



北京大学国家发展研究院
National School of Development

第八部分 城市蔓延与土地使用控制





引言

今天的课程内容主要围绕城市蔓延 (Urban Sprawl) 和土地使用控制 (Land Use Control)。大致分为四个部分：

1. 首先，我们将讨论城市蔓延的现象，主要基于一篇 2006 年发表在《QJE》上的美国数据分析论文。
2. 然后，我们将介绍城市经济学中关于土地使用控制的理论。
3. 接着，我们会通过一个基于中国城市的研究论文，进行案例分析。
4. 最后，我将分享我之前关于非洲城市的研究论文，作为一个案例。

这是今天课程的大致脉络。

一、城市蔓延

Motivation

- **Urban Sprawl**, 城市蔓延（指在郊区城市化过程中，城市人口大量向外围扩展，侵占城市边缘的乡村地区，并形成低密度、单一功能，通常依赖小汽车的社区）
- 土地资源被永久地转变为钢筋、水泥、混凝土构成的城市建筑环境
- 导致自然环境和开放空间数量减少和空间缩小
- 对野生动物构成了巨大威胁
- 增加了城市的空气污染程度
- **Compact Development**, 紧凑开发
- 我们几乎不知道开发是分散还是紧凑 Burchfield et al. (2006)

城市蔓延 (Urban Sprawl) 是指在城市化过程中，城市人口向城市边缘的乡郊地区扩展，形成低密度、单功能、且通常依赖私家车的社区。这种现象主要是在美国的城市发展过程中出现的。城市蔓延的坏处在于，它需要更多的建筑材料，如钢筋、水泥和混凝土，这与当前倡导低碳经济和减少碳排放的气候目标相违背。同时，它也会压缩自然空间，并对生物多样性构成威胁。由于这种空间结构的影响，人们依赖小汽车出行，导致能源消耗增加。

从公共经济学的角度来看，每个人都会选择自己最喜欢的居住地，大多数人希望住在别墅里，尤其是在经济允许的情况下，且有自己的后花园。然而，从社会福利或政策制定者的角度来看，这种选择不一定是最优的。因此，这就成为了一个公共经济学的问题。为了内化由自由选择居住地带来的负外部性，政策干预是必要的。

与城市蔓延相对的是紧凑开发 (Compact Development)，即通过让人们居住得更紧凑，减少对私家车的依赖，增加公共交通的使用。这种方式能够节省城市基础设施的资源，例如供电、供水、下水道等，并且提高集聚经济效益。根据城市经济学理论，集聚经济的水平通常随着人们的居住距离减少而提高。因此，紧凑开发有许多好处，但在自由市场条件下可能无法实现，需要政策来加以矫正。

城市蔓延

首先，我们基于 2006 年发表于 QJE (Quarterly Journal of Economics) ——美国五大经济学期刊之一——的这篇具有影响力的文章，来探讨什么是城市蔓延。这幅地图展示了美国城



市用地的变化情况。黄色部分代表的是 1976 年的城市用地，而红色部分则表示从 1976 年到 1992 年间新开发的居民用地。

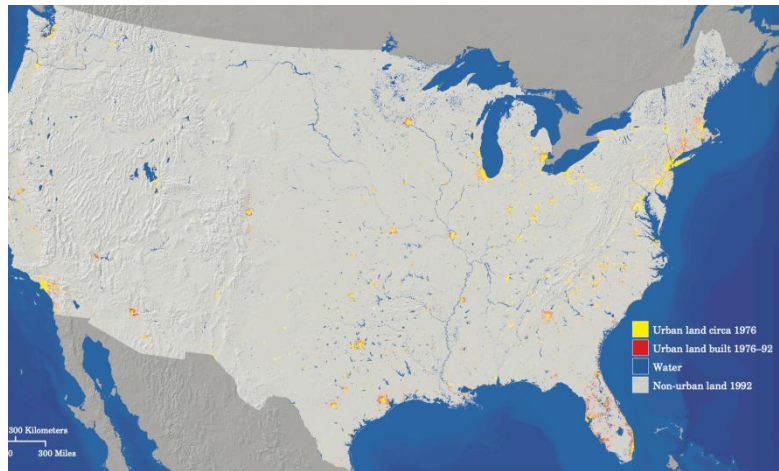
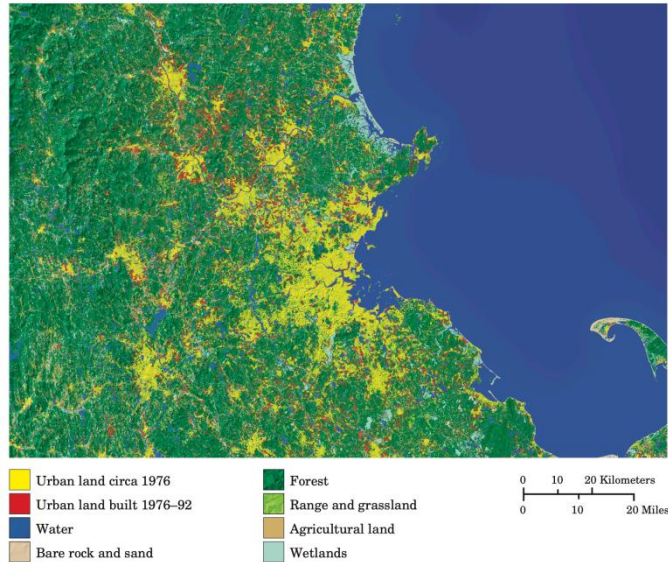


FIGURE I
Urban Land in the Conterminous United States

接下来我会讲几个城市，这里是波士顿的情况，大家可以看波士顿它有一些老城区，这是波士顿是美国的新英格兰地区，当时英国最早登陆的地方地点之一，所以在这里按照英国的城市的样子，构建了很多当时的老城区，所以波士顿很有历史，很有在美国这么多城市里面算是一个比较古老的有历史的城市，可能 200 年左右，所以它的核心城区是非常的紧凑的。但是从 76 年到 92 年的新的发展的情况来看，大家可以看到它的很多新的开发式的红色的这些居民用地，是非常分散在原有的城市中心的周边。

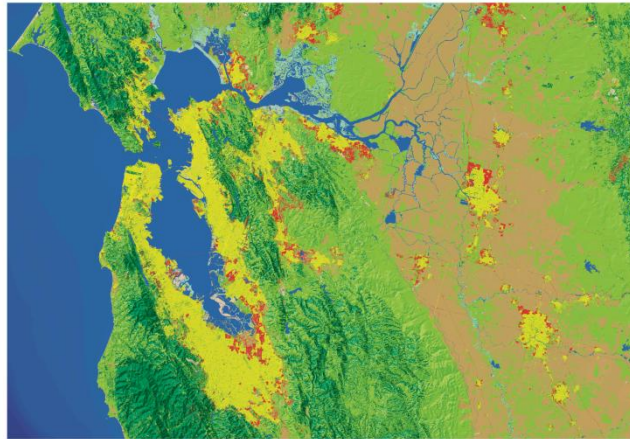
那么，这样的规划有什么好处呢？我在波士顿生活过三年，我认为其中一个好处就是，从你住的地方出发，找一块绿地散步非常方便。尤其是在疫情期间，这一点尤为明显。当时我开车大约 15 分钟就能到达一个大公园，无论我住在哪里，都能很容易找到这样一个地方。在公园里走一走，尽管不能见到朋友，但能看到绿色，感觉也很舒缓，帮助缓解了疫情期间的压抑心情。

然而，另一方面，城市蔓延也带来了问题。由于郊区发展分散，城市的这些区域并不紧凑，缺乏有效的集聚，导致这些地区的资源和基础设施使用效率较低。

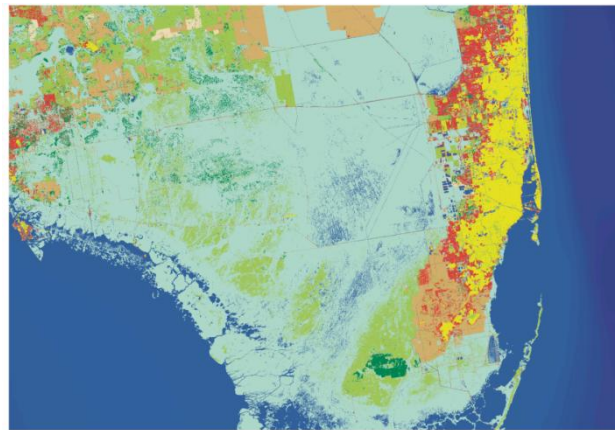


比如说这是旧金山的一个情况，旧金山因为地理的原因，这附近有几大非常知名的地貌公园，比如说像优胜美地，对吧？我不知道大家有没有尝试过去驾驶去美国旅游的时候，如果有是不是有走过一号公路的风景非常优美，但是两边都是山，

所以受制于这些山的影响，它的城市的形态就非常的集聚。你看这些从 70 年到 90 年的红色新出来的地块，它都离它原来的市区的距离非常近，很多可能就是填补之前市区当中没有建房子的这些空地，这是一种集聚性的发展。



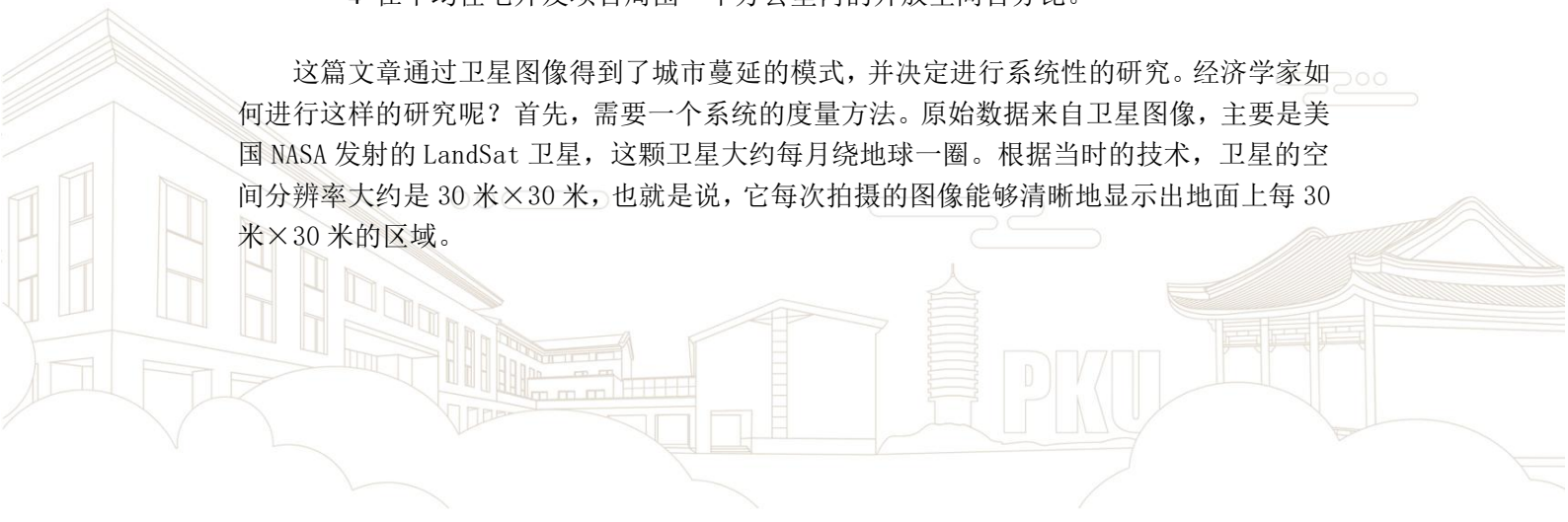
以迈阿密为例，它展示了另一种集聚性的发展模式。从地图上可以看到，红色的开发地块与原有的黄色地块相对紧密连接。这一方面是因为迈阿密的土地使用管理对扩展有所限制，另一方面也是由于城市西边大多是湿地，受到地理条件的限制。因此，迈阿密的城市发展非常紧凑。



如何测量城市扩张？

- 数据
- 1976 年的高空照片
- 1992 年的卫星数据
- Metrics
 - 1 对于 30×30 米的正方形单元，测量 1976 年和 1992 年左右的土地是否被开发
 - 2 计算周围一平方公里内未开发土地的百分比
 - 3 将这个测量值在大都市区所有已开发单元中平均，得到大都市区的扩张指数
 - 4 在平均住宅开发项目周围一平方公里内的开放空间百分比。

这篇文章通过卫星图像得到了城市蔓延的模式，并决定进行系统性的研究。经济学家如何进行这样的研究呢？首先，需要一个系统的度量方法。原始数据来自卫星图像，主要是美国 NASA 发射的 LandSat 卫星，这颗卫星大约每月绕地球一圈。根据当时的技术，卫星的空间分辨率大约是 $30 \text{ 米} \times 30 \text{ 米}$ ，也就是说，它每次拍摄的图像能够清晰地显示出地面上每 $30 \text{ 米} \times 30 \text{ 米}$ 的区域。

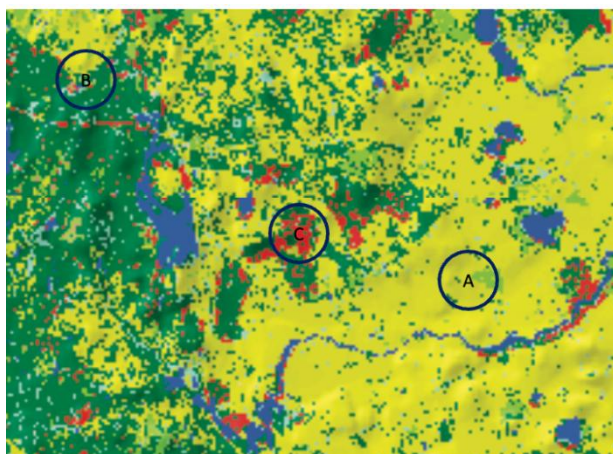




这里的空间分辨率的概念类似于我们日常使用的照片：如果照片模糊，说明分辨率较低；而现在智能手机拍出的照片非常清晰，是因为它的分辨率很高。卫星图像的清晰度与它距离地球较远有关，因此在 1970 年代，卫星拍摄的图像分辨率是 30 米×30 米。通过这些图像，研究人员能够将每个 30 米×30 米的地块归类为不同的用地类型，例如城市建成区、森林绿地或水域。

除此之外，卫星数据的优势在于它能持续环绕地球，因此可以在不同时间点收集数据。作者使用了 1976 年和 1992 年的数据，通过拼接不同时点的数据，得到了一幅没有云层遮挡的完整地图。尽管这种分析更像是地理学家或城市环境专家的研究，但经济学家也可以利用这些数据来进行研究。经济学家的方法包括：

1. 在每个 30 米×30 米的地块中识别出哪些是建成区。
2. 在这些地块周围绘制一个 1 公里的圆形区域，然后计算该区域内未开发土地（空地）的比例。
3. 将每个区域的这些值加总到各个行政单位中，比如波士顿。通过这种方式，计算波士顿边界内每个 1 平方公里邻近区域的空地比例，并得出一个均值。
4. 最终，通过这些步骤，得到了波士顿的城市蔓延（sprawl）情况，或者说它的城市开发的紧凑度。



举个例子，假设我们有一个中心点为 A 的像素块。我们画一个大约 1 公里的圆圈，虽然实际圆可能稍大，但为了展示方便，假设圆的范围是这样。接着，我们计算圆周围的其他像素块是否已经开发成了居民用地。以 A 为例，1976 年时，圆内的其他像素块大部分都是黄色，表示已经开发的地区。因此，A 的城市蔓延指数（sprawl index）是 0，说明这个地方的开发非常紧凑。

再看 B 这个地方。假设 B 的中心像素块是黄色的，表示已经开发，但当我们画一个圆时，发现大部分区域是绿色的，即未开发的空地。假设 70% 的区域仍是空地，这说明 B 的开发状况较为稀疏，空地较多。

这种度量方式帮助我们衡量 1976 年或 1990 年时，建成区周围土地的空旷程度。除此之外，我们还可以衡量新开发地块（例如红色区域）周围土地的空旷程度。这就像是经济学中的“边际”概念，衡量新开发区域周围的土地开发状态。



通过这些度量，我们可以将地理学中的概念转化为经济学中的度量方法。

文章的第一个经济学分析是通过绘制城市蔓延指数（sprawl index）的概率密度函数（PDF）来研究城市蔓延的程度。PDF 本质上是一个概率版的频率直方图，类似于我们计算男生和女生的比例。例如，如果在一个群体中，男生有 40 个，女生有 30 个，绘制出来的直方图显示男生占比 40/70，女生占比 30/70。这个比例就近似于 PDF，表示每个属性值在样本中的分布比例。

在这个研究中，城市蔓延指数的横轴表示城市蔓延的程度。当指数较低时城市更加紧凑，未开发土地较少；而当指数较高时，城市变得更加开放，未开发土地较多。作者通过比较 1976 年和 1992 年的 PDF，发现美国整体城市蔓延的程度变化不大。尽管在更紧凑区域，1992 年的蔓延指数稍有下降，但在蔓延较为严重的地方（例如 90% 的开放度）也有所下降，中间部分略微上升，总体趋势相似。

第二个发现是，作者通过研究新开发地块的周围空旷度，发现新开发地块的空旷度随着时间的推移而增加。这表明，新开发的地块主要发生在之前未开发的区域，这使得我们思考美国是否变得更加不紧凑，城市蔓延是否加剧。然而，作者并未发现这种趋势，虚线并未如预期那样显示出更高的开放度。因此，作者提出了一个假设：新开发地块可能是在已有城市区域内填补空白，而非完全位于城市的外围。

为了验证这个假设，作者进一步分析了 1976 年到 1992 年间不同空间紧凑度的地块和新开发地块的关系。研究发现，大多数新开发的地块发生在原本有部分空地的地方（例如像 C 地块），这些地区本身已有一些开发区，而不是完全空白的区域。这一发现解释了为什么城市蔓延的整体紧凑度变化不大，但新开发的地块主要出现在已有城市建设用地的空隙中。

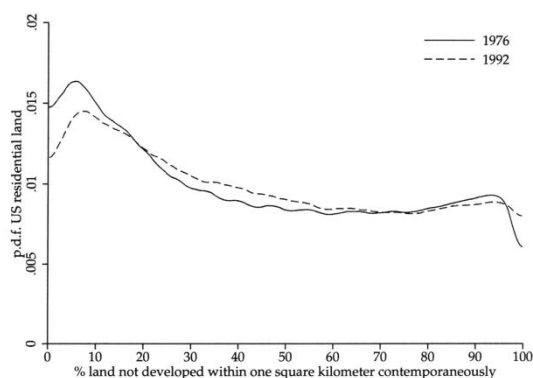


FIGURE IV
Probability Function of 1976 and 1992 U. S. Residential Land across Areas with Different Degrees of Sprawl

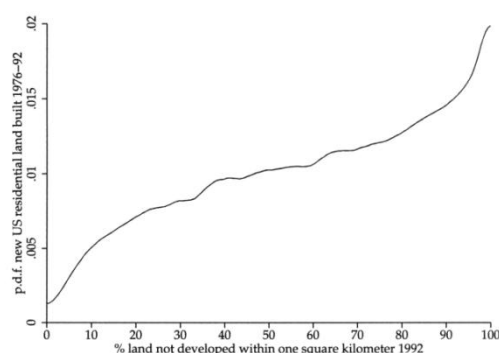


FIGURE V
Probability Function of 1976-1992 U. S. Residential Development across Areas with Different Degrees of Sprawl

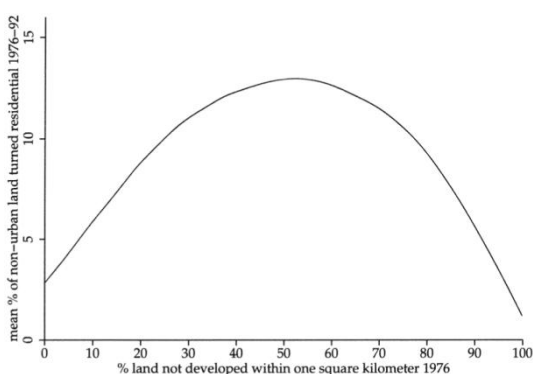


FIGURE VI
Mean Percentage of Nonurban Land Turned Residential 1976-1992 by Initial Percentage of Nonurban Land within One Square Kilometer



城市蔓延，1976 年对比 1992 年

我们从最近的住宅发展和对蔓延的普遍看法中学到了什么？

- 想象一个位于中等密度郊区的假设性房屋
- 从 1970 年代到 1990 年代，房屋附近的建筑密度增加，部分原因是其紧邻社区的填充
- 然而，如果放大视野，整个城市的蔓延程度并没有太大变化
- 新城市就像旧城市的放大版

这个分析提出了一个有趣的视角：假设你住在一个既不太密集也不太空旷的地区。随着城市建设用地的不断开发，在 20 年内，你会发现周围的空地逐渐被填补。但如果你把视角放大一点，从整个城市的角度来看，你会发现城市的蔓延模式并没有发生太大的变化。城市就像从一个较小的雪花变成了一个较大的雪花，但内部的结构仍然是零散的，蔓延程度并没有显著变化。

尽管某些地方的人可能感觉自己所在的城市区域变得更密集，因为周围建了更多的房子，但从整体城市发展角度来看，它的集聚程度并没有发生太大变化。换句话说，虽然局部的城市发展似乎变得更紧凑，但从宏观上看，城市的蔓延并没有显著改变。

城市蔓延，商业发展

新开发的像素倾向于蔓延区域

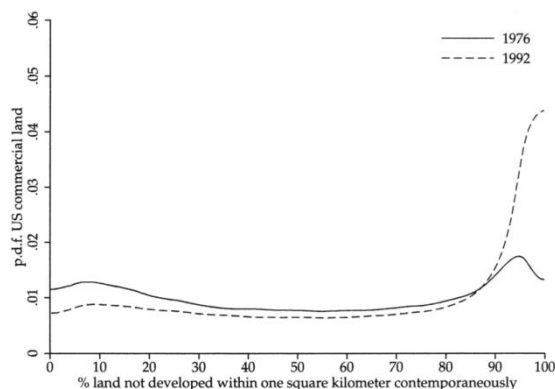


FIGURE VII
Probability Function of 1976 and 1992 U. S. Commercial Land across Areas with Different Degrees of Sprawl

作者还研究了商业用地，结果显示，1992 年在一些比较空旷的地区，新的商业用地（commercial land）明显增加。虽然城市变得更加分散，但这种变化主要体现在商业用地上。一个明显的例子是北京的奥特莱斯，尤其是像八达岭奥特莱斯，虽然它离市中心非常远，仍然能吸引大量消费者。美国的很多奥特莱斯也位于城市外围，类似的综合性商场也多分布在城市边缘。

因此，这些新建的商业用地推动了城市蔓延的趋势，尤其是在城市外围，商业用地的增加导致了城市蔓延指数在边缘地区显著上升。

理论指导

在单中心城市模型下：

- 专注于就业更集中的行业领域的城市将更加紧凑。



- 城市内部运输成本较低将导致开发更加分散。
- 居民可能会跳过发展，增加蔓延，居住地离城市不远。
- 尚未解释跳过发展。

假设居民重视来自开放空间的便利设施（自然）：

- 个体可能会在快速发展区域更早地预期开放空间的发展，并可能不会选择居住在开放空间。
- 含义 1：增长更快的城市将倾向于经历更少的蔓延。
- 含义 2：跳过发展的程度越大，对未来发展不确定性的预期就越大。

在分析了这些模式（patterns）之后，作者回到了理论和常识，思考日本商店（store）的一些影响因素，以及城市蔓延（urban sprawl）的决定因素。我之前建议大家做经济学论文时不要考虑太多因素，但我觉得现在可能要收回这句话，因为这篇文章恰恰是考察了各种因素对城市扩张的影响，尤其是城市蔓延的影响。

首先，回到单中心城市模型（center model），也就是我们第一节课讲到的简单模型。根据这个模型，推测得出的结论是：如果一个城市的地区经济水平越高，它应该是一个集聚型的，大家不愿意离开市中心去边远地区居住，应该都想住得离市中心比较近。这是该模型的一个结论。第二个结论是，如果交通成本比较高，大家可能也不愿意住得离市中心太远，这样城市蔓延的情况会受到抑制。

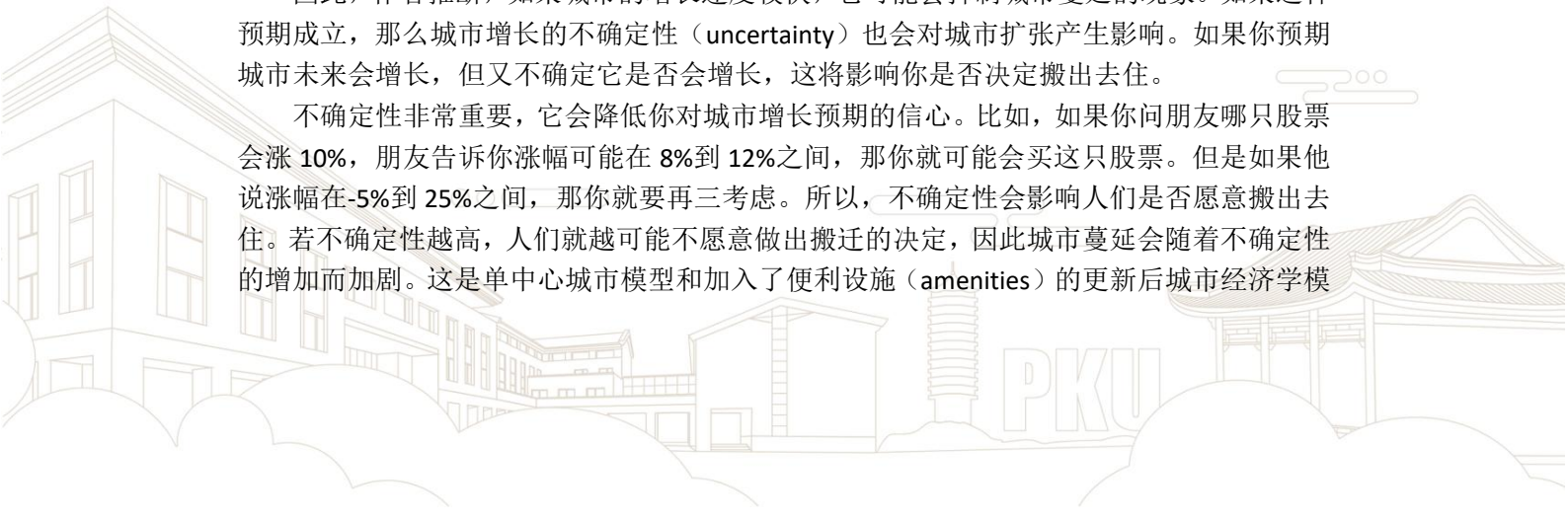
然而，这两个经典结论并没有解释文章中着重研究的“跳跃式发展”（leapfrogging）。跳跃式发展可以解释城市，如果城市是圆形的，它可以解释城市圆周的直径大小，但它无法解释在城市外围那些不规则的建设用地——即从一个地方跳到另一个地方的城市扩展，且这些区域之间的离散程度较高。因此，我们可能需要一些新的元素来构建这个模型。这个新的元素就是电力设施（electricity infrastructure）。如果我们在模型中加入这些新的扩展因素，那么结论会更加丰富。

其中的一个难点就是开放空间（open space）。我们都希望住的地方附近有开放空间，例如我刚才提到的，开车 15 分钟就可以到一个公园，去散步或思考问题。虽然我们可能从小生活在人口密集的地区，少有机会享受这样的福利（benefit），但对很多可以住在独栋房屋（house）的美国人来说，这可能是一个重要的福利。如果这个福利存在，大家可能就有动力去住得远一些，离其他人更远，离自然更近。这个因素可能解释了为什么会出现跳跃式的建房（leapfrogging）现象。

如果这个假设成立，作者推断以下情况可能会发生：假如你原本住在市中心，想离自然更近一点，所以搬到市中心以外的某个地方建房。但如果这个地方发展很快，过两年你会发现周围也开始建房，这时候你最初希望得到的绿地（green space）可能就消失了。所以，如果一个地方人口增长很快，可能大家预期到搬出去之后，最终也是被住宅填满的，因此就可能不愿意搬出去了。

因此，作者推断，如果城市的增长速度较快，它可能会抑制城市蔓延的现象。如果这种预期成立，那么城市增长的不确定性（uncertainty）也会对城市扩张产生影响。如果你预期城市未来会增长，但又不确定它是否会增长，这将影响你是否决定搬出去住。

不确定性非常重要，它会降低你对城市增长预期的信心。比如，如果你问朋友哪只股票会涨 10%，朋友告诉你涨幅可能在 8%到 12%之间，那你就可能会买这只股票。但是如果说涨幅在-5%到 25%之间，那你就需要再三考虑。所以，不确定性会影响人们是否愿意搬出去住。若不确定性越高，人们就越可能不愿意做出搬迁的决定，因此城市蔓延会随着不确定性的增加而加剧。这是单中心城市模型和加入了便利设施（amenities）的更新后城市经济学模





型给我们的一些经济学启示。

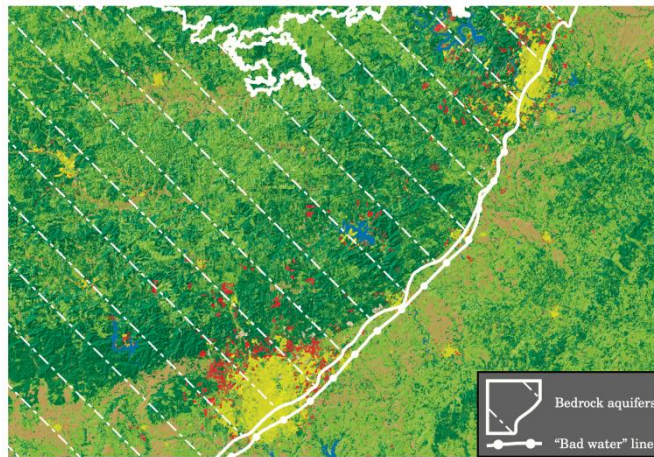
地理学

- 地下水影响城市扩张
- 丹佛南都会区的一个郊区发展项目铺设了 20 英里的管道，每户家庭的成本为 24,000 美元，相当于中位数房屋价值的七分之一。
- 私人水井的成本为 4500 美元
- 缺乏地下水的地区进行跳跃式开发成本更高

另外还有一些地理上的因素，比如说地下水，它会显著地影响城市蔓延的情况，为什么这样？因为在美国个人可以打井是吧？如果说你搬到城上面去住了，这里没有城市，市政提供居民用水的话，你仍然可以有可能可以通过打井的方式获得居民用水，但是打井是有成本的，比如说打一口井的话，是要大概平均下来是 4500 刀，但其实这个成本也还可以接受，但是如果这个不能打井的话，那就很头痛，你可能需要让市政部门接一根水管到你家接一根水管，成本就高很多。

举个例子，如果你有一条 20 英里的水管（water pipe），那么修建成本大概需要平摊到每一户居民上，可能达到 24,000 美元。这 24,000 美元大概相当于房价的 1/7，是一个非常大的数额。因此，如果这个地方没有居民使用水资源，这可能会极大程度地影响城市蔓延（sprawl）。

城市扩张，地下水，圣安东尼奥和奥斯汀，德克萨斯州

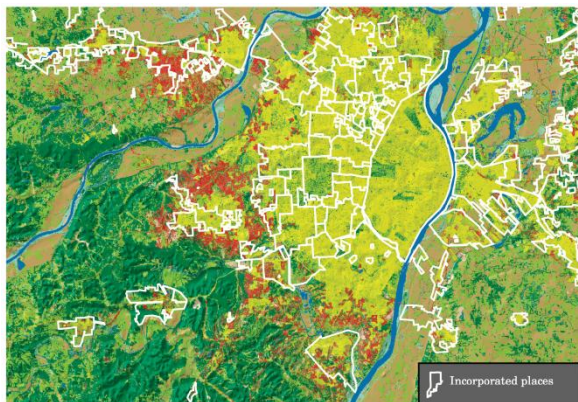


因此，作者研究了沿着居民使用基岩含水层（Bedrock Aquifers）附近的情况。在左侧是居民可以自由打井（drilling wells）的情况，而右侧则是居民不可以打井的情况。如果比较左侧和右侧的情况，可以明显看到，左侧的新增用地（new land development）比较多，而右侧则非常少。即使是在同一个城市，比如说奥斯汀（Austin），它的城市蔓延主要集中在西北侧，而东南侧的蔓延就非常少。这个打井的情况竟然对城市形态产生了如此大的影响，这也是这篇文章一个非常重要的发现。



城市蔓延，圣路易斯市的纳入地区

分区影响蔓延。在市政边界之外的边缘地区，观察到更为分散的发展现象，这些地区受到严格的分区法规制约。



- 开发商可以通过在市政边界之外建设来逃避市政监管
- 这促进了蔓延

另外，还有什么可能会影响城市蔓延（sprawl）呢？在美国，一项非常重要的城市政策就是城市内部的用地规划（zoning）。在美国，每个行政区划单位，比如区级政府（municipal level government），对城市的用地规划有很强的制约能力。例如，它可以规定某一地块只能建设居民楼，甚至可能规定这个地方的居民楼只能是独栋住宅（single house），而不能建造多户住宅等。如果是工业用地，可能会有更加严格的规定，比如不能有污染，如果有污染物的话，还会限制污染物的排放水平等。

这样的用地规划（zoning）会给城市蔓延带来很多限制，使得你不能随便建房子。然而，这些区级政府有自己管辖的边界。如果你走出区政府管辖的范围，外面的土地就归州政府（State government）管辖，而州政府的管辖相对较宽松，限制较少。因此，作者发现，如果你将每个区域的边界用白线标出来，你会发现很多城市蔓延的情况恰好出现在这些白线外面——也就是说，城市蔓延往往发生在不允许随便建房子的地方之外。这样，从这个角度来看，用地规划政策（zoning policy）也会影响城市的蔓延现象。

城市蔓延，税收负担的角色

- 当发展分散时，地方公共服务的成本更高，例如污水系统的扩展，管道供水。
- 如果这些服务由地方纳税人支付，那么对分散发展的厌恶应该很强。
- 在地方纳税人支付地方政府支出较小份额的地方，蔓延应该更为普遍。

还有一个因素是地方财政（local finance），它对公共物品投资的负担。刚才我们提到，如果城市有很多居民住得比较远，地方政府就可能需要将水管（water pipes）、供电（electricity）、下水道（sewer）等基础设施系统修建到比较远的地方。那么，资金由谁来承担呢？如果这些费用完全由地方政府承担，那么地方政府可能会更有动力去控制城市蔓延（sprawl）。但是，如果这些费用是由州政府（State government）承担，州政府可能会给地方政府一些财政补贴（fiscal subsidies），那么地方政府控制城市蔓延的动力就会减弱。

因此，作者推测，地方政府接受到的联邦政府的财政转移支付（federal fiscal transfers）也会影响该地区是否发生城市蔓延。



关于蔓延原因的假设

如果城市出现蔓延，可能是因为：

- 集聚力量：它们专注于那些就业通常不靠近市中心的行业；
- 交通成本：它们是围绕汽车而不是公共交通建设的；
- 人口增长：它们经历了缓慢的人口增长；
- 人口增长不确定性：它们未来的增长存在更大的不确定性；
- 地理因素：更多的地下水层位于其城市边缘；
- 地理因素：它们周围没有高山环绕；
- 地理因素：它们城市边缘的地形崎岖；
- 地理因素：它们的气候温和；
- 城市政策：它们开始时城市边缘有大量未合并的地区；
- 城市政策：当地纳税人支付的地方政府开支比例较小；

以上是我们考虑的一些可能影响城市蔓延（sprawl）的因素。其实，很多因素既适用于美国，也适用于中国。首先总结一下几个因素：

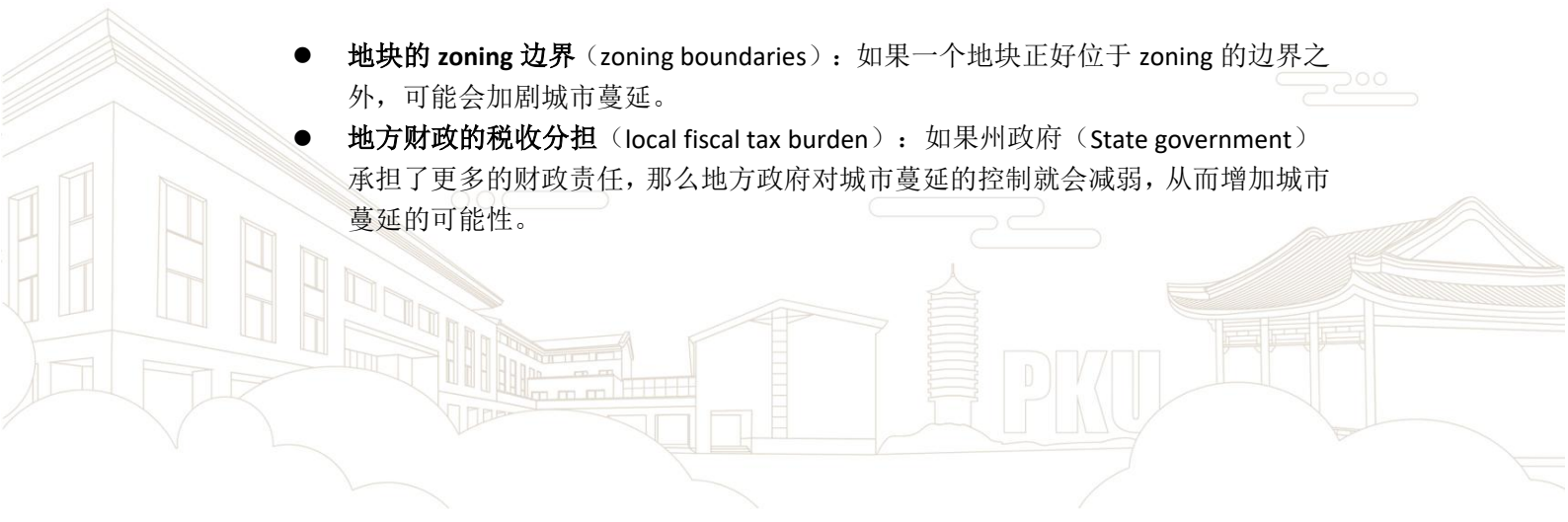
- **城市集聚经济的市场强度**（market strength of urban agglomeration economy）：如果一个城市擅长的行业需要高度人口集聚，比如服务业（service industry），像纽约（New York）这样以金融行业为主的城市，就需要人们住得非常近，那么城市的蔓延程度可能就会较低。
- **交通成本**（transportation costs）：如果城市对汽车非常友好，很多人都有车，大家可以住得离市中心比较远，那么可能会加剧城市蔓延的现象。
- **人口增长速度**（population growth rate）：如果一个城市的人口增长较快，可能会导致你觉得搬出去之后，过两年你的附近也会被开发，因此还是待在市中心比较好。
- **人口增长的不确定性**（uncertainty of population growth）：人口增长的预期不确定性也会对搬迁的决策产生影响，它会打折扣你对未来人口增长的信号，从而影响是否选择搬迁。

此外，还有一些**地理变量**（geographical variables）也会影响城市蔓延。比如地下水资源（aquifers）是否存在，附近是否有高山，土地的起伏是否较大等。如果一个地区有很多小山，这可能会影响城市住房的建设，导致该地区城市蔓延的情况更严重，因为你无法将房屋规划得非常整齐。

作者还尝试考虑了一些**气候变化**（climate change）的变量，我们一会儿会讨论一些这些猜想的实证结果，这些结果也很有意思。

最后，还有两个**政策**（policies）因素会影响城市蔓延：

- **地块的 zoning 边界**（zoning boundaries）：如果一个地块正好位于 zoning 的边界之外，可能会加剧城市蔓延。
- **地方财政的税收分担**（local fiscal tax burden）：如果州政府（State government）承担了更多的财政责任，那么地方政府对城市蔓延的控制就会减弱，从而增加城市蔓延的可能性。





这些都是猜测和假设。刚才讲的这些因素和图示分析可能都符合实际，但是否真正如此，作为一篇经济学文章，作者需要通过收集数据并进行分析来验证这些假设。

实证结果

TABLE IV
THE DETERMINANTS OF SPRAWL

	Regression results				Summary statistics	
	(1)	(2)	(3)	(4)	Mean	St. dev.
Centralized-sector employment 1977	-1.270 (0.517)**	-1.194 (0.526)**	-0.922 (0.599)	-0.462 (0.489)	22.65	1.14
Streetcar passengers per capita 1902	-1.723 (0.507)***	-1.918 (0.553)***	-1.762 (0.520)***	-1.822 (0.535)***	21.53	62.54
Mean decennial % population growth 1920-1970	-6.072 (1.854)***	-5.528 (1.839)***	-6.241 (2.187)***	-4.686 (1.367)***	24.54	22.42
Std. dev. decennial % population growth 1920-1970	3.169 (1.315)**	3.208 (1.210)***	3.419 (1.424)**	2.482 (1.005)**	15.72	23.42
% of urban fringe overlying aquifers	1.222 (0.473)***	1.090 (0.507)**	0.945 (0.539)*	1.720 (0.484)***	30.43	37.96
Elevation range in urban fringe (m.)	-1.609 (0.946)*	-1.166 (1.023)	0.914 (1.117)	-1.731 (0.815)**	542.43	737.02
Terrain ruggedness index in urban fringe (m.)	1.252 (0.746)*	1.267 (0.746)*	1.108 (0.767)	2.195 (0.741)***	8.84	10.10
Mean cooling degree-days	-6.512 (1.562)***	-5.415 (1.657)***	-6.440 (2.359)***	-6.157 (1.564)***	1348.43	923.13
Mean heating degree-days	-4.986 (1.341)***	-4.768 (1.381)***	-3.051 (2.632)	-6.966 (1.360)***	4580.79	2235.66
% of urban fringe incorporated 1980	-1.363 (0.455)***	-1.558 (0.451)***	-1.708 (0.464)***	-1.629 (0.422)***	5.21	5.05
Intergov. transfers as % of local revenues 1967	1.075 (0.633)*	1.070 (0.682)	1.136 (0.679)*	2.206 (0.596)***	37.17	10.65
Bars and restaurants per thousand people		0.176 (0.783)		1.51	0.41	
Major road density in urban fringe (m./ha.)		-0.179 (0.698)			0.87	0.36
% population growth 1970-1990		-1.916 (0.910)**			35.29	45.46
Herfindahl index of incorporated place sizes		-0.274 (0.652)			0.32	0.26
Latitude			-2.083 (2.731)		37.57	5.22
Longitude			-5.221 (2.700)*		-91.18	13.52
Census division fixed effects			Included			
Constant	111.375 (11.503)***	108.895 (11.870)***	90.467 (21.441)***	75.050 (10.907)***		
Observations	275	275	275	275		
R ²	0.405	0.418	0.469	0.404		

The dependent variable in columns (1), (2), and (3) is our sprawl index for 1976-1992 development, which has mean 64.51 and standard deviation 10.90. The dependent variable in column (4) is our sprawl index for 1992 development, which has mean 46.54 and standard deviation 10.82. The regressions are run for all 275 metropolitan areas in the conterminous United States. Coefficients give the impact on the index of a one-standard-deviation increase in the corresponding variable. Numbers in brackets report heteroskedastic-consistent standard errors. ***, **, and * indicate significance at the 1 percent, 5 percent, and 10 percent level, respectively.

作者收集的数据是将每一个房子或房屋层级的数据（30 米×30 米地块层级）进行加总，数据涵盖了美国大约 200 多个市级单位（municipal units），例如像波士顿（Boston）和



圣弗朗西斯科 (San Francisco) 这样的大城市区块。在这个基础上，作者进行回归分析，分析 **Sprawl Index** (城市蔓延指数) 与其他解释变量之间的关系。我们可以看到，这里做的是一个非常简单的多元线性回归 (multiple linear regression)。在这个回归中，**Sprawl Index** 是结果变量 (outcome)，而 **X** 列出了多个因素。

首先，作者考虑了 **Centralized-sector employment** (集中行业就业) ——1977 年时比较集聚的行业在城市人口中的比重。如果某个地区的金融行业、银行等集中型行业比较多，说明这个地方可能需要更多的人口集聚，从而发展出一个更紧凑的城市结构，而城市蔓延的程度就可能会较低。回归结果表明，这个因素对城市蔓延指数的影响是负相关的 (负符号表示城市集聚行业较多时，城市蔓延的指数较低)。如果这个集聚行业的比例变化一个标准差 (standard deviation)，城市蔓延指数大约会降低 1.27。

第二个因素是 **Car-friendly** (对汽车友好)，作者使用了 1902 年街道有轨电车的每人乘车量 (streetcar passenger per capita) 作为数据。如果 1902 年时某地有更多人使用有轨电车，那么后续可能人们就不需要购买汽车，因为有了公共交通工具。因此，这个地方如果对汽车不友好，城市蔓延的情况可能会较低。回归分析的结果验证了这一假设，进一步检验了交通成本对城市蔓延的作用。

第三个因素是 **人口增长速度** (population growth rate)。如果看 1970 年到 1990 年的人口增长，可能会有内生性问题，即人口增长与蔓延之间可能存在因果关系 (例如，城市蔓延会导致更多土地供给，进而促进人口增长)。因此，作者选择了 1920 年到 1970 年的人口增长数据，结果验证了人口增长的速度对城市蔓延的影响。

第四个因素是 **人口增长的不确定性** (uncertainty of population growth)，使用标准差 (standard deviation) 来衡量这种不确定性。结果表明，人口增长的不确定性与城市蔓延呈正相关，意味着不确定性越高，人们越倾向于向外迁移。

此外，作者还分析了 **地下水** (aquifers) 是否存在、**地貌** (topography) 是否有大山、以及土地的 **平整度** (terrain ruggedness) 等因素。例如，若城市边缘有地下水，或地形不平坦 (例如有大山)，这些地理因素都会影响城市蔓延的程度。作者发现，地下水的存在显著增加了蔓延的可能性，而地形不平坦则通常会减缓蔓延，因为建房受到地形的限制。

作者还考虑了气候因素，结果显示如果某个地方特别冷或特别热，也可能会降低城市蔓延。寒冷天气可能增加远离城市中心居住的危险，而极热的气候也可能使人们不愿意在远离城市的地区定居。

最后，作者考察了 **Zoning** (土地使用分区) 政策的影响。如果一个地方的 **Zoning** 要求较高，那么城市蔓延的情况就会更严重。作者还分析了 **Intergovernmental transfers** (政府间财政转移) 对城市蔓延的影响。如果地方政府从联邦政府获得更多财政转移，那么它对控制蔓延的动力就会减弱，导致城市蔓延的情况更严重。

当然，作者也指出，由于没有进行严格的实验设计 (experimental design)，这篇文章中的回归分析可能存在估计偏误 (estimation bias)，一些符号甚至可能是错的。然而，这篇文章的主要贡献并不在于回归结果本身，而在于开发了一个创新的 **Sprawl Index** (城



市蔓延指数)来衡量城市蔓延,并发现所有这些解释变量能够一定程度上自圆其说。因此,这篇文章非常有意义,最终发表在了 **Top five** (顶级期刊)上。

实证结果

城市将更倾向于扩张如果

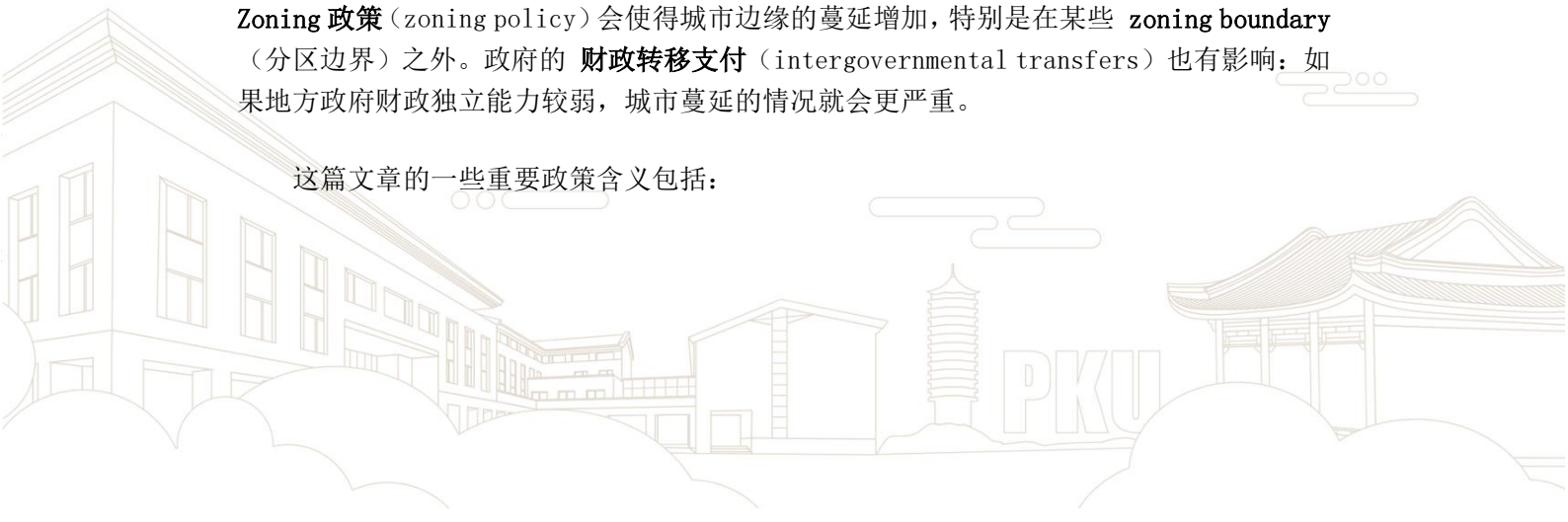
- 集中就业↓
- 设施、酒吧
- 汽车友好性↑
- 人口增长:使用历史趋势↓
- 增长不确定性↑
- 含水层↑
- 地形崎岖度,山脉↓ 对比丘陵↑
- 极端天气,冷却度日数,加热度日数↓
- 城市边缘被纳入↓
- 政府间转移支付↑
- 地下水调节政策可能会影响城市形态
- 市政和县级规制之间的差异是导致城市蔓延的重要原因:严格的市政分区法导致城市边缘的分散发展
- 内化新开发的财政外部性似乎限制了城市蔓延
- 道路密度似乎不重要,但城市中心是否在汽车出现之前形成却很重要

总结一下我们的结果解释 (interpret results),城市会扩张得更多,如果与以下因素相关:如果该地区有更多的 **集中行业就业** (centralized employment),城市的蔓延程度就会下降一些。如果城市中心有很多 **酒吧和餐馆** (bars and restaurants),这可能会影响城市的扩张,因为酒吧和餐馆通常意味着市中心非常繁华,大家可以在市中心做很多事情,所以不太愿意离开市中心。然而,回归分析发现,酒吧和餐馆的数量对城市蔓延的影响并不显著,因此这些 **便利设施** (amenities)对城市扩张的影响并不大。

如果该地区对 **汽车** (cars)友好,城市蔓延的程度会增加;如果人口增长速度较快,城市也会持续蔓延。相反,**人口增长的不确定性** (population growth uncertainty)会促进城市蔓延。如果一个地方有 **地下水** (aquifers),它会增加城市蔓延的可能性;而土地的 **平整度** (terrain flatness)也会影响蔓延,但如果地形有 **大山** (mountains)这种陡峭的地貌变化,它会成为蔓延的阻力。相反,小山地形(如丘陵)则可能促进城市蔓延。

一些 **极端天气** (extreme weather)情况,如非常冷或非常热的天气,会降低城市蔓延。**Zoning 政策** (zoning policy)会使得城市边缘的蔓延增加,特别是在某些 **zoning boundary** (分区边界)之外。政府的 **财政转移支付** (intergovernmental transfers)也有影响:如果地方政府财政独立能力较弱,城市蔓延的情况就会更严重。

这篇文章的一些重要政策含义包括:





地下水对城市形态的影响出乎意料的显著，因此，控制水资源可能是地方政府控制城市形态的一种有效方式。通过从水资源角度制定政策，优化城市的空间结构，可能有助于控制城市蔓延。

Zoning law（分区法）需要在国家、州以及具体的市区之间保持一致性。如果分区法在某些区域不一致，可能会导致一些新的、不规则的建设区出现在密集的分区外。

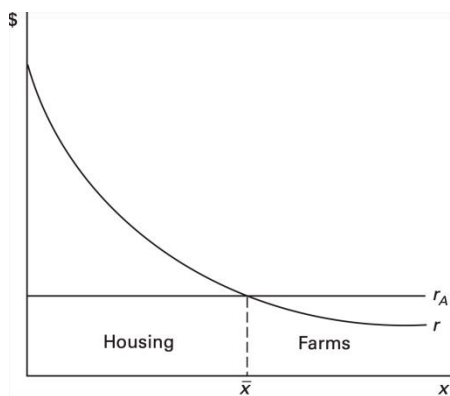
财政成本的内化（internalizing fiscal costs）：地方政府需要对自己的财政负担负责。如果地方政府没有负责的财政管理，它可能也不会对本地区的城市蔓延负责，导致蔓延问题更严重。

最后，作者发现，**道路密度**（road density）对城市蔓延的影响并没有大家想象的那么大。虽然很多人认为美国的高速公路建设好，导致人们可以轻松开车到城市外扩展，但从实证分析来看，道路的密度并没有显著影响城市蔓延。然而，如果城市在**汽车普及之前**（pre-car city）就已经拥有一个相对完整的市中心，那么这一因素对城市蔓延的影响会更大。

二、土地使用控制的某些理论

一些理论

土地使用拍卖意味着城市的规模受到农业用地价格的影响。



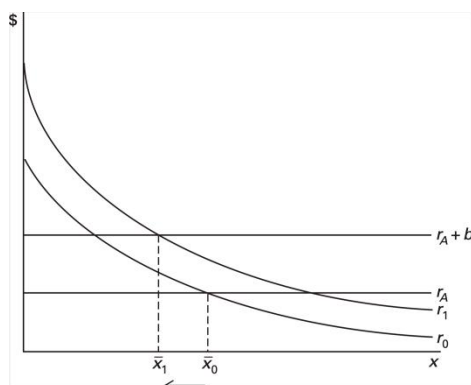
接下来，我们讨论一些理论，这些理论并不复杂，但可以帮助我们总结和升华刚才看到的一些事实。

首先，考虑一个**单中心城市模型**（monocentric city model），在这个模型中，我们会有一个城市的边界。在这幅图中，横轴 x 是一个地点，表示它到城市中心（CBD，中央商务区）的距离；纵轴是土地租金（land rent）。我们可以看到，随着 x 增加，土地租金逐渐下降。这是我们在第一节课学到的城市模型告诉我们的。根据单中心城市模型，城市的边界取决于城市周围的农业用地（agricultural land）的租金。如果某个地区的农业用地租金（ r_A ）与城市内部的土地租金相等，那么城市的扩张就会停止。因为作为土地开发商，如果你再继续向外扩展，把土地作为城市用地开发就不合算了。原因很简单，如果该地区被用于农业开发，农民可能会支付更高的租金，导致城市化的进程停滞。

如果我们向城市内部看，随着离城市中心越来越近，地价也会越来越贵。由于市中心工作便利性高，通勤成本低，人们更愿意支付更高的租金。因此，越靠近市中心，地价越高。例如，如果我们考虑 \bar{x} 左侧的土地，开发商愿意支付的租金会高于农业用途的租金，导致该地块的土地用途变为城市用途。这个简单的推论展示了单中心城市模型的基本预测。



假设农业土地产生开放空间的效益为 b



税收

- 由于将农业用地转换为住宅用地而产生的外部性并没有改变开发商的社会利益。
- 纠正这一问题的一种政策是对出租给住房开发商的每单位土地征收税款 b 。
- 如果执行得当，它可以解决与开放空间丧失相关的外部性问题，并恢复城市的社会最优规模。

在这个简单的框架下，我们如何解决城市蔓延问题，或者说有哪些政策（policy）可以抑制城市蔓延呢？其中一种方法是对城市开发征税。征税的原因是，作为政策制定者，我认为 **开放空间**（open space）对每个人都是有好处的。所以，当开发商在这里开发土地时，他们会夺走一部分开放空间的好处。因此，开发商应该补偿这一损失。具体来说，他们需要在原有的 **农业用地税**（agricultural land tax）基础上再支付额外的税款，用来补偿失去的开放空间带来的损失。

如果我们实施这样的政策，我们可能会看到一个变化。当 r_a 这条线增加一个补偿项 b 后，线会向上移动。换句话说，开发商在选择土地用途时会考虑到这一额外的税费。随着 r 增加，开发商会更加倾向于退缩，因为城市边界的租金曲线发生了变化。具体来说，当 r 提高时，原本的城市边界（ x_0 ）就会被缩小到新的边界（ x_1 ），城市蔓延的范围就会减小，从而有助于抑制城市蔓延。

然而，这样的政策可能会有一些问题。可以看到，当租金提高时，我们将会有一张新的图来展示这种变化，但可以预见的是，新的城市边界（ x_1 ）意味着原来所有的土地业主，包括那些位于城市内部的业主，他们的土地租金都会提高。所以，这样的政策不仅对政策制定者有意义，对城市中的所有地主来说也是有利的。因为他们会发现土地的租金上涨，所以即使他们不在城市的边缘，他们也能从中获益。

因此，如果城市中的已有居民和地主有投票权，他们肯定会支持这样的政策，并会积极游说政府增加税收。这样，他们的资产价值（如土地租金）就会提高。因此，这种政策与许多中国城市地价居高不下的情况类似。作为既得利益者，现有的地主希望房价不下跌，反而希望政府采取措施让房价上涨，从而提高他们的资产价值。

尽管这个政策的初衷是为了减少城市蔓延，并体现城市绿地或开放空间的价值，实际操作中却非常困难。因为它会受到各种利益群体的影响和牵制。

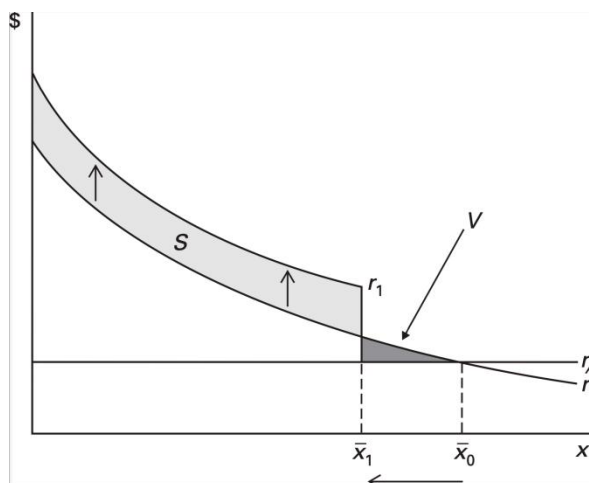
城市增长边界，UGB

- 设定数量而非使用价格
- 与开发税有相同的效果
- 例子，俄勒冈州波特兰



- 易于实施，但可能过度使用
- 城市中的土地所有者可能会整体上获利

我们不通过价格的另外一种政策是**数量调控**(quantitative control)，而不是通过价格调控。具体来说，我们可以设置一个严格的**城市增长边界**，限定城市只能在这个区域内增长，而不能向外扩展。这有点像中国的**耕地红线**（18 亿亩耕地红线）政策，它对城市扩张设立了严格的限制，比如不批准新增的用地审批等。因此，通过将城市增长区域限制在一定范围内，可以强迫城市变得更加紧凑。



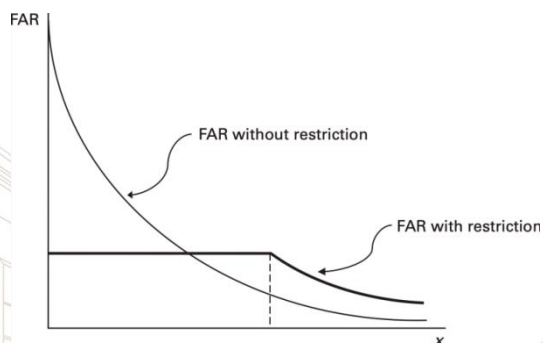
在美国，类似的例子有**俄勒冈州的波特兰**（Portland, Oregon）。在这种情况下，政府可以强制将城市边界从 x_0 缩小到 x_1 。如果实施这样的政策，单中心城市模型预测，在新的城市边界内，土地租金将会上升。尽管在 x_1 和 x_0 之间的这些房东（land owners）可能会经历收益的小幅下降，但如果你比较这两块区域的面积，左边的面积 s 很可能会大于右侧的面积 v ，这意味着总的来说，对于土地所有者来说，他们的收益会更大。

这也再次说明了我们刚才提到的**绑架问题**（rent-seeking issue）。如果所有拥有土地的城市居民聚集在一起投票，那么投出来的结果可能就是会选择设定更高的城市扩张限制，从而保护他们的利益。

城市增长边界（UGB）的副作用

- 限制边界有利于土地所有者，但损害了租户的利益
- 因此观察到的 UGB 政策可能是土地所有者政治影响的结果，而不是解决城市蔓延问题

这样的政策对**土地所有者**（land owners）有利，但对于**租房者**（renters）来说则非常不利。由于这种**利益分配**（distribution of benefits）过于倾斜，政策很可能会受到各种政治利益团体的影响和**绑架**（rent-seeking）。尽管政策的初衷是好的——例如通过限制城市蔓延来促进更紧凑的城市发展，但其最终结果可能会导致**过度限制**（over-restriction），直接将城市增长的边界限制得过于严苛。



一些理论

- 建筑高度限制

第三个政策这个也比较常见，就是**城市高度限制**（height restrictions），这种政策在全球许多城市都有实施。比如，北京对城市的高度限制就比较严格，只有**中国尊**（China Zun）这一栋楼建到了较高的高度。



事实上，包括我们海淀区（Haidian District），这里没有高楼。大家知道原因是什么吗？因为附近有一个 **西郊机场**（Western Suburb Airport），这是一个军用机场。由于许多重要领导需要从机场到达北京市中心，因此这一区域的建筑高度就被限制得较低。除了首都的这些考虑外，还有军事和其他许多因素。

类似的情况也出现在其他城市。例如，**巴黎**（Paris）也对建筑高度进行了限制，**美国华盛顿特区**（Washington D.C.）也实施了限高政策，要求所有建筑不得超过美国国会大厦的高度。这主要是出于 **美观**（aesthetic）考虑，当然，也可能有安全方面的考虑。

容积率，FAR

- 容积率，**FAR**：建筑物的楼面面积除以地块面积
- 如果一栋建筑占满了整个地块，那么每层的楼面面积将等于地块面积，容积率限制为 8 时，将限制建筑高度为 8 层。
- 如果建筑只占了地块的一半，同样的容积率限制将限制其高度为 16 层。

如果有这样的 **限制**（restrictions），它对城市的 **地价**（land prices）会有什么影响呢？假设我们构建一个城市经济模型，就会发现它对地价的影响。例如，在市中心，由于 **容积率**（Floor Area Ratio, FAR）限制，容积率决定了建筑的 **楼层数**（building height）。如果一栋楼能够覆盖整个土地面积，假设 **FAR** 为 8，那么这意味着楼的高度只能是 8 层。当然，楼的使用面积不会覆盖整个土地面积，所以它的实际使用面积会小一些。如果这栋楼的实际使用面积是土地面积的一半，那么 **FAR** 为 8 意味着楼的高度可能只能达到 16 层。这个概念就是 **容积率限制**（height restriction）下的简单推理。

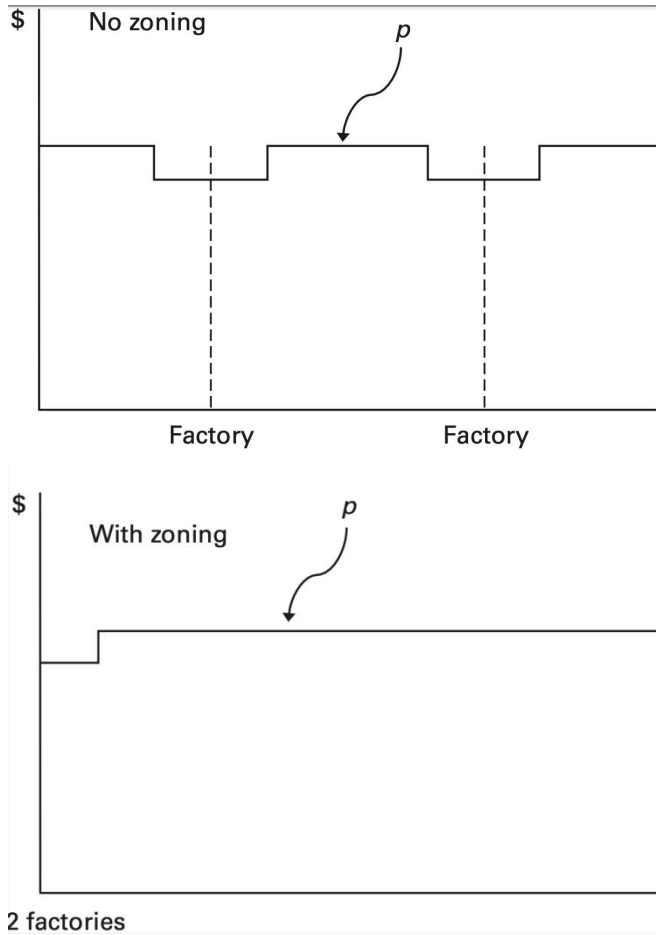
在图示中，我们可以看到，如果有这样一个 **限高政策**（height restriction），原本在市中心高度较高、密度较大的区域，建筑的高度将被降低，因为有了限高限制。但在原本高度较低的地区，楼层高度会被提升，因为对空间的需求，类似于对 **开放空间**（open space）的需求，会从市中心转移到近郊，同时远郊的 **容积率**（FAR）也会被提高。

建筑高度限制的副作用

- 建筑高度限制也会提高地价
- 在华盛顿特区的都市圈内，没有任何建筑物可以高于美国国会大厦。巴黎和伦敦禁止高楼大厦出于美观原因。孟买，密度较低。
- 中心区域的建筑高度较低，但在郊区则更高。
- 所有地点的地价都在上涨。
- 为了更平坦的美观核心，付出代价是否值得？

同时，在整个城市范围内，每个点上的 **地价**（land prices）都会提高，这对于 **土地所有者**（land owners）非常有利，但对于 **租客**（renters）来说则非常不利。

实际上，通过这样的 **政策**（policy），如果以 **美学**（aesthetic）或 **城市建筑景观保护**（urban architectural landscape preservation）为目的，那么每个人都将为这种政策付出代价。你是否愿意为了这种美学上的结果，支付更高的房租，这个问题可能就难以定论。



这是**限高**(height restriction), 另外一个政策是 **土地使用分区**(zoning) 对城市用地的限制。**Zoning** 的规则通常非常复杂, 但我们这里讲一些简单的例子。为什么要进行 **土地分区**(zoning) 也很简单。例如, 在一个城市中有两个工厂, 纵轴是 **地价溢价**(land price premium), 横轴是 **位置**(location)。假设这两个工厂分别分布在不同的位置, 因为它们会产生 **噪音**(noise) 和 **空气污染**(air pollution), 所以靠近这些工厂的地价肯定会较低。

但是, 你可以通过 **土地分区**(zoning) 将这两个工厂安排在城市边缘, 比如将它们都放在城市最左侧。假设它们的影响半径是一个特定长度, 那么将它们放置在这个位置后, 受影响的地价区域就会减少。为什么要做这样的 **土地分区**? 当然, **zoning** 会直接影响地价

(land prices), 因为它通过限制工厂的位置, 减少了对周围区域的负面影响。

三、中国城市的案例

这些是我们刚才讨论的 **城市经济学**(urban economics) 理论, 这些理论主要讲解了城市规模是如何受到各种因素的影响的。它们在一定程度上回应了我们之前讲的第一篇文章《**城市蔓延**》(Urban Sprawl)。《城市蔓延》也考虑了新城市模型中一些变量对城市规模的影响, 但它没有解释我们刚才提到的那些更为松散的 **红色区块**(red zones)。当然, 实际上目前可能并没有特别好的 **经济学模型**(economic models) 来解释这些现象, 唯一可以用的可能是一些 **非空间**(non-spatial) 模型, 像是加入一些 **便利设施**(amenities), 但这些模型并没有完全解释空间方面的因素。

接下来, 我们要讨论的这篇文章稍微有些 **老**(older), 它主要讲的是 **中国城市**(Chinese cities) 的情况, 重点应用了单中心城市模型 (monocentric city model) 来解释中国城市的扩张, 主要是城市的 **圆形扩张**(circular expansion)。后面我们要讲的关于 **非洲**(Africa) 的文章, 可能会更多地讨论 **跳跃式发展**(leapfrogging development)。

动机

- 当时, 大多数与城市土地扩张相关的研究是针对发达国家进行的
- 城市土地扩张在发展中国家发生得更快



- 很可能由于数据限制，使用高质量数据进行大规模、全国性的计量经济学研究很少见。

这篇文章的初衷是，作者发现大多数关于城市蔓延（urban sprawl）的研究都是针对发达国家进行的。然而，当时中国的城市化进程非常快速，尚未有类似的研究。中科院在这一领域投入了大量的资源，并且收集了一套非常完整的中国用地变化数据（land use change data）。因此，作者认为，基于这样的数据，我们也可以进行一些关于中国的研究。

一些理论

基于单中心城市模型，城市的面积

- 随着人口增加而增加
- 随着收入增加而增加
- 随着交通成本降低而减少
- 随着农业土地租金降低而减少

这篇文章发表在《城市经济学期刊》（Journal of Urban Economics），这是一个比较好的杂志。可能这篇文章本身比较简单，因此我觉得它的 **主题**（topic）之所以受关注，主要是因为它讲的问题非常重要，尤其是关于中国的问题，仍然是非常受关注的。然而，方法上确实比较简单。我觉得我讲这篇文章的另一个原因是，大家也可以尝试做一篇类似的文章，毕竟 **城市经济学**（urban economics）是一个大家可以轻松涉足的领域，我相信以你们的能力，完全可以做出这样一篇文章。

这篇文章首先讲了一些 **理论**（theory）。根据 **单中心城市模型**（monocentric city model），城市的大小会随着人口的增加而增加，随着收入的增加而增加，而随着交通成本的增加，城市的边界会向外扩展。农业用地的地租会随着城市边界的扩张而下降。这些理论的预测就是我们之前讲到的内容。

关于模型的警示说明

基于单中心城市模型，城市的面积

- 土地市场可能运作不佳
- 在 1980 年代末城市土地市场改革之前，土地市场几乎不存在，由国家控制
- 从 1988 年开始，土地使用权开始商业化，土地租赁市场发展
- 大部分土地面积分配发生在 1990 年代
- 单中心模型可能不适用
- 快速的结构性变化，从农业经济转向制造业和服务业导向型经济，应该被考虑。

当然，作者提到，这个模型并不一定能完全应用到中国的实际情况，因为中国并没有一个完整的 **土地交易市场**（land market）。中国的土地交易市场大概是从 1980 年以后才开始存在，数据也大约是从 1970 年代开始出现的。所以，由于缺乏这样的市场，作者的研究时间跨度被往后推了几年。1988 年之后，中国才开始有了所谓的 **土地价格**（land price），并且土地的 **租赁市场**（land leasing market）才开始发展。实际上，中国的土地交易大多数发生在 1990 年之后，这也是一个比较晚的时间段。因此，作者把自己的研究时间段定在了 1990 年之后。



在此过程中，中国经济发展非常快速，发生了快速的 **结构转型** (structural transformation)。提到结构转型，大家可能觉得这个概念有些抽象，但其实很简单，就是一个国家的经济从 **农业** (agriculture) 向 **工业** (industry) 发展，再从工业向 **服务业** (services) 转型。这个过程中，中国也有其 **特色** (unique features)，这些都激发了作者研究的动机。

数据

主要依赖于由中国科学院 (CAS) 开发的美国陆地卫星 TM/ETM 图像数据，这些图像的空间分辨率为 30 米乘以 30 米：

- 1980 年代末期，包括 1987 年至 1989 年的陆地卫星 TM 场景
- 1990 年代中期，包括 1995 年和 1996 年的陆地卫星 TM 场景
- 1990 年代末期，包括 1999 年和 2000 年的陆地卫星 TM 场景

数据团队投入了大量时间和努力，通过广泛的实地调查来验证 TM 图像和土地覆盖分类的解释。

数据主要是基于 **中科院** (Chinese Academy of Sciences) 的一套数据。这套数据的来源其实也基于 **美国陆地卫星** (US Landsat) 卫星获取的数据，和我们之前提到的那些指标来自于同一颗卫星。然而，这套数据的优点在于，**中科院的科学家** (scientists at the Chinese Academy of Sciences) 拿到卫星数据后，结合地表的实际情况进行了一些 **校正** (calibration)，做了非常详细的校正，极大地提高了数据的 **准确性** (accuracy)。

城市化的衡量标准

- 以县为分析单位
- 2000 个县，平均面积为 3000-4000 平方公里
- 每个县都有一个城市中心，即县城
- 县政府决定土地使用情况

它的主要研究和分析的单元是 **中国的县** (counties in China)。中国大概有 2000 多个县，每个县的面积大约是 3000 到 4000 平方公里，平均下来大约是 3000 到 4000 平方公里。那么，为什么选择县作为单位呢？这是因为 **县** (county) 是中国决定土地使用的最基层单位，每一个县都有自己的 **城市中心** (urban center)。

城市土地扩张

- 城市中心区：连续的建成区
- 随着时间的推移城市核心区域增长
- 问题：边界的变化

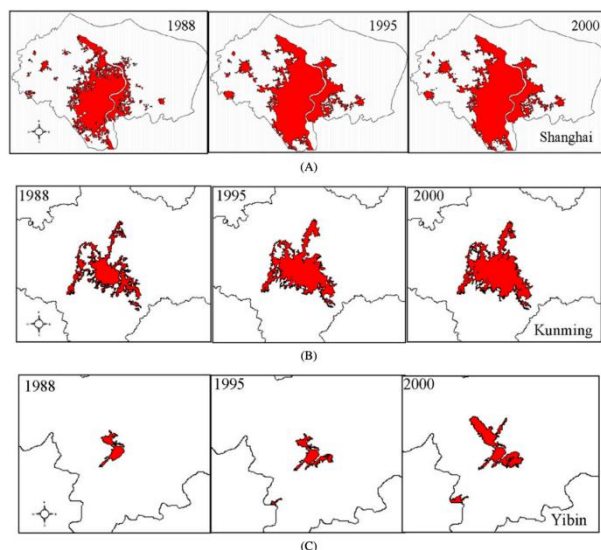


Fig. 1. Maps showing expansion of urban core in Shanghai (A), Kunming (B) and Yibin (C) from 1988 to 2000.



- 1988 年，2156 个县 VS 2000 年，2733 个县
- 最终得到 2348 个分析单元

这篇文章通过这个图表来展示城市的扩张过程。比如，第一行是 **上海** (Shanghai)，可以看到它在 1988 年、1995 年和 2000 年之间有了明显的变化。第二行是 **昆明** (Kunming)，第三行是 **宜宾** (Yibin)，这是一个比较小的地方。所以，通过卫星图像我们可以看到类似的城市扩张过程。如何来测量城市的扩张呢？

首先，我们需要找到这些比较核心的区域。虽然城市周围也有很多其他的小区块，但这些小区块并不连续。因此，它们被排除在外。我们只关注那些 **连续的大区域** (continuous large areas)，这就是文章所定义的城市 **核心区域** (core area)。这个核心区域会随时间增长，因为更多新的建成区会与其连接。

在测量过程中，遇到的一个问题是 **中国区县的变更** (county changes)。例如，1988 年时，中国只有 2156 个区县，而到了 2000 年时，区县数量增加到 2333 个。在做空间分析时，所使用的 **空间单元** (spatial units) 需要在时间上保持一致，因此他们做了一些数据切分，回溯到每一个地块在不同时点上所属的区县情况。最终，他们得到了 2348 个比较稳定的 **空间单位** (spatial units) 进行分析。

方法

城市土地面积 = f(收入增长、人口变动、农业土地价值、运输成本；经济结构变化；其他位置和地理物理变量)

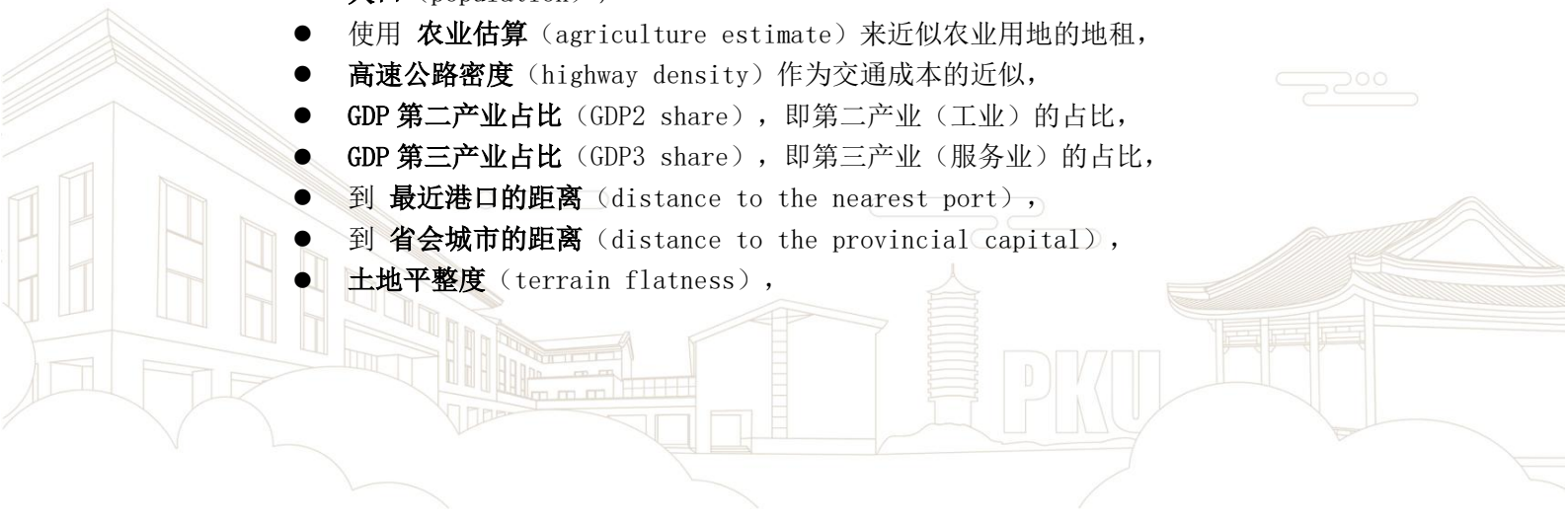
$UrbanCore_{it} =$

$f(GDP_{it}, Population_{it}, AgriInvest_{it}, DensityHwy_{it}, GDP2_share_{it}, GDP3_share_{it}, DistProvCapital_i, SharePlain_i, Rainfall_i, Slope_i, Temperature_i, Elevation_i, UrbanCore1988), (1)$

- $UrbanCore_{it}$: 第 i 个县采样单位在年 t (1995 年或 2000 年) 构成城市核心的总面积 (公顷)。
- $DistPort_i$: 到最近港口城市的距离
- $DistProvCapital_i$: 到省会城市的距离
- $SharePlain_i$: 平原 (相对于丘陵)

分析方法采用了 **多元线性回归** (multiple linear regression)。从理论上来说，根据刚才的模型理论，城市的大小将取决于多个因素，包括 **收入** (income)、**人口** (population)、**农业用地的地租** (agricultural land rent)、**交通成本** (transportation costs)、**经济结构** (economic structure)，以及一些 **地理变量** (geographical variables)。具体采用了哪些变量呢？以下是一些主要的变量：

- GDP (国内生产总值)，
- 人口 (population)，
- 使用 **农业估算** (agriculture estimate) 来近似农业用地的地租，
- **高速公路密度** (highway density) 作为交通成本的近似，
- GDP 第二产业占比 (GDP2 share)，即第二产业 (工业) 的占比，
- GDP 第三产业占比 (GDP3 share)，即第三产业 (服务业) 的占比，
- 到 **最近港口的距离** (distance to the nearest port)，
- 到 **省会城市的距离** (distance to the provincial capital)，
- **土地平整度** (terrain flatness)，





- 降雨量 (precipitation) ,
- 地貌 (topography) ,
- 气温 (temperature) ,
- 海拔 (altitude) ,
- 以及控制了 1988 年时城市中心的大小 (size of the urban center) 。

Table 2 Ordinary least-squares estimator of the expansion of the spatial size of China's cities						
	Dependent variable: Ln(urban core area), in hectares					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Ln(GDP)	0.397 (47.81)**	0.369 (30.61)**	0.373 (29.33)**	0.364 (27.80)**	0.344 (21.12)**	0.308 (18.28)**
Ln(Population)		0.057 (3.47)**	0.091 (5.23)**	0.094 (5.34)**	0.115 (5.95)**	0.186 (9.61)**
Ln(AgrilInvest)			-0.017 (3.60)**	-0.016 (3.52)**	-0.016 (3.53)**	-0.012 (2.73)**
Ln(HwyDensity)				0.005 (3.07)**	0.004 (2.92)**	0.001 (3.07)**
GDP2_share					0.103 (1.32)	0.178 (2.35)*
GDP3_share					0.315 (3.16)**	0.543 (5.60)**
Ln(urban core in 1988)	0.504 (69.78)**	0.501 (69.24)**	0.484 (64.07)**	0.483 (63.88)**	0.481 (63.61)**	0.438 (58.35)**
Ln(DistPort)						0.589 (79.74)**
Ln(DistProvCapital)						-0.015 (2.81)**
SharePlain						-0.050 (8.41)**
Ln(Rainfall)						0.002 (0.74)
Ln(Slope)						0.243 (6.18)**
Ln(Temperature)						0.489 (11.55)**
Ln(Elevation)						-0.150 (7.60)**
Constant	-1.295 (15.97)**	-1.669 (12.52)**	-2.229 (14.83)**	-1.923 (12.70)**	-2.086 (13.21)**	-1.092 (4.63)**
Observations	4482	4482	4482	4482	4482	4482
Adj. R-squared	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.81

Note: t statistics in parentheses.
* Significant at 5%.
** Significant at 1%.

做完这个 回归分析 (regression) 之后, 作者发现大多数常数的方向与预期一致。比如在第五行, 我们可以看到 GDP (国内生产总值) 对城市大小有一定影响, 人口 (population) 有正向影响, 地租 (land rent) 和 农业租金 (agricultural rent) 有负向影响, 高速公路密度 (highway density) 有正向影响。第二产业 (secondary industry) 没有明确影响, 而 第三产业 (tertiary industry) 则有正向影响。

这时, 大家可能会想到, 运行 回归分析 (regression) 时常常会遇到偏误问题。作者在论文中也承认这个问题, 并且回到了回归分析中进行了一次 一阶差分 (first difference)。他展示了做了时间差分后的结果, 可以看到 GDP 这个变量的变化, 第四列显示结果为 0.07, 而在原来的估计中, 第六列的估计是 0.308, 差距非常大。通过做一阶差分, 影响显著减少, 尽管结果仍然显著。其他变量的影响变得不显著, 只有 第三产业比重 (GDP3 share) 依然显著。

Table 3 Results from a first-differences model of the expansion of the spatial size of China's cities with no intercept term			
	Dependent variable: Ln(urban core area), hectares		
	(1)	(2)	(3)
Ln(GDP)	0.082 (19.97)*	0.083 (19.60)*	0.082 (18.42)*
Ln(Population)		0.006 (0.37)	0.012 (0.66)
Ln(AgrilInvest)			-0.006 (1.03)
GDP2_share			0.035 (1.14)
GDP3_share			0.153 (5.10)*
Observations	4482	4482	4482
Number of code	2241	2241	2241
R-squared	0.15	0.15	0.15

Note: t statistics in parentheses.
* Significant at 1%.



一般来说，如果大家做类似的研究，可能会发现结果不好写下去，甚至可能就会放弃，但是这篇文章却非常独特，它继续写下去，并且在投给期刊后被接受。可能当时大家对于这个方法仍处在发展阶段，所以文章在当时突出了 **一阶差分** 的一个主要贡献，发现一阶差分对结果会有非常大的影响。作者对 **GDP** 变化的应用做了一些定量分析，发现如果按照错误的方法进行分析，会极大地高估 **GDP** 对城市扩张的作用，而做了一阶差分后，结果变得更加合理。

如果我们把这些结果当作比较 **严谨的结论** (serious conclusions)，那么我们至少可以得出结论，**GDP** 对 **人口增长** (population growth) 和城市扩张确实有比较大的作用。当然，我们之前也提到过，一阶差分可能依然存在一些问题，因为 **人口增长** 会反过来影响 **GDP** 增长，城市扩张也会反向影响 **GDP**，所以仍然可能存在临时性问题。这是所有研究都会面临的问题。尤其在社会科学领域，随着时间的推移，很多研究结论都会被推翻。比如，可能十年前大家都认为某个方法是最先进的，但过了 10 年或 20 年，大家可能会发现当时的结论并不完全正确，尤其是社会科学研究中，经常会有这种情况，新的研究方法可能完全推翻之前的结论。其实，这种变化本身也可以看作是一种 **学术时尚** (academic fashion)，每 10 年或 20 年，研究方法都会发生比较大的变化。就像服装时尚一样，今天穿的衣服明年可能就过时了，而在学术领域，这种变化虽然不会那么快，但在较长的周期中，确实会出现一些变化。

比如，可能在 2010 到 2020 年间，大家更加推崇的是因果推断分析 (causal inference)，而未来五年或过去五年，学术界可能会更加推崇 **结构性分析** (structural analysis)，这是另一种学术审美。这样的一种学术审美，尤其在 **城市经济学** (urban economics) 领域，通常是相互交替的。过去的研究可能更注重因果分析，而未来的研究方向可能更多集中在结构性分析上。当然，这只是题外话。

四、非洲城市的案例

References

Burchfield, M., Overman, H. G., Puga, D., and Turner, M. A. (2006). Causes of sprawl: A portrait from space. *Quarterly Journal of Economics*, 121(2):587–633.

