

# 城市能源数字化 转型白皮书

腾讯研究院

清华大学能源互联网创新研究院

2023年6月





# 报告研究团队

## 咨询专家

---

行业专家：孙宏斌、刘建明、宋晔皓

腾讯顾问：汤道生、李强、司晓、石梅、刘立萍、徐樱丹、刘琼、王磊、宋芳

## 撰写团队

---

腾讯研究院：李瑞龙、王鹏、吴朋阳、李孜、张翼、刘莫闲、徐一平

清华大学能源互联网创新研究院：高峰、郭庆来、曹灿、王雁河

清华大学建筑学院：武廷海、夏成艳

## 支持团队

---

腾讯云能源和资源行业：郑毅、孙福杰、张越、刘公博、熊星、吾米提·吐尔逊、王德喜  
叶东林、王鹏、熊鹏、郎正熠、许庆、张瑞军、梁星

腾讯云与智慧产业市场部：郑鑫、梁坤



# 序言

能源是攸关国家安全和发展的重点领域。世界百年未有之大变局和中华民族伟大复兴的战略全局，要求加快推进能源革命，实现能源高质量发展。2020年9月，习近平总书记在第75届联合国大会上，提出了“碳达峰、碳中和”的庄严承诺，绿色、低碳转型已成为当前能源系统的核心任务之一，而能源供给的绿色化、能源传输的低碳化、能源消费的高效化则是转型工作的重要抓手。

与此同时，随着新一轮科技革命和产业变革的兴起，以数字化为核心特征、以数据为关键生产要素、以数字技术为驱动力的新型生产方式蓬勃发展，人类社会正快速步入数字经济时代。随着数字化技术渗入到人类生产生活的各个角落，整个社会的数字化转型已经是大势所趋，在“十四五”规划纲要中，国家明确了“加快数字化发展，建设数字中国”的重要任务，以人工智能、云计算、5G、物联网、大数据为代表的新一代信息技术，将与能源的绿色生产、安全传输与高效应用实现有机融合。

能源数字化将是我国能源革命的重要产物，也必将是我国城市能源的主要业态。这是因为我国城市集中了超过50%的人口、75%的资源消费及80%的GDP，更是碳排放的主体。利用数字化技术，通过对城市各个与能源有关环节的精准控制，可以有效减少或者避免各种损失，从而得到城市能源的全面有效利用。这其中离不开各环节的科技创新，以大数据、云计算、物联网、移动互联网、人工智能、区块链等为代表的先进信息技术与能源生产、传输、存储、消费以及能源市场等环节深度融合，持续催生具有设备智能、多能协同、信息对称、供需分散、系统扁平、交易开放等特征的能源数字化新技术、新模式、新业态。

很高兴看到这本《城市能源数字化转型白皮书》的诞生，期待通过白皮书的发布与应用，引领广大科技工作者协助推动城市能源数字化的科技创新和推广示范，为实现“双碳”目标，建设绿色低碳的城市高质量发展作出贡献。

中国工程院院士



# 序言

实现碳达峰碳中和，是以习近平同志为核心的党中央统筹国内国际两个大局作出的重大战略决策，是立足新发展阶段、贯彻新发展理念、构建新发展格局、推动高质量发展的内在要求。二十大报告提出：“积极稳妥推进碳达峰碳中和，立足我国能源资源禀赋，坚持先立后破，有计划分步骤实施碳达峰行动，深入推进能源革命，加强煤炭清洁高效利用，加快规划建设新型能源体系，积极参与应对气候变化全球治理。”

目前，我国已进入新发展阶段，推进“双碳”工作是破解资源环境约束突出问题、实现可持续发展的迫切需要，是顺应技术进步趋势、推动经济结构转型升级的迫切需要，是满足人民群众日益增长的优美生态环境需求、促进人与自然和谐共生的迫切需要，是主动担当大国责任、推动构建人类命运共同体的迫切需要。

城市是经济发展的中心，集聚了大量人口，伴随着产业的集聚和资源消耗规模持续扩大，城市单位土地面积的能源消费量巨大。因此，城市能源在总体能源消费中具有“高占比”和“高密度”的典型特征。构建数字化的城市新型能源体系，是提高城市用能效率、促进绿色低碳发展、推动社会整体能效提升的重要手段。

数字化技术与能源产业正在逐步相互渗透、深度融合，伴随人工智能、物联网、大数据等技术在能源领域更加深入广泛的应用，城市能源数字化应用场景越来越广泛，改变着能源的生产、传输、交易、消费和监管等模式，社会的运行方式，以及人们的生活习惯。《城市能源数字化转型白皮书》聚焦城市能源数字化的形态特征与关键技术，深入分析了城市能源数字化的发展趋势，梳理了国内外城市能源数字化的典型案例，为城市决策者、管理者和建设者，能源从业者以及数字技术服务商等提供了系统性的参考，达到科学决策，提高效率，少走弯路，降低成本的效果，必将加速数字技术赋能城市能源转型的发展趋势。

希望《城市能源数字化转型白皮书》既能指导相关从业者的工作实践，又能引起共鸣，起到桥梁纽带作用，为大家交流与互动提供一个便捷的平台。让我们在深入的交流探讨过程中得到共同提高，在“双碳”战略与数字化转型的时代浪潮中，为建设新型电力系统和构建新型能源体系贡献力量。

中国能源研究会副理事长兼秘书长



# CONTENTS

## 目录

---

<b>PART01</b>		
<b>引言</b>		<b>01</b>

---

<b>PART02</b>	<b>2.1 城市能源系统的基本形态</b>	<b>05</b>
<b>城市能源数字化的形态特征</b>	(一) 能源系统内部互联	06
	(二) 能源系统联动多系统	08
	(三) 区域能源多主体协同	10
	<b>2.2 城市能源数字化的核心架构</b>	<b>12</b>
	(一) 多能协同能源网络	13
	(二) 信息物理能源系统	14
	(三) 创新模式能源运营	16
	(四) 公平高效能源机制	17

---

<b>PART03</b>	<b>3.1 数字能源装备技术</b>	<b>21</b>
<b>城市能源数字化的关键技术</b>	(一) 柔性直流配电网技术	21
	(二) 电力电子装备技术	22
	(三) 功率半导体技术	24
	(四) 设备虚拟化技术	25
	<b>3.2 数字基础共性技术</b>	<b>29</b>
	(一) 泛在低耗精确传感技术	29
	(二) 高速无阻多元通信技术	30
(三) 全域多维数字孪生技术	31	
(四) 高效弹性数字平台技术	33	
(五) 自主学习人工智能技术	36	
(六) 分布自治边缘计算技术	37	
(七) 可信区块隐私计算技术	38	
<b>3.3 数字集成应用技术</b>	<b>41</b>	
	(一) 多能流能量管理	41
	(二) 智能发电服务	42
	(三) 综合能源服务平台	46
	(四) 能源服务机器人	48
	(五) 电碳服务平台	50

---



---

<b>PART04</b>		
<b>城市能源数字化的发展趋势</b>	趋势一：能源终端即插即用	56
	趋势二：能源设备模块组合	57
	趋势三：能源网络软件定义	58
	趋势四：能源系统信物融合	60
	趋势五：能源管理多级联动	61
	趋势六：能源交易多方互动	63
	趋势七：能源数据多域赋能	64
	趋势八：能源服务共创共享	65
	趋势九：能源生态共建共赢	66
<hr/>		
<b>PART05</b>		
<b>结语</b>		68
<hr/>		
<b>PART06</b>		
<b>附录： 城市能源数字化的典型案例</b>	案例一：珠海市城市-园区双级能源互联网示范	70
	案例二：广州市四网融合能源互联网示范	71
	案例三：苏州市主动配电网综合示范	72
	案例四：北京市建筑智慧能源综合体	74
	案例五：雄安高铁站片区智慧绿色综合能源服务示范项目	75
	案例六：泰州市智慧能源生态平台	78
	案例七：广州市能源管理与辅助决策平台	79
	案例八：常州市能源碳计量平台	80
	案例九：北京城市副中心数字化低碳城市电网建设	82
	案例十：雄安新区近零碳智慧楼宇	83
	案例十一：青岛能源集团有限公司“双化协同”的智慧供热管控平台	84
	案例十二：德国“细胞”形态城市能源互联网示范	85
	案例十三：美国“蜂窝”形态城市能源互联网示范	86
	案例十四：日本柏叶智慧新城	88
	案例十五：英国伦敦特大城市零碳规划	90

---