

六条智慧导则

国开金融绿色智慧城镇开发导则

2015年10月
征求意见稿



国开金融成立于 2009 年 8 月，是国家开发银行根据国务院批准的商业化转型方案设立的全资子公司，注册资本近 500 亿元人民币，目前管理资产达到 3000 亿元，主要从事股权投资业务。国开金融是一个辐射国内外的综合性战略投资平台，覆盖“城镇开发、产业投资、海外投资、基金业务”等四大业务板块。前三项分别对应和服务于我国的城镇化、工业化、国际化进程。



能源创新：政策与技术有限责任公司是一家能源与环境政策公司。我们为决策者提供高质量的研究和原创分析，以帮助他们在能源政策方面做出明智的选择。我们致力于解决最重要的问题和提供最有效的方法。能源创新的使命是通过支持最有效的温室气体减排政策来推动清洁能源的发展。通过有针对性的研究与分析，我们将为决策者提供能够产生最大效果的策略。我们与其他专家、非政府组织、媒体和私营部门合作，确保彼此之间有效互补。



能源基金会中国于 1999 年在北京成立，是致力于中国可持续能源发展的非营利公益组织，其总部位于美国旧金山。机构在中国民政部正式注册的官方名称为能源基金会（美国）北京办事处，业务主管部门为国家发展和改革委员会。

能源基金会中国的宗旨是推动能源效率的提高和可再生能源的发展，帮助中国过渡到可持续能源的未来。通过资助中国的相关机构开展政策研究、加强标准制定，推动能力建设和传播最佳实践，助力中国应对能源挑战。能源基金会中国的项目资助领域包括建筑节能、电力、环境管理、工业节能、低碳发展、可再生能源、可持续城市和交通八个方面。

六条智慧导则

作者

- 英希熙 (CC Huang)，能源创新 Energy Innovation
- 山景东 (Edward Jingdong Qu)，国开金融绿色智慧开发执委 (Green and Smart Urbanization Task Force)，HK Parkview Group (香港侨福集团)

序

2015年9月，习近平主席在联大会议上承诺中国将积极承担应对气候变化的大国责任。绿色、低碳、智慧的新型城镇化发展是影响气候变化的核心因素，也是国开金融公司过去几年推动中国新型城镇化建设的核心目标。

随着实践的深入，我们深切感到，绿色智慧的城镇开发理念已经深入人心，大家都想去做。但究竟怎么做，不仅国内没有成功的案例以供借鉴，国际上也不多，更多地只是一些局部和分散的实践经验，需要结合中国新型城镇化建设的实践舞台，把国内外已有的绿色智慧成果整合起来，形成一套完整成熟的模式，然后才能快速推广，发挥重要作用。

为此，两年前，国开金融绿色智慧城镇国际顾问团启动编写《国开金融绿色智慧城镇开发导则》，意在建立绿色智慧城镇开发的全国乃至全球性标杆。两年来，顾问团队咨询了国内外超过百位的城市规划师、市长、开发商、学术专家和行业相关从业者，并在分析国际最佳实践和中国城镇发展的经济、环境和社会实际条件的基础上，总结提出了12条绿色导则及6条智慧导则（共18条）。这些简明扼要的开发导则，并非只是一个理想清单的简单罗列，而是力求集中反映实现一个绿色、智慧、宜居、具有经济活力的城镇所需要完成的最基本、最核心的要素。这些要素已经在发达国家和发展中国家的一些城市中得以实现。一个优秀的城镇系统设计，可以缓解交通拥堵，改善空气质量，降低噪音，减少能耗，创造老少皆宜共享的公共场所，增加人们生活的多样化选择，让邻里社区更有吸引力，使城市更具活力和更加繁荣。

本导则所附的两个案例，美国“绿色之都”俄勒冈州波特兰市的珍珠区—啤酒厂街区，以及“欧洲绿色首都”瑞典斯德哥尔摩的哈马碧滨水社区，都是应用这些绿色开发原则的典范，实现了经济效益与环境效益并举。案例研究详细列明了成功的开发过程、开发策略规范以及融资和技术机制。

绿色导则

12条绿色导则分为三类：城市形态、交通、能源及资源。这些导则都是可测量的、实用的，它们精确地解释了可持续城镇发展的基础。

- 城市形态：城市发展边界、公交引导开发、混合利用、小街区、公共绿地。
- 交通：非机动化出行、公共交通、小汽车控制。
- 能源与资源：绿色建筑、可再生能源与区域能源、废弃物管理、水效率管理。

智慧导则

智慧导则是为优化绿色导则而制定的。智慧是实现绿色的更好手段。智慧导则与绿色导则的融合，使先进的技术可以带来更大的经济、环境和社会效益。智慧导则分为六个主要领域：

- 智慧通信
- 智慧交通
- 智慧能源
- 智慧市政
- 智慧安全
- 智慧公共服务

智慧导则强调数据分析和优化组合的重要性，我们主要通过分析体现投资回报的案例来检验该智慧技术的应用。

由于时间和经验的不足，此版《国开金融绿色智慧城镇开发导则》只是一个阶段性成果，特别是随着全球绿色智慧开发实践的不断深化，需要进行动态的补充完善。国开金融作为中国城镇化的重要金融推手，愿和国内外各界人士通力合作，共同践行上述原则，推动中国城镇化的长期可持续发展。同时，非常希望国内外的合作伙伴能够持续不断地向我们介绍全球最佳实践案例和潜在合作机构，不仅拓宽国内城镇化开发者的视野，也为国际一流城镇开发机构参与中国城镇化进程、获得发展机遇创造条件，实现互利共赢。

国开金融公司副总裁

左坤

2015年10月

目录

序	ii
智慧导则的宗旨	3
智慧导则和绿色导则之间的关系.....	4
什么是智慧城镇开发.....	9
发展智慧开发--提升城市品质的绝佳机会	10
智慧城市技术归类.....	11
智慧导则实施阶段工作要点	16
总体规划阶段.....	17
一级开发阶段.....	19
二级开发阶段.....	20
运营阶段	21
1. 智慧通信.....	23
推荐的技术.....	23
效益.....	29
2. 智慧交通.....	30
推荐的技术.....	30
效益.....	42
3. 智慧市政.....	44
推荐的技术.....	44
效益.....	47
4.智慧能源管理.....	49
推荐的技术.....	49
效益.....	52

5.智慧安全	54
推荐的技术.....	55
效益.....	56
6.智慧公共服务.....	58
推荐的技术.....	58
效益.....	64
结论.....	66
致谢.....	81

智慧导则的宗旨

中国城镇化进入了一个新的历史阶段。智慧导则及案例的阐述，希望能拓宽国内城镇化开发参与者的视野，展示国际成功案例和做法，给政府的城市建设相关部门、市政管理部门、地产开发商和运营商、投资商等国内城镇化开发参与者更多的启发和思考。

《六条智慧导则》（以下简称智慧导则）的主旨是：在城市建设和开发过程中，通过选择合适的科技产品，优化城市建设和开发，推动绿色可持续城市的建设，提高城市居民的工作和生活的便利性和舒适性，促进社会、经济和谐可持续地发展。

智慧导则从城市开发者和运营者的角度，结合当前中国城镇化建设的特点，把智慧城市领域的科技和全球最佳实践，分类到与城市开发相对应的“通信、交通、能源、市政、安全和服务”等六个主要领域，结合中国城镇开发的步骤进行了分类阐述，给出了全球最佳实践的内容和社会及经济价值。同时也阐述了智慧城市技术是如何与绿色城市发展相结合，促进可持续发展的城市开发，形成与十二条绿色城镇开发导则相呼应的六条智慧城镇开发导则。

该导则有如下特点：

1. **体现绿色与智慧相结合的国际城镇化发展的最新趋势。**绿色城市与智慧城市统一结合，绿色城市是可持续发展城市的目标，智慧城市是利用合适的科技和产品，提高城市建设和运维水平，改善居民生活品质，促进城市可持续发展的手段。国际上一些享誉全球的绿色城市都在努力用智慧城市解决方案实现绿色城市的再提升。
2. **体现城市规划与城市运营、管理的统一。**智慧导则的内容贯穿从土地整理、规划、设计、开发、建设、商业运行和市政管理全过程，涉及到政府的信息产业、土地管理、规划、建设、市政、园林、道路、交通、城管、消防、公安等诸多部门。本导则力求在政府的层面上，把城市设计、开发、建设与城市运行、管理和服务统一到一个平台上。如建设和运维一体化的智慧城市运营中心，从管理和服务者的角度，把政府各个部门的管理职能整合到一个工作平台上，在共享基础设施和数据、实现避免重复建设的同时，提升各相关部门的联动效率，提高服务、决策管理者的水平，预测城市运营中的问题，有预见性地管理城市。国际智慧城市的一些成功尝试表明了政府各个部门间统筹协调的重要性，以及大幅提高政府职能部门的工作效率。
3. **体现城市开发过程中各个相关部门企业的协调沟通。**本导则力求通过把智慧城市开发过程中相关政府部门、研究院、施工单位等整合到一起，提高城市开发的效率，降低沟

通成本。本导则通过案例阐述了城市规划、交通道路设计、建筑设计、开发和运营相关企业，以及通信、能源、交通、市政、服务等各个部门的分工与协同。

4. **智慧导则重视智慧城市解决方案的商业模式。**智慧项目在促进实现绿色可持续发展的基础上，还要能实现其项目自身的效益。本导则不是智慧城市技术和产品的罗列或集成，不是智慧城市基本概念的陈述。是希望通过展现成熟的技术和成功案例为致力于中国新型城镇化建设者提供参技术考，帮助其在绿色城市开发过程中取得经济效益、环境效益乃至社会效益。

智慧导则的六大领域是：

- 智慧通信
- 智慧交通
- 智慧能源管理
- 智慧市政
- 智慧公共服务
- 智慧安全

目前国内智慧城市建设仍处于使用初级阶段，各个城市关注的重点不太相同。本导则中的列举了很多的解决方案，读者可以自行根据其关注点，选择合适的参考案例，然后进行更加深入地研究。比如一个缺水城市，智慧城市建设的时候需要重点考虑智能水管理的项目。

智慧导则和绿色导则之间的关系

本导则提倡将绿色导则作为城市开发的基础，通过运用智慧导实现绿色开发的效应的最大化，即：通过智慧导则相关技术来促进和优化绿色导则的实施。例如，根据绿色导则所述，城市推动非机动车出行的前提是要拥有行人和自行车道的网络。在此基础上，智慧导则给出建议，开发“智能公共自行车共享系统”，为公共自行车使用者提供使用方面的便利，促进大家自行车出行。再如，通过智能电网和智能楼宇设备自控系统，可以大幅度提高建筑物能源的使用效率，促进绿色城市导则中提到的节能。

智慧城市科技可以促进绿色城市开发，具体如下项目：

- **节约用地：**通过智慧城市科技增加城市土地开发的科技含量，提高土地利用率及混合开发比率；通过物联网等科技手段提高公共交通运输能力，促进公共交通走廊沿线开发强度；

- **减少能耗：**通过使用公共照明节能系统、智能建筑节能系统等提高能源利用效率；采用物联网技术和互联网技术，建立一个综合能源系统，在能源系统中，结合需求侧响应，智能电网调度、可再生能源，三联供等方式实现平衡与互补，整体提高区片能源使用效率；
- **节约用水：**运用物联网技术和科学节水器具，提高水的利用率；利用智能的雨洪利用装置和中水回用等技术循环使用水资源；通过物联网技术，监测自来水渗漏，减少水的损失。
- **提高交通效率：**通过物联网技术，结合人流、车流统计系统、智能信号灯控制系统，提高通行效率；通过停车场智能系统、自行车便捷租赁系统等，减少死人机动车出行，提高非机动车、公交出行；
- **环境保护：**通过物联网技术和环境监测传感器，实时监控大气质量，及时发布，使人们了解到环境情况，促进人们减少机动车出行；通过通过智能垃圾处理系统，减少垃圾的二次污染；
- **提高生活质量：**通过楼宇自动控制系统，提高室内空气质量；通过智能路灯、闭路监控、火灾预防等系统，为居民提供更加安全的生活环境；
- **经济性和便利性：**通过对用户大数据分析，提高城市管理和服务水平；服务商可以通过开发软件系统为居民提供便捷的商业服务并获取一定收益。

除此之外，智慧城市技术还可以确保绿色导则发挥出最佳效果。例如，开发商采用环保材料和技术建造了一栋建筑，但是缺乏有效的能源管理，这栋建筑的能耗居高不下。如果开发了一套好的能源管理系统，就能帮助其建筑实现节能的目标。这种情况同样存在于其他绿色开发领域。

于智慧导则中的其他技术，也能帮助绿色导则实现目标。比如，公共的无线为了增强了公共绿地的宜居性和吸引力。智能安防技术使步行者和自行车出行者的安全有保障。

表 1 是绿色导则和智慧导则两者之间的关系。

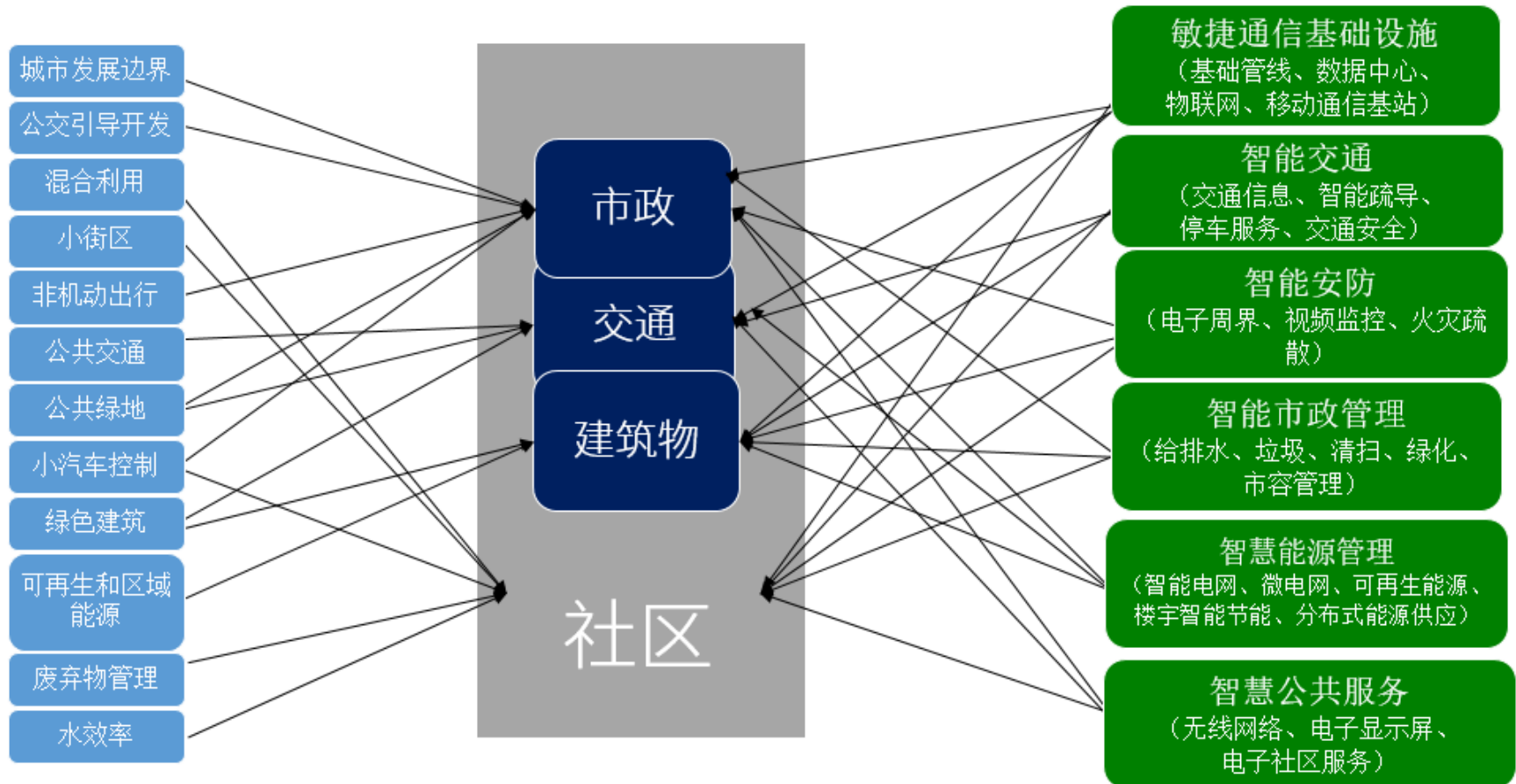
表 1. 智慧导则与绿色导则之间的关系

智慧导则	绿色导则	关系	智能技术
智慧通信	所有导则	运用传感器和物联网技术，来管理城市市政设备、设施。通过无线和有线网络技术把数据、资源整合到综合智慧运营中心或数据平台上，提高绿色导则所涉及的决策、服务能力。	物联网，宽带网络及设备，综合智慧运营中心
智慧交通	公交引导开发	运用大数据来分析最优路径，促进使用多种交通方式到达目的地，促进土地利用。把这些技术和公交为导向的发展方式结合使用，可以改善交通拥堵。	智能交通管理和拥堵定价，智能停车，公交数据与智能支付系统，智能公共自行车共享系统
	混合利用	在城市街区规划中，设立明确的混合的城市功能区域，使行走/行驶距离尽量缩短。出行者可以通过智能交通导航软件，得到他们最快、最便捷到达出行目的地的交通工具的位置、以及出行所需要的时间。	智能自行车共享系统，智能停车系统
	非机动车出行	一个好的公交系统能为用户提供多种公交出行方式，优化用户行程。如交通系统能提供准确的公交运行数据和便捷的支付系统，人们更愿意坐公交和走路，或骑车相结合。	智能公共自行车共享系统，公交数据与智能支付系统
	公共交通	智慧交通技术可以提升公共交通服务水平，增加公交乘车人数和提高公交系统的能源效率。	公交数据和智能支付系统
	小汽车控制	在提升公交服务或非机动车系统外，鼓励人们更少开车。智能停车系统能更合理地定价或是通过动态定价将更多驾驶出行转移到非高峰期。	所有智慧交通技术
	智慧街区	更多的城市道路连接点，结合智慧交通管理系统，能提高交通效率从而减轻拥堵。如果选择使用拥堵定价模式的话，能更有效地减少拥堵。	所有智慧交通技术
智慧市政	水效率	采取智能技术发现和处埋水泄露或水资源浪费等问题，提升水资源利用效率。	智慧水管理
	垃圾管理	智能垃圾处理系统可以优化垃圾处理路径和及时有效地清空垃圾桶。	智能垃圾收集

	公共绿地	智慧水管理系统可以有效地提高水的利用率，减少灌溉水的利用率；智能垃圾收集系统也可以提高绿地的清洁工作效率。智能物流系统可以提高绿地对人们的吸引力。	智能垃圾收集，智慧水管理
智慧能源管理	可再生和分布式能源	智慧能源管理系统能提高能源利用效率。智能电网技术能把多种可再生和分布式能源融合到电网上，提高清洁能源的使用效率。	智能照明系统，智能电网技术
	绿色建筑	智能楼宇控制系统和智能能源管理系统，可以显著提高绿色建筑的能源使用效率。智能电网可以高效地促进建筑物间能源的分配使用效率。	智能楼宇控制系统、智能能源管理系统，智能电网
智慧安全	非机动车出行	好的安防系统、智能警务系统可以使步行者和自行车出行更加安全。智能应急响应系统能将民众直接引向人行道或安全的公共区域。	智能监控摄像头，智能应急响应系统，智能警务
	公共绿地	城市通过智慧安全技术使公共区域更加安全可靠，当灾害或意外发生时，智能应急响应系统能降低在密集地区所造成的伤害。	智能监控摄像头，智能应急响应系统
	混合利用	公共服务亭能帮助民众或游客在人车混用的社区内，更好地利用步行内的服务设施。	公共服务亭
智慧公共服务	公共绿地	公共无线连接使得公共绿地更有吸引力，并让很多人享受信息服务。	公共无线网络
	非机动车出行	公共服务亭会改善用户在非机动车行动范围内的服务设施使用情况，并提供最优路径的信息。	公共服务亭
	小汽车控制	远程医疗服务和数字化教育能减少出行需求，减少使用车辆。	远程医疗服务，数字化教育

说明：表格旨在揭示两者基础性的关系，并未包含所有情况。

图 1. 绿色与智慧关系图



什么是智慧城镇开发

“智慧城镇开发”是通过运用最合理的技术来解决城市所面临的问题，例如交通拥堵、空气污染、能源使用效率低下以及犯罪行为。这些智能科技并不是城市发展的终极目标，它只是人类创造美好城市的工具和手段。

对于国开金融绿色智慧城镇开发导则来说，“智慧”在广义上意味着使用电子技术或信息通信技术。智慧导则所提倡的原则和绿色导则一样，需满足三条标准：

1. **效益显著**：科技要能服务于不同的城市，并产生经济、环境及社会效益。
2. **可衡量性**：技术带来的好处必须要能根据实际累积的经济、环境和社会效益来衡量。举例来说，城市在衡量技术是否成功要依据技术所产生的效益，而不是以某项具体技术的使用或设备的安装数量作为评判指标。
3. **实用性**：市场的成熟性需要在实际项目中的成功运用作为检验标准。

实现经济、环境及社会效益也是绿色导则的目标。把绿色和智慧联合起来会产生巨大的积极效应。

在大部分案例研究中所涉及的智能技术包含了三个重要过程：数据收集、数据分析和决策优化。以下是整个系统优化过程通常不断重复的步骤：

1. **数据收集**：通常来说，智能技术需要收集数据，通过对数据的分析，发现和解决问题。例如：通过停车数据能帮助发现通勤规律，以及促进电子支付；通过对用电量数据分析能提升需求侧响应；通过对用水量数据的分析能帮助城市发现水泄露和其他基础设施问题。
2. **数据分析**：通过对采集上来的数据进行时序分析、数据切片、以及其他的数据挖掘技术，可以得知、预测未来的发展趋势，以及突发事件等。
3. **决策优化**：准确的信息和更富洞察力的分析能产生更智慧的决策行为。

重复/迭代是优化的一个重要方面：因为我们的城市一直处于不断变化当中，新的数据自然会产生新的分析和检验。信息录入和优化的过程必须要持续不断。

不同的决策者/用户可以通过优化后的数据和评估得出新的判断。用户可以是希望能更好地使用公交系统和节省时间的城市居民，或是希望能了解居民对城市市政反馈的官员。

发展智慧开发--提升城市品质的绝佳机会

智慧城市的生活意味着通过动态和自适应的系统来实时对不同规模的情况变动做出反应。

- Anthony M. Townsend, 《智慧城市：大数据，公民黑客，以及寻求新的乌托邦》的作者

推广智能技术已成为世界上大部分宜居城市重要的发展策略。以英国为例，有 8% 的支出是针对信息技术的。芝加哥的案例也表明数据公开能帮助到政策设计的方方面面，从铲雪到阻止食物传播的疾病。巴塞罗那的“22@Barcelona”被称为创新区，提供了包括智能照明、停车传感器、带射频识别技术的垃圾桶甚至公园智能灌溉等服务。纽约通过智能路灯和智能交通照明成功地来减少了成本和拥堵，市政府已经决定扩大这些项目的投入。

在中国，国家发改委、工信部、科技部及住建部都发起了智慧城市倡议项目。其中规模最大的是住建部，在 2013 年选取了 193 个地方政府和经济开发区来作为官方智慧城市试点，并从国家开发银行获得了 100 亿美元的项目贷款 (Johnson 2014)。截至到 2014 年，202 个地方政府和经济开发区通过了智慧城市项目审批，比原定计划多 9 个。国开金融和中国城市科学研究会也在不断推动智慧城市的资金筹集工作 (China Development Bank 2013)。

根据国际数据公司 (IDC) 的估计，中国智慧城市的市场规模在 130 亿美元左右，到 2020 年整体的规模将会实现翻倍达到 280 亿美元 (Zhang 2013)。除此之外，尽管现在政府投资在智慧城市整体建设中占到 70% 左右，到 2020 年这个比例会降到 20% (Zhang 2014)。这就意味着民营企业在整个市场中占据主导地位的机会将大大增加，能通过诸如公私合营的模式与政府合作。

在中国同样有一些智慧城市的成功案例。比如镇江政府和 IBM 合作发展了智能城市公交项目，公交车能不断向智能调度中心汇报他们的位置和行车情况。根据镇江的数据，这套系统通过调度效率的提升，整个城市能节省 270 万美元的公共汽车燃料消耗费用 (Johnson 2014)。

然而，在中国仍面临着一系列的挑战，例如，缺少智慧城市技术所带来的实际效益的记录。比如中国城市通常以渗透率来作为智慧城市技术成功的标志而不是实际效益（渗透率：表述为 70% 的公司安装了智能技术，90% 的社区被智能技术所覆盖）(Hangzhou Smart City Plan)。不管是公共

领域的城市服务，还是民营领域的增值服务，只有通过衡量这些服务为城市居民提供看得见摸得着的效益，才具有衡量价值和意义。才可以进一步推广，并成为规模化、可复制和商业行为。为了鼓励大家重视智慧城市的产生效益，报告中的所有案例都包含了实际经济、环境及社会效益。

智慧城市技术归类

为了方便城市开发和运营者阅读，结合中国城镇开发和行政管理部门的划分、行业的划分，把智慧城市技术架构上讲的“1个平台、4个层次，2个保障（一个平台为应用支撑平台，4个层次为感知层、传输层、数据层、应用层，2个保障为信息安全体系和管理机制）”归类到与城市开发相对应的“通信、交通、能源、市政、安全和服务”等六个主要领域，每个领域都提供了如何结合某项技术和可行的商业模式来提供增值服务的典型案例，六大领域分别是：

- 智慧通信
- 智慧交通
- 智慧市政
- 智慧能源管理
- 智慧安全
- 智慧公共服务

每个大类中都有三到五项中外技术已被证实十分切实有效。每项技术的介绍包括投资回报和实际案例参考。最后讨论了每个大类所带来的经济、环境及社会效益。

在进行每个大类的具体说明前，本导则专门为地方政府提供如何能在开发过程中识别出具有潜力的方法技术。该部分阐明了基本开发步骤：总体规划，一级开发（土地开发），二级开发（房地产开发），以及商业运营等。

本导则所提到的技术主要基于现实案例，尽管现在市面上有很多智能技术，但本导则只重点关注那些最具发展潜力并能带来社会、经济和环境效益的技术。当然并非所有技术都适用于不同情况，每个项目都应当结合自身实际情况对这些技术加以考虑。

为实现价值最大化，智能技术往往需要相互结合。因此本导则中的分类会存在重叠。例如，智慧交通和智慧能源管理的重叠情况：搭建一个从汽车到电网的需求反应系统和电动车智能充电网络，与此同时，智能照明系统的传感器也能与空气污染测量设备相结合。本导则将通过一些案例来展示技术整合为城市创造了巨大的价值。

下表是六大类中所包含的不同技术：

表 2. 智慧导则六大类中所包含的不同技术

种类	技术
智慧通信	<ul style="list-style-type: none">• 无线传感器• 宽带网络基础设施• 综合运营中心和信息平台
智慧交通	<ul style="list-style-type: none">• 智能交通管理及拥堵定价• 实时公交数据及导航工具• 智能公共自行车共享系统• 智能停车系统• 电动汽车和充电网络
智慧市政	<ul style="list-style-type: none">• 智能水管理• 智能天然气电网• 智能垃圾收集系统
智慧能源管理	<ul style="list-style-type: none">• 智能电网技术• 智能照明系统• 建筑管理系统
智慧安全	<ul style="list-style-type: none">• 智能监控• 智能应急系统
智慧公共服务	<ul style="list-style-type: none">• 基于互联网的公共服务• 公共无线连接• 公共服务亭• 远程医疗服务• 数字化学习

在每项技术中，我们将讨论项目实施的投资回报。对于中国的智能技术来说，融资主要来源于政府，比如住建部筹集的 100 亿美元就来自国家开发银行。本导则虽然没有对投资回报的融资机制进行讨论，但重点突出了应用智能技术的直接和间接的投资回报，直接回报通常指直接节省的能源费用，间接回报则通常指降低劳动成本，减少运营维护费用，乃至减少拥堵和治理空气污染等。我们不仅讨论了每种技术如何为城市创造长期价值，而且提供了实现效益的具体执行框架。本导则中的投资回报不仅单独指财务成本方面，而且包含更为广泛的内涵，比如提升的医疗水平、空气质量、和用户满意度等收益。

每项技术的案例研究将重点关注具有效益的智能技术，这些案例是全球城市最佳实践典范，报告试图为读者揭示智慧技术背后的经济逻辑。下面是每个技术所涉及的案例一览表。

表 3. 智慧导则所涉及的案例

种类	技术	位置	描述
智慧通信	综合运营中心	巴西里约热内卢	综合运营中心，希望能把突发事件的影响降到最低。
		美国芝加哥	对从食物传播的疾病到犯罪等所有事物的数据分析。
		西班牙桑坦德	无线传感器能测量温度、光线、二氧化碳排放量和噪音。
		韩国釜山	公共云系统服务平台 (PaaS)，公私领域数据的结合。
	无线传感器	法国尼斯	连接大道项目 (Connected Boulevard project) 拥有智能停车，智能街灯控制，智能水管检测和监控功能。
		美国南卡罗来纳州	使用传感器测量大桥状况，包括车轴超载、桥梁承重能力及车速。
		西班牙巴塞罗那	巴塞罗那的智慧城市项目包括了智能远程通信网络，智能照明、智能灌溉、智能停车和扩大电动车使用等方面。
宽带基础设施		新加坡	国家级的宽带网络让几乎所有新加坡居民都使用超高速网络。
智慧交通	智能公交管理和拥堵定价	韩国首尔	接触式支付系统 (Touch-card payment system) 通过在 25000 台出租车上安装 GPS 来实现智能交通数据采集。
		瑞典斯德哥尔摩	覆盖全市的摄像头网络能追踪每一辆车的行车路径，帮助政府根据行驶的里程和时间来对道路进行收费。
		美国纽约	拥有传感器的拥堵管理系统能使用交通摄像头来监测人流量和道路状况，自动收取通行费。
		澳大利亚墨尔本	通过入站测量算法管理交通需求，减少高速路拥堵时间。
	公交数据和智能支付系统	英国伦敦	非接触式支付系统和实时交通信息网站 TrackerNet。
		中国浙江	一套升级版的巴士管理系统采用数据分析方法管理超过 80 条城市公交线路。
	智能公交共享系统	美国亚利桑那州凤凰城	智能公交共享服务系统以太阳能为能源驱动，让用户利用 GPS 智能锁实现自由停车。
		丹麦哥本哈根	电动自行车安装有平板电脑，提供 GPS 定位，公共交通数据和购票服务等信息。
		台湾台北	智能公共自行车共享系统是一个综合票务系统，能与地铁、公交、出租车、甚至便利店产生连接。
	智能停车系统	美国洛杉矶	智能停车计时器和低耗能传感器的应用让用户能用手环支付停车费并使城市进行动态定价。
法国尼斯		智能停车传感器让用户能找到合适停车点，服务站/亭便于用户支付停车费并使用自行车等公共交通共享服务。	

	电动汽车和充电网络	法国巴黎	电动汽车系统拥有大约 1750 辆电动车和 5000 个充电站。
		瑞士日内瓦	一套电动巴士系统能在 3-4 分钟内快速充电。
智慧市政	智能水管理	西班牙巴塞罗那	由传感器的智能灌溉系统能提供关于湿度、温度、风速和阳光的数据，帮助园艺工作者决定植物的施水量。
		新加坡	一套智能水管理系统能发现水泄露，寻找故障，甚至预测需求。
	美国E-第安纳南木德	根据经济算法、天气和水数据对一整套传感器和智能阀门系统进行动态调控，并根据热点地图的历史数据来优化水资源使用。	
	智能气体网络	法国	一套智能煤气表能测量居民家中的天然气使用情况，并能实现无线电通信，设备对所收集的天然气数据做出反馈。
	智能垃圾收集	美国宾城	太阳能垃圾压缩机功能优化清空垃圾桶的次数。
美国斯普林沃特		一套基于地理位置信息的优化程序能优化垃圾收集车队行程路径，所走区域和服务天数。	
智慧能源管理	智能电网技术	意大利	一套自动化电力管理系统能通过计数器读取和管理能源，并帮助运营中心获得这些数据。
		美国	Nest 恒温器系统能通过无线连接直接获得用户能源使用信息并根据其能源使用习惯优化能耗。
		荷兰阿姆斯特丹	从汽车到电网技术能使得电动汽车与智能电网相结合，在高峰时段提供电能。
	智能照明系统	挪威奥斯陆	智能照明系统能提供维护所需的数据，并让用户通过电脑、平板甚至手机来控制灯的亮度。
		中国东莞市	东莞市更换了 LED 街灯，管理人员能通过一套软件系统来对整个路灯网络进行监控。
	建筑管理系统	微软总部	建筑管理系统能通过发现错误和减少不必要的能耗来提升能效。
美国华盛顿		建筑管理系统使用实时能源管理方法更好地了解建筑能耗。	
智慧安全	智能监控摄像头	墨西哥墨西哥城	安防系统包括车牌识别摄像头、侦察机、传感器和应急呼叫系统。
	智能应急响应系统	美国纽约	“FireCast”系统能根据建筑不同的风险因素来整合数据，从而阻止火势并帮助消防部队更好地对建筑火灾加以控制。
		日本	一套应急响应和协调系统能帮助控制地震的影响。
智慧公共服务	基于网络的公共服务	瑞典斯德哥尔摩	一套网络平台为居民提供系列服务，包括申请学校，扫描氮气含量和预订婚礼。
		西班牙巴塞罗那	互联网平台提供包括审查停车票信息，拖车到日的车，甚至是要求给非盈利活动补偿。
		加拿大温哥华	公共无线连接系统与智能停车技术的结合。

公共无线连接		
公共服务亭	西班牙巴塞罗那	贯穿全程的服务亭能帮居民解决行政方面的要求，并通过在线方式提供服务。
	美国堪萨斯	信息服务亭能作为紧急事件的警报系统，也能提供广告服务。
远程医疗服务	美国德克萨斯州	远程医疗服务能照顾那些从医院出院在家接受治疗的病人。
数字化学习	美国洛杉矶	一套混合式的教学方式将改变传统模式，包括精品小组教学和个性化教育。

最终，由于这些技术的成功实施，技术产生了巨大的经济效益、环境效益和社会效益，涵盖了医疗水平的提升，碳排放的降低，政府运营费用的减少等。大部分技术都能在这三方面同时产生效益，并且其效益集中在一到两个方面。

智慧导则实施阶段工作要点

智慧城市的基础设施建设应该纳入到整个城市开发的全过程，统一规划，统筹安排，适度超前。尤其是在城市开发建设的各个不同阶段，结合具体的开发时机，落实相应的工作，避免各个部门单独建设，重复建设，滞后建设，反复开挖。

例如在城市监控摄像方面，在一级开发阶段，把握道路综合管沟建设开挖的时机，把“平安城市”建设中公安部门加装的监控摄像头和“智慧交通”建设中的路口抓拍违章、超速摄像头，以及进行交通流量统计和智能路灯控制的摄像头合并，进行统一规划，统一施工，统一维护，共享基础信息（抓拍车牌和监控流量的摄像头型号可能不一样，但是其数据传输网络和存储设备是可以通用的）。可以带来以下经济和社会效益：

- 在遇到突发事件时大大提高各个部门联合办公的效率；
- 通过对这些摄像头发回的数据整理，建立大数据系统平台，通过对大数据的分析、挖掘，得出潜在的知识，提高社会管理水平和服务水平；
- 统一建设可以大大降低建设安装费用，降低维护的工作量和成本。

案例：2010年11月22日，重庆市人民政府与中国电子科技集团公司签署了重庆市社会公共视频信息管理系统总承包框架协议。根据重庆市政府规划，重庆市将新建、扩建视频监控点，升级改造现有视频监控系统，通过资源整合、系统集成，形成一个覆盖整个重庆市的社会公共视频信息管理系统。系统整合接入能力按不低于50万个视频监控点建设，视频系统将以现有公安光纤网络和公共通信网络资源为传输通道，以全市空间地理信息平台为载体，运用物联网技术，搭建全市统一的智能化平台。为社会公共安全管理、城市管理、交通管理、应急指挥等领域提供有力支撑，同时兼顾灾难事故预警、安全生产监控、环境监测保护等方面的需求。有了这样的一个综合平台：

- 应急指挥：城市应急指挥中心可以根据重大活动或者突发事件/灾难事故等的现场实时视频，合理安排交通信号灯的控制，从而迅速疏导人流和车辆，安排营救人员和车辆；
- 治安管理：公安机关根据事发现场录像以及各个主要路口情况，迅速找到嫌疑人的行动路线，从而可以更加快速地抓捕到嫌犯。
- 出行交通：根据实时交通视频，做好交通信号灯的控制，提高交通效率。
- 城市管理及环境保护：在重点地段，可以根据视频情况，布置合理的执法人员，对环境问题进行现场连续监控，采集证据，便于执法。

按初步测算，该项目规模将达到 50 亿元，原则上采取 BT 运营管理模式，项目建成后，市政府及各区政府将负责回购。

如果这些项目是在城市建设的初期就同步建设，那么预计可以减少 30~55%的开挖工程和线缆敷设，仅此开挖工程至少可以节约经费 40~50%。

以下分阶段阐述智慧城市建设的各个领域内容。

总体规划阶段

总体规划阶段是项目初始阶段也是最重要的阶段，该阶段的工作包括：控制性详细规划和修建性详细规划的编制。

控制性详细规划以城市总体规划或分区规划为依据，确定建设地区的土地使用性质、使用强度等控制指标、道路和工程管线控制性位置以及空间环境控制的规划。

规划阶段需要重点结合城市规划，重点把“节地、节水、节能、便捷交通”等相关智慧技术落实到智慧城市规划指标中。

在此阶段，需要规划、发改委、信息管理等部门协调交通、市政、园林绿化等相关管理运营部门，协调并落实以下规划设计工作。

1. 智慧城市通信：根据规划期内城市人口及用地发展规模，城市建设与发展用地的空间布局、功能分区以及市中心、区中心位置等核心要素，确定数据中心的位置、容量和规模；在以下 5 个领域的规划完成后，形成系统性的区域物联网、光纤网络、无线网络和数据中心等规划方案。

2. 智慧交通：根据规划范围和规划期内的城市交通系统的布局和规模，确定通信管线的容量、走向、长度，以及主要通信节点机房的位置和容量，同时提出智能交通概要方案。涉及到的交通系统内容包括：

- a) 铁路枢纽、港口码头、机场
- b) 城市地铁、轻轨走向及车站分配
- c) 城市主、次干道、非机动车系统以及走向、断面、主要交叉口形式
- d) 停车场（机动车和非机动车）的位置、容量
- e) 交通信号灯、交通信息发布系统

f) 交通照明

3. 智慧市政：根据规划范围和规划期内的市政建设需求，确定通信管线的容量、走向、长度，以及主要通信节点机房的位置和容量，同时提出物联网管理市政设施的概要方案；同时完成智能节水、雨洪利用、智能垃圾处理（包括垃圾分类及轻量化）等概要方案。具体涉及到以下方面：

- a) 市政供水、排水及防洪、燃气、供热、环卫、城市照明
- b) 城市河湖水系及治理
- c) 沿海、沿江岸线及排涝和防洪
- d) 城市环境监测、保护目标以及防治污染措施

4. 智慧能源：根据规划期内城市人口、城市的空间布局、功能分区、产业定位，以及日照、江河湖泊等水系等自然环境，设定清洁能源、能源高效、区域集中供热/供冷等指标，限定红线内的清洁能源、高效能源使用方式等规划指标，完成规划设计智能电网/微电网的主要指标和供配电方案。

5. 智慧安全：根据城市消防、防灾要求，人防建设、抗震防灾规划目标和总体布局，确定物联网需求和应用及管线走向和容量；

6. 智慧公共服务：根据公共建筑、社区、商业、教育、医疗等社会服务目标和设施的空间、地理布局，规划设计数据中心的容量和位置、通信管线以及无线网络的服务规模。另外，在以下方面也需要重点考虑，制订合理的规划目标：

- a) 根据风景名胜、文物古迹、传统风貌保护区等规划，确定保护区内外的物联网和管线走向和容量等；
- b) 根据城市园林绿地及总体布局和发展目标，考虑公共服务设施和绿色空间来确定管线走向和容量等；

上述各个领域的规划设计工作完成后，需要进行一次评审，通过评审优化布局和功能分配，协调落实各个可行的技术指标。最终形成2个文件：《智慧城市发展控规指标》和《智慧城市建设内容》，并纳入到当地城市经济、社会发展计划中。

以上工作须由政府主要领导任组长，发改委、信息化主管部门和城市规划部门任副组长，组织相关各个部门参与，共同制定。

例如，在修建智慧公路的工作中，需要参与的单位有：国土资源局、规划局、经信委、通信管理局、住建委、交通管理局、交警队、城管局、市容管理委员会、市政配套管理部门、路灯管理处、园林绿化管理处、交通设计院、道桥施工公司、热力公司、自来水公司、污水公司、环卫公司、公交公司、电力公司、道路给养处、信息基础建设公司、移动通信公司等 20 多个部门、公司参与，上述部门公司分管着具体的业务，如果其中有一个部门/公司有不同意见，该工作将受到影响。

- 《智慧城市发展控规指标》：主要是整个规划期内分阶段的智慧城市建设指标，例如每千人口的数据中心容量，每千人口的数据交换量，每平方公里的光纤管道长度和每千人口的物联网传感器数量等。
- 《智慧城市建设内容》：主要包括智慧城市建设项目，项目概要方案和项目间的联系等，同时初步确定投资主体和费用来源等原则性内容。

一级开发阶段

一级开发一般是指由政府或其授权委托的企业，对一定区域范围内的城市国有土地（毛地）或乡村集体土地（生地）进行统一的征地、拆迁、安置、补偿，并进行适当的市政配套设施建设，使该区域范围内的土地达到“三通一平、九通一平”的建设条件。九通一平，是指：供水、供电、供热、供气、排水、污水处理、道路、互联网、通讯、土地平整到位等基础设施建设完成。一级开发方案须由国土资源管理部门会同发展改革、规划、建设、交通、环保等部门所组成的联审会进行会审，对土地一级开发的实施方案中有关土地处置、产业政策、城市规划、建设资质、交通及环保等内容提出意见和建议。

在智慧城市一级开发阶段，需要落实在规划阶段制定的智慧城市控制性详规指标、修建性规划等内容：（1）落实大型开挖及重要基础设施建设相关的基础建设项目。例如：必须完成规划内的道路、桥梁、园林绿化、市政场站、交通枢纽、城市照明灯相关的智慧城市管线开挖铺设等项目以及智能电网、微电网等基础设施建设。（2）根据财力情况，完成智慧城市建设必须的光纤及通信设备、物联网设备设施等方案的论证、招标、施工和验收工作。（3）其它的红线外一次性开挖项目必须在此阶段完成，和运营主体相关的其他项目的接口也应完成建设。须建设完成并通过验收的项目包括：

- 主干光纤管线；
- 智能电网/微电网
- 在市政设施上投入使用的物联网管线和设备设施；
- 在主要道路、交通、公共汽车站点、停车场等建设（预留）物联网设备设施；

- 在园林、绿化和市容市政等方面建设（预留）物联网设备设施；

以上投资主体是多元化的，可以是政府，也可以是私营企业，或者公私合营部门。发改委、信息管理部门在此阶段需要起草并通过管理文件，落实地方投融资文件和技术许可文件。例如，为了保证建设方（智慧城市运营商）合理的商业利润，允许在适度监管的情况下，为其核发区域性的互联网接入服务（ISP）许可证。

验收工作应该以国土资源管理部门、发改委、规划部门为主，信息化部门牵头完成，并融入到整体验收工作中。

二级开发阶段

二级开发，一般是指已取得土地开发经营权的房地产经营企业（房地产开发公司），在该地块的土地上建造建筑物，如住宅房、办公楼等，将土地使用权和土地上建筑物的所有权一并转让给房地产消费者。在此阶段，需要落实详细规划中规定的红线内外的项目，红线内的项目由建设开发者（地产开发公司）完成，并和红线外的项目进行对接、调试。一般包括以下工作：

- 数据中心机房建设
- 多路由高速互联网接入
- 物联网-建筑节能系统
- 物联网-公共安全系统
- 物联网-市政设施管理系统
- 物联网-交通管理和服务系统（含各个大厦小区物业的停车场信息系统）
- 以上各个系统的软件系统调试和使用。

投资主体是二级开发商的部分，应由二级开发商完成设计和建设；市政、交通等运营部门所属的设备部分，由所属方面完成建设。规划和建设管理部门进行验收和备案。该阶段的主要工作是：

（1）红线外投入运营的系统全部完成调试；（2）红线内投入运营的系统需要通过规划部门和信息部门的验收，方可投入使用；（3）相互有接口关系的系统间须完成联合运营调试，方可投入使用。

政府建设主管部门、发改委和信息主管部门可以依据国家和地方政府的政策，或者本区域的指定政策，对高效完成上述工作的单位给予减免税费、返还补贴等形式的物质和精神奖励，以提高二级开发商的积极性和主动性。例如：对于采取技术措施降低需求侧供电需求或者平峰错谷的用电

者予以奖励；对于通过采用物联网等智能技术降低建筑能耗的开发商给予物质奖励，此做法可以参考住建部的绿色标识认证奖励政策。

运营阶段

在运营阶段，主要包括为最终用户服务的项目，涉及两方面的业务：市场化项目和服务性项目。市场化项目主要是指用户自愿接受服务并且付费；服务性项目是指公共设施的使用和维护，主要用户是街道、社区、市政、市容、园林绿化、公共安全、消防和交通等管理部门以及物业公司。这个阶段主要工作：（1）完成全部规划内容的建设、运营和维护，形成大数据、为用户提供增值服务。通过大数据分析，进一步提高数据的作用，为城市建设、社会发展和社区居民提供优质服务。（2）在提高设备使用效率的同时，结合实际人口和社会经济发展情况，合理地进行二次应用开发，适度扩容和技术改进等，不断满足发展的需要，解决新问题。

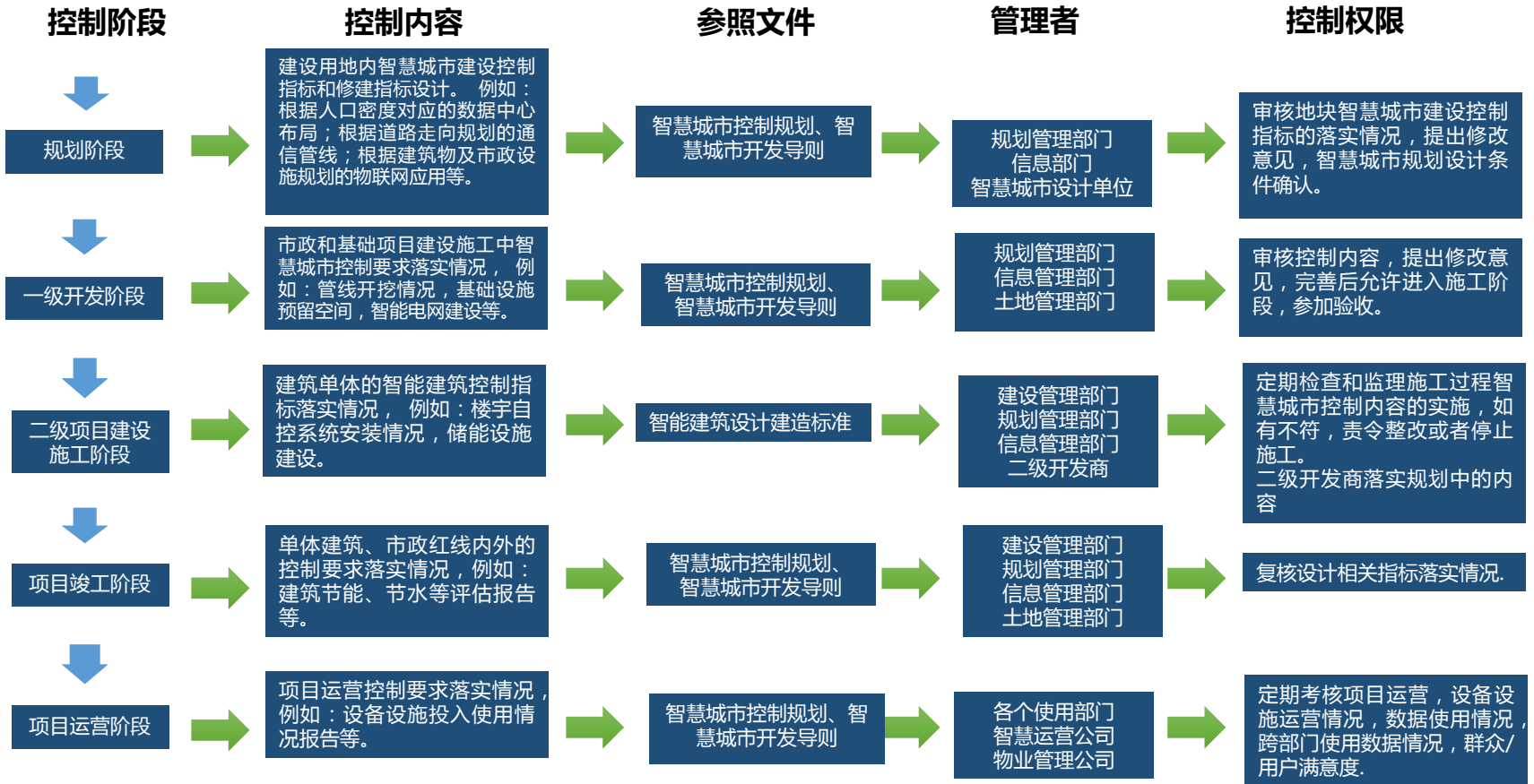
考虑到政府部门编制和预算情况：可以建立统一的“城市智慧运营中心”，负责数据中心、网络中心、物联网中心等相关技术中心的运营维护和数据应用。把分散到各个部门的信息技术的人员集中到一起，提高工作效率和技术能力。也可以把这部分业务外包给公司化城市智慧运营中心，由这个中心为各个部门提供技术支持和服务，有利于通过社会化招聘找到高水平技术人员，进一步提高工作效率。这样可以大大降低维护成本，提高服务效率和质量。统一运营的好处除了提高效率降低成本外，还能推动政府内部的跨部门合作，提高服务水平和人民满意度。

【案例】统一运营：新加坡电子政府，在公共数据开放共享的基础上建立一个合作型的政府，目前已有 60 多个政府部门在线开放 8600 个可机读数据集，并通过多部门项目与跨部门项目推动政府对数据的智慧应用。例如政府通过对综合平台的数据进行分析得到市民流动情况（时间、地点和人数），进一步优化交通线路和配备公交工具；根据绿地公园的人数访问数据规划公园绿地；通过视频监控卫生情况，调整卫生保洁人员数量；通过人口数据和就业数据，给个人和企业发送报税信息等。智能技术通过统一运营的数据平台和开放的共享数据，有效地提高了政府的服务管理能力。

下图是智慧导则实施阶段相关部门的责任和工作要点。具体城市不同，可能有不同的部门或者不同的管理流程。以下仅供参考。

图 2. 智慧城市建设开发运营管理图

智慧城市的规划、开发、建设、运营管理控制图



1. 智慧通信

智慧通信是智慧城市的基础。本导则中的智慧通信指的是城市拥有一套网络通信系统，包括骨干光纤网络、无线网络、移动网络、以及相应网络交换设备和数据中心，以及相应的智能软件系统 (Hamaguchi et al. 2012)。通过通信网络把传感器收集的数据传输到相应的数据管理平台，从而帮助城市在很多领域实现优化和提升工作效率。智慧通信系统能帮助人实现人与人，人与机器和机器与机器间的多种连接。过去十年中，通信技术的成本有很大的下降，其中传感器成本下降了50%，与此同时技术水平在不断提高，网络带宽技术是过去的40倍，数据交换处理的速度是过去的60倍 (Jankowski et al. 2014)。

智慧通信包括三部分内容：

- 传感器
- 宽带网络基础设施
- 综合运营中心和数据平台

智慧通信系统中最为重要的是要有一个综合运营中心 (Cisco 2012)。例如巴西里约热内卢的智慧运营中心，它拥有一套完整的智慧通信系统，实现从传感器收集并传输数据到数据中心，包括连接成网络的传感器和信号较强的无线网络、宽带有线网络。

智慧通信技术在报告的其他部分也有所体现。例如，智能停车场可以看作是智慧通信的一种形式，因为城市通过在停车计时器上安装无线传感器来发现车辆违规行为或监测汽车完成停车动作所需时间。

推荐的技术

综合运营中心和数据平台

综合运营中心可以帮助政府提高市政管理水平，并为公共机构或公司利用城市运营数据创造可能。中心拥有分析城市各方面数据的能力，包括公交、天气、犯罪、商业和公共卫生等，城市利用公共平台提供数据已成为一种国际趋势，城市通过创造开源数据平台使数据开放，促进更多创业公司和研究者开发出惠民应用。里约热内卢的运营中心结合一系列数据来帮助城市做出重要决策；巴塞罗那和芝加哥都通过举办活动来鼓励公众使用政府数据，韩国釜山则为工程师和创业家提供了一个开发中心来充分利用公共数据。

投资回报

综合运营中心为优化市政管理创造了很多机会，综合运营中心能在灾害反应、公共安全和交通管理等方面提供帮助。这些技术的投资回报很多是间接的，但从长远来看，技术从根本上全面提升了政府机制和服务质量，帮助城市获得长期回报和应对管理挑战。

很多智能技术不可避免地涉及到数据收集设备和公开数据平台，数据平台是中央运营中心的一个重要部分，它可以将数据放到线上并进行分析得出结论。虽然收集数据本身成本很高，但城市能通过其他智能技术的收益来补偿部分成本。政府将数据公开或在不同政府部门间公开仅需付出极小成本，把收集到的数据放到线上也不需要太多投资。举例来说，匹兹堡仅以 2 万美元的成本就建立起城市金融监测网站 (Zullo 2015)。服务运营商 OpenGov，还在加州为 250 个地方政府提供数据平台服务。案例从另一方面说明，如果政府本身能力有限，可以将管理数据库的技术任务外包给外部公司。

更重要的是，收集和公开数据会使外部机构得到参与机会，针对城市问题进行创新或是开发出解决方案，在提升生活质量的同时刺激当地的产业发展。虽然这些回报很难被量化，但促进城市的公开透明和增加互信本身就是一笔无形的财富。

案例

本节的案例涉及了里约、芝加哥、釜山和桑坦德等城市的运营中心发展情况。

里约的运营中心：里约的运营中心收集了 30 个地区和国有企业数据。该中心的主要目标是通过协调城市机构间的沟通来降低突发事件的影响。在 2010 年里约市因洪水、泥石流和雪崩造成了 300 人死亡，随后政府决定建立运营中心 (Cisco 2014b)。整个项目包括三个主要方面：1) 通过传感器收集数据，比如雨水测量器、雷达、巴士 GPS 系统、图片、社交网络和其他来源；2) 分析数据做出运营决策；3) 向公众传播消息，灾害警示等 (Cisco 2014b)。这个中心显示了机构间沟通的重要性。运营中心控制室的协调员通过举行会议，与所有机构及时沟通，了解市内最新突发事件 (2014b)。

芝加哥的开放数据倡议：开放数据与预测分析的结合能提高城市管理能力，芝加哥在这方面是行业领导者。芝加哥一直致力于从能源利用到犯罪数据等各类市政数据的公开工作。芝加哥尤其注重在食品检验数据收集这一领域的创新。在公民咨询联盟志愿者和 Allstate 保险公司的帮助下，芝加哥的卫生部和创新科技部利用开放的数据集设计了一个预测模型，以了解哪些食品企业最有

可能成为食源性疾病的爆发地点。检验员使用预测模型程序能检查出比原来多 5%的关键性违规行为 (Wold 2015)。

此外,芝加哥目前正利用社交媒体来分析与食源性疾病相关的潜在投诉。通过平台,该市总共受理了 193 起投诉,133 家餐厅因此遭到调查。经过检查,16%的餐馆因不合格而关闭,2%的餐厅虽然通过了检查但存在安全隐患和违规操作。该程序利用智能学习算法解析 Twitter 中包含“食物中毒”的单词,针对特定实例展开调查 (Harris et al. 2014)。同时开放数据也将识别和检查可疑餐馆流程缩短了七天 (Goldsmith 2015)。

桑坦德的物联网: 为了测量温度、亮度、一氧化碳和噪声,桑坦德市政府配备了 1100 多个无线传感器。在整个网络中,共有 20000 个固定或移动的设备 (Belissent 2013)。城市划分为 22 个独立的无线传感器网络。每个网络都有一个节点作为网关,这个网关把数据存储在一个数据库,通过网络将数据传输到云服务器。来自传感器网络的数据形成了一个包括空气污染,环境噪声和免费停车位等各类信息的数据库 (Simpli-city)。

桑坦德市在该项目上投资近 1200 万美元,资金主要由欧洲委员会赞助 (O' Connor 2013)。Libelium, 这家智能桑坦德背后的西班牙公司,其业务范围非常广泛,涵盖了日本的辐射监测,西班牙的交通结构调整,以及塞尔维亚公共交通的改造。该案例研究表明,当地的试点项目的成功能帮助地方企业在全全球范围扩展业务。

釜山市的公共云: 釜山市政府采用了一个非常先进的公共云系统,这一系统连接了市政府、地方大学和移动应用开发中心。最终,该项目还将涵盖:自助服务机、数字标牌和移动服务。为了促进经济发展,公共云将创建一个共享的平台服务 (PaaS) 来推动移动应用的开发和培训。此外,智能集成的公共和私人数据 (交通,设施和应急管理) 能优化城市运营。自釜山市的移动应用开发中心成立以来,地方开发社区从 500 个增长到了 1500 个 (Cisco Consulting Services 2014)。第一年就有 840 人注册学习了专业开发课程,七个企业注册成为创业公司 (Cisco 2012)。

传感器和物联网

传感器可以收集包括从湿度到一氧化碳甚至停车位情况的所有数据。这些实体数据通过有线和无线网络传输给计算机,构成了物联网。

这些技术能以多种方式加以应用,本导则中其他涉及到的技术也依赖于传感器的发展。

投资回报

这些项目前期往往需要政府的经费支持。在尼斯的连接大道案例中，整个项目的公共资金支持正是得益于市长的强力支持。在巴塞罗那的案例里，政府对无线传感器的投资推动了私营企业大幅度投资城市建设，投资额度远远超过初始成本。政府对基础设施的投资也可以吸引私人投资参与，例如，智能车站可以用于提供公共无线。许多应用程序（如后文所示）也有成本回收的能力，如智能停车场，智能照明和智能垃圾回收。由于能够节省基础设施系统的维护和劳动力成本，地方政府应该对这些技术加以投资。

案例

本节中的案例着眼于传感器网络广泛意义上的应用。重点阐释这些实例的目的是希望当地政府和开发商明白这些应用可以很容易实现。本案例研究还针对性分析一些可以结合在一起的技术，包括法国尼斯、西班牙巴塞罗那和美国南卡罗来纳州。

法国尼斯连接大道：尼斯的连接大道项目：在广泛应用传感器的基础上应用了一系列智能技术，包括智能停车，智能路灯，智能垃圾管理和环境监测 (Cisco 2014c)。

该平台通过四层系统协作运行：

- 第一层：通过无线网络连接传感器和网络设备。
- 第二层：在城市的分布网点中进行数据采集、处理、存储和分析。
- 第三层：中央数据的收集、存储、计算和分析。
- 第四层：为城市管理者、企业和居民开发创新应用和提供综合服务 (Berst 2013)。

连接大道项目以智能停车作为试点，显示了如何能通过技术筛选将成本最小化。司机通过这项技术能查看到空余停车位并利用移动应用获得实时公共交通信息。根据估计，此项目可以减少 30% 的拥堵，减少 25% 的空气污染，同时提高 35% 的城市停车收入 (Lange 2013)。通常情况下，更换传感器电池的花费是多传感器系统的主要维护费用。连接大道项目则依靠低功率传感器来测量温度、湿度和亮度等性质，低功率传感器并不需要在所有时候都处于开启状态，而只需要在数据传输的时候工作，这将可以大大减少电池更换的需求 (Weiss, Yu, and Simon 2013)。尼斯在后期还实施了智能照明、智能废物管理和环境监测等子项目。通过组合这些项目，那些能回收成本的智能技术（如智能停车、智能垃圾回收和智能照明）能平衡那些缺乏有效成本回收机制的技术（智能环境监控）(Corsaro 2014)。

南卡罗来纳州在基础设施上使用传感器：这一案例示范了传感器如何能运用到大型基础设施项目上。在南卡罗来纳州，有八座桥安装了全天候测量承载能力的监测器。由于人为检查常常低估桥

梁强度，利用监视器设备能够避免此类情况发生。实时信息系统使南卡罗来纳州桥梁的使用寿命延长了五年。更具体地说，该州的交通运输部利用监测数据，花费 10 万美元对桥梁进行了改造，而不是花 80 万美元建造新桥。工作人员还能通过传感器系统警示超重车辆，这一措施对有损桥梁提高使用寿命非常有用。传感器还可以提供风速数据，大桥管理局可以根据地关闭大桥，而不需派遣员工到现场施工 (Chieppo 2014)。

巴塞罗那的智慧城市：根据思科的数据，巴塞罗那的智慧城市计划创造了价值 36 亿美元的收益，并产生了 1500 家新公司和 4.4 万个新工作。项目主要在这方面使用无线传感系统（比如电动汽车），建立起新的通信网络、智能照明系统、智能灌溉管理、智能停车系统等。思科的分析显示，智能照明系统创造了 4700 万美元的价值，智能水系统创造了 5800 万美元，智能停车系统是 6700 万美元，远程工作 1.99 亿美元，而移动协作则创造了 16 亿美元的价值 (Department for Business Innovation and Skills 2013)。

宽带网络基础设施

拥有高速无线互联网已经成为现代社会的一个基础特征。高速互联网连接是企业与客户沟通，员工远程办公和个人享受互联网的必备条件。有证据表明，一些企业为了接入更快的上网速度甚至愿意迁址，在密苏里州堪萨斯城，121 家企业正在计划或者已经搬迁到谷歌的光纤项目区域内 (Rogers 2015)。

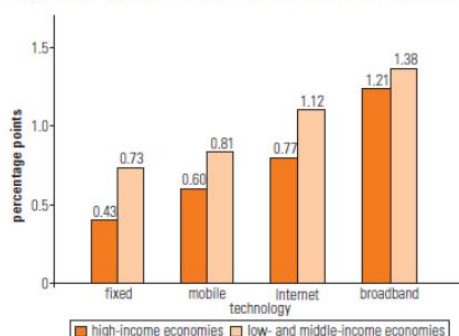
投资回报

相对于其他公共支出的刺激方案，政府在宽带领域的财政投资更加灵活可行。宽带领域的融资主要是市场主导，大部分初期资金来自于私营企业。例如，在澳大利亚和韩国，地方政府仅支付了宽带网络总成本的 11% 和 4%；在葡萄牙，政府为运营商提供信用额度。案例研究表明，只要政府负责一些前期费用，用户就非常愿意为这样的服务支付费用，所以基础设施一旦建设到位，成本就能够很快收回。

在开发周期内每个节点，信息通信技术基础设施对于国家的增长效应有着显而易见的作用。

图 3. 通信技术基础设施对于国家的增长效应（来源：世界银行）

Figure 3. Growth Effects of ICT Infrastructure



Source: Qiang 2009.

Note: The y axis represents the percentage-point increase in economic growth per 10-percentage-point increase in telecommunications penetration. All results are statistically significant at the 1 percent level except for those for broadband in developing countries, which are significant at the 10 percent level.

在当地方政府在进行融资决策时，他们必须考虑到信息通信技术基础设施投资的连锁反应。宽带可以帮助小企业发展，提高教育和医疗服务水平，确保公众安全，并能更好地提供社会服务（“Broadband’s Benefits”）。当然，广泛的宽带基础设施也可以作为其他智能技术的基础。

案例

本节案例研究的重点是新加坡遍布全国的宽带网络。

新加坡新一代宽带基础设施：新加坡的全国宽带网络项目让光纤随处可达，99%的新加坡居民能连接到超高速网络。宽带网络的目标是“把新加坡转变为一个智慧国家和一个以信息通信为驱动的全球性城市（Infocomm Development Authority of Singapore）。” 民营合作伙伴提供了家庭、商业等基础性服务，公私合作使宽带基础设施变为可能。政府承诺为宽带基础设施的安装投入2.5亿美元，民营机构仅需支付部分安装和维护费用，就可以持有和管理宽带网络（Cisco 2014a）。

宽带网络基础设施建设通常由三种不同类型的公司参与：

1. 网络公司：负责被动式基础设施的设计，建设和运营，包括预先埋设暗光纤和管道
2. 运营公司：负责提供大规模主动式基础设施的网络服务，包括交换机和传输设备等
3. 零售服务提供商：负责向终端用户和厂家销售服务，如互联网和因特网协议语音（VoIP）（Infocomm Development Authority of Singapore 2013）

截至 2014 年 6 月，新加坡有超过 55 万用户使用该宽带网络，与 2012 年 1 月相比翻了两番。该网络提供高达 1 Gbps（千兆比特每秒）的网速以及速度高达 500 Mbps 的（百万兆每秒）的下载速度。对于新加坡的金融、软件、工程、数据中心和游戏等众多行业，高速度显得尤为重要。

效益

经济

鼓励创新型产业发展：信息基础设施提升了商业领域的生产效率和盈利能力。得益于宽带网络所提供的高速网络服务，软件服务（Software-as-a-service）和存储服务（storage-as-a-service）的公司需要承担的资金成本更低（Infocomm Development Authority of Singapore 2012）。釜山市在鼓励创业者创业的同时，提供了与基础设施相结合的公共云平台。作为新加坡宽带网络战略的一部分，宽带网络还促进了新产业的发展。除了为科技公司提供资金方面的支持外，高效信息流会从产品设计到市场营销等方面广泛地推动高附加值经济活动。

创造就业机会：英国的一项研究表明，通信技术基础设施的投资能创造大量就业机会，仅宽带投资一项就可以创造 28 万个工作岗位（Liebenau et al. 2009）。

环境

为更有效的环境监测奠定基础：无线传感器使得针对诸如空气和水污染监测等环境活动的监测变为可能。地方政府通过对基础设施进行投资，利用先进的技术，可以有效地能改善空气质量，清洁水源和减少碳排放。

鼓励能源和环境领域的创新型解决方案：通过有效利用碳排放量、空气质量和能源利用等数据，无论是私人或公共部门都可以开发出更好的技术应用来解决能源环境问题，甚至开拓新业务。例如在芝加哥，停车场数据的高效利用就衍生了一家名为 Spothero 的公司，它能帮助用户找到空停车位，而现在这家公司已经把业务拓展到了多个城市。

社会

缩短市民投诉的反馈时间：新北市政府建立了一套新系统，运用信息通信技术对市民的抱怨做出及时反馈。这套系统精简请求流程并减少了重复工作（Microsoft 2015）。

增加公共服务的供应：宽带基础设施实现了信息技术在卫生和教育领域的拓展。例如，快速可靠的互联网连接技术节约了成本，比如远程会诊和监控（Dini, Milne, and Milne 2012）。

提高应急能力：这类技术加强了地方政府与公众的互动，有益于处理突发事件。

2. 智慧交通

根据 Navigant Research 提供的数据，中国的交通拥堵造成了巨额经济成本，因此中国智慧交通市场将成为世界上最大的智慧交通市场之一 (Woods 2012)。中国建造了世界上最多的公交系统，如果没有智能管理，城市很难处理交通方面的问题 (2012)。本节涉及到以下技术：

- 智能交通管理和拥堵定价
- 公交数据和智能支付系统
- 智能公共自行车共享服务
- 智能停车系统
- 从车辆到电网的智能充电网络

通常来说，智慧交通能提供一种便捷的混合式出行方式，目的使现存的公交服务更有效。比如哥本哈根的智能公共自行车共享项目能让用户直接获取公交信息，这使得使用自行车出行的居民能把其他公共交通方式融合到出行计划里，从而达到更远的目的地。智慧交通技术的另一个主要目标是减少拥堵，主要有三种方式：减少司机寻找停车位的时间；限制人们高峰时段的出行；鼓励公共交通的出行方式。

推荐的技术

智能交通管理和拥堵定价

智能交通管理和拥堵定价包括追踪车辆的传感器，动态红绿灯，拥堵定价技术和公交数据收集技术。

智能交通管理和拥堵定价已成为世界很多大型城市解决拥堵问题的必要手段。这项技术能减少交通拥堵和二氧化碳排放，通过定价获得一定收益，同时避免因道路扩张增加的成本 (Bradley et al., 2013)。

投资回报

智能交通管理和拥堵定价有直接可靠的支付机制。但是城市需要进行前期投资和详尽的收益分析。智能拥堵定价能增加政府收入，城市在路费定价上有很大的自主性，定价方式也多种多样（分层、高峰时段和非高峰时段、按月付和按天付）。举例来说，伦敦项目每年能减少 10% 的交通拥堵和增加 2 亿美元的收入 (Litman 2011)。城市通过采取拥堵定价方式增加收入，以应对解

决拥堵相关的外部性问题，比如污染问题、健康问题和基础设施成本。在智慧交通项目中地方性的融资机制扮演着重要角色。

然而收费常常会引起民众的抵抗，伦敦、新加坡和斯德哥尔摩的经验表明，通过对拥堵定价试点项目的积极效用进行宣传能获得民众支持。试点项目通常不会太引起民众的反对，因为项目存在不确定性和有待评估。通过让司机知道收费能减少机动车出行的数量，大部分的试点项目最终顺利地成为了永久性项目（“How to Solve Traffic Jams” 2014）。

目前很难量化解决拥堵问题的投资回报，研究表明大多数主要城市的拥堵问题会产生巨额成本。在巴西的里约热内卢和圣保罗，拥堵产生的费用占城市 GDP 的 8% (Lobo 2014)。

案例

本节中的案例研究主要集中于城市管理拥堵的具体策略，包括首尔向出租车司机收集拥堵数据，斯德哥尔摩则向司机收取所行驶距离的费用，纽约安装传感器和测量工具，以及墨尔本采用智能计量工具。

首尔智能出租车接触卡支付系统：多年以来，首尔通过获取实时交通信息来解决拥堵问题。刚开始城市斥巨资在道路上安装传感器。但这样的交通数据不可靠也没有用。首尔给出了一种解决方案：在 2012 年，城市 25000 台出租车引入了带 GPS 的接触卡支付系统，这项技术以原来几分之一价格为城市提供所需的智能交通数据。据首尔市政府首席信息官 Jong-Sung Hwang 介绍，首尔的经验就是城市需要在不改变城市基础设施的前提下使用智能技术并解决问题 (Smedley 2013)。

斯德哥尔摩的道路收费计划：斯德哥尔摩通过投票实施了一项由 IBM 系统支持的道路收费计划。这项计划利用遍布全城的摄像头对车辆进行拍照，并将他们的出行路径绘制成地图。政府根据人们行驶的距离和时间来收取费用。整个交通系统减少了 20% 的交通拥堵，降低了 12% 的碳排放，同时让公共交通的使用更加灵活。

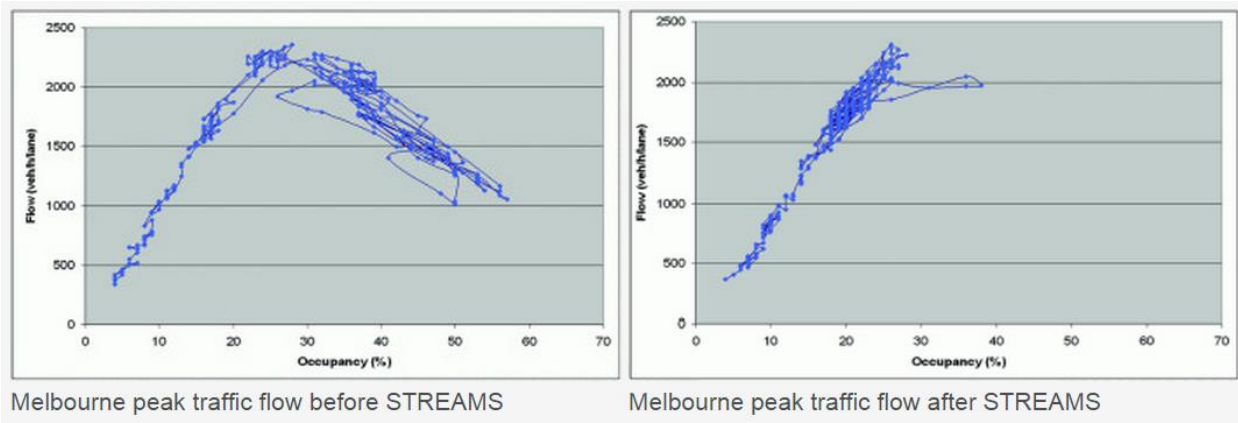
纽约市中心的交通管理系统：这套系统能让工程师实时发现和汇报交通状况。整套系统花费 160 万美元，其中纽约市政府付 100 万美元，中央政府付 60 万美元 (Office of the Mayor, 2011)。整个项目安装了 100 个微波传感器来测量人流，在 23 个十字路口安装了电子路费读取器来测量不同区域人们的出行时间，安装了 32 个交通摄像头来进行实时监控。西门子的数据显示项目实施以来，项目区域内的出行时间提升了 10%，出行平均速度由 10.5 千米/小时提高到 11.6 千米/小

时 (Siemens 2014)。这套系统赢得了由美国智慧交通协会颁发的交通科技大奖，纽约市决定向其他 270 个街区推广这套系统 (Solomon and Mosquera 2012)。

墨尔本智能交通系统：墨尔本和 Transmax 联手在其最繁忙的高速公路上解决拥堵问题，改善交通流状况。Transmax 通过部署记录器来运营智能交通系统，管理交通需求，确保不会超过道路的最大承载量。VicRoads、地方交通管理局和 Transmax 一同开发了“HERO/ALINEA”匝道控制算法。项目把摩托车道的车祸率降低了 30%，城市连接隧道的车祸率降低了 60%；把摩托车道的花费时间减少了 42%，隧道的花费时间降低了 48%；同时把可持续的峰值人流提高到 50%，减少了燃料消耗和其他费用。

下图显示了在实施智能交通计划 (STREAMS) 后，整体交通流量的增加和高峰时段拥堵率的减少。

图 4 智能交通计划 (STREAMS) 的效果



系统的实施使得高峰时段的流量增加到 10%；即使是在高峰出行期，车辆在高速上的平均时速提升到了 20 千米/小时。每天的经济效益高达 9.4 亿美元，同时司机也能节省时间和运营费用。这些数据意味着项目只需 11 天就能回收 1 百万的项目投资。

公交数据和智能支付系统

公交数据对于骑行者和希望能控制和管理公交系统的人来说是有益的。这套系统能为骑行者提供公交到达时间，并告知如何更好地使用多模式公交系统，甚至提供出行时间的准确估计。公交管理局同时能利用所收集到的数据优化路径。如果市政府想要通过数据来提升公交系统，则有很多

机会与其他技术相结合。举例来说，智能支付系统更容易收集到公交数据，提供实时公交数据同样可以改善骑行体验和改变用户使用私家车的习惯。

投资回报

有多种方式能将实时公交数据和支付系统变现，降低资金成本。举例来说，伦敦通过使用现有的微软系统在初始投资上节省上百万美元，这并不影响其发展非接触式支付系统，为市民提供实时公交信息。

通过将实时公交数据和智能支付系统结合，城市政府能更好地了解公交系统和减少费用。比如浙江由于采用更有效的路径，使得优化后的公交网络燃料费用大大减少。

市政府能直接收集数据，通过支付卡向租借自行车的骑行者收费。城市也会和公司一起来降低费用和分担风险。以纽约为例，市政府和万事达卡合作，使得城市交通管理局把公司资源用在风险管理和技术升级上。这个项目就是将于 2020 年开始的“Paypass”。城市同时也能从联名银行卡或使用费中获得收入。项目在 2010 年开始与公交机构合作，用户可在纽约和新泽西用 Paypass (Smart Card Alliance 2006)。这次升级也说明了项目如何在当地公交系统以外拓展业务范围 (First Data Government and Transit Task Force 2010, Metropolitan Transit Authority 2010)。

对于智能交通系统来说，安装一个开放的支付系统比封闭系统更便宜。举例来说，伦敦每年要花费 1.48 亿美元来维护其封闭的 Oyster 系统 (First Data Government and Transit Task Force 2010)。闭环或专线会造成高额的维护费用（特别是当整个系统开始老化时），并且在公交管理局里或单个厂商系统里封闭会技术升级方面的灵活性，同时也会减少项目本身通过联银卡或跨行支付所带来的收入机会 (2010)。

市政府在做融资决策时也应考虑机会成本。比如，在考虑拓宽道路或投资发展公共交通时，城市应对可能造成的污染、拥堵、排放和健康问题加以研究分析。优质的数据和支付系统能到来便捷的公共交通和更好的骑行体验，并有助于城市回收成本 (Tanga and Thakuriahb 2012)。

案例

本节的案例是关于伦敦和镇江公交系统的升级改造。

伦敦交通：伦敦和微软一起通过多种方式来提升城市公交系统。首先，政府在公交上使用非接触式 (contactless) 支付系统，方便用户进入公交而不需要携带额外的公交卡 (Microsoft UK

2015)。目前伦敦是欧洲增长最快的非接触式地区 (Cameron 2015)。案例表明了通过利用现有的 IT 基础设施和有效的公私合营方式来发展智能解决方案的重要性。

其次，政府提供实时出行信息的 TrackerNet 网站现在每天有超过 230 万的点击量，而过去每天只有 1000 的点击量 (Microsoft 2011)。相比于发展自己的 IT 基础设施，伦敦通过与微软展开合作，通过利用微软现有的系统政府可省下几百万英镑。出行助手每天会收到差不多 75 万条请求，有效地帮助用户根据延误情况规划自己的行程 (Perez 2015)。系统通过与交通摄像头、自行车共享站和公交时刻表相结合，远远超过了像谷歌地图这样的单一平台所承载的数据量。

智慧镇江：镇江和 IBM 一起实施了智能交通解决方案，旨在为城市管理者提供地区交通网络监测。“智慧镇江，智慧旅游”已经替代升级了超过 400 个公交站和超过 1000 辆公交车。政府创造了一套新型公交调度系统，该系统能使用复杂的数据分析来管控交通模式和贯穿城市的 80 条线路 (Richards 2014)。传感器系统把从巴士和巴士站的传感器装置上收集数据，交给 IBM 智能运营中心作为智慧城市运营数据 (Woods 2012)。IBM 中国研究中心和城市一道开发出公交线路网络优化规划系统。据城市估计，这项计划在燃料消耗上每年至少节省 270 万美元 (Johnson 2014)。

智能自行车共享系统

在最近几年，中国公共自行车共享系统已开始盈利，并且其中一些项目已成为世界上最大的系统。现在通过智能技术更好地把这些自行车系统和公共交通系统相结合，从而使系统使用起来更方便。公共自行车共享系统能提供更多的出行选择，一方面协调与地铁和轻轨的连接，另一方面让旅客能在回程时更好地使用骑行共享服务。通常来说，公共自行车共享系统能减少拥堵，提升公共健康和促进交通发展。

以下措施能提升公共自行车共享系统：

- 通过移动应用或自行车的平板电脑来提供信息，显示公交时刻表，可达性和 GPS 地图
- 提供电动自行车来增强骑行体验和增长骑行时间
- 将地理定位、区位限定和内置锁等技术融合进自行车，使自行车自由停靠和自动运行
- 通过传感器或其他工具（比如移动应用）来了解自行车使用情况和及时进行维修升级

为保证智能公共自行车共享系统的成功运行，城市必须要先发展发达的自行车道。这就是智能技术必须要在绿色导则的基础上实行的案例。如果缺乏良好的自行车道，即使再好的公共自行车共享技术也无法让民众方便使用。

投资回报

通常政府会为智能公共自行车共享系统付费。城市按月或按日来支付使用费用，或通过出售自行车站广告来回收部分成本。城市同样也可以将项目外包给民营公司以分摊风险。在这些案例中，城市先进行初始投资让项目运行起来，民营公司可以负责后续的投入和智能技术的升级。比如美国凤凰城的 GridBikes 项目通过让当地企业赞助自行车停车站，就是运用创新融资模式的好案例。

案例

本节中研究的案例是凤凰城和哥本哈根的公共自行车共享系统，这两个案例截然不同但又都促进了当地自行车的使用。

凤凰城的 Gridbike: Gridbike 是一个民营公司提供智能公共自行车共享服务的典型案例。凤凰城和 Phoenix 公司签订协议，运行一个公共自行车共享网络。这包括凤凰城的 500 辆自行车，以及 Mesa 和 Tempe 的 500 辆自行车。用户可以预订、购买日票和长期会员证。这些自行车都是由太阳能供能，装有 GPS 定位锁，并能停到特殊的服务亭或传统的自行车架上，这些都为用户提供了充分的便利。项目与民营公司合作也开创了全新的赞助方式 (City of Phoenix)。企业拥有两种选择：在企业的物业上开设自行车停车站，或者在 Grid Bike 共享系统、自行车和自行车停车站上进行自己的广告宣传 (Grid Bikes)。企业通过管理公共自行车共享服务站来提高他们的公众形象，项目本身也能因此创收来实现项目的健康发展。这个案例表明：1) 使用智能技术的灵活性：太阳能供能，和 GPS 定位锁使得用户能优化自己的出行选择，这是因为他们不再需要把车停到某个特定的区域；2) 有效的金融创新确保了公共自行车共享系统的商业模式可持续性，同时也是成功的公私合营模式。

哥本哈根的智能自行车共享项目: 每辆哥本哈根的电动自行车的特征就是有一个安卓的平板电脑，能提供内置的 GPS 服务，实时的火车时刻表（优化后的自行车-轨道交通的结合）和通过平板直接购票的服务 (VisitCopenhagen)。用户需要支付每小时 3.5 美元或是购买 8.85 美元的月票。Cykel DK 是一家由哥本哈根、腓特烈斯堡和丹麦国家铁路公司 (Denmark's national railway system) 共同运营的非盈利组织。这个项目最终在 65 个车站摆放了 1260 辆自行车，并提供全天候 24 小时服务 (2015)。

图 5. 哥本哈根的智能自行车



台北的 YOUBIKE 项目：现在台北的 YOUBIKE 项目有 640 万用户，其中每天有 4 万人租车，每月有 1 百万人租车。整个项目在台北共有 160 个自行车站，每个站都有自己的服务亭。用户会使用一张 Easycard，这张卡使用台北最常用的电子支付系统，和地铁、巴士、的士便利店和其他地点都会进行绑定 (JA Travel Solutions 2013)。台湾自行车公司捷安特 (Giant) 在 2014 年参与了项目运营，公司希望能把公共自行车共享系统扩展到大台中的彰化县和新北市。捷安特公司同时表示，运行公共自行车项目本身无法带来高额利润，因为要控制民众租用自行车的成本。但在发起 YouBike 项目后，公司在台北地区的整体销售额得到较快增长 (Kao 2014)。

智能停车

智能停车技术包括：动态定价、传感器、计时器、能把人们指向开放的停车区域的数据分发技术，以及能使得停车更便捷的电子或移动支付系统。智能停车充分利用了数据来增加停车收入和减少拥堵。举例来说，智能停车包含了一种能连接到中央数据系统的智能停车计时器，城市管理者通过改变每天不同时间段的停车价格来进行动态定价。

智能停车能与其他智能技术相结合。比如 Streetline 的无线网络能获取路面温度和噪音状况等数据。路面温度能帮助发现合适植树点以应对城市热岛效应 (Yusuf 2014)。降低路面温度的同时也能降低建筑能耗和改善空气及水质 (“Road Surface Temperature”)。噪音传感器能探测交通状况并帮助城市管理噪音污染 (Office of Planning, Environment, and Realty HEP 2011)。

¹ <http://cleantechnica.com/2013/08/19/copenhagen-bike-sharing-program-to-be-most-high-tech-bike-sharing-program-yet/>

投资回报

停车是智能技术里最简单的应用之一，投资回收期也很短。在美国，停车通常是一个城市代表性的第二或第三收入来源，投资能增加收入和减少人力成本，存在很高的利润空间。通过实施智能停车系统，城市不仅能控制因拥堵造成的支出成本，也能提高政府收入。城市采用智能停车技术还可以对停车进行分级收费，通过提高某个具体区域高峰时段内的停车费来减少私家车驾驶，并增加收入。

案例

洛杉矶智能停车：洛杉矶安装了低能耗传感器和智能计时器来追踪好莱坞地区（最拥堵的地区之一）的空余停车位。这项技术来自 Streetline (Kessler 2011; Streetline)。传感器有咖啡杯盖大小，被嵌入道路沥青中。记录人们手机支付的计时器为城市提供数据，并能根据需求调整停车价格。执法官员通过这些信息来获知失效的停车计时器或其他的停车违章行为，减少运行成本。一款名叫 Parker 的停车软件能为用户提供实时的空余车位信息，根据 Streetline 的数据，洛杉矶在三个月内就收回了投资成本 (Streetline)。

法国尼斯的智能停车：尼斯在 8500 个街道和 19 个多层的停车场内安装了传感器。智能停车技术将停车成本降低了 30%，拥堵和污染降低了 10%，按照此速度在两年内就能完成投资回收。

该项目涉及到一个引导用户以最佳路径到达空余停车位的技术方法。此外，尼斯还设置了 570 个多功能服务亭，方便民众进行支付，并提供自行车和汽车共享服务等。这些服务亭是智能集成的范本，让民众能对潜在问题做出反馈和获得当地企业信息。最终，从智能停车系统上收集来的数据能帮助尼斯调整费用来应对拥堵和污染等外部问题 (ACT Government 2015)。

电动汽车和充电网络

尽管在很多城市购买汽车受到限制，但中国电动汽车的销售仍在不断增长，因此地方政府可以建设相应的基础设施来鼓励人们购买电动车。在过去十年里，买车人群所做出的决定往往受限于能耗和排放问题，这也是为什么司机很难在买过非电动汽车后再购买电动汽车，所以城市把电动汽车项目融合进智能电网里越早越好 (Xinying Tok)。

电池的价格一直在下降，甚至下降得比 2013 年的预测多得多。2015 年一份研究表明，通过对 85 份电动汽车成本预测文章进行研究。

发现，2013 年国际能源组织对电池价格作出的预测早已过时。目前电动汽车行业已经实现了电池成本 300 美元每千瓦时的目标 (Edelstein 2015)。因此电动汽车的需求被预测将获得增长，而政府在鼓励电动汽车购买上的需求会有所下降。

在需要利用水利能源和可再生能源的地区，城市鼓励使用电动车的作用尤为重要。因为这些地区已经有清洁电力作为能源保障。能源安全问题十分重要，在道路交通中保持一定比例的电动汽车数量是地区弹性交通系统的重要部分。

很多城市仍然缺乏电动汽车必须的基础设施。一旦建立起电动汽车的充电网络，接下来在使用充电网络和将电动汽车与城市智能电网结合等方面就会出现新的方式。

电动汽车和其竞争对手燃料汽车相比要贵得多，但电池价格在不断下降，石油价格的波动让电动汽车更具吸引力。地方政府需要改善城市充电基础设施，因为这是电动汽车成功的必要基础。

不同于美国或欧洲的一些区域，很多中国居民没有自己的车库，所以要在居民区、工作场所和公共区域建立充电站。地方政府应该鼓励新的住宅区建立电动汽车充电站，同时在其它区域鼓励应用充电站。以下是电动汽车的部分充电方式：

- **换电池：**最近，特斯拉已经在关注该项技术，它能支持 Model S 的电池交换，并且特斯拉宣布它将在美国进行电池交换站的试点工作。Better Place 曾做过电池交换的试点项目，其公司已在 2013 年破产。
- **有线充电：**这是主要的充电形式。在欧洲大约有 2 万个充电站和 1000 个快速直流充电站（与之相反的是交流充电站，充电速度慢但安装价格便宜）
- **感应（无线）充电：**已在几个试点充电站开展，但还没有进行商业化推广

对于电动汽车的使用也有不同的策略。比如地方政府可以鼓励公司在自己的企业车队有更多的电动汽车，在这种情况下充电站也会和工作场所连接起来。除此之外，也可以鼓励在城际出行上使用电动汽车，在这种情况下充电站能被设计成高速公路系统的一个组成部分。通常来说，人们不把电动汽车作为通勤方式是因为其运行距离有限（比如说 BYD E6 大约能跑 200km，Tengshi 大约能跑 300km，但特斯拉 Model S 大约能跑 426km）。

投资回报

目前 1 级充电站（直流充电）安装起来相对便宜，2 级和 3 级充电站（充电速度更快的交流充电）更实用但安装成本相对较贵。新商业模式和新技术的出现使得安装充电站越来越方便便宜。举例来说，拥有需求反应能力的智能电动汽车管理系统能减少建设充电基础设施的成本，比如使用低能耗的非峰值能源 (Aunedi 2015)。Green eMotion 发现无智能充电技术的车辆充电成本每

年 200 英镑，安装智能电动车管理系统后的成本下降到每年 5-100 镑，具体数目取决于电动汽车的渗透率。这份研究计算了整个电力系统的投资回报，而不仅仅是私人充电站的。这份成本核算包括了基础设施成本和支持电动汽车升级换代所需的新成本。例如智能电网的技术创新使电动汽车充电网络更划算。

除此之外，不同的定价体系能减轻政府的资金负担。举例来说，政府可以向用户收取前期费用或按月收取使用充电设备的费用。当然这也有可能影响消费者购买电动汽车，尤其是补贴对用户来讲不划算的情况下。

如果能在家里或者工作场所部署充电站，就不太需要快速充电，在旅途中的持续充电增要求快速安全（交流电充电），因此价格更昂贵。地方政府应建立能满足大部分充电需求的充电桩，但仍需要将部分充电桩散布在城市的不同地方 (Siemens 2011)。另一种方法是通过鼓励企业车队来作为充电站的载体，在这之后地方政府也能通过与企业合作来减少成本。政府能够可以和更多驾驶电动汽车的工作人员合作以确保有足够数量的司机能使用充电桩。

下表总结了美国电动汽车的充电成本。中国能有所借鉴的就是美国的人力成本尤其高，所以中国在这方面的尝试相对较便宜。在人力成本升高以前，中国的城市可以战略性地部署基本的基础设施。

图 6. 美国电动汽车充电桩的成本分析 (来源: Agenbroad and Holland 2014)

	Level 2 Home	Level 2 Parking Garage	Level 2 Curb-side	DC Fast Charging	Description/Key Assumptions
Charge station hardware	\$450-\$1,000	\$1,500-\$2,500	\$1,500-\$3,000	\$12,000-\$35,000	
Electrician Materials	\$50-\$150	\$210-\$510	\$150-\$300	\$300-\$600	<ul style="list-style-type: none"> \$1.50-2.50/ft for conduit and wire, plus misc other materials \$50-80/hour (per dist?)
Electrician Labor	\$100-\$350	\$1,240-\$2,940	\$800-\$1,500	\$1,600-\$3,000	<ul style="list-style-type: none"> \$500-1000 if new breaker is required Assume 2x electrical cost for level 3
Other Materials		\$50-\$100	\$50-\$150	\$100-\$400	<ul style="list-style-type: none"> \$25-100/ft for trenching/boring—depends on surface, soil, and underground complexity Mounting, signage, protection, and restoration also included here, but don't usually contribute more than a few hundred dollars
Other Labor		\$250-\$750	\$2,500-\$7,500	\$5,000-\$15,000	
Transformer	NA	NA	NA	\$10,000-\$25,000	<ul style="list-style-type: none"> 480V transformer installed by utility
Mobilization	\$50-\$200	\$250-\$500	\$250-\$500	\$600-\$1,200	<ul style="list-style-type: none"> Home: 1-3 hours of electrician time for a home installation Public: \$250-500 of time for 1-2 electricians and other labor. We found that the work could usually be completed in a single visit from each contractor.
Permitting	\$0-\$100	\$50-\$200	\$50-\$200	\$50-\$200	<ul style="list-style-type: none"> Varies city to city, often a flat fee for one or several stations

对电动汽车的投入带来的回报可能是间接的，比如减少排放，通过减少对进口石油的依赖来提升能源安全和让更多可再生能源融合进智能电网里。汽车到电网技术也存在着潜在的发展空间。在更多的人选择内燃机汽车前，地方政府应该抓住发展更清洁的电动汽车的良机来减少排放。

在充电点上的创新，也能够促进成本下降，布置起来更加容易。举例来说，宝马已经开创了使用路灯为电动汽车充电的技术，司机使用标准的充电电缆通过路灯充电。第一个试点项目开始于2015年的春天，虽然还没有公布成本等相关信息，但项目毫无疑问会增加充电点数量，减少建立充电装置的成本。

许多的专家认为电动汽车势不可挡，普及只是时间问题。智能电动汽车的生产厂商将继续通过公私合营的模式来实行合理的定价策略，以促进电动汽车的发展。通过这种方式他们能利用好绿色融资和政府激励。地方通过一开始支持强有力的充电基础设施来构建清洁能源汽车系统的基础，也能从这种创新中获益。

案例

这些案例揭示了使用电动汽车和部署相应充电基础设施的收益，包括减少高峰期需求（阿姆斯特丹的“汽车到电网”项目），为出行者提供汽车，以及在工作场所和商业聚集地提供充电服务。本案例研究也讨论如何使用新的充电技术，比如宝马的路灯充电系统。

巴黎的 AUTOLIB 电动汽车系统：在 2011 年，巴黎引入了一种叫“Bluecar”的三门车，这种车能在城市里 250 个地点租到。项目的目标是提供公共交通和私家车之外的另一种选择。到 2012 年，在巴黎市中心已有 1750 辆电动汽车，超过 5000 个充电点和 710 个充电站。一系列的激励措施使得这项服务更受欢迎：优先停车，豁免道路税，豁免注册税和能进入公交车道。巴黎的很多市民参与到项目的管理中，而一家叫“Bolloré”的公司来负责整个项目的运营。项目目前仍依赖于财政拨款，但 Bolloré 已从欧洲投资银行收到了 7500 万镑欧元的资本来扩展项目。截至到目前为止，项目已有 38800 人进行注册。Bolloré 预测，到不再需要财政拨款的时候，将有 80000 人注册。

项目的环境回报是显著的。巴黎 Autolib 的司机通过这项服务而不是买车能每年节省下 7000 镑欧元。通常来说，交通服务（mobility-as-a-service）比拥有私家车要有效得多。在平常，巴黎的车有 95% 的时间都是停着的，这就意味着 Bluecar 能提供 15 倍私家车的使用（University of Cambridge 2014）。

日内瓦的电动巴士系统：日内瓦和能源公司 ABB 一道发起了一个促进电动巴士充电技术的项目。项目的参与方包括日内瓦公交管理局、运营商、产业和技术促进秘书处的官员、国营的日内瓦电力公司（SIG）和日内瓦 ABB 公司（ABB 2013）。

大容量的电动汽车能坐 135 个乘客。巴士能在乘客上下车的时候，直接在某个巴士站充 15 秒的电。在巴士路线的最后，3 到 4 分钟就足以把电池充满。这些巴士有一个创新的电子驾驶系统，能源来自于车顶充电装置的压缩电池。快速充电技术使得巴士能全使用清洁电力（水力发电）。这个试点项目在日内瓦机场和城市国际会展中心-巴莱斯堡中运行。

下面这张照片显示了电池充电系统。这套系统使用一个激光控制的移动臂来和汽车顶盖的一个接收装置相连接。

图 7. 日内瓦电电动巴士充电



效益

经济

拥堵限制了经济的成功：对于发达城市来说，交通拥堵和移动不畅阻碍经济生产力的提升。成功的城市能创造就业并吸引新的居民，所以智慧交通对于促进城市经济增长很重要。智能交通管理能明显地改善交通流量。举例来说，纽约因为交通拥堵每年要损失 130 亿美元，现在已经通过智能交通方案来解决拥堵问题。根据洛杉矶分校 Donald Shoup，8-74%城市拥堵区域是因为人们要寻找停车位（Shoup 2006）。这份研究由国家高速公路交通安全局支持，它估计 30%商业区域的驾车出行是花在找停车位上了（Bilton 2013）。

政府收入增加：因为无效率的停车管理可能会使政府减少 40%的停车收入（Streetlines）。智能拥堵收费系统不仅能提升交通流量，也能成为政府另一个收入来源。这份收入在这之后又可以在投入到公共交通系统中，从而进一步推动城市交通的发展。巴塞罗那市政府已经通过智能停车把停车收入提升到 5000 万美元（Cisco 2014e）。

改善当地的商业：美国马里兰州埃利科特城实施的智能停车系统带来了 9.5%的停车转换率，并促进了当地商业 12%的增长（Shaw）。

环境

减少的能源使用和燃料排放：智能科技提高了利用率，这对于有效的交通很重要。汽车空间的无效率在世界上大部分时间是很明显的。使用 STREAMS 智能公交系统，蒙特利尔的高速公路每天燃料能节省 16500 公升汽油，温室气体排放量被减少到 11%（“City of Melbourne”）。除此之外，在洛杉矶，交通信号同步程序提升了车辆的承载量，这为其节省了 38 万加仑燃料

2

[http://www04.abb.com/global/seitp/seitp202.nsf/0/6327c6fc2e5ad459c1257b7a00538af7/\\$file/Electric+charging+mechanism+on+the+Geneva+TOSA+bus.jpg](http://www04.abb.com/global/seitp/seitp202.nsf/0/6327c6fc2e5ad459c1257b7a00538af7/$file/Electric+charging+mechanism+on+the+Geneva+TOSA+bus.jpg)

(Shaw)。就如西雅图的案例，实时的公共交通信息系统同样也能增加公交的使用 (Ferris, Watkins, and Borning 2010)。

提升空气质量：现在有机会能转型到能直接解决污染问题的清洁系统。电动汽车就是能直接把系统转到清洁运输燃料的好例子。所有电力驱动的交通方式都是零尾气排放，但对于交通方式电子化以达到真正的绿色，就意味着产生电的来源也要是绿色的。智能公共自行车共享系统是另一种把促使交通朝着空间高效利用、零污染和健康方向转变的技术。

社会

提升安全等级：墨尔本的 Transmax 的智能方案系统把摩托车道的事故率降到了 30%，把城市连接隧道的事故率降低了 60% (“City of Melbourne”)。

减缓压力和增强舒适感：用户在拥堵的道路上行驶时，交通系统通过改善交通流量，能减缓压力和增强用户舒适度 (“City of Melbourne”)。美国匹兹堡的动态交通信号灯系统把出行时间减少了 25%。这套系统能按秒测量进入的流量和把数据送到数据汇合处 (Shaw)。

提高公交的满意度：西雅图的实时公交信息系统产生了一系列积极的影响，包括更好的满意度和每周更多的公交出行 (Ferris, Watkins, and Borning 2010)。

3. 智慧市政

智慧市政涵盖了水、废物和气体管理等多项技术。这些技术的初衷是用于市政公用事业，强调市民的参与性，并通过改变用户习惯实现节约资源的目的。如果在项目初期对绿色导则所涉及的技术加以考虑，项目就会获益良多。比如住宅垃圾和商业垃圾的分类有助于高效便捷地智能垃圾收集。

本节将包括：

- 智能水管理
- 智能垃圾收集
- 智能燃气管理

推荐的技术

智能水管理

智能水技术类似于智能电网技术，同样采用智能电表、数据、传感器等技术，这些技术可以有效地减少用水量，提高发现水泄露的水平，使水系统能更加有效和划算。

此外，这套系统还可降低人力和维护成本，提高读表精确度，降低抄表成本 (Bradley et al. 2013)。为了更有效地进行水管理，项目应根据绿色导则确保采用低流量、节水的用水器具。

投资回报

智能水管理主要通过节约用水和降低维护成本等途径获取直接回报。案例研究表明，智能系统不仅能节约用水，而且能识别漏水和其他浪费水的问题。用户购买该项技术的目的是为了节约水费，但智能水表的维护却有可能增加成本。法国智能气体电网的融资模式就很好的解决了这个问题。美国印第安纳州的南本德案例表明，智能水管理也可以避免对大型设施进行不必要的投资 (Rocky Mountain Institute)。经验表明：没有人能保证掌握了更多信息的居民会减少用水，因为改变行为所需要的绝不仅仅是技术安装这么简单 (Robinson 2014)。在实际运用中，因为技术和安装的不确定，很难单纯地根据智能水系统计算出可能节约的水资源。因此，城市应通过试点项目或小规模的干预措施，来了解智能水管理如何引导行为改变。

案例

本节的案例研究包括巴塞罗那的智能灌溉系统，新加坡的智能水管理系统，以及美国印第安纳州南本德的智能传感器和阀门系统。

巴塞罗那的智能灌溉系统：在水资源十分缺乏的城市巴塞罗那，一套互联网控制系统连接了 178 个灌溉点，智能水系统提供的实时数据（温度、湿度、风速，日照和大气压）能帮助园丁做出更明智的决定：避免过多浇水，下雨时该系统会自动停止，并根据当时风速让水滴不会落到灌溉区外。巴塞罗那 Parks and Gardens 的工作人员每天使用平板电脑检查植被的生长状况（“Telemanaging Irrigation”）。项目第一阶段耗资 38.22 万美元，有效减少了全市用水量的 1/4，每年节省 55.5 万美元，整个技术的投资回收期不到一年（Laursen 2014）。

新加坡的智能水管理系统：公用事业部门 WaterWiSe 技术提升系统管理和运营水平，这项技术主要是提供综合管理和分析功能。WaterWiSe 利用多探头（或其他现场传感器），SCADA（监控和数据采集）数据和操作信息（阀门密闭、泵表）来查明分析问题，数据每隔 5 - 15 分钟会传输一次，探头能检测液压（压力、流量）、声音（水听器）和水质（PH 值、氧化还原电位和电导率）。如出现异常，系统会给相关注册用户发送电子邮件或短信。该系统还可以进行需求预测，分析水龄和水源，并模拟阀门操作。在新加坡，智能水管理系统在以下几大关键领域发挥作用：

1. 压力异常检测和定位。
2. 事后分析，以了解特殊情况的爆裂或漏水事件的原因。
3. 压力特征分析，新加坡公用事业局能够分析任何事件的特点；
4. 检修，根据给出的实时数据进行信息反馈，快速分辨低水压投诉原因。例如，有商户抱怨较低水压的问题，但系统没有检测到任何异常情况。系统快速诊断出原因为：客户大楼的水箱太小，无法满足高峰时期的水供应。
5. 实时建模和传感器配置 (MIT)

印第安纳州南本德的水管理系统：2006 年南本德选取了 116 个地点进行智能阀和传感器的安装。然而所需的数据量和处理量超过了员工的负荷。该市希望优化水的分发和处理系统，包括 600 英里水管和 550 英里污水管。规划者同 IBM 公司以及一位教授一起合作，提高了南本德自动化使用数据的能力。这些措施包括：

- 以经济为基础制定算法，监测天气和优化废水流动。
- 编制智能阀门程序，使其能够动态地处理来自天气和水传感器的数据。
- 提供热点地图和历史图表等数据。方便工作人员使用。
- IBM 智能运营中心经过调配只需较少的人力。

这些升级立即产生了效益，根据 Nucleus 公司的研究，项目投资回收期是 1.3 年，投资回报率在 123%。得益于以下四个方面的良好效果，南本德平均每年节约 32 万美元左右：

1. 降低维护成本。在污水管的问题达到极限前采取措施。
2. 城市通过实时监视系统避免存储设备的更新成本。
3. 减少意外事故的数量，从每年 30 件降到 1-2 件。
4. 改善公众健康和安全状况，系统使干旱天气管道溢出率下降了 95%，污水采集和处理速度提高了 23% (Rocky Mountain Insistute)。

智能燃气管理

燃气监测系统将家用燃气表连接到 IP 网络，并能远程提供使用量和使用状态等信息。与智能水管理相类似，这一做法能降低人力护成本，提高读数的精确度，减少天然气的消耗，并降低抄表成本 (Cisco 2014e)。有预测认为，2019 年全球智能燃气市场规模将达到 113 亿美元，年复合增长率达到 11.4% (Rohan)。

投资回收

智能气体技术的融资与智能水或智能电网技术非常相似。通过减少气体使用来建立成本回收机制，项目的主要受益者是居民，而不是政府。在法国，智能气体电网的经费来源于燃气费的部分增加。同其他资源一样，减少燃气使用还取决于居民行为习惯的改变。因此，政府可以安排宣传活动来鼓励居民节约燃气。

案例

GAZPAR - 法国的智能气体电网：Gazpar 智能电表测量居民家中的气体使用情况。法国计划到 2022 年安装 1100 万个配备无线通信模块的电表，涉及到通信基础设施系统和监管数据信息系统。项目融资机制是对每个客户收取 0.3% 的能源税率。在英国和法国的燃气表实际测试表明电表能节省 2-3% 天然气，大大弥补了用户的税收成本 (Metering International 2013)。

智能垃圾收集

目前，垃圾处理已成为中国城市政府的重要支出。2014 年，北京垃圾管理费用占市级财政收入的 2.1%。

智能废物收集包括许多技术。其中最常用的技术是分队优化，用于减少垃圾收集的成本。另一个最近的成功案例就是装有传感器的垃圾桶—BigBelly 垃圾桶。它通过使用传感器来提醒工作队收垃圾的最佳时机。

投资回收

通过节省燃油和降低劳动力成本，智能废物收集系统可以直接获得投资收益。

案例

本节中的案例研究，包括费城 BigBelly 的垃圾压缩机和俄克拉荷马州的分队优化软件的应用。

BIGBELLY 的垃圾压缩机：2009 年，费城用 500 个 BigBelly 太阳能垃圾压缩机取代了 700 个公共垃圾筐。在这之前，市政府需要每周运输 17 趟，才能清空市中心的 700 个普通垃圾筐，每年需支付\$230 万的费用。通过使用 500 个太阳能供电的压缩机，目前该市现在一周只需运输 5 趟，每年仅需支付\$72 万的费用。这意味每年节约了 70%的成本，在未来 10 年中，费城将累计节省\$1300 万的收集成本（扣除设备成本）（The Joint US-Brazil Initiative on Urban Sustainability 2012）。通常来说，BigBelly 太阳能垃圾压缩机的投资回收期大概需要 3 年 (Kramer 2011)。

俄克拉荷马州斯蒂尔沃特的分队优化：斯蒂尔沃特市的垃圾管理处要服务 13000 个垃圾捡拾点。FleetRoute 是一种基于地理信息系统建模的线路选择软件，它可以优化绕一圈的时间、线路面积和服务天数。同时，它能减少更新线路的成本，也能与客户计费和服务系统相结合 (GBB 2015)。在使用 FleetRoute 之前，斯蒂尔沃特市垃圾管理处的司机主要靠记忆完成工作路线。通过优化线路，Stillwater 服务的家庭数量每天会增加 30%。管理处通过这些路径也能节省燃料消耗和人力使用 (2015)。

效益

经济

削减公用事业的运营成本：据 Black and Veatch 的首席顾问路易斯·皮萨诺(Luis Pizano)分析，对于智能水管理，公共部门安装智能水系统的投资回收期预计为 3-5 年，特别是针对具有高抄表成本的系统 (Pizano)。通过简化结算流程，优化费率结构，改善漏水检测，降低成本 (DeLay)。智能垃圾收集系统通过减少垃圾收集车的出车次数来降低成本。

环境

减少用水：智能水系统能够改进漏水检测，提高效率，增强费率设计和建立节约用水激励机制 (Boulos and Wiley 2013)。例如，巴萨罗那利用智能水技术，每年能够节省 5800 万美元 (Cisco 2014e)。

通过垃圾回收减少能源使用：通过告知管理人员垃圾何时会满，智能垃圾收集技术能把收垃圾的次数降到最低。以 BigBelly 为例，全市垃圾收集车次从每周 17 次削减到 5 次，同时降低了燃料成本和车辆的废气排放。

降低垃圾填埋场的使用：智能能量回收能把废物从垃圾填埋场转移出来，作为能源进行发电，例如废气化。

社会

更有效地管理用户投诉：在华盛顿特区和新加坡，利用自动化仪表读数和智能水技术，能对客户投诉进行更好地管理。这同样水务部门只需花费较少的工作时间就能处理用户和系统问题，减少了水务管理成本 (ITU News 2014)。公用事业部门通过对用户数据的详细分析为客户提供更好的服务 (Delay)。

4.智慧能源管理

智慧能源管理有利于城市利用分布式能源实现电网的可靠性、实惠性和清洁性。用户采用新型智能技术将建筑供暖、汽车充电和其他的电子终端与智能电网相结合（Rohling）。用户既是能源的生产者也是消费者，并与政府部门和其他用户产生互动。

智慧能源管理的有效实施依赖于可再生分布式能源的不断发展。因此，在考虑智慧能源管理技术之前，城市需按照绿色导则发展可再生分布式能源，采取多种方式丰富能源供给结构。

家居自动化、分布式发电或是蓄能等新技术与传统技术（比如发电厂和配置性基础设施）相比能提供相同甚至更好的智能电网服务，充分利用这些成本低廉的新技术能帮助用户节省费用。

根据普华永道的研究，世界上有 94% 的能源供应商认为，到 2030 年能源的商业模式将朝着智能电网技术的方向发展。本节包括以下技术：

- 智能电网技术
- 智能照明系统
- 建筑管理系统

推荐的技术

智能电网技术

智能电网技术目前能在不同层级范围内有多种应用实施，分布层和消耗层的技术都可供城市选择。

- 传输层：增强了同步相角测量单位的融合，高温超导电缆，柔性交流输电，高级继电保护和直流高电压。
- 分布层：高级量测体系、高级传感器、自动开关、无功/电压优化、变电站能量存储
- 消耗层：智能电网技术供应商提供家居网络化、自动化需求反应、智能家电、混合车、分布式发电和综合建筑控制等一系列服务。³

³ <http://www.greentechmedia.com/research/report/the-networked-grid-150-report-and-rankings-2013>

根据地方政府和民营公司的一项调查表明，智能电网技术是城市建筑管理系统第二重要的技术。

用电优化的关键是能全面利用智能电网技术实现更好的费率设计。智能电网技术能帮助用户调整消费选择 (Glick, Lehrman, and Smith 2014)。举例来说，按使用时间定价能使高能耗用户避开高电价时间段，同时也能对低能耗用户进行奖励。像 Nest 恒温器这样的智能技术能帮助用户利用定价规则减少电费花销。智能电表程序奠定了动态定价的基础，动态定价能帮助用户省钱。

微型电网等分布式资源尤其重要。电网管理者通过提供激励机制和协调管理平台，确保分布式能源能够并网成功。电力系统通过集成的方式对丰富的资源进行组合管理才能发挥其最大效用。

投资回报

公用事业一直面临的问题是高峰期电价昂贵，不仅增加了服务成本，而且影响了稀缺资源的可靠性，而智能电网技术很好的解决了这方面的问题。面对弹性需求，智能技术给公用事业增加了灵活性，避免了服务的突然中断。可以把需求侧的弹性需求作为一种资源使用，来避免投资建设额外的发电厂。

案例

意大利的智能电表：意大利国家电力公司 (ENEL) 运行了一套同时管理超过 3000 万个电表的系统。ENEL 的自动化电表管理系统在 2001 年就被开发出来，有四个主要的部分：

1. 远程读取电表和管理能源读数
2. 安装在每个中低压站的数据采集器汇总所连接的电表数据
3. 中央系统管理和收集数据采集器中的数据
4. 运营中心管理人员分析处理数据

项目总投资高达 20 亿镑，ENEL 能够通过提供多种服务获利，目前能为终端用户定制不同的税费，提升系统管理能力 (Giordano et al. 2011)。税收措施和能源节省正在帮助 ENEL 回收成本 (Ludwig-Bölkow-Systemtechnik et al. 2012)。更具体地说，项目推动了 57% 的客户改变了能源消费习惯，例如让人们在晚上才使用电器 (29.3%)，避免同时使用不同的电器 (11.9%)，及时关掉电器 (7.5%)，减少使用大功率电器 (6.6%)。此外，引入基于时间的费率能减少 5%-10% 的能耗，并让 1% 的能源需求转移到非高峰时段 ((Jozef Stefan Institute, n.d.))。许多欧洲国家计划在 2020 年之前实现智能电表的 100% 安装。

NEST 恒温器： Nest 恒温器采用了很多项智能电表技术。它其实是通过无线连接来取得用户数据，而不是通过公用事业部门来安装电表 (Nest 2015)。Nest 恒温器的工作模式是：首先了解用

户的能源使用习惯和偏好，然后通过编程形成一个时间表来控制空调系统。关于 Nest 恒温器的研究表明该系统节省了 10%-12% 的空调费用 (Nest labs 2015)。

阿姆斯特丹的从电动车到电网技术：研究表明小汽车只有 4% 的时间用于驾驶 (Bohnsack, Van Den Hoen, and Oude Reimer 2015)。荷兰人发现了电动汽车的第二种功能：与智能电网相结合，实现储能。阿姆斯特丹的目标是：通过使用电动汽车的电池来存储每天白天产生的能源，并在晚上高峰时段加以使用 (Larson 2015)。这使得人均可再生能源的使用比例从 30% 上升到 60%。项目实施前，清洁能源只占总体能耗的 17%。2014 年 3 月项目实施后，这一比例上升到 73% (“General Results”)。项目不仅包括电动汽车，还包括电动船。

智能照明系统

智能照明系统是最常安装的智能技术之一。该系统可以在城市路灯中心控制每一盏路灯，还能和传感器、公共无线网络等其他智能技术相结合。智能照明系统通常包括了调节能力和高效灯泡的安装，技术成功率较高，几乎每个城市都有能力提升其公共照明系统，实现节约成本的目标。

投资回报

智能照明系统得益于直接节省能源，有相对较短的成本回收期。系统同样也能为节省部分人力和维护成本。举例来说，智能照明系统能告知政府路灯是否有损坏和具体维修信息。智能照明系统还能通过改变亮度让环境变得更加安全可靠。

案例

奥斯陆的智能路灯系统：这套系统开始于 2011 年，包括 650 个能监控和 65000 个路灯的处理站。官员通过电脑、平板甚至是电话来调整亮度和时间，也可通过系统进行数据维护和提供相关服务。在以前，工作人员必须要亲自开车去检查路灯状况，而现在工作人员只需通过电脑来检查 65000 个路灯的状况，这大大减少了维护成本。此外，工作人员也可以根据自然光线的强弱来调节灯光亮度，节省能源使用。项目通过重新部署电缆成功解决了当地的严寒气候这一环境带来的挑战。整个的项目的总成本在 300-330 万美元，而城市现在每年能节省 130 万美元。在不考虑维护成本的情况下，项目的成本回收期就已经远远小于三年 (Cisco 2014f)。

东莞莞城的路灯改造：东莞莞城的公共服务中心要负责管理 12500 盏路灯，该市的路灯管理部门和广东一个企业签署了能源管理合同，由该企业更换 LED 灯并管理和维护。在这份协议下，每个月节省的钱用来抵消改造的额外成本。路灯管理者能通过程序来远程监控整个路灯情况。每一个 LED 路灯的数据会通过无线连接传送到数据服务器上。

12500 盏 LED 路灯使每年的能源消耗下降了 70%，安装成本下降了 20%，维护成本下降了 40%。项目同样实现了照明质量的提升、安全的提升和城市的美化，甚至可以通过路灯让公众了解突发事件 (LonMark International)。

建筑管理系统

建筑管理系统，也称楼宇自动控制系统或者楼宇设备自动控制系统，。建筑管理系统一般都可以简单地控制照明和空调系统。

投资回报

建筑管理系统有合理的成本回收期，也能帮助业主提升建筑的整体运营水平。建筑管理系统能方便地通过检测入住率、设定温度控制等技术。对于物业管理公司来讲，运行建筑管理系统会提升建筑的能源效率。

案例

华盛顿的商业建筑：研究发现，华盛顿的三幢大型建筑的电力系统都无法有效工作，难以满足楼宇运行和租户的需求。在使用了实时的能源管理系统后，三幢建筑的电力能耗降低了 13.2%。项目第一年的成本是 144320 美元，之后每年的成本是 65520 美元。该项目每年节省 218703 美元，意味着项目实施一年内就可以收回成本。案例也表明，实时的能源管理系统项目并不依赖于技术有多么前沿，而是取决于是对建筑能源运行的理解 (Henderson and Waltner 2013)。项目的关键是在其中一幢楼内安装了新型建筑管理系统。整套系统的成本是 79000 美元，回收期是 10 年。

效益

经济

采取策略改变需求端：智慧的能源消费能避免能源浪费，并为消费者节省费用。

更可靠的能源品量：智能电网技术能减少能源中断情况的发生，能可靠地提供高质量电力 (Electric Power Research Institute 2010)。

更清洁的能源：微型电网主要使用可再生能源，摆脱了对原有化石燃料的依赖。

通过绿色建筑实现节能：绿色建筑的管理者采取建筑管理系统实现其能源高效和节约费用。

采取动态定价策略：采用智能电表技术，公用事业部门可以实行更合理的定价策略，削峰填谷，降低电厂的规模和能耗。

环境

使用多种可再生能源优化系统：智能电网技术使能源来源更加多样化（比如太阳能和风能），并以灵活地方式连接到智能电网（Electric Power Research Institute 2010）。

减少排放：智能电力技术能减少用电消耗和增加可再生和清洁能源的使用。

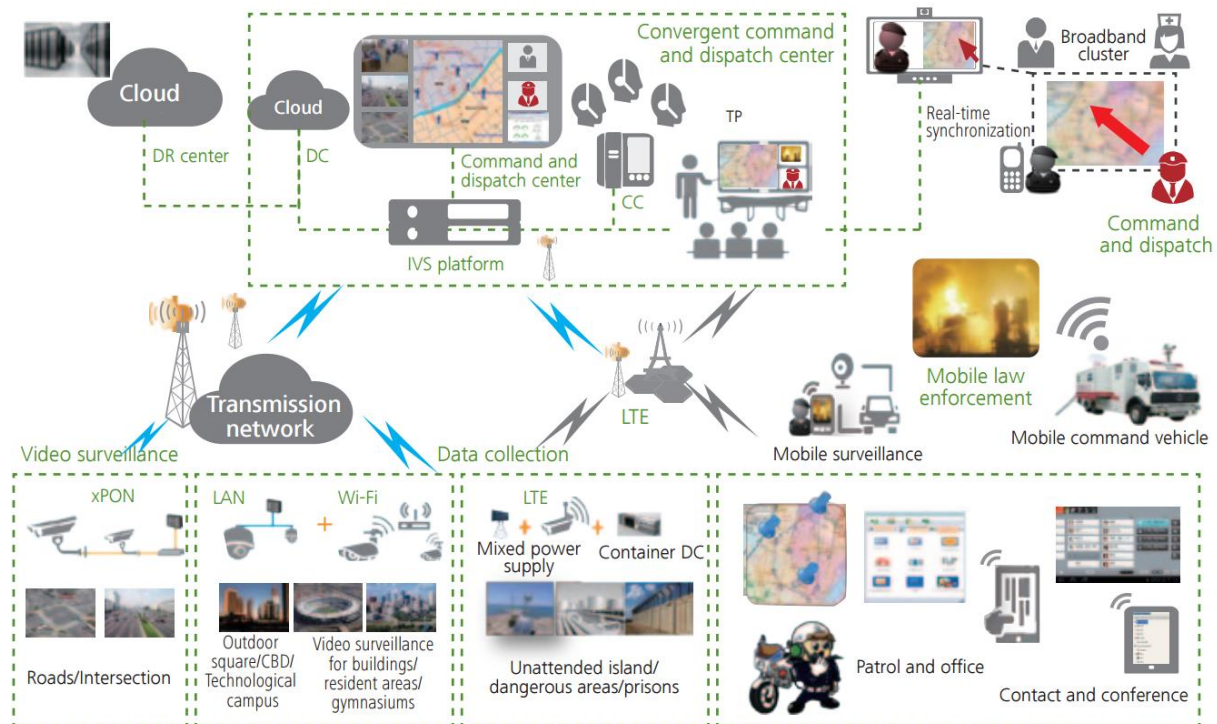
社会

提升能源安全：本地产生的能源能增加区域能源的安全可靠性，这对于偏远地区尤为重要。举例来说，在飓风桑迪袭击了纽约之后，纽约的备用发电机和海岛的微型电网有效地维持部分地区的通电（Pyper 2013）。

5.智慧安全

智慧安全意味着通过采用一套覆盖全市的安防系统来对特定区域实施监控，智能警务系统可以方便报警和出警，震慑防止犯罪的发生。下表展示的是一套完整的华为智慧安全系统架构。

图 8. 完整的华为智能安全系统架构（来源：Huawei）



面对警察的搜捕范围经常过度拉大和犯罪行为难被预测等城市安全问题，通过对高犯罪率地区进行监控，增加公共区域安全性。同时也能提高城市应对突发灾害的能力，本节涉及两项主要技术：

- 智能监控摄像头
- 智能应急响应系统

这些技术都相对成熟，但要根据城市的情况有所调整。举例来说，城市在遇到不同的自然灾害或犯罪行为时，地方政府首先要正确认清所面临的困难，然后再选择合适的技术来应对挑战。

推荐的技术

智能监控摄像头

智能监控摄像头能在公众区域内提供监控，提高面对突发事件的快速反应能力，提升公众事件的安全水平。

投资回报

犯罪行为很难被量化分析，但确实多方面给城市造成破坏。持续的破坏行为，财产的不断贬值和商业投资的下滑都是城市发展隐患。安全是值得城市进行投资的无形资产。智能监控技术在为城市构建安全区域的同时减少人力和运营成本。

案例

改善后的墨西哥城的安全系统：民营公司“Thales”和通信运营商“Telmex”联合实行了一套安防系统。这套系统包括 8000 个摄像头、闪光传感器、自动化识别车牌摄像头、空中侦察机和应急呼叫点。这些子系统由 5 个地区中心控制，而这些地区中心向一个城市级 C4I（指挥、控制、通信、计算和智能）中心汇报。根据 Telmex 的数据，整套系统产生显著的效益：市中心的犯罪率下降了 80%，盗车案件的数量下降了 8%，之前城市管理空白区域内的犯罪活动下降了 35% (Thales Group)。

智能应急反应系统

智能应急反应系统运用数据来提升城市应对和反应突发事件的能力，包括：

- 运用在火场的传感器来进行情景感知和人员位置探测
- 增强在事件发生前数据的收集和应用，为有效的人员和设备派遣提供帮助
- 增强不同数据系统间的互相操作性
- 运用智能系统帮助决策
- 智能报警及警务系统 (Fox 2015)

智能应急反应系统能对火灾、地震、洪水等突发事件作出快速反应。

投资回报

突发事件会对城市在经济或社会方面产生灾难性的影响。对于自然灾害频发的城市来讲，一套智能应急反应系统是一项很有价值的长期战略投资。例如面对火灾这样的突发事件，城市可以对拥有应急反应系统条件下所付出的成本和建设系统所需的投资成本做出比较。

案例

本节涉及到纽约和日本的案例研究

纽约的火灾 2.0 系统：纽约消防部门使用了一套由甲骨文公司开发的可进行数据挖掘的风险监测系统。这套工具的核心是一种叫 FireCast 的算法，它能从五个政府部门和 60 个不同的风险因素中整合数据，算法会给出一张易发生火灾的建筑物名单 (Heaton 2015)。系统的升级版 Firecast3.0 将在 2015 年年底发布，Firecast3.0 能分析 3500 个因素，同时监测 49 个城市地区的状况 (Roman 2014)。政府通过与城市几个关键部门（医疗、财政、环保）展开合作，建立起一个数据中心 (Roman 2014)。之前很多建筑的数据都被存储在一个非电子卡系统内，部门之间的数据库也不相互兼容。实施 Firecast2.0 后，16.5% 的建筑火灾能在 90 天内检测出来，这意味着系统能够及时发现易发生火灾的建筑。Firecast 能帮助消防部门预测发生火灾的原因，并最终有助于改善法律法规 (Roman 2014)。

日本的应急响应协调系统：日本在地震灾后管理方面采用了 NEC 解决方案，包括一个观测系统和一个集信息收集、数据分析、决策辅助和智能报警于一体的综合系统。这套管理系统的重要部分是日本的综合应急报警系统。政府从观测系统获取数据，接着把数据存到数据处理平台，数据经过加工处理后会传输给用户和公司。应急响应服务方（警察、消防和医院）能利用这些数据积极地应对突发状况 (GSMA and Japanese Meteorological Agency 2013)。在 2011 年 3 月日本大地震中，系统及时发现了纵波（地震第一冲击波），在第二波到来之前，为日本争取了 29 秒的缓冲时间。系统还能让日本政府通过手机、电视、电台广播等途径提醒公众及时躲避；提醒火车以确保不会越轨；提醒飞机以确保安全着陆 (GSMA and Japanese Meteorological Agency 2013)。

效益

经济

降低警力运营成本：整合警察部队减少重复工作，并帮助不同的警察协调工作。

减少突发事件的影响：日本地震系统能在地震发生前快速提醒公交、航班和基础部门，将影响降到最低。

减少财产损失：智能消防系统能使消防队更好地应对火灾等突发事件 (Roman 2014)。

社会

减少火灾的损害：正如 Firecast 案例中所示，在火灾发生时，消防队只有对建筑布局等信息了解才能确保自身安全，这同样也适用于在建筑物里的人 (Roman 2014)。

减少犯罪和暴力：研究表明摄像头减少了巴尔的摩和芝加哥的犯罪活动。在巴尔的摩，得益于安装监控摄像头，暴力犯罪被减少了 22% (La Vigne et al. 2011)；在芝加哥，智能视频监控系统帮助政府节省了系统成本的四倍 (La Vigne 2013)。

提升警察反应时间：通过整合信息沟通平台，警察能缩短反应时间。当在其他区域内发生犯罪活动时，临近区域能共享信息协助抓捕罪犯。在墨西哥城，一套智能安全系统把警察的反应速度提升了三倍 (Thales Group)。

与周边区域增强协同：通过整合信息和沟通平台，警察能更好提高执法水平。

6.智慧公共服务

智慧公共服务能帮助市民与地方政府进行沟通，帮助地方政府更好地理解和服务市民。本节涉及到五种技术：

- 基于网络的公共服务
- 公共无线连接
- 公共服务亭
- 远程医疗监控
- 数字化学习

推荐的技术

基于网络的公共服务

改善居民和地方政府之间的沟通能有效地促进城市的生活质量。居民利用基于网络的公共服务平台反映问题和享受政府服务。

地方政府开展基于网络的公共服务的好处是：减少劳动力，减少运营维护成本，增加市民满意度，扩展服务范围。这些好处完全取决于系统使用频率和系统有效性。对于下文所列出的服务来讲，政府可以减少文稿处理和提升回答服务请求的自动化水平。

基于网络的公共服务同样也是居民和地方政府直接沟通的一种方式。比如说，很多呼吁市民使用移动应用来反映路面凹坑、损毁路灯，垃圾处理等公共区域问题。在这种情况下市民的参与成为了政府将责任外包的一种方式，这种方式也使得服务更有效。

此外，网络服务和在线处理问题能为市民节省时间，具有很强的灵活性，而不需要他们亲自做某些事。

案例

本节的案例研究包括斯德哥尔摩的居民电子服务和巴塞罗那的移动公共服务

斯德哥尔摩的居民电子服务：斯德哥尔摩五年内花费 9000 万美元来发展为居民提供电子服务的系统网络。分析表明，该项目在 4-5 年内能够自负盈亏。目前已经发布了测试版本平台，用户将

针对与自身密切相关的服务进行投票，提供意见和提出问题等。测试版的平台吸引了很多人的注意，政府也具备了利用网站初步解决问题的能力。网络平台在 2012 年又进行了升级，增加了一些其他服务，包括申请住宅停车许可证，扫描住宅区的氦气含量，申请幼儿园和学前班，显示城市空置住房等。其中，市政厅预订婚礼和申请幼儿园两项服务特别受欢迎，现在有 90% 的婚礼是通过在线预订的，同样有 90% 的家长通过网络预订幼儿园 (New York City Global Partners 2012)。

巴塞罗那的移动公共服务：巴塞罗那通过移动应用为居民提供系列服务：市民能获取停车票，拖车地点甚至是非盈利组织要求公共补贴的信息。政府开发出一个政府层面的管理框架“Urban Habitat”，涉及水管理，能源，公共事业和环境机构等（“Presidents, citizen relations”）。智慧城市人事管理办公室随后与公司巩固合作，集中了与所有智慧城市相关项目的权利。公司同样可以增强网络服务能力。例如，巴塞罗那的孵化新技术的组织 FabLab，通过公私合营方式提供民营平台，和巴塞罗那创新城市实验室(BUILD)一起推动了电动汽车的使用。

公共无线连接

公共无线连接系统使公共区域更具吸引力，让人们彼此沟通顺畅，同时促进当地企业之间的沟通，提升社区通信方面的服务水平。

投资回报

民营机构更容易参与到公共无线连接项目中，公共无线连接项目有多种机会出售广告，并能够提供当地商业信息的热点广告位相结合。地方政府可以选择与民营公司合作，也可以采用出售广告或其他部分等方式完成公共无线连接系统的融资。

案例

把无线连接服务和智能停车相结合：这份案例研究展示了如何把多种智能技术打包。温哥华的 Photo Violation 高科技停车计时器使用高速宽带将车牌照片传输到一个管理系统，数据被用作追踪停车时间和违章情况 (Cisco)。

公共服务亭

公共服务亭不是政府与居民互动的终结，而是地方政府了解民众需求的一个有效入口。公共服务亭的功能呈现多样化：回答问题，卖公交票，甚至作为应急反应系统。通常意义上公共服务亭需要和移动应用连接才能有利于用户方便使用。

投资回报

公共服务亭通过出售广告给当地企业来实现简单回报。在这些交易中服务亭仅能收取较少费用。当地企业将其作为企业的宣传途径，同时帮助减少公共服务亭的成本。地方政府也可以采取公私合营的方式来建立公共服务亭。例如，服务亭能出售演唱会门票，帮助用户预订附近酒店或是出售公交票，这些都能为相关企业和机构创造收入。另外服务亭能通过精简居民申诉流程来降低政府财政支持，还能及时发现社会问题和提升居民生活品质。

案例

巴塞罗那的市民参与项目：巴塞罗那服务亭的“电子政府”能增强市民参与。11个城市服务亭平均每天能处理4500名用户的请求。这些服务亭位于城市的不同地点，帮助解决居民的大部分行政手续。服务亭收到的请求占城市总请求数的60%。市民即使是在非工作时间也能通过服务亭与政府产生互动，这有利于帮助政府更好地了解市民需求。居民也可以通过线上方式获取在服务亭办理过的服务和手续 (Barcelona Smart City Tour)。

堪萨斯的服务亭：堪萨斯与思科合作建立了25个服务亭，包括了城市新闻，公告，服务，最近活动，交通服务，地方商业和娱乐广告等信息。在出现突发事件时，服务亭也能成为预警系统。服务亭与智能移动设备相连接，允许用户在自己的设备上完成相关交易。服务亭也可以出售广告，这对于堪萨斯的道路车辆管理局来讲是一种新的收入来源 (City of Kansas City 2015)。

远程病人监护

一项研究表明，病人难以在偏远地区得到有效陪护。解决该问题的关键技术就是远程病人监护和远程医疗。虽然远程病人监护和远程医疗无法替代高质量的医院，但是能提升现有的医疗服务水平。这些技术已被多方面证实十分划算，当地政府和医院则需要甄别出有用的技术。

投资回报

远程医护和远程健康技术的投资回报各不相同，但对投资者来说都十分有利。这些回报不仅取决于某项具体使用的技术，而且还取决于技术适用人群和技术应用的基础设施水平。通常来说，医院所提供的家庭护理服务能节省交通和人力成本，护士和医生不再需要把时间花在出诊途中。

对于那些居住偏远或者行动不便的病人来讲，远程医护能提升其后期所需护理。对比研究表明，配备远程监控的病人比无医护条件的病人恢复得更快。

案例

护理转为干预(CARE TRANSITION INTERVENTION)的远程医护项目：得克萨斯州特克萨卡纳市的试点项目能降低慢性疾病确诊的高风险病人再次住院概率。当病人从医院转到家里时，从护理到干预项目为病人提供家中自我护理技巧。项目整体来说非常成功，但是仍面临着一些问题：首先是部分患者不希望医师上门服务，对于那些偏远地区的病人来讲，医师则在通勤时间上耗时巨大。另一个障碍就是医师往往无法拥有足够多的时间与病人面对面，严重影响了病人的护理质量。通过使用远程护理管理平台，病人能使用个人健康设备（体重、血压监测和脉搏血氧计）和一个能发送生物特征识别信息的安卓平板电脑与护理人员交流。44 个已完成项目的投资回报是每花费 1 美元能收回 2.44 美元。患者的人均护理成本从 12937 美元降到 1231 美元。更重要的是，95%的病人选择接受这项技术，其中 95%的使用者对这项技术表示满意 (Webster, Clifton, and Ford)。

数字化学习

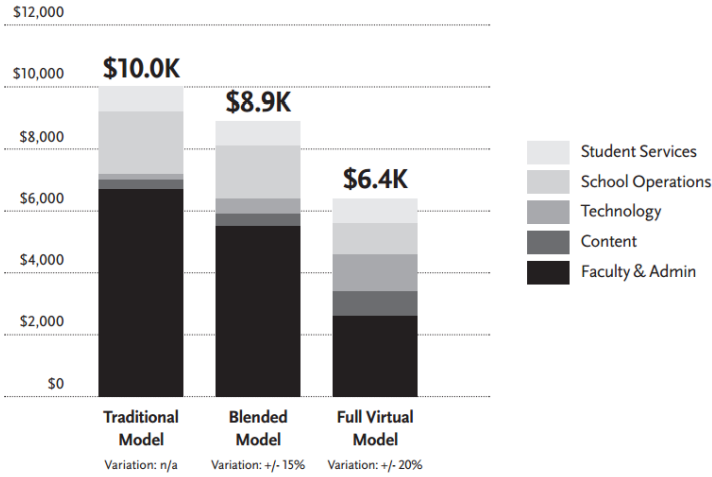
数字化学习方法有很多种：电子学习、虚拟学习、在线学习和混合式学习。融合了面对面和数字资源的混合式学习，是数字化学习中最常见的形式。目前社会对于学生在面对面学习和在线学习两种方式所花的时间比例存在争议，通常来说，学校通过注册购买在线课程或使用开源平台来创建自己的课程。在美国，老师对把在线教育融合进他们的课程中很感兴趣，学校层面已经在努力提升技术融合。目前的案例研究都集中在数字化学习的短期应用，很难判断学生使用数字化学习的长期（5-10 年）效果。

投资回报

在过去几十年中教育形式都没有发生变化，通常都是一个老师在教室前面教一群学生。在线教育的目的就是通过线上互动的方式来帮助老师减少待在教室内的时间。教师通过这种方法能把更多的时间花在小组教学或一对一教学上，增加其和少数学生人群的沟通交流时间。目前需要考量新型教学模式的转化成本和教育质量。

下图显示国外传统教学模式的成本（全部面对面），混合式模式的成本（面对面和数字化），和虚拟模式的成本（全部数字化）。三种模式最大的区别在于教师和行政人员的人力成本。

Figure 3.1: Estimated Per-Pupil Expenditures



4

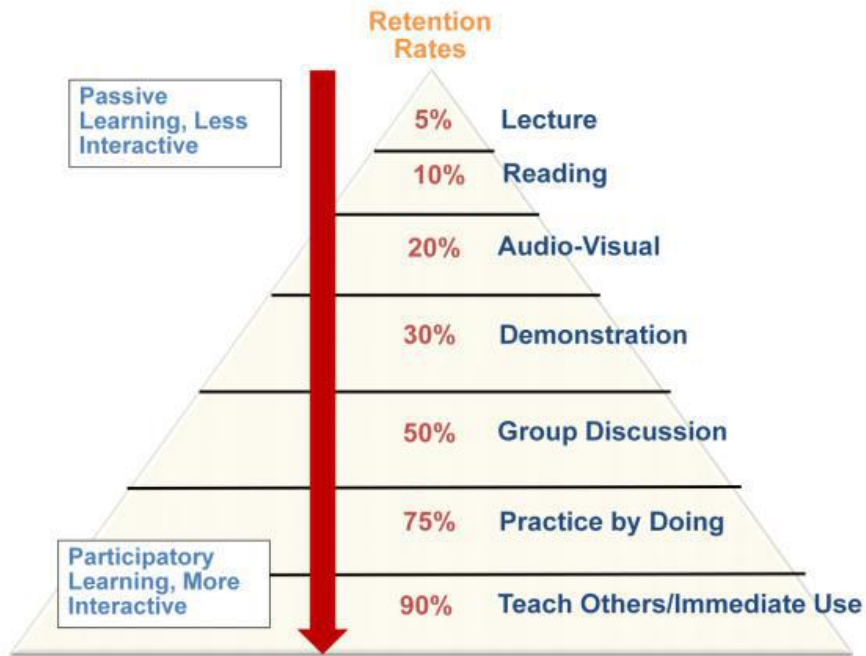
与其他智能技术相比，人类的行为和反应在在线学习中扮演了很重要的角色。老师的质量，课程的质量，和学生的激情都对结果有很大的影响。学校在不同部分的投入也将会影响的数字化学习项目的成本效益。

因此，当评估数字化学习的投资回报时，地方政府和学校应该考虑他们的目标是什么。举例来说，研究表明，当学校使用这套方法授课时学生的留存率更高。数字或混合式学习使得老师能腾出时间参与更多的小组讨论和动手活动。数字或混合式学习还能增加示范和视听教学的数量。

⁴ <http://www.edexcellencemedia.net/publications/2012/20120425-education-reform-for-the-digital-era/20120425-Education-Reform-for-the-Digital-Era-FINAL-Chapter-3.pdf>

FIGURE 2

Learning Retention Rates by Type of Teaching



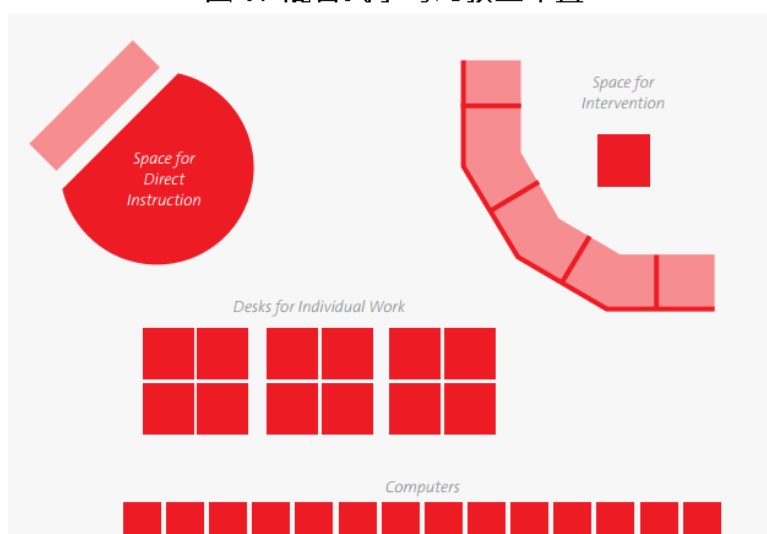
Source: Adapted from The World Bank and the National Training Laboratories, Bethel, Maine

http://siteresources.worldbank.org/DEVMARKETPLACE/Resources/Handout_TheLearningPyramid.pdf

案例

KIPP LA 混合式学习: KIPP Empower 和咨询顾问一起为四个幼儿园班级创建了一个混合式学习课程。案例表明如何把数字化学习和教室模式相结合。下图显示了 KIPP 如何把教室的布置和数字化学习技术结合在一起。

图 9. 混合式学习的教室布置



KIPP 通过这种技术实现了一套特殊模式，即在学生一天的学习活动中，一个主导老师、一个辅助老师和一个教学辅助老师会在不同时间内参与进去。辅助老师和教学辅助人员负责带领人员较少的小组和辅助，主导老师则负责全班教学和辅导经验较少的老师。

KIPP 创建了一个轮换的混合式教室模式，学生能在一堂课的时间内体验到不同的面对面教学和在线教学方式。据 KIPP 的老师介绍，他们对每个学生的学习情况深有体会，能根据学生的要求更好地因材施教。

谈及成本，KIPP 混合式模式能获得更多的政府资助并减少教学费用。KIPP 混合式模式意味着每年级至少需雇佣一个主导老师。下表显示了 KIPP 的混合式学习模式的总体财务情况。总而言之，KIPP 有望每年从单个学生身上赚取 965 美元。（在不考虑到前期投资的情况下）

效益

经济

提高效率和减少成本：远程医护和数字化学习技术都能帮助学校和医院在减少成本的同时改善健康状况和教育效果。

提高学习保留率：很多案例表明，数字化学习能提高学生留存率，并增加投资回报（Bernatek et al 2012a）。

环境

提高环境的监控水平：当出现环境污染等社会公共问题时，居民通过基于网络的公共服务与地方政府进行沟通。

社会

改善教育和健康服务：远程医护和数字化学习能提高教育和健康的质量。

改善公共服务：技术应用能让任何人随时随地得将公共区域内的问题反映给政府部门，让公共区域更具吸引力，增加其财务价值。

提升环保领域的公共参与度：当居民发现环境污染等公共问题时，公共服务亭可以让所有人能与相关部门进行沟通反馈，与此同时帮助政府提高了公共领域的管理能力。

结论

目前还有很多潜力巨大的技术能帮助解决城市问题以及优化城市运行模式，促进绿色城市开发和可持续的城市运行。城市的建设者和运营者需要共同考虑、设计智慧城市的目标和方向，在适当的时候选择合适的技术和产品，实现不同的阶段目标。本导则只是选择了一些典型的成功的案例，希望起到抛砖引玉的效果，引发大家的思考和探索，共同推动绿色智慧城市的开发和运营。

参考文献

前言

- “China Development Bank and China Society for Urban Studies Sign Cooperation Agreement (国开行与中国城市科学研究会签署合作协议).” 2013. *China Development Bank*. January 14. <http://www.cdb.com.cn/web/NewsInfo.asp?NewsId=4313>.
- Johnson, Don. 2014. “Smart City Development in China.” *China Business Review*, June 17. <http://www.chinabusinessreview.com/smart-city-development-in-china/>.
- IBM. 2012. “IBM Zhenjiang Fact Sheet.” <https://www-03.ibm.com/press/us/en/pressrelease/36883.wss>.
- Zhang Shenglei (张胜雷). 2014. “MOHURD Zhang Shenglei: Summary of Progress on Smart City Pilot (住建部张胜雷：智慧城市试点及进展概况).” *Sina Technology (新浪科技)*. November 17. <http://tech.sina.com.cn/roll/2014-11-20/detail-icesifw7913878.shtml>.

智慧通信

- Belissent, Jennifer. 2013. “Smart City Santander: Proven Technology, Uncertain Business Models.” *Jennifer Belissent, Ph.D.’s Blog*. October 28. <https://www.zotero.org/groups/417235/items/action/newItem/collectionKey/7IUB5TSB/itemType/blogPost/mode/edit>.
- Berst, Jesse. 2013. “The World’s Smartest Street.” *Smart Cities Council*. June 18. <http://smartcitiescouncil.com/article/worlds-smartest-street>.
- “Broadband’s Benefits.” n.d. *Strategic Networks Group*. <http://sngroup.com/about-sng/defining-broadband/>.
- Chieppo, Charles. 2014. “How Technology Can Stretch Infrastructure Dollars.” *Harvard Kennedy School Ash Center Data-Smart City Solutions*. July 17. <http://datasmart.ash.harvard.edu/news/article/how-technology-can-stretch-infrastructure-dollars-497>.
- Chui, Michael, Markus Loffler, and Roger Roberts. 2010. “The Internet of Things.” *McKinsey Quarterly*, March. http://www.mckinsey.com/insights/high_tech_telecoms_internet/the_internet_of_things.

- Cisco. 2012. "City Transforms Economic Sustainability with Public Cloud." http://smartcitiescouncil.com/system/tdf/public_resources/cisco_busan%20ec%20dev.pdf?file=1&type=node&id=2.
- Cisco. 2014a. "Cisco Smart+Connected City Operations Center: Unified Management for City Infrastructure." <http://www.cisco.com/web/strategy/docs/scc/scc-city-operations-center-aag.pdf>.
- Cisco. 2014b. "IoE-Based Rio Operations Center Improves Safety, Traffic Flow, Emergency Response Capabilities." http://internetofeverything.cisco.com/sites/default/files/pdfs/Rio_Jurisdiction_Profile__051214REV.pdf.
- Cisco. 2014c. "Connected Boulevard Initiative Generates IoE-Driven Benefits for Nice, France." http://internetofeverything.cisco.com/sites/default/files/pdfs/Nice_Jurisdiction_Profile_051214_REV.pdf.
- Cisco. 2014d. "Singapore Employs IoE Connections as Foundation for 'Smart Nation' Vision." http://internetofeverything.cisco.com/sites/default/files/pdfs/Singapore_Jurisdiction_Profile_091014_Final.pdf.
- Cisco Consulting Services. 2014. "The Internet of Everything (IoE): Case Studies." January 17. <https://www.cisco.com/web/about/ac79/docs/IoE/IoE-Case-Studies.pdf>.
- Corsaro, Angelo. 2014. "Connected Boulevard -- It's What Makes Nice, France a Smart City." *Industrial Internet Consortium*. September 29. <http://blog.iiconsortium.org/2014/09/connected-boulevard-its-what-makes-nice-france-a-smart-city.html>.
- Department for Business Innovation and Skills. 2013. "Global Innovators: International Case Studies on Smart Cities." 135. Department for Business Innovation and Skills. https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/249397/bis-13-1216-global-innovators-international-smart-cities.pdf.
- Dini, Paolo, Claire Milne, and Robert Milne. 2012. "Costs and Benefits of Superfast Broadband in the UK." LSE Department of Media and Communications. <http://www.lse.ac.uk/businessAndConsultancy/LSEConsulting/pdf/SuperfastBroadband.pdf>.
- Goldsmith, Stephen. 2015. "Chicago's Data-Powered Recipe for Food Safety." *Harvard Kennedy School Ash Center Data-Smart City Solutions*. May 21. <http://datasmart.ash.harvard.edu/news/article/chicagos-data-powered-recipe-for-food-safety-688>.

- Hamaguchi, Kazuko, Yuanchen Ma, May Takada, Takayuki Nishijima, and Takanori Shimura. 2012. "Telecommunications Systems in Smart Cities." *Hitachi Review* 61 (3). http://www.hitachi.com/rev/pdf/2012/r2012_03_107.pdf.
- Harris, Jenine, Raed Mansour, Bechara Chouchair, Joe Olson, Cory Nissen, and Joe Bhatt. 2014. "Health Department Use of Social Media to Identify Foodborne Illness — Chicago, Illinois, 2013–2014." *Morbidity and Mortality Weekly Report*. Center for Disease Control. http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm6332a1.htm?s_cid=mm6332a1_w.
- Infocomm Development Authority of Singapore. n.d. "Building Singapore's Next Generation Nationwide Broadband Network." http://www.itu.int/net/wsis/stocktaking/docs/activities/1291981845/Towards%20a%20Next%20Generation%20Connected%20Nation_Singapore.pdf
- Infocomm Development Authority of Singapore. 2012. "Next Generation Nationwide Broadband Network." <https://www.ida.gov.sg/images/content/Infrastructure/nbn/images/pdf/NextGenNBNFACTSHEET.pdf>.
- Jankowski, Simona, James Covello, Heather Bellini, Joe Ritchie, and Daniela Costa. 2014. "The Internet of Things: Making Sense of the next Mega-Trend." <http://www.goldmansachs.com/our-thinking/outlook/internet-of-things/iot-report.pdf>.
- Lange, Anne. 2013. "The 'Connected Boulevard' : Taking the Fast Lane to the Internet of Everything." *Cisco Government Blog: Intelligent Communities Global Blog Series*. June 18. <http://blogs.cisco.com/government/intelligent-communities-global-blog-series-the-connected-boulevard-taking-the-fast-lane-to-the-internet-of-everything>.
- Liebenau, Jonathan, Robert Atkinson, Patrik Karrberg, Daniel Castro, and Stephen Ezell. 2009. "The UK's Digital Road to Recovery." LSE Enterprise, The Information Technology and Innovation Foundation. <http://www.itif.org/files/digitalrecovery.pdf>.
- Microsoft. 2015. "New Taipei City Government." *Microsoft Customer Stories*. January 21. http://smartcitiescouncil.com/system/tdf/public_resources/New%20Taipei%20constructs%20G-cloud%20framework.pdf?file=1&type=node&id=2067.

- O' Connor, Mary Catherine. 2013. "Santander: Test Bed for Smart Cities and Open Data Policies." *ZDNet*, May 9. <http://www.zdnet.com/article/santander-test-bed-for-smart-cities-and-open-data-policies/>.
- Qiang, Christine Zhen-Wei. 2010. "Broadband Infrastructure Investment in Stimulus Packages: Relevance for Developing Countries." World Bank. http://siteresources.worldbank.org/EXTINFORMATIONANDCOMMUNICATIONANDTECHNOLOGIES/Resources/282822-1208273252769/Broadband_Investment_in_Stimulus_Packages.pdf.
- Rogers, Kate. 2015. "Google Fiber: Super Fast Internet Coming to More Cities." *CNBC*, April 22. <http://www.cnbc.com/2015/04/22/google-fiber-super-fast-internet-coming-to-more-cities.html>.
- "Sensor Technologies and Environmental Sensing." n.d. *Simpli-City*. <http://simpli-city.eu/sota/wiki/Sensor%20Technologies%20and%20Environmental%20Sensing.html>.
- Weiss, Joy, Ross Yu, and Jonathan Simon. 2013. "The Importance of Low Power Sensing for the Internet of Things." *Embedded*, October 5. <http://www.embedded.com/design/real-world-applications/4422207/The-importance-of-low-power-sensing-for-the-Internet-of-Things>.
- Wold, Cheryl. 2015. "In Plain Sight: Is Open Data Improving Our Health?" California Healthcare Foundation. <http://www.chcf.org/~media/MEDIA%20LIBRARY%20Files/PDF/PDF%20/PDF%20InPlainSightOpenData.pdf>.
- Zullo, Robert. 2015. "Pittsburgh Opens New Website for City Finances." *Pittsburgh Post-Gazette*, February 4. <http://www.post-gazette.com/local/city/2015/02/04/Pittsburgh-opens-new/stories/201502040173>.

智慧交通

- ABB. 2013. "ABB Demonstrates Technology to Power Flash Charging Electric Bus in 15 Seconds." May 30. <http://www.abb.com/cawp/seitp202/f32c9ded54dc0b20c1257b7a0054972b.aspx>.
- ACT Government. 2015. "Smart Parking – Transforming Parking in the ACT." <http://www.timetotalk.act.gov.au/storage/Smart%20Parking%20-%20Transforming%20Parking%20in%20the%20ACT%20Discussion%20Paper.pdf>.

- Agenbroad, Josh, and Ben Holland. 2014. "Pulling Back the Veil on EV Charging Station Costs." *RMI Outlet*, April 29. http://blog.rmi.org/blog_2014_04_29_pulling_back_the_veil_on_ev_charging_station_costs.
- Bilton, Nick. 2013. "Disruptions: How Driverless Cars Could Reshape Cities." *The New York Times*, July 7, sec. Bits. http://bits.blogs.nytimes.com/2013/07/07/disruptions-how-driverless-cars-could-reshape-cities/?_r=0.
- Bradley, Joseph, Christopher Reberger, Amitabh Dixit, and Vishal Gupta. 2013. "Internet of Everything: A \$4.6 Trillion Public-Sector Opportunity." Cisco. http://internetofeverything.cisco.com/sites/default/files/docs/en/ioe_public_sector_vas_white%20paper_121913_final.pdf.
- BMW Group. 2014. "BMW Group Presents Pioneering Street Lighting System with Integrated EV Charging Station." *BMW*, May 11. https://www.press.bmwgroup.com/global/pressDetail.html?title=bmw-group-presents-pioneering-street-lighting-system-with-integrated-ev-charging-station&outputChannelId=6&id=T0195902EN&left_menu_item=node__6728.
- Cameron, Sean. 2015. "Powered by Microsoft, TfL Is Named as Fastest Growing Contactless Merchant in Europe." *WinBeta*, March 17. <http://www.winbeta.org/news/powered-microsoft-tfl-named-fastest-growing-contactless-merchant-europe>.
- Cisco. 2014e. "IoE-Driven Smart City Barcelona Initiative Cuts Water Bills, Boosts Parking Revenues, Creates Jobs & More." http://www.cisco.com/assets/global/ZA/tomorrow-starts-here/pdf/barcelona_jurisdiction_profile_zs.pdf.
- "City of Melbourne - Community Benefits Realised after Improving Victoria's Most Congested Freeway with a STREAMS ITS Solution." n.d. *Transmax*. <https://www.transmax.com.au/cms/streams-intelligent-transport-system/case-studies/city-of-melbourne-vic-roads-case-study>.
- "GRID Bike Share Program." n.d. *City of Phoenix*. <https://www.phoenix.gov/streets/whats-new/grid-bike-share-program>.
- "Introducing Road Surface Temperature Detection." n.d. *Streetline*. <http://www.streetline.com/road-surface-temperature/>.

- Edelstein, Stephen. 2015. "Electric-Car Battery Costs Already Cheaper Than 2020 Predictions: Study." *Green Car Reports*. March 26. http://www.greencarreports.com/news/1097446_electric-car-battery-costs-already-cheaper-than-2020-predictions-study.
- Ferris, Brian, Kari Watkins, and Alan Borning. 2010. "OneBusAway: Results from Providing Real-Time Arrival Information for Public Transit." In. Atlanta, Georgia. <http://homes.cs.washington.edu/~borning/papers/ferris-chi2010-onebusaway.pdf>.
- First Data Government and Transit Task Force. 2010. "Transit Payment Systems: A Case for Open Payments." http://www.firstdata.com/downloads/thought-leadership/transit-payment-systems_wp.pdf.
- JA Travel Solutions. 2013. "Taipei's Eco-Friendly YouBike Bicycle Program; Fun and Convenient Way to Tour Taipei." *Escape2Taiwan*. August 18. <http://www.escape2taiwan.com/blog/youbike-taiwan-community-bicycle-sharing-program/>.
- Johnson, Don. 2014. "Smart City Development in China." *China Business Review*, June 17. <http://www.chinabusinessreview.com/smart-city-development-in-china/>.
- "Jonas Eliasson: How to Solve Traffic Jams." 2014. *TED Summaries*. May 24. <http://tedsummaries.com/2014/05/24/jonas-eliasson-how-to-solve-traffic-jams/>.
- Kao, Cameron. 2014. "Giant Looks to Expand YouBike Rental System." *Taipei Times*, March 6. <http://www.taipetimes.com/News/biz/archives/2014/03/06/2003584949>.
- Kessler, Sarah. 2011. "How Smarter Parking Technology Will Reduce Traffic Congestion." *Mashable*. April 13. <http://mashable.com/2011/04/13/smart-Parking-Tech/>.
- Litman, Todd. 2011. "London Congestion Pricing." Victoria Transport Policy Institute. <http://www.vtpi.org/london.pdf>.
- Lobo, Renato. 2014. "Study: Rio de Janeiro and São Paulo Lost USD 43 Billion from Traffic Congestion in 2013." *The City Fix*. July 31. <http://thecityfix.com/blog/study-rio-de-janeiro-sao-paulo-brazil-43-billion-traffic-congestion-2013-car-commuters-renato-lobo/>.
- Metropolitan Transit Authority. 2010. "MTA and Partners Announce Joint Smart Card Fare Payment Pilot," June 1. <http://www.mta.info/press-release/mta-headquarters/mta-and-partners-announce-joint-smart-card-fare-payment-pilot>.
- Microsoft. 2011. "London Transport Manages 2.3 Million Website Hits a Day with New Data Feed." Microsoft Service Customer Solutions.

http://smartcitiescouncil.com/system/tdf/public_resources/London%20Transport%20and%20its%20very%20busy%20website.pdf?file=1&type=node&id=542.

- Microsoft UK. 2015. *Six Months of Contactless Journeys on London's Transport Network Powered by Microsoft Technology*. <https://www.youtube.com/watch?v=wf7SPC5PPe0>.
- Office of the Mayor. 2011. "Mayor Bloomberg Announces New, Real-Time Traffic Management System to Reduce Congestion in Midtown Manhattan." *News from the Blue Room*, July 18. http://www.nyc.gov/portal/site/nycgov/menuitem.c0935b9a57bb4ef3daf2f1c701c789a0/index.jsp?pageID=mayor_press_release&catID=1194&doc_name=http://www.nyc.gov/html/om/html/2011b/pr257-11.html&cc=unused1978&rc=1194&ndi=1.
- Office of Planning, Environment, & Realty (HEP). 2011. "Measurement of Highway-Related Noise." *U.S. Department of Transportation Federal Highway Administration*. July 6. <http://www.fhwa.dot.gov/environment/noise/measurement/mhrn03.cfm>.
- Perez, Derek du. 2015. "A Look at Why Transport for London Online, a Microsoft House, Chose AWS." *Diginomica*. April 16. <http://diginomica.com/2015/04/16/a-look-at-why-transport-for-london-online-a-microsoft-house-chose-aws/>.
- Richards, Cate. 2014. "Smarter Transportation Management." December 10. http://www.ncsl.org/documents/forum/forum_2014/ibmpresentationsmartertransportation.pdf.
- "Ride Happy, Ride the Grid." n.d. *Grid Bikes*. <http://gridbikes.com>.
- Shahan, Cynthia. 2013. "Copenhagen Bike-Sharing Program To Be Most High-Tech Bike-Sharing Program Yet." *Clean Technica*. August 19. <http://cleantechnica.com/2013/08/19/copenhagen-bike-sharing-program-to-be-most-high-tech-bike-sharing-program-yet/>.
- Shaw, Anthony. n.d. "Accelerating Sustainability: Demonstrating the Benefits of Transportation Technology." *Intelligent Transportation Society of America*. <http://digitalenergysolutions.org/dotAsset/933052fc-0c81-43cf-a061-6f76a44459d6.pdf>.
- Shoup, David. 2006. "Cruising for Parking." *Transport Policy* 13 (July). <http://shoup.bol.ucla.edu/Cruising.pdf>.
- Siemens. 2011. "Charging toward a Smarter Future." http://w3.usa.siemens.com/smartgrid/us/en/microgrid/Documents/EVI_Charging-toward-a-smarter-future.pdf.

- Siemens. 2014. "Traffic Management Transformed." <http://www.siemens.com/press/pool/de/events/2014/infrastructure-cities/2014-03-intertraffic/wp-traffic-management-e.pdf>.
- Smart Card Alliance. 2006. "Transit and Contactless Financial Payments: New Opportunities for Collaboration and Convergence." http://www.smartcardalliance.org/resources/pdf/Transit_Financial_Linkages_WP_102006.pdf.
- Smedley, Tim. 2013. "The New Smart City – from Hi-Tech Sensors to Social Innovation." *The Guardian*, November 26, sec. Sustainable Business. <http://www.theguardian.com/sustainable-business/smart-cities-sensors-social-innovation>.
- Solomonow, Seth, and Nicholas Mosquera. 2012. "NYC DOT Announces Expansion of Midtown Congestion Management System, Receives National Transportation Award." *Office of the Mayor*, June 5. http://www.nyc.gov/html/dot/html/pr2012/pr12_25.shtml.
- Streetline. n.d. "Becoming a Smart City." <http://www.streetline.com/downloads/Smart-City-Whitepaper.pdf>.
- Tanga, Lei, and Piyushimita Thakuriahb. 2012. "Ridership Effects of Real-Time Bus Information System: A Case Study in the City of Chicago." Vol. 22. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0968090X12000022>.
- Taylor, Edward. 2014. "BMW Develops Street Lights with Electric Car-Charging Sockets." *Reuters*, November 7. <http://www.reuters.com/article/2014/11/07/us-bmw-lighting-sockets-idUSKBN0IR14Q20141107>.
- "The New Copenhagen City Bike: BYCYKLEN." 2014. *VisitCopenhagen*, April 8. <http://www.visitcopenhagen.com/press/copenhagen/new-copenhagen-city-bike-bycyclen>.
- "The Smart City Just Got Smarter." n.d. *Streetlines*. <http://www.streetline.com/smart-city-solutions/>.
- University of Cambridge. 2015. "Cambridge Service Alliance." <http://www.cambridge-servicealliance.org/uploads/downloadfiles/E-Mobility%20Services.pdf>.
- Woods, Eric. 2012. "IBM Tackles Transport Snarls in China Navigant Research." *Navigate Research Blog*, March 1. <http://www.navigantresearch.com/blog/ibm-tackles-transport-snarls-in-china>.

Yusuf, Zia. 2014. “How Smart Parking Makes Way for Smart Cities.” New Cities Foundation. *What Works*. March 17. <http://www.newcitiesfoundation.org/smart-parking-makes-way-smart-cities/>.

智慧市政

Boulos, Paul, and Amanda Wiley. 2013. “Can We Make Water Systems Smarter?” *Opflow*, March. <http://innovyze.com/news/showcases/SmartWaterNetworks.pdf>.

Bradley, Joseph, Christopher Reberger, Amitabh Dixit, and Vishal Gupta. 2013.

“Internet of Everything: A \$4.6 Trillion Public-Sector Opportunity.” Cisco.

http://internetofeverything.cisco.com/sites/default/files/docs/en/ioe_public_sector_vas_white%20paper_121913_final.pdf.

Cisco. 2014e. “IoT-Driven Smart City Barcelona Initiative Cuts Water Bills, Boosts Parking Revenues, Creates Jobs & More.” http://www.cisco.com/assets/global/ZA/tomorrow-starts-here/pdf/barcelona_jurisdiction_profile_zs.pdf.

DeLay, Joyce. n.d. “Smart Water Technology: Benefits, Challenges and Three Action Steps for Utilities.” *Black & Veatch: Water Issue*.

<http://bv.com/Home/news/solutions/water/smart-water-technology-benefits-challenges-and-three-action-steps-for-utilities>.

“FleetRoute™ Route Optimization Software and Services.” 2015. *GBB*. <http://gbbinc.com/products/fleetroute-route-optimization-software-and-services>.

Kramer, Jessica. 2011. “City Tests Solar-Powered Trash Cans.” *The Alligator*, April 4.

http://www.alligator.org/news/local/article_7300076e-5f30-11e0-aab1-001cc4c03286.html.

Laursen, Lucas. 2014. “Barcelona’s Smart City Ecosystem.” *MIT Technology Review*, November 18.

<https://www.zotero.org/groups/417235/items/action/newItem/collectionKey/6RIEIJKK/itemType/magazineArticle/mode/edit>.

Metering International. 2013. “Briefing: Gazpar – France’s Smart Gas Meter.” *Metering & Smart Energy*. October 7. <http://www.metering.com/briefing-gazpar-frances-smart-gas-meter/>.

Robinson, Rick. 2014. “What’s the Risk of Investing in a Smarter City?” *The Urban Technologist*. June 8. <http://theurbantechnologist.com/2014/06/08/whats-the-risk-of-investing-in-a-smarter-city/>.

Rohan. n.d. “Smart Gas Market Worth \$11.31 Billion by 2019.” *Markets and Markets*. <http://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/smart-gas-management.asp>.

“Success Stories in Smart Water Management.” 2014. *ITU News*. <https://itunews.itu.int/En/4852-Success-stories-in-smart-water-management.note.aspx>.

“Telemanaging Irrigation.” n.d. *Smart BCN*. <http://smartcity.bcn.cat/en/telemanaging-irrigation.html>.

The Joint U.S.-Brazil Initiative on Urban Sustainability. 2012. “BigBelly Trash Compactors.” C40 Cities. http://www.c40.org/case_studies/bigbelly-trash-compactors.

智慧能源

Accenture. 2011. “Energy-Smart Buildings.” <http://nstore.accenture.com/corporate-marketing/ccr/2010-2011/Accenture-Energy-Smart-Buildings.pdf>.

“Analysis of Current Projects of Multi-Energies Smart Metering in Low-Income Housing (LIH) in the MED Area.” n.d. Jozef Stefan Institute / Energy Efficiency Centre (JSI - EEC). http://www.elih-med.eu/upload/moduli/pagine/public/doc/ELIHMed_Analysis_of_smart_metering_in_LIH_D.6.1.1_v1.pdf.

Bohnsack, Rene, Robert Van den Hoed, and Hugo Oude Reimer. 2015. “Deriving Vehicle-to-Grid Business Models from Consumer Preferences.” In. Korea. <http://www.a3ps.at/site/sites/default/files/downloads/evs28/papers/E5-02.pdf>.

Bradley, Joseph, Joel Barbier, and Doug Handler. 2013. “Embracing the Internet of Everything to Capture Your Share of \$14.4 Trillion.” Cisco. http://www.cisco.com/web/about/ac79/docs/innov/loE_Economy.pdf.

Cisco. 2014f. “IoE-Driven Smart Street Lighting Project Allows Oslo to Reduce Costs, Save Energy, Provide Better Service.” http://internetofeverything.cisco.com/sites/default/files/pdfs/Oslo_Jurisdiction_Profile_051214REV.pdf.

- Giordano, Vincenzo, Fiavia Gangale, Gianluca Fulli, and Manuel Sanchez Jimenez. 2011. "Smart Grid Projects in Europe." JRC Reference Reports. European Commission Institute for Energy. http://ses.jrc.ec.europa.eu/sites/ses/files/documents/smart_grid_projects_in_europe.pdf.
- Glick, Devi, Matt Lehrman, and Owen Smith. 2014. "Rate Design for the Distribution Edge." Rocky Mountain Institute.
- Henderson, Philip, and Meg Waltner. 2013. "Real-Time Energy Management." Natural Resources Defense Council. <http://www.nrdc.org/business/casestudies/files/tower-companies-case-study.pdf>.
- Larson, Selena. 2015. "Inside Amsterdam's Efforts to Become a Smart City." *The Kernel*, January 4. <http://kernelmag.dailydot.com/issue-sections/features-issue-sections/11313/amsterdam-smart-city/>.
- Ludwig-Bölkow-Systemtechnik et al. 2012. "Effect of Smart Metering on Electricity Prices." European Parliament Policy Department. <http://www.europarl.europa.eu/document/activities/cont/201202/20120223ATT39186/20120223ATT39186EN.pdf>.
- LonMark International. n.d. "Guancheng District, China." http://www.lonmark.org/connection/case_studies/documents/Guancheng%20Case%20Study_v2-1.pdf.
- "Methodological Approach for Estimating the Benefits and Costs of Smart Grid Demonstration Projects." 2010. Electric Power Research Institute. http://assets.fiercemarkets.net/public/smartgridnews/1020342EstimateBCSmartGridDemo2010_1_.pdf.
- Nest Labs. 2015. "Energy Savings from the Nest Learning Thermostat: Energy Bill Analysis Results." http://www.achrnews.com/ext/resources/2015/02-2015/02-02-2015/Nest_energy_savings_white_paper2215.pdf.
- Pyper, Julia. 2013. "Are Microgrids the Answer to City-Disrupting Disasters?" *Scientific American*. *Climatewire*. September 11. <http://www.scientificamerican.com/article/are-microgrids-the-answer-to-city-disrupting-disasters/>.
- Resourcefully. n.d. "General Results." *Amsterdam Vehicle 2 Grid*. <http://www.amsterdamvehicle2grid.nl/graphs/>.

- Rohling, Gitta. 2015. “Why Cities Are Getting Smarter.” *Siemens*. June 7. <http://www.siemens.com/innovation/en/home/pictures-of-the-future/infrastructure-and-finance/smart-cities-facts-and-forecasts.html>.
- “The Economics of Load Detection.” n.d. *Rocky Mountain Institute*. http://www.rmi.org/electricity_load_defection.
- “The Nest Store.” 2015. *Nest*. <https://store.nest.com/product/thermostat/?gclid=Cj0KEQjw6cCuBRCh4KrGoJ6LoboBEiQAwzYsdMx4qzMHXm8oCvTguJINDIL6zCa3mRNdnfPPWI4BlygaApeF8P8HAQ>.
- “The Networked Grid 150: The End-to-End Smart Grid Vendor Ecosystem Report and Rankings 2013.” 2013. GTM Research. *Grid Edge*. March. <http://www.greentechmedia.com/research/report/the-networked-grid-150-report-and-rankings-2013>.

智慧安全

- Fox, Jay. 2015. “The Future of Smart Firefighting: Integrating All the Data.” *Emergency Management*. June 1. <http://www.emergencymgmt.com/safety/The-Future-Smart-Firefighting-Integrating-All-the-Data.html>.
- GSMA and Japanese Meteorological Agency. 2013. “Smart City Resilience.” http://www.gsma.com/connectedliving/wp-content/uploads/2013/02/cl_SmartCities_emer_01_131.pdf.
- Heaton, Brian. 2015. “New York City Fights Fire with Data.” *Emergency Management*. May 18. <http://www.emergencymgmt.com/safety/New-York-City-Fights-Fire-Data.html>.
- La Vigne, Nancy, Samantha Lowry, Joshua Markman, and Allison Dwyer. 2011. “Evaluating the Use of Public Surveillance Cameras for Crime Control and Prevention - A Summary.” *Urban Institute*. September 19. <http://www.urban.org/research/publication/evaluating-use-public-surveillance-cameras-crime-control-and-prevention-summary>.
- La Vigne, Nancy. 2013. “How Surveillance Cameras Can Help Prevent and Solve Crime.” *Urban Institute*. *Urban Wire: Crime and Justice*. April 23. <http://www.urban.org/urban-wire/how-surveillance-cameras-can-help-prevent-and-solve-crime>.
- Roman, Jesse. 2014. “In Pursuit of Smart.” *National Fire Protection Association Journal*, November–December. <http://www.nfpa.org/newsandpublications/nfpa-journal/2014/november-december-2014/features/in-pursuit-of-smart>.

Thales Group. n.d. “The Interconnected City: Improving the Quality of Life of Citizens.”
<https://www.thalesgroup.com/sites/default/files/asset/document/12%20pages%20A4%20-%20Smart%20City-GB.pdf>.

智慧公共服务

Battaglino, Tamara Butler, Matt Halderman, and Eleanor Laurans. 2012. “The Costs of Online Learning.” In *Education Reform for the Digital Era*, Thomas B. Fordham Institute.
<http://www.edexcellencemedia.net/publications/2012/20120425-education-reform-for-the-digital-era/20120425-Education-Reform-for-the-Digital-Era-FINAL-Chapter-3.pdf>.

Barcelona Smart City Tour.” n.d. http://www.urenio.org/wp-content/uploads/2011/12/Barcelona_Smart_City_Tour.pdf.

Bernatek, Brad, Jeffrey Cohen, John Hanlon, and Matthew Wilka. 2012. “Blended Learning in Practice: Case Studies from Leading Schools featuring Kipp Schools.” Michael and Susan Dell Foundation. http://5a03f68e230384a218e0-938ec019df699e606c950a5614b999bd.r33.cf2.rackcdn.com/Blended_Learning_Kipp_083012.pdf.

Bernatek, Brad, Jeffrey Cohen, John Hanlon, and Matthew Wilka. 2012a. “Blended Learning in Practice: Case Studies from Leading Schools Featuring Summit Public Schools.” Michael and Susan Dell Foundation. http://5a03f68e230384a218e0-938ec019df699e606c950a5614b999bd.r33.cf2.rackcdn.com/Blended_Learning_Summit_083012.pdf.

“Best Practice: Services to Residents Via E-Services.” 2012. New York City Global Partners.
http://www.nyc.gov/html/ia/gprb/downloads/pdf/Stockholm_EServices.pdf.

Cisco. n.d. “Parking Meter Company Creates New Business Model with Wi-Fi.” Customer Case Study. http://www.cisco.com/c/dam/en/us/products/collateral/wireless/aironet-1130-ag-series/prod_case_study0900aecd8072b605.pdf.

City of Kansas City. 2015. *Smart City*. <http://kcmo.gov/smartcity/>.

Cress, Caitlin. n.d. “Entrepreneurs Will Develop Smart City Technology for KC in ‘living Lab’ .” *KCPT Entrepreneurship*. <http://kcpt.org/entrepreneurship/entrepreneurs-develop-smart-city-tech-kc-living-lab/>.

“Presidency, Citizen Relations and Corporate Services.” n.d. *Ajuntament de Barcelona-Services*. <http://ajuntament.barcelona.cat/presidenciairegiminterior/en/services>.

Webster, Luke, Shannon Clifton, and Ellen Ford. n.d. “Case Study: Remote Patient Monitoring for Care Transition Intervention Program, Utilizing Remote Patient Monitoring System (RPMS) from Vivify Health.”

<http://www.vivifyhealth.com/assets/pdfs/mHIMSS%20-%20CHRISTUS%20RPMS%20Case%20Study%20-%20Website.pdf>.

致谢

本《国开金融绿色智慧城镇开发导则》缘起于国家大力推动绿色生态城市及智慧城市建设的背景之下，国开金融城镇化平台及其地方政府合作伙伴用“走出去、请进来”的方式，考察学习国内国际成功的绿色智慧城市开发经验，并组建了由在绿色智慧城市规划、设计、开发、投资、运营等领域具有成功实战经验的欧、美、澳公司以及国际绿色生态和智慧城镇的主要行业组织组成的国开金融绿色智慧城镇国际顾问团，就形成一套整合全球最佳实践的绿色智慧开发理念与原则体系进行了深入的研究。为了让更多的国开金融城镇化项目参与各方分享这些学习心得，共享合作机遇，并应用绿色智慧原则进行城镇开发实践，我们编制了本导则。

在国开金融副总裁左坤的领导下，顾问团执委许静静博士与国际可持续发展领域的著名专家、美国能源创新公司主席何豪 (Hal Harvey) 先生，以及长期参与中国城镇化绿色低碳开发的美国能源基金会可持续城市项目主任何东全博士一道，共同组织发挥国际顾问团的资源优势，委托美国能源创新公司的黄希熙 (CC Huang) 和克里斯·博士 (Chris Busch) 协调执笔，在征求超过百位绿色智慧城市开发的实践者、参与者以及各相关领域的行业专家的基础上，历经两年，苦心孤诣，兀兀穷年，编制完成本导则。

本导则的编制历经了两年的时间，我们先后在美国旧金山市，上海市，德国伍珀塔尔市和北京召开了导则研讨会。许多专家顾问倾注了大量的精力，在百忙之中无私地奉献了他们宝贵的时间。在此我们表示衷心的感谢！特别需要感谢的是黄希熙(CC Huang)女士，这位普林斯顿大学的高材生，没有她的执着和勤奋，很难想象在各种专家面谈、大量的联系协调及数千页的材料下能顺利完成本导则。在智慧城市及绿色智慧建筑颇有心得的曲景东先生，对智慧导则部分的编制和修改起着关键性的作用。

特别要感谢为本导则写案例的波特兰州立大学城市发展研究专业的博士生Anthony Ievenda, 编写了美国“绿色之都”俄勒冈州波特兰市的珍珠区-啤酒厂街区案例; 以及瑞典建筑设计行Sweco公司的Jonas Jernberg及团队, 编写了“欧洲绿色首都”瑞典斯德哥尔摩市的哈马碧滨水社区案例。

在此鸣谢的翻译及文字修改团队:

广州市现代快速公交和可持续交通研究所 李淑翎

伦敦政治经济学院 曾辉

筑土国际都市设计公司 马晶晶

能源基金会中国 赵文婷, 程玲琳 (顾问)

能源创新Mitch Tobin, Hallie Kennan, Tili Pike, 白愈(顾问)

品格翻译公司 汪皓

全球绿色智慧投资管理 (北京) 公司 刘宏利

在此鸣谢的还包括 (以姓氏字母顺序):

Sonia Aggarwal, 能源创新Energy Innovation

Anna Algevik, 快览Sweco

白凤至 Fengzhi Bai, 国开金融 China Development Bank Capital

白洁 Jie Bai, 国开金融 China Development Bank Capital

Jesse Berst, 美国智慧城市委员会 Smart Cities Council

彼得巢卡尔索普 Peter Calthorpe, 卡尔索普事务所 Calthorpe Associates

Kelly Carlin, 洛基山研究所 Rocky Mountain Institute

常卓 Zhuo Chang, 国开金融 China Development Bank Capital

Dave Chen, 平衡资本 Equilibrium Capital

李子建Edwin Chen, 高觅 Glumac

陈英强 Kevin Chen, 澳大利亚联实集团 I end I ease
程迈越 Maiyue Cheng, 洛基山研究所 Rocky Mountain Institute
Stuart Cowan, 美国智慧城市委员会 Smart Cities Council
Matt Diserio, Water Asset Management I I C
孟菲 Meng Fei, 能源基金会中国 Energy Foundation China
冯威 Wei Feng, 美国劳伦斯伯克利国家实验室 Lawrence Berkeley National Laboratory
Gordon Feller, Cisco 思科
冯南 Tim Feng, 万科 Vanke
Mitali Ganguly, 卡尔索普事务所 Calthorpe Associates
扬马盖尔 Jan Gehl, 盖尔事务所 Gehl Architects
Noel Kullavanijaya, 平衡资本 Equilibrium Capital
李倩 Quinnie Li, 高觅 Glumac
Robert Liberty, 波特兰州立大学 Portland State University
Jason Meyer, 洛基山研究所 Rocky Mountain Institute
聂耀中 David Nieh, 澳大利亚联实集团 I end I ease
Michael O'Boyle, 能源创新 Energy Innovation
Lynn Price, 美国劳伦斯伯克利国家实验室 Lawrence Berkeley National Laboratory
彭卓见 Nelson Peng, 卡尔索普事务所 Calthorpe Associates
彭艳 Yan Peng, 40都市气候领袖联盟 C40 Cities
钱颖初 Roger Qian, 澳大利亚联实集团 I end I ease
王石 Wang Shi, 万科 Vanke
Gus Steyer, 能源创新 Energy Innovation
Bob Stacey, 波特兰市政委员会 Portland Metro Council
卓欣莹 Xinying Tok, 能源基金会 Energy Foundation China
Zachary Tofias, 40都市气候领袖联盟 C40 Cities

Jonas Törnblom, 瑞典恩怀特公司 Envac

Kristian Skovbakke Villadsen, 盖尔事务所 Gehl Architects

王江燕 Jiangyan Wang, 能源基金会中国 Energy Foundation China

叶祖达 Stanley Yip, 奥雅纳 Arup

姚远 Yuan Yao, 美国劳伦斯伯克利国家实验室 Lawrence Berkeley National Laboratory

Yongkuan Zhi, 思科 Cisco

周南 Nan Zhou, 美国劳伦斯伯克利国家实验室 Lawrence Berkeley National Laboratory

何豪 (Hal Harvey), 许静静, 何东全

2015年10月