

## 十三、XX 风电设备有限公司审核案例

推荐机构：中国船级社质量认证公司

认证类型：产品设计评估认证

审核员：褚欣慰（组长）、张舒扬

### 一、案例背景

1. 认证领域：风电产品认证；
2. 认证范围：海上风力发电机组；
3. 评估产品简介：

风电机组首先将风能通过风轮转换成机械能，再借助主轴、齿轮箱等传动系统和发电机将机械能转换成电能，从而实现风力发电。近年来，随着风力发电产业的快速发展，大型海上风电机组的开发正成为我国风电产业的发展方向，各大整机厂商纷纷推出了大兆瓦级的海上风电机组。

与陆上风电机组相比，海上风电机组的主要特点包括：机组容量大，建设和维护成本高，因而对可靠性要求较高；运行环境复杂，给机组带来了额外的载荷，如波浪和海流载荷、冰载、船舶冲击载荷等；高湿度、高盐分的海风，盐雾、海水浸泡、海浪飞溅对机组防腐提出了较高的要求。

针对海上风电机组的特点，需要对机组的载荷设计、机械结构部件选型、电气及控制保护系统设计、防腐等方面进行评估。在审核过程中，对机组设计的各影响因素以及关键技术参数进行校核，检验其是否满足国标和规范要求。

### 二、审核策划

针对风力发电机组产品，审核员的评审依据主要有《GB/T 18451.1 风力发电机组 设计要求》（2012 版）、《GB/T 19960.1 风力发电机组 第一部分 通用技术条件》（2005 版），以及本机构针对海上机组制定的《海上风力发电机组认证规范（2013 版）》。

审核过程涉及的专业大体可以分为三类：流体力学、机械及结构专业和电气及控制专业，在确保了审核组内具有相关专业的审核员的基础上组建项目组。

审核内容根据本机构的《海上风力发电机组整机专用规则》，共要求了 36 项目的评

审内容。在此基础上，审核组长编制了审核计划，覆盖审核内容的要求，针对海上风力发电机组的工作环境及结构形式特点，按专业划分，以载荷先行，在各专业间互有衔接互有交叉。计划中，对质量控制、载荷分析、结构和机械校核、防腐系统及海上应用审查、电气、控制和安全保护系统等项目进行了较详细的安排。

### 三、主要的审核发现、沟通过程

#### 审核发现一

审核员在审查了申请方的设计文件《XXXX Load Calculation Report》（即，载荷计算报告）和《海洋水文条件》后，发现企业在载荷计算时存在两点漏洞，分别是：

1. 在仿真计算时，没有正确模拟下部基础形式；
2. 在仿真分析时，没有考虑风和浪的相互作用。

漏洞一的问题在于，企业在概念设计阶段，载荷计算使用的下部基础结构形式为 A 式，但在后续的设计过程中，对风机下部结构的设计过程进行了外包，定型设计时下部基础的结构方案定为了 B 形式，而企业在载荷仿真计算时，没有向设计方索要下部结构的技术资料，这就造成了载荷仿真计算的结果不准确。

对此，审核组向企业指出，波浪载荷对海上风电机组的下部结构影响较大，并进一步影响到机组其他位置的载荷。因此在进行载荷计算时，塔架与下部结构结合面的载荷传递情况是需要特别注意的；若无准确的下部结构数据作为输入，将影响整个机组载荷计算的准确性以及后续结构、机械专业审查工作的开展。

经企业与下部结构设计方沟通后达成一致：要求设计方提供该机型塔架与下部结构结合面的设计接口数据作为载荷计算的依据。

漏洞二的问题在于，勘察设计院和风场业主只能分别提供波浪数据和风速数据，不能给出两者的相关性，不同于陆上风机，海上风机的载荷计算增加了对海况条件的考虑。根据国际标准（IEC 61400-3）《海上风力发电机设计要求》以及本机构《海上风力发电机组认证规范》的要求，在设计载荷计算时，需要考虑风-波浪的联合概率分布。

对此，审核组向企业指出：风-波浪联合概率分布数据也需要根据相关标准或规范进行计算，然后方能用于载荷仿真。

企业针对漏洞进行了相关计算，并结合已有数据对计算模型进行了修正，经审核员再次审查相关内容后，确认满足规范要求。

## 审核发现二

审核组在对企业提交的《机舱空气流量计算》、《湿度控制及迷宫对防腐的作用》等资料进行审核时发现，对于防腐系统的设计，企业进行了较为充分的理论分析与计算，而本机构规范中要求，需对防腐系统有效性进行试验验证。

审核组向企业提出：为确保防腐系统能够满足规定的使用要求，应对其设计进行确认，并完成涂膜试验。

企业对这一问题表示高度重视，并依据国家标准编写了《XX 海上风力发电机组机舱环境腐蚀试验大纲》，并将相关文件合并成为《XX 机舱系统整体防腐设计报告》，通过了审核组的审查。目前，企业已依据大纲中的步骤，将试样放置于其样机的机舱内，等待一年后测定试样的失重情况，最终得出试验结果。

## 四、受审核方主要改进方法及绩效

通过此次审核，给企业带来了至少四点的收获，

首先，通过流体专业的审核员与企业沟通，帮助企业完善了设计过程中，海上机组载荷仿真计算的方法，弥补了企业前期计算时的漏洞，并协助企业掌握了国内领先技术。

其次，通过审核组对机舱密封以及各部件防腐系统设计的审查，帮助企业提高了对海上机组防腐问题的重视，在一定程度上减少了机组运行中发生腐蚀的危险，增加了机组的可靠性，降低了机组的维护成本。

另外，通过促进企业与设计外包方的沟通，加强了企业对供方及采购产品的控制，确保了采购产品满足整机设计要求。

最后，通过认证过程，企业梳理了文件控制、设计和开发等制度，并通过组织相关人员的技术培训，确保了后续机型的质量控制。