论文

海上风力机模型试验平台与技术研究及实践

孟龙^{1,2,3}, 何炎平^{1,2,3*}, 赵永生^{1,2,3}, 彭涛^{1,2,3}, 寇雨丰^{1,2,3}

1. 上海交通大学海洋工程国家重点实验室, 上海 200240;
2. 高新船舶与深海开发装备协同创新中心(船海协创中心), 上海 200240;
3. 上海交通大学船舶海洋与建筑工程学院, 上海 200240

*联系人, E-mail: hyp110@sjtu.edu.cn

收稿日期: 2017-03-14; 接受日期: 2017-07-07; 网络出版日期: 2017-08-31

国家重点基础研究发展计划(编号: 2014CB046200)资助项目

摘要 海上风能资源储量丰富, 促进了海上风力机的发展. 随着风力机功率的增大, 适用于浅海海域的固定式基础已经不再满足设计要求, 适用于深海海域的浮式基础得到了快速发展. 本文介绍了浮式风力机的发展过程、类型以及特殊性, 指出了水池模型试验在浮式风力机的发展过程中起着不可或缺的作用. 本文首先总结了缩尺模型试验的关键技术, 然后以上海交通大学提出的6 MW单柱式风力机为研究对象, 总结了缩尺模型的制作过程, 最后介绍了上海交通大学海洋工程深水试验池的建设情况, 并展示了在该试验池中进行的新型多立柱张力腿式风力机模型试验的结果. 其试验结果与软件计算结果吻合较好, 表明该试验池可以很好地开展浮式风力机的模型试验. 本文对于后续的6 MW单柱式风力机模型试验及众多的风力机模型试验具有一定的指导作用, 为我国浮式风力机的发展提供了理论依据.

关键词 海上风力机, 模型试验, 试验技术, 模型制作, 试验平台建设**PACS:** 47.27.Vf, 47.85.Gj, 51.10.+y

1 引言

目前, 我国海上风电产业已经进入快速发展阶段, 我国的海上风电场主要位于近海或潮间带等浅海区域^[1], 使用的风电机组属于固定式风电机组. 我国不仅近海风能资源储量丰富, 深海风能资源储量也十分丰富^[2]. 为了能够充分利用深海风能资源, 考虑到经济性, 在水深大于50 m的海域, 固定式风电机组将不再适用. 海上浮式风力机(Floating Offshore Wind Turbine,

FOWT)使用浮式基础作为支撑结构, 采用锚泊系统将浮式基础锚定在海底, 降低了成本, 适宜在深海区使用. 早在1972年, Heronemus^[3]提出了FOWT的概念. 在20世纪90年代初期, 各国学者就开始了FOWT的研究, 并提出了各种概念形式^[4], 比较著名的概念形式有: 驳船式(Barge)、半潜式(Semi-Submersible)、张力腿式(Tension Leg Platform, TLP)和单柱式(SPAR), 如表1所示.

FOWT的概念形式主要是依据海洋平台的结构形

引用格式: 孟龙, 何炎平, 赵永生, 等. 海上风力机模型试验平台与技术研究及实践. 中国科学: 物理学 力学 天文学, 2017, 47: 104701
Meng L., He Y. P., Zhao Y. S., et al. Research and practice of offshore wind turbine model test platform and technology (in Chinese). Sci Sin-Phys Mech Astron, 2017, 47: 104701, doi: [10.1360/SSPMA2017-00067](https://doi.org/10.1360/SSPMA2017-00067)

表1 典型的浮式风力机概念形式

Table 1 Typical concept form of FOWT

类型	驳船式 (Barge)	半潜式 (Semi-Submersible)	张力腿式 (TLP)	单柱式 (SPAR)
简图
稳性原理	大水线面	间距大的多个小水线面	间距大的多组预张紧腿	大吃水重心低于浮心
定位方式	多点系泊	多点系泊	垂直系泊	多点系泊

式设计出来的,但是FOWT仍有其特殊性: (1) 细长的弹性叶片易产生大变形; (2) 高耸的弹性塔筒,其结构变形也较大; (3) 风机、结构、平台、系泊和控制等具有强耦合作用; (4) 风轮尺寸与平台尺寸相当,所受风载荷和波浪载荷量级也相当,使得FOWT的受力和响应关系比较复杂^[5]. 在FOWT的研究过程中,采用精准的模拟工具进行设计前的模拟计算非常必要,采用全尺度风力机的测量数据对模拟工具进行校验也是极其重要的环节. 但是, FOWT全尺度的测量数据非常少,并且这些数据大部分是不公开的^[6]. 为了得到FOWT的相关试验数据,需要在水池中开展大量的具有一定缩尺比的水池模型试验. 在我国,众多科研单位都已具备进行风力机水池模型试验的水池,如哈尔滨工程大学的船模拖曳水池和上海交通大学的海洋工程深水试验池等.

2 模型试验技术研究

2.1 相似准则

模型试验需要满足相似准则,包括几何相似(表2)、水动力相似、空气动力相似、运动相似以及结构刚度相似^[7].

1) 几何相似

2) 水动力相似

傅汝德(Froude)数相似:

表2 几何相似^{a)}

Table 2 Geometric similarity^{a)}

项目	线尺度	面积	体积
公式	L_s / L_m	A_s / A_m	∇_s / ∇_m
缩尺比	λ	λ^2	λ^3

a) λ 为模型缩尺比,下标s和m分别代表实型和模型

$$\frac{V_s}{\sqrt{gL_s}} = \frac{V_m}{\sqrt{gL_m}},$$

其中, V, L 分别为特征速度(包括波浪水质点运动速度,结构运动速度和风速等)和特征线尺度. 傅汝德数相似保证了模型和实型之间重力和惯性力的正确相似关系.

3) 空气动力相似

模型和实型须满足风轮推力和结构重力之比相同,即模型和实型须保证风轮推力系数相同.

$$\frac{\rho_{\text{airs}} C_{Ts} A_s V_{ws}^2}{2M_s g} = \frac{\rho_{\text{airm}} C_{Tm} A_m V_{wm}^2}{2M_m g},$$

其中, A 为风轮扫风面积, M 为风轮质量.

4) 运动相似

叶尖速度比(TSR)相似:

$$TSR_m = \frac{\Omega_m R_m}{V_{wm}} = \frac{\Omega_s R_s}{V_{ws}} = TSR_s,$$

其中, Ω 为风轮旋转角速度, R 为叶片半径.

满足TSR相似可以保证模型风轮旋转速度和由于转子不平衡所产生的系统激振频率以及塔筒和叶片空气动力学相互影响与实体相同.

5) 结构刚度相似

结构刚度相似可以保证模型结构的固有频率和变形与实体相同.

$$\frac{EI_s}{EI_m} = \lambda^5,$$

其中, E 为结构弹性模量, I 为截面惯性矩. 塔筒结构需满足结构刚度相似.

根据上述相似法则, 模型与实型各物理量之间的转换关系如表3所示.

2.2 缩尺比选择技术

国际海洋工程界公认的最佳缩尺比范围是1:60–1:80^[7]. 选择模型缩尺比时需要考虑以下4项. (1) 模型的大小. 模型过小, 会造成严重的尺度效应; 模型过大, 会产生池壁效应. 模型过大或过小都会使试验结果不准确. (2) 海洋工程水池的主要尺度. (3) 海洋工程水池模拟风浪流的能力. 风力机的风轮应完全在造风系统的造风范围内. (4) 海洋工程水池中各类仪器的测量功能.

选择合适的缩尺比是浮式风力机进行水池模型试验的首要问题. 模型试验中, 缩尺比的选择非常重要, 如果缩尺比的选择考虑不周, 会影响试验研究任

务的顺利完成.

2.3 模型叶片处理技术

在模型试验中, 由于模型和原型雷诺数不同而造成二者力学性能的差异, 称为“尺度效应”. 当原型叶片和模型叶片局部雷诺数均小于临界雷诺数时, 可以不考虑尺度效应的影响. 但是, 一般模型叶片的雷诺数远小于临界雷诺数. 具体来讲, 从原型风力机到模型风力机叶片, 雷诺数的下降使风力机风轮推力系数远低于傅汝德数相似条件要求的目标值. 对于尺度效应这一问题, 可以采用以下3种方法: (1) 使用推力盘代替风力机叶片, 以获得正确的推力值^[8]; (2) 提高试验风速, 同时增加风轮叶片导边粗糙度^[9]; (3) 重新设计叶片, 以达到模型叶片与实型叶片的气动荷载相似^[10]. 本文采用重新设计叶片的方法, 来满足模型叶片和原型叶片之间的气动特性相似.

2.4 锚链系统处理技术

由于FOWT的系泊链在水中与周围的海水有相对运动, 并且受到海流的作用, 因此系泊链模型要求与原型保持几何相似和弹性相似, 则需要满足以下4点: (1) 对于锚链和钢丝绳, 模型应选用微型锚链和钢丝绳模拟; (2) 对于尼龙缆, 模型应选用软绳或微型钢丝绳模拟; (3) 模型与原型的系泊链单位长度重量需要满足相似准则, 一般采用在模型系泊链上加配重的方法

表3 模型与实型各种物理量之间的转换关系
Table 3 Conversion relationship between model and prototype

项目	符号	缩尺比	项目	符号	缩尺比
线尺度	L_s/L_m	λ	角速度	ϕ'_s/ϕ'_m	$\lambda^{-1/2}$
线速度	V_s/V_m	$\lambda^{1/2}$	周期	T_s/T_m	$\lambda^{1/2}$
线加速度	a_s/a_m	1	频率	f_s/f_m	$\lambda^{-1/2}$
角度	ϕ_s/ϕ_m	1	波浪力	F_{waves}/F_{wavem}	$\gamma\lambda^3$
面积	A_s/A_m	λ^2	波浪力矩	M_{waves}/M_{wavem}	$\gamma\lambda^4$
体积	∇_s/∇_m	λ^3	风力	F_s/F_m	λ^3
水的密度	ρ_s/ρ_m	γ	风力矩	M_s/M_m	λ^4
质量(排水量)	Δ_s/Δ_m	$\gamma\lambda^3$	弹性模量	E_s/E_m	λ
下浮体转动惯量	J_s/J_m	$\gamma\lambda^5$	扭矩	$Torq_s/Torq_m$	λ^4
截面惯性矩	I_s/I_m	λ^4	功率	P_s/P_m	$\lambda^{7/2}$

来满足重量相似; (4) 模型与原型的系泊链的弹性系数需要满足相似准则, 一般在模型系泊链上配接合适的弹性系数和长度的弹簧.

2.5 环境条件模拟技术

2.5.1 造风技术

由于风轮尺寸和平台尺寸相当, 风载荷因此也成为了FOWT模型试验重点考虑的因素. 目前对FOWT风载荷的施加一般采用风机矩阵, 将多个风机组成一个矩阵, 利用风机矩阵产生的空气循环形成一个风场. 在海洋工程深水试验池中进行模型试验时, 为了保证风机矩阵产生的风场具有较好的均匀性, 需要满足: FOWT所在位置距离风机矩阵至少3 m; FOWT所在位置距离池壁至少2.5 m; 风机中需要配置整流鳍, 以降低风机来流风紊流成分.

2.5.2 造流技术

在FOWT模型试验中, 要求模拟的流场有: 均匀流(规定表层流速和流向)和分层流(规定流速以及随水深而变的流速分布和流向).

2.5.3 造波技术

海洋工程水池的造波系统需要配有造波机和消波装置. 造波机至少要能造出单方向传播的长波峰规则波和不规则波, 在造波机对面的池壁前需要设置专门的消波装置, 消除波浪到达对岸时池壁的反射作用.

2.5.4 试验工况选择技术

FOWT的工况数量较多, 可以简化地分为工作工况和极限工况. 工作工况是指风力机正常工作的工况, 极限工况为风力机停机工况.

对于工作工况, 在进行模型试验时, 风速从风力机的切入风速开始, 到切出风速为止. 波浪参数根据目标海域的作业海况选取, 工作工况下模型试验一般按照下列步骤进行: (1) 进行响应幅值算子(Response Amplitude Operator, RAO)试验, 采用白噪声波谱; (2) 规则波工况试验; (3) 风单独作用工况试验; (4) 波浪单独作用工况试验; (5) 风力机工作工况试验.

在极限工况下, 风力机顺桨停机, 风速一般选取极限风速. 波浪参数选取1年一遇或50年一遇的极限海况, 甚至是100年一遇的海况, 极限工况下模型试验一般按照下列步骤进行: (1) 1年一遇波浪单独作用; (2)

1年一遇风、浪、流同时作用; (3) 1年一遇风、浪、流同时作用, 叶片1变桨故障; (4) 50年一遇波浪单独作用; (5) 50年一遇风、浪、流同时作用; (6) 50年一遇风、浪、流同时作用, 风力机正常工作.

3 模型制作

本小节以上海交通大学提出的6 MW单柱式风力机为研究对象, 介绍了缩尺模型的制作情况. 单柱式风力机整体模型如图1所示, 该风力机为三叶片上风向水平轴风力机, 相比于垂直轴风力机, 水平轴风力机应用范围较广, 是普遍使用的风力机类型.

3.1 叶片

上海交通大学提出的6 MW单柱式风力机的风轮叶片采用重新设计模型叶片的方法来解决叶片的“尺度效应”^[11], 以达到模型风轮与原型风轮的推力相似. 图2展示了原型缩尺叶片和设计叶片的三维图, 试验中为了满足严格的重力相似条件, 模型叶片采用碳纤维材料. 图3中目标值为模型叶片满足推力相似时需要达到的推力值, 设计叶片为重新设计的模型叶片, 原型缩尺叶片为原型叶片按照缩尺比产生的模型叶片,

图1 (网络版彩图)单柱式风力机整体三维图
Figure 1 (Color online) Three dimension schematic of SPAR-type FOWT.

图 2 (网络版彩图)原型缩尺叶片与设计叶片. (a) 原型缩尺叶片; (b) 设计叶片
Figure 2 (Color online) Prototype scaled blade and design blade. (a) Prototype scaled blade; (b) design blade.

图 3 (网络版彩图)风轮推力对比图
Figure 3 (Color online) Comparison of rotor thrust.

从图中可以看出“尺度效应”明显.

3.2 机舱

FOWT的机舱位于塔筒的上部, 所处位置较高, 运动响应较大, 是风轮、传感器、齿轮箱、伺服电机等的支撑结构, 是风力机将风能转化为电能的关键部件. 模型机舱和塔筒的质量以及分布与原型需要满足相似准则. 图4为上海交通大学设计的6 MW SPAR型浮式风力机的机舱三维图, 选用铝合金材料.

3.3 塔筒

为了保证模型塔筒的固有频率和变形与原型塔筒的一致, 模型塔筒与原型塔筒需要满足结构刚度相似. 模型塔筒和原型塔筒在各个截面处需要满足截面

模量相同, 即

$$W = \frac{\pi[D^4 - (D - 2 \cdot \delta d)^4]}{32},$$

其中, D 为塔筒外径, δd 为塔筒壁厚.

上海交通大学的6 MW单柱式风力机模型塔筒与原型塔筒满足结构刚度相似, 模型塔筒如图5所示, 选用铝合金材料.

4 模型试验平台建设

本小节主要介绍了上海交通大学海洋工程深水试验池的建设情况, 并展示了在该试验池中进行的新型多立柱张力腿式风力机模型试验的试验结果.

图 4 (网络版彩图) FOWT模型机舱
Figure 4 (Color online) FOWT model nacelle.

图 5 (网络版彩图) FOWT模型塔筒
Figure 5 (Color online) FOWT model tower.

图6为上海交通大学海洋工程深水试验池的平面图和剖面图. 该水池主体工作尺寸长50 m、宽40 m、最大工作水深10 m; 水深可在0–10 m内任意调节; 深井最大工作水深40 m、直径5 m. 上海交通大学优良的试验设施和设备能够为深海单柱式平台等的关键动力特性研究提供良好的实验条件.

4.1 造风系统

上海交通大学对浮式风力机水池模型试验的造风装置进行了自主研制, 造风装置的具体参数: 有效造风区域为3.0 m×3.0 m; 风速范围为0–10 m/s; 风速湍流强度<3%; 造风单元数量为16 (4×4); 每个造风单元均可变频调速, 可生成不同的风速剖面 and 风谱. 图7为上海交通大学海洋深水试验池中的造风装置, 图8为轴流风机在有无整流鳍情况下的计算流体力学(Computational

Fluid Dynamics, CFD)流线计算结果. 为了更精确地模拟湍流风, 整流装置是非常必要的造风部件.

4.2 造流系统

上海交通大学现有的造流装置有如下特点: 造流系统为外循环分层造流; 可在整个水池模拟海流; 垂向分层控制, 可以模拟垂向流速剖面深水流; 具有专用的整流装置. 图9为上海交通大学的造流装置的造流结果, 测量值为水池试验的结果.

4.3 造波系统

上海交通大学的造波系统(图10)为双板多单元造波系统, 具有如下特点: 可生成不同方向的长峰波和短峰波; 可生成不同波谱的三维不规则波; 可生成各种奇异波浪; 可有效消除波浪反射.

图6 (网络版彩图)上海交通大学海洋工程深水试验池. (a) 平面图; (b) 剖面图

Figure 6 (Color online) Deep water test tank of Shanghai JiaoTong University. (a) Plan view; (b) section view.

图7 (网络版彩图)风机矩阵. (a) 风机矩阵三维图; (b) 风机矩阵二维图

Figure 7 (Color online) Fans matrix. (a) Three-dimensional figure of fans matrix; (b) two-dimensional figure of fans matrix.

图 8 (网络版彩图)轴流风机CFD流线计算结果. (a) 有整流鳍; (b) 无整流鳍
Figure 8 (Color online) Axial fans CFD flow line calculation results. (a) With rectifier fin; (b) without rectifier fin.

图 9 (网络版彩图)造流结果与目标值的对比
Figure 9 (Color online) Comparison between target and measured value of current.

4.4 海洋工程深水试验池试验研究

在上海交通大学海洋工程深水试验池中已经进行了新型多立柱张力腿式风力机 (WindStar TLP

System)^[12,13]模型试验研究, 模型几何缩尺比为1:50. 试验模型如图11和12所示, 试验工况包括: 规则波工况; 单独风作用工况; 单独波浪作用工况; 单独流作用工况; 风浪流联合作用工况; 1年一遇风浪流联合作用工况; 50年一遇风浪流联合作用工况. 环境条件为: 水深160 m; 有义波高1.9–13.8 m, 采用JONSWAP波谱; 风

图 10 (网络版彩图)造波装置
Figure 10 (Color online) Wave-making device.

图 11 (网络版彩图)风轮系统模型图. (a) 风轮系统模型三维图; (b) 风轮系统模型实物图
Figure 11 (Color online) WindStar TLP system basin model test. (a) Three-dimensional model figure of rotor system; (b) actual object model figure of rotor system.

图 12 (网络版彩图) WindStar TLP系统模型试验. (a) 水池模型试验; (b) TLP模型系统图

Figure 12 (Color online) WindStar TLP system basin model test. (a) Basin model test; (b) WindStar TLP system figure.

速为7.0–47.5 m/s. 试验中的切出工况: 有义波高为5.5 m, 谱峰周期为15.5 s; 风速为23.8 m/s; 流速为0.6 m/s. 50年一遇波浪工况的波高时历及能量谱如图13所示, 在切出工况下的张力腿的张力响应谱如图14所示. 从试验结果可以看出, 模型试验能够很好地模拟实体的耦合动力特性, 试验结果与软件计算结果吻合较好.

上海交通大学海洋工程深水试验池已经具备了进行浮式风力机模型试验的能力, 接下来可以对上海交通大学提出的6 MW单柱式风力机进行模型试验, 系统开展多兆瓦海上浮式风力机的模型试验研究, 以及开展多兆瓦海上浮式风力机的模型试验技术和装置研究, 并建立多兆瓦海上浮式风力机的水池模型试验基地.

5 结论

本文主要研究了FOWT模型试验需要的关键技术、模型的制作以及模型试验平台的建设. 我国在FOWT研究中与国际顶尖水平还有一定差距, 科研工作者需要借鉴国外先进的技术并汲取经验, 借助我国现有条件, 自主研发, 促进我国风电行业的健康快速发展.

参考文献

- 1 Liu B, He Z J, Jin H. Wind power status and development trends (in Chinese). J Northeast Dianli Univ (Nat Sci Ed), 2016, 2: 7–13 [刘波, 贺志佳, 金昊. 风力发电现状与发展趋势. 东北电力大学学报(自然科学版), 2016, 2: 7–13]
- 2 Gordon S, Michael M. A review and comparison of floating offshore wind turbine model experiments. In: 13th Deep Sea Offshore Wind R&D Conference, EERA DeepWind'2016. Norway, 2016. 227–231
- 3 Heronemus W E. Pollution-free energy from offshore winds. In: Proceedings of Annual Conference and Exposition Marine Technology Society. Washington DC, 1972

图 13 (网络版彩图) 50年一遇波浪工况波高时历及能量谱
Figure 13 (Color online) Wave height and energy spectrum of 50 years of time.

图 14 (网络版彩图) 张力腿张力响应谱
Figure 14 (Color online) Tension response spectrum of tension.

展, 充分利用我国广阔的海洋风能资源, 达到节能减排的目标, 实现能源的可持续发展. 在FOWT模型试验平台建设方面, 上海交通大学海洋深水试验池已经具备了进行浮式风力机模型试验的能力, 促进了我国浮式风力机的快速发展.

- 4 Baltrop N. Multiple floating offshore wind farm. *Wind Eng*, 1993, 17: 183–188
- 5 Zhang L, Wu H T, Jing F M, et al. Study on offshore floating wind turbine and its development (in Chinese). *Ocean Tech*, 2010, 29: 122–126 [张亮, 吴海涛, 荆丰梅, 等. 海上漂浮式风力机研究进展及发展趋. *海洋技术*, 2010, 29: 122–126]
- 6 Duan F, Hu Z, Niedzwecki J M. Model test investigation of a spar floating wind turbine. *Mar Struct*, 2016, 49: 76–96
- 7 Yang J M, Xiao L F, Sheng Z B. Experimental Study on Hydrodynamics of Marine Engineering (in Chinese). Shanghai: Shanghai JiaoTong University Press, 2008. 53–72 [杨建民, 肖龙飞, 盛振邦. 海洋工程水动力学试验研究. 上海: 上海交通大学出版社, 2008. 53–72]
- 8 Roddier D, Cermelli C, Aubault A, et al. WindFloat: A floating foundation for offshore wind turbines. *J Renew Sustain Energy*, 2010, 2: 033104
- 9 Martin H R. Development of a Scale Model Wind Turbine for Testing of Offshore Floating Wind Turbine Systems. Castine: Maine Maritime Academy, 2011
- 10 Robertson A N, Jonkman J M, Goupee A J, et al. Summary of conclusions and recommendations drawn from the deepcwind scaled floating offshore wind system test campaign. In: ASME 2013 32nd International Conference on Ocean, Offshore and Arctic Engineering. Nantes, 2013
- 11 Du W K. Design and Analysis of a Model Wind Turbine Blade for a Wave Basin Test of Floating Wind Turbines (in Chinese). Dissertation for Doctoral Degree. Shanghai: Shanghai JiaoTong University, 2014 [杜炜康. 浮式海上风力机试验模型叶片优化设计与性能研究. 博士学位论文. 上海: 上海交通大学, 2014]
- 12 Zhao Y S, Yang J M, He Y P, et al. Dynamic response analysis of a multi-column tension-leg-type floating wind turbine under combined wind and wave loading. *J Shanghai JiaoTong Univ (Sci)*, 2016, 21: 1–9
- 13 Zhao Y S, Yang J M, He Y P, et al. Experimental study of a new multi-column tension leg-type floating wind turbine concept (in Chinese). *Sci Sin-Phys Mech Astron*, 2016, 46: 124712 [赵永生, 杨建民, 何炎平, 等. 新型多立柱张力腿式浮动风力机概念模型试验研究. *中国科学: 物理学 力学 天文学*, 2016, 46: 124712]

Research and practice of offshore wind turbine model test platform and technology

MENG Long^{1,2,3}, HE Yan-Ping^{1,2,3*}, ZHAO Yong-Sheng^{1,2,3},
PENG Tao^{1,2,3} & KOU Yu-Feng^{1,2,3}

¹ State Key Laboratory of Ocean Engineering, Shanghai JiaoTong University, Shanghai 200240, China;

² Collaborative Innovation Center for Advanced Ship and Deep-Sea Exploration (CISSE), Shanghai 200240, China;

³ School of Naval Architecture, Ocean & Civil Engineering, Shanghai JiaoTong University, Shanghai 200240, China

The abundance of offshore wind energy resources has promoted the development of offshore wind turbine. With the increase of wind turbine power, the fixed foundation for shallow sea area no longer meets the design requirements, and the floating foundation for deep sea area has been developed rapidly. In this paper, the development process, types and particularity are introduced, and it demonstrates that the model experiment is indispensable in the development of floating offshore wind turbine (FOWT). Firstly, key technologies of basin model test are concluded, such as similarity criteria, scale ratio determination technology, model blade design technology, mooring system processing technology and environmental conditions simulation technology. Then object of 6 MW SPAR-type FOWT proposed by Shanghai JiaoTong University is researched, and production process of model is summarized, including model blade, model nacelle and model tower. Finally, the construction of the deep water test tank of marine engineering of Shanghai JiaoTong University is introduced, and the test results of the new multi-column TLP FOWT model test in the test tank are shown. The test results have great agreement with software simulation results. The results show that the deep water test tank of marine engineering of Shanghai JiaoTong University can be well developed as basin model test of FOWT. This paper supplies some guidance for the following model test and provides a theoretical basis for the development of the FOWT.

offshore wind turbine, basin model test, test technology, model manufacture, test platform construction

PACS: 47.27.Vf, 47.85.Gj, 51.10.+y

doi: [10.1360/SSPMA2017-00067](https://doi.org/10.1360/SSPMA2017-00067)