

新疆齐依求Ⅱ号金矿床地质特征及成因

阎士俊

(新疆地矿局第二区域地质调查大队)

系统介绍了矿床地质特征,结合硫、氧同位素和包裹体测温,分析了成矿条件、物质来源和成矿机理。认为矿床属压熔热液作用为主,兼有基性岩浆期后热液作用形成的中温热液充填交代型层控矿床。

关键词: 新疆; 齐依求Ⅱ号金矿床; 中温热液矿床

齐依求Ⅰ号金矿位于准噶尔盆地西缘,哈图山之南。该矿早在清朝道光、咸丰年间曾被开发,采矿遗迹遍布矿区。解放后,自1979年至1984年,进行了详查工作,基本探明为一中型金矿。本文根据笔者从事该矿床详查最终成果,试就矿床地质特征及成因,作一初步探讨。

成矿地质背景

齐依求Ⅰ号金矿所处大地构造位置,属于准噶尔弧形构造西翼玛依勒—扎依尔褶皱带的扎依尔—达尔布特复向斜东段之北翼^①。区域出露的地层以下石炭统包古图组(C_1b)和太勒古拉组(C_1t)为主。华力西中期岩浆岩颇为发育,岩石种类繁多,以花岗岩为主,超基性岩及酸性脉岩次之,主要分布于远离矿区之北西、南西及南东一带。区域构造线总体走向呈北东或北东东向。褶皱构造复杂,断裂极为发育,按其形迹展布方向及成生关系,先后分为南北向、北东—北东东向、东西向、北西向4组,以北东—北东东向断裂规模最大,构成区域构造格架。

矿区出露地层以下石炭统包古图组第一亚组(C_1b^a)为主,太勒古拉组第二亚组(C_1t^b)次之(见图)。前者,分布于安齐断裂以南,按岩性组合分为5层:第一层(C_1b^{a-1})分布于矿区中部不完整复背斜核部,为主要含矿层位;第二层(C_1b^{a-2})分布于不完整复背

斜两翼,沿走向岩性有相变;第三层(C_1b^{a-3})呈半环状分布于不完整复背斜两翼及倾没部位,为主要含矿层位之一。岩性相变明显;第四层(C_1b^{a-4})分布于矿区东偏南部;第五层(C_1b^{a-5})分布于矿区东南边缘。太勒古拉组第二亚组(C_1t^b)分布于矿区北西及北部边缘、安齐断裂(F_a)以北。

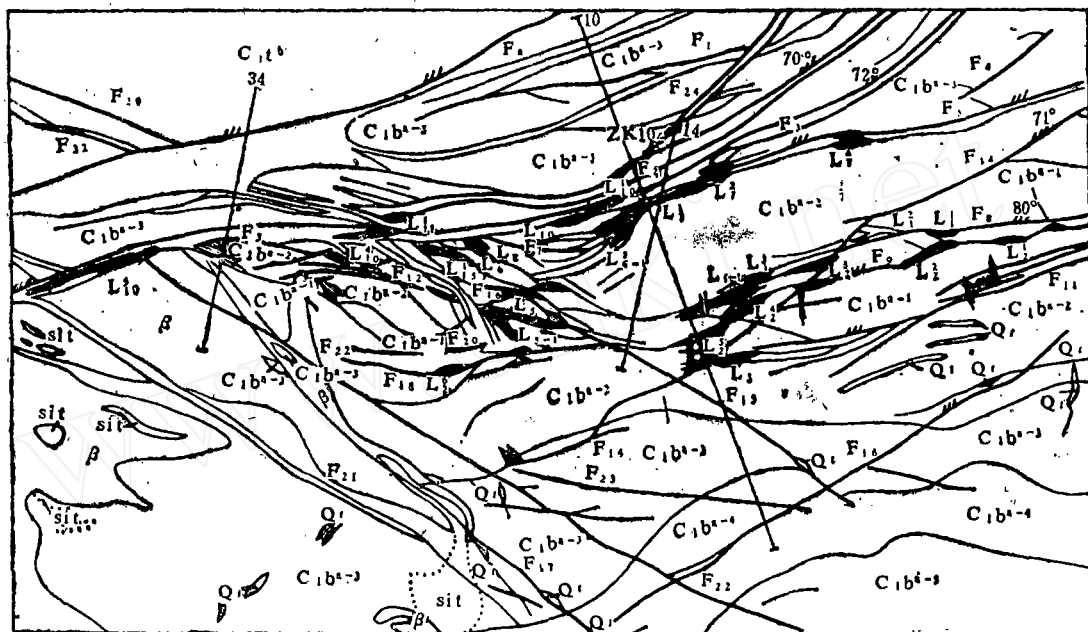
矿区构造严格受区域构造控制,总体为不完整复背斜,两翼发育次级小褶曲。复背斜在矿区东段表现清楚,西段近于倾没。由于安齐断裂截切,加之玄武岩侵入,使岩层产状紊乱,总体轴线走向约85°。断裂构造非常发育,除北部区域性安齐断裂(F_a)外,按展布方向主要有北东东向、北西西向、北西向、北东向4组。其中,北东东向和北西西向两组断裂规模较大,系矿区主要控矿断裂。

矿区仅在西南部出露有玄武岩(β),主体似岩床状,局部呈不规则脉状,与围岩呈角度相交或以断裂分界,接触面为犬牙状,外接触带常见2~10厘米宽的硅化蚀变,总体为一北北东向倾伏的基性超浅成相次火山岩体。

根据有关资料^②,矿区处于一个较大异常及高阻高极化向低阻低极化发展的过渡

①新疆地矿局区调大队:新疆维吾尔自治区构造体系图说明书,1980年。

②新疆地矿局物化探大队:新疆托里县齐依求金矿物化探试验年度工作总结,1983年、1984年。



新疆齐依尔Ⅱ号金矿区地质图

C₁t^b—细凝灰岩为主，局部夹含砾凝灰质砂岩透镜体；C₁b^{a-5}—凝灰质中细粒砂岩夹凝灰质粉砂岩不规则透镜体；C₁b^{a-4}—含生物碎屑和砾钙质凝灰质粗、中粒砂岩为主，局部夹凝灰质中、细粒砂岩及粉砂岩透镜体；C₁b^{a-3}—凝灰质粉砂岩、凝灰质粉砂泥岩为主，夹薄层凝灰质细砂岩，局部夹含砾凝灰质砂岩及凝灰岩（部分硅化）透镜体；C₁b^{a-2}—凝灰质中、细粒砂岩（局部含砾）夹凝灰质细粉砂岩透镜体；C₁b^{a-1}—凝灰质砂岩与凝灰质粉砂岩不均匀互层；β—玄武岩；sit—硅化凝灰岩；1—石英脉；2—实测及推测地质界线；3—岩层相变界线；4—向斜及背斜轴线；5—安齐断裂；6—压扭性断裂；7—扭压性断裂；8—矿体及其编号

地段。砷异常总体形态似桑叶状，呈北西—南东向展布，长约1.8公里，宽800米，异常最高强度500ppm，异常值大于80ppm有5处，按异常连续情况，分为5个次级局部异常，其中3个异常范围较大，异常强度300~500ppm。低阻异常分布范围和异常轴线走向分别与F_a、F₃、F₅等断裂大致相对应。极化率异常见于矿区中偏北部，异常轴线近东西向，长约800米，异常强度为7~8%。经钻探验证，砷异常反映了对应地表或浅部的金矿体；低阻异常系断裂蚀变破碎带引起；极化率异常一般反映对应地下具一定埋深的金矿体。砷、电阻率、极化率综合异常区，成矿条件最好，在预测部位发现了盲矿体。

矿床地质特征

1. 矿体特征 本矿床处于矿区中偏北部，东西长1200米，南北宽150~200米。已知金矿体数百个，主要赋存于F₃断裂及其两侧，以及F₂、F₆、F₇、F₈、F₉等断裂蚀变破碎带内。矿体一般长20~80米，最长280米，一般厚度0.8~3米，最厚9米，厚度变化系数为85%；沿倾向延深一般40~100米，最大220米。矿体多呈脉状、不规则状，部分为似层状、透镜状、串珠状。主体走向北东东及北西西，倾向北北西或北东，倾角50~85°。近矿围岩主要为凝灰质砂岩、凝灰质粉砂岩、凝灰质粉砂泥岩，局部为玄武岩。围岩蚀变

有黄铁矿化、毒砂化、绢云母化、碳酸盐化及硅化。其中，黄铁矿化、毒砂化与矿石中金含量呈正消长关系。蚀变强度远离矿体逐渐变弱，蚀变宽度一般1~5米，最宽10米左右。

2. 矿石特征 金矿石均为贫硫化物型。按自然类型划分，以含金蚀变围岩型和含金蚀变构造岩型为主，分别占50%和45%；含金石英脉型次之（占5%）。工业矿体多为三种类型矿石混合而成。含金蚀变围岩型矿石：由毒砂黄铁矿化凝灰质粉砂岩、粉砂泥岩、细砂岩及玄武岩组成，呈带状分布于含金蚀变构造岩型矿石两侧或单独构成矿体，矿石中金属硫化物较多，石英细网脉较发育。含金蚀变构造岩型矿石：系含金蚀变构造角砾岩、糜棱岩、断层泥或含金蚀变破碎带之

统称，常分布于含金石英脉两侧或之间，受断裂滑动面控制，矿石中不同程度含炭质物，石英细网脉较多，偶见明金，热液蚀变作用强烈。含金石英脉型矿石：呈单脉、复脉及透镜体，产于断裂蚀变破碎带中，沿走向、倾向多尖灭再现或雁行斜列，矿石中金属硫化物很少，易见明金。

矿石的矿物成分：金属矿物主要为黄铁矿、毒砂，次为自然金、黄铜矿、褐铁矿，含微量闪锌矿、方铅矿、磁黄铁矿、辉锑矿、铜蓝、磁铁矿、锐钛矿等；非金属矿物以石英、含铁白云石、斜长石、炭泥质为主，绿泥石、绢云母、方解石、石墨次之，并含稀少的磷灰石、锆石、楣石等。表1为各类矿石的化学成分。

矿石中微量元素主要有 As、Cu、Ga、

各类型矿石的化学成分*

表 1

矿石类型	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	FeO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	P ₂ O ₅	MnO	TiO ₂	烧失量
含金石英脉型	82.85 ~94.38	0.41 ~1.28	2.12 ~4.94	0.00 ~2.72	0.08 ~0.62	1.13 ~2.97	0.70 ~1.27	0.06 ~0.30	0.08 ~0.22	0.00 ~0.06	0.00 ~0.07	0.07 ~0.30	0.39 ~2.52
含金蚀变构造岩型	46.21 ~78.13	1.24 ~4.99	7.14 ~21.16	0.36 ~8.88	0.27 ~3.60	0.51 ~6.44	1.10 ~5.51	0.12 ~1.40	0.15 ~4.56	0.10 ~0.40	0.06 ~0.28	0.20 ~1.50	3.72 ~14.02
含金蚀变围岩型	37.84 ~65.05	1.05 ~4.34	10.31 ~17.80	3.71 ~18.43	0.12 ~3.72	0.54 ~7.20	1.10 ~4.54	0.12 ~2.18	0.16 ~5.83	0.05 ~0.40	0.05 ~0.44	0.45 ~3.14	5.04 ~17.34

* 本局测试中心分析。

Sc、Zr、Ag等，其中As与Au呈正相关。

矿石结构以自形一半自形粒状、他形粒状为主，镶嵌、包含、压碎结构次之。呈细粒浸染状、细网脉状、条带状、块状及角砾状构造。

根据矿石的矿物共生组合、结构、构造等因素，将本矿床成矿过程分为热液期和表生期。热液期分三个成矿阶段：即黄铁矿—毒砂阶段；黄铁矿—毒砂—石英阶段；黄铁矿—自然金—石英阶段。表生期即氧化作用阶段。不同成矿阶段矿物生成顺序见表2。

3. 金的赋存状态及富集规律 本区自然金呈金黄色，少数为橙黄色，硬度低，反

射率高，多呈不规则粒状集合体及鳞片状、薄膜状、细脉状、树枝状等。金的粒度一般0.1~0.3毫米，部分0.005~0.1毫米，个别达2毫米。金的成色在950以上（据成都地矿所，1983年）。

金的赋存状态分为游离金和次显微状金两种形式。游离金主要产于含金石英脉型矿石中，常嵌布于石英颗粒之间和充填于石英晶洞及黄铁矿微裂隙中。次显微状金主要产于含金蚀变围岩型矿石中，呈质点状机械混入物存在于黄铁矿和毒砂中。根据成都地矿所1983年所作8个电子探针测试结果，以五角十二面体黄铁矿和毒砂中含金较高（328~

矿物生成顺序表

表 2

成矿期	热液期			表生期
成矿阶段	黄铁矿—毒砂阶段	黄铁矿—毒砂— 石英阶段	黄铁矿—自然金— 石英阶段	氧化阶段
毒砂	—	—	—	
黄铁矿	—	—	—	
石英	—	—	—	
磁黄铁矿	—	—	—	
黄铜矿	—	—	—	
闪锌矿	—	—	—	
方铅矿	—	—	—	
自然金	—	—	—	
辉铋矿	—	—	—	
含铁白云石、方解石	—	—	—	
绢云母	—	—	—	
炭质、石墨	—	—	—	
褐铁矿	—	—	—	—
铜蓝	—	—	—	—
黄钾铁矾	—	—	—	—
粘土矿物	—	—	—	—

659克/吨),尤以毒砂含金最高;立方体黄铁矿含金较低(70~155克/吨)。

金的富集规律:

①已知矿体主要受北东东向、北西西向断裂控制,以北东东向断裂控制的矿体最多,且含金性较好。

②矿体含金品位变化规律:地表10线以东矿体品位较高,地下10线以西矿体品位较高;地表含金性较地下含金性差;地下中浅部比深部含金性好,并具垂直分带特点。主要工业矿体集中于14线以西,尤其34~46线之间,且多埋于地下1000米标高以上;其中,1150~1200米间常为富矿体赋存部位。矿区平均品位5.83克/吨,主要矿体平均品位6.1克/吨,品位变化系数65%。

③两组断裂交汇处、断裂与褶曲轴交切部位、断裂走向急剧变化地段,矿体一般变

厚,品位变富。

④含金石英脉型矿石金品位一般较高,但变化大(10~150克/吨)。浅灰色质地不纯的脉石英和晚期细粒他形石英的含金性最好。

⑤含金蚀变围岩型和含金蚀变构造岩型矿石的含金品位一般较低(0.5~10克/吨),但矿化范围大,且均匀稳定。具强黄铁矿化、毒砂化,并发育石英细网脉者含金较富;只具黄铁矿化,而毒砂化较弱、石英细网脉少或石英脉发育而黄铁矿化、毒砂化不强,含金一般较低;与含金石英脉型矿石混合构成矿体时,通常在靠近石英脉底部时矿化较好。

成矿地质条件

1. 地层条件 已知金矿体集中赋存于

各类岩石化学全分析 (%) 表

表 3

岩石名称	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	FeO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	P ₂ O ₅	MnO	TiO ₂	烧失量
凝灰质中细砂岩	65.22	2.00	14.83	3.62	1.12	2.03	2.42	3.76	0.06	0.15	0.08	0.71	4.18
凝灰质粉砂岩	64.00	3.07	15.30	2.63	1.48	2.03	2.76	2.64	0.06	0.29	0.05	0.89	5.16
凝灰质细砂岩	63.24	3.53	16.40	1.53	1.86	1.78	3.69	1.33	0.20	0.25	0.04	0.72	4.95
含生物碎屑含砾凝灰质砂岩	65.65	1.02	7.24	12.18	0.76	1.66	1.36	1.60	0.05	0.13	0.04	0.35	10.04
细凝灰岩	65.08	2.91	14.57	1.90	2.33	2.91	1.55	5.05	0.12	0.22	0.11	0.72	2.53
硅化凝灰岩	91.08	0.84	2.79	0.90	0.74	0.81	0.60	0.18	0.09	0.08	0.13	0.12	0.93
玄武岩	45.25 ~51.12	1.72 ~5.34	11.63 ~13.51	6.33 ~9.00	5.58 ~7.75	6.35 ~8.42	0.43 ~1.72	2.32 ~2.93	0.08 ~0.25	0.09 ~0.17	0.20 ~0.39	0.75 ~1.12	9.15~ 11.17

各类岩石微金分析表

表 4

岩石名称	凝灰质中 细砂岩	凝灰质细 砂岩	凝灰质细砂 岩夹粉砂岩	含生物碎屑 含砾凝灰质 砂岩	凝灰质粉 砂岩	细凝灰岩	硅化凝灰岩	玄武岩
微金含量 (克/吨)	0.0011~ 0.0201	0.0154~ 0.0633	0.0026~ 0.0882	0.0472	0.0014~ 0.0101	0.0009~ 0.0067	0.0083	0.002~0.015

下石炭统包古图组第一亚组第一层 (C₁b^{a-1}) 和第三层 (C₁b^{a-3}) 中, 特别在凝灰质砂岩与凝灰质粉砂岩、凝灰质粉砂泥岩不均匀互层频繁交替出现的部位, 说明本区金矿具有一定的层控性。结合新疆地矿局测试中心所作本矿床各类岩石化学分析和微金分析成果统计 (表3、4) 可以看出, 主要岩石化学成分与矿石的化学成分类似; 微金含量一般高于同类岩石的克拉克值数至数十倍。加之本局十一大队对本区包古图组地层系统采样分析含金0.03~0.06克/吨的佐证, 确认包古图组第一亚组地层为金的“矿源层”。

2. 构造条件 矿体严格受断裂控制, 且主要产于受强烈挤压的不完整复背斜轴部及次级褶皱核部断裂带, 以及断裂与褶皱复合部位低序次的挤压破碎带、断裂破碎带中。挤压断裂破碎带一般在成矿前已初步形成, 成矿期复活, 成矿期后有滑动镜面。故前期形成的黄铁矿及石英脉受挤压破碎。特别是成矿期的挤压构造, 使早期形成的低品位金, 再次活化迁移进一步富集。因此, 区内所发

育的挤压断裂, 为金矿化提供了良好的储矿空间。

3. 岩浆岩条件 主要工业矿体多分布于靠近玄武岩体外接触带, 结合已知玄武岩含金丰度值一般较高, 以及毗邻齐依求 I 号金矿已证实玄武岩与成矿关系密切等事实, 充分说明区内玄武岩为本区金的主要“矿源岩”。

4. 同位素组成特征

(1) 硫同位素特征 据甘肃地研所 1983 年所作 7 个不同矿石类型的黄铁矿、毒砂硫同位素分析结果, δS^{34} 值为 +1.8~+3‰, 极差在 +2‰ 以内, 平均值为 +2.42‰, 均化程度较好; S^{32}/S^{31} 为 22.152~22.181, 平均为 22.166。以往认为, 其特征接近于陨石标准值, 与金矿化有关的硫源是来自上地幔。笔者结合矿区地质情况认为, 将其解释为来自海相沉积地层的硫同位素组成特征较为合适。因为它们与海水的 δS^{34} (20‰±) 相比, 约低 17‰, 这和细菌还原海水硫酸盐的分馏效应相吻合。

(2) 氧同位素特征 据新疆工学院研究生吴兆宁采自本矿床含金石英脉两个石英的氧同位素样, 经核工业部三所同位素室分析: $\delta O_{SiO_2}^{18}$ 测试值分别为16.39‰和12.89‰, $\delta O_{H_2O}^{18}$ 计算值分别为10.00‰和6.53‰。就 δO^{18} 值变化范围而言, 因接近于泰勒确定的岩浆水氧同位素组成(δO^{18} 7.0~9.5‰), 说明岩浆水在成矿热液中占有一定地位。更重要的是由于天水介入, 一方面地下水与围岩在高温下进行同位素交换而使 O^{18} 富集; 另一方面因漫长而强烈的蒸发作用, 使地下水中氧同位素发生分馏而富 O^{18} 。同时, 不能排除岩浆水和地下水混合成因热液对围岩作用的结果。

5. 成矿温度 根据所采6个含金石英脉型矿石的石英样, 经甘肃地研所用爆裂法进行包裹体测温结果, 本矿床成矿温度大致在260~430℃, 一般为270~360℃, 属中温热液成矿(略偏高)。

矿床成因讨论

1. 成矿物质来源 本矿床已知矿体具有明显的层控性, 且均赋存于强烈挤压断裂中; 矿石的矿物共生组合简单; 石英脉规模一般细小且无根, 厚度变化大, 形态不规则, 分布杂乱, 自身多变形, 尤其一般矿石中常见石英细网脉与围岩界线不清; 矿区及其外围除玄武岩外无其他侵入岩体, 部分蚀变玄武岩含金已构成矿体; 以及同位素特征等分析, 认为本矿床成矿物质来源于包古图组第一亚组地层及玄武岩。

2. 成矿机理剖析 齐依求Ⅱ号金矿床是经历长期多种多次地质作用的结果。含金背景值较高的包古图组第一亚组地层, 首先在区域构造运动过程中, 发生强烈褶皱破碎, 在褶皱轴部及两翼形成较发育的挤压断裂。当这些扩容带形成时, 地层中的水、二氧化碳、硫及金属元素逐步向低压带迁移。同时, 金元素从“矿源层”中被活化、迁移, 并同石

英、金属硫化物一起沉淀, 逐渐富集。从围岩中释放出来的 SiO_2 , 形成极不规则的石英细脉和团块。根据毒砂和黄铁矿是金的最主要载体矿物, 砷与金属富集程度呈正相关, 可以推断, 金在矿液中是以金砷硫代络合物方式进行运移的。

由于本区变质程度较低, 单靠区域变质及其强烈挤压作用只能使“矿源层”的金初始活化、迁移、沉淀富集, 难以形成矿体。具有工业价值的矿床, 与华力西中期基性超浅成相次火山岩——玄武岩岩浆侵入活动有极为密切的联系。结合毗邻齐依求Ⅰ号金矿资料认为: 区内玄武岩在成岩过程中, 岩浆上侵带来的金质, 在岩浆期后热液交代阶段沿早期形成的低压带进行运移沉淀; 同时, 使“矿源层”中金再次活化, 并对初始沉淀富集的金进一步活化, 运移到最有利的构造部位——挤压破碎非常剧烈的断裂带, 沉淀富集成矿。

褶皱成型、玄武岩成岩之后形成的安齐断裂, 据目前所知沿走向及倾斜150米以上均不含矿, 而本身并非导矿或储矿构造; 但在整个成矿阶段晚期, 起着进一步使部分“矿源层”和“矿源岩”的金活化、迁移、沉淀富集的积极作用。

综上所述: 包古图组第一亚组地层作为“矿源层”、玄武岩作为“矿源岩”为成矿提供了物质基础; 构造运动作为动力, 为金元素迁移提供了活化条件; 地质应力产生的挤压断裂破碎带, 为金元素沉淀富集提供了储矿空间。地层、构造、玄武岩为造就本矿床的基本因素。

3. 矿床成因 基于上述事实, 初步认为本矿床应属压熔热液(即区域动力变质热液)作用为主, 兼基性岩浆期后热液作用混合成因的中温热液充填交代型层控矿床。

找矿标志

1. 包古图组第一亚组地层中发育的北

东东向和北西西向断裂及断裂交汇处;断裂与背斜构造截切地段,是找矿的有利构造部位。

2. 玄武岩体的内、外接触带,尤其蚀变破碎强烈的地段,是重点扩大找矿的远景区。

3. 强烈黄铁矿化、毒砂化等多种蚀变叠加,并发育石英细网脉的围岩或破碎带,是区内的直接找矿标志。

4. 细粒状五角十二面体黄铁矿和针柱状毒砂,是找金的标型矿物。砷是找金的指示元素。

5. 砷、电阻率、极化率综合异常区和低阻低极化地段的砷异常区,以及高阻高极化向低阻低极化过渡地带的砷异常区,是找金的有利部位。尤其前者最有希望。

6. 地表强褐铁矿染和黄钾铁矾化等,是找金的氧化带标志。

主要参考文献

- [1] 帅德权,地质与勘探,1981,第9期,第23页
- [2] 刘东升,地质与勘探,1983,第4期,第33页
- [3] 张裕之,地质与勘探,1983,第7期,第11页
- [4] 刘平,地质与勘探,1985,第2期,第1页
- [5] 周炳煌,地质与勘探,1986,第8期,第16页

Geological Features and Genesis of the No. II Gold

Deposit, Qiyiqu, Xinjiang Autonomous Region

Yan Shijun

Geological features of this deposit are systematically described. Mineralization conditions, sources of ore materials and the metallogenetic mechanism are also analysed in the light of sulfur and oxygen isotope compositions and fluid inclusion thermometry data. In conclusion, it is believed that this deposit belongs to the mesothermal cavity filling metasomatic type stratabound deposit.

(上接第17页)

围岩蚀变标志与地

层赋矿条件

赋矿地层主要是中上石炭统黄龙灰岩、船山灰岩和下二叠统栖霞灰岩,含硅、镁、碳、泥质较高,活泼的围岩性质,受岩体接触交代和热液作用而出现一套标型的围岩蚀变,如夕卡岩化、碳酸盐化、白云石化、硅化、金云母(蛭石)化及微量的石膏化、萤石化、蛇纹石化;岩体内带除夕卡岩化和碳酸

盐化外,尚普遍出现钠长石化、绢云母化、水白云母—伊利石化、白云母化、高岭土化、绿泥石化、黑云母化。

铁、锌矿化伴随的主要是夕卡岩化和碳酸盐化,构成夕卡岩型和方解石(粗晶)型矿石类型;另外共生少量黄铁矿化(局部较富集)、黄铜矿化等,这反映了石英—硫化物及后期碳酸盐化的高中和中低温热液蚀变是两个主要的成矿阶段。

蚀变作用中白云石化尚伴生菱铁矿、菱镁矿及金云母(蛭石)化—蛇纹石化、滑石化等,直接指示了围岩的控矿作用。

On Ore Controlling Factors of the Yangchong Fe-Zn Deposit

Chu Zhichao

Ore bodies of the Yangchong Fe-Zn deposit are situated at the contact of the Chuanshan limestone and the apophysis or dyke like diorite-porphyry (porphyrite). The intrusives are rich in sodium. The north-northwest striking fracture formed by the Yenshanian regional stress field is a magma intrusion and ore fluid channelway and a ore hosting structure as well. The limestones of the Upper-Middle Carboniferous Series and Lower Permian Series are the main host formations for the ores and the skarnization and carbonation are the main wall-rock alterations associated with the iron and zinc mineralizations.