
高速磁悬浮 ORC 并网设备 技术协议

1. 标准与规范

- 1) GB 156-2003 标准电压
- 2) GB/T 1980-2005 标准频率
- 3) GB 4208-2008 外壳防护等级的分类
- 4) GB/T 13422-2013 半导体变流器电气试验方法
- 5) GB 50171 电气装置安装工程盘柜及二次回路接线施工及验收规范
- 6) GB 12326 电能质量 电压允许波动和闪变
- 7) GB/T 14549 电能质量 公用电网谐波
- 8) GB/T 3859.1 半导体变流器基本要求的规定
- 9) GB/T 3859.2 半导体变流器应用导则
- 10) GB/T 3859.3 半导体变流器变压器和电抗器
- 11) GB 7251-2003 低压成套开关设备和控制设备
- 12) GB 2681-81 电工成套装置中的导线颜色
- 13) GB 2682-81 电工成套装置中的指示灯和按钮颜色
- 14) GB 14048.1-2002 低压开关设备和控制设备 总则
- 15) GB 5585.2-85 电工用铜、铝及其母线 第一部分：铜和铜合金母线
- 16) IEC 68-2-6 抗振动标准
- 17) IEC 68-2-27 抗冲击标准
- 18) IEC 1000-4-2 EMC 抗干扰标准
- 19) IEC 1000-4-3 EMC 抗干扰标准
- 20) IEC 1000-4-4 EMC 抗干扰标准
- 21) IEC 1000-4-5 EMC 抗干扰标准
- 22) IEC 1800-3 EMC 传导及辐射干扰标准
- 23) IEC 60146 半导体变流器
- 24) EN 50082-2 工业环境的一般标准
- 25) GB/T 12668.2 调速电气传动系统 第 2 部分：一般要求 低压交流变频电气传动系统额定值的规定
- 26) GB/T 12668.3 调速电气传动系统 第 3 部分：电磁兼容性要求及其特定的试验方法

- | | |
|----------------------|--------------------------------|
| 27) GB/T 12668.501 | 调速电气传动系统 第 5-1 部分：安全要求 电气、热和能量 |
| 28) GB/T 12668.6 | 调速电气传动系统 第 6 部分：确定负载工作制类型和相应 |
| | 电流额定值的导则 |
| 29) GB/T 4208 | 外壳防护等级（IP 代码） |
| 30) GB/T 191 | 包装储运图示标志 |
| 31) GB/T 34133 | 储能变流器检测技术规程 |
| 32) GB/T 34120 | 电化学储能系统储能变流器技术规范 |
| 33) GB/T 40595 | 并网电源一次调频技术规定及试验导则 |
| 34) GB/T 191 | 包装储运图示 |
| 35) DL/T 1870-2018 | 电力系统网源协调技术规范 |
| 36) GB/T 40595-2021 | 并网电源一次调频技术规定及试验导则 |
| 37) GB 2894 | 安全标志 |
| 38) GB 16179 | 安全标志使用导则 |
| 39) ISO50001:2018 | 能源管理体系标准 |
| 40) IEC 60034 | 旋转电机标准 |
| 41) ASMEPTC 6 | 蒸汽轮机性能测试标准 |
| 42) GB/T 13234-2018 | 工业企业能源管理导则 |
| 43) GB/T18430.1-2007 | 蒸汽压缩循环冷水（热泵）机组标准 |
| 44) GB/T 12712-1991 | 工业企业余热资源评价方法 |
| 45) HJ/T178-2005 | 工业企业清洁生产审核指南 |
| 46) HJ562-2010 | 工业企业噪声排放标准 |

2. 产品规格

产品清单表

设备应包含但不限于下表所列组件，各组件需满足系统整体工况适配性，性能参数应覆盖高速磁悬浮 ORC 并网运行需求，具体如下：

名称	基本要求	数量	冷却形式+流量	备注
ORC 系统专用驱动器	集成整流单元与逆变单元，支持与交流电网的能量交换，具备嵌入式软件开发接口	1	风冷	80~90KW(逆变+回馈单元)
输入滤波器	降低变频器对电网的传导干扰，具备优越的插入衰减性能	1	自冷	适配系统额定输入电流及工作频率
输出高频电抗器	抑制高次谐波、遏制 dv/dt、减少高频漏电流，保护后端设备	1	自冷	适配系统输出频率及额定电流
LCL 滤波模块组件	包含电抗组件、滤波模块及电容组件，滤除逆变器输出谐波	1	风冷	满足散热需求
预充电组件	包含预充控制模块、预充电阻，支持电网相位监测及预充状态信号输出	1	风冷	具备与系统 PLC 的控制联动功能

注 1：供货范围中驱动器的控制模块需乙方开放控制接口交由甲方进行嵌入式软件开发。

注 2：控制模块应支持 ProfiNET 总线通信，整流模块控制单元、逆变模块控制单元应同时兼容 Modbus-RTU/TCP 通信协议；

注 3：预充电组件应包含 2 相或 3 相高可靠性充电电阻，串接于外部通断接触器后，与主送电接触器 / 断路器（具备欠压自动脱扣功能）进出端联动；主接触器 / 断路器的闭合需由 PLC 控制，外部接触器断开信号应作为系统运行就绪的判定条件之一；

注 4：逆变功率模块应集成 IGBT、DC 支撑电容器、电流检测回路，采用多桥臂电平脉冲 PWM 调制技术，直流侧应配置共模抑制器（如磁环），用于抑制电机侧轴承电流及逆变器共母线运行的共模、环流成分。

3. 技术要求

3.1 驱动器

驱动器包含整流单元和逆变单元，一起构成 ORC 储能系统，实现与交流电网之间的能量交换。

3.1.1 整流模块

技术指标

整流模块与滤波模块一起构成 ORC 网侧变流系统，实现与交流电网之间的能量交换。

整流模块需要满足规定的储能模块工作要求及以下技术指标和要求：

表 3.1.1 整流模块主要技术指标

指标	单位	参数	备注
拓扑		全桥	
IGBT 规格			额定电流 $\geq 400\text{A}$ ，额定电压 $\geq 1200\text{V}$
IGBT 数量	个	3	封装形式符合工业级可靠性要求；
频率	Hz	$50\sim 60\pm 5\%$	
功率因数		≥ 0.95	
效率		≥ 0.98 (额定功率下)	IGBT 开关频率 $3\text{K}\sim 4\text{KHz}$
过载电流(交流测)	A	支持 1.5 倍过载	工作制：1min/3min
直流输出电压	VDC	$400\sim 750$	不低于二极管最低整流电压
额定电流(直流侧)	A	≥ 200	环境 40°C 下，无过载时连续可用的额定电流
过载电流(直流侧)	A	≥ 285	连续电流， 40°C 时允许 150% 额定电流过载持续 1Min/5Min
工作温度	$^\circ\text{C}$	$-20\sim +50^\circ\text{C}$	最高 55°C ，超过 40°C 应降额使用，1%/ 1°C

海拔	M	0~1000	1000~4000 米降容使用， 1%/100M
冷却方式		风冷	
进出线方式		下进上出	

3.1.2 逆变模块

技术指标

逆变模块驱动对象为飞轮储能单元，满足规定的飞轮储能单元工作要求及以下技术指标和要求：

表 3.12 逆变模块主要技术指标

指标	单位	参数	备注
拓扑		全桥	
IGBT 规格			额定电流 $\geq 600A$ ，额定电压 $\geq 1200V$
IGBT 模块数量	个	3	封装形式符合工业级可靠性要求；
输入电压	VDC	400~750	
最大非持续电压	VDC	≤ 800	
输出电压	VAC	≤ 520	
输出频率	Hz	0~600	
额定电流 (交流侧)	A	≥ 220	
最大电流 (交流侧)	A	≥ 280	
额定效率		$\geq 98\%$	
工作开关频率	kHz	$\geq 8KHZ$	
工作温度	$^{\circ}C$	-20~50 $^{\circ}C$	最高 55 $^{\circ}C$ ，超过 40 $^{\circ}C$ 应降额使用，1% /1 $^{\circ}C$
海拔	m	0~1000	1000~4000 米降容使用，1%/100M
冷却方式		风冷	

进出线方式		上进下出	
-------	--	------	--

3.3 输入滤波器

可以降低变频器对电网的传导干扰，并且在 150KHz~30MHz 范围内拥有优越的插入衰减表现，端子系列采用紧凑超薄设计，可以提高整个系统可靠性。

3.3.1 电气参数

额定电压:	440/250VAC
工作频率:	50Hz
额定电流:	200A
高压试验:	P-E 2100VDC/2sec
温度范围:	-25℃~100℃ (25/100/21)
设计依据:	IEC/EN 60939、UL 1283
典型滤波频率:	150kHz~30MHz

3.4 输出高频电抗器

在输出端加入电抗器，可以有效抑制高次谐波，保护电机设备免受高频谐波影响，从而延长设备寿命，另外还可以提高输出电路的高频阻抗，有效遏制 dv/dt，从而减少高频漏电流，有助于减小设备噪音。

3.4.1 电气参数

额定电压	≥400VAC
适用工作点	180~500HZ
电感量	0.006mH±10%
载波频率	≥8.0KHZ
抗电强度	AC3KV/50Hz/60S
绝缘电阻	≥100MΩ (DC500V)
防护等级	IP00
温升	≤100K
工作环境	-15℃-55℃，环境湿度<95%RH
冷却方式	AN

安装尺寸

3.5 LCL 滤波模块

该组件可滤除逆变器输出电流中的谐波，以减少对电网的污染，提高电能质量。LCL滤波器利用电感与电容对不同频率分量所呈现阻抗的差异性，通过增加滤波电容和网侧滤波电感，实现对高次谐波的有效分流。此套件需放置在具有通风(按 3-5m/s 的风速环境)能力的柜内。

3.5.1 电抗器组件

用以抑制浪涌电压和浪涌电流，保护设备，延长其使用寿命和防止谐波干扰。

3.5.1.1 电气参数

机侧动态电感量	三相感量偏差 $\leq 5\%$
网侧压降	满足系统电压损耗要求
机侧压降	满足系统电压损耗要求
额定电流	$\geq 400A$
额定电压	380V
绝缘电阻	$*\geq 100M\Omega$
直流电阻	$*\leq 1.5m\Omega$
温升要求	$\leq 125K$
噪音	$\leq 75dB$

3.5.2 滤波器组件参数

可以有效过滤电力系统中的谐波和干扰信号，从而改善电力质量，保护设备和提高系统的稳定性，由电容器和电感器组成，电容器对高频信号产生阻抗，而电感器对低频信号具有阻抗。

3.5.2.1 电气参数

额定电压	$\geq 400V$
适用工作点	450~500HZ
载波频率	4.0KHZ
电容	3*47 μF (Δ)

开关频率	$\geq 4.0\text{KHZ}$
抗电强度	AC3.0KV/50HZ/60S

安装尺寸

3.6 预充模块

一个包含有电网相位监测、预充电完成闭合信号输出的功能模块，其受整流模块控制模块的控制，2相/3相长寿命高可靠性充电电阻器，其由串接在外部的通断接触器后并于主送电接触器或主断路器进出端，主断路器或主断路器的闭合需由PLC控制，且断开信号需作为总系统的运行就绪。

3.6.1 电阻参数

表 3.6.1 预充电阻组件主要技术指标

指标	参数	备注
额定功率	根据系统预充电电压、预充电流设计，确保预充过程稳定无冲击；	电压 400VAC
阻值	根据系统预充电电压、预充电流设计，确保预充过程稳定无冲击；	

4. 正常使用条件

4.1 环境条件

在下列环境条件下工作：

a) 工作环境温度： $-20^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$ ；

当环境温度超过正常使用环境条件规定的最高值时（但最多不超过 15°C ）；按照 GB/T 3859.2 规定使用；

b) 空气相对湿度：日均相对湿度不大于 95%，无凝露。月平均最大相对湿度不大于 90%（且该月平均最低温度不大于 $+25^{\circ}\text{C}$ ）。

c) 正常使用海拔高度不超过 1000m；海拔 1000m~3000m 范围内，应按 GB/T3859.2 规定降额使用；

d) 空气中应不含有过量的尘埃、酸、碱、腐蚀性、爆炸性微粒和气体；

- e) 无剧烈震动冲击，垂直倾斜度 $\leq 5^\circ$ ；
- f) 安装场所：户内或户外集装箱。

4.2 电气条件

若无其他规定，网侧变流模块应能在下列电网条件下正常运行：

- 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。