**ICS**

**中国建筑业协会团体标准 团体标准**

**P** T/CCIAT xxxx— 20xx

**风力发电机后张法无粘接预应力锚栓基础施工工艺标准**

Technical standard for construction of post-tensioned unbonded prestressed anchor foundation of wind turbine

（征求意见稿）

**2024— 04—xx 发布　　 　2024—xx —xx 实施**

**中国建筑业协会 发布**

中国建筑业协会团体标准

**风力发电机后张法无粘接预应力锚栓基础施工工艺标准**

Technical standard for construction of post-tensioned unbonded prestressed anchor foundation of wind turbine

T/CCIAT xxxx— 20xx

批准部门：中国建筑业协会

施行日期：20xx年xx月xx日

中国建筑工业出版社

20xx 北京

**前 言**

根据中国建筑业协会《关于开展第五批中国建筑业协会团体标准编制工作计划的通知》（建协函 [2021] 59号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考国内有关标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准的主要技术内容是：1.总则；2.术语；3.施工准备；4.后张法无粘接预应力锚栓基础施工；5.施工管理；附录。

本标准由中国建筑业协会负责管理，由中国十七冶集团有限公司负责具体技术内容的解释。请各单位在执行过程中，总结实践经验，积累资料，随时将有关意见和建议反馈给中国十七冶集团有限公司（地址：安徽省马鞍山市花山区天宝路588号，技术中心收；邮政编码：243000）以供修订时参考。

本标准主编单位：中国十七冶集团有限公司

本标准参编单位：XXX, XXX

本标准主要起草人员：XXX、XXX

本标准主要审查人员：XXX、XXX

**目 录**

1 总则 2

2 术语 2

3 施 工 准 备 3

3.1 一 般 规 定 3

3.2 技 术 准 备 3

3.3 现 场 准 备 3

4 后张法无粘接预应力锚栓基础施工 5

4.1 一 般 规 定 5

4.2 预埋件安装 6

4.3 下锚板安装及调整 7

4.4 锚栓组合件安装 7

4.5 锚栓组合件调整及固定 8

4.6 风机基础钢筋绑扎 9

4.7 风机基础模板安装 9

4.8 基础混凝土浇筑 10

4.9 二次灌浆 11

4.10 锚栓张拉 11

5 施工管理 13

5.1 一般规定 13

5.2 安全管理措施 13

5.3 质量管理措施 13

5.4 环境保护措施 15

本标准用词说明 17

引用标准名录 18

1 总则

**1.0.1** 为规范风力发电机后张法无粘接预应力锚栓基础施工，统一锚栓组合件安装及调整、模板支设、锚栓张拉等关键施工技术要求，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于后张法无粘接预应力锚栓风力发电机基础的施工。

**1.0.3** 风力发电机后张法无粘接预应力锚栓基础施工除执行本标准外，尚应符合国家、行业及地方现行相关标准的规定。

2 术语

**2.0.1** 锚栓

用于固定风机设备的装置，上端与上锚板及风机底座连接，下端与下锚板连接，防止风机因风力作用而倾斜或移动，锚栓分定位锚栓和普通锚栓，其中定位锚栓用于锚栓组合件安装时的定位。

**2.0.2** 锚板

用于风力发电机基础中，分上锚板、下锚板，上锚板与锚栓上端及风机底座连接，下锚板与锚栓下端连接，用于增加锚栓的阻力，防止锚栓张拉时被拔出。

**2.0.3** 锚栓组合件

采用螺母将上锚板、下锚板和若干锚栓连接一体的笼型结构体，用于锚定风机基础和风机设备，确保风机运行时的稳定性和安全性。

**2.0.4**  锚栓定位塞

安装在锚栓和上锚板锚栓孔之间的空隙，使锚栓处于锚栓孔中心。

**2.0.5** 超张拉

为防止预应力损失而进行的比设计应力值高的拉力，超张拉的应力通常比计算的张拉力高5%～10%。

**2.0.6** 定型组合钢模板

根据风机基础结构形式以定型尺寸制作的组合钢模板，主要部件包括：组合钢模板、面板、背楞、支撑架、浇筑混凝土工作平台等，模板与模板之间采用U型扣连接。

**2.0.7** 背楞

增强模板刚度的梁。

超过规范规定的控制应力值

# 3 施 工 准 备

## 3.1 一 般 规 定

**3.1.1** 风力发电机后张法无粘接预应力锚栓基础施工应取得相应的施工许可。

**3.1.2** 锚栓组合件安装施工应配备专用施工设备，涉及定期检验的起重机械应具有检验、试验资质部门出具的检验报告或合格证，并应在进场前进行验证。

**3.1.3** 检试验仪器必须按有关规定进行检定和校准，并在有效期内使用。

**3.1.4** 作业人员必须经过培训，考核合格后方可作业。

**3.1.5** 施工全过程应采用绿色环保材料，风机基础模板可循环利用，减少施工对周围环境的影响。

## 3.2 技 术 准 备

**3.2.1** 风力发电机基础施工前应按《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（住房和城乡建设部令第37号）的相关要求编制专项施工方案，并按规定进行审批、技术交底。

**3.2.2** 施工方案编制前应收集下列资料：

**1**  拟安装的风力发电机组安装手册和相关技术资料；

**2**  当地的气象、水文、地质地形等自然条件资料；

**3**  进场及场内道路交通、运输条件、物资设备运输路线、风机机位利用能力等状况。

**3.2.3** 进场前应编制绿色施工措施，最大限度保护当地的生态环境。

**3.2.4** 冬雨季施工应采取保证施工安全和质量的防冻、防滑、防洪等施工技术措施。

**3.3 现 场 准 备**

**3.3.1** 应合理规划施工平面布置，满足现场施工需要。

**3.3.2**  锚栓的储运及外观检查

**1** 锚栓光杆表面不得有裂纹、结疤及夹杂，如有上述缺陷必须清除，清除深度不大于 0.2mm，清除宽度不大于 1mm，同一截面达到最大清除深度不应多于 1 处。锚栓两端端面切面须平整，不允许有毛刺、结疤或扁尾。

**2** 锚栓螺纹表面光滑，不允许附有氧化层，有效螺纹长度内牙峰凹槽宽度不得大于 2mm。

**3** 锚栓弯曲度不得大于2mm/m，总长范围内弯曲度不得大于0.2%。

**4** 螺母及垫片表面不允许有裂纹、毛刺、浮锈和影响使用的凹痕、划伤。

**5**  锚栓装卸时，两端吊点间距不得小于锚栓全长的1/3。

**6** 锚栓现场储存时，底部应垫上码枕，码枕间距不得大于2m，悬臂长度不得大于1m。

**3.3.3** 锚板的储运及外观检查

**1** 锚板表面不允许出现深度超过1mm的表面裂纹、凹坑。

**2** 锚板应无变形，表面水平度小于1.5mm。

**3** 锚板应平稳放置，易于吊装转运，储存时并用码枕支垫，距地高度大于30mm，支点大于3个，防止其变形。

**3.3.4** 基础锚栓预装

基础锚栓分为定位锚栓和普通锚栓，基础锚栓预装如图3.3.4所示。

**1**  定位锚栓预装：将全部锚栓摆放整齐，在定位锚栓的下端（平头端）拧上锁紧螺母，锚栓的下端至锁紧螺母的下平面距离为 L2mm，然后将PE套管套入锚栓，再把热缩管分别套在上、下端的PE套管上，在定位锚栓的上端（锥头端）拧入尼龙螺母，锚栓顶端（锥度大的端面）至尼龙螺母上平面的距离为 L3mm，L2和L3的长度根据风机机型由设计计算

确定。

**2** 普通锚栓预装：在普通锚栓的下端（平头端）拧上锁紧螺母，然后将PE套管套入栓，再把热缩管分别套在上端和下端的PE套管上。



**图3.3.4 基础锚栓预装图**

# 4 后张法无粘接预应力锚栓基础施工

## **4.1** 一 般 规 定

**4.1.1** 锚栓组合件安装验收实行首检制，即首台锚栓组合件完成后，需经锚栓厂家人员、监理、业主、施工单位四方验收后方可进行下道工序施工。

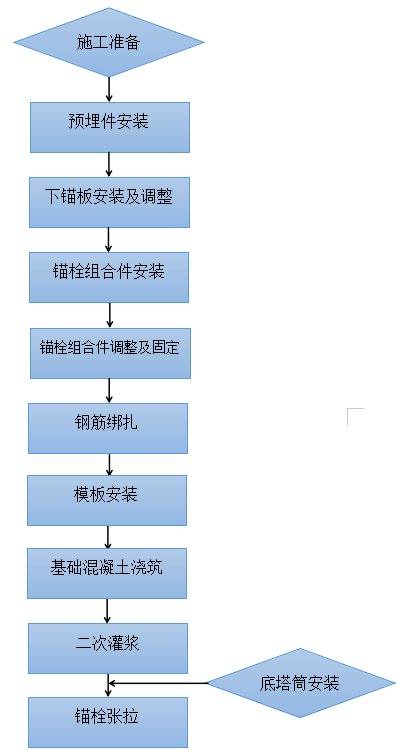
**4.1.2**  锚栓基础在砼浇筑前须经监理重复验收，砼浇筑过程中实时测量锚栓组合件的安装精度。

**4.1.3**施工现场临时用电应符合现行国家标准《建设工程施工现场供用电安全规范》GB 50194的有关规定。

**4.1.4** 施工现场应设置警戒线及安全文明警示标志。

**4.1.5** 进场及场区道路应满足施工设备运输要求。

**4.1.6** 后张法无粘接预应力锚栓基础施工流程如图4.1.6所示。



**图4.1.6 后张法无粘接预应力锚栓基础施工流程**

**4.2 预埋件安装**

**4.2.1** 先用经纬仪测定风机基础中心点及预埋件埋设位置，每台风机环绕下锚板对称安装预埋件，预埋件数量根据风机机型由设计经计算确定。

**4.2.2** 为确保垫层的平整度，在浇筑前用水泥砂浆在基面贴灰饼控制标高。

**4.2.3** 垫层砼浇筑由外而内按顺序进行，预埋件1m范围内应避免受混凝土直接冲击，采用人工拔料找平捣实，使预埋件脚钩埋设在砼中。

**4.2.4** 为避免垫层浇筑时对预埋件位置的扰动，采用水准仪在垫层砼初凝前完成对预埋件的调平。

**4.2.5** 垫层浇筑完成后用塑料薄膜覆盖养护，保证混凝土基面湿润。

**4.3 下锚板安装及调整**

**4.3.1** 起重机将下锚板吊起后缓缓移动至基础预埋件上方300mm处停住，将下锚板支撑螺栓对应穿入环绕下锚板对称设置的螺栓安装孔内。在下锚板上、下端分别安装调节螺母Ⅰ、调节螺母Ⅱ，其中，在下锚板下端的调节螺母Ⅱ上加一垫片。

**4.3.2** 将下锚板对称等分四个点，对拉水平线，水平线的交点与基础中心重合，控制其同心度不大于5mm，下锚板支撑螺栓分别对准预埋件的中心后，起重机将下锚板放置在预埋件上。

**4.3.3** 分别将锚板支撑螺栓下端与对应的预埋板焊接一体，焊脚高度应不小于6mm。

**4.3.4** 应用水准仪测量下锚板水平度，要求下锚板的水平度不大于3mm，当水平度超差时，应用千斤顶将下锚板顶起，通过微调锚板支撑螺栓上的调节螺母Ⅰ、调节螺母Ⅱ调整下锚板的平整度，使下锚板水平度达到要求。

**4.3.5** 下锚板安装调平后，需经监理单位质量验收，合格后方可进行下道工序的施工。

**4.4 锚栓组合件安装**

**4.4.1** 定位锚栓安装。（根据图纸的锚栓漏出上锚板长度要求将尼龙螺母拧进定位锚栓上）起重机将上锚板吊至一定高度，环绕上锚板呈米字型对称安装8组（共16根）定位锚栓，尼龙螺母的定位锚栓自下而上穿入上锚板，在锚栓上端（锥头端）安装临时钢螺母固定。（检查定位锚栓自下而上伸出上锚板的长度满足图纸要求后用钢螺母固定）

**4.4.2** 定位锚栓穿好后，起重机将上锚板和定位锚栓吊运至下锚板正上方，把定位锚栓穿入对应的下锚板螺栓孔内，在下锚板下方安装带垫片大六角头螺母，螺母拧紧力矩为 300N.m。

**4.4.3** 旋转定位锚栓上的尼龙螺母，配合水准仪，调整上锚板的水平度不大于3mm（过程参数），测量对角安装的四根定位锚栓的垂直度，单根锚栓垂直度不大于10mm（过程参数）。

**4.4.4** 普通锚栓安装。上锚板调平后，采取对角顺序方式进行普通锚栓的安装，在两根定位锚栓间安装普通锚栓，锚栓上端（锥头端）先穿入上锚板，下端（平头端）穿入下锚板，在下锚板下方安装带垫片大六角头螺母，螺母拧紧力矩要求为 300N.m。

**4.4.5** 锚栓组合件安装如图4.4所示。



**图4.4 锚栓组合件安装示意图**

**4.5 锚栓组合件调整及固定**

**4.5.1** 环绕风机基础，在基坑外侧的自然地坪上，每 90°位置打入一根桩，用装有花篮螺栓的钢丝绳将上锚板与桩连接。

**4.5.2** 在上、下锚板上分别使用钢丝呈十字固定，找出上、下锚板的中心点，即钢丝交叉点，吊放铅锤复核上锚板与下锚板的偏差程度和方向。

**4.5.3** 测量铅锤点与下锚板中心点的偏差度，共测 4 个点，每 90°一个点，根据偏差值调节四个方向的花篮螺栓，使上、下锚板同心度偏差不大于3mm。

**4.5.4**  采用水准仪测量上锚板上平面水平度，水平度不满足要求时，用千斤顶将上锚板顶起后调节尼龙螺母使上平面水平度≤1.5mm（混凝土浇筑前）。

**4.5.5** 调整结束后，将基础锚栓上的PE套管上端穿入上锚板下端孔内 ，PE套管下端穿入下锚板上端孔内，穿入深度均约5-15mm，严禁将 PE 套管穿出上锚板上平面或下锚板下表面，锚栓上端（锥头端）露出上锚板长度应满足L1±1.5mm，L1的长度根据风机机型由设计计算确定。（这一段PE套管描述有问题，锚栓在穿入锚板前，PE套管及热缩管均已在锚栓上）

**4.5.6** 用酒精喷灯、热风枪或烤枪烘烤PE套管端口处的热缩管，使其收缩封堵PE套管和锚栓的间隙，在锚栓和上锚板锚栓孔之间安装锚栓定位塞，使锚栓处于锚栓孔中心。

**4.5.7** 用4根钢筋，沿两个方向，每个方向呈十字形固定锚栓组合件，钢筋上端与上锚板焊钉焊接，下端与基础预埋件焊接，并将 4 根钢筋的交汇点焊接一体，加强锚栓组合件的整体稳定性。

**4.5.8** 首台锚栓组合件调整完成后，需经四方验收后方可进行下道工序施工。

**4.6 风机基础钢筋绑扎**

**4.6.1** 按照设计要求，进行钢筋的下料、基础钢筋的绑扎工作。

**4.6.2** 钢筋绑扎施工顺序：基础底面钢筋→锚栓组合件内外圈梁箍筋→基础架立筋及面筋→锚栓组合件内插筋及面筋。

**4.6.3** 钢筋绑扎前应在垫层上弹好钢筋间距分档线，摆放下层钢筋。绑扎时靠近外围两行的相交点应全部绑扎，中间部分的交叉点可梅花绑扎，保证受力钢筋不发生位移。

**4.7 风机基础模板安装**

**4.7.1** 风机基础模板宜采用定型组合钢模板，基础模板安装前先复查垫层标高及中心线位置，将垫层上杂物清除干净，弹出基础边线，基础模板的下口用砂浆找平，保证模板下口的平直。

**4.7.2** 模板连接件应紧固，模板斜撑安装牢固，防止在浇筑过程中基础整体发生变形。环箍花篮螺栓拉紧加固，防止在浇筑过程中模板变形。所有模板缝之间宜铺垫海绵条堵缝，以防止混凝土浇注时漏浆。

**4.7.3** 模板及支撑安装完毕后要仔细检查，砼浇灌过程中设专人旁站监控，如发现变形、松动等异常现象，应及时修整、加固。

**4.7.4** 风机基础属大体积混凝土，其养护、拆模应满足国家现行规范要求，当模板作为保温养护措施的一部分时，可适当延迟拆模时间，拆模后，应采取预防寒流袭击、突然降温和剧烈干燥等措施。

**4.8 基础混凝土浇筑**

**4.8.1** 混凝土浇筑前应进行隐蔽工程验收，复查上锚板的水平度，要求水平度≤1.5mm，达到要求后，方可浇筑混凝土。

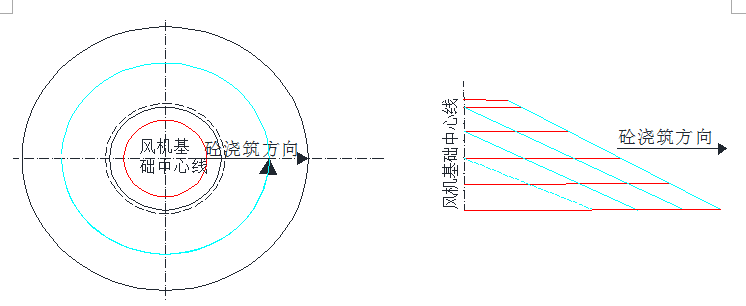
**4.8.2** 基础混凝土浇筑前，锚栓上端（锥头端）须全部套上保护帽，并用塑料布或雨布把上锚板及锚栓上部全部包好，防止在浇筑混凝土时受到污染或损坏。

**4.8.3** 基础混凝土采用斜面分层法浇注，分层厚度不大于300mm，底板到第一层，基础中间向四周浇筑；第一层到第二层，由四周向中间浇筑；第二层到顶层，由中间向四周浇筑，基础混凝土需连续浇筑，不允许留置施工缝，如图4.8.3所示。

**4.8.4**  采用插入式振动器，按照“快插慢拔”的原则，振点间隔40～50cm，确保混凝土振捣密实，避免过振、漏振或者振捣不足，严禁振捣棒直接碰触模板、钢筋及锚栓组合件，特别注意上锚板下方和下锚板上方混凝土的浇筑质量。

**4.8.5** 砼浇筑过程中，应实时监测锚栓的垂直度，如发现偏移，则停止砼浇筑进行纠偏，满足要求后再浇筑砼。砼浇筑至±0.00 时应再次复检上锚板的水平度，并做相应的调整。混凝土浇筑后，上锚板水平度应满足≤2mm。

**4.8.6** 风机基础砼浇注完成后，可采用表面覆盖棉毡布等方式进行养护。

****

**图4.8.3 基础混凝土浇筑**

**4.9二次灌浆**

**4.9.1** 基础承台混凝土初凝后，对上锚板下部及周边混凝土进行拉毛，清除垃圾，锚板底面和基础表面不得有松动的碎石、浮浆、浮灰、油污及蜡质等。

**4.9.2** 在上锚板与基础檐口间进行二次灌浆，灌浆前24h，基础混凝土表面应充分湿润，灌浆前1h，清除积水，灌浆作业应连续施工，灌浆料厚度允许偏差±10mm，二次灌浆养护时间不小于7d。

**4.9.3**采用高强微膨胀灌浆料，性能要求为：高强（抗压强度fck不小于80MPa）、无收缩、自流平、无毒性、防腐（锈）蚀性，灌浆料的选用、施工、养护应按《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T50448执行。

**4.9.4** 二次灌浆前复查上锚板水平度，如有偏差，应做相应的调整，二次灌浆过程中应注意保持上锚板水平度，二次灌浆后，上锚板水平度应不大于2mm。

**4.10 锚栓张拉**

**4.10.1** 基础施工完毕，经监理单位验收合格办理工序交接，风机安装单位进行风机底端塔筒安装，基础锚栓预应力张拉在底端塔筒吊装就位后进行。

**4.10.2**  沿顺时针方向对塔筒内、外层锚栓进行编号，将编号用记号笔标注在底法兰或塔筒壁上，将底段塔筒螺母全部使用电动扳手预紧，防止张拉过程中塔筒移位或法兰面不均衡受力。

**4.10.3** 准备记录表，记录锚栓露出底法兰面的初始长度、张拉后长度、最终张拉力。张拉前,首先记录锚栓露出底法兰面的初始长度。

**4.10.4** 检查锚栓螺纹上是否有灌浆料残留或密封胶带，用钢刷或刀片清除，以免在张拉过程中阻塞螺母。

**4.10.5** 用液压拉伸器张拉锚栓，先拉伸到 75%超张拉力，用开口扳手拧紧螺母。张拉顺序遵循先张拉塔筒外锚栓，再张拉塔筒内锚栓；先对角张拉 0°、90°、180°、270°四个点，完成后按顺序对角张拉其余锚栓。

**4.10.6** 待机舱或叶轮吊装完成后，对锚栓二次拉伸到 100%超张拉力，张拉顺序和要求同第一次张拉，用开口扳手拧紧锚栓螺母，标识紧固标识。

**4.10.7** 张拉过程中应注意锚栓长度变化量，如锚栓二次张拉后，拉伸长度在 5～10mm， 应用100%超张拉力再次验证锚栓是否会继续拉长，确保达到 100%超张拉力且锚栓无明显拉长迹象。

**4.10.8** 锚栓预应力验收：

**1** 风力发电机组全部部件安装完成后应及时验收锚栓，锚栓验收应采用张拉法。

**2** 欠张拉验收：用液压拉伸器按设计张拉力值进行张拉检验，若螺母与法兰盘之间无间隙且螺母用扳手施加扭矩50N.m～100N.m不能拧动，则说明锚栓达到验收要求。

**3** 过张拉验收：用液压拉伸器按100%超张拉力值进行张拉检验，若螺母与法兰盘之间无间隙且螺母用扳手施加扭矩50N.m～100N.m不能拧动，则说明锚栓过张拉，继续缓慢加压，直至螺母能拧动，此时油压不应大于1.3倍设计预拉力，若油压大于1.3倍设计预拉力，则将锚栓卸载后，重新紧固。

**4** 验收抽检比例：每台风机锚栓欠张拉抽检20%，若出现一根不满足验收要求，则将抽检比例扩大至50%，若该50％的锚栓中有5％不满足验收要求，则对该风机全部锚栓重新超张拉紧固。

每台风机锚栓过张拉检查1根，如验收不合格，则将抽检比例扩大至10%，若该10％的锚栓中有1根不满足验收要求，则对该风机全部锚栓过张拉检查。

**5** 若验收过程中发现锚栓松动严重，导致液压拉伸器无法维持稳定的验收拉力值，应记录并及时通知设计单位。

**4.10.9** 锚栓验收完成后，在垫片、螺母、螺纹处涂抹防锈油脂后加设锚栓保护套。

5 施工管理

**5.1 安全管理措施**

**5.1.1** 预应力锚栓风机基础开挖深度通常超过3m，且风电场建设地区地质条件、施工环境复杂，预应力锚栓风机基础施工应符合《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（住房和城乡建设部令第37号）的相关要求。

**5.1.2** 应建立安全与职业健康保证体系，设置专职安全员，施工作业时，作业人员应配备防护装备，遵守施工安全操作规程。

**5.1.3** 预应力锚栓风机基础施工应编制专项施工方案，并按规定办理审批手续，作业前做好施工方案及工序的技术交底。

**5.1.4** 风机基础施工时，基坑边应设置硬质围挡，施工区域应拉设警戒标识，禁止非作业人员入内。

**5.1.5** 起重机起吊重物时，应先进行试吊，将重物吊起0.2m-0.5m，检查起重机稳定性，制动装置的可靠性等，确认可靠后才能继续起吊。

**5.1.6** 锚栓组合件安装过程中严禁脚手架或者任何工具斜靠在锚栓组合件上，防止锚栓组合件发生整体倾斜、偏移。

**5.1.7** 发生安全、环境、质量事故时，应按规定程序进行报告和处理。

**5.2 质量管理措施**

**5.2.1** 预应力锚栓风机基础施工应建立质量保证体系，设置专职管理部门或专职人员负责 质量管理工作。

**5.2.2** 风机基础属大体积混凝土构造施工，其施工过程的管理应符合《大体积混凝土施工标准》GB50496和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204的相关规定。

**5.2.3**  应用于工程的水准仪、精纬仪、全站仪、钢卷尺等计量器具必须鉴定合格，并在有效期时间内使用。

**5.2.4** 上锚板、下锚板及锚栓应做好防腐、防污染、防破损和变形保护。

**5.2.5** 本工艺标准应具备以下质量记录：

**1** 预应力锚栓、螺母、垫片组成的连接副的出厂质量证明、检验报告。

**2** 施工检查记录。

**5.2.6** 预应力锚栓组合件安装及验收质量标准，如表5.2.6所示。

**表5.2.6 预应力锚栓组合件安装及验收质量标准**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **项目名称** | **部位** | **验收项目** |
| 主控项目 | 上锚板 | 防腐、污染、破损、变形 |
| 下锚板 | 破损、变形 |
| 锚栓 | 防腐、污染、破损、变形 |
| 一般项目 | 下锚板与基础中心同心度 | ≤5㎜ |
| 上下锚板同心度（螺孔同轴度） | ≤3㎜ |
| 下锚板水平度 | ≤3㎜ |
| 锚栓上端露出锚板长度 | L1㎜±1.5㎜ |
| 上锚板水平度（浇筑前） | ≤1.5㎜ |
| 上锚板水平度（浇筑后） | ≤2㎜ |

**5.2.7** 锚栓组合件安装验收记录，见附录A 。

**5.3 环境保护措施**

**5.3.1** 锚栓风机基础施工应建立环境保证体系，设置专职管理部门或专职人员负责环境管理工作。

**5.3.2** 编制绿色施工措施，最大限度保护当地的生态环境，控制水土流失、恢复植被、保护生态，防止损毁植被。

**5.3.3** 施工前应收集项目所涉及的风景区、自然保护区、畜牧养殖区及鸟类迁徙路径等资料，并制定相应的保护措施。

**5.3.4** 施工中的机械油污以及各种施工废弃物应分类集中清理，并对临时堆放场地采取防 渗处理。

**5.3.5** 严格按施工现场总平面布置图修建施工用房和生活用房，严禁乱搭乱建。水、电管线、通讯设施、照明等设施布置整齐，标识清晰，易于生产、生活、消防及维修。

**附录A 锚栓组合件安装验收记录**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **项目名称** |  | **机位编号** |  |
| 主控项目 | 部位 | 验收项目 | 验收记录 |
| 上锚板 | 防腐、污染、破损、变形 |  |
| 下锚板 | 破损、变形 |  |
| 锚栓 | 防腐、污染、破损、变形 |  |
| PE 套管与尼龙螺母连接处密封 | 胶带缠绕密封性 |  |
| PE 套管与锁紧螺母连接处密封 | 胶带缠绕密封性 |  |
| 下锚板底部大六角头螺母 | 是否漏拧 |  |
| 一般项目 | 下锚板与基础中心同心度 | ≤5mm |  |
| 上、下锚板同心度 | ≤3mm |  |
| 下锚板水平度 | ≤3mm |  |
| 锚栓顶端露出上锚板长度 | L1mm±1.5mm |  |
| 上锚板水平度（浇筑前） | ≤1.5mm |  |
| 上锚板水平度（浇筑后） | ≤2mm |  |
| 验收结果评定 | | 年 月 日 | |
| 签字 | | 记录人： | 施工单位： |
| 监理单位： | 业主单位： |

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：

1）表示很严格，非这样做不可的：

正面词釆用“必须”；反面词釆用“严禁”。

2）表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词釆用“应”；反面词釆用“不应”或“不得”。

3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词釆用“宜”；反面词釆用“不宜”。

1. 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，釆用“可”。

2 条文中指明必须按其他标准、规范执行的写法为“按…执行”或“应符合…的规定”。

引用标准名录

**1**《电力建设施工质量验收规程 （第1部分：土建工程）》DL/T5210.1

**2**《风力发电场项目建设工程验收规程》DL/T5191

**3**《风力发电工程施工与验收规范》GB/T51121

**4**《电工术语 风力发电机组》GB/T 2900.53

**5**《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204

**6**《无粘结预应力混凝土结构技术规程》 JGJ 92

**7**《大体积混凝土施工标准》GB50496

**8**《钢筋机械连接技术规程》JGJ107

**9**《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448

中国建筑业协会团体标准

**风力发电机后张法无粘接预应力锚栓基础**

**施工工艺标准**

条文说明

**编 制 说 明**

《风力发电机后张法无粘接预应力锚栓基础施工工艺标准》（T/CCIAT xxxx— 202 ）,经中国建筑业协会××××年××月××日以第××号公告批准发布。

本标准制订过程中，编制组进行了风力发电机后张法无粘接预应力锚栓基础施工的调查研究，总结了我国风力发电机后张法无粘接预应力锚栓基础施工的实践经验。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《风力发电机后张法无粘接预应力锚栓基础施工工艺标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

**目 录**

1 总则 1

2 术语 1

3 施 工 准 备 1

3.1 一 般 规 定 1

3.2 技 术 准 备 2

3.3 现 场 准 备 2

4 后张法无粘接预应力锚栓基础施工 4

4.1 一 般 规 定 4

4.2 预埋件安装 5

4.3 下锚板安装及调整 6

4.4 锚栓组合件安装 6

4.5 锚栓组合件调整及固定 7

4.6 风机基础钢筋绑扎 8

4.7 风机基础模板安装 8

4.8 基础混凝土浇筑 9

4.9 二次灌浆 10

4.10 锚栓张拉 10

1 总则

**1.0.2** 风力发电机后张法无粘接预应力锚栓基础采用预应力锚栓连接，是基于传统座环风机基础连接的改进。

**1.0.3**风机基础受力工况不同于其他的静态土建结构的工况，具有大疲劳、频繁往复振动等特点，预应力锚栓、锚板作为预应力风机基础中重要的结构件，承受混凝土垂直压力以及传递外部预加力，因此必须从原材料、工序施工、风机运行工况等全过程进行系统化考虑。

2 术语

本规范仅定义了与后张法无粘接预应力锚栓基础施工密切相关的术语，未定义的术语参见现行国家标准《电工术语 风力发电机组》GB/T 2900.53及其他相应的国家、行业及地方标准。

3 施工准备

**3.1 一般规定**

**3.1.1**后张法无粘接预应力锚栓基础施工应配置如下专用设备：

1 配置1台起重高度、起重力矩符合要求的起重机械，作为锚栓组合件安装设备；

2 配置必要的平板拖车用于锚杆、锚板运输，平板拖车的载重量、长度以及配置的数量可根据工程情况确定；

3 配置必要的检测仪器用于锚栓组合件的精度调整；

4 配置千斤顶用于锚板水平度的调整。

**3.2 技术准备**

**3.2.1** 编制《绿色施工措施》前应收集项目所涉及的风景区、自然保护区、畜牧养殖区及鸟类迁徙路径等资料，最大限度保护当地的生态环境，控制水土流失、防止损毁植被。

**3.3 现场准备**

**3.3.1** 风电场多建设在山地、戈壁、滩涂等自然条件恶劣地区，为减少对植被、耕地的碾压面积和青苗损失，施工作业场地往往狭小，且现场道路崎岖不平，因此应合理规划施工平面布置，用于锚栓组件临时储存的场地需平整、压实，锚栓组件运输过程中应做好成品保护。

**3.3.2** 可采用“风力发电机基础锚板运输存放装置”ZL201420145245.9进行基础锚板防护，防止损伤、变形。

**3.3.3** 可采用“风力发电机预应力锚栓防护架”ZL201420144790.6，防止锚栓在运输过程中相互碰撞和现场临时储存时的防护。

4 后张法无粘接预应力锚栓基础施工

**4.1 一般规定**

**4.1.1** 砼浇筑过程中实时测量锚栓组合件的安装精度。

**4.1.2** 基础施工完毕，经监理单位验收合格办理工序交接后，风机安装单位才可进行风机底端塔筒安装。

**4.2 预埋件安装**

**4.2.1**对预应力锚栓基础图进行图纸自审，核对预埋件数量、尺寸和位置是否正确。

**4.2.2** 基坑验槽完成后，根据图纸安装预埋件，垫层浇注后养护时间7天左右。其他预埋管的铺设按相关图纸施工。

**4.2.3**  垫层浇筑过程为保障预埋件位置正确，预埋件1m范围内采用人工拨料，预埋件下混凝土需塞实塞满，浇筑垫层过程中及时调整预埋件位置。

**4.2.4** 在垫层浇筑完成后初凝前对预埋件进行最后一次调平处理，保障预埋件处于水平状态，便于后期锚栓组合件安装。

**4.2.5**  垫层薄膜养护能够有效阻止垫层中水分过快蒸发，从而使垫层的强度更快地增强，对预埋件的稳定更有保障。

**4.3 下锚板安装及调整**

**4.3.1** 根据现场实际情况（起重机站位，基础开挖面，周边环境，锚栓组合件总重等）确定起重机型号保障安全。支撑螺栓下端用于固定于预埋件上，上端用调节螺母固定下锚板，支撑螺栓在下锚板的上下长度保持一致。

**4.3.2** 下锚板的中心点要与基础中心重合。此中心重合后，起重机将下锚板轻轻放下，直至支撑螺栓下端抵到预埋件上。

**4.3.3** 支撑螺栓与对应预埋件焊接前，再次检查下锚板的中心点是否与基础中心保持一致，满足要求后再焊接牢固，保证下锚板稳定。

**4.3.4** 在调整下锚板水平前，可将调节螺母Ⅰ向上松动，调整调节螺母Ⅱ使下锚板的水平度不大于3mm，满足要求后将调节螺母Ⅰ向下拧紧固定下锚板。

**4.3.5**  下锚板安装调平后，进行工序验收，验收合格后进行下道工序。若长时间未进行下道工序，需再次验收。

**4.4 锚栓组合件安装**

**4.4.1**  下锚板安装验收后进行定位锚栓安装。先将尼龙螺母拧进定位锚栓，根据图纸尺寸要求固定尼龙螺母位置，定位锚栓穿入上锚板使尼龙螺母抵住上锚板，再用临时钢螺母把定位锚栓固定于起重机吊起的上锚板上。定位锚栓有8组（共16根），均匀固定在上锚板上，定位锚栓伸出上锚板的长度满足图纸要求。

**4.4.2**  根据现场实际，起重机调整吊臂状态，使定位锚栓穿入对应的下锚板螺栓孔中，并调整穿入螺栓长度使上下锚板间距满足图纸要求，最后拧紧带垫片大六角头螺母。

**4.4.3**  先调平上锚板的水平度，再调整上下锚板的同心度。同心度调整以对角安装的四根定位锚栓的垂直度控制。

**4.4.4**  普通锚栓安装采用对角对称安装，避免破坏已安装好的组合件，普通锚栓伸出上、下锚板的长度应满足图纸要求，在下锚板下方安装带垫片大六角头螺母，拧紧螺母，拧紧力矩要求为 300N.m。

**4.4.5**  锚栓组合件安装后进行检查，是否有缺漏。套装在定位螺栓、普通螺栓上PE套管及热缩管是否破损，若破损应立即修补或更换，保障上下锚板间锚栓在混凝土中能隔离，后期拉伸锚杆能自由伸缩。

**4.5 锚栓组合件调整及固定**

**4.5.1** 热缩封堵定位锚栓时，须将定位锚栓上端的热缩管顶住尼龙螺母下表面，热缩封堵PE套管上端，下端的热缩管顶住锁紧螺母上表面，热缩封堵PE套管下端。热缩封堵普通锚栓时，须将普通锚栓上端的热缩管顶住上锚板下平面，热缩封堵PE套管上端，下端的热缩管顶住锁紧螺母上表面，热缩封堵PE套管下端，保证砼浇筑后，基础锚栓与混凝土隔离，张拉锚栓时不损坏风机基础。

**4.6 风机基础钢筋绑扎**

**4.6.1** Φ20以上受力主筋采用直螺纹套筒连接，其余受力筋现场搭接绑扎。

**4.6.2** 钢筋、钢筋连接套筒进场时要检查质量证明书，并在监理的见证下进行取样、送样，经复检合格后才能投入使用。

**4.6.3** 钢筋统一在现场设立的加工棚内制作成型，基坑内进行整根安装。加工成型的钢筋挂牌分类堆放，保持钢筋表面洁净，无损伤，无油渍、漆污和铁锈。

**4.6.4**  浇筑混凝土之前，应进行钢筋隐蔽工程验收，其内容应包括：1）钢筋牌号、规格、数量、位置；2）钢筋的连接方式、接头位置、接头数量、接头面积百分率、搭接长度、锚固方式及锚固长度；3）箍筋弯钩的弯折角度及平直度长度。

**4.6.4**  钢筋加工的形状、尺寸应符合设计要求，其偏差满足规范要求。钢筋安装位置的偏差满足规范要求。

**4.7 风机基础模板安装**

**4.7.1** 根据风机结构形式、荷载大小、地基土类别、施工设备和材料供应等条件确定模板类别、配置数量、流水段划分以及特殊部位的处理措施等，减少模板投入，增加周转次数。

**4.7.2** 根据模板承受的浇筑混凝土重量、侧压力以及施工荷载，必要时可对模板及其支撑体系的强度、刚度、稳定性进行验算，以确定配板的间距、数量、平面布置及支撑布置。

**4.7.3** 可采用“风力发电机基础施工用定型模板及固定装置”ZL201220256316.3和“圆形混凝土基础模板外楞的支撑固定装置”ZL201520149117.6，提高风机基础外观质量及施工工效，降低周转材料浪费。

**4.7.4** 可采用“风力发电机基础上承台的防漏浆模板围护装置”ZL201320217156.6，防止基础砼浇注时漏浆。

**4.7.5** 模板安装后，应做隐蔽工程验收，对基础整体复核，包括控制轴线和基础中心线的验收、预应力锚栓组合件的验收等。

**4.7.6**模板应在混凝土强度能够保证结构不变形，棱角完整时方可拆除；施工时可按照设计要求确定拆模时间。

**4.8 基础混凝土浇筑**

**4.8.1** 基础混凝土浇注、测温、养护按大体积混凝土施工规范执行。

**4.8.2** 应采用“斜面分层砼浇筑”施工方法，在满足砼连续浇筑的前提下增大砼散热面积，从而使砼在浇筑阶段散发出部分水化热，减小砼内外温差。

**4.8.3**风机基础承台收光质量直接关系到风机基础的外观质量，大面积的收光平整度较难控制，可采用“风力发电机基础承台收光用站位装置”ZL201420145190.1，提高工效。

**4.8.4** 风电场多建设在山地、戈壁等缺水、大风地区，给已浇注的风机基础后期养护带来困难，可采用“风力发电机砼基础环形滴水养护装置”ZL201420144786.X，保证了大体积砼后期养护质量。

**4.8.5** 锚栓保护套管在底段塔筒安装之前不允许拆除，防止锚栓上部螺纹防腐层破坏。

**4.9 二次灌浆**

**4.9.1**上锚板下方应按基础图纸要求预留灌浆施工空间。

**4.9.2** 灌浆时，应从一侧沿顺时针或逆时针连续进行，直到从另一侧溢出为止，不得从相对两侧同时进行灌浆，并尽可能缩短灌浆时间。

**4.9.3** 在灌浆过程中严禁振捣，必要时可采用灌浆助推器，沿浆体流动方向的底部推动灌浆材料，严禁从灌浆层的中、上部推动。

**4.10 锚栓张拉**

**4.10.1** 液压拉伸器是锚栓张拉、验收及检查的主要工具，液压拉伸器的油压（MPa）转化数据及操作程序需以张拉力设备厂商所供拉伸器为准。

**4.10.2**在实施锚栓张拉时，相关技术人员应接受培训，并按要求进行操作。

**4.10.2** 每台风机锚栓分次张拉要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **张拉阶段** | **张拉值** | **张拉数量** | **张拉时机** |
| 第一阶段 | 75%超张拉力 | 100% | 底段塔筒吊装完成后 |
| 第二阶段 | 100%超张拉力 | 100% | 发电机组吊装完成后 |
| 锚栓验收 | 设计张拉力 | 20% | 整台风机吊装完成后 |
| 100%超张拉力 | 1根 |