

浅谈海上测风塔工程 EPC 总承包风险管理

张力, 黄文贺

(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: 按照国家能源局制定的海上风电发展目标, 我国将加大海上风电的开发力度。海上测风塔是为获得场址范围内的风资源实测数据而建设的, 海上测风塔的建设条件复杂, 以 EPC 总承包模式进行海上测风塔工程建设存在较大风险, 做好风险管理是工程建设顺利进行的必要条件。结合广东地区已建的几个以 EPC 总承包模式开展的海上测风塔工程管理实践, 阐述了 EPC 总承包模式海上测风塔工程建设的主要工作内容以及工程不同阶段存在的相应风险, 基于某海上测风塔工程风险管理实例, 对海上测风塔工程建设风险管理进行了初步的探讨。结果表明, 海上测风塔建设过程存在一定程度的风险, 通过采取合理的风险管理措施可实现项目风险管理的目标, 可供类似工程建设参考。

关键词: 海上测风塔; EPC 总承包; 风险识别; 风险控制

中图分类号: TM611

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2017)S1-0168-06

Discussion on Risk Management of Offshore Wind Tower Engineering Under EPC Mode

ZHANG Li, HUANG Wenhe

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

Abstract: According to the established offshore wind power development goal of National Energy Administration (NEA), China will increase the intensity of offshore wind power development. Offshore wind tower (OWT) has been built to obtain the measured data of wind resources within the site. There are high risks during construction since the construction conditions of the OWT are complex. Proper risk management is a necessary condition for the successful construction of the OWT under EPC mode. In this paper, project management practices of OWTs in Guangdong under the EPC mode were used for demonstrating the main contents of the OWT EPC contract and the corresponding various risks in different stages. A preliminary study on risk management was made based on an OWT project risk management examples. The results are shown that there is a considerable degree of risk in the construction of OWT and the risk management objectives of the project can be achieved by adopting reasonable risk management measures. This work provides some guidance for further study on similar engineering project.

Key words: offshore wind tower; EPC contracting; risk identify; risk control

广东省拥有 4 114 km 海岸线和 41.93 万 km² 辽阔海域。沿海处于亚热带和南亚热带海洋性季风气候区, 冬、夏季季候风特征十分明显。冬季风出现在 11 月到翌年 3 月, 沿海被大陆性极地冷高压控

制, 盛行偏北风, 气流比较干冷; 夏季风发生在 4 月到 10 月, 受来自海洋的暖湿气流影响, 盛行偏南风, 气流比较温暖。独特的自然地理条件, 形成了我省特殊的风能资源分布特点, 全省近海海域风能资源理论总储量约为 100 GW。随着海上风电场开发力度不断增大, 建设离岸的海上测风塔成为海上风电场建设的重要环节之一。为了更好地开发海上风电, 需要充分考虑各方面因素, 建立安全可靠的海上测风塔, 不断促进我省海上风电健康有序发展。

收稿日期: 2017-10-31

基金项目: 中国能建广东院科技项目“海上风电场前期、建设期 EPC 总承包风险管控与投融资管理”(EV03461W)

作者简介: 张力(1986), 男, 江西南昌人, 工程师, 硕士, 主要从事海上风电设计管理工作(e-mail) zhangli@gedi.com.cn。

1 海上测风塔工程概述

1.1 海上测风塔工程建设的必要性

开发海上风电是我国新能源发展的重要方向, 但同样也存在台风、涌浪等不利因素, 增加了海上风电开发、投资和建设的风险。我国目前近海海域风能实测和海洋水文资料较为缺乏, 虽然已有相关部门根据近岸观测资料、卫星资料等数据对近海风能资源和海洋水文特性进行了初步评估, 但这些资料的不确定性较大, 很难用于近海海上风电项目发电量的准确估算, 或者作为设计和建设的依据。因此, 通过建设海上测风塔准确掌握特定海域风能资源和海洋水文特性对于准确估算发电量、优化风电场的设计和施工方案、节省成本、降低投资和建设风险至关重要^[1]。

1.2 海上测风塔工程建设一般工作内容

根据国家能源局、国家海洋局关于印发海上风电开发建设管理暂行办法实施细则的通知要求: 设立海上测风塔应满足海上风电开发建设需要以及航海、航空警示要求, 在设立测风塔前, 项目前期工程承担单位应根据海域管理有关规定, 向县级海洋主管部门提出测风塔用海申请并取得海域使用权证书, 编制测风塔环评报告表并报有审批权的地方海洋主管部门审批。编制测风塔通航安全评估报告, 并取得工程管辖区海事主管部门的批复意见^[2]。

1.2.1 海上测风塔施工前工作内容

在海上测风塔施工前应做好相应准备工作, 主要包括如下:

- 1) 初步拟定海上风电场场址范围。
- 2) 建设(业主)单位向项目所在地相关主管部门提交开展前期测风及相应海洋水文地质勘察工作的申请。

3) 海上测风塔工程建设方案编制完成, 按照国家、行业标准要求合理规划海上风电场场址范围内的测风塔数量、分布和形式。

4) 初步了解测风塔海域的气象、水文情况, 开展海上测风塔地质勘察工作, 进行测风塔结构招标图设计, 开展施工招标(含海上测风塔施工、测风设备安装与调试)工作。

5) 编制海域使用以及通航安全影响相关的专题报告并评审, 获取地方政府海洋、海事、军事部门的许可。

6) 海上测风塔施工单位向地方海事部门申请办理海上测风塔工程水上水下活动许可证。

7) 在施工海域发布航海安全公告。

8) 与相关单位签订海上测风塔航标工程设计、施工、技术咨询合同。

9) 完成航标工程设计并通过当地航标处的审查, 航标设施准备妥当。

10) 开展海上测风塔施工准备工作。

1.2.2 海上测风塔施工阶段工作内容

针对海上测风塔建设, 应制定完善的施工方案和施工计划, 明确海上测风塔建设过程涉及的施工技术和机械设备^[3]。

海上测风塔施工阶段, 主要包括如下工作内容:

- 1) 测风塔基础(含钢管桩、钢桁架、钢平台)结构加工制造, 上部塔架加工制造, 设备采购。
- 2) 钢管桩沉桩。
- 3) 钢桁架及钢平台的吊装和安装。
- 4) 航标灯安装, 发布航行通告。
- 5) 上部塔架底座基础法兰安装。
- 6) 测风塔基础竣工验收。
- 7) 测风塔上部塔架安装及测风设备的安装和调试工作。
- 8) 项目竣工验收, 启动收集风资源数据的工作。

1.3 海上测风塔工程建设的风险

一般情况下, 海上测风塔工程建设周期涵盖项目前期阶段、设计阶段、招标阶段、施工阶段、竣工验收阶段五个基本阶段。不同阶段存在不同的风险点, 有技术性风险, 也有政策性风险。针对不同的风险类型, 需制定不同的风险策略。表 1 列出了不同项目阶段存(潜)在的风险点。

表 1 不同阶段的风险点概述

Tab. 1 Summary of risks at different project stages

阶段	风险内容	备注
前期阶段	获取政府相关部门批文不及时	项目所在地项目主管部门对于开展海上测风以及相应的海洋水文地质勘察工作申请的批复不及时或者业主单位提交申请不及时
设计阶段	缺乏必要的测风塔设计输入资料, 导致设计工作延误; 设计输入资料的不准确, 导致设计方案的可靠度偏低	开着设计工作必要的输入资料的及时性和准确性是影响设计进度和设计质量的重要因素

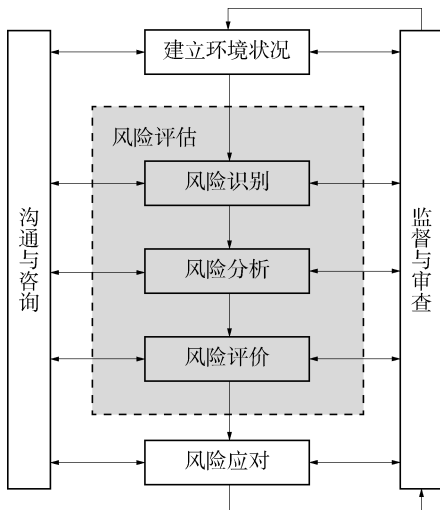
表1(续) 不同阶段的风险点概述

Tab. 1(Cont.) Summary of risks at different project stages

阶段	风险内容	备注
招标阶段	招标工作开展不及时; 廉洁风险	招标方式不同对时间的要求不同; 参与招标的负责人存在廉洁风险
施工阶段	海洋、海事等专题报告评审工作延误; 陆地加工制造质量缺陷; 恶劣天气产生的进度及安全风险; 施工组织不合理产生的进度风险	本施工阶段包含施工前申请, 陆地加工制造及海上施工
竣工验收阶段	消缺工作不到位, 导致验收延误恶劣天气影响海上作业窗口, 导致验收延误	主观和客观因素均可能产生工作计划的延误

2 海上测风塔工程风险管理方法

由于海上测风塔工程存在海域施工环境复杂、技术难度大、程序复杂、投资成本大等特点, 因而很有必要进行系统的风险评估与风险管理, 以实现将风险有效地控制在决策者预定的范围之内。图1为通用的风险管控流程。

图1 通用风险管控流程^[8]Fig. 1 General risk M&C flow^[8]

2.1 海上测风塔工程 EPC 模式优势及特点

较传统承包模式而言, EPC 总承包模式具有以下三个方面基本优势:

1) 强调和充分发挥设计在整个工程建设过程中的主导作用。

2) 有效克服设计、采购、施工相互制约和相互脱节的矛盾, 有利于设计、采购、施工各阶段工作

的合理衔接。

3) 建设工程质量责任主体明确, 有利于追究工程质量责任和确定工程质量责任的承担人。

不同于传统项目工程 EPC 总承包模式, 海上测风塔工程 EPC 总承包模式具有如下特点:

1) 工作范围更广: 包含项目设计、采购及施工, 同时还需负责项目前期行政取文工作的协助与配合。

2) 风险因素更多: 与陆地环境相比, 海洋环境更为恶劣多变, 年平均有效作业时间受海况限制明显。

3) 工作难度更大: 海上测风塔是一项集资源调查、场址规划以及技术准备的综合性工作。在陆地轻松实现的工作, 例如: 塔架的吊装, 在海上则成为高难度动作, 在有良好海况的前提下还要有高超的技术才能完成。

2.2 风险评估

正如 2.1 节所述, 海上测风塔工程 EPC 总承包具备了工作范围广、风险因素多、工作难度大等特点, 在项目执行过程中更应注意项目风险的管理和控制。表 1 针对海上测风塔工程全生命周期内的风险点进行了简单的描述。本节针对列出的风险点开展更为深入的风险识别及风险评价分析。

2.2.1 风险识别

风险识别是进行风险分析的首要环节, 通过识别风险源影响范围、事件及其原因和潜在的后果, 生成一个全面的风险列表。识别的风险不仅要考虑有关事件带来的损失, 也要考虑其中蕴含的机会。

2.2.2 风险分析

风险分析是根据风险类型、获得的信息和风险评估结果的使用目的, 对识别出的风险进行定性和定量的分析, 为风险评价和风险应对提供支持。风险分析要考虑导致风险的原因和风险源、风险事件的正面和负面的后果极其发生的可能性、影响后果和可能性的因素、不同风险及其风险源的相互关系以及风险的其他特性, 还要考虑现有的管理措施及其效果和效率^[4]。

风险分析能够加深对前期风险列表所列风险的理解。它为风险评价提供输入, 以确定风险是否需要处理以及最适当的处理策略和方法。

2.2.3 风险评价

风险评价是将 2.2.2 节所述的风险分析的结果

与总包方设定的可接受的风险准则进行比较, 或者在各种风险的分析结果之间进行比较, 确定风险等级, 以便做出风险应对的决策。如果该风险是新识别的风险, 则应当制定相应的风险准则, 以便评价该风险。

2.3 风险应对

风险应对是选择并执行一种或多种措施来改变风险等级, 包括改变风险事件发生的可能性或后果的措施。风险应对决策应当考虑各种环境信息, 包括内部和外部利益相关者的风险承受度, 以及法律、法规和其他方面的要求。

风险应对措施的设计和评估可能是一个递进的过程。对于风险应对措施, 应评估其剩余风险是否可以承受。如果剩余风险不可承受, 应调整或制定新的风险应对措施, 并评估新的风险应对措施的效果, 直到剩余风险可以承受。执行风险应对措施会引起总包方风险的变化, 需要跟踪、监督风险应对的效果和总包方的有关环境信息, 并对变化的风险进行评估, 必要时重新制定风险应对措施。

可能的风险应对措施之间不一定互相排斥。一个风险应对措施也不一定在所有条件下都适合, 风险应对措施可包括下列各项: (1) 规避风险; (2) 转移风险; (3) 接受风险; (4) 减轻风险等。

3 海上测风塔工程风险管理案例

3.1 项目概况

某海上测风塔工程 EPC 总承包(后简称“本工程”), 本工程拟建一座海上测风塔(海平面以上 100 m), 合同工期为 6 个月。

3.2 工作范围

工作范围包括完成如下内容:

- 1) 测风塔选址、测风方案设计。
- 2) 通航安全评估、海域使用、环评、航标设计等报告编制及评审, 办理建立海上测风塔所需的海洋、海事等相关手续。
- 3) 海上测风塔工程地质勘察及水文勘测。
- 4) 海上测风塔基础及平台结构设计、材料采购、制造、运输、施工、维修; 塔架设计、制造、运输、安装、施工、维修。
- 5) 航标工程设备采购、运输、安装、施工。
- 6) 测风塔基础及平台、塔架、测风设备、海洋测

流等水下设备、航标工程安装施工进度、质量等监控。

7) 负责测风塔及相关设备两年的运行、维护。

8) 两年测风数据的采集, 分别提供半年、一年、两年测风分析报告。

9) 测风塔两年质保期后移交发包人。

应提交成果:

1) 测风塔基础的工程地质勘察报告。

2) 测风塔基础设计图纸、报告。

3) 通航安全评估报告。

4) 海域使用论证报告表。

5) 海洋环评报告表。

6) 航标设计等报告。

7) 项目资源分析报告(按半年、一年及两年分别编写报告)。

3.3 本工程风险管理

3.3.1 风险管理办法

本工程风险管理基本方法: 建立由项目经理牵头、各岗位经理负责的管理模式, 在项目初期采取头脑风暴法, 同时参照项目风险管理协会及保险协会清单, 组织各岗位经理进行风险辨识与分类, 评估并综合分析风险发生概率和影响, 对风险进行优先排序, 定性或者定量分析风险对项目整体目标影响, 制定规避、转移、减小、补救等应对风险的对策的方式建立项目风险清单, 并汇总编制成项目风险管理计划; 在项目实施过程中, 通过相似项目收资调研, 不断完善, 在项目风险计划执行过程中, 将采用定期或者不定期举行风险分析会, 组织相关岗位经理跟踪已识别风险, 监测残余风险, 识别新风险, 评估新风险过程有效性。

3.3.2 风险管理原则

- 1) 整体性原则: 根据本项目自身的风险承受能力, 技术特点, 内外环境等因素系统地综合判断风险状况, 制定项目风险管理策略。
- 2) 主动、及时、全过程原则。
- 3) 综合、系统、全方位原则。
- 4) 可行、适用、有效性原则。
- 5) 经济、合理、先进性原则。

3.3.3 风险管理实施

本工程风险管理具体实施见表 2 具体风险分析与对策。

表2 具体风险分析与对策
Tab. 2 Risks analysis and strategy

风险识别		风险分析					风险对策	
风险名称	风险类别	风险内容	发生概率	影响程度	风险评级	影响后果	管理策略	具体应对措施
取文风险	水上水下施工许可证是首要许可	水上水下施工许可证办理需要进行施工招标后进行。	中等	很大	很高	影响项目进度,造成合同履行压力	转移	提出例外转序申请,加快测风塔结构设计进度,尽快确定测风塔结构方案;提出例外转序申请,将施工招标提前进行。
	允许的取文时间较短	依据过去经验,海洋与渔业局海域使用许可证办理时间长,批复时间可能需要1年。	很大	很大	很高	影响项目进度,造成合同履行压力	转移	根据取文进度情况,及时向业主提出合同延期申请;业主单位向海洋与渔业局提出施工申请。
	场址附近存在军事训练区	军事训练区进行军事演练可能对海上测风塔结构产生安全影响。	很大	很大	中等	影响进度及安全	接受	与该海域相关军事部门取得联系,确定工程所在区域是否能开展测风塔建设。针对军事训练产生的影响,商定补偿办法。
设计风险	进度风险	测风塔结构设计输入资料尚未得到,且结构专业需对结构方案进行比较,择优。	很大	大	高	影响成本及进度	减轻	提出例外转序申请,加快测风塔结构设计进度,尽快确定测风塔结构方案;地质专业尽快完成终版提资工作,以便结构、技经等专业完成测风塔结构方案比选工作。
	安全风险	工代服务安全风险:工地服务过程中,需要严格执行国家、地方和行业的有关法律法规要求和本院职业健康安全与环境方针、目标和指标的要求,确保不出现人身健康安全健康事故。	中	中	中	影响安全	减轻	在现有工代安全管理规定的基础上,规范执行相关措施:1. 确保项目所有的活动、服务符合。2. 加强员工职业安全教育;3. 加大工地安全巡检力度,发现问题及时整改。
	质量风险	勘测设计成品质量安全风险:咨询设计产品的质量是我院赖以生存和发展的根本,若发生质量安全问题影响深远。	中	高	中	影响质量	减轻	规范各工程按照设计和开发控制程序执行。
	招投标风险	项目招投标廉洁风险:在项目设总参与总承包项目招投标的过程中,存在廉洁风险。	小	中	小	影响考核	减轻	利用各种会议等加强设总的廉洁教育,要求设总严格按照招投标程序和相关规定开展招投标工作,杜绝贪污腐败行为。
施工风险	自然条件	根据本风电场收集的气象资料,厂址区域主要气象灾害为破坏性极端风速、雷暴以及伴随极端风速带来的巨浪、风暴潮等海洋灾害。不良天气条件对施工工期、安全存在影响。	大	大	高	影响工期及安全	减轻	1. 针对当地天气特点,编制专项施工保证措施。 2. 在海上施工时,由于风浪较大,施工期间可能会发生很多船只与桩基的碰撞,对过往船舶造成很大的危害。因此在施工时要制定详细的安全控制措施和计划。打桩船先要运至施工点,再采用八字形式进行抛锚,并在每个锚上设置浮漂。在海上由于风浪的影响,自航驳与打桩船的间距要保持在五百米左右,设立四根锚缆。
	施工机械资源投入	施工机械等资源组织是项目施工进度最直接最重要的影响因素之一。本项目施工过程中存在设备故障风险。	中	中	中	影响工期	减轻	1. 选择优秀的有长期稳定合作队伍的施工分包商,保证劳动力、机械等资源的供应。 2. 施工分包合同中明确施工劳动力、机械的投入和进场计划,并制定考核机制,从分包合同中重点对资源投入和保障进行约束,促使其对项目施工劳动力、机械等资源配备有足够的重视。 3. 在施工过程中,根据施工进度计划,不断进行资源投入检查,发现资源不足的情况,立即采取措施将以纠正。

表 2(续) 具体风险分析与对策
Tab. 2(Cont.) Risks analysis and strategy

风险识别		风险分析					风险对策	
风险名称	风险类别	风险内容	发生概率	影响程度	风险评级	影响后果	管理策略	具体应对措施
施工风险	钢结构加工质量风险	钢材及加工质量不合格	小	中	中	影响进度	回避	钢材出厂进行严格的质量检测, 结构加工过程中要求监理单位协助进行建造质量控制。
安全、职业健康与环境风险	作业人员安全风险	作业人员违反安全技术措施方案; 未使用或不正确使用个人防护用品; 特种作业人员无证作业等。	中等	大	大	影响作业人员安全	规避 / 预防	<ol style="list-style-type: none"> 1. 编制安全技术措施方案。 2. 加强现场安全监督检查, 充分发挥质检人员作用, 在施工过程中, 对关键性工序、核心部位等进行监督管理, 制定完善的操作流程, 以相关规定为蓝本, 不断优化施工方案^[1]。 3. 对施工作业人员进行三级安全培训。 4. 购置的个人防护用品必须有质量检验合格证, 且配置到位。 5. 定期或不定期组织安全专项检查, 查找安全隐患并责成相关部门整改。
	安全风险作业设备	起重吊装作业: 物件捆绑不牢, 吊索、吊具安全系数不够, 个人防护不当、起重机械有隐患, 指挥失误。	大	中等	大	机械设备损坏, 造成人员伤亡事故等	规避 / 预防	<ol style="list-style-type: none"> 1. 加强现场的设备的安全监督检查, 落实安全措施。 2. 必须按审核通过的技术措施方案执行。 3. 执行设备报审制度, 确保“带病设备上岗”。 4. 施工单位对天气以及海况的变化要充分了解并实施监测, 利用可以工作的时间进行施工。所有的施工都要按照施工方案进行, 并且服从相关海事部门的管理, 为确保施工过程不发生意外事故, 保证施工质量, 如遇风速大于 8 m/s, 波浪高大于 1.38 m 或雨、雾、结冰等恶劣天气时, 不应出海施工作业。

注: 表中风险分析各项指标为: (1)发生概率: 很小、小、中等、大、很大; (2)影响程度: 很小、小、中等、大、很大; (3)风险评级: 很低、低、中等、高、很高; (4)影响后果: 成本(费用)、进度、范围、质量、安全; (5)管理策略: 回避、转移、减轻、接受。

4 结论

现在正是我国海上风电从起步到大发展的时期, 通过建设海上测风塔准确掌握特定海域风能资源和海洋水文特性对于准确估算发电量、优化风电场的设计和施工方案、节省成本、降低投资和建设风险至关重要。

与传统的测风塔工程相比, 案例提供的海上测风塔工程 EPC 总承包项目工作范围增加了协助业主办理, 如通航安全许可、海域使用许可及军方许可等各项行政性审批文件。工作范围涵盖了从项目立项到建成调试的全过程, 建立了海上风电项目新的总承包商业模式。工作内容的增加同时增加了相应的风险, 本文对新的总承包模式下的风险管理进行

了初步探讨, 希望能对后续海上测风塔建设提供参考。

参考文献:

- [1] 张功权. 离岸型海上风电场测风塔建设应注意的几个问题 [J]. 知识经济, 2010(19): 125-126.
- [2] 张华锋. 浅谈海上测风塔的建设 [J]. 科技风, 2014(2): 103-103.
- [3] 廖火林, 刘蕊. 浅谈海上测风塔施工质量安全控制 [J]. 工程技术, 2016, 83(6): 88.
- [4] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. 风险管理 原则与实施指南 GB/T 24353—2009 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.

(责任编辑 郑文棠)