

海外铜矿投资项目的一种综合评价方法探讨 ——以非洲为例

王 琨¹⁾, 陈其慎^{1)*}, 张艳飞¹⁾, 王 芳²⁾, 邢佳韵¹⁾, 郑国栋¹⁾,
龙 涛¹⁾, 张 涛³⁾, 崔博京²⁾

1)中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037; 2)中国地质大学(北京), 北京 100083;
3)中国地质调查局发展研究中心, 北京 100037

摘 要: 中资企业海外矿业投资面临公开资料少、距离远、工作程度低等问题, 很难客观评估项目好坏, 给海外投资带来巨大风险。本文以非洲铜矿项目为例, 提出了一种定性定量相结合的多因素综合评价方法, 针对不同矿床类型, 通过开展典型项目研究, 构建综合评价指标体系, 建立评价模型, 从资源禀赋、资源潜力、开发条件以及可获得性四个方面开展项目综合评价。在此基础上, 以非洲详查-勘探阶段和普查阶段铜矿项目为研究对象, 开展了项目快速评价示范。该方法能在数据资料有限的情况下, 实现铜矿项目战略投资快速评价与初选, 有利于提高海外矿业投资项目判别效率与投资成功率。

关键词: 非洲铜矿; 矿业项目优选; 综合评价

中图分类号: F426.1; F44 文献标志码: A doi: 10.3975/cagsb.2020.102002

A Discussion on a Comprehensive Evaluation Method for Overseas Copper Mine Investment Projects: A Case Study of Africa

WANG Kun¹⁾, CHEN Qi-shen^{1)*}, ZHANG Yan-fei¹⁾, WANG Fang²⁾, XING Jia-yun¹⁾,
ZHENG Guo-dong¹⁾, LONG Tao¹⁾, ZHANG Tao³⁾, CUI Bo-jing²⁾

1) *Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037;*

2) *China University of Geosciences(Beijing), Beijing 100083;*

3) *Development Research Center, China Geological Survey, Beijing 100037*

Abstract: When Chinese enterprises make overseas mining investment, they often face a series of problems, such as little public information, long distance and low degree of work. It is difficult to objectively evaluate the quality of projects, which brings huge risks to overseas investment. Taking African copper mine projects as an example, this paper proposes a qualitative and quantitative multi-factor comprehensive evaluation method. According to different deposit types, a comprehensive evaluation index system is constructed by carrying out typical project research. The evaluation model is established to carry out the comprehensive evaluation of the project in four aspects: resource endowment, resource potential, development conditions and accessibility. On such a basis, a demonstration project rapid evaluation was carried out for general survey stage and detailed survey as well as exploration stage of copper mine projects in Africa. This method can realize rapid evaluation and primary selection of strategic investment in copper mine projects with limited data, which is beneficial to improving the discrimination efficiency and investment success rate of overseas mining investment projects.

Key words: copper mine in Africa; mining project selection; comprehensive evaluation

本文由中国地质调查局地质调查项目(编号: DD20160103; DD20190674)和中国工程院重大咨询研究项目(编号: 2017-ZD-15-05-01)联合资助。

收稿日期: 2020-09-26; 改回日期: 2020-10-16; 网络首发日期: 2020-10-22。责任编辑: 闫立娟。

第一作者简介: 王琨, 女, 1985年生。高级工程师。从事数学地质、资源产业经济研究, 近年来重点探讨海外矿业项目优选与战略布局等相关问题。通讯地址: 100037, 北京市西城区百万庄大街26号。电话: 010-68999085。E-mail: wangkun@cags.ac.cn。

*通讯作者: 陈其慎, 男, 1979年生。博士, 研究员。主要从事矿产资源经济研究。通讯地址: 100037, 北京市西城区百万庄大街26号。电话: 010-68999085。E-mail: chenqishen@126.com。

铜作为工业化建设的重要原料,是支撑电力、通讯、建筑、交通运输、机械制造、国防军工等产业发展的战略性矿产资源(董延涛和段绍甫, 2016; 杨欣等, 2016; 李鹏远等, 2019; 韩见等, 2021)。中国是全球最大的铜消费国, 2019年中国精炼铜消费量为 1280 万 t, 占全球的 53.6%; 精炼铜产量 945 万 t, 占全球的 40%。未来 10 年, 中国铜需求量仍有可能持续攀升(陈其慎等, 2010, 2015a; 柳群义等, 2014; 王京等, 2015; 崔荣国等, 2015; 龙涛等, 2018; 文博杰等, 2019)。而我国铜资源贫乏, 产量增长缓慢, 国内铜原料供应远不能满足经济和社会发展的需要, 对外依存度高居不下(陈其慎等, 2015b, 2016)。

近年来, 为保障我国铜原料的稳定供应, 在“一带一路”倡议下, 国内矿业公司纷纷“走出去”进行铜矿项目投资(宋保昌, 2011; 刘明瑜和郑明贵, 2012; 郑明贵和龚婷, 2012; 杨长华和何笑辉, 2019)。然而在国内企业、地勘单位走出去的过程中, 由于海外项目信息不对称, 在国内没有充分了解项目资源情况、配套基础设施、当地政策等潜在风险, 盲目到海外投资, 最终失败而归的案例比比皆是(曾涛, 2009; 刘冰川和祁世兵, 2011; 杨长华和何笑辉, 2019)。如何在有限的资料条件下, 快速对

项目的优劣做出客观评价成为矿业公司海外投资面临的重要问题。

本文以普查、详查-勘探阶段的非洲铜矿项目为研究对象, 从资源禀赋、资源潜力、开发条件以及可获得性方面, 采用定性定量相结合的方式, 提出一种海外铜矿投资项目的综合评价方法, 为中资企业海外战略投资项目初选提供技术支撑, 有助于提高海外矿业投资成功率。

1 多因素综合评价方法

海外铜矿项目的多因素综合评价方法包括数据收集与整理、典型项目研究、评价模型构建、战略投资评价与结果分析五部分。通过典型项目研究, 建立非洲铜矿项目战略投资综合评价的指标体系, 采用定性定量相结合方式对项目的资源禀赋、资源潜力、开发条件进行综合评价, 结合项目的可获得性, 优选出具有可获得性的优质铜矿项目(图 1)。

2 综合评价指标体系构建

根据典型项目研究结果, 不同阶段的铜矿项目考虑的因素不同, 因此分别针对普查阶段、详查-勘探阶段设计不同的评价指标。

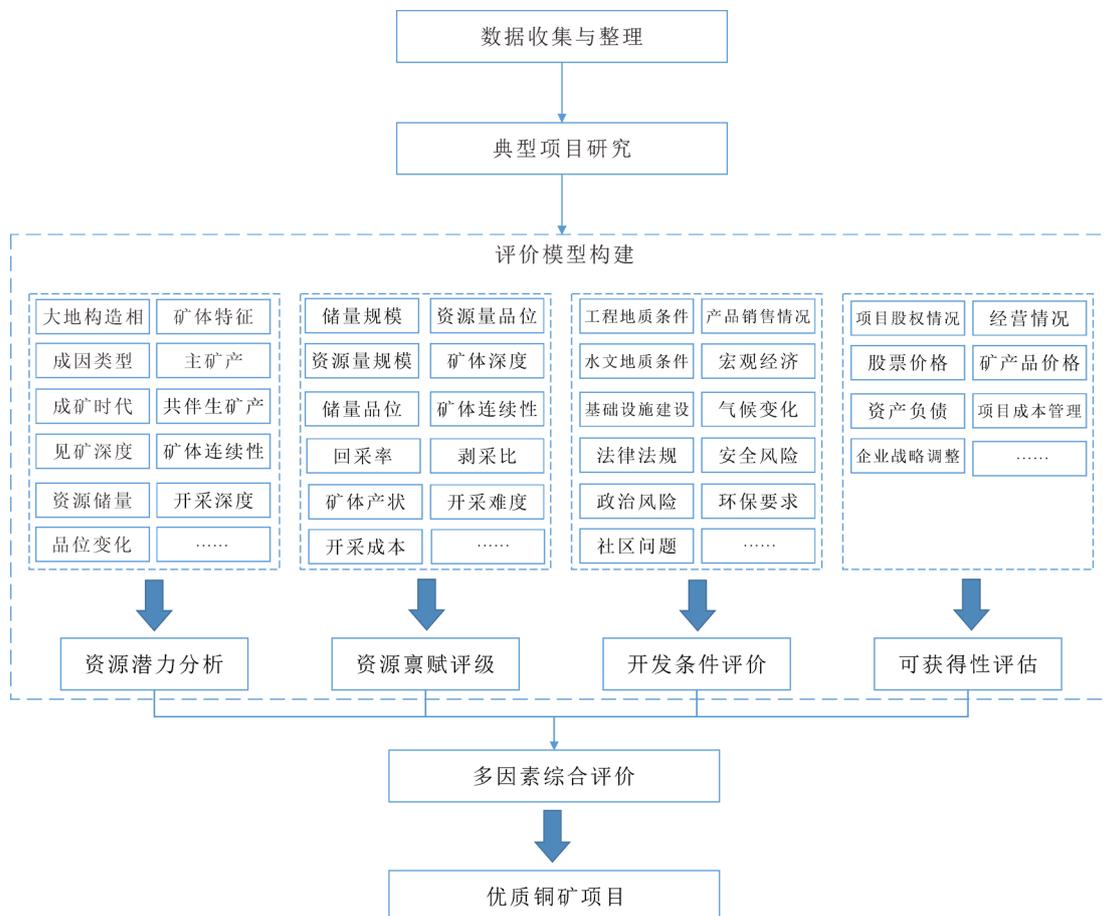


图 1 多因素综合评价方法技术框架

Fig. 1 The technical framework of multi-factor comprehensive evaluation method

2.1 资源禀赋评价指标

详查-勘探阶段的项目通常已完成资源量/储量估算工作,特别是已完成可行性研究的项目,可直接获得资源量、储量、品位、开采成本、设计服务年限等指标(表 1)。普查阶段的项目尚未开展资源量/储量估算工作,利用最新钻孔情况、物探异常、化探异常、矿化蚀变、共生矿产(是否含贵金属)等间接指标反映目标项目的资源禀赋情况(表 1)。

2.2 资源潜力分析指标

主要针对详查-勘探阶段的项目,从铜矿项目的成矿地质条件入手,综合分析项目的地质、地球物理、地球化学等方面的信息,分析铜矿项目的增储潜力。根据砂页岩型、斑岩型等不同的矿床类型

表 1 资源禀赋评价指标
Table 1 Resource endowment evaluation index

项目阶段	评价指标
详查-勘探阶段项目	资源储量
	品位
	共生矿产
	开采成本
	可选冶性
	设计服务年限
普查阶段项目	最新钻孔时间
	钻孔见矿深度
	钻孔见矿品位
	物探异常
	化探异常
	矿化蚀变
	共生矿产
	预测开采成本

表 2 资源潜力分析指标
Table 2 Resource potential analysis index

矿床类型	分析指标
层控型(砂页岩型、SEDEX 型、基性岩型)	构造环境
	成矿区带
	含矿建造
	断裂带
	物探异常
	化探异常
斑岩型、矽卡岩型	构造环境
	成矿区带
	侵入岩体
	深大断裂
	物探异常
	化探异常
IOCG 型	构造环境
	成矿区带
	岩浆岩
	深大断裂
	物探异常
	矿化蚀变

(夏斌等, 2003; 毛景文等, 2008; 覃锋等, 2010; 盖寿山等, 2015; 姚锦其等, 2015; 张学良等, 2016; 刘涛等, 2017; 贺耀文, 2018), 分别设计分析指标(表 2)。

2.3 开发条件评价指标

从开发方式、选冶、水文地质条件、电力、交通、营商环境等方面,综合评价铜矿项目开发条件的优劣,分别针对普查阶段和详查-勘探阶段项目设置评价指标(表 3),普查阶段项目主要采用类比法,根据周边矿山情况进行推断。

2.4 可获得性评价指标

主要考察所属公司的相关情况,包括公司经营情况、负债情况、所持矿业项目情况等方面(表 4)。

3 综合评价模型建设

根据开发阶段将非洲铜矿项目分为详查-勘探阶段项目和普查阶段项目两类分别建立综合评价模型(图 2)。

3.1 资源禀赋评价模型

详查-勘探阶段项目资源禀赋评价采用加权平均模型进行定量评价(图 3),为资源储量、品位、共

表 3 开发条件评价指标
Table 3 Development condition evaluation index

勘查阶段	评价指标
详查-勘探阶段项目	工程地质条件
	水文地质条件
	设计服务年限
	基础设施建设
	周边矿山销售情况
	政策环境
	经营环境
	安全风险
	环保要求
	周边矿山开发情况
普查阶段项目	基础设施情况
	周边矿山销售情况
	政策环境
	经营环境
	安全风险
	环保要求

表 4 可获得性评价指标
Table 4 Acquisition possibility index

评价内容	评价指标
可获得性	公司经营情况
	企业实力
	股票价格
	公司负债率
	所持矿业项目开发情况
	所持矿业项目盈利情况
	矿产品价格
	企业战略调整

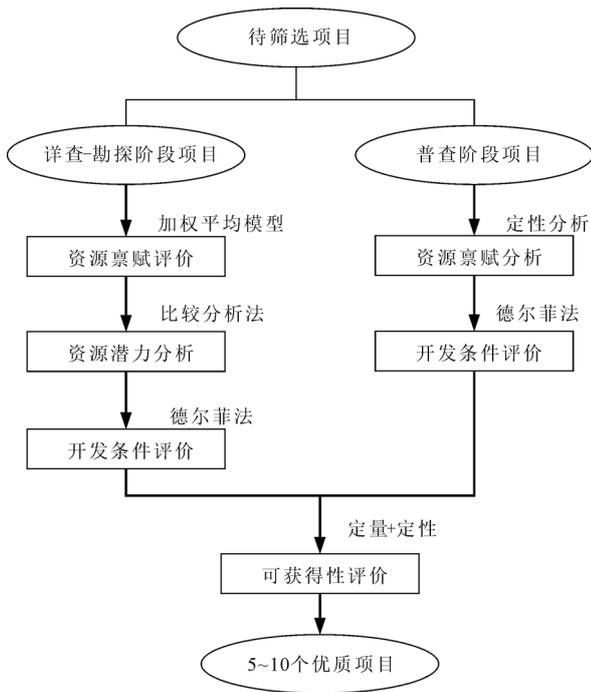


图2 不同阶段铜矿项目综合评价模型示意图
 Fig. 2 Schematic diagram of comprehensive evaluation model for copper mine projects at different stages

伴生矿产(是否伴生贵金属)、开采成本、可选冶性(选冶难易程度)、设计服务年限赋以对应的权重,计算每个项目的综合得分,并根据得分设置阈值,将项目划分为好、中、差3个级别。

普查阶段项目资源禀赋评价主要采用定性分析的方法,利用比较分析法,根据评价指标,两两对比分析是否存在优质项目的有利条件,粗略判断项目的相对资源禀赋。对普查阶段项目开采成本的预测主要采用类比法,根据周边在产项目的开采成本估计该项目的开采成本。

3.2 资源潜力分析方法

针对详查-勘探阶段项目开展外围资源潜力分析,首先根据不同的铜矿成矿类型选择不同的指标

体系,根据项目现有资料,定性判断项目深边部是否存在增储潜力。例如希图鲁(Shituru)铜矿项目,位于加丹加弧形铜钴成矿带中西部,区内构造发育,有明显磁异常,Cu、Co、Mn、P、Sr、Ti、V元素地球化学异常明显,耦合度高(刘涛等,2017)。根据以上资料,可粗略判断,该铜矿项目具有良好的可扩张性。

3.3 开发条件评价模型

采用德尔菲法,咨询专家进行打分,并结合商务部的国别报告,世界银行的世界营商环境报告、ControlRisk公布的全球安全风险评价,各国网站公布的矿业相关新闻等信息,根据开发条件评价指标,综合分析该项目开发条件的优劣。

3.4 可获得性评价模型

根据可获得性评价指标,采用定量与定性相结合的方式,股票价格、公司负债率、矿产品价格采用比较分析法进行定量分析,重点选择股票价格持续下跌、公司负债率高的项目进行分析。针对这些项目综合考虑公司经营情况、所持其他矿业项目的开发情况及盈利情况、企业是否战略调整等因素,筛选可获得性较高的项目。

4 非洲铜矿项目综合评价示例

非洲成矿条件优越,拥有世界上许多大型超大型矿床与矿集区矿床,铜矿资源储量约2.8亿t,占全球10%,主要集中在刚果(金)和赞比亚的中非层控型铜钴矿带上,以砂页岩型铜矿为主,常伴生钴、锌、铀、金、银等稀有有色金属。

本文通过对刚果(金)卡莫阿-卡库拉(Kamoa-Kakula)铜钴矿项目、纳米比亚Haib铜矿项目、刚果(金)希图鲁铜矿项目等典型项目研究,建立了综合评价指标体系,利用多因素综合评价方法,从86个非洲铜矿项目(不含中资)中筛选出35个资

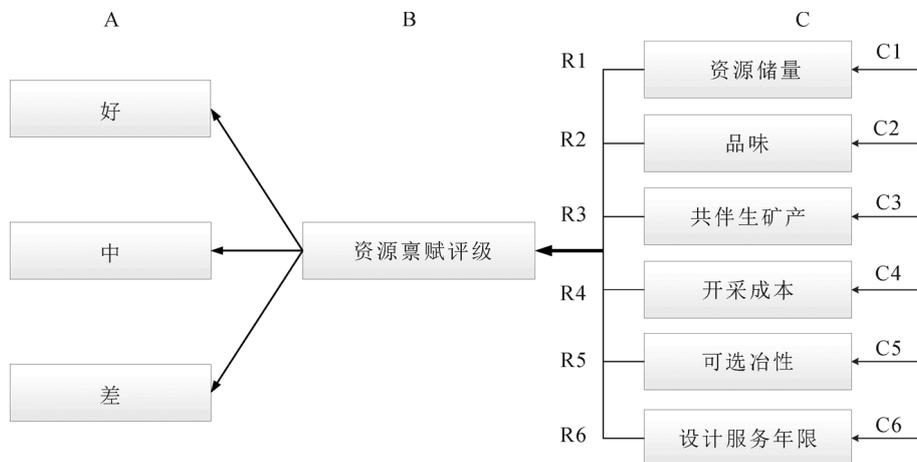


图3 资源禀赋评价方法(加权平均模型)
 Fig. 3 Resource endowment evaluation method (weighted average model)

源禀赋、资源潜力、开发条件相对优质的项目, 然后对这 35 个项目开展可获得性研究, 最终确定了 10 个优质项目。以刚果(金)某铜矿项目为例, 介绍铜矿项目综合评价的一般过程。

资源禀赋: 该项目为详查-勘探阶段项目, 可查询到其勘探报告。该项目为砂页岩型铜矿, 资源储量为 291 万吨, 平均品位 2.11%; 伴生钴矿 133.7 万 t, 品位 0.968%; 埋深浅, 适合露天开采; 易选冶, 设计服务年限为 7~10 年。针对不同指标项, 根据该矿在所有项目中的排名进行打分, 结合各项指标权重, 得到该项目资源禀赋得分为 85.9(表 5)。综合来看, 该矿资源禀赋良好, 综合得分位于所有项目 80%以上, 资源禀赋评级为好。

资源潜力: 该矿位于刚果(金)加丹加省(Katanga)中非新元古代铜钴成矿带北西缘, 为砂页岩型铜矿, 位于新元古代加丹加沉积序列下部, 在构造上处于卢弗里安弧形构造带西段, 区内断裂发育, 褶皱强烈, 成矿地质条件良好。根据钻孔分析结果, 在目前已知矿床的下面可能存在额外矿化带, 土壤地球化学异常向西延伸, 表明在推断的较深的矿化带内具有成矿潜力。结合上述分析, 该项目具有增储潜力, 得分为 80 分。

开发条件: 该项目所处位置周边尚未开发, 距离已建基础设施较远, 因此需要对基础设施进行大量投资, 成为该项目投资的主要风险来源(表 6)。刚果(金)政局不稳, 治安条件恶劣, 税费成本高, 世界银行《2020 年营商环境报告》中, 刚果(金)排名

全球 180 位。新矿业法实施后, 税费一项大幅推升了企业生产成本。刚果(金)基础设施条件较差, 短期内, 供电不足, 道路质量差仍将是制约矿山规模化生产的最大瓶颈。根据开发条件得分, 该项目开发条件较差, 风险较大。

可获得性: 由于所持有的公司战略调整, 该矿仍具有一定的可获得性。

综上所述, 该项目资源禀赋、资源潜力和开发条件的综合得分为 71.59 分, 在 86 个非洲铜矿项目中, 排名位于前 10 位, 且具备可获得性。因此, 推荐为优质铜矿项目。

5 结论

本文提出了一种针对海外铜矿项目的综合评价方法, 从资源禀赋、资源潜力、开发条件以及可获得性四个方面构建综合评价模型, 通过定性分析与定量计算, 最终获得所有参评项目综合得分排名, 实现铜矿项目战略投资快速评价与初选。

(1)通过对非洲铜矿项目的评价示例验证, 利用该方法可实现在国内利用有限资料对项目进行初选排名, 为海外项目投资提供一定的参考。

(2)该方法为定性分析与定量计算相结合, 定性分析部分受人为判断影响较大, 建议充分咨询相关领域专家进行打分。

(3)通过资源禀赋、资源潜力、开发条件以及可获得性四个方面的分析, 可对项目的优劣情况做出大致判断。但由于项目资料精度限制, 判断结果需进行进一步研究验证。

Acknowledgements:

This study was supported by China Geological Survey (Nos. DD20160103 and DD20190674), and Chinese Academy of Engineering (No. 2017-ZD-15-05-01).

参考文献:

陈其慎, 王高尚, 王安建. 2010. 铜、铝需求“S”形规律的三个转折点剖析[J]. 地球学报, 31(5): 659-665.

陈其慎, 于汶加, 张艳飞, 谭化川. 2015a. 资源-产业“雁行式”演进规律[J]. 资源科学, 37(05): 871-882.

陈其慎, 于汶加, 张艳飞, 谭化川. 2015b. 矿业发展周期理论与中国矿业发展趋势[J]. 资源科学, 37(05): 891-899.

陈其慎, 于汶加, 张艳飞. 2016. 点石-未来 20 年全球矿产资源产业发展研究[M]. 北京: 科学出版社.

崔荣国, 郭娟, 徐桂芬, 孙春强, 王小菊, 张艳. 2015. 全球铜的生产与消费及其未来需求预测[J]. 资源科学, 37(05): 944-950.

董延涛, 段绍甫. 2016. 中国铜矿资源产业可持续发展研究[J]. 石家庄经济学院学报, 39(04): 54-58.

表 5 刚果(金)某铜矿项目资源禀赋得分表

Table 5 Resource endowment score table of a copper mine project in Congo (DRC)

指标	指标值	打分	权重	得分
资源储量	291 万 t	91	0.2	85.9
品位	2.11%	86	0.2	
共伴生矿产	伴生钴矿 133.7 万 t, 品位 0.968%	89	0.2	
开采成本	露天开采	80	0.1	
可选冶性	易选冶, 浓介质分选技术(DMS)	85	0.1	
设计服务年限	7~10 年	82	0.2	

表 6 刚果(金)某铜矿项目开发条件得分表

Table 6 Development condition score table of a copper mine project in Congo (DRC)

指标	打分	权重	得分
恐怖袭击	60	0.10	48.87
地缘政治	60	0.36	
营商环境	36	0.15	
基础设施	29	0.15	
政策	36	0.12	
社区文化	60	0.12	

- 盖寿山, 边千韬, 刘绍友, 易志高, 李传班, 朱喜久, 占昌帆, 冉丽. 2015. 赞比亚西北省发现 IOCG 碳酸岩型铜矿床[J]. 地质论评, 61(03): 644-650.
- 韩见, 夏鹏, 邢佳韵, 朱清, 武海炜, 潘志君, 王芳. 2021. 后疫情时代中国铜资源供应形势分析[J]. 地球学报, 42(2): 223-228.
- 贺耀文. 2018. 浅谈斑岩型铜矿的主要地质特征及矿体成因[J]. 世界有色金属, (16): 124-125.
- 李鹏远, 周平, 唐金荣, 李建武. 2019. 中国铜矿资源供应风险识别与评价: 基于长周期历史数据分析预测法[J]. 中国矿业. 28(07): 44-51.
- 刘冰川, 祁世兵. 2011. 中国企业投资开发海外铜矿资源现状及建议[J]. 中国金属通报, (42): 19-21.
- 刘明瑜, 郑明贵. 2012. 海外铜矿资源投资区位选择研究[J]. 矿业研究与开发, 32(02): 117-120.
- 刘涛, 柯国秋, 宋小超, 王政文, 单仑. 2017. 刚果(金)希图鲁外围物化探找矿应用[J]. 矿产与地质, 31(2): 335-340.
- 柳群义, 王安建, 张艳飞, 陈其慎. 2014. 中国铜需求趋势与消费结构分析[J]. 中国矿业, 23(09): 5-8.
- 龙涛, 陈其慎, 于汶加, 张艳飞, 邢佳韵, 刘祥源. 2018. 中国海外权益铜矿分析[J]. 地质与勘探, 54(06): 1099-1106.
- 毛景文, 余金杰, 袁顺达, 程彦博, 谢桂青, 侯可军, 向君峰, 杨宗喜. 2008. 铁氧化物-铜-金(IOCG)型矿床: 基本特征、研究现状与找矿勘查[J]. 矿床地质, 27(03): 267-278.
- 宋保昌. 2011. 铜矿床主要类型与中国海外铜矿并购[J]. 有色矿冶, 27(06): 50-54.
- 覃锋, 郭健, 张雪亭, 徐庆生, 孙赫, 祁民, 屈绍东, 杜松金, 张道俊. 2010. 赞比亚铜钴矿产分布特征及控矿因素研究[J]. 矿床地质, 29(S1): 1129-1130.
- 王京, 石香江, 牛丽贤, 张浩钰. 2015. 基于情景分析法的我国铜资源需求预测[J]. 中国国土资源经济, 28(5): 53-57.
- 文博杰, 陈毓川, 王高尚, 代涛. 2019. 2035 年中国能源与矿产资源需求展望[J]. 中国工程科学, 21(1): 68-73.
- 夏斌, 陈根文, 王核. 2003. 全球超大型斑岩铜矿床形成的构造背景分析[J]. 中国科学(D 辑: 地球科学), (S2): 87-95.
- 杨欣, 郑明贵, 文唯, 黄明旺. 2016. 战略性矿产资源经济安全评价研究与应用——以我国铜矿资源为例[J]. 江西理工大学学报, 37(06): 33-40.
- 杨长华, 何笑辉. 2019. 我国铜企业“走出去”现状与未来发展趋势[J]. 中国有色金属, (12): 42-45.
- 姚锦其, 曾晖, 张学良, 黄学强, 曾高福, 张健, 刘峰. 2015. 刚果(金)加丹加省某铜矿区物探方法试验及找矿效果[J]. 矿产与地质, 29(5): 654-658.
- 张学良, 姚锦其, 邓贵安, 徐文彦, 黄学强, 李明君. 2016. 刚果(金)地质特征与主要矿产资源概况[J]. 矿产与地质, 30(04): 555-560.
- 曾涛. 2009. 投资海外铜矿资源的经验和教训[J]. 中国金属通报, (25): 32-33.
- 郑明贵, 龚婷. 2012. 海外矿产资源开发模糊综合评价模型研究[J]. 黄金, 33(02): 23-26.

References:

- CHEN Qi-shen, WANG Gao-shang, WANG An-jian. 2010. Analysis of the Three Turning Points in the “S-shape” Rule of Copper and Aluminum Demand[J]. Acta Geoscientica Sinica, 31(5): 659-665(in Chinese with English abstract).
- CHEN Qi-shen, YU Wen-jia, ZHANG Yan-fei, TAN Hua-chuan. 2015a. Resources-Industry ‘flying geese’ evolving pattern[J]. Resources Science, 37(05): 891-899(in Chinese with English abstract).
- CHEN Qi-shen, YU Wen-jia, ZHANG Yan-fei, TAN Hua-chuan. 2015b. Mining development cycle theory and development trends in Chinese mining[J]. Resources Science, 37(05): 871-882(in Chinese with English abstract).
- CHEN Qi-shen, YU Wen-jia, ZHANG Yan-fei. 2016. Midas Touch-Research on the development of global mineral resources Industry in the next 20 years[M]. Beijing: Science Press(in Chinese).
- CUI Rong-guo, GUO Juan, XU Gui-fen, SUN Chun-qiang, WANG Xiao-ju, ZHANG Yan. 2015. Production, consumption rules and demand prediction of global copper[J]. Resources Science, 37(5): 944-950(in Chinese with English abstract).
- DONG Yan-tao, DUAN Shao-fu. 2016. The Ideas and Suggestions to Optimize the Layout of the Development of Copper Resources Exploration in China[J]. Journal of Shijiazhuang University of Economics, 39(04): 54-58(in Chinese with English abstract).
- GAI Shou-shan, BIAN Qian-tao, LIU Shao-you, YI Zhi-gao, LI Chuan-ban, ZHU Xi-jiu, ZHAN Chang-fan, RAN Li. 2015. The IOCG carbonate copper deposit was discovered in the northwest Province of Zambia[J]. Geological Review, 61(03): 644-650(in Chinese).
- HAN Jian, XIA Peng, XING Jia-yun, ZHU Qing, WU Hai-wei, PAN Zhi-jun, WANG Fang. 2021. An Analysis of China's Copper Resources Supply Situation in the Post-COVID-19 Era[J]. Acta Geoscientica Sinica, 42(2): 223-228(in Chinese with English abstract).
- HE Yao-wen. 2018. Introduction to the main geological characteristics and the orebody formation of the porphyry copper mine[J]. Mineral Resources, (16): 124-125(in Chinese with English abstract).
- LI Peng-yuan, ZHOU Ping, TANG Jin-rong, LI Jian-wu. 2019. Identification and evaluation of copper supply risk for China: using method of long-term historical data analysis[J]. China Mining Magazine, 28(07): 44-51(in Chinese with English abstract).
- LIU Bing-chuan, QI Shi-bing. 2011. Current situation and Suggestions of Chinese enterprises investing in overseas copper resources development[J]. China Metal Bulletin, (42): 19-21(in Chinese).
- LIU Ming-yu, ZHENG Ming-gui. 2012. Study on the Location Choice of Investment in Overseas Copper Ore Resources[J].

- Mining Research and Development, 32(02): 117-120(in Chinese with English abstract).
- LIU Qun-yi, WANG An-jian, ZHANG Yan-fei, CHEN Qi-shen. 2014. Copper demand trend and consumption structure in China[J]. China Mining Magazine, 23(09): 5-8(in Chinese with English abstract).
- LIU Tao, KE Guo-qiu, SONG Xiao-chao, WANG Zheng-wen, SHAN Lun. 2017. Application of geophysical and geochemical prospecting in the peripheral area of Hituru in D.R.Congo[J]. Mineral Resources and Geology, 31(2): 335-340(in Chinese with English abstract).
- LONG Tao, CHEN Qi-shen, YU Wen-jia, ZHANG Yan-fei, XING Jia-yun, LIU Xiang-yuan. 2018. Analysis of China's overseas equity copper mines[J]. Geology and Exploration, 54(06): 1099-1106(in Chinese with English abstract).
- MAO Jing-wen, YU Jin-jie, YUAN Shun-da, CHENG Yan-bo, XIE Gui-qing, HOU Ke-jun, XIANG Jun-feng, YANG Zong-xi. 2008. Iron oxide-copper-gold deposits: Characteristics , present research situation and ore prospecting[J]. Mineral Deposits, 27(03): 267-278(in Chinese with English abstract).
- QIN Feng, GUO Jian, ZHANG Xue-ting, XU Qing-sheng, SUN He, QI Min, QU Shao-dong, DU Song-jin, ZHANG Dao-jun. 2010. Study on distribution characteristics and ore-controlling factors of Copper and cobalt minerals in Zambia[J]. Mineral Deposits, 29(S1): 1129-1130(in Chinese).
- SONG Bao-chang. 2011. Main Copper Deposit types and Copper Deposits Merging Overseas of China[J]. Non-Ferrous Mining and Metallurgy, 27(06): 50-54(in Chinese with English abstract).
- WANG Jing, SHI Xiang-jiang, NIU Li-xian, ZHANG Hao-yu. 2015. Copper Resources Demand Forecasting by Scenario Analysis in China[J]. Natural Resource Economics of China, 28(5): 53-57(in Chinese with English abstract).
- WEN Bo-jie, CHEN Yu-chuan, WANG Gao-shang, DAI Tao. 2019. China's Demand for Energy and Mineral Resources by 2035[J]. Strategic Study of CAE, 21(1): 68-73(in Chinese with English abstract).
- XIA Bin, CHEN Gen-wen, WANG He. 2003. Structural Background analysis of the formation of the global superlarge porphyry copper deposits[J]. Science In China(Series D), (S2): 87-95(in Chinese).
- YANG Chang-hua, HE Xiao-hui. 2019. Current situation and future development Trend of "going abroad" of Copper enterprises in China[J]. China Nonferrous Metals, (12): 42-45(in Chinese).
- YANG Xin, ZHENG Ming-gui, WEN Wei, HUANG Ming-wang. 2016. Research and Application of economic Security Evaluation of Strategic mineral Resources -- A Case study of Copper mine resources in China[J]. Journal of Jiangxi University of Science and Technology, 37(06): 33-40(in Chinese).
- YAO Jin-qi, ZENG Hui, ZHANG Xue-liang, HUANG Xue-qiang, ZENG Gao-fu, ZHANG jian, LIU feng. 2015. Test of geophysical prospecting methods and the prospecting effect in a certain copper mining area in Katanga Province of D.R.Congo[J]. Mineral Resources and Geology, 29(5): 654-658(in Chinese with English abstract).
- ZENG Tao. 2009. Experience and lessons of investing in overseas copper resources[J]. Mineral, (25): 32-33(in Chinese).
- ZHANG Xue-liang, YAO Jin-qi, DENG Gui-an, XU Wen-yan, HUANG Xue-qiang, LI Ming-jun. 2016. Geological characteristics and major mineral resources of D.R.Congo[J]. Mineral Resources and Geology, 30(04): 555-560(in Chinese with English abstract).
- ZHENG Ming-gui, GONG Ting. 2012. Fuzzy comprehensive evaluation model for the development of oversea mineral resources[J]. Gold, 33(02): 23-26(in Chinese with English abstract).