(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103573531 B
(45)授权公告日 2016.01.13

(21)申请号 201310496522.0

(22)申请日 2013.10.21

(73)专利权人 河海大学
地址 210098 江苏省南京市江宁区佛城西路8号

(72)发明人 钟淋涓 陈会向 沈萍菲 周大庆 郑源

(74)专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司 32200
代理人 张惠忠

(51)Int.Cl.
F03B 3/12(2006.01)

(56)对比文件
CN 103233846 A,2013.08.07,
CN 201582031 U,2010.09.15,
CN 203114497 U,2013.08.07,
CN 103206331 A,2013.07.17,
US 2007231148 A1,2007.10.04,

审查员 谢娅

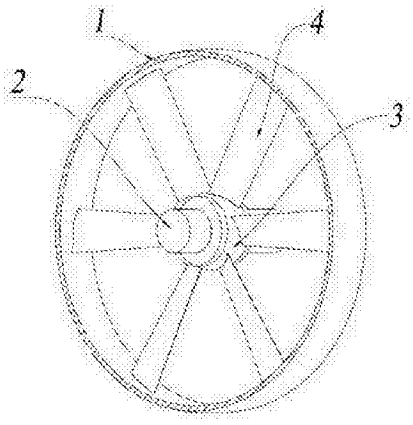
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种海流能发电具有导流罩的水轮机双向叶轮

(57)摘要

一种海流能发电具有导流罩的水轮机双向叶轮，包括安装在叶轮室内的转轴和轮毂以及安装固定在轮毂上数量为5~7个的“S”型叶片；叶轮室两侧分别为进水侧和出水侧；正向发电时，水流经过导流罩从进水侧沿轴向流向出水侧，反向发电时，水流则是通过出水侧轴向流向进水侧。所述轮毂采用球面形，所述“S”型叶片为从叶片根部到叶轮外缘不等厚度、不等弦长的“S”翼型组成，其中每个“S”翼型左右两侧中心对称，并且左右两侧翼型的翼弦共线；采用这种“S”型叶片的双向叶轮不仅结构简单，加工制造简易，经济成本低，而且在双向流动的海流下，能够高效地转化海流动能，从而有效地利用海流动能，提高水能利用率。



CN 103573531 B

1. 一种海流能发电具有导流罩的水轮机双向叶轮，其特征在于包括安装在叶轮室 (1) 内的转轴 (2) 和轮毂 (3) 以及安装固定在轮毂 (3) 上数量为 5 ～ 7 个的“S”型叶片 (4)；叶轮室 (1) 两侧分别为进水侧 (5) 和出水侧 (6)；正向发电时，水流经过导流罩从进水侧 (5) 沿轴向流向出水侧 (6)，反向发电时，水流则是通过出水侧 (6) 轴向流向进水侧 (5)；所述“S”型叶片 (4) 翼型左右两侧中心对称且两侧翼型的翼弦共线，叶片整体呈一定扭曲状，叶片数为 5 ～ 7 个；叶轮最外缘，即直径为 D_1 的圆柱面所截圆柱面的轮缘侧叶栅稠密度 $(\frac{c}{t})_1$ 为 0.240 ～ 0.246，以 0.6 倍叶轮室直径 D_1 为直径的圆柱面所截圆柱面的轮缘侧叶栅稠密度 $(\frac{c}{t})_2$ 为 0.353 ～ 0.359，以轮毂 (3)，即直径为 d_h 的圆柱面所截圆柱面的轮缘侧叶栅稠密度 $(\frac{c}{t})_3$ 为 0.871 ～ 0.877。

2. 根据权利要求 1 所述的海流能发电具有导流罩的水轮机双向叶轮，其特征在于：所述叶轮室的直径为 D_1，叶轮室长度 L_1 与叶轮室直径 D_1 的比值为 0.132 ～ 0.142。

3. 根据权利要求 1 所述的海流能发电具有导流罩的水轮机双向叶轮，其特征在于：所述转轴直径 d_0 与叶轮室直径 D_1 的比值为 0.121 ～ 0.125，水流以一定的初始流速流入叶轮室 (1)，使“S”型叶片 (4) 旋转，进而转轴 (2) 以一定的转速旋转带动发电机转子旋转发电。

4. 根据权利要求 1 所述的海流能发电具有导流罩的水轮机双向叶轮，其特征在于：所述轮毂 (3) 为一球面，轮毂比即轮毂 (3) 直径 d_h 与叶轮室直径 D_1 的比值为 0.215 ～ 0.223，轮毂长度 L_2 与叶轮室直径 D_1 的比值为 0.088 ～ 0.098。

5. 根据权利要求 1 所述的海流能发电具有导流罩的水轮机双向叶轮，其特征在于：所述“S”型叶片 (4) 轮缘外侧即叶轮室直径 D_1 处翼型弦长 c_1 与叶轮室直径 D_1 的比值为 0.124 ～ 0.130，该翼型最大厚度 d_1 与翼型弦长 c_1 的比值 $(\frac{d}{c})_1$ 为 0.060 ～ 0.066，该翼型最大厚度点到前缘的距离 X_{d1} 与翼型弦长 c_1 的比值 $(\frac{X_d}{c})_1$ 为 0.342 ～ 0.358，该翼型最大弯度 f_1 与翼型弦长 c_1 的比值 $(\frac{f}{c})_1$ 为 0.031 ～ 0.037，该翼型最大弯度点至前缘的距离 X_{f1} 与翼型弦长 c_1 的比值 $(\frac{X_f}{c})_1$ 为 0.223 ～ 0.229。

6. 根据权利要求 1 所述的海流能发电具有导流罩的水轮机双向叶轮，其特征在于：所述“S”型叶片 (4) 在 0.6 倍叶轮室直径 D_1 处翼型弦长 c_2 与叶轮室直径 D_1 的比值为 0.109 ～ 0.115，该翼型最大厚度 d_2 与翼型弦长 c_2 的比值 $(\frac{d}{c})_2$ 为 0.079 ～ 0.085，该翼型最大厚度点到前缘的距离 X_{d2} 与翼型弦长 c_2 的比值 $(\frac{X_d}{c})_2$ 为 0.348 ～ 0.354，该翼型最大弯度 f_2 与翼型弦长 c_2 的比值 $(\frac{f}{c})_2$ 为 0.031 ～ 0.037，该翼型最大弯度点至前缘的距离 X_{f2} 与翼型弦长 c_2

的比值$(\frac{X_f}{c})_2$为0.221～0.227。

7.根据权利要求1所述的海流能发电具有导流罩的水轮机双向叶轮，其特征在于：所述“S”型叶片(4)在轮毂(3)处，即直径为d_h处翼型弦长c_3与叶轮室直径D_1的比值为0.094～0.100，该翼型最大厚度d_3与翼型弦长c_3的比值$(\frac{d}{c})_3$为0.114～0.120，该翼型最大厚度点到前缘的距离X_{d3}与翼型弦长c_3的比值$(\frac{X_d}{c})_3$为0.350～0.356，该翼型最大弯度f_3与翼型弦长c_3的比值$(\frac{f}{c})_3$为0.034～0.040，该翼型最大弯度点至前缘的距离X_{f3}与翼型弦长c_3的比值$(\frac{X_f}{c})_3$为0.216～0.222。

一种海流能发电具有导流罩的水轮机双向叶轮

技术领域：

[0001] 本发明涉及一种水轮机叶轮，具体的说是一种应用于海流能发电具有导流罩的双向发电的水轮机叶轮，属于流体机械及能源动力技术领域。

背景技术：

[0002] 能源一直是全球各国经济发展的重要物质基础，随着经济社会的发展，我国对于电能的需求激增，但化石能源对人类的居住环境造成越来越大的威胁，为了促进节能减排，积极应对气候变化，我国把可再生能源作为未来能源战略的重要组成部分和能源优先发展领域。海流能作为一种清洁、可再生的能源，对环境的影响甚微，且资源丰富，全球海洋能资源理论总量达766000GW，而我国拥有绵长的海岸线和广阔的海域面积，海流能储量丰富，沿海和海岛附近可开发的海流能理论平均功率为13940MW。

[0003] 设置有导流罩的海流能水轮机，水轮机叶轮设置在导流罩中，水流进入到导流罩中驱动水轮机叶轮转动实现发电。但是由于地球自转、大气运动、行星风系和海水密度等因素的影响，海流流动在某一时间内沿着某一个方向做单向流动，而另一时间内又做反方向流动，所以海流的方向是不确定的，并且海流的流速小、水头低，因此利用海流能发电时，对水轮机有特殊的要求，而传统的双向叶片可逆式水轮机，机组结构复杂，目前已有的海流能发电水轮机双向叶轮效率较偏低。海流能发电水轮机的单向叶片只能利用单向流动的水流动能发电，海流能利用率较低。为了充分利用具有双向流动的海流能，保持供电的连续性，并且使转轮具有相同的正向和反向性能，因此有必要研制更加高效的海流能发电水轮机的双向叶片。

发明内容：

[0004] 发明目的：本发明的目的则是克服了现有技术的不足，设计一种结构简单，尺寸小，加工方便，经济成本低，效率较高，能够用于海流能发电具有导流罩的水轮机双向叶轮，尤其在具有双向流动的海流能下，能够有效地利用海流来流动能，提高水能利用率。

[0005] 为了解决上述技术问题，本发明是通过以下技术方案实现的：

[0006] 一种海流能发电具有导流罩的水轮机双向叶轮，包括安装在叶轮室内的转轴和轮毂以及安装固定在轮毂上数量为5～7个的“S”型叶片；叶轮室两侧分别为进水侧和出水侧；正向发电时，水流经过导流罩从进水侧沿轴向流向出水侧，反向发电时，水流则是通过出水侧轴向流向进水侧。

[0007] 所述叶轮室的直径为D_1，叶轮室长度L_1与叶轮直径D_1的比值为0.132～0.142。

[0008] 所述转轴直径d_0与叶轮室直径D_1的比值为0.121～0.125，水流以一定的初始流速流入叶轮室，使“S”型叶片旋转，进而转轴以一定的转速旋转带动发电机转子旋转发电。

[0009] 所述轮毂为一球面，轮毂比即轮毂直径d_h与叶轮直径D_1的比值为0.215～0.223，轮毂长度L_2与叶轮直径D_1的比值为0.088～0.098。

[0010] 所述“S”型叶片翼型左右两侧中心对称且两侧翼型的翼弦共线，叶片整体呈一定

扭曲状，叶片数为 5 ～ 7 个；叶轮最外缘，即直径为 D_1 的圆柱面所截圆柱面的轮缘侧叶栅稠密度 $(\frac{c}{t})_1$ 为 0.240 ～ 0.246，以 0.6 倍叶轮室直径 D_1 为直径的圆柱面所截圆柱面的轮缘侧叶栅稠密度 $(\frac{c}{t})_2$ 为 0.353 ～ 0.359，以轮毂（3），即直径为 d_h 的圆柱面所截圆柱面的轮缘侧叶栅稠密度 $(\frac{c}{t})_3$ 为 0.871 ～ 0.877。

[0011] 所述“S”型叶片轮缘外侧即叶轮室直径 D_1 处翼型弦长 c_1 与叶轮室直径 D_1 的比值为 0.124 ～ 0.130，该翼型最大厚度 d_1 与翼型弦长 c_1 的比值 $(\frac{d}{c})_1$ 为 0.060 ～ 0.066，该翼型最大厚度点到前缘的距离 X_{d1} 与翼型弦长 c_1 的比值 $(\frac{X_d}{c})_1$ 为 0.342 ～ 0.358，该翼型最大弯度 f_1 与翼型弦长 c_1 的比值 $(\frac{f}{c})_1$ 为 0.031 ～ 0.037，该翼型最大弯度点至前缘的距离 X_{f1} 与翼型弦长 c_1 的比值 $(\frac{X_f}{c})_1$ 为 0.223 ～ 0.229。

[0012] 所述“S”型叶片在 0.6 倍叶轮室直径 D_1 处翼型弦长 c_2 与叶轮室直径 D_1 的比值为 0.109 ～ 0.115，该翼型最大厚度 d_2 与翼型弦长 c_2 的比值 $(\frac{d}{c})_2$ 为 0.079 ～ 0.085，该翼型最大厚度点到前缘的距离 X_{d2} 与翼型弦长 c_2 的比值 $(\frac{X_d}{c})_2$ 为 0.348 ～ 0.354，该翼型最大弯度 f_2 与翼型弦长 c_2 的比值 $(\frac{f}{c})_2$ 为 0.031 ～ 0.037，该翼型最大弯度点至前缘的距离 X_{f2} 与翼型弦长 c_2 的比值 $(\frac{X_f}{c})_2$ 为 0.221 ～ 0.227。

[0013] 所述“S”型叶片在轮毂处，即直径为 d_h 处翼型弦长 c_3 与叶轮室直径 D_1 的比值为 0.094 ～ 0.100，该翼型最大厚度 d_3 与翼型弦长 c_3 的比值 $(\frac{d}{c})_3$ 为 0.114 ～ 0.120，该翼型最大厚度点到前缘的距离 X_{d3} 与翼型弦长 c_3 的比值 $(\frac{x_d}{c})_3$ 为 0.350 ～ 0.356，该翼型最大弯度 f_3 与翼型弦长 c_3 的比值 $(\frac{f}{c})_3$ 为 0.034 ～ 0.040，该翼型最大弯度点至前缘的距离 X_{f3} 与翼型弦长 c_3 的比值 $(\frac{X_f}{c})_3$ 为 0.216 ～ 0.222。

[0014] 与现有技术相比，本发明的有益效果是：

[0015] 本发明的一种海流能发电具有导流罩的水轮机双向叶轮采用 5 ～ 7 个“S”型扭曲叶片，叶片翼型均呈左右中心对称的“S”型，左右两侧翼型的翼弦共线，叶片翼型弦线从叶根到叶缘逐渐增大，因此能够产生较大叶轮出力，同时叶轮整体结构简单，易于加工制造及安装。

[0016] 本发明的一种海流能发电具有导流罩的水轮机双向叶轮针对海流能水流方向不确定的特点，当水流方向因各种因素发生改变时，无需调整叶片方向即可方便的实现海流能双向发电。

[0017] 经试验验证，正反向叶轮效率均达到 60% 以上，相对于传统的筑坝发电，安装此双向叶轮的海流发电水轮机不仅能够较为高效的实现双向海流发电，而且制造工艺简单，能够降低经济成本，提高经济效益，达到海流能高效利用的目的。

附图说明：

[0018] 下面结合附图和具体实施方案对本发明进一步说明。

[0019] 图 1 是本发明的叶轮整体结构示意图。

[0020] 图 2 是本发明的叶轮各部分尺寸示意图。

[0021] 图 3a 是本发明的叶轮叶片在 D_1（即叶轮外缘）处的翼型分布示意图。

[0022] 图 3b 是本发明的叶轮叶片在 D_1（即叶轮外缘）处的翼型形状示意图。

[0023] 图 4a 是本发明的叶轮叶片在 $0.6D_1$ 处的翼型分布示意图。

[0024] 图 4b 是本发明的叶轮叶片在 $0.6D_1$ 处的翼型形状示意图。

[0025] 图 5a 是本发明的叶轮叶片在 d_h（轮毂处）处的翼型分布示意图。

[0026] 图 5b 是本发明的叶轮叶片在 d_h（轮毂处）处的翼型形状示意图。

[0027] 图 6 是本发明的叶片立体结构图。

[0028] 图中：1、叶轮室，2、转轴，3、轮毂，4、“S”型叶片，5、叶轮进水侧，6、叶轮出水侧；D_1、叶轮直径，d_0、转轴直径，d_h、轮毂直径；L_1、叶轮室长度，L_2、轮毂长度；c、叶轮叶片翼型弦长，t、叶轮叶片栅距，d、叶轮叶片处翼型最大厚度，X_d、叶轮叶片翼型最大厚度点到前缘距离，f、叶轮叶片翼型最大弯度，X_f、叶轮叶片翼型最大弯度点到前缘距离。（注：下标 1 ～ 3 分别代表叶轮叶片在 D_1、$0.6D_1$ 及 d_h 处“S”翼型参数）

具体实施方案：

[0029] 如图 1 所示，本发明的一种海流能发电具有导流罩的水轮机双向叶轮，包括安装在叶轮室 1 内的转轴 2 和轮毂 3 以及安装固定在轮毂 3 上数量为 5 ～ 7 个的“S”型叶片 4；如图 2 所示，叶轮室 1 两侧分别为进水侧 5 和出水侧 6；正向发电时，水流经过导流罩从进水侧 5 沿轴向流向出水侧 6，反向发电时，水流则是通过出水侧 6 轴向流向进水侧 5。

[0030] 如图 1、图 2 所示，海流发电水轮机双向叶轮室直径为 D_1，叶轮室长度 L_1 与叶轮室直径 D_1 的比值为 0.132 ～ 0.142；转轴直径 d_0 与叶轮室直径 D_1 的比值为 0.121 ～ 0.125，水流以一定的初始流速流入叶轮室 1，使“S”型叶片 4 旋转，进而转轴 2 以一定的转速旋转带动发电机转子旋转发电；轮毂 3 为一球面，这样不仅可以提高“S”型叶片做功能力，也可以根据水轮机正反向运行工况要求调整“S”型叶片角度。轮毂比即轮毂 3 直径 d_h 与叶轮室直径 D_1 的比值为 0.215 ～ 0.223，轮毂长度 L_2 与叶轮室直径 D_1 的比值为 0.088 ～ 0.098。

[0031] 如图 1、图 2、图 3a、图 3b、图 4a、图 4b、图 5a、图 5b 所示，“S”型叶片 4 为从叶片根部到叶轮外缘不等厚度、不等弦长的“S”翼型组成，其中每个“S”翼型左右两侧中心对称，并且左右两侧翼型的翼弦共线；相较于传统海流发电水轮机叶轮，叶片外缘翼型弦长较叶片根部翼型弦长较大，这样叶片能够产生较大扭矩，提高叶轮出力，“S”型叶片 4 呈一

定扭曲状，叶片数为 5 ～ 7 个。当机组运行工况发生改变时，“S”型叶片 4 可作调整以满足叶轮高效运行。叶轮最外缘，即直径为 D_1 的圆柱面所截圆柱面的轮缘侧叶栅稠密度 $(\frac{c}{t})_1$ 为 0.240 ～ 0.246，以 0.6 倍叶轮室直径 D_1 为直径的圆柱面所截圆柱面的轮缘侧叶栅稠密度 $(\frac{c}{t})_2$ 为 0.353 ～ 0.359，以轮毂 3，即直径为 d_h 的圆柱面所截圆柱面的轮缘侧叶栅稠密度 $(\frac{c}{t})_3$ 为 0.871 ～ 0.877。

[0032] 如图 1、图 2、图 3a、图 3b 所示，“S”型叶片 4 轮缘外侧即叶轮室直径 D_1 处翼型弦长 c_1 与叶轮室直径 D_1 的比值为 0.124 ～ 0.130，该翼型最大厚度 d_1 与其弦长 c_1 的比值 $(\frac{d}{c})_1$ 为 0.060 ～ 0.066，该翼型最大厚度点到前缘的距离 X_{d1} 与其弦长 c_1 的比值 $(\frac{X_d}{c})_1$ 为 0.342 ～ 0.358，该翼型最大弯度 f_1 与其弦长 c_1 的比值 $(\frac{f}{c})_1$ 为 0.031 ～ 0.037，该翼型最大弯度点至前缘的距离 X_{f1} 与其弦长 c_1 的比值 $(\frac{X_f}{c})_1$ 为 0.223 ～ 0.229。

[0033] 如图 1、图 2、图 4a、图 4b 所示，“S”型叶片 4 在 0.6 倍叶轮室直径 D_1 处翼型弦长 c_2 与叶轮室直径 D_1 的比值为 0.109 ～ 0.115，该翼型最大厚度 d_2 与其弦长 c_2 的比值 $(\frac{d}{c})_2$ 为 0.079 ～ 0.085，该翼型最大厚度点到前缘的距离 X_{d2} 与其弦长 c_2 的比值 $(\frac{X_d}{c})_2$ 为 0.348 ～ 0.354，该翼型最大弯度 f_2 与其弦长 c_2 的比值 $(\frac{f}{c})_2$ 为 0.031 ～ 0.037，该翼型最大弯度点至前缘的距离 X_{f2} 与其弦长 c_2 的比值 $(\frac{X_f}{c})_2$ 为 0.221 ～ 0.227。

[0034] 如图 1、图 2、图 5a、图 5b 所示，“S”型叶片 4 在轮毂 3 处，即直径为 d_h 处翼型弦长 c_3 与叶轮室直径 D_1 的比值为 0.094 ～ 0.100，该翼型最大厚度 d_3 与其弦长 c_3 的比值 $(\frac{d}{c})_3$ 为 0.114 ～ 0.120，该翼型最大厚度点到前缘的距离 X_{d3} 与其弦长 c_3 的比值 $(\frac{x_d}{c})_3$ 为 0.350 ～ 0.356，该翼型最大弯度 f_3 与其弦长 c_3 的比值 $(\frac{f}{c})_3$ 为 0.034 ～ 0.040，该翼型最大弯度点至前缘的距离 X_{f3} 与其弦长 c_3 的比值 $(\frac{X_f}{c})_3$ 为 0.216 ～ 0.222。

[0035] 以下是几个具体算例：

[0036] 例 1，设叶轮直径 D_1 为 2m，叶片安放角为 63°，水流流速为 2m/s，叶轮额定转速为 85.95r/min，正向机组实测流量 10.12m^3/s，轴功率 22.58kW，叶轮效率 66.97%；反向机组实测流量 9.12m^3/s，轴功率 12.43kW，叶轮效率 61.02%，正反向均符合设计要求。

[0037] 例 2，设叶轮直径 D_1 为 3m，叶片安放角为 63°，水流流速为 3m/s，叶轮额定转速为 66.85r/min，正向机组实测流量 31.52m^3/s，轴功率 136.08kW，叶轮效率 60.93%；反向机组实测流量 29.17m^3/s，轴功率 131.21kW，叶轮效率 69.03%，正反向均符合设计要求。

[0038] 例 3，设叶轮直径 D_1 为 3m，叶片安放角为 61°，水流流速为 3m/s，叶轮额定转速为 66.85r/min，正向机组实测流量 32.72m^3/s，轴功率 143.17kW，叶轮效率 65.92%；反向机组实测流量 29.99m^3/s，轴功率 120.62kW，叶轮效率 72.81%，正反向均符合设计要求。

[0039] 本发明中涉及的未说明部份与现有技术相同或采用现有技术加以实现。应当指出：对于本技术领域的技术人员来说，在不脱离本发明原理的前提下，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

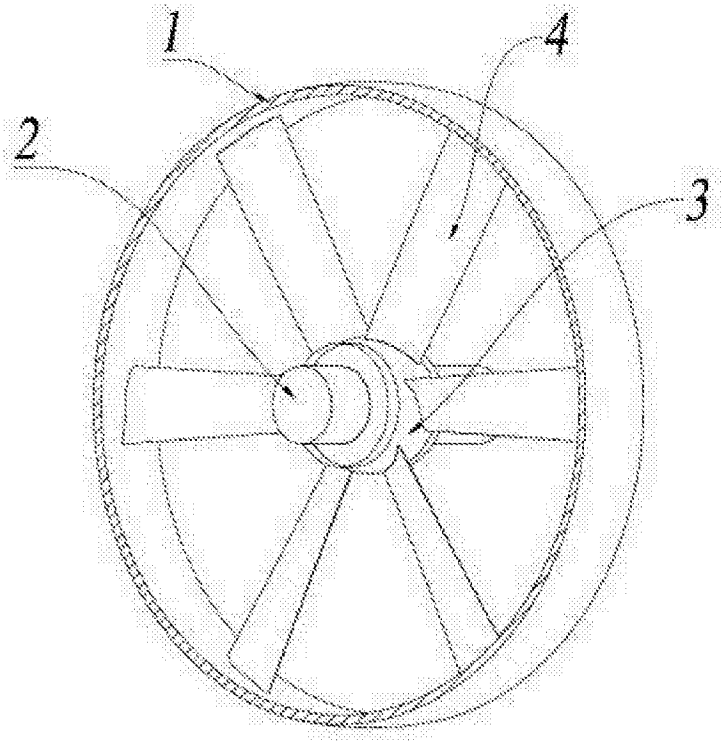


图 1

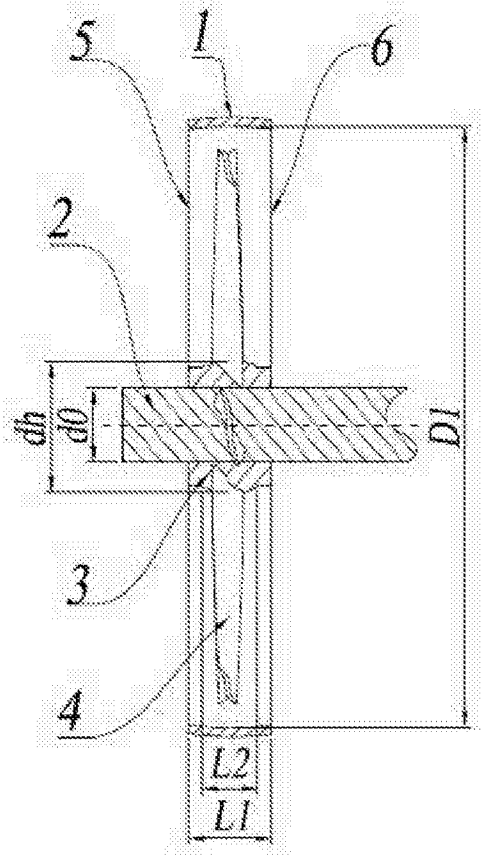


图 2

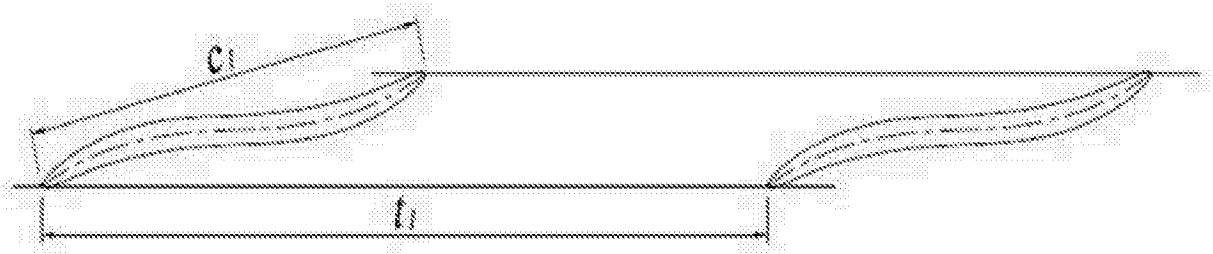


图 3a

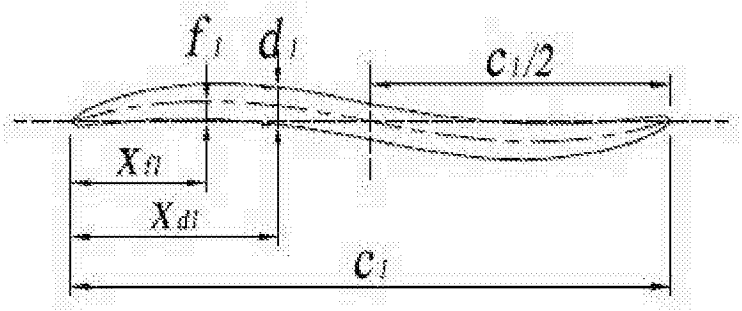


图 3b

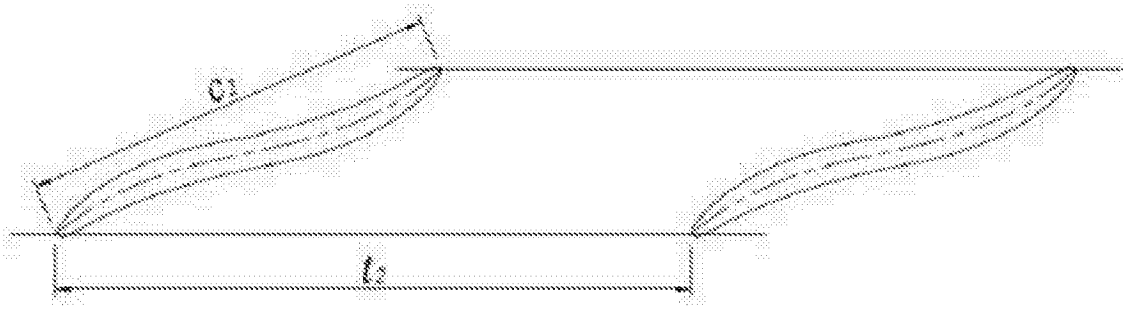


图 4a

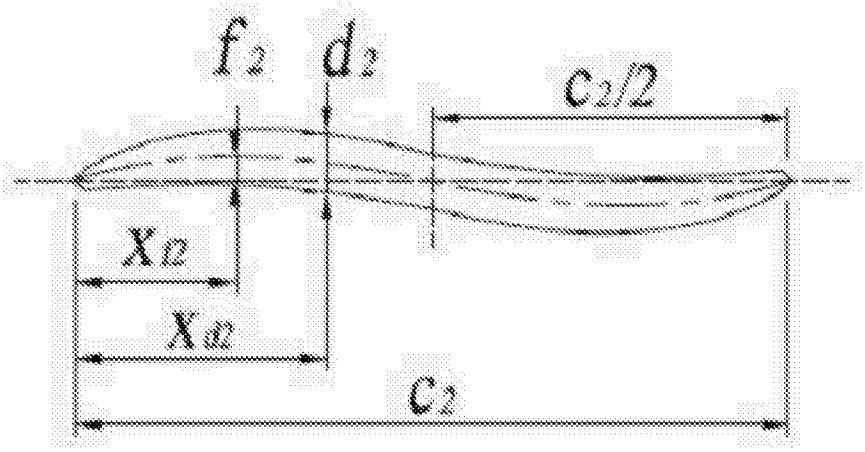


图 4b

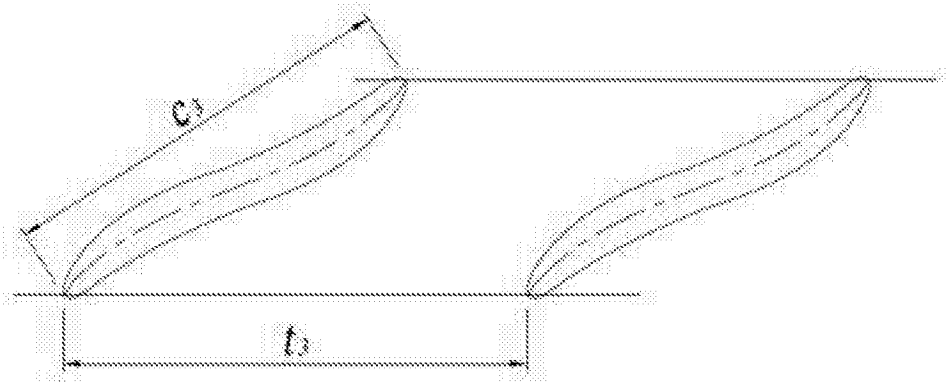


图 5a

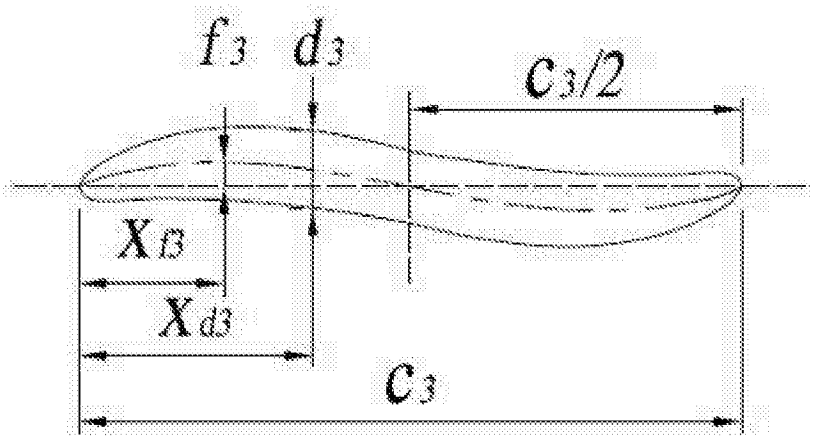


图 5b

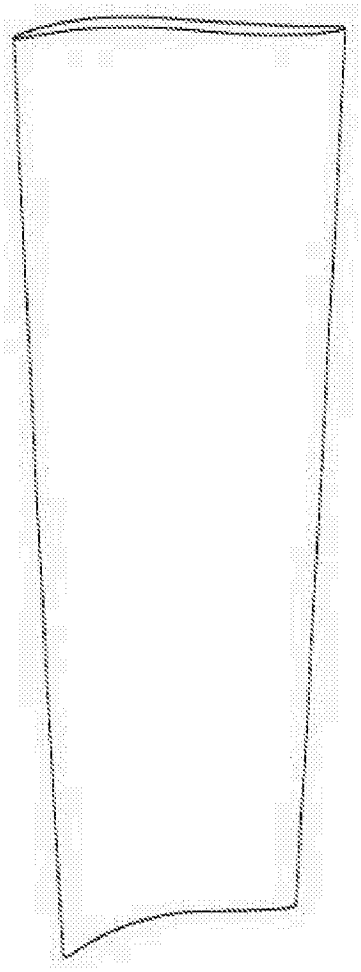


图 6