

# 断裂构造频率图及其在断裂富水性分析中的应用

## ——以青岛地区为例

赵广涛

(青岛海洋大学矿物资源研究所, 青岛 266003)

断裂富水性分析向来是找寻和评价基岩裂隙水时的一个关键性问题。传统的分析方法——地质力学、新构造分析等方法在指导水源勘察实践过程中一直起着很重要的作用, 这些方法通过系统的野外工作从许多细节上来反映断裂含水性的实质。本文以青岛地区为例, 首次提供了一个运用断裂构造频率图分析断裂富水性及其规律的实例, 旨在说明该方法的运用可获得一定区域内基岩裂隙水受断裂构造控制的宏观规律, 从而反馈到勘察实践中用以指

导找寻和正确评价地下水源。

### I. 断裂构造频率图的制作原理和方法

断裂构造频率, 指的是单位面积内一定深度的地壳破碎程度, 它是基于数理统计学思想而提出的一个新的构造学概念, 国内外学者认为, 从遥感资料中对断裂构造频率进行研究是一条指导找矿的新途径<sup>[1]</sup>。

从断裂构造频率概念本身涵义来看, 断裂

的长、宽、深、力学性质(张、压、剪、脆和韧性)、形成时代及含矿性等方面是断裂构造频率的影响因素,如何将上述要素协调起来反映地壳破碎程度?唯一的方法是统计,统计规律是事物发展的趋势态<sup>[2]</sup>。如果不考虑某些细节,我们可将单位面积内断裂构造的条数或交叉点数作为统计对象,并以此作为断裂构造频率,而在统计时既可分方位统计,也可合并统计。

在统计时,首先取合适比例尺的遥感构造解译图,按不同比例尺的不同间距打好方格网,间距大小要经过试验或根据经验确定,然后在方格内统计上述参量。利用每个格子内取值所连接的等值线图即为断裂构造频率图,它反映了研究区内单位面积地壳破碎程度的变化,因此是一种相对的地壳破碎程度场。

徐增亮先生曾较为系统地论述过断裂构造频率等值线的变化与断裂构造扩展过程的对应关系<sup>[3]</sup>,在断裂构造频率图中,较为密集的等值线区称为“星团”,一般呈圆形、椭圆形或不规则状,规模大小不等。由于在统计时对断裂构造没分期次,因此星团反映的是多期次断裂构造而产生的岩石破碎程度的迭加。在多期次断裂构造运动中,这种破碎中心由小到大,不断扩大,反映在断裂构造等值线图上,星团面积不断加大,等值线圈数加多,中心地区线值增高。

根据格里菲斯断裂破裂理论,断裂在受应力作用时会沿其两端不断扩展(因为断裂两端是应力集中区),并且在应力集中区形成次一级构造。同理,多条断裂相交的地区也是如此,应力易于集中在断裂交叉点和各断裂的端点上,使交叉点部位的岩石更加破碎,各断裂的端点也在延伸,使交叉点部位影响到的外围地区产生了新的破碎带。在同一期次构造应力作用时,破碎中心由内向外发展;而当不同期次构造应力作用迭加在一起时,破碎中心内部形成老的迭加新的,而外部形成时代常常是新的,这种现象反映在断裂构造频率等值线图上,可大到描述为下述对应关系(表1):

星团频率所反映的确切年代要根据区域内经历的主体构造运动来确定,例如中国东部的

表1 星团频率与形成时代的对应关系

| 星团频率 | 高频区 | 中频区 | 低频区 | 最低频区 |
|------|-----|-----|-----|------|
| 形成时代 | 老的  | 较老的 | 新的  | 最新的  |

星团主体反映的是燕山运动。

## II. 青岛地区断裂构造频率图

本文是运用断裂构造频率图来分析断裂富水性的首次尝试,考虑到基岩裂隙水主要受断裂的活动方式、力学性质及发育程度的影响,因此作者选择断裂条数、交叉点数及断裂展布方位作为统计要素,既有合并取值,又有分方位统计。

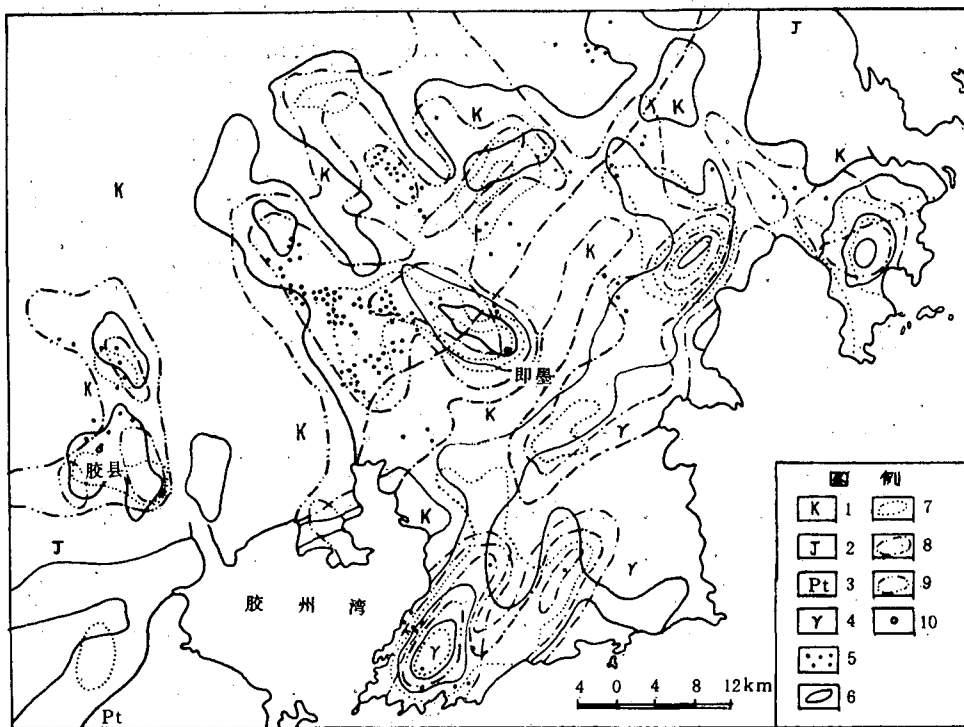
选用文献[3]中的“青岛市卫星遥感水文地质解译图”作为统计底图,根据该图中构造解译详细程度存在地区差别,作者主要对胶州市、即墨市、崂山区和青岛市区进行统计,统计面积约500km<sup>2</sup>。

经过多次试验,最后在1:400 000的底图上打边长为0.5cm(代表2km)的正方网格,对于每一个节点,统计与该节点相邻的4个网格内的断裂要素,迭加后作为该节点的构造频率值,这样,每一小网格内的构造要素均要被迭加统计4次(实践证明:上述步骤比只取单个网格统计更有利于等值线的润滑、突出星团的密集程度、层次感和分辨率),最后分别按一定的构造频率值画等值线成图(图1),图中反映出下述几个特点:

II. 1. 星团主体主要反映了NE向和NW向两组断裂在本区自燕山运动以来一直成为构造骨架,高频区分布在青岛市四方、北湾西北部和东北部以及即墨市附近,说明这些地区构造发育历史长,地壳破碎程度高。而胶州湾西岸构造发育密集程度低,等值线反映了NEE向和NNW向两组断裂的发育,说明这两组断裂的形成明显晚于前述主体断裂,属本区的新构造活动断裂。

II. 2. 断裂节点频率的分布与星团主体分布相吻合,反映了同样的规律性。

II. 3. NE向断裂构造频率的星团主体分



青岛地区断裂构造频率图

1.白垩系, 2.侏罗系, 3.元古界, 4.花岗岩, 5.富水点; 6.断裂构造频率等值线(合并取值, 等密级为 2~5~8~10~13), 7. 断裂节点频率等值线 (等密级为 1~3~5), 8. NS向断裂构造频率等值线(等密级为 2~3~4), 9. NW 向断裂构造频率等值线(等密级为 1~2~3), 10.地名

布在即墨市及其以东地区, 星团连线均呈 NE 向, 存在 6 个高频区(频数大于 4), 代表有 6 个断裂扩展中心, 在后期构造应力作用下断裂通过持续再活动而得以扩展。

II. 4. NW 向断裂构造频率的星团分布在即墨西北部、东北部、青岛市区及胶州市区围域, 且不同区域的星团反映出断裂方位的差异, 如即墨西北部和东北部地区主要反映了 NW 向断裂带, 后期有 NNW 向和 NWW 向断裂带的迭加; 而在胶州市区围域和青岛区内, 其星团主要反映了 NNW 向断裂。从星团分布特点来看: NNW 向断裂的形成要晚于 NW 向断裂。

### III. 断裂富水性分析

将该区 176 个单井出水量在  $100 \sim 800 \text{m}^3/\text{昼夜}$  的钻井位置标在图 1 中, 水点与星团之间相对关系可反应出下述规律性:

III. 1. 水点与断裂构造频率(合并取值)存在一定的相关性, 绝大多数水点分布于星团及其附近, 但最高频区(星团中心)内水点分布数极少(仅占 1%); 相反, 中低频区(频数为 2~8)内水点分布数目最多, 占 90% 以上, 这说明基岩裂隙水明显受断裂构造控制, 且这些断裂构造大都是新构造断裂或老断裂重新活动时扩展形成的新活动断裂, 这种规律符合于新构造控水理论<sup>[4]</sup>。

III. 2. 水点分布与节点频率的关系因地而异, 在青岛市区显示了很好的相关性, 水点大都位于两组或多组断裂的交汇点处; 而在即墨西北部和东北部地区, 二者相关性较差, 表明这些地区水点均受各自的断裂开放系控制。

III. 3. 水点分布与 NE 向断裂构造频率无关, 水点大都分布于星团外围或远距星团中心, 仅少数水点(约占 5%)分布于星团旁侧。这表明 NE 向断裂在本区不仅不含水, 而且对地下

水起到阻挡和封存作用,成为本区的封闭系。

III. 4. 水点分布与 NW 向断裂构造频率存在极好的相关性,绝大部分水点(占 95% 以上)分布于星团内部,且分布于中低频区内的居多。这表明水点主要受 NW 向断裂构造的控制(包括  $N70^{\circ}W$ 、 $N20^{\circ}W$  和  $N40^{\circ}W$  方向的断裂),这些方向的断裂有极好的富水性(在即墨西哥地区已构成规模较大的断裂充水带<sup>1)</sup>),成为整个区域的开放系。

综上所述,断裂构造频率与富水点分布之间的关系很好地给出了基岩裂隙水受构造控制的宏观规律,如地下水是否受新构造控制?什么展布方位的断裂起主导控制作用?断裂交汇点富水性怎样?哪组断裂为封闭系?哪组断裂为开放系等等,而所有这些宏观规律均可以用以指导勘察和实践。

## IV. 几点认识

IV. 1. 断裂富水性分析一直是评价和找寻基岩裂隙水中一个很重要的问题,但长期以来,由于受到概念和分析方法的束缚和困扰,这种分析往往不能上升至直观的和系统的理论高度,许多规律性的认识难以归纳和表述。断裂构造频率图将断裂富水性分析概念化、理论化、系统化和规范化,本文中的范例达到了这一要求,从而提供了一个断裂富水性分析的新方法。

IV. 2. 从应用效果来看,方法是可行的。断裂构造频率图本身向我们展示了分析区内之断裂构造格架和序列,富水点分布与断裂构造频

率的关系给出了基岩裂隙水受构造控制的宏观规律性,成为野外勘察实践的理论基础。

IV. 3. 断裂构造频率图的制作适合于任何比例尺之构造图件,因而该方法具有一定的普遍性意义。当然,构造(解译)图的详细程度、网格剖分间距大小以及富水点分布的不均匀性都将影响到分析之效果,这些需在应用实践中摸索和改进。

IV. 4. 断裂富水性受断裂规模、方位、活动性质及其展布方位等多种因素的影响,况且断裂的这些属性在晚近的应力场变更中会随之发生改变<sup>[5,6]</sup>,这给方法的应用和分析带来不便,等等这些细节均不能在断裂构造频率图中表示出,这是该方法之不足,因此在具体应用时尚需与地质力学、新构造分析等传统分析方法相结合,相互补充,力求结论的完美性。

## 参考文献

- [1] 徐增亮、徐海江编译,1989。美国金矿。原子能出版社,290~298。
- [2] 张保民、曹 熹,1977。构造岩岩组分析的方法和基础。岩组分析方法文集。地质出版社,44~57。
- [3] 冯文珍,1989。利用卫星遥感影像分析青岛市地下水资源。海洋科学 3: 1~6。
- [4] 肖楠森,1984。新构造分析及其在地下水源勘察中的应用。地质出版社,1~3。
- [5] 赵广涛,1990。在花岗岩区找寻地下水源应着重注意的几个问题。海洋湖沼通报 4: 31~36。
- [6] Hilde D., 1977. The evolution of western pacific plate and its margin. *Tectonophysics* 38:115-165.

1) 郑继民、曹钦臣、赵广涛,1990。青岛地区玄武岩蓄水条件初探,中国水资源规划与管理国际研讨会论文。