

海上风电勘探装备研发与应用

许启云, 牛美峰

(浙江华东建设工程有限公司, 浙江 杭州 310014)

摘要:配置合理的海上风电勘探装备,对海上风电地质钻探至关重要,而配置合理、功能齐备的海上风电勘探平台更是重中之重。为了提升35 m以上水深海上风电勘探作业工效、安全、精度,本文主要从平台运维功能和勘探功能设计为切入点,针对性地开展了平台主要技术规格、升降操作系统、场区设计、现场土工试验室等方面的海上风电勘探自升式勘探平台装备的功能设计与研究,研发了具备双孔勘探能力的自升式勘探平台,并在投产运营2年中,取得了良好的使用效果,勘探工效、安全性大大提升,达到了研发的目标,为海上风电勘探提供了有力的装备支撑。

关键词:海上风电;地质钻探;自升式勘探平台;双孔勘探能力;工效提升

中图分类号:P634 **文献标识码:**A **文章编号:**2096-9686(2021)09-0107-04

Development and application of offshore wind power exploration equipment

XU Qiyun, NIU Meifeng

(Zhejiang Huadong Construction Engineering Co., Ltd., Hangzhou Zhejiang 310014, China)

Abstract: The proper composition of offshore wind power exploration equipment is very important to offshore wind power geological drilling, whilst the proper composition of an offshore wind power exploration platform with complete functions is the most important. In order to improve offshore wind power exploration efficiency, safety, and accuracy at water depth more than 35 m, with the platform operation and exploration function design as the fundament, functional design research was conducted on offshore wind exploration jack-up platform equipment in terms of the main technical specifications, lift platform control system design, site geotechnical laboratory. A jack-up exploration platform with double-hole exploration capability has been developed, and achieved good field results with greatly improved efficiency and safety since it was put into operation for two years. It meets the research and development objectives, and provides powerful equipment support for offshore wind power exploration.

Key words: offshore wind power; geological drilling; jack-up platform; double hole exploration capability; work efficiency improvement

0 引言

海上拥有丰富的风能资源,且不占用宝贵的土地,具有可开发的资源储量和未来市场空间十分巨大等独特优势。近几年来,全球海上风电发展较快,新增装机年均增长率达31%以上。截至2015年全球海上风电新增装机容量339.2万kW,累计装机容量为1214.1万kW。其中德国新增装机容量228.2万kW、英国新增装机容量56.6万kW,紧随其

后的是中国和荷兰。我公司自2005年涉及海上风电勘察以来,初始采取水电江河水上钻探的经验,采用漂浮式平台钻探获取的土试样,经室内土工试验获得的物理力学指标成果,与发达的欧美国家采取静探为主的勘探技术相比较,成果质量明显处于劣势。为了提升海上勘察成果质量,我公司于2014年初,自筹资金建造了适用于潮间带、潮下带,以及水深15 m以浅的海域的自升式勘探平台^[1-2]——

收稿日期:2020-05-28; 修回日期:2021-05-20 DOI:10.12143/j.ztgc.2021.09.013

作者简介:许启云,男,汉族,1964年生,高级工程师,钻探工程专业,主要从事水电钻探、海上工程钻探、大坝防渗灌浆处理,以及与此相关的钻探机具创新改进等工作,浙江省杭州市潮王路22号,xu.qiyun@126.com。

引用格式:许启云,牛美峰.海上风电勘探装备研发与应用[J].钻探工程,2021,48(9):107-110.

XU Qiyun, NIU Meifeng. Development and application of offshore wind power exploration equipment[J]. Drilling Engineering, 2021, 48(9):107-110.

“华东院1号”,并于2014年10月中旬在江苏响水燕尾港正式下水投入使用。

由于“华东院1号”平台主要适用于15 m水深的近岸和浅水区,15 m以上水深的其他海上钻探,仍依赖传统浮漂式勘探船进行作业。为进一步解决我公司海洋勘察业务在战略定位、技术手段、勘察装备、技术人才、内部管理等存在的问题,改善和提高海上作业人员的生活环境和安全性,公司于2016年开始调研,2017年通过中电建物资采购平台公开招标建造,为海上风电勘察量身定做了2艘实用性强、利用率高、功能齐全的35 m水深自升式勘探平台^[3-6],该平台于2018年3月正式投入运营。

1 平台运维功能设计

为了使平台运行维护成本可控,并与市场承接的海上风电钻探单价相匹配,同时,平台应具有勘探、静探、土工试验、生活居住集一体的功能。对平台的总体设计思路:一是把自升式平台设计成非自航式钢质结构,以降低平台运维人员的费用^[7-8];二是平台所需设备动力与勘探设备动力相整合,以降低钻探设备的油料消耗;三是从海上钻探作业装备和人员安全考虑,新建平台按水深35 m工况下,满足7级抗风能力,或在水深20 m工况下,能满足11级风自存能力进行设计^[9-12]。

1.1 平台主要技术参数

表1、图1为自升式平台主要参数及原型照片。

表1 自升式平台主要参数

Table 1 Main parameters of the jack-up platform

名称	参数
船长	29.00 m
型宽	22.00 m
型深	3.50 m
设计吃水	2.50 m
最大作业水深	35 m
定员	25人
可变载荷	280 t
桩腿直径	1.85 m
桩腿长度(包括桩靴)	56.00 m
桩腿纵向中心距	22.00 m
桩腿横向中心距	18.00 m
桩腿数	4个



图1 35 m水深自升式勘探平台

Fig.1 Self-elevating exploration platform for 35m water depth

1.2 平台升降操控系统

以往的浮动式平台,每月海上可钻探作业时间在10 d左右,采用桩腿式升降平台以后,可工作天数增加到15 d以上。为了多完成钻孔,就必须充分利用好有效的工作天数。

国内现有的桩腿式升降平台可分为插销式升降系统和齿轮齿条式升降系统。而海上钻探受风浪潮诸多因素的影响,能否利用好有效的工作时间,将会直接影响钻探的工效。为此,经过对2种升降系统分别从额定升降速度、桩腿影响、操作难易程度、价格和交货期间、设备寿命、固桩室的设置等综合对比,在总造价费用增加不多、齿轮齿条式升降系统速度为36~72 m/h、而插销式升降系统速度为12~18 m/h的情况下,选择齿轮齿条式升降系统优势明显。

齿轮齿条升降系统主要由升降机构和升降电控系统组成,其中平台升降系统还增设了多个安全预警系统,如大角度倾斜报警系统、故障实时显示与查询系统、操作备用系统等,确保了平台使用的安全性和稳定性,实现了智能化操作目标。

平台升降电控系统主要由动力系统、遥控系统和安保系统3部分组成。动力系统负责为整个平台液压升降系统提供动力电源。控制系统提供液压升降系统的动力电机和液压系统的控制。安保系统是整个设备的信息管理中心,并提供整个装置的安全保护。

总之,整套升降系统,集数字化、自动化、智能化为一体,实现了桩腿的精准控制,从而大大降低了作业强度,改善了作业环境。

2 平台勘探区域布置

2.1 勘探场区设置

当前国内海上软土地基以单桩基础和群桩墩台基础为主,也就是海上风电桩塔要打入地基一定深度,且要在满足基础沉降要求的土层。同时,桩的入土长度又能满足约束桩水平位移的要求。如单桩风机,往往需要结合水下地层地貌等情况,布置2个钻孔;如果采取群桩墩台基础,就需要结合地层地貌布置2~3个钻孔。

因此为了充分利用平台甲板的有效空间,在长宽29 m×12 m面积中规划出18 m×12 m的勘探工作场区,并在适当部位布设2个1 m×1 m月池,供钻孔取样和静力触探双孔作业^[13-14],来提升勘察报告的成果资料。图2为双孔机位布设的勘探作业场景。



图2 平台双机位布置结构

Fig.2 Layout of the two drilling slots on the platform

2.2 平台土工试验室

为了确保海上钻孔获得的土工试样的质量,保持试样的天然湿度,防止水分流失和运输途中的扰动,使取样质量等级满足岩土体物理力学性质试验的要求,在自升式平台上专门设置了用于常规土工试验的试验室。该试验室测试项目:含水率、密度、液限、塑限、直剪、三轴压缩等,确保了土力学试验的准确性。平台土工试验室如图3所示。



图3 平台土工试验室

Fig.3 Platform geotechnical laboratory

2.3 其它功能设置^[15]

(1)为解决平台钻探器具的吊装,专门在平台甲板上配置了5 t@10 m克令吊。

(2)通过大扬程软管绞车,直接从海里取水,以满足平台钻进用水。

(3)利用平台74 kW应急发电机,来承担白天2台套勘探设备钻探作业时的动力用电。

3 平台实践应用

两艘平台自2018年3月正式投入运营以来,2018在浙江东部沿海经历了8号台风(摩羯)、10号台风(安比)、12号台风(云雀)、14号台风(玛莉亚)等多个台风的考验,经受住了最高12级台风的袭击和在舟山海域桩腿入泥超过10 m深度的考验。截至2020年5月,2艘平台在浙江、江苏、广东、山东等20余个水深10~33 m之间、孔深在40~120 m之间的海上风电勘察项目中应用。共完成静力触探钻孔432个,取样钻孔157个,与浮动式勘探平台相比较,平台工作自持力得到明显提高,每月无效工作天数明显减少,平台的双机位设计,若按50%工效提升估算,相当于以往1艘自升式平台1年的完成工作量,其功效提高优势明显。

综上所述,当前投入使用的2艘35 m水深海上勘探平台,事先通过了精心的规划设计,使平台具有集科学钻探、工程勘探、地质调查、原位测试、土工试验于一体的功能,从而保障了海上勘探质量和安全,改善了作业人员工作生活环境,在海洋勘探装备的创新性、先进性和海洋勘探技术等方面,在同行业中均达到了国内领先的地位。

4 结语

(1)本平台在拟建设计阶段,对整个平台功能进行整体规划设计,使平台具有钻探、静力触探双孔同时作业的能力。另在平台内设有土工试验室,从而使平台具备综合勘探、试验一体化的功能,提升了勘探施工的质量,为我公司对外承接海洋工程勘察任务提升了竞争力。

(2)平台的双机位设计,功效提高优势明显,增加工效达到50%,平台达到了设计目的和预期目标的要求。

(3)本平台可以满足7级风以下海况环境下海上勘探作业,甚至在小潮流内可以不进行避潮,与浮

动式平台相比,有效工作天数明显增加。

(4)本平台的投入使用,大大改善了海上作业人员的工作生活环境,提升了作业期间的安全性,海上人身设备安全得到了有效的保障。

参考文献(References):

- [1] 中国船级社.海上移动平台入级规范[M].北京:人民交通出版社,2016.
China Classification Society. Rules for Classification of Mobile Offshore Units [M]. Beijing: China Communications Press, 2016.
- [2] 叶建良,张伟,谢文卫.我国实施大洋钻探工程的初步设想[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2019,46(2):1-8.
YE Jianliang, ZHANG Wei, XIE Wenwei. Preliminary thoughts on implementation of the ocean drilling project in China [J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2019,46(2):1-8.
- [3] 任宪刚,李春第,杨红敏.海洋自升式钻井平台桩靴研究[J].石油矿场机械,2009,38(12):18-22.
REN Xiangang, LI Chundi, YANG Hongmin. Spudcan study of offshore drilling rig [J]. Oil Field Equipment, 2009, 38(12): 18-22.
- [4] 王小松,刘敬喜,薛鸿祥.风电安装平台总体结构强度计算分析[J].船舶工程,2015,37(S1):237-240.
WANG Xiaosong, LIU Jingxi, XUE Hongxiang. Global strength analysis of wind turbine installation platform [J]. Ship Engineering, 2015, 37(S1):237-240.
- [5] 李红涛,李晔.自升式钻井平台结构强度分析研究[J].中国海洋平台,2010,25(2):28-33.
LI Hongtao, LI Ye. Research on structure strength analysis for self-elevating drilling units [J]. China Offshore Platform, 2010, 25(2):28-33.
- [6] 钱笠君,赵夕滨.绕桩吊式风电安装平台桩腿总强度设计[J].船舶,2017,28(2):50-53.
QIAN Lijun, ZHAO Xibin. Global strength design of pile legs for wind turbine installation platform equipped with leg encircling crane [J]. Ship & Boat, 2017,28(2):50-53.
- [7] 刘治,孙宏晶.三山岛北部海域金矿海上钻探施工管理[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2017,44(4):85-92.
LIU Zhi, SUN Hongjing. Offshore drilling construction management of gold deposit in the northern sea area of Sanshan Islands [J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2017,44(4):85-92.
- [8] 王达,李艺,周红军,等.我国地质钻探现状和发展前景分析[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2016,43(4):1-9.
WANG Da, LI Yi, ZHOU Hongjun, et al. Analysis on present situation of geological drilling in China and the development prospects [J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2016,43(4):1-9.
- [9] 宋宝杰,王鲁朝,栾东平,等.多功能地质勘察平台关键结构设计与应用[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2017,44(11):46-49,56.
SONG Baojie, WANG Luzhao, LUAN Dongping, et al. Design and application of the key structures of multi-function geological survey platform [J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2017,44(11):46-49,56.
- [10] 陈师逊,杨芳.海上工程平台的设计与应用分析[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2014,41(4):46-50.
CHEN Shixun, YANG Fang. Design and application of the offshore engineering platform [J]. Exploration Engineering (Rock & Soil Drilling and Tunneling), 2014,41(4):46-50.
- [11] 孙雪荣.拖航状态的自升式平台桩腿强度分析[J].船舶,2014,25(1):49-52.
SUN Xuerong. Structural strength analysis of self-elevating drilling unit leg in towing condition [J]. Ship & Boat, 2014,25(1):49-52.
- [12] 谭美,冯军,熊飞.自升式钻井平台风载荷研究[J].船舶与海洋工程,2014(1):18-23.
TAN Mei, FENG Jun, XIONG Fei. Study on the wind load of jack-up drilling platform [J]. Naval Architecture and Ocean Engineering, 2014(1):18-23.
- [13] NB/T 35115—2018,水电工程钻探规程[S].
NB/T 35115—2018, Specification for drilling exploration of hydropower projects[S].
- [14] 刘权富.浅海勘探的钻探工艺[J].探矿工程,2000(2):41-42.
LIU Quanfu. Drilling technology of prospecting in shallow sea [J]. Exploration Engineering, 2000(2):41-42.
- [15] 甘进.海上多功能工作平台结构设计关键技术研究[D].武汉:武汉理工大学,2012.
GAN Jin. Research on key technologies for multi-purpose jack-up platform structure design [D]. Wuhan: Wuhan University of Technology, 2012.

(编辑 荐华)