

# 新疆和静县查岗诺尔铁矿床 FeI 矿体围岩蚀变特征

陈文革, 张海军, 刘铭峰

(新疆地质矿产勘查开发局第三地质大队, 新疆 库尔勒 841000)

**摘 要:** 新疆和静县查岗诺尔铁矿床位于伊犁微板块北缘之博洛科努早古生代岛弧带, 属于阿吾拉勒金、铜、铅、锌、铁成矿带东段。矿区出露的地层主要为下石炭统大哈拉军山组火山岩和上石炭统伊什基里克组火山岩, 两者为断层接触关系。由于成矿岩浆的多期次活动, 查岗诺尔铁矿广泛发育围岩蚀变, 形成沿断裂带分布的带状蚀变带。通过研究发现, 矿床主矿体 FeI 号主矿体的围岩蚀变情况, 按不同蚀变矿物组合, 自东向西可分出石榴石带、绿帘石-阳起石带、阳起石-磁铁矿带、蚀变大理岩带和阳起石带, 对应三期蚀变作用。各阶段的矿物共生组合分别为: 磁铁矿+透辉石+石榴石; 磁铁矿+阳起石+绿帘石; 磁铁矿-石榴石-阳起石-绿帘石-石英-碳酸盐。矿区蚀变是由高、中温火山热液交代中酸性火山碎屑岩而形成。

**关键词:** 阿吾拉勒成矿带; 查岗诺尔铁矿床; 围岩蚀变作用; 蚀变带

**中图分类号:** P612 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-4051(2011)zk-0145-06

## Alteration of wall rock of ore body FeI in Chagannur iron deposit, Hejing county of Xinjiang

CHEN Wen-ge, ZHANG Hai-jun, LIU Ming-feng

(The Third Geological Branch, Xinjiang Geological and Mineral Bureau, Kuerle 841000, China)

**Abstract:** The Chagannur ore deposit lies in northern part of the Ili block, just in Bonohonu island arc belt and belongs to eastern of Awulale metallogenic belt. There are lots of deposit in Awulale metallogenic belt, such as gold mineralization, copper mineralization, lead mineralization, zinc metallogenic and iron metallogenic. Dahalajunshan formation and Yishijilike formation is mainly volcanic rocks in mine area, and contact relationship between them is the fault. Alteration of wall rock is widely distributed in mine area. There are lots of alteration zones along the fracture because of multi-activity of ore magma. Our study suggests that from east to west, there are garnet belt, epidote-actinolite belt, actinolite-magnetite belt, alternating gabbro belt and actinolite rock. And three period of alteration caused these belts.

**Key words:** Awulale metallogenic belt; Chagannur iron deposit; alteration of wall rock; alteration belt

查岗诺尔大型磁铁矿床位于新疆巴音郭楞蒙古自治州和静县内, 该铁矿床自 20 世纪 70 年代首发现以来, 开展了相应的地质勘查工作。该矿床产于下石炭统具有岛弧特征的大哈拉军山组(C<sub>1d</sub>)海相火山岩夹碳酸盐岩建造中。查岗诺尔铁矿床是一个规模在 1 亿 t 以上的大型磁铁矿床。

### 1 区域地质背景

研究区位于西天山中部, 构造位置位于伊犁-伊塞克湖微板块北缘(图 1)<sup>[1]</sup>, 在石炭纪期间, 研究区属于博洛科努岛弧带, 分布有大面积的钙碱性火山岩套和钙碱性花岗岩<sup>[2]</sup>。该岛弧带形成于伊连哈比尔尕古洋盆向南侧的 B 形俯冲过程, 俯冲带的位置大体上位于以巴音沟蛇绿岩套为代表的北天山蛇绿岩带所在的位置。在二叠纪期间, 本区西延的阿吾拉勒地区出现了裂谷化过程, 产生了数量较多的双峰式火山岩和 A 型花岗岩<sup>[3-5]</sup>。研究区内构造活动强烈, 火山机构十分发育, 尤其是石炭纪火山岩和同期中酸性岩体非常发育, 成矿地质条件十分有利<sup>[6]</sup>。

收稿日期: 2011-04-07

基金项目: 新疆和静县查岗诺尔铁矿深部及外围勘查项目(新地矿深字〔2009〕5号)

作者简介: 陈文革(1968-), 男, 汉族, 河南西平人, 高级工程师, 主要从事地质找矿和矿产勘查工作。

通讯作者: 张海军(1981-), 男, 汉族, 甘肃庆阳人, 工程师, 主要从事地质矿产勘查工作。

成矿区属阿吾拉勒金、铜、铅、锌、铁成矿区。矿产丰富，区内除本矿床外还有备战铁矿、智博铁矿、古伦沟铅锌铁矿、胜利铜矿等一系列矿产地，主要成矿类型为火山岩型和岩浆热液型<sup>[7]</sup>，该区域是新疆寻找火山岩型铁铜多金属矿和斑岩型铜矿最有利地区之一<sup>〔8-9〕</sup>。

1.1 区域地层

区内出露的地层有元古界、志留系、泥盆系、石炭系、二迭系、三迭系、侏罗系及第四系。其中以石炭系分布最广泛，分为上、下石炭统。下石炭统为大哈拉军山组（C<sub>1d</sub>），上石炭为统伊什基里克组（C<sub>2y</sub>），两者之间为断层接触。下石炭统大哈拉军山组（C<sub>1d</sub>）：主要为一套海相火山岩夹碳酸盐岩建造。区域内仅出露上部，该组可分三个亚组。上石炭统伊什基里克组（C<sub>2y</sub>）：主要为一套火山角砾岩、凝灰岩及熔岩，局部夹正常沉积岩和灰岩，具海陆交互相特征<sup>〔10〕</sup>。

1.2 侵入岩

矿区及邻区内分布众多的侵入岩。岩体受构造制约，以酸性岩为主，中性岩次之，由海西中、晚期构造旋回的产物组成。海西中期侵入岩主要分布在区域中部，由闪长玢岩（ $\delta\mu_4^a$ ）、安山玢岩（ $\alpha\mu_4^b$ ）、闪长玢岩（ $\delta\mu_4^a$ ）、石英闪长玢岩（ $Q\delta\mu_4^a$ ）组成；海西晚期侵入岩在区域东部、南部和北部，以中性、中酸性岩为主，主要由细粒石英闪长岩体（ $Q\delta_4^{3b}$ ）、闪长岩体（ $\delta_4^{3b}$ ）、细粒黑云母斜长花岗岩体（ $\gamma_4^{3b}$ ）、粗粒花岗岩（ $\gamma_4^{3c}$ ）、石英正长岩（ $\xi_4^{3c}$ ）及石英正长斑岩体（ $\xi_4^{3c}$ ）等岩体组成。岩体的空间分布受到断层带制约，构成以钙碱性、中酸性侵入岩为主的岩套。根据岩体侵入的最新地层和与邻区对比，石炭纪侵入体主要为闪长玢岩、闪长岩、石英闪长岩、黑云母斜长花岗岩和花岗岩，多呈岩基状和岩株状产出。二叠纪侵入体主要为石英正长岩和石英正长斑岩，呈小岩株状。

研究区内脉岩十分发育，主要为辉绿岩脉、闪长玢岩、石英闪长玢岩、安山玢岩、煌斑岩脉等，脉岩一般斜切地层、蚀变带及铁矿体。

1.3 区域构造

研究区处于伊犁-伊塞克湖微板块博罗科努古生代复合岛弧带。区域上经历了多阶段构造活动，造成极为复杂的构造格局，以断裂构造发育为特点，进一步可以分为受区域构造制约的断裂和受火山构造控制的环状断裂。线性断裂以北西西向为主，北东东向断裂，规模不大，构造角砾发育

气液活动明显、蚀变强烈，为查岗诺尔铁矿床的形成提供了容矿、运矿条件<sup>〔11〕</sup>。

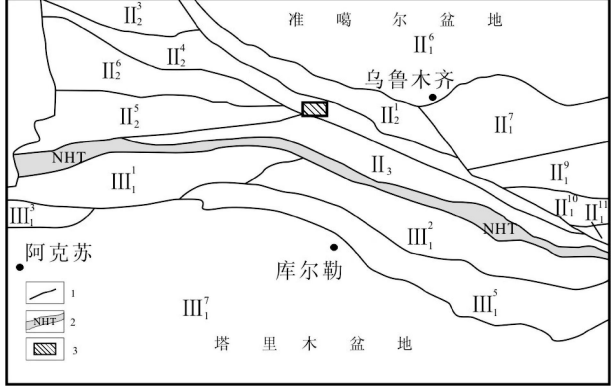


图1 西天山大地构造示意图

1. 构造线；2. 那拉提-红柳河缝合带；3. 查岗诺尔铁矿床位置  
II-哈萨克斯坦-准噶尔板块；II<sub>1</sub>，准噶尔微板块；II<sub>1</sub><sup>6</sup> 准噶尔中央地块；II<sub>1</sub><sup>7</sup>，博格达晚古生代弧后裂陷盆地；II<sub>1</sub><sup>9</sup>，吐哈地块；II<sub>1</sub><sup>10</sup>，大南湖晚古生代岛弧带；II<sub>1</sub><sup>11</sup>，觉罗塔格晚古生代沟弧带；II<sub>2</sub>，伊犁伊塞克湖微板块；II<sub>2</sub><sup>1</sup>，依连哈比尔尔晚古生代沟弧带；II<sub>2</sub><sup>3</sup>，赛里木地块；II<sub>2</sub><sup>4</sup>，博罗科努古生代复合岛弧带；II<sub>2</sub><sup>5</sup>，阿吾拉勒晚古生代裂谷带；II<sub>2</sub><sup>6</sup>，伊宁中间地块；II<sub>3</sub>，巴仑台-星星峡离散地块；III 塔里木-华北地块；III<sub>1</sub>，塔里木微板块；III<sub>1</sub><sup>1</sup>，东阿莱-哈尔克古生代复合沟弧带；III<sub>1</sub><sup>2</sup>，艾尔宾晚古生代残余盆地；III<sub>1</sub><sup>3</sup>，阔科萨勒晚古生代陆缘盆地；III<sub>1</sub><sup>5</sup>，库鲁克塔格陆缘地块；III<sub>1</sub><sup>7</sup>，塔里木中央地块

2 矿区地质特征

2.1 地层特征

查岗诺尔铁矿区出露的地层绝大部分为石炭纪火山岩（图2）。下石炭统大哈拉军山组（C<sub>1d</sub>）以细粒火山碎屑为主，上部出现少量粒度较粗的碎屑，成层性好。在下部层位中出现较多的中基性火山岩，上部酸性熔岩较多。上石炭统伊什基里克组（C<sub>2y</sub>）中的火山碎屑多为角砾~集块级，且多见流纹斑岩等酸性熔岩出露，大多属近火山口爆发相，其间夹少量正常沉积的灰岩、凝灰砂岩、层凝灰岩等，属火山中心喷发相。

2.2 构造特征

矿区构造主要由下石炭统大哈拉军山组和上石炭统伊什基里克组所组成的火山穹隆和断裂构成，矿区构造基本形态除受区域性南北挤压应力的影响外，又受火山机构的制约。因而，各种构造形迹更为复杂，主要有火山穹隆构造、北西向压扭性断裂，及其派生之次一级断裂、环状及辐射状断裂等。

2.3 侵入岩

矿区侵入岩主要发育有海西中、晚期的侵入岩，海西中期潜火山侵入杂岩规模一般较小，

呈小岩株、岩枝、岩墙状, 主要岩性为辉石闪长玢岩、闪长玢岩、石英闪长玢岩等, 以及一些岩性细晶闪长岩脉、闪斜煌斑岩、辉闪斜煌岩脉、

英安岩、英安斑岩脉, 海西晚期酸性侵入体, 主要为规模较小的花岗岩岩株, 外围有规模较大的岩基和岩株。

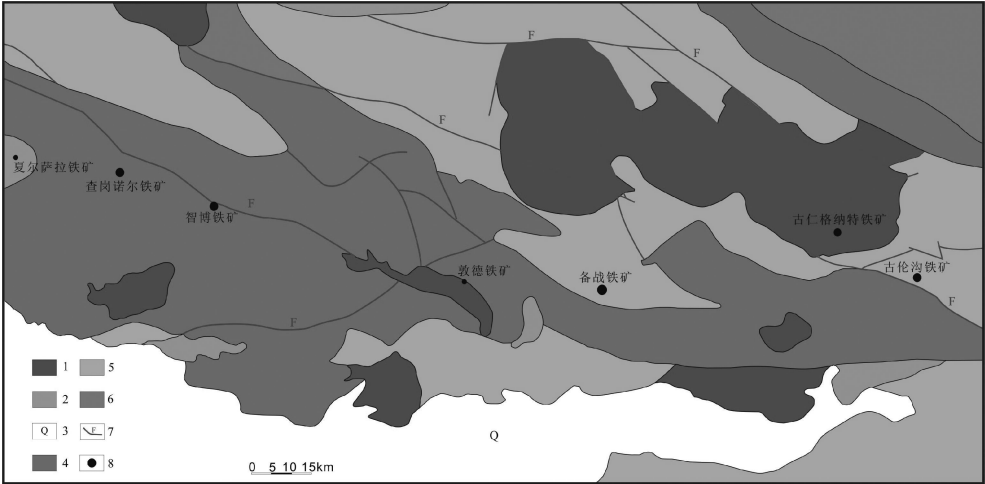


图 2 新疆西天山查岗诺尔-备战一带地质矿产略图

1. 花岗岩; 2. 闪长岩; 3. 第四系; 4. 石炭系下石炭统大哈拉军山组; 5. 志留系阿河布拉克组; 6. 泥盆系艾尔肯组、头苏全组; 7. 断层; 8. 铁矿(化)点

3 矿区蚀变带分带特征

查岗诺尔铁矿广泛发育着围岩蚀变, 由于成矿矿浆的多期次活动, 形成沿断裂带分布的带状蚀变带。以矿床主矿体 FeI 矿体的围岩蚀变情况为例。蚀变带被 F<sub>8</sub> 及 F<sub>10</sub> 所限制, 呈北东—南西向展布, 长 1800 余 m, 宽 500~ 600m。由于矿区蚀变类型不同以及蚀变强度的变化, 自东向西分别为石榴石带、绿帘石-阳起石带、阳起石-磁铁矿带、蚀变大理岩带和阳起石带(图 3)。

3.1 石榴石带

石榴石化极为发育, 主要分布在 F<sub>10</sub> 以西, 为蚀变带的最东侧。连续出露长约 2500m, 再向东被第四纪冰碛物覆盖, 宽约 100~ 250m。主要由石榴石岩组成, 此外还有磁铁矿化石榴石岩、阳起石-石榴石岩、透辉石-石榴石岩等。早期石榴石被晚期蚀变之绿帘石、阳起石等交代。

3.2 阳起石-磁铁矿带

位于矿化蚀变带中心部位。规模仅次于石榴石带, 东西宽 60 ~ 130 余 m, 南北断续延长 2000m。铁矿体占据了该带绝大部分面积, 蚀变岩石及变余凝灰岩呈残块零星分布。蚀变岩石为磁铁矿化绿帘石~ 阳起石岩、磁铁矿化阳起石岩、磁铁矿化石榴石岩等。

3.3 绿帘石-阳起石带

呈不规则带状位于阳起石-磁铁矿带西侧。一般宽 20~ 30 余 m, 最宽达 70~ 80 余 m。其形态、

规模和分布明显地受 F<sub>8</sub> 及一系列近东西向断裂控制, 因而往往出露不连续。蚀变岩石有阳起石岩、绿帘石-阳起石岩、石榴石、磁铁矿化阳起石岩等。从产状上看, 早期蚀变石榴石带在上, 晚期蚀变绿帘石~ 阳起石化在下。绿帘石~ 阳起石化由于交代作用强, 一般原岩不易辨认。当交代弱时, 蚀变岩石部分地保留了原岩的变余凝灰结构, 反映了原岩应为凝灰岩。

3.4 蚀变大理岩带

发育在蚀变带最西侧。宽 30~ 100m, 沿走向基本连续。组成岩石有透辉石~ 方柱石大理岩、方柱石化凝灰质大理岩、阳起石化大理岩和透闪石大理岩等。透辉石-方柱石大理岩呈灰白色, 等粒花岗岩变晶结构, 层状构造。岩石以含 15% ~ 45% 的方柱石和 10% ~ 15% 透辉石为特征。总体上, 大理岩呈透镜状分布, 和围岩之间无交代作用。

4 主要蚀变岩石的岩相学特征

4.1 石榴石岩

砖红色, 自形粒状变晶结构, 块状构造。其中石榴石约占 71%, 阳起石 5%, 绿泥石 5%, 石英 4%, 碳酸盐 3%, 金属矿物 12%。石榴石呈粒状自形程度高, 阳起石以毛发状为主, 集合体成束状, 部分被绿泥石交代, 形成团块状铁绿泥石集合体。金属矿物对绿泥石和石榴石形成无选择交代。



后期有轻微绿泥石化, 阳起石之后为金属矿化, 其中透辉石以微粒状集合体为主。

#### 4.5 透闪石透辉石大理岩

灰白、浅灰色, 粗粒细粒变晶结构, 中厚~巨厚层状, 块状构造。主要成份: 方解石 (0.5~1.5mm) 65%, 透闪石 20%, 透辉石 10%, 石英 5%, 多掺杂 1%~5% 之火山灰。局部见少量方柱石、石榴子石。

#### 5 蚀变作用类型及多阶段性

矿区蚀变岩种类繁多, 面貌复杂, 岩石、矿物组合、化学组成和空间分布都具有一定的规律性; 多种蚀变矿物不仅有多种世代而且又相互组合; 不同的蚀变岩相互组合成不同的蚀变带, 蚀变带相互重叠。这就反映出蚀变作用的多阶段性和多样性。大致可以分出早、中、晚三期蚀变作用。

##### 5.1 早期蚀变作用

蚀变作用强烈, 影响广泛。在矿体周围形成了长达 2000m 的蚀变带, 波及的地层有大哈拉军山组第二亚组第三段、第三亚组第一段, 及上石炭基性~中基性凝灰岩。石榴石带及蚀变大理岩带主要在此阶段形成。该阶段矿物共生组合为: 磁铁矿+透辉石+石榴石。石榴石和透辉石基本为共生关系, 二者共同破碎、共同重结晶。

##### 5.2 中期蚀变作用

为区内最主要的矿化蚀变作用, 无论是蚀变作用的强度, 还是蚀变带的规模, 较之早期蚀变, 均有过而无不及。蚀变带发育在早期蚀变岩带的内侧并部分重叠, 长约 2000 余 m。受蚀变的岩石为大哈拉军山组第二亚组第三段、第三亚组第一段。该阶段矿物共生组合为: 磁铁矿+阳起石+绿帘石。该期阳起石主要交代碎粒石榴石和透辉石。

##### 5.3 晚期蚀变作用

此类作用相当普遍, 各蚀变带上均可见其痕迹。它往往使前两期蚀变作用产物的面貌复杂化, 使先期生成的铁矿或铁矿化岩石进一步加富。该阶段矿物共生组合为: 磁铁矿-石榴石-阳起石-绿帘石-石英-碳酸盐。热液成矿晚期有显著的热液蚀变, 蚀变矿物由早到晚的生成顺序有红褐色石榴石、阳起石、绿帘石、石英和碳酸盐。

根据前人<sup>[10-11]</sup>在矿区所采的 38 个矿物包体测温样测试数据: 早期蚀变作用的温度应高于 325℃, 中期矿化蚀变作用的温度大致在 260~515℃间。中期又分出了磁铁矿晶出温域: 390~

515℃, 和金属硫化物晶出温域: 260~315℃。而晚期叠加蚀变的温度为 180~345℃。

从以上的数据来看, 查岗诺尔铁矿中的热液成矿阶段主要是在高温~气成热液阶段形成的。早期成矿阶段都是高温~气成热液阶段形成的, 就是在晚期成矿阶段, 也主要是在高温~气成热液阶段形成的。

#### 6 围岩蚀变与成矿关系

早期矿化蚀变主要以透辉石-石榴石化为代表, 由无水硅酸盐矿物透辉石、石榴石组成, 其中又以石榴石分布最广, 在东矿区石榴石岩构成颇为壮观的石林地貌。西矿区石榴石化不发育。仅限于矿体内部, 地表未见出露。据石榴石单矿物化学分析和晶胞参数测定, 为钙铁铝榴石。早期蚀变之透辉石、石榴石, 往往被晚期蚀变之绿帘石、阳起石所交代。

中期矿化蚀变以绿帘石化-阳起石化为代表, 蚀变带一般都出现于磁铁矿体中及其外侧。在东西矿区均广泛发育, 各铁矿体和铁矿露头都分布其中。蚀变带主要由含水硅酸盐矿物绿帘石、阳起石、透闪石及方柱石组成。生成顺序为: 绿帘石最先, 次为阳起石, 而后为透闪石及方柱石, 阳起石分布最广, 方柱石化仅在大理岩层内出现。绿帘石化、阳起石不仅交代透辉石和石榴子石, 而且还直接交代各种火山岩、侵入岩及大理岩。

后期叠加蚀变, 即晚期成矿阶段, 所形成的蚀变矿物粒径较大, 多呈粗晶状及伟晶状, 所形成的矿物主要是石榴石、绿帘石、阳起石、绿帘石、石英、方解石、次闪石, 其次为绿钠闪石、钠长石、钾长石、绢云母等。它们常呈脉状和网状穿插于早中期蚀变岩及铁矿体中, 以东矿区最为发育。

需要强调的是, 在铁矿体底部附矿围岩中有碳酸盐岩夹层, 呈透镜状分布。在碳酸盐岩与围岩之间没有交代关系, 亦无特征蚀变和矿化现象。因此, 该铁矿蚀变类型与矽卡岩化无关。总体上, 矿区蚀变是由高、中温火山热液交代中酸性火山碎屑岩而形成。

#### 7 主要认识

本文结合区域地质矿产资料, 通过对查岗诺尔大型磁铁矿床地质特征、矿床的围岩蚀变特征等方面进行了研究, 主要取得了以下认识:

1) 查岗诺尔铁矿广泛发育着围岩蚀变, 由于成矿岩浆的多期次活动和热液期成矿作用, 形成沿断裂带分布的带状蚀变带。通过研究发现, 矿

床主矿体 FeI 矿体的围岩蚀变，自东向西可分出石榴石带、绿帘石-阳起石带、阳起石-磁铁矿带、蚀变大理岩带和阳起石带。

2) 矿区蚀变作用总体上可分为三个阶段，即早、中、晚三个阶段。各阶段的矿物共生组合分别为：磁铁矿+透辉石+石榴石；磁铁矿+阳起石+绿帘石；磁铁矿-石榴石-阳起石-绿帘石-石英-碳酸盐。

参考文献

[ 1 ] 高俊, 钱青, 龙灵利, 等. 西天山的增生造山过程 [J]. 地质通报, 2009, 28 (12): 1804– 1816.

[ 2 ] 新疆维吾尔自治区地矿局. 新疆维吾尔自治区区域地质志 [M]. 北京: 地质出版社, 1993.

[ 3 ] 姜常义, 吴文奎, 谢广成, 等. 阿吾拉勒山西段二叠纪火山岩组合与构造环境分析 [J]. 西安地质学院学报, 1992, 14 (4): 1– 8.

[ 4 ] 姜常义, 吴文奎, 张学仁, 等. 从岛弧向裂谷的变迁——来自阿吾拉勒地区火山岩的证据 [J]. 岩石矿物学杂志, 1995, 14 (4): 289– 300.

[ 5 ] 姜常义, 吴文奎, 张学仁, 等. 西天山阿吾拉勒地区岩浆活动与构造演化 [J]. 西安工程学院学报, 1996, 18 (2):

18– 24.

[ 6 ] 朱永峰, 张立飞, 古丽冰, 等. 西天山石炭纪火山岩 SHRIMP 年代学及其微量元素地球化学研究 [J]. 科学通报, 2005, 50 (18): 2004– 2014.

[ 7 ] 张良臣, 刘德权, 王有标等. 中国新疆优势矿产成矿规律 [M]. 北京: 地质出版社, 2006.

[ 8 ] Gao J, Li MS, Xiao XC, et al. Paleozoic tectonic evolution of the Tianshan Orogen northern China [J]. Tectonophysics, 1998, 287: 213– 231.

[ 9 ] Qian Q, Gao J and Klemd R. Early Paleozoic tectonic evolution of the Chinese South Tianshan Orogen: constraints from SHRIMP zircon U-Pb geochronology and geochemistry of basaltic and dioritic rocks from Xiata, NW China [J]. International Journal of Earth Sciences, 2009, 98: 551 – 569.

[ 10 ] 蒋钊, 冯居明, 王儒鸿, 等. 《新疆和静县查岗诺尔铁矿区详查中间地质报告》[R]. 库尔勒: 新疆地质局第三地质大队, 1981.

[ 11 ] 王江涛, 邵青红, 刘建兵. 《新疆和静县查岗诺尔铁矿区 FeI 矿体普查地质报告》[R]. 库尔勒: 新疆地质局第三地质大队, 2006.

(上接第 139 页)

期满后，项目移交给发起人，之后一切生产经营与项目公司无关。而由发起人重新组建的企业负责项目的生产经营活动。政府在移交时应注意项目是否处于良好状态，以使政府能够继续运营该项目。

4 我国矿山环境治理采用 BOT 融资方式预计会遇到的问题

任何事物都有其两面性，BOT 这种项目融资方式有不少优点，但其在我国具体操作时会有如下一些问题需要加以考虑。

1) 国内项目发起人遇到的问题。这其中包括招标问题，融资成本问题，风险分担问题和 BOT 项目的融资途径的创新等经济方面的问题。

2) 项目投资者遇到的问题。如投资回报率等方面限制的法规问题，外商投资与我国外汇管理政策的不一致问题，价格问题及收益问题，项目公司的资金结构问题。

3) 政府面临的问题。如对政府担保，BOT 项目范围的限制等政策法规方面的问题，缺乏系统的项目实施管理体制问题，缺乏实施 BOT 投资方式的人才问题。总的来说，采用 BOT 这种融资模式确能做到扩大资金来源、打破垄断提高效率和工程质量，另外实施 BOT 项目还能在很大程度上减少政府在参与这些基础设施建设项目中所承担的风险。虽然现阶段我国在实施 BOT 项目时还存在一系列问题，但 BOT 项目融资区别于获取外国政府或国际金融组织的贷款资金，更具灵活性和针对性，带有权益资金的性质。对于我国大规模林业生态建设而言，BOT 项目融资无疑是一种崭新的外部资金组织模式。

参考文献

[ 1 ] 中央投入 50 亿治理矿山环境 [J]. 环境工程, 2010 (02): 117.

[ 2 ] 王玉红. BOT 项目融资风险控制探讨 [J]. 现代商业, 2010 (26): 176.