

同位素地质学的研究现状

及其重要意义

于荣炳

同位素地质学近三十年来在地质学中发展较快,无论在月球、陨石、天体演化和宇宙起源,还是地球演化及矿物岩石、矿床、水文地质、石油地质、海洋地质、大地构造等方面,都已成为解决某些重要问题的必不可少的手段。同位素地质学开阔了人们认识事物的眼界,深化了人们对客观事物的了解,它的发展标志着地质科学当前发展的一些重要趋势:①利用现代物理—化学最新成就,较有效地解决地质科学中的重要问题;②逐渐脱离单纯的、宏观的定性研究,而发展成为更精确的、定量的学科;③地质科学正向深入方向发展,不仅研究地质作用对各种地质体(岩石、矿物等)的影响,且逐步深入到元素本身(地球化学)和原子内部(同位素地质)中去。

下面谈谈同位素地质学的研究现状:

(一)利用放射性同位素测定整个地球或地球上某一部分(岩石、矿物)、宇宙体(陨石、月岩等)的同位素地质年龄,并研

究各种地质运动发生、发展的时间、原因和特点(包括各个成矿期和成矿作用特点的研究)。

目前所用的研究方法很多,根据测定对象不同而异,对第四纪以前的地层和岩石,可采用钾氩法、铷锶法、铀铅法、钍法、钍法等,近年又

开展了钐钐法的研究。对第四系、考古及沉积物和海泥的沉积速率,则采用碳法、铀系法、沉降核类法,以及热发光法和裂变径迹法等,其中钾氩法(稀释法)和裂变径迹法对古老的和年轻的(6000~10000年)对象都能测定。对陨石、月岩等样品可用钍法(钍—钍法)、铷锶法、铀铅法等进行研究。

(二)利用各种同位素的对比,如pb、S、O、C、Si等同位素以及稀土元素,研究内生矿床矿液的来源、矿床形成的作用过程、空间分布和形成温度等。

(三)利用岩石中的C、H、O、S等同位素,研究地温、地热、古气温、古气候、古地理条件;研究沉积物的来源、沉积速度等,了解沉积矿产分布的规律以及天然气的成因与运移。

(四)利用pb、U、O、Sr、Ra、H¹、H²(氘)、H³(氚)、Ca、Be、P、I等同位素进行找矿,尤其是寻找深部隐伏的矿产;并且解决二程地质及国计民生问题(如农业、

布范围。栖霞山矿区处于大岩体边缘局部隆起处,隐伏深1千多米,伏牛山含矿岩体是大岩体分枝侵入突起部位。据此,结合成矿模式,预测栖霞山西南部、伏牛山南带等地段,深部存在隐伏控矿构造。经工程验证,有的已见到矿化。

4. 运用规律找矿与大胆实践相结合

只有认真总结规律,开阔找矿思想,才敢于大胆部署找矿工作。如在伏牛山外围,把九华山与南山成矿条件对比,预测在五通

组地层之下的石炭二叠系应有矿带赋存,经深孔验证,见到了矿体。

总之,要发现一个隐伏矿床是很困难的,需要发展地质找矿理论,开拓找矿思路,提高认识能力。需要用“概念方法”,掌握和应用建立在区域性对比基础上的各种成矿模式,提高预测能力。需要建立找矿模式,提高找矿效果。建立任何一种模式,都不可能适应所有找矿区。只要从实际出发,运用得当,是可以起到作用的。

保健等)。

(五) 利用同位素来探讨宇宙演化、地壳演变等问题。如通过 Nd、Sr、pb 同位素组成的研究, 探讨地幔物质的不均一性及其演化过程; 利用 pb、Sr、U 同位素以及微量元素等探讨岛弧及洋脊的成因关系及洋壳和海水间的同位素交换过程。此外, 应用陨石中 Cr 同位素的异常、Ca—Al 包裹体中 Mg^{26} 的分布及其同位素分偏、B 同位素富集和测定, 探讨太阳系早期的演化和地球早期物质的非均一性等问题。

我国的同位素地质学的研究近年来已有很大发展, 在综合分析测试数据、模式处理、数学处理等方面都做了不少工作, 积累了 8000 多个年龄数据和数千个稳定同位素数值。对珠穆朗玛峰的时代、吉林陨石雨的年龄、周口店与我国北方中、晚旧石器时代的年代等研究工作的完成, 以及对南海、珠江口, 渤海湾等海洋沉积物的来源与沉积速度的研究, 为我国在世界上赢得了荣誉。

同位素地质学的研究不仅有重大的学术意义, 而且也有经济建设上的实际意义:

1. 漫长的地球历史中, 有 4/5 或 2/3 的地层无法用普通的地质学方法解决其时代问题, 只有同位素地质年代学才能胜任。

2. 利用同位素地质年龄资料, 可以进行世界性的地质事件和地层对比。

3. 根据同位素地质年龄资料, 发现地史上有四个全球性岩浆活动期和成矿期:

岩浆活动期: ① 26~27 亿年前; ② 19~20 亿年前; ③ 10~11.5 亿年前; ④ 5~6 亿年前。

成矿期: ① 30 亿年 (下元古、太古代); ② 15~20 亿年 (中、上元古代); ③ 10 亿年 (晚震旦纪); ④ 6 亿年 (古生代以来)。

从上述可以看出, 同位素地质年龄资料也具有明显的应用意义。

4. 根据同位素地质资料, 可以划分出不同褶皱带。美国第三纪 (6000 万年前的)

拉马雷德 (Lamaraid) 褶皱带中出现年龄为 1 亿、1.3 亿和 2.7 亿年的结晶岩石基底; 有些年龄为 26 亿、27 亿年的褶皱带显然被一些年青的 (6000 万年) 褶皱带所横切; 苏联乌拉尔、喜马拉雅山、南非及澳大利亚都发现在稳定地块周围, 总是有年龄在 27 亿年左右的岩石出现。所有这些, 提供了一个新的划分大地构造单元的标志。

5. 现代板块构造理论的某些重要依据, 就是 K—Ar 计时的研究成果为其提供的。

6. 利用不同类型矿床 pb 同位素组成的不同特点, 评价矿床的远景及寻找有关矿床。运用澳大利亚布罗肯希尔前寒武纪特大型顺层隐伏的古老 (18 亿年) pb—Zn 矿床的 pb 同位素比值及时代资料, 在我国西南地区有可能寻找到这类深部隐伏的铅锌矿床; 美国科罗拉多州北部汉斯峰地区的砂金矿床中金的来源曾有很大争论, 经对砂金中微量铅同位素组成的分析研究, 确认砂金来自第三纪斑岩岩株, 明确了找矿方向。

7. 根据稳定同位素组成在空间和时间上的规律变化, 有可能寻找深部矿体。我国斑岩型铜 (钼) 矿床中, 硫同位素组成在水平方向和垂直方向上的规律性变化与矿物蚀变带化学元素分带大体吻合。如德兴富家坞矿区钻孔内的 22 个硫同位素数据表明, 由向下 δs^{34} 值有逐渐增加的趋势; 在水平方向上, 从矿体内到矿区边部, 黄铁矿的 δs^{34} 值逐渐增大; 广西大厂钨石硫化物矿床的 δs^{34} 值也显示出有规律的变化, 矿体边部及外围相对富集 δ^{32} 。

根据同位素的分带性可以画等值线图, 从而可以指出矿化流体活动的中心方向, 对热液蚀变带氧同位素的研究, 也可以作出 δo^{18} 的等值线, 它能指出向矿液接近时温度逐渐增高。利用这些等值线, 并结合实际地质工作, 就可以寻找深部埋藏的盲矿体。

(天津地质矿产研究所)