

生态区绿色勘查评价方法及评价标准探讨

巩 鑫^{1,2}, 赵元艺³, 高知睿⁴, 刘春花³

(1.中国地质大学(北京)地球科学与资源学院,北京 100083;

2.贵州有色金属和核工业地质勘查局地质矿产勘查院,贵州 贵阳 550005;

3.中国地质科学院矿产资源研究所,北京 100037; 4.中国地质调查局天津地质调查中心,天津 300170)

摘要:绿色勘查为绿色发展在地质工作中的具体体现,我国在实施绿色勘查方面起步较晚,至今国家层面仍未出台统一的评价方法与评价标准,从而制约着对绿色勘查的认识及理解。通过查阅国家及地方关于地质勘查指导原则及规范标准,总结国内自实施绿色勘查以来取得的成就,分析国外矿业大国在不同生态区实行的地质勘查政策及评价标准。最终,结合我国地质勘查问题及现状、区域矿产资源分布与经济状况,提出不同生态区绿色勘查评价方法及准则。对地质勘查造成的影响进行量化,提出勘查工作在生态保护区、脆弱区、一般区分别达到 95 分、90 分、85 分以上者可称达到绿色勘查标准。并建议我国适当改变生态保护区、脆弱区地质工作政策,使环境保护与资源勘查、经济发展相协调。

关键词:绿色勘查;评价方法;评价标准;环境保护;生态区

中图分类号:P634 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2019)03-0086-07

Evaluation method and evaluation standard of green exploration in ecological area

GONG Xin^{1,2}, ZHAO Yuanyi³, GAO Zhirui⁴, LIU Chunhua³

(1.School of Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China;

2.Geological and Mineral Exploration Institute, Guizhou Bureau of Geological Exploration for Non-ferrous Metals and Nuclear Industry, Guiyang Guizhou 550005, China;

3.Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China;

4.Tianjin Center, China Geological Survey, Tianjin 300170, China)

Abstract: Green exploration is the concrete embodiment of green development in geological work. China began green exploration relatively late. Up to now, there has not been a unified evaluation method and standard yet at the national level, which restricts the understanding of green exploration. With review of the national and local guiding principles and standards for geological exploration, the advances are summarized since the implementation of green exploration in China, and analysis is made of the policies and evaluation standards for geological exploration implemented in different ecological zones by major mining countries abroad. Finally, in view of geological exploration problems and current situation, regional distribution of mineral resources and economic situation in China, green exploration evaluation methods and criteria are proposed for different ecological zones. The impact of geological exploration is quantified, and it is recommended that exploration work should reach 95 points, 90 points and 85 points respectively in ecological conservancy areas, fragile areas and general areas to meet the green exploration criteria. It is proposed that China should change the geological exploration policies for ecological conservancy areas and fragile areas, so as to keep ecological environmental protection in pace with resource

收稿日期:2018-11-26; 修回日期:2019-01-23 DOI:10.12143/j.tkgc.2019.03.016

基金项目:中国地质科学院基本科研业务费项目“绿色矿山建设技术装备目录及绿色勘查要求研究”(编号:YK1710-0)资助

作者简介:巩鑫,男,汉族,1992年生,中国地质大学(北京)硕士研究生在读,工程师,从事矿床学与矿床地球化学研究工作,北京市海淀区学院路29号,1099021922@qq.com。

通信作者:赵元艺,男,汉族,1966年生,研究员,博士,从事矿床学、地球化学研究工作,北京市西城区百万庄大街26号,yuanyizhao2@sina.com。

引用格式:巩鑫,赵元艺,高知睿,等.生态区绿色勘查评价方法及评价标准探讨[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2019,46(3):86-92.

GONG Xin, ZHAO Yuanyi, GAO Zhirui, et al. Evaluation method and evaluation standard of green exploration in ecological area [J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2019,46(3):86-92.

exploration and economic development.

Key words: green exploration; evaluation methods; evaluation standard; environmental protection; ecological area

0 引言

党的十九大报告提出将我国建设成为“富强、民主、文明、和谐、美丽”的现代化强国,如何处理好“金山银山”与“绿水青山”的关系,成为能否达到这一目标的关键因素。2017 年以来,甘肃、湖南、新疆等 15 个省(区)相继开展了生态保护区、脆弱区矿权清理工作。停止保护区、部分脆弱区内一切矿权勘查开发工作,一方面导致了我国地勘工作空间和范围严重压缩;另一方面也不利于资源丰富的贫困地区分享资源红利。

绿色勘查是一种先进的发展方式,正确运用绿色勘查理念指导找矿可以解决环境保护与地质勘查相冲突这一难题。绿色勘查是把保护生态环境放到地质勘查工作的首要位置,通过科学合理布局勘查工程,采用对环境影响小、可恢复的勘查技术手段,减少地质勘查对生态环境的影响,最终达到生态环境保护与矿山勘查开发、地方经济协同发展的目的^[1-2]。

1 绿色勘查的含义

绿色勘查指在地质勘查期间,以绿色发展理念为指导,以先进的、环保的技术工艺和勘查方法为基础,以及在勘查过程结束后,对生态环境造成的破坏进行恢复治理,最大限度地减少对生态环境造成的

破坏或扰动,达到“绿色”与“勘查”协同发展的勘查技术手段^[3-5]。绿色勘查是绿色发展在地质勘查领域的实践,是“创新、协调、绿色、开放、共享”五大发展理念的具体体现^[6]。

2 绿色勘查的现状

2.1 国外绿色勘查的现状

国外主要矿业国(如澳大利亚、加拿大等)环保意识较强,实行绿色勘查起步较早。1999 年,澳大利亚联邦政府颁布了《环境和生物多样性保护法》(EPBC),法规明确要求,对可能造成较大环境影响的投资项目必须在环境方面进行评估和审批。加拿大勘探开发者协会在 2003 年出台了《勘探工程卓越手册》,2004 年编写成新版本的 EES 手册,EES 手册为勘探者在地质勘查工程中提供了环境管理规范和要求。英国政府明确要求,在地质勘查完成后要对其进行标准化生态环境恢复^[7-10]。

多数国外矿业国允许矿企、地勘单位在获得矿权开发许可证后进入生态区(生态保护区、脆弱区及一般区),利用绿色勘查理念对生态保护区内的矿产资源进行勘查开发,同时提高矿企、地勘单位进入门槛,加大政府、居民监督力度,最终实现生态保护与矿山勘查开发、地方经济协同发展^[11-16](表 1)。

表 1 国内外生态区矿山勘查要求对比

Table 1 Comparison of mine exploration requirements in ecological area at domestic and abroad

国 家	生态保护区	生态脆弱区	生态一般区
中国	禁止一切矿企、地勘单位进行矿山勘查	允许适度矿山勘查,目前西部多数矿权被清退	允许矿山勘查
澳大利亚、加拿大、智利、南非、瑞典、冰岛、格陵兰、挪威、芬兰、俄罗斯	允许达到标准的矿企、地勘单位在获得矿业许可证后进入生态保护区、脆弱区、一般区进行矿山绿色勘查		

注 1:澳大利亚在保护区的核心区不允许进行矿山开发,但允许进行勘查工作。

2.2 国内绿色勘查的现状

我国《自然保护区条例》规定,生态环保区内禁止一切矿山勘查工作(表 1),生态脆弱区允许适度进行勘查工作。据统计目前我国 10%的重点成矿带位于已划定的生态保护区内,35%的重点成矿带位于生态脆弱区内。随着保护区、脆弱区数量、面积不断增多加大,地质行业的“倒逼”压力愈来愈重。旧式的地质勘查方式已不适合生态文明建设的要

求,新式的地质勘查方式即绿色勘查应运而生^[17-18]。

我国绿色勘查尚处于起步阶段,2016 年,青海省地勘局率先在青南多彩整装区实施绿色勘查,把地质勘查与生态保护、居民利益、社会和谐等因素有机结合,创造了“多彩模式”的勘查方法^[19];贵州西能集团启动了绿色勘查示范项目建设,组织了 5 家地质勘查单位 7 个地质勘查项目作为绿色勘查示范项目,取得了一定成效;甘肃省地矿局通过配备一批

航空测量、物探及遥感高新设备,试图开展物探、化探无损方法研究^[8];中国地质调查局探矿工艺研究所加强绿色勘查新技术、新方法的研究,“一基多孔、一孔多支”新技术在若尔盖铀矿区成功利用,形成了一套生态脆弱区绿色钻探技术体系^[20-22]。2016年5月10日我国发布了绿色勘查行动宣言,倡议地勘行业大力推进绿色勘查,为实现资源开发利用和生态环境保护协调发展作出更大的贡献。

绿色勘查的实施已初见成效,但绿色勘查理念未完全被地质工作者领悟,绿色勘查技术、方法尚未成熟,在判断现行的“绿色勘查”是否为真正的绿色勘查上缺少一套能够普遍适用并行之有效的评价方法及标准。

3 绿色勘查评价方法及影响因素

结合绿色勘查行为指南及我国不同生态区特征,提出绿色勘查评价指标,建立绿色勘查指标量化表,最终总结出不同生态区绿色勘查评价方法,并分析其影响因素。

3.1 我国生态区划分及特征

我国将生态区分为保护区、脆弱区及一般区。分析我国区域成矿带、区域经济发展状况具有以下特征^[23-25]:保护区分布于我国大陆各个地区,分布零散,总面积较大;脆弱区主要分布于我国西北干旱一半干旱、青藏高原及西南地区,大部分位于胡焕庸线以西,总面积大,人口稀少,成矿带密集,潜在资源丰富,经济相对落后,多数成矿带中地质勘查工作即将面临被清退;一般区主要分布于我国东部湿润一半湿润地区,大部分位于胡焕庸线以东,人口密集,成矿带相对稀疏,人均资源相对匮乏,经济较发达。

3.2 绿色勘查评价方法

通过分析总结勘查工作对生态环境、社会的影响,提出绿色勘查评价指标,结合生态区的环境背景,提出生态保护区、脆弱区、一般区的绿色勘查评价方法^[26-32]。将绿色勘查评价指标分自然环境、工程扰动、社会影响3大指标,16项具体指标(表2),并将每项指标予以具体分值来对绿色勘查的评定过程进行量化(若某地区未涉及到某项具体指标,则按满分计算)。在此提出地质勘查工作在生态保护区、脆弱区、一般区分别达到95分、90分、85分以上者可称为绿色勘查,认为达到了生态环境保护与资源勘查、经济发展相协调的目的。

3.3 评价指标影响因素

3.3.1 自然生态环境指标

(1)植被破坏率:指营地建设、工程施工、临时道路修建等开挖地表破坏的生态植被面积与矿区面积的比率,提出以下公式:

$$V = \frac{S_{\text{营房}} + S_{\text{工程}} + S_{\text{道路}}}{S_{\text{矿区}}} \quad (1)$$

其中:采用 $S_{\text{矿区}} = 2S_{\text{勘查}}$;在绿色勘查中 $S_{\text{营房}}$ 应采用“架空式”,对植被破坏可忽略不计; $S_{\text{工程}} = S_{\text{钻探}} + S_{\text{槽探}} + S_{\text{嗣探}}$, $S_{\text{嗣探}}$ 在勘查工作中采用较少且主要以尾矿对地表破坏,故在工程扰动指标中考虑。

按地质勘探阶段(对自然生态环境影响最大,下同)考虑,钻孔工程布局以网格状为例,钻孔平面间距以 $50\text{ m} \times 50\text{ m}$,钻孔平台面积 $4\text{ m} \times 4\text{ m}$ (模块式钻机占地面积),槽探面积不大于钻孔平台面积即 $4\text{ m} \times 4\text{ m}$,道路修建面积以 $50\text{ m} \times 0.5\text{ m}$ 为例,则带入公式(1)中得:

$$V = \frac{0 + (4 \times 4 + 4 \times 4) + 50 \times 0.5}{2 \times 50 \times 50} \times 100\% = 2\%$$

故将植被破坏率以2%、4%为界划分为3个等级,对其进行量化。

(2)土壤污染率:指勘查工作者生活、机台工作活动等产生的生活、生产垃圾所引起的土壤污染面积与矿区面积的比率。地质勘查中土壤污染多来自钻机机台对土壤的污染,提出土壤污染率不得大于钻机平台面积的50%,即根据公式(1)得:

$$V = \frac{4 \times 4}{2 \times 50 \times 50} \times 100\% \times 50\% \approx 0.2\%$$

故将土壤污染率以0.2%、0.4%为界划分为3个等级,对其进行量化。

(3)土壤硬化率:指由营地建设及人为活动、机台施工、临时道路运输施工材料所引起的土质硬化面积与矿区面积的比率。地质勘查过程中引起的土壤硬化主要来源为机台硬化及临时道路硬化,提出土壤硬化率不得大于钻机平台及临时道路面积的50%,即根据公式(1)得:

$$V = \frac{4 \times 4 + 50 \times 0.5}{2 \times 50 \times 50} \times 100\% \times 50\% \approx 0.5\%$$

故将土壤硬化率以0.5%、1%为界划分为3个等级,对其进行量化。

(4)水环境影响程度:指由工程施工、勘查工作者生活产生的垃圾引起勘查区内河流、湖泊的污染

表 2 绿色勘查评价指标量化表
Table 2 Quantitative index of green exploration evaluation

指标名称及分值	量 化 指 标			核心区 ≥95	脆弱区 ≥90	一般区 ≥85	
	级别及分值(分)						
自然 生态 环境 指标 (42)	植被破坏率(6)	≤2% (6)	(2~4)% (5~4)	≥4% (3~0)			
	土壤污染率(6)	≤0.2% (6)	(0.2~0.4)% (5~4)	≥0.4% (3~0)			
	土壤硬化率(6)	≤0.5% (6)	(0.5~1)% (5~4)	≥1% (3~0)			
	水环境影响程度(6)	无 (6)	轻微 (5~4)	严重 (3~0)	≥40	≥38	≥36
	自然景观破坏(6)	无 (6)	存在 (0)				
	珍贵物种的破坏(6)	无 (6)	存在 (0)				
	垃圾处理率(6)	完全按要求处理 (6)	存在少许未处理垃圾 (5~4)	剩余垃圾对环境仍存在危害 (3~0)			
	工程施工对生态破坏恢复率(8)	≥95% (8~7)	(95~85)% (6~4)	≤85% (3~0)			
	地形地貌破坏恢复率(6)	≥90% (6)	(90~75)% (5~4)	≤75% (3~0)			
	临时道路恢复率(6)	≥90% (6)	(90~75)% (5~4)	≤75% (3~0)	≥30	≥28	≥26
工程 扰动 指标 (32)	尾矿及废石处理率(6)	≥95% (6)	(95~85)% (5~4)	≤85% (3~0)			
	地质次生灾害(6)	无 (6)	微型且不存在发生灾害潜力 (5~4)	存在发生灾害潜力 (0)			
	与 居	冲突事件发生次数(6)	0 (6)	1 (5)	≥2 (0)		
	社会 影响 指标 和谐 度 (26)	对项目施工结果的满意度(6)	≥95% (6)	(95~80)% (5~4)	≤80% (3~0)	≥25	≥24
居民对施工噪声、废气、 粉尘处理的满意度(6)		≥90% (6)	(90~75)% (5~4)	≤75% (3~0)			
项目对当地经济、交通的影 响(8)		利好作用 (8~7)	较利好作用 (6~4)	负面作用 (0)			

情况。对水体环境造成影响的因素主要由钻孔施工过程中泥浆的无规则排放,根据对水体的污染程度划分等级,进行量化。

(5)自然景观的破坏:指在地质勘查过程中,因工程施工、修建临时道路对勘查区已有的自然景观造成了破坏,使其失去了观赏价值。因自然景观破坏具难恢复性,故此指标实行一票否决制,存此种行为即未达到绿色勘查标准。

(6)珍贵物种的破坏:是指因勘查施工对勘查区内珍贵的植物、动物及动物栖息地造成破坏,甚者引起物种死亡及灭绝。珍贵物种的破坏具有不可逆性,故此指标实行一票否决制,存此种行为即未达到绿色勘查标准。

(7)垃圾处理率:指勘查工作结束后,对产生的生活、生产垃圾(废水、废泥浆材料及废油污)按标准处理的状况,根据处理情况划分等级,对其进行量化。

3.3.2 工程扰动指标

(1)工程施工对生态破坏恢复率:在勘查工程施工完成后,应及时对破坏的生态环境进行恢复,必要时进行人工增植、播散草籽等。项目验收时按生态环境恢复率进行划分等级,对其进行量化。

(2)地形地貌破坏恢复率:指机台平场、开挖槽探等勘查工程对勘查区地形地貌造成的破坏,在勘查工程结束后使其恢复的程度。该项指标中尤其槽探施工,对地形地貌破坏程度最大,故槽探施工完成

后要及时将土回填。项目验收时根据原始地形地貌恢复率划分等级,对其进行量化。

(3)临时道路恢复率:在矿区因搬运施工机器、施工材料、生活用品而临时修建道路,对其生态植被、土壤硬度及地形地貌会造成一定的影响,项目验收时根据临时道路恢复率划分等级,对其进行量化。

(4)尾矿及废石处理率:硐探施工过程中所开采的尾矿及废石应尽量用于充填采空区,无法用于充填的尾矿及废石应进行合理处理,避免引发地质次生灾害。项目验收时根据尾矿及废石的处理率划分等级,对其进行量化。

(5)地质次生灾害:机台及临时道路开挖、探槽施工和废石堆积等引起的滑坡、崩塌、泥石流、塌陷等地质次生灾害,项目验收时根据是否存在发生灾害的潜力及评估所带来的危害划分等级,对其进行量化。

3.3.3 社会影响指标

3.3.3.1 项目与居民的和谐度

(1)冲突事件发生次数:在勘查工作中因某种原因与当地居民发生冲突事件,根据事件次数划分等级,对其进行量化。一般认为冲突次数大于2次时,直接定级为未达到绿色勘查标准。

(2)对项目施工结果的满意度:通过调查统计当地政府、当地居民对项目施工结果的满意度,根据满意度划分等级,对其进行量化。

(3)居民对施工噪声、废气、粉尘处理的满意度:项目施工期间会对当地居民带来影响,通过调查在项目施工期间,居民对施工噪声、废气、粉尘处理的满意度,根据满意度划分等级,对其进行量化。

3.3.3.2 项目对当地经济、交通的影响

勘查项目结束后,评估此次勘查工作对当地经济、交通状况带来的作用,根据带来的作用划分等级。一般认为若勘查工作给当地经济、交通带来负面作用,直接定级为未达到绿色勘查标准。

4 建议

基于我国目前绿色勘查、经济现状及国家对保护区、脆弱区实行的政策,本文提出以下建议和策略。

(1)绿色勘查是当今形势下进行地质勘查的唯一路径,应将绿色勘查纳入地质勘查立项、设计、施

工和验收中,主动调整工作布局、工作方法及工作顺序,把对生态环境的影响降至最低点。

(2)加快建立和完善国家层面的绿色勘查相关规范和评价标准,同时加强绿色勘查理念宣传,使绿色勘查在全国范围内得到顺利推广和应用。

(3)增加科技创新投入,加大绿色勘查新技术、新设备、新工艺的研究,使从技术、方法层面减少对环境的扰动。

(4)适当开放生态保护区(试验区、缓冲区)、生态脆弱区的地质勘查开发。提高矿企、地勘单位进入门槛,在获得环保资质、许可证条件,具有科学合理的生态保护、恢复治理方案及土地复垦方案的情况下,允许矿企、地勘单位进入进行矿山勘查开发活动。

(5)允许进入保护区、生态脆弱区的矿企、地勘单位必须缴纳环境保证金,占总项目经费一定比例,在项目结束后,按照绿色勘查评价指标进行评价、验收,验收达到绿色勘查标准即可返退环境保证金;对于达不到绿色勘查要求的,则动用环境保证金恢复生态。

(6)生态保护区、脆弱区施行“二不许”制度。即对区域地质环境影响严重且难以恢复的勘查开发不允许,绿色勘查不达标的勘查不允许。

5 结论

(1)实施绿色勘查是地质勘查领域贯彻落实中央生态文明战略的重要举措,是地质勘查行业持续健康发展的迫切要求,是实现保护生态环境和保障资源供给“双赢”的唯一途径。

(2)根据绿色勘查评价方法及量化指标,地质勘查工作影响指标在生态保护区、脆弱区、一般区赋值分别达到95分、90分、85分以上者可称为绿色勘查,认为达到了生态环境保护与资源勘查、经济发展相协调的目的。

(3)适当改变环境保护区(试验区、缓冲区)、生态脆弱区的地质勘查政策,使部分达到标准和要求的矿企、地勘单位可进行矿权的勘查开发。运用绿色勘查方法,寻找、开发矿产资源,达到生态环境保护、资源勘查开发、地方经济协同发展,在保证生态环境不遭受破坏的前提下,又可使资源丰富的贫困地区享受到资源勘查开发带来的红利。

参考文献(References):

- [1] 付英,黄贤营,傅连珍,等.我国地质勘查行业发展现状与走向[J].中国国土资源经济,2016,29(11):11-14.
FU Ying, HUANG Xianying, FU Lianzhen, et al. Status and trend in development of geological exploration industry China [J]. Natural Resource Economics of China, 2016,29(11):11-14.
- [2] 赵元艺,李小赛,乔东海,等.西藏多龙矿集区绿色勘查与绿色矿山建议[J].地质论评,2016,62(S1):287-288.
ZHAO Yuanyi, LI Xiaosai, QIAO Donghai, et al. Suggestions of green exploration and green mining of Duolong Ore Concentration Area, Xizang(Tibet)[J]. Geological Review, 2016,62(S1):287-288.
- [3] 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 Jianhua, QIANG Haiyang. The trend and direction of green development of the mining industry in China[J]. China Mining Magazine, 2017,26(2):7-12.
- [4] 杨俊鹏,戴华阳,张建伟.新常态下我国绿色矿山建设面临的问题与解决办法[J].中国矿业,2017,26(1):67-71.
YANG Junpeng, DAI Huayang, ZHANG Jianwei. The problems and solution of the construction of green mine in the new normal[J]. China Mining Magazine, 2017, 26(1):67-71.
- [5] 王英超.新常态下我国绿色勘查的发展探讨[J].地质论评,2016,62(S2):281-282.
WANG Yingchao. Discussion on the development of green exploration in our country under the new normal state[J]. Geological Review, 2016,62(S2):281-282.
- [6] 张新虎,刘建宏,黄万堂,等.绿色勘查理念:认知、探索与实践[J].甘肃地质,2017,26(1):1-7.
ZHANG Xinhui, LIU Jianhong, HUANG Wantang, et al. Green exploration: cognition, explore and practice[J]. Gansu Geology, 2017,26(1):1-7.
- [7] 郑娟尔,余振国,冯春涛.澳大利亚矿产资源开发的环境代价及矿山环境管理制度研究[J].中国矿业,2010,19(11):66-69,84.
ZHENG Juaner, YU Zhenguo, FENG Chuntao. Environment cost caused by mineral resource exploitation and environment management system of Australia[J]. China Mining Magazine, 2010,19(11):66-69,84.
- [8] Alexander W. Conservation and access to land for mining in protected areas: the conflict over mining in South Australia's Arkaroola Wilderness Sanctuary[J]. Journal of Environmental Law, 2014,26(2):291-317.
- [9] Monowar M, Nurlan O. Green governance and sustainability reporting in Kazak-hstan's oil, gas, and mining sector: evidence from a former USSR emerging economy[J]. Journal of Cleaner Production, 2017,164(10):389-397.
- [10] David R I, Pooe, Khomotso, et al. Exploring the challenges associated with the greening of supply chains in the South African manganese and phosphate mining industry: original research[J]. Journal of Transport and Supply Chain Management, 2014,8(1):1-9.
- [11] Samuel T K, Wilson, Hongtao, et al. The mining sector of Liberia; current practices and environmental challenges[J]. Environmental Science and Pollution Research, 2017, 24(23): 18711-18720.
- [12] Paul M, Kelvin M. Environmental injustice and post-colonial environmentalism: opencast coal mining, landscape and place [J]. Environment and Planning A, 2017,49(1):29-46.
- [13] Ellis J I, Clark M R, Rouse H L, et al. Environmental management frameworks for offshore mining: the New Zealand approach[J]. Marine Policy, 2017,84(17):178-192.
- [14] Juan O. Some criteria for evaluation of resources in a system of protected areas in Chile[J]. Environmental Conservation, 2015,12(2):173-175.
- [15] Anne M H, Frank V, Peter C, et al. Managing the social impacts of the rapidly-expanding extractive industries in greenland[J]. The Extractive Industries and Society, 2016,3(1): 25-33.
- [16] Garcia, Leticia, Couto, et al. Brazil's worst mining disaster: corporations must be compelled to pay the actual environmental costs[J]. Ecological Applications, 2017,27(1):5-9.
- [17] 曹献珍.国外绿色矿业建设对我国的借鉴意义[J].矿产环保与利用,2011,5(6):19-23.
CAO Xianzhen. Construction of green mining in foreign countries and reference mean to our country[J]. Conservation and Utilization of Mineral Resources, 2011,5(6):19-23.
- [18] 赵彦璞.新常态下内蒙古矿产资源勘查开发思路[J].中国矿业,2016,25(7):28-31.
ZHAO Yanpu. The idea of mineral resources exploration and development in Inner Mongolia under the new normal condition[J]. China Mining Magazine, 2016,25(7):28-31.
- [19] 陈伯辉,高元宏,李玉胜,等.青海省绿色地勘技术及标准探讨[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2016,43(10):131-134.
CHEN Baihui, GAO Yuanhong, LI Yusheng, et al. Discussion on the green geological prospecting technique of Qinghai Province and the standard[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2016,43(10):131-134.
- [20] 吴金生,李子章,李政昭,等.绿色勘查中减少探矿工程对环境影响的技术方法[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2016,43(10):112-116.
WU Jinsheng, LI Zizhang, LI Zhengzhao, et al. Technological methods of reducing impact on environment by exploration in green exploration[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2016,43(10):112-116.
- [21] 刘海声,穆元红,刘鹏,等.绿色勘查技术在青海格尔木铜金山矿区钻探施工的应用分析[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2017,44(3):27-30.
LIU Haisheng, MU Yuanhong, LIU Peng, et al. Application analysis on green exploration technology in drilling construction in Tongjinshan Mining Area of Qinghai Province[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2017,44(3):27-30.
- [22] 贾占宏,高元宏,梁俭,等.绿色地质勘查综合技术应用分析[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2017,44(4):1-4.
JIA Zhanhong, GAO Yuanhong, LIAN Jian, et al. Application and analysis on comprehensive technology of green geological prospecting[J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2017,44(4):1-4.

- [23] 刘军会,邹长新,高吉喜,等.中国生态环境脆弱区范围界定[J].生物多样性,2015,23(6):725-732.
LIU Junhui, ZOU Changxin, GAO Jixi, et al. Location determination of ecologically vulnerable regions in China[J]. Biodiversity Science, 2015,23(6):725-732.
- [24] 肖克炎,邢树文,丁建华,等.全国重要固体矿产重点成矿区带划分与资源潜力特征[J].地质学报,2016,90(7):1269-1280.
XIAO Keyan, XING Shuwen, DING Jianhua, et al. Division of major mineralization belts of China's key solid mineral resources and their mineral resource potential[J]. Acta Geologica Sinica, 2016,90(7):1269-1280.
- [25] 朱裕生,王全明,张晓华,等.中国成矿区带划分及有关问题[J].地质与勘探,1999,35(4):1-4.
ZHU Yusheng, WANG Quanming, ZHANG Xiaohua, et al. Some problems on division of metallogenic belts in China[J]. Geology and Prospecting, 1999,35(4):1-4.
- [26] 王旭,周爱国,甘义群,等.青藏高原矿产资源开发与地质环境保护协调发展的对策讨论[J].干旱区资源环境,2010,24(2):69-73.
WANG Xu, ZHOU Aiguo, GAN Yiqun, et al. Study on the harmonize development of mineral resources exploration and the geo-environment protection countermeasures in Qinghai-Tibet[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2010,24(2):69-73.
- [27] 张文辉,申文金.关于绿色勘查标准化的思考[J].现代矿业,2017,9(9):8-11,17.
ZHANG Wenhui, SHEN Wenjin. Considerations of standardization of green exploration[J]. Modern Mining, 2017,9(9):8-11,17.
- [28] 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,2008,17(7):36-39.
HUANG Jingjun, NI Jiazeng, ZHAO Yongzhong, et al. Study on green mine construction standard and its check and evaluation index[J]. China Mining Magazine, 2008,17(7):36-39.
- [29] 闫志刚,刘玉朋,王雪丽.绿色矿山建设评价指标与方法研究[J].中国煤炭,2012,38(2):116-120.
YAN Zhigang, LIU Yupeng, WANG Xueli. Evaluation criterion and method of green mine[J]. China Coal, 2012,38(2):116-120.
- [30] 尹伯悦,赖明,谢飞鸿,等.借鉴国外绿色建筑评估体系来研究我国绿色矿山建筑标准的建立和实施[J].中国矿业,2006,15(6):29-32.
YIN Boyue, LAN Ming, XIE Feihong, et al. The research assessment system for green building of the over main and our country mining green building standard model and implementation[J]. China Mining Magazine, 2006,15(6):29-32.
- [31] 张德明,贾晓晴,乔繁盛,等.绿色矿山评价指标体系的初步探讨[J].再生资源与循环经济,2010,3(12):11-13.
ZHANG Deming, JIA Xiaoqing, QIAO Fansheng, et al. Study on the index evaluation systems of green mines[J]. Recyclable Resources and Circular Economy, 2010,3(12):11-13.
- [32] 徐友宁,袁汉春,何芳,等.矿山环境地质问题综合评价指标体系[J].地质通报,2003,22(10):829-832.
XU Youning, YUAN Hanchun, HE Fang, et al. Comprehensive evaluation index system of the environmental geological problems of mines[J]. Geological Bulletin of China, 2003,22(10):829-832.

(编辑 王建华)