

# 中国城市的对称分布

叶大年 赫伟 徐文东 李哲

(中国科学院地质与地球物理研究所, 北京 100029)

**摘要** 根据中国城市的空间分布提出 5 条地理对称的原则. 中国城市和城镇分布的对称特征如下: (1)一个城市(包括大、中、小城市)的平均配位数是六; (2)大中城市的分布呈现格子状, 格子的两个方向分别平行中国大地构造的两个主要方向; (3)一个省里的县城分布也是格子状, 格子的两个方向平行这个省的大地构造方向(即二维平移对称); (4)围绕一个大城市, 城市成靶形分布.

**关键词** 城市分布 对称性 格子状分布 靶形分布

作为一个发展中的国家, 中国的城市化程度较发达国家低, 这与中国的工业化水平较低有关, 并且制约了中国经济的发展, 因此近 20 年来全国人民对中国城市化问题都非常关注. 按照德国地理学家 Christaller 的“中心地理论”<sup>[1]</sup>和“廖什景观”(Loschian landscape)<sup>[2]</sup>城市和集镇在理想地面上空间分布模式是正三角形的网络, 上述理论在中国的城市地理和经济地理的教科书中都有大段的引述<sup>[3~8]</sup>. Prigogine 认为城市的形成是一种社会的自组织的宏观有序现象<sup>[9]</sup>, 这就是说, 自然科学家也开始关注城市的形成问题. 作者发现中国的城市和集镇有各种不同的对称模式, 并且发现城市集镇的对称分布是由大地构造位置决定的.

## 1 地理对称原理

除了初等几何学中的中心对称、轴对称和旋转对称外, 为了描述城市和集镇空间的规律性分布, 对称的概念必须扩展, 一些扩展的概念, 如平移对称、斜对称(均变对称)、反对称、色对称和曲线对称都被引进到本文中(图 1). 扩展了的对称概念均引自苏联结晶学家 Mikheev<sup>[10]</sup>和 Schublikov<sup>[11]</sup>和古生物学家 Naliwkin<sup>[12]</sup>的著作. 为了研究沿公路、铁路和河流城市和集镇的分布规律, 本文引进平移和曲线对称的概念, 为了描述平行四边形区域内城市和集镇的分布, 需要斜对称的概念.

值得注意的是, 在地理上有对称关系的两个城市的人口和规模不必一样, 因为按照色对称的定义, 人口和规模的变化是允许的.

本文作者针对中国城市和集镇的分布提出下列对称原理:

(i) 一个区域如果在地质构造上有对称性, 它会在自然地理相应的对称上反映出来, 如地形和地貌;

(ii) 一个区域在自然地理上有对称性, 它会在经济地理相应的对称性上反映出来, 城市, 特别是大城市, 被认为是经济高度发展的体现, 因而经济的对称性, 可由城市分布的对称性反映出来;

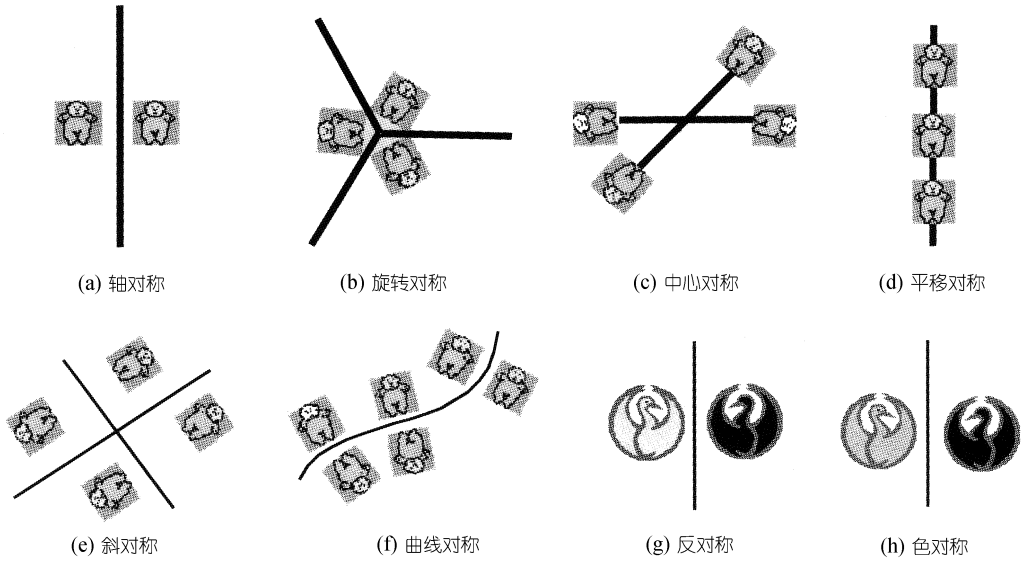


图 1 对称的模式

(iii) 区域气候条件, 如气温、年降雨量, 会在某种程度上影响经济地理的对称性;

(iv) 人们的重大经济政治活动也会影响经济地理的对称性;

(v) 一个国家彼此反对称的两个区域, 由于人们的有效努力可以在一定程度上影响反对称的程度.

中国城市和集镇的空间分布在下一节表述, 显然与我们归纳出来的原理是一致的.

## 2 中国城市分布的对称性

### 2.1 江苏省县城的旋转对称

为了研究对称, 首先引入两个概念. 大家知道, 任何一个城市或县城都被几个最近邻的城市或县城所环绕. 一个城市或县城的配位数是与其最近邻的同级别的城市或县城的数目 (CN). 一个区域内所有的城市或县城的配位数的平均值就称为城市或县城的平均配位数 (ACN). 如前所述, 在理想的均质的平原上, 城市和集镇的空间分布模式是正三角形的网络, 因而城市或集镇的配位数应该是 6, 然而, 没有一个区域是理想的均质平原, 城市或集镇的分布模式不是正三角形网络, 而是不规则三角形网络. 在这种情况下城市的平均配位数依然是 6, 这一点是可以用数学证明.

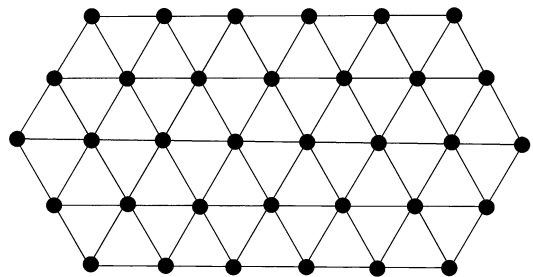


图 2 居民点的理想分布模型

图 3 是江苏省县城分布网络, 这个网络和 Christaller 的理想正三角形网络很相近, 江苏省县城的空间分布有统计的 6 次旋转对称性, 县城的平均配位数为  $5.96 \pm 0.86$ .

不同的国家有不同的行政区划单位, 如法国的 department 和波兰的 province 的平均配位数是 6.

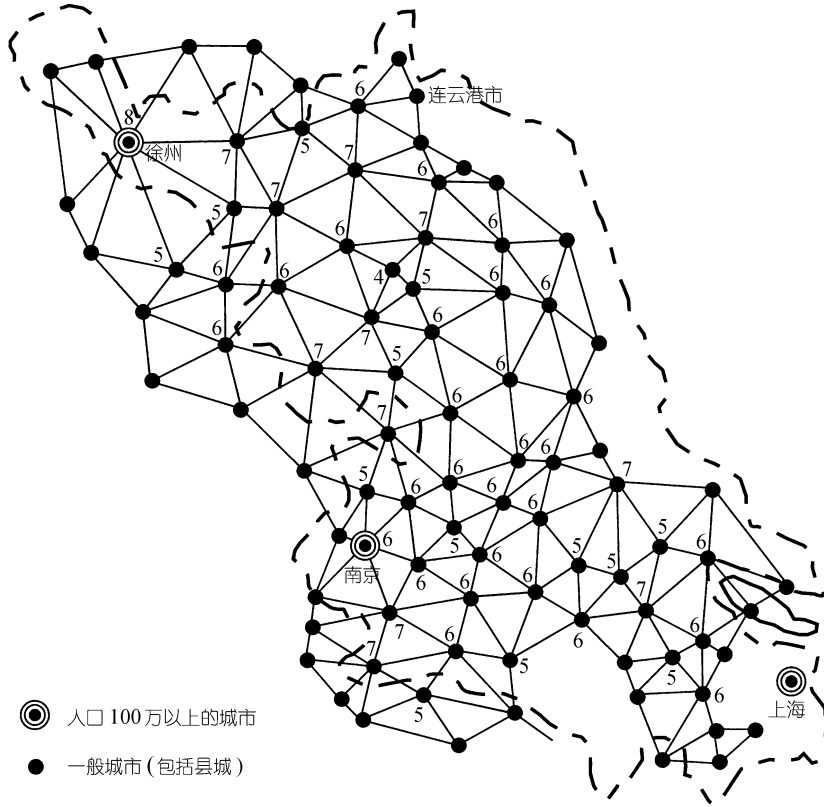


图 3 江苏省县城分布和配位数

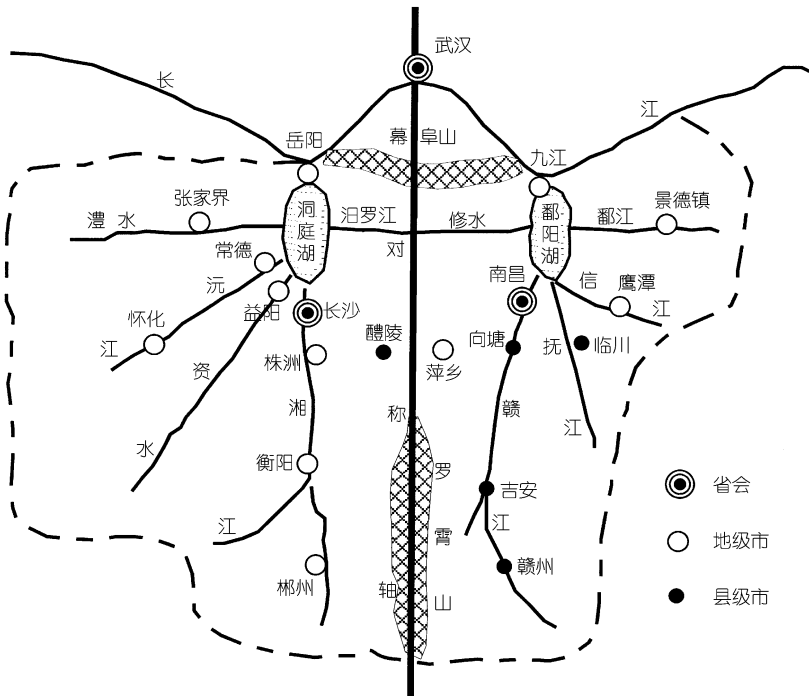


图 4 湖南和江西的轴对称

### 2.2 湖南和江西的轴对称

湖南和江西是中国南方两个相邻的省份, 两省在地质上(包括地层时代、岩性、地质历史、岩浆活动、变质作用以及大地构造环境)有相似性, 所以两省在地形和地貌上找到极强的相似性. 两省的东面、西面和南面都是山地, 而北面各有一个大湖, 地形是一个簸箕状的丘陵盆地. 两省在湖泊和水系上有很大的相似性. 图 4 表达了两省之间的轴对称关系, 沿省界从南面的罗霄山脉到北面的幕阜山直到武汉市的直线是对称轴. 从图 4 可以明显地看出, 湖南省的洞庭湖和江西省的鄱阳湖是轴对称的, 两省对应的河流也同样是轴对称的, 即湘江对赣江, 资江对抚河, 沅江对信江, 澧水对鄱江, 汨罗江对修水. 更有甚者, 湖南省的重要城市与江西省相应的城市同样是轴对称关系. 两省对应的城市是, 长沙对南昌, 岳阳对九江, 株州对向塘, 衡阳对吉安, 郴州对赣州, 怀化对鹰潭, 醴陵对萍乡, 益阳对临川, 张家界对景德镇等等. 这是说明中国城市对称分布极好的例证.

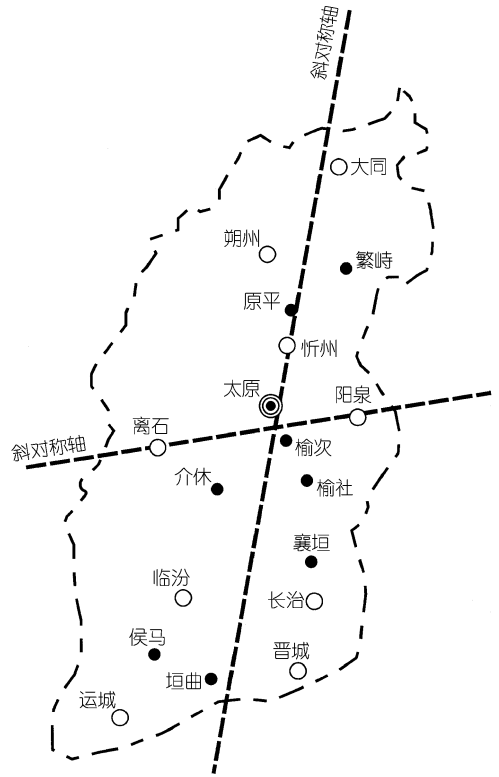


图 5 山西的斜对称

### 2.3 山西的斜对称

山西省地处华北, 它的边界是一个平行四边形, 恒山、太行山、中条山和吕梁山是平行四边形的四条边, 长对角线是汾河地堑和桑干河地堑, 省会太原地处这个省的几何中心, 是两条斜对称轴的交点中心, 全省的重要城市和县城都呈现出对称的分布(图 5).

### 2.4 中国东部大中城市的格子状分布

1935 年著名的地理学家胡焕庸指出<sup>[13]</sup>, 在中国的地图上, 从黑龙江省的黑河市(爱珥)到云南省的腾冲的直线为界, 线东集中了中国 96% 的人口, 这就是著名的“胡焕庸线”, 胡焕庸线大体上是与年降雨量 400 mm 等值线一致的. 中国的大中城市主要是集中在东部, 图 6 表达了中国东部大城市(人口 ≥ 100 万)和中等城市(人口 30 ~ 100 万)的格子状分布, 格子有两组方向, 一组平行北西西方向, 即祁连山—秦岭—大别山方向和淮河方向, 另一组平行北北东方向. 与中国东部的情况相似, 欧洲大陆的大城市和中等城市也存在格子状分布, 格子的两个方向, 一个与亚平宁山脉方向平行, 另一个方向与纬向平行.

### 2.5 贵州省县城的格子状分布(二维平移对称)

贵州是中国西南的一个内陆省份, 它是扬子地台上的一个大地构造单元, 全省管辖 86 个县. 和中国东部相似, 图 7 表示县城的格子状分布. 有两个斜对称轴和一个对称中心, 即省会贵阳. 格子有两组方向, 分别与苗岭方向平行和经向平行. 从地质图上可以清楚地看出, 两组方向与两组重要的构造线方向一致.

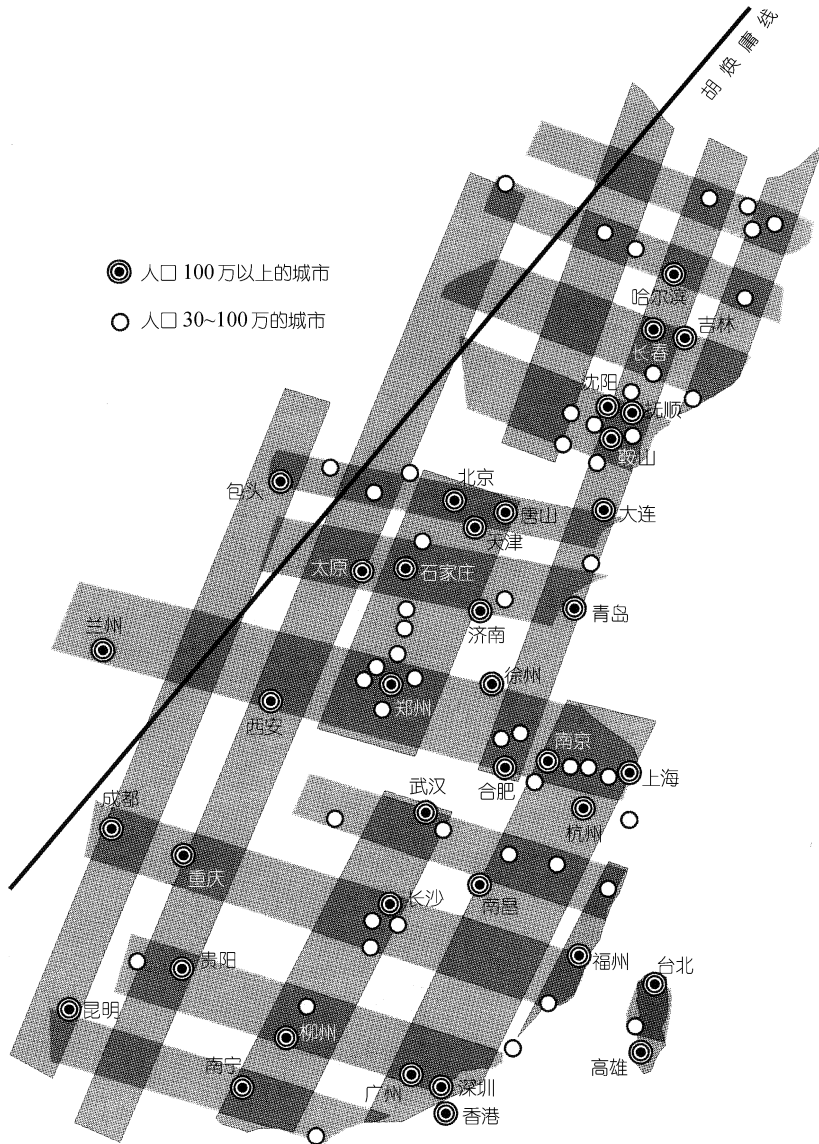


图 6 中国东部大中城市的格子状分布

中国所有的省份的县城格子状分布图都将在一本书里给出<sup>[14]</sup>。如果一个省仅仅属于一个大地格子单元，那么县城空间分布的对称性就只用一套格子来表示，如果一个省地处两个大地构造单元，那么县城格子就有两套。

### 2.6 以大城市为中心的城市靶形分布

在中国围绕着每一个大城市都有城市的靶形分布，这种靶形分布有一种有趣的构型，即最外环有 4 至 8 个大城市(于中心城市同级别)和几个中等城市，中间的环只有中等城市，最内是卫星城市。要指出的是两环之间既没有大城市，也没有中等城市。图 8 是以郑州为中心的城市靶形分布图。欧洲大陆的所有大城市也都有这种城市靶形分布图。靶形分布图显示了统计的旋转对称。

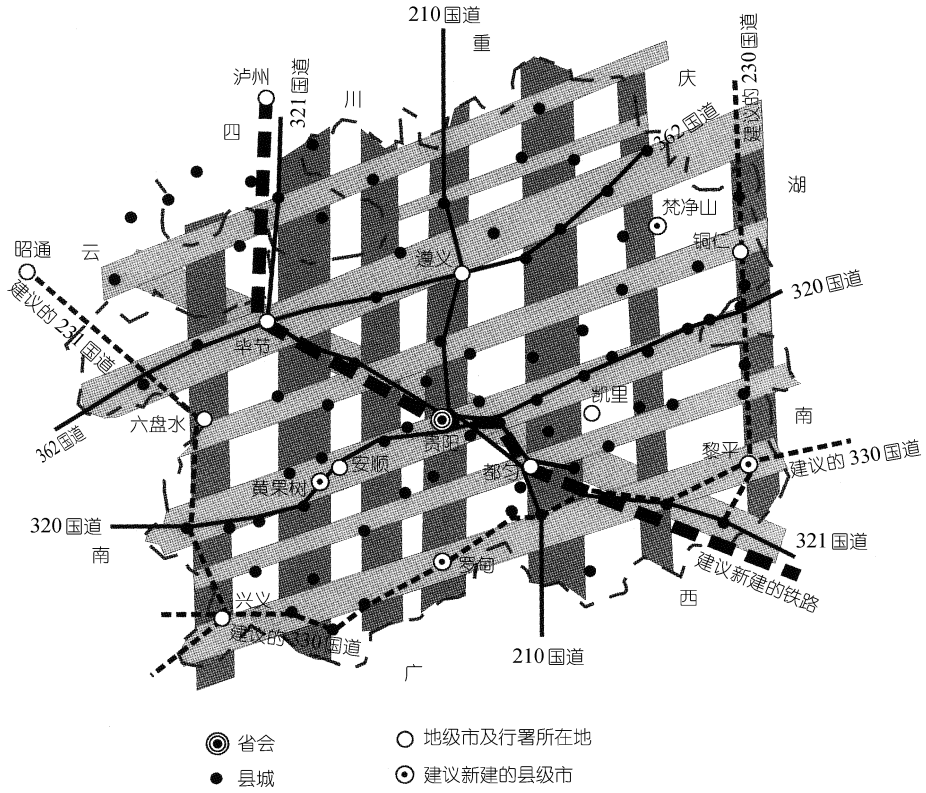


图 7 贵州省的城市分布规律

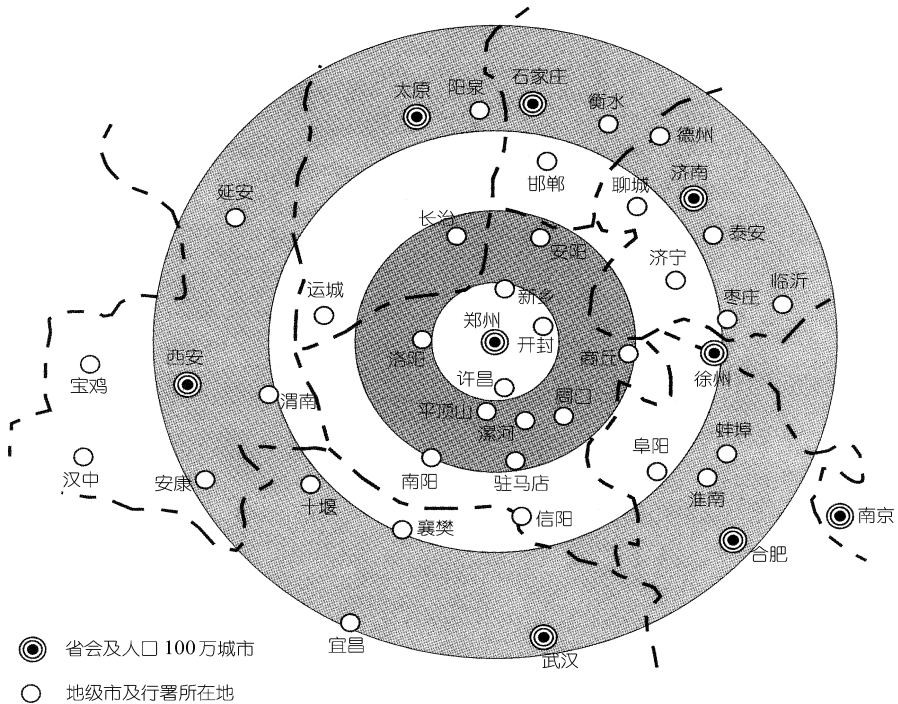


图 8 以郑州为中心的城市靶形分布

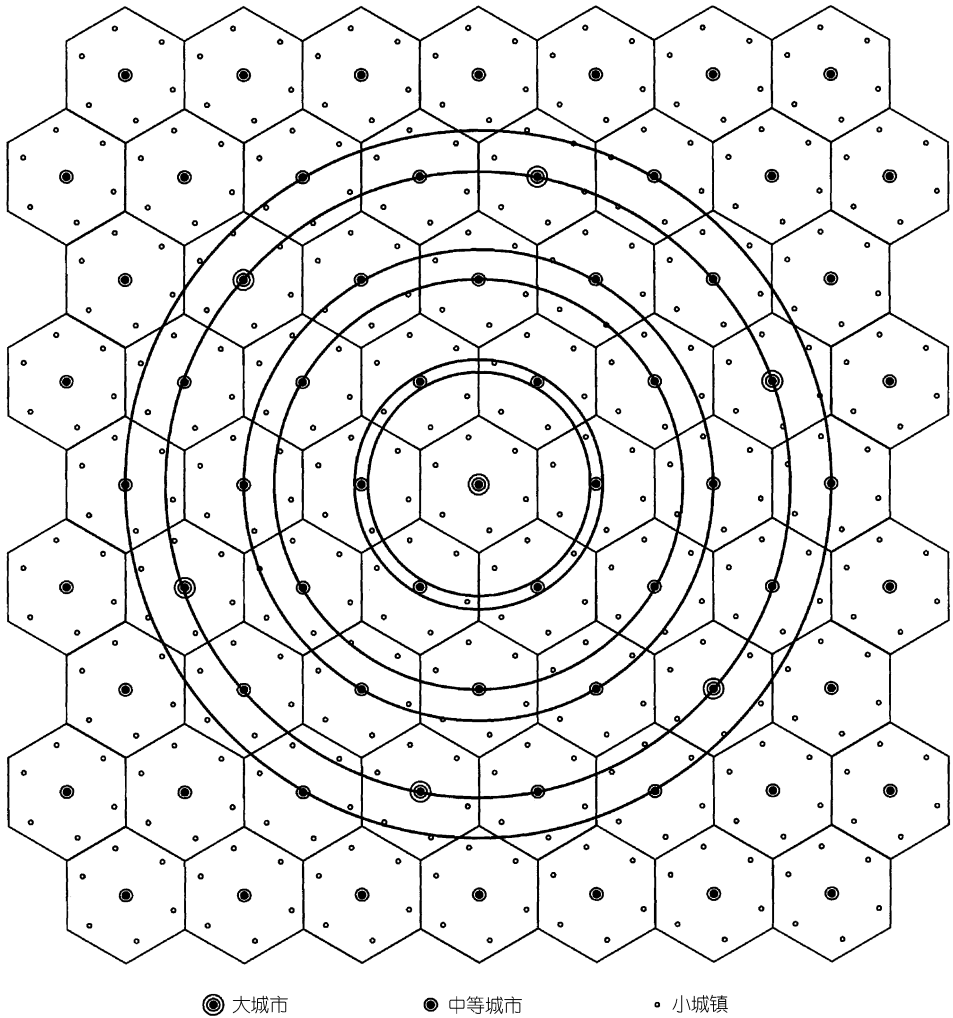


图 9 城市等级分布图( $K=7$  的情况)和城市的靶形分布图

为什么围绕大城市会有城市的靶形分布呢? 问题的答案可以从 Christaller 的“中心地理论”, 尤其是 Berry 和 Pred 发展的中心地理理论<sup>[15]</sup>中的城市等级体系理论中找到. 按照这种理论, 城市的等级分布图显示于图 9 中, 这是按行政原则组织的中心地等级体系,  $K$  是指每一级中心的数目.

### 2.7 中国东部的大城市网络图

图 10 表示中国东部大城市的网络图. 最邻近的两个大城市的距离在 200 ~ 600 km 之间, 平均距离大约是 350 km. 图 10 与图 2 很相似, 大城市的平均配位数 ACN 等于 6, 也就是说, 从大城市到乡村的网络有数学的分形结构. 从图 10 的网络上可以显示出赣州、怀化、宜昌和延安现在还不是大城市, 由于地理区位优势, 在不远的将来会变成大城市或中等城市. 因为这篇文章不能太长, 这些城市的发展条件在这里不能赘述.

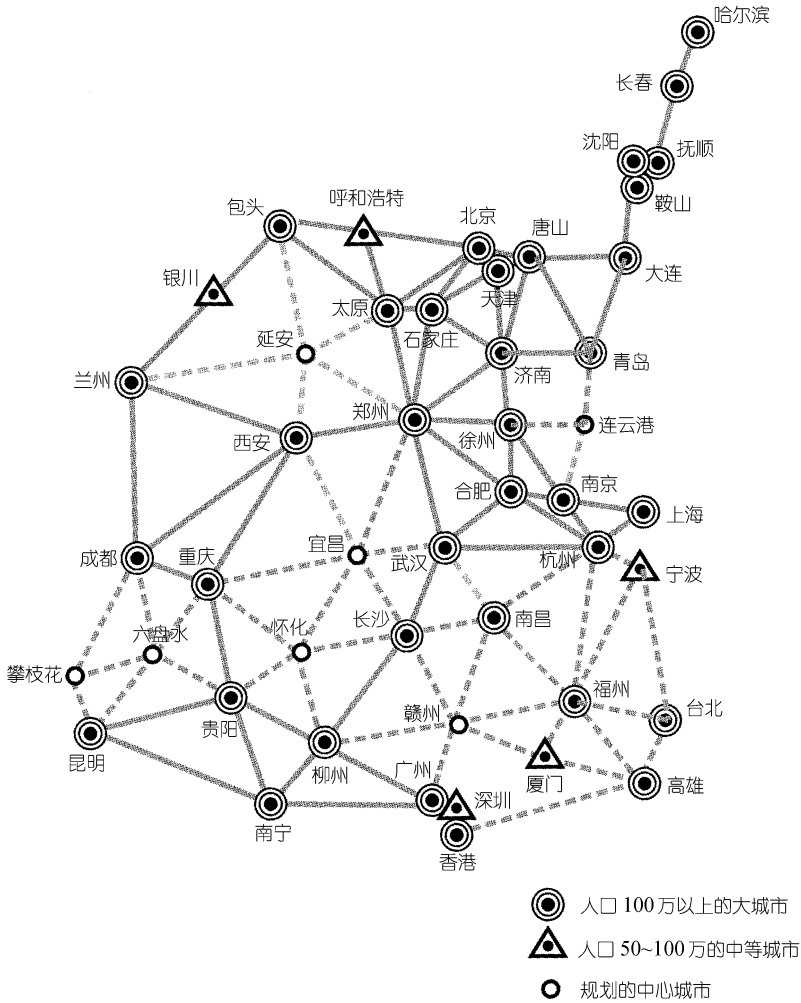


图 10 中国东部大城市的网络

**致谢** 对叶笃正、王元、姜伯驹、曾庆存、丑纪范、陈述彭和吴传钧诸院士的鼓励以及徐冠华院士和秦大河教授的鼎力支持深表感谢。在讨论地质问题时，李继亮教授、从柏林教授、常印佛院士和任纪舜院士都给作者很大启示，亦表谢意。

### 参 考 文 献

- 1 Christaller W. 德国南部中心地原理. 常正文, 王兴中等译. 北京: 商务印书馆, 1998
- 2 Losch A. 经济空间秩序. 王守礼译. 北京: 商务印书馆, 1995
- 3 陆大道. 区位论及区域研究方法. 北京: 科学出版社, 1991. 28 ~ 43
- 4 王 铮. 区域科学原理. 北京: 科学出版社, 1994. 56 ~ 60
- 5 许学强, 周一星, 宁越敏. 城市地理学. 北京: 高等教育出版社, 1997. 136 ~ 150
- 6 吴传均, 刘道一, 甘国辉. 现代经济地理学. 南京: 江苏教育出版社, 1997. 283 ~ 295
- 7 周一星. 城市地理学. 北京: 商务印书馆, 1999. 320 ~ 350



- 8 李小建主编. 经济地理学. 北京: 高等教育出版社, 1999. 87 ~ 109
- 9 Prigoging I, Stenger I. 从混沌到有序——人与自然的新对话. 上海: 上海译文出版社, 1987. 245 ~ 251
- 10 Mikheev W Y. Homology of Crystals. Leningrad: Gostoptekhizdat, 1961. 11 ~ 71
- 11 Schublikov A W. Symmetry and asymmetry of final figures. Moscow: Yzd-wo ANSSSR, 1951
- 12 Naliwkin D W. Curve symmetry (In Collection 《Kristallografia》). Works Fedorov Scientific Session 1949. Moslow: Metallurgizdt, 1951. 15 ~ 23
- 13 胡焕庸, 方如康. 黑河-腾冲人口分解线. 见: 陈述彭主编. 地球系统科学-中国进展·世纪展望. 北京: 中国科学技术出版社, 1998. 1111 ~ 1112
- 14 叶大年, 徐文东, 赫 伟. 中国城市的对称分布和城市化预测. 北京: 科学出版社, 2001
- 15 Berry B J L, Pred A. Central Place Studies: A Bibliography of Theory and Applications. Regional Science Research Institute, 1964