

民用飞机数据链端系统 通信协议分析

Analysis of Communication Protocol for Datalink End System for Civil Aircraft

袁树德 陆晓刚 / Yuan Shude Lu Xiaogang

(上海飞机设计研究院,上海 201210)

(Shanghai Aircraft Design and Research Institute, Shanghai 201210, China)

摘要:

数据链系统作为民用飞机的重要配置,目前已经得到了广泛的运用。随着机载环境的日渐复杂,机上与数据链交联的端系统也越来越多。作为数据交互的空中节点,数据链系统遵循 ARINC 619 协议与其他端系统进行通信。通过结合机载打印机,说明了数据链及其端系统之间通信的过程及特点。

关键词:数据链;端系统;打印机;面向字符

中图分类号:V243.1

文献标识码:A

[Abstract] As an important system of civil aircraft, datalink system has been widely used. Accompanied with the complexity of airborne environment, more and more end system has been interconnected with datalink system. As the airborne junction for data interchange, on civil aircraft, datalink system uses the ARINC 619 specification to communicate with end systems. This paper illustrates the process and transmission characters between datalink system and end system, using the printer as an example.

[Key words] datalink; end system; printer; character oriented

0 引言

现代民用飞机可以使用语音和数据两种模式进行通信,较传统的语音通信技术,数据通信以其传输速率快、误码率低、抗干扰能力强等多种特点,目前已经在飞行中被普遍采用^[1]。数据链通信作为民用航空运输和空中交通管制的重要组成部分,可以使用甚高频(VHF)、高频(HF)、卫星通信(SATCOM)作为传输媒介,实现飞机-飞机,飞机-地面的消息传输,提高航班运行效率,降低飞行机组的工作负担^[2]。

机载通信管理单元作为数据链系统的核心,为其他机载端系统(End System)提供路由功能,为机载维护系统(OMS)、显示系统(DS)、飞行记录系统(FDR)、飞行管理系统(FMS)、数据链应用软件、客舱系统等提供数据 I/O 接口。本文通过分析

ARINC-619 协议,给出了民用飞机数据链机载端系统之间的通信过程。

1 数据链系统概述

当前较为广泛的机载数据链系统,是以通信管理单元(CMU)为核心,可以提供 ACARS 和 ATN 两种数据网络的接入与管理。基于不同的架构,CMU 可以分别作为端系统、路由或兼具两种功能使用。图 1 给出了一种 CMU 用作路由使用的架构^[3]。

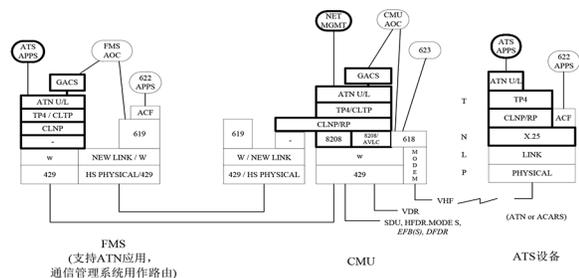


图 1 CMU 用作路由的架构

CMU 作为地空数据链系统的空中节点,机载设备的主要功能是将机载系统采集的各种飞行状态参数通过地空数据链通信链路发送到地面远程控制站,并接收地面通过 RGS 站转发来的数据链信息。

ACARS 网络是当前民用飞机使用最广泛的数据网络。它的出现,解决了空管话音传输速度慢、受多重干扰的限制,但随着航空业务的发展和对通信品质的要求,ACARS 网络在某种程度上无法满足日益增长的民用航空需求。航空电信网(ATN)的出现,使数据传输在速率、传输方式、通信模式上都有很大的提高,ACARS 网络向 ATN 网络过渡也成为当前航空业务发展的必然趋势。

比较常见的数据链应用有航空运营控制(AOC)、空中交通服务(ATS)。其中 AOC 包括标准的 AOC 消息和客户化的 AOC 消息;ATS 应用包括传统的基于 ARINC 623 协议的 ATS 应用以及新航行系统 FANS-1/A+和 LINK 2000+等应用^[4]。民用飞机不同机型上所包含的应用各不相同,航空公司也可根据自身运营需要进行定制使用。

2 机载端系统

机载维护系统(OMS):提供飞机系统的故障定位和健康诊断,传输故障与事件。

飞行记录系统(FDR):提供记录飞机飞行参数及 CNS/ATM 数据链信息,主要用于飞行事故调查。

飞行管理系统(FMS):提供水平和垂直的飞行计划管理功能,包括飞机位置计算、飞行计划、水平和垂直导引、航迹预测和性能计算等。

机载打印机(PRINTER):提供打印功能。

电子飞行包(EFB):提供文档浏览、电子飞行日志、电子航图、机场移动地图等功能。

航空公司运营控制(AOC):提供飞机和航空公司之间的通信服务,报文集包括飞机状态信息、下行飞机运行信息、下行请求信息、上行气象信息等。

空中交通服务(ATS):提供放行许可、越洋放行许可、终端区气象信息、自动终端信息服务、PUSH-BACK、TAXI 等功能。

3 面向字符传输的通信过程

面向字符传输(Character Oriented)的特点是传输由若干个字符组成的数据块。每个字符使用 ISO

-5 字符,由 7 个比特位和 1 个校验位组成。最大字符数是 3 520(最大 16 个数据块×220 个字符),实际使用中根据需要可以调节字符数量。图 2 给出了典型的面向字符传输的通信过程^[5]。

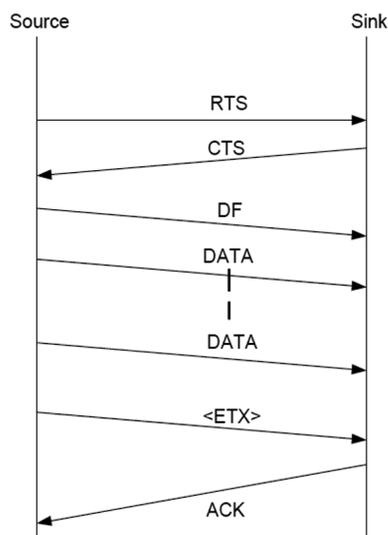


图 2 面向字符传输通信

其中:

RTS:Request to Send,用于发送文件前进行数据请求,见表 1,包括 label 字、数据块大小、目的地代码、控制字符和校验位。

表 1 RTS 字格式

比特	内容
1 ~ 8	Label
9 ~ 16	数据块大小(二进制)
17 ~ 24	目的地代码
25 ~ 31	ISO#5 控制字符<DC2>
32	校验位

CTS:Clear to Send,是接收方对 RTS 字的响应。其中包括 label、接收方状态、控制字符和校验位,格式见表 2。

表 2 CTS 字格式

比特	内容
1 ~ 8	Label
9 ~ 16	接收方状态
17 ~ 24	Pad(二进制'0')
25 ~ 31	ISO#5 控制字符<DC3>
32	校验位

DF: Data Follows Word, 如果握手成功, 发送方将发出 DF 字给接收方, 每个 DF 字包含 32 位, 由 label、数据块大小(与 RTS 相同)、标题头(可选)、控制字符 STX 和校验位组成。

DATA: 在 DF 字后进行数据传输, 每个位 32 比特。

ETX/ETB: 最后的数据字应包含 <ETB> 或 <ETX>, 用于指示数据块或文件传输的结束。

ACK: 即确认字符, 表示数据已确认接收无误。与之相反的是 NAK 字符, 用于表示否定应答或非应答。

4 机载端系统数据传输

民用飞机数据链系统以 MU/CMU 作为路由, 实现机载端系统、地面站之间的数据交互。其中与机载端系统之间采用面向字符传输的通信协议, 下面以机载打印机为例说明数据交互过程。

机载打印机承担机上特定数据的打印工作, 在接收到数据链应用软件发出的打印作业后, 进行数据交互。典型的机载打印机支持两种打印作业: 块传输和文件传输。

块传输的交互过程如图 3 所示。打印作业由一个或多个 Record 构成, 最大为 255 个 Record, 每个 Record 以 <STX> 开始, 后续为 <CTL1> 和 <CTL2>, 然后为一个或多个 DATA 并以 EOT 或 ETX 结束。在一个 Record 传送之后, 如果出现校验失败、超时、字缺失等, 打印机应发送 <NAK> 要求重发; 如果正常则发出 <ACK> 进行响应。

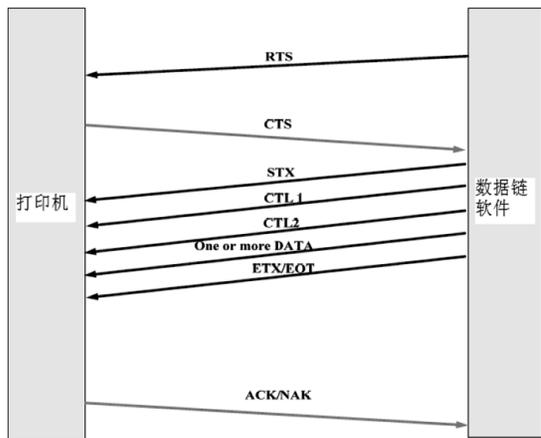


图 3 块传输格式说明

对于文件传输, 图 4 给出了典型的流程图。通信传输以数据链软件发出 URQ (User Request) 开

始, 若打印机未准备好接收数据, 则发送 <NAK>, 若准备好, 则发送 <ACK> 响应。之后即可进行数据的传输, 在正常接收一个 DATA 后, 打印机应发出 <ACK> 予以响应, 之后进行下一个 DATA 的传送。在数据链系统发送完 DATA 并收到最后一个 <ACK> 后, 表明传输完成。

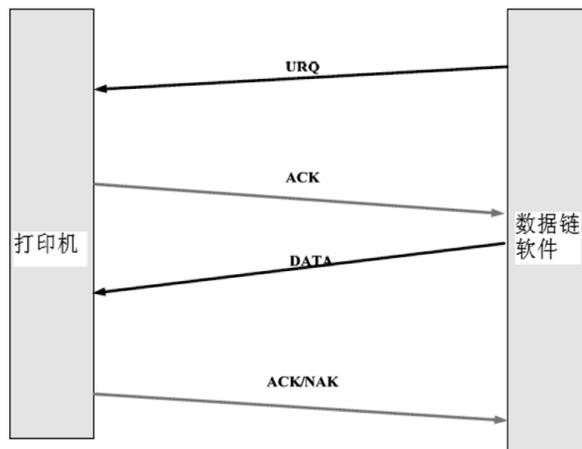


图 4 文件传输流程图

5 结论

随着空域的日渐繁忙, 数据传输的优势在逐渐体现, 作为民机的重要配置, 数据链系统在民用飞机中的作用也越来越重, 与之相交联的机载端系统也越来越多。本文通过分析民用飞机数据链端系统通信协议, 并结合机载打印机, 说明了面向字符通信下数据链端系统的通信过程, 对机载系统的开发有一定的帮助作用。

参考文献:

- [1] 毕心安. 论两种地空数据链的差别和系统过渡[J]. 民航经济与技, 1999, 6: 57-59.
- [2] 中国民用航空飞行标准司. AC-121-FS-2008-16R1 航空运营人使用地空数据链通信系统的标准与指南[S]. 2008.
- [3] Arinc Characteristic 758-3. Communications Management Computer (CMU) Mark 2[S]. 2010.
- [4] Arinc Specification 623-3, Character-Oriented Air Traffic Service (ATS) Applications[S]. 2005.
- [5] Arinc Specification 619-3, Acars Protocols for Avionic End Systems[S]. 2009.