

全球公交创新（GTI）项目成果之一：
基于公交的北京就业可达性地图

方法简介

孙铁山 博士
北京大学
政府管理学院
tieshansun@gmail.com

范颖玲 博士
明尼苏达大学
汉弗莱公共事务学院
yingling@umn.edu

齐云蕾
明尼苏达大学
汉弗莱公共事务学院
yunleiqi@umn.edu

2016/04/07

**GLOBAL TRANSIT
INNOVATIONS**

UNIVERSITY OF MINNESOTA

简介

基于公交的北京就业可达性地图描绘了 2004 和 2013 年北京都市区内各街道、镇乡使用城市公共交通系统在 30 分钟、45 分钟和 60 分钟出行时间内所能达到的就业机会总数。

数据来源

计算基于公交的就业可达性需要两方面的数据：一是城市公共交通网络数据，用于计算北京都市区内各街道、镇乡使用公共交通系统在一定时间内可到达的区域范围；二是地区就业数据，用于计算在可到达区域内的总就业机会。表 1 列出了本研究的数据来源。

表 1 计算北京都市区基于公交的就业可达性的数据来源

年份	公共交通网络数据	就业数据
2004	2005 年北京市公交站点和地铁站点数据（由研究组收集）	北京市第一次全国经济普查统计资料
2013	2015 年百度地图 Direction API	北京市第三次全国经济普查统计资料

研究区域

北京是中国少数几个超大型城市之一。虽然作为首都，北京的城市发展与一般大城市有所不同，但其发展历程和发展特征仍有很强的代表性。改革开放以来，北京的城市空间快速扩张，包括交通基础设施在内的城市基础设施建设不断加速，由此带来了人口和产业活动向郊区扩散，城市空间不断重组，也出现了日益严重的职住分离，导致城市交通状况不断恶化。

Study Area - Beijing Metropolitan Area

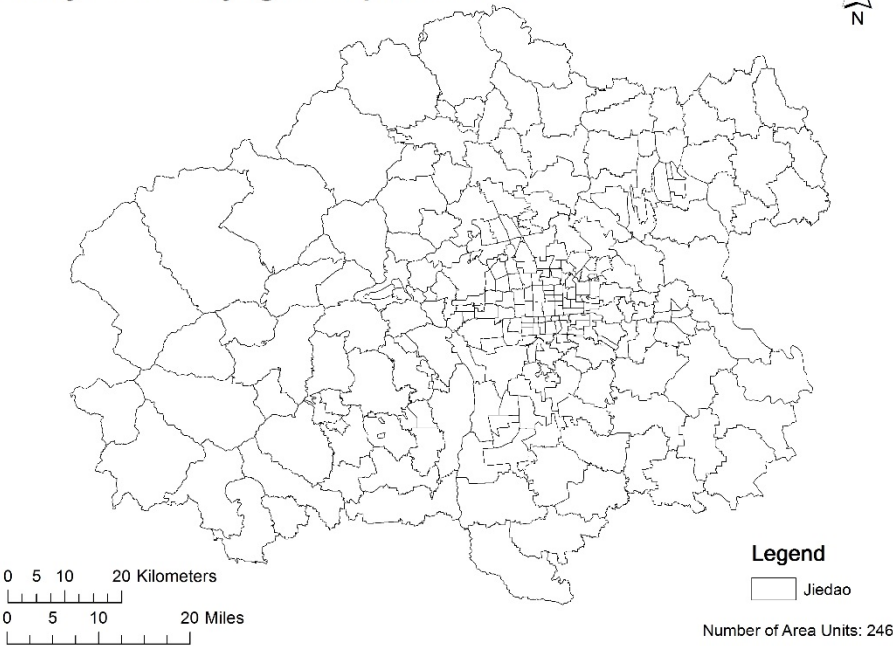


图 1 研究区域范围

本研究的区域范围是北京都市区，包括北京的城六区和与之相邻的郊区，共 12 个市辖区（除去北部怀柔、密云、平谷、延庆 4 个区县），地域面积约为 9116.3 平方公里。图 1 显示了北京都市区的范围以及都市区内 246 个街道、镇乡的行政边界，这些空间单元是计算基于公交的就业可达性的基本分析单元。需要说明的是，街道、镇乡的行政边界在不同年份间不断调整 and 变化，为了便于分析结果在不同年份间的比较，本研究根据历年来北京街道、镇乡行政区划调整，将各年份就业数据统一到 2013 年行政区划地图上。

就业机会类型

本研究所使用的就业机会类型分为高学历就业机会及低学历就业机会。由于北京市经济普查数据中缺少分受教育水平、分街道的就业人员统计数据，我们利用分行业、分受教育水平和分行业、分街道的就业人员数据，近似得到北京都市区分街道、高学历就业机会和低学历就业机会数据。具体步骤如下：（1）根据 2004 年经济普查数据中各行业大专及以上学历人口占比，将 18 个行业门类（不包括农、林、牧、渔业和国际组织）分为高学历行业门类（大专及以上学历就业人员占比高于北京市大专及以上学历就业人员占比（39%）的行业门类）和低学历行业门类（大专及以上学历就业人员占比低于北京市大专及以上学历就业人员占比（39%）的行业门类）；（2）本研究将高学历就业机会数量定义为高学历行业门类就业人员数量，将低学历就业机会数量定义为低学历行业门类就业人员数量。

需要注意的是，虽然批发和零售业大专及以上学历就业人员占比（40.58%）略高于北京市大专及以上学历就业人员占比（39%），在本研究中仍将其就业人员算入低学历就业机会。这主要基于两点考虑：（1）多数零售业和部分批发业的就业人员为临时工，拥有大专及以上学历。而多数拥有大专及以上学历的非临时就业人员，则集中在从事国家大宗贸易的国企，或从事文化、医疗、计算机通信等技术要求相对较高的批发或零售业中，这部分人员比重相对较低。换言之，由于行业内临时工的影响，该行业就业人员学历水平相对高于该行业的学历要求。（2）将批发和零售业归入低学历行业门类能够使得我们获得的低学历就业机会占比（2004 年占比为 64%）与经济普查中实际的总低学历就业人口占比（2004 年占比为 61%）相匹配。

表 2 就业机会类型划分

行业门类	行业门类代码	大专及以上学历人口占比	高学历就业机会	低学历就业机会
农、林、牧、渔业	A	-		
采矿业	B	6.06%		√
制造业	C	21.99%		√
电力、热力、燃气及水生产和供应业	D	34.85%		√
建筑业	E	21.09%		√
交通运输、仓储和邮政业	F	17.28%		√
信息传输、软件和信息技术服务业	G	84.62%	√	
批发和零售业	H	40.58%		√
住宿和餐饮业	I	12.95%		√
金融业	J	70.26%	√	
房地产业	K	35.15%		√
租赁和商务服务业	L	46.71%	√	
科学研究和技术服务业	M	70.76%	√	
水利、环境和公共设施管理业	N	21.19%		√
居民服务、修理和其他服务业	O	21.74%		√
教育	P	72.32%	√	
卫生和社会工作	Q	51.36%	√	
文化、体育和娱乐业	R	62.62%	√	
公共管理、社会保障和社会组织	S	62.68%	√	
国际组织	T	-		

就业可达性计算方法

本研究使用累积就业机会的方法计算每个街道、镇乡基于公交的就业可达性。因此，本研究的可达性指标计算从每个街道、镇乡中心出发，在一定出行时间（以早高峰为准）内所到达区域的总就业。本研究分别使用三个出行时间范围，分别是 30 分钟、45 分钟和 60 分钟以内。可达性的计算包括两个步骤：一是生成基于公交的出行时间矩阵，用于刻画任意两地之间最短的公交出行时间；二是基于公交出行时间矩阵，加总每个街道、镇乡在 30 分钟、45 分钟和 60 分钟可达区域内的总就业机会。

第一步：生成公交出行时间矩阵。

对每一对街道、镇乡，计算 2005 和 2015 年公交出行时间。公交出行时间包括乘坐公交/地铁的时间，步行时间（从出发地区的中心到起始公交站点和从结束公交站点到到达地区的中心的时间），以及根据每条公交线路在每天特定时间的发车频次计算的等车时间。

2005 年的公交网络数据只有公交站点的位置信息，并没有详细的公交线路和发车计划等信息。因此，为了得到 2005 年乘坐公交/地铁的时间和步行时间，对每种公交类型的出行，假定其早高峰出行速度，如表 2 所示。此外，对 2005 年的计算，假定每次换乘有 5 分钟的等待时间。

表 2 2005 年公交出行时间计算中假定的出行速度

出行类型	早高峰出行速度
市区公共汽车	12 km/h
郊区公共汽车	15 km/h
地铁	35 km/h
步行	5.5 km/h

2015 年任意两地间的公交出行时间直接由百度地图 Direction API 计算得出。百度地图 Direction API 允许使用者查询任意两地（给定坐标信息）间的出行方向和出行时间，出行方式包括自驾车和使用公共交通系统。关于百度地图 Direction API 的详细信息参见以下网址 <http://developer.baidu.com/map/index.php?title=webapi/direction-api>。由百度地图 Direction API 计算得出的出行时间已经包括了乘坐公交/地铁的时间、步行时间和等车时间。为了得到早高峰公交出行时间，我们只查询北京时间上午 7 点到 9 点间的百度地图 Direction API 结果。

第二步：加总就业机会，计算 30 分钟、45 分钟和 60 分钟就业可达性。

如前所述，本研究使用累积就业机会的方法计算就业可达性。计算公式如下：

$$a_i = \sum_{j=1}^n e_j f(t_{ij}) \quad (1)$$

$$f(t_{ij}) = \begin{cases} 1; & \text{if } t_{ij} \leq 30, 45, \text{ or } 60 \text{ mins} \\ 0; & \text{if } t_{ij} > 30, 45, \text{ or } 60 \text{ mins} \end{cases} \quad (2)$$

式中， a_i 代表从地区 i 出发使用公共交通系统 30 分钟、45 分钟和 60 分钟内可到达地区的就业总数。如公式 1 所示，就业机会的可达性取决于一定的出行时间，是出行时间阈值的函数 $f(t_{ij})$ 。 t_{ij} 代表地区 i 和地区 j 之间的公交出行时间。

结语

为了方便不同年份间的就业可达性的比较，本研究使用了统一的可达性计算方法和年份间可比的就业数据。但是，我们无法分别获取 2004 和 2013 年的公共交通网络数据。因此，我们使用 2005 年的公交网络数据计算 2004 年的就业可达性，以及 2015 年公交网络数据计算 2013 年的就业可达性。在利用 2005 和 2015 年公共交通网络数据生成公交出行时间矩阵时，两者的计算方法也明显不同，这将可能影响不同年份间计算结果的可比性。但是，我们的就业可达性计算尽可能的使用了可获取的公交网络和就业信息，有助于了解北京都市区街道、镇乡间基于公交的就业可达性的变化趋势。