

团 体 标 准

T/CET XXX -202 X

梯次利用电池储能双向直流变换器 技术要求

Technical requirements for bi-directional DC converter with echelon
utilization battery energy storage
(征求意见稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中 国 电 力 技 术 市 场 协 会 发 布

目 次

前 言	3
1 范围	4
2 规范性引用文件	4
3 术语和定义	4
4 一般要求	5
5 技术要求	5
6 检测规则	9
7 检验规则	16
附 录	18

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和起草规则》给出的规则起草。

本文件根据国家能源局《关于加强储能技术标准化工作的实施方案（征求意见稿）》精神，中国电力技术市场协会根据行业需求制订。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国电力技术市场协会提出并归口。

本文件起草单位：。

参编单位：。

本标准主要起草人：。

梯次利用电池储能双向直流变换器技术要求

1 范围

本文件规定了梯次利用电池储能双向直流变换器的总体要求、产品分类、技术要求、检测规则等。

本文件适用于以梯次利用电池作为储能载体，且电池直流侧电压不超过 1kV，额定功率不超过 100kW 的双向直流变换器。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2423.1	电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 A：低温
GB/T 2423.2	电工电子产品环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 B：高温
GB/T 2423.3	环境试验 第 2 部分：试验方法 试验 Cab：恒定湿热试验
GB/T 3859.2	半导体变流器 通用要求和电网换相变流器 第 1-1 部分：基本要求规范
GB/T 4208	外壳防护等级（IP 代码）
GB/T 7251.1	低压成套开关设备和控制设备 第 1 部分：总则
GB/T 17626.2	电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
GB/T 17626.3	电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验
GB/T 17626.4	电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
GB/T 17626.6	电磁兼容 试验和测量技术 射频场感应的传导骚扰抗扰度
GB/T 17799.2	电磁兼容 通用标准 工业环境中的抗扰度试验
GB/T 34105.3	车用动力电池回收利用梯次利用 第 3 部分：梯次利用要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

储能双向直流变换器 Energy storage bi-directional DC-DC converter (DC-DC)

电化学储能系统中，连接于电池系统与直流母线（和/或负荷）之间的实现直流电能双向转换的变换器。

3.2

梯次利用 echelon use

车用动力电池退役后，整体或经过拆解、分类、检测、重组与装配等相关工艺，能够以电池包或模块或单体的形式再次应用到包括但不限于基站备电、储能、低速动力等相关目标领域的过程。

[来源:GB/T 34105.3-2021, 3.1]

4 一般要求

4.1 梯次利用电池储能双向直流变换器（以下简称“变换器”）连接电池簇不直接并联，应对每个电池簇独立启停和独立充放电调节等控制。

4.2 变换器的直流母线侧电压等级宜采用以下系列：

24V、48V、110V、220V、480V、750V、1000V

5 技术要求

5.1 正常使用的环境条件

正常使用的环境条件应符合下列要求。

- a) 工作环境温度： $-20^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$ ；
- b) 工作环境湿度： $\leq 90\% \text{ RH}$ ($40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$)；
- c) 海拔高度 $\leq 2000 \text{ m}$ ；海拔高度 $> 2000 \text{ m}$ 时，应按 GB/T 3859.2 规定降额使用；
- d) 工作环境应无剧烈震动冲击，并远离高热源；
- e) 空气中不应含有过量的尘埃、酸、碱、腐蚀性、爆炸性微粒和气体。

5.2 机/柜体和结构的质量要求

结构和机柜本身的制造质量、主电路连接、二次线及电气元件安装等应符合下列要求：

- a) 变换器及机架组装有关零部件均应符合各自的技术要求；
- b) 设备面板应平整，漆面或镀层应牢固、平整，无剥落、锈蚀及裂痕等现象；
- c) 标牌、标志、标记、文字和符号要求应完整清晰。

5.3 功能要求

- 5.3.1 变换器应具有直接与电池管理系统通讯功能、充放电功能。
- 5.3.2 变换器应响应电池管理系统的报警信息。
- 5.3.3 变换器辅助供电应具有输入电压欠压保护功能，避免长时间待机时对电池过放电。
- 5.3.4 变换器宜具备 CAN/RS 485、以太网通讯接口。
- 5.3.5 变换器应具备响应能量管理系统的削峰填谷、平滑功率输出、经济运行管理、参与需求侧响应等能量管理功能要求。

5.4 性能指标

5.4.1 效率

在额定运行条件下，不含有变压器的变换器充电效率和放电效率均不应低于 97%；含有变压器的变换器充电效率和放电效率均不应低于 94%。

5.4.2 功率控制

输出功率不小于 20%额定功率时，功率控制偏差率不应超过额定功率的 $\pm 1\%$ 。

有功功率控制响应时间不应超过 100 ms；

有功功率控制调节时间不应超过 300 ms。。

5.4.3 稳流精度与电流纹波

具备恒流运行模式的变换器在恒流工作状态下，充放电功率大于 20%额定功率时，直流母线侧充放电电流控制误差不应超过 $\pm 5\%$ ；电流纹波不应超过 5%。

5.4.4 稳压精度与电压纹波

具备恒压运行模式的变换器在恒压工作状态下，充放电功率大于 20%额定功率时，直流母线侧充放电电压的稳压精度不应超过 $\pm 2\%$ ；电压纹波不应超过 2%。

5.4.5 噪声

在距离设备水平位置 1 m 处，用声级计测量满载时的噪声，噪声不应大于 80 dB。

5.4.6 环境适应性

5.4.6.1 低温性能

变换器在-40℃环境温度条件下贮存 16h 后恢复至-20℃，应能正常启动运行。

5.4.6.2 高温性能

变换器在 70℃环境温度条件下贮存 16h 后恢复至 50℃，应能正常启动运行。

5.4.6.3 耐湿热性能

变换器按 GB/T 2423.4 进行交变湿热试验后，绝缘电阻不应低于 0.5 M Ω 。

5.5 保护功能

5.5.1 短路保护

变换器应设置短路保护功能，当输出短路时，变换器应自动保护并发出告警信号，当故障排除后，可自动或经过必要的人为干预后恢复输出。

5.5.2 输入极性反接保护

当变换器输入极性反接时，变换器应自动保护。故障排除后，可自动或经过必要的人为干预后恢复输出。

5.5.3 输入过/欠压保护

当变换器输入电压大于或等于过压保护值，或者小于或等于欠压保护值时，应关闭或者限制输出。故障排除后，可自动或经过必要的人为干预后恢复输出。

输入过压保护值和输入欠压保护值应符合产品技术文件规定。

5.5.4 输出过/欠压保护

当变换器输出电压大于或等于过压保护值，或者小于或等于欠压保护值时，应关闭或者限制输出。故障排除后，可自动或经过必要的人为干预后恢复输出。

输出过压保护值和输入欠压保护值应符合产品技术文件规定。

5.5.5 过温保护

变换器温度采样点的温度达到过温保护设定值时，应关闭或者限制输出。故障排除后，可自动或经过必要的人为干预后恢复输出。

5.5.6 通讯故障保护

变换器应设置与监控系统、电池管理系统的通讯故障保护。

5.5.7 电池管理系统故障信号保护

变换器应设置来自电池管理系统的故障、告警信号保护。

5.6 绝缘耐压性

5.6.1 绝缘电阻

在正常试验大气条件下，独立电路与外露可导电部分之间，以及与独立电路之间的绝缘电阻不应小于 $1\text{M}\Omega$ 。试验电压应按表 1 确定。

表 1 绝缘电阻试验电压等级

单位为伏

额定绝缘电压等级 U_N	绝缘电阻表电压
$U_N \leq 60$	250
$60 < U_N \leq 250$	500
$250 < U_N \leq 1\ 000$	1\ 000

5.6.2 介质强度

a) 在正常试验大气条件下，变换器应承受频率为 50 Hz，历时 1 min 的工频交流电压或等效直流电压，试验过程中应保证不击穿，不飞弧，漏电流应小于 20 mA；

b) 介质强度试验电压等级应符合表 5 的规定，试验过程中，任一被试电路施加电压时，其余电路等电位应互联接地。

表 2 介质强度试验电压等级

单位为伏

额定电压 U_N	试验电压
$U_N \leq 60$	1000
$60 < U_N \leq 300$	2000
$300 < U_N \leq 690$	2500
$690 < U_N \leq 800$	3000
$800 < U_N \leq 1000$	3500
注：整机介质强度按上述指标只能试验一次。用户验收产品时如需要进行介质强度试验，应将上列试验电压降低 25% 进行。	

5.7 电磁兼容性

5.7.1 静电放电抗扰度试验等级

静电放电抗扰度试验等级满足 GB/T 17626.2 中所规定的严酷度等级，满足如下要求：

——试验等级最低要求：3 级；

——性能判据应符合 GB/T 17799.2 性能判据 B 的要求。

5.7.2 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验等级

电快速瞬变脉冲群抗扰度试验等级满足 GB/T 17626.4 中规定的严酷度等级，满足如下要求：

——试验等级最低要求：3 级；

——性能判据应符合 GB/T 17799.2 性能判据 B 的要求。

5.7.3 射频电磁场辐射抗扰度试验等级

射频电磁场辐射抗扰度试验等级满足 GB/T 17626.3 中所规定的严酷度等级，满足如下要求：

- 试验等级最低要求：80MHz～100MHz 3 级，1.4GHz～6GHz 2 级；
- 性能判据应符合 GB/T 17799.2 性能判据 A 的要求。

5.7.4 射频场感应的传导骚扰抗扰度试验等级

射频场感应的传导骚扰抗扰度试验等级满足 GB/T 17626.6 中所规定的严酷度等级，满足如下要求：

- 试验等级最低要求：3 级；
- 性能判据应符合 GB/T 17799.2 性能判据 A 的要求。

5.8 外壳防护等级

防护等级不应低于 GB/T 4208 规定的 IP20。

6 检测规则

6.1 检测条件

6.1.1 检测环境条件

如无特殊环境规定时，检测应按如下环境条件进行：

- a) 环境温度：25℃±5℃；
- b) 环境相对湿度：25%～75%；
- c) 环境气压：86 kPa～106 kPa。

6.1.2 检测电气条件

一般而言，正常电气条件为输入电压允许偏差为其额定电压的±5%。

6.2 检测基本原理

P_o ——直流输出功率;

P_i ——直流输入功率。

- f) 设置为放电模式，将直流母线模拟电源调在额定电压值，电池模拟电源电压调至额定电压；重复以上步骤。

判定标准：设备双向转换效率应符合 5.4.1 中的要求。

6.4.2 功率控制

检测方法:

向设备发出控制信号(包括最大输出功率、恒压工作模式、恒流工作模式以及可表征能量双向流动特征的参数或指令)。

判定标准:

设备应接收指令并执行，结果符合 5.4.2 的规定。

6.4.3 稳流精度与电流纹波

检测方法:

- 设备按图 1 连接好检测电路。
- 设定恒流充电模式，充电电流设定为额定电流的 100%、50%和 10%；
- 接入电池模拟装置或者阻性负载、调整电池模拟装置或阻性负载使变换器直流侧电压在其直流电压范围内变化，变化步长为被测变换器输入电压范围的 20%，每一步长保持至少 10s，记录充电过程中输出电流数据，得出负载变化过程中输出电流最大波动值 I_M 、纹波有效值；
- 按公式（2）计算稳流精度，取三个电流下最大值作为测试结果；
- 按公式（3）（4）计算电流纹波系数。

[illegible]

[illegible]

[illegible]

 δ_I ——稳流精度；

I_M ——输出电流波动最大值, 单位为安培(A);

I_Z ——输出电流整定值，单位为安培(A)；

$X_{I_{rms}}$ ——电流纹波有效值系数;

$X_{I_{pp}}$ ——电流纹波峰值系数;

I_{rms} ——输出电流交流分量有效值，单位为安培(A)；

I_{PP} ——输出电流交流分量峰-峰值，单位为安培(A)；

I_{DC} ——输出电流交流平均值，单位为安培(A)。

判定标准:

结果应符合 5.4.3 的规定。

6.4.4 稳压精度与电压纹波

检测方法:

- a) 设备按图 1 连接好检测电路。
- b) 控制变换器在恒压充电状态；
- c) 设定变换器输入直流侧电压分别在其电压范围的最大值、中间值和最小值；
- d) 接入电池模拟装置或者阻性负载、调整电池模拟装置或阻性负载使变换器直流侧电流在 0~100%直流额定电流下变化，变化步长为 20%直流额定电流，每一步长保持时间不应小于 10s，测量输出直流侧电压的最大波动值 U_M 、纹波值。
- e) 按公式（5）计算稳流精度，要求稳压精度不能超过 $\pm 2\%$ ；
- f) 按公式（6）（7）计算电压纹波系数；

[illegible]

$$X_{U_{rms}} = \frac{U_{rms}}{U_{DC}} \times 100\% \cdot \dots \quad (6)$$

[illegible]

 δ_U ——稳压精度;

U_M ——负载电流在 0~100%额定电流范围内变化, 输出电压波动最大值, 单位为伏特 (V);

U_7 ——输出电压整定值,单位为伏特(V);

$X_{U_{rms}}$ ——电流纹波有效值系数;

X_{Upp} ——电流纹波峰值系数;

U_{rms} ——输出电压交流分量有效值，单位为伏特（V）；

U_{PP} ——输出电压交流分量峰—峰值，单位为伏特（V）；

U_{DC} ——输出电压交流平均值, 单位为伏特 (V))

判定标准:

结果应符合 5.4.4 的规定。

6.4.5 噪声

检测方法：

- a) 控制变换器工作在额定功率状态；
- b) 在距离设备水平位置 1 m 处，用声级计测量变换器噪声，声级计测量采用 A 记权方式；
- c) 测试现场的被测噪声与背景噪声的差不应小于 10dB，否则应按照表 3 修正。

表 3 背景噪声修正值

单位为 dB

差值	3	4~5	6~10
修正值	-3	-2	-1

判定标准：

结果应符合 5.4.7 的规定。

6.4.6 环境适应性

6.4.6.1 低温性能

应按 GB/T 2423.1 中规定的方法进行检测。

6.4.6.2 高温性能

应按 GB/T 2423.2 中规定的方法进行检测。

6.4.6.3 耐湿热性能

应按 GB/T 2423.3 中规定的方法进行检测。

6.5 保护功能

6.5.1 短路保护

检测方法：

充电和放电阶段，使直流输出短路，检查变换器工作状态。

判定标准：

结果应符合 5.5.1 的规定。

6.5.2 极性反接保护

检测方法：

- a) 将变换器直流输入极性反接，启动变换器，检查变换器工作状态；

- b) 将变换器直流输入极性恢复，启动变换器，检查变换器工作状态。

判定标准：

结果应符合 5.5.2 的规定。

6.5.3 输入过/欠压保护

检测方法：

- a) 按图 1 连接检测回路；
- b) 将电池模拟装置电压调整至变换器输入电压额定值；
- c) 调节变换器工作在放电模式，输出功率为额定功率；
- d) 调节电池模拟装置电压升至直流输入过压保护值，记录变换器直流过压动作值和从达到直流过压时刻起到变换器保护动作的时间；
- e) 调节电池模拟装置电压至变流器直流电压额定值，确认变换器能否正常开机；
- f) 调节电池模拟装置电压升至直流输入欠压保护值，记录变换器直流欠压动作值和从达到直流欠压时刻起到变换器保护动作的时间；
- g) 调节电池模拟装置电压至变流器直流电压额定值，确认变换器能否正常开机；
- h) 调节变换器工作在充电模式，重复步骤 d~g；

判定标准：

结果应符合 5.5.3 的规定。

6.5.4 输出过/欠压保护

检测方法：

- a) 按图 1 连接检测回路；
- b) 将直流母线模拟装置电压调整至变换器输出电压额定值；
- c) 调节变换器工作在放电模式，输出功率为额定功率；
- d) 调节直流母线模拟装置电压升至直流输出过压保护值，记录变换器直流过压动作值和从达到直流过压时刻起到变换器保护动作的时间；
- e) 调节直流母线模拟装置电压至变流器直流电压额定值，确认变换器能否正常开机；
- f) 调节直流母线模拟装置电压升至直流输出欠压保护值，记录变换器直流欠压动作值和从达到直流欠压时刻起到变换器保护动作的时间；
- g) 调节直流母线模拟装置电压至变流器直流电压额定值，确认变换器能否正常开机；
- h) 调节变换器工作在充电模式，重复步骤 d~g；

判定标准：

结果应符合 5.5.4 的规定。

6.5.5 过温保护

检测方法：

通过模拟过温信号检验变流器的过温保护功能。

判定标准：

结果应符合 5.5.5 的规定。

6.5.6 通讯故障保护

检测方法：

检测在变换器为启动状态下进行，采用故障模拟的方法使变换器与监控系统及电池管理系统之间的通信发生故障，检查变流器是否能可靠告警。记录告警信息和变换器运行状态。

判定标准：

结果应符合 5.5.6 的规定。

6.5.7 电池管理系统故障信号保护

检测方法：

电池管理系统故障信号保护检测在变换器为启动状态下进行，采用故障模拟的方法使电池管理系统向梯次利用变换器分别传送过压保护、欠压保护、过流保护、短路保护、过温保护、漏电保护等告警信号，检查变换器能否可靠告警。记录告警信息和变换器运行状态。

判定标准：

结果应符合 5.5.7 的规定。

6.6 电气安全

6.6.1 绝缘电阻

应按 GB/T 7251.1 中的规定进行检测。

6.6.2 介电强度

应按 GB/T 7251.1 中的规定进行检测。

6.7 电磁兼容性

6.7.1 静电放电抗扰度

应按 GB/T 17626.2 中的规定进行检测。

6.7.2 电快速瞬变脉冲群抗扰度

应按 GB/T 17626.4 中的规定进行检测。

6.7.3 射频电磁场辐射抗扰度

应按 GB/T 17626.3 中的规定进行检测。

6.7.4 射频场感应的传导骚扰抗扰度

应按 GB/T 17626.6 中的规定进行检测。

6.7.5 发射要求

应按 GB 4824 中的规定进行检测。

6.8 外壳防护等级

应按 GB/T 4208 中规定的方法进行检测。

7 检验规则

7.1 型式试验

有下列情况之一时，

应进行型式试验：

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定时；
- b) 产品设计、工艺或材料改变，可能影响产品性能时；
- c) 产品停产 1 年后，恢复生产时；
- d) 出厂试验结果与上次型式试验有较大差异时。

7.2 出厂试验

出厂产品均应进行出厂检测。出厂检测应由制造商或委托的其它机构开展，并应出具产品合格证。出厂试验时，只有一项不合格，允许返修后复试，复试一次仍不合格，应判为不合格。试验合格后，应填写试验记录并出具合格证方可出厂。

7.3 试验项目

试验项目应符合表 4 的规定。

表 4 变换器试验项目

序号	试验项目	型式试验	出厂试验
1	机体和结构质量	√	√
2	功能要求	√	√
3	效率	√	—
4	功率控制精度	√	—
5	稳流精度与电流纹波	√	—
6	稳压精度与电压纹波	√	—
7	噪声	√	—
8	环境	√	—
9	保护功能	√	√
10	电气安全	√	√
12	电磁兼容性	√	—
12	外壳防护等级	√	—

附 录

(资料性)

变换器技术参数表

制造厂家		
型号		
电池侧参数	最大功率 (kW)	
	最高电压 (V)	
	最大电流 (A)	
	工作范围 (V)	
直流母线侧参数	最大功率 (kW)	
	最高电压 (V)	
	最大电流 (A)	
	工作范围 (V)	
通用参数	输出过压保护值 (V)	
	输出欠压保护值 (V)	
	隔离方式	
	效率 (%)	
	允许环境温度 (°C)	
	允许相对湿度 (%)	
	噪声 (dB)	
	尺寸 (宽×深×高) (mm)	
	质量 (kg)	
	防护等级	
	冷却方式	
	绝缘电阻 (MΩ)	
	介质强度	
显示和通信	通信接口	
	人机界面	
	通信规约	