

99, 19(2) ①
城市景观生态规划中的廊道效应研究

——以北京市区为例

145-150
宗跃光

(北京师范大学资源与环境科学系 北京 100875) TU984

摘要 城市廊道可以分为两类:人工廊道与自然廊道,通过廊道效益分界点的位移及廊道模型,分析自然廊道顶点与锋面的形变过程。在单纯经济利益驱动下,城市本质上存在摊大饼倾向。根据廊道效应原理,提出:北京在迈向国际大都市发展过程中,应抓住目前修建高速公路、轻轨铁路和地铁干线的有利时机,将传统分散集团式向星状分散集团式城市景观转化,即城市建成区沿主要交通干线象海星的触角式向外扩展,在这些轴线上通过绿地的分割作用产生一系列间断的分散集团、飞地、子城或卫星城,在各星状长轴之间形成插入市中心的楔状绿地,构成人工廊道与自然廊道相间分布、有机分散的景观格局。

关键词 廊道效应,城市景观结构,生态规划。

THE CORRIDOR EFFECTS IN URBAN ECOLOGICAL LANDSCAPE PLANNING——A CASE STUDY ON BEIJING

ZONG Yue-Guang

(The Department of Resources and Environmental Science, Beijing Normal University, Beijing, 100875, China)

Abstract Two types of urban corridor, artificial corridor and natural corridor, is studied. The corridor effect concept is examined in the urban landscape structure. The analysis is undertaken by using a Distance-Decay Function, which is based on idea concerning the concept "corridor benefit". The demarcation line between artificial corridor and natural corridor is the synthetic benefit point from the theory analysis. It is suggested that there are two synthetic benefit points on the curves of Distance-Decay Functions for the existence of a natural corridor between two artificial corridors. In particular, it is necessary to avoid a high density of artificial corridors and to improve social and economic benefits in the natural corridors. The spatial growth of 8 corridors is examined in the central area of Beijing. This inner city study attempts to replicate several findings of green area and water system as a framework around and through the center of the city combined with the eight directions of natural corridor effects. Ideas of human and natural in perfect harmony is used in the urban ecological landscape planning. The landscape structure of Beijing should change from a multiple form to a star shaped multiple form in order to avoid the massive growth of the built-up area.

本文得到美国富布莱特基金会和国家教委回国人民基金的资助,衷心感谢美国哈佛大学城市设计研究生院的支持。

收稿日期:1996-10-05,修改稿收到日期:1997-12-10。

Key words corridor effect, urban landscape structure, ecological planning.

未来几十年,中国城市化的冲击波将超过人类历史上的任何时期,由于庞大的人口基数和城市化进入加速期,流动人口对城市尤其是特大城市的冲击将会更猛烈、更持久,由此引发的一系列城市问题可能比人们预想的更超前、更严峻。以北京为例,建国以来北京城市规划采取分散集团式布局,1992年的城市总体规划进一步确定“一个中心,十个集团”的总体布局原则。由于改革开放以来北京中心市区迅速扩展,中心与边缘区之间的绿化隔离区不断被蚕食。据有关文献报道^[1],1958年总体规划的绿化隔离区面积为314km²,1993年只剩下244km²,若减去未来城乡各项城市建设规划用地120km²,则包括农田、菜地、水面和林地的绿化区不到130km²,其中真正用于公园绿地的面积不过20km²。据实地考察截止到1997年,10个分散集团的半数以上,或多或少已与市区相连成片,部分绿化隔离带宽不过数百米。照此发展下去,“分散集团式”会名存实亡,中心市区摊大饼不可避免^[2]。面对上述严峻现实,本文探讨运用城市廊道效应原理,认识和掌握大都市空间扩展规律,从城市景观结构优化的角度实现大都市区可持续发展的途径。

1 城市景观结构中的两种廊道

贝里于70年代研究大气污染与城市形态之间的关系发现,在同心圆、带状、方格状、环射状和星状等城市形态中,星状城市景观对消除大气污染的效果最好^[3]。80年代以来,由于国际经济一体化、运输成本降低及信息高速公路发展,纽约、伦敦、东京、巴黎、旧金山等城市发展成为国际大都市。许多学者针对大都市发展提出大都市交错带概念、扩散与反波效应、廊道效应等,其中杰夫等人以美国俄州为例对大都市区交错带存在的人口扩散、反波及其廊道效应进行分析,发现大都市区交错带人口波动在中心城市和廊道效应的作用下指向增长中心及增长轴,廊道效应强度随廊道等级高低变化,廊道决定城市景观结构和人口空间分布模式,这就为大都市区的景观结构优化提供新的思路^[4]。美国著名景观学家福曼将廊道结构划分为3种类型:线状廊道、带状廊道和河流廊道。廊道的功能主要包括运输、物能交流、环境保护和美学价值^[5]。在前人工作基础上,本文把城市景观廊道分为两大类:人工廊道与自然廊道(artificial corridor, AC and natural corridor, NC)。人工廊道以交通干线为主,自然廊道以河流、植被带为主(包括人造自然景观)。廊道效应有流通效应和场效应,本文侧重研究廊道的场效应,廊道效应场包括廊道本身及其辐射区域,本文统称为廊道区。

2 城市廊道效应的基本特征

2.1 城市景观规划中的两种廊道效应

研究表明,中国与世界上许多进入成熟期的特大城市景观结构是一种环射型蛛网结构^[6],例如:伦敦、巴黎、莫斯科、柏林、东京、上海、北京、天津等。城市景观是相当时期内,在自然力、社会力、经济力综合作用下,对城市空间进行开发、建设与改造的结果。理论上可证明,从单纯经济角度出发,在城市中心和交通干线共同作用下,城市景观结构是在中心与干线形成的多边形实际地价梯度场向同心圆理想地价梯度场趋同的动态过程中形成的,称为人工廊道效应^[7]。在单纯经济利益趋动下,城市本质上存在摊大饼倾向。许多发达国家或发展中国家的城市化经验教训已经表明,城市摊大饼的景观格局,不仅严重破坏城市生态系统中人与自然的平衡,而且由于市区交通动脉瘫痪加速中心区衰亡,使城市进一步向外蔓延造成土地资源的极大浪费。为避免这种状况,必须考虑利用自然廊道(河流、植被带、公园绿地、农田等)来限制这种无节制的摊大饼发展,自然廊道的存在有利于吸收、排放、降低和缓解城市污染,减少中心市区人口密度和交通流量,提高土地利用集约化、高效化,称为自然廊道效应。城市景观规划要综合考虑这两种廊道效应。

2.2 廊道效益递减率与效益分界点

产生廊道效应的实质在于围绕廊道一定范围内存在效益梯度场,廊道效益由中心向外逐步衰减,遵循距离衰减率,理论上可以用对数衰减函数表示^[8]:

$$D = f(e) = a \ln \frac{a \pm \sqrt{a^2 - e^2}}{e} \mp \sqrt{a^2 - e^2} \quad (1)$$

其函数图形如图1所示,式中 e 表示梯度场效益, D 表示距离, a 是常数表示最大廊道效益。从图1可

以看出,当距离由 d_1 扩展到 d_3 时,廊道效益由 e_1 降低到 e_3 ,引起城市景观结构单元由中心向外成带状排列。类似的效益梯度场可以推广到城市中心产生的同心圆状梯度场,如图 1 下部的虚线所示。为使问题简化,本文假定人工廊道主要产生经济效益 V ,自然廊道产生环境效益 E ,并且不考虑叠加效益,两种廊道效应产生的曲线交点 F ,即廊道效益分界点。在 F 点的左侧 $V > E$,成为人工廊道区,在 F 点的右侧 $V < E$,成为自然廊道区,因此由 F 确定的 D_1 点就是两种廊道效应最佳分界点距离(图 2)。

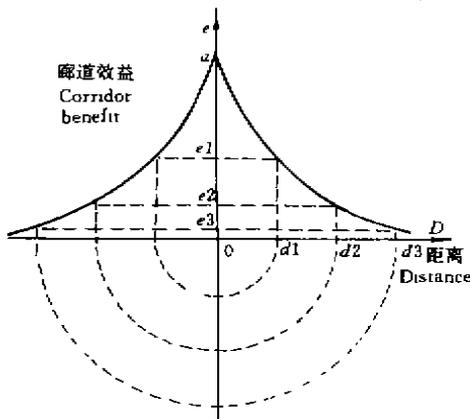


图 1 城市廊道距离衰减函数曲线

Fig. 1 The curve of distance-decay function of urban corridor

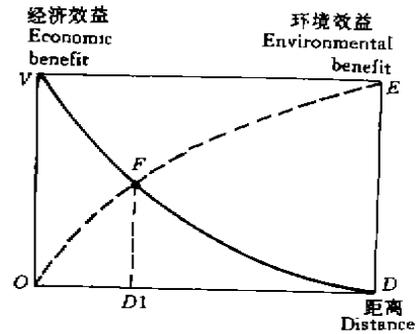


图 2 人工与自然廊道两种效益曲线

Fig. 2 Two curves of corridor benefits

2.3 廊道效益分界点的位移与自然廊道形变

城市空间扩展中,在单纯经济利益趋动下,存在人工廊道不断强化和对自然廊道的挤压过程,图 3 表示城市某方向人工廊道不断强化,如提高道路等级、多种道路干线复合化、立体化等,使得人工廊道效应提高,形成 L_1 、 L_2 、 L_3 等 3 条等效益曲线,与自然效益曲线分别相交于 F_1 、 F_2 、 F_3 点,因而产生效益分界点 F 的位移,即从 F_1 移动到 F_3 ,在城市景观中表现为建成区由 D_1 扩展到 D_3 ,环射状人工廊道对自然廊道的压缩,必然使自然廊道在城乡交错带产生形变,在理想状态下自然廊道的端点可以用半立方抛物线模型式 2(又称奈依尔曲线)描述^[9]。

$$E = a + b \times D^{3/2} \quad (2)$$

式中 E 代表廊道效应场的作用强度; D 表示距中心距离; a 、 b 是两个系数。为研究自然廊道的形变过程,本文定义:半立方抛物线的端点 A 为廊道的顶点; BAB' 、 CAC' 、 DAD' 分别为廊道锋面(图 4)。为研究方便,本文首先假定顶点不动,即 a 为常数,廊道锋面与系数 b 的关系,当 b 由 b_1 降到 b_3 时,廊道锋面由 BAB' 变形为 DAD' ,其景观学意义表现为自然廊道在人工廊道场效应的压缩下,锋面角度不断缩小,最后形成条带状或线状,例如:北京市区的通惠河、西坝河廊道;其次假定锋面不变, b 为常数,廊道顶点与系数 a 的关系,当 a 由 a_1 变动到 a_3 时,廊道顶点远离市中心,其景观学意义表现为自然廊道在中心场效应的压力下,被迫远离市中心(图 5)。例如北京旧城郊外的自然廊道区只剩下 4 个效坛及部分公园变为嵌块体(patch)得以保存。城市摊大饼过程中,自然廊道的顶点和锋面同时受到排挤而发生变形、破损、断裂甚至完全消失,例如 50、60 年代位于北京西北部八大学院和中关村周围地区的大片农田,绝大部分已退出四环路以外。

2.4 廊道效益分界点的调整

当两条人工廊道过于接近(图6),两条经济效益曲线相交于F点,如果自然效益曲线A低于F点,在单纯经济利益驱动下,自然廊道完全被挤占,城市必然向摊大饼方向发展。这种情况下,如果能人为提高自然廊道的综合效益,例如将普通农田改造为集约化菜蔬基地,水面、河道改造为大型森林公园、游乐场或旅游度假村,或依城市规划法确定城市森林廊道区,即增加自然廊道的社会、经济、环境效益到图6的V',则形成的环境效益曲线B与两条经济效益曲线分别相交于F1和F2,可以在两条人工廊道之间形成由D1到D2的自然廊道区。

3 面向21世纪的北京中心市区景观结构设想

3.1 北京市区廊道扩展基本特征

根据文献[10]的1:10万城市发展图,北京市空间扩展数据截止到1990年,在野外调查的基础上,根据1995年、1996年北京交通图、北京旅游交通图等图件对北京建成区的空间扩展修正到1995年。为使问题明确化,本文将北京中心市区廊道扩展分为1949年、1965年和1995的3个时间界线,并以天安门广场和东西长安街的交点为中心分为东(E)、东南(SE)、南(S)、西南(SW)、西(W)、西北(NW)、北(N)、东北(NE)8个方位,并尽量与放射状的交通干线吻合。从中分析以下规律:1949年北京中心市区的空间形态基本是种封闭型向心结构,仅在东北和西北方向略有扩展;1965年已具有明显的方向指向性,特别是西部扩展明显;1995年东部和西部廊道扩展尤为明显。

3.2 北京市区廊道扩展预测

庞德等人深入研究加拿大的多伦多和蒙特利尔两个城市边缘带不同时期城乡土地转换规律,提出城市土地转移模型^[11],本文在此基础上改造,提出城市廊道预测模型式(3)。为较客观地分析中长期发展趋势,本文没有用近年快速增长率,而采用建国以来46a各廊道的年均增长率,分别对2000年、2010年和2030年3个时期的城市廊道空间扩展的可能趋势进行预测。

城市廊道预测模型:

$$DL_t = PLAt + NL_t \cdot n \quad (3)$$

式中 DL_t 为预测年期廊道长度; $PLAt$ 为

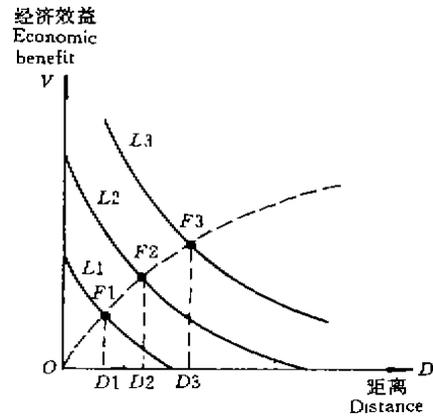


图3 人工廊道效益提高后的廊道效益分界点位移
Fig. 3 The moving of benefit point for the increasing AC benefits

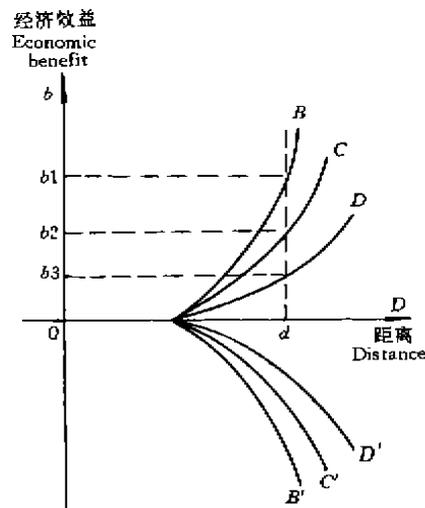


图4 自然廊道锋面形变过程
Fig. 4 The changing of frontal surface in natural corridor

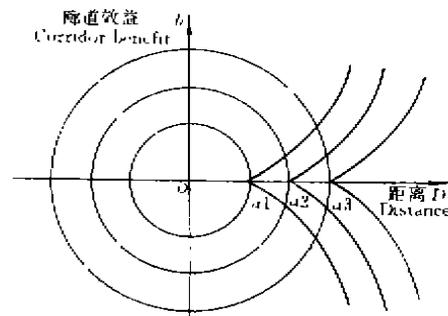


图5 自然廊道顶点移动过程
Fig. 5 The moving process of frontal point in natural corridor

基期(1995年)城市廊道长度(NL_i 为年均廊道扩展系数; n 为预测年期; $i=1,2,3,\dots,8$,表示8个人工廊道。考虑到北京建成区西部廊道扩展受到山地阻挡,2000年后大规模向西扩展已不可能,修正后的预测结果列入表1,从中分析以下特点:

(1)2000年前北京建成区空间扩展仍以东西廊道为主,西部廊道扩展快于东部2.2km。由于山地的阻挡作用达到西部最大扩展半径24km。2000年后北京建成区向西扩展的能量通过西南廊道和西北廊道释放。西南廊道经西客站、丰台继续沿京石高速公路扩展,西北廊道经过清河、西三旗继续沿京昌高速公路扩展。

(2)2010年东部廊道成为建成区扩展主导方向,因此不但定福庄和通州成为北京建成区的一部分,而且在无阻碍情况下继续向通州东部扩展。同时带动东北廊道经酒仙桥继续向首都机场扩展,东南廊道经易庄继续沿京津高速公路扩展。

(3)北京建成区南北廊道扩展明显低于其他廊道,为保护古都北京南北中轴线城市景观,北京市没有建设南北向高等级交通干线,在很大程度上阻止了南北廊道的扩展。根据预测模型,北部廊道扩展将越过亚运村抵达立水桥,南部扩展将超过大红门、南苑后继续外延。如果不采取有效措施,北到亚运村、南到大红门的规划方案在2000年后很难保证。

3.3 由传统分散集团式转向星状分散集团式景观格局

根据北京国际大都市发展的需要,一方面考虑到城市人口与经济能量沿人工廊道向外辐射的必然性,另一方面为避免城市摊大饼弊病,本文提出:北京分散集团式应抓住目前有利时机转向星状分散集团式格局。所谓星状分散集团式城市景观,指建成区沿主要交通干线象海星触角式向外扩展,在这些轴线上通过绿地的分割作用产生一系列间断的分散集团、飞地、子城或卫星城,在各星状长轴之间形成插入市中心的楔状绿地。对未来北京星状分散集团式景观结构设想如下:

(1)北京作为世界文明古都,在“择中论”与“天人合一”的传统规划体系影响下,皇城居中,将北海、中南海、景山、护城河等山水景观引入市中心,这对CBD的建设虽然有影响,但是对保持城市生态平衡、维护古都风貌有深远意义。应加大中心市区的绿化力度,使北海、中南海、景山、什刹海、故宫、天安门等地区成为大都市名符其实的“绿心”。

(2)在分散集团规划基础上,可沿京通、京津唐、京石、京昌、机场路等主要交通干线形成8至10条星状扩展廊道,利用公路、高速公路和未来地铁、轻轨铁路等集约化、立体化交通网和公共交通工具引导人口流快速、便捷地集散,充分发挥人工廊道的经济效益。同时根据廊道综合效益理论,使部分水面、农田向大型公园、游乐场、旅游渡假村、集约化菜蔬基地等高效益等级转化。迫使位于廊

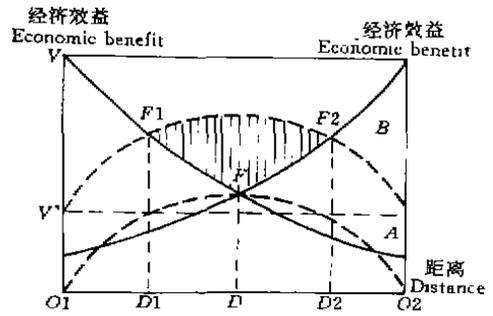


图6 自然廊道区在两条人工廊道之间形成的条件
Fig. 6 The condition of existing natural corridor between artificial corridors

表1 北京中心市区8个廊道未来3时期空间扩展预测*(km)

Table 1 Prediction of growth rates of 8 corridors in Beijing

廊道 Corridor	时期 Period		
	2000年	2010年	2030年
南方 S	15.1	17.3	21.7
西南方 SW	17.3	19.9	25.1
西方 W	24.0	24.0	24.0
西北方 NW	18.2	20.6	25.4
北方 N	12.8	14.4	17.6
东北方 NE	13.8	15.4	18.6
东方 E	21.8	25.4	32.6
东南方 SE	12.9	14.8	18.65

* 表中预测数据的基期以各廊道及其周围建成区相连成片为准,廊道扩展系数是根据建国以来各廊道年均增长量确定的较保守趋势,如果排除规划控制、重大社会经济动荡和自然灾害影响,实际空间扩展强度可能更大。

道附近的分散集团、飞地等向远处扩散。

(3)在两条人工廊道之间建立以植被带为主的自然廊道区,可利用河道、水面、集约化菜蔬基地和大型森林公园等形成楔状绿地插入建成区内部,从而有效阻止建成区摊大饼扩展。即全力保留或恢复北京西北部地区的京密引水渠和永定河引水渠为主的自然廊道区,西南部地区与永定河之间的自然廊道区,东南部地区凉水河流域自然廊道区,东部地区通惠河流域自然廊道区,东北部地区与温榆河之间的自然廊道区,同时尽可能保持二、三环的绿化带,扩大四环绿化带。在自然廊道区进行城市建设的应征收高额土地使用税费,用于环境建设及生态恢复。

(4)阻止城市摊大饼最有效措施是限制中心市区同心圆扩展,把以控制城市长轴为主的调控策略改为以短轴(城市内接圆半径)控制为主,即采取严厉措施阻止破坏楔状绿地,限制短轴发展。城市自然廊道顶点是自然景观与人工景观作用的焦点,是限制成区内接圆摊大饼的关键点,将紫竹院、玉渊潭、莲花池、陶然亭、龙潭湖、农展馆、太阳宫北村、亚运村、圆明园(或八大学院建成城市森林式学院)等自然廊道顶点作为限制短轴扩展的绿色屏障,在其以外地区避免建设高等级交通干线破坏自然廊道的场效应,迫使城市向星状分散集团式格局发展。

4 结论

由于存在城市中心场和廊道效应场,在单纯经济利益趋动下,城市本质上存在摊大饼的倾向,这将严重破坏城市合理景观结构与生态平衡。本文试运用景观生态学的廊道效应原理,通过城市廊道模型研究人工廊道与自然廊道相互作用过程及其内在机制,并将自然廊道引入城市景观生态规划体系中。

参考文献

- 1 浦朝阳,崔兰英. 贯彻落实北京城市总体规划,确保绿化隔离地区的绿化建设. 北京规划建设,1994,(6):10~13
- 2 周一星. 北京的郊区化及引发的思考. 地理科学,1996,16(3):198~205
- 3 Berry, Brian J L and Gillard, Quentin. The Changing Shape of Metropolitan America, Commuting Patterns, Urban Fields and Decentralization Processes, 1960~1970. Cambridge, MA: Ballinger Publishing Co. 1977
- 4 Edward J Taaffe, Shaul Krakover and Howard L Gauthier. Interactions Between Spread-and-backwash, Population Turnaround and Corridor Effects in the Intermetropolitan Periphery. A Case Study. *Urban Geography*. 1992, 13(6): 303~333
- 5 Forman R and Godron M. 景观生态学. 肖笃宁等译. 北京: 科学出版社, 1990. 67~84
- 6 宗跃光. 城市景观规划的理论和方法. 北京: 中国科学技术出版社, 1993. 115~168
- 7 宗跃光. 地价梯度场与城市房地产空间开发. 房地产评估. 1996,(80):18~24
- 8 归行茂等. 数学手册. 上海: 上海科学普及出版社, 1993. 119
- 9 王文才等. 数学小词典. 北京: 科学技术文献出版社, 1983. 7
- 10 北京地图集编制组. 北京地图集. 北京: 测绘出版社, 1993. 74~75
- 11 Bruce Pond & Maurice Yeates. Rural/Urban Land Conversion I: Estimating the Direct and Indirect Impacts. *Urban Geography*. 1993, 14(4): 323~326