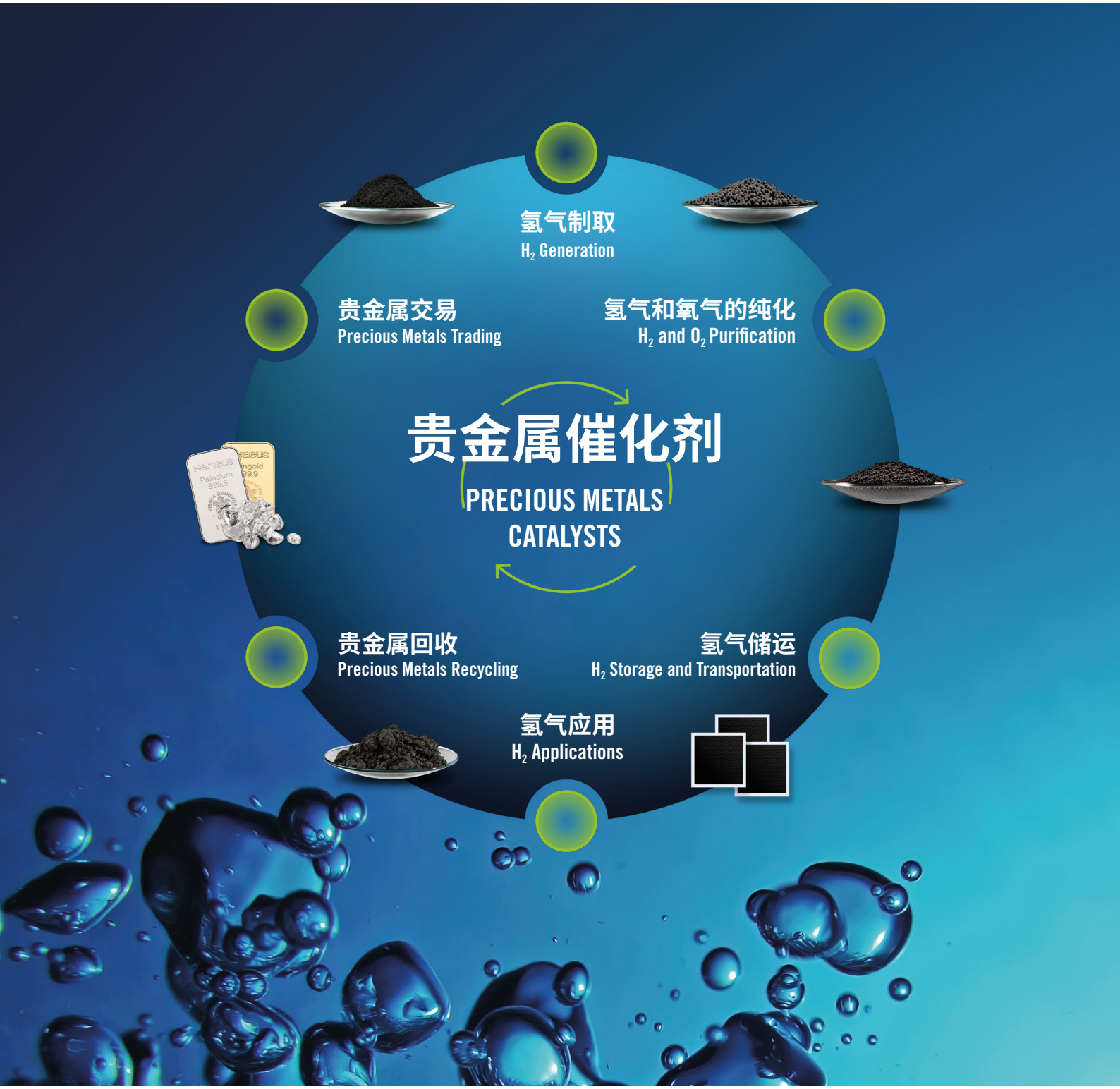

氢气制取
$H_2$ Generation
贵金属交易
Precious Metals Trading
氢气和氧气的纯化
$H_2$ and $O_2$ Purification
贵金属催化剂
PRECIOUS METALS
CATALYSTS
贵金属回收
Precious Metals Recycling
氢气储运
$H_2$ Storage and Transportation
氢气应用
$H_2$ Applications

# 催化氢能变革

# 贺利氏贵金属
## 悠久的创新传统

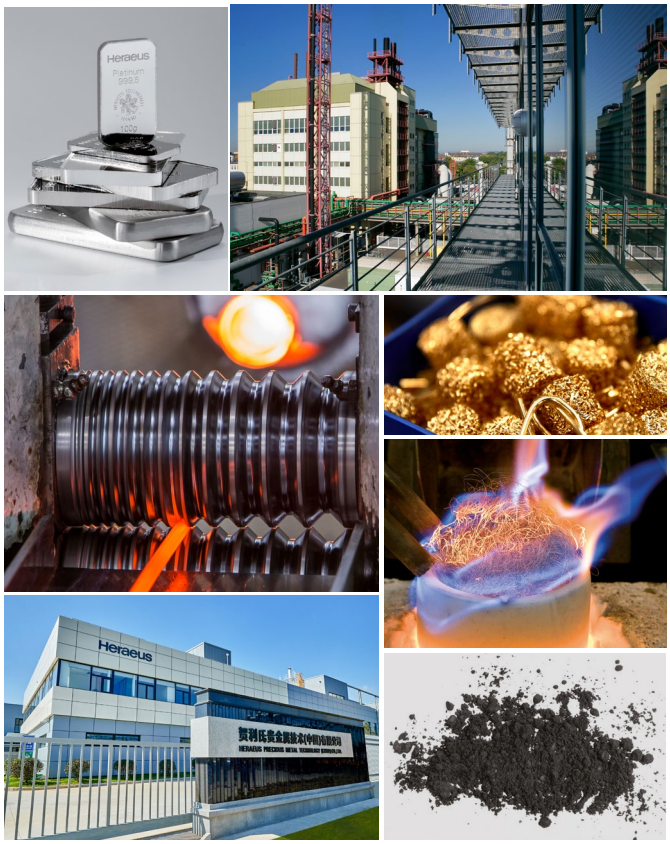
1856 年，药剂师兼化学家威廉 · 卡尔 · 贺利氏 (Wilhelm Carl Heraeus) 首次成功熔融了 2 千克铂金，达到了工业化应用的要求。这一革命性的工艺开创了贵金属行业的新纪元，并为今天的贺利氏集团奠定了基础。

如今，作为贺利氏集团的起源业务，贺利氏贵金属在贵金属行业处于领先地位。业务范围涵盖从贵金属交易到贵金属加工再到回收的整个贵金属价值链。贺利氏贵金属在铂族金属以及金、银领域拥有广泛的专业知识，致力于为客户提供贵金属全生命周期解决方案。

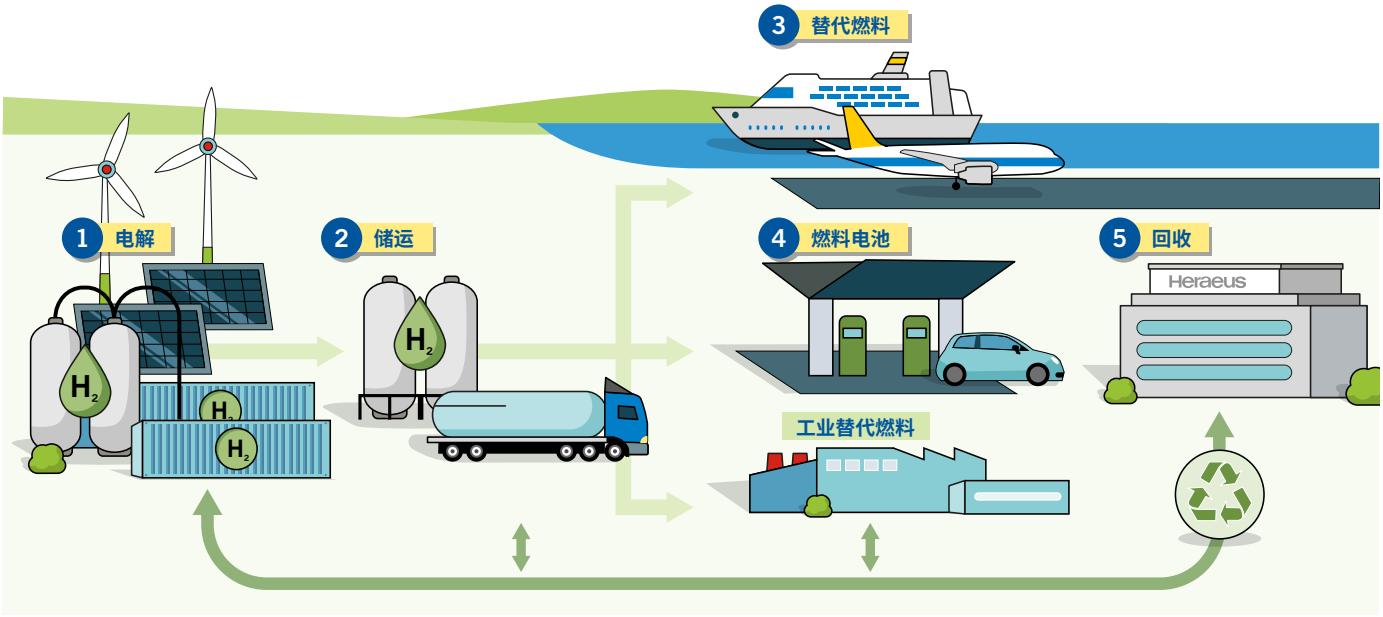
贺利氏贵金属在全球 15 个基地拥有 3000 多名员工，我们为客户提供一系列贵金属产品和服务，这些产品和服务对汽车、化工、半导体、制药、氢能和珠宝等许多行业至关重要。

贺利氏贵金属计划于 2025 年实现碳中和。

从德国哈瑙市的一间小药房，到今天强大的全球业务网络，贺利氏始终秉承一个宗旨：努力改善每一位客户的业务。



# 氢经济
## 贵金属贯穿每个环节



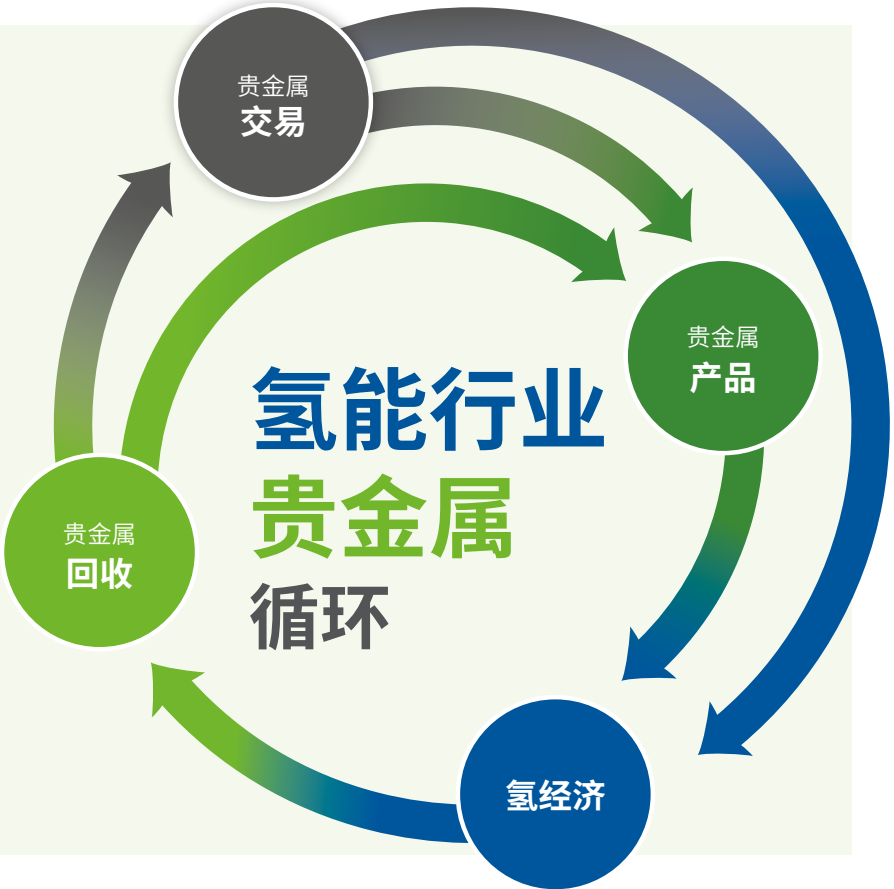

贺利氏以多种方式为氢经济价值链提供支持，涵盖：(1) 电解和纯化、(2) 储运、(3) 工业应用 (如生产替代燃料)、(4) 作为燃料电池能源的交通运输用途、(5) 贵金属回收等等。

## 贺利氏贵金属助力氢经济发展

**交易**
- 可持续的贵金属供应和风险管理
- 遍布全球的交易中心

**产品**
- 水电解制氢和燃料电池催化剂
- 用作前驱体或涂层材料的贵金属盐和溶液
- 用于气体纯化及氢气储运的催化剂

**回收**
- 铂、铱和钌等所有贵金属的回收服务
- 遍布全球的回收基地

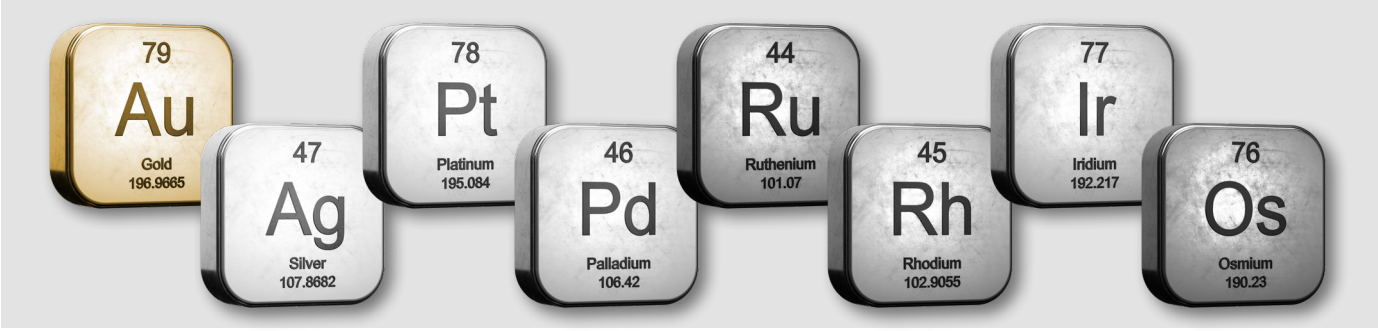


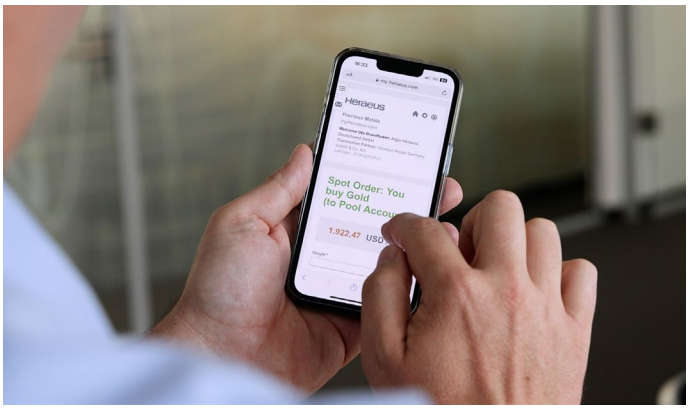
# 贵金属交易
## 业务遍布全球，提供定制化解决方案

贺利氏在全球设有五大交易中心，可随时随地为客户提供所需要的贵金属：

贵金属非常稀有和珍贵，价格波动大，因此贵金属交易需要深厚的专业技术知识。这一点对于快速发展的氢能市场尤为重要，因为市场对关键原材料的需求正日益增长。

- 与矿业公司合作，保障贵金属供应
- 遍及全球的综合交易服务
- 灵活的定价 / 对冲方案和先进的融资模式
- 贵金属账户管理
- 经 LBMA/LPPM 认证的实物贵金属供应商
- 数字化实时访问您的资产





# 贵金属回收与精炼

## Actydon | Loop：循环利用推动氢经济发展

相较于矿产贵金属，再生贵金属的碳足迹可减少高达98%。因此，贵金属回收可显著降低工业生产的碳排放。

此外，贺利氏还开发了一种可持续的环保工艺，将大部分精炼工艺产生的副产物用于水纯化行业，从而大大减少填埋垃圾。

在贵金属回收利用领域，贺利氏是当之无愧的专家。我们的生产基地遍布全球，能够轻松处理各种复杂材料，包括氢经济价值链各个环节中产生的含贵金属废料。

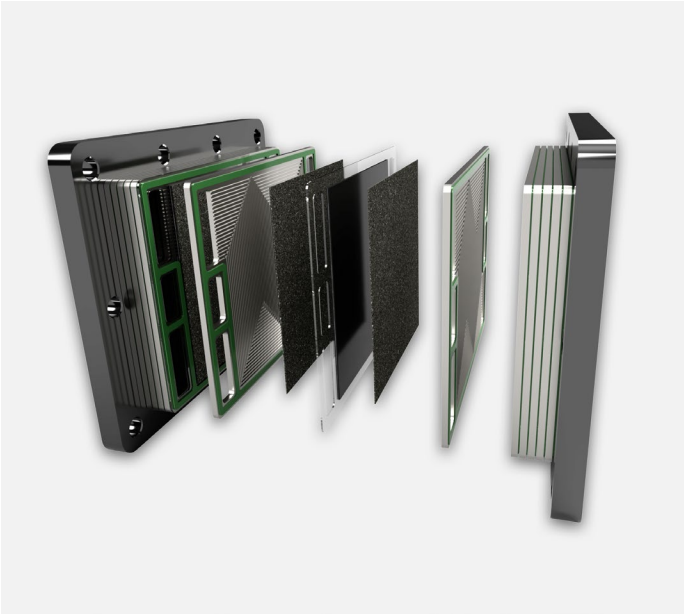
不仅如此，除了最大限度利用贵金属，我们还要充分利用所有的再生原材料。例如，我们可以回收燃料电池和电解槽中使用的珍贵离聚物，并提供拆卸和处理整套电解槽和燃料电池电堆的服务。

### 支持氢经济发展

随着氢经济的快速发展，从生产废料以及各种报废材料中回收铂、铱或钌等重要贵金属的需求会急剧上升。

如今，贺利氏已经开始回收燃料电池和电解槽中的贵金属，通过处理报废材料、生产边角料以及废料（如废弃浆料或 CCM），实现了较高的贵金属回收率。我们的生产过程透明、可审计，欢迎亲自前来或委托第三方代表前来监督。

回收不仅有助于确保贵金属的供应，同时还能保障贵金属投资的安全性，以便用于未来的项目。随着 PEM 电解槽装机容量的提升，达到吉瓦级规模，报废材料量也将大幅增长，贺利氏已经为此做好了准备。



# 氢气制取
## PEM 水电解制氢

在利用不稳定的可再生能源生产绿氢方面，PEM 水电解制氢将发挥举足轻重的作用。同时，经济高效地大规模生产绿氢，将成为影响人类向零排放社会迈进的决定性因素。

贺利氏的水电解制氢催化剂在降低铱用量的同时，提升了效率和性能。我们提供全面的产品组合，包括铱黑、氧化铱以及新型低铱载量解决方案，如负载型催化剂和混合氧化物催化剂。

这些产品在确保电解槽高效运行和扩大电解槽生产规模方面具有以下优势：

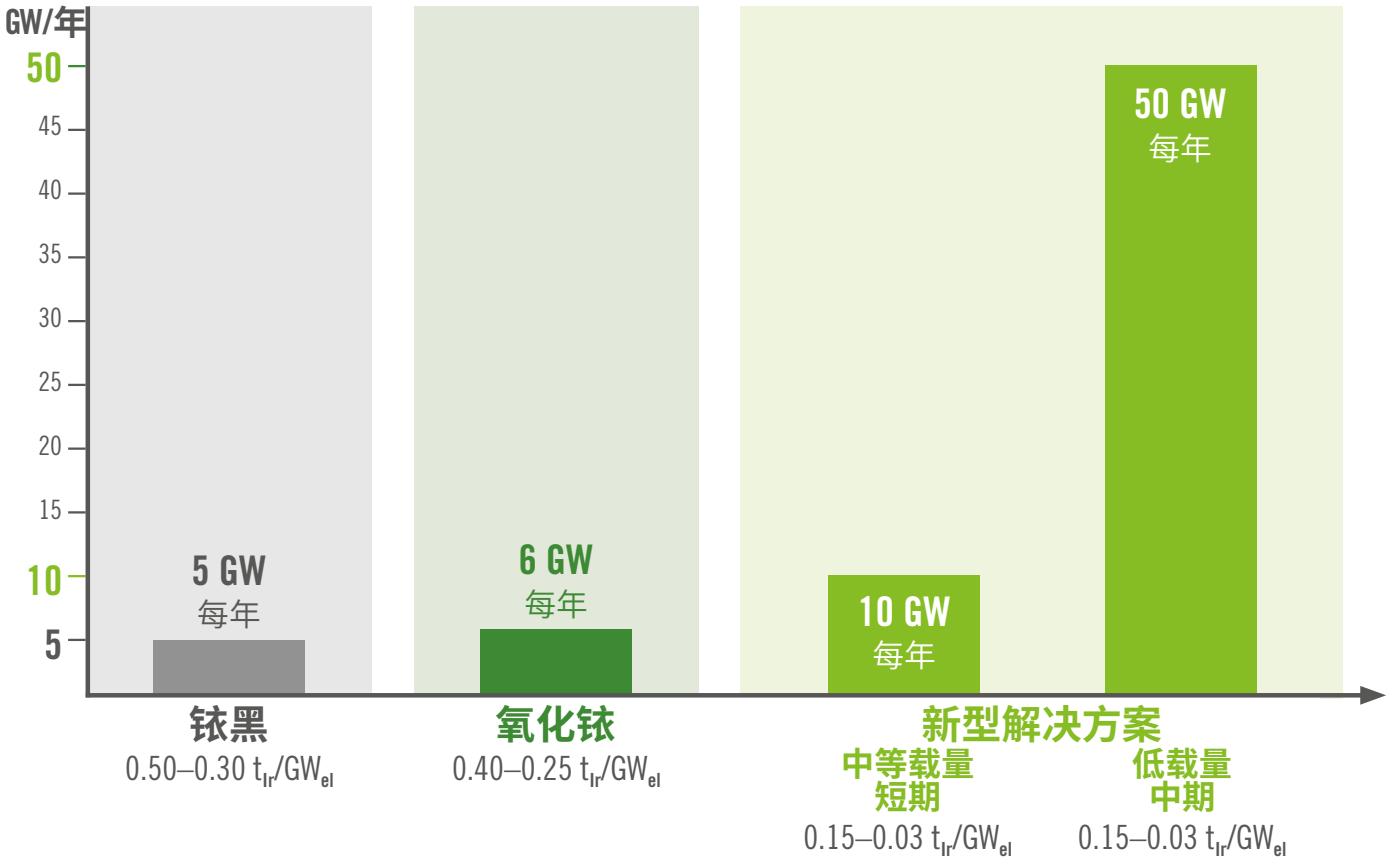
**活性** —— 提供多种催化剂，有效提高性能并降低成本

**稳定性** —— 稳定性带来可靠性，贺利氏催化剂可延长电解槽的使用寿命

**降低铱载量** —— 显著降低贵金属载量，是大规模应用的理想选择

**减少电极面积** —— 节约铱和催化剂材料，大幅减少资本支出

### 每年 1.5 吨铱可实现的新增电解槽装机容量（GW）



# 燃料电池
## 不同贵金属载量的催化剂

燃料电池正变得越来越重要：它利用通过可再生能源制取的绿氢，为移动或固定设施提供电力。PEM 燃料电池技术将在绿氢的应用中发挥重要作用。

我们提供全面的贵金属服务：值得信赖的贵金属专家帮助您制定更可靠的业务计划，实现更高的利润，并使您更加专注于自己的核心业务。

贺利氏的燃料电池催化剂为 PEM 燃料电池提供专用解决方案，以满足阳极和阴极的各种要求：

**活性** —— 铂在不同催化剂中的有效使用可大幅提高性能

**稳定性** —— 稳定性和可靠性出色的催化剂可延长燃料电池的寿命

**抗反极性能** —— 显著降低使用寿命内的损耗，有效保护阳极

## 主要应用领域

随着燃料电池作为电源在各种应用场景中的使用日益普及，市场对燃料电池产能的需求也水涨船高。对于燃料电池厂商而言，想要取得成功，拥有强大的供应链合作伙伴至关重要。

作为一家大型催化剂生产商和贵金属供应商，贺利氏是燃料电池企业未来扩大业务规模的理想合作伙伴。

贺利氏燃料电池催化剂的应用领域非常广泛：

航空　船舶　轨道交通　重型汽车　乘用车　中重型叉车　固定设施

# 电化学催化剂

## 低温 PEM 电解槽和燃料电池以外的应用

除了 PEM 电解槽和燃料电池以外，贵金属在其他技术领域也具有显著优势。在许多应用中，贵金属可大大提高运行效率，延长使用寿命。使用贵金属的原因很简单：它物超所值。

贺利氏还提供用于阴离子交换膜（AEM）水电解槽、直接甲醇燃料电池（DMFC）和高温 PEM 燃料电池的贵金属催化剂，以及用于碱性水电解技术中电极涂层的前驱体。我们拥有丰富的产品组合，可以根据您的特定应用要求量身定制解决方案；我们在提供材料和扩大生产规模方面的出色表现也能让您获益匪浅。

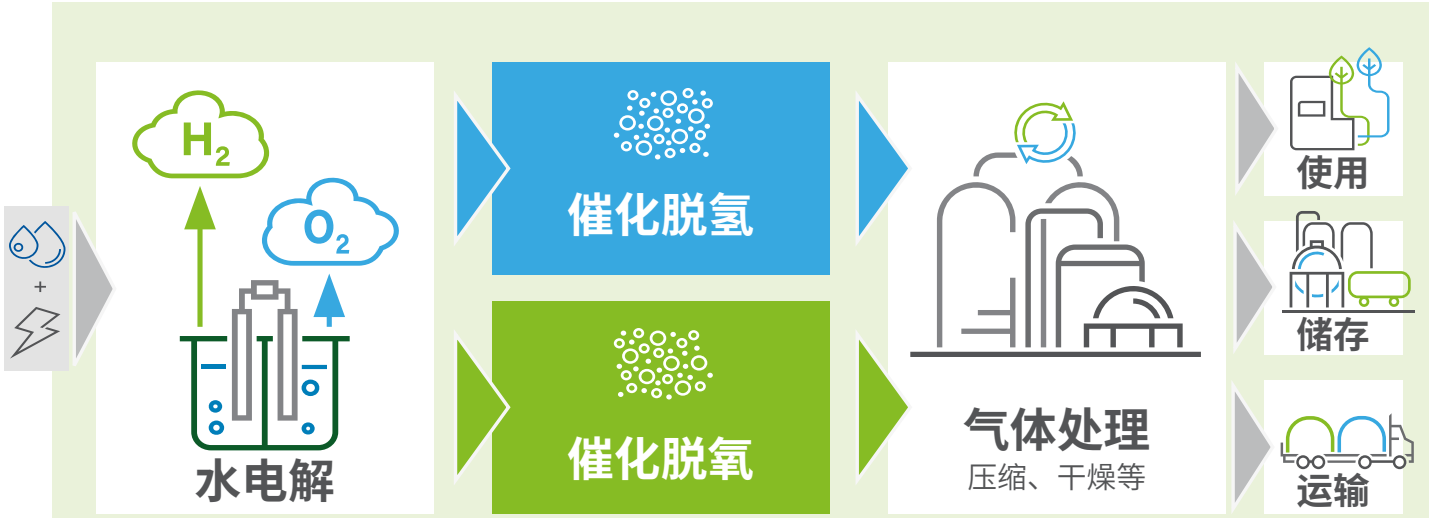
针对固体氧化物燃料电池（SOFC）的运行，贺利氏贵金属与 Hulteberg Chemistry & Engineering AB 联合开发了一套专用产品组合并实现了商业化生产。该产品组合包括：碳氢化合物（预）重整；通过催化部分氧化（Catalytic Partial Oxidation, CPOX）制备合成气（$H_2$/CO）；通过水煤气变换（Water-Gas-Shift, WGS）、优先氧化（Preferential Oxidation, PROX）和选择性甲烷化反应纯化合成气以获得纯氢；尾气燃烧等解决方案。

优化电解槽或燃料电池系统不仅仅关乎催化剂效率。用于双极板或多孔传输层（PTL）等电堆组件涂层的前驱体有助于实现出色的性能和耐用性。此外，所有电堆组件之间的相互作用及其运行工况也会影响电解槽和燃料电池系统的效率。贺利氏可提供用于优化电堆和 BOP 组件的材料解决方案。

# 氢气纯化
## 安全处理、运输和使用气体

虽然水电解技术是制取绿氢的一种有效途径，但电解过程中气体的分离并不完美，会导致 ppm 级的少量气体混入另一种气体，例如氢气中混入氧气杂质，反之亦然。为了安全地处理、运输和使用这些气体，需要去除其中的杂质气体。

数十年来，贺利氏的 HeraPur® 气体纯化催化剂可高效发挥铂族金属的催化特性，在较低温度下将氢中氧转化为水，进而有效地清除氢气中的微量氧。随着新型电解水技术和应用的出现，新一代的高效脱氧和脱氢催化剂应运而生。




无论使用哪种制氢方法，总是需要采用贵金属催化剂来进行氢气纯化。

贺利氏催化剂产品组合可提供高效的解决方案，满足您的纯化要求。气体纯化催化剂可选择不同的活性金属组合与载量，并且能以不同形态供应，以便灵活适配您的纯化系统。

对于水电解之外的其他制氢或制氧工艺产生的其他杂质气体，我们的产品也适用。为了应对上述挑战，贺利氏可以提供久经考验的定制化催化剂解决方案。

# 氢气的储运及释放

## 氨、LOHC、甲烷化和生物制气

氢如果直接储存，无论是压缩还是液化都需要消耗大量能源。随着氢经济的兴起，需要更优质且更易于管理的储氢材料。

### 氨合成

将氢转化为氨是一种出色的储氢方法，可以像天然气一样以液态形式储存在约 8bar 的压力容器中。氨一般采用 Haber-Bosch 工艺生产：氢气与氮气在高能耗催化作用下反应生成氨。使用新型钌基催化剂，即使是小规模、分散式氨合成也可行，且能耗更低。

### 尾气减排

作为一种可以直接燃烧的能源，氨还有一大优势，即只需要利用现有的基础设施。如果那样的话，就必须使用气体纯化催化剂或减排催化剂将 $N_2O$ 等有害排放物从尾气中清除。

### 氨裂解

通过“ 氨裂解 ”或“ 氨分解 ”，可从氨中释放氢气，用于工业流程或燃料电池发电。钌基催化剂在低温下仍然具有高活性。此外，它们不仅稳定，而且不易中毒，因而能够承受不断变化的运行工况。

### 氢蒸气排放处理

针对氢的释放和应用，贺利氏还提供催化剂来控制氢蒸气的排放。

### 甲烷化

如果我们顺其自然，氢也可以直接与二氧化碳结合，也就是所谓的光合作用原理，最终也是为我们提供化石原料。这些化学物质，即甲烷，也可以被合成。在“ 电转气 ”技术中，制得的氢气通过 Sabatier 反应与二氧化碳合成甲烷和水。由于这种合成天然气可以使用现有的天然气管网，因此它是一种颇有前景的氢储运方案。

### 生物制气

此外，通过生物制气工艺可得到高纯生物甲烷。

### LOHC

有机液态储氢材料（LOHC）可以在常温常压下储运，跟汽油或柴油特别像。无论是向 LOHC 中加氢还是脱氢以释放氢气，都需要催化剂。这些应用中的非均相催化剂通常基于铂、钌或钯，并与氧化铝或活性炭等催化剂载体相结合。贺利氏针对不同的 LOHC 分子与工艺定制相应的催化剂，以实现最佳性能。

# 贵金属催化剂与氢经济

可再生能源

氢气制取

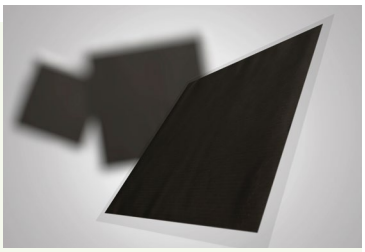
氢气储运

储氢材料

应用

贺利氏产品与服务

## 贵金属催化剂与前驱体

| … 水电解 | … 氢气储运 | … 氢能的利用 |
|---|---|---|
| | |  |
| Pt 铂 Ir 铱 Ru 钌 | Pt 铂 Pd 钯 Ru 钌 | Pt 铂 Pd 钯 Ir 铱 Rh 铑 Ru 钌 |
| ▪ **水电解制氢**催化剂：制取氢气和氧气<br>▪ **氢气纯化**用脱氧催化剂<br>▪ **氧气纯化**用脱氢催化剂 | ▪ **绿氨**：氨燃料的合成、氧化、裂解和减排<br>▪ **绿色甲醇**：碳捕集与利用(CCU)<br>▪ **合成天然气**：二氧化碳甲烷化<br>▪ **LOHC**：加氢和脱氢 | ▪ PEM 燃料电池**催化剂**<br>▪ **组件电镀液**<br>▪ **气体纯化催化剂**(WGS、PROX等)<br>▪ SOFC **重整**催化剂和涂层<br>▪ **气体传感器**催化剂<br>▪ **废气燃烧**催化剂<br>▪ …… |

贵金属管理

贵金属回收

我们承诺以负责任的态度和方式挖掘贵金属的潜力，以**“于我们弥足珍贵”(precious to us)**的宣言自我鞭策，积极承担责任，践行承诺。

保留所有权利。2024年4月。

**贺利氏贵金属技术（中国）有限公司**

江苏省南京化学工业园区赵桥河南路 139 号
电话：021-33575512
Patrick.cui@heraeus.com

herae.us/hydrogen-systems