

河北沽源-内蒙古红山子-辽宁兴城地区铀多金属成矿时代及地质意义

韩军^{1,2)}

1) 核工业北京地质研究院, 北京, 100029;

2) 中核集团铀资源勘查与评价技术重点实验室, 北京, 100029

研究区为北东向的沽源-红山子-兴城铀多金属成矿带, 大地构造背景为华北陆块北缘与内蒙古海西褶皱带交汇部位, 是大兴安岭火山活动带的南缘, 已经发现一批铅锌、铀、钼、金、银为主的大中型矿床。基于对河北省沽源县蔡家营铅锌矿、张麻井铀钼矿、河北省丰宁县撒袋沟门钼矿、内蒙古红山子铀钼矿、小东沟钼矿、河北青龙铀矿、辽宁兴城杨家杖子钼矿等成矿年龄及成矿条件的研究, 认为该带的成矿地质条件大体相似, 以金银为代表的贵金属以新太古界红旗营子群、乌拉山群、建平群变质岩为矿源层, 部分以晚古生界为物源层; 在印支期和燕山早山期构造、岩浆活动的基础上, 形成的一系列断裂构造和中酸性浅成侵入岩及随后的热液活动起主要作用; 铀钼等活动金属是在前寒武纪基底相对贫化基础上, 主要是在燕山晚期多期火山岩浆活动形成矿源体和矿床。该研究对划分成矿期次, 查明成矿作用与构造、火山活动的关系十分必要, 也对找矿勘查及找矿方向具有重要意义。

1 典型矿床成矿成岩年龄

1.1 河北省北部

1.1.1 蔡家营铅锌银矿

位于河北省张北县, 岩浆活动以中生代酸性火山岩、侵入岩为主, 成矿年龄为中生代, 控矿的浅成石英斑岩年龄限定其成矿年龄大致为晚于 119Ma。其成矿作用大致经历两期, 早期为晚太古界地层受区域变质作用影响, 形成面状绿泥石化蚀变, 引起局部成矿元素预富集, 形成矿源层; 后期为晚侏罗世~早白垩世火山岩浆及热液活动形成多

金属矿。

1.1.2 张麻井铀矿床

位于沽源县南部, 晚侏罗世张家口组三段火山岩为主要含矿层(李耀松, 1990), 铀钼矿化受晚侏罗世~早白垩世火山活动控制, 形成脉状、浸染状铀钼矿化。沥青铀矿年龄分别为 $88.9 \pm 12.8\text{Ma}$ 、 $23.8 \pm 2.2\text{Ma}$ (夏毓亮, 1998), 前者为主成矿期, 为红色脉状矿石和黑色浸染状矿石。赋矿的张家口组流纹岩和流纹斑岩(顶部为隐爆角砾岩相)锆石 U-Pb TIMS 年龄分别为 135Ma、122.7Ma(夏毓亮, 1998)。矿体严格限制在硅化、粘土化、绿泥石化、水云母化等蚀变带中。铀钼成矿年龄与赋矿的火山岩时差较大, 成矿作用是晚白垩世火山活动期后热液作用的产物。

1.1.3 大官场铀矿床

位于沽源县, 张家口组三段地层为主要含矿层。矿床呈现三类矿石: 微脉浸染状沥青铀矿(黑矿), 脉状铀矿石(红矿), 浅表由水针铁矿、软锰矿、黄钾铁矾和次生铀矿物硅钙铀矿组成的集合体, 成矿年龄分别为 68.7Ma 、 $31.76 \pm 0.32\text{Ma}$ 、 22Ma (沥青铀矿年龄, 李耀松, 1990), 以第一期为主, 赋矿的钾长流纹岩锆石 U-Pb 年龄为 138Ma(李耀松, 1990)。与张麻井铀钼矿不同的是, 已发现的矿体主要赋存在 NE 向、SN 向和 NW 向构造组成的网格状及次级裂隙中, 成矿期为白垩纪~古近纪, 为火山期后热液作用的结果。

1.2 丰宁地区

大地构造位于内蒙古隆起带(内蒙地轴)。除前寒武纪矿源层外, 还叠加了晚古生界以银、铅锌、

注: 本文为中核集团铀矿地质科研项目(编号 2014-154)资助的成果。

收稿日期: 2015-2-28; 改回日期: 2015-3-14; 责任编辑: 黄敏。

作者简介: 韩军, 男, 1972 年生。博士, 高级工程师, 铀矿地质专业。Email: hanj25@163.com。

铁等物质进一步预富集的直接基底作为矿源层；成矿类型与洁源稍有差异，与其北部的内蒙古多伦-红山子地区接近。

1.2.1 撒袋沟门钼矿

该矿位于丰宁县城北，赋矿围岩为二长花岗岩、钾质花岗岩复式岩体，钾质花岗岩发育强烈的钠交代作用，在蚀变部位矿化极其发育。钼矿为网脉状、细脉状、星散浸染状为主，为斑岩型矿床。矿化与钾化、硅化、白云母化关系密切。成矿年龄为 237~238Ma（辉钼矿 Re-Os 法），赋矿的二长花岗岩 U-Pb 年龄为 227Ma（代军治，2008），钾长花岗岩为印支期形成^①。钼矿化是在晚古生代华北陆块与内蒙古海西褶皱带拼接闭合的地质背景条件下，中酸性岩浆侵入及期后热液作用的产物。

1.2.2 茶棚银矿

位于丰宁县北部坝上地区，含矿岩石为燕山晚期白音高老组酸性火山岩（流纹岩、凝灰岩）和潜火山岩（石英斑岩）。下二叠统额里图组安山岩及安山质凝灰岩地层 Ag 含量在区内各地质体中最高，达 7.9×10^{-6} ，其次为下元古界宝音图群中低程度变质岩系，Ag 为 4.25×10^{-6} （张会恺，2012），这两套岩系构成了矿源层。笔者采集含 Ag 裂隙脉分析，获得方铅矿 Pb-Pb 等时线年龄为 100Ma。银矿化与潜火山岩侵入后褐铁矿化、黄钾铁矾化、紫黑色萤石化等蚀变密切相关，银主要以细脉状、微脉浸染状赋存于次级裂隙和角砾岩胶结物中。银矿化与晚白垩世火山活动期后热液有关。

1.3 内蒙古太仆寺旗—多伦地区

位于洁源—红山子成矿带中部，近年来新发现一批矿床（点）。含矿岩石均为晚侏罗世~早白垩世酸性火山岩，矿化受构造、潜火山岩控制。笔者在多伦地区获得沥青铀矿年龄有两期，分别为 113Ma 和 80Ma，早期为构造破碎带充填的胶结物中黑矿化，晚期为与潜火山岩有关的红矿化。同时，获得侵入于含矿的满克头鄂博组、白音高老组中的花岗斑岩锆石 U-Pb 年龄，有三期，分别为 149~142Ma、125Ma、106Ma。这三组年龄限定了火山岩地层形成时间，与铀成矿年龄对比可以发现，早期铀矿化与最晚一期岩浆侵入有关，该期岩浆形成贫铀矿体，在晚白垩世遭受热液叠加改造形成富铀矿体。

位于多伦县西部的太仆寺旗 781 铀矿点，为晚侏罗世~早白垩世火山岩地层中的热液型铀矿化。

铀矿化分两类：早期为钽铀矿，晚期为沥青铀矿（交代型钽铀矿，红色矿石）。红色矿石中沥青铀矿 U-Pb 等时线年龄为 60.6~67.0Ma^②，成矿时代属晚白垩纪末—古新世。赋矿岩石为硅化、赤铁矿化蚀变的潜火山岩（正长斑岩、霏细斑岩为主），矿岩差较大，为潜火山岩外接触带热液脉型矿化。

1.4 内蒙古红山子地区

晚侏罗世满克头鄂博组碱性火山岩为主要含矿岩石，火山岩组不同岩性之间及组间接触带为主要含矿部位。

1.4.1 红山子铀矿

产于粗面岩与凝灰岩接触带的钽钼矿石中的沥青铀矿 U-Pb 等时线年龄分别为 118Ma、132Ma（李耀松，1987）。通过比较成矿年龄及赋矿的上侏罗统粗面岩地层年龄（约 140Ma），可知该期铀成矿是火山活动晚期岩浆热液及岩浆期后热液蚀变作用形成的。

1.4.2 小东沟钼矿

位于红山子铀矿床西，以块状、脉状辉钼矿为主，其 Re-Os 年龄为 135Ma（陈东欢，2011），131.9Ma^③，且具 Pb、Zn 矿化和铀异常，成矿条件与红山子铀矿床相同。初步认为，该矿床为晚侏罗世~早白垩世火山活动后多期酸碱热液作用的结果。

1.5 辽西地区

主要有辽西杨家杖子、兰家沟、肖家营子等钼矿、青龙 433 铀矿。钼矿含矿岩石主要为燕山期花岗岩和沉火山碎屑岩，属斑岩型和热液脉型。铀矿含矿层为中侏罗统海防沟组火山碎屑岩、沉火山碎屑岩，成矿作用为热液改造、充填型。

兰家沟、肖家营子、杨家杖子等三个钼矿 Re-Os 年龄分别为 186Ma、177Ma、187~191Ma（黄典豪等，1996；毛景文等，2003；代军治，2008）；青龙铀矿成矿年龄为 134Ma（含矿岩石全岩 U-Pb 等时线年龄，孙祥等，2015）。钼矿成矿年龄较早，铀成矿相对较新，均为燕山期，矿岩时差较大。

2 铀多金属成矿年龄特征与地质意义

2.1 铀多金属矿年龄特征

铀多金属矿床（点）成矿年龄具有东老西新的分布特点。洁源、多伦地区以铀、银矿为代表的成矿年龄有三个时段，分别为 120~100Ma、60~80Ma、20~30Ma，其中 20~30Ma 为新生代以来地表风化淋

滤形成的次生矿化。主成矿期以 60~80Ma 为主, 该期铀成矿为晚白垩世火山期后热液交代、蚀变作用的结果, 为富铀矿体, 而 120~100Ma 为早白垩世火山活动期末或期后热液成矿, 形成贫矿体。

内蒙古红山子地区铀、钼矿成矿年龄主要为 130~140Ma, 明显早于沽源—多伦地区, 受抬升作用影响, 赋矿围岩为中-晚侏罗世地层, 矿岩时差较小。

冀北—辽西的青龙、兴城地区, 铀矿年龄基本与红山子地区相当, 为 134Ma, 铀矿床含矿层为中侏罗统, 但是钼矿年龄明显与燕山早期中酸性侵入岩有关, 多为热液交代型, 部分为斑岩型钼矿, 成矿年龄集中在 170~190Ma。

2.2 地质意义

沽源-多伦地区前古生代相对贫铀, 且中生代断陷作用使少量富铀的前古生代层位下沉到 1~2km 的深部, 难以提供矿源。直到燕山期, 我国东部地壳减薄的背景下, 壳源岩浆经过多期演化, 最终形成以酸性—碱性火山岩、潜火山岩为主的铀源层(体), 并在铀源层(体)中构造、蚀变部位成矿。红山子、青龙—兴城地区, 中侏罗统已成为铀的预富集层, 且该区在侏罗纪构造抬升较强。因此, 在与沽源—多伦同样的构造岩浆活动条件下, 成矿时间较早, 这也就是沽源—红山子带铀成矿具有东早西晚年代特征的主要原因。

对于银金成矿来说, 多伦—丰宁地区银矿以前寒武纪或晚古生界为物源, 并在早白垩世以来地壳减薄的背景条件下, 成为有效的矿源层, 且构造岩浆活动在此时更加强烈, 这些都与白垩纪构造活动转化和成矿作用强烈的地质背景条件相吻合。

对于钼矿来说, 沽源地区张麻井铀钼矿既有中高温的辉钼矿、也有中低温的胶硫钼矿, 表明与铀活动性相似的钼元素是热液产物, 因此具有铀钼共生的特点; 多伦地区铀矿化具有相似的特征。红山子、兴城地区钼矿是与中酸性侵入岩有关的交代型或斑岩型钼矿, 成矿作用与中酸性侵入岩密切相关, 该期岩浆活动主要发生在燕山早期, 这就不难解释为什么钼矿年龄存在东西差异性。

总之, 沽源-红山子-兴城铀多金属成矿带具有东早西晚的特征, 铀成矿与铀源演化、火山岩浆期及期后热液活动密切相关; 银矿成矿时代同样与矿源层(体)的出露情况、燕山晚期火山热液活动密切相关; 而钼成矿受控于成矿类型, 斑岩型或接触交代型主要受中酸性岩浆活动控制。上述矿床均与小岩体、岩枝、脉岩有关, 即与多期岩浆分异作用密切相关。这些小岩体、岩枝、脉岩也是寻找该类矿床的主要目标。

注 释 / Notes

- ①华北地勘局 514 大队. 1985. 河北省丰宁县撒袋沟门银矿普查报告, 未刊资料.
- ②核工业北京地质研究院. 2009. 燕辽成矿带铀成矿远景评价, 未刊资料.
- ③中国地质科学院地质力学所. 2007. 内蒙古多伦-赤峰地区成矿规律与找矿方向研究成果报告, 未刊资料.

参 考 文 献 / References

- 陈东欢. 2011. 沽源-红山子铀多金属成矿带多元同位素示踪. 中国核科学技术进展报告(铀矿地质分类), 2: 611~617.
- 代军治. 2008. 燕辽成矿带钼(铜)矿床成矿作用及成矿动力学背景. 导师: 张作衡. 中国地质科学院博士论文, 1~100.
- 黄典豪, 杜安道, 吴澄宇, 刘兰笙, 孙亚莉, 邹晓秋. 19%. 华北地台钼(铜)矿床—钼年龄及其地质意义. 矿床地质, 15(4): 289~297.
- 李耀崧. 1990. 沽源火山岩盆地的 U-Pb 同位素体系演化与铀成矿作用. 地球化学(4): 286~295.
- 罗毅, 周德安, 夏毓亮, 等. 1997. 燕辽地区火山热液型铀多金属矿床成矿特征及分布规律. 北京: 原子能出版社, 85~114.
- 毛景文, 张作衡, 余金杰, 王义天, 牛宝贵. 2003. 华北中生代大规模成矿的地球动力学背景: 从金属矿床年龄精测得到启示. 中国科学(D 辑), 33(4): 289~300.
- 孙祥, 罗毅, 李国臣, 等. 2015. 河北青龙铀矿床成矿地质特征与成矿模式研究. 矿床地质, 待刊(已录用).
- 夏毓亮, 林锦荣, 朱杰辰, 等. 1998. 沽源—多伦盆地火山岩类和花岗岩类同位素地质年代学及铀成矿条件研究. 铀矿地质, 14(5): 274~281.
- 张会恺, 张翔君. 2012. 冀北丰宁县茶棚银矿床成矿模式. 云南地质, 31(3): 412~415.