

铂炭催化剂浆料均一性的一体化解决方案

编辑:Jessie Date: 2023.2

均一性与稳定性控制

PEMFC（Proton Exchange Membrane Fuel Cells质子交换膜型燃料电池）在全球氢燃料电池中占有重要地位，超过80%的市场份额由此贡献。PEMFC主要由膜电极组件（Membrane Electrode Assembly, MEA）和双极板（Bipolar Plate, BPP）组成，MEA是质子交换膜燃料电池的最核心组件，其主要构成是质子交换膜（Proton Exchange Membrane, PEM），催化剂层（Catalyst Layer, CL）、气体扩散层（Gas Diffusion Layer, GDL）其中，处于“心脏”地位的是催化剂，也称为“催化剂墨水”，占据45%以上的成本。

PEMFC催化剂在工艺生产中，主要经历石墨化载体制备、铂基催化剂制备、催化剂浆料制备和催化剂浆料涂覆四个步骤。活性炭作为铂炭催化剂的载体，其孔径大小与孔径数量影响着铂粒子的分布与催化剂的催化效率。在铂炭催化剂制备时，除了需要控制铂纳米颗粒粒径在3-5nm、粒径分布窄、在炭上分散均匀外，还需对铂炭催化剂整体粒径与粒径分布进行控制和分析。催化剂层由催化剂浆料经过涂覆工艺形成，催化剂浆料的均一性和分散性将直接影响催化剂层的均匀性。

PEMFC催化剂生产流程概述

PEMFC催化剂在工艺生产中，主要经历石墨化载体制备、铂基催化剂制备、催化剂浆料制备和催化剂浆料涂覆四个步骤。高压微射流均质机均质分散催化剂浆料后经过过滤通过PSS的Nicomp粒度分析仪测试平均粒径、AccuSizer颗粒计数器测试过大颗粒浓度、Lum稳定性分析仪快速筛选催化剂浆料配方稳定性。

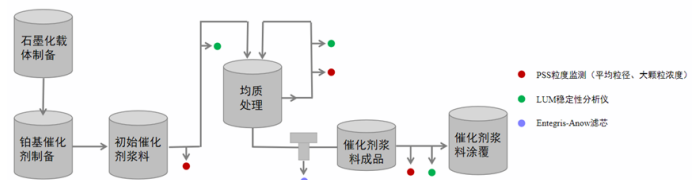



图1 铂炭催化剂浆料均一性解决方案图示



奥法美嘉平台提供整套的铂炭催化剂浆料均一性与稳定性解决方案，可用于快速评估、优化铂炭催化剂浆料的配方和工艺：高压微射流均质机对铂炭催化剂进行分散均质处理、Nicomp 粒度分析仪分析平均粒径、AccuSizer 颗粒计数器分析大粒子浓度，Lum 稳定性分析仪快速分析铂炭催化剂浆料稳定性，Entegris-ANOW 滤芯过滤杂质及大颗粒。

铂炭催化剂浆料粒度控制

铂炭催化剂是MEA的关键材料之一，可以显著降低化学反应的活化能。其活性直接影响到电池的性能。铂炭催化剂的粒径大小、粒径分布、均一性等因素对铂炭催化剂性能以及后续工艺起着重要作用。在对铂炭催化剂浆料进行考察时，主要评估其平均粒径大小，大颗粒浓度、稳定性等指标。

高压微射流均质机

PSI-20高压微射流均质机（小试兼中试型）采用固定结构的均质腔，通过电液传动的增压器使物料在高压作用下以极大的速度流经交互容腔的微管通道，物料流在此过程中受到**高剪切力、高碰撞力、空穴效应**等物理作用，使得平均粒径降低、体系均一稳定，由此获得理想的均质、分散或乳化结果。



图2 PSI-20 高压微射流均质机

- 最高2069 bar的均质压力，最高处理量20L/h（PSI-20）
- 采用特殊设计Y型腔，去除尾端大颗粒效果佳，**物料的混合更均一，处理效率高。**
- 屏显界面，数据可溯源：支持数据导出设定压力及实时压力、监测点温度、实时流量、时间等。
- 配置K型热电偶：可用于实施监测料液温度。
- 低噪音：运行音量低于70分贝，工作环境友好型。

平均粒径检测

催化剂浆料的粒径对其催化活性影响较大，降低催化剂的颗粒大小能有效地提高催化剂的催化活性，但催化剂颗粒在未经分散时容易产生大团聚物，催化剂颗粒大小增加，比表面积减小，催化活性减小。适当的分散能增加催化剂的活性，进而影响MEA的性能。

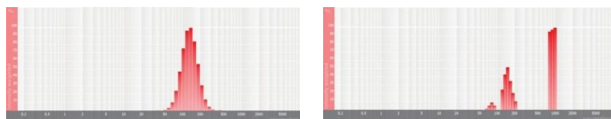
Nicomp纳米激光粒度仪系列

Nicomp系列纳米激光粒度仪采用动态光散射原理检测分析样品的粒度分布，基于多普勒电泳光散射原理检测ZETA电位。

- 粒径检测范围0.3nm-10 μ m，ZETA电位检测范围为 \pm 500mV
- 搭载Nicomp多峰算法，可以实时切换成**多峰分布观察各部分的粒径**。
- 高分辨率的纳米检测，Nicomp纳米激光粒度仪**对于小于10nm的粒子仍然现实较好的分辨率和准确度**。



图3 Nicomp N3000系列



高斯粒径分布图

Nicomp多峰粒径分布图

尾端大粒子浓度检测

CL（催化剂层）一直面临着阴极氧还原反应(ORR)反应动力学缓慢以及质量传输过电位过高的问题，造成这些问题的一个重要原因就是CL上**催化剂团聚体中离聚物对Pt的覆盖**，离聚物覆盖在Pt会减少催化活性位点造成 ORR活性损失，而Pt表面高密度过厚离聚物层会导致质量传输过电位增加。**对催化剂进行团聚体（尾端大粒子）监控，可筛选并优化催化剂浆料配方，提高催化剂的活性。**

AccuSizer颗粒计数器系列

AccuSizer系列在检测液体中颗粒数量的同时精确检测颗粒的粒度及粒度分布，通过搭配不同传感器、进样器，适配不同的样本的测试需求，能快速而准确地测量颗粒粒径以及颗粒数量/浓度。

- 检测范围为0.5 μm -400 μm （可将下限拓展0.15 μm ）。
- 0.01 μm 的超高分辨率，AccuSizer系列具有**1024个数据通道**，能反映复杂样品的细微差异，为研发及品控保驾护航。
- **灵敏度高达10PPT级别**，即使只有微量的颗粒通过传感器，也可以精准检测出来。



图4 AccuSizer A7000系列

稳定性分析检测

分散的铂炭催化剂会随着时间的变化发生再聚集，分散的浆料需尽快进行下一工序形成催化基层，连续分散过程可以与催化剂浆料的涂布过程同步，允许在分散后立即使用催化剂浆料连续生产催化剂层。虽说在实际生产中连续生产可以解决部分问题，但是体系稳定的浆料可以大大降低工艺难度。

LUM稳定性分析仪

LumiFuge稳定性分析仪可以直接测量整个样品的分散体的稳定性，检测和区分各种不稳定现象，如上浮、絮凝、聚集、聚结、沉降等，通过测量结果可用来开发新的配方和优化现有的配方及工艺。

- 快速、直接测试稳定性，无需稀释，温度范围宽广
- 可同时测8个样品，测量及辨别不同的不稳定现象及不稳定性指数。
- 加速离心，最高等效2300倍重力加速度。



图5 LUM稳定性分析仪

过滤

在铂炭催化剂制备过程中，过滤可有效去除浆料中的尾端大颗粒和其他杂质，过滤后的浆料相较于未过滤之前稳定性更好，可为后续催化剂浆料涂覆工艺提供更好的原料。过滤时使用不同的膜将会影响物理拦截，吸附拦截等效果，需根据不同的工艺选择能相容该产品的滤芯。

Entegris滤芯

Entegris-Anow是一家高分子微孔膜过滤企业，专业从事MCE、Nylon、PES、PVDF、PTFE等（膜孔径为 $0.03\mu\text{m}$ ~ $10\mu\text{m}$ ）微孔膜的研发及生产，具有二十多年服务与医药客户经验，并为全球生物制药、医疗器械、食品饮料、实验室分析、微电子及工业等领域的客户提供过滤、分离和净化解决方案。

Entegris与Anow的结合，引入Entegris质量管理体系，每一支滤芯都经过严格检查，此外，新建成的CTC验证中心，为全球客户提供专业的验证服务。



图7 Entegris 滤芯



上海奥法美嘉科技有限公司

上海市 闵行区 浦江镇 浦江高科技园区
新骏环路 588 号 23 幢 402 室

Customer Service
Tel: 400-829-3090
Email: info@Alpharmaca.com



官方公众号



官方服务号