

中国船舶工业行业协会团体标准

T/CANSI 151—2024

海上风力发电机组 水下钢结构电位检测装置

Potential detection device for the underwater steel structure of
offshore wind turbines



2024-05-24 发布

2024-07-01 实施

中国船舶工业行业协会 发布

目 次

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 分类和命名 1

5 要求 3

6 试验方法 5

7 检验规则 7

8 标志、包装、运输和贮存 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专利的责任。

本文件由中国船舶工业行业协会提出并归口。

本文件起草单位：重庆科技大学、上海赟申船舶工程有限公司、上海佳豪船海工程研究设计有限公司、天海融合防务装备技术股份有限公司、中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司、中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司、中国电建集团中南勘测设计研究院有限公司、上海勘测设计研究院有限公司、山东电力工程咨询院有限公司、三峡新能源（烟台牟平区）有限公司、明阳智慧能源集团股份公司、中交第一航务工程局有限公司、中交第三航务工程局有限公司江苏分公司、南通泰胜蓝岛海洋工程有限公司、同济大学、福建船政交通职业学院。

本文件主要起草人：郭利霞、陈雪峰、陆云、邵建刚、刘森林、李硕炯、林玉璋、李炜、姜贞强、王洪庆、王金玺、左晶晶、孙熊雄、陈立、姜娟、李禹江、魏华栋、艾青、项建强、张俊宜、吴一非、毛以雷、许白龙、郭志鹏、刘鹏、朱军、张伦伟、李翼、王必改。



海上风力发电机组水下钢结构电位检测装置

1 范围

本文件规定了海上风力发电机组水下钢结构电位检测装置(以下简称电位检测装置)的分类、要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于海上风电水下钢结构电位检测装置的制造和检验,其它海上构筑物的水下钢结构电位检测装置也可参照本文件。

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/T 191 包装储运图示标志

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 2423.4 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Db: 交变湿热(12h+12h循环)

GB/T 2423.16 环境试验 第2部分:试验方法 试验J和导则:长霉

GB/T 2423.17 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验Ka:盐雾

GB/T 2423.101 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验:倾斜和摇摆

GB/T 4208 外壳防护等级(IP代码)

GB/T 7387 船用参比电极技术条件

3 术语和定义

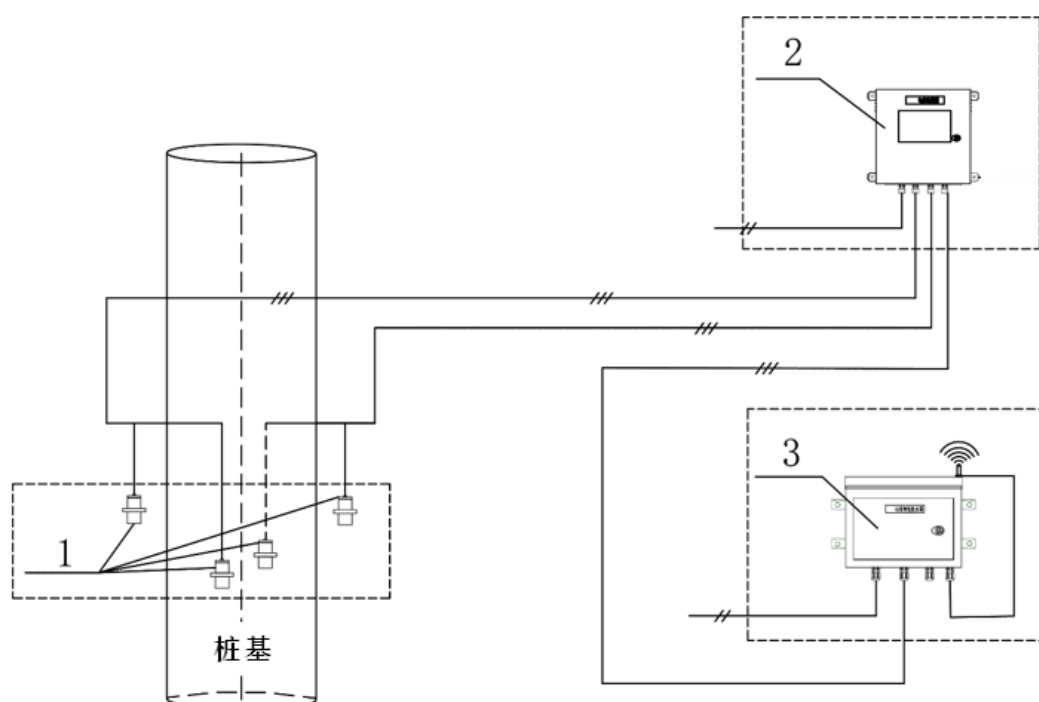
本文件没有需要界定的术语和定义

4 分类和命名

4.1 组成

电位检测装置见图1,主要组成如下:

- 1) 参比电极;
- 2) 电位检测箱;
- 3) 远程通讯设备。



标引序号说明：

- 1 ——参比电极
- 2 ——电位检测箱
- 3 ——远程通信设备

图1 电位检测装置

4.2 型式

4.2.1 按远程通讯型式分为：

- a) 有线远程通讯型——Y；
- b) 无线远程通讯型——W。

4.2.2 按电位显示方式分为：

- a) 数字式面板仪表——S；
- b) 人机界面——R。

4.3 类别

4.3.1 按参比电极类别分为：

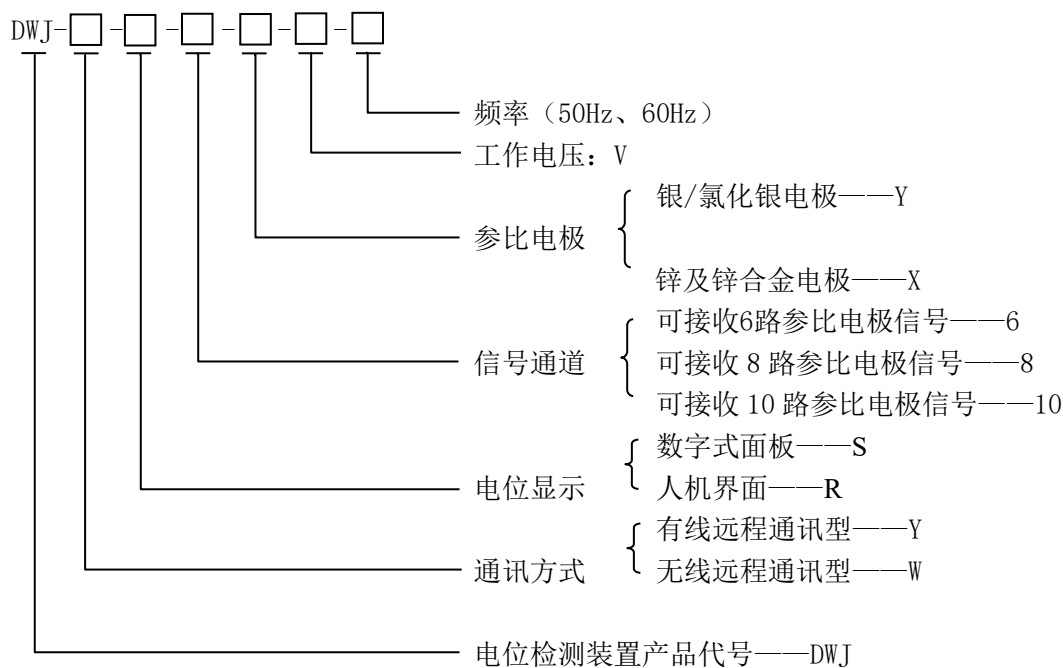
- a) 银/氯化银电极；
- b) 锌及锌合金电极。

4.3.2 按参比电极信号通道数分为：

- a) 可接收 6 路参比电极信号——6；
- b) 可接收 8 路参比电极信号——8；
- c) 可接收 10 路参比电极信号——10。

4.4 型号命名

电位检测装置的型号命名规定如下：



示例

通讯方式为无线通讯型、电位显示为数字式面板、信号通道可接收8路参比电极信号、参比电极为银/氯化银电极、频率为50Hz、工作电压为220V的电位检测装置，标记为：

T/CANSI 151—2024 DWJ-W-S-8-Y-220-50

5 要求

5.1 环境适应性

电位检测装置在下列环境条件下应能正常工作：

- a) 温度：-30 ℃~65 ℃；
- b) 湿度：不大于95%（25 ℃时）；
- c) 盐雾：应能承受不小于20 000 h的盐雾；
- d) 霉菌：在GB/T 2423.16霉菌环境下28天表面长霉不大于2级；
- e) 倾斜和摇摆：
 - 纵倾：5°
 - 横倾 15°；
 - 纵摇 7.5°
 - 横摇 22.5°
- f) 振动：
 - 垂直方向为±9.8 m/s²线性加速度。
 - 频率为2.0 Hz~13.2 Hz，振幅±1 mm；
 - 频率为13.2 Hz~100 Hz，加速度±6.86 m/s²（或0.7 g）。
- g) 水深：不大于50 m。

5.2 外观

- a) 电位检测装置电气箱体外表应平整、光洁，色泽一致；
- b) 电位检测装置电气箱体焊缝应均匀、牢固、平整、无焊穿、咬边、夹渣及气孔；
- c) 电位检测装置电镀件的镀层应光泽均匀，不应有脱皮、斑点；
- d) 电位检测装置外露零部件表面应做防护处理，金属组件和表面应采用表面防腐处理保护。

5.3 电位

5.3.1 钢结构物在海洋环境中测定的正常电位范围如下：

- a) 银/氯化银电极：-1.00 V~-0.80 V；
- b) 锌及锌合金电极：0.05 V~0.25 V。

5.3.2 电位检测范围应在-1.5 V~+1.5 V。

5.3.3 电位检测误差应不大于 0.02 V。

5.3.4 腐蚀电位超出 5.3.1 参比电极的正常电位范围时，电位检测装置应报警。

5.4 输入阻抗

电位检测箱输入阻抗应不小于 1 MΩ。

5.5 绝缘电阻

电位检测箱冷态对地绝缘电阻应不小于 5 MΩ。

5.6 电源波动

电位检测箱输入交流电压 220 V，在稳态波动±10%，电压瞬态波动±20%的电源波动下正常工作。

5.7 耐电压

电位检测箱应能承受 2 000 V 的电压，历时 1min，无击穿或闪络现象。

5.8 状态显示

5.8.1 电位检测箱应能显示本装置的运行时间。

5.8.2 电位检测箱应能实时显示各参比电极类型、电位值。

5.9 报警

电位检测箱应能实时显示报警状态，输出报警信号。

5.10 数据存储

电位检测箱应能自动存储检测数据，并生成24h历史数据报表。

5.11 通讯传输

通过远程通讯设备连接电位检测箱与上位数据管理系统实现通讯传输。

5.11.1 电位检测箱应具备远程通讯接口，支持数据通讯协议。

5.11.2 电位检测箱应支持与上位操作系统间的数据传输。

- 5.11.3 实时监控的电位数据经微控单元处理后，应能通过转接口传输到远程通讯设备。
- 5.11.4 远程通讯设备再利用无线信号或光纤远程传输至以太网服务器，通过上位数据管理系统的显示屏显示，实时观察数据，减少人工检视工作量。
- 5.11.5 远程通讯方式如下：
- 有线通讯：
 - 无线通讯。
- 5.11.6 无线通讯时，应不小于 4G 的移动通信信号或卫星信号。
- 5.11.7 有线通讯时，宜使用光纤连接。
- 5.11.8 数据管理系统应能处理、分析和评估通讯的数据。
- 5.11.9 远程通讯数据应能共享。
- 5.11.10 远程通讯设备应能使通讯数据得到结构整体性、数据库系统性和应用统一性。

5.12 防护等级

- 电位检测装置电气箱和远程通信设备箱的外壳防护等级，应不低于 GB/T 4208 的规定：
- 室外，IP56。
 - 室内，IP44。

5.13 参比电极

银/氯化银参比电极、锌及锌合金参比电极应符合 GB/T 7387 的要求。

5.14 可靠性

电位检测装置的故障间隔时间 MTBF 应不小于5000h。

6 试验方法

6.1 环境适应性试验

6.1.1 高温试验

按 GB/T 2423.2 的规定，将电位检测箱放入温度为室温 25° C 的试验箱内通电后将箱温升高至 65℃±2℃，保持 16h 后，进行功能检测，恢复后进行性能检测，其结果应符合 5.1 a) 的要求。

6.1.2 低温试验

按 GB/T 2423.1 规定，将不通电的电位检测箱放入温度为室温 25° C 的试验箱内降温至-30℃±3℃，保持 16h，通电 0.5h 后进行功能检测，其结果应符合 5.1 a) 的要求。

6.1.3 湿热试验

按 GB/T 2423.4-2008 的规定，将不通电的电位检测箱按使用状态放入相对湿度为 90%~95%、温度为 25℃的试验箱内按规定升降温，循环 2 次后，允许将所有能接触到的表面和部件上的水渍抹去，在 30 min 内完成性能检测，其结果应符合 5.1 b) 的要求。

6.1.4 盐雾试验

按 GB/T 2423.17-2008 的规定, 将电位检测箱清洁后放入 $35^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ 的盐雾箱内持续喷雾 48h 后, 用流动水洗去表面盐沉淀物, 再用不高于 35°C 的蒸馏水中洗涤后, 将被试品置于正常大气条件下恢复不少于 1h, 且不超过 2h, 目视检测被试品, 其结果应符合 5.1 c) 的要求。

6.1.5 霉菌试验

按 GB/T 2423.16-2022 的规定, 将电位检测箱清洁后放入菌种或孢子试剂的箱内持续试验 28 天后, 目视检测被试品表面评定和表述长霉程度, 其结果应符合 5.1 d) 的要求。

6.1.6 倾斜和摇摆试验

按 GB/T 2423.101 的要求, 将电位检测箱安装在倾斜和摇摆试验台上通电, 前、后、左、右四个方向各倾斜 22.5° 不少于 15 min 后检测外观、机械及性能; 按前后、左右二个水平轴向 22.5° 进行摇摆试验, 一个位置转到另一位置时间为 10s, 不少于 15min 后检测外观、机械及性能, 其结果应符合 5.1 e) 的要求。

6.1.7 振动试验

将电位检测箱安装在振动台上通电, 在振动参数为 $2\text{ Hz} \sim 13.2\text{ Hz}$, 位移为 $\pm 1\text{ mm}$ 和振动参数为 $13.2\text{ Hz} \sim 100\text{ Hz}$, 加速度为 $\pm 6.9\text{ m/s}^2$ ($0.7g$) 时以不大于 1 oct/min 扫频速率扫描检查, 无共振点时应在 30 Hz 下作 90 min 耐振试验和在放大率不小于 2 的共振频率上作 90 min 耐振试验, 其结果应符合 5.1 f) 的要求。

共振频率接近时, 采用持续时间为 120 min 的离散频率的临界频率的 0.8 倍~1.2 倍的扫频频率试验。

6.2 外观检查

目视和量具测量检查外观, 其结果应符合 5.2 的要求。

6.3 电位试验

6.3.1 电位检测箱接上负载电阻和参比电极采样分压器, 接通电源, 使设备处于正常工作状态, 在采样范围内调节采样分压器, 测试并记录显示电位与采样分压器数值。

6.3.2 过程中, 采样分压器与显示电压变化不大于 0.02 V 。模拟固定的给定电位, 电位检测箱在室温及正常运行条件下额定运行 24h, 漂移不大于 0.02 V 。

6.3.3 调节采样分压器至报警数值, 设备报警, 其结果应符合 5.3 的要求。

6.4 输入阻抗试验

电位检测箱参比电极输入端串接微安表, 把数字万用表的正负极接在参比电极与零位接地处, 数字万用表测得电压值与微安表实际测得的电流值的比值, 其结果应符合 5.4 的要求。

6.5 绝缘电阻试验

在温度为 $13^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度为 $45\% \sim 75\%$ 、气压为 $86\text{ kPa} \sim 106\text{ kPa}$ 状态下进行绝缘电阻试验。施加 500 V 的试验电压后, 测量电源输入端和机壳的绝缘电阻, 其结果应符合 5.5 的要求。

6.6 电源波动试验

按交流电压220V, 运行15min稳态电压波动, 进行3次瞬态电压波动试验, 其结果应符合5.6的要求。

6.7 耐电压试验

电位检测箱内的各独立电路之间和所有电路对地(机壳)之间施加2000V的电压, 历时1min后, 其结果应符合5.7的要求。

6.8 状态显示试验

电位检测箱正常工作状态下, 电极采样分压器接入不同的参比电极输入通道, 按6.1.1检测对应电位值, 其结果应符合5.8的要求。

6.9 报警试验

调节采样分压器, 使电位检测箱出现报警后, 用万用表测量远程报警输出端子, 其结果应符合5.9的要求。

6.10 数据储存试验

电位检测箱正常工作状态下, 检查24h历史数据报表, 其结果应符合5.10的要求。

6.11 通讯传输试验

对远程通讯接口类型、功能、通信协议及所传递的信息逐一检查。通过远程通讯装置连接上位操作系统, 检验数据存储、查询及管理功能, 其结果应符合5.11的要求。

6.12 防护等级试验

按GB/T 4208的规定进行外壳防护试验, 其结果应符合5.12的要求。

6.13 参比电极试验

按GB/T 7387的规定进行参比电极试验。用500V的兆欧表, 测量电极体和接线与水密、填料函等金属体之间的绝缘电阻, 其结果应符合5.13的要求。

6.14 可靠性试验

电位检测装置在5.1规定的环境条件下持续运行, 采用6.1的试验方法验证电位检测装置的故障间隔时间MTBF, 其结果应符合5.14的要求。

7 检验规则

7.1 检验分类

电位检测装置的检验分为型式检验和出厂检验。

7.2 型式检验

7.2.1 检验时机

有下列情况之一时应进行型式检验:

- a) 新产品鉴定或定型时;

- b) 老产品转厂生产时；
- c) 生产满5年或累积生产满300台时；
- d) 结构、工艺、材料的改变足以影响性能时；
- e) 主管监督机构有要求时。

7.2.2 受检样品数

型式检验受检样品应不少于一套。

7.2.3 检验项目和顺序

型式检验项目和顺序见表1。

表 1 检验项目和顺序

序号	项 目	型式检验	出厂试验	要求章条号	试验方法章条号
1	环境适应性	●	—	5.1	6.1
2	外观	●	●	5.2	6.2
3	电位	●	●	5.3	6.3
4	输入阻抗	●	○	5.4	6.4
5	绝缘电阻	●	●	5.5	6.5
6	电源波动	●	—	5.6	6.6
7	耐电压	●	●	5.7	6.7
8	状态显示	●	●	5.8	6.8
9	报警	●	●	5.9	6.9
10	数据存储	●	●	5.10	6.10
11	通讯传输	●	●	5.11	6.11
12	防护等级	●	—	5.12	6.12
13	参比电极试验	●	●	5.13	6.13
14	可靠性	●	—	5.15	6.15
注：“●” 必检项目；“○” 协商检验项目；“—” 不检项目					

7.2.4 合格判据

- 7.2.4.1 检验项目均符合要求，则判型式检验为合格。
- 7.2.4.2 如检验项目不符合要求，另 1 套电位检测装置复验仍不合格时，则判定型式检验为不合格。

7.3 出厂检验

7.3.1 受检样品数

每套电位检测装置应进行出厂检验。

7.3.2 检验项目和顺序

出厂检验项目和顺序见表1。

7.3.3 合格判据

- 7.3.3.1 检验项目均符合要求，则判出厂检验为合格。
- 7.3.3.2 不合格项纠正后复验仍不合格时，则判定出厂检验为不合格。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 电位检测装置上应有写明型号、规格、编号、制造日期及检验员代号的合格证。

8.1.2 电位检测装置应安装符合 GB/T 13306 的铭牌。

8.1.3 铭牌应标明下列内容：

- a) 名称及型号；
- b) 生产厂名；
- c) 出厂编号；
- d) 制造日期；
- e) 本文件编号；
- f) 主要技术指标：
 - 输入电源电压；
 - 频率。

8.2 包装

8.2.1 电位检测装置包装储运标志应符合 GB/T 191。

8.2.2 电位检测装置应使用塑料袋防护包装和木质结构包装箱，箱内应垫有减震材料。

8.2.3 电位检测装置应配齐附件和必要的工具、备件，并附有产品合格证书、使用说明书和装箱清单。

8.2.4 电位检测装置包装箱的标志应有下列内容：

- a) 收货单位；
- b) 名称和型号；
- c) 出厂编号；
- d) 净重；
- e) 发货单位。

8.2.5 电位检测装置箱内应有与实物相一致的接线图和原理图。

8.2.6 电位检测装置包装应牢固可靠且能防潮，在长途运输中不应损坏。

8.3 运输

8.3.1 电位检测装置适用于各种运输方式。

8.3.2 电位检测装置运输中应避免雨雪淋浸，避免强烈震动和撞击。

8.4 贮存

8.4.1 电位检测装置应存放在干燥、通风且无腐蚀性气体的仓库内。

8.4.2 电位检测装置不应露天堆放。

8.4.3 电位检测装置不应堆放在有电磁干扰的库房。