

综合述评

论热液矿床的分类

宋焕斌 戴福盛

(昆明工学院地质系)

摘 要: 文章回顾了热液矿床分类历史。提出首先按成矿温度将热液矿床分为高、中、低温三大类。再按热液来源,把每一大类分为岩浆热液型、变质热液型、地下水热液型、海水热液型和混合热液型五个亚类。对每个亚类,根据矿种进一步细分。

主题词: 热液矿床 分类

由于热液矿床的成矿作用十分复杂,所以对这类矿床进行分类也特别困难。然而,热液矿床是一个极其重要的矿床成因类型,地壳中的大多数矿产都与热液作用有关或受到热液的改造,对其进行分类研究具有十分重要的意义。多年来,提出的热液矿床分类方案众多,这些方案代表了矿床学发展一定阶段的认识程度,对以后的研究起了积极的作用。但由于当时认识上的局限,已有分类方案意见分歧很大。正如美国地质学家里奇(J. D. Ridge)所说,就已付印的文章来说,至少还没有地质学家宣称过,已经完成了有经济价值的矿床的合乎理想的分类法。

1 热液矿床分类史及评述

从中世纪到本世纪初,热液矿床的分类都是以矿体形态和产状为基础的形态分类占主要地位。提出历史上最有影响的热液矿床分类方案者要数美国地质学家林格伦(W. Lindgren)。他在本世纪初首次提出按矿床形成温度和深度来分类,将热液矿床分为高温深成的、中温中深的和低温浅成的三类(表1)。林格伦

表1 林格伦的热液矿床分类(1933)

Table 1. W. Lindgren's classification of hydrothermal deposits (1933)

类 型	形 成 温 度 (°C)	形 成 深 度 (m)
高温深成热液矿床	≈300~600	3000~15000
中温中深热液矿床	200~300	1200~4500
低温浅成热液矿床	50~200	近地表~1500

的分类简明扼要,替代了以往热液矿床的形态分类,使得成因意义更明显。因此,得到了世界很多学者的承认,在热液矿床分类史上是一个里程碑,产生了巨大作用,直到现今仍具有指导意义。但是,林格伦的分类把成矿温度和深度绝对地统一起来,对某些形成温度和深度不成正消长关系的矿床显然不适用。如有些矿床成矿温度较高而形成深度并不大。因此,许多学者在林格伦分类方案的基础上作了修改和补充,如

格拉顿 (L. C. Graton) 在林格仑分类中增加了中深成热液矿床和远温热液矿床两类。里奇在发展林格仑分类的过程中, 将热液矿床分为缓慢降温降压的和快速降温降压的两大类, 并进一步细分为七个亚类 (表 2)。

表 2 里奇的热液矿床分类 (1970)

Table 2. J. D. Ridge's classification of hydrothermal deposits (1970)

大 类	亚 类	形成温度 (°C)	形 成 压 力 (Pa)
缓慢降温 和降压的 热液矿床	远温矿床	50~150	$4.052 \times 10^5 \sim 2.431 \times 10^6$
	亚中温矿床	125~250	$2.431 \times 10^5 \sim 8.104 \times 10^5$
	中温矿床	250~300	$4.052 \times 10^5 \sim 1.621 \times 10^6$
	高温矿床	300~600	$8.104 \times 10^5 \sim 4.052 \times 10^6$
快速降温 and 降压 的热液矿床	低温矿床	50~200	$4.052 \times 10^5 \sim 2.431 \times 10^5$
	中温矿床	150~300	$4.052 \times 10^5 \sim 8.104 \times 10^5$
	浅高温矿床	300~500	$8.104 \times 10^5 \sim 7.091 \times 10^5$

林格仑及其被修改补充的分类, 最大的不足在于没有考虑到热液的多源性, 把所有热液都归结于岩浆, 把分布在广大无岩浆岩出露地区的热液矿床均划归为距岩体很远的“远温矿床”, 这显然是不恰当的。其次, 矿床形成的温度和深度并不是确定成因的最主要因素, 而且精确测定成矿深度或压力是比较困难的。

除了以温压作为主要标准的分类外, 一些学者试图根据矿床与岩浆岩的关系和形成温度、共生岩浆岩的侵入深度和矿石建造以及矿床形成环境等因素提出各种分类。代表者如瑞士的尼格里 (P. Niggli)、德国的史奈德洪 (H. Schneiderhöhn), 前苏联的 II 塔塔林诺夫和 II 马加克扬等。有些分类虽然考虑了较多的地质因素, 成因意识比较强。但限于当时对热液的认识程度, 主要分类标准都是围绕岩浆的, 仍未突破岩浆热液的范畴。而且分类较复杂, 有些参数不易确定, 不便应用。所以, 很多热液矿床分类方案尚未得到广泛承认。

前苏联矿床学家 B. II 斯米尔诺夫提出 4 个主要分类原则^[1]。

1. 矿床按其本身包含的易于观察的标志分类。矿产的矿物成分就是这种标志, 这不仅包括经济上对于开采有利的元素含量, 而且也包括主要造矿矿物的自然共生组合。

2. 成因相同的矿床归为同一类, 尽可能地反映地质发展旋回某一阶段在地壳褶皱区某一大型构造带中形成矿床的条件。

3. 每类矿床形成的物理、化学条件不同, 就按其所显示的不同程度的差异来分类。

4. 分类要简明, 包含的类型数目要有限。

根据这些原则, 他将热液矿床分为五类: 云英岩类, 内生热液类 (包括石英亚类、硫化物亚类、碳酸盐亚类), 远成热液类, 黄铁矿型矿床, 次火山型矿床。按第一类到最后一类的顺序, 矿床形成深度减小, 形成温度下降, 成分由硅-氧状态逐渐为硫状态所替代, 成矿条件从酸性为主演化为中性和碱性状态为主。此后, B. II 斯米尔诺夫又对这一分类作了修改, 把五类简化为深成成因的、火山成因的和远成热液的 (非岩浆成因的) 三大类。这个分类很简要, 从大的方面照顾到了矿床的成因, 而且注意到了非岩浆成因的热液矿床。可是, 这样的分类似乎太笼统, 以致显得粗略, 无论在地质上还是工业方面, 其应用价值都受到限制。

60年代中国高等学校教材《矿床学》中, 我国矿床学家徐克勤、胡受奚等建议将热液矿床按成矿时的温度划为矽卡岩型矿床和高、中、低温热液矿床四个级别^[2], 各类的关系如下:

气化热液矿床 {

 { 气化-高温热液矿床 { 矽卡岩型矿床

 { 高温热液矿床

 { 中温热液矿床

 { 低温热液矿床

徐克勤教授等认为,在当时的知识基础上,这种方案是最恰当的。认为总的说来,它是符合于有关岩浆期后矿床在自然界变化的规律的。该分类几乎以温度作为唯一的标准,认为在多数情况下,其他的一些主要因素(如深度、压力、距岩浆源远近和矿化阶段的早晚)与成矿温度是向着同一个方向变化的。所以,实际上其他的一些因素也往往能兼顾到。这个分类也将热液矿床称为岩浆期后矿床,显然忽略了非岩浆成因的热液矿床。另外,以温度作为分类的唯一准则显得不够全面。

80年代初期,胡受奚等编著的《矿床学》,将热液矿床分为气化-高温热液矿床、中温热液矿床和低温热液矿床三大类⁽³⁾。他们认为在影响热液矿床的许多因素中,温度是最主要的,能起举纲张目的作用。认为这样分类一般能较全面地反映气化-热液矿床在自然界变化的规律。然而,这个方案与作者在60年代的分类相比,仅是将矽卡岩矿床独立出来,保留了其他三类矿床而已,仍然不可避免地存在与上述同样的不足。

到了80年代中期,中国地质大学袁见齐教授等在高等学校教材《矿床学》中提出了较新的热液矿床分类方案⁽⁴⁾,他们考虑到了热液的多源性和多阶段性,以及成矿环境的多样性,按成矿地质环境、兼顾矿液的来源,对热液矿床进行分类。首先按热液来源分为岩浆气液矿床和非岩浆热液矿床两大类。前者根据成矿方式(交代或充填)再分,然后又按含矿建造、矿产种类或温度等进行细分;后者直接按含矿建造和矿种分为五个亚类(表3)。

表3 袁见齐等的热液矿床分类(1985)

Table 3. Classification of hydrothermal deposits by Yuan Jiangqi et al. (1985)

一级分类	二级分类	三级分类
岩浆气液矿床	岩浆气液-交代矿床	与蚀变花岗岩有关的钠长岩化稀有、稀土元素矿床 与蚀变花岗岩有关的云英岩化钨、锡矿床 与蚀变基性-超基性岩有关的蛇纹石石棉-滑石矿床
	岩浆热液充填-交代矿床	高温热液矿床; 中温热液矿床; 低温热液矿床
非岩浆热液矿床	碳酸盐岩层中的脉状铅、锌矿床; 碳酸盐建造中的金矿床; 砂页岩中的脉状铜矿床; 砂岩中的铀-钒矿床; 碳酸盐岩、砂岩中的脉状水晶矿床	

这个分类考虑到的地质因素较多,对成矿地质环境、热液的来源、成矿方式、成矿温度、成矿母岩和围岩、蚀变作用、矿体产状、矿产类型等都有所反映,而且考虑到了不同成因的热液,列出了非岩浆成因的热液矿床。但该分类仍存在某些不足。虽然考虑的因素较多,但主次不够分明,各种因素在分类时未能被平行应用,即同级分类标准不统一。如岩浆气液矿床中的岩浆气液交代矿床,三级分类时是按成矿母岩、围岩蚀变及矿产种类进行的;而与其平行的岩浆热液充填-交代矿床的三级分类是按成矿温度进行的。此外,把热液绝对地分为岩浆的和非岩浆的,尚未考虑混合热液的成矿作用也是不够全面的。还有是分类中尚未包括所有的热液矿床类型,如与变质热液有关的矿床就未包括进去。

2 建议的热液矿床分类方案

分类不仅能反映人类对于某种事物认识的深浅程度,而且合理的分类能推动对事物的进一步认识,指导研究工作。所以,分类问题是自然科学中极其重要的研究课题之一。犹如生物分类和化学元素分类(元素

周期表)在这两门学科中所起的作用一样,热液矿床的分类对研究该类矿床、指导找矿工作,乃至矿产的采、选、冶流程等均有特别重要的意义。对热液矿床进行分类,就是要在现有认识水平上,最大限度地将它的所有组成分子按其内部联系作出客观的、能反映出真实关系的适当位置排列起来。

分类的总原则应该是简明、系统,既能正确反映客观事物的内在联系,又要与当代的研究基础相适应,便于实际应用。在此前提下,笔者将成矿温度、热液来源和矿产种类三者作为热液矿床的主要分类标准,提出了新的分类方案。以成矿温度为一级分类标准,首先分出高温热液矿床、中温热液矿床和低温热液矿床三大类;再把成矿热液来源作为二级划分标准,对每一大类进一步分为岩浆热液型、变质热液型、地下水热液型、海水热液型及混合热液型五个亚类,即高、中、低温热液矿床各有五个平行的亚类,共有15个亚类(表4);三级分类标准选用矿产类型,对15个亚类中的每一个,分别按矿种再细分,如“高温岩浆热液锡矿床”、“低温地下水热液锑矿床”等等。由于矿产种类繁多,三级分类不宜直接在分类表中表示,以便保持分类表简明易记,且不会给应用带来任何不便。

表4 本文建议的热液矿床分类

Table 4. Classification of hydrothermal deposits in this paper.

成矿温度 热液来源	高温 (600~300℃)	中温 (300~200℃)	低温 (200~50℃)
岩 浆	高温岩浆热液矿床	中温岩浆热液矿床	低温岩浆热液矿床
变 质	高温变质热液矿床	中温变质热液矿床	低温变质热液矿床
地 下 水	高温地下水热液矿床	中温地下水热液矿床	低温地下水热液矿床
海 水	高温海水热液矿床	中温海水热液矿床	低温海水热液矿床
混 合 型	高温混合热液矿床	中温混合热液矿床	低温混合热液矿床

这个分类方案具有下列特点:

1. 以温度和热液来源作为一、二级分类标准,能直接和间接地反映矿床的主要成矿作用及矿床地质特征,具有较强的成因意义。而且温度和热液来源的确定是与现代分析测试技术相适应的,能通过包裹体测温 and 稳定同位素分析等手段获得有关定量资料。以矿产种类作为三级划分标准,就适当照顾到了分类在工业应用上的方便。因此,该分类同时具有成因分类和工业分类的特点。

2. 分类系统化,包含的类型数目有限。分类表中包含的类型数目是有限的,它严格规定只能有15个亚类,每个亚类通常可能包含数种矿产。然而,在自然界发现的每一种热液矿产,都能在该分类表找到归宿。如果随着研究程度的深化,对热液的来源取得了新的认识,那么,只需将分类表中的二级标准(热液来源)作相应的调整,而不必改变分类方案的整体结构。

3. 便于矿床的分类命名。确定某热液矿床属于分类表中哪一类时,可根据工作程度由浅而深,采取分步定名法。如初期研究阶段只知某锡矿床属热液成矿,对其成矿温度和热液来源还不清楚,则暂可定名为“热液型锡矿床”;进一步研究后,发现成矿作用以高温为主,则继而定为“高温热液锡矿床”;当更深入的研究揭示热液主要来自岩浆时,就可定出完整的名称——高温岩浆热液锡矿床。就是说,根据工作程度的深浅,分类详细程度可停留在任何一级上,不致于造成定名困难。对于温度跨区间或多矿种的矿床,可采用连字符或顿号定名,如“中-低温地下水热液铅、锌矿床”。热液属两种或多种成因的矿床,称混合热液矿床,而在有关文字描述中说明热液的来源。

4 分类标准统一,分类规范化。每一级分类都严格按照同一标准进行,故无论是按成矿温度划分多个大类之间,还是按热液来源分出的15个亚类之间,或进而按矿种分出的各类矿床间都是平行的,然后成矿作用和地质特征等方面进行对比。

5. 分类简练,便于记忆和实际应用。只要具有高、中、低温的概念及记住热液的几种主要来源,和即刻熟记该分类表。在应用方面,上述各点已充分表明其方便性。

该分类方案的不足,可能首先被提出的是15的亚类的主次问题。象“高温岩浆热液矿床”和“低温地下水热液矿床”这样的类型几乎是无可非议的,在自然界能经常见到,是主要的。可是,象“高温地下热液矿床”等类型是否恰当,可能就有争议了。笔者认为这个问题并不突出,因为在这方面,该分类表与英语时态表十分相似。我们知道,英语有10多种时态,然而常用的只有几种,有的时态很少用到,有的几乎不用,但这并不影响英语时态的类型和应用。本分类表也是如此,有的类型是常见的,有的很少见,有的几乎见不到。这也无妨分类表的实用性。

此外,该分类强调了热液的来源,尚未考虑矿质的来源,而矿质与热液的来源有时是不完全吻合的。在探讨热液矿床分类问题时,研究热源、液源及矿源三者之间的关系是有意义的。

参 考 文 献

- 1 B И 斯米尔诺夫.矿床地质学.《矿床地质学》翻译组译.北京:地质出版社,1985.
- 2 徐克勤,胡受奚,俞受璧.矿床学.北京:人民教育出版社,1964.
- 3 胡受奚等.矿床学.北京:地质出版社,1982.
- 4 袁见齐,朱上庆,翟裕生.矿床学.北京:地质出版社,1985.

ON THE CLASSIFICATION OF HYDROTHERMAL DEPOSITS

Song Huanbin and Dai Fusheng

(Kunming Institute of Technology, Kunming, Yunnan Province)

Abstract

Based on a review of the history of hydrothermal deposit classification, this paper suggests the division of hydrothermal deposits into three major types (hypothermal, mesothermal and epithermal) in accordance with ore-forming temperatures, with each of these types further divided in terms of hydrothermal origin into five subtypes, i. e. magmatic hydrothermal, metamorphic hydrothermal, groundwater hydrothermal, seawater hydrothermal and mixed hydrothermal ones. For each subtype, further division can be made in the light of ore species.