

冀北双井子穹状火山与银铅(锌)矿化的关系

夏国礼¹, 潘洪儒¹, 胡醒民²

(1. 河北省地质调查院, 廊坊 065000; 2. 河北省区域地质调查所, 廊坊 065000)

摘要:通过区域地质调查,认为丰宁满族自治县双井子南西一带的晚侏罗世张家口期火山—侵入活动、同熔型岩浆作用、火山通道及火山断裂与银、铅(锌)矿化关系密切。在整体的火山—侵入活动过程中,先期的火山活动可使成矿物质初步富集,后期的岩浆侵入作用封闭性好,热量充足,可使成矿物质进一步叠加富集成矿。同熔型岩浆作用形成的石英正长斑岩是成物质的主要提供者,岩石中 Ag、Pb、Zn 等成矿元素的丰度值普遍较高,约为世界同类岩石平均值的 4 ~ 10 倍,呈强富集状态。火山通道深达上地幔,有利于岩浆向上运移及深部含矿热液的上升环流,是良好的导岩导矿构造。火山周边断裂规模相对较大,其内多形成构造角砾岩带,是成矿物质沉淀、富集的理想场所和最有利的容矿构造。放射状断裂是沟通火山通道和火山周边断裂并使含矿热液从火山通道向火山周边断裂运移的重要渠道,起到配矿构造的作用。

关键词:双井子穹状火山;火山—侵入活动;同熔型岩浆作用;火山通道及火山断裂;银铅(锌)矿化

中图分类号:P611.1+1; P618.52; P618.42-43 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-4135(2005)02-0094-06

河北省北部燕山期火山活动十分强烈,与火山活动有关的成矿作用亦比较明显,如著名的涿鹿相广锰银矿、围场小扣花营锰银矿、赤城象山铜矿等中、小型矿床。因此,加强火山活动与成矿关系的研究,加大寻找火山岩型和火山热液型矿产的力度,对进一步扩大找矿远景和矿产资源储量,以期实现找矿工作的重大突破是非常必要的。鉴于此,文中仅对双井子穹状火山与银、铅(锌)矿化的关系做一简要分析和总结。

1 地质概况

双井子穹状火山位于丰宁满族自治县双井子南西一带,大地构造位置位于内蒙地轴北缘中段,南东侧紧邻上黄旗—乌龙沟北北东向深断裂。火山平面形态近圆形,出露面积约 195 km²;火山地层产状总体呈围斜外倾,倾角 20°~30°。自火山喷发中心向外地层序为:晚侏罗世张家口一段流纹质熔结凝灰岩、流纹岩;张家口组二段石英粗面岩。与一段酸性火山活动相对应的潜流纹岩及与二段中酸性火山活动相对应的浅成石英正长斑岩基本都侵位于穹状火山

的中心部位。穹状火山内部放射状断裂及火山周边断裂发育,系火山喷发之后潜流纹岩、石英正长斑岩沿火山通道上侵顶托所致(图 1)。

2 矿化特征

2.1 银矿

矿化带及矿体特征:区内共有 6 处银元素土壤化探异常(图 1),其中仅对双井子北西侧的银异常进行了重点工作,发现长约 5 km、宽 20 ~ 60 m、走向 20°~40°以银为主伴有铁锰和铅锌矿化的矿化带。据电法测量和钻探成果,矿体呈脉状产出,矿脉长 320 m,厚 1.09 ~ 7.24 m,延深 110 ~ 140 m;银品位 80 ~ 209 g/t,平均品位 158.2 g/t。围岩蚀变以硅化为主,次为萤石化。

矿石特征:矿石为粒状、镶嵌结构,块状及蜂窝状构造。矿石矿物主要为辉银矿,次为银金矿和自然银,伴生金属矿物有硬锰矿、铅硬锰矿和软锰矿;脉石矿物为石英和萤石。

银的赋存状态:呈独立矿物产出的占 35%,分布于硬锰矿中的占 22.85%,分布于铁锰矿染石英中的占 30%,另有少量分布于断层泥中。

收稿日期:2005-02-04

基金项目:地质调查项目:1:5 万大二号幅、大滩幅、骆驼沟幅(冀地[1993]54号)

作者简介:夏国礼(1957-),男,教授级高工,主要从事区域地质矿产调查及技术管理工作,电话 0316-6883528, 0316-2113997。

到目前为止,结合当地民采情况估算银储量可达 60 余吨,已构成小型矿床。

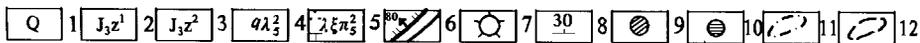
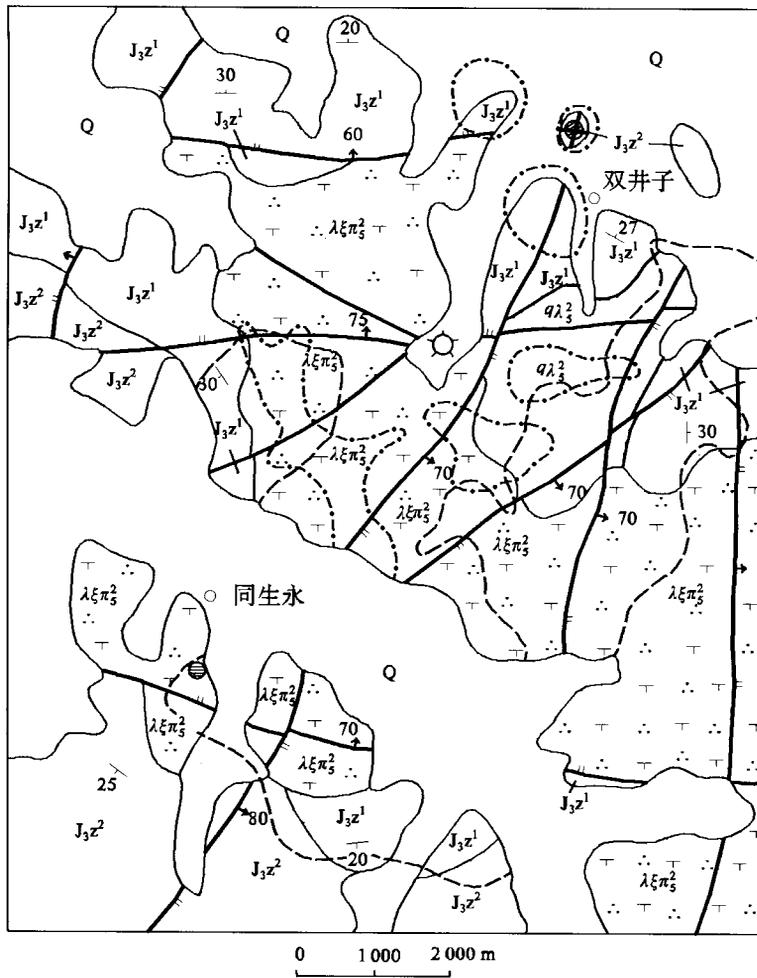


图 1 双井子穹状火山地质矿产略图

Fig. 1 Sketch showing the distribution of the geology and minerals in Shuangjingzi domelike volcanics

- 1. 第四纪松散堆积物;2. 晚侏罗世张家口组一段流纹质熔结凝灰岩及流纹岩;3. 晚侏罗世张家口组二段石英粗面岩;4. 晚侏罗世张家口早期潜流纹岩;5. 晚侏罗世张家口晚期石英正长斑岩;6. 正断层及性质不明断层;7. 火山喷发中心;8. 地层产状;9. 小型银矿;10. 铅(锌)矿点;11. 银土壤化探异常;12. 铅锌土壤化探异常

2.2 铅(锌)矿

矿化带及矿体特征:同生永铅(锌)矿点位于双井子穹状火山南西侧的铅锌土壤化探异常内(图 1)。矿化带长约 400 m,宽 10 ~ 15 m,总体受北西西向火山周边断裂控制,走向 284°~290°。带内以铅(锌)矿化为主,次为铁锰矿化。矿化带内矿体呈透镜状,具膨胀狭缩、分支复合、尖灭再现等现象。主矿体长约 70 m,厚 2.15 ~ 10 m;铅平均品位 3.58%,锌品位则较低。围岩蚀变为硅化、高岭土化。

矿石特征:矿石为半自形—它形粒状结构,

蜂窝状、浸染状及块状构造。矿石矿物主要为方铅矿,少量闪锌矿、辉银矿及黄铁矿;脉石矿物为石英、方解石、萤石、高岭石和绿泥石。其中:蜂窝状矿石铅品位 1.84% ~ 6.52%,占矿石总量的 20%;浸染状矿石铅品位 1.31%,占矿石总量的 70%;块状矿石铅品位 24.80%,占矿石总量的 10%。

3 火山—侵入活动与成矿

一个完整的火山活动过程以火山喷发开始,以岩浆侵入而告终,往往是一个不可分割

的、整体的火山—侵入活动过程。根据岩浆活动性质可将区内张家口期火山活动进一步划分为早、晚两期:早期为酸性火山—侵入活动,形成以爆发相流纹质熔结凝灰岩—溢流相流纹岩—潜火山相流纹岩为主的酸性火山—侵入岩系;晚期为中酸性火山—侵入活动,形成以溢流相石英粗面岩—浅成相石英正长斑岩为主的中酸性火山—侵入岩系。由此可见,区内张家口期火山活动是一个从酸性到中酸性的反序活动演化过程,与正常的岩浆活动演化规律相悖,暗示张家口早期酸性火山活动与晚期中酸性火山活动可能不是同源岩浆分异演化的产物,而可能是成岩物质来源深度不同所致(详见后述)。区内银、铅(锌)矿化主要与张家口晚期中酸性火山—侵入活动有关,尤其与该期有“四同”关系的(同时间、同空间、同来源、同演化)中酸性岩浆侵入活动关系更为密切。如区内银、铅(锌)矿床(点)和土壤化探异常主体基本都分布在石英正长斑岩体内,时空关系密切(图 1)。先

期的火山活动可使成矿物质初步富集,后期的岩浆侵入活动因其封闭性好、热量充足可以形成良好的热动力循环系统,有利于含矿热液充分的循环对流和从围岩中萃取成矿物质,使成矿物质进一步叠加和富集成矿。因此,一个整体的、有“四同”关系的火山—侵入活动,特别是后期的岩浆侵入活动往往有利于成矿。

4 同熔型岩浆作用与成矿

4.1 岩石成因类型及同熔型岩浆作用浅析

徐克勤等^[1]在系统研究华南花岗岩时,将花岗岩类划分为陆壳改造型、过渡性地壳同熔型、幔源型三个成因系列。本区根据矿物学、岩石化学和地球化学资料并与典型的陆壳改造型、过渡性地壳同熔型岩石进行对比发现,张家口早期酸性火山—侵入岩属陆壳重熔作用的产物,晚期中酸性火山—侵入岩则与过渡性地壳同熔作用有关(表 1)。

表 1 张家口期火山—侵入岩与典型的陆壳重熔型及过渡性地壳同熔型岩石特征对比表

Table 1 Characteristic correlation between the volcanic - intrusive rocks in Zhangjiakou Period and the typical crust remelting rocks and the intermediate crust syntectite

对比标志		典型陆壳重熔型岩石 ①	典型同熔型岩石 ②	本区张家口早期酸性火山—侵入岩	本区张家口晚期中酸性火山—侵入岩
矿物特征	暗色矿物 副矿物	角闪石很少 磁铁矿含量低	角闪石常见 磁铁矿含量高	角闪石少见 磁铁矿含量低, 平均 31.12 g/t	角闪石常见 磁铁矿含量高 平均 5 206.5 g/t
岩石化学特征	SiO ₂ A/NKC(分子数比值) K ₂ O/Na ₂ O CaO 标准矿物 c, di	变化范围窄, 一般 65% ~ 74% > 1.10 较高 较低,一般 < 1% c > 1%, di 少见	变化范围宽, 一般 53% ~ 76% < 1.10 较低 较高,一般 > 1% c < 1%, di 常见	75.46% ~ 76.46% 1.17 明显高, 16.45 0.38% c = 1.91%, di 无	64.38% ~ 68.42% 0.99 较低, 1.51 0.98% c 无, di = 0.89%
地球化学特征	Eu 微量元素含量特征(×10 ⁻⁶) K/Rb 比值	< 0.60 Rb, Nb, Ga, Th 高 Ti, P, Cr, Ba 低 20 ~ 200	> 0.60 Rb, Nb, Ga, Th 低 Ti, P, Cr, Ba 高 200 ~ 1 000	0.15 Rb(272.75)、Nb(29.50)、 Th(19.64) 高 Cr(7.74)、Ba(77.75) 低 182.84	0.76 Rb(132.20)、Nb(19.20)、 Th(3.00) 低 Cr(10.82)、Ba(1 203.58) 高 389.54

①、② 据徐克勤^[1]、王人镜^[4]、洪大卫、王季亮

莫柱荪,洪大卫.花岗岩问题讲稿.1986,6-14.

王季亮,李丙泽,周德兴,等.河北省中酸性岩体地质特征及其与成矿关系的研究.1990,523-527.

在 $(Al + Na + K) - Ca - (Fe^{2+} + Mg)$ 三角图解中(图 2), 张家口早期酸性火山—侵入岩成分点皆落入白云母—斜长石—堇青石或斜长石—黑云母—堇青石区域内, 晚期中酸性火山—侵入岩成分点基本都落入斜长石—角闪石—黑云母区域内, 这进一步说明前者系陆壳重熔的产物, 后者则为同熔型岩石。

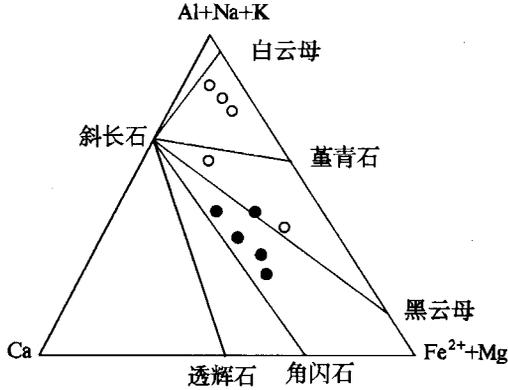


图 2 $(Al + Na + K) - Ca - (Fe^{2+} + Mg)$ 图解

· 张家口早期酸性火山—侵入岩; · 张家口晚期中酸性火山—侵入岩

Fig. 2 Diagram of $(Al + Na + K) - Ca - (Fe^{2+} + Mg)$

4.2 成矿物质的主要来源

从成矿元素的背景含量来看, 同熔型岩浆作用形成的石英正长斑岩体内 Ag、Pb、Zn 等成矿元素的丰度值普遍较高(表 2)。其中: Ag 平均 0.47×10^{-6} , Pb 平均 159×10^{-6} , Zn 平均 343×10^{-6} , 约为世界同类岩石平均值^[5]的 4 ~ 10 倍; Mo、Mn、Cd、Sb、As 元素亦具有较高的背景含量。

从成矿元素的富集程度来看, Ag、Pb、Zn 等

表 2 石英正长斑岩体中微量元素含量及矿化参数一览表

Table 2 List of the trace element contents and mineralization parameters

元素 ($\times 10^{-6}$) 矿化参数	Au ($\times 10^{-9}$)	Ag	Cu	Pb	Zn	Mo	Mn	Cd	Sb	As	备注
平均值	1.19	0.47	23.10	159	343	2.20	1 234	0.81	0.81	19.50	共 86 件样品 据河北地质矿产 勘查院承德工作 部(1993)
最高值	1.60	5.00	130	3 500	5 000	4.20	2 986	9.50	2.70	200	
标准离差	0.20	0.67	17.40	515	638	1.00	1 122	2.46	0.49	35.70	
变异系数	0.16	1.42	0.80	3.20	1.85	0.46	0.90	3.00	0.60	1.82	
浓集克拉克值	—	0.66	10.60	4.76	2.44	1.03	6.23	4.05	8.13		
世界中性岩平均值	—	0.07	35	15	72	0.90	1 200	0.13	0.20	2.40	维氏值(1961)

● 据涂和费^[5]

5 火山通道及火山断裂与成矿

5.1 火山通道是良好的导岩导矿构造

根据岩石化学、地球化学资料计算结果, 区

内张家口期火山—侵入岩成岩物质来源深度大于 30 km, 表明区内火山通道已深达上地幔, 为岩浆向上运移和深部含矿热液的上升环流提供了有利的通道条件。因此, 区内火山通道是最

在 $Eu - (La/Yb)_N$ 图解中(图 3), 张家口早期酸性火山—侵入岩成分点均落入壳源区, 晚期中酸性火山—侵入岩成分点皆落入壳幔混源区, 与上述结论吻合。

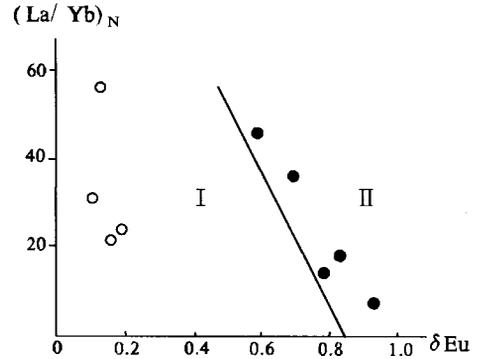


图 3 $Eu - (La/Yb)_N$ 图解

I- 壳型; · 壳幔型; · 张家口早期酸性火山—侵入岩; · 张家口晚期中酸性火山—侵入岩

Fig. 3 Diagram of $Eu - (La/Yb)_N$

成矿元素的浓集克拉克值分别为 6.71、10.60、4.76, 均远远大于 1, 呈强富集状态。另外, 从 Ag、Pb、Zn 等成矿元素的变异程度来看, 其变异系数分别为 1.42、3.20、1.85, 也都大于 1(表 2)。表明只要成矿条件适宜, 这些元素在成矿过程中容易活化迁移和富集成矿, 推断是同熔型岩浆作用形成的石英正长斑岩成矿物质的主要来源。

内张家口期火山—侵入岩成岩物质来源深度大于 30 km, 表明区内火山通道已深达上地幔, 为岩浆向上运移和深部含矿热液的上升环流提供了有利的通道条件。因此, 区内火山通道是最

直接的导岩导矿构造。

5.2 火山断裂是重要的控矿容矿构造和配矿构造

区内火山断裂包括火山周边断裂和放射状断裂。前者由近东西向和近南北向两组规模较大的断裂(长度一般10~42 km,断裂带宽10~60 m)相互交切组成,基本控制了穹状火山的边界和规模。由于火山多次喷发和岩浆的多次上侵顶托作用,使火山周边断裂的活动亦具有多期性。当断裂多次破碎扩容时,其内往往形成长数十米~数百米、宽数米~数十米的构造角砾岩带,为成矿物质的沉淀富集提供了理想的场所。构造角砾岩带的形态和产状控制了矿体的形态和产状,特别是不同方向断裂的交汇处往往是最优的赋矿部位,所以火山周边断裂是区内最重要的控矿容矿构造。放射状断裂主要分布于穹状火山的中央部位,规模相对较小。这些不同方向的放射状断裂与火山周边断裂相互交织切错,一起切穿了成矿元素丰度值较高的石英正长斑岩体,形成了连通性较好的网格状断裂系统,为含矿热液的活动运移、循环对流和进一步溶解萃取围岩中的成矿物质提供了必要的构造条件。另外,放射状断裂还分别与火山通道和火山周边断裂相沟通,成为连接导矿构造和容矿构造并使含矿热液从火山通道高温高压环境向火山周边断裂的低温低压环境运移的重要渠道。因此,放射状断裂既是不可缺少的配矿构造,同时也是本区较为重要的容矿构造之一。

6 几点认识

(1) 张家口晚期中酸性火山—侵入活动与银、铅(锌)矿化的关系密切,尤其是与火山活动有“四同”关系的石英正长斑岩的侵入活动,与矿化的关系更为密切。先期的火山活动可使成矿物质初步富集,后期的岩浆侵入活动因其封闭性好及热量充足等原因能形成良好的热动力循环系统,从而使成矿物质进一步叠加和富集成矿。因此,强调火山—侵入活动的整体性,特别是与先期火山活动有“四同”关系的后期浅成—超浅成的侵入活动,是寻找火山岩型或火山热液型矿产非常有效的标志之一。

(2) 同熔型岩浆作用对成矿十分有利,这是因为同熔型岩浆是由壳幔物质以不同比例混熔而成,使其有关的成矿物质亦具有混源特征。深源成矿理论认为成矿物质主要来自地球深部,深部幔源岩浆在原本就含有较多成矿物质的基础上,通过同熔作用还可进一步捕获一部分陆壳中的成矿物质而成为更加富集成矿物质的含矿母岩浆。因此,同熔型岩浆作用是造成区内石英正长斑岩体中银、铅(锌)等成矿元素背景含量普遍较高,并使之成为矿源体的最根本的原因所在。

(3) 区内火山通道深度已达上地幔,有利于岩浆向上运移和深部含矿热液的上升环流,是良好的导岩导矿构造。火山通道的形成及其深度之所以较大主要与南东侧紧邻的上黄旗—乌龙沟北北东向深断裂强烈的左旋压剪性活动有关。火山周边断裂规模相对较大,其内部的构造角砾岩带为矿液的活动循环和沉淀富集提供了理想的场所和容矿空间,并决定了矿体的分布、形态和产状,是本区重要的控矿容矿构造。放射状断裂是沟通火山通道和火山周边断裂并使含矿热液从火山通道向火山周边断裂运移的重要渠道和配矿构造。特别是不同方向断裂相互交织切错形成的彼此连通性很好的网格状断裂系统,有利于含矿热液的活动运移和循环对流,加之网格状断裂系统已切穿了富含成矿物质的石英正长斑岩体,为进一步从石英正长斑岩体中溶解和萃取成矿物质提供了非常有利的构造条件。

(4) 综上所述可以认为,区内成矿物质来源丰富,火山通道和火山断裂等成矿构造发育,银、铅、锌土壤化探异常与穹状火山时空关系密切,总体上环绕火山喷发中心密集分布、规模较大,故区内成矿地质条件优越,找矿潜力很大。但本区第四系覆盖严重,工作程度较低,尤其没有很好地从火山构造成矿的角度去深入分析研究其成矿特征,因此,通过进一步工作本区有望成为河北省新的银、多金属矿产地。

参考文献:

- [1] 徐克勤,孙熏,王得滋,等. 华南花岗岩成因与成矿 [A]. 徐克勤,等. 花岗岩地质和成矿关系 [C]. 南京:江

- 苏科学技术出版社,1984,1-19.
- [2] 环文林,时振梁,鄢家全. 中国东部及其邻区中生代构造演化与太平洋板块运动[J]. 地质科学,1982,(2): 179-189.
- [3] 罗照华,邓晋福,韩秀卿. 太行山造山带岩浆活动及其造山过程反演[M]. 北京:地质出版社,1999,97-98.
- [4] 王人镜. 岩石化学[M]. 武汉:武汉地质学院出版社,1984,131-134.
- [5] 武汉地质学院教研室. 地球化学[M]. 北京:地质出版社,1979,39-40.

On the Relation Between the Domelike Volcanics and Au Pb (Zn) Mineralization in Shuangjingzi, Northern Hebei Province

XIA Guo li¹, PAN Hong tu¹, HU Xing min²

(1. Geological Survey of Hebei Province, Langfang 065000;

2. Hebei Insititute of Regional Geology and Mineral Resources, Langfang 065000)

Abstract: In this paper, it is suggested that there is a close relationship between the domelike volcanics and Au Pb Zn deposits in Shuangjingzi¹, Fengning County, Northern Hebei Province through the geological investigation. During the intruding activity, the early volcanic activity could make the ore-forming materials enrich initially. The late magma intrusion with closely sealing off and sufficient heat might have them pile up or deposit ores. The quartz syenite from the contemporary melting type magma activity provided with the main ore forming materials. The abundance of the ore forming elements such as Ag, Pb, Zn in this kind of rock is about as 4 ~ 10 times as the average in the world. The volcanic pipe deep to the upper mantle is the structure as a passageway for rock and ore. The fractures around the volcanic dome are rich in structural breccia belt, which is good place for the ore depositing, and became the host structure. The fractures radiating from the volcanic crater are the ore distributing passageways, which let the ore forming material move into the host structures and the deposit.

Key words: dome volcanics; volcanic intrusive activity; contemporary melting type magmatism; volcanic passageway and fracture; Au Pb (Zn) mineralization