

SIEMENS



西门子中国 零碳智慧园区白皮书

序言

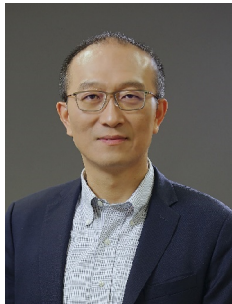


肖松 博士

西门子全球执行副总裁
西门子大中华区总裁兼首席执行官
西门子中国董事长、总裁兼首席执行官

气候变化是人类社会面临的共同挑战，正日益威胁人类生存和发展。中国经济在过去几十年中一直保持着高速增长，而应对气候变化业已成为中国可持续发展的内在需求。中国政府在2020年明确提出了力争于2030年碳达峰、2060年碳中和的战略目标；同时，也面临着能源结构不尽合理，单位GDP能耗较高等一系列重大现实挑战，使得实现双碳目标的任务紧迫而艰巨。

西门子作为全球率先宣布碳中和目标的大型科技企业之一，凭借深厚的技术积累和创新，致力于科学的、系统的“双碳”顶层设计，通过提供先进的能源和数字化解决方案，助力各行各业深度和加速减碳。



林斌

西门子（中国）有限公司执行副总裁
西门子大中华区智能基础设施集团总经理

在中国，各类产业园区是中国经济的核心力量，也是各类能源的集中消费者，如何实现园区的低碳、零碳，将成为我国“双碳”战略的核心议题之一。

此白皮书陈述了西门子对智慧园区在碳中和、数字化方面的理解，总结分析了零碳智慧园区的定义和架构，各类园区的核心痛点和切入点，以及软硬结合的解决方案，同时也分享了西门子在该领域的实践，希望能给零碳绿色发展相关领域的读者提供有价值的参考。



Summary

Climate change is a common challenge faced by human society and is increasingly threatening human survival and development. China's economy has maintained rapid growth in the past few decades and addressing climate change has become an inherent need for China's sustainable development. In 2020, the Chinese government clearly put forward the strategic goal of reaching carbon peak in 2030 and carbon neutrality in 2060; at the same time, China also faces a series of major practical challenges such as unreasonable energy structure and high energy consumption per unit of GDP, making the realization of the "dual carbon" goal urgent and daunting.

As one of the world's first large-scale technology companies to announce the goal of carbon neutrality, Siemens is committed to the scientific and systematic "two-carbon" top-level design by virtue of its profound technological accumulation and innovation. By providing advanced energy and digital solutions, we could help all industries to deepen and accelerate carbon emissions reduction.

In China, various industrial campuses are the core strength of China's economy and the concentrated consumers of various energy sources. How to achieve low carbon and zero carbon in the campus will become one of the core issues of China's "dual carbon" strategy.

This white paper states Siemens' understanding of smart campus in terms of carbon neutrality and digitization, summarizes and analyzes the definition and architecture of zero-carbon smart campus, the core issues and pointcuts of various scenarios, and solutions that combine software and hardware. It shared Siemens' practices in this field, hoping to provide valuable references for readers in the fields of zero-carbon green development.



推荐序

当今世界，人类生存与社会发展，面临着能源制约、气候变化的挑战。转变发展模式，建设低碳经济已成为多数国家的共识。可以预见，以新能源、低碳技术及数字技术为主导的绿色浪潮将推动经济社会的变革与发展。产业园区作为高端制造业的重要平台必将融入这一变革之中，并积极推动低碳经济的发展。

苏州兰德集团始终致力于产业园区的投资与营运，已为四百余家德国企业提供了国际领先的产业平台。2021年，兰德集团经西门子授权，基于西门子核心技术，在江苏苏州常熟高新区成立了西兰花数字科技（苏州）有限公司，建立了中国首个“先进制造+低碳园区”两位一体数字化赋能中心和智慧园区物联网营运中心。该公司已成功赋能苏州常熟高新区 MOBO 协同创新产业园，并正在积极投入常熟昆承湖零碳数字岛等项目的建设。

《西门子零碳智慧园区白皮书》对产业园区的零碳化进行了系统分析，提出了可实施的路径规划。本白皮书收录了苏州常熟 MOBO 协同创新产业园成功案例，将为产业园区的低碳建设与营运起到巨大的示范效应。

我们对西门子的技术储备与创新能力充满信心；对常熟政府的大力支持深表感谢。展望未来，我们在零碳智慧园区领域的合作必将引领人类社会的可持续高质量发展。以是为序。

叶锋 董事长
苏州兰德集团
2022年6月



目录

序言	2
SUMMARY	3
推荐序	4
第一章：园区零碳化是促进社会可持续发展的重要手段	6
第一节：全球气候变化合作框架	6
第二节：中国“双碳”目标与承诺	6
第三节：园区的零碳化和智慧化是促进中国“双碳”目标实现的重要途径	7
• 园区是社会能耗的主要消耗场景	7
• 政策明确引导园区未来发展方向	8
第二章：能源系统与基础设施是实现零碳智慧园区的关键	9
第一节：能源系统与基础设施定义	9
能源供给：	10
能源分配：	10
能源使用：	10
第二节：园区能源系统架构图：	11
第三节：园区减碳的切入点与挑战	11
• 综述	11
能源供给：能源结构优化	11
能源分配：综合能源管理、智能微网管理系统	11
能源使用：节能设备与工艺和管理优化	12
• 园区典型场景的痛点和节能降碳的切入点总结	13
工业生产：	13
商务办公和文化旅游：	13
运输/物流园区：	14
第三章 解决之道	16
解决方案架构	16
上层软性能力：智能低碳/零碳的理念、规划与管理运营	16
• 理念：	16
• 规划与设计：	16
• 管理和运营：	16
下层硬件条件：基础设施和系统建设	17
综合能源	17
园区基础设施自动化和智能化能力	18
智能楼宇和零碳建筑	18
其他数字化工具和能力：	19
第四章 案例	20
上海浦东某民宿主题度假园区	20
江苏苏州常熟高新区 MOBO 协同创新产业园	22
第五章 结束语	24





第一章：园区零碳化是促进社会可持续发展的重要手段

第一节：全球气候变化合作框架

随着人类活动的增加和相关化石能源的使用，大量温室气体排放可能造成的全球气温上升可能成为威胁人类生存环境和社会发展的关键因素之一。在过去约 30 年的时间内，国际社会不断探索，终于达成了包括《联合国气候变化框架公约》、《京都协定书》、《哥本哈根协议》和《巴黎协定》等一系列国际层面合作框架来指导全球控制温室气体的排放。全球超过半数的国家已经提出了明确的“碳中和”目标，以达成将全球平均气温较前工业化时期上升幅度控制在 2 摄氏度以内，并努力限制在 1.5 摄氏度以内的目标。

第二节：中国“双碳”目标与承诺

中国作为世界主要经济体，过往已经提出过 2020 碳减排，并在 2020 年提出了 2030 碳达峰和 2060 碳中和两大愿景。

根据 2021 年发布的《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》，“双碳”目标主要包括，到 2025 年，绿色低碳循环发展的经济体系初步形成，重点行业能源利用效率大幅提升。单位国内生产总值能耗比 2020 年下降 13.5%；单位国内生产总值二氧化碳排放比 2020 年下降 18%；非化石能源消费比重达到 20%左右；森林覆盖率达到 24.1%，森林蓄积量达到 180 亿立方米，为实现碳达峰、碳中和奠定坚实基础。

到 2030 年，经济社会发展全面绿色转型取得显著成效，重点耗能行业能源利用效率达到国际先进水平。单位国内生产总值能耗大幅下降；单位国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降 65%以上；非化石能源消费比重达到 25%左右，风电、太阳能发电总装机容量达到 12 亿千瓦以上；森林覆盖率达到 25%左右，森林蓄积量达到 190 亿立方米，二氧化碳排放量达到峰值并实现稳中有降。

到 2060 年，绿色低碳循环发展的经济体系和清洁低碳安全高效的能源体系全面建立，能源利用效率达到国际先进水平，非化石能源消费比重达到 80%以上，碳中和目标顺利实现，生态文明建设取得丰硕成果，开创人与自然和谐共生新境界。¹

上述整体目标将指导中国分阶段完成全社会的碳达峰和碳中和工作。

¹ 《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》



第三节：园区的零碳化和智慧化是促进中国“双碳”目标实现的重要途径

- 园区是社会能耗的主要消耗场景

在 2019 年，中国总体能耗中 48.8% 发生在工业，它们的主要载体是各类产业园区。²例如在国家级产业园区中很有活力的热点区域是国家级经济技术开发区和国家级高新技术产业开发区。截止 2017 年底，两类国家级园区的数量共计达到 375 家，GDP 总量达到 18.62 万亿元，占全国 22.51%。2012-2017 年，两类园区的 GDP 平均增速为 13.43%，远高于同期我国 GDP 7.23% 的增速，已经成为带动我国经济转型升级和创新发展的主力。³2018 年，我国国家级经济技术开发区的生产总值为 10.2 万亿元，国家级高新技术产业开发区的生产总值为 11.1 万亿元，二者在同期国内生产总值占比超过 23%。⁴除开国家级的产业园区，还有更多数量庞大的省市级和企业自有园区有着高额的能源消耗和 GDP 产出。

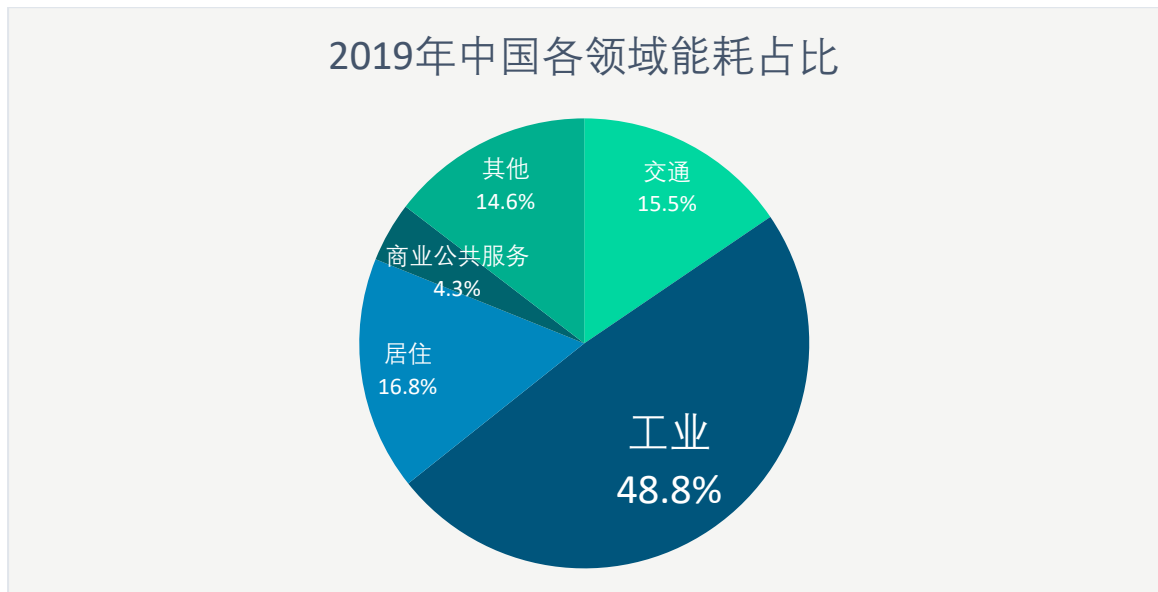


图 1 2019 年中国各领域能耗占比

² 国际能源署

³ 赛迪——《中国国家级产业园区发展竞争力百强研究》

⁴ 《工业园区综合能源服务的绿色金融支持分析》，梁楠楠



- 政策明确引导园区未来发展方向

除了能耗和 GDP 数据，国家各级行政单位也在过去 1-3 年为产业园区出具了明确政策来指导其发展方向。下表中是选取的一些国家级主要文件。

发布时间	发布单位	政策名称
2021.9	国务院	《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》
2021.10	国务院	《2030 年前碳达峰行动方案》
2021.12	发改委、工信部	《关于做好“十四五”园区循环化改造工作有关事项的通知》 《“十四五”工业绿色发展规划》 《“十四五”原材料工业发展规划》
2021.7	发改委	《“十四五”循环经济发展规划》
2021.4	科技部	《科技支撑碳达峰碳中和行动方案》
2021.10	生态环境部	《关于做好全国碳排放交易市场数据质量监督管理相关工作的通知》

表 1 我国“双碳”相关政策

总结：从全球到中国，碳中和将成为未来经济发展主要标准

为了实现可持续发展的长期目标，从全球合作到中国的“双碳”政策目标，所有的行业都可能被“碳中和”重塑。园区作为大量产业的承载空间，将在经济发展和低碳化发展的平衡中扮演重要的角色。将相关政策和市场需求与主营业务进行有机结合，将是大多数园区和企业未来必修的课程。



第二章：能源系统与基础设施是实现零碳智慧园区的关键

第一节：能源系统与基础设施定义

排放类型	描述	说明
范围一	直接排放	企业物理边界或控制的资产内直接向大气排放的温室气体，如燃煤锅炉，公司拥有的燃油车辆等
范围二	外购电力和热力间接排放	企业因使用外部电力和热力导致的间接排放
范围三	其它间接排放	因企业生产经营产生的所有其它排放，如员工通勤、上下游产品生产排放。

表 2 碳排放的相关定义

零碳智慧园区，是在园区规划建设管理等方面系统性地结合“碳中和”理念，综合利用节能、减排、碳汇，碳捕集利用、碳交易等技术或方法，通过产业、设施和资源的低碳化、循环化利用，在园区内部实现碳净排放量接近或达到零，生产、生态、生活深度融合的各类园区，⁵ 我们将其大致分为工业生产园区，商务办公和文化旅游园区和运输物流园区，并在下文中提出了针对性的零碳发展思路。

在碳中和的相关定义中，一般将企业的碳排放分为范围一、范围二和范围三共三个排放类型。在一般制造业企业例如动力电池生产商中，范围一加二的大致占比为 30%，范围三为 70%。产业园区的范围一和范围二的内容大部分与其能源供给（如供电和供热）以及能源消耗产生的排放有关，可大致看作产业园区中能源系统相关的排放。另一方面，在产业园区的建设中重要的基础设施一般包括建筑（包括暖通空调、消防、门禁、楼控）、道路、供水、排水、供配电、通讯、网络、安防等，其中主要持续产生排放的暖通空调、供配电和供排水等和能源系统有较高的相关性。可见有效降低产业园区能源系统的碳排放是正面影响其整体范围一和范围二减碳目标的重要方式。

除此之外，由于现代产业园区大都包含一个或多个产业的上下游，通过能源系统降低产业园区的范围一和范围二排放将很大程度上完成各个企业之间范围三的排放降低，可谓事半功倍。

为更好理解产业园区的能源系统的减碳潜力，我们将其大致拆分为三个环节，包括能源供给、能源分配和能源使用。下面是一些基本的定义。

⁵ 中国技术经济学会，标准化协会 - 低碳/零碳产业园区建设指南 - T/CSTE 0042-2022





能源供给：

能源供给指为满足各类园区场景能耗需求所使用的一次和二次能源。一般园区的直接使用一次能源供应的程度有限，大多集中在因地制宜的分布式能源系统中，如太阳能、风能、地热能，生物质能和天然气等形式；更多的能源供给来自内外部的二次能源供应，例如电网或园区电站的电力、煤炭制品、煤气、液化气和热力（蒸汽、热水）等。这些二次能源的生产供应，往往涉及到诸多园区内的设备和系统，常见的有各类发电设备，如柴发、光伏、风机等，以及热力相关的锅炉、燃机、暖通设备等。

能源供给的低碳程度很大程度上决定了整个园区碳管理的效果，是实现低碳化运营的重要一环。



能源分配：

能源分配系统在“双碳”场景中的重要性往往容易被人低估。作为连接能源供给端和能源使用端的基本环节，能源分配系统负责实现包括水电汽热等各类能源的传输和控制。

在电力方面，配电系统连接电网、分布式发电设备以及用电设备，主要包含的关键技术一般有一次配电系统、二次配电（继电保护）系统、交直流设备、储能和无功功率补偿系统、综合能源管控系统以及相关的信息系统。在园区电能占比逐渐提高的时代，配电系统的稳定性和韧性决定着园区用能安全的下限，是园区生产生活的基础保障。同时，由于光伏和风电等主要清洁能源供给方式的不稳定特点，加上越来越多的交直流混合设备和系统的出现，配电系统也担负着稳定供给和保证电能质量的任务。

除了电力外，热力和水也是园区能源分配的重要部分。其中热力部分主要包含常见的供暖、通风、空调和生活生产热水的分配管道和相关系统。对于工业园区，通常还配有动力能源中心，能源产生后向各个工艺生产场所、环节输配。



能源使用：

能源使用在产业园区中主要包含了以下几个方面，

- 主要基础设施：如厂房、办公楼、仓储、园区公共区域的能耗（电、冷、热、水）；
- 主要产业生产环节的能耗，如生产线的能耗（电、冷、热、水）；
- 园区使用人员交通和其他活动能耗，车辆等。（电、燃油）



第二节：园区能源系统架构图：



图 2 园区能源系统架构图

按照园区能源供给、分配、使用各自的特点，我们设计了如上图所示的园区能源架构图，在能源供给角度，通过内/外部区分囊括各类可用能源；在能源分配上，通过各种能源载体/媒介分成配电、热力、冷热水系统；在能源使用上，根据不同使用场景/使用者，分为主要技术设施、主要生产环节及其他。在下一节，将根据此架构分析园区减碳的挑战和切入点。

第三节：园区减碳的切入点与挑战

• 综述

能源供给：能源结构优化

- 切入点：能源供给的减碳切入点主要在增加内外部能源中低碳能源的比例，如增加购入清洁能源的比例和建设园区内分布式清洁能源系统，包括分布式光伏，生物质能，地源热泵，冷热电三联供等。
- 挑战：主要来自于清洁能源的采购决策和供应链建设以及低碳与经济性的平衡。
 - 清洁能源采购决策和供应链建设：熟悉相关法规政策以及市场操作手段，可灵活合理地完成采购决策，并建立与之匹配的供应链系统，如实时交易体系和相关交易平台的接入等。
 - 园区电能质量保障：大量新能源的接入（主要考虑本地建设的系统）可能导致电能质量出现问题，需要通过建立无功补偿系统和各类储能/储热/蓄冷系统来增加系统韧性和灵活性。
 - 低碳与经济性的平衡：低碳建设中采购低碳电力和设备以及搭建和运营相关系统的成本需要体现可以接受的经济性。

能源分配：综合能源管理、智能微网管理系统

- 切入点：从设计到运营，充分考虑园区用能特点、相关政策法规、大宗商品市场动态以及当地自然禀赋，打造强韧、灵活的综合能源管理体系，提高整体能源供给系统的运营效率，降低碳排放。
- 挑战：园区电能质量保障和综合能源相关设备、系统以及运营体系的建设能力
 - 园区电能质量保障：大量新能源的接入（主要考虑本地建设的系统）可能导致电能质量出现问题，需要通过建立无功补偿系统和各类储能/储热系统来增加系统韧性和灵活性，为了保障能源安全，对源-储-荷调控实时性和可靠性也有着高要求。与此同时，由于多源供电模式导致源荷调配，故障处理等复杂性呈指数级增长，园区



能源微网需要在供电安全性、故障处理时效性等方面找到快速响应，精准调控的解决方案，这意味着要在园区微网上实现多策略多场景柔性调控能力。

- 综合能源体系的建设：从设计理念出发利用物联网，云数据中台等先进技术，满足各类内外部能源供给的接入要求的前提下，具备各类系统、设备监视、调控、分析能力，同时具备能耗统计、碳足迹、碳核查、碳资产管理等能力，有机结合各项能源“电-热-汽-水”的综合能效，和园区整体零、低碳目标。

能源使用：节能设备与工艺和管理优化

- 切入点：根据当地资源禀赋和技术经济条件，增加高能效设备的使用比例；通过优化工艺和管理流程减少能源消耗，通过能源梯级利用和余热余压回收利用，通过使用循环工艺实现各类能源和材料回收再利用，从而提高能源利用管理水平，在提效的同时实现降碳。
- 挑战：节能设备性价比，工艺和管理优化的周期长、难度高，以及循环利用系统建设。
 - 节能设备性价比：节能设备的选用上，需要在满足相关法律法规的同时，从整个生命周期考虑建设和运营成本。
 - 工艺和管理优化周期长、难度高：对于生产制造型园区，相关工艺流程的更新需要考虑实际技术发展和经济性，通常受到技术，成本和时间的制约。管理体系的优化需要长期细致的运营，在积极借鉴外部经验的同时充分发挥内部主动能动性才能有效果。
 - 能源循环利用系统建设：从理念设计开始，就需要考虑整体系统循环利用的可能性和实操性，提升低品位能源的利用率；在运营阶段也必须有方法论的指导和日常运维的落实。



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/826154235103011004>