

滴滴出行大数据视角下的中国城市多中心性评价

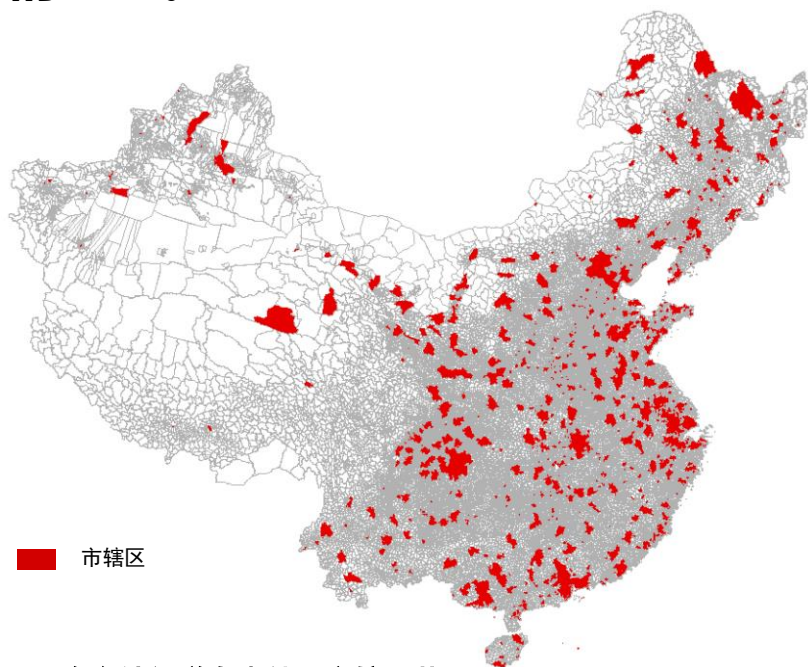
Measuring Polycentric Urban Development in China: A Big data
Perspective Based on Didi Car-Haring Record

龙瀛，马爽
清华大学建筑学院
2017年11月

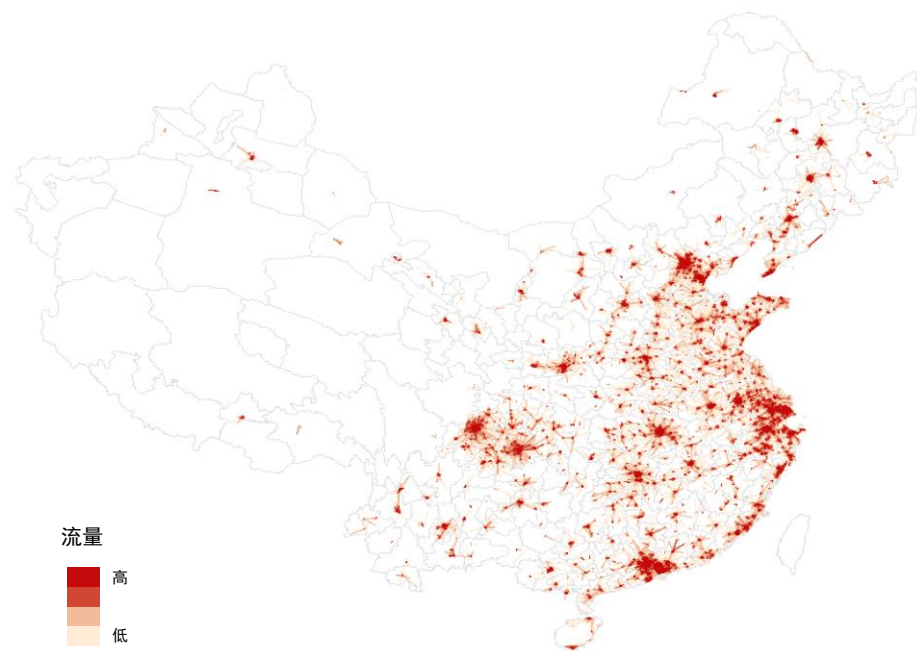


数据介绍

- 研究利用微观尺度大数据，分析了中国所有城市的多中心指数。通过分析覆盖全国 53,572 个乡镇街道办事处的大量而广泛的城市内部滴滴出行 APP 约车记录(包括出租车、专车、快车等)，依据每一个城市的功能多中心指数和形态多中心指数，研究识别了中国城市的类型学特征。
- 研究利用了2016年8月24-26日连续三天（周三至周五）全国范围乡镇街道办事处尺度的滴滴专车、快车、出租车和顺风车出行数据。滴滴出行数据在624个城市的市辖区均有轨迹数据，市辖区内出行占总出行的91%。



全国53,572个乡镇街道办事处及市辖区范围



全国通勤出行示意图（扣除了乡镇街道办事处内部的和大于100km的出行）

用滴滴数据研究城市空间结构、功能性城市地域和城市群，虽然不是整体样本，但考虑到数据偏差在各个城市基本一致，对最终排名影响预计有限。

通勤时段出行指出行发生在上午6:00-9:30。



滴滴
滴滴一下 美好出行

清华大学



BCL
Beijing City Lab

二

研究背景

- 多中心城市的概念最早出现于19世纪末到20世纪初，旨在缓解城市生态环境恶化以及解决一系列城市发展带来的城市病。最早将多中心城市作为标准提出的是美国社会哲学家芒福德，在他的《城市文化》(The Culture of Cities)中建议用一种新的城市组合形态改变传统的功能联系弱的城市区域，并将这种新的形态称为多核心城市。不同阶段城市规划相关理论和实践，从较早的卫星城、到新城、再到目前的副中心、国家级新区等都致力于打造多中心的城市空间结构。
- 多中心的城市空间结构不断地经历着演变和探索，随着我国城镇化的快速发展，大城市发展的重心逐步开始从规模扩张转向结构调整，多中心发展策略逐步成为城市规划的核心策略之一。在全国人口超过100万的52个特大城市中，有16个城市先后提出实施多中心城市空间结构的战略布局。
- 多中心性是度量城市空间结构的重要指标。尽管城市多中心演化跟城市空间自发发展和组织有关，科学的政策引导有助于加速其演化，存进科学合理的多中心模式的形成。这需要对城市多中心进行客观判定，认识我国城市的多中心结构（尤其是功能多中心结构）。近几年，多中心城市的发展引起了学界和政策执行者的广泛关注，许多城市的市政府也在城市规划中强调打造多中心的城市空间结构。比如河北雄安新区的建立是以习近平同志为核心的党中央推进京津冀协同发展做成的一项重大决策部署，是继深圳经济特区和上海浦东新区之后又一具有全国意义的新区。目的包括集中疏散北京非首都功能，探索人口经济密集地区优化开发新模式等。



滴滴
滴滴一下 美好出行

清华大学



BCL
Beijing City Lab

二

研究背景

- 城市多中心和网络化也是政府和社会各界经常关注的内容，比如：
- 2017年9月27日，国务院批准《北京城市总体规划（2016年-2035年）》，规划提出构建“一核一副、两轴多点一区”的城市空间结构。与此前草案提出的“一主一副、两轴多点”的布局相比做出了较大调整。“一核”是指“首都功能核心区”；“一区”是指“生态涵养区”；“多点”是指“位于平原地区的新城”，包括顺义、大兴、亦庄、昌平和房山新城等，从而形成空间结构更优化，城市环境更优美的城市环境。
- 2016年8月，上海市政府公布《上海市城市总体规划（2016-2040）草案》，规划目标之一是形成“网络化、多中心、组团式、集约型”的空间体系。从城市规划策略方面，该草案提出规划“一主、两轴、四翼、多廊、多核、多圈”的市域总体空间结构。上海城市副中心预计达到16个，相比现状增加12个。
- 成都市第十三次党代会提出，构建“双核联动、多中心支撑”的网络化功能体系，优化城镇功能体系和空间布局形态，破解单中心城市结构，避免中心地产业过度密集与人口及资源环境的矛盾。



滴滴
滴滴一下 美好出行

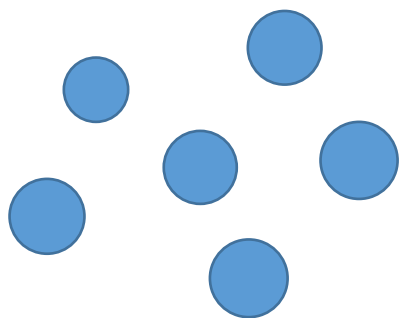
清华大学



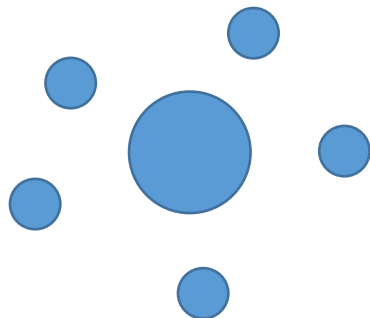
BCL
Beijing City Lab

三

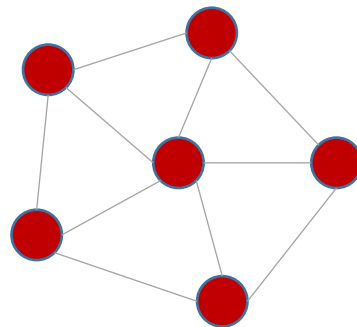
形态多中心 vs 功能多中心



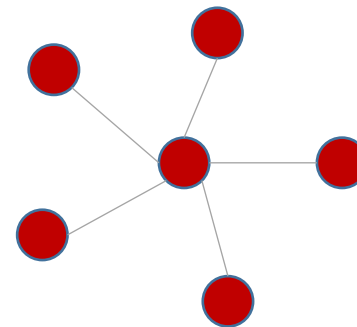
形态多中心



形态单中心



功能多中心



功能单中心

- 多中心性 (polycentric) 是城市空间结构的重要度量指标，多中心城市空间结构得到了广泛的呼吁，也是城乡规划与设计领域的重要研究和设计内容
- 已有多中心城市空间结构方向的研究，多采用人口密度、就业密度等普查数据进行刻画，体现的是形态上的规模差异 (**形态多中心**)
- 源于流空间数据的约束，从功能联系的角度对多中心性进行评价 (**功能多中心**) 的研究还十分有限，针对一个国家的整个城市系统的判断则没有文献报道
- 本研究旨在充分利用滴滴出行所提供数据的优势，**对整个中国城市系统所包括的各个城市的形态和功能多中心性进行全面刻画**



滴滴
滴滴一下 美好出行

清华大学

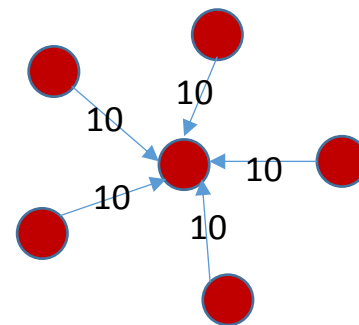


BCL
Beijing City Lab

四

如何评价多中心性？

- 利用滴滴出行中的**街道尺度**的通勤出行数据对中国**各个市辖区**的形态和功能多中心性进行评价
- 利用**入流量 (inflow volume)** 评估形态多中心程度 (就业角度)
 - 入流量表征了一个区域对就业人群的吸引强度
- 利用**入度 (indegree)** 评估就业功能多中心程度 (就业角度)
 - 入度 (indegree) 表征了一个区域对就业人群的地理范围吸引广度
- 形态多中心的计算公式为：
$$P_M = 1 - \frac{\sigma_M}{\sigma_{M_{\max}}}$$
- 功能多中心的计算公式为：
$$P_F = 1 - \frac{\sigma_F}{\sigma_{F_{\max}}}$$
- 其中P为城市的多中心程度， σ 为所有街道评估值（入流量或入度）的标准差， σ_{\max} 为街道评估值的最大值与一个评估值为0的街道之间的标准差。

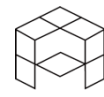


中心街道的入流量为50，入度为5
(每个点假设为一个街道办事处)



滴滴
滴滴一下 美好出行

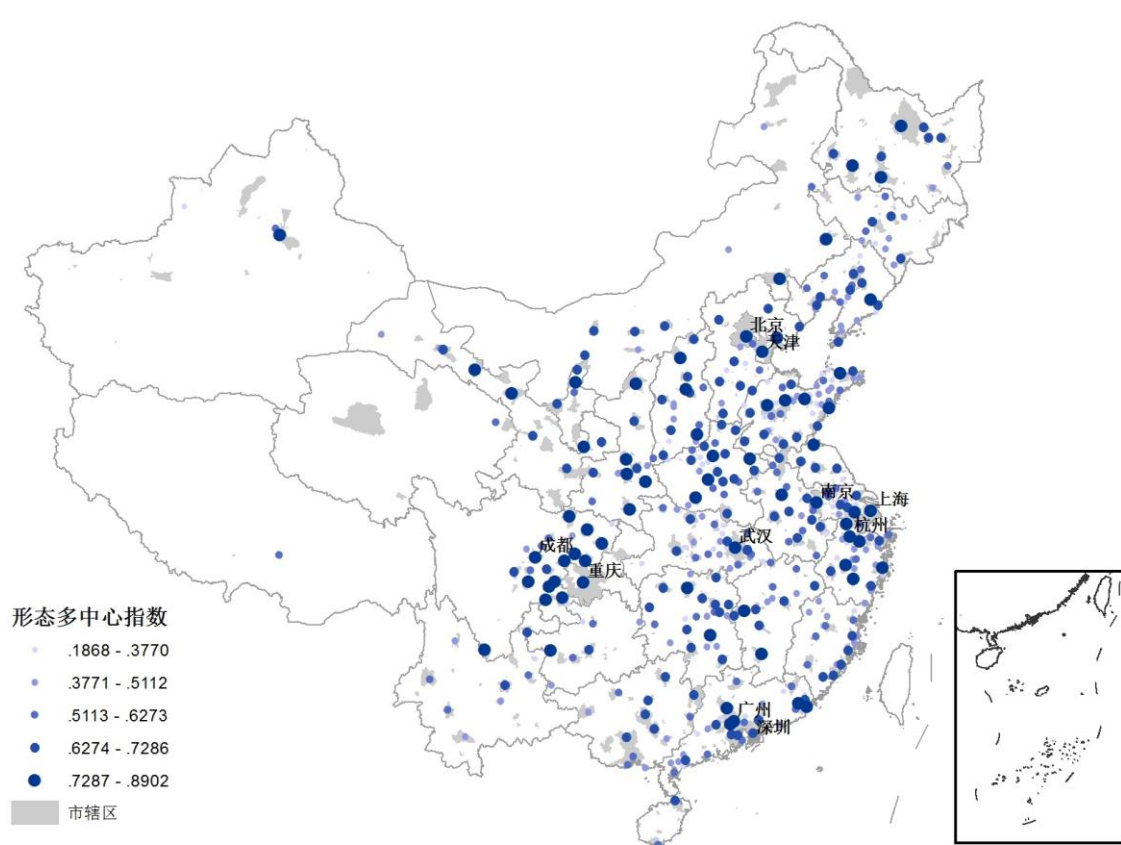
清华大学



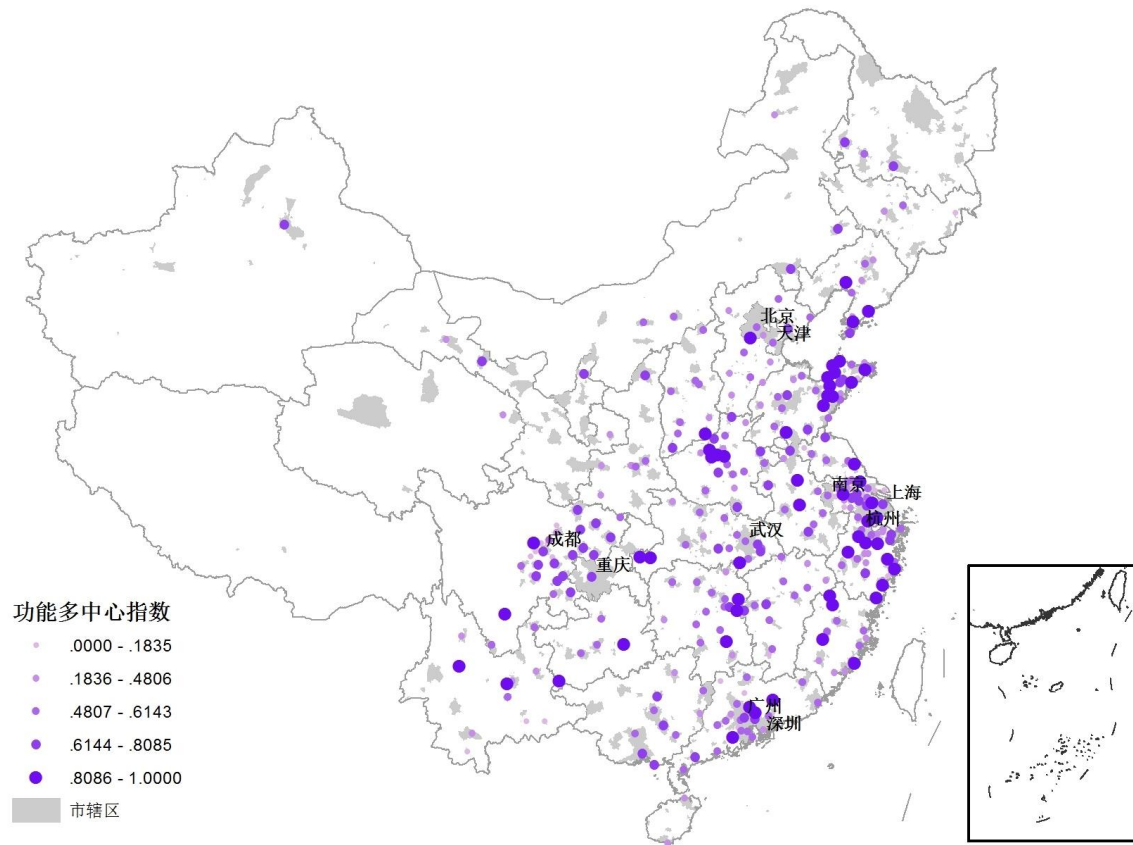
BCL
Beijing City Lab

五

全国所有城市多中心评价结果：基于通勤数据



形态多中心指数超过0.5的城市占城市总数的66.0%。我国大部分城市发展比较均衡，有较均衡的就业或者商业活动的中心，而不是仅仅一个中心。



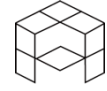
功能多中心指数超过0.5的城市占城市总数的73.4%。功能多中心指数较高的多为中小城市，对应着城市内网络状的就业交通流

- 功能多中心指数超过0.5的城市占总数的73.4%，但这不表示我国城市的空间格局已经非常合理，就如我们经常看到的关于交通拥堵，各别城市房价过高的新闻和报道一样，我国的城市空间像功能多中心，也就是空间的网络化发展仍然有很长的路要走，这是因为功能多中心指数较高的城市大部分为我国的中小城市，依照传统经济学家，如克鲁格曼和藤田昌久认为集聚有利于增加经济效益，即单中心结构有助于经济效益的获得，中小城市可能还没有形成良好的经济集聚场所（单中心）。因而随着经济的发展这些城市的网络化格局可能会打破。



滴滴
滴滴一下 美好出行

清华大学



BCL
Beijing City Lab

六

综合评估：形态多中心+功能多中心

形态 功能	高	中	低
高	乌鲁木齐、苏州、无锡、合肥、银川、鄂州、平顶山、焦作、泸州、自贡、乐山、内江、重庆、资阳、遂宁、成都、南充、达州、巴中、广元、唐山、哈尔滨、柳州、萍乡、新余、安康、商丘、徐州、运城、连云港、榆林、张掖、赤峰、通辽	嘉兴、池州、蚌埠、东莞、浏阳、眉山、齐齐哈尔、茂名、贵港、信阳	诸城、胶州、高密、章丘、平度、莱西、海阳、莱阳、莱州、招远、文登、晋江、福鼎、建德、嵊州、诸暨、奉化、富阳、桐乡、平湖、江阴、赤壁、大冶、潜江、北海、增城、登封、新密、巩义、醴陵、都江堰、阆中、涿州、普兰店、庄河、盘锦、耒阳、武夷山、瑞安、温岭、临海、滕州、龙口、蓬莱、河源、兴义、恩施、晋城
中	青岛、济南、莆田、杭州、湖州、上海、常州、南京、武汉、广州、渭南、贵阳、广安、天津、沈阳、大庆、亳州、清远、汕头、贺州、赣州、永州、攀枝花、衡阳、昭通、宜春、抚州、常德、丽水、台州、金华、襄阳、淮安、临沂、临汾、吕梁、大同	呼和浩特、九江、宁波、镇江、芜湖、六安、孝感、钦州、中山、江门、肇庆、惠州、许昌、新乡、遵义、湘潭、株洲、长沙、雅安、德阳、大连、晋中、来宾、随州、湛江、梅州、韶关、三明、邵阳、吉安、益阳、张家界、衢州、宜昌、阜阳、周口、盐城、宿迁、日照、安阳、泰安、衡水	荣成、鹰潭、南昌、常熟、姜堰、仙桃、黄石、安顺、万源、云浮、侯马、玉林、娄底
低	潍坊、烟台、泉州、绍兴、佛山、西安、宝鸡、漯河、郑州、宜宾、保定、北京、秦皇岛、昆明、太原、长春、海口、桂林、郴州、南阳、濮阳	包头、东营、威海、漳州、厦门、福州、上饶、舟山、南通、扬州、泰州、滁州、南宁、深圳、洛阳、绵阳、石家庄、沧州、廊坊、张家口、承德、营口、鞍山、抚顺、西宁、曲靖、吉林、南平、怀化、温州、岳阳、汉中、驻马店、淮北、庆阳、济宁、长治、聊城、德州、滨州	嘉峪关、即墨、福清、景德镇、上虞、余姚、慈溪、海宁、金坛、扬中、宜兴、铜陵、咸宁、四会、珠海、咸阳、瓦房店、玉溪、永康、东阳、义乌、三亚、阳江、普洱、梧州、龙岩、丽江、荆门、邢台、呼伦贝尔

将中国276个城市分为9类

- 滴滴通勤流量较大的城市，多在形态上形成多中心；
- 苏州、无锡、合肥、重庆和成都在中国城市中无论是形态多中心还是功能多中心培育方面都是典范；
- 北京、西安和昆明等城市则形态多中心有余而功能多中心不足；
- 章丘、高密等城市反之，有较强的功能多中心，但形态中心比较单一。



滴滴
滴滴一下 美好出行

清华大学



BCL
Beijing City Lab

七

直辖市、副省级城市和省会城市的多中心性排名

城市形态多中心：

排名	大规模城市	指数	排名	中等规模城市	指数	排名	小规模城市	指数
1	天津	0.87	1	西安	0.84	1	银川	0.81
2	广州	0.83	2	乌鲁木齐	0.84	2	贵阳	0.72
3	重庆	0.81	3	郑州	0.83	3	海口	0.71
4	成都	0.8	4	哈尔滨	0.81	4	兰州	0.68
5	南京	0.79	5	济南	0.8	5	福州	0.66
6	上海	0.79	6	太原	0.73	6	南宁	0.66
7	青岛	0.77	7	合肥	0.71	7	长沙	0.65
8	武汉	0.76	8	沈阳	0.71	8	呼和浩特	0.65
9	北京	0.76	9	昆明	0.69	9	石家庄	0.64
10	杭州	0.73	10	厦门	0.68	10	西宁	0.61
11	长春	0.7	11	大连	0.67	11	拉萨	0.6
12	深圳	0.65	12	宁波	0.66	12	南昌	0.54

建成区规模较大的城市中，形态多中心指数高的是天津、广州和重庆；建成区规模中等的城市中，该指数较高的是西安、乌鲁木齐和郑州；建成区规模较小的城市中，形态多中心较好的城市是银川、贵阳和海口。

城市建成区面积也就是城市的实体地域，往往比城市行政边界小，能更好地反映出城市的空间规模。因而我们用城市建成区面积对城市进行分类，城市建成区规模越大，其对多中心的需求则越大。大中规模城市中城市功能多中心指数高的城市，其网络化更难实现，因而更值得其他城市借鉴。

城市功能多中心：

排名	大规模城市	指数	排名	中等规模城市	指数	排名	小规模城市	指数
1	重庆	0.69	1	合肥	0.85	1	拉萨	0.92
2	成都	0.64	2	乌鲁木齐	0.77	2	银川	0.68
3	广州	0.63	3	哈尔滨	0.65	3	呼和浩特	0.57
4	上海	0.62	4	宁波	0.62	4	长沙	0.55
5	天津	0.6	5	大连	0.62	5	贵阳	0.53
6	杭州	0.58	6	沈阳	0.55	6	南昌	0.52
7	南京	0.57	7	济南	0.53	7	福州	0.52
8	武汉	0.53	8	太原	0.51	8	南宁	0.51
9	青岛	0.52	9	西安	0.51	9	海口	0.44
10	北京	0.52	10	厦门	0.46	10	兰州	0.43
11	深圳	0.47	11	昆明	0.46	11	石家庄	0.42
12	长春	0.46	12	郑州	0.37	12	西宁	0.37

城市多中心指数较高的是重庆、合肥和拉萨，他们分别位居大规模城市、中等规模城市和小规模城市空间结构网络化程度排名之首。在大规模城市中，城市空间结构网络化较好的是重庆、成都和广州，这三个城市的城市空间结构值得中国其他城市借鉴。

大规模城市指城市建成区面积排名1-12名的城市，中等规模城市指城市建成区面积排名13-24名的城市，小规模城市指城市建成区面积排名25-36名的城市。



滴滴
滴滴一下 美好出行

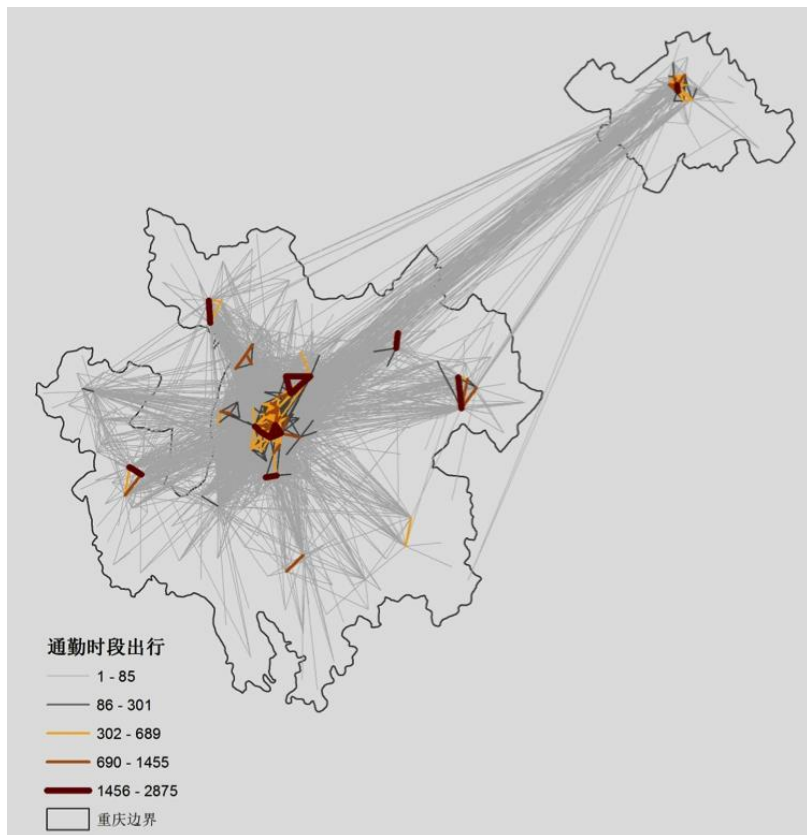
清华大学



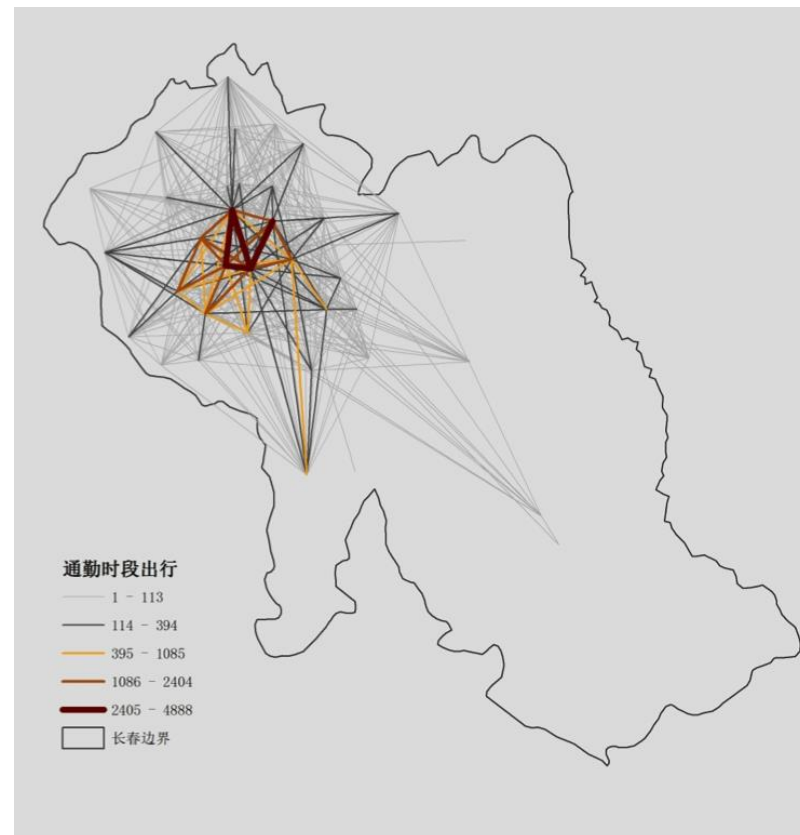
BCL
Beijing City Lab

八

功能多中心城市结构比较



重庆：建成区面积1-12名的城市中，功能多中心排名第一



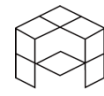
长春：建成区面积1-12名的城市中，功能多中心排名第十二

- 通过绘制城市内部通勤时段出行图可以发现，重庆的功能多中心也就是空间结构网络化程度较高，长春的空间结构网络化程度一般。重庆的各个乡镇街道办事处，除了和中心城区联系较好以外，相互之间也有一定联系。长春的出行分布类似于复杂五角星，各个地方出行主要和中心区有联系，相互之间联系较少。



滴滴
滴滴一下 美好出行

清华大学



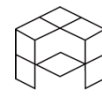
BCL
Beijing City Lab

谢谢！



滴滴
滴滴一下 美好出行

清华大学



BCL
Beijing City Lab