

一种 MCNI 系统参数同步设计

代华山¹
DAI Huashan

摘要

在模块化 CNI 系统中, 存在多个控制单元异地存储系统工作参数并在上电后根据工作参数发起控制的情况。因为各控制单元独立通过电源开关接入机载电源, 所以各控制单元上电或下电的时间不完全一致, 由此带来各控制单元本地存储参数不一致。系统中各控制单元均上电后, 如何稳定可靠地在各控制单元之间进行数据共享及同步是模块化 CNI 系统应用过程中的重要问题。文章提出的控制策略具有响应速度快、性价比高、工作稳定可靠的特点, 在空间和重量受限的机载平台有广泛的应用前景。

关键词

模块化 CNI 系统; 多控制单元; 参数同步; CAN 总线; 综合化控制

doi: 10.3969/j.issn.1672-9528.2026.05.016

0 引言

综合化是解决机载通信导航识别系统功能增加与质量、体积功耗受限矛盾的有效手段^[1]。随着机载通信导航识别系统的发展, 以“分布式信道处理、综合化控制管理”的模块化 CNI 系统以其在系统质量、体积、功耗、可靠性等方面的优势, 在通用直升机、高级教练机等平台上得到工程应用^[2]。其显著特点是综合化控制管理体现在三个独立设备(控制接口模块、前舱显控盒、后舱显控盒)均可以发起对系统各传感器的参数控制, 由此带来三者之间数据共享和参数同步协同工作问题。针对 MCNI 系统, 本文提出一种基于 CAN 总线的协同工作策略, 有效解决系统中的参数同步问题。

1 系统结构介绍

如图 1 所示, 系统采用 CNI 主机+前/后舱显控盒架构。CNI 主机内部的系统控制接口模块(control interface module, CIM)接收航电指令, 通过主机 CAN 总线完成对系统内部各模块控制, 记忆各功能参数(如电台波道频率对应关系、各波道工作模式、静噪等级等)用于掉电后的参数重新设置, 并且将信息通过系统 CAN 总线广播至前后舱显控盒(control display unit, CDU), 前后舱 CDU 根据相关信息进行, 并且也在各自的 Flash 中将相关参数进行存储, 用于各自掉电后的参数重新设置; 同时, 前后舱 CDU 作为显示和控制终端, 也可以接收操作者输入指令, 将包括电台波道、频率、工作模式、静噪等级等参数在内的指令进行反馈和下发, 同样会引起另外两个控制单元的参数存储。

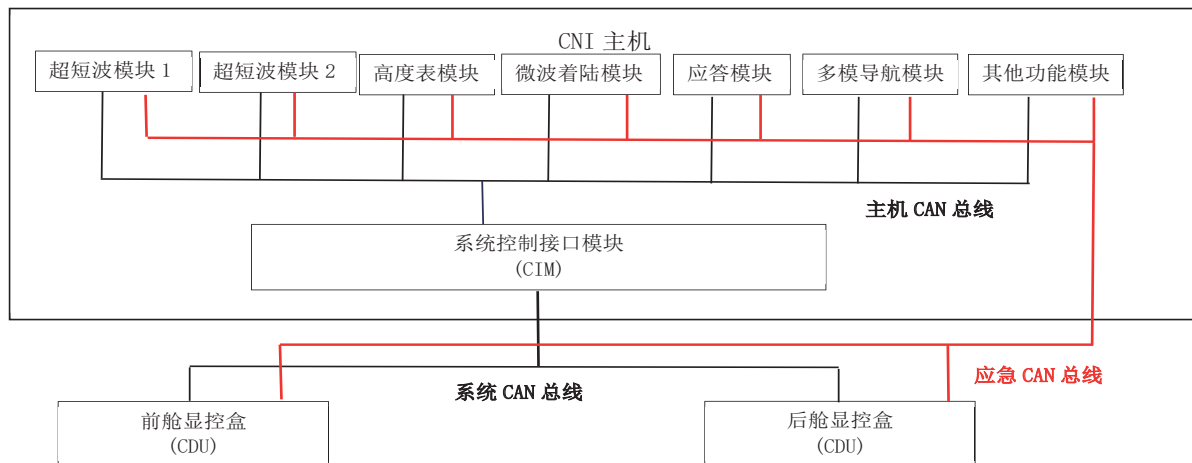


图 1 MCNI 系统原理框图

1. 中国电子科技集团公司第十研究所 四川成都 610036

2 系统参数同步流程

2.1 前后舱显控盒主从切换流程

前后舱显控盒（CDU）硬件状态完全相同，分别布置于前舱和后舱供操作者使用，系统同时上电时，两个 CDU 上电时间基本一致，因此，需要使用软件策略进行主从判决（主从策略的目的是使得工作状态同步）。判决后，从 CDU 使用主 CDU 参数并更新本地参数。

显控主从切换过程在应急 CAN 总线上传输，上电初始化两个显控盒均默认状态为从（不作控制方）。上电显控盒双方均主动向对方发送保活指令，等待回传，在发送周期内收到对方保活数据均作为对方指令的回传处理。上电初始化两个显控盒在前两个周期都固定发 0，待判断出主动权后再发 1（收到 1 表明对方为保活控制方）如图 2 所示，说明如下：

（1）上电初始化两个显控盒均默认主从状态为 0 即为从，都不做控制方。

（2）上电显控盒双方均主动向对方发送保活指令，等待对方回传。在发送周期内收到对方保活数据均作为对方指令的回传处理。若本显控启动保活前收到保活消息，丢弃不处理。

（3）上电初始化两个显控在前两个周期都固定发 0，待判断出主动权后再发 1，若收到 1 表明对方已先判断出自己为应急 CAN 保活控制方。

主从判决流程

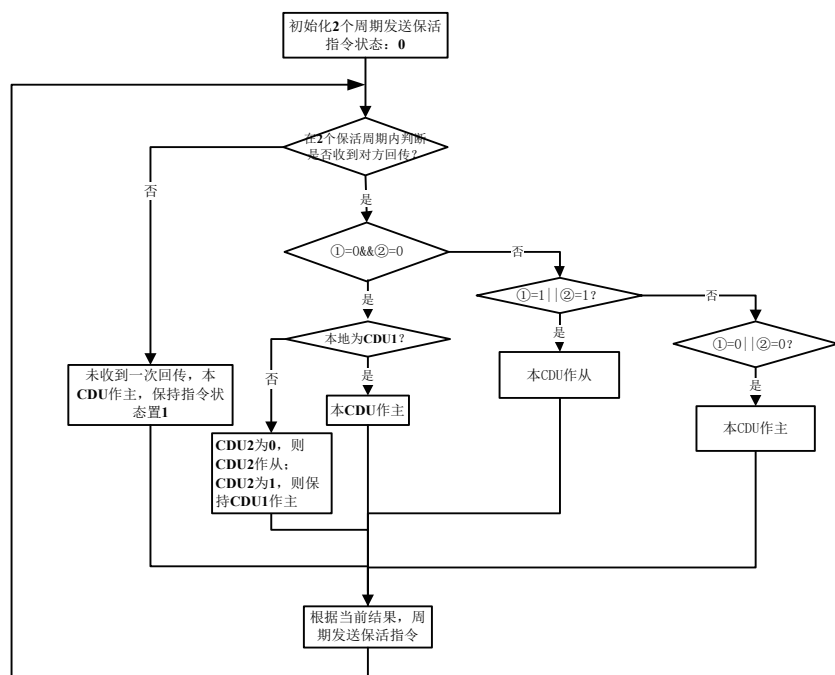


图 2 CDU 主从切换流程

（4）主从结果的判断都以本地发送 2 个周期保活后在发送第 3 个保活前判断，若判断结果为做应急 CAN 总线的控制方则第 3 次保活发送 1，否则发送 0。

（5）该判断逻辑适用于上电初始化和正常工作过程中的主从检测。

（6）显控之间的保活信息包含：显控与 CIM 之间的通断情况；显控各自的主从状态 0-从，1-主；系统工作状态 NA/正常/应急。

（7）两个显控之间的保活信息通过应急 CAN 总线传输。

2.2 系统控制接口模块上电初始化过程

系统控制接口模块（以下简称 CIM）与两个 CDU 之间的保活周期为 1 s，CIM 通过系统 CAN 总线给两个 CDU 发送保活信息，CIM 和两个 CDU 谁先上电就以谁的参数为准（即：后上

电的设备接收已上电设备的参数）。两个 CDU 之间的的主从判决如图 2 所示，CIM 上电初始化的具体流程如图 3 所示。

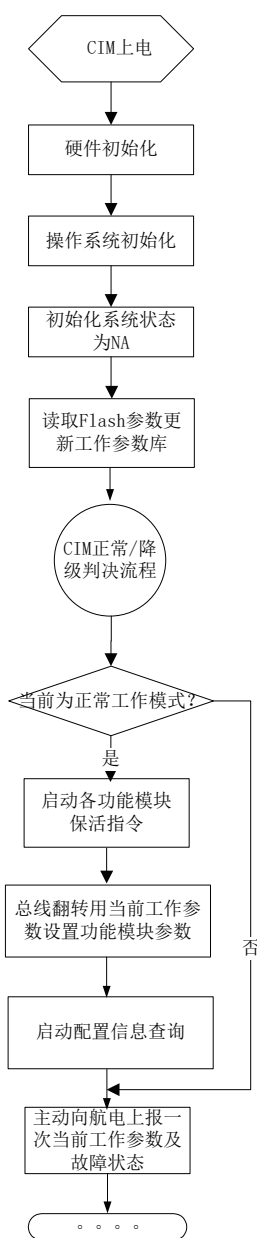


图 3 CIM 初始化流程

2.3 不同上电情况下的初始化时序

不同上电情况下的初始化时序如表 1 所示。

3 指标对比

在某型号系统中，使用上述判决逻辑。基于 CAN 总线的多控制端参数同步策略与联合式独立设备、基于串口的独立设备进行指标对比。

联合式 CNI 系统对外通过标准数据总线（如 1553B/GJB289A 总线）实现与航电其他系统的信息交互。在 CNI 系统内部，中央控

表 1 系统初始化时序分析

要素	分析	结论
系统模式判决时间	系统上电 < 3 个周期判决完成	(1) 系统模式判决完成前主从模式已经判决完成, 可以保证系统初始化时的工作时序; 若为降级模式则主判决出来后即可通过降级 CAN 总线保活, 若为正常模式则主判决出来后再由主 CDU 向 CIM 备份参数和发送参数请求; (2) 系统模式在 CIM 先上电情况下先于 CDU 主从模式判决完成, 但不影响系统工作时序, 因为这种情况下不通过应急 CAN 总线发送数据, 待两个 CDU 主从判决完成后由主 CDU 向 CIM 备份参数和发送参数请求。
显控主从判决时间	显控上电 2 个周期内判决完成	
上电时序	(1) 系统同时上电, CDU 先工作起来, 主从判决和系统模式判决时间均为 2 个周期; (2) CDU 和 CIM 同时工作, 系统模式判决时间 > 2 个周期, 主从 2 个周期; (3) CDU 先上电, 对 CDU 而言主从判决和系统模式判决时间均为 2 个周期; (4) CDU 后上电, 系统模式判决 < 2 个周期内判决完成, 主从需 2 个周期。	

制单元 (CCU) 和备份处理单元 (BPU) 作为系统的控制管理中心, 通过标准数据总线将载机上与无线电通信、无线电导航、航管应答等功能相关的 20 多种设备通过该总线进行互联, 实现了系统的统一控制、管理。总线速率为 Mbit/s 级别, 响应时间通常到秒级, 由于系统内部共用总线和保护传输机制, 传输中含有大量冗余保护机制, 造成通信冲突竞争频繁。本策略采用 3 条 CAN 总线实现节点间的互联, 保证每个节点同时挂接两条 CAN 总线, 并进行对称设计, 各节点的数据吞吐速率达 1 MB/s, 保证了带宽高效使用, 性价比极高。因此, 本策略在总线类型、数据速率、响应时间等各方面指标占优, 如表 2 所示。

表 2 与某联合式系统的指标对比

指标	某联合式系统	本文策略	对比结论
总线类型	1553B	CAN 总线	性价比高, 优于
总线速率	1 Mbit/s	1 MB/s	优于
响应时间	s 级	ms 级	优于

4 结语

本文提出了一种基于 CAN 总线的 MCNI 系统参数上电初始化同步方法, 该方法可以快速可靠地在系统上电后实现参数同步并完成系统控制的初始化过程。该方法以其稳定可靠性价比高的特点, 在配装 MCNI 系统的多个空间和重量受限的机载平台得到广泛应用, 后续可扩展至多控制单元的其他应用场景。

参考文献:

[1] 乔文旻. 机载平台电子信息系统概述 [J]. 电讯技术, 2007(3): 1-3.

[2] 孙文杰. 基于功能综合的模块化通信导航识别系统总体设计 [J]. 电讯技术, 2016, 56(1): 67-70.

[3] 张建军. 轻型射频传感器系统高度综合化设计 [J]. 电讯技术, 2010, 50(12): 1-3.

[4] 李劲. 综合射频传感器的开放式系统结构 [J]. 电讯技术, 2006(1): 21-25.

[5] 姚拱元, 吴建民, 陈若玉. 航空电子系统综合技术的发展与模块化趋势 [J]. 航空电子技术, 2002(1): 1-10.

[6] 梅云华. 基于 AS5643 总线的综合化通信导航识别系统设计 [J]. 现代电子技术, 2023, 46(15): 31-36.

[7] 杨斌, 李阜东. CAN 总线在航空模块化综合系统中的应用 [J]. 电讯技术, 2009, 49(5): 43-48.

[8] 孙文杰, 詹鹏, 曾利平. FlexRay 总线在模块化通信导航识别系统中的应用 [J]. 电讯技术, 2016, 56(7): 804-807.

[9] 顾生辉. Rapid IO 在综合化 CNI 系统中的应用 [J]. 计算机与网络, 2015, 41(8): 51-54.

[10] 周承, 庞瑞帆, 卫保国, 等. 通用直升飞机通信导航识别系统的模块化综合技术研究 [J]. 上海交通大学学报, 2012, 46(5): 762-767.

[11] 吴敏, 常坤, 李裕. 基于功能分区的综合通信导航识别系统设计 [J]. 航空电子技术, 2013, 44(2): 4-9.

[12] 和欣, 张晓林, 韩松. 开放式网络化航空电子综合 CNI 模块化前端的系统设计 [J]. 遥测遥控, 2009, 30(4): 56-63.

【作者简介】

代华山 (1978—), 男, 四川三台人, 硕士研究生, 高级工程师, 研究方向: 航空电子。

(收稿日期: 2025-12-23 修回日期: 2026-05-06)