

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局



(10) 国际公布号

WO 2021/244545 A1

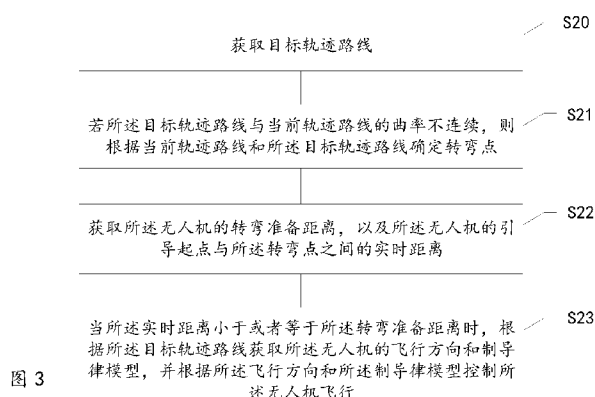
(43) 国际公布日

2021 年 12 月 9 日 (09.12.2021)

- (51) 国际专利分类号:
G05D 1/08 (2006.01) B64C 39/02 (2006.01)
G05D 1/10 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2021/097755
- (22) 国际申请日: 2021 年 6 月 1 日 (01.06.2021)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202010507816.9 2020 年 6 月 5 日 (05.06.2020) CN
- (71) 申请人: 深圳市道通智能航空技术股份有限公司 (AUTEL ROBOTICS CO., LTD.) [CN/CN]; 中国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, Guangdong 518055 (CN)。
- (72) 发明人: 张添保 (ZHANG, Tianbao); 中国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, Guangdong 518055 (CN)。
- (74) 代理人: 深圳市六加知识产权代理有限公司 (LIUJIA CHINA IP LAW OFFICE); 中国广东省深圳市南山区桃源街道留仙大道塘岭路 1 号金骐智谷大厦 403, Guangdong 518054 (CN)。
- (81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,

(54) Title: UNMANNED AERIAL VEHICLE GUIDANCE METHOD, UNMANNED AERIAL VEHICLE, AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 一种无人机制导方法、无人机及存储介质



S20 ACQUIRE A TARGET TRAJECTORY
S21 IF THE CURVATURE OF THE TARGET TRAJECTORY AND THE CURRENT TRAJECTORY ARE NOT CONTINUOUS, THEN DETERMINE A TURNING POINT ON THE BASIS OF THE CURRENT TRAJECTORY AND THE TARGET TRAJECTORY
S22 ACQUIRE A TURNING PREPARATION DISTANCE OF THE UNMANNED AERIAL VEHICLE AND A REAL-TIME DISTANCE BETWEEN THE GUIDANCE STARTING POINT OF THE UNMANNED AERIAL VEHICLE AND THE TURNING POINT
S23 WHEN THE REAL-TIME DISTANCE IS LESS THAN OR EQUAL TO THE TURNING PREPARATION DISTANCE, ACQUIRE THE FLIGHT DIRECTION AND GUIDANCE LAW MODEL OF THE UNMANNED AERIAL VEHICLE ON THE BASIS OF THE TARGET TRAJECTORY, AND CONTROL THE FLIGHT OF THE UNMANNED AERIAL VEHICLE ON THE BASIS OF THE FLIGHT DIRECTION AND THE GUIDANCE LAW MODEL

(57) Abstract: An unmanned aerial vehicle (100) guidance method, an unmanned aerial vehicle (100), and a storage medium, relating to the field of unmanned aerial vehicles (100), the method comprising: acquiring a target trajectory (S20); if the curvature of the target trajectory and the current trajectory are not equal, then determining a turning point (P_T) on the basis of the current trajectory and the target trajectory (S21); acquiring a turning preparation distance (S_R) and a real-time distance of the unmanned aerial vehicle (100) (S22); and, when the

[见续页]

PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

real-time distance is less than or equal to the turning preparation distance (S_R), acquiring the flight direction and guidance law model of the unmanned aerial vehicle on the basis of the target trajectory, and controlling the flight of the unmanned aerial vehicle (100) (S23). The turning preparation distance (S_R) of the unmanned aerial vehicle (100) is calculated on the basis of the current flight state thereof, such that when the unmanned aerial vehicle (100) enters the turning preparation distance (S_R), the flight direction and guidance law model are switched in time to control the flight of the unmanned aerial vehicle (100), thereby ensuring that the unmanned aerial vehicle (100) accurately enters the target trajectory at the turning point (P_T), so that the unmanned aerial vehicle (100) flies on the target trajectory, thereby increasing the tracking precision of the unmanned aerial vehicle (100) to the target trajectory.

(57) 摘要: 一种无人机(100)制导方法、无人机(100)及存储介质, 涉及无人机(100)领域, 方法包括: 获取目标轨迹路线(S20); 若目标轨迹路线与当前轨迹路线的曲率不相等, 则根据当前轨迹路线和目标轨迹路线确定转弯点(P_T)(S21); 获取无人机(100)的转弯准备距离(S_R)及实时距离(S22); 当实时距离小于或等于转弯准备距离(S_R)时, 根据目标轨迹路线获取无人机(100)的飞行方向和制导律模型, 并控制无人机(100)飞行(S23)。根据无人机(100)当前的飞行状态计算其转弯准备距离(S_R), 以使无人机(100)在进入转弯准备距离(S_R)时, 及时的切换飞行方向及制导律模型以控制无人机(100)飞行, 以确保无人机(100)在转弯点(P_T)时准确的切入目标轨迹路线, 进而使无人机(100)飞行在目标轨迹路线, 从而提高了无人机(100)对目标轨迹路线的跟踪精度。

一种无人机制导方法、无人机及存储介质

本申请要求于2020年6月5日提交中国专利局、申请号为2020105078169、申请名称为“一种无人机制导方法、无人机及存储介质”的中国专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本发明涉及无人机领域，特别是涉及一种无人机制导方法、无人机及存储介质。

背景技术

固定翼无人机由于其飞行距离远、飞行速度快等特点而在多个领域广泛的运用。其中，固定翼无人机在飞行时，主要通过其双翼来提供升力，且仅当无人机的速度达到一定程度时才能提供足够的升力。

由于固定翼无人机在飞行过程中无法悬停，从而固定翼无人机在飞行转弯时，对于曲率不相等的轨迹，就会出现轨迹跟踪效果不好，从而导致其跟踪误差较大。

发明内容

本发明实施例的一个目的旨在提供一种无人机制导方法、无人机及存储介质，其能够提高无人机轨迹跟踪的精度。

为了解决上述技术问题，本发明提供以下技术方案：

第一方面，本发明实施例提供一种无人机制导方法，包括：获取目标轨迹路线；

若所述目标轨迹路线与当前轨迹路线的曲率不相等，则根据当前轨迹路线和所述目标轨迹路线确定转弯点；

获取所述无人机的转弯准备距离，以及所述无人机的引导起点与所述转弯点之间的实时距离，其中，所述引导起点为所述无人机的当前位置点；

当所述实时距离小于或者等于所述转弯准备距离时，根据所述目标轨迹路线获取所述无人机的飞行方向和制导律模型，并根据所述飞行方向和所述制导律模型控制所述无人机飞行。

可选地，所述根据所述目标轨迹路线获取所述无人机的飞行方向，包括：

根据所述目标轨迹路线确定引导距离；

根据所述引导距离、所述目标轨迹路线和所述无人机的引导起点获取所述无人机的飞行方向，其中，所述引导距离为所述引导起点与引导终点的距离，所述引导终点位于所述目标轨迹路线上。

可选地，所述根据所述目标轨迹路线获取所述无人机的制导律模型，包括：

当所述目标轨迹路线为直线时，确定所述制导律模型为直线制导律模型；

当所述目标轨迹路线为曲线时，确定所述制导律模型为曲线制导律模型。

可选地，所述根据所述引导距离、所述目标轨迹路线和所述无人机的引导起点获取所述无人机的飞行方向，包括：

以所述引导起点为坐标系的原点，所述当前轨迹路线的飞行方向为X轴正方向，根据右手定则建立所述无人机的坐标系；

计算所述引导起点与所述引导终点所在的直线与所述X轴正方向的

夹角 α ;

根据所述夹角 α 确定所述无人机的飞行方向。

可选地, 根据所述飞行方向和所述制导律模型控制所述无人机飞行, 包括:

计算所述当前位置点与当前期望位置点之间的误差距离;

根据所述误差距离, 修正所述制导律模型;

根据修正的制导律模型及所述飞行方向, 控制所述无人机持续在当前轨迹路线上实施制导操作。

可选地, 所述制导律模型包括所述直线制导律模型或所述曲线制导律模型, 其中:

修正后的直线制导律模型为:

$$\begin{cases} V_c = \min(K_x e_x + K_v L \cos \alpha, V_{c \max}) \\ \phi_c = \min(K_y e_y, \phi_{c \max}) \end{cases};$$

修正后的曲线制导律模型为:

$$\begin{cases} V_c = \min(K_x e_x + K_v \frac{L^2}{2R}, V_{c \max}) \\ \phi_c = \min(K_y e_y + K_\phi \frac{4R^2 - L^2}{4R^2} \sin \alpha, \phi_{c \max}) \end{cases};$$

K_v 为速度制导因子, K_ϕ 为横滚角制导因子, K_x 和 K_y 为误差制导因子, $V_{c \max}$ 为用户设定的最大速度, $\phi_{c \max}$ 为飞机的控制系统设置的最大横滚角, V_c 为前置导引速度, ϕ_c 为前置导引横滚角, α 为引导起点 P_0 与引导终点 P_N 所在的直线与所述 X 轴正方向的夹角。

可选地, 所述计算所述无人机的转弯准备距离, 包括:

根据以下公式, 计算所述无人机的转弯准备距离:

$$S_R = 3\eta TV$$

S_R 为转弯准备距离, η 为横滚角先导率, T 为横滚姿态角控制时间

常数， V 为飞行速度。

可选地，所述引导距离小于2倍的所述当前轨迹路线的曲率半径。

第二方面，本发明实施例提供一种非易失性计算机可读存储介质，所述非易失性计算机可读存储介质存储有计算机可执行指令，所述计算机可执行指令用于使无人机执行如上述任一项所述的无人机制导方法。

第三方面，本发明实施例提供一种无人机，包括

机身；

机翼，安装于所述机身；

动力装置，安装于所述机身内，用于为所述无人机提供动力；

其中，所述动力装置包括：

至少一个处理器；以及，

与所述至少一个处理器通信连接的存储器；其中，

所述存储器存储有可被所述至少一个处理器执行的指令，所述指令被所述至少一个处理器执行，以使所述至少一个处理器能够执行如上述任一项所述的无人机制导方法。

相对于传统技术，在本发明各个实施例提供的一种无人机制导方法、无人机及存储介质，获取目标轨迹路线；若所述目标轨迹路线与当前轨迹路线的曲率不相等，则根据当前轨迹路线和所述目标轨迹路线确定转弯点；获取所述无人机的转弯准备距离，以及所述无人机的引导起点与所述转弯点之间的实时距离；当所述实时距离小于或者等于所述转弯准备距离时，根据所述目标轨迹路线获取所述无人机的飞行方向和制导律模型，并根据所述飞行方向和所述制导律模型控制所述无人机飞行。根据无人机当前的飞行状态计算其转弯准备距离，以使无人机在进入转弯准备距离时，及时的切换飞行方向及制导律模型以控制无人机飞行，以确保无人机在转弯点时准确的切入目标轨迹路线，进而使无人机飞行在

目标轨迹路线，从而提高了无人机对目标轨迹路线的跟踪精度。

附图说明

一个或多个实施例通过与之对应的附图中的图片进行示例性说明，这些示例性说明并不构成对实施例的限定，附图中具有相同参考数字标号的元件表示为类似的元件，除非有特别申明，附图中的图不构成比例限制。

图1为本发明实施例提供的一种无人机的结构示意图；

图2为本发明实施例提供的曲率不相等的轨迹路线示意图；

图3为本发明实施例提供的一种无人机制导方法的流程示意图；

图4为本发明实施例提供的一种确定无人机飞行方向的流程示意图；

图5为本发明实施例提供的无人机不同轨迹路线时的飞行夹角的示意图；

图6为本发明实施例提供的一种修正无人机制导方法的流程示意图；

图7为本发明实施例提供的无人机飞行转弯轨迹路线的示意图；

图8为本发明实施例提供的无人机飞行转弯轨迹路线的示意图；

图9为本发明实施例提供的无人机飞行转弯轨迹路线的示意图；

图10为本发明实施例提供的无人机飞行转弯轨迹路线的示意图。

具体实施方式

为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，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、完整的描述，显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。应当理解，此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有

做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。

需要说明的是，当元件被表述“固定于”另一个元件，它可以直接在另一个元件上、或者其间可以存在一个或多个居中的元件。当一个元件被表述“连接”另一个元件，它可以是直接连接到另一个元件、或者其间可以存在一个或多个居中的元件。本说明书所使用的术语“垂直的”、“水平的”、“左”、“右”以及类似的表述只是为了说明的目的。

此外，下面所描述的本发明各个实施例中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

请参阅图1，图1为本发明实施例提供的一种无人机的结构示意图，如图1所示，无人机100包括：机身11、机翼12及动力装置13。机翼12安装于机身11，与机身11固定连接，其中，机翼12与机身11一体成型。在机翼12的后缘设置有副翼舵面，用于控制无人机100的横滚运动。需要说明的是，图1中仅示例性的示出了无人机100的几个舵面，在其他实施例中，也可以包括其他舵面或数量更多的舵面。

动力装置13安装于机身11内，动力装置13包括电机以及与电机轴连接的螺旋桨，电机能够带动螺旋桨旋转以为无人机100提供动力，实现飞行；电机还能够通过改变螺旋桨的转速来改变无人机100的飞行速度。当动力装置13与飞控系统通信连接时，飞控系统能够通过控制电机来控制无人机100的飞行。

动力装置13还包括主控制器，无人机100执行飞行转弯时，主控制器控制副翼舵面倾转至目标倾转角度，所述无人机100根据该倾转角度发生横滚运动，从而产生横滚角，所述无人机100根据该横滚角产生的向心力实现转弯。

可以理解的，当转弯轨迹的曲率相等时，所述无人机根据当前的飞行状态控制无人机在期望的飞行轨迹上飞行，从而能对无人机的飞行轨迹进行精确的跟踪。然而，当转弯轨迹的曲率不相等时，由于无人机控制副翼舵面倾转而产生横滚角需要一定的响应时间，以致于无人机在未完全准备好转弯的情况下执行转弯飞行，使得无人机实际的飞行轨迹与期望的飞行轨迹出现了偏差，从而无法精准的跟踪无人机的目标轨迹路线，降低了无人机的轨迹跟踪精度。

具体的，请参阅图 2，以下例举出几种无人机转弯时出现的曲率不相等的情况：

情况 1：如图 2-1 所示的转弯曲率半径由 ∞ 变成半径 R；

情况 2：如图 2-2 所示的转弯曲率半径由半径 R 变成 ∞ ；

情况 3：如图 2-3 所示的转弯曲率的方向不相同；

情况 4：如图 2-4 所示的转弯曲率的半径大小和方向均发生变化。

需要说明的是，图 2 中仅示例性的示出了无人机在转弯时遇到的曲率变化情况，在其他实施例中，也可以包括其他情况的曲率变化。

制导方法是指导引和控制无人机按照预定的飞行轨迹飞向目标位置的方法，可以理解的，在无人机的制导过程中，无人机的主控制器不断的检测无人机与目标位置的相对位置关系，并产生制导信息以控制无人机的飞行。

本发明实施例提供的一种无人机制导方法，该方法应用于无人机，使得无人机能够在曲率不相等的轨迹路线飞行时，根据轨迹路线选择相适应的制导律模型，从而根据该制导律模型控制无人机能够根据期望的轨迹路线飞行，从而提高无人机的轨迹跟踪精度。

本发明中的无人机可以是任何合适类型的高空无人机或者低空无人机，包括固定翼无人机、旋翼无人机、伞翼无人机或者扑翼无人机等。

具体的，请参阅图 3，所述制导方法包括：

S20：获取目标轨迹路线；

S21：若所述目标轨迹路线与当前轨迹路线的曲率不相等，则根据当前轨迹路线和所述目标轨迹路线确定转弯点；

曲率是指针对曲线上某个点的切线方向角对弧长的转动率，用于表示曲线偏离直线的程度，曲率越大，曲线的弯曲程度越大。曲率不相等是指两条曲线在接触点的曲率半径不同和/或方向不同，具体的，所述曲率不相等是指两条曲线在接触点的曲率半径不同，曲率方向相同；或者，两条曲线在接触点的曲率半径相同，曲率方向不同；或者，两条曲线在接触点的曲率半径和方向均不相同。

在本发明实施例中，所述转弯点即为为当前轨迹路线与目标轨迹路线的接触点，所述无人机可沿着所述当前轨迹路线在所述转弯点转弯至目标轨迹路线。所述制导方法则用于控制无人机由当前轨迹路线在转弯点时准确的切入目标轨迹路线。

可以理解的，轨迹路线包括直线轨迹路线和曲线轨迹路线，其中，所述曲线轨迹路线是指规则的圆弧曲线。在本发明实施例中，所述当前轨迹路线与所述目标轨迹路线中至少有一个轨迹路线为曲线轨迹路线，例如，当前轨迹路线为直线轨迹路线，则目标轨迹路线为曲线轨迹路线；当前轨迹路线为曲线轨迹路线，则目标轨迹路线为直线轨迹路线或曲线轨迹路线。

具体的，所述当前轨迹路线与所述目标轨迹路线的曲率不相等，包括曲率半径不同和/或曲率方向不同，其中，曲率方向包括顺时针曲率方向或逆时针曲率方向。可以理解的，直线轨迹路线的曲率半径为 ∞ ，曲线轨迹路线的曲率半径为 R 。当所述当前轨迹路线与所述目标轨迹路线中任意一条为直线轨迹路线，另一条为曲线轨迹路线时，则所述当前

轨迹路线与所述目标轨迹路线的曲率半径及曲率方向均不相同；当所述当前轨迹路线与所述目标轨迹路线均为曲线轨迹路线时，则当所述当前轨迹路线与所述目标轨迹路线的曲率方向不同和/或曲率半径不同。

S22：获取所述无人机的转弯准备距离，以及所述无人机的引导起点与所述转弯点之间的实时距离，其中，所述引导起点为所述无人机的当前位置点；

转弯准备距离是指在当前飞行状态下，控制无人机产生转弯时的横滚角所需的安全距离。在该安全距离内，控制无人机产生横滚角，以使无人机能准确的在转弯点切入目标轨迹路线。可以理解的，由于无人机产生目标轨迹路线相应的横滚角需要一定的时间，若无人机在到达转弯点时才开始产生横滚角，则会导致无人机的飞行轨迹路线偏离所述目标轨迹路线而产生轨迹跟踪误差。因此，在本发明实施例中，根据所述无人机自身的性能特点，计算出无人机在当前飞行状态下的转弯准备距离，以确保无人机在到达所述转弯点时能准确的在转弯点切入所述目标轨迹路线。其中，所述飞行状态包括所述无人机当前的飞行速度。

具体的，根据以下公式，计算所述无人机的转弯准备距离：

$$S_R = 3\eta TV$$

S_R 为转弯准备距离， η 为横滚角先导率， T 为横滚姿态角控制时间常数， V 为飞行速度。

其中，横滚角先导率 η 及横滚姿态角控制时间常数 T 预存在所述无人机中，在本发明实施例中，横滚姿态角控制时间常数 T 为无人机产生所述横滚角所需的时间，可以理解的，各无人机根据其自身参数的不同，预存的横滚姿态角控制时间常数 T 的值亦不相同；横滚角先导率 η 取值于0.3~0.5之间。可见，转弯准备距离 S_R 与无人机当前的飞行速度 V 正相关，当前的飞行速度 V 越快，所述无人机的转弯准备距离 S_R 也越大。

在一些实施例中，还可以根据所述无人机的综合性能确定所述所述转弯准备距离，将所述转弯准备距离设定为一个恒定值预存于所述无人机。

实时距离是指所述无人机的当前位置点与转弯点之间的距离，当所述无人机的当前轨迹路线为直线轨迹路线时，所述实时距离即为所述无人机的当前位置点与转弯点之间的直线距离；当所述无人机的当前轨迹路线为曲线轨迹路线时，所述实时距离即为所述无人机的当前位置点与转弯点之间的曲线长度。

S23：当所述实时距离小于或者等于所述转弯准备距离时，根据所述目标轨迹路线获取所述无人机的飞行方向和制导律模型，并根据所述飞行方向和所述制导律模型控制所述无人机飞行。

其中，飞行方向用于指示无人机相对于当前飞行方向的偏移，用偏移角度来标识其大小及方向，若所述偏移角度大于零，则控制所述无人机向顺时针方向飞行；若所述偏移角度等于零，则控制所述无人机直线向前飞行；若所述偏移角度小于零，则控制所述无人机向逆时针方向飞行。

制导律模型用于定义无人机根据轨迹路线飞行的规律，决定无人机飞行的轨迹路线。其中，轨迹路线包括直线轨迹路线或曲线轨迹路线，可以理解的，每一种轨迹路线对应一种制导律模型，在本发明实施例中，所述制导律模型包括直线制导律模型或曲线制导律模型。当轨迹路线为直线轨迹路线时，选择直线制导率模型制导所述无人机飞行；当轨迹路线为曲线轨迹路线时，选择曲线制导率模型制导所述无人机飞行。

在本发明实施例中，根据所述所述实时距离与所述转弯准备距离以确定所述无人机的飞行方向及制导律模型。首先，判断所述实时距离是否小于或者等于所述转弯准备距离；

若否，则所述无人机还未进入转弯准备距离范围，所述无人机根据所述当前轨迹路线获取其飞行方向和制导律模型，并根据所述飞行方向和所述制导律模型控制所述无人机飞行。具体的，当所述当前轨迹路线为直线时，确定所述制导律模型为直线制导律模型；当所述当前轨迹路线为曲线时，确定所述制导律模型为曲线制导律模型。

若是，则所述无人机已进入转弯准备距离范围，所述无人机根据所述目标轨迹路线获取其飞行方向和制导律模型，并根据所述飞行方向和所述制导律模型控制所述无人机飞行。具体的，当所述目标轨迹路线为直线时，确定所述制导律模型为直线制导律模型；当所述目标轨迹路线为曲线时，确定所述制导律模型为曲线制导律模型。

需要说明的是，在本发明实施例中，将制导所述无人机从当前轨迹路线飞入目标轨迹路线的过程称之为一个完整的制导过程。可以理解的，当所述无人机接收到转弯飞行指令时，所述无人机根据所述转弯飞行指令产生当前轨迹路线及目标轨迹路线，并在当前轨迹路线及目标轨迹路线上执行上述的制导方法，直至所述无人机在转弯点时切入目标轨迹路线后，所述无人机将根据目标轨迹路线对应的制导律模型飞行，直到无人机接收到转弯飞行指令或其他飞行指令。

还需要说明的是，在所述无人机的一个完整制导过程中，所述无人机根据所述制导律模型飞行一个步长时间后，返回步骤 S22，以根据所述无人机当前的飞行状况计算转弯准备距离及实时距离，进而确定无人机的飞行方向和制导律模型，以制导所述无人机飞行。当然，上述所述无人机根据所述制导律模型飞行的时间可以设定为比一个步长时间更长或者更短的时间，在此不做限定。

在本发明实施例中，获取目标轨迹路线；若所述目标轨迹路线与当前轨迹路线的曲率不相等，则根据当前轨迹路线和所述目标轨迹路线确

定转弯点；计算所述无人机的转弯准备距离，以及所述无人机的引导起点与所述转弯点之间的实时距离；当所述实时距离小于或者等于所述转弯准备距离时，根据所述目标轨迹路线获取所述无人机的飞行方向和制导律模型，并根据所述飞行方向和所述制导律模型控制所述无人机飞行。根据无人机当前的飞行状态计算其转弯准备距离，以使无人机在进入转弯准备距离时，及时的切换飞行方向及制导律模型以控制无人机飞行，以确保无人机在转弯点时准确的切入目标轨迹路线，进而使无人机飞行在目标轨迹路线，从而提高了无人机对目标轨迹路线的跟踪精度。

飞行方向用于指示无人机相对于当前飞行方向的偏移，可以理解的，当所述无人机在不同轨迹路线飞行时，根据其飞行的轨迹路线，获取所述无人机的飞行方向。具体的，请参阅图 4，根据无人机的轨迹路线获取所述无人机的飞行方向，包括：

S31：根据所述轨迹路线确定引导距离；

S32：根据所述引导距离、所述轨迹路线和所述无人机的引导起点获取所述无人机的飞行方向。

其中，所述无人机的轨迹路线包括当前轨迹路线和/或目标轨迹路线，具体的，当所述实时距离小于或者等于所述转弯准备距离时，所述无人机根据所述目标轨迹路线确定引导距离，并根据所述引导距离、所述目标轨迹路线和所述无人机的引导起点获取所述无人机的飞行方向；当所述实时距离大于所述转弯准备距离时，所述无人机根据所述当前轨迹路线确定引导距离，并根据所述引导距离、所述当前轨迹路线和所述无人机的引导起点获取所述无人机的飞行方向。

在本发明实施例中，所述引导距离是指引导起点与引导终点的直线距离，其中，引导起点是指无人机当前时刻的位置点，引导终点则是以

无人机当前时刻的位置点为起点，以引导距离为长度，在轨迹路线或轨迹路线延长线上的交点。其中，所述轨迹路线是指无人机当前制导律模型对应的轨迹路线。当所述实时距离大于所述转弯准备距离时，所述无人机根据制导律模型飞行在当前轨迹路线，亦即，所述轨迹路线为当前轨迹路线；当所述实时距离小于或等于所述转弯准备距离时，所述无人机根据制导律模型飞行在目标轨迹路线，亦即，所述轨迹路线为当前轨迹路线。

为了更直观准确的确定所述飞行方向，所述根据所述引导距离、所述目标轨迹路线和所述无人机的引导起点获取所述无人机的飞行方向，包括：

S321：以所述引导起点为坐标系的原点，以所述无人机在所述引导起点的飞行方向为X轴正方向，根据右手定则建立所述无人机的坐标系；

S322：计算所述引导起点与所述引导终点所在的直线与所述X轴正方向的夹角 α ；

S323：根据所述夹角 α 确定所述无人机的飞行方向。

具体的，请参阅图5，当所述轨迹路线为如图5-1所示的曲线轨迹时，所述引导起点 P_0 与所述引导终点 P_N 所在的直线与所述X轴正方向的夹角 $\alpha > 0$ ，则所述无人机的飞行方向为顺时针方向飞行；当所述轨迹路线为如图5-2所示的直线轨迹时，所述引导起点 P_0 与所述引导终点 P_N 所在的直线与所述X轴正方向的夹角 $\alpha = 0$ ，则所述无人机的飞行方向为向前直线飞行；当所述轨迹路线为如图5-3所示的曲线轨迹时，所述引导起点 P_0 与所述引导终点 P_N 所在的直线与所述X轴正方向的夹角 $\alpha < 0$ ，则所述无人机的飞行方向为逆时针方向飞行。

可见，所述引导距离用于辅助所述无人机确定其相对于当前飞行方向的偏移方向，在本发明实施例中，所述引导距离的取值小于2倍的所

述当前轨迹路线的曲率半径，并且，在引导过程中，所述引导距离为固定值。

在本发明实施例中，根据轨迹路线确定引导距离，并以所述无人机的当前位置点为坐标原点，以所述无人机在当前位置点的飞行方向为 X 轴正方向，根据右手定则建立坐标系，在该坐标系中计算所述无人机的飞行方向，提高了计算所述无人机飞行方向的准确性。

可以理解的是，在无人机的飞行控制中，难免会出现飞行误差，为了提高飞行控制的精度，减小飞行误差，请参阅图 6，本发明实施例提供一种无人机飞行控制方法，以修正无人机在飞行时出现的误差，所述方法包括：

S41：计算所述当前位置点与当前期望位置点之间的误差距离；

具体的，分别计算所述当前期望位置点在所述坐标系的 X 轴坐标与所述当前位置点的 X 轴坐标的差值，得到所述第一坐标差值；分别计算所述当前期望位置点在所述无人机坐标系的 Y 轴坐标与所述当前位置点的 Y 轴坐标的第二坐标差值，得到所述第二坐标差值。假设当前期望位置点为 P_{0c} ，其在上述坐标系中对应的坐标位置为 $(x_{P_{0c}}, y_{P_{0c}})$ ，当前位置点为 P_0 ，其在上述坐标系中对应的坐标位置为 (x_{P_0}, y_{P_0}) ，那么，所述无人机当前位置点与当前期望位置点之间的坐标差为：

$$\begin{cases} e_x = x_{P_{0c}} - x_{P_0} ; \\ e_y = y_{P_{0c}} - y_{P_0} \end{cases}$$

其中， e_x 为所述第一坐标差值， e_y 为所述第二坐标差值。

S42：根据所述误差距离，修正所述制导律模型；

在本发明实施例中，所述制导律模型包括直线制导律模型或曲线制导律模型，将上述计算得到的所述误差距离用以修正所述直线制导律模

型或曲线制导律模型，修正后的直线制导律模型为：

$$\begin{cases} V_c = \min(K_x e_x + K_v L \cos \alpha, V_{c \max}) \\ \phi_c = \min(K_y e_y, \phi_{c \max}) \end{cases};$$

修正后的曲线制导律模型为：

$$\begin{cases} V_c = \min(K_x e_x + K_v \frac{L^2}{2R}, V_{c \max}) \\ \phi_c = \min(K_y e_y + K_\phi \frac{4R^2 - L^2}{4R^2} \sin \alpha, \phi_{c \max}) \end{cases};$$

其中， K_v 为速度制导因子， K_ϕ 为横滚角制导因子， K_x 和 K_y 为误差制导因子， $V_{c \max}$ 为用户设定的最大速度， $\phi_{c \max}$ 为飞机的控制系统设置的最大横滚角， V_c 为前置导引速度， ϕ_c 为前置导引横滚角， α 为引导起点 P_0 与所述引导终点 P_N 所在的直线与所述X轴正方向的夹角。

可以理解的，前置导引速度 V_c 和前置导引横滚角 ϕ_c 即为所述无人机根据制导律模型生成的制导参数，所述无人机根据上述制导参数控制所述无人机飞行。

S43：根据修正的制导律模型及所述飞行方向，控制所述无人机持续在当前轨迹路线上实施制导操作。

在本发明实施例中，通过计算所述无人机当前位置点与当前期望位置点之间的误差距离，并将所述误差距离用以修正所述直线制导律模型或曲线制导律模型，以使所述无人机根据修正后的所述制导律模型飞行，减小了无人机的飞行误差，提高了无人机对轨迹路线的跟踪精度。

为了更详细了说明所述无人机通过上述制导方法，使其在转弯点时由所述当前轨迹路线准确切入所述目标轨迹路线，以下以上述所述的无人机转弯时出现的曲率不相等的情况为例，详细说明所述无人机在飞行时制导过程：

请参阅图 7，当所述当前轨迹路线为直线轨迹路线，所述目标轨迹路线为曲线轨迹路线时，获取所述无人机的转弯准备距离及实时距离，判断所述实时距离是否小于所述转弯准备距离；若否，选择直线制导律模型；若是，选择曲线制导律模型。

具体的，如图 7 所示， P_0 所述无人机的当前位置点，以所述当前位置点 P_0 为坐标系的原点，所述当前轨迹路线的飞行方向为 X 轴正方向，根据右手定则建立所述无人机的坐标系； P_N 为以 P_0 为引导起点，以引导距离 L 为长度在当前轨迹路线产生的交点，即引导终点； P_T 为转弯点， α 为所述引导起点 P_0 与所述引导终点 P_N 所在的直线与所述 X 轴正方向的夹角，所述无人机的飞行主要包括以下三个阶段：

阶段 I：当无人机在所述直线轨迹路线上飞行，且未进入转弯准备距离范围时，即所述实时距离大于所述转弯准备距离时，所述引导起点 P_0 与所述引导终点 P_N 所在的直线与所述 X 轴重合，所述夹角 $\alpha=0$ ，则所述无人机根据当前的直线轨迹路线选择直线制导律模型作为当前飞行的制导律模型，并根据所述直线制导律模型制导所述无人机直线向前飞行。

阶段 II：当所述无人机进入所述转弯准备距离范围内时，即所述实时距离小于或等于所述转弯准备距离时，所述无人机的制导律模型由直线制导律模型切换成曲线制导律模型，其中，所述引导终点 P_N 位于目标轨迹路线上，所述引导起点 P_0 与所述引导终点 P_N 所在的直线与所述 X 轴的夹角 $\alpha>0$ ，所述无人机根据曲线制导律模型制导所述无人机向顺时针方向飞行。需要说明的是，所述无人机在该阶段时的飞行为由当前轨迹路线转向目标轨迹路线飞行的过渡阶段，因此，在该阶段的飞行轨迹路线既不近似于直线轨迹路线，也不近似于曲线轨迹路线，而是介于直线轨迹路线与曲线轨迹路线之间的轨迹路线。

阶段Ⅲ：当所述无人机到达或飞过转弯点 P_T 时，所述无人机由直线轨迹路线准确的切入所述目标轨迹路线，即曲线轨迹路线，并继续根据曲线制导律模型及飞行方向控制所述无人机飞行。应该说明的是，当所述无人机飞过所述转弯点时，可以理解为，所述无人机根据上述无人机的制导方法，完成了所述无人机由当前轨迹路线飞入目标轨迹路线的轨迹路线跟踪。

当所述当前轨迹路线为曲线轨迹路线，所述目标轨迹路线为直线轨迹路线时，获取所述无人机的转弯准备距离及实时距离，判断所述实时距离是否小于所述转弯准备距离；若否，选择曲线制导律模型；若是，选择直线制导律模型。

具体的，请参阅图 8， P_0 所述无人机的当前位置点，以所述当前位置点 P_0 为坐标系的原点，所述当前轨迹路线的飞行方向为X轴正方向，根据右手定则建立所述无人机的坐标系； P_N 为以 P_0 为引导起点，以引导距离L为长度在当前轨迹路线产生的交点，即引导终点； P_T 为转弯点， α 为所述引导起点 P_0 与所述引导终点 P_N 所在的直线与所述X轴正方向的夹角，所述无人机的飞行主要包括以下三个阶段：

阶段Ⅰ：当无人机在所述曲线轨迹路线上飞行，且未进入转弯准备距离范围时，即所述实时距离大于所述转弯准备距离时，所述引导起点 P_0 与所述引导终点 P_N 所在的直线与所述X轴正方向的夹角 $\alpha < 0$ ，则所述无人机根据当前的曲线轨迹路线选择曲线制导律模型作为当前飞行的制导律模型，并根据所述曲线制导律模型制导所述无人机向逆时针方向飞行。

阶段Ⅱ：当所述无人机进入所述转弯准备距离范围内时，即所述实时距离小于或等于所述转弯准备距离时，所述无人机的制导律模型由曲

线制导律模型切换成直线制导律模型, 其中, 所述引导终点 P_N 位于目标轨迹路线上, 所述引导起点 P_0 与所述引导终点 P_N 所在的直线与所述 X 轴的夹角 $\alpha < 0$, 所述无人机根据曲线制导律模型制导所述无人机向逆时针方向飞行。需要说明的是, 所述无人机在该阶段时的飞行为由当前轨迹路线转向目标轨迹路线飞行的过渡阶段, 因此, 在该阶段的飞行轨迹路线既不近似于直线轨迹路线, 也不近似于曲线轨迹路线, 而是介于直线轨迹路线与曲线轨迹路线之间的轨迹路线。

阶段 III: 当所述无人机到达或飞过转弯点 P_T 时, 所述无人机由曲线轨迹路线准确的切入所述目标轨迹路线, 即直线轨迹路线, 并继续根据直线制导律模型及飞行方向控制所述无人机飞行。应该说明的是, 当所述无人机飞过所述转弯点时, 可以理解为, 所述无人机根据上述无人机的制导方法, 完成了所述无人机由当前轨迹路线飞入目标轨迹路线的轨迹路线跟踪。

当所述当前轨迹路线为第一曲线轨迹路线, 所述目标轨迹路线为第二曲线轨迹路线, 其中, 所述第一曲线轨迹路线与第二曲线轨迹路线的曲率不相等。

具体的, 请一并参阅图 9 和图 10, 在图 9 中, 所述第一曲线轨迹路线与第二曲线轨迹路线的曲率半径相同, 方向不同; 在图 10 中, 所述第一曲线轨迹路线与第二曲线轨迹路线的曲率半径与方向均不相同。

可以理解的, 上述第一曲线轨迹路线与第二轨迹路线所对应的制导律模型均为曲线制导律模型, 所述曲线制导律模型根据不同曲线轨迹时的曲率半径及方向夹角不同而输出不同的制导参数。

具体的, 以所述当前位置点 P_0 为坐标系的原点, 所述当前轨迹路线的飞行方向为 X 轴正方向, 根据右手定则建立所述无人机的坐标系; P_N

为以 P_0 为引导起点，以引导距离 L 为长度在当前轨迹路线或当前轨迹路线的延长线产生的交点，即引导终点； P_T 为转弯点， α 为所述引导起点 P_0 与所述引导终点 P_N 所在的直线与所述 X 轴正方向的夹角，所述无人机的飞行主要包括以下三个阶段：

阶段Ⅰ：当无人机在所述第一曲线轨迹路线上飞行，且未进入转弯准备距离范围时，即所述实时距离大于所述转弯准备距离时，所述引导起点 P_0 与所述引导终点 P_N 所在的直线与所述 X 轴正方向的夹角 $\alpha < 0$ ，则所述无人机根据第一曲线轨迹路线选择曲线制导律模型作为当前飞行的制导律模型，并根据所述曲线制导律模型制导所述无人机向逆时针方向飞行。

阶段Ⅱ：当所述无人机进入所述转弯准备距离范围内时，即所述实时距离小于或等于所述转弯准备距离时，所述无人机的制导律模型仍然为曲线制导律模型，与阶段Ⅰ不同的是，在该阶段时，所述引导终点 P_N 位于目标轨迹路线上，所述引导起点 P_0 与所述引导终点 P_N 所在的直线与所述 X 轴的夹角 $\alpha > 0$ ，所述无人机根据曲线制导律模型制导所述无人机向顺时针方向飞行。需要说明的是，所述无人机在该阶段时的飞行为由第一曲线轨迹路线转向第二曲线轨迹路线飞行的过渡阶段，因此，在该阶段的飞行轨迹路线既不近似于第一曲线轨迹路线，也不近似于第二曲线轨迹路线，而是介于第一曲线轨迹路线与第二曲线轨迹路线之间的轨迹路线。

阶段Ⅲ：当所述无人机到达或飞过转弯点 P_T 时，所述无人机由第一曲线轨迹路线线准确的切入第一曲线轨迹路线，并继续根据曲线制导律模型及飞行方向控制所述无人机飞行。应该说明的是，当所述无人机飞过所述转弯点时，可以理解为，所述无人机根据上述无人机的制导方法，完成了所述无人机由当前轨迹路线飞入目标轨迹路线的轨迹路线跟踪。

以上所描述的装置或设备实施例仅仅是示意性的，其中所述作为分离部件说明的单元模块可以是或者也可以不是物理上分开的，作为模块单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元，即可以位于一个地方，或者也可以分布到多个网络模块单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。

通过以上的实施方式的描述，本领域的技术人员可以清楚地了解到各实施方式可借助软件加通用硬件平台的方式来实现，当然也可以通过硬件实现。基于这样的理解，上述技术方案本质上或者说对相关技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品可以存储在计算机可读存储介质中，如 ROM/RAM、磁碟、光盘等，包括若干指令用以使得一台计算机设备（可以是个人计算机，服务器，或者网络设备）执行各个实施例或者实施例的某些部分所述的方法。

本发明实施例提供了一种非易失性计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储有计算机可执行指令，该计算机可执行指令被一个或多个处理器执行，例如，执行以上描述的图 3、图 4 和图 6 的方法步骤。

本发明实施例提供了一种计算机程序产品，包括一个或多个处理器以及存储器，处理器和存储器可以通过总线或者其他方式连接。

存储器作为一种非易失性计算机可读存储介质，可用于存储非易失性软件程序、非易失性计算机可执行程序以及模块。处理器通过运行存储在存储器中的非易失性软件程序、指令以及模块，从而执行服务器的各种功能应用以及数据处理。

存储器可以包括高速随机存取存储器，还可以包括非易失性存储器，例如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他非易失性固态存储器件。

在一些实施例中，存储器可选包括相对于处理器远程设置的存储器，这些远程存储器可以通过网络连接至处理器。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

所述程序指令/模块存储在所述存储器中，当被所述一个或者多个处理器执行时，执行上述任意方法实施例中的无人机制导方法，例如，执行以上描述的图 3、图 4 和图 6 的方法步骤。

最后应说明的是：以上实施例仅用以说明本发明的技术方案，而非对其限制；在本发明的思路下，以上实施例或者不同实施例中的技术特征之间也可以进行组合，步骤可以以任意顺序实现，并存在如上所述的本发明的不同方面的许多其它变化，为了简明，它们没有在细节中提供；尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

权 利 要 求 书

1、一种无人机制导方法，其特征在于，包括：

获取目标轨迹路线；

若所述目标轨迹路线与当前轨迹路线的曲率不相等，则根据当前轨迹路线和所述目标轨迹路线确定转弯点；

获取所述无人机的转弯准备距离，以及所述无人机的引导起点与所述转弯点之间的实时距离，其中，所述引导起点为所述无人机的当前位置点；

当所述实时距离小于或者等于所述转弯准备距离时，根据所述目标轨迹路线获取所述无人机的飞行方向和制导律模型，并根据所述飞行方向和所述制导律模型控制所述无人机飞行。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述根据所述目标轨迹路线获取所述无人机的飞行方向，包括：

根据所述目标轨迹路线确定引导距离；

根据所述引导距离、所述目标轨迹路线和所述无人机的引导起点获取所述无人机的飞行方向，其中，所述引导距离为所述引导起点与引导终点的距离，所述引导终点位于所述目标轨迹路线上。

3、根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述根据所述引导距离、所述目标轨迹路线和所述无人机的引导起点获取所述无人机的飞行方向，包括：

以所述引导起点为坐标系的原点，所述当前轨迹路线的飞行方向为 X 轴正方向，根据右手定则建立所述无人机的坐标系；

计算所述引导起点与所述引导终点所在的直线与所述X轴正方向的夹角 α ；

根据所述夹角 α 确定所述无人机的飞行方向。

4、根据权利要求1至3任一项所述的方法，其特征在于，根据所述目标轨迹路线获取所述无人机的制导律模型，包括：

当所述目标轨迹路线为直线时，确定所述制导律模型为直线制导律模型；

当所述目标轨迹路线为曲线时，确定所述制导律模型为曲线制导律模型。

5、根据权利要求4所述的方法，其特征在于，所述根据所述飞行方向和所述制导律模型控制所述无人机飞行，包括：

计算所述当前位置点与当前期望位置点之间的误差距离；

根据所述误差距离，修正所述制导律模型；

根据修正后的制导律模型及所述飞行方向，控制所述无人机飞行。

6、根据权利要求5所述的方法，其特征在于，修正后的直线制导律模型为：

$$\begin{cases} V_c = \min(K_x e_x + K_v L \cos \alpha, V_{c \max}) \\ \phi_c = \min(K_y e_y, \phi_{c \max}) \end{cases} ;$$

修正后的曲线制导律模型为：

$$\begin{cases} V_c = \min(K_x e_x + K_v \frac{L^2}{2R}, V_{c \max}) \\ \phi_c = \min(K_y e_y + K_\phi \frac{4R^2 - L^2}{4R^2} \sin \alpha, \phi_{c \max}) \end{cases} ;$$

其中， K_v 为速度制导因子， K_ϕ 为横滚角制导因子， K_x 和 K_y 为误差

制导因子, $V_{c\max}$ 为用户设定的最大速度, $\phi_{c\max}$ 为飞机的控制系统设置的最大横滚角, V_c 为前置导引速度, ϕ_c 为前置导引横滚角, α 为引导起点 P_0 与引导终点 P_N 所在的直线与所述 X 轴正方向的夹角。

7、根据权利要求 1 所述的方法, 其特征在于, 所述获取所述无人机的转弯准备距离, 包括:

根据以下公式, 计算所述无人机的转弯准备距离:

$$S_R = 3\eta TV$$

其中, S_R 为转弯准备距离, η 为横滚角先导率, T 为横滚姿态角控制时间常数, V 为飞行速度。

8、根据权利要求 4 所述的方法, 其特征在于, 所述引导距离小于 2 倍的所述当前轨迹路线的曲率半径。

9、一种非易失性计算机可读存储介质, 其特征在于, 所述非易失性计算机可读存储介质存储有计算机可执行指令, 所述计算机可执行指令用于使无人机执行如权利要求 1 至 8 任一项所述的无人机制导方法。

10、一种无人机, 其特征在于, 包括

机身;

机翼, 安装于所述机身;

动力装置, 安装于所述机身内, 用于为所述无人机提供动力;

其中, 所述动力装置包括:

至少一个处理器; 以及,

与所述至少一个处理器通信连接的存储器; 其中,

所述存储器存储有可被所述至少一个处理器执行的指令，所述指令被所述至少一个处理器执行，以使所述至少一个处理器能够执行如权利要求 1 至 8 任一项所述的无人机制导方法。

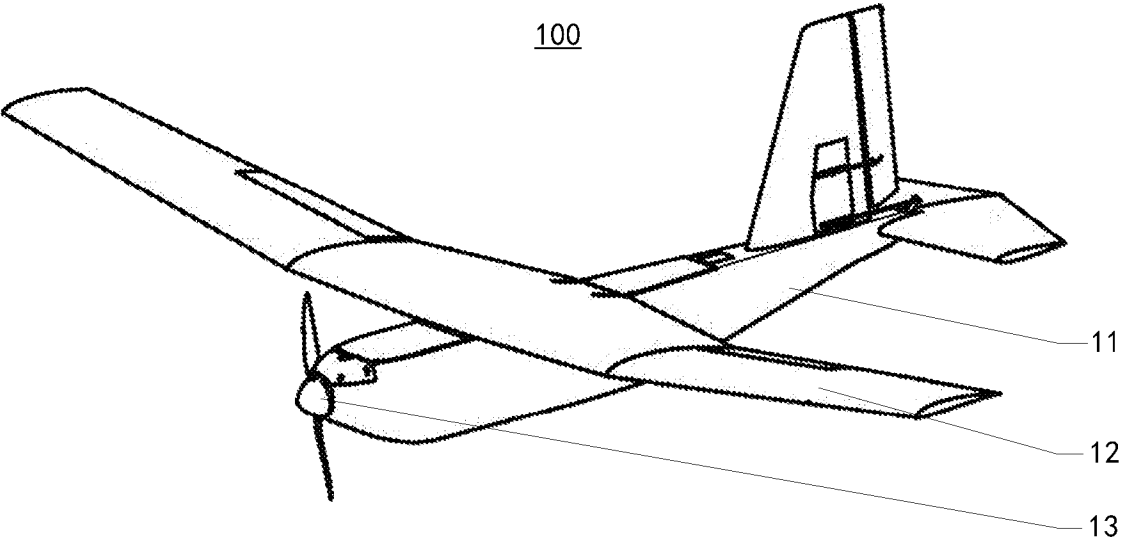


图 1

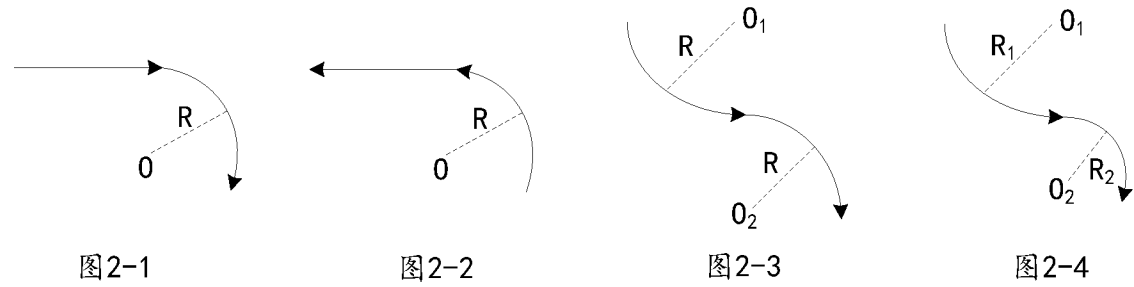


图 2

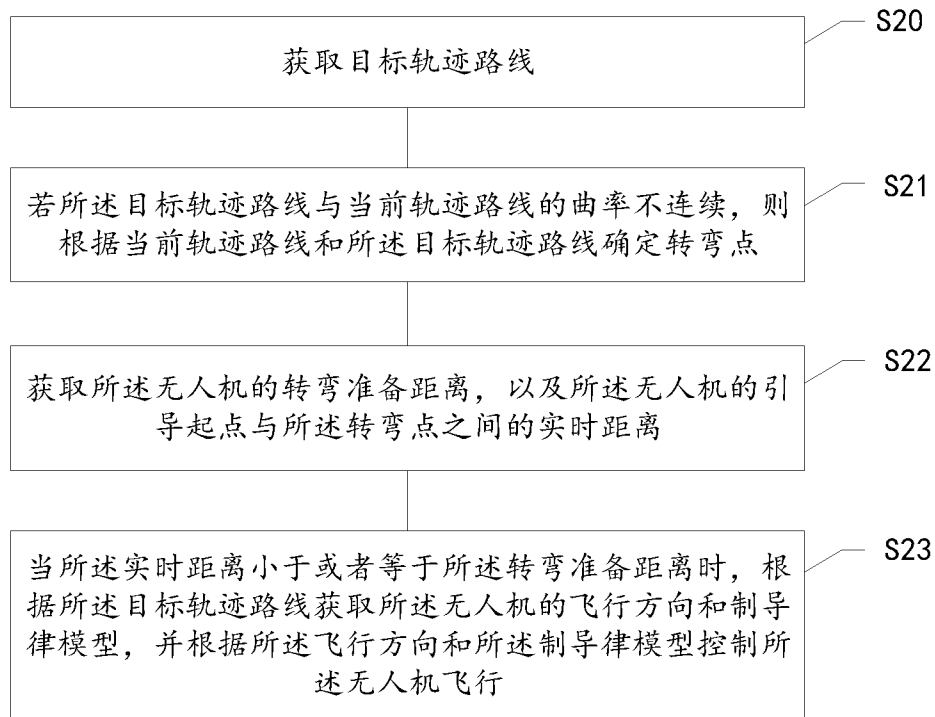


图 3

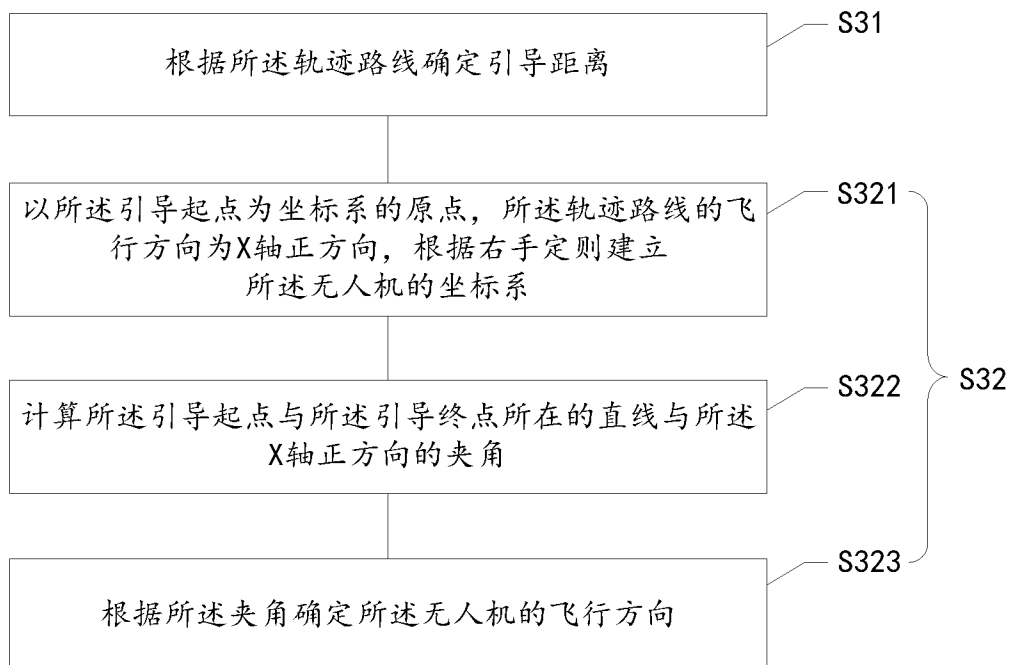


图 4

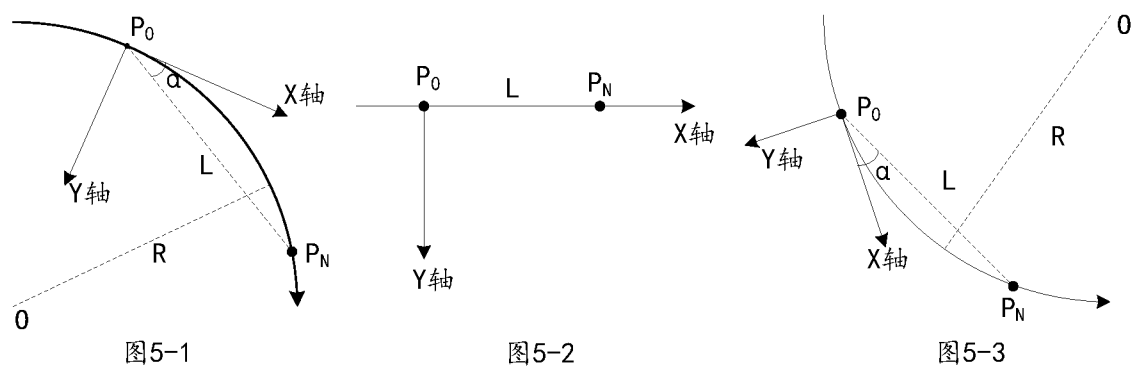


图 5

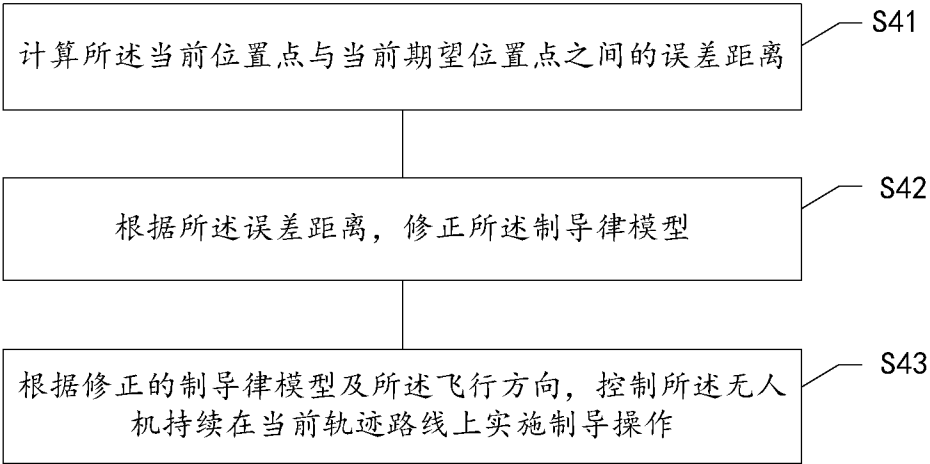


图 6

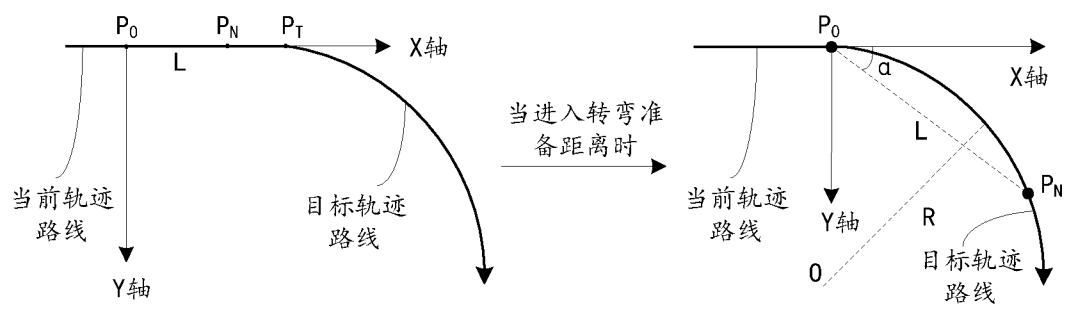


图 7

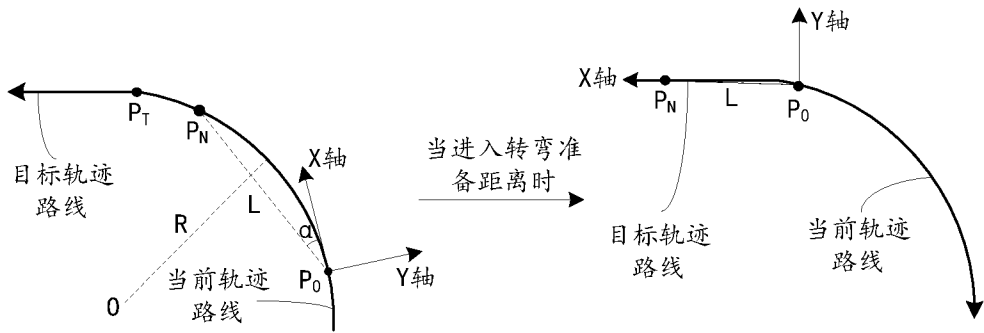


图 8

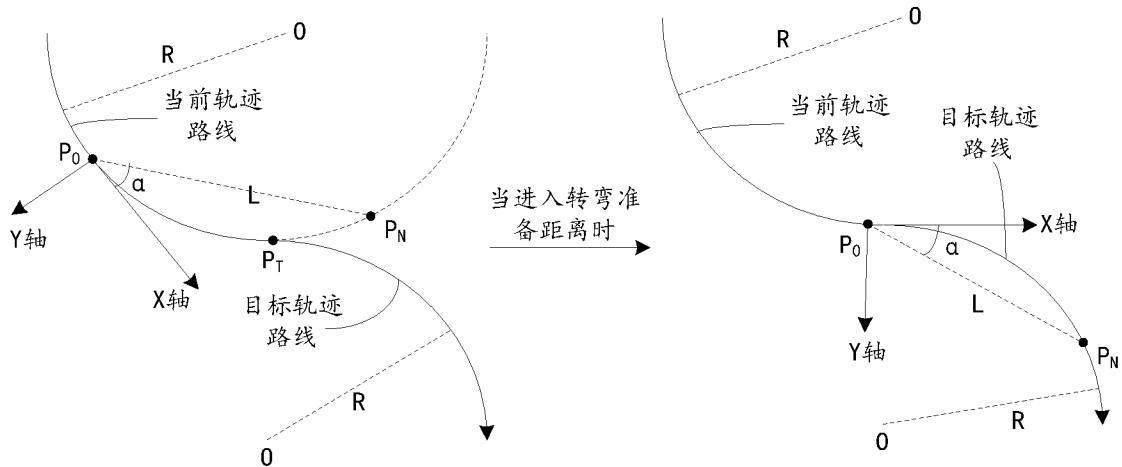


图 9

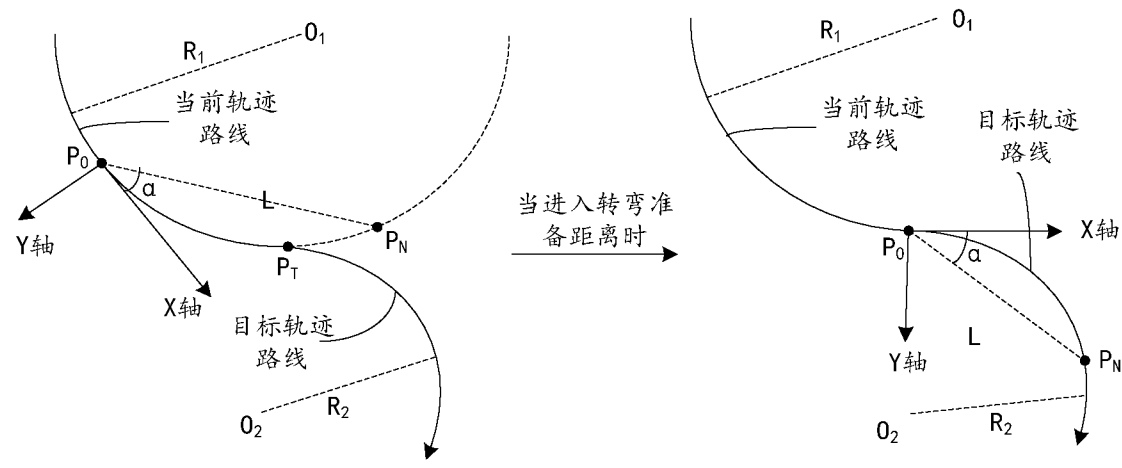


图 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/097755

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05D 1/08(2006.01)i; G05D 1/10(2006.01)i; B64C 39/02(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G05D; B64C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 张添保, 路径, 路线, 航迹, 航线, 转弯, 曲率, 转弯点, 转弯距离, 准备距离, 当前位置, 引导点, 导引点, 制导, route, line, trajectory, track, curvity, curvature, turn+, guid+, UAV, drone, real?time, real w time, distance, starting w point, turning w point

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 111522353 A (SHENZHEN AUTEL INTELLIGENT AVIATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 11 August 2020 (2020-08-11) claims 1-10	1-10
A	CN 108469832 A (BEIJING AEROSPACE ERA LASER NAVIGATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 31 August 2018 (2018-08-31) description, paragraphs [0044]-[0084], and figures 1-3	1-10
A	CN 111158392 A (LIAONING ZHUANGLONG UNMANNED AERIAL VEHICLE TECHNOLOGY CO., LTD.) 15 May 2020 (2020-05-15) entire document	1-10
A	CN 109582035 A (SHENYANG WOOZOOM TECHNOLOGY CO., LTD.) 05 April 2019 (2019-04-05) entire document	1-10
A	CN 107980108 A (SHENZHEN A&E INTELLIGENT TECHNOLOGY INSTITUTE CO., LTD.) 01 May 2018 (2018-05-01) entire document	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

11 August 2021

Date of mailing of the international search report

27 August 2021

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/097755**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 107515617 A (XI'AN AISHENG TECHNOLOGY GROUP CO., LTD.) 26 December 2017 (2017-12-26) entire document	1-10
A	US 2019354116 A1 (QUALCOMM INC.) 21 November 2019 (2019-11-21) entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/097755

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	111522353	A	11 August 2020	None			
CN	108469832	A	31 August 2018	CN	108469832	B	09 June 2020
CN	111158392	A	15 May 2020	None			
CN	109582035	A	05 April 2019	None			
CN	107980108	A	01 May 2018	WO	2018126355	A1	12 July 2018
CN	107515617	A	26 December 2017	CN	107515617	B	07 August 2020
US	2019354116	A1	21 November 2019	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/097755

A. 主题的分类 G05D 1/08(2006.01)i; G05D 1/10(2006.01)i; B64C 39/02(2006.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类																							
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) G05D; B64C 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNPAT, CNKI, WPI, EP0D0C: 张添保, 路径, 路线, 航迹, 航线, 转弯, 曲率, 转弯点, 转弯距离, 准备距离, 当前位置, 引导点, 导引点, 制导, route, line, trajectory, track, curvity, curvature, turn+, guid+, UAV, drone, real?time, real w time, distance, starting w point, turning w point																							
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PX</td> <td>CN 111522353 A (深圳市道通智能航空技术有限公司) 2020年 8月 11日 (2020 - 08 - 11) 权利要求1-10</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108469832 A (北京航天时代激光导航技术有限责任公司) 2018年 8月 31日 (2018 - 08 - 31) 说明书第[0044]-[0084]段、附图1-3</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 111158392 A (辽宁壮龙无人机科技有限公司) 2020年 5月 15日 (2020 - 05 - 15) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 109582035 A (沈阳无距科技有限公司) 2019年 4月 5日 (2019 - 04 - 05) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107980108 A (深圳配天智能技术研究院有限公司) 2018年 5月 1日 (2018 - 05 - 01) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 107515617 A (西安爱生技术集团公司 等) 2017年 12月 26日 (2017 - 12 - 26) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	PX	CN 111522353 A (深圳市道通智能航空技术有限公司) 2020年 8月 11日 (2020 - 08 - 11) 权利要求1-10	1-10	A	CN 108469832 A (北京航天时代激光导航技术有限责任公司) 2018年 8月 31日 (2018 - 08 - 31) 说明书第[0044]-[0084]段、附图1-3	1-10	A	CN 111158392 A (辽宁壮龙无人机科技有限公司) 2020年 5月 15日 (2020 - 05 - 15) 全文	1-10	A	CN 109582035 A (沈阳无距科技有限公司) 2019年 4月 5日 (2019 - 04 - 05) 全文	1-10	A	CN 107980108 A (深圳配天智能技术研究院有限公司) 2018年 5月 1日 (2018 - 05 - 01) 全文	1-10	A	CN 107515617 A (西安爱生技术集团公司 等) 2017年 12月 26日 (2017 - 12 - 26) 全文	1-10
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
PX	CN 111522353 A (深圳市道通智能航空技术有限公司) 2020年 8月 11日 (2020 - 08 - 11) 权利要求1-10	1-10																					
A	CN 108469832 A (北京航天时代激光导航技术有限责任公司) 2018年 8月 31日 (2018 - 08 - 31) 说明书第[0044]-[0084]段、附图1-3	1-10																					
A	CN 111158392 A (辽宁壮龙无人机科技有限公司) 2020年 5月 15日 (2020 - 05 - 15) 全文	1-10																					
A	CN 109582035 A (沈阳无距科技有限公司) 2019年 4月 5日 (2019 - 04 - 05) 全文	1-10																					
A	CN 107980108 A (深圳配天智能技术研究院有限公司) 2018年 5月 1日 (2018 - 05 - 01) 全文	1-10																					
A	CN 107515617 A (西安爱生技术集团公司 等) 2017年 12月 26日 (2017 - 12 - 26) 全文	1-10																					
☒ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																							
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																							
国际检索实际完成的日期 2021年 8月 11日		国际检索报告邮寄日期 2021年 8月 27日																					
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		受权官员 李彦琴 电话号码 86-(10)53962504																					

C. 相关文件		
类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	US 2019354116 A1 (QUALCOMM INCORPORATED) 2019年 11月 21日 (2019 - 11 - 21) 全文	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/097755

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	111522353	A	2020年 8月 11日	无	
CN	108469832	A	2018年 8月 31日	CN 108469832	B 2020年 6月 9日
CN	111158392	A	2020年 5月 15日	无	
CN	109582035	A	2019年 4月 5日	无	
CN	107980108	A	2018年 5月 1日	W0 2018126355	A1 2018年 7月 12日
CN	107515617	A	2017年 12月 26日	CN 107515617	B 2020年 8月 7日
US	2019354116	A1	2019年 11月 21日	无	