

中国金矿床(点)等密度图与成矿远景预测^{*}

裴荣富 熊群尧

徐善法 尹冰川

(中国地质科学院矿床地质研究所, 北京 100037)

(物化探研究所, 廊坊 102849)

摘 要 根据中国政区内已获得的1500多个金矿床(点)位置、数量、矿量等参数编制单变量及矿化综合信息等密度图。目的在于以金矿量在中国区域地理分布的事实, 暂时放弃难予定论的各学派在成矿区带研究上的不同观点, 以矿床(点)密集区的客观实际所反映“矿源质”存在的自然趋向, 作为成矿背景和控矿场的宏观到中观预测基础, 提出等密度图预测标志、预测准则及预测结果。

关键词 等密度图, 金矿, 远景预测, 中国。

中图法分类号 P612

第一作者简介 裴荣富, 男, 研究员, 1924年生, 1948年毕业于清华大学地质系, 主要从事区域成矿研究。

1 矿床(点)密集区与等密度图

矿床密集区是近一、二十年发展起来的一种矿床成矿远景预测理论和方法。其思路十分简明, 即根据矿质的客观自然分布和富集趋势, 探索其分布规律及其与成矿背景的关系, 达到预测的目的。编制矿床(点)密度图是该预测方法的一种形式。在26届世界地质大会上加拿大地质学家Derry^①首次展示了矿床密度图, 其主要意图在于暂时放弃难予定论的不同学派研究成矿作用和成矿规律的争论, 只将实际矿床(点)标于图上, 分析其自然聚集区和分布趋势。第28届世界地质大会期间, 美国学者Guild^②也编制了美国矿化集中区分布图, 并与相应的构造、地质、物化探等基础图件配置研究成矿规律, 亦取得了满意效果。以后我国地质学家将这种思路引入超大型矿床的研究和预测中, 认为金属超巨量堆积是形成超大型矿床的物质基础, 与矿床高密度区分布有关^{③[1~4]}。事实上除了少数个别情况(例如白云鄂

博)之外, 大多数超大型矿床都是与大大小小的同类矿床密切共生的, 它们共同组成了矿床分布密集区。因此我们能够首先通过密集区分析, 作出初步选择, 然后再结合地质、物化探成果, 进行超大型矿床预测。本文暂时只涉及前者, 后者内容将另文讨论。

不过应该看到, 矿床(点)密集区预测方法目前还处于探索阶段, 理论和实践都还有许多不成熟的地方, 预测结果很大程度上受不同的勘查和研究程度限制。因此笔者认为该预测方法目前较适于大区域尺度的战略远景预测, 可为宏观决策提供依据。

鉴于此, 本文特选择我国金矿床(点)尝试编制矿床分布等密度图, 并对密度异常作出远景区预测评价。这是因为我国近十几年金矿勘查和研究发展相对较快, 资料数据已有一定积累^{④⑤⑥}, 基本上能满足该方法预测所需要的条件。

本文提供的等密度图有中国金矿矿床(点)密度等值线图(图1)、中国金矿矿床(点)矿量等值线图(图2)和中国金矿矿床(点)综合信息等值线及远景预测区分布图(图3)。矿床(点)密度等值线图反映的是金矿床(点)分布的数量和趋势, 但缺乏金属量浓集的信息; 矿床(点)矿量等值线图则显示了同一地区金属量的浓集趋势, 但又不能反映矿床(点)的分布状态。因此这两幅图件各自都不能全面反映矿

1999年3月31日收稿。

^{*} 国家攀登计划项目(B85-34-02)和国土资源部矿产资源定量预测与勘查评价开放实验室共同资助。

① Derry D R. Metallic provinces in the Precambrian of North America and Australia. Abstract—26th IGCCL. Canada: Geological Society of Canada, 1980

② Guild P W. 美国矿化集中区分布图。国际地质图类成矿分会在28届国际地质大会上展览图件。

③ 裴荣富, 沈保丰. 国家攀登计划项目B85-34-02-01及B85-34-02-02年度汇报. 1995

④ 武警黄金地质研究所. 中华人民共和国黄金矿产图集. 1992

⑤ 武警黄金地质研究所. 中国岩金成矿图. 1993

⑥ 潘辉迪. 中国金矿成矿规律和预测综合研究报告. 1994

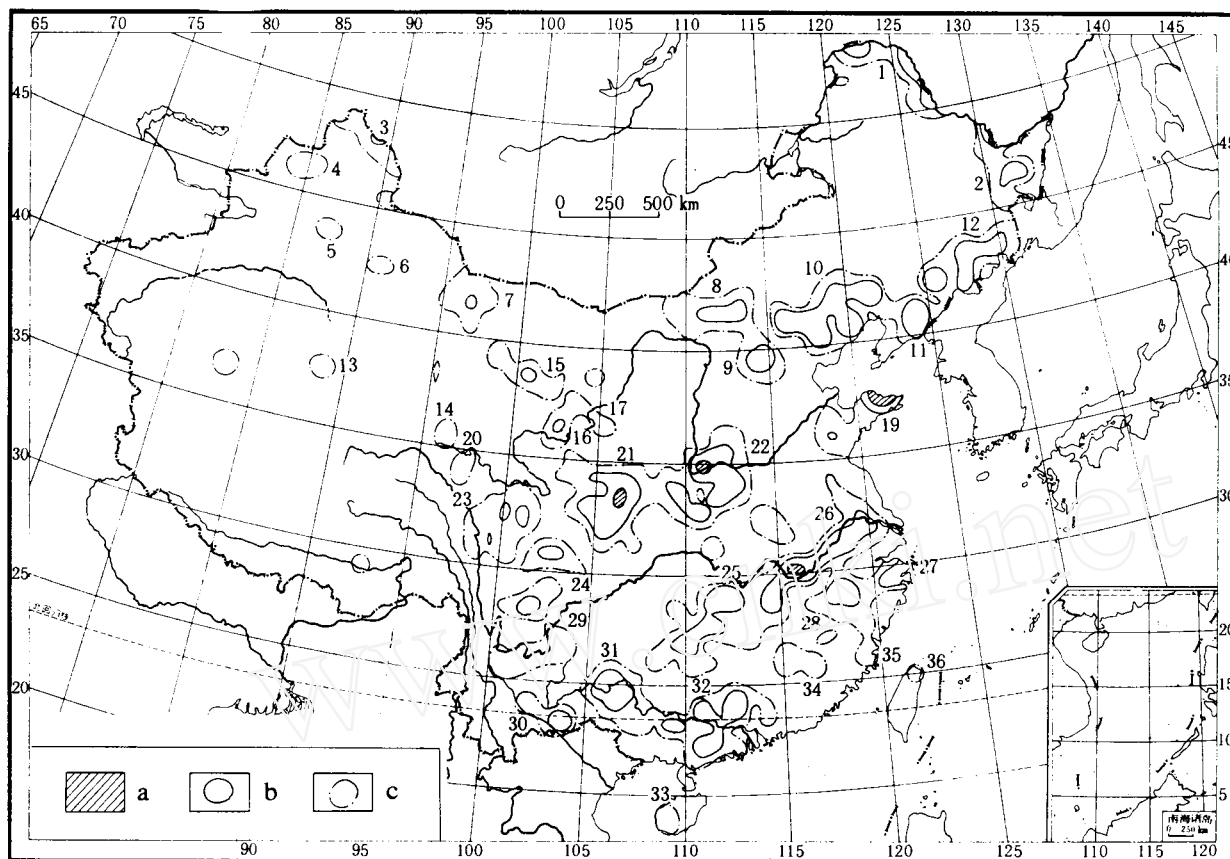


图1 中国金矿矿床(点)密度等值线

Fig. 1 Isotimic map of density of gold deposits (occurrences) in China

a. 密度 > 16 个/单元; b. 密度为 4~16 个/单元; c. 密度为 1~4 个/单元; 1. 黑龙江; 2. 佳木斯; 3. 阿尔泰; 4. 西准噶尔; 5. 西南天山; 6. 东天山; 7. 北山; 8. 狼山—白云鄂博; 9. 五台山—太行山; 10. 冀西北—辽西; 11. 辽东; 12. 吉南; 13. 可可西里; 14. 东昆仑; 15. 北祁连; 16. 南祁连; 17. 金川; 18. 阿尼玛卿(图1中缺); 19. 山东半岛; 20. 巴颜喀拉; 21. 川甘陕; 22. 秦岭; 23. 三江; 24. 川西北; 25. 湘桂鄂; 26. 长江中下游; 27. 浙东; 28. 皖浙; 29. 川滇黔; 30. 滇桂; 31. 滇黔桂; 32. 南岭; 33. 海南; 34. 闽浙; 35. 闽东; 36. 台北

床(点)金属堆积的特征和趋势,都将丢失一些重要信息.综合信息等值线图则是将上述矿床(点)数量和矿量经数学处理后的综合图件,理论上它综合了一个地区矿床(点)数量和金属量的总体特征和趋势,因此应该比上述两个单变量图有更突出的优点.

2 图件编制

将搜集到的我国1500多个岩金、砂金、伴生金矿床(点)经数字仪转存于计算机中,并标绘在中国政区图上.以80 km×80 km为网格化单元,分别计算出各网格内金矿床(点)数及矿量之和,置于单元格中央,按 2^n ($n=1,2,3,\dots$)的间距,使用内插法,勾绘出矿床(点)等值线;按金矿量<1 t, 1~5 t, 5~10 t, 10~50 t, >50 t分为5个等级,以1, 5, 10, 50 t为线距,使用内插法勾绘出金矿量等值线.通过计算机

操作编绘成中国金矿矿床(点)密度等值线图(图1)和中国金矿矿床(点)矿量等值线图(图2).

综合信息等值线图的具体作法如下.(1)给单元格中矿床级别赋权值(W_i):按上述5个金矿量级别大约对应的矿点、小型矿床、中型矿床、大型矿床、超大型矿床的重要性,据经验分别赋权值 W_i 为 0.2, 0.4, 0.6, 1, 2 ($i=1,2,3,4,5$). (2)计算单元格中不同级别的矿床(点)数 $dp(i)$ 及相应的矿量之和 $rp(i)$, $i=1,2,3,4,5$; (3)确定矿床(点)矿量与矿床(点)密度的权重,目前还无一种确定的标准,只能定性地认为对于一个矿床(点)集中区,金属矿量因子远比矿床(点)数因子重要得多,例如有的地区十几个小型矿床和矿点的矿量之和远不如一个大型—超大型矿床.因此我们暂时人为地赋予矿床(点)密度权重 0.2, 矿床(点)矿量权重 0.8; (4)计算单元综合信息量

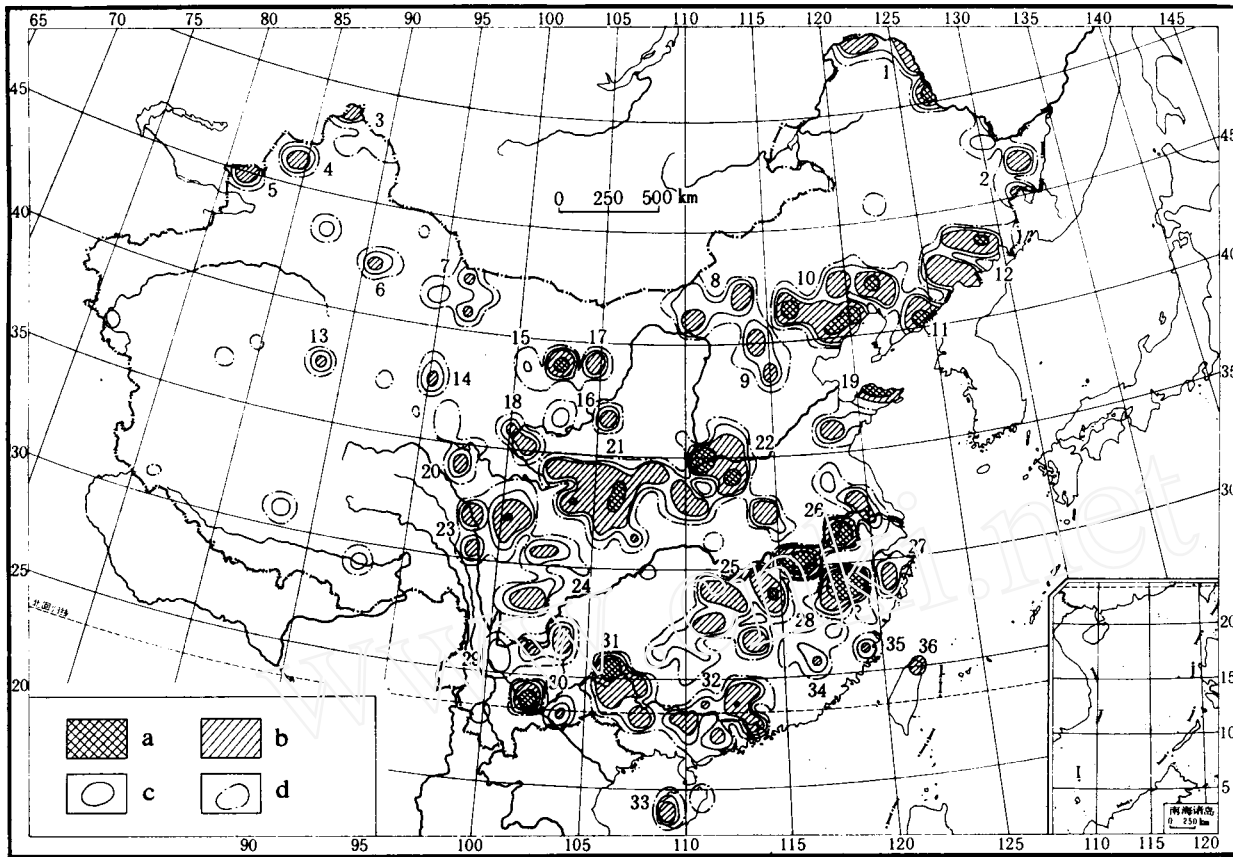


图2 中国金矿矿床(点)矿量等值线

Fig. 2 Isotimic map of ore reserves of gold deposits (occurrences) in China

a. 矿量>50 t; b. 矿量为10~50 t; c. 矿量为5~10 t; d. 矿量为1~5 t. 图中数字编号同图1

$$K = \sum_{i=1}^5 (0.2 \times W(i) \times \frac{dp(i)}{\sum dp(i)} + 0.8 \times W(i) \times \frac{rp(i)}{\sum rp(i)})$$

式中: K 为单元综合信息量, $\sum dp(i)$ 为单元内某一矿量级别的矿床(点)数之和, $\sum rp(i)$ 为单元内某一矿量级别矿量数之和; (5) 根据 K 值, 以 0.2 为初始值, 差值 0.4 为线距勾绘等值线, 完成综合信息等值线图。

3 中国金矿等值线图分析

3.1 矿床(点)密度等值线图

以 1 个/单元为背景值圈定的金矿床分布高背景区如图 1 所示。其中有意义的是那些能进一步划分密度等级的高背景区, 它们大多分布在我国中西部和东部。按照等值线分布特点, 可划分出矿床(点)高密度区(>16 个/单元)、中密度区(4~16 个/

单元)和低密度区(1~4 个/单元)。具有由低→中→高密度序列的矿床分布区是冀西北—辽东(10, 11)、川甘陕—秦岭(21, 22)、山东半岛(19)和湘桂鄂—长江中下游(25, 26)。它们都分别有 1~2 个矿床(点)高密度区(或密度浓集中心)。其他比较重要的具有低→中密度的矿床(点)分布区有黑龙江(1)、佳木斯(2)、辽东—吉南(11, 12)、皖—浙(27, 28)、南岭—滇黔桂(32, 31)、滇南—桂西(30)、川西北(24)、三江(23)、祁连(15, 16)、狼山—太行山(8, 9)等。

3.2 矿床(点)矿量等值线图

以 1 t 为背景值圈定的金矿床(点)矿量高背景区如图 2。按大于 50 t, 5~50 t, 1~5 t 分为高、中、低矿量区。具有低→中→高矿量集中区的地区除了与前述矿床密度集中区一致的冀西北—辽东(10, 11)、川甘陕—秦岭(21, 22)、湘鄂桂—长江中下游(25, 26)和山东半岛(19)外, 还有黑龙江(1)、辽东—吉南(11, 12)、皖浙(28)、南岭—滇黔桂(32, 31)、滇南—桂西(30)、三江(23)及甘肃金川地区(17)。特别值得

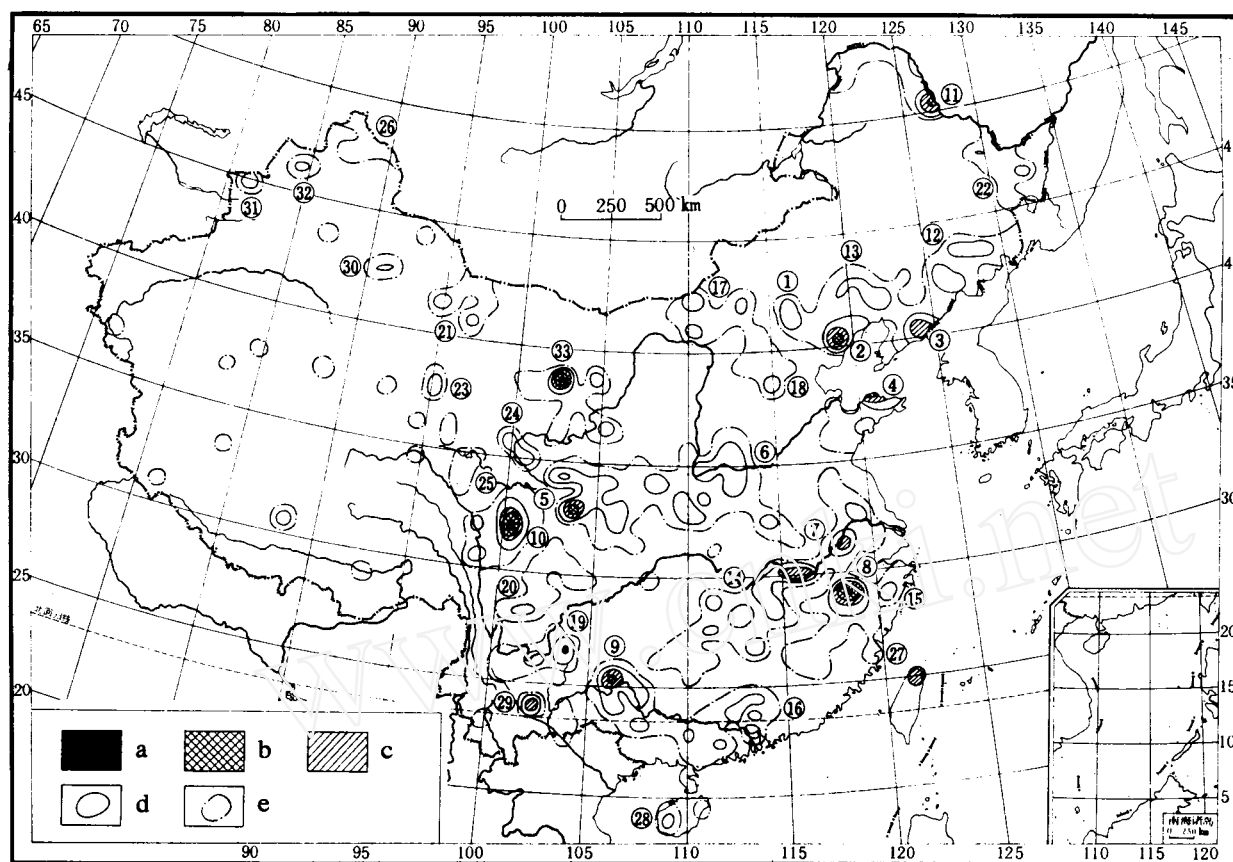


图 3 中国金矿矿床(点)综合信息等值线及远景预测区分布

Fig. 3 Synthetic information isotimic and distribution map of predicted area of gold potential in China

a. $K > 1.8$; b. $K = 1.4 \sim 1.8$; c. $K = 1.0 \sim 1.4$; d. $K = 0.6 \sim 1.0$; e. $K = 0.2 \sim 0.6$; ①冀西北; ②冀东; ③辽东南; ④胶东沿海; ⑤川甘陕; ⑥小秦岭; ⑦苏皖; ⑧浙西; ⑨滇黔桂; ⑩三江; ⑪黑龙江流域; ⑫延边—吉南; ⑬江西; ⑭鄂皖; ⑮浙东; ⑯南岭; ⑰狼山—白云鄂博; ⑱太行山北; ⑲川滇黔交界区; ⑳龙门山; ㉑北山; ㉒佳木斯; ㉓东昆仑; ㉔阿尼玛卿; ㉕巴颜喀拉; ㉖阿尔泰; ㉗闽东; ㉘海南; ㉙滇南; ㉚天山; ㉛西南天山; ㉜西准噶尔; ㉝金川

注意的是在冀西北—辽东、川甘陕—秦岭、湘鄂桂—长江中下游区都分别形成 3 个以上独立的高矿量集中区(浓集中心)。具有低→中矿量分布的地区除了与矿床(点)密度图中级别相应的佳木斯(2)、浙东(27)、川西北(24)、狼山—太行山(8,9)外,新增加闽浙(34)、闽东(35)、海南(33)、川滇黔(29)、巴颜喀拉(20)、阿尼玛卿(18)、东昆仑(14)、北山(7)、东天山(6)、阿尔泰(3)、西准噶尔(4)、西南天山(5)、可可西里(13)等。

对比图 1 和图 2,可以看出以下几点:①一些主要的矿床(点)分布地区,特别是我国东部和中西部地区矿床密度高背景区与矿量高背景区是基本吻合的。背景值的等值线形态、走向、范围都基本相似,可见两种编图方式提供的矿床分布信息是等同的。②图 1 和图 2 中的等值线分布形态都比较规则,垂直长轴方向的曲线形态都呈正单峰态,表明无论矿床

数还是金属矿量都在高背景值范围内浓缩,并形成部分浓集中心。③在矿床(点)高密度区(>16 个/单元)同时出现矿量高集中区(>50 t)。例如冀西北—辽西、山东半岛、秦岭—川甘陕、长江中下游等,表明这些地区不仅有巨大的矿量,还有较多的矿床(点),含有大型—超大型矿床,反映在图形上,其边缘等值线非常密,而中心高值等值线较开阔(图 2)。④在矿床(点)分布密度图的中密度区($4 \sim 16$ 个/单元)和个别低密度区($1 \sim 4$ 个/单元)亦出现矿量高集中区(>50 t),如长江中下游、冀西北—辽西中的局部地区,以及滇黔桂(31)、皖浙(28)、滇桂(30)、金川(17)、三江(23),表明这些地区矿量控制占主导因素,其矿量高峰值是由一个大型或超大型矿床引起,反映在图形上同样呈中心高值等值线开阔的特点,而中高等值线呈同心圆或椭圆状(如 30, 17, 26, 28 等)。另外,在一些矿床分布低密度区($1 \sim 4$ 个/单

元),也出现了中—高矿量分布(5~50 t),表明矿量集中出现在这些单点矿床分布区。如西南天山(5)、西准噶尔(4)、台北(36)等。反映在图形上也是呈孤立的具中高等值线的同心圆或椭圆(图2)。

3.3 矿床(点)综合信息等值线图

以0.2为背景圈定的等值线如图3所示。按0.2~0.6,0.6~1.0,1.0线值分为低、中、高密度区。其中同时具有低→中→高密度区的地区有冀西北—辽东、山东半岛、川甘陕—秦岭、湘鄂桂—长江中下游、黑龙江(1)、皖浙(28)、滇黔桂—南岭(31,32)、滇桂(30)、三江(23)、金川(17);具有低→中密度区的地方有狼山—太行山(8,9)、佳木斯(2)、辽东—吉南(11,12)、川滇黔(29)、川西北(24)、阿尼玛卿(18)、东昆仑(14)、北山(7)、西南天山(5)、海南(33)、台北(36)。

上述分布的总特征与图1,2相似,各高值线区分布与图2相似。但是具体的密度区级别存在差异。特别明显的是秦岭(22)地区降至中等密度区,川甘陕(21)浓集中心位置似乎也发生变化。其原因有待研究。

图3中,中等值曲线显示各种形态,而高等值线则多呈孤立圆圈,反映了这些位置上金矿量巨量堆积。

综合图1~3,三类等值线都形成了具有一定形态、独立的密度集中区,而且基本形态相似,它们描绘了我国各种级别金矿量在政区内的分布情况,而且还可以进一步看出:(1)各类密集区之间大体沿北东、北西两个方向排列展布,在其交汇处密集区范围增大,充分显示了135~52 Ma^[5]中、新生代太平洋板块和印度板块运动体系对我国金矿最后定位的重要影响。(2)低密集区多以点状出现于西部特提斯构造域内,中高级密集区以面状出现于中、东部地区,反映了中国西部和中、东部地区金矿成矿历史存在差异,可能在成矿期次、矿化层位、演化时间等方面西部不如东部复杂。东部密度集中区范围内易于找到同一类矿床的新露头,西部相对东部而言深部成矿远景较大,但新矿床(点)的发现难度也较大。(3)丁式江^[6]在中国金矿分布分形研究中指出在5~80 km及80~2 400 km两个尺度内金矿呈分形分布,并且小于80 km范围内金矿床的分形分布显示矿田间成矿系统(控制因素)具自相似性;80~2 400 km范围内矿床分形分布显示大型构造(或成矿省)的自相似性。这可能意味着东部面形密度区内矿床(点)

的成矿作用受同一区域控矿因素制约,具有较多的相似性;西部点状密度区中的矿床(点)是由某一成矿因素起主导因素,差异较大。

4 成矿远景预测

4.1 预测标志

(1)广义的矿化集中区:在图1~3中为以背景值圈划的高背景地区,规模可大可小,也可包含低→中→高值分带,可用来预测大型构造成矿区带。(2)高级矿化集中区:矿床分布密度、矿量和综合信息指标分别为>16个/单元、50 t和1.0。(3)中级矿化集中区:三项指标分别为4~16个/单元、5~50 t和0.6~1.0。(4)低级矿化集中区:三项指标分别为1~4个/单元、1~5 t和0.2~0.6。

4.2 预测准则

一级预测区:产于规模巨大的背景区中,有多个高、中级矿化集中区,高级区套合于中级区中。这种具套合关系的高级区及其外围为一级预测区,预测远景最好,可作为大型—超大型矿床产地的优选区。二级预测区:(1)巨大高背景中的中级矿化集中区;(2)中等规模高背景区和中级矿化集中区。远景中等,可预测大中型矿床。三级预测区:高背景值规模小,即使有高→中→低级套合的密集区分带,但呈孤立状,虽然有的密集区存在大型或超大型矿床,但预测远景略差,多为中小型矿床。

4.3 成矿远景预测

据图3,将成矿远景区域划分为一、二、三级。

一级预测区:(1)冀西北—辽东密集区中的冀西北①、冀东②、辽东南③;(2)山东半岛密集区中胶东沿海地区④;(3)川甘陕—秦岭密集区中的川甘陕⑤、小秦岭⑥地区;(4)湘鄂桂—长江中下游密集区中的苏皖地区⑦、浙西地区⑧;(5)滇黔桂—南岭密集区中的滇黔桂地区⑨;(6)三江密集区中的三江地区⑩;(7)黑龙江密集区中的黑龙江流域⑪。

二级预测区:(1)冀西北—辽东密集区中辽西地区⑬;(2)湘鄂桂—长江中下游密集区中鄂皖⑭、浙东地区⑮;(3)滇黔桂—南岭密集区南岭地区⑯;(4)狼山—太行山密集区狼山—白云鄂博⑰、太行山北地区⑱;(5)川滇黔密集区川滇黔交界地区⑲;(6)川西北密集区龙门山地区⑳;(7)北山密集区中北山地区㉑。除此以外还有佳木斯㉒、辽东—吉南地区㉓、东昆仑㉔、阿尼玛卿㉕、巴颜喀拉㉖和阿尔泰㉗。

三级预测区:(1)闽东⑦;(2)海南⑧;(3)滇南 得更大发展。
⑨;(4)天山东⑩;(5)西南天山⑪;(6)西准噶尔⑫;
(7)金川⑬等。

参 考 文 献

5 结 论

(1)矿床(点)等密度图的编制是用矿集区自然分布趋势对不同理论研究成矿规律的进一步补充,可以进一步深化区域成矿理论。(2)矿床(点)等密度图编制的精度取决于矿床(点)的数量及其产出坐标位置,点数愈多愈能反映其客观分布规律,由于GPS技术的发展和广泛应用,矿床点等密度图研究成矿规律将是今后的重要方向。(3)矿床(点)等密度图的研究不等于忽视成矿基础地质,只有在两者密切结合、综合分析的基础上才能使成矿规律研究取

- 1 张秋生,刘连登.矿源与成矿.北京:地质出版社,1982
- 2 裴荣富,吴良士.在我国开展寻找超大型矿床的若干基础研究问题讨论.矿床地质,1990, 9(3): 287~289
- 3 裴荣富,吴良士.金属成矿省演化与成矿.地学前缘, 1994, 1(3~4): 95~99
- 4 陆松年,李怀坤,李惠民等.金矿密集区的基底特征与成矿作用研究——以小秦岭、冀北和胶北金矿密集区为例.北京:地质出版社,1997. 1~109
- 5 万天丰.中国东部中、新生代板内变形构造应力场及其应用.北京:地质出版社,1993. 70~75
- 6 丁式江.绿岩型金矿综合地质异常研究——以胶东焦家金矿田为例.[学位论文].北京:中国地质大学,1998

ISOPYCNAL MAP OF CHINESE GOLD DEPOSITS (OCCURRENCES) AND PREDICATION OF METALLOGENETIC PROSPECT

Pei Rongfu Xiong Qunyao

(Institute of Mineral Deposits, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037)

Xu Shanfa Yin Bingchuan

(Institute of Geophysics and Geochemistry, Langfang 102849)

Abstract Such parameters as locality, number and reserve of over 1 500 gold deposits or occurrences within the Chinese administrative territory, have been employed to compile an isopycnal map with a single variable and comprehensive mineralization information. The purpose of this research is to use the natural tendency of the “bioplasm of mineral sources” objectively reflected in the concentrated areas of the gold deposits (occurrences) as a solid foundation for the macro- and medium-forecasting of the metallogenic background and ore-control field, since different points of view of the research into the metallogenic belts are hard to be compatible with the actual geographic distribution of the gold deposits within the Chinese administrative territory and therefore should be temporarily put aside. In this case, the authors propose the forecasting indicators, forecasting criteria, and forecasting results of the isopycnal map.

Key words isopycnal map, gold deposit, prospect forecasting, China.