

【社会地理】

中国基础教育的 交通可达性及其空间公平研究

胡昊宇 王良蛟 陈昱龙 赵鹏军

【摘 要】教育公平是实现社会公平的重要基础,基础教育资源在空间上的不公平,是中国当下亟待解决的一项关键问题。然而,全国层面的基础教育交通可达性研究在路网交通时耗的精细测算上尚存在缺失。本研究基于POI、DEM、交通路网、土地利用、人口网格等数据,采用成本距离栅格分析、人口加权基尼系数、双变量莫兰指数测算等方法,分析了中国基础教育设施的交通可达性格局,并评估了基础教育设施交通可达性的多尺度公平性特征。研究发现:①小学和中学的15 min交通等时圈分别覆盖了全国79.7%和78.8%的人口,交通可达性较高的地区地形主要为平原及盆地,多分布于城市群、都市圈地区;②县域尺度上,可达性的“高水平”与“高均衡”呈相互集聚分布,小学和中学的人口覆盖率与可达性变异系数的双变量莫兰指数分别为-0.602和-0.587,即服务水平高的地区及周边往往均衡性也较好;③省域尺度上,可达性的“高水平”与“高均衡”不吻合,北京等基础教育高可达性地区基尼系数达到0.7以上,通常自然地理环境越复杂多样,县域间基础教育可达性公平性通常越低。建议严格规范乡村地区学校撤并,发挥地区间转移支付对完善基础教育设施的作用,并为中小學生提供良好的上学交通出行条件。

【关键词】基础教育;交通可达性;中国;空间公平;兴趣点数据;公共服务设施

【作者简介】胡昊宇(1996-),男,江苏苏州人,副研究员,博士,主要从事交通地理与地理大数据应用研究,E-mail:haoyuhugeo@pku.edu.cn,北京大学城市与环境学院(北京 100871),香港中文大学地理与资源管理学系(香港 999077);王良蛟,陈昱龙,北京大学城市与环境学院(北京 100871);赵鹏军(通信作者),E-mail:peng jun.zhao@pku.edu.cn,北京大学城市与环境学院(北京 100871),北京大学深圳研究生院城市规划与设计学院(广东 深圳 518055),自然资源部陆表系统与人地关系重点实验室(广东 深圳 518055)。

【原文出处】《地理科学》(长春),2024.9.1513~1523

【基金项目】国家自然科学基金项目(41925003,42130402)、深圳市科技计划资助项目(JCYJ20220818100 810024)资助。

实现社会公平正义不仅是人类社会的长期理想追求,也是中国特色社会主义的内在要求。在新发展时期,中国人口结构的持续变迁给公共服务发展带来新挑战^[1]。教育公平是实现社会公平的重要基础^[2],受到了国内外学者的广泛关注^[3-5]。其中,基础

教育包括了高中教育及以下的教育阶段,是提高全民素质的奠基工程^[6]。自1986年实施《中华人民共和国义务教育法》以来,中国基础教育的覆盖水平得到了极大的提升^[7],然而,基础教育资源的分布仍然存在不均^[8-9],从空间的角度来看,这种不均具体体现

在教育设施的空间布局上^[10]。尤其是近年来,学区房等现象对城市社会空间产生深刻影响^[11-12],基础教育资源的供需矛盾引发了一系列的城市社会问题。拆村并点背景下的山区离村走读问题,也给许多山区农村家庭造成了生活障碍^[13-14]。基础教育资源在空间上的不公平,是中国当下亟待解决的一项关键问题。

可达性的平等与否被认为是交通公平最重要的衡量标准^[15]。可达性可以理解为人们从给定位置到达地点和机会的便利性^[16-17],是居民个人、交通系统和土地利用相互作用的结果^[18]。21世纪初以来,交通可达性被引入中国教育资源分配研究^[19-20]。当前实证研究对可达性的测度方法主要包括距离法、出行成本法^[21]、累计机会法^[22]和潜力模型法^[23],前两者主要侧重时空成本本身,而后两者则将供给端的学校资源规模及质量和需求端的需求规模及特征纳入考虑。相关研究还关注了教育可达性的外部效应,包括教育可达性与房价的关系^[24-25]、教育可达性格局引发的学区绅士化^[26-28]等问题。

尽管当前针对教育资源的交通可达性已有较为丰富的研究成果,但在全国性基础教育交通可达性研究上仍然存在不足。①已有教育可达性研究的研究尺度集中在市域、县域或社区层面^[29-35],研究结论多为小尺度范围内教育可达性格局的分异,存在重城市而轻乡村的不足;②已有全国或区域性可达性研究的内容集中在高铁、高速公路等交通网络发展下城市可达性在区域内的演化^[36-38],评价单元通常为城市本身或交通基础设施,存在重设施而轻服务的不足;③已有全国教育资源研究的研究内容主要为资源分布^[39-40]、财政投入^[41-43]、教育政策^[44-45],评价重点在于政府投入和资源布局,而缺乏对全国层面上居民抵达教育设施交通时耗的精细测算。

鉴于此,本研究面向国家战略需求,基于全国尺度多源数据,采用地理信息空间分析手段和统计方法,重点研究解决以下2个问题:①中国基础教育设

施的交通可达性格局多尺度分异特征;②中国基础教育设施交通可达性的多尺度公平性特征,以期加深对中国教育公平空间格局的理解,为科学合理的基础教育资源和交通网络布局提供参考。

1 研究设计

1.1 研究方法

本研究采用栅格单元的成本距离分析测算不同地区抵达中小学所需的时耗水平。基于栅格单元的成本距离分析结果^[46],对县域的基础教育可达性水平进行测算,计算公式如下:

$$A_j = \sum_{i=1}^n \frac{S_{ij}}{n(t_{ij} + 1)} \quad (1)$$

式中, A_j 表示该县域内设施j的可达性水平, n 表示该县域内栅格单元的数量, t_{ij} 表示栅格i抵达基础设施j所需的时耗, S_{ij} 表示栅格i是否能在时间阈值内抵达基础设施j,本研究设置阈值为2h。 A_j 值越大,表示该县域内设施j的可达性水平相对越高。

本研究参考《公路工程技术标准》^[47],对各类交通方式的时速进行赋值(表1)。

考虑到前往基础教育设施一般不会采用铁路交通方式出行,计算可达性时不考虑铁路网。另考虑到城市轨道交通停站等因素,其时速赋值采用设计时速

表1 不同交通方式的出行时速赋值设定
 Table 1 Setting of travel speed for different travel modes

交通方式	路网类型	时速赋值/(km/h)
小汽车	高速公路	120
	国道/城市快速路	80
	省道/城市干道	60
	县道/乡道/城市支路	40
公交	公交线网	25
城市轨道交通	市域快轨	60~80
	地铁	40~60
	有轨电车	35
步行	无	4
水域	无	0.5

注:城市轨道交通时速赋值据实际线路设计时速50%设定。

的50%。考虑到通行速度与地形坡度的密切关联,在计算栅格成本距离时,参考韩志刚等^[48]对于坡度与通行速度的关系公式并进行一定的调整,将坡度为5°~25°、25°~90°的栅格分别赋予0.50和0.25的权重。

本文采用变异系数法和加权基尼系数法分析数值均衡性。教育基础设施可达性与人口分布密切相关,因此采用人口加权的基尼系数进行测算可达性在县域间的公平性,计算方法参考文献[49]。

双变量莫兰指数可以验证2个地理要素的空间关联和依赖特征^[50],本研究将其用于探索可达性及其均衡性是否存在空间集聚或分散现象,即可达性水平高的地区周围是否存在高均衡性水平或低均衡性水平的集聚。本研究中采用Queen邻接规则进行空间权重矩阵构建。若计算得到的局部莫兰指数为正,说明区域存在两变量均为高值的空间集聚;若为负,说明区域存在一个变量为高值和另一个变量为低值的相异空间集聚。

1.2 研究数据

本研究采用的数据包括POI、交通路网、公交、DEM、土地利用和统计数据。受数据可获取性限制,以除香港、澳门、台湾外的31个省级行政区为研究范围。

本研究采用的POI数据来自高德地图^①,包括基础教育的设施点数据,数据采用二级分类,本研究筛选了分类为小学和中学的数据。本研究采用的交通路网数据来自OSM开源地图平台^②。本研究采用的

公交数据通过爬虫技术获取,数据来自8684公交网^③。本研究采用的DEM数据来自国家地球系统科学数据中心^④提供的中国30m DEM(ASTER DEMv3)数据产品。本研究所采用的土地利用数据来自北京大学城市与环境学院地理数据平台^⑤,参考Zhao等的数据处理方法^[51],将根据土地利用数据识别的城镇实体地域所覆盖的网格作为城镇地区,将乡村居民点所覆盖的网格作为乡村地区。东中西区域划分参见国家统计局划分标准(https://www.stats.gov.cn/hd/lyzx/zxgk/202405/t0240524_1953711.html)。

本研究所采用的人口密度分布原始数据来自中国科学院地理与资源环境研究所发布的中国人口空间分布公里网格数据集(2019年)^⑥。为了保障人口数据的时效性,本研究在上述基础上,采用了第七次人口普查中的分区县人口统计资料^⑦,以各区县为单元,对其中的人口网格分布进行加权修正,修正方法为:

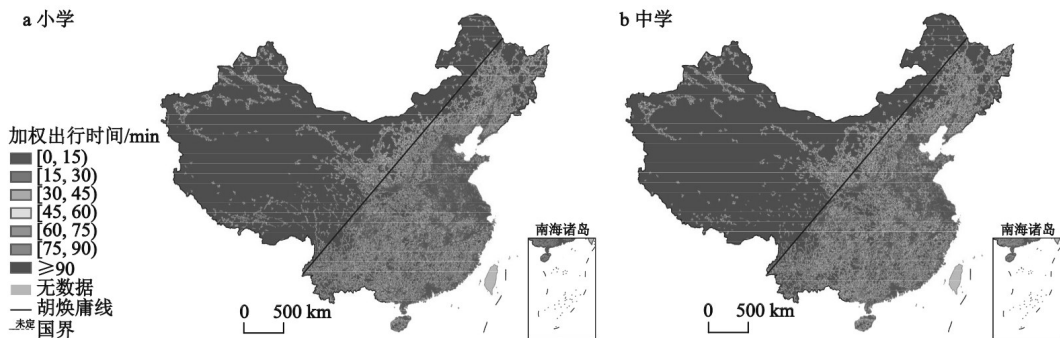
$$p_{a2}=p_{a1}\frac{P_{census}}{P_g} \tag{2}$$

式中, p_{a2} 表示修正后网格a的人口, p_{a1} 表示修正前网格a的人口, P_{census} 表示该县域第七次人口普查中的常住人口规模, P_g 表示该县域内所有网格修正前人口之和。

2 可达性格局评价

2.1 等时圈格局

图1展示了各地区至小学及中学所需出行时间



基于审图号:GS(2016)1569号(自然资源部监制)制图,底图无修改;港澳台数据暂缺。

图1 各地区至小学及中学的出行时间等时圈

Fig.1 Travel time isochron to primary and secondary schools

的等时圈格局。整体上,时耗较短的地区集中分布在人口密度较高的地区,呈现出胡焕庸线以东地区时耗明显低于胡焕庸线以西地区的格局。由于义务教育阶段的小学、中学这2种教育设施在全国城镇、乡村都有相应统一的设置标准,且具有连贯性,在同一地区通常有一致的升学要求,因此整体空间格局差异不大。但相比而言,由于小学的数量和分布密度在各地普遍高于中学,因此至小学的时耗略低于中学,15min等时圈覆盖的范围也大于中学。

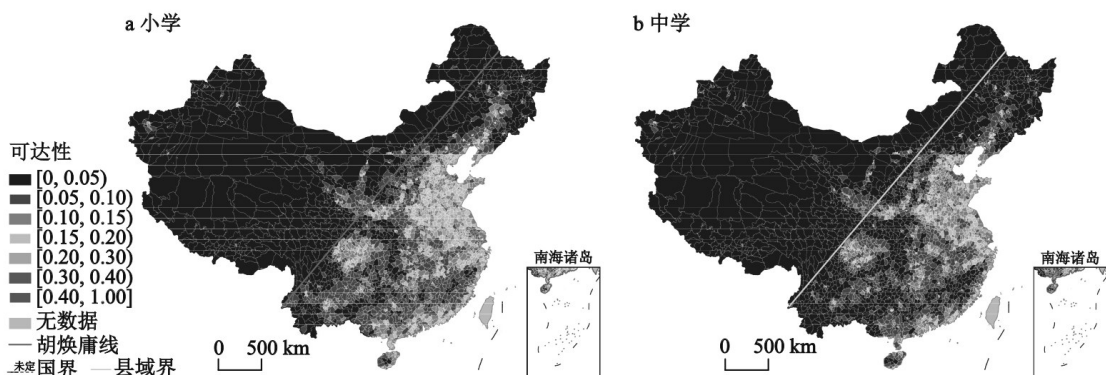
从城乡之间差异的测算结果来看,城镇地区抵达小学和中学的平均时耗分别是乡村地区的59.5%和51.4%,可见城镇地区居民前往学校整体上交通更为便捷,尤其是中学,城乡之间存在更大的差距。然而,从平均时耗的变异系数来看,城镇地区抵达小学和中学分别是乡村地区的2.68倍和2.63倍。这表明,虽然城镇地区前往中小学所需时耗更短,但城镇地区的内部差异更大,即城市内部不同片区之间、不同区域的城镇之间存在较大的差异。

为了更清晰地反映区域之间的差异水平,本研究进一步测算了小学及中学的可达性水平(图2)。胡焕庸线以西地区基础教育设施可达性普遍处于较低的水平,仅有乌鲁木齐等部分中心城市及周边地区可达性水平相对尚可。在胡焕庸线以东地区,可达性水平也存在较大的差距。可达性水平达到0.40以

上的地区集中在珠三角、长三角等城市群地区,以及北京、天津、西安、成都等大城市的都市圈。这些地区基础教育设施覆盖水平较高,且交通路网和交通服务比较完善。剩余地区中,可达性水平的分布或与地形存在较大的关联。可达性高于0.10的地区主要分布于平原地区,如华北平原、长江中下游平原、关中平原等地区。而丘陵山地地区,如江南丘陵、云贵高原等地区,由于交通基础路网的覆盖水平普遍更低,基础教育设施的可达性水平相对比较低。

2.2 服务人口格局

基础教育设施以服务人为目标,《商务部等12个部门关于推进城市一刻钟便民生活圈建设的意见》(https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-06/03/content_5615099.htm)提出,要在居民出行15min内配齐基本保障类业态。全国小学及中学15min人口覆盖率达到79.7%和78.8%,依然呈现东部高、西部低的整体格局(图3)。人口覆盖率的東西差异小于等时圈分布的东西差异,其原因在于人口分布的相对集中性,尽管西部地区的基础教育设施和交通设施规模相对小,但其主要分布在人口密集的城镇地区,因此,西部地区的新疆、青海部分区县仍然有较高的小学15min人口覆盖率。横向对比小学和中学可以发现,华北平原大部分区县、广东省大部分区县的小学15min人口覆盖率达到90%以上,而中学15min人



基于审图号:GS(2016)1569号(自然资源部监制)制图,底图无修改;港澳台数据暂缺。

图2 小学及中学的可达性水平

Fig.2 Accessibility distribution of primary and secondary schools

口覆盖率90%以上的区县则集中于长三角、粤港澳大湾区等少数城市群地区及西安、成都等大城市的都市圈。相比中学而言,小学的服务在空间上更为下沉。

3 多尺度空间公平分析

3.1 县域内公平性评价

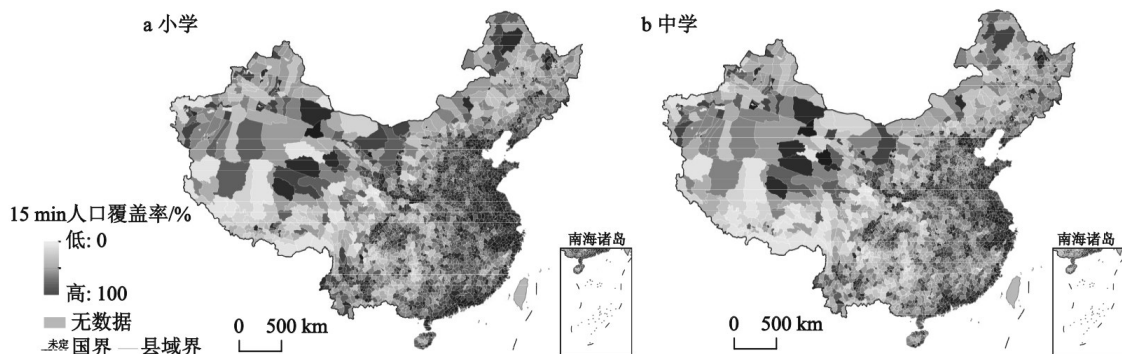
为评价基础教育交通可达性的空间公平,本研究测算了不同空间尺度下的均衡性水平。首先,以公里网格为分析单元,对各县域小学及中学可达性的县域内变异系数进行测算(图4)。变异系数小于1.6的区县主要分布在华北平原、长江中下游平原、四川盆地、关中平原及珠江三角洲,变异系数介于1.6和3.0之间的区县主要分布在中国地形的二级阶梯除新疆和内蒙古之外地区,及三级阶梯的东北地区及江南丘陵地区。变异系数 ≥ 3.0 的区县主要分布在青藏高原、新疆和内蒙古,这些地区大多海拔较高,或为沙漠戈壁地区,县域内的基础教育交通可达

性分布最不平衡。

小学和中学的双变量莫兰指数分别为 -0.602 和 -0.587 ,这表明,服务水平高的地区和均衡性差的地区相互分离,服务水平高的地区往往均衡性也较好。双变量局部空间自相关结果显示(图5),低—高、低—低、高—高、高—低分别对应着低水平不均衡、低水平均衡、高水平不均衡、高水平均衡4种类型,小学和中学的空间格局较为一致。其中,低水平不均衡的地区主要分布于新疆、内蒙古、青海、西藏等省区,以及秦岭地区、雪峰山地区等自然地形较为复杂的地区,高水平不均衡的地区主要分布在青海、新疆等地的少部分区县,高水平均衡的地区则主要分布在华北平原地区、粤港澳大湾区及部分中心城市的都市圈范围内。

3.2 省域内县域间公平性评价

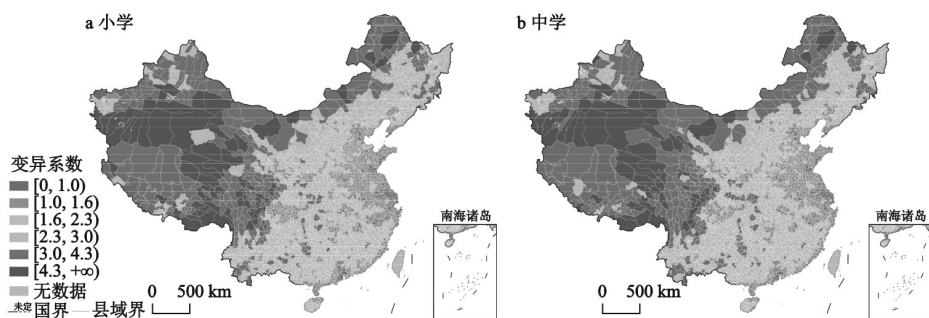
以各个省级行政区内的县级行政区作为分析单



基于审图号:GS(2016)1569号(自然资源部监制)制图,底图无修改;港澳台数据暂缺。

图3 小学及中学15min等时圈的人口覆盖率分布

Fig.3 Distribution of population coverage in the 15-minute isochron of primary and secondary schools



基于审图号:GS(2016)1569号(自然资源部监制)制图,底图无修改;港澳台数据暂缺。

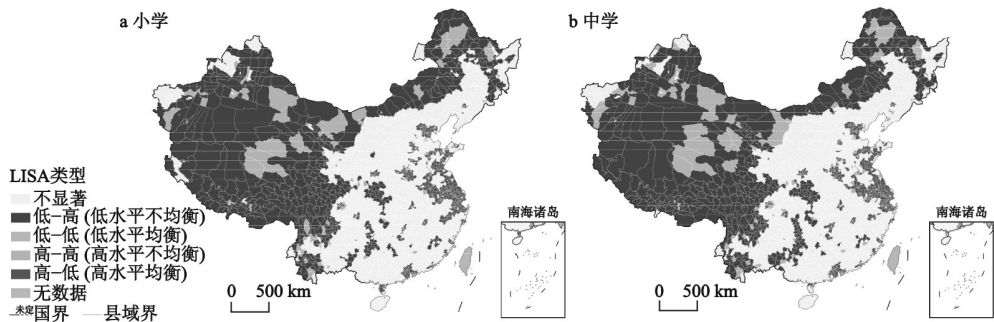
图4 小学及中学可达性的县域内变异系数

Fig.4 Intra-county variation coefficient of accessibility to primary and secondary schools

元,采用人口加权基尼系数测算省级行政区内小学及中学可达性的公平性(图6),以反映省域内县域间的基础教育交通可达性公平性。结果显示,基尼系数在0.4以下的省级行政区主要分布于华北平原及西南地区。结合各省级行政区的基础教育可达性水平和人口加权基尼系数分布,华北平原地区不仅可达性水平高,而且省域内差异小,达到了高水平的县域间均衡;而云南、广西虽然省域间较为均衡,但可达性水平仍然有待提升。基尼系数达到0.7以上的地区则包括北京、青海、四川。其中,北京尽管可达性水平高,但是市域内均衡程度较差,中心城区和远郊区县有较大的差异;而青海、四川则可达性水平也较低,处于低水平的县域间不均衡。总体来看,可达性高的省级行政区和均衡性高的省级行政区并不完全一致。

3.3 不同类型地域间公平性评价

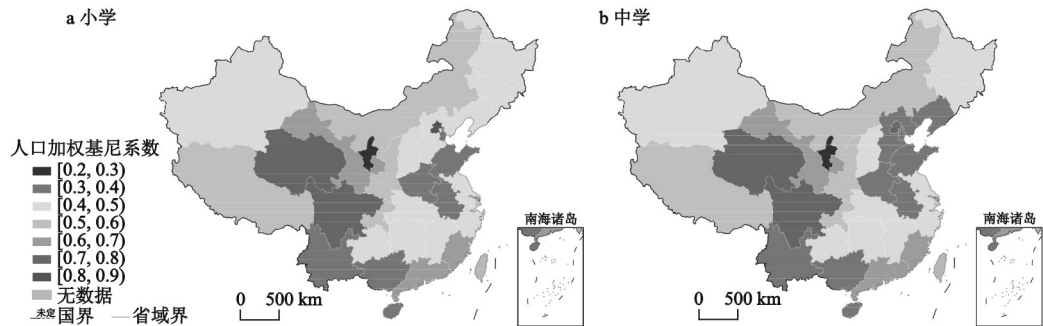
从全国范围来看,基础教育可达性的空间分布趋势在东西方向上大致呈现东高西低的整体趋势,在南北方向上则大致呈现中间高、南北低的整体格局(图7)。基础教育可达性与地形地貌及经济发展水平有一定的相关关系(图8),与坡度整体呈负相关,即地形地貌平坦的地区往往基础教育可达性更好;与人均GDP呈正相关,即经济发展水平高的地区往往基础教育可达性更好。东部地区和中部地区的基础教育可达性水平相对较高,其中东部地区的内部分异更大;西部地区的基础教育可达性相对最低。2020年,中国实现了全部贫困县的脱贫摘帽。然而,对比基础教育可达性可以发现,贫困县明显处于相对的劣势,表明原贫困县在基础教育服务方面还存在比较突出的短板。



基于审图号:GS(2016)1569号(自然资源部监制)制图,底图无修改;港澳台数据暂缺。

图5 小学及中学的人口覆盖率与可达性变异系数的双变量局部空间自相关

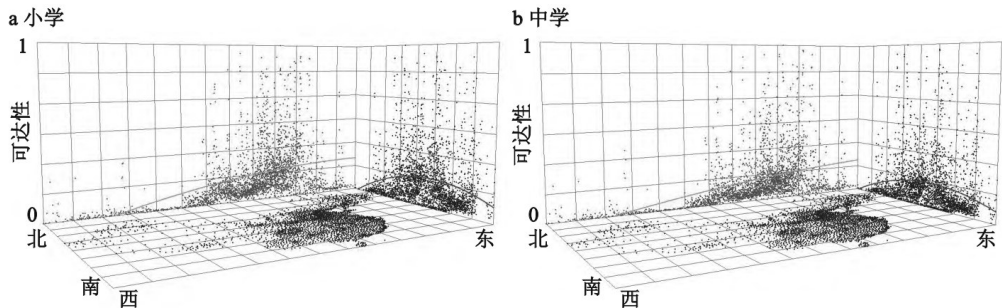
Fig.5 Two-variable local spatial autocorrelation of population coverage and variation coefficient of accessibility to primary and secondary schools



基于审图号:GS(2016)1569号(自然资源部监制)制图,底图无修改;港澳台数据暂缺

图6 小学及中学的可达性的省域人口加权基尼系数

Fig.6 Provincial population weighted Gini coefficient for accessibility to primary and secondary schools



红色为县级单元的地理位置分布,绿色为可达性值与经度构成的投影平面,蓝色为可达性值与纬度构成的投影平面(详见原刊)。

图7 小学及中学的可达性的趋势面分析

Fig.7 Trend surface analysis of accessibility to primary and secondary schools

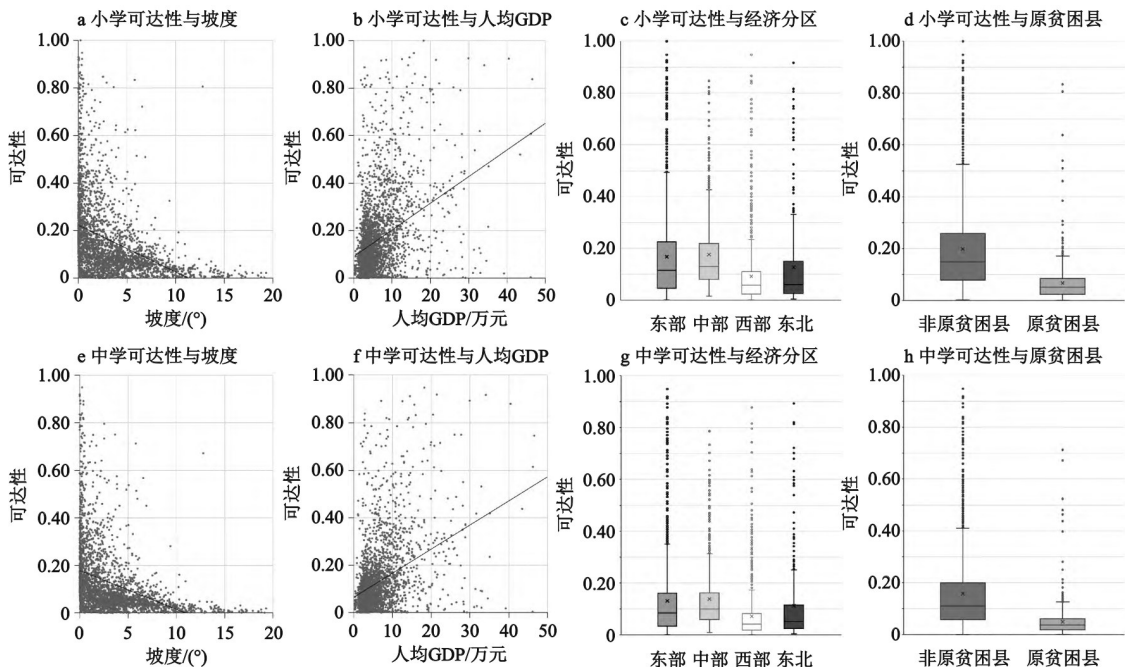


图8 不同类型地域下的小学及中学可达性

Fig.8 Accessibility to primary and secondary schools in different types of regions

为了评估不同经济发展水平和地形条件下基础教育可达性变化的程度,本研究对其进行细分分组统计(图9)。可以发现,在人均GDP约10万元以下时,基础教育可达性随人均GDP的上升大致呈线性增加趋势;人均GDP超过10万元后,基础教育可达性值基本维持在0.20以上,但在不同组别间则呈现出较大波动。可能的原因在于,当经济发展水平较低时,地方财政不足以支撑教育设施和交通设施的进一步完善^[52]。地方政府入不敷出的情况下不得不优先考虑经济发展,挤压了基础教育方面的投资^[53]。随着经济发展水平达到一定高度,财政问题不再是制

约基础教育可达性的关键,地形地貌、人口及居民点分布特征等因素成为基础教育可达性进一步提高的瓶颈^[54]。例如新疆、内蒙古部分地区的经济发展水平较高,但居民点分布较为分散,导致其基础教育可达性难以达到东部沿海同等经济条件地区的水平。从坡度分组来看,基础教育可达性随坡度的增加大致呈指数衰减。当坡度较小时,基础教育可达性受坡度影响较大。这表明,丘陵地区的基础教育可达性明显劣于平原地区,而不同坡度的山区之间则基础教育可达性相差不大。分析认为其原因在于,平原地区的交通路网和教育设施布局都不受地形因素

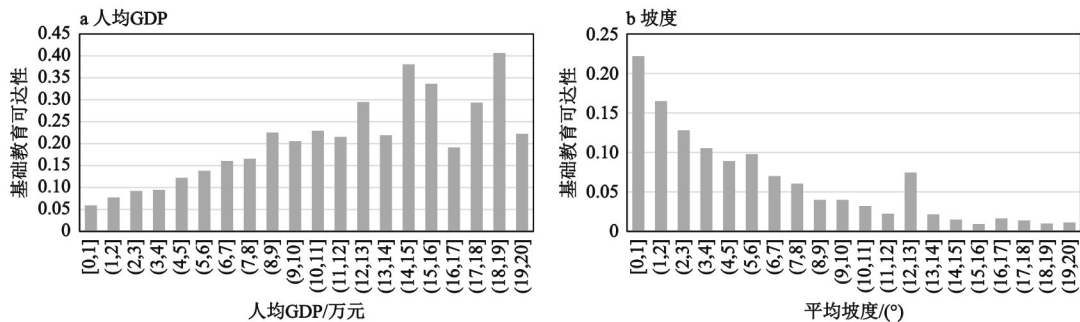


图9 按人均GDP和坡度分组的基础教育平均可达性

Fig.9 Average accessibility of basic education grouped by per capita GDP and slope

影响,而在丘陵山地地区,居民点和学校的分布相对集中在局部地区^[55]。无论山体本身的陡峻程度大小,交通路网往往集中在山谷地区并呈树枝状分布^[56],绕行增加了居民点与学校之间的交通距离,使基础教育可达性处于较低的水平。

4 结论与讨论

本研究基于多源地理数据,采用成本距离栅格分析、人口加权基尼系数、双变量莫兰指数测算等方法,分析了中国基础教育设施的交通可达性格局,并评估了基础教育设施交通可达性的多尺度公平性特征,弥补了现有研究在全国范围上对基础教育交通耗时精细测算上的不足,主要结论如下:

1)小学和中学的15min交通等时圈分别覆盖了全国79.7%和78.8%的人口,交通可达性分布整体存在东高西低的空间格局,大致呈从沿海向内陆逐渐递减的规律。可达性较高的地区在地形地貌上主要为平原、三角洲及部分盆地地区,在区域发展类型上主要为城市群和大城市的都市圈地区。小学的交通可达性通常优于中学。一般而言,小学的服务半径小于中学,容纳学生数量相对更少,在空间上布局的数量也相对更多,在同样的交通设施及服务条件下,小学的交通时间成本等时圈覆盖了更大的国土面积和人口。

2)县域尺度上,基础教育可达性与其公平性的分布呈“高水平”和“高均衡”相互空间集聚。基础教育可达性较差的地区,往往同时也具有很高的不

均衡性。具体表现在,在西部一些自然地形条件较为复杂的地区,乡村居民往往难以在同等的时间内获得基础教育服务,可达性水平差,同时因与当地城镇存在很大的差异,在县域尺度上的空间公平性也较差。

3)省级行政区内,县域间基础教育可达性公平性差的主要为省域内自然地理环境多样的地区。省域内自然地理环境越复杂多样,例如四川省、福建省等,基础教育设施资源和交通设施服务往往集中于省内自然条件相对优越的区域。

与过往研究相比,本研究首次进行了全国尺度下网格单元的基础教育可达性测算。在过往全国层面的可达性研究中,通常将城镇作为出行目的地进行测算^[36-37],而本研究则将目的地细化至了具体的学校。而在交通方式方面,过往全国层面的可达性研究通常只聚焦于特定交通方式或若干区域交通方式的组合出行^[36-38],而本研究则在测算中考虑了包括公交和步行在内的多种交通方式出行组合,并将地貌因素的影响考虑在内,融合多源数据实现了相对更为细致的测算。而与过去的全国层面基础教育资源分布研究相比^[40],本研究的贡献则在于通过交通出行时间成本的测算反映了基础教育的可达性,而非仅是基础教育资源本身的分布。

长期以来,地区间财力差异导致基础教育设施建设的财政支出不一,不同地域间的自然地理环境也存在巨大差异,全国层面上基础教育可达性水平

因而出现了多级断层和明显的多尺度空间不均衡。为了缓解这一问题,本研究提出如下政策建议。首先,本研究发现乡村地区的基础教育可达性大幅低于城镇地区,而乡村地区较低的学校分布密度是重要原因之一。鉴于此,要严格规范乡村地区学校撤并程序和行为。20世纪90年代以来,中国进行了大规模的撤点并校^[57-58],客观上降低了基础教育的交通可达性。尤其是在西部的一些山区,要保留和恢复必要的乡村中小学。其次,本研究发现经济发展水平与基础教育可达性存在负相关的关系。鉴于此,针对一些地区地方财政入不敷出导致基础教育支出难以为继的问题^[52-53],为了提升这些地区中小学布局的密度和服务水平,更需要通过扩大一般性转移支付规模,着重保障欠发达地区的基础教育投资支出和公共交通投资支出。

本研究存在一定局限性,未来尚需补充开展深入研究。具体体现在,本研究仅关注了交通时间成本角度,而没有考虑到学校的容纳能力和准入问题。在全国层面上,尽管POI数据可以较为全面地反映设施的空间分布状况,但不能反映设施的规模和服务质量。未来研究可以将学校规模、学校就学门槛、学校服务水平等纳入研究,对全国基础教育服务的公平性开展进一步的深入研究。

注释:

- ①<https://www.amap.com/>[2021-08-02]
- ②<https://www.openstreetmap.org/>[2021-08-01]
- ③<https://www.8684.cn/>[2021-07-16]
- ④<http://www.geodata.cn/>[2021-06-01]
- ⑤<https://geodata.pku.edu.cn/>[2021-06-01]
- ⑥<https://www.resdc.cn/DOI/DOI.aspx?DOIId=32>[2021-06-01]
- ⑦ <https://data.cnki.net/yearBook/single?id=N2022100037&pinyinCode=YRPFx>[2022-09-01]

参考文献:

- [1]赵鹏军,吕迪,胡昊宇,等.适应人口发展的现代化综合交通运输体系研究[J]. 地理学报,2020,75(12):2699-2715.
- [2]王善迈.教育公平的分析框架和评价指标[J]. 北京师范大学学报(社会科学版),2008(3):93-97.
- [3]Gorard S, Smith E. An international comparison of equity in education systems[J]. Comparative Education, 2004, 40(1): 15-28.
- [4]Iatarola P, Stiefel L. Intradistrict equity of public education resources and performance[J]. Economics of Education Review, 2003, 22(1): 69-78.
- [5]Parekh G, Killoran I, Crawford C. The Toronto connection: Poverty, perceived ability, and access to education equity[J]. Canadian Journal of Education, 2011, 34(3): 249-279.
- [6]李岚清.基础教育是提高国民素质和培养跨世纪人才的奠基工程[J]. 人民教育,1996(5):3-7.
- [7]刘生龙,周绍杰,胡鞍钢.义务教育法与中国城镇教育回报率:基于断点回归设计[J]. 经济研究,2016,51(2):154-167.
- [8]文军,顾楚丹.基础教育资源分配的城乡差异及其社会后果——基于中国教育统计数据的分析[J]. 华东师范大学学报(教育科学版),2017,35(2):33-42+117.
- [9]宋伟轩,涂唐奇,尹上岗,等.南京义务教育资源的社会—空间可达性差异及效应研究[J]. 地理研究,2019,38(8):2008-2026.
- [10]刘宏燕,陈雯.中国基础教育资源布局研究述评[J]. 地理科学进展,2017,36(5):557-568.
- [11]杨振山,栗子林,丁悦,等.学区化外部性对城市空间的影响[J]. 人文地理,2018,33(4):60-67.
- [12]尹上岗,胡信,马志飞,等.基于教育公平视角的城市学区房价时空效应——以南京主城区公办小学为例[J]. 经济地理,2019,39(9):82-93.
- [13]戴岳.偏远山区离村走读儿童的社会适应困境与探讨[J]. 贵州社会科学,2014(6):125-128.
- [14]张勇,杨芳琴,孙建伟,等.基于可达性的山区农村居民点教育公平空间分异——以七星关区为例[J]. 贵州师范大学学报(自然科学版),2022,40(1):24-33.
- [15]Martens K. Justice in transport as justice in accessibility

ty: Applying Walzer's 'Spheres of Justice' to the transport sector[J]. Transportation, 2012, 39(6): 1035–1053.

[16]Neutens T, Schwanen T, Witlox F et al. Equity of urban service delivery: A comparison of different accessibility measures[J]. Environment and Planning A, 2010, 42(7): 1613–1635.

[17]Van Wee B. Accessible accessibility research challenges[J]. Journal of Transport Geography, 2016, 51: 9–16

[18]Kwan M P. Space-time and integral measures of individual accessibility: A comparative analysis using a point-based framework[J]. Geographical Analysis, 1998, 30(3): 191–216.

[19]吕毅.城市小学校可达性评价——以长沙市雨花区为例[D]. 武汉:武汉大学,2005.

[20]王亭娜.基于可达性的公共产品空间布局研究——以仪征市医院和高级中学为例[D]. 南京:南京师范大学,2007.

[21]Yigitcanlar T, Sipe N, Evans R et al. A GIS-based land use and public transport accessibility indexing model[J]. Australian Planner, 2007, 44(3): 30–37.

[22]Kelobonye K, Zhou H, McCarney Get al. Measuring the accessibility and spatial equity of urban services under competition using the cumulative opportunities measure[J]. Journal of Transport Geography, 2020, 85: 102706.

[23]Sa C, Florax R J G M, Rietveld P. Determinants of the regional demand for higher education in the Netherlands: A gravity model approach[J]. Regional Studies, 2004, 38(4): 375–392.

[24]Wen H, Xiao Y, Hui E C Met al. Education quality, accessibility, and housing price: Does spatial heterogeneity exist in education capitalization?[J]. Habitat International, 2018, 78: 68–82.

[25]Li H, Wei Y D, Yu Z et al. Amenity, accessibility and housing values in metropolitan USA: A study of Salt Lake County, Utah[J]. Cities, 2016, 59: 113–125.

[26]Wu Q, Cheng J, Chen G et al. Socio-spatial differentiation and residential segregation in the Chinese city based on the 2000 community-level census data: A case study of the inner city of Nanjing[J]. Cities, 2014, 39: 109–119.

[27]Wu Q, Zhang X, Waley P. Jiaoyufication: When gentrifi-

cation goes to school in the Chinese inner city[J]. Urban Studies, 2016, 53(16): 3510–3526.

[28]Wu Q, Edensor T, Cheng J. Beyond space: Spatial(Re) production and middle-class remaking driven by jiaoyufication in Nanjing City, China[J]. International Journal of Urban and Regional Research, 2018, 42(1): 1–19.

[29]王侠,陈晓键,焦健.基于家庭出行的城市小学可达性分析研究——以西安市为例[J]. 城市规划, 2015, 39(12): 64–72.

[30]程顺祺,祁新华,林涵,等.移动搜索法在教育公共服务可达性评价中的改进与应用——以福州城区幼儿园为例[J]. 人文地理, 2017, 32(3): 53–60.

[31]涂唐奇,闫东升,陈江龙,等.南京城市义务教育设施空间演化[J]. 地理科学, 2019, 39(3): 433–441.

[32]韩增林,董梦如,刘天宝,等.社区生活圈基础教育设施空间可达性评价与布局优化研究——以大连市沙河口区为例[J]. 地理科学, 2020, 40(11): 1774–1783.

[33]张艳林,李敏,刘宇文,等.基于学籍地址和地理编码的乡村小学教育资源空间可达性分析——以湖南省株洲县为例[J]. 地理科学, 2022, 42(6): 993–1004.

[34]Guzman L, Oviedo D, Rivera C. Assessing equity in transport accessibility to work and study: The Bogotá region[J]. Journal of Transport Geography, 2017, 58: 236–246.

[35]Moreno-Monroy A, Lovelace R, Ramos F R. Public transport and school location impacts on educational inequalities: Insights from São Paulo[J]. Journal of Transport Geography, 2017, 67: 110–118.

[36]钟业喜,黄洁,文玉钊.高铁对中国城市可达性格局的影响分析[J]. 地理科学, 2015, 35(4): 387–395.

[37]文嫣,韩旭.高铁对中国城市可达性和区域经济空间格局的影响[J]. 人文地理, 2017, 32(1): 99–108.

[38]黄洁,石雯茜,陈娱.居民出行视角下的北京市双枢纽机场可达性研究[J]. 地球信息科学学报, 2022, 24(5): 914–924.

[39]沈有禄.基础教育资源配置公平研究[J]. 教育学术月刊, 2009(12): 16–21.

- [40]赵林,吴殿廷,王志慧,等.中国农村基础教育资源配置的时空格局与影响因素[J]. 经济地理,2018,38(11):39-49.
- [41]周远翔,宋旭光,张丽霞.教育财政投入、空间收敛与基础教育公平[J]. 北京师范大学学报(社会科学版),2019(5):135-147.
- [42]Carvalho W L, da Cruz R O M, Camara M T et al. Rural school transportation in emerging countries: The Brazilian case[J]. Research in Transportation Economics, 2010, 29: 401-409.
- [43]Weinstein M, Cordes S A, Rick C et al. Riding the yellow school bus: Equity in bus transportation across districts, schools, and students[J/OL]. Urban Education, 2022.
- [44]杨成荣,张屹山,张鹤.基础教育公平与经济社会发展[J]. 管理世界,2021,37(10):152-166.
- [45]Kenyon S. Transport and social exclusion: Access to higher education in the UK policy context[J]. Journal of Transport Geography, 2011, 19(4): 763-771.
- [46]Hansen W G. How accessibility shapes land use[J]. Journal of the American Institute of Planners, 1959, 25(2): 73-76.
- [47]交通运输部公路局,中交第一公路勘察设计研究院有限公司.公路工程技术标准:JTG B01-2014[S]. 北京:人民交通出版社有限公司,2014.
- [48]韩志刚,崔彩辉,苗长虹,等.基于成本距离的河南省多尺度可达性空间格局[J]. 河南大学学报(自然科学版),2019,49(2):127-136.
- [49]刘少坤,关欣,王彬武,等.基于GIS的城市医疗资源可达性与公平性评价研究[J]. 中国卫生事业管理,2014,31(5):332-334.
- [50]Anselin L, Syabri I, Kho Y. GeoDa: An introduction to spatial data analysis[M]//Fischer Met al. Handbook of applied spatial analysis. Berlin, Heidelberg: Springer, 2010: 73-89.
- [51]Zhao P, Hu H, Zeng Let al. Revisiting the gravity laws of intercity mobility in megacity regions[J]. Science China Earth Sciences, 2023, 66(2): 271-281.
- [52]徐盈之,赵永平.新型城镇化、地方财政能力与公共服务供给[J]. 吉林大学社会科学学报,2015,55(5):24-35+171-172.
- [53]罗伟卿.财政分权及纵向财政不平衡对中国基础教育质量的影响[J]. 清华大学学报(哲学社会科学版),2009,24(S1):13-20.
- [54]涂然,周锐,王新军.城市基础教育设施的空间可达性与公平性研究——以上海市浦西8区小学为例[J]. 复旦学报(自然科学版),2019,58(6):747-755.
- [55]杨慧敏,张香玲,李立,等.山区贫困县中小学空间格局变化与可达性分析——以河南省嵩县为例[J]. 地理科学进展,2018,37(4):556-566.
- [56]Zhao P, Hu H. Rural transition and transport in China [M]. Singapore: Springer Singapore, 2022: 266-271.
- [57]万明钢.以促进教育公平和教育均衡发展的名义——中国农村“撤点并校”带来的隐忧[J]. 教育科学研究,2009(10):19-20.
- [58]蔡志良,孔令新.撤点并校运动背景下乡村教育的困境与出路[J]. 清华大学教育研究,2014,35(2):114-119.

Accessibility and Its Spatial Equity of Basic Education in China

Hu Haoyu Wang Liangjiao Chen Yulong Zhao Pengjun

Abstract: Education equity is an important basis of social equity. The spatial inequity of basic education resources is a key issue that needs to be solved urgently in China. However, there are still some deficiencies in the existing research. Firstly, the existing research scale of educational accessibility is concentrated at the municipal, county or community level; Secondly, the existing national or regional accessibility research focuses on the evolution of city

accessibility in the region in the context of the development of high-speed rail, expressway and other transportation networks; Thirdly, there is a lack of precise calculation of the time spent by residents arriving at educational facilities at the national level. Based on POI, DEM, transport network, land use, population grid data, this study analyzes the accessibility patterns of basic education facilities nationwide by using the methods of cost-distance grid analysis, population-weighted Gini coefficient, and two-variable Moran's Index calculation, and evaluates the multi-scale fairness of basic educational accessibility. The study found that: 1) The 15-minute isochron of primary and secondary schools covered 79.7% and 78.8% of the population of the country respectively, and the terrain with high accessibility was mainly plain and basin, mostly distributed in urban agglomerations and metropolitan areas; 2) At the county level, the "high level" and "high balance" of accessibility are clustered and distributed. The two-variable Moran's Index of population coverage and accessibility variation coefficient are -0.602 and -0.587 , respectively, that is, areas with high service levels and their surrounding areas tend to be well balanced; 3) At the provincial level, the "high level" of accessibility does not coincide with the "high balance". The Gini coefficient in Beijing and other areas with high accessibility of basic education reaches more than 0.7. Generally, the more complex and diverse the natural geographical environment, the lower the fairness of accessibility of basic education between counties. It is suggested to strictly regulate the withdrawal and merger of schools in rural areas, give play to the role of inter-regional transfer payment in improving basic education facilities, and provide good travel conditions for primary and secondary school Students.

Key words: basic education; transport accessibility; China; spatial equity; point of interest; public service facilities

《复印报刊资料·地理》全年均可订阅

订购地址:中国人民大学书报资料中心市场部

邮编:100872

全国各地邮局 邮发代号:2-894

订购电话:(010)82503412/38/39/40、(010)82503029

官方网站:<http://zlzx.ruc.edu.cn>

邮局汇款:收款人:市场部

地址:北京9666信箱

邮编:100086

开户银行:中国银行北京人大支行

户 名:中国人民大学书报资料中心

账 号:344156031742