西天山查岗诺尔-智博铁矿成矿背景与成矿作用研究进展

张 喜[1,2]，董连慧[1,3]，高 俊[1]，江 拓[1,2]，王信水[1,2]，钱 青[1]

（1 中国科学院地质与地球物理研究所矿产资源研究重点实验室，北京 100029，2 中国科学院研究生院，北京 100049；
3 新疆维吾尔自治区地质矿产勘查开发局，新疆 乌鲁木齐 830000）

西天山阿吾拉勒铁成矿带位于伊犁地块东缘，该带发育大量海相火山岩型铁矿床。近年来，随着新疆新一轮铁矿找矿评价勘查与研究的开展，在该带东部地区新发现备战（2.88×10^8 t；富铁矿 1.87×10^8 t）和智博（资源量 2.35×10^8 t；富铁矿 1.54×10^8 t））两个大型富铁矿（董连慧 et al., 2012）。该带成矿远景区累计探获富铁资源量已达 4.17×10^8 t，占新疆已探获富铁矿资源储量的 56.4%，占我国目前富铁矿保有资源储量的 45%（董连慧 et al., 2012），是我国继海南石碌大型富铁矿后又一新突破，将成为新疆乃至全国新的铁矿资源基地。然而，迄今为止，研究区成矿动力学背景的讨论仍存争议，大规模铁矿床富集机制亟待解决，该类型矿床的勘察找矿标志急需总结。因此，本文从成矿动力学背景与铁矿床成矿机制研究两方面出发，通过典型矿床剖析将其有机结合起来，探讨西天山查岗诺尔-智博铁矿床成矿作用，目前已取得以下研究进展：

1、讨论了伊犁地块东缘岩浆岩成因：论文对西天山伊犁地块东缘岩浆岩地球化学和年代学研究表明，研究区存在 6 期岩浆活动，以晚奥陶世至早志留世、晚泥盆世至早石炭世和晚石炭世为主。晚奥陶世至早志留世岩浆岩形成于与大洋俯冲有关的活动大陆边缘的大洋岛弧环境，晚泥盆世至早石炭世岩浆岩形成于洋陆俯冲晚期阶段、活动大陆边缘岛弧弧后环境中，晚石炭世岩浆岩形成于后碰撞造山的伸展环境中。早石炭世查岗诺尔和智博矿区火山岩受两个火山机构岩浆活动的叠加影响，由洋底沉积物不同程度熔融形成的熔体交代地幔楔使之发生部分熔融形成的岩浆、通过岩浆结晶分异作用而形成。其中，智博矿区火山岩形成于早石炭世早期，位于靠近大洋一侧的大型火山机构火山口附近，主体由富集程度较高、受熔体强烈交代的岩浆源区通过火山喷发而成；而查岗诺尔矿区火山岩形成较晚，主体由略亏损、受熔体交代相对弱的岩浆源区通过两矿区之间、靠近大陆一侧的小型火山机构喷发而成。

2、探讨了研究区成矿构造背景：伊犁地块东缘自晚奥陶世开始，南天山洋向北侧伊犁-中天山地块之下俯冲，在活动大陆边缘的大洋岛弧环境中，形成了晚奥陶世至早志留世火山岩和侵入岩。早石炭世时期，查岗诺尔和智博铁矿形成于南天山洋北向伊犁-中天山地块之下俯冲的活动大陆边缘岛弧弧后环境中，其形成过程与发育于靠近大洋一侧的大型火山机构和靠近大陆一侧的小型火山机构的叠加作用密切相关，并于晚石炭世后期，由于研究区构造体制由俯冲-碰撞体系向拉张体系的转变，经历了后碰撞性质岩浆的叠加改造。

3、限定了成矿作用时代：分别对两矿区侵入到 FeI 号矿体和 Fe15 号矿体中的侵入岩脉进行了锆石 U-Pb 定年，获得 320 Ma 和 319 Ma 年龄，结合野外接触关系限定了智博铁矿成矿上限为 320 Ma。此外，查岗诺尔矿区流纹岩中锆石 U-Pb 年龄为 321 Ma 年龄，智博矿区含矿火山岩锆石 U-Pb 年龄为 350 Ma，表明两矿区赋矿火山岩形成于早石碳世。查岗诺尔矿区 FeI 矿体东侧蚀变带中的蚀变岩全岩-单矿物 Sm-Nd 等时线定年，获得 309 Ma 年龄，表明广泛出露于查岗诺尔矿区东侧的蚀变带形成时代晚于主成矿期。因此，两铁矿成矿期次可划分为三期，即智博铁矿形成于早石碳世早期（约 350 Ma），查岗诺尔铁矿稍晚形成（350~320 Ma），主成矿期铁矿体于晚石炭世（~309 Ma）受热液叠加改造，使部分矿体富集。

4、讨论了矿床成因类型：两矿床均与海底火山作用密切相关，查岗诺尔铁矿属岩浆型+火山沉积（主体）+热液叠加复合型矿床，而智博铁矿属岩浆型（主体）+热液叠加复合型矿床，主要依据如下：（1）围岩火山岩特征及同位素源区性质表明两矿床与火山活动和流体活动相关。（2）查岗诺尔矿区浸染状、致密块状、隐爆角砾状和流动状等矿石构造具有岩浆成矿和火山沉积的构造特征，而复杂角砾状和对称条带状矿石构造则显示热液成矿的构造特征；磁铁矿多以他形–半自形微粒结构和自形–半自形粒状结构为主，少量矿石具有似海绵陨铁结构。智博矿区致密块状、浸染状、隐爆角砾状、海绵陨铁状、斑杂状和流动状矿石均具有岩浆成因矿石特征，而对称条带状和复杂角砾状表现出热液成因矿石特征；矿石结构以自形板条状磁铁矿为主，多数矿石具有似海绵陨铁结构，表明岩浆作用明显。（3）两矿区磁铁矿 Ni/Co 比值差异较大，查岗诺尔矿区大多小于 5，与沉积成因磁铁矿接近；而智博矿区均大于 15，部分高达 50 以上，表明磁铁矿成因与深源物质有关（严炳铨 et al., 1993）。磁铁矿 TiO_2–Al_2O_3–(MgO+MnO)（王顺金, 1987）和 TiO_2–Al_2O_3–MgO（林师整, 1982）成因分类表明，查岗诺尔矿区磁铁矿受岩浆作用、火山沉积作用和热液叠加影响，而智博矿区主要受岩浆作用和热液叠加影响。此外，与磁铁矿紧密伴生的黄铁矿 Co/Ni 比值区别明显，查岗诺尔矿区 Co/Ni 比值较低（<1），智博矿区 Co/Ni 比值较高（>1，部分高于 10），表明查岗诺尔矿区黄铁矿与沉积作用相关，而智博矿区则与火山成因关系密切（王奎仁, 1989）。（4）智博矿区矿石中黄铁矿的 $\delta^{34}S$ 值集中于-1‰~0‰，属幔源硫（0±3‰）；而查岗诺尔矿区 $\delta^{34}S$ 值集中于+4‰~+6‰，高于智博矿区，表明智博矿区矿石中黄铁矿主要来源于深部岩浆硫，而查岗诺尔矿区矿石中黄铁矿可能受海水影响。

5、初步构建了成矿过程：两铁矿成矿过程与古火山活动密切相关，早石炭世，由于南天山洋北向俯冲，伊犁地块东缘岛弧火山活动强烈，随着海底火山喷发，富铁熔浆在古火山机构通道附近喷流，形成智博初始铁矿体；伴随火山喷流-沉积作用，富铁熔浆及含矿物质在火山机构边部逐渐富集成矿，形成查岗诺尔初始铁矿体。晚石炭世，构造体制转变，大量环状断裂构造发育，在查岗诺尔矿区，高温热液沿矿区东部断裂上涌交代富钙质火山岩和初始矿体形成石榴子石等蚀变；高温热液上升过程中由于大气降水和海水加入，温度降低，并沿矿区西侧断裂下降，交代富钙质火山岩和初始矿体形成绿帘石和阳起石蚀变，构成大型流体循环系统，最终形成大型环带状石榴子石-阳起石-绿帘石蚀变带。而在智博矿区，围岩以贫钙中基性火山岩为主，热液交代火山岩和初始矿体形成大量绿帘石等蚀变。由于热液叠加改造，两矿区初始矿体得以富集，并在构造作用下形成具代表性的复杂角砾状矿石。

参 考 文 献

董连慧, 冯 京, 庄道泽, 李凤鸣, 屈 迅, 刘德权, 唐延龄. 2012. 新疆富铁矿成矿特征及主攻类型成矿模式探讨 [J]. 新疆地质, 29 (4): 416-422.

林师整. 1982. 磁铁矿矿物化学, 成因及演化的探讨 [J]. 矿物学报, 2 (3): 166-174.

王奎仁. 1989. 地球与宇宙成因矿物学 [J]. 合肥: 安徽教育出版社. 397-487.

王顺金. 1987. 论磁铁矿的标型特征 [J]. 矿物学岩石学论丛, 3

严炳铨, 吴克隆, 王文腾, 周珣若, 陈安国. 1993. 福建漳州复式岩体磁铁矿的成因矿物学特征 [J]. 福建地质, 12 (1): 1-16.