

# 我国绿色矿山建设水平不均衡性分析及对策建议

丁国峰, 吕振福, 曹进成

(中国地质科学院郑州矿产综合利用研究所, 国家非金属矿资源综合利用工程技术研究中心, 自然资源部多金属矿评价与综合利用重点实验室, 河南 郑州 450006)

**摘要:** 这是一篇矿业工程领域的论文。绿色矿山建设是促进我国矿业绿色转型升级的重要手段, 也是我国矿产资源领域践行生态文明理念的主要活动之一。通过梳理分析绿色矿山发展历程, 将我国绿色矿山建设发展历程分为思想萌芽、探索发展和全面实施三个阶段, 并系统总结了在绿色矿山、绿色矿业发展示范区、绿色矿山相关产业政策以及在经济、社会和生态效益等四个方面的建设成效, 重点分析了我国绿色矿山建设在绿色矿山系统科学概念与片面理解认知、现有建设格局与矿产资源禀赋特征、生态文明建设的需求与矿山创建动力和标准体系、考评机制与矿产资源国情之间的不均衡性。最后, 在绿色矿山理论、顶层设计、标准体系、常态化监督管理等方面提出了我国绿色矿山建设的对策建议, 以期对我国绿色矿山建设高质量发展提供参考。

**关键词:** 矿业工程; 绿色矿山; 绿色矿业; 绿色发展; 生态文明; 不均衡

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2023.05.028

中图分类号: TD167; F407.1 文献标志码: A 文章编号: 1000-6532 (2023) 05-0166-08

人类对矿产资源的掠夺式开采和不合理利用, 是造成生态环境被扰动的主要因素之一。矿业绿色转型升级是人与自然和谐相处的内在要求, 而绿色矿山是矿业绿色转型升级的主要抓手<sup>[1-2]</sup>。经过近三十年的发展, 特别是自“十三五”规划和《全国矿产资源规划(2008-2015)》将发展绿色矿业、建设绿色矿山作为重点任务以来, 我国绿色矿山建设步伐明显加快, 成效显著<sup>[3-4]</sup>。我国学者对绿色矿山概念、评价、标准、发展路径等方面纷纷建言献策。在概念方面, 黄敬军<sup>[5]</sup>认为绿色矿山应秉承资源环境一体化、生态园林矿山、绿色经营等理念; 在评价方面, 宋学峰等<sup>[6]</sup>依据《国家级绿色矿山基本条件》, 构建了 8 大类 20 项指标的绿色矿山建设定量评价指标体系; 在标准方面, 黄敬军等<sup>[7]</sup>提出了“合法采矿、高效利用、科学开采、清洁生产、规范管理、安全生产、内外和谐、生态重建”的“32 字”标准或“矿山开采合法化、资源利用高效化、开采方式现代化、采矿作业清洁化、矿山管理规范化、生产安

全标准化、内外关系和谐化、矿区环境生态化”的“八化”标准, 建立了绿色矿山建设考评指标体系。在发展路径方面, 鞠建华等<sup>[8]</sup>在试点实践、规划制定、体系建设、政策研究和制度建立等方面探讨了中国矿业绿色发展的趋势和方向。但在总结已取得成效基础上, 针对现阶段遇到的具体现实问题, 分析产生的原因, 并提出相应的意见和建议方面相对较少。文章通过回顾总结我国绿色矿山的发展历程和建设成效, 重点分析了绿色矿山建设水平不均衡特性及其制约因素。最后, 面向“十四五”生态文明建设的新要求, 提出了解决我国绿色矿山建设水平不均衡问题的对策建议, 以期对我国绿色矿山建设高质量发展提供参考。

## 1 我国绿色矿山建设发展历程

我国绿色矿山的建设可以分为思想萌芽、探索发展和全面实施三个阶段。

### 1.1 思想萌芽阶段

1992-2009 年。可持续发展是科学发展观的核

收稿日期: 2021-08-26

基金项目: 中国地质调查局地质大调查项目 (DD20190573)

作者简介: 丁国峰 (1989-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为矿产资源综合利用和标准化研究工作。

心内容之一，也是我国绿色矿业发展的基本依据<sup>[9]</sup>。1992年，联合国环境与发展大会签署通过的《里约环境与发展宣言》，标志我国对生态环境与可持续发展逐步重视。第八届全国人大四次会议将可持续发展确定为国家发展的战略之一<sup>[10]</sup>。2007年，中国国际矿业大会首次明确提出了“绿色矿业”理念<sup>[11]</sup>。“十三五”规划和《全国矿产资源规划（2008-2015）》确立了“2020年基本建立绿色矿山格局”的战略目标<sup>[12]</sup>。

### 1.2 探索发展阶段

2010-2014年。2010年，《关于贯彻落实全国矿产资源规划发展绿色矿业建设绿色矿山工作的指导意见》中进一步明确了绿色矿山建设的总体思路、主要目标和任务，以及不同行业的绿色矿山应满足的基本条件，标志着我国绿色矿山建设开始启动<sup>[13]</sup>。2011-2014年，共分四个批次公告了661家绿色矿山试点单位。

### 1.3 全面实施阶段

2015年至今。2015年，《关于加快推进生态文明建设的意见》中要求“发展绿色矿业，加快推进绿色矿山建设”，标志着我国绿色矿山建设进入全面实施阶段。2017年，原国土资源部等六部委联合印发了《关于加快建设绿色矿山的实施意见》，自此我国绿色矿山建设步入了快车道<sup>[14]</sup>。2018年，颁布实施了9个行业绿色矿山建设规范，绿色矿山建设进入了“有标可依”的新阶段<sup>[15]</sup>。2019年，全国绿色矿山目录管理制度开始实施，全国已有1200余家矿山企业被纳入到国家级绿色矿山名录中。

## 2 我国绿色矿山的建设要求

我国绿色矿山的建设要求经过十余年的发展后逐渐具体化、系统化。2010年，原国土资源部部署开展国家级绿色矿山试点单位示范工作，同时提出了《国家级绿色矿山基本条件》，包括依法办矿、规范管理、综合利用、技术创新、节能减排、环境保护、土地复垦、社区和谐、企业文化共9个方面的内容。2017年，进一步细化了建设要求，分别规定了煤炭、石油和天然气、有色金属、黄金、冶金、化工、非金属矿等7个行业和绿色矿业发展示范区的要求，具体要求整合为矿区环境、开发利用方式、综合利用、数字化矿

山、企业形象共5个方面。

2018年，自然资源部颁布了非金属矿等9个行业绿色建设规范，以及此后两轮绿色矿山遴选工作中的《绿色矿山评价指标》进一步细化了绿色矿山的建设要求，即从矿区环境、资源开发方式、资源综合利用、节能减排、科技创新与数字化、企业管理与企业形象共6个方面详细规定了量化指标。自此，我国绿色矿山的建设要求框架初步建立。

## 3 我国绿色矿山建设现状分析

### 3.1 绿色矿山建设成效

#### 3.1.1 绿色矿山

##### 3.1.1.1 全国绿色矿山建设概况

截止于2021年1月，我国共有1254家矿山被纳入到全国绿色矿山名录。从区域分布上看，华东、华北、华中地区绿色矿山数量位居前三，分别为334家、226家和226家，相应占比为26.63%、18.02%和18.02%（详见表1）。若考虑绿色矿山占地区矿山的比例，华东、华中和华南地区绿色矿山占该地区矿山比例占据前三，分别为5.60%、4.21%和3.00%，西南地区占比最低，仅为0.95%。全国绿色矿山占全国在产油气和非油气矿山的比例为2.8%。

表1 各区域绿色矿山分布

地区	Table 1 Distribution of green mines in China			
	绿色矿山数量/个	绿色矿山占比/%	地区在产矿山总量/个	绿色矿山占地区矿山比例/%
华东	334	26.63	5961	5.60
华北	226	18.02	8701	2.60
华中	226	18.02	5371	4.21
西北	167	13.32	6944	2.40
西南	106	8.45	11126	0.95
东北	102	8.13	3562	2.86
华南	93	7.42	3100	3.00
总计	1254	100	44765	2.80

数据来源于自然资源部全国绿色矿山名录和全国矿业权人勘查开采信息公示系统，2019。

我国绿色矿山大多分布在中东部，且中东部绿色矿山占地区矿山比例也明显高于全国平均水平。而我国西部地区，尤其是西南地区绿色矿山建设水平相对较低。我国矿产资源分布极不均衡，西北地区是煤炭等重要大宗矿产能源资源基地的主要分布区，而西北地区生态环境较为脆

弱，经济社会发展也相对滞后，一定程度上制约了绿色矿山的进一步发展。西南地区是我国稀土等战略性矿产资源的主要分布区，但矿山规模分布以中小型矿山为主，矿山企业普遍存在工艺技术落后等问题，绿色矿山建设水平相对滞后。

从矿种种类分布上看，非金属、能源矿产分别为 494 家、346 家，合计约占绿色矿山总数的 67%，远高于其他矿产种类。有色金属、贵金属、黑色金属、三稀和水气矿产分别占 140 家、137 家、124 家、8 家和 5 家（详见表 2）。从单一矿种分布来看，石灰岩、煤炭、金、铁和磷矿占据前五位，分别为 297 家、283 家、120 家、115 家和 46 家，合计占比 68.66%。白云岩等 40 余种矿种绿色矿山数量均少于 10 家。

表 2 主要行业绿色矿山建设情况

Table 2 Construction of green mines in major industries

矿产种类	数量/个	占比/%	矿业权数量/个	绿色矿山占行业矿山比/%
建材及其他非金属矿产	375	29.90	34217	1.10
能源矿产	346	27.59	6813	5.08
有色金属矿产	140	11.16	2804	4.99
贵金属矿产	137	10.93	1611	8.50
黑色金属矿产	124	9.89	3759	3.30
化工原料非金属矿产	88	7.02	1433	6.14
冶金辅助原料非金属矿产	31	2.47	2154	1.44
三稀矿产	8	0.64	138	5.80
水气矿产	5	0.40	660	0.76

数据来源于自然资源部全国绿色矿山名录和全国矿业权人勘查开采信息公示系统，2019。

各行业绿色矿山建设均取得了显著成效，为该行业进一步发展绿色矿业提供了典型示范。但各行业间发展并不均衡，如建材及其他非金属矿产在各行业中占比最大，但入选绿色矿山目录的企业在行业中占比仅为 1.1%。

### 3.1.1.2 绿色矿山成效——以黄金行业典型绿色矿山为例

2020 年，笔者考虑矿山分布区域、开发方式、生产规模、矿产资源类型等因素，选取了黄金行业新城、抱伦、柏杖子、太白、水银洞、紫金山、大尹格庄、夏甸共 8 座典型绿色矿山进行调研。对比了建设前一年（指申请国家级绿色矿山试点单位或参加遴选的矿山，根据绿色矿山实施方案等开始绿色矿山建设的前一年度）和建设元年（根据绿色矿山实施方案等进行绿色矿山建

设的当年）主要指标，主要指标变化如下。

1) 绿化覆盖率平均值从建设初期的 67% 提升至 92%，土地复垦率从 62% 提高到建设后期的 85%；

2) “三率”全部达标，其中夏甸金矿由于易采资源储量减少，品位下降，同时增加了资源的回收，导致了开采回采率的降低，其余矿山均小幅提高或保持平稳；选矿（冶）回收率指标，大部分矿山保持平稳或有小幅提高，仅水银洞金矿、紫金山金铜矿出现下降，原因是资源储量减少，矿石品位下降；

3) 选矿水循环利用率平均值从 82% 提升至 93.9%，且大部分矿山实现选矿水全部循环利用。除内蒙太平矿业、紫金山金铜矿等因采用露天开采废石产生量大，导致废石利用率较低外，其余企业废石利用率高于 50%；

4) 浮选尾矿的平均利用率均达到 50% 以上，远超全国平均水平，重点黄金企业已探索并逐步建成“无尾无废矿山”模式；采矿充填新技术在黄金采矿生产中得到了全面发展，分级尾砂充填技术已经广泛的应用，高浓度全尾砂胶结充填技术已经获得成功，并且尾砂利用率高于 90%。

5) 矿山用于设备更新、工艺技术改造等研发技改投入在创建前多占主营业务的 1% 左右，创建绿色矿山之后，多数能达到 1.5% 以上，部分矿山占比甚至达 3%~5%。

### 3.1.2 绿色矿业发展示范区

我国共确定了 50 个绿色矿业发展示范区。从区域上看，华东和华中地区分别为 15 和 11 个，合计占比 52%，西北、西南、华南、东北和华北地区分别为 8、7、4、3 和 2 个。华东和华中地区绿色矿业发展示范区相对集中，与绿色矿山区域不平衡性特征一致。此外，社会团体也积极参与，如中国砂石协会发布了《中国砂石行业大型绿色基地评价指标》，有力支撑了砂石行业高质量绿色发展。自此，我国形成了以矿山企业自建的绿色矿山为点，以矿产资源开采利用全过程和当地矿业领域相关产业链为线，以绿色矿业发展示范区为面的绿色矿山建设新格局。

### 3.1.3 绿色矿山相关产业政策

我国绿色矿山建设相关产业引导政策体系已初步建立。尤其是自《关于加快建设绿色矿山的

实施意见》颁布以来，各地方政府和相关部门从土地批复、矿业权转让、财政、融资等方面不断加大政策扶持力度，制定了相应的具体方案和措施，鼓励和引导绿色矿山建设。与此同时，部分省份创新管理方式，在矿业权出让、矿山设计、生产监管等方面支撑绿色矿山建设，如浙江建立了“互联网+绿色矿山”数字化监管平台，重庆建立了合同约束机制等。

我国绿色矿山建设标准体系不断发展完善。自然资源部已发布实施了非金属矿等9个行业绿色矿山建设规范行业标准；河南等省份以及湖州等地级市结合地方实际，因地制宜制定了相应的地方标准，江西、宁夏、陕西等省份的标准正在编制；中国矿业联合会发布了《固体矿产绿色矿山建设指南（试行）》团体标准；山东黄金也发布了相应的企业标准。据悉，《绿色矿山建设规范》国家标准也正在制订中。

我国绿色矿山建设评价遴选机制不断完善。在绿色矿山试点单位试行、核查等基础上，已初步建立考核评价指标体系，《绿色矿山评价指标》规定了绿色矿山在矿区环境、开发方式、资源综合利用、节能减排、科技创新、企业管理与形象等6个方面的具体要求，细化了评价考核指标。《绿色矿山遴选第三方评估工作要求》固定了评估工作的工作流程和要求等内容，推进了第三方评估工作的规范化，保障了绿色矿山的遴选质量。

### 3.1.4 经济、社会和生态效益

我国绿色矿山建设实现了经济、社会和生态效益间的协调统一。矿山通过积极引进先进工艺、技术和装备，大大提高了生产效率和经济效益。通过科技创新将生产过程中产生的废石、尾矿等固废进行利用，不仅取得了较好的经济效益，也促进了资源开发与生态环境的和谐共处，生态效益显著。采取矿区周边环境治理、企地共建、对口帮扶等方式，矿山“脏乱差”等现象得到了有效治理，矿区群众生活质量大大提高，取得了较好的社会效益。

## 3.2 绿色矿山建设水平的不均衡性

我国绿色矿山建设水平的不均衡性问题较为突出主要表现在以下几个方面。

### 3.2.1 绿色矿山系统科学概念与片面理解认知之

间的不均衡

矿山企业建设绿色矿山的积极性不断提高，如多数小型矿山对绿色矿山概念的理解以及建设绿色矿山目的依然停留在形式和表面绿化上，即以企业能不被淘汰为目标，以遴选入库为面子工程，或以能享受奖励政策衡量建设投入多少。如建设成效最显著的是绿化覆盖率，但“三率”、固废利用率等指标提升幅度较少，而绿色开采方式的是绿色矿山建设中的“牛鼻子”。

我国的绿色矿山是根据我国经济社会特殊发展阶段和矿业国情而提出的具有中国特色的概念，包括资源开发利用、环境保护等多个方面，是一项系统工程，不是指公园式矿山或者单纯环保式矿山，也不是一味强调不断进行人、财、物等投入的进行污染治理。绿色矿山从系统性、全要素和全产业链上考虑，强调以科技创新为驱动力，发展绿色综合利用技术，促进发展动能转变和产业转型升级，最终形成绿色可持续发展的模式。

### 3.2.2 建设格局与矿产资源禀赋特征之间的不均衡

我国绿色矿山现阶段建设成效与资源禀赋特征不匹配。我国矿产资源分布具有明显的区域差异性特征<sup>[16]</sup>。如西部地区是重要的矿产集聚区域，但该区域绿色矿山在全国绿色矿山中的占比低于该区域矿山在全国矿山中的占比。近年来矿业经济持续不景气，产业结构单一转型升级难度大，对西部地区矿山影响甚大，其中47.25%原绿色矿山试点单位没有通过遴选，主要原因为积极主动性下降、被迫停产、处罚后整改不到位等。而与此同时，浙江省通过矿业权人必须建设绿色矿山、创新矿产规划与土地利用以及城乡建设规划融合方式、加大科技创新扶持力度等一系列措施，涌现出26家矿山被评为全国矿产资源节约与综合利用“以奖代补”示范工程，湖州仁皇山、宁波吉利赛车场矿山治理样板工程等一系列典型案例。

同时，非金属和能源矿产行业的绿色矿山建设从整体上看成效显著，数量分别达到494家和346家。但贵金属、化工原料非金属、三稀矿产行业绿色矿山占行业矿山总量的比例较高，建材及其他非金属矿产、水气矿产占比相对较低，行业

间发展也较不均衡。

部分地方和大型矿业集团积极发挥资源和管理优势引导矿山进行绿色矿山建设，但“冷热不均”的现象依然存在，全国其他地方和大型企业依然尚有巨大潜力。地方政府积极探索绿色发展途径，如湖州是“两山”理念的诞生地和绿色矿山建设的先行者，“湖州模式”吸引了全国各地前去参观学习。大型矿业集团充分发挥主体意识，如山东黄金提出“生态矿业”理念，制定了《山东黄金集团有限公司企业标准绿色矿山建设规范》，中国石油制定了《油气田企业绿色矿山创建验收量化评分表》《油气田企业绿色矿山创建验收标准》。充分利用自身优势，以典型绿色矿山为标杆和榜样，在集团内部大力推进绿色矿山建设工作。

截止 2019 年，小型及以下矿山占全国矿山总量的比例达 82.1%，而其在绿色矿山中仅占 9.1%，小型矿山是绿色矿山高质量发展的重点和难点<sup>[3]</sup>。小型矿山在资源禀赋、管理、R&D 投入等方面具有一定的劣势，同时由于资源整合等矿业集约发展政策，也一定程度上打击了小型矿山的积极性。如高新技术企业认证、环境管理体系认证、能源管理体系认证等这一类指标大型矿山较容易满足，对小型矿山而言相对较难。中大型矿床少、小型矿床多是我国矿产资源分布主要特征之一，大型矿床经济和社会效益明显，但小型矿床开发利用在现阶段依然在我国经济建设、社会发展等方面具有十分重要意义和作用<sup>[17]</sup>。

### 3.2.3 生态文明建设的需求与矿山创建动力之间的不均衡

生态文明建设是转变社会经济发展方式的必然要求，绿色矿山是矿业领域生态文明建设的生动实践<sup>[8]</sup>。绿色矿山建设需要人力、资金等要素的投入，建设初期势必会增加企业的成本，且短期效益不明显，造成企业生存压力加大。矿区范围与新建立的各类自然保护地临近或重叠，增加了矿山进行绿色升级改造的顾虑，如北京市矿山企业都被要求于近年政策性关闭，陕西要求秦岭生态保护区内的矿业权有序退出。矿业开发利用的周期较长、行业波动较大等特征，致使部分矿山企业创建动力不足。

### 3.2.4 标准体系、考评机制与矿产资源国情之间

的不均衡

我国已颁布实施了 9 个行业的绿色矿山建设标准，河南等省（区、市）也颁布实施了地方标准，但这些标准仍然不能完全适应我国矿产资源区域分布差异性明显、种类齐全等特征。饰面石材等行业和“三稀”、天然气、地热矿泉水等矿种依然缺乏可供直接参考的行业标准或矿种标准，部分地区依然缺乏符合本地区矿业发展实际、优势矿种等特征而“定制化”地方标准。如有色金属行业标准覆盖面太广，针对性不强，难以体现稀土等矿产开发利用特征。再如锂是“推动世界进步的能源金属”，以及石墨、石英等矿种在科技创新等方面独具特色，但目前单矿种方面的绿色矿山建设标准极为缺乏。

目前，我国绿色矿山建设已形成了标准引领、矿山自评、第三方评估、实地抽查、社会监督的发展模式，以各省（区、市）为单位进行遴选，但存在评价指标仍不够完善、定量指标较少、评价方法单一等问题，考评机制有待进一步完善。

## 4 我国绿色矿山建设的对策建议

在“十四五”时期，我们要推动绿色发展，促进人与自然和谐共生，全面提高资源利用效率，推动形成符合“十四五”要求的绿色矿山建设模式<sup>[18]</sup>。

### 4.1 持续加强绿色矿山相关理论、政策宣贯

绿色矿山是一项系统工程，其建设是一项长期坚持的过程。绿色矿山理论是基于矿业国情和行业发展新阶段而形成的理论体系。通过公益广告、科普宣传、新媒体等方式向矿山企尤其是中小矿山，以及群众传播绿色矿山理念，政府、企业、社会团体等应建立绿色矿山建设学习交流平台，展示建设成效，推广典型经验和做法，进一步推动我国的绿色矿山建设。

### 4.2 完善顶层设计和体制机制，打通政策落地“最后一公里”

发挥政府的引导作用，制定绿色矿山发展规划，完善政策和法律法规体系确保政策落实落细。

1) 在国家层面，制订绿色矿山相关税收、金融、矿业权等优惠政策，充分调动企业建设绿色矿山的积极性和主动性。根据矿业国情制定差异

化政策，如大型矿山侧重于鼓励工艺技术创新，中小型矿山侧重于消除政策性关闭顾虑，强调规避潜在的生态环境污染破坏法律成本等。

2) 地方政府层面，应因地制宜综合本地区的矿产资源特征，与国家政策较好的衔接和过渡，有针对性的制定地方性法规、标准、规范性文件等，着力打通政策落地“最后一公里”。如西部地区地方政府应加强对矿山企业的引导，应更加严格按照国家生态文明建设要求和地方绿色发展有关规定，制定矿山企业发展规划，积极开展科技创新，重视绿色矿山建设，避免被政策性整顿关停。

3) 在部门协作方面，财税部门在融资、税收等方面给予绿色矿山企业政策倾斜；能源、生态等部门在政策性临时停产限产时，减少停产限产天数；安全、生态等部门在开展安全、环保督察等监管工作时，不将绿色矿山作为重点检查对象或免于检查绿色矿山。

4) 在行业方面，制定小型矿山、战略性矿产等绿色矿山专项政策，实行差别化管理，如萤石、磷矿、石墨等非金属矿以及镍矿等小型矿山居多，但其属于战略性矿产，对战略性新兴产业发展至关重要，对避免这些矿山因政策性关闭对我国矿产资源安全、供应链造成不利影响。

### 4.3 进一步完善绿色矿山建设评估标准体系

因地制宜结合实际，制定层次分明、科学合理标准规范和评估体系，构建绿色矿山建设评估标准体系。

1) 加快建立涵盖国家、行业、地方、团体和企业等各个层次的绿色矿山标准体系，实现各个层面的标准全覆盖，且不同层面间的标准应相互衔接。

2) 进一步完善绿色矿山评价方法和考核指标，定性指标和定量指标搭配合理、易考核，指标间相互协调，能体现对矿山企业软硬实力的综合考量。

3) 建设标准和评价考核指标等应充分体现不同规模、不同矿种的差异性，结合行业特点和地方区域特征制定差异化的指标，增强针对性和可操作性。

4) 完善绿色矿山第三方评估机构管理制度，体现遴选过程的公正性，从而保证绿色矿山遴选

质量。

### 4.4 加强常态化监督管理

加强对绿色矿山名录（库）中矿山企业的管理和监督。

1) 对符合绿色矿山建设要求的矿山企业要要及时准予入库，并要求矿山企业定期将生态恢复治理、废水与矸石综合利用等信息列入公示系统，发挥监督作用。

2) 对已入选绿色矿山名录库的矿山企业要加强监督管理，完善中期考核、惩戒、清退机制，并可按照“双随机、一公开”的原则对绿色矿山进行核查，坚决杜绝入选前后“两张皮”的现象。

3) 充分发挥群众监督，借助举报监督平台等，及时曝光违规违法行为和活动。

## 5 结 论

(1) 我国的绿色矿山建设发展可以分为思想萌芽、探索发展和全面实施三个阶段。绿色矿山主要包括矿区环境、资源开发方式、资源综合利用、节能减排、科技创新与数字化、企业管理与企业形象共6个方面的要求。

(2) 绿色矿山建设成效显著。目前，已有1254家矿山被纳入到全国绿色矿山名录，形成了50个绿色矿业发展示范区，土地批复、矿业权转让、财政、融资等政策体系已初步建立，建设标准体系和评价遴选机制不断完善，并实现了经济、社会和生态效益间的协调统一发展。初步形成了以矿山企业自建的绿色矿山为点，以矿产资源开采利用全过程和当地矿业领域相关产业链为线，以绿色矿业发展示范区为面的绿色矿山建设新格局。

(3) 现阶段我国绿色矿山建设水平的不均衡性问题较为突出，主要包括四个方面：绿色矿山系统科学的概念和片面的理解认知、建设格局与矿产资源禀赋特征、生态文明建设的需求与矿山创建动力以及标准体系、考评机制与矿产资源国情之间的不均衡。

(4) 建议采取加强绿色矿山理论政策宣贯、完善顶层设计和体制机制、完善绿色矿山建设评估标准体系、加强常态化监督管理等措施，逐步形成符合“十四五”要求的绿色矿山建设模式。

## 参考文献:

- [1] 鞠建华. 构建中国绿色矿山建设的支撑体系[J]. *中国矿业*, 2020, 29(1):13-15.
- JU J H. Building the support system of green mine construction in China[J]. *China Mining Magazine*, 2020, 29(1):13-15.
- [2] 柳晓娟, 侯华丽, 武强, 等. 长江经济带矿业绿色发展空间格局与驱动机制研究[J]. *矿业研究与开发*, 2021, 41(4):176-182.
- LIU X J, HOU H L, WU Q, et al. Spatial pattern of the green development of mining industry in the Yangtze River Economic Belt and its driving mechanism[J]. *Mining Research and Development*, 2021, 41(4):176-182.
- [3] 侯华丽, 柳晓娟, 郭冬艳, 等. 全国绿色矿山名录分析与政策建议[J]. *中国矿业*, 2020, 29(6):1-7.
- HOU H L, LIU X J, GUO D Y, et al. Analysis and suggestions on the national directory of green mines[J]. *China Mining Magazine*, 2020, 29(6):1-7.
- [4] 自然资源部. 关于将河北华澳矿业开发有限公司蔡家营锌矿等矿山纳入全国绿色矿山名录的公告[EB/OL]. [http://gi.mnr.gov.cn/202101/t20210111\\_2597719.html](http://gi.mnr.gov.cn/202101/t20210111_2597719.html), 2021-1-11.
- Ministry of Natural Resources. Announcement on the inclusion of the Caijiaying zinc mine and other mines of Hebei Huao mining development Co., Ltd. into the national green mine list[EB/OL]. [http://gi.mnr.gov.cn/202101/t20210111\\_2597719.html](http://gi.mnr.gov.cn/202101/t20210111_2597719.html), 2021-1-11.
- [5] 黄敬军. 论绿色矿山的建设[J]. *金属矿山*, 2009(4):7-10.
- HUANG J J. On the construction of green mines[J]. *Metal Mine*, 2009(4):7-10.
- [6] 宋学峰, 温斌. 绿色矿山建设水平量化评价研究[J]. *中国矿业*, 2014, 23(4):54-56+61.
- SONG X F, WEN B. Research into the quantitative evaluation of the green mine construction[J]. *China Mining Magazine*, 2014, 23(4):54-56+61.
- [7] 黄敬军, 倪嘉曾, 赵永忠, 等. 绿色矿山创建标准及考评指标研究[J]. *中国矿业*, 2008(7):36-39.
- HUANG J J, NI J Z, ZHAO Y Z, et al. Study on green mine construction standard and its check and evaluation index[J]. *China Mining Magazine*, 2008(7):36-39.
- [8] 鞠建华, 强海洋. 中国矿业绿色发展的趋势和方向[J]. *中国矿业*, 2017, 26(2):7-12.
- JU J H, QIANG H Y. The trend and direction of green development of the mining industry in China[J]. *China Mining Magazine*, 2017, 26(2):7-12.
- [9] 徐晓春, 陈友存, 陈天虎. 论矿产资源保护、开发利用与可持续发展[J]. *合肥工业大学学报(社会科学版)*, 2000(2):41-45.
- XU X C, CHEN Y C, CHEN T H. On the protection, development and utilization of mineral resources and sustainable development[J]. *Journal of Hefei University of Technology(Social Sciences)*, 2000(2):41-45.
- [10] 佚名. 里约环境与发展宣言[J]. *环境保护*, 1992(8):2-3.
- Anon. Rio Declaration on environment and development[J]. *Environmental Protection*, 1992(8):2-3.
- [11] 佚名. 2019 中国国际矿业大会在天津召开[J]. *中国矿业*, 2019, 28(S2):520.
- Anon. 2019 China international mining conference held in Tianjin[J]. *China Mining Magazine*, 2019, 28(S2):520.
- [12] 国土资源部. 关于发布实施《全国矿产资源规划(2008-2015年)》的通知[EB/OL]. [http://www.mnr.gov.cn/gk/tzgg/200901/t20090107\\_1989950.html](http://www.mnr.gov.cn/gk/tzgg/200901/t20090107_1989950.html), 2008-12-31.
- Ministry of Land and Resources. Notice on the issuance and implementation of the "National Mineral Resources Plan (2008-2015)"[EB/OL]. [http://www.mnr.gov.cn/gk/tzgg/200901/t20090107\\_1989950.html](http://www.mnr.gov.cn/gk/tzgg/200901/t20090107_1989950.html), 2008-12-31.
- [13] 国土资源部. 关于贯彻落实全国矿产资源规划发展绿色矿业建设绿色矿山工作的指导意见[EB/OL]. [http://f.mnr.gov.cn/201702/t20170206\\_1436376.html](http://f.mnr.gov.cn/201702/t20170206_1436376.html), 2010-08-23.
- Ministry of Land and Resources. Guiding opinions on the implementation of the national mineral resources planning, development of green mining and construction of green mines[EB/OL]. [http://f.mnr.gov.cn/201702/t20170206\\_1436376.html](http://f.mnr.gov.cn/201702/t20170206_1436376.html), 2010-08-23.
- [14] 国土资源部, 财政部, 环境保护部, 等. 关于加快建设绿色矿山的实施意见[EB/OL]. [http://g.mnr.gov.cn/201705/t20170510\\_1507255.html](http://g.mnr.gov.cn/201705/t20170510_1507255.html), 2017-3-22.
- Ministry of Land and Resources, Ministry of Finance, Ministry of Environmental Protection, et al. Implementation opinions on accelerating the construction of green mines[EB/OL]. [http://g.mnr.gov.cn/201705/t20170510\\_1507255.html](http://g.mnr.gov.cn/201705/t20170510_1507255.html), 2017-3-22.
- [15] 自然资源部. 关于发布《非金属矿行业绿色矿山建设规范》等9项行业标准的公告[EB/OL]. [http://gi.mnr.gov.cn/201806/t20180628\\_1962186.html](http://gi.mnr.gov.cn/201806/t20180628_1962186.html), 2018-6-22.
- Ministry of Natural Resources. Announcement on the issuance of 9 industry standards including the "Non-metallic mine industry green mine construction specification"[EB/OL]. [http://gi.mnr.gov.cn/201806/t20180628\\_1962186.html](http://gi.mnr.gov.cn/201806/t20180628_1962186.html), 2018-6-22.
- [16] 罗德江, 吴昊, 何苏, 等. 基于犹豫模糊 TOPSIS 的绿色矿山多属性评价方法[J]. *矿产综合利用*, 2021(4):41-49.
- LUO D J, WU H, HE S, et al. Multiattribute evaluation method for green mines based on hesitant fuzzy TOPSIS[J]. *Multipurpose Utilization of Mineral Resources*, 2021(4):41-49.
- [17] 张中欣. 中小型矿山企业绿色矿山建设存在问题及建议[J]. *矿业工程*, 2021, 19(1):66-68.
- ZHANG Z X. Problems existed and proposals to the green mine construction of small and medium-sized mine enterprises[J]. *Mining Engineering*, 2021, 19(1):66-68.
- [18] 国家发展和改革委员会. 中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要[EB/OL]. [https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/ghwb/202103/t20210323\\_1270124.html](https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/ghwb/202103/t20210323_1270124.html), 2021-3-23.
- National Development and Reform Commission. The Fourteenth Five-Year Plan for the national economic and social development of the People's Republic of China and the Outline of the long-term goals for 2035[EB/OL]. [https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/ghwb/202103/t20210323\\_1270124.html](https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/ghwb/202103/t20210323_1270124.html), 2021-3-23.

## Analysis and Suggestions on Imbalance of Development of Green Mines

Ding Guofeng, Lv Zhenfu, Cao Jincheng

(Zhengzhou Institute of Multipurpose Utilization of Mineral Resources, CAGS, Key Laboratory of Evaluation and Multipurpose Utilization of Polymetallic Ores of Ministry of Natural Resources, Key Laboratory for Polymetallic Ores Evaluation and Utilization, MNR, Zhengzhou, Henan, China)

**Abstract:** This is an essay in the field of mining engineering. Green mines construction is an important means to promote the green transformation and upgrading of my country's mining industry, and it is also one of the main activities in the practice of ecological civilization in the field of my country's mineral resources. Through combing and analyzing the development history of green mines, the development history of green mine construction in my country is divided into three stages: ideological germination, exploration and development, and full implementation. Economic, social and ecological benefits, etc. The construction effectiveness of the four aspects, focusing on the analysis of the scientific concept and one-sided understanding of the green mine system in the construction of green mines in my country, the existing construction pattern and the characteristics of mineral resources endowment, the demand for the construction of ecological civilization and the mine Create the imbalance between the power and standard system, the evaluation mechanism and the national conditions of mineral resources. Finally, in terms of green mine theory, top-level design, standard system, normalized supervision and management, etc., countermeasures and suggestions for my country's green mine construction are put forward in order to provide a reference for the high-quality development of my country's green mine construction.

**Keywords:** Mining engineering; Green mines; Green mining; Green development; Ecological civilization; Imbalance

////////////////////////////////////  
(上接第 159 页)

## Flotation Technology Test of Refractory Copper Ore in Xinjiang

Dou Yuandong<sup>1</sup>, Wu Kai<sup>1</sup>, Wang Tao<sup>2</sup>, Tang Junjie<sup>3</sup>

(1.Department of Environmental and Materials Engineering Yantai gold College, Yantai, Shandong, China; 2.Laizhou Ruihai Mining Co., Ltd, Yantai, Shandong, China; 3.Hexi Gold Mine in Zhaoyuan City, Yantai, Shandong, China)

**Abstract:** This is an essay in the field of mineral processing. Copper ore in Xinjiang was refractory oxidized copper ore, of which the mineral composition was complex. In the ore copper sulfide accounts for 35.97% of the total copper, free copper oxide and combined copper oxide account for 64.03%. There were many gangue minerals, the intercalation of useful minerals and gangue minerals was complex. The technical conditions of mineral processing were studied by the principle flow of flotation copper sulfide minerals and then copper oxide minerals. According to the properties of the ore, a flotation condition test was carried out to obtain the best process parameters. And the optimum process parameters that grinding fineness -0.074 mm accounted for 65%, the amount of lime was 2500 g/t, the amount of collector Z-200 was 100 g/t, the amount of sodium sulfide was 1750 g/t, the amount of ammonium sulfate was 550 g/t, the amount of sodium amyl xanthate was 160 g/t were obtained. When the grinding fineness was -74 μm 65% and the best pharmaceutical system was adopted, two kinds of copper sulfide concentrate and copper oxide concentrate can be obtained by closed circuit process. The Mixed copper concentrate with copper grade of 25.59%, silver grade of 507.27 g/t, and copper recovery ratio of 73.07%, silver recovery ratio of 70.27% was obtained. The efficient utilization of copper oxide resources was provided by this study.

**Keywords:** Mineral processing; Copper oxide; Copper sulfide; Sulfur before oxygen; Sulfide flotation