

## 中华人民共和国能源行业标准

NB/T 10991—2022

---

### 风力发电机组 塔架升降机

Wind turbines—Tower lift

2022-11-04 发布

2023-05-04 实施

---

国家能源局 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 型号、分类、主参数 .....	3
4.1 型号 .....	3
4.2 标识示例 .....	3
4.3 分类 .....	3
4.4 主参数及其系列 .....	4
5 技术要求 .....	4
5.1 总则 .....	4
5.2 运行环境条件 .....	4
5.3 一般要求 .....	4
5.4 主体结构技术性能要求 .....	5
5.5 电气控制系统 .....	11
5.6 标准件 .....	11
5.7 防腐要求 .....	11
5.8 认证 .....	12
6 试验 .....	12
6.1 试验的基本要求 .....	12
6.2 外观质量检查 .....	12
6.3 载荷试验 .....	13
6.4 底架强度和刚度试验 .....	13
6.5 轿厢强度和刚度试验 .....	13
6.6 整机可靠性试验 .....	13
6.7 噪声测定 .....	13
6.8 逃生试验 .....	14
6.9 手动下降试验 .....	14
6.10 提升速度测试 .....	14
6.11 提升机构试验 .....	14
6.12 悬挂装置试验 .....	14
6.13 联锁功能试验 (选配) .....	14
6.14 安全保护装置试验 .....	14
6.15 防坠落安全装置试验 .....	14
6.16 电气控制系统试验 .....	14
7 检验方法检验规则 .....	15
7.1 检验类别 .....	15
7.2 检验规定 .....	15

7.3 检验项目 .....	15
8 标识、包装、运输、贮存 .....	16
8.1 标识 .....	16
8.2 包装 .....	16
8.3 运输 .....	16
8.4 贮存 .....	17
9 随机文件 .....	17
10 安装与运行维护 .....	17
附录 A (规范性) 离心式安全锁锁绳速度 .....	19

## 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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由国家能源局提出。

本文件由能源行业风电标准化技术委员会风电机械设备分技术委员会（NEA/TC 1/SC 5）归口。

本文件起草单位：哈电风能有限公司、内蒙古术耀科技有限责任公司、新疆金风科技股份有限公司、上海电气风电集团股份有限公司、中国船舶重工集团海装风电股份有限公司、浙江运达风电股份有限公司、东方电气风电股份有限公司、中际联合（北京）科技股份有限公司、翱文狄风电设备制造（上海）有限公司、中国质量认证中心、无锡市小天鹅建筑机械有限公司、宁波海铨机电设备有限公司、库珀新能源股份有限公司、中车株洲电力机车研究所有限公司风电事业部、三一重能股份有限公司、海上风力发电技术与检测国家重点实验室、廊坊凯博建设机械科技有限公司、三河市布莱斯科通用机械设备制造有限公司。

本文件主要起草人：阳雪兵、赵晶晶、崔裔飞、宋晓萍、李勇芝、仵文松、宋恭杰、曾志、张冲、张庆伟、陈旭春、钱进、闫东淼、陈小军、李学群、杜景鸣、成党团、张乐彬、杨文星、宋力兵、刘浩、易权、何婷、陈景新、李富、肖洪涛、马风涛、张伟伟。

本文件为首次发布。

# 风力发电机组 塔架升降机

## 1 范围

本文件规定了风力发电机组塔架升降机（以下简称“升降机”）的术语和定义、技术要求、试验与检验方法、标识、包装、运输和贮存、随机文件、安装与运行维护等要求。

本文件适用于风力发电机组塔架升降机的设计、制造、检验与验收。

## 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 191 包装储运图示标志

GB/T 2104 钢丝绳包装、标志及质量证明书的一般规定

GB/T 3797 电气控制设备

GB/T 5226.1—2019 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件

GB/T 5972 起重机 钢丝绳 保养、维护、检验和报废

GB/T 6946 钢丝绳铝合金压制接头

GB/T 7251.1 低压成套开关设备和控制设备 第1部分：总则

GB/T 8918 重要用途钢丝绳

GB/T 9174 一般货物运输包装通用技术条件

GB/T 10125 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验

GB/T 13306 标牌

GB/T 14048.5 低压开关设备和控制设备 第5-1部分：控制电路电器和开关元件 机电式控制电路电器

GB/T 18684 镀铬涂层 技术条件

GB/T 19155—2017 高处作业吊篮

GB/T 20062 流动式起重机 作业噪声限值及测量方法

GB/T 20118 钢丝绳通用技术条件

GB 26557—2011 吊笼有垂直导向的人货两用施工升降机

GB 30862—2014 坠落防护 挂点装置

NB/T 31060—2014 风力发电设备 环境条件

NB/T 31094—2016 风力发电设备海上特殊环境条件与技术要求

JB/T 7929 齿轮传动装置清洁度

ISO 12944-5 色漆和清漆 防护漆体系对钢结构的防腐蚀保护 第5部分：防护漆体系 (Paints and varnishes-Corrosion protection of steel structures by protective paint systems-Part 5: Protective paint systems)

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

**塔架升降机 tower lift**

安装在风力发电机组塔架内部，沿塔架内预设的导向装置做往复运行，将作业人员由起始平台送达工作平台的一种厢式运输设备。

3.2

**运行导向系统 operation guidance system**

升降机运行时在塔架内预设的导向系统，防止升降机发生空中转体或剧烈晃动。导向方式分为钢丝绳、爬梯、齿轮齿条。

3.3

**钢丝绳导向式升降机（以下简称钢丝绳式升降机） wire-rope-guided tower lift**

采用以钢丝绳为导向形式的升降机。

3.4

**爬梯导向式升降机（以下简称爬梯式升降机） ladder-guided tower lift**

采用以爬梯为导向形式的升降机。

3.5

**齿轮齿条导向式升降机（以下简称齿轮齿条式升降机） rack-and-pinions-guided tower lift**

采用齿轮齿条为导向形式的升降机。

3.6

**额定载重量（kg） rated load**

由制造商规定的在正常工作工况下升降机承受的最大载重量。

3.7

**额定速度（m/min） rated lift speed**

升降机装载额定载重量，在额定功率下稳定运行的设计速度。

3.8

**极限载荷 limit load**

由制造商规定的升降机本身可承受的最大载荷。

3.9

**主体结构 main structure**

主要包括轿厢、动力系统、安全保护装置、防坠落安全装置、运行导向系统及电缆收集装置。

3.10

**轿厢 cabin**

用于承载风电机组工作人员的装置，由底板、围板、门和顶板等组成。

3.11

**爬升式提升机构 traction lifting mechanism**

依靠钢丝绳和驱动绳轮之间的摩擦力带动轿厢上下运行的机构。

3.12

**卷扬式提升机构 drum lifting mechanism**

在卷筒上缠绕单层或多层钢丝绳，依靠卷筒驱动钢丝绳带动轿厢上下运行的机构。

3.13

**齿轮齿条式提升机构 rack and pinion lifting mechanism**

依靠驱动齿轮在齿条上运行，进而带动轿厢上下运行的机构。

3.14

**工作钢丝绳 traction wire rope**

升降机正常工作时用于承担载荷的钢丝绳。

### 3.15

**安全钢丝绳 safety wire rope**

正常工作时不承担载荷，在工作钢丝绳失效时，通过防坠落安全装置承担载荷的钢丝绳。

### 3.16

**导向钢丝绳 guide wire rope**

在轿厢上、下运行时起导向作用的钢丝绳。

### 3.17

**安全保护装置 safety system**

独立可靠的一套安全保护装置，包括障碍物检测装置、联锁装置（选配）、安全锁、防坠落安全器等。

### 3.18

**防坠落安全装置 fall arrest safety device**

升降机运行失效时，使轿厢停止并保持静止状态的机械装置。

### 3.19

**安全锁 safety lock**

当轿厢下滑速度达到锁绳速度或悬挂钢丝绳松弛时，能自动锁住安全钢丝绳使轿厢停止下滑或倾斜的装置。

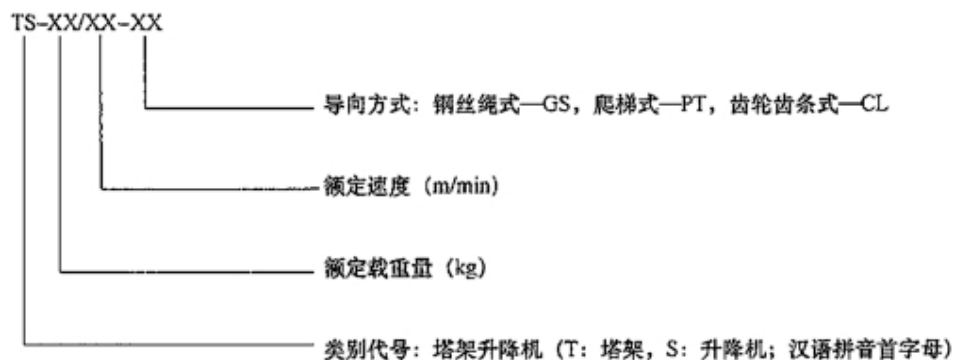
### 3.20

**超速安全装置 overspeed safety device**

用于在超速发生时使轿厢停止并保持静止状态的机械装置。

## 4 型号、分类、主参数

### 4.1 型号



### 4.2 标识示例

TS-240/9-GS 为：额定载重量 240 kg，额定速度 ( $v$ ) 9 m/min 的钢丝绳式塔架升降机；

TS-320/18-PT 为：额定载重量 320 kg，额定速度 ( $v$ ) 18 m/min 的爬梯式塔架升降机；

TS-350/22-CL 为：额定载重量 350 kg，额定速度 ( $v$ ) 22 m/min 的齿轮齿条式塔架升降机。

### 4.3 分类

升降机按照导向方式分为钢丝绳式、爬梯式、齿轮齿条式三种类别。根据不同工作工况，选择适用的塔架升降机。

#### 4.4 主参数及其系列

升降机的主参数优选系列见表 1。

表 1 升降机主参数优选系列

名称	主要参数
额定载重量 kg	240, 250, 300, 320, 350, 450
额定速度 m/min	9, 18, 22

### 5 技术要求

#### 5.1 总则

升降机整机及主体结构设计寿命陆上应不低于 20 年，海上应不低于 25 年。

#### 5.2 运行环境条件

海上符合 NB/T 31094—2016 中 4.2 的要求，陆上符合 NB/T 31060—2014 中 4.1 的要求。

#### 5.3 一般要求

##### 5.3.1 外观要求

5.3.1.1 升降机零件加工表面不得有锈蚀、磕碰、划伤等缺陷，零件外露表面应进行防锈处理。升降机可见外表面及轿厢内表面应平整、洁净，采用非不锈钢金属材料时应按规定涂底漆和面漆。漆层应均匀、平滑、色泽一致，附着力强，不得有皱皮、脱皮、漏漆、流痕、气泡等缺陷。铝合金件如进行表面喷塑，不得有缩孔、针孔、杂质点、漏底、涂层厚度明显不均、流挂等现象。

5.3.1.2 围板、罩壳等应平整，安装牢固可靠。警示标志、铭牌文字、控制标记等应牢固、清晰、完整，不得有油污、水渍等。

##### 5.3.2 载荷

5.3.2.1 制造商或者供应商应明确说明升降机的额定载重量。

5.3.2.2 升降机的极限载荷应不小于升降机自重与额定载重量之和，在极限载荷试验时，应有承受 3.5 倍额定载重量的能力。

5.3.2.3 升降机应具有额定载重量的承载能力，且强度、疲劳性能等已经验证，其设计载荷应符合 GB/T 19155—2017 中 6.3 设计载荷与作用力的规定，并应充分考虑风力发电机组实际运行工况。

5.3.2.4 升降机装载额定载重量，在额定功率下稳定运行，满足设计速度。

5.3.2.5 升降机在动态试验时，应有承受 1.25 倍额定载重量的能力。

5.3.2.6 升降机在静态试验时，应有承受 1.5 倍额定载重量的能力。

##### 5.3.3 噪声

升降机在额定载重量稳定运行时，应无异常震动和声响，噪声不应大于 85 dB (A)。

## 5.4 主体结构技术性能要求

### 5.4.1 总则

升降机主体结构的组成包括轿厢、动力系统、安全保护装置、防坠落安全装置、运行导向系统及电缆收集装置等。

### 5.4.2 轿厢

#### 5.4.2.1 一般要求

轿厢应满足如下一般要求：

- a) 轿厢应完全封闭。
- b) 内部自由站立高度最小为 2 m。
- c) 轿厢设计应符合 5.3.2 规定的载荷要求。
- d) 轿厢应被导向，防止其脱离或卡滞。要求至少有 4 个导向部件。
- e) 轿厢的设计，应保证其底板相对水平面的最大倾斜度不超过  $5^\circ$ 。
- f) 齿轮齿条式升降机中，当正常的导向装置或滚轮失效时，轿厢应配备有效的装置使轿厢仍保持在导向装置上。
- g) 轿厢应通风，轿厢围板如无打孔，轿厢应配备通风装置，轿厢围板如有打孔，打孔面积至少应为轿厢围板面积的 4%。
- h) 应提供用于个人防坠落设备的挂点装置，挂点装置应符合 GB 30862—2014 的要求，挂点装置的数量和位置应符合逃生和救援方案，且不少于最大承载人数。
- i) 应提供用于自轿厢逃生的设施。应可以手动开启轿厢门、爬梯逃生门或活板门，以便进入逃生设施（例如爬梯）。在设计轿厢门和轿厢底板面积时，应考虑用于逃生所需的适当空间。
- j) 要求逃生时轿厢与逃生设施之间的距离应不超过 1.1 m，该距离应笔直、无障碍。
- k) 应在轿厢内靠近轿厢门站立位置区域配备扶手。扶手的安装高度宜设置在 0.9 m~1.1 m 之间。

#### 5.4.2.2 轿厢底板

轿厢底板的设计应使其能够承受 5.3.2 中规定的载荷，且应采用防滑设计（如：网纹铝板）。应有防止水停滞在轿厢内的措施，例如，自流排水。任何开口的最大直径应不超过 15 mm。轿厢内的每个工作人员应拥有至少  $0.25 \text{ m}^2$  的轿厢底板面积。

#### 5.4.2.3 轿厢围板

轿厢底板与轿厢顶板之间，应有全高围板，轿厢内部用于踩脚脚蹬或者具有踩脚功能的围板加强筋也应采用防滑设计（如：花纹板）。轿厢围板的设计，应使其能够承受 5.3.2 中规定的载荷。在轿厢围板任意位置  $100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$  面积内，施加均布的 200 N 水平力时应不失效。此外，弹性变形不应导致围板与任何界面发生碰撞。如果轿厢围板打孔，所打的孔应不允许直径 15 mm 的球体通过。

#### 5.4.2.4 轿厢顶板

轿厢应设有顶板。顶板结构的设计，应使其能够承受 5.3.2 中规定的载荷。如果顶板打孔，则所打的孔应不允许直径 15 mm 的球体通过。顶板应不允许一个质量为 0.7 kg、直径  $75 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$  的钢球自 5 m 的高处掉落时穿透轿厢顶板。

#### 5.4.2.5 轿厢门

轿厢门应满足如下规定：

- a) 轿厢门开口应至少净高 1.9 m（从轿厢底板处测量），净宽至少 0.4 m；
- b) 门应完全覆盖开口；
- c) 不允许使用电动操作的轿厢门；
- d) 应有用于防止坠物的措施（如踢脚板）；
- e) 门上所打的孔应不允许直径 15 mm 的球体通过；
- f) 一个直径不小于 8 mm 的 PFPE（即安全绳/缓冲器）一端挂在轿厢内部的挂点上，另一端挂在站立在轿厢外任意位置的人员身上时，如向门的关闭方向施加一个 150 N 的载荷时，门应无法关闭和锁止；
- g) 如装有无打孔的门，则应配备观察窗，观察窗宜设置在距轿厢底板底面 1.5 m~1.8 m 的位置，面积不小于 25 000 mm<sup>2</sup>，观察窗应透明且便于打开或者拆卸，用于观察停层区域；
- h) 升降机正常运行期间，仅当所有轿厢门处于关闭位置时，才可以启动升降机并保持运行，运行过程中，轿厢门无法打开，在轿厢门未锁止的情形下，应无法启动升降机运行；
- i) 轿厢门的设计，应使其能够承受 5.3.2 中规定的载荷。当向轿厢门施加载荷 300 N 的力时，弹性变形量应不超过 30 mm，弹性变形不应导致轿厢门与任何界面发生碰撞。

#### 5.4.2.6 活板门或爬梯逃生门

活板门或爬梯逃生门的要求如下：

- a) 当轿厢中承载了允许的最多人数时，活板门或爬梯逃生门应能够正常开启。
- b) 顶板或底板上的活板门尺寸应不小于 0.4 m×0.5 m，顶板活板门不应朝向轿厢内开启，底板活板门应向轿厢内开启。
- c) 爬梯逃生门开启方向不应朝外。如果采用爬梯导向式升降机，爬梯逃生门应采取全通道的方式，可直接上下攀爬到爬梯，且人员随身携带的防坠器能够在逃生爬梯的防坠落系统中安全使用。当爬梯逃生门打开时，从爬梯到轿厢门槛的水平距离应不超过 240 mm。

#### 5.4.3 动力系统

##### 5.4.3.1 分类

塔架升降机的动力系统主要有爬升式、卷扬式、齿轮齿条式三种类型。

##### 5.4.3.2 一般要求

动力系统的一般要求如下：

- a) 动力系统应直接安装在轿厢上，每台升降机应至少装配一个专用动力系统；
- b) 升降机在正常运行和维护期间，轿厢应在电力驱动下上升下降；
- c) 升降机在正常运行情况下，空载上升速度或额定载重量下降速度偏差均不应超过额定速度的 15%；
- d) 升降机应配备用于记录动力系统使用量的装置；
- e) 动力系统应配备超载检测装置，以避免由于超载造成的人员危险和机械损坏，该装置应能检测升降机上的载荷是否超载；
- f) 超载装置一旦触发，升降机应停止运行直至超载被卸除；
- g) 超载装置触发时，超载指示器应持续发出视觉或听觉信号以警示升降机上的操作人员。

#### 5.4.3.3 手动下降

手动下降应满足如下要求：

- a) 升降机应配备一个手动操作系统，在断电情况下使升降机能够受控下降，该系统应能够从轿厢外手动释放，且应需要一个不超过 400 N 持续的力；
- b) 手动下降运行应采用“自复位”操作，升降机在额定载荷条件下的运行速度应不低于额定速度的 20%，不高于额定速度的 166%（注：对于齿轮齿条式升降机，其手动下降速度最大速度不高于 0.63 m/s，低于超速安全装置的触发速度）；
- c) 手动下降系统的设计，应使其能够防止人员身体的任何部位被夹住或受到撞击。

#### 5.4.3.4 爬升式动力系统

爬升式动力系统应满足如下要求：

- a) 爬升式动力系统通常由爬升式提升机构、钢丝绳、滑轮和导向轮、相关驱动系统和安全部件组成。
- b) 爬升式提升机构的滑轮、卷筒及驱动轮最小节圆直径应不小于 20 倍的钢丝绳直径。
- c) 对于不承载的滑轮或当倾斜角小于  $5^\circ$  时，最小节圆直径应不小于 10 倍的钢丝绳直径。
- d) 提升机构的设计，应使钢丝绳在受导向状态下通过爬升式提升机构、防坠落安全装置和滑轮，以防止钢丝绳离开其预定路线。
- e) 提升机构在进行可靠性试验承载极限工作载荷时，提升机构应能正常工作 20 000 次循环（轻型）或 60 000 次循环（重型）。电动机、制动器、传动箱、卷筒和/或牵引系统之间的机械传动应为强制型且不可依靠工作中的摩擦力。
- f) 提升机构应配备主制动器。在下列情况应自动起作用：
  - 1) 施加在曲柄或手柄的手动作用力终止；
  - 2) 主动力源失电；
  - 3) 控制电路的动力源失电。
- g) 制动器应在 200 mm 距离内停止承载 1.25 倍额定载重量并按额定速度运行的升降机。
- h) 爬升式提升装置在上升和下降不小于 1.5 倍极限工作载荷时，牵引系统中的钢丝绳不能发生打滑或蠕动。

#### 5.4.3.5 卷扬式动力系统

卷扬式动力系统应满足如下要求：

- a) 卷扬式动力系统通常由卷扬式提升机构、钢丝绳、滑轮和导向轮、安全部件组成；
- b) 卷扬式提升机构应包括电动机、减速机及卷筒，通常固定在顶部，卷筒及附属设备的设计应确保钢丝绳在松弛情况下不会从卷筒上脱出；
- c) 卷扬式动力系统，对于阻旋转钢丝绳，偏斜角不宜大于  $2^\circ$ ，对于标准钢丝绳，偏斜角不宜大于  $4^\circ$ ；
- d) 卷筒应有法兰盘，法兰盘高于最外层钢丝绳的凸起高度应不小于钢丝绳直径的 1.5 倍；
- e) 钢丝绳卷筒应有机加工或最大粗糙度为  $Ra=12.5\ \mu\text{m}$  的凹槽；
- f) 对动力提升机构，升降机在最低位置时下降运动应自动停止，此时距离接触到卷筒上钢丝绳锚固点至少有 3 个完整圈钢丝绳盘绕在卷筒上。

#### 5.4.3.6 齿轮齿条式动力系统

齿轮齿条式动力系统应满足如下要求：

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/248027022114006022>