

ICS XX. XXX

N XX

团 体 标 准

T/ZSEIA XXXX-YYYY

电力级五自由度磁悬浮飞轮储能系统接入电 网技术规定

Technical rule for power grade 5-DOF magnetic levitation flywheel energy
storage system connected to power grid

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中关村智慧环境产业联盟 发布

目 次

前 言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 基本规定.....	4
5 电能质量.....	4
5.1 谐波.....	4
5.2 电压偏差.....	4
5.3 电压波动和闪变.....	5
5.4 电压不平衡度.....	5
5.5 直流分量.....	5
5.6 监测及治理要求.....	5
6 功率控制.....	5
6.1 一般规定.....	5
6.2 有功功率控制.....	5
6.3 无功功率控制.....	6
7 电网适应性.....	6
7.1 频率适应性.....	6
7.2 故障穿越.....	6
8 保护与安全自动装置.....	7
9 通信与自动化.....	7
10 电能计量.....	8
11 接地与安全标识.....	8
12 接入电网测试.....	8
12.1 基本要求.....	8
12.2 测试内容.....	8
附录 A （资料性） 并网点与公共连接点的图例说明.....	9
附录 B （资料性） 飞轮储能系统接入电网电压等级推荐.....	10

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020 给出的规则起草。

本文件由中关村智慧环境产业联盟提出并归口。

本文件起草单位：华驰动能（北京）科技有限公司、北京华驰万汇科技中心、北京华驰纵横科技中心、国网蒙东电力综合能源服务公司、国网蒙东电力科学研究院、山东大学、内蒙古工业大学、集宁师范学院、安徽华驰动能科技有限公司、华北电力大学、东北大学。

本文件主要起草人：王志强、王方胜、齐四清、高春辉、徐衍亮、刘广忱、荆丽丽、苏森、彭龙、孟德超、韩坤、陈胜林、孙秋野、杨东升。

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。

电力级五自由度磁悬浮飞轮储能系统接入电网技术规定

1 范围

本文件规定了电力级五自由度磁悬浮飞轮储能系统接入电网的电能质量、功率控制、电网适应性、保护与安全自动装置、通信与自动化、电能计量、接地与安全标识、接入电网测试等技术要求。

本文件适用于额定功率不小于500kW且储能量不小于100kWh的电力级五自由度磁悬浮飞轮储能系统，其他功率等级和储能量等级的飞轮储能系统可参考执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 2894 安全标志及其使用导则
 - GB/T 12325 电能质量 供电电压偏差
 - GB/T 12326 电能质量 电压波动和闪变
 - GB 14050 系统接地的型式及安全技术要求
 - GB/T 14285 继电保护和安全自动装置技术规程
 - GB/T 14549 电能质量 公用电网谐波
 - GB/T 15543 电能质量 三相电压不平衡
 - GB/T 15945 电能质量 电力系统频率偏差
 - GB/T 19862 电能质量 电能质量监测设备通用要求
 - GB/T 24337 电能质量 公用电网间谐波
 - GB/T 31464 电网运行准则
 - GB 50057 建筑物防雷设计规范
 - GB/T 50065 交流电气装置的接地设计规范
 - DL/T 448 电能计量装置技术管理规程
 - DL/T 584 3kV~110kV电网继电保护装置运行整定规程
 - DL/T 645 多功能电能表通信协议
- 《电力级五自由度磁悬浮飞轮储能单元通过技术条件》

3 术语和定义

《电力级五自由度磁悬浮飞轮储能单元通过技术条件》界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

并网点 point of interconnection

对于有升压变压器的飞轮储能系统，指升压变压器高压侧母线或节点。对于无升压变压器的飞轮储能系统，指飞轮储能系统的输出汇总点。

注：并网点的图例说明参见附录A。

3.2

公共连接点 point of common coupling

飞轮储能系统接入公共电网的连接处。

注：公共连接点的图例说明参见附录A。

3.3

热备用状态 hot standby state

飞轮储能系统已具备运行条件，设备保护极自动装置处于正常运行状态，随时可接受系统控制器指令进行充放电操作的状态。

3.4

充电响应时间 response time for charging

热备用状态下，飞轮储能系统自收到控制信号起，从热备用状态转换成充电状态，直到充电功率首次达到额定功率 P_N 的90%所用的时间，见图1。

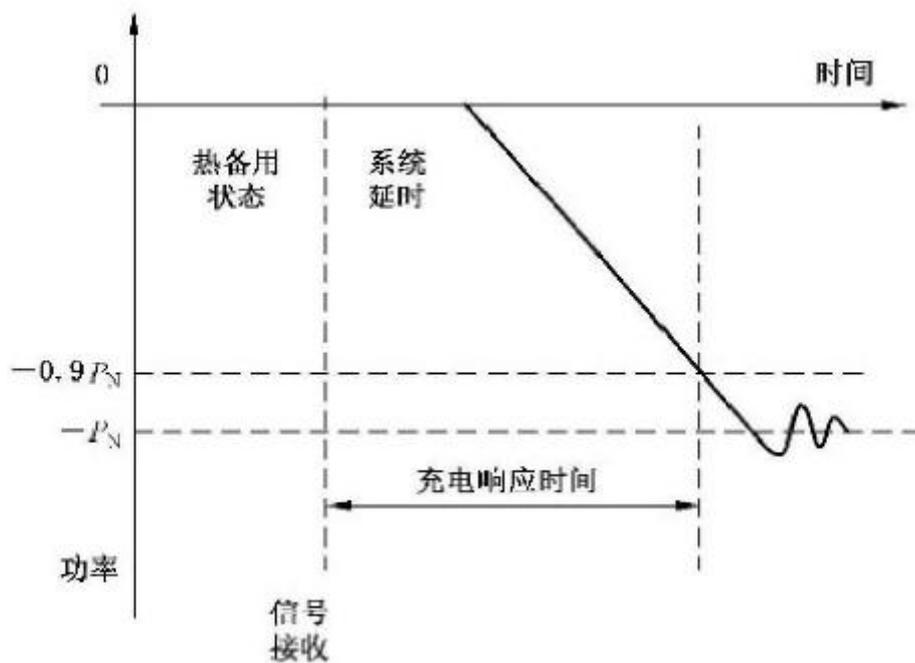


图1 充电响应时间

3.5

充电调节时间 regulation time for charging

热备用状态下，飞轮储能系统自收到控制信号起，从热备用状态转换成充电状态，直到充电功率达到额定功率 P_N 的且功率偏差始终控制在额定功率 P_N 的 $\pm 2\%$ 以内的起始时刻的时间，见图2。

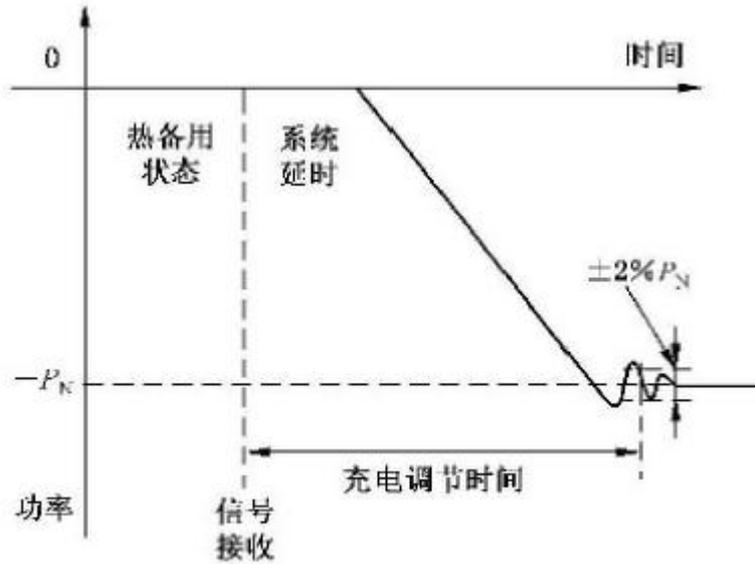


图2 充电调节时间

3.6

放电响应时间 response time for discharging

热备用状态下，飞轮储能系统自收到控制信号起，从热备用状态转换成放电状态，直到放电功率首次达到额定功率 P_N 的90%所用的时间，见图3。

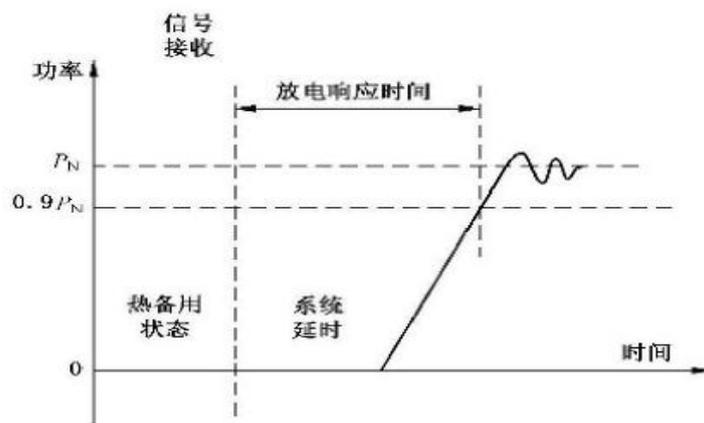


图3 放电响应时间

3.7

放电调节时间 regulation time for discharging

热备用状态下，飞轮储能系统自收到控制信号起，从热备用状态转换成放电状态，直到放电功率达到额定功率 P_N 的且功率偏差始终控制在额定功率 P_N 的 $\pm 2\%$ 以内的起始时刻的时间，见图4。

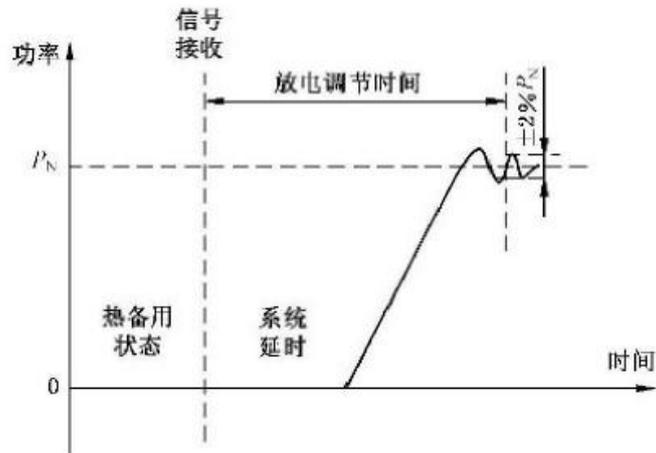


图4 放电调节时间

3.8

充电到放电转换时间 transfer time from charging to discharging

稳定运行状态下，飞轮储能系统从90%额定功率 P_N 充电状态转换到90%额定功率 P_N 放电状态的时间，见图5。

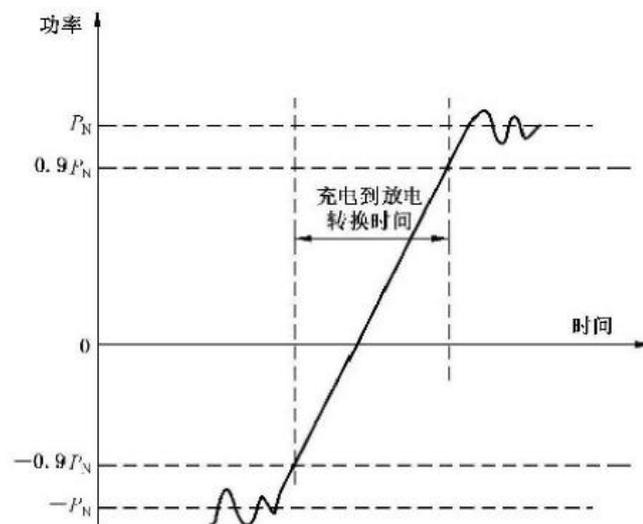


图5 充电到放电转换时间

3.9

放电到充电转换时间 transfer time from discharging to charging

稳定运行状态下，飞轮储能系统从90%额定功率 P_N 放电状态转换到90%额定功率 P_N 充电状态的时间，见图6。

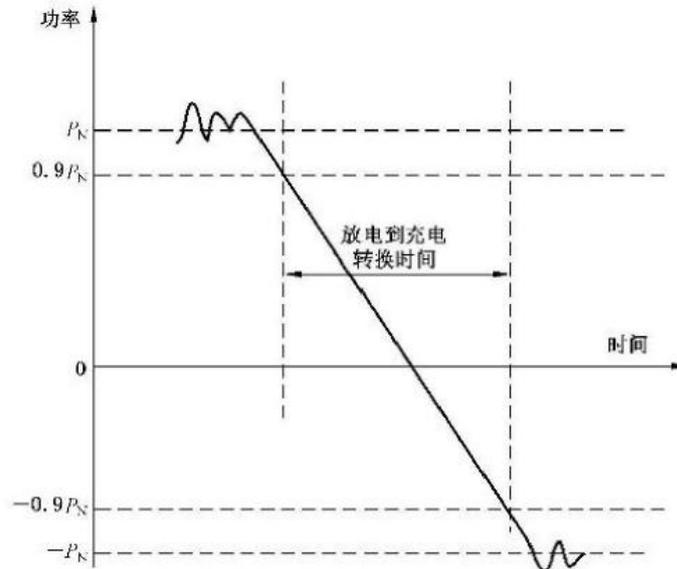


图6 放电到充电转换时间

4 基本规定

- 4.1 飞轮储能系统接入电网的电压等级应按照储能系统额定功率、接入点电网网架结构等条件确定，接入电压等级选取参见附录B。
- 4.2 飞轮储能系统中性点接地方式应与其所接入电网的接地方式相适应。
- 4.3 飞轮储能系统接入电网应进行短路容量校核。
- 4.4 飞轮储能系统并网点处的保护配置应与所接入电网的保护协调配合。
- 4.5 飞轮储能系统并网点处的电气设备应满足相应电压等级的电气设备绝缘耐压规定。
- 4.6 飞轮储能系统应在并网点设置易于操作、可闭锁、具有明显断开指示的并网断开装置。
- 4.7 参与电力系统调频和调峰的飞轮储能系统应符合 GB/T 31464 的相关规定。
- 4.8 飞轮储能系统启动和停机时间应满足并网调度协议（和/或用户）的要求，且通过 10（6）kV 及以上电压等级接入公用电网的飞轮储能系统应能执行电网调度机构的启动和停机指令。

5 电能质量

5.1 谐波

- 5.1.1 飞轮储能系统接入公共连接点的谐波电压应满足 GB/T 14549 的要求。
- 5.1.2 飞轮储能系统接入公共连接点的间谐波电压应满足 GB/T 24337 的要求。

5.2 电压偏差

飞轮储能系统接入公共连接点的电压偏差应满足 GB/T 12325 的要求。

5.3 电压波动和闪变

飞轮储能系统接入公共连接点的电压波动和闪变值应满足GB/T 12326的要求。

5.4 电压不平衡度

飞轮储能系统接入公共连接点的电压不平衡度应满足GB/T 15543的要求。

5.5 直流分量

飞轮储能系统接入公共连接点的直流电流分量不应超过其交流额定值的0.5%。

5.6 监测及治理要求

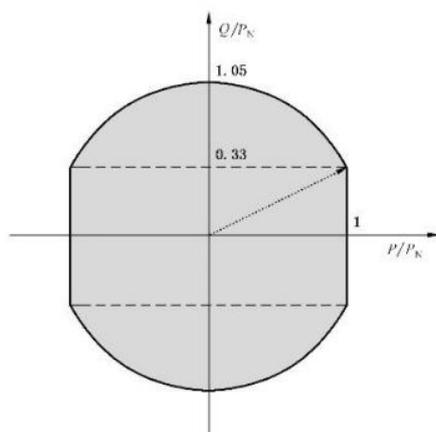
通过10（6）kV及以上电压等级接入公用电网的飞轮储能系统宜装设满足GB/T 19862要求的电能质量监测装置；当飞轮储能系统的电能质量指标不满足要求时，应安装电能质量治理设备。

6 功率控制

6.1 一般规定

6.1.1 飞轮储能系统应具备恒功率控制、恒功率因数控制和恒充电/放电电流控制功能，能够按照计划曲线和下发指令方式连续运行。

6.1.2 飞轮储能系统在其变流器额定功率运行范围内应具备四象限功率控制功能，有功功率和无功功率应在图7所示的阴影区域内动态可调。



注： P_N 为飞轮储能系统的额定功率， P 和 Q 分别为飞轮储能系统当前运行的有功功率和无功功率。

图7 飞轮储能系统四象限功率控制调节范围示意图

6.2 有功功率控制

6.2.1 接入10（6）kV及以上电压等级公用电网的飞轮储能系统应具备就地和远程充放电功率控制功能，且具备能够自动执行电网调度机构下达指令的功能。

6.2.2 接入 110 (220) kV 及以上电压等级公用电网的飞轮储能系统应具有参与一次调频的能力，并具备自动发电控制 (AGC) 功能。

6.2.3 接入 10 (6) kV 及以上电压等级公用电网的飞轮储能系统，动态响应特性应满足以下要求：

- a) 储能系统功率控制的充/放电响应时间不大于 2s，充/放电调节时间不大于 3s，充电到放电转换时间、放电到充电转换时间不大于 2s；
- b) 调节时间后，系统实际出力曲线与调度指令或计划曲线偏差不大于±2%额定功率。

6.3 无功功率控制

通过 10 (6) kV 及以上电压等级接入公用电网的飞轮储能系统应同时具备就地和远程无功功率控制和电压调节功能。

7 电网适应性

7.1 频率适应性

接入公用电网的飞轮储能系统应满足表 1 的频率运行要求。

表 1 接入公用电网的飞轮储能系统的频率运行要求

频率范围	运行要求
$f < 49.5 \text{ Hz}$	不应处于充电状态
$49.5 \text{ Hz} \leq f \leq 50.2 \text{ Hz}$	连续运行
$f > 50.2 \text{ Hz}$	不应处于放电状态

注：f 为飞轮储能系统并网点的电网频率。

7.2 故障穿越

7.2.1 通过 10 (6) kV 及以上电压等级接入公用电网的飞轮储能系统应具备如图 8 所示的低电压穿越能力：

- a) 并网点电压在图 8 中曲线 1 轮廓线及以上区域时，飞轮储能系统应不脱网连续运行；否则，允许飞轮储能系统脱网。

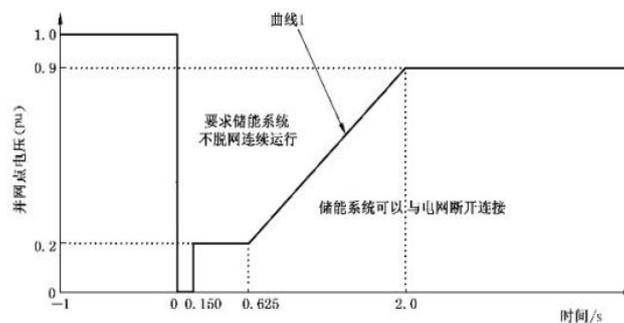


图 8 飞轮储能系统低电压穿越要求

b) 各种故障类型下的并网点考核电压如表 2 所示。

表 2 飞轮储能系统低电压穿越考核电压

故障类型	考核电压
三相对称短路故障	并网点线/相电压
两相相间短路故障	并网点线电压
两相接地短路故障	并网点线/相电压
单相接地短路故障	并网点相电压

7.2.2 通过 10（6）kV 及以上电压等级接入公用电网的飞轮储能系统应具备如图 9 所示的高电压穿越能力：并网点电压在图 9 中曲线 2 轮廓线及以下区域时，飞轮储能系统应不脱网连续运行；并网点电压在图 9 中曲线 2 轮廓线以上区域时，允许飞轮储能系统与电网断开连接。

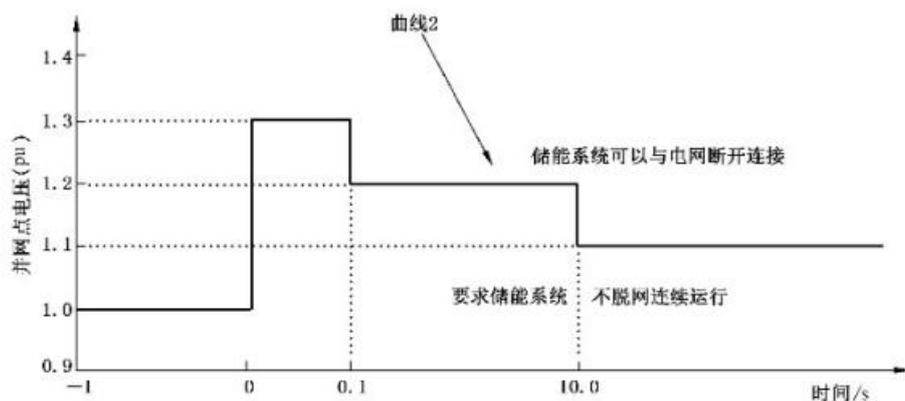


图 9 飞轮储能系统高电压穿越要求

8 保护与安全自动装置

- 8.1 飞轮储能系统的保护应符合 GB/T 14285 和 DL/T 584 的相关要求。
- 8.2 飞轮储能系统保护的配置及整定应与电网侧保护相适应，与电网侧重合闸策略相配合。

9 通信与自动化

- 9.1 接受电网调度的飞轮储能系统的通信与自动化系统应符合电力二次系统安全防护要求及相关设计规程。
- 9.2 对于通过 110（66）kV 及以上电压等级接入公用电网的飞轮储能系统，至调度端应具备两路通信通道，其中一路为光缆通道。
- 9.3 接受电网调度的接入 10（6）kV 及以上电压等级公用电网的飞轮储能系统，与电网调度系统直接连接的通信设备应具有与系统接入端设备一致的接口与协议。
- 9.4 接受电网调度的接入 10（6）kV 及以上电压等级公用电网的飞轮储能系统向电网调度机构提供的信息包括但不限于以下信息：

- a) 电气模拟量：并网点的频率、电压、注入电网电流、注入有功功率和无功功率、功率因数、电能质量数据等；
- b) 电能及荷电状态：可充/可放电量、充电电量、放电电量、荷电状态等；
- c) 状态量：并网点开断设备状态、充放电状态、故障信息、远动终端状态、通信状态、AGC 状态等；
- d) 其他信息：并网调度协议要求的其他信息。

10 电能计量

10.1 飞轮储能系统接入电网前，应明确电量计量点。电量计量点设置应遵循以下规定：

- a) 飞轮储能系统采用专线接入公用电网，电量计量点设在公共连接点；
- b) 飞轮储能系统采用 T 接方式接入公用线路，电量计量点设在飞轮储能系统出线侧；
- c) 飞轮储能系统接入用户内部电网，电量计量点设在并网点。

10.2 飞轮储能系统应设置电能计量装置，且设备配置和技术要求应符合 DL/T 448 的要求。

10.3 飞轮储能系统的电能计量装置应具备双向有功和无功计量、事件记录、本地及远程通信的功能，其通信协议应符合 DL/T 645 的规定。

11 接地与安全标识

11.1 飞轮储能系统的防雷与接地应符合 GB 14050、GB 50057 和 GB/T 50065 的要求。

11.2 飞轮储能系统应有醒目标识。标识的形状、颜色、尺寸和高度应满足 GB 2894 的要求。

12 接入电网测试

12.1 基本要求

12.1.1 接入电网前，飞轮储能系统的储能载体、储能变流器等主要部件应通过性能测试，测试由具备相应资质的单位或者部门进行。

12.1.2 接入 10 (6) kV 及以上电压等级的飞轮储能系统应在并网运行 6 个月内向电网调度机构或相关管理部门提供有资质单位出具的并网测试报告。

12.1.3 飞轮储能系统接入电网的测试点应为飞轮储能系统并网点或公共连接点。

12.1.4 当飞轮储能系统的储能载体、储能变流器等主要部件改变时；飞轮储能系统应重新进行接入电网测试。

12.2 测试内容

飞轮储能系统接入电网的测试应按照 GB/T 36548 或其他相关的标准或规定进行，应包括但不限于以下内容：

- a) 电能质量测试；
- b) 功率控制测试；
- c) 电网适应性测试；
- d) 保护与安全自动装置测试；
- e) 通信与自动化测试。

附录 A

(资料性)

并网点与公共连接点的图例说明

A.1 飞轮储能系统的并网点，是指飞轮储能系统与电网的连接点，而该电网可能是公用电网，也可能是用户内部电网。对于有升压变压器的储能系统；并网点指升压变压器高压侧母线或节点。对于无升压变压器的储能系统，并网点指储能系统的输出汇总点。

A.2 并网点的图例说明如图 A.1 所示：虚线框为用户内部电网，该用户电网通过公共连接点 C 与公用电网相连。在用户内部电网，有两个飞轮储能系统，分别通过 A 点和 B 点与用户电网相连，A 点和 B 点均为并网点，但不是公共连接点。在 D 点，有飞轮储能系统直接与公用电网相连，D 点是并网点，也是公共连接点。

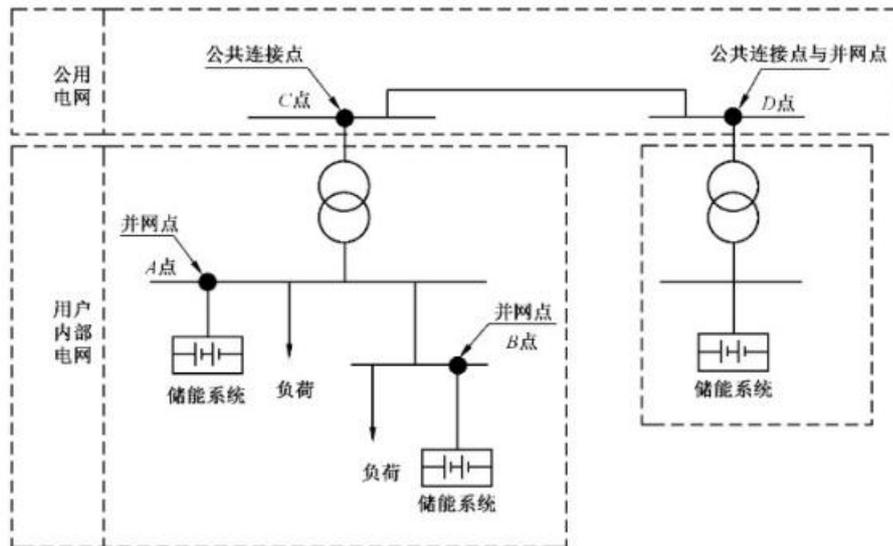


图 A.1 并网点与公共连接点图例说明

附录 B

(资料性)

飞轮储能系统接入电网电压等级推荐

飞轮储能系统接入电网的电压等级应按照储能系统额定功率、接入点电网网架结构等条件确定，不同额定功率储能系统的接入电网电压推荐等级见表B.1。

表 B.1 飞轮储能系统接入电网电压推荐等级表

飞轮储能系统额定功率	接入电压等级	接入方式
8kW及以下	220V/380V	单相或三相
8kW-1000kW	380V	三相
500kW~5000kW	6kV~20kV	三相
5000kW~100000kW	35kV~110kV	三相
100000kW以上	220kV及以上	三相