

T/CWDPA

团 体 标 准

T/CWDPA XXXX—XXXX

风场叶片低温维修用紫外光固化手糊环氧 树脂技术要求

Technical requirements for UV-curing hand lay-up epoxy resin for cold field repair of
wind turbine blades

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国西部开发促进会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 应用场景	2
5 技术要求	2
5.1 外观	2
5.2 理化性能	2
5.3 浇铸体性能	2
5.4 与叶片基材界面粘接性能	2
5.5 固化设备要求	2
6 试验方法	3
6.1 外观	3
6.2 树脂基体、树脂混合体系性能	3
6.3 树脂浇铸体性能	3
6.4 与叶片基材界面粘接性能	3
7 检验规则	3
7.1 抽样和组批	3
7.2 出厂检验	4
7.3 型式检验	4
7.4 检验项目	4
7.5 判定规则	4
8 标志、包装、运输和贮存	4
8.1 标志	4
8.2 包装	4
8.3 运输	4
8.4 贮存	4

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。

本文件由中国西部开发促进会提出。

本文件由中国西部开发促进会归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

风场叶片低温维修用紫外光固化手糊环氧树脂技术要求

1 范围

本文件规定了风场叶片低温维修用紫外光固化手糊环氧树脂的应用场景、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于风场叶片低温维修用紫外光固化手糊环氧树脂。

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 2567 树脂浇铸体性能试验方法
- GB/T 15223 塑料 液体树脂 用比重瓶法测定密度
- GB/T 22314 塑料 环氧树脂 黏度测定方法
- ISO 62 Plastics—Determination of water absorption
- ISO 178 Plastics—Determination of flexural properties
- ISO 527 Plastics—Determination of tensile properties
- ISO 868 Plastics and ebonite—Determination of indentation hardness by means of a durometer (Shore hardness)
- ISO 1172 Textile-glass-reinforced plastics—Prepregs, moulding compounds and laminates - Determination of the textile-glass and mineral-filler content using calcination methods
- ISO 1183 Plastics—Methods for determining the density of non-cellular plastics
- ISO 3521 Plastics—Unsaturated polyester and epoxy resins—Determination of overall volume shrinkage
- ISO 11357-2 Plastics—Differential scanning calorimetry (DSC) Part 2:Determination of glass transition temperature and step height
- ISO 14126 Fiber-reinforced plastic composites - Determination of compressive properties in the in-plane direction
- ISO 14130 Fiber-reinforced plastic composites—Determination of apparent interlaminar shear strength by short-beam method
- DIN EN 1465 Adhesives—Determination of tensile lap-shear strength of bonded assemblies
- ASTM D7078 Standard Test Method for Shear Properties of Composite Materials by V-Notched Rail Shear Method

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

紫外光固化手糊环氧树脂 UV-curing hand lay-up epoxy resin

是由树脂主剂、光固化引发剂、活性稀释剂及功能助剂按一定配方比例混合而成的手糊环氧树脂体系，它经相应波长的紫外光照射足够时间后，可实现交联固化。

4 应用场景

树脂适用于风场低温环境下叶片出现损伤时的现场快速维修。

注：目前低温温度区间一般在-10℃~-30℃，通常在-20℃左右。

5 技术要求

5.1 外观

树脂应为均匀透明或半透明的粘稠液体，低温下无明显机械杂质、沉淀或分层现象，颜色均匀。

5.2 理化性能

光固化手糊环氧树脂的理化性能应符合表1的要求。树脂主剂的粘度和助剂的粘度按供需双方协商确定。

表1 光固化手糊环氧树脂的理化性能要求

项目	技术要求
混合后的密度/(g/cm ³)	1.10~1.20
25℃混合后的初始黏度/(mPa·s)	≤200
-15℃混合后的初始黏度/(mPa·s)	≤3000

5.3 浇铸体性能

在低温下，树脂浇铸体应按供应商提供的光固化条件完成固化，性能要求应符合表2的规定。

表2 树脂浇铸体性能要求

项目	技术要求
密度/(g/cm ³)	1.15~1.25
拉伸强度/MPa	≥60
拉伸模量/GPa	≥3
断裂伸长率/%	≥2.5
弯曲强度/MPa	≥100
弯曲模量/GPa	≥3.6
冲击韧性/(kJ/m ²)	≥20
体积收缩率/%	≤7.5
玻璃化转变温度/℃	≥70
吸水率/(mg, 168h)	≤80

5.4 与叶片基材界面粘接性能

光固化树脂与叶片所用玻纤的上浆剂应匹配良好。

光固化手糊环氧树脂应与叶片损伤部位玻璃钢基体材料界面匹配良好，粘结界面无剥离、开裂等不良现象，具体要求见表3。

表3 与叶片基材界面粘接性能要求

测试项目	技术要求
拉伸剪切强度/MPa	≥12
层间剪切强度/MPa	≥23

5.5 固化设备要求

光固化树脂需用专用的固化设备即紫外灯进行固化操作，紫外灯的波长应与光固化树脂配方中光引发剂要求的波长相对应，一般为360nm~420nm之间（具体波长应由供应商指定），紫外灯的辐照强度直接影响照射面积及固化质量，应根据实际需要进行选择，影响光固化玻璃钢板材的关键工艺参数为：辐照强度、照射距离和照射时间。

6 试验方法

6.1 外观

将样品倒入容积100 mL的标准比色管内，使液面高度100 mm，目视检查。

6.2 树脂基体、树脂混合体系性能

6.2.1 密度

按照GB/T 15223的规定进行测试。

6.2.2 初始混合黏度

按厂家规定比例将各个组份混合均匀后，按GB/T 22314的规定立即测试，混合时间不大于3 min，测试温度 $25^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 和 $-15^{\circ}\text{C} \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 。

6.3 树脂浇铸体性能

6.3.1 密度

按照ISO 1183的规定进行测试。

6.3.2 拉伸强度、拉伸模量、断裂伸长率

按照ISO 527-2的规定进行测试。

6.3.3 弯曲强度、弯曲模量

按照ISO 178的规定进行测试。

6.3.4 冲击韧性

按照GB/T 2567的规定进行测试。

6.3.5 体积收缩率

按照ISO 3521的规定进行测试。

6.3.6 玻璃化转变温度

按照ISO 11357-2的规定，采用差示扫描量热仪，升温速率 $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ，取第一次扫描的结果。

6.3.7 吸水率

按照ISO 62的规定测试。

6.4 与叶片基材界面粘接性能

选取与风电叶片损伤部位本体一致的玻璃钢基材，在其上手糊相同类型和厚度的玻纤织物，并进行光固化，固化后按DIN EN 1465进行拉伸剪切强度测试，按ISO 14130进行层间剪切测试。

7 检验规则

7.1 抽样和组批

7.1.1 组批

在相同原料、配比和工艺条件下，同一生产厂生产的同一釜产品或数釜均匀混合的同一型号产品为一个组批。

7.1.2 抽样

对同一批次产品随机抽取3个以上样品进行检验，若抽样结果不满足，应取双倍数量的样品进行检测。

7.2 出厂检验

每批产品出厂前应进行检验，具体的检验项目包括外观、粘度、密度、玻璃化转变温度等。

7.3 型式检验

型式检验包含本文件第5章全部要求。有下列情况之一时应进行型式检验：

- a) 正常生产应每年进行一次；
- b) 新产品试制定型鉴定时；
- c) 新生产线首次生产时；
- d) 主要原材料、生产设备或工艺有较大改变时；
- e) 停产半年以上恢复生产时；
- f) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时。

7.4 检验项目

产品的出厂检验和型式检验项目见表4。

表 4 检验项目

项目	出厂检验	型式检验
外观	√	√
密度	√	√
粘度（低温）	√	√
玻璃化转变温度	√	√
浇铸体性能	-	√
与叶片基材界面粘接性能	-	√

7.5 判定规则

若所检验项目均符合要求，则判定该批产品检验合格；若有1项检验结果未达到要求，则加倍取样进行复检，如复检结果仍未达到要求，则该批产品不合格；若有2项及以上检验结果未达到要求，则判定该批产品不合格。

8 标志、包装、运输和贮存

8.1 标志

8.1.1 产品包装应包含材料名称、牌号、批号、生产厂家、生产日期、合格证、保质期等信息。

8.1.2 包装上应注明“防撞击”“防阳光直晒”等标记。

8.2 包装

8.2.1 宜采用硬质的黑色塑料包装桶进行包装，包装桶的材质不应污染产品的品质。

8.2.2 包装应密封完好，无泄漏、破损、挤压变形。

8.3 运输

8.3.1 产品运输过程应确保树脂不受到激烈撞击、雨淋、受压变形，同时避免阳光直晒，保持包装密封。

8.3.2 对于极端恶劣条件下运输时应采取保温、搭木架等操作，确保树脂到货时不出现结晶等异常现象。

8.4 贮存

产品应密封存放在通风，干燥的库房，防止吸潮、灰尘污物及阳光直射等，远离热源。自生产之日起，环氧树脂、固化剂保质期至少为6个月，贮存期不应超过24个月。