



白皮书

# 智慧城市报告

---

---

# 编 译 组

---

翻 译 马文媛 刘丽平 张东霞

赵 强 陆一鸣 吕广宪

校 核 范建斌 王晓刚 白晓民

本书为IEC白皮书官方版本的中文译本

IEC不负责该文本翻译，内容如有不符，请参考IEC原英文版本

---

# 执行摘要

---

城市发展正面临着前所未有的挑战。城市化速度呈指数型增长，每天，人口迁徙和生育给城市地区带来近 15 万的人口增长。2011~2050 年间，全世界城市人口预计将增长 72%（即从 36 亿增长至 63 亿），城市人口占总人口比重将由 52% 上升至 67%。此外，气候变化和其他环境压力也要求城市变得更加“智能”，并通过实质性举措，实现社会责任和法定义务提出的严格目标。

与此同时，社会流动性的增强，加剧了不同城市之间在吸引技术移民、企业和机构方面的激烈竞争。为促进城市繁荣发展，必须实现城市经济、社会 and 环境的可持续发展，而其唯一途径是通过统筹基础设施和服务来提高城市运行效率。尽管当前适用于智慧城市建设的科技发展迅速，但要真正实现城市发展方式转型，尚需要对现有城市运转方式进行彻底革新。

因此，建设智慧城市并不只是简单地由技术供应方提供技术解决方案、城市管理部门加以采纳的过程，还需要为高效地采纳和实施智能解决方案营造一个适宜的环境。

智慧城市的建设离不开各利益相关方的参与和投入，需要他们建言献策、各显所长。公共部门的管理固然关键，但私营部门和社区市民的参与也同样重要，并且要注意妥善平衡各方利益，才能同时实现城市和社区的目标。

本报告尝试针对建设智慧城市的内容、参与者和实现方式等问题给出答案，旨在呼吁各类国际标准化组织之间开展更为广泛的合作，最终形成更为全面、高效、经济和环保的解决方案。

## 一、不同城市的需求大不相同，但发展的三大支柱是一致的

建设智慧城市，没有统一的模式、解决方案或者具体办法可循。不同地区呈现出多样化的趋势，表明不同地区经济发展程度不同，其城市发展模式也大相径庭。此外，观察发现，即使在同一地区内，不同国家的城市化水平也存在着显著的差距。但是，有志于建设智慧城市的所有城市都须以三个方面的可持续发展作为基础。

### 1. 经济可持续性

城市须为市民提供充分发挥其经济潜能的空间，并吸引商业和资本入驻。全

球金融危机下，城市的经济可持续性成为城市发展的核心议题，金融危机揭示了公共管理部门在提供服务和投资基础设施时在财税模型和战略规划方面存在的重大漏洞。当前，实现可持续性财政，不仅要依靠新的财税模型，更离不开效率更高、统筹更优化的公共服务和基础设施。

## **2. 社会可持续性**

一座城市对人员、商业和资本的吸引力，与其生活质量、商业机遇、安全和稳定息息相关，而社会包容性则是这一切的保障。

## **3. 环境可持续性**

城市在环境可持续性上面临着诸多挑战，或源于城市自身，或源于气象因素、地质活动等。通过加强相关技术的高效、科学部署以及基础设施的整合，可有效降低城市对环境资源的不良影响，同时提高城市抵御环境灾害的能力。

这三大支柱有着一个共同的衡量尺度：用更少的投入实现更多的目标和更好的发展，即强调效率的重要性。而效率的提高须寓于市民福祉的改善，创造机遇，提升城市活力和各方参与的积极性。

## **二、智能技术方案创造价值**

智能技术整合并非负担性开支，相反，对任一城市而言，它都是创造附加值的重大机遇。技术整合有助于城市提高效率，提升经济潜力，降低成本，为新企业、新服务敞开大门，并改善市民的生活条件。通过整合创造价值的关键，在于不同技术的相互兼容。通过制订协商一致的公认标准确保互操作性，最有利于实现技术的兼容。

然而，当前的智慧城市项目大多局限于现有的独立基础设施和服务的纵向整合，如能源、交通、用水和医疗等。真正“智能”的城市还应开展横向整合，并创造一套融汇各系统的大系统，从而显著提高效率，为城市及其市民创造新的机遇。

## **三、智慧城市解决方案的设计、实施和融资需要方法创新**

城市面临的挑战十分复杂，传统的规划、采购与融资流程已无法满足现实需要。唯有开展根本性的改革，方能使智慧城市成为现实。

## **四、利益相关方是智慧城市解决方案的主要推动力量**

智慧城市建设仅仅依靠强制性政令无法实现，城市发展面貌是众多个体行为共同作用的结果，甚至社会和技术发展都无法独立决定城市发展走向。当前，随

着电信技术的发展，信息通信技术（ICT）和更经济的能效提高与能源生产工具正在改变市民与城市服务之间的关系。市民日益成为城市服务的提供者，而不仅仅是使用者。一个好的规划离不开城市各利益相关方的参与、投入和建言献策，这就意味着，城市规划需要采用自下而上的现代化流程。城市的各利益相关方包括：

（1）（城市）地方政府的领导人、管理者和业务人员。

（2）公共服务和私营服务运营商：供水、供电、供气、通信、交通、垃圾处理、教育等。

（3）终端用户和生产型消费者：居民和本地商业代表。

（4）投资方：私人银行、风险投资家、养老基金、国际银行。

（5）解决方案供应商：技术供应商、出资方和投资方。

帮助各个群体与智慧城市建设形成真正的利害关系，对于达成改革所需的共识至关重要。城市管理部门应认真考虑和了解各方关切，并最终就建设的方向和下一步工作达成一致意见。若无妥善磋商，在落实其愿景的过程中，城市管理部门迟早会面临重重阻碍。

### **五、若无法将众多系统整合为一个体系，智慧城市便无从谈起**

城市的智能化转变给城市的各利益相关方带来了众多挑战，这种转变有利有弊。要想同时为城市规划者和标准制订组织（SDOs）提供支持，城市建模是一种很有前景的方法，即将城市视为一个由各类活动领域组成的综合性的虚拟组织，各利益相关方（当地政府、公营和私营企业、学术界、医疗机构、文化协会、宗教团体和金融公司）在其中共同参与城市的运营与维护。通过对各方的相互关联建立模型，可找出标准化过程中存在的难处、不足和交叉重叠之处，明确整合的技术需求。

建设智慧城市所需的技术虽然大多为现有技术并日臻完善，但专业、社会和行政方面的阻力仍对这些技术的部署造成了妨碍。通过技术实现基础设施的横向整合，对于实现创新效益、提升潜在和关键效率至关重要。

因此，互操作性十分关键。没有互操作性，一些意想不到的低效率问题会拖累城市规划，导致规划效果不理想和成本增加。在城市规划过程中，主管部门将面临复杂的选择，数以千计的组织、公司可能同时向其提供具备经济性和可持续性的各类工具、系统和产品。

国际公认的标准是确保一体化智能系统有效实施的必要条件，这些标准应包含技术规范和技术分类，为保证设备和系统间的互操作性提供有效指导。此类标准既是衡量效益的指标，也可以是包含详细介绍操作方法的相关文件。

## **六、横向和纵向整合是创造价值 and 实现互操作性的关键**

供电、供气/供暖/供水系统，公共和私人交通系统以及商业建筑/医院/住宅，对于塑造城市宜居性和可持续性至关重要。要改善它们的性能和效率，就需要对这些关键系统进行整合。

智慧城市的成功建设，需要将自下而上的系统建设、自上而下的服务建设和以数据为中心的方法有机结合。技术的整合包括针对传感器、低成本通信、实时分析与控制的纵向整合，以及将过去相互孤立的系统变为以市民为本的服务的横向整合。两者结合，创造出覆盖各类系统的统一体系。

当前的智慧城市工程主要关注的是对现有系统进行更好地纵向整合，如局部改造现有设施、提高能效和减少漏水现象等。下一步，城市需要开展横向整合：综合利用不同领域的的数据，更好地管理城市并降低风险。

## **七、互操作性是管理覆盖各类系统的统一体系 and 解决开放市场竞争问题的关键**

互操作性是管理覆盖各类系统的统一体系 and 解决开放市场竞争问题的关键。尽管我们今天正在经历一场物联网（IoT）革命 [由无线传感器、射频识别（RFID）标签和嵌入互联网协议设备等智能设备的出现所引发]，但不同的制造商在技术开发时，采用的却是各自独有的通信规约和数据协议。

未来，制订国际通用标准是实现互操作性、确保来自不同供应商和不同技术的元件可以实现无缝交互的保障。其关键在于，供应商应在确保数据机密性和个人隐私的前提下，继续分享最佳实践，开发共同标准，以保障数据在不同系统之间的自由流动。

必须实现术语和流程的统一开发，以确保机构和企业之间能够有效沟通和合作，这一点亦可经由标准的制订实现。

## **八、各部门参与主体之间应加强协作**

然而想要实现通过整合和互操作性显著提升效率的目标，城市政府部门和其他利益相关方必须开展有效合作、信息共享。若无有效合作，智能服务和基础设施则无法发展。客户、基础设施和运营之间基本数据交换不足，是各利益相关方

目前突出的障碍之一。

### 九、标准制订方式有待改革

标准是不同基础设施之间建立关联、高效运转的粘合剂。标准对于确保技术互操作性、推行最佳实践而言必不可少，然而现有标准尚未达到实现技术整合目标的要求。相关机构仍然以部门为界各自为政地制订标准，且所开发的标准对城市管理者等非专业人士来说很难理解。标准是城市规划者的重要工具，理应纳入城市规划和市政采购流程中。因此，应当对标准的制订方式进行改革，确保标准满足城市规划者和市内其他服务运营商的需求。

### 十、系统方法论的成功实施须以在全球形成统一方法为前提

标准制订机构之间、标准制订机构与外部机构，特别是与城市规划者之间，应开展密切合作。智慧城市解决方案要想获得充足的投资、成功部署，前提条件之一是在全球范围内与主要利益相关方就其内容和实现方式达成实质性共识。智慧城市各利益相关方应认识到，标准化工作应包含标准系列的制订、推广和部署，并需要开展符合性评估，这样才能促使智慧城市解决方案得到落实。

此外，城市建设涉及的技术多样性要求标准化工作采用自上而下的办法。这便要求不同标准制订机构之间要建立新的协调机制，借由不同机构所涉及的多个技术委员会，对城市各个组成部分予以统一考量。这种办法十分重要，因为系统层面的标准是实施智慧城市解决方案、实现互操作的重要方法。

### 十一、国际电工委员会（IEC）的指导原则、战略导向以及给其他标准制订组织的寄语

电力是一切城市基础设施系统的核心，也是城市建设的主要推动力。因此，在智慧城市系列标准制订中，国际电工委员会应发挥关键作用。国际电工委员会应广泛呼吁、积极行动、为促进全球范围内的联合做出贡献。这不仅需要国际标准制订组织的参与，而且应联合智慧城市蓝图中所涉及的所有利益相关方（城市规划者、运营商等），尤其是市民的参与。

技术和系统的整合对于确保互操作性至关重要，国际电工委员会将本着如下指导原则，为有关主体之间的积极协作提供支持。

国际电工委员会应继续推动技术整合（电工学、电子学、数字和信息技术），确保将数字技术全面融入国际电工委员会的所有标准之中，实现互联和数据共享。

国际电工委员会应确保数字技术和信息技术供应商积极参与其标准制订工作。数据应成为国际电工委员会的一个关键议题，包括物联网、数据分析、数据使用、数据隐私和网络安全等。

考虑到智慧城市标准化在灵活性、互操作性及可扩展性方面的要求，系统方法的推广应作为国际电工组织的第一要务予以加快推进。为用户（市民、城市基础设施与服务的规划者和运营者）创造价值，仍将是标准制订工作的主要动力。

智能城市建设要求解决方案适应城市和市民的具体需求，标准的制订也应谨记这一目的，消除妨碍技术整合的技术障碍。

在构建系统方法时，国际电工委员会应考虑建立一个结构框架，明确若干系统构成的复杂大系统的概念以及互操作性和整合的基本层级和规则。这一框架的建设应与其他国际标准制订组织和国际性机构合作开展，如国际论坛和联盟等，且应将绿地开发（新建）和棕地开发（翻建）同时包含在内。

国际电工委员会应开发可视化工具，通过城市建模，模拟城市各个系统之间高度的相互依存性。

国际电工委员会应致力于与城市主要利益相关方建立联络，鼓励、引导其参与、投入标准制订工作，并为合作提供必要的平台。

国际电工委员会应对现有标准的制订与推广方式发起挑战，特别是探索如何能使更多市民和城市主体感受到标准所创造的价值方面。

上述努力应铸就一个具备可靠标准和互操作支撑的、更为广阔的市场，从而让可复制的且更经济的技术在全球范围内得到推广。各利益相关方之间开展更为广泛的合作，最终会为全球迅速增长的城市人口带来更为全面、高效、经济和环保的良性解决方案。

#### **鸣谢：**

本报告由国际电工委员会市场战略局下属智慧城市项目组编写，项目合作方欧洲政策研究中心（CEPS）亦对本文有重要贡献。项目组成员包括：

克劳德·布雷宁先生（Claude Breining），项目组组长、市场战略局成员，施耐德电气公司

豪尔赫·努内斯博士（Jorge Nunez），项目合作方负责人，欧洲政策研究中心

莫妮卡·阿莱西女士 (Monica Alessi), 欧洲政策研究中心  
埃玛·德拉霍斯特利亚先生 (Em G. Delahostria), 罗克韦尔自动化公司  
克里斯蒂安·伊恩霍夫博士 (Christian Egenhofer), 欧洲政策研究中心  
马力欧·海姆博士 (Mario Haim), 伊顿公司  
恩格尔伯特·赫兹曼赛德先生 (Engelbert Hetzmanseder), 伊顿公司  
石尾春木博士 (Haryuki Ishio), 松下公司  
彼得·兰多特先生 (Peter Lancot), 国际电工委员会  
让·雅克·马歇先生 (Jean-Jacques Marchais), 施耐德电气公司  
三岛久德先生 (Hisanori Mishima), 日立有限公司  
小仓广之先生 (Hiroyuki Ogura), 三菱电机公司  
艾尔玛·保罗先生 (Elmar Paul), SAP 公司  
瓦斯雷奥斯·雷佐斯先生 (Vasileios Rizos), 欧洲政策研究中心  
雷纳·斯潘博士 (Rainer Speh), 西门子公司  
上野文夫博士 (Fumio Ueno), 东芝公司  
薛国栋先生, 海尔公司  
张东霞女士, 中国电力科学研究院



---

# 缩略语一览表

---

## 技术与科学术语

<b>CAPEX</b>	资本支出
<b>ERR</b>	经济回报率
<b>ESCO</b>	能源服务公司
<b>ESPC</b>	节能绩效合同
<b>GDP</b>	国内生产总值
<b>GHG</b>	温室气体
<b>ICI</b>	信息通信基础设施
<b>ICT</b>	信息通信技术
<b>IoT</b>	物联网
<b>M2M</b>	机器对机器通信
<b>OPEX</b>	运行支出
<b>PC</b>	(国际电工委员会的) 项目委员会
<b>PPP</b>	公私合作伙伴关系
<b>QoL</b>	生活质量
<b>RE</b>	可再生能源
<b>RFID</b>	射频识别
<b>SaaS</b>	软件即服务
<b>SC</b>	(国际电工委员会的) 分技术委员会
<b>SDO</b>	标准制订组织
<b>SEG</b>	(国际电工委员会的) 系统评估组
<b>TC</b>	(国际电工委员会的) 技术委员会

---

## 组织、机构与企业名称

<b>ANSI</b>	美国国家标准学会
<b>ASCE</b>	美国土木工程师学会
<b>BSI</b>	英国标准协会

<b>CEN</b>	欧洲标准化委员会
<b>CENELEC</b>	欧洲电工标准化委员会
<b>CEPS</b>	欧洲政策研究中心
<b>China-EPRI</b>	中国电力科学研究院
<b>DIN</b>	德国标准化协会
<b>DKE</b>	由 DIN 和 VDE 组成的德国电气、电工和信息技术委员会
<b>IEC</b>	国际电工委员会
<b>ISO</b>	国际标准化组织
<b>ITU-T</b>	国际电信联盟电信标准化部门
<b>JTC 1</b>	(国际标准化组织和国际电工委员会) 第一联合技术委员会
<b>MSB</b>	(国际电工委员会的) 市场战略局
<b>SMB</b>	(国际电工委员会的) 标准化管理局
<b>TMB</b>	(国际标准化组织的) 技术管理局
<b>UN</b>	联合国
<b>VDE</b>	德国电气工程师协会
<b>WHO</b>	世界卫生组织

.....

#### 相关行动和组织示例

美国国家标准学会智慧城市研讨会 (2013 年)

欧盟 (EIP-SCC) 智慧城市和社区欧洲创新伙伴关系行动 (2012 年)

IEC SEG 1-智慧城市系统评估组 (2013 年)

ISO/IEC JTC 1/SG 1-智慧城市研究组 ITU-T SG 5-智能可持续城市专题小组

SSCC-CG-欧洲标准化委员会、欧洲电工标准化委员会、欧洲电信标准化委员会智能可持续城市和社区协调组

德国电气工程师协会智慧城市大会 (2014 年)

---

# 术语表

---

**棕地 (Brownfield)**

指对现有工业用地根据新用途进行改建的地区。

**绿地 (Greenfield)**

指尚未作为工业用地开发的地区。

**技术互操作性 (Technical interoperability)**

指无须使用者了解或精通相应功能单元特性的情况下，在不同功能单元间进行交互、项目执行和数据传输的能力。

[来源：ISO/IEC 2382-1，信息技术 词汇 第一部分：基础术语]



---

# 目 录

---

执行摘要

缩略语一览表

术语表

第 1 部分 概述 ..... 1

第 2 部分 城市现有框架条件 ..... 3

2.1 城市发展的主要支柱 ..... 4

2.1.1 经济可持续性 ..... 4

2.1.2 社会可持续性 ..... 5

2.1.3 环境可持续性 ..... 6

2.2 同样的目标，不一样的挑战、趋势与需求 ..... 6

2.2.1 人口结构变化及其对城市的影响 ..... 7

2.2.2 经济发展与金融改革 ..... 7

2.3 以实例展现城市面对的不同挑战 ..... 8

2.3.1 北京 ..... 9

2.3.2 内罗毕 ..... 9

2.3.3 波士顿 ..... 9

2.3.4 格拉斯哥 ..... 10

2.4 以全球性标准为抓手，量身打造解决方案 ..... 10

第 3 部分 通过建设智慧城市为市民创造价值 ..... 11

3.1 智能基础设施的整合对于价值创造至关重要 ..... 12

3.1.1 提高效率 ..... 13

3.1.2 创造新的经济机遇 ..... 14

3.2 规划智慧城市的基石 ..... 14

3.2.1 一体化的城市规划 ..... 14

3.2.2 由城市利益相关者发展建设的城市 ..... 15

3.2.3 战略愿景与短期目标 ..... 16

3.3 利用指标连接短期价值和长期目标 ..... 17

3.4 收获智慧城市的金融机遇 ..... 18

3.5 互联互通不足、配合不够的风险 .....	19
<b>第4部分 标准化推动协作、整合与互操作性 .....</b>	<b>21</b>
4.1 将城市视为一个综合性的虚拟组织 .....	23
4.2 推动基础设施和服务的整合 .....	25
4.3 智慧城市发展中蕴含的契机 .....	26
4.3.1 从传感器到管理工具的纵向整合 .....	26
4.3.2 各领域之间的横向整合 .....	27
4.3.3 互操作 .....	28
4.3.4 整合现有系统的架构 - 渐进式、开放式的部署 .....	29
4.3.5 衡量城市基础设施的智能化水平 .....	29
4.4 利用开放式大数据创造价值 .....	30
4.5 加强标准组织之间的合作，充分发挥标准化带来的效益 .....	33
4.5.1 ISO 内部的合作 .....	34
4.5.2 IEC 内部的合作 .....	35
4.5.3 其他合作 .....	36
<b>第5部分 结论与指导原则 .....</b>	<b>37</b>
5.1 IEC 指导原则和战略导向 .....	38
5.2 技术和系统整合指导原则 .....	38
5.3 各方合作的指导原则 .....	39
<b>附录 A 智慧城市解决方案评分表 .....</b>	<b>40</b>
<b>附录 B 大数据的定义 .....</b>	<b>42</b>
<b>附录 C 公私合作伙伴关系 .....</b>	<b>43</b>
<b>参考文献 .....</b>	<b>45</b>



---

# 第 1 部分

## 概 述

---

本书是系列白皮书中的第 5 本，旨在确保国际电工委员会能继续通过其国际标准与合格评定服务，解决全球电工技术问题。本报告由国际电工委员会市场战略局（MSB）编写，旨在分析、了解国际电工委员会的利益相关方环境，使国际电工委员会做好面向未来的战略准备。

当前，全球城市化速度之快前所未见。每天，人口迁徙和生育给城市地区带来近 15 万的人口增长。2011~2050 年间，全世界城市人口预计将增长 72%（即从 36 亿增长至 63 亿），城市人口占总人口比重将由 52% 上升至 67%。

如何有效、高效地应对城市化的快速发展变得至关重要。城市必须达成、实现和维护经济、社会、环境和金融可持续发展的核心目标。要做到这一点，须将已有和新增的基础设施与服务的效率提高到前所未有的水平；不管是公共基础设施还是私人投资和运营的基础设施，都必须大大加快整

合的步伐，这也关系管理和运营问题。各方一致认为，解决方案的智能化程度、用户友好程度和成本的高低，将在未来影响到所有市民的日常生活。

人们往往将电工解决方案对所有城市基础设施的支撑作用视为理所当然。电工解决方案对于我们日常生活而言必不可少，是整合我们所需技术的重要基础，是城市运转与效率的保障。基于共识的标准是实现和保障部件间互操作、可靠性和跨城市、国家、文化应用的根本。这些标准应由全球各标准制订组织（SDOs）制订，由国际、国家和地方自愿采用。这些标准实现了不同工具和设备之间的兼容，由此创造并扩大市场、为顾客（包括公共管理部门、企业和个人）提供了一定程度的质量保障。标准涉及每一位市民的日常生活，但其重要性往往被低估，有时甚至与法律规定混为一谈。不论是当前还是未来，我们只有制订有效的标准，才最有可能全面发挥出城市的潜力。

做好标准制订工作，对各方都十分重要。这涉及各标准制订组织的工作方式及其能否提供以用户为本的标准，实现技术进步在新建和现有基础设施的无缝应用。

为此，国际电工委员会组织编写了本报告，旨在探讨如何最好地利用标准，整合智慧城市所需的具备互操作性的基础设施和服务。

本报告分为若干部分，各部分分别就智慧城市的构成和要求展开阐述：

- 第 2 部分提出，建设智慧城市

没有统一的趋势、解决方案和具体办法可循，并就城市面临的挑战列举了四个案例。

- 第 3 部分重点关注如何通过智能技术整合创造价值，这对于所有城市都不可或缺。

- 第 4 部分讨论的是各利益相关方如何发挥关键作用，推动智慧城市解决方案的制订和实施。

- 第 5 部分总结了若干指导原则，为国际电工委员会开发技术系统以及其他主体开展合作提供了战略方向。

---

# 第 2 部分

## 城市现有框架条件

---

证据显示，世界正在经历快速的城市化，其速度之快前所未见：城市化在过去 40 年间所取得的进步，相当于此前 4000 年的总和。每天，人口迁徙和生育给城市地区带来近 15 万的人口增长。2011~2050 年，全世界城市人口预计将增长 72%，从 36 亿增长到 63 亿。这意味着在未来 35 年内，要想满足人口增长所产生的需求，城市基础设施就必须超越过去 4000 年的建设水平。

考虑当前城镇化速度和农村人口出现小幅下滑的现实<sup>❶</sup>，城市人口比重的增加是可以预见的，预计将从 2011 年的 52% 提高至 2050 年的 67%<sup>[1]</sup>。联合国（UN）城市与农村人口数据显示，2009 年，生活在城市地区的人口有史以来第一次超过了生活在农村地区的人口。联合国人居署<sup>[2]</sup>预测，按照这一趋势，到 2050 年，全世界将有 7/10 的人生活在城市。值得一提的

是，这种增长的主因似乎不再是农村地区向城市地区的人员迁徙，而主要源于城市人口的自然增长<sup>[2][3]</sup>。

未来发达国家和新兴世界将面临迥然不同的城市化趋势。发达国家和地区（如北美、澳大利亚、新西兰、日本和欧洲）的城市化水平已经很高，城市人口所占比重超过 80%，进一步增长的空间较小。相比之下，未来 40 年，非洲和亚洲新兴地区的城镇人口有望大幅增加。到 2050 年，预计全球近 53% 的城市人口将生活在亚洲，23% 左右则生活在非洲<sup>[1]</sup>。

上述地区的趋势表明，不同地区经济发展程度不同，其城市发展模式也大相径庭。此外，通过观察可以发现，即使在同一地区内，不同国家的城市化水平也存在着显著的差距。比如，对非洲的研究表明，受经济发展程度和其他因素的影响，各国城市化的水平大不相同。这更加反映出，城

---

❶ 根据参考文献 [1]，世界农村人口将于 2021 年达到 34 亿的峰值，随后到 2050 年将下滑至 30.5 亿。

市化绝不是一种同质化的现象，国民经济发展程度是决定城市发展速度的关键因素<sup>[4]</sup>。

## 2.1 城市发展的主要支柱

凡城市都有共同之处，如其努力目标都可归结为三类，这里称之为城市的可持续性发展支柱。第一是经济可持续性，即城市的活力、生产力和创造财富的商机。这要求城市一方面具备较高的生产力和财富水平，另一方面也要提供良好的、资金充足的公共服务。第二是社会可持续性，保障所有市民均能获得基本服务，避免出现社会排斥现象。第三是环境的可持续性，保证为市民提供环境相关服务和健康的居住环境。我们还注意到另一个挑战，即金融可持续性，简单而言就是城市目标的实现必须基于合理的财政规划，确保各类成本的回收，避免城市面临资不抵债的风险。

### 2.1.1 经济可持续性

本报告中的经济可持续性，是指城市的商业环境以及创造财富的能力。国内生产总值是其重要指标，但却绝不局限于此。人口增长、私营企业的质量、作为投资地的吸引力以及城市管理部门通过向市民征税来提高公共

服务的能力，都要依赖城市吸引商业和资本的能力。

建设智慧城市，为改革融资，推动创新成果在市民中的充分应用，均要求对城市的经济结构和智能解决方案的市场状况有所了解。了解市场有助于基础设施融资方法创新，并通过这些新渠道影响市民的行为。当城市需要建立公私合作伙伴关系（PPPs）和基于用户缴费的成本回收系统时，对市场的认知变得尤为重要。

智慧城市服务可提高经济可持续性和城市应对经济冲击的能力，因为这些服务可将经济多样化提高到一个新的水平。

经济可持续也与金融可持续性有着紧密关联，这在金融危机爆发后显得尤为突出。危机爆发后，许多城市的资本获取渠道出现萎缩，信贷评级恶化，金融机构也对借贷做出了限制。因此，即使是一些可以提高效率和提升城市金融可持续性的精心设计的投资，其短期投资资本也可能达不到现实所需要的规模。

然而，未来的城市基础设施投资，可以利用新型融资模式完成，通过储蓄货币来偿还资本支出。此外，未来的城市有望拥有更为分散的能源服务和供应系统，从而催生新的经济活动，并促进公私合作伙伴关系的建立。恰

当的模式应能将金融可持续性和更高的投资率结合起来。就每座城市的具体情况而言，一些城市可能会需要捐助方、政府和国际金融机构给予特别支持。在一些较为富有的国家，信贷渠道有限的城市可能需要政府或公共金融机构出面担保，降低风险评级，进而降低利率成本。相对贫困的国家可能还需要捐助方和国际金融机构给予资金援助。应精心设计融资模式，新型融资模式应以开发具有成本效益和可持续性的解决方案、以及国外投资为最终目标进行精心设计。同时，必须以成本效益分析为基础，并在必要之处考虑广义的社会经济效益，这对于融资模式而言也非常重要。

### 2.1.2 社会可持续性

当大量人口聚集居住时，现实存在的或可能出现的社会不公平现象以及社会对一部分人的排挤会导致社会动荡。确保社会包容性对于城市政府部门意义重大，首先要做的一点是应该为所有市民提供最基本的服务。在智慧城市建设当中，应考虑到如果冷落一些重要的市民群体，会带来怎样的风险。这种情况的出现，有可能是因为智能服务仅向城市较为富有的地区提供，也有可能是因为收费较高使得一部分城市人口负担不起许多重要

的服务。对于任何模式的城市建设，都必须确保所有群体都有能力负担并能享用公共交通、用水、卫生、电力和电信等服务。

市民也是“智能化”革新的最终受益者和使用者。要实现包容性，从一开始便应发动所有利益相关方的参与，确保各种新变化得到理解和接受。

智慧城市基础设施和服务须能够回答如下问题：

(1) 所规划项目的预期目标是否考虑了城市利益相关方的实际行为？

(2) 如何保障市民能够负担城市基本服务？

(3) 谁为服务买单？有支付能力的用户是否为合适的目标人群？

(4) 新服务和新基础设施是否能得到所有目标市民的认可和使用时？

(5) 是否考虑了市民的社会价值观和文化价值观？

智慧城市解决方案强调以技术为核心，往往依赖一些十分复杂的应用。一旦认识有误或执行不力，就有可能出现为了技术而追求技术的情况，使城市偏离解决各项实际问题（就业、教育、犯罪等）。只有在智慧城市项目能够帮助城市满足自身需求的情况下，才应予以实施。通过整合技术、提高易用性、降低成本，创造出可量化的附加值。

### 2.1.3 环境可持续性

城市对环境问题的关注越来越多，三方面的压力与日俱增：第一，资源限制的压力，如水资源短缺、水质问题以及对燃料的需求等；第二，生活质量和健康的压力，一方面市民和政府部门环保意识不断提高，另一方面由于污染对于健康和吸引企业进驻经营的影响，也会给经济带来严重后果；第三，风险管理和应对环境冲击能力方面的压力（如气候变化引起的热浪和洪灾）。

解决可持续性问题的首要步骤之一，是要提高各领域资源使用效率，如建筑物和网络的能源效率、交通燃料效率、用水效率和采用新办法转废为能等。技术虽然不是可持续发展的唯一要件，但却是其中关键而不可或缺的一步。效率的提升或需要大额的投资，不同技术的整合也可能十分复杂。

应当结合对未来风险的预测，将恢复能力和风险管理纳入城市规划之中。究其本质，建设智慧城市很可能是我们推进可持续性发展的最佳选择。整合城市骨干基础设施领域的不同技术，如信息通信技术、交通、能源和供水等，是现阶段最有希望提升可持续性的举措。

### 2.2 同样的目标，不一样的挑战、趋势与需求

城市地区未来面临的挑战取决于很多因素，这些因素会影响城市所需的投资类型。一些因素与地理位置以及城市遭遇气候事件的风险有关，如海平面上升、河流变道引发洪灾、热岛效应风险增加等。地理位置也有可能给城市带来相当大的制约。在一些发达国家、新兴国家和发展中国家，许多城市在其规划阶段已开始考虑其内陆地区的开发，但新加坡和香港等城市则严重受制于其有限的土地资源。最后，城市的人员迁入规模、现有基础设施类型和建筑存量，会决定投资类型主要是绿地开发还是棕地开发。

绿地开发方式常见于新兴国家和/或发展中国家，即从零开始建设新城市和新经济区。然而，一些工业化国家和发达国家在采用综合型方法规划新的城区和城镇时，这种情况也会出现，例如韩国的松岛（Songdo）和奥地利维也纳的阿斯彭湖畔城（Seestadt Aspern）。以阿斯彭湖畔城为例，它是在已有城市的基础上，在保留传统框架的同时，另起炉灶规划建设起一个全新的城区。

棕地开发方式是指对城市现有基础设施进行改造，建设智慧城市或未来之城的过程和有关举措。在这种情况下，成功的关键在于，在充分考虑市民需求和城市个性的前提下，对现有基础设施进行改造或更新。在工业化国家和发达国家，这种情况十分普遍。由于现有基础设施整合和分期偿款所需时间较长，整个过程有时需要十几年才能完成。

就最终结果而言，智慧城市的绿地开发和棕地开发原则上并没有太大的区别，因为最终成果的定义和衡量标准并不会改变。然而，两者实现目标的途径和所需时间可能会大为不同。

### 2.2.1 人口结构变化及其对城市的影响

城市面临的挑战很大程度上将来源于自身，人口结构变化和老龄化的影响便是其中一个重要方面。全球城市指标体系<sup>[5]</sup>近期研究显示（见图 2-1），到 2050 年，全球 65 岁以上人口较 2010 年将会增长 183%，且某些地区预计增幅峰值令人震惊，如西亚和北非的增长率预计高达 366%。根据预测，到 2045 年，老龄人口的数量将有史以来第一次超过 15 岁以下儿童的数量。老龄人口比重最大的区域仍将是欧洲和北美，但到 2050 年，预计亚太和拉美地区老龄人口比重将与上述地

区十分接近。因此，就比例增速而言，亚太和拉美地区人口老龄化速度更快。

研究报告特别强调了在实体规划和设计以及经济影响方面，人口结构变化对城市将产生广泛影响。在世界范围内，70%的生产总值来自于城市，老龄化对于生产力、劳动力供应、收入保障和住房保障的影响，会给城市的政治和经济政策带来严峻的挑战。

### 2.2.2 经济发展与金融改革

城市生产力被视为决定城市繁荣程度的关键所在，生产力反映了一座城市的资源—产出效率，而产出又能形成额外的收入，从而提高生活水平。这便是为什么普遍将人均国内生产总值作为衡量城市生产力的主要指标。批评者认为，用人均国内生产总值作为衡量城市生产力和繁荣程度的主要指标，无法体现城市福祉方面的一些重要理念，如生活质量、社会凝聚力、环境可持续性以及企业和居民能否获得足够的机会等<sup>[2][6]</sup>，采用广义生产力更能代表城市的真正发展水平。广义生产力概念不仅包括土地、资本和劳动力，还应包括人力、智力和社会资本等其他生产要素<sup>[2]</sup>。然而，可用数据极为有限是造成广义生产力概念得不到采用的主要原因之一。

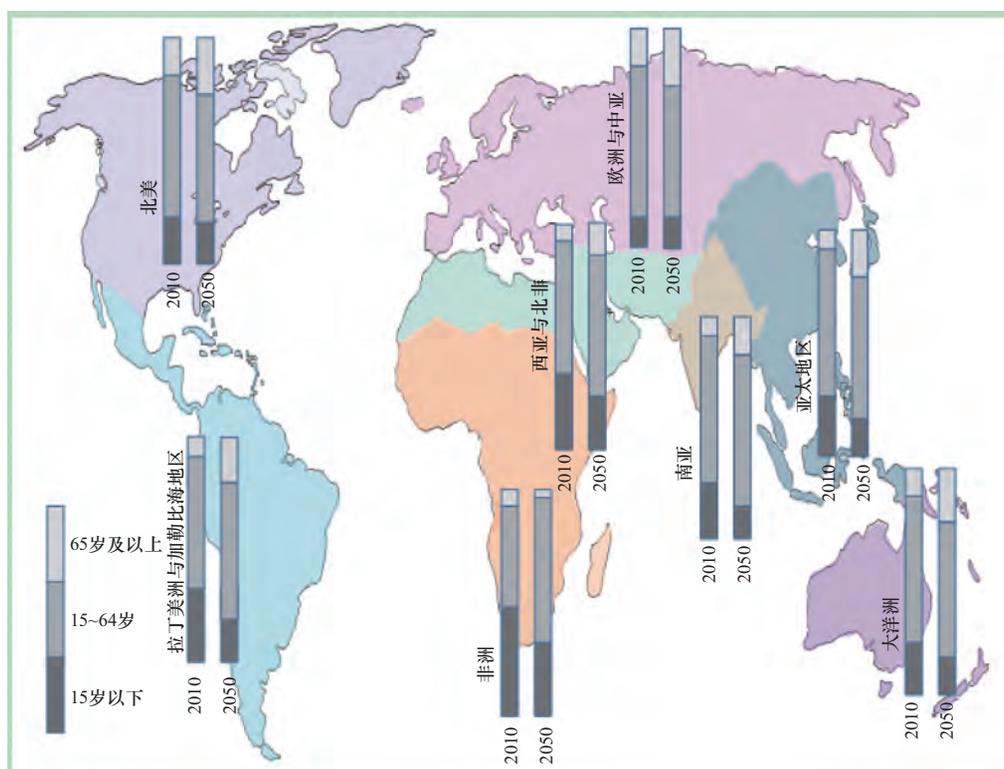


图 2-1 全球不同年龄人群和不同地区人口分布图 (2010~2050 年)<sup>[5]</sup>

过去 50 年，城市化往往伴随着国民生产效率的提高，并以人均国内生产总值作为衡量标准。国民生产力的提高对促进智能解决方案所需投资而言至关重要。如前所述，智能解决方案能够为发展提供新机遇，并通过规模经济降低生产成本。由此，利用金融系统创新，为城市量身打造解决方案可带来良好的投资收益。

然而，城市化与国民生产效率之间的这种正面相关性，并非在所有案例中都能得到印证，一些低收入国家在经历快速城市化的同时，人均国内生产总值却停滞不前甚至有所下滑<sup>[2]</sup>。这样的趋

势令人感到担忧，因其可能会造成相当程度的城市贫困，政府无力投资基础设施，无法确保市民获得用水、卫生、医疗、食品和教育等基本服务，继而进一步加剧贫困。面对此类情况，须根据经济条件和各城镇具体需求，进行有针对性的干预。

### 2.3 以实例展现城市面对的不同挑战

本部分展示了世界不同地区的城市面临复杂而多样化的挑战，在城市化速度、社会公平程度和基础设施需求等方面存在极大差异，情况十分复

杂。为此，下文列举、比较了分别位于四大洲的四个城市面临的挑战。

### 2.3.1 北京

北京是中国规模庞大的城市化进程<sup>①</sup>的代表。2000~2010年，北京市人口增长了42%，居民人数已近2000万，而中国同期人口增幅仅为6%。如此快速的城镇化过程以及大规模的基础设施投资，提升了北京的全球影响力和经济竞争力<sup>[8]</sup>。

然而，如此大规模的城市化进程也给北京带来了一系列挑战。空气污染影响了居民的生活质量<sup>[9]</sup>，2014年，北京被世界卫生组织（WHO）评为全球污染最严重的地区之一。尽管北京大力投资建设地铁系统，但受生活水平提高等因素影响，私家车保有量仍不断增加，引发了严重的交通拥堵问题<sup>[7]</sup>。此外，北京市还面临着能源资源短缺<sup>[7]</sup>和水资源供需调节困难问题<sup>[9]</sup>。不仅如此，城市人口数量的大幅攀升也伴随着收入和财富的不平等问题<sup>[8]</sup>。

### 2.3.2 内罗毕

1989~2009年，内罗毕人口由130万增至320万左右<sup>[10]</sup>，肯尼亚城

市化速度之快可见一斑。然而，随着城市的扩张，内罗毕在为市民提供足够的教育和医疗服务方面遇到了困难。由于贫困率高、缺乏科学的城市战略规划，人们往往被迫居住在贫民窟中，无法获得干净的用水供应、卫生和垃圾处理等基本服务<sup>[11]</sup>。

缺乏合适的基础设施、技术使用效率较低、交通法规执行不力等因素叠加，导致内罗毕出现严重的拥堵问题，继而损害生产效率、造成空气污染、影响了市民的生活质量<sup>[12][13]</sup>。此外，能源供应不稳定，也对该市企业的发展造成了威胁，在与其他非洲国家的企业竞争时，常常处于不利地位。内罗毕面临的另一挑战是安全状况亟待改善，需要通过对各类公共和私营信息系统进行有效整合，以改善在火警、医疗和安全突发事件中的信息传递<sup>[13]</sup>。

### 2.3.3 波士顿

波士顿市针对气候变化制订了宏伟目标，提出力争到2020年时将温室气体（green house gas, GHG）排放降低25%，到2050年降低80%<sup>[14]</sup>。交通运输的气体排放量占该市温室气体排放总量的近25%，是具备较大减

① 根据参考文献 [7]，到2025年，中国城镇人口将增加3.5亿人，全国近64%的人口将生活在城市之中。

排潜力的领域之一，其中又以机动车尾气排放为主要污染源<sup>[14]</sup>。要加快交通领域的减排步伐，该市需要充分利用各类交通数据，而通常这些数据以不同格式、分散在不同的部门。尤其，要想让各类潜在用户如交通和城市规划者、研究员和决策者，便捷地掌握关键信息，需要将来自不同渠道、不同格式的数据进行统一汇总和整合，这是波士顿所面临的一大挑战。同时这些数据也有助于帮助市民避开交通拥堵，优化出行路线<sup>[15]</sup>。

#### 2.3.4 格拉斯哥

格拉斯哥人口 50 余万，是苏格兰第一大城市、英国第三大城市<sup>[16][17]</sup>。苏格兰规模最大的公司当中，四分之一都设在格拉斯哥<sup>[18]</sup>，格拉斯哥也是欧洲一流的金融中心之一<sup>[17]</sup>。然而，尽管该市提供了众多经济机遇，但收入和医疗不平等现象也很突出<sup>[19]</sup>。此外，该市辖区内还有一些全苏格兰最贫困的地区<sup>[17]</sup>。除了贫富悬殊，格拉斯哥面临的主要挑战是严重的燃料贫困（fuel poverty）问题<sup>❶</sup>，这一问题

对社会可持续发展造成了严重影响。能源燃料价格上涨、住房质量不高、许多房屋的电表难以调阅、市民缺乏对节能技术的了解等因数都是造成这一问题的原因<sup>[17]</sup>。

#### 2.4 以全球性标准为抓手，量身打造解决方案

建设智慧城市是大势所趋，通过改善城市框架条件加速变革必不可少。如前所示，不同城市的智能化建设需要采用不同的方法。智能化建设要求根据城市和市民的具体需要，对解决方案进行调整。针对不同情况，可以对技术进行多样化的调整和整合。制订全球性标准，有利于打造量身定制的、适用于各类不同情况的解决方案。遗憾的是，当前标准缺失较多，妨碍了技术的整合和移植以及之后的最佳实践推广。下文将进一步探讨基础设施整合的意义，为城市和市民创造的价值，并分析标准的关键作用，以及对标准制订和交流方式进行改革的必要性。

---

❶ 依据苏格兰政府数据（2012 年，p. 8），如果“在正常的能源消费费率下，维持舒适的供暖所需的能源开支占家庭净收入（含住房补贴和按揭贷款利率收入扶持金）10%以上”，则该家庭被视为面临燃料贫困问题。

---

---

# 第 3 部分

## 通过建设智慧城市为市民创造价值

---

城市的首要功能不仅是为市民提供居所，还应为他们提供更好的机遇，发挥个人潜力、创业潜能。城市必须以高效、可负担得起的服务和基础设施为支撑，提供适宜的环境。智慧城市必须具备包容性，为市民带来惠益，否则智慧二字便无从谈起。智能解决方案不应被视为城市的负担性支出，而应视之为一种投资，需要像投资一样进行良好的规划和实施。

建设智慧城市并不只是简单地由技术供应方提供技术解决方案、城市管理部门加以采购的过程，还需要营造一个能够高效地采纳和实施智能解决方案的适宜环境。智慧城市的一个特别之处在于，它需要调动市民的积极性，采用更为智能的生活方式，彼此在城市里及城市之间开展互动。市民不应仅是城市服务的使用者，还应是智慧城市解决方案的提供者和开发者。

要使市民参与城市的建设工作，意味着智慧城市的建设不能光靠政令

和法令，应由其自然地生成城市结构。事实上，许多解决方案的确需要城市居民以使用者、消费者、服务提供者和投票者的身份积极参与。这里说的投票并不是通过投票箱实现，而是通过市民自身的行动、采用新的生活和工作方式来做出选择。

对市民行为的考量意味着城市政府部门会面临巨大的考验。首先，政府部门需要制订战略，充分考虑城市的需求、目标和发展远景；其次，政府部门需要考虑到，很多发展会超出其直接控制。智慧城市将在一定程度上实现自我组织，由私人运营商以生产型消费者（既是消费者也是生产者）的身份提供服务、数据甚至能源。服务开发会越来越依托公私合作伙伴关系进行，并集成到复杂系统中。

因此，城市各级管理部门都应发挥重要作用，而不仅是单纯地采购技术。城市管理部门必须在其能力范围内，制订合适的规划和激励机制。同时，城市管理部门还须启动智能化采

购流程，综合考虑更为广泛的城市目标。

城市管理部门的行动力既可能鼓励社会创新、激发创造力、促进人与人的互动，以及创造工作和商业机会，也可能形成阻碍。监管架构至关重要，城市管理部门各项活动及其采购系统的组织形式是智慧城市建设的关键因素。因此，城市管理部门应携手工业、服务供应商、出资人和终端用户，共建智慧城市。简言之，智慧城市是复杂的，最终会发展成为一种自我组织的形态，由城市居民和私营部门运营商负责运转。从根本上说，这意味着城市需要利用合适的推动力来建立合适的市场。

标准有助于确保不同技术之间实现相互兼容、达到预期表现，这是建设智慧城市的关键推动力量。利用标准，可为更多彼此竞争的产品敞开大门，促进市场竞争，从而提高创新动力，为城市和市民同时带来惠益。标准还有助于解决方案的推广，制订通用衡量标准，便于对解决方案进行比较分析、标杆分析。

### 3.1 智能基础设施的整合对于价值创造至关重要

过去 10 年里，城市可选择的智能

解决方案数量迅速增加，这使得每座城市都可以找到技术解决方案，推进城市智能化。但当前的首要挑战是如何有效落实适宜的解决方案，而不是仅仅关注新技术的开发。智慧城市建设不能采用打补丁的办法，而必须一步一个脚印，采取层层渐进的完善举措。

建设智慧城市，应引入智能系统，努力造福居民和环境。城市基础设施需要更好地应对城市环境面临的挑战，包括能源和水资源匮乏、污染排放、交通拥堵、犯罪预防、垃圾处理以及基础设施老化带来的安全风险。社会流动性的增强，使得城市之间在投资、人才和就业方面形成了激烈的竞争。为吸引技术移民、企业和机构，形成一派繁荣的局面，城市必须实现本文第 2 部分所提到的可持续发展目标；而要实现这些目标，则必须提高效率，对可以实现互操作的基础设施和服务进行整合。

电网、供气系统、供水系统、公共和私人交通系统、商业建筑、医院和住宅是城市宜居性和可持续发展的支柱，这些系统的有效整合十分重要。组成城市基础设施的各类运营系统见图 3-1。

对城市的这些关键系统进行渐进式的完善和整合，是实现智慧城市建设的正确道路。这一过程既需要自下

而上的办法，也需要采用自上而下、以数据和系统为中心的策略。

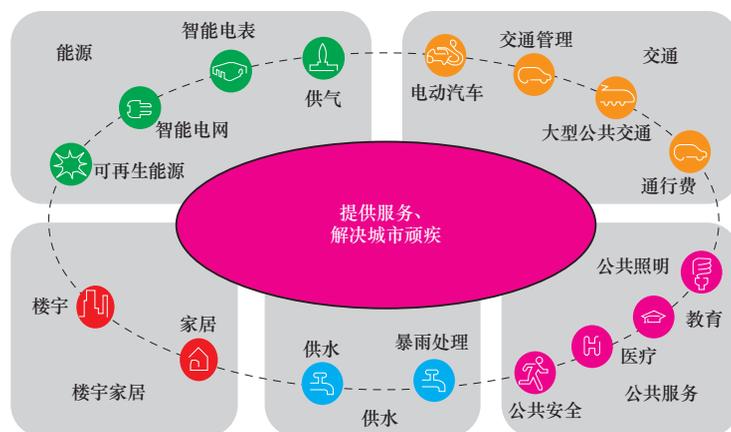


图 3-1 组成城市基础设施的各类运营系统<sup>[20]</sup>

因此，智慧城市的定位应该是凝聚市民、企业、机构和技术开发商的力量，以力争创造更高的价值为目标，建立一套惠及上述各方的、包含各类系统的高效、可持续、宜居的体系。

向建设智慧城市系统迈进，将为新服务、新型规模经济敞开大门，减少低效率和浪费问题，最终创造出新的商业机遇。这不仅为创造经济价值提供了基础条件，还有助于提高市民生活水平，创造可观的社会价值。在当前的经济背景下，城市亟须降低运营开支，并通过投资新领域推动经济增长，建设智慧城市的重要性更加突显。

### 3.1.1 提高效率

当前，许多城市存在严重的效率低下问题，包括从资源利用到消耗和废弃物的复杂相互作用。这主要归咎

于过去打补丁式的、缺乏跨系统整合的发展模式。

目前，城市通过商业渠道可以获得能够提升城市效率和可持续管理的系统和服务，而且这些系统和服务正日益完善。例如，一些效率高、成本效益好的城市能源基础设施，就可将热量储存、电力需求侧管理和有源网络管理等整合起来。在配电网需要支援时，这个系统可提供发电容量。在各级能源网络上，从发电厂、配电网和热力网到家用智能电器和微型可再生能源设备，智能技术整合正逐步得以实现<sup>[21]</sup>。

到 2019 年底，涉及智慧城市的许多关键技术，包括监控和传感技术、智能交通系统以及建筑用能量管理系统等，将会在每个大陆上落地。一个重要挑战是要确保各个组成部分得到

整合和正确的部署。这正是除技术开发和整合工作之外，城市还应改进其规划和管理方式的原因。

### 3.1.2 创造新的经济机遇

近年来，技术发展突飞猛进。云计算、物联网、超级互联和现代分析学等新型技术突破，正以人们可支付得起的费用，带来了几年前人们无法想象的机遇。技术可催生出新的应用和服务，反过来，新的应用和服务又能创造更好的生活和工作条件；现在，市民们可随时随地使用功能强大的智能设备<sup>[22]</sup>。未来的挑战是进一步提高生活水平、增进社会公平，更为理想的，城市管理部门能以更低的成本，更加有效地应对城市所面临的各项挑战。

得益于此，规划者和行政部门不仅能在城市建设管理、自动化和基础设施使用等方面迎来契机，还可以利用创新和经济活动，创造新的商业机会，并形成良性循环，为市民提供新产品、新服务。

## 3.2 规划智慧城市的基石

通往智慧城市最为理想的道路，应该是由社区自行定义其可持续发展的愿景，然后制订出务实的、渐进式

的路线图和实施方案。确保这种愿景、路线图和实施方案考虑周全，是这一过程当中最为关键的任务之一，因而需要专家的支持。城市要找出限制，开展综合的、可扩展的解决方案的最大瓶颈，并将工作成果应用到其他智慧城市计划当中。这种能力的形成，需要丰富的经验，并在技术和流程制订方面具有深厚的积淀。

通常情况下，这种愿景应重点强调城市的中期目标，即城市在未来5~10年，在效率、可持续发展和竞争力方面所希望达到的高度，同时也要与城市更为长远的目标保持一致，如到2050年时实现减少碳排放目标等。

明确了愿景之后，城市政府官员应首先着手改进现有的基础性运行系统，如供电、供水、交通和供气系统。通过综合利用相互连接的各类测量和监测软硬件，传送大量信息，随后再用智能软件系统对之加以分析。此类数据分析有助于城市获得可操作的信息，进而促进提供更优质、更具效果和效率的服务（详见4.4）。

### 3.2.1 一体化的城市规划

选择一个建议目标，并将其转化为实质性成果，这需要城市管理者积极征求各利益相关方的意见，然后再出台定位清晰的总体规划。城市需要

编写一份综合性影响的评估文件，其拟定过程应该清楚明确，并充分顾及各方的意见，尽可能将各类要素纳入其中，比如：

- 城市基本情况分析：地理情况、测地数据、人口和生活水平等。
- 基本框架：投资目标。
- 空间规划：土地使用（或区域开发）。
- 建筑规划：由开发商编写，通常通过招标采购程序进行甄选。
- 翻新：升级现有建筑和基础设施，将现代化建设与遗产保护工作相结合。
- 影响评估：经济影响、环境监测以及各类评估。
- 运营：运营要求、由城市服务管理者进行估测的人员能力要求。

### 3.2.2 由城市利益相关者发展建设的城市

制订一份有效、可实现的智慧城市规划，最重要的因素之一是确保制订过程具有包容性、充分实现相互协作。任何单独的企业或机构都无法凭一己之力建起一座智慧城市，光靠政令也创造不出智慧城市。在智慧城市中，服务将由城市所有主体的行为共同确定，例如，能源生产型消费者的崛起、个人通过智能应用使用数据和提供数据的能力等，会使市民和城市

管理者的角色发生改变。

建设令人满意的城市，须妥善平衡所有利益相关方的利益：

- （城市）地方政府的领导人、管理者和业务人员。
- 公共服务和私营服务运营商：供水、供电、供气、通信、交通、垃圾处理、教育等。
- 终端用户和生产型消费者：居民和当地商业代表。
- 投资方：私人银行、风险投资家、养老基金、国际银行。
- 解决方案供应商：技术供应商、出资方和投资方。

考虑使各方与所在社区的建设形成真正的利害关系，对于达成改革所需共识的重要性，城市管理部门应认真考虑和了解各方关切，并最终在规划上达成一致意见。若无妥善磋商，在落实其愿景的过程中，政府管理部门迟早会面临重重阻碍。

每一个特定的智慧城市规划都要求与全球技术供应商和最符合具体系统完善需求的本地机构开展合作。谁能将解决方案供应商聚拢到一起合作而不是相互争斗，谁能把政治分歧搁置一旁，将最为全面、最出色的解决方案捏拢到一起，谁就能建造起最强大的智慧城市。这意味着城市各部门之间应共享信息，打破藩篱限制，吸

引具备世界水平的全球领袖参与，并吸引最了解自己城市实际情况的各利益相关方和供应商参与。

吸纳市民的想法和观点，对于成功找出潜在问题十分重要，也有助于

赢得市民支持，吸引其参与各类智能建设活动。如条件允许，可发动本地高校参与，从而获得额外的动力、创新理念和支持。图 3-2 列出了影响智慧城市发展的各利益相关方。

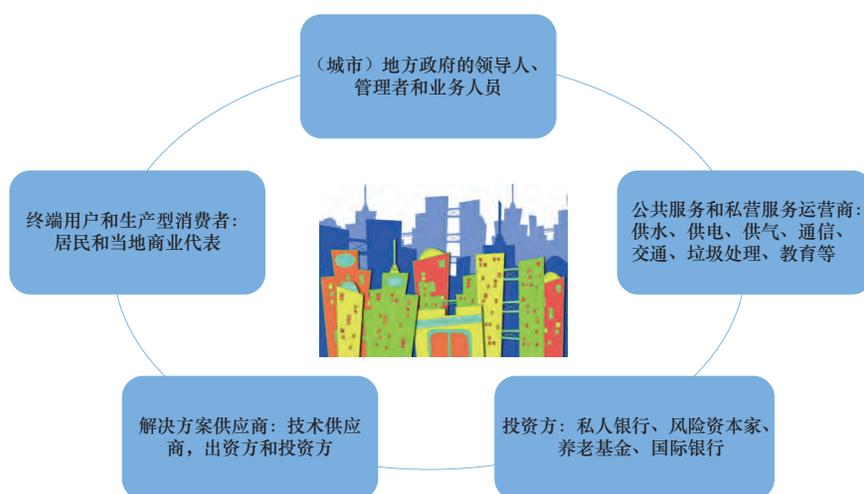


图 3-2 共同建设城市的利益相关者

举例说明市民作为生产型消费者的情形：

- 居民若加入智慧城市微型电网服务，在用电量较大时，可从微型电网上获取并消费电能，而在用电量较少时，则可以用太阳能、风能或燃料电池等替代能源提供电能。
- 个人可以提供智能手机应用之类的信息平台，供市民交流信息。

### 3.2.3 战略愿景与短期目标

许多城市的长远成功都建立在一系列短期成就的基础上，这些相互交

织的短期成就需要达成微妙的平衡。在思考城市的长远面貌时，城市决策者必须拥有动态的、时时更新的战略眼光，并确保各类短期项目和行动与战略愿景保持直接关联。

城市应编写一份价值报告，用以证明智慧城市计划的优越性。价值报告应通过开展影响评估，对认定项目的成本和效益及其对经济、社会和环境的影响开展调研。城市规划者须设法对新技术和综合解决方案进行评估。在这方面，经常由于缺乏技术对特定城市影响的相关经验，需要使用复杂的建模工具，以模拟分析可能的解决

方案对城市的影响；其中之一便是可视化工具，在城市模拟推演中，对城市各系统之间复杂的相互依存关系构建模型。

影响评估需配以一套评分系统，来帮助城市在备选解决方案中进行取舍。评分标准包括：

#### 什么是可视化工具？

可视化工具是关于城市现有结构和动态的一种互动式数字模型，该模型采用某特殊配置和操作的解决方案，针对所提出的基础设施的改变，提供“前后对比”的分析视角。这种工具可生成一系列“如果”假想情景，以供对拟部署的备选技术方案做出选择。

- 适用性（例如，如何融入现有城市基础设施、灵活性和监管要求等）。

- 用以描述项目可能影响的因素（如 CO<sub>2</sub> 减排、可支付能力和推广潜力等）。

- 创新性（如现有技术水平的进展与跨学科方法）。

附录 A 是一套参考得分系统，基于欧洲智慧城市利益相关方平台（European Smart Cities Stakeholder Platform）在 2013 年所公布的一份文件<sup>[23]</sup>制订。

### 3.3 利用指标连接短期价值和长期目标

旨在提高城市效率、开发新服务的单个项目，通常是在部门或区域层面开发的。这些项目在创造自身价值的同时，还可对更高层次的目标做出贡献，例如：

- 对排放状况及其对城市的影响进行监测，有助于促成智能减排办法的出台，这不仅可在短期内节约成本，还可附带产生长远的效益。

- 智能交通管理以及更为智能的建筑物、运输和垃圾管理，将有助于减少空气污染。

然而，虽然在部门层面评估每个项目的价值不难，但要把握项目对于城市总体目标（如城市经济发展目标、宜居性和环境可持续性）的贡献就不那么容易了。

利用影响评估，可对项目创造的短期价值和长远价值进行量化分析。图 3-3 反映出，要全面实现智慧城市的价值，须对积极外部效应、范畴经济性和规模经济性以及单个智能项目的价值进行评估。这是一项复杂的任务，因为决定前两项效应好坏的因素很多，这些因素分布于不同的利益相关方身上，且效应的实现周期较长<sup>[22]</sup>。

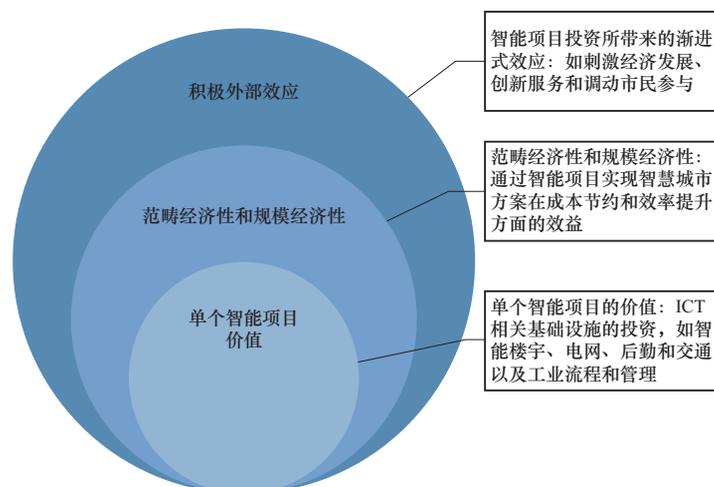


图 3-3 智慧城市价值层次<sup>[22]</sup>

要衡量项目是否能对高层次目标做出更为广泛的贡献，可开发一套通用标准，衡量智能建筑规划和新型智能技术等单个项目对城市长远战略目标所做的贡献。此类标准不仅应包括总体性标准，还应考虑单个项目的具体指标，这将有助于城市对项目绩效进行监督<sup>[22]</sup>。

### 3.4 收获智慧城市的金融机遇

资金是采用新技术所面临的主要挑战。当前，很多城市受资金所困，不得不压缩预算。城市手中的经费首先得拨付给核心的工作事项和人员，导致留给升级、翻新和其他改进措施的资金往往所剩无几。

在引入能源、交通、供水和垃圾管理新办法时，常常需要对现有基础

设施进行改造，这使得前期资本支出（CAPEX）成为城市财政面临的一项重要瓶颈，而这方面的开支往往高于传统投资。

这其中的原因在于，就算技术的运行支出（OPEX）变得更低，但许多城市政府当前的年度工作预算仍然无法匹配一些技术所需的大额资本支出。

然而，建设更为智能的城市，并不一定非要大量的前期投资。有些一流的智慧城市项目，正通过开发创新性金融和商业模式，来实现打造高效基础设施的梦想。在此方面，城市有丰富的选择，包括全资、公私合作伙伴关系和合资以及其他类似模式等，均可缓解城市的前期支出压力。

同样重要的是，在选择建设方案时，应充分考虑方案的经济回报率

(ERR)，包括投资的社会经济回报。也就是说，向使用者收取费用并不是唯一的、也不是最佳的成本回收办法，因为收费并不能完全反映出一些技术所能带来的公共效益。某些情况必须要获得公共部门的支持，确保那些社会回报最佳的解决方案能够得到实施。支持形式可以是多样的，如赠予或政府提供一些金融工具支持等；针对发展中国家，还可请国际金融机构或捐赠方提供援助。当前，以标准为依托的新型商业模式正在开发和示范，这些模式很好地结合了技术和具有示范意义的改革，例如：

- 能源服务公司 (ESCOs) 或者说节能公司的数量日益增多。当中既有商业企业也有非营利性企业，这些公司提供了大量的能源解决方案（如节能项目设计与实施、改造，高效绿色的能源供应解决方案，能源存储、能源基础设施开发和风险管理）。

- 需求响应服务：动态定价，针对工业、商业企业和家庭的可中断负荷或动态负荷封顶协议，参与平衡各类市场，汇总各类服务和优化家庭需求等。这些均有助于提高系统的灵活性，降低对发电产能的需求，此外还可以帮助消费者选择在费用较低时进行消费，从而为消费者节省开支。

- 资产共享：例如，电动汽车和

电动自行车可以与其他交通方式结合使用（如火车和有轨电车等）。

- 软件即服务 (SaaS) 是另一种有趣的模式，它涵盖了消费者可通过互联网获取软件应用的所有云服务。这些应用存储于云端，可用于帮助个人和机构完成各类不同任务。

### 3.5 互联互通不足、配合不够的风险

综合性基础设施的缺乏以及相关城市实体的缺位，会带来严重的低效率问题和风险，进而影响城市经济发展。利用综合性技术开发综合型基础设施，不仅可为市民提供更好的服务，而且有助于增强城市应对安全风险的能力。

在各方对未来城市的讨论当中，城市安全和应变能力正成为热点话题。现实中日益增多的极端天气事件，暴露出了现阶段城市存在的许多薄弱环节。一类基础设施出问题，比如水管爆裂，往往就会导致其他网络受到影响。未来的基础设施设计应该能够应对此类事件。要想具备这种风险抵御力，就得对基础设施进行更好的整合，获得更多的开放式数据。当前，供水、供电和电信基础设施都是由不同的运营商分别管理。这些运营商相互之间没有交流，一般也不过问其他服务运营商的基础设施。然而，在城市地下，

电缆、水网、供气管道、电信线路却在使用共同空间。

实际上，美国土木工程师学会（ASCE）在最近发表的一份报告中强调了当前的情形造成了大量本可以避免的薄弱环节，指出更好地整合基础设施具有十分重要的意义。从该学会的分析还可以看出，整合不单单是一个技术问题。有时，一些关键基础设施的主管部门如不愿配合，安全问题很有可能就得不到重视。

针对关键基础设施，美国土木工程师学会列举出了四条指导原则：

- (1) 对风险进行量化、开展沟通和管理。
- (2) 采取系统整合的办法。
- (3) 在决策过程当中进行良好的领导、管理和指导。
- (4) 对重点基础设施进行调整，应对不断变化的情况和实践。

上述四条原则对于城市管理、设计适宜标准的需求都具有重要影响。要对风险进行量化开展沟通和管理，就得针对数据的内容、质量和格式制订标准，以开展条理清晰的数据协作。

采取系统整合的办法，离不开必要的技术和相关的程序标准，以帮助部署和管理综合型系统。此外，标准的设计还应能为管理和决策过程提供支持。这就意味着，标准应设计得当，为城市规划者、土木工程师、服务管理者以及拥有决策权的人士提供支持。最后，标准的制订必须能够确保基础设施可应付不断变化的情况和实践。这意味着，须对着眼长远的基础设施进行监测，提高其应变能力。所以，标准在监测、数据处理、传感与监控系统方面所发挥的作用，对于帮助相关主管部门开展工作十分重要。

整合不足的风险举例：

城市基础设施和服务若不开展适宜类型、适宜程度的整合，风险之一是将会导致电力、供水、供气和电信网络同时遭遇损失。当各类子系统完全依靠一套公用的电网或通信网络，而没有综合的备用电力或者控制与运营系统时，这些子系统可能会因其单点故障而导致全盘失灵。

---

# 第 4 部分

## 标准化推动协作、整合与互操作性

---

在过去十年中，由于数据快速增长，智能技术领域的技术解决方案出现了爆炸性增长。这意味着，虽然技术创新非常重要，但却并非推动智慧城市发展的主要力量。在当前的环境下，我们缺乏科学的框架，以促进智慧城市技术的大规模推广应用。为此，我们必须制订并实施相应的标准，促进市场主体、技术和系统的互动。

- 管理标准有助于打造一个公共的沟通工具，便于不同的市场主体针对流程的每一部分使用相同的定义，这对于不同的运营商和服务供应商之间进行标杆分析、知识转移、质量保障、项目评估和开展协作非常重要。

- 数据标准有助于确保数据格式符合不同场合的需要，并且采用相匹配的安全级别，例如，可以确保对个人数据实行恰当的匿名保护。

- 技术标准能够提供必要的互联性，帮助拓展市场和扩大机遇。

缺乏了这些标准，城市就仍然是杂乱无章的集合体，优秀的解决方案

难以在大范围得以推广，城市的经济和社会发展将受到严重影响。

一体化的协作方案有着明显的需求，促使许多标准制订组织以及其他相关组织都提出大量的观点。按照东拼西凑的方法去发展智慧城市已经达到极限。虽然技术在不断发展，但城市却未能按照同样的速度和方式实现转型。其中一个很主要的原因就是缺乏合作与透明度。

标准化组织已经开展了大量的行动，其中之一便是国际电工委员会（IEC）提出的智慧城市系统评估组（SEG1）。该评估组的目的是总结和评估智慧城市领域的标准化状况（包括国际电工委员会和国际标准化组织内、外的标准化状况），并制订出在国际电工委员会内部实行的新型标准化工作计划。

2012 年，国际标准化组织（ISO）围绕智慧社区基础设施成立了技术委员会第 268 小组委员会（TC 268）。这一小组委员会发布了 ISO/TR 37150：2014

《智慧社区基础设施——当前计量工作总结报告》，概述了当前智慧社区基础设施相关计量工作的情况。此外，国际标准化组织 TC 268 还发布了 ISO 37120 : 2014 《社区可持续性发展——全球城市服务和生活质量的指标》报告，定义并确立了制订一套指标方法，用以指导和衡量城市服务以及生活质量。

国际电信联盟电信标准化部门 (ITU-T) 成立了一个有关智慧城市可持续发展的专题小组 (SG5)，其工作职责是交流专业知识，共同确立必要的标准化框架，以支持智慧城市中信息通信技术服务的整合；国际标准化组织/国际电工委员会第一联合技术委员会 (ISO/IEC JTC1) 也组建了一个

智慧城市研究小组 (SG1)，负责研究和记录智慧城市在信息通信技术标准化方面的技术、市场和社会要求。

从区域层面来看，欧洲标准化委员会 (CEN)、欧洲电工标准化委员会 (CENELEC) 和欧洲电信标准化协会 (ETSI) 共同成立了智慧可持续城市与社区协调组 (SSCC-CG)，为欧洲智慧可持续城市与社区的标准化工作出谋划策。

2014 年 2 月，英国标准协会 (BSI) 与英国商业、创新和技能部联合发布了《智慧城市框架——制订智慧城市和社区发展战略的指南》<sup>[25]</sup>，为智慧城市的管理与标准化提出了建议（参见图 4-1）。

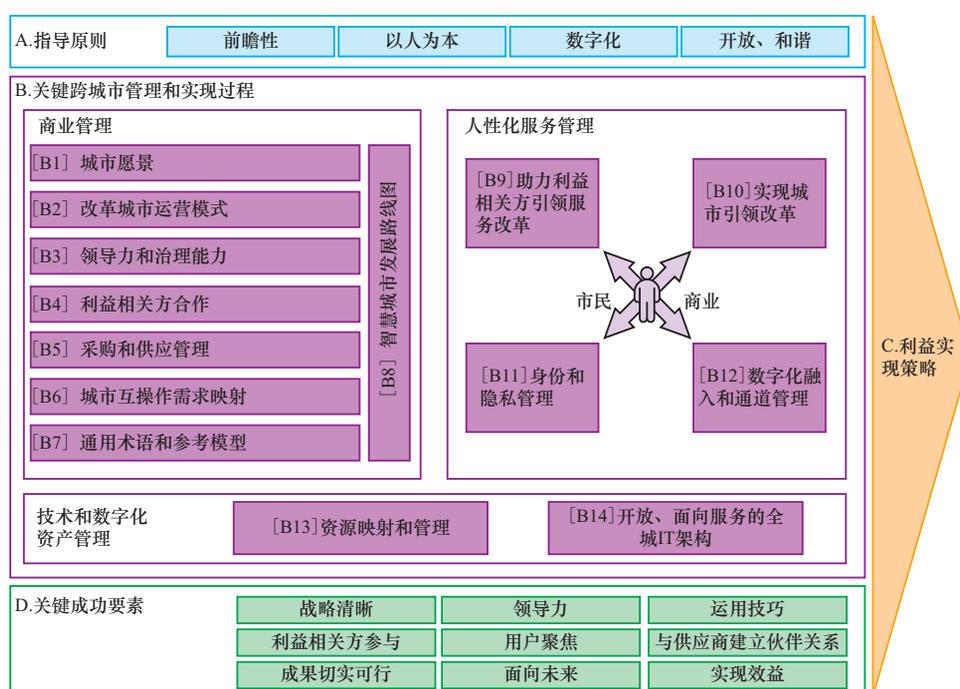


图 4-1 智慧城市框架<sup>[25]</sup>

在德国，负责德国电气、电工和信息技术委员会（由德国标准化协会 DIN 和德国电气工程师协会组成）日常运营的德国电气工程师协会（VDE）于 2014 年 4 月发布了《德国智慧城市标准化路线图》。

在美国，美国国家标准学会（ANSI）发起创立了智慧可持续城市联络网，借此各城市管理部门和相关利益方在研究自身的标准化需求时可以相互交流。

还有一些组织机构正在编制智慧城市的具体规范。其中一个目标最为远大的案例是由城市协议协会推动的“城市协议计划”<sup>[26]</sup>。其目的是为智慧城市发展中技术获取（需要标准）和各方合作的法律框架提供指导。“城市协议”提出了“城市居住环境剖析”，旨在用通用的语言描述影响城市生活的关键特征，反映在三大体系（架构、社会和数据）与八大子系统或主题领域（环境、基础设施、建筑、公共空间、功能、人口、信息流和绩效）中。

“城市协议”的核心目标之一是基于 30 多个组织提供的指导意见，打造首个针对智慧城市的认证体系，为设计一个将构成城市空间的诸多因素整合的可持续性系统提供框架。

越来越多的利益相关方表达出一个共同的信息，即试验期已经结束，

现在应该采取统一的策略，解决整合、互操作与合作等重要问题。

#### 4.1 将城市视为一个综合性的虚拟组织

城市的智能化转型将为其利益相关方带来很多挑战，其中包括转型可能带来的利益和影响。要想了解城市低效率带来的后果以及城市未来面临的机遇，一个有效的方式是将城市模拟成为一个由各活动领域构成的集合体，其中不同的利益群体共同参与城市运营，共同促进整个城市的可持续发展。

对于一个城市而言，利益相关方往往包括地方政府、公共和私营企业、学术机构、医疗卫生机构、文化团体、宗教组织和金融机构等。这些不同的机构都拥有各自的使命和目标，同时又共同形成了影响着城市的运行、管理和转型一系列复杂驱动力。

每一个机构都可以被视为某种类型的组织，为了实现既定的目标，管理其资产并将资产作为资源进行调配，以开展其主要活动。从这个意义上来说，一个组织往往是按照特定的结构聚合了各种利益相关方，然后利用其各自拥有的资产，实现共同的目标。这些组织包括私营组织、公共组织、非营利组织、商业组织、地方组织、

省/州级组织、联邦组织甚至是跨国组织。

按照这种逻辑，一个城市也可以被模拟成各种各样相互依存组织的集合，它们拥有一个共同的目标，即发展成智慧城市。只有依靠这些组织的相互合作、相互协调、相互配合，城市才能以较低的成本实现高效的运行和管理，也才有可能转型为一个智慧城市。

通过各利益相关方之间的合作、协调与配合，城市才能有序整合各方承诺、能力和特点，才能被视作一个综合性的虚拟组织。我们可以利用商业和非营利组织以及企业的最佳实践与原则，改善城市运营与管理，并推动城市的转型。

将智慧城市看作一个综合性的虚拟组织，将有助于我们发现部署标准化解决方案可能面临的障碍与机遇，从而帮助我们规划、运营和管理一座智慧城市。这也从另一方面印证了标准的核心作用：标准是实现智慧城市愿景的关键推动力。

这一综合性虚拟组织（城市）必须平衡下列两大目标：

- 对自然环境和人工环境进行有效和高效利用。
- 改善和维护城市居民的健康、安全、保障和福祉，帮助他们过上便

捷、舒适的生活。

在整个虚拟组织内实现并维持这一平衡有助于在内部价值链中实现必要的价值主张。同样，还可以在外部价值链分享类似价值主张，让其他社区和主权地区与智慧城市虚拟企业在信息、能源和材料等领域实现交互。

为了支持社会经济发展，持续改善城市的服务水平，以及提升城市抵御灾害事件的能力，智慧城市虚拟组织必须对部署在其内部价值链中的智能化子系统所能提供的创新性技术和信息物理系统进行应用和管理。一个关键的挑战在于确保各子系统之间的互操作，以建设一体化、智能化、可持续且具有风险抵御力的智慧城市。另外一项重大的挑战在于，在整个外部价值链中，实现智慧城市与其他虚拟组织之间的互操作。

使用 IEC 和 ISO 国际标准中提出的组织和企业的概念、术语和定义，智慧城市这个虚拟组织的活动可以模拟为不同利益相关方之间的服务和资源（材料、商品、能源、交通、人员、信息和其他要素）的流动体系。

在智慧城市中，自动化技术、工具和技艺可以加速这些服务和资源的流动，为城市居民提供高质量的生活方式和生活标准，同时能够维持自然环境和人工环境之间的平衡。

在智慧城市这个虚拟组织的人工环境中，各子系统之间互操作通常面临的一个障碍是：不同供应商提供和拥有不同权限的各机构目前所持有并部署的信息、通信、电力和自动化等子系统之间存在不兼容问题。要想实现一定程度的互联互通，需要克服的障碍之一便是统一各子系统之间互不兼容的服务接口。

利用各利益相关方共同的一套成果实现有效的内部价值链，可以采取一个协作的方法：使用标准化接口，使虚拟组织中的各种应用间按照理想的方式实现贯通。

另一项障碍则是需要将收集到的关于这些子系统及其运行的大量信息进行转化，使之成为对于各类智慧城市利益相关方来说容易理解且具有意义的信息。如此一来，智慧城市的利益相关方就可以据此做出理性的决策，实现城市资源的及时和恰当的分配。

智慧城市利益相关方一旦能够做出科学、理性的决策，就能够在智慧城市的人工环境内高效部署创新的技术解决方案。比如，可以更加容易地获得更为安全的食物，进行有效的供水和污水处理，更加便捷地获得价格合理的能源、材料和商品以及便捷地使用更加清洁的交通设施。

智慧城市利益相关方最希望取得

的成效包括满足成本/效益原则的风险管理、更低的全生命周期运营成本、更高的资产利用率以及对紧急事件做出更加快速的响应。这些成果可以用关键绩效指标来衡量，类似于商业性机构通常采用的衡量方法。

在智慧城市虚拟组织的内部价值链中，各成员组织需要满足的主要要求包括国际标准、合规评估机制和对智慧城市有针对性的互操作认证项目。对智慧城市相关的外部价值链中的各参与组织的要求也可类似阐述。

#### 4.2 推动基础设施和服务的整合

虽然单个项目能够改善城市的基础设施，但为了实现智慧城市的发展目标，我们有必要通过信息通信技术来推动和改善这多个系统的整合，使之构成统一的系统。

实现多个系统的集成主要面临技术方面的挑战，而这又与标准化紧密相关。虽然有些设备的生命周期仅有数月或数年，但供电、供水和供气网络等基础设施却拥有数十年的生命周期。目前采用的棕地开发或绿地开发等策略都无法解决这一问题。

棕地开发项目往往缺乏有关现有基础设施的足够信息。许多供电、供水和供气的系统没有配备有效的信息

记录，或者相关信息没有进行更新甚至已经遗失。

棕地开发项目面临的另一个障碍是：现有建筑的平均使用周期很长，工业化国家一般是 80 年，许多建筑的使用周期可能要更长。在过去几十年中，虽然世界发生了日新月异的变化，这些建筑的使用周期并未发生多大变化。这就意味着，80% 的现存建筑仍然可以再使用 50 年。此外，针对历史遗产的地方保护法律也阻碍了老城区改造项目的实施。

截至目前，智慧城市和社区的发展尚无统一的解决方案，但是有一些基本特点应该为所有的城市所共有。未来的城市将是一个集合了众多系统的复杂统一系统，不同领域之间的合作与协作至关重要，这就要求我们必须开发跨越领域的标准。

#### 4.3 智慧城市发展中蕴含的契机

建设智慧城市，首先要打造一个能够惠及市民和环境的智能化系统。电网、供气/供热/供水系统、公共和私营交通系统、商业建筑/医院/住宅是确保城市高效、宜居和可持续发展的核心。唯有改善并整合这些关键的城市系统，才能打造真正意义上的智慧城市。

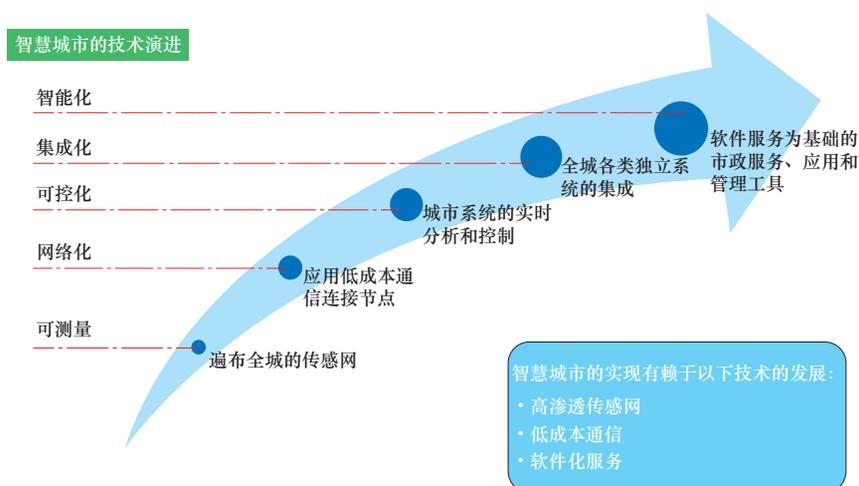
成功建设智慧城市，需要将自下而上的系统方法、自上而下的服务建设和以数据为中心的方法有机结合。技术整合包括纵向整合（从传感器到低成本通信、实时分析和控制）和横向整合（相互孤立的系统的集成）。两者结合，就能构建一个集合多个系统的统一体系。

图 4-2 展示了系统整合的路径，从系统监测到增加数据可用性，再到开发完整的系统体系，将此前相互孤立的领域协调起来。

##### 4.3.1 从传感器到管理工具的纵向整合

开发城市智能化解决方案的关键是数据。因此，最为重要的第一步是在整个城市基础设施系统内部署传感器，以收集原始数据，然后通过有线和无线通信设备进行数据传输。数据不仅可为城市规划提供重要依据，实时数据的收集也可为更好地管理服务、应用基础设施提供基础。应用实时系统，可以对城市的基础设施进行自动化管理，从而大幅提高效率并节省成本。

在数据获取方面我们正在经历一场变革。得益于近期技术的进步，我们收集到的城市基础设施数据量超越了以往任何时期（参见 4.4）。这些技术包括<sup>[27]</sup>：

图 4-2 实现智能化的具体步骤<sup>[20]</sup>

• 无处不在的传感网帮助城市实时收集关于能源、水、交通和建筑系统的数据。

• 低成本的通信和新型通信协议大大简化了信息流动，降低了传感器获取数据的成本。包括 Zigbee® 和 Bluetooth®<sup>①</sup> 在内的协议、机器对机器通信（M2M）网络的发展，以及无线和有线通信技术的不断发展使得城市能以可负担的方式，从庞大的传感器网络中采集信息。

• 实时管理系统能够对基础设施系统进行自动化控制，通过优化系统性能提高效率。

• 先进的分析技术能充分利用收集到的大量原始数据，并将其转化为可操作的信息，帮助城市改善基础设施

的性能。

一旦上述因素全部发挥作用，城市还可以进一步利用先进的分析工具，实现数据优化并创造价值，同时基于这些数据，为城市居民提供公共服务，改善市民的生活品质。

通过评测基础设施系统的性能，城市管理机构就能识别问题所在，追踪实现城市的长远目标过程中解决方案的成效。

#### 4.3.2 各领域之间的横向整合

纵向优化和整合是当前智慧城市项目的核心，只有很少的项目涉及横向整合。

尽管如此，横向整合的案例已开始不断出现。有些项目会涵盖地理信

<sup>①</sup> Zigbee®和 Bluetooth®是具有商业可行性的产品案例。提供这一信息仅是为了帮助用户了解这一标准，并不表示国际电工委员会支持这些产品。

息系统、天气预报或客户信息系统，使之可以彼此共享。

关于城市运行和基础设施的更多信息可以帮助城市加快识别和管理风险。比如，通过综合的智能化交通和移动数据可实时获得市民流动的信息，能够帮助城市在紧急情况下采取安全措施。

独立系统的整合和数据分享有助于协调行动和对作为统一体系的城市进行综合管理，从而进一步创造效益。

借助分析手段（通过数据产生高级用户价值信息的数学运算），运行数据可以成为系统整合的基础。这需要三个方面的努力：

- (1) 数据分析和建模。
- (2) 仿真。
- (3) 优化解决方案。

案例包括：

■ 如果进行精确的监测，能源消耗情况能准确反映机器、工艺或一个组织的性能/绩效。

■ 交通规律识别和情景观察（天气、时间和事件等）有助于对不同时段的交通情况进行预测。

■ 利用预测控制模型可实时计算人体舒适温度，在考虑能源价格的变动、天气的变化和系统利用的情况下，通过控制空调，节省运行成本。

当前，智能整合主要涉及安全、

交通运输、天气资讯、能源或环境监测和居民信息等方面。虽然大多数的服务尚处于独立运行状态，城市管理平台已经开始部署。

#### 4.3.3 互操作

互操作性是对覆盖各类系统的统一体系进行管理的关键，也是解决开放市场竞争问题的关键。有了统一的标准，来自不同供应商和不同技术的元件就能实现无缝交互。

得益于无线传感器、射频识别标签和嵌入互联网络协议设备等智能设备的兴起，我们正在经历一场物联网革命。在物联网中，我们能够创建和管理自组织网络，让自主设备在各系统之间产生和分享数据。

但是，不同的制造商在技术开发时，仍然在使用自己的通信和数据协议。

此外，只满足技术互操作是不够的，还存在着组织和法律方面的互操作问题。互操作能够在法律和组织层面对知识产权问题（人们希望分享数据吗？）、劳资关系问题（人们愿意接受培训吗？）以及可用性问题（用户能够操作设备吗？）产生重大影响。

实际上，复杂的系统整合要求在三个层面上实现互操作：

- (1) 技术和语法层面：涉及物理

和逻辑意义上的基本互联、信息的交换和信息的数据结构。

(2) 信息和语义层面：涉及商业环境和信息交换过程中包含的各种概念。

(3) 组织层面：涉及运营流程和商业流程以及各商业组织共同的战略和战术目标，可能包括经济学和监管因素。

为了实现上述目标，遵循国际公认的标准是最佳途径。

#### 4.3.4 整合现有系统的架构 - 渐进式、开放式的部署

标准化的架构对于整合现有系统、全新系统和设备非常重要，通过使用 IP、网络服务等开放技术能够确保系统的拓展性。

入口服务器有助于创建统一又不失个性的用户界面，能够考虑到语言等个人设置偏好（见图 4-3）。云端的虚拟机器能够避免购买容量过大的、长时间处于闲置状态的服务器。

优化基础设施的效率、通信网络彼此共享，是打造一体化城市管理平台（见图 4-4）的基础。此外，城市还应当积极整合不同的智能化城市子系统（能源、交通运输、水、建筑物、公共服务等）。要想通过信息和服务满足城市和城市居民的需求，协作式、定制化的应用和解决方案应当是首选。

挑战在于如何建设这种一体化的城市管理平台，兼顾自上而下的治理需求和自下而上的创新需求。

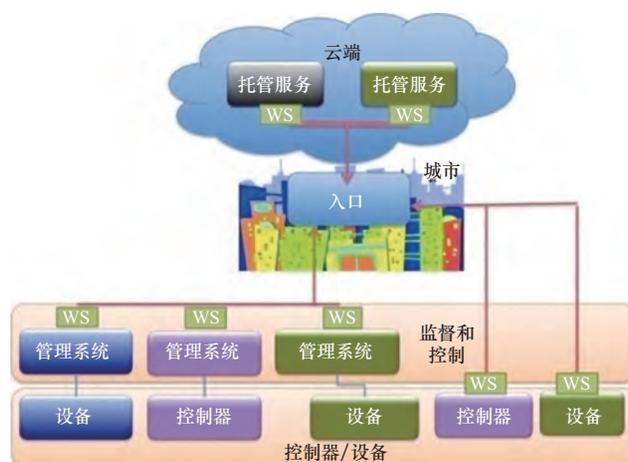


图 4-3 入口服务器架构（使用 IEC、ISO、JTC1 和 ITU-T 等组织的标准对系统进行整合）

#### 4.3.5 衡量城市基础设施的智能化水平

一体化城市管理平台能否保持高效，关键在于能否通过理想、有效使用

现有资源满足各利益相关方的期望。我们可以将不同的城市基础设施及其绩效纳入一个评估体系，创建一个用以评估基础设施绩效的表格（见表 4-1）。



图 4-4 一体化的城市管理平台<sup>[20]</sup>

表 4-1 基础设施绩效评估体系<sup>[28]</sup>

性能 (将在技术上提升)		社区基础设施					
		能源	供水	交通	垃圾处理	信息通信	其他
		-电网 -天然气 -燃料 .....	-水处理 -工业用水 -净化水 -污水.....	-公路 -铁路 -机场 -港口、河流 .....	-垃圾回收 -循环利用 .....	-信息 -网络 -载波 -广播	
居民 视角	(1) 可靠性						
	(2) 可得性						
	(3) 服务质量						
	(4) 其他						
社区 管理者 视角	(5) 运行效率						
	(6) 可维护性						
	(7) 恢复能力						
	(8) 经济价值						
	(9) 可扩展性						
	(10) 其他						
环境 视角	(11) 温室气体排放						
	(12) 污染排放						
	(13) 资源利用效率						
	(14) 其他						

必须强调数据（见附录 B）的关键作用。数字化数据是 21 世纪取之不尽、非常宝贵的资源。

#### 4.4 利用开放式大数据创造价值

在建设智慧城市的过程中，我们

可以获取的数字化数据是城市基

基础设施的重要组成部分，也是城市成功建设的支柱。它是智慧城市的黏合剂，能够推动不同部门、领域和系统之间的协调和整合，并能催生新的洞察力，从而提高决策速度并改善决策质量。如果能在正确的时间为正确的利益相关方提供并管理正确的数据，数据管理技术就能够推动城市摆脱纯粹的行政管理机制，实现高效的自我变革和可持续的创新，从而惠及城市的各利益相关方。数据管理技术能改善日常运营效率，帮助打造更加透明和更负责任的政府；还能为实现新创新、新服务和新商业模式提供机会。缺乏开放式数据，就不可能实现系统整合、互操作性，也就不能实现智慧城市的发展目标。

技术在不断发展，力争在满足成本—效益原则的前提下，支持处理大量的、不断增加的各类数据集。我们需要分享最佳的实践和开发相关标准，以确保数据能在各系统之间自由流动，同时满足数据的安全保护和用户隐私保护要求。

数据带来的显而易见的技术挑战有很多，但大多可归结为 3V，即数据量大（Volume）、速度快（Velocity）和种类多（Variety）。其他重要的考虑因素包括：数据从哪里采集以及如何采集，缺失的数据如何推断，以及

数据的有效性、质量和时效性。然而，除了这些技术挑战，还有一个重要的挑战是需确定数据与各利益相关方的相关性。更加复杂的是，随着获得的数据的增多，数据的透明度越高，我们越需要能够处理非结构化数据集的新的数据处理和分析技术，当然，这对我们来说也是新的机会，这样才能使城市的智能化程度更进一步。

正在开发的新技术能够将大量随机的数据转化成信息和知识，帮助利益相关方做出更加明智、更加智能的决策。

信息的采集、存储、分析和处理会带来许多挑战，涉及数据隐私、网络安全和知识产权保护等。我们必须科学应对这些挑战，因为信任需要付出大量努力才得以建立，稍有不慎，便会失去信誉。为了保护私人数据以及敏感的政府和商业数据，我们需要完善标准、技术和工作实践。先进的新型隐私和加密技术能够缓解这些问题。

但是，我们需要指出的是，开放大数据并不意味着“有人在监听”。相反，这只是一个优化结果、与同行分享最佳实践以及为个人提供改善生活机会的手段（比如可以和小区的邻居或者城市的其他同类居民比较能源消耗情况）。

通过大数据创造经济效益的案例：

由于开放了天气数据，美国气象行业的年度商业收入达到了 4 亿~7 亿美元，并在 400 个公司创造了 4000 个工作机会。相比之下，欧洲的经济规模虽然与美国相当，但由于天气数据基本处于封闭状态，因此气象行业仅有 30 个公司和 300 名员工，每年的收入约为 3000 万~5000 万美元<sup>[29]</sup>。

麦肯锡研究显示<sup>[30]</sup>，开放式数据能够为教育、交通、消费品、电力、石油与天然气、医疗以及金融部门创造数万亿美元的价值（比如减少上下班时间和排放量等）。

《欧盟委员会开放式数据通信》<sup>[31]</sup>认为，欧盟如果开放公众数据，每年创造的经济价值可达 400 亿欧元。

存储、处理这些数据需要建立技术基础设施并进行长期的维护，这些都需要成本投入。城市需要各类与数据相关的支持性资源（比如 IT 专业人才，大城市甚至需要设立首席技术官），并投资设立合适的数据分析平台，以处理各种形式和各种用途的数据。

满足成本—收益原则当然是个挑战，但是确保信息在各系统和领域之间的自由流动同样困难。系统和数据集数量的增加，必将刺激技术的创新，这是很重要的，但提高其标准以促进系统整合和完美的互操作也同样重要。汽车、航空航天以及智能电网等行业的发展已多次证明了这一点。

但是，成本和努力是有回报的。

我们已经看到，开放式大数据的应用已经取得了良好的效果，显著提高了决策速度和决策质量，改善了公共部门和私营机构的运作效率和成效。与此同时，也为其客户和市民提供了更好的产品和服务。通过对数据进行科学管理，能帮助地区、国家和城市应对社会挑战、创造财富并提高市民的整体生活质量。

数据还可以用来发掘个人的需求，可以进行群体区分，如可以利用数据对城市人口进行分类，为不同人群提供定制化的服务；又如，可以使用实时的地理标记数据，打造全新的基于位置的服务，超越基本的导航功能，进而提供优化的交通线路规划和公共交通运力配置等。

#### 4.5 加强标准组织之间的合作，充分发挥标准化带来的效益

虽然标准在我们日常生活中占据核心位置，是市场所必需的，也是提高运营效率的必要条件，但人们对标准的了解却往往不够，且常常存有误解。根据标准是否有用，是否遵循完全出于自愿，按自愿性质，一些公司或组织可自行决定是否遵守既定的标准，也可以自行制订技术标准。因此，往往出现多个不同标准并存的情况，最终由市场力和相关政策决定哪些标准被采用、哪些不被采用。

通过立法手段强制标准的实施，可能是导致目前法规和标准之间出现混乱的主要原因，许多市民相信标准是法律规定，因而会厌恶甚至抵制一些标准。将标准写入法律是个令人担忧的问题，因为某些特定的标准会让特定的运营商获益。

标准本身是非常必要的，也可以发挥积极作用，但是标准制订和发布的方式需要改变。技术标准可能会对基础设施领域采用的解决方案产生重大的影响，往往是由该领域的专家撰写。对于 IEC 而言，国际标准是由电工领域工程师为其他同行撰写的。但是，由于需要整合基础设施和服务，

标准的制订也需要参考城市管理者的意见，标准也要让非专业人士能够明白才行。

基础设施和服务的整合很大程度上取决于互操作（让设备和系统能够合力运行），而技术标准可以加快实现互操作。各技术供应商自愿共同遵守国际标准，推动了现代技术的发展，确保了不同技术之间的互操作和兼容性。电工和信息通信技术设备等标准影响着人工环境，进而影响着市民的日常生活。对于大多数可以实现互操作和兼容的技术，我们可能会觉得理所当然，但这一切并非自然而然发生，而是国际标准组织之间签订复杂协议以及不同技术之间市场竞争的结果，这两大因素最终决定了技术供应商和用户能够采用什么技术标准。

标准制订组织牵头制订了国家标准、国际标准，评估方案和认证方法，为互操作导则、框架和实践奠定了基础。智慧城市在对内部各类数据流进行管理的时候，需要一套通用的互操作概念。

但是今天，标准的制订过程仍然缺乏协调一致性。要解决这一问题，需要加强各标准化组织之间的协作，加强系统层面技术标准委员会的力量，并且让城市规划部门更加深入地参与其中，以提升标准质量和各技术之间

的互操作，从而为城市的运行奠定基础。此外，上述措施还有助于为城市打造一个拥有综合性解决方案，满足标准要求和互操作的广泛市场，从而支持可复制、更经济的技术在全球范围内推广。只有让不同组织的多个技术委员会参与其中，用创新的方式制订系统性标准，才能制订出推动实施智慧城市解决方案的各项标准。

子系统之间的互操作也需要国际电工委员会（IEC）、国际标准化组织（ISO）、（国际标准化组织和国际电工委员会）第一联合技术委员会（JTC1）、国际电信联盟电信标准化部门（ITU-T）和其他标准化组织的技术委员会

共同开展新的合作，标准化工作范围包括了研制、推广和一致性测试等，以帮助系统、子系统、城市及其相关供应链之间实现良好互操作。

#### 4.5.1 ISO 内部的合作

多个智慧城市建设项目正在进行当中，但对于智慧城市以及智能化解决方案的定义尚未达成共识。

2012年，ISO成立了TC 268（社区的可持续发展），并批准成立第一分技术委员会SC1（智能社区基础设施），负责制订智慧社区基础设施方面的相关标准。

该分技术委员会采用的主要概念之一是图4-5中展示的城市功能的三层模型。

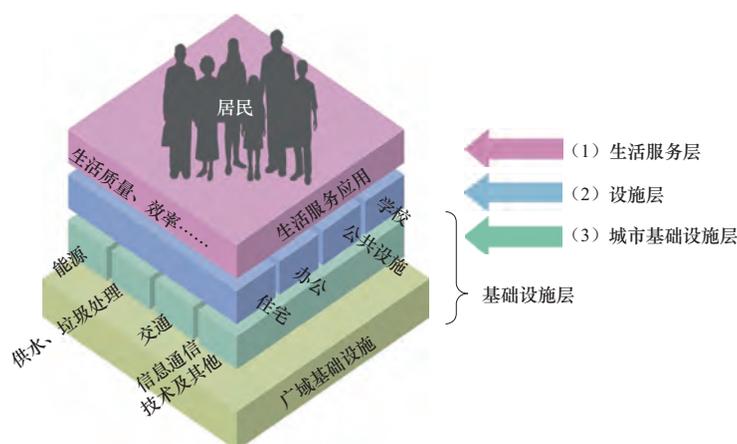


图 4-5 城市功能的三层模型

在评估一个城市的智能化水平时，我们必须考虑到不同功能的城市基础设施的智能化水平，包括：

■ 基础设施：能源（电力、天然气）、水、交通运输、信息通信基础

设施等。

■ 公共服务：医疗、教育和公共安全等。

我们可以将这些城市功能划分为下列三层：

每一层的定义如下：

(1) 生活服务层面（社区服务）：主要由城市管理部门提供的医疗、教育和公共安全等城市生活必需的服务。

(2) 设施层面（社区设施）：包括住房、办公室（写字楼）、交通设施（交通站点）、学校等设施，这些设施既提供也使用基础设施服务。

(3) 城市基础设施层面（社区基础设施）：为市民日常生活提供必要服务的基础设施，包括：

- 1) 能源（电力、天然气）；
- 2) 水（饮用水）；
- 3) 废弃物处理；
- 4) 交通运输（公共交通、城市列车、公交车和出租车等）；
- 5) 信息通信基础设施。

在城市基础设施层面以下，更大范围的基础设施连接着全市范围的能源网络、城际交通体系等。

在建设智慧城市的过程中，每一项城市功能的改造和完善都很重要。根据上述分类，我们推断使用每一类基础设施的利益相关方都是不同的，管辖这些基础设施的法律法规也是不同的。社区基础设施层面由基础设施运营商（公共和私营部门）进行管理和运营。

社区设施层面主要分为两类：一类是提供服务的设施（比如交通枢纽和交通站点等），另一类是使用服务的

设施 [比如住宅、办公室（写字楼）以及商业设施等]。比如，“智能建筑”通常是指以智能化方式消耗能源的建筑，因此不同于通常是以智能化的方式提供服务的智能电网或智能交通。

社区服务通常由城市管理部门进行管理和运营，因此改善这方面的服务就需要改善法律架构。比如，当我们建设新医院和新学校时，需要改善医疗服务和设施，同时也需要改善整个医疗体系和医疗水平，以及整个教育体系和教学质量。

#### 4.5.2 IEC 内部的合作

城市及建筑的许多服务（虽然未必是大部分服务）都直接或间接取决于电力和电子系统。最明显的例子是电气设施能够将电力送至各建筑内和交通系统、医疗设施和工厂等。

IEC 积极参与制订新的国际标准，支持包括智慧城市在内的各类智能项目。国际电工委员会的标准化管理局成立的智慧城市系统评估组（SEG1，为 IEC 成立的第一个系统评估组），正在识别城市中的多个电工系统，以期进行整合和优化。目前 SEG1 正携手多个组织、论坛和协会，联合制订参考框架和标准化路线图。

与此同时，由多家一流国际企业首席技术官组成的 IEC 市场战略局

(MSB) 组织编写的这个高层次的智慧城市报告，旨在介绍城市如何提升智能化发展水平，如何建立新的商业模式，以及如何确定相关标准的价值、成本和收益。本报告核心目的是指导所有的利益相关方，共同实现可获取、可负担以及可持续的一体化解决方案。

IEC 的多个技术委员会也致力于支持智慧城市建设，主要包括：

(1) IEC 的电能供应系统技术委员会 (IEC TC 8) 负责与其他技术委员会合作，共同协调和筹备国际标准的制订以及其他关于电能供应系统的标准化工作，包括电力输电网、配电网以及接入电网的终端用户侧用电设备。

(2) IEC 最新成立的大容量可再生能源接入电网分技术委员会 (SC 8A) 负责制订大容量可再生能源的入网标准，这对于未来的能源供应和智能项目至关重要。尤其是国际电工委员会光伏能源标准化技术委员会 (IEC TC 82) 和风力发电机组技术委员会 (IEC TC 88)，其制订的国际标准涵盖了光伏发电和风力资源，构成了智能电网标准体系的重要组成部分。

(3) IEC 的电力系统的管理及其信息交换技术委员会 (IEC TC 57) 成立于 1964 年，负责制订电力行业中设备与系统之间的通信标准，这对于智能建筑、智慧城市和智能电网项目

的发展至关重要。

(4) 2011 年 9 月，IEC 成立了智能电网用户接口项目委员会 (IEC PC 118)，负责制订需求响应信息交换的标准以及将需求侧设备/系统接入智能电网的相关标准。

(5) IEC 的工业过程测量、控制与自动化技术委员会 (IEC TC 65) 及其分委员会能源储存 (充电电池) 和燃料电池技术委员会 (TC 21 和 TC 105) 也参与智能化项目涉及的标准化工作。这里列出的只是 IEC 内相关机构的一部分，没有这些部门的共同努力，智慧城市的目标将无法实现。

#### 4.5.3 其他合作

为满足智慧城市标准化工作需求，必须调整标准制订组织之间的合作方式。比如，主要国际、地区和国家标准制订组织之间的联络机制需要加以完善，以促进多个技术领域和市场之间的合作。实现这些合作，就需要在地方和国际层面通过更加严谨的机制将不同领域的专家工作组聚集起来，且任何一家参与方应都能发布、推广、审阅和获取这些合作成果。此外，还必须制订一致性评估和互操作认证方案，让不同的标准制订组织承担起各自的责任，实施这些计划并酌情纳入相关的法律法规。

---

# 第 5 部分

## 结论与指导原则

---

建设智慧城市不仅是为满足减排需要，也是应对世界范围内快速城镇化发展的需要，因为效率低下的城市管理对环境和社会产生了严重的负面影响。城市基础设施是城市的支柱，可为城市居民提供必要的服务，也可为城市居民的职业发展、参与社交和文化活动创造必要条件，城市基础设施还是确保城市能够抵御环境风险的基础。

截至目前，城市基础设施（供水、供电和交通设施等）都是独立建设和运营的。此外，城市居民主要扮演的是服务消费者的角色，对构成城市的各个系统基本不产生直接的影响。而在智慧城市中，这一切都将发生改变。首先，高效的城市管理要求按照合理的手段对各类基础设施进行横向整合。其次，城市居民将会转变为能源生产者和服务提供者。在能源领域，个人将开始生产可再生能源。在数据革命的推动下，个人还将能够在多个领域提供信息和服务。有了智能化的系统，

市民便能在提高效率方面发挥积极作用。智能化的电表和电动汽车将与电网互动，市民的智能化应用产生的数据也将有助于改善交通管理和加强应急响应等。市民也可以利用各种技术，出售各种新的服务。

城市的这种变革需要辅以城市发展环境的改变，这意味着要改变城市的管理和投资方式，即推动行政改革并构建新型金融体系。

然而，标准是不同基础设施之间建立关联、高效运转的黏合剂，标准对于确保技术互操作性、推行最佳实践而言必不可少。但现有的标准尚未达到实现技术整合目标的需要。各类标准化组织仍然处于各自为政的状态，制订出来的标准对非专业人士（尤其城市管理者）来说很难理解。标准是城市规划者的重要工具，理应融入城市规划和采购流程中，因此应当对标准的制订方式进行改革，确保标准满足城市规划者和市内其他服务运营商的需求。

---

标准化组织应当加强彼此间的协作，同时也应加强与外部组织的合作，尤其是城市规划部门等。

### 5.1 IEC 指导原则和战略导向

- 电力是一切城市基础设施系统的核心，也是城市建设的主要推动力。因此，在智慧城市系列标准制订中，IEC 应发挥关键作用。但是，唯有城市环境的所有利益相关方加强合作，才能充分释放标准带来的价值，从而加快智慧城市的发展，并降低城市运营成本。

- IEC 将广泛呼吁、积极行动、为促进全球范围的联合做出贡献，这不仅需要国际标准制订组织的参与，正如本报告中的描述，还应联合智慧城市蓝图中所涉及的所有利益相关方（城市规划者、运营商等），尤其是市民的参与。

- 技术和系统的整合对于确保互操作至关重要，IEC 将本着如下指导原则，为有关主体之间的积极协作提供支持。

### 5.2 技术和系统整合指导原则

- IEC 应继续推动技术整合（电工学、电子学、数字和信息技术），确

保将数字化技术全面融入 IEC 的所有标准中，实现互联和数据共享。

- IEC 应确保数字技术和信息技术供应商积极参与标准制订工作。数据应成为 IEC 的一个关键议题，包括物联网、数据分析、数据使用、数据隐私和网络安全等。

- 考虑到智慧城市标准化在灵活性、互操作和可扩展性方面的要求，系统方法的推广应作为 IEC 的第一要务予以加快推进。为用户（市民、城市基础设施与服务的规划者和运营方）创造价值，仍将是标准化工作的主要驱动力。标准化工作要将自下而上的系统完善方法和自上而下的服务部署相结合。对电网、供气系统、供水系统、公共和私营交通体系、商业建筑、医院和住宅进行高效整合是非常重要的。这些共同构成了城市宜居性和可持续发展的基石。

- 建设智慧城市需要按照城市及其市民的特定需求提供解决方案，并且能通过多种方式调整和整合技术，以同时应对多种需求。比如，按照既定标准建设数字化基础设施将有效推动定制化解决方案的开发，并消除阻碍技术整合的相关障碍。

- 在构建系统办法时，IEC 将考虑建立一个结构框架，明确提出若干系统构成的复杂大系统的概念，以及

互操作和整合的基本层级和规则。这一框架的建立应与其他国际标准制订组织和国际性机构合作开展，如国际论坛和联盟等。这一框架应同时适用于绿地开发和棕地开发。

- IEC 应开发可视化工具，通过城市建模，模拟智慧城市各个系统之间高度的相互依存性。

### 5.3 各方合作的指导原则

- 在整个城市生态系统中，各利益相关方（城市规划部门、城市基础设施运营商、居民组织等）的参与、他们的意见和建议不仅对于解决方案的采纳至关重要，而且也有利于针对最为关键的问题提出最有效的对策。IEC 将与这些新的利益相关方保持沟通，鼓励他们提出反馈意见，参与制订各类标准。

- 有些情况下，部分利益相关方会混淆强制性规定和自愿性标准，因此会将标准视为一种负担。截至目前，

标准仍然是由技术专家制订，并为技术专家所使用。在智慧城市的建设过程中，由于会有新的利益相关方参与其中，IEC 将努力改变标准的制订和推广方式，并且思考如何让市民和城市系统内的利益相关方从标准化工作中获得更大的价值。

- 如果缺乏强大的电力网络，任何有效的城市基础设施和新型城市服务都将无法实现，这就意味着 IEC 应当抓住机会，在以往工作的基础之上，积极打造协作式工作空间，让城市居民、城市规划部门、城市运营商、数字化和信息技术相关方等都参与进来。

- 在这些方面的努力应推动建立一个更为广阔的市场，具备坚实的标准和互操作的支撑，从而让可复制、更经济的技术在全球范围内得到推广。各利益相关方之间开展更为广泛的合作，最终会为全球迅速增长的城市人口带来更为全面、高效、经济和环保的良性解决方案。

# 附录 A

## 智慧城市解决方案评分表

智慧城市解决方案评分表<sup>[23]</sup>见表 1。

表 1 智慧城市解决方案评分表

标准	评分				
	1	2	3	4	5
跨领域/多技术	未考虑整合问题	行业内与行业间实现多层次整合的潜力较低	行业内与行业间实现多层次整合的潜力较高	行业内与行业间实现多层次整合的潜力很高	已经在行业内和行业间实现了多层次的融合
灵活性	对内部和外部干扰的敏感度极高	对内部和外部干扰的敏感度很高	对内部和外部干扰的敏感度较高	对内部和外部干扰的敏感度很低	完全不受内部和外部干扰的影响
与城市现有能源系统（设施与基础设施）的整合度	与现有设施和基础设施进行整合的可能性为零	与现有设施和基础设施进行整合的难度很大	与现有设施和基础设施进行整合的难度较大	与现有设施和基础设施进行整合会遇到一些问题	与现有设施和基础设施进行整合毫无障碍
推广与应用的潜力	无法被某个城市模仿和应用	无法被某个城市模仿和应用	可以被某个城市模仿和应用	可以模仿，并得以广泛应用	任何一个城市都可以模仿和应用
市场准入障碍（比如厂商锁定或不可互相操作的协议和规章）	没有需求/需要新的商业模式	需求较少/不可能使用现有的商业模式	需求较少/可能使用现有商业模式	需求较多/可能使用现有商业模式	需求很多/可能使用现有商业模式
二氧化碳减排潜力	略微减少二氧化碳排放量 (<10%)	适度减少二氧化碳排放量 (10% ~ 50%)	大幅减少二氧化碳排放量 (>50%)	二氧化碳排放量为零	二氧化碳排放量为负值*
提高可再生能源比例的潜力	可再生能源的比例为零	可再生能源的比例低于 10%	可再生能源的比例低于 20%	可再生能源的比例低于 50%	可再生能源的比例高于 50%
提升能效	略微减少能源/燃料消耗 (<10%)	适度减少能源/燃料消耗 (10% ~ 50%)	大幅减少能源/燃料消耗 (>50%)	能源消耗为零	多余能源回馈给能源系统
可负担性（终端用户预计增加的能源成本）	成本大幅上升 (>20%)	终端用户的成本适度上升 (10% ~ 20%)	终端用户的成本略微上升 (0 ~ 10%)	成本不上升	成本减少
经济可行性（投资回收期）	20 年以上	20 年以内	15 年以内	10 年以内	5 年以内

续表

标准	评分				
	1	2	3	4	5
各利益相关方参与的可能性（技术是否便于用户使用）	与利益相关方的互动需要采取额外措施，而这些措施难以落实，并且会对社会产生很高的成本	与利益相关方的互动需要采取额外措施，而这些措施难以落实，并且会对社会产生额外的、但可负担的成本	与利益相关方的互动需要采取额外措施，这些措施落实起来有一定难度，并且会对社会产生额外的、但可负担的成本	与利益相关方的互动需要采取额外措施，这些措施容易落实，容易为用户接受，且不会对社会产生成本	容易与利益相关方建立沟通，无需采取额外的措施
创新性/超越目前最高水平	无创新性	下列几方面的智能化水平很低： (1) 能源转换 (2) 材料 (3) 电力配置	下列几方面的智能化水平较高： (1) 能源转换 (2) 材料 (3) 电力配置	下列几方面的智能化水平很高： (1) 能源转换 (2) 材料 (3) 电力配置	下列几方面的智能化水平极高： (1) 能源转换 (2) 材料 (3) 电力配置
监管要求	有额外的监管要求，会对社会产生高昂的成本	有额外的监管要求，对社会产生的成本在能承受的范围之内	有额外的监管要求，实施起来有一定的难度	有额外的监管要求，实施起来非常容易	无额外监管要求

\* 指利用碳捕捉、生物质能、生物碳等技术在大气圈内消除二氧化碳等温室气体，与二氧化碳减排概念不同，减排仅指降低排放，而负排放则能实质性减少已存在于大气圈内的温室气体。——译者

---

# 附录 B

## 大数据的定义

---

大数据指数量庞大、非常复杂的数据集，难以通过传统的数据库管理工具或传统的数据处理应用来进行处理。需要指出的是，超过 90% 的数据都是过去两年中创造出来的，并且在未来 18~24 个月会增长一倍。不断增长的海量数据使得信息的捕捉、储存和挖掘变得日益重要，也愈发具有挑战性。

大数据以往是数据极客们的关注对象，现在对于公共和私营部门的负责人也具有了意义，产品和服务的消费者也开始从大数据的应用中获益。大数据可以帮助企业改善产品和服务，同样也可以成为未来城市一个重要的管理工具。

与几年前相比，智慧城市的电气类和非电气类智能设备已经大大增加，产生了大量的通信节点，如包括城市

居民可以通过智能手机产生的通信节点。这可以帮助城市深入、详细地了解城市管理流程，并且广泛了解各利益相关方的行为和模式。如果能够及时提升城市治理的透明度，并且让相关利益相关方（如城市规划者、政府官员以及市民）获取和知晓这些数据和观点（开放式数据—开放式城市），将创造巨大的价值。

重要的是，并非全部有价值的数据都是内部数据或专有数据，因此出现了另一个新趋势，即如何获得公开数据。这些公开数据在许多情况下都非常有用，比如天气信息或统计普查信息等，这些数据的流动性正在变强，并且跨越多个系统。公开数据属于数字化信息，任何人都可以免费使用和传播，不受版权、专利权或其他管控机制的限制。

---

# 附录 C

## 公私合作伙伴关系

---

公私合作伙伴关系通常是为了克服公共部门普遍面临的多项困难，比如缺乏公共资金，公共部门能力不足，缺乏开发、管理和运营基础设施资源的资源和专业人士等。通过公私合作伙伴关系项目，私营部门可能会负责整个项目的设计、融资、建设和运营。

融资模式是其中的关键。在制订融资模式时，必须考虑下列关键因素<sup>[23]</sup>：

- 投资周期（短期/中期/长期）。
- 回报周期（短期/中期/长期）。
- 技术成熟度（原型/早期市场/成熟）。
- 规划和实施方法的成熟度（标准/创新）。
- 项目融资的类型（基础设施/建筑/产品/软件）。
- 项目规模（国家/地区/城市/城市的管辖区/社区）。

确定投资周期和风险状况后，就需要制订融资模式了。融资模式有很多种，具体取决于投资状况以及投资

回报的类型和周期。建设智慧城市的关键在于，是否有能力调整融资模式，满足通常较高的资本支出的需求。而较低的运行支出和运营效率的提高，可以弥补较高的资本支出。目前的采购体系尚无法很好地适应此类情况。

总体来说，进行有效的规划和投资需要具备下列几点：

- 一个科学的监管框架（采购规定）。
- 管理机制要能协调不同的服务运营商，并对城市建设进行规划，同时还要能参与到公私合作伙伴关系中。
- 建立新的融资模式和公私合作伙伴关系机制，运行新的基础设施和服务，并为其提供资金支持。

同时，还需要创造下列有利条件，帮助降低项目成本：

- 制订标准，这些标准有助于降低投资和系统整合的成本。
- 专业融资机构（国家或国际）以及公共部门的支持，为降低信贷风险而提供担保，同时提供捐赠和技术

支持。

城市领导者需要重点关注私营部门和开发部门是否获得了担保，并明确相关的收入分配情况，促使他们愿意参与投资。一个经过检验、行之有效的系统是采用节能绩效合同（ESPCs），采用这种节省成本的方式，可以为许多国家的智慧城市项目提供资金支持。

初期资本投资是由金融行业提供的，而实际的服务是由特殊目的公司或能源服务公司（ESCO）提供的。节

能服务公司能够保证一定水平的成本节约或绩效，而累计节约的能源成本用来还款给投资者。如果未达到绩效标准，则能源服务公司（而不是纳税人）负责还款。

最重要的是，高效、现代的系统有助于实现智慧城市的愿景，从而惠及整个城市及居民。

长期的特许合同（比如路灯特许协议）或公私合作伙伴关系能够为私营部门和公共部门创造巨大的价值。

---

# 参考文献

---

- [1] UN Department of Economic and Social Affairs, *World Urbanization Prospects -The 2011 Revision*, ESA/P/WP/224, March 2012 [viewed 2013-12-03]. Available from: [http://esa.un.org/unup/pdf/WUP2011\\_Highlights.pdf](http://esa.un.org/unup/pdf/WUP2011_Highlights.pdf)
- [2] UN-HABITAT, *State of the world's cities 2012/2013-Prosperity of cities*. United Nations Human Settlements Programme, 2012 [viewed 2013-12-03]. Available from: <http://mirror.unhabitat.org/pmss/listItemDetails.aspx?publicationID=3387&AspxAutoDetectCookieSupport=1>
- [3] World Energy Council, *Energy and Urban Innovation*, London: World Energy Council, 2010 [viewed 2013-12-03]. Available from: [http://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2012/10/PUB\\_Energy\\_and\\_urban\\_innovation\\_2010\\_WEC.pdf](http://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2012/10/PUB_Energy_and_urban_innovation_2010_WEC.pdf)
- [4] UN-HABITAT, *The State of Arab Cities 2012, Challenges of Urban Transition*. United Nations Human Settlements Programme, 2012 [viewed 2013-12-03]. Available from: <http://mirror.unhabitat.org/pmss/listItemDetails.aspx?publicationID=3320>
- [5] Global City Indicators Facility, *Cities and Ageing*, University of Toronto, GCIF Policy Snapshots No. 2, September 2013. Available from: [http://www.cityindicators.org/Deliverables/Cities and Ageing Policy Snapshot-GCIF and Philips-Sept 2013\\_9-30-2013-1145908.pdf](http://www.cityindicators.org/Deliverables/Cities and Ageing Policy Snapshot-GCIF and Philips-Sept 2013_9-30-2013-1145908.pdf)
- [6] MOFFATT, S., SUZUKI, H. and IIZUKA, R. *Eco<sup>2</sup> Cities Guide, Ecological Cities as Economic Cities*, The World Bank, 2012 [viewed 2013-12-03]. Available from: [http://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1270074782769/Eco2\\_Cities\\_Guide-web.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTURBANDEVELOPMENT/Resources/336387-1270074782769/Eco2_Cities_Guide-web.pdf)
- [7] McKinsey Global Institute, 2009.
- [8] Brookings-Tsinghua Center for Public Policy and Global Cities Initiative, 2013.
- [9] UNDP et al., 2013.
- [10] Kenya National Bureau of Statistics, 1989 and 2010.
- [11] UNEP, 2009.
- [12] UNEP et al., 2007.
- [13] IBM East Africa, 2012.
- [14] City of Boston, 2007 and 2011.
- [15] IBM, 2013.
- [16] National Records of Scotland, 2014.
- [17] IBM, 2011.
- [18] Reed in Partnership, 2009.

- [19] Glasgow City Council, 2008.
- [20] LETERRIER, N. *Au coeur des smart cities*, VP Innovation, Schneider Electric, 2013. Available from: <http://grenobleenergie.files.wordpress.com/2012/09/131003-schneider-electric-leterrier-gemnanoinside-irt.pdf>
- [21] AECOM, Pöyry and Wipro, *Smart City-Intelligent energy integration for London's decentralised energy projects*. AECOM, 2012 [viewed 2013-12-03]. Available from: [http://www.london.gov.uk/sites/default/files/archives/Smart City Intelligent Energy Opportunities.pdf](http://www.london.gov.uk/sites/default/files/archives/Smart%20City%20Intelligent%20Energy%20Opportunities.pdf)
- [22] The Climate Group, Arup, Accenture and Horizon, *Information Marketplaces-The New Economics of Cities*. The Climate Group, ARUP, Accenture and The University of Nottingham, 2011 [viewed 2014-03-05]. Available from: [http://www.theclimategroup.org/\\_assets/files/information\\_marketplaces\\_05\\_12\\_11.pdf](http://www.theclimategroup.org/_assets/files/information_marketplaces_05_12_11.pdf)
- [23] EU Smart Cities Stakeholder Platform, *Finance working group-Guidance Document-Integrated Action Plan-Report Process and Guidelines*. 2013. Available from: [http://eu-smartcities.eu/sites/all/files/Integrated Action Plan.pdf](http://eu-smartcities.eu/sites/all/files/Integrated%20Action%20Plan.pdf)
- [24] ASCE, *Guiding principles for the nation's critical infrastructure*. American Society of Civil Engineers, 2009. ISBN 978-0-7844-1063-9. Available from: [http://content.asce.org/files/pdf/Guiding Principles FinalReport.pdf](http://content.asce.org/files/pdf/Guiding%20Principles%20FinalReport.pdf)
- [25] BSI PAS 181: 2014, *Smart city framework-Guide to establishing strategies for smart cities and communities*. Available from: <http://shop.bsigroup.com/en/ProductDetail/?pid=000000000030277667>
- [26] City Protocol Society, *The city anatomy*. Available from: <http://www.cityprotocol.org/anatomy.html>
- [27] CHARBEL, A. *The smart city cornerstone: urban efficiency*. Schneider Electric, 2013. Available from: [http://www.digital21.gov.hk/sc/relatedDoc/download/2013/079 SchneiderElectric \(Annex\).pdf](http://www.digital21.gov.hk/sc/relatedDoc/download/2013/079%20SchneiderElectric%20Annex.pdf)
- [28] ISO/TR 37150: 2014, *Smart community infrastructures-Review of existing activities relevant to metrics*
- [29] PARFENO, D. *Open Government Partnership-Business Case Brief*. Open Government Partnership, 2012. Available from: <http://www.google.ch/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CBwQFjAA&url=http%3A%2F%2Fper.gov.ie%2Fwp-content%2Fuploads%2F031212-2012-03-03-Open-Government-Partnership-Business-Case-031212.pdf&ei=3ePgU7aAMcuM4gSf6oHoCw>
- [30] MANYIKA, J. *Open data: Unlocking innovation and performance with liquid information*, McKinsey Global Institute, Oct. 2013. Available from: [http://www.mckinsey.com/insights/business\\_technology/open\\_data\\_unlocking\\_innovation\\_and\\_performance\\_with\\_liquid\\_information](http://www.mckinsey.com/insights/business_technology/open_data_unlocking_innovation_and_performance_with_liquid_information)
- [31] European Commission, *Open Data-An engine for innovation, growth and transparent governance*. COM 882 final, 2011. Available from: [http://www.europarl.europa.eu/registre/docs\\_autres\\_institutions/commission\\_europeenne/com/2011/0882/COM\\_COM%282011%290882\\_EN.pdf](http://www.europarl.europa.eu/registre/docs_autres_institutions/commission_europeenne/com/2011/0882/COM_COM%282011%290882_EN.pdf)



International  
Electrotechnical  
Commission

ISBN 978-2-8322-3992-6



3 rue de Varembé  
PO Box 131  
CH-1211 Geneva 20  
Switzerland

T +41 22 919 0211  
info@iec.ch  
www.iec.ch

© Registered trademark of the International Electrotechnical Commission. Copyright © IEC, Geneva, Switzerland 2014