

教育资源配置、交通拥堵与空气污染 ——以北京市为例的研究

郑思齐¹ 孙聪¹ 陆铭²

1: 清华大学建设管理系, 清华大学恒隆房地产研究中心;

2: 上海交通大学, 复旦大学

2013年4月11日, 山东大学

研究提纲

- 研究背景
- 教育资源配置的制度安排与接送就学特征
- 实证分析策略及数据构成
- 实证结果与稳健性检验
- 结论与政策含义

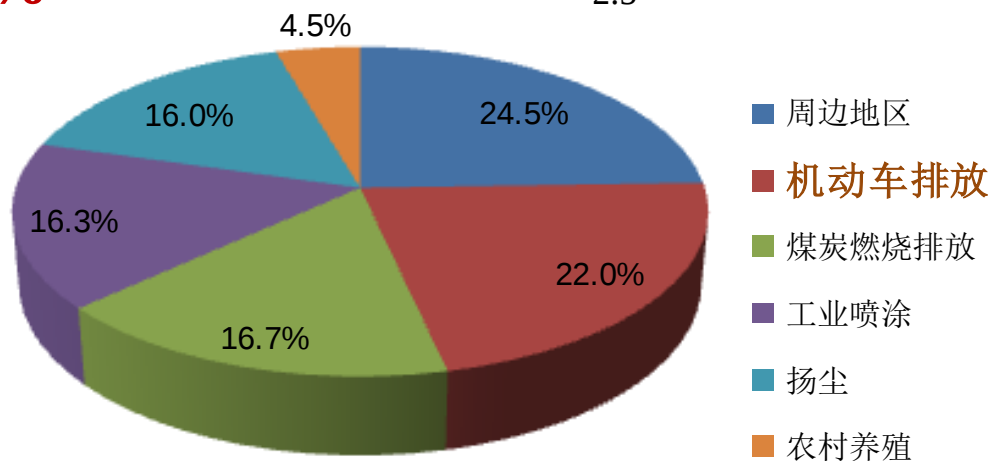
城市交通拥堵和尾气排放污染日趋严重



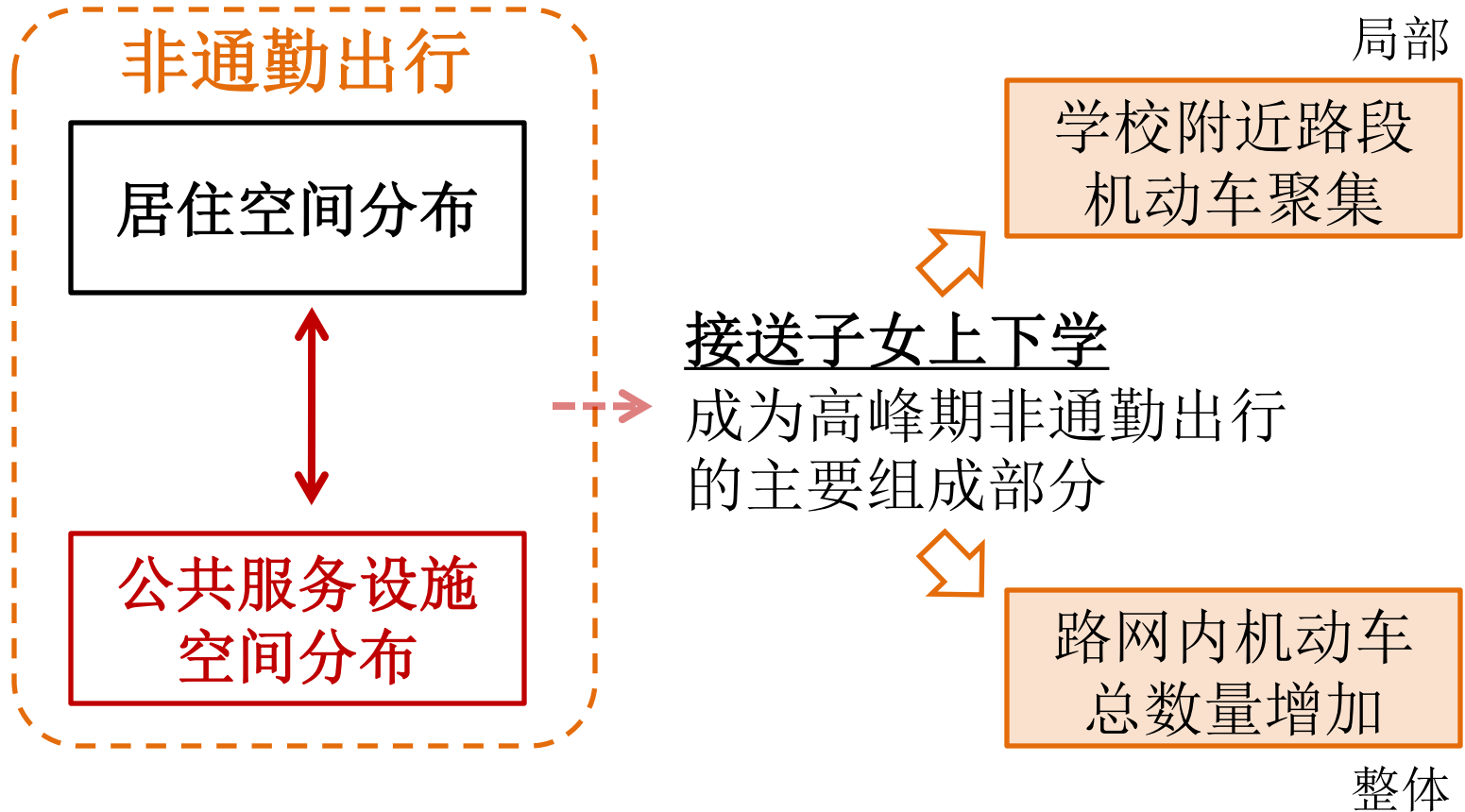
截至2013年2月底，北京市机动车保有量达**525.4万辆**，其中**约60%**为私人汽车。

来源：北京市交通管理局、北京市统计局

北京细颗粒物（PM_{2.5}）主要来源



教育资源引发的交通需求



2012年9月中小学开学当日，
早高峰期间的交通流量较前一周猛增约**25%**，
全市路网机动车速度仅为**20.4公里/小时**→“**严重拥堵**”

教育资源供给与需求没有实现就近匹配



教育资源供给制度



教育资源匹配机制

研究提纲

- 研究背景
- 教育资源配置的制度安排与接送就学特征
 - 教育资源供给制度及分布特征
 - 学区制度及中外差异比较
- 实证分析策略及数据构成
- 实证结果与稳健性检验
- 结论与政策含义

优质教育资源空间分布过度集中

行政区	重点中学数量 (1978年设立)	前两批示范中学 数量	人口比重 (2000年)	人口比重 (2010年)
西城区	8	7	9.09%	6.34%
东城区	5	3	6.50%	4.69%
海淀区	5	6	16.51%	16.73%
朝阳区	1	2	16.88%	18.08%
石景山区	1	1	3.60%	3.14%
丰台区	1	1	10.09%	10.77%
外围其他行政区	4	6	37.34%	40.26%
共计	25	26	100%	100%

西城区、海淀区和东城区三个中心城区聚集了主城六区约**80%**（全市域**约70%**）的“重点中学”和“重点小学”。从人口普查的数据来看，这三个中心城区的常住人口仅占全市常住人口的**32%**和**28%**。

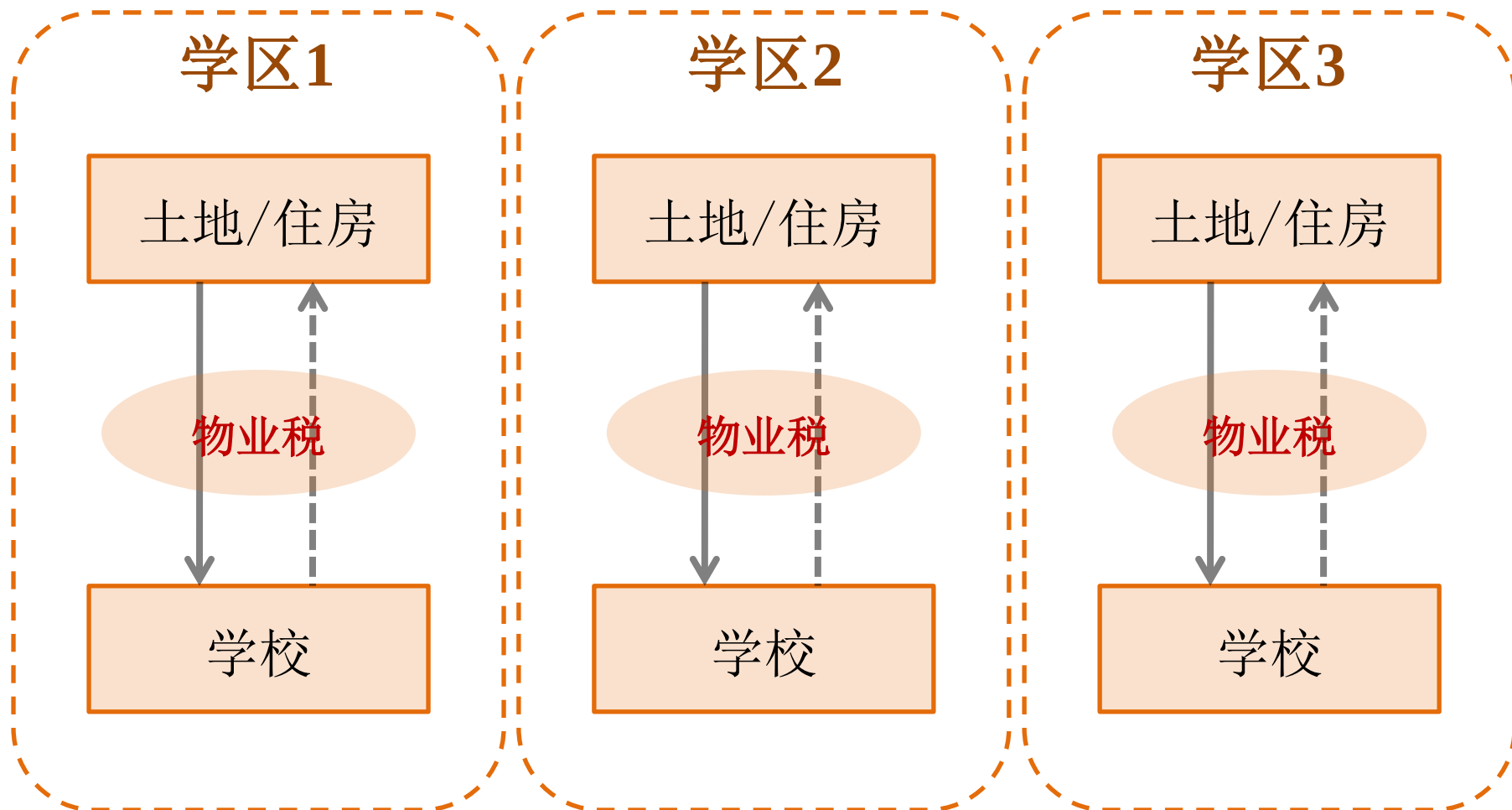
优质教育资源市场化供给缺乏

- 房地产开发企业与“重点学校”的合作模式

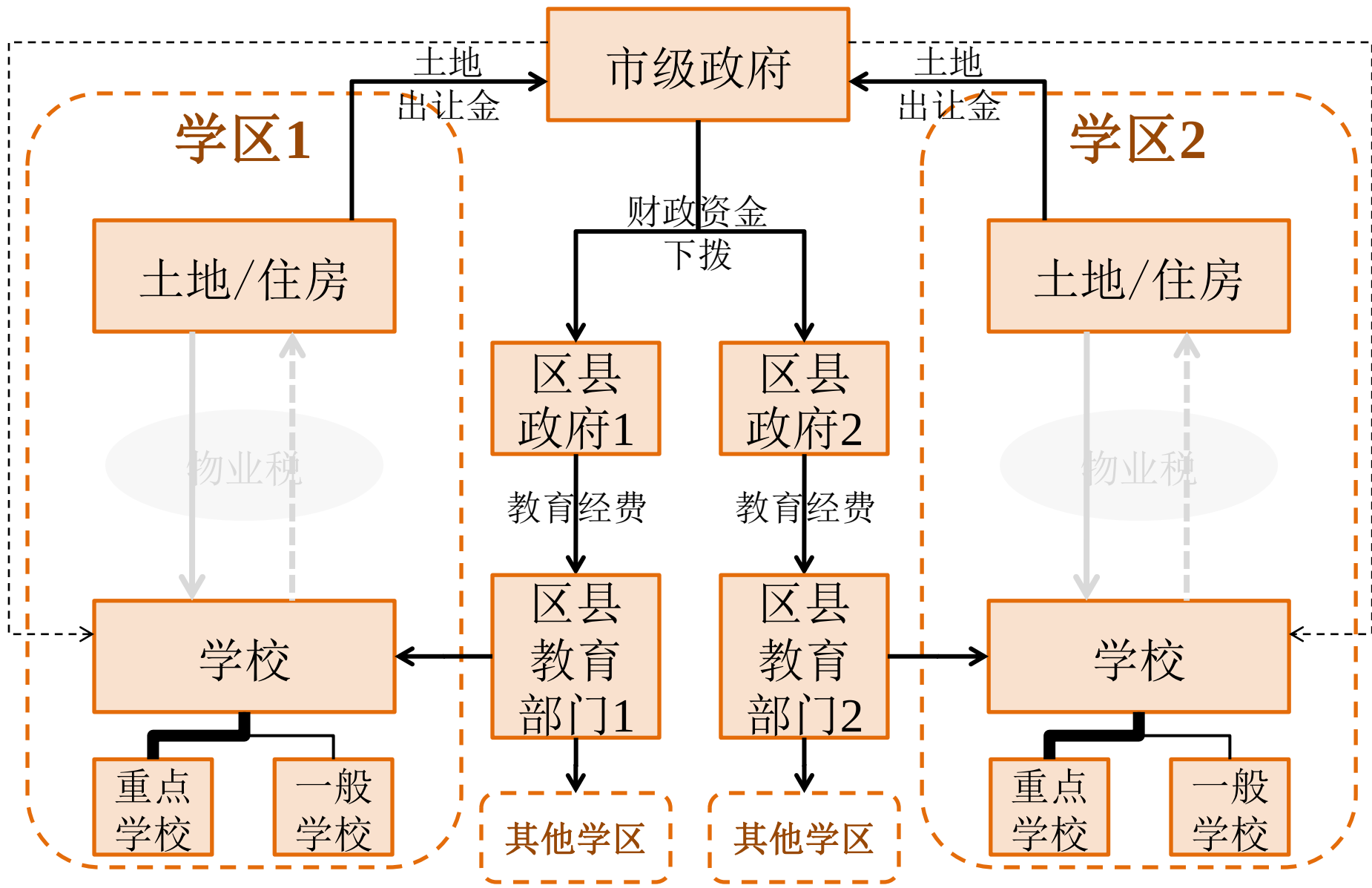


- 民办中小学和国际学校的兴起

美国学区内教育资源的供需匹配



中国复杂的教育资源配给机制



未能就近匹配→跨区就学

- 在中国，教育资源**供给与需求**没有实现就近匹配，许多居民家庭采取各种方式选择**跨区就学**。
- Zheng等（2012）研究发现，采用其他方式就学的比重
小学阶段：**10%左右**；中学阶段：**超过50%**。
- 北京中关村三所小学中**53.3%**的学生居住地在学校2公里半径范围之外（余柳和刘莹，2011），但三所学校的“学区房”大多分布在该半径范围以内。

跨区就学→（机动车）接送上下学

- 据北京市交通发展研究中心不完全统计，全市范围内中小小学生就学出行方式中，采用机动车接送出行的比例在**20%**左右（中、小学生比例分别为**19%**和**26%**）。
 - **重点学校**的机动车接送比例普遍较高（有些超过**60%**）。
- 粗略推算，接送上学的机动车数量接近早高峰期间路上机动车总数的**10%**。

关于接送出行的小型调查（一）

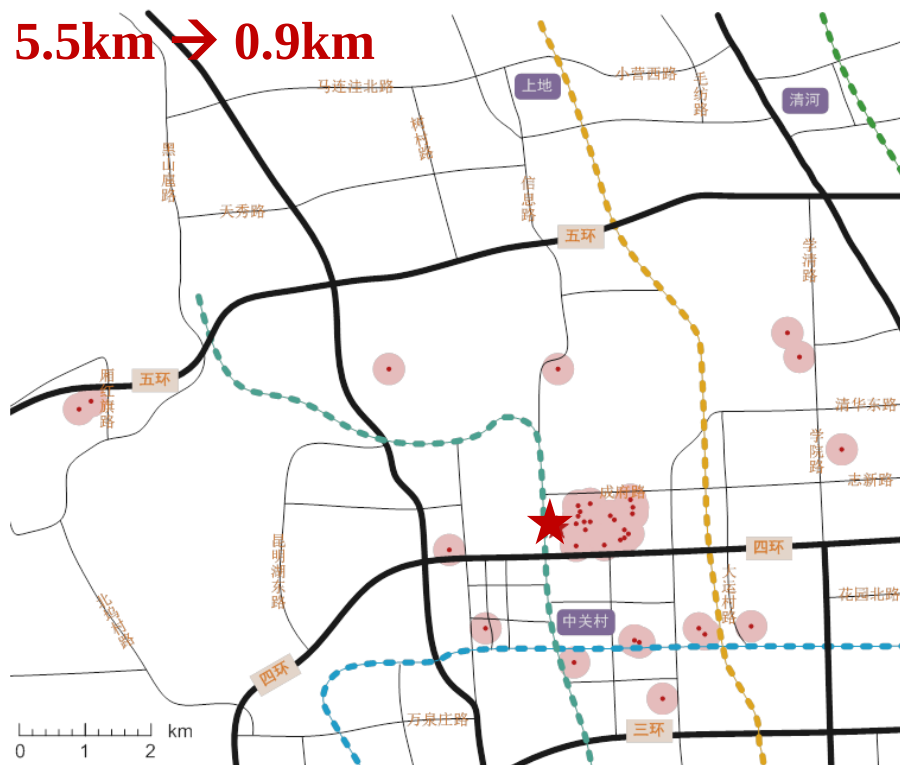
- 时间：2013年4月3日放学期间
- 样本量：每所学校40个左右



关于接送出行的小型调查（二）

- 私家车接送率: **40.5%** vs. **11.1%**
- 私家车与其他方式接送距离比: **3.6** vs. **1.7**

5.5km → 0.9km



中关村二小



学府苑小学

研究提纲

- 研究背景
- 教育资源配置的制度安排与接送就学特征
- 实证分析策略及数据构成
- 实证结果与稳健性检验
- 结论与政策含义

两个基本模型形式

- **Step 1:** 交通指数模型（断点回归分析法）：

交通指数 $TPI = f$ （假期时间断点，气象条件，尾号限行，工作日固定效应，各月固定效应）

- **Step 2:** 空气质量模型（工具变量两阶段法）：

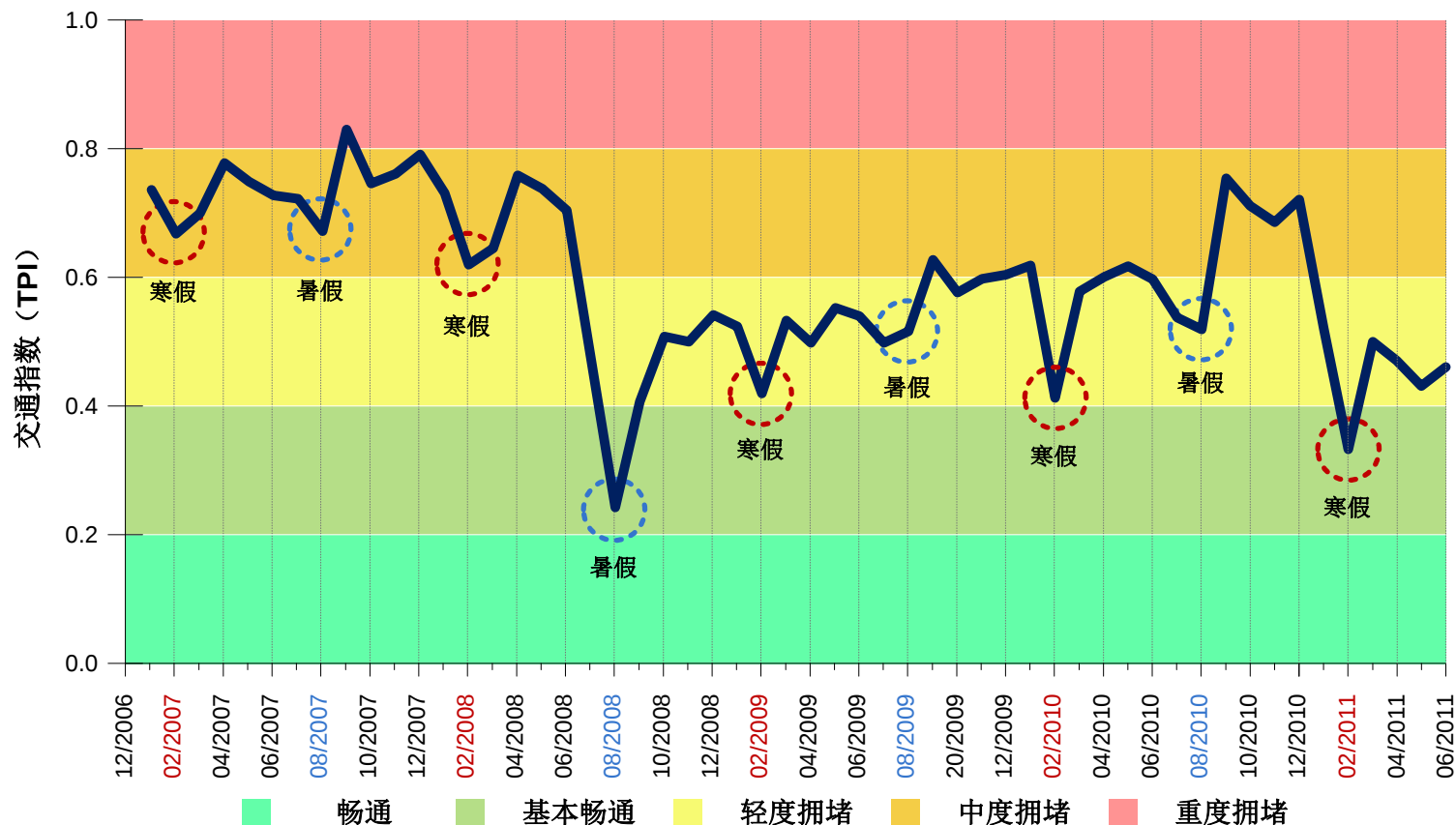
可吸入颗粒物 PM_{10} 浓度 = f （**交通指数** TPI ，前一日可吸入颗粒物 PM_{10} 浓度，气象条件，各月固定效应）

跨区接送→路网压力？

- 利用微观样本调研所获得的居民出行信息，度量其中接送出行行为所产生的影响，但这种微观数据往往很难获得。
- 本研究策略：利用**中小学寒暑假的放假时间**作为自然实验，来度量接送孩子交通流对于交通指数的影响。
- 非放假日（处置组）：通勤+**接送**+其他
- 放假日（对照组）：通勤+其他

衡量交通流量和拥堵状况—交通指数

- 由北京市交通管理局发布，综合反映城市五环以内道路交通流量和拥堵状况。



交通指数的模型形式及变量构成

交通指数 $TPI = f$ (假期时间断点, 气象条件, 尾号限行, 工作日固定效应, 各月固定效应)

- 时间范围： 2009年1月至2011年4月（工作日早高峰）
- 样本选择： 整体样本与子样本（短时间窗口）
- 假期开始时间断点（哑元变量）：
在该时点的一侧（放假侧），该变量取1，另一侧取0。
（预期为负，表明假期拥堵状况显著减轻。）

跨区接送→路网压力→空气污染？

- **内生性问题：** 反向因果关系

比如：

空气污染较为严重的日子，居民会减少室外活动（出行）。

- **工具变量：** 中小学放假时间；尾号限行

- **跨期影响：** 控制被解释变量的滞后项

衡量空气质量的指标—**PM₁₀浓度**

- 由北京市环保局监测和发布，利用空气质量指数（AQI）换算得到。
 - 根据北京市环保局监测的空气污染指数（API）换算得到，并将当日（反映前一日中午12时到当日中午12时的平均污染物浓度）与其后一日（反映当日中午12时到后一日中午12时的平均污染物浓度）的PM₁₀浓度的平均值作为当日浓度值。
- 关于数据的质疑：**可信性**
- 数据仍然可用的两点理由：
 - ①与美国使馆单点监测数据相关程度：**60%**以上
 - ②本研究侧重于进行浓度**变化**的**比较**分析

空气质量模型的形式及变量构成

第一阶段：交通指数 $TPI = f$ （假期时间断点，气象条件，尾号限行，工作日固定效应，各月固定效应）

第二阶段：可吸入颗粒物 PM_{10} 浓度 = f （交通指数 TPI ，前一日可吸入颗粒物 PM_{10} 浓度，气象条件，各月固定效应）

- 样本选择：整体样本与子样本（短时间窗口）
- 交通指数：第一阶段估计值作为第二阶段解释变量
（预期为正，表明交通拥堵对空气污染有明显贡献）

各变量的描述性统计

变量名称	变量含义	样本数	平均值	标准差
<i>TPI</i>	早高峰的交通指数	552	0.499	0.143
<i>PM10</i>	可吸入颗粒物PM ₁₀ 日均浓度值(mg/m ³)	552	0.125	0.070
<i>VACATION</i>	哑元变量, 1=寒、暑假期间, 0=其他	552	0.214	0.410
<i>SUMMER</i>	哑元变量, 1=暑假期间, 0=其他	552	0.130	0.337
<i>WINTER</i>	哑元变量, 1=寒假期间, 0=其他	552	0.080	0.271
<i>TEMPERATURE</i>	日平均气温(°C)	552	11.349	11.829
<i>HUMIDITY</i>	日平均湿度(%)	552	49.607	20.856
<i>WIND</i>	日平均风速(m/s)	552	11.380	5.781
<i>DUM_RAIN</i>	哑元变量, 1=有雨, 0=其他	552	0.217	0.413
<i>DUM_SNOW</i>	哑元变量, 1=有雪, 0=其他	552	0.025	0.157
<i>DUM_FOG</i>	哑元变量, 1=有雾, 0=其他	552	0.036	0.187
<i>NUM4_9</i>	哑元变量, 1=尾号4/9限行日, 0=其他	552	0.199	0.400
<i>NUM3_8</i>	哑元变量, 1=尾号3/8限行日, 0=其他	552	0.194	0.396

研究提纲

- 研究背景
- 教育资源配置的制度安排与接送就学特征
- 实证分析策略及数据构成
- 实证结果与稳健性检验
- 结论与政策含义

交通指数模型的回归结果

——假期与非假期的整体比较

被解释变量: 交通指数TPI	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
是否假期	-0.157*** (0.0181)	-0.151*** (0.0170)	-0.148*** (0.0160)			
是否寒假				-0.195*** (0.0248)	-0.183*** (0.0228)	-0.183*** (0.0214)
是否暑假				-0.0772*** (0.0218)	-0.0798*** (0.0227)	-0.0731*** (0.0198)
尾号4和9限行			0.0905*** (0.00900)			0.0915*** (0.00894)
尾号3和8限行			-0.0285*** (0.00855)			-0.0285*** (0.00839)
常数项	0.480*** (0.0236)	0.397*** (0.0372)	0.381*** (0.0343)	0.507*** (0.0283)	0.404*** (0.0386)	0.388*** (0.0355)
气象因素变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
工作日固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
各月份固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
样本量	552	552	552	552	552	552
R ²	0.594	0.622	0.701	0.598	0.625	0.705

交通指数模型的回归结果

——假期前后短时间窗口

被解释变量： 交通指数TPI	假期前后 半个月	寒假前后 半个月	暑假前后 半个月	假期前后 一周	寒假前后 一周	暑假前后 一周
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
是否寒假	-0.200*** (0.0226)	-0.175*** (0.0234)		-0.107*** (0.0318)	-0.0687** (0.0335)	
是否暑假	-0.146*** (0.0277)		-0.122*** (0.0304)	-0.105*** (0.0393)		-0.101** (0.0464)
尾号4和9限行	0.0639*** (0.0212)	0.0576 (0.0356)	0.0682** (0.0304)	0.0788** (0.0317)	0.0265 (0.0310)	0.0726 (0.0545)
尾号3和8限行	-0.0272 (0.0202)	-0.0283 (0.0306)	-0.0327 (0.0339)	-0.00543 (0.0290)	-0.0273 (0.0402)	-0.00462 (0.0494)
常数项	0.613*** (0.0311)	0.649*** (0.101)	1.034*** (0.130)	0.543*** (0.0506)	0.209 (0.178)	1.170*** (0.215)
工作日固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
气象因素变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
样本量	197	109	88	97	54	43
R ²	0.593	0.571	0.647	0.581	0.646	0.664

交通指数模型的回归结果

——假期前后短时间窗口

被解释变量： 交通指数TPI	假期前后 半个月	寒假前后 半个月	暑假前后 半个月	假期前后 一周	寒假前后 一周	暑假前后 一周
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
是否寒假	-0.200*** (0.0226)	-0.175*** (0.0234)		-0.107*** (0.0318)	-0.0687** (0.0335)	
是否暑假	-0.146*** (0.0277)		-0.122*** (0.0304)	-0.105*** (0.0393)		-0.101** (0.0464)
尾号4和9限行	0.0639*** (0.0212)	0.0576 (0.0356)	0.0682** (0.0304)	0.0788** (0.0317)	0.0265 (0.0310)	0.0726 (0.0545)
尾号3和8限行	-0.0272 (0.0202)	-0.0283 (0.0306)	-0.0327 (0.0339)	-0.00543 (0.0290)	-0.0273 (0.0402)	-0.00462 (0.0494)
常数项	0.613*** (0.0311)	0.649*** (0.101)	1.034*** (0.130)	0.543*** (0.0506)	0.209 (0.178)	1.170*** (0.215)

• 粗略推算，接送上学的机动车数量接近早高峰期间路上机动车总数的**10%**。

空气质量模型的回归结果

——OLS和IV估计

被解释变量： 可吸入颗粒物浓度	全部时段			假期(开始及结束时点) 前后半个月		
	(1)	(3)	(4)	(3)	(4)	(5)
	OLS	IV	IV	OLS	IV	IV
交通指数 <i>TPI</i>	-0.0377 (0.0235)	-0.0137 (0.0407)	-0.0222 (0.0312)	-0.0239 (0.0276)	0.0445 (0.0440)	0.0354 (0.0271)
<i>PM10</i> _{<i>t</i>-1} （滞后项）			0.594*** (0.0312)			0.732*** (0.0437)
常数项	0.295*** (0.0233)	-0.0245 (0.0312)	-0.0300 (0.0239)	0.166*** (0.0203)	0.129*** (0.0277)	0.0244 (0.0192)
各月份固定效应	控制	控制	控制	未控制	未控制	未控制
工作日固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
气象因素变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
工具变量列表	—	寒假,暑假, 尾号4和9, 3和8限行	寒假,暑假, 尾号4和9, 3和8限行	—	寒假,暑假, 尾号4和9, 3和8限行	寒假,暑假, 尾号4和9, 3和8限行
Sargan N*R-sq检验	—	2.706	2.239	—	6.153	2.448
Basmann检验	—	2.498	2.061	—	5.771	2.240
样本量	552	552	522	197	197	197
<i>R</i> ²	0.479	0.478	0.695	0.315	0.292	0.730

空气质量模型的回归结果

——短时间窗口的细化分析

被解释变量： 可吸入颗粒物浓度 <i>PM10</i>	寒假前后 半个月 (1)	暑假前后 半个月 (2)	寒假前后 一周 (3)	暑假前后 一周 (4)
交通指数 <i>TPI</i>	0.0393 (0.0419)	0.134** (0.0596)	0.0608 (0.188)	0.168* (0.0975)
<i>PM10</i> _{<i>t</i>-1} （滞后项）	0.636*** (0.0593)	0.515*** (0.119)	0.487*** (0.112)	0.417* (0.231)
常数项	0.109** (0.0520)	-0.109 (0.0840)	0.127 (0.0879)	-0.180 (0.169)
气象因素变量	控制	控制	控制	控制
工作日固定效应	控制	控制	控制	控制
工具变量列表	寒假， 尾号4和9， 3和8限行	暑假， 尾号4和9， 3和8限行	寒假， 尾号4和9， 3和8限行	暑假， 尾号4和9， 3和8限行
Sargan N*R-sq检验	0.169	1.989	0.850	0.456
Basmann检验	0.143	1.642	0.592	0.279
样本量	109	88	54	43
<i>R</i> ²	0.798	0.607	0.844	0.502

空气质量模型的回归结果

——短时间窗口的细化分析

被解释变量： 可吸入颗粒物浓度 <i>PM10</i>	寒假前后 半个月 (1)	暑假前后 半个月 (2)	寒假前后 一周 (3)	暑假前后 一周 (4)
交通指数 <i>TPI</i>	0.0393 (0.0419)	0.134** (0.0596)	0.0608 (0.188)	0.168* (0.0975)
<i>PM10</i> _{<i>t</i>-1} （滞后项）	0.636*** (0.0593)	0.515*** (0.119)	0.487*** (0.112)	0.417* (0.231)
常数项	0.109** (0.0520)	-0.109 (0.0840)	0.127 (0.0879)	-0.180 (0.169)
气象因素变量	控制	控制	控制	控制
工作日固定效应	控制	控制	控制	控制
工具变量列表	寒假， 尾号4和9， 3和8限行	暑假， 尾号4和9， 3和8限行	寒假， 尾号4和9， 3和8限行	暑假， 尾号4和9， 3和8限行

• 寒暑假差异的可能原因：春节期间烟花爆竹燃放等造成空气污染加重，对冲接送车流量减少带来的空气质量改善的效果。

稳健性检验

- 实证分析主要从以下方面进行**稳健性**检验：

- ①将空气质量方程变为**半对数**形式；

- ②考虑到交通状况和空气质量之间关系复杂性（可能存在滞后影响），空气质量模型中将第一阶段的模型估计的 TPI 取**滞后项**放入第二阶段回归分析。

TPI 系数的显著性和符号方面与上述结果基本一致。

研究提纲

- 研究背景
- 教育资源配置的制度安排与接送就学特征
- 实证分析策略及数据构成
- 实证结果与稳健性检验
- 结论与政策含义

实证分析主要结论

- 假期前后短时间窗口分析表明：
 - ①假期内早高峰交通指数平均比非假期工作日低**0.1~0.2**（是相应时段内非假期均值的**20%~30%**）；
 - ②交通指数每增加**0.1**个单位，可吸入颗粒物PM₁₀浓度增加**20μg/m³**左右（约为均值的**16%**）。实际上，这种变化可能并非线性关系。
- 在短时间窗口内，居民家庭的其他出行特征和城市交通环境并未发生明显变化，因此交通拥堵和空气污染的差异在很大程度上是家长**接送子女就学**的私家车出行所导致的。

政策含义（一）

- **教育资源没有适应居住分散化的趋势**是导致假期前后交通状况和空气质量差异现象的主要原因。
- 需要考虑逐步将目前过于集中的教育资源供给决策机制向较为**分散**的机制过渡，实现教育资源的**供求匹配**。

政策含义（二）

- ①建立以**房产税**为基础的教育财政分权机制，同时需要保证各学区的房产税收入用于所在**学区**的公共品供给和维护；
- ②激励**私营部门**供给教育公共品，加强教育资源之间的竞争机制，这些**分散式的供给**模式能够借助市场力量，提高教育资源供给效率；
- ③推广**校车**的统一接送方式也能够在一定程度上缓解部分学校周边路段的拥堵状况并降低城市机动车污染物的排放总量，但在长距离接送上能够发挥的作用有限。

谢谢！