不同类型矿床的空间分布模式及对区域矿产勘查的启示

左仁广 [1,2]

（1 地质过程与矿产资源国家重点实验室，北京 100083；2 中国地质大学，湖北 武汉 430074）

在一个地区，往往同时发育多种类型的矿床。研究不同类型的矿床的空间关系，对了深入了解区域成矿地质背景或成矿地质事件具有重要意义。如果两种类型的矿床空间分布相关，往往是由 2 种原因造成的：（I）矿床 A 是产生矿床 B 的原因；（II）矿床 A 和矿床 B 是同一地质作用的产物，受相同的地质背景或构造条件控制。

与地质点空间分布类型一样，两类矿床的空间关系服从 3 种分布：（I）丛聚性分布，（II）随机性分布和（III）均匀分布。这三种空间关系可分为两大类：第一类为空间相关，包括空间关系（I）；第二类为空间不相关，包括空间关系（II）和（III）（Zuo et al., 2009；2010）。这 3 类空间关系可用“最邻近距离函数”（nearest-neighbour test, Diggle’s G；Diggle, 2003）来判断：

$$G(w)=n^{-1}\#(w_i \leqslant w, d_i > w) \quad (1)$$

其中，G（w）代表小于或等于距离 w 的矿床点的累积距离分布，#代表矿床数，（w_i, d_i）表示每个矿床点的距离它的最邻近的点与最近点的距离。 Diggle’s G 是不对称的，$G_{ij} \neq G_{ji}$，即矿床 A 与矿床 B 的空间关系不同于矿床 B 与矿床 A 的空间关系。它具有如下性质：

（1）如果 $G(w)>G_{Poiss}(w)$，表示两类矿床的最近距离小于泊松分布（随机分布），显示出丛聚性分布特征，意即矿床 A 的空间分布与矿床 B 的空间分布密切相关。

（2）如果 $G(w)<G_{Poiss}(w)$，表示矿床 A 与矿床 B 的空间分布不相关。

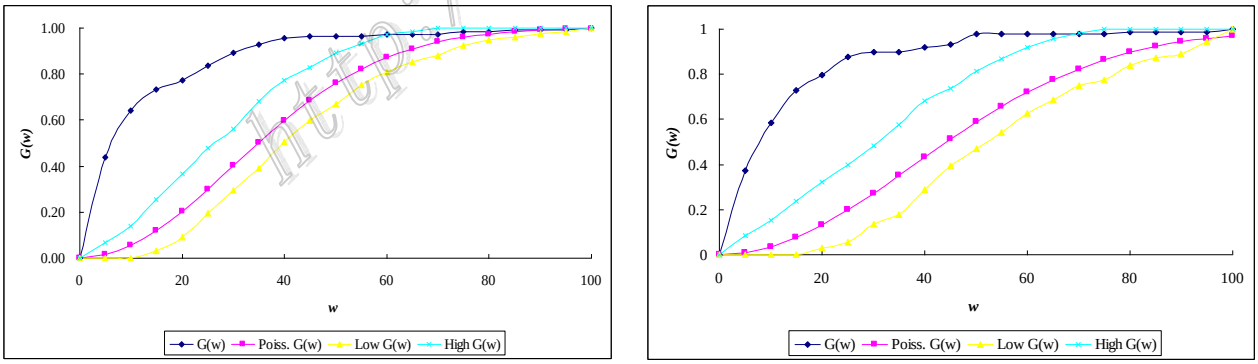

图 1 Cu（左）和 Au（右）空间分布的 G(w)

Poiss G（w）为泊松分布曲线；Low G（w）和 high G（w）分别为泊松分布曲线误差区间的下限和上限

本文以祁连山发育的优势矿种 Cu 和 Au 矿床为例，研究了两者的空间分布关系。数据主要来源于甘肃省和青海省地质调查院的矿产地分布图，通过修编而成，由 147 个 Cu 矿和 92 个 Au 矿点组成。结果表明：

第一作者简介 左仁广，男，1981 年生，博士，助理研究员，主要从事矿产资源定量化预测与评价及 GIS 应用与开发的教学和科研工作。Email：zrguang@cug.edu.cn

http://www.kcdz.ac.cn

（1）Cu 和 Au 矿床的空间分布服从丛聚性分布（如图 1），因为 Cu 和 Au 的 G（*w*）散点图远离泊松分布。

（2）Cu 和 Au 矿床空间分布和 Au 和 Cu 矿床的空间分布都显示出相关性（图 2），Cu 和 Au 的空间关系和 Au 和 Cu 的空间关系都远离了泊松分布，他们具有丛聚性分布的特征，两者空间相关，而且 Cu 和 Au 的空间相关性与 Au 和 Cu 的空间相关性不同。

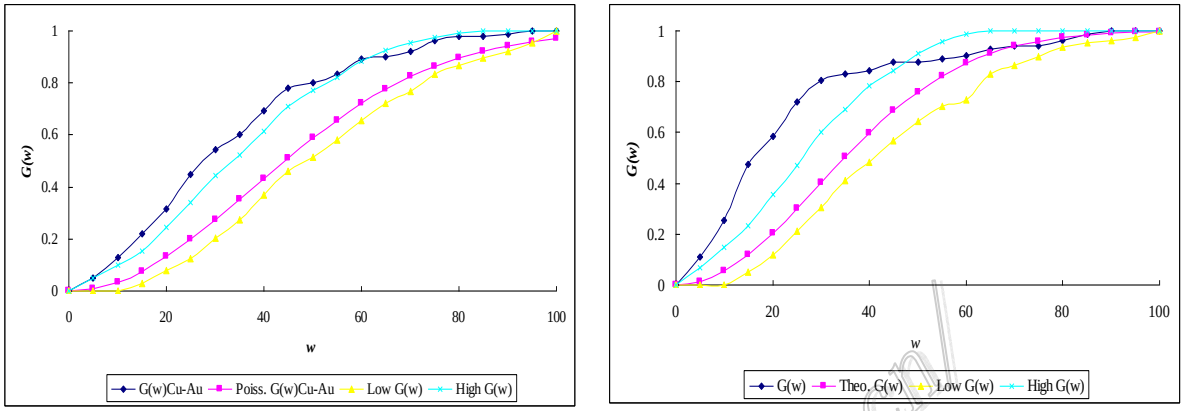

图 2 Cu 和 Au 的空间相关性（左）Au 和 Cu 的空间关系（右）

Poiss G(w)为泊松分布曲线；Low G(*w*)和 high G(*w*)分别为泊松分布曲线的误差区间的下限和上限

（3）为了进一步查明造成 Cu 和 Au 的空间分布的相关性的原因，进行了 Fry analysis 分析（Hanna et al.，1979；Fry，1979），结果表明 Cu 和 Au 的空间分布的玫瑰花图主要呈 288°和 144°（图 3），与区域发育的 NWW 断层和褶皱一致。进而，利用证据权（Bonham-Carter，1994）做了 Cu 和 Au 矿床与断层的空间相关性分析（*t*-value）（图 4），发现 NWW 断层对 Cu 和 Au 的影响距离相当，Cu 为 3 km，Au 为 4 km，说明 Cu 和 Au 矿床的空间相关性可能受 NWW 断层和褶皱影响。

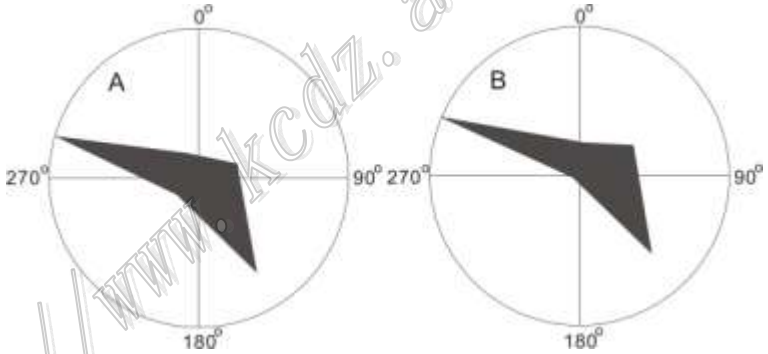

图 3 Cu（A）和 Au（B）空间分布的玫瑰花图

分析结果表明 NWW 断层和褶皱可能是控制 Cu 和 Au 矿床空间分布的主要因素，这可为区域矿产勘查提供有用的信息。

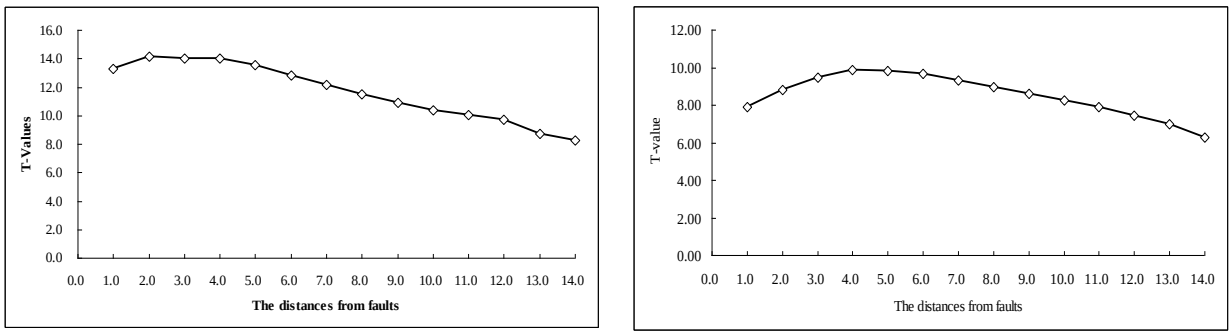

图 4 Cu（左）和 Au（右）与 NWW 断层距离的 *t*-value

http://www.kcdz.ac.cn