



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105253295 A

(43) 申请公布日 2016. 01. 20

(21) 申请号 201510724330. X

(22) 申请日 2015. 10. 30

(71) 申请人 深圳市道通智能航空技术有限公司

地址 518055 广东省深圳市南山区西丽街道  
学苑大道 1001 号智园 B1 栋 9 层

(72) 发明人 李晓亮 梁智颖

(74) 专利代理机构 深圳市爱迪森知识产权代理

事务所（普通合伙） 44341

代理人 何婷 田利琼

(51) Int. Cl.

B64C 11/00(2006. 01)

B64C 11/16(2006. 01)

B64C 27/46(2006. 01)

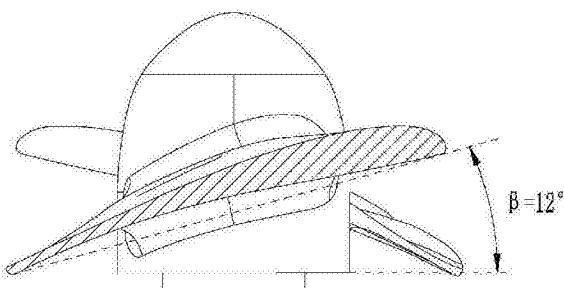
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

一种螺旋桨及飞行器

(57) 摘要

本发明涉及飞行器技术领域，具体公开一种螺旋桨及飞行器。本发明的螺旋桨包括桨毂及与所述桨毂相连的至少两个桨叶，在距离所述桨毂的中心为所述螺旋桨半径的占比为 P 处，所述桨叶的攻角为  $\beta$ ，所述  $\beta$  是关于半径占比 P 的连续函数，且满足以下条件：当  $0 \leq P \leq 25\%$  时， $10^\circ \leq \beta \leq 12^\circ$ ；当  $25\% < P \leq 90\%$  时， $8.75^\circ \leq \beta < 12^\circ$ ；当  $90\% < P \leq 100\%$ ， $8^\circ \leq \beta \leq 9^\circ$ 。该螺旋桨通过桨叶的不同部位设置不同的攻角，减小了空气阻力，提高了效率，从而提高了飞行器的飞行速度和飞行距离；并且该螺旋桨的攻角  $\beta$  为连续变化的，提高了该螺旋桨的稳定性，从而提高了飞行器的飞行性能。



1. 一种螺旋桨，其特征在于，包括桨箍及与所述桨箍相连的至少两个桨叶，在距离所述桨箍的中心为所述螺旋桨半径的占比为 P 处，所述桨叶的攻角为  $\beta$ ，所述  $\beta$  是关于半径占比 P 的连续函数，且满足以下条件：

当  $0 \leq P \leq 25\%$  时， $10^\circ \leq \beta \leq 12^\circ$ ；

当  $25\% < P \leq 90\%$  时， $8.75^\circ \leq \beta < 12^\circ$ ；

当  $90\% < P \leq 100\%$ ， $8^\circ \leq \beta \leq 9^\circ$ 。

2. 根据权利要求 1 所述的螺旋桨，其特征在于，所述半径占比 P、攻角  $\beta$  还满足以下条件：

当  $P = 25\%$  时， $\beta = 12^\circ$ ；

当  $P = 30\%$  时， $\beta = 10.75^\circ$ ；

当  $P = 40\%$  时， $\beta = 10.5^\circ$ ；

当  $P = 50\%$  时， $\beta = 10.25^\circ$ ；

当  $P = 80\%$  时， $\beta = 9^\circ$ ；

当  $P = 90\%$  时， $\beta = 8.75^\circ$ 。

3. 根据权利要求 1 所述的螺旋桨，其特征在于，所述半径占比 P、攻角  $\beta$  还满足以下条件：

当  $P = 95\%$  时， $\beta = 8^\circ$ ；

当  $P = 100\%$  时， $\beta = 9^\circ$ 。

4. 根据权利要求 1 所述的螺旋桨，其特征在于，所述  $\beta$  是分段函数，且满足以下条件：

当  $0 \leq P \leq 25\%$  时， $\beta = 8P+10^\circ$ ；

当  $25\% < P \leq 30\%$  时， $\beta = -25P+18.25^\circ$ ；

当  $30\% < P \leq 50\%$  时， $\beta = -2.5P+11.5^\circ$ ；

当  $50\% < P \leq 80\%$  时， $\beta = -25P/6+(37^\circ)/3$ ；

当  $80\% < P \leq 90\%$  时， $\beta = -2.5P+11^\circ$ 。

5. 根据权利要求 4 所述的螺旋桨，其特征在于，所述  $\beta$  还满足以下条件：

当  $90\% < P \leq 95\%$  时， $\beta = -15P+22.5^\circ$ ，当  $95\% < P \leq 100\%$  时， $\beta = 20P-11^\circ$ ；

或者当  $90\% < P \leq 95\%$  时， $\beta = 5P+4.25^\circ$ ，当  $95\% < P \leq 100\%$  时， $\beta = -20P+28^\circ$ ；

或者当  $90\% < P \leq 100\%$  时， $\beta = -7.5P+15.5^\circ$ 。

6. 根据权利要求 1 所述的螺旋桨，其特征在于，所述攻角  $\beta$  是光滑函数，

当  $0 \leq P \leq 25\%$  时，所述攻角  $\beta$  呈第一样条曲线；

当  $25\% < P \leq 90\%$  时，所述攻角  $\beta$  呈第二样条曲线；

当  $90\% < P \leq 95\%$  时，所述攻角  $\beta$  呈第三样条曲线；

当  $95\% < P \leq 100\%$  时，所述攻角  $\beta$  呈第四样条曲线；

所述第一样条曲线、所述第二样条曲线、所述第三样条曲线和所述第四样条曲线均为非均匀有理 B 样条曲线。

7. 根据权利要求 1 所述的螺旋桨，其特征在于，所述桨叶包括两个相对设置的叶面、连接于所述两叶面的一侧之间的第一侧缘、以及连接于所述两叶面的另一侧之间的第二侧缘，所述叶面为光滑曲面。

8. 根据权利要求 7 所述的螺旋桨，其特征在于，所述第一侧缘包括一向外凸出的第一

凸出部，所述第二侧缘包括一向外凸出的第二凸出部，所述第一凸出部位于距离所述桨箍的中心为所述螺旋桨半径的占比为 20-25% 处，所述第二凸出部位于距离所述桨箍的中心为所述螺旋桨半径的占比为 20-25% 处。

9. 根据权利要求 1 所述的螺旋桨，其特征在于，所述螺旋桨为 9.4 寸螺旋桨。

10. 一种飞行器，其特征在于，包括机身、设置于所述机身的飞行控制装置和如权利要求 1-9 任一项所述的螺旋桨，所述飞行控制装置用于控制所述螺旋桨旋转。

## 一种螺旋桨及飞行器

### 【技术领域】

[0001] 本发明涉及无人机技术领域，尤其涉及一种螺旋桨及飞行器。

### 【背景技术】

[0002] 螺旋桨是产生飞行器飞行所必需的升力、拉力和操作力的动力部件，提高螺旋桨的效率可以极大的改善飞行器的飞行性能。

[0003] 现有的螺旋桨阻力大、效率低、且稳定性差，导致飞行器的飞行速度小、续航距离短，严重影响了飞行器的飞行性能。

### 【发明内容】

[0004] 本发明旨在提供一种阻力小、效率高的螺旋桨以及使用该螺旋桨的飞行器。

[0005] 为解决上述技术问题，本发明提供以下技术方案：

[0006] 一方面，本发明提供一种螺旋桨，包括桨毂及与所述桨毂相连的至少两个桨叶，在距离所述桨毂的中心为所述螺旋桨半径的占比为 P 处，所述桨叶的攻角为  $\beta$ ，所述  $\beta$  是关于半径占比 P 的连续函数，且满足以下条件：当  $0 \leq P \leq 25\%$  时， $10^\circ \leq \beta \leq 12^\circ$ ；当  $25\% < P \leq 90\%$  时， $8.75^\circ \leq \beta < 12^\circ$ ；当  $90\% < P \leq 100\%$  时， $8^\circ \leq \beta \leq 9^\circ$ 。

[0007] 一些实施例中，所述半径占比 P、攻角  $\beta$  还可以满足以下条件：当  $P = 25\%$  时， $\beta = 12^\circ$ ；当  $P = 30\%$  时， $\beta = 10.75^\circ$ ；当  $P = 40\%$  时， $\beta = 10.5^\circ$ ；当  $P = 50\%$  时， $\beta = 10.25^\circ$ ；当  $P = 80\%$  时， $\beta = 9^\circ$ ；当  $P = 90\%$  时， $\beta = 8.75^\circ$ 。

[0008] 一些实施例中，所述半径占比 P、攻角  $\beta$  还可以满足以下条件：当  $P = 95\%$  时， $\beta = 8^\circ$ ；当  $P = 100\%$  时， $\beta = 9^\circ$ 。

[0009] 一些实施例中，所述  $\beta$  可以是分段函数，且满足以下条件：当  $0 \leq P \leq 25\%$  时， $\beta = 8P+10^\circ$ ；当  $25\% < P \leq 30\%$  时， $\beta = -25P+18.25^\circ$ ；当  $30\% < P \leq 50\%$  时， $\beta = -2.5P+11.5^\circ$ ；当  $50\% < P \leq 80\%$  时， $\beta = -25P/6+(37^\circ)/3$ ；当  $80\% < P \leq 90\%$  时， $\beta = -2.5P+11^\circ$ 。

[0010] 一些实施例中，所述  $\beta$  还满足以下条件：

[0011] 当  $90\% < P \leq 95\%$  时， $\beta = -15P+22.5^\circ$ ，当  $95\% < P \leq 100\%$  时， $\beta = 20P-11^\circ$ ；

[0012] 或者当  $90\% < P \leq 95\%$  时， $\beta = 5P+4.25^\circ$ ，当  $95\% < P \leq 100\%$  时， $\beta = -20P+28^\circ$ ；

[0013] 或者当  $90\% < P \leq 100\%$  时， $\beta = -7.5P+15.5^\circ$ 。

[0014] 一些实施例中，所述攻角  $\beta$  可以是光滑函数，当  $0 \leq P \leq 25\%$  时，所述攻角  $\beta$  呈第一样条曲线；当  $25\% < P \leq 90\%$  时，所述攻角  $\beta$  呈第二样条曲线；当  $90\% < P \leq 95\%$  时，所述攻角  $\beta$  呈第三样条曲线；当  $95\% < P \leq 100\%$  时，所述攻角  $\beta$  呈第四样条曲线。

[0015] 一些实施例中，所述第一样条曲线、所述第二样条曲线、所述第三样条曲线和所述第四样条曲线均可以为非均匀有理 B 样条曲线。

[0016] 一些实施例中，所述桨叶可以包括两个相对设置的叶面、连接于所述两个叶面的

一侧之间第一侧缘、以及连接于所述两个叶面的另一侧之间的第二侧缘，所述叶面为光滑曲面。

[0017] 一些实施例中，所述第一侧缘可以包括向外凸出的第一凸出部，所述第二侧缘可以包括向外凸出的第二凸出部，所述第一凸出部位于距离所述桨箍的中心为所述螺旋桨半径的占比为 20–25% 处，所述第二凸出部位于距离所述桨箍的中心为所述螺旋桨半径的占比为 20–25% 处。

[0018] 一些实施例中，所述桨叶可以有两个，所述螺旋桨为 9.4 寸螺旋桨。

[0019] 另一方面，本发明提供一种飞行器，包括机身、设置于所述机身的飞行控制器和如上所述的螺旋桨，所述飞行控制器用于控制所述螺旋桨旋转。

[0020] 与现有技术相比，本发明的有益效果在于：本发明的螺旋桨通过在桨叶的不同部位设置不同的攻角，在保证升力的同时，极大地减小了空气阻力，提高了效率；并且该螺旋桨的攻角  $\beta$  为连续变化的，提高了该螺旋桨的稳定性。通过使用该螺旋桨，可以提高飞行器的飞行速度和飞行距离，从而提高飞行器的飞行性能。

## 【附图说明】

[0021] 为了更清楚地说明本发明的技术方案，下面将对实施方式中所需要使用的附图作简单介绍。应理解，下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施方式，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0022] 图 1 是本发明实施例的螺旋桨的第一实施方式的水平方向的视图。

[0023] 图 2 是图 1 所示的螺旋桨的竖直方向的视图。

[0024] 图 3 是本发明实施例的螺旋桨的第二实施方式的结构示意图。

[0025] 图 4 是图 2 所示的螺旋桨中 A-A 处的剖面示意图。

[0026] 图 5 是图 2 所示的螺旋桨中 B-B 处的剖面示意图。

[0027] 图 6 是图 2 所示的螺旋桨中 C-C 处的剖面示意图。

[0028] 图 7 是图 2 所示的螺旋桨中 D-D 处的剖面示意图。

[0029] 图 8 是本发明实施例的螺旋桨的第三实施方式中 P- $\beta$  的函数关系图。

[0030] 图 9 是本发明实施例的螺旋桨的第四实施方式中 P- $\beta$  的函数关系图。

[0031] 图 10 是本发明实施例的螺旋桨的第五实施方式中 P- $\beta$  的函数关系图。

[0032] 图 11 是本发明实施例的螺旋桨的第六实施方式中 P- $\beta$  的函数关系图。

[0033] 图 12 是本发明实施例的螺旋桨的第七实施方式中 P- $\beta$  的函数关系图。

[0034] 图 13 是本发明实施例的螺旋桨的第八实施方式中 P- $\beta$  的函数关系图。

[0035] 图 14 是本发明实施例的飞行器的结构示意图。

## 【具体实施方式】

[0036] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，下面将结合本发明实施方式中的附图，对本发明实施方式中的技术方案进行清楚、完整地描述。应当理解，此处所描述的实施方式仅用于解释本发明，而非对本发明的限制。

[0037] 现有的螺旋桨设计在应用中存在阻力大、效率低的缺陷，导致飞行器的飞行速度小、续航距离短，严重影响了飞行器的飞行性能。基于此本发明提出了一种新型螺旋桨设计

方案,以减小阻力、改善效率。例如,将本发明的设计方案用于常用的9.4寸螺旋桨时,可以得到较现有9.4寸螺旋桨更高的效率。然而,本领域普通技术人员应理解,本发明的技术方案对螺旋桨的具体尺寸、型号并无要求,也不限于常用的9.4寸螺旋桨,而是还适用于其他尺寸、型号的螺旋桨。

[0038] 参照图1和图2,本发明实施例提出了一种螺旋桨100,包括桨箍110及与桨箍110相连的至少两个桨叶120。在距离桨箍110的中心为螺旋桨半径的占比为P处,桨叶120的攻角为 $\beta$ , $\beta = f(P)$ ,可建立横轴为P轴、纵轴为 $\beta$ 轴的直角坐标系。在该直角坐标系中, $\beta$ 是关于半径占比P的连续函数,且满足以下条件:当 $0 \leq P \leq 25\%$ 时, $10^\circ \leq \beta \leq 12^\circ$ ;当 $25\% < P \leq 90\%$ 时, $8.75^\circ \leq \beta < 12^\circ$ ;当 $90\% < P \leq 100\%$ , $8^\circ \leq \beta \leq 9^\circ$ 。

[0039] 螺旋桨100通过在桨叶110的不同部位设置不同的攻角,在保证升力的同时,极大地减小了空气阻力,提高了效率,从而能够提高飞行器的飞行速度和飞行距离。并且螺旋桨100的攻角 $\beta$ 为连续变化的,提高了螺旋桨100的稳定性,进而能够提高飞行器的飞行性能。

[0040] 进一步而言,桨叶120包括两个相对设置的叶面121、连接于两叶面121的一侧之间第一侧缘122、以及连接于两叶面121的另一侧之间的第二侧缘123。叶面121为光滑曲面。

[0041] 优选地,第一侧缘122包括一向外凸出的第一凸出部122a,第二侧缘123包括一向外凸出的第二凸出部123a,第一凸出部122a位于距离桨箍110的中心为螺旋桨半径的占比为20-25%处,第二凸出部123a位于距离桨箍110的中心为螺旋桨半径的占比为20-25%处。从桨叶120靠近桨箍110的一端至第一凸出部122a,桨叶120的宽度逐渐增大,从第一凸出部122a至桨叶120远离桨箍110的一端,桨叶的宽度逐渐减小,且桨叶120远离桨箍110的一端桨叶120的宽度最小。

[0042] 参照图2,本发明实施例还提出了第一实施方式,在本发明实施例的第一实施方式中,桨叶120有两个,两个桨叶120关于桨箍110的中心呈中心对称。

[0043] 参照图3,本发明实施例还提出了第二实施方式,在本发明实施例的第二实施方式中,在本发明实施例的其他实施方式中,桨叶120有三个,三个桨叶120关于桨箍110的中心呈中心对称。

[0044] 参照图4至图8,本发明实施例还提出了第三实施方式,半径占比P、攻角 $\beta$ 满足以下条件:

[0045] 当 $P = 25\%$ 时, $\beta = 12^\circ$ ,参考图4;

[0046] 当 $P = 30\%$ 时, $\beta = 10.75^\circ$ ;

[0047] 当 $P = 40\%$ 时, $\beta = 10.5^\circ$ ;

[0048] 当 $P = 50\%$ 时, $\beta = 10.25^\circ$ ,参考图5;

[0049] 当 $P = 80\%$ 时, $\beta = 9^\circ$ ;

[0050] 当 $P = 90\%$ 时, $\beta = 8.75^\circ$ ,参考图6;

[0051] 当 $P = 95\%$ 时, $\beta = 8^\circ$ ,参考图7;

[0052] 当 $P = 100\%$ 时, $\beta = 9^\circ$ ;

[0053] 当 $0 \leq P \leq 25\%$ 时, $\beta = 8P+10^\circ$ ;

[0054] 当 $25\% < P \leq 30\%$ 时, $\beta = -25P+18.25^\circ$ ;

- [0055] 当  $30\% < P \leq 50\%$  时,  $\beta = -2.5P + 11.5^\circ$  ;
- [0056] 当  $50\% < P \leq 80\%$  时,  $\beta = -25P/6 + (37^\circ)/3$  ;
- [0057] 当  $80\% < P \leq 90\%$  时,  $\beta = -2.5P + 11^\circ$  ;
- [0058] 当  $90\% < P \leq 95\%$  时,  $\beta = -15P + 22.5^\circ$  ;
- [0059] 当  $95\% < P \leq 100\%$  时,  $\beta = 20P - 11^\circ$  。

[0060] 在本发明实施例的第三实施方式中,螺旋桨 100 通过在桨叶 110 的不同部位设置不同的攻角,减小了空气阻力,提高了效率,从而能够提高飞行器的飞行速度和飞行距离。并且螺旋桨 100 的攻角  $\beta$  为连续变化的,提高了螺旋桨 100 的稳定性,进而能够提高了飞行器的飞行性能。并且攻角  $\beta$  呈分段线性变化,提高了螺旋桨的可制造性,节约了成本。

[0061] 参照图 9,本发明实施例还提出了第四实施方式,在本发明实施例的第四实施方式中,半径占比  $P$ 、攻角  $\beta$  还满足以下条件:

- [0062] 当  $P = 25\%$  时,  $\beta = 12^\circ$  ;
- [0063] 当  $P = 30\%$  时,  $\beta = 10.75^\circ$  ;
- [0064] 当  $P = 40\%$  时,  $\beta = 10.5^\circ$  ;
- [0065] 当  $P = 50\%$  时,  $\beta = 10.25^\circ$  ;
- [0066] 当  $P = 80\%$  时,  $\beta = 9^\circ$  ;
- [0067] 当  $P = 90\%$  时,  $\beta = 8.75^\circ$  ;
- [0068] 当  $P = 95\%$  时,  $\beta = 9^\circ$  ;
- [0069] 当  $P = 100\%$  时,  $\beta = 8^\circ$  ;
- [0070] 当  $0 \leq P \leq 25\%$  时,  $\beta = 8P + 10^\circ$  ;
- [0071] 当  $25\% < P \leq 30\%$  时,  $\beta = -25P + 18.25^\circ$  ;
- [0072] 当  $30\% < P \leq 50\%$  时,  $\beta = -2.5P + 11.5^\circ$  ;
- [0073] 当  $50\% < P \leq 80\%$  时,  $\beta = -25P/6 + (37^\circ)/3$  ;
- [0074] 当  $80\% < P \leq 90\%$  时,  $\beta = -2.5P + 11^\circ$  ;
- [0075] 当  $90\% < P \leq 95\%$  时,  $\beta = 5P + 4.25^\circ$  ;
- [0076] 当  $95\% < P \leq 100\%$  时,  $\beta = -20P + 28^\circ$  。

[0077] 在本发明实施例的第四实施方式中,螺旋桨 100 通过在桨叶 110 的不同部位设置不同的攻角,减小了空气阻力,提高了效率,从而能够提高飞行器的飞行速度和飞行距离。并且螺旋桨 100 的攻角  $\beta$  为连续变化的,提高了螺旋桨 100 的稳定性,进而能够提高了飞行器的飞行性能。并且攻角  $\beta$  呈分段线性变化,提高了螺旋桨的可制造性,节约了成本。

[0078] 参照图 10,本发明实施例还提出了第五实施方式,在本发明实施例的第五实施方式中,半径占比  $P$ 、攻角  $\beta$  还满足以下条件:

- [0079] 当  $P = 25\%$  时,  $\beta = 12^\circ$  ;
- [0080] 当  $P = 30\%$  时,  $\beta = 10.75^\circ$  ;
- [0081] 当  $P = 40\%$  时,  $\beta = 10.5^\circ$  ;
- [0082] 当  $P = 50\%$  时,  $\beta = 10.25^\circ$  ;
- [0083] 当  $P = 80\%$  时,  $\beta = 9^\circ$  ;
- [0084] 当  $P = 90\%$  时,  $\beta = 8.75^\circ$  ;
- [0085] 当  $P = 100\%$  时,  $\beta = 8^\circ$  ;

- [0086] 当  $0 \leq P \leq 25\%$  时,  $\beta = 8P+10^\circ$  ;
- [0087] 当  $25\% < P \leq 30\%$  时,  $\beta = -25P+18.25^\circ$  ;
- [0088] 当  $30\% < P \leq 50\%$  时,  $\beta = -2.5P+11.5^\circ$  ;
- [0089] 当  $50\% < P \leq 80\%$  时,  $\beta = -25P/6+(37^\circ)/3$  ;
- [0090] 当  $80\% < P \leq 90\%$  时,  $\beta = -2.5P+11^\circ$  ;
- [0091] 当  $90\% < P \leq 100\%$  时,  $\beta = -7.5P+15.5^\circ$  。

[0092] 在本发明实施例的第五实施方式中,螺旋桨 100 通过在桨叶 110 的不同部位设置不同的攻角,减小了空气阻力,提高了效率,从而能够提高飞行器的飞行速度和飞行距离。并且螺旋桨 100 的攻角  $\beta$  为连续变化的,提高了螺旋桨 100 的稳定性,进而能够提高了飞行器的飞行性能。并且攻角  $\beta$  呈分段线性变化,提高了螺旋桨的可制造性,节约了成本。

[0093] 参照图 11,本发明实施例还提出了第六实施方式,在本发明实施例的第六实施方式中,攻角  $\beta$  是光滑函数,半径占比  $P$ 、攻角  $\beta$  还满足以下条件:

- [0094] 当  $P = 25\%$  时,  $\beta = 12^\circ$  ;
- [0095] 当  $P = 30\%$  时,  $\beta = 10.75^\circ$  ;
- [0096] 当  $P = 40\%$  时,  $\beta = 10.5^\circ$  ;
- [0097] 当  $P = 50\%$  时,  $\beta = 10.25^\circ$  ;
- [0098] 当  $P = 80\%$  时,  $\beta = 9^\circ$  ;
- [0099] 当  $P = 90\%$  时,  $\beta = 8.75^\circ$  ;
- [0100] 当  $P = 95\%$  时,  $\beta = 8^\circ$  ;
- [0101] 当  $P = 100\%$  时,  $\beta = 9^\circ$  ;

[0102] 当  $0 \leq P \leq 25\%$  时,攻角  $\beta$  呈第一样条曲线,在起始点处,第一样条曲线的切线平行或垂直于  $\beta$  轴(或者与  $\beta$  轴呈任意角度),在结束点( $25\%, 12^\circ$ )处,第一样条曲线的切线平行于  $P$  轴,优选地,第一样条曲线通过点( $0, 10^\circ$ )、( $25\%, 12^\circ$ )。

[0103] 当  $25\% < P \leq 90\%$  时,攻角  $\beta$  呈第二样条曲线,在起始点( $25\%, 12^\circ$ )处,第二样条曲线的切线平行于  $P$  轴,在结束点( $90\%, 9^\circ$ )处,第二样条曲线的切线平行于  $P$  轴,显然地,第二样条曲线通过点( $25\%, 12^\circ$ )、( $30\%, 10.75^\circ$ )、( $40\%, 10.5^\circ$ )、( $50\%, 10.25^\circ$ )、( $80\%, 9^\circ$ )、( $90\%, 8.75^\circ$ )。

[0104] 当  $90\% < P \leq 95\%$  时,攻角  $\beta$  呈第三样条曲线,在起始点( $90\%, 8.75^\circ$ )处,第三样条曲线的切线平行于  $P$  轴,在结束点( $95\%, 8^\circ$ )处,第三样条曲线的切线平行于  $P$  轴。显然地,第三样条曲线通过点( $90\%, 8.75^\circ$ )、( $95\%, 8^\circ$ )。

[0105] 当  $95\% < P \leq 100\%$  时,攻角  $\beta$  呈第四样条曲线,在起始点( $95\%, 8^\circ$ )处,第三样条曲线的切线平行于  $P$  轴,在结束点( $100\%, 9^\circ$ )处,第三样条曲线的切线平行或垂直于  $P$  轴(或者与  $P$  轴呈任意角度)。

[0106] 在本发明实施例的第六实施方式中,螺旋桨 100 通过在桨叶 110 的不同部位设置不同的攻角,减小了空气阻力,提高了效率,从而能够提高飞行器的飞行速度和飞行距离。并且螺旋桨 100 的攻角  $\beta$  为连续变化的,提高了螺旋桨 100 的稳定性,进而能够提高了飞行器的飞行性能。并且攻角  $\beta$  呈分段线性变化,提高了螺旋桨的可制造性,节约了成本。

[0107] 参照图 12,本发明实施例还提出了第七实施方式,在本发明实施例的第七实施方式中,攻角  $\beta$  是光滑函数,半径占比  $P$ 、攻角  $\beta$  还满足以下条件:

- [0108] 当  $P = 25\%$  时,  $\beta = 12^\circ$  ;
- [0109] 当  $P = 30\%$  时,  $\beta = 10.75^\circ$  ;
- [0110] 当  $P = 40\%$  时,  $\beta = 10.5^\circ$  ;
- [0111] 当  $P = 50\%$  时,  $\beta = 10.25^\circ$  ;
- [0112] 当  $P = 80\%$  时,  $\beta = 9^\circ$  ;
- [0113] 当  $P = 90\%$  时,  $\beta = 8.75^\circ$  ;
- [0114] 当  $P = 95\%$  时,  $\beta = 9^\circ$  ;
- [0115] 当  $P = 100\%$  时,  $\beta = 8^\circ$  ;
- [0116] 当  $0 \leq P \leq 25\%$  时, 攻角  $\beta$  呈第一样条曲线, 在起始点处, 第一样条曲线的切线平行或垂直于  $\beta$  轴 (或者与  $\beta$  轴呈任意角度), 在结束点 ( $25\%, 12^\circ$ ) 处, 第一样条曲线的切线平行于  $P$  轴, 优选地, 第一样条曲线通过点 ( $0, 10^\circ$ )、( $25\%, 12^\circ$ )。
- [0117] 当  $25\% < P \leq 90\%$  时, 攻角  $\beta$  呈第二样条曲线, 在起始点 ( $25\%, 12^\circ$ ) 处, 第二样条曲线的切线平行于  $P$  轴, 在结束点 ( $90\%, 9^\circ$ ) 处, 第二样条曲线的切线平行于  $P$  轴, 显然地, 第二样条曲线通过点 ( $25\%, 12^\circ$ )、( $30\%, 10.75^\circ$ )、( $40\%, 10.5^\circ$ )、( $50\%, 10.25^\circ$ )、( $80\%, 9^\circ$ )、( $90\%, 8.75^\circ$ )。
- [0118] 当  $90\% < P \leq 95\%$  时, 攻角  $\beta$  呈第三样条曲线, 在起始点 ( $90\%, 8.75^\circ$ ) 处, 第三样条曲线的切线平行于  $P$  轴, 在结束点 ( $95\%, 9^\circ$ ) 处, 第三样条曲线的切线平行于  $P$  轴。显然地, 第三样条曲线通过点 ( $90\%, 8.75^\circ$ )、( $95\%, 9^\circ$ )。
- [0119] 当  $95\% < P \leq 100\%$  时, 攻角  $\beta$  呈第四样条曲线, 在起始点 ( $95\%, 9^\circ$ ) 处, 第三样条曲线的切线平行于  $P$  轴, 在结束点 ( $100\%, 8^\circ$ ) 处, 第三样条曲线的切线平行或垂直于  $P$  轴 (或者与  $P$  轴呈任意角度)。
- [0120] 在本发明实施例的第七实施方式中, 螺旋桨 100 通过在桨叶 110 的不同部位设置不同的攻角, 减小了空气阻力, 提高了效率, 从而能够提高飞行器的飞行速度和飞行距离。并且螺旋桨 100 的攻角  $\beta$  为连续变化的, 提高了螺旋桨 100 的稳定性, 进而能够提高了飞行器的飞行性能。并且攻角  $\beta$  呈分段线性变化, 提高了螺旋桨的可制造性, 节约了成本。
- [0121] 参照图 13, 本发明实施例还提出了第八实施方式, 在本发明实施例的第八实施方式中, 攻角  $\beta$  是光滑函数, 半径占比  $P$ 、攻角  $\beta$  还满足以下条件:
- [0122] 当  $P = 25\%$  时,  $\beta = 12^\circ$  ;
- [0123] 当  $P = 30\%$  时,  $\beta = 10.75^\circ$  ;
- [0124] 当  $P = 40\%$  时,  $\beta = 10.5^\circ$  ;
- [0125] 当  $P = 50\%$  时,  $\beta = 10.25^\circ$  ;
- [0126] 当  $P = 80\%$  时,  $\beta = 9^\circ$  ;
- [0127] 当  $P = 90\%$  时,  $\beta = 8.75^\circ$  ;
- [0128] 当  $P = 100\%$  时,  $\beta = 8^\circ$  ;
- [0129] 当  $0 \leq P \leq 25\%$  时, 攻角  $\beta$  呈第一样条曲线, 在起始点处, 第一样条曲线的切线平行或垂直于  $\beta$  轴 (或者与  $\beta$  轴呈任意角度), 在结束点 ( $25\%, 12^\circ$ ) 处, 第一样条曲线的切线平行于  $P$  轴, 优选地, 第一样条曲线通过点 ( $0, 10^\circ$ )、( $25\%, 12^\circ$ )。
- [0130] 当  $25\% < P \leq 90\%$  时, 攻角  $\beta$  呈第二样条曲线, 在起始点 ( $25\%, 12^\circ$ ) 处, 第二样条曲线的切线平行于  $P$  轴, 在结束点 ( $90\%, 9^\circ$ ) 处, 第二样条曲线的切线平行于  $P$  轴, 显然地, 第二样条曲线通过点 ( $25\%, 12^\circ$ )、( $30\%, 10.75^\circ$ )、( $40\%, 10.5^\circ$ )、( $50\%, 10.25^\circ$ )、( $80\%, 9^\circ$ )、( $90\%, 8.75^\circ$ )。

于 P 轴,显然地,第二样条曲线通过点 (25%, 12°)、(30%, 10.75°)、(40%, 10.5°)、(50%, 10.25°)、(80%, 9°)、(90%, 8.75°)。

[0131] 当  $90\% < P \leq 100\%$  时,攻角  $\beta$  呈第四样条曲线,在起始点 (90%, 8.75°) 处,第三样条曲线的切线平行于 P 轴,在结束点 (100%, 8°) 处,第三样条曲线的切线平行或垂直于 P 轴(或者与 P 轴呈任意角度)。

[0132] 在本发明实施例的第八实施方式中,螺旋桨 100 通过在桨叶 110 的不同部位设置不同的攻角,减小了空气阻力,提高了效率,从而能够提高飞行器的飞行速度和飞行距离。并且螺旋桨 100 的攻角  $\beta$  为连续变化的,提高了螺旋桨 100 的稳定性,进而能够提高了飞行器的飞行性能。并且攻角  $\beta$  呈分段线性变化,提高了螺旋桨的可制造性,节约了成本。

[0133] 在上述的实施方式中,第一样条曲线、第二样条曲线、第三样条曲线和第四样条曲线均为非均匀有理 B 样条曲线。这进一步方便了计算机去拟合  $\beta$  的角度,进一步方便了该螺旋桨的制造。

[0134] 参照图 14,本发明实施例还提出了一种飞行器,包括机身 200、设置于机身 200 的飞行控制装置和上述的螺旋桨 100,飞行控制装置用于控制螺旋桨 100 旋转。

[0135] 以上所述是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,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,这些改进和润饰也视为在本发明的保护范围内。

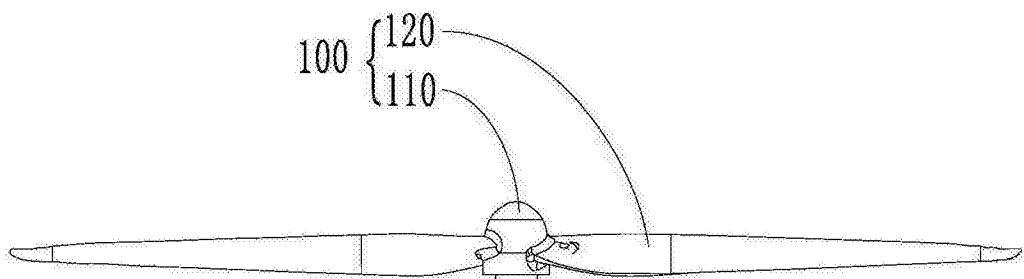


图 1

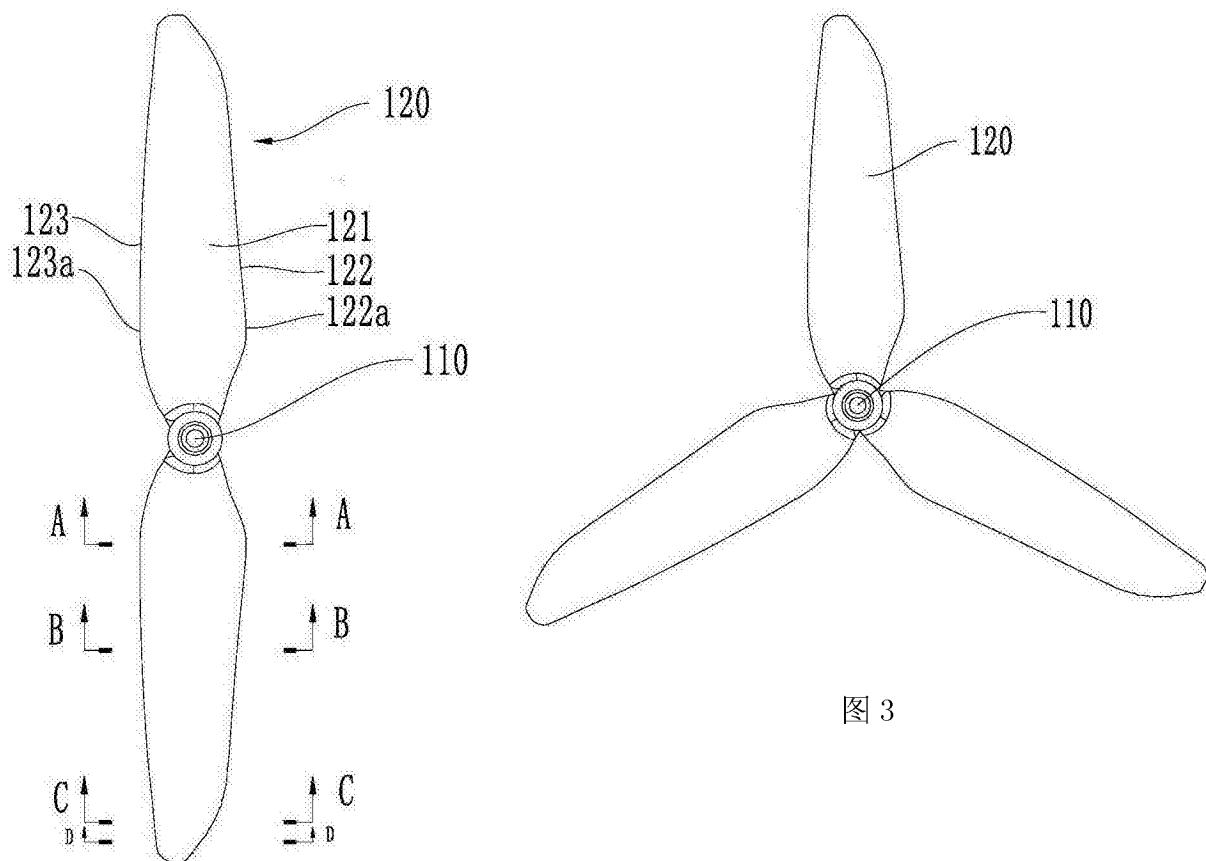


图 2

图 3

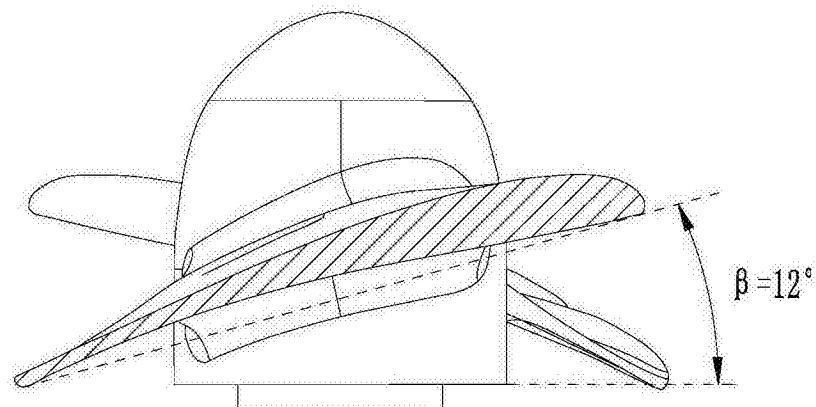


图 4

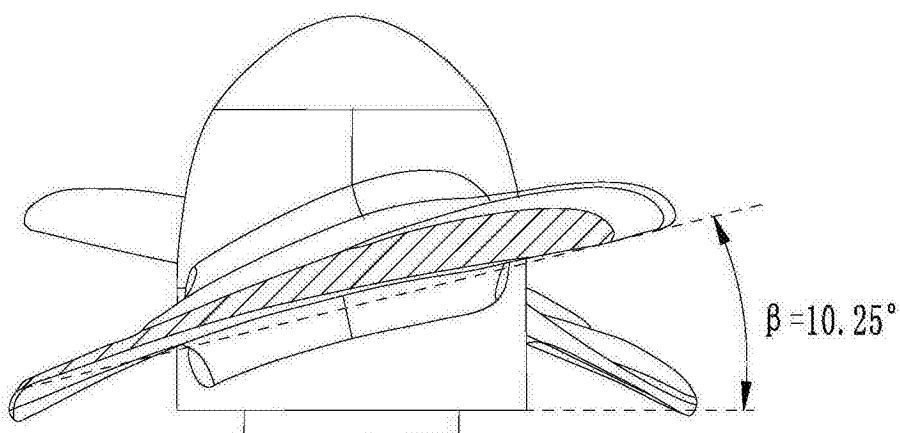


图 5

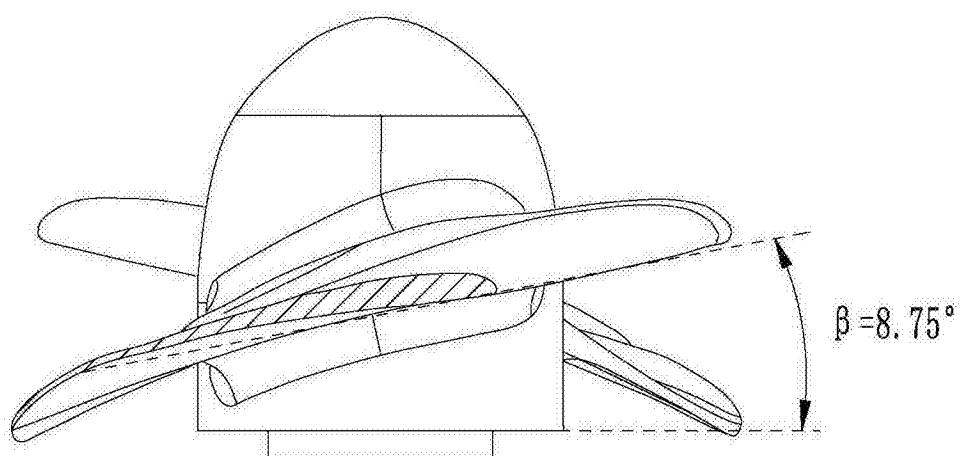


图 6

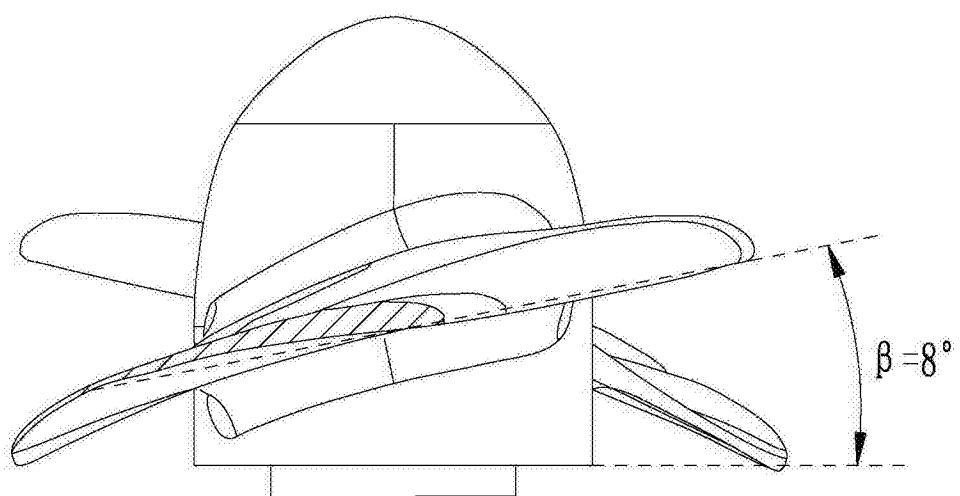


图 7

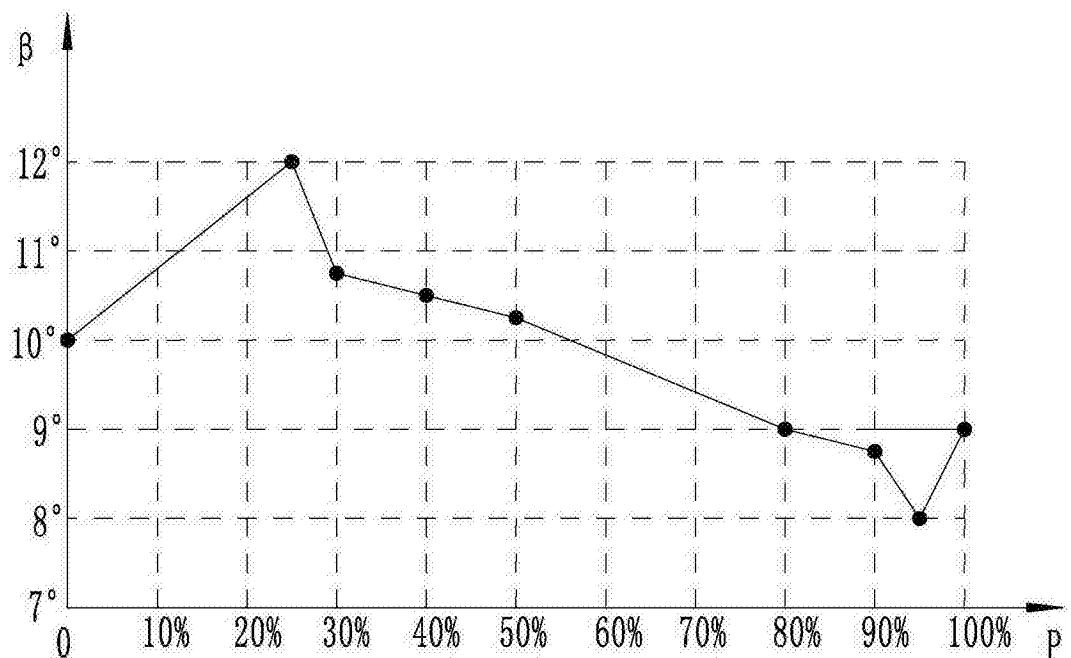


图 8

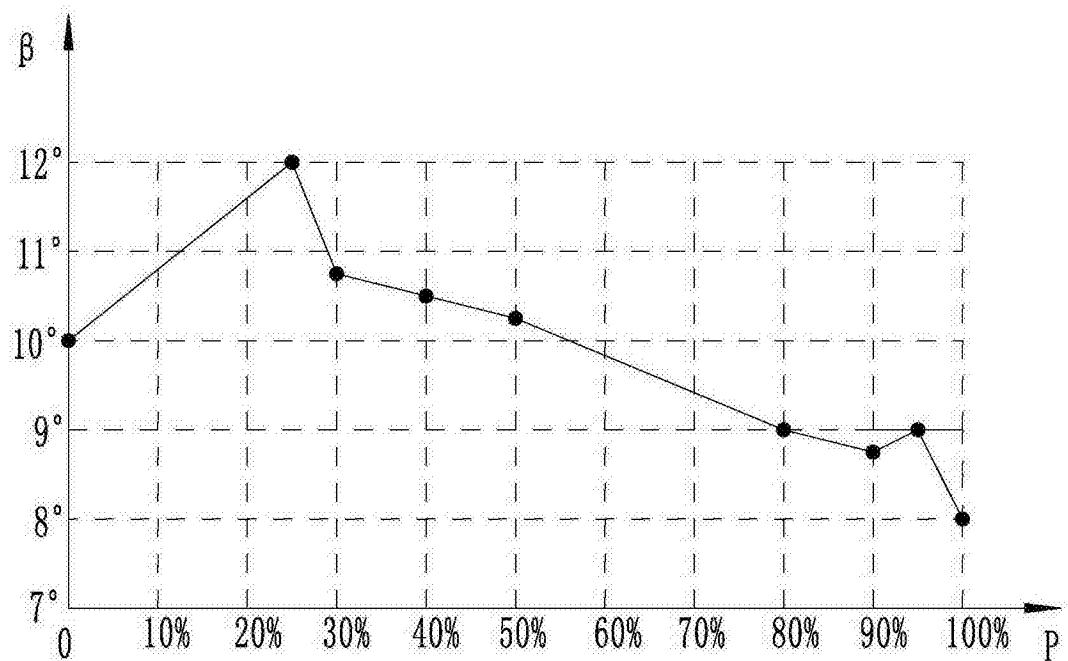


图 9

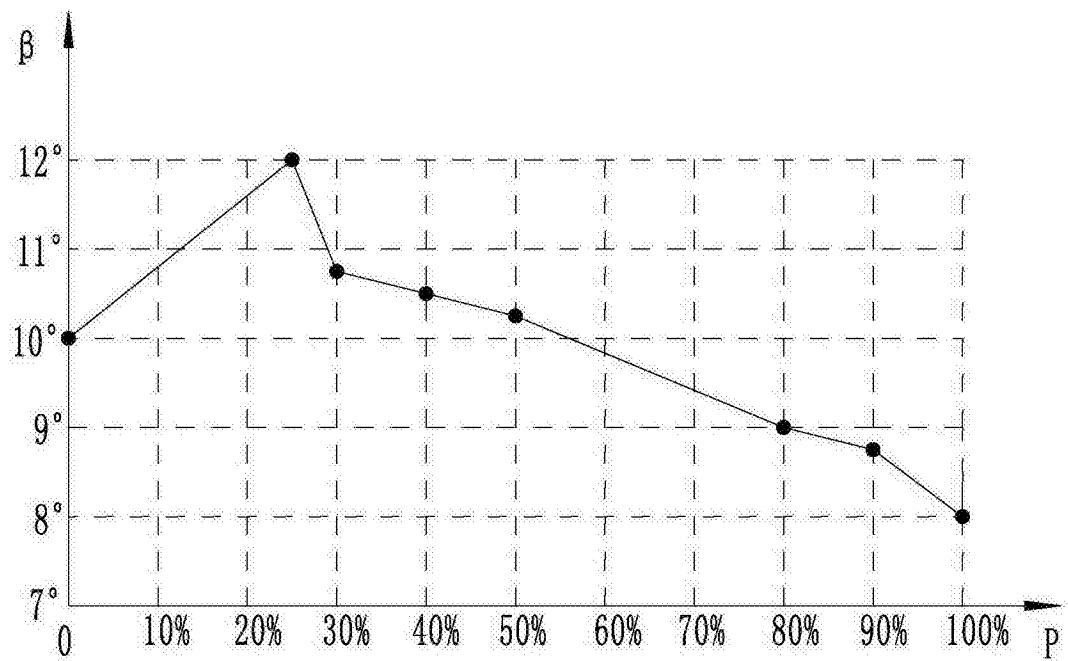


图 10

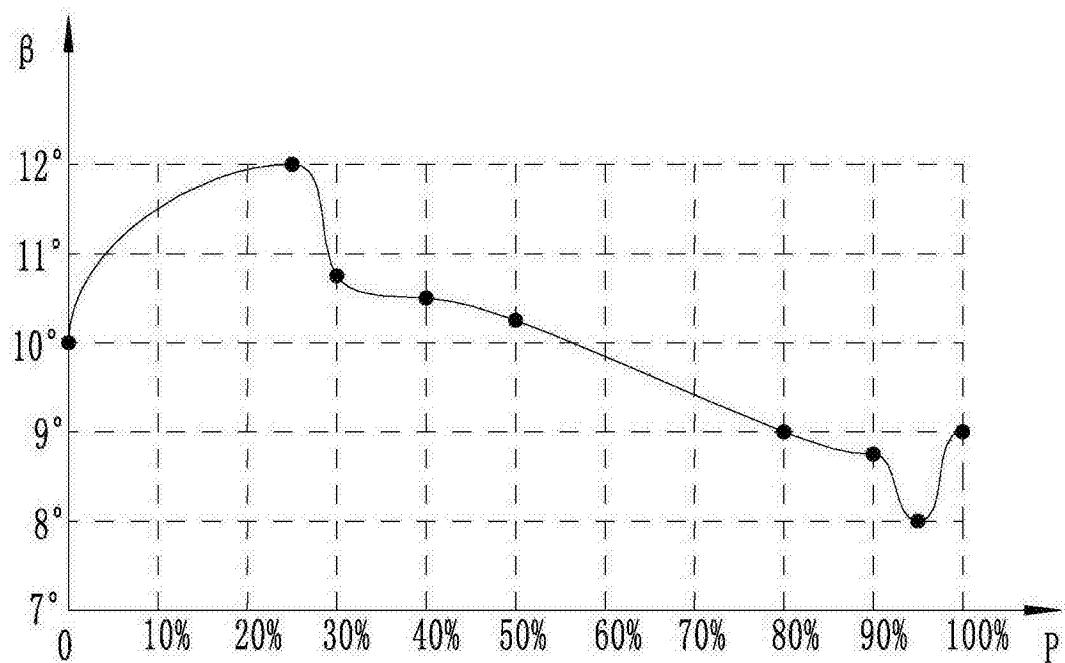


图 11

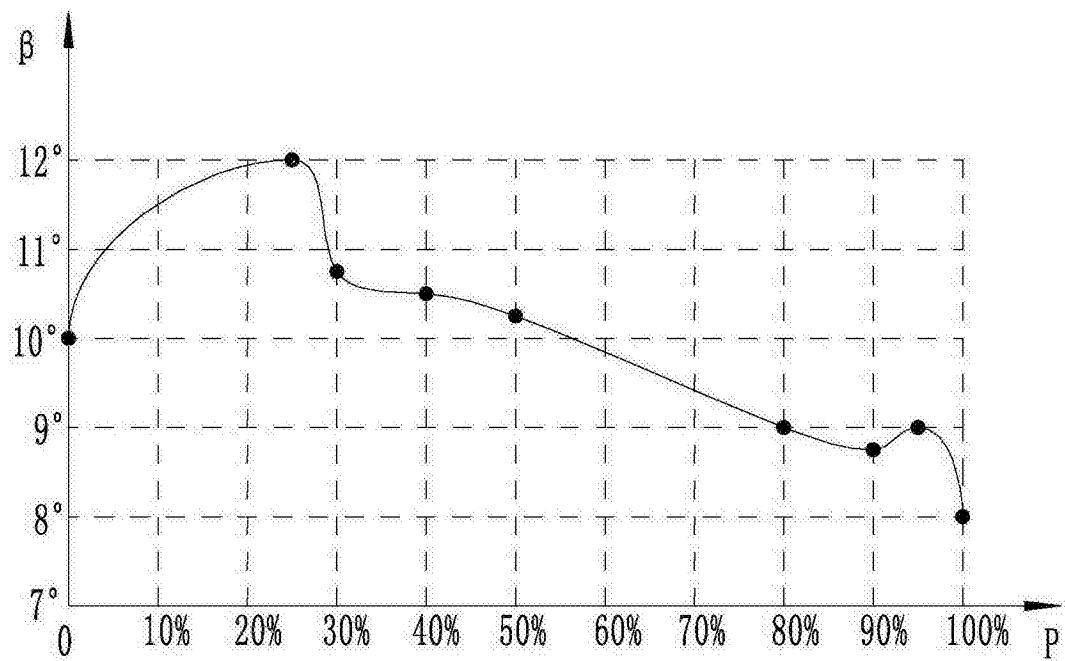


图 12

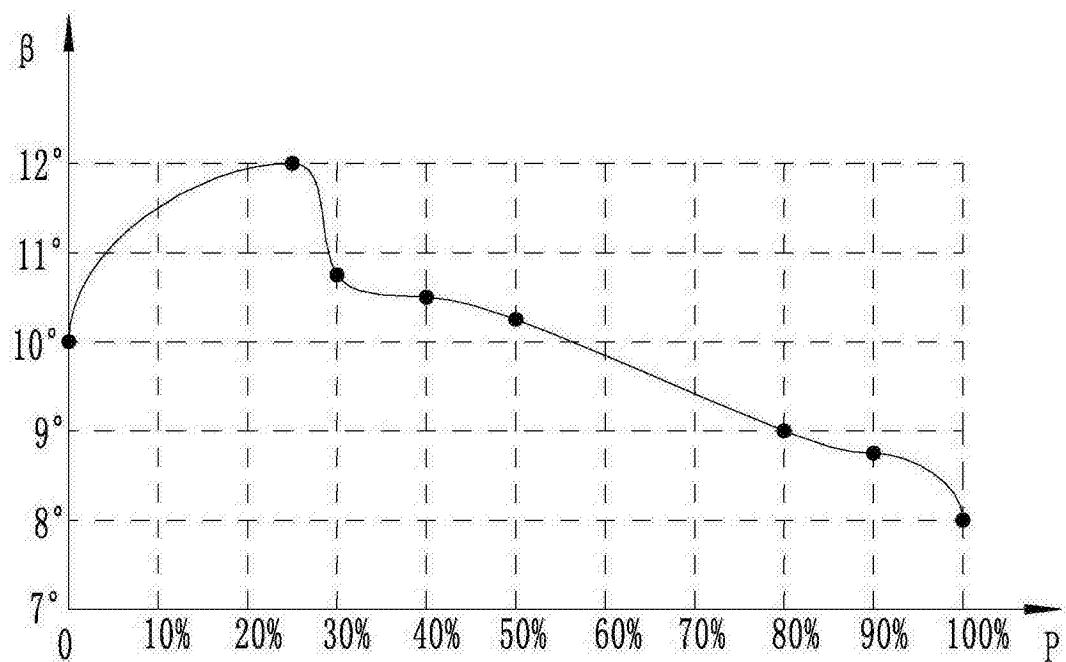


图 13

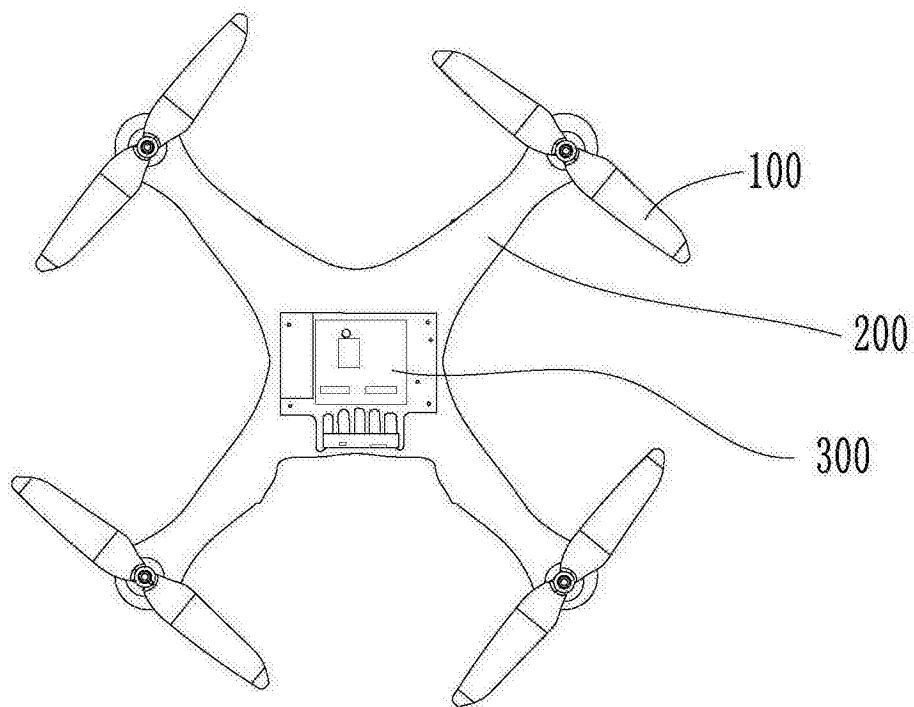


图 14