

<https://doi.org/10.3799/dqkx.2022.846>



21 世纪矿产勘查的未来发展方向在哪里？

陈华勇^{1,2}, 张俊岭¹

1. 中国科学院广州地球化学研究所, 广东广州 510640
2. 中国科学院大学, 北京 100049

1 研究背景

矿产勘查研究的未来趋势取决于我们社会和工业界的需求, 而这些需求在过去十年中已发生了明显的变化, 并将在未来持续演变. 总体上, 当前所有矿床地质学家必须认真思考如何应对矿产勘查领域中的(1)深部勘查、(2)智能勘查和(3)绿色勘查等(即: Deep-Intelligent-Green (DIG) exploration)三大挑战. 对于研究人员来说, 最关键的是要确定我们在矿产勘查研究中应该关注什么? 以及我们可以做些什么工作来应对这些矿产勘查中的挑战?

2 DIG 勘查的含义

由于地表暴露和埋深较浅的金属资源有限, 深部勘查变得越来越重要. 联用多种新开发的技术方法, 将极大提高深部勘查工作中的成功概率. 除了近年诸如 DF-IP 和 WA-EM 等地球物理勘查技术手段的突破, 利用热液蚀变矿物的物理和化学特性, 进行地球化学定位靶区的方法也逐步形成, 并且在将来具有良好的应用潜力, 如斑岩系统中的绿泥石 (Wilkinson *et al.*, 2015). 近年来, 传统的地表地球化学勘探也有向深部转变的趋势, 例如我国地质工作者开发的深层穿透地球化学勘探方法 (Wang *et al.*, 2011). 此外, 矿床地质工作者应更加关注如何精确限定成矿深度和剥蚀速率, 因为这些信息将在明确区域构造演化与抬升历史的情况下, 为矿区

和区域尺度的矿产勘查工作提供更多科技支撑, 典型案例可参考 Gong *et al.* (2021) 在我国西北地区一古生代斑岩 Cu 矿床的最新研究成果.

在过去的 100 年中, 矿床研究已积累了大量的理论知识. 然而, 这些有价值信息的应用主要基于个人经验和有限的高新技术方法, 因此, 相比过去十年中环境和生命科学等其他领域的惊人发展, 矿产勘查中相关信息的应用效率明显较低. 显然, 未来应该建立一个强大且更高效的、基于 AI 辅助的勘探指导系统. 如果没有为每种矿床类型建立一个准确的数据库, 这种系统将无法有效工作. 这只能通过训练有素的专业矿床地质学家的参与, 以及与数学地质和计算机科学的结合来实现. 在构建这些数据集的过程中, 在转向人工智能帮助之前, 全面整合每种矿床类型的有效识别标志(即识别系统)至关重要. 尽管一些公司已经取得了一些突破, 例如加拿大的 GoldSpot 可以指导绿岩带中的脉型 Au 矿的勘探工作 (<https://goldspot.ca/news/>), 但这些方法对于构建全面的 AI 勘查系统来说, 仍远远不够.

矿产资源的勘探和开采工作可能对环境产生负面影响, 即使在许多发展中国家也面临严格的限制性政策. 与许多采矿废弃物和污染控制相关的环境研究相比, 采取更积极主动的“绿色勘探和采矿”方式, 将可以在初始阶段消除这些负面影响. 考虑到环境影响和治理成本, 需要开发一个评估系统对新发现的矿床是否有开发价值, 进行准确的经济评

作者简介: 陈华勇 (1976—), 男, 研究员, 博士生导师, 主要专长于国内紧缺的铜金铁等金属矿产成矿模式研究及找矿勘探应用, 长期从事新疆及南美安第斯造山带—弧盆体系成矿系统的综合研究. E-mail: huayongchen@gig.ac.cn

文章来源: Huayong Chen, Junling Zhang. What is the Future Road for Mineral Exploration in the 21st Century? *Journal of Earth Science*, 2022, 33(5): 1328–1329. doi: 10.1007/s12583-022-1744-8

价。矿床地质学家需紧密参与到这项工作中,因为每种矿床类型具有不同的金属元素组合,对应的采矿方法也不同,而且这也将因不同的地貌和气候条件而变得复杂。显然,为特定地区的不同矿床类型开发子系统,将是建立整个环境友好型矿床开发评估系统的基础,例如,我国在东南部强风化山区针对斑岩—浅成低温热液矿床开发中所做的新尝试(张纪伟和陈华勇, 2021)。

3 未来发展方向

2000 多年前,中国人已经开始在长江中下游地区开采利用铜等金属矿产,如湖北省东南部著名的铜绿山 Cu 矿床。在那个时期,除了“挖掘”之外,我们的祖先没有现代的勘探和开采技术手段。然而,当进入 21 世纪时,现在的人类不得不再次开始通过“DIG”(Deep-Intelligent-Green)进行矿产勘查,这是一条“古老的”但却是通往未来的必由之路。

参考文献

- Wilkinson, J. J., Chang, Z. S., Cooke, D. R., et al., 2015. The Chlorite Proximator: A New Tool for Detecting Porphyry Ore Deposits. *Journal of Geochemical Exploration*, 152: 10–26.
- Wang, X. Q., Xu, S. F., Zhang, B. M., et al., 2011. Deep-Penetrating Geochemistry for Sandstone-Type Uranium Deposits in the Turpan-Hami Basin, North-Western China. *Applied Geochemistry*, 26(12): 2238–2246.
- Gong, L., Kohn, B., Zhang, Z. Y., et al., 2021. Exhumation and Preservation of Paleozoic Porphyry Cu Deposits: Insights from the Yandong Deposit, Southern Central Asian Orogenic Belt. *Economic Geology*, 116(3): 607–628. <https://doi.org/10.5382/econgeo.4812>
- 张纪伟,陈华勇,2021. 金属矿床勘查与开发定量生态评估体系初探:以福建罗卜岭斑岩型铜钼矿为例. *地球科学*, 46(11): 3818–3828.