

DOI: 10.19452/j.issn1007-5453.2017.03.051

游标初始化失败故障原因分析及解决方法

同爱丽*, 路凯

中航工业第一飞机设计研究院, 陕西 西安 710089

摘要: 针对飞机外场使用过程中出现的游标初始化失败这一故障现象, 从游标的工作原理出发, 分析出游标初始化失败的原因, 给出了改进措施和解决方法, 解决了游标初始化失败问题。同时, 对后续技术改进提出了设计建议, 即使用更先进的光标控制技术取代游标。

关键词: 游标; 初始化失败; 改进措施

中图分类号: TP391.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-5453 (2017) 03-0051-04

游标是飞行员操作的一个重要部件, 主要是在雷达搜索、状态跟踪或在航弹、激光弹等武器攻击时, 通过操作游标完成搜索和标识目标的功能。游标从2001年开始国产化, 受国内技术水平、外界使用环境等因素影响, 游标在部队使用中经常出现初始化失败 (BCIOC) 故障现象, 同时, 由于机上复杂的交联关系和使用环境, 此类故障很难定位排除, 导致飞机不能正常出勤, 对部队的正常使用带来严重的影响, 为了缩短飞机的外场维护时间, 提高飞机出勤率, 针对外场经常出现的初始化故障现象进行原因分析, 给出改进措施和解决方法, 以降低此类故障发生的概率。

1 游标工作原理

游标位于油门杆手柄上部, 外形如图1所示。油门杆手柄垂直安装在飞机操纵台上, 游标的Y轴为垂直方向, X轴为前后方向, 其操作力与输出电压值方向关系为: 向上按压时, Y轴输出电压减小, 向下按压时, Y轴输出电压增大; 向前按压时, X轴电压增大, 向后按压时, X轴电压减小。

游标主要由动态高输出二维力传感器、微动开关、操作帽盖、结构件组成。动态高输出二维力传感器由正交方向安装的两组力敏传感器组成, 在对操作帽盖施加操作力时, 两组力敏传感器产生对应的力分量, 实现对操作力的二

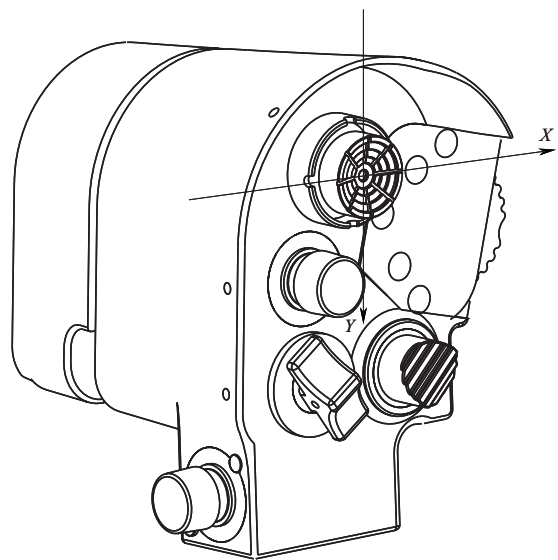


图1 游标外形图

Fig.1 Outline of cursor

维矢量测量。飞行员通过操作力敏传感器, 在综合航电系统的平显和多功能显示器上驱动特定目标 (如十字光标) 的平面移动, 实现人机信息交流。

某型飞机显示控制管理处理机 (DCMP) 向游标输出 10VDC 驱动电压, 游标工作后, 将其输出的模拟电压量信号同时提供给 DCMP 和任务机 (MC), 游标 (X 信号) 原理交联如图 2 所示。

收稿日期: 2016-12-05; 退修日期: 2017-01-05; 录用日期: 2017-02-10

* 通讯作者. Tel.: 029-86832433 E-mail: tongaili@sina.com

引用格式: TONG Aili, LU Kai. Analysis and solution methods on cause of the BCIOC fault of cursor[J]. Aeronautical Science & Technology, 2017, 28 (03): 51-54. 同爱丽, 路凯. 游标初始化失败故障原因分析及解决方法 [J]. 航空科学技术, 2017, 28 (03): 51-54.

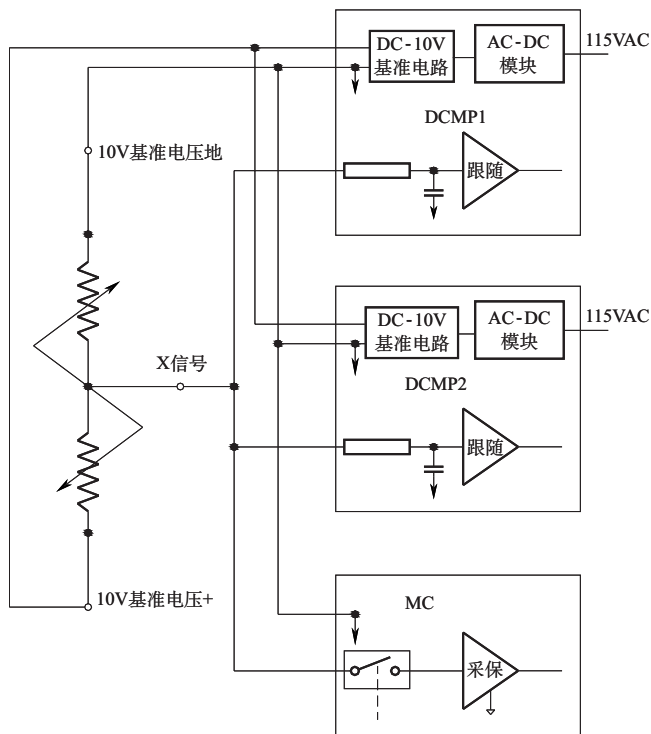


图2 游标(X信号)原理交联图
Fig.2 Schematic diagram of cursor (X signal)

2 故障现象及原因分析

游标在初始化过程中,首先要通过DCMP的输入/输出控制电路(IOC)对游标信号的初始值进行采集,如果此时游标的初始电压超出范围,游标零位产生偏移,导致游标初始化失败,显示控制系统报BCIOC故障代码。

游标的用户有2台DCMP和1台MC,当DCMP接收游标信号后,首先进行AD变换,然后读取数据,DCMP使用一个多路转换开关实现AD芯片的多路复用。为了减少接收电路与信号源之间的相互影响,在进入多路开关前,DCMP对每路模拟信号都采用运放组成的电压跟随器进行“阻抗隔离”,AD分辨率为8bit,因此,采样间隔为 $10/255=0.0392\text{V}$,显示控制系统软件对游标信号的零位阈值设定为 0.04V ,当游标初始化电压范围如果超出 $3.96\sim 5.04\text{V}$ 时,游标初始化失败,显示控制系统报BCIOC故障。

引起此类故障原因有以下几种可能:

(1) 游标部件自身故障;

(2) DCMP的IOC接口电路故障;

(3) 游标传感器由DCMP输出的 10VDC 基准驱动,如果在游标初始化的过程中,该基准发生波动,可能会引起初始化失败故障;

(4) 游标信号的传输误差、转化误差以及传输过程中受到干扰,使得游标初始值超出阈值。

如果为游标部件或DCMP硬件故障,更换故障部件即可。根据外场出现的故障现象以及排故经验,游标信号受到干扰是此类故障发生的主要原因,同时干扰类故障在机上复杂的环境下很难排除。

3 改进措施及解决方法

3.1 减少传输过程中的干扰

游标信号为模拟电压量信号,在传输的过程中会因电缆材质引起电压信号量的改变,产生传输误差,因此,对传输电路加强屏蔽,利用屏蔽技术减少电磁干扰,电缆采用双绞屏蔽线,屏蔽层在设备端就近接地,同时也应注意以下几点:

(1) 尽可能采用平行传输形式,使其具有较好的抗共模干扰能力,避免高频信号电缆与游标信号电缆长距离平行走线;

(2) 传输线避免使用不连续的连接器件;

(3) 利用布线技术改善电磁干扰,控制游标信号电缆和电源电缆交叉时,尽可能按 90° 交叉;

(4) 可加粗导线以减少传输损耗,提高游标信号的抗干扰能力;

(5) 不同种类的接地不在同一点上与飞机机身连接,屏蔽地和机壳地接在一起^[1]。

3.2 提高信号转换精度

DCMP和MC均采用8位A/D转换器对游标信号进行A/D转换,游标信号范围为 $0\sim 10\text{V}$,信号分辨率仅为 0.0392V ,转化精度相对较低,因此,游标用户可选用12位的A/D转换器,将模拟量转化为数字量,信号的分辨率也从原来的 0.0392V 提高到 0.0018V ,这样可大大提高游标的转换精度,同时减少BCIOC故障的概率。

3.3 增加多级滤波电路

DCMP接收到游标信号后,首先经过RC滤波电路滤除杂波,滤波电路的旁路电容和电阻分别为 $0.1\mu\text{F}$ 和 $82\text{k}\Omega$,时间常数为 8.2ms ,上限截至频率为 120Hz 。此RC滤波电路虽然能够抑制来自飞机上低频干扰,不能有效抑制来自电子对抗、电台等设备的高频干扰,因此,为了提高游标信号的抗干扰能力,可增加多级滤波电路,滤除干扰杂波,提高游标信号的抗干扰能力^[2]。

3.4 提高游标用户自身的抗干扰能力

为了提高游标信号的抗干扰能力,DCMP电路板采取

如下措施：

(1) 布线应正确合理, 电源、地线尽量加粗和缩短, 减少环路电阻;

(2) 游标信号线远离电源线, 避免与高频线平行并排布置, DCMP 的电源加装 EMI 滤波器, 防止机上电源中的干扰信号进入 DCMP, 将信号线与电源线分开捆扎并固定隔离, DCMP 与其他设备进行离散量信号交联时采用光电偶隔电路^[3];

(3) 设备内任何一个信号回路都返回到来源处, 并在该点与机壳相连。如果信号源不在设备内, 需在外部连接插针上留有信号及其回路位置, 不能将机身结构用做信号或辅助电源回路。

3.5 改变基准电压特性

游标传感器由 DCMP 输出的 10VDC 基准驱动, 该基准是单极性电源, 游标的标称零位为 5V, 当基准源发生波动, 则必定引起游标输出信号的波动, 产生零位漂移, 可将电源改为双极性电源供电, 减少激励源波动干扰。

3.6 采用数字化传输

模拟传输对游标信号的性能有很大的影响, 同时这种传输方式对信号用户的要求也高, 因此, 在飞机改装项目中, 可采用数字转换盒将模拟信号转换为数字信号, 通过 RS422 串口输出到 DCMP 和 MC, 采用 RS422 进行传输, 最大传输距离可达 1219m, 最大传输速率为 10Mbit/s, 能有效减少信号传输延迟, 提高信号抗干扰能力, 可快速准确地控制平显和下显上的光标运动。

4 效果预期评价及后续技术改进

减少传输过程中干扰的方法仅需要更改机上线路, 即可收到良好的抗干扰效果, 其余方法需更改产品硬件, 优化产品设计, 周期长, 成本较高, 在升级改装项目中可综合考虑, 预期效果良好。

要想从根本上解决游标初始化失败的问题, 在后续的设计中也可以考虑采用轨迹球或红外触摸显示技术替代游标。

4.1 轨迹球替代游标

轨迹球类似鼠标, 它的特点是通过手指滑动轨迹球从而带动屏幕指针移动, 握持方式灵活多样, 可大大减少整个手的疲劳程度。轨迹球后上方有轨迹球锁死装置, 防止在飞行中因为震动使光标产生非期望移动, 确保轨迹球在剧烈震动的环境下稳定使用。同时, 轨迹球对空间无任何要求, 可在任何狭窄的空间使用。随着控制技术的发展与成熟, 轨迹

球以其诸多的优越性逐渐取代游标。在某大型运输机项目中, 轨迹球通过 ARINC429 将位置信息传输给显示处理单元, 最终控制光标在屏幕上运动, 这种传输和控制方式在很大程度上减少了传输误差, 过程干扰, 避免了基准源干扰、初始化故障等问题, 使光标控制更加精准、稳定、方便和舒适。

4.2 红外触摸显示技术取代游标

随着显示技术的快速发展, 红外触摸显示技术已经广泛应用于各个领域。目前, 第五代触摸屏可提供单独的人机操作界面, 从而取代鼠标/轨迹球甚至键盘。它具有多点触摸功能, 触屏控制方式也更加人性化、多样化, 主要有单击控制方式、双击控制方式、滑行控制方式、旋转控制方式和缩放控制等方式, 具有很高的触摸识别率, 响应时间小于 15ms, 位置精度偏差小于 3mm, 采用伪坐标的算法识别进行多点检测, 在全昼光条件下, 触摸检测可操作, 且无错误触摸识别。采用双向红外对管结构实现了双红外触控屏的触点数据输出, 提高了红外触屏控制的可靠性, 具有高度的稳定性, 不受电流、电压和静电干扰, 适宜在恶劣及复杂的环境条件下使用, 在后续型号中, 红外触摸显示技术可完全取代轨迹球, 为飞行员提供更加人性化的操作平台^[4,5]。

5 结束语

游标是飞行员操作的重要部件, 如果出现故障, 直接影响飞机出勤率。针对飞机游标初始化出现的故障, 分析了故障产生的原因, 给出解决措施及改进建议, 在游标使用过程中, 如果出现偶发性故障, 应重新启动显控系统, 如果故障反复出现, 应排查机上相关电缆及部件, 同时, 在游标初始化的过程中, 操作人员应避免触碰游标。

在后续型号研制中, 游标部件可用轨迹球替代或采用红外触摸显示技术取代游标, 为飞行员提供更加优越的人机操作环境。

AST

参考文献

- [1] 张松春, 竺子芳, 赵秀芬. 电子控制设备抗干扰技术及其应用[M]. 机械工业出版社, 1995.
ZHANG Songchun, ZHU Zifang, ZHAO Xiufen. Application of anti-interference techniques for electronic control equipment[M]. Mechanical Industry Press, 1995. (in Chinese)
- [2] 李雪华. 抗干扰技术分析[J]. 无线电工程, 2011, 41(5): 52-55.
LI Xuehua. Analysis on anti-jamming technology[J]. Radio Engineering, 2011, 41(5): 52-55. (in Chinese)

[3] 吴维宁, 张文亮, 吴峡. 电力系统中电子设备抗干扰技术研究与应用 [J]. 电力自动化设备, 2001 (6): 19-22.

WU Weining, ZHANG Wenliang, WU Xia. Research and application of anti-interference techniques for electronic device in power system[J]. Electric Power Automation Equipment, 2001 (6): 19-22. (in Chinese)

[4] 张宏伟. 多触点抗强光干扰红外触摸屏的设计与验证 [D]. 成都: 电子科技大学, 2009.

ZHANG Hongwei. Design and validation of multi-touch anti-intense interference infrared touch screen[D]. Chengdu: University of Electronic and Technology, 2009. (in Chinese)

[5] 吴娟. 红外多点触摸技术的关键问题研究 [D]. 合肥: 合肥工

业大学, 2012.

WU Juan. Research on the key problems of multi-touch based on infrared LEDs[D]. Hefei: Hefei University of Technology, 2012. (in Chinese)

作者简介

同爱丽 (1975—) 女, 硕士, 高级工程师。主要研究方向: 计量检验。

路凯 (1989—) 男, 硕士, 助理工程师。主要研究方向: 计量检验。

Tel: 029-86832433

E-mail: tongaili@sina.com

Analysis and Solution Methods on Cause of the BCIOC Fault of Cursor

TONG Aili*, LU Kai

AVIC The First Aircraft Institute, Xi'an 710089, China

Abstract: Aiming at the BCIOC fault of cursor that appeared during the service of an aircraft, introduced the function and principles of cursor, analyzed the cause of BCIOC, resolved the problem of the BCIOC. Meanwhile the improvement measures and solution methods were given in the following technical modification, suggest using more advanced cursor control technology.

Key Words: cursor; BCIOC; improvement measures