

(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
2022 年 1 月 27 日 (27.01.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/016908 A1

- (51) 国际专利分类号:
B64D 25/18 (2006.01) **B64D 45/00** (2006.01)
B64D 25/20 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2021/085756
- (22) 国际申请日: 2021 年 4 月 7 日 (07.04.2021)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202010715266.X 2020 年 7 月 23 日 (23.07.2020) CN
- (71) 申请人: 南京航空航天大学 (NANJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS) [CN/CN]; 中国江苏省南京市秦淮区御道街 29 号, Jiangsu 210016 (CN)。
- (72) 发明人: 孙智 (SUN, Zhi); 中国江苏省南京市秦淮区御道街 29 号, Jiangsu 210016 (CN)。 孙建

红 (SUN, Jianhong); 中国江苏省南京市秦淮区御道街 29 号, Jiangsu 210016 (CN)。

(74) 代理人: 江苏圣典律师事务所 (JIANGSU SUNDY LAW FIRM); 中国江苏省南京市建邺区奥体大街 68 号 4A 栋 6 层 杨文晰, Jiangsu 210019 (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, 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。

(54) Title: HELICOPTER AIR SEPARATION TYPE EMERGENCY FLIGHT DATA RECORDING SYSTEM

(54) 发明名称: 一种直升机空中分离式应急飞行数据记录系统

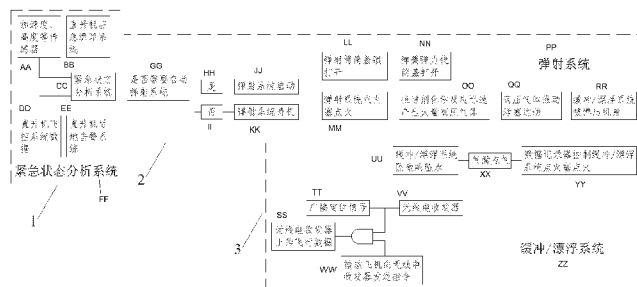


图 1

- AA Sensors such as an acceleration sensor and a height sensor
BB Helicopter emergency floating system
CC, FF Emergency state analysis system
DD Helicopter flight control system data
EE Helicopter ground approaching warning system
GG Does the ejection system needs to be started?
HH Yes
II No
JJ The ejection system is started
KK The ejection system is in a standby state
LL An ejection cylinder cover lock is opened
MM An ignition plug of the ejection system is ignited
NN The elastic force of a spring makes a cylinder cover open
OO A large amount of high-pressure gas is quickly produced by means of a chemical reaction of a propellant
PP Ejection system
QQ The high-pressure gas pushes a piston to move
RR The cushioning/floating system is ejected from a helicopter body
SS A radio transceiver uploads flight data
TT Broadcast a positioning signal
UU The cushioning/floating system falls onto the ground or into water
VV Radio transceiver
WW A search and rescue airplane sends an instruction to the radio transceiver
XX An air bag is inflated
YY A data recorder controls an ignition plug of the cushioning/floating system to be ignited
ZZ Cushioning/floating system

(57) Abstract: A helicopter air separation type emergency flight data recording system, comprising: an emergency state analysis system, an ejection system and a cushioning/floating system, wherein the emergency state analysis system is used for determining whether a helicopter is in an emergency state, and controlling the ejection system to be started when the helicopter is in the emergency state; the ejection system is used for ejecting the cushioning/floating system out from the helicopter; and the cushioning/floating system comprises: a radio transceiver, an electromechanical module and an air bag wrapping the electromechanical module, the electromechanical module comprises a flight data recorder and a gas generator, the gas generator generates, under the control of the flight data recorder, gas for inflating the air bag, and the radio transceiver is electrically connected to the flight data recorder and broadcasts a positioning signal. The system has the advantage of realizing intelligent and quick separation from an airplane, a strong capability in terms of high-altitude falling resistance, and floating on the surface of the water after falling into water, and easy search and rescue.

(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)。

根据细则4.17的声明:

— 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 一种直升机空中分离式应急飞行数据记录系统, 包括: 紧急状态分析系统、弹射系统和缓冲/漂浮系统; 紧急状态分析系统用于判断直升机是否处于紧急状态, 并在直升机处于紧急状态时, 控制弹射系统启动; 弹射系统用于将缓冲/漂浮系统从直升机中弹射出去; 缓冲/漂浮系统包括: 无线电收发器、机电模块以及包裹在机电模块外部的气囊; 机电模块包括飞行数据记录器以及气体发生器, 气体发生器在飞行数据记录器的控制下产生用以充入气囊的气体; 无线电收发器, 与飞行数据记录器电连接, 并广播定位信号。该系统具有智能化与飞机快速分离、抗高空坠地能力强、坠水后可漂浮在水面、易于搜救的优势。

一种直升机空中分离式应急飞行数据记录系统

技术领域

本发明涉及直升机应急技术领域，特别是涉及一种直升机空中分离式应急飞行数据记录系统。

背景技术

随着国内外民用航空产业的发展，由于机械故障等原因导致的直升机坠毁事故日益增多。当前，为了记录事故发生过程，调查事故发生原因，改善航空安全，对飞行数据记录器（Flight data recorder, FDR）提出了更高的要求。传统的FDR固定在直升机内部，在直升机坠毁时，传统FDR依靠自身的抗冲击结构保护内部数据存储设备，在直升机坠水后，传统FDR依靠防水结构保护内部数据存储设备，依靠水下信标为搜救团队定位。

但是，民用直升机升限一般在2000~4000米，军用直升机升限可以达到6000米，如果直升机在高空发生机械故障（发动机停车等），会以较高的速度坠落，此时传统FDR的抗冲击结构也会受到不同程度的损坏，如果直升机坠海，其残骸可能沉入深海，根据海上空难救援实践，传统FDR存在深海不易寻回、水下信号干扰、电池续航时间有限等问题，使搜救和打捞成本激增。

发明内容

本发明的目的是提供一种抗高空坠地能力强、易于搜救的直升机空中分离式应急飞行数据记录系统。

为实现上述目的，本发明提供了如下方案：

一种直升机空中分离式应急飞行数据记录系统，包括：紧急状态分析系统、弹射系统和缓冲/漂浮系统；

所述紧急状态分析系统，用于判断直升机是否处于紧急状态，并在直升机处于紧急状态时，控制所述弹射系统启动；

所述弹射系统，用于将所述缓冲/漂浮系统从所述直升机中弹射出去；

所述缓冲/漂浮系统，包括：无线电收发器、机电模块以及包裹在所述机电模块外部的气囊；所述机电模块包括飞行数据记录器以及气体发生器，所述气体发生器的气体输出口与所述气囊的气体输入口连通，所述气体发生器在所述飞行数据记录器的控制下产生用以

充入气囊的气体；所述无线电收发器，与所述飞行数据记录器电连接，用于在所述飞行数据记录器的控制下广播定位信号以及传输飞行数据。

可选的，所述弹射系统包括：第一点火塞，弹射筒底座，弹射筒，活塞以及推进剂；所述弹射筒安装于所述弹射筒底座上，在所述弹射筒内由弹射筒底部到出口依次分布有所述推进剂、所述活塞以及所述缓冲/漂浮系统，所述活塞与所述弹射筒同轴，所述第一点火塞在所述紧急状态分析系统的控制下点火引发所述推进剂反应。

可选的，所述飞行数据记录器通过电缆与直升机电子设备连接，飞行数据从所述电子设备经所述电缆备份到所述飞行数据记录器中。

可选的，所述电缆包括第一电缆、第二电缆和第三电缆，所述底座上安装有第一接头，所述活塞上安装有第二接头，所述第一电缆的一端与所述电子设备连接，所述第一电缆的另一端与所述第一接头的一端连接，所述第一接头的另一端与所述第二电缆的一端连接，所述第二电缆的另一端与所述第二接头的一端连接，所述第二接头的另一端与所述第三电缆连接，所述第三电缆的另一端与所述飞行数据记录器连接。

可选的，所述直升机空中分离式应急飞行数据记录系统还包括弹射姿态控制装置，所述弹射系统安装于所述弹射姿态控制装置上，所述射姿态控制装置从紧急状态分析系统中获得直升机飞行姿态信息，所述射姿态控制装置的控制电机根据所述姿态信息调整弹射角度。

可选的，所述弹射姿态控制装置包括支座、弹射系统安装座、滑轮连杆装置和控制电机；所述弹射系统安装座包括底座以及与所述底座一侧固定连接的直杆；所述滑轮连杆装置包括由第一连杆连接的两个滑轮、与所述第一连杆枢接的第二连杆；所述弹射系统安装于所述弹射系统安装座的所述底座中，所述弹射系统安装座与所述支座转动连接，所述直杆插入两个滑轮的间隙中，所述控制电机与所述滑轮连杆装置的所述第二连杆连接，用于驱动所述第二连杆摆动。

可选的，所述气体发生器包括第二点火塞和用于产生气体的化学反应原料，所述第二点火塞与所述飞行数据记录器电连接，所述第二点火塞在所述飞行数据记录器的控制下点火引发所述化学反应原料反应。

可选的，所述机电模块中设置有气体通道和单向阀，所述气体发生器产生的气体经所

述气体通道以及单向阀进入气囊。

可选的，所述飞行数据记录器外部包设有保护壳，所述飞行数据记录器与所述保护壳之间设置有减震材料。

可选的，所述无线电收发器，位于所述气囊所包裹的空间的外部，通过所述第三电缆与所述飞行数据记录器连接。

根据本发明提供的具体实施例，本发明公开了以下技术效果：本发明提供的直升机空中分离式应急飞行数据记录系统包括紧急状态分析系统、弹射系统和缓冲/漂浮系统，当紧急状态分析系统确定直升机当前处于紧急情况时，控制弹射系统将缓冲/漂浮系统从直升机中弹射出去，与直升机分离。缓冲/漂浮系统在与直升机分离后，其中的气体发生器产生气体，向包裹在外部的气囊充气，在降落过程中，气囊起到了缓冲降落的作用，如果落入水中，气囊还能够起到使装置漂浮在水面的作用。上述设置方式避免了飞行数据记录器随直升机一同坠毁，通过气囊的缓冲，极大地减小了飞行数据记录器与地面（或水面）碰撞时的冲击过载，同时，由于气囊的作用，当其坠入水面时，可以使记录器漂浮在水面上。此外，本发明提供的直升机空中分离式应急飞行数据记录系统还设置了无线电收发器，能够向外界广播定位信号，易于外界发现和搜救，同时，还能够为搜救团队远程无线传输飞行数据。

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他的附图。

图1为本发明实施例提供的直升机空中分离式应急飞行数据记录系统的结构示意图；

图2为本发明实施例提供的直升机空中分离式应急飞行数据记录系统的安装位置的侧视图；

图3为本发明实施例提供的直升机空中分离式应急飞行数据记录系统的又一安装位置的俯视图；

图4为本发明实施例提供的弹射系统主要部件的剖视图；

图 5 为本发明实施例提供的弹射姿态控制装置的结构示意图；

图 6 为本发明实施例提供的缓冲/漂浮系统的结构示意图；

图 7 为本发明实施例提供的气囊的结构示意图；

图 8 为本发明实施例提供的缓冲/漂浮系统主要部件的剖视图；

图 9 为本发明具体示例中气囊坠地数值模拟中的模型示意图；

图 10 (a) 为本发明具体示例中气囊开始变形时刻的气囊内部透视图；图 10 (b) 为本发明具体示例中气囊开始变形时刻的气囊外部视图；图 10 (c) 为本发明具体示例中气囊变形最大时刻的气囊内部透视图；图 10 (d) 为本发明具体示例中气囊变形最大时刻的气囊外部视图。

1、紧急状态分析系统，2、弹射系统，3、缓冲/漂浮系统，4、机头安装位置，5、机腹安装位置，6、机尾安装位置，7、第一机身侧面安装位置，8、第二机身侧面安装位置，9、活塞，10、弹射筒，11、弹射筒筒盖，12、推进剂，13、第一点火塞，14、弹射筒底座，15、直升机机载电子设备，16、第一电缆，17、第一接头，18、第二电缆，19、第二接头，20、第三电缆，21、弹射筒筒盖锁，22、弹簧，23、底座，24、支座，25、轴，26、直升机内部安装点，27、直杆，28、滑轮连杆装置，29、控制电机，30、机电模块，31、气囊，32、无线电收发器，33、飞行数据记录器，34、减震材料，35、保护外壳，36、基座，37、化学反应原料，38、气体发生器，39、第二点火塞，40、单向阀，41、气囊充气口，42、地面。

具体实施方式

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他实施例，都属于本发明保护的范围。

为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂，下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明。

图 1 为本发明实施例提供的直升机空中分离式应急飞行数据记录系统的结构示意图，参见图 1，本实施例提供的直升机空中分离式应急飞行数据记录系统包括：紧急状态分析

系统 1、弹射系统 2 和缓冲/漂浮系统 3。其中，紧急状态分析系统 1，用于判断直升机是否处于紧急状态，并在直升机处于紧急状态时，控制弹射系统 2 启动。弹射系统 2，用于将缓冲/漂浮系统 3 从直升机中弹射出去。缓冲/漂浮系统 3 包括：无线电收发器、机电模块以及包裹在机电模块外部的气囊；机电模块包括飞行数据记录器以及气体发生器，气体发生器的气体输出口与气囊的气体输入口连通，气体发生器在飞行数据记录器的控制下产生用以充入气囊的气体；无线电收发器，与飞行数据记录器电连接，用于在飞行数据记录器的控制下广播定位信号以及传输飞行数据。

在本实施例中，紧急状态分析系统 1 可以自带的加速度、高度等传感器，同时有直升机应急漂浮系统、近地告警系统和直升机飞控系统的数据接口，在综合分析数据后，紧急状态分析系统负责判断直升机是否处于紧急状态。当直升机处于紧急状态时，弹射系统 2 启动。此时，紧急状态分析系统 1 会控制弹射系统 2 将缓冲/漂浮系统 3 从直升机中弹射出去。当缓冲/漂浮系统 3 被弹出机身后，飞行数据记录器控制气体发生器产生气体，气体将缓冲/漂浮系统的气囊迅速充满。在缓冲/漂浮系统 3 坠水（或坠地）时，气囊既可以有效减小冲击，又可以为缓冲/漂浮系统 3 提供足够的浮力，以便在坠水时漂浮在水面上。在缓冲/漂浮系统坠水（或坠地）后，无线电收发器开始广播定位信号。当搜救飞机向无线电收发器发送指令时，无线电收发器会将数据记录器中的数据上传给搜救飞机。

需要说明的是，本发明根据直升机机型不同，运营（或使用）单位不同，运营（或使用）的地点（或所在国家）的相关法律（或行业条例等）不同，可以使用下列一条或多条判断逻辑对直升机是否处于紧急状态进行判断。如果使用多条判断逻辑，用户可以自选满足一条判断逻辑即认为直升机处于紧急状态，或同时满足若干条判断逻辑，才认为直升机处于紧急状态。下列为紧急状态分析系统的判断逻辑：

1) 如果直升机应急漂浮系统启动，那么认为直升机处于紧急状态。在该判断逻辑中，可根据用户的具体情况，选择直升机应急漂浮系统启动后立即判断直升机处于紧急状态，或直升机应急漂浮系统启动一段时间后判断直升机处于紧急状态（该延时时长可根据用户具体情况调节）。

2) 如果直升机近地告警，那么认为直升机处于紧急状态。在该判断逻辑中，可根据用户的具体情况，选择直升机近地告警后立即判断直升机处于紧急状态，或直升机近地告警

一段时间后没有取消告警，判断直升机处于紧急状态（该延时时长可根据用户具体情况调节）。

3) 每个型号的直升机都有设计或生产单位推荐的飞行包线（或飞行参数）。比如：最大飞行高度、最大飞行速度、机身最大偏转角度和速度等。这些参数表征了直升机的飞行范围和使用限制条件等。如果紧急状态分析系统检测到飞行数据超出了上述参数的限制范围，或超出该限制范围一段时间后没有返回限制范围内，那么判断直升机处于紧急状态（该延时时长可根据用户具体情况调节）。需要指明的是，根据用户的具体情况，根据直升机机型的具体情况，用户可以自行设定飞行参数的限制范围。

如图 2 及图 3 所示，根据不同机型具体情况，本发明提供的直升机空中分离式应急飞行数据记录系统可以安装在直升机的机头、机腹、机尾和机身侧面等位置。

作为一种可选的实施方式，用户可以根据直升机飞行环境和执行任务种类等因素，设定弹射系统 2 的启动高度。弹射系统 2 通过自带的高度传感器和接收的直升机高度数据，自主判断当前直升机高度。如果设定了弹射系统 2 启动高度，那么只有在直升机下降（或坠落）到设定高度以下时，缓冲/漂浮系统 3 才被弹出机身。

作为一种可选的实施方式，弹射系统 2 包括：第一点火塞，弹射筒底座，弹射筒，活塞以及推进剂；弹射筒安装于弹射筒底座上，在弹射筒内由弹射筒底部到出口依次分布有推进剂、活塞以及缓冲/漂浮系统，活塞与弹射筒同轴，第一点火塞在紧急状态分析系统的控制下点火引发推进剂反应。

弹射系统 2 具体的结构可以如图 4 所示，弹射筒 10 的一端与弹射筒底座 14 通过螺纹连接在一起，弹射筒 10 的另一端通过弹簧 22 与弹射筒筒盖 11 连在一起。弹射筒筒盖锁 21 固定在弹射筒 10 上。弹射系统 2 待机时，弹射筒筒盖 11 的一端被弹射筒筒盖锁 21 锁住。活塞 9 放置在弹射筒 10 的内部，活塞 9 在弹射筒 10 中运动的下制止点是弹射筒底座 14 的末端。第一点火塞 13 固定在弹射筒底座 14 上，第一点火塞 13 的一端伸出弹射筒底座 14，另一端深入弹射筒底座 14，且埋入推进剂 12 中，推进剂 12 固定在弹射筒底座 14 的内部。弹射系统 2 启动后，第一点火塞 13 引发推进剂 12 的化学反应，迅速释放出大量气体，在活塞 9 后方产生高压，推动活塞 9 向前运动。同时弹射筒筒盖锁 21 打开，在弹簧 22 的作用下，弹射筒筒盖 11 打开，随后缓冲/漂浮系统 3 被弹出机身。

在本实施例中，飞行数据记录器通过电缆与直升机电子设备连接，在飞机处于紧急情况时，飞行数据从所述电子设备（即直升机上的飞行控制计算机）经所述电缆备份到所述飞行数据记录器中。具体的设置方式可以如下：如图 4 所示，直升机机载电子设备 15 通过第一电缆 16 连接在第一接头 17 上，第一接头 17 和第二接头 19 之间有第二电缆 18 相连，第二接头 19 和飞行数据记录器之间通过第三电缆 20 相连。上述第一接头 17 和第二接头 19 均能够用来传输数据。第一接头 17 通过螺纹（或其他方式）固定在弹射筒底座 14 上，第二接头 19 通过螺纹（或其他方式）固定在活塞 9 上。在活塞 9 运动到弹射筒底座 14 的出口时，第二电缆 18 被拉直，从而阻止活塞 9 被弹出机身。第三电缆 20 和第二接头 19 之间是简单的插拔连接，在缓冲/漂浮系统 3 弹出机身后，第三电缆 20 被迅速拉直，随后在缓冲/漂浮系统 3 惯性的作用下，第三电缆 20 一端的插头从第二接头 19 中拔出，此时缓冲/漂浮系统 3 彻底与直升机分离。

作为一种实施方式，本实施例提供的直升机空中分离式应急飞行数据记录系统还包括弹射姿态控制装置，该弹射姿态控制装置用于对弹射系统的姿态进行调整控制。如图 5 所示，弹射姿态控制装置包括支座 24、弹射系统安装座、滑轮连杆装置 28 和控制电机 29。其中，弹射系统安装座包括底座 23 和与底座 23 一侧固定连接的直杆 27，弹射系统 2 安装在底座 23 中。滑轮连杆装置 28 包括由第一连杆连接的两个滑轮、与第一连杆枢接的第二连杆。弹射系统安装座与支座 24 转动连接，直杆 27 插入两个滑轮的间隙（该空隙的尺寸与直杆 27 的直径相当）中，滑轮连杆装置 28 固定在控制电机 29 上，控制电机 29 固定在直升机内部安装点上。控制电机 29 接收紧急状态分析系统传输的直升机飞行姿态等信息，通过调整滑轮连杆装置 28 的摆动角度，快速改变弹射姿态控制装置的姿态，从而改变弹射角度，可以避免高空向旋翼和低空向地面弹射。弹射姿态控制装置通过支座 24 固定在直升机内部安装点 26。支座 24 上有一根轴 25，以便弹射姿态控制装置可以绕轴 25 转动。这根轴 25 也可以是一个滚球，或万向轴，使弹射姿态控制装置可以有更大的旋转自由度。

其中，弹射系统 2 的弹射筒底座 14 可以通过螺纹（或焊接等其他方式）固定在弹射姿态控制装置的底座 23 上。从图 4 中可以看到，弹射筒底座 14 连接有第一接头 17，第一接头 17 和第一电缆 16 可以从弹射姿态控制装置的孔（图 5 中的 A 处）中伸出。

在本实施例中，作为一种实施方式，气体发生器包括第二点火塞和用于产生气体的化

学反应原料，第二点火塞与飞行数据记录器电连接，第二点火塞在飞行数据记录器的控制下点火引发化学反应原料反应。机电模块中设置有气体通道和单向阀，气体发生器产生的气体经气体通道以及单向阀进入气囊。具体的，如图 6 所示，化学反应原料 37 存储在气体发生器 38 中，第二点火塞 39 固定在气体发生器 38 的顶部，第二点火塞 39 的一端埋入化学反应原料 37 中，另一端与飞行数据记录器 33 相连。气体发生器 38 的出气口通过螺纹固定在基座 36 上，气体发生器 38 的出气口与基座 36 内部的输气道连通，该输气道通过在基座 36 上钻孔获得，而非内埋式管道。单向阀 40 也安装在基座 36 上，输气道的另一端出口与单向阀 40 连通。单向阀 40 与气囊充气口 41 相连。缓冲/漂浮系统 3 被弹出机身时，第二点火塞 39 引发化学反应原料 37 的化学反应，迅速释放出大量气体。这些气体经过单向阀 40 进入气囊 31。飞行数据记录器 33 的保护外壳 35 安装在基座 36 上，飞行数据记录器 33 与第三电缆 20 相连。第三电缆 20 穿过保护外壳 35 和基座 36，与弹射系统 2 的第二接头 19 相连。在飞行数据记录器 33 和保护外壳 35 之间填充有减震材料 34，该材料密度小且不吸水，可以提供一定浮力。

如图 7 所示，气囊 31 有 4 个或多个腔室，气囊 31 内包裹着机电模块 30，气囊 31 的每个腔室都有一个充气口 41，充气口 41 与单向阀 40 相连，每个充气口对应 1 个单向阀。气囊 31 的每个腔室都不连通，每个腔室都可以单独为缓冲/漂浮系统 3 提供足够漂浮在水面上的浮力。

在本实施例中，参见图 8，无线电收发器 32 位于所述气囊所包裹的空间的外部，具体的，无线电收发器 32 可以安装在第三电缆 20 上，无线电收发器 32 可以在缓冲/漂浮系统 3 坠水（或坠地）后，广播定位信号和上传飞行数据。

缓冲/漂浮系统 3 坠落的过程中，无线电收发器 32 起到了配重的作用，可以将缓冲/漂浮系统 3 的重心调整到气动中心的下方。从而使缓冲/漂浮系统 3 在坠落过程中保持近似竖直向下的姿态。这种近似竖直的下落姿态使缓冲/漂浮系统 3 坠地（或坠水）时，机电模块 30 下方的气囊先接触地面（或水面）。所以机电模块 30 下方有较厚的气囊（即图 8 中， $H2 > H1$ ）。通过这种方法，可以用气囊内有限的气体增强坠水（或坠地）时的缓冲效果。

通过增加电缆 20 的长度，或增加无线电收发器 32 的重量。可以增加缓冲/漂浮系统 3 重心和气动中心的距离，进而增加缓冲/漂浮系统 3 下落时的稳定性，保证缓冲/漂浮系统

3 坠水（或坠地）时，气囊较厚的一边面向水面或地面。

下面以具体验证示例的方式对本发明提供的直升机空中分离式应急飞行数据记录系统的效果进行验证：

缓冲/漂浮系统 3 总质量约为 1.6kg，气囊 31 体积约为 90L，下落时气囊 31 迎风面积约为 0.478m^2 ，需要约 143g 叠氮化钠作为化学反应原料 37。采用数值模拟的方法，计算了圆柱气囊 31 匀速下落时的气动力系数，约为 0.18。根据公式（1），可以计算出缓冲/漂浮系统 3 的最终下落速度为 17.4m/s。如果缓冲/漂浮系统 3 弹出机身时高度较低，其最终下落速度会小于 17.4m/s。

$$mg = \frac{1}{2} \rho v^2 CA \quad (1)$$

其中 m 是缓冲/漂浮系统 3 总质量， g 是重力加速度， ρ 是环境空气密度 ($1.2\text{kg}/\text{m}^3$)， v 是缓冲/漂浮系统 3 的最终下落速度， C 是圆柱气囊 31 匀速下落时的气动力系数， A 是气囊 31 的迎风面积。

如图 9 和图 10 所示，在缓冲/漂浮系统 3 坠地过程中，气囊 31 被挤压变形，在气囊 31 变形最大的时刻，机电模块 30 的下方仍有较厚的气囊保护。在坠地过程中，机电模块 30 的最大过载约为 85g（即 85 倍重力加速度）。气囊 31 坠水时，机电模块 30 的最大过载小于坠地冲击。根据 C123a 等民航规范，传统 FDR 应能承受 3400g 的最大过载。将直升机应急飞行数据记录系统（HEEFDR）和传统 FDR 对比，可以看到本发明提供的直升机空中分离式应急飞行数据记录系统明显降低了记录器的坠地冲击，可以更有效的保护飞行数据。

本说明书中各个实施例采用递进的方式描述，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处，各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。

本文中应用了具体个例对本发明的原理及实施方式进行了阐述，以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想；同时，对于本领域的一般技术人员，依据本发明的思想，在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处。综上所述，本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

权 利 要 求 书

1、一种直升机空中分离式应急飞行数据记录系统，其特征在于，包括：紧急状态分析系统、弹射系统和缓冲/漂浮系统；

所述紧急状态分析系统，用于判断直升机是否处于紧急状态，并在直升机处于紧急状态时，控制所述弹射系统启动；

所述弹射系统，用于将所述缓冲/漂浮系统从所述直升机中弹射出去；

所述缓冲/漂浮系统，包括：无线电收发器、机电模块以及包裹在所述机电模块外部的气囊；所述机电模块包括飞行数据记录器以及气体发生器，所述气体发生器的气体输出口与所述气囊的气体输入口连通，所述气体发生器在所述飞行数据记录器的控制下产生用以充入气囊的气体；所述无线电收发器，与所述飞行数据记录器电连接，用于在所述飞行数据记录器的控制下广播定位信号以及传输飞行数据。

2、根据权利要求1所述的直升机空中分离式应急飞行数据记录系统，其特征在于，所述弹射系统包括：第一点火塞，弹射筒底座，弹射筒，活塞以及推进剂；所述弹射筒安装于所述弹射筒底座上，在所述弹射筒内由弹射筒底部到出口依次分布有所述推进剂、所述活塞以及所述缓冲/漂浮系统，所述活塞与所述弹射筒同轴，所述第一点火塞在所述紧急状态分析系统的控制下点火引发所述推进剂反应。

3、根据权利要求1或2所述的直升机空中分离式应急飞行数据记录系统，其特征在于，所述飞行数据记录器通过电缆与直升机电子设备连接，飞行数据从所述电子设备经所述电缆备份到所述飞行数据记录器中。

4、根据权利要求3所述的直升机空中分离式应急飞行数据记录系统，其特征在于，所述电缆包括第一电缆、第二电缆和第三电缆，所述底座上安装有第一接头，所述活塞上安装有第二接头，所述第一电缆的一端与所述电子设备连接，所述第一电缆的另一端与所述第一接头的一端连接，所述第一接头的另一端与所述第二电缆的一端连接，所述第二电缆的另一端与所述第二接头的一端连接，所述第二接头的另一端与所述第三电缆连接，所述第三电缆的另一端与所述飞行数据记录器连接。

5、根据权利要求1所述的直升机空中分离式应急飞行数据记录系统，其特征在于，所述直升机空中分离式应急飞行数据记录系统还包括弹射姿态控制装置，所述弹射系统安装于所述弹射姿态控制装置上，所述射姿态控制装置从紧急状态分析系统中获得直升机飞行

姿态信息，所述射姿态控制装置的控制电机根据所述姿态信息调整弹射角度。

6、根据权利要求5所述的直升机空中分离式应急飞行数据记录系统，其特征在于，所述弹射姿态控制装置包括支座、弹射系统安装座、滑轮连杆装置和控制电机；所述弹射系统安装座包括底座以及与所述底座一侧固定连接的直杆；所述滑轮连杆装置包括由第一连杆连接的两个滑轮、与所述第一连杆枢接的第二连杆；所述弹射系统安装于所述弹射系统安装座的所述底座中，所述弹射系统安装座与所述支座转动连接，所述直杆插入两个滑轮的间隙中，所述控制电机与所述滑轮连杆装置的所述第二连杆连接，用于驱动所述第二连杆摆动。

7、根据权利要求1所述的直升机空中分离式应急飞行数据记录系统，其特征在于，所述气体发生器包括第二点火塞和用于产生气体的化学反应原料，所述第二点火塞与所述飞行数据记录器电连接，所述第二点火塞在所述飞行数据记录器的控制下点火引发所述化学反应原料反应。

8、根据权利要求1所述的直升机空中分离式应急飞行数据记录系统，其特征在于，所述机电模块中设置有气体通道和单向阀，所述气体发生器产生的气体经所述气体通道以及单向阀进入气囊。

9、根据权利要求1所述的直升机空中分离式应急飞行数据记录系统，其特征在于，所述飞行数据记录器外部包设有保护壳，所述飞行数据记录器与所述保护壳之间设置有减震材料。

10、根据权利要求1所述的直升机空中分离式应急飞行数据记录系统，其特征在于，所述无线电收发器，位于所述气囊所包裹的空间的外部，通过所述第三电缆与所述飞行数据记录器连接。

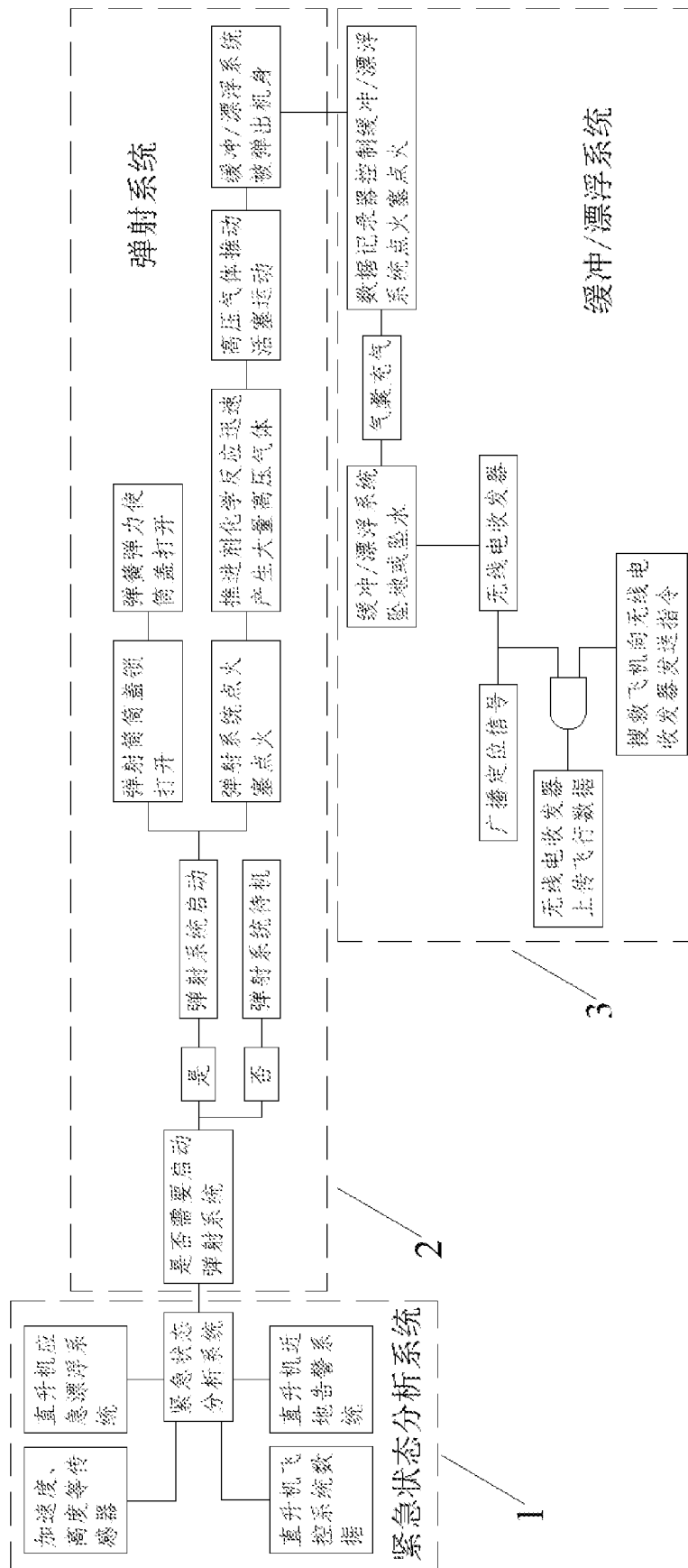


图 1

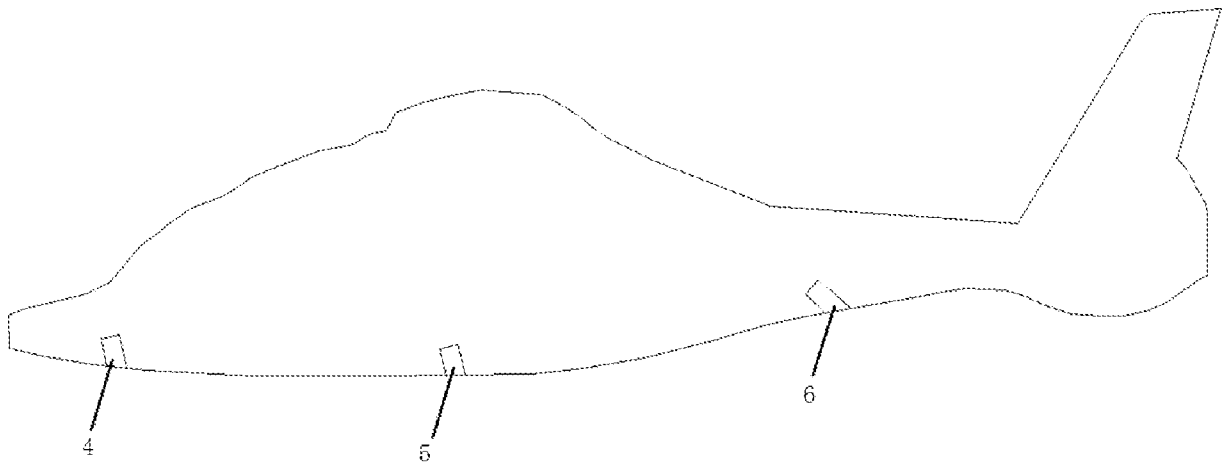


图 2

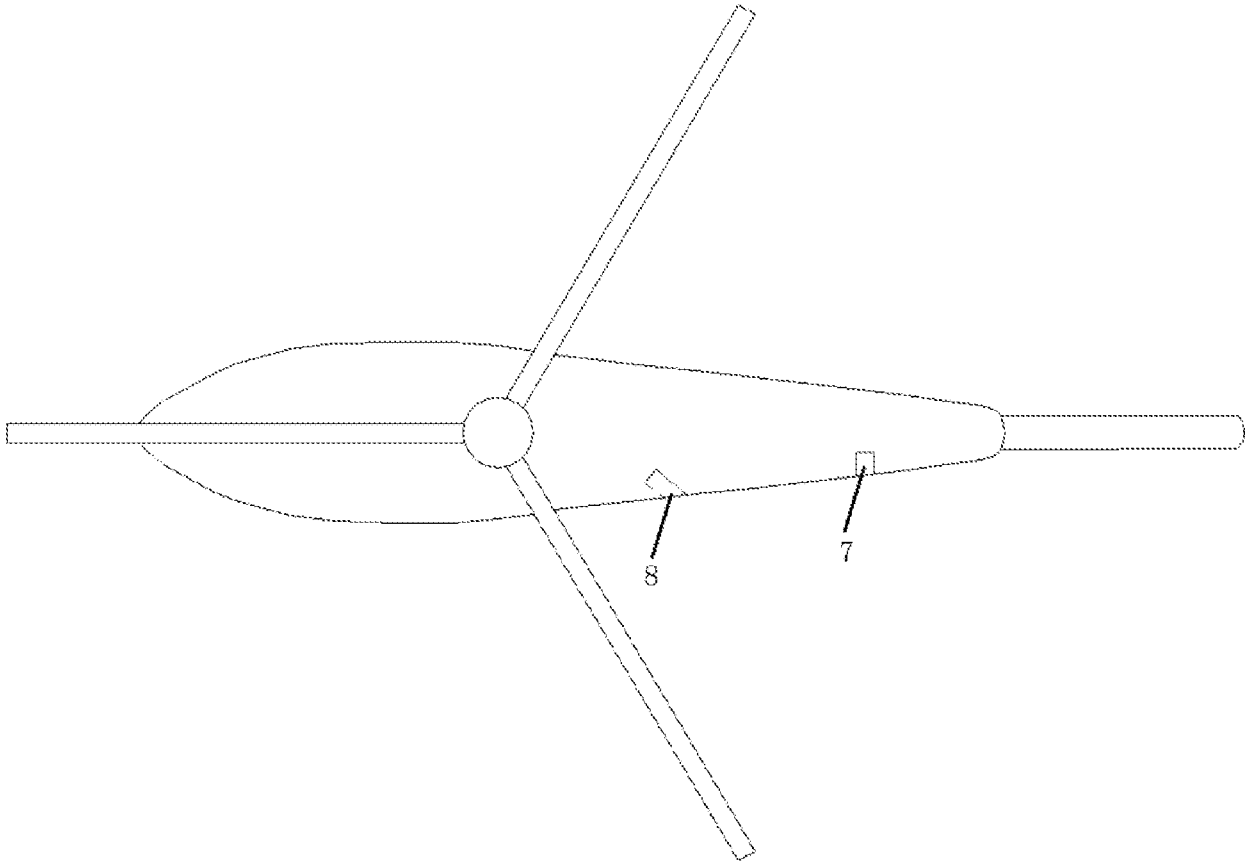


图 3

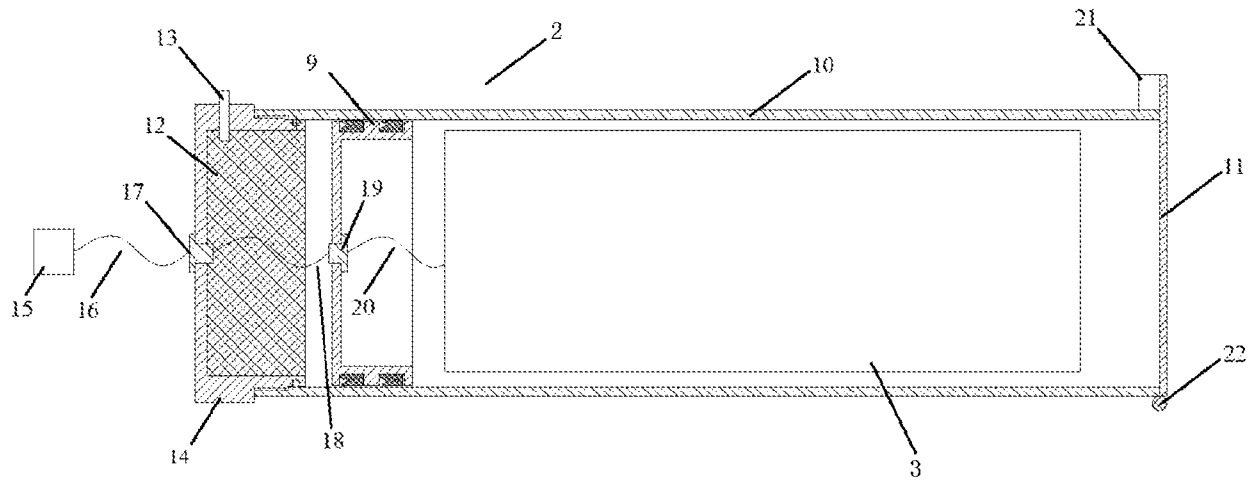


图 4

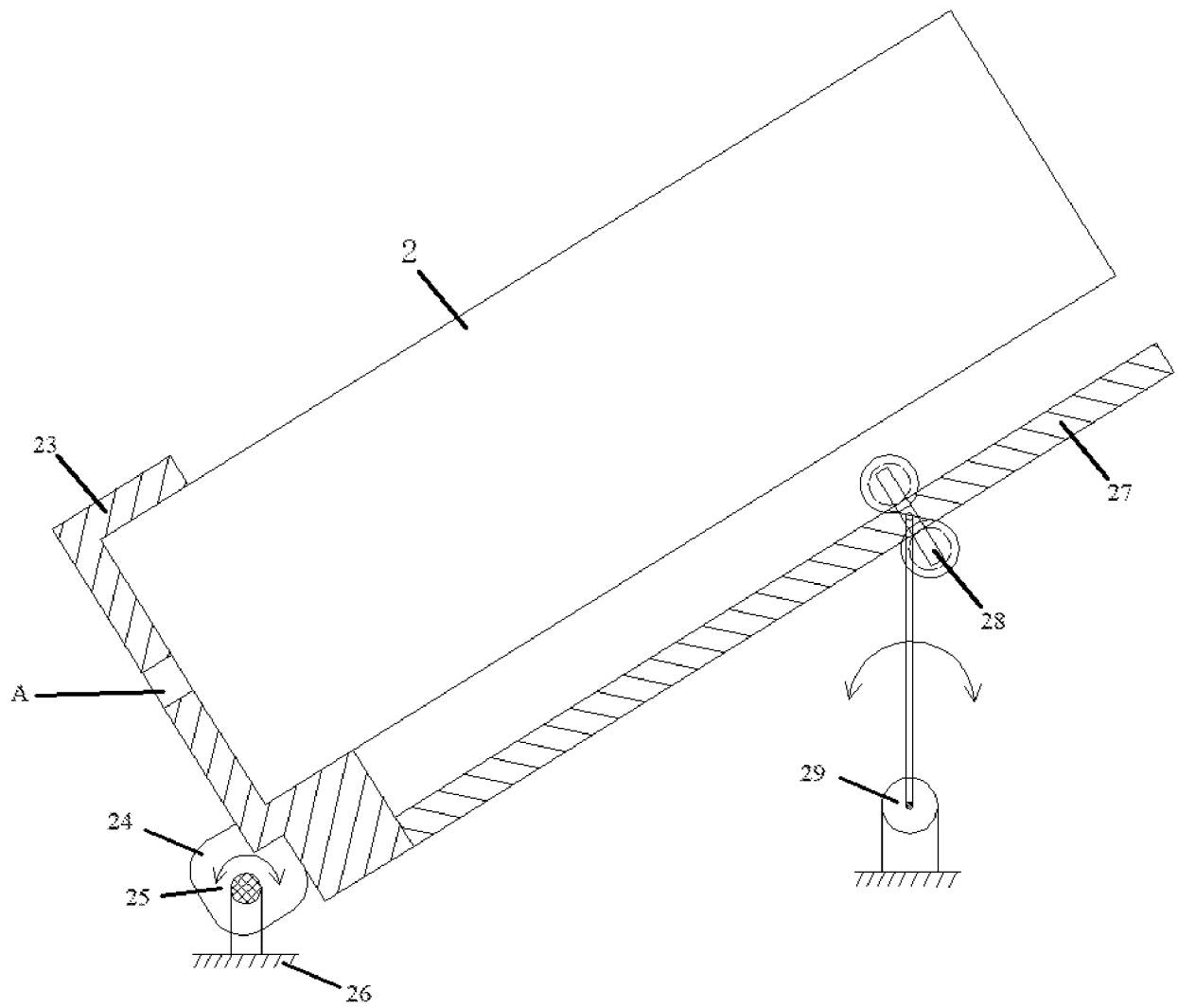


图 5

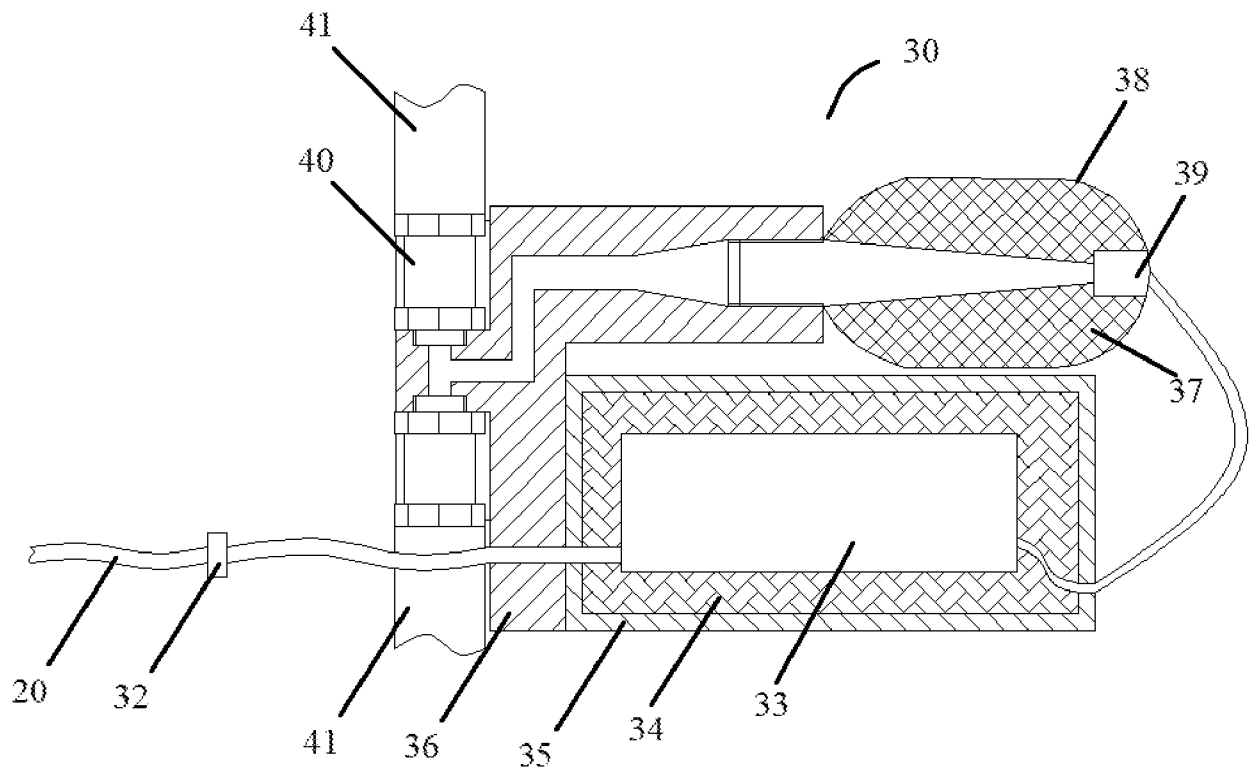


图 6

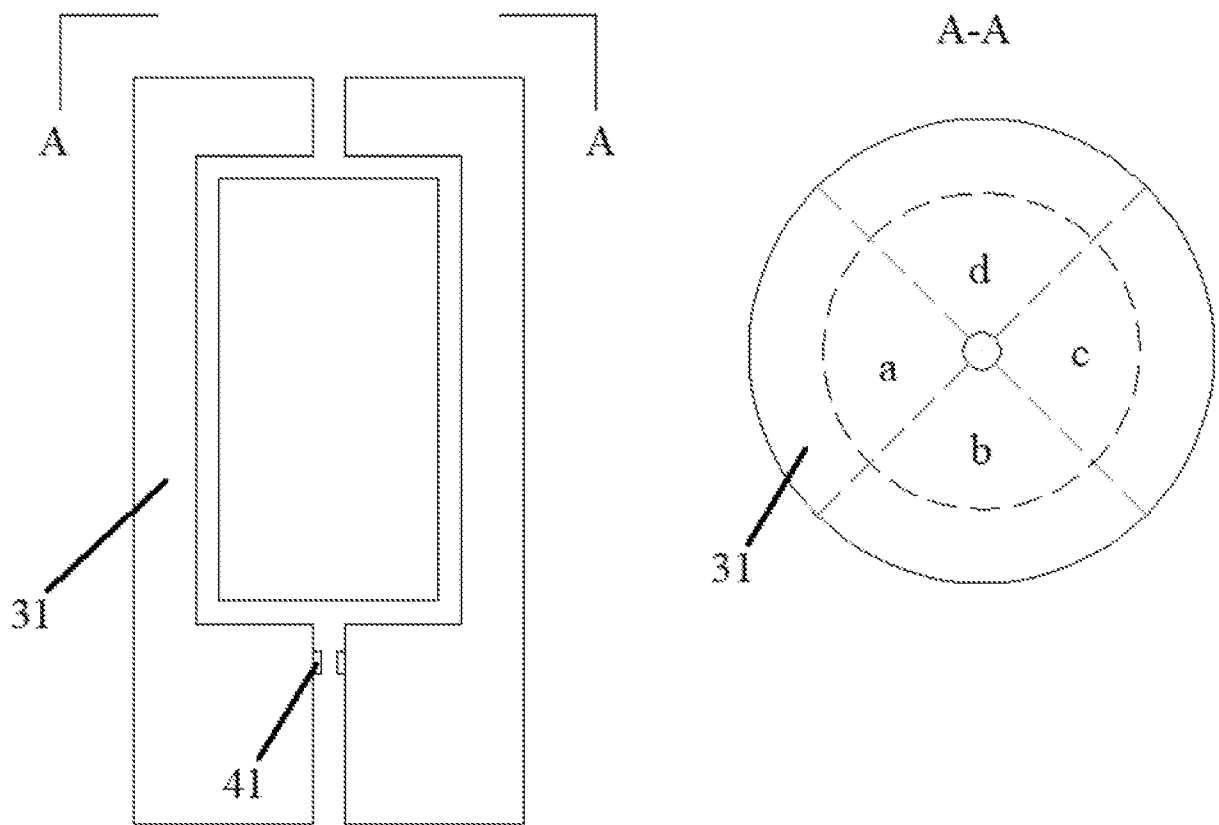


图 7

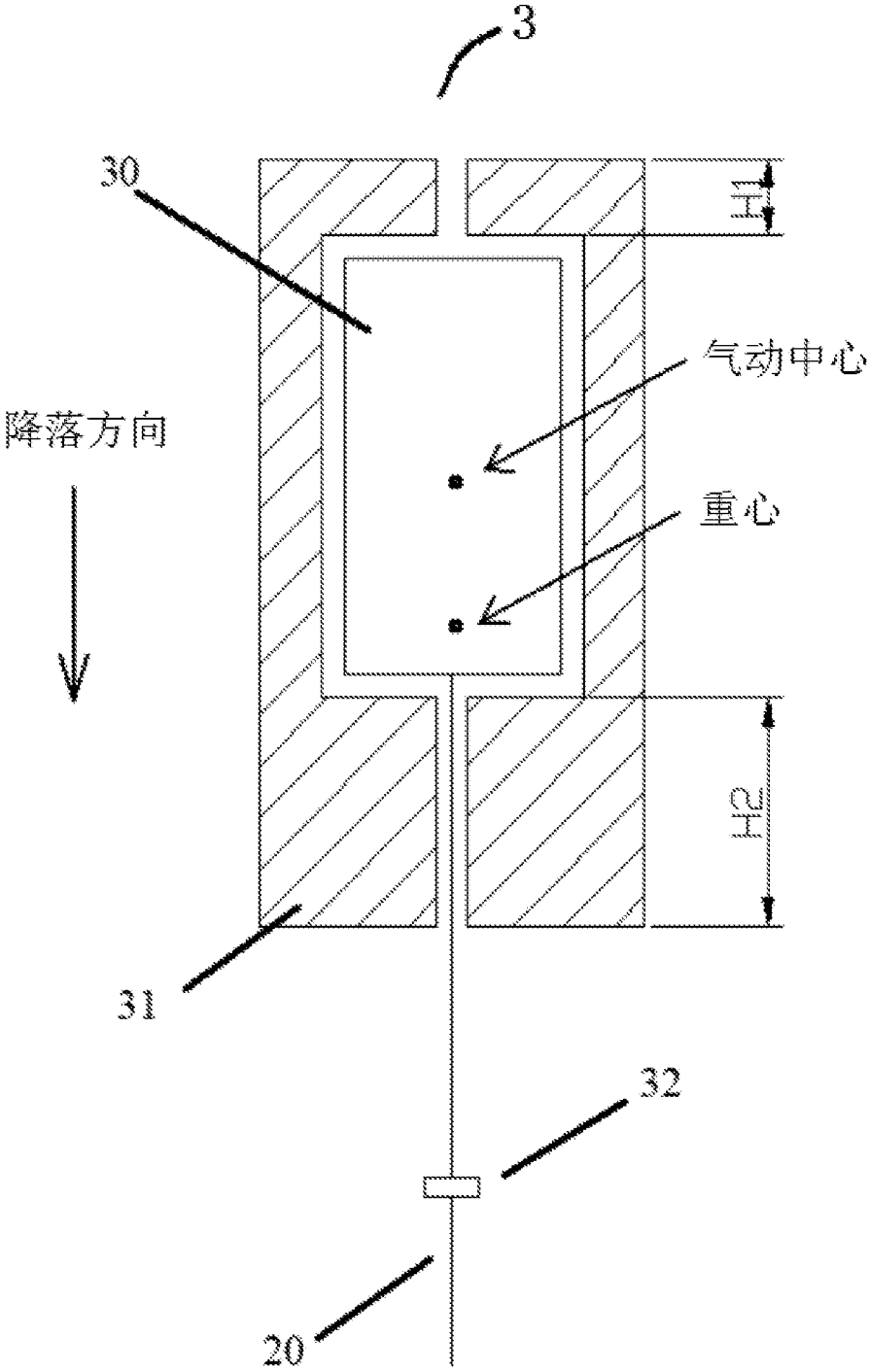


图 8

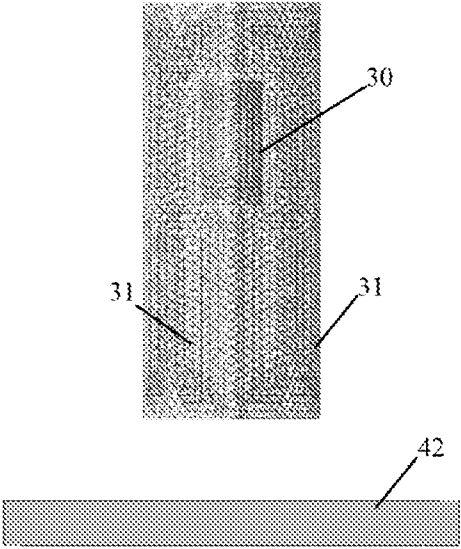
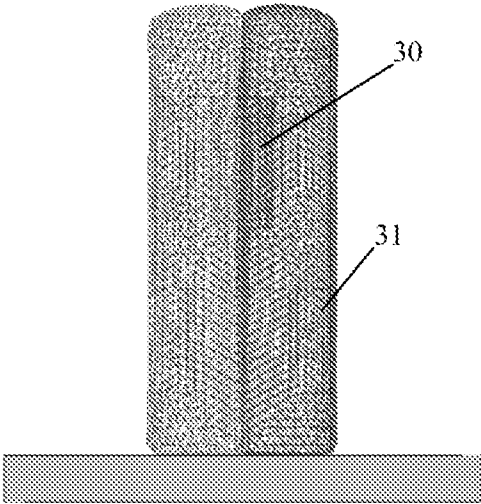
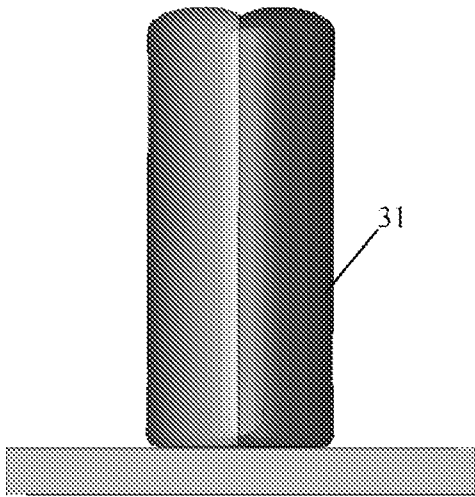


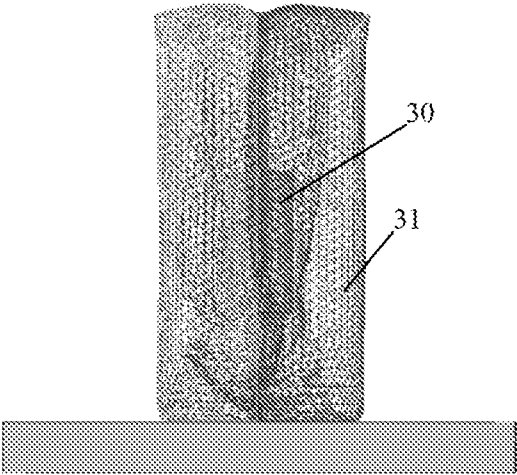
图 9



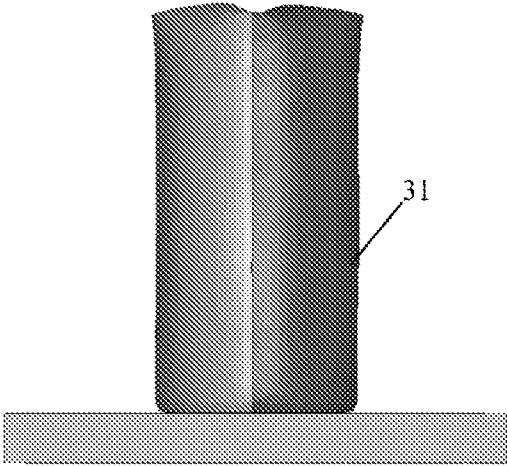
(a)



(b)



(c)



(d)

图 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/085756

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B64D 25/18(2006.01)i; B64D 25/20(2006.01)i; B64D 45/00(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)

B64D

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)

CNABS, CNTXT, CNKI: 飞机, 飞行器, 直升机, 记录器, 黑匣子, 飞行, 数据, 气囊, 弹射, 分离, 缓冲, 漂浮, 角度, 姿态; VEN, USTXT, EPTXT, WOTXT: airplane, aircraft, flight, data, record+, black box, airbag, gas, buffer+, float+, eject+, separat+, angle.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 111806704 A (NANJING UNIVERSITY OF AERONAUTICS AND ASTRONAUTICS) 23 October 2020 (2020-10-23) claims 1-10	1-10
X	US 2017029128 A1 (COMAC AMERICA CORPORATION) 02 February 2017 (2017-02-02) description paragraphs 6, 13-18, 22-27, 52, 54, 118-124, 130-132, 155, 177, 204-206, 217, figures 1, 2C-2D, 3A, 4A, 7A, 8C	1-10
X	CN 106347690 A (ZHAOQING HI-TECH YIXING TECHNOLOGY CO., LTD.) 25 January 2017 (2017-01-25) description paragraphs 75-80, 134, figures 1, 12-14	1-10
X	CN 104007451 A (CAO, Yu) 27 August 2014 (2014-08-27) description, paragraphs 22-46, figures 1-3	1-10
X	CN 104044748 A (LIUZHOU ZHIYE TECHNOLOGY CO., LTD.) 17 September 2014 (2014-09-17) description, paragraphs 18-20, figure 1	1-10
A	US 8670879 B1 (ANGELUCCI MARC T et al.) 11 March 2014 (2014-03-11) 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

13 May 2021

Date of mailing of the international search report

09 July 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
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/085756

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	111806704	A	23 October 2020	None			
US	2017029128	A1	02 February 2017	US	2016257415	A1	08 September 2016
				US	9440749	B1	13 September 2016
				US	9771160	B2	26 September 2017
				US	2016257421	A1	08 September 2016
				US	9452844	B1	27 September 2016
				WO	2016141231	A1	09 September 2016
CN	106347690	A	25 January 2017	CN	106347690	B	08 November 2019
CN	104007451	A	27 August 2014	CN	104007451	B	08 June 2016
CN	104044748	A	17 September 2014	CN	104044748	B	14 September 2016
US	8670879	B1	11 March 2014	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/085756

A. 主题的分类

B64D 25/18(2006.01)i; B64D 25/20(2006.01)i; B64D 45/00(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)

B64D

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))

CNABS, CNTXT, CNKI: 飞机, 飞行器, 直升机, 记录器, 黑匣子, 飞行, 数据, 气囊, 弹射, 分离, 缓冲, 漂浮, 角度, 姿态; VEN, USTXT, EPTXT, WOTXT: airplane, aircraft, flight, data, record+, black box, airbag, gas, buffer+, float+, eject+, separat+, angle.

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
PX	CN 111806704 A (南京航空航天大学) 2020年 10月 23日 (2020 - 10 - 23) 权利要求1-10	1-10
X	US 2017029128 A1 (COMAC AMERICA CORP) 2017年 2月 2日 (2017 - 02 - 02) 说明书第6、13-18、22-27、52、54、118-124、130-132、155、177、204-206、217段, 附图1、2C-2D、3A、4A、7A、8C	1-10
X	CN 106347690 A (肇庆高新区异星科技有限公司) 2017年 1月 25日 (2017 - 01 - 25) 说明书第75-80、134段, 附图1、12-14	1-10
X	CN 104007451 A (曹宇) 2014年 8月 27日 (2014 - 08 - 27) 说明书第22-46段, 附图1-3	1-10
X	CN 104044748 A (柳州治业科技有限公司) 2014年 9月 17日 (2014 - 09 - 17) 说明书第18-20段, 附图1	1-10
A	US 8670879 B1 (ANGELUCCI MARC T 等) 2014年 3月 11日 (2014 - 03 - 11) 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 5月 13日

国际检索报告邮寄日期

2021年 7月 9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

授权官员

陈立兵

电话号码 86-(20)-28950333

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/085756

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	111806704	A	2020年 10月 23日	无	
US	2017029128	A1	2017年 2月 2日	US	2016257415 A1 2016年 9月 8日
				US	9440749 B1 2016年 9月 13日
				US	9771160 B2 2017年 9月 26日
				US	2016257421 A1 2016年 9月 8日
				US	9452844 B1 2016年 9月 27日
				WO	2016141231 A1 2016年 9月 9日
CN	106347690	A	2017年 1月 25日	CN	106347690 B 2019年 11月 8日
CN	104007451	A	2014年 8月 27日	CN	104007451 B 2016年 6月 8日
CN	104044748	A	2014年 9月 17日	CN	104044748 B 2016年 9月 14日
US	8670879	B1	2014年 3月 11日	无	