

归来庄金矿为受控于寒武— 奥陶系的层控矿床

滕培道

(山东省地质矿产局区域地质调查队)

提要 本文根据归来庄金矿矿床特征,结合区域地球化学统计资料及中南、西南地区同类地层的含金性,运用“三源成矿”理论综合分析后认为:归来庄金矿是受寒武—奥陶系矿源层控制的层控金矿床。

归来庄金矿系山东省地矿局第二地质队发现并进行普查评价,初步证实已达中型以上矿床规模。这一新类型金矿的发现,在鲁西地区具有重要意义。

归来庄金矿的矿床特征与胶东金矿有着显著差异,也有别于鲁西绿岩带型金矿。该矿在发现之初,曾被认为是“微细粒浸染型”金矿。随着工作的逐步深入,认为属于与中生代杂岩体隐爆角砾岩有关的“岩浆期后中、低温热液型”金矿者渐多^①。继而,“热卤水”在归来庄金矿中的成矿作用被揭示^②,为深入探讨归来庄金矿的成因拓宽了思路。由于该金矿的类型特殊,对其控矿条件及矿床成因进行研究,还关系到鲁西地区找金的方向问题,因此国内矿床工作者给予了极大关注。笔者在工作中搜集了有关资料,对于矿床成因类型及找矿方向问题也有一些粗浅认识,现整理成文,愿与同行一起讨论。

一、归来庄金矿矿床地质特征

平邑县归来庄金矿位于鲁西断隆之尼山断凸的东北边缘,铜石杂岩体东侧之寒武—奥陶系中。铜石杂岩体以正长斑岩、闪长玢岩为主,系印支期岩浆活动的产物,通常认为正长斑岩与金矿关系密切。矿体主要赋存于碳酸盐岩之角砾岩带内,受近东西向断裂控制(图1)。

控矿断裂长 $>2000\text{m}$ 。矿体长 500m 以上,宽 $0.70\text{—}21.30\text{m}$,金品位 $1.51\text{—}16.42\times 10^{-6}$ 。矿体上部厚度大,品位高,向下厚度变小,品位降低。矿体与围岩一般界线清晰,无分带现象。围岩蚀变较弱,矿化蚀变多发育在破碎带的顶、底,与金矿化有关的蚀变主要为萤石化、硅化。

^① 牛树桂、迟顺林、朱锡元,1992,山东平邑县归来庄金矿成因探讨。山东地质情报,第1期。

^② 牛树桂、迟顺林、李泽才,1993,“热卤水”在归来庄金矿中的成矿作用。山东地质信息,第1期。

本文1993年10月收到,1994年6月改回。

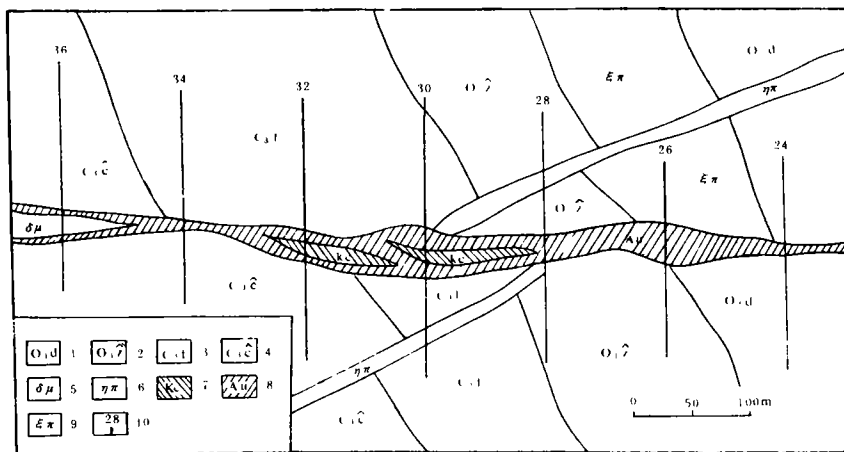


图1 山东省平邑县归来庄金矿区地质略图

(据山东省地矿局第二地质队资料改编)

1. 下奥陶统东黄山组; 2. 下奥陶统纸坊庄组; 3. 上寒武统凤山组;
4. 上寒武统长山组; 5. 闪长玢岩; 6. 二长斑岩; 7. 硅化灰岩;
8. 金矿体; 9. 正长斑岩; 10. 勘探线位置及编号

矿石有9种自然类型,其中7种为角砾岩型矿石(表1)。最近在30线ZK6孔91.38—115.30米处又发现碳酸盐岩型金矿体,由含灰质白云岩和含白云质灰岩型金矿石组成,均为不等粒变晶结构,致密块状构造,含金 $6.22\text{--}12.28\times 10^{-6}$ 。角砾岩型矿石中的自然金和银金矿呈浑圆状、针状、不规则状的粒状和枝叉状,粒径 $0.004\text{--}0.065\text{mm}$ 。金矿物赋存于角砾的表面、裂隙中和矿物颗粒间以及胶结物中,常见于粘土矿物、褐铁矿内及萤石的边缘。碳酸盐岩矿石中的金矿物主要由粒间金、裂隙金和包体金组成。变晶方解石包裹体分析含NaCl 2.72—2.89%,KCl 2.47—3.68%,并见较多的白色固相盐类包裹体。在变晶白云石和变晶方解石的裂隙壁上,有一层紫色隐晶质萤石薄膜。

前人资料认为,太古代基底岩石和正长斑岩类岩浆是本矿区金质的主要供源体,矿质由“岩浆期后热液”携带至浅部“隐爆角砾岩带”中成矿。其成矿时代大致与“侵入隐爆作用”同期或稍晚。关于“隐爆作用”,前人亦作过深入研究,认为“侵入—隐爆作用受先期构造控制,而又破坏了先期的构造形态,后期构造又有活动,破坏了侵入—隐爆角砾岩的面貌”。上述有关“隐爆作用”与“构造活动”关系的论述,为研究容矿空间、探讨矿床成因、判断成矿的相对时代等提供了重要线索。

限于篇幅,本文未能就与归来庄金矿有关的各种成因观点加以评述。不过笔者注意到,尽管“后期构造活动在该角砾岩带内表现不强,构造面两侧位移不大”^①,但成矿前的侵入—隐爆角砾岩的面貌毕竟已遭破坏。因此,归来庄金矿床的控矿条件和成矿作用,应从新的角度进行探讨。

① 全忠文,1992,归来庄金矿床成矿地质特征。山东地质情报,第2期。

表1 归来庄金矿矿石类型及品位一览表

矿石类型	金品位 ($\times 10^{-6}$)		备注
	矿石	分类平均	
二长闪长玢岩质角砾岩型	4.99	6.45	以岩浆岩角砾为主的矿石
二长斑岩质角砾岩型	8.47		
正长斑岩质角砾岩型	5.89		
斑杂角砾岩型	14.00	14.00	
硅质角砾岩型	7.96	7.96	
白云质灰岩角砾岩型	6.11	7.29	以沉积岩角砾为主的矿石
灰质白云岩角砾岩型	8.46		
含灰质白云岩型	7.56	9.92	碳酸盐岩型矿石
含白云质灰岩型	(6.22—9.89) 12.28		

注:据牛树桂等资料编制。

二、归来庄金矿的层控特征

有关层控矿床的学说,几十年来一直在不断发展并趋于完善。本世纪50年代提出的侧分泌说(孟宪民),60年代美国发现的卡林型金矿(层控矿床),70年代引入国内的层控矿床理论,80年代在黔西南发现的微细浸染型金矿,90年代“三源”成矿(季克俭等)和“大气降水”热液成矿(张理刚)等新理论、新观点的问世,都为层控矿床学说提供了比较切合实际的理论依据。

关于层控矿床,目前尚无统一的定义。笔者认为,层控矿床是指在开放系统中,渗入地下的大气降水受热而运动,并从矿源层中汲取有用物质构成成矿热液(热卤水),进而在矿源层及其邻近适宜场所沉淀、富集而形成的矿床。

层控矿床一般具有以下三个特征:

①层控矿床在空间上总是受特定的地层所控制,矿体赋存于其中或邻近的构造破碎带中。如黔西南的板其、丫他等金矿即发育于三叠纪地层中,秦岭地区的双王、二台子等金矿则受泥盆系所控制;

②该特定地层往往含有较多的成矿物质,构成所谓的矿源层;

③狭义的层控矿床主要为热卤水成因(如卡林型金矿),岩浆热液、火山热液及变质热液等成矿作用不占主导地位。

在论证归来庄金矿的层控特征之前,有必要就其矿质来源、成矿作用、容矿空间和成矿时代等作一简要的分析。

笔者认为:前寒武纪泰山群等结晶基底,仅仅是金的初始(硅酸盐质)矿源层,难以从中直接摄取矿质用于成矿;而寒武-奥陶系则是由泰山群等衍生的碳酸盐质矿源层,因其

化学性质较为活泼,故较易于从中汲取金质构成热卤水进行成矿。前已述及,由于侵入—隐爆角砾岩带的原貌已遭破坏,因此归来庄矿体的容矿空间应属于末次“隐爆”后又重新活动的构造破碎带范畴。至于通常认为的矿区具有三次“隐爆作用”,其实并未显示出多期成矿作用的迹象(如在末次构造活动之前成矿,应见到矿体被破坏的证据)。因此有理由认为,成矿作用应与末次“隐爆作用”之后的构造活动(同期或稍后)有关。据此推断,由铜石杂岩体诱发的“侵入—隐爆作用”并非是控制归来庄金矿成矿作用的关键因素,至少“岩浆期后热液”成矿作用在该矿区不占主导地位。因而有必要探索新的成矿方式。

归来庄金矿的层控特征主要反映在以下两个方面:

1. 矿床地质方面的证据

①金矿体受地层控制的特征明显,矿体主要赋存于寒武-奥陶纪碳酸盐岩地层中,进入岩体后矿体迅速尖灭(图 2、3);

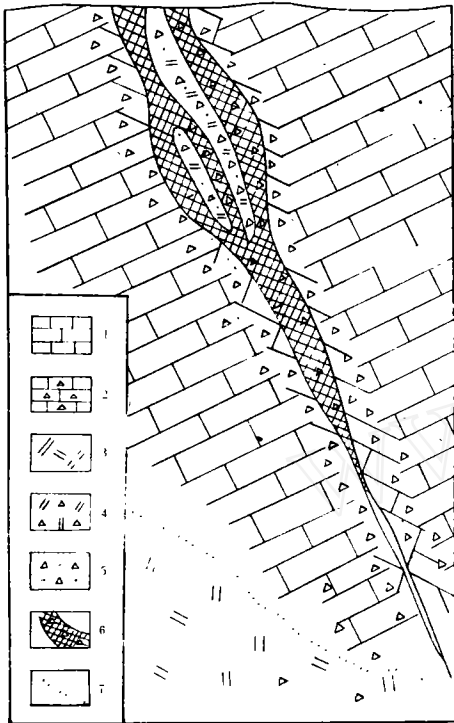


图 2 归来庄金矿区第 28 线隐爆角砾岩与矿体关系剖面图
(据牛树桂等资料)

1. 灰岩; 2. 隐爆角砾状灰岩; 3. 二长斑岩;
4. 爆破二长斑岩; 5. 构造隐爆角砾岩;
6. 构造隐爆角砾岩矿体; 7. 推测地质界线

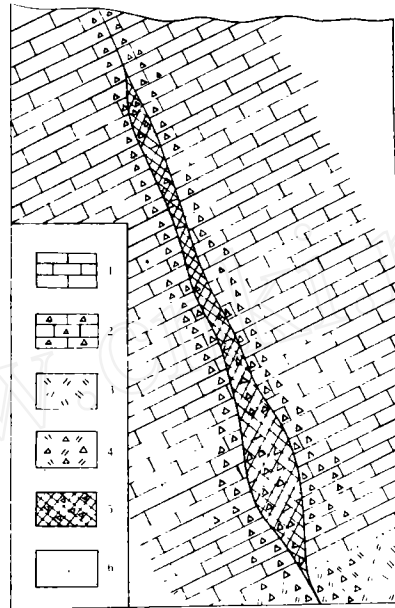


图 3 归来庄金矿区第 24 线构造隐爆角砾岩剖面图
(据牛树桂等资料)

1. 灰岩; 2. 构造隐爆破碎灰岩; 3. 二长斑岩;
4. 构造隐爆破碎二长斑岩; 5. 构造隐爆角砾岩矿体; 6. 推测地质界线

②在角砾岩型矿石中,以沉积岩角砾为主的矿石金品位较高,碳酸盐岩矿石含金更高,显示地层与成矿关系密切(表 1);

③含金矿物主要赋存在角砾表面、胶结物和次生矿物中,碳酸盐类矿物保存了较多的固相盐类包裹体,具明显的热卤水成矿特征;

④本矿床矿石氧同位素组成 ^{18}O 为 $+12.62\text{—}+19.54\%$,与国内典型层控矿床(陕西二台子金矿 ^{18}O 为 $+18\%$,黔西南金矿 ^{18}O 为 $+15.6\text{—}+23.9\%$)^[1]的氧同位素组成基本一致;

⑤金矿体与围岩界线一般较清晰,矿体不具岩浆热液成矿所特有的脉动分带和交代现象,这从另一侧面显示了开放条件下的成矿特征。

2. 寒武-奥陶系为金矿源层的区域性证据

寒武-奥陶系构成金矿源层的观点不但在鲁西有一定的依据,而且在湖北嘉鱼县蛇屋、黔东北田坪一带亦被证实是一个不容忽视的金矿源层,主要证据有:

①在鲁西(郟庐断裂带及其以西)地区,已知具矿床规模的金矿有5处,其中4处皆位于寒武系、奥陶系分布区(表2),明显反映出地层控矿的特征。

表2 鲁西地区金矿床控矿特征一览表

矿床名称	矿床规模	主要沉积岩	主要侵入岩	矿体赋存部位	矿床所处地质位置
平邑归来庄	大型	寒武系奥陶系	正长斑岩 闪长玢岩	寒武-奥陶系碳酸盐岩中	侏罗-白垩纪盆地边缘的陆台中
沂南金厂	中型	寒武系	霏细斑岩	①岩体与灰岩接触带;②灰岩及钙质砂岩中;③层间构造及裂隙构造;④岩体凹部及砂卡岩中	白垩纪盆地边缘的陆台中
沂南堆金山	小型	寒武系奥陶系	闪长玢岩	①岩体接触带或附近的围岩中; ②潜火山岩内	白垩纪盆地边缘的陆台中
沂源金星头	小型	寒武系	闪长玢岩		陆台中
沂水南小尧	小型	(泰山群)	英云闪长岩	破碎带蚀变岩中	前寒武纪基底

②郟庐断裂重点片岩石地球化学统计资料显示(表3),全区金、银平均含量最高的地层分别是奥陶系($\text{Au}3.3 \times 10^{-9}$)和寒武系($\text{Ag}132 \times 10^{-9}$)。这为寒武-奥陶系构成该区金(银)矿源层提供了可靠的定量依据。由于矿源层分布面积较大,且有丰富的矿质来源,因此归来庄金矿不仅矿床规模大,而且矿体主要赋存于寒武-奥陶系中。

③郟庐断裂重点片化探编图成果表明,鲁西地区所圈定的以金为主的地球化学成矿预测区中,皆有寒武-奥陶系分布,金、银等元素的地球化学异常与寒武-奥陶系矿源层在空间位置上基本吻合。

表 3 鲁西各地质单元岩石 Au、Ag 平均含量($\times 10^{-9}$)表

地 层		沂水群	泰山群	胶南群	荆山群	寒武系	奥陶系	石炭系	二叠系	莱阳群	青山群	王氏群	下第 三系	上第 三系
Au	含 量	2.3	1.5	1.1	1.2	1.5	3.3	1.2	1.6	1.6	2.4	2.1	1.6	1.8
	样 品 数	4	6	36	29	36	32	5	9	29	35	26	8	9
Ag	含 量	75	42	38	67	132	74	36	59	82	57	99		41
	样 品 数	4	2	36	29	36	32	5	9	29	35	26		9
侵入岩		闪长岩	闪长 玢岩	石英 二长岩	石英 闪长岩	二长 花岗岩	辉长 辉绿岩	花岗 闪长岩	角闪岩	蛇纹石				
Au	含 量	2.9	1.9	1.03	1.2	1.89	4.7	1.2	1.8	2.3				
	样 品 数	35	12	11	12	24	15	27	6	11				
Ag	含 量	53	62	53		55	65	57	85	75				
	样 品 数	15	10	11		21	15	10	4	11				

④湖北省嘉鱼县蛇屋残积红土型金矿的矿质亦来自奥陶系。含矿层下伏基岩为奥陶系碳酸盐岩挤压破碎带,矿化破碎带含金 0.5×10^{-6} ,为红土型金矿提供了丰富的矿源^[2]。

⑤贵州省东北部田坪一带的上寒武统、下奥陶统变晶白云岩分布区亦广泛发育金异常和金矿化(含金最高达 1.8×10^{-6}),并有广泛的 Hg、As、Sb 异常存在^[3]。与鲁西有关预测区的地质、地球化学特征十分相似。

三、层控矿床的成矿机理及必备条件

早在 400 多年前,乔治·阿格里科拉(1546 年)就提出,地壳岩石中矿脉的形成与大气降水渗入地下变热后从岩石中溶解金属矿物有关。但直到近 20 年,随着稳定同位素地球化学方法的应用和发展,才为大气降水热液成矿理论提供了可靠的定量依据^[1]。

“三源成矿”理论^[4]认为,矿源、水源和热源是热液成矿的必备条件,缺一不可。矿源主要以岩源为主,矿质从围岩萃取,而不是浆源;水源以大气降水为主,而不是来自岩浆;热源主要由与矿床相邻地区的浅部岩体及地热增温等提供。“三源成矿”的主要机理是:大气降水渗入地下受热而运动,在升温条件下岩石体积膨胀,萃取围岩中的矿质,在降温条件下岩石收缩产生裂隙,局部地段因温、压和化学条件改变,致使矿质沉淀富集成矿。

归来庄层控金矿床运用“三源成矿”理论可得到较圆满的解释。其主要成矿机理如下:印支运动末至燕山运动早期,处于中生代盆地西部边缘的归来庄地区(寒武-奥陶系)相对抬升,充沛的大气降水大部分汇入盆地,沉积了侏罗-白垩纪地层,部分渗入地下受印支期铜石杂岩体余热影响升温而运动(有资料认为,此类岩体热量能保持数十百万年),并萃取寒武-奥陶系碳酸盐岩(矿源层)中的矿质,构成含矿热卤水,运移到近东西向构造裂隙带沉淀富集成矿。

根据“三源成矿”理论,归来庄式层控金矿必须同时具备三个控矿条件:

①矿区应位于寒武系,特别是奥陶系矿源层大面积分布的地区。这是层控金矿必须具备的先决条件。在其他条件相同的情况下,成矿时矿源层裸露于地表(或浅部)的面积与矿床规模的大小可能大致成正比。

②矿区应位于中生代沉积盆地的边缘(大气降水不充沛的火山盆地除外),这是具备

丰富“水源”的必要条件。远离盆地的干旱区难以发育层控矿床。

③矿区附近须发育与中生代盆地大致同时代的浅成岩体,其规模应足以提供成矿所需要的热源。脉岩因体积小热源有限,故难以形成具矿床规模的层控金矿。归来庄地区正是具备了上述三项必要条件,才发育了大型层控金矿床。

四、结 语

归来庄金矿是一个受寒武-奥陶系金(银)矿源层控制,由大气降水渗入地下经铜石杂岩体加热,并在运移中萃取围岩矿质构成含矿热卤水,进而在适宜的容矿空间沉淀富集所形成的层控金矿床。

归来庄层控金矿床的厘定,对在鲁西地区扩大找金领域,缩小找矿靶区具有重要意义。本文承蒙张自桓总工程师审阅,张淑芳同志帮助翻译英文摘要,一并致谢。

参 考 文 献

- [1] 张理刚,1989,成岩成矿理论与找矿。北京工业大学出版社。
 [2] 李松生,1993,中国发现第一个大型红土型金矿床。中国地质,第11期。
 [3] 花永丰,1987,贵州金矿的基本地质特征及找金工作建议。西南矿产地质,第3期。
 [4] 季克俭等,1990,热液矿床的矿源、水源和热源及矿床分布规律。北京科学技术出版社。

GUILAIZHUANG GOLD DEPOSIT IS A STRATABOUND ONE CONTROLLED BY THE CAMBRIAN — ORDOVICIAN

Teng Peidao

(Regional Geological Survey Brigade, Shandong
Bureau of Geology and Mineral Resources)

Abstract

This paper suggests that Guilaizhuang gold deposit is a stratabound one controlled by the Cambrian — Ordovician source beds according to its geological features, regional geochemical statistical data and gold abundance of the strata, as compared to that of the same kind of strata in central and south — west china, and to the theory of “three — resources forming ares” as well.