

中国东部冰长石-绢云母型 低温浅成热液金矿

林宝钦

(沈阳地质矿产研究所)

中国东部许多金矿床产在中生代火山岩中,前人将其归于火山热液型矿床,作者将其划为冰长石-绢云母型低温浅成热液矿床,并讨论了其主要特征。许多产在变质岩和花岗岩中金矿过去分别归于变质热液和岩浆热液或者统称中温或中低温热液矿床,其中一部分作者也将其归于冰长石-绢云母型低温浅成热液矿床。这种矿床与斑岩型金矿在空间上叠加,在国外有例子,在国内虽有争议,但有可能存在。文中讨论了美洲西部太平洋岛弧与中国东部矿床类型组合类似,但成矿时代有所差别,并从板块构造角度对比进行解释。作者强调指出,由于我国东部成矿时代老,剥蚀作用使得我们对这种矿床认识产生困难,但只要努力一定能打开找矿新思路。

关键词 冰长石-绢云母型 低温浅成热液 金矿 中国东部

“Epithermal”一词是 W.Lindgren (1922, 1933) 提出的。曾译为“浅成低温热液的”,“浅成热液的”和“低温热液的”。他认为这种类型矿床是水流体在火成射气作用下,于低温 ($<200^{\circ}\text{C}$) 和中压条件下形成的。80 年代后期国际上一般认为“Epithermal 类型矿床主要是由大气降水在稍高温度 ($200-300^{\circ}\text{C}$) 和几百 10^5Pa 压力条件下形成的。这里我们将“Epithermal”译为“低温”浅成热液的,以与目前国际上普遍被人接受的概念相一致。

80 年代后期,国际有关低温浅成热液金矿床研究取得长足进展,特别是美洲西部与西太平洋岛弧区,发现了一些特大型 ($100-400\text{t}$) 和巨型 ($>400\text{t}$) 矿床。在分类学上人们普遍接受了 P·希尔德⁽¹⁾ (Heald, 1987) 分类方案,他将低温浅成热液矿床分为两类,即酸性硫酸盐型 (Acid-Sulfate type) 和冰长石-绢云母型 (Adularia-Sericite type)。西太平洋岛弧区一些特大型和巨型金矿床多数是属于冰长石-绢云母型的。因此,研究我国东部冰长石-绢云母型低温浅成热液矿床,既有重要的理论意义,又有重要的经济意义。

1 产于火山岩中的金矿床

产于我国东部火山岩中的许多金矿,其成因类型过去被人们所称的“火山热液型”^(2,3) (毋瑞身, 1981、1986; 李之彤, 1986), 我们认为这是“低温浅成热液型”的同义语。李之彤⁽³⁾ (1986) 对我国东部中(新) 生代火山热液型金矿做了比较系统论述,他所列举的许多火山热液矿床特点都是冰长石-绢云母型低温浅成热液矿床的典型特征。台湾金瓜石金矿是典型的酸性硫酸盐型低温浅成热液矿床,有大量的硫砷铜矿与明矾石。该矿床位

于西太平洋岛弧区,成矿时代为更新世,我国大陆东部晚侏罗世—早白垩世形成的金矿床,尚未见到一个典型实例。因此,本文只讨论冰长石—绢云母型低温浅成热液矿床。有关这类金矿的一般特征,李之彤^[3] (1986)已作了十分系统叙述,不再赘述,仅就几个问题讨论如下。

冰长石—绢云母型低温浅成热液矿床以不出现硫砷铜矿+黄铁矿+铜蓝矿物组合和内生明矾石而与酸性硫酸盐型低温浅成热液矿床相区别,以出现冰长石与绢云母为其自身特征。许多金矿都有冰长石与绢云母。部分矿床没有见到冰长石(可能没有发现),美国科罗拉多莱克市 I^[1] (Lake city I) 是典型的冰长石—绢云母型金矿,也没有出现冰长石。

需要指出,有的金矿含有明矾石,但这并不影响其归属于冰长石—绢云母型。美国克利德 (Creede) 金矿和朗德^[1] (Rownd) 金矿都是冰长石—绢云母型的,也都含有明矾石,因为这些矿床本质上是低硫的,或明矾石与主要矿化期不是同时的。

金银比值变化很大,这样金的成色变化也大。因此,金银比值和金的成色不能做为划分低温浅成热液矿床或其亚类的标志。

我国许多重要的低温浅成热液型金矿成矿时代主要是晚侏罗世与早白垩世,如团结沟(李之彤, 1986)、奈林沟^[4], 吉林东部几十个矿床与矿点均产在晚侏罗世火山岩和潜火山岩中^[5]。辽西阜新西梁金矿、山东沂南堆金山和江苏江宁铜井娘娘山等金矿床产在早白垩世火山岩中。一些典型低温浅成热液矿床,虽然不是产在火山岩中,但也是这个时期成矿的。河北丰宁牛圈银金矿产在燕山期和海西期花岗岩中,成矿时代为早白垩世。许多矿床成矿年龄大致为 150—94Ma (K—Ar)。

最典型的控矿构造是断层和裂隙,具多期次,并有两个以上不同方向构造叠加。最常见的是破火山口及其边缘断裂,因为这样构造背景能提供良好的管道体系 (Plumbing Sytem) 以供热液流体循环成矿。吉林东部矿床和矿点主要与火山管道、火山口及其周围断裂有关,但一些冰长石—绢云母型低温浅成热液矿床并不完全与火山机构有关。辽西地区金矿一般分布在距火山喷发中心稍远的火山碎屑熔岩中,如阜新西梁和义县马岱沟等。奈林沟金矿产在铁营子盆地边缘。

李之彤 (1986)^[3]指出,中国东部火山热液金矿矿物包裹体测温结果估算矿床形成压力一般为 230×10^5 — 250×10^5 Pa,从而推断矿床形成深度为 0.5—1km (据沈远超)。

冰长石—绢云母型低温浅成热液矿床并不一定与侵入—火山作用在时间上与空间上都有直接联系。矿石沉淀均晚于围岩形成时间,从美洲西部实例看,至少晚 1Ma。与酸性硫酸盐型(除少数例外,围岩几乎都是流纹英安岩)不同,围岩成分从流纹岩、安山岩到玄武岩都有,而且可以产在花岗岩和太古宙变质岩中。

在一个矿区,某一侵入体可能是成矿热源,但它往往深埋在矿床底下,因此,有的冰长石—绢云母型金矿没有找到热源,但这只是地表现象。美国克里德金矿,经地球物理研究证明侵入体深埋在矿带下面^[1]。

冰长石—绢云母型金矿通常比酸性硫酸盐型规模大,如上述有的达到 100—400t,甚至超过 400t,这样规模巨大的矿床,在成矿时要求有广泛的侧向流动,结果使矿石沉淀偏离深部热源。断层的密度和规模以及古地貌特征对控制冰长石—绢云母型金矿规模都有重要意义,其中古地貌形态对侧向流动的影响特别重要, Hanoaka (1980)^[6] 认为最佳坡

度为 10%—17%。

2 产于变质岩中的金矿床

产在火山岩中的金矿或过去叫火山热液型金矿归于低温浅成热液类型容易被人们接受。但是, 产在变质岩中或花岗岩中的金矿做为低温浅成热液型矿床, 从传统观念考虑似乎不易被人们所理解。

辽西金厂沟梁-二道沟金矿田有三个金矿床分别产在不同类型岩石之中, 过去将其分别归属于不同成因类型。金厂沟梁金矿为变质热液型(围岩为太古宙变质岩), 二道沟金矿为火山热液型(围岩为中生代火山岩)以及长皋沟金矿为岩浆热液型(围岩为晚三叠世花岗岩)。经过几年工作我们认为应当统一考虑三个矿床成因问题。按 P·希尔德分类是属于冰长石-绢云母型低温浅成热液矿床⁽⁷⁾(林宝钦等, 1990, 1991)。

金厂沟梁-二道沟三个矿床及众多的含金石英脉围绕着西对面沟花岗闪长岩岩株分布。矿田中大部分控矿断裂具典型的脆性构造特征, 从总体上看矿化作用是发生在断层活动期间, 矿石结构构造与矿物组合均具低温与浅成特征, 其中有标型矿物冰长石。热液蚀变大致可分为三类: ①绢云母化蚀变作用, 包括绢云母化、硅化、钾长石化(冰长石化)和黄铁矿化; ②青磐岩化蚀变作用, 包括绿泥石化、碳酸盐化和黄铁矿化; ③泥化蚀变作用。矿物沉淀集中温度区间分别为 360—270℃、270—230℃和 230—200℃, 基本上代表了成矿作用的三个阶段, 其中 270—230℃是几个矿区矿石沉淀的主要温度区间。成矿流体盐度为 1.5%—13.8% NaCl, 成矿流体成分主要的为 K、Na、Cl 和 SO₄, K/Na 比率为 0.06—0.58, Ca/Na 比率为 0.09—0.80, 水是成矿流体的最主要组分, 超过 99%。

氢、氧稳定同位素研究表明, 相似的岩石, $\delta^{18}\text{O}$ 值有明显变化, 这可以解释为蚀变作用主要由大气降水所引起, 实际上 δD 值 (-98.2, -113.2 和 -121.8) 表明, 大气降水所具有的氢同位素成分与岩浆水有重大区别。所以我们有根据认为这是一个大气降水热液体系。

在金厂沟梁-二道沟金矿田我们共获得 26 个各种类型岩石年龄数据, 据之将本区中生代岩浆作用分为三期, 晚三叠世—早侏罗世 (220—196Ma); 晚侏罗世 (168—145Ma) 和早白垩世 (131—120Ma), 金矿化作用 (125—120Ma) 与最后一期岩浆作用有关。

上述特点与 P·希尔德⁽¹⁾所总结的美洲西部十个典型冰长石-绢云母型低温浅成热液金矿床的特征十分相似, 可以对比。

美国科罗拉多, 许多矿床产在前寒武纪岩石中, 在成矿时代上, S·B·龙伯格⁽⁸⁾ (1980) 将其分为两期: 拉拉米期(白垩纪晚期)和后拉拉米期, 时代很新。矿体产于拉拉末期或其以后的侵入体中, 这些矿床多数为低温浅成热液型。美国爱达荷州的西弗尔市 (Silver City) 金矿是典型冰长石-绢云母型低温浅成热液型, 产在年龄为 66—62Ma 的花岗岩中⁽¹⁾。

3 斑岩型金矿叠加关系讨论

冰长石-绢云母型低温浅成热液金矿与斑岩型金矿在空间上叠加在我国有实例。对团

结沟金矿成因认识,有分歧:次火山岩低温热液金矿,斑岩型金矿,与次火山岩有关的破火山口低温热液金矿以及岩浆期中低温热液金矿等⁽²⁾(江雄新,1983,1986)。如果考虑到低温浅成热液金矿也包括传统的中温热液金矿(200—300℃),那么上述看法除斑岩型外其他三种观点没有本质区别,因为低温浅成热液矿床常产在上述火山机构中。认为斑岩型金矿矿体主要赋存于斑岩体内及其上部蚀变角砾岩带中,明显受斑岩空间分布与产状变化控制。矿化与蚀变主要是面型的,而持低温浅成热液型金矿观点主要根据含矿热液沿一定的构造破碎带或裂隙带充填而成,出现冰长石,主要成矿温度为175—230℃之间。

一般说斑岩型矿床主要是细脉浸染型的,品位低而储量大。与斑岩有关的浅成-超浅成侵入体常伴生有角砾岩体。围岩蚀变具有面状特点,并呈带状分布,斑岩型蚀变开始温度为600—700℃,以金属硫化物为主的矿石沉淀主要是在350—250℃温度区间,并一直延伸到低温阶段。

团结沟金矿具典型的低温浅成热液型,而且是冰长石-绢云母型金矿特征。斑岩型矿床,钾化作用应该是高温的(450—600℃),因此,在钾化蚀变带中出现的应该是正长石而不应该是冰长石,后者稳定温度为250℃。斑岩型绢云母蚀变带中绢云母出现在300—450℃之间,与低温浅成热液金矿绢云母所处的温度(250℃)也有很大区别。因此作者认为团结沟金矿实际上是斑岩型与冰长石-绢云母型低温浅成热液矿床在同一空间上的叠加。

冰长石-绢云母型低温浅成热液金矿与斑岩型金矿在同一空间上叠加,国外有许多例子。巴布亚·新几内亚的波格拉(Porgera)金矿是一个巨型金矿床,储量为375t, R·H·西利托(1989)⁽⁹⁾将其放在斑岩型与低温浅成热液型过渡的矿床类型,兼具斑岩型与低温浅成热液型金矿化特征。在西太平洋岛弧区,冰长石-绢云母型低温浅成热液型金矿化常出现在矿化斑岩体周边,但也在斑岩体上面或与其叠加。菲律宾、巴布亚·新几内亚和斐济的一些金矿含金矿脉产在区域构造断裂或裂隙系统中,大致与矿化的斑岩体高度一致。巴布亚·新几内亚还有一些金矿,矿化叠加在矿化斑岩体上部,在这种情况下,斑岩型矿化作用常是微弱的。

4 成因问题讨论

环太平洋有三个金属成矿带,这就是美洲西部成矿带,西太平洋岛弧成矿带和中国东部(亚洲东部)成矿带。这些成矿带中矿床类型大同小异。大致有块状硫化物矿床、斑岩型金铜矿床、矽卡岩型矿床和低温浅成热液型矿床。后者包括冰长石-绢云母型和酸性硫酸盐型两个亚类型。西太平洋岛弧成矿带中有黑矿型矿床(日本)和波格拉型(介于斑岩型与低温浅成热液型之间过渡类型)。

这三个成矿带最主要区别是在成矿时代上。西太平洋岛弧区金矿主要形成于<20Ma,其中75%矿床形成于晚中新世—第四纪。玛丽安金矿成矿时代为25Ma,这是唯一例外。美洲西部成矿时代主要为25—10Ma。美国科罗拉多成矿带成矿时代为拉拉米期或拉拉米期之后。中国东部成矿时代大致为145—67Ma,其中主要为125—120Ma(有些尚有争论)。

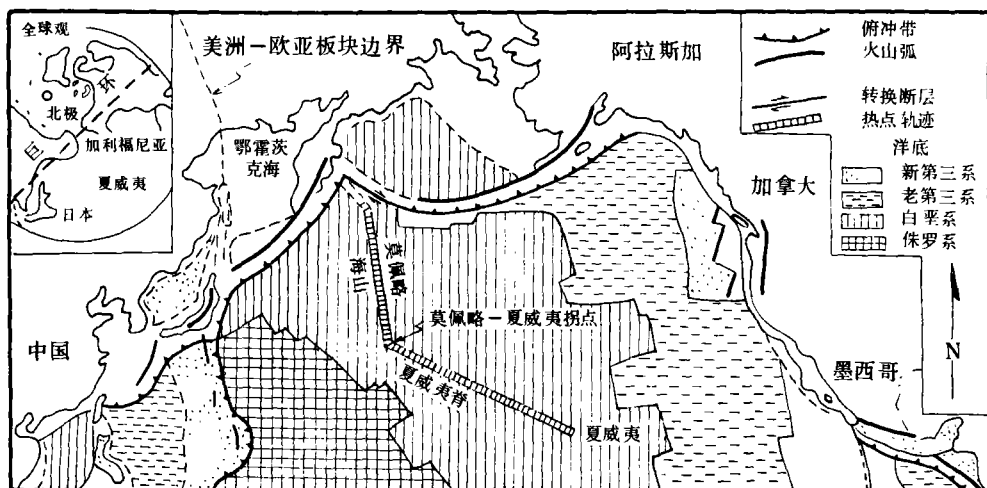


图1 北太平洋边缘和太平洋北部的现代构造要素⁽¹⁰⁾

Fig.1 Present tectonic elements in northern Peri-Pacific region and northern Pacific ocean

(采用标准麦卡特投影)

海底年龄据 Pitman 等 (1974) 和 Hilde 等 (1977) 修编。美洲-欧亚板块边界据 Chapman 和 Solomop

由图1可以看出太平洋板块西缘一条活动的火山岛弧链,而东缘(美洲)却缺乏火山岛弧。俯冲方式可以分为两种,一种是马里亚纳型,由拉张作用引起的,另一种为智利型,在弧或弧后地区发生挤压作用(S. Niyeda Todyo, 1981)。

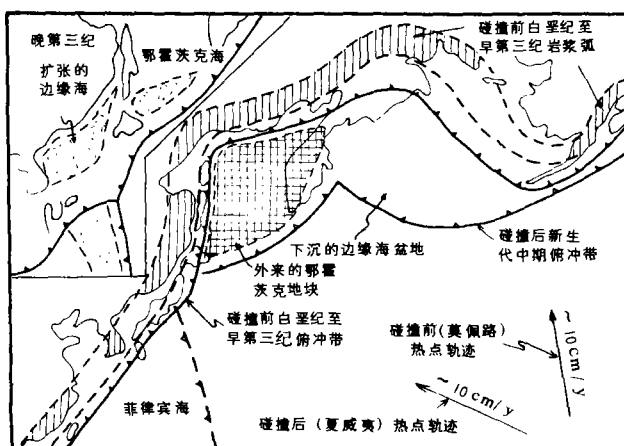


图2 因伴随俯冲带跳跃的地壳碰撞使鄂霍茨克地块增生于大陆之前和之后的俯冲带演化设想简图

Fig.2 Sketchy map showing a possible evolution of subduction zone before and after accretion of Okhotsk massif to continent caused by crust collision with the jump of subduction zone

图2可以看出晚白垩世至早第三纪在环太平洋带上有一条岩浆弧,那么在这之前,即晚

侏罗世—早白垩世,正是太平洋洋底急剧扩张时期,结果使太平洋板块与亚洲板块发生强烈碰撞与俯冲作用。从现在中国东部,所谓新华夏系第二、第三隆起带和第二拗陷带(华北平原和松辽平原)构造特征看,只残留一些已被强烈剥蚀的山链,而没有明显的火山岛弧链,表明当时的俯冲带是挤压型的。中生代区域构造分析也证明当时主压应力方向为北西—南东向。因此,这里晚侏罗世—早白垩世构造背景与晚白垩世之后的美洲西部或渐新世—更新世西太平洋岛弧区构造背景是相似的。

一般认为以斑岩型矿床与低温浅成热液型为主的这套矿床组合与钙碱性岩浆岩关系密切,而智利型或挤压型俯冲带比马里亚纳型或拉张型俯冲带更有利于钙碱性岩浆岩形成。据李之彤⁽³⁾(1986),我国东部含金火山岩的共生组合主要是中性—中酸性岩石系列。这些火山岩和潜火山岩体岩石化学性质均属于钙碱性系列,其里特曼组合指数介于1—3之间,多数为1—1.8,与美洲西部及西太平洋岛弧区一样,具备了岩浆岩条件。

这就是说中国东部晚侏罗世—早白垩世板块构造边缘的构造背景与岩浆岩成矿作用等属性都具备形成美洲西部晚白垩世之后或西太平洋岛弧区渐新世—更新世那样矿床组合,这就给我们重新认识中国东部金矿成因类型和寻找规模巨大的冰长石—绢云母型低温浅成热液矿床及与其伴生的斑岩型矿床提供理论依据。

据估计在活动的火山岛弧区每年剥蚀0.75mm(Ruxton and Mcdongall, 1967)⁽¹¹⁾,与太平洋岛弧相比,中国大陆边缘是比较稳定的,如果每年以0.1mm剥蚀量计算,成矿时代为125—120Ma,这就意味着中国大陆东部边缘,早白垩世以来已被剥蚀1.2km,即使考虑到在长期隆起中有相对稳定时间和下沉时期,这个1.2km的剥蚀量仍然偏低。尽管这样,这个数据已足以告诉我们,要求见到低温浅成热液矿床完整剖面是不现实的,热泉型矿床只有在保存完整的白垩纪古地表才有可能得到保存。像中国东部这样较老的低温浅成热液矿床,特别产在变质岩与花岗岩的那些,之所以不易被人们所认识,就是因为长期剥蚀作用,破坏了这些矿床的构造组合与柱状剖面。

5 参考文献

- 1 Heald P, et al. Comparative anatomy of volcanic-hosted epithermal deposits: Acid-sulfate and adularia-serite types. *Econ. Geol.*, 1987, 82, 1—26.
- 2 江雄新等. 团结沟金矿主要地质特征及其成矿作用. *金矿地质论文集*, 地质出版社, 1986, 71—83.
- 3 李之彤. 我国东部中(新)生代火山热液型金矿的地质特征. *金矿地质论文集*, 地质出版社, 1986, 5—14.
- 4 东北地质科学研究所. 奈林沟低温热液金(银)矿床特征. *金矿地质(一)*, 地质出版社, 1986, 49—115.
- 5 吉林省地质矿产局黄金地质调查所综合研究室. 小西南岔金铜主要地质特征及成矿作用. *金矿地质论文集*, 地质出版社, 1986, 112—123.
- 6 Hanoaka N. Numerical model experiment of hydrothermal system—topographic effects. *bull. Geol. Survey, Japan*, 1980, 3 (T), 321—322.
- 7 林宝钦. 华北陆台辽西冰长石—绢云母型低温浅成热液脉金矿床. *第八届国际矿床成因讨论会论文集*, 1991.
- 8 Romberger S B. Metallic mineral resources of Colorado, *Rocky Mountain Association of Geologists—1980 Symposium*, 1980, 225—236.
- 9 Sillitoe R H. Gold deposits in Western Pacific Island Arcs: The magmatic connection. *Reprint*. 1989, 247—290.

- 10 Dickinson W R. Plate tectonic evolution of North Pacific Rim. *Geodynamics of the Western Pacific Jour phy. Earth*, 1978, 26 Suppl, S1—S19.
- 11 Ruxton B P, et al Denudation rates in northeast Papua from potassium-argon dating of lavas. *Am Jour Sci*, 1967, 265, 545—556.

ON EPITHERMAL VEIN GOLD DEPOSITS OF ADULARIA-SERICITE TYPE EASTERN CHINA

Lin Baoqin

(Shenyang Institute of Geology and mineral Resources)

Abstract

"Epithermal" is used in the sense of general conception at present existing textural and mineralogic characteristics of shallow emplacement (less than 1 km) and predominant meteoric water at slightly higher temperatures (200–300°C) and pressures of less than a few hundred bars that were present in these deposits.

Generally, the volcanic-hosted hydrothermal gold deposits are referred to epithermal deposits, which are of adularia-sericite type mostly in Eastern China except gold-copper deposits of the Chinkuashih mine, Taiwan Province, which is of acid-sulfate type.

Without mineral assemblage enargite+pyrite ± covellite and hypogene alunite, and with mineral assemblage adularia-sericite, the gold deposits in Eastern China should be assigned to adularia-sericite type and different from acid-sulfate type.

The gold deposits in Eastern China are characterized by textural and mineralogic features of shallow emplacement, assemblage of chalcopyrite, galena and sphalerite, ores occurring in complex environments structurally, several generations of faults or fractures in two or more directions typically, the hosted rocks of various composition and in several different compositional units within a district, ore-forming temperature of between 360–180°C and pressures of between 230×10^5 – 250×10^5 Pa, and emplacement in late Jurassic to early Cretaceous (150–94 Ma).

Some epithermal gold deposits in Eastern China are hosted by Archean metamorphic rocks and granites such as in Jinchanggouliang-Erdaogou gold camp where three gold deposits, i.e. Jinchanggouliang, Erdaogou and Xiaochanggao gold deposits were hosted by Archean gneisses, Mesozoic volcanic rocks and Triassic granitoid respectively, and therefore, were belonged to metamorphic hydrothermal, Volcanic hydrothermal and magmatic hydrothermal deposits respectively before.

Evidence of structure, mineral assemblage, hydrothermal alteration, ore-forming temperature, salinity and constituent of ore-forming fluid, lead isotopic composition of galena, and hydrogen and oxygen isotopic composition of mineral and rock show that there are no different in

genesis among them and all belong to epithermal gold deposit of adularia-sericite type.

Many vein-type gold deposits in North China Platform tend to be richer in base metal (Zn, Pd, Cu), to carry more crystalline quartz than chalcedony, to be accompanied with sericitic rather than adularia-sericitic alteration, and to possess a more intimate relationship with intrusive rocks in space. All can be compared with that in Western Pacific Island Arcs.

Some gold deposits of adularia-sericite type in Eastern China occur round, or above or superimposed on the stocks of mineralized porphyry, such as Jinchanggouliang-Erdogou gold camp of Liaoning, Tuanjiogou gold deposit of, Heilongjiang and Xiaoxinancha deposit of Jilin etc.

Like the gold deposits in Western America and in Western Pacific Island Arcs, the adularia-sericite type of epithermal gold deposits of eastern China occur, tectonically, in the margin of plate under a geological background of compression by subduction.

Key words adularia-sericite type epithermal gold deposits eastern China