

热液型金矿床常用测年方法述评

李增胜¹, 吴敏², 郑骥飞³, 尉鹏飞¹, 舒磊¹, 迟乃杰¹, 刘强¹

(1.山东省地质科学研究所, 自然资源部金矿成矿过程与资源利用重点实验室, 山东省金属矿产成矿地质过程与资源利用重点实验室, 山东 济南 250013; 2.山东黄金矿业股份有限公司, 山东 济南 250100; 3.山东黄金资源开发有限公司, 山东 济南 250101)

摘要:如何获得准确的成矿年龄是研究热液型金矿床的关键问题, 本文综述了热液型金矿床的常用测年方法, 如 Re-Os 法、U-Pb 法、Sm-Nd 法、Rb-Sr 法、⁴⁰Ar-³⁹Ar 法等, 对每种测年方法的适用性和局限性进行了探讨; 金矿床的形成是综合地质事件的产物, 在金矿定年中要加强对金矿成岩成矿地质背景的研究, 测定标志性地质体和矿体的形成年代, 使成岩成矿年代互为限定, 得到高质量的年代学数据。

关键词:热液型金矿床; 同位素测年; 测年矿物; 成矿年代学

中图分类号: P597.3

文献标识码: A

doi: 10.12128/j.issn.1672-6979.2020.11.005

引文格式: 李增胜, 吴敏, 郑骥飞, 等. 热液型金矿床常用测年方法述评[J]. 山东国土资源, 2020, 36(11): 35-39. LI Zengsheng, WU Min, ZHENG Jifei, etc. Review on Common Dating Methods for Hydrothermal Gold Deposits[J]. Shandong Land and Resources, 2020, 36(11): 35-39.

0 引言

同位素地质年代学是一门新兴学科, 它根据放射性同位素衰变规律确定地质体形成和地质事件发生的时代, 以研究地球和行星物质的形成历史和演化规律。准确的成矿年龄是研究热液型金矿的关键, 对于探讨成矿过程和成矿机制, 建立成矿模式和指导找矿勘探具有重要意义。近年来, 随着高精度、高灵敏度的质谱仪、离子探针等仪器在地学的应用, 以及分析测试手段的改进, 在金矿床的同位素定年方面取得了很大的进步, 许多热液型金矿床的成矿年代问题得到了解决。一般来说, 任何用于同位素定年的体系在理论上都必须满足 3 个条件: ①待测样品具有相同的来源, 即具有相同的初始同位素组成; ②待测样品必须同时形成; ③样品形成后同位素体系必须保持封闭。目前, 热液型金矿床成岩成矿年代常用的研究方法包括: Re-Os 法、U-Pb 法、Sm-Nd 法、Rb-Sr 法、⁴⁰Ar-³⁹Ar 法等。各种测年方法既有一定的适用范围, 也存在各自的局限性, 下

面将分别进行述评。

1 Re-Os 法

金属硫化物 Re-Os 测年法是目前应用较成熟的直接确定金属矿床成矿时代的方法, 是基于放射性的 ¹⁸⁷Re 通过 β 衰变成为 ¹⁸⁷Os 来计算地质年龄的。根据放射性衰变规律, 矿物形成后的 *t* 时间内 ¹⁸⁷Os 增长方程为:

$$^{187}\text{Os} = ^{187}\text{Os}_i + ^{187}\text{Re}(e^{\lambda t} - 1) \quad (1)$$

式(1)中 ¹⁸⁷Os, ¹⁸⁷Re 代表岩石或矿物现在的含量, ¹⁸⁷Os_i 代表岩石或矿物最初具有 ¹⁸⁷Os 的含量, λ 为 ¹⁸⁷Re 衰变常数。因为 ¹⁸⁸Os 不是放射性成因, 样品中的含量与初始值一致, 因此上述公式可改写为:

$$\left(\frac{^{187}\text{Os}}{^{188}\text{Os}} \right) = \left(\frac{^{187}\text{Os}}{^{188}\text{Os}} \right)_i + \left(\frac{^{187}\text{Re}}{^{188}\text{Os}} \right) (e^{\lambda t} - 1) \quad (2)$$

辉钼矿由于其 Re 含量很高, 普通 Os 可以忽略不计, 是最佳的 Re-Os 定年矿物。但在大部分热液型金矿床中, 很难找到辉钼矿, 而黄铁矿、毒砂等硫化物普遍存在。

收稿日期: 2020-06-22; **修订日期:** 2020-07-02; **编辑:** 王敏

基金项目: 山东自然科学基金项目(ZR2019BD017)

作者简介: 李增胜(1985—), 男, 山东日照人, 高级工程师, 主要从事微区原位分析以及金矿矿床学研究; E-mail: lizengsheng@126.com

Stein 等对芬兰 Kuittila 金矿中的黄铁矿^[1],对瑞典 Haynas 金矿中的黄铁矿和黄铜矿分别进行了 Re - Os 同位素测年^[2]。国内从 2005 年起已见有类似报道,如喻刚等对辽东猫岭金矿中含金毒砂^[3],陈懋弘等对贵州贞丰烂泥沟金矿含砷黄铁矿^[4],王加昇等对黔东南金矿中的毒砂^[5],张健等对豫西南高庄金矿中的磁黄铁矿^[6],分别进行了 Re - Os 法测年,均获得了较好的结果,限定了金矿的成矿年龄。

要获得可靠的 Re - Os 同位素年龄,除了样品的化学处理方法正确外,其 Re - Os 必须是封闭系统。要准确厘定金矿化的年龄,必须选择具有相同来源的成矿期硫化物。对于大多数矿床来说,并不是一期矿化形成的,一般经历了多个阶段成矿作用,硫化物存在于成矿的各个阶段,因此要将每个阶段的硫化物区分开来,才能保证样品的同时性^[7]。即使这样,在实验技术和应用方面还存在不少问题:①近年来发现有些金属矿床辉钼矿的 Re - Os 年龄高于其赋围岩的年龄,原因不明;②黄铁矿等多数硫化物矿物含 Re 量很低,并含有一定程度的普通 Os,对样品化学制备过程中低本底的要求很高,一般实验室难以达到,普通 Os 也难以准确扣除;③后期的热液活动有时可以使 Os 同位素发生重置,因此,金属硫化物 Re - Os 同位素体系封闭温度及其影响因素是一个亟待解决的问题^[8]。

2 U - Pb 法

自然界 U 具有 3 个放射同位素,²³⁸U, ²³⁵U, ²³⁴U。²³⁴U 是 ²³⁸U 衰变的中间产物。²³⁸U 和 ²³⁵U 通过一系列中间子体产物的衰变,最后转变成稳定同位素 ²⁰⁶Pb 和 ²⁰⁷Pb。Th 只有一个同位素 ²³²Th,属放射性同位素。自然界存在的其他 U, Th 同位素都是短寿命的放射性同位素,数量极微。Pb 有 4 种同位素:²⁰⁴Pb, ²⁰⁶Pb, ²⁰⁷Pb, ²⁰⁸Pb, 都是稳定同位素,其中仅 ²⁰⁴Pb 是非放射成因铅,其余 3 个同位素既有放射成因组分,又有非放射成因组分,它们分别是 ²³⁸U, ²³⁵U, ²³²Th 一系列衰变后的最终产物。

U - Pb 法是最早用来测定地质年龄的放射性方法之一。适合 U - Pb 法定年的矿物主要是 U, Th 矿物及富 U, Th 矿物,如沥青铀矿、晶质铀矿、钍石、锆石、独居石、榍石、磷灰石等,目前最常用的矿物是锆石。放射性成因 Pb 的增长方程为:

$$^{206}\text{Pb} = ^{238}\text{U}(e^{\lambda^{238}t} - 1) \quad (3)$$

$$^{207}\text{Pb} = ^{235}\text{U}(e^{\lambda^{235}t} - 1) \quad (4)$$

由于 $^{238}\text{U}/^{235}\text{U} = 137.88$, 式(4)除以式(3)可得:

$$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb} = 1/137.88(e^{\lambda^{235}t} - 1)/(e^{\lambda^{238}t} - 1) \quad (5)$$

式中: t 为矿物结晶年龄, λ 为衰变常数。

从式(3)(4)(5)可知,一个样品可以同时获得 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$, $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$, $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 三组年龄。在满足条件:①整个地质历史封闭;②初始值正确;③衰变常数正确;④铀的同位素组成正常;则同时得到的三个年龄值应该在误差范围内一致。

目前正在使用的主要 U - Pb 同位素测年方法有:热电离质谱稀释法(ID - TIMS),离子探针微区原位 U - Pb 测年法和激光剥蚀(多接收)等离子质谱法(LA - (MC) - ICP - MS)。TIMS 法虽然精度很高,但前处理繁琐,花费的费用高,测试时间长。LA - (MC) - ICP - MS 法是通过激光剥蚀与(多接收)电感耦合等离子体质谱仪联机进行的分析测试,相对于离子探针来说,LA - (MC) - ICP - MS 的设备成本和对样品的制备要求低,并且分析速度快,虽然精度略逊于离子探针,但其应用前景十分广阔。

随着仪器科学的发展,测试技术的进步,单颗粒锆石 U - Pb 法现在已经成熟,在热液金矿床中也有大量成功的例子,在此不做赘述。近几年一些低 U 矿物的原位 U - Pb 定年工作也逐渐受到关注,如石榴子石、锡石和碳酸盐矿物(方解石,文石,白云石,菱镁矿)等,尤其碳酸盐矿物原位 U - Pb 测年受到越来越多的关注。其定年技术具有广阔的应用范围,适用于记录古气候、古环境,而且能进行与断裂活动和古地震有关碳酸盐脉以及油气储层碳酸盐胶结物的定年^[9-15]。虽然目前未见在金矿领域应用的报道,但对大多数热液型金矿床,在成矿后,碳酸盐矿物开始形成,因此测定碳酸盐矿物的 U - Pb 年龄可以确定成矿的上限年龄。还有部分金矿如胶东的辽上金矿^[16]、鲁西归来庄金矿^[17-18],成矿与碳酸盐矿物有直接密切关系,因此测定矿石中碳酸盐矿物的 U - Pb 年龄可以代表成矿年龄。

3 Sm - Nd 法

Sm 和 Nd 都有 7 个同位素,Sm 的同位素包

括¹⁴⁴Sm, ¹⁵⁰Sm, ¹⁵²Sm, ¹⁵⁴Sm, ¹⁴⁷Sm, ¹⁴⁸Sm, ¹⁴⁹Sm。
Nd 的同位素包括¹⁴²Nd, ¹⁴³Nd, ¹⁴⁶Nd, ¹⁴⁸Nd, ¹⁵⁰Nd,
¹⁴⁴Nd, ¹⁴⁵Nd。¹⁴⁷Sm 和¹⁴⁸Sm 具有放射性,通过 α 衰
变转变成¹⁴³Nd 和¹⁴⁴Nd,由于¹⁴⁸Sm 半衰期十分长,
目前在地质应用上尚无价值。Sm - Nd 法测年的基
本公式为:

$$(^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}) = (^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd})_i + (^{147}\text{Sm}/^{144}\text{Nd})(e^{\lambda t} - 1) \quad (6)$$

式中: t 为样品形成时间, λ 为¹⁴⁷Sm 衰变常数($6.54 \times 10^{-12} \text{ a}^{-1}$)。

通过测定金矿中矿石矿物的 Sm - Nd 同位素组成也能很好的确定成矿年龄,在热液型金矿床中 Sm - Nd 定年使用的热液矿物主要是含钙矿物如电气石、白钨矿、萤石、方解石等,国内外许多学者都成功的获得了金矿床的 Sm - Nd 同位素年龄^[19-23]。

Sm, Nd 均为稀土元素,化学性质非常相近,具有稳定性好、变化同步、不易受改造、母体衰变形成的子体容易在矿物晶格中保存下来的特点,因此 Sm - Nd 同位素体系的抗风化、抗蚀变能力均较强,易保持封闭。但由于 Sm - Nd 性质相近,在地质作用过程中难以发生相互分离,导致¹⁴³Nd/¹⁴⁴Nd 比值变化很小,影响了等时线年龄的精度。

4 Rb - Sr 法

Rb 的同位素有⁸⁵Rb 和⁸⁷Rb,其中⁸⁷Rb 具有放射性。Sr 有 4 种同位素,⁸⁸Sr, ⁸⁷Sr, ⁸⁶Sr 和⁸⁵Sr,其中除⁸⁷Sr 有放射性成因和非放射成因外,其余 3 个同位素都属于非放射成因同位素。Rb - Sr 法测年的基本公式为:

$$(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}) = (^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i + (^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}) \times (e^{\lambda t} - 1) \quad (7)$$

式中: $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})$ 和 $(^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr})$ 为样品中现在的值, $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$ 为初始值, λ 为⁸⁷Rb 衰变常数,等于 $1.42 \times 10^{-11} \text{ a}^{-1}$, t 为样品形成时间。

Rb - Sr 等时线法定年是通过直接测定硫化物(如闪锌矿、黄铁矿等)中或是包裹体中的 Rb, Sr 含量及同位素比值。Tretbar 等利用硫砷铊汞矿 Rb - Sr 等时线法首次明确报道了卡林型金矿的成矿年龄^[24],杨进辉等^[25],张连昌等^[26]分别利用黄铁矿的 Rb - Sr 等时线法定年法在胶东金矿取得了可靠的年龄数据,梁涛等^[27]对河南高庄金矿矿石中的石英和

黄铁矿进行 Rb - Sr 测年,得出的成矿年龄与岩体的形成年龄一致,说明金成矿与岩浆作用受控于同一深部过程。

Rb - Sr 同位素定年法最大的缺点是由于 Rb 的流动性,极易形成开放系统,得到不正确的年龄。矿物中的次生包裹体的干扰,Rb - Sr 在矿物中的赋存状态的不同,均对 Rb - Sr 测年法的应用产生制约。

5 ⁴⁰Ar - ³⁹Ar 法

⁴⁰Ar - ³⁹Ar 法同位素定年源自于 K 的衰变体系。K - Ar 法包含了系列测年方法,按照发展时间先后分别为 K - Ar 体积法、K - Ar 稀释法、常规 Ar - Ar 法和激光微区 Ar - Ar 法。目前常规 K - Ar 法基本被淘汰,⁴⁰Ar - ³⁹Ar 法正在被广泛应用。⁴⁰Ar - ³⁹Ar 法常用测定对象包括钾长石、云母类、角闪石类、伊利石、石英等。

⁴⁰Ar - ³⁹Ar 法采用快中子活化技术使待测样品和已知年龄的标准样品中的³⁹K 转化为³⁹Ar,利用惰性气体质谱仪直接测定辐照样品中的 Ar 同位素组成。⁴⁰Ar - ³⁹Ar 法的年龄计算公式:

$$t = \frac{1}{\lambda} \text{Ln}(1 + J \frac{^{40}\text{Ar}^*}{^{39}\text{Ar}}) \quad (8)$$

邱华宁等采取⁴⁰Ar - ³⁹Ar 真空击碎技术,选择石英作为测定对象,成功获得了滇西上芒岗金矿的⁴⁰Ar - ³⁹Ar 年龄^[28]。王天义等成功获得了嵩县祁雨沟金矿的钾长石的⁴⁰Ar - ³⁹Ar 年龄^[29]。张德全等利用绢云母的⁴⁰Ar - ³⁹Ar 测年,获得了柴北缘—东昆仑地区一批金矿床的年龄^[30]。陈绍聪等利用蚀变绢云母的⁴⁰Ar - ³⁹Ar 同位素测年,获得了冀东峪耳崖金矿床的成矿年龄^[31]。

⁴⁰Ar - ³⁹Ar 法可选的测试矿物比其他方法要广泛,并且可以同时获得一个样品的坪年龄和等时线年龄,两个年龄可以相互验证,也可以剔除过剩 Ar 的影响。其缺点是由于样品需要在核反应堆辐照,这就导致其成本高、分析周期长。照射参数、校正因子因每个实验室不同而存在一定的误差。如果采用流体包裹体⁴⁰Ar - ³⁹Ar 定年,最好选择含有丰富流体包裹体并且高盐度的样品,以提高定年成功率。

6 讨论

从上述测年方法的评述可以看出,每种测年方

法都有其适用性和局限性,没有哪种测年方法是万能的。从样品的野外采集到获得年龄的每一个过程以及数据的解释都要慎之又慎。样品的采集,实验室分析测试,数据的解释的过程中都有可能产生误差,从而导致年龄数据的不准确。同位素年代学不单单是实验测试技术问题,还必须以野外地质为基础,才能获得有地质意义的年龄数据。

金矿床的形成是综合地质事件的产物,成矿年代学是重要的研究内容,单一的同位素定年方法可能存在不确定性,因此多种定年方法相互结合、相互验证,将直接和间接定年方法结合起来,并且与地质事件紧密结合,才能获得准确的金矿成矿年龄。

参考文献:

- [1] Stein H J, Sundblad K, Markey R J, et al. Re - Os ages for Archean molybdenite and pyrite, Kuittila - Kivisuo, Finland and Proterozoic molybdenite, Kabeliai, Lithuania: testing the chronometer in a metamorphic and metasomatic setting[J]. *Mineralium Deposita*, 1998, 33(4): 329 - 345.
- [2] Stein H J, Morgan J W, Scherstén A. Re - Os dating of low - level highly radiogenic (LLHR) sulfides: The gold deposit, southwest Sweden, records continental - scale tectonic events [J]. *Economic Geology*, 2000, 95(8): 1657 - 1671.
- [3] 喻刚,杨刚,陈江峰,等.辽宁猫岭金矿中含金毒砂的 Re - Os 年龄及地质意义[J]. *科学通报*, 2005, 50(12): 1248 - 1252.
- [4] 陈懋弘,毛景文,屈文俊,等.贵州贞丰烂泥沟卡林型金矿床含砷黄铁矿 Re - Os 同位素测年及地质意义[J]. *地质论评*, 2007, 53(3): 371 - 382.
- [5] 王加昇,温汉捷,李超,等.黔东南石英脉型金矿毒砂 Re - Os 同位素定年及其地质意义[J]. *地质学报*, 2011, 85(6): 955 - 964.
- [6] 张健,薛春纪,曹纪虎,等.豫西南高庄金矿床 Re - Os 定年及 S - Pb 同位素和 REE 示踪[J]. *地学前缘*, 2019, 26(5): 163 - 173.
- [7] 黄小文,漆亮,高剑峰,等.关于硫化物 Re - Os 同位素定年的一些思考[J]. *矿物岩石地球化学通报*, 2016(3): 432 - 440.
- [8] 陈文,万渝生,李华芹,等.同位素地质年龄测定技术及应用[J]. *地质学报*, 2011, 85(11): 1917 - 1947.
- [9] Li Q, Parrish R R, Horstwood M S A, McArthur J M. U - Pb dating of cements in Mesozoic ammonites[J]. *Chemical Geology*, 2014, 376: 76 - 83.
- [10] Coogan L A, Parrish R R, Roberts N M W. Early hydrothermal carbon uptake by the upper oceanic crust: Insight from in situ U - Pb dating[J]. *Geology*, 2017, 44(2): G37212.1.
- [11] Roberts N M W, Walker R J. U - Pb geochronology of calcite - mineralized faults: Absolute timing of rift - related fault events on the northeast Atlantic margin[J]. *Geology*, 2016: G37868.1.
- [12] Nuriel P, Weinberger R, Kylander - Clark A R C, Hacker B R, Craddock J P. The onset of the Dead Sea transform based on calcite age - strain analyses [J]. *Geology*, 2017, 45(7): G38903.1.
- [13] Hansman R J, Albert R, Gerdes A, Ring U. Absolute ages of multiple generations of brittle structures by U - Pb dating of calcite[J]. *Geology*, 2018, 46(3): 207 - 210.
- [14] Godeau N, Deschamps P, Guihou A, P Leonide, Tendil A, Gerdes A. U - Pb dating of calcite cement and diagenetic history in microporous carbonate reservoirs: Case of the Urgonian Limestone, France[J]. *Geology*, 2018, 46(3): 247 - 250.
- [15] 沈安江,胡安平,程婷,等.激光原位 U - Pb 定年技术及其在碳酸盐岩成岩 - 孔隙演化中的应用[J]. *石油勘探与开发*, 2019, 46(6): 1 - 12.
- [16] 李国华,丁正江,宋明春,等.胶东新类型金矿——辽上黄铁矿碳酸盐脉型金矿[J]. *地球学报*, 2017, 38(3): 423 - 429.
- [17] 于学峰.山东平邑铜石地区金矿成矿地质特征及深部找矿讨论[J]. *山东国土资源*, 2009, 25(9): 12 - 19.
- [18] 张英梅,张国权,刘超,等.山东省平邑县归来庄金矿深部及外围地质特征及找矿前景分析[J]. *山东国土资源*, 2017, 33(6): 6 - 11.
- [19] Anglin C D, Jonasson I R, Franklin J M. Sm - Nd dating of scheelite and tourmaline: implications for the genesis of Archean gold deposits, Val d'Or, Canada[J]. *Economic Geology*, 1996, 91(8): 1372 - 1382.
- [20] Darbyshire D P F, Pitfield P E J, Campbell S D G. Late Archean and Early Proterozoic gold - tungsten mineralization in the Zimbabwe Archean craton: Rb - Sr and Sm - Nd isotope constraints[J]. *Geology*, 1996, 24(1): 19 - 22.
- [21] Roberts S, Palmer M R, Waller L. Sm - Nd and REE characteristics of tourmaline and scheelite from the rkdal gold deposit, Northern Sweden: evidence of an intrusion - related gold deposit[J]. *Economic Geology*, 2006, 101(7): 1415 - 1425.
- [22] 彭建堂,胡瑞忠,赵军红,等.湘西沃溪 Au - Sb - W 矿床中白钨矿 Sm - Nd 和石英 Ar - Ar 定年[J]. *科学通报*, 2003, 48(18): 1976 - 1981.
- [23] 刘协鲁,王义天,胡乔青,等.陕西省凤太矿集区柴蚂金矿床碳酸盐矿物的 Sm - Nd 同位素测年及意义[J]. *岩石学报*, 2014, 30(1): 271 - 280.
- [24] Tretbar D R, Arehart G B, Christensen J N. Dating gold deposition in a Carlin - type gold deposit using Rb/Sr methods on the mineral galkhaite[J]. *Geology*, 2000, 28(10): 947 - 950.
- [25] 杨进辉,周新华.胶东地区玲珑金矿矿石和载金矿物 Rb - Sr 等时线年龄与成矿时代[J]. *科学通报*, 2000, 45(14): 1547 - 1553.
- [26] 张连昌,沈远超.山东胶莱盆地北缘金矿 Ar - Ar 法和 Rb - Sr 等时线年龄与成矿时代[J]. *中国科学: D 辑*, 2002, 32(9): 727 - 734.
- [27] 梁涛,卢仁,杨楠,等.河南省西峡县高庄金矿 Rb - Sr 等时线

- 年龄和 H、O、S、Pb 同位素特征:北秦岭板内造山成矿作用的识别[J].中国地质,2020,47(2):406-425.
- [28] 邱华宁,戴撞漠,蒲志平,等.滇西上芒岗金矿床石英流体包裹体 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 成矿年龄测定[J].科学通报,1994,39(3):257-260.
- [29] 王义天,卢欣祥,嵩县祁雨沟金矿成矿时代的 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 年代学证据[J].地质论评,2001,47(5):551-555.
- [30] 张德全,党兴彦,余宏全,等.柴北缘-东昆仑地区造山型金矿床的 Ar-Ar 测年及其地质意义[J].矿床地质,2005,24(2):87-98.
- [31] 陈绍聪,叶会寿,王义天,等.冀东峪耳崖金矿床蚀变绢云母 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 年龄及其地质意义[J].矿床地质,2019,38(3):557-570.

Review on Common Dating Methods for Hydrothermal Gold Deposits

LI Zengsheng¹, WU Min², ZHENG Jifei³, WEI Pengfei¹, SHU Lei¹, CHI Naijie¹, LIU Qiang¹

(1. Shandong Institute of Geological Sciences, Key Laboratory of Gold Mineralization Processes and Resources Utilization Subordinated to the Ministry of Natural Resources, Shandong Key Laboratory of Geological Processes and Resource Utilization in Metallic Minerals, Shandong Jīnan 250013, China; 2. Shandong Gold Group Limited Corporation, Shandong Jīnan 250101, China, 3. Shandong Gold Resources Development Limited Corporation, Shandong Jīnan 250101, China)

Abstract: How to get accurate metallogenic age is the key to study hydrothermal gold deposits. Dating methods for hydrothermal gold deposits have been reviewed in this paper, such as Re-Os, U-Pb, Sm-Nd, Rb-Sr, Ar-Ar. The applicability and limitation of each dating method have been discussed. It is regarded that the formation of gold deposits is the product of comprehensive geological events. In gold dating, it is necessary to strengthen the study on geological background of diagenesis and mineralization of gold deposits, determine the formation ages of landmark geological bodies and ore bodies, so as to limit the diagenetic and metallogenic ages of each other and obtain high quality chronological data.

Key words: Hydrothermal gold deposit; isotope dating, dating minerals; metallogenic chronology