

# 科研发展对于智慧城市的驱动效应研究

## ——基于北京、上海、广州面板数据的实证分析<sup>1</sup>

吕寒<sup>1</sup>, 王敏<sup>1,2</sup>, 惠宁<sup>3</sup>, 王林平<sup>3</sup>, 邢庆玲<sup>3</sup>

(1. 西安外国语大学经济金融学院商学院, 陕西西安 710128; 2. 陕西师范大学国际商学院, 陕西西安 710119; 3. 中国石油长庆油田公司, 陕西西安 710018)

**【摘要】:** 为探究科研发展对于智慧城市发展水平的驱动效应, 采用中国智慧城市发展水平最高的北京市、上海市、广州市三个一线城市的产业园区总产值、科研人员数量、政府科研投入和智慧城市发展相关指标, 基于 2000—2017 年面板数据, 应用 VAR 模型, 通过广义脉冲响应函数和方差分解行实证分析。结果显示: 科研发展对智慧城市的发展具有明显驱动效应, 其中产业园总产值起到的作用最大; 智慧城市的发展对政府科研投入也具有较大的影响。方差分解分析进一步印证了科研发展对于智慧城市具有正向促进作用。

**【关键词】:** 智慧城市 科研发展 政府科研投入 产业园区总产值 科研人员数量

DOI: 10.6049/kjbydc.2018GC0176

**【中图分类号】:** F291.1 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1001-7348(2018)24-0001-05

### 0 引言

2009 年 IBM 公司首先提出了“智慧城市”这一概念, 随着信息技术、人工智能的发展和互联网日益普及, 智慧城市建设已成为世界各国城市发展的一个大趋势。2014 年发布的《关于促进智慧城市健康发展的指导意见》明确了智慧城市的概念, 并提出若干智慧城市建设意见。智慧城市是指, 随着互联网普及, 利用人工智能、大数据、物联网、云计算及空间地理信息集成等相关信息技术, 构建形成城市规划、建设、管理和服务智慧化的新理念和新模式。智慧城市有利于推动城市化模式转变、优化城市治理理念<sup>[1]</sup>。以信息技术为代表的现代科技对于城市发展模式、城市功能、城市居民生活方式转变发挥着巨大的推动作用, 这也是智慧城市建设和发展的基础。与传统城市建设模式相比, 高度信息化、智能化、人本化是智慧城市建设的突出特点<sup>[2]</sup>。因此, 智慧城市建设不仅是简单地将现代科技应用于城市建设治理过程中, 而是从根本上实现城市治理理念提升和改进, 是一个创新实践过程, 在该过程中, 科技进步意义重大。

<sup>1</sup>收稿日期: 2018-07-18

**基金项目:** 陕西省软科学研究项目(2017KRM113); 陕西省青年科技新星计划项目(2016KJXX-80); 西安外国语大学科研基金专项项目(18XWD11)

**作者简介:** 吕寒(1982—), 女, 陕西汉中, 博士, 西安外国语大学副教授, 研究方向为国际贸易理论与政策、产业经济; 王敏(1979—), 女, 甘肃庆阳, 博士, 西安外国语大学副教授, 陕西师范大学国际商学院博士研究生, 研究方向为计量经济分析、产业经济; 惠宁(1973—), 男, 陕西子洲, 博士, 中国石油长庆油田公司高级经济师, 研究方向为对外经济与贸易、资源经济与管理、工程管理; 王林平(1970—), 男, 陕西兴平, 中国石油长庆油田公司高级工程师, 研究方向为石油工程、节能技术; 邢庆玲(1986—), 女, 陕西绥德, 博士, 中国石油长庆油田公司工程师, 研究方向为石油工程。

# 1 文献综述

科学技术发展首先影响并决定了经济发展水平，技术变化决定了经济发展的“长波”或循环，科学技术水平和社会治理水平决定了一个城市发展所处阶段<sup>[3, 4]</sup>。现代科技发展主要体现为智能化、信息化，信息技术已渗透到现代经济活动和社会生活的各个方面，科技进步促使人们的生活方式、生活质量、价值观念等发生巨大变革。城市作为人类现代文明的载体，随着现代科技的发展和运用，其功能发生了巨大改变<sup>[5]</sup>。有学者提出智慧城市建设应从科学技术、管理和组织、政策、环境治理、人与社区、经济、基础设施和自然环境等 8 个方面组织实施<sup>[6]</sup>，通过这几个方面可以更好地理解智慧城市建设的内涵。

相较于西方发达国家，我国智慧城市建设起步较晚，相关研究仍停留在国内外智慧城市发展现状、经验总结与梳理，以及智慧城市发展案例介绍等层面。唐建荣等<sup>[7]</sup>在其专著《智慧南京——城市发展新模式》中对智慧城市发展建设基本理论进行了梳理，以南京智慧城市建设为案例进行了分析，提出智慧城市发展建设的思考。杨冰之、郑爱军<sup>[8]</sup>从智慧城市的基本概念、采用的技术架构以及应用体系构建、智慧产业发展、整体建设运营等方面进行了论述，结合国内外智慧城市建设实践案例，其内容全面，分析研究了我国智慧城市建设领域各方面问题。王洪涛、陈洪侠<sup>[9]</sup>基于政策创新扩散理论构建智慧城市扩散影响模型，分别对城市规模、人口密度、人均收入、经济实力等城市内部因素和城市外部相关因素进行分析。赵大鹏<sup>[10]</sup>对智慧城市建设动因、前提条件、实践需求进行了分析，通过构建智慧城市建设的目标模式、实施模式及过程管理模式，提出智慧城市建设思路和路径。整体而言，现有研究主要以定性研究为主，定量研究相对较少，与智慧城市建设蓬勃开展的实际相比，相关理论研究仍处于起步阶段，有待进一步深化。

综上所述，科学技术水平对于智慧城市发展有着重要影响。我国作为世界上最大的发展中国家，近年来在政府主导下，科研投入增长迅速，科技实力不断增强，在中国新型城镇化建设背景下，智慧城市成为建设和发展的新方向。为了探究科技发展驱动下的智慧城市成长机制，本研究采用定量研究方法，以政府科研投资、科研人员数量、产业园区总产值（涵盖投入—研发—产出 3 个阶段）与智慧城市发展作为主要研究变量，选择最具代表性的北京、上海和广州 2000—2017 年的面板数据，实证分析科技进步对智慧城市发展的驱动效应和作用。

# 2 研究设计

## 2.1 样本选取和指标

《中国智慧城市发展水平评估报告》显示，北京、上海、广州三市智慧城市发展处于全国领先水平。北京市智慧城市建设涉及智能交通、远程医疗、智能家庭、电子商务等领域；上海通过打造城市光网，利用无线网络推动智能技术、云计算和物联网等新技术研发；广州致力于建设以政府主导、以运营商协同的无线城市门户网站，推动无线宽带网络服务在全市范围内便捷高效应用。本研究使用的北京、上海、广州三市 2000—2017 年数据来自与《上海统计年鉴》、《北京统计年鉴》、《广州统计年鉴》和《国家统计局》。

智慧城市研究指标选取借鉴蒋明华等<sup>[11]</sup>构建的智慧城市发展指标，根据本研究的主要目的和数据的可获得性，通过提取公因子的方法，将“网络用户数量”、“专利授权数量”、“私营企业年末注册登记户数”、“人均固定资产投资占 GDP 比重”等指标整合为“智慧城市发展指标”，用以衡量智慧城市建设水平，记为 SMC。

科技发展水平通常采用一些代表性的指标衡量。科研投入对于科技水平提升具有重要作用，许治、吴辉凡<sup>[12]</sup>发现在低收入水平下，社会科研总投入中政府投入所占比例很大，但是在高收入水平下，科研总投入中企业投入占有较大比例。我国作为一个发展中国家，政府科研投入是基础科研的主要经费来源，同时也是促进产学研合作的重要基础，政府科研投入带来的创新能力和知识资本累积形成了国家竞争力的基础，政府科研投入由“政府科研投资”体现；随着我国市场经济日益完善、产业结构逐步升级，企业研发投入占全社会研发投入的份额迅速提升，尤其是具有规模经济效应的高科技产业集群已逐步成为我国应用

型科研的主要力量，无论是产品还是技术创新，体现在企业提供市场的产品和服务，最终可以由一定区域内科技企业的产品和服务产值计量。对于聚集大量科技企业的产业园区，本研究采用“产业园区总产值”反映企业产值主导的研发；，无论是以政府为主导，还是以企业为主导，科研工作的核心要素是科研人才，因此本研究使用“科研人员数量”作为测度指标。

结合上述我国科研发展特点，借鉴李丽、汪德辉<sup>[13]</sup>和杨凯瑞等<sup>[14]</sup>提出的智慧城市评价指标，从数据的代表性和本研究的侧重点出发，选用“政府科研投资”、“产业园区总产值”、“科研人员数量”这3个阶段指标衡量科研发展，分别记为SRO、NOR、SRI，并列各变量的代号、名称及其来源，具体说明见表1。

表1 变量说明

变量代号	变量名称	内容
SMC	智慧城市发展	网络用户数量、专利授权数量、私营企业年末注册登记户数、人均固定资产投资
SRO	科研产出	投资占GDP比重 产业园区总产值
NOR	科研生产	科研人员数量
SRI	科研投入	政府科研投资

## 2.2 实证分析设计

### 2.2.1 构建VAR模型

科研发展会促进智慧城市建设，其是由智慧城市发展和其它各类因素共同决定的内生变量。VAR模型的优势就在于，将所有变量都看作是内生变量，从而突破现有理论的约束。因此，本研究选用VAR模型分析科研发展变量与智慧城市建设变量间的长期动态关系。

### 2.2.2 对VAR模型做广义脉冲响应函数分析

虽然可利用VAR模型获得一些参数，但这些参数仅反映了某些变量之间的局部关系，难以得到变量间长期动态关系的结论。因此，本研究采用脉冲响应函数对科研发展的各变量与智慧城市发展间的长期动态关系进行全面分析。

### 2.2.3 进行方差分解分析

广义的脉冲响应函数描述了VAR模型中其它内生变量对某一个内生变量冲击的响应符号及响应幅度，但不能反映出该内生变量受到不同冲击时的重要程度。方差分解将VAR模型中每个内生变量的变动按其成因分解为与各方程随机扰动项相关联的组成部分，能反映出各方程随机扰动项对模型内生变量的相对重要性，进而评价每一个结构冲击对内生变量变化的贡献度。

## 3 实证分析

首先对面板数据进行平稳性检验、协整检验，然后对模型形式设定进行检验，这些基础性工作对结论的可靠性至关重要。

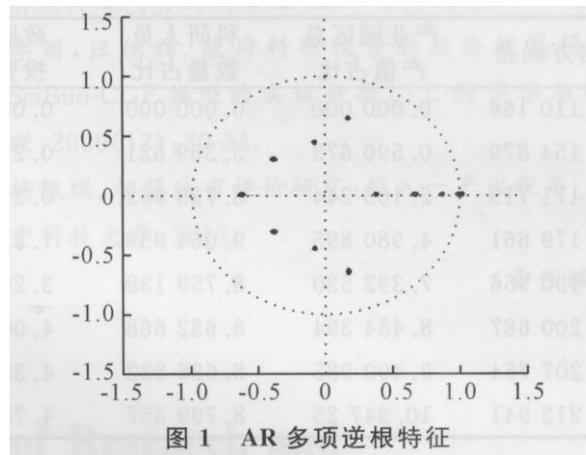
在VAR模型中，只有滞后期足够大时才能完整反映出模型的动态特征。但需要注意的是，当模型滞后期较大时，参数也会随之增多而模型自由度随之减少，因此构建VAR模型的一个关键步骤是选择合理的滞后期。

在本研究中，不同标准下的滞后期数检验结果如表 2 所示。结果显示，根据 LogL、LR、FPE、AIC、SC 及 HQ 准则，选择滞后期数为 2 比较合理，判择标准多数最优。

表 2 滞后期数检验结果

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-1 745. 260	NA	1. 07e+34	89.705 63	89.876 25	89.766 85
1	-1 544. 782	349. 550 8	8. 37e+29	80.245 24	81.098 35	80.551 33
2	-1 509. 162	54. 799 66*	3. 15e+29*	79. 239 10*	80. 774 69*	79. 790 06*
3	-1 497. 933	14.973 19	4. 32e+29	79. 483 72	81. 701 80	80.279 55
4	-1 477. 931	22. 565 46	4. 06e+29	79. 278 53	82. 179 10	80.319 23

当选择滞后期数为 2 时，通过单位根图法对模型进行平稳性检验，发现绝大多数单位根都落在单位圆内（见图 1），因此确定 2 为 VAR 模型的滞后期数。



### 3.1 单位根检验

为了避免发生伪回归，首先对各变量进行单位根检验。本研究采用 LL&C 检验，原假设为“存在单位根”，如果原假设不成立，则说明该变量是平稳的，反之则说明不平稳。单位根检验结果如表 3 所示。

表 3 中国城镇化对经济发展影响的数据单位根检验结果

检验/变量	SMC	△SMC	SRO	△ SRO	NRO	△NRO	SRI	△SRI
LL &- C	1. 594 8 (0.944 6)	-2. 002 6 (0.022 6)	-0. 290 3 (0. 385 8)	-2. 983 2 (0. 000 0)	-0. 808 9 (0.209 3)	-3. 830 0 (0.000 1)	-0. 997 7 (0.159 2)	-5.136 4 (0.000 0)
结论	不平稳	平稳	不平稳	平稳	不平稳	平稳	不平稳	平稳

注：括号内为 p 值，括号外为 t 值，△表示该变量的一阶差分

表 3 面板单位根检验结果显示，在 5%的置信水平上，SMC、SRO、NRO、SRI 是不平稳的，一阶差分后的序列平稳，说明具有相同的单整阶数，满足协整检验条件。

### 3.2 协整检验

由于本研究要采用脉冲响应函数分析科研产出、科研生产、科研投入与智慧城市发展之间的长期动态关系，而脉冲响应函数分析结果的稳定性对误差向量是白噪声序列向量的依赖性较强。因此，在进行脉冲响应函数分析之前，首先要对 VAR 模型的时间序列进行平稳性分析。

同阶平稳的变量之间可能存在协整关系，故而需要对各变量进行协整检验。采用多种方法进行协整检验，原假设为“不存在协整关系”，协整检验结果如表 4 所示。

表 4 全国数据面板协整检验结果

检验(p)	迹统计量	最大特征根统计量
None	0.000 0	0.000 0
At most 1	0.000 1	0.000 0
At most 2	0.926 8	0.883 6
At most 3	0.895 8	0.895 8

为了检验变量之间是否存在长期均衡关系，本研究对时间序列进行了 Johansen 协整检验，以判断时间序列之间是否存在协整关系。

从表 3 可以看出最大特征值的判断与迹，表 4 结果显示，P 值为 0.0000，拒绝原假设；Atmost1 表示最多有 1 个协整关系，迹统计量 P 值为 0.0001，拒绝原假设，即可能存在协整关系，最大特征值计算下结论一致；Atmost2 及 Atmost3 分别为 0.8836 及 0.8958，未拒绝原假设。因此，可认为在 5%显著水平下，各序列变量之间存在协整关系，且至少存在 2 种协整关系。换言之，检验结果说明北京、上海、广州 3 个城市的产业园区总产值、科研人员数量、政府科研投入等各变量与智慧城市发展之间存在相对稳定的动态均衡关系。

### 3.3 方差分解

为了进一步考察各变量之间相互的波动性，本研究利用方差分解技术对各变量的预测均方差进行分解，计算出每个变量冲击的相对重要程度，结果如表 5 所示。

表 5 显示，科技发展各变量对智慧城市发展具有很强的预测作用。在第 1 期，各因素对智慧城市发展的影响作用为 0，从第 2 期开始，3 个指标均逐渐增长。其中，产业园区总产值在 1~5 期出现较快速度增长，在 6~8 期趋于平缓，可见产业园区总产值对于智慧城市发展的贡献作用趋势，增速先加快、后趋于平缓；政府科研投资的影响效应在 0~3 期以及 6~8 期均缓慢增长，而在 3~6 期之间出现快速增长，因此政府科研投资对于智慧城市的发展影响作用呈先缓慢增长、后快速增长，最终又趋于平缓的增长趋势；科研人员数量的影响在 1~4 期快速增长，第 4 期达到最高峰后，小幅增长、整体下降，可见科研人员数量对智慧城市发展的影响作用呈现先快速增加、后缓慢增加的趋势。

### 3.4 基于 VAR 的脉冲响应分析

脉冲响应函数方法 (IRF, ImpulseResponseFunction) 反映了内生变量当期值和未来值的影响程度，主要用于描述模型受到某种冲击后对系统的动态影响。本研究目的在于考查各变量与智慧城市发展之间的长期动态关系，虽然可以通过 VAR 模型得到一些参数，但反映的结果具有局限性，故本研究采用脉冲响应函数 (IFR) 全面考察科研发展的各个变量与智慧城市发展之间

的长期动态关系。

表 5 智慧城市效应分解

(%)

时期	均方误差	产业园区总产值占比	科研人员数量占比	政府科研投资占比
1	0.110 166	0.000 000	0.000 000	0.000 000
2	0.154 879	0.590 673	5.369 521	0.233 242
3	0.171 719	2.105 244	8.728 962	0.229 139
4	0.179 661	4.980 895	9.064 939	1.233 480
5	0.190 956	7.392 530	8.759 138	3.261 313
6	0.200 687	8.454 394	8.632 668	4.066 015
7	0.207 754	9.400 985	8.686 882	4.358 740
8	0.212 941	10.347 25	8.799 357	4.732 738

本研究运用广义脉冲响应函数，分别分析智慧城市发展对科研发展各变量及影响变量冲击的响应结果（见图 2）。横轴表示冲击作用的期数，纵轴表示各影响因素的变化程度；实线是脉冲响应函数曲线，表示各响应变量冲击的动态影响；上下两条虚线分别是正负两倍标准曲线，预示了脉冲响应范围。

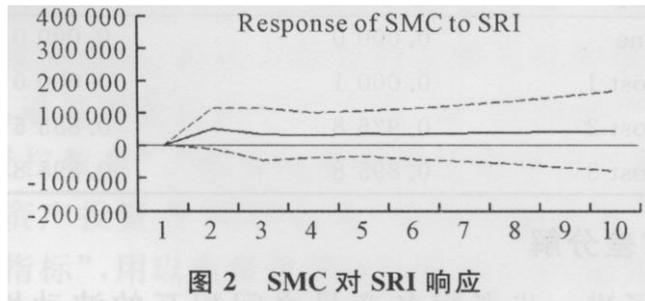


图 2 SMC 对 SRI 响应

图 2 为智慧城市发展对政府科研投资一个正冲击的响应曲线，显示在整个冲击期内，智慧城市发展对当期政府部门科研投入一个单位冲击的响应曲线呈上升趋势，具体呈现为当期响应值为正，之后上升的趋势。曲线总体发散，表明政府科研投资对智慧城市的发展具有正面效应，该效应随时间推移有扩大趋势。

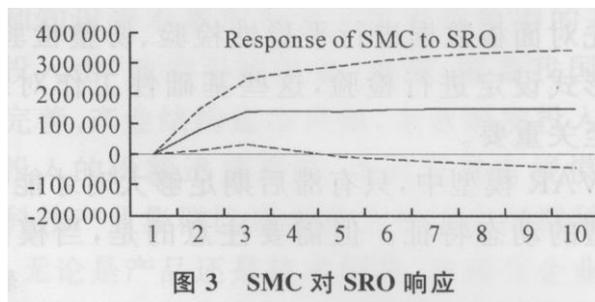


图 3 SMC 对 SRO 响应

图 3 为智慧城市发展对产业园区总产值一个正冲击的响应曲线，显示在整个冲击期内，智慧城市成长对当期产业园区总产值一个单位冲击的响应曲线呈上升趋势，具体表现为当期响应值为正，2~3 期呈上升趋势，之后保持平稳。曲线总体发散，表

明产业园区总产值对智慧城市的发展具有正面效应，这种效应随时间推移有扩大趋势。

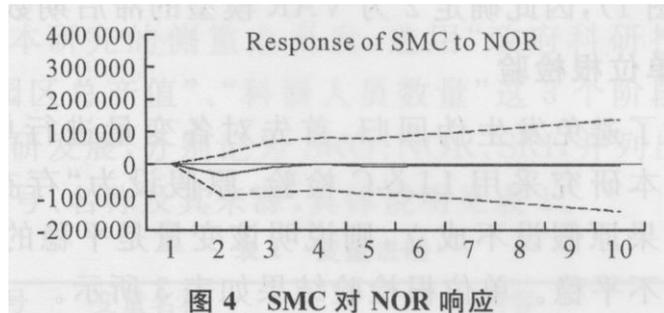


图 4 为智慧城市发展对科技工作人员数量一个负冲击的响应曲线，显示在整个冲击期内，智慧城市发展对当期科技工作人员数量一个单位冲击的响应曲线呈倒 N 型趋势，具体表现为当期响应值为负，从第 3 期开始呈上升趋势，第 4 期保持平稳，第 5 期开始下降，之后呈平稳。总体上看，响应曲线发散，表明科技工作人员数量对智慧城市的发展具有负面效应，该效应随时间推移有扩大趋势。

## 4 结语

本研究采用 2000-2017 年北京市、上海市、广州市 3 个全国一线城市的面板数据，首先通过单元根检验确定两变量在一阶同整，并通过协整检验，确定了 3 个城市科研发展与智慧城市发展之间存在着相对稳定的动态均衡关系；然后，根据数据情况，使用个体固定效应变系数模型对 3 个城市科研发展与智慧城市发展的关系进行实证检验；最后，确定 VAR 模型为最终回归模型，并进行相关分析检验。

本研究通过计量方法分析，得到如下结论：①北京市、上海市、广州市为我国智慧城市发展水平最高的 3 个一线城市，其科研发展与智慧城市发展间的关系符合中国城市化发展的客观规律，科研发展与智慧城市发展具有同向关系，即这 3 个城市的科研发展与智慧城市发展之间存在长期相对均衡的关系。同时，实证分析显示这 3 个城市科研发展与智慧城市效应之间始终保持一种协调稳定的关系；②产业园区总产值及政府科研投资促进智慧城市发展，科技工作人员数量对智慧城市发展具有一定负面效应，科研经费投资通过推动城市科技建设，促使智慧城市水平提高；③智慧城市发展对科技发展具有促进作用，但该促进作用需要较长的时间才能显现。

### 参考文献：

- [1] 辜胜阻, 杨建武, 刘江日. 当前我国智慧城市建设中的问题与对策[J]. 中国软科学, 2003(1):6-12.
- [2] 王广斌, 张雷, 刘洪磊. 国内外智慧城市理论研究与实践思考[J]. 科技进步与对策, 2013(19):153-160.
- [3] 宋健. 城市信息化风险管理研究[D]. 天津: 天津大学, 2009.
- [4] 刘楠. 信息化背景下智慧城市建设路径选择[D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2016.
- [5] ANDRES P, BEN AT B. From R&D to innovation and economic growth in the EU[J]. Growth and Change, 2004, 35(4):434-455.

- 
- [6] ALAWADHI S, ALDAMANALDA A, CHOURABI H. Building understanding of smart city initiatives [J]. Lecture Notes in Computer Science, 2012(7443) : 40-53.
- [7] 唐建荣, 童隆俊, 邓贤峰. 智慧南京: 城市发展新模式[M]. 南京: 南京师范大学出版社, 2011.
- [8] 杨冰之, 郑爱军. 智慧城市发展手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2012.
- [9] 王洪涛, 陈洪侠. 我国智慧城市创新扩散演进机理及启示——基于 38 个城市的事件史分析[J]. 科技进步与对策, 2017(3) :44-48.
- [10] 赵大鹏. 中国智慧城市建设问题研究[D]. 长春: 吉林大学, 2013.
- [11] 蒋明华, 吴运建. 创新驱动视角的智慧城市成长机制研究 [J]. 工程管理学报, 2015(6) :76-81.
- [12] 许治, 吴辉凡. 政府公共研发对企业研发行为的影响: 国外 研究评述[J]. 科研管理, 2006(3) :45-50.
- [13] 李丽, 汪德辉. 政府科研投资的经济效果研究——基于 SciBud-CGE 模型的实证分析[J]. 科学学与科学技术管理, 2009(12) :30-34.
- [14] 杨凯瑞. 智慧城市评价研究: 投入—产出视角[D]. 武汉: 华中科技大学, 2015.