

中国可再生能源学会团体标准

T/CRES0018-2023

风力发电机组 预应力基础锚栓笼组合件技术规范

Wind turbine—Technical specification for prestressed foundation anchor cage assemblies

2023-10-20 发布

2023-12-01 实施

中国可再生能源学会 发布

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 通用要求	3
4.1 组成	3
4.2 规格	3
4.3 材料	7
4.4 作业环境	8
4.5 设备	9
5 安装	9
5.1 基本要求	9
5.2 安装流程	9
5.3 锚栓组件准备	9
5.4 下锚板安装	11
5.5 上锚板安装	12
5.6 定位锚栓安装	12
5.7 普通锚栓安装	13
5.8 锚栓笼调整	14
5.9 检验	14
5.10 锚栓笼加固	15
5.11 其它事项	15
6 张拉	16
6.1 基本要求	16
6.2 第一次张拉阶段	16
6.3 第二次张拉阶段	16
6.4 张拉验收	16
6.5 张拉维护	17
附录 A (资料性) 锚栓笼组合件安装工具及设备推荐清单	18
附录 B (资料性) 锚板锚栓孔分度圆尺寸测量方法和划线位置	19
B.1 二等分锚板	19
B.2 三等分锚板	20
B.3 整环锚板	20
附录 C (资料性) 锚栓笼组合件安装验收记录	22
附录 D (资料性) 锚栓笼组合件安装常见问题及预防措施	23
附录 E (资料性) 锚栓张拉工具及设备	24
附录 F (资料性) 锚栓张拉注意事项	25

附录 G（资料性） 锚栓张拉完成后验收、检查记录	26
附录 H（规范性） 锚栓编号及抽检规则	27
H.1 编号规则	27
H.2 抽检规则	27

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规则起草。

请注意本标准化文件的某些内容有可能涉及专利，本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中船海为高科技有限公司提出。

本文件由中国可再生能源学会（T/CRES）归口及发布。

本文件主要起草单位：中船海为高科技有限公司、中国船舶集团有限公司第七一三研究所、西北工业大学、北京理工大学、武汉中科创新技术股份有限公司、中船海为（新疆）新能源有限公司、洛阳双瑞风电叶片有限公司、中国船舶集团风电发展有限公司、同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司、上海勘测设计研究院有限公司、中国广核新能源控股有限公司、中广核风电有限公司、中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司、新疆金风科技股份有限公司、东方电气风电股份有限公司、远景能源有限公司、中船海装风电有限公司、北京纽维逊建筑工程技术有限公司、厦门双瑞风电科技有限公司、中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司、长江勘测规划设计研究有限责任公司、郑州大学、中原工学院、山东电力工程咨询院有限公司、浙江运达风电股份有限公司、新疆海为新能电力工程公司、明阳智慧能源集团股份公司、中国电建集团成都勘测设计研究院有限公司、中国华能集团清洁能源技术研究院、中国电建集团昆明勘测设计研究院有限公司、中国能源建设集团云南省电力设计院、舟山正源标准件有限公司、河南涵翔新能源有限公司、陕西海丰石油机械制造有限公司、北京鉴衡认证中心有限公司。

本文件主要起草人：白洁、都军民、杨中桂、赵绍谚、丁永春、徐超、丁晓宇、刘萍、王子成、李进卫、赵智垒、陈飞宇、吴胜军、孟德明、杜飞、王喜亮、彭文兵、蔡小莹、黄冬平、梁言、张学森、瞿潮涌、刘金虎、王德辉、张章、周扬、韩宇栋、田伟辉、甘乐、崔振磊、赵红亮、崔陆军、张振利、王克峰、张育超、兰嘉文、李宇飞、陈志刚、张明磊、郝华庚、周毅、白宝华、林仲岳、梁星、巩军良、赵盼盼。

本文件在执行过程中的意见建议请反馈至中国可再生能源学会标准化工作办公室。

风力发电机组 预应力基础锚栓笼组合件技术规范

1 范围

本文件规定了风力发电机组预应力基础锚栓笼组合件的通用要求、安装要求及张拉要求。

本文件适用于陆上风力发电机组预应力基础锚栓笼组合件的设计、安装和张拉，海上风力发电机组预应力基础锚栓笼组合件（以下简称：锚栓笼组合件）的设计、安装和张拉可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 196-2003 普通螺纹 基本尺寸

GB/T 197-2018 普通螺纹 公差

GB/T 222 钢的成品化学成分允许偏差

GB/T 699-2015 优质碳素结构钢

GB/T 1591-2018 低合金高强度结构钢

GB/T 2900.53-2001 电工术语 风力发电机组

GB/T 3077-2015 合金结构钢

GB/T 5276-2015 紧固件 螺栓、螺钉、螺柱及螺母 尺寸代号和标注

GB/T 5836.1 建筑排水用硬聚氯乙烯(PVC-U)管材

GB/T 6170 1型六角螺母

GB/T 6172.1 六角薄螺母

GB/T 11115 聚乙烯(PE)树脂

GB/T 13663.2 给水用聚乙烯(PE)管道系统 第2部分：管材

GB/T 20319-2017 风力发电机组 验收规范

DL/T 5250 汽车起重机安全操作规程

NB/T 10214-2019 风力发电机组用锚栓组件

NB/T 47013.3-2015 承压设备无损检测 第3部分：超声检测

3 术语和定义

GB/T 197-2018、GB/T 2900.53-2001 及 GB/T 5276-2015 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

预应力 prestressing force

使用液压拉伸器对栓连接副预先施加的应力。

3.2

基础 foundation

能将作用于风力发电机组结构上的载荷传递至地基、风力发电机组支撑结构的组成部分。

3.3

锚栓笼组合件 anchor bolt cage assembly

由锚栓组件（3.4）、锚板（3.6）和配套件等组成的圆柱形笼状组合件。

注：用于风力发电机组基础与塔筒法兰的连接。

3.4

锚栓组件 anchor bolt assembly

锚杆组件

由锚栓（3.5）、螺母和垫圈等组合安装并施加预应力的结构件。

3.5

锚栓 anchor bolt

锚杆

两端加工成螺纹形状且具有超大长径比的钢制紧固连接件。

3.6

锚板 anchor plate

埋于基础混凝土中、配合锚栓组件使用的环形金属构件。

注：用于增加受力面积。

3.7

支撑螺母 support nut

用于支撑或调整上锚板水平度的螺母。

3.8

锁紧螺母 lock nut

与下锚板下侧大螺母配合使用、用于安装时支撑锚栓及锁紧下锚板的螺母。

3.9

锚栓套管 anchor sleeve

对锚栓的防腐涂层形成防护、将锚栓与基础混凝土隔离开的管状构件。

3.10

支撑螺栓组件 support bolt assembly

由螺杆、螺母和垫片组成、用于支撑锚栓笼的结构件。

3.11

张拉 tension

通过液压拉伸器对锚栓施加预应力的过程。

3.12

设计张拉力 design tension force

为确保风力发电机组稳定运行而对锚栓施加的理论张拉力。

3.13

超张拉力 overload tension force

为使锚栓张拉回弹后达到设计张拉力而施加的超过理论设计值的张拉力。

3.14

欠紧固 under tightening

锚栓实际张拉力值未达到设计张拉力值的紧固过程。

3.15

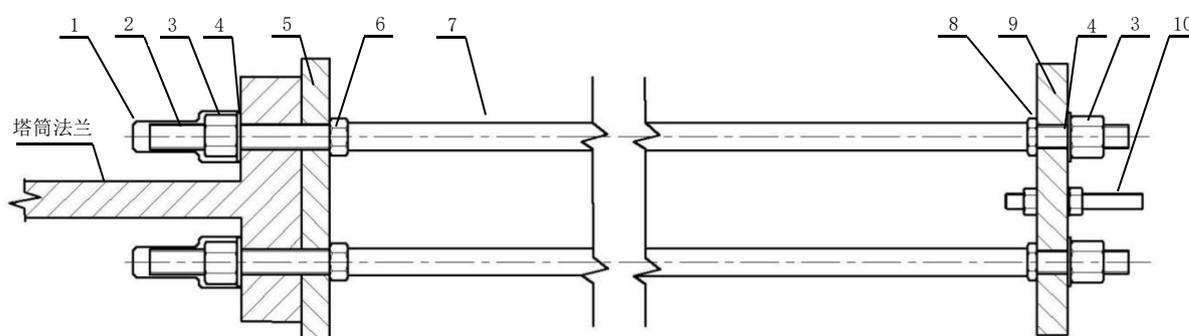
过紧固 over tightening

锚栓实际张拉力值超过超张拉力值的紧固过程。

4 通用要求

4.1 组成

4.1.1 一般地，风力发电机组预应力基础锚栓笼组合件应包括锚栓组件、锚板和配套件等，其组成如图1所示。



引序号说明：

- 1 ——保护帽；
- 2 ——锚栓；
- 3 ——螺母；
- 4 ——垫圈；
- 5 ——上锚板；
- 6 ——支撑螺母；
- 7 ——锚栓套管；
- 8 ——锁紧螺母；
- 9 ——下锚板；
- 10——支撑螺栓组件。

图1 风力发电机组预应力基础锚栓笼组合件组成

4.1.2 锚栓笼组合件的锚栓组件一般由锚栓、螺母、垫圈、支撑螺母和锁紧螺母等组成。

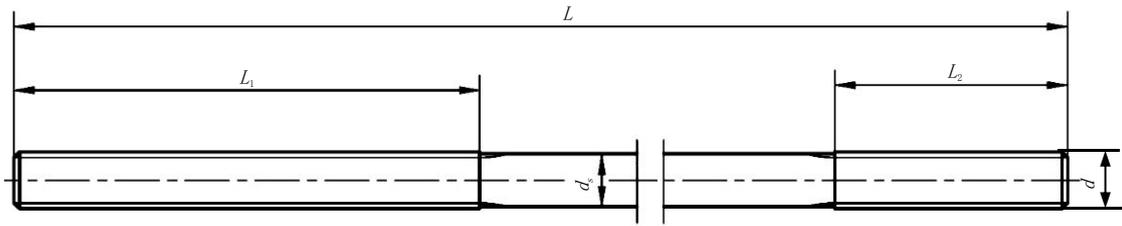
4.1.3 锚栓笼组合件的锚板可整环或分片制作，分片制作的锚板在施工现场通过连接钢板、连接螺栓和连接螺母拼接而成。

4.1.4 锚栓笼组合件的配套件一般由保护帽、锚栓套管、热缩管、支撑螺栓组件等组成。

4.2 规格

4.2.1 锚栓

4.2.1.1 锚栓一般为两端螺纹、中间光杆的结构型式，如图 2 所示。



标引序号说明：

L —— 锚栓长度；

L_1 —— 锚栓顶端螺纹有效长度；

L_2 —— 锚栓底端螺纹有效长度；

d —— 锚栓有螺纹段的公称直径；

d_s —— 锚栓无螺纹段的公称直径。

图 2 锚栓结构型式

4.2.1.2 锚栓螺纹采用圆弧螺纹时，圆弧螺纹结构型式、基本尺寸和公差应符合 NB/T 10214-2019 中 4.3.1 的规定，典型产品规格见表 1。圆弧螺纹锚栓一般包括 8.8 级及 10.9 级等强度等级，其性能应满足 NB/T 10214-2019 的要求，根据合同等选用锚栓性能等级。

表 1 典型圆弧螺纹锚栓规格

产品规格	螺纹公称直径 d mm	螺距 P mm	杆径 d_s^a mm	应力面积 A_s mm ²
8.8 级				
Rd36×6.35	36	6.35	33	792
Rd39×6.35	39	6.35	36	948
Rd42×6.35	42	6.35	39	1 119
Rd48×6.35	48	6.35	45	1 503
Rd39×8.5	39	8.5	36	926
Rd42×8.5	42	8.5	39	1 094
Rd48×8.5	48	8.5	45	1 474
Rd56×8.5	56	8.5	53	2 069
Rd60×8.5	60	8.5	57	2 404
Rd64×8.5	64	8.5	61	2 764
10.9 级				
Rd36×6.35	36	6.35	33	792
Rd39×6.35	39	6.35	36	948
Rd42×6.35	42	6.35	39	1 119
Rd48×6.35	48	6.35	45	1 503
Rd56×8.5	56	8.5	53	2 069

^a 杆径 d_s 约等于螺纹中径 d_2 。

4.2.1.3 锚栓螺纹采用普通螺纹时，普通螺纹基本尺寸应符合 GB/T 196-2003 中第 5 章规定，普通螺纹公差应符合 GB/T 197-2018 中第 8 章规定，典型产品规格见表 2。

表2 典型普通螺纹锚栓规格

产品规格	螺纹公称直径 d mm	螺距 P mm	杆径 d_s^a mm	应力面积 A_s mm ²
M36	36	4.0	33.24	817
M39	39	4.0	36.23	976
M42	42	4.5	38.89	1 120
M48	48	5.0	44.55	1 470
M52	52	5.0	48.62	1 760
M56	56	5.5	52.28	2 030
M60	60	5.5	56.28	2 360
M64	64	6.0	59.94	2 680

^a 杆径 d_s 约等于螺纹中径 d_2 。

4.2.2 螺母

4.2.2.1 螺母螺纹采用圆弧螺纹时，螺纹结构型式、基本尺寸及公差应符合 NB/T 10214-2019 中 4.3.2 的规定，典型产品规格见表 3 和表 4。圆弧螺纹螺母一般包括 8 级及 10 级等强度等级，其性能应满足 NB/T 10214-2019 的要求，根据合同、锚栓性能等级等选用螺母性能等级。

表3 典型圆弧螺纹螺母规格（8 级）

单位为毫米

螺纹规格 D		Rd36×6.35	Rd39×6.35	Rd42×6.35	Rd48×6.35	Rd39×8.5
螺距 P		6.35	6.35	6.35	6.35	8.5
沉孔直径 d_s	max	38.90	42.10	45.40	48.6	42.10
	min	36.00	39.00	42.00	45.00	39.00
支撑面公称直径 $d_{r, \min}^a$		42.80	51.10	55.90	60.00	64.70
螺母对角宽度 e_{\min}		50.85	60.79	66.44	71.30	76.95
螺母高度或无有效盈利矩形 螺母高度 m	max	47.00	47.00	49.00	54.00	58.00
	min	45.40	45.40	47.40	52.40	56.40
螺母对边宽度 s	max	55.00	60.00	65.00	70.00	60.00
	min	53.80	58.80	63.10	68.10	58.80
螺纹规格 D		Rd42×8.5	Rd48×8.5	Rd56×8.5	Rd60×8.5	Rd64×8.5
螺距 P		8.5	8.5	8.5	8.5	8.5
沉孔直径 d_s	max	45.40	51.80	60.50	64.80	69.10
	min	42.00	48.00	56.00	60.00	64.00
支撑面公称直径 $d_{r, \min}$		55.90	69.50	83.4	83.40	88.20
螺母对角宽度 e_{\min}		66.44	82.60	93.56	99.21	104.86
螺母高度或无有效盈利矩形 螺母高度 m	max	60.00	64.00	70.00	74.00	78.00
	min	58.40	62.40	68.40	72.40	76.40
螺母对边宽度 s	max	65.00	70.00	85.00	90.00	95.00
	min	63.10	68.10	82.80	87.8	92.80

^a $d_{r, \max} = s_m$, s_m 为螺母对边宽度的实测值。

表4 典型圆弧螺纹螺母规格（10级）

单位为毫米

螺纹规格 D		Rd36×6.35	Rd39×6.35	Rd42×6.35	Rd48×6.35	Rd56×8.5
螺距 P		6.35	6.35	6.35	6.35	8.5
d_s	max	38.90	42.10	45.40	48.6	60.50
	min	36.00	39.00	42.00	45.00	56.00
$d_{r, \min}$		42.80	51.10	55.90	60.00	83.4
e_{\min}		50.85	60.79	66.44	71.30	93.56
m	max	47.00	47.00	49.00	54.00	70.00
	min	45.40	45.40	47.40	52.40	68.40
s	max	55.00	60.00	65.00	70.00	85.00
	min	53.80	58.80	63.10	68.10	82.80

4.2.2.2 螺母螺纹采用普通螺纹时，螺纹的基本尺寸应符合 GB/T 196-2003 中第 5 章规定和 GB/T 197-2018 中第 8 章规定，典型产品规格见表 5。

表5 典型普通螺纹螺母规格

单位为毫米

螺纹规格 D		M36	M39	M42	M48
螺距 P		4	4	4.5	5
d_s	max	38.90	42.10	45.40	51.80
	min	36.00	39.00	42.00	48.00
$d_{r, \min}^a$		51.10	55.90	60.00	69.50
e_{\min}		60.79	66.44	71.30	82.60
m	max	31.00	33.40	34.00	38.00
	min	29.40	31.80	32.40	36.40
s	max	55.00	60.00	65.00	75.00
	min	53.80	58.80	63.10	73.10
螺纹规格 D		M52	M56	M60	M64
螺距 P		5	5.5	5.5	6
d_s	max	56.20	60.50	64.80	69.10
	min	52.00	56.00	60.00	64.00
$d_{r, \min}$		74.20	83.4	83.40	88.20
e_{\min}		88.25	93.56	99.21	104.86
m	max	42.00	45	48.00	51.00
	min	40.40	43.4	46.40	49.10
s	max	80.00	85.00	90.00	95.00
	min	78.10	82.8	87.80	92.80
^a $d_{s, \max} = s_m$, s_m 为螺母对边宽度的实测值。					

4.2.3 支撑螺母与锁紧螺母

4.2.3.1 螺母、锁紧螺母螺纹采用圆弧螺纹时，尺寸规格按照 NB/T 10214-2019 的规定执行，螺纹结构型式、基本尺寸及公差应符合 NB/T 10214-2019 中 4.3.2 的规定。

4.2.3.2 支撑螺母、锁紧螺母螺纹采用普通螺纹时，尺寸规格按照 GB/T 6170 或 GB/T 6172.1 的规定执行，螺纹基本尺寸应符合 GB/T 196-2003 中第 5 章规定，普通螺纹公差应符合 GB/T 197-2018 中第 8 章规定。

4.2.4 垫圈

垫圈尺寸规格应符合 NB/T 10214-2019 中 4.3.4 的规定。当用户有特殊要求时，也可选用平面倒角垫圈。

4.2.5 锚板

锚板可制造为整环锚板、二等分锚板或三等分锚板等型式。整环锚板应不多于 8 块拼焊。二等分锚板等分 2 片后用连接板拼接使用，每片锚板应不多于 4 块拼焊。三等分锚板等分 3 片后用连接板拼接使用，每片应不多于 3 块拼焊。等分锚板拼焊采取全熔透对接焊，且应按照 NB/T 47013.3-2015 中第 6 章规定进行 100% 超声波检测，I 级合格，拼接焊缝应位于锚栓孔之间。

4.3 材料

4.3.1 锚栓

4.3.1.1 锚栓材料宜采用合金结构钢，其推荐材料牌号应符合表 6 的规定，其中磷、硫含量及残余元素含量应符合表 7 的规定，各种化学成分的允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。也可根据用户要求定制其他牌号和性能的材料。

表 6 锚栓材料

类别	性能等级	推荐材料牌号	执行标准号
锚栓	8.8 级	35CrMo、35CrMoA、42CrMo、42CrMoA	GB/T 3077-2015
锚栓	10.9 级	42CrMo、42CrMoA	GB/T 3077-2015

表 7 锚栓材料磷、硫含量及残余元素含量要求

类别	化学成分					
	P	S	Cu	Cr	Ni	Mo
锚栓	≤0.020 %	≤0.020 %	≤0.20 %	0.95 %~1.20 %	≤0.20 %	0.20 %~0.25 %

4.3.1.2 锚栓材料表面不应有目视可见的裂纹、结疤、折叠及夹杂。如有上述缺陷应清除，清除深度从锚栓光杆直径尺寸实际尺寸算起应不超过其公差的 1/2，清除宽度不小于深度的 5 倍，同一截面达到最大清除深度应不多于 1 处。锚栓材料两端端面切面平整，不应有毛刺、结疤、扁尾。

4.3.1.3 锚栓材料的非金属夹杂物合格级别应符合表 8 的规定。

表 8 锚栓非金属夹杂物级别

类别	A		B		C		D		DS
	细系	粗系	细系	粗系	细系	粗系	细系	粗系	
锚栓	≤3.0	≤2.5	≤3.0	≤2.0	≤2.0	≤1.5	≤2.0	≤1.5	-

4.3.2 螺母

4.3.2.1 螺母材料宜采用低合金钢或合金结构钢，其材料牌号和化学成分应符合表 9 的规定。

表 9 螺母材料

类别	材料牌号	执行标准号
螺母	Q355	GB/T 1591-2018
	45、35	GB/T 699-2015
	42CrMo、35CrMo	GB/T 3077-2015

4.3.2.2 螺母应采用锻造毛坯。

4.3.3 垫圈

垫圈材料宜采用碳素结构钢，宜采用 45 钢，其材料牌号和化学成分应符合 GB/T 699-2015 的规定。

4.3.4 锚板

锚板材料为低合金高强度钢，宜采用 Q355D 或 Q355NE 钢，其化学成分、材料力学性能和冲击性能应符合 GB/T 1591-2018 的规定，化学成分允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。

4.3.5 配套件

4.3.5.1 锚栓套管材料为聚乙烯树脂 (PE) 或聚氯乙烯 (PVC)，其 PE 套管材料应符合 GB/T 11115 的规定，其 PVC 套管材料应符合 GB/T 5836.1 的规定，锚栓套管两端宜用热缩套管密封，其材料宜为交联聚烯烃。

4.3.5.2 支撑螺母材料应为非金属材料，其破坏载荷应不低于 50 kN、紧固力矩不低于 250 N·m，宜采用尼龙 6、聚酮 (POK) 等。

4.3.5.3 锁紧螺母材料一般为非金属材料或金属材料，锁紧螺母材料为非金属材料时，其破坏载荷宜不低于 50 kN、紧固力矩宜不低于 250 N·m。

4.3.5.4 保护帽材料一般为聚乙烯或硅胶材料，其聚乙烯材料应符合 GB/T 13663.2 的规定。

4.3.5.5 支撑螺栓组件包括支撑螺栓、螺母和垫圈等，其材料宜符合 GB/T 699-2015 的规定。

4.4 作业环境

4.4.1 锚栓笼组合件总装现场的装配场地应空旷、地面平整；场地布局应符合安全要求，安全通道应保持通畅，安全器材摆放应符合相关规定；场地应设置操作员和重型器械的专有入口，为日后递送和安装锚栓组件提供方便。

4.4.2 锚栓笼组合件临时存放时，应使用防雨布进行覆盖防止生锈和污染。为防止天气恶劣导致停工，

宜用碎石覆盖地面以控制扬尘。

4.4.3 大雨、大雾或风速超过 11 m/s 的气候条件均不应进行锚栓笼组合件起吊作业。夜间或光线不好情况下不宜进行起吊作业。

4.4.4 锚栓张拉时，风速应不大于 18 m/s。

4.5 设备

4.5.1 锚栓笼组合件在安装过程中吊装所使用的汽车起重机应符合 DL/T 5250 的相关规定，起重机起吊、搬运设备前，应对其承载力进行确认，不应超负荷使用。

4.5.2 锚栓笼组合件安装中使用的各种计量器具均应按要求校验合格，且在有效期内。

4.5.3 锚栓张拉应采用液压拉伸法，不应使用扭矩法，不应涂抹 MoS₂。

4.5.4 锚栓张拉设备压力表精度应在 1.6 级以上；张拉设备应经检定或校准合格并在有效周期内，张拉设备应在第一次使用前、每年或每使用 15000 次后进行校准（以先到者为准），校准合格后方可继续使用。

5 安装

5.1 基本要求

5.1.1 锚栓笼组合件安装开始前，宜按照附录 A 准备安装过程中需要的工具和设备，应检查所用的吊索具、吊带是否有磨损或损坏。

5.1.2 锚栓笼组合件安装所需部件运至现场后应放置在平整的地方，应避免因地势低洼汇集雨水侵蚀各部件；锚栓和锚板应用软木支垫，预防锚板变形和锚栓螺纹的损坏。

5.1.3 锚栓笼组合件安装开始前，应根据锚栓笼组合件图样，清点各零部件数量，进行外观检查，查看上、下锚板是否变形，检查锚栓螺纹是否损伤、锚栓是否弯曲，剔除不合格品。

5.1.4 根据锚栓笼组合件图样抽检锚栓尺寸，抽检比例应不低于 5%，满足图样要求后方可使用。

5.1.5 根据锚栓笼组合件图样检验锚板尺寸，检验比例应为 100%，满足图样要求后方可使用。

5.2 安装流程

5.2.1 预应力基础混凝土垫层强度不低于混凝土标号强度的 80% 时，方可开始锚栓笼组合件安装工作。

5.2.2 锚栓笼组合件安装流程见图 3，应严格按照该流程逐步进行。

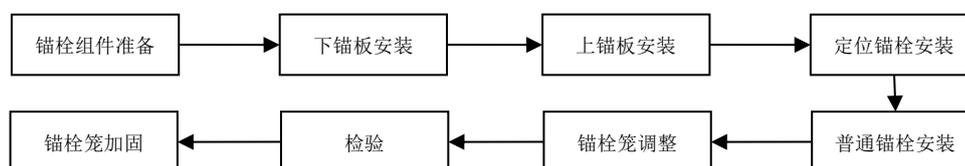


图 3 锚栓笼组合件安装流程

5.3 锚栓组件准备

5.3.1 锚栓组件准备分类

锚栓组件的准备分为定位锚栓准备和普通锚栓准备。

5.3.2 定位锚栓的准备

5.3.2.1 根据锚栓笼组合件施工设计图样选出规定数量的定位锚栓，一般为 16 支或 20 支；在锚栓的上端（长螺纹端）拧入支撑螺母（不允许用钢制螺母），锚栓顶端（长螺纹的端面）至支撑螺母上端面的距离为 L_3 ，如图 4 和图 5 所示。其中，按式 1 计算 L_3 。

$$L_3 = A_1 + A_2 + A_3 \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- L_3 ——锚栓顶端（长螺纹的端面）至支撑螺母上端面的距离，单位为毫米（mm）；
- A_1 ——锚栓外露高度，单位为毫米（mm）；
- A_2 ——塔筒法兰厚度，单位为毫米（mm）；
- A_3 ——上锚板厚度，单位为毫米（mm）。

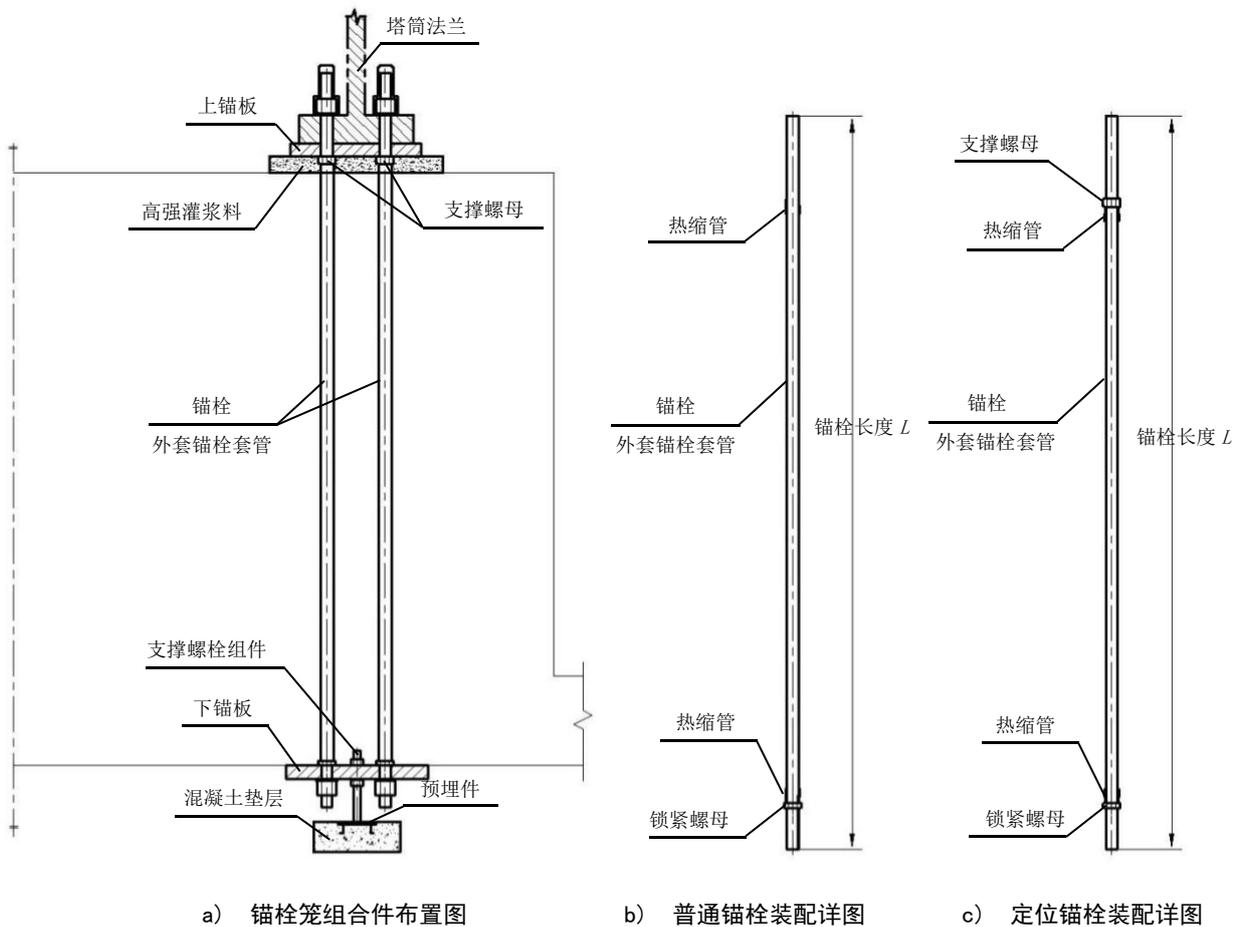


图 4 锚栓笼组合件布置图

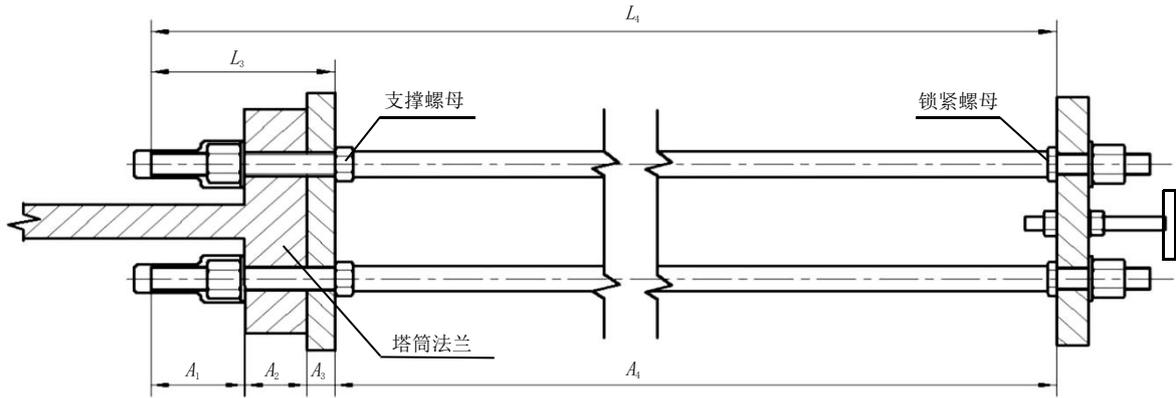


图5 基础锚栓笼组件安装示意图

5.3.2.2 在锚栓的下端（短螺纹端）拧上锁紧螺母，锚栓顶端（长螺纹的端面）至锁紧螺母下端面的距离为 L_4 ，锁紧螺母的标志代号端一般朝上，如图4和图5所示。其中，按式2计算 L_4 。

$$L_4 = A_1 + A_2 + A_3 + A_4 \dots\dots\dots (2)$$

式中：

L_4 ——锚栓顶端（长螺纹的端面）至锁紧螺母下端面的距离，单位为毫米（mm）；

A_4 ——风力发电机组基础高度和灌浆层厚度之和，单位为毫米（mm）。

5.3.3 普通锚栓的准备

在锚栓的下端（短螺纹端）拧上锁紧螺母，锚栓顶端（长螺纹的端面）至锁紧螺母下端面的距离为 L_4 （如图4和图5所示），锁紧螺母的标志代号端一般朝上。

5.4 下锚板安装

5.4.1 若下锚板为分片制作，应根据设计图样核对待拼接下锚板所使用的连接板、连接螺栓、连接螺母、支撑螺栓组件和预应力基础混凝土垫层内的预埋件数量、尺寸和位置是否正确。

5.4.2 根据下锚板上的标识区分上下面，用连接板、连接螺栓、连接螺母将下锚板拼成整环，连接板置于下锚板上方，连接螺栓的六角头位于连接板上方，连接螺母位于下锚板下方，如图6所示。若下锚板已按整环制造，则跳过此步骤。

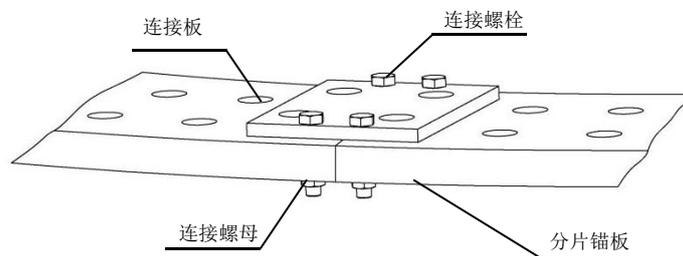


图6 下锚板拼接示意图

5.4.3 按照下锚板图样测量锚栓孔分度圆尺寸，尺寸误差应不大于 2.5 mm，紧固连接板上的连接螺母，连接板紧固完毕后，用记号笔在下锚板的外边缘画 4 条线坠参照刻线，刻线间隔 90°，刻线应避开连接板，锚板锚栓孔分度圆尺寸测量方法和划线位置参见附录 B。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/947114134065006044>