

铅锌矿床类型划分评析

陈喜峰* 彭润民

中国地质大学, 北京 100083

提 要: 对铅锌矿类型的划分, 主要有以成矿温度结合深度和典型矿物组合为基础、以围岩或含矿岩系为基础、以成因为基础、以综合矿床因素为基础、以含矿岩系结合矿床成因为基础的若干划分方案, 各具特色, 又有不完善之处。从反映客观地质规律和体现矿床内在差异和外在必可把握的标志的原则出发, 尝试将铅锌矿按成矿系统划分为岩浆、热液(水)、沉积、叠加改造4大类, 再据成矿环境、围岩类型及蚀变, 成矿时代, 流体包裹体, 铅、硫同位素, 成矿条件等特征进一步划分出9个亚类。

关键词 铅锌矿床 类型 原则 新方案

中图分类号 P618.42+P618.43 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-5296(2007)04-0209-06

0 引言

铅、锌是与经济发展关系密切的全球性的战略矿产资源, 在全球工业化进程中占有重要的地位。目前, 世界各国都比较重视铅锌矿资源的地质研究、勘查和评价。由于铅锌成矿作用的多样性和复杂性, 铅锌矿床的分类原则和类型划分一直是个争议颇多的问题。合理的铅锌矿床分类是对铅锌矿床成矿作用、地质特征、地貌特征、分布规律的高度概括, 不仅应反映铅锌矿的各种成因、产出的条件和矿床的基本形态特征, 还应促进铅锌成矿理论的发展和指导生产实践。目前, 铅锌矿床的分类较多, 各具理论依据、实际意义和优缺点。本文仅对铅锌矿床分类的历史、研究现状和一些有代表性的分类方案进行粗浅的评析, 不当之处敬请批评指正。

1 铅锌矿床类型划分的历史回顾和研究现状

铅锌矿床的分类是铅锌矿地质研究工作中的一个重要组成部分。许多国内外著名的地质学家如: K·C·Dunham(1959)^[1]、前苏联的A. A. Амिरасланов(1957)^[2]、郭文魁(1959)^[3]、D. A. Brobst and W. P. Pratt(1973)^[4]、涂光炽(1984^[5], 1989^[6])、D. P. Cox and D. A. Singer(1986)^[7]、朱上庆(1988)^[8]等先后都曾提出过不同的分类方案。由于铅锌矿床成矿作用的多样性和复杂性, 铅锌矿床分类的原则与类型划分一直是争论的问题。尽管不同时期铅锌矿床分类的原则和划分出的铅锌矿床类型不尽相同, 但他们的见解和观点都大大丰富了铅锌矿床类型划分的思想, 反映了各个时期铅锌矿地质工作者对铅锌矿床成矿实质的基本认识。

* 第一作者简介: 陈喜峰(1979~), 男, 在读博士生, 主要从事矿物学、岩石学、矿床学方面的研究

收稿日期: 2007-03-14; 改回日期: 2007-07-25

20世纪60年代以前,温度被视为划分铅锌矿床类型的唯一依据,岩浆-热液一元论的思想占据统治地位。显然,这种建立在岩浆一元论基础上的分类存在许多弊端,因为一些铅锌矿床的形成根本与岩浆无关,这种分类方案反映了同时期成矿理论的主流趋势。70年代后,加深了对铅锌矿床成矿作用的多样性和复杂性的认识,引入了层控理论、海相火山作用及多成因观点,从而打破了岩浆热液成矿理论占统治地位的局面,铅锌矿床的分类取得较大进展,这一时期以含矿岩系为依据的成因分类占主导地位。近年来,层控理论、海相火山作用、多成因观点、岩浆成矿和变质成矿等成为划分铅锌矿床类型的主要准则,同时大地构造单元(朱上庆等,1988)^[3]、洋底成矿作用、同位素组成、成矿实验、微量元素含量和包裹体特征等也成为铅锌矿床分类的新依据^[6]。总体看,随着人们对铅锌矿成矿作用认识程度的不断提高和大量铅锌矿床地质资料和测试数据的积累,不同时期的国内外铅锌矿地质工作者在吸收和总结前人研究成果的基础上,结合铅锌矿床实际地质情况,提出了各具特色的分类方案。

综合分析不同时期铅锌矿床分类方案的特点和依据,众多的分类方案可概括为五种基本分类思路:①以成矿温度结合成矿深度和典型矿物组合为基础的分类;②以围岩或含矿岩系为基础的分类;③以成因为基础分类;④以综合因素为基础分类;⑤以含矿岩系结合矿床成因为基础分类。

2 对已有铅锌矿床类型划分方案的评述

2.1 以成矿温度和深度为基础的分类

这种分类以K·C·Dunham(1959)^[1]提出的方案为代表,主要特点是主观地将温度与深度视为划分铅锌矿床类型的依据。这种分类犯了把温度与深度因素同等看待的错误,众所周知,高温矿床可以形成在不同的深度(其中包括近地表),即高温矿床不完全都是深成的;同时,这种分类也犯了岩浆热液一元论的基本错误,

因为铅锌矿床的形成可与岩浆作用有关,也可与岩浆作用无关,即使与岩浆作用有关,在同一温度条件下形成的铅锌矿床也不相同,因此,这种分类没有较大的理论和实践意义,被多成因观点取代也是理所当然。

2.2 以成矿温度和典型矿物共生组合为基础的分类

1959年郭文魁等^[3]认为铅锌内生矿床基本上都是岩浆期后热液矿床,特别是中-低温矿床更为主要,因此,郭文魁等提出了以成矿温度和典型矿物共生组合为基础的分类方案(表1)。该方案先将铅锌矿床在成因上分为内生和外生两类,内生矿床按照其生成时的温度降低的顺序分为以下8个建造:①方铅矿-闪锌矿-长石-石榴石建造;②方铅矿-闪锌矿-矽卡岩建造;③含毒砂的方铅矿-闪锌矿建造;④方铅矿-闪锌矿-黄铁矿建造;⑤方铅矿-闪锌矿-锡石建造;⑥含石英和碳酸盐类的方铅矿-闪锌矿建造;⑦方铅矿-重晶石-萤石建造;⑧方铅矿-闪锌矿-白云石建造等8个建造。而外生矿床只有菱锌矿-白铅矿-铅钒1个建造。而后根据温度将①~③建造划分为高温至中温矿床;④~⑦建造划分为中温矿床;⑧建造为低温至超低温矿床。总体看,这种分类虽较以温度和深度为基础的分类方案有一定的进步性,但其本质只是根据沃尔弗逊对铅锌矿床的分类方法再结合中国铅锌矿床的某些特征而做的简单分类,这种方法仍犯了岩浆热液一元论的基本错误,忽视了矿床成因、容矿岩系、构造环境等重要因素,同时也忽略了铅锌矿床成矿的多成因、多阶段的特点及矿物共生组合具有复杂性的问题,显然,这种只根据矿物组合对铅锌矿床进行的分类是不全面的和不完善的,其不完善性表现在同一矿石建造可以形成于不同成因环境和控矿条件等方面。由以上论述可见,这种分类是片面的和不系统的,很难全面地反映铅锌矿床的特征和种类,难以很好地促进理论研究和指导找矿。

表1 主要铅锌矿床类型划分方案表

Table 1 Major classification plans of Lead-Zinc deposits

序号	代表性人物	划分基础	类 型	
1	K·C·Dunham (1959)	成矿温度 与 深度	①高温矿床; ②热液交代-中温矿床; ③中温矿床; ④亚中温矿床; ⑤远温矿床	
2	A.A.Амирасл анов (1957)	围岩性质	①产于岩浆岩; ②产于矽卡岩; ③产于火山沉积岩; ④产于砂岩、碳酸盐岩、砂泥质岩; ⑤产于古老深变质岩	
3	郭文魁 (1959)	温度与矿物 共生组合	内生 (8个建造) ①建造 1-3 为高中温矿床; ②建造 4-7 为中温矿床; ③建造 8 为低温矿床 外生 (1个建造) ①菱锌矿-白铅矿-铅矾建造	
4	涂光炽等 (1984)	成 因	①沉积-轻微改造铅锌矿床; ②沉积-强烈改造铅锌矿床; ③沉积-变质铅锌 矿床; ④沉积-变质-混合岩化铅锌矿床; ⑤后成铅锌矿床; ⑥沉积-变质 (或 改造)-岩浆气液叠加铅锌矿床	
5	涂光炽等 (1989)	综合因素	①地质背景; ①花岗岩型: 如锯板坑、新华、东坡等铅锌矿床; ②含矿围岩; ②矽卡岩型: 如水口山、桓仁、黄沙坪、大洞、夏山、拉么等铅锌矿床; ③物质组成 ③斑岩型: 如姚安、北衙、香乔、冷水等铅锌矿床; (除 Pb、Zn ④海相火山岩型: 如小铁山、锡铁山、麻耶呷等矿床; 外); ⑤陆相火山岩: 如五部、大岭口、银山等铅锌矿床; ④围岩蚀变; ⑥碳酸盐岩型: 如凡口、会泽、杉树林、栖霞山、柴河、渔塘等铅锌矿床; ⑤铅同位素; ⑦泥岩-细碎屑岩型: 如高板河、东升庙、西榆皮、乌岙、厂坝、银洞子等 ⑥硫同位素 铅锌矿床; ($\delta^{34}\text{S}$ 值) ⑧砂砾岩型: 如金顶、保安等铅锌矿床	
6	戴自希等 (2005)		含矿岩系结合 矿床成因	①沉积岩容矿的海底喷气沉积矿床 (SEDEX); ②火山岩容矿的海底喷气 沉积矿床 (VMS); ③碳酸盐岩容矿的后生沉积矿床 (密西西比河谷型, MVT); ④砂页岩容矿的沉积或沉积-变质型矿床; ⑤与岩浆岩有关的斑岩- 矽卡岩、热液交代型矿床和陆相火山岩型矿床; ⑥非硫化物铀矿床

2.3 以围岩或含矿岩系为基础的分类

需要指出的是含矿岩系可与矿床直接围岩一致,也可以不同,因此将该种分类归纳为以围岩或含矿岩系为基础的分类。1957年前苏联的 A. A. Амирасланов^[2]指出大多数铅锌矿床虽形成于热液作用,但按热液矿床的成矿温度进行分类又不能反映实际地质情况,因此提出了按围岩性质进行分类的方案,将铅锌矿床分为五大类(表1)。这种分类的优点在于围岩作为实际找矿工作中的直接研究对象易于识别,而且围岩的物理化学性质在一定程度上也影响了控矿构造的性质、产状的变化及矿液富集方式^[9],有利于找矿。总体看,这种分类虽

较上述2种分类有一定的进步性,强调了含矿岩系的重要性,但忽视了影响铅锌矿床成矿作用的构造条件、成矿环境和矿床成因等重要因素,其缺点体现在两方面:一方面,铅锌矿床成矿作用具有广泛性和成矿地质背景的复杂性,不同的地质环境、不同的岩石组合可以出现在同一类矿床;另一方面,在同一围岩条件下的不同地段的成矿作用及矿体规模也相差很远。显然,这种分类也是不全面和不完善的。

2.4 以成因为基础分类

这种分类以1984年涂光炽^[3]先生提出的方案为代表(表1)。涂光炽先生根据我国层控铅锌矿床的地质特征,按成矿作用和控矿地层

岩性,对铅锌矿床作如下成因分类:①沉积-轻微改造铅锌矿床;②沉积-强烈改造铅锌矿床;③沉积-变质铅锌矿床;④沉积-变质-混合岩化铅锌矿床;⑤后成铅锌矿床;⑥沉积-变质(或改造)-岩浆气液叠加铅锌矿床。这种分类引入了层控理论和多成因的观点,强调了成矿作用的多样性。众所周知,铅锌矿床是多种地质因素共同作用的产物,显然,这种只强调成因而忽视容矿岩系、成矿构造条件和成矿环境等因素的分类也是不完善的,即不能很好地反映铅锌矿床的成矿特征。这种分类的不完善性表现在同成因的铅锌矿床也可以产于不同的含矿岩系、构造条件和成矿环境。因此,这种分类也不能很全面准确地划分铅锌矿床类型。

2.5 以综合因素为基础的分类

1989年涂光炽等^[6]对我国铅锌矿床进行了以综合因素为基础的分类,即在尽可能全面分析矿床产出的地质背景、成矿环境、含矿岩系、物质组成、成矿的物理化学条件等因素的基础上进行分类(表1)。这种分类使铅锌矿床的宏观和微观特征得以结合起来,强调了新研究成果的重要性,把具有可靠性和科学性的地球化学因素作为划分铅锌矿床类型的新依据,这一点是非常可取的。总体看,这种分类能相对较全面地反映了铅锌矿床的成矿特征,是一种极有意义的尝试。但在成矿系统理论和区域成矿学理论研究取得较大进展并越来越受到重视的今天,作者认为铅锌矿床类型的划分应在成矿系统和区域成矿的大背景下结合铅锌矿的成矿特征进行划分,这样既考虑了铅锌矿的地质和地球化学特征,又使各种划分依据有机地结合起来形成一个有机的系统,即铅锌矿成矿系统。

2.6 以含矿岩系结合矿床成因为基础分类

近年来,戴自希等^[10]提出了以含矿岩系结合矿床成因为基础分类方案,将世界主要铅锌矿床划分为:①沉积岩容矿的海底喷气沉积矿床(SEDEX);②火山岩容矿的海底喷气沉积矿床(VMS);③碳酸盐岩容矿的后生沉积矿床(密西西比河谷型,MVT);④砂页岩

容矿的沉积或沉积-变质型矿床;⑤与岩浆岩有关的斑岩、矽卡岩、热液交代型矿床和陆相火山岩型矿床;⑥非硫化物锌矿床等。这种分类的主要优点是集中反映了矿床产出的地质背景、成矿环境、成矿主岩和矿床成因等重要因素,既有利于促进铅锌矿床成矿理论的研究,又便于指导找矿,是一种被大多数地质工作者普遍接受的分类方案。但这种分类也存在不足之处,缺乏铅锌矿床间的过度类型,如东升庙超大型铅锌矿床既具有SEDEX型矿床的特征,又有VMS型矿床的特征,属SEDEX型矿床与VMS型矿床间的过度类型^[11];同时,这种分类对同位素、物质组成和成矿流体特征等地球化学依据不够重视,忽视了地球化学因素在铅锌矿床类型划分中的重要性。

从以上分类思路可以看出,在具体应用上许多划分方案观点体现不够完整,有的侧重成矿温度,有的强调含矿岩系,有的则注重矿床成因,因此使已有分类方案很难满足建立完整、系统和实用的铅锌矿床类型分类的要求。

3 草拟新方案

从反映客观地质规律和体现矿床内在差异和外可在把握的标志的原则出发,笔者尝试将铅锌矿床按成矿系统划分为岩浆、热液(水)、沉积、改造4大类;再据成矿环境,围岩类型及蚀变,成矿时代,流体包裹体,铅、硫同位素成矿条件等特征进一步划分出9个亚类(表2)。

4 讨论

综上所述,已往的每种分类方案无论繁简,都各具特色,虽然分类原则和划分的类型不尽相同,但各具理论依据和实际意义,使铅锌矿床类型的划分逐步完善、系统和实用,极大地促进了铅锌矿床的分类研究。同时,上述分类方案也表明:目前铅锌矿床类型划分尚未统一,因此,今后随着人们对铅锌矿床成矿作用认识的不断加深和更新,需将铅锌矿床类型

表 2 主要铅锌矿床类型表
Table 2 Major classification of Lead-Zinc deposits

成矿系统大类	成矿系统亚类	成矿环境	围岩类型	成矿时代	成矿温度 盐度 ω (NaCl) %	铅同位素	硫同位素	成矿条件	典型矿床实例
岩浆成矿系统大类	花岗岩型成矿系统亚类	构造-岩浆活化带	花岗岩及碎屑岩类	以燕山早期为主	200~350℃ 1~26	多正 常铅	多为 正值	岩浆期后热液在断裂构造中充填交代成矿	中国: 新华、铜板坑 法国: 莱马林
	斑岩型成矿系统亚类	构造-岩浆活化带	各种斑岩及外接触带岩石	以燕山期为主	190~430℃ 4~17	多正 常铅	多为 正值	长英质高位体顶部的混合热卤水形成后生矿床	中国: 冷水坑、姚安
	矽卡岩型成矿系统亚类	构造-岩浆活化带	花岗岩、碳酸盐岩、钙质碎屑岩	以中生代为主	120~465℃ 1~14.7	多正 常铅	多为 正值	花岗岩与碳酸盐岩接触带外部的混合热卤水形成后生矿床	中国: 桓仁、水口山 美国: Bingham
	陆相火山岩型成矿系统亚类	造山带和活化带	凝灰岩、潜火山岩、熔岩	以中生代为主	160~370℃ 10~23.1	多为 正值	多为 正值	与陆相火山岩盆地有关的热水水在通道中沉淀成矿	中国: 五部、大岭口 秘鲁: Cerro de Pasco
热液(水)成矿系统大类	火山热液型成矿系统亚类 (VMS 型)	优地槽	凝灰岩、熔岩、潜火山岩	以古生代和古生代为主	100~425℃ 6~14.5	多正 常铅	多为 正值	与海相火山岩盆地有关的热水水喷流到海底系统和通道中沉淀成矿	中国: 小铁山、锡铁山 日本: Kuroku
	浅成低温热液成矿系统亚类 (MVT 型)	大型克拉通碳酸盐岩盆地	白云岩、石灰岩、碳酸盐岩	以古生代为主	80~150℃ 10~39	正常铅或 异常铅	多为 正值	与大型克拉通海相碳酸盐盆地有关的热水水运移到盆地边缘沉淀成矿	中国: 凡口 美国: Viburnum Trend
	热水沉积型成矿系统亚类 (SEDEX 型)	盆地槽	碎屑岩、泥岩、粉砂岩	以中元古代和古生代为主	140~280℃ 1~20	多正 常铅	多为 正值	与海相盆地槽盆地有关的热水水喷流到海底系统和通道中沉淀成矿	中国: 厂坝 加拿大: Sullivan
沉积成矿系统大类	砂砾岩型成矿系统亚类	滨海、三角洲、河流相	砂岩、长石质砂岩、砾岩、砂砾岩	主岩时代为元古宙-白垩系	100~200℃ 5~14.1	正常铅或 异常铅	弥散, 陆相者为负值	剥蚀构造单元的铅锌带到海侵层序中在岩石孔隙里沉淀成矿	德国: Maubach-Meatherunch
	叠加改造成矿系统亚类	构造-岩浆活化带	花岗岩、花岗闪长岩	前寒武纪-始新世	100~339℃ 0~26	线性或散射分布	变化较大	在构造-岩浆带附近形成的后生矿床	中国: 东坡 美国: Coeur d'Alene

注: 1) 流体包裹体测试数据

的划分不断完善、系统和实用化。但应当指出的是：铅锌矿床成矿作用具有普遍性、多样性和复杂性，其形成过程是个具有多阶段性、多成因性和多期次性漫长而复杂的地质过程，经历了多次的地壳运动和多次叠加改造，因此铅锌矿床的类型划分在长期内仍将是争议的问题。目前，虽然通过地球化学、流体包裹体、稳定同位素以及各种实验手段提高了人们对铅锌成矿作用的认识程度，但在某些方面仍存在着不同的认识，争议之处依然较多，因此铅锌矿床的分类依然是一个需要深入研究的问题。一个好的铅锌矿床分类，其成功之处在于能够

正确地反映客观规律的地质事实，能体现出矿床的内在差异和外在可以把握的标志^[12]。因此，笔者认为铅锌矿床的分类应遵循以下原则：①以成矿系统理论和地球化学理论为指导思想；②把国外的最新研究成果和研究现状同中国铅锌矿成矿特征结合起来；③成因类型与工业类型相结合，宏观与微观相结合；④以成因、含矿建造、构造、流体、成矿条件、成矿环境为主要参考因素；⑤简明、系统、实用和易行；⑥能促进成矿理论研究和有利于找矿。本文提出划分方案的建议，就是基于上述原则提出的，不足之处敬请批评指正。

参 考 文 献

- 1 德赫姆 K C. 编. 世界铅锌矿地质[M]. 李沛生, 李松寿, 康介民 译. 北京: 地质出版社, 1959, 21~27
- 2 Амирасланов А А. Основные типы месторождений свинца и цинка[M]. Москва, Госгеолтехиздат, 1957, 1~211
- 3 郭文魁, 张玉华. 1: 3000000 中国铅锌成矿规律略图简要说明[J]. 地质论评, 1959, 20 (1): 17~31
- 4 Brodst D A, and Pratt W P. United States mineral resources[M]. Wash D C : US Geological Survey Prof, 1973, 820
- 5 涂光炽. 中国层控矿床地球化学[M]. 北京: 科学出版社, 1984, 16~20
- 6 中国矿床编委会. 中国矿床(上册)[M]. 北京: 地质出版社, 1989, 114~119
- 7 Cox D P. and Singer D A, (editor). Mineral deposit models .U.S.G.S.Bulletin.1693 [M].Washington: United States Government Printing Office, 1986, 90~93, 201~204, 220~227
- 8 朱上庆, 黄华盛. 层控矿床地质学[M].北京: 冶金工业出版社, 1988, 18~21
- 9 郭洪中. 铅锌矿床类型划分及特征[J]. 地质地球化学, 1994, 12 (6): 4~8
- 10 戴自希, 盛继福, 白冶, 等. 世界铅锌资源的分布与潜力[M]. 北京: 地震出版社, 2005: 9
- 11 彭润民, 翟裕生. 内蒙古狼山—渣尔泰山中元古代被动陆缘热水喷流成矿特征[J]. 地学前缘, 2004, 11 (1): 257~268
- 12 王瑞山. 对中国砂金矿床类型划分的商榷[J]. 黄金科学技术, 1994, 2 (3): 10~ 15

ANALYSIS ON THE CLASSIFICATION OF LEAD-ZINC DEPOSITS

Chen Xifeng Peng Runmin

China University of Geosciences, Beijing, 100083, China

Abstract

There are some different classification plans of Lead-Zinc deposits, which vary greatly from principles to methods and imperfect. Most of them are based on: ① combining ore-forming temperature with depth and typical mineral assemblages, ② wall rock or ore-hosting rock formation, ③ genesis, ④ deposit's comprehensive factors, ⑤ combining ore-hosting rock formation with genesis. Based on the principle of Lead-Zinc deposits classification, which can reflect the external geological rules and reveal the inherent difference and exterior indicators of Lead-Zinc deposits, and the metallogenic system theory, Lead-Zinc deposits are divided into magma, hydrothermal, sedimentary and superimposition 4 supergroups. And then, according to the mineralizing environment, wallrock type and alteration, metallogenic age, fluid inclusion, lead and sulfur isotope and the metallogenic conditions, Lead-Zinc deposits are divided into 9 groups.

Key words: Lead-Zinc deposits; classification; principle