

# 电力储能BMS测试解决方案

成为全球领先的电子电路与测控技术方案提供商





# CONTENS

## 目录

<b>1 引言</b>	<b>01</b>
适用领域	01
测试功能	01
<b>2 解决方案</b>	<b>01</b>
方案架构	01
测试项目及方法	02
软件架构及功能	03
方案优势	04
<b>附录1.测试项目及方法</b>	<b>05</b>
<b>附录2.推荐测试设备</b>	<b>07</b>



# 引言

随着国家“碳达峰、碳中和”战略的提出，构建以新能源为主体的新型电力系统成为了必然的趋势，其中电力储能系统是重要组成部分。目前，以锂电池为代表的储能系统广泛应用于电网，系统具有调峰调频、削峰填谷、改善电能质量、提升电网可靠性等功能。为保证储能系统的安稳运行，电池管理系统(Battery Management System, BMS)应运而生。

电力储能BMS不仅能对电池电压、电流、温度等参数实时监控，同时具备电池热管理、均衡管理、报警提醒、状态估算等功能，可提高电池在实际使用过程中的循环寿命，保证储能电池的安全可控。因此，BMS检测是各方的关注重点，其测试参考标准如下表所示：

序号	标准分类	标准名称
1	国家标准	GB/T 34131-2023《电力储能用电池管理系统》
2	电网标准	Q/GDW 1884-2013《储能电池组及管理系统技术规范》
3	团体标准	TN/CNESA 1002-2019《电化学储能系统用电池管理系统技术规范》

NGI参照以上标准要求，结合多年电池充放电测试经验，推出了行业首套电力储能BMS测试系统，可广泛应用于BMS生产厂家、电力和第三方检测机构，是研发、生产、测试工作的首选。

## • 适用领域

- 集中式储能电池BMS研发、测试、生产、第三方检测
- 工商业储能电池BMS研发、测试、生产、第三方检测
- 户用储能BMS研发、测试、生产、第三方检测

## • 测试功能

- 采集数据指标测试：包括电池电压（单体电压、总电压），电池簇/电堆电流、温度、绝缘电阻检测等
- 功能测试：均衡、控制、报警与保护、通信、供电电压、过电压、反向电压、通信线回路短路等
- 能量状态估算指标测试：SOE状态估算



# 解决方案

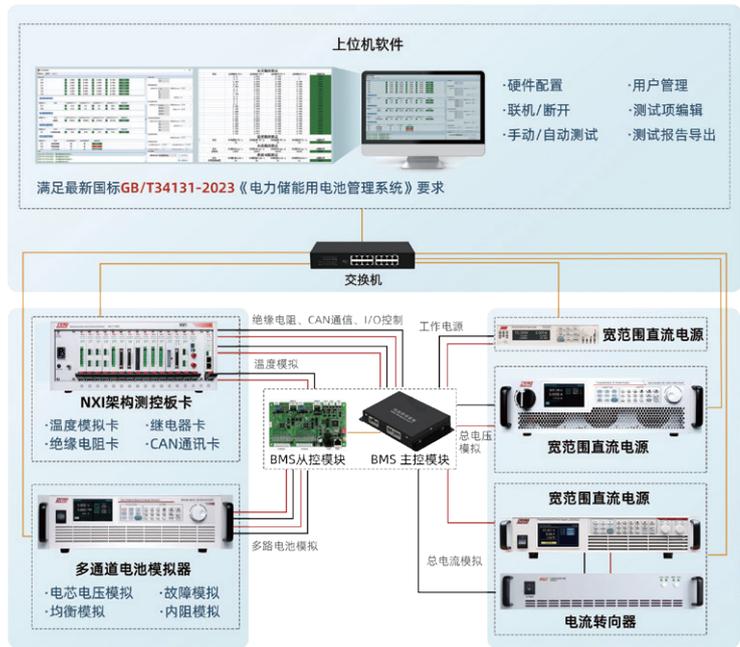
## 方案架构

NES6100采用全NGI自主研发的测试仪器搭建而成，系统架构如图所示，包括电池模拟器、直流电源、电流换向器、可编程温度模拟卡、绝缘电阻卡、高速数字IO卡、CAN通讯卡、继电器卡等，仪器外形、通讯协议、通讯接口等均采用统一标准，具有高扩展性和可维护性。各部分功能如下：

- **电池模拟器**：模拟单体电芯电压、电流、故障等，实现对储能BMS的单体电芯电压采集精度、主/被动均衡、部分故障诊断与保护功能等测试；
- **直流电源**：提供储能BMS供电电源，模拟电池模组总电压、充放电总电流进行测试；
- **电流换向器**：既可对储能BMS工作电源进行电压换向操作，模拟反向电压供电；也可对总电流电源输出电流进行换向操作，真实模拟电池模组的充放电特性；
- **可编程温度模拟电阻卡**：模拟NTC热敏电阻，实现对储能BMS温度采集精度测试；

- **可编程绝缘电阻卡(箱)**: 模拟绝缘电阻, 实现储能BMS绝缘电阻采集精度测试;
- **高速数字IO卡**: 模拟外部设备与储能BMS进行IO及PWM信号传输通信;
- **CAN通讯卡**: 模拟上位机软件与储能BMS进行CAN通信;
- **继电器卡**: 用于温度采集线异常、控制信号异常、通讯线回路短路等测试。

注:各部分参数请参考“附录2 推荐测试设备”



▲ NES6100 系统架构

## 测试项目及方法

以最新GB/T 34131-2023《电力储能用电池管理系统》为例, NES6100可完成的项目如下表:

序号	检验项目	技术要求(章条号)	检验方法(章条号)	型式检验	出厂检验	抽检
1	电池电压	6.2.1/6.2.2	7.4.1	√	√	√
2	电池簇电流	6.2.1/6.2.2	7.4.2	√	√	√
3	温度	6.2.1	7.4.3	√	√	√
4	通信	6.3	7.5	√	√	√
5	报警和保护	6.4	7.6	√	√	√
6	控制	6.5	7.7	√	√	√
7	能量状态估算	6.6	7.8	√	-	-
8	均衡	6.7	7.9	√	-	-
9	绝缘电阻检测	6.8	7.10	√	-	√
10	供电电压	6.14.1	7.13.1	√	-	√
11	过电压	6.14.2	7.13.2	√	-	√
12	反向电压	6.14.3	7.13.3	√	-	√
13	通讯线回路短路	6.14.4	7.13.4	√	-	√

各项目测试方法参考“附录1. 测试项目及方法”。

## 软件架构及功能

系统主界面主要包括测试结果显示区、参数设定区、状态显示区，各区域说明如下：

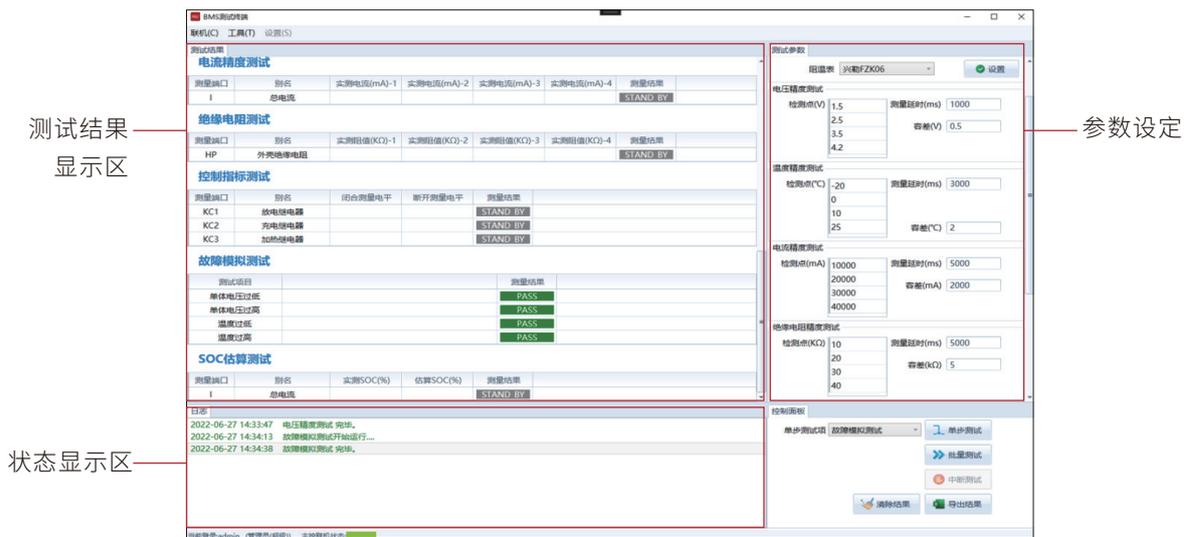
### • 测试结果显示区：

1) 显示相关数值和状态，如电池模拟器单体电压设定值和BMS回读电压值，模拟总电流设定值和BMS回读电流值，模拟总电压设定值和BMS回读电压值，模拟温度设定值和BMS回读温度值，模拟绝缘电阻设定值和回读绝缘阻值，外部继电器控制的状态，故障模拟的状态，状态估算等。

2) 基于设定值和BMS上传的回读值进行误差计算，并显示判断结果。

### • 参数设定区：主要用于被测产品的各测试节点、延时时间、误差范围等参数设定。

### • 状态显示区：显示当前测试下的状态信息日志。



▲ 储能 BMS 测试系统主界面示意图

上位机软件主要测试功能如下：

- **电池电压（单体电压、总电压），电池簇电流、温度和绝缘电阻测试：**配置单体电压、总电压、总电流、温度和绝缘电阻值，测试结果在主界面显示，并判断是否通过；
- **均衡测试：**模拟均衡开启条件，记录电池模拟器均衡前的电压值、均衡动作时的电压值和 BMS 各电压通道的均衡状态，测试结果在主界面显示，并判断是否通过；
- **控制功能测试：**下发指令给BMS，测试BMS继电器的控制电压与继电器工作是否正常；模拟IO信号测试等；
- **报警与保护测试：**设定保护范围，测试单体过欠压保护、过流保护、过温保护、电池故障、温度故障、总电压故障、SOE故障等项目；
- **能量状态估算：**配置SOE初始百分比、初始单体电压值、充放电电流值模拟恒功率充放电测试，对比模拟SOE的值和BMS SOE的值是否在精度范围之内；
- **直流供电测试：**配置供电电源正常电压值、过电压、反向电压值，测试 BMS 在不同电压条件下的工作状态。

其它功能：

- 阻温表、CAN/RS485/LAN 通讯模拟、DBC 文件导入等；
- 测试历史数据查询与导出；
- 单独功能调测。



## 附录1.测试项目及方法 (参照GB/T 34131-2023《电力储能用电池管理系统》)

测试项目	测试方法
电池电压	<p>①调节电池模拟装置依次输出5个电压值,电压值的选取为试验样品工作电压上限值、下限值和上下限范围内均匀分布的3个值;</p> <p>②记录环境模拟装置的温度值、试验样品的工作电压上限值、下限值、电池模拟装置电压输出值和试验样品对应的显示值;</p> <p>③重复两次;</p> <p>④当电池模拟装置电池单体电压小于5V或电池簇/电堆电压小于500V时,按照公式(1)计算并记录每次试验样品对应的电池单体、电池簇/电堆电压采集误差:</p> $\delta_{v1}= U_{C1}-U_{R1}  \dots \dots \dots (1)$ <p>式中:<math>\delta_{v1}</math>——同一组试验样品电池电压采集误差;<math>U_{R1}</math>——同一组对应的电池模拟装置输出值;<math>U_{C1}</math>——同一组对应的试验样品显示值。</p> <p>⑤当电池模拟装置电池单体电压大于或等于5V,或电池簇/电堆电压大于或等于500V时,按照公式(2)计算并记录每次试验样品电池单体、电池簇/电堆电压采集误差:</p> $\delta_{v2}= U_{C2}-U_{R2} /U_{R2} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$ <p>式中:<math>\delta_{v2}</math>——同一组试验样品电池电压采集误差;<math>U_{R2}</math>——同一组对应的电池模拟装置输出值;<math>U_{C2}</math>——同一组对应的试验样品显示值。</p> <p>⑥取所有试验样品中电池电压采集误差的最大值作为试验结果。</p>
电池簇电流	<p>①调节为电池模拟装置充电模式,依次输出试验样品充电电流量程值的0%、20%、40%、60%、80%和100%;</p> <p>②记录环境模拟装置的温度值、电池模拟装置充电电流输出值和试验样品对应的显示值;</p> <p>③调节为电池模拟装置放电模式,依次输出试验样品放电电流量程值的0%、20%、40%、60%、80%和100%;</p> <p>④记录电池模拟装置放电电流输出值和试验样品对应的显示值;</p> <p>⑤重复两次;</p> <p>⑥当模拟电池簇/电堆电流小于200A时,按照公式(3)计算并记录每次试验的试验样品电池簇/电堆电流采集误差:</p> $\delta_{i1}= I_{C1}-I_{R1}  \dots \dots \dots (3)$ <p>式中:<math>\delta_{i1}</math>——同一组试验样品电池簇/电堆电流采集误差;<math>I_{R1}</math>——同一组对应的电池模拟装置输出值;<math>I_{C1}</math>——同一组试验样品显示值。</p> <p>⑦当模拟电池簇/电堆电流大于等于200A时,按照公式(4)计算并记录每次试验的试验样品电池簇/电堆电流采集误差:</p> $\delta_{i2}= I_{C2}-I_{R2} /I_{R2} \times 100\% \dots \dots \dots (4)$ <p>式中:<math>\delta_{i2}</math>——同一组试验样品电池簇/电堆电流采集误差;<math>I_{R2}</math>——同一组电池模拟装置输出值;<math>I_{C2}</math>——同一组对应的试验样品显示值。</p> <p>⑧取所有试验样品中电池簇电流采集误差的最大值作为试验结果。</p>
温度	<p>①调节温度模拟装置依次输出温度-40℃、-15℃、0℃、25℃、40℃、60℃、85℃、125℃;</p> <p>②记录环境模拟装置的温度值、温度模拟装置温度输出值和试验样品对应的显示值;</p> <p>③重复两次;</p> <p>④按照公式(5)计算并记录每次试验的试验样品温度采集误差:</p> $\Delta T= T_C-T_R  \dots \dots \dots (5)$ <p>式中:<math>\Delta T</math>——同一组试验样品温度采集误差;<math>T_R</math>——同一组温度模拟装置温度输出值;<math>T_C</math>——同一组对应的试验样品显示值。</p> <p>⑤取所有试验样品中温度采集误差的最大值作为试验结果。</p>
通信	<p>通过信号发生及采集装置发送并接收30s报文ID或相关指令,监测CAN、RS-485串口和网口30s报文,记录试验样品的通信接口和通信协议。</p>
报警与保护	<p>①依次设置各试验设备使得输出值超出附录A报警信息表中所有一级、二级、三级报警的越限值,记录试验样品显示的报警信息,对于一级、二级报警,通过信号发生装置及数据采集装置记录报警信号发出时间<math>t_0</math>、降低电池运行功率指令发出时间<math>t_1</math>和停机指令发出时间<math>t_2</math>;</p> <p>②计算并记录<math>t_0</math>和<math>t_1</math>、<math>t_0</math>和<math>t_2</math>的时间间隔;</p> <p>③清除试验样品故障并复位;</p> <p>④依次设置各试验设备模拟下表A报警信息表中所有非越限报警项目的触发条件,记录试验样品显示的报警信</p>

	<p>息,通过信号发生装置及数据采集装置记录报警信号发出时间t0、降低电池运行功率指令发出时间t1和停机指令发出时间t2;</p> <p>⑤计算并记录t0和t1、t0和t2的时间间隔;</p> <p>⑥清除试验样品故障并复位。</p> <p>注:上述附录A详见GB/T 34131-2023《电力储能用电池管理系统》</p>
控制	<p>①信号发生及采集装置向试验样品下发所有控制端口的闭合和断开指令;</p> <p>②通过信号发生及采集装置查询并记录试验样品所有控制端口的闭合和断开状态。</p>
能量状态估算	<p>①设置电池模拟装置的初始SOE为50%,设置试验样品的SOE为50%;</p> <p>②设置电池模拟装置每个单体电压通道的初始电压值为50%SOE对应的单体电压值;</p> <p>③设置试验样品计算SOE的额定能量×N(N为试验样品配置的单体电压采集通道数);</p> <p>④按照图D.1电池充电Vch/Ich-时间曲线,电池模拟装置模拟恒功率充电持续输出电压Vch和电流Ich,至附录D中图D.2电池充电SOE-时间曲线中SOE为95%时截止。按照步长1min,分别记录图D.2对应的SOE<sub>0</sub>及同一时刻试验样品输出SOE<sub>1</sub>;</p> <p>⑤静置5min;</p> <p>⑥按照图D.3电池放电Vdis/I<sub>dis</sub>-时间曲线,电池模拟装置模拟恒功率放电持续输出电压Vdis和电流I<sub>dis</sub>,至附录D中图D.4电池放电SOE-时间曲线中SOE为5%时截止。按照步长1min,分别记录图D.4对应的SOE<sub>0</sub>及同一时刻试验样品输出SOE<sub>1</sub>;</p> <p>⑦静置5min;</p> <p>⑧按照公式(6)计算SOE估算误差:</p> $\Delta SOE =  SOE_1 - SOE_0  \dots \dots \dots (6)$ <p>式中:ΔSOE——SOE估算误差;SOE<sub>1</sub>——试验样品输出SOE;SOE<sub>0</sub>——电池充放电SOE-时间曲线对应的SOE。</p> <p>⑨重复⑤~⑧2次;</p> <p>⑩取3次充电和放电过程中SOE估算误差的最大值作为试验结果。</p> <p>注:上述图D.1、图D.2、图D.3、图D.4详见GB/T 34131-2023《电力储能用电池管理系统》附录D</p>
均衡	<p>①选取电池模拟装置的电池单体电压通道作为试验通道,分别设置为50%SOE对应的电压值;</p> <p>②选择2个~4个单体电压采集通道,按照10mV步长由低向高进行电压调整,记录电池模拟装置均衡动作时的电压值和试验样品各电压通道的均衡状态;</p> <p>③将①中试验通道重新设置为50%SOE对应的电压值,选择2个~4个单体电压采集通道,按照10mV步长由高向低进行电压调整,记录电池模拟器均衡前的电压值、均衡动作时的电压值和试验样品各电压通道的均衡状态。</p>
绝缘电阻检测	<p>①调节电池模拟装置依次输出电池簇电压为试验样品电压量程值的50%、75%、100%;</p> <p>②调节电阻阵列依次输出①中电压值分别对应的30Ω/V、80Ω/V、100Ω/V、500Ω/V和1000Ω/V的电阻值;</p> <p>③记录电阻阵列电阻设置值、电阻阵列电阻输出值和试验样品对应的显示值;</p> <p>④重复两次;</p> <p>⑤按照公式(10)计算并记录每次试验的试验样品对应的绝缘电阻检测误差:</p> $\delta_R =  R_C - R_R  / R_R \times 100\% \dots \dots \dots (7)$ <p>式中:δ<sub>R</sub>——试验样品绝缘电阻检测误差;R<sub>R</sub>——电阻阵列电阻输出值;R<sub>C</sub>——试验样品对应的显示值。</p> <p>⑥取所有试验样品中绝缘电阻检测误差的最大值作为试验结果。</p>
供电电压	<p>①调节供电电源电压为额定工作电压的80%,持续运行10min;</p> <p>②进行试验样品的电池电压数据采集试验;</p> <p>③调节供电电源电压分别为额定工作电压的90%、110%和115%,重复②~③。</p>
过电压	<p>①调节供电电源电压为额定工作电压的1.5倍,持续运行1h,再将供电电压恢复至正常工作范围;</p> <p>②进行试验样品的电池电压数据采集试验。</p>
反向电压	<p>①将供电电源电压设置为反接电压值,持续运行1min,再将供电电源电压恢复至正常状态;</p> <p>②进行试验样品的电池电压数据采集试验。</p>
通信线回路短路	<p>①在室温条件下,将试验样品的通信线短路1min,恢复至正常工作模式;</p> <p>②进行试验样品的电池电压数据采集试验。</p>

## 附录2.推荐测试设备

电池模拟器(用于电池单体模拟) 建议测试通道数: 1/3 倍~1 倍电池串数	
<p>N83524 高精度多通道电池模拟器</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 电压规格: 0~6V</li> <li>· 电流规格: -1~1A/-3~3A/-5~5A</li> <li>· 通道数: 24CH</li> <li>· 电压精度: 0.6mV</li> <li>· 电流精度: 1<math>\mu</math>A</li> <li>· 多通道串联最高耐压 2000V</li> <li>· 电流双向, 支持主 / 被动均衡测试、内阻模拟、可选配 NB108-2 单体电池故障模拟器</li> </ul>
<p>N83624 高精度多通道电池模拟器</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 电压规格: 0~6V/0~15V</li> <li>· 电流规格: 0~1A/0~3A/0~5A</li> <li>· 通道数: 24CH</li> <li>· 电压精度: 0.6mV</li> <li>· 电流精度: 1<math>\mu</math>A</li> <li>· 电流单向, 支持被动均衡测试、内阻模拟</li> </ul>
<p>N8336 超高精度多通道电池模拟器</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 电压规格: 0~5V/0~6V</li> <li>· 电流规格: 0~1A/0~3A</li> <li>· 通道数: 最高 16CH</li> <li>· 电压精度: 0.001%+0.1mV</li> <li>· 电流精度: 0.001%+0.5<math>\mu</math>A</li> <li>· 电流单向, 支持被动均衡测试、内阻模拟</li> </ul>
<p>N8330 超高精度多通道电池模拟器</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 电压规格: 0~5V/0~6V</li> <li>· 电流规格: 0~1A/0~2A/0~3A</li> <li>· 通道数: 最高 24CH</li> <li>· 电压精度: 0.001%+0.1mV</li> <li>· 电流精度: 0.001%+0.5mA</li> <li>· 电流单向, 支持被动均衡测试</li> </ul>
<p>N83580 高精度多通道可编程电池模拟器</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 电压规格: 0~5V/0~6V/0~15V</li> <li>· 电流规格: -1~1A/-2~2A/-3~3A/-5~5A</li> <li>· 通道数: 8CH</li> <li>· 电压精度: 0.6mV</li> <li>· 电流精度: 100nA</li> <li>· 电流双向, 支持主 / 被动均衡测试、内阻模拟、故障模拟</li> </ul>

可编程直流电源	
<p>N36100 宽范围可编程直流电源</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 用于 BMS 供电性能测试</li> <li>· 电压范围：0~80V</li> <li>· 电流范围：0~25A</li> <li>· 功率规格：500W</li> <li>· 电压精度：0.05%+0.05%F.S.</li> <li>· 电压精度：0.1%+0.1%F.S.</li> </ul>
<p>N3410 系列三通道可编程直流电源</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 用于 BMS 供电性能测试</li> <li>· 单通道电压范围：0~6V/32V/60V，支持串联升压</li> <li>· 单通道电流范围：3A/5A，支持并联升流</li> <li>· 纯线性电源，低纹波噪声</li> <li>· 支持主从串联、并联、跟踪输出模式</li> </ul>
<p>N3600 系列宽范围高压可编程电源</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 用于 BMS 总电压 (&lt;1200V)、总电流模拟</li> <li>· 最高电压可达：1200V</li> <li>· 最大电流可达：3000A</li> <li>· 电压精度：0.05%+0.05%F.S.</li> <li>· 电流精度：0.1%+0.1%F.S.</li> <li>· 宽范围设计，支持多台同型号联机扩展功率</li> </ul>
<p>N3200 系列高压可编程直流电源</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 用于 BMS 总电压 (&gt;1200V) 模拟</li> <li>· 电压规格：±2.5kV/±5kV/±10kV</li> <li>· 电流规格：10mA/5mA/2mA</li> <li>· 功率规格：25W/20W</li> <li>· 电压精度：0.01%+0.05%F.S.</li> <li>· OVP/OCP/OTP 多重保护</li> </ul>

温度模拟 建议测试通道数：1/3 倍 ~1 倍电池串数	
<p>NXI-5100 可编程电阻卡</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 24 通道 /8 位, 16 通道 /12 位, 12 通道 /16 位, 8 通道 /24 位可选</li> <li>· 电阻切换速度快，每秒最快支持 2000 次电阻编程</li> <li>· 编程步进最低至 1Ω, 电阻范围最高至 11MΩ</li> </ul>
<p>NB201-2000 可编程电阻箱</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 最高耐压高达：2000V</li> <li>· 电阻范围：10kΩ~11MΩ</li> <li>· 编程步进最低至 10kΩ</li> </ul>
<p>N8064A 可编程电阻卡</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 6 通道 /8 位, 4 通道 /12 位, 3 通道 /16 位, 2 通道 /24 位可选</li> <li>· 电阻切换速度快，每秒最快支持 2000 次电阻编程</li> <li>· 编程步进最低至 1Ω, 电阻范围最高至 11MΩ</li> </ul>

<p>N8064B 可编程电阻卡</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 最高耐压高达：1000V</li> <li>· 电阻范围：200kΩ~61MΩ</li> <li>· 编程步进最低至 100Ω</li> </ul>
--	---

**NXI 系列板卡 可按需定制通道数**

<p>N8034A/N8030A/N8030B 测控 IO 卡</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 用于模拟 BMS DIO 信号</li> <li>· 单张最多可达 32 个通道</li> <li>· 支持 PWM 输出及脉冲频率、周期、脉宽测量等功能</li> <li>· 最高支持 32V 输入和 32V 输出</li> </ul>
<p>N8040A/N8040C 继电器卡</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 用于温度采集线异常、控制信号异常、通讯线回路短路等测试</li> <li>· N8040A: 8 通道继电器开关, 开关负荷: 8A/250VAC、5A/30VDC</li> <li>· N8040C: 24 通道继电器开关, 开关负荷: 0.5A/120VAC、1A/24VDC</li> </ul>
<p>N8070A CAN 通讯卡</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 用于模拟软件与 BMS 通信功能</li> <li>· 单张 2 通道波特率最高 1M; 匹配电阻 120Ω</li> <li>· 帧类型为数据帧和远程帧; 帧格式为标准帧和扩展帧</li> </ul>
<p>N8060A/N8061A DAQ 数据采集卡</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 用于模拟 BMS AIO 信号(如模拟分流器或霍尔电流传感器 AO 信号)</li> <li>· 单张最高支持 32 通道模拟输入数据采集, 每 2 个模拟输入通道可以组成一个差分输入通道; 同时支持 2 通道模拟输出</li> <li>· 输入总采样率: 1.25Msps、1Msps、250ksps</li> </ul>

**其他**

<p>N3000CS 电流换向器</p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 正反向电流切换能力: 100A/300A/500A/1000A</li> <li>· 标准 19 英寸 2U/4U 高设计</li> <li>· 支持上位机远程控制</li> </ul>
--	--

备注：此手册仅供参考，如需其他规格，请咨询 NGI 业务渠道及关注 NGI 官网 / 官微以获取最新产品信息。由于公司产品不断更新，因此我们保留技术指标变更的权力，恕无法另行通知，谢谢合作。



## 恩智（上海）测控技术有限公司

成为全球领先的电子电路与测控技术方案提供商

☎ 服务热线：400-966-2339

✉ 官方邮箱：sales@ngitech.cn

🌐 恩智网站：Http://www.ngitech.cn