

算电协同综合能源服务白皮书

中交集团现代机电产业链链长 · 旗舰解决方案系列 No.1

编制版本: v1.0

编制日期: 2026-05-22

文档分级: 对外公开版 (脱敏)

编制单位: 中交机电工程局有限公司

业务联系: 王鸿才 (技术负责人) 17861402558

关联政策: 《"人工智能+"能源行动方案》《新型储能规模化建设专项行动方案》《东数西算实施意见》等 5 份核心文件

目录

- 摘要 ABSTRACT
- 第 1 章 政策与产业背景
- 第 2 章 算电协同的定义、价值与三协同框架
- 第 3 章 客户场景与典型问题
- 第 4 章 中交机电局算电协同综合能源服务体系
- 第 5 章 五大子方案产品矩阵
- 第 6 章 关键技术架构
- 第 7 章 标杆项目实践
- 第 8 章 商务与合作模式
- 第 9 章 实施路线图 (30/60/90 天)
- 第 10 章 标准、资质与合规边界
- 第 11 章 风险识别与避坑清单
- 第 12 章 常见问答 FAQ
- 第 13 章 联系与授权
- 附录 A: 政策文件索引
- 附录 B: 术语表
- 附录 C: 参考文献

摘要 ABSTRACT

2026 年 5 月, 国家发改委、国家能源局、工信部、国家数据局联合印发《"人工智能+"能源行动方案》, 首次以国家行动方案形式确立"算电协同"路径。叠加 2025 年 9 月《新型储能规模化建设专项行动方案 2025-2027》提出的"2027 年新型储能装机 1.8 亿千瓦、带动直接投资约 2500 亿元"目标, 以及《东数西算实施意见》"国家枢纽节点新建数据中心绿电占比超 80%"硬约束, 算电协同已从概念走向工程级落地阶段。

中交机电工程局作为中交集团现代机电产业链“链长”，依托集团“五全四大五型”“八网融合”集成优势，提出算电协同综合能源服务旗舰解决方案，以“需求诊断—方案定制—资产运营”闭环，承接从国家枢纽节点 IDC、AI 算力园、工业园区到地方产业园的算电协同 EPC + EMC 业务。

本白皮书系统说明：政策约束的工程化解读、中交机电局的能力地图、五大子方案的产品矩阵、关键技术架构、三大类标杆项目实践、商务合作模式、30/60/90 天实施路线、合规边界与风险清单。适用于业主、投资方、设计院、监理与运营方使用。

业务联系：王鸿才（中交机电局技术负责人）17861402558。

第 1 章 政策与产业背景

1.1 国家层面五份核心政策

算电协同的政策架构由“一个总纲 + 四个支撑”构成。本节按生效时间倒序逐一拆解。

1.1.1 《“人工智能+”能源行动方案》（总纲）

- 发文方：国家发改委、国家能源局、工信部、国家数据局
- 时间：2026-05
- 核心定调：促进人工智能与能源发展双向赋能，加快构建协同高效、安全可靠、绿色低碳、开放融合的“人工智能+”能源发展新格局
- 关键举措（与 EPC 直接相关）：
 - 统筹优化能源资源与算力布局：推动算力设施在新能源富集地区有序合理汇集，探索百万千瓦级 AI 算力设施与配套能源系统协同建设
 - 提高算力设施多元电力供给能力：建立健全算力设施能源供给规划建设标准，探索核电、氢能等能源以直连方式为算力设施供能
 - 鼓励算力设施配置构网型储能，增强供电稳定性和对电力系统的主动支撑能力
 - 加强算力与电力协同运行：推动建立算力与电力互动机制
 - 强化算电协同市场机制建设：鼓励新建算力设施与可再生能源发电企业签订多年期绿色电力交易合同

工程化解读：这一份文件是后续所有算电协同 EPC 项目的“立项依据”。投资方、业主在政府立项与节能审查环节，必须能引用本文件原文章节作为依据。

1.1.2 《新型储能规模化建设专项行动方案（2025—2027 年）》

- 发文方：国家发改委、国家能源局
- 时间：2025-09，文号：发改能源〔2025〕1144 号
- 核心目标：2027 年全国新型储能装机 1.8 亿千瓦以上，带动项目直接投资约 2500 亿元
- 关键场景（与算电协同直接相关）：
 - 算力设施配置构网型储能

- 新能源大基地配套储能
- 工业园区源网荷储一体化
- 光储充放一体化充电站
- 配电网新型储能
- 市场机制配套：容量电价机制、充放电价格形成机制、参与中长期/现货/辅助服务市场

工程化解读：这是算电协同储能侧的"投资容量保证"。2500 亿元的直接投资规模意味着 EPC 总承包市场已具备产业链支撑。

1.1.3 《关于深入实施"东数西算"工程加快构建全国一体化算力网的实施意见》

- 发文方：国家发改委、国家数据局、工信部、中央网信办等
- 核心硬指标：
 - 国家枢纽节点外原则上不得新建各类大型或超大型数据中心
 - 国家枢纽节点新增算力占比 60% 以上
 - 国家枢纽节点新建数据中心绿电占比超过 80%
 - 算力电力双向协同机制初步形成

工程化解读：80% 绿电是数据中心算电协同的"硬天花板"。落到工程上意味着每一座新建枢纽节点 IDC 都必须有对应的绿电方案与储能调节能力。

1.1.4 《2025 年可再生能源电力消纳责任权重及有关事项的通知》

- 发文方：国家发改委
- 时间：2025-07
- 关键变化：2025 年增设钢铁、水泥、多晶硅行业和国家枢纽节点新建数据中心绿色电力消费比例

工程化解读：从 2025 年起，国家枢纽节点新建数据中心已被纳入重点用能行业的绿电消费比例考核范围（以绿证为主）。这意味着业主从立项第一天就要考虑绿电采购、绿证认购或自建分布式新能源 + 储能。

1.1.5 《以算电协同赋能新型能源体系》

- 发文方：国家能源局门户署名文（同济大学经济与管理学院）
- 时间：2026-05-15
- 核心方法论：时空协同 + 技术协同 + 机制协同三位一体路径
- 时空协同：空间上推动东数西算节点与"沙戈荒"新能源大基地深度融合；时序上建立跨区域算力—电力协同调度中心
- 技术协同：智能调度、柔性调控、精准预测、高效储能四技术
- 机制协同：价格联动、绿电认证、碳减排互认

工程化解读：这一份是算电协同的"工程方法论原典"。在 EPC 方案首页引用此三协同框架，可显著提高政府评审与投资方背书的可信度密度。

1.2 产业链规模数据

| 规模指标 | 数值 | 来源 |
|----------------------|-----------|------------------|
| 2027 年新型储能装机目标 | 1.8 亿千瓦以上 | 发改能源〔2025〕1144 号 |
| 2025-2027 储能直接投资规模 | 约 2500 亿元 | 同上 |
| 国家枢纽节点新建 IDC 绿电占比目标 | 80%+ | 东数西算实施意见 |
| 中国交建 2025 能源工程新签合同增速 | +50.4% | 中国交建 2025 业绩说明会 |
| 中交集团绿色产业营业额年均增速 | +70% | 中交集团绿色低碳行动方案 |

1.3 算电协同处于产业链什么位置

算电协同是一组复合型业态，横跨：

- 能源侧：新能源发电（光伏、风电、分布式）+ 储能（电化学、构网型、热储能）+ 微电网
- 电网侧：智能调度、柔性调控、虚拟电厂、需求响应
- 算力侧：数据中心、AI 算力园、边缘节点
- 市场侧：中长期绿电交易、辅助服务、容量电价、碳市场

这意味着算电协同 EPC 总承包商必须具备跨电力、储能、算力、建筑、智能化五个领域的系统集成能力。中交机电局正处于这个交集——以机电产业链链长身份，承担"机电+能源"系统集成。

第 2 章 算电协同的定义、价值与三协同框架

2.1 定义

算电协同（算力—电力协同，Computing-Power & Electric-Power Coordination），是把绿色电力供给与算力需求深度耦合的融合模式：

- 把新能源的波动性从"电网负担"转化为"算力红利"
- 把数据中心从"刚性负载"升级为"可调资源"
- 把电力市场价格信号转化为"算随电走"的经营自觉

2.2 商业价值

对业主而言，算电协同的核心价值在三个维度：

| 价值维度 | 量化指标 | 关键机制 |
|------|-----------------|----------------------|
| 合规价值 | 满足绿电消费 80% 硬约束 | 绿电直供 + 绿证 + 自建分布式 |
| 经济价值 | 降低用电成本 8-25% | 峰谷套利 + 容量电价 + 辅助服务收益 |
| 战略价值 | 从"能耗中心"转向"价值枢纽" | 算力调度 + 余电消纳 + 碳资产 |

2.3 三协同框架（中交机电局工程化解读版）

国家能源局《以算电协同赋能新型能源体系》提出的时空 + 技术 + 机制三协同，我们结合 EPC 实施视角作如下细化：

2.3.1 时空协同（顶层规划）

- 空间上：把算力枢纽布局在新能源大基地附近，或在东部就近建设"绿电+智算"融合园区
- 时序上：建立跨区域算力—电力协同调度窗口，实现"电出指令、算即响应"

工程化抓手：算力—电力联合调度中心 + 数据中心需求响应技术标准与补偿规则。

2.3.2 技术协同（工程主战场）

四大技术：

1. 智能调度技术：算力与电力协同优化算法
2. 柔性调控技术：服务器功耗管理、任务优先级调度、制冷系统智能控制
3. 精准预测技术：新能源出力预测 + 算力负荷预测
4. 高效储能技术：构网型储能、电化学/飞轮/热储能

工程化抓手：EMS 系统 + 构网型储能 + 虚拟电厂改造。

2.3.3 机制协同（市场化保障）

- 算力与电力市场价格联动机制
- 绿电认证 + 碳减排核算互认
- 算力券 / 绿电补贴 / 碳汇补偿政策协同

工程化抓手：EMC 合同能源管理 + 绿电交易代办 + 碳资产开发。

第 3 章 客户场景与典型问题

3.1 客户画像

算电协同的核心客户分四类：

| 客户类型 | 典型决策人 | 关键关切 |
|----------------|-----------------|----------------------|
| 国家枢纽节点新建 IDC | 投资方/规划部/合规部 | 绿电 80% 怎么落地、建设期投资强度 |
| AI 算力园区运营商 | CTO/能源 VP/财务 VP | PUE/WUE 优化、电费占比、调峰收益 |
| 工业园区/产业地产 | 园区办/能源中心 | 多业态混合用能、峰谷套利、EMC 合作 |
| 地方政府 / 国央企总部楼宇 | 后勤/建管部 | 节能减排考核、绿色建筑认证 |

3.2 典型业主问题（白皮书必答）

这一节的 12 个问题来自实际客户拜访的高频提问，每条都给出 80-150 字的“政策+工程”双锚答案。

Q-A1. 数据中心配储能配多少容量合适？

A：核心看负荷曲线 + 绿电消纳目标。依据《“人工智能+”能源行动方案》“鼓励算力设施配置构网型储能”原则，一般推荐：容量按峰谷价差经济性测算（套利倍率 1.3 以上），功率按调频/调峰需求 + AI 突发负荷波动率配置，并预留构网型储能 5-15% 容量做主动支撑。具体数值由我方需求诊断阶段输出。

Q-A2. 国家枢纽节点 80% 绿电指标用什么口径核算？

A：依据《2025 年可再生能源电力消纳责任权重通知》，重点用能行业绿色电力消费比例完成情况核算以绿证为主。即业主可通过：① 实际消纳的物理绿电、② 省内绿证、③ 跨省绿证三种来源叠加达成。自建分布式 + 绿证补充是最稳妥路径。

Q-A3. 构网型储能比跟网型贵多少？

A：当前市场价差约 15-30%（受 PCS 厂家、容量、控制策略影响）。但在弱电网、高比例新能源、AI 算力波动大场景，构网型可避免后期被电网公司限并网或要求额外稳定装置，全生命周期 TCO 反而更低。详见第 6 章技术架构。

Q-A4. 算电协同项目的 EPC 周期通常多长？

A：以 100 MW 级 AI 算力园 + 配套 50MWh 储能 + 50 MWp 光伏为参考：诊断 + 方案 4-8 周，设计 + 招标 8-12 周，施工 24-36 周，调试并网 4-8 周。全流程 10-16 个月。中交机电局可在前 4 周完成需求诊断与可研版方案。

Q-A5. EMC 合同能源管理怎么分账？

A：常见三种模式：① 节能效益分成（最常见，承包方占 60-80%）；② 能源费用托管（业主固定支付，超

出节能由承包方承担)；③融资租赁型 EMC (承包方先行投资，业主按月付费)。中交机电局可结合广州中交融资租赁产融平台提供配套金融。

Q-A6. 算力侧虚拟电厂改造改什么？

A: 三件事：① 服务器功耗管理 (PUE 联动)；② 任务优先级调度 (高峰时段自动迁移到低峰)；③ 制冷系统智能控制 (与储能协同)。改造后数据中心可作为虚拟电厂资源池一部分，参与电网辅助服务获得收益。

Q-A7. 跟"东数西算"政策怎么对接？

A: 国家枢纽节点 (京津冀、长三角、粤港澳、成渝、内蒙古、贵州、甘肃、宁夏 8 大枢纽 10 个集群) 内新建是政策推荐路径。枢纽节点外原则上不得新建大型/超大型数据中心。中交机电局可对接发改委备案与算力网注册流程。

Q-A8. 算电协同项目能拿多少补贴？

A: 政策叠加层包括：① 国家级储能项目补贴 (部分省份给予容量补偿)；② 地方算力券；③ 绿电消费补贴；④ 碳汇补偿；⑤ 重点用能行业节能改造专项。具体地区差异大，由我方在诊断阶段做政策匹配。

Q-A9. 跟现有电网公司怎么协调？

A: 关键三步：① 接入容量评审 (主动提前 6-12 个月与省/市电力公司沟通)；② 并网调度协议 (构网型储能需明确支撑范围)；③ 市场注册 (独立主体或新能源+储能联合主体)。机电局长期与五大六小、两网及地方电力公司合作，具备协调通道。

Q-A10. 算电协同跟绿色建筑认证 (LEED/三星) 关系？

A: 互相加分。算电协同可贡献：① 能源类指标 (自发自用绿电)；② 节能减排可量化数据；③ 智慧运维可视化；④ 碳资产记录。机电局可在方案中预留认证指标支撑接口。

Q-A11. 数据中心已建成怎么改造？

A: 存量 IDC 改造典型路径：① 屋面/边坡分布式光伏；② 增配模块化储能；③ 接入虚拟电厂调度；④ 上 EMS + AI 调度系统；⑤ 绿电交易代办。投资强度比新建低 30-60%，回收期约 4-7 年。

Q-A12. 中交机电局跟其他央企竞争吗？

A: 互补多于竞争。中交集团已与中国能建签战略合作协议 (2025-08)；与五大六小电力央企在发电主体环节做差异化 (机电局不抢发电主体身份)；与专业储能 EPC 在产品供应、技术合作上协同。机电局的差异化锚点是：交能融合 + 港口/工业场景基因 + 中交集团八网融合规模。

第 4 章 中交机电局算电协同综合能源服务体系

4.1 公司定位

| 项 | 值 |
|------|-----------------|
| 法定名称 | 中交机电工程局有限公司 |
| 集团身份 | 中交集团现代机电产业链"链长" |

| 项 | 值 |
|------|-------------------------|
| 注册资本 | 8.3 亿元人民币 |
| 起家业务 | 港口机电成套（始于 1980 年代末） |
| 业务覆盖 | 中国大陆 30 省 + 境外 20+ 国家 |
| 战略定位 | 国际知名、国内领先的数智绿色机电综合产业服务商 |
| 核心模式 | 交能融合 + 城市能源 + 产业能源 三维融合 |
| 服务体系 | 需求诊断—方案定制—资产运营 闭环 |

4.2 与中交集团能力联动

中交机电局算电协同业务可调用中交集团“五全四大五型”集成优势：

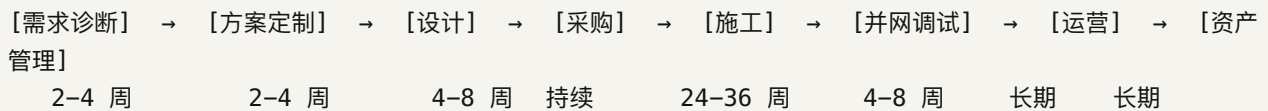
- 全交通：高速公路、港口、轨道交通、机场场景
- 全城市：新型城镇化、城市更新、超大特大城市改造
- 全水域：水利水电、海洋工程
- 全绿色：水利水电、生态环保、深远海工程
- 全数字：产业数字化、数字产业化、“数字中交”
- 大海外：“一带一路”沿线市场
- 大装备：自主研发装备（如太湖之星生态清淤平台）
- 大产业：产业链一体化

集团在 2025 年与中国能建签署战略合作协议，覆盖能源电力规划咨询、大型项目投资建设、国际工程承包、科技创新与产业孵化、绿色低碳转型五大方向。

4.3 核心能力四象限

| | |
|----------|----------|
| 设计 / 咨询 | EPC / 总包 |
| ★★★★ | ★★★★★ |
| 科研支撑 | 现代机电链长 |
| 运营 / EMC | 装备 / 集成 |
| ★★★ | ★★★★ |
| 闭环延伸 | 港口/轨交基因 |

4.4 闭环服务流程



每一阶段的关键交付物详见第 9 章实施路线图。

第 5 章 五大子方案产品矩阵

算电协同综合能源服务旗舰方案下设五个可独立采购的子方案。

5.1 子方案 SD-01：数据中心源网荷储一体化微电网

适用场景：国家枢纽节点新建 IDC、AI 算力园、互联网巨头自建数据中心

典型规模：10-200 MW IT 负荷 / 配套 5-50 MW_p 光伏 / 配套 10-100 MWh 储能

关键能力：

- 园区级 EMS + AI 调度
- 构网型储能（≥10% 容量）
- 绿电直供 + 绿证认购
- 算力侧负荷调控接口

5.2 子方案 SD-02：构网型储能 EPC 总包

适用场景：弱电网工业园、高比例新能源大基地、AI 算力园配套

典型规模：5-100 MW / 10-200 MWh

关键能力：

- 构网型 PCS 选型 + 主动支撑控制
- 一次/二次系统集成
- 调度协议联调
- 容量电价机制对接

5.3 子方案 SD-03：灵活负荷调控 + 虚拟电厂改造

适用场景：存量数据中心、工业产线、商业综合体

典型规模：1-50 MW 灵活可调资源

关键能力：

- 服务器功耗管理（PUE 联动）
- 任务优先级调度
- 制冷系统智能控制
- 虚拟电厂资源聚合 + 辅助服务参与

5.4 子方案 SD-04：绿电交易代办 + 碳资产开发

适用场景：有绿电消费比例考核压力的业主

典型规模：1-100 万 kWh/月 绿电交易；1 万-100 万吨 CO₂ 碳资产

关键能力：

- 中长期绿电合同代办
- 绿证认购通道
- 跨省绿证交易
- 碳排放权与 CCER 开发

5.5 子方案 SD-05：算电协同园区设计 + 顾问

适用场景：尚处可研期、概念设计期的算电协同园区

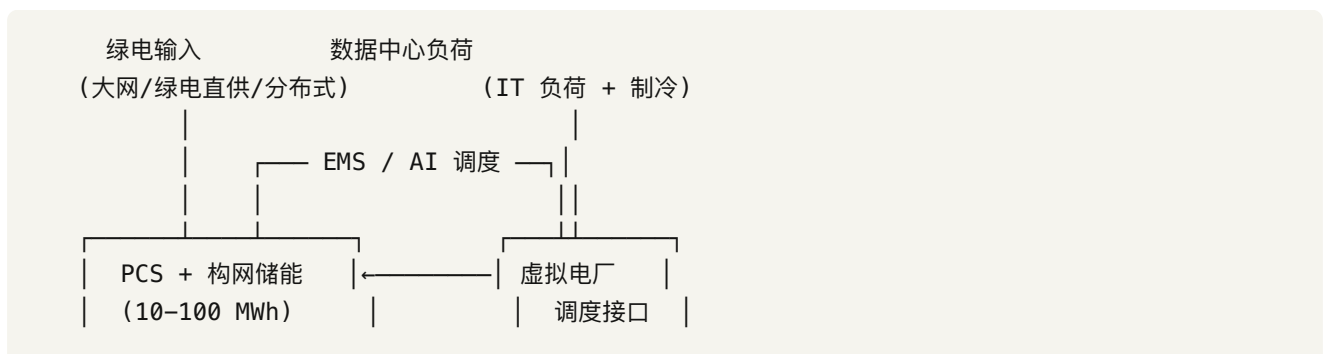
典型规模：项目级顾问，费用按设计阶段计

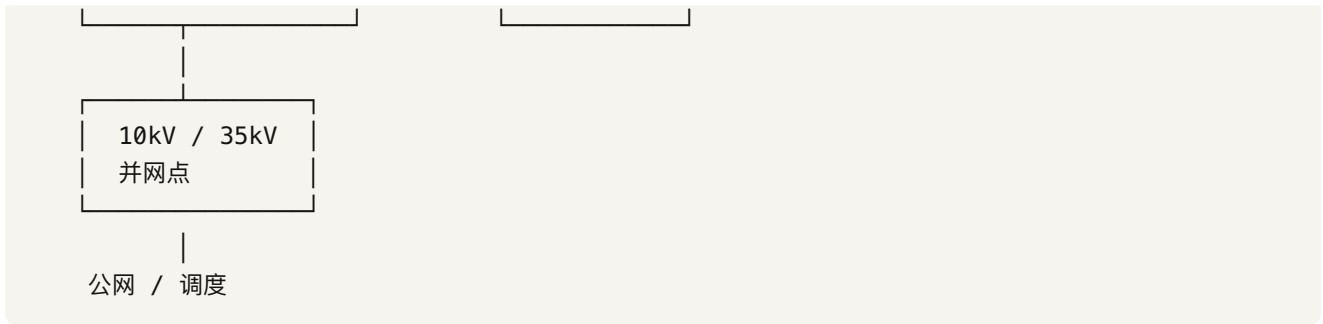
关键能力：

- 政策匹配 + 立项依据撰写
- 拓扑设计 + 投资概算
- 经济性测算 + 商业模式设计
- 多方协调（电网、政府、投资方、EPC）

第 6 章 关键技术架构

6.1 总体拓扑（园区级）





6.2 关键技术点

6.2.1 构网型储能 GFM 主动支撑

- 控制策略：虚拟同步机控制（VSG）
- 主动支撑指标：一次调频响应、惯量支撑、电压主动控制
- 适用边界：新能源渗透率 > 30%、弱电网、孤岛、大型 IDC 园区

6.2.2 园区级 EMS + AI 调度

- 时间分辨率：秒级（运行控制）/ 分钟级（市场交易）/ 小时级（调度计划）
- 控制目标：绿电消纳率最大化、电费成本最小化、可靠性指标 SLA
- AI 调度：基于负荷预测 + 价格预测 + 新能源出力预测的多目标优化

6.2.3 虚拟电厂资源聚合

- 聚合对象：IT 负荷 + 制冷负荷 + 储能 + 备用电源 + 分布式光伏
- 调度接口：调频、调峰、备用、爬坡、转动惯量等辅助服务
- 收益分成：与业主按节能/调度收益分账

6.2.4 多能互补与柔性互联

- 借鉴榆佳高速项目的变压器低压台区柔性互联技术
- 适用于多业态混合用能园区：IDC + 商业 + 充电桩 + 居住

第 7 章 标杆项目实践

7.1 项目组合表

| 项目 | 类型 | 关键参数 | 评级 |
|-------------|----------|--|-----------------------|
| 榆佳高速源网荷储微电网 | 高速公路源网荷储 | 1.3 MW _p 光伏 + 100kW / 200kWh 储能 + 4 × 120kW 直流充电桩 | 入选 2024 全国交通与能源融合创新案例 |

| 项目 | 类型 | 关键参数 | 评级 |
|--------------|---------|--|-------|
| 广州中交城投总部光储直柔 | 楼宇光储直柔 | 年发电 33 万 kWh，等效节煤 99 吨；2025 年 1 月并网 | 城市级标杆 |
| 河北辛集智慧充电站 | 智慧充电 | 投资 1.32 亿，"6+4"立体充电体系，年服务 50 万车次，减碳 2.3 万吨 | 县域样本 |
| 重庆停车楼智慧解决方案 | 城市停车+能源 | 2000 车位，年发电 200 万 kWh，能源自给率 85% | 城市标杆 |

7.2 榆佳高速深度复盘

7.2.1 项目背景

榆佳高速位于陕西榆林—佳县，沿线管理中心、服务区、收费站具备分布式光伏开发条件。项目目标：构建"源—网—荷—储"多层级一体化交能融合系统，形成清洁、低碳、融合高效的新型公路交通自洽能源体系。

7.2.2 系统架构

- 源：沿线管理中心、服务区、收费站屋面 1.3 MW_p 分布式光伏
- 网：含高比例源、储接入的高速公路服务区配电网；变压器低压台区柔性互联
- 荷：服务区用电 + 充电桩 + 监控/隧道照明
- 储：100kW/200kWh 储能系统

7.2.3 关键技术成果

- 多能互补的高速公路能源结构
- 优化交通行业能源产业结构、改善用能浪费和线路损耗
- 创新性变压器低压台区柔性互联技术
- 含高比例源/储接入的服务区配电网电压优化控制方法
- 微网系统能量的生产、利用、存储、释放统一调度
- 提升消纳率，节能减排，提质增效

7.2.4 行业意义

入选 2024 全国交通与能源融合创新案例，是中交集团重点科研项目"高速公路'源网荷储'微电网关键技术"的工程化承载。为同类高速公路提供可复制路径。

7.3 广州中交城投光储直柔深度复盘

- 项目地点：广州邮轮母港闲置空间
- 投运时间：2025 年 1 月并网
- 运行模式：全额发自自用

- 年发电量：33 万 kWh
- 等效节约标准煤：99 吨
- 工程意义：验证了光储直柔技术在央企总部楼宇场景的工程可行性

7.4 河北辛集智慧充电站深度复盘

- 投资：1.32 亿元
- 充电体系："6+4"立体充电体系
- 服务能力：形成 15 分钟服务圈
- 年服务车次：超 50 万车次
- 年减碳：2.3 万吨 CO₂
- 工程意义：县域级交能融合可复制样本，适配下沉市场充电需求

7.5 重庆停车楼智慧解决方案

- 停车规模：2000 个停车位
- 集成技术：光储直柔
- 年发电量：超 200 万 kWh
- 能源自给率：超 85%
- 空间利用率：提升 40%
- 工程意义：破解城市停车难与能源消耗双重矛盾的复合方案

第 8 章 商务与合作模式

8.1 三种主流合作模式

| 模式 | 适用 | 业主投入 | 机电局收益 |
|----------------|-------------------|--------------|---------------|
| EPC 总承包 | 业主自有资金充足 | 全额建设资金 | 工程承包毛利 |
| EMC 合同能源管理 | 业主希望 0 投入 | 0 建设资金，按效益分成 | 节能效益分成 60-80% |
| EPC + EMC 复合模式 | 业主希望部分投资 + 长期运营绑定 | 部分建设资金 | 工程毛利 + 运营分成 |

8.2 EPC 包含范围（标准版）

- 工程总体设计（含可研、初步设计、施工图）
- 关键设备采购（PCS、储能 PACK、EMS、光伏组件、汇流箱、升压站等）
- 土建施工（支架基础、设备基础、电缆沟、控制楼）
- 电气安装（一次/二次系统）
- 调试并网
- 培训移交

- 12-36 个月质保期

8.3 EMC 合同关键条款（要点）

- 节能基线：项目实施前的能耗基线，由第三方审核
- 分成比例：承包方 60-80%（按投资强度调整）
- 合同期：6-12 年常见
- 保证条款：承包方对节能效果做承诺
- 退出机制：业主可在合同期内按预定残值买断

8.4 产融结合通道

中交机电局三公司已与广州中交融资租赁公司签署战略合作协议（2024-06），覆盖分布式光伏、风电、集中式光伏、储能电站、IDC 五大领域。可为合作项目提供融资租赁等金融支持。

第 9 章 实施路线图（30/60/90 天）

9.1 全流程时间轴

| 0-30 天 | 31-60 天 | 61-90 天 | 90 天-N 个月 |
| 诊断 | 方案 | 交底 | 施工运营 |

9.2 第 0-30 天：诊断期

| 周次 | 关键动作 | 交付物 |
|----|----------------------|-------------|
| W1 | 项目立项调研、电费账单分析、负荷曲线采集 | 调研报告（初稿） |
| W2 | 现场踏勘、电网接入条件评审、政策匹配 | 现场报告 + 政策清单 |
| W3 | 用能特征建模、新能源资源评估 | 用能模型 + 资源数据 |
| W4 | 投资概算、技术路线初选、合作模式建议 | 诊断结论书 |

9.3 第 31-60 天：方案期

| 周次 | 关键动作 | 交付物 |
|-------|---------------|-------|
| W5-W6 | 源网荷储拓扑设计 | 系统拓扑图 |
| W7 | 储能配置 + EMS 选型 | 设备清单 |

| 周次 | 关键动作 | 交付物 |
|----|--------------|------|
| W8 | 经济性测算 + 风险评估 | 可研报告 |

9.4 第 61-90 天：交底期

| 周次 | 关键动作 | 交付物 |
|--------|------------------|-----------|
| W9-W10 | 施工图设计 | 施工图集 |
| W11 | 招标 / 签订合同 / 政府备案 | 合同 + 备案文件 |
| W12 | 进场准备、施工策划 | 进场策划书 |

9.5 第 90 天后：施工与运营

- 施工期 24-36 周
- 调试并网 4-8 周
- 运营期长期（EMC 模式 6-12 年）

第 10 章 标准、资质与合规边界

10.1 中交集团参编/牵头标准

- 《高速公路零碳服务区建设技术指南》（首批交能融合标准）
- 《高速公路光伏发电工程建设指南》
- 《分布式光伏发电系统智慧运维管理指南》
- 75 项国家标准 + 90 项行业标准 + 37 项团体标准 + 65 项企业标准（截至 2025-05）

10.2 算电协同 EPC 合规边界

- 国家枢纽节点外不新建大型/超大型 IDC（《东数西算实施意见》刚性约束）
- 重点用能行业绿电消费比例考核以绿证为主
- 储能项目接入须满足并网导则与调度协议要求
- 涉及构网型储能须明确电网公司认可的支撑范围

10.3 表达合规边界

- **✘** 不得自称"中国第一""唯一""最强""最大"
- **✘** 不得自称"发电央企"
- **✘** 不得引用未公示客户为"客户"
- **✘** 不得对中国能建/中国电建做"超越"表达
- **✔** 推荐："中交集团现代机电产业链链长"

- 推荐: "国际知名、国内领先的数智绿色机电综合产业服务商"
- 推荐: "已落地的标杆项目包括..."

第 11 章 风险识别与避坑清单

11.1 常见 7 大坑

1. 储能容量算错: 按理论值缺少 20-30% 余量, 导致夏季高峰失负荷
2. 构网型 vs 跟网型选错: 低渗透电网用构网浪费成本; 高渗透电网用跟网无法主动支撑
3. 绿电消费比例核算错: 物理电量 vs 绿证混淆, 考核口径不清
4. EMS 不匹配 AI 调度: 老式 EMS 时间分辨率粗, 跟不上 AI 算力波动
5. 没考虑国家枢纽节点并网约束: 新建 IDC 在枢纽节点外被否决
6. 合同没分清谁负责消纳考核: 业主以为承包方负责, 承包方以为业主负责
7. 光储直柔不匹配高功率算力: 直流母线无法承载兆瓦级 IT 负荷的瞬时波动

11.2 避坑 Checklist

- 立项前完成政策匹配 (5 份核心文件原文)
- 储能容量留 30% 余量
- 构网型/跟网型按电网渗透率决策
- 绿电核算口径写进合同
- EMS 时间分辨率 ≤ 1 秒
- 国家枢纽节点选址确认
- 消纳考核责任主体明确
- 算力负荷与电气拓扑匹配验证

第 12 章 常见问答 FAQ (精选 18 题)

完整 50 问见知识库 v1.1。本章节选 18 题对外发布。

Q1. 算电协同跟储能项目有什么不同?

A: 算电协同 = 算力 + 电力 (含储能) 的系统级耦合。纯储能项目只解决电网侧调节问题, 算电协同同时解决"算力随电"和"电随算调"两个方向, 价值量级更大。

Q2. 中交机电局能给互联网公司做算电协同吗?

A: 可以。互联网公司自建 IDC 和 AI 算力园是核心目标客户之一。机电局的差异化是央企背书 + 政策协调通道 + 多能互补集成。

Q3. 项目从立项到投运多久?

A: 中型园区 (10-50 MW) 全流程 10-16 个月。诊断 + 方案 90 天, 设计 + 采购 + 施工 + 调试 6-12 个月。

Q4. 储能寿命多少年?

A: 电化学储能 (磷酸铁锂主流) 循环寿命约 6000-12000 次, 日历寿命 10-15 年。具体由 PACK 厂家保证。

Q5. PCS 是什么?

A: Power Conversion System (功率转换系统)。储能与电网之间的双向变流器, 决定充放电功率与控制特性。构网型 vs 跟网型主要差别在 PCS 控制策略。

Q6. 数据中心 PUE 改造能改到多少?

A: 存量改造一般可从 1.5+ 改到 1.3-1.4 区间; 新建按算电协同设计可做到 1.15-1.25。PUE 越低, 电费占比越低, EMC 收益空间越大。

Q7. AI 算力会让数据中心电费翻倍吗?

A: 会。训练型 GPU 集群电费占运营成本可达 50-70%。算电协同方案的核心价值之一就是要把这部分电费降下来 + 时移到低价时段。

Q8. 绿电直供需要什么条件?

A: 核心三个: ① 接入容量批准; ② 与发电企业签多年期合同; ③ 满足省级能源主管部门的绿电交易规则。机电局可代办全流程。

Q9. 跟阳光新能源、宁德时代有什么区别?

A: 阳光、宁德是产品/部件供应商; 机电局是 EPC 总承包商。机电局的方案中常采购上述厂家的设备, 协作多于竞争。

Q10. 算电协同必须用国产设备吗?

A: 不强制, 但国产化优先是央企项目的常见要求。一线国产 PCS、光伏组件、储能 PACK 在性能/成本/服务上已具备优势。

Q11. 合同里我能要求多少质保?

A: 光伏组件 25 年功率质保 + 12 年产品质保 (行业标配); 储能 PACK 5-10 年; PCS 5 年; EPC 工程整体质保 12-36 个月。

Q12. 售后响应 SLA 怎么约定?

A: 一般 7×24 小时远程; 重大故障 4 小时到现场 (一线城市) / 24 小时到现场 (其他); 关键备件库存周转。机电局长期项目可派驻人。

Q13. 项目运营数据归谁?

A: EMS 数据原则上归业主, 机电局可在 EMC 模式下保留分析使用权。具体在合同条款约定。

Q14. 怎么对接政府补贴?

A: 机电局可在诊断阶段做政策清单匹配, 在合同期内代办申报。各地地方政策差异大, 一事一议。

Q15. 设计要不要单独付费?

A: EPC 模式下设计费已包含在总包价中。纯顾问模式 (SD-05) 按设计阶段单独计价。

Q16. 跨省项目怎么协调?

A: 机电局已覆盖国内 30 省、境外 20+ 国家, 具备多区域并网调度协调经验。跨省绿电交易可通过省级绿证账户购买省外绿证补充。

Q17. 怎么找你们正式合作?

A: 联系王鸿才 (中交机电局技术负责人), 电话 17861402558。建议提供: 项目类型、装机规模、用电特征、并网区域、预算与时间窗。我方将在 5 个工作日内反馈是否匹配 + 进入诊断流程。

Q18. 一份白皮书能直接当投标材料用吗?

A: 本白皮书为对外公开版 (脱敏), 可作为业主立项参考、可研报告附件、招标背景资料。投标专用版本 (含商业报价、详细参数、项目地具体方案) 按项目定制。

第 13 章 联系与授权

13.1 业务联系

| 项 | 值 |
|------|--|
| 联系人 | 王鸿才 |
| 职务 | 中交机电工程局 技术负责人 |
| 联系电话 | 17861402558 |
| 服务方向 | 算电协同 / 交能融合 / 用户侧储能 / 光储充 / 数据中心绿色化 / 风电 EPC |
| 接洽流程 | 提供项目类型、装机规模、用电特征、并网区域 → 5 工作日匹配反馈 → 进入诊断 |

13.2 项目筛选偏好

我们更愿意承接的项目:

- 国家枢纽节点新建/改造数据中心
- 100 MW IT 负荷以上的 AI 算力园
- 高速公路/港口/产业园区源网荷储一体化
- 央企/国企总部楼宇光储直柔示范
- 县域 / 市域级智慧充电网络

13.3 授权与免责

- 本文件由中交机电工程局基于公开政策与公开案例编制
- 不构成投资建议或具体项目报价
- 案例参数以公开来源为准（详见附录 C）
- 政策解读仅代表 2026-05-22 时点，请以最新原文为准

附录 A：政策文件索引

| ID | 文件 | 发文方 | 时间 |
|-------|--|-----------------------|------------|
| P-001 | 《"人工智能+"能源行动方案》 | 国家发改委、国家能源局、工信部、国家数据局 | 2026-05 |
| P-002 | 《新型储能规模化建设专项行动方案 2025-2027》 (发改能源〔2025〕1144号) | 国家发改委、国家能源局 | 2025-09 |
| P-003 | 《关于深入实施"东数西算"工程加快构建全国一体化算力网的实施意见》 | 国家发改委、国家数据局等 | 2024-08 |
| P-004 | 《2025 年可再生能源电力消纳责任权重通知》 | 国家发改委 | 2025-07 |
| P-005 | 《以算电协同赋能新型能源体系》 | 国家能源局门户署名文 | 2026-05-15 |
| P-006 | 《高速公路零碳服务区建设技术指南》 | 中交集团参编 | 行业标准 |

附录 B：术语表（精选 20 条）

| 术语 | 英文 | 通俗解释 |
|-------|---|---------------------|
| 算电协同 | Computing-Power Electric-Power Coordination | 算力需求与绿电供给的深度耦合 |
| 算随电走 | Compute-Follows-Power | 算力任务跟随电价/绿电信号迁移 |
| 源网荷储 | Source-Grid-Load-Storage | 发电、电网、负荷、储能四要素一体化协同 |
| 构网型储能 | Grid-Forming Storage (GFM) | 主动支撑电网电压频率的储能 |

| 术语 | 英文 | 通俗解释 |
|-------|--------------------------------------|-------------------|
| 跟网型储能 | Grid-Following Storage (GFL) | 被动跟随电网信号的储能 |
| 虚拟电厂 | Virtual Power Plant (VPP) | 通过聚合分布式资源提供电网服务 |
| 需求响应 | Demand Response (DR) | 用户根据电网信号调整用电行为 |
| 容量电价 | Capacity Tariff | 对电力系统可靠容量的补偿机制 |
| 辅助服务 | Ancillary Services | 调频、调峰、备用、爬坡等电网服务 |
| 绿电交易 | Green Power Trading | 可再生能源电力市场化交易 |
| 绿证 | Green Electricity Certificate | 绿色电力消费的权威认证 |
| PUE | Power Usage Effectiveness | 数据中心总能耗 / IT 设备能耗 |
| WUE | Water Usage Effectiveness | 数据中心水耗指标 |
| 光储直柔 | PV-Storage-DC-Flexible | 光伏+储能+直流母线+柔性负荷 |
| 光储充 | PV-Storage-Charging | 光伏+储能+充电 |
| 微电网 | Microgrid | 可独立运行的小型电力系统 |
| EMS | Energy Management System | 能量管理系统 |
| EMC | Energy Management Contracting | 合同能源管理（节能效益分成） |
| EPC | Engineering Procurement Construction | 工程总承包（设计+采购+施工） |
| GFM | Grid-Forming | 构网型（同上） |

附录 C：参考文献与来源

| ID | 来源 | URL |
|-------|--------------|---|
| S-001 | 中国交建官网 | https://www.ccccltd.cn/ |
| S-002 | 机电局产业链链长专题 | https://www.ccccltd.cn/zt/gclszjtgzhyjs/gcls/202402/t20240229_213128.html |
| S-003 | 中交集团绿色低碳行动方案 | https://finance.sina.com.cn/jjxw/2025-02-05/doc-ineimzcz1737582.shtml |

| ID | 来源 | URL |
|-------|---------------------------|---|
| S-004 | 交能融合擘画交通强国建设新图景 | https://finance.sina.com.cn/jjxw/2025-05-27/doc-inexyfp1857516.shtml |
| S-005 | 中国交建 2025 业绩说明会 | https://www.163.com/dy/article/KPJOLN0N05199NHJ.html |
| S-006 | 中交光伏零碳交通向未来 | http://chinaden.cn/news_nr.asp?Small_Class=7&id=45725 |
| S-007 | 中交机电工程局有限公司（建企百科） | https://baike.cbi360.net/848045/ |
| S-008 | 交能融合：重塑未来基建价值逻辑 | https://finance.sina.com.cn/roll/2025-11-27/doc-infyvnyk8358274.shtml |
| S-009 | "人工智能+"能源行动方案 | https://www.nea.gov.cn/20260508/4dae97ca01d348e4871bb8654be34b3a/c.html |
| S-010 | 中国能建与中国交建签约 | https://news.solarbe.com/202508/18/50006323.html |
| S-011 | 以算电协同赋能新型能源体系 | https://www.nea.gov.cn/20260515/d440735d02f442478b986b20c45ae996/c.html |
| S-012 | 新型储能规模化建设专项行动方案 2025-2027 | http://www.cnnes.cc/zhengce/20250912/11662.html |
| S-013 | 东数西算实施意见 | https://www.nda.gov.cn/sjj/zwgk/zcfb/0830/20240830174329104216060_pc.html |
| S-014 | 广州中交融资租赁与机电局三公司战略合作协议 | http://www.fleasings.com/onews.asp?id=34432 |
| S-015 | 2025 可再生能源消纳责任权重通知 | https://www.ndrc.gov.cn/xwdt/tzgg/202507/t20250711_1399143.html |

本白皮书 v1.0 由中交机电工程局技术负责人王鸿才及编制团队基于 2026-05-22 时点的公开政策与公开案例编制。建议每季度复核更新。下一次复核日期：2026-08-22。