

第三届全国大学生结构设计竞赛

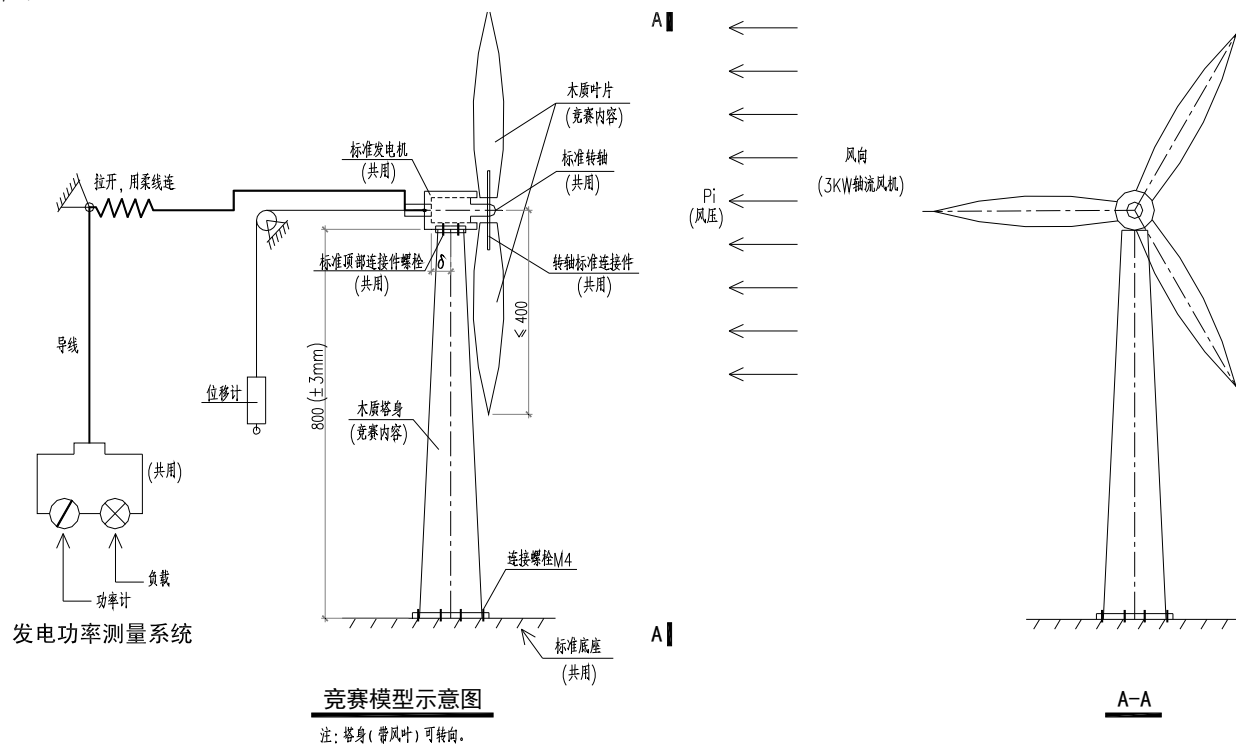
赛题

第三届全国大学生结构设计竞赛委员会

2009.9.24

一、竞赛模型

定向木结构风力发电塔（如图），塔身高 800mm，叶片（数量不限）组成的叶轮直径 800mm。



二、模型介绍

1. 塔身

塔身为竞赛主结构，需满足以下要求：

- (1) 塔身高 800mm，顶点高度实际误差不大于±3mm。塔身外形不影响叶轮运转，塔身水平截面的外轮廓为正多边形或圆形；
- (2) 具有足够的承载能力；
- (3) 具有规定的刚度；
- (4) 与塔顶标准发电机底座连接可靠；
- (5) 与塔底标准底座连接可靠。

2. 叶片和叶轮

安装完成后，叶轮外轮廓直径不得大于 800mm。

三、装置说明

1. 发电机

发电机采用 CFX-03 型标准发电机，质量 4470g，底板及立面详见附图。

2. 风叶连接件

连接件质量 300g，详见附图。

3. 发电功率测量系统

发电功率测量系统由导线、负载、功率计组成。导线所受风力不能传递到塔身，由支架承受。

4. 鼓风机

相关参数见下表

名称	新型节能低噪声轴流风机
型号	SF7-4
厂家	上海金蓝机电设备成套有限公司
功率	3kW
转速	1400n/min
风量	2500m ³ /h
风速	23m/s
全压力	340Pa

经实测，风叶连接件（距鼓风机 1m 处）的风速参考值如下：

档位	风速 (m/s)
W1	4.0
W2	6.8
W3	9.0

5. 塔架安装底盘详见附图。

6. 塔脚与安装底盘连接螺栓：重量 2g/套。

四、材料及制作工具

1. 木材

(1) 尺寸：长度 1000mm，截面有 50mm×1mm、2mm×2mm、2mm×6mm、6mm×6mm；

(2) 性能参考值：顺纹弹性模量 1.0×10^4 MPa，顺纹抗拉强度 30MPa。

2. 胶水：502。

3. 制作工具

竞赛组委会提供美工刀、1m 钢尺、砂纸、锉刀、小型锯子。

五、模型安装、加载及测试步骤

1. 安装步骤

- (1) 风叶通过螺栓安装在连接件上；
- (2) 塔架通过螺栓安装在底盘上；
- (3) 发电机通过螺栓安装在塔身上（注：发电机转轴方向可平行或正交于风向）；
- (4) 风叶连接件与发电机轴通过定位鞘相连；
- (5) 安装时间每组总计不超过 15 分钟，每超过 1 分钟扣 1 分。

2. 加载及测试步骤

- (1) 参赛队代表 1 分钟陈述；
- (2) 打开风机置于 W1 档，计时 30s，测定发电功率 P_1 ；
- (3) 将风机置于 W2 档，计时 30s，测定发电功率 P_2 和塔顶最大顺风向水平位移 δ （单位 mm）；
- (4) 将风机置于 W3 档，计时 30s，测定发电功率 P_3 ，观测塔身是否倒坍；
- (5) 加载结束。

3. 说明

结构以不倒（满足承载能力极限状态）为必要条件。若加载过程中发生下列任一情况，则视为加载结束：

- (1) 模型有部件脱离整体结构；
- (2) 模型在运动中碰到防护网。

六、评分方法

1. 结构评分按总分 100 分计，其中包含：

- | | |
|-------------|-----|
| (1) 设计图及计算书 | 10% |
| (2) 制作质量 | 5% |
| (3) 现场表现 | 5% |
| (4) 发电功率 | 40% |
| (5) 结构刚度 | 10% |
| (6) 结构重量 | 30% |

2. 设计图及计算书各部分评分标准

- (1) 设计说明、总装配图、叶片构件图、塔身构件图及主要连接图齐全、基本正确 5%
- (2) 计算书中结构承载能力计算基本正确 2%
- (3) 计算书中结构变形计算基本正确 2%
- (4) 文件资料规范、清楚 1%

3. 制作质量细部评分标准

- (1) 叶片制作标准化 1%
- (2) 叶片表面光洁 1%
- (3) 艺术性 1%
- (4) 塔身高度及叶片高度范围内塔身中心对称性满足要求 1%
- (5) 塔身拼接质量良好 1%

4. 现场表现分

- (1) 现场施工安装的安全性 2%
- (2) 代表表述情况 3%

5. 发电功率计算标准

按三种不同等级风压下发电功率的加权平均值按下式计算：

$$\bar{P}_i = P_1 \times 0.2 + P_2 \times 0.5 + P_3 \times 0.3 \quad (\text{其中 } i \text{ 为第 } i \text{ 组别的下标})$$

将发电加权平均功率最大组别的加权平均功率记为 \bar{P}_m ，该组该项得分为

40%，其余参加组得分为 $40\% \times \frac{\bar{P}_i}{\bar{P}_m}$ 。

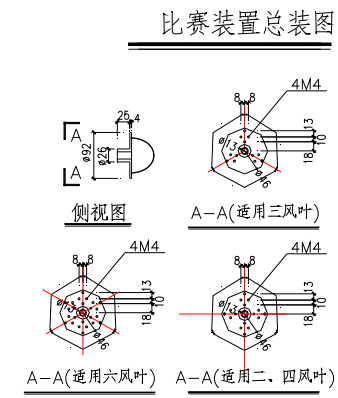
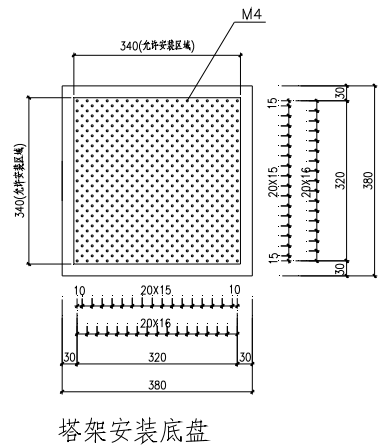
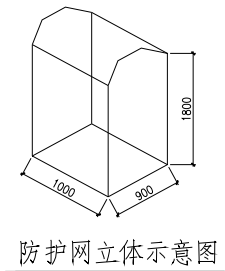
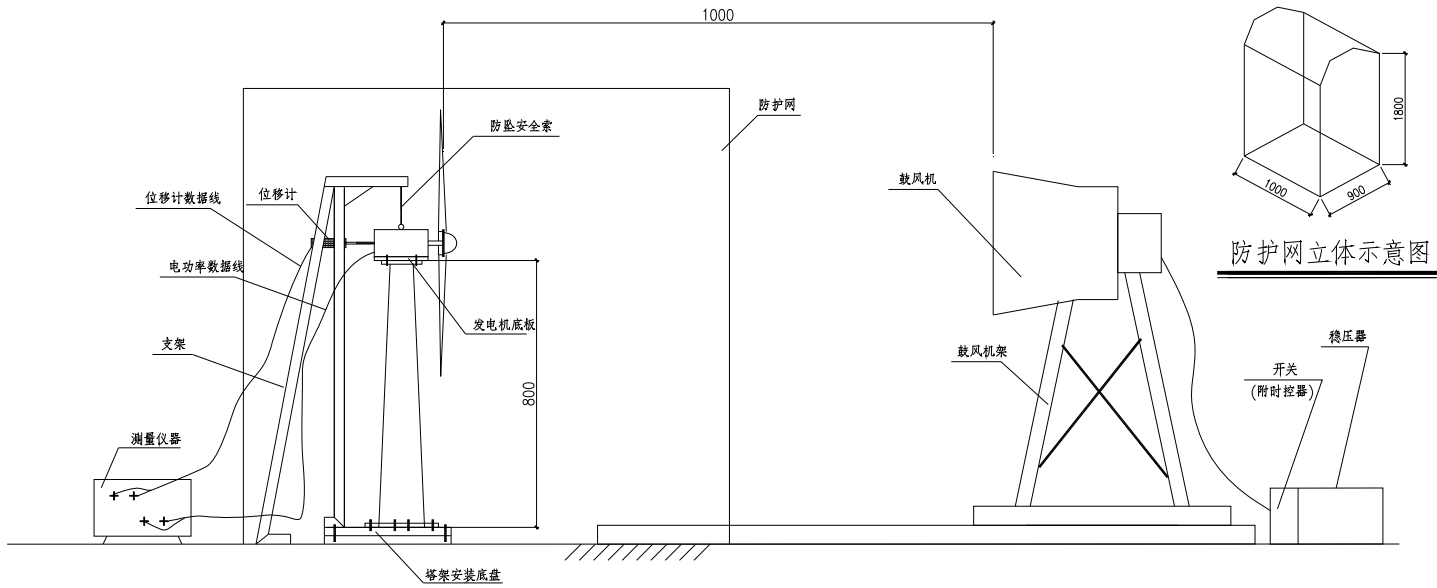
6. 刚度评分标准

在 W2 风压作用下，测得塔顶最大位移 δ ，凡 $\delta \leq 8\text{mm}$ 者均得分 10%。凡 $\delta > 8\text{mm}$ 者得分为 $10\% \times \left(\frac{8(\text{mm})}{\delta(\text{mm})}\right)^2$ 。

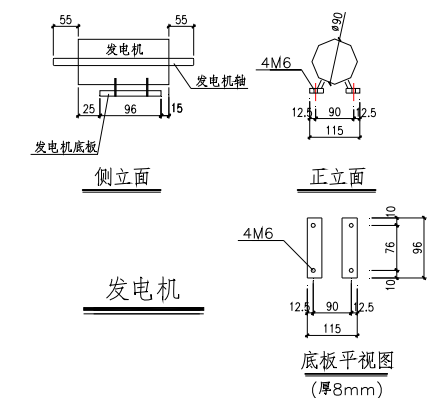
7. 结构重量评分标准

取发电功率不小于平均功率 $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \bar{P}_i$ （其中 n 为有效参赛组数，即未倒塌风塔数）且刚度满足评分标准第 6 条要求的风塔中重量最轻者，作为本项得分为 30% 者。其余风塔本项得分为 $30\% \times \frac{G_{\min}}{G_i}$ 其中， G_{\min} 为最轻重量风塔。 G_i 为第 i 组的风塔重量。塔脚与标准底座，叶片与发电机之间连接用现有的 M4 螺栓。此两部分螺栓计入结构重量，每套螺栓计重 2g。本项得分不大于 35%。

七、附图



风叶连接件

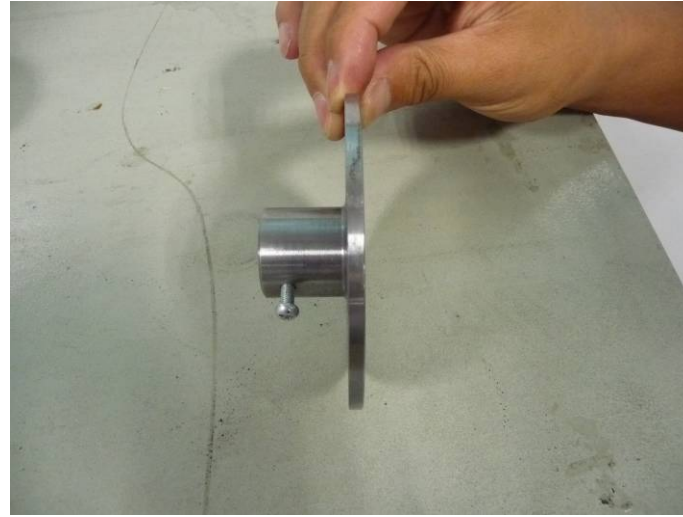


- 说明:
1. 塔架底部固定螺栓M4(配垫圈),数量任选,计入总重量内.
 2. 发电机固定螺栓M6(配螺母,垫圈),不计重量.
 3. 风叶连接螺栓M4(配垫圈),数量任选,计入总重量内.

八、实物照片



鼓风机



连接件侧立面

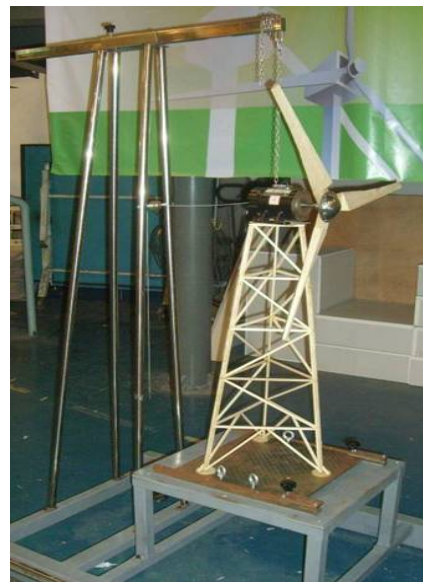


三叶连接件正立面

发电机图暂缺



打孔机



模型安装



砂轮机



整套设备示意