

陕西潼关石英脉型金矿围岩蚀变特征

罗天有

(陕西省地矿局第六地质队)

内容提要 本文介绍了陕西潼关石英脉型金矿床围岩蚀变特征,并首次用包体测温及包体成分分析结果结合显微镜下观察,对该石英脉型金矿围岩热液蚀变演化机理进行研究尝试,成果客观的反映了该区围岩蚀变的主要特征。方法新颖,为今后研究围岩蚀变提出了新路子。

一、矿区地质概况

潼关含金石英脉位于秦岭东西构造带北部边缘小秦岭金矿田的中段偏北西部位。区内出露的主要地层为太古界太华群一套深变质的沉积—火山岩系。组成岩石以混合岩、黑云(角闪)斜长片麻岩、斜长角闪岩夹磁铁矿石岩小透镜体,底部见有大理岩及石英岩夹层。区内脉岩发育,其中以花岗伟晶岩、辉绿岩、辉绿玢岩最为发育。

区内主要构造线呈东西向,以金罗斑一大月坪东西向倾伏背斜纵贯全区,成为一级控矿构造单元。区内混合岩化普遍,以背斜轴部混合岩化程度最强,向两翼逐渐减弱。混合岩脉体成分自背斜轴部向两翼由花岗质、伟晶质转变为长英质和石英质。交代形式由浸透交代趋向注入交代。

区内已发现含金石英脉 440 多条。矿体呈脉状、扁平的透镜状和串珠状等赋存于脉中。矿石中脉石矿物以石英为主,次为白云石、菱铁矿、方解石、绢云母和绿泥石等;金属矿物以黄铁矿、方铅矿为主,次为闪锌矿、黄铜矿和磁铁矿等。矿体围岩主要是混合岩化的黑云

2. 矿石矿物成分较复杂,脉石矿物以石英为主,另含少量绢云母、重晶石、长石、绿泥石、方解石、白云石、菱铁矿等。矿石矿物主要为黄铁矿,次有方铅矿、黄铜矿、磁铁矿及微量磁黄铁矿、白钨矿、钼铅矿、泡铋矿、闪锌矿、自然金、银金矿、金银矿等。次生矿物主要有褐铁矿,次有白铅矿、蓝辉铜矿及微量铅矾、孔雀石等。

3. 金主要呈单质晶出(包括自然金、胶体金),少数以金银互化物(银金矿、金银矿)产出。金的载体矿物主要为黄铁矿,次有方铅矿、黄铜矿、石英、磁铁矿等,金以微细粒度的包体金、裂隙金、粒间金状态赋存于上述载体矿物晶体中或矿物颗粒间隙中。

4. 矿石中金的有益伴生组分为银、铅、铜和硫,可以综合利用。银除赋存在自然金、金银互化矿物中外,主要赋存在方铅矿、白铅矿等铅矿物中。

5. 金主要赋存在黄铁矿等金属硫化物中,故金主要富集在多金属硫化物—脉石英类型矿石中,这是该区金矿床地质评价的重要标志。

此文参考“洛南县大王西峪金矿地质详查报告”及有关资料,不妥之处,请指正。

(参考文献略)

(角闪)斜长片麻岩、斜长角闪岩及辉绿(玢)岩。岩石特征见表 1。

表 1 围岩及蚀变后岩石特征

岩石类型		原 岩	蚀变岩	原 岩	蚀变岩	原 岩	蚀 变 岩
矿物组合		斜长角闪岩	方解绢云 蚀变岩	辉绿岩	石英白云石 蚀变岩	混合岩	绢云石英蚀变岩 白云石绢云蚀变岩
造 岩 矿 物	角闪石	40—50					
	斜长石	35—45	1	35—40		5—60	
	石 英	3—5	10—15		20	20—25	50
	绿帘石	0—15		7—30			15
	黑云母	0—15		30—35			
	钾长石					20—60	
	钠长石				25—30	10	
	方解石		15—20				
	白云石				45		20
	绢云母		60		5—8		25—30
副 矿 物	黄铁矿	<1	1—2	<1	<1	<1	≤1
	绿泥石			5—15		1	≤1
	重晶石						0—2
	磁铁矿	2	2	1	1		
	磷灰石	≤1	≤1	≤1	1	<1	<1
颜 色	灰黑—暗灰 绿色	灰色—深灰	灰黑—暗灰绿	浅 灰	灰白—灰绿— 肉红	灰 色	灰 色
	花岗纤状变 晶	显微花岗 片变晶	斑状结构	鳞片花岗变晶	花岗变晶	鳞片花岗变晶	花岗鳞片变晶
结 构		块 状	片 状	块 状	条纹状	条痕状、块状	细纹状
构 造							条纹—条带状

二、蚀变类型和蚀变岩分带及含金性

该矿围岩蚀变是在区域变质及动力变质的基础上，经热液交代作用形成的。主要蚀变有绢云母化、碳酸盐化、硅化、黄铁矿化，次为钠长石化、绿帘石化、黑云母化、绿泥石化和重晶石化等。根据蚀变带中新生矿物成分、含量、组构的差异及空间分布特点分为蚀变岩带和细脉状交代围岩带。通过分析研究，认为围岩蚀变强度与含金性关系十分密切。现简述如下。

(一) 蚀变类型

1. 绢云母化：是该区含金石英脉围岩蚀变中最强烈、分布最广泛的一种，一般占 15%，高者 60% 以上，见交代石英及黄铁矿。绢云母呈灰色、浅灰色、淡黄色，角质光泽（丝绸光泽），风化后颜色变浅，光泽变弱。呈细鳞片状或显微鳞片状。片径 0.03—0.2 毫米，大者晶面常有变形弯曲并具定向性。产出形态有 4 种：①细脉状：为成矿后期交代的主要形式，沿着破碎裂隙及矿物解理交代；②毛毡状：片径约 0.03 毫米，在弱蚀变带中与区域变质长石类矿物形成的绢云母叠加；③条带状：片径 0.05—0.2 毫米；④细脉状或网脉状。

2. 硅化：由成矿前至成矿末，伴随含金石英脉形成的全过程。硅化形成矿物全为大小不同的石英。这些石英由游离次生作用及热液交代两种作用形成。前者呈显微粒状至细粒状，后者颗粒略粗。产出形态有条纹状、扁透镜状、团粒状、弥散状、细脉状和纤柱状等。矿物粒径随产出形态不同有很大的变化。条纹状、扁透镜状者粒度多在 0.03—0.05 毫米，团粒状 0.2—0.5 毫米，大者 1 毫米。细脉状的粒度大小，与脉体宽窄变化成正比。弥散状者粒度在 0.01—0.08 毫米，一般约为 0.03 毫米呈边界重叠不清的蠕状，消光不均。当硅化石英与自形晶黄铁矿接触时，常呈纤状垂直黄铁矿晶面生长。另外在硅化石英中见有一些棒状或网状金红石、白钛矿及榍石尘点。这类金红石是绿泥石交代黑云母而形成的。随着交代深化绿泥石又被石英交代，而金红石、白钛矿尘点残留下来。硅化在蚀变带中普遍发育，一般石英含量 15%，强者 40% 以上。中期细脉状与矿化关系密切。

3. 碳酸盐化：有菱铁矿化、白云石化（包括铁白云石和镁铁白云石）和方解石化。以白云石化最为广泛，次为方解石化。方解石、白云石呈白色至灰白色，玻璃光泽，粒径除少数达 1 毫米外，多在 0.1—0.2 毫米，产出形态有集合体状、云朵状、条纹状和细脉状。成矿前早期形成的方解石、白云石粒度较细，呈不规则状集合体或与其它蚀变矿物成条带状产出。成矿后期常与石英、黄铁矿成细脉状产出。成矿期后多为单矿物细脉沿破碎裂隙充填交代。菱铁矿、铁白云石为淡黄色，风化后颜色变深光泽变暗，呈浅褐色、褐色，强烈氧化后变为褐铁矿。铁白云石粒度 0.1—0.2 毫米，自形程度与白云石相当。菱铁矿多呈菱面体自形晶，粒度 0.3—2 毫米，晶面弯曲，镜下具扇形消光。产出形态为团粒状或细脉状。菱铁矿多在含金石英脉内部出现，也有与石英成细脉状交代围岩。其中以中期及中后期呈细脉状产出的碳酸盐含金性好，成矿前期和成矿期后的碳酸盐含金性差。

4. 钠长石化：仅在辉绿（玢）岩中有时很强，钠长石含量达 30% 以上。呈粒状和板柱状，粒径 0.05—0.5 毫米，产出形态有：①浸染状：粒径小于 0.03 毫米，他形，常与白云石伴生；②脉状及团粒状：粒度较粗，多为自形一半自形板柱状，具简单的钠长石双晶；③散点状：他形晶，粒径约 0.3 毫米，晶粒中常见绢云母、碳酸盐及绿泥石包体。聚片双晶发育，多见受动力作用所产生变形弯曲双晶纹，粒径 0.5—1 毫米。伴有碳酸盐化，并被碳酸盐矿物和绿帘石、石英、绢云母交代。还见有绿帘石交代斜长石，形成有斜长石的钠长石—黝帘石（或绿帘石）假象。当交代强烈时，斜长石形态被破坏，被钠长石、帘石混合体所取代，钠长石与矿化关系不大。

5. 黄铁矿化：呈浅黄色粒状，粒径 0.2—3 毫米。产出形态有：①散点状：多为自形晶、半自形晶，形成于成矿前期，见交代粒状石英；②断续的细脉状：多为他形晶，见交代包裹粒状石英；③与其它热液矿物组成细脉状：该脉常被单矿物石英细脉、碳酸盐细脉及碳酸盐石英细脉穿插。黄铁矿化与金的成矿关系最为密切，特别是上述②③两种形态产出者，金品位与黄铁矿含量成正比，当黄铁矿化很强时，可形成蚀变岩型贫矿体。

6. 黑云母化：主要发育在辉绿（玢）岩及斜长角闪岩中，黑云母呈等向延长，片径 0.05—0.15 毫米，强烈交代角闪石，形成假像角闪石，黑云母化强时含量达 30% 以上，常与绿泥石化和绿帘石化伴生，形成角岩状结构。

7. 绿帘石化：较弱，分布广，成因有两种：其一由热液交代形成，呈细脉状、团粒状和

散点状，粒度变化较大（0.02—0.5 毫米），有时可形成较好的板柱状晶体，细脉状者见被碳酸盐脉穿插；其二区域变质作用时，由角闪石、斜长石形成。两种作用形成的绿帘石有时难以区分，与成矿关系不大。

（二）蚀变分带

该区围岩蚀变分为：蚀变岩带及细脉状交代围岩带。两带比较对称的分布在含金石英脉的上下盘（图 1）。

1. 蚀变岩带：呈带状分布在含金石英脉的上下盘，由动力作用所形成的破碎斜长角闪岩、混合岩和辉绿（玢）岩经强烈的热液交代形成大量的新生矿物——白云石、绢云母、石英、方解石（常有少量黄铁矿伴随），原岩矿物消失或少许残留，具花岗岩鳞片变晶结构、鳞片花岗岩变晶结构及显微花岗岩鳞片变晶结构。多具有承袭动力变质作用形成的变余糜棱结构，条纹状构造或片状构造。根据矿物组合不同，有下列 4 种蚀变岩：①方解石绢云蚀变岩；②石英白云石蚀变岩；③白云石绢云蚀变岩；④绢云石英蚀变岩。①②分别由破碎的斜长角闪岩、辉绿（玢）岩形成，③④多由破碎的混合岩蚀变形成。各蚀变岩特征见表 1。蚀变宽度受早期破碎带控制。一般 0.5—3 米，最宽达 5 米以上。当矿体上下盘岩石完整、无破碎时该带消失。如 Q₁₂ 号含金石英脉侵入于花岗伟晶岩在 YD48 处该带缺失。

2. 细脉状交代围岩带：紧紧围绕在蚀变岩带的外侧，当蚀变岩带缺失时，直接与含金石英脉接触，蚀变带宽度受围岩性质及裂隙发育程度控制，以辉绿（玢）岩、斜长角闪岩最宽，混合岩次之，伟晶岩发育程度最差，一般宽 1—10 米。蚀变强度由内向外逐渐减弱，直至正常的区域变质岩类。其特点是：蚀变程度低，原岩矿物组构基本保留，交代形式以细脉状为特征，细脉占 5—20%，其中有碳酸盐脉、石英脉、绢云母脉、绿帘石脉和长石脉及由上述两种或多种矿物组合形成的多矿物细脉，脉中常见重晶石、黄铁矿。脉宽多小于 3 毫米。该带常有区域变质作用或自变质形成的黑云母、绿泥石、绿帘石、绢云母等与热液蚀变交代作用形成的矿物的叠加现象。该带矿物组合的空间分布有以下规律，由内向外：绿帘石、黑云母→绿泥石、阳起石→绢云母→正常变质岩。

（三）蚀变带的含金性

在矿区勘探过程中，通过大量样品分析，证实围岩蚀变强度与含金性为正相关关系，I 带大于 II 带，含金品位 60—3000 ppb，现以混合岩蚀变剖面（图 1）为例，作出含金性直方图（图 2），清楚看出含金性随围岩蚀变的强弱，以矿体为中心，向外由高到低有规律的变化。

三、交代蚀变的演化分析

包体内部成分被广泛认为“是天然成矿溶液的样品”，是直接形成矿体及矿体围岩蚀变的物质。用包体测温及包体内部成分分析结果，更能直接研究矿体围岩蚀变的演化过程。潼关地区含金石英脉中大量石英、黄铁矿包体测温结果表明，其形成温度为 80—410℃。由早期高温阶段至晚期低温阶段具连续演变的特点，矿体形成温度为 130—210℃，属中低温石英脉型热液矿床。本文试图用矿物包体测温及包体内部成分分析结果（表 2）和显微镜下观

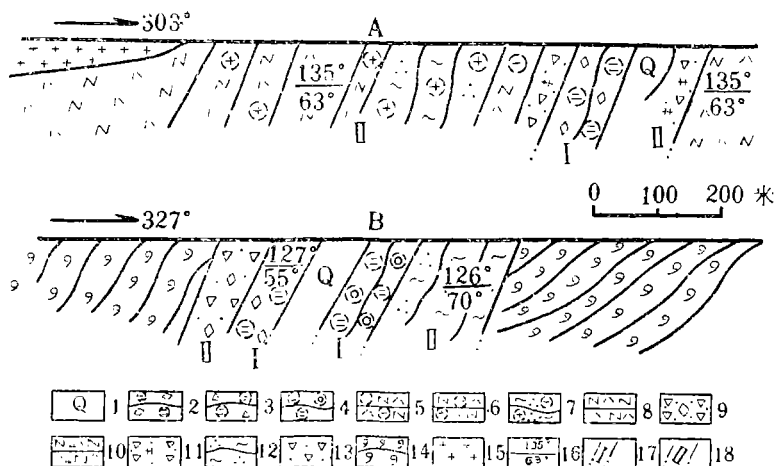


图 1 A 斜长角闪岩蚀变剖面 B 混合岩蚀变剖面

1—含金石英脉；2—方解绢云蚀变岩；3—白云石绢云蚀变岩；4—绢云母石英蚀变岩；5—黑云母化斜长角闪岩；6—绿泥石化斜长角闪岩；7—绿泥石化糜棱岩；8—斜长角闪岩；9—白云石化碎斑岩；10—绿帘石化斜长角闪岩；11—绿帘石化碎斑岩；12—糜棱岩；13—碎斑岩；14—云雾岩；15—伟晶岩；16—产状倾向；17—片状蚀变岩带；18—细脉交代带

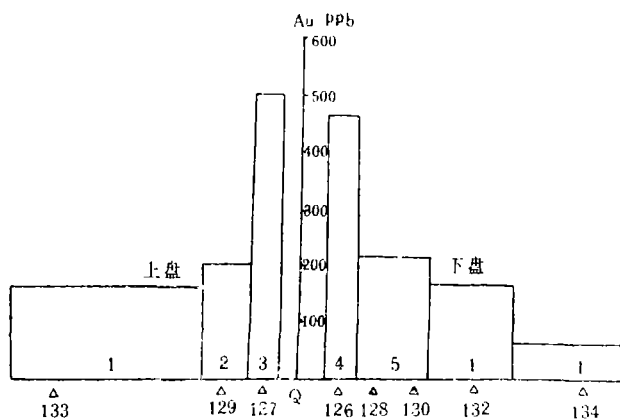


图 2 混合岩蚀变剖面和含金性直方图

1—云雾岩；2—碎斑岩；3—白云石绢云母蚀变岩；4—绢云母石英蚀变岩；5—糜棱岩；Q—含金石英脉；△133—样品位置及编号

30.71 微克/克，平均 15.98 微克/克）；氢分子含量很低（最低 0.016 微克/克，平均 0.043 微克/克）；pH 值 7.75，具弱碱性，从而使围岩发生了碳酸盐化。其理由是：①温度高、氢的浓度低利于热液中碳酸氢根分解，形成氢分子及碳酸根；②溶液中含大量的钙，容易形成碳酸盐；③热液为弱碱性，形成稳定的碳酸盐矿物。当热液中含有大量的碳酸盐成分，就必然要对围岩（斜长角闪岩和辉绿岩）发生交代作用，形成碳酸盐矿物——方解石、白云石、铁白云石或铁镁白云石。

察的各种蚀变矿物特征、矿物交代现象、脉体相互穿切关系、蚀变岩的结构特点及空间分布规律等，将含金石英脉围岩蚀变分为以下 3 个阶段。

（一）早期碳酸盐化、绢云母化阶段

发生于成矿作用早期或前期，热液温度在 300℃ 以上，是蚀变最强烈最广泛的阶段，形成了矿脉的蚀变岩带骨架。

1. 碳酸盐化：从表 2 可以看出，该阶段热液中碳酸氢根离子及钙含量特别高（碳酸氢根最高 88.9 微克/克，平均 43.25 微克/克，钙含量也高达

表 2 石英包裹体内成分分析结果表(微克/克)•

样号	爆裂温度(°C)	pH	Eh	H ₂	CO ₂	CH ₄	H ₂ O	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	F ⁻	Br ⁻	NO ₃ ⁻
1	348	7.41	-0.508	0.025	6.92	0.03	536.2	2.49	13.54	18.03	0.84	48.9	19.26	8.66	4.76	0.60	0.19
2	310	7.70	-0.533	0.016	6.59	0.03	474.0	2.49	8.35	30.71	1.19	88.9	13.65	9.49	1.09	1.00	—
3	305	7.03	-0.479	0.028	4.28	0.03	694.0	0.71	3.58	5.00	1.00	12.4	4.36	8.34	2.23	3.35	微
4	145	5.89	—	0.176	35.59	—	452.6	1.54	5.72	4.59	1.29	7.5	14.00	5.00	0.79	—	0.41
5	135	6.73	—	0.230	20.43	—	511.5	2.49	11.89	8.06	2.41	29.9	18.72	5.00	1.25	—	0.41
6	135	5.40	-0.326	0.012	98.19	0.02	570.0	1.30	5.72	4.59	1.55	6.70	15.73	3.35	4.59	—	—
7	130	6.34	—	0.256	23.39	—	613.3	1.30	3.18	4.28	0.76	13.8	5.6	5.15	3.43	0.47	—
8	125	5.49	-0.349	0.020	69.52	0.02	538.3	0.90	4.13	2.35	0.52	6.3	7.94	4.05	0.15	—	—
9	104	6.37	—	0.051	10.54	痕	567.1	0.77	4.87	2.76	0.94	6.7	7.18	3.72	2.61	—	0.38
10	85	3.86	-0.467	0.104	11.53	0.12	395.2	1.54	8.37	9.29	0.86	22.8	10.67	4.17	0.52	1.55	—
11	90	6.05	—	0.023	72.16	0.03	471	2.37	20.09	5.10	0.43	21.7	32.08	1.48	0.28	2.18	—
12	82	6.85	—	0.063	7.91	—	412.2	2.37	9.01	2.55	1.29	15.0	14.93	1.61	0.83	0.73	—
平均	337	7.75	-0.497	0.043	7.33	0.053	524.9	1.81	8.46	15.98	0.97	43.25	11.98	7.66	2.13	1.62	0.05
高	129	6.04	-0.113	0.124	42.94	0.007	542.2	1.39	5.93	4.44	1.25	11.82	11.53	4.38	2.20	0.012	0.20
中	86	6.45	—	0.043	40.04	0.015	441.6	2.37	14.55	3.83	0.86	18.35	23.51	1.55	0.56	1.46	—
低																	

• 1—10号样品据晁掇、梁枫, 陕西小秦岭金矿石英英脉中气液包体参数特征及地质意义一文。

2. 绢云母化: 含金石英脉的围岩——斜长角闪岩、辉绿岩、混合岩或花岗岩伟晶岩, 其所以能成为脉旁的蚀变岩, 都是在动力作用下首先形成了构造岩。原岩矿物粒度变细, 本来就易发生绢云母化的长石类矿物, 在早期高温热液阶段的水和二氧化碳作用下, 被绢云母替代, 同时还有二氧化硅和碳酸钙游离析出。交代反应使原岩长石类矿物消失, 形成显微粒状—细粒状石英, 碳酸盐矿物及绢云母。但它们继承着原岩构造特征, 形成了绢云母碳酸盐蚀变岩和石英碳酸盐绢云蚀变岩, 常有少量黄铁矿和磷灰石等伴生。围岩中的石英一部分可能被残留下来, 成为继承性矿物, 并在热液交代过程中被改造成为适应新条件下的“新矿物”——粒度较粗的不规则团粒状集合体(石英交代石英); 另一部分在热液交代过程中, 被溶解迁移或在围岩适宜部位沉淀, 使围岩局部硅化集中, 形成绢云母石英蚀变岩或碳酸盐石英蚀变岩。岩石特征见表1。总之, 该阶段交代蚀变过程, 既有热液化学成分作用, 又有围岩化学成分的分解重新组合, 围岩广泛的发生了绢云母化、碳酸盐化, 形成了以绢云母、碳酸盐及石英为主要矿物的蚀变岩带。

另外为了进一步证实蚀变岩带(I带)是在早期高温阶段形成, 将其伴生的黄铁矿选出与早期高温石英脉中黄铁矿、中低温阶段形成的黄铁矿作含金性对比(表3), 看出早期

表 3 黄铁矿单矿物金分析结果(克/吨)

样品个数	矿石(岩石)名称	平均值(Au)	备 注
3	含金黄铁矿石英英脉矿石	348.95	中低温阶段(二期石英脉)
2	含金多金属石英英脉矿石	159.26	中低温阶段(二期石英脉)
1	含金菱铁矿黄铁矿石英英脉矿石	208.49	中低温阶段(二期石英脉)
1	黄铁矿石英英脉矿石	0.38	高温阶段(一期石英脉)
1	白云石绢云石英蚀变岩	5.27	早期高温阶段
2	方铅矿石英绢云母蚀变岩	6.95	早期高温阶段
1	石英钠长石白云石蚀变岩	0.00	早期高温阶段

(以往称一期)石英脉中黄铁矿含金性很低,中低温阶段(以往称二期)黄铁矿含金性很高,蚀变岩中黄铁矿含金也低,趋向于早期阶段形成。该带含矿性差很少形成矿体,但蚀变岩带的宽窄至少可以反映热液活动的强弱。蚀变岩带的形成,也可能对后期热液活动金的沉淀起到遮挡、保护富集作用,因而在蚀变带宽的部位常有较好矿体形成。

(二) 中期中低温硅化黄铁矿化阶段

该阶段围岩蚀变是在近脉围岩经受了高温阶段广泛强烈蚀变作用并形成了蚀变岩(带)基础上进行的,交代作用受到了限制,蚀变作用普遍较弱。根据石英包体测温及包体成分可以看出,热液性质由弱碱性变为弱酸性,二氧化碳含量增高(最高 98.19 微克/克,平均 42.94 微克/克);碳酸氢根含量变化较大,高者 29.9 微克/克,氧化还原电位(Eh)降低(-0.326—-0.349),溶液逐渐向氧化环境方向转化。由于溶液温度降低,压力减小,溶液中挥发组分化合物将发生分解,使热液中形成了大量的菱铁矿、黄铁矿及自然金,菱铁矿、自然金、黄铁矿除在石英脉矿体中沉淀外,还对围岩进行交代,特别是对成矿期的构造破碎裂隙进行充填交代。该阶段围岩蚀变的特点是,由热液交代式及热液沉淀式变为热液充填交代式,在二氧化碳促使下,形成了以细脉状为主体的含黄铁矿石英细脉或含菱铁矿黄铁矿石英细脉,沿蚀变岩的条纹、裂隙注入交代,也有延伸到蚀变程度很低的围岩裂隙中。蚀变的强度随矿体的远离逐渐减弱。在某种意义上讲,可以认为这种蚀变是矿体向围岩细脉状分枝,但因蚀变强度较弱仅在局部裂隙发育的细脉密集处有蚀变岩型贫矿形成。另外在该阶段也有少量石英呈团粒状、黄铁矿呈浸染状交代围岩。

(三) 后期低温热液蚀变(100℃以下)

由表 2 可知,该阶段溶液性质除钠含量(高 20.09 微克/克,平均 14.55 微克/克)显著增高外,其它与上阶段变化不大。但由于温度的降低,饱和的钠质使蚀变岩中残留的较粗粒长石发生了钠化,形成了原来具有碎斑形态的钠长石,同时也形成一些自形程度高呈散点状、团粒状或细脉状产出的钠长石,这种蚀变仅在局部可见。

二氧化碳在热液中的作用随温度降低而增大,以及在该阶段低温和压力减小的条件下,为二氧化碳所饱和的热液,形成了以碳酸盐矿物为主的各种细脉,将蚀变作用引入尾声。该阶段形成的细脉主要有方解石细脉、白云石细脉、重晶石碳酸盐石英细脉,次有钠长石石英细脉和绿帘石细脉等。

四、岩石化学特征

含金石英脉围岩、混合岩、斜长角闪岩及辉绿玢岩,岩石化学成分及蚀变后岩石化学成分变化见表 4,表 4 从中可看出如下特点。

1. 岩石在交代过程中钙、镁、锰为带入元素,钙与锰为正消长关系,与岩石强烈白云岩化完全吻合,锰为白云石化的混入物。

2. 其它元素随蚀变岩性质不同而异。硅除在斜长角闪岩蚀变过程略有增加外,其它岩石均为降低,硅为带出元素。反映热液蚀变交代过程中硅化作用很弱,蚀变岩中的石英多为长石类矿物在绢云母化过程中游离析出形成。

表 4 矿体围岩与蚀变岩化学分析结果对照表(%)

样品 编号	岩石名称	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	P ₂ O ₅	MnO	TiO ₂	烧失量	K ₂ O	Na ₂ O	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻
1	条痕状混合岩	67.15	13.95	1.36	1.22	2.05	0.697	0.12	0.04	0.20	2.53	4.51	3.90	0.60	0.18
2	石英白云石绢云蚀变岩	38.87	15.22	2.40	6.39	8.78	6.86	0.48	0.15	0.70	17.16	4.20	0.21	0.54	0.18
3	斜长角闪岩	50.99	16.07	5.50	6.21	8.58	4.27	0.08	0.18	0.98	2.67	1.46	3.21	1.52	0.29
4	石英白云绢云蚀变岩	54.51	15.05	2.83	6.14	9.70	5.16	0.53	0.45	0.85	16.48	5.19	0.21	0.72	0.44
5	辉绿玢岩	51.89	14.56	4.08	8.79	5.90	1.74	0.63	0.13	2.50	3.20	2.83	2.78	1.65	0.25
6	绢云母绿泥蚀变岩	43.08	13.63	1.73	9.24	8.96	7.01	0.58	0.20	1.00	8.32	1.21	2.87	3.77	0.27

注：2、4、5、6号样品数为1；1、3号样品数分别为3、2。2、4、6号样品取于蚀变带；1、3号样品取于蚀变带顶、底板；5号样品取于蚀变带顶板。

3. 铝在交代蚀变过程中既有带入又有带出，但量变范围很小，在混合岩中略有带入，其他略有带出。

4. 铁在混合岩中为带入，其他围岩中为带出。铁的氧化价发生了变化，Fe³⁺减少，Fe²⁺增加，反映蚀变作用在还原环境形成。

5. 钾在斜长角闪岩中为带入，其他为带出。钠在辉绿岩中为带入，其他围岩为带出。

从以上可以得出以下几点结论：

一、构造破碎带是成矿及围岩蚀变的决定性外部因素，它是成矿溶液传递、分散的通道和成矿物质沉淀形成矿体的场所，又是易于交代形成蚀变带的重要条件。

二、早期高温阶段所形成的绢云母化、碳酸盐化及硅化，含金性差，但紧邻矿体形成大于含金石英脉几倍至十几倍宽的蚀变带，可作为寻找追索矿体的标志。中期中低温阶段交代形式多呈细脉状，含矿性好。特别是黄铁矿化的强弱与金品位成正消长关系，黄铁矿是载金矿物。

三、蚀变带在矿脉上、下盘具对称性。蚀变岩的片状、条带状构造是承袭动力变质的条纹构造演化而成。后期低温阶段热液蚀变形式以单成分矿物为主，黄铁矿很少，含金性趋向消失。围岩的含金性随蚀变的强弱而变化。

四、蚀变种类随围岩性质不同而异，角闪岩、辉绿玢岩以方解石化、绢云母化为主，次有钠长石化、绿泥石化、绿帘石化及黑云母化。混合岩蚀变以绢云母化、硅化为主，次有碳酸盐化。

五、用包体成分分析结果，研究围岩蚀变更能直接反映蚀变岩形成过程及岩石特征，是今后研究蚀变围岩的一种好方法。

由于笔者能力所限，文中可能有不妥之处，欢迎指正。成文过程得到我队化验室及晁援同志帮助，在此表示谢意。

(参考文献略)