

(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

(43) 国际公布日
2020 年 6 月 11 日 (11.06.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/113447 A1

(51) 国际专利分类号:
G05D 1/10 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/119241

(22) 国际申请日: 2018 年 12 月 4 日 (04.12.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 深圳市大疆创新科技有限公司 (SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。

(72) 发明人: 李劲松 (LI, Jinsong); 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。 闫

光 (YAN, Guang); 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。

(74) 代理人: 北京同立钧成知识产权代理有限公司 (LEADER PATENT & TRADEMARK FIRM); 中国北京市海淀区西直门北大街32号枫蓝国际A座8F-6, Beijing 100082 (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, 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: SPRAYING OPERATION METHOD AND DEVICE FOR UNMANNED AERIAL VEHICLE

(54) 发明名称: 无人机的喷洒作业方法和装置

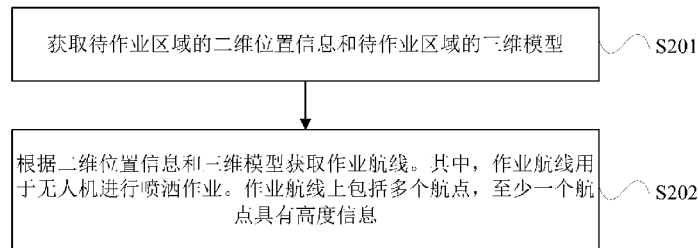


图 2

S201 Acquire two-dimensional position information concerning a region to be operated and a three-dimensional model of said region

S202 Acquire an operation route according to the two-dimensional position information and the three-dimensional model, the operation route being used for the unmanned aerial vehicle to perform spraying operations, the operation route comprising a plurality of waypoints, at least one waypoint having altitude information

(57) Abstract: A spraying operation method and device for an unmanned aerial vehicle. The spraying operation method for an unmanned aerial vehicle (100) comprises: acquiring two-dimensional position information concerning a region to be operated and a three-dimensional model of said region; acquiring an operation route (101, 102) according to the two-dimensional position information and the three-dimensional model, the operation route being used for the unmanned aerial vehicle to perform spraying operations, the operation route comprising a plurality of waypoints (P0-P10), at least one waypoint having altitude information. According to the two-dimensional position information and the three-dimensional model of said region, an operation route having altitude information can be obtained. The unmanned aerial vehicle performs spraying operations according to the operation route having the altitude information, thereby improving the safety performance and the spraying effect of the unmanned aerial vehicle when performing spraying operations.

(57) 摘要: 一种无人机的喷洒作业方法和装置。其中, 无人机 (100) 的喷洒作业方法包括: 获取待作业区域的二维位置信息和待作业区域的三维模型; 根据二维位置信息和三维模型获取作业航线 (101, 102); 作业航线用于无人机进行喷洒作业, 作业航线上包括多个航点 (P0-P10), 至少一个航点具有高度信息。根据待作业区域的二维位置信息和三维模型, 可以获得具有高度信息的作业航线。无人机根据具有高度信息的作业航线进行喷洒作业, 提升了无人机进行喷洒作业时的安全性能和喷洒效果。

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

无人机的喷洒作业方法和装置

技术领域

5 本发明涉及无人机技术领域，尤其涉及一种无人机的喷洒作业方法和装置。

背景技术

10 农业无人机由于操作简单、工作效率高等优点已经广泛的应用在农业植保领域。例如，使用农业无人机可以完成农药喷洒、播撒种子等操作。

传统技术中，指定平面中的作业区域，可以通过覆盖路径规划算法生成能够覆盖整个作业区域的作业航点，从而可以对该指定区域进行覆盖喷洒。

但是，传统技术中，基于平面中的作业区域进行路径规划，规划的航线只具有二维信息，包含的信息单一，影响了农业无人机的作业效果。

15

发明内容

本发明提供一种无人机的喷洒作业方法和装置，提升了无人机进行喷洒作业时的安全性能和喷洒效果。

第一方面，本发明提供一种无人机的喷洒作业方法，包括：

20 获取待作业区域的二维位置信息和所述待作业区域的三维模型；

根据所述二维位置信息和所述三维模型获取作业航线；所述作业航线用于无人机进行喷洒作业，所述作业航线上包括多个航点，至少一个所述航点具有高度信息。

第二方面，本发明提供一种无人机的喷洒作业方法，包括：

25 获取待作业区域的二维位置信息和所述待作业区域的图像；

根据所述图像确定所述待作业区域中的喷洒区域；

根据所述二维位置信息和所述喷洒区域获取作业航线；其中，所述作业航线用于无人机进行喷洒作业；所述作业航线上包括喷洒点，所述喷洒点用于开启喷洒作业或者关闭喷洒作业；

30 根据所述作业航线控制无人机进行喷洒作业。

第三方面，本发明提供一种无人机的喷洒作业方法，包括：

获取待作业区域的二维位置信息、三维模型和图像；

根据所述图像确定所述待作业区域中的喷洒区域；

根据所述二维位置信息和所述喷洒区域获取喷洒点，所述喷洒点用于开

5 启喷洒作业或者关闭喷洒作业；

根据所述二维位置信息和所述三维模型获取作业航线；其中，所述作业航线用于无人机进行喷洒作业，所述作业航线上包括多个航点，至少一个所述航点具有高度信息，所述多个航点还包括所述喷洒点。

第四方面，本发明提供一种无人机的喷洒作业装置，包括：存储器和处

10 理器；

所述存储器用于存储指令；

所述处理器用于运行所述指令以实现：

获取待作业区域的二维位置信息和所述待作业区域的三维模型；

15 根据所述二维位置信息和所述三维模型获取作业航线；所述作业航线用于无人机进行喷洒作业，所述作业航线上包括多个航点，至少一个所述航点具有高度信息。

第五方面，本发明提供一种无人机的喷洒作业装置，包括：存储器和处理器；

所述存储器用于存储指令；

20 所述处理器用于运行所述指令以实现：

获取待作业区域的二维位置信息和所述待作业区域的图像；

根据所述图像确定所述待作业区域中的喷洒区域；

25 根据所述二维位置信息和所述喷洒区域获取作业航线；其中，所述作业航线用于无人机进行喷洒作业；所述作业航线上包括喷洒点，所述喷洒点用于开启喷洒作业或者关闭喷洒作业；

根据所述作业航线控制无人机进行喷洒作业。

第六方面，本发明提供一种无人机的喷洒作业装置，包括：存储器和处理器；

所述存储器用于存储指令；

30 所述处理器用于运行所述指令以实现：

获取待作业区域的二维位置信息、三维模型和图像；

根据所述图像确定所述待作业区域中的喷洒区域；

根据所述二维位置信息和所述喷洒区域获取喷洒点，所述喷洒点用于开启喷洒作业或者关闭喷洒作业；

- 5 根据所述二维位置信息和所述三维模型获取作业航线；其中，所述作业航线用于无人机进行喷洒作业，所述作业航线上包括多个航点，至少一个所述航点具有高度信息，所述多个航点还包括所述喷洒点。

第七方面，本发明提供一种存储介质，包括：可读存储介质和计算机程序，所述计算机程序用于实现上述第一方面任一实施方式提供的无人机的喷洒作业方法。

第八方面，本发明提供一种程序产品，该程序产品包括计算机程序（即执行指令），该计算机程序存储在可读存储介质中。处理器可以从可读存储介质读取该计算机程序，处理器执行该计算机程序用于执行上述第一方面任一实施方式提供的无人机的喷洒作业方法。

- 15 本发明提供一种无人机的喷洒作业方法和装置，通过获取待作业区域的二维位置信息和待作业区域的三维模型，根据二维位置信息和三维模型获取具有高度信息的作业航线。无人机根据具有高度信息的作业航线进行喷洒作业，提升了无人机进行喷洒作业时的安全性能和喷洒效果。

20 附图说明

为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作一简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图是本发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

- 25 图 1 为本发明实施例适用的无人机系统的架构图；
图 2 为本发明实施例一提供的无人机的喷洒作业方法的流程图；
图 3A 为本发明实施例一提供的作业航线的的一个示例的示意图；
图 3B 为图 3A 中作业航线 101 对应的地形的示意图；
图 3C 为图 3A 中作业航线 102 对应的地形的示意图；
30 图 4 为本发明实施例一提供的删除规划航线上候选点的示意图；

图 5 为本发明实施例二提供的无人机的喷洒作业方法的流程图；

图 6 为本发明实施例二提供的喷洒区域的示意图；

图 7 为本发明实施例二提供的对关键点和喷洒点组成的点序列执行删点操作的示意图；

5 图 8 为本发明实施例三提供的无人机的喷洒作业方法的流程图；

图 9 为本发明实施例四提供的无人机的喷洒作业方法的流程图；

图 10 为本发明实施例一提供的无人机的喷洒作业装置的结构示意图。

具体实施方式

10 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、完整地描述，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。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。

15 图 1 为本发明实施例适用的无人机系统的架构图。如图 1 所示，无人机系统可以包括无人机 100 和控制设备 200。无人机 100 与控制设备 200 之间可以进行通信，以传输数据和/或指令。可选的，无人机 100 可以为农业无人机 100，用于执行喷洒作业。无人机 100 执行喷洒作业时，可以接收控制设备 200 发送的数据和/或指令，并根据接收到的数据和/或指令完成喷洒作业。

需要说明的是，本发明实施例对于无人机 100 的结构、型号不做限定。可选的，无人机 100 上可以设置拍摄设备。

20 需要说明的是，本发明实施例对于控制设备 200 的实现方式不做限定。例如，控制设备 200 可以为电脑、智能手机、平板电脑，等等。可选的，控制设备 200 上可以预先安装软件程序，以实现与喷洒作业相关的数据处理。可选的，控制设备 200 可以包括显示屏，或者与外部显示设备连接，以显示与无人机 100 喷洒作业相关的数据。

30 图 2 为本发明实施例一提供的无人机的喷洒作业方法的流程图。本实施例提供的无人机的喷洒作业方法，执行主体可以为无人机的喷洒作业装置。

如图 2 所示，本实施例提供的无人机的喷洒作业方法，可以包括：

S201、获取待作业区域的二维位置信息和待作业区域的三维模型。

其中，待作业区域的二维位置信息用于标识待作业区域的平面覆盖范围。本实施例对于二维位置信息的实现方式不做限定。

5 下面结合示例对二维位置信息进行说明。假设，待作业区域为四边形。

可选的，在一种实现方式中，待作业区域的二维位置信息可以包括待作业区域的顶点的二维坐标。在本示例中，具体包括四边形的四个顶点的二维坐标。

10 可选的，在另一种实现方式中，待作业区域的二维位置信息可以包括待作业区域的边界线的二维信息。在本示例中，具体包括四边形的四条边的二维信息。

其中，待作业区域的三维模型是指在三维坐标系中为待作业区域建立的具有三维位置信息的模型。通过三维模型，可以获取模型中每一点的高度。比如，待作业区域中的平地、山坡、甚至是山坡上的树木，都可以知道高度
15 信息。可选的，待作业区域的三维模型还可以包括其他维度的信息。例如，颜色信息，等。

需要说明的是，本实施例对于待作业区域的三维模型的获取方式不做限定。下面对其中的摄影测量与三维重建技术进行说明。

20 首先，使用摄影测量技术，从多个角度覆盖拍摄地形的多张照片，并记录拍摄的位姿和全球定位系统（Global Positioning System, GPS）信息。比如，使用 P4r 等测绘飞行器。然后，使用三维重建技术（Structure from motion, SFM）就可以恢复出地形的三维模型。

25 S202、根据二维位置信息和三维模型获取作业航线。其中，作业航线用于无人机进行喷洒作业。作业航线上包括多个航点，至少一个航点具有高度信息。

具体的，根据可以标识出待作业区域的平面覆盖范围的二维位置信息和具有高度信息的三维模型，获得的作业航线可以具有高度信息。其中，作业航线上包括多个航点。其中的至少一个航点具有高度信息。无人机可以根据具有高度信息的作业航线控制飞行的高度。在地形较高的地方提高无人机的
30 飞行高空，提升了无人机进行喷洒作业的安全性。在地形较低的地方降低无

人机的飞行高度，是的无人机更加贴近待喷洒的物体，提升了无人机进行喷洒作业的喷洒效果。

下面通过示例对作业航线、航点进行说明。

参见图 3A~图 3C。图 3A 为本发明实施例一提供的作业航线的示意图，图 3B 为图 3A 中作业航线 101 对应的地形的示意图，图 3C 为图 3A 中作业航线 102 对应的地形的示意图。

如图 3A 所示，P0~P10 表示航点。P0 和 P6 之间定义为一条作业航线 101。P7 和 P10 之间定义为另一条作业航线 102。需要说明的是，本实施例对于作业航线的定义不做限定。按照作业航线 101、102 的定义，图 3A 所示的待作业区域中，一共有 7 条作业航线。可选的，在一些应用场景中，P0 和 P10 之间可以仅定义为一条作业航线。

如图 3A 和图 3B 所示，作业航线 101 上包括航点 P0~P6。作业航线 101 对应的地形，为中间向上凸出的结构。航点 P0~P6 可以均包括高度信息。这样，通过航点 P0~P6 的高度信息，无人机可以在中间向上凸出的区域控制升高飞行高度。

如图 3A 和图 3C 所示，作业航线 102 上包括航点 P7~P10。作业航线 102 对应的地形，为中间向下凹陷的结构。航点 P7、P9~P10 可以包括高度信息。航点 P8 不可以包括高度信息。这样，通过航点 P7、P9~P10 的高度信息，无人机可以在中间向下凹陷的区域降低高度飞行。

可见，本实施例提供的无人机的喷洒作业方法，根据待作业区域的二维位置信息和三维模型，可以获得具有高度信息的作业航线。从而，无人机根据具有高度信息的作业航线进行喷洒作业，在地形较高的地方升高飞行高度，在地形较低的地方降低飞行高度。相比于现有的航线只具有二维信息，本实施例提供的无人机的喷洒作业方法，提升了无人机进行喷洒作业时的安全性和喷洒效果。

可选的，S202 中，无人机进行喷洒作业，可以包括：

获取预设距离值或者用户输入的距离值。

根据预设距离值或者用户输入的距离值，以及作业航线控制无人机进行喷洒作业，以实现仿地飞行。

具体的，所谓仿地飞行，是指无人机的飞行作业高度随着地面起伏变化

而变化。无人机始终与地面高度保持一定的距离。需要说明的是，当地面上有物体时，例如，障碍物，需要喷洒的农作物、果树，等，地面高度包括所述物体的高度。

由于作业航线具有高度信息，因此，可以根据作业航线控制无人机实现仿地飞行。无人机与地面之间的高度可以为预设距离值或者是用户输入的距离值。

需要说明的是，本实施例对于预设距离值或者用户输入的距离值的具体取值不做限定。

可选的，S202 中，根据二维位置信息和三维模型获取作业航线，可以包括：

根据二维位置信息确定多条规划航线。

根据三维模型确定每条规划航线上的关键点，获得作业航线。其中，关键点具有高度信息，航点包括关键点。

在本实施例中，根据二维位置信息确定的航线称为规划航线。根据二维位置信息和三维模型确定的航线称为作业航线。规划航线只具有二维信息。而作业航线除了具有二维信息之外，还具有高度信息。作业航线是基于规划航线获得的。具体的，根据三维模型确定每条规划航线上的关键点，关键点具有高度信息。最终，作业航线上包括的航点包括关键点。

需要说明的是，本实施例对于一条规划航线的定义，与一条作业航线的定义相同。

需要说明的是，本实施例对于如何根据二维位置信息确定多条规划航线的实现方式不做限定，采用现有的路径规划算法即可。

下面还以图 3A 为例，对规划航线、作业航线、关键点和航点进行说明。其中，确定规划航线的算法采用全覆盖路径规划算法。

如图 3A 所示，对于待作业区域，采用全覆盖路径规划算法，可以获得一系列的航点序列，包括：P0、P6、P11~P20、P7、P10。每两个相邻的航点，确定了一条规划航线。依次经过这些航点，并执行喷药头的开关动作，便可以完成整个待作业区域的喷洒。比如，P0 和 P6 之间定义为一条规划航线。P11 和 P12 之间定义为另一条规划航线。P0 点无人机开启喷头，P1 点无人机关闭喷头。P11 点无人机开启喷头，P12 点无人机关闭喷头。以此类推，可以

完成整个待作业区域的喷洒。对于航点 P0 和 P6 确定的规划航线来说，可以根据三维模型确定该规划航线上的关键点，例如，P0~P6。此时，P0~P6 已经具有了高度信息。最终获得的作业航线 101 上包括航点 P0~P6，而且，P0~P6 也为关键点。

5 可选的，根据三维模型确定每条规划航线上的关键点，可以包括：

按照预设规则在规划航线上插入候选点，或者，获取用户针对规划航线输入的候选点。

根据三维模型获取候选点的高度信息，获得关键点。

具体的，在一种实现方式中，按照预设规则自动在规划航线上插入候选点。在另一种实现方式中，可以获取用户在规划航线中手动插入的候选点。
10 之后，可以根据三维模型为候选点添加高度信息，获得关键点。

其中，候选点与关键点的区别在于，候选点组成的集合包括关键点组成的集合。或者说，关键点的集合为候选点的集合的全集或者子集。

需要说明的是，本实施例对于预设规则的具体实现方式不做限定。可选的，预设规则可以包括：按照预设间隔在规划航线上插入候选点。可选的，
15 预设规则可以包括：按照预设的飞行时间间隔在规划航线上插入候选点。此时，无人机在相邻的两个候选点之间飞行的时间相同。

可选的，本实施例提供的无人机的喷洒作业方法，获得关键点之前，还可以包括：

20 获取相邻的两个候选点。

根据两个候选点的高度信息确定两个候选点之间的斜率。

若斜率的绝对值小于第一预设数值，则删除其中任意一个候选点，并继续执行对相邻的两个候选点的操作。

具体的，在规划航线上插入候选点之后，还可以对候选点进行整理。对
25 不需要的候选点进行删除。最终保留下来的候选点即为关键点。在该种实现方式中，对于相邻的两个候选点计算两点之间的斜率。如果斜率的绝对值小于第一预设数值，说明地形变化较为平缓，不需要过多的候选点，因此可以删除其中的任意一个候选点。如果斜率的绝对值大于或者等于第一预设数值，说明地形变化较为陡峭，需要保留候选点为关键点。然后继续选取下两个相
30 邻的候选点，重复执行上述操作。需要说明的是，本实施例对于第一预设数

值的具体取值不做限定。

通过计算两个相邻的候选点之间的斜率，可以删除不必要的候选点，减少了点的数量，删除了冗余的高度信息，有利于无人机进行喷洒作业。

下面通过示例进行说明。

5 图 4 为本发明实施例一提供的删除规划航线上候选点的示意图。如图 4 所示，在状态（a），规划航线 103 上包括候选点 Q0~Q10。首先，选取候选点 Q0 和 Q1。Q0 和 Q1 之间的斜率的绝对值小于第一预设数值，删除 Q1。然后，参见状态（b），选取候选点 Q2 和 Q3。Q2 和 Q3 之间的斜率的绝对值小于第一预设数值，删除 Q3。然后，参见状态（c），选取候选点 Q4 和
10 Q5。Q4 和 Q5 之间的斜率的绝对值大于第一预设数值，保留 Q4 和 Q5。最终，参见状态（d），关键点包括 Q0、Q2、Q4~Q10。

需要说明的是，图 4 仅是对“继续执行对相邻的两个候选点的操作”的一个示例。在该示例中，继续执行对相邻的两个候选点的操作，可以包括：按照候选点的排列顺序，在已经进行斜率计算的候选点之后选取未计算斜率
15 的相邻的两个候选点，继续执行计算斜率和删点的操作。

可选的，在另一个示例中，继续执行对相邻的两个候选点的操作，可以包括：按照候选点的排列顺序，在已经进行斜率计算的候选点中选取最后一个候选点，以及在未计算斜率的候选点中选取第一个候选点，继续执行计算斜率和删点的操作。

20 以图 4 中（a）为例进行说明。首先选取 Q0 和 Q1。由于 Q0 和 Q1 之间的斜率的绝对值小于第一预设数值，删除 Q1。之后，选取 Q0 和 Q2。继续执行计算斜率和删点的操作。以此类推。

可选的，本实施例提供的无人机的喷洒作业方法，获得关键点之前，还可以包括：

25 获取相邻的四个候选点组成两个候选点对。其中，每个候选点对包括相邻的两个候选点。

分别获取两个候选点对中两个候选点之间的斜率。

若两个候选点对中两个候选点之间的斜率的差值小于预设值，则删除其中任意两个候选点，并继续执行对相邻的四个候选点的操作。

30 通过计算两个候选点对之间的斜率，可以删除不必要的候选点，减少了

点的数量，删除了冗余的高度信息，有利于无人机进行喷洒作业。

以图 4 状态 (d) 中 Q4~Q7 为例进行说明。两个特征点对分别为 Q4 和 Q5、Q6 和 Q7。由于 Q4 和 Q5 之间的斜率，与 Q6 和 Q7 之间的斜率的差值小于预设值，则删除 Q5 和 Q6。相似的，对于 Q7~Q10，可以删除 Q8 和 Q9。

5 最终获得的关键点参见图 4 (e)。

需要说明的是，继续执行对相邻的四个候选点的操作，其中，相邻的四个候选点可以参见上述相邻的两个候选点的定义，原理相似，此处不再赘述。

可选的，根据三维模型确定每条规划航线上的关键点，可以包括：

10 将多条规划航线和三维模型输入第一神经网络模型，获得每条规划航线上的关键点。

在该种实现方式中，通过神经网络算法获得关键点，提升了获得关键点的准确性。其中，第一神经网络模型用于获取关键点，本实施例对于第一神经网络模型的训练过程和实现方式不做限定。

15 可选的，规划航线上包括作业点，作业点用于开启喷洒作业或者关闭喷洒作业。

关键点包括作业点。

其中，本实施例对于作业点的数量和位置不做限定。

可选的，每条规划航线的两个端点为两个作业点，两个作业点分别用于开启喷洒作业和关闭喷洒作业。

20 下面通过示例对作业点进行说明。如图 4 所示，P0、P6、P11~P20、P7、P10 可以为作业点。

25 本实施例提供一种无人机的喷洒作业方法，包括：获取待作业区域的二维位置信息和待作业区域的三维模型，根据二维位置信息和三维模型获取作业航线。其中，作业航线用于无人机进行喷洒作业。作业航线上包括多个航点，至少一个航点具有高度信息。本实施例提供的无人机的喷洒作业方法，根据待作业区域的二维位置信息和三维模型，可以获得具有高度信息的作业航线。无人机根据具有高度信息的作业航线进行喷洒作业，提升了无人机进行喷洒作业时的安全性能和喷洒效果。

30 图 5 为本发明实施例二提供的无人机的喷洒作业方法的流程图。本实施

例提供的无人机的喷洒作业方法，在图 2~图 4 所示实施例一的基础上，提供了无人机的喷洒作业方法的另一种实现方式。如图 5 所示，本实施例提供的无人机的喷洒作业方法，S202 中，获得作业航线，还可以包括：

S501、获取待作业区域的图像。

5 其中，待作业区域的图像可以为二维平面图像或者三维图像。

S502、根据图像确定待作业区域中的喷洒区域。

具体的，对于整个待作业区域而言，例如一块农田，其中可能包括障碍物、水域等不需要喷洒的区域。因此，可以根据待作业区域的图像确定待作业区域中的喷洒区域。

10 S503、根据喷洒区域和多条规划航线，确定每条规划航线上的喷洒点。其中，喷洒点用于开启喷洒作业或者关闭喷洒作业，航点还包括喷洒点。

下面通过示例对喷洒区域、喷洒点进行说明。

图 6 为本发明实施例二提供的喷洒区域的示意图。如图 6 所示，根据待作业区域的图像可以确定喷洒区域 107。对于规划航线 104~106，均穿过喷洒
15 区域 107。根据喷洒区域 107 和规划航线 104，可以确定规划航线 104 上的喷洒点为 O1 和 O2。其中，O2 用于开启喷洒作业，O1 用于关闭喷洒作业。此时，作业点 P13 和 P14 可以不必执行开启或者关闭喷头的操作。相似的，根据喷洒区域 107 和规划航线 105，可以确定规划航线 105 上的喷洒点为 O3 和 O4。根据喷洒区域 107 和规划航线 106，可以确定规划航线 106 上的喷洒点
20 为 O5 和 O6。

需要说明，为了方便将图 6 与图 5 进行比对，其他信息保持不变，可以参见关于图 3A 的描述。

需要说明的是，本实施例对于喷洒区域的数量不做限定。

可见，本实施例提供的无人机的喷洒作业方法，在根据待作业区域的三维模型使得作业航线具有高度信息的基础上，还可以根据待作业区域的图像，
25 根据不同的喷洒场景确定规划航线上实际的喷洒点。从而，无人机可以根据实际的喷洒场景，利用实际的喷洒点进行喷洒作业。在需要喷洒的区域中开启喷头，在不需要喷洒的区域中关闭喷头。进一步提升了无人机进行喷洒作业时的喷洒效果和喷头控制的灵活性。

30 可选的，S502，根据图像确定待作业区域中的喷洒区域，可以包括：

将图像输入第二神经网络模型，获取喷洒区域。

或者，

将图像输入第三神经网络模型，获取每个单位图像对应的分类信息。

根据每个单位图像对应的分类信息，获取喷洒区域。

- 5 可选的，在一种实现方式中，通过第二神经网络模型，可以直接获得待作业区域中的喷洒区域，提升了确定喷洒区域的准确性。在另一种实现方式中，通过第三神经网络模型，首先获得待作业区域中不同区域的分类信息。进而，可以根据不同分类的区域是否需要喷洒确定喷洒区域。提升了确定喷洒区域的灵活性。例如，分类信息可以包括：农作物、果树、水池、山、障碍物，等等。

可选的，S503 中，根据喷洒区域和多条规划航线，确定每条规划航线上的喷洒点，可以包括：

获取喷洒区域与每条规划航线的交叉点。

根据交叉点获取每条规划航线上的喷洒点。

- 15 需要说明的是，本实施例对于每条规划航线上交叉点的个数不做限定，根据喷洒区域的形状以及规划航线的方向而有所不同。

例如，在图 6 中，喷洒区域 107 为比较规则的椭圆形。喷洒区域 107 与规划航线 104~106 均有两个交叉点。则确定交叉点为喷洒点。

- 20 可选的，喷洒点可以具有高度信息。本实施例提供的无人机的喷洒作业方法，还可以包括：

针对每条作业航线上的关键点和喷洒点组成的点集合，按照点在该作业航线上的排列顺序，获取相邻的两个点。其中，两个点至少包括一个关键点。

若两个点之间的欧式距离小于第二预设数值，则删除其中任意一个关键点，并继续执行对相邻的两个点的操作。

- 25 由于喷洒点也具有高度信息，通过对距离较近的喷洒点和关键点进行删点处理，可以删除不必要的具有高度信息的点，减少了点的数量，删除了冗余的高度信息，有利于无人机进行喷洒作业。

其中，继续执行对相邻的两个点的操作中，关于相邻的两个点的定义，可以参见图 4 所示示例中的说明，此处不再赘述。

- 30 需要说明的是，本实施例对于第二预设数值的具体取值不做限定。

下面通过示例进行说明。

图 7 为本发明实施例二提供的对关键点和喷洒点组成的点序列执行删点操作的示意图。如图 7 中状态 (a) 所示, 关键点为 P1~P7, 喷洒点为 O1~O4。对于喷洒点 O1 和关键点 P1, 由于 O1 与 P1 之间的欧式距离小于第二预设数值, 则删除关键点 P1。相似的, 可以删除关键点 P2 和 P3。对于关键点 P6 和 P7, 由于 P6 和 P7 之间的欧式距离小于第二预设数值, 此处, 删除关键点 P7。删点操作后保留的点可以参见如图 7 中状态 (b)。

可选的, 喷洒点可以具有高度信息。本实施例提供的无人机的喷洒作业方法, 还可以包括:

10 针对每条作业航线上的喷洒点, 按照喷洒点在该作业航线上的排列顺序, 获取相邻的两个喷洒点。

若两个喷洒点包括排列在前的第一喷洒点和排列在后的第二喷洒点, 且第一喷洒点与第二喷洒点之前的距离小于第三预设数值, 则保留两个喷洒点, 或者, 删除第二喷洒点。

15 若两个喷洒点包括排列在前的第二喷洒点和排列在后的第一喷洒点, 且第一喷洒点与第二喷洒点之前的距离小于第四预设数值, 则删除两个喷洒点, 或者, 删除第二喷洒点。

其中, 第一喷洒点用于开启喷洒作业, 第二喷洒点用于关闭喷洒作业。

下面通过示例进行说明。

20 对于两个相邻的喷洒点, 如果在前的喷洒点 A 用于开启喷洒作业, 在后的喷洒点 B 用于关闭喷洒作业, 且 A、B 之间距离很近。此时, 可以删除后面的喷洒点 B, 以减少不必要的关闭喷洒点的操作。当然, 也可以不删喷洒点。

对于两个相邻的喷洒点, 如果在前的喷洒点 A 用于关闭喷洒作业, 在后的喷洒点 B 用于开启喷洒作业, 且这两个喷洒点的距离很近。由于喷洒点 B 之后还应该是一个用于关闭喷洒作业的喷洒点 C, 喷洒点 A 之前还应该是一个用于开启喷洒作业的喷洒点 D。因此, 在该场景中, 可以删除喷洒点 A、B, 或者, 删除喷洒点 A, 使得从喷洒点 D 开始直至喷洒点 C 为止, 喷头一直处于打开状态, 减少了不必要的关闭喷洒点的操作。

30 可见, 由于喷洒点也具有高度信息, 因此可以针对喷洒点进行删点操作

而不影响航线的高度信息。通过对相邻的两个喷洒点进行删点处理，可以减少不必要的打开或者关闭喷洒点的操作，有利于无人机进行喷洒作业。

需要说明的是，本实施例对于第三预设数值的具体取值不做限定。

可选的，本实施例提供的无人机的喷洒作业方法，还可以包括：

- 5 针对每条作业航线上的关键点和喷洒点组成的点集合，按照点在该作业航线上的排列顺序，若位于第三喷洒点与第四喷洒点之间的关键点的高度小于第三喷洒点的高度，则删除第三喷洒点与第四喷洒点之间的关键点。其中，第三喷洒点用于关闭喷洒作业，第四喷洒点为第三喷洒点之后的第一个用于开启喷洒作业的喷洒点。
- 10 具体的，第三喷洒点用于关闭喷洒作业。第四喷洒点为之后的第一个开启喷洒作业的喷洒点。对于位于第三喷洒点与第四喷洒点之间的每个关键点，如果关键点的高度小于第三喷洒点的高度，则可以删除该关键点。这样，当无人机没有执行喷洒操作时，可以避免不必要的降低飞行高度的飞行，有利于无人机进行喷洒作业。
- 15 本实施例提供一种无人机的喷洒作业方法，还包括：获取待作业区域的图像，根据图像确定待作业区域中的喷洒区域，根据喷洒区域和多条规划航线，确定每条规划航线上的喷洒点。其中，喷洒点用于开启喷洒作业或者关闭喷洒作业，航点还包括喷洒点。本实施例提供的无人机的喷洒作业方法，在根据待作业区域的三维模型使得作业航线具有高度信息的基础上，还可以
- 20 根据待作业区域的图像，根据不同的喷洒场景确定规划航线上实际的喷洒点。从而，无人机可以根据实际的喷洒场景，利用实际的喷洒点进行喷洒作业。进一步提升了无人机进行喷洒作业时的喷洒效果和喷头控制的灵活性。

图 8 为本发明实施例三提供的无人机的喷洒作业方法的流程图。本实施例提供的无人机的喷洒作业方法，执行主体可以为无人机的喷洒作业装置。如图 8 所示，本实施例提供的无人机的喷洒作业方法，可以包括：

S801、获取待作业区域的二维位置信息和待作业区域的图像。

S802、根据图像确定待作业区域中的喷洒区域。

S803、根据二维位置信息和喷洒区域获取作业航线。其中，作业航线用于无人机进行喷洒作业。作业航线上包括喷洒点，喷洒点用于开启喷洒作业

30

或者关闭喷洒作业。

本实施例提供的无人机的喷洒作业方法，可以根据待作业区域的图像，根据不同的喷洒场景确定规划航线上实际的喷洒点。从而，无人机可以根据实际的喷洒场景，利用实际的喷洒点进行喷洒作业，提升了无人机进行喷洒作业时的喷洒效果和喷头控制的灵活性。

可选的，根据二维位置信息和喷洒区域获取作业航线，包括：

根据二维位置信息确定多条规划航线。

根据喷洒区域和多条规划航线，获取作业航线。

可选的，根据喷洒区域和多条规划航线，获取作业航线，包括：

10 获取喷洒区域与每条规划航线的交叉点。

根据交叉点获取每条规划航线上的喷洒点。

可选的，获取作业航线，还包括：

获取待作业区域的三维模型。

15 根据多条规划航线和三维模型确定每条规划航线上的关键点。其中，关键点具有高度信息，作业航线上还包括关键点。

具体的，在根据待作业区域的图像，根据不同的喷洒场景确定规划航线上实际的喷洒点的基础上，还可以根据待作业区域的三维模型使得作业航线具有高度信息。从而，无人机可以根据具有高度信息的作业航线进行喷洒作业，在地形较高的地方升高飞行高度，在地形较低的地方降低飞行高度。进
20 一步提升了无人机进行喷洒作业时的安全性能和喷洒效果。

可选的，根据多条规划航线和三维模型确定每条规划航线上的关键点，包括：

按照预设规则在规划航线上插入候选点，或者，获取用户针对规划航线输入的候选点。

25 根据三维模型获取候选点的高度信息，获得关键点。

可选的，获得关键点之前，还包括：

获取相邻的两个候选点。

根据两个候选点的高度信息确定两个候选点之间的斜率。

若斜率的绝对值小于第一预设数值，则删除其中任意一个候选点，并继
30 续执行对相邻的两个候选点的操作。

可选的，根据多条规划航线和三维模型确定每条规划航线上的关键点，包括：

将多条规划航线和三维模型输入第一神经网络模型，获得每条规划航线上的关键点。

5 可选的，喷洒点具有高度信息，还包括：

针对每条作业航线上的关键点和喷洒点组成的点集合，按照点在该作业航线上的排列顺序，获取相邻的两个点。其中，两个点至少包括一个关键点。

若两个点之间的欧式距离小于第二预设数值，则删除其中任意一个关键点，并继续执行对相邻的两个点的操作。

10 可选的，喷洒点具有高度信息，还包括：

针对每条作业航线上的喷洒点，按照喷洒点在该作业航线上的排列顺序，获取相邻的两个喷洒点。

若两个喷洒点包括排列在前的第一喷洒点和排列在后的第二喷洒点，且第一喷洒点与第二喷洒点之前的距离小于第三预设数值，则保留两个喷洒点，
15 或者，删除第二喷洒点。

若两个喷洒点包括排列在前的第二喷洒点和排列在后的第一喷洒点，且第一喷洒点与第二喷洒点之前的距离小于第四预设数值，则删除两个喷洒点，或者，删除第二喷洒点。

其中，第一喷洒点用于开启喷洒作业，第二喷洒点用于关闭喷洒作业。

20 可选的，还包括：

针对每条作业航线上的关键点和喷洒点组成的点集合，按照点在该作业航线上的排列顺序，若位于第三喷洒点与第四喷洒点之间的关键点的高度小于第三喷洒点的高度，则删除第三喷洒点与第四喷洒点之间的关键点。其中，第三喷洒点用于关闭喷洒作业，第四喷洒点为第三喷洒点之后的第一个用于
25 开启喷洒作业的喷洒点。

可选的，根据作业航线控制无人机进行喷洒作业，包括：

获取预设距离值或者用户输入的距离值。

根据预设距离值或者用户输入的距离值，以及作业航线控制无人机进行喷洒作业，以实现仿地飞行。

30 可选的，根据图像确定待作业区域中的喷洒区域，包括：

将图像输入第二神经网络模型，获取喷洒区域。

或者，

将图像输入第三神经网络模型，获取每个单位图像对应的分类信息。

根据每个单位图像对应的分类信息，获取喷洒区域。

- 5 需要说明的是，本实施例提供的无人机的喷洒作业方法，与图 2~图 7 所示实施例提供的无人机的喷洒作业方法相似，涉及具体步骤的执行顺序不同。技术原理和技术效果相似，此处不再赘述。

本实施例提供一种无人机的喷洒作业方法，包括：获取待作业区域的二维位置信息和待作业区域的图像，根据图像确定待作业区域中的喷洒区域，
10 根据二维位置信息和喷洒区域获取作业航线。其中，作业航线用于无人机进行喷洒作业。作业航线上包括喷洒点，喷洒点用于开启喷洒作业或者关闭喷洒作业。本实施例提供的无人机的喷洒作业方法，可以根据待作业区域的图像，根据不同的喷洒场景确定规划航线上实际的喷洒点。从而，无人机可以根据实际的喷洒场景，利用实际的喷洒点进行喷洒作业，提升了无人机进行
15 喷洒作业时的喷洒效果和喷头控制的灵活性。

图 9 为本发明实施例四提供的无人机的喷洒作业方法的流程图。本实施例提供的无人机的喷洒作业方法，执行主体可以为无人机的喷洒作业装置。如图 9 所示，本实施例提供的无人机的喷洒作业方法，可以包括：

- 20 S901、获取待作业区域的二维位置信息、三维模型和图像。
 S902、根据图像确定待作业区域中的喷洒区域。
 S903、根据二维位置信息和喷洒区域获取喷洒点，喷洒点用于开启喷洒作业或者关闭喷洒作业。
 S904、根据二维位置信息和三维模型获取作业航线。其中，作业航线用
25 于无人机进行喷洒作业，作业航线上包括多个航点，至少一个航点具有高度信息，多个航点还包括喷洒点。

本实施例提供的无人机的喷洒作业方法，一方面，可以根据待作业区域的图像，根据不同的喷洒场景确定规划航线上实际的喷洒点。从而，无人机可以根据实际的喷洒场景，利用实际的喷洒点进行喷洒作业，提升了无人机
30 进行喷洒作业时的喷洒效果和喷头控制的灵活性。另一方面，还可以根据待

作业区域的三维模型使得作业航线具有高度信息。从而，无人机可以根据具有高度信息的作业航线进行喷洒作业，在地形较高的地方升高飞行高度，在地形较低的地方降低飞行高度。进一步提升了无人机进行喷洒作业时的安全性和喷洒效果。

- 5 需要说明的是，本实施例对于 S902~S903 与 S904 的执行顺序不做限定。本实施例提供的无人机的喷洒作业方法，与图 2~图 8 所示实施例提供的无人机的喷洒作业方法相似，技术原理和技术效果相似，此处不再赘述。

- 10 图 10 为本发明实施例一提供的无人机的喷洒作业装置的结构示意图。如图 10 所示，本实施例提供的无人机的喷洒作业装置，可以包括：处理器 11 和存储器 12。其中，所述存储器 12 用于存储指令。所述处理器 11 用于执行所述存储器中存储的指令，以使所述无人机的喷洒作业装置执行图 2~图 9 所示任一实施例提供的无人机的喷洒作业方法，具体实现方式和技术效果类似，这里不再赘述。可选的，该无人机的喷洒作业装置还可以包括收发器，所述
15 收发器用于和其他设备通信。

- 20 本领域普通技术人员可以理解：实现上述各方法实施例的全部或部分步骤可以通过程序指令相关的硬件来完成。前述的程序可以存储于一计算机可读取存储介质中。该程序在执行时，执行包括上述各方法实施例的步骤；而前述的存储介质包括：ROM、RAM、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

- 25 最后应说明的是：以上各实施例仅用以说明本发明实施例的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述各实施例对本发明实施例进行了详细的说明，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，或者对其中部分或者全部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实施例技术方案的范围。

权 利 要 求 书

1、一种无人机的喷洒作业方法，其特征在于，包括：

获取待作业区域的二维位置信息和所述待作业区域的三维模型；

5 根据所述二维位置信息和所述三维模型获取作业航线；所述作业航线用于无人机进行喷洒作业，所述作业航线上包括多个航点，至少一个所述航点具有高度信息。

2、根据权利要求 1 所述的方法，其特征在于，所述根据所述二维位置信息和所述三维模型获取作业航线，包括：

10 根据所述二维位置信息确定多条规划航线；

根据所述三维模型确定每条所述规划航线上的关键点，获得所述作业航线；其中，所述关键点具有高度信息，所述航点包括所述关键点。

3、根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述根据所述三维模型确定每条所述规划航线上的关键点，包括：

按照预设规则在所述规划航线上插入候选点，或者，获取用户针对所述规划航线输入的候选点；

根据所述三维模型获取所述候选点的高度信息，获得所述关键点。

20 4、根据权利要求 3 所述的方法，其特征在于，所述获得所述关键点之前，还包括：

获取相邻的两个候选点；

根据所述两个候选点的高度信息确定所述两个候选点之间的斜率；

25 若所述斜率的绝对值小于第一预设数值，则删除其中任意一个候选点，并继续执行对相邻的两个候选点的操作。

5、根据权利要求 2 所述的方法，其特征在于，所述根据所述三维模型确定每条所述规划航线上的关键点，包括：

30 将所述多条规划航线和所述三维模型输入第一神经网络模型，获得每条所述规划航线上的关键点。

6、根据权利要求 2-5 任一项所述的方法，其特征在于，所述规划航线上包括作业点，所述作业点用于开启喷洒作业或者关闭喷洒作业；
所述关键点包括所述作业点。

5

7、根据权利要求 6 所述的方法，其特征在于，每条所述规划航线的两个端点为两个作业点，所述两个作业点分别用于开启喷洒作业和关闭喷洒作业。

8、根据权利要求 2-5 任一项所述的方法，其特征在于，所述获得所述作业航线，还包括：

10 获取所述待作业区域的图像；

根据所述图像确定所述待作业区域中的喷洒区域；

根据所述喷洒区域和所述多条规划航线，确定每条所述规划航线上的喷洒点；其中，所述喷洒点用于开启喷洒作业或者关闭喷洒作业，所述航点还包括所述喷洒点。

15

9、根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述根据所述图像确定所述待作业区域中的喷洒区域，包括：

将所述图像输入第二神经网络模型，获取所述喷洒区域；

20 或者，

将所述图像输入第三神经网络模型，获取每个单位图像对应的分类信息；

根据所述每个单位图像对应的分类信息，获取所述喷洒区域。

10、根据权利要求 8 所述的方法，其特征在于，所述根据所述喷洒区域和所述多条规划航线，确定每条所述规划航线上的喷洒点，包括：

25

获取所述喷洒区域与每条所述规划航线的交叉点；

根据所述交叉点获取每条所述规划航线上的喷洒点。

11、根据权利要求 8-10 任一项所述的方法，其特征在于，所述喷洒点具有高度信息，还包括：

30

针对每条所述作业航线上的关键点和喷洒点组成的点集合，按照点在该作业航线上的排列顺序，获取相邻的两个点；其中，所述两个点至少包括一个关键点；

若所述两个点之间的欧式距离小于第二预设数值，则删除其中任意一个
5 关键点，并继续执行对相邻的两个点的操作。

12、根据权利要求 8-11 任一项所述的方法，其特征在于，所述喷洒点具有高度信息，还包括：

针对每条所述作业航线上的喷洒点，按照喷洒点在该作业航线上的排列
10 顺序，获取相邻的两个喷洒点；

若所述两个喷洒点包括排列在前的第一喷洒点和排列在后的第二喷洒点，且所述第一喷洒点与所述第二喷洒点之前的距离小于第三预设数值，则保留所述两个喷洒点，或者，删除所述第二喷洒点；

若所述两个喷洒点包括排列在前的第二喷洒点和排列在后的第一喷洒点，
15 且所述第一喷洒点与所述第二喷洒点之前的距离小于第四预设数值，则删除所述两个喷洒点，或者，删除所述第二喷洒点；

其中，所述第一喷洒点用于开启喷洒作业，所述第二喷洒点用于关闭喷洒作业。

20 13、根据权利要求 8-12 任一项所述的方法，其特征在于，还包括：

针对每条所述作业航线上的关键点和喷洒点组成的点集合，按照点在该作业航线上的排列顺序，若位于第三喷洒点与第四喷洒点之间的关键点的高度小于所述第三喷洒点的高度，则删除所述第三喷洒点与所述第四喷洒点之间的所述关键点；其中，所述第三喷洒点用于关闭喷洒作业，所述第四喷洒
25 点为所述第三喷洒点之后的第一个用于开启喷洒作业的喷洒点。

14、根据权利要求 1-13 任一项所述的方法，其特征在于，所述无人机进行喷洒作业，包括：

所述无人机根据预设距离值或者用户输入的距离值，以及所述作业航线
30 进行喷洒作业，以实现仿地飞行。

15、一种无人机的喷洒作业方法，其特征在于，包括：

获取待作业区域的二维位置信息和所述待作业区域的图像；

根据所述图像确定所述待作业区域中的喷洒区域；

5 根据所述二维位置信息和所述喷洒区域获取作业航线；其中，所述作业航线用于无人机进行喷洒作业；所述作业航线上包括喷洒点，所述喷洒点用于开启喷洒作业或者关闭喷洒作业；

根据所述作业航线控制无人机进行喷洒作业。

10 16、根据权利要求 15 所述的方法，其特征在于，所述根据所述二维位置信息和所述喷洒区域获取作业航线，包括：

根据所述二维位置信息确定多条规划航线；

根据所述喷洒区域和所述多条规划航线，获取所述作业航线。

15 17、根据权利要求 16 所述的方法，其特征在于，所述根据所述喷洒区域和所述多条规划航线，获取所述作业航线，包括：

获取所述喷洒区域与每条所述规划航线的交叉点；

根据所述交叉点获取每条所述规划航线上的喷洒点。

20 18、根据权利要求 16 或 17 所述的方法，其特征在于，所述获取所述作业航线，还包括：

获取所述待作业区域的三维模型；

根据所述多条规划航线和所述三维模型确定每条所述规划航线上的关键点；其中，所述关键点具有高度信息，所述作业航线上还包括所述关键点。

25 19、根据权利要求 18 所述的方法，其特征在于，所述根据所述多条规划航线和所述三维模型确定每条所述规划航线上的关键点，包括：

按照预设规则在所述规划航线上插入候选点，或者，获取用户针对所述规划航线输入的候选点；

30 根据所述三维模型获取所述候选点的高度信息，获得所述关键点。

20、根据权利要求 19 所述的方法，其特征在于，所述获得所述关键点之前，还包括：

获取相邻的两个候选点；

5 根据所述两个候选点的高度信息确定所述两个候选点之间的斜率；

若所述斜率的绝对值小于第一预设数值，则删除其中任意一个候选点，并继续执行对相邻的两个候选点的操作。

21、根据权利要求 18 所述的方法，其特征在于，所述根据所述多条规划
10 航线和所述三维模型确定每条所述规划航线上的关键点，包括：

将所述多条规划航线和所述三维模型输入第一神经网络模型，获得每条所述规划航线上的关键点。

22、根据权利要求 18-21 任一项所述的方法，其特征在于，所述喷洒点
15 具有高度信息，还包括：

针对每条所述作业航线上的关键点和喷洒点组成的点集合，按照点在该作业航线上的排列顺序，获取相邻的两个点；其中，所述两个点至少包括一个关键点；

若所述两个点之间的欧式距离小于第二预设数值，则删除其中任意一个
20 关键点，并继续执行对相邻的两个点的操作。

23、根据权利要求 18-22 任一项所述的方法，其特征在于，所述喷洒点具有高度信息，还包括：

针对每条所述作业航线上的喷洒点，按照喷洒点在该作业航线上的排列
25 顺序，获取相邻的两个喷洒点；

若所述两个喷洒点包括排列在前的第一喷洒点和排列在后的第二喷洒点，且所述第一喷洒点与所述第二喷洒点之前的距离小于第三预设数值，则保留所述两个喷洒点，或者，删除所述第二喷洒点；

若所述两个喷洒点包括排列在前的第二喷洒点和排列在后的第一喷洒点，
30 且所述第一喷洒点与所述第二喷洒点之前的距离小于第四预设数值，则删除

所述两个喷洒点，或者，删除所述第二喷洒点；

其中，所述第一喷洒点用于开启喷洒作业，所述第二喷洒点用于关闭喷洒作业。

5 24、根据权利要求 18-23 任一项所述的方法，其特征在于，还包括：

针对每条所述作业航线上的关键点和喷洒点组成的点集合，按照点在该作业航线上的排列顺序，若位于第三喷洒点与第四喷洒点之间的关键点的高度小于所述第三喷洒点的高度，则删除所述第三喷洒点与所述第四喷洒点之间的所述关键点；其中，所述第三喷洒点用于关闭喷洒作业，所述第四喷洒点为所述第三喷洒点之后的第一个用于开启喷洒作业的喷洒点。

10

25、根据权利要求 18-24 任一项所述的方法，其特征在于，所述根据所述作业航线控制无人机进行喷洒作业，包括：

获取预设距离值或者用户输入的距离值；

15 根据所述预设距离值或者所述用户输入的距离值，以及所述作业航线控制所述无人机进行喷洒作业，以实现仿地飞行。

26、根据权利要求 15-25 任一项所述的方法，其特征在于，所述根据所述图像确定所述待作业区域中的喷洒区域，包括：

20 将所述图像输入第二神经网络模型，获取所述喷洒区域；
或者，

将所述图像输入第三神经网络模型，获取每个单位图像对应的分类信息；
根据所述每个单位图像对应的分类信息，获取所述喷洒区域。

25 27、一种无人机的喷洒作业方法，其特征在于，包括：

获取待作业区域的二维位置信息、三维模型和图像；

根据所述图像确定所述待作业区域中的喷洒区域；

根据所述二维位置信息和所述喷洒区域获取喷洒点，所述喷洒点用于开启喷洒作业或者关闭喷洒作业；

30 根据所述二维位置信息和所述三维模型获取作业航线；其中，所述作业

航线用于无人机进行喷洒作业，所述作业航线上包括多个航点，至少一个所述航点具有高度信息，所述多个航点还包括所述喷洒点。

28、一种无人机的喷洒作业装置，其特征在于，包括：存储器和处理器；

5 所述存储器用于存储指令；

所述处理器用于运行所述指令以实现：

获取待作业区域的二维位置信息和所述待作业区域的三维模型；

根据所述二维位置信息和所述三维模型获取作业航线；所述作业航线用于无人机进行喷洒作业，所述作业航线上包括多个航点，至少一个所述航点
10 具有高度信息。

29、根据权利要求 28 所述的装置，其特征在于，所述处理器具体用于：

根据所述二维位置信息确定多条规划航线；

根据所述三维模型确定每条所述规划航线上的关键点，获得所述作业航
15 线；其中，所述关键点具有高度信息，所述航点包括所述关键点。

30、根据权利要求 29 所述的装置，其特征在于，所述处理器具体用于：

按照预设规则在所述规划航线上插入候选点，或者，获取用户针对所述规划航线输入的候选点；

20 根据所述三维模型获取所述候选点的高度信息，获得所述关键点。

31、根据权利要求 30 所述的装置，其特征在于，所述处理器还用于：

获取相邻的两个候选点；

根据所述两个候选点的高度信息确定所述两个候选点之间的斜率；

25 若所述斜率的绝对值小于第一预设数值，则删除其中任意一个候选点，并继续执行对相邻的两个候选点的操作。

32、根据权利要求 29 所述的装置，其特征在于，所述处理器具体用于：

将所述多条规划航线和所述三维模型输入第一神经网络模型，获得每条
30 所述规划航线上的关键点。

33、根据权利要求 29-32 任一项所述的装置，其特征在于，所述规划航线上包括作业点，所述作业点用于开启喷洒作业或者关闭喷洒作业；
所述关键点包括所述作业点。

5

34、根据权利要求 33 所述的装置，其特征在于，每条所述规划航线的两个端点为两个作业点，所述两个作业点分别用于开启喷洒作业和关闭喷洒作业。

10 35、根据权利要求 29-32 任一项所述的装置，其特征在于，所述处理器还用于：

获取所述待作业区域的图像；

根据所述图像确定所述待作业区域中的喷洒区域；

15 根据所述喷洒区域和所述多条规划航线，确定每条所述规划航线上的喷洒点；其中，所述喷洒点用于开启喷洒作业或者关闭喷洒作业，所述航点还包括所述喷洒点。

36、根据权利要求 35 所述的装置，其特征在于，所述处理器具体用于：
将所述图像输入第二神经网络模型，获取所述喷洒区域；

20 或者，

将所述图像输入第三神经网络模型，获取每个单位图像对应的分类信息；
根据所述每个单位图像对应的分类信息，获取所述所述喷洒区域。

25 37、根据权利要求 35 所述的装置，其特征在于，所述处理器具体用于：
获取所述喷洒区域与每条所述规划航线的交叉点；
根据所述交叉点获取每条所述规划航线上的喷洒点。

38、根据权利要求 35-37 任一项所述的装置，其特征在于，所述处理器还用于：

30 针对每条所述作业航线上的关键点和喷洒点组成的点集合，按照点在该

作业航线上的排列顺序，获取相邻的两个点；其中，所述两个点至少包括一个关键点；

若所述两个点之间的欧式距离小于第二预设数值，则删除其中任意一个关键点，并继续执行对相邻的两个点的操作。

5

39、根据权利要求 35-38 任一项所述的装置，其特征在于，所述喷洒点具有高度信息，所述处理器还用于：

针对每条所述作业航线上的喷洒点，按照喷洒点在该作业航线上的排列顺序，获取相邻的两个喷洒点；

10 若所述两个喷洒点包括排列在前的第一喷洒点和排列在后的第二喷洒点，且所述第一喷洒点与所述第二喷洒点之前的距离小于第三预设数值，则保留所述两个喷洒点，或者，删除所述第二喷洒点；

若所述两个喷洒点包括排列在前的第二喷洒点和排列在后的第一喷洒点，且所述第一喷洒点与所述第二喷洒点之前的距离小于第四预设数值，则删除
15 所述两个喷洒点，或者，删除所述第二喷洒点；

其中，所述第一喷洒点用于开启喷洒作业，所述第二喷洒点用于关闭喷洒作业。

40、根据权利要求 35-39 任一项所述的装置，其特征在于，所述处理器
20 还用于：

针对每条所述作业航线上的关键点和喷洒点组成的点集合，按照点在该作业航线上的排列顺序，若位于第三喷洒点与第四喷洒点之间的关键点的高度小于所述第三喷洒点的高度，则删除所述第三喷洒点与所述第四喷洒点之间的所述关键点；其中，所述第三喷洒点用于关闭喷洒作业，所述第四喷洒
25 点为所述第三喷洒点之后的第一个用于开启喷洒作业的喷洒点。

41、根据权利要求 28-40 任一项所述的装置，其特征在于，所述处理器具体用于：

所述无人机根据预设距离值或者用户输入的距离值，以及所述作业航线
30 进行喷洒作业，以实现仿地飞行。

42、一种无人机的喷洒作业装置，其特征在于，包括：存储器和处理器；
所述存储器用于存储指令；

所述处理器用于运行所述指令以实现：

5 获取待作业区域的二维位置信息和所述待作业区域的图像；

根据所述图像确定所述待作业区域中的喷洒区域；

根据所述二维位置信息和所述喷洒区域获取作业航线；其中，所述作业航线用于无人机进行喷洒作业；所述作业航线上包括喷洒点，所述喷洒点用于开启喷洒作业或者关闭喷洒作业；

10 根据所述作业航线控制无人机进行喷洒作业。

43、根据权利要求 42 所述的装置，其特征在于，所述处理器具体用于：
根据所述二维位置信息确定多条规划航线；

根据所述喷洒区域和所述多条规划航线，获取所述作业航线。

15

44、根据权利要求 43 所述的装置，其特征在于，所述处理器具体用于：
获取所述喷洒区域与每条所述规划航线的交叉点；

根据所述交叉点获取每条所述规划航线上的喷洒点。

20 45、根据权利要求 43 或 44 所述的装置，其特征在于，所述处理器还用于：

获取所述待作业区域的三维模型；

根据所述多条规划航线和所述三维模型确定每条所述规划航线上的关键点；其中，所述关键点具有高度信息，所述作业航线上还包括所述关键点。

25

46、根据权利要求 45 所述的装置，其特征在于，所述处理器具体用于：
按照预设规则在所述规划航线上插入候选点，或者，获取用户针对所述规划航线输入的候选点；

根据所述三维模型获取所述候选点的高度信息，获得所述关键点。

30

47、根据权利要求 46 所述的装置，其特征在于，所述处理器还用于：
获取相邻的两个候选点；

根据所述两个候选点的高度信息确定所述两个候选点之间的斜率；

若所述斜率的绝对值小于第一预设数值，则删除其中任意一个候选点，

5 并继续执行对相邻的两个候选点的操作。

48、根据权利要求 45 所述的装置，其特征在于，所述处理器具体用于：

将所述多条规划航线和所述三维模型输入第一神经网络模型，获得每条
所述规划航线上的关键点。

10

49、根据权利要求 45-48 任一项所述的装置，其特征在于，所述处理器
还用于：

针对每条所述作业航线上的关键点和喷洒点组成的点集合，按照点在该
作业航线上的排列顺序，获取相邻的两个点；其中，所述两个点至少包括一
15 个关键点；

若所述两个点之间的欧式距离小于第二预设数值，则删除其中任意一个
关键点，并继续执行对相邻的两个点的操作。

50、根据权利要求 45-49 任一项所述的装置，其特征在于，所述处理器
20 还用于：

针对每条所述作业航线上的喷洒点，按照喷洒点在该作业航线上的排列
顺序，获取相邻的两个喷洒点；

若所述两个喷洒点包括排列在前的第一喷洒点和排列在后的第二喷洒点，
且所述第一喷洒点与所述第二喷洒点之前的距离小于第三预设数值，则保留
25 所述两个喷洒点，或者，删除所述第二喷洒点；

若所述两个喷洒点包括排列在前的第二喷洒点和排列在后的第一喷洒点，
且所述第一喷洒点与所述第二喷洒点之前的距离小于第四预设数值，则删除
所述两个喷洒点，或者，删除所述第二喷洒点；

其中，所述第一喷洒点用于开启喷洒作业，所述第二喷洒点用于关闭喷
30 洒作业。

51、根据权利要求 45-50 任一项所述的装置，其特征在于，所述处理器还用于：

针对每条所述作业航线上的关键点和喷洒点组成的点集合，按照点在该作业航线上的排列顺序，若位于第三喷洒点与第四喷洒点之间的关键点的高度小于所述第三喷洒点的高度，则删除所述第三喷洒点与所述第四喷洒点之间的所述关键点；其中，所述第三喷洒点用于关闭喷洒作业，所述第四喷洒点为所述第三喷洒点之后的第一个用于开启喷洒作业的喷洒点。

52、根据权利要求 45-51 任一项所述的装置，其特征在于，所述处理器具体用于：

获取预设距离值或者用户输入的距离值；

根据所述预设距离值或者所述用户输入的距离值，以及所述作业航线控制所述无人机进行喷洒作业，以实现仿地飞行。

53、根据权利要求 42-52 任一项所述的装置，其特征在于，所述处理器具体用于：

将所述图像输入第二神经网络模型，获取所述喷洒区域；

或者，

将所述图像输入第三神经网络模型，获取每个单位图像对应的分类信息；根据所述每个单位图像对应的分类信息，获取所述喷洒区域。

54、一种无人机的喷洒作业装置，其特征在于，包括：存储器和处理器；所述存储器用于存储指令；

所述处理器用于运行所述指令以实现：

获取待作业区域的二维位置信息、三维模型和图像；

根据所述图像确定所述待作业区域中的喷洒区域；

根据所述二维位置信息和所述喷洒区域获取喷洒点，所述喷洒点用于开启喷洒作业或者关闭喷洒作业；

根据所述二维位置信息和所述三维模型获取作业航线；其中，所述作业

航线用于无人机进行喷洒作业，所述作业航线上包括多个航点，至少一个所述航点具有高度信息，所述多个航点还包括所述喷洒点。

- 55、一种存储介质，其特征在于，包括：可读存储介质和计算机程序，
- 5 所述计算机程序用于实现如权利要求 1-27 中任一项所述的无人机的喷洒作业方法。

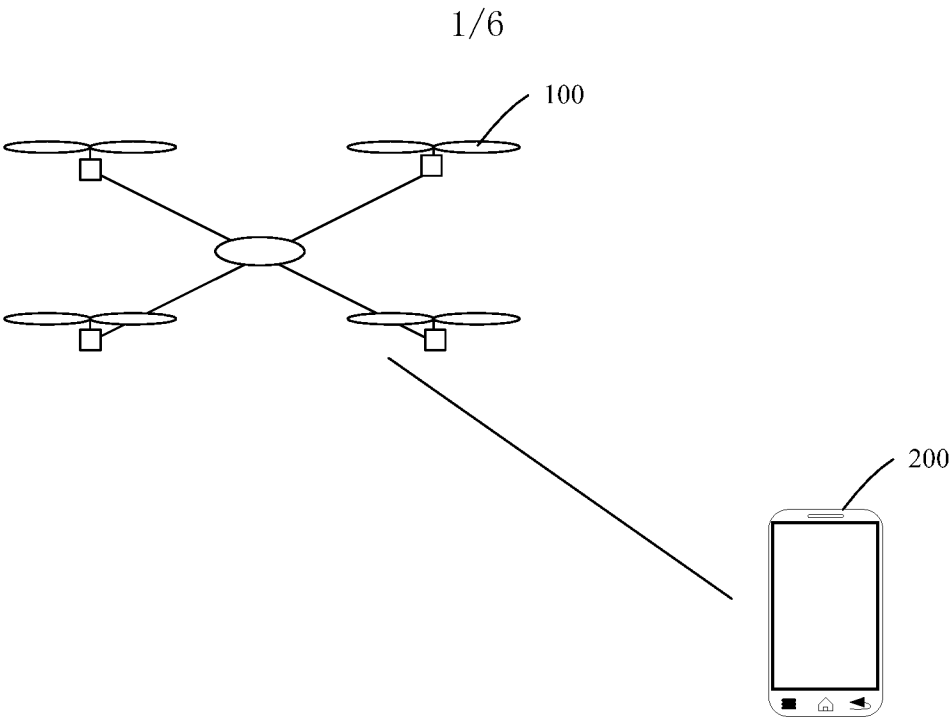


图 1

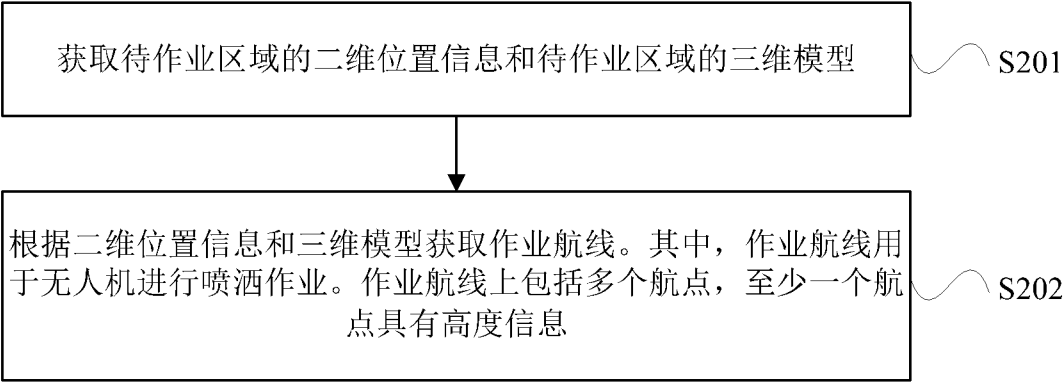


图 2

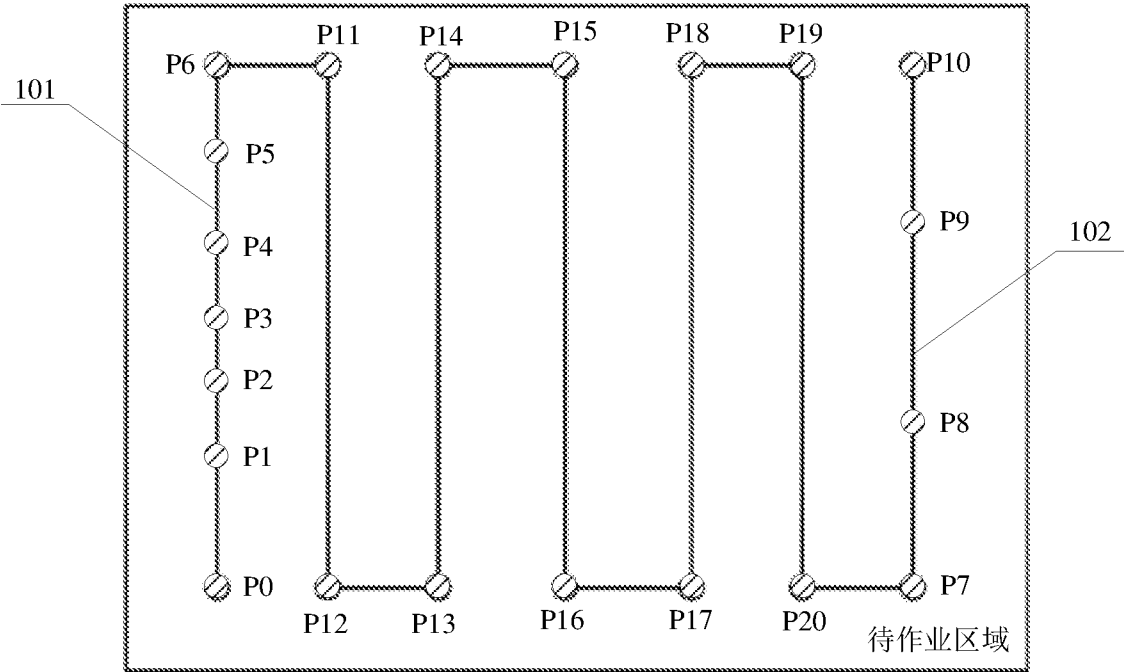


图 3A

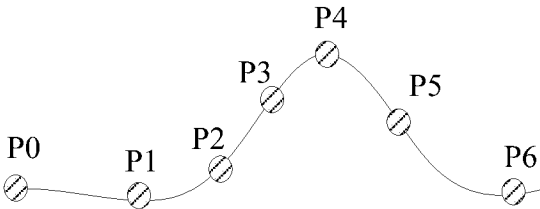


图 3B

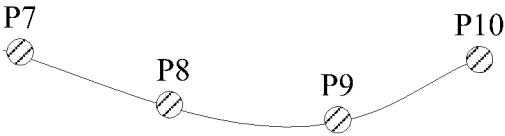


图 3C

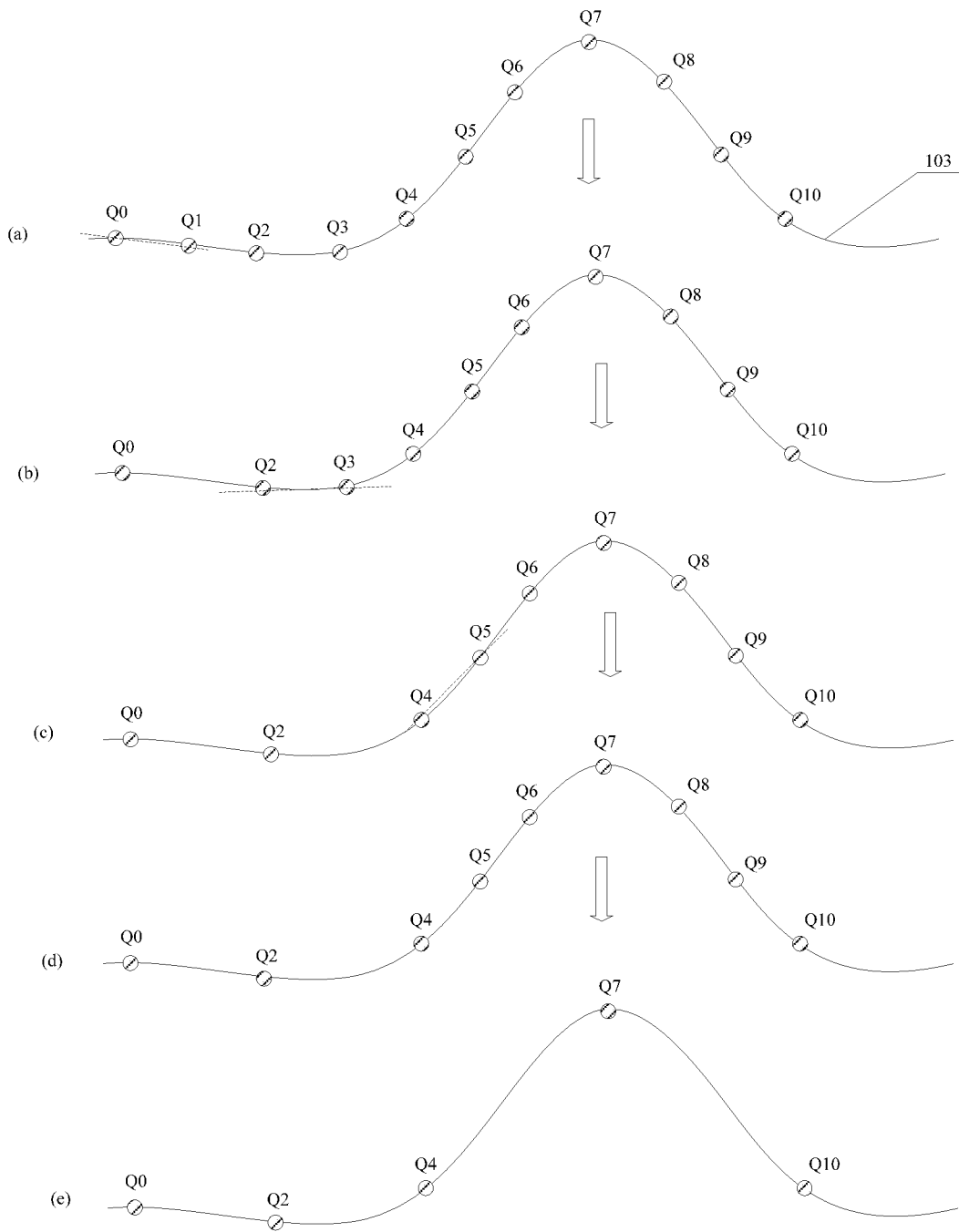


图 4

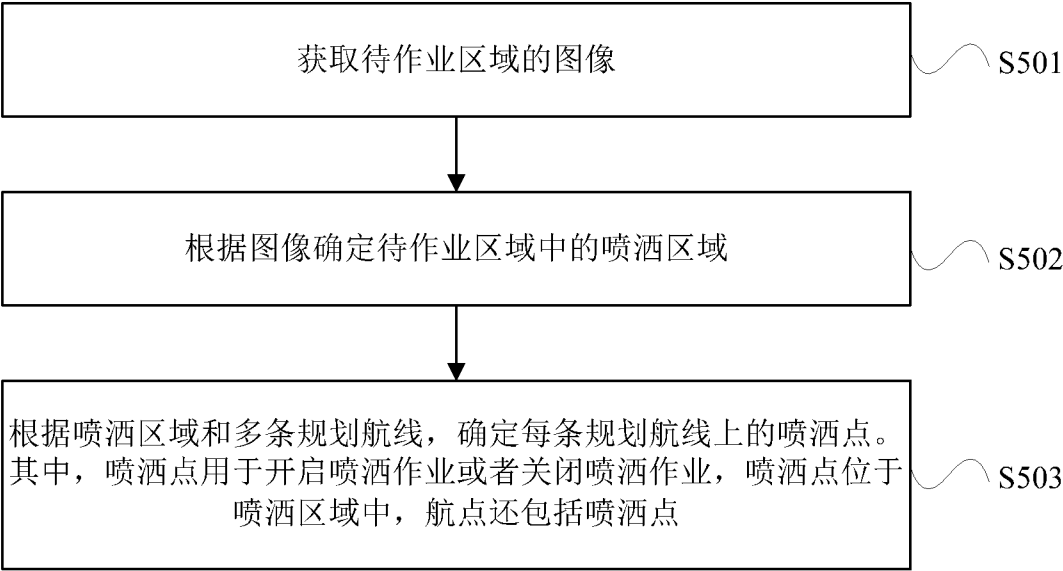


图 5

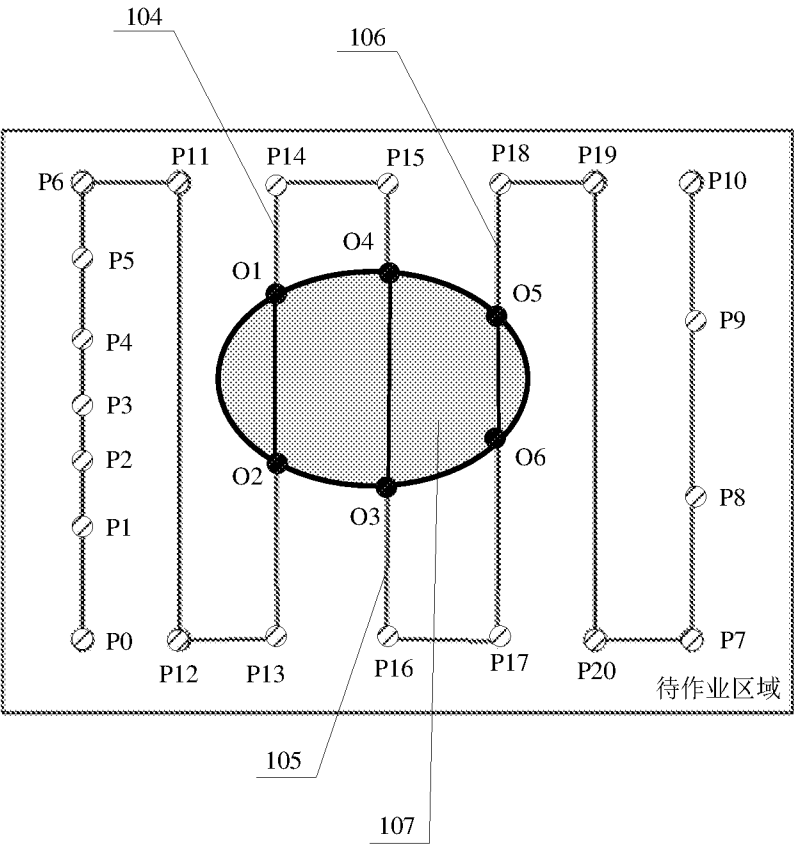


图 6

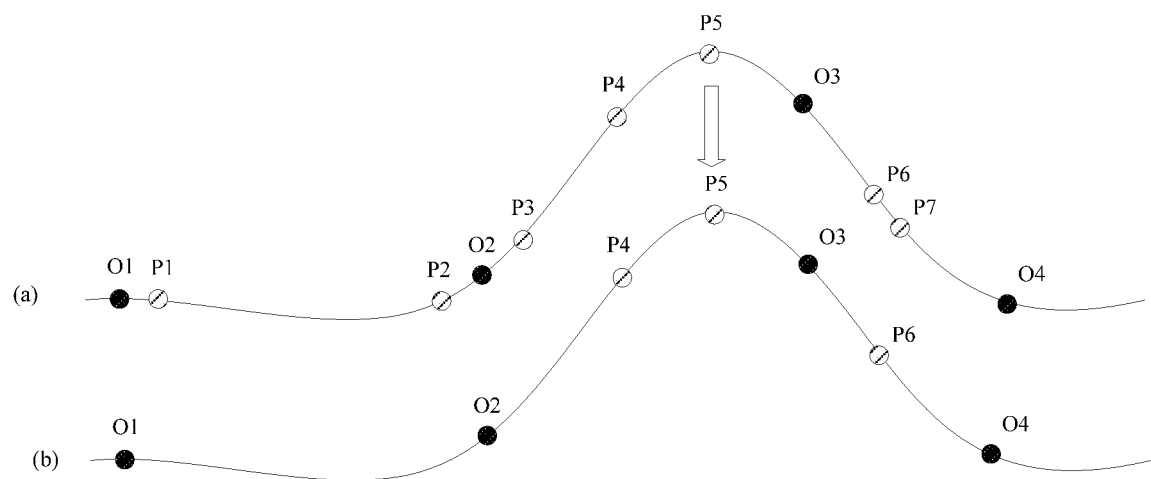


图 7

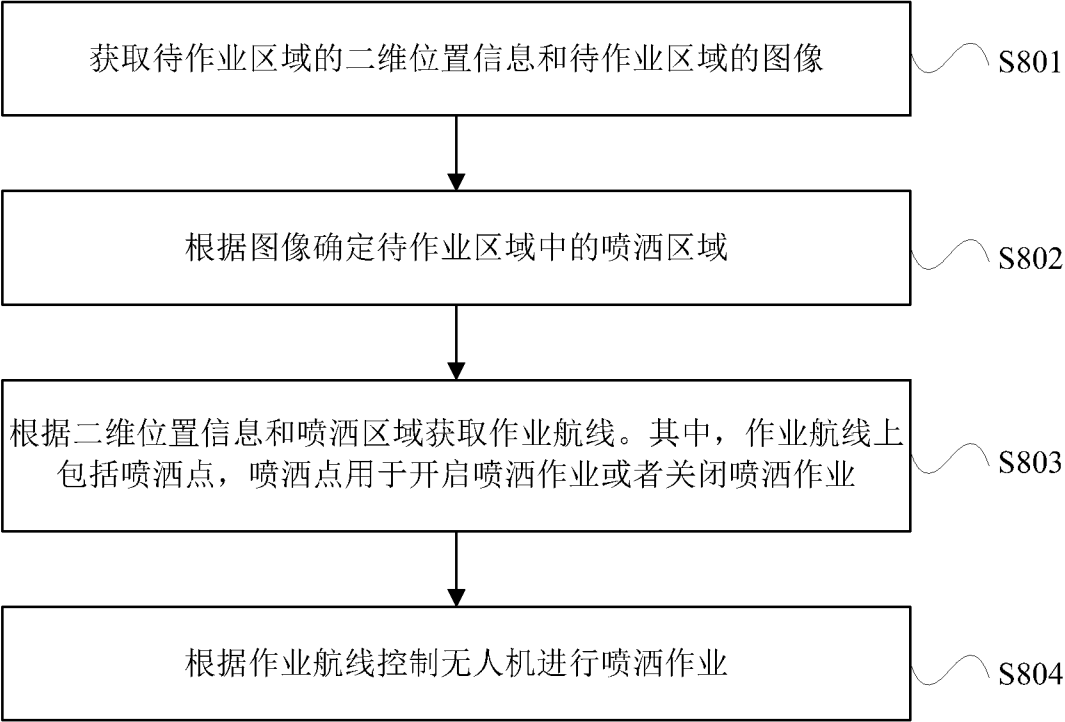


图 8

6/6

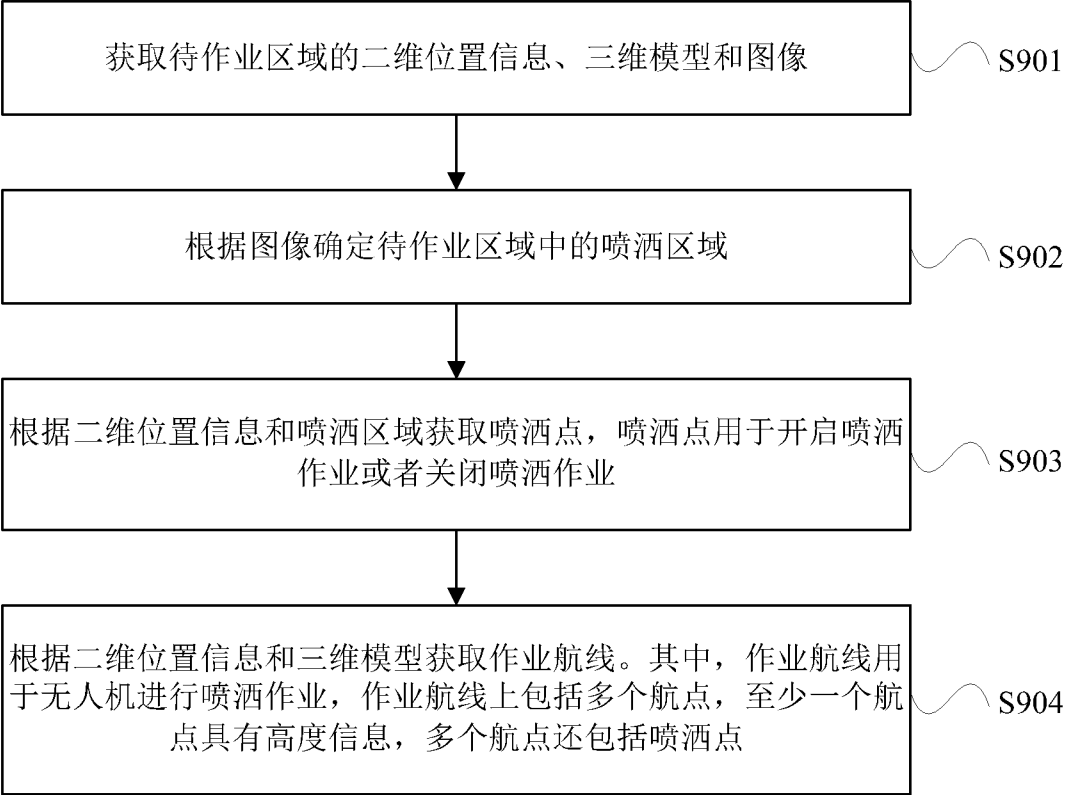


图 9

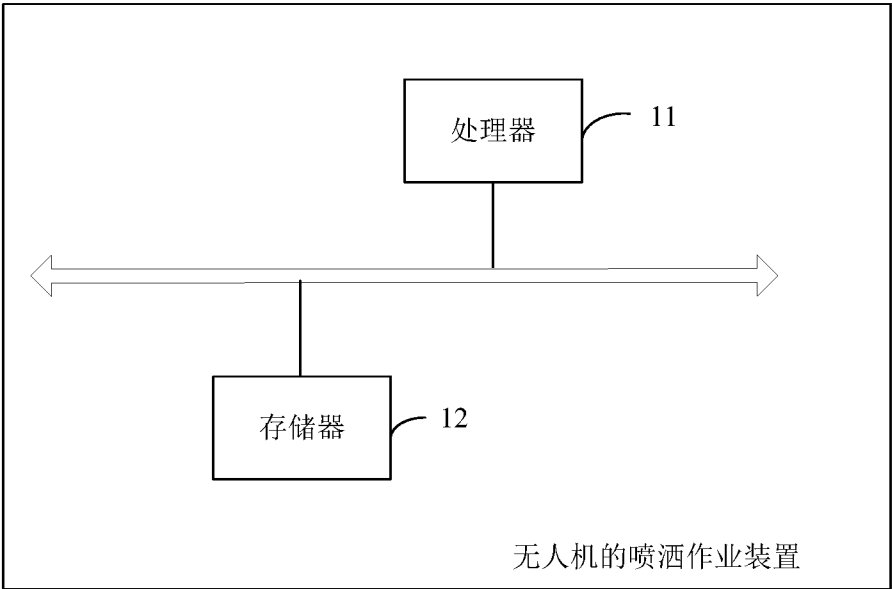


图 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/119241

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G05D 1/10(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

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, WPI, EPODOC, 中国期刊网全文数据库, CJFD: 无人机, 高度, 经度, 纬度, 二维, 三维, 图像, 图片, 丘陵, 喷, (unmanned 2D aerial 2D vehicle), UAV, high, height, longitude, latitude, (two 2D dimension), (three 2D dimension), image, picture, spray+

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 107544548 A (GUANGZHOU XAIRCRAFT CO., LTD.) 05 January 2018 (2018-01-05) description, paragraphs 62-161, and figures 1-4	1-10, 14-21, 25-37, 41-48, 52-55
A	CN 105116911 A (XAIRCRAFT CO., LTD.) 02 December 2015 (2015-12-02) entire document	1-55
A	CN 108519775 A (BEIJING BOYING TONGHANG TECHNOLOGY CO., LTD.) 11 September 2018 (2018-09-11) entire document	1-55
A	CN 105159319 A (XAIRCRAFT CO., LTD.) 16 December 2015 (2015-12-16) entire document	1-55
A	CN 108684282 A (BEIJING MAIFEI TECHNOLOGY CO., LTD.) 23 October 2018 (2018-10-23) entire document	1-55
A	KR 20160082773 A (UNIV KYUNGWOON IACF) 11 July 2016 (2016-07-11) entire document	1-55



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

07 August 2019

Date of mailing of the international search report

28 August 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

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

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/119241

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	107544548	A	05 January 2018	None			
CN	105116911	A	02 December 2015	CN	105116911	B	21 July 2017
CN	108519775	A	11 September 2018	None			
CN	105159319	A	16 December 2015	CN	105159319	B	31 October 2017
CN	108684282	A	23 October 2018	None			
KR	20160082773	A	11 July 2016	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/119241

A. 主题的分类 G05D 1/10 (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 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, WPI, EPDOC, 中国期刊网全文数据库: 无人机, 高度, 经度, 纬度, 二维, 三维, 图像, 图片, 丘陵, 喷, (unmanned 2D aerial 2D vehicle), UAV, high, height, longitude, latitude, (two 2D dimension), (three 2D dimension), image, picture, spray+																							
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>X</td> <td>CN 107544548 A (广州极飞科技有限公司) 2018年 1月 5日 (2018 - 01 - 05) 说明书第62-161段; 附图1-4</td> <td>1-10, 14-21, 25-37, 41-48, 52-55</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105116911 A (广州极飞电子科技有限公司) 2015年 12月 2日 (2015 - 12 - 02) 全文</td> <td>1-55</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108519775 A (北京博鹰通航科技有限公司) 2018年 9月 11日 (2018 - 09 - 11) 全文</td> <td>1-55</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 105159319 A (广州极飞电子科技有限公司) 2015年 12月 16日 (2015 - 12 - 16) 全文</td> <td>1-55</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108684282 A (北京麦飞科技有限公司) 2018年 10月 23日 (2018 - 10 - 23) 全文</td> <td>1-55</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>KR 20160082773 A (UNIV KYUNGWOON IACF) 2016年 7月 11日 (2016 - 07 - 11) 全文</td> <td>1-55</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	X	CN 107544548 A (广州极飞科技有限公司) 2018年 1月 5日 (2018 - 01 - 05) 说明书第62-161段; 附图1-4	1-10, 14-21, 25-37, 41-48, 52-55	A	CN 105116911 A (广州极飞电子科技有限公司) 2015年 12月 2日 (2015 - 12 - 02) 全文	1-55	A	CN 108519775 A (北京博鹰通航科技有限公司) 2018年 9月 11日 (2018 - 09 - 11) 全文	1-55	A	CN 105159319 A (广州极飞电子科技有限公司) 2015年 12月 16日 (2015 - 12 - 16) 全文	1-55	A	CN 108684282 A (北京麦飞科技有限公司) 2018年 10月 23日 (2018 - 10 - 23) 全文	1-55	A	KR 20160082773 A (UNIV KYUNGWOON IACF) 2016年 7月 11日 (2016 - 07 - 11) 全文	1-55
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
X	CN 107544548 A (广州极飞科技有限公司) 2018年 1月 5日 (2018 - 01 - 05) 说明书第62-161段; 附图1-4	1-10, 14-21, 25-37, 41-48, 52-55																					
A	CN 105116911 A (广州极飞电子科技有限公司) 2015年 12月 2日 (2015 - 12 - 02) 全文	1-55																					
A	CN 108519775 A (北京博鹰通航科技有限公司) 2018年 9月 11日 (2018 - 09 - 11) 全文	1-55																					
A	CN 105159319 A (广州极飞电子科技有限公司) 2015年 12月 16日 (2015 - 12 - 16) 全文	1-55																					
A	CN 108684282 A (北京麦飞科技有限公司) 2018年 10月 23日 (2018 - 10 - 23) 全文	1-55																					
A	KR 20160082773 A (UNIV KYUNGWOON IACF) 2016年 7月 11日 (2016 - 07 - 11) 全文	1-55																					
☐ 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 2019年 8月 7日		国际检索报告邮寄日期 2019年 8月 28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 刘昱萱 电话号码 010-62412874																					

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/119241

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	107544548	A	2018年 1月 5日	无	
CN	105116911	A	2015年 12月 2日	CN 105116911 B	2017年 7月 21日
CN	108519775	A	2018年 9月 11日	无	
CN	105159319	A	2015年 12月 16日	CN 105159319 B	2017年 10月 31日
CN	108684282	A	2018年 10月 23日	无	
KR	20160082773	A	2016年 7月 11日	无	