

南阳独山玉矿的成矿构造背景及成因

廖宗廷, 赵娟, 周祖翼, 朱静昌

(同济大学 宝石学教育中心, 上海 200092)

摘要: 从构造地质学分析出发, 主要利用地球化学的方法, 结合古火山岩构造背景判别(ESCORT)专家系统, 重点对南阳独山玉矿的成矿构造背景及成因进行了分析研究. 研究结果表明, 南阳独山玉矿是在华北板块、华南板块和秦岭洋板块间相互作用形成秦岭造山带的特定大地构造背景下, 构造运动、岩浆活动和变质作用等综合作用而形成的复成因玉矿床.

关键词: 独山玉; 构造背景; 板块构造; 南阳

中图分类号: P 548 **文献标识码:** A **文章编号:** 0253 - 374X(2000)06 - 0702 - 05

On the Tectonic Setting and Origin of Dushan Jade Deposit in Nanyang

LIAO Zhong - ting, ZHAO Juan, ZHOU Zu - yi, ZHU Jing - chang

(Educational Center of Gemmology, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: Based on the plate tectonics, the tectonic setting of Dushan jade deposit in Nanyang is studied in this paper by using ways of geochemistry combining with ESCORT expert's system. The mineralizing processes of Dushan jade was evidently related to the tectonic evolution among N. China plate, S. China plate and Qinling orogenic belt. It is a composite ore deposit that was formed due to the tectonic movement, magmatic activation and metamorphism in especially tectonic setting.

Key words: Dushan jade; tectonic setting; plate tectonics; Nanyang

独山玉又称南阳玉, 是中国的四大名玉之一, 产于河南省南阳市郊独山. 它色彩鲜艳、质地细腻、透明度及光泽好、硬度高, 优质者绿色可与翡翠媲美. 独山玉工艺品色彩瑰丽、玲珑剔透, 被海内外誉为“南阳翡翠”. 独山玉矿的开采历史悠久, 据考古资料, 早在新石器时期, 古人就开始采用独山玉了^[1].

对于独山玉的研究, 前人已作过一些工作^[2~4], 但研究程度较低, 目前许多问题尚处于争论阶段, 更无人从成矿构造背景分析出发, 对独山玉的成矿机理、控矿因素、找矿方向和标志作系统分析, 这不利于独山玉成矿规律的总体认识, 更不利于独山玉矿的找矿勘探. 南阳独山玉矿至今为止在世界上仍独一无二, 找矿没有取得突破, 从主客因素上讲, 也可能与此相关. 面对这种情况, 本文在多次野外地质考察并充分利用前人研究成果的基础上, 结合室内岩石化学分析, 以板块构造理论为指导, 主要利用地球化学方法, 试对独山玉矿的成矿构造背景及成因作初步探讨.

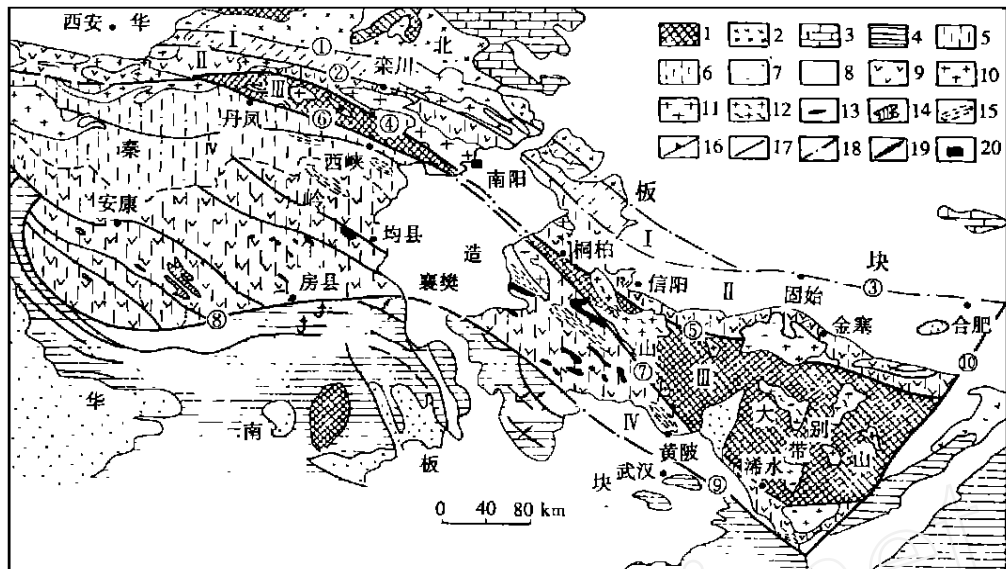
1 地质概况

独山玉矿位于秦岭造山带东段南支, 南阳盆地北缘, 朱(阳关) - 夏(馆)大断裂带北侧(见图1). 朱夏断裂带是矿区内主要的构造带, 控制基性/超基性岩体的分布、控制矿体定位和区内其它次一级的构造分布. 由于矿区大面积被第四系覆盖, 区内地层分布比较零星, 主要出露地层有下元古界秦岭群、下古生界二郎坪群、中生界变质岩和陆相碎屑岩. 本区岩浆活动强烈, 从酸性岩到超基性岩均有分布, 时代从元古代

收稿日期: 1999 - 11 - 10

作者简介: 廖宗廷(1962 -), 男, 贵州遵义人, 教授, 理学博士.

到燕山期,其中以加里东的火山活动和华力西-印支期岩浆活动最为强烈,它们对独山玉的成矿均有明显的控制作用。



- 1 为太古代—早元古代基底;2 为中元古代火山岩;3 为中晚元古代—三叠纪盖层;4 为正旦纪—三叠纪盖层;
5 为中晚元古代—早古生代陆缘带;6 为中晚元古—早古生代陆缘带;7 为侏罗纪—白垩纪盆地;
8 为新生界覆盖区;9 为火山岩系;10 为中生代花岗岩;11 为古生代花岗岩;12 为改造的元古代花岗岩;
13 为基性—超基性岩;14 为碱性岩;15 为蓝闪片岩;16 为地壳对接带;17 为区域性断裂带;
18 为地球物理推断裂带;19 为褶皱区;20 为独山玉矿位置

图1 区域地质构造略图^[5]

Fig. 1 Tectonic background of Dushan jade ore deposit

独山玉矿体主要呈脉状产出,玉矿脉主要产于独山中部辉长岩碎裂带中、上部的次闪石化中粗粒辉长岩中,单个矿体长1~20 m,宽0.1~2.0 m。矿体受构造控制十分明显,整体呈鱼群状产出。剖面上呈阶梯状、叠瓦状,平面上呈雁行状,具等间距分布的特点。一些矿体充填在构造裂隙之中,一些矿体本身就是构造挤压带的组成部分,即为辉长岩经构造作用形成的糜棱岩。前者与围岩界线十分清楚,后者则大多数呈过渡关系。

2 独山玉矿的成矿原岩

成矿原岩是独山玉矿成矿的物质基础。野外观察表明,多数独山玉矿体主要是辉长岩经构造作用而形成的糜棱岩。糜棱化程度越高,玉质越好,特别是某些达到玻化作用者。通过21个样品的镜下鉴定表明,独山玉具典型的糜棱结构,细粒碎基主要为粒径0.005~0.100 mm的斜长石碎屑,是辉长岩在强大的构造应力作用下经机械破碎和研磨作用下形成的。由于发生构造运动时的深度较大,据研究,其深度大于10 km,因此,糜棱岩化过程中有广泛的后期重结晶作用,且糜棱岩化程度越高,重结晶作用越明显,玉的质量越高。说明独山玉矿的成矿物质来源于早期的辉长-辉石岩。少数矿体虽然与围岩呈充填关系,即矿体与围岩界线清楚,但其矿物成分与围岩中的辉长岩完全相似,仅其长石含量明显增高而已,也说明它们存在明显的成因关系。

由稀土元素分析结果及稀土配分曲线(见图2)可知,独山科马提岩、辉石岩及辉长岩、斜长岩配分曲线均属于平缓型,独山玉也属平缓型,即玉与科马提岩、辉石岩和辉长岩相似,而与后期煌斑岩和花岗岩的稀土配分曲线明显不同,说明独山玉的成矿物质来源于早期的科马提岩、辉石岩和辉长岩,而不是来源于后期的中、酸性侵入岩。

$w(\text{Sm}) - w(\text{Nd})$ 相关性分析(见图3)也同样证明科马提岩、辉石岩和斜长岩是独山玉的成矿源岩^[6]。

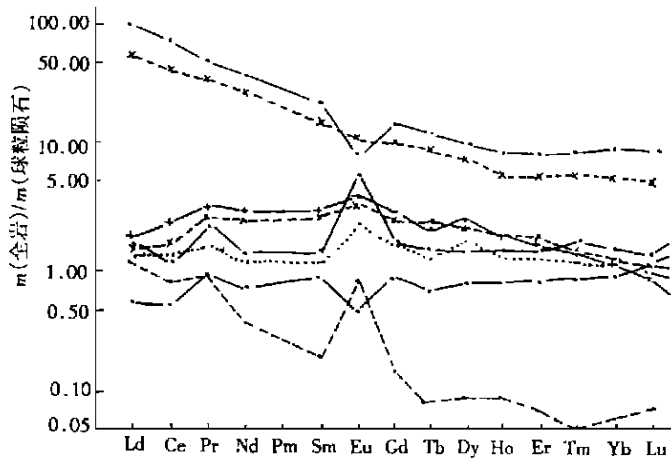
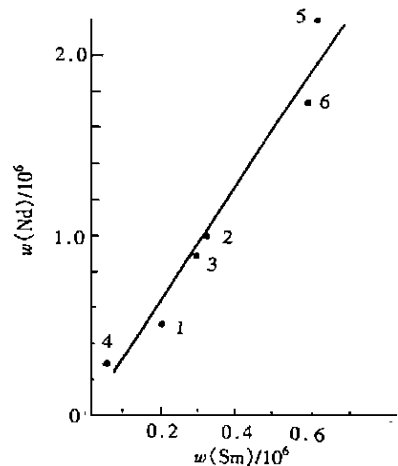
图2 玉石及各种岩石的稀土配分曲线^[6]

Fig. 2 REE patterns of jade and surrounding rocks

图3 玉及相关岩石 $w(\text{Sm}) - w(\text{Nd})$ 相关图^[6]Fig. 3 $w(\text{Sm}) - w(\text{Nd})$ relativity between jade and surrounding rocks

上述综合分析可以说明,独山玉的成矿源岩是与独山玉在空间分布上密切相关的科马提岩、辉石岩、辉长岩和斜长岩。

3 源岩的化学成分及所反映的成矿构造背景

秦岭造山带是在秦岭洋板块基础上,由于华北板块与华南板块间发生碰撞造山作用而形成的造山带^[7],造山带内分布有基性—超基性岩,其形成时代为前中生代,其中包括南阳独山岩体,说明独山玉的源岩形成于秦岭洋的构造背景,地球化学分析和 ESCORT 分析证明这一推论。

3.1 岩石化学

独山及邻区同期基性—超基性岩的化学成分见表 1. 其构造背景差别如下。

表 1 独山玉矿原岩及邻区同期岩体的化学成分

Tab. 1 Chemical compositions of the protolith and the corresponding period rock masses in adjacent region of Dushan jade deposit

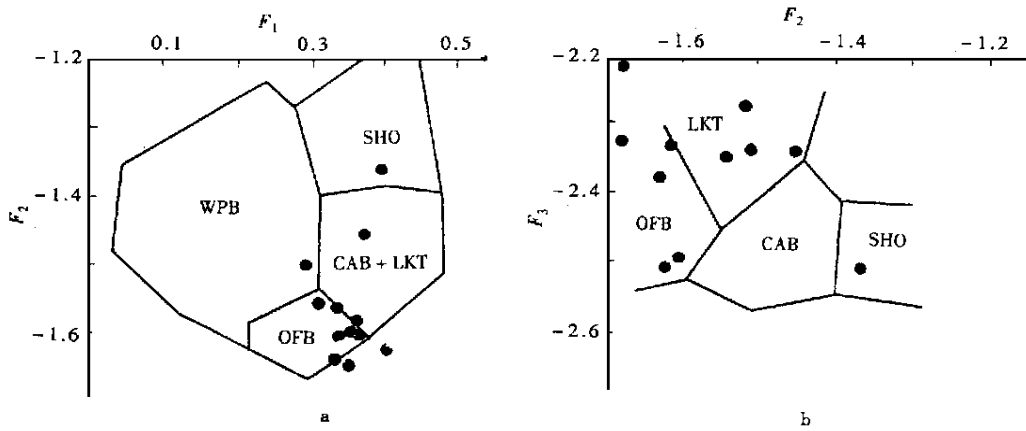
| 序号 | $w(\text{SiO}_2)$ | $w(\text{TiO}_2)$ | $w(\text{Al}_2\text{O}_3)$ | $w(\text{Fe}_2\text{O}_3)$ | $w(\text{FeO})$ | $w(\text{MnO})$ | $w(\text{MgO})$ | $w(\text{CaO})$ | $w(\text{Na}_2\text{O})$ | $w(\text{K}_2\text{O})$ | $w(\text{P}_2\text{O}_5)$ | % |
|----|-------------------|-------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------|-------------------------|---------------------------|------|
| 1 | 47.38 | 0.15 | 18.35 | 0.71 | 3.95 | 0.18 | 10.85 | 15.91 | 0.90 | 0.16 | 0 | 0 |
| 2 | 47.60 | 1.20 | 14.05 | 3.80 | 9.10 | 0.09 | 7.93 | 8.58 | 1.40 | 1.03 | 0.45 | 0 |
| 3 | 48.10 | 1.10 | 14.03 | 1.91 | 9.93 | 0.24 | 8.55 | 9.30 | 1.45 | 0.91 | 0.13 | 0 |
| 4 | 46.93 | 0.80 | 13.90 | 1.88 | 7.38 | 0.20 | 11.01 | 12.38 | 1.58 | 0.20 | 0.40 | 0 |
| 5 | 47.22 | 0.20 | 13.37 | 0.75 | 5.68 | 0.15 | 13.42 | 13.69 | 1.32 | 0.18 | 0.45 | 0 |
| 6 | 50.36 | 1.10 | 17.71 | 1.47 | 6.65 | 0.22 | 4.94 | 8.16 | 4.36 | 2.33 | 0.35 | 2.37 |
| 7 | 50.38 | 1.70 | 14.15 | 4.80 | 7.68 | 0.22 | 6.05 | 7.25 | 3.60 | 1.30 | 0.75 | 3.48 |
| 8 | 48.43 | 1.00 | 14.96 | 2.48 | 7.85 | 0.20 | 8.06 | 12.06 | 2.08 | 0.30 | 0.50 | 2.68 |
| 9 | 47.92 | 0.10 | 1.96 | 6.86 | 4.48 | 0.18 | 24.22 | 8.95 | 0.22 | 0.20 | 0.35 | 4.76 |
| 10 | 48.60 | 0.20 | 6.75 | 2.17 | 4.23 | 0.15 | 21.65 | 10.68 | 0.82 | 0 | 0.17 | 4.08 |
| 11 | 47.96 | 0.20 | 3.54 | 3.10 | 5.63 | 0.13 | 27.69 | 2.17 | 0.14 | 0.20 | 0.27 | 0 |
| 12 | 49.33 | 0.35 | 4.82 | 1.12 | 5.93 | 0.17 | 17.16 | 15.73 | 0.28 | 2.13 | 0.37 | 0 |
| 13 | 49.77 | 0.70 | 10.63 | 1.05 | 5.53 | 0.14 | 14.41 | 12.40 | 1.20 | 1.16 | 0.19 | 0 |
| 14 | 43.48 | 0.21 | 6.25 | 4.38 | 5.96 | 0.25 | 21.72 | 8.94 | 0.52 | 0.61 | 0.50 | 0 |
| 15 | 47.09 | 0.24 | 5.10 | 1.49 | 5.70 | 0.20 | 20.17 | 11.67 | 0.77 | 0.84 | 0.08 | 0 |

3.1.1 $F_1 - F_2, F_2 - F_3$ 判别法(见图 4)

判别结果:大多数的点落于 OFB 区,属洋底玄武岩,即为大洋环境。

3.1.2 里特曼指数 $\lg - \lg$ 判别法(见图 5)

判别结果:大多数的点落于 B 区,即造山带火山岩类. Gil 认为, $w(\text{TiO}_2) < 1.75\%$ 是判别造山岩的一个重要标志^[9],本区火山岩 TiO_2 的质量分数小于 1.75% ,也说明了本区火山岩具明显的造山带火山岩的特点.



WPB 为板内玄武岩;LKT 为低钾玄武岩;CAB 为钙碱性高铝玄武岩;SHO 为钾玄武岩;
OFB 为洋底(洋中脊)玄武岩

图 4 F1 - F2(a), F2 - F3(b)

Fig. 4 F1 - F2 (a) and F2 - F3 (b) discrimination diagram

3.1.3 $w(\text{FeO}^*) / w(\text{MgO})$ 与 $w(\text{TiO}_2)$ 判别法 (FeO^* 为全铁) (见图 6)

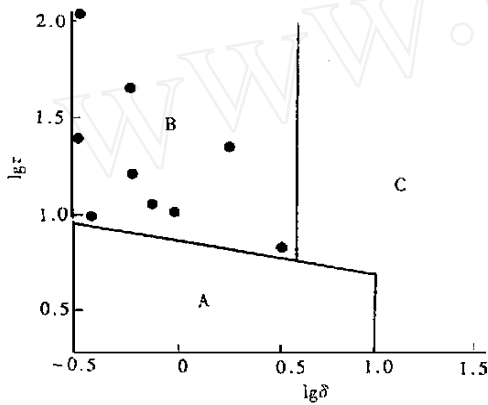


图 5 lg - lg 判别图

Fig. 5 lg - lg discrimination diagram

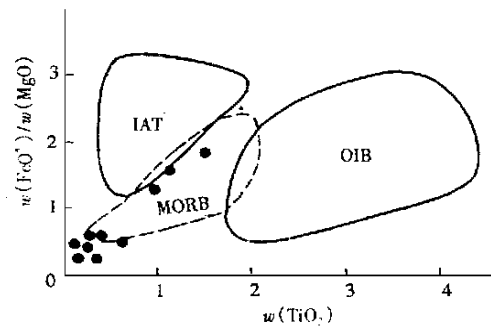


图 6 $(w(\text{FeO}^*) / w(\text{MgO})) - w(\text{TiO}_2)$ 判别图

Fig. 6 $(w(\text{FeO}^*) / w(\text{MgO})) - w(\text{TiO}_2)$ discrimination diagram

判别结果:大多数的点经投影落于 MORB 区,属于大洋环境.

3.1.4 $O_K - A_K$ 判别法 (见图 7)

判别结果:大多数的点经投影落于 OFB + OAB 区,为大洋玄武岩或大洋岛弧玄武岩,与 $F_1 - F_2, F_2 - F_3$ 判别方法所得到的结果一致,即为大洋环境.

3.2 ESCORT 专家系统分析法

专家系统在地质学的成功应用中,ESCORT 专家系统在这一领域可算是首例,这主要归结于 J. A. Pearce 深厚而丰富的专家知识与工作经验. ESCORT 在用火山岩化学成分判别构造背景时,除了要用到以上所述的岩石化学特征外,还需要地质学、矿物学、岩石学等方面的数据,即要综合考虑基底性质、火山岩类型、矿物学等方面的特征. 利用 ESCORT 专家系统,本区与独山玉有关的火山岩为发育在洋壳上的火山岩. 与上述用岩石化学判别法所得到的结果是一致的.

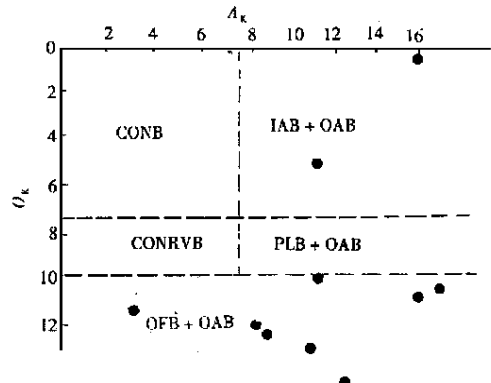
综上所述,独山玉矿的源岩形成于大洋环境,即形成于秦岭洋的构造背景.

4 秦岭造山带的构造演化与独山玉矿床的成矿机理

大地构造演化是控制成矿物质来源、成矿物质运移通道、充填空间、成矿条件以及后期改造的关键性因素.从上面分析来看,南阳独山玉矿的成矿直接与秦岭造山带的构造演化密切相关.通过本文分析,并结合前人的研究成果,认为秦岭造山带的构造演化和独山玉的成矿机理主要经历了下列两个大的阶段.

第一个阶段(发生于华力西期之前):这一阶段不存在现在意义上的秦岭造山带,与形成秦岭造山带密切相关的华北板块和华南板块独立演化,两者间相隔着一个近东西向的秦岭洋,秦岭洋中可能有各种火成活动,形成包括科马提岩、辉石岩、辉长岩等为代表的基性—超基性岩和其它火成岩.这些火成活动所形成的岩石为独山玉矿的成矿创造了良好的物质基础,即形成成矿源岩.

第二个阶段(发生在华力西期以后):随着构造的演化,秦岭洋洋壳开始向华北板块单向俯冲,至印支期,华北板块与华南板块靠近,秦岭洋最终关闭,并逐步碰撞造山形成秦岭造山带.造山过程中强烈的构造活动使原来的火成岩体发生构造侵位到现今的造山带位置.在较大深度、较高温度条件下,强烈的构造作用,加之后期岩浆热液作用,使成矿源岩发生糜棱岩化、玻化以及重结晶等一系列作用及蚀变,最终形成独山玉矿.



CONB 为大陆玄武岩; CONRVB 为大陆裂谷玄武岩;
OAB 为大洋玄武岩; IAB 为岛弧玄武岩;
OAB 为大洋岛弧玄武岩; PLB 为大洋斜长玄武岩.

图7 $O_K - A_K$ 判别图

Fig. 7 $O_K - A_K$ discrimination diagram

5 结论

根据上述研究,本文有下列结论性认识:

(1) 独山玉矿床是华北板块、华南板块及其间秦岭洋板块三者间长期相互作用的产物,独山玉矿床是此特殊构造背景下形成的复成因矿床.

(2) 基于独山玉矿的成矿构造背景推测,在秦岭造山带内,符合独山玉成矿条件的其它位置可能存在,只要进一步加强独山玉成矿规律的研究,搞清其主要的控矿因素,并采取更加有效的找矿勘探新措施,独山玉矿床的找矿勘探就有望取得新的突破.

致谢:本文野外工作和资料的收集整理过程中,得到了南阳师范专科学校江富建副教授、南阳独山玉矿矿长史群工程师等的大力帮助,在此深表谢意!

参考文献:

- [1] 廖宗廷,周祖翼,丁倩. 中国玉石学[M]. 上海:同济大学出版社,1988.
- [2] 李劲松. 独山玉及矿床地质[J]. 河南地质,1994(1):23-29.
- [3] 栾秉璠. 中国宝石和玉石[M]. 乌鲁木齐:新疆人民出版社,1989.
- [4] 邓燕华,缪秉魁. 独玉成因及成岩成玉模式[J]. 桂林冶金地质学院学报,1991(增刊):8-16.
- [5] 杨森楠,姜本鸿,王祖春. 华北和扬子陆块碰撞带构造古地理的特征和发展[A]. 王鸿祯. 中国及邻区构造古地理和生物古地理[C]. 武汉:中国地质大学出版社,1990.
- [6] 邓燕华. 宝(玉)石矿床[M]. 北京:北京工业大学出版社,1992.
- [7] 廖宗廷,周祖翼. 东秦岭造山带形成过程新探索[J]. 同济大学学报,1997,25(1):77-81.
- [8] Pearce J A. Statistical analysis of major element patterns in basalts[J]. J Petro, 1980, 17:15-43.
- [9] Gill J B. Orogenic andesites and plate tectonics[M]. Heideberg: Springer - Verlag, 1981.