

浅析海上风电施工安全管控

刘庆辉, 陆海强

(中国能源建设集团广东省电力设计研究院有限公司, 广州 510663)

摘要: [目的] 为了对快速发展的海上风电项目进行有效地安全管理, 从施工的各个环节对海上风电全过程的安全风险和管理要点进行了梳理, 提出了应对措施。[方法] 通过我国首个以总承包模式建设的某海上风电项目实施过程中安全管理为依托, 针对性地分析海上风电前期勘察、风机和升压站吊装、海缆敷设、调试等过程中的风险点, 有效借鉴船舶和海洋工程中的相关国家标准和行业规范, 以 EPC 总承包方的视角做出了全面的分析和总结, 并对南海范围的海况特点、防台措施进行了重点关注。[结果] 总结的安全管理思路为海上风电这一危险性较大的工程项目安全管理提供了实际范例和经验, 也为海上风电项目安全管理的国家和行业标准的顶层设计提供了支撑。[结论] 研究成果将会有力地促进南海范围内的风电资源开发。

关键词: 海上风电; 安全管理; 总承包

中图分类号: TK89; TM614

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2020)01-0128-05

Brief Analysis on Safety Management and Control of Offshore Wind Farm Construction

LIU Qinghui, LU Haiqiang

(China Energy Engineering Group Guangdong Electric Power Design Institute Co., Ltd., Guangzhou 510663, China)

Abstract: [Introduction] In order to manage the safety of the rapidly developing offshore wind farm projects effectively, this paper untangles the safety risks and management points of the whole process of offshore wind farm from all aspects of construction, and puts forward the corresponding measures. [Method] Based on the safety management during the implementation of the first EPC offshore wind farm project in China, this paper analyzed the risk points in the pre-survey of offshore wind farm, the installation of wind turbines and booster stations, the laying of submarine cables, and the process of debugging. This paper drew lessons from the relevant national standards and industry specifications in marine engineering, also made a comprehensive analysis and summary from the perspective of EPC general contractor, and focuses on the characteristics of sea conditions and defense measures against typhoons in the South China Sea. The safety management ideas summarized in this paper provide practical examples and experience for the safety management of offshore wind farm projects, which is generally accompanied by great risks. [Results] This paper also provides support for the top-level design of national and industrial standards for the safety management of offshore wind farm projects. [Conclusion] The results of this paper will strongly promote the development of wind farm resources in the South China Sea.

Key words: offshore wind farm; safety management; EPC general contracting project

广东省海上风电具有资源丰富、发电利用小时数相对较高、技术相对高端的特点, 是目前极具发展前景的行业。根据广东省制定《广东省海上风电发展规划(2017—2030年)(修编)》^[1]:

1) 到 2020 年底, 开工建设海上风电装机容量 12 TW 以上, 其中建成投产 2 TW 以上, 初步建成海上风电研发、装备制造和运营维护基地, 设备研

发、制造和服务水平达到国内领先水平^[1]。

2) 到 2030 年底, 建成投产海上风电装机容量约 30 GW, 广东省海上风电产业成为国际竞争力强的优势产业之一^[1]。

随着近期广东省海上风电项目快速推进, 同时受施工船机、地质条件、自然环境、航道及 2021 年电价政策的影响, 项目安全管理面临巨大挑战^[2]。在 2017 年审批的几个海上项目中, 由中国能建广东院总承包管理的某海上风电项目不断刷新全省各个进度第一, 如何确保项目平稳快速推进, 下面笔

收稿日期: 2019-09-02 修回日期: 2020-01-04

基金项目: 中国能建广东院科技项目“海上风电项目建设期和运营期环境影响研究——以广东粤电湛江外罗海上风电项目为例”(ER05221W)

者以某海上风电 EPC 总承包项目为例, 总结分析海上风电安全管理风险点, 抛砖引玉。

1 海上施工安全管理要点

1.1 地质勘察及扫海安全管理要点

地质勘察工作和扫海工作是项目平稳推进的基础, 无论是打桩和风机安装均需要有详细可靠勘测和扫海的数据。

依据能源行业标准《陆地和海上风电场工程地质勘察规范》(NB/T 31030—2012), 勘察单位应落实勘察安全责任并如实提供勘察报告。建设单位组织勘察单位对施工单位进行安全技术书面交底、尤其涉及有溜桩、穿刺风险部分。项目在施工前应进行扫海工作。

1.2 海上沉桩作业安全管理要点

海上沉桩工作是海上工程主体施工的标志, 无论是单桩还是导管架均需要进行吊装作业。其安全工作控制点如下:

1) 施工单位应提前搜集风场天气海况预报、了解施工机位水深及潮汐情况、消化勘察及设计文件要求并对船机及作业人员安全技术书面交底。

2) 施工单位应按照《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》(中华人民共和国住房和城乡建设部令第 37 号)^[3] 的要求编制施工方案并组织专家评审论证, 通过后实施。作业前, 对相关人员进行安全技术书面交底, 严格执行审批后的方案, 如有修改重新报审。方案编制过程应充分考虑实施时海况及风浪情况, 留足够的安全系数, 做到“一机一方案”。

3) 实施吊装前, 应对吊机设备及相关吊具检查是否满足安全施工要求。

4) 吊装翻身及单桩进入抱桩器/稳桩平台过程属于高风险作业, 施工单位应采取可靠的安全措施, 确保安全到位。

1.3 风机安装安全管理要点

风机安装受风速和海浪影响较大, 吊装、高处作业、人员上下是安装风险管控要点。

1) 风机安装前, 应根据《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》(中华人民共和国住房和城乡建设部令第 37 号), 作业前对相关人员进行安全技术书面交底。

2) 由于施工场地处于南海区域, 容易遇到大风天气, 应采取增加人力, 加强针对大风大雨等天

气下设备的保护措施, 在确保安全的情况下, 不影响风机吊装进度。

① 当风速接近 6 m/s、 ≤ 10 m/s 时应用两至三条大绳做为风绳, 控制被吊物的平衡状态, 防止被吊物碰撞吊车、塔筒、机舱及损伤被吊物。

② 按照规程规定, 风速 ≥ 10 m/s 时, 不得进行叶轮吊装和在叶轮上作业。

③ 当风速大于等于 10 m/s 时, 应禁止塔筒吊装作业, 工作人员可以在塔筒及机舱内工作(电气安装工作), 但必须使用安全带, 穿防滑鞋, 携带安全保护绳, 但禁止进入轮毂作业。

④ 当风速大于等于 10 m/s 时, 为防止涡流共振, 必须在已经安装完的塔筒上用塔筒盖帽将塔筒上口封好。

3) 风机吊装前, 应提前搜集气象海况预报, 满足风机安装手册要求, 方可吊装, 并做好可靠的防雨防风措施。

4) 风机安装里面高处作业应有可靠防护措施, 作业人员应正确佩戴安全带。

5) 风机安装完成后, 应做好可靠的防雷措施。

6) 叶轮整体吊装, 应安排在白天进行。顶端塔筒上法兰与机舱连接螺栓全部打满标准力矩后, 风力在 10 m/s 以下才允许吊装、安装叶轮。在叶轮起吊前, 三个叶片必须打到标准力矩并验收合格, 检查轮毂内无任何杂物。

1.4 海上升压站吊装安全管理要点

海上升压站是海上风电心脏, 也是海上风电最重的一吊。它的吊装成功与否关系项目能否顺利发电。其安全管理要点如下:

1) 海上升压站吊装方案编制人员应了解熟悉作业区域的地质条件、海况、航道、水深等情况, 组织专家进行评审, 经审核通过后方可实施。

2) 做好吊机的选型、海况、浮吊船与运输船的匹配工作。

3) 海上升压站吊装船的起重能力应满足要求, 根据实施时候的海况等相关情况并考虑足够的安全系数。

4) 我国南海海况与东海和黄海等地有差异, 即时风速一样的情况下, 看似平静的南海海面地下涌浪较大, 对于吊装船和运输船的靠泊, 起吊将带来较大的安全风险。

1.5 海缆敷设:

海缆是海上风电项目中“血管”,受海况或风机安装进度影响,海缆敷设作业过程中,潜水员水下作业属于高风险作业。其安全管理要点如下:

1) 海缆敷设作业过程中,涉及潜水员作业,潜水员应持有效的潜水员证上岗,作业人员经验应满足施工作业区域海况及作业特点的要求。主要从潜水员的从业资质和从业经验两方面把控,施工过程中的现场水流流速、水深、水下能见度及防护措施等多方面着手进行安全管控,海缆路由的水深勘测与敷缆船的吃水匹配,不仅影响敷缆效率,对船舶的移船安全也有较大影响,海缆敷设船在敷缆过程中有定位锚移船和 DP 移船,定位锚移船在目前中国沿海海上风电敷缆施工中是最普遍的,在敷设过程中,定位锚需要不断起、抛,特别是定位锚锚缆,如果发生断缆,将会影响船舶安全和海缆安全。

2) 海缆敷设过程中,涉及的定位锚、起抛锚作业应安全可靠,防止断缆。

3) 海缆敷设应严防台风的影响。

1.6 风机并网调试

风机并网调试关系风机能否发电,标志着项目将从静态往动态发展,其安全管理要点如下:

1) 风机并网发电前的消防、防雷及电气二次保护系统等验收合格并投入使用。

2) 调试工作应执行“两票三制”管理流程和操作规程;合理安排调试工序,尽量杜绝交叉作业,如有交叉作业应有可靠的隔离管控措施。

3) 调试过程应严格执行《南方电网公司反事故措施》(2019版)。

4) 风机并网方案应经过调度部门的审批。

1.7 防台安全管理

防台风是项目安全管理的重点,广东省海上风电项目受南海气流影响比较大,及早谋划防台锚地是关键,其它安全管理要点如下:

1) 海上风电场的建设涉及的船舶种类和数量较多,在防台工作中要根据风场的水域位置进行单一对待,特别是华南地区,台风一旦生成命名,再进行船舶疏散和人员撤离,时间是十分紧张的,而且疏散和撤离风险是极大的,很容易陷入被动局面,所以,在台风季节,需要加强关注热带扰动,并预判热带扰动未来的生成过程和移动趋势,以提前确

定施工暂停节点、船舶疏散节点、人员撤离节点。针对华南地区,只有提前预判热带扰动的发展趋势,才能在每次防台工作中,做到安全疏散船舶、根据台风的强度和路径,合理安排船舶的避风位置,并安全撤离人员,做到万无一失。热带扰动的提前预判,也可以为台风来临前的施工进度进行控制,合理安排,为已成型的施工成果保驾护航,提前采取防护措施,做好保护,特别是针对已安装的风机的安全防护极其重要。

2) 根据国家标准《应急预案编制导则》(GBT 29639—2013)编制有针对性、可操作性强的防台应急预案。项目开始前组织海上风电行业,交通部门等相关领导和专家对项目的防台应急预案评审,对不同的台风等级采取不同的措施。尤其关注防台的拖轮,锚地,坐滩位置及地质情况,人员的撤离重点关注。在台风来临之前启动应急预案,根据不同等级的台风采取不同的措施。

1.8 船舶日常安全管理要点

海上风电项目靠天吃饭,靠船作业,如何平安顺利管理作业船舶是安全管理的重点。船舶安全管理的重点如下:

1) 海上风电场的建设,需要根据风场的水文情况、气象海况的周期性变化情况进行各类型船舶的选型和船舶组合施工,船舶种类和数量众多,其中船舶的资质和船员资质是否满足是进行船舶安全管理的基本要求,自航船、非自航船对船舶资质和船员资质的要求是不同的,自航船应该按照《中华人民共和国船舶最低安全配员规则》进行船员强制性配备,需要进行船员资质和任职资历审核,船员职务名称所对应的的证书等级有多种,船员持证情况需要满足最低安全配员证书的要求,需要进行证书等级核对,避免小证开大船的情况,还需要上船进行现场检查,核对人证是否相符,避免挂证情况的发生,保证实质性的有资质的船员在船工作,对船舶资质主要核对海事局、船检局、CCS 所签发的一系列船舶资质证书原件是否齐全有效,避免套牌船的参与。

2) 对于非自航船,没有按照《中华人民共和国船舶最低安全配员规则》进行船员强制性配备的规定,但是,船员需要持有海事局签发的《中华人民共和国船员培训合格证》“基本安全”子证书,

这是海上工作的最低持证要求,对船舶资质主要也是核对海事局、船检局、CCS所签发的一系列船舶资质证书原件是否齐全有效。

3) 船舶的日常运行和作业需要重视对气象海况的收集分析,气象海况预报的收集分析极为重要,且获取途径众多,不可盲目使用,通过实际发生的天气进行各类型气象预报的预报精度进行检验,选取准确预报进行使用,且在不同地区和水域需要进行独立检验和使用,既要进行局地性预报的气象预报的收集和检验,也要进行广域性预报的收集检验,综合考虑。

4) 单船的日常安全监督管理,可以参照交通部颁发的《中华人民共和国船舶安全监督规则》进行定期、不定期、专项安全检查,检查项目可以同船旗国安全监督检查项目一致,这样可以从船舶关键性设备、消防设备、救生设备、动力装置、吊装设备、各项应急演练的实施情况等方面进行船舶安全监督管理,及时发现缺陷,督促整改。海上风电场的船舶安全管理还需要和风场水域所在辖区的海事主管机关进行沟通协调,配合执行辖区海事主管机关的管理指令。

5) 船舶的日常运行和作业需要收集分析气象海况,通过实际发生的天气进行各类型气象预报的预报精度进行检验,选取准确预报进行使用。

6) 海上风电场的船舶安全管理还需要和风场水域所在辖区的海事主管机关进行沟通协调,配合执行辖区海事主管机关的管理指令。

1.9 人员安全管理要点:

人员管理是安全管理中永恒的主题,海上风电概莫能外,人员安全管理要点如下:

1) 坚守第一道防线,严格把好分包商入场关:根据主合同中潜在承包商名录,和各家单位的安全管理业绩,项目部认真考察并通过招标程序,选择国内施工经验丰富施工单位;中标后,施工单位的专职安全管理人员需要通过总包项目部面试,通过后不得更改。

2) 管理人员:根据《建筑施工企业主要负责人、项目负责人和专职安全生产管理人员安全管理规定》(中华人民共和国住房和城乡建设部令第17号),企业负责人、项目经理、安全管理人员三类人员需考核取得A、B、C级安全合格证书,报审资格证书,不定期参加各项安全学习培训活动。

3) 作业人员:出海人员必须参加“五小证”或“四小证”培训合格,接受三级安全再教育考核通过,出海安全交底,才能上岗。

4) 特种作业人员/特种设备作业人员:经有关业务主管部门考核合格,取得特种作业操作资格证书,且有效方能上岗,并按计划参加相关的安全技能知识培训。

5) 相关方人员:安全告知,并留存书面安全交底记录。

6) 人员上下管理:人员靠泊、转泊时要关注海况条件,需听从有经验的船舶管理人员安排上下。

1.10 “安全+”管理及总承包管理:

依托先进的科学设备、专业的信息管理人员实施操作,建设国内海上风电安全管理信息系统,包括天气预报系统、雷达监控系统、红外线夜间检测系统等,实现“安全+”管理效果。

总承包单位应根据“三同时”要求在项目设计阶段落实安全预评价报告中的措施和要求。在项目实施阶段考虑施工的可行性,比如船机进出场区域的水深,地质情况,升压站吊装船机进出场情况。项目实施过程中,安全设施应与项目主体工程同时施工,同时竣工和投入使用。风机各种辅助控制系统应同时调试。项目竣工后应进行安全验收。

总承包单位在标段划分及招标过程中应充分考虑施工单位的施工经验,船机资源与项目现场的匹配性等。

总承包单位在项目策划单位应充分考虑海况,地质条件,业主主合同进度和质量要求等多方面因素合理安排各个工序,在海况良好的条件下,安排船机,风机,海缆等各种资源到位,合理布置各个工作面,避免出现在海况不好的前提下去抢工期。

总承包单位应根据单桩插打,风机安装,升压站吊装,海缆施工过程中安全控制风险点进行控制。对现场施工人员和安全管理要点提出要求。

2 陆上施工安全管理要点

集控中心的安全管理是海上风电管理的门面,根据施工进度安排,及早规划,以样板引路,根据电力行业的要求,做好措施。

1) 陆上集控中心施工,根据《中华人民共和国安全生产法》(十二届全国人民代表大会常务委员会第46号)、《风力发电场安全规程》(DL/T 796—

2012)、《中华人民共和国建筑法》(十一届中华人民共和国主席令第46号)和《电力建设安全工作规程》(DL 5009.1—2014)的相关要求落实。

2) GIS楼如有高支模工程按照《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》(中华人民共和国住房和城乡建设部令第37号)实施^[3]。

3 结论

1) 海上风电项目在广东省迅猛发展,风生水起,但海上风电安全管理由于缺少顶层设计,靠天吃饭等原因,从业人员素质参差不齐,安全管理处于风口浪尖。各级管理人员应牢记安全管理使命,不可盲目大意。

2) 海上风电施工中无论的单桩插打,风机安装还是升压站吊装,都属于危险性较大分部分项工程,难度大、风险高,如何确保安全顺利吊装到位是安全管理的重点。安全技术是安全管理的底线,坚持底线思维是确保安全管理不出大问题的根本。所以无论是吊装还是调试应坚持方案先行,留够安全系数和设置安全冗余。

3) 另外由于江苏等地的海上风电行业走在前

列,施工单位不同程度的拥有东海或黄海的作业经验,而广东的项目地处南海,南海海况跟东海和黄海不同,在项目实施过程中应予以充分考虑这种风险。

参考文献:

- [1] 广东省发展和改革委员会. 广东省海上风电发展规划(2017—2030年)(修编)[EB/OL]. [2018-04-11]. (2018-06-01). http://zwgk.gd.gov.cn/006939756/201804/t20180423_761918.html.
- [2] 常亮. 浅谈海上风电施工安全管理分析[J]. 时代农机, 2018, 45(10): 104-105.
- [3] 住房和城乡建设部. 危险性较大的分部分项工程安全管理规定: 中华人民共和国住房和城乡建设部令第37号[EB/OL]. [2018-03-08]. (2018-06-01). http://www.mohurd.gov.cn/fgjs/jsbgz/201803/t20180320_235437.html.

作者简介:



刘庆辉

刘庆辉(通信作者)

1981-, 男, 湖南衡阳人, 某海上风电 EPC 总承包项目副经理 / 高级工程师 / 一级建造师, 硕士, 主要从事工程项目管理的工作 (e-mail) liuqinghui@gedi.com。

(责任编辑 李辉)



广东粤电湛江外罗海上风电项目海上升压站吊装成功