

胶东金矿成因矿物学与找矿



P618.51
029

出版社

责任编辑 王镇寰

封面设计 徐赞新

技术设计 贺季润

陈光远 邵伟 孙仿生 主编

胶东金矿成因矿物学与找矿

重庆出版社出版、发行（重庆长江二路205号）
新华书店经销 重庆新华印刷厂印刷

开本787×1092 1/16 印张30 插页16 字数586千
1989年3月第一版 1989年3月第一版第一次印刷

印数：1—2,772

ISBN 7-5366-0962-0/P·23

科技新书目193—318 （精装）定价：14.40元

内 容 简 介

本书是国内外第一部金矿成因矿物学与找矿矿物学专著。胶东地区为我国重要的金矿基地，在国内外都具有典型性，因此本书不仅可供胶东地区金矿找矿评价参考，也可供国内外金矿找矿评价参考。

全书除绪论外共分十一章。绪论总结了世界和我国“金”字的字源与金的开发利用史以及胶东地区金矿的开发史。第一章总结了胶东区域地质概况，包括地层、岩浆岩、构造、矿床与胶东地区金矿分类。第二—五章为胶东金矿4个典型矿床矿区地质及成因矿物学与找矿矿物学的初步总结。第六、七章为胶东6个金矿床黄铁矿及石英成因矿物学的系统总结。第八章为胶东金矿黄铁矿热电性与石英、长石热发光标型特征及研究方法，联系矿物性质的微观理论总结了它们在金矿的找矿评价中所起的作用。第九章用大量丰富的实例，阐明了矿物标型六性（普遍性、特殊性、变化性、相应性、继承性与分带性）及矿物学填图在金矿中的应用。第十章从金的分散性、深源性、亲铁性、惰性与活性等地球化学特征及金矿形成的3个阶段（成岩阶段、过渡阶段及成矿阶段），系统总结了胶东金矿找矿方法与标志。第十一章提出胶东金矿找矿方向。

全书内容新颖，资料十分丰富，反映了当前国内外金矿成因矿物学与找矿矿物学的研究水平。

本书可供专门从事金矿理论研究和地质找矿人员参考，也可供岩矿工作者与结晶学、矿物学、岩石学、矿床学、地球化学专业人员及大专院校地质专业师生阅读参考。

序 言

我国金矿地质工作近年来已取得很大进展,但找矿任务仍很艰巨,需要地学各个学科从不同角度来为这一找矿任务服务。成因矿物学与找矿矿物学与地质找矿实践的关系极为密切,在国内外这一新学科已取得了无可置疑的成就。我们在8年来的野外和室内工作中,将成因矿物学与找矿矿物学的思想、理论和工作方法,全面应用于胶东金矿的理论研究与找矿工作,实践表明它对金矿找矿与评价的意义很大,它能更好地说明金的迁移、富集和成矿的主导因素,揭示矿体和矿床隐蔽的分带性,发现新的找矿标志,从而对金矿床能够提高其评价依据的科学性和远景评价的准确性。为改进野外地质工作装备,为能在野外工作阶段深化金矿地质研究,利用作者研制的携带式热电仪直接在野外进行了矿石矿物热电性研究与热电系数填图,这对金矿找矿与评价有重要意义。已有的工作表明,用于金矿找矿和评价的矿物物性标型研究,具有十分广阔的发展前景。

《胶东金矿成因矿物学与找矿》一书,是国家教委1982年与1985年两次下达的博士生导师基金项目与1987—1990年自然科学基金科研项目的部分成果总结。全部工作是在陈光远领导和指导下进行的,邵伟和孙岱生也参加了指导工作。

参加科研工作的主要人员有:陈光远、邵伟、孙岱生、臧维生、鲁安怀、刘星、王健、张立、崔天顺、钟正刚、李怡如也参加了部分工作。

全书除绪论外包括十一章,绪论与第一章由陈光远执笔,第二章由刘星执笔,第三章由王健执笔,第四章由鲁安怀执笔,第五章由臧维生执笔,第六章由陈光远、孙岱生执笔,第七章及第八章由邵伟执笔,第九章及第十章由陈光远、孙岱生执笔,第十一章由陈光远执笔。臧维生参加了第一章及第十章、鲁安怀参加了第十章的资料收集及整理工作,刘星、王健参加了第一章的资料收集及整理工作,张立参加了第一章及第二章的资料收集与整理工作。

携带式热电仪的研制及热电性、热发光性的测试研究指导全部由邵伟承担,罗飞也参加了部分测试及实验室工作。

全书由陈光远审阅定稿,邵伟及孙岱生也参加了审阅定稿工作。

全书内容简单综合介绍如下:

1. 应用成因矿物学与找矿矿物学对世界各地及我国金的发现利用史,印欧语系及我国

“金”字的字源与演化，进行了系统的考证与探讨，并对山东尤其是胶东金矿的开发史进行了初步的总结。

2. 对胶东金矿4个典型矿床进行了初步总结。对金矿床中的石英、白云母、绢云母、水云母、铬(白)绢云母、断层泥中的粘土矿物、正长石—微斜长石—冰长石系列，更长石—钠长石系列，自然金、黄铁矿、菱铁矿、铁白云石、方解石、黑钨矿、白钨矿等矿物全面地进行了成因矿物学与找矿矿物学研究，对上述矿物的形态、成分、晶胞参数、光学性质及谱学特征等提供了大量数据，特别是进行了黄铁矿形态、晶面微形貌、热电系数，石英、长石的热发光，石英气液包体等的系统研究，取得了大量的数据与实际资料。

3. 除对各个典型矿区进行了金品位填图外，还进行了矿物种填图，自然金成分比值填图、黄铁矿晶形、晶形 f 值及 X 值填图、黄铁矿导型及热电系数值填图、石英热发光积分强度值填图、石英爆裂脉冲数值及爆裂温度填图，这些图件对判断富矿段、石英脉尖灭端、矿体的形态与延伸、矿床的剥蚀程度、矿床的规模、含矿与非含矿地段，提供了直观、定量的依据。

4. 通过长石类矿物的研究，将长石化划分为两个系列，第I系列为伟晶岩脉(正长石、更长石)—长石石英脉(冰长石、钠长石)—长石石英细脉(冰长石)；第II系列为似伟晶岩状长石团块(微斜长石、钠长石)—长石团块(微斜长石、钠长石)。第I系列为找石英脉型金矿标志，第II系列为找蚀变岩型金矿的标志，前者受裂隙系统控制，后者受破碎带控制。

5. 根据对玲珑断裂性质，矿脉产状，矿物组合，围岩蚀变，自然金的产状，黄铁矿成分、晶形、热电系数，石英晶洞特点、成分、热发光，气液包体特征与成分，稳定同位素等20个标志的研究，确定玲珑矿区西山上升，东山下陷，西山剥蚀较深，东山剥蚀较浅。

6. 蚀变岩型矿体平行主断裂面时，往往为大矿如在三山岛。而当矿体受次一级断裂或裂隙控制呈斜列式或雁行式排列时，则为中小型矿床，如夏甸金矿主断裂面下盘矿体便是典型代表，当雁行式矿体向下趋向平行主断裂面时，矿体有可能加大，有可能增加储量。

7. 通过7 000粒黄铁矿晶形统计，400粒晶体测角及100粒的晶面微形貌研究，确立了立方体习性、五角十二面体习性 & 八面体习性的形成条件；并总结了黄铁矿形态与微形貌、

成矿阶段、粒度、分带、成分、共生组合、矿化的相互关系；还提出了石英脉型黄铁矿及蚀变岩型黄铁矿晶形的区别，建立了胶东地区黄铁矿晶形的演化系列。

8. 研究了国内23个金矿床(包括胶东5个金矿床)、152个黄铁矿样品的化学分析资料，确定了我国一般金矿及胶东地区金矿黄铁矿的化学成分特点，建立了判断矿床成因、成矿阶段、剥蚀深度、矿化特征及矿床规模的黄铁矿成分标型。

9. 根据胶东金矿石英的结构、构造，单体和集合体形态、成分(35个样品)及气液包体的研究，系统地总结了含矿石英与无矿石英的区别。

10. 根据古代文献、古代坑硐标志、地层标志、岩浆岩标志、构造标志、蚀变标志、矿物标型、风化标志、物探及化探标志提出了胶东地区找矿方法及找矿标志。

11. 根据4 222粒黄铁矿(包括玲珑东山、罗峰及流口的样品)18 048个热电系数数据，总结了胶东金矿热电系数的特征，建立了判断成矿阶段、剥蚀深度、矿床规模及矿化地段的热电性标型。

12. 根据对热发光样品的测定研究，系统总结了胶东金矿石英、长石的热发光特征，建立了热发光找矿标志。

13. 根据矿物标型的大量实例，总结了矿物标型六性(普遍性、特殊性、变化性、相应性、继承性、分带性)在金矿中的应用，并提出了矿物学填图分类及其在金矿中的应用。

14. 联系胶东金矿实例对金矿床成因进行了系统总结与探讨，以金的分散性、深源性、亲铁性、金的化学惰性及活性为纲，总结了金的迁移富集机理。并以胶东金矿为例，提出了金矿形成的3个阶段：成岩作用阶段，成岩—成矿过渡阶段，成矿作用阶段。系统地总结了金在以上3个阶段中的运移富集过程。

15. 总结了胶东金矿含矿石英脉与非含矿石英脉的10项判别标志：构造、围岩蚀变、晶洞构造、结构构造、石英黄铁矿晶形、石英黄铁矿成分、石英气液包体、石英热发光及断层泥等判别标志。

16. 总结了判别金矿床规模的6项标志：构造、成矿阶段、矿物组合、矿物成分、黄铁矿热电性、矿物标型变化梯度。

17. 总结了判别矿床剥蚀程度的9项标志：构造、岩体与脉岩、钾长石化、围岩蚀变、自然金产状、黄铁矿晶形、黄铁矿成分、黄铁矿热电性、石英热发光等。

18. 总结提出了蚀变岩型金矿与石英脉型金矿区域性的水平分带、矿田内的水平分带，以及两者物化条件的差异。

19. 根据断层泥的粘土矿物研究，除提出了区分成矿断层与无矿断层的标志外，并提出了区分贫矿与富矿及断层活动期次的标志。

20. 在以上基础上提出了胶东金矿的找矿方向。

本项研究工作得到招远县和栖霞县黄金工业公司，玲珑、栖霞、夏甸、三山岛、罗峰、流口、十里铺等矿山与官润潭、孔庆存、邓冰、孙玉强等的大力支持。对胶东花岗岩与变质岩的人工重砂研究得到莫彩芬、李惠华的协助；对我国“金”字字源的研究得到奚原、周世昌及张光则的协助；对招远县金矿开发史的研究得到官润潭的大力协助，在此表示感谢。

由于作者水平所限，不当之处敬请批评指正。

作者 1988年9月

Genetic Mineralogy of Gold Deposits in Jiaodong Region with Emphasis on Gold Prospecting

This is the first book dealt with the genetic mineralogy of gold deposits in Jiaodong region with emphasis on gold prospecting. It contains 11 chapters besides introduction.

In introduction is given a brief historical review of discovery and utilization of gold in the world together with the discussion on etymology of the word gold in Indo-European languages. In parallel with the above-mentioned item, information on the discovery and utilization of gold in ancient China and the pictographical inscriptions of the word gold on ancient bronze objects and bones or tortoise shells are also given. Furthermore the historical development of gold mining in the whole Shandōng province including Jiaodong region and the county of Zhaoyuan, the so-called "Capital of Gold" or "Gold City and Heavenly County" are stated rather in detail. The experience of the latter can be used for reference in developing gold mining industry in other parts of China or even abroad.

In chapter 1 is summarized the regional geology of Jiaodong region, including tectonics, stratigraphy, intrusives and mineral deposits. The Pre-Cambrian crystalline basement and the Mesozoic granitoids with abyssal and hypabyssal assimilation of the Pre-Cambrian crystalline rocks form in turn the primary and the secondary source of gold supply while the NE-NNE trending transcurrent thrust faults cutting the basement and the granitoids give rise to the formation of the quartz vein type and the wall alteration type of gold deposits in different part of the shear zone.

In chapter 2 to 5, the genetic and prospecting mineralogy of 4 typical gold deposits in Jiaodong region is reported. Two of them belong to the quartz vein type, including Linglong deposit which is topmost among the quartz vein type not only in Jiaodong region or Shandong province but also in whole China

so far known. The other two belong to the wall alteration type, including Sanshandao deposit which is also topmost in Jiaodong region and China as a whole up to now.

In chapter 6 to 7, the genetic mineralogy of pyrite and quartz is dealt with respectively in detail, based on six deposits with two more deposits in addition to the above-mentioned four.

In chapter 8, special emphasis is laid on typomorphism in thermoelectricity of pyrite and thermoluminescence of quartz and feldspar together with their application to prospecting and evaluation of gold deposits.

In chapter 9, six natures of mineral typomorphism including universality, particularity, variation, correspondence, inheritance (in time), zoning (in space) are put forward with illustrative examples in application to gold deposits. Furthermore different categories of mineralogical mapping based on mineral species, mineral association and mineral typomorphism with illustrative examples are also described in detail.

In chapter 10, the five geochemical characters of gold including dispersion, deep-sourcing, siderophile, inertness, mobility are put forth with illustrative examples at first and then the division of the geochemical cycle of gold in Jiaodong region into three stages, namely the diagenetic (rock-forming) stage, the transitional (dia-metallogenetic) stage and the metallogenetic (ore-forming) stage is put forward in turn. Finally prospecting methods and evaluation criteria for gold deposits in general as well as that in Jiaodong region are summarized in detail.

In chapter 11 the bright future of Jiaodong gold deposits is stated. The mining history of Jiaodong gold deposits can be dated back to 581—618 A. D. in Sui Dynasty. They are among the topmost in China both in history and at pre-

sent. Mining and prospecting activities are still going on in this region all over on an extensive scale. Since they are polygenetic, prosperous and promising, they are therefore worth referable both in domestic and in international circles.

Geographically Jiaodong region is the eastern half of the Shandong province and includes the whole Shandong Peninsula. Geologically it includes the whole terrain east of the Yishu Fault Zone which is the central segment of a deep fault zone being over 2000 km in length and cutting down into the mantle along the terrestrial intraplate margin between the Pacific and the Eurasia plates.

In economic geology the importance of Jiaodong gold deposits in eastern Shandong province is in some respects equivalent to Gannan tungsten deposits in southern Jiangxi province. It is already well-known at present both in China and abroad and will be so in an even higher degree in the future than the latter because in Jiaodong region the crystalline basement as the primary ore-forming source rock is much more developed and the later tectonic and magmatic activities are much stronger than in southern Jiangxi province where Gannan tungsten deposits are developed. Jiaodong gold deposits are situated in a weakly denudated region so that most parts of the deposits are well-preserved besides, as is revealed by the presence of electrum, native silver, amethyst, barite and fluorite.

In the conclusive chapter prospecting directions for different types of gold deposits are discussed and some confusions and misunderstandings regarding Jiaodong gold deposits are pointed out. Some suggestions for the future development of Jiaodong region in connection with gold deposits are also offered for reference.

目 录

序言.....	1
绪论.....	1
一、世界各地金的发现利用史.....	1
(一) 关于金发现史的传说.....	1
1. 古腓尼基.....	2
2. 古色雷斯.....	2
3. 古罗马.....	2
(二) 关于金发现利用史的史料.....	3
1. 古埃及.....	4
2. 古希腊.....	4
3. 古巴比伦.....	5
4. 古波斯.....	5
5. 古巴勒斯坦.....	5
6. 古印度.....	5
(三) 关于金发现史的探讨.....	6
二、我国古代金发现利用史.....	7
(一) 我国古籍中关于金的报道.....	7
(二) 我国铭文中关于金的报道.....	10
(三) 我国出土文物中关于金的史料.....	12
(四) 我国古代用金的史料.....	14
1. 宫廷赏赐.....	14
2. 土木佛事.....	14
3. 服饰器玩.....	14
4. 其他.....	15
(五) 我国金发现利用史的探讨.....	16

三、印欧语系中金的字源.....	20
(一) 日耳曼语系的金字	21
(二) 意大利语系的金字	21
(三) 印度语系的金字	22
(四) 斯拉夫语系的金字	22
(五) 金字字源的由来	23
四、我国金字的字源.....	24
(一) 我国金字的涵义	24
(二) 我国金字的字源	27
1. 我国古代对金字字源的认识	27
2. 我国金字字源的现代解释	27
1) 自然金的树枝晶与似树枝晶.....	27
2) 我国钟鼎文与简文中的金字.....	28
3) 我国甲骨文中的金字.....	31
4) 我国古籍中关于胶体成因自然金的报道.....	31
5) 我国古代银字象形的佐证.....	32
五、胶东金矿概述.....	34
(一) “胶东”词源与地理范围	34
(二) 历史上胶东金矿开发较晚的原因	34
(三) 历史上掖县、招远、栖霞三县金矿开发较晚的原因	35
(四) 山东省历代金矿产地简表	36
(五) 鲁西历代金矿产地简述	36
(六) 胶东历代金矿产地简述	37
(七) 胶东金矿开发史	40
(八) “金都”招远金矿开发史	43

(九) 促进招远金矿大发展的因素.....	45
参考文献.....	47
第一章 区域地质	51
一、构造.....	51
二、地层.....	53
(一) 胶东群	53
(二) 粉子山群	73
(三) 蓬莱群	74
(四) 中新世地层	74
三、侵入岩.....	75
(一) 花岗岩类	75
(二) 脉岩类	87
四、矿产.....	88
参考文献.....	91
第二章 玲珑金矿成因矿物学	94
一、矿区地质.....	94
二、成因矿物学研究	102
(一) 自然金成因矿物学研究.....	102
(二) 黄铁矿成因矿物学研究.....	105
(三) 石英成因矿物学研究.....	116
(四) 方解石成因矿物学研究.....	128
(五) 层状硅酸盐成因矿物学研究.....	134
三、矿床成因	139
参考文献	143
第三章 栖霞金矿成因矿物学	145

一、矿区地质	145
二、成因矿物学研究	154
(一) 银金矿成因矿物学研究	154
(二) 黄铁矿成因矿物学研究	157
(三) 石英成因矿物学研究	166
(四) 其他矿物成因矿物学研究	174
三、矿床成因	176
四、总结	179
参考文献	179
第四章 三山岛金矿成因矿物学	181
一、矿区地质	181
二、成因矿物学研究	191
(一) 黄铁矿成因矿物学研究	191
(二) 石英成因矿物学研究	207
(三) 白云母、绢云母成因矿物学研究	212
(四) 断层泥成因矿物学研究	218
三、总结	220
参考文献	223
第五章 夏甸金矿成因矿物学	225
一、矿区地质	226
二、成因矿物学研究	236
(一) 黄铁矿成因矿物学研究	236
(二) 石英成因矿物学研究	251
(三) 长石成因矿物学研究	258
三、矿床成因	267

参考文献	269
第六章 胶东金矿黄铁矿成因矿物学	271
一、黄铁矿一般特点	271
二、胶东金矿黄铁矿的标型特征	275
(一) 形态	275
(二) 成分	288
(三) 晶胞参数	302
参考文献	303
第七章 胶东金矿石英成因矿物学	305
一、石英一般特征及成因意义	305
(一) 形态	305
(二) 成分	309
(三) 晶胞参数	311
二、胶东金矿石英标型特征	311
(一) 形态	311
(二) 化学成分	314
(三) 气液包体成分	315
(四) 晶胞参数	318
(五) 含矿石英与无矿石英	322
参考文献	323
第八章 胶东金矿黄铁矿热电性及石英长石热发光	324
一、黄铁矿热电性标型	324
(一) 黄铁矿热电性概论	324
(二) 金矿床黄铁矿热电性标型国内外研究概况	327
(三) 胶东金矿黄铁矿热电性标型	329

1. 一般特征.....	329
2. 成矿阶段标志.....	329
3. 矿床规模标志.....	333
4. 矿体延伸规模标志.....	333
5. 矿床剥蚀深度标志.....	333
(四) 热电性标型研究方法.....	335
二、石英、长石的热发光标型	336
(一) 石英、长石热发光概论.....	336
(二) 金矿床石英、长石热发光标型国内外研究概况.....	337
(三) 胶东金矿石英热发光标型.....	338
(四) 夏甸、金翅岭金矿床钾长石热发光标型.....	342
参考文献	344
第九章 矿物标型六性及矿物学填图在胶东金矿中的应用	345
一、矿物标型六性及其在胶东金矿中的应用	345
(一) 普遍性.....	345
(二) 特殊性.....	345
(三) 变化性.....	348
(四) 相应性.....	350
(五) 继承性.....	351
(六) 分带性.....	352
二、矿物学填图在胶东金矿中的应用	353
(一) 矿物组合填图.....	354
(二) 矿物种及亚种填图.....	354
(三) 矿物集合体形态填图.....	356
(四) 矿物单体形态填图.....	357

(五) 矿物化学成分填图·····	360
(六) 矿物结构参数填图·····	361
(七) 矿物物性填图·····	361
(八) 矿物气液包体参数填图·····	363
(九) 重砂矿物填图·····	365
参考文献·····	368
第十章 胶东金矿成因与找矿标志 ·····	369
一、金的地球化学特性及金矿床矿物共生组合 ·····	369
(一) 金的地球化学特性·····	369
1. 金的分散性·····	369
2. 金的深源性·····	371
3. 金的亲铁性·····	372
4. 金的化学惰性·····	376
5. 金的化学活性·····	378
(二) 金与有关元素的地球化学行为·····	383
(三) 金矿床的矿物组合·····	388
二、胶东金矿成因 ·····	393
(一) 成岩阶段·····	393
1. 矿源层·····	393
2. 岩浆岩·····	394
3. 脉岩·····	394
(二) 成岩—成矿过渡阶段·····	397
1. 长石化亚阶段·····	397
2. 含水硅酸盐亚阶段·····	398
(三) 成矿阶段·····	398