发展理念为顶层设计,以矿产资源标准研究为技术逻辑。绿色发展理念是贯穿于人类命运共同体的核心要素,以绿色低碳可持续为主要原则,以人与自然和谐相处为价值取向,以生态文明建设为基本抓手,是顺应时代发展的经济发展新模式。绿色发展要求在资源环境承载力约束条件下,将生态文明保护始终作为可持续发展的重要目标和任务[26]。落实到矿业绿色发展标准化研究中,就是要充分发挥标准化基础引领作用,串联起矿业绿色发展基础通用标准化、绿色地质勘查标准化、绿色矿山标准化和矿产资源集约节约利用标准化等研究领域,形成矿业绿色发展标准体系[27]。

矿业绿色发展标准体系的构建要遵循自然资源标准体系发展的基本原理,要具有简洁、统一和清晰的特点,避免出现前后矛盾,要适配于自然资源标准体系的优化与完善,要与已发布实施的《自然资源标准体系》《自然资源调查监测标准体系(试行)》等自然资源领域其他标准体系研究在框架上保持衔接性,在内容上保持颗粒度齐整性,在专业门类划分上保证逻辑严谨性,在标准研究逻辑上保持统一性[28]。总体而言,矿业绿色发展标准体系构建完成后,其指导的标准能够迅速部署到位,及时落地实施。同时,标准体系也要与时俱进,根据新技术发展

不断优化调整矿产资源绿色发展各领域技术手段,进而推动矿业绿色发展标准化研究及其构建的体系升级[29]。

2.2 框架及内容

按照国家标准《标准体系构建原则和要求》(GB/T 13016—2018)要求,依据矿业绿色发展标准化研究工作特点,宜采用纵向隶属、横向分类的分层架构来构建矿业绿色发展标准体系。按照标准化工作的上下递进关系,纵向隶属上设置基础通用、门类通用、子门类通用 3 个层次[30];按照具体工作分工,横向分类设置绿色地质勘查、绿色矿山和矿产资源集约节约利用研究。矿山绿色发展标准体系框架力求结构清晰、属性明确、广泛适用[31-32],其结构如图 1 所示。

2.2.1 基础通用

为支撑矿业绿色发展行业的基础性工作要求,应将被普遍认同和使用,且在起草其他相关标准时需要用到的、具有共通属性的工作要素,如术语定义、图式图例等,置于标准体系的第一层级部分,设置基础通用标准,代号 01-00。该层级内容主要包含了矿业绿色发展名词术语、矿业绿色发展分类、矿业绿色发展符号代码、矿业绿色发展图式图例等需要统一规范的标准[33]。

2.2.2 门类通用

以支撑矿业绿色发展统领性工作需求为目的,结合矿业绿色发展标准化研究方向,将矿业绿色发展门类通用标准置于标准体系的第二层级部分,代号 02*-00。该层级内容主要包含绿色地质勘查标准化、绿色矿山标准化和矿产资源集约节约利用标准化等领域[34]。该层级上承基础通用标准,下连矿业绿色发展标准化研究具体工作,统领子门类通用标准制修订工作,在一定程度上可确保标准体系的一致性、协调性和可行性。

2.2.3 子门类通用

以服务矿业绿色发展实际工作为目的,将矿业绿色发展具有实践意义的技术标准形成子门类通用标准,置于标准体系第三层级,代号 03**-00。第三层级标准为具体操作标准,指导矿业绿色发展研究,为相关工作提供支撑和服务[35]。主要包含绿色地质综合勘查、绿色地质勘查评价、勘查成果质量管理、绿色矿山建设、绿色矿山评价、矿产资源集约节约利用方式、矿产资源集约节约利用评价和矿产资源集约节约利用指标管理等标准[36-38]。

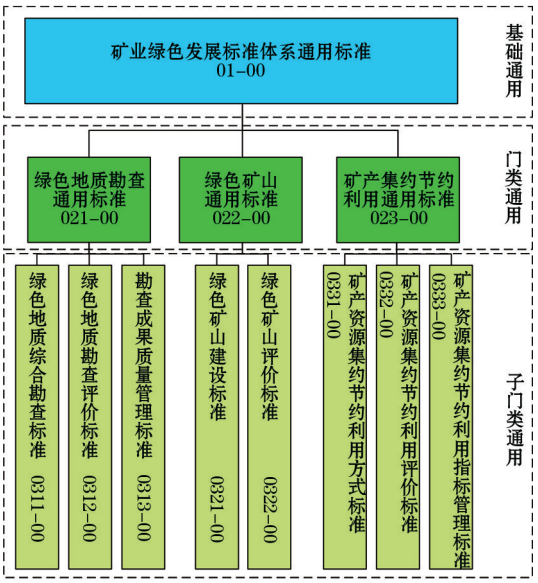


图 1 矿业绿色发展标准体系框架

Fig.1 Framework of green development standard system for mining industry

3 结论

综上所述,矿业绿色发展标准制修订及标准体系研究仍有很大的拓展空间,部分领域研究尚不够深入。在自然资源“两统一”职责履行和标准化融合研究的背景下,矿业绿色发展标准化工作面临诸多新要求,主要体现在以下 4 个方面。

(1) 部分基础通用类标准研究不够深入。矿业绿色发展领域研究点多面广,多学科交叉复合性强,自然资源新职能对绿色发展提出了更高要求,重点领域仍缺乏统一的术语和定义,难以为矿业绿色发展标准化奠定科学基础。

(2) 局部标准研制速度缓慢,重点领域标准质量有待提高。目前,标准制修订存在标准预研根基不牢固、急于上马立项的问题,起草组前期调研工作不充分,形成的草案内容不严谨,致使标准后期制修订难度加大,各种技术问题频出,进而影响标准按期完成。

(3) 历史遗留问题与新情况交织,协调机制有待理顺。受标准主管部门机构改革影响,标准制修订历史遗留问题与新局面下的问题不断涌现,部分标准归口管理机制复杂,制修订环节衔接不紧密,导致相关工作协调难度大[39]。

(4) 矿业绿色发展标准体系构建研究薄弱,未能充分发挥顶层引领作用。矿业绿色发展标准体系

构建是标准化研究的重要组成部分,对优化矿业绿色发展标准制修订、增强矿业可持续发展能力具有重要的技术保障作用。目前,体系框架研究尚处于起步阶段,各层级矿业绿色发展标准放置仍需进一步优化,不可避免存在架构短板,致使标准体系呈现一定的不平衡性和不稳定性[40]。

4 建议

4.1 进一步深化重点领域标准研制

持续深入开展术语定义、管理分类、符号代码和图式图例等重点领域标准制修订研究工作,建立矿业绿色发展标准化研究与国家及行业重大战略任务实施快速响应机制,聚焦绿色发展的战略需求和矿业基础通用等重点领域,及时开展矿业绿色发展标准支撑效能研判,凝练矿业绿色发展中的堵点和卡点,明确标准重点支持的方向。同时,要不断加强对已发布的重点领域标准实施监督与评估,建立健全标准实施跟踪反馈机制,以此积累经验,不断推动重点领域其他标准制修订工作。

4.2 建立健全标准预研究工作体系

建立一套科学合理的标准预研究工作体系,是推动矿业绿色发展标准化工作稳步前进的重要基础。所谓预研究工作体系,是指为保障矿业绿色发展在一定的范围内获得最佳秩序,系统归纳总结矿业绿色发展工作中重复使用的内容和事项,对实际或潜在问题制定通用规则,并据此开展系统的标准预研究工作并建立相应清单。标准预研究工作体系可有力支撑新兴领域标准空白区域的研究工作。目前,行业标准制修订时间约为 18 个月,在有限时间内,只有不断深化、细化标准预研究工作,才能有效解决部分标准前期工作不到位、标准基础不牢固、标准制修订周期较长等问题,从而确保标准按期完成,从根本上解决标准供给能力不足与当前矿业绿色发展工作需求旺盛之间的矛盾。

4.3 优化矿业绿色发展标准化顶层设计

要持续优化矿业绿色发展标准化工作机制等顶层设计,不断增强其与其他领域融合发展的活力。优化顶层设计需要系统分析标准制修订过程中会涉及的其他部门和标准化专业技术委员会等,绘制适应具体工作的多层级交叉领域关联导图,建立健全标准全生命周期相关方充分参与的工作机制,不断增强跨领域、跨学科、跨职能交叉标准内容的衔接性和一致性,确保矿业绿色发展标准化顶层设计具有科学合理的融合性、协调性和适用性,使专业领域标准的核心技术兼具先进性和科学性。

4.4 持续完善矿业绿色发展标准体系建设工作

紧密结合国家标准化工作最新重点任务和自然资源领域重点工作部署,以推动矿产资源绿色高质量发展为核心,遵循“法理构建为指导思想、逻辑构建为基本思路、技术构建为框架抓手”的技术路线,持续优化完善矿业绿色发展标准体系。重点开展标准体系层级划分研究,确定合理的层级划分和框架结构,以此为基础,结合矿产资源行政管理逻辑,融合矿产资源绿色发展领域新方法和新技术,全面梳理各项业务工作对标准的需求,在同一层级内合理优化完善门类、子门类研究领域,并据此开展具体标准研究工作。同时,围绕新时代自然资源“两统一”职责履行中对矿业绿色发展的新要求,及时填补急需标准空白,不断推动标准迭代升级,实现不同层级、相互补充的《矿业绿色发展标准体系》动态更新。

参考文献(References):

[1] 张浩,伍永平,解盘石,等.大倾角大采高工作面煤壁失稳机理分析[J].中国矿业,2024,33(8):107-114.
ZHANG Hao, WU Yongping, XIE Panshi, et al. Analysis of coal wall instability mechanism of large mining height face in steeply dipping[J]. China Mining Magazine,2024,33(8):107-114.

[2] 利健,潘春荣,熊文清,等.基于视觉定位的磁铁矿分选方案设计[J].矿业研究与开发,2024,44(8):248-254.
LI Jian, PAN Chunrong, XIONG Wenqing, et al. Design of magnetite separation scheme based on visual positioning[J]. Mining Research and Development,2024,44(8):248-254.

[3] 岳文泽,钟鹏宇,王田雨,等.国土空间规划视域下土地发展权配置的理论思考[J].中国土地科学,2021,35(4):1-8.
YUE Wenze, ZHONG Pengyu, WANG Tianyu, et al. Theoretical thinking on the allocation of land development rights from the perspective of territorial space planning[J]. China Land Science,2021,35(4):1-8.

[4] 邓玲,赵国君,郑祎凡,等.标准化助力自然资源节约集约利用[J].标准科学,2023,10(6):83-87.
DENG Ling, ZHAO Guojun, ZHENG Yifan, et al. Standardization promotes the economical and intensive use of natural resources[J]. Standard Science,2023,10(6):83-87.

[5] 韦延兰,李文莉,王莉,等.岩溶碳汇对“碳达峰、碳中和”的意义[J].中国矿业,2022,6(31):212-214.
WEI Yanlan, LI Wenli, WANG Li, et al. The significance of karst carbon sink for “carbon peak and carbon neutrality”[J]. China Mining Magazine,2022,6(31):212-214.

[6] 战琦梦,战超,张雨晨,等.海洋自然资源资产价值评估综述[J].鲁东大学学报(自然科学版),2020,36(2):155-160.

ZHAN Qimeng, ZHAN Chao, ZHANG Yuchen, et al. Review on the evaluation of the marine natural resources assets[J]. Journal of Ludong University (Natural Science Edition),2020,36(2):155-160.

[7] 刘利.自然资源资产价值确定与方法探讨[J].统计与决策,2021,37(1):41-44.
LIU Li. Value determination of natural resource assets and discussion on its methods[J].Statistics & Decision,2021,37(1):41-44.

[8] 范晓君.工业遗产国家矿山公园的美学体验与地方情感共创:嘉阳国家矿山公园的案例[J].矿业研究与开发,2022,42(8):195-200.
FAN Xiaojun. Aesthetic experience and co-creation of emotions in the industrial heritage national mine park:a case of Jiayang National Mine Park[J]. Mining Research and Development,2022,42(8):195-200.

[9] 段娜,肖筱瑜,何辉,等.国家级绿色矿山建设的环境保护要求[J].中国矿业,2024,33(增刊1):84-90.
DUAN Na, XIAO Xiaoyu, HE Hui, et al. Environmental protection requirements of national green mine construction [J]. China Mining Magazine,2024,33(Suppl.1):84-90.

[10] 付文姜,杨建明.高温热损伤后花岗岩声发射及特征能量研究[J].矿业研究与开发,2023,43(8):120-126.
FU Wenjiang, YANG Jianming. Study on acoustic emission and characteristic energy of granite after high temperature thermal damage[J]. Mining Research and Development, 2023,43(8):120-126.

[11] 赵国君,赵祺彬.自然资源视域下标准化宣贯工作的思考[J].中国标准化,2020,10(5):67-70+77.
ZHAO Guojun, ZHAO Qibin. Thoughts on the publicity and implementation of natural resources standardization work[J]. China Standardization,2020,10(5):67-70+77.

[12] 马骋,伊娜,张福良,等.绿色勘查行业标准编制有关问题探讨[J].中国国土资源经济,2020,33(2):34-38.
MA Cheng, YI Na, ZHANG Fuliang, et al. Discussion on the compilation of industry standard of green exploration[J]. Natural Resource Economics of China,2020,33(2):34-38.

[13] 杨昔,喻建华,乔亮亮.自然资源资产价值评估初探[J].中国国土资源经济,2020,33(9):29-34.
YANG Xi, YU Jianhua, QIAO Liangliang. A preliminary study on the evaluation of natural resources asset value[J]. Natural Resource Economics of China,2020,33(9):29-34.

[14] 王家松,王力强,郑智慷,等.基于六维结构模型的矿产地质技术标准体系构建研究[J].华北地质,2023,46(4):22-27.
WANG Jiasong, WANG Liqiang, ZHENG Zhikang, et al. Research on construction of technical standard system for mineral geology based on six-dimensional structure model [J]. North China Geology,2023,46(4):22-27.

[15] 母晓培.推进地勘单位高质量发展对策研究:以河南省煤田地质局为例[J].中国国土资源经济,2021,34(1):71-75.
MU Xiaopei. Research on the countermeasures to promote the high quality development of geological exploration units: a case study of Henan Coal Field Geology Bureau[J]. Natural Resource Economics of China,2021,34(1):71-75.

[16] 龚鹏,张洪岩,赵奎涛.全国绿色矿业研究文献统计分析[J].中国矿业,2018,27(10):104-107.
GONG Peng, ZHANG Hongyan, ZHAO Kuitao, et al. A bibliometrical analysis of the green mine research in China [J]. China Mining Magazine,2018,27(10):104-107.

[17] 王正帅.复杂通风综采面采空区"三带"分布及防灭火参数研究[J].矿业研究与开发,2023,43(8):73-77.
WANG Zhengshuai. Study on the distribution of three zones and fire prevention and extinguishing parameters in goaf of complex ventilation fully mechanized mining face[J]. Mining Research and Development,2023,43(8):73-77.

[18] 仲思柏.新疆伊犁地区砂岩型铀矿钻探绿色勘查实践[J].科技与创新,2023(2):175-178.
ZHONG Sibai. Green exploration practice of sandstone-type uranium mining drilling in Yili area of Xinjiang[J]. Science and Technology & Innovation,2023(2):175-178.

[19] 刘军,施敏.常州市绿色矿山创建初探[J].城市地质,2014,9(3):18-22.
LIU Jun, SHI Min. Discussion on green mine in Changzhou City[J]. Urban Geology,2014,9(3):18-22.

[20] 赵红泽,王宇新,李淋,等.基于集成评价体系的抛掷爆破效果评价[J].中国矿业,2020,29(1):114-119.
ZHAO Hongze, WANG Yuxin, LI Lin, et al. Evaluation of casting blast effect based on integrated evaluation system [J]. China Mining Magazine,2020,29(1):114-119.

[21] 李丽,杨金中,陈栋,等.长江经济带江苏段废弃露天矿山分布与生态修复遥感调查研究[J].水文地质工程地质,2022,49(1):183-190.
LI Li, YANG Jinzhong, CHEN Dong, et al. Distribution and ecological restoration of abandoned open-pit mines in Jiangsu section of the Yangtze River Economic Belt[J]. Hydrogeology & Engineering Geology, 2022, 49(1): 183-190.

[22] 李海波.工矿城市矿业废弃地生态修复潜力综合评价:以茂名某露天矿区为例[J].安全与环境学报,2022,22(1):505-511.
LI Haibo. Research on comprehensive evaluation of ecological restoration potential of mining wasteland in mining cities:a case of an open-pit mining area in Maoming [J]. Journal of Safety and Environment, 2022, 22(1): 505-511.

[23] 王煜琴,王霖琳,李晓静,等.废弃矿区生态旅游开发与空间重构研究[J].地理科学进展,2010,29(7):811-817.
WANG Yuqin, WANG Linlin, LI Xiaojing, et al. Strategy of spatial redistribution of ecological tourism development in abandoned mine land[J]. Progress in Geography, 2010, 29(7):811-817.

[24] 张莉,王金满,刘涛.露天煤矿区受损土地景观重塑与再造的研究进展[J].地球科学进展,2016,31(12):1235-1246.
ZHANG Li, WANG Jinman, LIU Tao. Land scape reconstruction and recreation of damaged land in opencast coal mine:a review[J]. Advances in Earth Science, 2016, 31(12):1235-1246.

[25] 黄昱清,祝启坤,阳凯,等.齐跃湾矿山地质环境恢复治理工程[J].武汉工程大学学报,2012,34(4):22-26.
HUANG Yuqing, ZHU Qikun, YANG Kai, et al. Countermeasures research of geological environment protection and comprehensive treatment of Qiyuewan coal mine[J].Journal of Wuhan Institute of Technology,2012,34(4):22-26.

[26] 杨金燕,杨锴,田丽燕,等.我国矿山生态环境现状及治理措施[J].环境科学与技术,2012,35(增刊 2):182-188.
YANG Jinyan, YANG Kai, TIAN Liyan, et al. Environmental impacts of mining activities in China and the corresponding management and remediation strategies: an overview[J].Environmental Science & Technology,2012,35(Suppl.2):182-188.

[27] 刘贤,李月臣,陈群利,等.喀斯特废弃矿区近自然地形重塑模拟[J].煤炭工程,2022,54(7):140-146.
LIU Xian, LI Yuechen, CHEN Qunli, et al. Simulation of topographic reconstruction based on near-natural terrain for abandoned mine in karst area[J].Coal Engineering,2022,54(7):140-146.

[28] 王楠,汪桂生,张震.高分遥感影像下的大通废弃煤矿区生态修复林淹水胁迫灾情信息提取[J].测绘通报,2018(7):13-17.
WANG Nan, WANG Guisheng, ZHANG Zhen. Monitoring of waterlogging stress disaster of ecological restoration forest using high resolution remote sensing data in the Datong abandoned coal mine[J]. Bulletin of Surveying and Mapping,2018(7):13-17.

[29] 袁哲路.矿山废弃地的景观重塑与生态恢复[D].南京:南京林业大学,2013.
YUAN Zhelu. Mining wasteland landscape remodeling and ecological restoration [D]. Nanjing: Nanjing Forestry University,2013.

[30] 张军,佃杰.广东省绿色经济效率测算及实证研究[J].生态经济,2017,33(8):114-117+155.
ZHANG Jun, DIAN Jie. Calculation and empirical study of green economic efficiency in Guangdong Province [J]. Ecological Economy,2017,33(8):114-117+155.

[31] 孙才志,马奇飞.中国省际水资源绿色效率空间关联网络研究[J].地理研究,2020,39(1):53-63.
SUN Caizhi, MA Qifei. Spatial correlation network of water resources green efficiency between provinces of China[J]. Geographical Research,2020,39(1):53-63.

[32] 刘小瑜,余海华.中国省际绿色发展的空间关联及溢出效应[J].江西财经大学学报,2020(3):14-24.
LIU Xiaoyu, YU Haihua. Spatial correlation and spillover effect of China's inter-provincial green development [J]. Journal of Jiangxi University of Finance and Economics, 2020(3):14-24.

[33] 赵国君,李兴武,田磊,等.矿产资源资产管理标准体系构建研究[J].中国矿业,2025,34(5):64-71.
ZHAO Guojun, LI Xingwu, TIAN Lei, et al. Research on the construction of standard system of mineral resources assets management[J]. China Mining Magazine, 2025, 34(5):64-71.

[34] YE Feifei, HAN Sirui, LU Haitian. Carbon emissions management efficiency evaluation based on indicator information integration and DEA-Malmquist index [J]. Frontiers in Environmental Science,2023,11:1301091.

[35] 葛世荣,刘淑琴,刘金昌,等.能源强国目标下煤炭安全保供及高效降碳效力研究[J].中国工程科学,2024,26(4):40-51.
GE Shirong, LIU Shuqin, LIU Jinchang, et al. Effectiveness of secure supply and carbon reduction in the coal sector for strengthening the energy power of China[J]. Strategic Study of CAE,2024,26(4):40-51.

[36] 焦兵,郝佳馨,张文彬.国家级绿色矿山试点示范项目的经济增效与减污降碳双赢效应研究[J].管理学刊,2024,37(5):32-47
JIAO Bing, HAO Jiaxin, ZHANG Wenbin. Study on the win-win effect of economic efficiency increase, pollution and carbon reduction of national green mine pilot demonstration projects[J].Journal of Management,2024,37(5):32-47.

[37] 赵国君,李兴武,吕睿,等.自然资源确权登记与资产权益管理标准化分析与思考[J].中国国土资源经济,2026,39(1):41-46.
ZHAO Guojun, LI Xingwu, LYU Rui, et al. Analysis and reflection on the standardization of the registration of the confirmation of natural resources rights and the management of asset rights and interest[J]. Natural Resource Economics of China,2026,39(1):41-46.

[38] PAN Jiawei, CHEN Xiaofang, LUO Xiaona, et al. Analysis of the impact of China's energy industry on social development from the perspective of low-carbon policy[J]. Energy Reports,2022,8(7):14-27.

[39] 孙培蕾,焦小玲.黄河流域农业高质量发展与生态环境耦合研究[J].人民黄河,2024,46(7):15-21.
SUN Peilei, JIAO Xiaoling. Study on coupling of high quality agricultural development and ecological environment in the Yellow River basin[J]. Yellow River,2024,46(7):15-21.

[40] 崔娜.矿产资源开发效率与经济高质量发展耦合协调关系研究[J].矿业研究与开发,2023,43(10):217-224.
CUI Na. Research on coupling coordination of relationship between mineral resources exploitation efficiency and high-quality economic development [J]. Mining Research and Development,2023,43(10):217-224.