

E-House在海洋油气平台上的应用

王伟¹, 郭宏², 周新刚³, 武岳¹, 田宇¹

(1. 海洋石油工程股份有限公司, 天津 300452; 2. 中海油研究总院, 北京 100027; 3. 渤海石油研究院, 天津 300452)

摘要: 阐述了将一体化电气间(E-House)应用在海洋石油平台, 结合某平台E-House项目的具体案例, 详细分析其结构设计、电气设计、仪表设计和暖通设计等方案, 并与传统电气房间进行横向对比, 展现E-House在石油平台, 尤其是在边际油田或无人平台上使用的巨大优势。

关键词: E-House; 结构设计; 通风设计; 重复利用

The application of E-House in offshore oil platform

WANG Wei¹, GUO Hong², ZHOU Xingang³, WU Yue¹, TIAN Yu¹

(1. Offshore Oil Engineering Co., Ltd., Tianjin 300452, China; 2. CNOOC Research Institute Co., Ltd., Beijing 100027, China; 3. Bohai Petroleum Research Institute, Tianjin 300452, China)

Abstract: The application of E-House in offshore oil platform is expounded. According to the specific case of a platform of E-House project, a detailed E-House structure design, electrical design, instrument design, HVAC design scheme is analyzed, and the horizontal comparison with traditional electrical house shows a huge advantage of E-House in oil platform, especially in marginal oil field or unmanned offshore platform.

Key words: E-House; structure design; ventilation design; reuse

0 引言

近年来, E-House一体化电气房间发展迅速, 特别是在陆地电网和FPSO项目应用较多, 相比传统电气房间, 该类产品具有如下优点:

- 1) 多专业整体紧凑化设计, 有效降低占地面积。
 - 2) 低空作业、交叉作业少, 安全风险低, 施工效率高。
 - 3) 模块化独立建造, 不受天气及工程进度限制。
 - 4) 整体吊装安装, 可拆卸, 具有重复利用可行性。
 - 5) 整体调试后交付, 减少现场工作量。
- 石油平台上应用的一体化电气房间是一个

集成的、工程化的电气解决方案, 它结合了电气、仪表、控制、结构、暖通和消防等专业, 可实现一体化工程设计及建造, 是一个可预制、定制, 可运输拆卸, 可重复利用及紧凑的电气房间, 可实现整体测试、整体安装、整体拆除和整体交付的项目。

1 基本概念

1.1 什么是E-House

由于不同国家或行业使用的习惯不同, E-House在实际使用中存在着多种叫法, 如欧洲的E-Room, Power House, 澳大利亚的Transportable Switchroom, 美国的Power Distribution Center, 石化行业的预制式撬

块、配电应用的预装式电气房等，但无论在实际项目中采用何种叫法，它们的特点和价值定位是一致的，可以统一归属为E-House的应用。E-House是一个集成的、工程化的电气解决方案，也是一个安装在预制的、紧凑的、可运输的、客户化定制的且在正压和空调器外壳内的系统。在不同的环境条件下为客户提供持续的供电、监视和控制。由于其预制化、快速安装和可靠的特点，使它成为矿山机械、石油石化、发电/配电和轨道交通等用电密集型应用的理想解决方案。

1.2 E-House常见的结构形式

E-House的常见结构形式有整体焊接式、骨架维护式、扣板式、集装箱式以及模块式，如图1～图5所示。前四种形式在陆地项目应用很多，而海洋石油平台上一一般以模块式E-House为主。



图1 整体焊接式

Fig. 1 Integral welding type



图2 骨架围护式

Fig. 2 Framework enclosure type



图3 扣板式

Fig. 3 Buckle plate type



图4 集装箱式

Fig. 4 Container type



图5 模块式

Fig. 5 Modular type

1.3 E-House模块组成

一般E-House模块包括以下几方面：

- 1) 底座和地板、MCT、高压电缆桥架，防潮材料处理。
- 2) 结构框架，内、外墙体钣金金属材料，隔热保温材料。
- 3) 屋顶和天花板隔温隔热材料。
- 4) 防腐处理，防火油漆涂料等。
- 5) 工业空调系统，具备温度和湿度控制，新风循环功能。
- 6) 消防及灭火系统，包括烟感、温感，火灾区域报警控制盘和气体灭火系统等。
- 7) 照明系统。
- 8) 接地保护系统。
- 9) 设备门、逃生门和安全门，及门禁连锁系统。

1.4 E-House的特点

与传统电气设备房间以及传统箱式变电站项目相比，E-House项目需要提供完整的

变配电站设备及系统,需要考虑到众多电气设备及系统的接口衔接,从设计到生产制造需要综合考虑到各方的影响以及行业标准,除最常见的中压柜、低压柜、变压器、中控和UPS等电气部分外,还涉及建筑结构强度计算、结构施工、油漆防腐、建筑室内暖通空调系统、消防系统、监控及门禁系统、辅助照明系统、弱点通信系统、运输包装和吊装方案等诸多方面。从供货范围、项目管理的角度来看,E-House项目相当于一个小型EPC工程总包的工作,是一个“交钥匙”的工程解决方案,对制造者的整体实力有着非常高的要求。

2 E-House在海洋石油平台应用研究

2.1 项目背景

目前海洋油气平台项目电气间、中控和消防等房间受甲板、天气和设备交付等原因影响,建造及调试工期较长,特别是设备吊装一般均为高空作业,施工难度大,同时各专业设计、施工比较独立,难以整体优化,造成一定的资源浪费。针对低投入工期短的边际油田项目,急需研发一种模块化紧凑化房间,进一步降低施工难度、缩短项目工期,减少生产建设成本。

渤海某平台是一座无人简易井口平台,单腿设计,部署5口水平井,该平台不设电站,电力依托老平台。该平台属于边际油田平台,又是无人化设计,正是E-House应用的绝佳地点。该平台所在海域平均气温为12.91℃,极端最高温度为36℃,极端最低温度为-15℃,最大相对湿度100%,最小相对湿度59.4%。

以下将以此平台为案例,针对不同专业进行深入分析。

2.2 E-House总体结构设计

该E-House总体尺寸为16 000 mm×6 755 mm×11 800 mm(长×宽×高),总体重量约182.78 t。E-House框架结构使用热轧钢

材焊接,房间结构墙板均为5 mm厚大波纹瓦楞钢板,焊道全部为通焊,保证焊缝满足气密性的要求。E-House分为两层,共5个房间。一层房间标高为EL.(+) 15 600,设置电潜泵控制间、变压器间和七氟丙烷灭火系统间;二层房间标高为EL.(+) 19 600,设置电池间、主开关及中央控制间;房顶标高为EL.(+) 23 100。其中七氟丙烷灭火系统间及电池间为非正压房间,其余房间均为正压防爆房间。缓冲间内门、外门和房间结构墙板接缝处,焊道全部为通焊,保证焊缝满足气密性的要求。门构造造型为气密门,以满足气密性的要求。

2.3 E-House舾装设计

两层电气间外墙及裸露甲板均采用A-60级防火等级,天花板及内墙根据房间功能及所处位置不同,分别采用A-0级、A-15级或A-60级防火等级,由于E-House整体限高,一层甲板下空间不足,故在一层房间内部地面采用防火浮动地板来保障防火、保温和降噪,并粘贴防火橡胶地板,电池间地面采用“水泥砂浆+防火黑橡胶地板(耐酸)”敷设形式,其他房间地面均采用“甲板敷料+防火橡胶地板”的敷设方式。为提升室内空间利用率,所有敷设低生物持久性纤维的房间内饰面采用“钢板网+铝箔板”作为内饰,避免纤维颗粒对人体的损害。外门采用A-60级不锈钢自闭式、风雨密和气密防火门。考虑到E-House防爆等级的要求,变频控制间、变压器间和主开关间还增加了缓冲间,采用A-0级气密门。

2.4 E-House电气设计

整个E-House由海底电缆进行供电。海底电缆首先接入E-House二层的10.5 kV中压柜中,再由中压柜接入1 600 kV·A的主变压器中,再从主变压器引入400 V的低压柜中,E-House中的其他电力均由低压柜进行配送。

由于E-House整体尺寸限定,导致内部空间紧张,所以在电气设计过程中对安装

在E-House内部的电气设备尺寸有严格的把控,在整体布局中既要考虑电气设备的维修空间,又要考虑安全逃生通道的影响。

在一层变压器间中,安装有中压变压器、伴热变压器和电潜泵变压器等设备。

1[#]和2[#]变压器为一用一备,4[#]和5[#]变压器为一用一备。为了最大化地使用房间的空间,一用一备的两台变压器采用上下结构布局。

二层的主控制间为最大的房间,其中安装有小功率及伴热盘柜、中低压配电盘和中控系统盘柜等轻型设备。其中中压盘柜使用的是固体柜形式,因为固体柜的体积比常规中压柜的体积更加小巧,并且本次固体柜的维护柜门采用的是提拉式设计,这种设计大大地减少了检修空间。

在E-House的每个房间中还布置了各种火气报警设备,其中包括烟感探头、热感探头、可燃气体探头、氢气探头、声光报警器和四色指示灯等,这些火气报警设备用来检测房间内是否有火灾发生或房间外是否有可燃气体泄漏。

E-House中所有电气仪表电缆的设计原则是:外部电缆通过MCT接入盘柜,内部电缆穿过上下甲板及内墙皮,采用护管方式。电缆的托架布置在一层底部和顶部,分支路径使用马脚和无铜铝托盘。

2.5 E-House空调通风系统设计

本项目E-House采用中央空调系统制冷,进排风方式为机械进风和机械排风。其中中央空调的主机安装在E-House的屋顶,根据每个房间的面积计算出送风量和制冷量。

3 应用效果分析

在建造工期方面,传统电气房间的制造过程是:设计审批、甲板结构预制、甲板及电仪设备安装、电仪施工、房间舾装和现场施工,大概需要13个月才能完工,而本项目的

E-House省去了电仪施工、房间舾装和现场施工的工序,直接整体吊装安装调试,节约了2.5~3个月的工期。

在重复利用性方面,传统房间与甲板连为一体,无法拆卸;所有设备安装均为单独吊装,工作量较大;设备寿命一般为25年,远大于边际油田开采年限,设备不能重复利用。而本项目E-House的设备与房间集成设计,整体吊装,通过桩腿与甲板焊接固定;房间设置外部电缆接线箱,方便电缆的拆卸;房体寿命40年,如有类似项目,该E-House还可重复利用。

4 结束语

随着渤海油田深入开发,边际油田的分量将越来越重,边际油田储量小,开发井数少,独立开发难度较大,同时边际油田设备寿命远大于开采年限,为进一步降本增效,因此核心设备及撬块紧凑化、标准化设计,高效制造、可重复利用技术成为产业发展需求。E-House采用整体模块化独立建造,不受天气及工程进度限制,所有集成安装均在工厂内完成,建造完工后可整体吊装,安装到平台本体上,减少了大量的现场施工、吊装作业及安全管理成本,并且日后拆卸方便,具有重复利用的可行性。

作者简介



王 伟

王伟(1980-),高级工程师,从事海洋油气田电仪新产品技术创新及研发工作。

(收稿日期:2020-02-28)EA