

天津矿产资源特征及其成矿规律

王丽瑛¹⁾, 黄凡²⁾, 朵兴芳¹⁾, 屠立鹏¹⁾

1) 天津市地质调查研究院, 天津, 300191;

2) 中国地质科学院矿产资源研究所, 自然资源部成矿作用与资源评价重点实验室, 北京, 100037

内容提要:天津虽不是资源大省,但矿产资源种类较多,成矿类型较为复杂。本文总结了天津市辖区内矿产资源的分布特征,并系统总结了矿产资源的时空演化规律:时间上,成矿作用发育持续时间长,按构造演化时段,可分为太古宙、元古宙、古生代、中生代、新生代5个时段,以元古宙为主要成矿期;空间上,可以划分为2个Ⅲ级、4个Ⅳ级构造单元,金属和非金属矿产资源主要分布在北部Ⅳ级构造单元的蓟唐裂谷中,油气、地热、地下水等矿产主要分布在南部黄骅拗陷区。根据矿产时空分布规律和地质构造环境,将天津全域划分为2个Ⅲ级成矿带,6个Ⅳ级成矿亚带,并厘定出11个矿床成矿系列22个亚系列,建立了区域成矿谱系,探讨总结了不同成矿作用、成矿单元与成矿系列的演化趋势,认为沉积作用是天津最主要的成矿作用,形成的成矿系列呈现出由中元古代金属、非金属→晚古生代、中生代能源矿产煤→新生代能源矿产石油、天然气的演化趋势;矿床成矿系列随着时间演化,在晚期不同成矿单元内均呈现多样化特征。

关键词:矿产资源;成矿规律;成矿系列;区域成矿谱系;天津

“成矿规律”,系指矿床形成的空间关系、时间关系、物质共生关系及内在成因关系等的总和(Yuan Jianqi et al., 1985)。就空间而言,它可以表现为在各种地质构造单元中的分布规律(成矿区域);就时间而言,它可以表现为在地史上的分布规律(成矿时代);从物质的聚集来看,它可以表现为各种矿床类型的形成以及有关矿床及矿种的共生规律(成矿系列)。近年来,随着全国矿产资源潜力评价、中国矿产地质志等一批全国性项目的部署实施,全国在区域成矿规律研究方面取得了重大突破(Chen Yuchuan et al., 2007, 2015; Wang Denghong et al., 2014)。尽管早在1994年由原地质矿产部统一部署了天津市区域矿产总结研究工作,并首次对天津区域成矿特征进行了总结^①,但近年来天津市在典型矿床、成矿地质背景和区域成矿规律研究方面取得了一些新进展和成果(如, Wang Liying et al., 2009, 2013; Liu Wenjie, 2010; Tu Lipeng, 2014;

Wang Weixing et al., 2014; Wang Fuliang et al., 2016),至今仍未开展过系统地成矿规律研究。本文在《中国矿产地质志·天津卷》基础上,通过对天津市已发现的36个矿种142个矿产地资料的梳理,系统总结了天津矿产资源的特征及其成矿规律。

1 天津市矿产资源特征

天津市虽然国土面积不大,但成矿地质条件较为复杂,形成的矿产资源种类多样,目前已发现能源、金属、非金属、水气四大类矿产36种、矿产地142个,其中能源矿产20个,金属矿产12个,非金属矿产55个,水气矿产55个(表1,图1)。

天津市矿产资源总体分布特征(图2):能源矿产相对丰富、地下水资源储量总量不足、金属非金属矿产储量规模较小、但个别矿种具有特色和优势。北部以金属和非金属矿产为主,南部以能源矿产为主。其中,石油、天然气是优势矿产,其开发利用在

注:本文为中国地质调查局中国矿产地质志项目(编号 DD20160346、DD20190379)和中央级公益性科研院所基本科研业务费项目(编号 JYYWF20183701、JYYWF20183704)联合资助成果。

收稿日期:2019-12-01;改回日期:2019-12-28;网络发表日期:2019-12-30;责任编辑:周健。

作者简介:王丽瑛,女,1967年生。教授级高级工程师,主要从事矿产勘查与成矿规律研究。Email: Wliying9@sina.com.cn。通讯作者:黄凡,男,1983年生。副研究员,硕士生导师,主要从事区域成矿规律与成矿预测研究。Email: hfhyymn@163.com。

引用本文:王丽瑛,黄凡,朵兴芳,屠立鹏. 2020. 天津矿产资源特征及其成矿规律. 地质学报, 94(1):50~64, doi: 10.19762/j.cnki.dizhixuebao.2020129.

Wang Liying, Huang Fan, Duo Xingfang, Tu Lipeng. 2020. Characteristics and metallogenic regularity of mineral resources in Tianjin. Acta Geologica Sinica, 94(1):50~64.

表 1 天津市已发现矿产资源分类表

Table 1 Classification of discovered mineral resources in Tianjin

矿产分类		矿种数	矿种名称	已探明资源/储量的矿种
能源矿产		5	煤、石油、天然气、地热、煤层气	煤、石油、天然气、地热
金属矿产	黑色金属	2	锰、铁	锰
	有色金属	3	钨、钼、铜	
	贵金属	1	金	金
非金属矿产	矿物类非金属	5	硫铁矿、磷、透辉石、硼、重晶石	重晶石、硼
	岩石类非金属	15	石灰岩(水泥用灰岩、建筑石料用灰岩)、白云岩(冶金用白云岩、建筑用白云岩、饰面用白云岩)、石英岩(冶金用石英岩)、天然石英砂(铸型用砂)、天然油石、含钾岩石(含钾泥(白云)岩、含钾粗面岩)、海泡石黏土、陶瓷黏土(陶瓷土)、其他黏土(砖瓦用黏土、水泥配料用黏土)、泥炭、辉绿岩(建筑用辉绿岩)、石英二长岩(麦饭石)、花岗岩、大理岩、页岩(砖瓦用页岩、水泥配料用页岩)	石灰岩、白云岩、含钾岩石、黏土、陶瓷土、辉绿岩、花岗岩页、页岩
	其他非金属	2	贝壳、观赏石(叠层石、白齿岩)	
水气矿产		3	地下水、矿泉水、二氧化碳气	地下水、矿泉水
合计		36		

注:引自《中国矿产地质志·天津卷》^②,分类原则据 Xu Zhigang et al. (2015)。

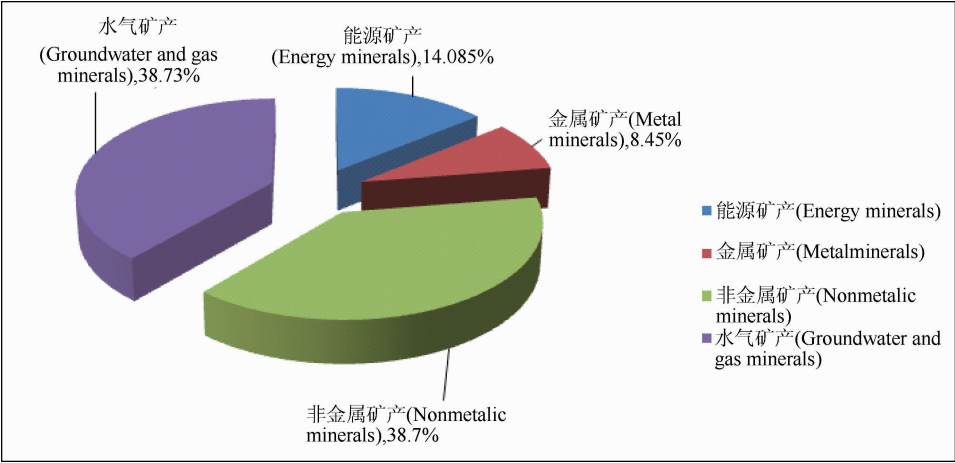


图 1 天津已发现矿产地数按矿种分布饼图

Fig. 1 Distribution pie chart of numbers of discovered mineral deposits according to mineral species in Tianjin

全国占有重要地位;地热资源也是优势矿产,已探明的中低温地热资源储量总量及开发利用程度居全国前列。 锰硼矿、陶瓷土、贝壳和海泡石是特色和优势矿产。 蓟州锰硼矿是全国唯一、世界罕见的由锰方硼石组成的锰硼矿床(Xiao Chengdong et al. , 2007)。 陶瓷土质量较好,仅蓟州小港陶瓷土矿一个矿区资源储量已达超大型。 贝壳属特殊矿种,天津发育有世界三大贝壳堤之一——天津贝壳堤,具有重要的科研价值。 天津是我国北方首次发现的沉积型海泡石产区,也是世界上最古老的沉积型海泡石矿床(Chen Yili, 1992; Huang Xueguang et al. , 1996)。 天津煤炭和含钾岩石资源潜力较大,但目前尚不具备大规模开发利用的经济技术条件,是潜在优势矿产资源。 天津淡水资源相对匮乏,地下水是

重要矿产资源,开发利用对保障供水安全具有十分重要的意义。 矿泉水也是重要矿产资源,随着人民生活水平的提高,矿泉水已逐渐成为多数市民的饮用水。 另外,水泥用灰岩、建筑用白云岩、砖瓦用页岩等大宗非金属矿产,在天津市城乡建设中发挥了重要作用^{①②③}。

2 天津矿产资源时空分布和演化规律

2.1 矿产资源时间演化规律

天津成矿类型复杂,成矿作用从太古宙沿至第四纪全新世均有发育,按构造演化时段,大致分为太古宙、元古宙、古生代、中生代和新生代 5 个时段。

2.1.1 太古宙

成矿作用主要发育在新太古代,构造旋回为五

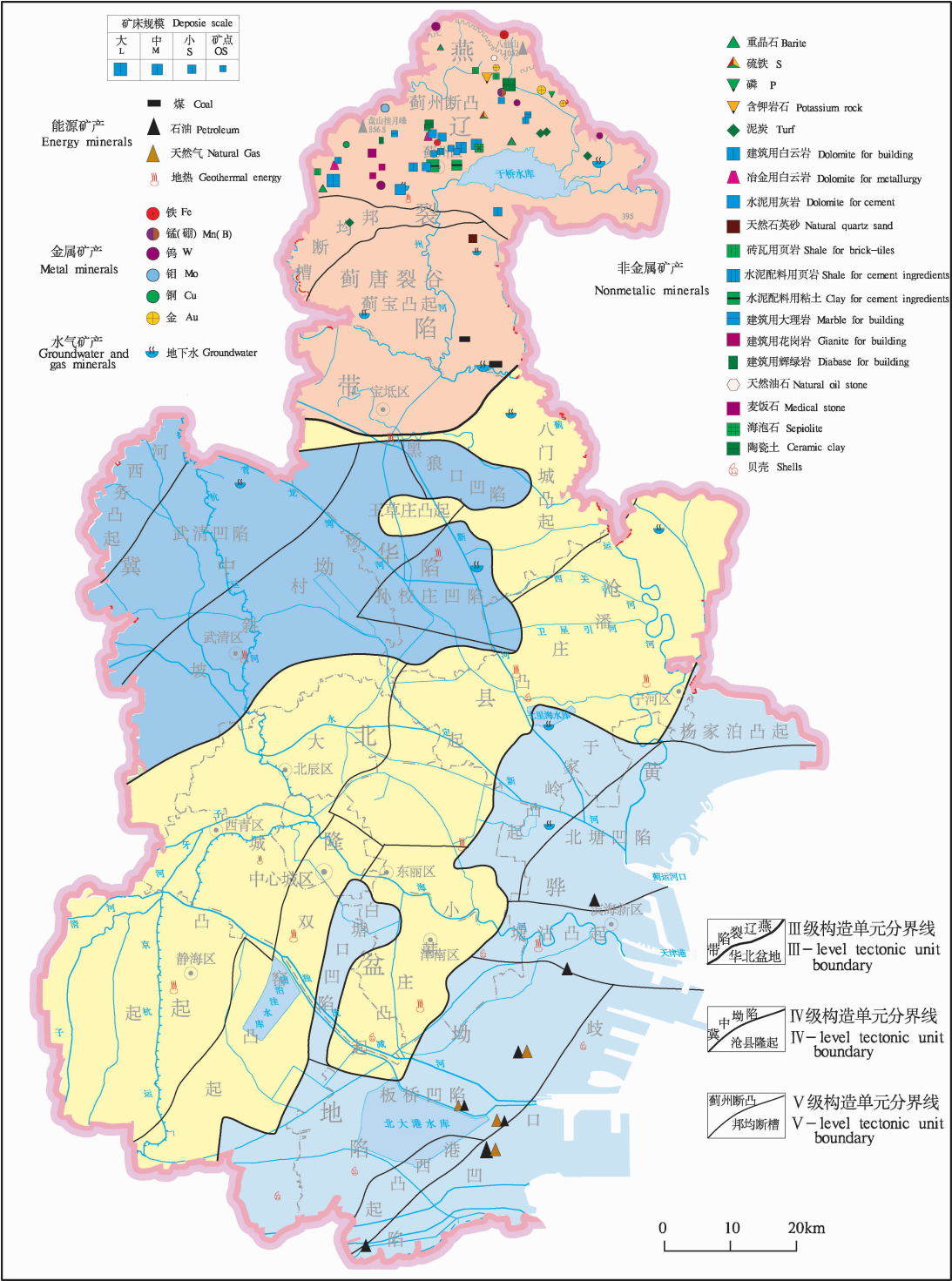


图 2 天津矿产资源分布和构造单元划分图
Fig. 2 Distribution of mineral resources and division of tectonic units in Tianjin

台期,以沉积变质型铁矿作用为主,沉积环境为古岛弧及周围海盆,以硅铁建造和基性火山沉积为主。矿床产于古弧盆相早期拉张型伸展海底火山喷发-沉积建造中,与区域变质作用有关。含矿建造为遵化岩群马兰峪组斜长角闪岩-角闪斜长变粒岩-磁铁石英岩建造。以常州沟铁矿为代表。

2.1.2 元古宙

成矿作用主要发生在中新元古代晋宁期,是天津重要的成矿期。地质环境受古华北板块北缘裂陷槽(燕辽裂陷海——古华北板块北缘的一支夭折裂谷)控制。区域上,自长城纪常州沟期开始,在结晶基底中因穹起而产生张家口-平泉岩石圈断裂并发

展为裂陷槽,在常州沟晚期开始沉降,至串岭沟期演变为半封闭的浅海潟湖环境,在下营镇道古峪一带形成了小港超大型陶瓷土矿;团山子期海盆继续扩大,发生潮下泥质和砂质含铁白云岩沉积,形成了下营式大型沉积含钾泥(白云)岩矿;大红峪期沉积范围继续扩大,蓟州区处于沉积中心,沉积了550m厚的潮坪相砂岩、白云岩和潮坪相的叠层石白云岩,并有大量的裂谷型富钾粗面岩和玄武岩的多次喷发,下营一带形成了下营含钾粗面岩矿。

蓟县纪是裂陷作用消亡后向陆表海海槽转化的阶段,以大规模海侵开始,总体处在以滨海为主的陆表海环境,盆地构造较稳定,在海槽轴部凹陷较强烈,形成巨厚的沉积物。沉积物总体呈面型分布,形成了高于庄组、杨庄组、雾迷山组、洪水庄组和铁岭组连续沉积地层。高于庄期,主要为陆表海的潮下带和潮间带环境,由于山海关古陆和鲁西古陆的存在,使本区一度成为半封闭—封闭环境,在前干涧—东水厂—坝尺峪一带,在海底火山喷流参与下形成蓟县式沉积改造型锰(硼)矿;杨庄期开始,由于滦县上升运动的影响,海水北流,回归到沉降中心,氧化作用明显,形成潟湖蒸发岩相的紫红色微晶白云岩;雾迷山期地壳整体沉降,本区处于陆表海,为广阔的潮坪环境,是典型的生物造礁时期,生物繁衍,藻席、藻礁发育,形成巨厚的叠层石等微晶白云岩、泥岩,此时岩浆作用微弱,成矿作用主要为沉积成因的冶金用白云岩、建筑用白云岩和海泡石矿;洪水庄期地壳继续抬升,海域缩小,为滞流还原低能的海湾环境,在蓟州一带接受了以黑色泥岩为主的碎屑岩沉积,形成了陶土矿和砖瓦用页岩矿;铁岭期由于地壳的上升运动造成了铁岭组上、下两段间的区域性平行不整合,早期为潮下-潮间的环境,后期为潮下高能环境,当时气候温暖,是藻类生物繁殖的又一个高潮时期,在庄果峪一带形成了沉积型含锰质赤铁矿,蓟州区城北部铁岭一带,形成了大范围的沉积型水泥用灰岩矿和巨厚的叠层石。

待建纪经短暂的河流环境后随即处于滨海环境,沉积中心转移到河北省涿鹿、怀来一带。该阶段下马岭组底部形成了沉积型的铁锰矿化。随后大规模的蔚县上升彻底完结了后裂陷槽的发展,本区与邻区一起进入长达近五亿年的古陆环境。

进入新元古代,华北板块北缘逐渐上隆,古海与元古宙亚洲洋最终分离,转而向东与徐淮-胶辽古海沟通,成为燕辽陆表海的一部分。

2.1.3 古生代

古生代天津经历了两次沉降和一次大规模的整体抬升,第一次沉降发生在寒武纪至奥陶纪期间,形成了滨海-浅海相海侵旋回的泥岩和碳酸盐岩沉积;第二次沉降始于中石炭世本溪期,止于晚石炭世太原期,形成了海陆交互相含煤建造。二叠纪开始本区地壳以上升为主,区内河湖发育,形成了河湖沼泽相碎屑岩。

早古生代加里东期以灰岩、泥岩、页岩沉积为主,岩浆活动微弱,变形构造不发育,成矿作用不明显。

晚古生代华力西期,植物发育,以石炭—二叠系海陆交互相含煤建造为主,是本区重要的煤炭资源成矿时期;晚古生代二叠纪晚期至中生代三叠纪早期,随着大陆裂解作用,沿着深大断裂幔源岩浆上涌,发生强烈超基性碱性岩浆侵入,形成了岩浆型磷矿,如马伸桥磷矿。

2.1.4 中生代

中生代是本区岩浆型矿床主要成矿期。从印支晚期开始,是古亚洲构造体制向太平洋构造体制转化的重要时期,印支晚期受太平洋板块俯冲影响,区内发生板内造山运动,印支晚期和燕山期本区发生大规模中酸性岩浆侵入,岩浆作用强烈,形成了本区盘山、石臼等岩体。伴随着岩浆侵入,热液上涌,带来了大量成矿物质,发生了钨、钼、金、硫铁多金属等成矿作用,形成了沿河钨矿、沟河北钼矿等矿床;同时岩浆与围岩发生接触变质、热液交代等作用,形成了本区大理岩、重晶石等矿产,如双庵大理岩、小辛庄重晶石等矿床。

2.1.5 新生代

古近纪从晚白垩世至古新世,天津处于隆起剥蚀状态,在始新世早期孔店期转入喜马拉雅构造阶段,由于受裂谷环境控制,地壳以垂直运动为主,不均衡断陷发育。本区古近纪—新近纪的碎屑岩建造中发育多套生储油气资源,为本区重要能源矿产成矿期,形成了著名的北大港油气田和板桥凝析油气田等。石油和天然气资源集中分布在碎屑岩沉积组合中,赋矿层位为古近纪的孔店组、沙河街组、东营组及新近纪馆陶组和明化镇组,岩性为一套色调、成分都很复杂的碎屑岩系。另外,本区古近纪—新近纪的碎屑岩建造中发育丰富的地热资源,目前已探明王兰庄、山岭子等多个地热田。

第四纪随着风化、沉积、搬运等作用的发育,形成了麦饭石、泥炭、砖瓦用黏土、水泥配料黏土、铸型

用砂、建筑用砂等矿产。

2.2 矿产资源空间分布规律

空间上,天津可划分为 2 个Ⅲ级构造单元(燕辽裂陷带、华北盆地),4 个Ⅳ级构造单元(蓟唐裂谷、冀中拗陷、沧县隆起、黄骅拗陷),区内地质构造复杂,成矿作用发育极不均匀。全区只有北部少部分地区基岩裸露,南部大部地区均被第四系覆盖。各类矿产空间分布规律性明显(图 2)。

2.2.1 蓟唐裂谷

为天津市最北部的Ⅳ级构造单元,属Ⅲ级构造单元燕山-辽西裂陷带,是本区最重要的金属、非金属、煤炭等矿产资源产出单元。包括三个Ⅴ级单元:蓟州断凸、邦均断槽和蓟宝凸起(图 2)。

2.2.1.1 蓟州断凸

分布于天津市蓟州北部山区,以山前断裂为界。该区虽然范围不大,但是地质环境复杂,矿产种类多样,是天津最重要的固体矿产成矿单元,以中新元古代沉积成矿作用为主,由于火山作用的参与,形成了特殊的矿产,晚古生代晚期至中生代早期,发生幔源岩浆的侵入作用,中生代印支晚期和燕山期,中酸性岩浆侵入作用强烈,形成了各类与岩浆侵入作用有关的矿床。

中元古代早期大地构造环境为裂谷环境。与之有关的矿产有陶瓷土矿、含钾泥岩矿、含钾粗面岩矿。

中元古代蓟县纪开始,裂谷消亡,演变为陆表海盆地相,海侵加剧,形成大范围的巨厚层碳酸盐岩沉积,以沉积成矿作用为主,与之有关的矿产有著名的蓟县式锰硼矿、白云岩矿、海泡石矿、砖瓦用页岩矿、水泥用灰岩矿、赤铁矿等。

晚古生代晚期至中生代早期,在大陆裂解作用下,地幔物质沿深断裂上涌,形成超基性碱性的马伸桥透辉岩杂岩体和朱耳峪正长岩体,其中发育岩浆型磷矿;中生代印支晚期开始至燕山期,在太平洋板块作用下,华北陆块东缘活动性增强,构造变形及岩浆活动强烈,形成了盘山和石臼杂岩体和大量与岩浆热液作用有关的矿产。在蓟州黄花山、东山、龙福寺一带,形成了并与燕山晚期闪长岩脉有关的金矿,如黄花山金矿、东山金矿等,均为小型规模;在蓟州沿河村一带盘山岩体内接触带,发育沿河等小型石英脉型钨矿;在蓟州刘吉素、小辛庄、小西沟一带,形成了小辛庄、刘吉素等小型低温热液型重晶石矿床;此外,铜、钼、硫铁等已发现的矿床全部为接触交代型(矽卡岩型)矿床,产于盘山、石臼岩体与围岩接触

部位矽卡岩带,其中,钼矿分布于蓟州沟河北村一带,铜矿产于盘山岩体西部大石峪一带,硫铁矿分布于蓟州石臼一带。

在本单元的东北部边缘,为冀东太古宇老变质岩系的西缘,由于分布面积较小,未单独划分构造单元。出露的变质岩主要为黑云角闪斜长片麻岩和二长片麻岩,以沉积变质型铁矿作用为主,沉积环境是古岛弧及周围海盆,以硅铁建造和基性火山沉积为主,含矿建造为遵化岩群马兰峪组斜长角闪岩-角闪斜长变粒岩-磁石英岩建造。形成的矿产主要为沉积变质型铁矿,以常州沟和黄花山小型铁矿为代表。此外,在本单元局部有第四纪沉积型泥炭、砂矿和盘山风化型麦饭石矿等。

2.2.1.2 邦均断槽

位于天津市偏北部,北部与蓟州断凸相邻,南部为蓟宝凸起。为潞河断裂与东二营断裂所夹持的中生代沉积凹陷,是重力低值、航磁高值区(为侏罗系—白垩系分布的典型特征),揭露中生界为侏罗系髫髻山组 and 土城子组,厚 187~746m,其中见有多层煤层。本区成矿主要为侏罗纪煤沉积成矿作用,煤层主要见于蓟州邦均一带,依所钻 8、蓟 14 两孔均见到煤系地层^①,含煤 3~11 层,其中两层可采。可采煤层厚度 3.22~4.54m,见煤深度 58~123m,其中蓟 8 孔分别见可采煤层两层,蓟 14 孔见三层煤,厚度分别为 1.13m、0.35m 和 1.74m。该单元是浅覆盖区最有希望的煤成矿远景区。

另外本区有第四纪沉积作用形成的张庄泥炭矿点。

2.2.1.3 蓟宝凸起

本单元为第四系浅覆盖区。中新元古界缺失下马岭组沉积,石炭—二叠纪沉积环境稳定,地层发育齐全,形成重要的含煤建造;岩浆活动微弱,有小规模下仓霏细斑岩侵入;构造以下仓向斜为代表,褶皱轴向北西西至近东西向。由于缺失侏罗系—白垩系、古近系—新近系,形成了中生代、古近纪—新近纪隆起区,第四系厚度 30~350m。

本单元矿产以煤炭为主,煤炭分布于蓟州下仓一带,可采煤层赋存于上石炭统太原组下段、下二叠统太原组上段、中下二叠统山西组。含煤地层顶板埋深 100~500m,共见煤 21 层,其中确定编号者 14 层,可采煤 6 层。本单元是天津最重要的煤成矿远景区域,目前已探明大高庄井田和大杨各庄井田,前者为大型、后者为中型。本单元南部分布有宝坻地热异常区,有一定的地热资源潜力。

2.2.2 沧县隆起

位于天津市深覆盖区中部,北东向展布,为赋存能源矿产的重要单元,主要包括石炭—二叠煤炭资源和地热资源。本单元进一步划分为王草庄凸起、八门城凸起、潘庄凸起、双窑凸起、大城凸起、小韩庄凸起共6个五级构造单元。

在王草庄凸起,侏罗系中有煤系地层分布,单元南部分布有周良庄地热异常区。

在八门城凸起,石炭—二叠系厚200~1000m,见多层可采煤,有一定的找矿前景。

在潘庄凸起,石炭—二叠系中煤系地层发育,埋藏一般小于1200m,有一定的找矿潜力;分布有潘庄地热异常和山岭子地热异常区,目前已探明山岭子地热田、潘庄—芦台地热田和宁河—汉沽地热田,地热资源潜力较大。

在大城凸起,石炭—二叠系煤系地层发育,已见有多层煤层,埋深一般小于1300m,有一定的资源潜力;其西部分布有王庆坨地热异常区,已探明静海地热田,地热资源潜力较大。

在双窑凸起,赋存有丰富的地热资源。分布有王兰庄地热异常区和唐官屯地热异常区,目前已探明大型王兰庄中低温地热田。

在小韩庄凸起,石炭—二叠系煤炭资源远景区域,同时具有丰富的地热资源,分布有万家码头地热异常区,目前已探明万家码头大型地热田。

2.2.3 冀中拗陷

位于深覆盖区北部,南、东部与沧县隆起相邻,是石炭—二叠和侏罗系煤炭资源有利的远景区域,在中南部赋存有地热资源,可进一步划分为河西务凸起、武清凹陷、杨村斜坡、黑狼口凹陷、孙校庄凹陷共5个V级构造单元。

在河西务凸起,钻探揭露基岩为奥陶系,盖层为新生界。成矿作用不明显。

武清凹陷为石炭—二叠系和侏罗系煤炭资源远景区域,在南西部河北省境内已发现工业煤层和煤层气资源,本区已发现较多找矿线索,但因埋藏较深,目前工业意义不大。

杨村斜坡为侏罗系煤炭资源发育区域,埋藏较深,目前工业意义不大;本单元南部分布有王庆坨地热异常,中部已探明武清地热田。

黑狼口凹陷为侏罗系煤炭资源潜力较大区域,亦埋藏较深。

在孙校庄凹陷,侏罗系煤炭资源埋藏较深,本单元北部分布有周良庄地热异常区,目前已探明周良

庄地热田,地热资源有一定的潜力。

2.2.4 黄骅拗陷

位于深覆盖区南东部,西北部与沧县隆起相邻。该区为天津市最重要的能源矿产产区,发育有丰富的石油、天然气资源、地热资源及煤炭资源。该区可进一步划分为杨家泊凸起、于家岭凸起、北塘凹陷、塘沽凸起、白塘口凹陷、板桥凹陷、港西凸起、歧口凹陷共8个V级构造单元。

杨家泊凸起为石炭—二叠系和侏罗系煤炭资源的远景区域,并且地热资源也有一定的潜力,已发现看财庄地热异常区。

于家岭凸起为侏罗系煤炭资源的远景区域,地热资源也有一定的潜力,已发现桥沽地热异常区。

在北塘凹陷,石油、天然气资源丰富,已探明有塘沽油田。

在塘沽凸起,地热资源丰富,已探明滨海地热田。

在白塘口凹陷,侏罗系煤炭资源有远景。

在板桥凹陷,石油天然气资源丰富,已探明有板桥凝析油气田及大张坨凝析气藏和千米桥古潜山气田。

港西凸起为石炭—二叠系和侏罗系煤炭资源的远景区域,并且该区油气资源亦较为丰富,南部区域已探明港西、港东等油气田区块,属北大港油气田一部分。

歧口凹陷为侏罗系煤炭资源的远景区域。该区油气资源丰富,已探明有北大港油气田和周清庄油气田,并且区内有丰富的地热资源,南部已发现沙井子地热异常区。

3 区域成矿规律

3.1 成矿区带划分

天津Ⅰ~Ⅲ级成矿区带划分按照徐志刚、陈毓川等(Xu Zhigang et al., 2008)全国统一划分方案进行。Ⅰ级成矿单元为Ⅰ-4滨太平洋成矿域,Ⅱ级成矿单元为Ⅱ-15华北(陆块)成矿省。根据矿产时空分布规律和地质构造环境,在全国Ⅲ级成矿区带划分方案(Xu Zhigang et al., 2008)基础上,天津可划分为华北陆块北缘东段铁铜钼铅锌银锰磷煤膨润土成矿带(Ⅲ-57)和华北盆地(断拗)油气成矿区(Ⅲ-62)2个Ⅲ级成矿带(Wang Liying et al., 2009)、6个Ⅳ级亚带、4个Ⅴ级成矿区(表2、图3)。

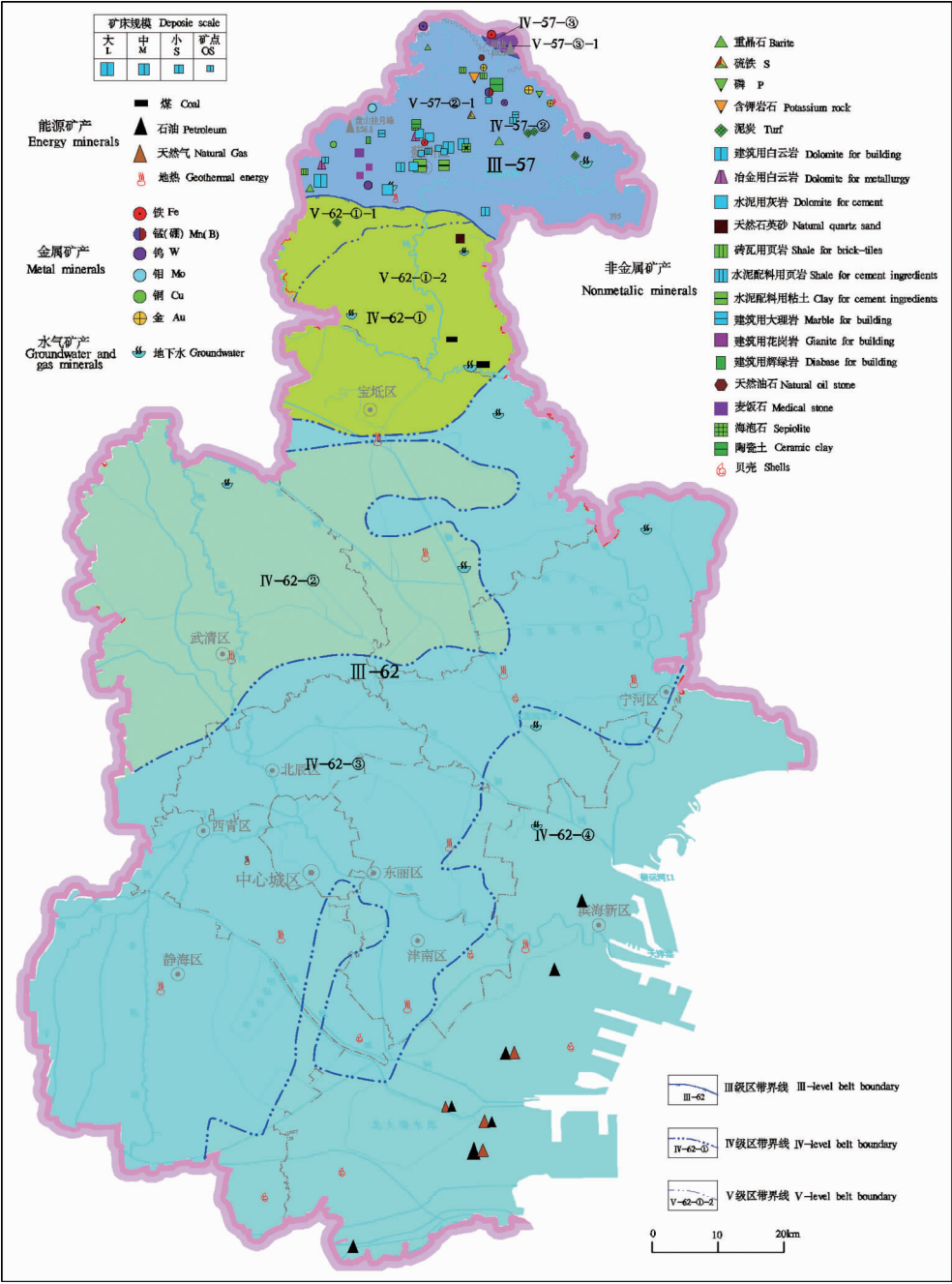


图 3 天津成矿区带划分图

Fig. 3 Division of metallogenic areas/belts in Tianjin

3.2 成矿系列划分

矿床成矿系列是指在一定的地质历史期间或构造运动阶段,在一定的地质构造单元及构造部位,与一定的地质成矿作用有关,形成一组具有成因连续的矿床组合自然体。成矿系列划分五个序次:矿床成矿系列组(矿床成矿系列组和/矿床成矿系列类型)、矿床成矿系列、矿床成矿亚系列、矿床式(矿床类型)、矿床。

3.2.1 III-57 成矿带

(1) 马兰峪-绥中(次级隆起)铁金铅锌成矿亚带

(IV-57-③):本成矿亚带主要分布在天津东北部边缘,为新太古代遵化岩群裸露区,是冀东太古宙陆核边缘地带。属“ Ar_3-1 华北陆块中东部与新太古代早期构造旋回有关的 Fe、Cu、Zn、Au 多金属矿床成矿系列”,“ Ar_3-1^3 冀东(华北陆块北缘中段)与新太古代前期硅铁建造有关的 Fe 矿床成矿亚系列”(表 3)。 Ar_3-1^3 矿床成矿亚系列中,主要发育有常州村、黄花山等新太古代沉积变质型铁矿,反映了地球早期铁的成矿演化特征,说明了在新太古代陆核增生拼接阶段,铁随着火山喷发、沉积,经多期变质变形,

表 2 天津市成矿区(带)划分表

Table 2 Metallogenic belt division of Tianjin

全国划分			本市划分	本市划分
一级	二级	三级	四级	五级
I-4 滨太平洋成矿域	II-15 华北(陆块)成矿省	III-57 华北陆块北缘东段铁铜铅铝铅银锰磷煤膨润土成矿带	IV-57-③ 马兰峪-绥中(次级隆起)铁金铅锌成矿亚带	V-57- ③-1 蓟州-遵化铁金成矿区(Ar ₃ 、Pt ₂)
			IV-57-② 燕辽(次级拗陷、拉张)铜铝铅锌银金铁锰磷煤成矿亚带	V-57- ②-1 平谷-蓟州钨钼铜金铁锰磷成矿区(Pt ₂₋₃ 、Є、O)
		III-62 华北盆地(断拗)油气成矿区	IV-62-① 开滦煤、煤层气成矿亚带	V-62-①-1 三河-蓟州煤成矿区(Pt ₂₋₃ 、J)
			IV-62-② 冀中煤、煤层气成矿亚带	V-62-①-2 蓟州-玉田煤、煤层气成矿区(Pt ₂₋₃ 、Pz)
			IV-62-③ 沧县煤、煤层气、地热成矿亚带	
			IV-62-④ 黄骅石油、天然气、地热成矿亚带	

最终形成鞍山式沉积变质铁矿的成矿作用过程。

(2)燕辽(次级拗陷、拉张)铜铝铅锌银金铁锰煤成矿亚带(IV-57-②):本成矿亚带为天津重要的成矿区带,反映了在太古宙基底形成后,从中元古代开始,由裂谷环境到裂谷夭折后,陆表海沉积到中生代板内构造岩浆作用和新生代表生作用的地质构造演化及其成矿作用特征。中新元古代以沉积成矿作用为主,发育Pt₂-1S—Pt₂-1I系列(组),包括Pt₂-1S沉积成矿系列和Pt₂-1I岩浆成矿系列2个成矿系列、8个成矿亚系列(表2)。串岭沟期本区主要以泥页岩沉积为主,发育有小港超大型陶瓷土矿,形成本区与沉积作用有关的Pt₂-1⁹泥页岩成矿亚系列;另外,串岭沟期区域上发育有铁的继承性沉积成矿,形成宣龙式铁矿,但本区成矿不显著,仅发现局部菱铁矿矿化。大红峪期裂谷阶段的大规模钾质火山喷发溢流,形成下营含钾粗面岩矿床,构成本区与火山活动有关的Pt₂-1⁶含钾粗面岩成矿亚系列。团山子期和大红峪期含钾泥岩和含钾白云岩的沉积,构成本区与沉积作用有关的Pt₂-1⁷含钾泥岩成矿亚系列。到高于庄期裂谷夭折后陆表海锰的沉积成矿,形成著名的蓟县式锰硼矿床,构成本区与海相沉积作用有关的Pt₂-1⁸Mn、B成矿亚系列。雾迷山期及高于庄期大量白云岩沉积,形成冶金用白云岩、建筑用白云岩及饰面用白云岩矿床,划分出Pt₂-1¹⁰与海相沉积有关的白云岩成矿亚系列;另外,在雾迷山中晚期,随着夏庄子沉积型海泡石矿床的发现,划分出Pt₂-1¹¹与海相沉积作用有关的海泡石成矿亚系列。本区铁岭期沉积的碳酸盐岩中发育一系列水泥用灰岩矿床,构成本区Pt₂-1¹²与海相沉积有关的水泥用灰岩成矿亚系列。本区铁岭期和下马岭期,本区亦发生铁、锰的继承性的沉积作用,但成矿作用不强,但在区域上形成四海式沉积型铁矿和麻黄峪式铁锰

矿,将其一同划入Pt₂-1¹³与海相沉积作用有关的铁锰成矿亚系列。

加里东期本成矿区带成矿作用不显著。华力西晚期—印支中早期,随着地壳演化,在陆表海盆地裂陷中,陆壳强烈拉伸,地幔上隆,发生超基性碱性岩浆侵入作用,形成马伸桥、朱耳峪等与超基性碱性有关的岩浆型磷矿床,形成其中一个亚系列,为Pz₂-9⁵与碱性基性超基性岩有关的铁、磷矿床成矿亚系列,区域上属于Pz₂-9I华北陆块北缘与华力西—印支旋回构造-岩浆作用有关的Au、Cu、Fe、Cr、Ni、V、Ti、PGE、P、萤石、膨润土矿床成矿系列组(表3)。

印支晚期,进入板内强烈造山和岩浆活动阶段,发育了广泛的有色金属、贵金属及非金属成矿作用。印支期盘山中酸性岩体内接触带形成沿河中高温石英脉型钨钼矿床;岩体外接触带发育沟河北、石臼等矽卡岩型铜钼硫铁矿床及磁铁矿铅锌等矿化,在碳酸盐岩中发育热接触变质成因的双庵大理岩矿床;远离岩体发育有低温热液型小辛庄、刘吉素等重晶石矿床,构成印支晚期独具特色的矿产分布格局,形成Mz-4⁵京津冀与印支期花岗岩有关的W、Mo、Cu、Pb、Zn、Ag、非金属矿床成矿亚系列,区域上属Mz-4华北陆块北缘与印支—燕山期中酸性岩浆侵入-喷发活动有关的Au、Ag、Pb、Zn、Mo矿床成矿系列(表3)。

燕山期金成矿作用显著,在古老结晶基底成矿的基础上,随着强烈构造岩浆活动,金成矿物质活化迁移,沿断裂和薄弱地带上侵,在盖层中形成黄花山、东山、龙福寺等石英脉型和构造蚀变岩型金矿,形成Mz-4⁴冀东与印支—燕山期花岗岩类有关的Au成矿亚系列(表3)。

喜马拉雅期以隆升剥蚀侵蚀作用为主,形成一系列表生作用为主的矿床,发育有石英砂和建筑用

表 3 天津矿床成矿系列划分表

Table 3 Metallogenic series division table of Tianjin

代号	矿床成矿系列(组)		矿床成矿系列或亚系列	矿床式	相关地质体	
Ar ₃ -1	华北陆块中东部与新太古代早期构造旋回有关的 Fe、Cu、Zn、Au 多金属矿床成矿系列		Ar ₃ -1 ³ 冀东(华北陆块北缘中段)与新太古代前期硅铁建造有关的 Fe 矿床成矿系列	石人沟式铁矿	遵化岩群变质岩系	
Pt ₂ -1S	华北陆块中、东部与中元古代构造旋回岩浆-沉积作用有关的 Fe、Ti、V、Mn、Pb、Zn、非金属矿床成矿系列组	沉积成矿系列	Pt ₂ -1 ⁹ 京津冀与海相沉积作用有关的泥页岩矿床成矿亚系列	小港式陶瓷土	串岭沟组页岩建造	
			Pt ₂ -1 ⁸ 京津冀与海相沉积作用有关的 Mn、B 矿床成矿亚系列	庄果峪式砖瓦用页岩	洪水庄组页岩建造	
				蓟县式锰硼矿	高于庄组碳酸盐岩建造	
			Pt ₂ -1 ¹⁰ 京津冀与海相沉积作用有关的白云岩矿床成矿亚系列	白马泉式冶金用白云岩	雾迷山组碳酸盐岩建造	
				董家沟式建筑用白云岩	高于庄组碳酸盐岩建造	
			Pt ₂ -1 ¹¹ 京津冀与海相沉积作用有关的海泡石矿床成矿亚系列	伯王庄式大理石		
				夏庄子式海泡石	雾迷山组碳酸盐岩建造	
			Pt ₂ -1 ¹² 京津冀与海相沉积作用有关的水泥灰岩矿床成矿亚系列	东营房式水泥用灰岩	铁岭组碳酸盐岩建造	
				Pt ₂ -1 ¹³ 京津冀与海相沉积作用有关的 Fe、Mn 矿床成矿亚系列	四海式	铁岭组碳酸盐岩建造
Pt ₂ -1I		岩浆成矿系列	麻黄峪式	下马岭组碎屑岩建造		
			Pt ₂ -1 ⁷ 京津冀与海相沉积作用有关的含钾泥岩成矿亚系列	团山子式含钾泥岩	团山子组一大洪峪组碳酸盐岩-碎屑岩建造	
			Pt ₂ -1 ⁶ 京津冀与火山作用有关的含钾粗面岩成矿亚系列	下营式含钾粗面岩	大红峪期火山岩建造	
Pz ₂ -8	华北陆块与石炭纪—二叠纪沉积作用有关的煤、铝土矿、REE、稀散元素、耐火黏土、膨润土、石膏、碳酸盐岩矿床成矿系列		Pz ₂ -8 ⁴ 华北陆块东北部(冀辽)煤、铝土矿、耐火黏土矿床成矿亚系列	开滦式煤	石炭—二叠含煤建造	
Pz ₂ -9 I	华北陆块北缘与海西—印支旋回构造-岩浆作用有关的 Au、Cu、Fe、Cr、Ni、V、Ti、PGE、P、萤石、膨润土矿床成矿系列组		Pz ₂ -9 ⁵ 华北陆块北缘与碱性基性超基性岩有关的铁、磷矿床成矿亚系列	矾山式磷	海西晚期—印支早期超基性碱性岩	
Mz ₂ -34	华北陆块及周边中生代后期盆地与陆相盆地碎屑岩、泥质岩有关的煤、油页岩、矿床成矿系列		Mz ₂ -34 ⁶ 京津冀盆地煤成矿亚系列	下花园式煤	侏罗纪含煤建造	
Mz- 4	华北陆块北缘与印支—燕山期中酸性岩浆侵入-喷发活动有关的 Au、Ag、Pb、Zn、Mo 矿床成矿系列		Mz- 4 ⁵ 京津冀与印支期花岗岩有关的 W、Mo、Cu、Pb、Zn、Ag、非金属矿床成矿亚系列	Mz- 4 ⁴ 冀东与印支—燕山期花岗岩类有关的 Au 成矿亚系列	黄花山式金	燕山晚期闪长岩
					盘山式钨	印支晚期花岗岩
					寿王坟式铜	印支晚期中酸性岩砂卡岩、大理岩带
					沟河北式钼	
					双庵式大理岩	
					石臼式硫铁	
		小辛庄式重晶石	碳酸盐岩中断裂角砾岩带			
Kz-22	So2 渤海湾盆地油气成矿系列		So2-2 大港油田油气成矿亚系列	北大港式油气	黄骅拗陷	
			So2-5 华北油田油气成矿亚系列	西阳台式油气	冀中拗陷	
Kz-38	St4 东北-华北泥炭成矿系列(组)	St4-2 华北泥炭矿床成矿系列	St4-2 ¹ 京津冀泥炭矿床成矿亚系列	大汪庄式泥炭	华北平原北缘	
Q-7	北方第四系风积-冲积黏土-黄土矿床成矿系列		Sp17-1 京津冀砖瓦用黏土矿床成矿亚系列	白马泉式水泥配料黏土	第四系黏土建造	
			Sp17-2 京津冀水泥配料黏土矿床成矿亚系列			
Q-35	京津冀第四系砂矿成矿系列		Sp18-1 京津冀建筑用砂成矿亚系列		第四系碎屑岩建造	
			Sp18-2 京津冀石英砂矿床成矿亚系列		礼明庄式石英砂	第四系碎屑岩建造
Q-36	Sw11 华北风化壳黏土类矿床成矿系列		Sw11-1 京津冀麦饭石矿床成矿亚系列	官庄式麦饭石	石英二长岩	

砂矿床,根据全国矿床成矿系列划分方案(Chen Yuchuan et al., 2007),新厘定了 Sp18-1 建筑用砂成矿亚系列和 Sp18-2 石英砂成矿亚系列,区域上属 Q-35 京津冀第四系砂矿成矿系列;Sp17-1 京津冀砖瓦黏土成矿亚系列和 Sp17-2 水泥配料黏土成矿亚系列,区域上属 Q-7 北方第四系风积-冲积黏土-黄土矿床成矿系列;St4-2¹ 京津冀泥炭矿床成矿亚系列,区域上属 Kz-38-St4 东北-华北泥炭成矿系列(组)和 St4-2 华北泥炭矿床成矿系列;Q-36 华北风化壳黏土类矿床成矿系列及其所属的 Sw11-1 京津冀麦饭石矿床成矿亚系列(表 3)。

3.2.2 Ⅲ-62 成矿带

在Ⅲ-62 成矿带中包含 4 个Ⅳ级区带。

(1)开滦煤、煤层气成矿亚带(Ⅳ-62-①):本亚带为浅覆盖区,成矿作用演化不齐全,主要发育晚古生代华力西期和中生代燕山期聚煤作用,是煤和煤层气远景区域。划分了 2 个Ⅴ级成矿区:Ⅴ-62-①-1 三河-蓟州煤成矿远景区(Pt₂₋₃、J)和Ⅴ-62-①-2 蓟州-玉田煤、煤层气成矿区。前者为侏罗纪断陷盆地,已发现多层可采煤层,埋藏浅,有一定的找矿前景,新厘定为 M_{Z₂-34}⁶ 京津冀陆相盆地煤、煤层气成矿亚系列,属 M_{Z₂-34} 华北陆块及周边中生代后期盆地与陆相盆地碎屑岩、泥质岩有关的煤、油页岩矿床成矿系列;后者发育石炭—二叠纪海陆交互相含煤建造,含有多层可采煤层,已发现并勘查的大高庄、大杨各庄等煤(井)田,属 P_{Z₂-8} 华北陆块与石炭纪—二叠纪沉积作用有关的煤、铝土矿、REE、稀散元素、耐火黏土、膨润土、石膏、碳酸盐岩矿床成矿系列,P_{Z₂-8}⁴ 华北陆块中部(冀辽)煤、铝土矿、耐火黏土矿床成矿亚系列(表 3)。

(2)冀中煤、煤层气成矿亚带(Ⅳ-62-②):本亚带位于宝坻断裂以南的深覆盖区,为新生界埋藏基岩凹陷区,构造单元与冀中拗陷对应。由于工作程度较低,未划分Ⅴ级成矿区。带内成矿作用始于晚古生代华力西期石炭—二叠纪海陆交互相聚煤作用,已发现多层可采煤层,属 P_{Z₂-8} 华北陆块与石炭纪—二叠纪沉积作用有关的煤、铝土矿、REE、稀散元素、耐火黏土、膨润土、石膏、碳酸盐岩矿床成矿系列,P_{Z₂-8}⁴ 华北陆块中部(冀辽)煤、铝土矿、耐火黏土矿床成矿亚系列。中生代燕山期侏罗纪发生陆相聚煤作用,属 M_{Z₂-34} 华北陆块及周边中生代后期盆地与陆相盆地碎屑岩、泥质岩有关的煤、油页岩矿床成矿系列,M_{Z₂-34}⁶ 京津冀陆相盆地煤、煤层气成矿亚系列。带内石炭—二叠和侏罗系含煤建造分布较

广,亦含多层可采煤层,但与浅覆盖区相比埋藏较深,目前工业价值不大。喜马拉雅期发生石油天然气成矿作用,已发现多处油气显示,在紧邻的南部河北省已发现工业油气流,是石油天然气找矿远景区域,属 Kz-22-So2 渤海湾盆地油气成矿系列,So2-5 华北油田油气成矿亚系列(表 3)。

(3)沧县煤、煤层气、地热成矿亚带(Ⅳ-62-③):本亚带位于深覆盖区,为新生界埋藏基岩隆起区,构造单元与沧县隆起对应。成矿作用主要为晚古生代石炭—二叠纪海陆交互相聚煤作用,石炭—二叠系含煤建造发育,已见多层可采煤层,由于位于埋藏的基岩隆起区,煤层局部埋深小于 1200m,特别是北部岳龙庄附近、西北部大城凸起上,是重要的成煤远景区域,属 P_{Z₂-8} 华北陆块与石炭纪—二叠纪沉积作用有关的煤、铝土矿、REE、稀散元素、耐火黏土、膨润土、石膏、碳酸盐岩矿床成矿系列,P_{Z₂-8}⁴ 华北陆块中部(冀辽)煤、铝土矿、耐火黏土矿床成矿亚系列(表 2)。新生代特别是晚近期以来,热流值普遍增高,发育多处地热异常,发育有王兰庄、山岭子、万家码头等多处重要地热田。

(4)黄骅石油、天然气、地热成矿亚带(Ⅳ-62-④):本亚带位于深覆盖区,为新生界埋藏基岩拗陷区,构造单元与黄骅拗陷对应。带内晚古生代石炭—二叠煤系地层广布,含有多层可采煤层,但埋藏较深,目前工业意义不大,属 P_{Z₂-8} 华北陆块与石炭纪—二叠纪沉积作用有关的煤、铝土矿、REE、稀散元素、耐火黏土、膨润土、石膏、碳酸盐岩矿床成矿系列,P_{Z₂-8}⁴ 华北陆块中部(冀辽)煤、铝土矿、耐火黏土矿床成矿亚系列。带内最重要的成矿特征是石油天然气极其丰富,发育著名的大港油田。大港油田天津市范围已发现 21 个油气田(区块),2 个气田,主要有塘沽油田、北大港油气田、板桥凝析油气田、长芦油田、周清庄油田、千米桥油气田和大张坨油气田等 7 个,属 Kz-22-So2 渤海湾盆地油气成矿系列,So2-2 大港油田油气成矿亚系列。带内地热资源也较丰富,发育有塘沽地热田、看财庄和沙井子等地热异常区。

3.3 区域成矿谱系

矿床的区域成矿谱系是矿床的成矿系列理论的组成部分,是指一个区域内地质构造演化过程中成矿作用演化及时空结构,是研究一个特定区域内经历的全部地质过程中成矿作用的演化过程及成矿产物的时空分布。通过建立成矿谱系,从整个地质历史时期审视特定区域内成矿的时空分布及演化规

律,评价找矿的战略意义。

3.3.1 成矿作用与成矿系列的演化趋势

天津主要成矿作用类型包括沉积作用、岩浆作用、变质作用和表生作用等 4 类。

沉积成矿作用为天津最重要的成矿作用,成矿时代主要集中于中元古代、晚古生代、中生代和新生代。成矿系列主要有:中元古代 $Pt_2-1S-Pt_2-1I$ 成矿系列(组)中的 Pt_2-1S 沉积成矿系列,其中包括 Pt_2-1^7 京津冀与海相沉积作用有关的含钾泥岩成矿亚系列、 Pt_2-1^8 京津冀与海相沉积作用有关的 Mn 、 B 成矿亚系列、 Pt_2-1^9 京津冀与海相沉积作用有关的泥页岩矿床成矿亚系列、 Pt_2-1^{10} 京津冀与海相沉积作用有关的白云岩矿床成矿亚系列、 Pt_2-1^{11} 京津冀与海相沉积作用有关的海泡石矿床成矿亚系列、 Pt_2-1^{12} 京津冀与海相沉积作用有关的水泥灰岩矿床成矿亚系列、 Pt_2-1^{13} 京津冀与海相沉积作用有关的 Fe 、 Mn 矿床成矿亚系列;晚古生代 Pz_2-8 成矿系列中的 Pz_2-8^4 华北陆块中部(冀辽)煤、铝土矿、耐火黏土矿床成矿亚系列;中生代 Mz_2-34 成矿系列中的 Mz_2-34^6 京津冀陆相盆地煤、煤层气成矿亚系列;新生代 $Kz-22-So2$ 成矿系列中, $So2-2$ 大港油田油气成矿亚系列中和 $So2-5$ 华北油田油气成矿亚系列。沉积作用为主的成矿系列呈现出中元古代金属、非金属—晚古生代、中生代能源矿产煤—新生代能源矿产石油、天然气的演化趋势,形成了陶瓷土、锰硼、海泡石、水泥用灰岩、含钾岩石、煤、石油、天然气等特色矿产、优势矿产和重要矿产资源(图 4)。

岩浆成矿作用主要发生在中元古代、晚古生代末—中生代初、中生代。成矿系列主要有中元古代 $Pt_2-1S-Pt_2-1I$ 系列(组)中 Pt_2-1I 岩浆成矿系列, Pt_2-1^6 京津冀与火山作用有关的含钾粗面岩成矿亚系列;古生代末—中生代初期 $Pz_2-9 I$ 成矿系列(组)中的 Pz_2-9^5 与碱性基性超基性岩有关的铁、磷矿床成矿亚系列;中生代 $Mz-4$ 成矿系列中 $Mz-4^5$ 京津冀与印支期花岗岩有关的 W 、 Mo 、 Cu 、 Pb 、 Zn 、 Ag 、非金属矿床成矿亚系列和 $Mz-4^4$ 冀东与印支—燕山期花岗岩类有关的 Au 成矿亚系列。岩浆成矿作用为主的成矿系列,表现为中元古代以裂谷环境钾质火山喷发活动,演化到晚古生代—中生代陆块裂解幔源超基性、碱性岩浆侵入作用,至中生代卷入环太平洋体制的中酸性岩浆的侵入和喷发作用,造就了含钾粗面岩、磷、钨、钼、硫铁多金属、重晶石、金等重要的金属、非金属成矿。

变质成矿作用主要发生在新太古代。主要为

Ar_3-1 成矿系列, Ar_3-1^3 冀东(华北陆块北缘中段)与新太古代前期硅铁建造有关的 Fe 矿床成矿亚系列。该成矿系列反映了前寒武纪地壳演化的不可逆过程,是主要沉积变质铁矿重要的成矿阶段。

表生成矿作用主要发生在新生代,形成沉积作用为主的 $Kz-38-St4$ 东北-华北泥炭成矿系列(组)和 $St4-2$ 华北泥炭矿床成矿系列中的 $St4-2^1$ 京津冀泥炭矿床成矿亚系列;沉积作用为主的 $Q-7$ 北方第四系风积-冲积黏土-黄土矿床成矿系列, $Sp17-1$ 京津冀砖瓦用黏土矿床成矿亚系列和 $Sp17-2$ 京津冀水泥配料黏土矿床成矿亚系列;沉积作用为主的 $Q-35$ 京津冀第四系砂矿成矿系列, $Sp18-1$ 京津冀建筑用砂矿床成矿亚系列和 $Sp18-2$ 京津冀石英砂矿床成矿亚系列;风化作用为主的 $Q-36$ 华北风化壳黏土类矿床成矿系列, $Sw11-1$ 京津冀麦饭石矿床成矿亚系列。新生代表生成矿作用主要发生在第四纪,主要形成了以沉积作用为主的泥炭、黏土和砂石料和风化作用为主的麦饭石等矿产。

3.3.2 成矿单元与成矿系列的演化趋势

不同成矿单元内成矿系列具有较明显的演化规律(图 5):

天津成矿作用最早开始发育在 $IV-57-③$ 马兰峪-绥中(次级隆起)铁金铅锌成矿亚带内,由于主要为太古宙基岩直接出露,仅反映了太古宙晚期铁的成矿作用及其演化。从中元古代开始,成矿向紧邻的 $IV-57-②$ 燕辽(次级拗陷、拉张)铜钼铅锌银金铁锰煤成矿亚带发展演化。

$IV-57-②$ 燕辽(次级拗陷、拉张)铜钼铅锌银金铁锰煤成矿亚带,在中元古代为裂谷转陆表海构造环境,以海相沉积型矿产为主,发生锰的海相沉积,并与继承性的铁共生,同时沉积了泥页岩、含钾泥岩、白云岩、海泡石、水泥用灰岩等海相沉积矿产。晚古生代成矿作用在地域上发生分化,带内缺失石炭—二叠系含煤建造,仅在晚古生代晚期至中生代早期,形成岩浆型铁磷矿床,中生代印支晚期转入太平洋体制后,岩浆和构造活动增强,形成热液型和矽卡岩型钨、钼、硫铁、金、铜等矿床,至新生代演化为以表生作用为主的成矿作用,形成砂、黏土、泥炭等矿产。

$IV-62-①$ 开滦煤、煤层气成矿亚带,与 $IV-57-②$ 亚带在晚古生代发生不同的成矿演化,由于位于基岩浅覆盖区,成矿作用主要为晚古生代石炭—二叠纪海陆交互相聚煤作用,演化到中生代侏罗纪陆相聚煤作用,其他成矿作用少见。在紧邻的 $IV-62-②$

构造旋回	沉积作用	岩浆作用	变质作用	表生作用	成矿环境
喜马拉雅期				St4-2 ¹ 京津冀泥炭成矿亚系列	不平衡拉伸
				Sp17-2 京津冀水泥配料用粘土成矿亚系列	
				Sp17-1 京津冀砖瓦用粘土成矿亚系列	
				Sp18-1 京津冀建筑用砂成矿亚系列	
	So2-5 华北油田油气成矿亚系列			Sp18-2 京津冀石英砂成矿亚系列	强烈拉伸
	So2-2 大港油田油气成矿亚系列			Sw11-1 京津冀麦饭石成矿亚系列	
燕山晚期		Mz-4 ⁴ 冀东与印支-燕山期花岗岩类有关的 Au 成矿亚系列			造山-后造山
燕山早期	Mz-3 ⁴ 京津冀盆地煤成矿亚系列				陆内造山
印支晚期		Mz-4 ⁵ 京津冀与印支期花岗岩有关的 W、Mo、Cu、Pb、Zn、Ag、非金属矿床成矿亚系列			陆内晚造山
印支中、早期		Pz ₂ -9 ⁵ 华北陆块北缘与碱性基性超基性岩有关的铁、磷矿床成矿亚系列			陆内盆地收缩陆内造山
华力西期	Pz ₂ -8 ⁴ 华北陆块东北部(冀辽)煤、铝土矿、耐火粘土矿床成矿亚系列				非造山
加里东期					陆表海盆地
晋宁期	Pt ₂ -1 ¹³ 京津冀 Fe、Mn 成矿亚系列				裂隙带
	Pt ₂ -1 ¹² 京津冀水泥用灰岩成矿亚系列				隆升
	Pt ₂ -1 ¹¹ 京津冀海泡石成矿亚系列				地台盖层沉积,后期抬升剥蚀
	Pt ₂ -1 ¹⁰ 京津冀白云岩成矿亚系列				伸展裂陷为主,震旦纪隆升
	Pt ₂ -1 ⁹ 京津冀 Mn、B 成矿亚系列				伸展裂陷
	Pt ₂ -1 ⁷ 京津冀含钾泥岩成矿亚系列	Pt ₂ -1 ⁶ 京津冀含钾粗面岩成矿亚系列			
	Pt ₂ -1 ⁵ 京津冀泥页岩成矿亚系列				
吕梁期					陆块拼合面结
五台期			Ar ₃ -1 ³ 冀东与新太古代前期硅铁建造有关的 Fe 矿床成矿系列		微陆块和岛弧共存,后期增生、拼接
迁西期					初始克拉通火山盆地
成矿作用	沉积作用	岩浆作用	变质作用	表生作用	

图 4 天津主要成矿作用与成矿系列演化关系图

Fig. 4 Evolutional relationship between major mineralization and metallogenic series in Tianjin

冀中煤、煤层气成矿亚带,成矿作用进一步分化。

Ⅳ-62-②冀中煤、煤层气成矿亚带,为深覆盖区,成矿作用和演化在晚古生代和中生代发生石炭—二叠纪和侏罗纪聚煤作用相同外,在新生代出现新的成矿演化,发育石油、天然气成矿显示,成为重要的石油、天然气远景区域。

Ⅳ-62-③沧县煤、煤层气、地热成矿亚带,紧邻Ⅳ-62-②亚带,为深覆盖区,成矿作用演化单一,仅发生晚古生代石炭—二叠系聚煤作用,但煤系地层广布,埋藏较浅,是煤和煤层气重要的远景区。

Ⅳ-62-④黄骅石油、天然气、地热成矿亚带,紧

邻Ⅳ-62-③亚带,为深覆盖区,成矿作用和演化与Ⅳ-62-②相近,主要为晚古生代石炭—二叠系聚煤作用和新生代石油、天然气成矿作用,石油、天然气资源丰富,缺失中生代侏罗系含煤建造,是最重要的石油、天然气成矿单元。

4 结论

(1)天津已发现能源、金属、非金属、水气 4 类矿产共计 36 种 142 个矿产地,总体呈现出能源矿产相对丰富、地下水资源总量不足、金属非金属矿产储量规模较小的特征,石油、天然气、地热以及锰硼矿、陶

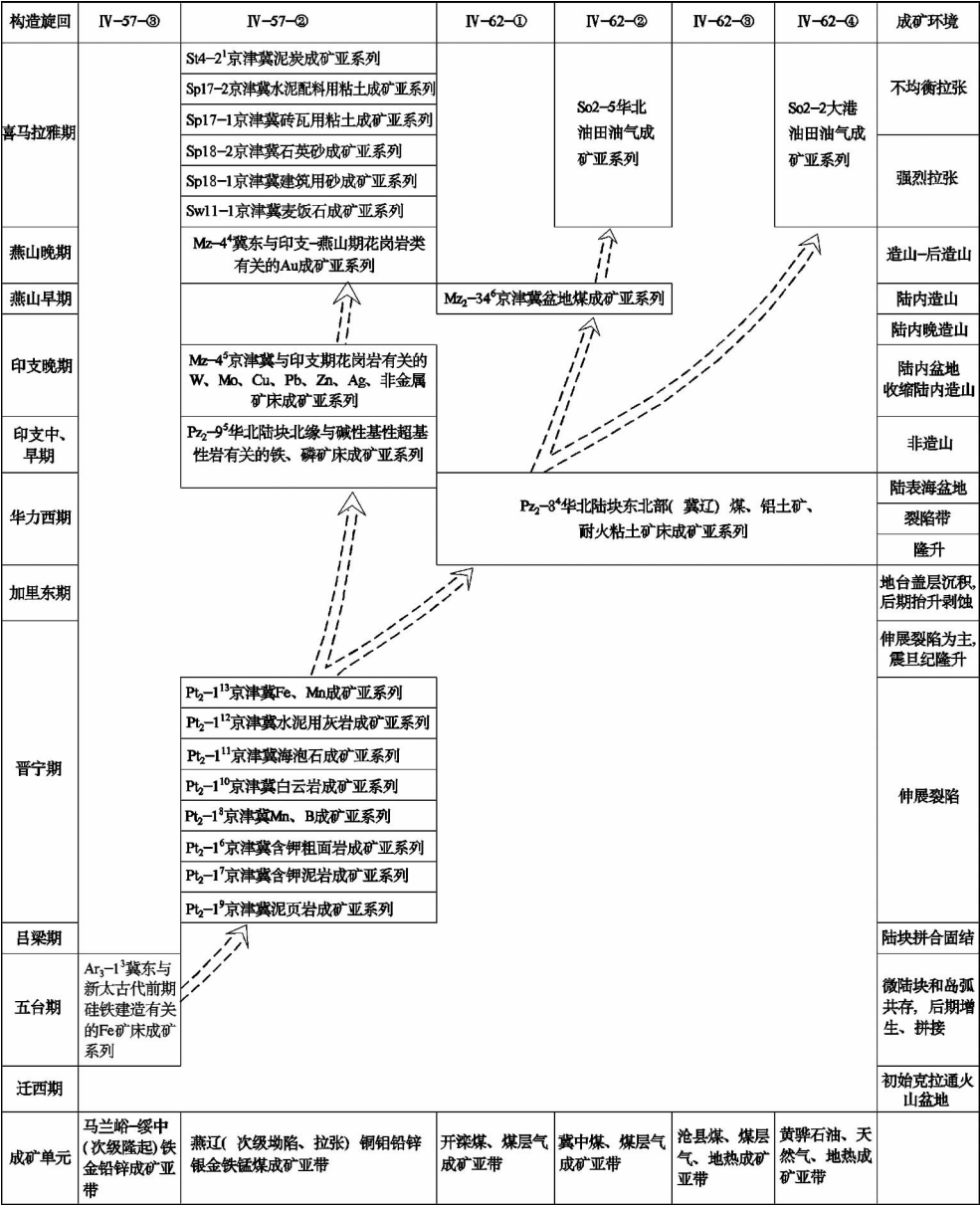


图 5 天津主要成矿单元与成矿系列演化关系图

Fig. 5 Evolutional relationship between major metallogenic units and metallogenic series in Tianjin

瓷土、贝壳和海泡石是优势或特色矿产。

(2)天津成矿作用从太古宙至第四纪全新世均有发育,可划分为太古宙、元古宙、古生代、中生代和新生代 5 个时段,其中,元古宙为主要成矿期,金属和非金属矿产资源主要分布在北部Ⅳ级构造单元的蓟唐裂谷中,油气、地热、地下水等矿产主要分布在南部黄骅拗陷区。

(3)将天津矿产资源划分为 2 个Ⅲ级成矿区带、6 个亚带,厘定出 11 个成矿系列(组)22 个成矿亚系列,建立了区域成矿谱系,探讨了成矿作用、成矿单元与成矿系列的演化关系,认为沉积作用是最主要的成矿作用,形成的成矿系列主要呈现出中元古代

金属、非金属→晚古生代、中生代能源矿产煤→新生代能源矿产石油、天然气的演化趋势;成矿系列随着时间演化,在晚期不同成矿单元内均呈现多样化特征。

致谢:本文在撰写过程中得到了中国矿产地质志项目负责人陈毓川院士、王登红研究员及天津市省级专家陈一笠教授级高级工程师的悉心指导,并对文稿提出宝贵意见,在此深表感谢。

注 释

- ① 天津市地质矿产局地质调查研究所. 1994. 中华人民共和国天津市区域矿产总结.
- ② 天津市地质调查研究院. 2019. 中国矿产地质志·天津卷.

- ③ 天津市国土资源局和房屋管理局. 2009. 天津市矿产资源总体规划(2006—2020).
- ④ 天津地热勘查开发设计院. 2008. 天津市煤和煤层气资源现状调查.

References

Chen Yili. 1992. The discovery of a sedimentary sepiolite deposit in Jixian, Tianjin municipality. *Regional Geology of China*, 03: 204~210 (in Chinese with English abstract).

Chen Yuchuan, Wang Denghong, Zhu Yusheng, Xu Zhigang, Ren Jishun, Zhai Yusheng, Chang Yingfo, Tang Zhongli, Pei Rongfu, Teng Jiwen, Deng Jinfu, Hu Yunzhong, Ren Tianxiang, Shen Baofeng, Wang Shicheng, Xiao Keyan, Peng Runmin, Qian Zhuangzhi, Mei Yanxiong, Du Jianguo, Shi Junfa, Zhang Xiaohua, Zhu Mingyu, Xu Jue, Xue Chunji. 2007. *Chinese Mineralization System and Assessment of Regional Mineralization (upper and lower volumes)*. Beijing: Geological Publishing House, 1~1005 (in Chinese).

Chen Yuchuan, Wang Denghong, Xu Zhigang, Sheng Jifu, Zhu Mingyu, Xu Jue, Yuan Zhongxin, Bai Ge, Chen Zhenghui, Wang Chenghui, Huang Fan, Ying Lijuan, Zhang Changqing, Wang Yonglei, Li Houmin, Gao Lan, Fu Xujie, Zhang Daquan, Sun Tao, Fu Yong, Li Jiankang, Liu Dequan, Wu Guang, Tang Juxing, Feng Chengyou, Sha Deming, Liu Caize, Geng Quanru, Li Junjian, Zhao Zheng, Wang Liqiang, Zheng Wenbao, Liu Xinxing, Liu Xifang. 2015. *Important Mineral and Regional Metallogenic Regularity in China*. Beijing: Geological Publishing House, 1~179 (in Chinese).

Huang Xueguang, He Yuzhen, Wang Yalie, Zang Guangcai, Jiang Wentian. 1996. The location and genesis of the northern China Middle Proterozoic sepiolite deposit—the world oldest sedimentary sepiolite deposit. *Acta Geoscientica Sinica*, 17 (z1): 36~42 (in Chinese with English abstract).

Liu Wenjie. 2010. The typical types of gold deposits and their metallogenic regularity in the northern gold belt of Tianjin. Master thesis of Kunming University of Science and Technology.

Tu Lipeng. 2014. Analysis of metallogenic geological characteristics and potential of barite Tianjin Jixian County area. Master dissertation of China University of Geosciences.

Wang Denghong, Xu Zhigang, Shen Jifu, Zhu Mingyu, Xu Jue, Yuan Zhongxin, Bai Ge, Qu Wenjun, Li Huaqin, Chen Zhenhui, Wang Chenhui, Huang Fan, Zhang Changqin, Wang Yonglei, Ying Lijuan, Li Houmin, Gao Lan, Sun Tao, Fu Yong, Li Jiankang, Wu Guang, Tang Juxing, Feng Chengyou, Zhao Zhen, Zhang Daquan. 2014. Progress on the study of regularity of major mineral resources and regional metallogenic regularity in China: a review. *Acta Geologica Sinica*, 88 (12): 2176 ~ 2191 (in Chinese with English abstract).

Wang Fuliang, Fu Yong, Xu Zhigang, Pei Haoxiang, Jiang Ran, Zhou Wenxi. 2016. The new understanding of the cause of Dongshuichang chambersite deposit in Jixian, Tianjin. *Acta Geologica Sinica*, 90(2): 398~408 (in Chinese with English abstract).

Wang Liying, Chen Yili. 2009. Metallogenic belts (areas) in Tianjin city. *Contributions to Geology and Mineral Resources Research*, 24(1): 23~27 (in Chinese with English abstract).

Wang Liying, Duo Xingfang, Tu Lipeng, Chen Yili, Wen Xiuming. 2013. Metallogenic law of tungsten deposit and the ore potential in Jixian area, Tianjin. *Contributions to Geology and Mineral Resources Research*, 28(03): 371~377 (in Chinese with English abstract).

Wang Weixing, Cheng Xujiang, Zhang Surong, Dong Luyang, Li Jingke. 2014. A comparative study of the effects of natural heavy mineral prospecting and regional geochemical exploration

for gold, tungsten and molybdenum deposits in Jixian County area, Tianjin. *Geological Bulletin of China*, 33(12): 2011~2018 (in Chinese with English abstract).

Xiao Chengdong, Zhang Jing, Zhang Baohua, Liu Jinglan, Qin Zhengyong, Li Shiwei. 2007. Chambersite deposit in Jixian, Tianjin. *Geological Survey and Research*, 119(03): 186~191 (in Chinese with English abstract).

Xu Zhigang, Chen Yuchuan, Wang Denghong, Chen Zhenghui, Li Houmin. 2008. The Scheme of the Classification of the Minerogenetic Units in China. Beijing: Geological Publishing House, 1~138 (in Chinese with English abstract).

Xu Zhigang, Zhu Mingyu. 2015. Discussion about division schemes of mineral resources and commodity. *Mineral Deposits*, 34(6): 1321~1345 (in Chinese with English abstract).

Yuan Jianqi, Zhu Shangqing, Zhai Yusheng. 1985. *Economic Geology*. Beijing: Geological Publishing House, 1~345 (in Chinese).

参 考 文 献

陈一笠. 1992. 天津市蓟县发现沉积型海泡石矿床. *中国区域地质*, 03: 204~210.

陈毓川, 王登红, 朱裕生, 徐志刚, 任纪舜, 翟裕生, 常印佛, 汤中立, 裴荣富, 滕吉文, 邓晋福, 胡云中, 任天祥, 沈保丰, 王世称, 肖克炎, 彭润民, 钱壮志, 梅燕雄, 杜建国, 施俊法, 张晓华, 朱明玉, 徐珏, 薛春纪. 2007. *中国成矿体系与区域成矿评价*. 北京: 地质出版社, 1~1005.

陈毓川, 王登红, 徐志刚, 盛继福, 朱明玉, 徐珏, 袁忠信, 白鸽, 陈郑辉, 王成辉, 黄凡, 应立娟, 张长青, 王永磊, 李厚民, 高兰, 傅旭杰, 张大权, 孙涛, 付勇, 李建康, 刘德权, 武广, 唐菊兴, 丰成友, 沙德铭, 刘才泽, 耿全如, 李俊建, 赵正, 王立强, 郑文宝, 刘新星, 李立兴, 刘喜方. 2015. *中国重要矿产和区域成矿规律*. 北京: 地质出版社, 1~179.

黄学光, 贺玉贞, 王亚烈, 藏广才, 蒋汶田. 1996. 世界上最古老的沉积海泡石矿床——华北中元古代沉积海泡石矿. *地球学报*, 17 (z1): 36~42.

刘文杰. 2010. 天津市北部金矿带的典型矿床类型及其成矿规律. 昆明理工大学硕士学位论文.

屠立鹏. 2014. 天津蓟县地区重晶石矿床成矿地质特征及潜力分析. 中国地质大学(北京)工程硕士学位论文.

王登红, 徐志刚, 盛继福, 朱明玉, 徐珏, 袁忠信, 白鸽, 屈文俊, 李华芹, 陈郑辉, 王成辉, 黄凡, 张长青, 王永磊, 应立娟, 李厚民, 高兰, 孙涛, 付勇, 李建康, 武广, 唐菊兴, 丰成友, 赵正, 张大权. 2014. 全国重要矿产和区域成矿规律研究进展综述. *地质学报*, 88(12): 2176~2191.

王富良, 付勇, 徐志刚, 裴浩翔, 江冉, 周文喜. 2016. 天津蓟县东水厂锰方硼石矿床成因新认识. *地质学报*, 90(02): 398~408.

王丽瑛, 陈一笠. 2009. 天津市成矿区带和成矿系列. *地质找矿论丛*, 24(1): 23~27.

王丽瑛, 荣兴芳, 屠立鹏, 陈一笠, 闻秀明. 2013. 天津市蓟县地区钨成矿规律及资源潜力. *地质找矿论丛*, 28(03): 371~377.

王卫星, 程绪江, 张素荣, 董路阳, 李攻科. 2014. 天津蓟县地区金、钨、钼矿自然重砂与地球化学区域找矿方法效果. *地质通报*, 33(12): 2011~2018.

肖成东, 张静, 张宝华, 刘景兰, 秦正永, 李世伟. 2007. 天津蓟县锰方硼石矿床. *地质调查与研究*, 119(03): 186~191.

徐志刚, 陈毓川, 王登红, 陈郑辉, 李厚民. 2008. *中国成矿区带划分方案*. 北京: 地质出版社, 1~138.

徐志刚, 朱明玉. 2015. 关于中国矿产种类划分方案的讨论. *矿床地质*, 34(6): 1321~1345.

袁见齐, 朱上庆, 翟裕生. 1985. *矿床学*. 北京: 地质出版社, 1~345.

Characteristics and metallogenic regularity of mineral resources in Tianjin

WANG Liying¹⁾, HUANG Fan^{* 2)}, DUO Xingfang¹⁾, TU Lipeng¹⁾

1) *Tianjin Geological Institute, Tianjin, 300191;*

2) *MNR Key Laboratory of Metallogeny and Mineral Assessment, Institute of Mineral Resources, CAGS, Beijing, 100037*

** Corresponding author: hfhymn@163.com*

Abstract

Despite its small size Tianjin hosts a variety of mineral resources and complex metallogenic deposits. This paper summarizes the distribution characteristics and spatial-temporal evolution regularity of mineral resources discovered in this region. The metallogenic processes extending over a prolonged geological time interval can be divided into five periods i. e. Archean, Proterozoic, Paleozoic, Mesozoic and Cenozoic. The Proterozoic is the main metallogenic period in Tianjin. Tianjin can be divided into 2 III-level and 4 IV-level tectonic units. Metallic and non-metallic mineral resources are mainly distributed in the Jitang rift valley in the northern IV-level tectonic units of Tianjin, while the oil and gas, geothermal minerals and groundwater are mainly located within the Huanghua depression in southern Tianjin. Based on the spatial and temporal distribution of mineral resources and their tectonic setting, Tianjin can be divided into 2 III-level and 6 IV-level metallogenic belts. On this basis, 11 metallogenic series and 22 subseries are identified, regional metallogenic lineages are established, and the evolutionary trends of different mineralization, metallogenic units and metallogenic series are discussed and summarized. It is believed that sedimentation is the most important mineralization process in Tianjin. The metallogenic series shows the evolutionary trend from Mesoproterozoic metals and non-metals to late Paleozoic-Mesozoic coal, and finally to Cenozoic oil and natural gas. Over time the metallogenic series have developed diversified characteristics in different metallogenic units.

Key words: mineral resources; metallogenic regularity; metallogenic series; regional metallogenic lineage; Tianjin