

DOI: 10.12090/j.issn.1006-6616.20243001

矿田构造与深部找矿预测

陈正乐

经中国地质学会批准,“第六届全国矿田构造与深部找矿预测学术研讨会”于 2023 年 4 月 14—17 日在湖南长沙市举行。会议以“发挥矿田构造学科优势 助力找矿突破战略行动”为主题,协力推动我国矿田构造理论研究和深部找矿工作的发展与创新,旨在进一步总结矿田构造的最新研究进展、未来发展趋势和学科前沿问题,结合我国重要成矿区带、整装勘查区和典型矿集区等相应地质勘查部署,探讨如何在新一轮找矿突破战略行动中继续保持和加强矿田构造研究,实现矿田构造研究与我国矿产资源勘查的有机结合,为服务保障国家能源资源安全作出更大贡献。

研讨会得到了全国相关高校、研究所、地矿系统和矿业界等的广泛支持和积极参与,圆满完成预定的各项内容,取得了丰硕的成果。研讨会分设了 9 个专题:矿田构造理论实验与技术方法、矿田构造解析、矿床定位机制与找矿预测、构造-岩浆作用及其成矿过程、盆地构造演化与资源效应、构造-流体动力学与成矿机理、构造-蚀变岩相学及找矿勘查技术、三维地质建模与矿田构造定量化研究、深部探测与找矿突破、构造演化与铀成矿作用。

为全力配合第六届矿田构造与深部找矿预测学术研讨会,会务组在会议召开之前,发出了会议论文及摘要征集函,重点征集内容为中国大陆构造变形与成矿及其深部过程、构造与成矿的理论体系与研究方法等。由于研讨会延期举办,部分优秀稿件已形成“矿田构造与深部找矿预测”专辑,于 2022 年 6 月在《地质力学学报》第 28 卷第 3 期上发表。研讨会之后,会务组又对后续收集到的大量文章进行评审优选,将优秀稿件集中在本期《地质力学学报》上发表,形成新一期的“矿田构造与深部找矿预测”专辑。至此,圆满完成了“第六届全国矿田构造与深部找矿预测学术研讨会”的会议成果提升及推广。

本专辑共收集了 10 篇文章,其中 9 篇学术文章经归纳汇总,涵盖以下 3 个方面:矿田构造理论研究类文章、矿田构造解析与找矿技术方法文章、矿床地球化学与成矿作用特征文章。

岩石破裂活动是最基本的构造变形方式,然而经典的破裂准则,包括 Coulomb-Mohr 准则、Griffith 准则和以 Byerlee 律为代表的滑动摩擦律,主要是基于均质地体的基础上构建的,在实际应用中由于地质体内普遍存在先存的薄弱面,因而在应用上存在一定的局限。童亨茂等从断裂破裂的物理本质出发,通过理论分析提出了“广义破裂活动准则”,认为可以用破裂活动趋势因子来定量判断任意介质、任意三轴应力、任意方位界面发生破裂活动的可能性以及破裂的类型,将破裂扩展到破裂活动。该准则在资源能源的勘探开发、灾害预测和防治中具有广阔的应用前景。

液压致裂是整个地壳-岩石圈范围内一种重要的变形破裂方式,也是一些热液矿床的重要含矿构造。陈柏林基于精细的野外调查,以华南地区典型热液钨、铀矿为例,分析了液压致裂构造的形成机制和液压成因含矿构造的类型,总结了液压成因含矿构造的基本特征,提出了液压致裂含矿构造的 5 个识别标志,并对比分析了液压致裂构造与应力致裂含矿构造的差异,认为液压致裂导致的断裂末端扩展破裂与成矿流体的耦合作用为成矿末端效应的构造控制机制。

岩浆侵位在围岩时产生热应力的变化规律及其影响范围,一直存在争议。硕士研究生赵裕达等,在刘向冲研究员的指导下,利用数值模拟分析了花岗质岩浆侵位至上地壳范围内引起的热应力。结果表明:岩石热传导系数的变化通过改变传热的快慢来影响热应力,围岩的岩石杨氏模量越大,热应力也越大,并随着岩浆侵位的时间增加不断增大,但随着岩浆房距离的增大而减小;该热应力可影响岩体 2 km 内的应力场,

可以促使围岩破裂,为热液流体成矿提供运移通道或容矿空间。

找矿工作已经全面进入“攻深找盲”阶段,如何识别并获取与深部成矿作用有关的地球化学信息,成为制约找矿突破的关键因素。谭礼金、刘建中等根据黔西南卡林型金矿构造控矿模式,以构造地球化学理论为基础,剖析了隐伏矿找矿地球化学弱信息提取的关键环节,总结了构造地球化学弱信息提取方法,从而对深部隐伏矿进行初步定位预测,有效地圈定并优选找矿靶区。

霍海龙等发现新疆西昆仑 509 道班西大型锂多金属矿床的伟晶岩普遍发育强烈的糜棱岩化作用,具有典型的韧性变形特征。作者通过变形组构分析、石英包裹体测温和石英 Ti 温度计计算,揭示出该伟晶岩在侵位过程中经历了一期强烈的低温、高应变速率的韧性变形,伟晶岩的就位是快速冷却过程的产物,认为在高应力和较低温度条件下的超冷却过程中,伟晶岩中矿物结晶新核迅速减少,这样更有利于粗大的石英等矿物颗粒的形成,从而造成了伟晶岩脉独特的结构和矿物组合的空间分带,进而推测超冷却在伟晶岩就位过程中具有重要的作用。

成矿蚀变-构造岩相解析和建模预测是矿田构造与找矿预测的新方向之一。方维萱等系统总结了国内外 8 类重要的成矿蚀变-构造岩相模型和形成机制,新划分出电气石热流柱构造、岩浆气囊构造、复合岩溶构造岩相 3 种类型,提出了新划分方法和划分原则,为矿田构造研究和找矿预测提供了新理论和新方法支撑。

同位素地球化学理论和分馏机理的深入研究为盐湖体系硼、锂同位素示踪奠定了基础。吕苑苑基于大量测试分析数据,归纳了盐湖体系硼、锂同位素分馏变化特征,总结了同位素组成的变化规律,建立了它们的示踪方法;并利用该方法,对西藏当雄错开展了硼同位素示踪,预测了湖底的具有大型的硼、锂资源量,从而揭示了溶蚀湖的盐湖资源评价意义,奠定了盐湖资源评价理论基础。作者认为该“围岩-地热水-盐湖”的物源补给模式在西藏和全球具有普遍性。

绿泥石是 Ag-Au 等多金属矿床中常见的蚀变矿物,是研究成矿作用过程的良好对象。在张达教授指导下,刘松岩等通过详细的野外观察及电子探针分析,将小秦岭蒿坪沟 Ag-Au 多金属矿床中的绿泥石分为 3 类,皆形成于偏还原的酸性环境,与镁铁质围岩关系密切;利用绿泥石地质温度计估算出 3 种类型绿泥石的形成温度,推测岩浆热液参与了成矿流体的形成,绿泥石形成于熊耳山矿集区早白垩世大规模岩浆-成矿时期。

碳酸岩作为一种岩浆成因的岩石类型,是铀、稀土等矿产的重要含矿母岩,在陕西小秦岭地区分布广泛。康清清等在野外详细观测的基础上,划分了碳酸岩的形成阶段,总结了碳酸岩在区域上空间展布规律,揭示了碳酸岩的地球化学特征,提出了碳酸岩的成矿专属性,从而为小秦岭地区铀、稀土矿的勘探提供了帮助。

除上述文章外,周济元等的述评文章通过对构造形迹力学性质的鉴定,以福建福安赤路钨矿控矿构造的精细解剖为例,区分了区域构造应力场产生构造形迹与岩浆成因的构造形迹,向大家介绍了岩浆动力成因构造的概念及划分出的 5 个主要的岩浆动力成因和 1 个复合构造组合样式,为研究与岩浆侵位有关的钨钼和铀矿等提供了新思路。

矿田构造学具有多重属性,既属于边缘学科,综合性强,研究内容和方法横跨矿床学和构造地质学;也具有面向生产的特性,研究目的和成果直接指导找矿勘探一线。因此,坚持面向世界科技前沿、面向国家重大需求,不断向科学技术广度和深度进军,着力解决矿田构造学科中的“卡脖子”问题,应该坚持需求导向和问题导向。在当前新一轮找矿突破战略行动中,矿田构造要充分发挥紧密联系生产实践的优势,科学回答新时代“为什么找矿”“找什么矿”“在哪里找矿”“怎么找矿”等一系列地质工作根本命题,聚焦新一轮找矿突破战略行动中找矿勘查关键理论和技术方法问题,为新一轮找矿突破战略行动提供有力科技支撑。

最后,衷心感谢积极支持此次专辑的相关地勘单位和科研院校、踊跃投稿的所有作者、为此专辑审稿的多位专家学者以及为及时出版付出了辛勤劳动的编辑部成员。

特邀主编简介:

陈正乐,男,中国地质科学院地质力学研究所二级研究员、博士生导师、矿田构造研究室主任,构造地质学专业。长期从事区域构造、矿田构造和找矿预测等方面的工作。