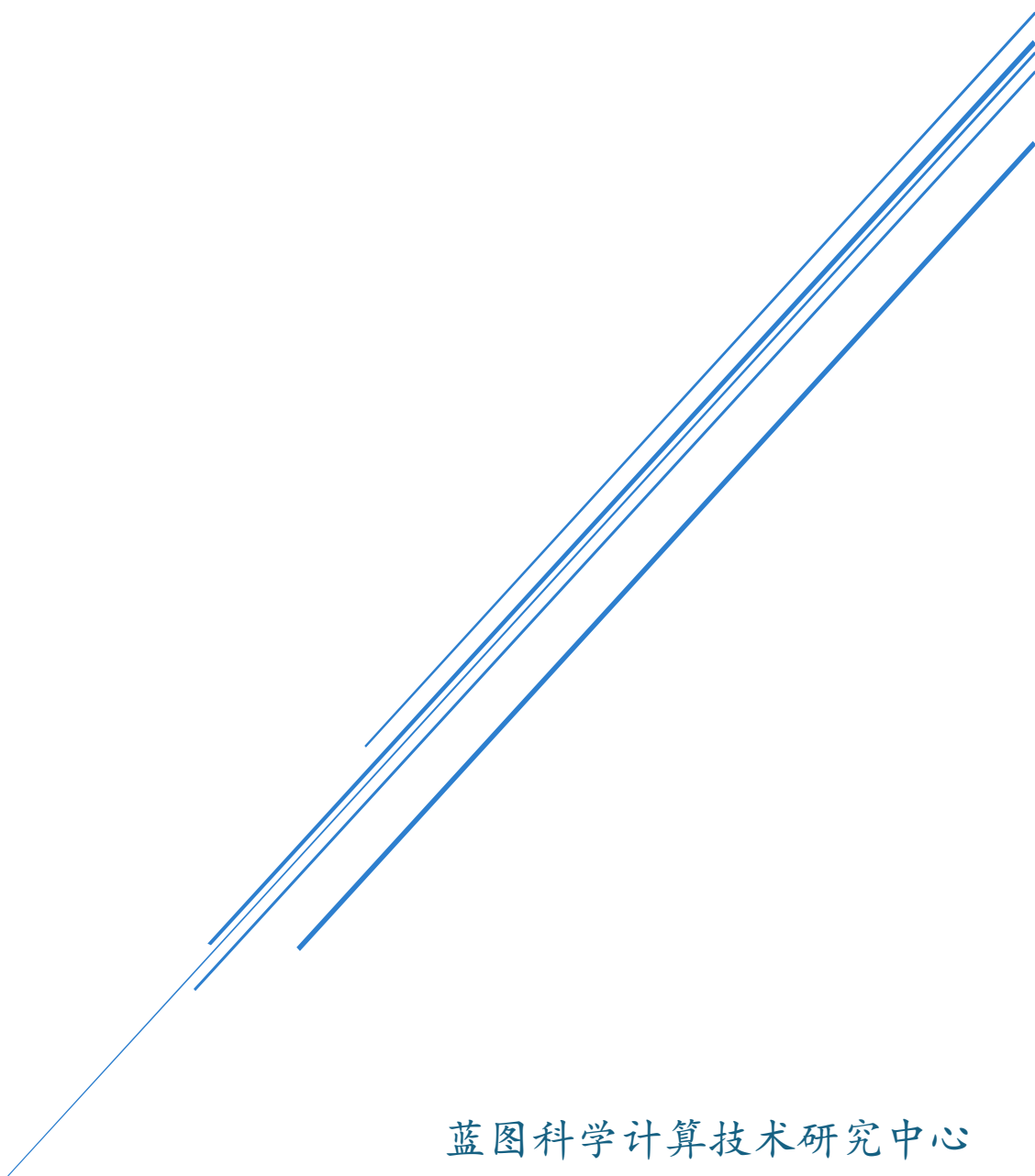


新能源行业 AI 赋能仿真白皮书

迈向智能化、高可靠的新型能源体系



蓝图科学计算技术研究中心

蓝皮书（广州）科技有限公司

目录

一、引言与行业范畴	2
1.1 新能源行业定义与范畴	2
1.2 行业发展现状	3
二、政策背景与战略导向	4
三、新能源行业关键技术难点	7
3.1 风电领域	7
3.2 光伏领域	8
3.3 储能领域	9
3.4 氢能领域	10
四、AI 赋能仿真解决方案	11
4.1 风电领域 AI 解决方案	11
4.2 光伏领域 AI 解决方案	12
4.3 储能领域 AI 解决方案	13
4.4 氢能领域 AI 解决方案	14
五、系统级融合趋势	15
六、未来展望	16
6.1 技术趋势	16
6.2 产业价值	17

一、引言与行业范畴

1.1 新能源行业定义与范畴

新能源行业指依托新技术开发利用可再生能源、替代传统化石能源的产业体系。根据国家《战略性新兴产业分类》，新能源产业主要包括：

核心领域	主要方向	战略定位
风电	陆上风电、海上风电、分散式风电	清洁能源主力，装机规模全球第一
光伏	集中式光伏、分布式光伏、光热发电	成本下降最快，产业链全球领先
储能	电化学储能、抽水蓄能、压缩空气储能、液流电池	新能源消纳关键，电力系统“调节器”
氢能	绿氢制备、储运、燃料电池、氢能应用	未来清洁能源，深度脱碳核心抓手
核能	三代/四代核电、小堆、核能综合利用	基荷电源，安全高效

1.2 行业发展现状

装机规模发展		
指标	数据	来源
风电、光伏发电装机规模	突破 16.9 亿千瓦, 达到 2020 年的 3 倍以上	《碳达峰碳中和的中国行动》白皮书
风电累计装机	截至 2025 年底, 6.4 亿千瓦	国家能源局
太阳能发电累计装机	截至 2025 年底, 12 亿千瓦	国家能源局
可再生能源总装机	截至 2025 年底, 23.4 亿千瓦, 占全国电力总装机约 60%	国家能源局

里程碑意义: 风电、太阳能发电装机合计 18.4 亿千瓦, 占比 47%, 历史性超过火电。根据中电联预测, 2026 年太阳能发电装机规模将首次超过煤电装机规模, 风电和太阳能发电合计装机规模将达到总发电装机规模的一半。

中国形成了全球规模最大、发展最快的可再生能源体系, 以及全球最大、最完整的新能源产业链。新能源发展贡献了 2020 年以来约 80% 的新增电力装机。

国家能源局提出大力培育“人工智能+”电网、新能源等八大应用场景。

二、政策背景与战略导向

政策文件	发布机构	核心内容	AI 仿真战略导向
《中国的能源转型》白皮书 (2024)	国务院新闻办, 坚持创新引领	加快能源技术、产业、商业模式创新	鼓励 AI 与新能源技术融合, 培育新质生产力
《碳达峰碳中和的中国行动》白皮书 (2025)	国务院新闻办	大力实施可再生能源替代, 推进新型能源体系和新型电力系统建设	支持数字孪生、智能调度等技术在新型电力系统中的应用
《关于促进新能源消纳和调控的指导意见》	国家发改委、国家能源局	建立协同高效的多层次新能源消纳调控体系, 推动消纳评估由单一利用率指标向综合评价指标体系转变, 鼓励源网荷储一体化、绿电直连、智能微电网等就近消纳新业态	紧扣“高效利用、灵活调节、电网适配、智能调控”四大技术方向, 部署关键创新任务, 强化新能源消纳技术创新支撑
《关于促进新能源集成融合发展的指导意见》 (国能发新能 [2025] 9)	国家能源局	推动新能源多维度一体化开发、新能源与多产业协同发展、新能源多元化非电利用三大方向, 提升新能源发展自主性和市场竞争力, 打	推进新能源多品种协同联合优化控制, 鼓励新能源在调控运行、参与市场、运营维护等方面实现一体化, 提升系统友好性,

3号)		造新能源发展升级版	推动新能源基地与算力设施协同规划，促进电力、算力双网融合运行
《新型能源体系建设“十五五”规划》	国家能源局	2026年“十五五”规划开局之年发布实施，以初步建成新型能源体系为总目标：供给保障更足、能源结构更优（非化石能源消费比重达到25%）、系统形态更新、改革创新更强	明确“系统形态更新”方向，新型能源基础设施体系更加智能高效，布局建设“三北”风电光伏基地、西南水风光一体化基地、沿海核电基地、海上风电基地
《关于开展零碳工厂建设工作的指导意见》（工信部联节〔2026〕13号）	工信部、国家发改委、生态环境部、国务院国资委、国家能源局	2026年起遴选零碳工厂标杆，到2027年在汽车、锂电池、光伏、电子电器、轻工、机械、算力设施等行业培育建设一批零碳工厂，初步构建零碳工厂建设产业生态	鼓励有条件的工厂建设工业绿色微电网，一体化应用光伏、风电、余热回收以及新型储能、高效热泵等，积极发展绿色氢氨醇等一体化项目，推进清洁低碳氢应用
国家能源局2026年工作部署	国家能源局	深化新能源上网电价市场化改革，28省完成首轮竞价，开展新型储能制造业高质量发展行	明确将“人工智能+”电网、新能源作为八大应用场景重点培育，带动智能微电网、

		<p>动，到 2027 年全国新型储能装机规模达 1.8 亿千瓦以上，带动投资约 2500 亿元，大力培育“人工智能+”电网、新能源等八大应用场景</p>	<p>能源物联网等新型能源基础设施蓬勃发展</p>
<p>《关于 2026—2027 年减免车辆购置税新能源汽车产品技术要求公告》 (2025 年第 24 号)</p>	<p>工信部、财政部、税务总局</p>	<p>调整纯电动乘用车电能消耗量限值、插电式混合动力乘用车纯电续航里程（不低于 100 公里）及燃料消耗量限值等技术要求</p>	<p>通过技术标准升级引导新能源汽车能效优化，为能耗仿真分析提供法规依据</p>

三、新能源行业关键技术难点

3.1 风电领域

技术难点	具体表现
风资源评估 不确定性高	复杂地形、尾流效应导致实际发电量低于预测，投资回报风险大
大型叶片设计 制造难	碳纤维复合材料铺层优化复杂，气弹稳定性、疲劳寿命预测难
海上风电基 础结构安全	深远海环境载荷复杂，基础冲刷、腐蚀、疲劳耦合失效风险高
风机健康管 理与运维	齿轮箱、轴承等关键部件故障机理复杂，预测性维护难
风电场集群 协同控制	尾流影响下多机协同优化难，整体发电量提升受限

3.2 光伏领域

技术难点	具体表现
电池效率提升遇瓶颈	钙钛矿/晶硅叠层、异质结等新技术工艺窗口窄，量产良率低
组件衰减机理复杂	PID、LeTID、老化等多因素耦合，寿命预测不准
光伏电站 PR 值评估难	阴影遮挡、灰尘积累、组件失配导致实际效率低于设计值
分布式光伏消纳受限	配电网承载力不足，反向重过载、电压越限风险高
光储系统协同控制	多时间尺度能量调度优化难，经济性提升受限

3.3 储能领域

技术难点	具体表现
电芯一致性与寿命	批次差异、温度不均导致一致性劣化，系统寿命低于单电芯
热失控预警难	热蔓延路径复杂，预警提前量不足，安全隐患大
储能系统安全边界模糊	安全标准分散，防控针对性不足，行业痛点突出
BMS/SOC 估算精度低	复杂工况下电池状态估计误差大，容量利用率低
梯次利用筛选难	退役电池快速分选、重组配组技术不成熟，经济性待验证

3.4 氢能领域

技术难点	具体表现
绿氢制取成本 高	PEM 电解槽贵金属用量大，效率衰减机理不明
储运瓶颈突出	高压氢脆、液氢蒸发、管道输氢安全等问题待突破
燃料电池寿命 短	膜电极衰减、催化剂中毒、水热管理复杂
加氢站布局难	站网规划、安全距离、运营经济性多重约束
氢能全链条安 全性	氢脆、泄漏、燃爆风险贯穿制储运加用全链条

四、AI 赋能仿真解决方案

4.1 风电领域 AI 解决方案

技术难点	AI 赋能仿真解决方案	核心价值
风资源评估不确定性高	基于 CFD-AI 混合模型的风资源图谱智能生成	尾流效应预测精度提升，发电量误差 < 5%
大型叶片设计制造难	复合材料铺层生成式 AI 设计与疲劳寿命代理模型	设计周期缩短 50%，疲劳寿命预测准确率 > 90%
海上风电基础结构安全	多物理场（风-浪-流-腐蚀）耦合 AI 代理模型	失效风险提前预警，运维成本降低 30%
风机健康管理运维	基于 Transformer 的振动数据时序预测与故障诊断	故障预警提前 3-6 个月，非计划停机减少 50%
风电场集群协同控制	多智能体强化学习的尾流协同优化控制	整体发电量提升 3-5%，度电成本降低

4.2 光伏领域 AI 解决方案

技术难点	AI 赋能仿真解决方案	核心价值
电池效率提升 遇瓶颈	钙钛矿/叠层材料高通量虚拟筛选与工艺仿真	新材料筛选效率提升百倍，研发周期缩短
组件衰减机理 复杂	光-热-湿-电多应力耦合老化 AI 代理模型	寿命预测精度提升，质保成本降低
光伏电站 PR 值 评估难	无人机巡检+AI 视觉识别+ 发电量数字孪生	缺陷识别率>95%，发电量提升 5-8%
分布式光伏消 纳受限	配电网承载力 AI 评估与智能调度	消纳能力提升 30%，电压越限风险降低
光储系统 协同控制	多时间尺度能量管理 AI 优化（强化学习）	自发自用率提升，投资回收期缩短

4.3 储能领域 AI 解决方案

技术难点	AI 赋能仿真解决方案	核心价值
电芯一致性与寿命	电芯分选聚类算法与系统级寿命代理模型	系统寿命提升 20%，一致性劣化预警
热失控预警难	电化学-热耦合 PINN 模型与热蔓延仿真	提前 15-30 分钟预警热失控，安全风险降低
储能系统安全边界模糊	系统级安全量化评估与分级标准 AI 辅助制定	安全边界清晰，行业标准迭代加速
BMS/SOC 估算精度低	多传感器融合+深度学习的 SOC/SOH 联合估计	估算误差 <3%，可用容量提升
梯次利用筛选难	退役电池快速分选聚类算法与剩余寿命预测	分选效率提升 10 倍，梯次利用价值最大化

4.4 氢能领域 AI 解决方案

技术难点	AI 赋能仿真解决方案	核心价值
绿氢制取成本高	PEM 电解槽催化剂高通量筛选与衰减机理模拟	贵金属用量降低 30%，效率衰减预测
储运瓶颈突出	高压氢脆裂纹扩展 PINN 模拟与泄漏扩散仿真	安全边界量化，运输方案优化
燃料电池寿命短	膜电极多尺度衰减模型与水热管理 AI 优化	寿命预测精度提升，耐久性提高
加氢站布局难	多目标优化（覆盖+安全+经济）站网规划仿真	投资回报率提升，安全风险可控
氢能全链条安全性	泄漏-扩散-燃爆全链条 AI 代理模型	事故概率量化，应急预案优化

五、系统级融合趋势

根据华为 2026 智能光伏十大趋势，新能源系统正从单点创新走向融合创新，进入“价值深耕期”：

融合方向	核心内涵	AI 赋能价值
光风储协同	新能源成为可预测、可调控的稳定电源	多源预测+协同控制，出力波动降低
构网型储能	储能从被动跟随向主动构建电网转型	构网算法 AI 优化，支撑弱电网稳定
源网荷储协同	供电模式走向“区域自治+全局协同”	AI 智能调度，多环节深度联动
AI 原生家庭光储	从 AI 赋能走向 AI 原生，最优用电体验	负荷预测+策略优化，自发自用最大化
电站自动驾驶	智能体深度融入，云边端协同	少人值守、预测性维护、自主优化

六、未来展望

6.1 技术趋势

技术方向	发展趋势	AI 仿真作用
高频高密化	光伏逆变器/储能 PCS 功率密度提升 40%以上	热-电-磁多物理场协同优化设计
高压高可靠	高压化持续推动度电成本降低	绝缘、电弧、老化行为预测
系统级电池管理	从电芯到系统的精准监测与管理	电池数字孪生，全生命周期跟踪
安全可量化	从定性评估走向量化指标	安全边界量化，分级标准迭代

6.2 产业价值

AI 赋能仿真正在推动新能源行业从“经验驱动”向“数据-机理双驱动”转型，核心价值体现在：

1. **降本增效**：研发周期缩短 30-50%，运维成本降低 20-30%
2. **安全可靠**：故障预警提前量提升，安全事故风险降低
3. **价值挖掘**：存量资产发电量提升 5-10%，投资回报优化
4. **标准引领**：安全、性能量化评估，支撑行业标准迭代