Powerstone
Electrode Technologies

Drive the Future of Electrochemistry

驱 动 电 化 学 未 来

力炻电极技术(杭州)有限公司

Powerstone Electrode Technologies (Hangzhou) Co., Ltd.

企业总部 Corporate Headquarters

杭州市萧山区阳城路30号空港硅谷产业园

Airport Silcon Valley, No.30, Yangcheng Road Xiaoshan District Hangzhou, China 311227

营销中心 Sales & Marketing Centre

苏州工业园区苏州大道东265号现代传媒广场22楼

22F, Modern Media Plaza, No. 265, East Suzhou Avenue Suzhou Industrial Park, Suzhou, China 215000

+86 571 82196688

sales@powerstonetech.com

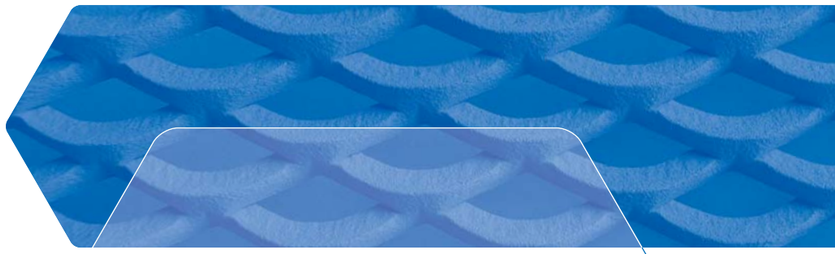
www.powerstonetech.com

微信公众号

Powerstone
Electrode Technologies
力炻电极技术

不溶性催化电极材料

电化学水处理解决方案



电解制氯
Electro-Chlorination

电渗析
Electrodialysis

其他应用
Other Applications

- 电催化高级氧化
- 电化学除垢
- 阴极保护



www.powerstonetech.com

关于力炻
About Powerstone

力炻电极技术（Powerstone Electrode Technologies）总部位于国家级杭州临空经济示范区,并在苏州工业园区设立有营销中心。力炻电极专注于不溶性催化电极材料的研发、制造和应用支持，为高端金属电沉积、电化学水处理、可再生能源电解水制氢以及其他电化学应用领域提供定制化的解决方案。

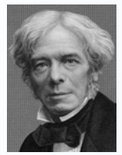
力炻电极的创业团队具有海外背景，拥有自主开发的先进电极技术和丰富的管理及市场经验。力炻电极以推动中国电化学工业技术发展为己任，致力成为全球高端不溶性催化电极材料的制造商和电化学应用技术及市场的领导者。

Drive the Future of Electrochemistry

驱 动 电 化 学 未 来



电极与电化学
Electrodes and Electrochemistry



迈克尔·法拉第
Michael Faraday （1791-1867）

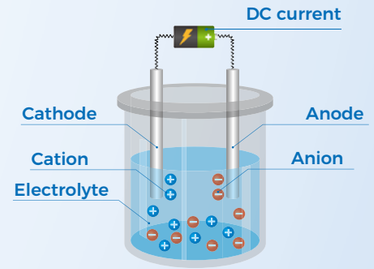
英国物理学家、化学家。法拉第在1833年发现的法拉第电解定律是电化学领域最早的定量基本定律，揭示了通入的电量和析出的物质之间的定量关系。同时，法拉第还为电化学创造了一系列的术语，如电解质、电极、阳极、阴极、阴阳离子等。



亨利·比尔 博士
Dr. Henri Beer （1909-1994）

荷兰企业家，钛基不溶性电极的发明者。比尔博士首先在1957年发明了钛基电镀白金阳极。1965和1967年比尔博士又相继发明了Beer1和Beer2钌系混合金属氧化物电极，并率先在氯碱工业取得了成功应用，从而极大推动了氯碱行业的技术变革。1986年，Henri Beer 被荷兰的Eindhoven大学授予了名誉博士学位，以表彰他在电化学领域做出的杰出贡献。

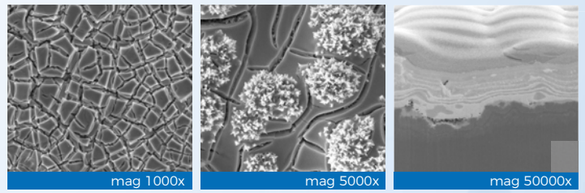
电极是电化学系统或装置中的核心部件。电极在电解反应中，不但起到导电的作用，而且也是电解反应的界面和反应过程中的催化剂，电极性能会直接影响到电化学反应的效率甚至反应的可能性。



电解原理示意图
Schematic Diagram of Electrolysis Principle

1957年，Henri Beer 博士发明了钛基贵金属电极，给电解过程及其相关行业的发展带来了革命性的突破。钛电极又称为不溶性电极，基材采用阀性金属，在其上根据特定配方涂敷铂族贵金属溶液（铂、铱、钌等），再经过高温烧制形成电催化涂层。不溶性电极不仅具有尺寸稳定的特性，而且具有较低的析氧/析氯/析氢过电位，从而使得电解槽压能够大幅下降，降低能耗。

钛电极的发明被视为是20世纪电化学领域最伟大的发明之一，尤其是Henri Beer 所发现的贵金属氧化物电极的电催化特性，更是彻底颠覆了人们对于金属氧化物的传统认知，从而促进了众多高端电解过程的开发和进步。



扫描电子显微镜（SEM）拍摄的催化涂层
Scanning Electron Microscope (SEM) images of catalytic coatings

$$\int_0^t Idt = nzF$$

$$\eta = a + b\log j$$

$$\varphi_e = \varphi^{\ominus} + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_{ox}}{a_{red}}$$

产品应用
Product Application

不溶性电极已经广泛应用于各类工业电解装置和电化学系统中。在应用条件苛刻的高端电解制程中，电极的催化涂层设计和客户端的运行环境及设备结构密切相关，需要量身定制才能确保性能表现和使用寿命。同时，客户需要的不仅是电极产品本身，而且更需要在应用过程中的专业技术支持。力炻电极拥有行业顶尖的专业团队以及业内一流的电极研发检测仪器和智能化生产设施，为客户提供电极产品从售前定制设计到售后应用技术支持的**全生命周期解决方案**。



力炻电极专注于不溶性催化电极技术在以下场景的应用:

高端金属电沉积 | High-end Metal Electrodeposition

高端金属电镀制程中，普遍会使用昂贵的电镀有机添加剂。而在酸性介质环境下，阳极端会发生析氧反应，从而导致添加剂耗量上升。因此，电极涂层的设计必须在考虑放电均匀性和导电寿命的同时，最大限度地减少添加剂的消耗，以降低综合拥有成本(Total Cost of Ownership)。

电化学水处理 | Electrochemical Water Treatment

电解盐水/海水、电渗析、电化学除垢等制程相关业务和技术支持。

通过电解盐水/海水，产生的广谱消毒剂次氯酸钠，可以有效杀灭细菌和抑制水体生物污损。该技术已经广泛应用于泳池消毒、自来水消毒、滨海电厂循环水生物防污以及船舶压载水处理等诸多领域。

可再生能源电解水制氢 | Water Electrolysis for Green Hydrogen Production

可再生能源电解水制氢（绿氢）相关业务和技术支持。

利用可再生能源（风能、太阳能等）进行电解水制氢是实现双碳目标的关键路径之一。这一技术因为利用无碳能源制取氢气，真正做到了从源头脱碳，制取的氢气被誉为“绿氢”。电解水制氢技术主要分为碱性水电解AWE和质子交换膜PEM水电解两种。无论采用何种技术路线，电极都是电解槽中的核心部件。

其他应用领域 | Other Applications

不溶性催化电极材料还被广泛应用于阴极保护、电解有机合成、电解冶金等诸多电化学系统与装置中。随着电化学技术的发展，电极应用领域与相关技术也将不断延伸拓展。



电化学水处理
Electrochemical Water Treatment

随着排水标准的日益严格，水处理技术正逐渐往“精准化、无污染、更彻底”方向发展。电化学水处理技术，是一种利用电化学原理来净化和处理水的技术。其作为一种高效、环保、经济的水处理方法，广泛应用于工业水处理、饮用水净化和废水处理等领域，如电解制氯消毒、电渗析（物料分离、高盐废水浓缩）、电催化高级氧化、电化学除垢等。

不溶性电极作为电化学水处理的核心部件，对于设备系统运行的稳定性、处理效率、能耗及使用寿命等具有决定性的影响，需要评估电极的过电位、催化活性、电化学稳定性、电极结构设计和寿命设计等。力炻电极凭借深厚的技术积累，可根据客户端的使用条件，提供量身定制的电极产品及解决方案，助力客户实现水资源的可持续利用与环境保护的双赢。



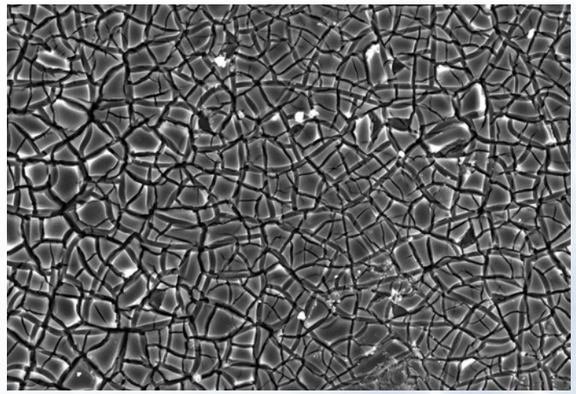
Powerstone
Electrode Technologies

力炻电极可提供以下产品及服务：

- **电极的涂层类型多样化，包括混合贵金属氧化物MMO电极和铂金电极等**
- **电极基材可选择板状、网状、管状、丝状等**
- **针对不同使用条件，如料液类型、电流密度、是否倒极、使用寿命等，提供定制化涂层**
- **根据设备结构，进行电极结构的设计和选型**
- **电极性能评估及失效电极分析**
- **提供产品全生命周期的解决方案**

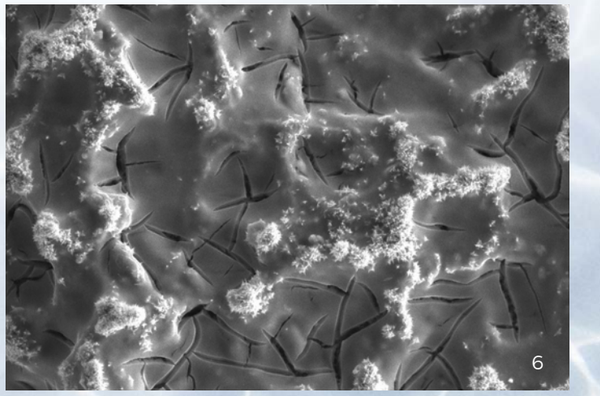
析氯电极
Chlorine Evolution Reaction

Anode：$2Cl^- - 2e^- \rightarrow Cl_2$



析氧电极
Oxygen Evolution Reaction

Anode：$2H_2O-4e^- \rightarrow 4H^+ + O_2\uparrow$



Powerstone
Electrode Technologies

电解制氯
Electro-chlorination

电解制氯技术是通过电解含氯离子的水溶液（如海水、食盐水等），在阳极端水溶液中的氯离子被氧化生成有效氯（包括ClO^-、HClO、Cl_2）的过程。该技术具有工艺简单、原料丰富、无污染等优点，生成的有效氯具有强氧化性，广泛应用于饮用水消毒、工业冷却水防污、船舶与海洋工程、公共环境消毒、泳池消毒等领域。随着市场需求增长、技术创新推动、应用领域的拓展，电解制氯技术将在保障水安全、促进环境保护和推动可持续发展等方面发挥更加重要的作用。





盐水电解

次氯酸钠发生器

- 电解液：2%~3%氯化钠溶液
- 电流密度：800~1500A/m^2
- 产品特性：性能稳定，使用寿命5年；特殊阴极涂层，保证有效氯浓度
- 应用市场：市政水消毒、公共环境消毒等

次氯酸发生器

- 电解液：3%~6%稀盐酸溶液
- 电流密度：800~1000A/m^2
- 产品特性：阴阳极板不同涂层设计；酸性环境下寿命稳定
- 应用市场：学校、医院及重点场所杀菌消毒

泳池盐氯器

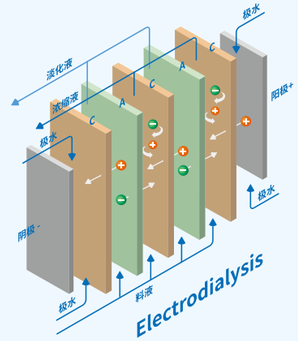
- 电解液：3000~6000ppm 氯化钠溶液
- 电流密度：300~400A/m^2
- 产品特性：电极倒极进行自清洁，且拥有稳定的寿命；根据不同使用寿命需求可定制涂层
- 应用市场：泳池消毒

海水电解

- 电解液：天然海水
- 产品特性：特殊涂层可应对海水的水质及水温波动
- 应用市场：海水、冷却水防污，船舶压载水处理等

电渗析
Electrodialysis

电渗析是一种利用离子交换膜的选择透过性，在直流电场作用下，使溶液中的阴、阳离子发生定向迁移。阳离子能够透过阳离子交换膜而阴离子被阻挡，同时阴离子能够透过阴离子交换膜而阳离子被阻隔，实现溶液中离子分离、溶液的浓缩或淡化的膜分离技术。



工业废水零排放

- 实现物料分离和高盐废水浓缩
- 适应不同料液体系（NaCl、Na_2SO_4和NaOH）
- 特殊涂层设计，电极受料液体系中COD和F^-等杂质干扰少
- 电极适用于倒极的工况条件



盐湖提锂

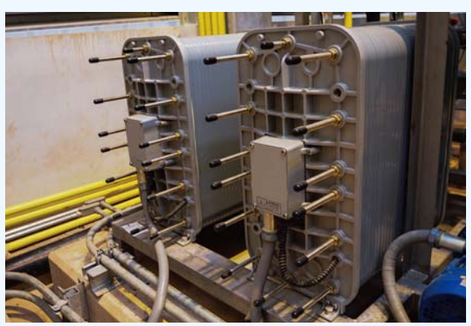
- 可根据青海、西藏等不同地域的卤水进行特殊涂层设计
- 电极适用于大电流、倒极的工况条件
- 电极适用于碱性料液的使用环境



电去离子（EDI）

EDI是一种将电渗析和离子交换树脂相结合的纯水制造技术，广泛用于半导体制造、电厂锅炉补给水、实验室纯水系统、药品生产等。在EDI系统中，离子交换树脂用于捕获水中的离子，在直流电场作用下，树脂中的离子会向相反电荷的电极方向迁移（阳离子通过阳离子膜，阴离子通过阴离子膜），从而完成水的深度除盐。和电渗析不同的是，由于离子被持续地从树脂中移除，树脂得以保持其离子交换能力，无需使用酸、碱进行化学再生。

- 可提供MMO电极和铂金电极
- 电极性能稳定，使用寿命可达5年以上



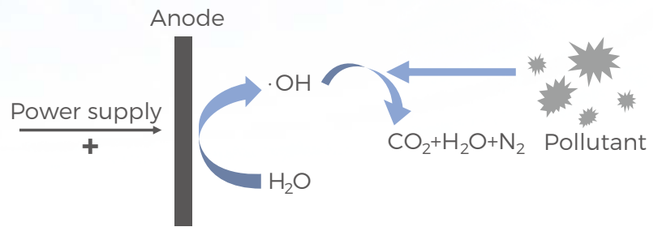
其他水处理应用
Other Applications

电催化高级氧化

电催化高级氧化是一种基于电化学反应的催化氧化技术。通过电极材料的催化作用，产生强氧化性物质（如羟基自由基·OH、臭氧O_3、过氧化氢H_2O_2等），这些物质能够与水体中的污染物发生快速且高效的反应，从而实现污染物的降解，达到净化水质的目的。

应用领域：

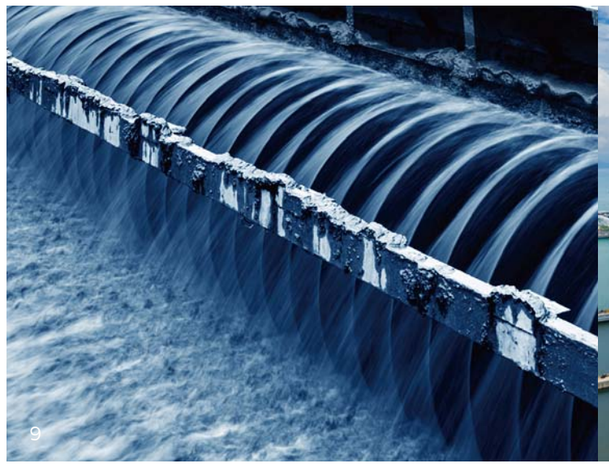
- 电镀废水深度处理
- 反渗透浓水氧化降解COD
- 农村生活污水处理除氨氮
- 垃圾渗滤液除色除臭
- 生化阶段预处理提高B/C比



电化学除垢

结垢现象普遍存在于循环冷却水系统，会造成循环水换热能效下降和能耗的增加。电化学除垢是指，在直流电场作用下，阴极发生析氢反应，阴极附近产生大量氢氧根，形成强碱环境，能够以水垢沉积的方式去除循环水中的Ca^{2+}、Mg^{2+}等离子，控制碱度。同时，由于在阳极端主要发生析氧反应（氯离子含量较高时，也会发生析氯反应），能产生大量的强氧化性活性物质（如羟基自由基·OH、臭氧O_3、过氧化氢H_2O_2等），对微生物及藻类也有较好的杀灭及抑制作用。

为了防止阴极结垢，可以给阴阳极接反向电流，通过改变电极的极性，使阴极上的垢层溶解或脱落。力炻电极提供的MMO电极，不仅能够保证稳定的使用寿命，还能适应电极倒极的工况条件。





Powerstone
Electrode Technologies

外加电流阴极保护

阴极保护是一种防止金属因电化学腐蚀而损坏的技术，主要通过两种方式：第一种是牺牲阳极保护，即通过将一种电位更负的金属（牺牲阳极）与需要保护的金属结构相连，利用牺牲阳极的腐蚀来保护主要结构金属；第二种是外加电流阴极保护，指通过辅助阳极和直流电源，向被腐蚀金属结构物表面施加一个外加电流，使其阴极极化，金属表面的腐蚀电位向更负的方向移动，使金属整体处于电子过剩的状态，从而抑制或避免腐蚀的发生。该技术广泛应用于各种需要防止金属腐蚀的场景中，如油气管道、船舶、桥梁、电热水器内胆保护等。

外加电流阴极保护作为一种重要的电化学防腐蚀技术，辅助阳极的选择至关重要。

力炻电极设计的阳极具有以下优势：

- 可提供铂金阳极或MMO阳极
- 耐腐蚀性好，具有一定的机械强度
- 良好的导电性，能承载较高电流密度
- 性能稳定，使用寿命长

