

质能网

一场打破电网与管网边界的能源基础设施革命



时代命题：能源动脉的“两张网”分割困局

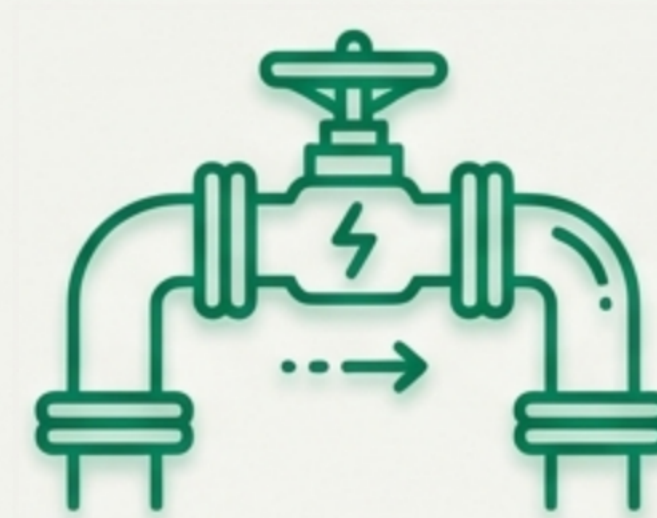


电子能源电网
承载电力



长期分割

两套系统独立发展，难以实现多能源的统筹优化与高效配置。

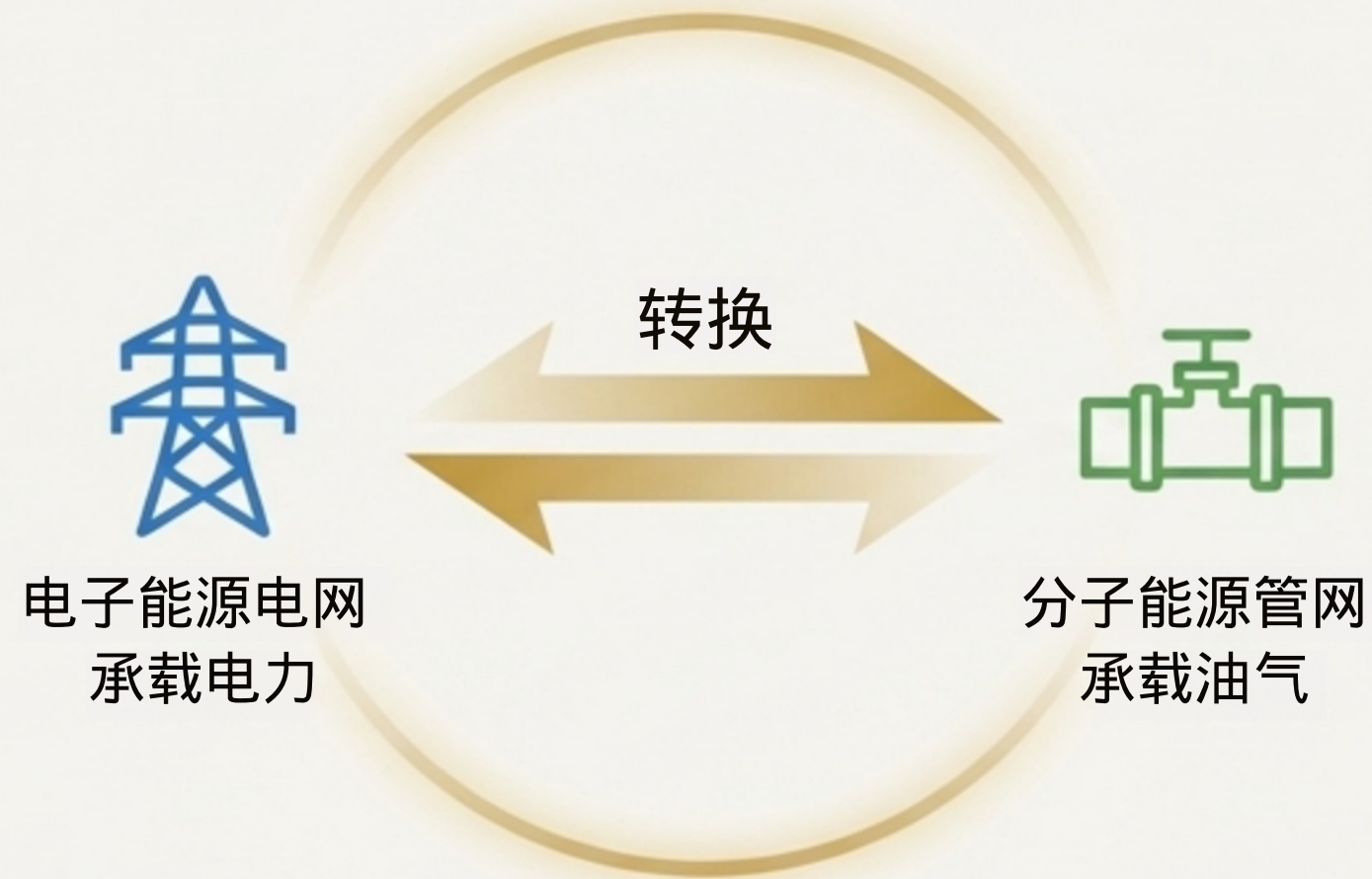


分子能源管网
承载油气

转型瓶颈

在多能融合、协同优化的新要求下，现有格局已成为新能源储运的瓶颈。

战略构想：“质能网”——打通分子与电子的协同转换



一个“分子与电子协同转换”的新型能源基础设施网络系统。

理念

不再将能源视为孤立的物质或能量形态，提出“分子-电子并举，能量-物质协同”的全新理念。

目标

打通不同能源形态之间的转换屏障，满足需求侧多样化的能量和物质需求。

体系架构：质能网的三大协同子系统



三大子系统紧密耦合、协同运作，构成质能网的完整功能闭环

系统核心：构筑高度灵活性的四重转换路径

“能-质”转换 (Energy-to-Mass)

电子 → 分子



将电能等转化为物质载体中的化学能；
用富余电力电解水制取“绿氢”。

“质-质”转换 (Mass-to-Mass)

分子 → 分子



优化能源载体形态，提升储运便利性；
将氢气合成甲醇或氨。

“质-能”转换 (Mass-to-Energy)

分子 → 电子



通过物质释放能量，回归电网；
燃烧天然气或氢气发电。

“能-能”转换 (Energy-to-Energy)

电子 → 电子



能量形态间的直接转换，实现电能削峰填谷；
电化学储能。

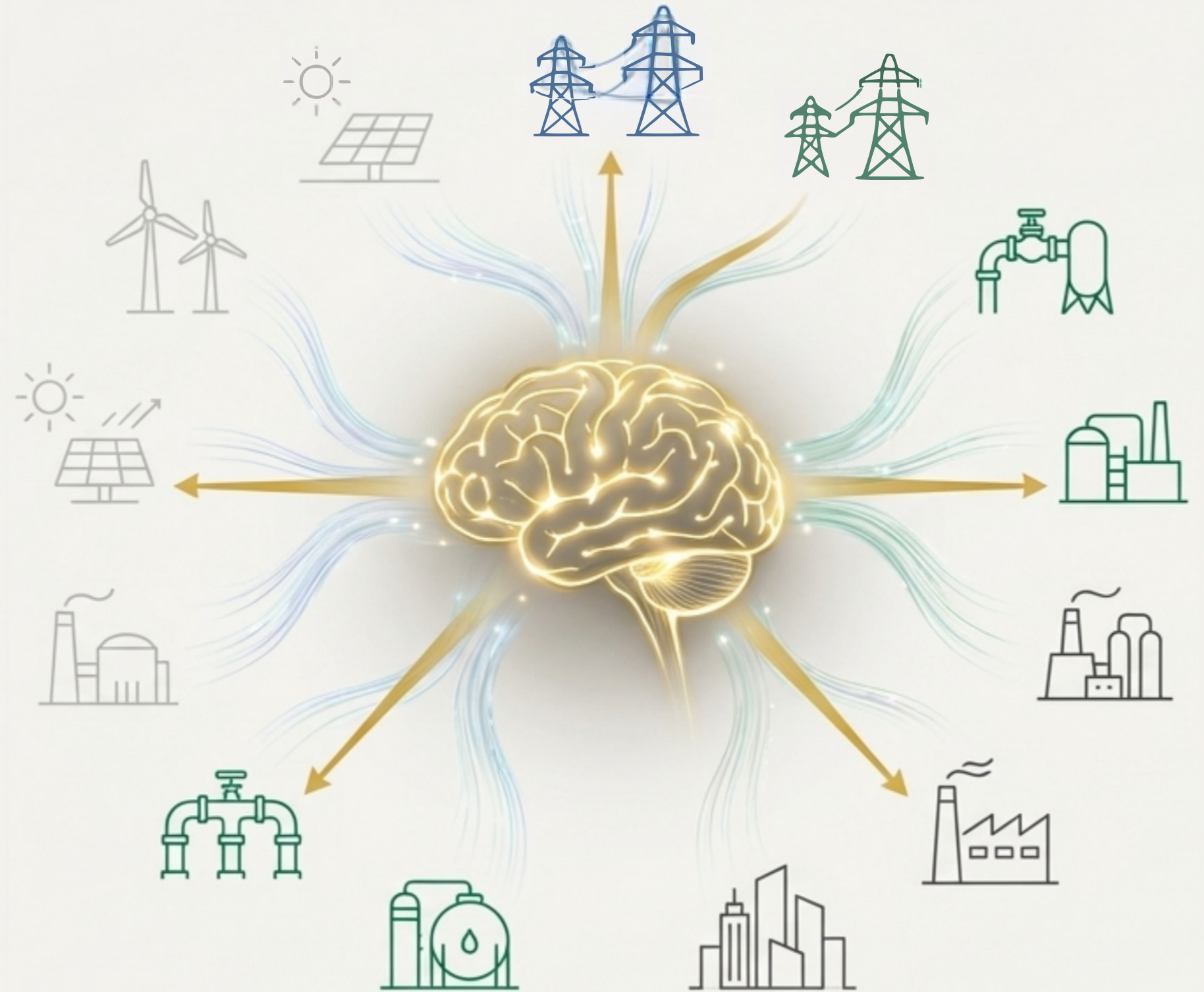
系统大脑：革命性的跨介质统一调度平台

历史性地突破了当前电网调度和管网调度各自独立、互不隶属的格局

汇聚数据：通过数字化平台汇聚电网、油气管网及储能装置的海量运行数据。

智能决策：利用人工智能与大数据算法，精准预测供需，作出优化决策。

实时调控：智能启停转换装置(如电解槽、燃气电厂),灵活调度储能单元，实现全网资源优化配置。



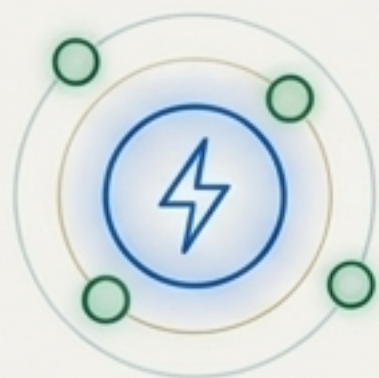
概念辨析：质能网在能源理念坐标系中的独特定位



vs. 综合能源系统 (IES)

IES: 侧重园区、城市的“最后一公里”局部优化。

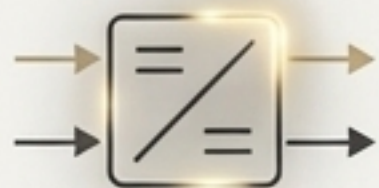
质能网: 立足于更大尺度、更高层级的国家骨干网络统合。



vs. 能源互联网 (Energy Internet)

能源互联网: 以电力为枢纽，管网为外围补充。

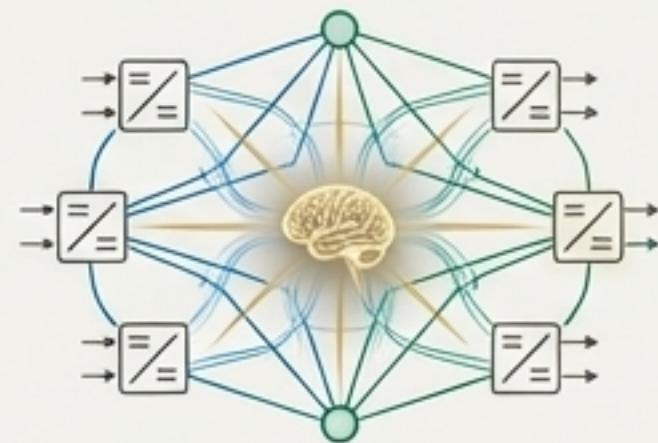
质能网: 赋予分子能源管网与电网“同等的主体地位”，强调物理层面的深度耦合。



vs. P2X 技术 (P2X Technology)

P2X: 侧重“技术过程”，是分散、局部的转换行为。

质能网: 强调“系统集成”，是将P2X提升为网络化、平台化的能源流通新模式。



核心创新：一场超越技术集成的架构革命



跨介质统一调度平台 (Cross-Media Unified Dispatch Platform)

打造跨行业的“能源总调度中心”，实现电网与管网的双向、动态调控。



分子能源网络的深度参与 (Deep Participation of the Molecular Energy Network)

创新性提出“管道即储能”思想，将油气氢管道视为电能的等价传输和存储介质。



体系架构的完整性与开放性 (Completeness and Openness of the System Architecture)

构建“能量-物质-能量”的循环体系，实现全链路的协同优化，并允许不同能源载体通过标准化接口接入。



从蓝图到现实：质能网必须跨越的三重壁垒

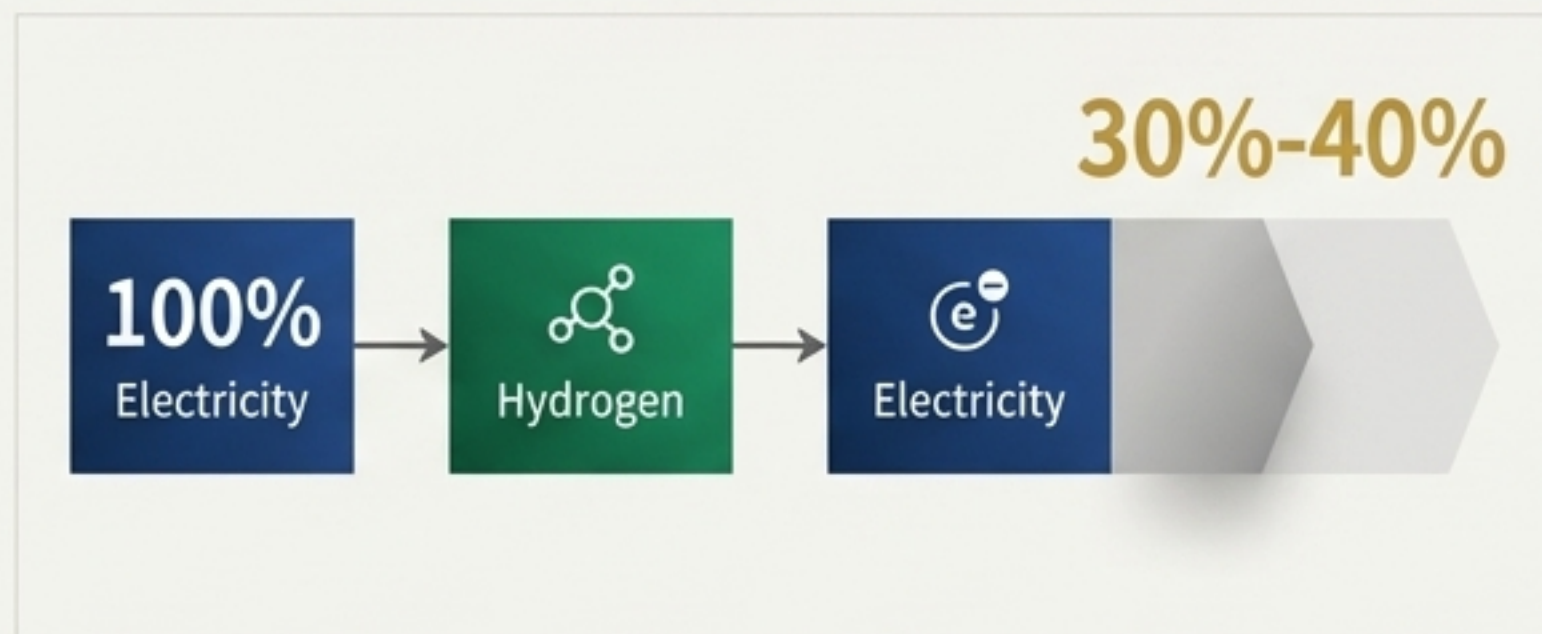
1. 经济性壁垒
高昂的转换成本与效率损失

2. 体制与市场壁垒
现有管理体制的分割与市场角色模糊

3. 基础设施壁垒
现有管道的技术局限与改造难题

壁垒一·经济性：高成本与低效率的现实考量

转换效率与成本



往返效率 (Round-trip Efficiency)：电 → 氢 → 电 的总效率仅约 30% - 40%。

制氢成本 (Hydrogen Production Cost)：

- 电价成本占比 60% - 70%。
- 当前工业电价下，绿氢成本约 30-40元/公斤，缺乏竞争力。
- 临界点：电价需降至 0.3元/kWh 以下才有望与传统制氢竞争。

价格体系与责任主体

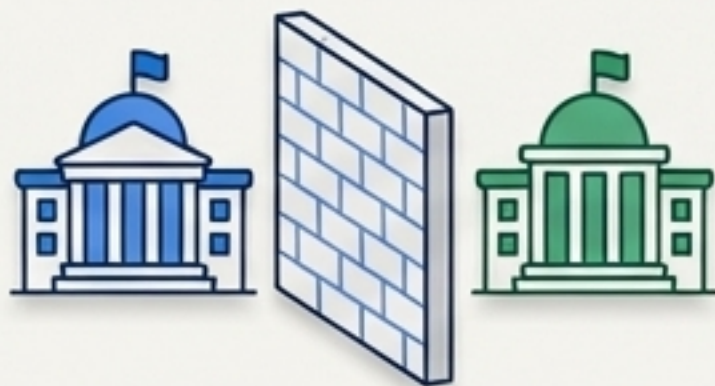


价格机制错配：电力与天然气价格机制差异巨大，峰谷电价差难以覆盖全链条成本。

经济责任主体缺失：市场驱动下，没有任何单一主体（发电、电网、管网）愿意独立承担额外的转换成本。

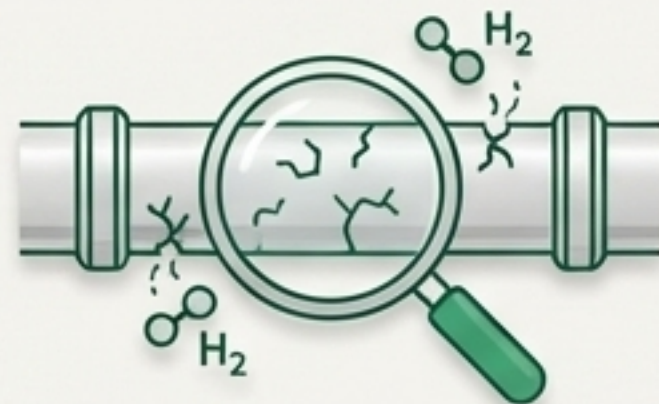
壁垒二&三 · 体制与设施：管理分割与物理局限

体制与市场壁垒 (Institutional & Market Barriers)



- **管理分割 (Management Division)**：国家电网与国家管网分属不同行业，缺乏协作惯例，数据共享与统一调度面临巨大障碍。
- **角色模糊 (Unclear Role)**：“能质转换运营商”的市场定位不清晰，难以融入现有电力与天然气市场规则。
- **利益冲突 (Conflict of Interest)**：电网与管网的考核指标与盈利模式不同，缺乏合理的利益协调与补偿机制。

基础设施壁垒 (Infrastructure Barriers)



- **“氢脆”风险 (Hydrogen Embrittlement Risk)**：氢气渗透导致钢材变脆，对现有高压天然气管道构成安全威胁。
- **技术限制 (Technical Limitations)**：氢气泄漏风险高、热值低，导致管道掺氢比例受限（普遍认为在 **5%-20% 体积分数** 以内）。
- **高昂成本 (High Costs)**：现有管网改造或新建纯氢管道，资本开支巨大。
- **标准缺失 (Lack of Standards)**：缺乏权威的国家标准来规范管道掺氢。

演进方向：与新型电力系统互补共生，构建梯次储能格局

质能网并非独立于新型电力系统之外的体系，而是其拓展和有机组成部分。

储能技术类型	储能时长	储能容量	往返效率
电化学储能	小时级	中小	80%-90%
抽水蓄能	小时级	大	70%-80%
氢储能	小时级至跨季节	极大	30%-40% (目前/Current)

- **功能互补 (Functional Complementarity)**：电化学储能等适合“短时”调节，氢储能凭借其巨大容量和超长时长，满足“长时”调节的刚性需求。
- **协同价值 (Synergistic Value)**：氢储能可扮演“虚拟输电线路”角色，利用现有管道网络缓解电网输配阻塞压力。

发展路径：构建设施、技术、模式、政策的四维协同体系



设施筑基

推动油气管网与电力电网一体化规划，加快调度中心深度对接，构建统一的能源调度“大平台”。



技术驱动

集中攻关，提升电解槽效率至80%以上，研发高效燃气轮机，攻克管道氢脆机理与抗氢新材料。



模式赋能

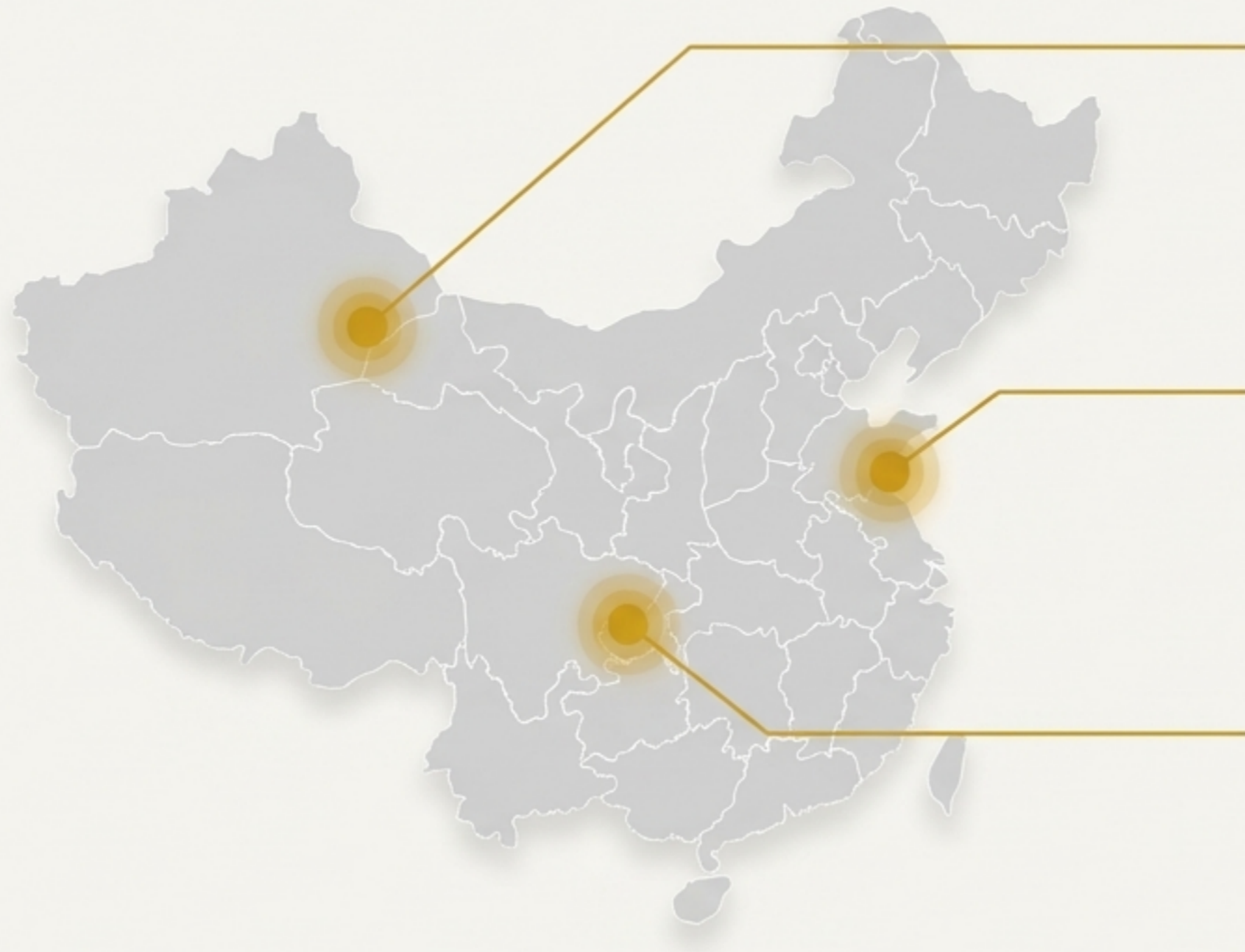
深化管网公平开放，探索“转换+储运+交易”全链条增值服务，建立综合能源市场。



政策护航

设立跨部门协调工作组，完善电力辅助服务市场，增加“氢储能”等交易类别，建立区域性绿氢交易市场。

试点先行：在代表性场景中探索实践路径



新能源富集区

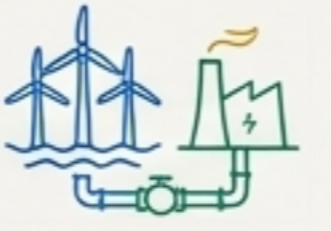


Location: “三北”的风光基地

Model: 建设“可再生能源—电网—氢网”示范工程。

将富余风光电力就地制氢，通过管道输送至工业园区。

沿海负荷中心



Location: 港口或化工基地

Model: 利用海上风电制氢，经管道送至燃气电厂用于发电
顶峰，缓解电网压力。

城市能源综合体



Location: 城市新区

Model: 安装管道混氢设备供给燃气锅炉，或建设氢燃料电池热电联供机组，打造城市级质能网雏形。

战略价值：催生能源新质生产力，支撑中国式现代化

“质能网”的提出，是未来能源体系形态的一次深刻洞察与系统性重构



释放潜能(Unlocking Potential):在时间和空间两个维度上彻底释放新能源潜能，实现能量的跨时调节与跨域流通。



保障安全(Ensuring Security):打通电力与燃料系统，实现多能互补互备，极大提高能源供应体系的韧性与抗风险能力。



战略支柱(Strategic Pillar):为我国能源绿色转型和安全保障提供全新的基础设施平台，成为支撑能源强国战略的关键支柱。

