

运输机机载空投系统延迟环节和初步延迟时间分析

Analysis of Delay Points and Delay Time for Airdrop System of Cargo-transport Plane

李党索 陈艳敏 / 中航工业一飞院

摘要: 对运输机机载空投系统空投指令发出到货物离机过程进行了研究, 分析了在该段过程中由机载空投系统导致延迟的环节, 并给出初步延迟时间。通过对延迟环节分析及延迟时间初步预计, 可进一步提高精确空投的精度。

Abstract: The paper researches the process from the airdrop command issued to the cargo airdrop about the airdrop system, analyzes the delay points in this process and gives the initial delay time. The analysis is expected to further improve the precision airdrop accuracy.

关键词: 空投; 延迟环节; 延迟时间

Keywords: airdrop; delay point; delay time

0 引言

目前, 精确空投的研究主要集中在货物出舱后的降落阶段, 即采用精确空投系统, 使货物可以在远离空投着陆点投放, 货物通过空中远距离飞行到达空投着陆区域, 利用对货台-伞系统进行控制, 可提高空投的精度。

本文通过对运输机机载空投系统空投指令发出到货物离机这段过程进行研究, 分析了在该段过程中存在的延迟环节, 并给出初步延迟时间。对延迟环节分析及延迟时间初步预计可进一步提高精确空投的精度。

1 空投系统及空投模式介绍

1.1 空投系统组成

运输机空投系统分为两大部分: 机载空投系统和货台-伞系统。

所谓机载空投系统是指飞机上用于运载及投放货台-伞系统的全套设备。包括空投规划系统、投放控制系统、牵引伞投放装置、限动导向和传输装置、空投空降信号装置等。

所谓货台-伞系统是用于限动和固定货物, 对离机后的货物减速并安全降至地面的整套系统。主要由牵引伞系统(牵引引导伞、牵引伞)、辅助引导伞系统、减速伞系统、主伞系统、货台、系留装置、脱离装置(牵引锁及开锁结构、着陆脱离锁)、缓冲气囊、防翻装置等几个部分组成。

1.2 空投模式

目前, 美国C-17及俄罗斯IL-76是世界上使用最多的两种典型运输机。其空投模式主要有以下四种:

- a. 两侧导轨接口形式空投模式;
- b. 中小件双列形式空投模式;
- c. 中央导轨接口形式空投模式;
- d. 混合投放形式空投模式。

在空投时无论采用何种空投模式, 其空投系统的组成都相同或相似。

2 空投过程分析

空投时运输机按照预定航线进入空投区域, 飞行员选择投放方式, 搜索、识别空投地标, 测量、装订投放参数, 锁定地标并引导飞机作机动飞行, 到达投放点, 飞

行员根据机上提示信息按压投放按钮, 货台-伞系统启动工作, 牵引货台出机。

货台-伞系统的工作程序如下: 首先牵引伞包脱钩, 靠重力自由降落一段距离, 拉断牵引引导伞伞包封口绳, 牵引引导伞拉出并迅速张满, 在牵引引导伞气动力作用下, 拉直牵引绳, 拉出牵引伞, 牵引伞张满后, 在其气动力作用下, 将货台从机内拉出。在货台离机瞬间, 牵引锁打开, 使货台转向, 从而将辅助引导伞包(或主伞包)从货台上提出并拉出辅助引导伞, 在辅助引导伞气动阻力作用下, 拉出主伞。

3 延迟环节分析

通过对上述空投过程分析, 对于空投系统空投指令发出到货台离机这段过程的延迟环节主要有以下几个方面:

1) 人因素延迟

人因素延迟主要是指飞行员的视差和操作反应之间的误差。当飞机到达投放点, 飞行员看到机上提示信息到飞行员按压投放按钮之间产生的反应误差而导致的系统延迟, 该因素主要与飞行员

的训练水平和操作技能有关。

2) 系统响应延迟

系统响应延迟主要是指从飞行员按下投放按钮到牵引引导伞接到抛出信号之间的误差,即投放控制系统的电气线路延迟。该因素主要由投放控制线路中元器件的延迟造成。

3) 机载空投设备延迟

机载空投设备延迟主要是指机载空投系统货台挂钩开锁延迟,包括空投两侧导轨和中央导轨安装误差、牵引伞释放误差、左右货台挂钩开锁不同步等。

4) 伞充气延迟

伞充气延迟主要是指牵引引导伞释放后从悬挂位置下降充气打开到开始拖拽牵引伞以及牵引伞被拖拽充气打开到货物开始被拖动之前的延迟。牵引引导伞和牵引伞在释放后由于飞机尾部气流等原因影响,延长打开时间而导致延迟。

5) 出舱延迟

出舱延迟主要是指货台—伞系统在货舱中从静止状态开始移动到离机在货舱中持续一段时间而产生的延迟。该因素主要与货台—伞系统在货舱中所处的位置有关。

4 延迟时间分析

上述五个延迟环节对货台—伞系统出舱都有影响,其影响程度不同:

1) 人因素延迟时间 T_1

心理学家对人生理反应试验结果表明正常人的反应时间为0.15~0.4s。对于经过训练的飞行员来说,从看到机上提示信息到按压投放按钮之间产生的时间差很短。本文中,该时间 T_1 初步定为0.15s。

2) 系统响应延迟时间 T_2

系统响应延迟时间的长短主要由投放控制线路中元器件及投放控制系统的电气线路决定。从飞行员按下投放按钮,投放允许信号传递给管理计算机,由管

理计算机将信号下放到到牵引伞投放装置。由于整个过程没有人干预时间 T_2 很短,因此,该环节忽略不计。

3) 机载空投设备延迟时间 T_3

机载空投设备延迟主要包括:消除运输机货舱中导轨安装误差所需的时间;中央导轨接口的空投时剪断制动销所需的时间;两侧导轨接口的空投时脱离两侧锁所需的时间;牵引引导伞释放装置脱离牵引引导伞包所需的时间。

由于整个过程没有人干预时间 T_3 很短,因此,该环节也忽略不计。

4) 伞充气延迟时间 T_4

伞充气延迟主要包括:牵引引导伞释放后从悬挂位置下降充气打开到开始拖拽牵引伞之前的时间;牵引伞被拖拽充气打开产生足够大的拉力到货台—伞系统开始被拖动之前的时间。

根据伞充气时间,该环节中伞充气延迟时间 T_4 初步定为2s。

5) 出舱延迟时间 T_5

货台—伞系统出舱时间主要和货台—伞系统在货舱中的位置有关,距离货舱门越近出舱时间越短,距离越远出舱时间越长。

出舱的时间原则上越快越好,一般在0~10m/s左右。

运输机从货舱前端到货桥末端距离约为20m,货物的出舱时间 T_5 初步定为2s。

5 分析

通过上述延迟时间的估计,由空投系统延迟导致的空投延迟时间为:人为因素延迟时间 T_1 为0.15s,伞充气延迟时间 T_4 为2s,出舱延迟时间 T_5 为2s。合计为4.15s。

假定运输机在空投时候速度为250km/h,按上述时间计算后得到在飞行员看到空投提示信息到货台—伞系统出

舱向前飞行了约288m。

从延迟时间来看,影响最大的是伞充气延迟和出舱延迟两个环节:

a. 牵引引导伞和牵引伞根据不同的货台—伞系统,其充气时间有所不同。可通过对不同的伞进行充气过程模拟和试验获得近似数值。

b. 货台—伞系统在货舱中位置是确定的,其出舱延迟时间可计算获得。

为了提高进一步提高精确空投的精度,运输在确定空投起始点时,应综合考虑上述两个环节的影响对起始点进行补偿。

6 结束语

通过对运输机空投系统延迟环节的分析,阐述了导致空投系统延迟的环节,并针对每个环节估计出具体的延迟时间,使得在进行精确度空投时减小由于空投系统本身带来的误差,从而进一步提高空投的精度。

目前,该延迟时间属于初步估计时间,随着后续试验数据的进一步掌握,可对延迟环节和延迟时间进行进一步的细化和修正,使得分析的结果能够与实际情况更加吻合。

AST

参考文献

- [1] 柯鹏,杨春信,杨雪松等.重型货物空投系统过程仿真及特性分析[J].航空学报,2006, (5):856-866.
- [2] 王利荣.降落伞理论与应用[M].北京:宇航出版社 1997.
- [3] GJB/Z 131-2002,军事装备和设施的人机工程设计手册.

作者简介

李党索,硕士,工程师,主要从事空投空降工作。

陈艳敏,高级工程师,主要从事航电火控与空投空降工作。