

以北京为中心的全国 226 个城市铁路交通最短时间 变化数据集 (1996, 2003, 2009, 2016)

王丽娜¹, 李响^{2*}, 俞鑫楷², 胡涛²

1. 郑州轻工业大学计算机与通信工程学院, 郑州 450002;
2. 信息工程大学地理空间信息学院, 郑州 450052

摘要: 北京作为我国最重要的铁路交通枢纽中心之一, 历年来北京与全国各城市间的最短铁路时间是研究北京至各个城市可达性的空间格局变化以及全国铁路发展变化的重要基础。作者根据《全国铁路旅客列车时刻表》(1996、2003、2009)和中国铁路服务中心发布的数据和信息的收集、整理、计算、汇编得到以北京为中心的全国 226 个城市铁路交通最短时间距离变化数据集(1996、2003、2009、2016)。该数据集包括北京和全国 226 个城市的地理位置、北京到这些城市的空间距离, 1996、2003、2009、2016 年北京到这些城市铁路交通最短时间、时空转换参数、基于时间距离转换后的空间坐标等。该数据集存储为.xlsx 格式, 908 条记录, 数据量为 187 KB。

关键词: 空间距离; 时间距离; 铁路交通最短时间; 时间空间; 时间 Cartogram

DOI: <https://doi.org/10.3974/geodp.2020.04.04>

数据可用性声明:

本文关联实体数据集已在《全球变化数据仓储电子杂志(中英文)》出版, 可获取:
<https://doi.org/10.3974/geodb.2020.07.08.V1>

1 前言

传统空间视角下, 地理位置是理解一个物体与其他物体发生空间联系的关键。这是因为地球表面上任意两个物体间的距离是由它们的地理位置决定的。但是, 随着现代交通方式和通信方式的不断变革和飞速发展, 空间和距离这些基本概念正在被重新理解和表达。不同于科学主义认为空间和距离是刚性的, 且唯一不变的。人本主义地理学认为人类是凭借其发明创造和制造的工具来感知这个世界^[1]。时间距离渐成为人们感知这个世界距离远近的一个重要度量。人们关心的重点从“北京距郑州多少公里?”到“北京到郑州多长时间? ”。因此, 从时间距离的角度来审视这个世界更符合当前人们的认知需求。而在地理学

收稿日期: 2020-08-24; 修订日期: 2020-12-13; 出版日期: 2020-12-24

基金项目: 郑州轻工业大学(0131-13501050061); 国家自然科学基金(41401467)

*通讯作者: 李响, 信息工程大学, lixiangzzchxy@163.com

数据引用方式: [1] 王丽娜, 李响, 俞鑫楷等. 以北京为中心的全国 226 个城市铁路交通最短时间变化数据集(1996, 2003, 2009, 2016)[J]. 全球变化数据学报, 2020, 4(4): 338–345. <https://doi.org/10.3974/geodp.2020.04.04>.

[2] 王丽娜, 李响, 俞鑫楷等. 以北京为中心的全国 226 个城市铁路交通最短时间变化数据集(1996, 2003, 2009, 2016)[J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2020. <https://doi.org/10.3974/geodb.2020.07.08.V1>.

领域，时间距离常作为衡量可达性或经济联系强度的一个重要指标，用于区域的交通可达性、城市空间分布格局、社会经济过程等的分析研究中^[2-3]。

不同于物理距离（Physical Distance）的不变性，时间距离（Time Distance）随着交通技术的不断发展而逐渐变化。与此同时，地理空间与表达时间距离关系的时间空间之间的关系也在发生着变化。在人类社会的原始阶段，由于交通工具的单一性，在相对均质的地理空间中（除去自然地形因素的影响），地理空间与时间空间保持较为一致的相似性关系。随着交通系统的不断发展，这种稳定的关系逐渐被打破，两者之间差异性也在增大：一方面由于交通条件整体上的发展使得绝对时间距离越来越小，时间空间在不断“缩小”；另一方面，区域间交通发展的不均衡性会导致区域间相对时间距离的差异性越来越大。两者间相似性或差异性的变化可以通过时间地图与地理地图之间的空间变形进行度量。

北京市作为全国重要的政治、文化、经济、国际交往、科技创新和最重要的交通枢纽中心，其虹吸效应十分明显。尤其高速铁路的不断发展，加速了资本信息和人才的流动循环，扩大了北京市的交通辐射范围，加强了北京市与其他城市间联系，这种变化对时空的影响可能是非常不均衡的。本数据集是研究铁路交通对北京与各个城市的联系紧密性和可达性的空间格局变化以及全国铁路发展变化的重要基础。

2 数据集元数据简介

《以北京为中心的全国 226 个城市铁路交通最短时间距离变化（1996，2003，2009，2016）数据集》^[4]的名称、作者、地理区域、数据年代、时间分辨率、空间分辨率、数据集组成、数据出版与共享服务平台、数据共享政策等信息见表 1。

表 1 《以北京为中心的全国 226 个城市铁路交通最短时间变化数据集（1996，2003，2009，2016）》元数据简表

条目	描述
数据集名称	以北京为中心的全国 226 个城市铁路交通最短时间变化数据集（1996，2003，2009，2016）
数据集短名	TheShortestRailwayTimeBJto226CitiesChina
作者信息	王丽娜, 郑州轻工业大学, wln_map@126.com 李响, 信息工程大学地理空间信息学院, lixiangzzchxy@163.com 俞鑫楷, 信息工程大学地理空间信息学院, yuxinkai330521@163.com 胡涛, 信息工程大学地理空间信息学院, 1604599230@qq.com
地理区域	全国 226 个城市的外接矩形（18°14'02"N-52°58'08"N, 75°59'09"E-132°58'03"E）
数据年代	1996、2003、2009、2016
时间分辨率	1 年
空间分辨率	1：400 万
数据格式	.xlsx
数据量	187 KB
数据集组成	由 1 个表格文件组成，4 个工作表，分别是对应 4 个不同年份（1996、2003、2009、2016）的以北京为中心的全国 226 个城市铁路交通最短时间距离变化数据集
基金项目	郑州轻工业大学（0131-13501050061）；国家自然科学基金（41401467）
出版与共享服务平台	全球变化科学研究数据出版系统 http://www.geodoi.ac.cn
地址	北京市朝阳区大屯路甲 11 号 100101，中国科学院地理科学与资源研究所

续表

条目	描述
数据共享政策	全球变化科学研究数据出版系统的“数据”包括元数据（中英文）、通过《全球变化数据仓储电子杂志（中英文）》发表的实体数据和通过《全球变化数据学报（中英文）》发表的数据论文。其共享政策如下：（1）“数据”以最便利的方式通过互联网系统免费向全社会开放，用户免费浏览、免费下载；（2）最终用户使用“数据”需要按照引用格式在参考文献或适当的位置标注数据来源；（3）增值服务用户或以任何形式散发和传播（包括通过计算机服务器）“数据”的用户需要与《全球变化数据学报（中英文）》编辑部签署书面协议，获得许可；（4）摘取“数据”中的部分记录创作新数据的作者需要遵循 10% 引用原则，即从本数据集中摘取的数据记录少于新数据集总记录量的 10%，同时需要对摘取的数据记录标注数据来源 ^[5]
数据和论文检索系统	DOI, DCI, CSCD, WDS/ISC, GEOSS, China GEOSS, Crossref

3 数据研发方法

3.1 数据来源

全国 226 个城市的原始空间坐标参照全国 1：400 万行政区划矢量地图数据和地理图件。北京与其他城市间的铁路交通最短时间来源于铁路部门官方发布的权威数据。其中，2016 年的铁路时间数据通过中国铁路服务中心开放的数据和信息统计^[6]，而 1996、2003 和 2009 年的时间数据则依据中国铁道出版社当年出版的《全国铁路旅客列车时刻表》^[7-9]统计、汇编和计算得到。

3.2 技术路线

以北京为中心的全国 226 个城市铁路交通最短时间距离变化(1996, 2003, 2009, 2016)数据集的生产技术路线如图 1 所示：

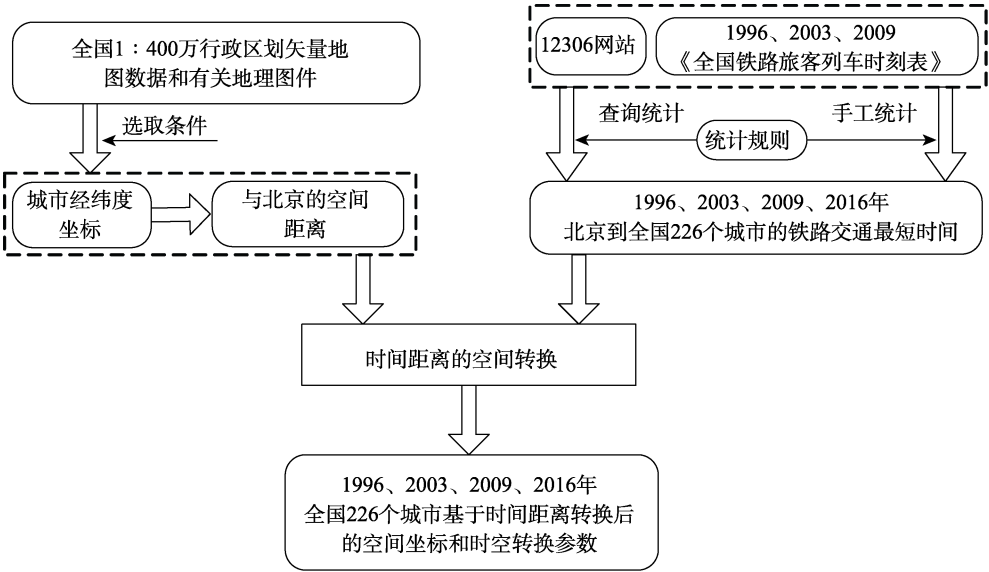


图 1 数据集研发技术路线图

(一) 城市选取条件和铁路交通最短时间统计规则^[10]

全国城市的选取需满足如下条件:(1)所有城市需要在1996–2016期间都具有相应的铁路交通时间信息;(2)选取每个省份的地级城市;(3)城市分布基本覆盖全国,起到类似“控制点”的作用;(4)西部地区的城市分布稀疏区域,补充部分县级城市。依据上述原则,共选取全国226个城市作为控制点。其城市经纬度坐标参照全国1:400万行政区划矢量地图数据和有关地理图件。

为了便于统计和计算,北京与各城市的铁路交通最短时间按照如下规则进行统计:(1)所统计的城市之间的铁路交通最短时间是各铁路段最短时间的总和,不考虑城市站点间的中转次数和中转的等待时间,如北京至A城市直达时间为230分钟,但北京到B城市铁路交通最短时间为80分钟,经由B城市再到A城市为120分钟,则使用北京市–B–A的时间总和 $80+120=200$ 分钟作为北京至A城市的铁路交通最短时间。(2)由于本数据集的空间尺度为国家尺度,对所有城市统一“以点代面”,不考虑同一城市不同车站间的距离(如郑州东站和郑州站均视为“郑州”);(3)香港、澳门和台北市的时间数据分别以广州、珠海和福州的时间数据为基础并考虑两者间的空间距离进行统计。

(二) 时间距离的空间转换^[10–11]

时间距离的空间转换是将时间距离数据转换成可以在地图上表达的空间距离数据,并求得转换后各点的新坐标。本数据集在时间距离向空间距离转换的过程中主要基于以下三个原则。

(1) 每一个城市点在转换前后与中心点(北京市)的方向保持不变;

(2) 为了方便计算,使用欧氏距离计算两点间的空间距离;

(3) 总空间距离恒定性,也即是中心点到各个点的空间距离总和在转换前后始终保持恒定。这样,原地图(基于空间距离)与转换后的时间地图(基于时间距离)能够保持“尺度一致性”,便于比较和分析。以下是时间距离的空间转换过程:

定义:设二维平面上点集 $P=\{p_1, p_2, \dots, p_n\}$, $p_i(x_i, y_i) \in P$, 中心点 O 的空间坐标 (x_0, y_0) 。中心点 O 到点 p_i 空间距离为 s_i , 铁路旅行时间为 t_i 。中心点 O 到点集 P 中所有点的空间距离总和为 S , 时间总和为 T , 则

$$S = \sum_{i=1}^n s_i T = \sum_{i=1}^n t_i \quad (1)$$

设中心点 O 到点 p_i 的时间距离转换后的空间距离为 d_i , $D = \sum_{i=1}^n d_i$, 由于总体空间距离恒定性, 即 $D=S$ 。点 p_i 所对应转换后的空间距离 d_i 则根据 t_i 所占时间总和 T 的比例进行计算, 如式(2)所示:

$$\frac{t_i}{T} = \frac{d_i}{D} \text{ 得 } d_i = t_i S / T \quad (2)$$

根据方向不变性求出点 p_i 在时空转换后的新空间坐标, 如式(3)和(4)所示:

$$x'_i = x_0 + (x_i - x_0) d_i / s_i \quad (3)$$

$$y'_i = y_0 + (y_i - y_0) d_i / s_i \quad (4)$$

这里引入一个时空转换参数 r , r_i 为某控制点 p_i 基于时间距离转换后的空间距离与原空间距离之间的比值, 如式(5)所示, 其值大小表示点 p_i 在转换后沿中心点方向向内收缩或向外扩张程度。

$$r_i = d_i / s_i \quad (5)$$

(1) $0 < r_i < 1$, 也即是 $d_i < s_i$, 则转换后该点向中心点方向收缩, 值越小, 表示收缩程度越大;

(2) $r_i = 1$, 也即是 $d_i = s_i$, 则转换后该点保持原有坐标不变;

(3) $r_i > 1$, 也即是 $d_i > s_i$, 则转换后该点沿与中心点方向向外扩张, 值越大, 表示扩张程度越大。

根据 1996、2003、2009 和 2016 年 226 个城市统计获得的铁路交通时间数据, 分别进行时空距离的空间转换, 获得各个年份 226 个城市所对应的转换后的坐标和时空转换参数, 具体计算过程都在 Excel 中完成, 形成本文的数据集。

4 数据结果

4.1 数据集组成

数据集包括由 4 个数据表组成, 分别对应 4 个不同年份 (1996、2003、2009 和 2016 年) 的数据。数据表中具体字段主要包括 226 个城市的经纬度、与北京的空间距离、北京至该城市的铁路最短时间、转换后的空间距离、时空转换参数、基于时间距离转换后的该城市的空间坐标等。

4.2 数据结果

图 2 至图 5 分别对数据集中全国 226 城市不同年份 (1996、2003、2009 和 2016 年) 基于时间距离转换前后的空间位置变化进行可视化表示。图中使用箭头表示转换前后城市点的位置变化, 箭头尾部和箭头头部分别对应该城市原始空间坐标和基于时间距离转换后的空间坐标。红色表示沿该城市与北京方向向外扩张, 蓝色表示向内收缩。

从深层次来说, 某个城市是向外扩张还是向内收缩情况能够反映出该城市的交通可达性情况。若与全国平均交通水平相比较, 红色表示该城市低于全国平均水平, 蓝色则表示高于全国平均水平。因此, 从图中我们可以看到 1996–2016 年间, 交通可达性滞后的城市主要分布于中国西北部、西南部的多数城市以及东北部的少数城市。值得注意的是, 变化较为明显的是在 2009–2016 年间福建省内的一些城市红色箭头变为了蓝色, 也即是由向外扩张变成了向内收缩, 这说明该时间段内福建省的铁路建设得到发展, 此区域内城市与北京之间的交通可达性在 2009–2016 年间得到显著提高。

箭头的长短则表示出位置变化程度的大小, 同时也能够反映出城市交通可达性变化程度。从 4 幅图的变化可以看出, 1996–2016 年间, 中国的东南区域的大多数城市交通可达性水平一直处于优势水平, 并且这种优势程度在逐步扩大 (1996—2016 年间蓝色箭头的长

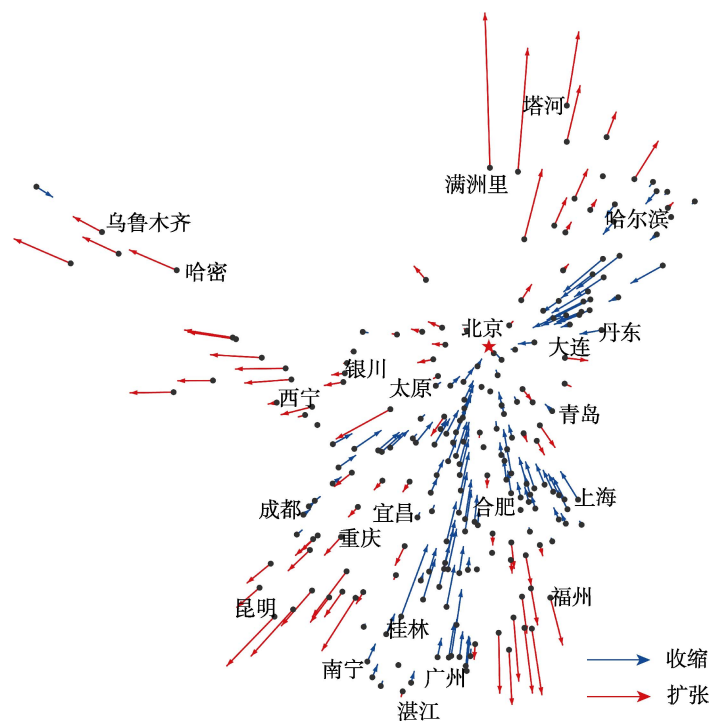


图 2 1996 年全国 226 个城市基于时间距离转换前后的空间坐标变化示意图

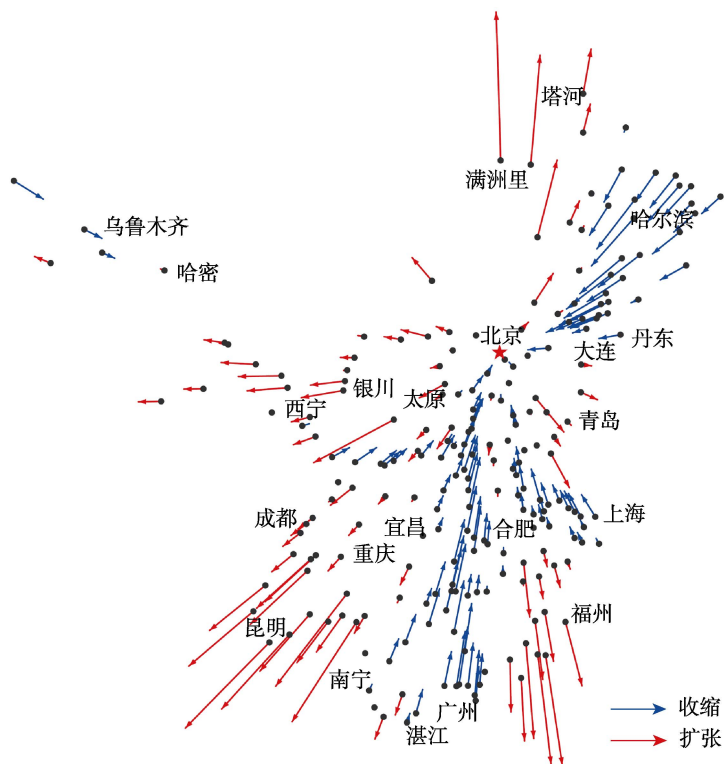


图 3 2003 年全国 226 个城市基于时间距离转换前后的空间坐标变化示意图

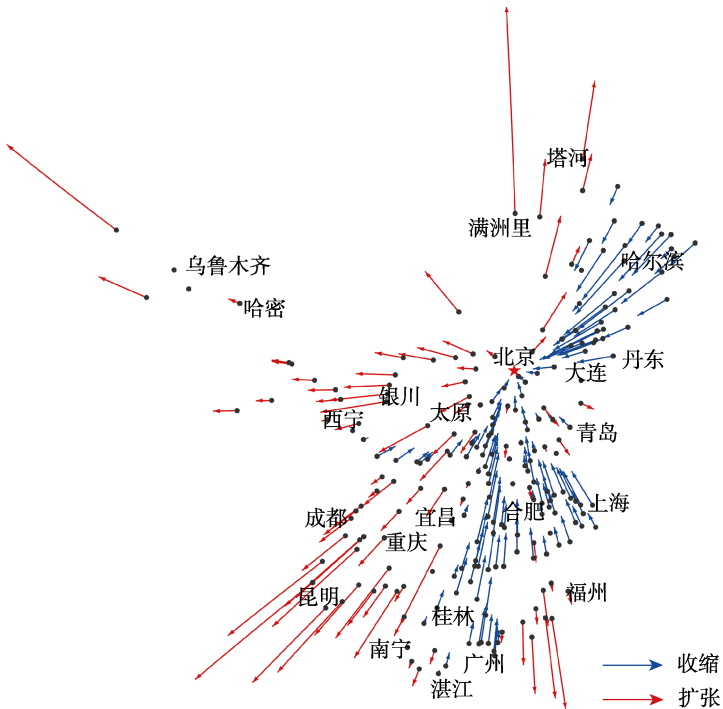


图 4 2009 年全国 226 个城市基于时间距离转换前后的空间坐标变化示意图

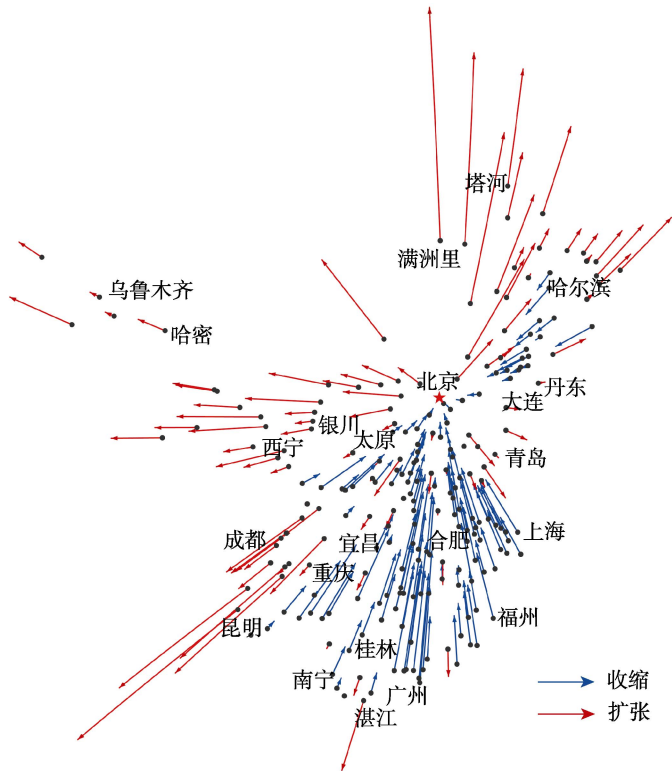


图 5 2016 年全国 226 个城市基于时间距离转换前后的空间坐标变化示意图

度不断增加)。另外中国东北区域城市的交通可达性变化明显。整体上来说东北区域的多数城市在1996–2009年间与北京间的交通可达性逐步提高(蓝色箭头长度逐步增加),但在2009–2016年间,则呈显著下降趋势(蓝色箭头比例明显减少,且长度也明显缩短)。

5 讨论和总结

分别以1996、2003、2009和2016年为时间断面,收集、整理、计算、汇编得到以北京为中心的全国226个城市铁路交通最短时间变化数据集。该数据集有助于探索和挖掘全国尺度下各城市交通可达性变化情况,了解铁路交通格局时空演变规律,希望本数据集能为城市地理学、交通学、经济地理学等相关研究领域进行更深层次的规律挖掘与分析提供参考和数据基础。

作者分工:王丽娜对数据集的开发做了总体设计;王丽娜和李响采集和处理了以北京为中心的全国226个城市铁路交通最短时间距离变化数据集;王丽娜和李响设计了模型和算法,俞鑫楷做了数据验证;王丽娜、李响、俞鑫楷、胡涛撰写了数据论文。

参考文献

- [1] 刘贤腾,周江评. 交通技术革新与时空压缩——以沪宁交通走廊为例[J]. 城市发展研究, 2014, 21(8): 56–60.
- [2] 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.
- [3] 靳海攀,郑林,张敬伟. 基于时间距离的鄱阳湖生态经济区经济联系变化网络分析研究[J]. 经济地理, 2013, 33(6): 148–154.
- [4] 王丽娜,李响,俞鑫楷等. 以北京为中心的全国226个城市铁路交通最短时间变化数据集(1996, 2003, 2009, 2016) [J/DB/OL]. 全球变化数据仓储电子杂志, 2020. <https://doi.org/10.3974/geodb.2020.07.08.V1>.
- [5] 全球变化科学研究数据出版系统. 全球变化科学研究数据共享政策[OL]. <https://doi.org/10.3974/dp.policy.2014.05> (2017年更新).
- [6] 中国铁路服务中心. <http://www.12306.cn>.
- [7] 铁道部运输局. 全国铁路旅客列车时刻表(1996版)[M]. 北京:中国铁道出版社,1996.
- [8] 铁道部运输局. 全国铁路旅客列车时刻表(2003版)[M]. 北京:中国铁道出版社,2003.
- [9] 铁道部运输局. 全国铁路旅客列车时刻表(2009版)[M]. 北京:中国铁道出版社,2009.
- [10] 王丽娜. Cartogram自动构建方法与应用研究[D]. 郑州:战略支援部队信息工程大学博士论文,2018.
- [11] 王丽娜,李响,江南等. 中心型时间地图的构建方法与实现[J]. 测绘学报, 2018, 47(1): 123–132.