

ICS 国际标准分类号

CCS 江苏省标准文献分类号

团 体 标 准

T/JES XXX-XXXX

适用于海上多能供电平台的波浪发电机 构设计技术规范

Technical Specification for Wave Energy Conversion Units for Offshore
Multi-Energy Power Supply Platforms

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

江苏省电工技术学会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 符号、代号和缩略语	2
5 结构、功能及性能	2
5.1 结构	2
5.2 功能及性能	2
6 技术要求	3
6.1 波浪发电机	3
6.2 机侧整流器	4
6.3 波浪发电控制系统	4
6.4 储能系统	5
6.5 发电系统控制柜体	5
6.6 电磁兼容性	6
6.7 接口	6
6.8 接地	6
6.9 铭牌	7
7 型式试验	7
7.1 试验项目	7
7.2 机械测试	9
7.3 辅助和控制回路试验	10
7.4 电磁兼容性试验（EMC）	10
7.5 防护等级验证	11
7.6 环境试验	11
8 出厂试验	11
8.1 试验项目	11
8.2 设计检查和外观检查	11
8.3 基本功能检查	11
8.4 机械性能和机械操作试验	11
8.5 辅助和控制回路试验	11
附录 A（资料性附录）波浪发电机组的结构及工作原理	12
A.1 波浪发电机构系统构成	12
参考文献	13
图 A.1 波浪发电机构系统结构	12
表 1 抗扰度实验	6
表 2 波浪发电机构的试验项目	7
表 3 波浪发电机试验项目	8
表 4 机侧整流器试验项目	8
表 5 波浪发电控制系统试验项目	8

T/JES XXX—XXXX

表 6 储能系统试验项目	9
表 7 试验循环序列	9

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

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。

本文件由江苏省电工技术学会提出并归口。

本文件起草单位：东南大学、国网江苏省电力有限公司连云港供电分公司、东南大学南通海洋高等研究院、中天海洋系统有限公司。

本文件主要起草人：岳付昌、黄磊、吴在军、伏祥运、李光熹、刘晗、张志峰、杨建龙、王豪苒。

本文件为首次发布。

适用于海上多能供电平台的波浪发电机构设计技术规范

1 范围

本文件规定了适用于海上多能供电平台的波浪发电机构的结构、功能及性能、技术要求、型式试验、出厂试验、标志等。

本文件适用于近岸和离岸的海洋区域，运行在漂浮式多能供电平台中的波浪发电机构。

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 755—2019	旋转电机 定额和性能
GB/T 7345—2008	控制电机基本技术要求
GB/T 10125—2021	人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
GB/T 14598.27—2017	量度继电器和保护装置 第 27 部分：产品安全要求
GB/T 16439—2024	交流伺服系统通用技术规范
GB/T 17949.1—2021	接地系统的土壤电阻率、接地阻抗和地面电位测量 第 1 部分：常规测量
GB/T 19520.16—2015	电子设备机械结构 482.6mm (19in) 系列机械结构尺寸 第 3-100 部分：面板、插箱、机箱、机架和机柜的基本尺寸
GB/T 20113—2006	电气绝缘结构 (EIS) 热分级
GB/T 45118—2024	波浪能发电装置并网技术导则
GB/T 37551—2019	海洋能 波浪能、潮流能和其他水流能转换装置术语
GB/T 4208—2017	外壳防护等级
GB/T 20138—2023	电器设备外壳对外界机械碰撞的防护等级
GB/T 34870.1—2017	质量要求和试验
GB/T 17626.2—2018	电磁兼容 试验和测量技术 静电放电抗扰度试验
GB/T 17626.3—2023	电磁兼容 试验和测量技术 第 3 部分：射频电磁场辐射抗扰度试验
GB/T 17626.4—2018	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 17626.5—2019	电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验
GB/T 17626.6—2017	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 17626.11—2023	电磁兼容 试验和测量技术 第 11 部分：对每相输入电流小于或等于 16 A 设备的电压暂降、短时中断和电压变化抗扰度试验
HY/T 0406—2024	振荡体式波浪能发电装置实验室测试方法
QC/T741—2014	车用超级电容器

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

波浪发电机构 wave energy converter

利用波浪往复驱动装置运动，通过液压或机械驱动发电机发电的机构。

3.2

海况 sea state

某位置某时刻海面的风、风浪、涌浪引起的海面外貌特性的基本描述，其特征由相关参数如有效波高和能量周期来描述。

3.3

电机侧整流器 **generator-side converter**

将波浪发电机输出的电压、电流幅值和频率变化的交流电转换成直流电的变换单元。

3.4

储能容量 **energy storage capacity**

在已确定的设计许用值和维护间隔条件下，储能设备所能储存的能量大小的量度

[来源：GB/T 37551-2019]

3.5

电压保持能力 **voltage holding characteristics**

电容器充电至额定电压后，在开路状态下维持电压的能力。

[来源：GB/T 34870.1—2017, 3.18]

4 符号、代号和缩略语

下列符号、代号和缩略语适用于本文件。

EIS: 电气绝缘结构 (Electrical Insulation Structure)

SOC: 荷电状态 (State of Charge)

IP: 防护等级 (Ingress Protection Rating)

kW: 千瓦 (Kilowatt)

r/min: 转每分钟 (Revolutions Per Minute)

°C: 摄氏度 (Celsius)

MΩ: 兆欧 (Megaohm)

Ω: 欧姆 (Ohm)

V: 伏特 (Volt)

s: 秒 (Second)

min: 分钟 (Minute)

kHz: 千赫兹 (Kilohertz)

m: 米 (Meter)

5 结构、功能及性能

5.1 结构

波浪发电机构主要由波浪发电机、机侧整流器、波浪发电控制系统、储能系统及发电系统控制柜体等组成。其中，机侧整流器、波浪发电控制系统以及储能系统的本地单元，集成布置于发电系统控制柜体内。其典型系统构成和工作原理参见附录 A。

5.2 功能及性能

功能及性能要求如下：

- a) 波浪发电机构宜具备波浪能量自适应捕获功能，能在目标海况范围内高效吸收不同周期和波高的波浪能；
- b) 系统宜通过波浪发电控制系统与多能平台综合控制器的协同，实现启动与停机的自动控制，在极端波况下可自动进入保护性停机状态，波况恢复正常后自动重启；
- c) 储能系统宜具有充、放电操作的管理与闭锁功能，防止充放电状态冲突，并确保在电网或负载波动时提供稳定的功率支撑；
- d) 结合不同海况下运行状态，对波浪发电系统的启动与恢复时间进行分级规定：在有效工作区（波高 0.5~5.0 m、周期 3~12 s）内，自启动至稳定发电状态建立的时间不应超过 5 个波浪周期；在短时工作区（波高 5.0~7.0 m、周期 12~15 s）内，由扰动状态恢复至稳定发电

状态的响应时间不应超过 10 个波浪周期；在保护退出区（波高大于 7.0 m，或周期小于 3 s 或大于 15 s）内，系统可触发停机或退出保护机制。

- e) 波浪发电控制系统能实时监测并记录发电功率、机侧电压/电流、整流器状态、储能系统 SOC（荷电状态）、设备姿态及关键故障信号等数据，并能实现数据的就地存储、提取及远程传输功能；
- f) 波浪发电机构能通过其结构可靠地固定于海上多能供电平台上。其发电系统控制柜体满足海上防腐、防盐雾要求，在设计寿命期内，整个系统的运行不应影响平台的整体稳定性和其他子系统造成不利干扰。

6 技术要求

6.1 波浪发电机

6.1.1 基本功能

波浪发电机采用永磁同步电机，能将波浪机械能转换为电能，适配海上多能供电平台运行，响应波浪发电控制系统的启停及功率调节指令。

6.1.2 额定功率

波浪发电机的额定功率宜根据目标运行海况和系统配置确定，宜覆盖千瓦级及以上容量等级；在额定功率工况下，其能量转换效率不宜低于 85%。

6.1.3 额定转速

波浪发电机的额定转速应根据发电机型式、传动方式及设计工况确定；在额定转速工况下，实际运行转速相对于额定转速的偏差宜控制在 $\pm 5\%$ 以内，试验方法按 GB/T 755—2019 的 9.2 执行。

6.1.4 温度限值

波浪发电机宜满足 GB/T 20113—2006《电气绝缘结构（EIS）热分级》规定的 F 级耐热要求，绕组最高允许工作温度不超过 155℃；温升限值按 GB/T 755—2019 的 9.5 执行。

6.1.5 绝缘电阻

波浪发电机绕组对机壳及各绕组间的绝缘电阻宜不小于 $1\text{M}\Omega$ ，并满足 GB/T 7345—2008 湿热条件试验的要求，适配海上高湿度环境。

6.1.6 工频耐受电压

波浪发电机绕组对机壳之间应能耐受交流 3000 V 的工频试验电压，试验持续时间为 1 min，试验过程中不应出现击穿、闪络、打火或绝缘损坏现象。

6.1.7 耐受峰值电流

波浪发电机宜能耐受不低于其额定电流 3 倍的峰值电流，且持续时间不少于 2s；试验参照 GB/T 755—2019 的 9.3.2 规定执行，试验过程中绕组无过热、绝缘无击穿或损坏现象，试验后发电机应能正常启动并持续运行，各项性能指标仍符合本标准相关要求。

6.1.8 短时过转矩

波浪发电机可承受不低于其额定转矩 300% 的短时过转矩，持续时间不少于 2 s；试验参照 GB/T 755—2019 的 9.4.2 规定执行，试验过程中发电机应无失步、转子卡滞或机械部件损坏现象，绕组温度不超过本标准 6.1.3 规定的温度限值；试验后发电机应能正常启动并持续运行，转速、绝缘电阻、工频耐受电压等性能指标仍符合本标准相关要求。

6.1.9 超速

波浪发电机可承受不低于 1.2 倍额定转速的超速试验，试验持续时间不少于 2 min；试验参照 GB/T 755—2019 的 9.4.3 规定执行，试验过程中发电机不应出现转子变形、轴系弯曲、轴承损坏、绕组绝缘破损等永久性异常缺陷。

6.1.10 转子转动惯量

转子转动惯量的试验方法应按 GB/T 7345—2008 的 5.19 执行。

6.1.11 接地保护

波浪发电机应设置专用接地端子，采用“锚链+专用接地极”双重接地方式，接地回路电阻 $\leq 0.1\ \Omega$ ；接地端子材质为不锈钢（304 及以上），接地导线截面积与电机相线截面积相同。试验方法按 GB/T 755—2019 的 11.1 及 GB/T 17949.1—2021 执行，耐受电压试验后接地电阻仍应满足要求。

6.1.12 防护等级

波浪发电机本体及接线盒的防护等级宜不低于 IP66，并满足 GB/T 10125—2021 中性盐雾试验 48h 无可见锈蚀（锈蚀面积占比 $\leq 1\%$ ）的要求，适配海上高盐雾、高湿度环境。

6.2 机侧整流器

6.2.1 基本功能

机侧整流器核心功能为将波浪发电机输出的三相交流电整流为直流电，并实现对波浪能的最大功率捕获。

6.2.2 保护功能

应具备过流、过压、过温、输入缺相、短路保护，故障时需切断主回路并向波浪发电控制系统上报故障信号。

6.2.3 绝缘介电强度

GB/T 16439—2024 的 5.4.1 适用。

6.2.4 绝缘电阻

完成介电强度测试后，除了不能承受试验电压的电路外，应检查试验点对保护接地端之间的绝缘电阻在 6.1.5 测试条件下宜不小于 $1\text{M}\ \Omega$ 。

6.2.5 接地保护

GB/T 16439—2024 的 5.3 适用，驱动器外壳宜设保护接地标志。系统外壳和其他裸露导体部分可与保护接地端子构成回路，其电阻值不应大于 $0.1\ \Omega$ 。

6.2.6 防护等级

机侧整流器本体防护等级不低于 IP65，外壳采用铝合金阳极氧化或不锈钢材质，金属结构件宜采取防腐措施（符合 6.3.5d 条要求）；盐雾防护要求按 GB/T 10125—2021 中性盐雾试验 24h 无锈蚀。

6.3 波浪发电控制系统

6.3.1 基本功能

- 实时监测波浪的波高、周期，发电机的转速，及电压、频率、功率，采样频率不低于 1kHz 。
- 具备波能捕获优化功能，根据波浪动态参数自适应调整转换机构运动轨迹，最大化能量捕获效率。
- 能接收操作指令，将分合闸、功率调节、停机等指令转换为执行机构可识别的控制信号。
- 具备故障诊断与保护功能，可识别波浪极值冲击、设备异常、系统故障等场景，触发停机或应急调节动作，保护装置安全；
- 支持本地调试与远程监控，能够就地进行程序升级，并可通过后台界面下发调试指示，调取波形数据。

6.3.2 工作区

参照 GB/T 45118-2024 中运行适应性要求，波浪发电控制系统工作区划分如下：

- a) 有效工作区：波高 0.5—5.0m、周期 3—12s，系统应连续稳定运行，波能捕获效率不低于设计值的 85%。
- b) 短时工作区：波高 5.0—7.0m、周期 12—15s，系统可短时运行（持续时间≤30min），自动降低功率输出以保障设备安全。
- c) 保护退出区：波高>7.0m 或周期<3s/>15s，系统触发停机保护，避免极端工况导致设备损坏。

6.3.3 波能捕获效率调节范围

控制系统应根据波浪参数动态调节捕获效率，在有效工作区内，效率调节范围为设计值的 60%—100%，调节分辨率≤5%，确保不同波浪工况下的能量利用合理性。

6.3.4 系统效率

系统效率是指波浪能捕获效率与电能转换及控制过程损耗综合作用下的能量转换效率，其计算应基于装置在规定工况下的有效输出电能与可利用波浪能之比，宜满足以下要求：

- a) 在额定波浪工况下，系统综合效率不低于 75%。
- b) 在部分负荷（额定功率 30%~80%）工况下，系统综合效率不低于 70%。

6.3.5 波浪工况适应范围

控制系统宜适应不同海洋环境工况，可适配近岸、离岸等不同部署场景，兼容规则波、不规则波等不同波浪类型，控制算法具备自适应性。

6.4 储能系统

6.4.1 基本功能

- a) 储能系统宜具有电压、电流与荷电状态的实时监测功能；
- b) 波浪能发电平台宜采用蓄电池与超级电容混合储能系统，使用环境温湿度符合本标准相关要求；
- c) 储能系统当中的蓄电池与超级电容都宜具有过充、过放保护的相关软硬件功能。

6.4.2 储存容量

超级电容和蓄电池的储存能量测试值不宜小于额定容量的 80%。

6.4.3 储能单元引出端子与壳体之间的耐压

电容器电极引出端子与壳体之间应能承受两倍电容器额定电压加 1000V 的试验电压，实验持续时间 1min。测试过程中不应出现击穿、损坏、打火、闪络等现象。

6.4.4 绝缘电阻

在环境温度为 $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ 时，对岸容器极性端子与壳体间的绝缘电阻大于 $15\text{M}\Omega$ 。

6.4.5 电压保持能力试验

按 GB/T34870.1—2017 的 6.4.2.8 的规定，试验后，混合储能系统的端电压宜不低于额定电压的 85%。

6.4.6 安全性

安全性满足 QC/T741—2014 中 5.1.12 的要求。

6.5 发电系统控制柜体

6.5.1 基本结构

控制柜宜采用双层柜体，外层宜为不锈钢材质，厚度不小于 2 mm。柜体结构应便于设备安装和连接。控制柜应设有便于产品运输的起吊设施，其外形应整洁、美观，各焊口应无裂纹、气孔、夹渣等缺陷。门的开启、关闭应灵活，锁紧可靠。控制柜应设置可靠的接地点。

6.5.2 温湿度调节性能

控制柜对柜内的温度、湿度具有一定的调节和控制能力，通过控制柜柜体调节，柜内最低温度应不低于柜外环境最低温度以上 5℃，柜内最高温度应不超过柜外环境最高温度，柜内相对湿度应保持在 95%以下，并保证柜体内壁与底板无冷凝水。

6.5.3 防护等级

控制柜防护等级满足如下要求：

- a) 按 GB/T 4208—2017 的规定，防止人体接近危险不见和防止固体物及水进入设备的防护等级不低于 IP68。
- b) 按 GB/T 20138—2023 的规定，机械撞击的防护等级不低于 IK10。

6.6 电磁兼容性

6.6.1 发射试验

按 GB/T 11022—2020 的 7.9.1.2 规定，作为辅助和控制回路一部分的电子设备，宜满足 GB 4824 中 1 组 A 类设备所规定的关于射频发射的要求，端子骚扰电压的测试频段为 150 kHz~30 MHz，电磁辐射骚扰的测试频段为 30 MHz~1.0 GHz。试验时发电平台工作在额定转速、额定功率下运行。

6.6.2 抗扰度试验

辅助和控制回路的抗扰度技术要求和实验方法按照下表的规定，实验时发电系统在额定转速、额定负载下运行，各项功能稳定正常运行。

表 1 抗扰度实验

项目	端口适用范围					试验方法
	交流电源	直流电源	外壳	信号	接地	
静电放电抗扰度试验	—	—	适用	—	—	GB/T 17626.2
射频电磁场辐射抗扰度试验	—	—	适用	—	—	GB/T 17626.3
电快速瞬变脉冲群抗扰度试验	适用	适用	—	适用	适用	GB/T 17626.4
浪涌（冲击）抗扰度试验	适用	适用	—	适用	—	GB/T 17626.5
射频场感应的传导骚扰抗扰度试验	适用	适用	—	适用	适用	GB/T 17626.6

注：“—”表示不适用。

6.7 接口

6.7.1 接口

海上多能发电平台用海上发电机构应具有电能输出接口、开关量输入输出接口、模拟量输入输出接口，可将平台生产电能通过电能输出接口传输至负荷，通过开关量、模拟量输入输出接口将发电机构运行状态上传至上位机的调试接口，可通过端子或光数字接口方式与上级控制层通信。

6.7.2 开关量输入输出接口

开关操作的 I/O 接口，发电机构控制器的所有开关量输入回路应有电气隔离和抗干扰措施。

6.7.3 调试接口

发电机构控制器的本地调试接口，具有载波、接收、发送数据功能，一般采用 RS-232、RS-485、USB Type-C 型接口。

6.8 接地

海上发电机构应设置良好的接地，一次接地和二次接地分开设置。

6.8.1 一次接地

主回路以及平台钢结构以及控制柜体的接地。一次接地铜牌截面积应不小于 100 mm^2 ，电流密度在规定的接地故障时不超过 200 A/mm^2 柜体门开启处应保持接地连接。同时，要在接地体以及连接导体表面做良好的防腐蚀处理。

6.8.2 二次接地

控制柜内二次仪表的外壳接地，信号回路的接地，连接至二次接线铜排的回路应当采用黄绿接地线，且截面积不小于 4 mm^2 。

6.9 铭牌

铭牌宜规定以下参数：

- a) 产品型号；
- b) 出厂编号；
- c) 电机额定电压；
- d) 输出电流；
- e) 控制电压；
- f) 峰值转速；
- g) 峰值转矩；
- h) 储能容量；
- i) 峰值功率；
- j) 重量；
- k) 制造年份。

7 型式试验

7.1 试验项目

7.1.1 波浪发电机构型式试验项目

波浪发电机构的试验项目按表2的规定。

表 2 波浪发电机构的试验项目

试验项目	条款号
波浪发电机试验	7.1.2
机侧整流器试验	7.1.3
储能系统试验	7.1.4
机械试验	7.2
辅助和控制回路试验	7.3
电磁兼容试验	7.4
防护等级验证	7.5
环境试验	7.6

7.1.2 波浪发电机试验项目

波浪发电机的试验项目按表3的规定。

表 3 波浪发电机试验项目

试验项目	条款号
额定功率	6.1.2
额定转速	6.1.3
温度限值	6.1.4
绝缘电阻	6.1.5
工频耐受电压	6.1.6
耐受峰值电流	6.1.7
短时过转矩	6.1.8
超速	6.1.9
转子转动惯量	6.1.10
接地保护	6.1.11
防护等级	6.1.12

7.1.3 机侧整流器试验项目

机侧整流器的试验项目按表4的规定。

表 4 机侧整流器试验项目

试验项目	条款号
保护功能	6.2.2
绝缘介电强度	6.2.3
绝缘电阻	6.2.4
接地保护	6.2.5
防护等级	6.2.6

7.1.4 波浪发电控制系统试验

波浪发电控制系统试验项目按表5的规定。

表 5 波浪发电控制系统试验项目

试验项目	条款号
工作区	6.3.2
波能捕获效率调节范围	6.3.3
系统效率	6.3.4
波浪工况适应范围	6.3.5

7.1.5 储能系统试验

储能系统试验项目按表6的规定。

表 6 储能系统试验项目

试验项目	条款号
储存能量	6.4.2
储能单元引出端子与壳体之间的耐压	6.4.3
绝缘电阻	6.4.4
电压保持能力试验	6.4.5

7.2 机械测试

7.2.1 机械特性试验

型式试验前，可建立波浪发电机构的机械特性，机械特性试验应在模拟波浪载荷下，于专用试验台架或等效装置上进行。试验输入的波浪参数应覆盖额定工况，机构性能应满足设计要求和平台集成技术条件。

宜记录下述动作特性：

- 输入波浪的谱形状、波浪方向、方向频率谱；
- 主传动部件的扭矩或出力曲线；
- 机构启动时间；
- 对波浪峰值的响应延迟时间。

试验测得的机构运动与出力特性，应与所配套能量转换系统的工作要求相匹配。

7.2.2 机械寿命试验

HY/T 0406-2024适用，并补充如下：

试验应由相当于设计寿命周期内预期总工作循环次数的试验序列组成，试验总次数不少于50000 次循环。

表 7 试验循环序列

试验循环模式	波浪工况	循环次数
额定发电循环 (G—Tr—G)	额定波高与周期	30000
低能发电循环 (G—T1—G)	低于启动阈值的波高	10000
生存模式循环 (G—Ts—G)	极端波高 (50年一遇)	500
说明：G——额定发电运行； S——生存模式（如锁定等保护性动作）； Tr——额定波浪周期； T1——低能量波浪间隔时间； Ts——极端波浪作用时间。		

7.2.3 机械操作试验

波浪发电机构应在出厂前，在额定波浪参数下进行机械操作试验。试验应配模拟负载或等效的功率吸收装置进行，试验前后机构的机械特性应满足设计要求。试验总循环次数应不少于200次，并应包含以下序列：

在额定波浪工况下进行不少于150次的连续启动—发电—停机循环；

最后50次循环中，应包含20次模拟在遭遇短周期大浪后的紧急制动与快速恢复循环。

此外，在低于设计启动波高阈值的低能量波浪条件下进行验证，机构不误启动，并在此条件下进行不少于10次的手动强制启动与停机操作，动作应可靠。

7.3 辅助和控制回路试验

HY/T 0406-2024适用，并补充如下：

绝缘试验电压为直流1500V，持续时间1min；

在标准大气条件下，各独立回路对地及各回路之间的绝缘电阻不小于2M Ω 。

7.4 电磁兼容性试验（EMC）

7.4.1 发射试验

按6.6.1的规定。

7.4.2 抗扰度试验

7.4.2.1 试验判据

在进行抗扰度试验时，制造商宜说明设备的功能及性能判定，并由试验机构结合下述判据记录在试验报告中。

试验判据包括：

a) 性能判据 A

在制造商、委托方或购买方规定的限值内性能正常；

b) 性能判据 B

功能或性能的暂时丧失或降低，但在骚扰停止后能自行恢复，不需要操作者干预；

c) 性能判据 C

功能或性能的暂时丧失或降低，但需操作者干预才能恢复。

7.4.2.2 静电放电抗扰度

静电放电抗扰度试验宜按GB/T 17626.2—2018中规定的严酷等级4级进行，试验结果符合7.4.2.1中性能判据A的要求。

7.4.2.3 射频电磁场辐射抗扰度

射频电磁场辐射抗扰度试验宜按GB/T 17626.3—2023中规定的严酷等级3级进行，试验结果符合7.4.2.1中性能判据A的要求。

7.4.2.4 电快速瞬变脉冲群抗扰度

电快速瞬变脉冲群抗扰度试验宜按GB/T 17626.4—2018中规定的严酷等级4级进行，试验结果符合7.4.2.1中性能判据A的要求。

7.4.2.5 浪涌（冲击）抗扰度

浪涌（冲击）抗扰度试验宜按GB/T 17626.5—2019中规定的严酷等级3级进行，试验结果符合7.4.2.1中性能判据A的要求。

7.4.2.6 射频场感应的传导骚扰抗扰度

射频场感应的传导骚扰抗扰度试验宜按GB/T 17626.6—2017中规定的严酷等级3级进行，试验结果符合7.4.2.1中性能判据A的要求。

7.4.2.7 电源输入端口的电压暂降、短时中断和电压变化抗扰性试验

电源输入接口的电压跌落、短时中断和电压变化抗扰性试验宜按GB/T 17626.11—2023中规定的3类要求进行，试验结果符合7.4.2.1中性能判据A的要求。

7.5 防护等级验证

按6.6.3的规定。

7.6 环境试验

7.6.1 高温试验

HY/T 0406-2024适用，并作如下补充：

波浪发电机构在规定的最高环境温度55℃下连续运行，机构各项功能正常。

7.6.2 低温试验

HY/T 0406-2024适用，并作如下补充：

波浪发电机构在规定的最低环境温度-10℃下连续运行，机构各项功能正常。

8 出厂试验

8.1 试验项目

出厂试验项目包括：

- a) 设计检查和外观检查；
- b) 基本功能检查；
- c) 机械性能试验和机械操作试验；
- d) 辅助和控制回路试验。

8.2 设计检查和外观检查

应对波浪发电机构的设计和外观进行检查。

8.3 基本功能检查

按5.1和6.4.1的规定。

8.4 机械性能和机械操作试验

按7.2.1和7.2.3的规定。

8.5 辅助和控制回路试验

按7.3的规定。

附录 A (资料性附录)

波浪发电机组的结构及工作原理

A.1 波浪发电机构系统构成

波浪发电机构的典型系统构成参照图，其工作原理为：

- a) 波浪能通过能量捕获装置驱动波浪发电机运行，产生幅频变化的原始电能；机侧整流控制器实时采集发电机输出的电压与电流，将其转换为稳定的直流电，并输送至直流母线，供储能系统充电或为平台负载供电。
- b) 波浪发电控制系统作为本地控制核心，实时采集直流母线电压、机侧运行数据，以及环境波况信号，并与上层控制器进行信息交互，接收其启停、功率设定等指令，进而通过调节机侧整流控制器的输出，实现对发电功率的精确控制，确保能量捕获与转换过程的高效与稳定。见图 A.1。

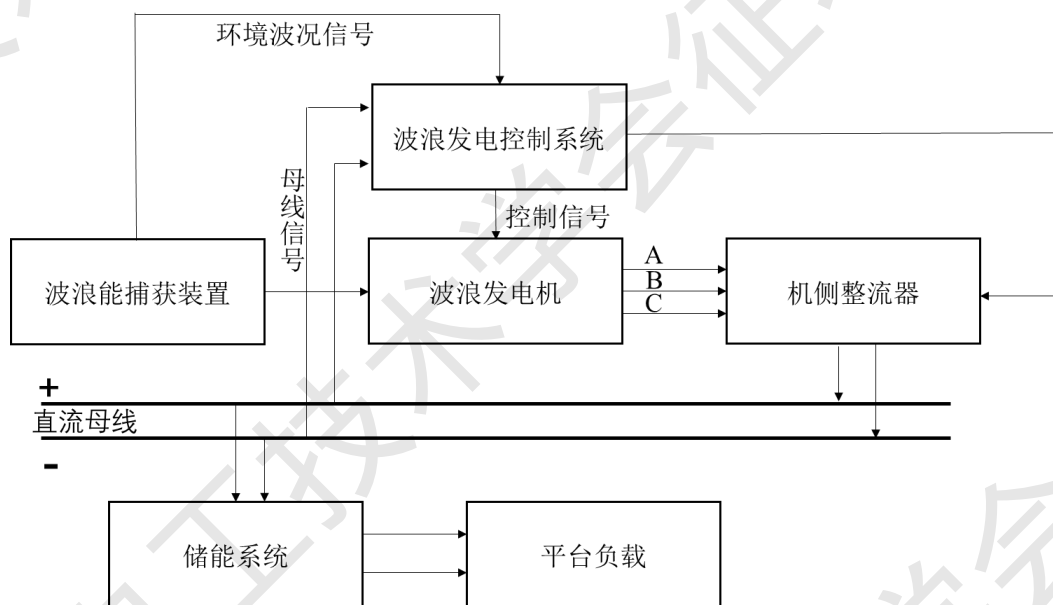


图 A.1 波浪发电机构系统结构

参 考 文 献

- [1] GB/T20001.4-2015 标准编写规则 第4部分:试验方法标准
 - [2] GB/T 25387.1-2021 风力发电机组 全功率变流器 第1部分:技术条件
 - [3] GB/T 2900.45-2006 电工术语 水电站水力机械设备
 - [4] 国家海洋局科技司,辽宁省海洋局《海洋大辞典》编辑委员会.海洋大辞典.沈阳:辽宁人民出版社, 1998.
 - [5] ISO 19901-1:2005 Petroleum and natural gas industries-Specific requirements for offshore structures-Part 1:Metocean design and operating considerations.
-