

武汉市道路网空间结构与住宅地价的协同性分析

邹利林¹, 胡学东², 梁发超¹, 何建刚³

(1. 华侨大学 公共管理学院, 福建 泉州 362021;
2. 中国地质大学 公共管理学院, 湖北 武汉 430074;
3. 武汉大学 遥感信息工程学院, 湖北 武汉 430072)

摘要: 采用空间句法,从道路可达性与空间结构认知程度相结合的角度探索武汉市道路网空间结构与住宅地价的协同关系.研究表明:武汉市已经形成了以环线为主、中心辐射为特征的道路交通网络,在政府政策、城市规划与基础交通网络建设的引导下,武汉市居住空间正逐步形成团簇状居住模式;可达性较好的区域往往具有较强的空间认知程度,这种建立在道路可达性基础上的空间认知会产生倍增地价的效果,道路空间结构与住宅地价拟合度为 0.736.

关键词: 道路网结构; 住宅地价; 空间句法; 协同性; 武汉市

中图分类号: U 412.37(263); F 239.3 **文献标志码:** A

住宅用地的价格是塑造城市空间结构的基本参量,影响住宅地价的因素众多,道路网空间结构是主要影响因素之一^[1-2].目前,学术界主要以道路的规格、等级、功能等为指标衡量道路通达度对住宅地价影响,这种以强调道路物理属性为主的评价方式往往导致评估结果与实际存在较大偏差.究其原因,除了方法本身在指标量化过程中主观意识太强以外,居民对道路空间认知和理解的差异也是偏差产生的重要原因.在城市空间中,居住区位决策行为会受到空间认知程度的影响,而路网形成的城市公共空间是认知发生的基本场所,如果某个空间被识别、选择和记忆的机率越大,则意味着该空间的通达能力越强或承载的人流和车流越多,进而引起周边住宅地价水平越高或增值潜力越大^[3].因此,有必要从空间认知的视角考察道路可达性对住宅地价的影响.空间句法主要通过构建街道路网的空间模型揭示两者之间相互作用、相互影响的耦合关系,从而考察其对城市土地利用的影响^[4-5].因此,空间句法被广泛用于城市公共空间、商业空间(如零售业、写字楼、商业中心等)、居住空间等^[6-10]不同用地空间与道路可达性的定量关系研究,并有学者将其用于揭示道路可达性与商业地价的关系^[11-12].本文运用空间句法理论与方法,探索武汉市道路网空间结构与住宅地价的协同关系.

1 研究数据与方法

1.1 研究数据

研究数据主要包括道路网数据、住宅用地出让地价数据和住宅组团数据.道路网数据主要来源于《武汉市道路水系绿地图》(2012 年),并依据 Google 地图进行补充完善,住宅地价数据主要选择 2003—2011 年武汉市主城区出让的住宅用地和部分商住综合用地样点.经过筛选、缺值处理、异常点排除,以及容积率修正、交易期日修正等预处理后,统一换算为容积率等于 2.0 时的楼面地价,最终形成 308 个样点.住宅组团的划分主要参照文献[13],并依据《武汉市城市总体规划(2010—2020 年)》以及当前发展状况进行适当调整,最终形成 22 个住宅组团.样点数据处理过程和住宅组团具体范围参照文献[14].

收稿日期: 2015-06-15

通信作者: 邹利林(1984-),男,讲师,博士,主要从事土地评价和土地利用规划的研究. E-mail: cug_zll0303@163.com.

基金项目: 华侨大学科研启动项目(13SKBS212)

地价样点分布和住宅组团划分,如图 1 所示.

1.2 研究方法思路

空间句法通过将城市大尺度空间分割为小尺度空间提取城市形态的基本特征,建立小尺度空间形态结构特征的连接图,基于图论和可视性,剖析连接图中小尺度空间之间的连接情况,计算一系列的形态变量,从而达到对整个大尺度系统的结构形态的整体认识与把握^[6]. 其流程及研究思路可分为以下 4 个步骤.

1) 空间尺度划分与空间分割. 在道路网数据基础上,运用 CAD 2010 提取道路轴线(3 084 条),将绘制的轴线导入 Depthmap 软件,并将其转换成线段(10 886 条),形成武汉市道路网的轴线图,如图 2 所示.

2) 建立小尺度空间形态结构特征的连接图. 将用轴线分割后的空间依据空间邻接关系连接起来建立小尺度空间连接图,连接图将原来难以言表的空间关系图解为轴线间的拓扑深度关系,并以不同颜色将其大小可视化呈现出来.

3) 计算拓扑形态分析变量. 主要采用拓扑形态描述参量,如集成度、选择度、线段长度和节点数.

4) 道路空间结构与住宅地价的协同性分析. 以住宅组团为单位,分析表征道路空间结构的句法参数与住宅平均楼面地价的相关性,以揭示道路空间结构与住宅地价的协同关系. 主要运用 Depthmap 软件进行空间句法运算,ArcGIS 10.0 进行图形输出与空间分析,SPSS 19.0 进行相关性分析.

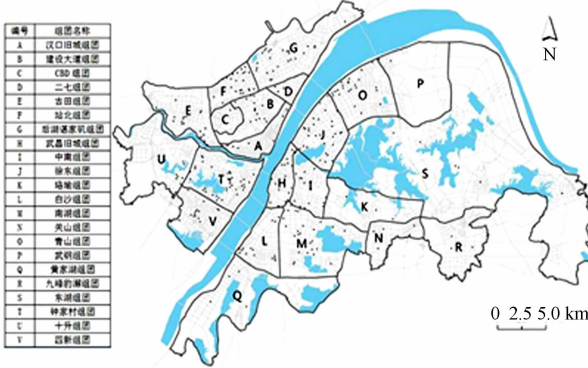


图 1 地价样点和住宅组团

Fig. 1 Land samples and residential groups

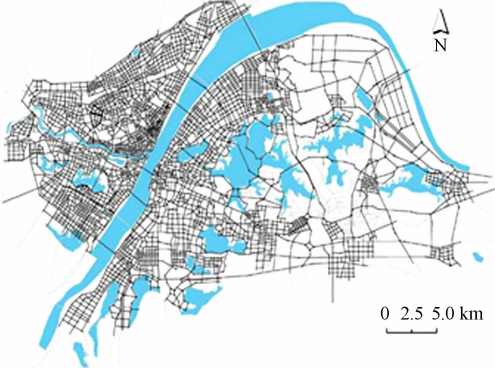


图 2 武汉市道路网轴线图

Fig. 2 Axial map of streets in urban area of Wuhan City

2 结果与分析

2.1 便捷性分析

空间句法理论主要运用集成度衡量不同空间的便捷程度,其意义在于城市中每一个居住空间均有一个对应的集成度值表述其在道路网结构中的便捷程度. 该值越高的空间便捷性越好,吸引到达交通的潜力越强,并具有可达性、集成性及渗透性优势^[15]. 根据拓扑分析步数/半径的不同,集成度分为全局集成度和局部集成度. 全局集成度是指城市中任一空间到达其他所有空间的可能性,用于反映车辆出行的活动范围. 局部集成度是指城市中任一空间到达与其拓扑距离在 3 步以内的其他所有空间的可能性,用于反映步行出行的活动范围.

武汉市全局集成度,如图 3 所示. 由图 3 可知:以交通干道为骨架的公共空间是城市人流、车流集聚的主要场所,说明武汉市已经形成较为成熟的道路结构框架;汉口地区的发展大道、汉阳地区的汉阳大道以及武昌地区的和平大道是武汉三镇内部活动最为活跃的核心地带,以此为中心向四周辐射的解放大道、龙阳大道、江城大道、珞瑜东路等则成为联系武汉城市中心与周边各个地区的纽带.

武汉市局部集成度,如图 4 所示. 由图 4 可知:城市次干道和支路的集成度明显高于主干道,这符合空间句法理论中全局和局部集成度对不同出行方式活动范围的考察. 局部集成度较高的地区多为人流活跃地区或政府重点规划的人口集聚区,如汉口旧城组团、站北组团、古田组团、四新组团、徐东组团和青山组团等,说明政府政策与城市规划的引导和基础交通网络的构建是推动居住区建设的基本条件.



图 3 全局集成度

Fig. 3 Total integration degree

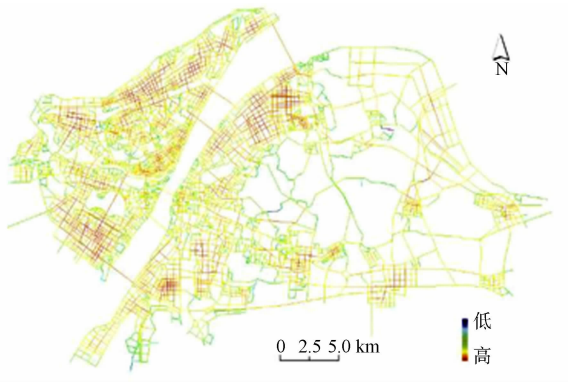


图 4 局部集成度

Fig. 4 Local integration degree

2.2 穿行性分析

在城市人与车的移动过程中,某些道路因具备特殊属性(区位、景观、通达性等)而具有较高的穿行频率,空间句法理论用选择度衡量这种频率的大小. 选择度表述为一个空间作为系统内任意两个空间之间最短拓扑路径的必经之路而被经过的次数,考察的是空间单元在空间系统中作为出行的最短路径所具备的优势^[16]. 换言之,在城市范围内某条道路的选择度较高,意味着其被选择的频率较高,扮演着重要交通枢纽的角色,从而周边地块的价格相应较高. 同样,选择度也有全局选择度和局部选择度之分,前者主要考察整个空间系统中所有空间被选择作为最短路径的次数,后者主要考察拓扑距离在 3 步以内的空间被选作为最短路径的次数.

武汉市全局选择度,如图 5 所示. 由图 5 可知:以快速干道为主的环线交通是长距离出行的主要通道,说明环线交通极大地改善了武汉市内外通行能力,也拉动了四新组团、关山组团、后湖谌家矶组团等外围居住区的地价水平;汉口的沿江大道、中山大道、建设大道和武昌的中山路-友谊大道、珞瑜路-珞瑜东路、八一路以及汉阳的江城大道、鹦鹉大道和龙阳大道也各自承载着较大的人流与车流,成为武汉市住宅地价水平相对较高的集聚地段.

武汉市局部选择度,如图 6 所示. 由图 6 可知:居民更多地选择社区支路作为步行出行的主要通道,即对社区支路的依赖性要明显强于城市干道. 由选择度的全局和局部差异可知:长距离出行具有较强的目标性,居民往往偏向于选择速度较快的城市干道为主要的出行通道;而短距离出行具有随意性,往往会形成比较明显的以社区为中心的集聚特征. 因此,随着拓扑步数/半径的增加,选择度高的轴线会逐渐由社区集中向城市范围的主要干道扩散,即随着日常出行距离的增加,居民对通达性越好的城市干道周边居住区的偏好会逐渐增强.



图 5 全局选择度

Fig. 5 Total choice degree

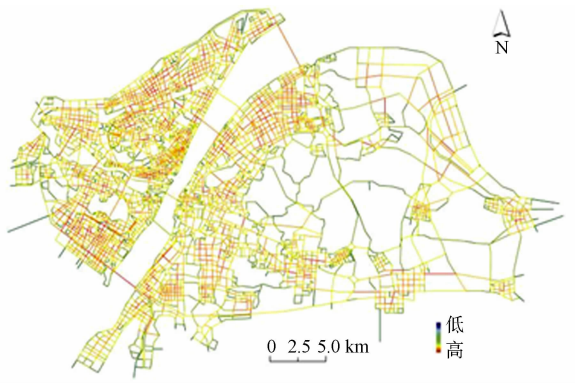


图 6 局部选择度

Fig. 6 Local choice degree

2.3 路网密度分析

空间句法理论提供了线段长度和节点数两个参数揭示不同空间路网密度的大小. 线段长度是指以某个线段的中点为中心作一定半径的圆,将所有中点落在圆内线段的长度加总就表示以这个线段为中

心的长度密度. 节点数是指以某个线段的中点为中心作一定半径的圆, 将所有中点落在圆内线段的数量加总就表示以这个线段为中心的数量密度. 为了更好地考察武汉市路网密度对住宅地价的影响, 以 1 km^2 的活动范围作为研究的基本尺度单元, 换算为活动半径约为 564 m 的范围.

1 km^2 范围内线段长度, 如图 7 所示. 由图 7 可知: 武汉市路网长度密度较高的地区主要坍塌在汉口旧城组团、CAD 组团、站北组团、钟家村组团、四新组团、武昌旧城组团、白沙组团、青山组团和关山组团, 这些地区基本都是成熟的人口密集居住地区或重点规划居住区, 这与集成度的分析结果基本一致, 表明路网的高强度集聚预示着城市中相对充满活力的街区, 该类区域较易诱发高地价.

1 km^2 范围内节点数, 如图 8 所示. 由图 8 可知: 线段的数量分布与长度分布具有趋同性, 说明武汉主城区城市基础道路设施建设较为完善. 由图 7, 8 可知: 汉口旧城组团无论是线段长度还是节点数都是最高的, 对应的平均住宅楼面地价也是最高的. 这主要是因为该区域形成时期较早, 城市街块较为细小, 且城市肌理较为细碎, 在后来发展过程中, 逐渐演变为武汉市乃至整个华中地区最繁华的商业集聚地(汉正街), 而这些老街区仍然发挥着重要的功能性作用, 成为武汉市的核心街区.

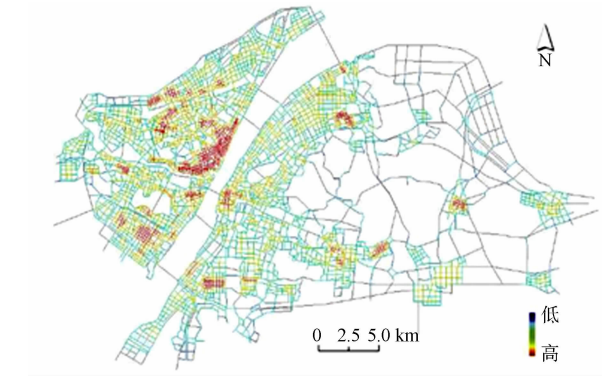


图 7 1 km^2 范围内线段长度

Fig. 7 Segment length in one square kilometer

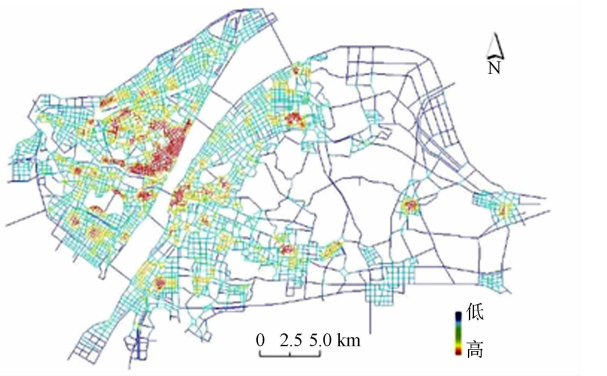


图 8 1 km^2 范围内节点数

Fig. 8 Node number in one square kilometer

2.4 协同性分析

空间句法理论认为土地价格是通过人车的流动与汇集而产生, 而城市路网结构则扮演着中介的角色, 成为连接不同用地间的纽带. 在这个过程中, 城市路网结构在自组织和他组织的作用下形成强弱分明的通达能力, 那些能力较强的区域往往因为竞争优势而获得更多的开发利用机会, 较高的开发利用也倍增了街区的吸引力, 这种建立在路网结构与人车流相互关系基础上的叠加效果在空间句法理论中被称为倍增效果^[3]. 倍增效果反映在地价水平上就表现为倍增地价, 即城市路网结构与地价之间必然存在某种协同关系.

住宅组团的句法参数, 如表 1 所示. 表 1 中: 数据为 Depthmap 软件计算所得; 集成度与选择度为经自然对数压缩后各组团的平均值; 线段长度与节点数为中位数; 楼面均价为住宅用地出让价格的组团平均值. 由表 1 可知: 住宅用地楼面均价较高的汉口旧城组团、二七组团、建设大道组团、青山组团、武昌旧城组团、徐东组团全局集成度、全局选择度、线段长度和节点数较大, 而局部集成度和局部选择度较小.

究其原因, 一方面, 以住宅组团为基本空间单元尺度偏大, 导致反映空间关系的全局性指标要明显大于局部性指标; 另一方面, 武汉市基本形成团簇状居住模式, 导致揭示组团内部可达性的线段长度和节点数对地价的影响相对突出. CBD 组团在集成度和全局选择度上均处于中等水平, 并且其可理解性水平(0.352)较低, 说明该空间不容易被行走于其中的人把握和理解. 这明显与其在武汉城市功能规划中的地位不符, 削弱了其住宅地价的区位优势, 也说明武汉市 CBD 建设目前还处于内部基础设施完善的初级阶段, 必须尽快加强该区域与周边地区的交通联系. 处于三环线外围的武钢组团、九峰豹澥组团和黄家湖组团基本被排斥在武汉市道路交通核心网络之外, 仍处于自我发展或伺机发展的建设状态.

为了进一步揭示道路网结构与住宅地价的相关关系, 对住宅楼面均价与句法参数进行相关性分析. 住宅地价 Pearson 相关系数的全局集成度、局部集成度、全局选择度、局部选择度、线段长度、节点数、整体拟合度分别为 0.815^{***} , 0.311 , 0.441^{**} , 0.381^{*} , 0.656^{***} , 0.733^{***} , 0.736^{***} . “***”, “**”,

“*”分别在 1%,5%,10%水平上显著. 由此可知:相关系数整体通过了 1%的显著性检验,且拟合度为 0.736,道路可达性和居民对城市空间组织的认知程度与区域住宅地价水平具有较强的相关性. 在分项检验中,全局集成度、线段长度和节点数均通过了 1%的显著性检验,仅有局部集成度未通过显著性检验,也进一步证实了武汉市城市道路网的可达性与居民对其的空间认知程度对住宅地价具有显著影响.

表 1 住宅组团的句法参数

Tab. 1 Syntactic parameters of residential groups

住宅组团	全局集成度	局部集成度	全局选择度	局部选择度	线段长度/m	节点数	楼面均价/元·m ⁻²
CBD 组团	7.608	3.155	10.791	3.573	3 793.817	24	2 635
白沙组团	7.604	3.251	11.551	3.659	3 078.997	17	1 512
东湖组团	7.416	3.050	10.700	3.327	2 264.569	8	913
二七组团	7.754	3.162	11.287	3.591	2 873.912	14	4 391
古田组团	7.657	3.146	10.817	3.509	2 810.574	13	2 645
关山组团	7.479	3.153	10.621	3.537	3 510.302	17	2 464
汉口旧城组团	7.661	3.212	11.118	3.631	5 408.317	42	4 430
后湖谏家矶组团	7.644	3.213	10.906	3.599	2 724.532	11	2 859
黄家湖组团	7.435	3.020	10.025	3.317	2 168.248	8	1 159
建设大道组团	7.659	3.102	11.007	3.447	3 572.737	23	3 695
九峰豹澥组团	7.527	3.166	10.970	3.560	2 351.132	6	1 209
珞瑜组团	7.535	2.939	10.617	3.208	2 510.020	13	1 785
南湖组团	7.528	3.110	10.997	3.447	2 600.426	13	1 984
青山组团	7.654	3.293	11.333	3.698	3 104.866	16	3 110
十升组团	7.535	3.089	10.303	3.454	2 677.069	11	1 830
四新组团	7.614	3.277	10.799	3.728	3 644.853	16	2 329
武昌旧城组团	7.684	3.052	11.169	3.393	3 479.443	23	3 036
武钢组团	7.525	2.939	10.562	3.219	2 303.773	10	1 787
徐东组团	7.710	3.165	11.303	3.570	2 836.201	14	2 921
站北组团	7.651	3.292	11.124	3.728	3 945.196	20	1 952
中南组团	7.577	3.113	10.969	3.458	2 943.533	19	2 841
钟家村组团	7.612	3.060	10.527	3.434	3 152.194	18	2 568

3 结论

从道路空间结构来看,武汉市已经初步形成了以环线为主、中心辐射的道路交通网络框架,特别是以快速干道为主的环线交通极大地改善了武汉市内外通行能力,居民对通达性越好的城市干道周边居住区的偏好随着日常出行距离的增加逐渐增强,并且在政府政策、城市规划与基础交通网络建设的引导下城市居住空间正逐步形成团簇状居住模式,而道路的通达能力与居民的认知程度差异则暗示着区域建设的不同阶段和功能定位.

从道路网空间结构与住宅地价的协同性分析来看,那些可达性较好的区域因具有竞争优势而获得更多的开发利用机会,较高的开发利用也倍增了街区的吸引力,这种建立在路网结构与人车流相互关系基础上的空间认知会产生倍增地价的效果,并且住宅平均楼面地价与句法参数整体通过了 1%的显著性检验,且拟合度为 0.736,也进一步说明道路可达性和居民对城市空间组织的认知程度与区域住宅地价水平具有较强的相关性.

为探索道路网结构及其可达性对住宅地价的影响提供了新的切入点,但在研究空间单元尺度、不同土地利用类型的价格、句法参数运用、道路体系与节点的影响等方面也还有诸多改进的空间,这将是今后研究的方向.

参考文献:

[1] 郝前进,陈杰. 到 CBD 距离、交通可达性与上海住宅价格的地理空间差异[J]. 世界经济文汇,2007(1):22-35.

[2] 邹利林,杨俊,胡学东. 中国城市住宅价格时空演变研究进展与展望[J]. 地理科学进展,2013,32(10):1479-1489.

[3] HILLIER B,HANSON J. The social logic of space[M]. London:Cambridge University Press,1984:24-35.

[4] 徐晓燕,曲静,叶鹏. 基于空间句法的住区配套商业设施可达性研究[J]. 规划师,2012,28(2):244-248.

[5] 吴志军,田逢军. 基于空间句法的城市游憩空间形态特征分析:以南昌市主城区为例[J]. 经济地理,2012,32(6):156-161.

[6] KOOHSARI M J,KACZYNSKI A T,GILES-CORTI B,et al. Effects of access to public open spaces on walking: Is proximity enough[J]. Landscape and Urban Planning,2013(117):92-99.

[7] TSOU K,CHENG H. The effect of multiple urban network structures on retail patterns: A case study in Taipei, Taiwan[J]. Cities,2013(32):13-23.

[8] HONG K K,DONG W S. An analysis of the relationship between land use density of office buildings and urban street configuration: Case studies of two areas in Seoul by space syntax analysis[J]. Cities,2002,19(6):409-418.

[9] 樊文平,石忆邵,车建仁,等. 基于 GIS 与空间句法的道路网结构对城市商业中心布局的影响[J]. 中山大学学报:自然科学版,2011,50(3):112-117.

[10] JEONG S K,BAN Y U. The spatial configurations in South Korean apartments built between 1972 and 2000[J]. Habitat International,2014(42):90-102.

[11] 段瑞兰,郑新奇. 基于空间句法的城市道路结构与地价关系研究[J]. 测绘科学,2004,29(5):76-79.

[12] 张伟伟,赵忠君,王敦. 基准地价的空間句法研究:以黄石为例[J]. 测绘科学,2011,36(6):195-197.

[13] 冯艳. 1990 年代以来武汉城市土地开发及空间发展规律研究[D]. 武汉:华中科技大学,2007:18-21.

[14] 邹利林. 城市住宅地价时空演变及影响因素研究[D]. 武汉:中国地质大学,2013:43-51.

[15] BARAN P K,RODRIGUZE D A,KHATTAK A J. Space syntax and walking in a new urbanism and suburban neighborhoods[J]. Urban Design,2008,13(1):5-28.

[16] 江斌,黄波,陆锋. GIS 环境下的空间分析和地学可视化[M]. 北京:高等教育出版社,2002:25-38.

Cooperativity Analysis on the Road Network Topology and Residential Land Price in Wuhan City

ZOU Li-lin¹, HU Xue-dong², LIANG Fa-chao¹, HE Jian-gang³

(1. College of Public Administration, Huaqiao University, Quanzhou 362021, China;
2. School of Public Administration, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China;
3. School of Remote Sensing and Information Engineering, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

Abstract: The spatial syntax was used to investigate the cooperativity between the road network topology and the residential land price from the perspective of combining the road accessibility and spatial recognition degree. Taking Wuhan as the example, the results show that the road traffic network is characterized by the road rings system and radiation from the center. The cluster residential patterns have formed which was guided by the government policy, urban planning and basic traffic network construction. The results also show that the better road accessibility, the deeper spatial cognition degree, and this kind of spatial cognition based on the road accessibility had a multiplier effect on land price, the fitting degree between the road network topology and the residential land price is 0.736.

Keywords: road network topology; residential land price; space syntax; cooperativity; Wuhan City

(责任编辑: 钱筠 英文审校: 方德平)