

扬子地块西南缘IOCG成矿作用及特点

杨光树¹, 燕永锋¹, 温汉捷², 胡瑞忠², 张军伟¹

(1. 昆明理工大学, 云南 昆明 650500;

2. 中国科学院 地球化学研究所 矿床地球化学国家重点实验室, 贵州 贵阳 550002)

1 IOCG 矿床概述

铁氧化物-铜-金矿床 (IOCG) 的概念是由 Hitzman 等 (1992) 通过总结世界最大的综合性矿床—Olympic Dam 及类似矿床的特征提出的, 是一类由大量铁氧化物 (低钛磁铁矿和/或赤铁矿) 与铜 (金) 多金属硫化物矿石伴生的贫硫多金属矿床 (Hitzman, 2000; 毛景文等, 2008; 聂凤军等, 2008; Groves et al., 2010)。该概念自提出以来, 由于矿床个体特征差异大, 成因类型复杂, 对矿床类型的界定曾经一度因过于宽泛而饱受争议, 存在广义和狭义两种定义, 后者更具成因意义。

综合 Hitzman (2000)、Sillitoe (2003)、Corriveau (2006)、Williams (2005, 2010) 和 Groves (2010) 等的定义, 狭义 IOCG 矿床主要有以下识别特征: ①含大量低钛铁氧化物 (一般>20%) 的低硫铜-金成矿系统, 与含大量硫化铁的铜-金矿床的主要区别; ②矿床分布受断裂控制, 且与同空间的侵入岩关系不明确, 与跟侵入岩直接相关的矿浆型 (如 Kiruna) 和矽卡岩型矿床相区别; ③发育大量角砾岩筒矿体、热液脉体和交代结构; ④可产于多种围岩类型中, 围岩多发育大规模 Na、Na-Ca 及 K 化等蚀变作用; ⑤热液石英含量远小于铁氧化物, 与斑岩型矿床相区别。此外, 还有一些在很多 IOCG 矿床中出现, 但部分矿床不发育, 如与区域性侵入体有时空关系、与其他富铁建造关系密切、具不同含量的铀, 轻稀土, 银, 钴, 钼, 氟等元素 (陈华勇, 2012)。

这类矿床由于成矿特征复杂、规模大、品位高、可利用元素多、埋藏浅和易采选等特点, 潜在经济和理论研究价值巨大, 一直备受学术界和勘查界关注。我国目前已识别的 IOCG 或类似矿床主要分布在扬子地块西南缘康滇地区 (拉拉、大红山等)、海南五指山地区 (石碌)、以及新疆东、西天山地区 (雅满苏、天湖、查岗诺尔等)。

2 扬子地块西南缘元古宙铁铜 (金) 矿床研究现状

扬子地块西南缘的康滇地区是我国重要的铁铜资源基地之一。该区传统上称为“康滇地轴”, 北起康定, 南抵红河, 南北长 800 km, 东西方向南宽 300 km, 北窄 70 km, 状似“火腿”, 面积约 120000 km²; 大地构造上东由安宁-绿汁江断裂与会理-昆明裂陷带相接, 西南以红河断裂带与三江造山带相邻, 北邻盐源-丽江裂陷带, 是我国著名的南北向构造带 (戴杰敏等, 1992; 耿元生等, 2008)。区内构造变形和变质情况复杂 (Greentree et al., 2008; 耿元生等, 2008), 元古宙变质岩浆杂岩、火山-沉积建造广泛分布 (杨红等, 2013, 2014), 成矿条件优越, 产有“大红山式”、“稀矿山式”、“鹅头厂式”铁铜矿、“易门式”、“凤山式”、“桃园式”、“拉拉式”铜矿等一系列著名的铁、铜多金属矿床, 是我国西南地区最具特色的铁铜多金属资源产区 (孙克祥等, 1991; Zhao, 2010; 宋昊等, 2012; 侯林等, 2013a)。

这些产于元古宙火山-沉积建造中的铁铜 (-金) 矿床传统上多被认为是火山喷流-沉积-改造成因, 属 VHMS 型矿床, 且受到了后期变质改造 (钱锦和等, 1990; 孙克祥等, 1991; 蒋家申等, 1996; 钟昆明等, 1999; 侯增谦等, 2003; 吴孔文等, 2008)。然而, 近年来越来越多研究显示, 这些矿床虽然特征上有差异, 但以会理拉拉、东川稀矿山、武定迤纳厂和新平大红山等地为代表的铁铜矿床在构造背景、成矿元素组合、铁氧化物及矿石组构、蚀变组合等方面都可与典型 IOCG 矿床进行对比 (李泽琴等, 2002; Greentree,

基金项目: 国家自然科学基金项目 (批准号: 41103026; 41373050)

作者简介: 杨光树, 男, 1980 年生, 副教授, 主要从事矿床地球化学研究. E-mail: ygs0080009@163.com

2007; 方维萱等, 2009, 2014; Zhao et al., 2010, 2011, 2013; 宋世伟等, 2012; Chen et al., 2014, 2015; 黄从俊等, 2015), Greentree (2007) 称之为康滇 IOCG 成矿省(带)。研究表明, 它们形成于统一的构造背景, 是扬子地块西南缘元古宙重大构造-岩浆事件和大地构造演化的结果(方维萱等 2009; Zhao et al., 2013; 王生伟等, 2013; 郭阳等, 2014); 可能与 Columbia 超大陆裂解和 Rodinia 超大陆拼贴事件有关(王红军等, 2009; 王奖臻等, 2012; 侯林等, 2013b)。

3 康滇地区 IOCG 主要成矿特征

以新平大红山、会理拉拉、东川稀矿山等为代表的铁氧化物铜(金)矿床具有以下相似特征:

(1) 成矿元素结合都以 Fe、Cu 为主, 含大量低 Ti 磁铁矿或赤铁矿, 低 S 贫 Pb、Zn, 伴生可综合利用元素有 Au、Co、U、Ag (REE、Pd) 等(钱锦和等, 1990; 朱志敏, 2011), 有别于典型 VMS 型和 Sedex 型矿床。如大红山铁铜矿床探明 Fe 矿石(TFe 平均 40%)资源量 460 Mt, Cu(平均 0.78%)金属量近 140Mt, 伴生 Au 16t、Ag 141t、Co 1.8t, TiO₂ 最高 1.6%, 平均 1.4% (云南省地质矿产局, 1983); 拉拉铜矿落洞矿区探明矿石量 60.61Mt, 其中 TFe 15.48%, Cu 0.95%, Au 0.16g/t, Ag 1.88g/t, REE 0.14%, TiO₂ 最高 0.21%, 平均 0.13% (四川省地质矿产局, 1983)。与典型 IOCG 矿床相比, 伴生 Au 品位较低, 多不能达到工业品位, 但可综合利用。

(2) 都处于康滇地轴区域和局部重力和航(地)磁正异常范围内, 以及区域不同方向线性构造和遥感环形构造交切部位(吴健明等, 1998), 与典型 IOCG 矿床地球物理场基本特征一致。

(3) 矿床都受构造控制, 矿体与同空间的基性(辉长岩、辉绿岩)、中酸性(石英钠长斑岩、钠长细晶岩等)岩体关系不明确, 一般侵入岩体形成稍晚于容矿的变质火山-沉积岩。

(4) 容矿围岩都为浅变质的海相火山-沉积岩系(即细碧-角斑岩系或黑云片岩、凝灰岩-碳酸盐岩)。围岩中角砾岩普遍发育, 如大红山矿区 II₁ 边部、III 号矿体内普遍发育规模不等的角砾岩, 钱锦和等(1990)将之归为火山角砾岩; 但近年陆蕾等(2014)则认为是隐爆角砾岩, 与成矿关系密切。吴建明等(1998)认为东川稀矿山矿床的容矿围岩与 Olympic Dam 类似, 存在富赤铁矿的角砾岩。而李巨初等(1994)研究认为, 康滇地区呈“刺穿体”状分布较广泛因角砾岩与典型 IOCG 矿床角砾岩差别较大, 不能作为该区寻找此类矿床的标志。可见, 对于该区角砾岩与成矿的关系仍需开展系统研究。

(5) 都发育广泛的 Na-Ca 或 K 化蚀变作用。如大红山矿床 I 号矿带发育棕云母化和绿泥石化, II₁ 矿体边部发育广泛的钠长石化、硅化蚀变, 可作为找矿标志, III 号矿体顶部则发育广泛的绢云母化; 富磁铁矿体晚期发育较多钠化、硅化和碳酸盐化, 形成网脉状构造。稀矿山矿床发育硅化、绢云母化、钠长石化和碳酸盐化。拉拉矿床广泛发育黑云母化、硅化、钠长石化、钾长石化和碳酸盐化等。

(6) 都形成于元古代扬子地块西南缘的拉张裂谷环境, 与前寒武纪全球(超)大型铜多金属成矿高峰期和环境一致。拉拉、稀矿山处于元古代被动大陆裂谷系中部的会理-东川拗拉槽内, 大红山矿床则处于其南部西缘的新平陆隆裂陷带内(吴健明等, 1995)。

(7) 都具有两期(或以上)成矿作用。康滇地区元古宙铁铜矿床普遍经历了火山-喷流沉积期和热液期成矿作用。其中火山-喷流期已有较系统的研究, 基本达成共识, 多认为与 Columbia 超大陆裂解有关(Zhao et al., 2011; 王奖臻等, 2012; 宋昊, 2014; Chen et al., 2015); 但对于热液期的研究仍处于起步阶段, 对于热液的性质、来源、驱动力及其在 Fe、Cu 多金属矿化富集过程中的地位及贡献仍需要进行更深入的系统研究。

综上, 康滇地区元古宙铁铜(金)多金属矿床与典型 IOCG 矿床有较多相似性。从 IOCG 成矿新视觉出发, 重新审视这类传统的“火山-沉积-变质改造矿床”, 加强矿床典例剖析和区域成矿规律认识, 特别是加强热液期成矿作用研究, 无疑对该区找矿勘查具有重要意义, 进而积极推动对扬子地块西缘早期地质演化过程的认识。