

燕山地区中生代 多金属矿床空间分布的概率模型

吴珍汉

(地矿部地质力学研究所·北京)

燕山地区多金属矿产分属于 18 种矿化类型,是多期矿化的产物,中生代是主要成矿时期。中生代多金属矿田、矿节与成矿带的空间分布主要受一级纬向隆起带与北东向隆起带及其复合部位控制,具有明显的等距性分布特点。统计分析结果表明,中生代多金属矿化的空间分布符合如下概率模型:

$$\left\{ \begin{aligned} P(Z) &= \int_{-\infty}^Z p(Z) \cdot dZ = 0.3546 \cdot \int_{-\infty}^Z e^{-\frac{|Z-1.41|}{1.41}} \cdot dZ \\ Z &= Z(X, Y) = e^{-\frac{X}{11.5}} \cdot \cos \frac{2\pi}{18.5} \cdot X + [1.75 - 0.75 \cdot \cos \frac{\pi}{17} \cdot (0.66262 \cdot X \\ &\quad - 0.74896 \cdot Y)] \times \cos \frac{2\pi}{17} \cdot (0.66262 \cdot X - 0.74896 \cdot Y) \end{aligned} \right.$$

关键词: 多金属矿床; 空间分布概率模型; 燕山地区



工作方法

多金属矿产空间分布规律,是区域成矿学的重要研究课题,对指导找矿有较大意义;但目前多限于定性分析与总结,定量模式较少^[1,2,3]。矿床

空间分布定量模式的建立,是区域成矿学的发展方向之一。

燕山地区是我国重要的多金属矿产基地,产有金、银、铜、铅、锌、钼等多金属矿产,以金、银矿最为重要。本文在分析区内多金属矿化时空分布特点与控矿因素的基础上,建立中生代多金属矿床空间分布的概率模型。

成矿地质背景

燕山地区位于华北地台北缘,经历了迁西、五台、双山子、吕梁、海西、印支和燕

山等多期剧烈的地壳运动,形成了多期次复杂的地质构造与矿化。海西晚期—印支期地壳运动以北缘赤峰—敖汉旗海西期褶皱带的形成、韧性剪切变形、重熔—交代型中酸性岩浆和超镁铁质岩浆侵入为主要特征。主要构造线方向为东西向,主要构造带有围场—赤峰—敖汉旗隆起带、张家口—丰宁—隆化隆起带、密云—马兰峪—青龙隆起带及沿隆起带轴部发育的韧性剪切带,如赤峰—敖汉旗韧性剪切带、崇礼—赤城韧性剪切带、丰宁—隆化韧性剪切带、大庙韧性剪切带、塔子路—黄酒馆韧性剪切带等,隆起带内发育复式背斜,如马兰峪复背斜。燕山期地壳运动以幔源型、同熔型岩浆侵入、多期火山喷发、脆性断裂活动、隆起剥蚀带与拗陷沉降带的发育为主要特点。新生构造线方向以北东—北北东向为主,主要隆起带有医巫闾山—锦州—山海关隆起、朝阳—建平—都山隆起、撰山子—承德—兴隆隆起、围场—丰

● 地质矿产部情报研究所,矿床模式专辑,1988。

宁—涞源隆起及张家口—三义庄隆起；隆起带之间为沉降区，发育中生代火山—沉积盆地；沿这些北东向隆起带轴部，发育新华夏系断裂带，如锦县—锦西断裂、北票—凌源断裂、围场—丰宁断裂等；纬向断裂如丰宁—隆化断裂、兴隆—青龙断裂、围场—赤峰断裂等燕山期以脆性变形为主；燕山期侵入体的分布受上述断裂带所控制。纬向隆起带与北东向隆起带皆呈等距性分布，两者的复合控制了中生代主要火山—沉积盆地与侵入体的空间分布。隆起与隆起的叠加部位，常发育大规模中酸性侵入体，如兰家沟花岗岩、医巫闾山花岗岩、长皋沟—对面沟花岗岩、东坪二长花岗岩，涞源中酸性杂岩体等。上述中生代地质构造特点见图1。剧烈的岩浆活动与构造形变作用为本区矿化提供了良好的地质背景。

矿化特点

1. 矿化类型

据矿床成因与矿石矿物分布特点，将本区多金属矿化划分为18种类型。其中金矿6类：（1）岩浆热液石英脉型，如华尖金矿、小营盘金矿、东坪金矿、红花沟金矿等；（2）火山—次火山热液型，如二道沟金矿、奈林沟金矿、红石金矿等；（3）岩浆热液蚀变岩型，如后沟金矿、高家店金矿等；（4）变质热液硫化物—石英脉型，如青龙老李洞金矿点、丁家沟金矿点、大汇河金矿点等；（5）古砾岩型，如朱杖子群含金砾岩系、常州沟组含金砾岩等；（6）斑岩型，如对面沟金铜矿、下营坊金矿等。银矿2类：（1）岩浆热液脉型银矿，如丰宁银矿、东山银矿、姑子沟银矿等；（2）火山—次火山热液型，如满汉土银矿、小扣花营银矿。铜矿3类：（1）夕卡岩型铜矿，如寿王坟铜矿、小寺沟铜矿；（2）含铜硫化物石英脉型，如东五家子金铜矿等；（3）火山热

液型，如翟庄铜矿、将军关铜矿等。铅锌矿4类：（1）沉积层状铅锌矿，如高板河铅锌矿、沙窝店铅锌矿等；（2）变质热液型，如绥中业家坟铅锌矿点、苇子沟铅锌矿点等；（3）夕卡岩型，如八家子铅锌矿早期矿化；（4）岩浆热液成因含铅锌硫化物石英脉型，如八家子铅锌矿主矿体、蔡家营铅锌矿、旧门铅锌矿等。钼矿3类：（1）夕卡岩型钼矿，如松北钼矿、岭前钼矿等；（2）斑岩型钼矿，如大庄科钼矿、兰家沟钼矿；（3）岩浆热液石英脉型钼矿，如新台门钼矿等。在空间上，金、银矿化、铅锌铜矿化、铜钼矿化、金铜矿化、铅锌银矿化常紧密伴生，构成多金属矿床，如小寺沟铜钼矿、姑子沟银铅锌矿、蔡家营铅锌银金矿、东五家子金铜矿等。

2. 矿化时代分布

自太古宙以来，燕山地区发育4大成矿期，即太古宙—早元古代、中元古代早期、海西—印支期和燕山期。太古宙—早元古代形成矿源层、矿点、矿化点为主，矿源层如翼东迁西群、朱杖子群、冀北红旗营子群、单塔子群、桑干群及辽西建平群，矿化元素主要富集于斜长角闪岩中^[4,5]；中元古代早期主要形成层状铅锌矿，发育一些火山热液型铜矿点及古砾岩型金矿化点，如高板河铅锌矿、将军关铜矿、石门金矿化点等；海西—印支期主要形成部分斑岩型钼矿、蚀变岩型金矿，如撒岱沟门钼矿、后沟金矿等；燕山期为主要成矿期，形成区内75%以上的多金属矿床，矿化类型繁多，矿化强度大，主要与岩浆侵入、火山喷发活动有成因联系，如峪耳崖、小营盘、东坪、水泉、金厂沟梁、奈林沟等大、中型金矿及各类银矿、主要类型钼矿、铜矿和部分重要类型铅锌矿，如八家子铅锌矿、蔡家营铅锌银金矿、青羊沟铅锌矿等。各类矿床的矿化时代分布见图2。

3. 矿化空间分布特点

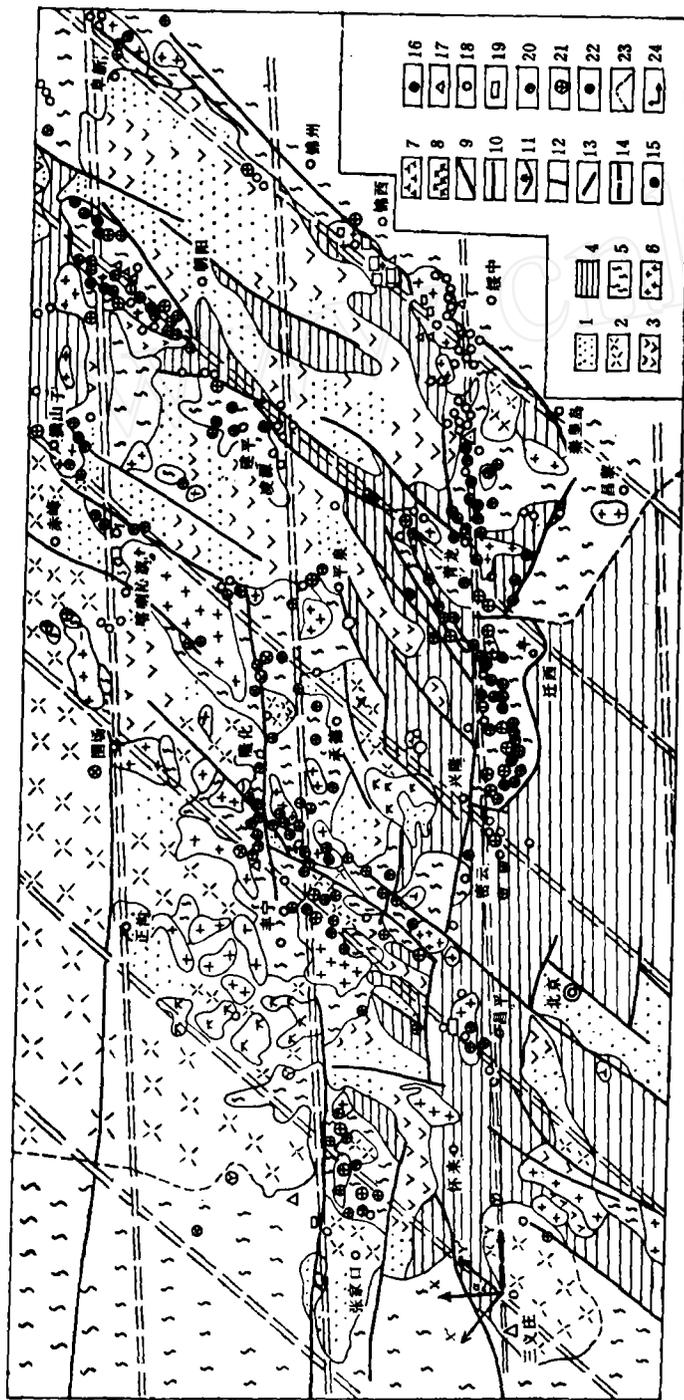


图 1 燕山地区中生代构造与矿床分布图

中生代火山—沉积建造，1—河湖相沉积（砂砾岩系、含煤建造、含油页岩建造）；2—酸性火山岩系（流纹岩、英安岩、流纹斑岩等）；3—中基性火山岩系（安山岩、玄武岩、玄武安山岩等）。前中生代构造层，4—中元古代—二叠纪，5—太古宙—早元古代。中生代侵入岩，6—酸性侵入岩，7—中性侵入岩，8—碱性岩；9—新华夏系断裂，10—纬向断裂，11—山字型构造体系，12—经向断裂，13—北西向断裂，14—隆起带。中生代矿产，15—金矿，16—银矿，17—铅锌矿，18—铜矿，19—钼矿，20—铅（锌）银（铜）矿，21—大中型矿床，22—小型矿床与矿点，23—推测隐伏地质界线，24—坐标系。

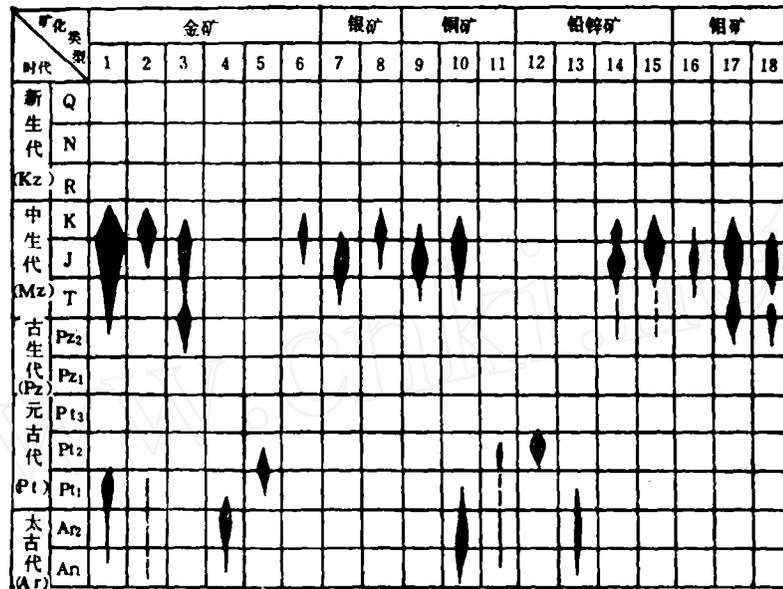


图 2 燕山地区多金属矿化强度分布图

1—岩浆热液石英脉型金矿化；2—火山—次火山热液型金矿化；3—岩浆热液蚀变岩型金矿化；4—变质热液型金矿化；5—含金古砾岩型矿化；6—斑岩型金矿化；7—岩浆热液脉型银矿化；8—火山—次火山热液型银矿化；9—夕卡岩型铜矿化；10—硫化物石英脉型铜矿化；11—火山热液型铜矿化；12—沉积层状铅锌矿化；13—变质热液型铅锌矿化；14—夕卡岩型铅锌矿化；15—岩浆热液硫化物石英脉型铅锌矿化；16—夕卡岩型钼矿化；17—斑岩型钼矿化；18—石英大脉型钼矿化

燕山地区中生代多金属矿化具有明显的成区、成带集中分布的特点。区内发育3条一级纬向成矿带：围场—赤峰—敖汉旗金银铜矿带、张家口—丰宁—隆化—凌源金银铅锌铜矿带、密云—兴隆—青龙—绥中金铜铅锌钼矿带；发育5条一级北东向成矿带：阜新一红石—绥中金铅锌钼矿带、金厂沟梁—凌源—迁西金铜铅锌矿带、撰山子—承德—兴隆金银铜矿带、围场—丰宁—滦源金银铅锌钼矿带及张家口—涿鹿金铅锌矿带。矿带之间呈等距性分布；纬向矿带与北东向矿带的交汇部位，形成多金属矿化集中区域矿节，如绥中铅锌钼矿节、青龙金矿节、马兰峪金矿节、张家口金矿节、金厂沟梁金铜矿节、围场金银矿节、隆化—承德金银铅锌矿节、丰宁金矿节等；多金属矿床大部分分布于这些

矿节中，其它部位矿床、矿点数较少（见图1）。矿脉、矿体主要呈北东—北北东向、北西向分布，部分呈东西向及南北向。斑岩型矿床多分布于矿节中心部位，如大庄科钼矿、对面沟金铜矿等。

4. 控矿因素分析

燕山地区中生代多金属矿化控矿因素主要有矿源层、岩浆和构造。

(1) 矿源层 主要为区内中深变质岩系，形成于太古宙—早元古代，其中的金、银、铜、铅、锌、钼等矿化元素含量高于地壳克拉克值数倍至数十倍^[4,5]。矿源层为中生代成矿作用提供了部分矿质来源，表现为：①矿石混合铅属古老异常铅，二阶段、三阶段混合铅的早期混合时代 t_1 皆为3500Ma~2500Ma之间(表1)；②部分矿床

矿石铅同位素模式年龄

表 1

成矿单元	混合次数	等时线方程	混合时代(亿年)
金厂峪金矿硫化物石英脉	2	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}} = 11.1304 + 0.259761 \cdot \frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$t_1 = 31.82, t_2 = 1.97$
峪耳崖金矿	3	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}} = 6.3663 + 0.55737 \cdot \frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$t_1 = 34.29, t_2 = 25.00$ $t_3 = 1.77$
张家口金矿集中区	2	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}} = 10.928 + 0.2956 \cdot \frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$t_1 = 31.90, t_2 = 1.70$
东山、窑沟、刘家沟银矿	2	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}} = 12.1066 + 0.19033 \cdot \frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$t_1 = 27.08, t_2 = 1.00$
蔡家营—青羊沟矿带	2	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}} = 12.68064 + 0.163 \cdot 86 \cdot \frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$t_1 = 24.40, t_2 = 1.19$
华尖金矿	2	$\frac{^{207}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}} = 10.4327 + 0.29456 \cdot \frac{^{206}\text{Pb}}{^{204}\text{Pb}}$	$t_1 = 33.99, t_2 = 1.47$

矿石硫同位素呈多峰分布特点，与矿源层硫同位素的统计分布特征相似，反映两者同源，如金厂峪金矿；③多数金矿成矿热液中的氢、氧同位素样品点落入变质水分布区^[6]，表明至少部分成矿热液来自于矿源层；④冀东金矿大部分分布于迁西群斜长角闪岩的分布区，两者空间上紧密伴生^[4]。

(2) 岩浆控矿 中生代岩浆侵入、火山喷发对多金属成矿作用有明显控制作用，表现为：①空间上呈紧密伴生关系，中生代多金属矿床或分布于侵入体内部与接触带附近，或分布于火山机构中，如斑岩型、夕卡岩型、火山一次火山热液型及硫化物石英脉型金、银、铅、锌、铜、钼矿；②成矿时代

与岩浆结晶时代相近(表2)；③矿化期蚀变矿物的锶同位素初始比值落在幔源区；许多矿床，如峪耳崖金矿、洼子店金矿等矿床矿石硫同位素呈单塔型统计分布^⑤；矿液氢氧同位素样品点很多落入岩浆水分布区；④铅、铜、钼矿化与岩浆成分均呈明显相关关系，铜矿化与花岗闪长岩有成因联系，如寿王坟铜矿；钼矿化与较酸性的二长花岗岩、花岗斑岩有成因联系，如大庄科钼矿、杨家杖子钼矿、撒岱沟门钼矿；铅、锌矿化与石英闪长岩有成因联系，如八家子铅、锌矿。另外，与不同类型矿化有关岩体的矿化元素、微量元素含量也有明显不同。

(3) 构造控矿 不同规模的构造带控

部分岩体时代及其中金矿成矿时代对比

表 2

矿床	赋矿围岩	岩体时代及资料来源	成矿时代及资料来源
峪耳崖金矿	花岗岩	169Ma, 149 Ma (K—Ar法), 王义文, 1982, 1984	176.8Ma (绢云母 Rb—Sr等时线年龄), 本文
茅山金矿	花岗岩	138Ma (K—Ar法), 河北区调队, 1966	135.9Ma (绢云母 K—Ar法), 余昌涛等, 1989
东坪金矿	正长岩、二长岩	燕山早期, 河北区调队	170Ma (矿石铅同位素二阶段模式年龄), 本文
华尖—牛心山金矿	花岗岩、斜长角闪岩	燕山早期, 河北区调队	187.8Ma (白云母 K—Ar法), 余昌涛等, 1989

⑤吉林冶金地质勘探公司研究所，中国东北部金矿主要类型及找矿方向，1979。

制不同级别的成矿单元。一级纬向、北东向成矿带分别受区内一级纬向与北东向隆起带所控制，矿床分布于隆起带轴部；新华夏系二、三级派生、伴生北东向、北西向断裂是主要赋矿构造，控制了矿体的空间产状；一级纬向隆起带与北东向隆起带的复合控制了矿节的分布；构造带的等距性分布导致了成矿带、矿节的等距性分布。区内主干断裂带仅起控制岩浆分布及部分导矿作用，对多金属矿化空间分布无直接控制意义，极少数矿床、矿点与矿化蚀变分布于这些一级断裂带内，见图1。

上述诸控矿因素中，构造对矿化的空间分布具有特殊的控制意义。中生代构造不仅直接控制矿脉和矿体的产状，还通过控制矿源层的分布与岩浆活动，间接地控制了多金属矿床的空间分布。

矿床空间分布的概率模型

燕山地区中生代一级隆起带或复背斜是同期成矿带、矿节和矿床空间分布的主要控制因素，矿化分布与所在构造部位有关。下面以此为基础，建立矿床空间分布的概率模型。

1. 概率模型的建立

(1) 隆起带的数学模型 选取西南端叠加隆起区中心点为坐标原点，直角坐标系的选取如图1所示，Y平行于纬向隆起带轴向，Y'轴平行于北东向隆起带轴向，X轴与Y'轴的交角为 α ，坐标变换关系为

$$\begin{cases} X' = X \cdot \sin\alpha - Y \cdot \cos\alpha & (1) \\ Y' = X \cdot \cos\alpha + Y \cdot \sin\alpha & (2) \end{cases}$$

设纬向隆起带轴间距为 a ，北东向隆起带轴间距为 b 。

纬向隆起带强度或隆起相对高度 Z_1 自北向南急剧增加，可由下列(3)式描述

$$Z_1 = A \cdot \cos f(x) = \frac{h}{e^{\frac{x}{a}}} \cdot \cos \frac{2\pi}{a} \cdot X \quad (3)$$

北东向隆起带呈强弱相间的分布特点，围场—丰宁—洮源隆起带和朝阳—建平—迁西隆起较强，其他3带隆起较弱，可由(4)式描述

$$Z_2 = H \cdot \left(\frac{k+1}{2} - \frac{k-1}{2} \cdot \cos \frac{\pi}{b} \cdot X' \right) \times \cos \frac{2\pi}{b} \cdot X' \quad (4)$$

H 、 h 、 k 皆常数， $k > 1$ ，其数值可据叠加隆起区形态等特点确定。承德隆起区及该隆起区中心的侵入体呈近圆形分布，说明通过该区的张家口—丰宁—隆化隆起带与撰山子—承德—兴隆隆起带的褶皱隆起强度相近，故可在该区近似地取

$$Z_{1\max} = Z_{2\max} \quad (5)$$

将 $X' = -2b$ ， $X = a$ 代入(3)~(5)式得

$$H = \frac{h}{e} \text{ 或 } h = e \cdot H \quad (6)$$

设纬向与北东向隆起的波长与波高之比相等，则 $a:h = b:k \cdot H$ ， $h = \frac{a}{b} \cdot k \cdot H$ ， $K =$

$\frac{h \cdot b}{a \cdot H}$ ，(6)式代入可得

$$k = \frac{a}{b} \cdot e \quad (7)$$

隆起带叠加可表示为

$$Z_{1+2} = Z_1 + Z_2 = h \cdot e^{-\frac{x}{a}} \cdot \cos \frac{2\pi}{a} \cdot X + H \times \left(\frac{k+1}{2} - \frac{k-1}{2} \times \cos \cdot \frac{\pi}{b} \cdot X' \right) \cdot \cos \frac{2\pi}{b} \cdot X' \quad (8)$$

令 $Z = \frac{Z_{1+2}}{H}$, 将 (1)、(2)、(6)、(8)

式代入后得

$$Z = e^{i-\frac{x}{a}} \cdot \cos \frac{2\pi}{a} \cdot X + \left[\frac{k+1}{2} - \frac{k-1}{2} \right. \\ \left. \times \cos \frac{\pi}{b} \cdot (X \cdot \sin a - Y \cdot \cos a) \right] \\ \times \cos \frac{2\pi}{b} \cdot (X \cdot \sin a - Y \cdot \cos a) \quad (9)$$

据1:50万地质图, 测出 $a = 18.5 \text{ cm}$, $b = 17 \text{ cm}$, $\alpha = 41.5^\circ$ 。将 a 、 b 值代入 (7) 式得 $k = 2.50$ 。将这些参数代入 (9) 式后得到

$$Z = e^{i-\frac{x}{18.5}} \cdot \cos \frac{2\pi}{18.5} \cdot X + \left[1.75 - 0.75 \right. \\ \left. \times \cos \frac{\pi}{17} \cdot (0.6626) \cdot X - 0.74896 \cdot Y \right] \\ \times \cos \frac{2\pi}{17} \cdot (0.66262 \cdot X \\ - 0.74896 \cdot Y) \quad (10)$$

(10)式定量地描述了燕山地区中生代隆起带的叠加、隆起剥蚀区与拗陷沉积区的分布。在排除后期断裂影响的情况下, 计算结果与实际剥蚀区、火山—沉积盆地分布、形态特征基本吻合。

(2) 多金属矿化空间分布的概率模型
 设平面上任一点 (X, Y) 邻域矿床分布的概率为 $P(X, Y)$ 。燕山地区多金属成矿单元空间分布主要受中生代构造, 尤其是受隆起带叠加所控制, 矿床空间分布的概率可进一步表示为 $P = P(Z)$, $Z = Z(X, Y)$ 表示点 (X, Y) 所处构造部位, 由 (10) 式所定量描述。对区内已知的中生代330个矿床、矿点进行统计分析, 结果见表3, 频率分布如图3所示, 显示出明显的规律性。用下述理论曲线对频率分布进行拟合

$$f(Z) = 0.1773 \cdot e^{-\frac{|Z-1.25|}{1.41}}, Z \in [Z-0.25, Z+0.25]$$

Z 值 区 间	实测频数 (f_i)	统计频率 ($\frac{f_i}{\sum f_i}$)	理论 分 布	
			P_i	$n \cdot P_i$
-3.00至-2.50	2	0.006	0.010	3.30
-2.50至-2.00	3	0.009	0.015	4.95
-1.99至-1.50	9	0.027	0.021	6.93
-1.49至-1.00	11	0.033	0.030	9.90
-0.99至-0.50	23	0.070	0.044	14.52
-0.49至0.00	18	0.055	0.061	20.13
0.01至0.50	27	0.082	0.088	29.04
0.51至1.00	38	0.115	0.125	41.25
1.01至1.50	57	0.173	0.162	53.46
1.51至2.00	42	0.127	0.125	41.25
2.01至2.50	26	0.079	0.088	29.04
2.51至3.00	23	0.070	0.061	20.13
3.01至3.50	24	0.073	0.044	14.52
3.51至4.00	13	0.040	0.030	9.90
4.01至4.50	5	0.015	0.021	6.93
4.51至5.00	7	0.021	0.015	4.95
5.01至5.50	2	0.006	0.010	3.30
总 计	330	1.001	0.95	313.50

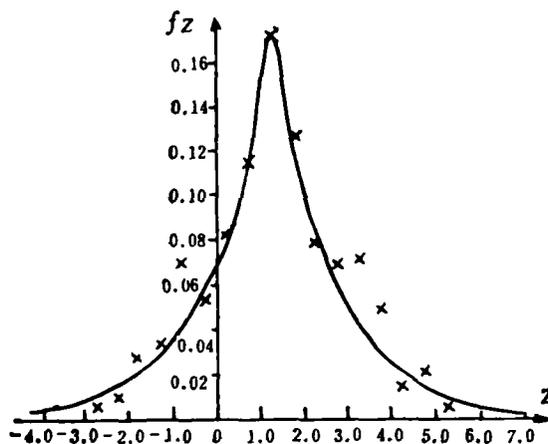


图 3 燕山地区中生代多金属矿床概率分布图

拟合效果良好, 见表3和图3。多金属矿床分布概率密度函数

$$p(Z) = \lim_{\Delta Z \rightarrow 0} \frac{f(\Delta Z)}{\Delta Z} = 0.3546 \cdot e^{-\frac{|Z-1.25|}{1.41}} \quad (11)$$

空间上矿床产出的概率分布函数可表示为

$$\begin{cases} P(Z) = P(X, Y) = \int_{-\infty}^Z p(Z) \cdot dZ = 0.3546 \cdot \int_{-\infty}^Z e^{-\frac{1Z-1.291}{1.41}} \cdot dZ \\ Z = Z(X, Y) = e^{1-\frac{X}{11.5}} \cdot \cos \frac{2\pi}{18.5} \cdot X + \left[1.75 - 0.75 \cdot \cos \frac{\pi}{17} \right. \\ \left. \times (0.66262 \cdot X - 0.74896 \cdot Y) \right] \times \cos \frac{2\pi}{17} \cdot (0.66262 \cdot X - 0.74896 \cdot Y) \end{cases} \quad (12)$$

2. 模式检验与应用

(1) 模式检验 从表3和图3可直观地看出, 经验分布 f_i 与理论分布 $n \cdot P_i$ 具有良好的吻合性。这里用 χ^2 适度检验法对模型进行严格的理论检验。

假设 H_0 : 随机变量 ξ 以 $P(Z)$ 为其分布函数, $P(Z) = \int_{-\infty}^Z p(Z) \cdot dZ$ 。 $p(Z)$ 由(11)式给出。

取 $P_i = P(Z_i) - P(Z_i - 1)$ 。据皮尔逊准则, 参量

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(f_i - n \cdot P_i)^2}{n \cdot P_i} \quad (13)$$

当 n 充分大时, χ^2 参量服从 $\chi^2(k-1)$ 分布。其中 n 为参加统计的样品数, 这里 $n=330$; K 为所分区间的个数。取显著性水平 $\alpha=0.05$, 查表得 $\chi_{\alpha}^2 = 26.296$; 而据(13)式求出的 $\chi^2 = 17.63$, 可见 $\chi^2 < \chi_{\alpha}^2$, 可接受假设 H_0 , 说明拟合效果良好, 即(11)、(12)式可表示出本区矿床空间分布的概率。

(2) 模型的应用 由于 $Z = Z(X, Y)$, 可得出

$$dZ = \frac{\partial Z}{\partial X} \cdot dX + \frac{\partial Z}{\partial Y} \cdot dY \quad (14)$$

联立(10)、(12)、(14)式, 可求出平面上

Spatial Distribution Probability Model of the Mesozoic Multimetallic Deposits in the Yanshan District

Wu Zhenhan

Multimetallic deposits of eighteen mineralization patterns in the Yanshan district are the products of multiple minerogenic epochs, mainly the Mesozoic. The spatial distribution of the ore fields, mineralization knots and metallogenetic belts are chiefly controlled by a first order latitudinal and a NE striking upwarded zones and their composite belt, and characterized by an equidistant distribution feature. Their spatial distribution is consistent with a given probability model. Chi square test shows that the model is valid and can be used in prediction and assessment of target areas in Yanshan district.

任一区域($X \rightarrow X + \Delta X, Y \rightarrow Y + \Delta Y$)内矿床分布的概率。据此, 结合控矿因素分析, 可以对全区的多金属找矿远景进行定量预测和评价。

初步计算结果表明, 阜新医巫闾山、义县刘龙乡红石砬子、围场、干沟门—正沟、涿鹿塌崖山等地带多金属矿床产出的概率均大于0.75, 其中一些地带已发现多金属矿化, 是最有希望的找矿远景区; 其内中生代侵入体与火山机构中二、三级新华夏系伴生、派生北东向及北西向断裂内, 是找矿的良好部位, 不同地质体内应注意寻找不同类型矿床。上述地带与昌黎、涞源等地区的 $P(X, Y)$ 均较大, 是未来可发现矿节的分布区, 这里值得进一步开展科研与找矿工作。

参 考 文 献

- [1] 卢作祥、范永香等, 《成矿规律与成矿预测》, 地质出版社, 1988年。
- [2] 波卡洛夫 B. T. 主编 (秦国兴等译), 《矿床预测与评价原理》(上册), 地质出版社, 1981年。
- [3] F. J. Sawkins, 1984, Metal Deposits in Relation to Plate Tectonics, Springer-Verlag Berlin Heidelberg
- [4] 天津地质矿产研究所, 《冀东早前寒武纪地质》, 天津科学技术出版社, 1984年。
- [5] 沈阳地质矿产研究所编, 《中国金矿主要类型区域成矿条件文集》, 地质出版社, 1989年。
- [6] 王时麒等, 矿床地质, 1985, Vol.4, No.1.