

doi: 10.19388/j.zgdzdc.2023.03.05

引用格式: 王婧,温延星,宋立军,等. 河北省重要非金属成矿构造背景及成矿系列[J]. 中国地质调查,2023,10(3): 41-53.  
(Wang J,Wen Y X,Song L J,et al. Important nonmetallic metallogenic tectonic setting and metallogenic series in Hebei Province[J]. Geological Survey of China,2023,10(3): 41-53.)

# 河北省重要非金属成矿构造背景及成矿系列

王婧,温延星,宋立军,宋树军,王天姿

(河北省地质调查院,河北石家庄 050000)

**摘要:**河北省非金属矿产资源丰富,但缺乏针对全省非金属成矿作用的综合研究。总结了河北省非金属矿产资源现状和产出特征,系统梳理了新太古代—古元古代、中元古代—中三叠世、晚三叠世—古新世及始新世—第四纪4个时段与非金属成矿有关的构造背景和成矿作用,应用矿床成矿系列理论将河北省重要非金属矿产厘定出6个矿床成矿系列组,9个成矿(亚)系列。研究表明:河北省非金属矿产主要有古元古代、中元古代、早古生代—晚古生代、燕山期及古近纪5个爆发性成矿期,主要矿床类型为变质型、沉积型、陆相火山岩型。根据不同时段、不同构造单元各具特色的成矿属性,指出了不同矿床类型和矿种的找矿有利地段,如:陆块隆起区是寻找变质型矿产(如石墨、碎云母等)的有利地段;拗陷区是寻找沉积型矿产(如石灰岩、海泡石黏土、岩盐等)的有利地段。研究成果可助力河北省“新一轮找矿突破战略行动”,为今后地质找矿工作部署提供参考。

**关键词:** 非金属矿床成矿系列; 构造背景; 成矿作用; 河北省

**中图分类号:** P621+.6; TD985

**文献标志码:** A

**文章编号:** 2095-8706(2023)03-0041-13

## 0 引言

随着社会经济的不断发展,非金属矿产在国民经济中发挥着越来越重要的作用,部分非金属矿产如磷、品质石墨、萤石等已列入《全国矿产资源规划2016—2020》战略性矿产,萤石、膨润土、金刚石列入战略性关键矿产<sup>[1]</sup>。因此,系统地开展非金属成矿规律研究具有重要意义。

河北省非金属矿产资源丰富,前人工作多集中在单矿种、单一矿产地的研究上<sup>[2-5]</sup>,鲜有以全省非金属矿产为研究对象全面系统地总结非金属成矿作用的综合研究。本文以新太古代—古元古代、中元古代—中三叠世、晚三叠世—古新世及始新世—第四纪4个构造演化时段为主线,结合近年来河北省国土资源调查、危机矿山、整装勘查等矿产资源勘查最新成果,以具有中型以上规模的39个重要矿种为研究对象,探讨河北省非金属成矿作

用,并在此基础上划分重要非金属矿床成矿(亚)系列,旨在为今后地质找矿工作部署提供参考。

## 1 河北省非金属矿产资源概述

河北省非金属矿产资源储量丰富,种类多,主要矿产资源勘查程度高<sup>[6]</sup>。碎云母、饰面用大理岩、天然油石等矿产资源储量位居全国第一;沸石、蓝晶石、矽线石等优势矿产闻名全国;石灰岩、白云岩、硅质原料等对河北省国民经济影响重大。此外,冶金辅料中的普通萤石、熔剂用灰岩、冶金用白云岩、耐火黏土,化工原料中的硫铁矿、磷、化工灰岩,建筑材料中的石膏、水泥用灰岩、玻璃用砂岩、水泥配料用黏土、饰面用花岗岩等矿产的勘探和详查程度均达65%以上,有利于这些矿产资源的开发及利用。

截至2020年底,河北省共发现非金属矿产71种,各类矿产地1326处,其中中型及以上规模矿床

收稿日期: 2022-03-09; 修订日期: 2022-06-10。

基金项目: 中国地质调查局“中国矿产地质志(编号: DD20160346、DD20190379、DD20221695)”项目资助。

第一作者简介: 王婧(1983—),女,高级工程师,主要从事矿产地地质综合研究工作。Email: 122357042@qq.com。

通信作者简介: 宋立军(1967—),男,教授级高级工程师,主要从事矿床学综合研究工作。Email: 583913827@qq.com。

363 处。本文选取 39 种具中型以上规模的重要非造背景,代表性矿床及矿床类型、成矿时代特征见表 1。

表 1 河北省重要非金属矿产代表性矿床一览

Tab. 1 List of representative deposits of important nonmetallic deposits in Hebei Province

矿床名称	主矿种	规模	矿床类型	成矿时代
张北县义哈德石墨矿床	石墨	大型	变成型	古元古代
涿鹿县荞麦川黄铁矿矿床	硫铁矿	中型	化学沉积型	中元古代
涿鹿县矾山磷铁矿床	磷灰石	大型	岩浆型	印支期
平泉县郝家楼萤石矿床	萤石	大型	火山热液型	燕山期
宁晋县纪昌庄石盐矿床	石盐	超大型	蒸发沉积型	新生代
曲阳县杨砂侯—南孝墓金红石矿床	金红石	大型	受变质型	古元古代
邢台县皇寺石榴子石矿床田尧沟矿段	石榴子石	中型	变成型	新太古代
邢台县卫鲁蓝晶石矿床	蓝晶石	大型	变成型	新太古代
平山县罗圈砂线石矿床	砂线石	中型	变成型	古元古代
鹿泉区岭底滑石矿床	滑石	大型	岩浆热液型	燕山期
涞源县烟煤矸石棉矿床	石棉	大型	接触交代型	燕山期
灵寿县山门口碎云母矿床	碎云母	中型	变成型	古元古代
行唐县东玉女钾长石矿床	长石	大型	伟晶岩型	新太古代
赤城县独石口沸石矿床	沸石	超大型	火山—沉积型	燕山期
隆尧县双碑石膏矿床	石膏	超大型	蒸发沉积型	新生代
邢台县大河菱镁矿矿床	菱镁矿	中型	受变质型	新太古代
怀来县龙凤山熔剂用石灰岩矿床	石灰岩	超大型	化学沉积型	古生代
遵化市魏家井冶金用白云岩矿床	白云岩	超大型	化学沉积型	中元古代
临城县西部山区石英岩矿床	石英岩	中型	受变质型	古元古代
武安市胡峪水泥配料用石英砂矿床	砂岩	大型	机械沉积型	中生代
丰润县杨家营水泥配料用石英砂矿床	天然石英砂	大型	砂矿型	新生代
丰润县火石营天然油石矿床	天然油石	大型	化学沉积型	中元古代
张家口市宣化区烟筒山含钾页岩矿床	含钾岩石	大型	机械沉积型	中元古代
尚义县石门沟硅藻土矿床	硅藻土	大型	生物化学沉积型	新生代
阳原县西窑—磁炮窑一带高岭土矿床	高岭土	中型	机械沉积型	中生代
遵化市刘备寨海泡石矿床佛来峪矿段	海泡石黏土	中型	化学沉积型	中元古代
宣化区堰家沟膨润土矿床	膨润土	大型	火山—沉积型	燕山期
抚宁县水门寺一带瓷石矿床	制陶用黏土	大型	岩浆热液型	燕山期
唐山市开平(鼓楼庄)耐火黏土矿床	耐火黏土	大型	化学沉积型	古生代
井陘县南平望水泥配料用黏土矿床	其他黏土	大型	机械沉积型	新生代
承德县高寺台前沟化肥用蛇纹岩矿床	蛇纹岩	中型	岩浆型	华力西期
临城县闫家庄辉绿岩矿床	辉绿岩	大型	岩浆型	古元古代
青龙县打虎店花岗岩矿床	花岗岩	大型	岩浆型	燕山期
围场县桃山—燕格柏一带珍珠岩矿床	珍珠岩	大型	陆相火山岩型	燕山期
张北县中华村后山浮岩矿床	浮岩	大型	火山—沉积型	喜马拉雅期
曲阳县羊平大理石矿床	大理岩	大型	变成型	古元古代
临城县西台峪饰面板岩矿床	片麻岩	大型	受变质型	新太古代
涿鹿县长瞳村—郝家坡村一带制砖用页岩	页岩	大型	机械沉积型	中元古代
徐水县西峪及外围瓦板岩矿床	板岩	中型	机械沉积型	新元古代

## 2 构造背景及成矿作用

以新太古代—古元古代、中元古代—中三叠世、晚三叠世—古新世及始新世—第四纪 4 个时段(超旋回、旋回)划分构造层,具有隶属关系与叠置关系清楚、层次分明、阶段性与旋回性明显和动态发展演化的优势,可充分反映不同类型的

成矿作用。

### 2.1 新太古代—古元古代

新太古代—古元古代为河北省结晶基底形成阶段。经多次强烈的构造运动并伴随火山喷发和岩浆侵入,岩石发生多次变质变形作用,最终形成了由冀北古微陆块、冀东古微陆块、冀南古微陆块拼接而成的原始陆壳(图 1)。

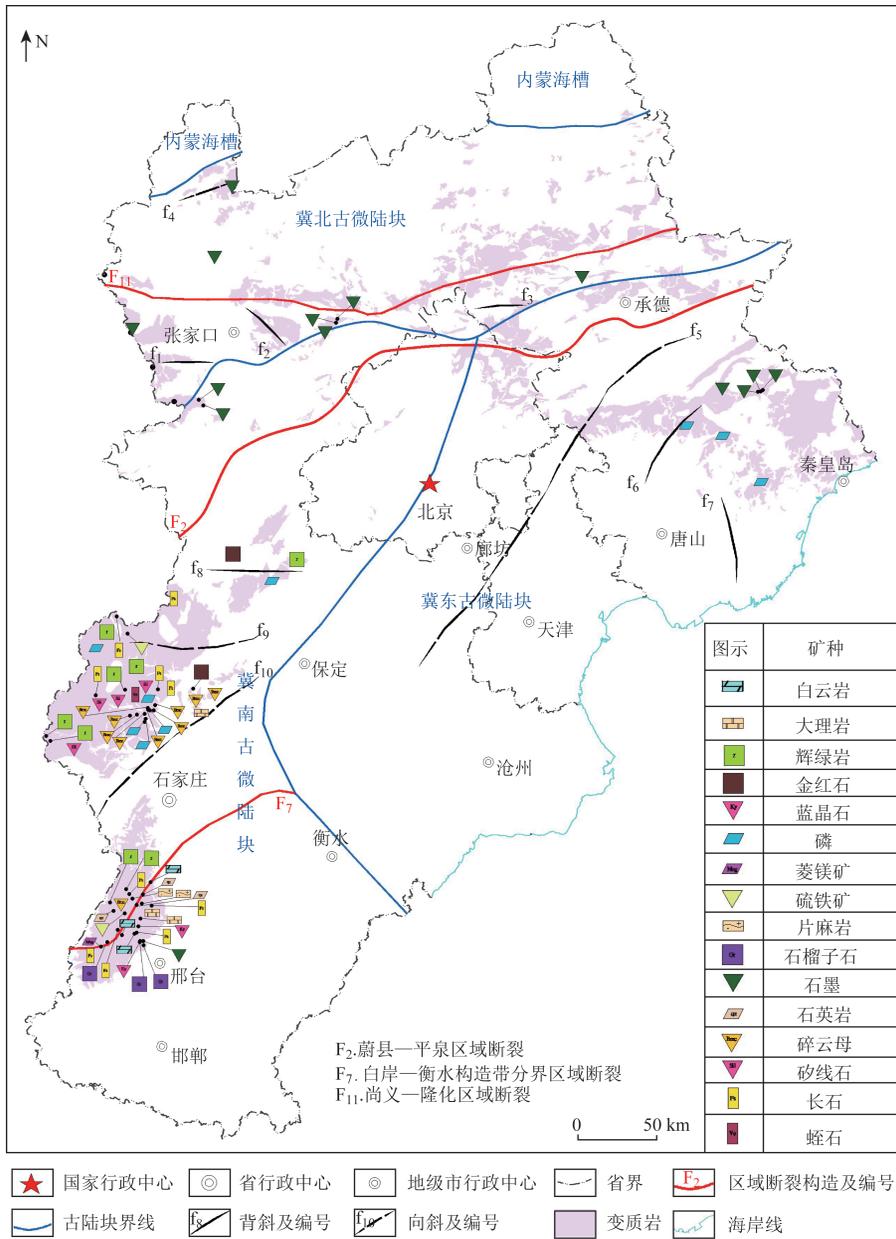


图1 河北省新太古代—古元古代构造单元划分与非金属矿产分布

Fig.1 Division of Neoproterozoic—Paleoproterozoic tectonic units and distribution of nonmetallic minerals in Hebei Province

2.1.1 冀北古微陆块

冀北古微陆块在新太古代主要构造线呈近 SN 向,至古元古代主要构造线转为 NNW—SSE 向,为挤压构造环境,主要发育桑干岩群、崇礼下岩群、崇礼上岩群、集宁岩群、红旗营子岩群变质岩建造。该陆块以变质成矿作用为主,主要矿产有石墨、大理岩,赋矿层位主要为红旗营子岩群,代表性矿床为张北县义哈德石墨矿床<sup>[7]</sup>。

2.1.2 冀东古微陆块

冀东古微陆块在新太古代早期主要构造线呈

NW—SEE 向,为挤压构造环境,晚期主要构造线转为近 EW 向。该陆块发育迁西岩群、遵化岩群、滦县岩群,主要为变质成矿作用,主要矿产有大理岩、石墨,规模以小型矿床和矿点为主。赋矿层位为迁西岩群,代表性矿床为青龙县大棒锤沟石墨矿床。

2.1.3 冀南古微陆块

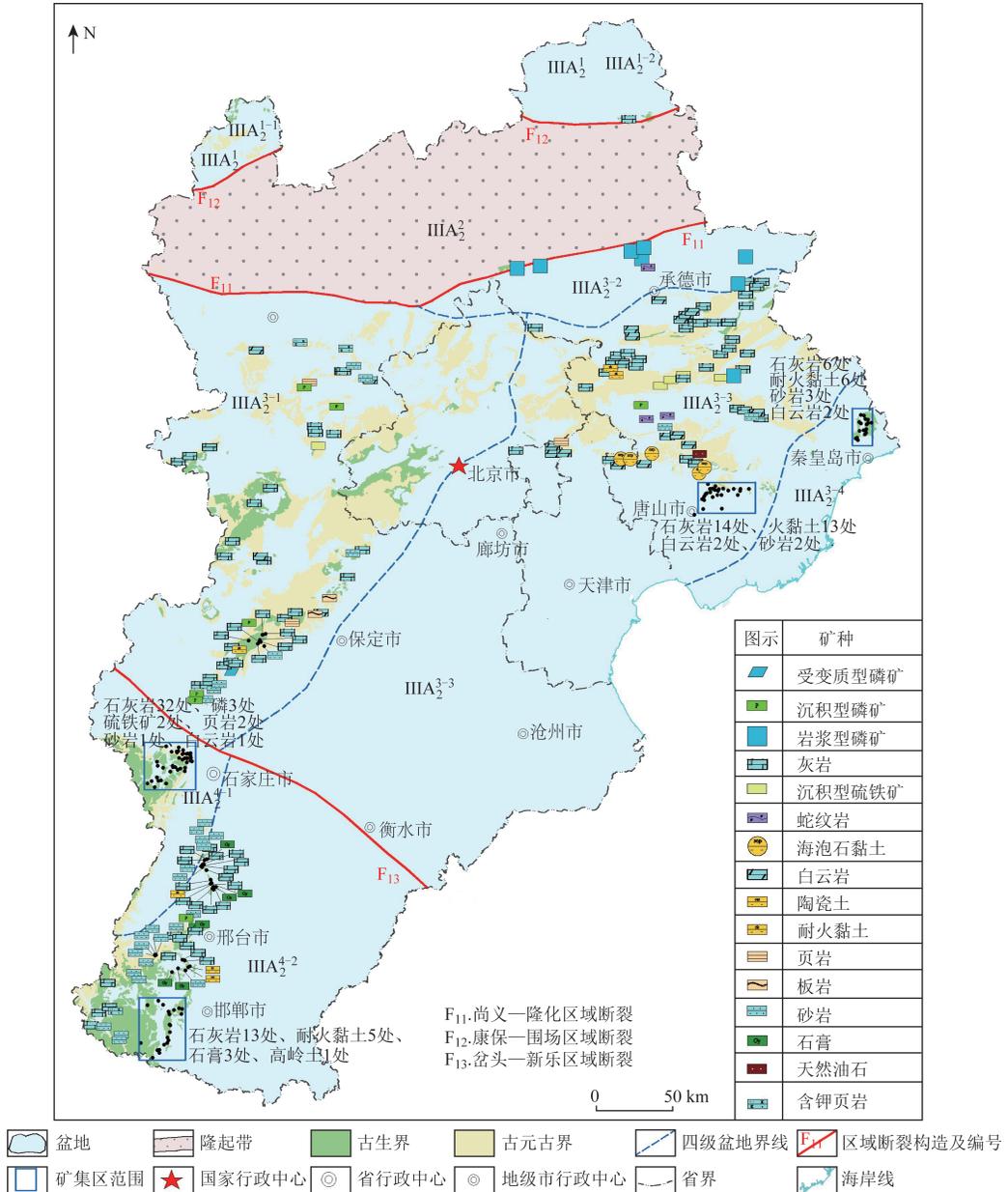
冀南古微陆块在新太古代主要构造线呈近 SN 向,至古元古代主要构造线转为 NNW—SSE 向,为挤压构造环境。变质建造主要有阜平岩群、赞皇岩群、五台岩群、湾子岩群、甘陶河群,与变质作用有关的矿产有

碎云母、矽线石、蓝晶石、石榴子石等。其中,蓝晶石、石榴子石主要赋存于阜平岩群、赞皇岩群,代表性矿床为邢台县卫鲁蓝晶石矿床、邢台县尧字沟石榴子石矿<sup>[8]</sup>;碎云母、矽线石主要赋存于湾子岩群,代表性矿床有灵寿县山门口碎云母矿床<sup>[9]</sup>、平山县罗圈矽线石矿床。

## 2.2 中元古代—中三叠世

中元古代—中三叠世(超旋回)为河北省稳定

盖层形成和早前寒武纪岩石圈相对稳定发展阶段,尚义—隆化区域断裂( $F_{11}$ )、康保—围场区域断裂( $F_{12}$ )活动强烈,构成华北陆块北侧与华北陆块北缘隆起带及中南部燕山—辽西裂陷带至晋中南—邢台沉降区(联合裂谷裂陷海盆区)的分界线,造就了该阶段“两盆夹一隆”的构造格局(图2)。



ⅢA<sub>2</sub><sup>1</sup>. 华北陆块北侧; ⅢA<sub>2</sub><sup>1-1</sup>. 康保火山—沉积盆地; ⅢA<sub>2</sub><sup>1-2</sup>. 棋盘山火山—沉积盆地; ⅢA<sub>2</sub><sup>2</sup>. 华北陆块北缘隆起带; ⅢA<sub>2</sub><sup>3</sup>. 燕山—辽西裂陷带; ⅢA<sub>2</sub><sup>3-1</sup>. 宣化—易县盆地; ⅢA<sub>2</sub><sup>3-2</sup>. 承德北盆地; ⅢA<sub>2</sub><sup>3-3</sup>. 蓟县—唐山裂谷盆地; ⅢA<sub>2</sub><sup>3-4</sup>. 秦皇岛盆地; ⅢA<sub>2</sub><sup>4</sup>. 晋中南—邢台沉降区; ⅢA<sub>2</sub><sup>4-1</sup>. 井陘—赞皇盆地; ⅢA<sub>2</sub><sup>4-2</sup>. 武安盆地

图2 河北省中元古代—中三叠世构造单元划分与非金属矿产分布<sup>[10]</sup>

Fig. 2 Division of Middle Proterozoic—Middle Triassic tectonic units and distribution of nonmetallic minerals in Hebei Province<sup>[10]</sup>

### 2.2.1 中元古代—新元古代

中元古代早期,该区构造运动以拉张裂解为主,在尚义—隆化区域断裂( $F_{11}$ )和康保—围场区域断裂( $F_{12}$ )夹持地区发生隆起,即华北陆块北缘隆起带(Ⅲ $A_2^2$ )。在尚义—隆化区域断裂( $F_{11}$ )以南地区发生沉降,形成燕山—辽西裂陷带(Ⅲ $A_2^3$ )和晋中南—邢台沉降区(Ⅲ $A_2^4$ )。

燕山—辽西裂陷带在中元古代—新元古代末期未发生大规模的构造变形运动,在尚义—隆化区域断裂( $F_{11}$ )以南地区,一系列裂谷盆地太古宙—古元古代结晶基底上发育了中元古界长城群—新元古界青白口群河流相碎屑岩、滨—浅海相碎屑岩、黏土岩、碳酸盐岩建造<sup>[11]</sup>。

中元古代—新元古代,该区非金属成矿以沉积作用为主,主要赋矿层位为长城群常州沟组、串岭沟组,蓟县群高于庄组、雾迷山组,主要矿种为白云岩、砂岩、含钾页岩、天然油石、海泡石黏土等,有大型、中型矿床52处,代表性矿床为遵化市魏家井冶金用白云岩矿床、滦县雷庄玻璃用石英砂岩矿床、张家口市宣化区烟筒山含钾页岩矿床、丰润县火石营天然油石矿床、遵化市刘备寨海泡石矿床等。

中元古代早期,沿尚义—隆化区域断裂( $F_{11}$ )侵入大庙斜长岩杂岩体,是铁磷矿的成矿母岩,发育7处矿床,以承德县黑山铁磷矿床为代表。

### 2.2.2 古生代

古生代,华北陆块北缘隆起带持续隆起,北侧发育稳定的陆表海沉积,沉积了早二叠世三面井组、早二叠世—中二叠世额里图组,由滨浅海碎屑岩、碳酸盐岩及基性、中性、酸性火山岩组成,主要矿产为沉积型石灰岩、砂岩。

尚义—隆化区域断裂( $F_{11}$ )以南地区为稳定的陆表海沉积,间歇沉积了中寒武统一—中奥陶统、上石炭统一—中三叠统。成矿以沉积作用为主,主要赋存于尚义—隆化区域断裂( $F_{11}$ )以南的宣化—易县盆地(Ⅲ $A_2^{3-1}$ )、承德北盆地(Ⅲ $A_2^{3-2}$ )、蓟县—唐山裂谷盆地(Ⅲ $A_2^{3-3}$ )、秦皇岛盆地(Ⅲ $A_2^{3-4}$ )、井陘—赞皇盆地(Ⅲ $A_2^{4-1}$ )、武安盆地(Ⅲ $A_2^{4-2}$ )中。矿产以石灰岩、石膏、白云岩、耐火黏土、页岩为主。

石灰岩主要赋存在寒武系昌平组、张夏组,奥陶系冶里组—峰峰组,有大型、超大型矿床41处,代表性矿床为井陘矿区贾庄水泥用灰岩矿床;白云岩主要赋存层位为寒武系—奥陶系三山子组、冶

里组、亮甲山组,有大、中型矿床6处,代表性矿床为鹿泉市石井冶金用白云岩矿床;石膏主要赋存于邢台—武安盆地,赋矿层位为奥陶系马家沟组、峰峰组,有大型、中型矿床7处,代表性矿床为临城县山下石膏矿;耐火黏土、陶瓷土、高岭土主要赋存于蓟县—唐山裂谷盆地、井陘—赞皇盆地、武安盆地,赋矿层位为石炭系本溪组、二叠系下石盒子组,有大中型矿床20处,代表性矿床为唐山市赵各庄耐火黏土矿床、沙河市章村陶瓷土矿床。

### 2.3 晚三叠世—古新世

晚三叠世—古新世,华北陆块北侧与华北陆块北缘形成了统一大陆,以上黄旗—灵山区域断裂( $F_{15}$ )为界,分为西北部的多伦—蔚县火山喷发带(Ⅲ $B_3^1$ )以及东南部的承德—武安火山喷发带(Ⅲ $B_3^2$ ) (图3)。

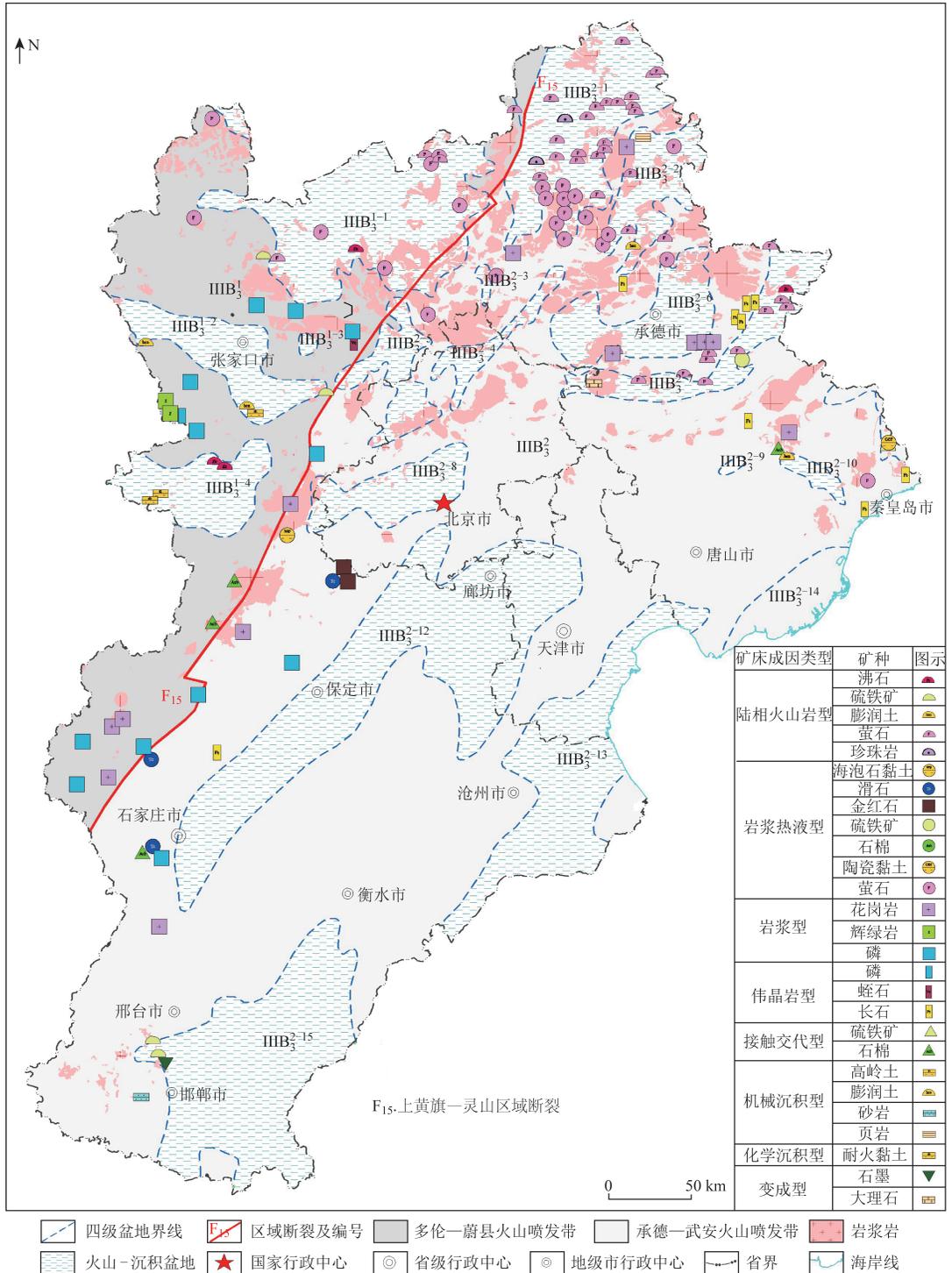
#### 2.3.1 多伦—蔚县火山喷发带(Ⅲ $B_3^1$ )

区内火山构造发育,有多伦—沽源沉积—火山盆地(Ⅲ $B_3^{1-1}$ )、张家口火山—沉积盆地(Ⅲ $B_3^{1-2}$ )、阳原—蔚县沉积—火山盆地(Ⅲ $B_3^{1-4}$ )3个主要的火山盆地。

盆地内发育寒武系—奥陶系灰岩、白云岩和侏罗系下花园组、髫髻山组、土城子组,白垩系张家口组、大北沟组、南天门组火山—沉积地层,以火山—沉积成矿作用为主,岩浆成矿作用次之。矿种主要为沸石、萤石、膨润土、耐火黏土。控矿地层为侏罗系土城子组和白垩系张家口组,有矿床16处,其中超大型、大型矿床各1处,其余为中型矿床。以赤城县独石口沸石矿床、丰宁县万胜永干沟萤石矿床、宣化区堰家沟膨润土矿床为代表。

在盆地边缘,偏碱性超基性杂岩体发育,以姚家庄、水峪口、圆通寺岩体和矾山隐伏岩体为代表。岩体受近EW向隐伏深断裂和NE向、NNE向断裂控制,呈近EW向展布,岩石类型为角闪辉石岩、黑云母辉石岩、正长辉石岩等。岩体控制着以涿鹿县矾山、阳原县姚家庄为代表的岩浆型磷矿床<sup>[11-14]</sup>。

区内沿上黄旗—灵山区域断裂( $F_{15}$ )发育呈NE向、NW向侵入的王安镇—大河南杂岩体、司各庄二长花岗岩体及少量基性侵入岩<sup>[15-17]</sup>。岩体与围岩接触,形成一系列接触交代型矿床和岩浆热液型矿床,主要矿产有石棉、硫铁矿、滑石、金红石等。在中酸性侵入岩与中元古界蓟县群高于庄组、雾迷山组碳酸盐岩接触带中发育石棉、硫铁矿,有石棉



III B<sub>3</sub><sup>1</sup>. 多伦—蔚县火山喷发带; III B<sub>3</sub><sup>1-1</sup>. 多伦—沽源沉积—火山盆地; III B<sub>3</sub><sup>1-2</sup>. 张家口火山—沉积盆地; III B<sub>3</sub><sup>1-3</sup>. 龙关西火山盆地; III B<sub>3</sub><sup>1-4</sup>. 阳泉—蔚县沉积—火山盆地; III B<sub>3</sub><sup>2</sup>. 承德—武安火山喷发带; III B<sub>3</sub><sup>2-1</sup>. 棋盘山—苏家店沉积—火山盆地; III B<sub>3</sub><sup>2-2</sup>. 围场—隆化沉积—火山盆地; III B<sub>3</sub><sup>2-3</sup>. 丰宁沉积—火山盆地; III B<sub>3</sub><sup>2-4</sup>. 凤山—汤河口沉积—火山盆地; III B<sub>3</sub><sup>2-5</sup>. 后城沉积—火山盆地; III B<sub>3</sub><sup>2-6</sup>. 滦平—承德火山—沉积盆地; III B<sub>3</sub><sup>2-7</sup>. 平泉—新城子沉积—火山盆地; III B<sub>3</sub><sup>2-8</sup>. 门头沟沉积—火山盆地; III B<sub>3</sub><sup>2-9</sup>. 新集沉积盆地; III B<sub>3</sub><sup>2-10</sup>. 燕河营火山—沉积盆地; III B<sub>3</sub><sup>2-11</sup>. 建昌沉积—火山盆地; III B<sub>3</sub><sup>2-12</sup>. 保定火山—沉积盆地; III B<sub>3</sub><sup>2-13</sup>. 盐山火山—沉积盆地; III B<sub>3</sub><sup>2-14</sup>. 北港火山—沉积盆地; III B<sub>3</sub><sup>2-15</sup>. 曲周火山盆地

图3 河北省晚三叠世—古新世构造单元划分与非金属矿产分布<sup>[10]</sup>

Fig. 3 Division of Late Triassic—Palaeocene tectonic units and distribution of nonmetallic minerals in Hebei Province<sup>[10]</sup>

矿床3处,硫铁矿床1处,以涞源县烟煤洞石棉矿床为代表。在基性侵入岩与古元古界甘陶河群南寺组镁质碳酸盐岩接触蚀变带内,发育滑石矿床3处,以鹿泉县岭底滑石矿床为代表。金红石矿床产于云煌岩与中元古界蓟县群雾迷山组白云岩接触带两侧,代表性矿床为涞水县悟空寺—龙安金红石矿床<sup>[18]</sup>。此外,中酸性岩体规模较大,多呈岩基与岩株产出,其自身也是饰面石材矿的成矿母岩<sup>[19]</sup>,如涿鹿县郭家湾花岗岩石材矿床即产于大河南花岗岩杂岩体中心相二长花岗岩中。

### 2.3.2 承德—武安火山喷发带(ⅢB<sub>3</sub><sup>2</sup>)

区内与成矿有关的盆地主要为棋盘山—苏家店沉积—火山盆地(ⅢB<sub>3</sub><sup>2-1</sup>)、围场—隆化沉积—火山盆地(ⅢB<sub>3</sub><sup>2-2</sup>)、平泉—新城子沉积—火山盆地(ⅢB<sub>3</sub><sup>2-7</sup>)。

盆地内发育侏罗系土城子组、白垩系张家口组、大北沟组、义县组、九佛堂组<sup>[20]</sup>。以火山沉积作用为主,火山热液作用次之,此外有沉积作用矿床。矿种主要为萤石、沸石、珍珠岩、页岩,控矿地层为侏罗系土城子组、白垩系张家口组、义县组、九佛堂组。有矿床16处,以中型矿床为主,代表性矿床为围场县广发永乡协力永村萤石矿床、围场县桃山—燕格柏珍珠岩矿床。

在北部地区华北陆块北缘隆起带与中生代NE向乌龙沟—上黄旗岩浆岩亚带交汇处,受NE向构造控制发育燕山期中酸性岩体,为岩浆热液型萤石矿的成矿母岩,以隆化县韩家店萤石矿床、八家萤石矿床为代表。

在青龙—抚宁地区发育晚三叠世盘山—都山花岗岩闪长岩—二长花岗岩—正长花岗岩杂岩体、早中侏罗世肖营子高钾闪长岩—正长花岗岩体。岩体与中新元古界碳酸盐岩建造接触带发育石棉、大理岩,燕山期花岗岩体是饰面石材及长石矿的母岩,如青龙县打虎店花岗石矿床、抚宁县水门寺一带陶瓷黏土矿床。

在邢台—武安地区,燕山期中性杂岩体分布广泛。岩体与中奥陶统碳酸盐岩接触带形成接触交代型硫铁矿<sup>[21]</sup>,以沙河市三王村含钴铜硫铁矿床为代表。该期岩体顺层侵入煤系地层中,煤层经热变质转变为石墨矿,如永年县大油村石墨矿床。

## 2.4 始新世—第四纪

始新世—第四纪(喜马拉雅旋回)以拉张运动为特征,以均衡升降运动为主要特点。以内蒙古(坝上)高原南缘的角度不整合和隐伏断裂界线及太行山—燕山山前区域断裂(F<sub>20</sub>)为界,划分为内蒙(坝上)高原南缘盆地区(ⅢA<sub>4</sub><sup>1</sup>)、太行山—燕山山间盆地区(ⅢA<sub>4</sub><sup>2</sup>)、华北盆地(ⅢA<sub>4</sub><sup>3</sup>)3个三级构造单元,并在各单元中形成相应的盆地沉积区和隆起剥蚀区(图4)。

### 2.4.1 内蒙(坝上)高原南缘盆地区(ⅢA<sub>4</sub><sup>1</sup>)

内蒙(坝上)高原南缘盆地分为张北、棋盘山2个玄武岩台地。地层以古近系汉诺坝组玄武岩为主,开地坊组次之,部分被第四系覆盖。成矿作用以沉积作用和火山—沉积作用为主,主要矿产为硅藻土、浮石、天然石英砂。控矿地层为汉诺坝组和第四系全新统风积砂层。硅藻土赋存于汉诺坝期晚期玄武岩喷溢间歇期的湖相沉积粉砂—黏土岩系中,与黏土岩和基性火山岩共生,有大型矿床2处,以张北县阳坡硅藻土矿床为代表;浮石主要赋存于汉诺坝组玄武岩第10旋回层中,有矿床4处,含大型矿床1处、中型矿床2处、小型矿床1处,以张北县中华村后山浮石矿床为代表;天然石英砂产于第四系全新统风积砂层,有矿床12处,其中大型矿床2处,中型矿床2处,小型矿床8处,以围场县凤凰岭铸型用砂矿床为代表。

### 2.4.2 太行山—燕山山间盆地区(ⅢA<sub>4</sub><sup>2</sup>)

太行山—燕山地区分布着一些山间中小型沉积盆地与沉积—火山盆地,总体呈NE向展布。地层有始新统蔚县组,渐新统灵山组、雪花山组,上新统石匣组、稻地组。

成矿作用以沉积作用为主,表生作用次之。与沉积作用有关的矿产有其他黏土、天然石英砂、膨润土。控矿地层为第四系上更新统迁安组、马兰组冲洪积型黏土、砂土。有大型矿床2处、中型矿床6处、小型矿床9处,以丰润县杨家营水泥配料用石英砂矿床为代表。与表生作用有关的矿产有高岭土、陶瓷黏土。风化型高岭土、陶瓷黏土分布于保定、唐山地区,多由中酸性、碱性脉岩经风化蚀变形成,岩脉主要赋存于中元古界长城群、蓟县群和青白口群中。包括中型矿床3处、小型矿床2处,以徐水县五香坡高岭土矿床为代表。



III A<sub>4</sub><sup>1</sup>. 内蒙(坝上)高原南缘盆地区; III A<sub>4</sub><sup>1-1</sup>. 张北玄武岩台地; III A<sub>4</sub><sup>1-2</sup>. 棋盘山玄武岩台地; III A<sub>4</sub><sup>2</sup>. 太行山—燕山山间盆地地区; III A<sub>4</sub><sup>2-1</sup>. 阳原沉积—火山盆地; III A<sub>4</sub><sup>2-2</sup>. 承德县南沉积盆地; III A<sub>4</sub><sup>2-3</sup>. 斗军湾沉积盆地; III A<sub>4</sub><sup>2-4</sup>. 灵山沉积盆地; III A<sub>4</sub><sup>2-6</sup>. 邢台沉积盆地; III A<sub>4</sub><sup>3</sup>. 华北盆地; III A<sub>4</sub><sup>3-1</sup>. 廊坊—衡水火山—沉积盆地; III A<sub>4</sub><sup>3-2</sup>. 天津—故城隆起; III A<sub>4</sub><sup>3-3</sup>. 南堡—魏县火山—沉积盆地; III A<sub>4</sub><sup>3-4</sup>. 渤海盆地

图 4 河北省始新世—第四纪构造单元划分与非金属矿产分布<sup>[10]</sup>

Fig. 4 Division of Eocene—Quaternary tectonic units and distribution of nonmetallic minerals in Hebei Province<sup>[10]</sup>

2.4.3 华北盆地(III A<sub>4</sub><sup>3</sup>)

廊坊—衡水火山—沉积盆地(III A<sub>4</sub><sup>3-1</sup>)、南堡—魏县火山—沉积盆地(III A<sub>4</sub><sup>3-3</sup>)均呈 NNE 向带状展布。盆地内充填始新世孔店组、始新世—渐新世沙河街组、渐新世东营组、中新世馆陶组及上

新世明化镇组,主要为一套互层状湖相暗色、杂色黏土岩和砂岩沉积建造,间夹油页岩、碳酸盐岩、石膏层、玄武岩等。成矿作用为沉积作用。主要矿产为天然石英砂及黏土,其中天然石英砂矿床 1 处,为昌黎县新庄子南大型石英砂矿床,

其他黏土均为小型规模。矿体均赋存于第四系更新统。

天津—故城隆起(ⅢA<sub>4</sub><sup>3-2</sup>)呈NNE向不规则带状展布,夹持于上述2个火山—沉积盆地之间,由始新世—上新世陆相沉积岩夹火山岩组成。成矿作用为沉积作用,主要发育蒸发沉积型岩盐、石膏矿床,多数分布于邢台地区,控矿层位为始新统一

渐新统沙河街组。

### 3 重要非金属矿床主要成矿(亚)系列

根据矿床成矿系列理论<sup>[22-28]</sup>,将河北省39个重要非金属矿产,划分为6个矿床成矿系列组,厘定出9个主要成矿(亚)系列(表2)。

表2 河北省重要非金属矿床成矿系列一览

Tab.2 List of metallogenic series of important nonmetallic deposits in Hebei Province

构造环境	成矿作用	矿床成矿系列组	矿床成矿系列	矿床成矿亚系列	矿床式
古陆块	变质作用	华北陆块中部与古元古代吕梁构造旋回变质作用有关的铁、碎云母、石墨、大理岩、砂线石、板岩、金红石、辉绿岩、磷灰石矿床成矿系列组	华北陆块北缘东段与古元古代变质作用有关的大理岩、石墨、铁矿床成矿系列	Pt <sub>1</sub> -1M <sup>1</sup> 冀北与变质作用有关的石墨、大理岩、铁矿床成矿亚系列	义哈德式石墨
古陆块	变质作用	华北陆块中部与古元古代吕梁构造旋回变质作用有关的铁、碎云母、石墨、大理岩、砂线石、板岩、金红石、辉绿岩、磷灰石矿床成矿系列组	山西(断隆)与古元古代变质作用有关的大理岩、石墨、金红石、滑石、碎云母、砂线石、铁矿床成矿系列	Pt <sub>1</sub> -2M <sup>2</sup> 太行山中南段与变质作用有关的大理岩、石墨、金红石、滑石、碎云母、砂线石、铁矿床成矿亚系列	山门口式碎云母、杨砂侯式金红石、罗圈式砂线石
裂隙带	沉积作用	华北陆块与中元古代晋宁构造旋回岩浆—沉积作用有关的铁、钛、钒、锰、铅、锌、硫铁矿床成矿系列组	华北陆块北缘东段与中元古代沉积作用有关的铅、铁、锰矿等矿床成矿系列	Pt <sub>2</sub> -4S <sup>5</sup> 燕辽裂陷带与海相沉积作用有关铁矿、锰矿、锰硼矿、硫铁矿、页岩、海泡石黏土、含钾页岩、白云岩、天然油石矿床成矿亚系列	魏家井式白云岩、庞家堡式含钾页岩、刘备寨式海泡石黏土、火石营式天然油石、长瞳式制砖用页岩
裂隙带	沉积作用	华北陆块与中元古代晋宁构造旋回岩浆—沉积作用有关的铁、钛、钒、锰、铅、锌、硫铁矿床成矿系列组	华北陆块北缘东段早古生代与盖层沉积作用有关的碳酸盐岩、黏土矿床成矿系列	Pz <sub>1</sub> -1S <sup>1</sup> 马兰峪—绥中(冀东)与寒武纪—奥陶纪沉积作用有关的碳酸盐岩、磷、方解石矿床成矿亚系列	峰峰式石灰岩、九里山式石灰岩
断隆	沉积作用	华北陆块与盖层沉积作用有关的碳酸盐岩、黏土、石膏矿床成矿系列组	山西(断隆)与早古生代盖层沉积作用有关的碳酸盐岩、黏土、石膏矿床成矿系列	Pz <sub>1</sub> -2S <sup>2</sup> 太行山南段(冀西南)与寒武纪—奥陶纪沉积作用有关的碳酸盐岩、磷、方解石、石膏矿床成矿亚系列	峰峰式石灰岩、石井式白云岩、九里山式石灰岩、胡峪东南式石膏
裂隙带	沉积作用	华北陆块与中元古代晋宁构造旋回岩浆—沉积作用有关的铁、钛、钒、锰、铅、锌、硫铁矿床成矿系列组	华北陆块北缘东段与石炭纪—二叠纪沉积作用有关的煤、铝土矿、耐火黏土、膨润土、碳酸盐岩矿床成矿系列	Pz <sub>2</sub> -3S <sup>3</sup> 燕辽裂陷(冀东)煤、铝土矿、耐火黏土、硫铁矿、铁矾土、瓷土矿床成矿亚系列	赵各庄式耐火黏土
断隆	沉积作用	华北陆块与中元古代晋宁构造旋回岩浆—沉积作用有关的铁、钛、钒、锰、铅、锌、硫铁矿床成矿系列组	山西(断隆)与石炭纪—二叠纪沉积作用有关的煤、铝土矿、稀土元素、稀散元素、石膏、碳酸盐岩矿床成矿系列	Pz <sub>2</sub> -4S <sup>4</sup> 太行山南段(冀南)煤、铝土矿、耐火黏土、硫铁矿、铁矾土、轻稀土元素、瓷土、稀土元素—稀散元素(Ga)矿床成矿亚系列	南关式耐火黏土
火山盆地	火山作用/岩浆作用	华北陆块及周缘与燕山构造旋回岩浆—火山—沉积作用有关的金、银、铅、钼矿床成矿系列组	华北陆块及周缘与燕山构造旋回岩浆—火山—沉积作用有关的金、银、铅、钼矿床成矿系列组	Mz <sub>2</sub> -1I <sup>2</sup> 冀北与酸性侵入岩、火山岩有关的萤石、凝灰岩、膨润土、沸石、黑耀岩、玛瑙矿床成矿亚系列	独石口式沸石、堰家沟式膨润土、韩家店式萤石、郝家楼式萤石
断陷盆地	沉积作用	华北陆块及周缘与喜马拉雅构造旋回岩浆—火山—沉积和流体作用有关的砂金、宝石—硅藻土、石膏、石盐、油气矿床成矿系列组	华北盆地与新生代沉积作用有关的石膏、石盐、泥碳矿床成矿系列	Cz-1S <sup>1</sup> 华北盆地新生代蒸发—沉积作用有关的石膏、石盐、其他黏土矿床成矿亚系列	宁晋式石盐、双碑式石膏

#### 3.1 Pt<sub>1</sub>-1M<sup>1</sup>、Pt<sub>1</sub>-2M<sup>2</sup> 矿床成矿亚系列

Pt<sub>1</sub>-1M<sup>1</sup> 矿床成矿亚系列位于华北陆块北缘隆起带(ⅢA<sub>2</sub>)内,属冀北古微陆块;Pt<sub>1</sub>-2M<sup>2</sup> 矿

床成矿亚系列位于晋中南—邢台沉降区(ⅢA<sub>2</sub><sup>4</sup>)内,属于冀南古微陆块。地层为新太古代—古元古代变质岩系,岩浆岩以吕梁期变质深成岩为主。2个

成矿亚系列成矿作用相似,均以变质作用为主,岩浆作用次之,形成以石墨、大理岩、碎云母、矽线石、辉绿岩为主的多个受变质型、变成型、岩浆型矿床。冀北古微陆块主要发育斜长角闪岩-变粒岩-片岩-片麻岩及磁铁石英岩-大理岩建造,赋矿层位为古元古界红旗营子岩群,主要矿产为石墨、大理岩;冀南古微陆块发育浅粒岩-钙硅酸盐岩-大理岩建造,赋矿层位为古元古界湾子岩群。主要矿产为碎云母、矽线石。

根据成矿物质来源、地质-成矿作用机制和矿床产出地质构造部位的不同(下同), $Pt_1-1M^1$ 矿床成矿亚系列可划分为义哈德式矿床式, $Pt_1-2M^2$ 矿床成矿亚系列可划分为山门口式、杨砂侯式、罗圈式3个矿床式。

### 3.2 $Pt_2-4S^5$ 矿床成矿亚系列

$Pt_2-4S^5$ 矿床成矿亚系列位于燕山-辽西裂陷带(Ⅲ $A_2^3$ )东部承德北盆地(Ⅲ $A_2^{3-2}$ )、蓟县-唐山裂谷盆地(Ⅲ $A_2^{3-3}$ )和秦皇岛盆地(Ⅲ $A_2^{3-4}$ )内。主要发育中元古界蓟县群高于庄组-雾迷山组白云岩、灰岩、砂页岩建造,形成了以白云岩、天然油石、海泡石黏土为主的多个化学沉积型、机械沉积型矿床。可划分为魏家井式、长瞳式、庞家堡式、刘备寨式、火石营式5个矿床式。

### 3.3 $Pz_1-1S^1$ 、 $Pz_1-2S^2$ 矿床成矿亚系列

$Pz_1-1S^1$ 矿床成矿亚系列位于燕山-辽西裂陷带(Ⅲ $A_2^3$ )东部承德北盆地(Ⅲ $A_2^{3-2}$ )、蓟县-唐山裂谷盆地(Ⅲ $A_2^{3-3}$ )和秦皇岛盆地(Ⅲ $A_2^{3-4}$ )内; $Pz_1-2S^2$ 矿床成矿亚系列位于晋中南-邢台沉降区(Ⅲ $A_2^4$ )内。 $Pz_1-1S^1$ 、 $Pz_1-2S^2$ 矿床成矿亚系列的成矿作用相似,以沉积作用为主,成矿时代为早古生代,发育古生界寒武系-奥陶系昌平组-峰峰组碳酸盐岩建造,形成了以石灰岩、白云岩为主,石膏为辅的大中型化学沉积型矿床。早古生代是河北省优势非金属矿产石灰岩、白云岩的主要成矿期,矿床规模大,质量好,资源潜力巨大。 $Pz_1-1S^1$ 矿床成矿亚系列可划分为峰峰式、九里山式2个矿床式; $Pz_1-2S^2$ 矿床成矿亚系列可划分峰峰式、石井式、九里山式、胡峪东南式4个矿床式。

### 3.4 $Pz_2-3S^3$ 、 $Pz_2-4S^4$ 矿床成矿亚系列

$Pz_2-3S^3$ 矿床成矿亚系列位于燕山-辽西裂

陷带(Ⅲ $A_2^3$ )东部承德北盆地(Ⅲ $A_2^{3-2}$ )、蓟县-唐山裂谷盆地(Ⅲ $A_2^{3-3}$ )和秦皇岛盆地(Ⅲ $A_2^{3-4}$ )内; $Pz_2-4S^4$ 矿床成矿亚系列位于晋中南-邢台沉降区(Ⅲ $A_2^4$ )北部井陘-赞皇盆地(Ⅲ $A_2^{4-1}$ )内。 $Pz_2-3S^3$ 、 $Pz_2-4S^4$ 矿床成矿亚系列成矿作用相似,以化学沉积作用为主,主要发育上石炭统一二叠统本溪组-太原组砂页岩夹煤层建造,形成了以耐火黏土为主的大中型化学沉积型矿床。矿体主要赋存于奥陶系顶部古风化壳上部,石炭系本溪组底部的高铁铝黏土层,二叠系下石盒子组顶部的高铝黏土、硬质黏土、半软质黏土层,部分矿产地耐火黏土下部发育铁矾土、硫铁矿等。 $Pz_2-3S^3$ 、 $Pz_2-4S^4$ 矿床成矿亚系列各划分了1个矿床式,分别为赵各庄式和南关式。

### 3.5 $Mz_2-1I^2$ 矿床成矿亚系列

$Mz_2-1I^2$ 矿床成矿亚系列位于张家口火山-沉积盆地(Ⅲ $B_3^{1-2}$ )、阳原-蔚县沉积-火山盆地(Ⅲ $B_3^{1-4}$ )、棋盘山-苏家店沉积-火山盆地(Ⅲ $B_3^{2-1}$ )、围场-隆化沉积-火山盆地(Ⅲ $B_3^{2-2}$ )等构造单元内,成矿时代为燕山期。成矿作用以火山-沉积、火山热液充填作用为主,岩浆热液作用次之,形成以沸石、凝灰岩、膨润土、萤石为主的陆相火山岩型、岩浆热液型矿床。赋矿地层主要有侏罗系土城子组、白垩系张家口组。岩浆活动主要为燕山期侵入的中酸性岩体,如韩家店岩体、八家岩体等。该亚系列划分了独石口式、堰家沟式、韩家店式、郝家楼式4个矿床式。

### 3.6 $Cz-1S^1$ 矿床成矿亚系列

$Cz-1S^1$ 矿床成矿亚系列位于华北盆地(Ⅲ $A_4^3$ )天津-故城隆起(Ⅲ $A_4^{3-2}$ )西南部,赋矿地层主要为始新世-渐新世沙河街组,成矿作用主要为蒸发-沉积作用,形成以岩盐、石膏为主的大型、超大型蒸发沉积型矿床,成矿时代为古近纪。矿床集中分布于天津-故城隆起(Ⅲ $A_4^{3-2}$ )西南部的隆起洼地内,以储量巨大、埋藏较深为特点。该矿床成矿亚系列划分了宁晋式、双碑式2个矿床式。

## 4 结论

(1)碎云母、石墨、萤石、沸石、石灰岩、白云岩、

岩盐、石膏为河北省重要非金属矿产。变质型、沉积型、陆相火山岩型为河北省主要矿床类型。

(2)河北省存在新太古代—古元古代、中元古代—中三叠世、晚三叠世—古新世及始新世—第四纪4个构造演化时段。不同时段、不同构造单元各具特色的成矿属性,构成了不同矿床类型和矿种的空间格局。陆块隆起区是寻找变质型矿产(如石墨、碎云母等)的有利地段;坳陷区是寻找沉积型矿产(如石灰岩、海泡石黏土、岩盐等)的有利地段。

(3)本次研究共厘定出6个矿床成矿系列组,9个成矿(亚)系列,其中中元古代—中三叠世(超)构造旋回所发育的成矿系列是最重要的矿床成矿系列,以沉积作用为主,岩浆作用为辅。

(4)河北省非金属矿产有5个爆发性成矿期:古元古代,与变质作用有关的石墨、碎云母、大理岩矿床;中元古代,与海相沉积作用有关的白云岩、含钾页岩、天然油石、海泡石黏土矿床;早古生代—晚古生代,与沉积作用有关的石灰岩、白云岩、耐火黏土、石膏、硫铁矿矿床;燕山期,与酸性岩浆侵入、火山喷发有关的萤石、珍珠岩、沸石、膨润土矿床;古近纪,与蒸发—沉积作用有关的岩盐、石膏矿床。

## 参考文献(References):

- [1] 王登红. 战略性关键矿产相关问题探讨[J]. 化工矿产地质, 2019,41(2):65-72.  
Wang D H. Discussion on issues related to strategic key mineral resources[J]. Geology of Chemical Minerals,2019,41(2):65-72.
- [2] 郝俊杰,董立帅. 河北省邯邢地区三王村式硫铁矿地质特征——以沙河市三王村硫铁矿为例[J]. 西部探矿工程, 2011,23(7):129-132.  
Hao J J,Dong L S. Geological characteristics of Sanwang type pyrite in Hanxing area Hebei Province - a case study of Sanwang type pyrite in Shahe City[J]. West - China Exploration Engineering,2011,23(7):129-132.
- [3] 温小亚,郎志杰,楚山巍. 河北邢台县卫鲁蓝晶石矿地质特征研究[J]. 化工矿产地质,2016,38(3):151-155.  
Wen X Y,Lang Z J,Chu S W. Geological characteristics of the Weilu kyanite in Xingtai, Hebei province[J]. Geology of Chemical Minerals,2016,38(3):151-155.
- [4] 柳婷婷,张寿庭. 我国沸石资源的分布与开发利用及发展方向[J]. 中国矿业,2011,20(S1):41-45.  
Liu T T,Zhang S T. Distribution,utilization and development directions of the zeolite resources nationwide [J]. China Mining Magazine,2011,20(S1):41-45.
- [5] 崇霄霄,刘创脱,宋泽峰,等. 河北矾山铁磷矿矿床地质特征[J]. 河北地质大学学报,2019,42(6):33-36.  
Chong X X,Liu C T,Song Z F,et al. The geological features of Fanshan phosphosiderite deposit in Hebei Province, China[J]. Journal of Hebei Geo University,2019,42(6):33-36.
- [6] 马志军,王文学,刘智秀,等. 河北省非金属矿产资源勘查及开发利用对策探讨[J]. 中国非金属矿工业导刊,2008(1):58-60.  
Ma Z J,Wang W X,Liu Z X,et al. Exploration and exploitation of nonmetallic mineral resources in Hebei Province [J]. China Non - metallic Minerals Industry,2008(1):58-60.
- [7] 齐新国,付茂英,王志刚,等. 河北张家口晶质石墨矿地质特征及成矿规律[J]. 中国非金属矿工业导刊,2019(S1):35-42.  
Qi X G,Fu M Y,Wang Z G,et al. Geological characteristics and metallogenic regularity of crystalline graph - ite ore in Zhangjiakou,Hebei Province[J]. China Non - metallic Minerals Industry, 2019(S1):35-42.
- [8] 王志刚,齐新国,李博文,等. 邢台西部石榴子石矿地质特征及成矿规律[J]. 中国非金属矿工业导刊,2021(2):38-42,72.  
Wang Z G,Qi X G,Li B W,et al. The geological characteristics and metallogenic regularity of garnet ore in the west of Xingtai[J]. China Non - metallic Minerals Industry,2021(2):38-42,72.
- [9] 葛之亮,王瑞光,李建峰,等. 灵寿—行唐一带碎云母矿地质特征及资源潜力分析[J]. 华南地质与矿产,2016,32(3):224-230.  
Ge Z L,Wang R G,Li J F,et al. Geological characteristics and potential analysis of Detritalmica deposit in Lingshou - Xingtang area[J]. Geology and Mineral Resources of South China,2016, 32(3):224-230.
- [10] 河北省区域地质矿产调查研究所. 中国区域地质志 河北志[M]. 北京:地质出版社,2017:1-1272.  
Institute Regional Geology and Mineral Resources Survey of Hebei Province. The Regional Geology of China, Hebei Province [M]. Beijing:Geology Press,2017:1-1272.
- [11] 刘超辉,刘福来. 华北克拉通中元古代裂解事件:以渣尔泰—白云鄂博—化德裂谷带岩浆与沉积作用研究为例[J]. 岩石学报,2015,31(10):3107-3128.  
Liu C H,Liu F L. The Mesoproterozoic rifting in the North China Craton:A case study for magmatism and sedimentation of the Zhaertai - Bayan Obo - Huade rift zone[J]. Acta Petrologica Sinica, 2015,31(10):3107-3128.
- [12] 任荣,牟保磊,韩宝福,等. 河北矾山钾质碱性超镁铁岩—正长岩杂岩体的锆石 SHRIMP U - Pb 年龄[J]. 岩石学报,2009,

25(3):588-594.

Ren R, Mu B L, Han B F, et al. Zircon SHRIMP U - Pb dating of the Fanshan potassic alkaline ultramafite - syenite complex in Hebei Province, China[J]. *Acta Petrologica Sinica*, 2009, 25(3): 588-594.

[13] 田伟, 陈斌, 刘超群, 等. 冀北小张家口超基性岩体的锆石 U - Pb 年龄和 Hf 同位素组成[J]. *岩石学报*, 2007, 23(3): 583-590.

Tian W, Chen B, Liu C Q, et al. Zircon U - Pb age and Hf isotopic composition of the Xiaozhangjiakou ultramafic pluton in northern Hebei[J]. *Acta Petrologica Sinica*, 2007, 23(3): 583-590.

[14] 陈斌, 牛晓露, 王志强, 等. 华北克拉通北缘姚家庄过钾质超镁铁岩 - 正长岩杂岩体的锆石 U - Pb 年代学、岩石学和地球化学特征[J]. *中国科学: 地球科学*, 2013, 56(8): 1294-1307.

Chen B, Niu X L, Wang Z Q, et al. Geochronology, petrology, and geochemistry of the Yaojiazhuang ultramafic - syenitic complex from the North China Craton[J]. *Science China Earth Sciences*, 2013, 56(8): 1294-1307.

[15] 申志超, 侯增谦, 于枫, 等. 太行山北段王安镇杂岩体中酸性岩锆石 SHRIMP U - Pb 定年、Hf 同位素组成及其地质意义[J]. *岩石学报*, 2015, 31(5): 1409-1420.

Shen Z C, Hou Z Q, Yu F, et al. SHRIMP zircon U - Pb ages and Hf isotopes of the intermediate - acidic rocks of Wanganzhen complex in northern part of Taihang Mountains and their geological implications[J]. *Acta Petrologica Sinica*, 2015, 31(5): 1409-1420.

[16] 王德强, 张正平, 潘志民, 等. 河北省涿鹿县大河南岩体中 A 型花岗岩特征及构造意义[J]. *地质调查与研究*, 2017, 40(1): 22-28.

Wang D Q, Zhang Z P, Pan Z M, et al. Characteristics and origin of the Dahenan A - type granite, in Zhuolu County, Hebei Province[J]. *Geological Survey and Research*, 2017, 40(1): 22-28.

[17] 张晴, 宋扬, 胡建中. 太行山北段司各庄岩体多期旋回的特征: 来自野外及锆石 U - Pb 年龄的约束[J]. *地质论评*, 2015, 61(S1): 776-777.

Zhang Q, Song Y, Hu J Z. Characteristics of multiphase cycles of the Sigezhuang pluton in the northern Taihang Mountains: constraints from field and zircon U - Pb ages[J]. *Geological Review*, 2015, 61(S1): 776-777.

[18] 齐新国. 河北省金红石矿床地质特征及开发利用前景[J]. *中国非金属矿工业导刊*, 2009(S1): 18-20, 22.

Qi X G. Geological characteristics and development prospects of rutile deposits in Hebei Province[J]. *China Non - metallic Mining Industry*, 2009(S1): 18-20, 22.

[19] 齐新国, 付茂英, 王政. 河北饰面用花岗岩成矿规律及开发利用[J]. *中国非金属矿工业导刊*, 2021(5): 25-28.

Qi X G, Fu M Y, Wang Z. Metallogenic regularity and exploitation and utilization of granite for decoration in Hebei[J]. *China Non - metallic Mining Industry*, 2021(5): 25-28.

[20] 王纪昆, 时培哲, 董红伟, 等. 冀北西龙头 - 半截塔地区地球化学特征与找矿远景区浅析[J]. *地质调查与研究*, 2017, 40(2): 151-156.

Wang J K, Shi P Z, Dong H W, et al. Analysis on the geochemical characteristics of stream sediment and prospecting in Xilongtou - Banjieta area, north Hebei province[J]. *Geological Survey and Research*, 2017, 40(2): 151-156.

[21] 王萌兴. 三王村黄铁矿床地质特征及成因探讨[J]. *化工地质*, 1989(2): 1-13.

Wang M X. Geological characteristics and genesis of Sanwangcun Pyrite deposit[J]. *Geology of Chemical Minerals*, 1989(2): 1-13.

[22] 陈毓川, 常印佛, 裴荣富, 等. 中国成矿体系与区域成矿评价[M]. 北京: 地质出版社, 2007: 1-1005.

Chen Y C, Chang Y F, Pei R F, et al. Chinese Mineralization System and Assessment of Regional Mineralization[M]. Beijing: Geological Press, 2007: 1-1005.

[23] 陈毓川, 裴荣富, 王登红, 等. 论矿床的自然分类——四论矿床的成矿系列问题[J]. *矿床地质*, 2015, 34(6): 1092-1106.

Chen Y C, Pei R F, Wang D H, et al. Natural classification of mineral deposits; Discussion on minerogenetic series of mineral deposits (IV)[J]. *Mineral Deposits*, 2015, 34(6): 1092-1106.

[24] 陈毓川, 裴荣富, 王登红, 等. 矿床成矿系列——五论矿床的成矿系列问题[J]. *地球学报*, 2016, 37(5): 519-527.

Chen Y C, Pei R F, Wang D H, et al. Minerogenetic series for mineral deposits; Discussion on minerogenetic series (V)[J]. *Acta Geoscientia Sinica*, 2016, 37(5): 519-527.

[25] 陈毓川, 裴荣富, 王登红, 等. 论地球系统四维成矿及矿床学研究趋向——七论矿床的成矿系列[J]. *矿床地质*, 2020, 39(5): 745-753.

Chen Y C, Pei R F, Wang D H, et al. Four - dimensional metallogeny in earth system and study trends of mineral deposits; A discussion on minerogenetic series (VII)[J]. *Mineral Deposits*, 2020, 39(5): 745-753.

[26] 陈毓川. 矿床的成矿系列[J]. *地学前缘*, 1994, 1(3/4): 90-94.

Chen Y C. Metallogenic series of ore deposits[J]. *Earth Science Frontiers*, 1994, 1(3/4): 90-94.

[27] 陈毓川. 矿床的成矿系列研究现状与趋势[J]. *地质与勘探*, 1997, 33(1): 21-25.

Chen Y C. Present situation and trend of research on metallogenic series of ore deposits[J]. *Geology and Prospecting*, 1997, 33(1): 21-25.

[28] 王登红, 陈毓川, 徐志刚, 等. 矿床成矿系列组——六论矿床的成矿系列问题[J]. *地质学报*, 2020, 94(1): 18-35.

Wang D H, Chen Y C, Xu Z G, et al. Minerogenetic series group: Discussion on minerogenetic series (VI)[J]. *Acta Geologica Sinica*, 2020, 94(1): 18-35.

## Important nonmetallic metallogenic tectonic setting and metallogenic series in Hebei Province

WANG Jing, WEN Yanxing, SONG Lijun, SONG Shujun, WANG Tianzi

(*Geological Survey of Hebei Province, Hebei Shijiazhuang 050000, China*)

**Abstract:** Nonmetallic mineral resources are abundant in Hebei Province, but comprehensive research on non-metallic mineralization in Hebei Province is deficient. In this paper, the authors summarized the situation and distribution characteristics of nonmetallic deposits in Hebei province, and systematically carded the tectonic background and metallogenesis related with nonmetallic mineralization in the four periods of Neoproterozoic – Paleoproterozoic Middle Proterozoic – Middle Triassic, Late Triassic – Paleocene, and Eocene – Quaternary. According to the metallogenic series theory, the important nonmetallic minerals were divided into 6 groups and 9 subgroups. The results show that there are 5 explosive metallogenic periods of nonmetallic minerals in Hebei Province, including Paleoproterozoic, Middle Proterozoic, Early and Late Paleozoic, Yanshanian and Paleogene, and the main deposit types are metamorphic type, sedimentary type and continental volcanic rock type. Based on the characteristic metallogenic attributes of different tectonic units in different time periods, the favorable prospecting areas of different deposit types and ore species were pointed out. The uplift area of the land block is a favorable area for finding metamorphic minerals, such as graphite and broken mica. The depression area is a favorable area for finding sedimentary minerals such as limestone, sepiolite clay, and rock salt. The purpose of this paper is to promote the strategy of *A new round of prospecting breakthrough* in Hebei Province, and provide some references for the deployment of geological prospecting work in the future.

**Keywords:** metallogenic series of nonmetallic deposits; tectonic setting; mineralization; Hebei Province

(责任编辑: 刘丹, 王晗)