



# (12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203214227 U

(45) 授权公告日 2013. 09. 25

(21) 申请号 201320159797. 0

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(22) 申请日 2013. 04. 02

(73) 专利权人 河海大学

地址 210098 江苏省南京市鼓楼区西康路 1 号

专利权人 南京河海科技有限公司

(72) 发明人 郑源 朱飞 史金华 李江

范小娟 杨春霞

(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 李纪昌

(51) Int. Cl.

F03B 3/00(2006. 01)

F03B 3/12(2006. 01)

F03B 3/18(2006. 01)

F03B 11/02(2006. 01)

权利要求书1页 说明书5页 附图4页

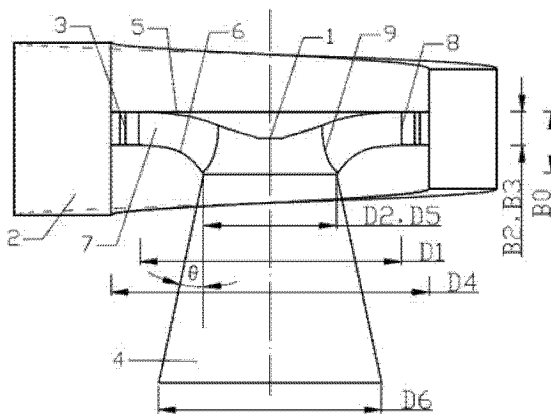
## (54) 实用新型名称

一种用于水冷却塔系统的小型混流式水轮机

## (57) 摘要

本实用新型涉及一种用于水冷却塔系统的小型混流式水轮机,包括由蜗壳、导叶、转轮和尾水管顺次连接,且所述的蜗壳、导叶、转轮和尾水管的中心在同一竖直轴线上,其特征在于还包括在转轮上冠与转轮下环之间设置扭曲叶片,该扭曲叶片在垂直于骨面方向上的厚度均相等,扭曲叶片厚度 B1 与扭曲叶片进水高度 B2 的比值为 0.1 ~ 0.15,扭曲叶片进水高度 B2 与导叶的高度 B3 相同,扭曲叶片进水高度 B2 与转轮进水口直径 D1 的比值为 0.1 ~ 0.2,蜗壳的径向断面为矩形。

本实用新型具有运行效率高、水力性能好和制造成本低等优点,能够满足驱动水冷却塔系统中风机的需要。



1. 一种用于水冷却塔系统的小型混流式水轮机,包括由蜗壳(2)、导叶(3)、转轮(1)和尾水管(4)顺次连接,且所述的蜗壳(2)、导叶(3)、转轮(1)和尾水管(4)的中心在同一竖直轴线上,其特征在于还包括在转轮(1)上冠(5)与转轮(1)下环(6)之间设置扭曲叶片(7),该扭曲叶片(7)在垂直于骨面方向上的厚度均相等,扭曲叶片(7)厚度  $B_1$  与扭曲叶片(7)进水高度  $B_2$  的比值为  $0.1 \sim 0.15$ ,扭曲叶片(7)进水高度  $B_2$  与导叶(3)的高度  $B_3$  相同,扭曲叶片(7)进水高度  $B_2$  与转轮(1)进水口直径  $D_1$  的比值为  $0.1 \sim 0.2$ ,蜗壳(2)的径向断面为矩形。

2. 根据权利要求1所述的小型混流式水轮机,其特征在于扭曲叶片(7)在转轮(1)上冠处断面的中线长度与扭曲叶片(7)在转轮(1)下环处的断面中线长度比值为  $1.0 \sim 1.2$ 。

3. 根据权利要求1或2所述的小型混流式水轮机,其特征在于扭曲叶片(7)进水边(8)与扭曲叶片(7)出水边(9)的夹角  $\alpha$  为  $90^\circ \sim 115^\circ$ 。

4. 根据权利要求1所述的小型混流式水轮机,其特征在于转轮(1)高度( $B_0$ )与转轮(1)进水口直径  $D_1$  的比值为  $0.2 \sim 0.3$ ,转轮(1)的出水口直径  $D_2$  与转轮(1)进水口直径  $D_1$  的比值为  $0.5 \sim 0.6$ 。

5. 根据权利要求1所述的小型混流式水轮机,其特征在于蜗壳(2)矩形断面的宽与高之比为  $0.5 \sim 0.6$ ,蜗壳(2)的包角  $\beta$  为  $340^\circ \sim 350^\circ$ 。

6. 根据权利要求1所述的小型混流式水轮机,其特征在于导叶(3)为负曲度导叶,导叶(3)最大翼型厚度  $d$  与导叶(3)弦长  $L$  的比值为  $0.1 \sim 0.2$ ,导叶(3)轴线分布直径  $D_3$  与转轮导叶(3)进水口直径  $D_1$  的比值为  $1.0 \sim 1.2$ ,导叶(3)在径向位置时尾部所处的圆周直径  $D_4$  与转轮(1)进水口直径  $D_1$  的比值为  $1.2 \sim 1.3$ ,导叶(3)的开度  $a$  与导叶(3)的最大翼型厚度  $d$  的比值为  $1.3 \sim 1.4$ ,导叶(3)出口角  $\gamma$  为  $15^\circ \sim 18^\circ$ 。

7. 根据权利要求1、2或6所述的小型混流式水轮机,其特征在于转轮(1)上的扭曲叶片(7)的数量与转轮(1)上的导叶(3)的数量相等,均为  $15 \sim 17$  片。

8. 根据权利要求3所述的小型混流式水轮机,其特征在于转轮(1)上的扭曲叶片(7)的数量与转轮(1)上的导叶(3)的数量相等,均为  $15 \sim 17$  片。

9. 根据权利要求1所述的小型混流式水轮机,其特征在于尾水管(4)为直锥形、扩散角  $\theta$  为  $12^\circ \sim 13^\circ$ ,尾水管(4)进口直径  $D_5$  与尾水管(4)出口直径  $D_6$  的比值为  $0.5 \sim 0.7$ 。

## 一种用于水冷却塔系统的小型混流式水轮机

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种水冷却塔系统,特别是涉及一种用于水冷却塔系统的小型混流式水轮机。

### 背景技术

[0002] 随着我国能源动力技术的快速发展,水轮机既可与水电站发电机配套作为发电的关键设备,还可用于水冷却塔系统吸收水余压转换为机械能,替代水冷却塔系统中的电机,这已成为当今水轮机拓展应用的新趋势。但用于水冷却塔系统的水轮机与用于水电站发电机配套的传统水轮机相比,在比转速、结构和工作参数等方面有较大的差异和更高的要求,因此近几年来该领域不断地研究出双击贯流式节能水轮机、冲击式节能水轮机、高比转速和低比转速混流式水轮机等用于水冷却塔系统的多款式小型水轮机。虽然这些新款水轮机能够在一定程度上体现提升节能、出力大和效率高等方面的要求,但还存在增幅不够大、主要部件制造工艺要求高、整机制造成本高等问题。

[0003] 中国专利申请 200710036684.0 公开了“一种双击式蛙鸣状水轮机”,该方案以设置机壳其余两侧并位于水轮机进水口与出水口之间的涡流腔来提高水轮机的效率,以便能够更好地适用于冷却塔在较小的水头情况下使用,但还存在如下不足,一是该水轮机转轮内的水做无压流动,使其水力性能不稳定、运行效率偏低;二是该水轮机的结构较复杂,不利于批量制造。

[0004] 中国专利申请 200910028482.0 公开了“一种超低比转速混流式水轮机”,该方案以采用低比转速水轮机叶片为翼型叶片、梯形金属蜗壳为水轮机蜗壳,解决现有技术中低速混流式水轮机效率低、结构复杂的问题,但还存在如下不足,一是该翼型叶片的制造工艺复杂,尺寸精度难以保证,影响运行效率;二是采用梯形蜗壳和翼型叶片的水轮机制造成本高,不利于推广使用。

[0005] 如何克服现有技术的不足已成为当今水冷却塔系统技术领域亟待解决关键难题。

### 发明内容

[0006] 本实用新型的目的是为克服现有技术的不足而提供一种用于水冷却塔系统的小型混流式水轮机,本实用新型的水轮机具有运行效率高、水力性能好和制造成本低等优点,能够满足驱动水冷却塔系统中风机的需要。

[0007] 根据本实用新型提出的一种用于水冷却塔系统的小型混流式水轮机,包括由蜗壳、导叶、转轮和尾水管顺次连接,且所述的蜗壳、导叶、转轮和尾水管的中心在同一竖直轴线上,其特征还在于还包括在转轮上冠与转轮下环之间设置扭曲叶片,该扭曲叶片在垂直于骨面方向上的厚度均相等,扭曲叶片厚度  $B_1$  与扭曲叶片进水高度  $B_2$  的比值为  $0.1 \sim 0.15$ ,扭曲叶片进水高度  $B_2$  与导叶的高度  $B_3$  相同,扭曲叶片进水高度  $B_2$  与转轮进水口直径  $D_1$  的比值为  $0.1 \sim 0.2$ ,蜗壳的径向断面为矩形。

[0008] 本实用新型的工作原理在于：通常在水冷却塔系统的循环冷却水出口有 4~15m 的富余水头，利用水轮机将余压转换为机械能，水轮机的转动会带动安装在水轮机上方的风机旋转，从而来达到制冷的目的。本实用新型通过保证水轮机转轮上冠与下环的叶片在垂直于骨面方向上厚度均相等，这样在转轮的空间上就有了扭曲度，可提高叶片前后的压差；将水轮机蜗壳的径向断面为矩形，且各断面具有相同的宽高比，可使水流顺畅且轴对称地引向导叶；通过采用负曲度导叶，并保持导叶出口角在一定范围内，增加转轮前的环量；采用直锥形尾水管可配合转轮将水流导向下游。

[0009] 本实用新型与现有技术相比其显著的效果是：一是本实用新型水轮机结构的综合协同性能好，运行效率高达 70% 以上，最高可达 85% 以上；水力性能优越，以流量 3000t/h 水轮机、转速 149r/min 为例，出力可达到 95.8kW。二是本实用新型采用等厚扭曲叶片和矩形蜗壳制造的小型混流式水轮机，工艺简单可靠，仅用钢板模压便可进行叶片的批量制造，制造成本降低 20% 以上。三是本实用新型采用高宽比较大的矩形断面蜗壳，在保证水轮机性能的基础上，进一步缩小了水轮机平面尺寸，减少了对风量的影响。本实用新型的整机性能完全能够满足驱动水冷却塔系统中风机的需要。

#### 附图说明

- [0010] 图 1 本实用新型的小型混流式水轮机的剖面图。
- [0011] 图 2 本实用新型的小型混流式水轮机的转轮俯视图。
- [0012] 图 3 本实用新型的小型混流式水轮机的扭曲叶片俯视图。
- [0013] 图 4 本实用新型的小型混流式水轮机的蜗壳俯视图。
- [0014] 图 5 本实用新型的小型混流式水轮机的导叶俯视图。
- [0015] 图 6 本实用新型的小型混流式水轮机的导叶设置示意图。
- [0016] 图 7 本实用新型在水冷却塔系统中的运行流程示意图。

#### 具体实施方式

[0017] 以下结合附图和实施例对本实用新型的具体实施方式作进一步的详细说明。

[0018] 结合图 1、图 2 和图 3，本实用新型提出的一种用于水冷却塔系统的小型混流式水轮机，包括由蜗壳(2)、导叶(3)、转轮(1)和尾水管(4)顺次连接，且所述的蜗壳(2)、导叶(3)、转轮(1)和尾水管(4)的中心在同一竖直轴线上，还包括在转轮(1)上冠(5)与转轮(1)下环(6)之间设置扭曲叶片(7)，该扭曲叶片(7)在垂直于骨面方向上的厚度均相等，扭曲叶片(7)厚度 B1 与扭曲叶片(7)进水高度 B2 的比值为 0.1~0.15，扭曲叶片(7)进水高度 B2 与导叶(3)的高度 B3 相同，扭曲叶片(7)进水高度 B2 与转轮(1)进水口直径 D1 的比值为 0.1~0.2，蜗壳(2)的径向断面为矩形。

[0019] 本实用新型进一步的优选方案是：结合图 1、图 2 和图 3，扭曲叶片(7)在转轮(1)上冠处断面的中线长度与扭曲叶片(7)在转轮(1)下环处的断面中线长度比值为 1.0~1.2；扭曲叶片(7)进水边(8)与扭曲叶片(7)出水边(9)的夹角  $\alpha$  为  $90^\circ \sim 115^\circ$ ；转轮(1)高度(B0)与转轮(1)进水口直径 D1 的比值为 0.2~0.3，转轮(1)的出水口直径 D2 与转轮(1)进水口直径 D1 的比值为 0.5~0.6；转轮(1)上的扭曲叶片(7)的数量与转轮(1)上的导叶(3)的数量相等，均为 15~17 片；结合图 1 和图 4，蜗壳(2)矩形断面的宽与高

之比为 0.5 ~ 0.6, 蜗壳的包角  $\beta$  为  $340^\circ \sim 350^\circ$ ; 结合图 5 和图 6, 导叶(3) 为负曲度导叶, 导叶(3) 最大翼型厚度  $d$  与导叶(3) 弦长  $L$  的比值为 0.1 ~ 0.2, 导叶(3) 轴线分布直径  $D3$  与转轮导叶(3) 进水口直径  $D1$  的比值为 1.0 ~ 1.2, 导叶(3) 在径向位置时尾部所处的圆周直径  $D4$  与转轮(1) 进水口直径  $D1$  的比值为 1.2 ~ 1.3, 导叶(3) 的开度  $a$  与导叶(3) 的最大翼型厚度  $d$  的比值为 1.3 ~ 1.4, 导叶(3) 出口角  $\gamma$  为  $15^\circ \sim 18^\circ$ ; 结合图 1, 尾水管(4) 为直锥形、扩散角  $\theta$  为  $12^\circ \sim 13^\circ$ , 尾水管(4) 进口直径  $D5$  与尾水管(4) 出口直径  $D6$  的比值为 0.5 ~ 0.7。小型混流式水轮机的转速为 149 ~ 165r/min、水冷却塔系统提供的工作水头为 10~14m。

[0020] 本实用新型在水冷却塔系统中的运行流程是: 结合图 7, 水流从进口(10) 进入水冷却塔系统, 经过水泵(11) 加压后, 流经阀门(12) 和换热器(13) 吸收循环水的热能后, 进入水轮机(15) 做功驱动风机(14) 转动, 水轮机(15) 中冷却水流的流动是一种复杂的三维流动, 一方面沿等厚扭曲叶片(7) 之间的流道运行, 另一方面又随着转轮(1) 的转动而旋转, 转轮(1) 之所以能够转动, 是因为转轮扭曲叶片(7) 上的力矩, 扭曲叶片(7) 的形状在空间是一个等厚扭曲面, 扭曲叶片(7) 的凹面构成扭曲叶片(7) 的正面, 扭曲叶片(7) 的凸面构成背面, 流道对流经的冷却水产生约束, 使水流不断地改变其动量大小, 在这个过程中, 扭曲叶片(7) 的凹面压强大于凸面压强, 因而在扭曲叶片(7) 上受到一个从凹面指向凸面的作用力, 这个作用力就是等厚扭曲叶片(7) 的升力, 水轮机(15) 转轮(1) 扭曲叶片(7) 上的作用力就是依靠扭曲叶片(7) 正面与扭曲叶片(7) 背面的压力差而形成的, 转轮(1) 正是在这个力的作用下产生旋转运动, 从水轮机(15) 尾水管(4) 流出的水流仍然保持一定的压能, 使水流进入布水器(16) 及喷嘴(17), 以足够的流速经过填料(18) 后喷淋而下, 再经出水口(20) 流出冷却塔, 水轮机(15) 直接带动风机旋转, 不需再通过减速器等装置, 且水轮机(15) 旋转速度随着水流量的变化而变化, 进而引起风量相应变化, 使冷却塔体(19) 内始终保持合适的气水比。

[0021] 根据本实用新型提出的一种用于水冷却塔系统的小型混流式水轮机, 将其应用于水冷却塔系统的具体设计实施列如下:

[0022] 实施例 1: 以本实用新型与流量 1000t/h 规格的水冷却塔系统配套为例, 本实用新型的小型混流式水轮机主要部件的设计参数要求如下:

[0023] 小型混流式水轮机的转速为 165r/min、水冷却塔系统提供的工作水头为 10m。

[0024] 水轮机高度 890mm、最大外径 1050mm, 转轮(1) 进口直径 630mm、出口直径 320mm, 转轮(1) 高度  $B0$  与转轮(1) 进水口直径  $D1$  的比值为 0.3, 转轮进口直径 540mm, 出口直径 320mm, 转轮(1) 的出水口直径  $D2$  与转轮(1) 进水口直径  $D1$  的比值为 0.6。

[0025] 蜗壳(2) 的径向断面为矩形, 蜗壳(2) 进口断面高 530mm、宽 310mm; 蜗壳(2) 矩形断面的宽与高之比为 0.6, 蜗壳(2) 的包角  $\beta$  为  $340^\circ$ 。

[0026] 扭曲叶片(7) 在垂直于骨面方向上的厚度均相等, 扭曲叶片(7) 厚度  $B1$  与扭曲叶片(7) 进水高度  $B2$  的比值为 0.18, 扭曲叶片(7) 进水高度  $B2$  与导叶(3) 的高度  $B3$  相同, 扭曲叶片(7) 进水高度  $B2$  与转轮(1) 进水口直径  $D1$  的比值为 0.11, 扭曲叶片(7) 在转轮(1) 上冠处断面的中线长度与扭曲叶片(7) 在转轮(1) 下环处的断面中线长度比值为 1.0。扭曲叶片(7) 进水边(8) 与扭曲叶片(7) 出水边(9) 的夹角  $\alpha$  为  $90^\circ$ 。

[0027] 导叶(3) 高度 70mm、开度 27mm、外径 764 mm, 导叶(3) 为负曲度导叶, 导叶(3) 最大

翼型厚度  $d$  与导叶(3)弦长  $L$  的比值为 0.1, 导叶(3)轴线分布直径  $D3$  与转轮导叶(3)进水口直径  $D1$  的比值为 1.0, 导叶(3)在径向位置时尾部所处的圆周直径  $D4$  与转轮(1)进水口直径  $D1$  的比值为 1.2, 导叶(3)的开度  $a$  与导叶(3)的最大翼型厚度  $d$  的比值为 1.3, 导叶(3)出口角  $\gamma$  为  $15^\circ$ 。

[0028] 转轮(1)扭曲叶片(7)的数量与转轮(1)导叶(3)的数量相等, 均为 17 片。

[0029] 尾水管(4)进口直径为 320mm、出口直径为 640mm, 尾水管(4)为直锥形、扩散角  $\theta$  为  $12^\circ$ , 尾水管(4)进口直径  $D5$  与尾水管(4)出口直径  $D6$  的比值为 0.5。

[0030] 本实用新型在满足上述设计参数条件下, 获得了优越的水力性能, 出力达到 19kW, 运行效率高达 70% 以上, 整机性能完全满足驱动水冷却塔中风机的需要。

[0031] 实施例 2: 以本实用新型与流量 2000t/h 规格的水冷却塔系统配套为例, 本实用新型的小型混流式水轮机主要部件的设计参数要求如下:

[0032] 小型混流式水轮机的转速为 155r/min、水冷却塔系统提供的工作水头为 13m。

[0033] 水轮机高度 1220mm、最大外径 1440mm, 转轮(1)进口直径 805mm、出口直径 440mm, 转轮(1)高度( $B0$ )与转轮(1)进水口直径  $D1$  的比值为 0.25, 转轮(1)的出水口直径  $D2$  与转轮(1)进水口直径  $D1$  的比值为 0.54。

[0034] 蜗壳(2)的径向断面为矩形, 蜗壳(2)进口断面高 710mm、宽 355mm; 蜗壳(2)矩形断面的宽与高之比为 0.5, 蜗壳(2)的包角  $\beta$  为  $350^\circ$ 。

[0035] 扭曲叶片(7)在垂直于骨面方向上的厚度均相等, 扭曲叶片(7)厚度  $B1$  与扭曲叶片(7)进水高度  $B2$  的比值为 0.15, 扭曲叶片(7)进水高度  $B2$  与导叶(3)的高度  $B3$  相同, 扭曲叶片(7)进水高度  $B2$  与转轮(1)进水口直径  $D1$  的比值为 0.18, 扭曲叶片(7)在转轮(1)上冠处断面的中线长度与扭曲叶片(7)在转轮(1)下环处的断面中线长度比值为 1.1。扭曲叶片(7)进水边(8)与扭曲叶片(7)出水边(9)的夹角  $\alpha$  为  $105^\circ$ 。

[0036] 导叶(3)高度 110mm、开度 35mm、外径 1050 mm, 导叶(3)为负曲度导叶, 导叶(3)最大翼型厚度  $d$  与导叶(3)弦长  $L$  的比值为 0.12, 导叶(3)轴线分布直径  $D3$  与转轮导叶(3)进水口直径  $D1$  的比值为 1.4, 导叶(3)在径向位置时尾部所处的圆周直径  $D4$  与转轮(1)进水口直径  $D1$  的比值为 1.26, 导叶(3)的开度  $a$  与导叶(3)的最大翼型厚度  $d$  的比值为 1.3, 导叶(3)出口角  $\gamma$  为  $16^\circ$ 。

[0037] 转轮(1)扭曲叶片(7)的数量与转轮(1)导叶(3)的数量相等, 均为 15 片。

[0038] 尾水管(4)进口直径为 630mm、出口直径为 440mm, 尾水管(4)为直锥形、扩散角  $\theta$  为  $12^\circ$ , 尾水管(4)进口直径  $D5$  与尾水管(4)出口直径  $D6$  的比值为 0.7。

[0039] 本实用新型在满足上述设计参数条件下, 获得了优越的水力性能, 出力达到 54kW, 运行效率高达 75% 以上, 整机性能完全满足驱动水冷却塔中风机的需要。

[0040] 实施例 3: 以本实用新型与流量 3000t/h 规格的水冷却塔系统配套为例, 本实用新型的小型混流式水轮机主要部件的设计参数要求如下:

[0041] 小型混流式水轮机的转速为 149r/min、水冷却塔系统提供的工作水头为 14m。

[0042] 水轮机高度 1410mm、最大外径 2000mm, 转轮(1)进口直径 1085mm、出口直径 550mm, 转轮(1)高度( $B0$ )与转轮(1)进水口直径  $D1$  的比值为 0.3, 转轮(1)的出水口直径  $D2$  与转轮(1)进水口直径  $D1$  的比值为 0.51。

[0043] 蜗壳(2)的径向断面为矩形, 蜗壳(2)进口断面高 710mm、宽 400mm; 蜗壳(2)矩形

断面的宽与高之比为 0.56,蜗壳(2)的包角  $\beta$  为  $345^\circ$ 。

[0044] 扭曲叶片(7)厚度 B1 与扭曲叶片(7)进水高度 B2 的比值为 0.1,扭曲叶片(7)进水高度 B2 与导叶(3)的高度 B3 相同,扭曲叶片(7)进水高度 B2 与转轮(1)进水口直径 D1 的比值为 0.13,扭曲叶片(7)在转轮(1)上冠处断面的中线长度与扭曲叶片(7)在转轮(1)下环处的断面中线长度比值为 1.2。扭曲叶片(7)进水边(8)与扭曲叶片(7)出水边(9)的夹角  $\alpha$  为  $115^\circ$ 。

[0045] 导叶(3)高度 140mm、开度 41mm、外径 1317 mm,导叶(3)为负曲度导叶,导叶(3)最大翼型厚度 d 与导叶(3)弦长 L 的比值为 0.2,导叶(3)轴线分布直径 D3 与转轮导叶(3)进水口直径 D1 的比值为 1.2,导叶(3)在径向位置时尾部所处的圆周直径 D4 与转轮(1)进水口直径 D1 的比值为 1.3,导叶(3)的开度 a 与导叶(3)的最大翼型厚度 d 的比值为 1.4,导叶(3)出口角  $\gamma$  为  $18^\circ$ 。

[0046] 转轮(1)扭曲叶片(7)的数量与转轮(1)导叶(3)的数量相等,均为 16 片。

[0047] 尾水管(4)高度为 500mm、进口直径为 550mm、出口直径为 920mm,尾水管(4)为直锥形、扩散角  $\theta$  为  $13^\circ$ ,尾水管(4)进口直径 D5 与尾水管(4)出口直径 D6 的比值为 0.6。

[0048] 本实用新型在满足上述设计参数条件下,获得了优越的水力性能,出力达到 95.8kW,运行效率高达 85% 以上,整机性能完全满足驱动水冷却塔中风机的需要。

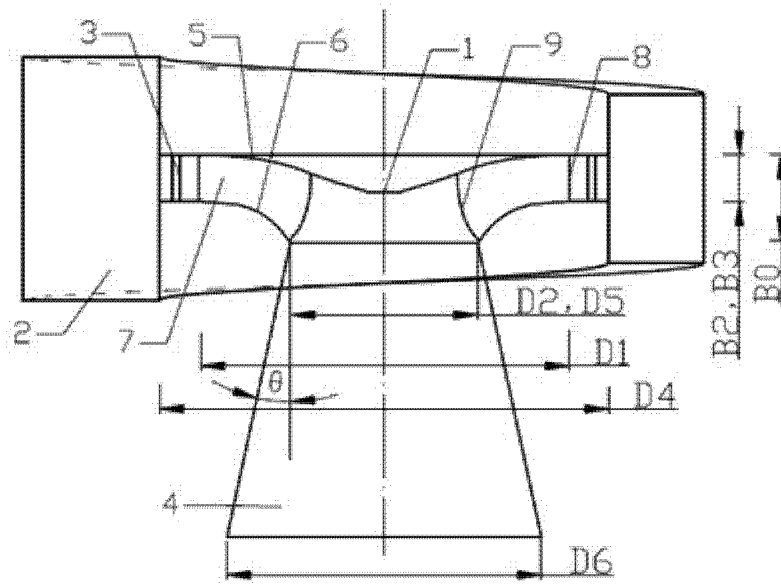


图 1

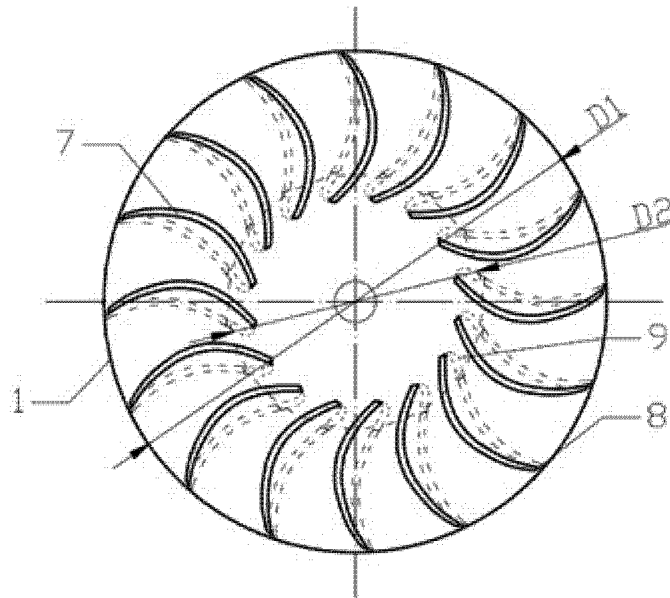


图 2



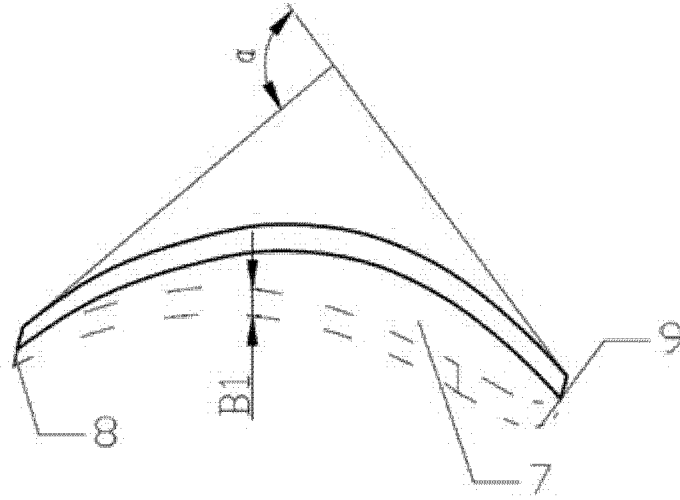


图 3

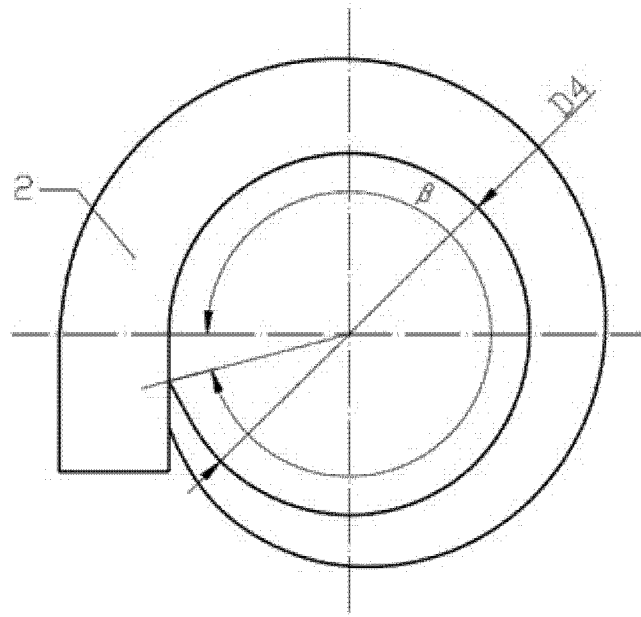


图 4

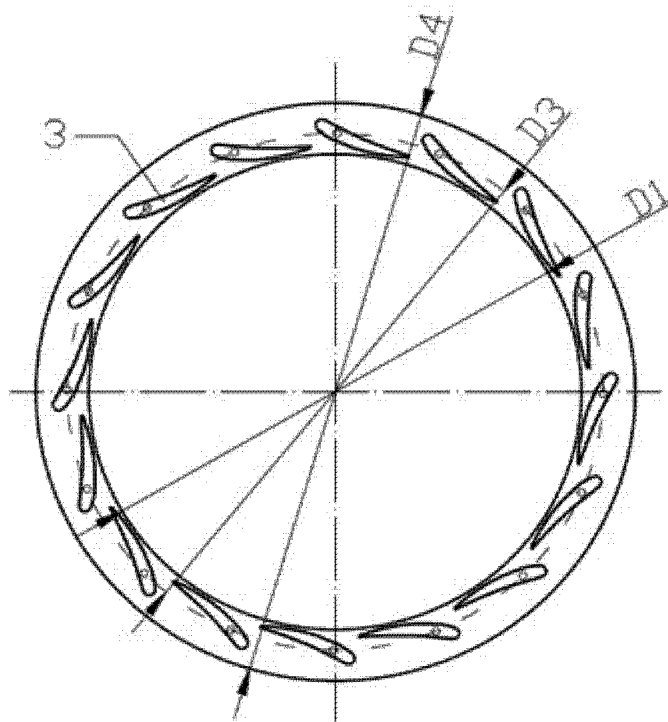


图 5

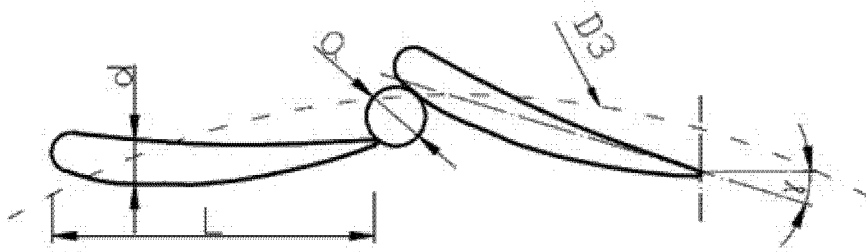


图 6

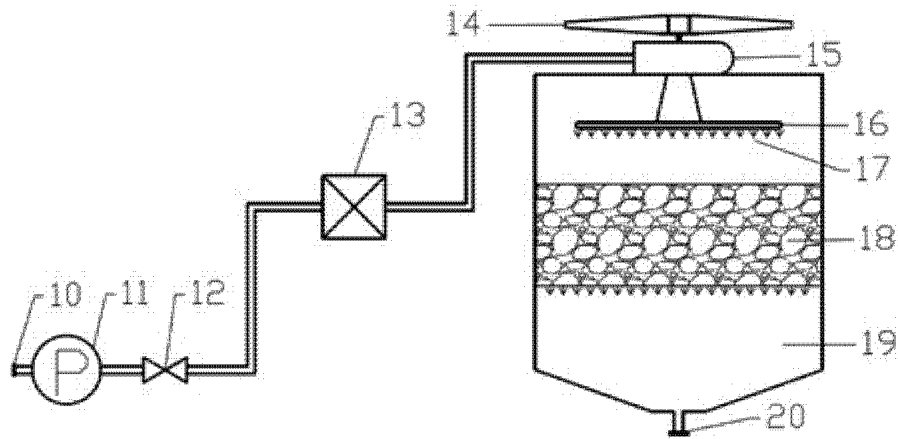


图 7