



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116610122 A

(43) 申请公布日 2023. 08. 18

(21) 申请号 202310577990.4

(22) 申请日 2023.05.22

(71) 申请人 中国舰船研究设计中心

地址 430064 湖北省武汉市武昌区张之洞路268号

(72) 发明人 钊毅 朱奇舸 袁康益 唐李军 岳林

(74) 专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限公司 42102

专利代理师 黄帅 胡建平

(51) Int. Cl.

G05D 1/02 (2020.01)

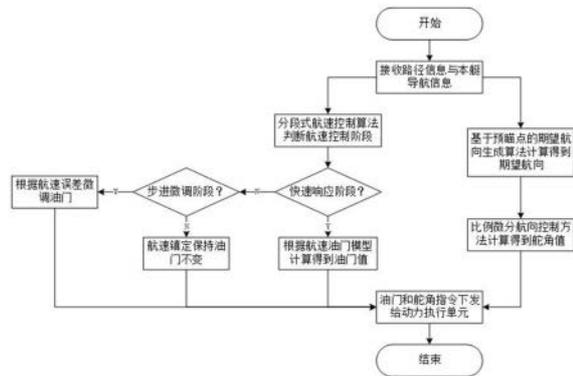
权利要求书2页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

一种稳定航速的无人艇路径跟踪方法及无人艇

(57) 摘要

本发明公开了一种稳定航速的无人艇路径跟踪方法及无人艇,该方法包括:分段式航速控制方法,即将航速控制分为三个阶段:第一阶段是快速响应阶段,控制无人艇快速到达期望航速附近;第二阶段是航速镇定阶段,保持油门值一段时间;第三阶段是步进式微调阶段,对油门进行微调,达到期望航速;航向控制方法,即根据无人艇当前航向和期望航向,计算得到无人艇的舵角控制值;基于预瞄点的期望航向生成方法,即得到期望航向;最后基于分段式航速控制方法控制无人艇的航速;基于预瞄点的期望航向生成方法得到期望航向,再基于航向控制方法计算得到无人艇的舵角控制值,控制无人艇的航向。本发明能够使无人艇快速达到期望航速并实现期望路径的跟踪。



1. 一种稳定航速的无人艇路径跟踪方法,其特征在于,该方法包括:

(1) 分段式航速控制方法

将航速控制分为三个阶段:第一阶段是快速响应阶段,依据无人艇的期望航速以及无人艇的航速油门模型曲线,得到油门值,控制无人艇快速到达期望航速附近;第二阶段是航速镇定阶段,无人艇到达期望航速附近后,保持该油门值一段时间;第三阶段是步进式微调阶段,完成快速响应和航速镇定后,根据无人艇当前航速与期望航速的航速差对油门进行微调,使无人艇达到期望航速;

(2) 航向控制方法

根据无人艇当前航向和期望航向,计算得到无人艇的舵角控制值;

(3) 基于预瞄点的期望航向生成方法

获取预瞄点采样距离,对无人艇路径进行线性插值采样,每隔一个采样距离生成一个采样点,当该采样点到路径终点的距离不足一个采样距离时,则将路径终点作为最后一个路径采样点,生成一段新的路径点集;

在生成的路径点集中,找到与无人艇当前位置最近的一个点,以最近的一个点的下一个路径点为预瞄点,如果最近点为路径终点,则以路径终点作为预瞄点,计算当前位置与预瞄点之间的航向角度,得到期望航向;

基于分段式航速控制方法控制无人艇的航速;基于预瞄点的期望航向生成方法得到期望航向,再基于航向控制方法计算得到无人艇的舵角控制值,控制无人艇的航向。

2. 根据权利要求1所述的稳定航速的无人艇路径跟踪方法,其特征在于,无人艇的航速油门模型曲线的获取方法包括:

将无人艇的油门值分成 $n-1$ 个区间段,对应获得一个包含 n 个元素的油门值的数组 $M_A[n]$;

在静水中,将无人艇油门置为 $M_A(i)$ ($i=1, \dots, n$),待航速稳定后,记录该油门下的航速值 $M_S(i)$,从而得到航速值数组 $M_S[i]$; $M_S(i)$ 则为对应油门值为 $M_A(i)$ 下的静水航速;

对 $M_A[n]$ 和 $M_S[i]$ 中的元素进行 m 阶的分段拟合,得到该无人艇对应的航速油门模型曲线。

3. 根据权利要求2所述的稳定航速的无人艇路径跟踪方法,其特征在于,无人艇的油门值从0%到100%, n 为11, m 为1。

4. 根据权利要求2所述的稳定航速的无人艇路径跟踪方法,其特征在于,依据无人艇的期望航速以及无人艇的航速油门模型曲线,得到油门值,包括:

获取首个超过期望航速的航速值 $M_S(i)$,计算出目标油门值 A_E :

$$A_E = \frac{(S_E - M_S(i-1)) * (M_A(i) - M_A(i-1))}{M_S(i) - M_S(i-1)} + M_A(i-1)$$

设置油门阈值;若目标油门值 A_E 与当前油门值 A 的差值大于等于油门阈值,则当前油门值增大特定油门值;若目标油门值 A_E 与当前油门值 A 的差值小于等于负的油门阈值,则当前油门值减小特定油门值。

5. 根据权利要求4所述的稳定航速的无人艇路径跟踪方法,其特征在于,油门阈值和特定油门值均为1%最大油门值。

6. 根据权利要求1所述的稳定航速的无人艇路径跟踪方法,其特征在于,油门值保持时

间 T_s 为固定值或快速响应阶段的油门变化量越大则油门值保持时间 T_s 越大。

7. 根据权利要求1所述的稳定航速的无人艇路径跟踪方法,其特征在于,根据无人艇当前航速与期望航速的航速差对油门进行微调,使无人艇达到期望航速,包括:

设置航速误差阈值 E 、调整间隔 T_a 和油门增量百分比 s ;

当航速差小于航速误差阈值 E 时,则代表达到期望航速;调整间隔 T_a 则表示如果当前航速没有达到期望航速,则每隔时间 T_a 对油门进行一次调整,若当前航速小于期望航速则油门增加 $s\%$,如果当前航速高于期望航速则油门减小 $s\%$ 。

8. 根据权利要求1所述的稳定航速的无人艇路径跟踪方法,其特征在于,无人艇的舵角控制值计算方法为:

$$E_C = C_E - C_C$$

$$R = P * E_C + D * \frac{dE_C}{dt}$$

其中, E_C 为航向误差, C_E 为期望航向, C_C 为当前航向, R 为舵角控制值, P 为比例调节系数, D 为微分调节系数。

9. 根据权利要求1所述的稳定航速的无人艇路径跟踪方法,其特征在于,航速越高,采样距离越大。

10. 一种无人艇,其特征在于,该无人艇采用权利要求1至9中任意一项所述的稳定航速的无人艇路径跟踪方法。

一种稳定航速的无人艇路径跟踪方法及无人艇

技术领域

[0001] 本发明属于水面无人艇航行控制技术领域,具体涉及一种稳定航速的无人艇路径跟踪方法及无人艇。

背景技术

[0002] 水面无人艇(Unmanned Surface Vehicle,USV)作为一种可替代有人舰艇完成枯燥、危险任务的作战单元,受到了越来越多的重视。无人艇以其出色的机动性、隐身性,肩负起了执行多种任务的使命。对于无人艇来说,其最基本的功能就是进行航路循迹,这也是无人艇在完成巡逻、扫海、查证等使命任务中的最基础的航行动作。无人艇在实际使用时,受风浪流等外界因素的影响,其航速与航迹会和期望值有较大的偏差,或出现振荡现象,本发明针对此问题设计了一种稳定航速的无人艇路径跟踪方法及无人艇,可以实现控制无人艇完成精准的航速和航迹控制。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于,提供一种稳定航速的无人艇路径跟踪方法及无人艇,使无人艇能够在一定风浪流等外界干扰下,控制无人艇快速达到期望航速并实现期望路径的跟踪。

[0004] 本发明的技术方案如下:

[0005] 一种稳定航速的无人艇路径跟踪方法,其特征在于,该方法包括:

[0006] (1)分段式航速控制方法

[0007] 将航速控制分为三个阶段:第一阶段是快速响应阶段,依据无人艇的期望航速以及无人艇的航速油门模型曲线,得到油门值,控制无人艇快速到达期望航速附近;第二阶段是航速镇定阶段,无人艇到达期望航速附近后,保持该油门值一段时间;第三阶段是步进式微调阶段,完成快速响应和航速镇定后,根据无人艇当前航速与期望航速的航速差对油门进行微调,使无人艇达到期望航速;

[0008] (2)航向控制方法

[0009] 根据无人艇当前航向和期望航向,计算得到无人艇的舵角控制值;

[0010] (3)基于预瞄点的期望航向生成方法

[0011] 获取预瞄点采样距离,对无人艇路径进行线性插值采样,每隔一个采样距离生成一个采样点,当该采样点到路径终点的距离不足一个采样距离时,则将路径终点作为最后一个路径采样点,生成一段新的路径点集;

[0012] 在生成的路径点集中,找到与无人艇当前位置最近的一个点,以最近的一个点的下一个路径点为预瞄点,如果最近点为路径终点,则以路径终点作为预瞄点,计算当前位置与预瞄点之间的航向角度,得到期望航向;

[0013] 基于分段式航速控制方法控制无人艇的航速;基于预瞄点的期望航向生成方法得到期望航向,再基于航向控制方法计算得到无人艇的舵角控制值,控制无人艇的航向。

[0014] 进一步的,无人艇的航速油门模型曲线的获取方法包括:

[0015] 将无人艇的油门值分成 $n-1$ 个区间段,对应获得一个包含 n 个元素的油门值的数组 $M_A[n]$;

[0016] 在静水中,将无人艇油门置为 $M_A(i)$ ($i=1, \dots, n$),待航速稳定后,记录该油门下的航速值 $M_S(i)$,从而得到航速值数组 $M_S[n]$; $M_S(i)$ 则为对应油门值为 $M_A(i)$ 下的静水航速;

[0017] 对 $M_A[n]$ 和 $M_S[n]$ 中的元素进行 m 阶的分段拟合,得到该无人艇对应的航速油门模型曲线。

[0018] 进一步的,无人艇的油门值从0%到100%, n 为11, m 为1。

[0019] 进一步的,依据无人艇的期望航速以及无人艇的航速油门模型曲线,得到油门值,包括:

[0020] 获取首个超过期望航速的航速值 $M_S(i)$,计算出目标油门值 A_E :

$$[0021] \quad A_E = \frac{(S_E - M_S(i-1)) * (M_A(i) - M_A(i-1))}{M_S(i) - M_S(i-1)} + M_A(i-1)$$

[0022] 设置油门阈值;若目标油门值 A_E 与当前油门值 A 的差值大于等于油门阈值,则当前油门值增大特定油门值;若目标油门值 A_E 与当前油门值 A 的差值小于等于负的油门阈值,则当前油门值减小特定油门值。

[0023] 进一步的,油门阈值和特定油门值均为1%最大油门值。

[0024] 进一步的,油门值保持时间 T_s 为固定值或快速响应阶段的油门变化量越大则油门值保持时间 T_s 越大。

[0025] 进一步的,根据无人艇当前航速与期望航速的航速差对油门进行微调,使无人艇达到期望航速,包括:

[0026] 设置航速误差阈值 E 、调整间隔 T_a 和油门增量百分比 s ;

[0027] 当航速差小于航速误差阈值 E 时,则代表达到期望航速;调整间隔 T_a 则表示如果当前航速没有达到期望航速,则每隔时间 T_a 对油门进行一次调整,若当前航速小于期望航速则油门增加 $s\%$,如果当前航速高于期望航速则油门减小 $s\%$ 。

[0028] 进一步的,无人艇的舵角控制值计算方法为:

$$[0029] \quad E_C = C_E - C_C$$

$$[0030] \quad R = P * E_C + D * \frac{dE_C}{dt}$$

[0031] 其中, E_C 为航向误差, C_E 为期望航向, C_C 为当前航向, R 为舵角控制值, P 为比例调节系数, D 为微分调节系数。

[0032] 进一步的,航速越高,采样距离越大。

[0033] 一种无人艇,该无人艇采用上述中任意一项所述的稳定航速的无人艇路径跟踪方法。

[0034] 本发明与现有技术相比,具有以下优点及有益效果:

[0035] 为了满足无人艇航速的快速精准控制的要求,本发明设计了一种分段式航速控制方法,该方法既可以满足航速的快速跟踪控制,又能够使无人艇在一定风浪流等外界干扰下实现期望航速的稳定跟踪;针对无人艇路径跟踪问题,本发明提出了一种基于预瞄点的期望航向生成算法,根据本艇与路径的相对位置,计算得到无人艇当前应行驶的航向,从而

实现期望路径的跟踪。

[0036] 本发明可部署于无人艇控制器的算法库中,接受无人艇控制器调用,实现无人艇稳定航速控制和期望路径跟踪,以实现后续探测、查证、巡逻等科考或其他任务。另外,本发明不依赖自主控制器软硬件的类型,均可采用仿真平台开展算法的运行、调试及评估。

附图说明

[0037] 图1为本发明实施例的稳定航速的无人艇路径跟踪方法流程图;

[0038] 图2为本发明实施例的直线路径循迹航迹图。

具体实施方式

[0039] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。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。此外,下面所描述的本发明各个实施方式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。

[0040] 为了解决无人艇航速控制和路径跟踪问题,本发明设计了一种分段式航速控制方法可以实现航速的快速稳定跟踪,采用了比例微分控制来实现对航向的控制,最后结合前面的航速航向控制方法,提出了一种基于预瞄点的期望航向生成算法,实现了无人艇以稳定航速完成路径跟踪的航行任务。

[0041] 本发明实施例的稳定航速的无人艇路径跟踪方法,包括:

[0042] (1)分段式航速控制方法

[0043] 针对传统方法控制航速会带来响应速度慢或超调量过大的问题,本发明设计开发了一种分段式航速控制方法,该方法将航速控制分为了三个阶段:a)第一阶段是快速响应阶段,依据航速油门的模型曲线,快速到达期望值附近;b)第二阶段是航速镇定阶段,由于无人艇航速控制具有较大的迟滞性,而且第一阶段油门调整的速度会比较快,所以需要在此油门下保持一段时间 T_s ,使无人艇航速趋于稳定;c)第三阶段是步进式微调阶段,完成快速响应和油门保持后,由于风浪流等影响无人艇航速一般会与航速油门的模型曲线有一定的差距,根据航速差,对油门进行微调,精确达到期望航速。

[0044] 作为一种可选的实施方式,航速油门的模型曲线可以通过以下方式实现。快速响应阶段需要预先获得无人艇的航速油门模型曲线,该曲线的测试方法如下:把油门值从0%到100%分成 $n-1$ 个区间段,则会生成 n 个航速节点(包含0%和10%),获得一个相对应的 n 个元素的油门值的数组 $M_A[n]$,例如 n 取11,则 $M_A[11] = [0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100]$ 。得到 M_A 后,在静水中将无人艇油门置为 $M_A(i)$ ($i=1, \dots, n$),待航速稳定后,记录该油门下的航速值 $M_S(i)$,从而得到航速值数组 $M_S[n]$ 。 $M_S(i)$ 则为对应油门值为 $M_A(i)$ 下的静水航速。根据 M_A 和 M_S 中的元素进行 m 阶的分段拟合,则可以得到该无人艇对应的航速油门模型曲线。该航速油门模型曲线的精度与测试节点数 n 和拟合曲线阶数 m 有关,但在第二阶段会进行进一步的调整,故模型精度不需要很高,所以建议节点数 n 取11左右,用一阶曲线进行拟合,即 $m=1$,降低计算复杂度,提升算法效率。

[0045] 作为一种可选的实施方式,航速镇定阶段是通过一定时间的油门保持,来达到稳定航速的效果。由于无人艇的航速控制具有强非线性和大迟滞的特点,因此在完成快速响

应阶段后,需要将油门值保持一定时间 T_s ,使无人艇航速趋于稳定,避免出现航速震荡现象,达到航速镇定效果。其中,保持时间 T_s 的选取可以根据快速响应阶段的油门变化量的大小进行调整,油门变化量越大 T_s 值越高,也可以根据无人艇动力模型选取适当的固定值。

[0046] 作为一种可选的实施方式,步进式微调阶段是根据航速差对油门进行微调,以精确达到期望航速。在此阶段需要设定三个参数,航速误差阈值 E 、调整间隔 T_a 和油门增量百分比 s 。其中,当航速误差小于航速误差阈值 E 时,则代表达到期望航速值;调整间隔 T_a 则表示如果当前航速没有达到期望航速,则每隔时间 T_a 对油门进行一次调整,若当前航速小于期望航速则油门增加 $s\%$,如果当前航速高于期望航速则油门减小 $s\%$ 。

[0047] 本发明提出的分段式航速控制算法整体流程为,首先判断当前航速与期望航速误差是否大于 v_c ,如果大于 v_c 则进入快速响应阶段 $S=0$,通过航速油门模型曲线查找到该期望航速下的期望油门,并每 T_c 控制一次油门,使油门值快速达到期望油门值。达到期望油门值后,算法进入航速镇定阶段 $S=1$,将该油门值保持时间 T_s ,使航速趋于稳定。航速镇定时间结束后,进入步进式微调阶段 $S=2$,计算当前航速和期望航速的误差 E_s ,与航速误差阈值 E 比较,来决定加减油门,使航速精确达到期望航速。分段式航速控制算法的伪代码如表1所示。

[0048] 表1分段式航速控制算法的伪代码表

算法 1 分段式航速控制算法**输入：**期望航速 S_E ，本艇当前航速 S_C **输出：**油门值 A

```

1: IF  $\text{abs}(S_E - S_C) \geq 2$ 
2:    $S = 0$ 
3: END
4: IF  $S == 0$ 
5:   FOR  $i = 1:n$ 
6:     IF  $S_E < M_S(i)$ 
7:        $A_E = \frac{(S_E - M_S(i-1)) * (M_A(i) - M_A(i-1))}{M_S(i) - M_S(i-1)} + M_A(i - 1)$ 
8:     END
9:   END
[0049] 10:  IF  $A_E - A \geq 1$ 
11:     $A = A + 1$ 
12:  ELSE IF  $A_E - A \leq -1$ 
13:     $A = A - 1$ 
14:  END
15: ELSE IF  $S == 1$ 
16:   IF  $t > T_s$ 
17:      $S = 2$ 
18:   END
19: ELSE IF  $S == 2$ 
20:   IF  $E_S \geq E$ 
21:      $A = A + 1$ 
22:   ELSE IF  $E_S \leq -E$ 
23:      $A = A - 1$ 
24:   END
[0050] 25: END
26: RETURN  $A$ 

```

[0051] (2) 比例微分航向控制方法

[0052] 针对无人艇航向控制，本发明采用了经典的比例微分控制方法，根据期望航向与当前航向的误差以及该误差的微分量，生成舵角的控制值，输出给动力系统。舵角控制值的计算方法为：

[0053] $E_C = C_E - C_C$,

$$[0054] \quad R = P * E_C + D * \frac{dE_C}{dt},$$

[0055] 其中, E_C 为航向误差, C_E 为期望航向, C_C 为当前航向, R 为控制舵角, P 为比例调节系数, D 为微分调节系数。

[0056] 当然, 也可以采用其他的航向控制方法, 例如PID等。

[0057] (3) 基于预瞄点的期望航向生成方法

[0058] 针对无人艇路径跟踪问题, 本发明设计了一种基于预瞄点的期望航向生成算法, 可以根据本艇的导航信息和期望的路径生成当前应该执行的期望航向, 进而控制无人艇的航迹, 实现期望路径的精准跟踪。基于预瞄点的期望航向生成算法的流程如下:

[0059] 将输入的路径和本艇位置的经纬度坐标转换为墨卡托投影坐标, 以米为单位, 方便计算。依据当前航速, 设置预瞄点采样距离 D_S , 航速越高, 采样距离越大, 提高航速较低时的循迹精度, 也避免高航速时的带来的航向抖动现象。

[0060] 对输入的直线路径 P_L , 根据采样距离进行线性插值采样, 每隔一个采样距离 D_S 生成一个采样点, 当该采样点到路径终点距离不足一个采样距离时, 则将路径终点作为最后一个路径采样点, 生成一段新的路径点集 P'_L 。

[0061] 在生成的路径点集 P'_L 中, 找到与本艇当前位置最近的一个点, 以最近的一个点的下一个路径点为预瞄点, 如果最近点为路径终点, 则以路径终点作为预瞄点。最后计算当前位置与预瞄点之间航向角度, 得到期望航向。

[0062] 伪代码如表2所示, 其中第2步为根据航速生成采样距离, 第3步为根据采样距离对当前路径做线性插值, 第4步为找到路径中与当前点距离最近的点的索引。

[0063] 表2基于预瞄点的期望航向生成算法表

算法 2 基于预瞄点的期望航向生成算法

输入: 路径 P_L , 本艇当前经纬度 P_C , 本艇航速 S_C

输出: 期望航向 C_E

```

1: LonLat2Mercator( $P_L, P_C$ )
2:  $D_S = \text{DistGenerate}(S_C)$ 
3:  $P'_L = \text{LinearResample}(P_L, D_S)$ 
4:  $Idx_{min} = \text{FindMinDis}(P'_L, P_C)$ 
5:  $Idx_{PA} = Idx_{min} + 1$ 
6: IF  $Idx_{PA} > \text{size}(P'_L)$ 
7:    $Idx_{PA} = \text{size}(P'_L)$ 
8: END
9:  $P_A = P'_L(Idx_{PA})$ 
10:  $C_E = \text{GetGoalCourse}(P_C, P_A)$ 
11: RETURN  $C_E$ 

```

[0064]

[0065] 由分段式航速控制算法来生成无人艇油门控制值, 达到稳定航速的效果, 由基于

预瞄点的期望航向生成算法来计算无人艇期望航向,并由比例微分航向控制算法根据期望航向与当前航向计算得到无人艇舵角控制值,实现无人艇路径跟踪,将这三者结合起来,可以从底层的油门、舵角控制到上层的期望航向计算完成无人艇路径跟踪的全流程控制,实现对期望航速和期望路径的稳定跟踪。

[0066] 本发明还提供一种无人艇,该无人艇采用上述中任意一项所述的稳定航速的无人艇路径跟踪方法。

[0067] 如图1所示,本发明的实施方法如下:

[0068] 1、参数设置

[0069] 依据应用的无人艇的运动模型对本发明所需的参数进行设置。一种参数实施方式如下: $n=11, m=1, E=0.5\text{kn}, T_a=2\text{s}, s=1, T_s=5\text{s}, v_c=2\text{kn}, T_c=200\text{ms}, P=1, D=0.5, D_s=50\text{m}$ 。

[0070] 2、航行任务下发与本艇信息采集

[0071] 将航行任务信息与本艇的导航信息发送给本发明,航行任务信息包含航行路径位置信息,航行的期望航速,导航信息包含本艇当前的位置、航速、航向。

[0072] 3、航速控制

[0073] 分段式航速控制算法将根据航行的期望航速与本艇当前的航速,以及当前航速控制所处的阶段,计算得到应该输出的油门大小,控制无人艇主机转速,使本艇航速接近期望航速,完成航速控制。

[0074] 4、航向控制

[0075] 基于预瞄点的期望航向生成算法将对期望跟踪的路径进行离散化分割,根据本艇当前的位置找到路径中的预瞄点,并计算到达该预瞄点所需的期望航向。比例微分航向控制方法将根据期望航向与本艇当前的航向计算生成无人艇此时应转向的舵角,并发送给舵角控制器,完成航向的控制。

[0076] 5、指令下发

[0077] 将本发明计算得到的油门大小和舵角量发送给各自的执行机构,即可驱动无人艇完成对航速的稳定控制与航迹的精确跟踪。

[0078] 将本发明应用于某型无人艇上,在某水域进行调试和试验验证,当日试验环境浪高0.3米,水流流速0.4节,试验结果如表3和图2所示。

[0079] 表3直线路径循迹试验记录表

直线路径循迹试验				
试验环境	浪高	0.3 米	流速	0.4 节
开始时间	2022-6-30 16:27:37			
结束时间	2022-6-30 16:32:31			
路径长度	1200 米			
平均航速	期望航速	8 节	实际航速	7.88 节
循迹均方误差	0.84 米			
航速误差	0.12 节			

[0080]

[0081] 由表3可知,应用本发明的无人艇,在有风浪流等外界干扰的情况下,跟踪1200米的直线路径,跟踪精度达到 $RMS=0.84$ 米,期望航速8节,最终平均航速为7.88节,误差0.12节,从图2也可以看出,无人艇的航迹与期望路径全程都十分的接近。此次实艇试验验证了本发明的实用性和有效性,也一定程度说明了本发明的跟踪控制精度。

[0082] 综上所述,为了满足无人艇航速的快速精准控制的要求,本发明设计了一种分段式航速控制方法,该方法既可以满足航速的快速跟踪控制,又能够使无人艇在一定风浪流等外界干扰下实现期望航速的稳定跟踪;针对无人艇路径跟踪问题,本发明提出了一种基于预瞄点的期望航向生成算法,根据本艇与路径的相对位置,计算得到无人艇当前应行驶的航向,从而实现期望路径的跟踪。

[0083] 本发明可部署于无人艇控制器的算法库中,接受无人艇控制器调用,实现无人艇稳定航速控制和期望路径跟踪,以实现后续探测、查证、巡逻等科考或其他任务。另外,本发明不依赖自主控制器软硬件的类型,均可采用仿真平台开展算法的运行、调试及评估。

[0084] 本领域的技术人员容易理解,以上仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

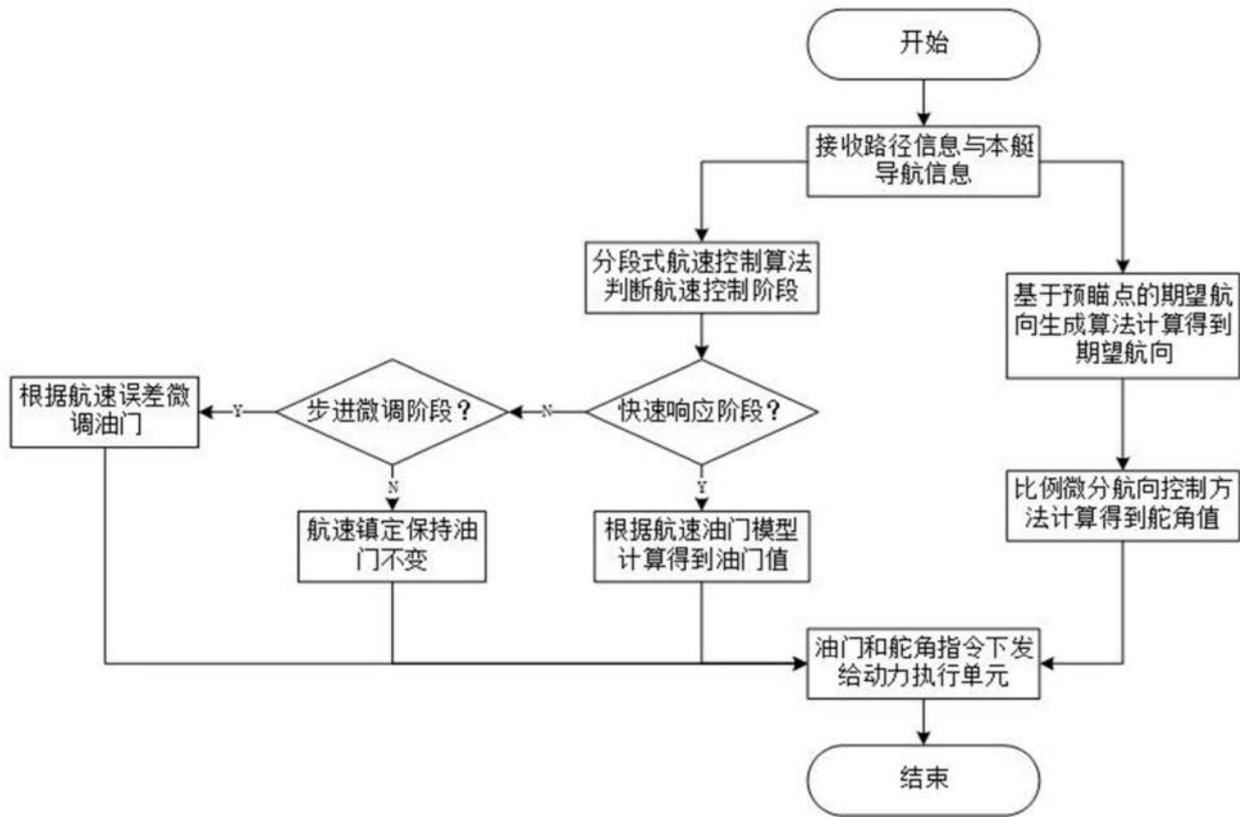


图1

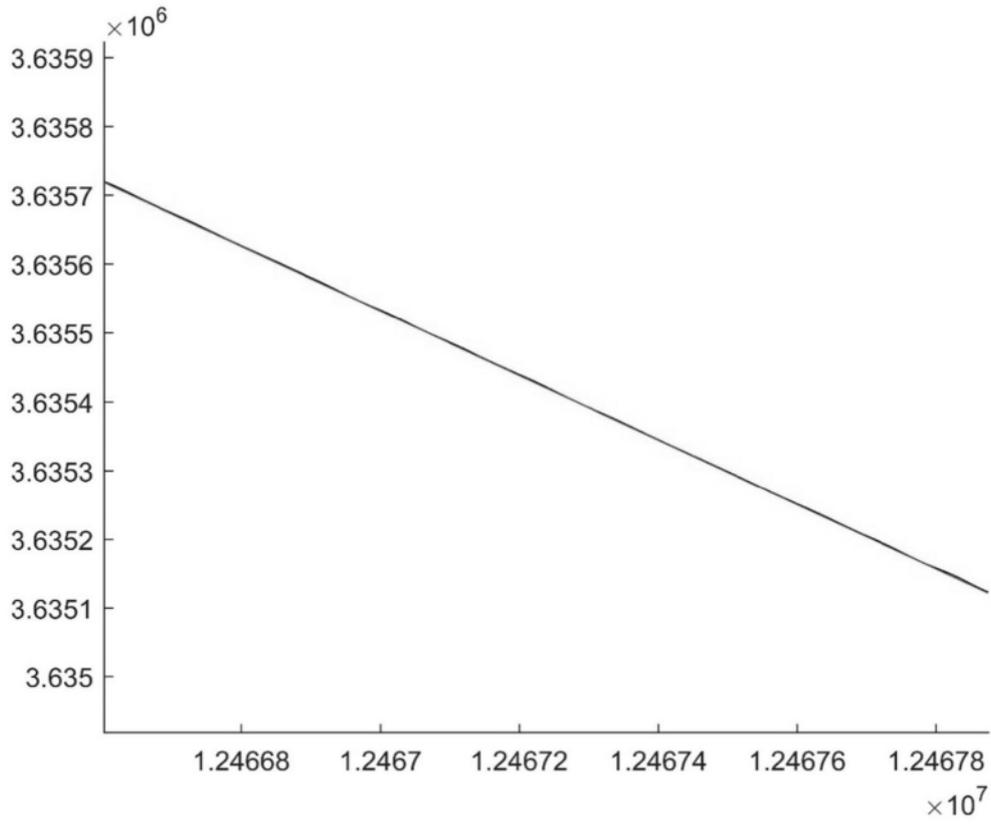


图2