



(21) 申请号 202411157323.1

F04B 41/06 (2006.01)

(22) 申请日 2024.08.22

F04B 39/12 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 118669310 A

(56) 对比文件

CN 116928153 A, 2023.10.24

US 2017045247 A1, 2017.02.16

(43) 申请公布日 2024.09.20

审查员 余少文

(73) 专利权人 中国人民解放军国防科技大学

地址 410073 湖南省长沙市开福区德雅路
109号

(72) 发明人 邓雄 刘营 刘源园 罗振兵

高天翔 康赢 梁欣宇

(74) 专利代理机构 长沙国科天河知识产权代理

有限公司 43225

专利代理师 李谷丰

(51) Int. Cl.

F04B 45/04 (2006.01)

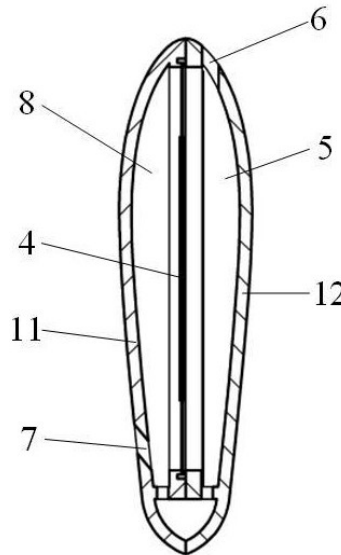
权利要求书1页 说明书7页 附图16页

(54) 发明名称

一种合成双射流送风装置、方法及其无叶风
扇

(57) 摘要

本发明属于风扇领域,具体是涉及到一种合成双射流送风装置、方法及其无叶风扇,其中合成双射流送风装置包括腔体和振动膜片,所述振动膜片设置在腔体内,并将腔体分隔为相互独立的腔体I和腔体II,所述腔体I的外壁面在送风方向的下游方向一侧设置有与所述腔体I连通的进/出风口I,所述腔体II的外壁面沿送风方向呈科恩达面II布置,所述科恩达面II在送风方向的上游处设置有与所述腔体II连通的进/出风口II。本合成双射流送风装置结构简单紧凑、风源稳定、无需内部电机、涡轮与高速旋转叶片等送风部件且能耗低、安全性高。



1. 一种合成双射流送风装置,其特征是,包括腔体和振动膜片(4),所述振动膜片(4)设置在腔体内,并将腔体分隔为相互独立的腔体I(5)和腔体II(8),所述腔体I(5)的外壁面在送风方向的下游方向一侧设置有与所述腔体I(5)连通的进/出风口I(6),所述腔体I(5)的外壁面沿送风方向呈科恩达面I(12)布置,所述腔体II(8)的外壁面沿送风方向呈科恩达面II(11)布置,所述科恩达面II(11)在送风方向的上游处设置有与所述腔体II(8)连通的进/出风口II(7);

进/出风口I(6)射出的射流I直接朝向送风方向进行输送,进/出风口II(7)射出的射流II则通过科恩达面II(11)与射流I进行汇合,且射流I对射流II进行导向,使射流I和射流II汇合形成的送风射流直接朝向送风方向进行输送。

2. 如权利要求1所述的合成双射流送风装置,其特征是,所述进/出风口II(7)朝向所述送风方向倾斜布置,倾斜角度为 30° - 50° 。

3. 如权利要求2所述的合成双射流送风装置,其特征是,所述倾斜角度为 40° 。

4. 如权利要求1-3任一项所述的合成双射流送风装置,其特征是,所述进/出风口I(6)平行于所述送风方向布置。

5. 如权利要求1所述的合成双射流送风装置,其特征是,所述科恩达面II(11)和科恩达面I(12)沿所述振动膜片(4)呈镜像对称结构。

6. 如权利要求1-3任一项所述的合成双射流送风装置,其特征是,所述进/出风口I(6)和进/出风口II(7)的尺寸一致。

7. 如权利要求6所述的合成双射流送风装置,其特征是,所述进/出风口I(6)和进/出风口II(7)均为条形槽口。

8. 一种合成双射流送风方法,其特征是,使用如权利要求1-7任一项所述的合成双射流送风装置,包括如下步骤:

时刻一:振动膜片(4)朝向腔体I(5)方向移动,压缩腔体I(5)内的空气,腔体I(5)内的空气通过进/出风口I(6)朝向送风方向呈射流I射出;

同时,所述腔体II(8)膨胀,进/出风口II(7)吸入空气至所述腔体II(8)内,为时刻二腔体II(8)形成射流II储蓄空气;

时刻二:振动膜片(4)朝向腔体II(8)方向移动,压缩腔体II(8)内的空气,腔体II(8)内的空气通过进/出风口II(7)呈射流II射出,射流II受到科恩达面II(11)的引导朝向腔体II(8)的下游端移动并与所述射流I结合,形成强度更高的送风射流,且射流I对射流II进行导向,使送风射流朝向送风方向射出;

同时,所述腔体I(5)膨胀,进/出风口I(6)吸入空气至所述腔体I(5)内,为时刻一腔体I(5)形成射流I储蓄空气;

通过电能驱动所述振动膜片(4)在时刻一和时刻二状态上往复振动,持续形成所述送风射流朝向送风方向进行送风。

9. 一种无叶风扇,其特征是,包括环形扇面,所述环形扇面上包括若干个如权利要求1-7任一项所述的合成双射流送风装置。

一种合成双射流送风装置、方法及其无叶风扇

技术领域

[0001] 本发明属于风扇领域,具体是涉及到一种合成双射流送风装置、方法及其无叶风扇。

背景技术

[0002] 冷却通风对人和重要设备都十分重要。空调能耗高,内外温差容易导致“空调病”。传统风扇气流不均匀,外露的叶片存在安全隐患且清洁繁琐。无叶风扇的气流平稳柔和,体感接近自然风,无裸露叶片且能耗低,符合环境友好、资源节约的低碳理念,是未来风扇发展的一大方向。

[0003] 无叶风扇拥有良好的出风性能、流线型的外观,且易于清洁、安全性高,是一种新概念家用电器产品。目前的无叶风扇通过电机带动涡轮风机旋转将外部空气从基座外壳底部的小孔吸入,产生强大的气流;然后空气经由叶轮后从出风圈环形狭缝中吹出,借助于科恩达效应,高速气流向前流动的过程中在出风圈后方形成负压区卷吸周围的空气,从而达到流量增大的效果。这种无叶风扇并非真正意义上的无叶,只是把扇叶藏在了风扇壳体内部,虽然解决了扇叶外露带来的安全隐患,但仍然面临着涡轮积灰,内置的涡轮风机重量大等问题。同时由于送风量小、出口流场流动不均衡,能耗高等原因,尚未被普遍使用。因此,亟需设计研制具有大风量、出风稳定、安全可靠、低能耗的自主可控新型无叶风扇。

发明内容

[0004] 本发明要解决的技术问题是提供一种在结构紧凑和能耗低基础上具有足够送风强度的合成双射流送风装置、方法及其无叶风扇。

[0005] 本发明提供一种合成双射流送风装置,包括腔体和振动膜片,所述振动膜片设置在腔体内,并将腔体分隔为相互独立的腔体Ⅰ和腔体Ⅱ,所述腔体Ⅰ的外壁面在送风方向的下游方向一侧设置有与所述腔体Ⅰ连通的进/出风口Ⅰ,所述腔体Ⅱ的外壁面沿送风方向呈科恩达面Ⅱ布置,所述科恩达面Ⅱ在送风方向的上游处设置有与所述腔体Ⅱ连通的进/出风口Ⅱ;

[0006] 进/出风口Ⅰ射出的射流Ⅰ直接朝向送风方向进行输送,进/出风口Ⅱ射出的射流Ⅱ则通过科恩达面Ⅱ11与射流Ⅰ进行汇合,且射流Ⅰ对射流Ⅱ进行导向,使射流Ⅰ和射流Ⅱ汇合形成的送风射流直接朝向送风方向进行输送。

[0007] 更进一步地,所述进/出风口Ⅱ朝向所述送风方向倾斜布置,倾斜角度为 30° - 50° 。

[0008] 更进一步地,所述倾斜角度为 40° 。

[0009] 更进一步地,所述进/出风口Ⅰ平行于所述送风方向布置。

[0010] 更进一步地,所述腔体Ⅰ的外壁面沿送风方向呈科恩达面Ⅰ布置。

[0011] 更进一步地,所述科恩达面Ⅱ和科恩达面Ⅰ沿所述振动膜片呈镜像对称结构。

[0012] 更进一步地,所述进/出风口Ⅰ和进/出风口Ⅱ的尺寸一致。

[0013] 更进一步地,所述进/出风口Ⅰ和进/出风口Ⅱ均为条形槽口。

[0014] 本发明还提供一种合成双射流送风方法,使用上述的合成双射流送风装置,包括如下步骤:

[0015] 时刻一:振动膜片朝向腔体I方向移动,压缩腔体I内的空气,腔体I内的空气通过进/出风口I朝向送风方向呈射流I射出;

[0016] 同时,所述腔体II膨胀,进/出风口II吸入空气至所述腔体II内,为时刻二腔体II形成射流II储蓄空气;

[0017] 时刻二:振动膜片朝向腔体II方向移动,压缩腔体II内的空气,腔体II内的空气通过进/出风口II呈射流II射出,射流II受到科恩达面II的引导朝向腔体II的下游端移动并与所述射流I结合,形成强度更高的送风射流,且射流I对射流II进行导向,使送风射流朝向送风方向射出;

[0018] 同时,所述腔体I膨胀,进/出风口I吸入空气至所述腔体I内,为时刻一腔体I形成射流I储蓄空气;

[0019] 通过电能驱动所述振动膜片在时刻一和时刻二状态上往复振动,持续形成所述送风射流朝向送风方向进行送风。

[0020] 本发明还提供一种无叶风扇,包括环形扇面,所述环形扇面上包括若干个上述合成双射流送风装置。

[0021] 本发明的有益效果是,本合成双射流送风装置产生风的核心器件即合成双射流激励器,结构简单紧凑、风源稳定,无需内部电机、涡轮与叶片送风,利用振动膜片周期性的往复振动不断吹吸周围空气,实现了真正意义上的无叶。风速和风量由振动膜片的驱动频率、振幅以及驱动电压进行调控,可实现无级调节,可用于风量需要精确控制的特殊场景。此外,进/出口都在扇面上,相比传统无叶风扇从底部进风,不会卷起地面灰尘,可减少污染,因此可应用在医疗、食品加工、实验室等低尘场景。

[0022] 本合成双射流送风装置能有效提高送风量,组合为无叶风扇后实测最大出风量为339.70L/s;合成双射流送风装置单个能耗仅5W~6W,组成无叶风扇能耗低,实测总能耗仅35.2W。

附图说明

[0023] 附图1为本发明中合成双射流送风装置的结构示意图;

[0024] 附图2为本发明中合成双射流送风装置的爆炸图;

[0025] 附图3为本发明中合成双射流送风装置的壳体II主视图;

[0026] 附图4为本发明中合成双射流送风装置的壳体I主视图;

[0027] 附图5为本发明中合成双射流送风装置的径向剖面示意图;

[0028] 附图6为本发明中合成双射流送风装置的轴向剖面示意图;

[0029] 附图7为本发明中无叶风扇的结构示意图;

[0030] 附图8为本发明中无叶风扇的爆炸图;

[0031] 附图9为本发明中无叶风扇的径向剖面示意图;

[0032] 附图10为本发明中无叶风扇的连接件结构示意图;

[0033] 附图11为本发明中无叶风扇的底座结构示意图;

[0034] 附图12为附图7的无叶风扇典型的全流场速度云图;

- [0035] 附图13为附图7的无叶风扇仿真结果中体积流量沿流向距离的变化曲线图；
- [0036] 附图14为附图7的无叶风扇实验结果中不同驱动电压下沿流动方向的风速变化曲线图；
- [0037] 附图15为附图7的无叶风扇实验结果中驱动波形为正弦波时,不同驱动频率下的最大出口速度和不同驱动波形下的最大出口速度变化曲线图；
- [0038] 附图16为进/出风口Ⅱ单独工作时0.1T时刻时的出口流场图；
- [0039] 附图17为进/出风口Ⅱ单独工作时0.175T时刻时的出口流场图；
- [0040] 附图18为进/出风口Ⅱ单独工作时0.325T时刻时的出口流场图；
- [0041] 附图19为进/出风口Ⅰ和进/出风口Ⅱ交替工作时0.1T时刻时的出口流场图；
- [0042] 附图20为进/出风口Ⅰ和进/出风口Ⅱ交替工作时0.175T时刻时的出口流场图；
- [0043] 附图21为进/出风口Ⅰ和进/出风口Ⅱ交替工作时0.325T时刻时的出口流场图。
- [0044] 在图中,1-合成双射流送风装置;2-连接件;3-底座;4-振动膜片;5-腔体Ⅰ;6-进/出风口Ⅰ;7-进/出风口Ⅱ;8-腔体Ⅱ;9-嵌合结构;10-嵌合配合结构;11-科恩达面Ⅱ;12-科恩达面Ⅰ。

具体实施方式

[0045] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0046] 需要说明,本发明实施例中所有方向性指示(诸如上、下、左、右、前、后……)仅用于解释在某一特定姿态(如附图所示)下各部件之间的相对位置关系、运动情况等,如果该特定姿态发生改变时,则该方向性指示也相应地随之改变。

[0047] 在本发明中,除非另有明确的规定和限定,术语“连接”、“固定”等应做广义理解,例如,“固定”可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或成一体;可以是机械连接,也可以是电连接,还可以是物理连接或无线通信连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系,除非另有明确的限定。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0048] 另外,本发明各个实施例之间的技术方案可以相互结合,但是必须是以本领域普通技术人员能够实现为基础,当技术方案的结合出现相互矛盾或无法实现时应当认为这种技术方案的结合不存在,也不在本发明要求的保护范围之内。

[0049] 如附图1-附图6所示,本发明提供一种合成双射流送风装置,包括腔体和振动膜片4,所述振动膜片4设置在腔体内,并将腔体分隔为相互独立的腔体Ⅰ5和腔体Ⅱ8,所述腔体Ⅰ5的外壁面在送风方向的下游方向一侧设置有与所述腔体Ⅰ5连通的进/出风口Ⅰ6,所述腔体Ⅱ8的外壁面沿送风方向呈科恩达面Ⅱ11布置,所述科恩达面Ⅱ11在送风方向的上游处设置有与所述腔体Ⅱ8连通的进/出风口Ⅱ7;

[0050] 进/出风口Ⅰ6射出的射流Ⅰ直接朝向送风方向进行输送,进/出风口Ⅱ7射出的射流Ⅱ则通过科恩达面Ⅱ11与射流Ⅰ进行汇合,且射流Ⅰ对射流Ⅱ进行导向,使射流Ⅰ和射流Ⅱ汇合形成的送风射流直接朝向送风方向进行输送。

[0051] 合成双射流送风装置的工作原理为:在电能驱动作用下振动膜片4往复振动,压缩和膨胀振动膜片4两侧腔体内的空气,当振动膜片4处于向腔体I5振动过程时,腔体II8处于膨胀过程,进/出风口II7周围的空气被吸入腔体II8,而同时腔体I5处于压缩过程,腔体I5内的空气经由进/出风口I6被挤压排出;当振动膜片4处于向腔体II8振动过程时,腔体I5处于膨胀过程,空气从进/出风口I6周围被吸入腔体I5,而同时腔体II8处于压缩过程,腔体II8内的空气经由其进/出风口II7被挤压排出。在这种吸入/排出交替进行过程中,在进/出风口I6和进/出风口II7分别有一股非定常射流形成,这两股射流相位差 180° 。合成双射流的最大射流速度可达100m/s。

[0052] 优选地,外壳包括两个可以相互拼接配合的壳体I和壳体II,在壳体I和壳体II配合时,壳体I和壳体II之间形成所述腔体,同时,壳体I和振动膜片4围合形成所述腔体I5,壳体II和振动膜片4围合形成所述腔体II8。此时,进/出风口I6设置在壳体I的外壁上,壳体II的外壁为科恩达面II11,且进/出风口II7设置在壳体II上。优选地,壳体I和壳体II可拆卸配合,优选地,壳体I上设置有嵌合配合结构10,壳体II上对应一侧设置有嵌合结构9,嵌合结构9和嵌合配合结构10可拆卸连接,嵌合结构9和嵌合配合结构10在连接时完成壳体I和壳体II的装配,优选地,嵌合结构9采用T型凸块,嵌合配合结构10采用T型槽。

[0053] 为了便于说明,将进/出风口I6喷出的射流定义为射流I,将进/出风口II7喷出的射流定义为射流II。而壳体沿送风方向(可参考附图1和附图7的箭头方向)具有上游端和下游端,最终的送风射流从上游端至下游端的方向流动。

[0054] 本合成双射流送风装置1通过对进/出风口I6、进/出风口II7以及科恩达面II11三者的设计,使得进/出风口I6射出的射流I直接朝向送风方向进行输送,而进/出风口II7射出的射流II则通过科恩达面II11与进/出风口I6射出的射流I进行汇合,形成一股连续稳定的高速送风射流,并在上游端形成负压区,有利于提高送风量。该送风射流相对于进/出风口I6和进/出风口II7的单独射流而言具有倍增的特性,使得该高能的送风射流具有风量大,送风距离远的特点。而且由于进/出风口II7布置在科恩达面II11的上游端,一方面可以吸入壳体上游端的空气送入至下游端,形成循环流动的流场,另一方面还可以在进/出风口II7处于吸程时不仅吸入射流II流动方向的空气,而是主要吸入周围其他方向的空气,并且由于此时射流II夹带周围的空气已经沿科恩达面II11向下游移动,因此进/出风口II7的吸入过程完全不会影响射流II的强度,进而保证了送风射流的强度。

[0055] 另外,合成双射流送风装置1中的振动膜片4的驱动电压、驱动频率、驱动振幅和相位全电参数控制、无级调节、响应迅速,建立稳定的送风射流所需的时间很短,因此便于调节射流速度,从而精确控制风速和风量。

[0056] 另外,本合成双射流送风装置1结构紧凑,可以用于有限空间的通风散热需求。

[0057] 另外,本合成双射流送风装置1还便于采用多个进行组合,进而形成可变形无叶风扇,该无叶风扇的进/出风均位于扇面上,相比传统无叶风扇从底部进风而言,不会卷起地面灰尘,可减少污染,因此可应用在医疗、食品加工、实验室等低尘场景。另外,本无叶风扇采用模块化(一个合成双射流送风装置1即为一个模块)设计,结合连接结构(连接件2),便可根据用户的需求,进行个性化定制和降低生产制造成本。

[0058] 在其中一个实施例中,所述进/出风口II7朝向所述送风方向倾斜布置,倾斜角度为 30° - 50° ,具体地,进/出风口II7与科恩达面II11也呈一定角度,此时,在进/出风口II7喷

出射流Ⅱ时,可以受到科恩达效应的影响沿科恩达面Ⅱ11从上游至下游方向流动,而在进/出风口Ⅱ7吸入空气时,则可以将科恩达面Ⅱ11附近的空气吸入,不会影响到射流Ⅱ的强度。另外,在科恩达面Ⅱ11的表面直接开设进/出风口Ⅱ7,避免在科恩达面Ⅱ11上形成凸起,影响空气流动。在其中一个优选实施例中,所述倾斜角度为40°。

[0059] 在其中一个实施例中,所述进/出风口I6平行于所述送风方向布置,此时,射流I直接沿送风方向进行输送,可以保证送风方向的准确性,另外,在射流I和射流Ⅱ进行汇合时,由于射流I为刚从进/出风口I6射出,因此相比于已经经过科恩达面Ⅱ11流动一定距离的射流Ⅱ而言强度(最大速度)更高,此时,射流I会吸引射流Ⅱ,避免射流Ⅱ过早的出现偏转和扩散,在射流Ⅱ向射流I汇合之后形成的送风射流还是会朝向送风方向进行流动,不会改变送风方向,保证送风的方向性;同时两股射流融合后,射流I会对射流Ⅱ进行加速,形成一股强射流。

[0060] 另外,还可以根据射流Ⅱ的移动速度、进/出风口Ⅱ7至进/出风口I6的距离调整振动膜片4的驱动频率,使得射流I从进/出风口I6射出的同时,射流Ⅱ刚好到达射流I的位置,两股射流进行充分的汇合,保证送风射流的强度。

[0061] 在其中一个实施例中,所述腔体I5的外壁面沿送风方向呈科恩达面I12布置,在振动膜片4的持续往复振动下形成稳定的送风射流之后,由于壳体上游端空气流向下,形成负压区,会卷吸壳体上游端外侧的空气进入合成双射流送风装置1上游端,这部分空气中一部分会沿科恩达面Ⅱ11向合成双射流送风装置1的下游方向移动,另一部分会被进/出风口I6和进/出风口Ⅱ7吸入,向前流动的气流会在扇面后方形成一个负压区,因此进/出风口I6和进/出风口Ⅱ7吸入空气会不断得到补充,保持无叶风扇附近压力的相对平衡。并通过提高进/出风口I6和进/出风口Ⅱ7喷出射流的强度和风速增强两股射流共同作用的送风射流的强度。

[0062] 在其中一个实施例中,所述科恩达面Ⅱ11和科恩达面I12沿所述振动膜片4呈镜像对称结构,可以保证结构的对称性和美观性。

[0063] 在其中一个实施例中,所述进/出风口I6和进/出风口Ⅱ7的尺寸一致,进而使得射流I和射流Ⅱ的尺寸一致,可以使两者结合的送风射流强度一致。

[0064] 在其中一个实施例中,所述进/出风口I6和进/出风口Ⅱ7均为条形槽口,即射流I和射流Ⅱ为条形射流,可以在保持强度的前提下提高送风的范围。

[0065] 本发明还提供一种合成双射流送风方法,使用上述合成双射流送风装置1,包括如下步骤:

[0066] 时刻一:振动膜片4向腔体I5方向移动,压缩腔体I5内的空气,腔体I5内的空气通过进/出风口I6朝向送风方向呈射流I射出;

[0067] 同时,所述腔体Ⅱ8膨胀,进/出风口Ⅱ7吸入空气至所述腔体Ⅱ8内,为时刻二腔体Ⅱ8形成射流Ⅱ储蓄空气;

[0068] 时刻二:振动膜片4朝向腔体Ⅱ8方向移动,压缩腔体Ⅱ8内的空气,腔体Ⅱ8内的空气通过进/出风口Ⅱ7呈射流Ⅱ射出,射流Ⅱ受到科恩达面Ⅱ11的引导朝向腔体Ⅱ8的下游端移动并与所述射流I结合,形成强度更高的送风射流,且射流I对射流Ⅱ进行导向,使送风射流朝向送风方向射出;

[0069] 同时,所述腔体I5膨胀,进/出风口I6吸入空气至所述腔体I5内,为时刻一腔体I5

形成射流I储蓄空气,此时,由于时刻一的射流I已经输送一定距离,因此进/出风口I6吸入的空气并非射流I的空气,主要是进/出风口I6外侧的空气和受到科恩达面I12引导而来的空气,可以避免进/出风口I6的吸气影响送风射流的强度;

[0070] 通过电能驱动所述振动膜片4在时刻一和时刻二状态上往复振动,时刻一和时刻二不为同一时间,而且两者无缝衔接,重复工作,持续形成所述送风射流朝向送风方向进行送风。

[0071] 参考附图7-附图11,本发明还提供一种无叶风扇,包括环形扇面,所述环形扇面上包括若干个上述合成双射流送风装置1。

[0072] 本新型无叶风扇采用多个合成双射流送风装置1进行组合,可以控制多个合成双射流送风装置1同步工作,提高送风量、风速和送风距离,还可以控制多个合成双射流送风装置1同步工作并采用不同的射流速度,控制无叶风扇整体的送风方向。另外多个合成双射流送风装置1的送风射流进行组合,形成一个强度更高的增强送风射流,提高送风量、风速和送风距离,另外,风扇采用环形结构,优选地,进/出风口II7布置在扇面的环内壁一端,进/出风口I6布置在扇面的环外壁一端,以此多个进/出风口II7的进风可以在环内形成进风风源,进一步提高送风射流的强度,还便于控制送风方向。

[0073] 另外,本发明所提供的无叶风扇,进/出风口I6和进/出风口II7处于风扇的扇面上,相比传统无叶风扇从底部进风,不会卷起地面灰尘,可减少污染,因此可应用在医疗、食品加工、实验室等低尘场景。并且本无叶风扇结构紧凑,可以用于有限空间的通风散热需求。同时整个风扇采用多个合成双射流送风装置1呈模块化设计,便于根据用户的需求,进行个性化定制和降低生产制造成本。

[0074] 在一个实施例中,无叶风扇通过多个合成双射流送风装置1和多个连接件2组成,即相邻的两个合成双射流送风装置1通过一个连接件2进行连接,具体地,合成双射流送风装置1的壳体的端壁设置有嵌合结构9,连接件2的两端设置有与嵌合结构9进行配合的嵌合配合结构10,嵌合结构9和嵌合配合结构10可拆卸连接,在嵌合结构9和嵌合配合结构10连接时完成合成双射流送风装置1和连接件2的配合,优选地,嵌合结构9采用T型凸块,嵌合配合结构10采用T型槽。优选地,无叶风扇还包括固定其中一个连接件2的底座3,以对无叶风扇进行支撑。优选地,连接件2的两侧也采用附壁效果较好的流线型结构,优选为科恩达面。

[0075] 本发明还提供一个无叶风扇的具体实施例,其中,合成双射流送风装置1和连接件2均布置有6个,且两者交替布置形成六边形环形扇面,其中连接件2采用弧形折弯结构,即正六边形环形扇面的顶点处圆角处理。其中,合成双射流送风装置1的振动膜片4为圆形的压电陶瓷片,直径为50mm,厚度为0.25mm。而进/出风口I6布置于腔体I5的下游端中间位置,距离腔体I5的下游端面为1mm,出口形状为矩形,尺寸为2mm×20mm,进/出风口II7的出口形状和尺寸与进/出风口I6一致,进/出风口II7布置在科恩达面II11的上游端,距离下游端的端面47mm,且进/出风口II7的出口方向与送风方向的夹角为40°。

[0076] 下面对该实施例的无叶风扇进行制作和试验,对无叶风扇可行性进行了验证,验证结果可行,具体如下:

[0077] 通过3D打印技术,对上述实施例的无叶风扇进行了制作,通过实验对装置的可行性进行了验证。实验证明送风距离最远可达2.5m左右。

[0078] 如附图12所示全流场速度云图,当出口速度幅值为40m/s,合成双射流送风装置1

位于1T时刻时,在风扇下游0.15m附近,两股射流汇聚为一股强射流,继续向下游扩展,逐渐演化为连续稳定的增强送风射流。且随着流体流动,展向范围逐渐扩大,在距离射流出口2m的位置流体速度依然有1.7m/s。

[0079] 如附图13所示仿真结果,送风装置布置数量越多,射流出口速度越大,体积流量越大。相同送风装置数量时,增加射流出口速度,体积流量峰值点右移,风量耗散区下移,送风距离更远。其中,布置6个送风装置时,总能耗35.20W,最大送风量为339.70L/s,单位能耗最大送风量达到9.65L/s,同比常规的无叶风扇相比,提升约8%。

[0080] 如附图14所示实验结果,实验中有效电压分别为125V、155V、160V,电流为0.22A时,有效功率分别为27.5W、34.10W、35.20W。流速和电压正相关,可以通过调节电压,从而有效控制风速。电压为160V时,风扇下游0.2m-1.7m范围内为流场稳定区域,流速缓慢下降,最大时均流速为4.01m/s。

[0081] 如附图15所示实验结果,驱动波形及驱动频率对最大出口速度具有显著影响。在合成双射流送风装置布置6个,驱动波形为正弦波时对应的最大出口速度最大,为18.85m/s,其次为方波(17.84m/s),最小的是锯齿形波(17.55m/s),因此建议选取正弦波作为振动膜片4的驱动波形。随着驱动频率的增大,最大速度先增大后减小,500Hz时最大出口速度最大,因此该频率为最佳驱动频率,建议选取500Hz作为送风装置膜片的工作频率。

[0082] 如附图16-附图18的进/出风口Ⅱ单独工作时0.1T、0.175T、0.325T时刻时的出口流场图可知,仅进/出风口Ⅱ7射出射流Ⅱ,射流Ⅱ会沿科恩达面Ⅱ11向下游(图16中实线箭头所示)发展,且射流Ⅱ有朝向内侧(图16中虚线箭头所示)进行偏转扩散的趋势,且偏转扩散的趋势出现的较早,在0.175T时刻则开始出现,到0.325T时刻则扩散发展较为明显,而由于射流Ⅱ过早的向内侧偏转扩散,此时偏转会影响送风方向和送风面积,扩散会降低射流Ⅱ的送风距离。

[0083] 如附图19-附图21所示的进/出风口Ⅰ和进/出风口Ⅱ交替工作时0.1T、0.175T、0.325T时刻时的出口流场图可知,在0.1T时刻时进/出风口Ⅱ7射出射流Ⅱ,射流Ⅱ会沿科恩达面Ⅱ11向下游(图16中实线箭头所示)发展,当射流Ⅱ到达进/出风口Ⅰ6的位置时,进/出风口Ⅰ6射出射流Ⅰ,此时射流Ⅰ的强度大于射流Ⅱ的强度,具体而言,射流Ⅰ的最大速度为28.93m/s,射流Ⅱ的最大速度为18.12m/s,此时射流Ⅰ会吸引呈扩散趋势的射流Ⅱ,抑制射流Ⅱ的偏转,使射流Ⅰ和射流Ⅱ形成的送风射流扩散推迟,进而可以保证送风方向,提高送风距离和增大送风面积。

[0084] 以上所述,仅是本实施例,并非对本发明做任何限制。任何熟悉本领域的技术人员,在不脱离本发明技术方案范围的情况下,都可利用上述揭示的技术内容对本发明技术方案做出许多可能的变动、修饰或修改为等同变化的等效实施例。因此,凡是未脱离本发明技术方案的内容,依据本发明技术实质对以上实施例所做的任何简单修改、等同变化及修饰,均应落在本发明技术方案保护的范围内。

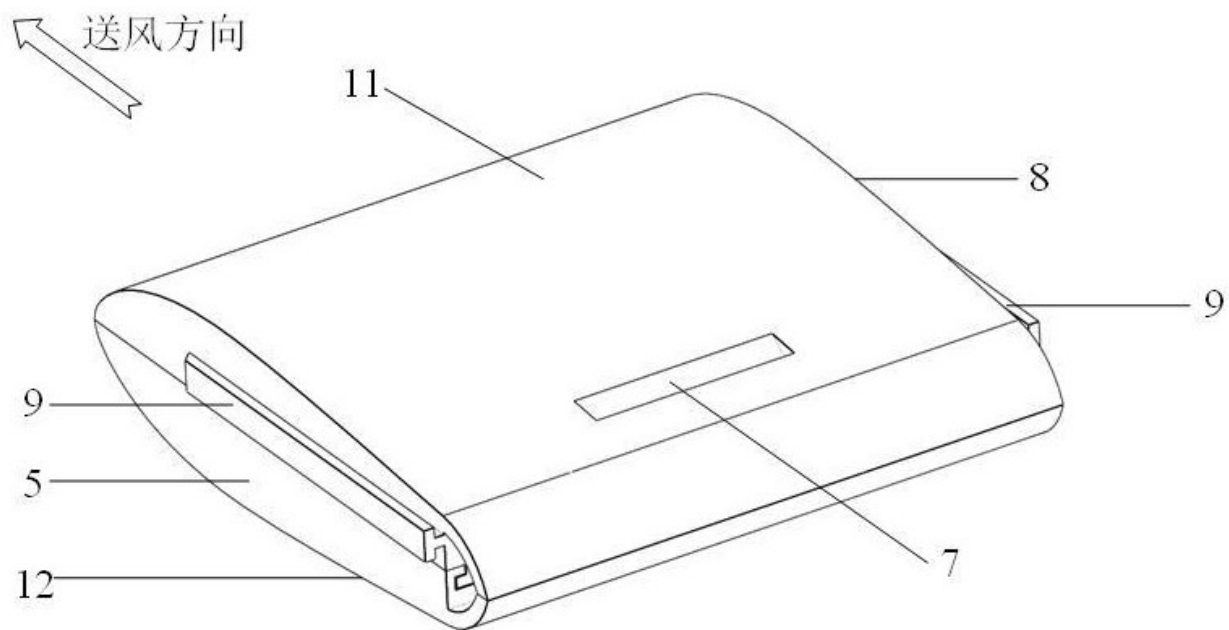


图 1

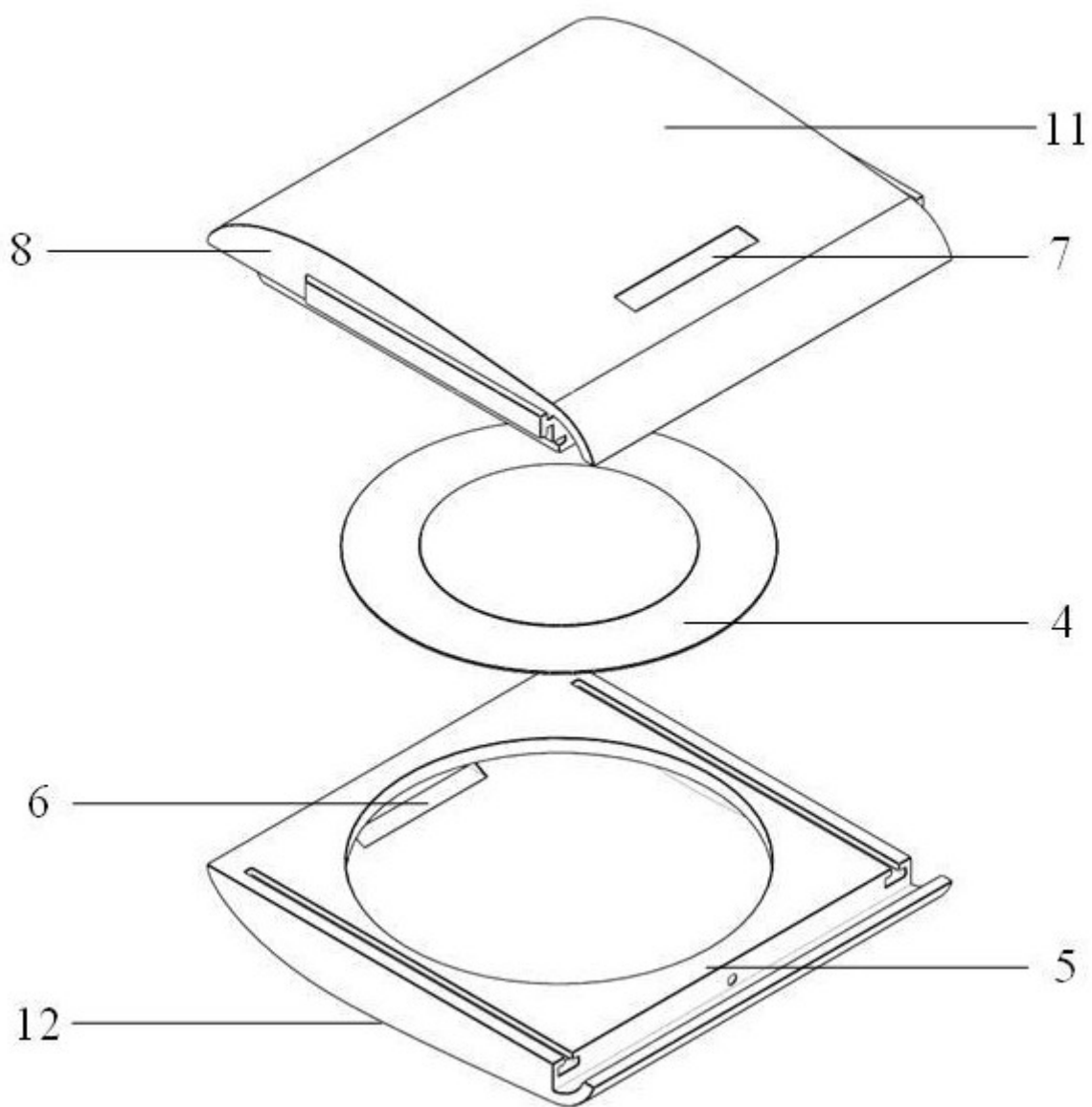


图 2

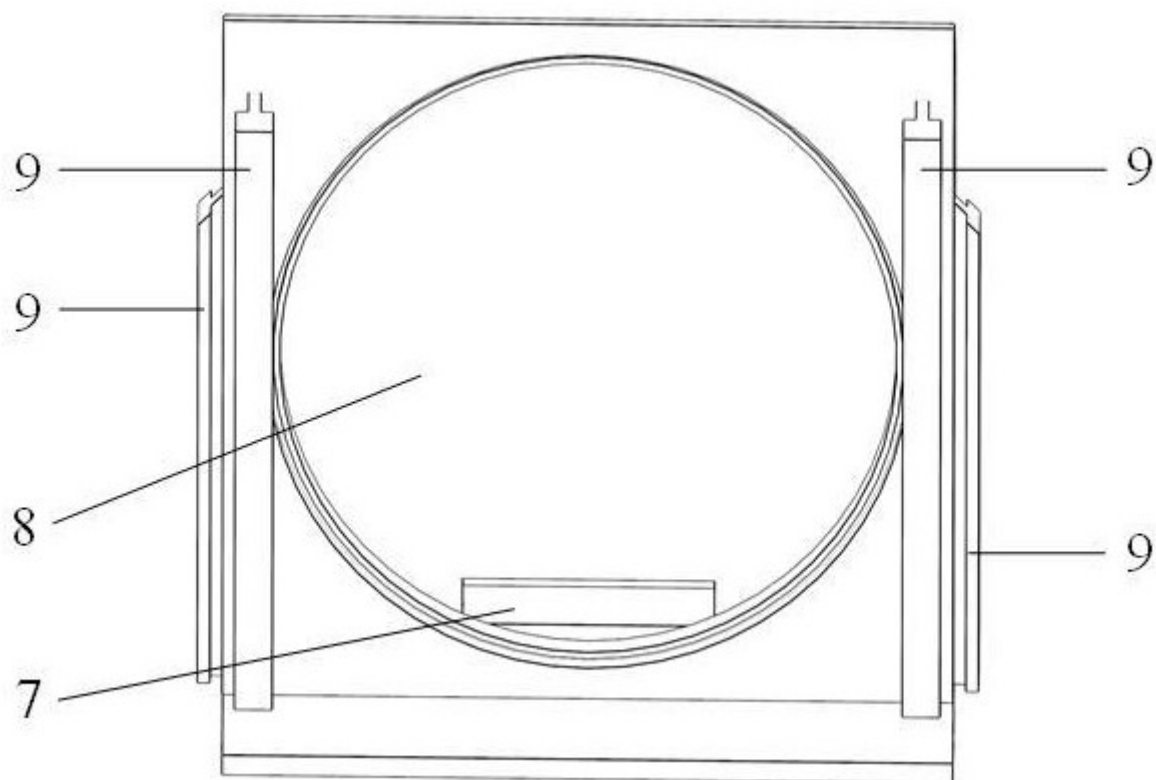


图 3

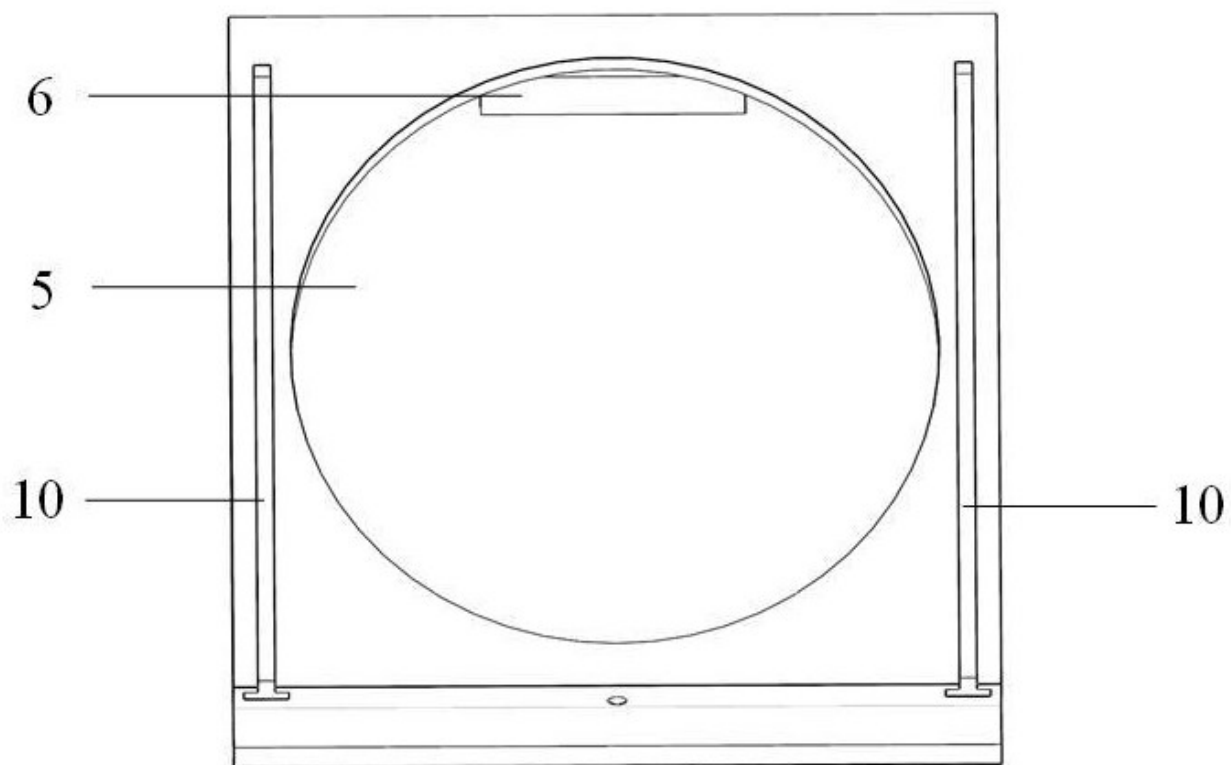


图 4

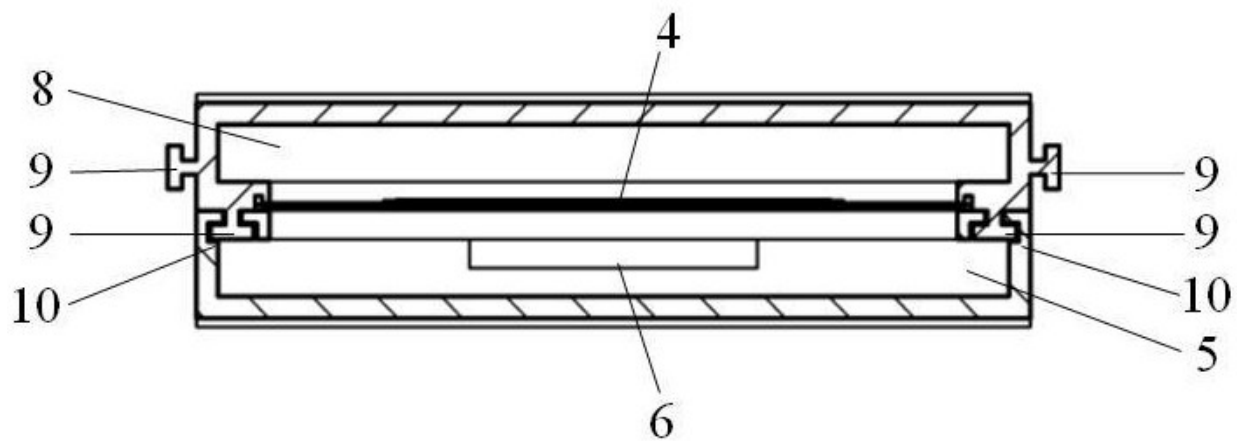


图 5

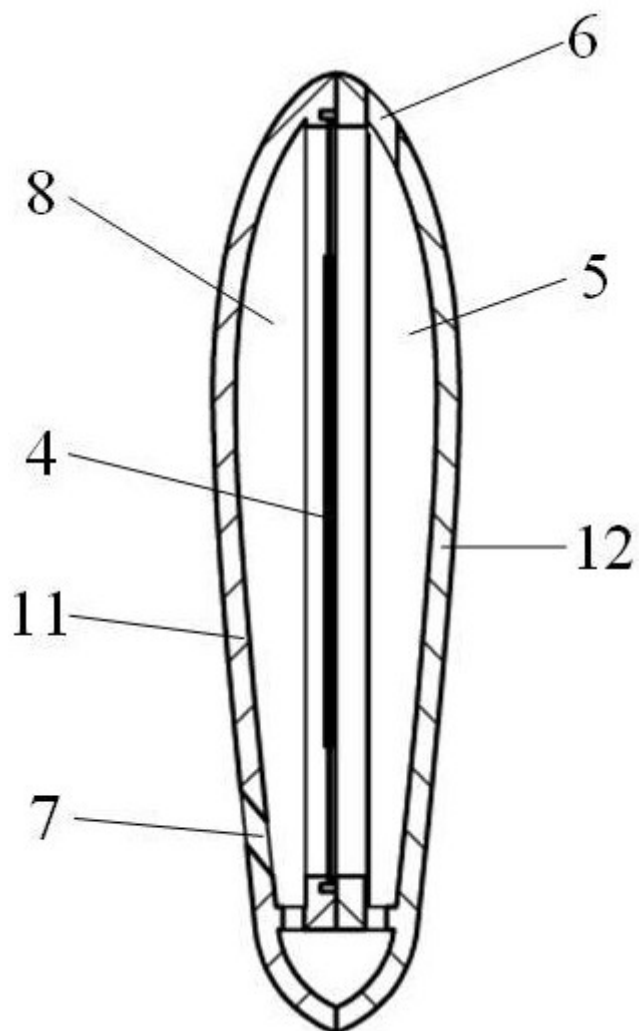


图 6

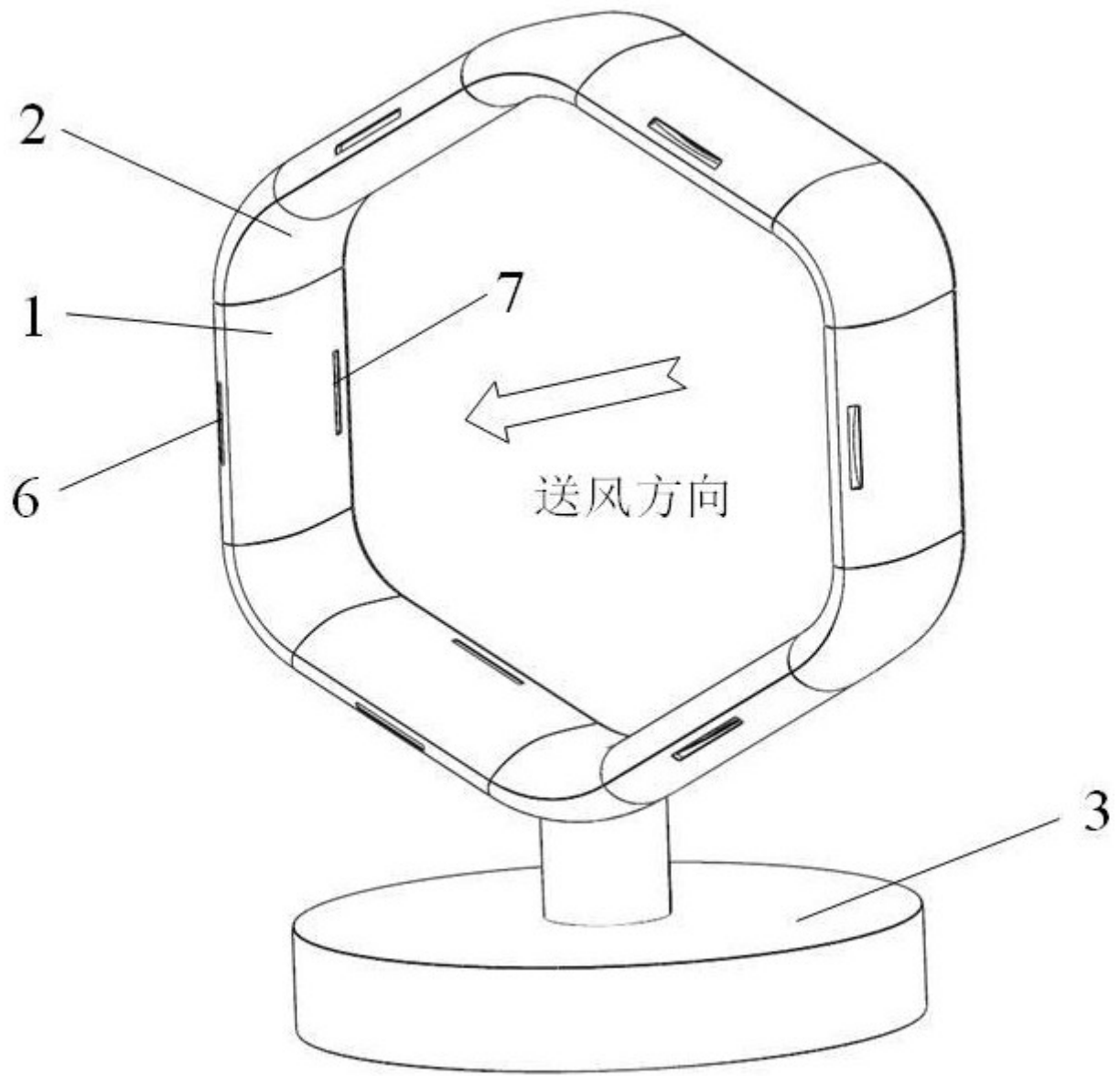


图 7

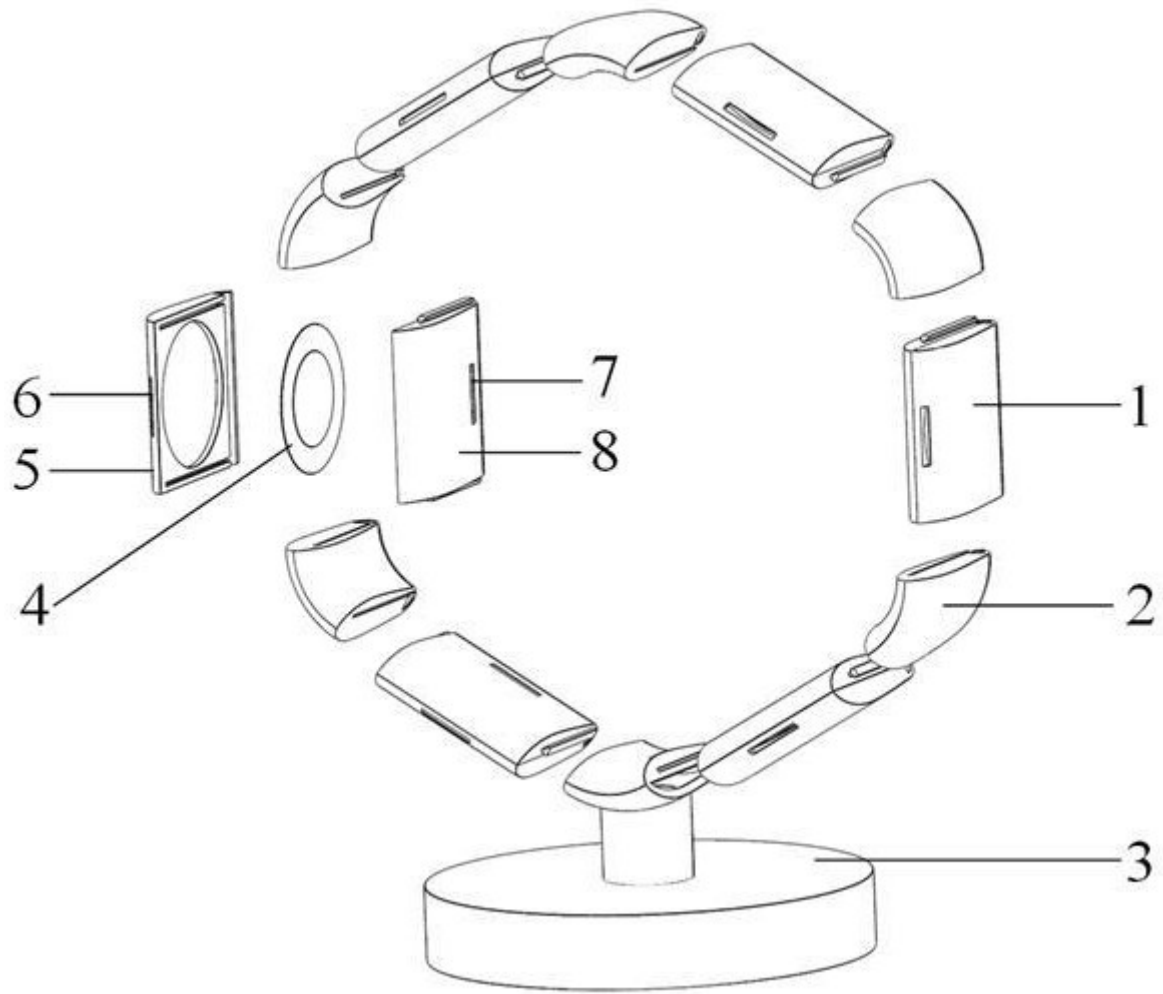


图 8

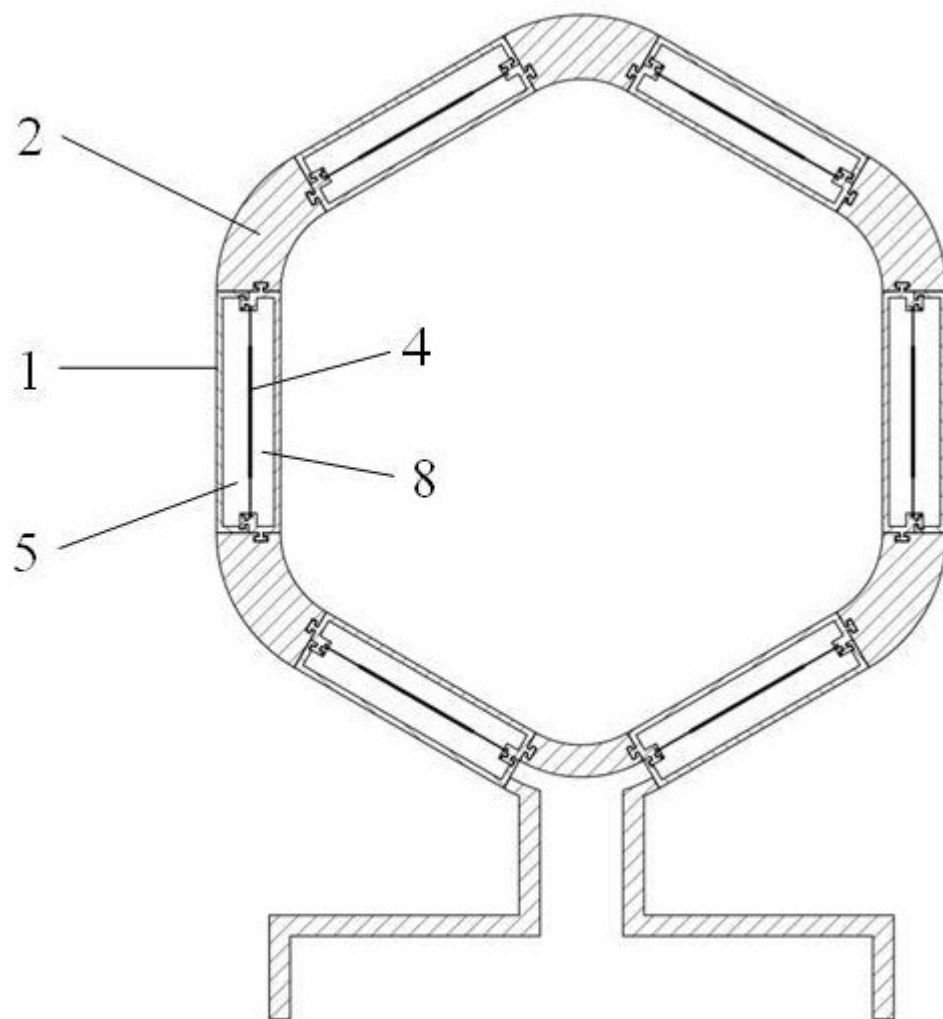


图 9

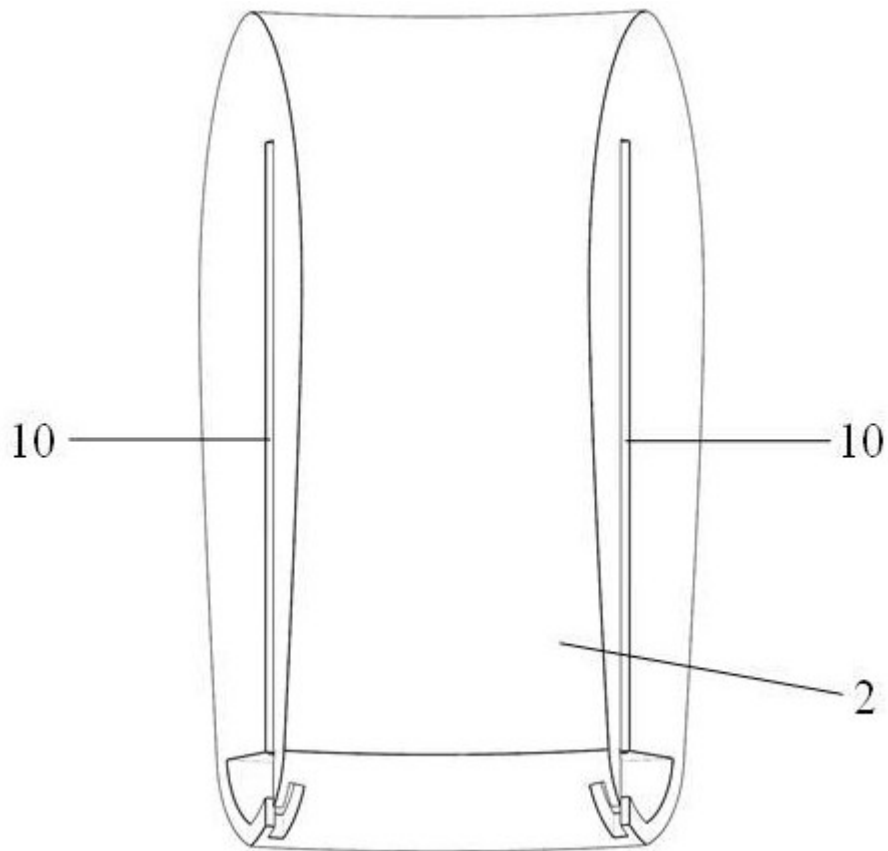


图 10

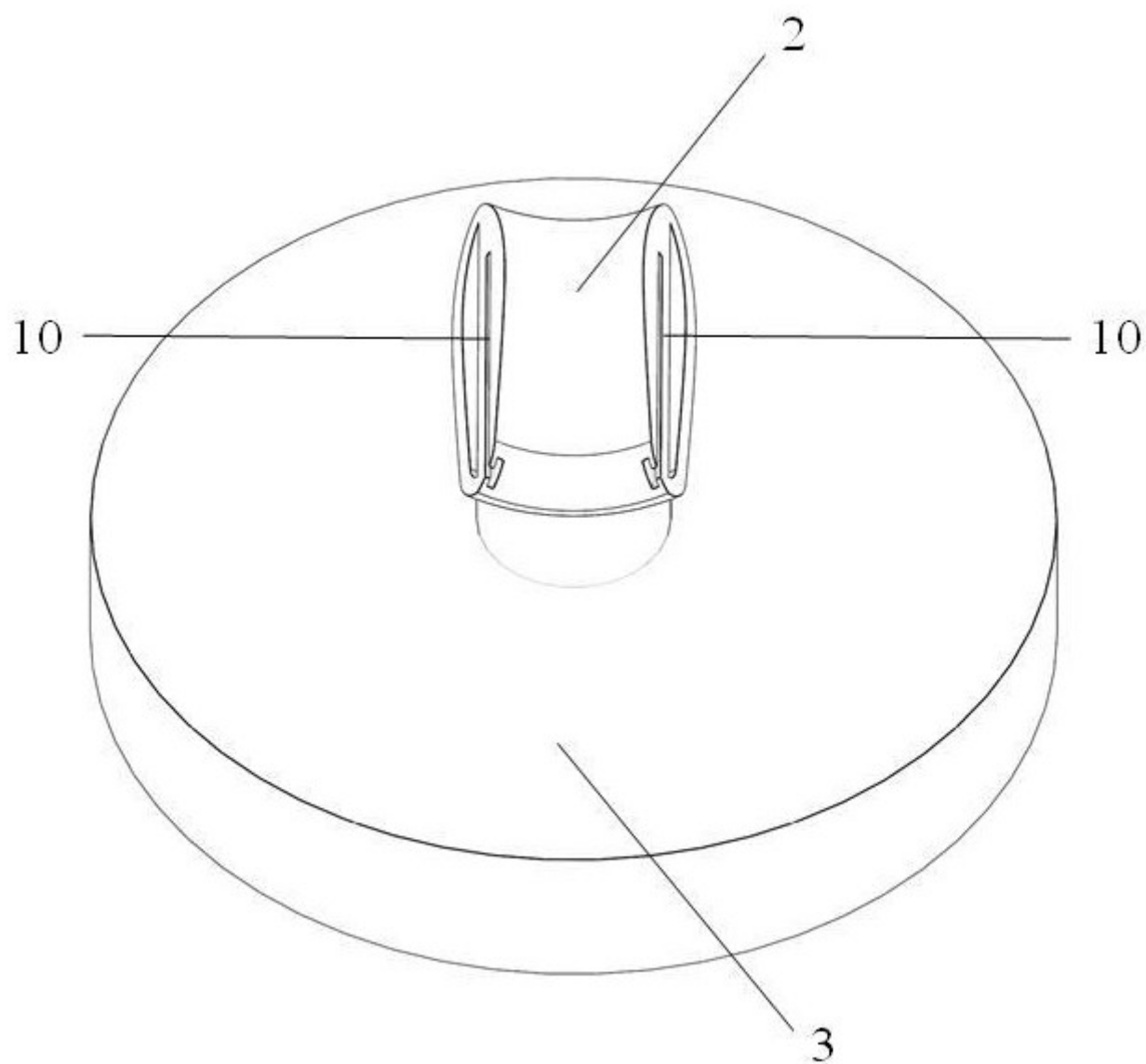


图 11

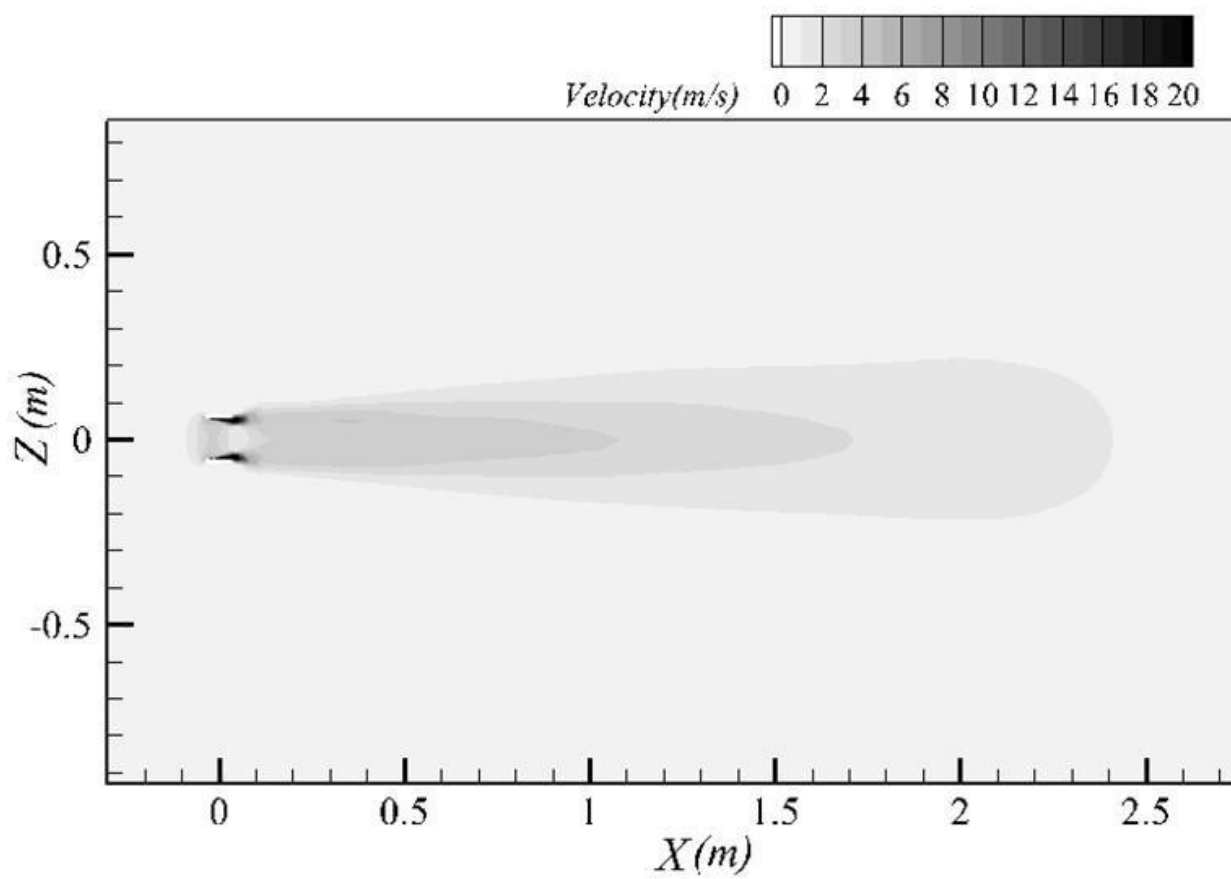


图 12

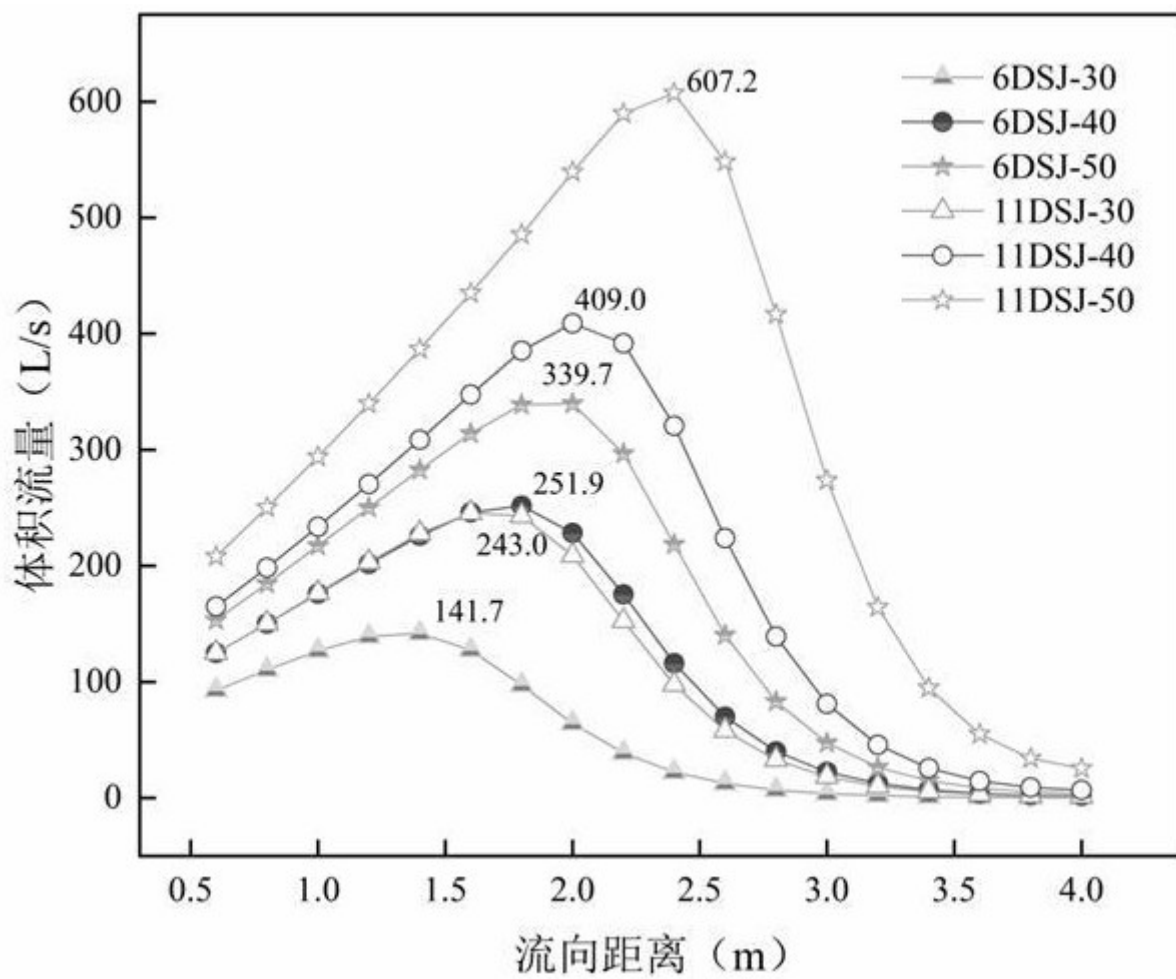


图 13

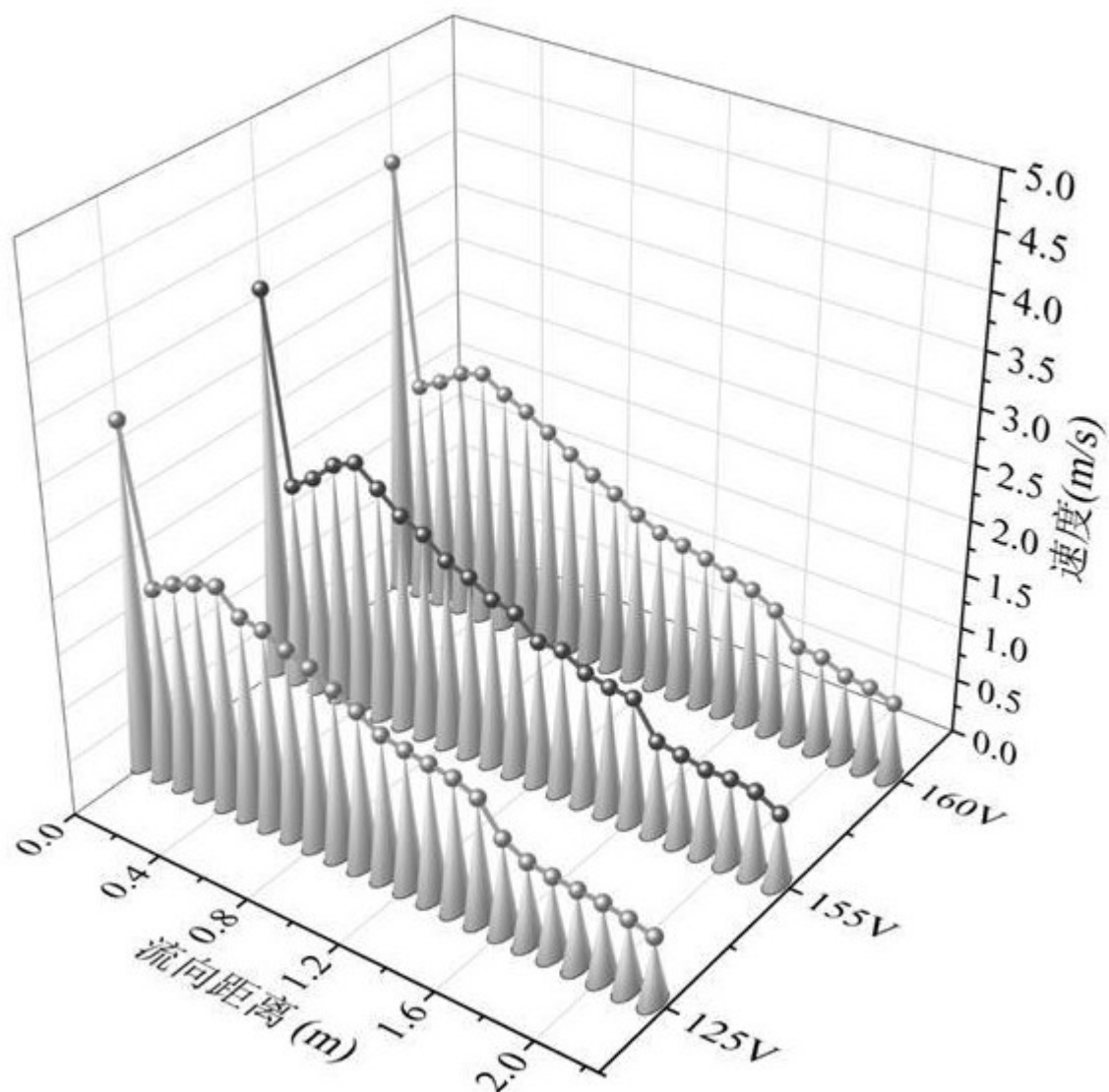


图 14

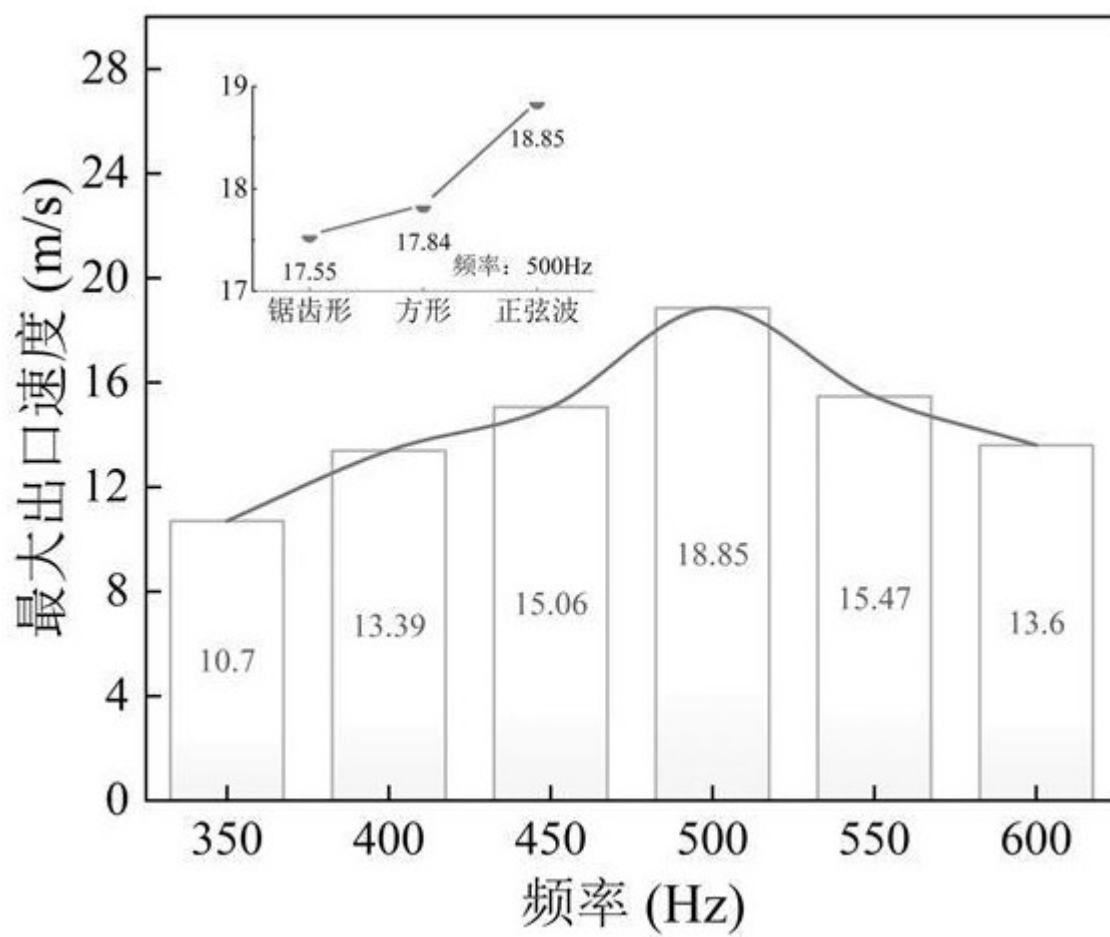


图 15

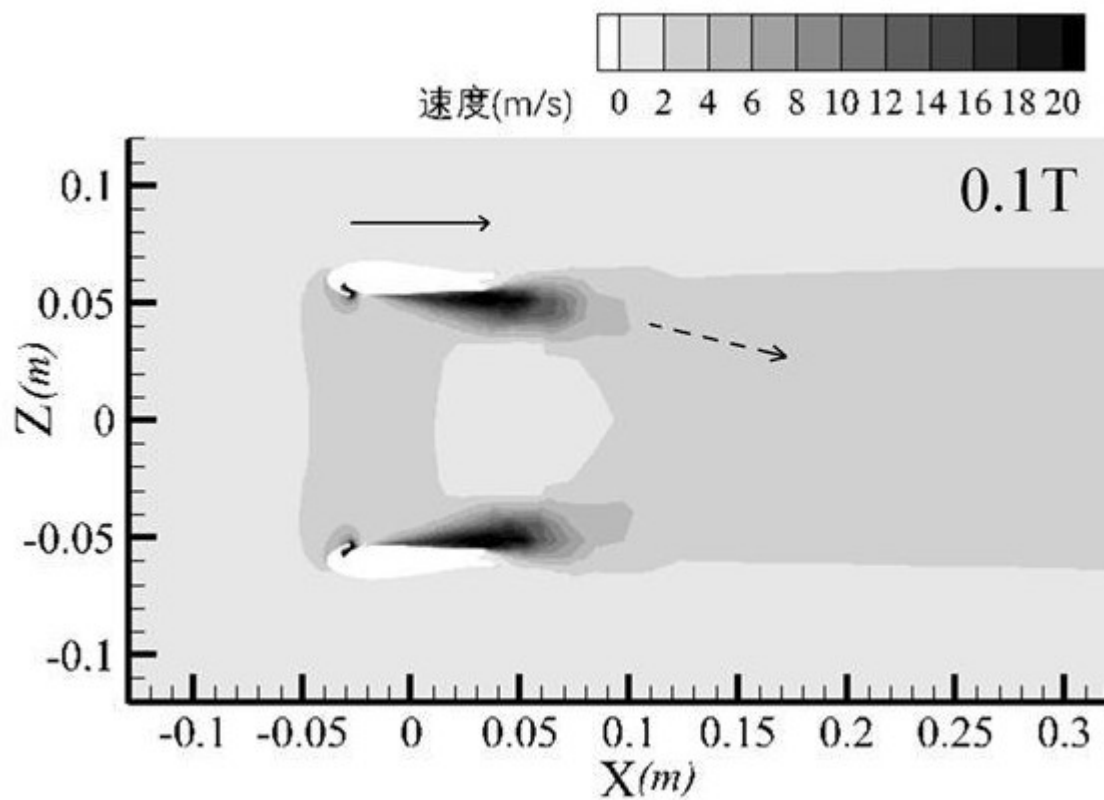


图 16

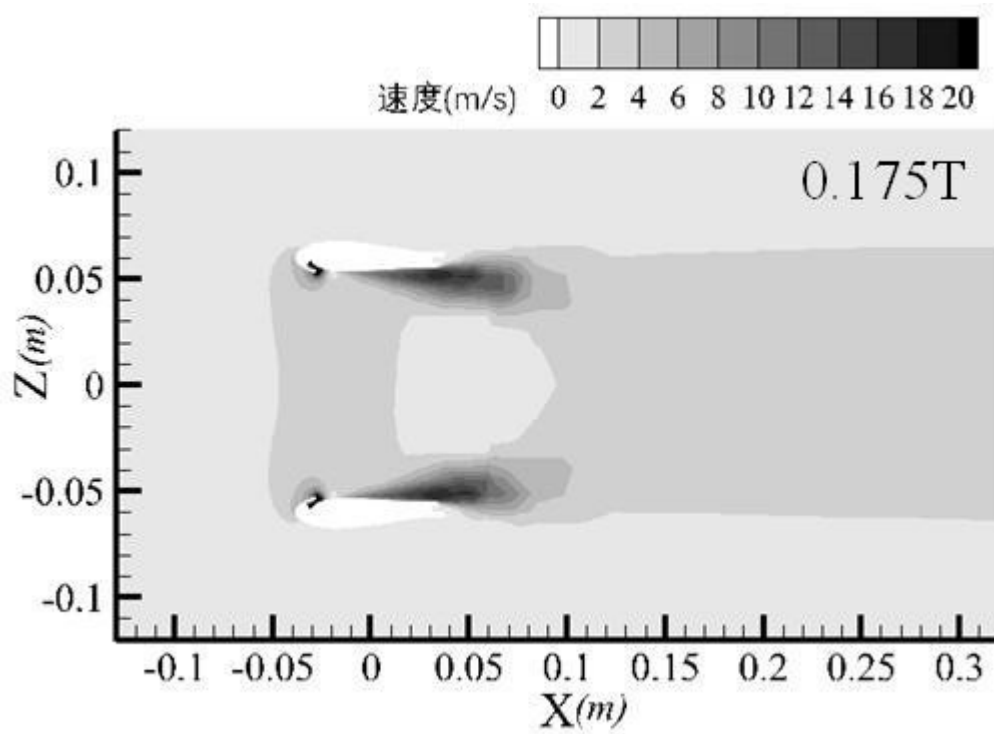


图 17

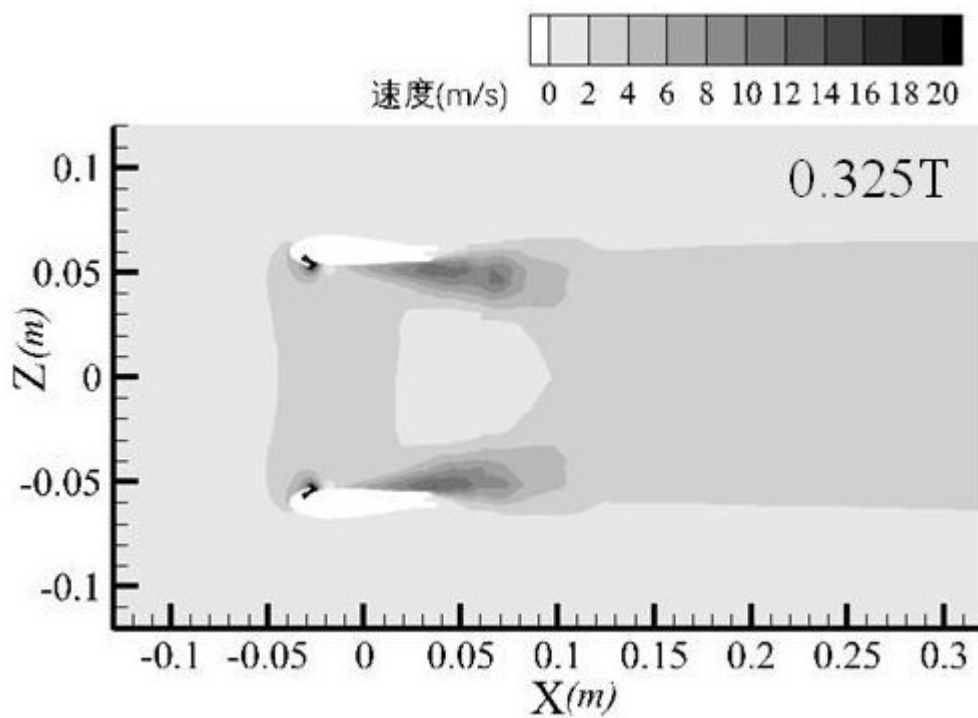


图 18

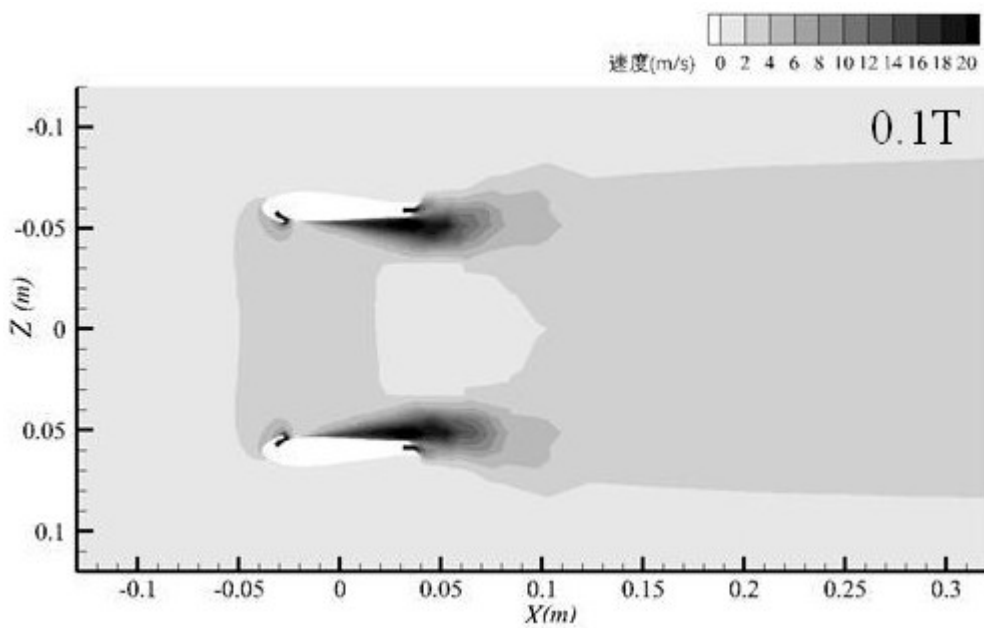


图 19

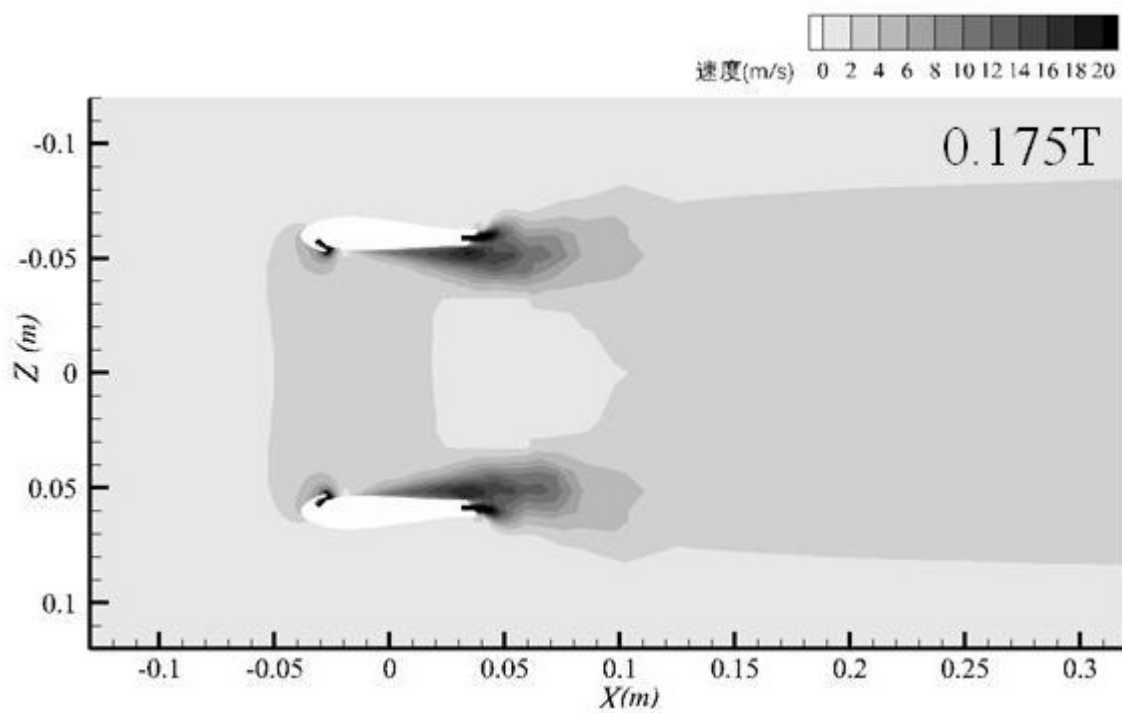


图 20

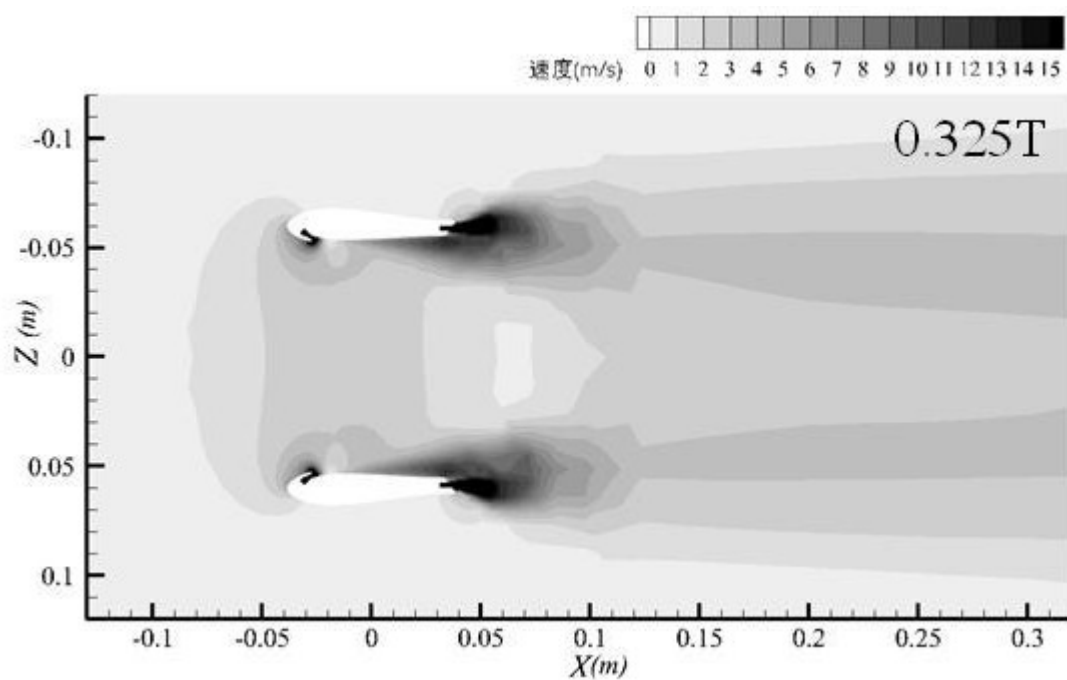


图 21