

信息通信领域风光氢储能源应用与挑战

中国电信研究院-绿色低碳技术研发部

2025.5

目录

contents

一

行业发展背景

二

信息通信行业风光氢储应用现状

三

信息通信行业风光氢储技术面临的挑战

1.1、国内密集出台政策，推动信息通信行业新能源技术应用落地



- 国家储能宏观政策明确推动数据中心、5G基站等场景风光氢储等性能源技术应用
- 目前通信行业正积极结合行业现状制定相应的标准规范，**加速以锂电池为核心的新能源技术落地**

《关于加快推动新型储能发展的指导意见》 (发改能源规〔2021〕1051号)

到2025年，实现新型储能从商业化初期向规模化发展转变，到2030年，实现新型储能全面市场化发展。鼓励储能多元发展，**鼓励围绕大数据中心、5G基站等其他终端用户，探索储能融合发展新场景**.....

国家发改委 国家能源局

《关于推动能源电子产业发展指导意见》 (工信部联电子〔2022〕181号)

采用分布式储能、“光伏+储能”等模式推动能源供应多样化，提升能源电子产品在**5G基站等新型基础设施**领域的应用水平.....

工业和信息化部等六部门

《数字化绿色协同转型发展实施指南》

支持自建屋顶分布式光伏系统，探索模块化氢电池、光热发电在边缘数据中心的应用.....
推广风光互补供电系统，研发氢燃料电池不间断供电技术，推动基站混合能源智能调配；

发改委等十部门

《锂离子电池行业规范条件》 (2024年本)

工业和信息化部发布的引导性文件，**旨在推动行业技术进步和规范发展**，涵盖**产业布局、生产工艺、产品性能、安全环保等多方面要求**，重点包括能量密度、循环寿命、生产工艺精度等关键技术指标。

工业和信息化部

《数据中心锂离子电池消防安全白皮书》 (中国消防协会发布)

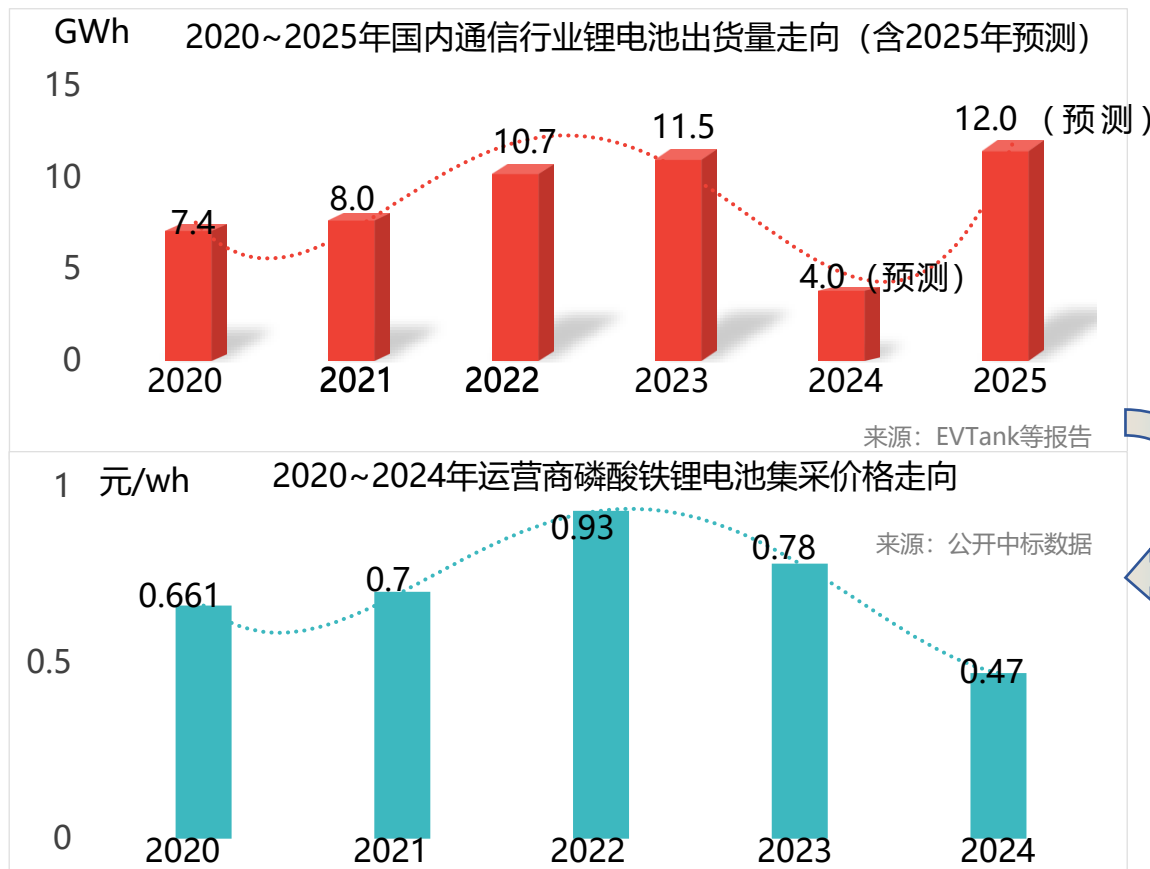
随着科技的发展，锂离子电池在数据中心储能系统中的应用越来越广泛。然而，锂离子电池的消防安全问题也随之凸显，特别是在数据中心这样高密度、高风险的场所。因此，研究并**制定一套针对数据中心锂离子电池的消防安全技术**显得尤为重要。

中国消防协会

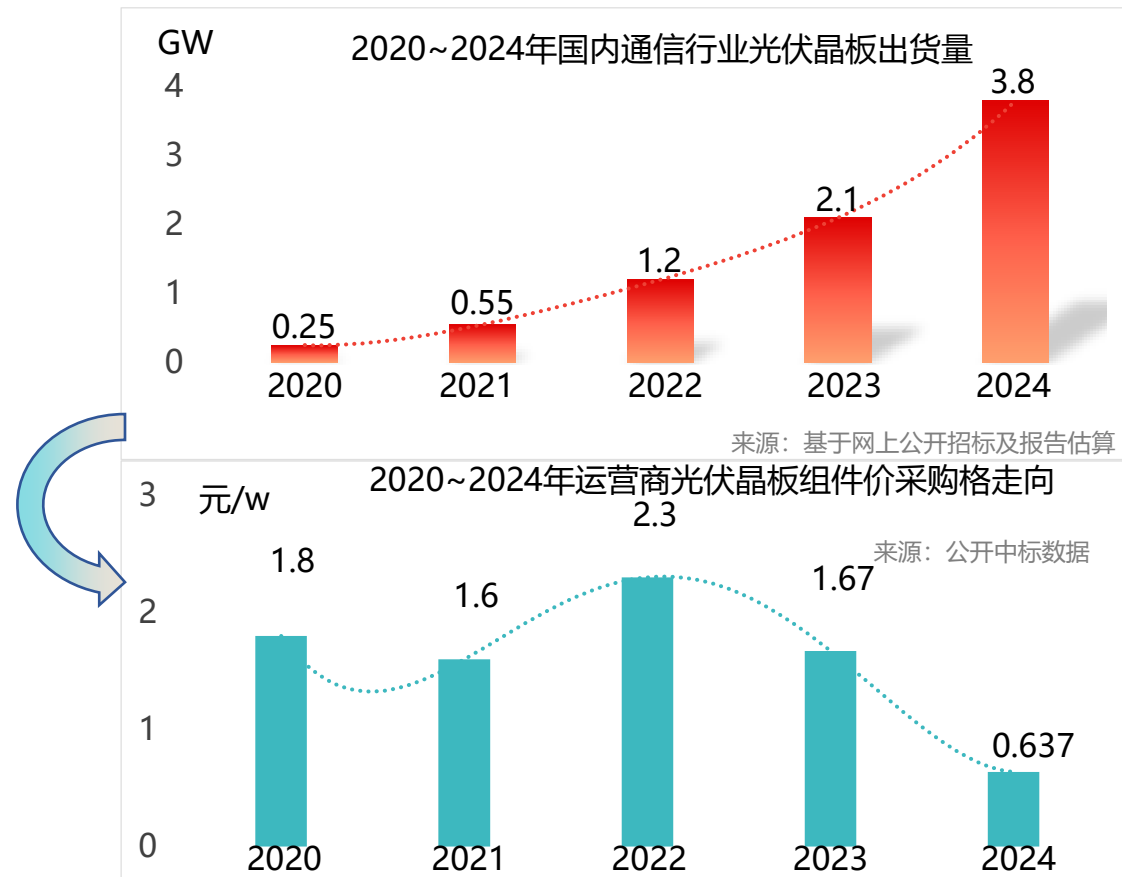
●●●●●

1.2、信息通信领域风光氢储应用规模（1/2）

■ 锂电池、光伏晶板在信息通信行业出货量均迈入了“G”时代，规模逐年增长



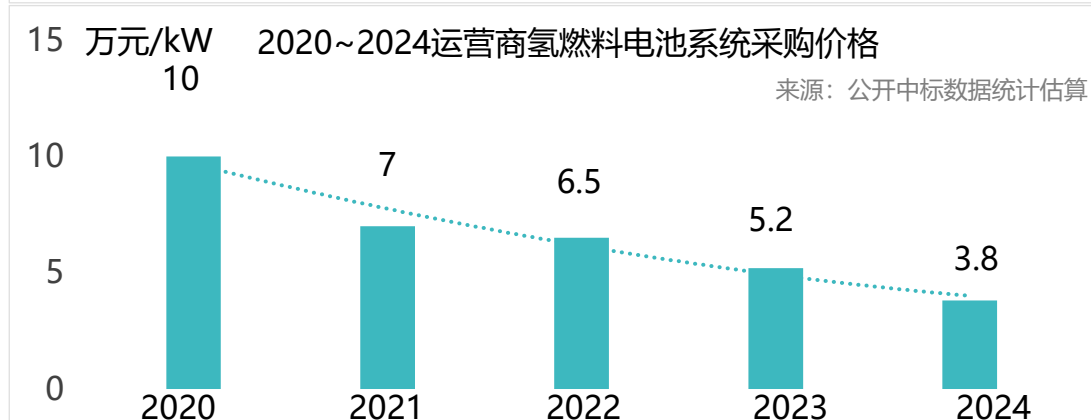
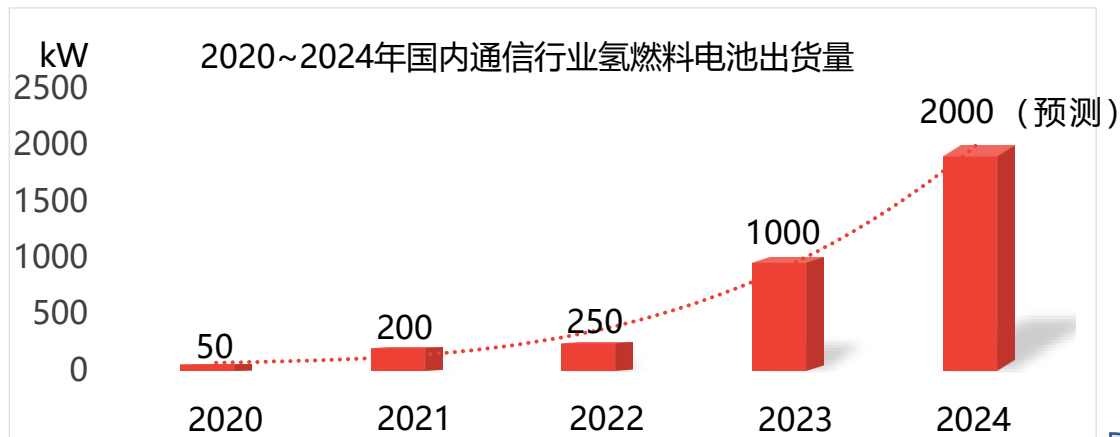
- 运营商磷酸铁锂电池采购量在2024年**由于更换周期和新增站点增量降低影响，出现较大降幅降低**；
- 得益于动力领域和储能领域的规模化，运营商集采磷酸铁锂电池价格逐年下降，但由于**整体采购规模相对储能行业仍较小，议价能力不足，价格高于储能行业采购价格。**



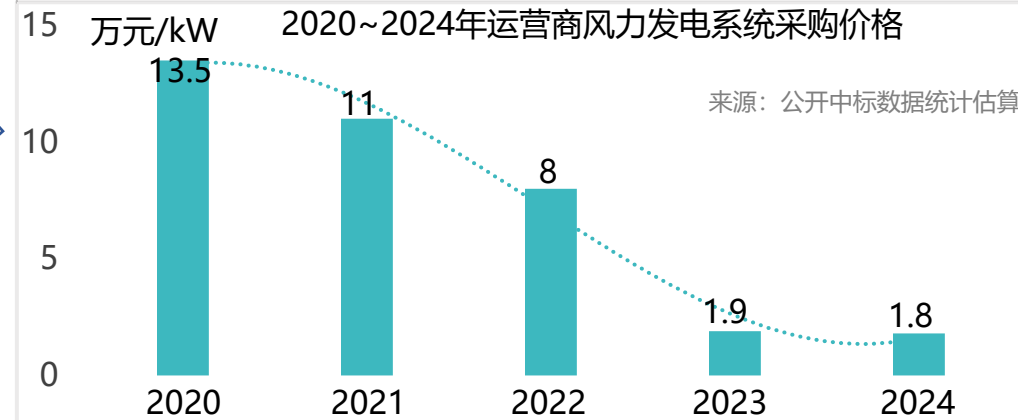
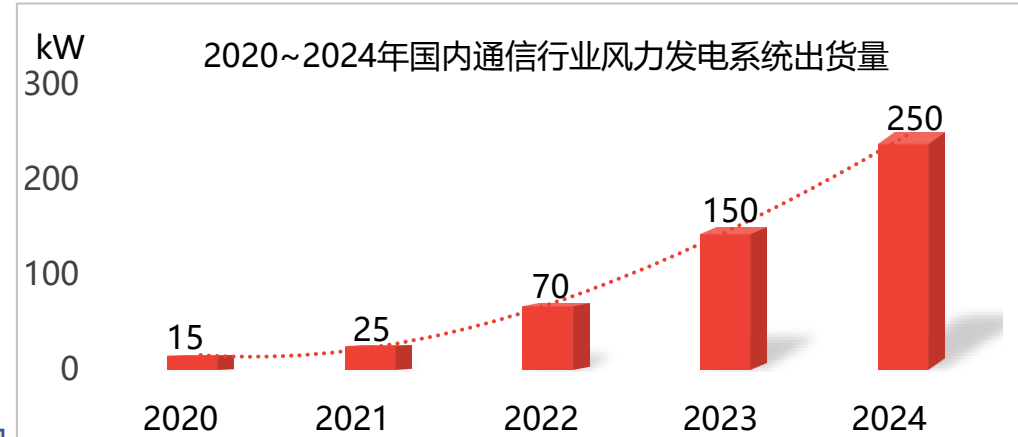
- 运营商光伏晶板采购量**呈指数增长趋势**；
- 由于国内光伏行业产能原因，2024年运营商采购架构低至0.637元，随着行业调整，**后续价格下降趋势可能变缓。**

1.2、信息通信领域风光氢储应用规模情况（2/2）

■ 氢能、风力发电基本处于试点验证阶段，试点数量指数上涨



- 随着氢燃料电池系统关键部件国产化，氢制备方案逐渐成熟，系统购置成本和发电成本均大幅下降，**在长时储能场景有替代油机发电的价值**；
- 相对光伏和电化学储能在信息通信领域的应用规模，**氢能应用还处于起步阶段**。



- “风光氢储”四种能源中，风力发电在信息通信领域**应用规模最小**，但**成本下降最快**；
- 风力发电收地域**限制因素较大**，在实际应用预计**规模会远小于其他新型能源**。

目录

contents

一

行业发展背景

二

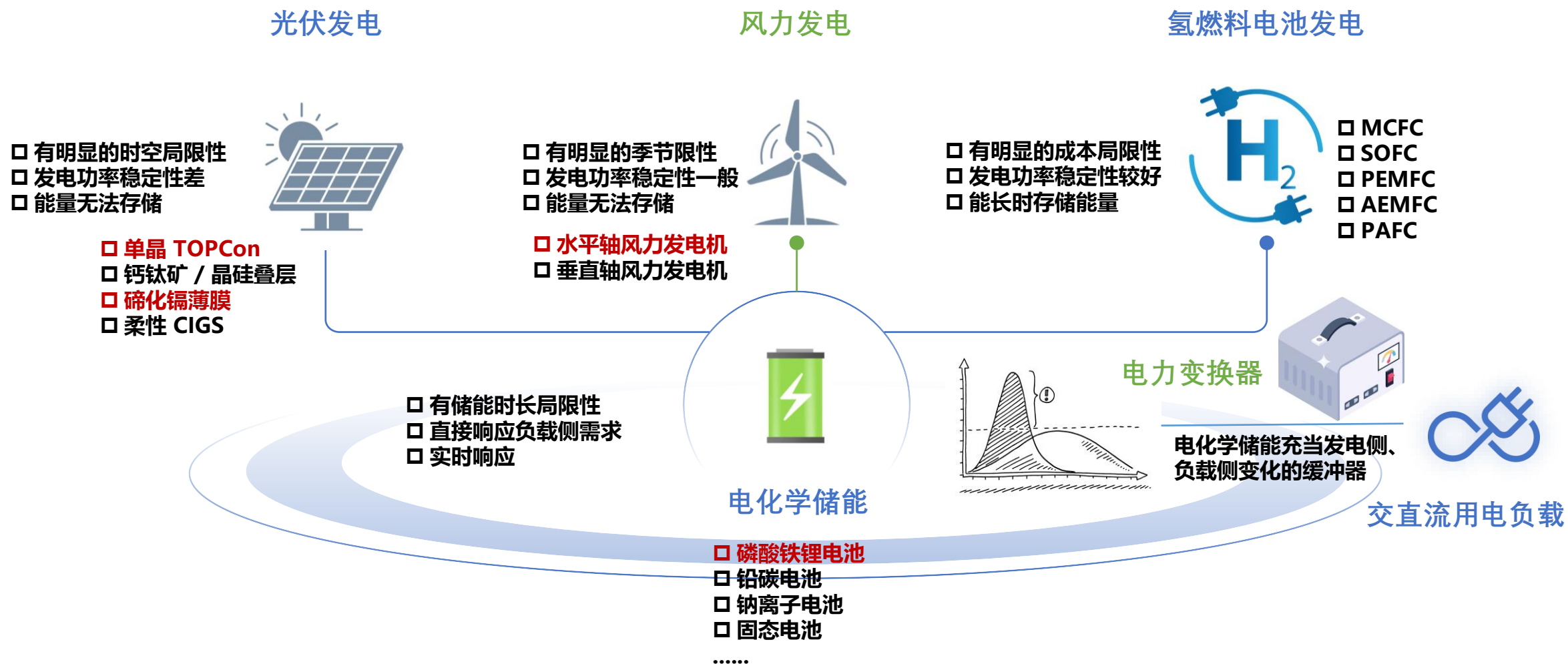
信息通信行业风光氢储应用现状

三

信息通信行业风光氢储技术面临的挑战

2.1、信息通信领域使用“风光氢”需与电化学储能紧密配合

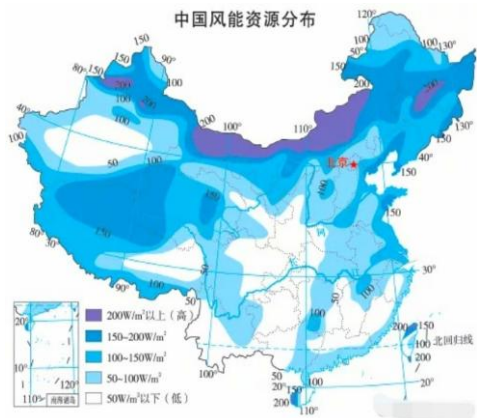
- “风光氢”系统要实现最大能量利用率必须配储，**电化学储能系统是保持“风光氢”能源系统与负载稳定的核心**



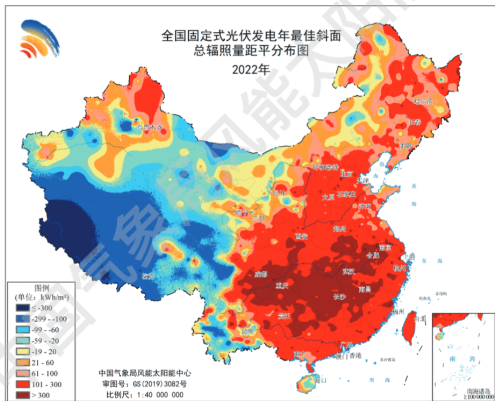
2.2、国内信息通信领域风光氢储应用面临的问题（1/3）——地理空间



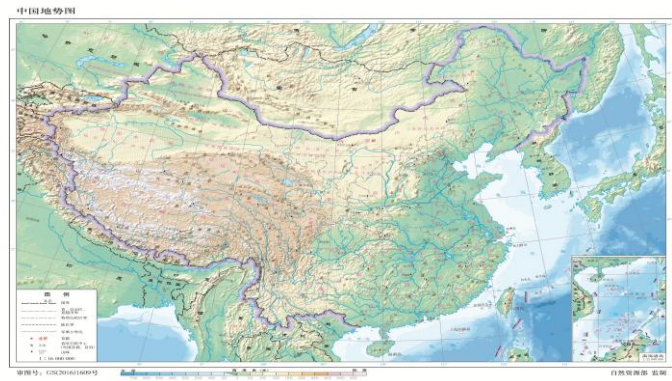
■ 风光能源分布不均，地形多样复杂，各地需因地制宜选择合适能源开发



来源：中国风能分布图



来源：中国光能分布图



来源：中国地形图

区域类型	代表省份	年辐照量(光伏)	风功率密度(风电)	开发重点方向
内陆高原	西藏、青海	>1800 kWh/m ²	150-200 W/m ²	大型光伏基地
北部干旱区	内蒙古、新疆	1600-1800 kWh/m ²	300-500 W/m ²	风光互补基地
东南沿海	福建、广东	1200-1400kWh/m ²	>500 W/m ² (海上)	海上风电+分布式光伏
西南山地	四川西部、云南	1400-1600kWh/m ²	200-300 W/m ²	水光互补

2.2、国内信息通信领域风光氢储应用面临的问题（2/3）——电力政策

5Ghello

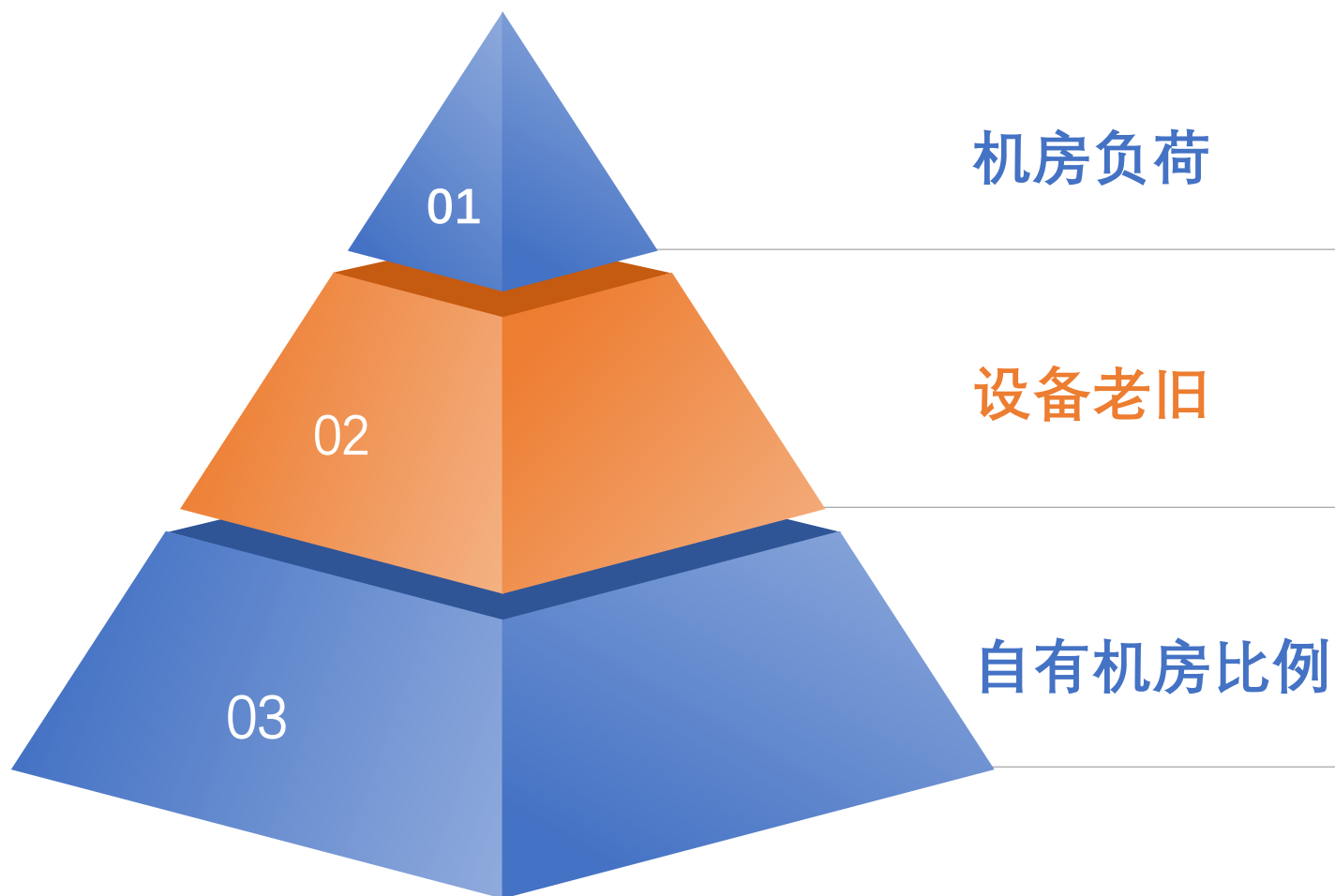
- 受电力结构、负荷结构以及基建基础等因素影响，各地电价政策差异大，政策退坡弱化“价差套利”运营模式，信息通信行业储能发展需结合地区政策多维度扩展。
- 按照现行电价策略，将具有代表性的地区进行分示例：尽量在碳排放和经济效益取得平衡

类目	高收益区	转型区	挑战区
峰谷差价	> 1元/kWh	0.7~1元/kWh	< 0.7元/kWh
代表地区	上海、广东、浙江	湖南、湖北	江苏、安徽、山东、甘肃、宁夏、内蒙
可扩展维度	•上海：利用全国最高价差（尖峰1.81元/kWh），结合尖峰时段价差优势，搭配需求响应补贴。 •广东：珠三角价差达1.33元/kWh，通过虚拟电厂聚合分布式储能参与辅助服务（深圳试点中）。 •浙江：价差1.46元/kWh，采用“两充两放”策略（谷充+平充/峰放），结合光伏自用降低白天购电成本。	需分季调整充放电策略，合理进行“光伏+储能”配置。	•江苏：价差缩至0.65元/kWh，参与调峰辅助服务。 •山东、安徽：午间谷段+单峰段，建议“光伏+储能”一体化，平段充电用于晚高峰刚需。 •甘肃、宁夏、内蒙：利用低价光伏配套储能，赚取电网调峰补贴

2.2、国内信息通信领域风光氢储应用面临的问题（3/3）——基础设施



- 各地自有机房比例、存量设备老旧程度、机房负荷等基础建设因素不同程度影响着风光氢储等新能源实际应用的可行性和普及程度



偏远地区机房负荷与风光绿电资源错位：偏远地区机房由于位置原因，虽风光资源丰富，但机房业务量低，余电无法上网，无法完全利用绿电，导致项目回收周期长。

空调等热管理设备老旧：直流侧储能系统对于使用交流供电的空调等热管理设备无法产生效益，直流负载能耗远小于交流空调，节费效果不明显。

部分省市租赁机房比例过高：受产权等原因影响光伏建设受限，租赁机房空间不足随着业务增加配储增容空间不足。

2.3、国内信息通信领域风光氢储应用案例（1/4）——光氢储



■ 中国电信自研“翼安能”光氢储一体电源系统

➤ 技术方案:

- 使用甲醇重整制氢燃料电池，作为稳定的后备电源，光伏作为主要绿电来源，以**电信自研液体控温锂电池储能系统为核心**，100%消纳光伏、氢能发电的绿电。
- **项目效果:**
- 如果连续36小时以上阴天或光照不足，启动氢燃料电池发电，补充光伏发电不足，实现无市电的情况下连续供电；
- 光伏和锂电储能部分生命周期内免维护，氢燃料电池每年只需巡检一次；
- 系统运行过程零污染零排放，无噪音、废气，只会产生少量水蒸气，做到真正的零碳
- 荣获国资委官网专题汇报



蝴蝶岛零碳光氢储基站现场图片



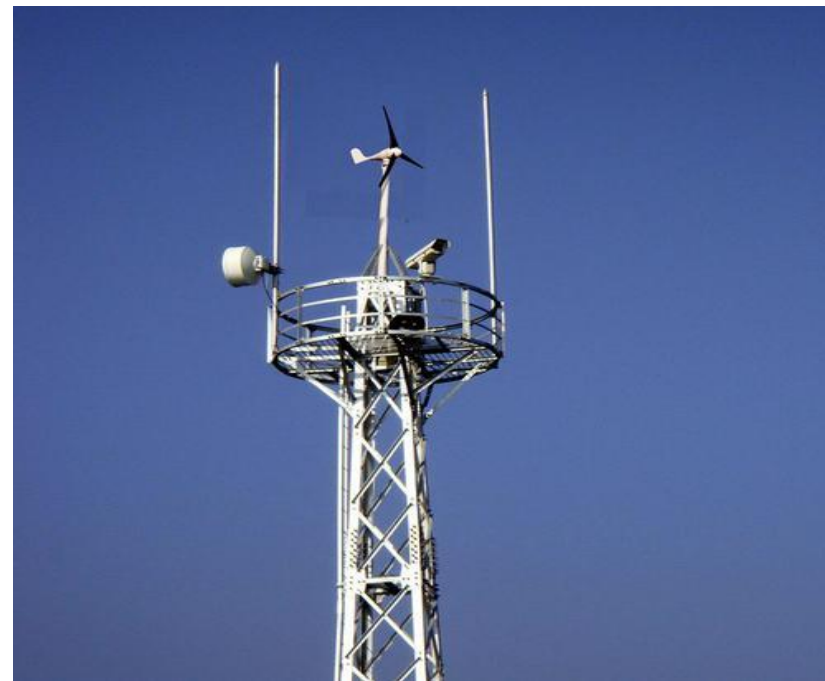
2.3、国内信息通信领域风光氢储应用案例（2/4）——风光储

■ 舟山移动偏远海岛“风光储”新能源基站



- **技术方案：**集成太阳能光伏发电、风力发电及储能系统，通过智能微网技术实现能源协同管理。系统自动根据光照、风力条件切换供电模式，确保基站绿电使用率达 95% 以上。
- **项目效果：**单站年减少碳排放 14.5 吨，获评工信部应急通信优秀解决方案，并获央视、人民日报等主流媒体报道

■ 中国铁塔西北偏远地区风光储一体化基站



- **技术方案：**根据地域特点配置风力发电机和光伏板，结合储能系统实现“自发自用、余电存储”。部分站点引入智能微网技术，参与电网调峰。
- **项目效果：**新建铁塔共享率达 83%，减少碳排放超 2700 万吨，推动通信基础设施绿色转型

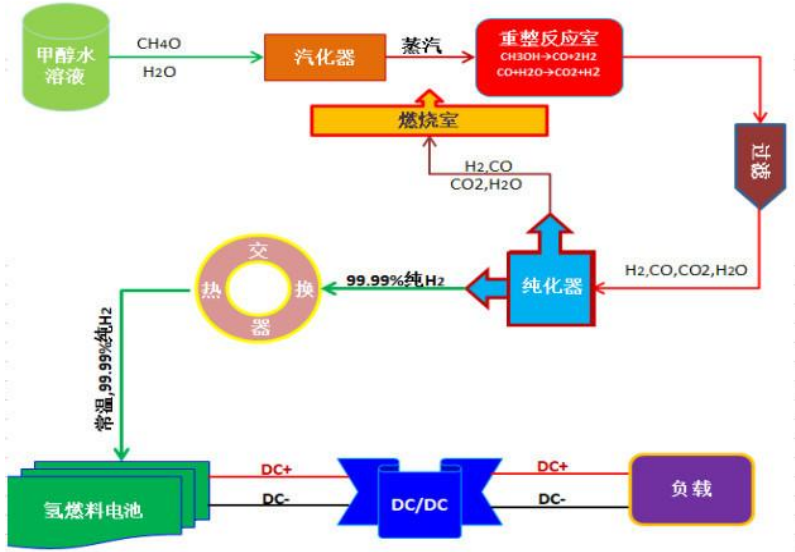
2.3、国内信息通信领域风光氢储应用案例（3/4）——氢能替代柴发



■ 江门电信甲醇水氢燃料电池发电机替代柴油发电机项目



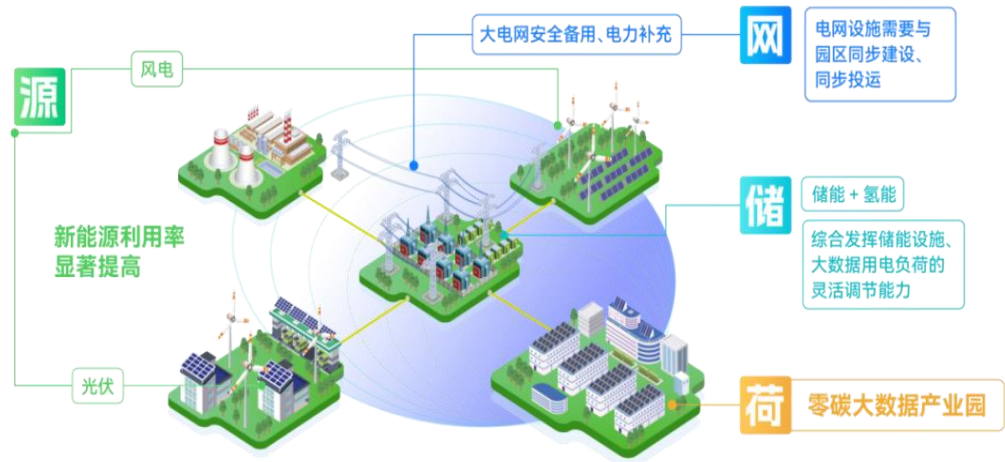
- **技术方案：**使用甲醇重整制氢方案进行氢能发电，基于基站负荷，使用5kW的电堆配套48V输出DC/DC实现稳定供电。
- **项目效果：**经测试25℃环境下，试点发电能耗1kWh/L甲醇，折合约3元/kWh，低于柴油发电机4~4.5元/kWh的发电成本。



工作原理

项目	参数
额定功率	4000W
峰值功率	5000W
燃料储量	50L
外形尺寸	W900*D900*H1650 mm
输出电压	-48 (43.2~57.6) V
系统噪音	< 85 dB@1m

中国移动浙江公司通信站点源网荷储项目



技术方案:

- 源:** 分布式光伏与市电互补供电，优化能源结构；
- 储:** 部署新型铅碳储能系统，通过充放电策略延长电池寿命，并研发储能特性预测技术提升管理精度；
- 荷:** 创新“荷 - 荷”联动节能技术，通过算力调优实现站点负荷统筹调度，减少冗余用电；
- 网:** 打造分布式虚拟电厂集群，与国家电网实时互动，参与电网调峰；



项目成果

- 年节电量超4亿度:** 2024年全省通信网络实现节电4亿度，累计（2021年起）节电5.69亿度，相当于减少碳排放32.43万吨。
- 削峰响应能力:** 参与电网调峰累计削减高峰负荷0.27亿度，增强区域电网弹性。
- 成本节约显著:** 年节省电费超3亿元，叠加一次性投资节约0.5亿元（轻资产模式减少硬件投入）。
- 峰谷价差套利:** 通过谷时储电、峰时放电或售电，单站点年度收益提升约12%。
- 荣誉:** 获2023年“新绿杯”碳中和创新大赛一等奖、2024年中国通信学会科学技术奖二等奖。

目录

contents

一

行业发展背景

二

信息通信行业风光氢储应用现状

三

信息通信行业风光氢储技术面临的挑战

3、信息通信领域风光氢储技术面临的挑战（1/3）——氢能发电成本



■ 信息通信领域柴油发电、不同技术方案的氢能发电全生命周期成本对比

技术路线	5年投资成本（元/kW）	发电度电成本（元）
柴油发电	200	4.0~4.5
绿氢发电	——	2.0~2.5
甲醇重整发电	> 5000	3.5~4.0
氢-氨发电	——	1.5

- 在多种氢能发电技术路线中，**甲醇重整发电**由于燃料获取和运输方便，在**信息通信领域使用最多**；
- 从当前甲醇价格3元/L分析，**甲醇重整发电成本与柴油发电相当**，但由于燃料电池**初始投资成本更高**，影响实际推广动力。

■ 氢能发电成本决定其能够作为长期储能的关键因素

- **当前氢能发电成本**决定了其仅能用于**紧急发电场景**，**长期储能不具备经济性**；
- 从长期看，长期储能场景必须使用绿氢发电；基于目前绿氢成本中电力成本占比高达60%-70%的前提，**当综合制氢电价小于0.1元时**，氢能作为长期储能具备经济型条件。

3、信息通信领域风光氢储技术面临的挑战（2/3）——风力发电系统TCO成本



■ 风力发电在通信领域推广难是“稳定性-经济性-适用性”三重矛盾的体现，但核心仍是TCO成本：

- **稳定性：**由于**风能资源具有季节性和间歇性的特点**，单一风电无法适用于对供电稳定性要求较高的信息通信场景，因此**必须合理配备电池储能系统**，以解决风电功率波动问题，但这**进一步增加了初始投资成本**；
- **经济性：**风力发电机（尤其抗恶劣环境的工业级型号）单价较高，**5kW级小型风机成本约10~15万元**，远超同等功率光伏系统，通信站点单点功耗较低（通常1~5kW），风力发电的规模效应难以发挥。小型风机效率普遍低于大型风电场，**单位电量成本更高**，在无法并网消纳的情况下，**投资回收周期可能超过10年**，缺乏商业吸引力；
- **适用性：**当前新能源补贴集中于集中式风电/光伏电站，针对通信领域分布式**风电的应用示范、税收优惠或补贴政策空白**，企业自主投资意愿低；通信行业风电应用**缺乏统一技术标准**（如风机尺寸、电网接口协议），增加系统集成难度。而风光互补系统虽有推广，但风电部分常因标准缺失被简化或替代。

3、信息通信领域风光氢储技术面临的挑战（3/3）——锂电池安全



■ 当前信息通信行业用锂电池高质量要求落地难，电池厂商对通信行业的支持力度不足

在信息通信领域由于锂电池使用规模较小，相对大型储能、新能源汽车等单次采购规模Mwh以上，在单次采购规模上经常无法满足电池厂商单次投料的最低份额，所以会出现拼单或者多渠道采购的情况，这造成了电池质量管控的隐患；另外目前电池厂商对通信产品的电池的质保基本在36个月内。

■ 电池热失控依然是锂电池推广的最大难题

由于其他行业大量锂电池安全事故发生影响，电池热失控成为了客户使用过程中的最大顾虑，标准的验证手段均基于“不起火、不爆炸”的定性结果，缺少量化数据证明电池安全性能。

■ 电池被动安全、电池管理技术需提升

信息通信领域对电池能量密度不敏感，需继续挖掘富裕的电池装配空间下降低热蔓延风险；通信行业电池管理技术基本基于电池可直接测量的外部特征，需要继续深挖如EIS、电池内部物理、化学特征与电池状态的关系。

可直接测量的
外部特征

电芯电压

电芯电流

模组温度

可间接测量的
内部部特征

电芯阻抗（EIS）

暂无法测量内部
物理特征

电芯内部温度

电芯内部压力

电芯电解液浓度

暂无法测量内部
化学特征

电芯正极状态

电芯负极状态

电芯隔膜状态

汇报完毕，谢谢聆听