

DOI: 10.16516/j.gedi.issn2095-8676.2018.02.001

海上风电机组塔架基础一体化设计

翟恩地, 张新刚, 李荣富

(金风科技股份有限公司, 北京 100176)

摘要: [目的]随着国家对于海上风电竞价上网指导意见的出台,降低开发成本的需求越来越迫切,急需通过技术创新降低成本。而海上塔架和基础的成本,显著影响着海上风电的平准化度电成本 LCoE(Levelized Cost of Energy),直接决定着海上风电项目的竞争力。[方法]为了有效降低塔架基础的成本,文章提出了基于数字化云平台 iDO(integrated Design Offshore)的一体化设计方法,对极端极限状态 ULS 工况下结构的静强度、疲劳极限状态 FLS 工况下结构的疲劳损伤进行了数值计算分析。为验证一体化设计方法在降低海上风电塔架基础成本的效果,文章针对两个实际工程项目,基于 iDO 云平台和传统分步迭代法 SIA(Sequentially Iterated Approach)进行设计分析,对比 ULS 工况和 FLS 工况下的结构安全衡准指标。[结果]计算结果表明:ULS 和 FLS 工况下,基于 iDO 云平台的一体化设计方法比 SIA 在结构强度、变形、疲劳损伤等指标有较大幅度下降,可显著优化塔架基础结构,降低结构重量,减小整个支撑结构成本,降低海上风电的 LCoE。[结论]在实际海上风电工程项目应用中,基于 iDO 云平台的一体化设计方法可有效降低塔架基础结构成本,从而提高海上风电项目的竞争力,同时可对未来海上风电支撑结构优化设计提供借鉴。

关键词: 海上风电;一体化设计;分步迭代设计;平准化度电成本

中图分类号: TM614; TM756.2

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2018)02-0001-07

Integrated Design of Offshore Wind Tower and Foundation

ZHAI Endi, ZHANG Xingang, LI Rongfu

(Goldwind Science & Technology Co., Ltd., Beijing 100176, China)

Abstract: [Introduction] With the “Guidance for bidding of the wind power farm development” having been published, the demand of reducing the development cost is more and more urgent. Therefore, it is crucial to reduce the cost through technological innovation. The cost of tower and foundation significantly affects the Levelized Cost of Energy(LCoE) of offshore wind and directly determines the competitiveness of offshore wind developer. [Method] This paper aims at applying an integrated Design Offshore (iDO) approach based on a digital cloud platform for an offshore wind turbine tower and foundation design in the ULS and the FLS conditions, respectively. To show the effectiveness of the iDO approach in reducing the cost of the tower and foundation, a sequentially iterated approach (SIA) was also used for a comparison using two of our offshore wind power projects. [Result] The results we obtained demonstrate that the design loads are all much smaller by using the iDO approach than the SIA approach in both ULS and FLS conditions. Our calculation results suggest that the iDO approach can significantly optimize the design process and reduce the weight and cost of the supporting structures, as well as the LCoE of offshore wind farm. [Conclusion] In the practical engineering projects of offshore wind farms, the iDO approach can significantly reduce the integrated tower & foundation cost and enhance project competitiveness. This work also provides some guidance for further study on the supporting structures design optimization by applying the iDO approach.

Key words: offshore wind; integrated design offshore(iDO); sequentially iterated approach(SIA); levelized cost of energy (LCoE)

2018 年 5 月 24 日, 国家能源局发布《关于

2018 年度风电建设管理有关要求的通知》, 以及附件《风电项目竞争配置指导方案(试行)》, 意味着通过竞争达到“平价”上网将是未来的趋势。政策一方面在努力消除非技术成本, 另一方面对开发商和设备制造商提出更高的要求。

收稿日期: 2018-06-04 返回日期: 2018-06-11

基金项目: 金风科技股份有限公司科技项目“iDO 海上支撑结构一体化设计开发创新项目”(CX-01-2018-0003)。

欧洲包括荷兰、德国已经在 Hollandse Kust Zuid I & II、OWP West、Borkum Riffgrund West 2 等海上项目，以及美国 Vineyard 海上项目，都已开展竞价招标，“零”补贴通过竞标配置和确定电价的海上风电发展时代已经到来。

在竞价上网的指引下，技术创新和技术优化成为降低开发成本的有效利器。按目前开发水平，目前对于整个海上风电场建设成本(1.5~1.7万元/kW)比陆上风电建设成本(0.8~1.0万元/kW)高出很多，这是由于海上风电的其他成本(如基础、安装和运维等)比陆上风电高，如图1所示，海上支撑结构采购及安装费用占项目总成本的28%，而风机成本占总成本的比例相比陆上风电显著降低(陆上58%，海上32%)，如果能降低塔架和基础的成本，将显著降低海上风电的平准化度电成本(Levelized Cost of Energy, 缩写为 LCoE)。

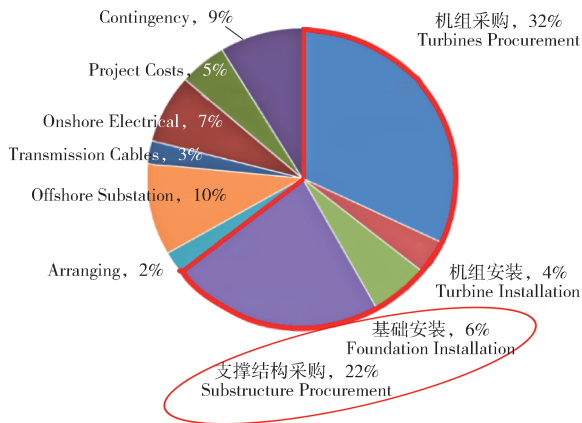


图1 海上风电塔架基础结构成本占比
(引自 DNVGL)

Fig. 1 Cost percentage of the tower & foundation in offshore

国际上 MHI Vestas 与 Ramboll 已经合作海上风电一体化设计工具 SMART Foundation Loads, 并应用于海上风电项目前期招标和中标后设计, 旨在消除结构设计冗余, 降低塔架基础结构重量和成本。国内风机厂商, 比如金风科技, 基于云平台已搭建控制、载荷、塔架基础一体化平台 iDO, 并与国内设计院开展一体化设计合作, 且已在实际海上工程项目中应用, 这样通过技术创新, 打通行业内的一些隐形壁垒, 有效降低海上风电开发成本。

海上风电经过 20 多年的发展, 业内参与者都努力将“风机-塔架-基础”一体化设计的概念贯

穿到设计整个过程^[1-3]。IEA 通过 OC3、OC4、OC5^[4-5] 一系列的研究项目, 希望通过对各种海上风机设计分析工具, 不断完善海上风机整机的设计分析平台; 欧盟资助的 Upwind 项目正积极研究在支撑结构设计阶段采用各种降载概念, 比如采用小水线面以设计减小水动力的降载方法, 以降低作用在支撑结构上的动态载荷, 克服不同机位带来的影响, 实现系统最优和具有成本竞争力的设计方案; 丹麦的 Ramboll 在实施过程中通过与风机制造商进行联合设计, 用交互迭代设计的方式完成基础设计, 与丹麦技术大学(DTU)和国家可再生能源中心合作, 通过考虑海上风机整机系统的动力学行为, 研究海上风机支撑结构一体化优化设计的方法; DNV GL 提出了 FORCE (For Reduced of Cost of Energy)^[6] 海上风机基础一体化设计理念, 主要包括整体设计和放宽频率约束两个方面。整体设计是指对“风机-塔架-基础”整体进行全面耦合的数值建模, 侧重在风机制造和支撑结构的设计之间有更好的衔接。放宽频率是指采用一体化设计方法既可以放宽固有频率的设计范围, 也可以使基础结构既有更高的刚度, 利于降低成本。研究成果显示, 通过将海上风电机组和基础作为整体一体化设计, 使海上风电 LCoE 至少降低 12%。

在国内海上风电工程设计实践中, 一般采用塔底为分界面进行分布迭代设计(Sequentially Iterated Approach, 缩写为 SIA), 如图2所示。参与方针对各自负责的塔架和基础分别进行设计与优化迭代, 取得了一定成效。但从一体化设计角度寻找整体支撑结构的全局最优解, 还有较大拓展空间。

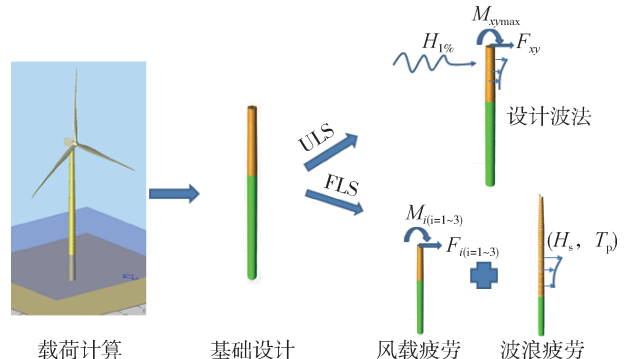


图2 分步迭代法流程图

Fig. 2 Sequentially iterated approach

1 一体化设计 iDO

在实际工程项目中, 由于水文、地质的复杂性, 往往需要调整机频率以优化载荷和结构, 这需要对塔架、基础结构以及地基刚度进行统一调整, 在目前传统的 SIA 方法中, 载荷迭代设计流程考虑了风、浪、流、冰和地震等环境参数计算整机载荷, 基础设计时除直接采用塔底载荷, 一般会考虑再次施加风、浪、流、冰和地震等载荷, 使得结构设计重量高于真正的实际需求重量。

为避免以上传统的 SIA 方法的局限性, 本文提出如图 3 所示的基于数字化云平台 iDO 的一体化设计方法, 其中主要包括一体化建模、一体化载荷分析、一体化结构校核, 具体将塔架和基础作为一个整体, 考虑风载荷和波浪载荷耦合作用, 对基础结构进行强度、疲劳校核。

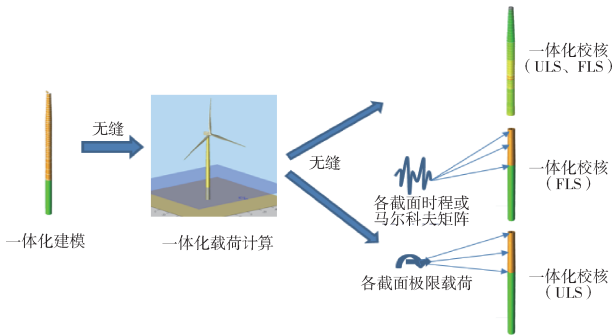


图 3 一体化设计流程图

Fig. 3 Integrated design offshore (iDO)

金风科技已经基于数字化云平台技术搭建了载荷-塔架-基础一体化设计平台 iDO, 通过账号登陆开展载荷计算, 借助平台开展塔架基础一体化设计。

本文针对两个典型海上风电工程项目, 采用基于数字化云平台 iDO 的一体化设计方法, 与传统分步迭代法 SIA 进行对比分析。

2 项目简介

2.1 海洋环境条件

针对 A、B 两个风电场区, 与塔架基础设计相关的海洋环境条件, 包括海洋水文和工程地质进行分析。

2.1.1 项目 A 场区海洋环境条件

项目 A 海上风电场场区海洋水文参数如表 1 ~

表 3 所示。

表 1 潮位参数

Tab. 1 Tide level parameter

内容	风电场区 国家 85 高程/m
平均水平面 MSL	0.2
极端高水位(50 年一遇高潮位) WHWL	4.0
设计高潮位 DHWL	3.0
设计低潮位 DLWL	-2.4
极端低水位(50 年一遇低潮位) ELWL	-3.9

表 2 洋流参数

Tab. 2 Parameter of current

表层		中层		底层	
流速/ ($\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$)	流向/ ($^{\circ}$)	流速/ ($\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$)	流向/ ($^{\circ}$)	流速/ ($\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$)	流向/ ($^{\circ}$)
81	282	75	290	63	88

表 3 波浪参数

Tab. 3 Parameter of wave

类型	最大 H_{\max} / m	$H_{1\%}$ / m	平均周期 T / s
50 年一遇高水位	8.9	7.2	7.8

项目 A 工程区无活动性断裂分布, 区域构造稳定性较好。场区处于浅海海域, 海床面较平缓, 无冲沟深槽、无孤立岩礁分布, 场地稳定性较好。场区浅表层为淤泥混砂和松散~稍密状的粉细砂, 抗冲刷能力差, 风机设计以及载荷计算考虑了海床冲刷对桩基础的影响。

2.1.2 项目 B 场区海洋环境条件

项目 B 海上风电场场区海洋水文参数如表 4 ~ 表 6 所示。

表 4 波浪参数

Tab. 4 Parameter of wave

类型	最大 H_{\max} / m	$H_{1\%}$ / m	平均周期 T / s
50 年一遇高水位	8.5	6.5	8.6

表 5 潮位参数

Tab. 5 Tide level parameter

内容	风电场区 国家 85 高程/m
平均水平面 MSL	0.2
极端高水位(50 年一遇高潮位) WHWL	3.6
设计高潮位 DHWL	2.1
设计低潮位 DLWL	-1.6
极端低水位(50 年一遇低潮位) ELWL	-2.8

表6 洋流参数

Tab. 6 Parameter of current $m \cdot s^{-1}$

洋流参数	正常状况	1年一遇	50年一遇
风生近表层流	0.2	0.5	0.7
次表面流	2.1	2.5	2.8

项目B工程场区位于近海海域,海水涨潮时,风机位置易受海浪冲刷,基础设计时需进行防潮水冲刷设计。本场地不良地质作用不发育,场区水下地形整体较平缓,局部潮沟发育,场地存在软弱土,表层地基土易受潮流冲刷影响,属建筑抗震不利地段;风机基础易受到海浪冲刷,故本工程场地稳定性差,适宜性差,但采用桩基础及防潮水冲刷措施后可进行工程建设。

2.2 支撑结构参数

2.2.1 项目A支撑结构参数

项目A针对无过渡段的单桩基础进行对比分析。基础顶高程为12.0 m,泥面高程为-20 m;单桩将所承受波浪、海流载荷及风机载荷传递到海底。

2.2.2 项目B支撑结构参数

项目B针对无过渡段的单桩基础进行对比分析。基础顶高程为11.0 m,泥面高程为-17.5 m;单桩将所承受波浪、海流载荷及风机载荷传递到海底。

2.3 基础设计要求

《Support structures for wind turbines》(DNV-GL-ST 0126)^[7]针对基础结构设计,给出了参考设计指标,比如桩体应出现至少1个反弯点(圆弧切线垂直),泥面处水平位移不应超过 $L/500$ (L 为桩体入土深度)等。

表7 地基变形允许值

Tab. 7 Allowance of ground deformation

轮毂高度 H/m	沉降允许值/mm		倾斜率允许 值 $\tan\theta$
	高压压缩性 黏性土	低、中压缩性 黏性土, 砂土	
$H < 60$	300	100	0.006
$60 < H < 80$	200	100	0.005
$80 < H < 100$	150	100	0.004
$H > 100$	100	100	0.003

注:倾斜率系指基础倾斜方向实际受压区域两边缘的沉降差与其距离的比值,按下式计算: $x = \frac{s_1 - s_2}{B_s}$,式中: s_1, s_2 分别为基础倾斜方向实际受压区域两边缘的最终沉降值; B_s 为基础倾斜方向实际受压区域的宽度。

所有基础的沉降量需满足表7的条件,见《风电机组地基基础设计规定试行》(FD003—2007)^[8]。

3 一体化设计对比

目前,海上风机基础结构设计广泛采用抗力荷载设计法(荷载系数抗力法)。荷载分项系数的取值各个规范有差异。IEC 61400^[9]对不同工况定义的荷载系数在1.10~1.35范围内,港口工程规范^[10]给出的环境载荷在1.35~1.50范围,如表8所示。

表8 一体化设计方法和分步迭代法的差异对比

Tab. 8 Differences between iDO and SIA

设计方法	载荷计算		ULS		FLS	
	风机载荷	波浪载荷	风机载荷	波浪载荷	风机载荷	波浪载荷
分步迭代法	塔底极限载荷	设计波法计算	1.35 ~ 1.50	1.35 ~ 1.50	单独计算	单独计算
一体化设计法	一体化耦合计算		1.10~1.35 (IEC)		一体化耦合计算	

一体化设计方法和分步迭代法的差异分析:

1)加载方式:一体化设计整体考虑风浪耦合作用进行一体化载荷计算,所得载荷直接应用于结构设计校核;分布迭代法在一体化载荷的基础上,通常还按照港工规范叠加浪流载荷。

2)安全衡准:一体化方法按照IEC海上风机设计规范,将基础与塔架统一设计,取相同的安全系数和安全衡准条件;分步迭代法采用《港口工程结构可靠性设计统一标准》或其他相近设计规范,安全系数偏大(达到1.5)。

3)极限分析:两种方法在以上载荷组合下,通常均采用API RP 2A-WSD^[11]和钢结构设计规范进行极限分析,基础结构受到轴向压力和弯矩的联合作用。静强度UC值采用的计算公式为:

$$\frac{f_a}{F_a} + \frac{C_m \sqrt{f_{bx}^2 + f_{by}^2}}{\left(1 - \frac{f_a}{F'_e}\right) F_b} \leq 1.0 \quad (1)$$

$$\frac{f_a}{0.6F_y} + \frac{\sqrt{f_{bx}^2 + f_{by}^2}}{f_b} \leq 1.0 \quad (2)$$

式中: F_a 为允许的轴向压应力; F_b 为允许的弯曲应力。

4)疲劳分析:一体化设计方法采用一体化载荷计算得到的耦合载荷进行结构疲劳分析;而分布迭代法通常采用风载荷浪载损伤线性叠加,基础结构

疲劳寿命计算按照规范 DNV-GL-RP- C203^[12], 选择考虑阴极保护的 S-N 曲线 C1。

3.1 项目 A 一体化结果对比分析

3.1.1 ULS 工况结果对比

从表 9 可以看出, 泥面处的水平位移和转角, iDO 方法都要明显小于 SIA 方法, 下降的比例分别为 36.2% 和 32.8%。同样从图 4~图 5 中也可以看出, 沿桩身的剪力和弯矩, iDO 法比 SIA 法小 32%~71%。

表 9 项目 A 泥面处水平位移和转角结果对比

Tab. 9 Horizontal displacement and tilt at mudline of project A

方法	水平位移/最大位移	转角/最大转角
SIA	1.000	1.000
iDO	0.638	0.676

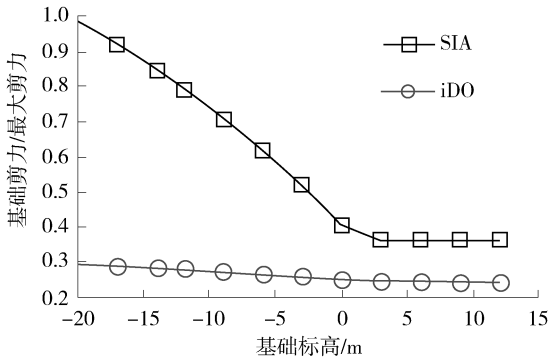


图 4 项目 A 不同高程剪力对比

Fig. 4 Shear forces at different level of project A

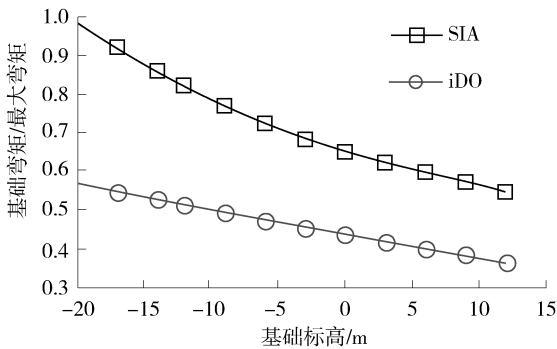


图 5 项目 A 不同高程弯矩对比

Fig. 5 Bending moments at different level of project A

在 UC 值对比方面, 水面处杆件 UC 值 iDO 法要比 SIA 法小 32.6%, 泥面处杆件 UC 值 iDO 法比 SIA 法小 32.4%, 如表 10 所示。

以上在 ULS 工况下, 通过对比结构变形和内力发现, iDO 比 SIA 结果均偏小, 主要是由于 SIA 中浪流载荷存在一定冗余。

表 10 项目 A 杆件 UC 值/最大 UC 值对比

Tab. 10 UC/Max(UC) at waterline and mudline of project A

方法	UC 值/最大 UC 值	
	水面处	泥面处
SIA	0.855	1.000
iDO	0.576	0.676

3.1.2 FLS 工况结果对比

对 A 项目基础焊缝的疲劳损伤进行对比。分布迭代法采用风载荷疲劳和波浪谱疲劳损伤线性相加, 一体化方法考虑风浪耦合载荷进行计算。结果如下图 6 所示。结果显示, 分布迭代法计算的损伤比一体化方法计算的损伤大 34%~47%。

造成 iDO 疲劳损伤比 SIA 偏小的主要原因是由于 iDO 直接采用风浪动力耦合载荷, 考虑两种不同激励的在每个时刻的相位和幅值差异; 而 SIA 采用直接叠加风浪两种激励造成的损伤, 结果偏保守。

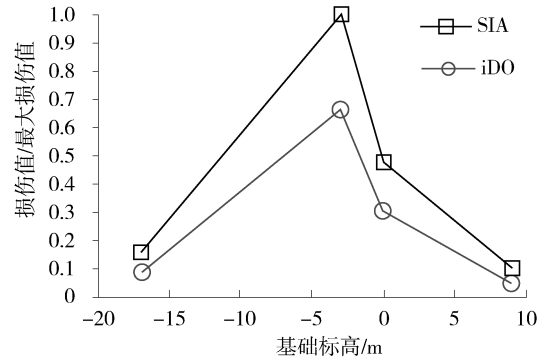


图 6 项目 A 节点疲劳损伤对比

Fig. 6 Fatigue damages of project A

3.1.3 一体化设计效果

针对项目 A, 通过一体化设计, 降低了塔架基础设计载荷, 有效降低塔架基础重量, 满足了业主对塔架基础优化的预期。

3.2 项目 B 一体化结果对比

本文针对项目 B 的单桩基础结构, 采用一体化设计方法和分步迭代法, 对支撑结构的极限工况下的静强度分析和疲劳工况下的损伤进行了计算对比。

3.2.1 ULS 工况结果对比

在 ULS 工况下, 对项目 B 的单桩基础结构不同高程处, 结构的位移、转角进行对比如表 11 所示。

表 11 项目 B 泥面处水平位移和转角结果对比

Tab. 11 Horizontal displacement and tilt at mudline of project B

方法	水平位移/最大位移	转角/最大转角
SIA	1.000	1.000
iDO	0.991	0.976

从表 11 中对比看出,项目 B 泥面处的水平位移和转角,iDO 方法结果较 SIA 方法小 1%~2%。同样从表 12 至表 13 中可以看出,沿桩身方向的剪力和弯矩,iDO 法比 SIA 法小 10%~30%。

表 12 项目 B 不同位置弯矩/最大弯矩对比

Tab. 12 Bending moments at different level of project B

方法	项目 B 不同位置弯矩/最大弯矩		
	泥面处	水面处	基础项
SIA	1.000	0.761	0.670
iDO	0.675	0.523	0.451

表 13 项目 B 不同位置剪力对比

Tab. 13 Shear forces at different level of project B

方法	项目 B 不同位置剪力/最大剪力		
	泥面处	水面处	基础项
SIA	1.000	0.559	0.399
iDO	0.829	0.497	0.269

针对 ULS 工况,通过对比杆件最大 UC 值对比发现,采用 iDO 方法要比 SIA 方法小 10%~19%,如表 14 所示。

以上在 ULS 工况下,通过对比结构变形和内力发现,iDO 比 SIA 结果均偏小,主要是由于 SIA 中浪流载荷存在一定冗余。

表 14 项目 B 杆件 UC 值/最大 UC 值对比

Tab. 14 UC/Max(UC) at waterline and mudline of project B

方法	UC 值/最大 UC 值	
	水面处	泥面处
SIA	0.983	1.000
iDO	0.800	0.900

3.2.2 FLS 工况结果对比

在 FLS 工况下,对项目 B 的单桩基础,分别采用一体化设计方法和分步迭代方法,对结构每个节点的疲劳损伤进行了疲劳损伤计算对比,如图 7 所示。

FLS 工况下,应用一体化方法以考虑风浪联合

作用,比分步迭代法计算结构的疲劳损伤小 3%~28%。造成 iDO 疲劳损伤比 SIA 偏小的主要原因是由于 iDO 直接采用风浪动力耦合载荷,考虑两种不同激励的在每个时刻的相位和幅值差异;而 SIA 采用直接叠加风浪两种激励造成的损伤,结果偏保守。

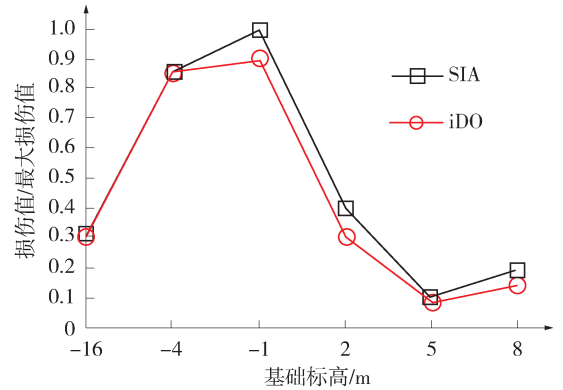


图 7 项目 B 节点疲劳损伤对比

Fig. 7 Fatigue damages of project B

3.2.3 一体化设计效果

针对项目 B,通过一体化设计,优化载荷设计,显著降低了设计载荷,满足了业主对塔架基础优化的预期。

4 结论

通过一体化设计考虑风浪耦合载荷作用,避免载荷冗余,能显著降低塔架基础结构在极限和疲劳工况下的安全衡准指标,可有效地优化结构尺寸,降低海上风电支撑结构的重量。

本文提出海上风电机组塔架基础一体化设计方法,并基于该方法搭建了数字化载荷门户平台 iDO,通过实际海上工程项目的应用,有效降低了塔架基础的重量,达到了业主的预期。

随着国际海上风电电价竞标上网项目的实施,以及国内海上风电竞价上网指导方案的出台,通过技术创新及技术优化持续降低海上风电度电成本将成为未来发展方向。

参考文献:

- [1] 赵向前,黄松苗,赵梓杭.一体化理念在国内海上风电开发建设上的应用探究[J].南方能源建设,2014,1(1):1-6.
- [2] KAUFER D, COSACK N, BÖKER C, et al. Integrated analysis of the dynamics of offshore wind turbines with arbitrary support structures [C]//Anon. European Wind Energy Conference,

- Marseille, France, 2009. [S. l.: s. n.], 2009.
- [3] SEIDEL M, VON MUTIUS M, RIX P, et al. Integrated analysis of wind and wave loading for complex support structures of offshore wind turbines [C]//Anon. Conference Proceedings Offshore Wind 2005, Copenhagen, 2005. [S. l.: s. n.], 2005.
- [4] POPKO W, VORPAHL F, JONKMAN J, et al. OC3 and OC4 projects-verification benchmark of the state-of-the-art coupled simulation tools for offshore wind turbines [C]//LAZZARI A. European Seminar on Offshore Wind and other Marine Renewable Energies in Mediterranean and European Sea (OWEMES), Rome, Italy, 5-7 Sept. 2012. [S. l.: s. n.], 2012: 499-503.
- [5] POPKO W, VORPAHL F, ZUGA A, et al. Offshore code comparison collaboration continuation (OC4), Phase I-results of coupled simulations of an offshore wind turbine with jacket support structure [J]. Journal of Ocean and Wind Energy, 2014, 1(1): 1-11.
- [6] 陈小海, 张新刚, 李荣富, 等. 海上风力发电机设计开发 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2018.
- [7] DNV-GL. Support structures for wind turbines; DNV GL-ST-0126 [S]. Norway: DNV-GL, 2016.
- [8] 中国水电工程顾问集团公司风电标准化委员会. 风电机组地基基础设计规定: FD003—2007 [S]. 北京: 中国水利水电出版社出版, 2008.
- [9] International Electrotechnical Commission. Wind turbines; Part 3: Design requirements for offshore wind turbines; IEC 61400-3 [S]. UK: International Electrotechnical Commission, 2009.
- [10] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 港口工程结构可靠性设计统一标准: GB 50158—2010 [S]. 北京: 中国计划出版社出版, 2010.
- [11] American Petroleum Institute. Recommended practice for planning, designing and constructing fixed offshore platforms-working stress design; API RP 2A-WSD [S]. America: API, 2005.
- [12] Det Norske Veritas. Fatigue Design of Offshore Steel Structures; DNV-RP-C203 [S]. Norway: DNV-GL, 2012.

- [13] 黄俊. 海上风电机组的极端波浪动力响应研究 [J]. 风能, 2016(12): 84-87.

作者简介:



ZHAI E D

翟恩地(通信作者)

1962-, 男, 新疆金风科技股份有限公司总工程师兼海上风电业务单元总经理, 曾任中国长江三峡集团公司专业总工程师兼总工程师办主任、美国 Kleinfelder 集团公司副总裁等职。中组部“千人计划”国家特聘专家、北京市特聘教授、博士生导师。美国加州注册土木工程师、加拿大不列颠哥伦比亚省注册土木工程师、亚太经合组织 APEC 注册工程师。日本金沢大学博士、加拿大不列颠哥伦比亚大学博士后、加拿大国家科学研究院工业博士后。目前担任国际华人岩土工程师协会会长、国际生命线及基础设施地震工程学会秘书长、中国海洋工程与咨询协会海上风电分会秘书长、江苏省风电装备标准化技术委员会主任委员等社会职务。参与过中国、日本、加拿大、美国等国家 150 多个工程项目, 主管项目超过 50 个。2014 年 7 月回国以来, 作为三峡集团海上风电技术负责人, 带领工程师团队全程参与了江苏响水海上风电项目的建设, 攻克了复杂海洋地质条件下的勘探、设计和施工等技术难题, 对设计、施工方案进行了技术优化, 经济上节省投资上亿元。福建兴化湾海上风电样机试验风场, 是世界上单机容量均为 5MW 以上、机型最多且地质条件最复杂的海上风电项目, 翟恩地对该项目的抗台风高效大功率风机一体化设计、复杂嵌岩桩基础施工等关键技术进行了攻关, 提出的优化设计节省了每一个嵌岩桩的入岩深度, 缩短了工程工期。2017 年 7 月加盟金风以来, 组建了金风海上风电业务单元和金风海上风电设计研究院, 目前正带领着团队对海上风电大容量机组、海上风电塔架基础结构一体化设计、海上风电智能运维等关键技术进行攻关, 随着这些技术的突破, 我国近海风电开发成本将会大幅下降 (e-mail)endizhai@gmail.com。

(责任编辑 郑文棠)

第三届海上风电领袖峰会

2018年6月14日至15日, 第三届海上风电领袖峰会在福州召开。本次峰会以“夯实产业基础、强化带动效应”为主题, 由中国循环经济协会可再生能源专业委员会、中国可再生能源学会风能专业委员会、中国能源研究会可再生能源专业委员会和中国海洋工程咨询协会海上风电分会联合主办, 共有来自政府部门、外国驻华使领馆、行业协会、风电企业以及研究咨询公司等机构的 700 多人参会。峰会以开幕致辞、主旨发言、高端对话、主题论坛、技术参访等形式为载体, 嘉宾围绕风电政策保障、产业链建设、海上运维、安全培训、技术创新及国际合作等行业发展的热点话题和重点难题进行了深入探讨。中国能建广东院总工程师、《南方能源建设》主编裴爱国率队参加本次峰会, 《南方能源建设》编辑部与本次峰会专家进行了学术交流, 并对海上风电产业政策、一体化设计、大容量机组、海上风电勘测、海洋生态等峰会热点话题进行了专家约稿和观点整理。

(《南方能源建设》编辑部)