



中华人民共和国国家标准

GB/T —XXXX

电力储能用飞轮储能系统技术规范

Technical specification for flywheel energy storage system used for electrical
energy storage

（征求意见稿）

20XX — — 发布

20XX — — 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

电力储能用飞轮储能系统技术规范

1 范围

本文件规定了电力储能用飞轮储能系统的系统架构、正常运行条件、系统技术要求、飞轮储能单元、储能变流器、飞轮变流器、飞轮管理系统、飞轮储能系统辅助设备等技术要求，描述了系统性能试验方法。

本文件适用于额定放电功率 200kW 及以上交流并网的电力储能用飞轮储能系统的设计、制造、试验、检测、运行、维护和检修。

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 4793.1	测量、控制和实验室用电气设备的安全要求 第1部分：通用要求
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 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	电能质量监测设备通用要求
GB/T 20840.2	互感器 第2部分：电流互感器的补充技术要求
GB/T 20840.3	互感器第3部分：电磁式电压互感器的补充技术要求
GB/T 24337	电能质量 公用电网间谐波
GB/T 29481	电气安全标志
GB/T 31464	电网运行准则
GB/T 34120	电化学储能系统储能变流器技术规范
GB/T 36547	电化学储能系统接入电网技术规定
GB 38755	电力系统安全稳定导则
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
GB/T AAAA	电力储能用飞轮技术规范
DL/T 860	电力自动化通信网络和系统
DL/T 2528	电力储能基本术语

3 术语和定义

DL/T 2528 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

飞轮储能系统 flywheel energy storage system

由一个或多个飞轮储能单元、储能变流器、飞轮变流器、辅助设备和飞轮管理系统构成，能够实现动能和电能相互转换的最小设备组合。

[来源：DL/T 2528-2022，4.4.1.2，有修改]

3.2

飞轮储能单元 flywheel energy storage unit

由具备独立的飞轮动能存储、释放能力的设备组成，一般包括飞轮转子、发电/电动机、轴承、制动系统、壳体等。

[来源：DL/T 2528-2022，4.4.2.1]

3.3

储能变流器 power conversion system

与电网相连接的实现整流和逆变变换单元。

3.4

飞轮变流器 flywheel conversion system

与飞轮储能单元相连接的实现整流和逆变的变换单元。

3.5

飞轮管理系统 flywheel energy storage management system

监测和管理飞轮储能单元、储能变流器、飞轮变流器、辅助设备等的运行参数，具有相应的控制、保护和通信功能的装置或系统。

[来源：DL/T 2528-2022，4.4.2.2，有修改]

3.6

飞轮储能系统辅助设备 auxiliary equipment of flywheel energy storage system

维持飞轮储能系统安全稳定运行的冷却装置、制动装置、辅助电源等设备组合。

3.7

飞轮储能额定充电功率 rated charging power of flywheel energy storage system

飞轮储能系统在充电状态下、工作转速区间可以持续稳定工作的输入功率保证值。

[来源：DL/T 2528-2022，4.4.3.5，有修改]

3.8

飞轮储能额定放电功率 rated discharging power of flywheel energy storage system

飞轮储能系统在放电状态下、工作转速区间可以持续稳定工作的输出功率保证值。

[来源：DL/T 2528-2022，4.4.3.6，有修改]

3.9

飞轮储能系统额定充电能量 rated charging energy capacity of flywheel energy storage system

飞轮储能系统以额定充电功率可持续稳定从电力系统吸收的电能量。

[来源：DL/T 2528-2022，3.4.6，有修改]

3.10

飞轮储能系统额定放电能量 rated discharging energy capacity of flywheel energy storage system

飞轮储能系统以额定放电功率可持续稳定向电力系统输出的电能量。

[来源：DL/T 2528-2022，3.4.7，有修改]

3.11

飞轮储能额定功率充放电循环效率 charge-discharge cycle efficiency at rated power of flywheel energy storage system

飞轮储能系统在额定功率下,由额定工作转速上限至额定工作转速下限放电运行过程中释放能量,与同循环过程中由额定工作转速下限至额定工作转速上限充电运行过程中吸收能量的比值,用百分数表示。

[来源: DL/T 2528-2022, 4.4.3.7]

3.12

迟滞时间 delay time

飞轮储能系统自收到控制信号起,至输出功率首次从稳态值开始变化的时间。

[来源: DL/T 2528-2022, 3.5.3, 有修改]

3.13

有功功率控制精度 active power control accuracy

飞轮储能系统充(放)电过程中,有功功率稳态值与目标有功功率值之差与目标有功功率值的比值,用百分数表示。

3.14

无功功率控制精度 reactive power control accuracy

飞轮储能系统充(放)电过程中,无功功率稳态值与目标无功功率值之差与目标无功功率值的比值,用百分数表示。

3.15

飞轮储能热备待机功耗 hot standby power consumption of flywheel energy storage

飞轮储能系统处于热备用状态时所需的有功功率。

[来源: DL/T 2528-2022, 4.4.3.4]

3.16

飞轮工作转速区间 working speed range of flywheel

飞轮储能系统在额定工作转速上限和额定工作转速下限之间的区间。

[来源: DL/T 2528-2022, 4.4.3.3]

3.17

飞轮工作转速上限 maximum working speed of flywheel

飞轮储能系统在额定功率下可稳定运行的最高转速限值。

[来源: DL/T 2528-2022, 4.4.3.1]

3.18

飞轮工作转速下限 minimum working speed of flywheel

飞轮储能系统在额定功率下可稳定运行的最低转速限值。

[来源: DL/T 2528-2022, 4.4.3.2]

4 总体要求

4.1 电力储能用飞轮储能系统接入电网应符合电力系统安全稳定运行的要求,并满足 GB 38755、GB/T 31464 的规定。

4.2 电力储能用飞轮储能系统应具备系统调频、紧急功率支撑、电压控制、跟踪计划曲线、平滑功率输出、惯量支撑、电压暂降支撑、备用电源供电中一种或多种应用功能。

- 4.3 电力储能用飞轮储能系统在满足应用功能的情况下，应选择经济、环保、高效、安全、可靠、易于维护型设备。
- 4.4 电力储能用飞轮储能系统应配备供暖通风与空气调节系统，满足储能系统正常工作环境的要求。
- 4.5 电力储能用飞轮储能系统应配备制动装置，满足储能系统安全运行要求。
- 4.6 电力储能用飞轮储能系统安全标志设置应符合 GB/T 29481 的相关规定。
- 4.7 电力储能用飞轮储能系统的接地方式应与所接入电网的接地方式相适应，防雷与接地应符合 GB 14050、GB 50057 和 GB/T 50065 的相关规定。

5 系统架构

- 5.1 飞轮储能系统包含飞轮储能单元、储能变流器、飞轮变流器、飞轮管理系统及辅助设备。其中辅助设备包含制动装置、冷却装置、辅助电源等。
- 5.2 制动装置根据产品结构可选择接入飞轮变流器交流侧或直流侧。

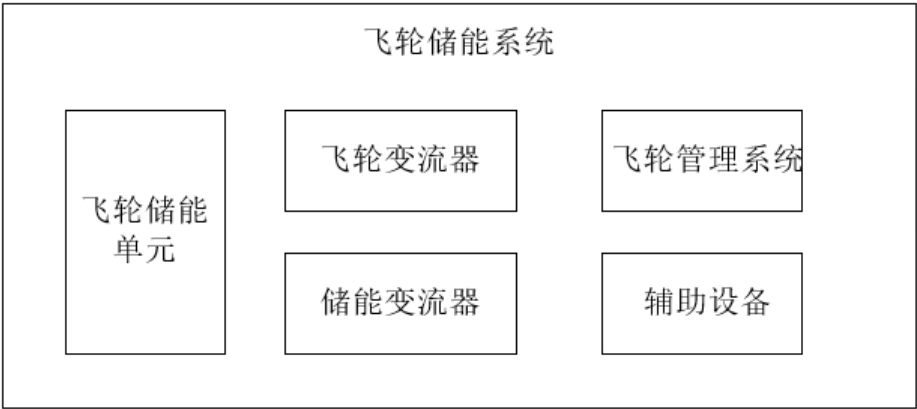


图 1 电力储能用飞轮储能系统示意图

6 正常运行条件

6.1 环境条件

飞轮储能系统在以下环境条件应正常工作：

- a) 环境温度：-10℃~40℃；
- b) 相对湿度：小于 95%，无凝露；
- c) 海拔高度：2000m 以下。

6.2 电气运行条件

飞轮储能系统在以下电网条件应正常工作：

- a) 谐波电压不大于 GB/T 14549 规定的限值；
- b) 间谐波电压不大于 GB/T 24337 规定的限值；
- c) 电网电压偏差不大于 GB/T 12325 规定的限值；

- d) 电压波动和闪变值不大于 GB/T 12326 规定的限值；
- e) 三相电压不平衡度不大于 GB/T 15543 规定的限值；
- f) 电网频率偏差不大于 GB/T 15945 规定的限值。

7 系统技术要求

7.1 启停机

飞轮储能系统应具备启停机控制功能，能根据控制开关或指令实现储能系统的启动和停机。

7.2 功率控制

7.2.1 有功功率控制

7.2.1.1 飞轮储能系统应具有有功功率控制功能。储能系统响应就地有功功率控制指令时，充/放电响应时间应不大于 0.2s，充/放电调节时间应不大于 0.3s，充电到放电转换时间、放电到充电转换时间应不大于 0.3s，有功功率控制偏差应不超过额定功率的 $\pm 1\%$ 。

7.2.1.2 通过 10（6）kV 及以上电压等级接入电网的飞轮储能系统应具备自动发电控制（AGC）指令响应能力，功率调节速率和调节精度应满足电网调度机构的相关规定。

7.2.1.3 通过 10（6）kV 及以上电压等级接入电网的飞轮储能系统应具备紧急功率支撑的能力，应在 200 ms 内达到最大可放电或可充电功率。

7.2.1.4 参与电力市场的飞轮储能系统，其控制方式、响应能力和响应性能应满足电力市场规则要求。

7.2.2 无功功率控制

7.2.2.1 飞轮储能系统应具有功率因数、无功功率和电压控制的控制模式。

7.2.2.2 飞轮储能系统功率因数应在 0.9（超前）~0.9（滞后）范围内连续可调。

7.2.2.3 通过 10（6）kV 及以上电压等级接入电网的飞轮储能系统应具备自动电压控制（AVC）指令响应能力，自动调节飞轮储能系统无功功率，调节速率和控制精度应满足电网调度机构的相关规定。

7.2.2.4 飞轮储能系统的无功功率/电压调节功能优先级高于功率因数调节功能。

7.2.2.5 飞轮储能系统在不功率可调节范围内，无功功率控制偏差应不超过额定功率的 $\pm 3\%$ 。

7.3 运行适应性

7.3.1 电压适应性

7.3.1.1 通过 220V 电压等级并网的飞轮储能系统，电压适应性应满足表 1 的要求。

表1 220V 电压等级接入电网的飞轮储能系统电压适应性要求

电压范围（U）	运行要求
$U < 50\%U_N$	储能系统应在 0.2 s 内停机
$50\%U_N \leq U < 85\%U_N$	储能系统不应处于充电状态，应至少运行 2 s
$85\%U_N \leq U \leq 110\%U_N$	正常运行

电压范围 (U)	运行要求
$110\%U_N < U \leq 120\%U_N$	储能系统不应处于放电状态，应至少运行 10 s
$120\%U_N < U$	储能系统应在 0.2 s 内断开连接或停机
注： U_N 为飞轮储能系统并网点处的额定电压。	

7.3.1.2 通过 380V 和 10(6)kV 电压等级并网的飞轮储能系统，电压适应性应满足表 2 的要求。

表2 380V 和 10(6)kV 电压等级接入的飞轮储能系统电压适应性要求

电压范围 (U)	运行要求
$U < 85\%U_N$	符合低电压穿越的规定
$85\%U_N \leq U \leq 110\%U_N$	正常运行
$110\%U_N < U$	符合高电压穿越的规定
注： U_N 为飞轮储能系统并网点处的额定电压。	

7.3.1.3 通过 10(6)kV 及以上电压等级接入电网的飞轮储能系统，电压适应性应满足表 3 的要求。

表3 10(6)kV 及以上电压等级接入电网的飞轮储能系统电压适应性要求

电压范围 (U)	运行要求
$U < 90\%U_N$	符合低电压穿越的规定
$90\%U_N \leq U \leq 110\%U_N$	正常运行
$110\%U_N < U$	符合高电压穿越的规定
注： U_N 为飞轮储能系统并网点处的额定电压。	

7.3.2 频率适应性

7.3.2.1 通过 220V 电压等级并网的飞轮储能系统，当并网点频率低于 48.5Hz 时，储能系统应停止充电；当并网点频率高于 50.5Hz 时，储能系统应停止放电。

7.3.2.2 通过 380 V 及以上电压等级接入电网的飞轮储能系统，频率适应性应满足表 4 的要求。

表4 380V 及以上电压等级接入电网的飞轮储能系统频率适应性要求

频率范围 (f)	运行要求
$f < 46.5 \text{ Hz}$	飞轮储能系统不应处于充电状态，应根据允许运行的最低频率或电网调度机构要求与电网脱离
$46.5 \text{ Hz} \leq f < 48.5 \text{ Hz}$	处于放电状态的飞轮储能系统应保持放电状态，连续运行；处于充电状态或静置状态的飞轮储能系统应在 0.2s 内转为放电状态，并持续放电
$48.5 \text{ Hz} \leq f \leq 50.5 \text{ Hz}$	正常充电或放电运行
$50.5 \text{ Hz} < f \leq 51.5 \text{ Hz}$	处于充电状态的飞轮储能系统应保持充电状态，连续运行；处于放电状态或静置状态的储能系统应在 0.2s 内转为充电状态，并持续充电
$f > 51.5 \text{ Hz}$	飞轮储能系统不应处于放电状态，应根据允许运行的最高频率或电网调度机构要求与电网脱离
注：f 为飞轮储能系统并网点的电网频率。	

7.3.2.3 飞轮储能系统在 500ms 的时间窗口内，在正常运行频率范围内的频率变化率不大于 ± 2 Hz/s 时不应脱网。

7.3.3 电能质量适应性

当飞轮储能系统并网点的闪变值满足 GB/T 12326、谐波值满足 GB/T 14549、三相电压不平衡度满足 GB/T 15543 的规定时，飞轮储能系统应正常运行。

7.3.4 故障穿越

通过 380 V 及以上电压等级接入电网的飞轮储能系统，应具备低电压故障穿越和高电压故障穿越的能力，穿越期间的特性和支撑能力应满足 GB/T 36547 的相关要求。

7.4 一次调频

通过 10kV 及以上电压等级接入电网的飞轮储能系统应具备一次调频能力，并满足 GB/T 36547 的相关要求。

7.5 惯量响应

通过 10kV 及以上电压等级接入电网的飞轮储能系统应具备惯量响应能力，并满足 GB/T 36547 的相关要求。

7.6 电能质量

7.6.1 用飞轮储能系统并网点的电能质量应满足下列要求：

- a) 谐波、间谐波符合 GB/T 14549、GB/T 24337 的规定；
- b) 电压偏差符合 GB/T 12325 的规定；
- c) 电压波动与闪变符合 GB/T 12326 的规定；
- d) 电压不平衡符合 GB/T 15543 的规定。

7.6.2 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。

7.7 性能指标

7.7.1 额定功率

飞轮储能系统的额定充（放）电功率应不小于标称的额定充（放）电功率。

7.7.2 能量

飞轮储能系统的额定充电能量和额定放电能量应不低于标称的额定充电能量和额定放电能量。

7.7.3 额定功率充放电循环效率

飞轮储能系统额定功率充放电循环效率应不低于80%。

注： 计算以上效率时，包含所有辅助电源用电损耗。

7.7.4 过载

飞轮储能系统在 110%额定充电（放电）功率下，持续运行时间应不少于 10min 或 5 个充放电循环周期。

7.7.5 有功功率控制精度

飞轮储能系统在额定功率下，有功功率控制偏差应不大于额定充电（放电）功率的 $\pm 1\%$ 。

7.7.6 无功功率控制精度

飞轮储能系统在无功率可调节范围内，无功功率控制偏差不应大于额定充电（放电）功率的 $\pm 3\%$ 。

7.7.7 迟滞时间

飞轮储能系统迟滞时间应不大于 0.1s。

7.7.8 充电响应时间

飞轮储能系统充电响应时间应不大于 0.2s。

7.7.9 放电响应时间

飞轮储能系统放电响应时间应不大于 0.2s。

7.7.10 充电调节时间

飞轮储能系统充电调节时间应不大于 0.3s。

7.7.11 放电调节时间

飞轮储能系统放电调节时间应不大于 0.3s。

7.7.12 充放电转换时间

飞轮储能系统充放电转换时间应不大于 0.3s。

7.7.13 热备待机功耗

飞轮储能系统热备待机功耗应不超过额定功率标称值的 5%。

8 飞轮储能单元

8.1 额定充放电功率

飞轮储能单元的额定充放电功率均应不小于飞轮储能系统的额定充放电功率。

8.2 额定充放电能量

飞轮储能单元的额定充放电能量均应不小于飞轮储能系统的额定充放电能量。

8.3 电气性能

飞轮储能单元电气性能应满足 GB/T AAAAA 《电力储能用飞轮技术规范》相关要求。

8.4 机械性能

飞轮储能单元机械性能应满足 GB/T AAAAA 《电力储能用飞轮技术规范》相关要求。

8.5 安全性能

飞轮储能单元电气安全及机械安全性能应满足 GB/T AAAAA 《电力储能用飞轮技术规范》相关要求。

8.6 关键部件及辅助系统

飞轮储能单元内关键部件及辅助系统性能应满足 GB/T AAAAA 《电力储能用飞轮技术规范》相关要求。

8.7 故障保护

飞轮储能单元应具备超速保护、真空度保护、温度保护、冷却系统故障保护等功能，并满足 GB/T AAAAA 《电力储能用飞轮技术规范》相关要求。

9 储能变流器

9.1 功率

储能变流器充（放）电功率应不小于飞轮储能系统额定充（放）电功率。

9.2 基本功能

9.2.1 启停机

储能变流器应具备启停机控制功能，能根据控制开关或指令实现储能变流器的启动和停机。

9.2.2 功率控制

储能变流器应具备有功功率控制、无功功率控制功能，能根据控制模式或接收的功率控制指令，实现有功功率和无功功率的连续平滑调节以及充放电切换。应用于通过 10(6)kV 及以上电压等级接入电网的储能变流器宜具有一次调频和惯量响应控制功能。

9.2.3 报警和保护

9.2.3.1 储能变流器应具备故障诊断功能，应能在出现异常情况时进行报警，报警宜采用声、光等提示方式。报警内容应包含极性反接、交流进线相序错误、直流电压异常、过电流、过温、通信故障和冷却系统故障等。

9.2.3.2 储能变流器发出报警信号后，应进入异常运行或故障保护状态。

9.2.3.3 储能变流器应具有故障信息记录功能，能记录故障和报警信息，并进行信息的存储。

9.2.4 绝缘电阻检测

9.2.4.1 储能变流器应具备直流端口绝缘电阻检测功能，可根据需要启用或停用该功能。

9.2.4.2 储能变流器检测的绝缘电阻值小于设定的保护值时，应报警并停止运行。

注：保护值默认可选取最大直流电压与 30 mA 的比值。

9.2.5 通信

9.2.5.1 储能变流器应具有与飞轮管理系统、监控系统等设备进行信息交互的功能。

9.2.5.2 储能变流器与飞轮管理系统可采用控制器局域网(CAN)、RS-485、以太网、无线等通信接口,支持 CAN 2.0B、Modbus、DL/T 860(所有部分)、消息队列遥测传输(MQTT)等通信协议。

9.2.5.3 储能变流器与监控系统可采用以太网通信接口,支持 Modbus TCP、DL/T 860(所有部分)等通信协议,宜采用双网冗余通信。

9.2.6 运行信息监测

9.2.6.1 储能变流器应能实时监测储能变流器直流端口的电压、电流、功率和飞轮状态信息以及交流端口的电压、电流、频率和功率信息。

9.2.6.2 储能变流器应能实时监测储能变流器与飞轮管理系统、监控系统等设备的通信状态。

9.2.7 统计

9.2.7.1 储能变流器应具备故障信息统计功能,实现故障信息的查询。

9.2.7.2 储能变流器宜具备充电能量和放电能量统计功能,实现充放电能量信息的查询。

9.2.8 数据显示和存储

9.2.8.1 储能变流器应具备数据显示功能,能够显示运行状态、运行参数、保护参数、事件记录等信息。

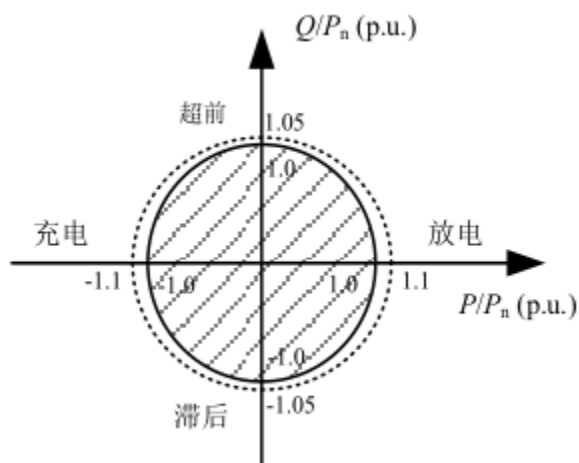
9.2.8.2 储能变流器应能存储运行状态、事件记录等信息,本地存储不小于 180 天的数据信息。

9.3 性能指标

9.3.1 功率控制

9.3.1.1 功率输出范围

储能变流器在交流端口额定电压、额定频率时,有功功率和无功功率的输出范围应在图 2 所示实线框内四象限动态可调,宜在图 2 所示虚线框内四象限动态可调。



注1: P_n 为储能变流器额定有功功率; Q_n 为储能变流器额定无功功率。

注2: 有功功率 P 、无功功率 Q 、视在功率 S 满足下式关系: $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$

图 2 储能变流器功率输出范围

9.3.1.2 有功功率控制

储能变流器有功功率控制应满足下列要求:

- 储能变流器工作在恒功率充放电模式下, 储能变流器的交流端口有功功率控制偏差不大于额定功率的 $\pm 1\%$;
- 储能变流器有功功率控制响应时间不大于 100 ms; 储能变流器有功功率控制调节时间不大于 300 ms。

9.3.1.3 一次调频

参与一次调频的储能变流器, 应满足下列要求:

- 储能变流器在充电和放电状态均具备一次调频能力;
- 一次调频死区宜设定为 $\pm (0.03 \sim 0.05)$ Hz;
- 一次调频有功功率控制满足公式 (1), 储能系统一次调频功率变化幅度原则上不设置限幅, 必要时限幅应不小于 20% 额定有功功率;

$$\Delta P = -\frac{1}{\sigma} \times \frac{\Delta f}{f_n} \times P_n \dots\dots\dots (1)$$

式中:

ΔP ——储能变流器有功功率变化量, 单位为千瓦(kW)或兆瓦(MW);

σ ——一次调频调差率;

Δf ——储能变流器交流端口或一次调频控制装置检测到的频率与系统额定频率的偏差, 单位为赫兹(Hz);

f_n ——系统额定频率, 单位为赫兹(Hz);

P_n ——储能变流器额定有功功率, 单位为千瓦(kW)或兆瓦(MW)。

- 一次调频调差率应为 0.5%~3%;
- 参与一次调频控制时, 一次调频响应时间不大于 100 ms, 一次调频调节时间不大于 300 ms。

9.3.1.4 惯量响应

储能变流器参与惯量响应控制时, 应满足下列要求:

- 储能变流器在充电和放电状态均具备惯量响应能力;
- 惯量响应频率变化死区宜设定为 $\pm (0.03 \sim 0.1)$ Hz, 计算频率变化率的时间窗口宜为 100 ms~200 ms;
- 储能变流器在满足公式 (2) 的条件下提供惯量响应, 有功功率控制满足公式 (3);

$$\Delta f \times \frac{\Delta f}{\Delta t} > 0 \dots\dots\dots (2)$$

$$\Delta P = -\frac{T_j}{f_n} \frac{df}{dt} P_n \dots\dots\dots (3)$$

式中：

Δf ——储能变流器交流端口频率与系统额定频率的偏差，单位为赫兹(Hz)；

f ——储能变流器交流端口检测到的频率，单位为赫兹(Hz)；

t ——时间，单位为秒(s)；

ΔP ——储能变流器有功功率变化量，单位为千瓦(kW)或兆瓦(MW)；

T_j ——惯性时间常数，单位为秒(s)，宜设置为 4 s~14 s；

f_n ——系统额定频率，单位为赫兹(Hz)；

P_n ——储能变流器额定有功功率，单位为千瓦(kW)或兆瓦(MW)。

d) 参与惯量响应控制时，其响应时间不大于 100 ms，调节时间不大于 300 ms。

9.3.1.5 无功功率控制

储能变流器无功功率控制应满足下列要求：

- 储能变流器具有多种无功控制模式，包括电压/无功控制、功率因数控制和恒无功功率控制等，具备多种控制模式在线切换的能力；
- 储能变流器工作在恒功率充放电模式下时，储能变流器的交流端口无功功率不小于 20%额定功率时，无功功率控制偏差不大于额定功率的 $\pm 1\%$ 。储能变流器交流端口无功功率小于 20%额定功率时，无功功率控制偏差不大于额定功率的 $\pm 3\%$ ；
- 储能变流器无功功率控制的响应时间不大于 100 ms；储能变流器无功功率控制调节时间不大于 300 ms。

9.3.2 过载能力

在额定电压下，储能变流器交流端口电流在 110%额定电流下，持续运行时间应不小于 10min。

9.3.3 充放电转换时间

储能变流器从 90%额定功率充电到 90%额定功率放电的转换时间以及从 90%额定功率放电到 90%额定功率充电的转换时间均应不大于 100ms。

9.3.4 电能质量

储能变流器在并网运行条件下的电能质量应满足下列要求：

- 谐波、间谐波符合 GB/T 14549、GB/T 24337 的规定；
- 电压偏差符合 GB/T 12325 的规定；
- 电压波动与闪变符合 GB/T 12326 的规定；
- 电压不平衡符合 GB/T 15543 的规定。

9.3.5 故障穿越

储能变流器故障穿越能力、动态无功支撑、有功功率恢复、连续故障穿越等性能应满足 GB/T 34120 的规定。

9.3.6 运行适应性

储能变流器的电压适应性、频率适应性、频率变化适应性应满足应满足 GB/T 34120 的规定。

9.3.7 防孤岛保护

防孤岛保护应满足下列要求：

- a) 10（6）kV 及以上电压等级并网的储能变流器可不具备防孤岛保护；
- b) 10（6）kV 接入配电网及 380V、220V 并网的储能变流器防孤岛保护动作时间不大于 2s，防孤岛保护与电网侧线路保护相配合。

9.3.8 效率

在额定功率条件下，10（6）kV 及以上电压等级并网的储能变流器的最大充电效率和最大放电效率均应不小于 96%，380V 接入配电网的储能变流器的最大充电效率和最大放电效率均应不小于 95%，220V 接入配电网的储能变流器的最大充电效率和最大放电效率均应不小于 94%。

注：计算以上效率时，包含所有辅助电源及控制用电损耗，不含隔离变压器损耗。

9.3.9 损耗

储能变流器的待机损耗应不大于额定功率的 0.5%，空载损耗应不大于额定功率的 0.8%。

注 1：计算损耗时，包含所有辅助电源及控制用电损耗，不含隔离变压器损耗。

注 2：待机为储能变流器交直端口分断设备闭合，储能变流器处于停机状态。

注 3：空载为储能变流器交直端口分断设备闭合，储能变流器处于最小功率运行状态。

9.3.10 设备可用性

9.3.10.1 储能变流器的运行寿命应不小于 20 年。

9.3.10.2 储能变流器平均无故障工作时间应不小于 20000h。

9.3.11 安全性能

储能变流器的电气安全性能、温升、环境适应性、机械防护等应满足 GB/T 34120 的规定。

9.3.12 电磁兼容

储能变流器的电磁兼容性能应满足 GB/T 34120 的规定。

10 飞轮变流器

10.1 功率

飞轮变流器功率的选择应考虑在脉冲频率升高时输出电流的降容系数，满足工作转速区间内飞轮储能系统额定功率运行要求。

10.2 基本功能

10.2.1 启停机

储能变流器应具备启停机控制功能，能根据控制开关或指令实现飞轮变流器的启动和停机。

10.2.2 功率控制

飞轮变流器应具备有功功率控制、飞轮转速控制功能，能根据控制模式或接收的控制指令，实现有功功率和飞轮转速的连续平滑调节以及充放电切换。

10.2.3 报警和保护

10.2.3.1 飞轮变流器应具备故障诊断功能，应能在出现异常情况时进行报警，报警宜采用声、光等提示方式。报警内容应包含：极性反接、直流电压异常、过电流、过温、通信故障和冷却系统故障等。

10.2.3.2 飞轮变流器发出报警信号后，应进入异常运行或故障保护状态。

10.2.3.3 飞轮变流器应具有故障信息记录功能，能记录故障和报警信息，并进行信息的存储。

10.2.4 绝缘电阻检测

10.2.4.1 飞轮变流器宜具备直流端口绝缘电阻检测功能，可根据需要启用或停用该功能。

10.2.4.2 飞轮变流器检测的绝缘电阻值小于设定的保护值时，应报警并停止运行。

注：保护值默认可选取最大直流电压与 30 mA 的比值。

10.2.5 通信

10.2.5.1 飞轮变流器应具有与飞轮管理系统、监控系统等设备进行信息交互的功能。

10.2.5.2 飞轮变流器与飞轮管理系统可采用控制器局域网(CAN)、RS-485、以太网、无线等通信接口，支持 CAN 2.0B、Modbus、DL/T 860(所有部分)、消息队列遥测传输(MQTT)等通信协议。

10.2.5.3 飞轮变流器与监控系统可采用以太网通信接口，支持 Modbus TCP、DL/T 860(所有部分)等通信协议，宜采用双网冗余通信。

10.2.6 运行信息监测

10.2.6.1 飞轮变流器应能实时监测飞轮变流器直流端口的电压、电流、功率和飞轮储能单元状态信息以及交流端口的电压、电流、频率和功率信息。

10.2.6.2 飞轮变流器应能实时监测飞轮变流器与飞轮管理系统、监控系统等设备的通信状态。

10.2.7 统计

10.2.7.1 飞轮变流器应具备故障信息统计功能，实现故障信息的查询。

10.2.7.2 飞轮变流器宜具备充电能量和放电能量统计功能，实现充放电能量信息的查询。

10.2.8 数据显示和存储

10.2.8.1 飞轮变流器应具备数据显示功能，能够显示运行状态、运行参数、保护参数、事件记录等信息。

10.2.8.2 飞轮变流器应能存储运行状态、事件记录等信息，本地存储不小于 180 天的数据信息。

10.3 性能指标

10.3.1 电气性能

飞轮变流器功率控制、充放电转换时间、运行适应性、效率、损耗等电气性能应满足 GB/T 3859 相关要求。

10.3.2 噪声

飞轮变流器在额定功率运行时，在距离储能变流器水平位置 1m 处声压级噪声大于 70dB 时，应在外壳上标注“保护听力”标识符号。符号满足 GB/T 34120 的规定。

10.3.3 设备可用性

10.3.3.1 飞轮变流器的运行寿命应不小于 20 年。

10.3.3.2 飞轮变流器平均无故障工作时间应不小于 20000h。

10.4 安全性能

飞轮变流器的电气安全性能、温升、环境适应性、机械防护等应满足 GB/T 34120 的规定。

10.5 电磁兼容

飞轮变流器的电磁兼容性能应满足 GB/T 34120 的规定。

11 飞轮管理系统

11.1 一般要求

11.1.1 飞轮管理系统的拓扑配置应与飞轮变流器以及储能变流器的拓扑，飞轮储能单元的成组方式相匹配与协调，并对飞轮储能系统运行状态进行优化控制及全面管理。

11.1.2 飞轮管理系统应具有与监控系统、储能变流器、飞轮变流器、其他层级管理系统等设备进行信息交互的功能。

11.1.3 飞轮管理系统除应具备 11.2 功能外，还应具备对时、时间记录、状态估算、参数设置、数据存储、计算和统计、显示等功能，本地存储不小于 180 天的数据信息。

11.2 功能要求

11.2.1 数据采集

飞轮管理系统应能采集并显示下列信息：

- a) 飞轮储能单元转速、储电量、电压、电流、重要部位（电机、轴承等）温度、真空度、运行状态、异常告警及故障等；
- b) 飞轮变流器运行状态、直流电压、交流电流、异常告警及故障等；
- c) 储能变流器运行状态、交直流侧电压、交流侧电流、有功功率、无功功率、异常告警及故障等；
- d) 飞轮储能系统充放电能量、能量状态、有功功率、无功功率、异常告警及故障等。

11.2.2 控制

11.2.2.1 飞轮管理系统应能控制飞轮储能系统启动、停机、故障复位。

11.2.2.2 设备的控制方式应包括就地控制和远程控制，就地控制和远程控制之间应相互闭锁。

11.2.2.3 飞轮管理系统应能切换功率控制、转速控制等控制模式。

11.2.2.4 飞轮管理系统应能对系统内部开关、接触器、电机等执行机构进行控制操作。

11.2.2.5 飞轮管理系统应能就地和远程对飞轮储能系统告警、保护定值等参数进行设置。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/106051110040010104>