# 公共服务设施空间可达性及其度量方法

宋正娜[1,2],陈 雯[1],张桂香[3],张 蕾[1,2]
(1. 中国科学院南京地理与湖泊研究所,南京 210008; 2. 中国科学院研究生院,北京 100049;
3. 深圳市勘察研究院有限公司,深圳 518026)

**摘 要**:空间可达性度量既可用于评价公共服务设施空间布局的合理性,也可用于比较规划方案的优劣。公共服务设施空间可达性度量需要针对不同设施特有的空间布局目标,选取与之相适应的可达性评价因子,并采用合适的度量方法展开,对此进行专题研究的文献并不多见。本文一方面在对公共服务设施按照时效性、接受性、数量、等级性进行分类的基础上,系统阐述如何针对不同设施进行空间布局目标设定和可达性评价因子选取;另一方面将主要的度量方法分为比例法、最近距离法、基于机会累积的方法、基于空间相互作用的方法,并对各类方法的应用领域及优缺点予以分析比较,同时以潜能模型、两步移动搜寻法为例探讨相关方法在公共服务设施空间可达性度量中的应用;最后在对上述研究总结评述的基础上,本文指出多等级设施空间可达性、从需求者的活动规律考虑空间可达性、针对各类设施的综合空间可达性以及相关度量方法与GIS的集成等主题值得投入更多关注。

**关 键 词**:公共服务设施;空间可达性;度量方法;潜能模型;两步移动搜寻法

## 1 引言

公共服务设施是为市民提供公共服务产品的各种公共性、服务性设施,具体包括教育、医疗卫生、文化、体育、交通、社会福利与保障、行政管理与社区服务、邮政电信和商业金融服务等设施。公共服务设施为公众提供了生存和发展必不可少的资源和服务,其布局合理与否直接关系到政府公共服务资源是否公平、高效地配置,关系到公众享有公共服务的数量和质量,关系到"基本公共服务均等化"目标能否实现。

可达性(accessibility)是人文地理学评价公共服务设施空间布局的关键概念,我国政府也把可达性作为公共服务设施布局的重要原则。可达性受多方面因素影响,空间可达性(spatial accessibility)强调可达性的空间属性[1],忽略个人喜好、种族、阶层等非空间因素[2-3]。可达性度量广泛应用于土地利用[4]、交通规划[1,5]、城镇发展研究[6]、设施选址分析[7]等领域,早在1950年代西方学者已经开始关注可达性问题[8],1980年代我国学者已经能够运用计算机辅助评价居民出行可达性[9]。虽然学者Pirie[10]、Handy等[11]、杨家文等[12]、李平华等[13-14]、刘贤腾[1]、陈洁等[15]先后对可达性的概念、度量及其应用领域进行了归纳总结,但针对公共服务设施空间可达性的专题研究并不多见。

本文首先对公共服务设施空间可达性的概念予以界定,并系统阐述公共服务设施空间布局目标及可达性评价因子,其次在对公共服务设施空间可达性主要度量方法进行分类比较后,结合实例介绍较为经典的潜能模型(potential model)和两步移动搜寻法(two-step floating catchment area method, 2SFCA方法),最后提出有关公共服务设施空间可达性研究的一些评述。

## 2 公共服务设施空间可达性的概念

学者对于可达性有多种解释,它可以是到达终点所付出的努力,如距离成本、旅行时间、经济开销等[16];也可以是从某一位置所能获取的活动(服务、资源等)的数量[17-18];还可是起点和终点间相互作用的潜力[8,19]。上述理解的差异源于可达性应用领域的日益扩展和度量方法的不断改进,可达性本质上指"从一个地方到达另一个地方的容易程度"[20]。通过最小的付出,获取尽可能多的资源和服务,是人类活动的基本规律,可达性正是刻画这一规律的重要概念[12]。

**收稿日期**:2010-02; **修订日期**: 2010-05.
**基金项目**:中国科学院知识创新工程重要方向项目(KZCY2-YW-339);国家自然科学基金项目(40901067)。
**作者简介**:宋正娜(1980-),博士生,主要从事城市发展与区域规划研究。E-mail:songzhengna@163.com

可达性离不开起点、终点，还有维系起点和终点的连接形式，这三者共同构成了影响可达性的、最主要的三元素[18,21]。公共服务设施可达性的起点指公共服务的获取者——人，其影响因素来自客观(性别、年龄、身体状况、支付能力等)和主观(个人感知、性格喜好、价值取向等)[15]两个层面；终点是各类设施，其属性包括设施的类型、区位、规模等；连接形式则是交通系统，由交通路网和出行方式共同构成。除此之外，通常认为一些社会外界因素(如文化差异、阶层、种族歧视等)对可达性也具有影响。

可达性是一个空间概念，反映了起点与终点之间在空间上克服各种障碍进行交流的难易程度。这种障碍可以是(物理)空间上的，如针对不同群体(成年男性、高血压患者等)选择不同交通系统，评价相应公共服务设施可达性状况，此时构成可达性差异的一个主要原因来自起点与终点之间的物理阻隔，学界通常认为这属于空间可达性。这种障碍还可以来自个人主观意愿或外界社会强加的因素，如针对有色人种入学、就医状况，构成其可达性差异的主要原因来自社会障碍(种族歧视)，它并不关注影响可达性的空间因素。已有研究大多针对可达性的空间属性，从非空间角度展开的研究相对较少，本文主要关注公共服务设施空间可达性相关研究。另外，在空间上克服各种障碍必须以耗费时间为代价，这也给可达性赋予了一定的时间意义。

可达性常见的分类包括：Joseph等把可达性分为潜在可达性(potential accessibility)与实际利用可达性(revealed accessibility)[22]，潜在可达性关注可能的、潜在的、并未实际发生的一种未来可利用性[23-24]，实际利用可达性是指已经付诸实施、并成为事实的利用情况[24-25]，迄今为止绝大多数可达性研究都是从潜在可达性角度展开[26]；Kwan等将可达性分为个人可达性(personal accessibility)和地方可达性(place accessibility)，前者用于反映个人生活质量好坏，后者则指某一区位被接近的可能性[27]。另外陈洁等认为可达性可以分别从“客观层面(交通运输或通讯可达性)，即各点之间交通、交流的便捷程度，也就是区位评价”和“主观层面(心理可达性)，即按人的意愿产生的对某一空间点或区域的主观选择优先级”进行理解[15]，有关可达性的研究大多面向客观层面。

综上所述，可达性是一个非常灵活的概念，它具有丰富的内涵与外延，广泛应用于诸多领域社会现象空间变化的解释。本文公共服务设施空间可达性可以概括理解为：借助交通工具和道路使人接近设施、获取服务的难易程度，主要关注影响某一地区公共服务“质”和“量”，具有普适性的空间因素。

## 3 公共服务设施空间布局目标与可达性评价因子选取

厘清设施分类有助于空间布局目标确定与可达性评价因子选取。已有分类大多从时效性[28-30]、接受性[31]、数量、等级性[32-33]等角度展开(表1)。从公众对设施所提供服务是否具有时效性限制可分为紧急型设施和非紧急型设施，一般来说前者具有相对严格的时效要求，后者对时效要求并不特别明显，大多数设施属于后者，这也是目前应用最多的分类；从公众是否乐于接受的角度可分为邻避型设施和非邻避型设施，前者通常为附近居民较为厌恶、避讳的设施，数量相对较少，有关空间可达性研究并不多见，除非特别说明，本文相关研究并不涵盖此类设施，后者附近居民一般对其乐于接受或者不明显排斥，空间可达性相关研究主要针对后者展开；另外从数量多少的角度可分为单设施和多设施，前者空间布局影响因素相对单一，现有可达性相关研究大多针对后者展开；从设施提供的服务功能是否具有层级关系可分为单等级设施和多等级设施，目前对于后者空间可达性研究相对欠缺。

总体来说，均衡覆盖是公共服务设施空间布局的最终目标，公共福利特性和社会保障功能决定了均衡覆盖首先应当是公平的覆盖[34-36]，同时均衡覆盖也在一定程度上有利于充分发挥公共服务资源利用效率[37-38]。但公共服务设施空间均衡覆盖可以

**表1 常见公共服务设施分类**

**Tab.1 The classification of common public service facilities**

| 设施类型 | | 基础教育 | 医疗卫生 | 急救设施 | 公安消防 | 加油站 | 公园 | 图书馆 | 公交车站 | 展览中心 | 垃圾处理厂 | 核电站 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 时效性 | 紧急 | | | ○ | ○ | | | | | | | |
| | 非紧急 | ○ | ○ | | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| 接受性 | 邻避 | | | | | | | | | | ○ | ○ |
| | 非邻避 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| 数量 | 单设施 | | | | | | | | | ○ | ○ | ○ |
| | 多设施 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | | | |
| 等级性 | 单等级 | ○ | | ○ | ○ | ○ | | | ○ | ○ | ○ | ○ |
| | 多等级 | | ○ | | | | ○ | ○ | | | | |

注：上述分类适用于通常情况，实际操作中须依据研究区域大小和设施功能、规模等情况酌情确定。

体现在公众与公共服务设施的距离(时间)上,还可以体现在居民所能获取的服务(资源)数量上,因此对于不同设施,其空间均衡覆盖都有各自特定的含义。如公安消防设施,紧急性、非邻避性表明响应时间直接决定了其服务质量的优劣,单等级性表明无需考虑不同设施功能差异,故其空间布局目标应当是合理可达时间范围内多设施空间均衡覆盖;对于医疗卫生设施,其服务质量一方面体现为获取服务的及时性(非邻避性),另一方面更为重要的体现为居民获取资源和服务的机会(非紧急性),多等级性提示注意不同设施功能差异,故其空间布局目标应当是兼顾可达时间的所有医疗卫生设施和各等级医疗卫生设施空间分布大致均衡。以上并非绝对,即使同一设施,不同时期其均衡覆盖也可能含义不同。空间均衡覆盖是相对于服务人群的均衡,它还受到地理条件、经济发展程度、社会价值观、政府财政预算等多方面因素影响,实例操作需要就不同的公共服务设施,按照其所处环境、服务人群,分别提出相应空间布局目标。

准确界定不同设施空间布局目标之后,我们可以有针对性地选取相应的评价因子度量其空间可达性。如对于公安消防设施,由交通路网和出行方式共同决定的交通出行时间即是一个重要评价因子;对于医疗卫生设施,涵盖交通出行时间、设施等级规模、人口分布等评价因子方能更为准确度量其空间可达性。另外可达性评价因子的确定与可达性度量结果的用途、可达性度量方法的选择也是分不开的。

## 4 公共服务设施空间可达性度量方法

### 4.1 公共服务设施空间可达性相关度量方法分析比较

空间可达性度量广泛应用于各类公共服务设施空间布局分析,针对不同类型设施,学者发展了各种与之相适应的度量方法。本文选取其中最为主要的比例法[3]、最近距离法[3,39]、基于机会累积的方法[2,39]和基于空间相互作用的方法[2]分别予以介绍(表2),其中考虑不同方法的应用领域时,一方面涉及研究单元的尺度大小,另一方面为研究方便仅考虑设施的紧急/非紧急分类。

(1) 比例法。该方法计算服务资源总量(设施数量、服务数量等)与服务人口总量的比值,比值越大,可达性越好。它潜在假设研究单元内的设施仅为内部居民服务,同时单元内居民也只能获取内部的公共服务资源。为使假设成立,研究单元划分应当相对较大,足以保证单元内绝大部分公共服务资源服务于内部居民,同时单元内绝大部分居民不至于跨越单元边界获取外部资源。比例法无法揭示较大研究单元内部可达性变化,但在评价公共服务资源区域(如不同省、市、县之间以及城、乡之间)分布差异时更为简便高效。

(2) 最近距离法。该方法是距离法的一种,它假设居民始终选择最邻近公共服务设施,距离越近,可达性越好,它忽略了居民对设施规模等其他因素的考虑。最近距离法曾广泛应用于各类公共服务设施空间可达性评价,然而一方面随着交通路网和出行方式的改善,居民选择设施过程中对距离因素的考虑已经逐渐下降,另一方面设施数量的逐渐增加,使得居民(尤其城市地区)在可以承受的距离(时间)范围之内可以在多个设施之间做出选择,这都导致该方法应用领域不断缩小。即便如此,其在时效性要求较高的紧急型设施空间可达性评价中仍有广泛的应用。

(3) 基于机会累积的方法。该类方法是在比例法和距离法的基础上发展而来,它通过设定出行极限距离(时间)临界值,对临界值内居民可以接近的设施(资源)的数量进行比较,数值越高,可达性越

**表2 公共服务设施空间可达性主要度量方法**

**Tab.2 The main measurement approaches of spatial accessibility to public service facilities**

| 方法分类 | 定义 | 应用领域 | 优、缺点 |
|---|---|---|---|
| 比例法 | 研究单元内公共服务资源总量与服务人口总量的比值 | 较大研究单元;各类设施 | 操作简便、易于理解;但不能反映研究单元内部可达性变化,同时没有考虑供需双方的空间阻隔因素 |
| 最近距离法 | 服务人群到达最邻近设施的距离(包括直线距离、基于路网的道路或时间距离) | 较小研究单元;紧急型设施 | 操作简便、直观易懂;但忽略了服务的数量和质量 |
| 基于机会累积的方法 | 在设定的出行极限时间或距离内,从某点出发能够获取公共服务资源的数量 | 较小研究单元;非紧急型设施 | 综合考虑了设施、需求者、供需双方的空间阻隔等因素;但忽略了距离衰减作用,同时出行极限时间或距离不易确定 |
| 基于空间相互作用的方法 | 从空间相互作用的角度评价获取特定服务资源的难易程度 | 较小研究单元;非紧急型设施 | 综合考虑了设施、需求者、供需双方之间的空间阻隔、距离衰减作用等因素;但出行摩擦系数不易确定,同时模型较难理解 |

好。基于机会累积思想的方法包括等值线法[15]、移动搜寻法[40]、两步移动搜寻法[41]等。该类方法易于理解,操作相对简便,它在考虑空间距离因素的同时,将资源分布情况(数量、规模等)纳入可达性评价,尤其适用于非紧急型设施的空间可达性评价。该类方法的难点在于确定临界距离(时间),尤其对于多等级设施(如医疗卫生设施),各等级设施是否采用同一临界值,如若不同,如何确定每一等级临界值。同时该类方法忽略临界距离(时间)内距离衰减作用。

(4) 基于空间相互作用的方法。相较于其他方法,该类方法考虑因素最为全面,它认为某需求点的空间可达性可以采用所有设施施加到该点的潜能总和来表示,潜能总和越大,可达性越好。基于这一理念的模型和方法主要包括潜能模型(含各种改进公式)、胡弗模型(Huff Model)[39]、核心密度法(Kernel Density Method)[42]等。该类方法将空间上供需双方的空间效应随距离而衰减与供需双方自身的引力规模结合起来衡量可达性水平,体现了居民对公共服务设施选择利用的一般行为规律,能够更为全面准确地衡量居民获取公共服务的难易程度,尤其适用于非紧急型设施的空间可达性评价。但该类方法具有一定的抽象性,较难理解,同时表达设施与需求点距离衰减关系的出行摩擦系数不易确定[3,15]。

上述4类方法,从考虑因素相对单一的比例法、最近距离法,到考虑因素相对复杂的基于机会累积、基于空间相互作用的方法,基本覆盖了主要的公共服务设施空间可达性度量方法。这4类方法各有所长,大体上比例法适用于较大研究单元间的可达性比较,其他3类方法对较小研究单元间的可达性比较更有优势,同时后两类方法还包括多个模型、公式。实际应用中并不能简单认为方法(公式)越复杂越好,往往需要针对实际需求(如设施种类、研究区域、研究单元等)确定相应可达性度量方法。为使读者更深入了解公共服务设施空间可达性相关度量方法,本文以江苏省如东县综合医院(含卫生院,以下简称医院)、初级中学为例,分别阐述基于潜能模型和两步移动搜寻法的可达性度量方法。如东县位于江苏省南通市,辖15个镇,总面积1872.7 km$^2$,人口106.3万,区内地势平坦,路网密布,地形单一。有关医院、初级中学、交通路网相关数据和资料来源于如东县发改委、交通局等提供的相关报表和材料(截至2007年底)。

### 4.2 基于潜能模型的公共服务设施空间可达性度量方法

潜能模型是区域经济学、地理学借鉴物理万有引力定律来研究社会、经济空间相互作用成果[43],是空间相互作用的经典模型之一。法国学者拉格朗日(Joseph-Louis Lagrange)最早在牛顿的力和能的基础上提出了万有引力潜能(Potential,或译潜力、位势)的概念,后来学者把这一概念引入地理学,并逐步发展了潜能模型[44]。

潜能模型广泛用于比较区域中城镇吸引力的大小或者城市内部的土地利用、交通条件,比较发展的优势、劣势等[4]。Hansen在1959年提出采用潜能模型作为可达性度量方法[8],后来学者逐步将其应用于量测公共服务设施的空间可达性,并在具体应用中对潜能模型作出了诸多改进[3,7,39,45-46]。限于篇幅,本文介绍其中一种应用较为广泛的潜能模型改进公式[3,45-46],具体表达如下:

$$A_i^P = \sum_{j=1}^{n} \frac{M_j}{D_{ij}^{\beta} V_j}, \text{ 其中: } V_j = \sum_{k=1}^{m} \frac{P_k}{D_{kj}^{\beta}} \quad (1)$$

式中:$A_i^P$ 表示居民点 $i$ 至所有设施的空间可达性;$M_j$ 表示设施 $j$ 的服务能力(如学校教师数、医院床位数等);$P_k$ 表示居民点 $k$ 的人口数;$V_j$ 表示人口规模影响因子;$D_{kj}^{\beta}$ 表示居民点 $i$ 与设施 $j$ 之间的出行阻抗(距离或时间);$\beta$ 表示出行摩擦系数[47-48];$n$、$m$ 分别表示公共服务设施和居民点的数量。它综合考虑了设施服务能力、居民点人口数量、设施与居民点之间的出行阻抗,其量纲应为每人拥有公共服务资源数量(如每人教师数、每人拥有医院床位数等)。

本文选取如东县42所医院(≥20张床位),以卫技人员数代表医院服务能力,采用村级居民点作为研究单元,行政中心代替人口重心。研究选用车行作为就医出行方式,对交通路网采用网格加密后利用Arcview软件中Network分析模块及二次开发脚本程序,计算出各村级居民点至各医院的最短通达时间[47]。并选取2作为出行摩擦系数$\beta$的取值,在ArcGIS中实现居民就医空间可达性的计算[47]。

为便于对比分析,本文通过与全县人均卫技人员数相除对空间可达性结果进行标准化(所得数值为全县人均卫技人员数的倍数),大于1则说明就医空间可达性高于全县平均水平,相反表示较全县平均水平为低。在ArcGIS地统计分析模块中将标准

化值按照几何间距(Geometric Interval)分级进行泛克里格(Universal Kriging)插值分析(图1)发现：如东县总体呈现县城及周边区域空间可达性较好，东、西部远离县城边缘地区空间可达性相对较差。

潜能模型体现了设施、需求者的空间相互竞争效应(包括设施对需求者的争夺、以及需求者对有限资源的竞争)，是对居民所能获取的公共服务资源数量的描述。实际操作中，通过对各居民点空间可达数值进行比较，可以获知公共服务设施空间布局是否均衡，同时结合人口分布特点，能够有效判断公共服务设施相对缺乏地区。

### 4.3 基于两步移动搜寻法的公共服务设施空间可达性度量方法

两步移动搜寻法被广泛用于度量教育[49]、邮政[49]、医疗[2-3,41,46,50-51]、城市公园[52]、天然气与电力[53]等公共服务设施的空间可达性，它由移动搜寻法[40,54-55]发展而来。采用该方法的空间可达性度量实现过程如下(图2)。

(1) 在研究区域内划分研究单元。可选用人口普查单元、行政村、街道等代替。图2中的a、b、c等区域即为研究单元；

(2) 计算出研究单元的人口重心。也可用地理中心、行政中心代替。图2已设定人口重心位置；

(3) 选定或者假设出行极限时间或距离(超出距离的区域视为无法接受服务)。图2中出行极限时间为30 min；

(4) 以任一设施位置为中心，以出行极限时间为半径建立搜寻域，计算出该设施服务能力(如学校教师数、医院床位数等)和搜寻域内总人口数的比值。图2中，以A设施位置为中心，30 min搜寻域覆盖了a、b、c等9个研究单元，则A设施规模和A设施搜寻域内总人口数的比值 $R_A$ 为：$R_A$=4/(2+3+5+4+3+6+3+7+5)=2/19；

(5) 以任一研究单元的人口重心为中心，以出行极限时间为半径建立搜寻域，找出搜寻域内所有设施，将所有设施各自规模和各自搜寻域内总人口数的比值$R$相加求和，得到的结果即表示该研究单元的空间可达性。如图2，d研究单元空间可达性$A_d$可表达为：$A_d = R_A + R_B$=85/266。

2SFCA方法可用公式(2)表示：

$$A_i^F = \sum_{j\in\{t_{ij}\leqslant t_o\}} R_j = \sum_{j\in\{t_{ij}\leqslant t_o\}} \left( \frac{S_j}{\sum_{k\in\{t_{kj}\leqslant t_o\}} P_k} \right) \qquad (2)$$

式中：$A_i^F$ 表示采用2SFCA方法计算出的研究单元$i$的空间可达性；$R_j$ 表示设施 $j$ 的服务能力和设施$j$搜寻域内总人口数的比值；$S_j$ 表示设施j的服务能力；$P_k$ 表示研究单元$k$的人口数量；$t_{ij}$ 表示研究单元$i$和设施$j$之间的出行时间；$t_0$ 表示出行极限时间或距离。该方法计算出的空间可达性数值实则代表相应研究单元人均拥有的公共服务资源数量，如每人医院床位数、每人教师数等。

本文选取如东县44所初级中学度量其空间可达性，以教师数代表学校服务能力，采用村级居民点作为研究单元，行政中心代替人口重心。研究选用自行车作为出行方式(速度定为15 km/h)，对交通路网进行加密(网格代表的道路速度为10 km/h)后计算出各村级居民点至各初级中学的最短通达时间，并依据全县现有初级中学覆盖状况选取40 min作为极限出行时间在ArcGIS中实现该方法的计算(与4.2计算过程类似)。

通过对计算结果进行标准化(与4.2分析方法相同)，并在ArcGIS中进行泛克里格插值(图3)分析可知：如东县初级中学空间可达性总体呈现掘港、栟茶两镇及周边区域空间可达性较好，东北边缘长沙镇、大豫镇大部分区域和西南边缘新店镇部分区域相对较差。

该方法通过设定极限出行距离(时间)反映了居民跨越行政界线选择空间上临近设施的实际状况，可以较好地度量公共服务设施空间可达性，其计算结果可用于评价资源分布、判断是否缺乏设施(与4.2相同)。相较于潜能模型，该方法易于理解，同时操作较为简便，但是它并不考虑搜寻域内空间距离增加对居民接受公共服务的影响，这与现实情况存在一定差距。

## 5 述评与展望

公共服务设施空间可达性是指借助于交通工具和道路使人接近设施、获取服务的难易程度，它受到来自于需求者、设施、交通、社会等多方面因素的影响，空间可达性强调可达性的空间属性，更多地关注影响设施布局的空间因素。公共服务设施空间可达性度量的最终目的在于寻找公共服务设施适宜的布局区位，保证居民均衡合理享有各类公共资源和服务。学者对公共服务设施空间可达性从概念、评价因子到度量方法展开了广泛而持久的

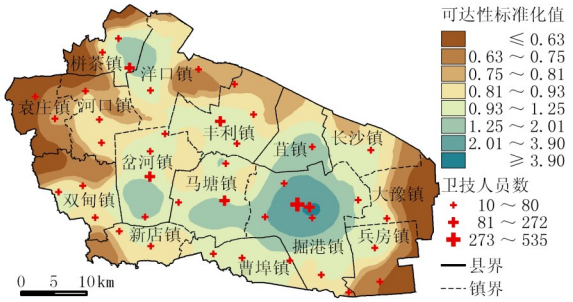



图1 如东县医院空间可达性标准化值Kriging插值图

Fig.1 Kriging interpolation map of standardized value of spatial accessibility to hospitals in Rudong County

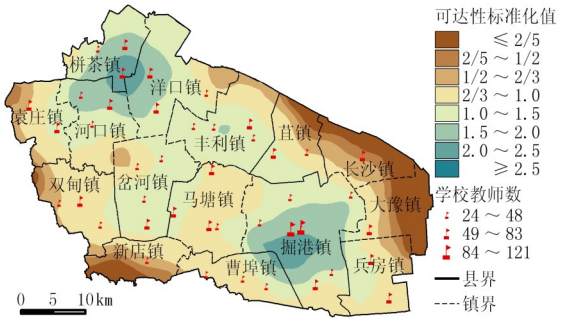



图3 如东县初级中学空间可达性标准化值Kriging插值图

Fig.3 Kriging interpolation map of standardized value of spatial accessibility to junior middle schools in Rudong County

研究，在总结上述研究的基础上，本文认为未来可以对以下4个主题投入更多关注：①多等级公共服务设施空间可达性。现有研究大多针对单等级设施，现实生活中，医疗卫生、公园、图书馆等设施具有不同等级性，各等级设施提供服务存在一定的交叉，但又不完全相同，如何在准确区分各等级设施功能差异的基础上综合度量多等级公共服务设施空间可达性值得探讨；②依据需求者的活动规律研究公共服务设施空间可达性。现实生活中，需求者每天的活动大致呈现一定的规律性，如上班—去菜场—回家，现有研究往往简单选取居民点人口展开，并未考虑居民的出行，这在一定程度上使空间可达性度量更易于操作，但计算结果也会与实际情况存在一定差距，如工厂区不存在居民点，但考虑到居民上班因素仍需配置公安、医疗等设施。因此如何依据需求者的活动规律度量公共服务设施空间可达性具有现实意义；③针对某一地区度量居民获取各类公共服务的综合空间可达性。居民获取各类公共服务的综合空间可达性能够从居民生活便利角度揭示某一地区总体吸引力[56]，是评价该地区居民生活质量的重要指标，相关研究有助于协调各类公共服务设施整体空间布局；④公共服务设施

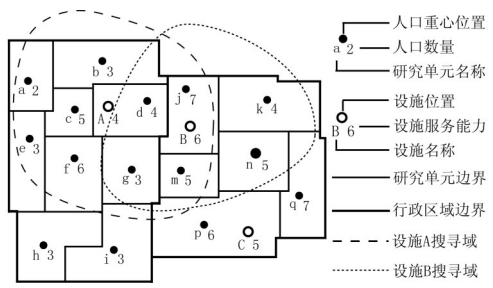



图2 两步移动搜寻法(假定出行极限时间为30min)

Fig.2 2SFCA method (The hypothetical threshold travel time is 30 min.)

空间可达性度量方法与GIS的集成。GIS软件的发展使得可达性相关计算与空间分析得以实现，但现有GIS软件没有集成可达性度量模型与方法，这在一定程度上增加了可达性度量实现的难度，阻碍了相关模型和方法在实际运用中的推广，因此通过二次开发，将公共服务设施空间可达性度量方法与GIS相集成值得期待。

## 参考文献

[1] 刘贤腾. 空间可达性研究综述. 城市交通, 2007, 5(6): 36-43.

[2] Luo W, Wang F. Measures of spatial accessibility to health care in a GIS environment: Synthesis and a case study in the Chicago region. Environment & Planning B, 2003, 30(6): 865-884.

[3] Guagliardo M F. Spatial accessibility of primary care: Concepts, methods and challenges. International Journal of Health Geographics. 2004-3-3[2009-2-20]. http://www.ij-healthgeographics.com/content/3/1/3.

[4] 叶嘉安, 宋小冬, 钮心毅, 等. 地理信息与规划支持系统. 北京: 科学出版社, 2006.

[5] 张生瑞, 王超深, 徐景翠. 基于时间阻抗函数的路网可达性研究. 地理科学进展, 2008, 27(4): 117-121.

[6] 陆锋, 陈洁. 武汉城市圈城市区位与可达性分析. 地理科学进展, 2008, 27(4): 68-74.

[7] 陶海燕, 陈晓翔, 黎夏. 公共医疗卫生服务的空间可达性研究: 以广州市海珠区为例. 测绘与空间地理信息, 2007, 30(1): 1-5.

[8] Hansen W G. How accessibility shapes land use. Journal of the American Planning Association, 1959, 25(2): 73-76.

[9] 宋小冬. 居民出行可达性的计算机辅助评价. 城市规划汇刊, 1987(4): 1-7.

[10] Pirie G H. Measuring accessibility: A review and proposal. Environment & Planning A, 1979, 11(3): 299-312.

[11] Handy S L, Niemeier D A. Measuring accessibility: an exploration of issues and alternatives. Environment & Planning A, 1997, 29(7): 1175-1194.

[12] 杨家文, 周一星. 通达性: 概念, 度量及应用. 地理学与国

土研究, 1999, 15(2): 61-66.
[13] 李平华, 陆玉麒. 可达性研究的回顾与展望. 地理科学进展, 2005, 24(3): 69-78.
[14] 李平华, 陆玉麒. 城市可达性研究的理论与方法评述. 城市问题, 2005(1): 69-74.
[15] 陈洁, 陆锋, 程昌秀. 可达性度量方法及应用研究进展评述. 地理科学进展, 2007, 26(5): 100-110.
[16] Ingram D R. The concept of accessibility: A search for an operational form. Regional Studies, 1971, 5(2): 101-107.
[17] Wachs M, Kumagai T G. Physical accessibility as a social indicator. Socio-Economic Planning Sciences, 1973, 7(5): 437-456.
[18] 曹书平. 农村医疗资源的空间可达性分析: 以漯河市源汇区为例[D]. 西南大学, 2009.
[19] Shen Q. Location characteristics of inner-city neighborhoods and employment accessibility of low-wage workers. Environment & Planning B: Planning & Design, 1998, 25(3): 345-365.
[20] 约翰斯顿 R J. 人文地理学词典. 柴彦威, 等译. 北京: 商务印书馆, 2004.
[21] Moseley M J. Accessibility: The Rural Challenge. London: Taylor & Francis, 1979.
[22] Joseph A, Phillips D. Accessibility and Utilization: Geographical Perspectives on Health Care Delivery. London: Harper & Row, 1984.
[23] Andersen R. Revisiting the behavioral model and access to medical care: does it matter? Journal of Health & Social Behavior, 1995, 36(1): 1-10.
[24] Khan A. An integrated approach to measuring potential spatial access to health care services. Socioeconomic Planning Sciences, 1992, 26(4): 275-287.
[25] Khan A, Bhardwaj S. Access to health care: A conceptual framework and its relevance to health care planning. Evaluation & the Health Professions, 1994, 17(1): 60-76.
[26] Higgs G. A literature review of the use of GIS-based measures of access to health care services. Health Services & Outcomes Research Methodology, 2004, 5(2): 119-139.
[27] Kwan M P, Murray A T, O'Kelly M E, et al. Recent advances in accessibility research: Representation, methodology and applications. Journal of Geographical Systems, 2003, 5(1): 129-138.
[28] 周晓猛, 刘茂, 王阳. 紧急避难场所优化布局理论研究. 安全与环境学报, 2006, 6(B07): 118-121.
[29] 周天颖, 简甫任. 紧急避难场所区位决策支持系统建立之研究. 水土保持研究, 2001, 8(1): 17-24.
[30] 常玉林, 王炜. 城市紧急服务系统优化选址模型. 系统工程理论与实践, 2000, 20(2): 104-107.
[31] 张颖. 邻避型设施区位分析系统的建立与应用[D]. 华东师范大学, 2007.
[32] De Grange L, Ibeas A, González F. A hierarchical gravity model with spatial correlation: mathematical formulation and parameter estimation. Networks & Spatial Economics. 2009-02-03[2009-6-27]. http://www.springerlink.com/content/276732l053068703/.
[33] Teixeira J C, Antunes A P. A hierarchical location model for public facility planning. European Journal of Operational Research, 2008, 185(1): 92-104.
[34] 林康, 陆玉麒, 刘俊, 等. 基于可达性角度的公共产品空间公平性的定量评价方法:以江苏省仪征市为例. 地理研究, 2009, 28(1): 215-224.
[35] 张彦琦, 唐贵立, 王文昌, 等. 基尼系数和泰尔指数在卫生资源配置公平性研究中的应用. 中国卫生统计, 2008, 25(3): 243-246.
[36] Coulter P B. Measuring the inequity of urban public services: A methodological discussion with applications. Policy Studies Journal, 2008, 8(5): 683-698.
[37] 王建锋. 江苏省卫生资源配置公平性及效益评价研究[D]. 苏州大学, 2007.
[38] 覃凯. 区域内医疗机构服务效率及设置规划研究[D]. 山西医科大学, 2003.
[39] 吴建军. 基于GIS的农村医疗设施空间可达性分析: 以河南省兰考县为例[D]. 河南大学, 2008.
[40] Luo W. Using a GIS-based floating catchment method to assess areas with shortage of physicians. Health & Place, 2004, 10(1): 1-11.
[41] Mcgrail M R, Humphreys J S. Measuring spatial accessibility to primary care in rural areas: Improving the effectiveness of the two-step floating catchment area method. Applied Geography, 2009, 29(4): 533-541.
[42] Spencer J, Angeles G. Kernel density estimation as a technique for assessing availability of health services in Nicaragua. Health Services & Outcomes Research Methodology, 2007, 7(3): 145-157.
[43] 巴滕·戴维·F, 博伊斯·戴维·E. 空间相互作用、运输和区域间商品流动模型//彼得·尼茨坎普. 区域和城市经济学手册: 第1卷(区域经济学) . 安虎森, 等译. 北京: 经济科学出版社, 2001: 329-331.
[44] 杨吾扬, 梁进社. 高等经济地理学. 北京: 北京大学出版社, 2002.
[45] Joseph A, Bantock P. Measuring potential physical accessibility to general practitioners in rural areas: A method and case study. Social Science & Medicine, 1982, 16(1): 85-90.
[46] Wang F, Luo W. Assessing spatial and nonspatial factors for healthcare access: towards an integrated approach to defining health professional shortage areas. Health & Place, 2005, 11(2): 131-146.
[47] 宋正娜, 陈雯. 基于潜能模型的医疗设施空间可达性评价方法研究. 地理科学进展, 2009, 28(6): 848-854.
[48] Peeters D, Thomas I. Distance predicting functions and applied location-allocation models. Journal of Geographical Systems, 2000, 2(2): 167-184.
[49] Langford M, Higgs G, Radcliffe J, et al. Urban population distribution models and service accessibility estimation. Computers, Environment & Urban Systems, 2008, 32(1): 66-80.

[50] 刘钊, 郭苏强, 金慧华, 等. 基于GIS的两步移动搜寻法在北京市就医空间可达性评价中的应用. 测绘科学, 2007, 32(1): 61-63.
[51] Yang D H, Goerge R, Mullner R. Comparing GIS-based methods of measuring spatial accessibility to health services. Journal of Medical Systems, 2006, 30(1): 23-32.
[52] 叶明武, 王军, 刘耀龙, 等. 基于GIS的上海中心城区公园避难可达性研究. 地理与地理信息科学, 2008, 24(2): 96-98.
[53] Radke J, Mu L. Spatial decompositions, modeling and mapping service regions to predict access to social programs. Geographic Information Sciences, 2000, 6(2): 105-112.
[54] Wing P, Reynolds C. The availability of physician services: A geographic analysis. Health Services Research, 1988, 23(5): 649-667.
[55] Peng Z R. The jobs-housing balance and urban commuting. Urban Studies, 1997, 34(8): 1215-1235.
[56] 王松涛, 郑思齐, 冯杰. 公共服务设施可达性及其对新建住房价格的影响: 以北京中心城为例. 地理科学进展, 2007, 26(6): 78-85.

# Spatial Accessibility to Public Service Facilities and Its Measurement Approaches

SONG Zhengna[1,2], CHEN Wen[1], ZHANG Guixiang[3], ZHANG Lei[1,2]
(1. Nanjing Institute of Geography & Limnology, CAS, Nanjing 210008, China; 2. Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3. Shenzhen Investigation & Research Institute Co., Ltd., Shenzhen 518026, Guangdong, China)

**Abstract**: Spatial accessibility measurement can be applied to assess the rationality of public service facilities distribution, and can be used to compare the merits and drawbacks of related planning schemes. As for spatial accessibility measurement to public service facilities, the primary issue is to select corresponding accessibility evaluation factors according to specific spatial distribution targets of various facilities presumed by facilities features and service demands, and the next is to apply appropriate accessibility measurement approaches according to the evaluation factors and to achieve the accessibility calculation. However, it is unlucky that the present literature on such thematic studies is scarce. On the one hand, we analyze the classification to public service facilities from the perspectives of service urgency, acceptability, quantity (single or various) and hierarchic rank, and then we discuss how to presume spatial distribution targets and select corresponding accessibility evaluation factors of different facilities. On the other hand, we introduce the main measurement approaches including the methods based on supply (provider) versus demand (population), the shortest travel impedance (time or distance), opportunities to be accumulated, and spatial interaction, and furthermore we compare the applications as well as the merits and drawbacks of various approaches, and discuss how to measure spatial accessibility of public service facilities based on potential model and two-step floating catchment area method. Finally, based on the above review and summary, we point out that the following research topics should be devoted more attention to: the spatial accessibility measurement to hierarchical facilities, comprehensive examination of the spatial accessibility measurement from the point of view of demanders activities, integrated spatial accessibility measurement to multiple facilities in the study area, and the integration between complicated measure approaches and GIS.

**Key words**: public service facilities; spatial accessibility; measurement approaches; potential model; two-step floating catchment area method

本文引用格式:
宋正娜, 陈雯, 张桂香, 等. 公共服务设施空间可达性及其度量方法. 地理科学进展, 2010, 29(10): 1217-1224.