(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 116160810 B
(45)授权公告日 2024.02.13

(21)申请号 202211308240.9
(22)申请日 2022.10.25
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 116160810 A
(43)申请公布日 2023.05.26
(73)专利权人 南京航空航天大学
地址 210016 江苏省南京市秦淮区御道街29号
(72)发明人 赵晓葭 宋思晨 乔红宇 肖天航 邓双厚
(74)专利代理机构 江苏圣典律师事务所 32237
专利代理师 韩天宇
(51)Int.Cl.
B60F 5/02(2006.01)
B64C 35/00(2006.01)
B64C 3/56(2006.01)
B64C 9/00(2006.01)
B63G 8/22(2006.01)

(56)对比文件
CN 101423117 A,2009.05.06
CN 102574575 A,2012.07.11
CN 104816824 A,2015.08.05
CN 108545181 A,2018.09.18
CN 110758720 A,2020.02.07
CN 114889375 A,2022.08.12
JP 2004082992 A,2004.03.18

审查员 刘娜

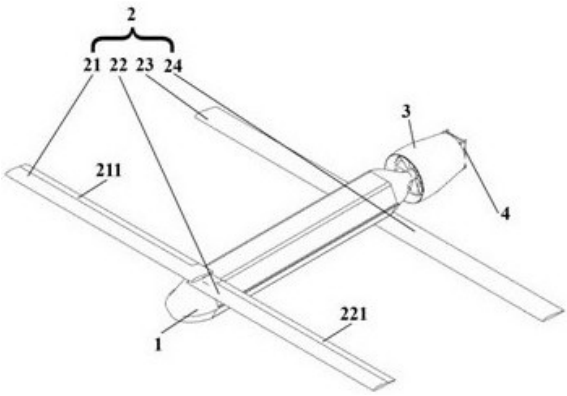
权利要求书1页 说明书5页 附图7页

(54)发明名称

可全域投放的海空两栖跨介质飞行器及其飞行控制方法

(57)摘要

本发明提供了一种可全域投放的海空两栖跨介质飞行器及其飞行控制方法,飞行器包括机身、机翼、尾翼和动力系统,所述机身内部设置有控制系统、载荷仓、能源装置和浮力控制机构,所述机翼为两对串列翼,两对串列翼弹簧转轴分别连接于机身前部和后部,位于机身前部的前段机翼安装有升降副翼;所述动力系统和尾翼安装在机身后部。飞行控制包括全机纵向控制、全机的横向控制、投放控制、入水控制和出水控制。本发明选择了串列翼作为兼顾空中飞行和水下滑翔的流体力学解决方案,机翼可折叠设计,可实现性强,易于制造和部署,有广泛的应用前景。



CN 116160810 B

1.一种可全域投放的海空两栖跨介质飞行器的飞行控制方法,其特征在于:采用的可全域投放的海空两栖跨介质飞行器,包括机身、机翼、尾翼和动力系统,其特征在于:所述机身内部设置有控制系统、载荷仓、能源装置和浮力控制机构,所述机翼为两对串列翼,两对串列翼弹簧转轴分别连接于机身前部和后部,位于机身前部的前段机翼安装有升降副翼;所述动力系统和尾翼安装在机身后部;所述机翼为大展弦比折叠串列翼,包括前段右侧机翼、前段左侧机翼、后段右侧机翼、后段左侧机翼,机身上设置有若干转轴,四个机翼分别在翼根处与转轴通过插接结构和螺栓相连;所述机翼的前段机翼展弦比为17、机构展开后上反角为0°、前缘后掠角为0°、安装角为4°;后段机翼展弦比为16、机构展开后上反角为0°、前缘后掠角为0°、安装角为3.5°;

控制方法包括全机纵向控制、全机的横向控制、投放控制、入水控制和出水控制;

全机纵向控制:当升降副翼同时下偏时,前段机翼的升力增加,前翼升力增加同时带来抬头力矩增加,此时,流经前翼的气流下洗角增加,后段机翼来流的相对攻角降低,升力减小,绕重心的低头力矩也减小,飞行器抬头,抬头力矩随舵偏增加而增加;反之,当升降副翼同时向上偏转时,飞行器产生低头力矩;

全机横向控制:当前段右侧机翼的升降副翼下偏且前段左侧机翼的升降副翼上偏时,前段右侧机翼升力增加,后段右侧机翼相对自由来流攻角降低,升力降低;前段左侧机翼升力降低,后段左侧机翼相对自由来流攻角增加,升力增加,此时飞行器向右滚转;前段右侧机翼的升降副翼上偏且前段左侧机翼的升降副翼下偏时,飞行器向左滚转;

投放控制:机翼折叠在机身两侧后将机身放入发射装置中,放射后弹簧折叠结构将机翼展开并锁定;

入水控制:在接近水平面处进入减速平飞状态,此时攻角增加,飞机减速,高度缓慢下降;当即将到达失速速度时,该跨介质飞行器将保持升降副翼下偏至极限位,飞行器进入失速状态并在极低高度排落于海面,从而该飞行器完成着水动作,随后由针筒式给排水机构控制下潜深度;

出水控制:针筒式给排水机构内全部注水,跨介质飞行器向最大可下潜深度滑翔;在到达最大下潜深度后,给排水机构内全部水排出,跨介质飞行器全力加速向水面上浮,以接近竖直的姿态跃出水面,出水时,动力系统功率全开,跨介质飞行器以大于一的推重比继续加速升空,在安全高度逐渐转入平飞,完成出水。

2.根据权利要求1所述的可全域投放的海空两栖跨介质飞行器的飞行控制方法,其特征在于:所述投放控制过程包括空中投放和水下投放;

空中投放时,跨介质飞行器折叠放置在发射管或者发射箱,通过运输机尾舱门或陆地车辆投放,在距离载机的距离大于安全距离后或离开发射箱后,弹簧折叠结构将机翼展开并锁定,此时该跨介质飞行器将滑翔或加速巡航;

水下投放时,跨介质飞行器折叠放置在潜艇或者舰船的鱼雷发射管中,在离开发射管后,弹簧折叠结构将机翼展开并锁定,此时该跨介质飞行器将在水下滑翔,以类似W形的轨迹在水下进行无动力航行,机动至指定位置。

可全域投放的海空两栖跨介质飞行器及其飞行控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及跨介质飞行器领域,具体是一种可全域投放的海空两栖跨介质飞行器及其飞行控制方法。

背景技术

[0002] 海空两栖跨介质飞行器是一种既能在空中飞行,也能在不需要外界干预下潜入水中航行的特种飞行器。该类飞行器拓展了现有飞行器的应用场景和作业环境,在保证足够的空中机动型的同时利用了水下航行的高度隐蔽性,增加了生存能力和任务范围。

[0003] 跨介质飞行器综合了飞机和潜艇的特性,在拥有较高军事和民用价值的同时也存在许多技术难点需要突破,其设计需要结合传统飞行器和水下航行器。

发明内容

[0004] 本发明为了解决现有技术的问题,提供了一种可全域投放的海空两栖跨介质飞行器及其飞行控制方法,选择了串列翼作为兼顾空中飞行和水下滑翔的流体力学解决方案,机翼可折叠设计,可实现性强,易于制造和部署,有广泛的应用前景。

[0005] 本发明提供了一种可全域投放的海空两栖跨介质飞行器,包括机身、机翼、尾翼和动力系统,所述机身内部设置有控制系统、载荷仓、能源装置和浮力控制机构,所述机翼为两对串列翼,两对串列翼弹簧转轴分别连接于机身前部和后部,位于机身前部的前段机翼安装有升降副翼;所述动力系统和尾翼安装在机身后部。

[0006] 进一步改进,所述机身包括前整流罩、机身桶段、机身侧面边条和后整流罩,控制系统、载荷仓、能源装置和浮力控制机构设置在机身桶段内部。

[0007] 进一步改进,所述机身桶段为六边形截面。

[0008] 进一步改进,所述浮力控制机构为针筒式进排水机构。

[0009] 进一步改进,所述机翼为大展弦比折叠串列翼,包括前段右侧机翼、前段左侧机翼、后段右侧机翼、后段左侧机翼,机身上设置有若干转轴,四个机翼分别在翼根处与转轴通过插接结构和螺栓相连。

[0010] 进一步改进,所述机翼的前段机翼展弦比为17、机构展开后上反角为0°、前缘后掠角为0°、安装角为4°;后段机翼展弦比为16、机构展开后上反角为0°、前缘后掠角为0°、安装角为3.5°。

[0011] 进一步改进,所述前段右侧机翼和前段左侧机翼俯视投影轮廓为矩形,机翼后缘布置有升降副翼,弦长为机翼弦长的32%,面积为机翼的30%,每个升降副翼由内埋于机翼的舵机和连杆摇臂驱动。

[0012] 进一步改进,所述动力系统采用涵道风扇作为双推进器,通过后机身整流罩与机身固连,所述尾翼包括垂直安定面、方向舵和方向舵连杆,两个方向舵之间采用连杆实现同步运动。

[0013] 本发明还提供了一种可全域投放的海空两栖跨介质飞行器的飞行控制方法,采用

上述可全域投放的海空两栖跨介质飞行器,包括全机纵向控制、全机的横向控制、投放控制、入水控制和出水控制。

[0014] 全机纵向控制:当升降副翼同时下偏时,前段机翼的升力增加,前翼升力增加同时带来抬头力矩增加,此时,流经前翼的气流下洗角增加,后段机翼来流的相对攻角降低,升力减小,绕重心的低头力矩也减小,飞行器抬头,抬头力矩随舵偏增加而增加;反之,当升降副翼同时向上偏转时,飞行器产生低头力矩。

[0015] 全机横向控制:当前段右侧机翼的升降副翼下偏且前段左侧机翼的升降副翼上偏时,前段右侧机翼升力增加,后段右侧机翼相对自由来流攻角降低,升力降低;前段左侧机翼升力降低,后段左侧机翼相对自由来流攻角增加,升力增加,此时飞行器向右滚转;前段右侧机翼的升降副翼上偏且前段左侧机翼的升降副翼下偏时,飞行器向左滚转。

[0016] 投放控制:机翼折叠在机身两侧后将机身放入发射装置中,放射后弹簧折叠结构将机翼展开并锁定,过程包括空中投放和水下投放。

[0017] 空中投放时,跨介质飞行器折叠放置在发射管或者发射箱,通过运输机尾舱门或陆地车辆投放,在距离载机的距离大于安全距离后或离开发射箱后,弹簧折叠结构将机翼展开并锁定,此时该跨介质飞行器将滑翔或加速巡航。

[0018] 水下投放时,跨介质飞行器折叠放置在潜艇或者舰船的鱼雷发射管中,在离开发射管后,弹簧折叠结构将机翼展开并锁定,此时该跨介质飞行器将在水下滑翔,以类似W形的轨迹在水下进行无动力航行,机动至指定位置。

[0019] 入水控制:在接近水平面处进入减速平飞状态,此时攻角增加,飞机减速,高度缓慢下降;当即将到达失速速度时,该跨介质飞行器将保持升降副翼下偏至极限位,飞行器进入失速状态并在极低高度排落于海面,从而该飞行器完成着水动作,随后由针筒式给排水机构控制下潜深度。

[0020] 出水控制:针筒式给排水机构内全部注水,跨介质飞行器向最大可下潜深度滑翔;在到达最大下潜深度后,给排水机构内全部水排出,跨介质飞行器全力加速向水面上浮,以接近竖直的姿态跃出水面,出水时,动力系统功率全开,跨介质飞行器以大于一的推重比继续加速升空,在安全高度逐渐转入平飞,完成出水。

[0021] 本发明有益效果在于:

[0022] 1、选择了串列翼作为兼顾空中飞行和水下滑翔的流体力学解决方案。

[0023] 2、机翼可折叠设计,以尽量利用现有筒/箱式发射装置进行投放部署。

[0024] 2、使用水下滑翔的工作模式减少动力系统复杂度。

[0025] 4、可实现性强,易于制造和部署,有广泛的应用前景。

附图说明

[0026] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅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的前提下,还可以根据这些附图获得其它的附图。

[0027] 图1是本发明实施方式中所述一种可全域投放的海空两栖跨介质飞行器巡航构型的立体图;

[0028] 图2是本发明实施方式中所述一种可全域投放的海空两栖跨介质飞行器巡航构型的侧视图；

[0029] 图3是本发明实施方式中所述一种可全域投放的海空两栖跨介质飞行器尾翼图；

[0030] 图4是本发明实施方式中所述一种可全域投放的海空两栖跨介质飞行器巡航构型的主视图；

[0031] 图5是本发明实施方式中所述一种可全域投放的海空两栖跨介质飞行器巡航构型的俯视图；

[0032] 图6是本发明实施方式中所述一种可全域投放的海空两栖跨介质飞行器巡航构型的侧视图；

[0033] 图7是本发明实施方式中所述一种可全域投放的海空两栖跨介质飞行器折叠状态的立体图；

[0034] 图8是本发明实施方式中所述一种可全域投放的海空两栖跨介质飞行器从载机后部空投并展开示意图；

[0035] 图9是本发明实施方式中所述一种可全域投放的海空两栖跨介质飞行器存放于弹箱内前视图；

[0036] 图10是本发明实施方式中所述一种可全域投放的海空两栖跨介质飞行器存放于弹箱内立体图；

[0037] 图11是本发明实施方式中所述一种可全域投放的海空两栖跨介质飞行器存放于弹箱内对称轴剖视图。

[0038] 附图标记说明：

[0039] 1、机身；2、机翼(21、前段右侧机翼,22、前段左侧机翼,23、后段右侧机翼,24、后段左侧机翼,211、前段右侧机翼的升降副翼,221、前段左侧机翼的升降副翼)；3、动力系统；4、尾翼(41、垂直安定面,42、方向舵,43、方向舵连杆)。

具体实施方式

[0040] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,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它实施例,都属于本发明保护的范围。

[0041] 本申请的目的是提供一种可全域投放的海空两栖跨介质飞行器(下文简称“跨介质飞行器”)的设计方案,该跨介质飞行器拥有可以从空中或者部署在地面/舰载固定式发射器投放部署的能力,拥有固定翼无人机的高航速和长续航能力;通过使用折叠机翼降低整机收纳体积;通过使用半失速降落的方式进行水面着陆或地面回收作业;通过在机身内安装有针筒式进排水机构控制跨介质飞行器在水中航行的深度;机翼的操纵面和尾翼在水中也可同时用于操纵航行轨迹,控制其在水下滑翔;通过选择合适的动力系统使全机推重比大于一以满足从水下跃升出水后该跨介质飞行器能及时加速升空。

[0042] 本发明公开了一种可全域投放的海空两栖跨介质飞行器设计方案,包括机身1、机翼2、动力系统3、尾翼4;所述飞行器在折叠状态的总长度为2m、总高度为0.28m、宽度为0.28m,展开后的总长度为2m、总高度为0.28m、翼展为2.57m。

[0043] 机身设计

[0044] 如图1和图2所示,所述机身1由前整流罩、机身桶段、机身侧面边条和后整流罩组成,机身桶段采用六边形截面以满足装载需求并适当降低雷达截面积;机身侧面边条翼用于管理机身侧面气流,并通过涡流提高飞行器的升力和航向稳定性,同时在特定角度遮蔽对侧机身降低雷达反射截面积;机身桶段内布置有用于控制跨介质飞行器水下航行深度的针筒式进排水机构,给全机供电的蓄电池,以及控制与任务计算机。任务载荷主要布置于前整流罩内,建议尺寸不大于0.12m×0.15m×0.2m;后整流罩的主要作用是连接机身后部的动力系统和尾翼,同时降低动力系统进气畸变。机身1总长为1.67m,最大宽度为0.27m,最大高度为0.2m,主要采用3D打印工艺制作以降低制造成本,并满足设计载荷,降低结构重量。

[0045] 机翼设计

[0046] 如图1、图4、图5和图6所示,所述大展弦比折叠串列翼2由前段右侧机翼21,前段左侧机翼22,后段右侧机翼23,后段左侧机翼24组成,使用串列翼是为了最大化利用受限的升力翼面面积,缩小机翼展长,方便折叠,同时相比单个大展弦比机翼降低了结构重量。串列翼所采用的高升力翼型在巡航状态升力系数不小于1.2,机翼无气动和几何扭转。所述机翼2为串列翼,前段右侧机翼21,前段左侧机翼22,后段右侧机翼23,后段左侧机翼24分别在翼根处与转轴通过插接结构和螺栓相连。转轴则与机身1相连,前段右侧机翼21和前段左侧机翼22位于机身上方,后段左侧机翼23和后段左侧机翼24同理安装于机身下表面。所述大展弦比机翼2的前段总机翼展弦比为17、机构展开后上反角为0°、前缘后掠角为0°、安装角为4°;后段机翼展弦比为16、机构展开后上反角为0°、前缘后掠角为0°、安装角为3.5°。

[0047] 进一步,所述前段右侧机翼21和前段左侧机翼22俯视投影轮廓为矩形,机翼后缘布置有前段右侧机翼的升降副翼211和前段左侧机翼的升降副翼221,弦长为机翼弦长的32%,面积为机翼的30%,每个升降副翼由内埋于机翼的舵机和连杆摇臂驱动。

[0048] 进一步,由图4所示,后段机翼展长低于前段机翼的原因如下:以前段右侧机翼21和后段机右侧翼23为例,机翼21产生的翼尖涡流从前视图看为顺时针向机身后方耗散,对于机翼23同理。当后段机翼展长适当小于前翼且机翼弦向间距合适时,前翼产生的翼尖涡在后段机翼处的运动方向为自上而下,后段机翼的翼尖涡处于自下而上的运动方向,二者形成一定的抵消作用,从而降低总诱导阻力。

[0049] 进一步,全机的纵向控制逻辑如下:当前段右侧机翼的升降副翼211和前段左侧机翼的升降副翼221同时下偏时,前段右侧机翼21和前段左侧机翼22的升力增加,由于飞行器中心位于两翼之间,因此前翼升力增加同时带来抬头力矩增加。此时,流经前翼的气流下洗角增加,对于后段右侧机翼23和后段左侧机翼24,其来流的相对攻角降低,升力减小,绕重心的低头力矩也减小。故当前段右侧机翼的升降副翼211和前段左侧机翼的升降副翼221同时下偏时,飞行器抬头,抬头力矩随舵偏增加而增加。反之,当其均向下偏转时,飞行器产生低头力矩。

[0050] 进一步,全机的横向控制逻辑如下:当段右侧机翼的升降副翼211下偏且前段左侧机翼的升降副翼221上偏时,前段右侧机翼21升力增加,后段右侧机翼23相对自由来流攻角降低,升力降低;前段左侧机翼22升力降低,后段左侧机翼24相对自由来流攻角增加,升力增加,但是由于前翼气动力效果更加显著,因此此时飞行器向右滚转,反之同理。

[0051] 动力系统

[0052] 飞行器的动力系统使用电池作为储能介质,经过电子调速器,电机,最后将功率传递至涵道叶片。在一个具体的实施例中,涵道内径为250,唇口半径为0.005m,进口面积0.38平方米,电机最大功率45kw,涵道叶片由10个金属扇一体切削制造,电机、涵道叶片与唇口总重2.4kg,总推进气动效率约为80%,储能电池采用能量密度250wh/kg的锂聚合物电池。

[0053] 尾翼设计

[0054] 如图3所示,所述尾翼4的具体结构为:垂直尾翼安定面41,方向舵42和方向舵连杆43。所述尾翼采用最大厚度为7%的NACA对称翼型;所述方向舵42相对面积为0.38。两个方向舵之间采用连杆43实现同步运动,降低了所需驱动舵机的数量。

[0055] 投放流程

[0056] 在一个具体的实施例中,该跨介质飞行器从反潜机的发射管或者放在发射箱(如图9、图10和图11所示)通过运输机尾舱门(如图8所示)或陆地车辆投放,在距离载机的距离大于安全距离后或离开发射箱后,弹簧折叠结构将机翼展开并锁定,此时该跨介质飞行器将滑翔或加速至22m/s的巡航速度并执行任务。

[0057] 在一个具体的实施例中,该跨介质飞行器从潜艇或者舰船的鱼雷发射管或,在离开舰艇后,弹簧折叠结构将机翼展开并锁定,此时该跨介质飞行器将在水下滑翔,以类似W形的轨迹在水下进行无动力航行,机动至指定位置。

[0058] 出水/入水流程

[0059] 在一个具体的实施例中,该跨介质飞行器将从空中向海面滑翔,在离海平面30cm处进入减速平飞状态,此时攻角增加,飞机减速,高度缓慢下降。当即将到达失速速度时,该跨介质飞行器将保持升降副翼下偏至极限位,飞行器进入失速状态并在极低高度排落于海面,从而该飞行器完成着水动作,随后由针筒式给排水机构控制下潜深度。

[0060] 在一个具体的实施例中,该跨介质在水下滑翔,将要跃出水面。此时针筒式给排水机构内全部注水,跨介质飞行器向最大可下潜深度滑翔。在到达最大下潜深度后,给排水机构内全部水排出,跨介质飞行器全力加速向水面上浮,以接近竖直的姿态跃出水面,出水时,动力系统功率全开,跨介质飞行器以大于一的推重比继续加速升空,在安全高度逐渐转入平飞,完成出水。

[0061] 该跨介质飞行器在执行巡飞弹任务时可根据需求搜索敌方目标并选择盘旋等待,盘旋侦察或者击毁预定目标,执行水雷任务或监视任务时可降落在水面或一定深度的水里,在电量合适时,可以选择入水或者升空躲避特定威胁的搜捕,从而大幅提高生存率。

[0062] 本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述,各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。尤其,对于设备实施例而言,以上所述仅是本发明的优选实施方式,由于其基本相似于方法实施例,所以描述得比较简单,相关之处参见方法实施例的部分说明即可。以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,对于本技术领域的普通技术人员来说,可轻易想到的变化或替换,在不脱离本发明原理的前提下,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应该以权利要求的保护范围为准。

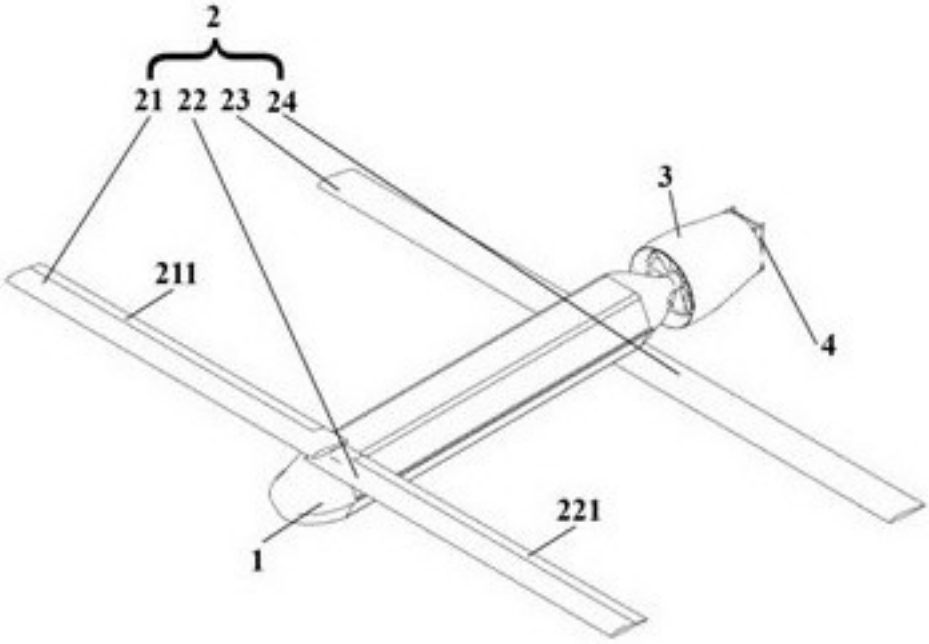


图1

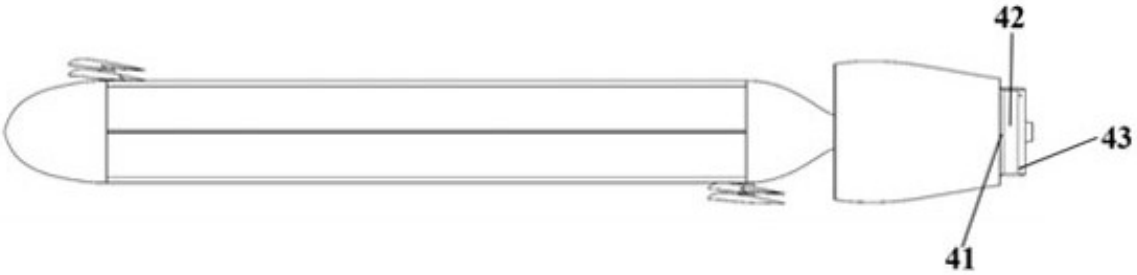


图2

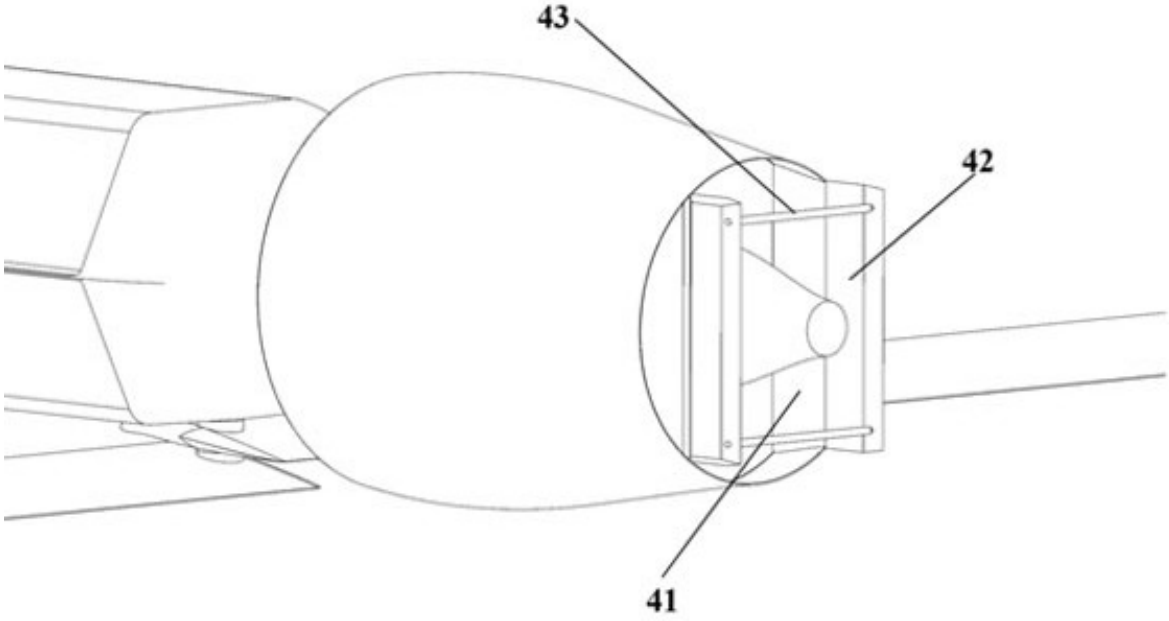


图3

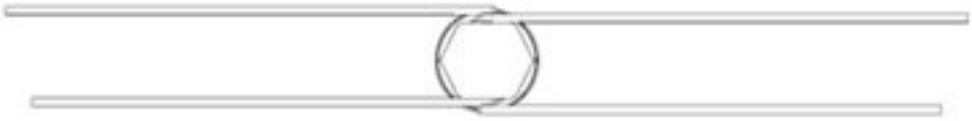


图4

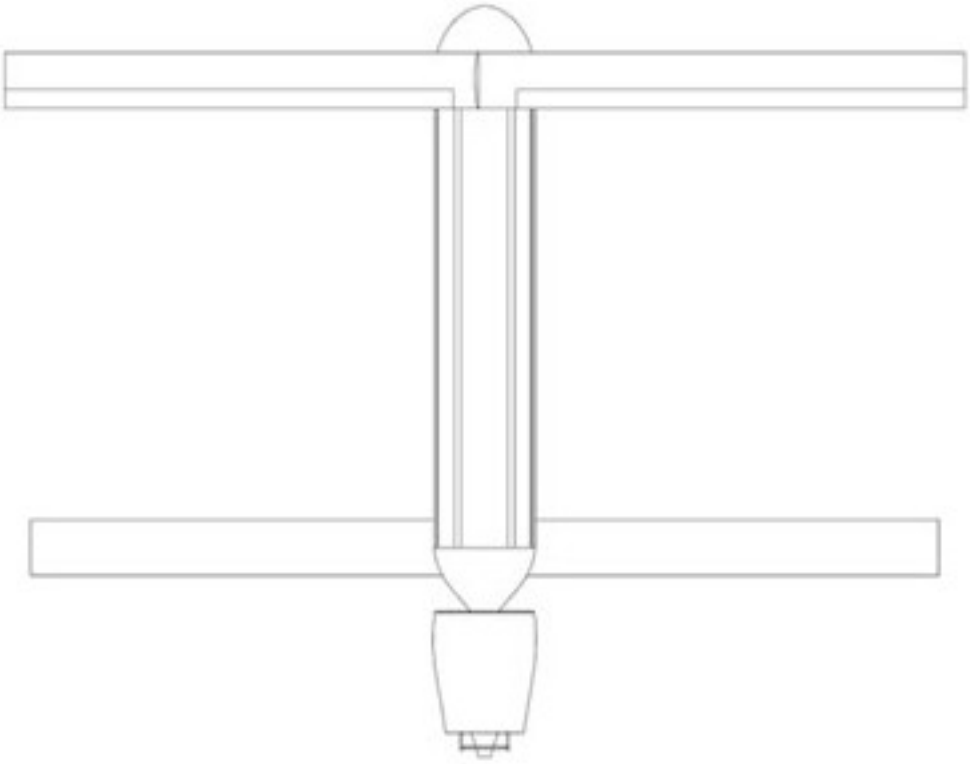


图5

图6

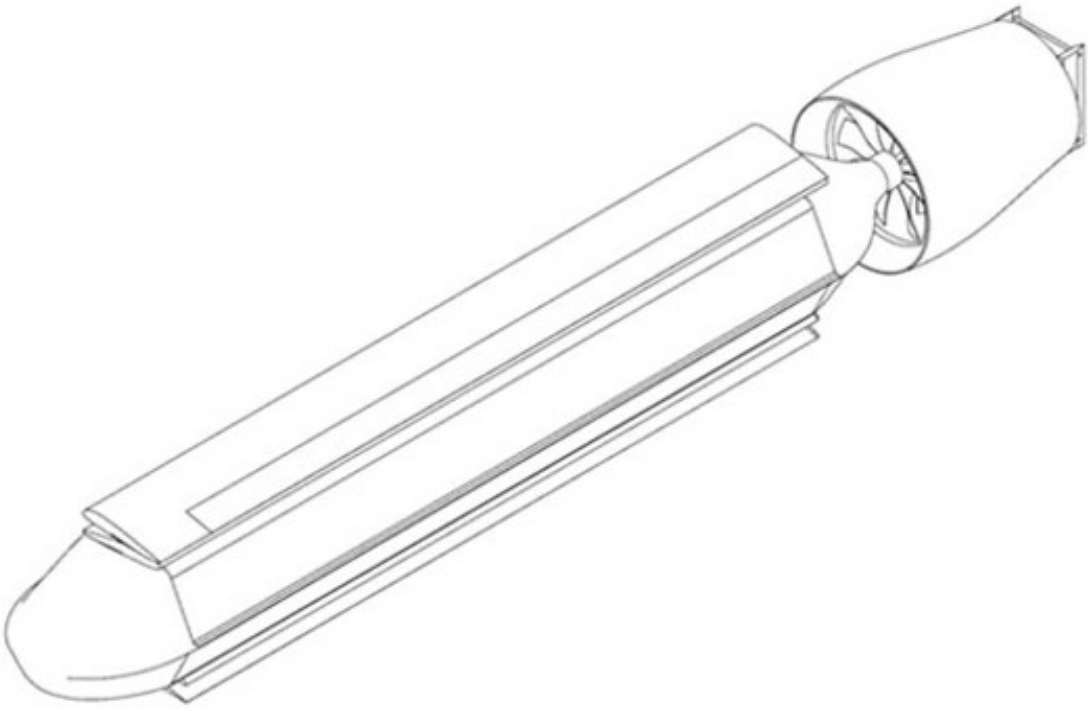


图7

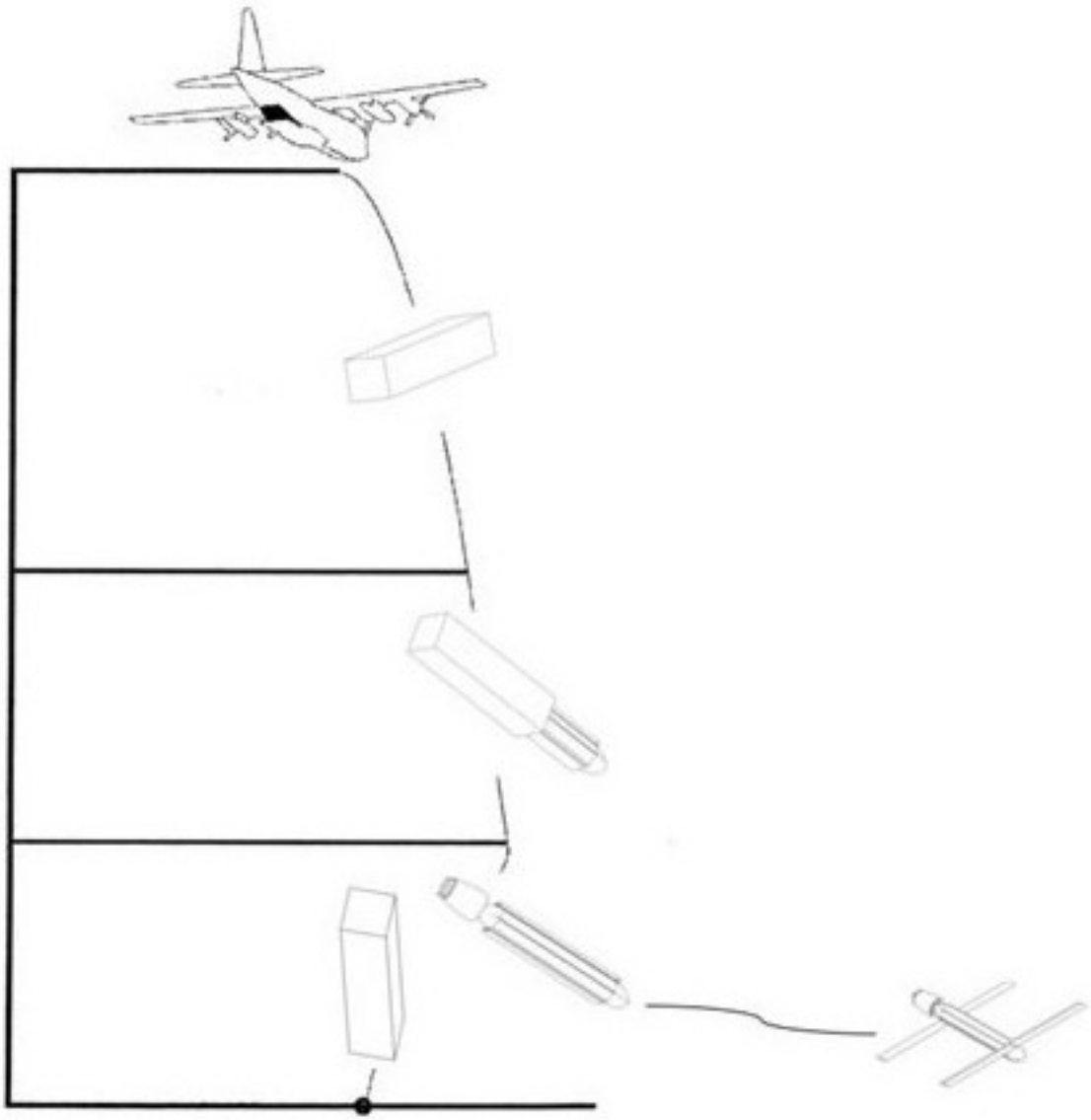


图8

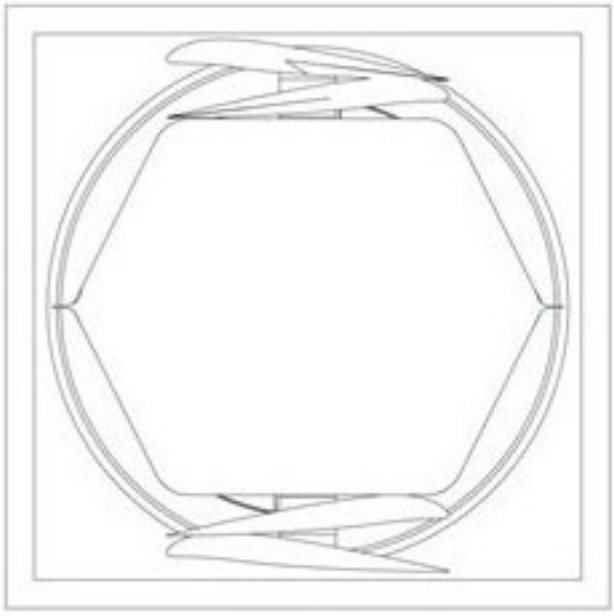


图9

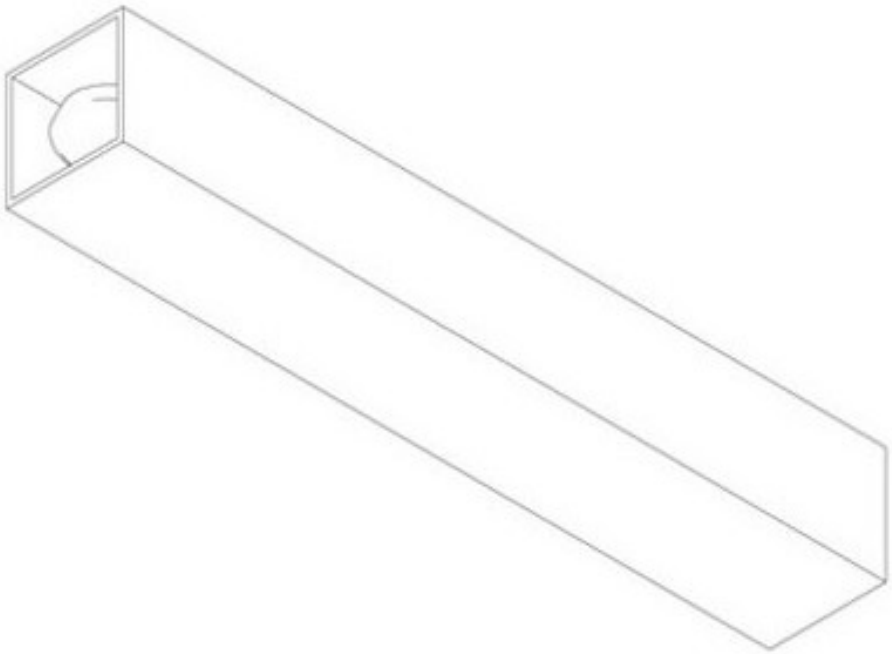


图10

图11