

风力发电机组混凝土塔筒

质量管理体系标准

# 编制说明

(征求意见稿)

标准编制组

2026年5月



# 目 录

一、工作简况 .....	1
(一) 任务来源 .....	1
(二) 编制目的 .....	1
(三) 参加单位 .....	2
(四) 单位分工和主要起草人 .....	2
(五) 工作过程 .....	3
二、标准编制原则和主要内容 .....	4
(一) 标准编制的原则 .....	3
(二) 标准的主要内容 .....	4
三、主要试验（或验证）情况分析 .....	13
四、标准中如果涉及专利，应有明确的知识产权说明 .....	13
五、产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效益等情况 .....	13
六、采用国际标准和国外先进标准情况 .....	15
七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准 .....	15
八、重大分歧意见的处理经过和依据 .....	16
九、标准性质的建议说明 .....	16
十、贯彻标准的要求和措施建议 .....	16
十一、废止现行相关标准的建议 .....	16
十二、其他应予说明的事项 .....	16



# 一、工作简况

## （一）任务来源

根据中国混凝土与水泥制品协会《关于下达 2025 年中国混凝土与水泥制品协会标准制修订计划（第一批）的通知》（中制协字（2025）23 号）的要求，《风力发电机组混凝土塔筒质量管理体系标准》为协会标准制定项目，项目计划号 2025-03-cbjh。

本规程由中国混凝土与水泥制品协会负责管理，由中国混凝土与水泥制品协会风电混塔分会牵头制定，由北京天杉高科风电装备有限责任公司负责起草并组织相关单位共同完成。

## （二）编制目的

在国内风电市场规模化开发、机组大型化与高塔化快速发展趋势下，钢混塔架凭借技术可靠、经济性突出、服役寿命长等优势，已成为陆上风力发电机组主流塔架形式。随着行业参与主体不断增多、产业规模持续扩大，混凝土塔筒在生产制造、运输防护、现场安装、预应力施工、运行维护等全链条环节，对质量管理体系建设、企业能力评价、全过程的过程控制、检验验收、不合格品处置、质量追溯提出了系统化、标准化、可追溯的刚性要求。

当前，混凝土塔筒构件已形成半环、1/4 环等多元化分片预制模式，构件出厂质量、运输路径与装载防护、现场拼装精度、拼缝控制、垂直度与水平度调控、关键材料质量、预应力隐蔽工序等均直接决定结构安全与长期运行可靠性。但由于行业内缺少以质量管理体系为核心的统一标准，各企业管理水平、过程控制、验收尺度差异较大，质量责任不清晰、过程管控不闭环、追溯机制不健全、验收依据不充分等问题突出，难以满足风电项目高质量建设与安全长效运行需求。

国内现行相关标准多侧重于设计、生产工艺或施工工序，尚未形成覆盖质量管理体系、制造与安装能力评价、全过程质量控制、试验检验、不合格品管理、质量追溯的一体化管理标准。为填补行业空白，构建风电混凝土塔筒全生命周期质量管理体系，统一生产、运输、安装、预应力施工及运行维护全过程质量管控规则，规范企业质量行为、提升过程管控水平、健全追溯体系、明确验收依据，保障风电项目结构安全、运行可靠与收益稳定，推动行业规范化、标准化、高质

量发展，编制组在系统总结工程实践、吸收先进管理经验、广泛征求意见的基础上，制定本标准。

### (三) 参加单位

本规程由中国混凝土与水泥制品协会负责管理，由中国混凝土与水泥制品协会风电混塔分会牵头制定。主编单位有中国混凝土与水泥制品协会风电混塔分会、北京天杉高科风电装备有限责任公司、上海电气研砮（木垒）建筑科技有限公司、上海风领新能源有限公司、浙江华东新能科技有限公司、辽宁和展能源集团股份有限公司、江苏正锐达新能源有限公司；参编单位有远景能源有限公司、中国船级社质量认证有限公司、上海华砮绿筑新能源有限公司、中汉能源（上海）有限公司、华能天成融资租赁有限公司、北京建工新型建材科技股份有限公司、天津德嘉预应力钢绞线有限公司、中能建装配式建筑产业发展有限公司、青龙管业集团股份有限公司。

### (四) 单位分工和主要起草人

本规程共分 10 章，主要起草人及分工如表 1 所示。

表 1 主要起草人及分工

章节名称	单位分工	主要起草人
统筹	中国混凝土与水泥制品协会风电混塔分会	孙莉丽
1 总则	北京天杉高科风电装备有限责任公司牵头	王领、叶志燕、孙莉丽
2 术语	上海电气研砮（木垒）建筑科技有限公司牵头	叶志燕、蒋力、白存龙、李福平
3 基本规定	上海风领新能源有限公司牵头	蒋力、李至、李志光
4 质量管理体系	北京天杉高科风电装备有限责任公司牵头	王领、雍飞、高文博
5 生产质量管理	上海电气研砮（木垒）建筑科技有限公司牵头	叶志燕、王领、蒋力、郑权、汪廷秀、白存龙、李至、雍飞、高文博
6 运输质量管理	辽宁和展能源集团股份有限公司牵头	郑权、赵初、上官鹏程、颜廷俊、李福平、李志光、高文博
7 安装质量管理	北京天杉高科风电装备有限责任公	王领、叶志燕、蒋力、郑权、

	司牵头	汪廷秀、白存龙、李至、雍飞、
8 预应力质量管理	江苏正锐达新能源有限公司牵头	上官鹏程、刘立军、王领、赵初、上官鹏程、颜廷俊、李福平、李志光、高文博
9 运行维护质量管理	浙江华东新能科技有限公司牵头	赵初、王领、蒋力、郑权、上官鹏程、白存龙、李至、雍飞
10 质量追溯性管理	上海风领新能源有限公司牵头	蒋力、叶志燕、赵初、汪廷秀、李福平、高文博
统稿	北京天杉高科风电装备有限责任公司牵头	王领

## (五) 工作过程

2025年7月31日，编制组成立暨第一次工作会议在上海召开。会上，由北京天杉高科风电装备有限责任公司王领对标准前期调研和准备工作情况进行汇报，会上，各单位代表围绕本规范章节划分、具体编制内容展开了充分讨论，确定了本标准以质量管理体系建立、质量追溯等为主要章节，可简略描述生产部分相关内容，聚焦质量管理体系，对标准的章节划分进行了讨论，确定了本标准的编制进度计划。

2025年10月24日，规程编制组以线上会议形式召开了第二次会议。会上，规程编制组通报了规程草稿的编制进度情况，就草稿的相关内容等进行了讨论和交流，就规程草稿的修改反馈意见进行了通报和讨论，对规程草稿的初步修改提出了修改意见和建议，明确了下一次会议讨论的主要技术要求内容和会议时间。

2026年2月3日，规程编制组成员在上海召开了本规程的初稿讨论会，对本规程的每章条文内容、章节标题、术语等进行了讨论和修改，对核心内容进行了充分讨论，并确定了编制意见，提出了具体指标的修改意见及确定完成送审稿的时间。

2026年4月24日，本标准编制组将征求意见稿及相关材料递交中国混凝土与水泥协会标准质量部公开征集意见。

## 二、标准编制原则和主要内容

### (一) 标准编制的原则

本规程按照《工程建设标准编写规定》(建标〔2008〕182号)给出的规则进行编写。本规程的编制遵从以下规则：贯彻执行国家的政策、法规，与现行其他国家标准协调一致的原则；技术指标制定先进可行、规范合理的原则；标准制定突出产品特性，促进风电预制混凝土塔筒行业健康发展和产品推广的原则。

为健全陆上风力发电机组混凝土塔筒全链条质量管理体系，统一生产、运输、安装、预应力施工、运行维护及质量追溯的关键要求与控制项次，规范混凝土塔筒从工厂出厂至项目运行全过程质量管理行为，编制本标准。本标准充分吸收国内风电混凝土塔筒制造企业、安装单位、预应力施工单位、运维单位的成熟管理经验，结合大量风电混塔工程实践与质量管控成果，条文内容贴合现场实际、控制措施清晰明确、执行路径简洁可行。本标准适用于陆上风力发电机组钢混塔架中预应力装配式混凝土塔筒的全生命周期质量管理，不适用于结构形式、制造工艺、受力特点差异显著的其他类型风电混凝土塔架结构。凡本标准未作出规定的内容，均应符合国家现行有关标准的规定。

## (二) 标准的主要内容

本规范共分10章，分别为：1 总则；2 术语；3 基本规定；4 质量管理体系；5 生产质量管理；6 运输质量管理；7 安装质量管理；8 预应力质量管理；9 运行维护质量管理；10 质量追溯性管理。

### 1 总则

1.0.1 为规范陆上风力发电机组混凝土塔筒全生命周期质量管理，统一生产制造、运输防护、现场安装、预应力施工、运行维护及质量追溯的关键控制要求，明确各环节质量管控标准，保障风电混塔结构安全、运行可靠、长期稳定服役，制定本标准。

1.0.2 本规范适用于陆上风力发电机组钢混塔架预制混凝土塔筒的质量管理体系建立、工厂生产、成品储运、道路运输、现场拼装与吊装、预应力工程施工、运行维护检修、全过程质量追溯等管理活动。

1.0.3 陆上风力发电机组钢混塔架预制混凝土塔筒的全过程质量管理，除应执行本规范外，尚应符合国家现行有关法律、法规、标准规范的规定。

### 2 术语

2.0.1 钢混塔筒由下部预应力混凝土段与上部钢筒段组合而成,用于支撑风电机组的筒状承重结构。

2.0.2 混凝土塔筒构件按照装配式结构设计、工厂预制成型的风电塔筒构件,常见形式包括半环、1/3 环、1/4 环分片构件及整环构件,可装配形成完整筒节。

2.0.3 质量管理在质量方面指挥、控制、组织与协调的一系列活动。

2.0.4 质量管理体系为实现质量方针与质量目标,建立的相互关联、相互作用的全过程管理要素集合。

2.0.5 检验对产品、材料、工序的特性进行检查、测量、试验,并判定是否符合规定要求的活动。

2.0.6 进场检验构件、材料、设备进入施工现场后,按标准进行核查、检测并确认合格的活动。

2.0.7 见证检验在业主、监理或第三方监督人员现场见证下开展的检验、试验活动。

2.0.8 复验原材料、构配件进场后,在核查资料与外观基础上进行抽样检测的活动。

2.0.9 首件验收批量生产或工艺、材料变更后,对首个构件进行全面检验确认,作为批量生产依据。

2.0.10 缺陷塔筒构件质量不符合标准、设计或合同要求的项目,分为严重缺陷和一般缺陷。

2.0.11 一般缺陷对结构受力、耐久性、安装及使用功能不产生决定性影响的缺陷。

2.0.12 严重缺陷对结构受力性能、耐久性、安装及使用功能产生决定性影响的缺陷。

### **3 基本规定**

3.0.1 混凝土塔筒生产、安装、预应力施工、运维单位应建立完善的企业管理制度,具备质量、职业健康安全、环境管理体系,明确关键质量控制点并建立验收制度。

3.0.2 生产企业应具备满足生产要求的场地、生产设备、工装模具及试验检测条件,所有检测设备必须经检定或校准合格并张贴状态标识。

3.0.3 质量检验与验收应覆盖：原材料进场检验、生产过程检验、成品出厂检验、构件进场验收、安装过程检验、安装完工验收、预应力验收、运维验收。

3.0.4 构件大批量生产前必须实施首件验收，验收合格后方可批量生产。

3.0.5 生产、运输、安装单位应设立专职质量检验部门与专职质检人员；技术负责人负责技术交底、培训与考核；质量负责人负责全过程质量控制并形成记录。

3.0.6 生产应符合《风力发电机组混凝土塔筒构件生产技术规程》T/CCPA 54。

3.0.7 安装与验收应符合《风力发电机组钢混塔筒安装与验收技术规程》T/CCPA 59。

3.0.8 安装关键材料应符合《风力发电机组钢混塔筒安装关键材料技术要求》T/CCPA 62。

3.0.9 预应力施工应符合《风力发电机组钢混塔筒预应力技术规程》T/CCPA 61。

3.0.10 运行维护应符合《风力发电机组钢混塔筒维护技术规程》T/CCPA 60。

## 4 质量管理体系

### 4.1 体系建立

4.1.1 生产与安装企业应建立、实施、保持并持续改进质量管理体系，确保体系有效运行。

4.1.2 企业应结合自身情况制定质量方针、质量目标、质量计划。

4.1.3 应指定管理者代表，负责质量管理体系的建立、运行与监督。

4.1.4 应设置满足生产、安装、质量管控要求的组织结构，明确部门职责、权限与接口关系。

### 4.2 制造能力评价

4.2.1 制造能力评价应包括：场地设施、管理水平、产品质量、研发能力、生产安全、环保与能源管理。

4.2.2 企业应满足：依法注册、三年内无重大安全 / 质量 / 环境事故、无失信记录、经济技术实力较强、已通过 GB/T 19001 认证，宜建立职业健康、环境、能源管理体系。

4.2.3 下列企业不予评价：停产、发生较大及以上事故、督查问题未整改、

被列入失信被执行人。

4.2.4 制造能力评价具体内容、评分标准、判定规则详见附录 A。

4.3 安装能力及资源配置

4.3.1 安装现场布局合理、道路平整、设备机具摆放规范、物料堆放整齐。

4.3.2 安装前应编制专项质量计划、专项安装方案、资源配置计划，报监理审批。

4.3.3 作业环境应满足安装精度、质量与安全要求。

4.3.4 施工废弃物应分类存放、合规处置，满足环保要求。

## 5 生产质量管理

5.1 生产技术准备

5.1.1 生产前必须完成设计交底、图纸会审，形成书面记录。

5.1.2 应编制生产方案，包括：概况、模具规划、物资计划、生产计划、工艺、检测、验收、运输、成品保护。

5.1.3 应开展全面质量策划，形成策划文件并严格执行。

5.1.4 质量策划文件须经技术负责人审批；变更须重新审批并归档。

5.2 模具质量管理

5.2.1 模具应满足 T/CCPA 54 及相关标准要求。

5.2.2 模具设计、制作、采购、使用应遵循节材、环保、可重复利用原则。

5.2.3 模具进场应验收、建立台账、统一编号；不合格模具应返修或报废。

5.2.4 模具应定期检查、维护、校准；影响尺寸精度与外观质量时应维修或报废。

5.2.5 模具改造、转场、复用前应检查并记录。

5.3 物资质量管理

5.3.1 原材料应符合设计及 T/CCPA 54 要求。

5.3.2 应建立合格供应商名录与评价制度，定期评价并动态更新。

5.3.3 进场物资必须核验资料、外观、规格、数量，按规定抽样复检。

5.3.4 验收合格物资入库、标识、分类存放；不合格物资严禁入库并隔离处置。

5.3.5 废旧物资合规处置，满足环保要求。

#### 5.4 生产作业质量管理

5.4.1 生产作业应符合 T/CCPA 54 规定。

5.4.2 生产线投产前必须试生产、首件验收，合格后方可批量生产。

5.4.3 关键工序必须技术交底，人员经培训考核、持证上岗。

5.4.4 钢筋加工、模具拼装、钢筋绑扎、隐蔽工程验收、混凝土浇筑、养护、脱模起吊应按工序管控。

5.4.5 混凝土浇筑前必须完成隐蔽验收；浇筑过程连续、振捣密实；养护及时规范。

5.4.6 脱模起吊强度必须满足设计及规程要求。

5.4.7 对常见缺陷建立预防措施；出现质量问题应分析原因、及时整改。

#### 5.5 储运管理

5.5.1 应编制储运方案，合理规划堆场、支垫、防护、转运顺序。

5.5.2 构件应分区存放、平稳支垫、可靠防护，避免变形、磕碰、开裂。

5.5.3 转运前应完成道路勘察、路线规划、装车方案与成品保护。

5.5.4 定期盘点，对存放中出现损伤、变形、缺陷的构件及时处置。

#### 5.6 试验检验及验收管理

5.6.1 混凝土强度评定符合 GB/T 50107，试验方法符合 GB/T 50081。

5.6.2 原材料进场必须见证取样、第三方复检。

5.6.3 成品构件经检验合格后方可标识、入库、出厂。

5.6.4 出厂构件必须随车附带合格证、检验报告、质量证明文件。

#### 5.7 不合格品管理

5.7.1 不合格品必须标识、隔离、记录、评审、处置，防止误用。

5.7.2 应建立不合格品台账，分级处置：返修、让步接收、报废。

5.7.3 报废构件应专区存放、统一处理。

#### 5.8 质量分析和持续改进

5.8.1 定期开展质量统计分析，评价过程质量、成品质量与管理水平。

5.8.2 针对问题制定纠正与预防措施，持续改进。

5.8.3 建立全过程质量追溯机制，采用信息化手段提升管控水平。

### 6 运输质量管理

## 6.1 装车质量管理

6.1.1 运输车辆、驾驶员应具备合法资质。

6.1.2 超限构件须办理运输许可，按审批路线行驶。

6.1.3 装车前核对单据、检查构件外观与质量。

6.1.4 构件应合理支垫、平稳摆放、可靠加固、边角防护；立放运输应设防倾覆措施。

## 6.2 道路运输质量管理

6.2.1 选择路况良好、少颠簸路线，遵守交通规则，控制车速。

6.2.2 提前勘察进场道路，对软弱路基、弯道、陡坡提前处理。

## 6.3 卸车质量管理

6.3.1 卸车前核对单据、检查构件完好性。

6.3.2 按顺序卸车，轻吊轻放，规范支垫存放。

6.3.3 交接双方共同验收，确认质量状态并记录。

## 7 安装质量管理

### 7.1 安装技术准备

7.1.1 应编制专项吊装方案，经专家论证、建设及监理单位审核通过。

7.1.2 安装前进行图纸交底、方案交底、安全交底。

7.1.3 设计变更应及时传达、交底、更新资料。

### 7.2 安装工具和设备管理

7.2.1 吊装、测量、检测设备应提前进场、验收、校准。

7.2.2 特殊工况吊装应对设备、吊具、工装进行专项校核。

### 7.3 物资质量管理

7.3.1 进场构件、灌浆料、座浆料、连接件等必须检验合格。

7.3.2 核查合格证、检测报告，按规定见证取样复检。

7.3.3 不合格材料严禁使用，隔离标识并退场。

### 7.4 现场存放管理

7.4.1 存放场地坚实平整、排水良好、支垫合理。

7.4.2 构件分类存放、可靠防护，避免变形、损伤、锈蚀。

### 7.5 安装作业质量管理

- 7.5.1 安装人员应具备相应技能，经交底后方可作业。
- 7.5.2 安装前完成基础交接验收，复核中心点、标高、门洞线。
- 7.5.3 按吊装顺序依次吊装，严控水平缝、竖缝、错台、垂直度、水平度。
- 7.5.4 实行首段、首台样板验收，联合业主、监理验收合格后批量作业。
- 7.5.5 对安装缺陷及时分析、处理、复查。

#### 7.6 试验检验与验收管理

- 7.6.1 配备专职质检人员，实施全过程监督与检验。
- 7.6.2 构件进场联合验收，核查资料与外观尺寸。
- 7.6.3 出现裂缝、变形、错台、渗漏等问题，应组织多方分析并制定处置方案。

#### 7.7 不合格品管理

- 7.7.1 不合格构件、工序不予验收、不得进入下道工序。
- 7.7.2 一般缺陷可在监督下修复、复检；严重缺陷应报废或退回。

#### 7.8 质量分析和持续改进

- 7.8.1 定期分析安装精度、缺陷率、资料完整性，持续优化工艺。
- 7.8.2 建立安装质量追溯系统，实现全过程可追溯。

### 8 预应力质量管理

#### 8.1 预应力施工技术准备

- 8.1.1 编制预应力专项施工方案，审批通过后方可实施。
- 8.1.2 作业前进行技术、安全交底，熟悉张拉顺序、工艺、质量标准。

#### 8.2 预应力设备管理

- 8.2.1 张拉设备、灌浆设备、测量仪器应定期维护、校准。
- 8.2.2 千斤顶与压力表配套校验，合格后方可使用，记录归档。

#### 8.3 预应力物资质量管理

- 8.3.1 预应力筋、锚具、夹片、灌浆料、波纹管等进场必须检验、复检。
- 8.3.2 不合格材料严禁使用，隔离退场。

#### 8.4 现场存放管理

- 8.4.1 预应力材料分类、垫高、防雨、防潮、防锈、防晒、防污染。
- 8.4.2 标识清晰，防止混料、误用。

## 8.5 预应力施工作业质量管理

8.5.1 作业人员持证上岗，严格按方案施工。

8.5.2 实行首束张拉、首段灌浆样板验收。

8.5.3 张拉实行张拉力与伸长值双控，持荷、锚固、封堵规范。

8.5.4 灌浆密实、饱满、及时，封堵规范。

## 8.6 试验检验与验收管理

8.6.1 张拉全过程旁站监督，记录真实完整。

8.6.2 灌浆完成后检查密实度，缺陷及时补灌。

8.6.3 预应力完工后组织联合验收，核查资料、外观、锚固、防腐。

## 8.7 不合格品管理

8.7.1 不合格材料、张拉超差、灌浆不密实不得验收。

8.7.2 执行标识 — 隔离 — 记录 — 评审 — 处置 — 复检闭环管理。

## 8.8 质量分析和持续改进

8.8.1 定期分析张拉合格率、灌浆密实度、精度控制水平。

8.8.2 优化工艺、强化管控、完善追溯，持续提升质量。

## 9 运行维护质量管理

### 9.1 维护准备

9.1.1 维护前编制方案、明确人员、工器具、标准、流程。

9.1.2 维护人员持证上岗，经交底、培训、考核。

9.1.3 高空、有限空间等高风险作业实行作业许可制度。

### 9.2 维护工具和设备管理

9.2.1 维护设备、仪器、工具应完好、校准、记录完整。

9.2.2 建立台账、保养制度、操作规程。

### 9.3 维护作业质量管理

9.3.1 避开大风、雷雨等恶劣天气，落实安全防护。

9.3.2 严格按方案、规程作业，关键工序旁站、记录、留痕。

9.3.3 缺陷、损伤应评估分析，涉及结构安全的维修须经设计确认。

9.3.4 维修、加固、防腐作业应符合标准，满足环保要求。

### 9.4 验收管理

- 9.4.1 维护、维修、加固完工必须工序验收、联合验收。
- 9.4.2 验收以结构安全、耐久性、功能恢复为核心。
- 9.4.3 验收记录、影像、检测报告归档，纳入全生命周期档案。
- 9.5 质量分析和持续改进
  - 9.5.1 建立维护数据统计、缺陷分析、问题复盘机制。
  - 9.5.2 制定纠正与预防措施，持续优化维护体系。

## 10 质量追溯性管理

### 10.1 资料管理

10.1.1 生产、安装、预应力、运维单位分别负责相应资料形成、收集、归档。

10.1.2 资料包括：图纸、变更、方案、原材料合格证、复检报告、混凝土报告、隐蔽记录、模具记录、预应力记录、成品检验、安装记录、验收记录、旁站记录等。

10.1.3 纸质资料存档不少于5年，电子资料存档不少于设计使用年限。

### 10.2 标识管理

10.2.1 标识贯穿设计、生产、运输、安装、运维全过程，持久、清晰、唯一。

10.2.2 原材料、半成品、成品均应有标识，注明名称、规格、批次、状态、使用部位。

10.2.3 成品构件采用编号、喷涂、二维码等标识，包含项目、厂家、型号、生产日期、检验状态。

### 10.3 信息化管理

10.3.1 建立塔筒信息模型，整合几何、材料、预埋件、生产、安装、运维信息。

10.3.2 实时更新生产、运输、安装、张拉、灌浆、维护状态。

10.3.3 采用二维码实现一物一码、全程可追溯。

10.3.4 全过程资料电子化、分级分类、长期存档。

## 附录 A 风电混塔行业工厂能力评价实施规则

（包含：原材料管控、钢筋加工、模具精度、预埋件、预应力部件、生产工

艺、混凝土浇筑养护、成品检验、检测设备、人员能力、工厂资质、加分项等完整评分表内容)

### 三、主要试验（或验证）情况分析

本标准为规范混凝土塔筒构件生产、运输、安装、预应力施工、运行维护及质量追溯的管控要求，相关技术数据和要求引用现行国家及行业标准规范。

### 四、标准中如果涉及专利，应有明确的知识产权说明

本规程不涉及专利和相关知识产权。

### 五、产业化情况、推广应用论证和预期达到的经济效果等情况

2023年12月20日，国家能源局发布1-11月份全国电力工业统计数据。截至11月底，全国累计发电装机容量约28.5亿千瓦，同比增长13.6%。其中，太阳能发电装机容量约5.6亿千瓦，同比增长49.9%；风电装机容量约4.1亿千瓦，同比增长17.6%。1月-11月份，全国主要发电企业电源工程完成投资7713亿元，同比增长39.6%。其中，太阳能发电3209亿元，同比增长60.5%；核电774亿元，同比增长45.3%；风电2020亿元，同比增长33.7%。电网工程完成投资4458亿元，同比增长5.9%。

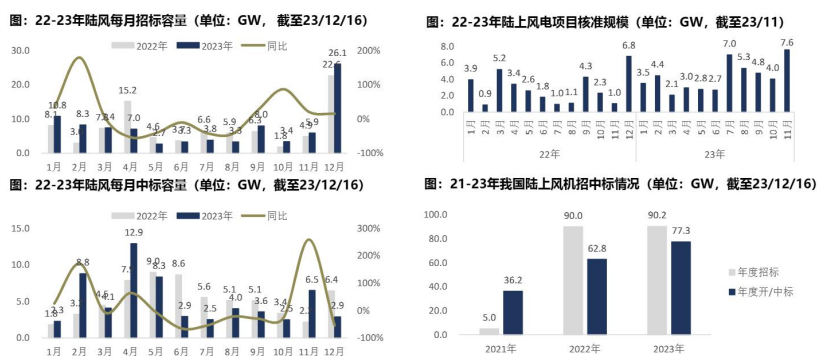


图 1 中国风电陆风招标/中标量

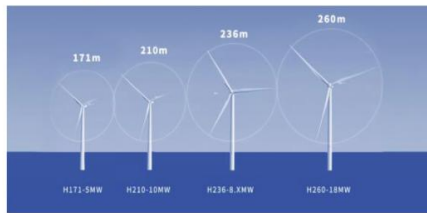
国家“双碳”政策提出后行业规划的多批陆上风光大基地资源的批量释放。陆风大基地项目、老旧机组改造、分散式核准制改备案制，共同推动“十四五”末期中国陆风进入装机高峰期。23年1月~11月我国陆上风电核准项目规模达47.2GW，同比增长71.4%。进入23年下半年，风电项目核准规模较23年上半年显著增长。

风电平价时代的到来，使风机单机容量明显提升。据中国风能专业委员会发布的数据，2022年，中国新增装机的风电机组平均单机容量为4.49MW，同比增长27.8%，其中陆上风电机组平均单机容量为4.3MW，同比增长37.9%，海上风电机组平均单机容量为7.4MW，同比增长33.4%。

### 风电机组：大型化趋势明显

- 风机大型化是降本的重要抓手，近年风机大型化的速度加快，2022年新增装机的单机容量同比明显增长。
- 展望未来，风机大型化还将更进一步，目前风机企业已经推出10MW左右的陆上机组，并将批量应用，头部风机企业已经开始着手研发12-15MW单机容量的陆上机组；海上方面，头部的海上风机企业已经推出16-18MW的海上机组，后续推出单机容量20MW以上的机组可期。

中国海装海上风机往大型化方向迭代的示意图



资料来源：CWEA、中国海装、BNEF、平安证券研究所

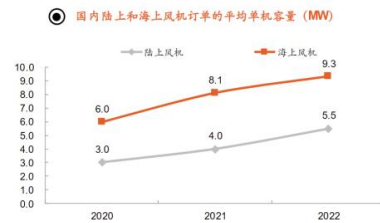


图2 风机大型化趋势

机组大型化趋势使得钢混塔架应用得以进一步实现。在提高塔架承载力、设计运输可匹配实现的前提下，钢制塔架（含大直径钢塔、分片钢塔）受承载力、疲劳、频率限制，其重量进一步增加，应用场景集中在标准塔架高度（轮毂高度-叶轮直径/2+15m）、140m及以下；当建设项目轮毂高度在140m及以上时，钢混塔架具有更好的可应用性、经济性，使项目可实现可收益。

图：低风速省市近地面高度风速(m/s)及输出功率随高度增长率(%)

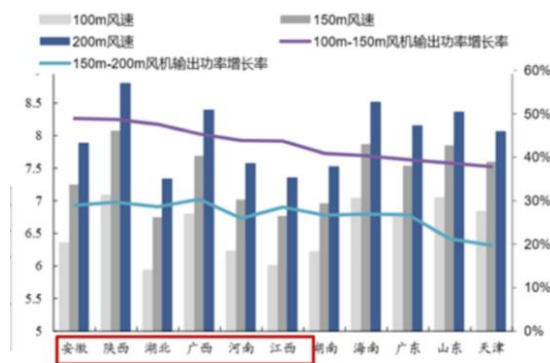


图3 混塔经济性优势

对于钢混组合的混合塔架方案中重要的组成部分，混凝土塔筒占钢混塔架总造价的近90%，因此，在产业化情况方面，以混凝土塔筒为主体的风电钢混组合混合塔架在市场中已经在大量地推广应用。但是，混凝土塔筒没有专门的技术标

准规范，用于指导构件的生产和质量管理，也是制约产业进一步发展，工程使用安全性保障的一个重要因素。

在产业推广方面，本标准的制定与实施，将全面规范陆上风力发电机组混凝土塔筒生产制造、运输防护、现场安装、预应力施工、运行维护及质量追溯全链条质量管理行为，使生产企业的经营管理、生产组织、过程质量控制有标可依、有规可循，实现产品质量管控标准化、流程化、可追溯。工程建设、施工、监理及业主单位可依据本标准开展全过程监督检查与质量验收，统一判定尺度、减少争议、提升效率。随着标准全面推行，将进一步提升风电混塔体系可靠性与市场认可度，推动风电混合塔架产业化、规范化、高质量发展，有力支撑国家新能源战略落地与“双碳”目标实现。

在推广应用论证方面，本标准在编制过程中，全面总结国内混凝土塔筒生产企业、安装单位、预应力施工单位、运维单位的成熟质量管理经验，充分借鉴预制混凝土构件行业通用管理要求，并严格参照现行国家、行业及团体相关标准规范，技术路线成熟、条款务实可行。标准内容经十几家生产企业、设计单位、高等院校、第三方检测机构及工程应用单位专家多轮研讨、论证与完善，贴合工程实际、操作性强，对统一行业认知、规范安装验收、提升工程质量具有显著推动作用，具备在全行业推广应用的充分条件与实践基础。

在经济效益方面，本标准的发布实施，将有效规范企业质量管理行为，提升构件出厂质量、安装精度与验收效率，降低返工、维修及运维成本，提高项目整体效益。在统一标准支撑下，混凝土塔筒的市场信任度与应用范围将进一步扩大，在现有规模化应用基础上持续提升市场占有率，带动设计、生产、施工、运维全产业链协同升级，形成显著的经济效益与社会效益，为风电行业降本增效、高质量发展提供坚实支撑。

## 六、采用国际标准和国外先进标准情况

无

## 七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准

经广泛调研和多方面征求意见，本规范符合现行的相关法律、法规、规章及相关标准的要求。

## 八、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

## 九、标准性质的建议说明

建议《风力发电机组混凝土塔筒质量管理体系标准》作为推荐性团体标准发布实施。

## 十、贯彻标准的要求和措施建议

尽快做好标准发布实施工作，标准颁布实施后，相关部门和企业应做好标准宣贯培训工作，制定相应的实施方法，使本规程得以认真执行，在混凝土塔筒构件生产技术和质量管理方面起到重要的指导作用。

## 十一、废止现行相关标准的建议

无。

## 十二、其他应予说明的事项

无。