



前 言

西南“三江”特提斯构造域是中国大陆地质复杂演化的典型缩影,是全球特提斯构造在中国的重要发育区。它经历了晚古生代—中生代特提斯构造演化和新生代大陆碰撞造山的叠加转换,发生了多幕式的大规模成矿作用和巨量规模的金属聚积,形成了若干大型—超大型矿床,成为中国最重要的有色金属矿产富集区之一。

“三江”北段西起青海沱沱河,东至玉树—囊谦一带,系“三江”中南段的北延部分。迄今,围绕“三江”的构造演化与成矿作用,已开展了多轮科技攻关,获得了大量重要成果。然而,众多研究主要集中于中南段,北段几乎还是空白。“三江”北段的基本构造格架比较模糊,重要构造—成矿带的南北延展尚不明确,成矿环境与矿床类型尚不清楚,成矿远景与资源潜力有待科学评估。在国家“十一五”科技支撑项目资助下,本项目组对“三江”北段的构造背景、成矿规律与勘查技术方法等进行了系统研究,并与中南段进行了综合对比,历经5年,获得了一批新资料、新数据、新观察和新认识,集中反映在本专辑收录的14篇论文中。重要进展主要体现在下列3个方面:

1 成矿地质背景与构造演化研究

发育于青藏高原东缘的“三江”新生代盆地,其盆地性质和发育特点是探索青藏高原构造演化与隆升过程的重要途径,对理解喜马拉雅期沉积岩容矿贱金属矿床的形成也具有重要意义。本专辑的4篇文章专门就这些问题开展讨论。刘燕学等通过沱沱河地区若干地层剖面实测,划分出冲积扇、三角洲、湖泊三套沉积体系,提出沱沱河盆地56.5~45 Ma为前陆盆地,45~30 Ma为走滑拉分盆地,23.5~16 Ma区域整体抬升形成山间残留盆地,16~2.6 Ma经历前陆盆地—局限盆地—山间残留盆地演化,由此认为印—亚大陆碰撞是脉动的,初始碰撞应发生在56.5 Ma之前。姜勇彪等开展了高原东北缘囊谦古近纪盆地沉积特征及盆地演化研究,将古近纪贡觉组划分5个岩性段,识别出两套由粗变细的沉积序列,厘定出冲积扇、河流、湖泊、三角洲等沉积环境,提出盆地早期经历挤压推覆形成前陆盆地、中期形成走滑拉分盆地、晚期经历走滑挤压推覆前陆盆地的三阶段演化模型。杜后发等则侧重开展了囊谦盆地贡觉组砂岩岩石学特征与物源分析,指出贡觉组五段中砂岩自下而上成分成熟度具有由差变好再变差的趋势,物源以长英质岩石为主,部分段有少量铁镁质岩石,具有由稳定克拉通内部物源向岩屑再旋回造山带区、再向混合性再旋回造山带区演变的过程。朱志军等对兰坪盆地古近纪沉积相类型及沉积环境演化开展了初步研究,认为兰坪盆地古近纪主要发育冲积扇、河流、三角洲

和湖泊相沉积,沉积建造由下至上可划分为低位体系域(云龙组)、湖扩体系域(果朗组)、湖缩体系域(宝相寺组和 E_3),反映了盆地早期受区域走滑拉分控制,晚期受区域逆冲挤压控制。总之,“三江”新生代盆地充填为陆相红色含膏盐建造,物源来自大陆碰撞带内部,盆地形成受印-亚大陆碰撞导致的逆冲挤压和走滑拉分控制,但不同地区盆地演化特点有差别,表明碰撞造山应力在大陆内部不同位置具有差异。

“三江”地区经历了晚古生代—中生代特提斯复杂的构造演化,其中,关于金沙江洋的演化和羌塘地块的归属历来有不同看法。雍拥等对北段玉树蛇绿混杂岩内的让娘贡巴辉长岩进行了锆石定年和元素地球化学研究,测定辉长岩形成年龄为 258.4 ± 2.9 Ma,具有与洋岛玄武岩相似的地球化学特征,指示该区至少在晚二叠世时已经存在洋壳,并暗示玉树混杂岩带很可能和中段的金沙江洋、南段的哀牢山洋相连,洋盆打开从南到北具有渐新的趋势。丁妍等则对玉树混杂岩带内辉绿岩中的俘获锆石开展了研究,发现其年龄范围在 $400 \sim 2900$ Ma 之间,表明玉树混杂岩带发育于古老陆壳基底上,年龄谱出现 500 Ma 和 1000 Ma 两个主要峰值,与扬子地块年龄谱相似,指示东羌塘地块与扬子板块具有亲缘性。

过去对“三江”新生代钾质岩系列火山岩研究较多,而对少量出露的次火山岩——苦橄玢岩关注较少。寇彩化等通过对滇西剑川苦橄玢岩中单斜辉石的矿物学研究,发现多数单斜辉石属于普通辉石,具有贫硅、贫碱、高钙和低氧逸度的特征,计算获得岩石形成温度为 $1324 \sim 1428^\circ\text{C}$,压力为 $1.5 \sim 2.9$ GPa,反映可能是软流圈沿断裂带上涌导致上地幔部分熔融,也不排除是地幔柱活动所导致。

2 关键成矿作用和成矿规律

沉积岩容矿贱金属矿床是目前在“三江”北段两类最重要的矿床类型之一。它们受控于“三江”中北段新生代逆冲-推覆构造带,集中发育于沱沱河、玉树、昌都、兰坪等中生代沉积盆地及矿集区中,构成了一条上千公里的新生代巨型贱金属矿化带。在本专辑中,宋玉财等提供了整个矿化带不同贱金属矿床在容矿围岩、控矿构造、矿石矿化、成矿流体、矿床硫和铅同位素等方面的完整资料,通过比较矿床学研究,分析总结了这些矿床的基本特点和主要差别,提出了区域成矿新认识,认为其形成于喜马拉雅期印-亚大陆碰撞环境,发育在大陆碰撞带内部的褶皱-逆冲-盆地发育区,成矿作用与岩浆活动无关,受逆冲推覆构造控制,是盆地流体或变质流体活动的产物。其中,脉状 Cu 矿床和脉状 Pb-Zn(-Cu-Ag)矿床可归为多金属脉状矿床类型(Polymetallic veins),其他 Pb-Zn 矿床可归为类 MVT(密西西比河谷型)矿床,但后者成矿作用独特,不能被已建立的 MVT 矿床成矿模型所涵盖。

“三江”沉积岩容矿贱金属矿床的重要特征是位于大陆碰撞带内部的褶皱-逆冲带内,但与逆冲推覆构造之间到底有何关系不是很清楚。田世洪等选择青海玉树地区东莫扎抓和莫海拉

亨铅锌矿床,开展了同位素年龄的精细测定,探讨了成矿作用与逆冲推覆构造之间的关系。通过挤压(逆冲推覆阶段)到拉伸(成矿阶段)过渡阶段形成的热液方解石的 Rb-Sr 和 Sm-Nd 定年,首次获得了拉伸(成矿阶段)阶段的下限年龄为 35.4~34.3 Ma,证明从挤压到伸展为一个延续时间不长的过渡过程,反映矿床形成于逆冲推覆后的应力松弛阶段。张洪瑞等则从野外地质填图和构造解析入手,开展了“三江”北段茶曲帕查矿区构造变形及其与铅锌矿化关系研究,发现矿体出现在逆冲断层上盘的二叠系灰岩中以及灰岩与新生代地层接触部位,但受后期区域伸展形成的张性正断层控制,开放空间充填式矿化,成矿发生在中新世初。通过系统研究,重塑了茶曲帕查矿区边破碎-边沉积-边成矿的演化过程。

矿床地质特征是理解矿床成因和预测找矿靶区最为重要的资料。刘英超等通过青海玉树东莫扎抓铅锌矿床围岩蚀变和黄铁矿-闪锌矿矿物学的研究,发现矿区存在白云石化、黄铁矿化、硅化、重晶石化等 4 种与矿化密切相关的蚀变类型,提出了通过蚀变填图在“三江”北段寻找类似东莫扎抓矿床的“三步曲”:① 寻找白云石化和硅化;② 圈定黄铁矿化缩小范围;③ 通过黄铁矿和闪锌矿 S/Zn 比确定热液活动中心,寻找铁矿化最强部位或重晶石化部位,可能会确定富矿部位。王晓虎等对兰坪盆地北部白秧坪铅锌铜银多金属矿床地质特征进行了系统研究,指出矿区内不同矿段矿体均受断裂控制,对围岩岩性选择性不强,开放空间充填式矿化,但不同矿段金属和矿物组合有差别,呈现以闪锌矿-细/灰硫砷铅矿-方铅矿为主的 Pb-Zn-As-Sb 组合、以闪锌矿-细/灰硫砷铅矿-方铅矿-黝铜矿系列矿物为主的 Pb-Zn-Cu-Ag 组合、以黝铜矿系列矿物-黄铜矿-辉铜矿-含钴矿物为主的 Cu-Co 组合,综合分析认为,Pb-Zn-Cu-Ag 组合为区域早期存在的 Cu 矿化被晚期富 Pb、Zn 成矿流体活化并共同富集所致。

“三江”北段的斑岩型钼铜矿床形成于大陆环境,其成因无法用基于弧环境斑岩矿床建立的经典模型所解释,其中,核心问题之一是岩浆的起源问题。在“三江”北段,过去研究对除纳日贡玛以外的矿床关注很少,郝金华等报道了陆日格和打古贡卡两个成矿斑岩岩体的主、微量和 Sr-Nd-Pb 同位素地球化学特征,发现含矿斑岩均为过铝质高钾钙碱性-钾玄岩系列,其他地球化学特征也相似,提出被俯冲板片流体所交代的富集地幔可能为这些斑岩岩浆的源区,软流圈物质注入多少是导致“三江”北段与玉龙斑岩成矿带岩石地球化学出现差异的原因。

3 勘查评价技术方法

构建新的矿床勘查模型,研发新的勘查评价技术,建立最佳的勘查方法组合模式,是当今矿产勘查领域的重要课题。我们 5 年攻关也取得了重要进展。限于篇幅,本专辑只收录了陈建平等的“基于 GIS 的证据权重法青海‘三江’北段斑岩型钼铜矿产资源成矿预测”论文。该文主要针对“三江”北段发育的第二类重要的矿床类型——斑岩型钼铜矿床,以 GIS 技术为平台,基于证据权重法,建立了斑岩型钼铜矿的资源预测模型,提取了相关成矿预测因子,对“三

江”北段的斑岩型钼铜矿床成矿远景和成矿潜力进行了科学预测。共圈定纳日贡玛-东莫扎抓、阿多-结多两个成矿远景区,估算区内铜资源量 741 万吨,钼资源量 856 万吨。

总之;“三江”造山带地质演化复杂,成矿作用独特,既有实现地质与成矿理论创新的机遇,也面临着自然条件恶劣、基础资料短缺、工作程度极低的挑战,5 年的时间尚不足以全面地刻画其地质演化特点和区域成矿规律。本专辑收录的 14 篇文章仅是对该区部分工作的阶段性总结,希望能够对“三江”造山带的地质、成矿与找矿研究起到推动作用。

侯增谦 宋玉财 杨天南 杨竹森

2011.5.11