

赤峰地区中生代火山岩中非金属成矿系列研究

刘 锦,王宇林,闫 楠,仲米山,贾 翠

(辽宁工程技术大学 资源与环境工程学院,辽宁 阜新 123000)

摘 要: 研究表明,满克头鄂博组、玛尼吐组、白音高老组和义县组中酸性火山岩是赤峰地区珍珠岩、沸石、膨润土、叶腊石、高岭石等非金属矿床的重要赋矿层位,并形成珍珠岩—沸石—膨润土成矿系列和叶腊石—高岭石成矿系列。在矿床特征和成因研究后认为,矿床的时空分布主要受控于区域性 NNE 向断裂和中生代火山岩建造,成矿作用对矿床成因类型及组合关系、成矿原岩对矿床地质特征、成矿微环境对矿床的改造均具有重要的控制作用;根据含矿建造、区域构造和矿床的分布特征,在区内划分出呈 NNE-NE 向展布的赛罕塔拉—查干诺尔、桥头—小牛群、宁城—平泉 3 条珍珠岩—沸石—膨润土成矿带和查干沐伦—哈拉哈达—罕苏木苏木叶腊石—高岭石成矿带,建立了赤峰地区珍珠岩—沸石—膨润土成矿系列及叶腊石—高岭石成矿系列的成因模式。

关键词: 成矿系列;成因模式;珍珠岩矿;沸石矿;膨润土矿;叶腊石矿;赤峰地区

中图分类号: P612;P619.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2011)03-0289-06

0 引言

目前,国内外对于火山岩中珍珠岩、沸石、膨润土、叶腊石、高岭石矿床的成因、特征及控矿因素等方面的研究较多,而对上述矿种的成矿系列研究较少见及。赤峰市位于内蒙古自治区的东南部,面积 90 275 km²,是我国重要的膨润土、叶腊石产地,在中生代火山岩中赋存着大量珍珠岩、沸石、膨润土、叶腊石、高岭石矿床(点),成为重要的火山岩型非金属成矿带。

1 地质概况

赤峰市地处华北地台与兴蒙褶皱系两大构造单元的接合部位。中生代始,华北地台与兴蒙褶皱系作为欧亚大陆东缘的组成部分,与太平洋板块产生板块碰撞,受太平洋板块俯冲的影响,包括本区在内的中国东部形成众多的 NNE 向断裂带,并控制了一系列 NNE 向的火山岩带与火山沉积盆地的形

成,赤峰地区所处的大兴安岭—燕山火山岩带是中国东部火山岩带的重要组成部分^[1-3]。在这一特定的地质环境下,赤峰地区发育有丰富的与中生代火山岩建造有关的非金属矿产,如珍珠岩、沸石、膨润土、叶腊石、高岭石等矿产。

2 火山岩特征

赤峰地区中生代火山活动强烈,南北火山活动差异较大。北部火山活动始于侏罗纪中晚期,具有多旋回喷发的特征,可分为 5 个火山活动旋回,从早到晚为新民旋回、满克头鄂博旋回、玛尼吐旋回、白音高老旋回、梅勒图旋回。其中以满克头鄂博旋回和白音高老旋回火山活动最为强烈,玛尼吐旋回次之,新民旋回和梅勒图旋回火山活动较弱。南部火山活动始于早白垩世早期,在赤峰南部及辽西地区形成广泛分布的义县组(图 1)。各旋回形成的火山岩多为钙碱性系列的中酸性岩类,岩石组合以安山岩—英安岩—流纹岩为主^[1,4-5]。主要火山活动旋回特征见表 1。

收稿日期: 2010-05-19

作者简介: 刘锦(1986-),男,重庆人,硕士研究生,主要从事固体矿产勘查与评价方面的研究。通信地址:辽宁省沈阳市皇姑区宁山路 42 号,辽宁省地质调查院;邮政编码:110000;E-mail:liujin_819@163.com

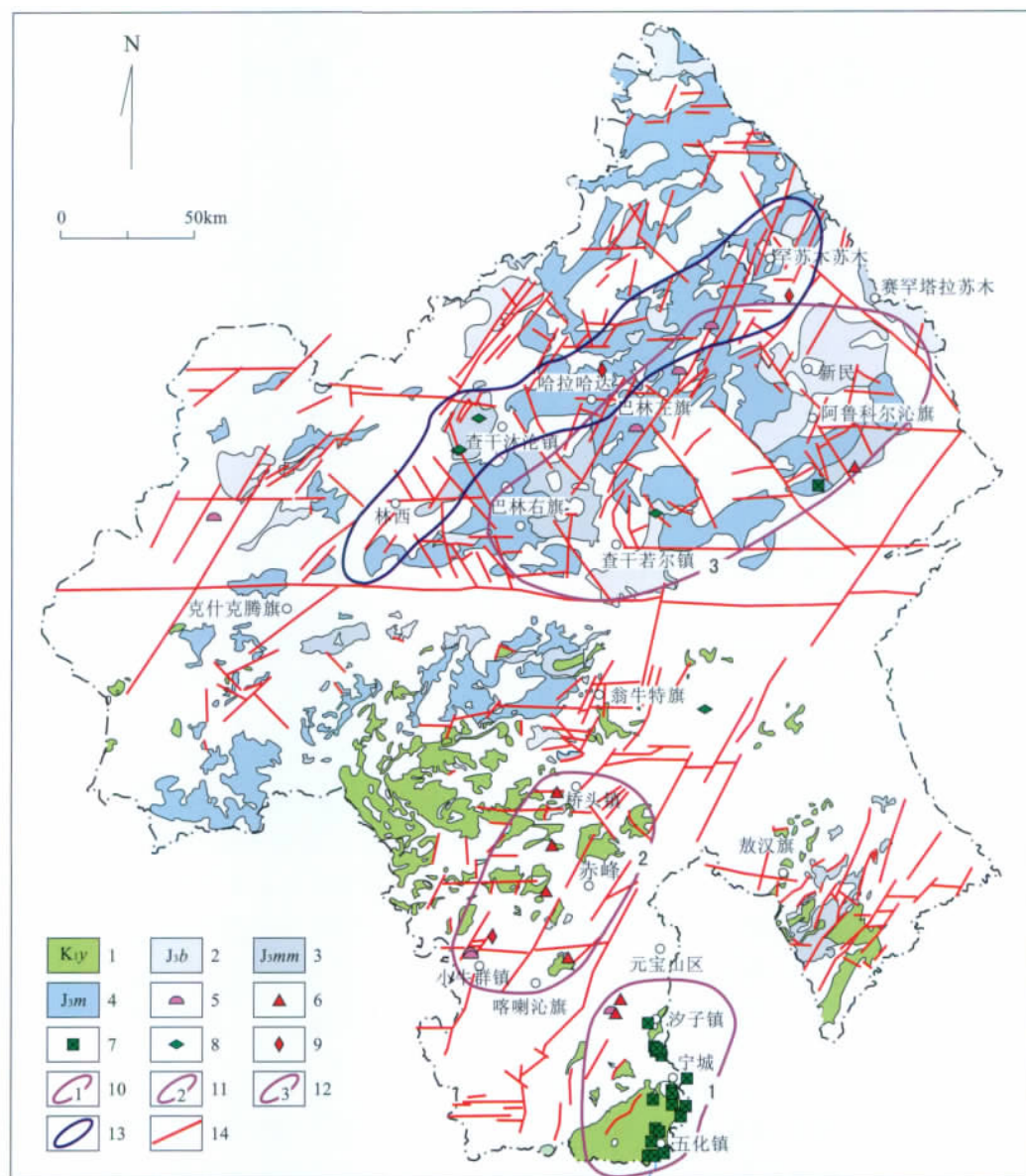


图 1 赤峰地区中生代火山岩中非金属成矿系列分布图

Fig. 1 Map showing distribution of the nonmetallic ore deposit series in Mesozoic volcanic rocks in Chifeng area

1. 义县组 2. 白音高老组 3. 玛尼吐组 4. 满克头鄂博组 5. 珍珠岩矿床(点) 6. 沸石矿床(点)
7. 膨润土矿床(点) 8. 高岭石矿床(点) 9. 叶腊石矿床(点) 10. 宁城—平泉珍珠岩—沸石—膨润土成矿带
11. 桥头—小牛群珍珠岩—沸石—膨润土成矿带 12. 赛罕塔拉—查干诺尔珍珠岩—沸石—膨润土成矿带
13. 查干沐伦—哈拉哈达—罕苏木苏木叶腊石—高岭石成矿带 14. 断裂

3 非金属成矿系列

非金属矿床成矿系列是指由于成矿物质或矿化途径的相关和联系(可以是同源,也可以是不同源),在一定的构造环境中,受一定成矿作用组合的控制

及因成矿微环境的差异(如温度、压力、介质等的变化)或控矿因素发生变化,在一个成矿区带中同时生成或先后顺序生成的有规律分布的几种非金属矿床的特定组合^[5]。根据成矿作用、成矿原岩及成矿微环境的不同以及成因联系,将区内产于中生代火山岩中的非金属矿产划分为珍珠岩—沸石—膨润土成矿系列和叶腊石—高岭石成矿系列。

表 1 赤峰地区主要火山旋回特征

Table 1 Characteristics of the main volcanic cycles in Chifeng area

火山旋回	地层单位	火山岩相	主要岩性特征	分布范围
义县	义县组 (K ₁ y)	溢流相和爆发相为主	以中基性熔岩、火山碎屑岩为主,局部夹中酸性、酸性熔岩、火山碎屑岩和沉积岩	中部翁牛特旗及南部松山区、宁城县、敖汉旗、喀喇沁旗等地
白音高老	白音高老组 (J ₃ b)	爆发相为主,次为溢流相	酸性火山碎屑岩、熔岩、熔结凝灰岩夹中酸性火山碎屑岩、火山碎屑沉积岩及安山岩	北部阿鲁科尔沁旗、巴林左旗、巴林右旗、林西县等地
玛尼吐	玛尼吐组 (J ₃ mn)	溢流相为主,次为爆发相	安山岩、英安岩及英安质火山碎屑岩夹厚度不等的火山碎屑沉积岩与正常沉积岩	巴林右旗、林西县、克什克腾旗及敖汉旗等地
满克头鄂博	满克头鄂博组 (J ₃ m)	爆发相为主,次为溢流相,亦见有侵入相	酸性凝灰岩、酸性熔结凝灰岩、流纹岩、英安岩夹凝灰质砂岩、沉凝灰岩	北部阿鲁科尔沁旗、巴林左旗、巴林右旗、林西县及克什克腾旗等地

3.1 珍珠岩—沸石—膨润土成矿系列

3.1.1 珍珠岩矿床的成因类型与地质特征

区内珍珠岩矿床按成矿作用可分为溢流型珍珠岩矿床、爆发型珍珠岩矿床、侵入型珍珠岩矿床 3 类;矿石类型有珍珠岩、黑曜岩和松脂岩 3 种,以珍珠岩居多。已知珍珠岩矿床多赋存于上侏罗统满克头鄂博组(J₃m)、白音高老组(J₃b)和下白垩统义县组(K₁y)中。矿体常呈层状、透镜状或脉状产出,矿石中除火山玻璃外,尚有少量透长石和石英的雏晶或斑晶,常见玻璃质结构、玻基雏晶结构和玻基斑晶结构,珍珠状构造或块状构造等。赤峰地区珍珠岩矿床主要特征见表 2。

3.1.2 沸石矿床的成因类型与地质特征

区内沸石矿床均为陆相火山物质蚀变型,按成矿原岩不同可进一步分为熔岩蚀变型、火山碎屑岩蚀变型和沉积火山碎屑岩蚀变型 3 个亚类。

(1)熔岩蚀变型沸石矿床。典型矿床为阿斯冷山沸石矿床。该矿床产于上侏罗统白音高老组中,由珍珠岩水解脱玻化形成。沸石矿体呈透镜状产出,与上覆珍珠岩围岩呈过渡关系,从上而下可分为正常珍珠岩带、沸石化珍珠岩带、强沸石化珍珠岩

带。矿石中以斜发沸石为主,还有少量透长石、石英及玻璃质。

(2)火山碎屑岩蚀变型沸石矿床。矿床主要产于上侏罗统满克头鄂博组及下白垩统义县组中,由酸性火山碎屑岩经热液蚀变形成;主要分布于火山机构的边缘地带,矿床规模较大,典型矿床有查干布山、大窑沟沸石矿床。其中大窑沟沸石矿床产于义县组上部酸性晶屑玻屑凝灰岩中,矿体呈层状,长约 5 km,宽 300~600 m,产状稳定,倾向 NW,倾角约 20°。矿石常见有凝灰状或角砾状构造,质量变化较大,斜发沸石含量 10%~50%,以 30%~50%居多,矿体底部常有较强的蒙脱石化,此外尚有丝光沸石、石英、透长石及玻璃质。

(3)沉积火山碎屑岩蚀变型沸石矿床。典型矿床为白脸子山沸石矿床,该矿床位于一小型火山沉积盆地内,矿体产于上侏罗统白音高老组沉凝灰岩层中,矿层中水平层理常见,表明该矿床系火山玻璃空落或搬运于湖盆沉积后经脱玻水解而成。受沉积旋回控制,共发育有 6 层沸石矿体,矿体单层长约 0.3~2 km,厚度 5~20 m。矿石多具凝灰状或致密状构造,矿石矿物以斜发沸石为主,含量变化较大,

表 2 赤峰地区珍珠岩矿床主要特征

Table 2 Main characteristics of the perlite deposits in Chifeng area

矿床成因类型	矿石类型	成矿方式	矿床特征	典型矿床
溢流型矿床	珍珠岩、黑曜岩	酸性岩浆溢流冷凝成岩	呈层状、扇形或岩流状产出于满克头鄂博组、义县组流纹岩层中。矿体长度一般几十米至几百米,厚度变化大,一般几米至几十米,矿石质量好	小巴彦温都尔、苏吉大坝、森格伦大坝
爆发型矿床	珍珠岩、黑曜岩、松脂岩	爆发式火山局部酸性岩浆喷溢冷凝成岩	呈层状、透镜状夹于白音高老组、义县组酸性熔结凝灰岩、角砾凝灰岩中,矿层规模一般长数十米至上千米,厚多为几米至几十米,并且通常沿一定的层位断续呈带状分布,矿石中含有一定量的岩屑和晶屑,质量变化大	阿斯冷山、尖山子、昆都、土根他拉庙
侵入型矿床	松脂岩	酸性岩浆侵入围岩冷凝成岩	受构造裂隙控制,呈脉状产出于印支期二长花岗岩中,矿体长约 100 m,厚约 20 m,成因与满克头鄂博组火山活动有关	乌兰山

在20%~70%之间,次为蒙脱石,此外还伴有少量的方解石、石英、长石及岩屑等。在沸石矿体中下部常具蒙脱石化,部分蒙脱石化强烈地段相变为膨润土矿体,在垂向上形成沸石在上、膨润土在下的组合产出关系。

3.1.3 膨润土矿床的成因类型与地质特征

区内膨润土矿床主要为中酸性熔岩蚀变型^[6],集中分布于南部宁城—平泉火山盆地内,如二龙膨润土矿床、忙农膨润土矿床等。该区膨润土矿床产于下白垩统义县组中上部流纹岩、安山质流纹岩、英安岩夹薄层状或透镜状的流纹质火山角砾岩及熔结角砾岩中。膨润土矿体常呈层状、似层状或透镜状,矿体内常见珍珠岩透镜体存在,呈渐变过渡关系。在垂向上具有明显分带性,自上而下依次为珍珠岩带、沸石—硅化带、硅化—沸石化—蒙脱石化带和强硅化带,膨润土矿体主要产于硅化—沸石化—蒙脱石化带中,除蒙脱石外,矿石中尚有斜发沸石、丝光沸石、石英和碳酸盐等成分。宁城地区火山岩中普遍含水较高,在膨润土矿床成矿作用中显著特点是H₂O的带出,而我国东南地区的膨润土矿床蒙脱石化成矿中H₂O主要是带入组分^[7-9]。

区内多为钙基膨润土,而钠基膨润土较少。但在一定条件下同一矿层在垂向上可表现为地表及浅部为钙基膨润土,向深部(潜水面以下)逐渐相变为钠基膨润土,这种属型分带是膨润土形成后经酸性水的淋滤自然改型而成。以宁城县马架子膨润土矿床为例,由地表至深部,随着Na⁺/Ca²⁺增加,自下而上表现为酸性火山玻璃质原岩—钠基膨润土—钠钙基膨润土—钙基膨润土的属型分带。

3.1.4 时空分布及成矿条件分析

该成矿系列形成于晚侏罗世—早白垩世,以满克头鄂博组、白音高老组及义县组为主要赋矿层位,这与燕山晚期强烈的火山活动及其产物(中酸性火山岩)密切相关。

按含矿建造和矿床分布特点划分出赛罕塔拉—查干诺尔、桥头—小牛群、宁城—平泉中生代火山断陷盆地的3条NE-NNE向珍珠岩—沸石—膨润土成矿带(图1)。由于沸石、蒙脱石形成条件的相似性及差异性,可在一个矿床内形成珍珠岩—沸石—膨润土的垂直分带。

区域性NNE向断裂带是该成矿系列的主要控矿构造,其对成矿的控制作用主要表现为:①因沸石、膨润土成矿与湖盆水环境关系密切,区域性NNE向断裂通过对区内火山沉积盆地形成与分布

的控制,进而控制了沸石和膨润土矿床的形成环境,如宁城—平泉火山盆地是NNE向八里罕断裂活动的产物,盆地内形成了众多的膨润土矿床;②区域性NNE向断裂控制了区内中生代火山岩建造的分布,由于该成矿系列矿床均产于钙碱性系列中酸性岩浆的火山玻璃质岩石组合中,因此区域性NNE向断裂通过对含矿建造分布的控制,进而控制了该成矿系列的空间分布特征;③区域性NNE向断裂带伴生的次级断裂或这些断裂的复合部位是重要的控矿构造、容矿构造、热液通道等,对矿床的形成具有重要作用。

该成矿系列的形成除受特定的构造环境和含矿建造的控制外,还受成矿原岩、成矿作用以及成矿微环境的制约。成矿原岩主要影响矿体规模、形态、产状及矿石质量等;不同成矿作用的复合叠加导致不同成因类型和不同矿种组合的产出;成矿微环境的变化则引起成矿系列内不同矿种之间的转化,如当水介质pH=8~10时,火山玻璃被沸石交代,转化为高硅沸石,随着介质中Ca²⁺,Na⁺等的消耗和Mg²⁺浓度的增高,有利于沸石转化为蒙脱石,但若水介质中能保持较高的H⁺/(Na⁺+Ca²⁺)比值,不需经历高硅沸石阶段而直接形成蒙脱石,反之则有利于形成含Ca²⁺,Na⁺的高硅沸石^[10]。

3.1.5 珍珠岩—沸石—膨润土成矿系列成因模式

通过珍珠岩—沸石—膨润土成矿系列含矿建造、成矿原岩、成矿作用及矿床特征的综合研究,建立了赤峰地区珍珠岩—沸石—膨润土成矿系列成因模式(图2)。

3.2 叶腊石—高岭石成矿系列

3.2.1 矿床的成因类型与地质特征

区内叶腊石、高岭石矿床均为火山热液蚀变型,具有相同的构造环境、含矿建造、成矿作用和相似的矿物组合、围岩蚀变等,因此常组合产出,属于同一成矿系列。典型矿床有巴林左旗哈拉哈达叶腊石矿床、巴林右旗雅马吐高岭石矿床等。成矿作用有火山热液蚀变作用和充填作用两类,但成矿作用通常不是单一的,在面状热液蚀变作用的同时往往也存在在局部的填充作用,形成脉状矿体。

以雅马吐高岭石矿床为例:高岭石矿体赋存于上侏罗统玛尼吐组中的一个流纹岩蚀变带内,蚀变带长2.5 km,宽0.3~0.8 km,走向为近EW向,带内普遍高岭石化。矿区共有35条高岭石矿脉,产状不稳定,受张性断裂或裂隙控制,矿脉形态复杂,主要呈脉状、透镜状,次为扁豆状、窝巢状,矿脉厚度及

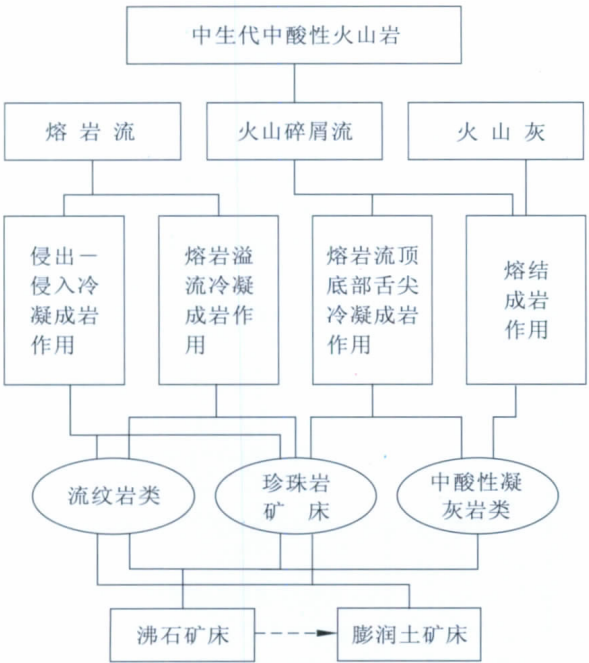


图 2 赤峰地区珍珠岩—沸石—膨润土成矿系列成因模式图
(据陶维屏等^[5]修改)

Fig. 2 Diagram showing genetic model of the perlite-zeolite-bentonite deposit series in Chifeng area

矿石质量变化较大,矿脉一般宽 0.5~1 m,个别宽 2 m。围岩蚀变有高岭石化、硅化、明矾石化、叶腊石化、硬水铝石化等。矿石多为鳞片变晶结构、隐晶结构,致密块状构造、交代残余构造、角砾状构造和浸染状构造等。

3.2.2 时空分布及成矿条件分析

与中国东南地区火山热液蚀变型叶腊石、高岭石矿床一样,赤峰地区叶腊石、高岭石矿床的成矿时代亦为晚侏罗世—早白垩世^[11-13],主要的赋矿层位为上侏罗统满克头鄂博组、玛尼吐组和下白垩统义县组的晶屑玻屑凝灰岩、火山角砾岩、熔结凝灰岩、流纹岩等钙碱系列中酸性火山岩和火山碎屑岩,岩石以高硅、富铝、低铁为特征^[1,8]。

叶腊石、高岭石矿床的区域分布主要受 NNE 向区域性断裂及中生代火山岩建造的控制。而矿体的控矿构造类型多样,火山机构伴生的环状—放射状断裂、NNE 向区域断裂的次级断裂(主要为张性断裂)、破碎带、层面构造等都是有利的控矿构造,又以上述构造的复合部位最为有利。根据含矿建造、区域控矿构造和矿床的空间分布,研究区内展布有查干沐伦—哈拉哈达—罕苏木苏木叶腊石—高岭石

成矿带(图 1)。该成矿带向北延伸进入通辽市扎鲁特旗境内,其罕山林场、格日朝鲁苏木、乌兰哈达苏木等地产出有众多的叶腊石、高岭石矿床,且在区域上呈 NNE 向延伸,它们与本区应属同一个成矿带。该成矿带具有良好的成矿条件和找矿潜力,是我国重要的热液蚀变型叶腊石、高岭石成矿带之一。

受多期性的构造—热液活动影响,区内叶腊石、高岭石矿床具明显的矿化分期和垂向分带性。矿化分期为:①成矿前的广泛围岩蚀变,主要有次生石英岩化、高岭石化、叶腊石化等,以火山热液蚀变作用为主,形成面状高岭石化或叶腊石化蚀变带;②成矿期的热液蚀变交代和充填,形成叶腊石、高岭石矿体,围岩蚀变有高岭石化、叶腊石化、明矾石化、辰砂化等。有关研究成果表明^[14-15],呈弱酸性的火山热液在 150~100℃ 时,开始发生叶腊石化和高岭石化,并随 Si/Al 比值以及温度压力的变化,剖面自上而下常可出现次生石英岩—高岭石—地开石—叶腊石的带状分布,上述分带反映了温度压力的降低序列。成矿过程中元素地球化学迁移特点为:次生石英岩带中 SiO₂ 为带入组分,Al 和其他元素为带出组分;含矿层中的 Al 和 H₂O 为大量带入的组分, SiO₂ 和 K⁺, Na⁺, Ca²⁺, Mg²⁺ 等均为带出组分。

3.2.3 叶腊石—高岭石成矿系列成因模式

根据区内叶腊石、高岭石矿床的含矿建造、控矿因素、成矿作用及矿床特征等的研究,赤峰地区叶腊石—高岭石成矿系列成因模式如图 3 所示。

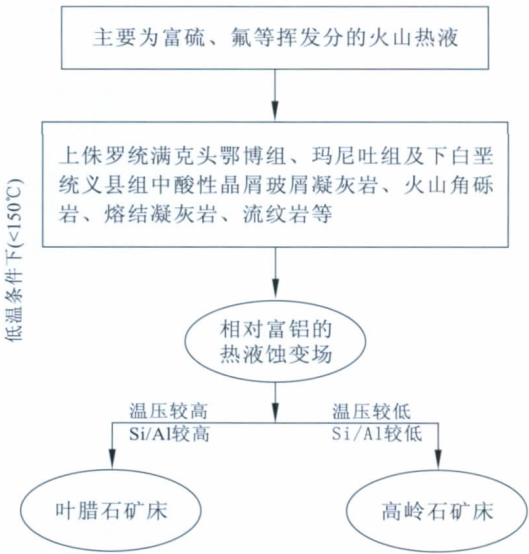


图 3 赤峰地区叶腊石—高岭石成矿系列成因模式图
Fig. 3 Diagram showing genetic model of the the pyrophyllite-kaolinite deposit series in Chifeng area

4 结语

(1) 赤峰地区珍珠岩—沸石—膨润土成矿系列、叶腊石—高岭石成矿系列形成于晚侏罗世—早白垩世,以满克头鄂博旋回、玛尼吐旋回、白音高老旋回和义县旋回为主,这与当时强烈的中酸性火山喷发作用关系密切。

(2) 区内珍珠岩—沸石—膨润土、叶腊石—高岭石成矿系列的矿床分布受区域性 NNE 向断裂构造及中生代火山岩建造的控制。而矿体的形态、产状、空间分带、矿物组合等则主要受成矿原岩、成矿期构造、成矿作用及成矿微环境的控制。

(3) 按含矿建造、区域构造和矿床(点)的分布特征,在区内划分出产于赛罕塔拉—查干诺尔、桥头—小牛群、宁城—平泉中生代火山断陷盆地中的 3 个珍珠岩—沸石—膨润土成矿带,产于查干沐伦—哈拉哈达—罕苏木苏木一带的叶腊石—高岭石成矿带,上述成矿带均呈 NE-NNE 向展布。

参考文献:

- [1] 内蒙古自治区地质矿产局. 内蒙古自治区区域地质志[M]. 北京:地质出版社,1991.
- [2] 崔盛芹,李锦蓉,孙家树,等. 华北地块北缘及邻区构造序列[M]. 北京:地质出版社,2000.
- [3] 杨森楠,杨巍然. 中国区域大地构造学[M]. 北京:地质出版社,1985.
- [4] 内蒙古自治区地质矿产局. 内蒙古自治区岩石地层[M]. 武汉:中国地质大学出版社,1996.
- [5] 陶维屏,高锡芬,孙祁,等. 中国非金属矿床成矿系列[M]. 北京:地质出版社,1994.
- [6] 王克勤,陈相花. 内蒙古宁城火山熔岩蚀变改造型膨润土矿床成矿作用的研究[J]. 建材地质,1996,84(2):5-11.
- [7] 王克勤,杨越. 辽西火山岩型膨润土矿床成矿作用的研究[J]. 地质与勘探,2000,36(1):6-9.
- [8] 郭洪中,张招崇. 辽宁西部中生代火山岩的基本特征[J]. 岩石矿物学杂志,1992(3):194-204.
- [9] 李广有. 陆相火山沉积岩系非金属矿产的地质特征及控矿条件[J]. 现代地质,2005,19(3):361-368.
- [10] 冯本智,兰心俨,周裕文. 非金属矿产地质学[M]. 北京:地质出版社,2007.
- [11] 汪灵. 中国东南沿海叶腊石矿床成因类型及地质特征[J]. 建材地质,1997,94(5):9-12.
- [12] 汪灵,柳东升. 中国东南沿海叶腊石含矿火山岩建造及其成矿作用[J]. 建材地质,1996,86(4):14-18.
- [13] 罗大富,刘建安. 泉州市火山岩型叶腊石的成矿规律和形成机制初探[J]. 西部探矿工程,2005(8):79-81.
- [14] Bozkaya Omer, Yalçın Hüseyin, Basibüyük Zeynel. Metamorphic-hosted pyrophyllite and dickite occurrences from the hydrous Al-silicate deposits of the Malatya-Pütürge region, central eastern Anatolia, Turkey[J]. Clay Minerals Society, 2007 (4):423-442.
- [15] 任磊夫. 黏土矿物与黏土岩[M]. 北京:地质出版社,1992.

Study on the nonmetallic deposit series in Mesozoic volcanic rock, Chifeng area

LIU Jin, WANG Yu-lin, YAN Nan, ZHONG Mi-shan, JIA Cui

(Resource and Environment Engineering College, Liaoning Technical University,
Fuxin 123000, Liaoning, China)

Abstract: The research shows that the perlite, zeolite, bentonite, pyrophyllite and kaolinite deposits occur mainly in intermediate-acid volcanic rocks of the Manketouebo formation, Manitu formation, Baiyngaolao formation and Yixian formation in Chifeng area as the perlite-zeolite-bentonite and the pyrophyllite-kaolinite deposit series. The research on origin and characteristics of the deposits reveals that the deposits are controlled by NNE regional fault and Mesozoic volcanic formation temporally and spatially. Genetic type and association of the deposits are controlled by the ore-forming processes, geological characteristics by the host rocks, rework by the micro-environments. According to the distribution of ore-bearing formation, regional fault and deposits, Shaihantala-Chagannuoer, Qiaotou-Xiaoniuqun and Ningcheng-Pingquan, the three perlite-zeolite-bentonite ore belts and the Chaganmulun-Halahada-Hansumusumu pyrophyllite-kaolinite ore belt are delineated and the genetic models of perlite-zeolite-bentonite and pyrophyllite-kaolinite deposit series are established in Chifeng area.

Key Words: Non-metal ore deposit series; genetic model; perlite deposit; zeolite deposit; bentonite deposit; pyrophyllite deposit; Chifeng area