

关于五台砂石矿成因問題的探討

真 允 庆

五台山区,从19世紀初期起,先后有不少中外学者进行过地質調查,但所著論文,仅对前震旦紀變質岩系做了很寶貴的論述,而对該区矿产分佈的調查,似乎提到的較少。特别是对于五台东冶鎮附近所产之砂石矿,往往易被人所忽視。

五台县所产之砂石矿,在敌伪时期虽曾进行过調查开采,但因系掠夺性質,故仅对砂石矿之埋藏儲量做了粗略估計。直至解放后,随着国家工业建設的发展需要,才在此区进行了詳細的地質勘探工作。1954年底原华北地質分局刘長齡同志对五台砂石进行显微鏡研究,并提出“这种砂質岩是由于原先沉积之燧石层因断层錯碎而具有矿石的角礫狀構造”的見解,然而据笔者与鄧培棠同志①②在勘探工作中之观察,对五台砂石矿之成因与上述認識有所不同,愿做为个人学习非金屬矿床学中的点滴心得,提出来和大家討論研究。由于時間短促和笔者水平所限,当有很多謬誤之处,誠懇地希望同志們予以批評指正。

一、五台東冶鎮附近的地質概況

(一) 地层簡述

五台东冶附近,以前震旦紀滹沱系为主,古生代震旦紀、奥陶紀之沉积岩层仅在調查区域内之南部出露。現將該区地层系統由老到新分別簡述如下:

1. 五台系(綠色片岩系W)为綠泥片岩、角閃云母片岩、及絹云母綠泥片岩,仅見于东冶鎮南鳳棲岩。与寒武紀之紅色紙狀頁岩(餛头統)呈角度不整合接触,这里缺失震旦紀及滹沱系地层。

2. 滹沱系(H) 不仅是东冶鎮附近,而且也是五台山区分佈最广的岩系,根据岩性可分四个單位:

(I) 變質礫岩系(H₁) 王曰倫先生調查五台山③时,認為是冰蹟礫岩,东冶鎮附近只在文山之南可見到,面积很小,不过就其所見,并无冰川沉积之跡象,实际为變質礫岩之特征,故同意林墨蔭④及馬杏垣先生⑤之意見。

(II) 石英岩系(H₂) 过去都称为南台石英岩,

主要以肉紅色及白色之石英岩为主,質地較純,局部也含長石,堅硬不易风化,故形成堯岩山、黑山背、文昌山及文山等高峯。

(III) 豆村板岩系(H₃) 下部为灰色板岩夾薄层肉紅色長石質石英岩,与南台石英岩系为一过渡产物。在大建安村附近为綠色板岩及千枚狀板岩。但在關子嶺之南,为紫色板岩及紫灰色板岩,其中夾有平行排列之小卵石,卵石为白色石英,一般長約3—4厘米。

(IV) 东冶白云岩(H₄) 出現最广,自河边村,經濟胜桥、东冶鎮达五台县,沿途皆可見到。下部也夾有板岩,与豆村板岩很难严格划分,中部主要为白云質灰岩及厚层之粉紅色白云岩,其中圓藻类化石(Collania)很发育,局部并含燧石条帶。上部才是砂質灰岩。故同意馬杏垣先生之建議,更名为“东冶白云岩”。东冶附近所产之砂石矿即产于厚层白云岩中。

(3) 震旦紀(Su) 不整合于滹沱系东冶白云岩之上。仅在五台县之南,南屏山及矿山村附近,为杏黄及淺紅色石英砂岩,呈中粒結構,下部多为礫石砂岩。

(4) 寒武紀(Cm) 在鳳棲岩、大南山、虎汗村、矿山村一線可見,除在鳳棲岩因受吕梁运动及五台运动影响,与五台系呈不整合外,其他如在虎汗村及矿山村皆与震旦紀呈假整合接触,中間經常可見約一米左右之角礫岩。其岩性亦如山东地区,可分为紫色或橙色紙狀頁岩、竹叶狀灰岩及鲕狀灰岩。

(5) 奥陶紀(O) 于五台县之南部矿山村及南橫嶺出露,为緻密狀純灰岩及薄层泥質灰岩。

(二) 构造概況

东冶至五台县一帶之滹沱系地层大致走向为北东东,一般向东南傾斜,傾角大部为60度,局部几乎直立。本区南部为較新之寒武、奥陶紀地层平緩复盖。

笔者于1954年在东冶附近工作时,調查区域較小,所調查范围内,構造尚称簡單,其構造線方向大致皆为正东北,即为王曰倫先生所命名之“震旦式”構造線。茲概略分述于下(見图1):

(I) 狼山——郎担嶺——寨里村正断层 在郭家寨之狼山及郎担嶺皆見到這一断层，上盤为东冶白云岩 (H_4)，下盤为石英岩 (H_2)。二者傾向相反。接触处有摩擦条痕及断层角礫岩。向东在文昌山之北部寨里村溝中，有零星之东冶白云岩出露并有泉水噴出。

(II) 堯岩山——張家峪——西山村——關子嶺逆断层 整体而言，断层線为北 70° 东，延長約 20 公里以上，堯岩山至郭家寨，上盤为石英岩逆掩于东冶白云岩之上，断层線很弯曲，形成向东南凸出之弧形。向东在張家峪至西山村，明显可見断层面向西北，上盤为石英岩夹板岩，下盤为东冶白云岩，断层附近均已砂化，并有断层角礫岩。

五台县附近，皆为黃土复盖，但在五台县城中有沁芳泉及和平鵪泉二口，皆系上升噴泉，故可推測概由断层連續而形成。往东至關子嶺，东冶白云岩与石英岩接触，接触处也如上述之堯岩山、張家峪、西山村等地皆有砂石矿出露。再往东即为豆村盆地，又为黃土复盖。

(III) 矿山村——刘家庄——弧峪嶺——济胜桥逆断层 此逆断层之方向也为北 70° 东左右。在东部矿山村之东北一帶，可見震旦紀石英岩逆掩盖于較新之下寒武紀紅色頁岩之上，断层面向約 60° 角，向东南傾斜。于刘家庄也見到薄沱系之东冶白云岩复于寒武紀頁岩之上。南屏山之山頂为一孤立之震旦紀石英岩平盖在寒武紀頁岩上，形成了很标准之飞来峯構

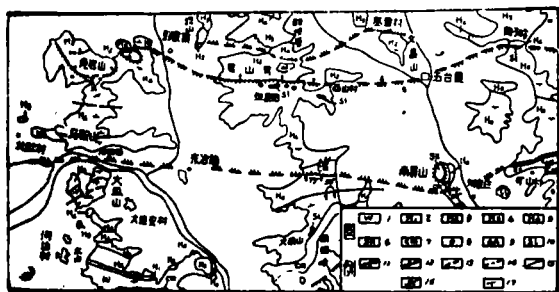


图 1 五台县东冶鎮的砂石矿矿区附近区域地质略图

- 1-五台系 (綠色片岩系)，2-变質礫岩，
- 3-南台石英岩，4-豆村板岩，5-东冶白云岩，
- 6-震旦紀杏黃色石英岩，
- 7-寒武紀鰐頭頁岩，竹叶狀灰岩，鱗狀灰岩，
- 8-奥陶紀灰岩，9-礫岩，10-砂石矿，11-逆断层，
- 12-正断层，13-推断断层，14-向斜，15-背斜，
- 16-倒轉背斜，17-走向及傾斜。

造，因与矿山村之断层遙遙相望，故可知仍为同一断层之延續，向西即复于黃土之下。至弧峪嶺又見到此

一断层，断层面向东南傾斜，傾斜角約为 $30^\circ \sim 50^\circ$ ，上盤为东冶白云岩 (H_4)，下盤为寒武紀紅色頁岩 (Cm)。再向西去在济胜桥附近，可見薄沱河之北为由东冶白云岩所組成之高山峻嶺，而在薄沱河南岸，大瓜山山麓則为由豆村板岩所形成之低緩山丘，从标高之悬殊及地层层位相比較，也可推測仍为此断层之延續。

总的看来，所調查之区域内，主要是此三条互相近乎平行之断层。同时相繼所产生之褶曲，如堯岩山与馬鞍山之間的背斜和向斜，大瓜山的向斜，弧峪寨一帶的倒轉背斜等等。但这些構造線皆能北东东之方向，都是大体一致的。王曰倫及馬杏垣先生的論文中，都写的很为詳細，这里就不再贅述。

應該提出，东冶鎮附近砂石矿的形成是与堯岩山——張家峪——西山村——關子嶺逆断层有着很密切的关系。

二、砂石矿床的概述

五台县东冶鎮附近所产之砂石矿的分佈，正如上述是与正北东东之構造線有关的，沿着堯岩山、張家峪、西山村、關子嶺之逆断层及倒轉背斜之另一翼在大南山等地皆有出露，不过以前者所成之“矿結”为主。

砂石矿因产于構造帶中，受着逆断层之控制，因而各处矿体之圍岩也不一致，堯岩山所产之砂石矿在角礫岩中。角礫成份較为簡單，仅是砂化之砂岩及灰岩，多呈稜角，且大小不等，大者直徑可达 0.5 公尺，小者仅为 0.3 公分，故可称構造角礫岩。張家峪之砂石矿，与西山村、大南山相同，产于东冶白云岩中，矿体附近之白云岩均受砂化，張家峪矿体之上盤也有砂化之断层角礫岩可見。但是關子嶺与上述各地皆为不同，上盤为砂化之石英岩夹板岩，而下盤則为东冶白云岩。虽然各地之砂石产于不同的圍岩中，但是矿石与圍岩之界限，都是可以很明显的分开，这是共同之点。

矿体露头都是很明显的，可能与砂化程度有关。在堯岩山、張家峪、西山村等地多半为壩巖式露头，形成悬崖陡壁，有些地方几乎直立 (見图 2)。但是在關子嶺及大南山因矿体出露範圍較小，相对來說稍为平緩。

矿体的产状总的來說：可称为小型的扁豆体 (Чечевицы) 或透鏡体 (Линзы)。在堯岩山区突

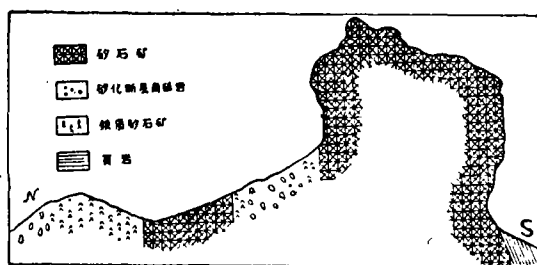


图2 堯岩山(Ⅱ号探槽)矿体露头地质素描图

际有三个小的矿体组成(见图3),从平面图上可以看出,它的边缘是很不整齐的,形成“缺齿狼牙”的形状。在张家峪区也为四个不连续的矿体组成(如图4所示),据老乡取名北大兴、张家峪、摩天岭、榆树枝四个山峯,正为四个矿体,而以其中张家峪矿体面积最广,产状颇似扁豆。其他地区如西山村、闾子嶺、大南山之矿体产状皆可称为小的透镜体。

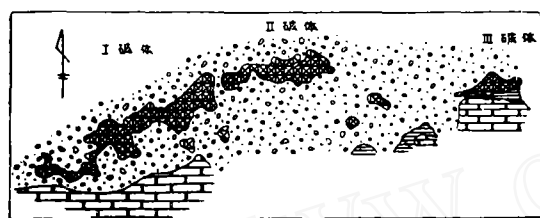


图3 堯岩山矽石矿区地质略图

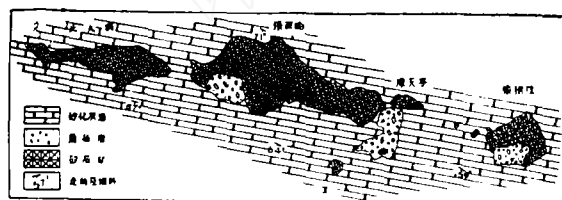


图4 張家峪矽石矿区地质略图

表2

矿段名称		矿体长度 (公尺)	矿体厚度 (公尺)
堯岩山	I 矿体	450+	10+~90+
	II 矿体	250+	20+~65+
	III 矿体	150+	5+~55+
張家峪	北大兴	450+	30+~120+
	張家峪	590+	65+~230+
	摩天岭	95+	20+~50+
	榆树枝	210+	55~90+
西山村		500±	50±
闾子嶺		50±	30±
大南山		200±	20±

嶺、大南山之矿体产状皆可称为小的透镜体。

茲將各区矿体之长度,矿体总厚度列如表2:

矽石矿的颜色,各地区也有些差异。堯岩山区矽石多半颜色极白——灰白,組織緻密,性脆、坚硬,为玻璃光泽,含有石英角砾。而闾子嶺及大南山为暗红色,略带黑色条纹,偶见有灰岩之残余构造,略呈板状。但张家峪及西山村所产之矽石具有独特的外观,大部为红底白色斑点、均匀而緻密之白色石英晶(約0.3~0.5公分)形成之晶粒,石基则为红色砂質膠結,顏色頗为鲜艳美观,故日人曾称为“红白矽石矿”,局部也有灰色及灰白色互相渗杂,硬度約在七度以上,断面为不平坦状,略带玻璃光泽或半脂肪光泽。在勘探区内,按品位要求仍可分为鉄質矽石,其不同特征仅是組織稍微粗糙,顏色多深红色,暗淡无光, SiO_2 含量及耐火度稍低,大部产于矿体与接触圍岩附近,但与合乎品位有益之矽石矿并非有显然之区别,仅是人为之划分。

从显微镜、差热分析及X射线鑑定(见图5), β 石英为组成矿石的主要矿物,其杂质很少,仅佔5%以下,有絹云母、褐鉄矿、方解石、角閃石、以及呈隱晶質极细小之粘土矿物。矿石中之石英为隱晶質,根据鏡下薄片观察其粒度统计于下:

71.15公厘佔2%(即前述之白色石英晶粒)

0.5~1.5公厘佔4%

0.1~0.5公厘佔2%

0.05~0.1公厘佔25%

0.01~0.05公厘佔58%

最大晶粒可大于1.5公厘,最小为0.01公厘,故为角砾状組織,最多为0.01~0.05公厘。

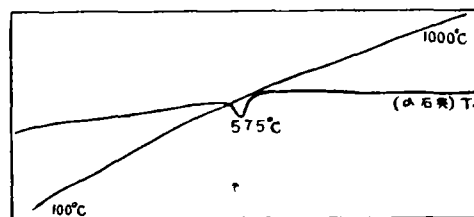


图5 五台矽石差热曲线图

大家都知道,矽石主要成分是矽酸,为酸性最强的耐火原料。五台矽石一般 SiO_2 含量为97~98%,现将五台矽石矿化学成份列如表3:

根据东北科学研究所大连分所張綏庆同志研究⑥,五台矽石在1300°C煅烧2小时后,矽石大部轉化为方石英。在1450°C煅烧2小时,全部轉为方石英,結晶粒度变小,并存在10%左右的磷石英。同

时证明了,五台砂石普遍含有少量的 Fe_2O_3 ,分佈均匀,有助于砂石的轉化。由于組織緻密而均匀,故煨燒后不散裂,仍能保持相当的緻密性。抗碱性

强,轉化緩慢且不集中,可为理想砂磚原料。就近年来,所搜集世界各国用于耐火材料工业,制造砂磚所产之砂石化学成份加以比較(見表4):

表3

含 量 (%)	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	FeO	$\text{K}_2\text{O}+\text{NaO}$	TiO_2	灼 減	$\text{K}_2\text{O}+\text{NaO}+\text{CaO}$
最大含量	98.94	3.75	1.57	1.31	0.51	0.89	痕跡	6.39	1.30
最小含量	80.01	0.01	0.01	痕跡	0.07	0	"	0.03	0.15
一般含量	97—98	0.8	0.4	0.1	0.2	0.4	"	0.5	0.4—0.8

表4

砂 石 产 地	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	$\text{Na}+\text{K}_2\text{O}$
中国 旅順	95.53	1.99	1.75			
苏联 Anzhersudzhensk	94.7~98.1	0.9~2.9	0.2~4.2	0.1~1.7		
Chugurashsk	96.4~98.4	0.3~1.3	0.3~1.1	0.1~0.7		
nsha	98.04	0.44	0.98	0.21		
urals	97.78	0.98	0.53	0.20	0.08	
日本 丹波硅石 甲	97.20	0.05	1.89	0.36	0.50	0.07
" " 乙	94.40	1.14	2.35	0.37	0.55	0.18
丰前硅石	97.20	0.60	0.16	0.30	0.09	0.14
美国 Baraboo	98.22	1.08	0.23		0.01	
Alabama	97.70	0.96	0.80	0.05	0.30	0.31
德国 Firdlirgs	97.8	0.40	0.30	0.10		
比利时 Silex	96.4	0.41	1.40	0.90	0.20	
英国 Wales	97.8	0.60	0.40	0.10		

从上表不难看出,五台砂石仍是較优良之耐火原料,但是因为五台砂石中一般含有害成份($\text{CaO}+\text{K}_2\text{O}+\text{NaO}$)为0.4~0.8%,这在某种程度上严重的影响着砂石的耐火度,故本区之砂石 SiO_2 含量虽达97~98%,但耐火度并非全为 $1730^\circ\sim 1750^\circ\text{C}$ 以上。

矿床由于产状及成因的关系,沿矿体倾向,質量

变化是較大的,但具有一定程度的規律性。从Ⅱ号勘探綫剖面图可以看出(見图6),一般 SiO_2 較高的砂石,有益矿体大部居于中間,而 SiO_2 及耐火度皆低者,即所謂鉄質砂石,大部分佈在頂部或底部。据勘探之結果可以証实有益矿体(合乎工业指标的)向深部有变薄之趋势。沿矿体之走向,其变化也是如此,接近頂部及底部均为鉄質砂石集中,中間部份均为有益矿体。上述之有益矿体仅是适合 $\text{SiO}_2>96\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3<1.6\%$, $\text{CaO}<1.0\%$,耐火度 $>1730^\circ\text{C}$ 等条件的。但是在有益矿体中, SiO_2 含量之变化,还不能找出任何的規律性。

綜上所述,五台砂石的矿石組成,化学物理性質,根据C.B.波塔平科的分類,这种砂石矿应层于E級E₁类砂質角岩。

三、五台砂石矿成因問題的討論

五台砂石矿之成因,根据上述之矿床产状、矿石特

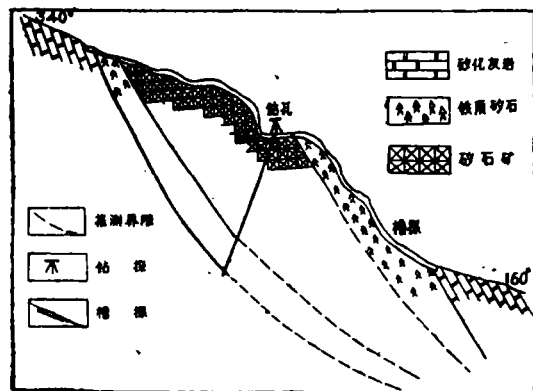


图6 Ⅱ号勘探綫剖面图

征、矿物組成、及其矿床的分佈，显而易见，是由于热液矽化交代作用而形成的。

这种矽化交代作用，主要是由于碳酸鹽类岩石的化学活潑性的关系，而由上升热液所挟帶的矽質大量移入，相对的來說原来沉积碳酸鹽类的岩石中其他成

份大量的移出，而原来岩石的体积并没有什么变化。本区内从靠近矿石之圍岩——矽化灰岩的化学成份，与高矿体較远的东冶白云岩的化学成份进行比较（见表5），就可以看出，热液交代圍岩所起之矽化作用，仅是溶解了东冶白云岩中的某些化学成份，如CaO，

表 5

采 样 地 点	MgO	CaO	SiO ₂	R ₂ O ₃ +Mn ₂ O ₄	灼 減
近矿体之矽化灰岩(H ₄)——張家峪	20.87	26.51	11.88	0.686	41.41
远矿体之白云岩(H ₄)——济胜桥	20.20	28.09	5.26	—	44.18
远矿体之白云岩(H ₄)——宏 道	20.52	29.28	3.72	1.49	45.48

R₂O₃+Mn₂O₄，及有机成份（灼減），而由溶液中帶來之二氧化碳，充填其空額的位置，但原来之体积，并未发生变化，这从矽石矿与圍岩的产状足可說明。應該指出：这种交代的方式，仅是在空間位置上的轉变或交替，并不引起原岩中矿物成份与移入二氧化碳的化学反应，所以并未发现矽卡岩的鈣矽酸类矿物。

这种矽化，是象“連續鋒面”或“推进波”那样地发展⑥，而并不是分別在很多点上进行着散佈狀細石英晶体的逐漸連接的，故形成了矽石矿与矽化灰岩很显著的接触。在閘子嶺及大南山之矽石有着黑色的条帶狀結構，而这些条帶的方向，大致是与接触界限的边緣或多或少相平行的。再从显微鏡下的观察，主要

組成矿物石英的晶体，皆系极細的，一般为0.01~0.05公厘的隱晶質的晶粒，并見到所謂球粒結構。这都清楚地表示了使碳酸鹽类岩石矽化的矽酸溶液是一种膠体性質（图7）。

至于談到热液中二氧化碳的来源問題，苏联的研究者們也未获得統一的意見。一种意見認為二氧化碳是部份初生溶液的“原生”成份，另外一种則認為是溶液活动在通道中，与圍岩相互起化合作用而后加入，謂入“次生”組成物。

显而易见，本区矽石之形成，是与前寒武紀花崗岩活动有着很密切的关系。苏联A. F. 費尔斯曼曾指出：“在花崗岩漿形成的全部过程中，从岩漿溶液至水溶液，都有許多量或相当量的二氧化碳存在”。在离东冶鎮約廿公里，賈家庄及伏虎庄附近就有花崗岩侵入于东冶白云岩中。前已叙述，本区内之矽石矿是沿着堯岩山——張家峪——西山村——閘子嶺之逆断层附近而分佈的。这种断裂綫，正如王曰倫先生研究五台山区之構造时認為：近东西方向及正北东方向的構造綫都受着寒武紀前的花崗岩干扰所致。不难設想，从岩漿分異之矽質溶液，往往就沿着裂隙或脆弱处与圍岩（东冶白云岩）起了交代作用而形成矽石矿。

笔者經初步研究認為，矽質的来源基本上从岩漿源帶來，在其上升的通道中，很可能有某些含量的二氧化碳从圍岩中挾入，但无论如何應該認為，这些仅是次要或极次要的。因为当热液活动过程中，随着温度及压力增高，自然就会使圍岩中低熔点的矿物成份进行熔解，滲入热液，假如圍岩也是石英岩，富含二氧化碳，这就很有可能使原来矽質热液之SiO₂含量加富。事实証明，在張家峪及堯岩山逆断层之附近，下盤皆为石英岩圍岩，故該二区之矽石矿較其他产地为大。

綜上所述可以看出，矽石矿是沿着区域的逆断层

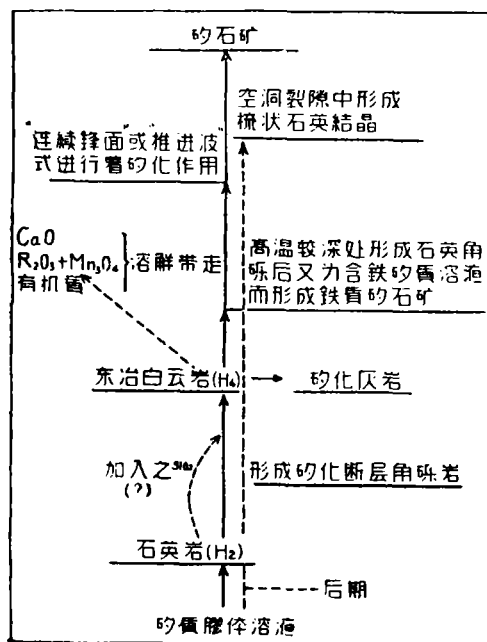
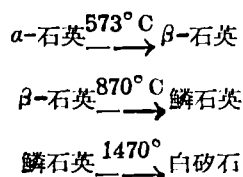


图 7

而分佈的。这些成矿前的構造断裂，無疑的是矽質溶液活动最良好的通道。因为热液的活动，相繼的会产生一种应力，故在矽石矿已形成之后，仍有成矿后的小型錯动。这一点在張家峪矿区矽石矿体上的垂直摩擦条痕可以获得証实。这些成矿后的小型断裂，又为晚期的矽質膠体溶液所活动而沉淀，再行“矽化”。所以無論是成矿前的，或者是成矿后的断裂，对矽化作用的进行，皆是相互制約的；与矽石矿之形成确实是緊密的联系着。

正因为矽石矿是由热液矽化交代作用而形成，故其組織极为緻密而少孔隙，但局部仍可見到为数頗多的空洞与裂隙。在这些空洞或裂隙中，常有紅色、結晶較大、呈柱狀結構的石英晶簇所填充。于張家峪矿体的Ⅱ号探槽內及閣子嶺矿体的裂隙中，皆可找到六方晶体之石英及石英脈。这可能即为C.C.斯米尔諾夫所提倡之热液脈动假說，間歇性地活动而形成。所以这些結晶完整的石英或石英晶簇仍为“晚期”矽質膠体活动的产物。

东冶鎮附近火成岩侵入体与矽石矿之距离是較远的，所以此种矽石矿形成时的溫度，應該說絕不可能是極高溫的。石英虽然是屬於一种“遍在”矿物，它能在各种各样的条件下产生。但是从我們已做的显微鏡鑑定、X射綫、差热分析可以确定其組成矿物主要为β-石英。众所皆知，石英的轉变点如下：



我們已經鑑定为β-石英的証据，足可認為生成时的溫度为573°与800° C之間。

矽石矿最明显的外观特征是紅底、白色角礫的斑点。此一特征的成因，也是值得討論的。白色石英的角礫，不論从它的顏色和它的組織、結構，与紅色或白色及灰白色細緻之石基来看，前者一般可以說为是在地下較深处，也就是說在相对的溫度比較稍高时形成，由于隨之溶液陸續活动，故后者則是地下較淺、溫度較低时而成。在苏联一些研究者对这种矽化的角礫岩化，归之于交代二氧化矽的膠体性質以及二氧化矽膠体在脫水时及結晶体积收縮的結果。

关于本区内矽石矿的命名問題，过去也未曾被人所重視，如日人着重依其顏色为特征称为“五台紅白矽石矿”，华北分局刘長齡同志称为矽質岩，鄭培棠同

志依“石英岩、脈石英和砂岩”一書之分类归入矽質角岩，而沈永和同志在論其矽化作用的文章中提出要用“原生”石英岩 (Primary quartz Rock)，或“次生”石英岩 (Secondary quartz Rock) 来区分。但笔者認為，不論从岩石学抑或从矿床学上來說，这些命名对本区之矽石矿來說，都是值得探討和商榷的。笔者認為苏联K.H.奥泽罗夫所称的“均密石英質岩”的名称，倒是十分恰当的。

本区内矽石矿之生成时代，是与酸性火成岩体之侵入，有着很重要的关系。在东冶鎮之西贾家庄及伏虎庄附近，就有花崗岩侵入于东冶白云岩 (H₄) 中。同时本区各地所产矽石矿的圍岩皆为潭沱系地层。更明显的是，在大南山矽石矿被寒武紀末經变質之紅色頁岩所复盖。再从五台山区岩层之变質程度及地史演变，也可推測是在震旦紀之前，与吕梁运动所产生之火成岩活动有緊密联系的。

假如五台矽石矿与日本丹波所产之矽石极为相似，但其成因假說，却是断然不同的。仅仅从地史学來說，虽然在古老的地层中，就有了生物的化石痕跡，如北欧芬蘭的斯維揚——波斯尼系 (Svionian-Bothnian) 中已发现了藻类化石 *Corycium emigratum*，在本区东冶白云岩也发现大量的 *Gymnocolen* 及 *Collenia* sp. 截至目前，对这些所謂化石痕跡，引起了古生物学家們的很大分歧爭論，尚未定論，总体來說研究不够。但是在震旦紀之前的地层中，还未发现有微生物的化石，即便有微生物，排出物是否是矽質，这都是使人很难想象的。何况五台矽石及其圍岩，根本就沒有絲毫微生物及它的排出矽質而后变質的特征。因此就不能相題并論，更不能用来作成因上的对比。

概括言之，矽石矿的成因是由于富含二氧化矽的膠体热液，沿着断裂的通道交代了圍岩，特别是碳酸鹽的东冶白云岩，而形成了这种均密石英質岩。

不过也应该指出：从以上所描述之均密石英質岩，在某些外表、組織、成份及構造与沉积的微粒石英岩的确很难相区分，然而这些沉积的矽質岩，往往很广泛发育于碳酸鹽岩系中。例如我国河北古冶赵各庄之北，震旦紀內的燧石层；晉北潭沱系局部地区之矽質岩，在某些特征上皆有很多相似之处。但是只須略加观察，其成因完全是不一样。根据笔者初步研究，可从下列几点加以叙述：

1. 五台矽石矿体不产于同一层位，堯岩山之矿体产于石英角礫岩中，圍岩有頁岩、板岩及白云岩。

張家峪區的礦體是產在東冶白雲岩中。假若是沉積的矽質岩，在此一小範圍內，應產在同一層位。

2. 礦體形狀與大小各處不一，如堯岩山為不規則透鏡狀，張家峪則為小型的扁豆狀，同時在一短距離內即行尖滅，不相聯續而形成單獨的孤立體。在張家峪附近之白雲岩，常有沿節理與矽石礦完全一致的脈狀貫穿其間，而且極為普遍。

3. 在礦體中常見到一種管狀構造，這種管狀構造的特徵，在白雲岩中也經常見到，其性質與形態也幾乎一樣。另外於張家峪之Ⅱ號探槽南端，靠近圍岩處鉄質矽石內，曾采到矽化之 *Collenia*，這皆可說明仍是矽化作用的殘留構造（見圖8）。



圖8 矽化之 *Collenia* 殘留構造

4. 從岩層的產狀要素來看，礦體與圍岩的產狀皆不是一致的，假如是沉積之矽質岩，則應是吻合的。再從礦體之化學成份來看，中部一般含 SiO_2 量較近圍岩之二側為高，這皆是熱液矽化作用最顯著的特徵，而非能用沉積岩石學的原理來加以解釋。

5. 在顯微鏡下觀察，這種矽化不僅有角礫化之

標誌，而且有時出現互相穿插的“顯微石英細脈”。

如何區別熱液矽化石灰岩與沉積的矽質石灰岩這一問題，在“蝕變圍岩及其找礦意義”一書中，已有詳述，這裡不贅敘。不過僅從上列各點來說，本區之矽石為熱液矽化而成，則是不会使人置疑的了。

四、結 束 語

根據上述特徵，本區矽石礦是由於熱液矽化灰岩而成。這種矽化交代作用是將原來沒有工業價值的岩石，重新造成礦床，故按成因分類類型可稱矽化變成礦床（*Метаморфическое месторождение*）。尋找這種礦床要在酸性火成岩侵入於碳酸鹽岩石的區域內，而且又是構造斷裂發育的地區是比較有希望的。

截至目前為止，筆者所搜集的國內資料，由於原生碳酸鹽岩石，因受熱液矽質膠體溶液的交代作用而生成均密石英質岩，除本區形成有經濟價值的礦床之外，尚是獨一無二的。從國外的資料來看也是比較稀少的。因為矽化作用雖是一種相當普遍的地質現象，但形成交代礦床的特點，一般是形狀常常不規則，範圍很小，因此沒有工業價值^⑩。就現在所知，只有美國的阿肯色洲的均密石英質岩，日本之丹波矽石。德國之 Findings 與五台矽石可以相當。

應該說明，本文僅是筆者在学习中，對理論性問題討論和闡述的嘗試，其目的是提請一般礦床學家及地質學家改變多偏重於金屬礦床的研究現象，以便在社會主義建設廣泛需要各種原料的今天，加強非金屬礦產的地質勘探工作。

參 考 文 獻

- ① 鄒培棠、眞允庆 1954 山西省五台县張家峪及堯岩山矽石礦初步勘探總結報告（未刊稿）
- ② 鄒培棠 1955 山西省五台县張家峪矽石礦詳細勘探總結報告（未刊稿）
- ③ 王曰倫（五台隊）1953 五台山五台紀地層的新見 地質學報 vol 32 № 4
- ④ 林墨蔭、游振東、陳云章 1951 五台县野庄、東冶、檀村間地質報告（未刊稿）
- ⑤ 馬杏垣、蔣蔭昌、尉葆衡、周大榮 1957 五台山區地質構造基本特徵 地質出版社
- ⑥ 張綏庆 矽石的研究（未刊稿）
- ⑦ C. B. 波塔平科 1946 石英岩、脈石英和砂岩 地質出版社
- ⑧ 趙國權 1957 對五台山滹沱系東冶白雲岩名稱的意見 地質知識第9期
- ⑨ 全蘇地質研究所匯報 1954 蝕變圍岩及其找礦意義 地質出版社
- ⑩ 沈永和 1957 近礦圍岩的矽化問題 地質出版社
- ⑪ 塔塔林諾夫、別傑赫琴 1946 礦床學（第三篇）非金屬礦床 地質出版社