

团体标准《基于腐蚀检测的海上风电塔筒腐蚀评价规范》编制说明

一、工作简况

（一）任务来源

全球能源结构向清洁能源转型，海上风电作为可再生能源的重要组成部分，我国海上风电装机容量持续快速增长，已成为全球海上风电发展的重要力量。

海上风电项目通常具有投资规模大、建设周期长、运营环境复杂等特点，而海上风电塔筒作为支撑风力发电机组的核心结构部件，且长期处于海洋大气、飞溅（浪溅）等严酷腐蚀环境，腐蚀损伤会直接影响塔筒服役安全。目前国内缺少专门针对海上风电塔筒成套腐蚀检测的团体标准，检测项目、作业环境、抽样要求、记录格式不统一，不同检测机构作业方法、测点布置、数据记录差异较大，不利于检测结果的一致性和可复用性。

阳江海上风电实验室提出制定《基于腐蚀检测的海上风电塔筒腐蚀评价规范》团体标准的任务。经广东省防腐蚀协会标准化技术委员会审议，正式立项开展该标准的编制工作，旨在统一海上风电塔筒腐蚀检测评价规范，本文件由广东省防腐蚀协会标准化技术委员会归口。

海上风电塔筒腐蚀检测完成后，缺少统一的腐蚀评价判定规则；不同单位对同样检测数据评价结论不一致，缺少从实测数据到腐蚀等级、运维处置的标准化流程。本标准定位为评价类标准，依据 GB/T 20001.8—2023《标准起草规则 第 8 部分：评价标准》进行编制。本标准不规定现场检测操作，全部检测原始数据来源于配套团体标准《海上风电塔筒腐蚀检测技术规范》，用于实现塔筒腐蚀状态分级评价、风险识别和运维建议输出。

（二）主要起草单位及主要起草人

主要起草单位：阳江海上风电实验室、广州声华科技股份有限公司、广东省防腐蚀协会、华南理工大学、广东省建筑科学研究院集团股份有限公司、明阳智慧能源集团股份公司、广东粤水电装备集团有限公司、华南蓝天航空油料有限公司

主要起草人：朱嵘华、张才亮、蓝智明、蒋永珍、李建三、莫烨强、詹耀、章鹏、谢宗武、王冠、刘寒秋、何健、王华洁、焦俊辉、杨永婵

（三）起草过程

1. 资料收集

工作组收集 GB/T 20001.8—2023 评价标准起草规则；收集 GB/T 33423、GB 51008、NB/T 47013 系列等风电、钢结构防腐、鉴定标准；收集大量海上风电塔筒检测—评价工程案例；研究现有钢结构、承压设备腐蚀评价的阈值与工程经验；同时参考焊缝、高强螺栓、法兰连接部位在役腐蚀的行业研判经验。

2. 标准起草

（1）2025 年 10 月 — 2026 年 1 月，开展行业调研，明确标准功能定位：评价类标准，确定三大核心要素：评价指标体系、取值规则、评价结果形成规则；确立三级评价指标架构（一级评价指标：子系统；二级评价指标：评价单元；三级评价指标：最低层级检测输入指标）；评价等级设置 A/B/C/D 四级：A 级完好、B 级轻微缺陷、C 级中度缺陷、D 级严重缺陷；确定采用最不利等级判定原则，不采用加权打分。

（2）2026 年 2 月 — 4 月，组建起草工作组，召开工作组启动会，明确分工；完成标准草案初稿。完成标准草案初稿，构建评价流程、取值规则、综合等级形成逻辑；完成焊缝、螺栓、法兰连接部位四级单项评价规则。

（3）2026 年 5 月 — 9 月，召开内部研讨会，组织专题会，针对壁厚减薄筛选阈值、浪花飞溅区从严评价原则、数据缺失不能定级等条款开展研讨。

（4）2026 年 10 月，形成征求意见稿，面向检测机构、业主单位、科研院校等广泛征求意见；之后汇总处理反馈意见，修改完善文本，形成送审稿。

二、标准编制原则、主要内容及其确定依据

（一）编制原则

1. 目标导向原则：针对行业痛点，统一检测数据向腐蚀等级转化的评价规则，实现检测 — 评价闭环；

2. 规范性原则：按照 GB/T 1.1—2020、GB/T 20001.8—2023 评价标准起草规则编写；严格区分评价标准三大核心要素：评价指标体系、取值规则、评价结果形成规则；区分取值规则和综合评价等级；
3. 指标明确原则：量化评价指标，包含最小壁厚、点蚀状态、均匀腐蚀速率等，便于评价人员判定；
4. 协调性原则：与配套检测团体标准《海上风电塔筒腐蚀检测技术规范》技术协调；与现行海上钢结构、风电防腐标准协调；本标准所有原始输入来源于配套检测标准，不重复规定检测作业；
5. 可操作原则：采用 A/B/C/D 四级等级评价，区分完好—轻微—中度—严重缺陷，对应差异化运维处置。

（二）标准主要内容

本文件为评价类团体标准，规定海上在役钢质塔筒基于腐蚀检测数据的范围、规范性引用文件、术语和定义、总体原则与评价流程、评价指标体系、取值规则、评价结果形成规则、评价报告编制等要求，设置资料性附录。

1. 评价指标分为三级：一级评价指标（子系统：涂层系统、金属基体腐蚀、焊缝、螺栓、法兰等部位）；二级评价指标（评价单元，按海洋腐蚀分区划分为塔筒外部大气区、塔筒内部区、浪花飞溅区、附属构件单元）；三级评价指标（最低层级，取自配套检测标准的检测项目）。
2. 评价结果采用 A/B/C/D 四级：A 级完好，B 级轻微缺陷，C 级中度缺陷，D 级严重缺陷。
3. 取值规则：采用试验—测量法 + 证据判断法，规定每一项三级指标实测数据如何映射 A/B/C/D 等级；明确浪花飞溅区同等缺陷条件下从严取值；关键数据缺失不得开展定级评价。
4. 评价结果形成规则：全部层级采用最不利等级判定原则，不加权打分；逐级形成单元内子系统等级、二级评价单元综合等级、塔筒整机综合等级；不同腐蚀分区应分别输出等级。

5. 设置完整评价流程：检测数据收集 → 数据有效性确认 → 单项指标评价 → 综合评价 → 结论与建议 → 编制评价报告。

（三）主要技术内容确定依据

1. 海洋腐蚀分区（浪花飞溅区）术语参考 GB/T 33423；浪花飞溅区从严评价的依据是浪花飞溅区腐蚀严酷性及 GB/T 33423 中对飞溅区防护的强化要求。
2. 壁厚减薄率 10%、20%、30% 为工程筛选阈值，借鉴承压设备、钢管道腐蚀评价经验；条文明确：仅作为腐蚀状态初步分级，构件最终结构安全应执行 GB 51008 承载力验算，不能仅凭减薄百分比判定构件是否可用。
3. 针对塔筒焊缝、螺栓、法兰等连接部件的单项评价，参考 GB/T 33423、GB/T 35013、GB 51008、JGJ 82 等标准；现行标准虽包含连接部位腐蚀的定性分级，但没有给出在役连接部位腐蚀的 A/B/C/D 量化分级，本标准分级为结合海上风电塔筒运维实践另行制定。
4. 本标准严格区分取值规则与综合评价等级：取值规则针对单个三级最低层级指标，实现实测数据向单项等级转换；综合评价等级是多个下级指标按照最不利原则汇总得到，汇总逻辑写在评价结果形成规则章节，不属于取值规则。
5. 在线监测数据不作为定级指标，仅作为辅助趋势参考。

三、预期的经济效益、社会效益

1. 社会效益：统一海上风电塔筒腐蚀评价规则，解决不同机构对同一套检测数据评价结论不一致的问题；实现“检测—评价—运维建议”标准化链条；区分四级缺陷等级，支撑风电场差异化运维管理，提升海上风电设备安全管控水平。
2. 经济效益：支撑风电场开展塔筒全生命周期腐蚀风险管控，区分常规巡检、跟踪监测及缩短维修周期、限期维修、立即整改，避免过度维修或者维修不足，节约运维成本；及时识别严重腐蚀隐患，降低塔筒失效事故与非计划停机损失。

四、与国际、国外同类标准水平的对比情况

目前尚无专门针对海上风电塔筒腐蚀评价的现行国际或国家标准；相关腐蚀评价方法分散在承压设备、钢结构标准。本标准按照 GB/T 20001.8 — 2023 国内评价

标准编写规范，结合国内海上风电塔筒工程特点构建指标、取值、结果形成体系，适配国内行业应用。

五、与有关法律、行政法规及相关标准的关系

本标准符合《中华人民共和国标准化法》、《团体标准管理规定》要求。

本标准作为配套评价标准，输入数据取自团体标准《海上风电塔筒腐蚀检测技术规范》；与 GB/T 33423、NB/T 33630、GB 51008、NB/T 10218 等国家、行业标准协调一致。本标准为评价标准，不重复规定现场检测方法。

六、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准编制过程中无重大分歧意见。

七、涉及专利的有关说明

本文件编制过程中，未识别涉及专利内容。

八、实施团体标准的建议

建议本标准与配套《海上风电塔筒腐蚀检测技术规范》同步宣贯、同步实施；第三方评价机构、风电场业主开展塔筒腐蚀评价时，应优先采用配套检测标准取得原始检测数据，再使用本标准开展评价。

九、其他应当说明的事项

无。