



新国标解读

电力储能BMS 的绝缘电阻检测功能测试

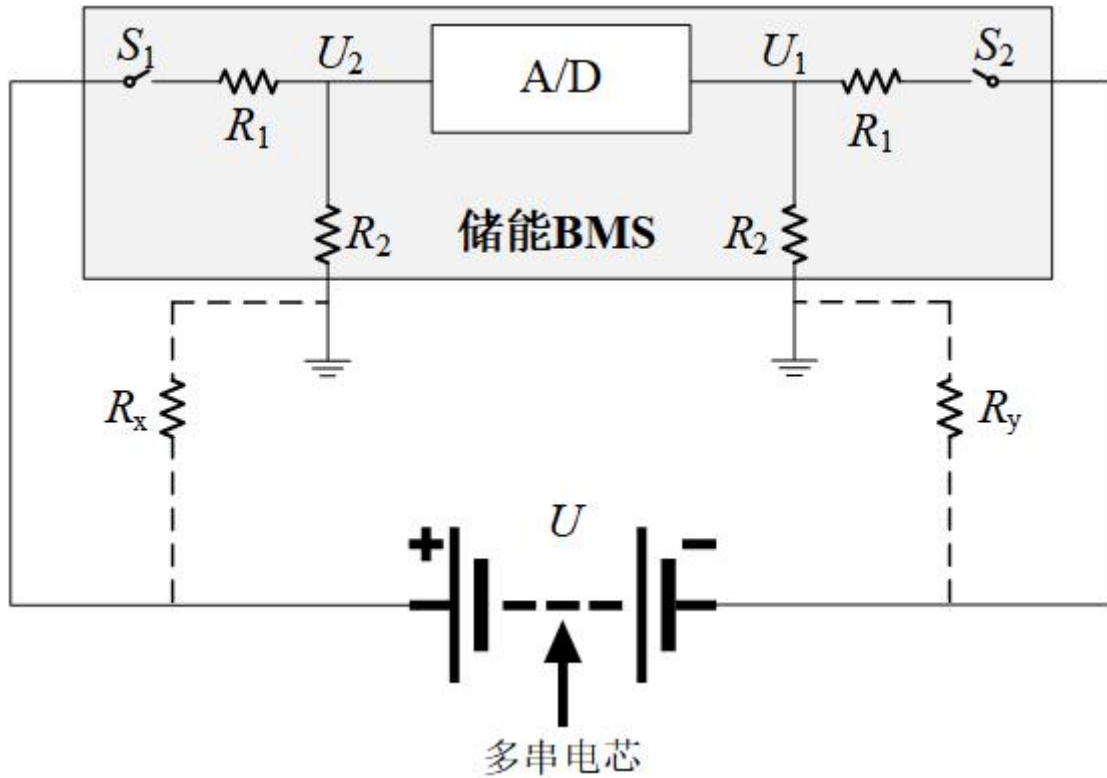
电力储能 BMS 的绝缘电阻检测功能测试

绝缘电阻检测是电力储能 BMS 的重要功能之一。运行环境变化、部件老化等因素可能导致储能电站绝缘性能下降，使得系统壳体电位上升，影响电站设备的正常工作，还可能导致漏电回路的热积累，造成安全隐患。

因此，国家和行业标准均对 BMS 绝缘电阻检测功能提出了相关要求，以最新国标 GB/T 34131-2023《电力储能用电池管理系统》（2023 年 10 月 1 日正式实施，以下简称“新国标”）为例，已明确新增储能 BMS 绝缘电阻检测技术要求及其试验方法。

□ 绝缘电阻检测方法介绍

电力储能 BMS 绝缘电阻检测通常采用电桥法，原理如下图所示：



其中， R_x 、 R_y 分别为电池总正和总负对地的绝缘阻抗值， R_1 、 R_2 是测量用的已知阻值的标准电阻，多串电芯总电压为 U 。测量方法如下：

步骤 1：闭合 S_1 ，断开 S_2 ，采集 U_1 点对地的电压为 U_1 ；

步骤 2：闭合 S_2 ，断开 S_1 ，采集 U_2 点对地的电压为 U_2 ；

$$R_x = \frac{U \cdot R_2 - (R_1 + R_2) \cdot (U_1 + U_2)}{U_1} \quad (1)$$

$$R_y = \frac{(U \cdot R_2 - (R_1 + R_2) \cdot (U_1 + U_2))}{U_2} \quad (2)$$



分时切换 S1 和 S2，根据步骤 1 和步骤 2，以及上述两个方程，进而可解出 R_x ， R_y 的值。

□ 最新国标要求及解读

新国标“6.8 绝缘电阻检测”明确储能 BMS 绝缘电阻检测技术要求，具体要求如下：

电池类型	电池簇电压U	绝缘电阻R检测误差	
锂离子电池、钠离子电池 和铅酸(炭)电池	60 V<U<400 V	$R \leq 50 \text{ k}\Omega$	$\leq \pm 15 \text{ k}\Omega$
		$R > 50 \text{ k}\Omega$	$\leq \pm 30\%$
	$U \geq 400 \text{ V}$	$R \leq 75 \text{ k}\Omega$	$\leq \pm 15 \text{ k}\Omega$
		$R > 75 \text{ k}\Omega$	$\leq \pm 20\%$

通常采用可编程绝缘电阻箱（卡）对 BMS 进行绝缘检测功能测试。对于可编程绝缘电阻箱（卡）选型，**一般重点考虑四个参数：耐压范围、阻值范围、调节分辨率、电阻精度。**



参数	参数释义	选型过程
耐压范围	应高于BMS电池簇电压等级 ^① 。	建议耐压 > 1500V，并留有一定余量。
阻值范围	根据“7.10 绝缘电阻检测”，电阻阵列应符合电池簇总电压的50%、75%、100% 分别对应的30Ω/V、80Ω/V、100Ω/V、500Ω/V和1000Ω/V的电阻上下限值范围。	总电压为最小 60V 时，按照 60V*50%*30Ω/V 计算最小阻值应不大于 900Ω； 总电压为最大 1500V 时，按照 1500V*100%*1000Ω/V 计算最大阻值至少为 1.5 MΩ。 综上所述，阻值范围应能覆盖 900Ω~1.5MΩ。
调节分辨率	根据“7.10绝缘电阻检测”，电阻阵列应符合在电池簇总电压的50%、75%、100%时，可分别按30Ω/V、80Ω/V、100Ω/V、500Ω/V和1000Ω/V调节对应的电阻值。	按市场上主流的 1500V 计算，在 1500V*75%*30Ω/V 时调节分辨率最高，需要调节电阻为 33750Ω，调节分辨率为 50Ω； 按 400V 计算，调节分辨率为 1kΩ； 按 60V 计算，在 60V*75%*30Ω/V 时调节分辨率最高，需要调节电阻为 1350Ω，调节分辨率为 50Ω； 综上所述，推荐电阻调节分辨率为 50Ω，满足大部分电压等级测试需求。
电阻误差	·BMS绝缘电阻R检测误差应能满足“6.8 绝缘电阻检测”要求。 ·根据试验设备要求“7.2.7电阻阵列”，电阻最大允许误差为±1%F.S.。	·60V<U<400V时，电阻误差应优于±5kΩ (±10%) ； ·U≥400V时，电阻误差应优于±5kΩ (±6.6%) 综上所述，在1.5MΩ及以下的电阻最大允许误差为±1%F.S.。
注 ^① ：直流侧电压提升到1500V已逐渐成为电力储能电站发展趋势。根据中国光伏行业协会统计，2021年国内光伏系统中直流电压等级为1500V的市场占比约49.4%，预期未来会提高至近80%。		

□ NGI 高性能高压绝缘电阻模拟器

NGI 深耕电力储能 BMS 测试多年，自主研发了满足新国标的可编程绝缘电阻箱，产品具有四大特点：



- **高耐压**：最高耐压达 2000V，满足电力储能电站直流电压等级 1500V 的发展趋势；
- **宽范围**：阻值范围 $50\ \Omega \sim 61\text{M}\ \Omega$ ，优于新国标绝缘电阻阵列测试需求，满足多种规格储能 BMS 测试需求；
- **高精度**：编程精度达 $\pm 1\%$ ，满足新国标对不同电压等级、不同绝缘故障等级测试需求；
- **高安全**：电阻过流保护、安全电压保护双重保证，安全测试更放心。

■ NB201-2000 高压绝缘电阻模拟器



- 阻值范围： $50\ \Omega \sim 61\text{M}\ \Omega$ ，支持模拟开路 ($> 100\text{M}\ \Omega$)
- 最高耐压：2000V
- 通道数：1
- 电阻精度： $\leq 11\text{M}\ \Omega$ ： $\pm 1\% + R_r$
 $> 11\text{M}\ \Omega$ ： $\pm 5\% + R_r$
- 调节分辨率： $50\ \Omega$
- 通信接口：LAN、CAN
- 保护功能：过流保护、安全电压保护
- 尺寸：88(H)*482(W)含把手*426.7(D) mm

如果您想要了解更多 NGI 电力储能 BMS 测试方案，请致电 NGI 服务热线（400-966-2339）或登录 NGI 官网（[Http://www.ngitech.cn](http://www.ngitech.cn)）。