

天津市蓟县地区钨成矿规律及资源潜力

王丽瑛, 朵兴芳, 屠立鹏, 陈一笠, 闻秀明

(天津市地质调查研究院, 天津 300191)

摘要: 蓟县地区是天津市重要的金属矿产成矿带, 分布有钨、金、钼、铜、锰等矿产资源。其中, 钨成矿与岩浆活动有着密切关系, 成矿岩体主要为印支晚期中酸性岩体, 矿床为石英脉型。通过研究典型矿床沿河钨矿, 分析了该区钨成矿地质特征, 研究了区域成矿规律; 利用地质、矿产、物探、化探、遥感等综合信息, 建立了区域预测模型; 运用综合地质信息法圈定最小预测区 2 个, 采用脉状矿床资源量估算法估算钨矿资源量约 50 000 t。蓟县地区钨矿仍有一定的找矿前景。

关键词: 钨矿; 岩体; 石英脉; 预测; 成矿规律; 蓟县地区; 天津市

中图分类号: P612; P618.67 **文献标识码:** A

0 引言

蓟县位于天津市北部, 是天津市唯一的基岩裸露区域, 也是天津市金属矿产主要分布地区, 分布有钨、金、钼、铜、锰等矿产资源^①。本文依据成矿地质理论, 开展该区区域成矿规律研究, 充分利用地质、物探、化探、遥感和矿产勘查等综合信息, 对钨成矿条件进行综合分析, 圈定成矿远景区和找矿靶区, 进行资源潜力分析, 为科学合理地规划和部署矿产勘查工作提供依据。

1 区域地质概况

研究区位于天津市蓟县北部, 面积 448 km²。研究区大地构造位置分属华北陆块区二级构造单元(II-1)晋冀古陆块区内, 其所属三级构造单元(II-1-2)为燕辽裂陷带^②。

区内地层以中、新元古界长城系(包括串岭沟组、团山子组、大红峪组、高于庄组)、蓟县系(包括杨

庄组、雾迷山组、洪水庄组、铁岭组)和青白口系(包括下马岭组、龙山组、景儿峪组)为主, 零星分布有下古生界(昌平组)(图 1)。

本区经历了基底形成、盖层形成、强烈活动三大构造阶段。华北陆块经吕梁运动后形成了地台型基底, 中、新元古代一中三叠世为相对稳定发展时期; 在盖层形成阶段的中、新元古代, 本区主要经历了伸展裂隙和内陆盆地发展阶段, 由三大沉积旋回组成: 开始为滨海陆源碎屑岩、镁质泥质碳酸盐岩夹富钾碱性火山岩; 继而为浅海泥质、硅质、镁质碳酸盐岩, 富含叠层石; 最后为海退型含铁质砂页岩、泥灰岩等。印支晚期, 区内发生板内造山运动, 伴随有较大规模的中酸性岩浆侵入作用, 形成盘山和石臼等岩体。其中, 盘山花岗岩体规模最大, 面积约 60 km², 包括南部主岩体和北部小岩体, 空间上呈椭圆形岩盖, 界面外倾, 南缓北陡, 与围岩一起构成盘山穹窿; 石臼岩体呈岩株状, 分布近 SN 向, 地表形态复杂^③。

本区构造发育。褶皱构造主要有盘山穹窿和周缘向斜, 其中, 盘山穹窿居中, 核部为盘山花岗岩, 两翼由高于庄组、杨庄组、雾迷山组组成; 周缘向斜有府君山向斜、庄果峪向斜和水峪向斜^④; 主要断裂有蓟县断裂、杨庄断裂、黄崖关断裂。侵入体内节理发

收稿日期: 2012-09-29; 改回日期: 2012-12-17; 责任编辑: 赵庆

基金项目: 国土资源部重点项目“全国矿产资源潜力评价”下属项目“天津市矿产资源潜力评价”和中国地质调查局国土资源大调查项目(编号: 1212010881604)资助。

作者简介: 王丽瑛(1967-), 女, 教授级高级工程师, 硕士, 从事地质矿产勘查和成矿规律研究工作。通信地址: 天津市南开区迎水道 20 号, 天津市地质调查研究院; 邮政编码: 300191; E-mail: wliying9@sina.com.cn

育,是形成脉状矿床的容矿构造。

2 钨矿成矿特征

钨成矿与岩浆活动有着密切关系,本区与钨有关的侵入岩体主要为印支晚期中酸性岩体^[3]。该期形成的盘山和石臼岩体表现为多期次侵入和复杂的构造变动,为钨、铜、铅、锌、钼等金属矿产的形成提供了有利条件,为矿源层钨的活化、迁移、富集成矿提供了热力、动力、部分物质来源及构造、围岩条件^①。

本区已发现的钨矿产于岩体的内接触带,完全受岩体控制。成矿岩体为盘山岩体晚三叠世侵入岩,岩石类型为细粒花岗岩、含斑石英二长岩等,含钨矿建造主要为黑云花岗岩、含斑石英二长岩和中细粒花岗岩、二长花岗岩、石英二长闪长斑岩等^{④⑤}。

区域性断裂构造对钨矿化的控制作用十分明显。区内主要断裂有NE向的蓟县断裂和NW向的杨庄断裂,控制印支期岩浆的侵入,也控制了钨、铜的成矿作用;而次级小断裂又是钨矿富集最有利的容矿空间,钨矿成脉状产于断裂形成的构造角砾岩带或构造裂隙中。控制成矿的构造类型多样,如剪切裂隙和张裂隙。盘山岩体处于穹隆构造的核部,盘山和石臼两个岩体被一向斜隔开。穹隆(褶皱)构造控制了岩体的产出位置,而断裂构造直接控制了矿脉的产出,矿脉的产状、形态、规模严格受构造裂隙控制,成矿后断裂构造对矿脉起破坏作用。

本区钨矿和我国的赣南钨成矿区相比^⑥,同属中高温石英脉型,但控矿岩体的成因类型有较大差异。赣南钨矿的控矿岩体属于重熔型或壳源型,而盘山花岗岩的 $\delta(^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}) = 8.4 \sim 9.3\%$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始值为 $0.70435 \sim 0.7047$; $w(\sum\text{REE}) = 59.95 \times 10^{-6} \sim 188.24 \times 10^{-6}$, $\delta(\text{Eu}) = 0.31 \sim 1.08$,表明为

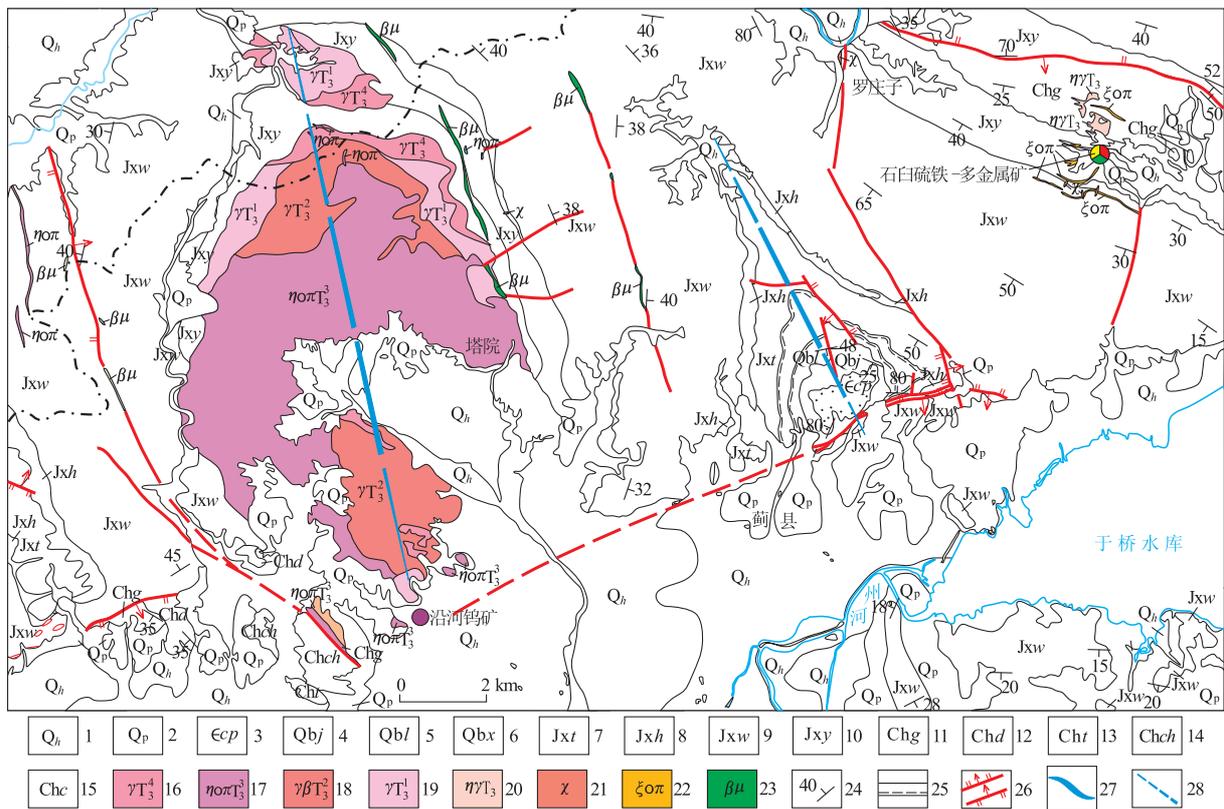


图1 蓟县地区钨矿床区域地质略图

Fig. 1 Sketch map showing the regional geology and tungsten deposit distribution in Jixian

1. 第四系全新世; 2. 第四系晚更新世; 3. 寒武系昌平组; 4. 青白口系景儿峪组; 5. 青白口系龙山组; 6. 青白口系下马岭组; 7. 蓟县系铁岭组; 8. 蓟县系洪水庄组; 9. 蓟县系雾迷山组; 10. 蓟县系杨庄组; 11. 长城系高于庄组; 12. 长城系大红峪组; 13. 长城系团山子组; 14. 长城系串岭沟组; 15. 长城系常州沟组; 16. 盘山岩体四期细粒花岗岩; 17. 盘山岩体三期含斑石英二长岩; 18. 盘山岩体二期中粒黑云母花岗岩; 19. 盘山岩体一期细粒花岗岩; 20. 石臼岩体二长花岗岩; 21. 煌斑岩脉; 22. 正长石英斑岩脉; 23. 辉绿岩脉; 24. 地层产状; 25. 地质界线(整合或平行不整合); 26. 断裂(正断层或逆断层); 27. 背斜轴; 28. 向斜轴

同熔型或壳幔混合源^①。

区内钨矿的矿质来源于深部矿源层,通过同熔花岗岩岩浆活动将矿质从矿源层活化、转移而带至浅部,沿着构造裂隙上侵形成含矿石英脉。盘山花岗岩体本身就是赋矿围岩,且矿脉多产于岩体的中晚期。

3 典型钨矿床地质特征

以本区研究程度较高的沿河钨矿作为典型矿床进行剖析。该矿床为含钨、钼、铜多金属矿床,地处天津市蓟县县城西南约 10 km 的沿河村一带。该矿在日伪时期就被掠夺开采,为地表露天性采矿。20 世纪 50 年代蓟县地方工业局曾组织过开采,日产精矿最高达 1 t。

该矿床位于盘山穹窿的南部转折端,盘山花岗岩的内接触带^②。区内岩石为盘山岩体中的 2~4 期侵入体,按生成顺序,脉岩有石英二长斑岩脉、花岗岩脉、伟晶岩脉、块状辉钼矿石英脉、石英斑岩脉、条带状硫化物黑钨矿石英脉、梳状黑钨矿石英脉、煌斑岩脉等^③。

岩石受后期热液影响,产生不同程度、不同规模的热液蚀变。蚀变可分为大面积蚀变和局部蚀变。前者表现为广泛的轻微绢英岩化,后者仅在脉岩两侧出现,蚀变由弱绢英岩化直至绢英岩。

矿区构造比较复杂,以断裂为主,大致可分为成矿前及成矿后 2 种断裂构造:成矿前构造可分为构造角砾岩带和控矿构造裂隙 2 种;成矿后断裂以平推或正断层为主,断距甚小,一般水平和垂直断距均为 1~2 m,对矿体延续性影响不大。

矿区共发现石英脉 290 多条,矿脉的形态、规模和产状严格受构造裂隙及岩性控制,矿脉的厚度变化一般比较稳定,但局部常见膨缩、分合和弯曲现象,弯曲常常引起走向和倾向的局部变化。矿区所有矿脉均属单脉型,矿脉长 100~600 m,厚 0.05~0.5 m,绝大多数成群成组产出,少数呈稀疏分布。矿区北部含钼石英细脉较多,成群交织成网状,密度 20~40 条/m²^④(图 2,图 3)。

矿石中主要矿物为黑钨矿,伴生矿物有锡石、黄锡矿、黄铜矿、辉银矿、自然银、辉钼矿、黄铁矿等。

矿石含有 W, Sn, Cu, Ag, Bi, Mo 等化学成分,其中有用组分为 W, Sn, Cu, Ag, Mo(在黄花山矿段)。有用组分元素各自形成有用矿物,其中,钨与

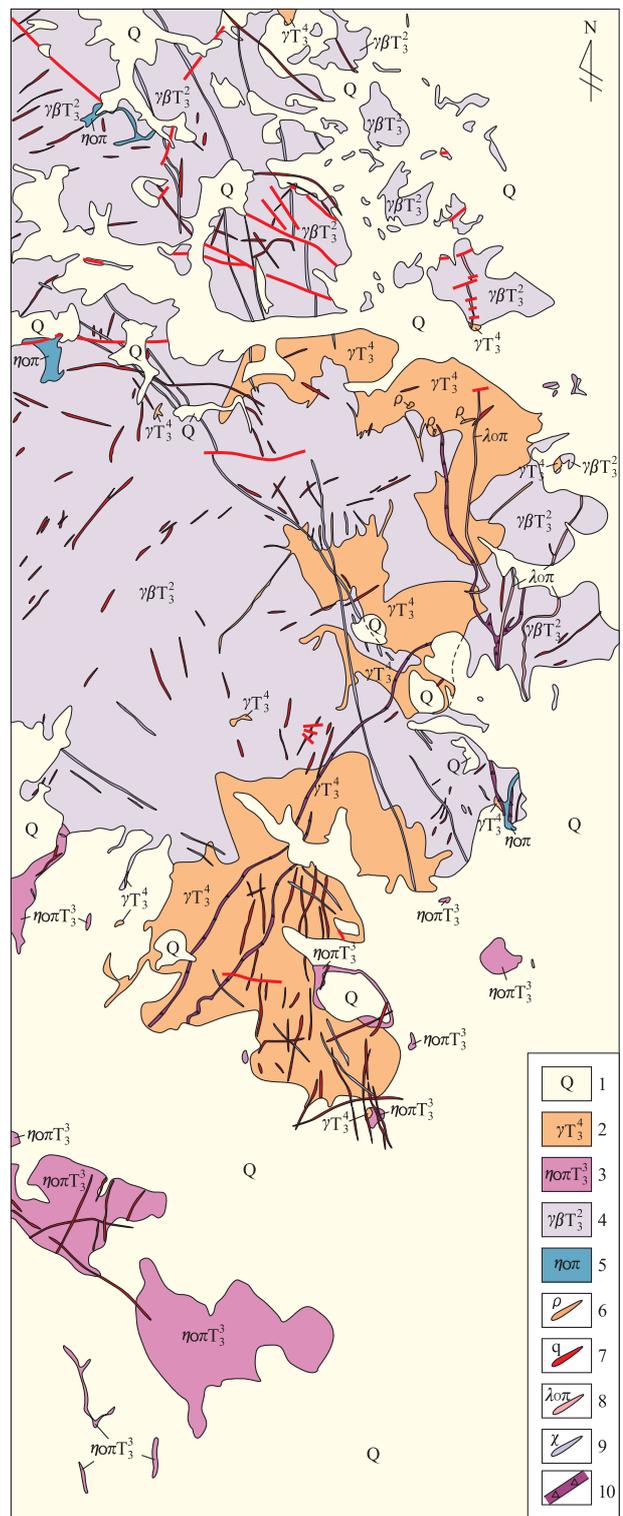


图 2 沿河钨矿床地质图

Fig. 2 Geological sketch of Yanhe tungsten deposit
1. 第四系残坡积冲洪积; 2. 细粒花岗岩; 3. 含斑石英二长岩; 4. 中粒黑云母花岗岩; 5. 石英二长斑岩脉; 6. 伟晶岩脉; 7. 含钼石英脉; 8. 石英斑岩脉; 9. 煌斑岩脉; 10. 碎裂岩带

锡、银与硫化物(包括黄铜矿和黄铁矿)具有一定的

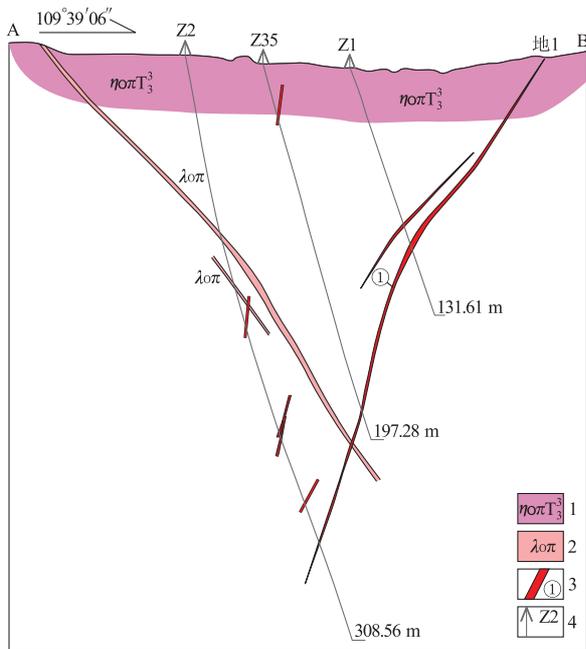


图3 沿河钨矿I号脉剖面图

Fig. 3 I profile of ore vein I in Yanhe tungsten deposit

1. 盘山岩体三期含斑石英二长岩; 2. 石英斑岩脉;
3. 含矿石英脉; 4. 钻孔及编号

伴随关系,特别是后者关系更密切;辉银矿和自然银多以包裹体形式赋存硫化物中,黄铜矿含银高达 615×10^{-6} ,黄铁矿含银 106×10^{-6} 。

主要元素 $w(\text{WO}_3) = 0 \sim 57\%$, 变化幅度大, 分布不均匀。矿区平均品位 $w(\text{WO}_3) = 0.78\%$, $w(\text{Sn}) = 0.072\%$, $w(\text{Cu}) = 0.53\%$, $w(\text{Ag}) = 36.20 \times 10^{-6}$ 。

4 资源潜力预测

4.1 预测方法

天津市钨矿一般与中酸性岩体有关,产于岩体的内接触带,呈石英脉状,成矿物质来源于深部岩体。按全国潜力评价矿产预测类型划分原则,本区钨矿为与岩体有关的石英脉型矿床,预测方法为侵入岩体型。定量预测方法选择含矿地质体体积法。

4.2 预测要素

石英脉型钨矿是岩浆热液型成矿,中酸性岩体是成矿的必要要素,岩体及矿体引起的物探极化率异常和钨地球化学异常是重要的找矿标志。根据对典型矿床和区域成矿规律的研究,总结出研究区石英脉型钨矿的预测要素为:印支晚期陆内造山环境、中酸性岩体、构造裂隙是预测的必要要素,钨矿物组合、大比例尺的极化率异常、钨-钼-铋地球化学异常等是预测的重要要素,在此基础上建立预测模型(表1,图4)。

表1 石英脉型钨矿资源潜力预测要素

Table 1 Prediction elements for quartz vein type tungsten deposits

预测要素	特征描述	要素类别	
成矿地质环境	成矿岩体	晚三叠世侵入岩浆	必要
	岩石类型	细粒花岗岩和含斑石英二长岩	重要
	成矿时代	印支晚期,同位素年龄 203~205 Ma	必要
	成矿层位	印支晚期酸性偏碱性花岗岩类	必要
	围岩蚀变	石英脉两侧绢英岩化	重要
构造环境	印支晚期陆内晚造山期构造环境	必要	
矿床特征	矿石矿物组合	主要矿物为黑钨矿,伴生矿物有锡石、黄锡矿、黄铜矿、辉银矿、自然银、辉钼矿、黄铁矿	重要
	结构	黑钨矿呈自形-半自形结构,硫化物呈交代残余结构、乳滴结构、镶边结构	重要
	构造	条带状、梳状、缢状、块状、浸染状、放射状和蜂窝状等构造	重要
	控矿条件	严格受构造裂隙及岩性控制	必要
物探	航磁	1:50 000 航磁 ΔT 化极出现高的正异常,大于 250 nT	重要
	激电	高激电异常,极化率 $\eta > 2\%$	重要
	重力	1:200 000 布格剩余重力低异常指示酸性岩体存在,异常值低于-10 毫伽	次要
化探	水系沉积物	W-Mo-Bi 综合异常出现高值异常中心,W 单元元素异常	必要
遥感	遥感影像	遥感解译的环状构造指示着与钨成矿有关的中酸性隐伏岩体存在,解译的断裂带等线性构造与成矿关系密切	次要
自然重砂	矿物异常	白钨矿、磁铁矿、孔雀石等自然重砂矿物异常	次要

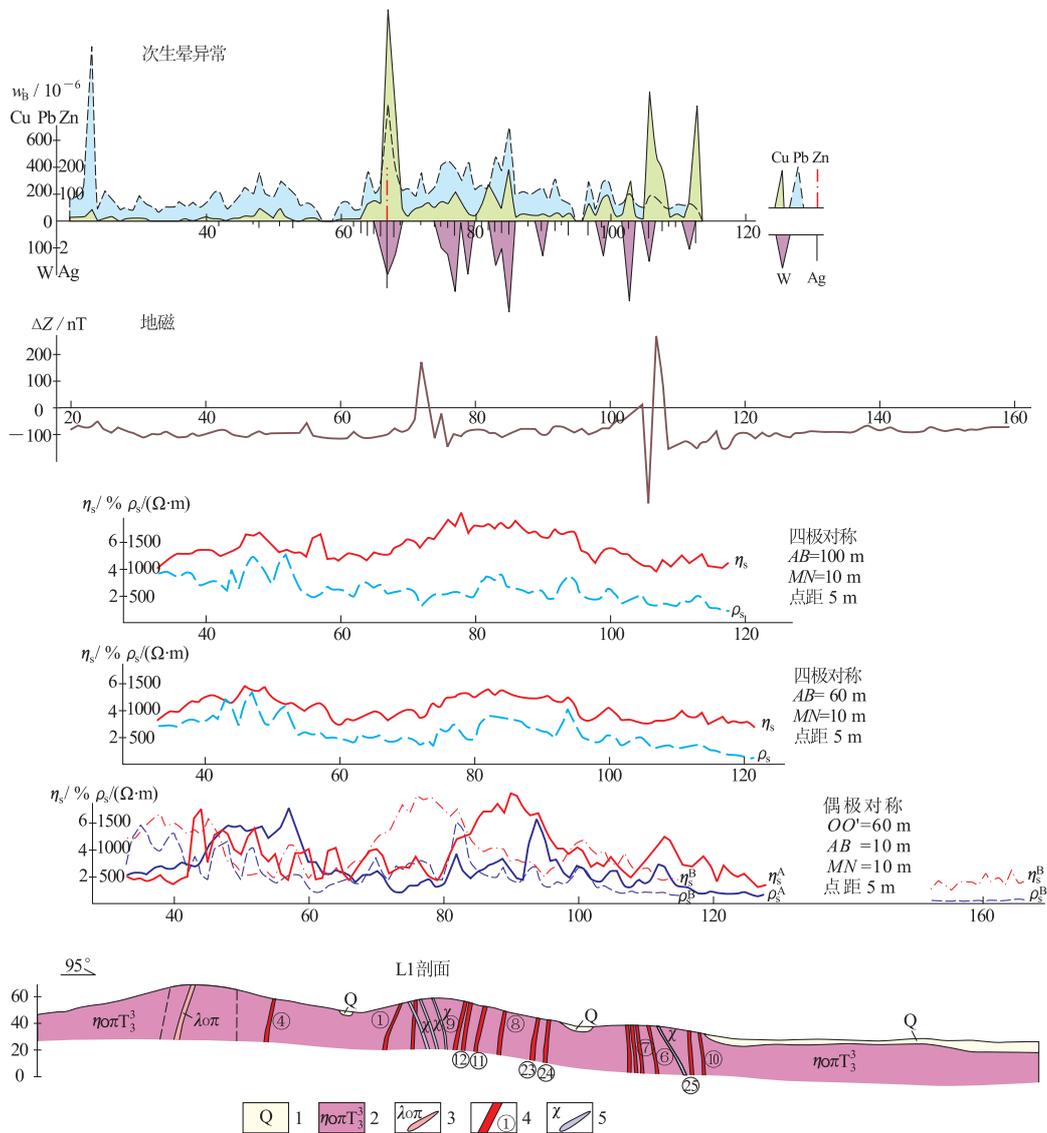


图 4 石英脉型钨矿预测模型图

Fig. 4 Prediction model for quartz vein type tungsten deposits

1. 第四系; 2. 含斑石英二长岩; 3. 石英斑岩脉; 4. 钨矿体及编号; 5. 煌斑岩脉

4.3 预测区圈定原则

(1) 在最小的预测区内, 发现矿床的可能性最大, 漏掉矿可能性最小的空间, 即最小面积最大含矿和最小漏矿率的原则。

(2) 采用模型类比法, 圈定不同类别的预测区。

(3) 多种信息联合使用时, 应遵循以地质信息为基础, 结合地、物、化、遥、矿产信息标志圈定预测区。

(4) 尺度对等准则, 参与预测的基础数据与预测目标放在同一个水平尺度上, 即地质构造专题底图与矿产、物探、化探、遥感、自然重砂异常及推断解译图应为同一比例尺且统一投影格式^①。

4.4 预测区圈定

采用地质单元法圈定预测区。地质单元法是指利用对预测矿种有明显控制作用的地质条件和找矿意义明显的标志圈定地质统计单元的方法, 包括综合信息地质单元法和单项信息法两类^②: 综合信息地质单元法是利用成矿的必要条件和有利因素组合来圈定统计单元; 单项信息法是利用汇水盆地边界、地球化学异常下限和地球物理异常下限等限定单元边界, 进而圈定统计单元, 用此方法圈定的单元与客观存在的“地质体”有一定的差别, 不是真正的矿产资源体。

根据天津市石英脉型钨矿预测要素及其要素

组合特征,主要采用综合信息地质单元法进行最小预测区的圈定。最小预测区圈定图层:矿床点、中酸性侵入岩体、物探极化率异常、物探激电异常、钨单元素地球化学异常、钨钼铋综合异常范围。对预测要素图层进行叠加,进一步综合分析,确定各个预测要素的成矿有力度,在预测工作区共圈定钨矿最小预测区2处。

5 资源量估算

根据本区钨矿成矿地质条件、矿床特征,矿脉成群交织成网状,矿脉的产状、形态、规模严格受构造裂隙及岩性所控制,矿脉分布密集,方向不一,成群成组产出,属于典型的密集脉群类矿床。

根据《脉状矿床预测资源量估算方法的意见》中脉状矿床预测资源量估算方法,不同于主要受含矿地质建造控制的矿产预测类型,矿床与各种成矿热液活动有关,受成矿期断裂构造控制,可采用大比例尺构造带脉体含矿率类比法估算。

本市密集脉群类矿床预测资源量估算方法程序:①在最小预测区内根据地、物、化、遥相关资料确定成矿构造带长度、宽度;②估算沿河钨矿典型矿床已知脉群带中体积含矿率,并建立体积资源量模型;③根据典型矿床体积含矿率和体积资源量模型,估算典型矿床深部及外围预测脉群带的预测资源量;④对模型区控矿构造带长度、宽度、产状、延深进行估计,计算控矿构造带的含矿系数;⑤根据最小预测区控矿构造带的长度、宽度、产状、延深,估算资源量。

模型区内共圈定了7个脉群带,根据各脉群带的成矿条件和要素特征分别确定相似系数,估算模型区资源量。采用脉状矿床资源量估算方法,估算本区钨金属量 4.80×10^4 t。

6 结论

(1)天津地区钨成矿与岩浆活动有着密切关系,产于岩体的内接触带,完全受岩体的控制,属中高温石英脉型,控矿岩体属同熔型或壳幔混合源,成矿时代为印支晚期。成矿物质来源于深部矿源层,通过同熔花岗质岩浆活动把矿质从矿源层活化、转移而带入到浅部,沿着构造裂隙迁移,形成含

矿石英脉。区域构造控制了成矿岩体的产出,次级小断裂又是富集钨矿最有利的容矿空间。

(2)本次定位预测要素以大比例尺数据为依据,采用矿区地质图和大比例尺的物探极化率异常数据圈定。定量预测尝试使用脉状矿床预测资源量估算方法,证明其作为脉状矿床定量预测的科学性、实用性。预测钨资源量 4.8×10^4 t,集中分布在盘山岩体周围,对天津地区钨找矿提供了重要的依据。

致谢:本文是在天津市矿产资源潜力评价项目钨单矿种预测成果基础上归纳总结完成的,其间得到了肖克炎研究员、王登红研究员的悉心指导,同时项目组成矿地质背景、物探、化探、遥感和综合信息各课题组成员提供了丰富的数据,在此一并致以诚挚感谢!

注释:

- ① 陈一笠,李长利. 中华人民共和国天津市区域矿产总结. 天津:天津市地质矿产局,1994.
- ② 王丽瑛,陈一笠,闻秀明,等. 天津市钨矿资源潜力评价成果报告. 天津:天津市地质调查研究院,2011.
- ③ 田树信,周志勇. 中华人民共和国区域地质调查报告1:50 000 11-50-139乙、丙、丁等幅. 天津:天津市地质矿产局.
- ④ 河北省革委会基建局地质勘测总队第十一队. 河北省蓟县沿河钨矿凤凰山矿段详查报告. 石家庄:河北省地质矿产勘查局,1970.
- ⑤ 河北省地质局第八地质大队. 天津市蓟县沿河钨矿地质勘探中间报告. 石家庄:河北省地质矿产勘查局,1976.
- ⑥ 陈正辉,陈毓川,王登红,等. 矿产资源潜力评价示范研究——以南岭东段钨矿资源潜力评价为例(内部资料).
- ⑦ 河北省地质局物探大队. 河北省蓟县盘山地区物、化探普查详查成果最终报告. 1971.
- ⑧ 全国矿产资源潜力评价项目办. 矿产定量预测方法. 2008.
- ⑨ 全国矿产资源潜力评价项目办. 全国矿产资源预测及预测新方法研究典型示范. 2009.
- ⑩ 全国矿产资源潜力评价项目办. 全国重要矿产成矿规律研究典型示范. 2009.
- ⑪ 中国地质科学院矿产资源研究所. 预测资源量估算技术要求(2010年补充). 2010.
- ⑫ 全国矿产资源潜力评价项目办. 重要矿产和区域成矿规律研究技术要求. 北京:地质出版社,2010.
- ⑬ 全国矿产资源潜力评价项目办. 重要矿产预测类型划分方案. 北京:地质出版社,2010.
- ⑭ 河北省地质局第八地质队. 河北省蓟县石白多金属矿床详细普查报告. 石家庄:河北省地质矿产勘查局,1973.

参考文献:

- [1] 陈一笠. 天津市主要矿产矿床成矿系列划分和建立[J]. 天津地质学会志, 1996(4).
- [2] 王丽瑛, 陈一笠. 天津市成矿区带和成矿系列[J]. 地质找矿论丛, 2009, 24(1): 23-27.
- [3] 陈毓川, 王登红, 朱裕生, 等. 中国成矿体系与区域成矿评价[M]. 北京:地质出版社, 2007.
- [4] 罗平. 江西铅山县陈坊—永平地区铜铅锌银成矿规律与成矿预测[D]. 武汉:中国地质大学, 2005.
- [5] 马寅生, 曾庆利, 宋彪, 等. 燕山中段盘山花岗岩体锆石 SHRIMP U-Pb 年龄测定及其构造意义[J]. 岩石学报, 2007(3): 547-556.
- [6] 王登红, 陈郑辉, 陈毓川. 我国重要矿产地成岩成矿年代学研究新数据[J]. 地质学报, 2010, 84(7): 1030-1040.
- [7] 路凤香, 郑建平, 张瑞生, 等. 华北克拉通东部显生宙地幔演化[J]. 地学前缘, 2005, 12(1): 61-67.
- [8] 许洪才, 毕伏科, 张德生, 等. 河北省涞源县王安镇杂岩体多金属成矿规律[J]. 地质调查与研究, 2006, 29(1): 7-12.
- [9] 肖中军, 孙卫志. 河南卢氏夜长坪钨钼矿床成矿条件及找矿远景分析[J]. 地质调查与研究, 2007, 30(2): 141-148.
- [10] 徐启东, 朱中一, 刘承山, 等. 河北承德若干矿床成矿流体特性及对矿化类型的制约[J]. 现代地质, 1993, 7(2): 205-214.

Metallogenic law of tungsten deposit and the ore potential in Jixian area, Tianjin

WANG Liying, DUO Xingfang, TU Lipeng, CHEN Yili, WEN Xiuming

(Tijian Geological Survey Institute, Tianjin 300191, China)

Abstract: Jixian area is a main metal ore area in Tianjin including tungsten, gold, molybdenum, copper, manganese and so on. Tungsten is closely related to magmatism. The tungsten ore hosted rock body is dominated by the late Indisnian intermediate-acidic intrusive body and the deposits are dominated by quartz vein type tungsten deposit. The Yanhe tungsten deposit is a typical one and is investigated in its metallogenic characteristics and regional background. Based on data of geology, mineral resources, geophysical survey, geochemical survey and remote sensing geology the regional tungsten ore prediction model is established and two small target areas are predicted with mineral resource estimated at 50000t. Jixian area is potential for further tungsten ore prospecting.

Key Words: tungsten ore; rock body; quartz vein; prediction; metallogenic law; Jixian area; Tianjin