



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103321857 A

(43) 申请公布日 2013. 09. 25

(21) 申请号 201310283675. 7

(22) 申请日 2013. 07. 08

(71) 申请人 国电联合动力技术有限公司

地址 100000 北京市海淀区中关村南大街乙  
56 号方圆大厦 16 层

(72) 发明人 周文明 代海涛 刘丹

(74) 专利代理机构 北京方韬法业专利代理事务  
所 11303

代理人 刘晶婷

(51) Int. Cl.

F03D 11/00 (2006. 01)

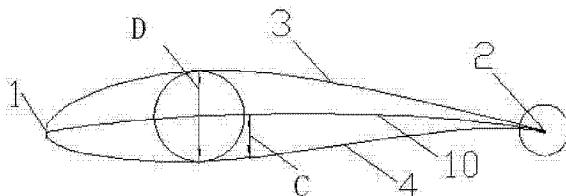
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种大型风机的大厚度钝尾缘翼型叶片

(57) 摘要

本发明涉及一种大型风机的大厚度钝尾缘翼型叶片，其叶根部分的横截面外轮廓分为前缘、尾缘、吸力面型线和压力面型线，前缘与尾缘的距离为弦长，所述横截面的最大厚度为弦长的 65.0%-75.0%，最大厚度处与前缘的距离为弦长的 25%-35%；所述横截面的最大弯度为弦长的 0.1%-1.5%，最大弯度处与前缘的距离为弦长的 85%-97%；所述前缘的半径为弦长的 35.0%-45.0%，所述尾缘的端面厚度为弦长的 25%-35%。该翼型开辟了国内相对厚度大于 40% 的风力机专用翼型的先河，该翼型的应用不但能够增大叶片静刚度而且可以减轻结构重量，成为研制大型高效低成本风力机的重要技术基础。



1. 一种大型风机的大厚度钝尾缘翼型叶片，其叶根部分的横截面外轮廓分为前缘、尾缘、吸力面型线和压力面型线，前缘与尾缘的距离为弦长，其特征在于：

所述横截面的最大厚度为弦长的 65.0%-75.0%，最大厚度处与前缘的距离为弦长的 25%-35%；

所述横截面的最大弯度为弦长的 0.1%-1.5%，最大弯度处与前缘的距离为弦长的 85%-97%；

所述前缘的半径为弦长的 35.0%-45.0%，所述尾缘的端面厚度为弦长的 25%-35%。

2. 根据权利要求 1 所述的一种大型风机的大厚度钝尾缘翼型叶片，其特征在于：所述最大厚度为弦长的 70%，最大厚度处与前缘的距离为弦长的 30%，最大弯度为弦长的 0.5%，最大弯度处与前缘的距离为弦长的 95%，前缘半径为弦长的 38.0%，尾缘端面厚度为弦长的 31.42%。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的一种大型风机的大厚度钝尾缘翼型叶片，其特征在于：所述的压力面型线和吸力面型线为贝兹曲线。

## 一种大型风机的大厚度钝尾缘翼型叶片

### 技术领域

[0001] 本发明涉及风力发电领域,特别是涉及一种大型风机的大厚度钝尾缘翼型叶片。

### 背景技术

[0002] 随着能源和环境问题日益突出,储量丰富、无污染和可再生的风能逐渐受到人们的重视,风电的发展尤为迅猛。无论对于陆上还是海上风电机组,机组容量都在呈现越来越大的趋势,相应地,作为关键部件 - 叶片的长度也随之从几年前 20 米左右(1 兆瓦机组)增大到 60 米左右(5 兆瓦机组)乃至目前最大 75 米左右(10 兆瓦机组)。然而,叶片长度增加后柔性增大,相应结构刚度大大降低,减弱了其抵抗各种外界载荷影响的能力,也增加了其扫掠塔架的风险,相应机组可靠性降低。另外,叶片大型化同时使自身重量显著增大,导致成本增加,也将给后续运行、安装及维护带来许多问题。为此,国外学者最近提出了一种所谓大厚度翼型设计技术,即将原有叶片靠近叶根和叶中位置翼型最大厚度增加至 40% 弦长以上,该技术一经提出,就被业界普遍认为是解决上述对大型叶片发展来说至关重要的结构特性问题的可行性方案。因此,如何能创设一种结构刚度高、重量轻的新的大厚度翼型风机叶片,实属当前重要研发课题之一。

### 发明内容

[0003] 本发明要解决的技术问题是提供一种大型风机的大厚度钝尾缘翼型叶片,使其结构刚度高、重量减低、风机综合性能提高,从而克服现有的结构刚度低、重量大的不足。

[0004] 为解决上述技术问题,本发明提供一种大型风机的大厚度钝尾缘翼型叶片,其叶根部分的横截面外轮廓分为前缘、尾缘、吸力面型线和压力面型线,前缘与尾缘的距离为弦长,所述横截面的最大厚度为弦长的 65.0%-75.0%,最大厚度处与前缘的距离为弦长的 25%-35%;所述横截面的最大弯度为弦长的 0.1%-1.5%,最大弯度处与前缘的距离为弦长的 85%-97%;所述前缘的半径为弦长的 35.0%-45.0%,所述尾缘的端面厚度为弦长的 25%-35%。

[0005] 作为本发明的一种改进,本发明还可通过下述方案实现:

[0006] 一种大型风机的大厚度钝尾缘翼型叶片,其中,所述最大厚度为弦长的 70%,最大厚度处与前缘的距离为弦长的 30%,最大弯度为弦长的 0.5%,最大弯度处与前缘的距离为弦长的 95%,前缘半径为弦长的 38.0%,尾缘端面厚度为弦长的 31.42%。

[0007] 一种大型风机的大厚度钝尾缘翼型叶片,其中,所述的压力面型线和吸力面型线为贝兹曲线。

[0008] 采用这样的设计后,本发明至少具有以下优点:

[0009] 1、本方案提供的叶片翼型的应用可有效的解决大型风力机叶片因为最大弦长的尾缘处厚度太薄而容易发生屈曲的问题。

[0010] 2、新翼型的应用不但有效提高了叶片静刚度 20% 以上,而且使叶片自重也减小达 5% 左右。

## 附图说明

[0011] 上述仅是本发明技术方案的概述,为了能够更清楚了解本发明的技术手段,以下结合附图与具体实施方式对本发明作进一步的详细说明。

[0012] 图 1 是本发明一种大型风机的大厚度钝尾缘翼型叶片的叶根部横截面结构示意图。

[0013] 图 2 是图 1 中尾缘的局部放大图。

[0014] 图 3 为本发明一种大型风机的大厚度钝尾缘翼型叶片的横截面外轮廓曲线图。

[0015] 图 4 是本发明一种大型风机的大厚度钝尾缘翼型叶片的升力系数图。

[0016] 图 5 是本发明一种大型风机的大厚度钝尾缘翼型叶片的升阻比图。

## 具体实施方式

[0017] 参照图 1、图 2,本发明提供相对厚度为 70% 的叶片翼型(命名为 UP70),本发明所提供的大型风机的大厚度钝尾缘翼型叶片的叶根部横截面由前缘 1、尾缘 2、吸力面型线 3 和压力面型线 4 构成,其中前缘 1 是圆弧,前缘 1 分别与吸力面型线 3、压力面型线 4 连接,连接点处的曲率连续,吸力面型线 3 末端 11 与压力面型线 4 末端 13 连接形成尾缘 2。

[0018] 首先,对图 1 中各部分的名称做如下定义:

[0019] 1、中弧线 10 :在翼型内做一系列吸力面型线 3 和压力面型线 4 的内切圆,这些内切圆圆心的连线称为翼型的中弧线 10。

[0020] 2、弦长 :中弧线 10 前后两端点的连线称为翼弦,翼弦的长度简称弦长。

[0021] 3、弯度 C :中弧线 10 与翼弦之间的最大垂直距离称为翼型的最大弯度,简称弯度,它与弦长的比值称为相对最大弯度。

[0022] 4、前缘半径 :通过翼型的前缘 1 的内切圆半径称为前缘半径,其与弦长的比值称为相对前缘半径。

[0023] 5、最大厚度 D :翼型内切圆中最大的内切圆的直径称为翼型的最大厚度,它与弦长的比值称为相对最大厚度。

[0024] 6、最大厚度位置 :沿翼弦由前缘点到最大厚度处的距离称为最大厚度位置,其与弦长的比值称为相对最大厚度位置。

[0025] 7、最大弯度位置 :由前缘点到最大弯度处沿翼弦方向的距离叫做最大弯度位置,它与弦长的比值称为相对最大弯度位置。

[0026] 8、尾缘端面 12: 吸力面型线 3 的末端 11 和压力面型线 4 的末端 13 连线构成的线段为尾缘端面 12,其厚度与弦长的比值成为相对尾缘端面厚度。

[0027] 参照图 3 所示,本发明的压力面型线 4 和吸力面型线 3 采用的是 Bezier(贝兹)曲线,本方案设计的相对厚度为 70% 的翼型(UP70)的几何数据如下:

[0028] UP70 各部分参数值的范围:

[0029]

型号	相对最大厚度 (%)	相对最大厚度位置 (%)	相对最大弯度 (%)	相对最大弯度位置 (%)	相对前缘半径 (%)	相对尾缘端面厚度 (%)
UP70	65-75	25-35	0.1-1.5	85-97	35-45	25-35

[0030] 经反复实验验证,本发明的最佳实施例数据如下:

[0031]

型号	相对最大厚度 (%)	相对最大厚度位置 (%)	相对最大弯度 (%)	相对最大弯度位置 (%)	相对前缘半径 (%)	相对尾缘端面厚度 (%)
UP70	70	30	0.5	95	38	31.42

[0032] 根据上述翼型的几何和气动性能数据即可进行大型风力机叶片的气动外形设计。

[0033] UP70 翼型的气动数据图见参照图 4、图 5,其中,横坐标为前缘与尾缘连线与来风方向的夹角,纵坐标分别为升力系数和升阻比,由图中可见 UP70 的气动性能较为优良。本发明大型风力机叶片的大厚度钝尾缘翼型主要布局在靠近叶片根部位置,该位置是叶片主要承载部位,大型风力机叶片该位置的翼型需要大厚度、高风能利用系数、低粗糙度敏感性、高雷诺数稳定性,本方案通过对上述的指标参数加权的方式综合评估翼型的性能,获取了综合性能优良的翼型,本发明提供的翼型运行的雷诺数范围在  $1*10^6$  至  $6*10^6$ 。

[0034] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例而已,并非对本发明作任何形式上的限制,本领域技术人员利用上述揭示的技术内容做出些许简单修改、等同变化或修饰,均落在本发明的保护范围内。

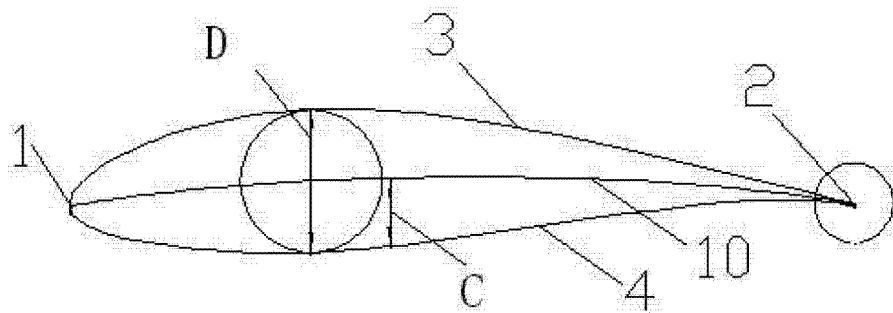


图 1

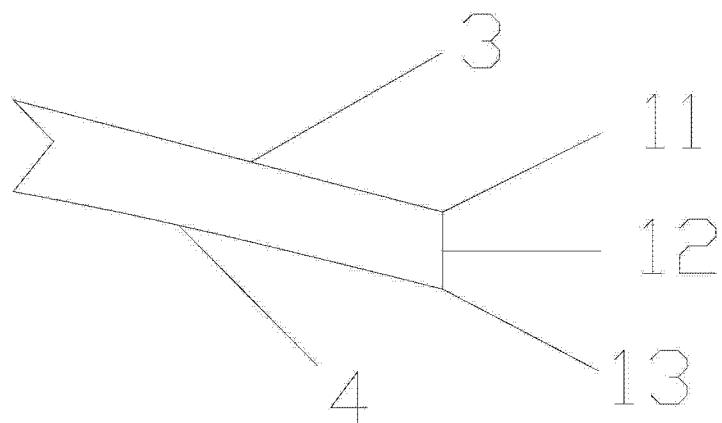


图 2

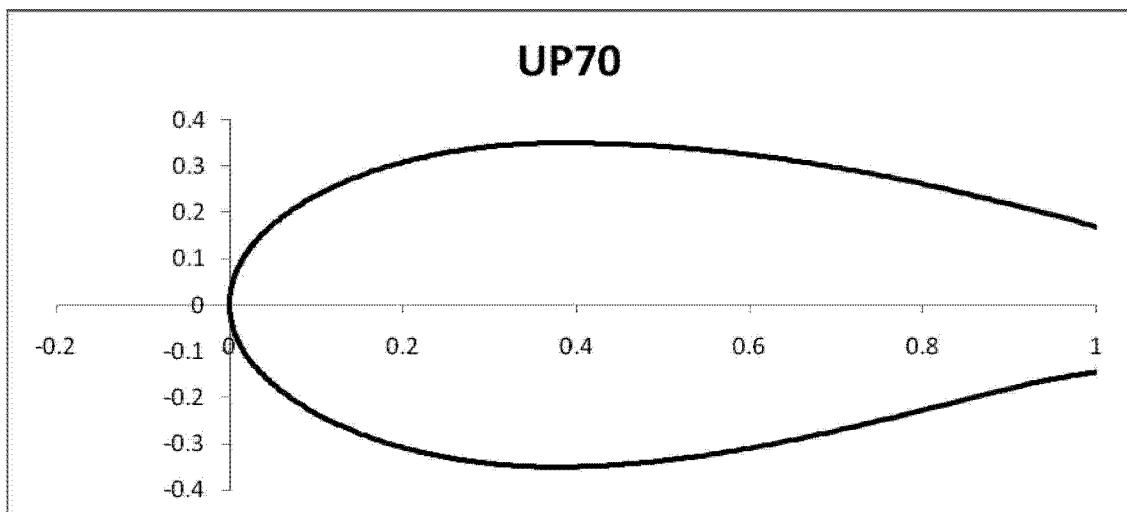


图 3

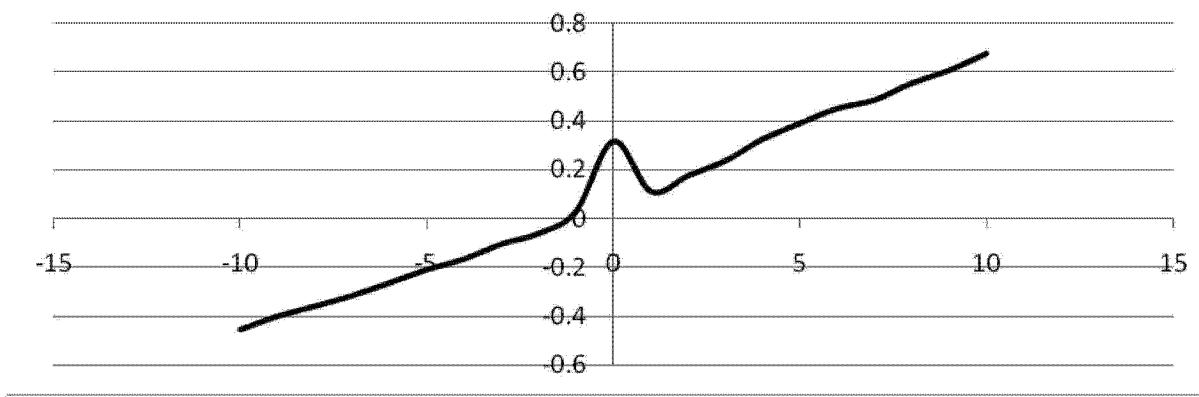


图 4

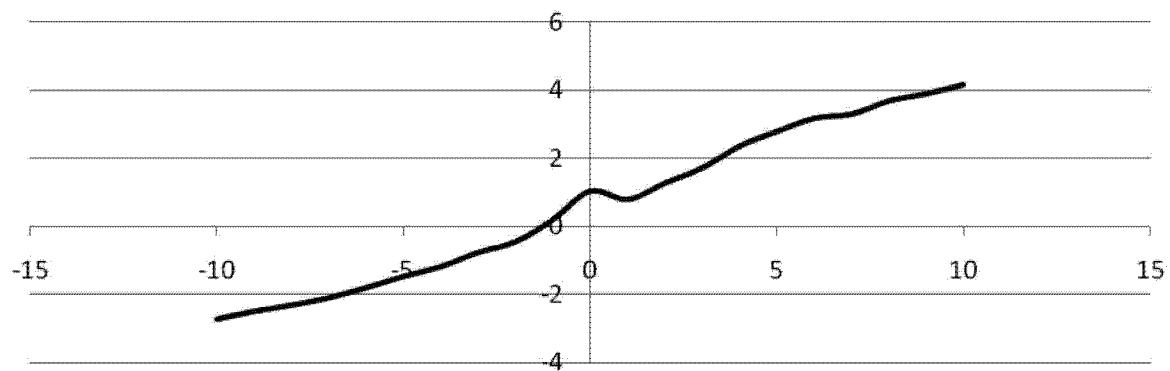


图 5