

陆上风力发电机组钢混塔架施工关键材料
技术规程

编制说明

(征求意见稿)

标准编制组

2024年9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	1
(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	3
(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	16
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	23
六、采用国际标准和国外先进标准情况	25
七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准	26
八、重大分歧意见的处理经过和依据	26
九、标准性质的建议说明	27
十、贯彻标准的要求和措施建议	27
十一、废止现行相关标准的建议	27
十二、其他应予说明的事项	27

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 2024 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[2024]6 号）的要求，《陆上风力发电机组钢混塔架施工关键材料技术规程》为协会标准制定项目，计划号 2024-02-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并组织编制工作，由北京天杉高科风电科技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

钢筋混凝土塔筒分为预制型塔筒和现浇型塔筒，相比于钢结构塔架，钢筋混凝土塔筒有较多优点：例如，原材料成本较低、混凝土对钢筋有保护作用、塔筒的耐火性和耐腐蚀性明显提高、塔筒刚度大、寿命长、钢筋混凝土塔筒还有利于抗震、抵抗振动和爆炸冲击波、建造和维护成本较低等。同时，在国家双碳目标的大背景下，不断鼓励清洁能源的发展，随着风电机组向大型化、高空化的发展，混塔的技术经济优势将更突出，因此，其也得到了较快速的发展。但是，随着性能要求的提高，混塔结构中的一些关键材料也有了更高更适宜的要求。例如分片式塔筒的竖向连接材料、筒段间的横向连接材料、现场拼装的湿连接材料、密封材料、过渡垫板等关键材料，材料性能要求已部分滞后，既有标准无法全面覆盖和规范应用。市场上的相关材料性能也参差不齐，这不仅限制和制约了混塔的整体性能，而且还影响风电塔整体的服役寿命。

目前，国内尚没有一本专门用于系统规范混塔所用关键材料的标准。虽然部分材料存在相关标准，但其针对应用市场较广，所以，其检测项目、性能指标、适用范围，甚至是检测方法已不适宜于混塔，给风电工程中混凝土塔筒的设计、施工以及验收都带来了障碍，也给相关材料的开发和生产造成了很大困惑。因此，出于混塔结构的性能要求，也为规范风电行业混塔所用关键材料，有必要针对目前及今后混塔的发展，提出专门针对混塔的客观、实际的关键材料应用技术要求，整体规范混塔行业的市场行为。

（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、北京天杉高科风电科技有限责任公司、上海风领新能源有限公司、浙江华东新能科技有限公司、上海电气研砣（木垒）建筑科技有限公司、内蒙古金海新能源科技股份有限公司、建研院检测中心有限公司，参编单位有协合新能源集团有限公司、中国船级社质量认证有限公司、辽宁昌和风电设备有限公司、上海悍马建筑科技有限公司、中德新亚建筑材料有限公司、安徽中研建科建筑材料有限公司、北京市建筑工程研究院有限责任公司、中建材中岩科技有限公司、大连凯华新技术工程有限公司、湖南固特邦土木科技有限公司、卡本科技集团股份有限公司、江苏中成紧固技术发展股份有限公司。

（四）单位分工和主要起草人

本规程共分 7 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
标准编制进度 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	北京天杉高科风电科技有限 责任公司牵头	刘金虎、刘勇、王玲玲
2 术语	北京天杉高科风电科技有限 责任公司牵头	刘金虎、张后禅、刘勇、王玲玲
3 基本规定	北京天杉高科风电科技有限 责任公司牵头	刘金虎、张后禅、黄张裕、王玲 玲
4 水泥基灌浆料	中德新亚建筑材料有限公司 牵头	张后禅、颜廷俊、王玲玲、孙岩 波、单韧、范德科
5 水泥基座浆料	北京市建筑工程研究院有限 责任公司牵头	周云、孙岩波、王玲玲、范德科
6 环氧拼接胶	建研院检测中心有限公司牵 头	曾兵、张后禅、龙波、谭成、王 玲玲、高艳、单韧、范德科、薛 雪雪、赵卫
7 管片连接螺栓	中国电建集团华东勘测设计 研究院有限公司	袁中帅、黄张裕、王龙娟

统稿	北京天杉高科风电科技有限责任公司牵头	刘金虎
----	--------------------	-----

（五）工作过程

2024年4月12日，编制组成立暨第一次工作会议在上海召开。会上，听取了编制单位北京天杉高科风电科技有限责任公司代表就标准编制的背景、编制组成员单位组成、标准的主要架构及编写意向、编写分工意向以及编制进度计划安排的汇报。会上各参编单位的代表积极发言，对标准的架构、内容及侧重点的安排建言献策，并以书面形式提出意见与建议。会议对标准主体框架提出修改建议，建议按关键材料类别或各自成章节的形式来呈现，且对内容分工做了初步讨论，定于5月份第二次会议时进一步明确。会议上特别强调了编制本标准时要和协会其他标准协调一致，不能有冲突。

2024年5月8日，规程编制组以线上会议形式召开了第二次会议。会上，规程编制组对内容分工做了进一步讨论，明确各家单位负责编写的章节内容。会议对“关键材料”涵盖内容形成一致意见，本次调整为灌浆料、座浆料、环氧拼接胶、机械类连接件四大类。

2024年7月5日，规程编制组成员在合肥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，明确所有参编单位提供的数据必须有试验支撑，提出了具体指标的修改意见及确定完成送审稿的时间。

2024年7月25日，规程编制组成员召开了本规程二次稿的线上讨论会，确定了二次稿中的具体内容和技术要求，完善了本规程的编制架构，就二次稿的优化内容进行了讨论和确定。

2024年9月3日，本规程征求意见稿送交中国混凝土与水泥协会标准质量部以通过社会公开征求意见。

二、标准编制原则和主要内容

（一）标准编制的原则

本规程根据《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，促进陆上风力发电机组钢混塔架施工关键材料行业健康发展和产品推广的原则。

为了加强陆上风力发电机组钢混塔架施工关键材料生产质量管理，明确技术要求，规范钢混塔架施工关键材料生产过程控制及质量管理要求，编制本规程。本规程的内容借鉴钢混塔架施工关键材料行业生产管理经验，以及大量的陆上风力发电机组钢混塔架施工关键材料工程应用实践经验，提出切实可行的钢混塔架施工关键材料生产管理技术要求的条文内容，具体控制措施简明扼要，通俗易懂。本规程适用于陆上风力发电机组钢混塔架施工关键材料的生产和质量控制，凡本规程未作规定的，应符合国家现行有关标准的规定。

（二）标准的主要内容

本规程共分7章，分别为：1 总则；2 术语；3 基本规定；4 水泥基灌浆料；5 水泥基座浆料；6 环氧拼接胶；7 管片连接螺栓。

1 总则

1.0.1 为了加强陆上风力发电机组钢混塔架安装的过程质量管控，明确所用关键材料的技术要求，规范检验流程，编制本规程。

1.0.2 本规程适用于陆上风力发电机组钢混塔架施工关键材料的选用与检验。

1.0.3 陆上风力发电机组钢混塔架施工关键材料的选用与检验，除遵守本规程的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 混凝土塔筒，主要指用于承载风力发电机组的塔筒中的除基础外的底部混凝土结构。

2.0.2 塔筒构件，指在工厂生产制作的混凝土塔筒结构预制构件，简称塔筒构件；塔筒构件按外形区分，一般有整环型、半环型、1/4环型，以及其他形状塔筒构件。

2.0.3 水泥基灌浆料，指由水泥、骨料、外加剂和矿物掺合料等原材料在工厂按比例计量混合而成，在使用地点按规定比例加水或配套组分拌合，用于螺栓锚固、结构加固、预应力孔道等灌浆的材料。

2.0.4 截锥流动度，指将搅拌好的灌浆材料倒入标准的水泥跳桌截锥试模，提起后，在重力作用下自由流动直至停止，最大扩散直径与其垂直方向的直径的算术平均值。

2.0.5 流锥流动度，指灌浆材料浆体自由流出经过校准的标准流锥所用的时间。

2.0.6 水泥基座浆料，指以水泥为基本胶结材料，配以细骨料，以及高性能外加剂和其他材料组成的干混料，加水搅拌后具有早强、高强、微膨胀、粘结性好等性能，适用于钢混塔架预制构件安装用座浆料。

2.0.7 使用温度，座浆料的使用温度为使用部位的温度，包括构件表面及构件间空腔温度。

2.0.8 环氧拼接胶，指由环氧树脂、固化剂、促进剂、改性剂、稀释剂、填料等组成的胶粘剂。

2.0.9 可施胶时间，指胶粘剂混合完毕后，在容器中放置并达到规定温度的时间。

2.0.10 可粘接时间，胶粘剂混合完毕后立即涂抹在基面上，保持其规定粘接性能的可晾置时间。

3 基本规定

3.0.1 钢混塔架施工关键材料或制品应符合下列条件：

- 1 已具备批量供应能力；
- 2 基本试验研究资料齐全，且已经过试点工程或工程试用；
- 3 满足环境安全性：材料或制品的毒性和燃烧性能，已分别通过卫生部门和消防部门的检验与鉴定。

3.0.2 生产厂家应建立完善的档案资料管理制度，生产过程的图纸、生产原材料质量证明文件及记录、生产过程质量控制文件及记录等应按照制度及时归档、有效保管。

3.0.3 钢混塔架施工关键材料出厂时，应进行出厂检验，对检验合格的产品

出具合格性证明文件。

3.0.4 本规程主要对钢混塔架施工关键材料的性能指标及检验流程做出一般性要求，施工质量管控可参照《陆上风力发电机组钢混塔架施工与质量验收规范》等相关规范，施工工艺应符合材料厂家的要求。

4 水泥基灌浆料

本章规定了钢混塔架施工关键材料中水泥基灌浆料的技术要求、试验方法、检验及取样规则、交货与验收标准、标志、包装、运输与贮存要求。

4.1 一般规定

4.1.1 水泥基灌浆料与预制构件匹配使用时，不同预制构件应符合其相应标准。

4.1.2 水泥基灌浆料应按照产品设计（说明书）要求的用水量进行配制。拌合用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63的规定。

4.1.3 常温型水泥基灌浆料的使用温度不宜低于5℃。

4.1.4 当环境温度低于5℃且不低于-5℃时，宜使用低温型水泥基灌浆料。

4.1.5 当使用低温型水泥基灌浆料施工时，施工方应采取低温型水泥基灌浆料施工保温措施，保障水泥基灌浆料使用温度条件，施工后的水泥基灌浆料在要求使用温度条件下养护不低于24h。

4.2 技术要求

4.2.1 水泥基灌浆料按照流动度可划分为I类、II类、III类和IV类；按照抗压强度可分为C80型、C90型、C100型、C110型、C120型、C130型；按照适用温度可分为常温型和低温型。

4.2.2 常温型水泥基灌浆料的流动性应符合规程中表4.2.2-1的规定，其他性能指标应符合规程中表4.2.2-2的规定；低温型水泥基灌浆料的流动性应符合规程中表4.2.2-1的规定，其他性能指标应符合规程中表4.2.2-3的规定。

4.3 试验方法

4.3.1 截锥流动度的试验应按现行国家标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448-2015第 A.0.2条的规定进行。

4.3.2 流锥流动度的试验应按现行国家标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448-2015第 A.0.3条的规定进行。

4.3.3 坍落扩展度的试验应按现行国家标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448-2015第 A.0.4条的规定进行。

4.3.4 抗压强度的试验应按现行国家标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448-2015第 A.0.5条的规定进行。

4.3.5 竖向膨胀率的试验应按现行国家标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448-2015第 A.0.6 条的规定进行。仲裁检验应按现行国家标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448-2015第 A.0.6条第1、2款的试验方法进行。

4.3.6 氯离子含量的试验应按现行国家标准《混凝土外加剂匀质性试验方法》GB/T 8077的规定进行。

4.3.7 泌水率的试验应按现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080中的有关规定进行。浆体装入试样桶时不得振动或插捣。

4.4 检验及取样规则

4.4.1 产品出厂时应进行出厂检验，出厂检验项目应包括：初始流动度，1 d、3 d、-1 d、-3 d抗压强度，3h竖向膨胀率、24h 与3h 竖向膨胀率差值、泌水率。

4.4.4 出厂检验和型式检验若有一项指标不符合要求，应从同一批次产品中重新取样，对所有项目进行复验。复验合格判定为合格产品，复验不合格则判定为不合格产品。

4.5 交货与验收

4.5.1 交货时应提供给用户产品合格证、产品出厂检测报告和使用说明书。凡有下列情况之一者，不应出厂；不合格产品，技术文件（合格证、检验报告）不全、包装不符、质量不足、产品变质以及超过保质期。

4.5.2 交货时产品的质量验收可以抽取实物试样，以其检验结果为依据，也可以产品同批号的检验报告为依据。采用何种方法验收由买卖双方商定，并在合同或协议中注明。

4.5.3 以抽取实物试样的检验结果为验收依据时，买卖双方应在发货前或交货地共同取样和封存。

4.5.4 以同批号产品的检验报告为验收依据时，在发货前或交货时买卖双方在同批号产品中抽取试样，双方共同签封后保存2个月，在2个月内，买方对产品质量有疑问时，买卖双方应将签封的试样送检。

4.6 标志、包装、运输与贮存

4.6.1 包装袋上均应在明显位置注明以下内容：产品名称、型号、净质量、生产厂家、生产批号、生产日期和保质期等内容；产品名称、水料比、质量等级、有效期限、执行标准、检验人员、生产日期及产品批号应于产品合格证上予以说明。

4.6.3 产品运输贮存时不应受潮和混入杂物；产品应贮存于通风、干燥、阴凉处，运输过程中应注意避免阳光长时间照射。

5 水泥基座浆料

本章规定了钢混塔架施工关键材料中水泥基座浆料的技术要求、试验与检验要求、标志、包装、运输与贮存要求。

5.1 一般规定

5.1.1 水泥基座浆料与预制构件匹配使用时，不同预制构件应符合其相应标准。

5.1.2 水泥基座浆料应按照产品设计（说明书）要求的用水量进行配制。拌合用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63的规定。

5.1.3 常温型水泥基座浆料的使用温度不宜低于5℃。

5.1.4 当环境温度低于5℃且不高于-5℃时，应使用-5℃低温型专用产品，该产品的使用温度为-5℃~10℃。

5.1.5 当环境温度低于5℃且不高于-10℃时，宜使用-10℃低温型专用产品，当环境温度低于-5℃且不高于-10℃时，应使用-10℃低温型专用产品。

5.1.6 当使用低温型水泥基座浆料施工时，施工方应制定低温型水泥基座浆料施工保温措施，保障水泥基座浆料使用温度条件，施工后的水泥基座浆料在要求使用温度条件下养护不低于24h。

5.2 技术要求

5.2.1 水泥基座浆料按照抗压强度分为 I 类、II 类、III 类；按照适用温度可分为常温型、-5℃低温型、-10℃低温型。

5.2.2 常温型水泥基座浆料性能应符合规程中表5.2.2-1的规定，应根据设计需求选择产品类别，低温型水泥基座浆料性能应符合规程中表5.2.2-2、表5.2.2-3的规定。

5.3 试验与检验要求

5.3.1 成型、抗折强度及抗压强度依据现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法（ISO 法）》GB/T 17671中所示的方法进行试验；竖向膨胀率应依据现行行业标准《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408附录C所示的方法进行试验；氯离子含量应依据现行国家标准《混凝土外加剂匀质性试验方法》GB/T 8077所示的方法进行试验；泌水率应依据现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080所示的方法进行试验。

5.3.2 产品出厂时应进行出厂检验，出厂检验项目应包括：初始流动度，1 d（-1 d）、3 d（-3 d）抗压强度，3h 竖向膨胀率、24h 与3h 竖向膨胀率差值、

泌水率。

5.3.5 出厂检验和型式检验若有一项指标不符合要求,应从同一批次产品中重新取样,对所有项目进行复验。复验合格判定为合格产品,复验不合格则判定为不合格产品。

5.4 标志、包装、运输与贮存

5.4.1 包装袋上均应在明显位置注明以下内容:产品名称、型号、净质量、生产厂家(包括单位地址、联系电话)、生产批号、生产日期和保质期等内容;产品名称、水料比、质量等级、有效期限、执行标准、检验人员、生产日期及产品批号应于产品合格证上予以说明。

5.4.3 产品运输贮存时不应受潮和混入杂物;产品应贮存于通风、干燥、阴凉处,运输过程中应注意避免阳光长时间照射。

6 环氧拼接胶

本章规定了钢混塔架施工关键材料中环氧拼接胶的技术要求、检测检验要求、标志、包装、运输与贮存要求。

6.1 一般规定

6.1.1 陆上风力发电机组钢混塔架用的环氧拼接胶,适用于混塔管片间水平缝和竖直缝以及混塔管片与基础的拼接。本章适用于环氧拼接胶的出厂检验、型式检验以及进场复检。

6.1.2 环氧拼接胶应按适用施工现场环境温度(T)划分为以下四种型号;进行型式检验时,应分别进行取样、检验与评定:

- 1 I型, $5^{\circ}\text{C} \leq T < 20^{\circ}\text{C}$;
- 2 II型, $15^{\circ}\text{C} \leq T < 30^{\circ}\text{C}$;
- 3 III型, $25^{\circ}\text{C} \leq T < 40^{\circ}\text{C}$;
- 4 IV型, $-5^{\circ}\text{C} \leq T < 10^{\circ}\text{C}$ 。

6.1.3 陆上风力发电机组钢混塔架用的环氧拼接胶,其设计使用年限应不少于20年。

6.1.4 施工环境温度应符合环氧拼接胶产品使用说明书的规定,且不宜低于 -5°C 。

6.1.5 陆上风力发电机组钢混塔架用的I型、II型和III型环氧拼接胶除符合

表6.1的要求外，尚应符合现行团体标准《预制节段拼装用环氧胶粘剂》T/CECS 10080-2020相关要求。

6.1.6 陆上风力发电机组钢混塔架用的环氧拼接胶，应由生产厂家提供合格证、出厂检测报告、型式检验报告，并由业主或施工单位委托第三方机构进行复检，复检合格后方可使用。

6.2 技术要求

6.2.1 I型、II型和III型环氧拼接胶的性能指标应符合规程中表6.2.1的规定。

6.2.2 IV型环氧拼接胶性能的检测项目与I型、II型和III型环氧拼接胶一致，判定标准根据生产厂家的产品说明和设计要求确定。

6.2.3 环氧拼接胶性能的检测，应按现行团体标准《预制节段拼装用环氧胶粘剂》T/CECS 10080-2020进行测定。

6.2.4 环氧拼接胶的环保性能指有害物质限量值，应符合现行国家标准《建筑胶粘剂有害物质限量》GB 30982-2014的规定。

6.3 检测检验

6.3.1 出厂检验项目应包括颜色、可施胶时间、可粘接时间、抗流挂性能、压缩强度、压缩弹性模量、热变形温度、收缩率、混凝土与混凝土对粘弯曲、压缩剪切强度、钢对混凝土正拉粘结强度、不挥发物含量。出厂检验项目可由业主与设计单位共同商定；出厂检验结果符合规程中表6.2.1的规定，可判定该批次产品出厂检验合格，并出具出厂检验报告和产品合格证。

6.3.3 环氧拼接胶进场时，应对其批号、型号、包装、标志、产品合格证、出厂日期、出厂检验报告、型式检验报告等进行检查；应对不挥发物含量、可施胶时间、可粘接时间、抗流挂性能、压缩强度、热变形温度、混凝土与混凝土对粘弯曲性能进行抽样复检；检验数量应按材料进场批次，每批次用量宜为5台陆上风力发电机组及以上，每批次应至少抽样一次送独立检验机构复检；复检结果符合表6.2.1的有关规定，可判定该批次产品复检合格。

6.4 标志、包装、运输与贮存

6.4.1 产品包装上应有下列标志：

- 1 标记；

- 2 主要成分及使用方法；
- 3 贮存期及贮存要求；
- 4 生产单位名称、地址及商标；
- 5 净含量、生产批号、生产日期以及检验合格的标识。

6.4.2 产品应用容器密封包装，包装容器应清洁、干燥，不应影响产品质量和安全。

6.4.3 运输过程中应避免日晒雨淋，防止撞击、挤压产品包装，装卸时不应损伤包装，不应混入杂物。

6.4.4 产品应贮存于干燥、通风的场所，避免火种和暴晒，隔离热源。贮存温度不应低于5℃，且不应高于40℃。

7 管片连接螺栓

本章规定了钢混塔架施工关键材料中管片连接螺栓的技术要求、检验要求及规则、进场复检要求、包装、运输与贮存要求。

7.1 一般规定

7.1.1 陆上风力发电机组钢混塔架用的管片连接螺栓，适用于分片混塔间的连接。本章适用于管片连接螺栓的出厂检验、型式检验以及进场复检。

7.1.2 陆上风力发电机组钢混塔架用管片间的连接螺栓，应由生产厂家提供合格证、出厂检测报告、型式检验报告，并由业主或施工单位委托第三方机构进行复检，复检合格后方可使用。

7.2 技术要求

7.2.1 环境要求：

1 陆上风力发电机组钢混塔架用的管片连接螺栓的适用温度范围-40℃～50℃；

2 管片连接螺栓组件在使用状态下，不应长期被水浸泡。

7.2.2 外观：

1 管片连接螺栓光杆部分表面不应有裂纹、结疤、折叠及夹杂，螺纹部分表面缺陷应符合《紧固件表面缺陷 螺栓、螺钉和螺柱 一般要求》GB/T 5779.1的规定；

2 螺母的表面缺陷应符合《紧固件表面缺陷 螺母》GB/T 5779.2的规定；

3 垫圈表面不允许有裂纹、毛刺、浮锈和影响使用的凹痕、划伤；

4 管片连接螺栓、螺母和垫圈均应保证现场顺利安装和防锈的表面处理，表面处理工艺按设计要求执行；

7.2.3 管片连接螺栓及螺母的螺纹基本尺寸和公差符合《普通螺纹 基本尺寸》GB/T 196、《普通螺纹 公差》GB/T 197的要求，螺纹公差配合按 6H/6g 执行。螺母的尺寸及公差符合《1型六角螺母》GB/T6170的要求。

7.2.4 其他尺寸及形位公差：管片连接螺栓、螺母和垫圈的其他尺寸及形位公差应符合《紧固件公差 螺栓、螺钉、螺柱和螺母》GB/T 3103.1和《紧固件公差 平垫圈》GB/T 3103.3有关C级产品的规定。

7.2.5 材料：锚栓、螺母、垫圈选用的材料推荐按规程中表7.2.5规定执行。

7.2.6 性能要求：管片连接螺栓组件的性能以设计图纸为准。

7.2.7 标识要求：紧固件的标识应该清晰、准确，位置正确、不易磨损。应在管片螺栓两端、螺母的上端面和垫片的非倒角端面打出，内容包括：性能等级、制造商识别标志和生产批次。

7.3 检验要求及规则

7.3.1 出现下列情况之一时，应进行型式检验：1、初次投入生产时；2、原材料、工艺和设备有重大改变时；3、停产时间超过六个月，恢复生产时；4、生产地址变更时；5、正常生产时，每1年应进行一次。

7.3.2 质量标准和检验方法见本规程表7.2。

7.3.3 如果所有项目的检验结果符合本规范中要求且符合图样要求，则判定为合格；如有一项检验结果未达到本规范要求时，应重新加倍取样复检，所有样品都达到本规范要求时则判定为合格，如复验后任一样品仍未完全达到本规范的要求时，则判定为不合格。

7.4 进场复检

7.4.1 管片连接螺栓进场时，应对其批号、型号、包装、标志、产品合格证、出厂日期、出厂检验报告、型式检验报告等进行检查。

7.4.2 检验数量应按材料进场批次，每批次用量宜为5台陆上风力发电机组及以上，每批次应至少抽样一次送独立检验机构复检。

7.5 包装、运输与贮存

7.5.1 需采用适宜的保护确保不被磕碰损坏,整体采用木箱装运或其他包装形式,防止雨水进入。产品的包装箱外应有标志或标签。标志应正确、清晰、安全、牢固,内容与标志一致。标志一般应印刷或标打,也允许栓挂或粘贴,标志不得有褪色、脱落;标志内容如下:a) 制造商名称; b) 产品名称; c) 产品数量; d) 产品规格型号; e) 出厂日期。

7.5.2 运输过程中必须保证完好,表面不得有裂纹及损伤;整体运输过程中,应保证包装物的完好无损。

7.5.3 管片连接螺栓组件不得与酸、碱等对钢材有侵蚀性的物品存放在一起,露天堆放时应加遮盖,防止土质、雨雪腐蚀;现场堆放时,堆码要稳固、易于吊装转运,同型号产品应尽量堆放在一起。

7.6 质量证明文件

管片连接螺栓组件出厂需提供质量证明文件,清单详见规程中表7.6.1。

三、主要试验(或验证)情况分析

本规程为加强陆上风力发电机组钢混塔架安装的过程质量管控,明确所用关键材料的技术要求,规范检验流程,相关技术数据和要求引用现行国家、行业、团体标准规范。

编制过程中,水泥基灌浆料、水泥基座浆料、环氧拼接胶几项关键材料性能指标选取参考了安徽中研建科建筑材料有限公司、湖南固特邦土木科技有限公司、卡本科技集团股份有限公司、上海悍马建筑科技有限公司、中德新亚建筑材料有限公司、北京市建筑工程研究院有限责任公司、中建材中岩科技有限公司等单位的试验和测试成果。

各厂商水泥基灌浆料试验和测试结果详见表2。

表2 水泥基灌浆料试验和测试结果

项目 厂商	产品	截锥流动度 (mm)		竖向膨胀率 (%)		抗压强度 (MPa)						氯离子含量 (%)	泌水率 (%)
		初始	30min	3h	24h与3h膨胀值之差	1d	3d	28d	-1d	-3d	-7+21d		
1	a	354	350	0.191	0.118	45.2	84.1	103	-	-	-	0.02	0
	b	354	352	0.036	0.026	57.6	93.3	111	-	-	-	0.02	0
	c	326	320	0.626	0.293	-	-	-	79.3	90.9	109	0.01	0
	d	340	331	0.347	0.326	-	-	-	79.7	91.8	117	0.01	0

续表 2

2	a	350	330	0.2	0.11	60.5	72.9	139	-	-	-	0.01	0
3	a	348	313	0.132	0.035	69.3	105.8	135.6	-	-	-	-	0
	b	347	341	0.14	0.07	43.2	68.4	103.9	-	-	-	-	0
	c	345	314	0.12	0.11	67.1	83.1	131	-	-	-	-	0
4	a	345	330	0.28	0.07	37.1	65	93.6	-	-	-	0.04	0
	b	345	335	0.23	0.08	60.1	88.2	138.7	-	-	-	0.03	0
	c	345	340	0.13	0.03	58.1	96.5	139.2	-	-	-	0.02	0

表 2 包含 4 家厂商共计 11 款产品的测试数据，均为 II、III 类灌浆料，其中厂商 1 的 c、d 两款产品为低温灌浆料。

各厂商水泥基座浆料试验和测试结果详见表 3。

表 3 水泥基座浆料试验和测试结果

项目 厂商	产品	胶砂流动度 (mm)		竖向膨胀率 (%)		抗折强度 (MPa)	抗压强度 (MPa)						氯离子含量 (%)	泌水率 (%)
		初始	30 min	3h	24h 与 3h 膨胀值之差		1d	3d	28d	-1d	-3d	-7+21d		
1	a	197	-	0.03	0.03	11.6	36	70.7	100.2	-	-	-	0.002	0
	b	181	-	1.25	0.05	14.7	-	-	-	61	68.9	85.3	0.02	0
	c	194	-	0.04	0.04	13	-	-	-	59.9	67.7	92.3	0.01	0
	d	172	-	0.23	0.15	11.1	49.7	71.4	102.5	-	-	-	0.02	0
	e	164	-	0.29	0.09	19.6	59	89.9	113.5	-	-	-	0.01	0
2	a	156	141	-	-	-	46	67.1	92.6	-	-	-	0.03	0
3	a	165	118	1.11	0.26	18	51	63	88.7	-	-	-	0.02	0
	b	190	130	0.15	0.07	22.1	51.2	83.4	109.2	-	-	-	0.01	0
	c	194	157	0.88	0.2	16.8	-	-	-	54.2	66.9	90.8	0.026	0
	d	185	150	0.08	0.04	17.5	56.6	80.6	121.9	-	-	-	0.032	0
	e	186	141	0.72	0.24	18.3	-	-	-	42.9	65.1	109.2	0.028	0

表 2 包含 3 家厂商共计 11 款产品的测试数据，其中厂商 1 的 b、c 两款产品分别为 -5℃ 低温灌浆料、-10℃ 低温灌浆料，厂商 3 的 c、d 两款产品为 -10℃ 低温灌浆料。

各厂商环氧拼接胶试验和测试结果详见系列表格，其中厂商 1 产品 a 试验和测试结果见表 4，厂商 2 产品 a 试验和测试结果见表 5，厂商 3 产品 a、b、c 试验和测试结果见表 6-1、6-2、6-3，厂商 4 产品 a、b 试验和测试结果见表 7-1、7-2，厂商 5 产品 a 试验和测试结果见表 8。其中厂商 3 产品 b 为 -5℃-10℃ 环氧拼接胶。

表 4 厂商 1 产品 a 环氧拼接胶试验和测试结果

检测项目		检验结果	
物理性能	颜色	固化后与节段混凝土表面颜色相近	
	可施胶时间/min	30	
	可粘接时间/min	65	
	抗流挂性能/mm	12	
	可挤压性/mm ²	150N	3256
		2000N	7929
		4000N	10508
	收缩率/%		0.1
	热变形温度/℃	施工温度范围	54.6
		60℃固化 4h	-
	吸水率/%		0.49
	水中溶解率/%		0.08
不挥发物含量/%		99.8	
力学性能	压缩强度/MPa	12h	77.3
		24h	83.4
		7d	102.9
	压缩弹性模量/MPa	瞬时	8556.7
		延时(1h)	6597.7
	混凝土与混凝土对粘弯曲性能		混凝土本体破坏
	混凝土与混凝土压缩剪切强度/MPa		20.1
	钢对钢拉伸剪切强度/MPa		20
钢对混凝土正拉粘结强度/MPa		3.5, 且为混凝土本体破坏	
长期使用性能	耐湿热老化能力		混凝土本体破坏
	耐冻融循环能力 ^a		混凝土本体破坏
	耐疲劳应力作用能力 ^b /200 万次		试件不破坏
	耐长期应力作用能力 ^c		钢对钢拉伸剪切试件不破坏, 且蠕变的变形值为 0.0mm
耐介质侵蚀性能 ^d	耐碱性介质		混凝土本体破坏
	耐酸性介质		
	耐盐雾作用		
a: 对寒冷地区使用的环氧拼接胶, 检测该项目; b: 对承受动荷载作用的胶粘剂, 检测该项目; c: 对设计年限为 20 年以上的环氧拼接胶, 检测该项目; d: 对使用环境的介质有特殊要求的胶粘剂, 检测该项目。			

表 5 厂商 2 产品 a 环氧拼接胶试验和测试结果

检测项目		检验结果	
物理性能	颜色	固化后与节段混凝土表面颜色相近	
	可施胶时间/min	60	
	可粘接时间/min	70	
	抗流挂性能/mm	14	
	可挤压性/mm ²	150N	3185
		2000N	7881
		4000N	10436
	收缩率/%		0.08
	热变形温度/℃	施工温度范围	54.5
		60℃固化 4h	-
	吸水率/%		0.39
	水中溶解率/%		0.04
不挥发物含量/%		99.6	
力学性能	压缩强度/MPa	12h	61.6
		24h	75.1
		7d	116.9
	压缩弹性模量/MPa	瞬时	11122.3
		延时(1h)	7820.5
	混凝土与混凝土对粘弯曲性能		混凝土本体破坏
	混凝土与混凝土压缩剪切强度/MPa		20.7
	钢对钢拉伸剪切强度/MPa		18.7
钢对混凝土正拉粘结强度/MPa		3.1, 且为混凝土本体破坏	
长期使用性能	耐湿热老化能力		混凝土本体破坏
	耐冻融循环能力 ^a		混凝土本体破坏
	耐疲劳应力作用能力 ^b /200 万次		试件不破坏
	耐长期应力作用能力 ^c		钢对钢拉伸剪切试件不破坏, 且蠕变的变形值为 0.0mm
耐介质侵蚀性能 ^d	耐碱性介质		混凝土本体破坏
	耐酸性介质		
	耐盐雾作用		
^a 对寒冷地区使用的环氧拼接胶, 检测该项目; ^b 对承受动荷载作用的胶粘剂, 检测该项目; ^c 对设计年限为 20 年以上的环氧拼接胶, 检测该项目; ^d 对使用环境的介质有特殊要求的胶粘剂, 检测该项目。			

表 6-1 厂商 3 产品 a 环氧拼接胶试验和测试结果

检测项目		检验结果	
物理性能	颜色	-	
	可施胶时间/min	45	
	可粘接时间/min	105	
	抗流挂性能/mm	15	
	可挤压性/mm ²	150N	-
		2000N	-
		4000N	-
	收缩率/%		-
	热变形温度/℃	施工温度范围	-
		60℃固化 4h	-
	吸水率/%		-
	水中溶解率/%		-
不挥发物含量/%		99	
力学性能	压缩强度/MPa	12h	-
		24h	73
		7d	102
	压缩弹性模量/MPa	瞬时	-
		延时(1h)	-
	混凝土与混凝土对粘弯曲性能		-
	混凝土与混凝土压缩剪切强度/MPa		-
	钢对钢拉伸剪切强度/MPa		18
钢对混凝土正拉粘结强度/MPa		5.0, 且为混凝土内聚破坏	
长期使用性能	耐湿热老化能力		-
	耐冻融循环能力 ^a		-
	耐疲劳应力作用能力 ^b /200 万次		-
	耐长期应力作用能力 ^c		-
耐介质侵蚀性能 ^d	耐碱性介质		-
	耐酸性介质		
	耐盐雾作用		
^a 对寒冷地区使用的环氧拼接胶, 检测该项目; ^b 对承受动荷载作用的胶粘剂, 检测该项目; ^c 对设计年限为 20 年以上的环氧拼接胶, 检测该项目; ^d 对使用环境的介质有特殊要求的胶粘剂, 检测该项目。			

表 6-2 厂商 3 产品 b 环氧拼接胶试验和测试结果

检测项目		检验结果	
物理性能	颜色	-	
	可施胶时间/min	104	
	可粘接时间/min	晾置 120min	
	抗流挂性能/mm	抗流挂性模具深 15mm, 试样不流坠	
	可挤压性/mm ²	150N	4399
		2000N	9576
		4000N	12434
	收缩率/%		0.06
	热变形温度/℃	施工温度范围	66
		60℃固化 4h	-
	吸水率/%		-
	水中溶解率/%		-
不挥发物含量/%		99.2	
力学性能	压缩强度/MPa	12h	-
		24h	90.7
		7d	104.5
	压缩弹性模量/MPa	瞬时	9533.9
		延时(1h)	7710.7
	混凝土与混凝土对粘弯曲性能		3 个试样均为混凝土本体破坏
	混凝土与混凝土压缩剪切强度/MPa		-
	钢对钢拉伸剪切强度/MPa		-
钢对混凝土正拉粘结强度/MPa		-	
长期使用性能	耐湿热老化能力		-
	耐冻融循环能力 ^a		-
	耐疲劳应力作用能力 ^b /200 万次		-
	耐长期应力作用能力 ^c		-
耐介质侵蚀性能 ^d	耐碱性介质		-
	耐酸性介质		
	耐盐雾作用		
^a 对寒冷地区使用的环氧拼接胶, 检测该项目; ^b 对承受动荷载作用的胶粘剂, 检测该项目; ^c 对设计年限为 20 年以上的环氧拼接胶, 检测该项目; ^d 对使用环境的介质有特殊要求的胶粘剂, 检测该项目。			

表 6-3 厂商 3 产品 c 环氧拼接胶试验和测试结果

检测项目		检验结果	
物理性能	颜色	固化后与节段混凝土表面颜色相近	
	可施胶时间/min	57	
	可粘接时间/min	90	
	抗流挂性能/mm	16	
	可挤压性/mm ²	150N	5287
		2000N	10934
		4000N	14114
	收缩率/%		0.07
	热变形温度/℃	施工温度范围	60.2
		60℃固化 4h	-
	吸水率/%		-
	水中溶解率/%		-
不挥发物含量/%		99.7	
力学性能	压缩强度/MPa	12h	69.8
		24h	106.9
		7d	121.4
	压缩弹性模量/MPa	瞬时	11311.1
		延时(1h)	7863.7
	混凝土与混凝土对粘弯曲性能		混凝土本体破坏
	混凝土与混凝土压缩剪切强度/MPa		20.1
	钢对钢拉伸剪切强度/MPa		18.4
钢对混凝土正拉粘结强度/MPa		3.6, 且为混凝土本体破坏	
长期使用性能	耐湿热老化能力		-
	耐冻融循环能力 ^a		混凝土本体破坏
	耐疲劳应力作用能力 ^b /200 万次		-
	耐长期应力作用能力 ^c		-
耐介质侵蚀性能 ^d	耐碱性介质		-
	耐酸性介质		
	耐盐雾作用		
^a 对寒冷地区使用的环氧拼接胶, 检测该项目; ^b 对承受动荷载作用的胶粘剂, 检测该项目; ^c 对设计年限为 20 年以上的环氧拼接胶, 检测该项目; ^d 对使用环境的介质有特殊要求的胶粘剂, 检测该项目。			

表 7-1 厂商 4 产品 a 环氧拼接胶试验和测试结果

检测项目		检验结果	
物理性能	颜色	固化后与节段混凝土表面颜色相近	
	可施胶时间/min	35	
	可粘接时间/min	65	
	抗流挂性能/mm	14	
	可挤压性/mm ²	150N	4392
		2000N	8071
		4000N	10166
	收缩率/%		0.08
	热变形温度/℃	施工温度范围	51.3
		60℃固化 4h	-
	吸水率/%		0.27
	水中溶解率/%		0.01
不挥发物含量/%		99.2	
力学性能	压缩强度/MPa	12h	97.5
		24h	103.8
		7d	129.0
	压缩弹性模量/MPa	瞬时	10345.7
		延时(1h)	7922.6
	混凝土与混凝土对粘弯曲性能		混凝土本体破坏
	混凝土与混凝土压缩剪切强度/MPa		18.6
	钢对钢拉伸剪切强度/MPa		20.1
钢对混凝土正拉粘结强度/MPa		3.5, 且为混凝土本体破坏	
长期使用性能	耐湿热老化能力		混凝土本体破坏
	耐冻融循环能力 ^a		混凝土本体破坏
	耐疲劳应力作用能力 ^b /200 万次		试件不破坏
	耐长期应力作用能力 ^c		钢对钢拉伸剪切试件不破坏, 且蠕变的变形值为 0mm
耐介质侵蚀性能 ^d	耐碱性介质		混凝土本体破坏
	耐酸性介质		
	耐盐雾作用		
^a 对寒冷地区使用的环氧拼接胶, 检测该项目; ^b 对承受动荷载作用的胶粘剂, 检测该项目; ^c 对设计年限为 20 年以上的环氧拼接胶, 检测该项目; ^d 对使用环境的介质有特殊要求的胶粘剂, 检测该项目。			

表 7-2 厂商 4 产品 b 环氧拼接胶试验和测试结果

检测项目		检验结果	
物理性能	颜色	固化后与节段混凝土表面颜色相近	
	可施胶时间/min	22	
	可粘接时间/min	70	
	抗流挂性能/mm	14	
	可挤压性/mm ²	150N	5330
		2000N	9055
		4000N	10746
	收缩率/%		0.04
	热变形温度/℃	施工温度范围	51.4
		60℃固化 4h	-
	吸水率/%		0.44
	水中溶解率/%		0.02
不挥发物含量/%		99.4	
力学性能	压缩强度/MPa	12h	82.0
		24h	94.0
		7d	106.9
	压缩弹性模量/MPa	瞬时	10449.9
		延时(1h)	7961.9
	混凝土与混凝土对粘弯曲性能		混凝土本体破坏
	混凝土与混凝土压缩剪切强度/MPa		17.2
	钢对钢拉伸剪切强度/MPa		19.2
钢对混凝土正拉粘结强度/MPa		3.3, 且为混凝土本体破坏	
长期使用性能	耐湿热老化能力		混凝土本体破坏
	耐冻融循环能力 ^a		混凝土本体破坏
	耐疲劳应力作用能力 ^b /200 万次		试件不破坏
	耐长期应力作用能力 ^c		钢对钢拉伸剪切试件不破坏, 且蠕变的变形值为 0mm
耐介质侵蚀性能 ^d	耐碱性介质		混凝土本体破坏
	耐酸性介质		
	耐盐雾作用		
^a 对寒冷地区使用的环氧拼接胶, 检测该项目; ^b 对承受动荷载作用的胶粘剂, 检测该项目; ^c 对设计年限为 20 年以上的环氧拼接胶, 检测该项目; ^d 对使用环境的介质有特殊要求的胶粘剂, 检测该项目。			

表 8 厂商 5 产品 a 环氧拼接胶试验和测试结果

检测项目		检验结果	
物理性能	颜色	-	
	可施胶时间/min	31	
	可粘接时间/min	80	
	抗流挂性能/mm	14	
	可挤压性/mm ²	150N	4562
		2000N	9369
		4000N	10744
	收缩率/%		0.09
	热变形温度/℃	施工温度范围	-
		60℃固化 4h	-
	吸水率/%		0.42
	水中溶解率/%		0.07
不挥发物含量/%		99.8	
力学性能	压缩强度/MPa	12h	70.1
		24h	88.7
		7d	101.8
	压缩弹性模量/MPa	瞬时	12116.1
		延时(1h)	7973.3
	混凝土与混凝土对粘弯曲性能		混凝土本体破坏
	混凝土与混凝土压缩剪切强度/MPa		17.7
	钢对钢拉伸剪切强度/MPa		19.7
钢对混凝土正拉粘结强度/MPa		3.8, 且为混凝土本体破坏	
长期使用性能	耐湿热老化能力		混凝土本体破坏
	耐冻融循环能力 ^a		混凝土本体破坏
	耐疲劳应力作用能力 ^b /200 万次		试件不破坏
	耐长期应力作用能力 ^c		-
耐介质侵蚀性能 ^d	耐碱性介质		-
	耐酸性介质		
	耐盐雾作用		
^a 对寒冷地区使用的环氧拼接胶, 检测该项目; ^b 对承受动荷载作用的胶粘剂, 检测该项目; ^c 对设计年限为 20 年以上的环氧拼接胶, 检测该项目; ^d 对使用环境的介质有特殊要求的胶粘剂, 检测该项目。			

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%。1-11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%。

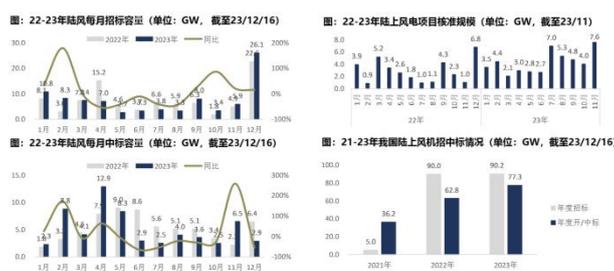


图 1 中国风电陆风招标/中标量

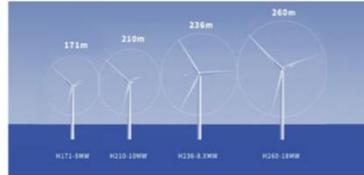
国家“双碳”政策提出后行业规划的多批陆上风光大基地资源的批量释放。陆风大基地项目、老旧机组改造、分散式核准制改备案制，共同推动“十四五”末期中国陆风进入装机高峰期。23年1-11月我国陆上风电核准项目规模达47.2GW，同比增长71.4%。进入23年下半年，风电项目核准规模较23年上半年显著增长。

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

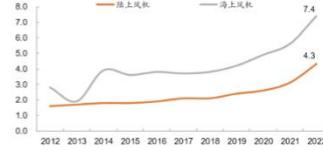
- 风机大型化是降本的重要抓手，近年风机大型化的速度加快，2022年新增装机的单机容量同比明显增长。
- 展望未来，风机大型化还将更进一步，目前风机企业已经推出10MW左右的陆上机组，并将批量应用，头部风机企业已经开始着手研发12-15MW单机容量的陆上机组；海上方面，头部的大型海上风机企业已经推出16-18MW的海上机组，后续推出单机容量20MW以上的机组可期。

中国海陆海上风机大型化方向迭代的示意图



资料来源：CWEA、中国海陆、BNEF、平安证券研究所

国内陆上和海上新增装机的平均单机容量 (MW)



国内陆上和海上风机运行的平均单机容量 (MW)

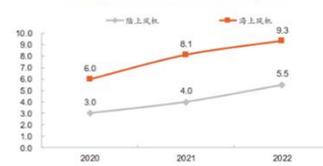


图2 风机大型化趋势

风机大型化发展趋势下，钢混组合的混合塔架方案技术的经济性优势随塔筒高度的增加不断体现：

(1) 高风速地区风能开发殆尽，中、低风速地区资源亟待开发，需提升轮毂高度获得更高风速，增加风机输出功率；

(2) 混塔整机结构刚度大，抗疲劳和避震性能更强，结构更加安全；

(3) 混塔频率高，振动频率可避开共振点，安全稳定性高；

(4) 混凝土与预应力体系协同作用，安全稳定性高；

(5) 据测算，塔筒高度 $>140\text{m}$ 时，混塔更具经济性；

(6) 分片式解决大直径塔筒运输难题。高塔筒通过增加直径既可以提升塔筒的承载能力又能兼顾经济性，但受制于运输限制，传统钢塔的直径很难突破5m。分片式塔筒可采用堆叠式或单片式运输，能够很好地解决大直径塔筒的运输难题。

高塔架方案可显著提升低风速高切变风资源区发电量。风切变越大，增加塔高时风机输出功率的提升效果越显著，发电量越多，如安徽、河南、湖北、湖南、江西等低风速地区，塔高由100m增至150m时，安徽/陕西/湖北风机功率增幅约50%，由150m增至200m时，陕西/广西/安徽/湖北/江西风机功率增幅约30%。

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(%)

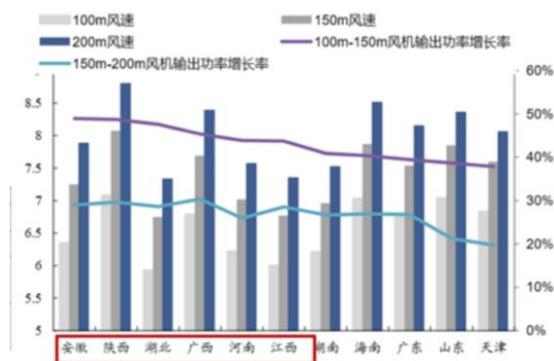


图 3 混塔经济性优势

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，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的推广应用。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，本规程的制定，将会使陆上风力发电机组钢混塔架施工关键材料的生产企业的经营和生产活动更为规范、产品质量过程管控有据可依，工程单位根据本规程能够进行合适的生产过程监督和质量验收，为国家新能源政策发展助力，推动产业的规模化发展。

在推广应用论证方面，本规程的编制是在总结了陆上风力发电机组钢混塔架施工关键材料生产企业的大量的质量管理经验，借鉴了陆上风力发电机组钢混塔架施工关键材料行业生产管理要求，以及参考相关国家、行业、团体现行标准规范基础上进行编制，具有其实施的可行性。本规程对于规范陆上风力发电机组钢混塔架施工关键材料生产质量活动具有积极意义。本规程的内容已经过多家生产企业、设计单位、高校、第三方机构以及工程使用单位的相关专家多次讨论确定了最终内容，值得在整个陆上风力发电机组钢混塔架施工关键材料生产行业和工程应用领域推广应用。

在经济效益方面，本规程的编制和实施，将规范企业的生产质量管理，提升产品质量，必将使陆上风力发电机组钢混塔架施工关键材料在现有行业规模化应用的基础上，扩大市场应用规模，也必将产生显著的经济效益。

六、采用国际标准和国外先进标准情况

本规程不涉及采用国际标准和国外先进标准情况。

七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准

现行国家标准 GB/T 50448-2015《水泥基灌浆材料应用技术规范》的主要内容如下：规定了水泥基灌浆材料的基本性能要求、分类、标识、包装、运输和储存等基本要求；详细描述了水泥基灌浆材料的组成材料，包括水泥、矿物掺合料、外加剂、水等；规范了水泥基灌浆材料的设计原则、设计参数、设计方法等；规定了水泥基灌浆材料进场时的检验项目、检验方法、检验标准等；详细描述了水泥基灌浆材料的施工工艺流程、施工要点、施工质量控制等；规定了水泥基灌浆材料的验收标准、验收方法、验收程序等。但对于陆上风力发电机组钢混塔架所用高强度灌浆料的技术性能要求、分类、试验方法没有针对性的进行阐述，对于风电钢塔塔架使用水泥基灌浆料的技术指导作用有限。

现行团体标准 T/CECS 10080-2020 预制节段拼装用环氧胶粘剂的主要内容如下：规定了环氧胶粘剂的性能指标，包括但不限于粘度、固化时间、拉伸剪切强度、抗老化性能、耐候性、环保要求等；规定了环氧胶粘剂的各项性能指标的测试方法，如吸水性的测定（GB/T 1034）、负荷变形温度的测定（GB/T 1634.2）、拉伸剪切强度的测试（GB/T 7124）、流动性的测定（GB/T 13477.6）等；明确了环氧胶粘剂的检验项目、抽样方法、判定规则等。通过严格的检验程序，确保出厂的环氧胶粘剂产品质量符合标准要求；规定了环氧胶粘剂的包装标志、包装材料、包装方法、运输要求以及贮存条件等。这些规定有助于保持环氧胶粘剂在运输和贮存过程中的稳定性和安全性。该团标是一本通用标准，广泛适用于桥梁、风电、地下结构等工程中预制混凝土节段拼装用环氧胶粘剂，但对于陆上风力发电机组钢混塔架所用环氧拼接胶的技术性能、检测检验没有针对性的进行阐述，对于风电钢塔塔架使用环氧拼接胶的技术指导作用有限。

本规程主要对钢混塔架施工关键材料的性能指标及检验流程做出一般性要求，主要目的为明确所用钢混塔架施工关键材料的技术要求，规范检验流程，侧重点与现行相关标准规范有区别，也是为了弥补现行标准中没有专门针对钢混塔架施工关键材料的技术标准规范的空缺。另外关于钢混塔架施工关键材料施工质量管控可参照《陆上风力发电机组钢混塔架施工与质量验收规范》等相关规范，施工工艺应符合材料厂家的要求。

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《陆上风力发电机组钢混塔架施工关键材料技术规程》作为工程建设类协会标准发布实施。

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。