



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 25384—2010

---

## 风力发电机组 风轮叶片 全尺寸结构试验

**Turbine blade of wind turbine generator systems—  
Full-scale structural testing of rotor blades**

(IEC TS 61400-23:2001, Wind turbine generator systems  
Part 23: Full-scale structural testing of rotor blades, MOD)

2010-11-10 发布

2011-03-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

中 华 人 民 共 和 国  
国 家 标 准

风力发电机组 风轮叶片

全尺寸结构试验

GB/T 25384—2010

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址: [www.gb168.cn](http://www.gb168.cn)

服务热线: 400-168-0010

010-68522006

2011年2月第一版

\*

书号: 155066·1-41272

版权专有 侵权必究

## 目 次

前言 .....	V
IEC 引言 .....	VI
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 符号 .....	4
5 总则 .....	5
5.1 试验目的 .....	5
5.2 极限状态 .....	5
5.3 试验中的限制因素 .....	6
5.4 试验结果 .....	6
6 叶片数据 .....	6
6.1 总则 .....	6
6.2 外形与接口尺寸 .....	6
6.3 叶片特性 .....	7
6.4 材料数据 .....	8
6.5 设计载荷和条件 .....	8
6.6 测试区域 .....	8
6.7 叶片特殊处理 .....	8
6.8 叶根连接部位 .....	10
6.9 机械装置 .....	10
7 设计与试验载荷条件的差异 .....	10
7.1 总则 .....	10
7.2 加载 .....	10
7.3 弯矩和剪力 .....	10
7.4 挥舞方向和摆振方向载荷的合成 .....	10
7.5 径向载荷 .....	11
7.6 扭转载荷 .....	11
7.7 机械装置 .....	11
7.8 环境条件 .....	11
7.9 载荷谱和加载顺序 .....	12
8 试验载荷 .....	12
8.1 总则 .....	12
8.2 载荷基试验 .....	12
8.3 强度基试验 .....	13
8.4 静力试验载荷谱 .....	14
8.5 疲劳试验载荷谱 .....	14
8.6 静力试验和疲劳试验顺序 .....	15

8.7 机械装置..... 15

9 试验载荷系数..... 15

9.1 总则..... 15

9.2 设计中使用的局部安全系数..... 15

9.3 试验载荷安全系数..... 16

9.4 确定目标载荷时所使用的载荷系数..... 17

10 试验载荷分布相对于设计要求的评估 ..... 17

10.1 总则 ..... 17

10.2 加载的影响 ..... 17

10.3 静力试验 ..... 18

10.4 疲劳试验 ..... 20

11 失效模式 ..... 22

11.1 总则 ..... 22

11.2 灾难性失效 ..... 22

11.3 功能性失效 ..... 22

11.4 表面失效 ..... 23

12 试验程序和方法 ..... 23

12.1 总则 ..... 23

12.2 试验台与叶根固定装置 ..... 23

12.3 加载装置 ..... 23

12.4 静力试验 ..... 24

12.5 疲劳试验 ..... 25

12.6 推荐的试验方法的优缺点 ..... 27

12.7 试验载荷的修正 ..... 28

12.8 数据采集 ..... 28

13 确定叶片特性的其他试验 ..... 30

13.1 总则 ..... 30

13.2 试验台变形 ..... 30

13.3 叶片挠度 ..... 30

13.4 刚度分布 ..... 30

13.5 应变分布测量 ..... 30

13.6 固有频率 ..... 31

13.7 阻尼 ..... 31

13.8 振型 ..... 31

13.9 质量分布 ..... 31

13.10 蠕变..... 31

13.11 其他非破坏性试验..... 31

13.12 叶片解剖..... 32

14 组件试验 ..... 32

14.1 总则 ..... 32

14.2 组件的定义 ..... 32

14.3 组件的作用类别 ..... 32

14.4 组件试验 ..... 32

14.5	验证程序 .....	33
14.6	加载方式 .....	33
14.7	替代性试验 .....	33
15	试验报告 .....	34
15.1	总则 .....	34
15.2	试验报告内容 .....	35
附录 A (规范性附录)	局部安全系数的确定 .....	36
附录 B (规范性附录)	疲劳公式对评估的影响 .....	37
附录 C (规范性附录)	加载角度变化的影响与补偿 .....	39
附录 D (资料性附录)	试验设备示例 .....	41
D.1	液压加载器 .....	41
D.2	偏心旋转质量 .....	43
D.2.1	总则 .....	43
D.2.2	试验装置 .....	43
D.2.3	建立加载 .....	43
D.2.4	试验控制问题 .....	44
D.3	凸轮 .....	44
D.4	静力试验加载装置 .....	44
	参考文献 .....	48

## 前 言

本标准修改采用 IEC TS 61400-23:2001《风力发电机组 风轮叶片全尺寸结构试验》(英文版)。

本标准根据 IEC TS 61400-23:2001 重新起草。

考虑到我国国情,在采用 IEC TS 61400-23:2001 时,本标准做了如下修改:

——增加了第 14 章 组件试验,原来第 14 章试验报告顺延为第 15 章;

——增加了定义:3.2 摆振方向(风轮坐标系)lead-lag;

——删除了定义:3.17 向内、3.18 超前滞后、3.23 向外。

为了便于使用,本标准做了下列编辑性修改:

- a) 将“本技术规范”一词改为“本标准”;
- b) 用小数点“.”代替作为小数点的逗号“,”;
- c) 增加了本标准前言。

对于 IEC TS 61400-23:2001 引用的其他国际标准中有被等同或修改采用为我国标准的,本标准用引用我国的这些国家标准或行业标准代替对应的国际标准,其余未有等同采用为我国标准的国际标准,在本标准中均被直接引用(见本标准第 2 章)。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国风力机械标准化技术委员会归口。

本标准主要起草单位:中航惠腾风电设备股份有限公司。

本标准主要起草人:田野、韩玉清、邢晓坡、田卫国、姜兆民、庄岳兴、赵建立。

## IEC 引言

风轮叶片是风力发电机组的关键部件。许多国家标准都在设计部分对叶片作了单独的规定,但是很少把叶片测试作为取得认证的必要条件。目前许多国家都有叶片试验室,每个试验室都独立开发了各具特色的试验设备、试验程序和术语,用于叶片的试验。尽管每个试验室的方法可能都有效,但在不同设备上执行叶片试验而获得的结果很难进行比较和评估。

IEC TC 88 技术委员会第 8 工作组最初是想找到能被各个试验室普遍认可的试验方法,并在建立叶片试验标准的过程中给予指导。然而由于各试验室使用的试验方法较多(因为试验系统硬件决定试验方法),制定一个限制性标准支持一种方法而排斥其他方法是不合理的。所以,后来就编写了本技术规范,对推荐的各种试验方法提供指南。本规范包括了许多不同的试验方法。

不应该把本规范收录的所有试验都视为每个叶片设计所必需的。所需试验项目取决于设计评估中因采用新材料、新设计理念、新生产工艺等产生的不确定度,以及对结构完整性的可能影响。一般采用推荐的试验方法进行试验(见附录 D),本规范给出了这些方法的优缺点。

# 风力发电机组 风轮叶片 全尺寸结构试验

## 1 范围

本标准规定了风轮叶片全尺寸结构试验的总则、叶片数据、设计与试验载荷、试验载荷系数、载荷分布、失效模式、试验程序和方法及叶片特性的其他试验和组件试验。

本标准适用于风轮扫略面积大于或等于 200 m<sup>2</sup> 水平轴风轮叶片的全结构试验。

本标准中的绝大部分原理可适用于任何结构、尺寸和材料的风轮叶片。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 2900.53—2001 电工术语 风力发电机组(IEC 60050-415:1999,IDT)

GB 18451.1—2001 风力发电机组 安全要求(IEC 61400-1:1999,IDT)

GB/T 27025—2008 检测和校准实验室能力的通用要求(ISO/IEC 17025:2005,IDT)

ISO 2394:1998 结构可靠性的一般原则

## 3 术语和定义

GB/T 2900.53 所确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

#### **S-N 公式 S-N formulation**

用来描述材料、部件或结构的应力(S)与循环次数(N)关系特性的一种方法。

### 3.2

#### **摆振方向(风轮坐标系) lead-lag**

与风轮扫掠面平行且与未变形叶片的纵轴垂直的方向。

### 3.3

#### **摆振方向(叶片剖面坐标系) edgewise**

与当地弦线平行的方向。

### 3.4

#### **变幅加载 variable amplitude loading**

通过施加非恒定平均值、非恒定周期变程的方式使试验对象经受相应载荷循环次数的方法。

### 3.5

#### **等幅加载 constant amplitude loading**

在疲劳试验过程中,以恒定的幅值和平均值施加循环载荷的方法。

### 3.6

#### **点载荷 point loading**

分散施加在不同展向位置上的一个载荷或一系列载荷。