

国家工程师  
带你看不大国工程

# 三峡引领号： 漂在海上发电的巨型“不倒翁”

□ 讲述人 林毅峰

中国南海，离岸28公里，水深30米处，一台高度超百米的风电机组屹立在三角结构的漂浮平台上。远远望去，悠悠转动的巨大桨叶赫然醒目，叶片转动1小时，满发5500度电，可够一个三口之家用上两年。风从海上来，点亮千万家。

这是我国拥有完全自主知识产权的全球首个抗台风型漂浮式风电机组及基础平台——三峡引领号，它具有大容量、抗台风、漂浮式的特点。2021年12月7日，机组正式并网发电，标志着我国在全球率先具备大容量抗台风型漂浮式海上风电机组自主研发、制造、安装及运营能力。

浩瀚海洋，风起电至。由于近海空间资源有限，海上风电的发展也必然从浅近海走向深远海。相应的，海上风机支撑结构形式也将伴随水深变化，从固定式支撑结构演变为漂浮式支撑结构。作为我国首个漂浮风电项目，三峡引领号实现了中国海上风电从固定式走向漂浮式，为我国深远海漂浮风电开发起到了重大示范效应。



电缆等主要部分组成。

它的轮毂(gǔ)中心高度距海平面约107米，相当于30多层楼的高度；叶轮直径158米，相当于3架波音747并排的宽度；风轮扫风面积相当于3个标准化足球场，整体就像一个巨型“不倒翁”。

要在深远海建成这么个巨型“不倒翁”，我们要完成3个目标：“不沉”“不倒”“不跑”。

不沉，秘诀暗藏在整个浮体中。三峡引领号由3根立柱加上一个浮筒构成。在整根立柱里面，分了几十个空仓，有的仓有水、有的仓没水，通过调压载水，维持浮力与1000多吨的风机重力平衡。

不倒，需通过一个复杂的数学模型来计算分析。举个例子，即便平台倾角达到10°甚至15°，风机整体也能通过一系列调整恢复如初。

不跑，则通过系泊系统来实现。漂浮式海上风电可以看作是一个风筝，它可以晃动，但绝对不能脱离我们的手掌心——通过系泊系统把它牢牢“抓”住。

在三峡引领号下方，3根立柱下方共有9根系泊缆把它拖住，这意味着有三道防线保证它不走。当平台要动时，第一道防线立即启动：锚链会依靠自身的重力将平台拖住，但不是硬拽。如果平台继续往前走，第二道防线就会顶上来：钢丝绳会绷紧，再把平台拖住。假如出现更极端的情况，它还要往前走，还有最后一道防线：在海床底下，会有抓力锚或吸力锚之类的构件，将锚链绳索与海床扣紧，继续把平台拖住。通过这三道防线，确保它不会在位置上有过多的移动。

我们还在海上装了一套非常复杂也非常完整的监测系统，平台怎么运动、晃动多少，都能监测到，甚

至与“北斗”系统建立关联，随时掌握平台的运动情况。

逐浪深海并非易事。在三峡引领号的推进过程中，我们遇到过许多挑战和困难，抵御台风过境首当其冲。广东阳江有时风速极大，甚至相当于时速达252千米，比肩高铁的巡航速度。如此大的风速，作用在一个庞然大物上，会对底部产生约4亿牛·米的载荷，相当于1000辆越野车同时把油门踩到底。

我们没有可借鉴的技术，花了将近两年的时间，至少做了6版方案，才提出目前的结构——风机放在平台边侧的立柱上，而不是放在中间。这样的结构设计，能更好地抵抗1000辆越野车的整个力矩。三峡引领号的主要方案均来自国内自主研发，也因此成功入选国家“十三五”科技创新成就展和2021年度国家能源领域首台套重大技术装备名单。

国外已建漂浮式海上风电项目适应的最高风速是50米/秒，而三峡引领号可抵抗最大风速超70米/秒的17级台风。2022年7月上旬，台风“暹(xiān)芭”在南海生成，强度达到12级，风速每秒37米，成为7年来登陆粤西的最强台风。在“暹芭”的正面袭击下，三峡引领号的风机机组、浮体和系泊系统安然无恙、状态良好，成为漂浮式风电机组安全性最有说服力的证明。

我国海上风电资源丰富，漂浮式海上风电技术具有广阔的市场前景。目前，我们正在大力推进数字化智能化相关研究，通过建立数字孪生模型，建立自己的算法，对风机性能状态进行预测，提高项目运维效率、降低勘测设计和建设运维成本，为包括海上风电在内的新能源项目提供技术支持。

(科普时报记者何亮采访整理)



扫描二维码  
看视频



认识林毅峰

林毅峰，1975年生，上海勘测设计研究院有限公司总工程师。他深耕电力勘测设计领域二十余年，主持完成了30多个海上风电场勘测设计和10多项国家级、省部级重大科技攻关项目。他是我国海上风电勘测设计研究领域主要开拓者之一，先后获国家科技进步二等奖1项、省部级科技进步和勘测设计奖10多项。2024年，林毅峰获得“国家卓越工程师”称号。

## 三峡引领号大事记

- ◆ 2018年5月，三峡引领号研发正式启动。
- ◆ 2020年4月，三峡引领号关键技术攻关基本完成。
- ◆ 2020年11月，三峡引领号正式启动浮体建造。
- ◆ 2021年7月，三峡引领号完成海上基础平台和风电机组一体化就位安装。
- ◆ 2021年8月，三峡引领号完成动态海缆安装。
- ◆ 2021年12月7日，三峡引领号正式并网发电。
- ◆ 2022年7月，三峡引领号遭遇台风“暹芭”正面袭击，状态良好。

编辑：吴琼  
美编：陈也