



中国电机工程学会
CHINESE SOCIETY FOR ELECTRICAL ENGINEERING

氢能发展现状及趋势

中国电机工程学会电力储能专业委员会

2020年 北京



目录
ontents

一

电力储能专委会简介

二

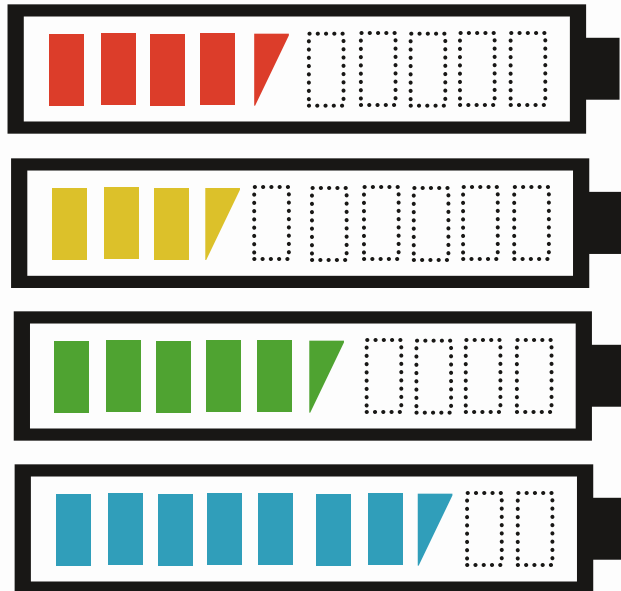
《基于新能源的大规模高效制氢技术》报告简介



一、电力储能专委会简介

中国电机工程学会电力储能专业委员会

成立于2017年，秘书处挂靠于中国电力科学研究院有限公司储能与电工新技术研究所。主要从事电力储能本体与装备、储能系统并网仿真与分析、储能系统集成与控制、储能系统试验与评估技术研究、学术交流、应用推广、人才推荐、咨询服务及标准化工作。



主任委员
郭剑波

副主任委员

程时杰、来小康、陈海生、邱新平

秘书长兼委员：惠 东
副 秘 书 长：李 蓓
秘 书 处 秘 书：王凯丰

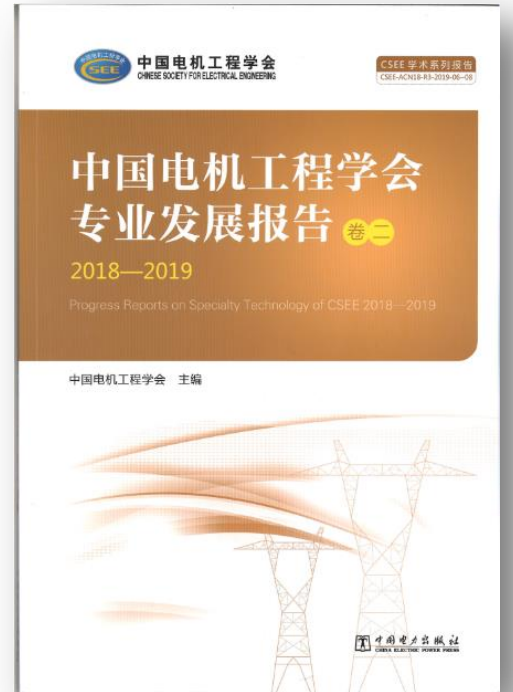
蔡惠群、戴兴建、范高锋、黄世霖、蒋 凯、李 泓、李 丽、李相俊、李勇琦、刘宗浩、陆志刚、梅生伟、祁富俊、孙 威、唐西胜、王 芳、王仕城、温兆银、吴贤章、徐桂芝、杨续来、俞振华、张宇、张国民、张维戈、张子峰、赵 波、赵 伟、曾驱虎、张显立、陈北海、董旭柱、蔡旭



一、电力储能专委会简介

专委会充分协调、整合技术平台，发挥专家库资源优势，从行业角度出发理性引导储能技术热点研究，并积极关注行业前瞻技术方向。曾于2019年11月发布首期《储能专业发展报告》，编撰文字近8万字。

2020年，储能专委会申请编撰成立以来的首期专题技术报告，经专委会专家委员集体商讨，确认技术方向锁定未来最具前景的超长期、颠覆性储能技术类型—氢能。根据专题技术报告撰写要求，报告聚焦新能源制氢技术，全面介绍技术发展现状与趋势。



一、电力储能专委会简介

5

专委会秘书处牵头邀请国内氢能相关产、研、用各个领域的专家成立专项编写工作组，共同商讨各章节大纲和涵盖内容，受疫情影响多次在线组织召开编写组内部交流会与交叉评审会，以及点对点沟通修改与完善。

《基于新能源的大规模高效制氢技术》共计五章，约6万字。

编写团队（按姓氏笔划排序）

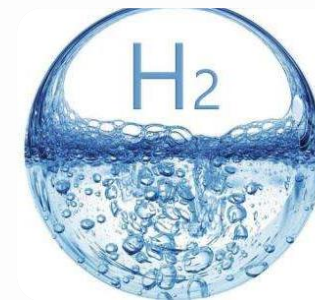
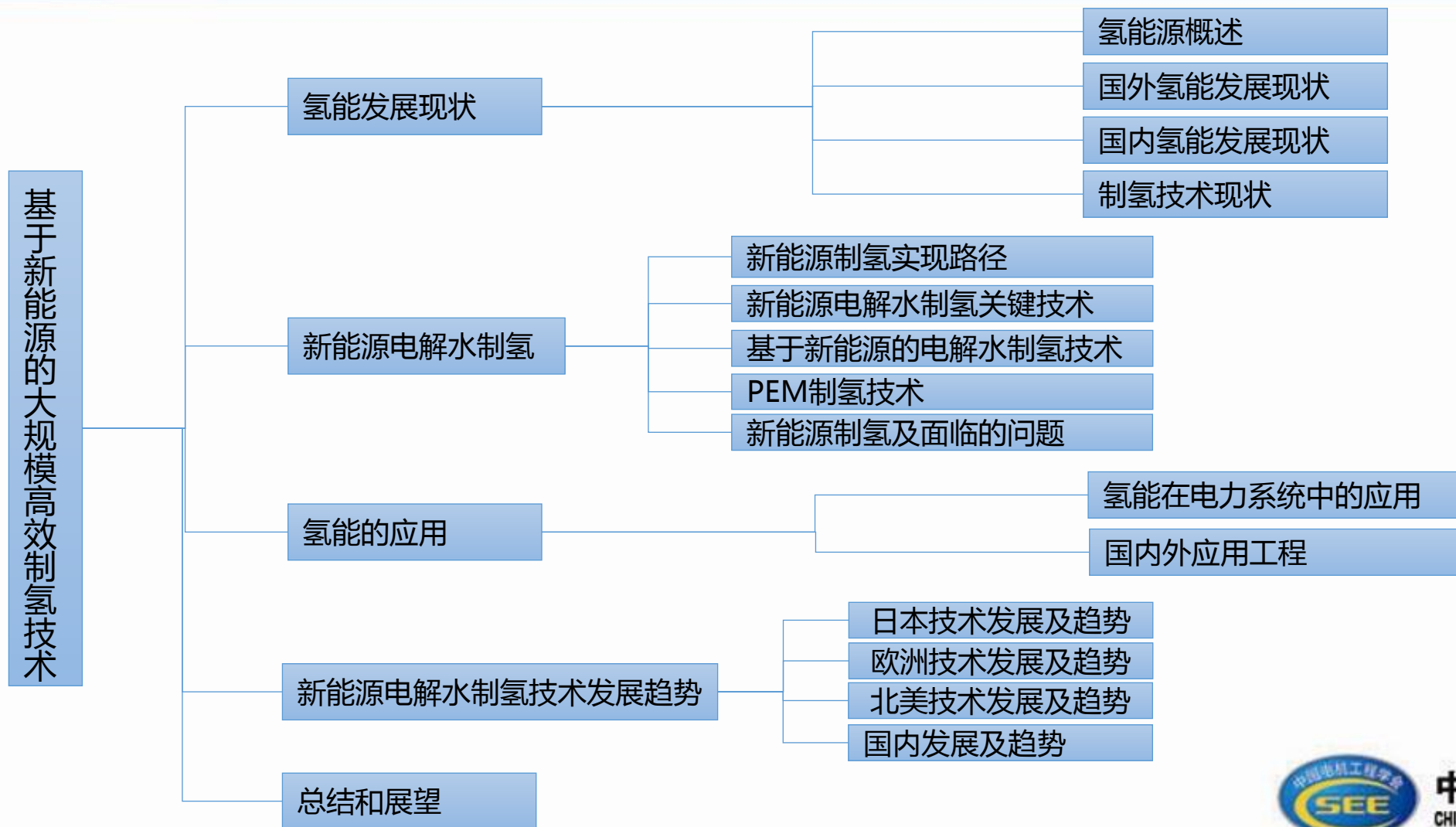
主 编：惠 东

副主编：李 蓓 俞红梅 袁铁江 徐桂芝

编写人员：水江澜 王凯丰 乔 凯 刘少名 迟 军

朱 威 时振堂 金 翼 赵志强 穆居易





二、报告简介—氢能发展现状

氢能是储存在氢气分子中的化学能，通过氢与氧的化学反应将氢能释放，生成热能、电能或其他形式的能量，从而直接被人类生产生活所利用

氢能特点

属于二次能源，自然界中并不直接存在

清洁环保，氢能利用的唯一产物为水

氢来源广泛，制取途径多样

燃烧热值高、燃烧性能好、点燃快

安全性与危险性并存



二、报告简介—国外氢能发展现状

8

政策、工程、产业发展三方面

美国

政策

- ☑ 20世纪70年代提出“氢经济”概念，并成立国际氢能组织；
- ☑ 20世纪90年代，出台《1990年氢研究、开发及示范法案》及《氢能前景法案》等支持政策；
- ☑ 21世纪初，出台《能源政策法》并将氢能源纳入国家能源战略体系，发布《国家能源政策报告》《2030年及以后美国向氢经济转型的国家愿景》等政策性报告，并提出《国家氢能发展路线图》，先后发布《自由汽车计划》、《氢燃料电池开发计划》、《先进能源计划》、《氢立场计划》《氢能技术研究、开发与示范行动计划》等。

工程

2004年，风电制氢(Wind2H2)示范
2011年，氢能源站，满足热电联供与燃料电池汽车用氢需求。
2019年，氢能微电网示范

产业

制氢及储运氢
固定式燃料电池
加氢站建设



中国电机工程学会
CHINESE SOCIETY FOR ELECTRICAL ENGINEERING

二、报告简介—国外氢能发展现状

9

政策、工程、产业发展三方面

欧盟

政策

- ☑ 2000年制定《至2005年欧洲氢能研发与示范战略》；
- ☑ 2008年第七个研究框架计划（FP6）下成立氢能源和燃料电池联合组织(FCH-JU)；
- ☑ 2013年第八个研究框架计划下成立第二代欧盟燃料电池和氢能联合组织（FCH 2 JU）；
- ☑ 2019年FCH 2 JU 主导发布了《欧洲氢能路线图：欧洲能源转型的可持续发展路径》报告

工程

2005年在英国和2006年在荷兰最先启动风电制氢项目；
2009年德国启动第一个采用甲烷化法的PtG天然气制气试点项目；德国电转气项目最多，示范包括Audi e-gas、Power to Gas 250、Alpha-plant、BioPower2Gas、Energiepark Mainz等；
西班牙、荷兰、法国、意大利、挪威均有广泛应用或示范。

产业

在制氢、储运氢和氢利用领域均形成完整的产业链



中国电机工程学会
CHINESE SOCIETY FOR ELECTRICAL ENGINEERING

二、报告简介—国外氢能发展现状

10

政策、工程、产业发展三方面

日本

政策

- ☑ 20世纪八九十年代间，相继发布《日光项目》《月光项目》和《氢能源系统技术研究开发》；
- ☑ 2009年燃料电池商业化组织（FCCJ）发布《燃料电池汽车和加氢站 2015 年商业化路线图》
- ☑ 2014年日本氢能/燃料电池战略协会公布《氢能/燃料电池战略发展路线图》；
- ☑ 2017年，日本政府发布“氢能源基本战略”……

工程

外购廉价氢气项目；
2018年，日本福岛县建设全球最大的可再生能源制氢示范项目；
2016年，东芝能源建设独立型能源供应系统“H2One”，利用太阳能发电制氢，再利用氢燃料电池发电，用作应急电源；
2009年起，全面推广家用氢燃料电池产品ENE-FARM.

产业

最重视氢能发展的国家，提出构建“氢能社会”，其氢能及燃料电池产业链成熟，在储运氢及燃料电池技术方面处于世界领先



中国电机工程学会
CHINESE SOCIETY FOR ELECTRICAL ENGINEERING

政策、工程、产业发展三方面

韩国

政策

- ☑ 2008年开始实施《低碳绿色增长战略》；
- ☑ 2009年推出《首都首尔计划推广氢燃料电池的使用》；
- ☑ 2015年韩国环境部确定将氢能定位为未来经济发展的核心增长引擎和发展清洁能源的核心；
- ☑ 2018年韩国政府发布《创新发展战略投资计划》，将氢能产业列为三大战略投资方向之一；
- ☑ 2019年，韩国工业部等发布《氢能产业发展路线图》，明确制氢、加氢和燃料电池发展目标。

工程

2018年韩国建设的50兆瓦燃料电池发电厂为当前世界最大的利用工业副产氢进行发电的电站

产业

重点发展燃料电池车和固定式燃料电池发电



中国电机工程学会
CHINESE SOCIETY FOR ELECTRICAL ENGINEERING

二、报告简介—国内氢能发展现状

12

政策

2014年发布《能源发展战略行动（2014-2020）》，“氢能与燃料电池”作为能源科技创新战略方向；
2019年我国17个省市共出台30个氢能相关规划和8个补贴政策，氢能与燃料电池专项政策共计13个；
地方上22个省市共出台了30多条氢能产业扶持政策。

工程

与欧美日等先进国家存在一定差距；
2014年中国节能环保集团公司实施“风电直接制氢及燃料电池发电系统技术与示范”项目；
2016年在辽宁营口完成世界上首个用于富产氢发电的2兆瓦级质子交换膜燃料电池电站；
2018年中德合作示范—沽源风电制氢项目投产，配合200MW风电场，运行规划容量10MW电力制氢；
2019年国网全球能源互联网研究院与安徽电力公司在安徽六安开展兆瓦级制氢综合利用示范项目。

产业

我国氢能技术具备一定产业基础，化石能源制氢及碱性制氢技术已达国际领先水平。但在适于可再生能源耦合的质子交换膜电解制氢技术、加氢技术、氢气内燃机、燃料电池发电等技术方面与国际先进水平差距较大。
氢能产业链已逐渐完善，特别是在燃料电池汽车领域发展迅速，形成京津冀、华东、华南（佛山）、华中（武汉）四个氢能及燃料电池产业集群，围绕当地研发情况及工业基础形成各自的产业配套及商业应用模式。

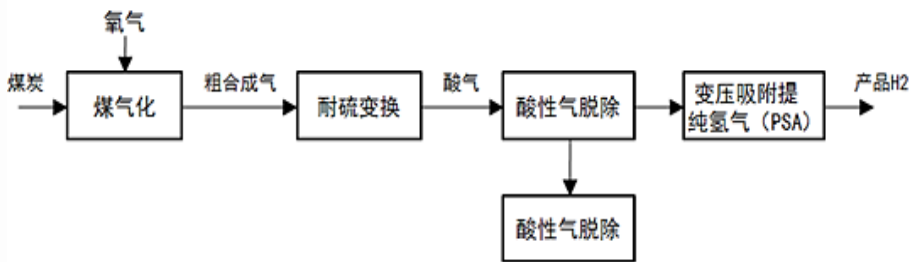


中国电机工程学会
CHINESE SOCIETY FOR ELECTRICAL ENGINEERING

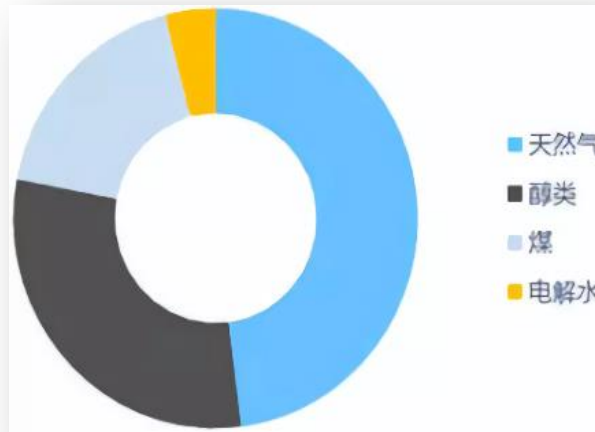
二、报告简介—制氢技术

1

煤制氢技术

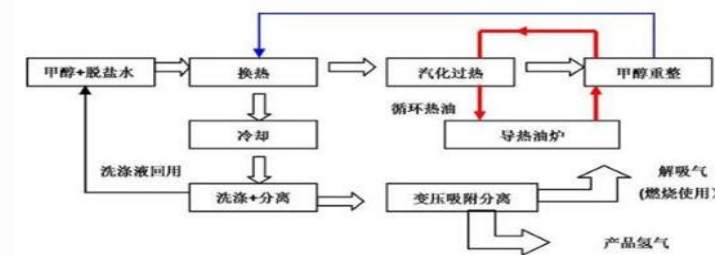


全球制氢主要来源分布



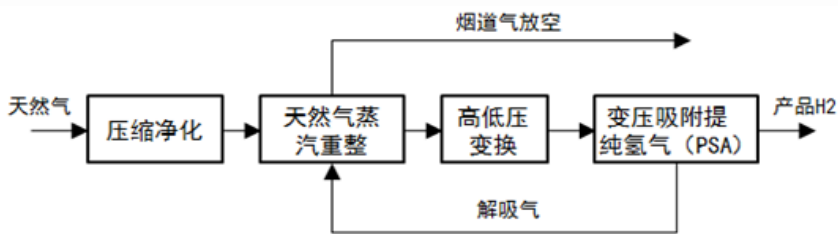
3

甲醇制氢技术

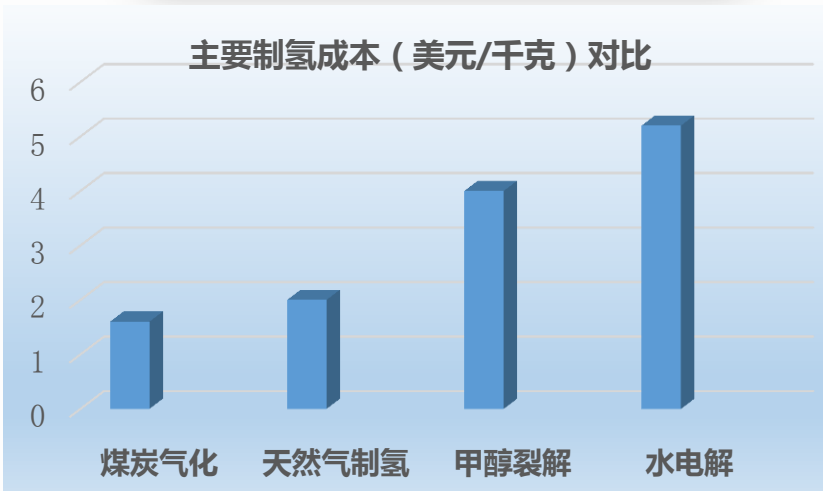


2

天然气制氢技术

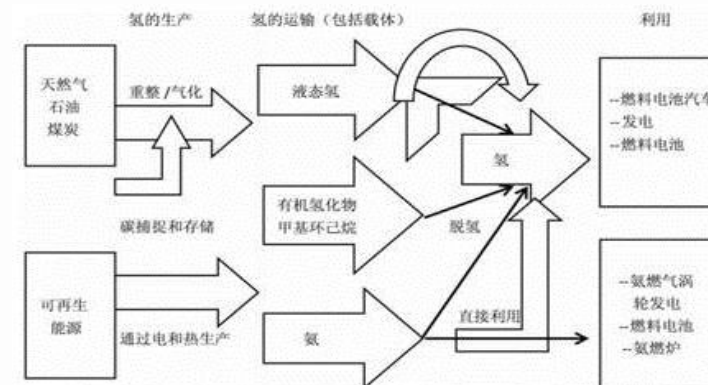


主要制氢成本 (美元/千克) 对比



4

电解水制氢技术



电解水制氢技术分类

碱液水电解AWE

固体聚物质子
交换膜水电解
PEM

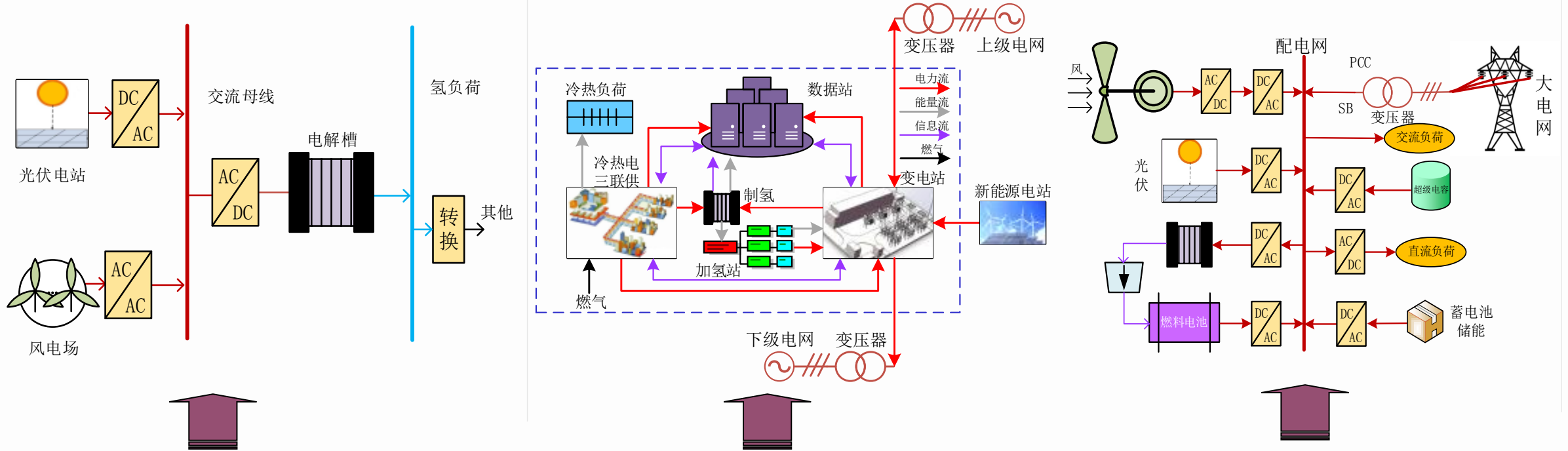
固体聚合物阴离
子交换膜 水电解
AEM

固体氧化物 水电
解SOE



固体聚物质子交换膜 (Proton Exchange Membranes, PEM) 水电解制氢技术 , 有效率高、气体纯度高、绿色环保、能耗低、无碱液、体积小、安全可靠、可实现更高的产气压力等优点 , 被公认为制氢领域极具发展前景的电解制氢技术之一。

二、报告大纲-新能源制氢典型场景



大规模、集中式新能源电站制氢

电网侧分布式新能源制氢

配网侧分散式新能源制氢

新能源（风电、光伏）制氢的典型场景



中国电机工程学会
CHINESE SOCIETY FOR ELECTRICAL ENGINEERING

二、报告大纲—电解水制氢的应用场景

16

发电侧

风氢耦合
系统

风光互补
制氢系统

风光互补制
氢耦合燃气
轮机发电系
统

传统火电
机组的灵
活性改造

制-储氢系
统参与火电
机组的灵活
性改造

燃氢轮机参
与火电机组
的灵活性改
造

输配侧

加氢站联合变电站制氢系统

基于氢储能站的“三站合一”

基于氢能利用的微能源网

用电侧

分布式光氢耦合系统

园区氢能综合能源系统

加氢站制氢系统

工程学会

CHINESE SOCIETY FOR ELECTRICAL ENGINEERING

二、报告大纲-新能源电解水制氢技术

17

- 新能源开发利用技术与电解水技术同向快速发展背景下，新能源发电耦合制氢集成系统的基础理论与工程示范受到高度关注。



- 高比例新能源电力系统源-网-荷多重不确定性及电-氢转换系统的非线性转换效率，影响了新能源制氢系统安全、稳定、经济性。
- 氢能的多点布局与规模化利用对电力系统的可靠性规划设计、关键设备性能及能量管理技术、安全防护等方面提出了新的挑战 and 更高的要求。

二、报告大纲-新能源制氢及面临的问题

18



中国电机工程学会
CHINESE SOCIETY FOR ELECTRICAL ENGINEERING

二、报告大纲—新能源电解水制氢发展趋势

①推动建立海外氢能供应系统；②利用海外新能源电解水制氢

由欧盟委员会资助的GenHyPEM计划投资260万欧元，专门研究PEM水电解技术



进行PEM电解槽制造与规模化技术研发，涵盖GW级PEM电解槽析氧催化剂、电极、低成本PEM电解槽组件以及放大工艺，在制氢规模化的PEM电解技术路线

在能源可持续利用的大环境下，亟需国内各相关单位部门积极推进，掌握关键技术，探索多元场景，推广大规模新能源制氢场景的工程示范。

2020-2025

PEM水电解技术替代碱液水电解技术是主要发展趋势

2030

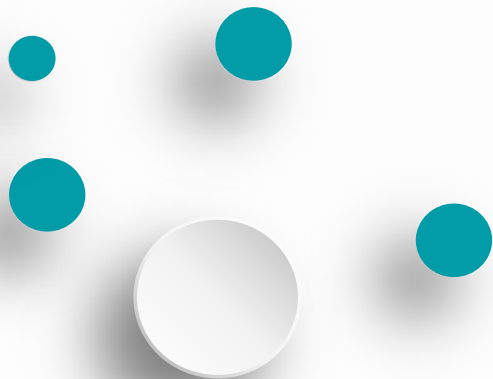
逐步实现高效SOE制氢储能的示范应用，基于可再生能源大规模消纳的电解水制氢技术有望成为电网和制、用氢行业的共同选择

进一步降低水电解技术成本，发展新的低成本电解体系

中国氢能产业尚存在缺乏国家氢能战略、核心技术不足、加氢站审批与监管法规缺失、技术标准与检测体系滞后等问题，亟待加强顶层设计：

- (1) 研究制定国家氢能战略及相关产业政策
- (2) 切实攻克制约氢能产业链的关键技术
- (3) 稳妥有序推进氢能基础设施建设





感谢聆听



中国电机工程学会
CHINESE SOCIETY FOR ELECTRICAL ENGINEERING