

西成矿田海底热水喷溢沉积 成因硅质岩及其与矿化关系[†]

宋春晖 武安斌

(兰州大学地质系)

周少平

(中国地质大学)

提要 硅质(化)岩与铅锌矿化关系十分密切是西成矿田显著特征之一,特别是毕家山型矿床。其主要矿体的容矿岩石为硅质岩,本文重点研究了该矿田硅质岩岩石学和地球化学特征及其与矿体(层)时空关系,认为该区硅质岩不是正常生物化学沉积成因的,而属热水沉积形成;并讨论了硅质岩与矿化关系以及硅质在成矿中的作用,为确定该类矿床的成因提供了重要证据。

关键词 硅质岩 矿化关系 热水沉积 西成地区

第一作者简介 宋春晖 男 32岁 讲师 沉积学

西成铅锌矿田位于甘肃省西和县、徽县、成县境内,是我国重要有色金属矿床之一。矿田内矿床赋存于中泥盆统碎屑岩与碳酸盐沉积建造中,现已查明大型铅锌矿床四处,中型铅锌矿床至少五处,小型矿床和矿化点几十余处。据矿床地质特征,将该矿田内铅锌矿床划分为两类:厂坝型矿床(包括厂坝大型矿床、李家沟大型矿床和向阳山中型矿床等)和毕家山型矿床(包括毕家山大型矿床、邓家山大型矿床、洛坝中型矿床、庙沟中型矿床、尖崖沟中型矿床和页水河中型矿床等)。前类矿床具十分明显的同生沉积特征,后类矿床以保留有同生沉积特征,但主要表现为后期强烈改造为特征。

毕家山型矿床绝大多数矿体赋存在硅质岩中,硅质(化)岩与铅锌矿化关系十分密切是该类矿床显著特征之一,所以对容矿岩石——硅质岩成因的研究是揭示该类矿床的成矿物质来源、成矿过程以及硅质在成矿中的作用等的有效手段。

一、硅质岩的分布与岩石类型

在时空上,西成矿田硅质岩呈点式分布、成群出现,即硅质岩集中出现于矿区、矿点及矿化体之中,与矿石共生。发育有硅质岩的矿床主要为:毕家山、洛坝、邓家山、庙沟、焦沟、尖崖沟和页水河等。此类矿床含矿岩系沉积岩共生组合为一套中泥盆统碳酸盐岩-硅质

[†] 甘肃省自然科学基金资助项目

岩-泥质岩, 其中主要容矿岩石为硅质岩, 主矿体顶板为泥质岩. 硅质岩发育的规模及程度略大于矿体, 并随矿床大小变化而异, 其厚度与铅锌矿体厚度成正比关系, 如毕家山大型矿床较洛坝中型矿床的硅质岩发育, 就毕家山而言, 随矿体厚度的增大, 硅质岩的厚度由 2m 增至 30 余米. 这种密切共生关系, 反映了硅质岩与铅锌矿体是由同一物源, 在同一成岩(矿)期、同一地质环境下的产物. 在剖面上硅质岩与上覆千枚岩(泥质岩)接触平整, 与下伏碳酸盐岩呈凹凸不平接触关系, 但宏观上硅质岩顶底面与围岩平行, 并与围岩同步褶皱. 硅质岩明显成层分布, 横向厚度较稳定, 呈层状、似层状、透镜状.

根据硅质岩的颜色、构造、含矿性等, 可划分为块状硅质岩(包括深灰—灰黑色硅质岩、浅灰—灰色硅质岩和黑色含碳硅质岩)、深灰—浅灰层纹或条带状硅质岩、灰白色角砾

表 1 西成矿田硅质岩岩石类型

Table 1 Characteristics and main types of siliceous rocks in Xicheng district

岩石类型		主要特征	产出位置	含矿性	成因
块状硅质岩	深灰—灰黑色硅质岩	石英 > 90%, 呈他形粒状、柱状, 微晶结构 (0.01—0.1mm), 块状构造, 金属硫化物呈浸染状分布	毕家山、邓家山、洛坝寄矿床	中等	热水沉积型和热水沉积—改造型
	浅灰—灰色硅质岩	石英含量 80—90%, 呈他形—半自形粒状, 微晶结构, 块状构造, 金属硫化物呈浸染状	毕家山矿床	好	
	黑色含碳质硅质岩	石英 > 60%, 泥质、有机质和钙质含量高, 微晶结构, 块状构造	毕家山矿床	差	
层纹—条带状硅质岩		呈深灰—浅灰色, 石英 > 80%, 等粒微晶结构, 条纹—条带状构造, 金属硫化物呈浸染状和条带状分布	毕家山、邓家山矿床	好	
灰白色角砾状硅质岩		硅质岩角砾和脉石英角砾 > 95%, 砾径 0.2—2cm, 角砾呈棱角—次棱角状, 分选差, 具碎屑结构、角砾状构造、块状构造. 金属硫化物为他形—半自形、浸染状分布	毕家山、邓家山、洛坝等矿床	极好	
白色脉石英岩		石英 > 90%, 呈他形粒状、柱状, 巨晶—粗晶结构, 交代残余硅质岩结构、块状构造, 金属硫化物呈团块状和细脉状分布	毕家山、洛坝等矿床	中等	后期改造型

状硅质岩和白色脉石英岩四型六类,其主要特征详见表1.其中角砾状硅质岩一般出现于含矿硅质岩层序的中下部,不同或同一矿区厚度变化较大,一般与矿体厚度呈正比关系,如毕家山平均厚度7m左右,最厚可达30余米,而最薄处不到2m.角砾状硅质岩分选、磨圆极差,角砾及基质成分较单一,角砾之间存在紧密镶嵌接触,平面上分布有限,其厚度不定等特征,表明它不同于正常的搬运沉积角砾岩,但角砾状硅质岩中存在一些沉积成因特征,如硅质角砾中见鲕状构造(洛坝)、硅质角砾及与之共生的闪锌石和黄铁矿中见莓球体以及共生矿石具层纹或条带状构造等,表明角砾状硅质岩是沉积作用及同沉积期构造活动相互作用的产物;块状硅质岩一般出现于含矿硅质岩层序的中上部,分布范围略大于矿体,与上伏千枚岩(泥岩)呈突变平整接触关系,接触带附近无显著的蚀变及交代现象.在不同矿区,发育的类型不同,如洛坝矿床以深灰—灰黑色块状硅质岩为主,毕家山矿床出现浅灰—灰色块状硅质岩和黑色含碳块状硅质岩,但以前者为主.块状硅质岩厚度变化大,从30余米至尖灭,但矿化较均匀,以浸染状矿石为主,局部形成块状矿石.该岩石与角砾状硅质岩一起为矿床的主要容矿岩石;层纹—条带状硅质岩分布不普遍,局部存在于块状硅质岩顶部.一般由微晶石英与绢云母相间组成的条带细,宽度仅数毫米,而与黄铁矿、闪锌矿形成的条带较宽,最宽可大于1cm.层纹或条带延展性好,相互界线分明,是良好的原始沉积构造;白色脉石英岩一般分布于含矿硅质岩层序顶部,呈不连续透镜体状,与上覆千枚岩平整接触,与下伏硅质岩呈参差不齐、交代过渡关系.一般厚2—8m,底部往往存在较富的矿石;综上所述,除白色脉石英岩外,其余硅质岩均具较明显的沉积成因特征.

此外,需强调与硅质岩共生的另一岩石是重晶石岩,虽然其分布有限,但它的出现却有着重要的成因意义.重晶石可以呈条带与硅质岩、矿石共生,又可独立形成块状重晶石岩如毕家山西区IX号矿体处.重晶石岩中重晶石含量大于60%,一般呈中、粗粒半自形—他形粒状集合体,颗粒间紧密镶嵌接触,与石英、方解石、金属硫化物及绢云母共生,无蚀变及交代迹象.重晶石是典型的热水沉积产物,它的出现为硅质属热水沉积成因提供了有力证据.

二、硅质岩地球化学特征

(一) 岩石化学成分特征

对西成矿田具代表性矿床的硅质岩进行化学成分分析(表2)、求出几个特征比值,并与不同成因类型硅质岩进行对比(表3),结果表明:

SiO₂含量 矿田内硅质岩SiO₂含量范围为67.18—92.02%,平均82.97%,与海底热水沉积成因的硅质岩相似,如日本丘查矿床硅质岩、我国风太矿田和大厂矿区硅质岩等.

Fe₂O₃、FeO含量 西成矿田硅质岩Fe₂O₃/FeO一般小于1(除个别样品略大于1,因后期氧化所致),与热水沉积硅质岩特征一致,与正常生物化学沉积硅质岩(>1)相反.

K₂O、Na₂O、MgO、Al₂O₃含量 矿田硅质岩中碱性成分K₂O>Na₂O, SiO₂/(K₂O+Na₂O)平均为143.05, SiO₂/MgO平均为60.56, SiO₂/Al₂O₃平均为28.41,均与热水沉积型硅质岩一致,而与正常生物化学沉积型和火山沉积型相差甚远.

Fe+Mn/Ti值 矿田硅质岩中铁锰指数平均为30.18,与国内外典型的海底热泉型硅质岩的铁锰指数(19—74)相近,而有别于典型生物化学沉积硅质岩(铁锰指数为164).

其它含量 与正常生物化学沉积型硅质岩相比, 矿田硅质岩还具 TiO_2 、 Al_2O_3 、 MgO 含量高, 而 CaO 、 P_2O_5 含量偏低的特点。

表 2 西成矿田硅质岩化学成分和不同成因硅质岩的化学成分(质量%)

Table 2 Chemical components of siliceous rocks in Xicheng district and different origin siliceous rocks

矿床和岩石类型		样数	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	备注		
西成矿田	洛坝矿床	黑色硅质岩	1	67.18	0.067	0.43	5.08	15.46	0.66	1.26	1.12	0.03	0.12	0.021	兰州大学地质系中心实验室测试	
		灰色硅质岩	1	86.11	0.085	0.35	0.83	3.48	0.062	1.01	0.33	0.05	0.09	0.034		
		黑色硅质岩	1	80.01	0.19	6.53	0.21	3.70	0.13	1.12	3.62	0.04	1.43	0.048		
		黑色含矿硅质岩	1	87.43	0.053	0.54	0.72	5.33	0.067	2.96	2.61	0.02	0.19	0.012		
	毕家山矿床	角砾硅质岩	1	83.54	0.073	1.33	0.90	2.40	0.17	0.38	0.53	0.07	0.28	0.0035		
		灰色硅质岩	1	76.25	0.27	5.92	4.89	2.83	0.02	2.01	0.70	0.10	0.07	0.045		
		黑色硅质岩	1	82.19	0.33	0.70	1.86	2.92	0.13	4.40	0.68	0.09	0.99	0.041		
		角砾硅质岩	1	89.22	0.33	0.53	1.33	2.60	0.039	0.95	0.88	0.08	1.24	0.051		
		条带状硅质岩	1	79.03	0.49	10.19	3.36	0.21	0.01	0.44	0.59	0.11	0.22	0.11		甘肃省地
		黑色硅质岩	1	89.65	0.153	2.70	3.05	0.63	0.01	0.44	0.17	0.14	0.59	0.031		矿局中心
	角砾硅质岩	1	92.02	0.152	2.83	1.66	0.244	0.01	0.091	0.48	0.15	0.38	0.03	实验室测试		
生物化学成因硅质岩		8	88.04	0.016	0.84	1.59	0.26	0.30	0.19	5.07	0.18	0.16	0.03	据韩发(1989)		
		13	95.96	0.03	0.71	0.43	0.08	0.02	0.02	0.30	0.06	0.05	0.02			
与火山有关的块状硫化物矿床中的硅质岩		1	77.30	0.52	7.51	0.55	5.35	0.04	1.90	1.35	0.44	0.87	<0.03			
与海底热泉有关的硅质岩		8	92.31	0.23	2.89	0.43	0.94	0.25	0.95	0.47	0.33	0.45	0.05			
大厂矿区的硅质岩		5	73.68	0.25	5.65	2.06	4.13	0.06	0.79	5.93	0.05	1.37	0.13			
风太矿田硅质岩		3	74.51	0.11	1.30	0.21	3.73	0.19	1.74	7.05	0.04	0.44	0.014		据张复新	
日本丘查海床硅质岩		5	82.79	0.34	5.52	5.58	0.10	3.94	1.13	0.15	0.61	0.12	0.12	(1989)		

表 3 不同成因硅质岩化学成分特征比值

Table 3 Significant ratios of chemical components in different origin siliceous rocks

成因 比值	生物化学 沉积型(8)	火山沉 积型(4)	海底热 泉型(8)	日本丘查海 底热液型(5)	风太矿 田(3)	大厂矿 田(21)	西成矿 田(11)
$\text{SiO}_2 / \text{Al}_2\text{O}_3$	107	13.7	31.9	15.0	57.3	46	28.41
$\text{SiO}_2 / (\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})$	235	36	183	108	155	111	143.05
$\text{SiO}_2 / \text{MgO}$	346	69.5	79.2	20.9	42.8	45.5	60.56
$\text{Fe}_2\text{O}_3 / \text{FeO}$	4.4	0.46	0.51	—	0.06	0.50	0.6

注:括号内为样品数

(二) 微量元素地化特征

微量元素 Ba、Ag、As、Hg、Sb、Sn 等经常出现于层控铅锌多金属矿床中, 并可以作为判定热水沉积的标志. 通过对矿田硅质岩中矿石微量元素分析表明 (表 4), 微量元素 Ag、As、Hg、Sb、Ge、Cd 等元素的含量均高出相应元素地壳克拉克值 1—3 个数量级, 而 Co、Ni、Mn 的含量与其相应的地壳克拉克值相当, 此特征为热水沉积成因的证据之一.

表 4 西成矿田邓家山矿床矿石微量元素与地壳克拉克值对比

Table 4 Contents of trace elements of Dengjiashan deposit in Xicheng district contrast with the Clarke value

编号	Ga	Ge	Ag	Cd	Co	Ni	As	S	Sb	Ba	Sr	Hg	Mn	In
1N**	4×10^{-4}	1×10^{-3}	30.6 (g/T)	0.024	0.006	34×10^{-4}	0.006	4.28	4×10^{-3}	0.036	0.015	0.022	0.071	1×10^{-4}
1S**	6×10^{-4}	11×10^{-4}	28.5 (g/T)	0.031	0.001	25×10^{-4}	0.019	5.66	6×10^{-3}	0.015	0.007	0.017	0.049	$< 1 \times 10^{-4}$
地壳克拉克值*	15×10^{-4}	15×10^{-5}	0.07	2×10^{-5}	25×10^{-4}	75×10^{-4}	18×10^{-5}	0.026	2×10^{-5}	0.0425	0.0375	8×10^{-6}	0.095	1×10^{-5}

* 据泰勒(1964), ** 据许凤仪(1989)

(三) 稀土元素地球化学特征

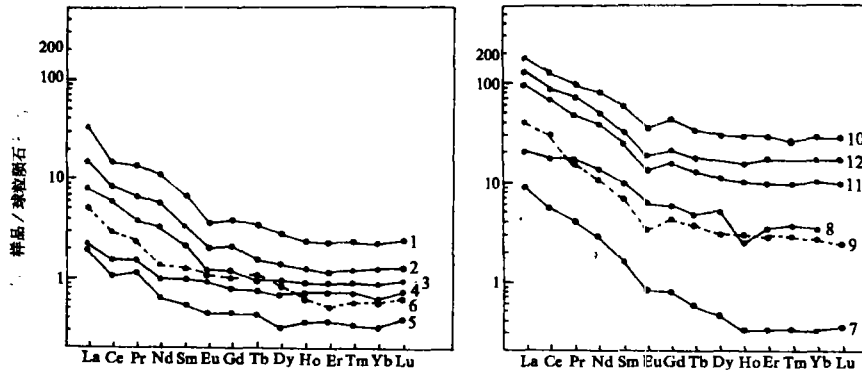
由于稀土元素在地球各类岩石及陨石中普遍存在, 并且稀土元素之间极其相似的地球化学性质和在地壳中的整体运移性决定了不同来源、不同形成方式的岩石具不同型式的稀土模式及稀土参数, 因此稀土元素地球化学分析是研究成岩(矿)物质来源和揭示成岩(矿)过程的有效途径. 对西成矿田含矿岩系和矿石的稀土元素地球化学研究表明:

1. 矿田内的硅质岩稀土模式为轻稀土富集型. 模式曲线表现为以轻稀土富集 (并随原子序数的增加富集程度降低), 重稀土曲线平直, 以及绝大多数具有 Eu 和 Ce 弱亏损为特征 (图 1). 由于自中元古代以后, 海水变成氧化型, 使 E_u^{2+} 、 C_e^{3+} 分别被氧化成 E_u^{3+} 、 C_e^{4+} 而与其他稀土元素分离, 使化学沉积物明显亏损 Eu、Ce, 本区硅质岩具 Eu 和 Ce 弱亏损, 表明了它们在形成中海水起了一定作用. 该区不同类型的硅质岩模式与重晶石、铅锌矿石的稀土模式均相似, 并与典型的热液沉积成因硅质岩稀土模式相近, 如加拿大 Agnico—Eagle 矿床条带状燧石岩、大厂矿田硅质岩 (韩发, 1989)、风太矿田硅质岩 (张复新, 1989), 表明不同类型硅质岩以及矿石具同一物质来源, 属海底热水沉积产物.

2. 硅质岩稀土模式与上下围岩稀土模式比较 (图 1): 上覆千枚岩稀土含量明显高于硅质岩, 而且 Eu 亏损强、Ce 为正常值, 并与北美页岩稀土模式十分一致; 下伏灰岩稀土含量低于千枚岩, 而一般略高于硅质岩, 模式曲线具 Eu 亏损明显、Ce 为正常值特征. 反映硅质岩与上下正常沉积岩具不同的物质来源.

3. 矿田内硅质岩的稀土元素总量很低 ($\sum REE = 3.09—42.012 ppm$), 并与铅锌矿石中的总量 ($\sum REE = 3.773—30.71 ppm$) 和重晶石中的总量 ($\sum REE = 7.218 ppm$) 近似, 而且

硅质岩稀土元素总量和特征参数 ($Sm/Nd = 0.16-0.32$, $La/Yb = 6.62-22.14$, $\delta Eu = 0.42-1.15$, $\delta Ce = 0.49-0.98$) 与许多地区热水成因硅质岩的稀土元素总量以及特征参数相似, 如风太矿田的铁白云石硅质岩 (王满祥, 1989)、广西大厂矿床黑色硅质岩 (韩发, 1989) 等。



- 1.角砾状硅质岩 (毕家山) 2, 3.灰色块状硅质岩 (毕家山) 4, 5.黑色块状硅质岩 (洛坝); 6.重晶石岩 (毕家山) 7.闪锌矿 (毕家山) 8.加拿大 Agnico-Eagle 矿山条带状燧石岩 9.炭质灰岩 (洛坝) 10.炭质千枚岩 (洛坝) 11.炭质绢云母千枚岩 (毕家山) 12.40 个北美页岩平均值

图 1 西成矿田硅质岩、重晶石、矿石及围岩稀土模式

Fig. 1 REE models of siliceous rocks, ore, barite and adjoining rocks in Xicheng district

综上所述, 西成矿田硅质岩的岩石学、地球化学特征充分表明为海底热水沉积成因, 而非正常生物化学沉积或火山成因。本区硅质岩是主要容矿岩石, 以及硅质岩与铅锌矿石的时空密切关系和地球化学特征相似性, 表明它们是由同一物源, 在同一成岩 (矿) 期、同一地质环境的产物。本文的研究为西成矿田矿床属海底热卤水沉积成因的论点提供了有力证据。

三、硅质岩的形成及硅质在成矿中的作用

西成矿田内, 硅质岩可视为一种找矿标志, 即只要有硅质岩存在地段, 就可能有矿体 (化)。矿体与硅质岩的密切共生关系, 反映它们的形成具有一定的内在联系。

由于该矿田绝大多数矿石铅同位素值大于 400Ma (李实, 1989), 据周乐尧 (1989) 对武都—文县一带的前泥盆系基底地层含矿性研究, 基底地层成矿元素 Zn 平均值为 84.30ppm, Pb 平均值为 60.28ppm, 又据林兵 (1988) 资料, 武都志留系地层 Zn 平均 73.3ppm, Pb 平均 61.99ppm, 在某些碳质层 (如碳质页岩) 中 Pb、Zn 含量可高达 200—300ppm。显然前泥盆系中的碳质层是本区成矿的主要矿源层。

表层水 (海水及大气降水) 下渗进入前泥盆系基底岩石之中, 与深部地层水混合、渗流加热, 并从基底岩石中活化溶解大量硅质以及 Pb、Zn、Cu、Fe 等成矿元素。随着地壳深度增加、地温梯度的升高, 使 SiO_2 溶解度增加。 SiO_2 的存在使大多数金属硫化物溶解度增大, 同时 SiO_2 溶解度也因金属硫化物的存在而升高, 即随矿液的排出, 矿源层中的泥岩也

相应的排出大量的 SiO_2 (涂光炽, 1984)。由于 SiO_2 在热液中是以胶体形式存在的, 而金属元素的络合物在硅溶胶的保护下稳定性增加, 因此富含 SiO_2 溶胶的热液完全可携带金属元素向地壳浅部运移而不发生沉淀。此外, 当前泥盆系黑色矿源层埋藏到 3000—4000m、地温大于 100°C 时, 其中的有机质就被热降解出大量的 CH_4 , 已生成的石油烃也开始降解为气态烃。大量的 CH_4 在水中饱和, 使孔隙空间形成许多气泡, 气泡堵塞通道, 造成富含 SiO_2 及金属元素的热卤水排出困难, 孔隙内压力增大, 形成储集层内局部高压“气源”。当孔隙压力大于周围静水压力 1.42—2.40 倍时, 使超出岩石强度, 产生裂隙, 富含 SiO_2 的矿液就可从这些微裂隙中逸出。流体排出后, 压力下降, 微裂隙闭合; 压力再次升高时, 微裂隙再次张开, 流体再排出。这种脉动式排出的富 SiO_2 成矿流体喷溢至海底局限凹地之中, 由于热卤水体系的物理化学条件迅速变化 (如温度降低、压力减小等)、以及与海水发生广泛反应, 导致 SiO_2 溶解度降低, 达到饱和而沉淀, 同时由于 SiO_2 的沉淀使金属硫化物溶解度降低, 并相继发生沉淀, 从而形成该区矿床具多层位、多矿条以及硅质与矿石共生等现象。在沉积作用过程中, 由于沉积盆地动荡不定、同沉积断裂活动频繁、热水上升喷溢过程中冲击已沉积的硅质岩及围岩, 导致形成硅质岩、矿石及部分灰岩的角砾状构造。当构造条件处于相对稳定期则形成块状和条带——条纹状硅质岩和矿体。成岩期后, 在构造、变质热液、岩浆热液等地质作用改造阶段, 使部分硅质和金属元素活化、转移, 从而使矿床进一步大大富集以及在硅质岩层顶部 (泥岩隔挡作用) 形成白色脉石英岩。

本文是由甘肃省自然科学基金专题研究部分资料综合, 其中第三部分由武安斌副教授执笔。在野外工作中得到佟再三副教授的帮助, 并得到有关矿山、地质队同志们的支持, 一并致谢。

收稿日期: 1991年6月29日

参 考 文 献

- (1) 涂光炽等, 1984, 中国层控矿床地球化学 (第一卷), 科学出版社。
- (2) 张复新, 1989, 地质与勘探, 5期, 11—18页。
- (3) 韩发等, 1989, 矿床地质, 2期, 25—37页。
- (4) 韩发等, 1989, 矿床地质, 3期, 33—41页。
- (5) 许凤仪, 1989, 兰州大学学报 (自然科学版), 3期, 133—142页。
- (6) 李实, 1989, 西北地质, 3期, 22—30页。
- (7) 周乐尧, 1989, 地质研究, 2期, 29—37页。

Hydrothermal Exhalative Sedimentary Siliceous Rocks and Their Relationship with Pb–Zn Mineralization in Xicheng Orefield, Gansu, China

Song Chunhui Wu Anbin

(Department of Geology, Lanzhou University)

Zhou Shaoping

(China University of Geoscience)

Abstract

Xicheng Pb–Zn Orefield is located in Huixian, Chengxian and Xihe counties, southeastern Gansu. The ore-bearing rock sequences consisting of marine clastic and carbonates rocks of middle Devonian. Two types of the strata-bound ore deposits have been divided based on the ore deposits feature: Changba and Bijiaoshan types. Especially Bijiaoshan type deposit, which's main host rocks are siliceous rocks.

The siliceous rocks, distributing a little broader than ore bodies, are closely related to Pb–Zn mineralization and its thickness has a normal ratio with thickness of ore body. In section, the siliceous rocks, which are flatly contact with overlying phyllite and roughly contact with underlying carbonates, are bedded, bedded-like or lenticular and paralld or simultancously folded with the adjoining rocks. The main types of the siliceous rocks are divided into brecciated siliceous rocks, dark-gyay or gray massive siliceous rocks, riband-band siliceous rocks and white vein quartzite. They have very obvious sedimentary charactes and coexist with hydrothermal sedimentary barite rocks except vein quartzite.

Geochemical analysis show that the siliceous rocks possess characteristic geochemistry: (1) the content of silica and some significant ratios ($\text{SiO}_2 = 82.97\%$, $\text{Fe}_2\text{O}_3 / \text{FeO} < 1$, $\text{K}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{O}$, $\text{Al}_2\text{O}_3 = 28.41$, $\text{SiO}_2 / (\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}) = 143.05$, $\text{SiO}_2 / \text{MgO} = 60.56$, $\text{Fe} + \text{Mn} / \text{Ti} = 30.18$) are quite similar to those in hydrothermal sedimentary siliceous rocks, but different from those in normal sedimentary siliceous rocks and volcanic siliceous roks; (2) the contents of trace elements such as Ag, As, Hg, Sb, Ge and Cd are higher than Clark value by 1–3 logarithmic scales, this feature is one of the indicators of hydrothermal sedimentary origin; (3) the results of REE analysis show that the REE models of siliceous rocks are HREE-rich type and negative cerium or europium anomalies, REE models of different types of siliceous rocks and Pb–Zn ore are quite similar. The total contents of REE in the siliceous rocks ($\sum \text{REE} = 3.09\text{--}42.012\text{ppm}$) is similar to those in Pb–Zn ore ($\sum \text{REE} = 3.773\text{--}30.71\text{ppm}$), and the characteristic parameters ($\text{Sm} / \text{Nd} = 0.16\text{--}0.32$, $\text{La} / \text{Yb} = 6.62\text{--}22.14$, $\delta\text{Eu} = 0.42\text{--}1.15$, $\delta\text{Ce} = 0.49\text{--}0.98$) are similar to those of hydrothermal exhalative sedimentary siliceous rocks from Fengtai and Dachang (China) orefields and so on, indicating both Pb–Zn ore and the siliceous rocks have the same material source, formation processes and environment.

Through study of the characteristics of petrology and geochemistry of the siliceous rocks, the facts show that the siliceous rocks in Xicheng district are ocean floor hydrothermal exhalative sedimentary originated.