

分片式锚栓组合件在海上风机承台基础中安装关键技术应用

文 | 江苏金风科技有限公司 方晶 张竹

一、工程概况

福建兴化湾二期项目为亚太单机容量最大风场,单机容量达 6.7MW,通过地勘和海况勘测,由于本项目海床淤泥较浅,不宜采用单桩基础,因此采用承台基础的形式,如图 1、图 2 所示,本项目承台基础中间采用分片式锚栓组合件结构,安装后用混凝土浇筑,锚栓结构上锚板与风机塔架对接,通过张拉法安装工艺紧固。

海上分片式锚栓组合件安装主要工艺为:码头分片锚板拼装、锚板吊装、锚栓组合件安装、加固装船运输、机位吊装、工装拆除、调平和混凝土浇筑验收等环节。因此,此安

装工艺关键技术在于分片式锚栓组合件拼装后吊装不变形的控制,可拆卸式加固方案的应用,掌握此工艺,并应用于实践,让原先在海上机位拼装作业转为码头作业,可大幅节省海上作业船舶资源,降低人员海上作业风险,提高海上施工作业安装效率,极大降低成本。

二、锚栓组合件安装技术要求

1、准备工作

分片式锚栓组合件由不同厂家供应,项目用的 6MW 基础和 8MW 基础设计尺寸有区别,同时采用两片锚板和四片

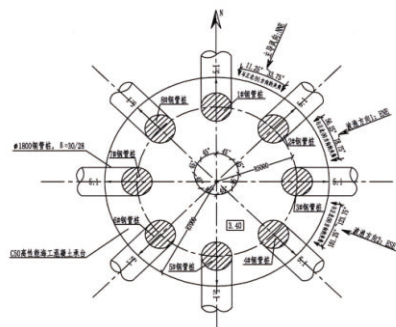


图1 八桩基础桩位布置示意图

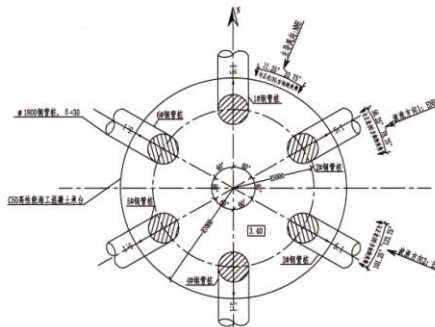


图2 六桩基础桩位布置示意图

锚板的结构,到货现场需求根据合同规定的清单做详细检查,包括材质、长度、直径和是否锚板有坏牙等细节,现场存放地点需要提前明确,需要考虑防风、下雨和腐蚀等因素。海上锚栓组件相对陆上锚栓,结构更大,同时防腐等级也要求更高。分片式锚栓组件与吊具安装如图3所示。

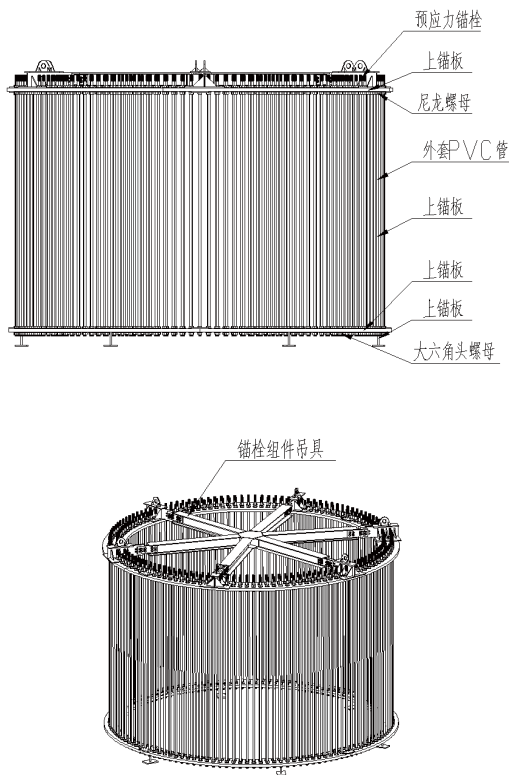


图3 分片式锚栓组件拼装总成示意图

2、上、下分片锚板拼装工艺

上锚板和下锚板为4片(不同厂家为2片或者4片),通过专用吊带或者夹具起吊锚板,与锚板接触位置需要做防腐保护,两吊点位置距离分片锚板两端约为0.5m左右,吊带与锚板接触位置用胶皮隔开,防止摩擦割坏吊带或者损坏锚板,起吊过程中保持锚板水平,两侧吊点高度差控制在2cm以内,防止锚板跌落。根据常规分片式锚栓基础图要求,核对安装下锚板的预埋件数量、尺寸和位置是否正确。

选用满足要求的吊车,下锚板吊起后缓慢移动到码头临时拼装支撑平台上方300mm处停住,下锚板拼装方式为:2片或者4片锚板对接,根据图纸设计要求,中间采用上下连接板结构形式固定,连接板材质为Q235,同时连接螺栓等级比锚栓等级低,主要用于连接分片锚板作用,后期安装

后上锚板连接板需要拆除,下锚板连接板浇筑预埋在混凝土中。上下锚板连接板安装位置图,如图4所示。

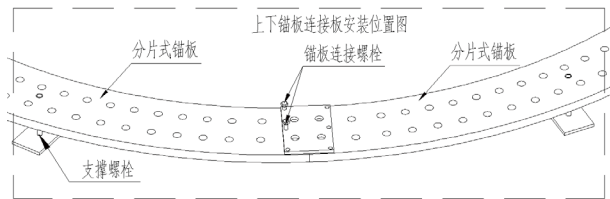


图4 上下锚板连接板安装位置图

3、锚栓组件准备工作

锚板的强度设计需要通过计算,由于6MW和8MW基础载荷不一样,因此后者直径更大,锚栓个数更多,根据地勘和风速,海况信息,两者基础标高设计一样,为保证现场上锚板调平结构,调节部分采用可调节高度的螺母形式,以保证螺母露出锚板的长度,如图5所示,在塔筒安装阶段,此部分锚栓和塔架下法兰对接安装。

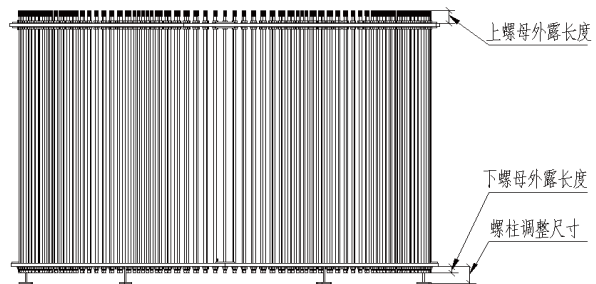


图5 锚栓复测尼龙螺母及密封钢螺母图

三、锚栓组件安装和加固

1、锚栓组件安装

锚栓组件的安装用到安装支撑架部分,其作用在于支撑上下锚板之间的高度,以方便锚栓的穿入,在项目现场实践过程中,总结一种新的安装方案,即通过八点法穿入锚栓:在锚板上均匀的找出8个点,先穿入8根锚栓,用于支撑和定位,其次调整锚板之间的间距和高度位置,用可调节螺母固定,施加力矩紧固。由于是预拼装,现场通过活动扳手即可完成,有效地提高施工效率。

分片式锚栓的另一个优点就是单片锚板结构轻,吊装锚板对现场使用的吊索具要求低,满足码头,海上机位吊装对吊索具种类缺乏,以及吊索具通用性的需求,根据上述八点法拼装后,可迅速完成锚栓的穿入工作,并予以之作为参考,

其他锚栓露出部分长度可直观对比,通过初步调平、力矩紧固和刷冷喷锌等方式做防腐,完成锚栓组件的安装工作。

2、锚栓组合件加固

锚栓组件在加固前,必须使平面度,同轴度等达到图样技术要求,现场通过专用测量设备对称均布测量,用激光仪测量水平度,以保证后期塔架对接安装过程螺母紧固的安装余量,如图6所示。通过力矩扳手检验锚栓组件安装调整后的张紧程度,不同基础形式的锚栓组件力矩值不同,紧固后,需要做防腐处理。

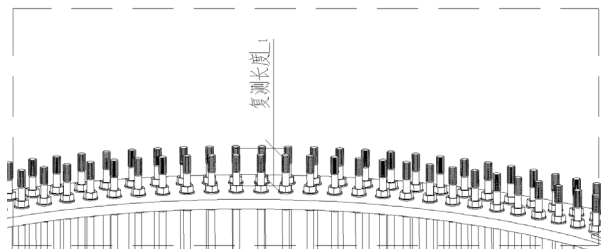


图6 锚栓外露高度调整图

调整结束后,通过设计专有的可拆卸式U型卡板工装加固,主要方案为:内侧通过6根斜向槽钢(均布)加强固定,槽钢中间通过双螺母形式支撑调节张紧程度,外侧用4根带U型卡板接头的竖向槽钢与锚板固定,通过花兰螺丝形式拉紧,加固工装安装完成后,对上下锚板水平度和相关参数进行重新复测,使锚板上下水平度达到设计值,栓接支撑加固方式安装流程如图7所示。



图7 栓接支撑加固方式安装流程图

本方案的关键技术在于利用锚栓组合件吊具吊耳内可侧栓接特性,与斜撑槽钢的螺栓孔连接固定,不仅对锚栓组合件起到加固作用,也节省了组合件在机位重新安装锚栓组合件吊具的时间。

分片式锚栓组合件加固示意图如图8所示,通过上U型卡板和上锚板固定,下U型卡板与下锚板固定,上下锚板外侧通过花兰螺丝上下张紧,内侧通过斜支撑槽钢上下锚板固定,中间通过螺杆调节间隙。保证加固工装的易安装和可拆卸性。

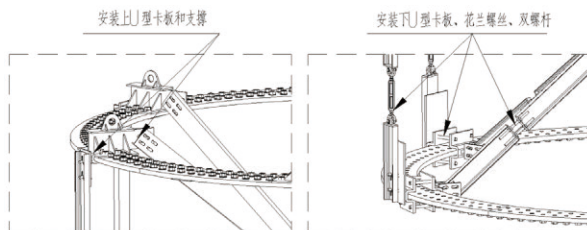


图8 分片式锚栓组合件加固示意图

四、锚栓组合件整体吊装

吊具结构形式充分利用加固工装接口,采用斜支撑加固工装上锚板连接吊耳,直接安装中间平面支撑结构,不仅不会破坏组合件防腐涂层,也大大提高吊具的安装时间。

吊具结构设计为均布6吊点起吊,锚栓组合件结构受力均衡,中间支撑杆与吊耳部位螺栓连接,可伸长缩短,满足不同规格锚栓组合件吊装接口的通用性,锚栓组合件吊具设整体连接示意图如图9所示。

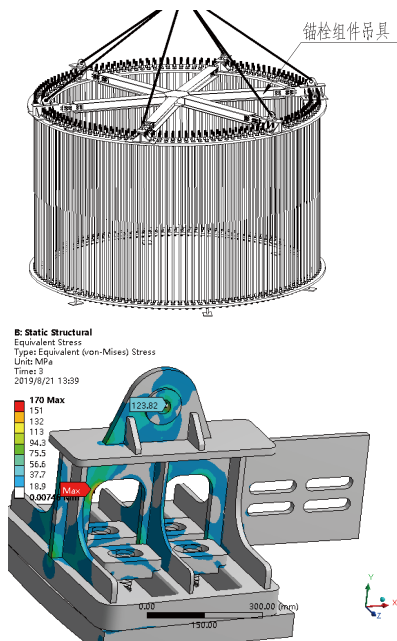


图9 锚栓组合件吊具设整体连接示意图

为了进一步保证连接板连接处的安全性,吊具安装与锚板的接触位置需要避开连接板接口处。在锚栓组合件整体吊装前,需将上下锚板之间螺栓副全部紧固,保证整体结构受力均匀完整,如图10所示,锚板和连接板强度计算应力图。

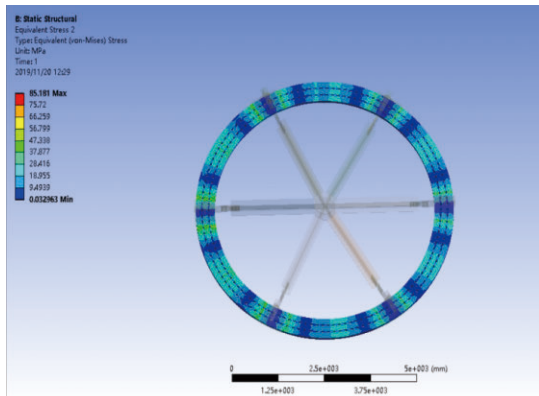


图 10 锚板和连接板强度计算应力图

五、锚栓组合件海运绑扎

为避免锚栓组合件下部锚栓与船体接触磕碰,下锚板下侧设置有缓冲装置块,规格为 $200\text{mm} \times 100\text{mm}$,为保证下锚板受力均匀,采用不少于 20 个均布布局,运输船根据单次装载锚栓组件的套数决定吨位,同时,根据运输船甲板上空间以及下锚板尺寸周边均匀布置挡块支座,为方便后续批量运输,提前在甲板上焊接支座,通过螺栓形式与甲板支座连接固定,锚栓组合件在甲板放置稳固后,周边均布用钢丝绳绳张紧,待锚栓组合件运输至指定机位时,将吊具重新安装在锚栓上端,并完成力矩紧固,将锚栓组合件吊装至机位预埋件相应的位置,按照图纸要求调整支撑螺栓尺寸。

海运有单独加速度要求,广东、福建、江苏以及山东海域海况均不同,需要对绑扎方案和绑扎索具进行加速度计算和校核,以确保安全,如图 11 所示。

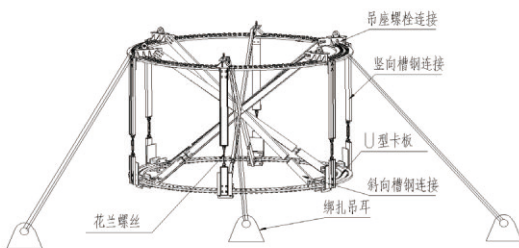


图 11 海运绑扎加固示意图

六、机位吊装和工装拆卸

组合件运输到达机位后,安装专用吊具吊装到机位,先拆卸上部吊具,再拆卸内部斜支撑和外部竖向支撑加固工装,通过下锚板调平结构,使下锚板上平面到预埋件的距离根据基础图纸设计要求。下锚板的中心对应基础中心,将下锚板支撑螺栓与对应的预埋件焊接牢固,锚栓组合件上下锚

板内外侧纵向槽钢拆除,锚栓组合件安装完成后,重新调整上下锚板水平度,使锚板上下水平度达到设计值,如图 12 所示,考虑到海上工况、环境气候特殊,锚栓组合件需采取有效防腐措施。

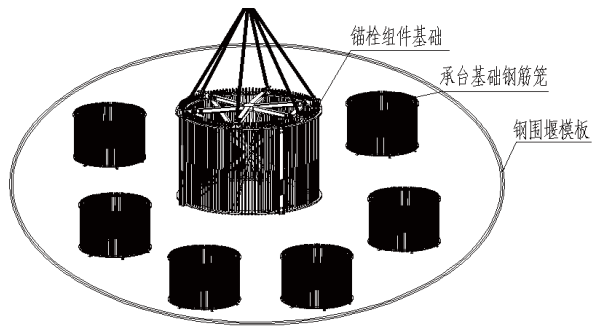


图 12 锚栓组合件机位吊装示意图

七、结论

本安装技术方案已经应用于项目现场,并取得良好效果,目前该吊装和加固方案已经完成总量 80% 的承台基础锚栓组件安装。本文通过分片式锚栓组合件分体特性,设计出有针对性的专用吊具和加固工装结构,探索出一套新的安装加固技术,可大大提高现场安装效率。分片式锚栓组合件现场安装过程如图 13 所示。

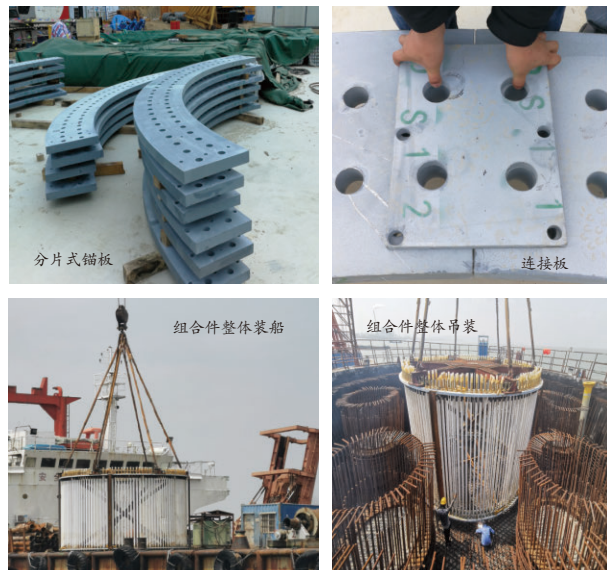


图 13 分片式锚栓组合件现场安装过程