

城际“1小时交通圈”地学定量研究 ——以上海主城区为例

黄 翌^{1,2}, 李 陈^{3,4}, 欧向军⁵, 汪云甲^{1,2}, 李效顺¹

(1.中国矿业大学环境与测绘学院, 江苏 徐州 221116; 2.中国矿业大学江苏省资源环境信息工程
重点实验室, 江苏 徐州 221116; 3.华东师范大学资源与环境科学学院, 上海 200241; 4.华东师范
大学中国现代城市研究中心, 上海 200062; 5.江苏师范大学城市与环境学院, 江苏 徐州 221116)

摘要:“1小时交通圈”是近年来区域交通建设和经济发展领域较热门的概念,在主要中心城市周边,很多城镇都提出了融入其1小时交通圈的战略规划。通过对交通圈进行分类,界定了研究要素,以长三角地区公路和铁路为道路网络数据集,定量研究了上海市城际1小时交通圈道路的设计方法、建立方法和构面方法。根据交通规划预测了2020年交通圈的扩散范围,并分析了上海市主城区对外1小时交通圈的性质及内部结构,根据不同交通工具的速度和特征将交通圈分成商务圈、大众圈、货运圈和高铁圈等类型,最终总结出交通圈发育结构。研究结果表明:① 2011年,上海市1小时交通圈可以覆盖到周边10个地市的部分区域,并随着交通设施的完善不断接近“圈层-环点”交通圈结构。② 通过分析1小时交通圈中的“岛”,能够了解到路网完善程度和存在的问题,辅助道路规划。③ 对交通圈进行分层研究能够更好地通过交通圈对圈内的人流和物流进行分析。④ “圈层-环点”状的现代中心城市城际交通圈结构能够检验中心城市周边路网建设所处的阶段,以及为城市、区域等相关领域的经济圈、都市圈研究打下交通基础。

关键词: GIS网络分析; 1小时交通圈; 城市圈; “圈层-环点”结构; 上海主城区

中图分类号: P208; U113; K901

文献标识码: A

文章编号: 1000-0690(2013)02-0157-10

近年来,随着中国高速公路和高速铁路、城际铁路的不断修建,大城市周围的高速交通网日渐完善,“交通圈”的建设逐渐兴起。如北京市将利用高速铁路建成至全国绝大部分省会城市的1~8小时交通圈;长三角很多地级和县级城市都提出了融入上海1小时、2小时交通圈的交通发展战略;珠三角的主要城市也提出组建区域3小时通勤圈;河北省正在打造环北京的1小时交通圈;湖北省提出打造环武汉1小时交通圈,等等。区域特大城市对区域经济发展具有很强的辐射带动作用,一方面,特大城市空间上促进了人流、物流、资金流和信息流等要素的流通,另一方面,城市与城市之间的交流对道路等交通基础设施的需要也日益增强。交通圈的规划和建设已成为促进中国区域经济发展和城市发展的主要渠道之一,确定交通圈服务范围对区域道路规划和城市与区域发展战略

规划有着深刻而又长远的战略意义,而1小时交通圈对城镇体系的完善和城市经济区的形成起到重要作用,它大大缩小了城市内部、城市之间、城乡之间的时空距离,1小时交通圈的构建有利于企业的交流和人们通勤的便利,从而带来了巨大的经济收益和社会发展效益。同时,1小时交通圈也是1小时都市圈、1小时经济圈、1小时生活圈等概念的交通基础,只有在具备1小时通勤的情况下,拉近与中心城市的时间距离,更好地接受其辐射,圈内的生产、生活、经济交往才能成为可能。因此,交通圈已经成为中国各区域中心城市周边地区区域规划和城市建设的重要战略之一。

全国科学技术名词鉴定委员会关于交通圈有明确的定义,即交通圈是指各种中心地的交通吸引范围,以各条交通线路上的交通流分界点所包围的范围来表示,一般指以某地为中心在一定时

收稿日期: 2012-03-13; **修订日期:** 2012-06-19

基金项目: 国家自然科学基金项目(41171118、71103182)、江苏省普通高校研究生科研创新计划项目(CXZZ12_0942)、江苏高校优势学科建设工程项目(SZBF2011-6-B35)资助。

作者简介: 黄 翌(1985-),男,江苏南通人,博士研究生,主要从事资源环境信息与空间决策研究。E-mail: 315797091@qq.com

间的可及范围^[1]。然而,这只是对交通圈这一概念的定性描述,虽然各地纷纷打造融入某个中心城市或者某区域交通圈,但中心城市1小时、2小时、或3小时交通圈究竟有多大?其范围大致是什么形状?具有什么样的性质?怎样进行交通规划和建设才能更好地融入其中?交通圈内外区域间经济有什么样的差异?至今一直是一个模糊的概念,各地并没有对其进行量化描述。研究可达性的学者曾从时间距离^[2-12]和经济成本^[2]的角度对区域的可达性进行综合评价,刘承良、陈斌等分别对武汉、南京都市圈进行过交通分析^[2-4]。但是针对1小时交通圈,目前国内学术界仍缺乏对这一可量化的概念进行深入的分析和计算。为此,本文以上海市主城区为例,利用GIS网络分析等工具,量化地研究了其对外围区域的1小时交通辐射范围和包含的区域。

1 1小时交通圈量化过程

根据交通圈的定义,首先对其进行分类:按照运输对象,可以分为客运圈和货运圈;按照交通圈的介质,可以对其分为距离交通圈、时间交通圈和经济交通圈,如100 km交通圈、1小时交通圈、50元交通圈等;按照交通圈的大小,以某几个量化的值分为多个量级,如以时间为例,可以分为1小时交通圈、2小时交通圈、3小时交通圈等;按照交通圈的内外方向,还可以分为聚集圈和辐射圈,如区域中心城市1小时交通圈可以分为城内1小时交通圈和城际1小时交通圈两个部分,其中城外1小时交通圈指以城市市区为中心,以公路(包括高速公路、城市快速路、国道、省道、县、乡道)、铁路(包括普通铁路、高速铁路、城际铁路)、航运等为网络,以1小时为边界的等时缓冲区组成的区域。其次,交通圈的量化研究。在中国,各种道路建设之前,都要对其进行可行性研究和设计,根据道路的设计速度和实际行驶速度以及距离,就可以计算出构成等时交通圈的道路范围,再通过一定的方法将代表道路的线和代表车站的点与周边的面产生联系,就形成了交通圈。

1.1 要素的选取与界定

1) 交通工具选取

选择公路、铁路运输和汽渡,不考虑水运和航空。因为与公路、铁路相比,水运速度慢,客流量低,在大部分区域城际客运量中占很低的比例^[1]。

航空运输虽然速度快,但机场一般距离市区较远,从市区抵达机场需要的时间甚至可能达到1小时,并且航空客运登机手续繁琐,飞机航班数量较公路和铁路相比少得多,其出行概率和频率比公路和铁路低很多,乘客在机场等待的时间也很长。另外,航空货运的运输密度也远低于公路和铁路,难以成为交通圈内的物流主体,所以在1小时交通圈研究中可以排除航空运输。汽渡虽然速度很慢,其本质上属于公路运输的一部分,客流量较大。

2) 主城区范围的界定

以上海市外环高速公路作为上海市主城区的边界。在主城区边界范围的研究上,地价均衡理论认为,城市建设用地价格从市中心自内向外递减,而农用地价格在各处差异不大,因此将建设用地价格递减至等于农用地价格的空间区域视为城市的边界^[1]。而行政区边界和城市道路界定的方法认为,城市边缘区内边界应以城市建成区基本行政区单位一街道为界,外边界以城市物质要素扩散范围为限^[1]。也有学者通过构建指标体系、采用数学模型界定的方法借助非线性回归、空间自相关、逻辑回归模型手段,通过寻找各行业的空间分布特征突变点确定城市边缘区的内外边界^[2,3]。此外,还有结合遥感影像和数学模型界定的方法^[2,3]。综合起来,不同的研究目的和研究领域对于这一问题有不同的界定方法。由于城市扩展迅速、人口密度大、车流量大等原因造成市内交通拥堵,一些特大型中心城市主城区内的通行时间往往已经超过1小时。因此,以中心城市市中心为中心研究城际交通圈是不可行的。考虑到本文以交通路网为研究对象,随着近年来国内高等级公路建设的加快,国内很多大中城市都修建了绕城高速公路,上海市的外环高速公路内包含了约630 km²的城市地域,上海建成区的主要部分和上海市的主要城市功能都集中于此,因此本文以上海市外环高速公路作为上海市主城区的边界。

3) 多种交通方式的换乘

考虑到城市中各出城公共交通运输站(长途汽车站、火车站等)之间距离可能较远,其次,换乘时间由换乘前后两种交通工具发车和运行的时间间隔决定,相对于1小时,这两大因素是能在很大程度上影响结果的值。因此,在1小时交通圈研究中不考虑交通方式的换乘。但在城内1小时交通圈研究中以及今后如果进行2小时、3小时交通圈的

研究,则应考虑不同交通运输方式间的换乘。另外,在城内等时圈研究中往往会考虑单向行驶,但是由于城际公路一般都设计为双向车道,故不考虑道路的单向行驶。

4) 公路交通工具速度设置

根据《公路工程技术标准·中华人民共和国行业标准(JTGB01-2003)》^[1],并参考类似文献^[1],考虑到长三角地区道路建设水平较高,高速公路设计时速一般在120 km/h,故将公路速度值设置为高速公路120 km/h(其中跨越长江、东海、杭州湾的大桥和隧道100 km/h),国道和省道一般按照一级和二级公路标准建造,设定为80 km/h;县道、乡镇道路一般按照二级和三级公路标准建造,设定为60 km/h;汽渡设定为15 km/h。

5) 铁路运行时间的考虑

由于全国铁路客运由铁道部统一调度,故获取运行时间较为简便,以中国铁路客户服务中心网站^[1]的旅客列车时刻表为准,获取从上海出发,1小时内到达周边城镇的范围即可作为铁路1小时交通圈。本文首先计算出公路的1小时交通圈,再与铁路的1小时交通圈作叠置分析,得出最终结果。

1.2 设计方法

公路网络等时圈扩散算法的原理为:从起点出发,沿着道路网络向四周扩散并且沿着道路的交点分叉并继续扩散(不互通的道路除外),在扩散过程中始终受到道路时间阻强的影响而不断接近目标值,直至到达设定的时间为止,其实际是GIS网络分析中的中心服务问题^[2-4],已知起点和总成本,当从起点出发的路径成本之和达到总成本的终点和路径的集合就是构建交通圈的路径。文献[27~29]已经给出了解决中心服务问题的广度优先搜索算法,考虑到1小时交通圈研究中自身的特点,在该算法的基础上本文设计添加了如下过程:

1) 起点蔓延。从一个或多个起点开始,沿着各条道路自内向外蔓延,直至蔓延到时间成本达到1小时为止。

2) 道路交点分类讨论。在蔓延过程中,分别按照高速公路、国道和省道、其他公路、汽渡等道路类型以不同的速度进行,如遇到道路交点,分以下两种情形讨论:

① 如遇到同类型道路或者除与高速公路以外的两条不同类型以上道路间的交点,则从交点

处沿着除蔓延方向以外的各条道路方向以新的速度继续蔓延;

② 如遇到高速公路与其他道路的交点,则要考虑该交点处是否位与高速公路的出入口互通,若是,则按照情形①进行;否则,则忽略该交点对通行的影响。

3) 回路湮灭原则。由几条道路组成的闭合的多边形成为道路回路,在遵守原则2)的前提下,当道路中两点相遇(或一点走到其他点已经走过的路径上)构成回路后,不论这两点是否从同一个起点出发,湮灭两个原蔓延点,已走过的路径将不再走,这整段回路将视作交通圈内的道路。

4) 删除代表高速公路的线段。最终蔓延结束,将生成一个线段的集合,该集合并不是1小时交通圈内的所有线段集合,因为高速公路是全封闭的道路,其只能通过出入口和连接线路与其他道路以及周边的区域相连,如图1(3)、(5)所示,线段DC间多边形P2的一部分虽然也位于蔓延边界内,但是其处于封闭的高速公路内,无法与周边产生联系,因此高速公路虽然是交通圈的主骨架,但是不能作为交通圈的生成介质,必须删除所有代表高速公路的线段。

通过以上四步所产生的线段集合即为构成1小时交通圈的道路,与这些道路拓扑关联的面构成的集合即为1小时交通圈。实验过程如图1所示。

1.3 建立方法

1.3.1 数据构建和路网生成

1) 获取区域道路和行政数据。构建上海市外环高速公路以外、距离外环高速公路120 km以内的所有高速公路、国道、省道、县道、乡镇道路、汽渡和其他道路数据,以此作为公路研究区的范围(道路数据截止日期为2011年12月24日崇启大桥通车时)。由于研究区经济和交通发达,网密度很高,故获得全部道路数据有一定难度,考虑到统计单元的设计中是以镇、街道和不设镇的区为最小统计单位,故在构建道路网络时排除了城市道路和一些村级小路。并获取公路研究区范围内224个高速公路入口和最小统计单元的行政区划图。

2) 基于高速公路出入口的道路交点设置。在高速公路和其他道路的交点处,按照设计方法的原则2),如果存在出入口(根据本文统计,上海主城区120 km范围内共有224个高速公路出入口),将与该交点拓扑关联的所有道路打断,表示交点

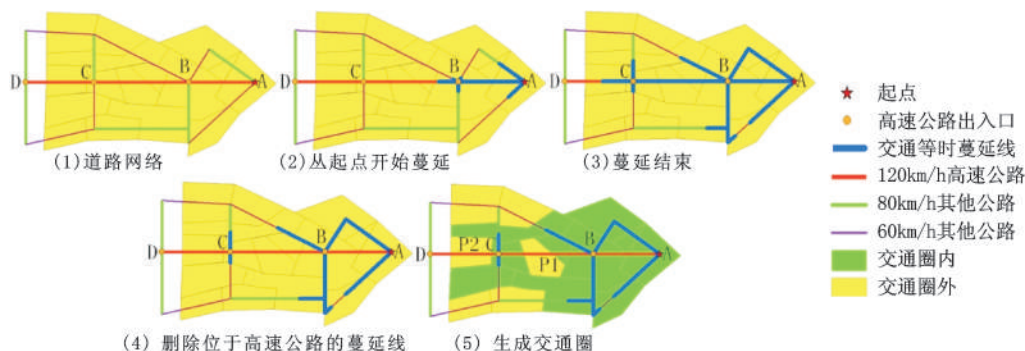


图1 道路交通圈生成设计实验

Fig.1 Designing experiment of road traffic circle

处的每个方向均为可通行方向;如果不存在出入口,则只打断代表非高速公路的道路。表示经过这个交点的高速公路与其他道路不互通。在实际行驶中,可能出现交点处并非每个方向都连通的情形,可根据各条道路的行驶方向在交点处设置互通属性。最终生成上海主城区周边 120 km 内的交通图,如图2所示。



图2 上海主城区周边 120 km 内的交通图

Fig.2 120 km traffic map around main city of Shanghai

3) 生成道路网络数据集。道路数据处理完成后,根据行驶速度和道路长度建立路网时间成本网络数据集,道路的时间成本计算方法如公式(1):

$$T = \sum_{i=1}^n S_i / V_i \times 60 \quad (1)$$

其中, T 表示机动车在起止路段的行驶总时间(min); S_i 表示其中某一路段的长度(km); V_i 表示机动车在该路段的行驶速度(km/h);道路的时间成本表示道路对通行时间的阻碍强度。当 $T=60$ 时出发点在道路上蔓延到的位置就是 1 小时交通圈的

道路边界。根据 1.2 节设计的方法,以上海市外环高速公路(A20 公路)的各个出入口、互通、以及其他拓扑邻接的其他道路为起点,以 1 小时为成本,生成 1 小时交通圈边界点(路径分析终点)和路径的集合,如图3所示。

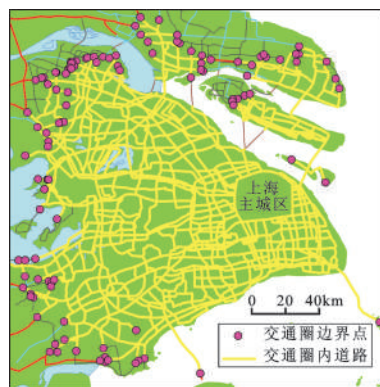


图3 上海主城区城际 1 小时交通圈边界点

Fig.3 Boundary point of one hour traffic circle of main city of Shanghai

由图3可看出,高速公路和其他道路网络分别构成了交通圈的主干和枝叶,其末端呈树枝状扩散。

1.3.2 构面方法设计

顾名思义,“交通圈”应该是一个面状的图形,可能是多边形或不规则图形,在生成服务区路径和终点的集合之后,还要利用一定的方法利用这些线和点生成面,综合起来,以点构面有凸包法、插值法、格网法等三种方法。

1) 凸包法

ArcGIS 软件网络分析模块具有服务区分析的功能,其原理是给定交通成本,产生离开中心所有方向的最远路径,用凸包法将路径最远点连接起来,形成最大范围,就是服务区^[1],但是在表达 1 小时

交通圈时,这种方法会出现以下几个问题:① 不能够模拟交通圈中的“岛”。如图1(5)所示,图中多边形P1虽然位于交通圈内,但是由于缺乏普通道路与之相连,到达起点的时间超过1小时,应该算作交通圈之外的区域,而使用凸包法P1必然位于交通圈内。② 回路内部将成为一个整体作为交通圈的一部分,如果在回路内部出现道路,而该道路与回路上的其他道路不构成新的回路时,该道路将被作为回路的整体,造成统计上的误差,如图4所示,从A出发三条道路,当L1、L3在C点汇合而构成回路,其内部区域都算作交通圈内,此时道路L2上的车运动到B点,BD间的道路应该不位于交通圈内。因此,凸包法不适用1小时交通圈的道路构面。

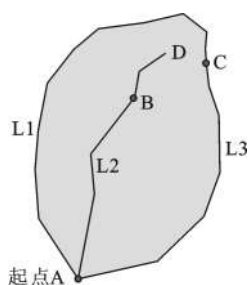


图4 回路

Fig.4 Loop

2) 插值法

祝诗蓓等在研究城内等时缓冲区时,采用了插值法利用样本点的时间属性生成面并提取等时圈^[1]。插值法的本质是利用已知点的值通过空间距离和方向等性质推断出未知点的值,该方法在研究空间分级统计数据时有较好的作用,但并不适用于本文研究的1小时交通圈,不仅会造成凸包法的误差;而且由于在生成道路时采用“回路湮灭”原则,回路可能是交通圈的终点,但是其上并无点,生成的面状交通圈会切割构成交通圈的回路等道路,造成拓扑错误。

3) 格网法

文献[2~4]等部分采用格网法对可达性的影响评价进行分析,基于栅格数据的格网法将速度值分配给每个格网,格网花费时间之和即为通行时间,该方法能够方便地描述整个区域的可达性,但普通格网缺陷在于网格上每个单元都与周围的单元相通,无法描述不通行,或者跳跃式通行^[34]。经过算法改进后的格网能够表达跳跃式通行^[33],但在描述本文中等级较低而数量众多的道路时,必须

对每个格网进行赋值,如果采用大格网,精度难以得到保证,采用小格网则较为繁琐,并且考虑到本文之前都是用拓扑等矢量数据及算法来表达区域交通,因此不采用格网法。

4) 基于拓扑关联的行政区划法

考虑到1小时交通圈不仅是交通上的概念,由于各地纷纷打造围绕某中心城市的1小时交通圈,因此也是行政上的概念。所以,基于行政区域角度的交通圈显得十分必要。本文提出行政区划法,以探索较适合城际1小时交通圈的构面方法。

在生成交通圈内的道路(排除高速公路和汽渡后的道路)后,查找与这些道路相交的行政区划单元,这些单元构成的面状实体即是1小时交通圈。凡是不与道路相交的区域,不论到起点的距离如何,都不作为交通圈的一部分,该方法相比前三种方法“以点构面”的本质,采用“以线构面”,不仅能够避免凸包法存在的“岛”的问题和回路内部问题。保证了交通圈不会切割道路,避免插值法的错误,还能描述跳跃式通行。因此,本文基于行政区划法研究上海市1小时交通圈。

由于公路的1小时交通圈半径距离中心城市不超过120 km,铁路的1小时交通圈半径距离中心城市不超过300 km,因此1小时交通圈范围较小,交通圈内的地级城市和县级城市是比较少的,所以以镇和街道为最小统计行政单元。但考虑到长三角区域经济较发达,城市发展很快,一方面,地级市的市区较大,其内部机动车通勤时间往往也大于1小时,主城区的街道面积很小,区的范围与外围的镇相当,因此在主城区不宜采用街道为最小统计单元,而宜以区为整体进行统计。另一方面,为促进中心城市发展,不少县和县级市都撤市设区,导致部分市辖区的范围很大,虽然名为区,实则农村为主。综合以上因素,对于统计单元作如下设定:设区的市(地级市)分成区、县、县级市分别进行统计;不设区的市(县级市)以镇和街道为最小统计单元;不设镇而只设街道的区视为主城区,由于省略了城市道路,以几个相连的主城区为最小统计单元;设镇的区以镇和街道为最小统计单元;县以镇为最小统计单元。基于镇域尺度生成的上海市主城区公路1小时交通圈(图5)。

1.3.3 公路、铁路1小时交通圈叠置分析

通过中国铁路客户服务中心网站的旅客列车时刻表,查询从上海出发,到达位于上海主城区公

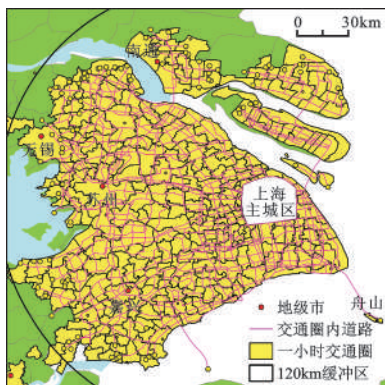


图5 上海主城区公路1小时城际交通圈
(基于行政区划法,镇域尺度)

Fig.5 One hour road traffic circle of main city of Shanghai
(based on administration method and town scale)

路1小时交通圈外的火车站的通行时间。将上海市1小时公路交通圈和铁路交通圈作叠置分析,得到了基于镇域尺度的上海市1小时城际交通圈,如图6所示。

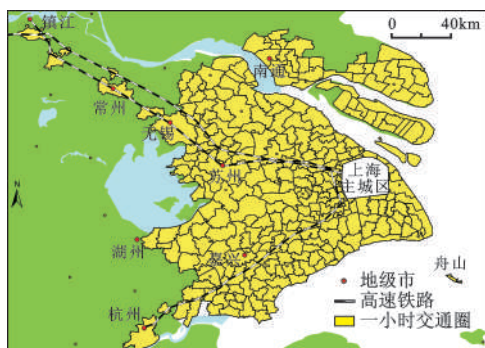


图6 镇域尺度的上海市主城区1小时交通圈

Fig.6 One hour traffic circle of main city of Shanghai(based on town scale)

位于上海市城际1小时城际交通圈内的行政区划单元如表1所示。

根据表1和图6,统计了各市在上海主城区1小时交通圈内的面积和占本市面积比例,如表2所示。

2 1小时交通圈定量化的结果分析

2.1 圈层分析

人们在城际出行时,一般可以分为乘坐私家车、大客车、普通铁路、高速铁路及运送货物出行。私家车的自主性大,全天候都可以通行;大客车和高速铁路列车一般要到长途汽车站和高铁车站乘坐,且每天开行的班次有限,且大客车的开行

速度一般要低于私家车,而货运速度最慢。因此,私家车的通行密度和范围最大,大客车的通行密度和范围都要小于私家车,高速铁路的通行范围呈“瘦长型”,虽然只能沿高铁线路通行,通行密度也远小于私家车,但通行距离很大。据此,可以将1小时交通圈分为商务圈、大众圈、高铁圈和货运圈四种类型。其中商务圈代表乘私家车通行,其通行速度与道路的设计速度相同。大众圈代表乘大客车通行,其通行速度设定为高速公路100 km/h,其他公路速度不变,且只位于有公共长途车站的区域。货运圈通行速度设定为高速公路80 km/h,其他公路60 km/h,但通行范围不受车站和时间限制。从范围看,商务圈包含大众圈和货运圈,计算过程同图6,可通行类型图如图7所示。

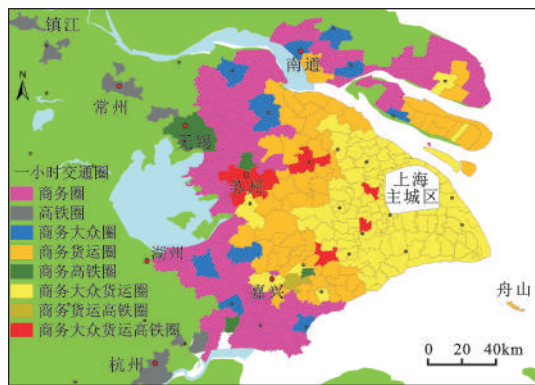


图7 上海市主城区城际1小时交通圈类型图

Fig.7 Classification of one hour traffic circle
of main city of Shanghai

2.2 基于量化过程的2020年1小时交通圈预测

根据2011年12月上海市主城区城际1小时交通圈的生成方法,结合《国务院关于进一步推进长江三角洲地区改革开放和经济社会发展的指导意见》以及国家发改委的《长江三角洲地区区域规划(2010年5月)》,对2020年该地区阶段性公路和铁路规划建设完成之后的上海市1小时交通圈作了预测,主要考虑城际铁路的建设对于扩大交通圈范围的作用,以及京沪高速铁路运行初期速度较低等因素,预测结果如图8所示。

2.3 交通圈范围、内部构成及性质分析

从图5、图6、图7、图8可以看出:

1) 2011年12月,上海市主城区公路1小时交通圈可以覆盖到上海市;江苏省的苏州市、南通市、无锡市;浙江省的嘉兴市、湖州市和舟山市(洋

表1 上海主城区城际1小时交通圈内的镇级行政单元统计

Table 1 Towns and districts in one hour traffic circle of main city of Shanghai

城市	区、县、县级市	位于上海主城区城际一小时交通圈内的镇级行政单元(2011年12月)
上海市		除崇明县三星镇、绿华镇、新村乡以外的全部镇级行政单元
苏州市		除吴中区金庭镇、东山镇、张家港市金港镇、大新镇以外全部镇级行政单元
	江阴市	周庄镇、华士镇、祝塘镇、长泾镇、顾山镇、新桥镇
	惠山区	洛社镇
无锡市	滨湖区	除胡埭镇、马山街、雪浪街以外的全部镇级行政单元
	其他	南长区、北塘区、崇安区、锡山区的全部镇级行政单元
常州市	新北区	新桥镇
	其他	天宁区、钟楼区、戚墅堰区的全部镇级行政单元
镇江市		丹徒区谷阳镇、丹阳市云阳镇
	启东市	除启隆乡以外的全部镇级行政单元
南通市	通州区	先锋镇、张芝山镇、川江镇、金沙镇、四安镇、兴东镇、兴仁镇
	海门市	海门镇、江心沙农场、三星镇、德胜镇、三阳镇、临江镇、悦来镇、三厂镇、万年镇
	其他	崇川区、港闸区、开发区的全部镇级行政单元
	海宁市	除周王庙镇、黄湾镇以外的镇级行政单元
嘉兴市	桐乡市	梧桐街道、乌镇镇、濮院镇、崇福镇、高桥镇、屠甸镇、凤鸣镇
	其他	南湖区、秀洲区、嘉善县、平湖市、海盐市的全部镇级行政单元
	南浔区	南浔镇、练市镇、双林镇、旧馆镇
湖州市	吴兴区	八里店镇、织里镇
杭州市		拱墅区、上城区、下城区、江干区、西湖区的街道
舟山市	嵊泗县	洋山镇

表2 各市位于上海主城区1小时交通圈内的面积统计

Table 2 Area statistic of one hour traffic circle of main city of Shanghai for each city

	上海市	苏州市	嘉兴市	南通市	无锡市	湖州市	杭州市	镇江市	常州市	舟山市
面积 (km ²)	5750.54	5725.38	3249.05	2215.06	1147.28	558.82	272.97	188.86	180.24	13.64
比例	90.70%	84.31%	82.99%	25.93%	30.29%	9.61%	1.64%	4.91%	4.11%	0.95%

注:上海市面积包含主城区,苏州市、无锡市面积不包含太湖水面。

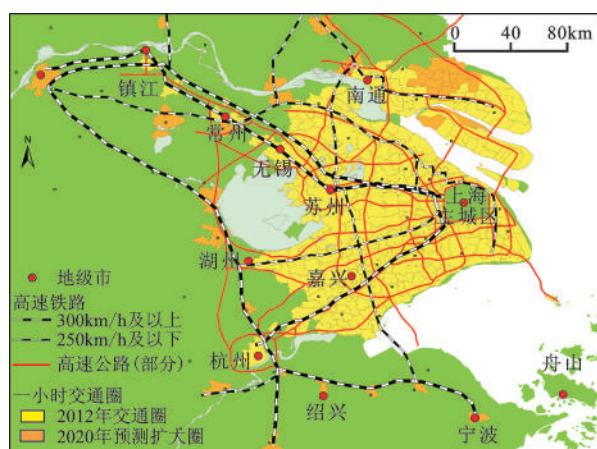


图8 2020年上海市主城区城际1小时交通圈预测

Fig.8 Prediction of one hour traffic circle of main city of Shanghai in 2020

圈可以覆盖到上海市;江苏省镇江市、常州市、无锡市、苏州市;浙江省嘉兴市、杭州市等7个地市的部分地区。

2) 公路1小时交通圈的范围小于以上海外环高速公路为中心的120 km缓冲区,这是由于120 km缓冲区以直线为半径,而道路一般都不是直线,而且非高速公路的行驶速度远小于120 km/h,所以其作用范围小于基于同心圆的缓冲区。

3) 高速公路是1小时交通圈的“主骨架”和“树干”。由于该地区高速公路发达,已经成网状分布,所以只能在湖州市南浔区(图5中C点处)附近看出交通圈沿高速公路状分布。

4) 图5中A、B两点处较为典型。A处虽然也在1小时交通圈道路范围内,但是其位于高速公路上1小时交通圈终点与距离终点最近的出入口之

山深水港)等7个地市的部分地区。高速铁路交通

间,这之间的道路无法与周围区域产生联系,因此不算作1小时交通圈范围内;B处虽然离上海主城区直线距离很近,但是由于缺乏高等级公路连接,位于交通圈之外,因此在该处出现了交通圈“空洞”,或者称为“岛”,是路网不完善造成的。可以看出,上海市1小时交通圈内部的“岛”数量较少,说明该区域路网总体上是比较发达的,特别是高速公路的出入口很多,每个出入口都有完善的道路相连接,保证了高速公路途经的区域都能在短时间内上高速。

5) 跨江大桥成为1小时交通圈中的咽喉节点。

跨江大桥突破了长江天堑,一座苏通大桥将南通市区和海门市西南部共3个区和9个镇,956.99 km²的区域融入到上海市1小时交通圈中;由“两桥一隧”组成的沪崇苏大通道将上海市崇明县东中部、江苏省启东市、海门市东南部共31个镇,2248.07 km²的区域融入到上海市1小时交通圈中。

6) 高速铁路的通车大大扩大了1小时交通圈的范围,使交通圈由原来的组团式变成组团式和线状散点式相结合的形状,高速铁路的交通圈明显地呈点状分布,距离上海较远的地区位于交通圈内,而距离较近的地区却位于交通圈外,这完全依赖于高速铁路的站点分布。

7) 图7中,1小时交通圈被分成明显地“三圈”,即商务大众货运圈、商务货运圈和商务圈,这是由于轿车、客车和货车间行驶速度的差异和长途车站的分布造成的。按照行驶速度,货运圈位于最内层,大众圈位于中间,商务圈位于最外层,但是由于大众圈所依赖的长途汽车站一般只位于市区、县政府所在镇和一些较大的镇,因此其范围被局限在这些区域,而上海市主城区周边由于地铁等公共交通发达,造成大部分大众圈位于货运圈之内的现象。在三圈中,又穿插了由高速铁路构建的高铁圈、商务高铁圈和商务货运高铁圈;由长途汽车站构建的商务大众圈等。

8) 特别注意的是,苏州市区、昆山市玉山镇、金山区枫泾镇等地区同时处于商务圈、大众圈、货运圈和高铁圈之中,说明这些地区各种交通网络很发达,交通十分通畅。

9) 从图8可以看出,到规划中长三角地区交通基础设施建成之时,交通圈能够比2011年扩大很多。由于高速公路网络已基本完善,今后对扩大上海市1小时交通圈起主要作用的将是城际铁

路。由于该区域很多城际铁路的走向和车站位置还不明确,因此只能进行大概的估计。届时上海市公路1小时交通圈变化不大,而铁路1小时交通圈将由2011年沿沪宁、沪杭线的“线状散点式”变为环绕上海的“多层圈状环点式”,长三角核心区城市的很多地区都能融入到上海市1小时交通圈中。

2.4 1小时交通圈的概念结构分析

通过分析交通圈范围及内部构成,以及对比2011年现状和2020年预测的结果,本文探索出交通圈的形成过程和最终形态结构,并称之为“圈层-环点”结构。如图9所示。

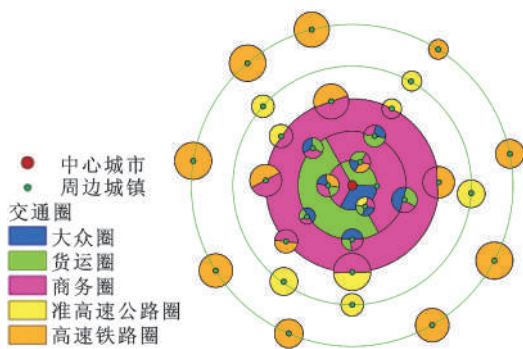


图9 对外交通发育完备的现代中心城市交通圈结构
Fig.9 The traffic circle structure of modern central city
with mature external transportation facilities

该结构将发育完备的中心城市对外1小时交通圈分为5个圈层:由大众圈、货运圈、商务圈、准高铁圈(城铁圈)、高铁圈共同组成。在最里层,公众通过自行车、电瓶车等低速交通工具即可到达中心城市,其中高铁被分割在各高铁车站;在第二层,由于距离中心离城市有一定距离,公众只能通过乘坐地铁、大巴、高铁等公共交通工具前往,因此大众圈也被分割在各个城镇内,圈层主体由商务圈(主要运输工具为轿车)和货运圈构成;在第三层,距离中心城市80 km以外,货车和客车在1小时内难以到达,圈层运输主体是轿车;第四层和第五层距离中心城市120 km以外,只能通过乘坐高速铁路前往。

3 主要结论

本文以GIS服务区分析为基础,以长三角地区道路网络和行政区划为数据,设计了生成1小时交通圈的方法和原则,在此基础上得到2011年12月上海市主城区对外1小时交通圈,统计了交通圈包

含的行政区划单位,以及预测了2020年交通圈的扩散范围,并分析了上海市主城区对外1小时交通圈的性质及内部结构,最终总结出交通圈发育结构,通过研究,得出以下几点结论:

1) 交通圈是验证公路网络是否完善的工具之一。通过生成和分析公路交通圈,我们可以了解到其内部是否包含“岛”。如果包含“岛”,则说明该区域的公路有待完善,可能是没有很好地利用高速公路,缺少高速公路出入口,也可能缺乏有效的连接线。这对于进行路网规划有一定的参考价值。在有宽阔水域阻拦的区域,交通圈在两岸会形成“两头大、中间细”的哑铃状,突出表明跨江交通工程对交通圈的巨大作用。

2) 从镇域尺度上看,上海1小时公路交通圈内出现的“岛”很少,说明周边地区路网较完善,但是尺度越小,分析的结果越精确,从村域尺度的政区和利用乡村道路分析,会出现不一样的结果。

3) 根据交通圈结构,目前上海市1小时交通圈的内部圈层结构已经形成,外部散点结构正由线状变为圈状,最终发育成成熟的交通圈,在国内其他中心城市周边,可能存在类似的情况,就地理位置看,上海市东临东海,其交通圈呈扇形,范围肯定比内陆中心城市近似圆形的交通圈小很多,但是由于各地发展交通建设不平衡,以及受地形、区位等因素的影响。

4) 1小时交通圈是都市圈、经济圈、生活圈的基础,同时,区域发展又很大程度上依赖于交通圈。充分发挥和挖掘1小时交通圈的经济效应对中国城市群的完善起到重要作用,它促使中心城市在区域内部和区域之间充分发挥辐射和带动作用,进而促进整个区域经济的增长。

本文研究还存在一些不足,如将高速公路、跨江跨海桥隧、国省道、其他道路和汽渡的行驶速度分别统一设置为120、100、80、60、15 km/h,未考虑由于常年车流量的不同和堵车等因素造成同等级道路实际行驶速度的区别,如果需要更精确地研究,应该根据不同道路的实际分段设速。在进行网络分析时,通行时间是按照汽车的正常匀速行驶速度计算,未考虑汽车从启动到加速到正常速度所需要的时间等。另外,虽然作者努力获取该区域精细的道路交通数据,但是难免会有遗漏和偏差,这些因素可能会对交通圈的范围与真实值相比存在一定的误差。

参考文献:

- [1] 全国科学技术名词审定委员会.交通圈的定义[OL].<http://www.cnctst.gov.cn>,2005.
- [2] Li Siming, Shum Yiman. Impacts of the national trunk highway system on accessibility in China. *Journal of Transport Geography*,2001,9(1):39-45.
- [3] Zhu Xuan, Liu Suxia. Analysis of the impact of the MRT system on accessibility in Singapore using an integrated GIS tool. *Journal of Transport Geography*,2004,12:89-101.
- [4] 吴 威,曹有挥,曹卫东,等.区域综合运输成本的空间格局研究——以江苏省为例[J].*地理科学*, 2009,29(4):485-492.
- [5] van Eck J R,de Jong T. Accessibility analysis and spatial competition effects in the context of GIS-supported service location planning. *Computers, Environment and Urban Systems*,1999,23: 75-89.
- [6] 张 莉,陆玉麒.基于陆路交通网的区域可达性评价——以长江三角洲为例[J].*地理学报*,2006,61(12):1235-1246.
- [7] Radke J ,Mu L. Spatial decompositions ,modeling and mapping service regions to predict access to social programs [J] .*Geoinformatics* ,2000,6 (2) :105-114.
- [8] Kwan M P, Murray A T. Recent advances in accessibility research: Representation, methodology and applications [J].*Geographical Systems*, 2003, 5 (1):129-138.
- [9] 孟德友,陆玉麒.高速铁路对河南沿线城市可达性及经济联系的影响[J].*地理科学*, 2011,31(5):537-543.
- [10] Harvey J Miller, Wu Yihua. GIS software for measuring space-time accessibility in transportation planning and analysis. *Geoinformatica*,2000,4(2):141-159.
- [11] 姜海宁,谷人旭,陆玉麒,等.江苏省民用机场可达性及其服务能力评价[J].*地理科学*, 2010,30(4):521-528.
- [12] O' SullivanD, MorrisonA, ShearerJ. Using desktop GIS for the Investigation of Accessibility by public Transport : an Isochrone approach[J].*International Journal of Geographical Information Science*,2000(1):85- 104.
- [13] 吴 威,曹有挥,梁双波.外部成本对区域综合运输成本空间格局的影响——以长江三角洲地区为例[J].*地理科学*, 2011,31(11):1322-1328.
- [14] 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):1488-1498.
- [15] 陈 斌,杨 涛.南京都市圈交通圈层演化特征实证研究[J].*现代城市研究*, 2006(10):45-51.
- [16] 刘承良,余瑞林,曾菊新,等.武汉城市圈城乡道路网的空间结构复杂性[J].*地理科学*, 2012,32(4):426-433.
- [17] 中华人民共和国国家统计局.中国统计年鉴2010[M].中国统计出版社,2011.
- [18] 李效顺,曲福田,张绍良,等.基于国际比较与策略选择的中国城市蔓延治理[J]. *农业工程学报*, 2011,27(10):1-10.
- [19] 顾朝林,陈 田,丁金宏.中国大城市边缘区特性研究[J].*地理学报*, 1993, 48(4):317-328.
- [20] 曹广忠,缪杨兵,刘 涛.基于产业活动的城市边缘区空间划分

- 方法[J].地理研究, 2009, **28**(3):771~780.
- [21] 王海鹰,张新长,赵元.基于逻辑回归模型的城市边缘区界定方法研究[J].测绘通报, 2010(10):7~10.
- [22] 张宁,方琳娜,宋金平,等.北京城市边缘区空间扩展特征及驱动机制[J].地理研究, 2010, **29**(3):471~480.
- [23] 钱建平,周勇,杨信廷.基于遥感和信息熵的城乡结合部范围界定[J].长江流域资源与环境, 2007, **16**(4):451~455.
- [24] 中华人民共和国交通部.公路工程技术标准[S].中华人民共和国行业标准(JTGB01-2003).
- [25] 吴威,曹有挥,曹卫东,等.长江三角洲公路网络的可达性空间格局及其演化[J].地理学报, 2006, **61**(10):1065~1074.
- [26] 中国铁路客户服务中心[OL].<http://12306.com>.
- [27] 黄杏元,马劲松,汤勤.地理信息系统概论[M].北京:高等教育出版社,2001.
- [28] 周成虎,裴韬.地理信息系统空间分析原理[M].科学出版社, 2011.
- [29] 王家耀.空间信息系统原理[M].北京:科学出版社,2001.
- [30] 宋小冬,钮心毅.地理信息系统实习教程[M].北京:科学出版社,2007.
- [31] 祝诗蓓,程琳.基于最短路径的等时缓冲区分析及其应用[J].交通运输工程与信息学报, 2011, **27**(10):1~10.
- [32] 陆锋,陈洁.武汉城市圈城市区位与可达性分析[J].地理科学进展, 2008, **27**(4):68~74.
- [33] 张莉,陆玉麒,赵元正.基于时间可达性的城市吸引范围的划分——以长江三角洲为例[J].地理研究, 2009, **28**(3):803~816.
- [34] 蒋海兵,徐建刚,祁毅.京沪高铁对区域中心城市陆路可达性影响[J].地理学报, 2010, **65**(10):1287~1298.

Geoscience Quantitative Research on Intercity "One Hour Traffic Circle" ——A Case of Shanghai Main City

HUANG Yi^{1,2}, LI Chen^{3,4}, OU Xiang-Jun⁵, WUANG Yun-jia^{1,2}, LI Xiao-shun¹

(1. School of Environment Science and Spatial Informatics, China University of Mining & Technology, Xuzhou, Jiangsu 221116, China; 2. Jiangsu Key Laboratory of Resources and Environmental Information Engineering, China University of Mining & Technology, Xuzhou, Jiangsu 221116, China; 3. Collage of Resources and Environmental Science, East China Normal University, Shanghai, 200241, China; 4. The Center for Modern Chinese City Studies, East China Normal University, Shanghai, 200062, China; 5. School of Urban & Environmental Science, Jiangsu Normal University, Xuzhou, Jiangsu 221116, China)

Abstract: "One hour traffic circle" is a popular concept in regional traffic construction and economic development. Recent years, many cities and towns have put forward strategic planning to get into one hour traffic circle of the regional center city around them. In this paper, the concept of traffic circle is classified firstly, then, the research elements are defined, based on the highway and railway network dataset in Yangtze River Delta, the design method, construction method and structure method for one hour traffic circle of Shanghai city are quantitatively studied. And on the basis of these methods and data, one hour traffic circle of Shanghai city in the end of 2011 is calculated. According to the traffic planning to 2020, the diffusion area of traffic circle is predicted, and the properties and internal structure of one hour traffic circle of the main in Shanghai are analyzed. Then, the traffic circle is divided into business circle, public circle, freight circle, and high speed railway circle according to the different vehicle speed and characteristics. Finally, the traffic circle model is summarized. The results show that: 1, in the end of 2011, one hour traffic circle of Shanghai City can cover part of the around 10 cities, and with the improvement of transportation facilities, the circle will be more and more close to the "circle & surrounding point model". 2, the degree of perfection and existing problems of road nets can be defected through analyzing the "islands" in a traffic circle, which can assist road planning. 3, through classification of the traffic circle, people flow and material flow in the circle can be analyzed better. 4, Circle & surrounding point structure can inspect the period of road network construction around center city, and provide basis for studying economic circle, and metropolitan area in city and regional science.

Key words: GIS network analysis; one hour traffic circle; metropolitan area; "circle-surrounding point" structure; main city of Shanghai