

新能源多能互补制氢系统装备 智能控制与应用



1

阳光氢能

2

机遇与挑战

3

解决方案及案例

阳光电源 / 清洁电力转换技术全球领跑者

SUNGROW 阳光电源

1997年

阳光电源
成立

2011年

中国可再生能源电源
行业首家上市公司

150+

全球业务布局
国家和地区

100^{TOP}

全球新能源
企业

NO.1

中国ESG优秀
企业500强排名

RE100

全球RE100绿色
倡议组织成员

注：以上数据截至2021年12月

阳光电源 / 聚焦清洁能源领域，多业务协同发展



光伏
逆变器



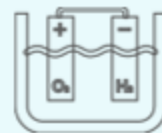
储能变流
储能系统



风电
变流器



新能源汽车
驱动系统



可再生能源
制氢系统



水面
光伏系统



智慧
运维



电动汽车
充电设备



光伏
智能清扫



新能源
投资开发

阳光电源 / 市场地位行业领先，持续为客户创造价值

224GW+

逆变设备全球累计装机
连续四年全球第一



3GWh+

2021年储能系统
全球发货量



First^①

全国首个光伏离网
变功率制氢及氢储能实证平台



15GW+

2021年风电变流器
发货量超15GW



注：以上数据截至2021年12月

阳光氢能 / 发展历程



阳光氢能 / 创新平台



PEM制氢联合实验室

膜电极制备，工艺开发，
核心部件研发，分析，评价



国内最大电解水制氢系统综合测试平台

由制氢电源测试区、ALK/PEM制氢系统测试区，实证平台等
组成，满足最大3000Nm³/h电解水制氢系统测试需求

阳光氢能 / 生产能力

总投资

8亿元

占地面积

81.07亩

一期年产能

1000MW

一期投产时间

2022.04



1

阳光氢能

2

机遇与挑战

3

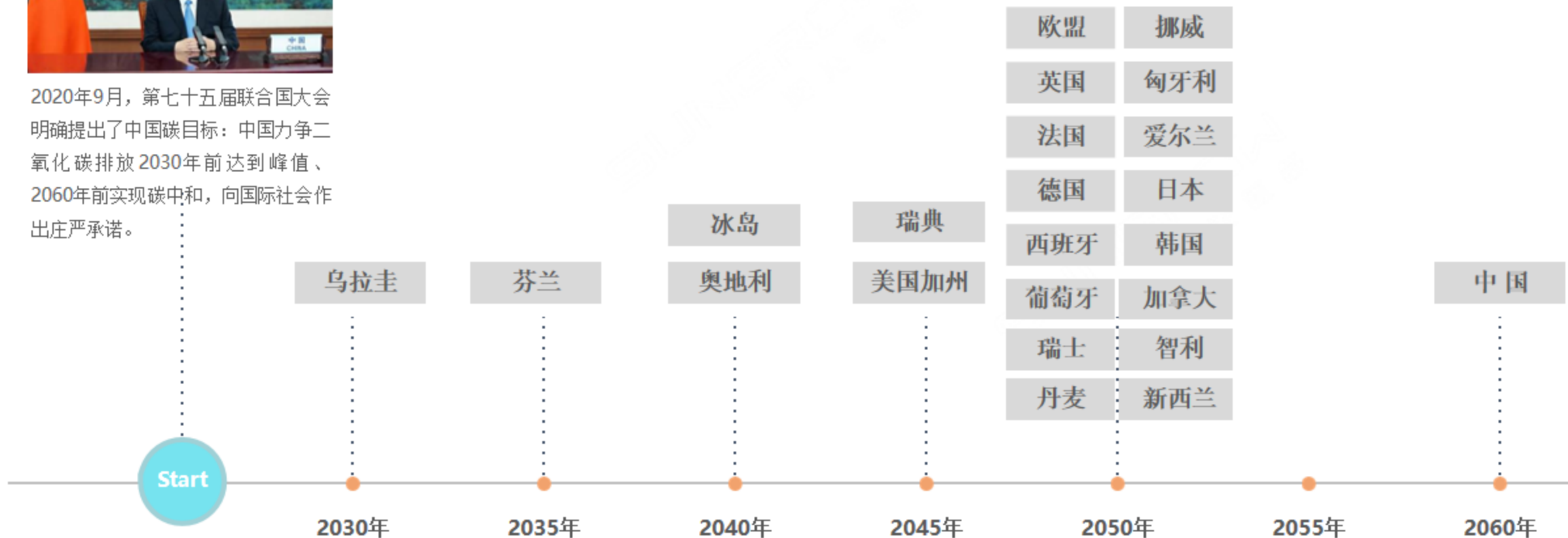
解决方案及案例

实现减排减碳，应对全球气候变化已经成为全球共识



2020年9月，第七十五届联合国大会明确提出了中国碳目标：中国力争二氧化碳排放2030年前达到峰值、2060年前实现碳中和，向国际社会作出庄严承诺。

世界各国陆续提出“碳中和”目标

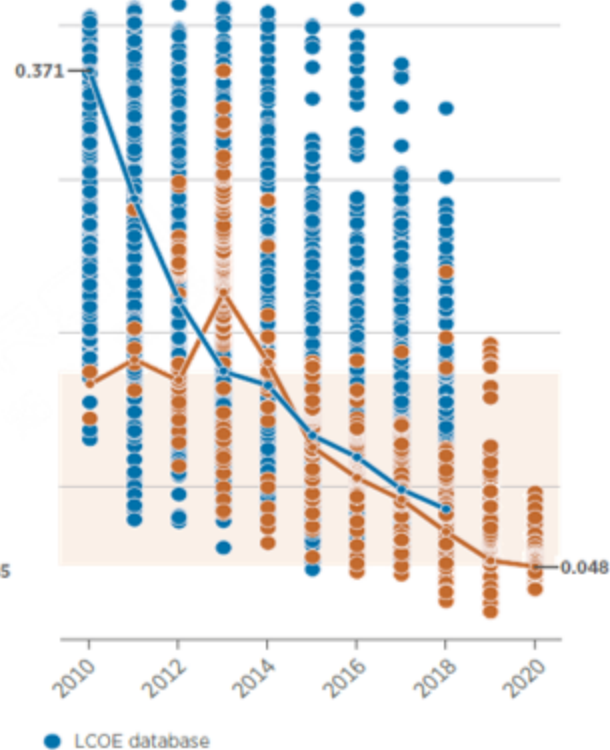


风光发电，电力脱碳的重要途径

风光装机持续增长

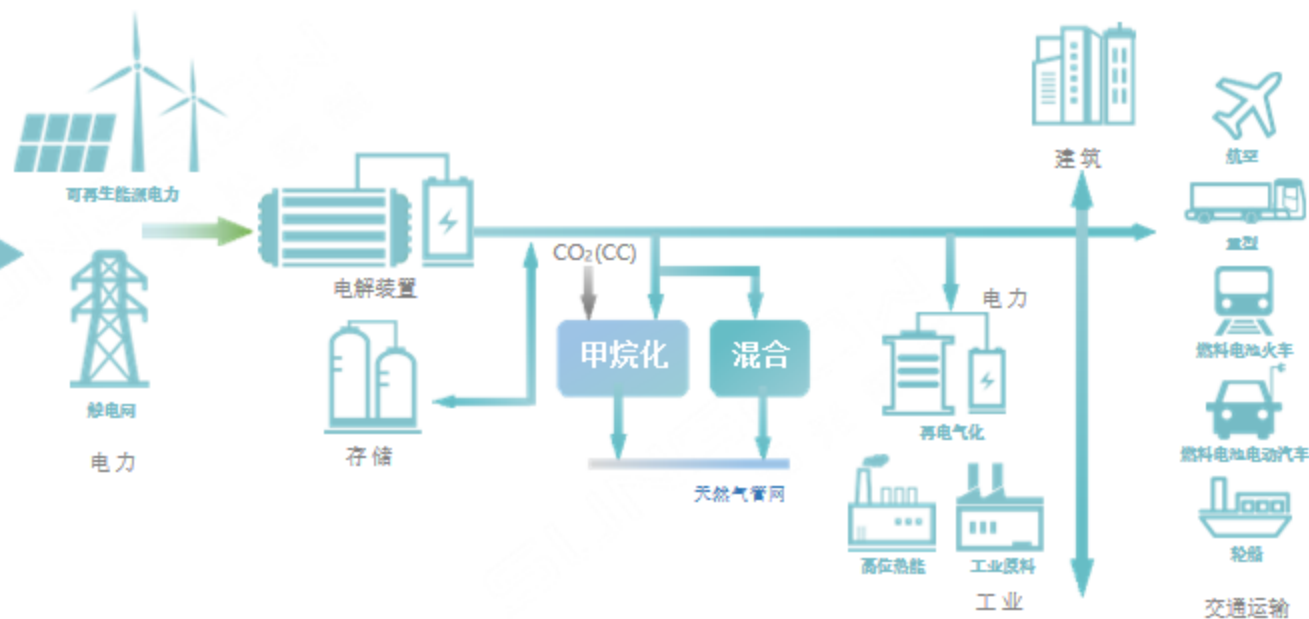
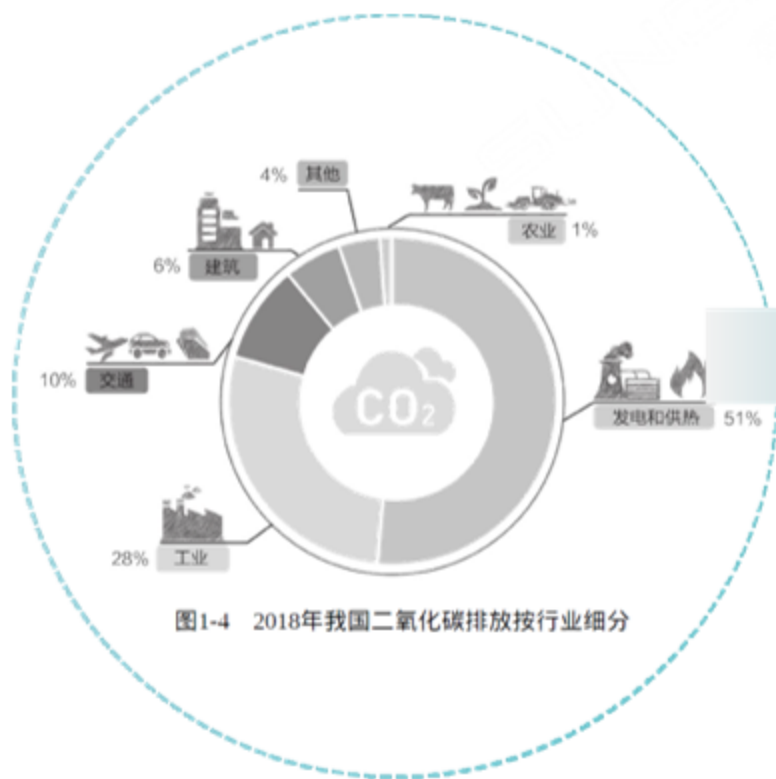


发电成本持续降低



• 数据来源于BNEF

可再生能源与绿氢协同发展是支撑“双碳”目标的可行路线

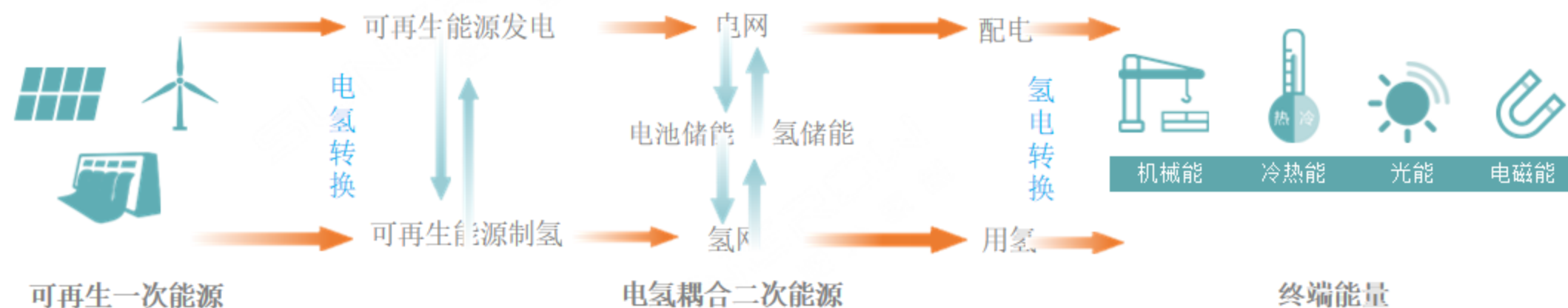


- 数据来源IEA

近 **50%** 领域碳排放无法通过电力脱碳解决

通过 可再生能源制取绿氢 将可再生能源从电力引向终端使用

构建以可再生能源为主体的电氢耦合二次能源体系



氢能优势	氢能劣势	电能优势	电能劣势
负荷可灵活调节	制 多一次能量转换，更多的成本投入和能量损失	直接利用可再生能源，成本低，效率高	源 间歇性、波动性、反调峰性，消纳和送出困难
可大规模、长周期存储	储 存储能量密度低，技术不成熟	响应速度快	储 储电规模小，周期短
具备实体形态，运输方式灵活多样	运 长距离运输技术不成熟，成本较高	特高压交直流输电技术成熟	网 刚性平衡系统，调度控制要求高
具有能源与原料双重属性，应用场景丰富。	用 作为能源利用的技术（燃料电池、直接燃烧）相对不成熟，成本较高	电能利用技术成熟，可以转换为各种能量形态	荷 在某些工业领域难以做到完全利用电能

国家和地方相继出台相关政策，支持氢能发展



国家氢能政策
(2019.9-2022.4)

28 条



地方氢能政策
(2019.9-2022.4)

145 条

国务院 6 条

国家发改委 6 条

国家能源局 8 条

工信部及其他 8 条

山东 15 条

广东 11 条

北京 10 条

内蒙古 10 条

四川 8 条

河北 7 条

上海 7 条

河南 6 条

天津 6 条

江苏 5 条

浙江 5 条

甘肃 4 条

黑龙江 4 条

.....

2022年3月

《氢能产业发展中长期规划（2021-2035年）》

发改委

•**氢能定位：**氢能是未来国家能源体系的重要组成部分；氢能是用能终端实现绿色低碳转型的重要载体；氢能产业是战略性新兴产业和未来产业重点发展方向

•**氢能多元化应用示范：**有序推进在交通领域示范应用，拓展在储能，分布式和工业等领域的应用



通过可再生能源电解水制氢是当前获得绿氢的主要方式



100% 绿电电解水制氢

0.0 kgCO₂/ kgH₂



天然气制氢

6.5~10.8 kgCO₂/ kgH₂



煤制氢

13.5~19.4 kgCO₂/ kgH₂



网电制氢

42.5 kgCO₂/ kgH₂

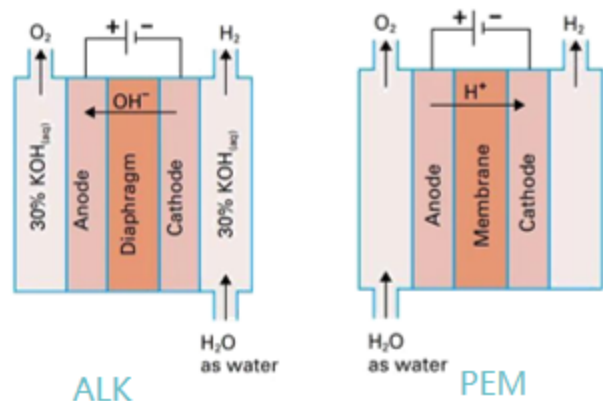
目前我国电网各种发电形式发电量占比中，火力发电占比仍达到约 **68%**

网电制氢只是将碳排放转移至发电侧。且多了一次能量转换和传输的过程，**碳排放强度更高**

传统电解水制氢行业发展特点及现状

1

多种技术路线并存



2

应用场景有限，以小规模网电制氢为主



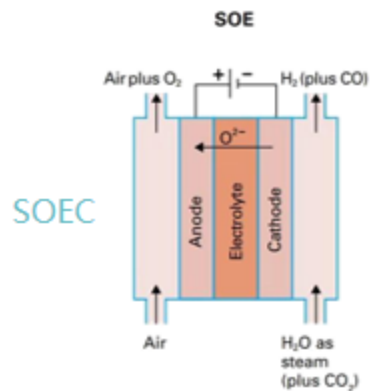
火电厂

3

技术发展相对缓慢



1937年第一台大型箱式常压电解槽



半导体、浮法玻璃



2020年国外某公司760Nm³/h压力型电解槽

可再生能源电解水制氢面临的挑战

挑战 1：相关法规标准待完善



H₂作为危化品管理，必须进入化工园区

- 可再生能源制氢项目落地困难



电解水制氢装置检测评价标准和第三方认证机构缺失

- 市场鱼龙混杂，业主无法评判制氢装置性能和质量优劣



可再生能源电解水制氢站设计标准缺失

- 氢规（GB50177-2005氢气站设计规范）与石化规（GB50160石油化工企业设计防火规范）如何适用？项目验收存在风险

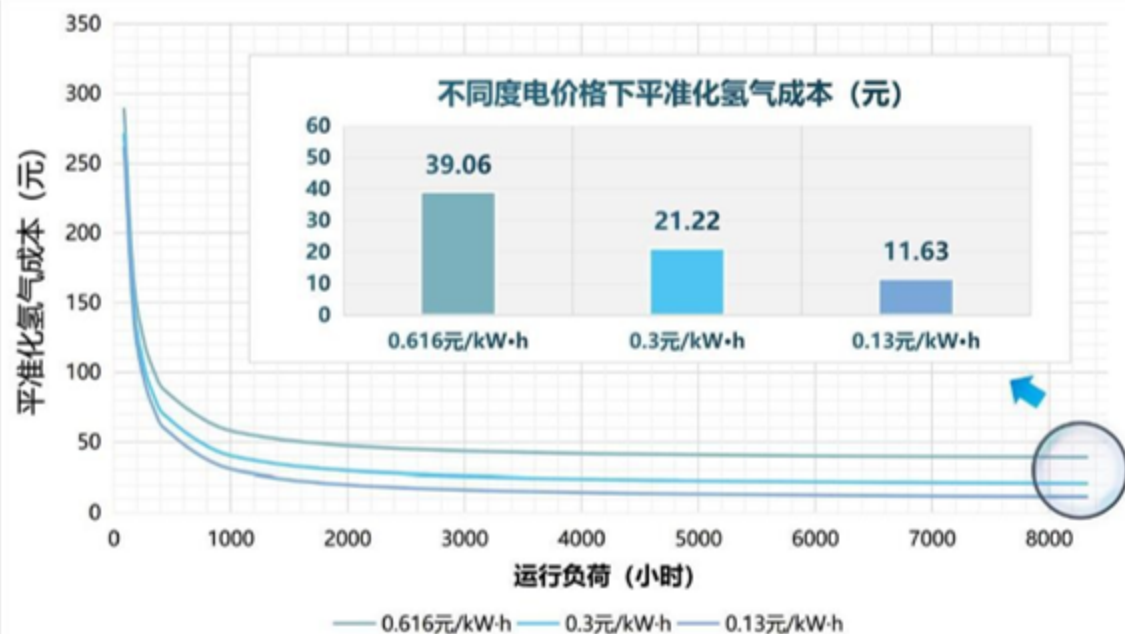


碳交易市场不成熟，绿氢认证机制和补贴政策缺失

- 绿氢收益无法体现和保障

可再生能源电解水制氢面临的挑战

挑战 2：绿氢成本（LCOH）远高于灰氢



数据来源：中国氢能源及燃料电池产业白皮书

1 设备/系统成本

- 规模化和标准化生产降低制造成本和供应链成本
- 持续的研发投入和技术进步降低材料成本
- 集成优化设计降低系统成本

2 用电成本

- 进一步降低可再生能源发电成本
- 技术创新降低电解槽及系统能耗

3 设备利用率

- 合理设计可再生能源与制氢容量配比提升设备利用率
- 降低储电成本，通过储电进一步提升设备利用率

可再生能源电解水制氢面临的挑战

挑战 3：应用场景的转变带来技术的挑战

网电，恒功率，小规模



可再生能源，波动性/间歇性，大规模

- 波动性和间歇性的应对
- 电网友好性（谐波，无功）
- 能量控制和管理（EMS）
- 电氢协同



- 能耗
- 物料平衡
- 工艺安全

可再生能源电解水制氢

1

阳光氢能

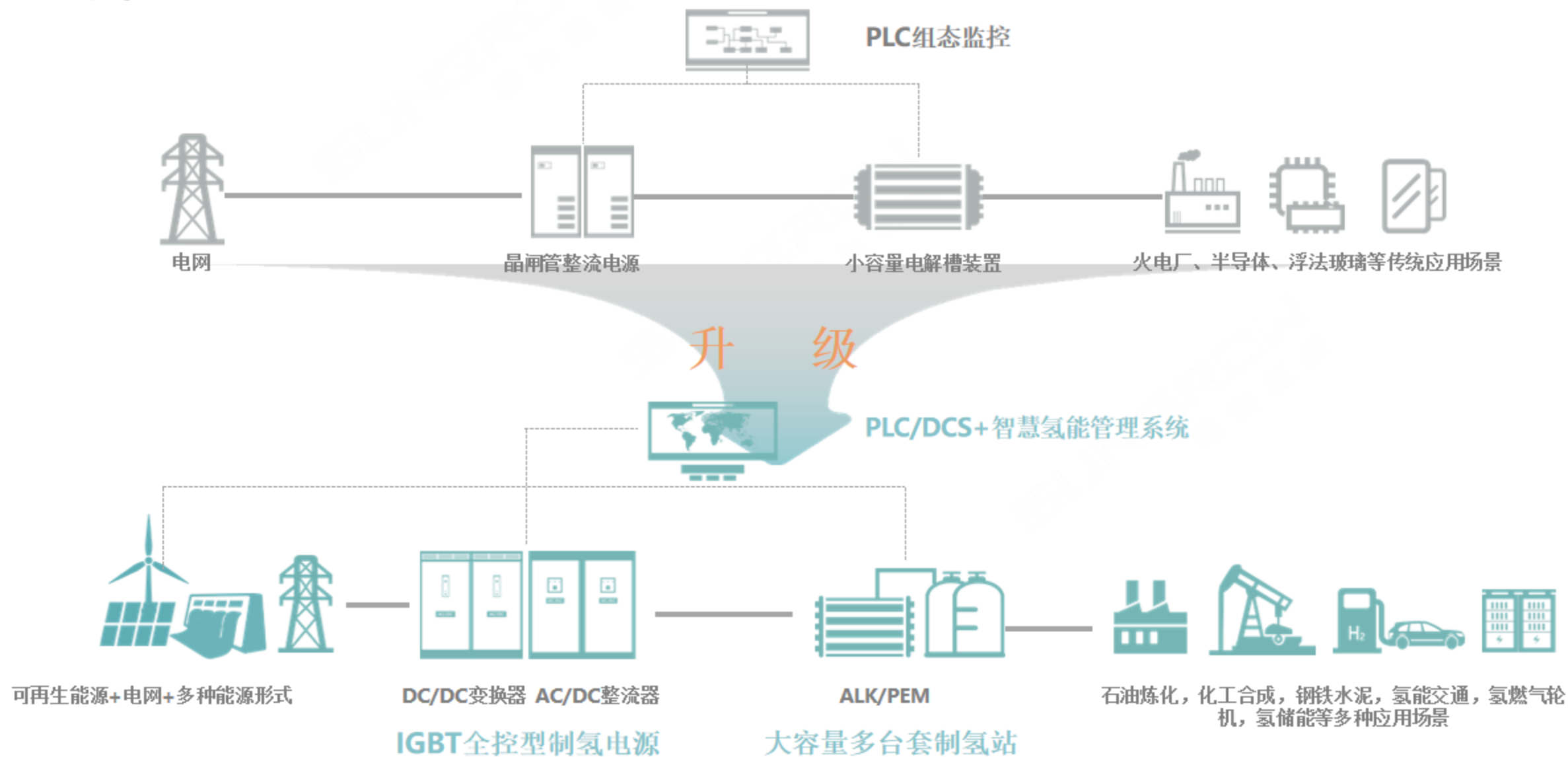
2

机遇与挑战

3

解决方案及案例

阳光智慧绿氢解决方案—专注可再生能源制氢



阳光智慧绿氢解决方案—让绿电制氢更高效

- IGBT全控型制氢电源，电网接入更加友好，系统转换效率更高
- 优化的结构与流场设计，先进的电氢协同控制算法，降低制氢装置能耗，提升产氢量
- 一体化解决方案，快捷布置维运

高效



安全

- 防、护、消、泄四位一体安全设计，全方位保障系统安全
- 设备出厂检验和上电产氢测试，更加安全可靠
- 全自动化控制联锁，安全冗余设计，HAZOP和LOPA分析认证

制氢装置



阳光智慧绿氢解决方案

智慧系统

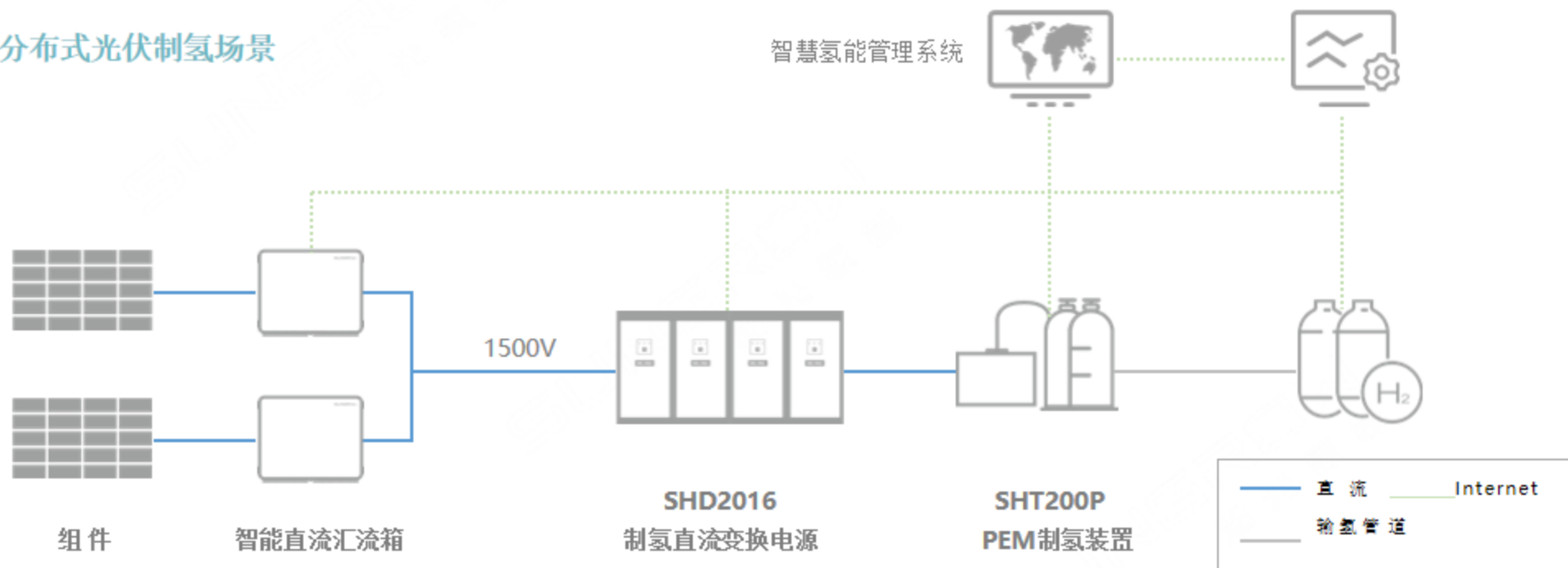


智慧

- 智能一键开机和启停控制，实现无人值守
- 智能能量管理控制和运行优化控制算法
- 智能管理功能助力制氢站数字化和智能化升级

阳光智慧绿氢解决方案——光伏直流耦合离网制氢

适用小规模分布式光伏制氢场景



- 光伏发电直接 **离网** 制氢，转换效率高。
- 节省逆变及升压、电网接入等投资建设成本，无需办理电网接入手续。
- PEM制氢运行功率范围宽，动态响应速度快，提升能量利用率

光伏直流耦合离网制氢解决方案关键设备

DC/DC直流变换电源 (SHD2016)



- 额定输出功率2.016MW
- MPPT功能，提升能量利用率
- 功率调节响应时间 $<100\text{ms}$ ，快速响应光伏波动性
- 离网直接制氢应用

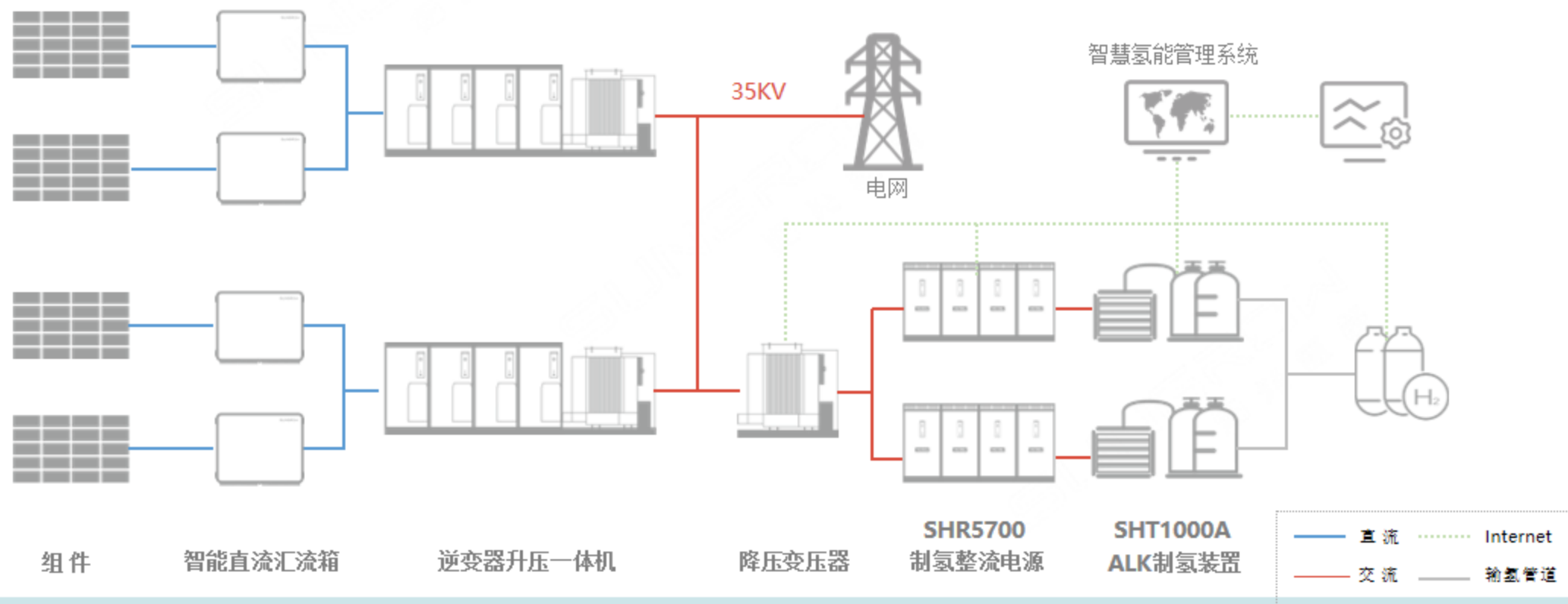
PEM制氢装置 (200Nm³/h)



- 电流密度 $\geq 1.5\text{A}/\text{cm}^2$ ，体积小，重量轻
- 5%-110%宽功率运行范围，直流电耗 $\leq 4.3\text{kwh}/\text{Nm}^3 \text{H}_2$
- 在线运行健康度诊断及寿命预测功能
- 集装箱式一体化集成解决方案，快速布置

阳光智慧绿氢解决方案——风光交流耦合并网制氢

- 适用大规模集中式风光制氢场景



- 光伏与风电 **并网** 制氢，高压输电，实现制氢与光伏/风电空间解耦，技术成熟。
- 可实现余电上网售电，能量利用率高。

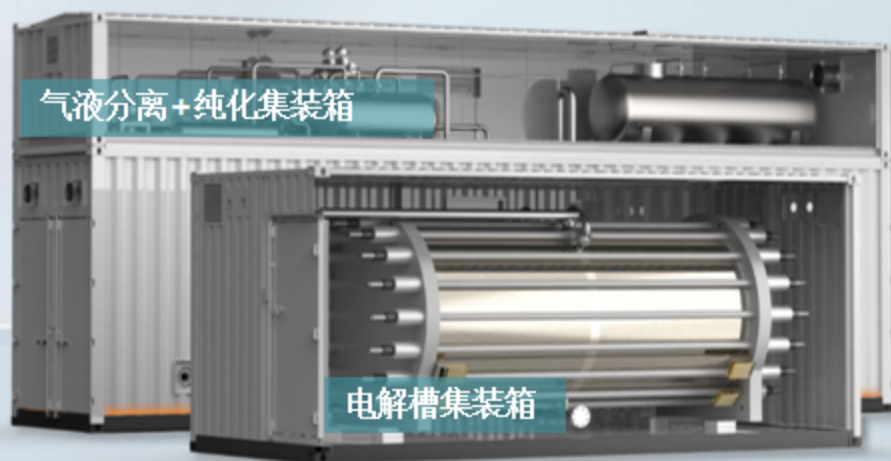
风光交流耦合并网制氢解决方案关键设备

AC/DC整流电源 (SHR5700)



- 额定输出功率5.7MW
- 输出电压范围0-820V
- 防护等级IP65

ALK制氢装置 (1000Nm³/h)



- 一正一负串联结构，中间极板进碱和出气
- 优化的结构与流场设计，直流电耗 $\leq 4.65\text{kwh/Nm}^3\text{ H}_2$
- 20-110%宽功率运行范围
- 集装箱式和撬装式方案可选

IGBT全控型制氢整流电源产品优势

AC/DC整流电源（SHR5700）



绿色友好

- 网侧电流谐波含量 $<3\%$ ，网侧功率因数 >0.99
- 无需额外配置消谐及功因调整装置，降低投资运维成本
- 直流电压纹波 $<1\%$ ，降低电解槽直流电耗

智能可靠

- 功率调节响应速度 $<100\text{ms}$ ，完美匹配可再生能源波动性
- $\pm 10\%$ 电网电压和频率波动耐受范围，适应弱网环境
- IP65防护，智能温控风冷，低能耗免维护，适应恶劣环境
- 电压、电流和功率多种控制方式

高效转换

- 系统简洁可靠，整流系统综合转换效率提升 2.5%
- 整流系统初始投资成本降低约 0.145元/W

ALK碱性电解水制氢装置—电解槽

一正一负串联设计，更安全更经济

ALK电解槽（SEA1000）

额定工作电压：620Vdc

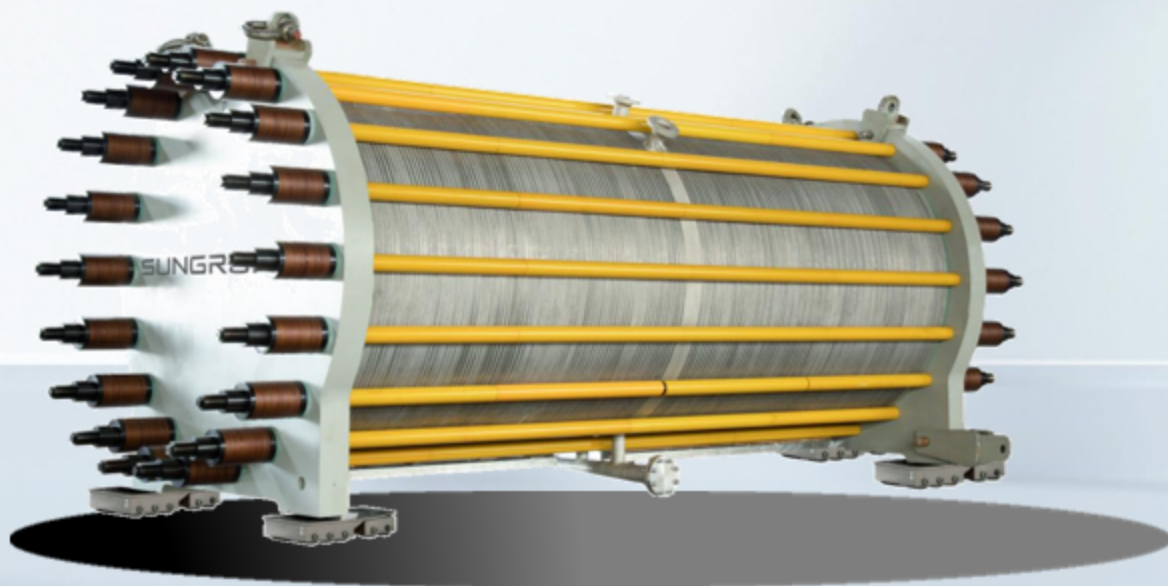
额定工作电流：7850A

工作压力：1.8MpaG

工作温度：95±5℃

额定产氢量：1000Nm³/h

额定产氧量：500Nm³/h



碱液浓度：30%KOH

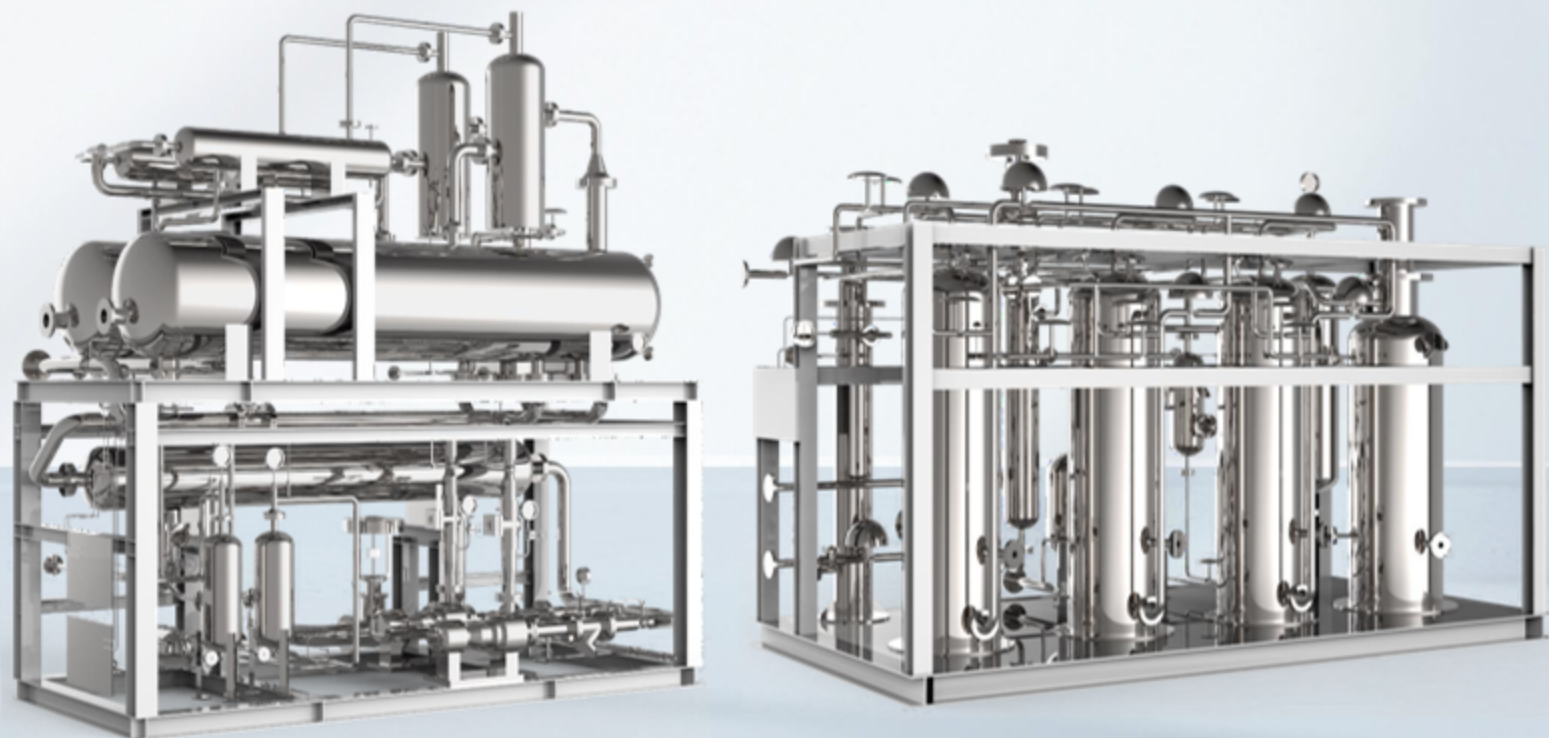
氢气纯度：≥99.8% (V/V)

氧气纯度：≥98.5% (V/V)

负荷调节范围：20-110%

直流电耗：≤4.5kwh/Nm³ H₂

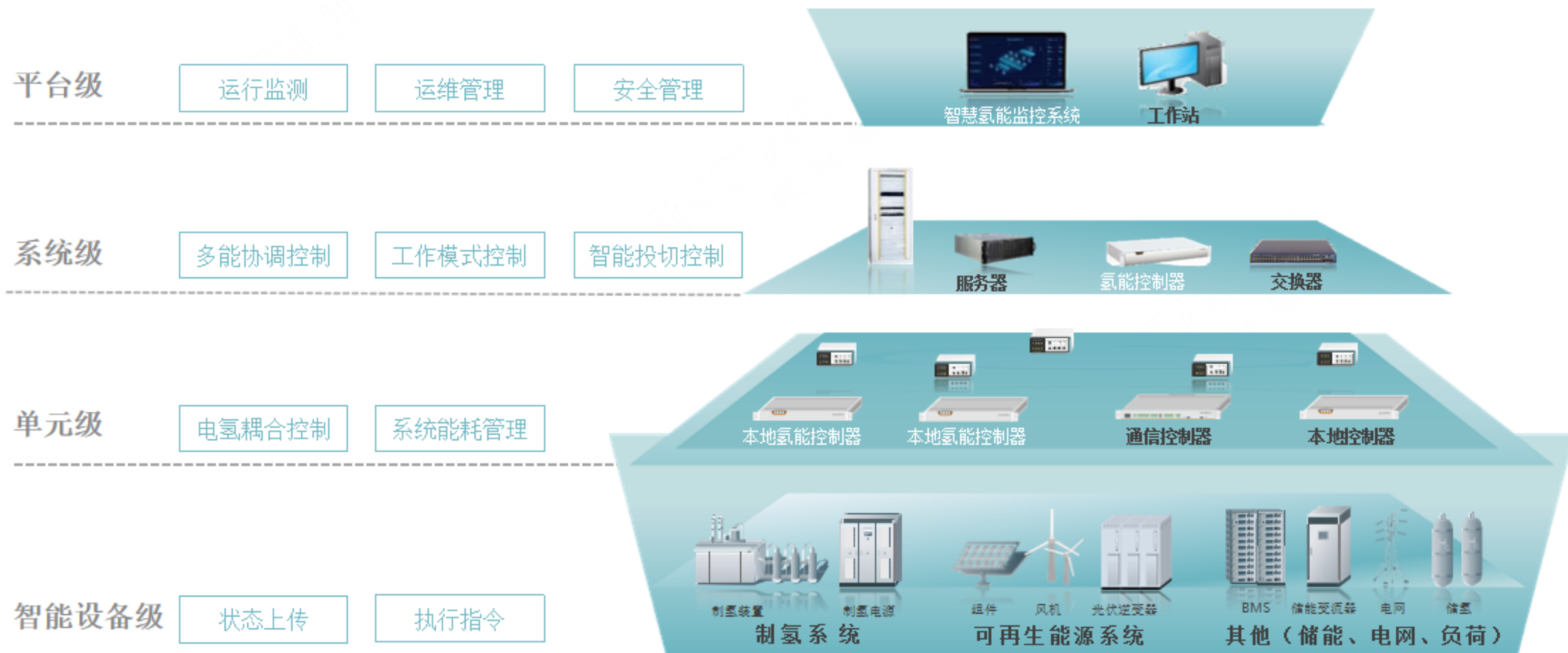
ALK碱性电解水制氢装置—气液分离和纯化装置



- 额定氢气处理量：1000Nm³/h
- 氢气纯化出口压力：≥1.5MpaG
- 氢气纯度：≥99.999%
- 氢气露点：≤-65℃
- 氢气出气温度：常温
- 氢气纯化工艺：三塔再生

智慧氢能管理系统拓扑架构图

智慧氢能管理系统（HMS1000）



五大功能助力可再生能源制氢站智能化升级和电氢融合

智能监测

- 秒级数据采集实时监测
- 重要信息实时捕获
- 多维度图形化展示，友好交互

智能分析

- 大数据、多维度性能分析
- 定制化曲线和报表输出
- 危险行为分析



智能控制

- 开放平台，支持多种智能设备接入
- 智能控制算法，提升系统能效
- 定制化工作模式

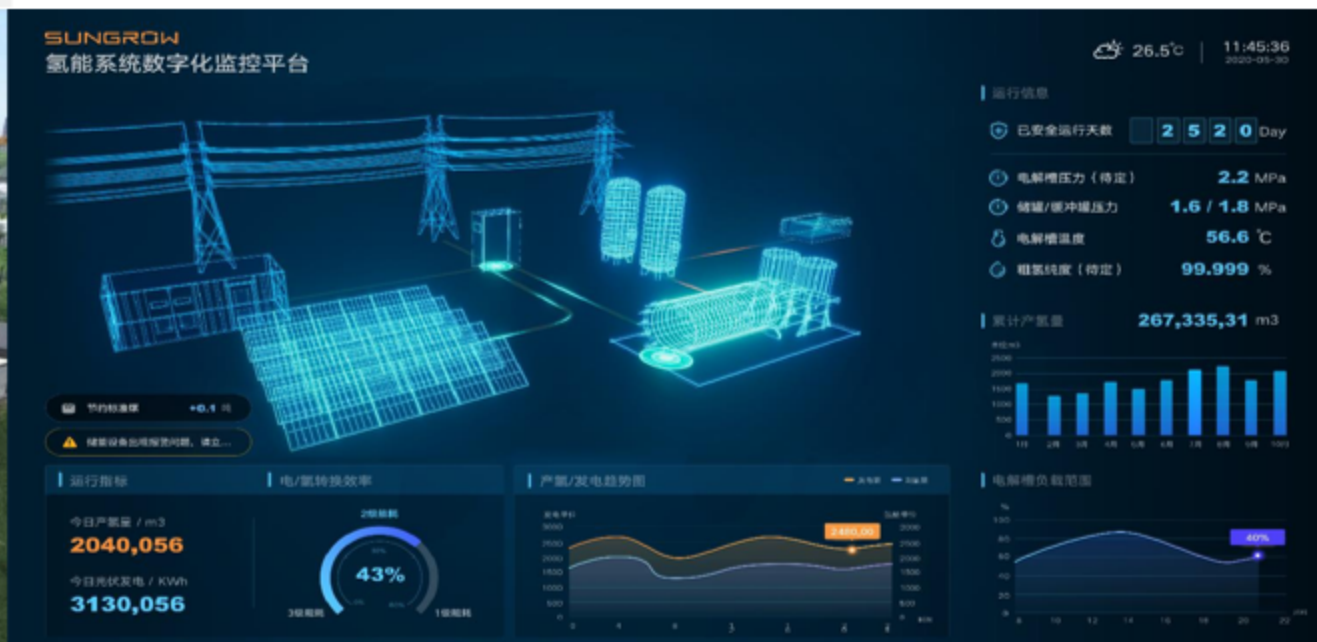
智能诊断

- 故障诊断
- 健康度诊断
- 知识库学习
- 预测性维护

智能管理

- 设备管理
- 安全管理
- 生产管理
- 人员管理

阳光产业园国内首个光伏离网变功率制氢及氢储能发电实证平台



项目时间

2020年3月开工 2020年6月投运

项目地点

安徽 合肥

项目组成

647.28kW光伏+**100Nm³/h**制氢+**50kw**燃料电池发电+**274kwh**储能

项目意义

光伏+储能+电网多能互补直流耦合制氢系统，通过阳光电源自主开发的**能量管理系统和数字监控平台**，可实现**纯离网变功率制氢**，**自发自用余电上网模式制氢**，**谷电制氢**等多种工作模式；通过氢储能发电实现**电-氢-电闭环**

阳光产业园国内首个光伏离网变功率制氢及氢储能发电实证平台

