

岩石 矿物

河北洞子沟银多金属矿矿物标型特征及找矿意义

段焕春

(中国地质大学地球科学与资源学院,北京 100083)

[摘 要]通过对洞子沟银矿床黄铁矿成分、热电性标型、石英微量元素和热发光特征测试,发现 2、3 号矿体石英微量化学 Co/Ni 平均值为 0.33,具层控矿化的特点;据矿床地球化学特征推断洞子沟银矿床成因与海相火山无关,认为洞子沟银矿床具备典型沉积改造型层控矿床基本特征。黄铁矿热电性标型为低值 N 型,石英热发光曲线出现双峰,峰形较正常等显示洞子沟银矿本区深部具较好找矿远景。

[关键词]矿物标型 黄铁矿热电性 石英热发光 层控矿床 洞子沟银矿

[中图分类号]P618.52:P572 [文献标识码]A [文章编号]0495-5331(2004)01-0055-05

洞子沟银矿位于河北省兴隆县茅山镇,已达大型银矿规模,外围近几年又发现多处可进一步工作矿点。从 1997 年开始,天津地质矿产研究所、中南工业大学相继在本区作过一些研究工作,但在成矿时代和矿床成因方面存在不同认识,陆松年、秦正永(1997)认为是中生代成矿^[1,2],彭恩生(1999)、钟长汀(2001)等认为是元古宙成矿^[3,4]。矿床成因有火山低温热液矿床(钟长汀等,2001)、以变质核杂岩为中心的伸展构造控矿(陆松年,1997)、热水沉积—叠加改造(杨昌正,1996)^[5]之说。认识决定找矿思路,思路决定找矿效果。笔者在洞子沟从事地质工作多

年,想从矿物标型角度谈谈自己对该矿床成因类型和找矿远景的看法。

1 矿床地质概况

洞子沟银矿床位于燕辽中—晚元古代坳拉谷与北东向太行坳拉谷交会处的三叉裂谷发散中心(图 1),赋存于长城系常州沟组富硅质的碎屑岩层位中。

洞子沟银矿床包括洞子沟矿段和西满子矿段,洞子沟矿段发现 6 条矿体,西满子矿段发现 2 条矿体,各矿体规模、产状等特征见表 1。

表 1 洞子沟银铜矿矿体特征一览表

矿段号	矿体号	规模/m			产状			控制工程	平均品位		
		长	宽	平均厚	走向	倾向	倾角		(Ag)/10 ⁻⁶	(Cu)/%	(Au)/10 ⁻⁶
洞子沟	1	200	450	1.74	300°	NE	15°~40°	地表露头系统取样	301	0.34	0.96
	2	800	>800	0.91	300°	NE、NW	10°~30° 40°~50°	KD1、KD7、KD5、KD10、TK3、TK5 及 11 个钻孔	278	1.34	0.71
	2-1	250	400	0.80	300°	NE	15°~40°	ZK0-3、ZK7-2	110	0.63	0.18
	3	700	600	0.90	300°	NE	10°~30°	4 个坑道 4 个钻孔	277	1.18	0.85
	4	280	400	0.74	300°	NE	20°	4 个钻孔	232	0.78	1.26
	5	200	400	0.71	300°	NE	20°	3 个钻孔	168	0.36	0.86
西满子	1	600	>200		15°	285°	30°~50°	三层坑道及斜井	289	0.56	1.18
	2	200		0.95	300°	30°	14°~36°	地表露头	96	0.55	0.15

注:据华北地质勘查局综合普查大队.河北省兴隆县洞子沟矿区银铜矿普查报告,1998。

[收稿日期]2003-05-28;[修订日期]2003-06-23;[责任编辑]余大良。
[基金项目]华北地质勘查局科技创新基金项目(编号:20010001)资助。
[作者简介]段焕春(1966年-),男,2001年毕业于中国地质大学研究生班,获硕士学位,在读博士生,高级工程师,主要从事金属普查、勘探和矿床研究工作。



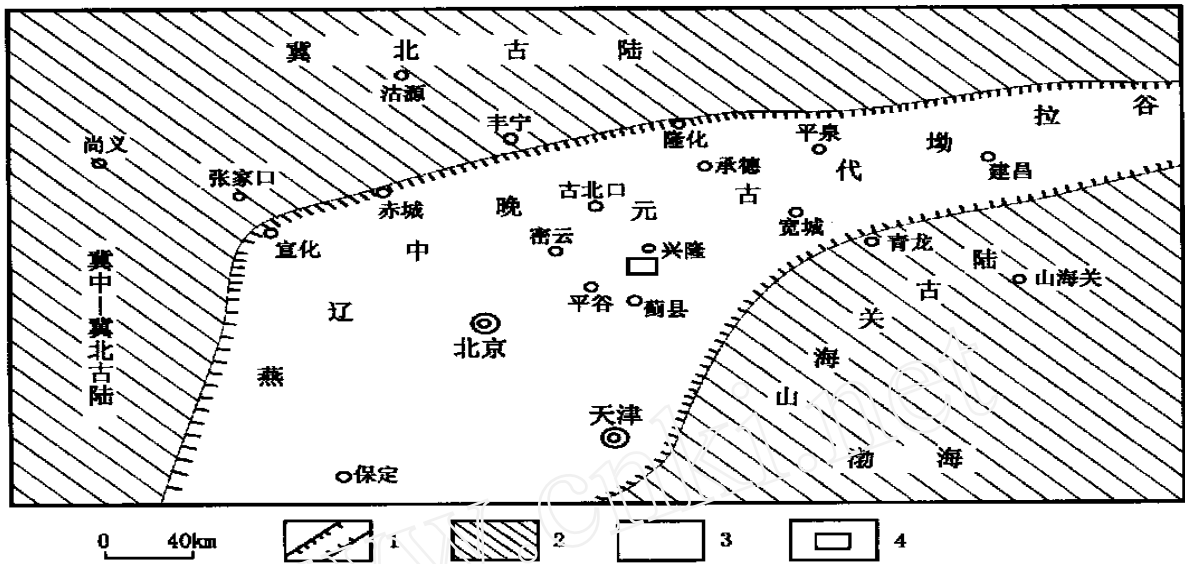


图 1 燕辽中—晚元古代坳拉谷轮廓图(据黄光学 1990 年原图修编)

1—裂谷;2—太古宙基底;3—中晚元古界;4—洞子沟矿

洞子沟矿段矿体赋存于黄崖关断裂下盘次级断裂及层间破碎带中,矿体围岩为常州沟组下段。赋存于层间破碎带中,矿体呈层状,厚度较稳定,延长延深均较大,基本受层位控制。1、2 号矿体赋存于常州沟组下段一层(Chc)含砾长石石英粗砂岩中;3 号矿体赋存于下段第三层(Chc)灰色细粒石英砂岩中;4、5 号矿体赋存于下段第五层(Chc)紫红色长石石英砂岩中。除局部地段有穿层现象外,矿体与地层产状基本一致,并与地层同步褶皱。

西满子矿段矿体赋存于黄崖关断裂上盘与黄崖关断裂近于平行的次级断裂破碎带中,矿体围岩是常州沟组上段,基本切层,矿体为产于破碎带中的硅化体和石英脉,呈透镜状和扁豆状,有膨胀收缩现象。

矿石主要由石英(约 80%)和硫化物组成,常见硫化物主要为黝铜矿、闪锌矿、黄铁矿、黄铜矿、斑铜矿、碲银矿、金银矿、自然银等。围岩蚀变简单,以硅化为主,其次重晶石化、黄铁矿化、碳酸盐化。矿石结构复杂,以变形变质交代结构为特征。

矿区成矿期主要多金属硫化物的生成顺序为:黄铁矿—黄铜矿—斑铜矿—闪锌矿—黝铜矿、方铅矿—蓝铜矿。

矿区外围相继发现后龙沟金矿、大沟西山银金矿、后干涧铜矿点及前罗圈场金银矿点等一批有望矿床(点)。

2 矿物标型特征

矿区的银矿(化)体和有关地质体均在元古宙地

层中,地层和矿体整体隆起和处在被剥蚀状态。所以,探索深部找矿潜力可从有关矿物标型特征入手,探讨矿体被剥蚀的深度,即残留矿体在剖面上所处的深度位置。本次研究重点选择黄铁矿和石英的物理标型特征和地球化学标型特征,作为深部找矿远景评价的依据。

2.1 黄铁矿的热电性标型特征

黄铁矿的热电势值决定于黄铁矿的微量元素、晶体结构和成矿时物理化学环境。当黄铁矿的成分和晶体结构接近理想晶体时,其导型为标准型,热电势值很小。但黄铁矿在成矿过程中其内部往往含有数量不等的微量元素,微量元素进入晶格,导致结构缺陷。当成矿溶液温度较低,As 置换 S 时,使黄铁矿过剩的负电荷捕获空穴,形成空穴导型(P 型);相反,成矿溶液温度较高,Co、Ni 替代黄铁矿晶格中的 Fe,形成电子型导型(N 型)。当温度处于二者之间,常形成 P+N 的混合型。

洞子沟 2 号、3 号矿体黄铁矿热电性标型特征如表 2、表 3 所示。

目前,黄铁矿的热电导型也常用来分析矿体的剥蚀深度。高值 N 型反映采样位置处在矿化体的下端(热端),高值 P 型反映采样位置处在矿化体的上端(冷端),N+P 混合型反映采样位置处在矿化体的中部附近。

洞子沟银矿区内洞子沟断层和西满子矿段黄铁矿热电性标型(表 4)与洞子沟银矿 2、3 矿体的特征十分近似,主要有以下特点:

表 2 洞子沟 2 号矿体黄铁矿热电性标型特征

样 号	- 1		- 2		- 3		- 5	
粒度/ 目	+ 60	+ 120	+ 60	+ 120	+ 60	+ 120	+ 60	+ 120
热电动势/ mv	- 21.9	- 23.4	- 24.6	- 30.6	- 13.6	- 18.1	- 39.1	- 34.4
	- 23.2	- 23.3	- 28.1	- 35.7	- 14.9	- 16.0	- 36.8	- 31.2
	- 21.6	- 24.2	- 23.5	- 31.7	- 12.1	- 15.0	- 36.2	- 35.9
	- 22.8	- 21.5	- 25.7	- 34.4	- 14.6	- 16.9	- 33.9	- 34.5
	- 19.1	- 19.6	- 33.0	- 36.1	- 16.1	- 16.2	- 32.7	- 36.9
	- 20.2	- 20.5	- 35.7	- 21.5	- 16.5	- 12.7	- 33.8	- 32.8
	- 20.8	- 24.4	- 35.9	- 20.7	- 17.5	- 17.0	- 30.0	- 35.7
	- 21.3	- 23.2	- 37.2	- 35.3	- 17.8	- 10.4	- 32.8	- 33.5
	- 19.0	- 24.4	- 29.2	- 34.9	- 10.7	- 12.5	- 30.8	- 32.7
	- 22.5	- 22.6	- 31.6	- 36.7	- 11.7	- 10.5	- 30.6	- 31.8
范 围	- 19.0/ - 24.4		- 20.7/ - 37.2		- 30.0/ - 39.1		- 30.0/ - 39.1	
均 值	- 21.975		- 31.105		- 14.54		- 33.805	

注:由中国地质大学(北京)矿床教研室测试,2002。

表 3 洞子沟 3 号矿体黄铁矿热电性标型特征

样号	- 1		- 2		- 3		- 5		- 7		- 8		- 9	
热电动势/ mv	- 11.7	- 35.6	- 23.2	- 33.6	- 23.1	- 25.3	- 14.2	- 18.4	- 8.9	- 41.2	- 8.9	- 16.8	- 9.0	- 21.7
	- 18.8	- 31.3	- 24.5	- 28.0	- 24.2	- 25.6	- 14.2	- 20.5	- 21.5	- 27.6	- 5.3	- 10.8	- 5.9	- 5.0
	- 17.6	- 16.0	- 30.5	- 22.9	- 25.6	- 26.6	- 22.1	- 21.5	- 28.8	- 27.6	- 6.6	- 10.3	- 6.2	- 6.6
	- 26.9	- 18.6	- 35.0	- 26.5	- 19.8	- 22.8	- 16.4	- 18.8	- 15.9	- 44.0	- 10.5	- 9.0	- 5.5	- 5.3
	- 30.4	- 17.0	- 23.7	- 27.8	- 18.5	- 22.7	- 19.7	- 16.5	- 16.7	- 36.1	- 12.8	- 12.0	- 11.1	- 9.2
	- 19.1	- 33.7	- 25.3	- 26.2	- 27.8	- 19.0	- 21.2	- 15.9	- 20.0	- 29.5	- 19.4	- 15.8	- 10.5	- 14.7
	- 24.1	- 31.6	- 26.4	- 27.8	- 23.6	- 19.0	- 16.3	- 17.2	- 15.0	- 17.0	- 15.5	- 11.3	- 9.3	- 16.8
	- 26.6	- 19.5	- 30.7	- 27.6	- 23.8	- 19.9	- 17.9	- 19.4	- 30.3	- 16.8	- 16.2	- 3.9	- 5.5	- 8.4
	- 27.7	- 16.0	- 26.0	- 27.0	- 20.0	- 26.3	- 19.6	- 15.4	- 16.2	- 30.7	- 16.1	- 7.0	- 3.8	- 8.7
	- 20.2	- 10.3	- 32.2	- 22.3	- 31.0	- 25.3	- 20.8	- 22.9	- 29.4	- 13.6	- 14.5	- 9.5	- 4.7	- 11.6
范围	- 10.3/ - 35.6		- 22.3/ - 35.0		- 18.5/ - 31.0		- 14.2/ - 22.9		- 8.9/ - 44.0		- 3.9/ - 19.4		- 3.8/ - 14.7	
均值	- 22.635		- 27.36		- 23.495		- 18.445		- 24.34		- 11.61		- 8.975	
热电系数/ $\mu\text{V/}$	- 161.68		- 195.43		- 167.82		- 131.75		- 173.86		- 82.93		- 64.11	

注:由中国地质大学(北京)矿床教研室测试,2002。

表 4 西满子矿段和洞子沟断层黄铁矿热电性标型特征

样 号	TK23- 1		洞子沟断层			大沟西山	
粒度/ 目	160	180	160	180	200	120	160
热电动势/ mv	- 31.2	- 34.3	- 15.7	- 18.1	- 21.3	- 15.2	- 13.2
	- 17.4	- 30.6	- 17.5	- 19.4	- 18.6	- 12.7	- 13.6
	- 26.1	- 30.2	- 19.3	- 18.9	- 18.6	- 16.1	- 12.6
	- 23.0	- 16.0	- 20.8	- 19.1	- 20.7	- 12.2	- 14.8
	- 20.4	- 22.7	- 18.3	- 18.5	- 19.8	- 12.9	- 12.3
	- 18.8	- 23.7	- 20.8	- 21.3	- 18.7	- 15.5	- 14.9
	- 23.5	- 22.3	- 18.8	- 19.1	- 20.9	- 14.0	- 14.5
	- 17.7	- 35.2	- 18.3	- 20.4	- 19.3	- 12.7	- 18.8
	- 19.2	- 38.0	- 19.1	- 18.3	- 18.9	- 13.7	- 13.3
	- 35.2	- 37.5	- 17.0	- 18.0	- 20.1	- 18.8	- 14.6
范 围	- 16.0/ - 38.7		- 15.7/ - 21.3			- 12.2/ - 18.8	
均 值	- 26.15		- 17.80			- 13.57	

注:由中国地质大学(北京)矿床教研室测试,2002。

- 1)洞子沟矿区(包括西满子)黄铁矿热电动势均为负值,属 N 型黄铁矿。
- 2)热电动势绝对值都很小,在 30 以内,为低值

N 型。

3)黄铁矿的热电动势变化范围很小,数值十分接近。

上述特征表明,洞子沟矿区有关矿体处在整个矿化体的中部附近,推测上部矿体已被剥蚀,深部仍有近一半矿体未被剥蚀。同时,在矿体中,黄铁矿热电动势数值变化范围很小,说明矿体矿化较稳定,深部仍有找矿前景。

2.2 石英的微量元素组成

2 号矿体、3 号矿体石英微化分析结果(表 5)表明,Co/ Ni 平均值为 0.33,具沉积成因含钴低含镍高的层控矿化的特点^[6]。Ag、Cu、Pb、Zn 含量较高,Au 含量低于 0.7×10^{-6} ,Au/ Ag 为 0.10,表明本区金矿化弱,矿化以银多金属为主。此外,石英中 As 含量高而 Bi 含量低,As/ Bi 平均值为 69.86,反映成矿温度不高,采样点位于矿化带的中上部,显示深部仍有

矿化远景。

2.3 石英热发光特征

矿物热发光特征是矿物重要的标型特征之一。热发光曲线是由热能促使矿物晶格进入激发状态释放出电子而取得的标型曲线。热发光曲线是矿物成分、微量元素分布状态、矿化元素分布状态的外在表现,包含丰富的地质、矿化信息。

矿物的热发光特征能反映矿物成分和结构的细微变化,便于提示矿物的微观差异,并借此研究成矿条件和含矿性,如峰位、峰数目和相对强度等有较好的矿化标型意义。洞子沟矿石中 2 号矿体和 3 号矿体石英热发光特征如表 6,石英测试样品峰位较低,只有 III- 4 的 2 号峰和 - 1 的 2 号峰的热发光位置略超过 400 ,其余 6 个峰的热发光温度均低于 400 ,所有样品均出现双峰,峰形也较正常,显示矿化强度较高,成矿环境相对稳定。同时也反映现矿体处于矿化体中部的的位置而不是处于边缘剧烈变动的环境。

表 5 洞子沟 2、3 号矿体石英微量元素
化学分析结果表

样号	- 1	- 5	- 9	- 1	- 3	- 5	大沟西山
Au	0.195	0.274	0.694	0.057	0.015	0.008	0.385
Ag	1.32	3.68	1.43	1.68	1.30	5.42	1.21
Cu	1.281	89.90	380.10	121.10	27.60	33.30	27.40
Pb	59.20	66.90	17.60	1.92	14.80	8.09	12.10
Zn	307.30	791.80	402.00	85.80	0.000	10.70	0.00
As	24.50	25.80	41.20	23.50	29.30	30.00	32.40
Hg	1.25	0.522	0.488	0.240	0.308	0.404	0.295
Bi	1.29	0.157	0.866	0.000	0.088	0.102	0.301
Co	2.04	4.41	12.70	8.00	0.937	5.73	12.40
Ni	2.99	12.90	59.30	41.40	0.000	22.20	50.10
Co/ Ni	0.68	0.34	0.21	0.19		0.26	0.25
As/ Bi	18.99	164.33	47.58	23.51	332.95	294.12	107.60
Au/ Ag	0.147	0.074	0.49	0.03	0.01	0.001	0.32

注:由中国地质大学(北京)化学分析室分析,2002。

3 地球化学特征

利用前人测试的地化资料分析研究表明,洞子沟银多金属矿床具层控矿床特征:

1)本区各地质体稀土配分模式是标准化分布型式曲线均为向右缓倾斜的较平滑的曲线,显示重稀土元素略有亏损,本区各地质体中 Eu 无明显异常,基本相似,反映近似的物源特征。

表 6 洞子沟银矿区矿石中石英热发光特征

样号	峰高 I/ max ×100	峰位/ °C	半宽度 °C	峰面积	实测/ 拟合 曲线强度	峰形
- 4	111.1 131.6	363.3 429.6	101.1 52.4	124777 656	19601/ 20122	双峰
- 1	136.55 126.86	336.3 418.6	98.0 69.4	14869 9776	23960/ 24623	双峰
- 3	98.4 140.6	313.53 66.8	61.9 84.5	6763 13206	19597/ 19966	双峰
- 5	39.62 65.15	313.0 371.3	78.6 89.3	3463 6467	9677/ 9927	双峰
Tk23- 1	258.79 330.01	306.8 364.7	63.2 105.9	18170 38829	55300/ 56958	双峰

注:中国地质大学(北京)矿物教研室测试,2002。

2)华北地勘局综合普查大队在中科院地质所测定的本区银矿床包裹体氢氧同位素 D 值为 - 73.2 ‰和 - 67.5 ‰, δ 为 1.04 ‰和 4.24 ‰,把点投到 D 和 δ 坐标图上,落在大气降水线附近明显偏离初生岩浆水区和变质水区,说明热液来源主要是大气降水。

3)成矿时代。矿石铅同位素组成结果数据投入到 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} - ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} - ^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} - ^{206}\text{Pb}/^{208}\text{Pb}$ 图中,投影点均位于单阶段演化曲线上或其两侧,具单阶段演化特点,属于较低放射性成因铅,成矿物质主要与基体物质有关,在构造铅图上,穿过 4 条演化线,显示来源的复杂性^[4]。按照 Stacey(1979)时间模式和 Holmes - Houtermans(1979)模式分别计算了本矿床的成矿年龄,其范围为 1635 ~ 1726 Ma,最早 1860 Ma,说明该矿床经历了成岩后生作用编制变形的两亿多年的成矿期,不是一次形成的^[3],这与野外观察相一致。

4)5 件矿床流体包裹体成分 分析: 成矿流体属于 NaCl - CaCl₂ (KCl) - H₂O 体系; 主要阳离子 K⁺/Na⁺ 比 0.36 ~ 2.16; Ca²⁺/Na⁺ 为 0.00 ~ 1.04; Ca²⁺/K⁺ 为 0.00 ~ 1.04; 主要阴离子比 Cl⁻/F⁻ 为 3.98 ~ 69.07 ~ 无限大; Cl⁻/SO₄²⁻ 为 0.36 ~ 14.69; 气相成分 CO₂ > CH₄, CO₂/CH₄ 为 110.98 ~ 2341.65 ~ 无限大。可见,洞子沟银铜矿成矿流体中, K⁺、Na⁺、Ca²⁺ 占优势, K⁺、Na⁺ 样品不同含量有异,形成 Na⁺ - Ca²⁺ - Cl⁻ 或 K⁺ - Ca²⁺ - Cl⁻ 流体类型,阴离子中 CO₂ 为主, F 次之,气相 H₂O 占绝对优势,其次

华北地质勘查局综合普查大队. 河北省兴隆县洞子沟矿区银铜矿普查报告,1998.

是 CO₂, 结合到石英包裹体盐度为 1.95 %。

反映该矿床为低盐度的成矿环境和中低温 (230 ℃) 的成矿特点,推断洞子沟银铜矿床为与海相火山无关层控矿床。

4 结 论

4.1 洞子沟银矿为典型的沉积改造型层控矿床

根据以上分析,对照涂光炽先生对层控矿床定义的三点特征,洞子沟银矿为典型的沉积改造型层控矿床,矿床除明显受常州沟组砂岩地层控制和以上符合层控矿床的地球化学特征外,2 号矿体、3 号矿体石英微化分析结果表明,Co/Ni 平均值为 0.33,具层控矿化的特点为本次研究新增证据。

矿床形成时,常州沟地层形成时的同生断裂或成岩时的剥离断裂导致地壳深部喷气喷流提供一定有限的成矿物质外,其成矿主体物质应来自沉积盆地内地层的本身高含量成矿元素,矿床的形成是“土生土长”就地取材”。正像 1962 年 G C 阿姆斯图茨在《沉积学与矿床》一书中提出“每一种岩石都有它自己本来的一份矿床,是同时形成的和从它自己的内部来源形成的”^[7]。洞子沟银铜矿成因应为沉积改造型的层控矿床。

4.2 洞子沟深部和外围具较好的找矿远景

1) 洞子沟银矿 2、3 矿体、洞子沟断层和西满子矿段黄铁矿热电性标型特征十分近似,都为低值 N 型,显示洞子沟矿区有关矿体处在整个矿化体的中部附近,推测上部矿体已被剥蚀,深部仍有近一半矿体未被剥蚀。同时,在矿体中,黄铁矿热电动势数值变化范围很小,说明矿体矿化较稳定,深部仍有找矿前景。

2) 2 号矿体、3 号矿体石英微化分析结果表明,本

矿区金矿化弱,矿化以银多金属为主,反映成矿温度不高,采样点位于矿化带的中上部,深部仍有矿化远景。

3) 洞子沟银矿 2 号矿体和 3 号矿体石英热发光测试样品均出现双峰,峰形也较正常,显示矿化强度较高,成矿环境相对稳定。同时也反映现矿体处于矿化体中部的的位置而不是处于边缘剧烈变动的环境。

在燕辽中—晚元古代拗拉谷的常州沟组地层中洞子沟银矿此类沉积变质的层控矿床尚属首次发现。运用元古宙裂谷成矿理论,在研究洞子沟矿的三级沉积盆地和同生断裂(或剥离断层)控矿的成矿机理(如成矿环境、成矿特征、物质来源、矿床成因等综合研究),对整个燕辽中—晚元古代拗拉谷地区、相邻或相类似的华北地台南北边缘裂谷带、华南地台边缘等裂谷带中中元古界地层找矿具指导意义。

[参考文献]

[1] 陆松年. 在华北地台中新元古界中寻找金、银矿床的思路与前景[J]. 前寒武纪研究进展, 1997, 20(1): 12 ~ 16.

[2] 秦正永. 燕山地区与变质核杂岩 - 伸展构造有关的金、银矿找矿远景[J]. 前寒武纪研究进展, 1997, 20(2): 37 ~ 43.

[3] 胡祥昭, 彭恩生, 朱余德, 等. 河北洞子沟银(铜金)矿床成矿地质特征及成因地质探讨[J]. 大地构造与成矿学, 1999, 23(2): 152 ~ 159.

[4] 钟长汀, 毛德宝, 胡小蝶, 等. 洞子沟银多金属矿床成矿时代[J]. 前寒武纪研究进展, 2001, 24(1): 58 ~ 63.

[5] 杨昌正. 洞子沟银(铜金)矿床地质特征及成矿机制探讨[J]. 有色金属矿产与勘查, 1996, 5(2): 75 ~ 80.

[6] 陈广元, 孙岱生, 殷辉安, 等. 成因矿物学与找矿矿物学[M]. 重庆: 重庆出版社, 1987.

[7] Amstuta G C(Editor) Sedimen tary and ore genesis Elsevier[J]. Amsterdem, 1964: 50 ~ 73.

[8] 何明跃, 楼亚儿. 湖南锡矿山辉锑矿的矿物标型特征研究[J]. 地质与勘探, 2002, (4): 73 ~ 77.

THE MINERAL TYPOMORPHIC CHARACTERISTICS AND PROSPECTING SIGNIFICANCE IN THE DONGZIGOU SILVER- POLYMETALLIC DEPOSIT, HEBEI PROVINCE

DUAN Huan - chun

(China University of Geosciences , Beijing 100083)

Abstract :By testing the composition and the thermoelectric mark of pyrite , the trace element composition and thermoluminescence character of quartz , the average Co/ Ni value in quartz in No. 2 , and 3 orebodies of Dongzigou deposit is 0.33 . It shows that this deposit has layer - controlled characteristic . According to geochemistry of ores and rocks in the Dongzigou area , it is inferred that the formation of Dongzigou silver deposit has no relations with marine volcanism , and has the basic characters of typical sedimentary - reforming layer - controlled deposit . The pyrite thermoelectric mark is a low level N - type . The quartz thermoluminescence curve has two normal apexes . All evidences manifest that the deep section in the Dongzigou silver deposit has rather better prospecting .

Key words :mineral mark , pyrite thermoelectricity , quartz thermoluminescence , layer - controlled deposit , Dongzigou silver deposit