

基于空间句法的米脂县城空间形态优化策略研究

黄嘉颖¹, 刘业鹏², 吴左宾²

(1. 西安建筑科技大学建筑学院, 陕西 西安 710055; 2. 西安建筑科技大学城市规划设计研究院, 陕西 西安 710055)

摘要: 空间句法为城市空间的量化研究提供了有力的支撑条件。以米脂县城为研究对象, 通过空间句法分析工具, 建立米脂县城的空间轴线模型, 并选取全局集成度、局部集成度和智能度三个参数, 对2009年现状空间形态与2014年现状空间形态、2009版总体规划空间形态与2014版总体规划空间形态进行量化的分析与分组比较研究。在此基础上, 深入剖析米脂县城的空间形态发展趋势以及两版总体规划对该趋势的应对, 并在2014版总体规划的基础上提出米脂县城空间形态的优化策略。

关键词: 空间句法; 米脂县城; 空间形态; 优化

中图分类号: TU981

文献标志码: A

文章编号: 1006-7930(2016)03-0388-07

Study on the space form optimization strategy of Mizhi county based on space syntax

HUANG Jiaying¹, LIU Yepeng², WU Zuobin²

(1. School of Architecture, Xi'an Univ. of Arch. & Tech., Xi'an 710055, China;

2. Institute of Urban Planning & Design, Xi'an Univ. of Arch. & Tech., Xi'an 710055, China)

Abstract: Space syntax provides strong support conditions for the quantitative study of urban space. In this paper, taking Mizhi County as the research object, the spatial axis model is established by using the space syntax analysis technique and choosing three parameters to carry out the research---the global integration value, the local integration value, and the intelligibility. Then the paper carried out quantitative analysis and group comparative study of the spatial form of status in 2009 and 2014, the spatial form of overall plan in 2009 and 2014. With all this work, the space form trends of Mizhi County and the response of overall plan in 2009 and 2014 can be found. Accordingly, optimization programs are brought forward. In the end, the paper tested the programs by space syntax.

Key words: space syntax; Mizhi county; space form; optimization

当前, 随着我国经济社会的快速发展, 城市用地规模急剧扩张, 原有的城市空间形态在城镇化进程中不断裂变, 或快速蔓延不断突破增长边界, 或囿于自然环境的限制采用组团式布局, 这对于生态环境脆弱、用地资源紧缺的陕北黄土高原地区城镇而言则影响更为显著。米脂县城隶属于陕北榆林市, 是黄土高原丘陵沟壑地区的典型城市, 整个城区沿着东西两侧山体之间的沟壑川道纵向延伸发展, 无定河南北向穿城而过, 城区南北向主要轴线沿着银州路发展, 东西向主要轴线通过治黄路、银河路搭桥跨河发展, 商业中心则位于银州路与治黄路交汇之处。由于经济社会的快速发展, 米脂县城建设不断扩张, 已逐步将城区南部的卧虎湾片区和无定河以西的官庄片区等纳入到建设区域中。面对快速的城市扩张以及空间发展, 米脂县城的空间建设迫切需要进一步优化。本文以《米脂县县城总体规划(2009—2030)》、《米脂县县城总体规划(2014—2030)》, 以及根据地形图及实地调研所整理的现状资料为基础数据(图1), 借助空间句法研究

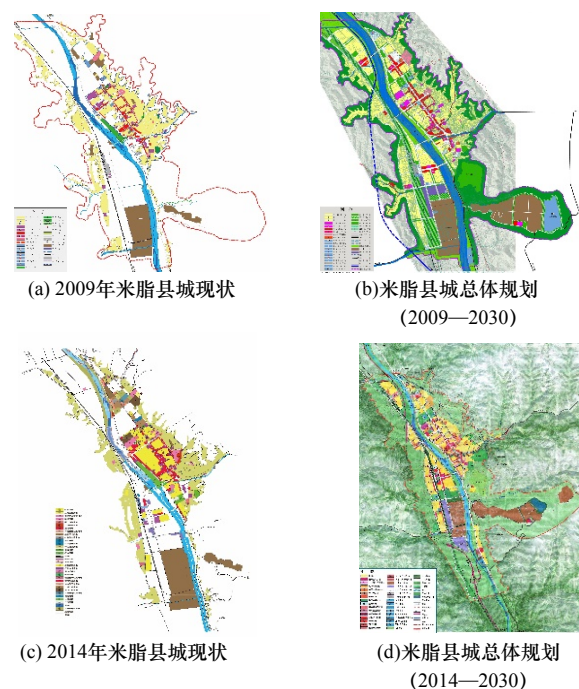


图1 米脂县城资料整理图(示意)

Fig.1 Data complication of Mizhi County (sketch map)

收稿日期: 2015-05-15

修改稿日期: 2016-06-10

基金项目: 国家自然科学基金项目资助(51378421); 陕西省自然科学基金面上项目(2016JM5069)

作者简介: 黄嘉颖(1979—), 女, 博士, 副教授, 主要从事城乡规划 and 风景区规划研究。Email: Clever.dd@126.com

城市空间发展过程中的内在规律,对米脂县城的2009年城市现状空间形态与2014年城市现状空间形态、《米脂县城总体规划(2009—2030)》(下文简称2009版总规)空间形态与《米脂县城总体规划(2014—2030)》(下文简称2014版总规)空间形态进行定量化分析及分组比较研究,从现状变化总结其发展趋势,从规划变化衡量其应对情况。最终,发现米脂县城空间建设存在的问题,为其未来的空间形态优化提出建议。

1 米脂县城空间形态轴线特征分析

1.1 空间句法及主要变量内涵

20世纪中后叶,系统理论逐渐成为城市设计者解读城市空间网络内在逻辑规律的“新语言”,其中英国伦敦大学巴利特学院的比尔·希列尔(Bill Hiller)教授于1970年提出了一种定量化描述城市空间的理论与技术方法,被称为空间句法,其以数学、物理等学科为背景,建立系统的抽象模型成为研究城市空间发展、运作等的重要手段^[1]。本文采用当前研究较为成熟的,在GIS地理信息系统平台上搭载的Axwomán6.0空间句法软件,构建米脂县城的空间句法轴线模型,进而将城市空间的相互联系抽象为轴线连接图,再根据空间句法的基本原理,对轴线的空间可达性进行拓扑分析,最终导出相关的形态分析变量。主要包括:(1)连接值(connectivity value)。与某节点邻接的节点个数即为该节点的连接值。在实际空间系统中,某个空间的连接值越高,则表示其空间渗透性越好。(2)集成度(integration value)。表示系统中某一空间与其它空间的集聚程度。对应于整体深度值和局部深度值,包括全局集成度和局部集成度两类。整体集成度表示节点与整个系统内所有节点联系的紧密程度;而局部集成度是表示,某节点与其附近3步或10步内的节点间联系的紧密程度,称为“半径-3集成度”或“半径-10集成度”^[2]。(3)集成核。集成核是指全局集成度较高的轴线空间范围,集成核是一个空间系统中最具活力的区域,这部分空间对整体空间起着支配作用。在城市空间系统中,集成核通常是城市中心区所在区域。(4)智能度或可理解度(intelligibility)。智能度是反映空间的全局集成度与局部集成度的相关程度的参数,表示空间的智能性或可理解性。可理解度则是衡量从一个空间所看到的局部空间形态,是否有助于建立起整个空间系统的图景,即能否作为其看不到的整个空间形态的引导。所以,如

果空间系统中连接值高的空间,其集成度也高,那么,这就是一个可理解性好的空间系统^[3]。智能度越高表明空间局部与全局的特征更为相近,局部空间更容易融入全局空间系统中,从而使空间更为复杂多样。

依据空间句法理论,人们需要空间来组织人类社会生活的方方面面,而且这些社会生活会在空间上留下痕迹,通过分析“空间本体”有可能发现形式与功能之间的关系^[4]。因此,本文通过对米脂县城2009年、2014年的现状图,以及2009版总规图、2014版总规图进行矢量化处理,在GIS地理信息系统平台上搭载的Axwomán6.0软件中进行米脂县城空间句法的轴线分析,从而得到城市空间的全局集成度、局部集成度、智能度或可理解度等相关变量数值,以定量化、可视化的呈现空间拓扑关系,并进行2009年现状图与2014年现状图、2009版总规图与2014版总规图两组的空间句法比较研究。

1.2 全局集成度分析

研究采取现状“全局集成度>0.8”轴线作为全局集成度的集成核,比较2009年和2014年两个时期可以发现全局集成度集成核的增长与变迁,同时以集成核的位置变迁来判读米脂县城中心区的发展趋势。通过2009年及2014年米脂县城发展现状的比较,可以看出随着县城空间的扩张,米脂城市空间全局集成度有着较为明显的变化。

首先,全局集成度的集成核有所扩大,县城中心区向北向西蔓延。2009年,米脂县城全局集成度的集成核位于银州中路、行宫西路与银河路,仅此三条道路轴线,均位于无定河东岸一侧。发展至2014年,集成核轴线数量有所增加,集成核规模扩大。由银河路向北扩张,包括了行宫西路、银州中路、银州北路、治黄路;由银州路向西扩张,覆盖210国道并通过治黄路向西跨桥发展。

其次,通过比较集成核内各轴线的全局集成度数值(表1),发现全局集成度数值都有所增长,集成度高的轴线地位进一步得到增强,并且依然保持银州中路高于银河路高于行宫西路的梯队次序。

同样,比较2009年、2014年两版米脂县城总规的空间句法运算结果,采取“规划全局集成度>0.53”的部分为规划全局集成度的集成核,可以发现在城市空间发展方向方面,两版总规都有向西跨河发展的趋势,但对于跨河路径的选择有所不同。空间句法运算结果显示,2009版总规集成核表现出从治黄路、银河路同时向西侧发展的趋向。而2014版总规

全局集成度的集成核则是从银河路向西,经由九龙桥翻越无定河,进而由米子公路向南北两侧延伸(图2)。

表1 集成核内轴线全局集成度对比表
Tab.1 Global integration value comparison of axial in integration core

集成核轴线名称	2009年全局集成度	2014年全局集成度
银河路	0.876	0.881
行宫西路	0.869	0.878
治黄路	—	0.863
银州中路	0.891	0.895
银州北路	—	0.895
国道210 (银州中路段)	—	0.843

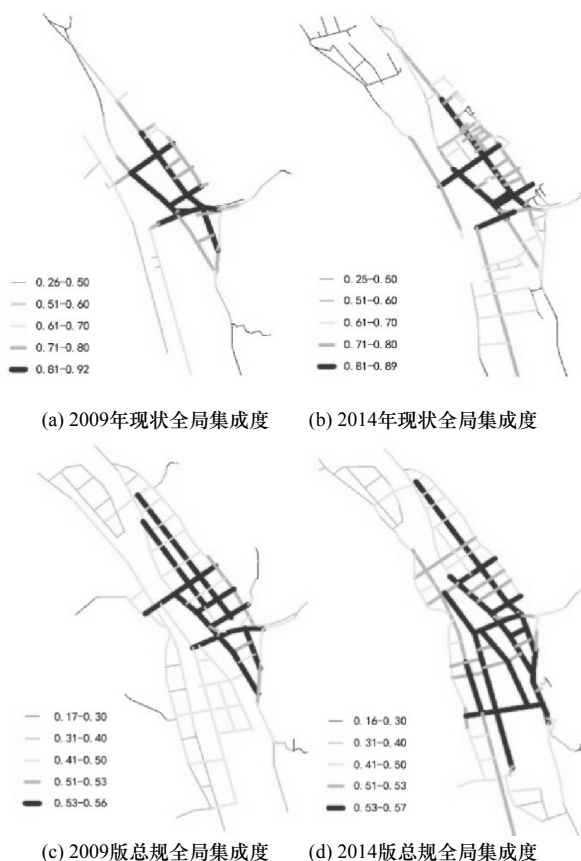


图2 2009、2014年米脂县城现状及总规全局集成度图
Fig.2 Global integration value pictures of Mizhi in 2009, 2014

1.3 局部集成度分析

局部集成度轴线的变化意味着轴线所在街道社会功能的变化。通过增长中心的区位变化,可以判断城市空间组团分布,以及中心区位变化的轨迹和趋势^[5]。

本文采取“现状局部集成度 >2.5 ”的部分为现

状局部集成度的集成核,通过比较米脂县城2009年现状局部集成度与2014年现状局部集成度,从中得出以下两方面特征。

首先,局部集成度的集成核呈现明显的增长。2009年米脂县城局部集成度最小值0.211,最大值2.945,平均值1.546;而发展至2014年,米脂县城局部集成度最小值0.211,最大值已增长至6.896,平均值1.512。几年间局部集成核发展迅速,局部集成度最大值扩大逾2倍。

其次,局部集成度的集成核分布有着明显的不均衡性,表现为“东多西少,南多北少”的特征。局部集成度的集成核主要分布在无定河东岸的银州路、盘龙路、治黄路、银河路等轴线空间。无定河线也仅有南侧官庄片区的米子公路轴线属于局部集成度的集成核范围内。

同样对2009版与2014版米脂县城总规进行空间句法分析,采取“规划局部集成度 >3 ”的部分为规划局部集成度的集成核(图3)。可以发现两版总规对于上文现状比较所得出的两方面问题,并未做出应对,无定河西岸北侧仍然是局部集成度“洼地”。

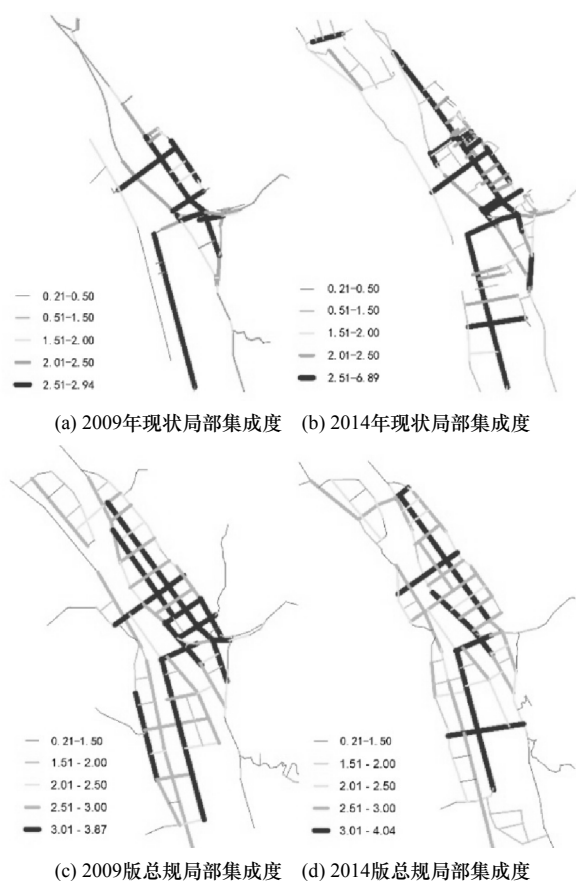


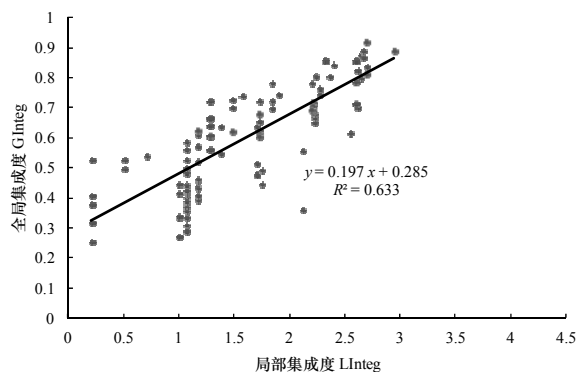
图3 2009、2014年米脂县城现状及总规局部集成度图
Fig.3 Local integration value pictures of Mizhi in 2009, 2014

1.4 智能度分析

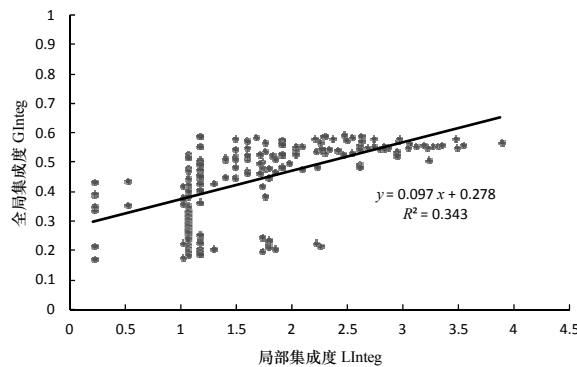
智能度是反映城市空间局部集成度与全局集成度之间关系的参数,通过城市智能度的分析,可以科学的判读城市空间的多样性与复杂性^[6]。根据已有的研究分析显示,秩序规整的平面,如方格网或理想城,其几何形式虽清晰可辨,但可理解度可能较低,如果没有地图指引,人们在其中很容易迷路^[7]。本文通过GIS地理信息系统平台结合Excel软件将全局集成度和局部集成度数值进行拟合,可以得到一条散点走势线 $y=ax+b$,以及拟合度 R^2 ,其中 R^2 为拟合度值。一般认为 $R^2>0.5$ 时,认为拟合程度较好,而 $R^2>0.7$ 时,认为非常吻合,可以用直线去近似模拟散点分布情况。当 $R^2<0.5$ 时,说明走势线拟合效果不理想。则全局集成度和局部集成度关联性较弱或不相关。而当全局集成度与局部集成度存在相关性时,走势线中的相关系数 a 的平方数即表示智能度值,其变化趋势与 a 相同。

首先,通过空间句法运算比较米脂县城2009年现状空间体系智能度与2014年现状空间体系智能度。从智能度计算结果可以发现,2009年的 R^2 值为0.633,大于0.5,全局集成度与局部集成度关联性较好,城市空间智能度相关系数 a 值达到0.197。而到2014年, R^2 值为0.343,小于0.5,米脂县城的空间全局集成度与局部集成度关联性较好,城市空间智能度相关系数 a 值降至0.097。可以认为,从2009年到2014年,虽然米脂县城的空间全局集成度有所上升,但其结构智能度不升反降,县城城市空间社会性减弱,城市空间变得单一,城市局部与全局之间的相容性降低。这将使得米脂县城空间结构不易识别,使得游客等外来群体对空间结构认知较为混乱,同时也不利于米脂县城不同区域的居民在生活中的社会交往。

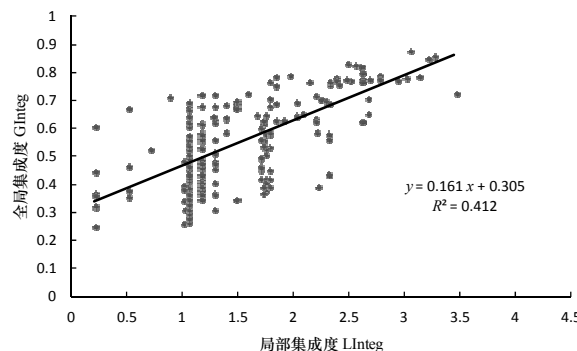
运用同样方法,对2009版与2014版米脂县城总规进行智能度的空间句法拟合分析,得图(图4)。2009版县城总规的“全局集成度-局部集成度”拟合曲线的拟合系数 $R^2=0.412$,小于0.5。2014版县城总规的拟合度 $R^2=0.343$,同样小于0.5,表明两版总规的空间全局集成度与局部集成度之间的关联性差。与同时期规划现状相比,虽然全局集成度普遍上升,全局集成度集成核的范围有所扩大,但空间智能度不升反降,这说明两版总规中的米脂县城空间将会面临社会性减弱的风险,这一点值得深入思索。



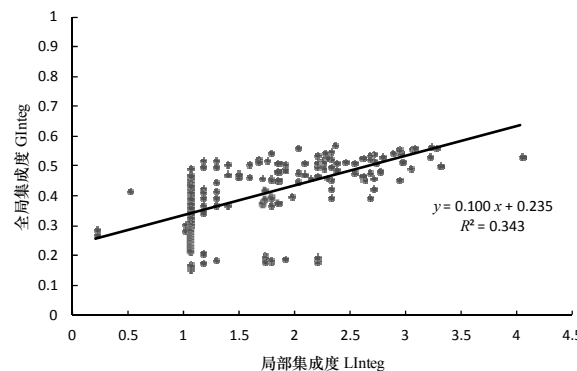
(a) 2009年米脂县城现状智能度



(b) 2014年米脂县城现状智能度



(c) 2009版米脂县城总规智能度



(d) 2014版米脂县城总规智能度

图4 2009、2014年米脂县城现状及总规智能度图

Fig.4 Intelligence pictures of Mizhi 2009, 2014

2 存在问题剖析

2.1 分析结论

综上,关于全局集成度的分析表明,米脂县城现状空间形态全局集成度分布特征较为明显,集成

核呈单中心分布,主要位于银河路-银州路-治黄路处。2009年及2014年两个时期现状的比较发现,全局集成度最大值及平均值都有所增加,全局集成度的集成核有向外扩张的趋势,扩张方向为向西至210国道的部分路段(银州中路西侧),向北扩张将银州北路纳入其中。

另一方面,局部集成度的分析结果表明,米脂县城组团发展不平衡,呈现为“无定河东岸南部>无定河西岸官庄片区>无定河西岸北部及无定河东岸北门川片区”,同时也表现出城市中心向无定河西岸发展的趋势。此外,关于智能度的测算,米脂现状智能度值从2009年到2014年呈现增长趋势。

2.2 存在问题

总体上,依据米脂县城空间的句法分析结论,其空间发展呈现出以下问题:

(1) 封闭式的单中心区发展。米脂县城整体全局集成度水平较低,集成核区域范围小,全局集成度的集成核主要分布区域始终在银河路-银州路-治黄路之间徘徊,城市发展呈现出明显的单中心区态势。同时,城市中心区表现出明显的封闭性,对外的辐射影响十分有限。虽然在两版总规中都有拓展城市中心区的尝试,但均浅尝辄止,其力度显然不足,未能根本上改变米脂县城空间发展局面。

(2) 无定河对城市的分割作用明显。无定河从米脂县城南北向穿城而过,形成一条自然地理分界线,将县城从中切割成东西两个部分。现状建设主要集中于无定河东岸,而河流西侧均为集成度较低的区域,东岸的城市空间发展也均为背水式发展。无定河原本作为良好的自然资源条件,却在米脂县城的建设过程中成为了背离城市中心的消极灰色空间,这无疑是米脂县城发展的一大缺失。通过上文对2009版及2014版米脂县城总规的空间句法分析,可以发现,两版总规对于无定河东西两侧城市空间的连接有待进一步加强。

(3) 局部集成度发展不均衡,片区间联系薄弱。米脂县城空间发展呈现出“东强西弱,南强北弱”的发展态势,北部北门川片区、以及无定河西岸的空间发展与河流东岸相比可以说是望其项背。此外,同为无定河西侧城市空间,位于银河西路南侧的官庄片区的局部集成度也明显高于治黄西路以北的片区,并且这些片区间缺乏良好的空间联系。各片区内部集成度发展的不均衡以及片区间

联系的缺乏极有可能导致城市片区的空间割裂。

(4) 城市智能度较低,城市空间生活性特征弱,城市空间局部与全局之间的相容性较差。这一点在2009版及2014版的两版米脂县城总规中都重视不够,2009版总规及2014版总规的城市空间智能度数值都相对较小,说明规划中的米脂县城空间结构不易识别,这不利于外来群体对空间结构的快速认知以及本地居民在生活中的社会交往。

3 米脂县城空间形态优化策略

3.1 空间形态优化策略

空间句法通过对空间关联的抽象化描述,将自下而上所涌现的城市空间系统的内在逻辑,通过不同尺度的界面的分析渗入到城市设计与发展过程中,使城市空间形态的自然演化与人为策划形成积极的双重互动^[8]。根据上文中空间句法研究发现的米脂空间形态问题,提出如下空间形态优化策略。

(1) 多中心区发展,打开中心区空间界面,引导城市中心向无定河两岸发展。相对于米脂县城当前的封闭式单中心区发展模式,建议在全局集成度仅次于当前中心区集成度的银州南路段,结合现有的行政办公职能形成城市次中心。远期可以考虑在无定河以西地区形成次级中心区的可能。此外,对当前“银河路-银州路-治黄路”城市中心区,通过增加横向道路的方式,打通与210国道的联系,以形成开放的中心区空间界面,进而引导城市中心区向无定河沿岸偏移。

(2) 跨越与连接,激活无定河西岸城市空间。为打破米脂城市空间发展被无定河割裂的桎梏,建议以架设桥梁、建设滨河步道、拉接城市慢行环线等方式加强无定河两岸的城市空间的联系,使其空间活跃程度提升。

(3) 优化分区,加强各片区之间的联系。在米脂县城的建设现状中,无定河西岸明显的分为南部官庄片区和北部片区。中间由于铁路站场以及农业用地的分布,交通联系相当不便,形成了相对的隔离状态。又从全局集成度、局部集成度计算数值可知,各片区内部空间集成度有待提高。各片区内部通过加设道路、优化现有空间的连通、打通部分空间等方式提高片区内部的空间联系。而片区之间的连接优化问题,本文建议结合滨水空间的建设利用,以滨水空间联系南北,以桥梁建设拉接东西。

(4) 提高城市空间相容性,打造“智能”城市.城市规划与建设的最终服务对象是人,城市空间的使用主体是人,以人为本的思想应当贯穿城市建设发展的始终.提高集成核轴线空间的连接度值,由此提高城市空间的智能度,建设拥有生活性的城市,创造丰富多样的城市空间,只有这样的城市才能让人们拥有舒适的生活.

3.2 空间形态优化方案及检验

根据前文中面向米脂县城所提出的空间形态优化策略,综合当前建设现状,在《米脂县城总体规划(2014—2030)》规划方案的基础之上进行调整,形成米脂县城空间形态优化方案,并运用空间句法对优化方案进行检验.

优化方式可以分为完善连接空间、延长连通空间、以及新建空间等三类,优化措施具体包括:(1)完善“治黄路—星月桥—北三路”的轴线空间,保持空间畅通.(2)将处于国道210与银州路之间的福乐路延长,北至自强路、南至行宫西路;将无定河西侧北部组团的部分轴线空间延长打通.(3)拉接城市慢行系统,在无定河两岸新建滨河慢行道,以此增强河流东西两岸的联系,同时通过空间的组构,提高了滨水游憩空间被不同游憩者所认知的空间意象^[9].西岸沿河西南路与天仙桥的交汇处向北侧新建道路,经过九龙桥桥头,进而继续向北,发展至河西北侧组团.东岸则由洞玄桥向南,沿滨河北路(即国道210)西侧修建慢行绿道,经星月桥、九龙桥、天仙桥至南侧的地灵桥.利用新建的滨河绿道结合城市道路,形成较为完整的城市慢行环.通过以上措施,最终形成米脂县城的空间形态优化方案轴线图(图5).



图5 对米脂县城2014版总规路网轴线优化图

Fig.5 Optimization of road axial based on 2014 Master

进而,运用空间句法对所形成的米脂县城空间形态优化方案进行检验,得出如下图所示的优化方案全局集成度、局部集成度(图6)。

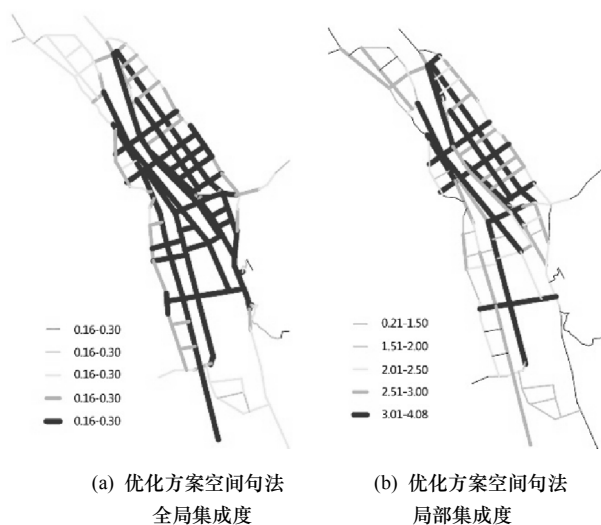


图6 优化方案空间句法全局集成度、局部集成度图
Fig.6 Global and local integration in optimism plan

与2014版总规的空间句法分析结果相比较,可以发现优化方案的全局集成度、局部集成度的最大值有所增大.同样,计算优化方案的智能度结果,可以发现智能度也得到了提升(图7),通过原有方案及优化方案的空间句法参数数值上的比较,同样可以得出全局集成度、局部集成度、智能度得到提升的结论(表2).由图表分析可知,空间集成核范围明显扩张,城市中心区域覆盖了无定河东西两岸,两岸的空间联系得到了改善.因此可以得出,前文中所提及的米脂县城空间形态问题在优化方案中得到了较好的解决.

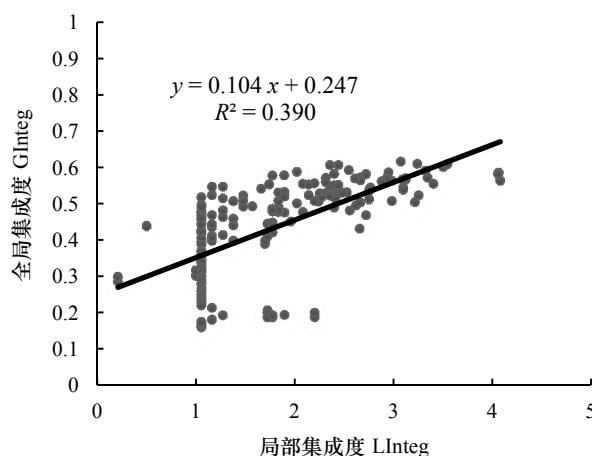


图7 优化方案空间句法智能度图
Fig.7 Intelligibility in optimism plan

表2 优化方案的空间句法主要参数对比表
Tab.2 Comparison table of the main data in optimism plan

	2014版总规空间 句法参数	优化方案空间 句法参数
全局集成度	0.16~0.57	0.16~0.62
局部集成度	0.21~4.04	0.21~4.08
智能度	0.100	0.104

4 结论

从《周礼·考工记》的古代营城思想到中国近现代城市空间的研究,从希波丹姆的棋盘式布局到霍华德的田园城市构想,城市空间形态的研究可谓由来已久。本文运用空间句法理论与方法,对米脂县城空间形态进行量化可视化的分析,从而发现其存在的问题,针对问题提出相应的优化策略,进而根据策略具体提出空间优化方案并检验。

结果发现,通过片区内部加设道路以提高空间集成度、通过架设桥梁以优化无定河两岸空间的连通、通过打通滨河空间以增强各片区间的联系等方式,能够有效的解决米脂县城空间发展中的现实问题。然而在研究中也仍然存在一些不足之处,即本文提出的米脂县城空间形态优化方案中,主要以道路空间为指引,而未能提出用地布局调整方案。这是因为在空间句法中,用地功能与空间紧凑度变化是一个单向关联的关系,无法直接反向推导。空间句法相关研究指出,只有当用地性质的变化导致了城市空间格网发生变更,才会影响到轴线空间集成度。而反向的,空间集成度的高低并不能简单决定用地性质^[10]。这一问题将在后续的研究中做进一步探讨。总体而言,通过本文的分析研究,为米脂县城的空间形态发展提供了参考,对米脂县城的空间形态优化、以及城市的健康可持续发展有所帮助。

参考文献 References

- [1] HILLIER B. Environment and planning B: planning and design[J]. Space Syntax, 1976, 3(2): 147-185.
- [2] 张愚, 王国维. 再论“空间句法”[J]. 建筑师, 2004(6): 4-6.
ZHANG Yu, WANG Guowei. Further discussion on “Space Syntax”[J]. Architect, 2004(6): 4-6.
- [3] HILLIER B, JULIENNE Hanson. The social logic of space[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1984: 53-54.
- [4] 张佶. 空间句法在规划实施空间评价中的运用初探: 以杭州钱江新城核心区为例[J]. 城市规划, 2015(1): 64-74.
ZHANG Ji. The research of space syntax in the evaluation of the implementation the planning: taking the core area of the Qian Jiang New City in Hangzhou as an example[J]. Urban Design, 2015(1): 64-74.
- [5] 赖清华, 马晓冬. 基于空间句法的徐州城市空间结构特征研究[J]. 规划师, 2011(6): 96-100.
LAI Qinghua, MA Xiaodong. The research of the urban space structure of Xuzhou based on space syntax[J]. Planners, 2011(6): 96-100.
- [6] 陈媛媛, 张真. 空间句法理论及其在GIS空间分析中的应用: 中国地理信息系统协会第九届年会论文集[C]. 北京: 科学出版社, 2005: 725-729.
CHEN Yuanyuan, ZHANG Zhen. Space syntax in GIS spatial analysis: Proceedings of CAGIS 9th Annual conference[C]. Beijing: Publishing House of Science, 2005: 725-729.
- [7] 希列尔 B, 赵兵. 空间句法: 城市新见[J]. 新建筑, 1985(1): 62-72.
HILLIER B, ZHAO Bing. Space syntax: the new insights of city[J]. New Architecture, 1985(1): 62-72.
- [8] 曾旭东, 姜莉莉. 空间网络的轴线模型分析[J]. 重庆大学学报, 2009, 32(8): 904-909.
ZENG Xudong, JIANG Lili. The analysis of axis model in space network[J]. Journal of Chongqing University, 2009, 32(8): 904-909.
- [9] 陶伟, 丁传标, 古恒宇. 空间句法理论在城市游憩系统空间规划中的运用[J]. 规划师, 2015(8): 26-31.
TAO Wei, DING Chuanbiao, GU Hengyu. Urban recreation space planning from syntax viewpoint[J]. Planners, 2015(8): 26-31.
- [10] 段进, 希列尔 B. 空间研究3: 空间句法与城市规划[M]. 南京: 东南大学出版社, 2007: 33-34.
DUAN Jin, HILLIER B. Urban Space 3: Space syntax and urban plan[M]. Nanjing: Publishing House of South-east University, 2007: 33-34.

(编辑 桂智刚)