

DOI 10.3963/j.issn.1671-7570.2019.03.027

基于大数据应用的城市综合交通体系不良指标确定及评价

李浩领 汪敏

(中交第二航务工程勘察设计院有限公司 武汉 430000)

摘要 从城市综合交通体系的层次分析结构模型出发,确定了模型中评价指标体系,并在此基础上以武汉市为例对所有指标体系的重要度进行定量的指标判别,明确主要的准则层中所对应的不良指标情况。同时,以不良指标为主要着手点,分别以武汉市路网现状及停车设施 2 项指标的矢量大数据为支撑,分析其中所存在的问题,并提出相应的改善及优化建议。

关键词 综合交通体系 综合评价 层次分析法 大数据应用

中图分类号 U491.1

城市综合交通体系是由城市各种交通形式组合而成的综合交通系统,是支撑城市发展的基础工程,是完成城市内部人、物、信息交流的载体,是保障城市职能正常运转的通道。城市综合交通体系发展水平的高低对于改善城市居民生活质量水平、提高城市功能效力及提升城市的综合竞争力有着显著的影响,因此,如何正确地城市综合交通体系进行量化评价分析,探寻城市综合交通体系的薄弱环节,更好地解决交通综合交通问题,实现城市交通体系的绿色、高效、稳定的运转,促进城市蓬勃发展等均有着较为实际的现实意义。

评价城市综合交通体系发展水平的目的是找寻城市交通体系发展过程中的不足之处、分析城市交通体系的薄弱环节、提出解决城市交通问题的良药妙方,辅助交通管理人员制定相关的交通系统改善措施,提高城市综合交通体系服务能力。

1 城市综合交通体系评价指标

1.1 评价指标体系构建

为了使评价指标体系具有一定的说服力和影响力,评价指标的选取应当遵循系统性、科学性、可比性、实用性、综合性等基本原则,因此,在选用评价指标时既要能够全面地反映城市综合交通体系的实际情况,又要考虑评价指标的获取便捷性及计算方便性。在对《城市道路交通管理评价指标体系》^[1]中 65 项交通评价指标进行归类分析研究后,本文分别从交通设施建设水平、交通系统服务水平、交通系统安全水平、交通系统管理水平和交通系统发展协调性 5 个方面^[2]进行了城市综合交通评价指标体系的构建,涉及评价指标共计 18 类,综合评价指标体系见图 1。

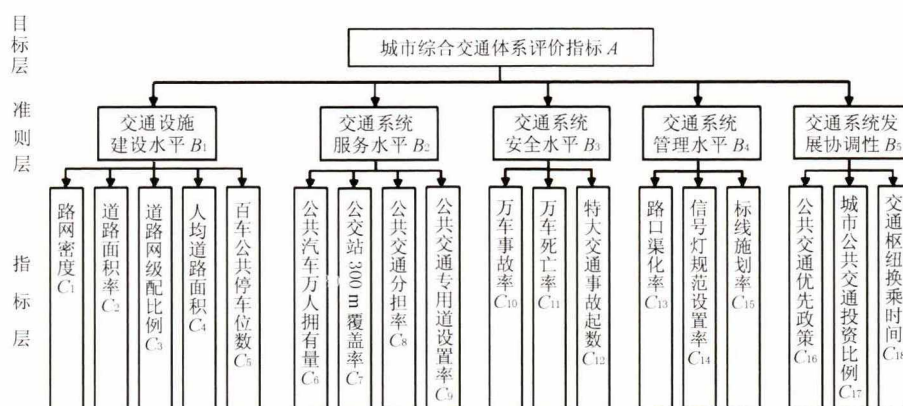


图 1 综合评价指标体系

1.2 层次分析法结构模型的计算

以武汉市为例,指标值通过查询城市建设指标值、交通管理部门统计数据获取。参照《城市道

路交通管理评价指标体系》中界定的指标值打分标准对指标层各指标进行量化评分,结果见表1。

表1 评价指标体系表

准则层	指标层	指标权重	指标值	指标评分	指标总分	总分
交通设施建设水平 B ₁ (0.477 2)	路网密度 C ₁ (0.222)	0.105 9	7	90	9.531 0	42.85
	路网面积率 C ₂ (0.222)	0.105 9	18%	96	10.166 4	
	道路网级配比例 C ₃ (0.076 9)	0.036 7	0.75	45	1.651 5	
	人均道路面积 C ₄ (0.435 2)	0.207 7	15.3	100	20.770 0	
交通系统服务水平 B ₂ (0.232 9)	公共汽车万人拥有量 C ₅ (0.043 8)	0.020 9	5.72	35	0.731 5	17.5
	公共汽车万人拥有量 C ₆ (0.122 2)	0.028 5	7.3	50	1.425 0	
	公交站300m覆盖率 C ₇ (0.517 7)	0.120 6	42%	74	8.924 4	
	公共交通分担率 C ₈ (0.244 4)	0.056 9	35%	90	5.121 0	
交通系统安全水平 B ₃ (0.116 5)	公共交通专用道设置率 C ₉ (0.115 7)	0.027 0	13%	75	2.025 0	4.99
	万车事故率 C ₁₀ (0.142 9)	0.016 6	6.8	100	1.660 0	
	万车死亡率 C ₁₁ (0.285 7)	0.033 3	0.996	100	3.330 0	
交通系统管理水平 B ₄ (0.116 5)	特大交通事故起数 C ₁₂ (0.571 4)	0.066 6	4	0	0	8.119
	路口渠化率 C ₁₃ (0.222 2)	0.025 9	87%	74	1.916 6	
	信号灯规范设置率 C ₁₄ (0.666 7)	0.076 0	83%	66	5.016 0	
交通系统发展协调性 B ₅ (0.056 9)	标线施化率 C ₁₅ (0.111 1)	0.012 9	94%	92	1.186 8	2.231
	公共交通优先政策 C ₁₆ (0.222 2)	0.012 6	98	98	1.234 8	
	城市公共交通投资比重 C ₁₇ (0.111 1)	0.006 3	23%	86	0.541 8	
	交通枢纽换乘时间 C ₁₈ (0.666 7)	0.037 9	14 min	12	0.454 8	

通过判断矩阵计算各指标层的相对权重值,结合指标体系约束值确定各指标层的指标评分,加权计算得出的各准则层 B₁、B₂、B₃、B₄、B₅ 总分分别为 42.85、17.5、4.99、8.119、2.231,不难看出在现有武汉市综合交通体系下交通设施建设水平对整体评分的影响起决定性的作用,故确定交通设施建设水平为武汉市城市综合交通体系评价的主要准则层。

2 具体分析

2.1 基于综合指标体系的不良指标确定

由表1可见,武汉市路网级配比例和公共停车位指标评分仅为45和35分,均未达到指标合格水平,由此可认为武汉市综合交通体系评价的主要不良指标为上述两指标。

2.2 基于大数据应用的不良指标量化分析

基于大数据应用的不良指标量化分析旨在通过采集武汉市道路路网及停车位矢量大数据,来量化分析道路路网级配比例及公共停车位指标分布所存在的问题。通过大数据平台爬取不良评

价指标的量化值,在量化数据支撑的基础上分析城市各片区内指标值的现状及优劣。

2.2.1 路网级配比例分析

路网级配比例问题归根结底是路网结构的问题,道路结构不分、路网级配不合理会直接导致交通流由低一级道路向高一级道路汇集时受阻,严重影响路网整体效能^[2]。路网结构分析主要从路网结构级配分析和路网结构通达性分析2个方面着手,其中路网结构级配分析表征的是区域内路网级配比例的合理性,路网结构通达性分析表征的是路网结构的连通性能。

1) 路网结构级配分析。对路网结构进行级配分析主要是为了分析建成区内干道路网与支路的里程比例及分布情况,通过截取干道路网统计总里程数据可知现状武汉市干道路网总长度为271.614 km(截至2017年12月),其中干道路网与支路总里程之比为0.75,属于《指标体系》中较低级的第五级评价水平,分析可知整体路网级配极为不合理。干道网核密度数值分布见表2。

表2 干道网核密度数值分布表

核密度	0~0.000 289	0.000 289~0.000 846	0.000 846~0.001 558	0.001 558~0.002 582	0.002 582~0.005 677
元素个数	4 075 821	5 616 069	5 467 189	2 347 782	904 435
占比/%	22.14	30.50	29.69	12.75	4.91

注:核密度的大小表征干道路网分布的优劣。

由表2所示的武汉市干道路网矢量数据结构分析结果可见,主要核密度元素集中于较低水平,最高位水平占比仅为4.91%,该数据结构表

明现状干道网整体规模尚为不足、分布较为不均衡,突出体现在:一方面,干道路网里程数仍显不足;干道路网总里程虽较往年有较大的突破,但总

里程数与支路的比例较低,干道路网仍较为薄弱,有较大的提升空间。另一方面,干道路网分布均衡性不足,存在较多的布局盲区;从干道路网热力图(见图2)可以看出,在如下片区:①百步亭花园、②园博园西南部、③龙阳湖南部、④墨水湖南部、⑤白沙大道东白沙洲片区、⑥省体育中心东部光谷东片区、⑦武钢体育公园周边、⑧武钢厂片区、⑨武昌站以东等诸多区域内干道路网尚显缺失,存在大量的空白区域,有必要针对性地进行路网补强及路网规划。

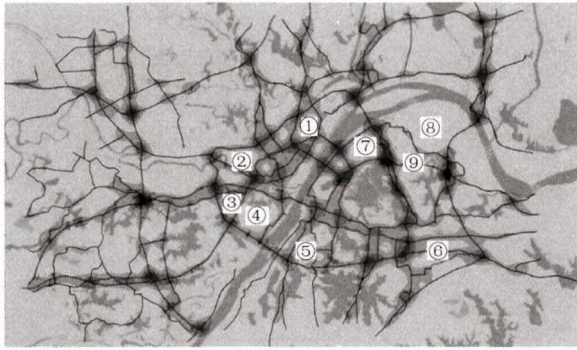


图2 干道路网热力图

2) 路网结构通达性分析。路网结构通达性主要衡量的是交通网络之间交流的便捷程度,是对各交通结构空间区位、空间联系紧密程度最为直观的表达方式,对路网结构通达性的分析主要采用的是空间句法中的轴线分析法,空间句法主要有以下的系列变量^[4]:深度值和集成度,其中不同的变量表征了不同的网络关系定义。

深度值 D_i 指在一个空间系统中某一单元空间 i 到其他空间的最小连接数

$$D_i = \sum_{d=1}^n d \times N_d$$

在系统空间内通常采用平均深度值 \bar{D} 表达路网结构通达性

$$\bar{D} = \sum_{d=1}^n d \times N_d / (m - 1)$$

式中: d 为空间上一点到其他任一点的最短步距离; N_d 为最短步距离的结点数; m 为考察空间系统的结点数。

集成度反映了一个单元空间与系统中所有其他空间的集聚或离散程度。全局集成度表达的是一个空间与其他所有空间的关系,所以所有结点在计算考虑之中;通常采用的量化指标为全局集成度 $LInteg$,集成度的计算是通过相对不对称值 RA_i 和实际相对不对称值 RRA_i 来表述的, RA_i 是随平均深度值的增加而增加的,因此,在实际应

用中常采用 RRA_i 的倒数表示集成度,集成度值大,空间处于便捷位置,可达性强、通达性好。

全局集成度的综合表达式^[5]为

$$I_i = \frac{1}{RRA_i} = \frac{D_n}{RA_i} = \frac{2m\{\log_2\{[(m+2)/3]-1\}+1\}}{(m-1)(m-2)} \times \frac{2|\bar{D}-1|}{m-2} = \frac{m\{\log_2\left[\left(\frac{m+2}{3}\right)-1\right]+1\}}{(m-1)|\bar{D}-1|}$$

式中: D_n 为 RA_i 在对 RRA_i 进行标准化处理时的标准值($i=1,2,\dots,m$)。

$$D_n = \frac{2m\{\log_2\{[(m+2)/3]-1\}+1\}}{(m-1)(m-2)}$$

$$RA_i = \frac{2(\bar{D}-1)}{n-2}$$

由此计算出全局集成度见表3。

表3 总路网全局集成度表

全局集成度	0.210 9~1.478 4	1.478 4~2.356 0	2.356 0~4.487 8
元素个数	2 999	5 128	1 834
占比/%	30.11	51.48	18.41

注:全局集成度的大小表征路段通达性的优劣。

采用空间句法中的轴线分析计算方法对武汉市路网轴线图进行拓扑分析^[6],运用GIS批量大数据处理能力分别计算各路段的全局集成度值,经图形可视化展示后,形成全局集成度拓扑分析图(见图3),其中路段颜色区分采用3级自然间断分割法以保证差异最大化,颜色深度由深至浅依次代表数值由大到小。深黑色段代表全局集成度较高的路段(全局集成度区间值:2.356 0~4.487 8),黑色代表全局集成度一般路段(区间值为1.478 4~2.356 0),浅黑色表示全局集成度较低的路段(区间值为0.210 9~1.478 4)。

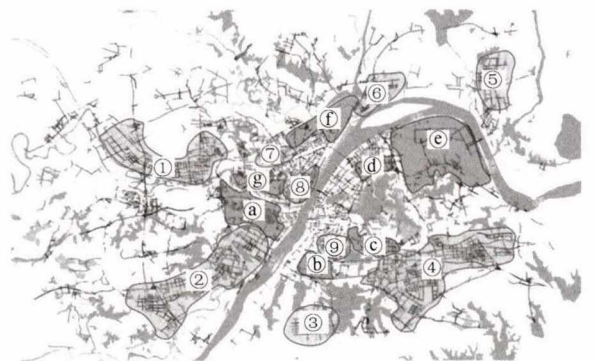


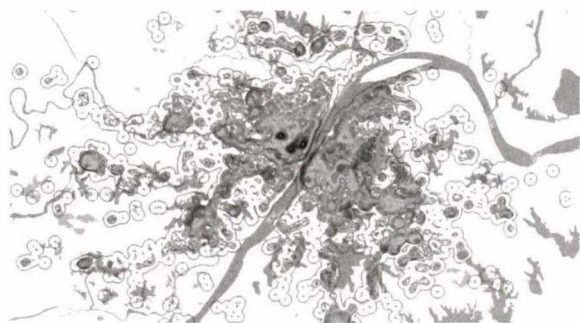
图3 武汉总路网通达性分析

由图3可以直观得知武汉市路网结构中通达性较好的片区和通达性较差的片区,通达性好的片区(浅色框选范围内)主要对应的是图中深黑色

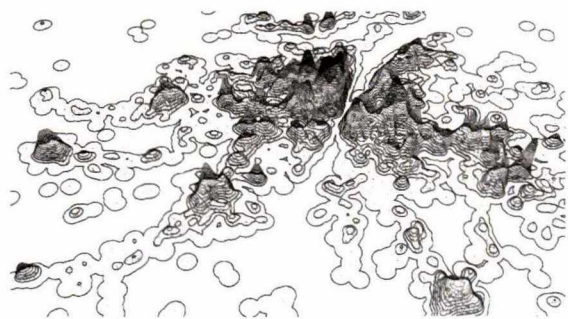
线条密集的区域,主要有:①东西湖区码头潭公园周边区域②经开区东风汽车及西南部分区域③武汉江夏公园南部江夏区④武汉光谷工业园及以东片区⑤阳逻华中产业园片区⑥武湖地铁站区域⑦常青花园片区⑧汉口江滩公园片区⑨南湖片区南湖西。通达性较差的片区(深色框选范围内)主要对应的为图中的浅黑色线条区域,主要有:①汉阳墨水湖及西部区域②野芷湖西部片区、③光谷广场西部片区④杨春湖西片区⑤武钢片区⑥百步亭北侧区域⑦古田路区域。部分区域通达性较差的主要原因是由于基础路网的薄弱,在城市发展规划的阶段应当针对薄弱区域进行针对性的路网结构补强,连通断头孤立路段,使支路系统能够便捷地与主干网连通并网。

2.2.2 公共停车位分析

截至2017年底武汉市汽车保有量261万辆,较2016年增加30万辆,增速高达12.99%,较快的机动车增长速度必然会使城市停车设施供需失衡问题进一步恶化,武汉市现状百车公共停车位指标值仅为5.72,指标评分35分,供应水平远低于指标要求值,供需矛盾十分突出。武汉市中心城区所有停车场分布的矢量爬取图见图4,数据总计12329处(见图4中黑点处),以分析武汉市停车设施现状分布中所存在的问题及不足。



a) 停车场核密度平面图



b) 停车场核密度三维等高图

图4 武汉停车场分布矢量图

现状武汉市停车设施主要有以下方面的问题:①停车设施整体供应量不足,突出体现在指标值过低,跟规定指标值相差较多;②停车设施布局

不合理,停车场位置主要集中于江汉路、王家墩、洪山广场、光谷及光谷南片区,而同为商业较为繁华的武昌江滩、光谷东、汉阳钟家村等区域停车设施供给却极度缺乏;③路侧停车设施过多及设置不合理,经筛选分析获知共计有1493处路侧停车设施,占总数的12.1%,其中不乏有部分布置在主干道的沿线,根据路侧停车规划的原则^[7],快速路、主干道上严禁设置路内停车位,且路侧停车位的布设应当参照相关道路服务水平要求。因此在现状基础上应当重点考虑从补充停车设施供给、优化停车设施规划布局、规范路侧停车设施布设3个角度出发以改善武汉市停车设施所存在问题。

3 结语

本文从城市综合交通体系的层次分析结构模型出发,确定了模型中评价指标体系,经指标量化判别分析后明确了准则层中所对应的不良指标情况;以不良指标为主要着手点,分别以武汉市路网现状及停车设施2项指标的矢量数据为支撑,分析了其中所存在的问题,并提出相应的改善及优化建议。

批量交通矢量数据的应用弥补了以往城市综合交通评价过程中量化数据不足的问题,在分析结果的可靠性及实用性方面均具有现实意义,但本文仅以武汉市为例分析了2项不良指标数据,若对应不良指标数量较多时,批量基础数据的爬取工作较为繁琐,因此,在后续的研究工作中还需进一步优化数据的获取流程,使评价工作具有更好的便捷性和适用性。

参考文献

- [1] 公安部交通管理局. 城市道路交通管理评价指标体系[M]. 北京:中国人民公安大学出版社,2012.
- [2] 肖红波. 城市综合交通系统评价指标体系及评价方法[J]. 交通科技,2009(3):87-89.
- [3] 汪乐. 基于层次分析法的高校图书馆学科服务评价研究[D]. 合肥:安徽大学,2017.
- [4] 李浩领. 封闭型小区交通影响及开放问题研究[D]. 西安:长安大学,2017.
- [5] 刘承良,余瑞林,熊剑平,等. 武汉都市圈路网空间通达性分析[J]. 地理学报,2009,64(12):103-112.
- [6] 李江,郭庆胜. 基于句法分析的城市空间形态定量研究[J]. 武汉大学学报(工学版),2003,36(2):69-71.
- [7] 郭学琴. 城市公共停车场规划研究[D]. 北京:北京交通大学,2006.