

团 体 标 准

T/CSNAME 080—2024

桩基式海上风电导管架

Pile foundation offshore wind jacket

2024 - 12 - 28 发布

2025 - 03 - 28 实施

中国造船工程学会 发 布

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。

本文件由中国造船工程学会标准化学术委员会提出。

本文件由中国造船工程学会归口。

本文件起草单位：南通泰胜蓝岛海洋工程有限公司、浙江大学、华电科工股份有限公司、中国船舶集团有限公司第七〇四研究所、同济大学、上海泰胜风能装备股份有限公司、南通中集太平洋海洋工程有限公司。

本文件主要起草人：朱军、陈伟球、王小合、赵宝祥、吴刚、吴帅宇、郭文辉、殷星星、那雪冬、张伦伟、甄咏鹏、刘国欢、沈阳、许滨、郭伟、印刘峰、林文娟、王佳妮。



引 言

本文件的发布机构提请注意，声明符合本文件时，可能涉及到4.3.1条、8.2.2条与“201821286528.X 一种导管架装置”“201710116942.X 一种导管架吊装绑扎工艺”相关的专利的使用。

本文件的发布机构对于该专利的真实性、有效性和范围无任何立场。

该专利持有人已向本文件的发布机构承诺，他愿意同任何申请人在合理且无歧视的条款和条件下，就专利授权许可进行谈判。该专利持有人的声明已在本文件的发布机构备案。相关信息可以通过以下联系方式获得：

专利持有人姓名：南通泰胜蓝岛海洋工程有限公司。

地址：江苏省启东市海工船舶工业园蓝岛路1号。

请注意除上述专利外，本文件的某些内容仍可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。



桩基式海上风电导管架

1 范围

本文件规定了桩基式海上风电导管架（以下简称导管架）的分类、要求、试验方法、检验规则、标志、运输等。

本文件适用于桩基式海上风电导管架。

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 标志
- GB/T 709-2019 热轧钢板和钢带的尺寸、外形、重量及允许偏差
- GB/T 712-2011 船舶及海洋工程用结构钢
- GB/T 1591-2018 低合金高强度结构钢
- GB/T 1732 漆膜耐冲击测定法
- GB/T 1740 漆膜耐湿热测定法
- GB/T 1766 色漆和清漆 涂层老化的评级方法
- GB/T 1768 色漆和清漆 耐磨性的测定 旋转橡胶砂轮法
- GB/T 1771 色漆和清漆 耐中性盐雾性能的测定
- 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 2423.22 环境试验 第2部分：试验方法 试验N：温度变化
- GB/T 5117-2012 非合金钢及细晶粒钢焊条
- GB/T 5210 色漆和清漆拉开法附着力试验
- GB/T 5293 埋弧焊用碳钢焊丝及焊剂
- GB/T 5313-2010 厚度方向性能钢板
- GB/T 7790 色漆和清漆 暴露在海水中的涂层耐阴极剥离性能的测定
- GB/T 8110 熔化极气体保护焊用非合金钢及细晶粒钢实心焊丝
- GB/T 8162 结构用无缝钢管
- GB/T 8923.1-2011 涂覆涂料前钢材表面处理 表面清洁度的目视评定 第1部分：未涂覆过的钢材表面和全面清除原有涂层后的钢材表面的锈蚀等级和处理等级
- GB 9274 色漆和清漆 耐液体介质的测定
- GB/T 10045 非合金钢及细晶粒钢药芯焊丝
- GB/T 13452.2 色漆和清漆 第2部分：漆膜厚度的测定
- GB/T 36037 埋弧焊和电渣焊用焊剂
- GB 50205-2020 钢结构工程施工质量验收规范
- JTS/T 209-2020 水运工程结构防腐蚀施工规范
- NB/T 47013 承压设备无损检测
- NB/T 47014-2011 承压设备焊接工艺评定
- NB/T 47015-2011 压力容器焊接规程
- NB/T 47016-2011 承压设备产品焊接试件的力学性能检验
- SY/T 5768-2016 一般结构用焊接钢管
- ISO 8502-6 可溶污染物的提取分析—Bresle 方法（Extraction of soluble contaminants for analysis—The Bresle method）

ISO 12944-6 色漆和清漆 防护漆体系对钢结构的腐蚀防护 第6部分：实验室性能试验方法 (Paints and varnishes — Corrosion protection of steel structures by protective paint systems — Part 6: Laboratory performance test methods)

中国船级社，材料与焊接规范 (2023)

ASTM D3276 涂料(金属底材)检验人员的标准指南(Standard Guide for Painting Inspectors)

ASTM E337-02 使用干湿球湿度计测定湿度的标准试验方法(Standard Test Method for Measuring Humidity with a Psychrometer)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

桩基式海上风电导管架 pile foundation offshore wind jacket
将升压站、风电塔筒及相关附属设备固定在海上的基础结构。

3.2

阴极保护 cathodic protection
一种电化学保护技术，使被保护结构物成为阴极，避免或减弱腐蚀的发生。

4 分类与组成

4.1 型式

4.1.1 导管架按结构分为：

- a) 三腿桩式；
- b) 四腿桩式；
- c) 六腿桩式。

4.1.2 导管架按安装形式分为：

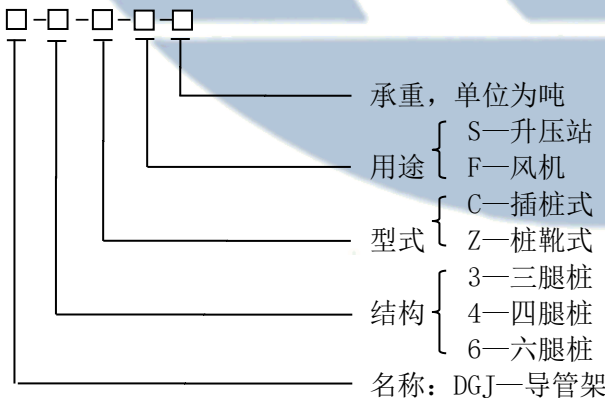
- a) 插桩式；
- b) 桩靴式。

4.1.3 导管架按用途分为：

- a) 风机用；
- b) 升压站用。

4.2 型号命名

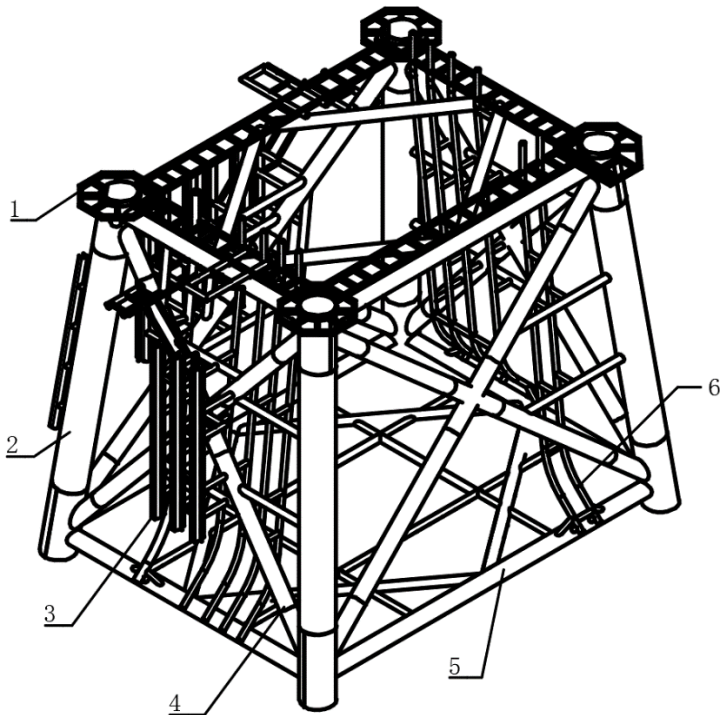
导管架型号命名规定如下：



示例：结构为四腿桩、型式为插桩式、用途为升压站用、承重为 3863t 的桩基式海上风电导架，标记为：DGJ-4-C-S-3863

4.3 组成

- 4.3.1 导管架由下列主要部件构成：
- a) 主腿筒体；
 - b) 斜撑；
 - c) 水平撑；
 - d) 主要附属构件：钢格栅、电缆管、靠泊构件。
- 4.3.2 导管架结构示意图见图 1。



标引序号说明：
1——钢格栅；
2——主腿筒体；
3——靠泊构件；

4——斜撑；
5——水平撑；
6——电缆管。

图1 导管架结构示意图

5 要求

5.1 环境条件要求

导管架应能在下列环境条件下正常工作：

- a) 温度：-30℃ ~ 40℃；
- b) 湿度：不大于90%；
- c) 盐雾：满足C2等级；
- d) 振动：满足最大地震等级7级；
- e) 冲击：满足最大波浪等级5级；
- f) 海洋水文：中国大陆架30 n mile范围内；
- g) 风速：满足最大12级风力；
- h) 潮流：满足最大波浪等级5级；
- i) 海水流速：≤2 m/s。

5.2 外观

导管架构件表面油漆应光顺，无气泡、锈蚀、开裂、挂流、遗漏等涂装缺陷。

5.3 材料要求

5.3.1 材料选用

- 5.3.1.1 导管架所用钢材、钢管、焊材、焊剂以及油漆等宜选用表 1 所列材料。
- 5.3.1.2 允许使用性能不低于表 1 材料性能的其他材料代用，代用材料应经国家认定的第三方检测机构认可。

表1 导管架主要材料

序号	名称	材料牌号	标准号	备注
1	钢材	Q355型、DH36、EH36	GB/T 1591、GB 712	
2	钢管	Q355型、DH36、Q235型	GB/T 8162	
3	焊材	S49A 4U AB-SU34 S49A 4U FB-SU34	GB/T 5293	焊丝焊剂组合牌号
		T49 2 T1-1C1A	GB/T 10045	
		ER50-6	GB/T 8110	
		E50 03	GB/T 5117-2012	
4	焊剂	S A AB 1 66 AC S A FB 1 66 AC	GB/T 36037	
5	油漆	环氧重防腐涂层8844	ISO 12944-6	一种双组份、低VOC、高固体含量的环氧屏蔽涂料，具有极佳的耐久性、耐磨性和耐腐蚀性及抗阴极剥离性能
6	钢板		GB/T 709-2019	

5.3.2 钢材

- 5.3.2.1 导管架钢板使用的正火 T1 级探伤板的长度、宽度允许偏差、厚度应满足 C 类偏差要求。
- 5.3.2.2 下列位置的钢板应具有 Z 向性能：
 - a) 导管架吊耳位置；
 - b) 管材 T 型节点位置；
 - c) K 型节点位置；
 - d) Y 型节点位置等。
- 5.3.2.3 导管架钢板表面不应有麻点、裂纹、皱折、贴边等缺陷，不应采用补焊的方式修补。
- 5.3.2.4 导管架钢板超声波探伤应采用 NB/T 47013 规定的方法，验收等级为 TI 级。

5.3.3 焊接材料

- 5.3.3.1 导管架的焊条、焊丝、焊剂等焊接材料的等级应不低于 GB 50205-2020 中 4.6 的要求。
- 5.3.3.2 导管架焊接应使用符合《材料与焊接规范》扩散氢含量的低氢型焊接材料。
- 5.3.3.3 埋弧焊的焊丝和焊剂应满足 GB/T 5293 和 GB/T 36037 的要求。
- 5.3.3.4 非合金钢及细晶粒钢的药芯焊丝应符合 GB/T 10045 的要求。
- 5.3.3.5 熔化极气体保护焊用非合金钢及细晶粒钢的实心焊丝符合 GB/T 8110 的要求。
- 5.3.3.6 非合金钢及细晶粒钢的焊条应符合 GB/T 5117-2012 的要求。

5.3.4 涂料

- 5.3.4.1 漆膜厚度应符合 GB/T 13452.2 的要求。
- 5.3.4.2 漆膜柔韧性应符合 GB/T 1732 的要求。
- 5.3.4.3 漆膜耐冲击应满足 GB/T 1766 的要求。
- 5.3.4.4 漆膜耐磨性应满足 GB/T 1768 的要求。
- 5.3.4.5 漆膜附着力应满足 GB/T 5210 的要求。
- 5.3.4.6 漆膜涂层老化应满足 GB/T 1766 的要求。

5.4 切割要求

- 5.4.1 钢板切割前应先行矫正。
- 5.4.2 钢板放样下料时，应预留切割、磨削、刨边和焊接收缩等的加工余量，余量范围为 5 mm ~ 10 mm。
- 5.4.3 直缝管环缝间距应不小于 2000 mm。
- 5.4.4 相邻管节的纵缝间距应：
 - a) 错开应不小于 1/8 的钢管周长；
 - b) 相邻管节的管径差应不大于 3 mm。
- 5.4.5 抗拉强度不小于 540 MPa 的钢板人工火焰切割时，应消除影响表层。
- 5.4.6 坡口加工后应进行防锈处理。

5.5 卷制要求

5.5.1 钢板卷制

- 5.5.1.1 钢板卷制前，应清除坡口处的毛刺和氧化物。
- 5.5.1.2 导管架钢管管节的钢板卷制应满足 SY/T 5768-2016 要求。

5.5.2 钢管管节组装

- 5.5.2.1 导管架钢管管节尺寸允许偏差应符合表 2 要求。

表2 钢管管节尺寸允许偏差

偏差名称	允许偏差	备注
钢管外周长	±0.1% 周长，且不大于6 mm	测量外周长
管端椭圆度	±0.1% D（主体钢管直径） 且不大于5 mm	两相互垂直的直径之差
管节椭圆度	不大于5mm	两相互垂直的直径之差
管端平整度	2 mm	多管节拼接时，以整根质量要求为准
桩总轴线弯曲矢高	不大于0.1%桩长，且不大于30 mm	
桩体总长度	0 mm ~+20 mm	

- 5.5.2.2 管节拼接时，相邻管节对口的板边高差应不大于板厚的 t/10（且不大于 3 mm，取小者）。
- 5.5.2.3 在钢管管节上施焊和拆除卡具、吊耳等附加物时，应不伤及母材。
- 5.5.2.4 焊接位置起吊时的应力应不损伤钢管。
- 5.5.2.5 附加物对后续工序无不良影响时，可不予拆除。

5.6 精度要求

导管架精度应满足下列要求：

- a) 任意平面或立面对角线误差应不大于 19 mm；
- b) 任意平面对边误差应不大于 13 mm；
- c) 各桩腿间距最大允许误差为±10 mm；
- d) 导管架及钢管桩导管顶端的标高误差为±6 mm，任意两导管顶端相对误差应不大于 6 mm；
- e) 导管架及钢管桩加厚段的误差为 0 mm ~ 25 mm，导管架及钢管桩导管圆心离开理论中心误差应不大于 6 mm；
- f) 直径方向偏差应不大于 6/π mm；
- g) 导管架立柱的弯曲度偏差小于 10 mm 时，在任一 3 m 长度上的弯曲度偏差应不大于 3 mm。
- h) 导管架焊接时应使用组对专用设备，不应强制对口。

5.7 阴极保护

5.7.1 分类

阴极保护分为以下类型：

- a) 牺牲阳极保护;
- b) 外加电流阴极保护, 采用外加电流方案则需满足导管架运行期 25 年防腐要求。

5.7.2 外观

- 5.7.2.1 牺牲阳极其阳极芯无缝钢管, 其外形、材质应符合 GB/T 17395 的规定。
- 5.7.2.2 阳极表面应避免裂纹出现, 不应有纵向裂纹, 横向裂纹应满足以下要求:
 - a) 长度小于 50 mm;
 - b) 深度不超过 5 mm;
 - c) 横向细裂纹在同一表面不超过 3 个。
- 5.7.2.3 阳极基体与钢芯之间接触电阻要小于 $0.001\ \Omega$ 。

5.7.3 布置

牺牲阳极应均匀布置, 牺牲阳极安装应与导管架钢结构导电性能良好。

6 试验方法

6.1 环境条件

- 6.1.1 按 ASTM D3276 的规定进行环境温度试验, 其结果应符合 5.1 的规定;
- 6.1.2 按 ASTM E337-02 的规定中方法 B 进行相对湿度试验, 其结果应符合 5.1 的规定;
- 6.1.3 按 ISO 8502-6 的规定进行盐雾、油雾环境试验, 其结果应符合 5.1 的规定;
- 6.1.4 按 GB/T 2423.16 的规定进行霉菌试验, 其结果应符合 5.1 的规定;
- 6.1.5 按 GB/T 2423.22 的规定进行冲击试验, 其结果应符合 5.1 的规定;
- 6.1.6 振动试验应按以下要求进行:
 - a) 在频率为 2 Hz ~ 25 Hz、振幅不大于 1.6 mm 时试验, 其结果应符合 5.1 的规定;
 - b) 在频率为 25 Hz ~ 100 Hz、加速度不大于 $39\ \text{m/s}^2$ 时试验, 其结果应符合 5.1 的规定。

6.2 外观

按 GB 50205-2020 中附录 C、附录 D、附录 E 的规定进行外观检验, 其结果应符合 5.2 的要求。

6.3 材料

按 GB 712、GB 1591-2008 和 GB 5313-2010 的规定进行结构检验, 其结果应符合 5.4 的要求。

6.4 涂装

按 GB 8923.1-2011 的规定进行涂装检验, 6 的规定。

6.5 切割试验

按 GB/T 50205-2020 中 7.2 的规定进行切割试验, 其结果应符合 5.6 的要求。

6.6 卷制试验

按 SY/T 5768-2016 的 5.2、5.3、5.4 规定进行卷制试验, 其结果应符合 5.7 的要求。

6.7 焊接试验

按 NB 47016 的规定进行焊接检验, 其结果应符合 5.8 的要求。

6.8 精度检验

按 GB/T 50205-2020 中第 8、9 章规定进行精度检验, 其结果应符合 5.9 的规定。

7 检验规则

7.1 检验分类

导管架的检验分为出厂检验和型式检验。

7.2 出厂检验

- 7.2.1 每座导管架均应进行出厂检验，出厂检验合格颁发出厂合格证，出厂检验项目和要求见表 3。
- 7.2.2 任一不合格项经修复后再检验仍不合格，则判该导管架出厂检验为不合格。

7.3 型式检验

- 7.3.1 有下列情况之一时，应进行型式检验：
 - a) 导管架鉴定或定型时；
 - b) 生产满 3 年或满 50 座时；
 - c) 转厂生产时；
 - d) 结构、工艺、材料的改变足以影响性能时；
 - e) 检验机构提出型式检验要求时。
- 7.3.2 型式检验项目和要求见表 3。
- 7.3.3 型式检验的导管架应按每型式的生产批任抽一座。
- 7.3.4 任一不合格项经修复后再检验仍不合格，则判该导管架型式检验为不合格。

表3 检验项目和要求

序号	检验项目	型式检验	出厂检验	要求章条号	试验方法章条号
1	环境条件	●	—	5.1	6.1
2	外观	●	●	5.2	6.2
3	结构	●	—	5.3	6.3
4	材料	●	—	5.4	6.4
5	涂装	●	●	5.5	6.5
6	切割	●	—	5.6	6.6
7	卷制	●	—	5.7	6.7
8	焊接	●	—	5.8	6.8
9	精度	●	—	5.9	6.9

注：●必检项目；—不检项目。

8 标志、运输

8.1 标志

- 8.1.1 标志应符合 GB/T 191 要求。
- 8.1.2 导管架显见部位应有永久性标志。
- 8.1.3 标志应有下列主要内容：
 - a) 名称；
 - b) 型号；
 - c) 生产厂；
 - d) 地址；
 - e) 主参数：
 - 重量；
 - 长度×宽度×高度；
 - 兆瓦数；
 - f) 入口标志；
 - g) 检验标记；
 - h) 安全标志；
 - i) 逃生标志；
 - j) 应急标志；

k) 标准号。

8.2 运输

8.2.1 运输分类

导管架的运输分为场内运输和水上运输两个阶段，场内运输是指利用车辆或轨道将导管架从制作场地运输至装船位置；水上运输是指利用船舶将导管架运输至安装位置。

8.2.2 绑扎

导管架应根据运输的需要进行安全绑扎。

8.2.3 安全运输标志

运输时，导管架应有安全运输标志。

