

附件 8

# 海上风电机组塔架和基础一体化设计技术规范

## 编 制 说 明

## 目次

1 编制背景.....	29
2 编制主要原则.....	29
3 主要工作过程.....	29
4 标准结构和内容说明.....	30
5 相关标准对比说明.....	31
6 标准实施措施说明.....	31

## 1 编制背景

我国海上风电资源储量丰富,规模潜力大,电能品质较优,靠近负荷中心,近海水深5-25m和25-50m海域内100m高度风能资源技术开发量分别为2.1亿千瓦和1.9亿千瓦,可作为承载我国能源结构转型的重要战略支撑之一。然而,海上风电发展面临降本压力,距离平价有较大距离。从目前来看,地方财政补贴政策尚不明确,现有海上风电产品及技术实现平价难度大,新增招标增量有限,新增装机量下降。这要求整个行业打破技术壁垒,实现产业链协同,将实际项目的工程经验加快技术创新,最终达到实现海上风电平价上网的目的。

在海上风电投资总成本中,风电机组支撑结构(包括塔架和基础)占22%左右,降低海上风电支撑结构成本能够有效降低度电成本。当前国内海上风电项目中,国内风机支撑结构设计方法以界面法为主,国内海上风机支撑结构以塔底为分界面进行分步迭代设计,风机厂家和设计院在各自的设计域寻找局部最优设计,不是全局最优设计,容易造成结构设计偏保守。同时,多个单位参与,设计界面不清晰,设计变量受施工水平、施工窗口期的影响;最后,在设计过程中,不同设计方对典型机位点选取、工况的设置、参数的选择、收敛的准则都不相同,这都导致了海上风电行业需要付出更多不必要的成本。

本项目拟根据海上风电机组塔架和基础一体化设计设计方法上的理论研究成果和多个海上风电实际项目上的落地示范效果,并结合多家设计单位在海上风电支撑结构设计方面的经验,制定海上风电机组塔架和基础一体化设计技术规范,以规范海上风电机组塔架和基础一体化设计的方法和流程。

本标准是根据2020年电机工程学会下达的标准计划安排进行的。本标准起草单位:中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司、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、中国三峡上海勘测设计研究院有限公司、新疆金风科技股份有限公司、东方电气风电股份有限公司、华能广东汕头海上风电有限责任公司、浙江运达风电股份有限公司、大连理工大学、华北电力大学、华能海上风电科学技术研究有限公司。

本标准的主要起草人:周映鸣、胡合文、蔡小莹、陈前、冀卫东、孙仲泽、郇彩云、杨敏冬、施伟、龙凯、刘鑫、闫姝、叶昭良、吴蕴丰、张平峰、张岩、刘朝丰、赖涌卿、林敬华。

## 2 编制主要原则

本标准编制遵循“统一性、协调性、适用性、一致性、规范性”的原则,尽可能与国际通行标准接轨,注重标准的可操作性。本标准严格按照 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规则》和 DL/T 600-2001《电力行业标准编写基本规定》的规定进行编写和表述。

本标准是以国家和行业技术标准、规范为基础,主要针对固定式海上风电机组支撑结构一体化设计技术编制。

## 3 主要工作过程

CSEE标准的制定过程主要包括申请立项阶段、标准起草阶段、征求意见阶段、标准审查阶段、标准报批阶段、标准发布阶段等。

### 3.1 申请立项

2020年3月，项目组填报立项申请表，提交风力与潮汐发电专业委员会，2020年12月任务书获批。

### 3.2 标准起草

2021年4月，项目组筹备起草工作组，确定起草单位，起草单位均为本行业具有代表性企业；2021年8月，起草工作小组起草标准初稿，经过小组会议内部讨论后，初步确定标准框架及各项要求；2021年8月~2023年5月，经过若干次小组会议充分讨论协商，迭代完善标准初稿；2023年6月形成征求意见稿。

## 4 标准结构和内容说明

为制订出合理且具有可操作性的技术标准，中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司总结国内多个海上风电项目支撑结构设计经验，制定出了全面、明确、可操作的固定式海上风电机组支撑结构一体化设计规范。

项目组成员从固定式海上风电机组支撑结构的经济性、安全性等考虑为出发点，提出固定式海上风电机组支撑结构一体化设计的总则；根据行业现行主流做法，提出了一体化建模、环境条件、载荷计算、塔架设计、基础设计相关的要求和经验做法；最后给出了支撑结构一体化设计流程和准则。

主要章节内容如下(详细内容请参阅标准)：

#### (1) 范围

介绍本标准的主要内容及本标准所适用的领域。

#### (2) 规范性引用文件

列出了本标准所引用的文件。

#### (3) 术语和定义

根据审查意见，列出适用于本标准中的术语与定义。

#### (4) 一般要求

列出了固定式海上风电机组支撑结构一体化设计的一般性要求。

#### (5) 一体化建模

从机组模型、支撑结构模型这两面提出了固定式海上风电机组一体化建模相关的要求和经验做法

#### (6) 环境条件

给出了固定式海上风电机组支撑结构一体化设计所需的风、浪、流、海冰等环境条件的要求和数据处理方法。

#### (7) 载荷和设计工况

规定了固定式海上风电机组一体化载荷分析的工况设定要求，提出了一体化载荷分析的经验做法、后处理方法。

#### (8) 塔架设计准则及方法

提出了固定式海上风电机组塔架设计的准则，并给出了静强度、屈曲、疲劳、共振等方面的要求和经验做法。

(9) 基础设计准则及方法

提出了固定式海上风电机组基础设计的一般要求，并给出了安全标准、设计原则、动力分析、疲劳分析等方面的要求和经验做法。

(10) 一体化设计流程

给出了固定式海上风电机组一体化设计的一般规定和设计流程。

(11) 附录

给出了波浪散布图的凝聚方法和支撑结构疲劳载荷后处理方法。

## 5 相关标准对比说明

目前国内外还尚未有海上风电机组塔架和基础一体化设计相关的规范正式发布。

## 6 标准实施措施说明