



中国新型储能产业创新联盟

China Energy Storage Industry Innovation Alliance



电力规划设计总院

China Electric Power Planning & Engineering Institute

新型电力系统下风光储系统发展趋势分析

韩小琪

2025年9月

我国电力系统已经演变成为高比例新能源电力系统，处于新型电力系统“加速转型期”。

01

电量占比

截至今年6月份：

全国新能源装机16.7亿千瓦，发电量占比达到**23.6%**

02

电力占比

截至今年6月份：

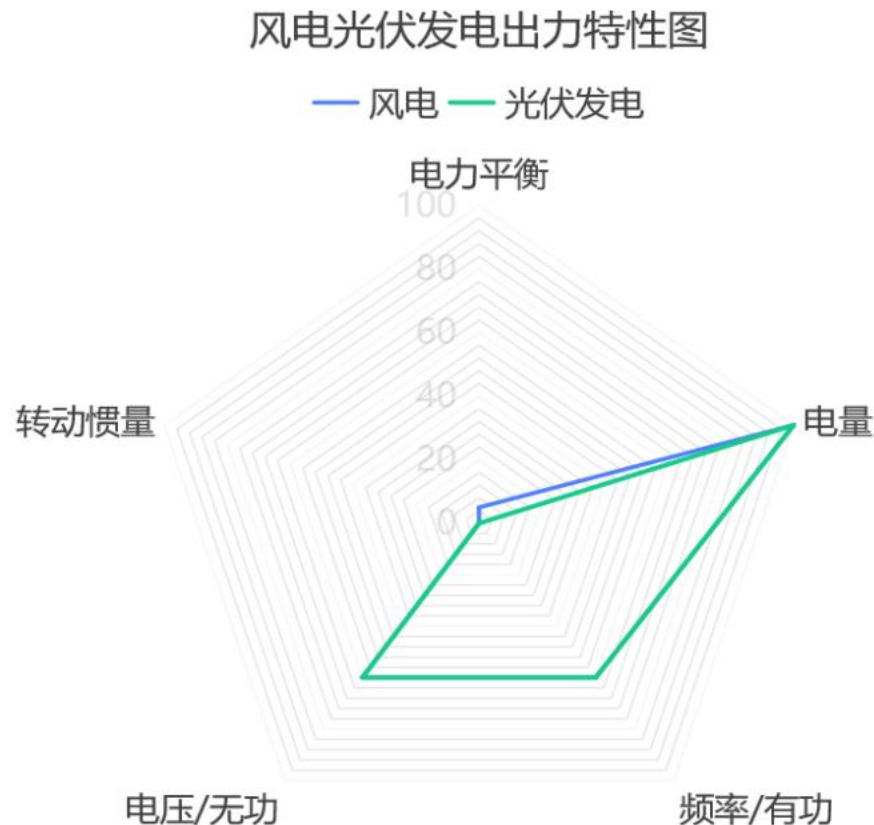
青海电网新能源发电功率占比最高**84.3%**

甘肃电网新能源发电功率占比最高**81%**

西北电网新能源发电功率占比最高**65%**

云南电网新能源发电功率占比最高**69%**

新型电力系统发展蓝皮书：“骨干网架层面，**电力系统仍将以交流电技术为基础**，保持交流同步电网实时平衡的技术形态，全国电网将维持以区域同步电网为主体、区域间异步互联的电网格局。”



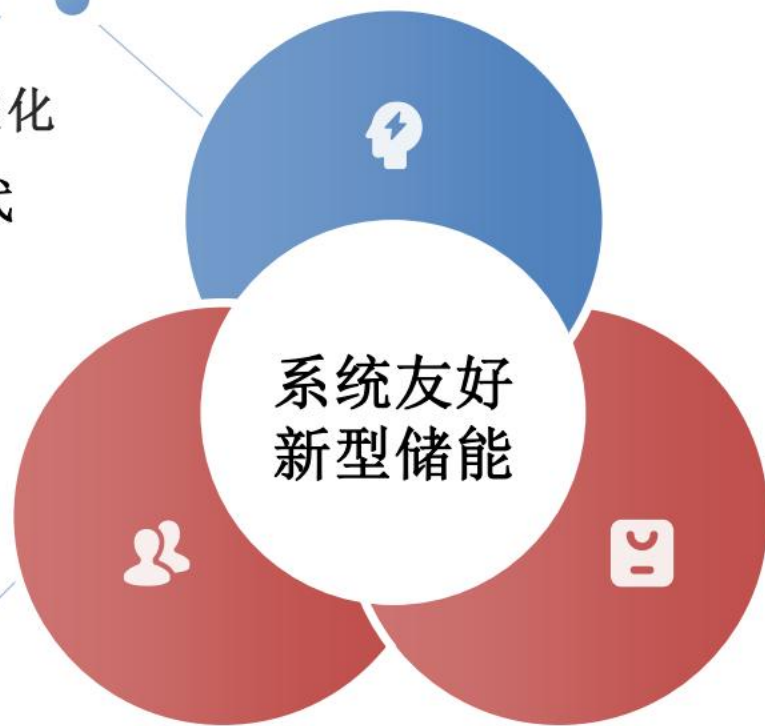
新型电力系统将仍以交流同步系统为主，系统友好型的新型储能应具备三方面的能力，补齐新能源发电的不足。

低成本电量搬运

支撑风光储综合系统平准化成本下降，加速新能源替代

多时长电力保供

助力风光储综合系统参加电力平衡，实现电力和电量双方面替代



支撑系统安全稳定运行

提供多重辅助服务和价值：
调频、调压、爬坡、转动惯量、阻尼、备用、黑启动等



综合考虑污染、碳排放等外部成本，随着新能源、储能成本下降，预计“十五五”期间部分风光储系统部分场景下降至与火电平价水平，开始具备大规模替代常规电源的条件。联盟秘书处按照源网荷储2:2:1:6的比例，以目前招标价考虑简单算例定性分析，计及负荷曲线、新能源出力曲线、弃电率等不同，风光储系统成本约在0.25~0.5元。



- 新能源发展存在三个阶段，分别是补贴驱动阶段、配额驱动阶段、市场驱动阶段。
- 配额驱动阶段：新能源逐步实现平价上网，但仍需系统提供支撑，综合成本偏高。并非全面从电力和电量上替代传统能源，国家对新能源的政策导向将会起到外部成本扶持的作用。
- 市场化发展阶段：“风光储”系统全成本替代常规电源标志着“市场驱动”的开始。

(2030-2050) 市场驱动

(2020-2030) 配额驱动

(2009-2020) 补贴驱动

《国家发展改革委 国家能源局关于深化新能源上网电价市场化改革促进新能源高质量发展的通知》(发改价格〔2025〕136号)

《国家发展改革委办公厅 国家能源局综合司关于全面加快电力现货市场建设工作的通知》(发改办体改〔2025〕394号)

《国家能源局关于组织开展新型电力系统建设第一批试点工作的通知》(国能发电力〔2025〕53号)

《国家发展改革委 国家能源局关于有序推动绿电直连发展有关事项的通知》(发改能源〔2025〕650号)

《国家发展改革委办公厅 国家能源局综合司关于2025年可再生能源电力消纳责任权重及有关事项的通知》(发改办能源〔2025〕669号)

《国家发展改革委 国家能源局关于完善价格机制促进新能源发电就近消纳的通知》(发改价格〔2025〕1192号)

国家发展改革委 国家能源局关于印发《电力现货连续运行地区市场建设指引》的通知(发改能源〔2025〕1171号)

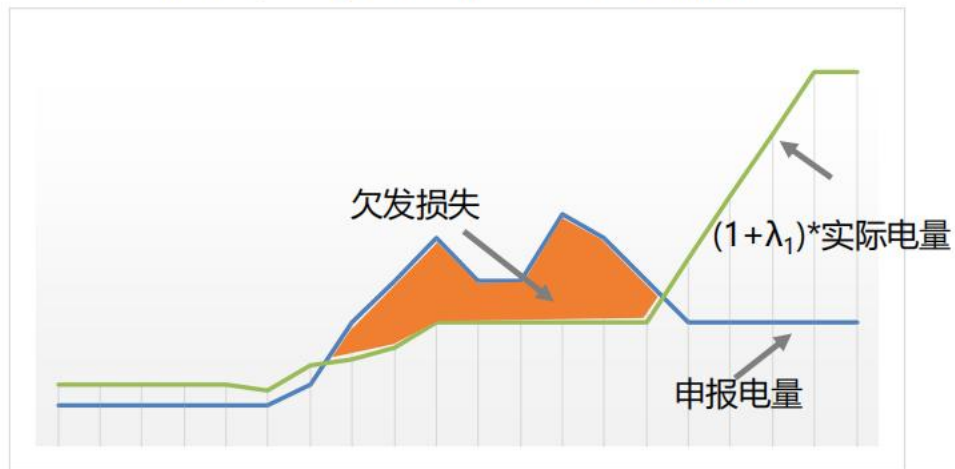
需求存在，供应有保障，消减外部成本，取消强制配储，新能源全面入市，政策换挡加速。



和传统电源比，新能源出力有不确定性，独立参与电力市场进行**确定性的报量报价**将面临多种风险。新型储能将为新能源补齐短板，发电侧将从“强制配储”逐步转变为“主动配储”。

新能源超额获利回收-欠发

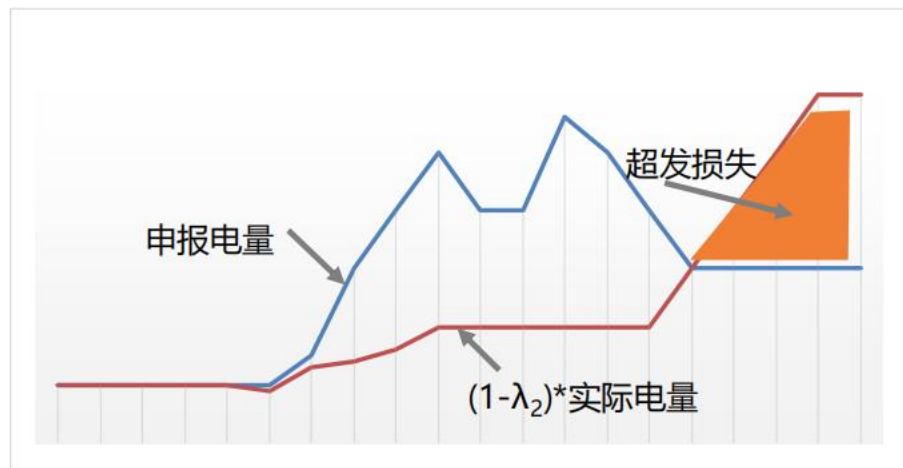
当 $Q_{\text{申报},h} > Q_{\text{实际},h} \times (1 + \lambda_1)$ ，且
 $k \times P_{\text{标杆}} + (1 - k) \times P_{\text{日前},h} > P_{\text{实时},h}$ 时



欠发损失示意图

新能源超额获利回收-超发

当 $Q_{\text{申报},h} < Q_{\text{实际},h} \times (1 - \lambda_2)$ ，且
 $k \times P_{\text{标杆}} + (1 - k) \times P_{\text{日前},h} < P_{\text{实时},h}$ 时



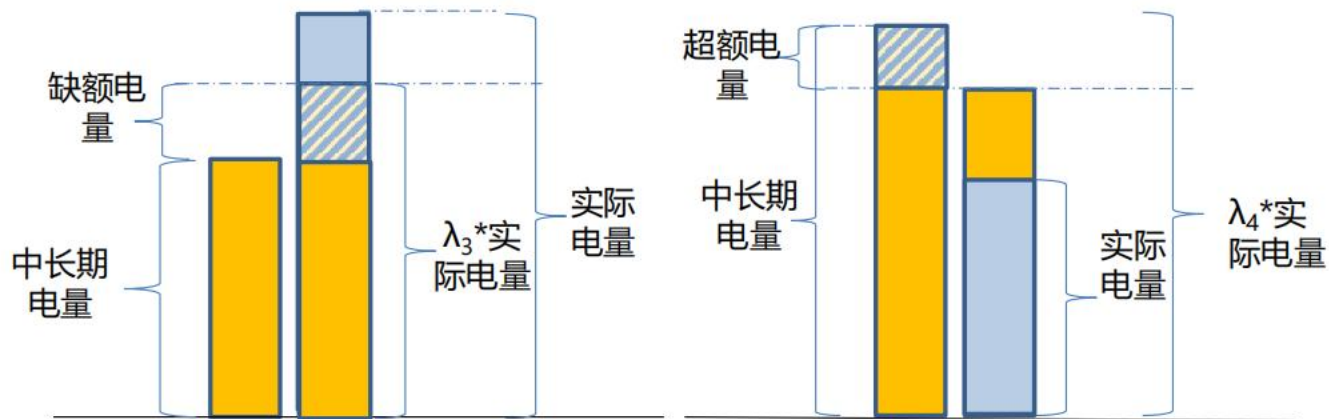
超发损失示意图

以山西电力市场为例， $\lambda_1 = \lambda_2 = 40\%$ 。其中 $k = Q_{\text{政府定价},h} / Q_{\text{申报},h}$ ， $Q_{\text{政府定价},h}$ 为新能源该时段实际分配政府定价电量。

中长期缺额及超额回收

缺额：当 $Q_{\text{中长期}} < Q_{\text{实际}} \times \lambda_3$ ，且 $P_{\text{节点电价加权}} > P_{\text{发电区域中长期月度加权}}$

超额：当 $Q_{\text{中长期}} > Q_{\text{实际}} \times \lambda_4$ ，且 $P_{\text{全网统一结算点月度加权}} < P_{\text{发电区域中长期月度加权}}$



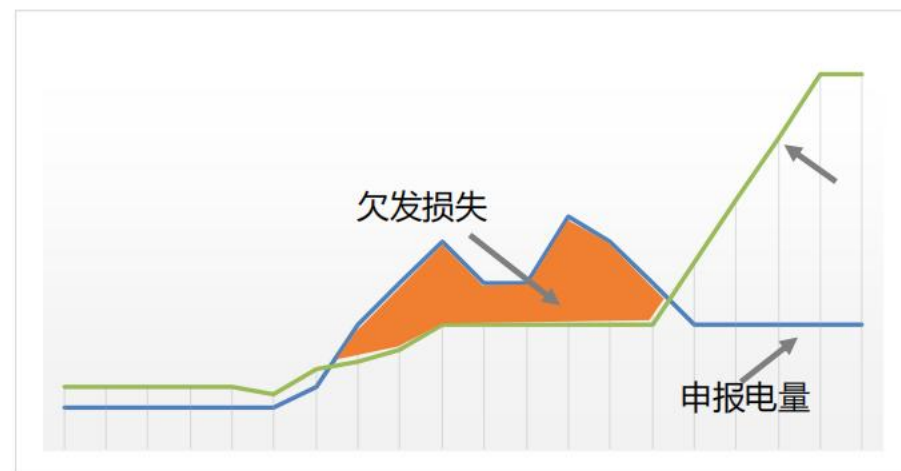
中长期缺额示意图

中长期超额示意图

以蒙西电力市场为例， $\lambda_3 = 85\%$ ， $\lambda_4 = 115\%$

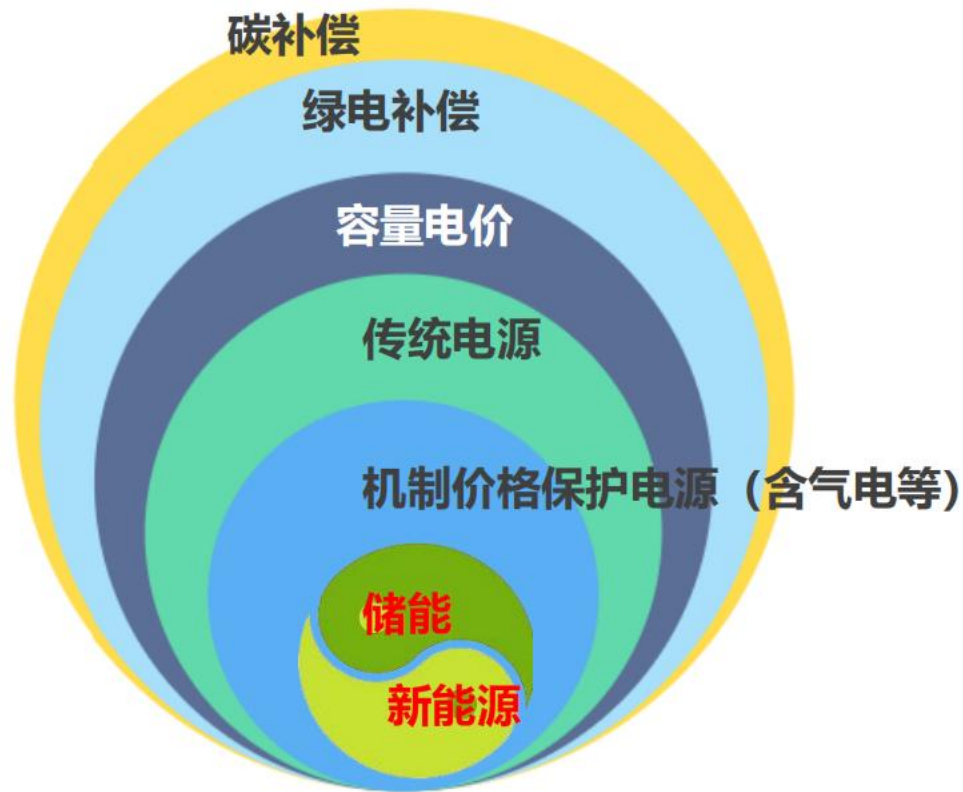
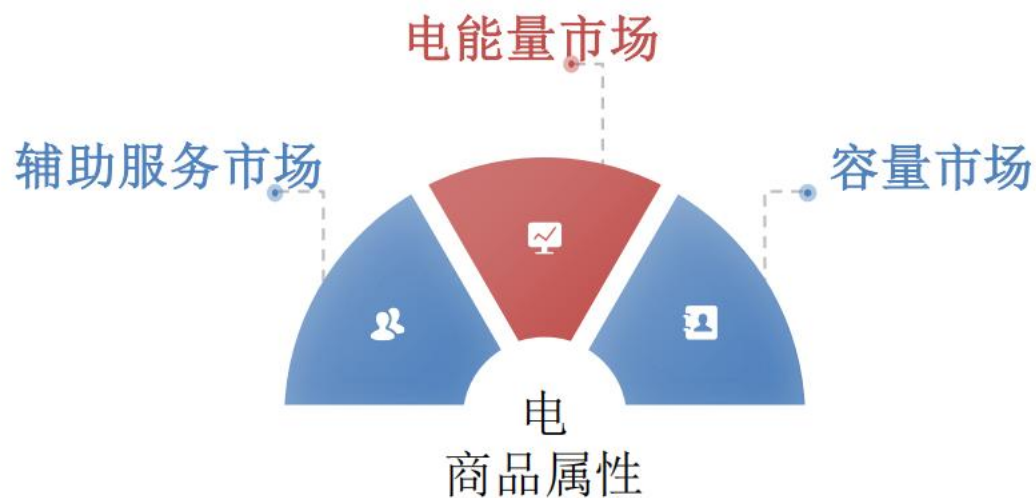
预测偏差损失

当 $Q_{\text{申报},h} > Q_{\text{实际},h}$ ，且 $k \times P_{\text{标杆}} + (1-k) \times P_{\text{日前},h} < P_{\text{实时},h}$ 时

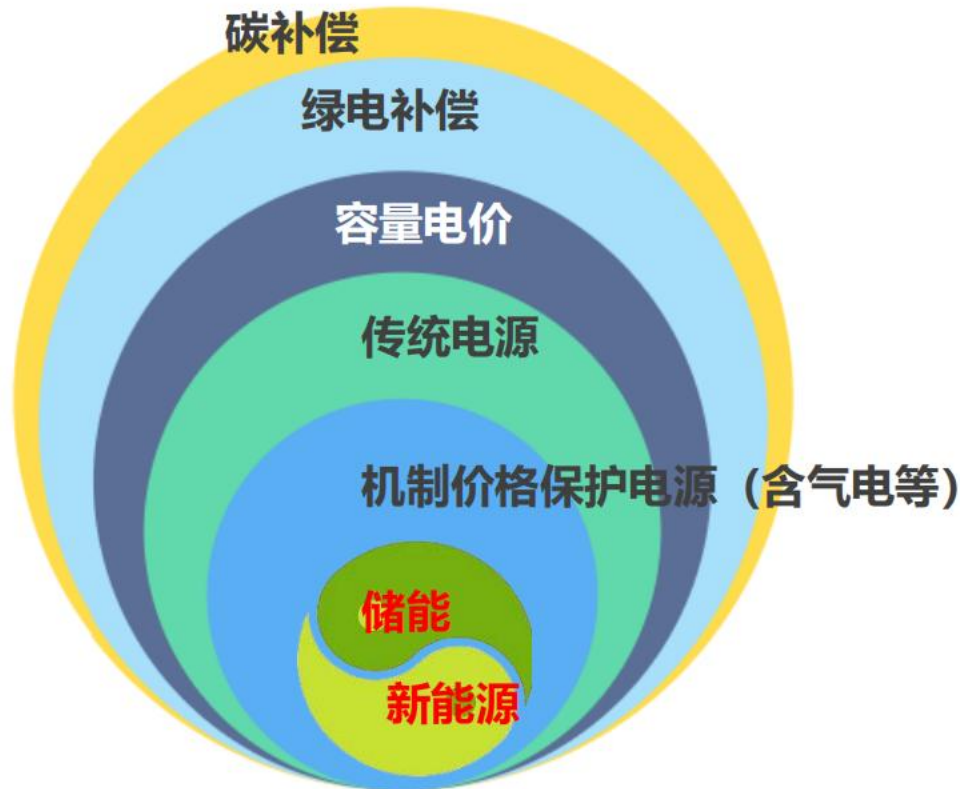
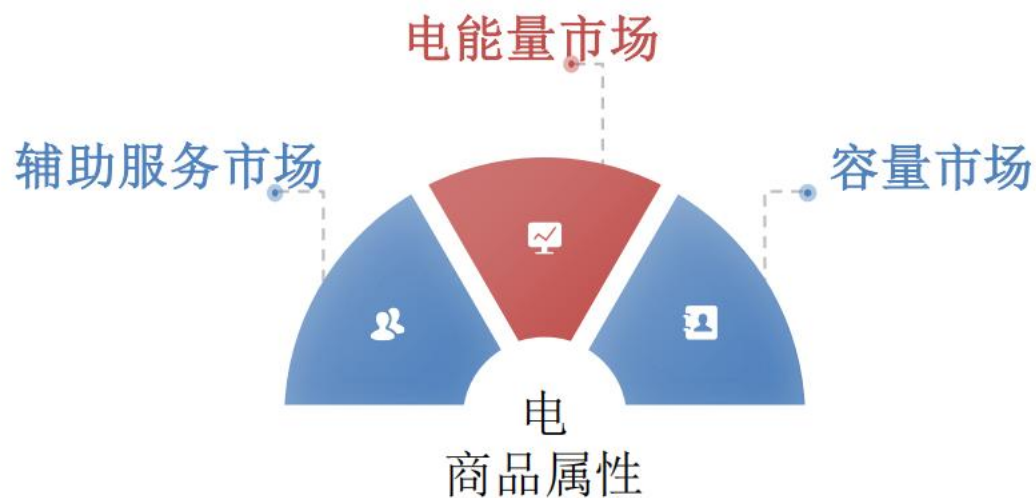


偏差损失示意图

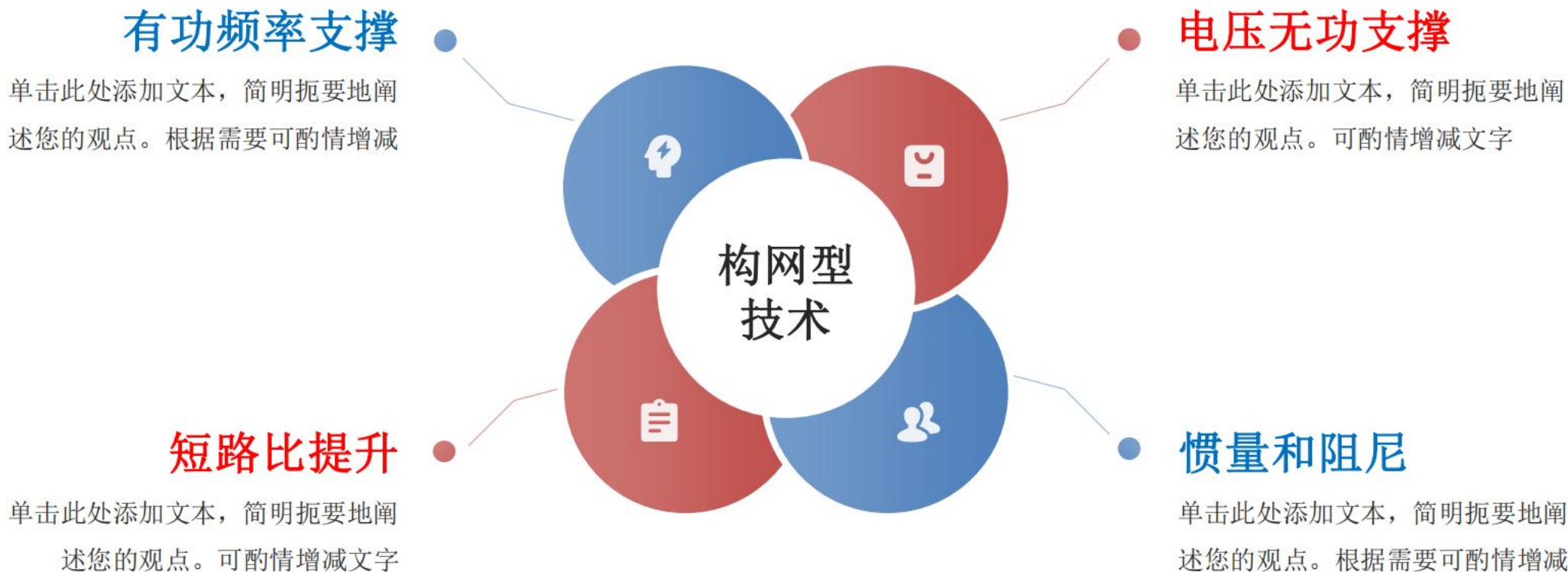
发展环境：波动性电能量价格的不确定性风险，非理想市场、机制电价、容量机制、绿电等，机制设计**牵一发而动全身**的复杂性，风光储系统内部、三个市场、存量和增量、外部因素、电源品种间的分配机制相互影响，在现代信息技术加持下，将在商业模式和政策设计中创新体现。



电力市场建设目的：优化规划和运营，引导推动发电侧、输电网、储能合理布局投资匹配电力需求，确保安全经济绿色高效的电力供应，保障合理投资成本回收，保障投资信心，是**最大的确定性**。



电力系统从“同步旋转系统”转向“同步旋转+换流器静止系统”，较长一段时期同步机将仍是安全裕度支撑的基本面，构网型技术应用于新能源/新型储能，持续迭代创新后将成为同步旋转机组的有效补充，并提供多种辅助服务功能。



在**新能源出力预测、负荷预测、价格预测、新型储能调度控制、电力交易**等领域**人工智能**技术的应用将持续加强，将利用**区块链**技术协助海量的分布式风光储、聚合储能等的调用和结算，**电力营销结算部门的重要性将持续提高。**



新能源场站和新型储能电站现货交易人工智能决策



区块链在新型电力系统中的记账应用

降本增效和高质量发展是主题

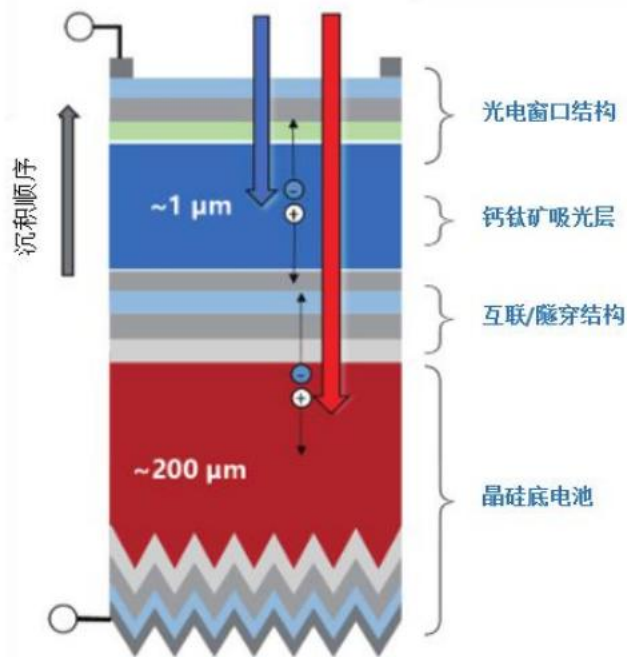


中国新型储能产业创新联盟
China Energy Storage Industry Innovation Alliance



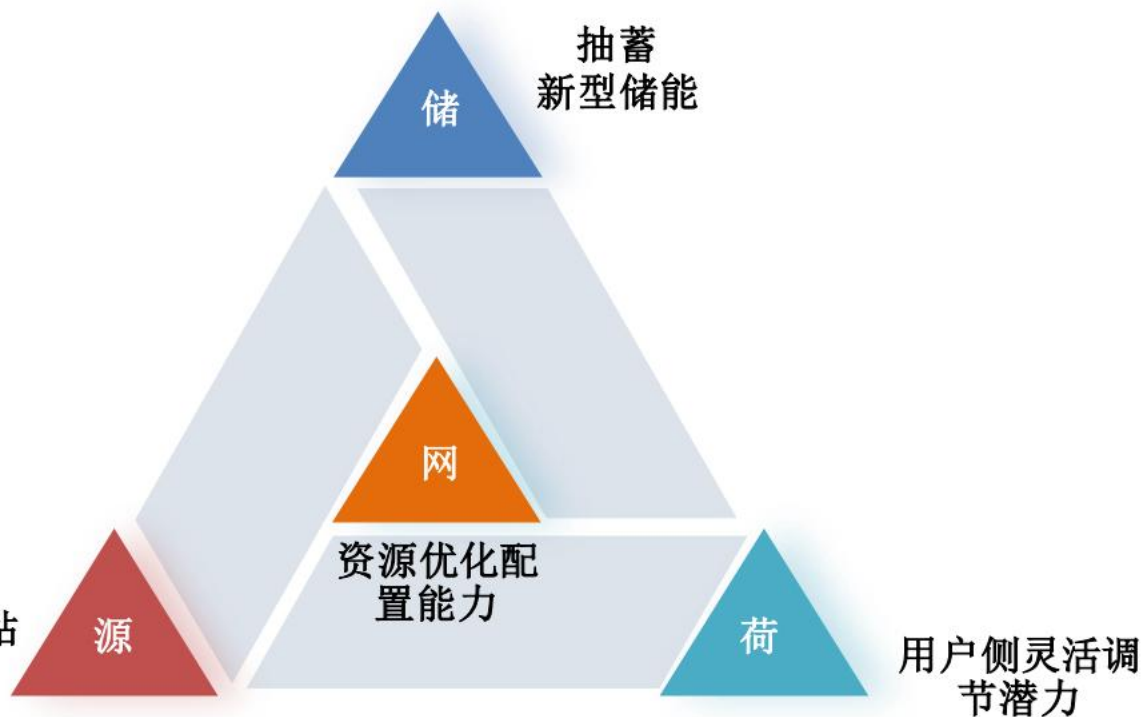
电力规划设计总院
China Electric Power Planning & Engineering Institute

新能源和新型储能目前在电力市场中面对同类竞品尚不具备全场景显著成本竞争力。未来，新能源和新型储能需要不断通过材料创新、效率提升、能耗降低，逐步寻找国内合适的应用场景和需求特性并推广，最终实现经济应用。

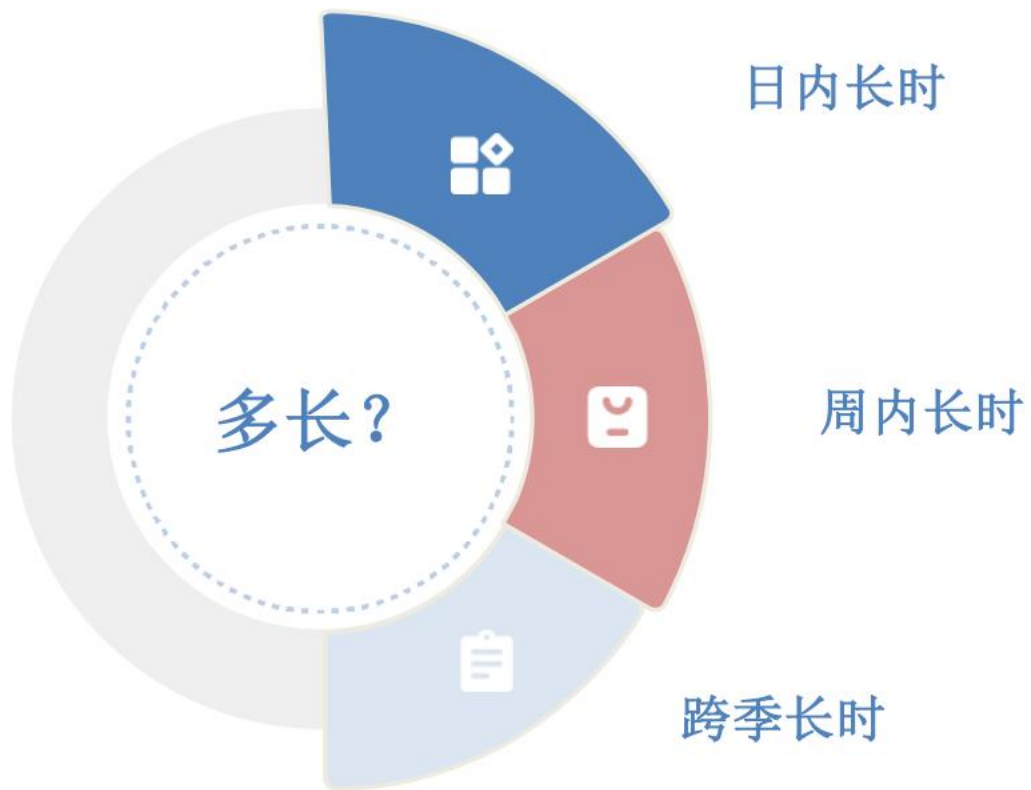


钙钛矿晶硅叠层电池结构示意图

系统友好型新能源电站
煤电灵活性改造
调峰气电
调节性水电等



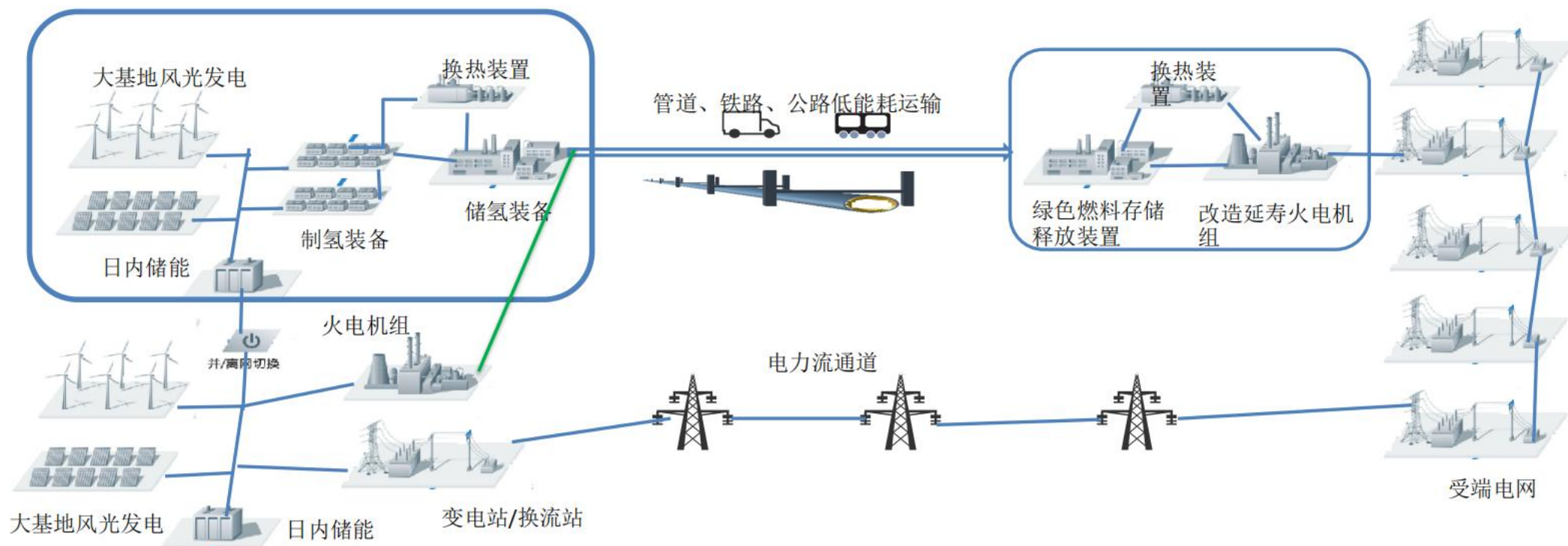
长时储能的应用将逐渐显现 不同时期长时储能功能定位不同，不同省份对长时储能需求不同，2030年前以日内调节为主，远期将出现周、季节调节需求。



长时储能应用预测

储能时长	应用时间预测	典型场景之一	典型场景缺电/溢电时长
4-10h（日内）	2030年前	“极晚无光”	4-6h
10-100h（周内）	2030-2040	风电、光伏机组大规模退出运行	3-5d
>100h（跨季）	2040-远期	季节性弃风弃光	>30d

氢能流与电能流协同优化 因地制宜开展输氢和输电协同并举，绿色氢基燃料可就地为本地火电供给清洁燃料，将西部可再生能源制备的氢和风光大基地的清洁电力输送到东部地区，助力大规模资源优化配置，有效缓解输电走廊紧张、受端多直流馈入和支撑电源空心化等问题。





中国新型储能产业创新联盟
China Energy Storage Industry Innovation Alliance



电力规划设计总院
China Electric Power Planning & Engineering Institute

谢 谢!