

# 欧洲氢能发展与绿氢解决方案

## SIEMENS energy Power-to-X solution

西门子能源 新能源事业部 胡大麟 | 2021年06月 17日

Siemens Energy is a registered trademark licensed by Siemens AG.

Restricted © Siemens Energy, 2021

### Agenda

## 01

### 欧盟氢能现状及前景

欧盟氢能的市场现状  
欧盟氢能的发展前景

## 02

### 制氢工艺的选择

制氢工艺、装备  
Power to X 系统

## 03

### 业绩及应用

Silyer 系列产品业绩  
氢的应用

2021-05

Hu Dalin | HEB 2  
Restricted © Siemens Energy, 2021

“西门子能源”完成重组，专注能源行业  
--- 致力面对全球气候问题，打造绿色能源产业链

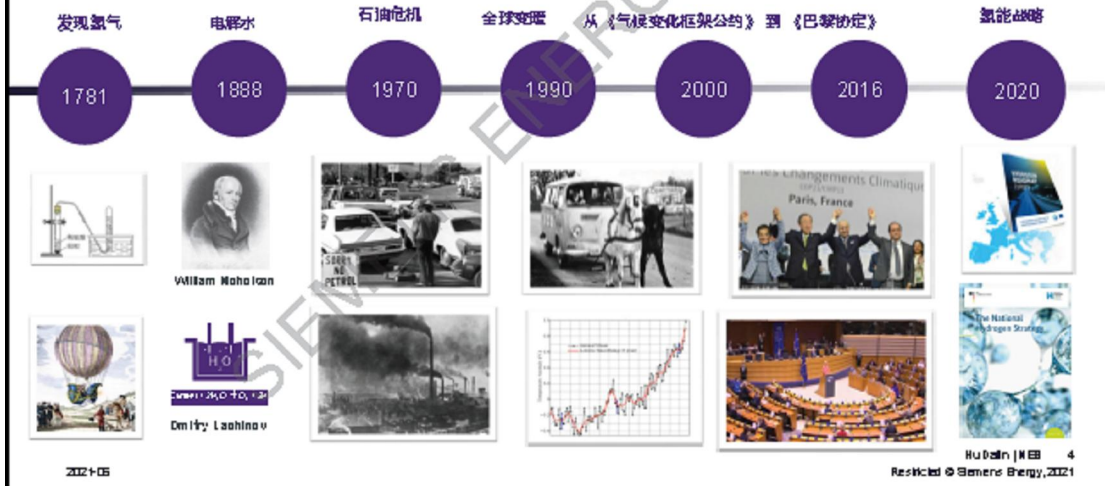


\*合并为“西门子能源”，计划于2020年10月1日在法兰克福证券交易所上市

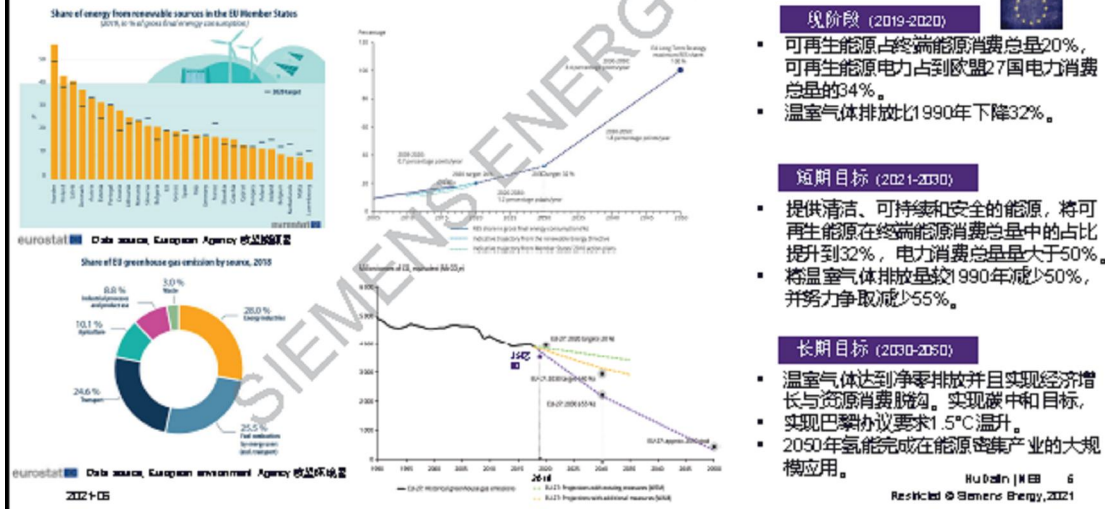
2021-05

Hu Dalin | HEB 2  
Restricted © Siemens Energy, 2021

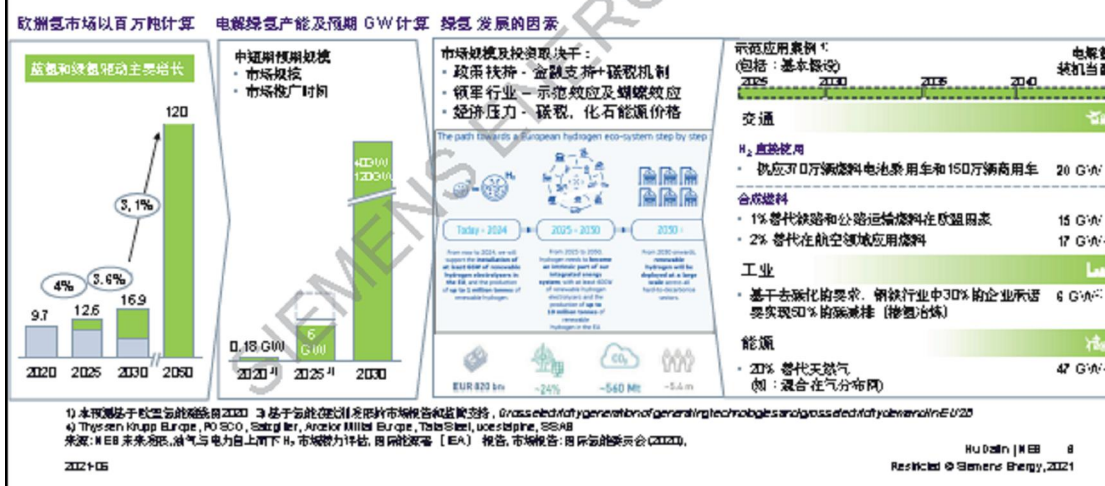
## 欧洲氢能发展 - 能源与环境的探索历程 应对气候变化催生低碳经济，低碳经济引领氢能发展



## 欧洲氢能发展 - 能源与环境的探索历程 应对气候变化催生低碳经济，低碳经济引领氢能发展



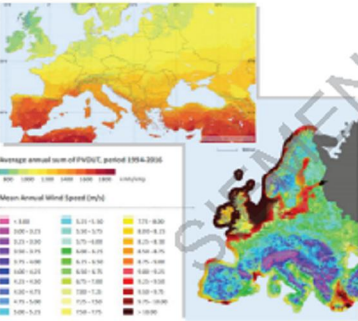
## 欧洲氢能路线图-绿氢市场需求巨大将快速增长到 GW 级别 绿氢产业链的全面发展及日益繁荣



# 欧洲氢能发展 - 大规模可再生能源通过管道运输和储存 利用现有的天然气管道输送氢气，不管从技术上，还是经济上，都是可行的



欧盟  
2019年发布《欧洲氢能路线图》，计划到2050年氢能可占欧洲最终能源需求的24%，拥有8200亿欧元市场。2020年发布《欧洲新工业战略》，正式确立绿色和数字化转型的顶层设计，将成立氢能联盟，以加速工业脱碳和保持工业领先地位。



德国天然气供应商的天然气输送公司在德国已经做好了计划建设300公里管道。



Figure 7 European Transnational hydrogen backbone - The natural gas infrastructure in Europe (blue and red lines) is suitable for a hydrogen backbone infrastructure (orange lines). The main part of the hydrogen backbone infrastructure consists of re-used natural gas transport pipelines with new compressors. At least "hydrogen transportable" must be selected from both the north and the south of the Black Sea, also along the South Coast of the Iberian Peninsula a dedicated hydrogen pipeline has to be installed.

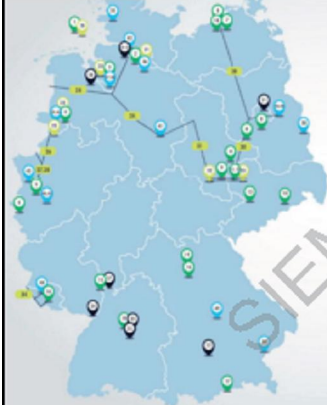
通过管道运输氢气的成本要比用电输送电力的成本便宜40-200倍（IRENA, 2017）。电输送电力和管道输送氢气的根本区别在于基础设施的容量，一条电力传输线路的容量在1-2 GW之间而一条管道的容量在13-30 GW之间。管道运输的成本至少比电输送成本低100倍。

欧洲天然气供应商公司（E.ON）通过天然气管道已开始在欧洲建设氢气主干管道基础设施。

# 德国联邦政府《氢能国家战略》 宣布80亿欧元支持的62个氢能项目



2021 projects submitted, funding decisions in early 2022  
Contribution state with 1 billion Euro (10 million investment)  
Pilot trials with over 400 MW electrolyser capacity



- H<sub>2</sub> ERZEUGUNG 能源**
- 1 Aquaducto, Halden, Østfold, Norway
  - 2 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 3 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 4 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 5 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 6 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 7 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 8 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 9 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 10 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 11 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 12 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 13 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 14 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 15 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 16 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 17 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 18 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 19 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 20 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
- INDUSTRIEN 工业应用**
- 21 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 22 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 23 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 24 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 25 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 26 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 27 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 28 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 29 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 30 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 31 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 32 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 33 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 34 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 35 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 36 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 37 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 38 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 39 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 40 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 41 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 42 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
- INFRASTRUKTUR 基础设施**
- 43 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 44 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 45 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 46 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 47 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 48 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 49 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 50 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 51 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 52 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 53 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 54 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 55 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 56 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 57 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 58 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 59 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 60 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 61 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj
  - 62 H2M, Hamburg - Hamburg/Østfj

**能源部 (50 projects)**

- 2024年2GW以上的电解槽用于生产绿色氢气
- 分布式制氢及绿色再发电应用
- 300MW以上的PEM电解槽的电网频率调节

**绿氢应用**

- 钢铁企业氢能利用项目
- 基于绿氢的汽油替代
- 绿色燃料，甲醇，氨的应用
- 基于绿氢的新材料应用

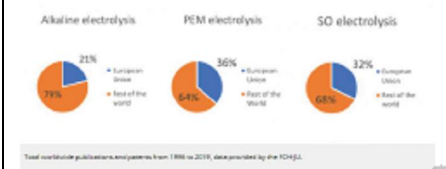
**基础设施**

- 全长约1700公里的输气管道项目
- 地下岩穴储氢及大型液氢储存技术
- 大型长时间储能设施

**交通部 (12 Projects)**

- 燃料电池系统和车辆的开发
- 氢燃料电池卡车及轨道交通
- 生物天然气飞机和绿色燃料航空
- 远海氢燃料电池及海运应用

# 现有三种可行的电解水技术



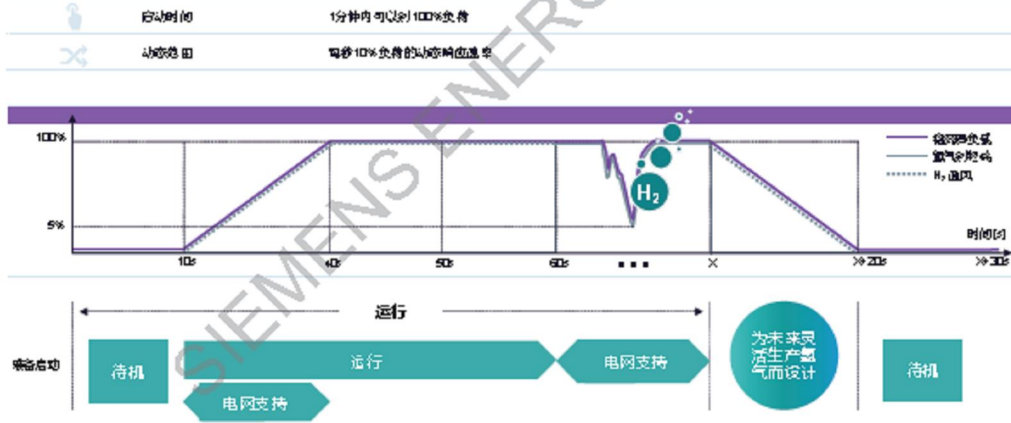
EU: The PEM one has this own ability of dynamic operation, offering services to the grid

欧盟技术有: PEM制氢系统有更好的变负荷响应特性并可以为电网提供服务。

碱性水电解 (ALK)	质子交换膜电解 (PEM)	高温电解 (SOE)
<p>电解质: KOH 离子导体: KOH 操作温度: 60-90 °C 技术成熟度: 工业上已成熟</p>	<p>电解质: 高分子膜 离子导体: 水 操作温度: 室温-80 °C 技术成熟度: 可用</p>	<p>电解质: 陶瓷膜 离子导体: 水蒸气 操作温度: 700-900 °C 技术成熟度: 实验室</p>
<p>启动: ●</p> <p>变负荷运行: ●</p> <p>可扩展性: ●</p> <p>反向(燃料电池)模式: ●</p>	<p>启动: ●</p> <p>变负荷运行: ●</p> <p>可扩展性: ●</p> <p>反向(燃料电池)模式: ●</p>	<p>启动: ●</p> <p>变负荷运行: ●</p> <p>可扩展性: ●</p> <p>反向(燃料电池)模式: ●</p>



## Silyzer 300 高效制氢并支持电网调峰稳定运行



2021-05

HU Dahn | HEB 13  
Reserviert © Siemens Energy, 2021

## Silyzer系列在不同应用里都有项目案例



Year	Country	Project	Customer	Power demand	Product offering
<b>Silyzer 200 Reference</b>					
2015	Germany	Energiepark Mainz	Municipality of Mainz	3.8 MW / 6 MW (peak)	试点 Silyzer 200
2016	Germany	Wind Gas Hahnert	Municipality of Hahnert, Greenpeace Energy	1.25 MW	Silyzer 200
2017	Germany	H&R	H&R Ölwerke Schönder GmbH	5 MW	Silyzer 200
2020	UAE	DEWA Expo 2020	Dubai Electricity and Water Authority (DEWA)	1.25 MW	Silyzer 200
2019	Australia	Hydrogen Park SA (HyP SA)	Australia Gas Infrastructure Group (AGIG)	1.25 MW	Silyzer 200
2019	Sweden	Food & Beverage	Food & Beverage Company	2.5 MW	Silyzer 200
<b>Silyzer 300 Reference</b>					
2019	Australia	H2 Future 1	Woodside, Verbund, Australia Power Grid (APG)	6 MW	试点 Silyzer 300

This project is made available by Siemens Energy for general information purposes only. The information is not intended to be used for any specific project or for any other purpose without the prior written consent of Siemens Energy.

2021-05

HU Dahn | HEB 14  
Reserviert © Siemens Energy, 2021

## 美国茨能源园示范项目 - 年产200吨绿氢 建于2015年的世界最大的质子交换膜 (PEM) 电解制氢装置



**3.75 MW**  
额定功率  
6.0 MW 峰值功率 (有限时间内)  
基于三台 Silyzer 200

### 概要

- 客户: 美国茨能源园区 (林德与美国茨市市政的合资公司)
- 国家: 德国
- 安装年份: 2015
- 产品: Silyzer 200

### 用途示例

- 绿色氢气被注入当地天然气管网
- 运输附近的工业企业
- 氢气供应区域内的加氢站

### 项目难点

- 全球第一个多兆瓦级的PEM电解厂
- 提供平衡的能源系统
- 高度自动化

### 解决方案

- 安装3台SILYZER 200, 系统最高功率可达6兆瓦
- 高度动态变化的功耗
- 基于西门子SIMATIC PCS 7的最先进的过程控制技术
- 氢气的处理、压缩及储存 (由林德提供)

2021-05

HU Dahn | HEB 16  
Reserviert © Siemens Energy, 2021

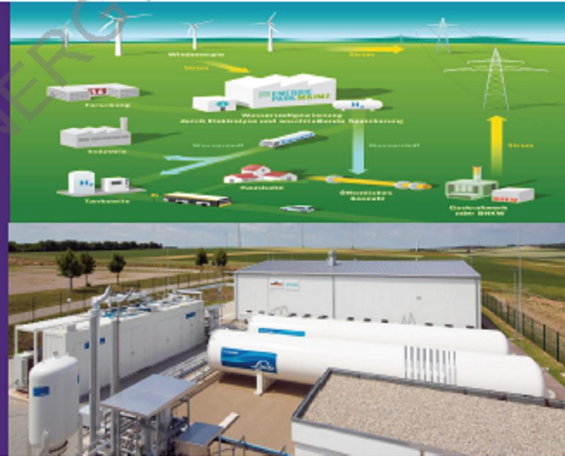
## 美因茨能源园示范项目 - 年产200吨绿氢 建于2015年的世界最大的质子交换膜 (PEM) 电解制氢装置

SIEMENS  
energy

项目基本设计	
绿氢产量	200吨/年 (储运1000公斤)
项目总投资	1700万欧元 (50% 由BMW 提供)
可再生能源	风电, 100 MW
制氢工厂	3台 x Silyzer 200 / 1.25 MW
制氢设备	225 Nm <sup>3</sup> /h   20 kg/h
PEM制氢设备特性	启动 < 10s (备用工况)
储运设备	1000kg

### 项目特点

- 制氢系统连接当地4个风电, 基于电力市供需情况, 弃电制氢, 储氢。
- 上网电价 > 0.03 欧元/度, 发电上网, 反之制氢。
- 绿氢供给当地加油站, 注入当地天然气管网。
- 参与电网一次调频, 额定功率3.75MW, 峰值6MW, 获得额外补贴。
- 制氢工厂无人值守, 远程运行控制

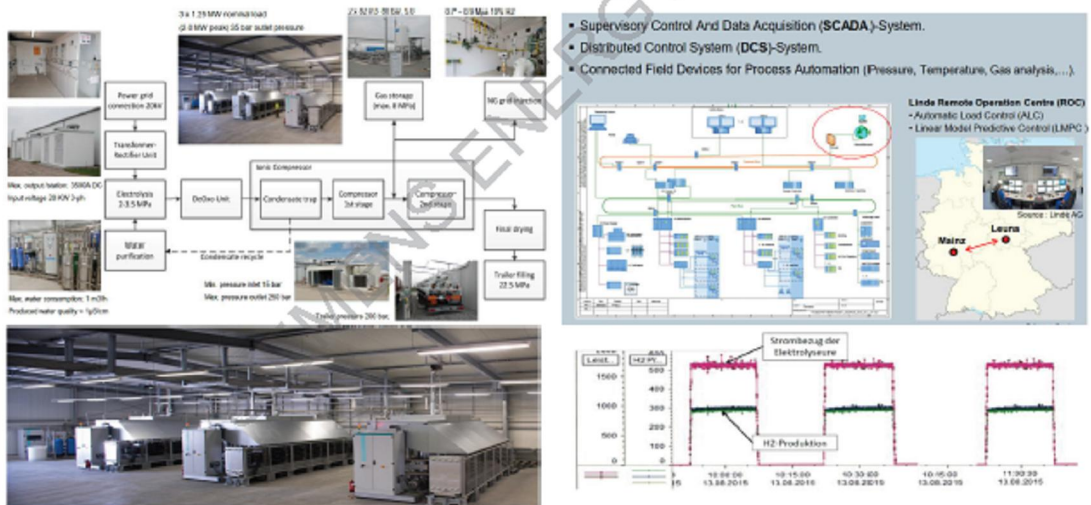


2021-05

Hu Dain | NEB 18  
Resicht © Siemens Energy, 2021

## 美因茨能源园示范项目 - 年产200吨绿氢

SIEMENS  
energy



## H2FUTURE - 欧洲绿氢生产和钢铁工业应用标杆级示范项目

H2FUTURE

FCM

SIEMENS  
energy



### 项目概况

合作方: 奥钢联 (voestalpine), VERBUND  
、奥地利电网、K1-MET和TNO  
地点: 奥地利  
竣工年份: 2019

### 使用场景

氢能炼钢

电网服务

### 项目亮点

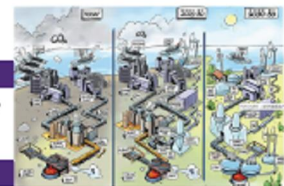
“奥钢联”的使用氢气炼钢技术, 以可再生资源制氢取代, 作为探索绿氢工业应用发展潜力的优秀示范项目, 降低炼钢工艺30% CO<sub>2</sub>。  
直接安装并集成到钢厂现有的焦炉天然气管道中  
整个电解系统的效率接近80%

### 解决方案

基于 Silyzer 300 解决方案, 使用12个模块作为制氢系统核心  
高需求响应性能, 可额外进行电网服务  
系统集成西门子先进的SIMATIC PCS 7控制技术

### 项目相关视频

<https://www.h2future-project.eu/>



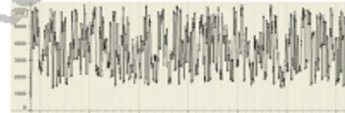
2021-05

Hu Dain | NEB 13  
Resicht © Siemens Energy, 2021

## H2FUTURE - 欧洲绿氢生产和钢铁工业应用-测试验收工程

SIEMENS  
energy

- » Start of industrial test phase on March 12th, 2020
- ✓ » Use Case 1: **Stress test** – addresses partial load behaviour of the system 应力测试
- ✓ » Use Case 2: **Continuous operation 24/7** – performances under continuous operation 连续运行测试
- ✓ » Use Case 3: **Grid services** - involvement in power reserve markets 电网调峰服务
- ✓ » Use Case 4 - **Integration in future low carbon steel plant** – follow demand profiles
- ✓ » Use Case 5 - **Integration in current steel plant** – capability to smooth out consumption deviations
- » Quasi-commercial operation till May 2021
- » 1 month continuous operation 24/7



Random changing loads  
变负荷应力测试



Continuous operation  
连续运行测试



Determination of static properties  
静态测试

voestalpine AG  
2021-05



voestalpine  
Respected © Siemens Energy, 2021

## H2FUTURE - 欧洲绿氢生产和钢铁工业应用标杆级示范项目



SIEMENS  
energy



Hu Dalin | HEB 20  
Respected © Siemens Energy, 2021

## 北京延庆绿色氢能产业园 – 撬装式Silyzer200解决方案 国内首台兆瓦级PEM制氢项目

SIEMENS  
energy



### 项目概况

- 客户: 中国电力国际发展有限公司
- 地点: 北京 延庆
- 交付: 2021.7
- 产品: Silyzer 200

### 使用场景



加氢站现场制氢



### 项目亮点

- 为2022年北京冬奥会氢能燃料电池车辆保障绿色氢源
- 西门子能源全球首套撬装式Silyzer 200解决方案定制
- 全国首座基于PEM技术的加氢-制氢一体化综合能源站
- 与国电投合作研发符合中国标准的撬装设备单撬设计

### 解决方案

- 一期提供200Nm<sup>3</sup>/h撬装PEM纯水电解定制化解决方案
- 二期提供3700Nm<sup>3</sup>/h撬装PEM纯水电解制氢解决方案, 满足首都300辆燃料电池车辆的氢源保障



2021-05  
Unrestricted

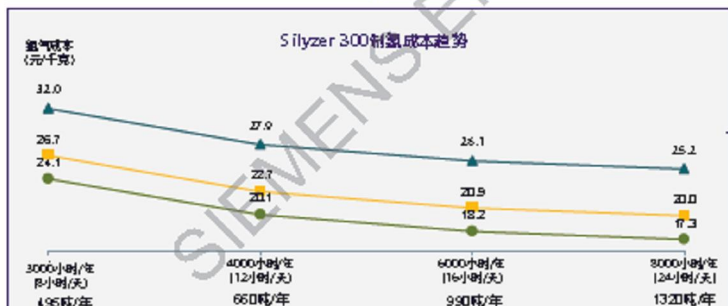
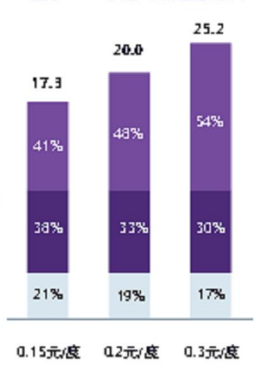
Hu Dalin | HEB 21  
Respected © Siemens Energy, 2021

# 基于国内项目，在不同电价下制氢成本的测算参考



核心数据		关键假设	
瓦电量	52 kWh/kg H <sub>2</sub>	制氢系统	PEM制氢设备进口+国产辅机
制氢效率	75%	安装费用	设备成本5%
产氢量(g/h)	165	维护费用	每年设备成本2%
额定功率 (MW)	8.75	贷款比例	贷款70%，年息5%

制氢成本结构分析  
(基于8000小时/年的运营成本)



1) 不含容量电费 2) 包含安装过程成本、设备维护费用、利息支出、其他运营支出等  
 图例: 0.15元/度 (绿色), 0.2元/度 (黄色), 0.3元/度 (蓝色)  
 图例: 其他成本 (浅蓝), 电费成本 (深紫), 设备成本 (深紫)  
 Siemens Energy is a registered trademark licensed by Siemens AG. Huabao | NEB 22  
 Residual © Siemens Energy, 2021