

NGI官微

恩智 (上海) 测控技术有限公司

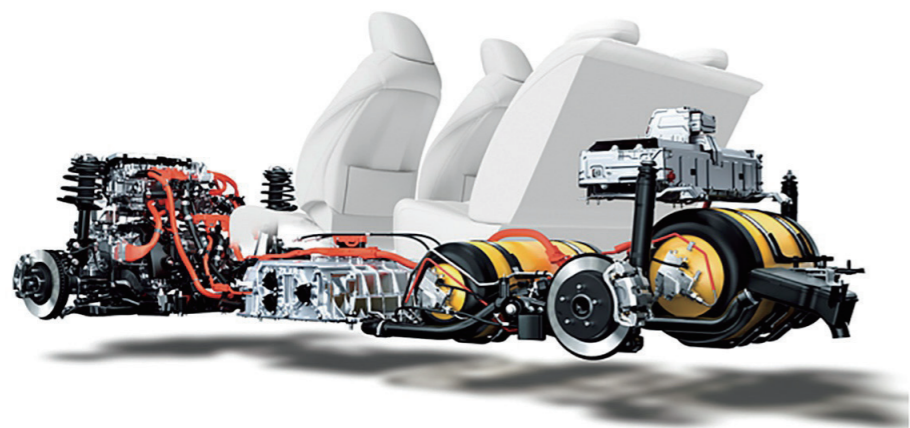
服务热线: 400-966-2339

邮箱: sales@ngitech.cn

网址: www.ngitech.cn

# 燃料电池测试解决方案

电子电路与测控技术方案提供商



## 目录

燃料电池单片及电堆测试 .....	03
燃料电池巡检模块 (CVM) 测试 .....	07
燃料电池DC-DC转换器测试 .....	08
氢气循环泵及空压机测试 .....	09
燃料电池发动机系统测试 .....	10
NGI燃料电池整体测试解决方案 .....	11
附录: 快速选型表 .....	12

## 引言:

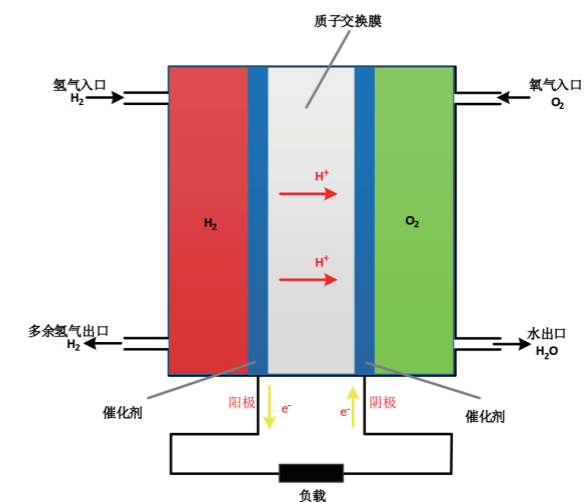
燃料电池是一种把燃料所具有的化学能直接转换成电能的化学装置, 又称电化学发电机。由于燃料电池不受卡诺循环效应的限制, 可以通过电化学反应把燃料化学能中的吉布斯自由能部分转换成电能, 且以燃料和氧气作为原料, 没有机械传动部件, 因而具有燃料能量转化率高、噪音低以及零排放等优点。在世界环境问题不断严峻的今天, 从节约能源和保护生态环境的角度出发, 燃料电池是最有发展前途的发电技术。近年来燃料电池在载人航天、水下潜艇、分布式电站、轨道交通获得广泛应用, 一直受到了各国政府和企业的高度关注。NGI基于多年测试测量仪器技术研发实力及燃料电池行业应用经验, 开发出一系列针对燃料电池测试专用仪器并广泛应用于各燃料电池测试场景。

### 测试对象

- 燃料电池单体
- 燃料电池电堆
- 巡检模块 (CVM)
- DC-DC 转换器
- 氢气循环泵
- 空气压缩机
- 燃料电池发动机系统

### 测试项目

- 燃料电池放电测试
- 燃料电池电压巡检
- 燃料电池在线阻抗分析
- DC-DC转换器测试
- 氢气循环泵及空压机直流电源供应
- 燃料电池单片电压模拟



▲ 燃料电池工作原理图

### 推荐测试仪器

#### 电池模拟器

N8336系列超高精度多通道电池模拟器

N83624系列高精度多通道电池模拟器

#### 直流电源

N3300系列大功率可编程直流电源

N3600系列宽范围直流电源

#### 直流电子负载

N62400系列超低电压大电流直流电子负载

NW6900系列水冷式大功率直流电子负载

N6900系列分布式大功率直流电子负载

N52000系列回馈式直流电子负载

#### 阻抗分析仪

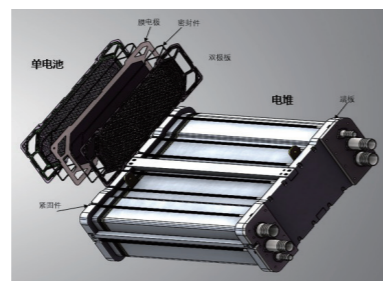
N2100系列在线式燃料电池专用阻抗测试仪

#### 电压快速巡检仪

N1200系列燃料电池电压快速巡检仪

## 燃料电池电堆及单片测试

燃料电池有许多种类，质子交换膜燃料电池较为常见，与一般电池一样，燃料电池单电池是由阴极、阳极和电解质构成。将多个单体电池双极板与膜电极以串联方式层叠组合，各单体之间嵌入密封件，经前、后端板压紧后用螺杆紧固拴牢，即构成燃料电池电堆。燃料电池电堆是发生电化学反应的场所，也是燃料电池动力系统核心部分。电堆工作时，氢气和氧气分别由进口引入，经电堆气体主通道分配至各单电池的双极板，经双极板导流均匀分配至电极，通过电极支撑体与催化剂接触进行电化学反应，并产生电流。



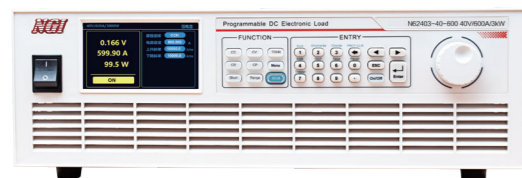
### 燃料电池单片放电测试

推荐测试仪器	特点与优势
N62400系列超低电压大电流直流电子负载	单机0.2V@600A，带载时最低可操作电压低至0.1V

备注：产品选型详见附件

#### N62400系列超低电压大电流直流电子负载

N62400针对燃料电池40V以下单片及电堆进行测试，具备在超低电压下拉载大电流的能力，以N62406-40-1200为例，在电压0.1V的情况下可以拉载600A电流，在电压0.2V的情况下可以拉载1200A电流，支持定制更大规格型号。



▲ N62400系列超低电压大电流电子负载



▲ N62400显示界面图

#### N62400系列产品特点

- 电压范围：0~40V
- 电流范围：200~1200A
- 功率范围：1kW~6kW
- 最小可操作电压0.1V@600A、0.2V@1200A
- 可编程序列测试功能
- 模拟编程接口、电流监控接口、远程触发功能
- 通讯支持：LAN/RS232

## 燃料电池电堆放电测试

推荐测试仪器	特点与优势
NW6900系列水冷式大功率直流电子负载	单机3U/12kW，水冷式散热，支持主/从并联
N6900系列分布式大功率直流电子负载	500kW/1200V/5000A，功率模块灵活拓展
N52000系列回馈式直流电子负载	180kW/1000V/800A，回收效率93%以上

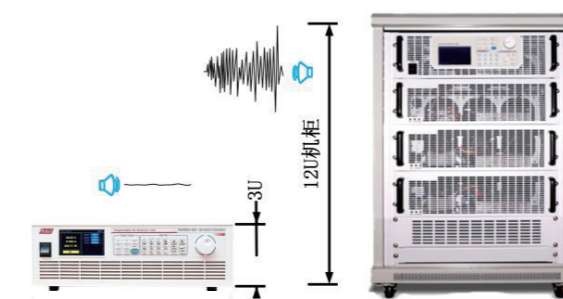
备注：产品选型详见附件

#### NW6900系列水冷式大功率直流电子负载

NW6900系列可编程直流电子负载是NGI全力打造的国内首款水冷式电子负载，拥有多项发明专利。针对安装空间、环境温度、噪音、稳定性等方面对电子负载提出的更高要求，NGI基于多年电子负载开发经验全新推出NW6900系列水冷式电子负载。水冷式电子负载具有功率密度更高、对温度和环境的影响小、噪声低、稳定性高、故障率低等优点，是燃料电池电堆测试应用场景首选。



▲ NW6900系列水冷式直流电子负载



▲ 与同等功率风冷式负载对比

#### NW6900系列产品特点

- 电压范围：0-1000V
- 电流范围：0-2000A
- 功率范围：0-1000kW
- 电压基本精度：0.05%F.S.；电流基本精度：0.1%F.S.
- 水冷式散热设计
- 保护功能完备，过电流、过电压、过温度、过功率及极性反接提醒保护
- 主/从并联控制模式，可通过主/从机并联和增加功率模块灵活拓展功率
- 恒电流(CC)、恒电压(CV)、恒电阻(CR)、恒功率(CP)、CC+CV、CV+CR、CR+CC、CP+CC八种测试模式
- 通讯支持：LAN/RS232/CAN/GPIB (选配)

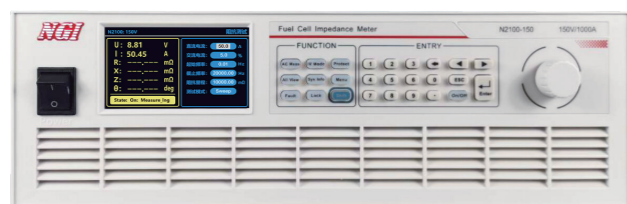
## 燃料电池阻抗分析

推荐测试仪器	特点与优势
N2100系列在线式燃料电池专用阻抗测试仪	频率范围：10mHz~20kHz，在线式交流阻抗分析

备注：产品选型详见附件

### N2100系列在线式燃料电池专用阻抗测试仪

N2100系列产品是NGI公司基于多年燃料电池测试经验而专门研发的在线式燃料电池专用阻抗测试仪。根据燃料电池输出容量，匹配本公司N62400系列电子负载、N6900系列电子负载、NW6900系列电子负载，构建燃料电池阻抗测试系统。其测量扫描频率范围为10mHz~20kHz，测量电流可达1000A，最大功率可达500kW。使用FC专用上位机测试软件，可实时测量出I-V特性曲线、ColeCole曲线图等，支持数据导出成Excel，JPG等各种形式，便于燃料电池电堆性能分析。



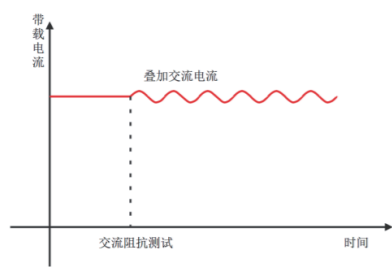
▲ N2100系列在线式燃料电池专用阻抗测试仪

### 燃料电池交流阻抗测试

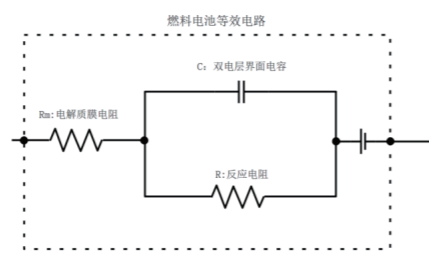
N2100能准确测量出燃料电池的各项阻抗参数，以帮助燃料电池厂家优化燃料电池阻抗特性，使燃料电池发挥出最佳性能。

交流阻抗法是在燃料电池的放电直流电流上叠加微小测量用交流电流，交流电流成分通常占直流电流的0.1%~10%不等，然后对电压、电流进行测量和运算，便可得到燃料电池的纯电阻(R)、电抗(X)、复阻抗模值(|Z|)以及相位角(θ)。N2100测量模式可以选择单次或者多次，测试方法可选择定频或者扫频。

燃料电池这个电化学系统可简化为等效电路：即反应电阻(R)和双电层界面电容(C)并联，然后串联电解质膜电阻(Rm)。而燃料电池在工作过程中，其性能和发电状态变化会影响电阻值、电容值不断变化。通过N2100系列在线式燃料电池专用阻抗测试仪，可以间接测量到电阻值和电容值的变化趋势，便于燃料电池厂家进行阻抗特性分析。



▲ 交流阻抗测量法测试



▲ 燃料电池电化学系统等效电路

### N2100系列产品特点

- 电压规格：40V，150V，600V，1000V
- 电流规格：300A，1000A
- 测试频率范围：10mHz~20kHz
- 内阻量程范围：0~10mΩ，0~100mΩ，0~1000mΩ，0~10Ω
- 与N62400、N6900、NW6900系列电子负载匹配使用
- 测试交流电流可在直流电流0.1%~10%范围内进行设定
- 可在维持测试交流电流设定(%)值不变的情况下改变直流负载电流值进行测试
- 支持I-V特性、恒流特性、电流断路法、基于交流阻抗的ColeCole曲线等试验模式
- 支持低电压、过电压、过功率、过电流等保护功能
- 通讯支持：RS232/RS485/LAN/CAN

## 燃料电池单体电压巡检

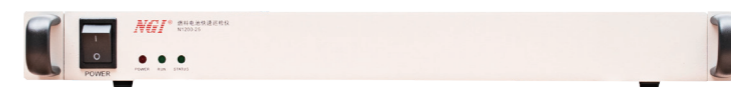
推荐测试仪器	特点与优势
N1200系列燃料电池电压快速巡检仪	单机200CH；1mV精度；10ms通讯速度

备注：产品选型详见附件

### N1200系列燃料电池电压快速巡检仪

燃料电池电堆由多片燃料电池单体组合而成，每个单片都有自己的工作状态。燃料电池单体的运行状态将影响整个电堆系统是否能可靠的工作。

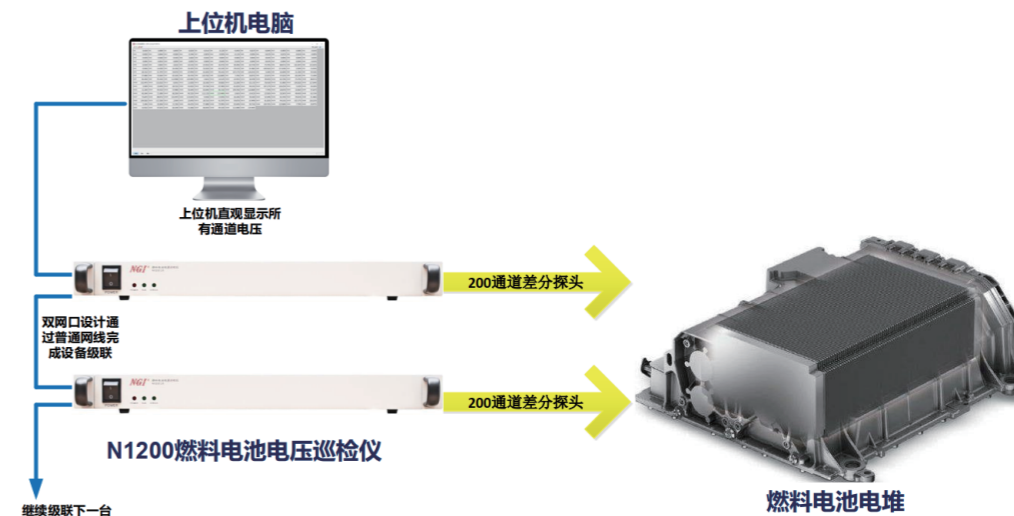
N1200-25系列产品为NGI针对燃料电池电堆单片电压快速巡检而开发的测试仪器。该机器具备体积小、集成度高、可靠性高、数据传输速度快等特点。单台巡检仪支持200通道电压快速巡检，更多通道测试场景可采用多台巡检仪同时测试。单通道电压采集范围为-2.5V~+2.5V，完全覆盖燃料电池单片电压范围。采用100M以太网通讯，可在10ms内完成200通道电压实时数据上传，是燃料电池单片电压快速巡检利器。采用标准Modbus协议，便于用户集成到测试控制系统中。



▲ N1200系列燃料电池电压快速巡检仪

### N1200系列产品特点

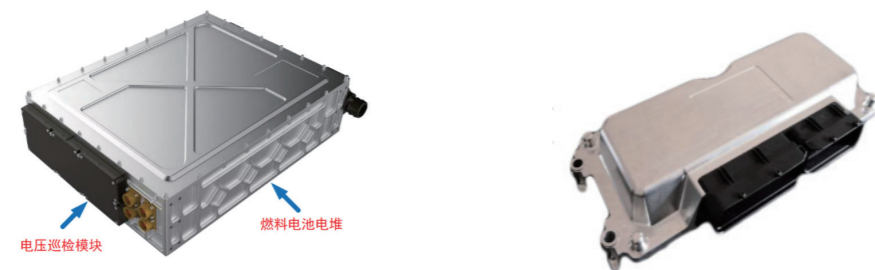
- 电压采集范围：-2.5V~+2.5V
- 电压采集精度：1mV
- 集成度高，单台能采集200通道电压
- 数据传输速度快，200通道数据传输时间≤10ms
- 体积小，标准19英寸1U尺寸，可上架使用
- 通讯支持：LAN/CAN
- 系统集成方便，采用标准Modbus协议，方便用户集成到PLC等控制系统



▲ N1200系列联机工作示意图

## ▶ 燃料电池巡检模块 (CVM) 测试

燃料电池的健康状态主要反映在其单体电压上，过干、过湿、缺气等不良操作条件或机械损伤等因素均会使燃料电池的单体电压发生改变。通过巡检模块 (CVM) 可以采集燃料电池单体电压信号，并将其发送至燃料电池系统控制器，以此判断燃料电池的工作状态。目前已有的燃料电池电堆和燃料电池系统均配备有巡检模块。



▲ 燃料电池电堆及其电压巡检模块

▲ 电压巡检模块

推荐测试仪器	特点与优势
N8336系列超高精度多通道电池模拟器	单机16通道，电压基本精度0.1mV
N83624系列高精度多通道电池模拟器	单机24通道，电压精度可达1mV

备注：产品选型详见附件

### N8336系列超高精度多通道电池模拟器

N8336是一款小功率、多通道、高精度可编程电池模拟器，单机容纳多达16个通道，可通过编程软件分别设定各通道电压、电流，且各通道间相互隔离，方便多通道串联使用。N8336编程软件具有多通道批量操作功能，各通道可分别显示数据及曲线图表，提供数据分析与报表功能，操作简洁、灵活易用，能满足多通道、多参数、复杂测试环境下对直流电源的需求。



▲ N8336系列超高精度多通道电池模拟器

### N8336系列产品特点

- 输出电压：0-5V/0-6V
- 输出电流：0-1A/0-3A
- 输出精度高达六万分之一
- 多通道输出，单机标配16通道
- 通道间隔离，支持多通道串联
- 通讯支持：LAN/RS485/CAN
- 支持本地/远程控制

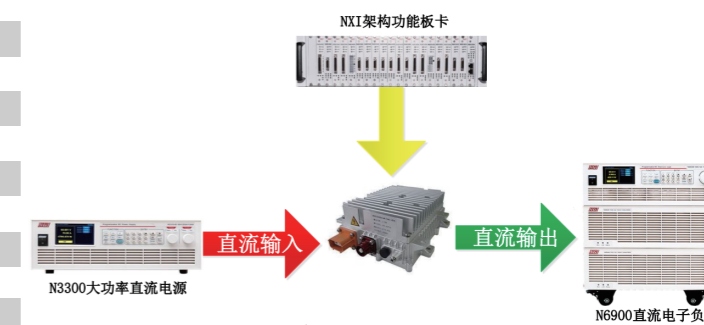
## ▶ 燃料电池DC-DC转换器测试

以燃料电池作为电源直接驱动会出现输出特性偏软、输出电压较低等特点，DC/DC变换器可使燃料电池与汽车驱动组成电源对外供电，转换成稳定可控的直流电源。

DC/DC变换器作为氢燃料电池发动机系统的关键部件，可将燃料电池输出的低压直流电升压为高压直流输出，为电动汽车提供电能，同时为动力电池充电。NGI推出的大功率直流电源可满足用户不同电压等级测试，配合大功率宽范围直流电子负载和NXI架构的测试板卡，可以模拟DC-DC转换器测试时的各种工况。

### 测试项目

输入特性测试	输入过压测试
	输入欠压测试
	输入电压误差测试
	输入电流误差测试
	电源断电测试
输出特性测试	输出电压误差测试
	输出电流误差测试
	输出电压范围测试
	输出电流范围测试
	限压特性测试
	限流特性测试
IO测试	使能信号测试
	互锁信号测试
其他测试项目	.....



▲ 燃料电池DC-DC测试

推荐测试仪器	特点与优势
N3300系列大功率可编程直流电源	单机高达15kW，支持多台级联
NW6900系列水冷式大功率直流电子负载	单机3U/12kW，水冷式散热，支持主/从并联
N6900系列分布式大功率直流电子负载	500kW/1200V/5000A，功率模块灵活拓展

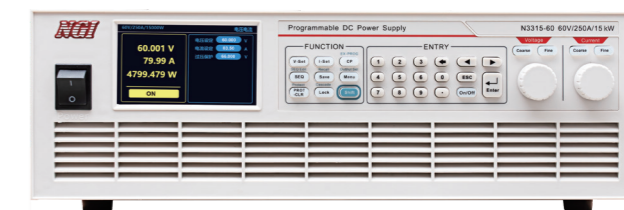
备注：产品选型详见附件

### N3300系列大功率可编程直流电源

N3300系列大功率可编程直流电源为NGI公司基于多年电动汽车、电动机、电池包、超级电容包、电池管理系统、电容管理系统、太阳能逆变器、DC/DC转换器及消费类电子产品等相关测试应用经验而开发一款大功率、大电流、低纹波噪声、高性价比全功能直流电源产品。针对实验室测试、系统集成测试、大规模产线测试等不同领域的测试特点，NGI公司在引进国际先进技术的基础上针对性地进行了多项优化设计。N3300全系列直流电源在可靠性、可维护性、安全性等方面全面领先同类产品并持续进步。

### N3300系列产品特点

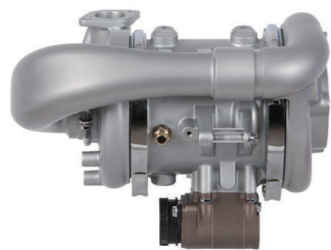
- 电压范围：0~1000V
- 电流范围：0~250A
- 单机功率：5kW/10kW/15kW
- 支持多台电源级联使用，最大可达75kW
- 可编程序列测试功能 (SEQ)
- 恒电流(CC)、恒功率(CP)、恒电压(CV)测试模式
- 过电流、过电压、欠电压、过温度、过功率、缺相保护及监视模式保护
- 模拟编程接口、电流监控接口、远程触发功能，可实现复杂功能控制和监测
- 通讯控制：LAN、RS232



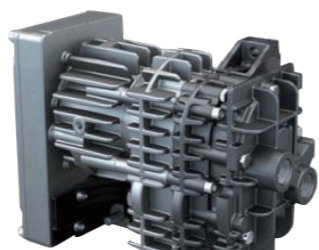
▲ N3300系列大功率可编程直流电源

## 氢气循环泵及空压机测试

如果燃料电池堆是燃料电池动力系统的“大心脏”，空压机和循环泵就是强劲的“肺”，燃料电池系统的高性能输出需要强大的“心-肺功能”。针对燃料电池空压机和循环泵测试，NGI推出N3600系列宽范围直流电源与N3300系列大功率直流电源可供选择。



▲ 燃料电池空气压缩机



▲ 燃料电池氢气循环泵

### 测试项目

环境适应性测试、过载能力测试、耐久性寿命测试、动态时间测试等。

推荐测试仪器	特点与优势
N3600系列宽范围可编程直流电源	单机高达3kW，宽范围，支持并网扩功率
N3300系列大功率可编程直流电源	单机高达15kW，支持多台级联

备注：产品选型详见附录

### N3600系列宽范围可编程直流电源

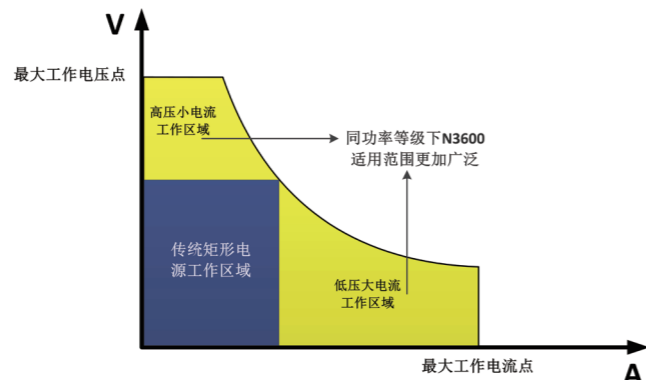
N3600系列宽范围电源为NGI公司基于多年电池波动模拟测试、电池充电器、高压超高速二极管、电解电容、机电控制领域以及ATE测试系统等相关测试应用经验而开发的一款高压宽范围可编程直流电源产品。针对实验室测试、系统集成测试、大规模产线测试等不同领域的测试特点，NGI公司在引进国际先进技术的基础上针对性地进行了多项优化设计。N3600全系列宽范围高压可编程直流电源在可靠性、可维护性、安全性等方面全面领先同类产品。



▲ N3600系列宽范围可编程直流电源

### N3600系列产品特点

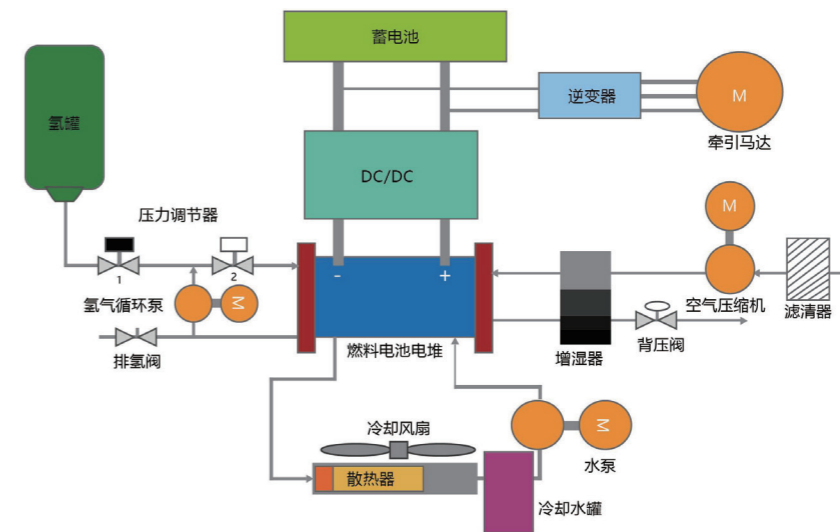
- 电压范围：0~1000V
- 电流范围：0~500A
- 单机功率：0~3000W
- 电压可高达1000V
- 可外接散热器，电流反灌时保护电源和驱动器
- 安规端子，使用安全
- 提供SEQ模式，可编辑电压电流变化波形
- 通讯支持：LAN/RS232
- 支持多台电源并联且主动均流



▲ N3600系列宽范围工作

## 燃料电池发动机测试

独立的燃料电池电堆不能直接作为电源应用，需要结合氢气供给系统、空气供给系统、冷却水管理系统、DC/DC转换器、蓄电池、逆变器等部分组成燃料电池发动机向外输出稳定可控的电源。



▲ 燃料电池发动机

NGI依据多年燃料电池行业测试经验，为燃料电池台架/燃料电池发动机研发机构、生产厂家提供了丰富的产品选择和专业的测试方案，为燃料电池发动机提供了一个稳定、安全、便捷的测试平台，用于测试不同工况下燃料电池发动机系统核心部件的工作特性，寻找出电堆的最佳输出工况。

### 测试项目

额定/峰值功率特性测试、起动特性响应、循环工况运行测试、动态响应特性测试、稳态特性测试等。

推荐测试仪器	特点与优势
NW6900水冷式大功率直流电子负载	单机3U/12kW，水冷式散热，支持主/从并联
N6900分布式大功率直流电子负载	500kW/1200V/5000A，功率模块灵活拓展
N52000系列回馈式直流电子负载	180kW/1000V/800A，回收效率93%以上
N2100系列在线式燃料电池专用阻抗测试仪	频率范围：10mHz~20kHz，在线式交流阻抗分析
N1200系列燃料电池电压快速巡检仪	单机200CH；1mV精度；10ms通讯速度

备注：产品选型详见附录

## NGI燃料电池整体测试解决方案

NGI累积多年行业测试经验，拥有丰富的燃料电池测试仪器产品线，可为用户提供多种测试产品选择以及专业燃料电池测试解决方案。

### 测试对象

- 燃料电池单片
- 燃料电池电堆
- 巡检模块 (CVM)
- DC-DC 转换器
- 氢气循环泵
- 空气压缩机
- 燃料电池发动机系统

### 测试项目

- 燃料电池放电测试
- 燃料电池电压巡检
- 燃料电池在线阻抗分析
- DC-DC转换器测试
- 氢气循环泵及空压机直流电源供应
- 燃料电池单片电压模拟

### NGI方案优势:

#### ● 技术行业领先

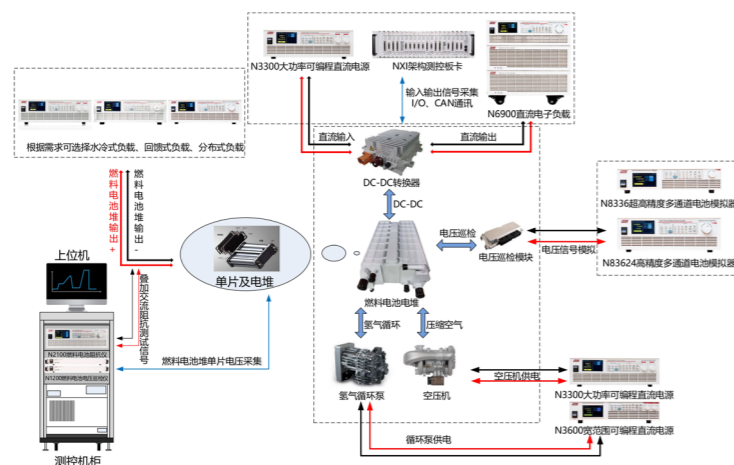
NGI在线式阻抗测试仪、高精度电压巡检仪、超低电压大电流电子负载、水冷式电子负载等产品均为燃料电池行业专研。

#### ● 提供完整测试解决方案

燃料电池电性能测试所需测试仪器众多，NGI拥有丰富的燃料电池测试仪器产品线，包含在线式阻抗测试仪、高精度电压巡检仪、电子负载、直流电源、电池模拟器、测控板卡等。

#### ● 产品可扩展性强

NGI产品设备外形、通讯协议、通讯接口等采用统一标准，扩展性、可维护性强。



▲ NGI燃料电池整体测试解决方案

推荐测试仪器	特点与优势
N2100系列在线式燃料电池专业阻抗测试仪	频率范围: 10mHz~20kHz, 在线式交流阻抗分析
N1200系列燃料电池电压快速巡检仪	单机200CH; 1mV精度; 10ms通讯速度
N62400系列超低电压大电流直流电子负载	单机0.2V@600A, 带载时最低可操作电压低至0.1V
NW6900系列水冷式大功率直流电子负载	单机3U/12kW, 水冷式散热, 支持主/从并联
N6900系列分布式直流电子负载	500kW/1200V/5000A, 功率模块灵活拓展
N52000系列回馈式直流电子负载	180kW/1000V/800A, 回收效率93%以上
N3300系列大功率可编程直流电源	单机高达15kW, 支持多台级联
N3600系列宽范围可编程直流电源	单机高达3kW, 宽范围, 支持并机扩功率
N8336系列超高精度多通道电池模拟器	单机16通道, 电压基本精度0.1mV
N83624系列高精度多通道电池模拟器	单机24通道, 电压精度可达1mV

备注: 产品选型详见附录

## 快速选型表

### N2100系列在线式燃料电池阻抗测试仪选型

N2100系列在线式燃料电池专业阻抗测试仪				
型号	N2100-040	N2100-150	N2100-600	N2100-1000
电压范围	0~40V	0~150V	0~600V	0~1000V
电流范围	可选测量电流: 300A/1000A			
	交流阻抗法测量			
频率范围	10mHz~20kHz			
测量项目	R、X、 Z 、θ			
测量量程	量程1: 0~10mΩ; 量程2: 0~100mΩ; 量程3: 0~1000mΩ; 量程4: 0~10Ω			
测量分辨率	量程1: 0.1μΩ; 量程2: 1μΩ; 量程3: 10μΩ; 量程4: 100μΩ			
测量精度	10mHz~10kHz: 3%F.S.; 10kHz~20kHz: 5%F.S.;			
	电流断路法			
测量范围	0.1μΩ~10Ω (5位显示)			
测量项目	IR内部电阻			
脉冲深度	直流负载电流的0~100%			
脉冲宽度	0.1ms~10ms			
脉冲变化时间	0.01ms~10ms			
测量精度	3%			
	基本特性			
通讯接口	LAN/CAN/RS232/RS485			
输入	220V AC ± 10%, 频率47Hz~63Hz			
温度规格	工作温度: 0℃~40℃; 存储温度: -20℃~60℃			
工作环境	海拔: <2000m; 相对湿度: 5%~90% (无结露); 使用气压: 80~110kPa			
尺寸	132.5mm (H) *482.0mm (W) *409.75mm (D)			
净重	约15kg			

### N1200系列燃料电池电压巡检仪选型表

N1200系列燃料电池单体电压快速巡检仪		
型号	N1200-25	N1200L-25
通道数	每张板卡50通道, 单台机器最大200 CH	
	电压采集	
量程	-2.50V ~ +2.50V	-2.50V ~ +2.50V
精度	1mV (23±5℃)	10mV (23±5℃)
分辨率	0.1mV	1mV
	通用指标	
通讯响应时间	≤10ms	≤50ms
通讯接口	LAN/CAN	
输入	220V AC ± 10%, 频率47Hz~63Hz	
温度规格	工作温度: 0℃~40℃; 存储温度: -20℃~60℃	
工作环境	海拔: <2000m; 相对湿度: 5%~90% (无结露); 使用气压: 80~110kPa	
尺寸	44.0mm(H)*482.0mm(W)*320.0mm(D)	
净重	约4kg	

