



CRJ-200 中央维护系统浅析

陈兴华 陈越新

一、概述

CRJ-200 中央维护系统是一种嵌入式系统，是提高飞机维护性的一个极为重要的设计措施。其主要功能有以下两点：

1. 中央维护 实时监测并报告机上各电子系统的航线可更换件(LRU)的状态，对LRU 提供自动故障探测和故障记录，维护人员根据记录对机上各系统、设备的过去和现在进行性能分析，从而对故障做出正确的诊断。

2. 飞机状态监测 根据厂商或用户的设定，对关键系统、设备(例如发动机)趋势、超过值、寿命期进行监测记录、存储相关的数据。

二、中央维护系统组成

中央维护系统组成(见图1)：

- 维护诊断计算机(MDC)
- 多功能显示器(MFD)
- 显示控制板(DCP)
- 飞行控制板(FCP)
- 维护开关
- 数据装载机(DBU)

维护诊断计算机是维护系统的主要部件；多功能显示器显示维护信息；显示控制板用于控制多功能显示器；飞行控制板仅用于控制飞行控制计算机(FCC)的诊断模式；维护开关用于将MFD、DCP、FCP 设置到维护诊断模式。维护系统通常还包含一个数据装载机，用于传送和存取数据。

三、系统功能

维护系统监控飞机状态和检测飞机故障，提供自动故障探测和故障记录，及数据

存储和检索。在存储的数据中附有基本参数(日期、时间和航班等)，使用者通过驾驶舱中央操纵台上多功能控制显示器(MCDU)进行操纵、获取和交换机上各系统机内测试设备的信息，并处理故障和警告信息(汇集、关联和记忆等)；通过多功能显示器还可以控制安装在中央操纵台上的打印机完成报告打印和机载通信寻址和报告系统(ACARS)向地面发送机内测试设备的维护数据。

1. 维护诊断计算机(MDC)

维护诊断计算机为整个维护系统提供自动故障检测、故障记录、数据存储和数据恢复。MDC 提供LRU 维护参数的计算和储存，还用于采集存储飞机发动机趋势、超过值、寿命期数据和机体疲劳数据。MDC 是一个插入式组件，安装在航空电子综合处理系统(IAPS)插件箱内。MDC 接收来自所有4个IAPS 集中器的输入。MDC 输出数据总线至左侧的IAPS 集中器和两台MFD。MDC 还与DBU 数据装入装置交联，以将维护数据下载到软盘上，或从软盘上装入维护诊断数据表。

2. 多功能显示器(MFD)

多功能显示器是电子飞行仪表系统(EFIS)的一个部件。当MFD 用在维护诊断状态时，为维护诊断数据提供一个可视化显示平台。在驾驶舱内装了两台MFD，1号MFD 装在左仪表板上靠近正驾驶主飞行显示器，2号MFD 装在右仪表板上靠近副驾驶主飞行显示器。

两台MFD 可单独使用，也可同时用于显示维护诊断数据。维护开关上的MFD1/

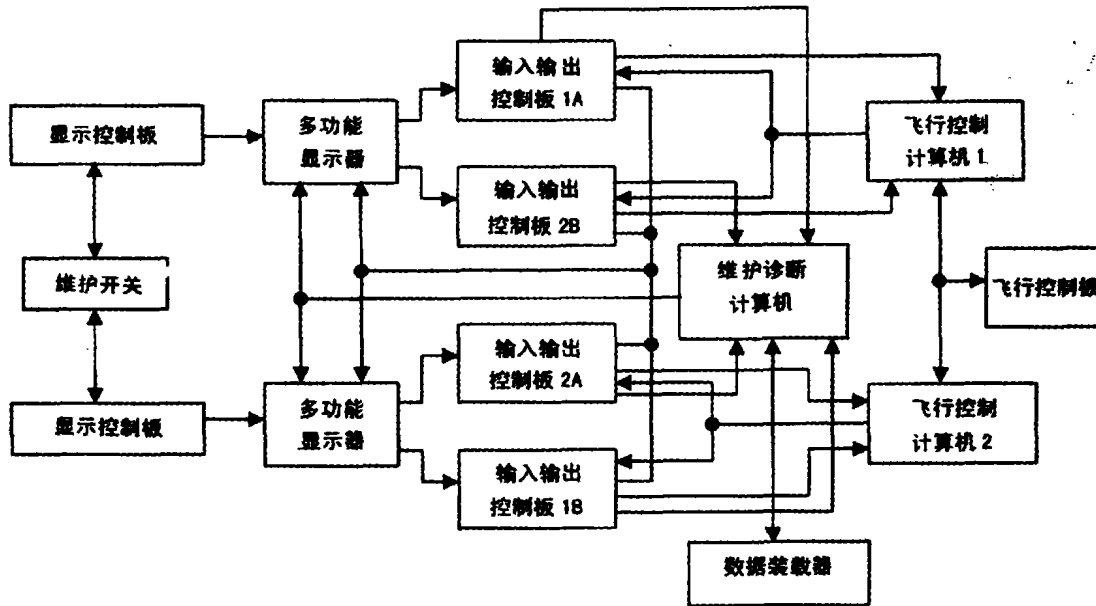


图1 系统方框图

MFD2 选择位用于确定单独使用哪台 MFD。为使两台 MFD 同时显示维护诊断数据，要利用中央操纵台上的信号源选择板。DISPL CONT (显示器控制) 源选择开关在 NORM 位时，相关的显示控制板 (DCP1 或 DCP2) 就可同时控制两台多功能显示器。

3. 显示控制板 (DCP)

显示控制板也是 EFIS 系统的一个部件，用于控制多功能显示器的显示方式和范围。驾驶舱安装了两个显示控制板。一个安装在正驾驶员左侧操纵台上，另一个安装在副驾驶员右侧操纵台上。当 MFD 被设置在维护诊断模式时，显示控制板作用如下：

- BRG1 方向指针按钮用于向上移动 MFD 上的光标
- BRG2 方向指针按钮用于向下移动 MFD 上的光标
- RDR 按钮，用于菜单选择
- TFC 按钮，用于返回主菜单
- FORMAT 旋钮用于将 MFD 设置到 FCC 诊断模式
- NAV SOURCE XSIDE 按钮用于

显示经由输入/输出控制器 (IOC) 接收到的诊断标志或提供给 MDC 的标志。

4. 飞行控制板 (FCP)

飞行控制板是自动飞行控制系统 (AFCS) 的一个部件，用于控制飞行控制计算机 (FCC) 的诊断模式。FCP 安装在遮光罩的中央。

5. 维护开关

维护开关是一个装有保护盖的三位扳动式开关 (MFD1/OFF/MFD2)，它用于将 MFD、DCP、FCP 设置为维护诊断模式。当开关处在 MFD1 位置，MDC 将维护菜单送至 MFD1，此时 DCP1 用于控制显示；当开关处在 MFD2 位置，MDC 将维护菜单送至 MFD2，此时 DCP2 用于控制显示；当开关处在 OFF 位置，MFD 和 DCP 执行 EFIS 组件功能。维护开关安装在驾驶舱 28V 直流应急汇流条断路器板的底部。

6. 数据装载机 (DBU)

数据装载机是一个带 3.5 英寸软盘驱动器的装置。用于将维护诊断计算机内的维护数据下载到软盘上，或将维护表从软盘上传

到维护诊断计算机中。软盘驱动器供电为机上 28 伏直流电源，在正面板上有三个指示灯：一个黄色的驱动器正在使用灯；一个绿色的电源指示灯和一个红色的故障指示灯。该装置对多达 8 个独立的 LRU 提供 RS422/125Kbps 的接口，数据装载机还用于飞行管理系统的上传和下载。由于该装载机提供在机的数据存储和数据恢复，从而有助于维护人员对飞机各系统的历史和现状做在机性能分析。通常还有一个便携式维护访问终端 (PMAT) 作为地面支援设备，其作用等同于机载数据装载机。

四、基本原理

基本原理见图 2。当维护开关被置于 MFD1 或 MFD2 位置时，相应的显示器控制板上的维护模式输入端被接地。多功能显示器模式控制信息（从显示控制板到多功能显示器）被编码，从而告诉多功能显示器进入维护诊断模式。MFD 显示维护菜单并请求维护诊断计算机向 MFD 传送诊断显示数据。MFD 的该请求通过 MFD-1 总线从 MFD 发送到输入/输出控制器 (IOC)。

MDC 通过 IOC-4 总线接受诊断请求和 LRU 的各种数据信息。如果某一 LRU 向 MDC 发送数据，则在 IOC 接收的诊断字中含有代表该 LRU 的一个标签。IOC 对这些诊断字更换标签后发送给 MDC。显示控制板上的 NVA SOURCE XSIDE 按钮可访问 IOC 收到的标签和提供给 MDC 的标签。Collins 公司的 LRU 通过 IOC 直接向 MDC 发送诊断字；其它公司的 LRU 发送诊断字先到数据集中器，然后到 IOC，最后到 MDC。

MDC 处理主系统的诊断并监测 4 条 IOC-4 总线上的 LRU 诊断字。MDC 为每个 LRU 建立一个维护文件并将文件保存在非易失性存储器 (NVM) 中。当接收到一个要求诊断的请求时，MDC 处理相应的信息，然后在 L-MDC-2 专用 ARINC429 高速

总线上，将页面格式的显示数据传送给多功能显示器。

维护数据可存储在软盘上。当需要时，MDC 通过 L-MDC-3 RS-422 总线将维护文件传送到数据装载器的软盘上。

FCC 处理飞行控制系统的诊断功能。两台 FCC 监测数据集中器 4 条 IOC-3 总线上的输入数据。当接收到诊断请求时，FCC 通过 FCC-1 总线将数据发送到 IOC。FCC 通过 4 条 IOC-1 总线将诊断显示数据提供给 MFD。某些 FCC 诊断码 (REPAIR、AP DIS、AP ENG、YD DIS、YD ENG) 发送到 MDC，并存储在 MDC 的非易失性存储器中。MDC 不保存其它 FCC 诊断数据。

当 MDC 上电时，首先进行初始化，包括从内存或数据库装置装入维护表格，内部自测试，时钟同步等。初始化完成后，发出“接收准备就绪”信息。

数据集中器 (DCU) 接收来自间接报告 LRU 的数据，并将这些数据存入其非易失性存储器内。它在诊断字内设定“数据排队”位，定期将诊断字发送给 MDC。MDC 将自己的诊断字送回 DCU。当 MDC 希望从 DCU 下载其存储的信息时，带有设定的“接收准备就绪”位，DCU 一次一个数据块向 MDC 传送存储的信息，一旦 DCU 将所有数据传送完毕，就将其非易失性存储器复位。当 MDC 缺省或有故障时，DCU 存储数据，直至“维护排队”存储区满位，如满位后又发生新的事件，则最早的事件从存储器中清除，从而为新的事件腾出空间。

MDC 含有：微处理器；数据库装置 I/O；ARINC429 I/O，以及维护数据存储区。IAPS 内的 PWR 模块提供所需的 $\pm 12/+5Vdc$ 电源电平。一个 16 位微处理器通过与一地址寄存/收发电路交联的双向地址/数据总线控制 MDC 的工作。此寄存/收发电路提供了与本地地址和数据总线的通信。该处理器还产生

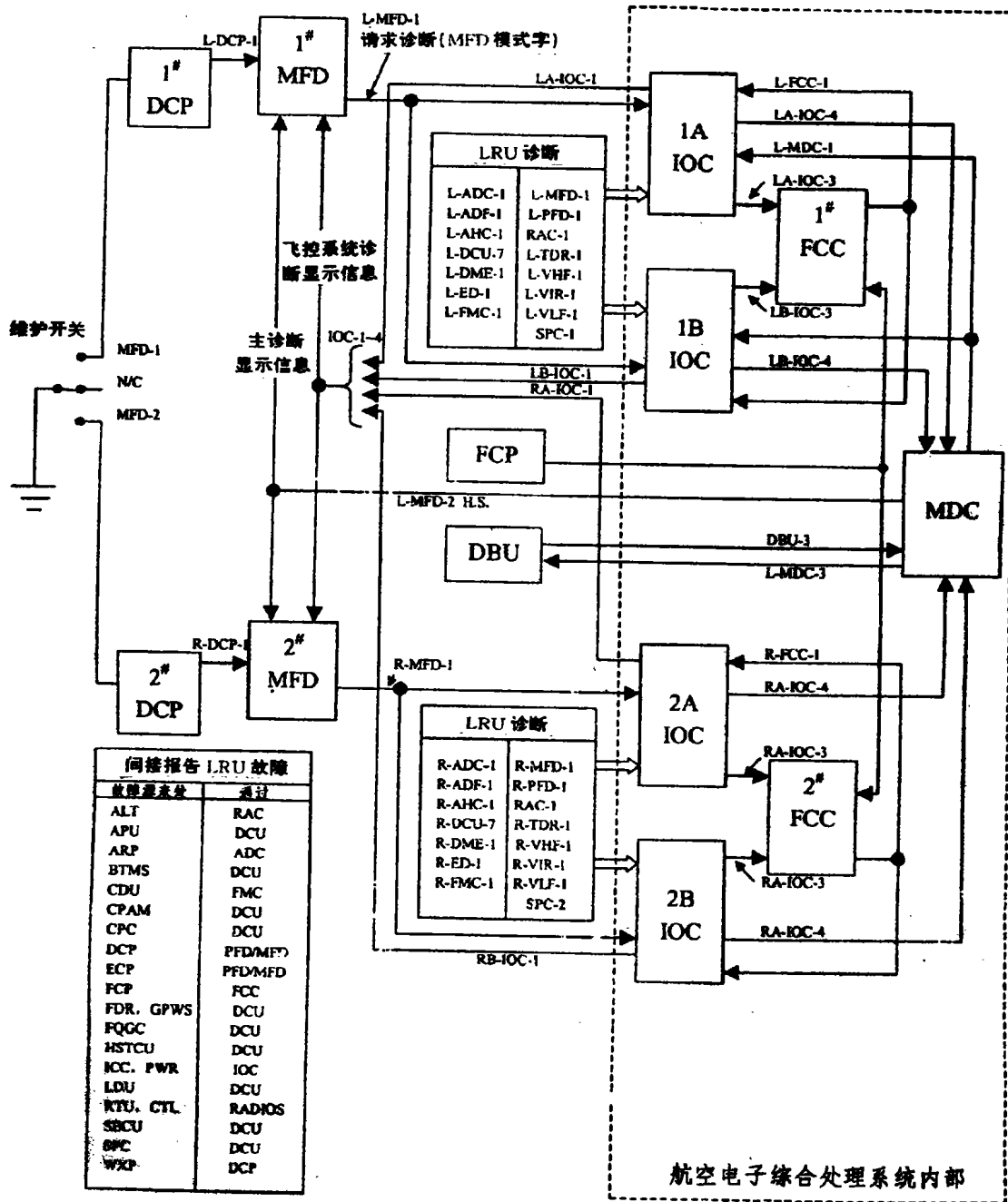


图 2 MDC 系统接口图

并行的 S-总线输出, 它经译码控制本地总线。如果电源输出偏离了预设的极限, 来自 PWR 模块 - PWR VALID (电源有效) 离散信号将使该处理器复位。

本地寄存器对来自 D0-D15 总线的本地地址译码。本地收发器提供 16 位本地数据总线与 AD0-AD15 总线之间的双路数据传输。D0-D15 数据总线收集来自本地 RAM 和 PROM 存储器的程序数据、来自一输入寄存器的离散数据、从 4 个 UART 接收到的数据以及来自时钟芯片储存的时间/日期。该数据总线还将处理过的数据提供给本地 RAM、IOC 选择寄存器、4 个 UART 及时钟芯片 (人工时钟输入)。

本地存储器包括 PROM 和非易失性 RAM。通过译码电路加上本地地址, 以访问本地存储器。PROM 包含执行 MDC 功能所需要的可执行程序。非易失性的本地 RAM 储存软件变量、维护表格、故障公式以及维护史日志。

MDC 从拥有自我连续诊断的各 LRU 采集诊断数据。LRU 编制含有自身工作状态数据的诊断字, 并通过 ARINC429 总线向 MDC 连续发送诊断字, MDC 将这些数据存储在非易失性存储器中。维护人员通过访问这些数据, 从而有助于故障检测和分析。

五、MDC 维护数据

1. MDC 存储以下数据:

- LRU 故障记载
- 发动机超过值记载
- 发动机趋势记载
- 寿命期数据

2. MDC 实时采集以下数据:

- LRU 状态
- LRU 诊断数据
- 接线片配置装置

六、维护主菜单

在维护诊断模式, MFD 上首先出现的是

维护主菜单, 根据需要从中选择子菜单进行操作。菜单显示如下:

- LRU STASUS (航线可更换件状态)
- LRU FAULT HISTORY (航线可更换件故障史)
- LRU DIAGNOSTIC DATA (航线可更换件诊断数据)
- ENGINE EXCEEDANCE HISTORY (发动机超过值记载)
- ENGINE TREND HISTORY (发动机趋势记载)
- LIFE CYCLE DATA (寿命期数据)
- DISK OPERATIONS (磁盘操作)
- CLOCK SET OPERATION (时钟设置操作)
- AIRCRAFT IDENT SET OPERATION (飞机标识设置)
- FCC DIAGNOSTICS (飞行控制计算机诊断)
- CONFIGURATION STEAPPING UNIT (接线片配置装置)

七、系统特点

由于中央维护系统用于采集飞机各系统的状态及故障信息, 便于维护人员快速正确地采取维护措施, 提高飞机的维护性和可靠性, 这就要求中央维护系统能够采集尽可能多的系统信息。但是, 从另一方面来说, 正是因为维护系统是为了提高飞机的整体可靠性, 这就要求它本身具有良好的可靠性。单从这个方面来说, 飞机的维护系统又不能集成太多系统的信息, 由于 CRJ-200 属于支线飞机, 考虑到系统的成本, 本系统采取的是部分的电子系统综合, 只将部分电子系统的维护集中到中央维护系统中。

参考资料 (略)