

算力电力协同 典型案例集



算力产业发展方阵
中国信息通信研究院云计算与大数据研究所
2025年1月

前言

算力电力协同发展以新型电力系统为支撑，以算力基础设施高质量发展和全国一体化算力网建设为指引，综合考虑全要素和全生命周期，使算力与电力两大生产力在产业规划、生产运营、资源调度、市场体系等层面实现全局优化，共同推动数字经济与能源经济高质量发展。算力电力协同已成为新时代发展的重要趋势，将带动相关技术和产业的创新升级。

为推动算力电力协同的科学发展，算力产业发展方阵和中国信息通信研究院云计算与大数据研究所组织开展了算力电力协同典型案例征集，经过初步审核、专家评审等环节，最终 11 个项目入选典型案例（排名不分先后，按项目名称拼音首字母排序）。入选项目包括面向算力与电力协同的技术创新、机制创新、综合规划、建设和运营等多种领域，涵盖设计阶段和运行阶段，充分展示了算电协同领域的产业现状和应用效果。

《算力电力协同典型案例集》旨在为业界展现当前算力电力协同领域典型的发展举措与实践案例。本案例集中的项目简介、创新点和应用效果由申报单位整理提供，案例集已获得各项目授权。如有意见或建议请联系中国信通院研究团队：dceco@caict.ac.cn 或 wangyue2@caict.ac.cn。

下一步中国信息通信研究院将于 2025 年初推出《算力电力协同发展研究报告》，报告聚焦算电协同的发展背景、内涵目标、机遇挑战、关键举措等研究内容，进一步厘清算力电力协同发展的方向，敬请关注。

注：转载、摘编或利用其它方式使用本案例集文字或者观点的，应注明“来源：《算力电力协同典型案例集》”。

目 录

1. 阿里云张北数据中心	1
2. 杭州泛亚运“源网荷储”能源互联系示范区	4
3. 怀来合盈大数据产业园项目	7
4. 来宾新能源数据中心项目	10
5. 绿算创新联动电力 助推鹏城极速先锋建设	12
6. 世纪互联苏州市太仓大数据产业园项目	15
7. 世纪互联乌兰察布源网荷储一体化项目	18
8. 直接利用海洋清洁能源的海底数据中心	21
9. 中关村科学城数字能源城市综合体	24
10. 中国联通三江源绿电智算融合示范园	28
11. 中国移动（湖南株洲）数据中心	31

1. 阿里云张北数据中心

申报单位：浙江阿里巴巴云计算有限公司

北京洁源新能源投资有限公司

关 键 词：源网荷储、算力中心负载调度、绿电交易

项目阶段：设计阶段

项目简介

阿里巴巴张北数据中心基地（下称“阿里张北基地”）包含庙滩、小二台、中都草原、庙滩北、察哈尔等五大数据中心园区，总占地约 1300 亩，规划部署服务器总规模超过 60 万台。围绕算电协同进行多维度、立体式的实践与探索，并在行业内发挥了引领作用。

市县级源网荷储一体化应用：庙滩北、察哈尔数据中心园区和北京洁源新能源投资有限公司共同开展的源网荷储项目—“明阳察北阿里巴巴数据中心源网荷储一体化项目”。察哈尔、庙滩北数据中心园区与 200MW 风电+储能装置通过同一上级变电站-银沙 220kV 变电站连接，带动就地消纳绿色电力约 5 亿千瓦时/年，产值超过 2 亿元/年，全年实现减碳近 40 万吨。除就地消纳绿电以外，项目还将通过绿电交易或绿证交易实现园区零碳或近零碳，构建绿色算力，实现算力经济可持续发展。项目配套建设 40MW/160MWh 电化学储能，配合风电场调峰使用，减少传统新能源项目对大电网调峰负担，形成电网友好型算电协同项目。

园区级源网荷储一体化应用：张北园区风光储项目是阿里云首个园区级风光储一体化项目，规划建设规模约 11.1MW（分布式光伏约 10MW，分散式风电约 1.1MW，配套储能约 500kW/1050kWh），预计年发电量超过 1800 万 kWh，目前该项目屋顶光伏部分已正式启动施工，预计 2025 年上半年试点园区可完成并网。

跨省跨区算电协同：阿里巴巴与高校合作开展了全球首次以可再生能源消纳驱动的数据中心“算力-电力”优化调度项目，以试运行方式参与了华北电力调峰辅助服务市场。另外，阿里张北基地积极与内蒙古新能源项目开展绿色电

力交易，实现算力电力跨区协同、消纳。2021 至 2024 年 9 月阿里张北基地已通过省内、省间交易使用绿电超 17 亿 kWh。



图 1 阿里张北基地庙滩数据中心

创新点

1. 技术层面，数据中心与新能源在电网同一台区实现绿电就地消纳

风电项目与数据中心项目通过就近接入同一电网变电站，确保数据中心在电网同一台区内物理优先消纳来自新能源的绿色电力。

200MW 风电场通过新建 220kV 输电线路接入国网银沙 220kV 变电站，与阿里庙滩北数据中心和察哈尔数据中心处于同一变电台区，形成广义潮流上的源荷直供电。同时在新能源场站内配置总装机容量 20%且能连续工作 4 小时的储能系统，通过虚拟电厂联动源、网、荷、储各环节，实现各要素间良性互动。除了实现精准预测调整功能外，还可为电网提供调峰调频服务，疏通电网部分阻塞断面，降低传统新能源项目对大电网调峰需求的依赖，从而减轻对大电网的冲击。通过项目建设，不仅能够探索数据中心零碳园区的规划、运行及交易方案，还为区域级算电协同技术提供试点案例和项目基础。

2. 架构层面，数据中心建成多层次、立体式算电协同体系

阿里云一直致力于数据中心能源结构的调整和优化，积极探索构建多层次的绿色能源供应体系。空间布局上，阿里云正逐步构建从园区到县市、省内乃至跨省的绿电供应体系。探索开展了全球首次以可再生能源消纳驱动的数据中心“算力-电力”跨区域优化调度项目。在时间维度上，电力交易覆盖了从现货市场到月度、年度乃至多年期的不同时间尺度，从而实现数据中心多层次、立体式的算电协同。

3. 商业模式创新

阿里张北基地与北京洁源签订源网荷储项目全生命周期的绿电 PPA 协议，依托冀北电力市场开展交易。合作期间，供需双方可根据实际情况灵活调整合作的售电公司，从而形成真正可执行多年的绿电 PPA 协议。这一模式为数据中心高比例使用绿电提供了可行的商业模式。



图 2 算电协同总体架构图

应用效果

1. 经济效益

通过跨省绿电交易，预计年可实现消纳绿色电力超过 7 亿千瓦时，带动消纳内蒙古新能源装机超 200MW。

源网荷储项目带动固定资产投资超过 10 亿元，新能源装机 200MW。通过算力、电力协同发展，额外消纳绿色电力 5 亿千瓦时/年，产值超过 2 亿元/年，新能源项目全生命周期产值超过 40 亿元。

2. 社会效益

阿里巴巴数据中心供给绿色算力，实现算力经济可持续发展。在节能降碳方面，自 2021 至 2024 年 9 月，阿里张北基地已投运的数据中心累计使用绿色电力 17.9 亿千瓦时，实现减碳超过 140 万吨，预计通过跨省绿电交易消纳绿色电力减排 63 万吨/年。项目建成后，通过源网荷储项目就近消纳绿电减排近 40 万吨/年。

2. 杭州泛亚运“源网荷储”能源互联系示范区

申报单位：国网浙江省电力有限公司杭州供电公司
中国移动通信集团浙江有限公司杭州分公司
关键词：源网荷储、5G 电力虚拟专网
项目阶段：运行阶段

项目简介

杭州电网在支撑杭州市高速发展时面临强外部依赖、大负荷需求、高供电要求的三重挑战。国网杭州供电公司在电网资源调节、互动决策与潜力挖掘方面存在三大难题：一是电网资源多元分布，海量数据存储难；二是应用场景复杂多变，精准决策优化难；三是终端接入点多面广，资源唤醒调控难。亟需运用 5G+ 算网融合等信息通信新技术，提升电源、电网、负荷、储能（“源网荷储”）各侧资源调节能力。

本项目立足杭州大都市的“两多两少”电网特点，以“存力先行、算力驱动、运力赋能”为思路，统筹开展“源网荷储”能源互联系示范区建设。以 5G+ 算网融合技术为支撑，基于企业级实时量测中心，通过“打造数据一张网、搭建决策一平台、构建 5G 高速路”，实现海量数据看得清、互动决策算得精、分散资源调得动，推动传统电力系统“源随荷动”模式向新型电力系统“源网荷储”全要素协同互动新模式发展。

本项目精准挖掘“源网荷储”各侧资源潜力，2024 年有效响应能力达 77.6 万千瓦，节约电网建设投资超 10 亿。项目打造杭州泛亚运区域 5G+ 源网荷储全场景能源互联实景应用示范区，部署基于电力专用切片的 5G 电力虚拟专网，落地“源网荷储”12 个能源互联的应用场景。圆满完成杭州亚运会、全球数贸会等重要活动保障，助力杭州全域供电可靠性向 5 个 9 迈进。



图 1 “源网荷储” 能源互联整体方案图

创新点

- 探索应用新型通信技术，实现电网数据安全可靠交互，应用基于电力专用切片的 5G 电力虚拟专网，实现各环节海量资源数据全接入。
- 分类存储海量电网数据，实现百万级数据动态更新，充分调动存力资源，打造“源网荷储” 数据一张网。
- 充分利用人工智能算法，实现电网负荷优化管理，基于复杂场景下的差异化目标，精细化制定电网调节策略。



图 2 “源网荷储” 全要素管理平台

应用效果

一是探索应用新型通信技术，实现电网数据安全可靠交互。部署基于电力专用切片的 5G 电力虚拟专网，打造新型电力系统“源网荷储”各环节终端通信高速路，实现各环节海量资源数据全接入，电网调控指令安全、精准、实时下发，杭州全域落地 5G 分布式光伏调控、5G 配电网开关遥控、5G 秒级负荷控制等四大类 12 小类 5G+新型电力系统场景应用。

二是分类存储海量电网数据，实现百万级数据动态更新。完成主配、营调、政企等多元信息融通，充分调动存力资源，创建运行数据实时存、台账数据定期存、历史数据精选存的存力机制，打造“源网荷储”数据一张网，实现全域 325 万千瓦分布式新能源、483 座变电站、285 万千瓦可调负荷、46 万千瓦储能数据的动态更新。

三是充分利用人工智能算法，实现电网负荷优化管理。依托人工智能算法与电力行业大数据，精准预判电网负荷趋势及调节需求，综合时效、成本等多维因素，构建“源网荷储”统一模型，基于复杂场景下的差异化目标，精细化制定电网调节策略，实现顶峰时长提升 20 小时，电网供电能力提升 18.5%。

3. 怀来合盈大数据产业园项目

申报单位：北京中科合盈数据科技有限公司

关 键 词：源网荷储、绿电聚合、智慧管理系统

项目阶段：运行阶段

项目简介

怀来合盈数据科技有限公司创新探索就近供电、就近消纳的“绿电聚合供应”模式，实现算力和绿色电力的高效协同发展。项目近 50%已开发，34%已经运营。



图 1 怀来合盈算力中心集群

1. 构建绿电聚合供应创新模式。

采用市县级“源网荷储一体化”模式，将距离算力中心 150 公里左右，分布于三个县区的 13 个百兆瓦级或千兆瓦级风光电场进行聚合管理，实现地市级就近供电、就地消纳的“绿电聚合供应”新模式。2024 年上半年绿电生产 4.5 亿度，为实现新建算力中心绿电占比超过 80% 目标提供坚实支撑。

2. 打造算电智慧协同管理系统。

通过数字化智能化技术，研发电力负荷预测和分时电价管理、多场站风光发电互动管理、算电协同运营管理等功能，实现自然冷却机房 PUE（电能利用

效率) 小于 1.25, 液冷机房 PUE 小于 1.18, 算力中心对电力资源的调峰能力显著提升, 可调负荷占比超过 30%。

3. 探索算电碳和绿色金融协同创新。

围绕算力能效、算力调度、碳排放监测计量等方面构建全面的算电碳和绿色金融协同研究体系, 实现低利率绿色金融信贷, 有效推动绿色金融资本对算力中心投资。

创新点

1. “五位一体” 算电协同多能管理创新

本案例创新实践“五位一体”算电协同方式, 实现超大规模数据中心算力与电力的多方面协同发展。本案例通过高效数据中心建设和多能互补园区建设, 实现了能源的多元化供应和互补利用。这种系统能够在不同能源形式之间实现优化调度, 提高整体能源利用效率, 减少对传统能源的依赖。

2. “源网荷储一体化” 绿电算力协同创新

本案例于 2020 年提出并规划绿色电力与算力负荷遵循“源网荷储一体化”模式实践算电协同, 为后期其他区域的算力负荷的源网荷储一体化项目起到示范作用。本案例在有效推进“源网荷储一体化”实践中, 建设了“算电协同智慧管理平台”实现了能源和算力互动的全流程管理。

3. 绿色算力指数助力绿色金融创新

本案例发起和构建绿色算力指数体系助力绿色金融在算力产业信贷方面的发展, 推动了绿色金融资本对算力基础设施的投资。这种金融创新有助于引导资本流向绿色、低碳的数字经济领域, 促进经济的可持续发展。



图 2 算电智慧协同管理架构

应用效果

本案例通过创新的“源网荷储”绿色低碳模型，有效整合大规模数据中心负荷与风光发电电源，实现能源的系统化管理和优化利用。项目充分利用张家口地区丰富的自然资源和冀北电网特点，采用数字化手段综合设计，推动绿色可再生能源的社会应用，显著减少弃风弃光现象。

本案例通过绿色能源供给，预计在 2025 年绿电使用率将达到 80%，通过能源替代中和至少 178 万吨碳排放。此外，园区还将通过分布式光伏、余热回收、植被建设等措施，进一步降低数据中心的碳排放。

总体而言，本案例通过创新的绿色低碳模型和业务形态，实现了能源的高效利用和碳排放的有效控制，为数据中心算力负荷与绿色电力融合提供了有益的借鉴和示范。

1. 经济效益

项目自 2020 年 9 月开工以来，已建成 480MW 的算力中心，可承载 19.2 万标准机架。在经济效益方面，固定资产投资 130 亿元，每月为客户节省成本超 1 亿元。

2. 社会效益

在社会效益方面，已经就近消纳 12.8 亿度电，2024 年以来共实现碳减排 51 万吨。

4. 来宾新能源数据中心项目

申报单位：数字广西集团有限公司
广西壮族自治区大数据发展局
广东省电信规划设计院有限公司
关键词：源网荷储、江水冷源、热量回收
项目阶段：设计阶段

项目简介

来宾新能源数据中心项目按照国标 A 级数据中心进行建设，终期共计建设 3 栋数据中心，共规划建设超过 15000 个标准机柜（单机柜功率 2.5kW），设计 PUE 不高于 1.2。本项目配合“源网荷储”一体化项目开发建设，由“源网荷储”项目供给的绿电作为数据中心主用电，第三路市电作为备用电，实现了去油机化，大幅降低了数据中心机电系统投资；利用低温江水作为数据中心冷源，利用风冷服务器和液冷服务器所需冷源温度的不同实现梯级散热，并针对热量进行回收，向园区内进行生产生活供热，打造“电算热”一体化协同体系，实现集约化发展。

创新点

本项目电源引自来宾迁江工业园“源网荷储”一体化试点项目，源网荷储一体化项目以风力发电站、新能源数据中心、附近其他工业项目等组建成 50 公里以内的独立微型电网，将绿电送至附近其他工业项目及本项目消纳，提供双重电源保障，满足新能源数据中心项目终期的用电需求。“源网荷储”一体化项目，配套建设集中式储能电站，提高电源的稳定性及负荷端用电的可靠性。本项目将利用率低、投资高的常规备用电源柴油发电机舍弃，采用“去油机”方案后，可降低数据中心机电系统投资约 10%，还保证了数据中心用电的高可靠性要求，打造真正的“零碳”数据中心。

本项目冷源利用项目建设地附近的红水河水资源为数据中心“散热”。数据中心风冷服务器对冷源温度的需求一般在 20℃ 以下，而液冷服务器对冷源温度要求不高，一般在 30℃ 左右即可，本项目针对风冷服务器和液冷服务器对冷

源温度需求的不同规划了梯级散热的模式，低温江水优先带走风冷服务器的热量，温度升高后再带走液冷服务器的热量，最后通过余热回收技术对数据中心热量进行回收，回收的热量用于数据中心园区内的生产生活用热，实现了一水多用，打造能源综合利用体系。

根据《广西壮族自治区发展和改革委员会关于印发<广西电力源网荷储一体化发展试点建设实施意见>的通知》的精神，来宾新能源数据中心项目是自治区首批试点项目，旨在打造绿色能源开发样板，培育绿色低碳产业发展新动能，助推广西能源产业绿色低碳转型和高质量发展。

来宾新能源数据中心项目充分利用来宾迁江工业园区“源网荷储”一体化项目，整体考虑“电源、电网、负荷、储能”的建设和运营，以绿色供电为特色，电网配套为载体，数据存算为核心，储能应用为亮点，形成风电、光伏、储能、算力、余热回收等多元素融合互动的大型算力集群和绿色低碳“源网荷储”一体化解决方案。通过多层次的算电协同解决方案，将电力与算力的智慧联合调度运营，结合算力负荷的时空可调特性，实现源荷互动，促进构建新型电力系统，向外界输送普惠的“绿色算力”，同时对数据中心余热进行回收利用，推动“电力-算力-热力”协同一体化发展。

应用效果

1. 经济效益

来宾新能源数据中心项目通过去油机化降低数据中心机电投资费用约 10%，并通过大规模应用“源网荷储”绿电，相比来宾当地工业电费降低超过 20%，大幅降低运行费用，为用户提供普惠的算力服务。

2. 社会效益

通过江水冷却、液冷、一体化电源、空调 AI 群控等绿色节能技术，来宾新能源数据中心项目终期相比传统数据中心项目预计可节省超过 7500t 标煤。

5. 绿算创新联动电力 助推鹏城极速先锋建设

申报单位：中国电信股份有限公司深圳分公司

深圳供电局有限公司

关 键 词：AIDC、绿电电费划扣

项目阶段：运行阶段

项目简介

为助力深圳极速先锋城市先锋算力建设，促进绿色低碳转型和可持续发展，深圳电信在基于安全生产的前提下对新一代算力 AIDC 基础设施全生命周期绿色低碳技术进行研究及应用，构建算力资源供给与应用相融合的“数字化” + “绿色化”服务体系，以实际行动积极践行“双碳”战略，助力企业高质量发展。同时协同供电局积极探索电力交易新模式，目前所有算力机房均参与现货直购电交易，并且实施了以电费划扣方式实现的绿电交易，简化了绿电交易流程，提高了交易的便捷性和安全性。



图 1 深圳电信某枢纽机楼光伏并网系统

创新点

1.探索电力交易新模式

建立电力现货市场是落实新发展理念、促进能源高质量发展的重要举措。根据国家和省市发改委的一系列电力体制改革和电价改革文件要求，深圳电信于 2022 年已全量进入电力市场进行现货直购电交易，其中 10kV 以上由售电公司进行代理购电，其余由深圳供电局代理购电。

在绿电交易方面，深圳电信实施了以电费划扣方式实现的绿电交易（具体在电费单体现为环境溢价电费），深圳电信由售电公司在广州电力交易中心提交绿电申报、生成结算单，供电局再据此划扣电费。这种模式简化了绿电交易流程，提高了交易的便捷性和安全性，减少额外现金流支出，也减少单独采购的成本，便于提高效率、控制成本。2023 年，深圳电信累计采购绿电 2808 万度，该部分绿电主要由深圳电信内部数据中心和 AIDC 算力中心进行消纳使用，提升了可再生能源利用率，加速企业“碳达峰”进程。

2.构建新一代 AIDC 全生命周期绿色低碳体系

在基于安全生产的前提下对新一代算力 AIDC 基础设施全生命周期绿色低碳技术进行研究及应用，构建算力资源供给与应用相融合的“数字化” + “绿色化”服务体系，以实际行动积极践行“双碳”战略，助力企业高质量发展。

(1) 建设改造

深圳电信在算力机房建设改造过程中坚持“两弹一优”（弹性供电、弹性供冷、气流组织优化）理念，积极推进液冷、储能等节能新技术应用，引入光伏等可再生绿色能源提升算力设施绿电使用率。

(2) 运维优化

在过去，深圳电信数据中心的管理相对分散，多个数据中心相关的网管系统孤立存在，缺乏整体的监控，导致了资源浪费或不均衡的问题，增加了业务中断的风险，能效利用也相对低下。为了解决实际运维工作中的痛点难点，深圳电信建设了一套具有电信数据特色的综合管理系统平台软件（DCIM），打破各系统数据孤岛，实现对数据中心基础设施、运维工作等全面监控与管理，提升运维效能，降低运行成本。



图 2 深圳电信 DCIM 智慧运维管控中心平台图

(3) 退网利旧赋能客户绿色转型

由于传统数据中心向算力 AIDC 发展转型，部分旧有数据机房的配套设施尚未达到使用寿命，为了优化资源利用，原有机房内采取的一些节能技术手段如冷热通道封闭等可以利旧至老旧未节能的数据机房，赋能该机房客户的绿色低碳转型。

应用效果

本案例目前分布应用于深圳电信各 AIDC 算力中心和数据中心机房，具有很强的推广性，可在全省乃至全国算力机房进行复制应用。

1. 经济效益

在深圳电信局内应用本案例成果，各项措施合计年可节约用电量 1176 万 kWh，折合 1445 吨标准煤，累计节约用电成本约 800 万元。

2. 社会效益

本案例通过算力电力协同探索，构建绿色算力新基建，助力企业数字化转型和高质量发展，同时树立行业标杆，促进能源结构优化，赋能深圳极速先锋城市建设绿色低碳可持续发展。

6. 世纪互联苏州市太仓大数据产业园项目

申报单位：中能智新科技产业发展有限公司

北京世纪互联宽带数据中心有限公司

关 键 词：绿电年度长协、PPA 协议、冷板式液冷

项目阶段：运行阶段

项目简介

世纪互联苏州市太仓大数据产业园项目是“东数西算”国家算力枢纽长三角集群重要节点基地，具备大容量、低延时传输，支持 T 级别数据同步能力等优势，有力支撑“东数西算”高品质、多线互联网的接入，为节点区域大数据算力产业保驾护航。项目总占地约 300 亩，于 2019 年开工建设，一、二期工程于 2021-2023 年相继投产，截止目前总投资额 21.37 亿元。主要客户包括抖音、阿里巴巴以及 51WORLD 等具有代表性的互联网人工智能头部企业。主要从参与省内省间绿电绿证交易、创新设计算电协同方案、采用冷板式液冷服务器及蒸发冷氟泵多联空调技术降低 PUE、建设综合能源运营控制系统提升管理及节能效率等方面打造算电协同 100% 可再生能源智算中心项目。项目曾获“亚太地区云和数据中心客户交付团队大奖”和“长三角绿色低碳示范数据中心”奖项。



图 1 太仓数据中心

创新点

1. 通过省内省间绿电绿证交易，逐步实现100%绿电供应。逐步依托雁淮直流、灵绍直流、锡泰直流等直流通道与山西、宁夏、内蒙等开展大规模双边绿电交易。同时与省内多家发电主体开展绿电年度长协、PPA协议。
2. 开展IT设备运行效率管理，充分挖掘数据中心负载灵活性，探索算力负荷时空调节机制，结合UPS、柴发等辅助设备调节能力，创新提出基于算电协同的需求响应优化路径，提升项目需求响应能力。
3. 采用冷板式液冷服务器技术、蒸发冷氟泵多联空调技术、间接蒸发冷却等空技术，减少散热能耗，进一步降低整体PUE。
4. 按照“1+7”架构模式搭建综合能源智慧运营控制系统，实现对数据中心的能耗和运营的数字化和智能化管理，保障数据中心安全、稳定、高效、持续运营，降低整体用能成本，提升能源综合利用效率，提高经济效益。

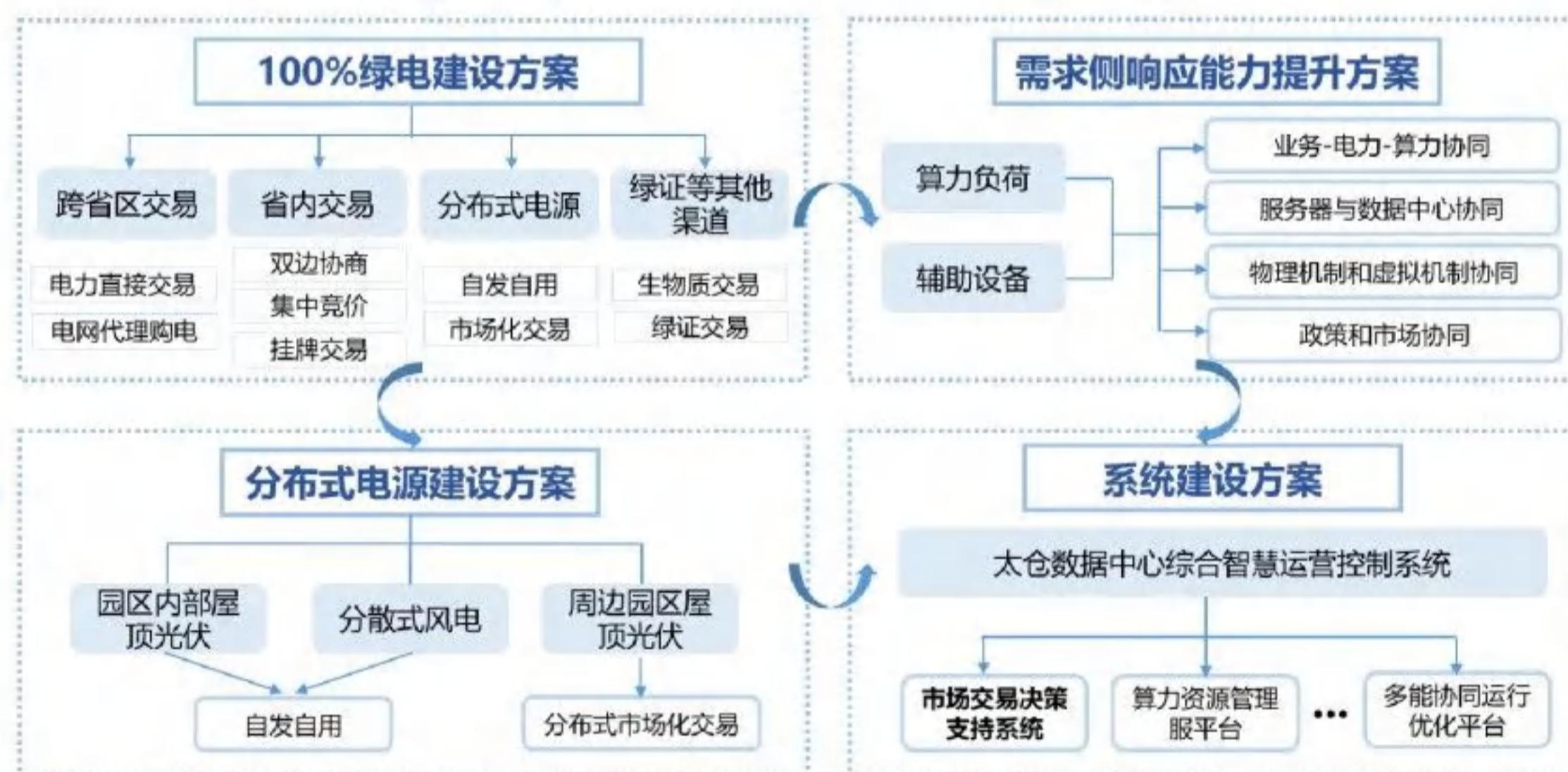


图2 实施方案总体路径图

应用效果

通过省间、省内绿电市场化交易提升省内与山西、内蒙等可再生能源聚集区域消纳水平，2024年约促进1.5亿千瓦新能源消纳。充分利用园区灵活性负荷，参与辅助服务市场，探索算力负荷削峰填谷，其中算力负荷时空理论可调节深度约30%，IT设备运营效率管理可调节深度约50%。采用新型制冷节能技术，实现散热能耗降低近90%，数据中心整体能耗降低近36%，年平均运行PUE低于1.25，为绿色低碳先进技术发展提供有力实践。打造基于Meta42的

互联智航 AI 综合能源智慧运营控制系统，实现对数据中心的能耗和运营的数字化和智能化管理，实现管理效率提升 20%，年均降低制冷能耗 14%。

1. 经济效益

(1) 积极开展电力市场化交易，通过采购省内省间绿电绿证提升绿电占比，拓展绿电长协、现货交易等绿电购买渠道，降低绿电购买成本。相较完全采购省内绿电，本项目 2024 年实现节约电费成本数百万元，预计到 2028 年可实现节约电费成本约上千万元/年。

(2) 通过开展算电协同调节以及同步聚合园区内部分布式电源、可调负荷等资源，协调优化整合运行出力曲线，参与需求侧响应等电网辅助服务，预计每年可获得辅助服务补贴数十万元。

(3) 通过采用新型制冷、综合能源智慧等节能技术，数据中心整体能耗降低近 36%，年平均运行 PUE 低于 1.25，每年可节约运营成本上千万元。

2. 社会效益

(1) 实施绿电交易推动可再生能源高质量发展，支撑江苏省绿色电力交易市场体系建设。通过多种渠道探索绿色电力交易市场参与路径，参与多品类绿色电力交易市场，有效支持江苏省绿色电力市场体系建设。为全国统一电力市场体系建设注入动能。

(2) 树立智算中心绿色低碳发展标杆。太仓智算中心预计到 2028 年年用电量 18 亿千瓦时，拟全部采用绿色电力，方案实施期间预计新增绿电约 16 亿千瓦时，预计可减少发电用燃煤 48 万吨标准煤，减少二氧化碳排放 93 万吨，为智算中心绿色低碳转型提供标杆样板。

(3) 算电协同助力新型电力系统建设。通过探索算电协同模式，充分挖掘数据中心负载灵活性，提升项目需求响应能力，可有效助力区域电网削峰填谷、平滑负荷曲线，助力新型电力系统建设。

7. 世纪互联乌兰察布源网荷储一体化项目

申报单位：北京世纪互联宽带数据中心有限公司

关 键 词：源网荷储、绿电直供、综合节能

项目阶段：设计阶段

项目简介

世纪互联乌兰察布云计算中心基地位于乌兰察布察哈尔高新技术开发区巴音产业园，项目配套新建风电装机 200MW、光伏 100MW、45MW×4 小时储能。通过绿色专线直供电、算力电力智慧协同等技术手段，建设源网荷储一体化项目，打造行业算力与电力协同技术标杆。

创新点

1. 数据中心绿电直供技术

长久以来，数据中心能耗水平高、用电需求波动性和周期性并存，且对供电可靠性需求极高，这些特点成为阻碍数据中心绿色低碳发展的难点卡点。采用源网荷储一体化、绿色专线直供电技术是解决数据中心绿能供应的重要途径。本项目统筹大规模新能源基地、绿色电力通道、数据中心建设，通过绿色专线直供电技术为数据中心配套建设 200MW 风电 +100MW 光伏，和 45MW/180MWh 电化学储能，绿色专用输电线路将大规模绿色电力接入数据中心，实现绿色电力就近直供、就地消纳，确保建成近零碳数据中心。

2. 算力电力智慧协同系统

本项目采用自主研发的算力电力智慧协同系统，通过设置物理架构和软件架构，有效匹配数据中心用电负荷和新能源发电特性。在运行过程中，负荷侧、电源侧、储能侧和电网侧分别向联合运行管控平台输入实时信息，算力电力智慧协同系统接收到各部分信息后，进行实时电力平衡分析，并结合各部分运行成本和电价情况，进行优化运行策略分析，确定源、网、荷、储各部分运行条件，并分别向各环节发出指令，协调运行。根据一体化项目内部各部分实际运

行和出力情况，进行内部和外部能量管控，实现一体化调控、仿真、交易辅助等高效运营，提升新能源直供稳定运营能力，减少购电投资，降低用能成本。

3. 数据中心综合节能技术

本项目采用氟泵一体机技术等节能技术，可实现数据中心运行高效散热，显著提高空调系统节能效果。空调机房采用风冷氟泵风墙精密空调形式，根据全年室外温度差异自动调节压缩机启动时间，室外温度较低时可通过氟泵自然冷却；室外温度较高时开启压缩机模式，并通过喷淋系统对冷凝器周围的空气进行局部降温，降低冷凝器的进风温度；过渡季节开启压泵模式，空气先通过氟盘管进行自然冷却，再通过压缩机进行机械制冷。同时，本项目还通过提高回风温度和采用封闭热通道技术，进一步提高节能效果。

应用效果

1. 经济效益

降本增效，促进数据中心产业绿色健康发展。实现从空间、用能、产业、运营统筹推进的算力经济发展“紧耦合”模式，从供电端到用电侧为数据中心行业提供了一种贯彻全产业上下游的节能降碳新思路，在降低数据中心能耗水平、节约数据中心企业运营成本、增强绿色清洁能源消纳能力等方面具有极强的经济价值和社会价值。

拉动经济，促进当地社会和谐稳定发展。以新能源电站、数据中心建设、相关电网改造等工程充分发挥工程对当地固定资产投资增长促进效果，以配套金融服务、生活辅助、物流等产业实现项目间接消费增长促进效果，多方式多角度带动当地就业创收，提高居民收入和生活水平，对社会和谐稳定发展具有重要推动作用。

2. 行业效益

打造绿色低碳数据中心新能源供给解决方案。采用以绿色专线为核心的“数据中心+新能源直供”一体化建设方案，叠加算力电力智慧协同、节能技术应用、绿电交易、绿证交易等方式，实现数据中心绿电低碳发展。

构建可复制的绿色数据中心算力电力智慧控制系统。采用自主研发的算力电力智慧协同调控系统，实时调整源、网、荷、储各部分运行参数，在保证数据中心安全稳定运行的同时，大幅提升能源综合利用效率；动态跟踪电力需求和市场价格，提出最优电力市场交易决策。

提供数据中心综合节能技术示范样板。本项目采用国内先进制冷系统装备技术，包括应用氟泵空调技术、封闭热通道技术、喷淋冷却技术多种方式，可显著提升数据中心运行期间制冷效果，降低制冷系统能耗。

8. 直接利用海洋清洁能源的海底数据中心

申报单位：深圳海兰云数据中心科技有限公司

关 键 词：海底数据中心、海上风电、绿电直供

项目阶段：设计阶段

项目简介

该项目开发建设直接利用海洋清洁能源的海底数据中心。项目首创海底数据中心与海上风电融合开发技术，研究解决多系统融合设计、建造、运行、维护等全链条工艺，打造绿电直供、共建共维、算电协同、自然冷却的新型数字基础设施。

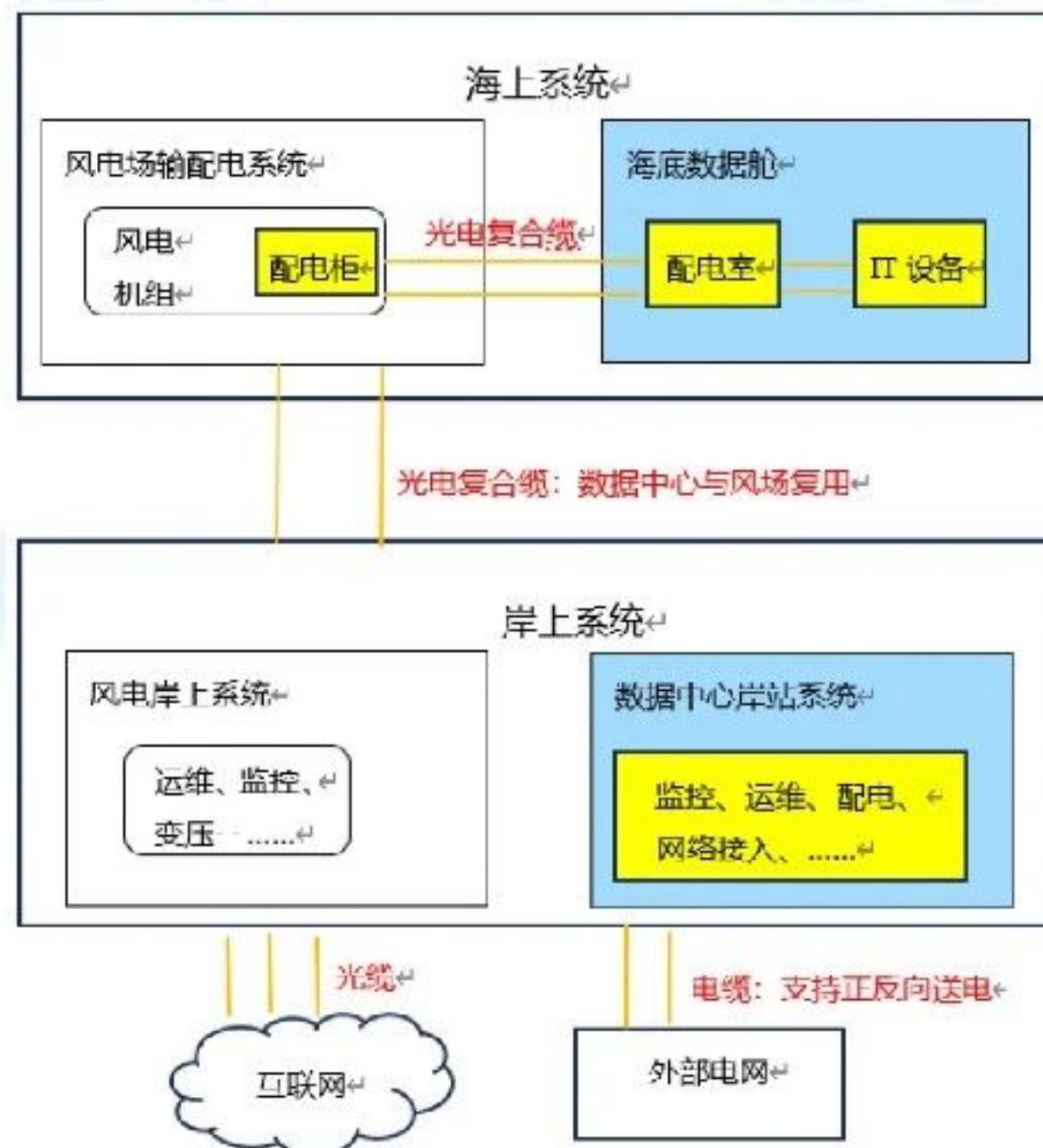


图 1 海底数据中心+海上风电示范项目结构图

创新点

绿电消纳：该项目预计 95%用电为海上风电直供。海上风电场无遮挡，常年有风，多数时间都可发电，只是存在波峰波谷。海底数据中心用电规模在波谷之下，因此 95%以上时间可以使用风电满足需求。该项目采用模块化设计，远期扩展能力较强。

高密算力：海底数据中心以海水作为冷却介质，采用多管系高精度循环控制及高可靠双向反冲洗技术，可满足单机柜功率密度高达 35kW 的散热要求，适用于通用 IT 设备，有效解决传统数据中心因散热能力不足导致单机柜算力较低的问题。海底数据中心高密算力引擎，可作为全国一体化算力网的节点，助力算力经济高质量发展。

省电：该项目设计 PUE 小于等于 1.15，较传统数据中心节能 30%以上。该项目设计总功率为 2.3MW，较陆上同等规模数据中心年省电约 $2.3 \times 1000 \times 24 \times 365 \times 30\% = 6,044,400 \text{ kWh}$ ，可减少碳排放约 $6,044,400 \times 0.785 = 4,744,854 \text{ kg} \approx 4,745 \text{ 吨}$ 。

省水：根据市场调研公司 Uptime 数据，传统数据中心用于冷却的淡水消耗年均约为 30,000 吨/MW，该项目采用海水自然冷却，不消耗淡水，年省水约 $30,000 \times 2.3 = 69,000 \text{ 吨}$ 。

省地：海底数据中心的大部分设备位于海里，陆上岸站仅占很小面积，较传统数据中心节省土地约 90%。

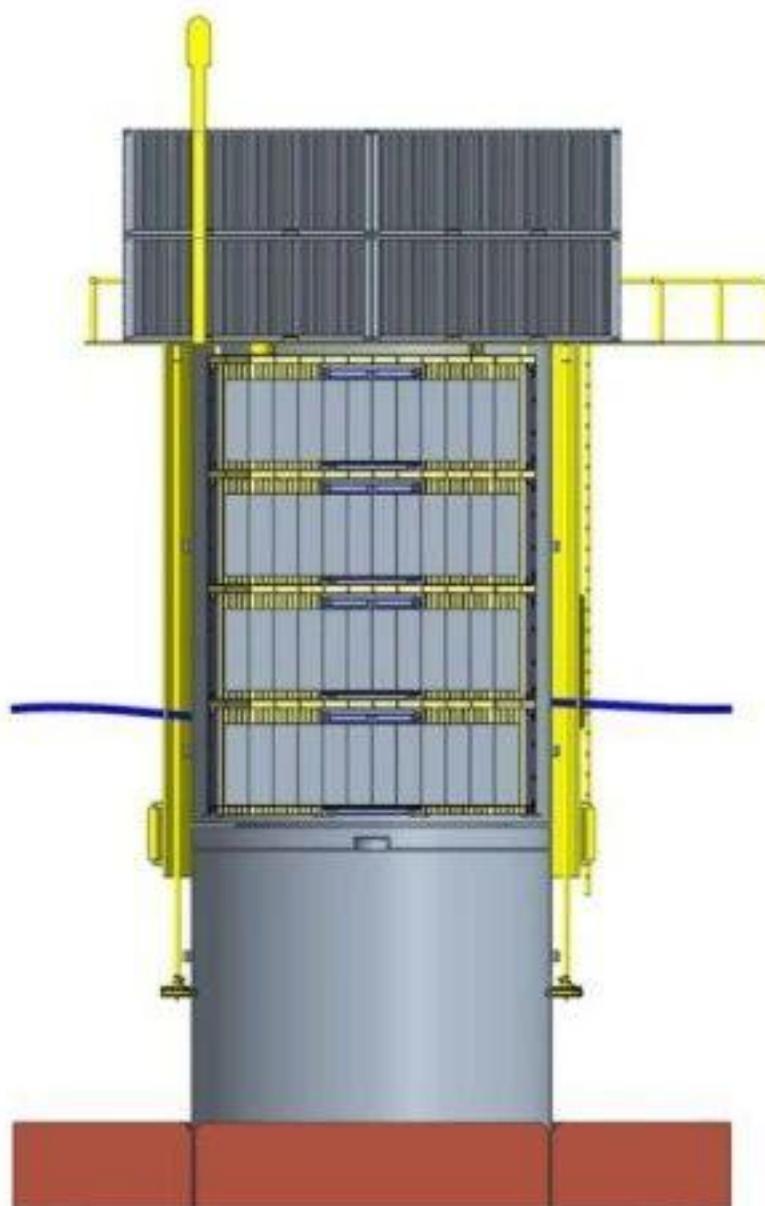


图 2 海底数据舱方案示意图

应用效果

该项目即将应用于上海临港海底数据中心示范项目。项目建成后，将形成直接利用海洋清洁能源的海底数据中心整套自主知识产权和全生命周期的产品服务能力，为沿海发达地区算力与电力产业协同发展提供可复制经验和标杆示范。

1. 经济效益

海底数据中心将促进沿海地区算力设施高质量发展。该技术定位于算电协同细分赛道，在低能耗、低延时、高算力、高可靠等需求场景发挥其独特价值。据预测，2025年我国数据中心市场规模将达5952亿元。按照10%入海进行预测，届时海底数据中心市场规模将达到595亿。未来3-5年，拟在我国近海包括海南自由贸易港、粤港澳大湾区、长江三角洲、环渤海经济圈，协同地方政府、金融及企业用户，全面建设系列海底数据中心项目，有力促进数据中心产业节能减排，助力数字经济绿色低碳发展。

该项目是数字科技、海洋装备与绿色能源的融合创新，将促进沿海高技术产业集群的发展。海底数据中心的水下电力系统、暖通系统、监控系统、环境感知系统、海洋工程结构的示范性应用，对于打造高端海洋工程及电子信息产业具有重要影响。该项目可以与海上新能源、海洋牧场、海洋监测、海洋旅游等产业协同发展，为经济发展拓展新空间，有助打造新业态、新模式、新动能。

2. 社会效益

该项目将促进数字经济的绿色化。海底数据中心为数据中心绿色化、高可靠、高性能提供了创新方案，PUE低至1.15以下，相对传统数据中心节能30%以上。在国家“双碳”倡议背景下，海底数据中心将助力绿色低碳新型数字基础设施的发展。推动海底数据中心与海洋清洁能源联合开发，促进数据中心能源结构转型，将助力算力发展逐步实现“碳中和”目标。

该项目将激发海洋科技、数字科技与新能源技术的融合创新。作为前沿交叉技术，海底数据中心涉及物理海洋、海洋化学、海洋信息、海洋工程、高端制造、新材料等多个领域。该项目的实施将带动相关领域技术突破与融合。海底数据中心还可作为海洋科研与监测的海底载体，结合现代传感器、水下机器人、海底光缆、物联网、大数据等新型技术，解决立体化实时获取海洋观测数据的技术难题，深入到海洋内部观测和认识海洋，实现从海底到海面全天候原位观测，形成“实时观测—模式模拟—数据同化—业务应用”完整链条。

9. 中关村科学城数字能源城市综合体

申报单位：国网北京海淀供电公司
关键词：柔性直流开闭站、数字能源城市综合体
项目阶段：设计阶段

项目简介

为贯彻落实国家科技强国、数字经济建设及发展新质生产力，推进碳达峰碳中和、推动人工智能应用等战略，国网北京海淀供电公司与区政府协商打造中关村科学城数字能源城市综合体项目。以“数据要素价值驱动，数据要素共享流通”为主线，作为地区电网与城市发展互动的中间“体”、共享“边”，聚力打造一个数据充分安全、可信、开放、共享的城市能源数据空间，形成电力、政务、园区、企业、公众的数据多流循环格局，实现数据共享、能源高效、绿色友好、开放互动的数字能源新生态。



图1 中关村科学城数字能源城市综合体架构图

创新点

综合体项目重点开展“算、数、能、碳、智”五个中心建设，综合推动“城市客厅、沉浸体验、光储直柔、能源互济”等的一个低碳楼宇空间建设，

形成“5+1”建设内容，打造数字感知、数据智算、数据增值、数能服务的一系列延伸价值及生态体系。

在综合体内设置柔性直流开闭站作为中枢，应用10千伏柔性直流供电网架。由四个不同变电站的10千伏出线建设2组合环运行的双环网，在地理中心位置建设两处柔直开闭站，兼具双环网与直流网架优势，供电能力可以提升50%，通过实时控制线路及上级主变负荷、优化潮流分布可以智能分配负荷，利用柔性直流换流阀可以实现多电源进线合环运行，提升供电可靠性达到约99.99995%，年均停电时间小于16秒，节约无功补偿容量16.7%。网架可以替代柴发备用电源提供高供电可靠性。



图2 柔性直流开闭站与数字高可靠低碳电网示意图

运用可信智能算力中心，构建全信创、低能耗的智算算力集群，融合政务数据、公共数据以及“水、电、气、热”能源数据等多源多维异构数据，支撑能源管理、资产管理、公共安全、应急管理等相关领域的信息化能力建设。

运用数据要素流通中心，形成数据要素流通创效示范。2020年以来，智慧能源城市大脑持续开展“经济发展、环保监测、双碳双控、安全应急、创新驱动、社会民生、文化教育、城市规划”八大版块数据场景服务体系，获得数据资产认证、估值达5334万元，完成数据入表，获评国家数据知识产权十大案例之首。

运营能源运行管理中心，“源”侧，开展地区多种新能源发电出力接入监测。“网”侧，局部在综合体内设置柔性直流开闭站作为中枢，可以智能分配

负荷，提升 50%的供电能力，片区电网可靠性高达 99.99995%，解决局部轻重载，节约无功补偿容量。“荷”侧，建立综合能源管控、车网互动、虚拟电厂等可调节负荷响应模式。

运用双碳监测分析中心，自 2021 年与海淀区联合开展“双碳”行动以来，连续三年纳入地区污染防治攻坚战行动计划。将开展“碳排放、碳减排、碳清除、碳中和、碳管理、碳标签、碳金融、碳交易、碳足迹、碳普惠”等电碳监测分析场景建设，推动国家重点项目建设，纳入全国碳监测平台典型场景。

运用智慧城市创新中心，依托智算算力底座，积极联合申报北京市科委“人工智能应用场景联合研发平台”新型电力系统专业多模态大模型项目；积极推动数据要素创新研究，开展“电力+城市”4个方向的融合研究，包括“电力+城市规划”“电力+应急安全”“电力+城市交通”“电力+城市算力”；积极应用“大、云、物、移、智、链”等新技术，开展“电力+新技术”5个方向的专项研究，包括数据资产、人工智能大模型、区块链、双碳双控、源网荷储。

应用效果

1. 经济效益

项目通过向政府、园区、企业、公众4类主体提供能源数据服务，以数据服务费的模式获得收益。数据服务模式主要采用与政府、园区及企业签订服务协议的方式建立合作。同时，于2023年作为首家单位就数字化方面与海淀区人民政府签署《关于推动电网数字化转型，服务地区数字经济发展》的合作协议，明确政府每年出资一千万。开展电力大数据“富矿”增值服务，打造数字化新兴工程，推动数据要素高效流通，创新布局数字能源新型基础设施，充分释放能源数据要素价值潜力，全面支撑智慧城市治理与数字城市发展建设，营造政务与电力数据要素流通双循环生态，形成开放共享、合作共赢的能源数字经济格局。

2. 社会效益

项目支撑城市治理、辅助精准施策。打破数据藩篱，横向联动44个政务系统，每月接入外部数据3.3万条，纳入政府“时空一张图”数字孪生196万个建模单元及16000路影像监控，常态化支撑政府城市治理的指挥调度、执法研判、风险预估4.8万次，为智慧城市的建设和发展提供了精准化的数据支持、

智能化的决策依据和高效化的管理手段。作为数字电网与数字城市发展互动的中间“体”、共享“边”，依托算力中心，为政府、电力公司、企业、园区提供数据汇聚、存储、安全、算力、治理、共享和运营能力。

项目打造高等级安全能力数据空间，释放区域敏感数据价值。围绕“接入、通道、算力、安全、治理、机制”六个维度构建数字能源城市社会共治可信数据湖，提供多源多维的数据管理、运营服务，实现数据要素流通与“数据×”倍增效应。

项目辅助企业“高效降碳”、推进绿色转型。发挥电力大数据逐级下钻优势，分析11大行业用能走势及碳排趋势，抓住碳排、能耗的“主要矛盾”，定位碳排放的高风险行业，采取相应的减排措施，提高生产过程中能源利用效率，降低碳排放水平，从而降低行业运营成本，提升行业竞争力；对行业碳排放数据进行挖掘分析，发现行业能源利用的瓶颈和优化空间，推动技术创新和进步，高效引导各个产业、行业向绿色低碳转型发展。

10. 中国联通三江源绿电智算融合示范园

申报单位：联通（青海）产业互联网有限公司

关 键 词：源网荷储、绿色万卡集群

项目阶段：设计阶段

项目简介

2024年8月17日，中国联通三江源绿电智算融合示范园在西宁（国家级）经济技术开发区三江源国家大数据基地举行揭牌仪式。该示范园借助国家深入实施“东数西算”工程、加快构建全国一体化算力网的东风，依托青海省政策、能源和资源优势，与国内头部算力企业、光伏全球领军企业深度合作，主要从使用端和供给端发力，通过先进制冷技术降低能耗、利用人工智能技术优化温控供电模式，以及使用绿色电力实现节能降碳，共同打造绿电直供及算网、算电协同的一体化智算综合园区，成为立足西部、服务全国的大规模绿色算力基地，实现集约化、规模化、绿色化发展。



图 1 中国联通三江源绿电智算融合示范园区效果图

创新点

1. 国家绿色数据中心万卡集群建设模式创新

2024年6月，中国联通三江源国家大数据基地成功入选“2023年度国家绿色数据中心名单”。8月17日，青海省人民政府与中国联通、阿里云在西宁签署战略合作协议。根据协议，三方将充分利用青海清洁能源、冷凉气候、战略区位等优势，发挥阿里云人工智能产品生态及创新资源等方面的技术优势，结合中国联通在算力智联网和数据中心基础设施建设等方面的优势，打造电算数网一体化产业标杆。三方主要通过对万卡集群网络的精细化设计、软硬件全栈整合优化，采用建设DSE超预制全时自然冷解决方案，结合液冷、弹性供电、AI节能等关键技术，提高冷却效率，降低能源消耗。

2. 青藏高原特色源网荷储一体化模式创新

8月15日，青海联通与智慧能源全球领军企业天合光能签署战略合作协议，共同为“电算融合应用创新中心”揭牌。作为双方合作的第一个成果，该中心将通过课题研究、项目合作等方式，共同研究并推广一批具备标杆效应的绿色电力与绿色算力融合应用，促进人工智能在新能源领域的技术创新与应用发展，实现算力资源和电力资源的协同调度，促进绿色电力转化为绿色算力的效率，挖掘绿色算力赋能绿色电力的潜力，推进电算深度融合协同发展。依托“光伏科学与技术国家重点实验室”，立足青海三江源国家大数据基地，提出以“风光发电-智能电网-负荷响应-规模储能”为整体规划的新型电力运行模式，依靠风光能源接轨储能及电网后的灵活性及可持续性，打造经济高效的源网荷储一体化解决方案。

3. 绿色算力工程技术研究模式创新

8月27日，由青海大学、青海联通等单位联合申报组建的“青海省绿色算力工程技术研究中心”获批。该中心挂牌在三江源绿电智算融合示范园，有效整合资源，加大研发投入，加强协同创新和运行管理，提高产业技术研发、科技成果转化、技术交流和开放服务水平，在推进企业创新发展和行业技术进步方面充分发挥平台支撑引领作用。

应用效果

三江源绿电智算融合示范园，是青海抢抓全国一体化算力体系建设等国家重大机遇，培育壮大绿色算力产业的重大支撑项目。数据中心网络直连国家一

级骨干节点，项目整体建设运营后，总算力规模将超 20000P，可满足“东数西算”数据传输需求，提供安全可靠和灵活高效的算电协同定制化服务，助推绿色算力产业“建圈强链”，对服务青海数字经济建设，加快数字政府、智慧城市、智慧医疗、智慧交通、智慧盐湖、数字天文、人工智能等领域发展具有重要意义。

1. 经济效益

中国联通与上下游企业合作，通力打造三江源绿电智算融合示范园，共同推进整个产业链条向更加绿色的方向发展。有望成为当地财政创造税收新的增长极，同时能够为当地提供智算服务、电力服务、综合运维服务等大量的就业机会。

2. 社会效益

中国联通高标准、高质量建设三江源绿电智算融合示范园，满足能效高效利用、绿色低碳发展、科学布局及集约建设、算力资源高效利用等 16 个国家绿色数据中心指标评价，对于青海深度融入全国一体化算力网具有重要意义，对于加快数据中心能效提升和绿色低碳发展，助推经济社会绿色转型、实现碳达峰碳中和目标具有标杆示范价值。

11. 中国移动（湖南株洲）数据中心

申报单位：中国移动通信集团湖南有限公司

关 键 词：微电网供电架构、DCIM 平台、削峰填谷

项目阶段：运行阶段

项目简介

中国移动湖南株洲数据中心一期已建成 4.5 万平方米机房（含两栋数据中心机楼一栋动力中心一栋 110kV 变电站）。目前已运行机架数超 5000 架，主要承载中国移动移动云、网络云、IT 云等重要业务，也向 IDC 客户提供服务。

中国移动株洲数据中心采用综合能源解决方案，通过多个举措降低数据中心能源消耗以及节约电费开支。这些举措包括：

光伏发电，利用机楼、办公楼、仓库屋面建设光伏 1MW，采用直流并网方式直接接入直流电源，实现高效完全消纳，年发电量约 96 万 kWh。

冷源 AI 调优，利用人工智能技术对数据中心的制冷系统进行优化，以降低能耗并提高运行效率。通过一段时间的机器学习和算法训练目前已经实现了冷源系统（不含末端）节能 13.26%，CLF 因子下降 0.02。

水蓄冷，园区内建设 2 个 1 万立方米蓄冷罐，通过电价谷时蓄冷、尖峰时放冷节约电费开支，同时通过冷源 AI 调优，冷机与蓄冷罐联合工作，加之夜间（谷时）冷源系统工况较好起到一定程度的节能做用。削峰填谷每年节约电费约 515 万元。全年整个水蓄冷系统节能约 185 万 kWh，剔除蓄冷时水泵增加能耗 98 万 kWh，全年实际节能 87 万 kWh。

储能，建设 90MWh 储能站，每天两充两放，年节约电费 1411 万元（剔除充放电损耗及需量电价增加部分后）。

创新点

本项目针对数据中心园区实际情况，采用了一套综合能源解决方案，配合原有基础机电设备，在园区内形成了“源网荷储”的供能用能架构。其创新点在于：

1. 打破了传统数据中心的电源系统架构，形成创新的微电网供电架构，电池独立储能化，储备一体，不再由电源设备对电池进行管理，在削峰填谷的同时增加的电池的可靠性，进一步提高了整个电源系统的可靠性。
2. 通过DCIM平台创新的调度策略进行各个部分调度，设定用能策略，分不同的供能优先级进行调度。
3. 冷源AI调优系统通过创新的算法，冷机、板换、水泵联合蓄冷罐工作，最大限度的提高了自然冷源时长、提高了冷机运行的效率，在削峰填谷之外还起到了节能的作用。

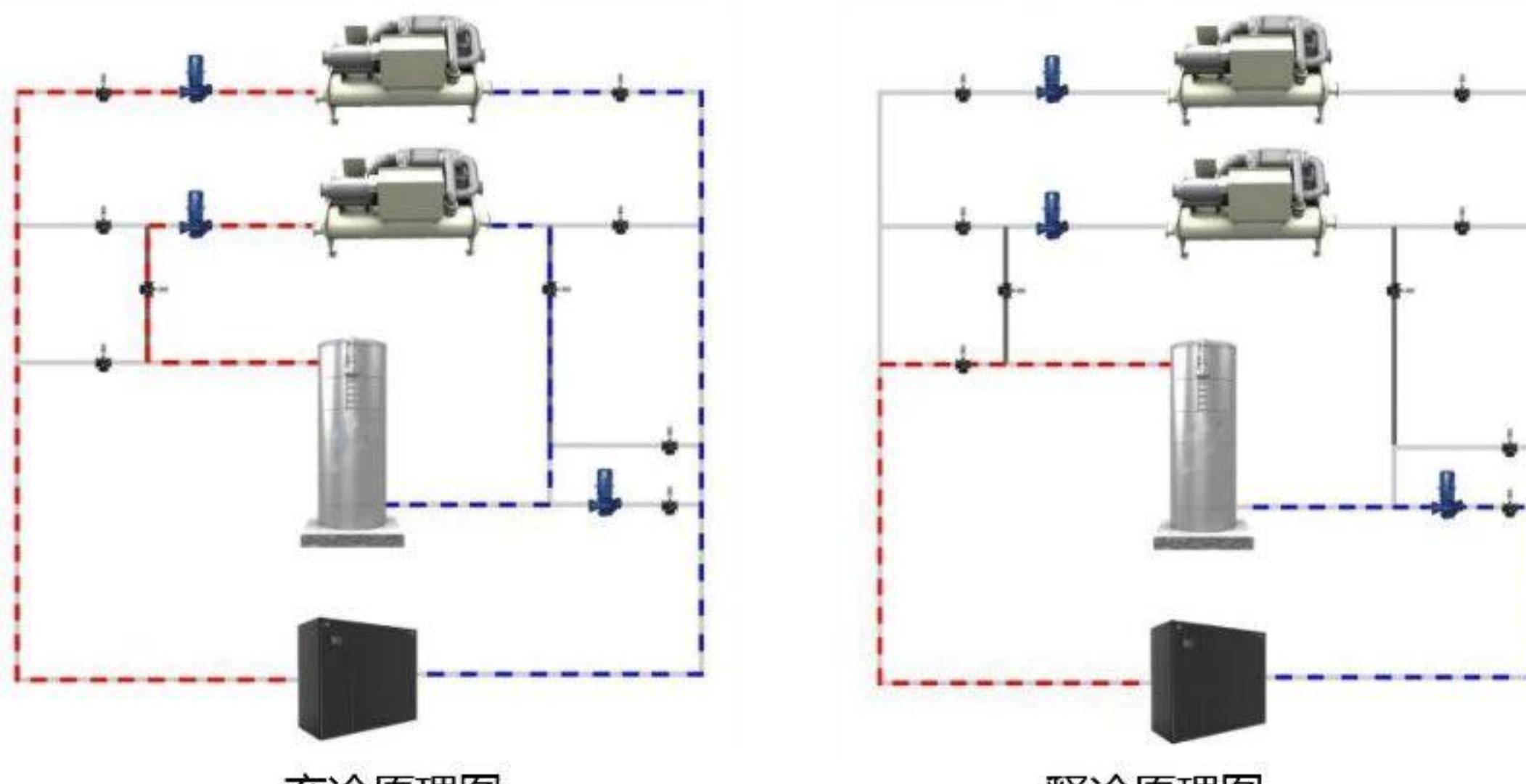


图1 水蓄冷系统原理图

应用效果

本项目各个部分陆续投产，取得了很好的经济效益和社会效益，拟在全省进行推广。

1. 经济效益

本项目冷源 AI 调优等节能减排措施部分年节电量 474 万 kWh，节约电费约 330 万元；削峰填谷部分节约电费 1926 万元。两部分合计年节约电费约 2256 万元。

2. 社会效益

本项目在双碳政策下的大背景下，全面的解决数据中心能源消耗持续攀升的问题，直接节能减少碳排放约 3200 吨/年，同时通过储能和水蓄冷实现了从高碳能源向低碳能源转移，增大了绿色能源使用比例，第一个年度间接减少了碳排放 6712 吨/年（后续年度随电池容量保持率下降）。



CAICT算力