

中国层控矿床 地球化学

第二卷

涂光炽等著

科学出版社

内 容 简 介

本书为《中国层控矿床地球化学》专著的第二卷。书中介绍了我国主要层控银、钨、钼、雄黄、雌黄、黄铁矿、重晶石、水晶、萤石、冰洲石等矿床的地质及地球化学特点、矿床类型、成矿物质来源、成矿机理及找矿方向,讨论了我国层控铁、铅锌、锑汞矿床的矿床组合,并进一步根据含矿岩系及矿床成因划分了组合类型。本书采用第一卷的统一概念和术语,以自己的研究成果为主撰写而成。内容丰富,资料新颖,是第一卷的继续和补充。它对从事矿床学、地球化学工作的研究人员和找矿勘探人员以及高等院校地质、地球化学、地理专业的师生均有重要的参考价值。

中国层控矿床地球化学

第 二 卷

涂光炽 等 著

责任编辑 衣晓云

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1987 年 10 月 第 一 版	开本: 787 × 1092 1/16
1987 年 10 月 第一次印刷	印张: 19
印数: 精 1—700	插页: 精 4 平 2
平 1—3,300	字数: 443,000

统一书号: 13031 · 3667

本社书号: 5380 · 13—14

定价: 布脊精装 6.30 元
平 装 4.80 元

前 言

本卷内容包括中国层控银、钼、钨、雄黄-雌黄、黄铁矿、重晶石、水晶、萤石、冰洲石等矿床的地球化学。对这些矿床的地质情况,在多数情况下只作了必要的概略说明,而矿床的矿物、微量元素和同位素组成,气液包体测温及成分、成矿实验等,即矿床地球化学研究,则是本书的侧重点。对某些层控矿床,如重晶石矿床,则作了较多的古沉积环境分析。对另一些层控矿床,如水晶矿床、萤石矿床和冰洲石矿床,还作了矿物学、晶体学及矿物物理方面的工作。之所以侧重这些内容,主要是考虑到在矿床地质方面已有不少单位在工作或已发表了较多的著作,而对矿床地球化学和某些矿物学的研究则是薄弱环节,因此作为本书的主要内容。

本书的第一卷和第二卷,对我国若干重要矿种的层控矿床地球化学俱已涉及,但有一些重要矿种未包括在内。原因是:

1. 本书以作者自己的工作为主要撰写内容,不想过多引用和综合其他人的研究成果。同时,在制订本书写作计划时,也未打算对我国各种矿种的层控矿床作全面论述。

2. 对有些矿种,如铁的层控矿床,近年来已发表了大量科研成果,似无必要在本书中再作论述。对过去文献中涉及较少的层控铁矿床与其他矿种层控矿床的共生组合,则在本书第十章中有专门论述。

3. 对那些目前争议尚多的矿床,本卷采取了只讨论符合第一卷提出的层控矿床含义而且基本上无争议的矿床的方法,因而在内容和实例上较为局限。譬如层控钨矿床,我们只着重讨论了湘西赣北产于上元古界的层控矿床。这并不意味我国层控钨矿床仅此一种类型,只是说明在其他一些受一定地层层位限制的钨矿床中,钨的来源问题有较多争议。按照第一卷规定的定义,本卷对后一类矿床只好暂时割爱。同样的理由使本卷未能包括层控锡矿床。

本卷在写法上与第一卷相同,即按矿种阐述。但第一卷中讨论的矿种,如层控铅锌矿床、汞锑矿床、金矿床、铜矿床、铀矿床、菱铁矿矿床等,在国内外研究程度均较高,所举实例一般均具层控矿床特征,地球化学工作也较充实。本卷则不然,它包括的若干矿种,特别是非金属,如雄黄-雌黄、重晶石、萤石、水晶、冰洲石等层控矿床,在国内外研究程度均较低,有的矿床甚至缺少最起码的地球化学工作。考虑到这一基本情况,本卷对研究程度较低的某些非金属层控矿床作了较多的地球化学,甚至矿物学等方面的讨论。

本卷所涉及的某些非金属层控矿床在形成方式上与第一卷所涉及的也有所不同。第一卷所讨论的大部分矿床,其成矿元素在地壳中的含量均为 ppm 级,甚至 ppb 级,如 Cu, Pb, Zn, U, Sb, Hg, Au 等,常需富集三、四个数量级才能成矿。它们的层控矿床中除后成者外,常需在沉积(包括火山沉积)阶段有成矿元素的预富集,但不一定成矿,之后主要在改造阶段成矿。有的甚至多次改造富集,才能成矿。本卷所讨论的金属层控矿床(如银、钼、钨等),部分仍是以这种方式形成的。但某些非金属矿床(如黄铁矿、重晶石、萤石

等)则在沉积阶段已有了大量成矿物质的堆积,已形成具工业意义的矿床,之后再发生改造。这类以同生作用成矿为主的沉积改造矿床(包括第一卷的菱铁矿矿床和部分铜、铅锌矿床),不同于以改造阶段成矿为主的沉积-改造矿床,前者常是沉积-轻微改造矿床。本卷涉及的另一部分层控非金属矿床,如层控水晶矿床、冰洲石矿床,在沉积阶段也有充足的成矿物质来源。在改造阶段除了 SiO_2 , CaCO_3 的溶解搬运外,它们还需要以十分缓慢的速度和有较大的自由空间,以便结晶成具良好晶形和高透明度的矿物。因此,实质上它们仍是沉积-改造矿床。

在第一卷绪论中已简单谈到,后成作用是层控矿床形成的重要方式之一。本卷中讨论的某些层控萤石矿床即是以后成方式形成的,大量氟交代碳酸盐形成萤石是在地层之后,这正象第一卷所讨论的某些层控铅锌矿床一样,它们是块状黄铁矿被后期的铅锌热液交代之后形成的。

本书由涂光炽主持撰写,共分十章,各章的参加者和执笔者如下:前言(涂光炽、王秀璋、陈先沛);第一章(程景平、王秀璋、樊文苓);第二章(陈南生、杨秀珍);第三章(李英、万嘉敏);第四章(张宝贵、梁伟义);第五章(赵振华);第六章(陈先沛、高计元);第七章(刘国彬、喻茨玫);第八章(曹俊臣、李本超、李新安、王岩);第九章(曹俊臣、施继锡、刘德昌、律广才);第十章(涂光炽)。全书由涂光炽最后审定,王秀璋、陈先沛组织定稿,万国江参加领导,李文达、张祖还、胡伦积、朱上庆、杨敏之、王中刚、刘英俊、刘祖之、冉崇英、刘增池、李长江、陈代演、陈春光、肖森宏、周中毅、杨蔚华、洪文兴、姚洪烈、范德廉、张国新、张良旭、梁冠华、葛朝华、蒋承欢进行审定,郭其悌参加部分章节审改,吴泽霖编辑加工。

中国科学院地球化学研究所一室同位素年龄实验室、稳定同位素实验室,二室放射性元素分析实验室,三室有机地球化学实验室,四室选矿室、包裹体实验室、五室稀有元素实验室,八室热释光实验室,九室各有关实验室、组,十室X光实验室、电镀实验室,十一室稀土元素实验室,十三室绘图组、照相组,工厂磨片室,所计算站等为本书作了大量岩石、矿物的磨片、选矿、分析、鉴定、测试、计算、复照、清绘等工作。部分分析测试工作得到中国科学院院内院外有关实验室的协助。

在工作和本书撰写过程中,得到地质矿产部、冶金工业部、化学工业部、建筑材料工业局等系统有关队、所、矿山的协助和支持,参阅了有关的地质资料和内部书刊(已在书内各章引用时逐一注明)。

在此,谨向对本书给予支持、帮助和提供资料、数据的单位和个人表示衷心的感谢。

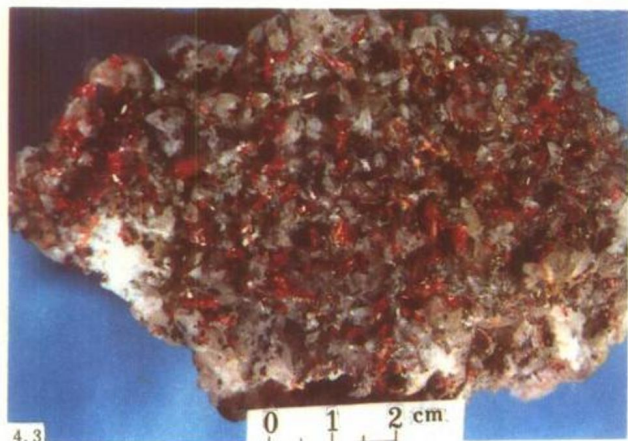
正如我们在前面提到过的,本卷所包括的内容大多是国内外研究工作较少的矿种,缺少许多必要的基础资料,另一些则是矿床学界对矿床成因存在争议的矿种,本卷按照第一卷的概念和术语进行综合性的系统化研究,仅是初步的成果,尚有许多局限和不足之处,同时国内外对层控矿床的讨论正处于方兴未艾阶段,各种认识、讨论此起彼伏。本着百家争鸣的学术方针,我们将本书出版,以期引起各方面对以我国实际材料为基础的矿床地球化学研究的关注和讨论。对本书的意见和批评,作者表示欢迎。



4.1



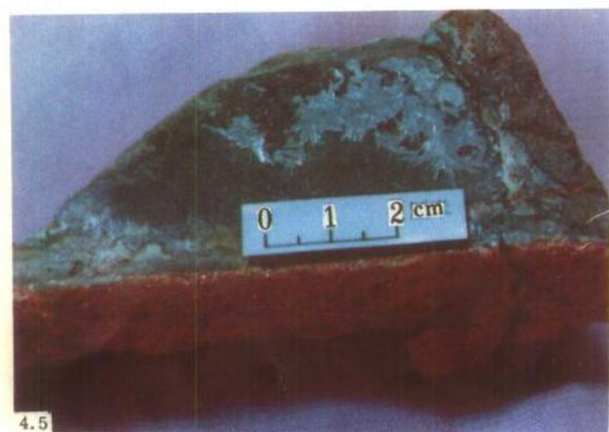
4.2



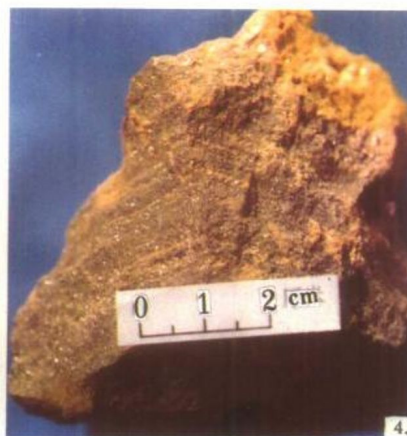
4.3



4.4

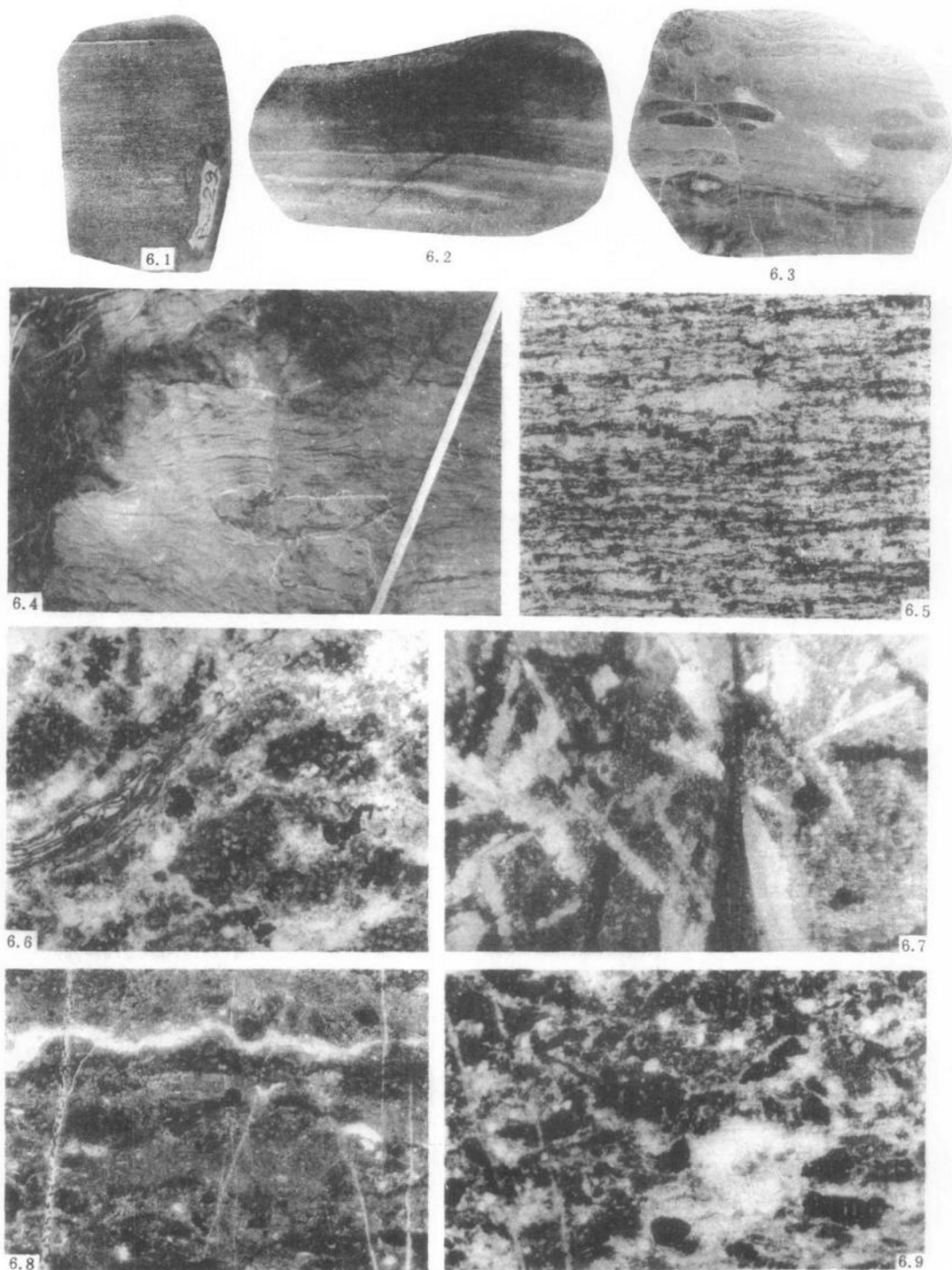


4.5

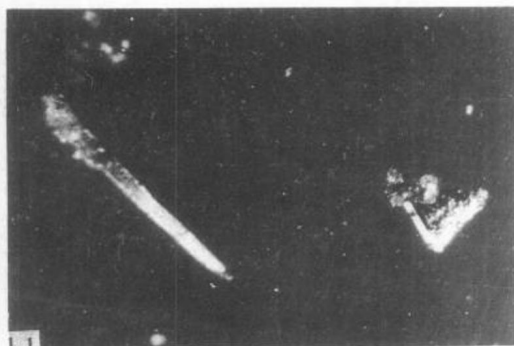


4.6

4.1 长在中期成矿阶段矿石上的雌黄和方解石晶簇 4.2 方解石、雌黄晶簇 4.3 雄黄、雌黄、方解石和辉锑矿（黑色星点状） 4.4 雄黄矿中次生镁毒石和砷镁石（球粒状） 4.5 雄黄矿石中次生石膏（雪花状） 4.6 雌黄矿石中韵律状构造



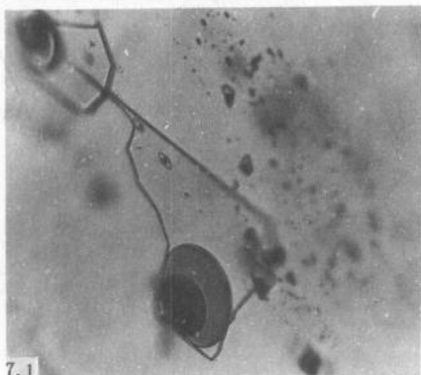
6.1 纹层状藻硅岩与块状层藻硅岩（顶部）（新晃，原大1/2） 6.2 纹层状重晶石岩，有小浸蚀面（新晃，原大1/2） 6.3 豆状、球粒状、团块状重晶石，与层理整合（三江，原大1/3） 6.4 纹层状重晶石岩中藻硅岩透镜层（新晃） 6.5 显微纹层状重晶石岩，微晶重晶石顺层拉长、定向（新晃，平行消光， $\times 33$ ） 6.6 纹层状藻硅岩中的生物化石、颤藻（丝状体）、圆粒集合体（类微囊藻），均为含有机质高的泥晶石英（新晃，平行消光， $\times 80$ ） 6.7 重晶石层底板硅岩中放射状、板状重晶石粗粒（来宾，正交偏光， $\times 33$ ） 6.8 纹层状藻硅岩，由圆粒状类微囊藻的分布显现层理，有肠状顺层小脉（白色）被各种细脉穿切（新晃，平行消光， $\times 33$ ） 6.9 块状层硅岩，泥晶富有机质的藻屑杂乱分布，碎屑流沉积（新晃，平行消光， $\times 33$ ）



1.1



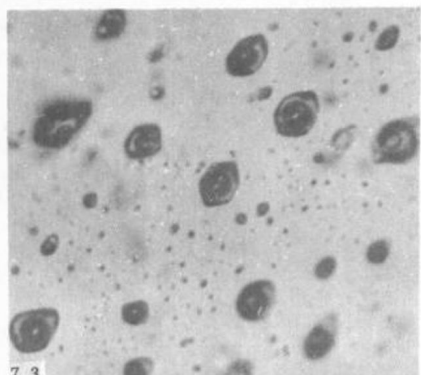
1.2



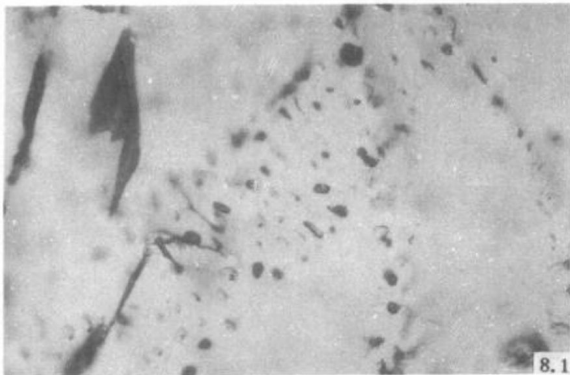
7.1



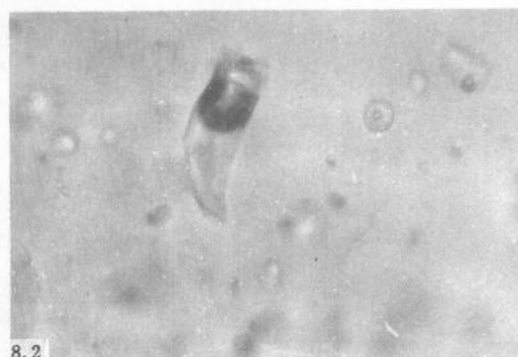
7.2



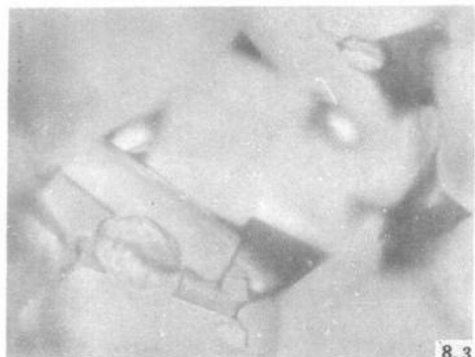
7.3



8.1



8.2



8.3

1.1 80℃时银氨络合物分解生成氯化银 1.2 200—400℃时硫代硫酸银分解生成自然银 7.1 水晶中含
有机质包裹体,从中心向外为有机气体、液体、水溶液体(笔架山,×132) 7.2 方解石中呈主矿物负晶形的
气液包裹体(下甲,×330) 7.3 水晶根部密集的CO₂包裹体(83汶川-1,×300) 8.1 河北双洞子有机
包裹体(×400) 8.2 云南老厂纯液体包裹体及两相液体包裹体(×250) 8.3 贵州晴隆气体、液体、纯
液体包裹体(×400)

目 录

前言

第一章 层控银矿床地球化学	1
第一节 矿床地质地球化学特征及成因类型.....	1
第二节 成矿实验.....	16
第三节 形成机理.....	26
第四节 成矿与找矿.....	37
第二章 层控钼矿床地球化学	42
第一节 沉积-轻微改造硫钼矿矿床	42
第二节 沉积-强烈改造辉钼矿矿床	53
第三节 沉积-岩浆气液叠加辉钼矿矿床	55
第四节 沉积-变质-混合岩化辉钼矿矿床.....	61
第五节 矿床地质地球化学特征.....	61
第三章 层控钨矿床地球化学	71
第一节 我国南方若干层控钨矿床的时空分布.....	71
第二节 矿源层及其形成的古地球化学环境.....	75
第三节 矿床地球化学.....	78
第四节 钨的实验地球化学.....	87
第五节 成矿过程.....	97
第六节 成矿标志和找矿方向.....	99
第四章 层控雄黄雌黄矿床地球化学	101
第一节 概述.....	101
第二节 矿床地质地球化学特征.....	105
第三节 层控雄黄雌黄矿床地球化学.....	122
第四节 有关找矿的几点认识.....	132
第五章 层控黄铁矿矿床地球化学	134
第一节 层控黄铁矿矿床的主要类型及时、空分布特征	134
第二节 沉积-改造型黄铁矿矿床的地质、地球化学特征.....	135
第三节 沉积-变质型黄铁矿矿床的地质、地球化学特征.....	141
第四节 与海相火山活动有关的层控黄铁矿矿床.....	145
第五节 沉积-岩浆气液叠加型黄铁矿矿床	148
第六节 层控黄铁矿矿床形成机理的若干问题的探讨.....	152
第六章 层控重晶石矿床地球化学	157
第一节 概述及矿床类型.....	157
第二节 热水(喷溢)沉积-轻微改造型重晶石矿床	158

第三节	沉积-强烈改造型重晶石矿床	185
第四节	层控重晶石矿的成矿机理和模式	188
第七章	层控水晶矿床地球化学	197
第一节	概述	197
第二节	矿床类型及典型矿床实例	198
第三节	流体包裹体	205
第四节	成矿过程中铁、铝的地球化学行为	217
第五节	结合人工生长水晶实验探讨矿床成因	218
第六节	成矿机理与找矿方向	222
第八章	层控萤石矿床地球化学	224
第一节	矿床成因分类及地质地球化学特征	224
第二节	矿床成矿物质来源	234
第三节	矿物包裹体特征	243
第四节	萤石热释光	251
第五节	层控萤石矿床的成矿作用与找矿方向	254
第九章	层控冰洲石矿床地球化学	260
第一节	地质地球化学特征和成因分类	260
第二节	成矿物质来源	265
第三节	成矿物理化学条件	271
第四节	方解石和冰洲石的水热合成及成矿机理讨论	277
第十章	层控矿床的矿床组合	286
第一节	层控铁矿床与其他层控矿床的组合	286
第二节	层控铅锌矿床的各种组合	289
第三节	层控汞锑矿床的各种组合	291
第四节	讨论	292
参考文献		295

第一章 层控银矿床地球化学

本章所讨论的银矿床系指由达到单独利用或作为主要元素利用指标要求的银矿体所组成的矿床¹⁾。由于大多数这类矿床中除 Ag 外, Pb、Zn 或 Cu 或 Au 也已达到独立工业利用水平, 故银矿床实际上主要是由多种金属组成的共生矿床。按照中国层控银矿床中 Ag 与共生金属间的关系可分为下列几种情况: ①矿床中二者的独立矿体范围大体一致(如冶岭头、银冶岭、破山); ②矿床中只有一部分共生金属矿体与银矿体具一致界限, 其他共生矿体中的 Ag 仅达到综合利用水平或局部构成矿体(大岭口、栖霞); ③银矿体比共生金属矿体要小, 前者只构成后者的一部分。若从共生金属作为主体的观点来看, Ag 只达到综合利用要求(箭猪坡、银洞子、新民)。上述三种类型均符合前面的银矿床定义, 因此都是本章讨论的对象。

第一节 矿床地质地球化学特征及成因类型

一、概 述

1. 矿床的层控性

中国的层控银矿床与一定的地层层位有密切关系, 按其时代先后产于中元古界、上元古界、寒武系、奥陶系、泥盆系、石炭系、二叠系、三叠系及侏罗系中。其中华北-西北地区赋矿地层层位较老、较少, 属中元古界至泥盆系; 华南-西南地区层位较新、较多, 为上元古界至侏罗系(表 1.1)。层控银矿床的最主要赋存地层层位为上元古界、奥陶系、泥盆系、石炭系及三叠系。

矿床除受地层层位控制外, 还受岩性控制。银矿体赋存的岩石有下列几类: (1) 细碎屑岩-碳酸岩²⁾, 属中元古代, 更主要属晚古生代, 如栖霞、凡口、银冶岭、新民、箭猪坡等矿床。其中前三个矿床主要产在碳酸岩中, 后两个矿床以赋存在细碎屑岩中为主。(2) 火山-沉积岩, 火山岩成分属中酸性, 矿床产在火山岩或其间的碳酸岩夹层中(麻邛、锡铁山)。(3) 含火山质的沉积岩, 岩石由含火山质的细碎屑岩-碳酸岩(银洞子, 泥盆纪)或含火山质的细碎屑岩(天平山, 寒武纪)组成, 矿体产在含火山质的部分中, 岩石具复理式构造。(4) 陆相火山岩, 为中酸性集块角砾岩, 角砾凝灰岩等组成, 属侏罗纪(大岭口)。(5) 变质岩, 岩性为片麻岩、变粒岩及片岩, 原岩属火山沉积岩(破山)或含火山质的沉积岩(冶岭头), 属元古代。上述岩性中, 火山沉积岩、含火山质沉积岩及部分细碎屑-碳酸岩对银矿床的形成最为重要。

矿体与地层产状关系可分为下列几种情况: ① 似层状矿体+层内的脉状矿体, 前者

1) 一般认为这类矿床中的银含量在 80—100g/t 以上。

2) 本书第一卷及第二卷中碳酸岩系指沉积形成的碳酸盐岩。

表 1.1 层控银矿床产出的地层层位

时 代		华北-西北地区	华南-西南地区
J	J ₃		磨石山组
	J ₁₋₂		象山组
T	T ₃		图姆沟组
P	P ₁		栖霞组
C	C ₂		黄龙组
	C ₁		和州组 测水段
			高骊山组 孟公坳组
D	D ₃		帽子峰组 天子岭组
	D ₂	大西沟组	东岗岭组 纳标组
	D ₁		郁江组 那高岭组
O	O ₃	滩间山群	
Є	Є ₂		中 组
Pt	Pt ₃	歪头山组	陈蔡群*
	Pt ₂	高于庄组	

* 本书第一卷中列为前泥盆纪。

由沉积形成,后者为更晚期产物,如银洞子;②似层状矿体+穿层的脉状矿体,前者为沉积及后生作用联合产物,后者仅由后生作用形成,脉体在似层体附近,也可离开它一段距离,如栖霞、凡口;③由脉及网脉组成的似层状矿体,它为后生作用对原生矿层的强烈影响造成,如破山;④主要由穿过层理的脉及网脉组成的矿体,它是后生作用的产物,如箭猪坡、大岭口、冶岭头。上述几种产状都具有一定的重要性。

2. 层控银矿床产出的构造位置及沉积环境

层控银矿床分布在华北地台、华南地台、华南加里东褶皱带、祁连加里东褶皱带、秦岭加里东-海西-印支褶皱系、东南沿海海西褶皱带及松潘-甘孜印支褶皱带中。矿床的主体以产在褶皱带(中国西部)以及活化带中(中国东部)为特征(表 1.2)。

褶皱带按照原始海盆中沉积物的性质可分两型,即以火山-沉积物为主及以一般沉积物为主的褶皱带。它们分别相当于传统分出的优地槽及冒地槽,两者中均有大型矿床产出,如产在前一构造中的麻邛、破山、锡铁山矿床以及存在于后一构造中的银洞子矿床。

活化带中的矿床可分产于地台活化带中及产于褶皱带的活化带中两类,一般矿床中均有两期构造作用发生,前期构造作用产生的断裂控制了海盆的形成,其中堆积了沉积矿体或矿源层,后期活化作用形成矿床,如银冶岭、栖霞、箭猪坡就是其例。

沉积作用主要发生在海盆中,个别发育在陆相及海陆交互相盆地内。海盆的性质包括褶皱带型、地台型及以固结褶皱带为基底的类型。盆地大多属封闭-半封闭类型,少数

表 1.2 层控银矿床产出的大地构造位置

大地构造性质		华北地台	华南地台	华南加里东褶皱带	祁连加里东褶皱带	秦岭加里东海西-印支褶皱系	东南沿海海西褶皱带	松潘-甘孜印支褶皱带
活化带 (发育在地台及褶皱带上)	燕山期	八家子银冶岭	栖霞箭猪坡	冶岭头、新民、天平山、凡口			大岭口	
	海西期		栖霞箭猪坡	新民、凡口				
	元古代	八家子银冶岭						
褶皱带	印支期							麻 邛
	海西-印支期					银洞子		
	加里东期			天平山	锡铁山	破 山		

具半开放性。由于封闭作用,海盆多具类似潟湖的性质、滨岸或离海岸不远,前缘由海底潜山的浅水区相隔(如银洞子、新民),或为台地礁相阻隔构成的局限盆地(凡口),其中的堆积物为含炭、黄铁矿的细碎屑-碳酸盐沉积或含火山质的细碎屑-碳酸盐沉积物,有的为火山-沉积盆地。沉积环境与大地构造的关系见表 1.3。

表 1.3 沉积环境与大地构造的关系

沉积盆地性质	大地构造	沉积环境	实 例
海盆、海湾或潟湖(海相沉积)	褶皱带	“优地槽”中的火山-沉积	麻邛、锡铁山
		“冒地槽”中的细碎屑-碳酸盐沉积	银洞子
	地台活化带	海底潜山间的细碎屑-碳酸盐沉积	新民、银冶岭
	褶皱带的活化带	台地礁后相局限盆地中的细碎屑-碳酸盐沉积	凡 口
海盆、海湾(海陆交互相沉积)	地台活化带	细碎屑-碳酸盐沉积	栖霞
陆上盆地	褶皱带的活化带	火山岩及陆相火山沉积岩	大 岭 口

以上可见,“优地槽”中以火山-沉积物为主,“冒地槽”中主要为细碎屑-碳酸岩,含有少量火山岩,“活化带”中的沉积物以细碎屑-碳酸岩为代表,有时见有火山岩发育。

3. 矿物成分及其形成阶段

层控银矿床的组成矿物种类繁多,普遍见到的金属矿物是黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、黄铜矿,它们在各类矿床中几乎都是最重要的矿物组分。在银锑铅锌矿床中脆硫锑铅矿及辉锑矿成为主要矿物,而方铅矿很少见到。在银铜锑矿床中辉锑矿较多出现。在有的矿床中黝铜矿、磁铁矿、毒砂、白铁矿亦可成为主要矿物。各矿床中常见的非金属矿物是石英和碳酸盐,前者的同成分矿物还有玉髓和碧玉,后者包括菱锰矿、方解石、白云石、铁白云石、菱铁矿等,它们在不同矿床中出现的种类有较大差别。有的矿床中石榴石、透辉石、阳起石、绿帘石大量出现,而部分矿床中长石、绢云母、重晶石却成了主要矿物。Ag 以构成独立矿物为主,且种类繁多,主要为辉银矿、螺状硫银矿、银黝铜矿,部分矿床中还见到金-银系矿物、深红银矿、淡红银矿、硫锑铜银矿、硫银锑铅矿、碲金银矿、针碲金银矿、辉铜

表 1.4 不同银矿床中的矿物分布

矿床	主要矿物	次要及稀少矿物	银 矿 物	实例
银铅锌矿床	黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、石英、方解石、白云石、绢云母	黝铜矿、砷黝铜矿、黄铜矿、白铁矿、毒砂、磁铁矿、磁黄铁矿、辉铋矿、赤铁矿、针硫铋铅矿、车轮矿、黝锡矿、辰砂、磷氯铅矿、菱铁矿*、菱锰矿*、铁白云石*、玉髓*、透辉石*、石榴石*、高岭土、萤石、斜长石、绿泥石、绿帘石、滑石、叶腊石、黄晶、榍石、锆石、磷灰石、金红石、沸石、蛇纹石	辉银矿、螺状硫银矿、深红银矿、银黝铜矿、金-银系、硫砷银矿、淡红银矿、针碲金银矿、硫铜银矿、辉铋银矿、辉铜银矿、角银矿	栖霞、大岭口、凡口、破山、银冶岭
银铜铅锌矿床	黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、黄铜矿、石英、白云石、方解石、绢云母、绿泥石	黝铜矿*、毒砂*、磁铁矿*、斑铜矿、方铅矿、脆硫铋铅矿、胶黄铁矿、白铁矿、黝锡矿、长石*、钠冰长石*、重晶石*、碧玉*、菱铁矿*、铁白云石*、高岭土、蛇纹石、石膏、电气石、硅灰石、石榴石、透辉石	银黝铜矿、辉银矿、硫铋铜银矿、硫银铋铅矿、深红银矿、自然银	麻邛、锡铁山、银洞子
银铋铅锌矿床	黄铁矿、闪锌矿、辉铋矿、脆硫铋铅矿、石英、铁白云石、菱铁矿、方解石、菱锰矿	方铅矿、黝锡矿、黄铜矿、斑铜矿、黝铜矿、锡石	深红银矿、淡红银矿、其他硫盐矿物	箭猪坡
银铋铜矿床	黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿、辉铋矿、石英、高岭土、叶腊石、绿泥石、方解石	毒砂、磁铁矿、石榴石、辉石、阳起石、斧石	辉银矿	新民
金银矿床	黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、石英、蔷薇辉石、菱锰矿	黄铜矿、磁黄铁矿、磁铁矿、白铁矿、绢云母、白云母、方解石、绿帘石、绿泥石、长石、菱铁矿、辉钼矿、辉铋矿、锆石、石榴石、金红石、磷灰石、石墨、冰长石	金银矿、辉银矿、碲银矿、螺状硫银矿、自然银、碲金银矿、辉铜银矿、硒辉银矿、含硒硫铋铜银矿、硫铋铜银矿	冶岭头

* 表示在部分矿床中为主要矿物；本表不包括表生矿物；本表据本文及有关矿床报告及文章综合。

银矿、硫砷银矿、铋铅银矿、辉铋银矿、角银矿、硒辉银矿、含硒硫铋铜银矿。同时还有一定量的 Ag 分散在方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、黄铜矿及黝铜矿中。不同矿床中矿物的产出情况见表 1.4。

矿物的形成可分两个大期，即同生沉积期和后期富集期。同生沉积期在大部分矿床中都有出现，有的矿床并构成了工业堆积，此期的成矿组分存在形式主要有两种：一为 FeS_2 （黄铁矿、胶黄铁矿、白铁矿）、闪锌矿、方铅矿与岩石构成层纹状及条带状结构；另一为方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、黄铜矿与石英、长石等构成的块状体分布在不同岩性岩石接触处。组成层纹及条带状矿石的主要成分为黄铁矿+闪锌矿+方铅矿（少）-碳酸盐（栖霞、银冶岭）、黄铁矿+方铅矿+闪锌矿（少）+黄铜矿（少）-碧玉或钠长石+重晶石或泥质（银洞子）、黄铁矿+闪锌矿+方铅矿（或脆硫铋铅矿）-泥质+碳酸盐（箭猪坡、凡口、天平山）。黄铁矿显出结核状、草莓状结构。组成块状似层体之例为麻邛及凡口。后期富集期在大部分矿床中均是主要成矿期，它又由若干阶段组成，此期的矿物及元素组成大多与同生期

是相似的,只含量上有一定差异并伴有矿物的重结晶,有的矿床中还有一些元素叠加使其富化。后生富集期多形成网脉及大脉体,顺层或穿层,有的构成了角砾状及块状矿石。

4. 围岩蚀变及矿化分带性

层控银矿床除个别矿床蚀变较弱外(银洞子),都有较强的围岩蚀变作用发生,它反映了后生富集作用的广泛和强烈。围岩蚀变的类型包括:① 硅化、绢云母化、碳酸盐化、黄铁矿化、绿泥石化(破山、大岭口、麻邛、锡铁山);②除上述蚀变作用外,还有蔷薇辉石化、且碳酸盐化主要为菱锰矿(冶岭头);③硅化、碳酸盐化(锰质为主)、粘土化、(重晶石化)(栖霞、箭猪坡);④碳酸盐化、重晶石化、黄铁矿化为主,局部有硅化及绢云母化(凡口);⑤钙卡岩→硅化+碳酸盐化+绿泥石化+绿帘石化,有的有蛇纹石化、透闪石化等(新民、银冶岭、八家子)。上述蚀变类型中以第一类分布为最广。

除少数矿床缺乏记载外,现有资料说明矿床大都显示出有不同程度的垂直分带现象,目前所见的分带结构有(上→下):①[Ag-Pb-Zn]→[Cu(或无)]→[Fe(菱铁矿为主)](银洞子、凡口);②[Mn(菱锰矿)]→[Mn-S]→[Pb-Zn-Ag-S]→[S](栖霞,由于地层倒转,实际顺序相反);③[Ag]→[Cu]→[S](新民)。不少矿床见到Ag在上部较富,向下呈不规则的减少(破山、大岭口、栖霞)(图1.1)。矿床的水平分带只在少数矿田中见到,如银洞子由西向东依次出现[Fe(菱铁矿)+Ba]→[Cu]→[Cu+Ag]→[Ag+Pb+Zn]→[Pb+Zn],凡口由[Fe(菱铁矿)]→[Ag+Pb+Zn+S],八家子矿床从岩体与地层的接触带向外依次出现[Fe(磁铁矿)]→[S]→[S,Pb,Zn]→[Pb,Zn,Ag]。这些元素

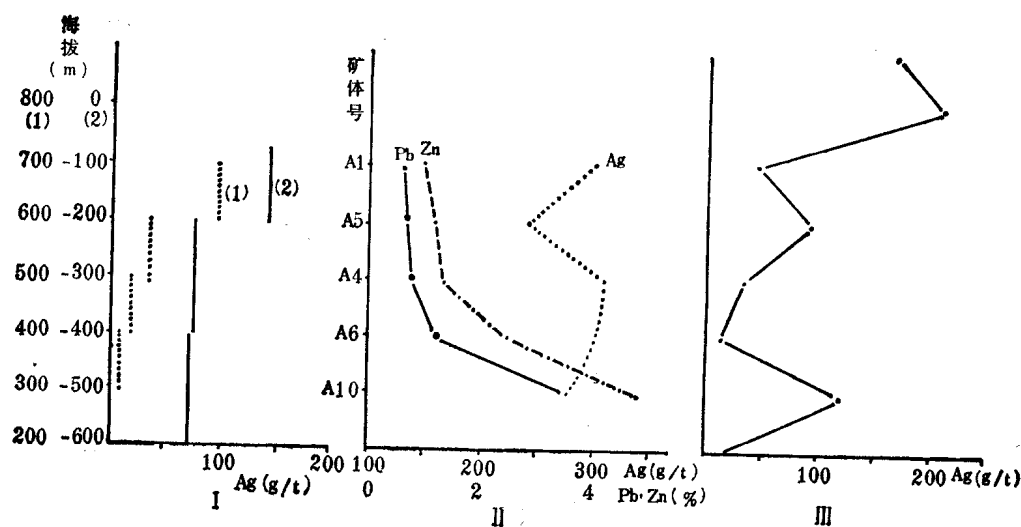


图 1.1 Ag 含量随深度加大而降低示意图

I. 栖霞 1 号矿体 (2), 五部 1 号矿体 (1) (五部为含银铅锌矿床)¹⁾ II. 破山不同深度矿体 Ag、Pb、Zn 的平均含量²⁾ III. 大岭口 5 线 I-3 号矿体 Ag 随深度的变化³⁾

1) 据江苏省冶金地质勘探公司 810 队及五部铅锌矿研究专题组资料综合。

2) 据高普照 1983 年资料绘制。

3) 据浙江省冶金地质勘探公司二队资料绘制。

虽分布在同一层位上,但并不严格限制在同一岩层中,它们组成了矿床组合。上述分带有的是由同生沉积作用造成的(如银洞子),有的为同生及后生的联合作用结果(栖霞),而 Ag 的垂直分带的控制因素主要是后生作用。

5. 层控银矿床的形成与火山活动的关系

资料表明层控银矿床的形成与火山活动(少数与晚期侵入岩浆作用)有一定的联系。根据矿床与火山-岩浆的关系可分为下面几种情况:①矿床产生在火山-沉积岩及火山岩中,火山岩属中酸(基)性(如麻邛、锡铁山、破山、大岭口);②成矿与含火山质的沉积岩有关,矿体产在含火山物质部分中(钠长石、碧玉)(银洞子);③矿床产在中酸性侵入体附近的沉积岩中,矿体的最终定位晚于侵入体,后者对 Ag 的成矿作出了一定贡献(新民、八家子、天平山);④含矿层中虽无火山物质成分,但其他资料说明成矿与火山,甚至侵入岩浆作用仍可能存在一定联系,如栖霞的铅同位素资料说明成矿物质主要来自基底的震旦系,而后者中的张八岭组又主要由中酸性火山岩所组成;又如银冶岭矿区内就有闪长岩、石英斑岩出现,而含矿层又普遍夕卡岩化;再如箭猪坡含矿层中虽无火山岩存在,但当时的西南海域却有多次火山喷出,矿田范围内石灰岩中含 Cr、Ni 较高。这些资料均说明了火山-岩浆提供部分成矿物质组分的可能性。

在不含火山物质的沉积建造及无后期岩浆活动叠加的层控铅锌矿床中一般以贫 Ag 为特征,因此高板河与银冶岭虽处同一带中,沉积环境相同,且均为铅锌矿床,但前者极贫 Ag,在我国南方很多产于沉积建造中的铅锌矿床,如泗顶、渔塘含 Ag 也很低。

6. 元素组合与 Ag 的富集

层控银矿床的成矿元素组合有: Ag-Pb-Zn-S、Ag-Pb-Zn-Mn-S、Ag-Pb-Zn-Cu-S、

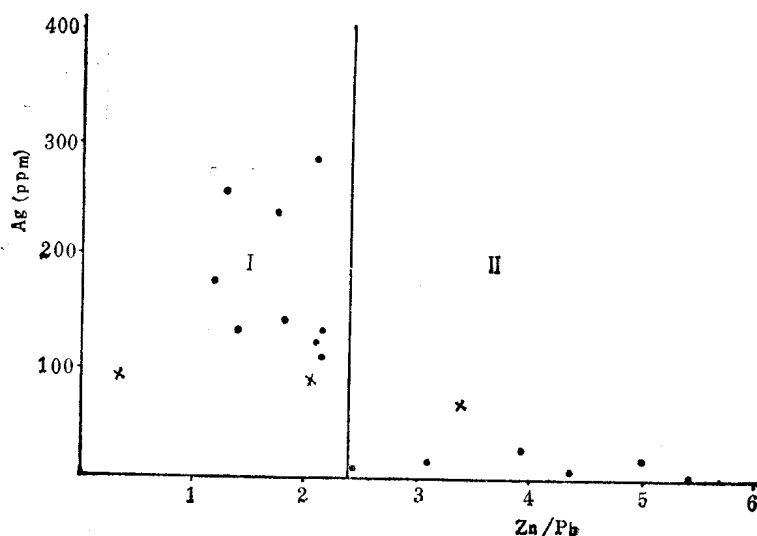


图 1.2 Ag 与 Zn/Pb 的反消长变化关系

I. 银铅锌矿床 II. 贫银铅锌矿床

×. 从左向右代表银洞子、锡铁山及箭猪坡,其投影点异常是由于 Ag 主要集中在 Ag、Cu 矿段(银洞子),富 Pb 段(锡铁山),此段又无 Pb、Zn 分析值所造成。箭猪坡的银矿体小于铅锌矿体,银矿体无 Pb、Zn 数据,此地是按铅锌矿体投制而成的,因而出异常。

表 1.5 层控银矿床及层控贫银矿床的元素特征比较

元素含量或比值	银 矿 床							贫 银 矿 床							
	破山	大岭口	冶岭头	箭猪坡	银洞子 (银铅段)	栖 霞	麻 坪	锡铁山	凡口	银冶岭	后江桥	高板河	禾青	北山	白云铺
Zn/Pb	1.72	2.13	2.10	—资料 2.4 另资料 3.3	0.36	1.78(块状矿) 2.09(浸染矿)	1.28(块状矿) 1.39(脉状)	2.03	2.12	1.18	2.41 及 3.9	4.35	5.4	4.22及 5.81	3.06
Ag/Pb ($\times 10^{-4}$)	378.6	105.09	1323.38	57.19	38.82	16.65 55.51	38.6 84.4	11.10	19.8	131.42	4.63	7	0	17	18.4
Ag/Pb + Zn ($\times 10^{-4}$)	139	39.03	427.55	10.08	28.64	5.99 17.85	16.82 35.3	3.7	6.4	60.3	1.16	1.3	0	2.9	4.53
PbS 中含 Ag (ppm)	1206	500— 5730	1710	400—830 (探针 100— 122)	721	838.9	几十—200	566.6	1380— 2170		13				
ZnS 中含 Ag (ppm)	200	2200— 8250	1250		863	103.4	几十—200	15	210		36				
黄铁矿中含 Ag (ppm)	640		332.5		42.8	68.1		14.57				3.35			
黄铜矿中含 Ag (ppm)		2400	833		546										
黝铜矿含 Ag(ppm)						6919	7700ppm— 45.5kg								
脆硫锑铅矿含 Ag(ppm)				1830—17000											

单矿物中的 Ag 系呈类质同象的 Ag 与呈银矿物的 Ag 的总和,一般为化学分析结果。单矿物中的 Ag 含量据:高普照 (1983); 浙江省冶金地质勘探公司二队大岭口矿区地质组 (1982); 杨福田 (1982); 贺光照 (1982); 00534 部队 (1981); 江苏省冶金地质研究所 (1979); 四川省地质局 108 队 (1982); 陈阶人 (1982); 宋守信 (1983); 洪浪 (1982); 田彪、张桂岩 (1982)。表上作为计算根据的 Pb、Zn、Ag 原始含量引自有关地质报告。

Ag-Pb-Zn-Sb-S、Ag-Cu-Bi-(Pb-Zn)、Ag-Au-(Pb-Zn) 等几类。这些组合都无例外地含有 Pb、Zn，且在大多数矿床中 Pb、Zn 都是主要共生金属。层控铅锌矿床一般在中国分布很广，且都含有不等量的 Ag，但不少矿床中的银含量很低，只有部分矿床才构成 Ag 的独立堆积。从表 1.5 可见银铅锌矿床与贫银铅锌矿床在一些元素比值上有明显的不同，如对银矿床来说 Zn/Pb 值小于 2.4，对贫银矿床来说则大于 2.4。Ag/Pb 及 Ag/Pb+Zn 值对前一型来说一般分别大于 15×10^{-4} 及 5×10^{-4} ，而对后一类型则小于其相应值，两种类型中金属矿物的含银量也有明显差别，前者的方铅矿、闪锌矿含 Ag 大多大于 100ppm，黄铁矿大于 40ppm，而在后一类型则小于此值。这些资料说明 Ag 在铅锌矿床中的富集取决于 Zn/Pb 的比值，Pb 多利于 Ag 的富集，Zn 多则贫 Ag (图 1.2)。对金银矿床来说除 Au 与 Ag 正相关外，与其伴生的 Pb、Zn 也有密切联系。铜铋银矿床中主要相关元素是 Ag-Cu、Bi，个别矿体中 Pb、Zn 也堆积较多。

7. 银矿床的成矿时代

层控银矿床的成矿时代分布很广，其主要成矿时代为古生代及中生代。

由于层控矿床属于多阶段矿床，因此也具多时代性。有的矿床同生沉积阶段已形成矿体，而后期作用微弱，因此沉积年代就是成矿时代(银洞子)。另一些矿床沉积阶段只形成了矿源层，矿床富集于后生作用阶段，因而后生作用年代才是成矿时代(冶岭头，大岭口)。还有一些矿床同生及后生均对矿床的形成起了重要作用，同生阶段已形成矿床，后生作用使其加富(凡口、麻邛)。

同生沉积和后生富集可相继发生，时差不大，但有的矿床中时差可大达十多亿年，前一类型主要出现在我国西部地区，后一类型见于东部。同生沉积时代范围很广，从中元古代到侏罗纪均有发生，但后生作用时代主要为燕山期，个别为印支、海西及加里东期。在我国西部出现了后三个富集时期，而在东部仅见燕山期(表 1.6)，且与我国东部的地台活化时期是一致的。

表 1.6 层控银矿床的成矿时代

时代类型	我 国 西 部				我 国 东 部							
	破山	锡铁山	银洞子	麻邛	银冶岭	冶岭头	天平山	箭猪坡新民	凡口	栖霞	大岭口	八家子
后生富集时代	加里东期	加里东期	海西-印支期	印支期	燕山期	燕山期	燕山期	燕山期	燕山期	燕山期	燕山期	燕山期
同生沉积时代	晚元古代	奥陶纪	泥盆纪	三叠纪	中元古代	上元古代	寒武纪	泥盆纪	泥盆-石炭纪	石炭-二叠纪	侏罗纪	中元古代

二、层控银矿床的成因类型

根据本书的分类原则，层控银矿床可分为沉积-改造，沉积-变质-混合岩化-改造(以下简称混合岩化后改造)、沉积-变质、沉积-改造加后期成及沉积-改造加后期岩浆气液叠加(以下简称沉积-改造加叠加)等类型。其中沉积-改造矿床又包括沉积-轻微改造及沉积-