

中国混凝土与水泥制品协会标准

T/CCPA XX—202X

陆上风力发电机组钢混塔架施工关键材料
技术规程

Technical specification for key splicing materials for hybrid tower construction of
onshore wind turbine

(征求意见稿)

2024 - XX - XX 发布

2024 - XX - XX 实施

中国混凝土与水泥制品协会 发布

前 言

根据中国混凝土与水泥制品协会《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（计划号2024-02-cbjh），编制组经过广泛的调查研究，参考借鉴了国内外的相关标准规范的规定，并在广泛征求意见的基础上，编制了本规程。

本规程的主要技术内容是：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。

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负责日常管理，由北京天杉高科风电科技有限责任公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄北京天杉高科风电科技有限责任公司（地址：北京市北京经济技术开发区博兴一路8号，邮政编码：100176）。

主 编 单 位：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：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

主要起草人：刘金虎 孙莉丽 龙 波 袁中帅 张后禅 黄张裕

曾 兵 刘 勇 颜廷俊 周 云 谭 成 王玲玲

高 艳 孙岩波 范德科 赵 卫 单 韧 薛雪雪

王龙娟

主要审查人：

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	3
4	水泥基灌浆料	4
4.1	一般规定	4
4.2	技术要求	4
4.3	试验方法	5
4.4	检验及取样规则	6
4.5	交货与验收	7
4.6	标志、包装、运输与贮存	7
5	水泥基座浆料	8
5.1	一般规定	8
5.2	技术要求	8
5.3	试验与检验要求	10
5.4	标志、包装、运输与贮存	11
6	环氧拼接胶	12
6.1	一般规定	12
6.2	技术要求	12
6.3	检测检验	14
6.4	标志、包装、运输与贮存	14
7	管片连接螺栓	16
7.1	一般规定	16
7.2	技术要求	16
7.3	检验要求及规则	17
7.4	进场复检	18
7.5	包装、运输与贮存	18
7.6	质量证明文件	19
	附录 A 可施胶时间的测定方法	20
	用词说明	21
	引用标准名录	22
	附：条文说明	23

Contents

1	General provision.....	1
2	Terms.....	2
3	Basic requirements.....	3
4	Cementitious grout.....	4
	4.1 General requirements.....	4
	4.2 Technical requirements.....	4
	4.3 Test methods.....	5
	4.4 Inspection and sampling rules.....	6
	4.5 Delivery and Acceptance.....	7
	4.6 Marking, packaging, transportation and storage.....	7
5	Cement base slurry.....	8
	5.1 General requirements.....	8
	5.2 Technical requirements.....	8
	5.3 Test and inspection requirements.....	10
	5.4 Marking, packaging, transportation and storage.....	11
6	Epoxy adhesive.....	12
	6.1 General requirements.....	12
	6.2 Technical requirements.....	12
	6.3 Testing and inspection.....	14
	6.4 Marking, packaging, transportation and storage.....	14
7	Laboratory management.....	16
	7.1 General requirements.....	16
	7.2 Technical requirements.....	16
	7.3 Inspection requirements and rules.....	17
	7.4 Approach for re-inspection.....	18
	7.5 Packaging, transportation and storage.....	18
	7.6 Proof of quality documents.....	19
	Appendix A Methods for determining sizing time.....	20
	Explanation of wording.....	21
	List of quoted standards.....	22
	Addition: Explanation of provisions.....	23

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 concrete tower

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 precast concrete tower components

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 cementitious grout

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 truncated cone fluidity

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 flow cone fluidity

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 cement base slurry

座浆料是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 operating temperature

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 epoxy adhesive

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 pot life

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 open time

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

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 分类

- 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。
- 2 按照抗压强度可分为 C80 型、C90 型、C100 型、C110 型、C120 型、C130 型。
- 3 按照适用温度可分为常温型和低温型。

4.2.2 技术性能要求

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

表 4.2.2-1 水泥基灌浆料流动性

项目 \ 指标		I类	II类	III类	IV类	
最大骨料粒径 (mm)		≤4.75			>4.75 且 ≤25	
截锥流动度 (mm)	初始值	—	≥340	≥290	≥650*	
	30min	—	≥310	≥260	≥550*	
流锥流动度 (s)	初始值	≤35	—	—	—	—
	30min	≤50	—	—	—	—
*表示坍落扩展度数值。						

表 4.2.2-2 常温型水泥基灌浆料主要性能指标

项目		类型					
		C80	C90	C100	C110	C120	C130
竖向膨胀率 (%)	3h	0.02~3.5					
	24h 与 3h 的膨胀值之差	0.02~0.50					
抗压强度 (MPa)	1d	≥30	≥30	≥30	≥40	≥50	≥50
	3d	≥50	≥50	≥50	≥60	≥80	≥80
	28d	≥80	≥90	≥100	≥110	≥120	≥130
氯离子含量 (%)		<0.06					
泌水率 (%)		0					
注：氯离子含量以水泥基灌浆料总量为基准。							

表 4.2.2-3 低温型水泥基灌浆料主要性能指标

项目		类型		
		C80	C90	C100
竖向膨胀率 (%)	3h	0.02~3.5		
	24h 与 3h 的膨胀值之差	0.02~0.50		
抗压强度 (MPa)	-1d	≥35	≥35	≥35
	-3d	≥60	≥60	≥60
	-7+21d	≥80	≥90	≥100
氯离子含量 (%)		<0.06		
泌水率 (%)		0		
注：a: 氯离子含量以水泥基灌浆料总量为基准；				
b: -1d 代表在负温养护 1d, -3d 代表在负温养护 3d, -7+21d 代表在负温养护 7d 转标养 21d。				

4.3 试验方法

常温型水泥基灌浆料试件成型时试验室温度应为 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度应大于 50%，养护室的温度应为 $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ，养护室的相对湿度不应低于 90%，养护水的温度应为 $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

低温型水泥基灌浆料试件成型时试验室温度应为 $-5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，养护室的温度应为 $-5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

常温型水泥基灌浆料在标准环境中进行试验，拌和用水温度为 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ；低温型与超低温型水泥基灌浆料在低温环境中进行试验，拌和用水温度为 $0^{\circ}\text{C} \sim 2^{\circ}\text{C}$ ，低温环境试验过程中避免冷风直吹。

试验前所有材料均需在试验环境中放置 24 h。

常温型水泥基灌浆料在标准温度环境中搅拌成型后，放置于标准养护环境中养护 1 d 后拆模，试件放入标准养护环境继续养护至规定龄期。

低温型水泥基灌浆料在低温环境中搅拌成型后，放置于低温环境中养护 1 d 后拆模，试件继续在低温环境中养护至 3 d 龄期，后转入标准养护环境中继续养护至规定龄期。

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 GB/T 8077《混凝土外加剂匀质性试验方法》的规定进行。

4.3.7 泌水率的试验应按现行国家标准 GB/T 50080《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》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 出厂检验

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。

4.4.2 型式检验

型式检验项目为第 4.3 节要求的全部项目。有下列情况之一者，应进行型式检验：

- 1 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
- 2 正式生产后，如材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- 3 产品停产半年以上，恢复生产时；
- 4 型式检验超过两年时。

4.4.3 组批规则

1 在 15 d 内生产的同配方、同批号原材料的产品应以 50 t 作为 1 个生产批号，不足 50 t 也应作为 1 个生产批号。

- 2 取样方法应按照现行国家标准《水泥取样方法》GB 12573 的有关规定进行。
- 3 取样应有代表性，可从多个部位取等量样品，样品总量不应小于 30 kg。

4.4.4 判定规则

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 标识

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。

2 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。

4.6.2 包装

1 水泥基灌浆料采用内衬塑料袋的防潮袋包装。

2 每袋净质量宜为 25 kg，误差小于 1 %。

3 随机抽取 40 袋包装的产品，其总净质量不应少于 1000 kg。

4.6.3 运输与贮存

1 产品运输贮存时不应受潮和混入杂物。

2 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

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℃ 且不低于 -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℃ 且不低于 -10℃ 时，宜使用 -10℃ 低温型专用产品，当环境温度低于 -5℃ 且不低于 -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 分类

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

5.2.2 技术性能要求

常温型水泥基座浆料性能应符合表 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表 5.2.2-2、表 5.2.2-3 的规定。

表 5.2.2-1 常温型水泥基座浆料的技术性能

类别		I类	II类	III类
项目		性能指标		
胶砂流动度 (mm)	初始	130~200		
	30min	≥110		
抗折强度 (MPa)	28d	≥10		
抗压强度 (MPa)	1d	≥35		
	3d	≥60		
	28d	≥100	≥90	≥80
竖向自由膨胀率 (%)	3h	0.02~2		

	24h 与 3h 差值	0.02~0.40
--	-------------	-----------

续表 5.2.2-1

氯离子含量 (%)		≤0.06
泌水率 (%)		0
注：氯离子含量以水泥基座浆料总量为基准。		

表 5.2.2-2 -5℃低温型水泥基座浆料的技术性能

项目		性能指标
-5℃胶砂流动度 (mm)	初始	130~200
	30min	≥110
抗折强度 (MPa)	-7+21d	≥10
抗压强度 (MPa)	-1d	≥35
	-3d	≥60
	-7+21d	≥80
竖向自由膨胀率 (%)	3h	0.02~2
	24h 与 3h 差值	0.02~0.40
氯离子含量 (%)		≤0.06
泌水率 (%)		0
注：a：氯离子含量以水泥基座浆料总量为基准；		
b：-1d 代表在负温养护 1d，-3d 代表在负温养护 3d，-7+21d 代表在负温养护 7d 转标养 21d。		

表 5.2.2-3 -10℃低温型水泥基座浆料的技术性能

项目		性能指标
-10℃胶砂流动度 (mm)	初始	130~200
	30min	≥110
抗折强度 (MPa)	-7+21d	≥10
抗压强度 (MPa)	-1d	≥35
	-3d	≥60
	-7+21d	≥80
竖向自由膨胀率 (%)	3h	0.02~2
	24h 与 3h 差值	0.02~0.40
氯离子含量 (%)		≤0.06
泌水率 (%)		0
注：a：氯离子含量以水泥基座浆料总量为基准；		
b：-1d 代表在负温养护 1d，-3d 代表在负温养护 3d，-7+21d 代表在负温养护 7d 转标养 21d。		

5.3 试验与检验要求

5.3.1 试验要求

常温型水泥基座浆料试件成型时试验室温度应为 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度应大于 50%，养护室的温度应为 $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ，养护室的相对湿度不应低于 90%，养护水的温度应为 $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 。 -5°C 低温型水泥基座浆料试件成型时试验室温度应为 $-5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，养护室的温度应为 $-5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 。 -10°C 低温型水泥基座浆料试件成型时试验室温度应为 $-10^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，养护室温度应为 $-10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

常温型水泥基座浆料在标准环境中进行试验，拌和用水温度为 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ；低温型水泥基座浆料在低温环境中进行试验，拌和用水温度为 $0^{\circ}\text{C} \sim 2^{\circ}\text{C}$ ，低温环境试验过程中避免冷风直吹。

试验前所有材料均需在试验环境中放置 24 h。

常温型水泥基座浆料在标准温度环境中搅拌成型后，放置于标准养护环境中养护 1 d 后拆模，试件放入标准养护环境继续养护至规定龄期。

低温型水泥基座浆料在低温环境中搅拌成型后，放置于低温环境中养护 1 d 后拆模，试件继续在低温环境中养护至 7 d 龄期，后转入标准养护环境养护至规定龄期。

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 出厂检验

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。

5.3.3 型式检验

型式检验项目为第 5.2 节要求的全部项目。有下列情况之一者，应进行型式检验：

- 1 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
- 2 正式生产后，如材料、工艺有较大改变，可能影响产品性能时；
- 3 产品停产半年以上，恢复生产时；
- 4 型式检验超过两年时。

5.3.4 组批规则

1 在 15 d 内生产的同配方、同批号原材料的产品应以 50 t 作为 1 生产批号，不足 50 t 也应作为 1 个生产批号。

- 2 取样方法应按照现行国家标准《水泥取样方法》GB 12573的有关规定进行。
- 3 取样应有代表性，可从多个部位取等量样品，样品总量不应小于 30 kg。

5.3.5 判定规则

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。

5.3.6 交货与验收

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。

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。

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。取样方法按照现行国家标准《水泥取样方法》GB 12573进行，样品均分两份，一份由卖方干燥密封保存 40 d，另一份由买方按本标准规定的项目和方法进行检验。在 40 d 内，买方检验认为质量不符合本标准要求，而卖方有异议时，双方应将卖方保存的那份试样送检。

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。

5.4 标志、包装、运输与贮存

5.4.1 标识

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。

2 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。

5.4.2 包装

- 1 水泥基座浆料采用内衬塑料袋的防潮袋包装。
- 2 每袋净质量宜为 25 kg，误差小于 1 %。
- 3 随机抽取 40 袋包装的产品，其总净质量不应少于 1000 kg。

5.4.3 运输与贮存

- 1 产品运输贮存时不应受潮和混入杂物。
- 2 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

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6.2.1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表6.2.1的规定。

表 6.2.1 I型、II型和III型环氧拼接胶的技术要求

检测项目		技术要求	
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	≥ 20	
	可粘接时间/min	≥ 60	
	抗流挂性能/mm	≥ 10	
	可挤压性/ mm^2	150N	≥ 3000
		2000N	≥ 7500
4000N		≥ 10000	

	收缩率/%	≤0.1
--	-------	------

续表 6.2.1

物理性能	热变形温度/°C	施工温度范围	≥50
		60°C固化 4h	≥60
	吸水率/%		≤0.5
	水中溶解率/%		≤0.1
	不挥发物含量/%		≥99
力学性能	压缩强度/MPa	12h	≥20
		24h	≥60
		7d	≥90
	压缩弹性模量/MPa	瞬时	≥8000
		延时 (1h)	≥6000
	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		≥14
	钢对钢拉伸剪切强度/MPa		≥17
	钢对混凝土正拉粘结强度/MPa		≥3.0, 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, 且蠕变的变形值小于 0.4mm
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		
<p>a: 对寒冷地区使用的环氧拼接胶, 检测该项目;</p> <p>b: 对承受动荷载作用的胶粘剂, 检测该项目;</p> <p>c: 对设计年限为 20 年以上的环氧拼接胶, 检测该项目;</p> <p>d: 对使用环境的介质有特殊要求的胶粘剂, 检测该项目。</p>			

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

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。

2 出厂检验结果符合表 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。

6.3.2 型式检验

1 型式检验项目应包括表 6.2.1 中的全部性能指标。

2 有下列情况之一，应进行型式检验：

- 1) 新产品或产品转厂生产的试制定型时；
- 2) 正式生产后，遇主要材料、工艺发生改变，可能影响产品性能时；
- 3) 正常生产满 4 年时；
- 4) 产品停产 6 个月后，恢复生产时；
- 5) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时。

3 型式检验批量和抽样应符合下列规定

- 1) 以同一原料、工艺、配方、规格生产的 10t 产品为一批，不足 10t 时应按一批计；
- 2) 每一项性能检验，应至少取自 3 个检验批次，每一批次应至少抽取一组样品。每组样品数量不应少于单次检验样品总量。将 3 组样品随机混合均匀，分成三等份，其中一份用作检验，一份用作复检，另一份保存 8 个月，且应在保质期内，以备有疑问时提交指定的检验机构复验或仲裁。

4 型式检验结果符合表 6.2.1 的规定，可判定该批次产品型式检验合格，并出具型式检验报告。

6.3.3 进场复检

1 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。

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。

3 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

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 $-40^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ ；
- 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现行国家标准《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现行国家标准《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现行国家标准《普通螺纹 基本尺寸》GB/T 196、现行国家标准《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现行国家标准《1型六角螺母》GB/T 6170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现行国家标准《紧固件公差 螺栓、螺钉、螺柱和螺母》GB/T 3103.1和现行国家标准《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表 7.2.5 规定执行。

表 7.2.5 材料选用标准

类别	材料	标准
管片连接螺栓	42CrMoA、42CrMo、	现行国家标准《合金结构钢》GB/T 3077

	35CrMoA、35CrMo、40Cr	
--	---------------------	--

续表 7.2.5

螺母	42CrMo、35CrMo、45、35	现行国家标准《合金结构钢》GB/T 3077 现行国家标准《优质碳素结构钢》GB/T 699
垫圈	45、35	现行国家标准《优质碳素结构钢》GB/T 699

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 型式检验条件

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 检验项目及规则

质量标准和检验方法见表 7.3.2。

表 7.3.2 管片连接螺栓、螺母、垫圈检验项目和检验要求

序号	产品名称	检验项目	检验要求	检验数量
1	管片连接螺栓	材料成分	现行国家标准《合金结构钢》GB/T 3077	3/同批次
2		外观、规格尺寸	详见 7.1.2 及设计图纸	3/同批次
3		机械性能	设计图纸	3/同批次
4	螺母	保载试验	现行国家标准《紧固件机械性能 螺母》 GB/T 3098.2	3/同批次
5		硬度试验	设计图纸/标准要求	3/同批次
6		外观、规格尺寸	现行国家标准《1型六角螺母》GB/T 6170	3/同批次
7	垫圈	硬度试验	设计图纸/标准要求	3/同批次
8		外观、规格尺寸	设计图纸/标准要求	3/同批次

注：“同批次”指：产品原料为同批生产，并且热处理为同批加工；“同方案”指：产品特定性能指标的某一具体处

理方案。

7.3.3 判定规则

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 包装

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，内货与标志一致。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：

- 1 制造商名称；
- 2 产品名称；
- 3 产品数量；
- 4 产品规格型号；
- 5 出厂日期。

7.5.2 运输

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

7.5.3 贮存

1 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。

- 2 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，清单详见表 7.6.1。

7.6.1 质量证明文件清单

序号	文件名称	份数
1	产品合格证	1
2	产品出厂检验报告	1
3	管片连接螺栓组件原材料质量证明书	1
4	尺寸检查报告	1

附录 A 可施胶时间的测定方法

A.0.1 可施胶时间

可施胶时间可根据实际情况选择温度上升判定法或黏度上升判定法进行测定。

A.0.2 温度上升判定法

试验前，试验材料及器具应在适用施工现场环境温度的上限温度下放置不少于24h，并在该温度下将各组分样品充分混合。取出 (100 ± 5) g混合好的样品放入内径为40mm的圆柱形绝热容器中，该绝热容器的导热系数不应大于 $0.20\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ，将温度计置于样品中心位置。从样品混合完毕开始计时，对于I型、IV型的胶粘剂，以混合后温度升高到 40°C 时为终止时间；对于II、III型胶粘剂，以混合后温度达到 60°C 为终止时间。试验结果应取3次试验的算术平均值，并精确到分钟。

A.0.3 黏度上升判定法

当按黏度上升判定法检测受检胶的可施胶时间时，宜以胶的初黏度测值为基值，并以黏度上升至基值1.5倍的时间，定为该胶的可施胶时间。试验结果应取3次试验的算术平均值，并精确到分钟。

用词说明

为了便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”；反面词采用“严禁”；

2 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”；反面词采用“不应”或“不得”；

3 表示允许稍有选择，在条件允许时首先这样做的用词：

正面词采用“宜”；反面词采用“不宜”；

4 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

引用标准名录

本规程引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用本规程；不注日期的，其最新版适用于本规程。

- 《水泥取样方法》GB 12573
- 《建筑胶粘剂有害物质限量》GB 30982-2014
- 《普通螺纹 基本尺寸》GB/T 196
- 《普通螺纹 公差》GB/T 197
- 《优质碳素结构钢》GB/T 699
- 《合金结构钢》GB/T 3077
- 《紧固件机械性能 螺母》GB/T 3098.2
- 《紧固件公差 螺栓、螺钉、螺柱和螺母》GB/T 3103.1
- 《紧固件公差 平垫圈》GB/T 3103.3
- 《紧固件表面缺陷 螺栓、螺钉和螺柱 一般要求》GB/T 5779.1
- 《紧固件表面缺陷 螺母》GB/T 5779.2
- 《1型六角螺母》GB/T 6170
- 《混凝土外加剂匀质性试验方法》GB/T 8077
- 《水泥胶砂强度检验方法（ISO法）》GB/T 17671
- 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080
- 《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448-2015
- 《混凝土用水标准》JGJ 63
- 《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408
- 《预制节段拼装用环氧胶粘剂》T/CECS 10080-2020

中国混凝土与水泥制品协会标准

陆上风力发电机组 钢混塔架施工关键材料技术规程

T/CCPA XX-202X

条文说明

制定说明

《陆上风力发电机组钢混塔架施工关键材料技术规程》（T/CCPA XX-202X），经中国混凝土与水泥制品协会 202X 年 X 月 X 日以第 X 号公告批准发布。

混凝土塔筒作为风力发电机组支撑塔架的重要组成部分，以其优异的力学性能，在风力发电工程建设领域，得到了广泛的应用。特别是近几年，随着国内风电建设领域的迅猛发展，以及风力发电机组大型化发展趋势，风力发电机组混合塔筒结构在我国的应用也越来越广泛。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。为指导和规范陆上风力发电机组钢混塔架施工关键材料的技术指标及安装过程，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。

本规程在编制过程中，编制组进行了充分的调查研究，总结了国内钢混塔架施工关键材料生产过程控制及质量管理要求。在本规程的编制过程中，还参考了其他行业技术法规、技术标准。

为了便于广大混塔架施工关键材料生产、施工、工程质监等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，《陆上风力发电机组钢混塔架施工关键材料技术规程》编制组按章、节、条的顺序编制了本规程的条文说明，对条款规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项等进行了说明。本条文说明不具备与规程正文及附录同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

目 次

1	总则.....	26
2	术语.....	27
3	基本规定.....	28
4	水泥基灌浆料.....	29
4.1	一般规定.....	29
4.2	技术要求.....	29
4.3	试验方法.....	30
4.4	检验及取样规则.....	31
4.5	交货与验收.....	31
4.6	标志、包装、运输与贮存.....	31
5	水泥基座浆料.....	32
5.1	一般规定.....	32
5.2	技术要求.....	32
5.3	试验与检验要求.....	34
5.4	标志、包装、运输与贮存.....	34
6	环氧拼接胶.....	36
6.1	一般规定.....	36
6.2	技术要求.....	36
6.3	检测检验.....	38
6.4	标志、包装、运输与贮存.....	38
7	管片连接螺栓.....	39
7.1	一般规定.....	39
7.2	技术要求.....	39
7.3	检验要求及规则.....	40
7.4	进场复检.....	41
7.5	包装、运输与贮存.....	41
7.6	质量证明文件.....	42

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 concrete tower

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 precast concrete tower components

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 cementitious grout

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 truncated cone fluidity

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 flow cone fluidity

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 cement base slurry

座浆料是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 operating temperature

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 epoxy adhesive

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 pot life

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 open time

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

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 分类

- 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。
- 2 按照抗压强度可分为 C80 型、C90 型、C100 型、C110 型、C120 型、C130 型。
- 3 按照适用温度可分为常温型和低温型。

4.2.2 技术性能要求

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

表 4.2.2-1 水泥基灌浆料流动性

项目 \ 指标		I类	II类	III类	IV类	
		最大骨料粒径 (mm)	≤4.75			>4.75 且 ≤25
截锥流动度 (mm)	初始值	—	≥340	≥290	≥650*	
	30min	—	≥310	≥260	≥550*	
流锥流动度 (s)	初始值	≤35	—	—	—	—
	30min	≤50	—	—	—	—
* 表示坍落扩展度数值。						

表 4.2.2-2 常温型水泥基灌浆料主要性能指标

项目		类型					
		C80	C90	C100	C110	C120	C130
竖向膨胀率 (%)	3h	0.02~3.5					
	24h 与 3h 的膨胀值之差	0.02~0.50					
抗压强度 (MPa)	1d	≥30	≥30	≥30	≥40	≥50	≥50
	3d	≥50	≥50	≥50	≥60	≥80	≥80
	28d	≥80	≥90	≥100	≥110	≥120	≥130
氯离子含量 (%)		<0.06					
泌水率 (%)		0					
注：氯离子含量以水泥基灌浆料总量为基准。							

表 4.2.2-3 低温型水泥基灌浆料主要性能指标

项目		类型		
		C80	C90	C100
竖向膨胀率 (%)	3h	0.02~3.5		
	24h 与 3h 的膨胀值之差	0.02~0.50		
抗压强度 (MPa)	-1d	≥35	≥35	≥35
	-3d	≥60	≥60	≥60
	-7+21d	≥80	≥90	≥100
氯离子含量 (%)		<0.06		
泌水率 (%)		0		
注：a: 氯离子含量以水泥基灌浆料总量为基准；				
b: -1d 代表在负温养护 1d, -3d 代表在负温养护 3d, -7+21d 代表在负温养护 7d 转标养 21d。				

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 GB/T 8077《混凝土外加剂匀质性试验方法》的规定进行。

4.3.7 泌水率的试验应按现行国家标准 GB/T 50080《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》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 出厂检验

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 判定规则

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 标识

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。

2 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 运输与贮存

1 产品运输贮存时不应受潮和混入杂物。

2 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

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 分类

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

5.2.2 技术性能要求

常温型水泥基座浆料性能应符合表 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表 5.2.2-2、表 5.2.2-3 的规定。

表 5.2.2-1 常温型水泥基座浆料的技术性能

类别		I类	II类	III类
项目		性能指标		
胶砂流动度 (mm)	初始	130~200		
	30min	≥110		
抗折强度 (MPa)	28d	≥10		
抗压强度 (MPa)	1d	≥35		
	3d	≥60		
	28d	≥100	≥90	≥80
竖向自由膨胀率 (%)	3h	0.02~2		

	24h 与 3h 差值	0.02~0.40
--	-------------	-----------

续表 5.2.2-1

氯离子含量 (%)	≤0.06
泌水率 (%)	0
注：氯离子含量以水泥基座浆料总量为基准。	

表 5.2.2-2 -5℃低温型水泥基座浆料的技术性能

项目		性能指标
-5℃胶砂流动度 (mm)	初始	130~200
	30min	≥110
抗折强度 (MPa)	-7+21d	≥10
抗压强度 (MPa)	-1d	≥35
	-3d	≥60
	-7+21d	≥80
竖向自由膨胀率 (%)	3h	0.02~2
	24h 与 3h 差值	0.02~0.40
氯离子含量 (%)		≤0.06
泌水率 (%)		0
注 1：氯离子含量以水泥基座浆料总量为基准；		
注 2：-1d 代表在负温养护 1d，-3d 代表在负温养护 3d，-7+21d 代表在负温养护 7d 转标养 21d。		

表 5.2.2-3 -10℃低温型水泥基座浆料的技术性能

项目		性能指标
-10℃胶砂流动度 (mm)	初始	130~200
	30min	≥110
抗折强度 (MPa)	-7+21d	≥10
抗压强度 (MPa)	-1d	≥35
	-3d	≥60
	-7+21d	≥80
竖向自由膨胀率 (%)	3h	0.02~2
	24h 与 3h 差值	0.02~0.40
氯离子含量 (%)		≤0.06
泌水率 (%)		0
注 1：氯离子含量以水泥基座浆料总量为基准；		
注 2：-1d 代表在负温养护 1d，-3d 代表在负温养护 3d，-7+21d 代表在负温养护 7d 转标养 21d。		

5.3 试验与检验要求

5.3.1 试验要求

常温型水泥基座浆料试件成型时试验室温度应为 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度应大于 50%，养护室的温度应为 $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ ，养护室的相对湿度不应低于 90%，养护水的温度应为 $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 。 -5°C 低温型水泥基座浆料试件成型时试验室温度应为 $-5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，养护室的温度应为 $-5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 。 -10°C 低温型水泥基座浆料试件成型时试验室温度应为 $-10^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，养护室温度应为 $-10^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

常温型水泥基座浆料在标准环境中进行试验，拌和用水温度为 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ；低温型水泥基座浆料在低温环境中进行试验，拌和用水温度为 $0^{\circ}\text{C} \sim 2^{\circ}\text{C}$ ，低温环境试验过程中避免冷风直吹。

试验前所有材料均需在试验环境中放置 24 h。

常温型水泥基座浆料在标准温度环境中搅拌成型后，放置于标准养护环境中养护 1 d 后拆模，试件放入标准养护环境继续养护至规定龄期。

低温型水泥基座浆料在低温环境中搅拌成型后，放置于低温环境中养护 1 d 后拆模，试件继续在低温环境中养护至 7 d 龄期，后转入标准养护环境养护至规定龄期。

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 出厂检验

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 判定规则

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 标识

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。

2 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 运输与贮存

- 1 产品运输贮存时不应受潮和混入杂物。
- 2 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

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表 6.2.1 的规定。

表 6.2.1 I 型、II 型和 III 型环氧拼接胶的技术要求

检测项目		技术要求	
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	≥ 20	
	可粘接时间/min	≥ 60	
	抗流挂性能/mm	≥ 10	
	可挤压性/ mm^2	150N	≥ 3000
		2000N	≥ 7500
		4000N	≥ 10000
收缩率/%		≤ 0.1	

续表 6.2.1

物理性能	热变形温度/°C	施工温度范围	≥50
		60°C 固化 4h	≥60
	吸水率/%		≤0.5
	水中溶解率/%		≤0.1
	不挥发物含量/%		≥99
力学性能	压缩强度/MPa	12h	≥20
		24h	≥60
		7d	≥90
	压缩弹性模量/MPa	瞬时	≥8000
		延时 (1h)	≥6000
	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		≥14
	钢对钢拉伸剪切强度/MPa		≥17
钢对混凝土正拉粘结强度/MPa		≥3.0, 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, 且蠕变的变形值小于 0.4mm
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。			

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

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。

2 出厂检验结果符合表 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 进场复检

1 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。

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。

3 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

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 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现行国家标准《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现行国家标准《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现行国家标准《普通螺纹 基本尺寸》GB/T 196、现行国家标准《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现行国家标准《1 型六角螺母》GB/T 6170 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现行国家标准《紧固件公差 螺栓、螺钉、螺柱和螺母》GB/T 3103.1 和现行国家标准《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表 7.2.5 规定执行。

表 7.2.5 材料选用标准

类别	材料	标准
----	----	----

管片连接螺栓	42CrMoA、42CrMo、 35CrMoA、35CrMo、40Cr	现行国家标准《合金结构钢》GB/T 3077
--------	--	------------------------

续表 7.2.5

螺母	42CrMo、35CrMo、45、35	现行国家标准《合金结构钢》GB/T 3077 现行国家标准《优质碳素结构钢》GB/T 699
垫圈	45、35	现行国家标准《优质碳素结构钢》GB/T 699

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 型式检验条件

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 检验项目及规则

质量标准和检验方法见表 7.3.2。

表 7.3.2 管片连接螺栓、螺母、垫圈检验项目和检验要求

序号	产品名称	检验项目	检验要求	检验数量
1	管片连接螺栓	材料成分	现行国家标准《合金结构钢》GB/T 3077	3/同批次
2		外观、规格尺寸	详见 7.1.2 及设计图纸	3/同批次
3		机械性能	设计图纸	3/同批次
4	螺母	保载试验	现行国家标准《紧固件机械性能 螺母》 GB/T 3098.2	3/同批次
5		硬度试验	设计图纸/标准要求	3/同批次
6		外观、规格尺寸	现行国家标准《1型六角螺母》GB/T 6170	3/同批次
7	垫圈	硬度试验	设计图纸/标准要求	3/同批次
8		外观、规格尺寸	设计图纸/标准要求	3/同批次

注：“同批次”指：产品原料为同批生产，并且热处理为同批加工；“同方案”指：产品特定性能指标的某一具体处理方案。

7.3.3 判定规则

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 包装

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：

- 1 制造商名称；
- 2 产品名称；
- 3 产品数量；
- 4 产品规格型号；
- 5 出厂日期。

7.5.2 运输

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

7.5.3 贮存

1 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。

- 2 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，清单详见表 7.6.1。

表 7.6.1 质量证明文件清单

序号	文件名称	份数
1	产品合格证	1
2	产品出厂检验报告	1
3	管片连接螺栓组件原材料质量证明书	1
4	尺寸检查报告	1