

文章编号: 1001—893X(2010)05—0084—05

民用飞机数据链通信管理技术^{*}

刘天华

(中国电子科技航空电子有限公司, 成都 611731)

摘 要: 数据链通信管理主要管理接入到飞机的不同数据链路网络, 并支持与数据链路相关的各种不同应用, 包括航空公司的服务和空中交通服务。研究了民用飞机数据链通信管理的典型架构及工作原理, 给出了数据链的飞机通信寻址报告系统(ACARS)及航空电信网(ATN)协议栈架构、功能及其支持的各种应用, 总结和比较了通信管理及数据链支持的各种应用及其关系。

关键词: 民用飞机; 数据链; 通信管理; 飞机通信寻址报告系统; 航空电信网

中图分类号: V243 **文献标识码:** A doi: 10.3969/j.issn.1001—893x.2010.05.019

Datalink and Communication Management Technology of Civil Aircraft

LIU Tian-hua

(China Electronics Technology Group Avionics Corporation, Chengdu 611731, China)

Abstract: The communication management of datalink provides the management of different datalink networks accessing to the aircraft, and supports various applications related to datalink, such as airlines and ATS (Air Traffic Services). The typical framework and principle of civil aviation datalink communication management are investigated in this paper. The datalink protocol stacks framework, functions and supported various applications of ACARS (Aircraft Communications Addressing and Reporting System) and ATN (Aeronautical Telecommunications Network) are analyzed. Furthermore, the relationship between various applications supported by communication management and datalink are compared and summarized.

Key words: civil aircraft; datalink; communication management; ACARS; ATN

1 引 言

数据链是地空数据通信系统的通称, 该系统用于在机载设备和地空数据通信网络之间建立飞机与地面计算机系统之间的连接, 实现地面系统与飞机之间的双向数据通信。民用飞机可用的地空数据通信方式有甚高频(VHF)、卫星通信、高频(HF)通信和 S 模式数据链(用于广播式自动相关监视 ADS-B)^[1]。数据链技术在民用飞机通信领域得到越来越广泛的应用, 相对于传统话音通信, 数据链能消除不清晰的话音和噪音, 消除话音通信中方言引起的理

解问题, 减少了传输时间, 能够自动选择并登陆到合适的空中交通管制网络, 按照标准化的清晰的报文进行信息交流, 包含比话音通信更大的信息, 提供完整、准确的数据可经由地面网络实时传送给相关部门, 准确记录数据可备随时翻阅和事后查询, 其技术优势使数据链技术成为未来新航行系统的重要组成部分和实现手段。

2 民用飞机数据链应用

通信管理支持与数据链路相关的各种应用, 包括空中交通服务(ATS)、航空操作通信(Airline Oper-

^{*} 收稿日期: 2010—03—05; 修回日期: 2010—04—28

ational Communications, AOC)和航空管理通信(Airline Administrative Communications, AAC), 其中 ATS 通信由空中交通控制(Air Traffic Control, ATC)和飞行信息服务(Flight Information Services, FIS)组成, ATC 通信又包括自动相关监视(Automatic Dependent Surveillance, ADS)、管制员—飞行员数据链通信(Controllor Pilot Data Link Communications, CPDLC)、关联管理(Context Management, CM)或空中交通服务设施通告(ATS Facilities Notification, AFN)^[2]。CM 和 AFN 完成相似的功能, AFN 应用于面向字符的飞机通信寻址报告系统(ACARS)网络, CM 应用于航空电信网(ATN)网络。民用飞机数据链支持的各种应用及其相互关系如图 1 所示。

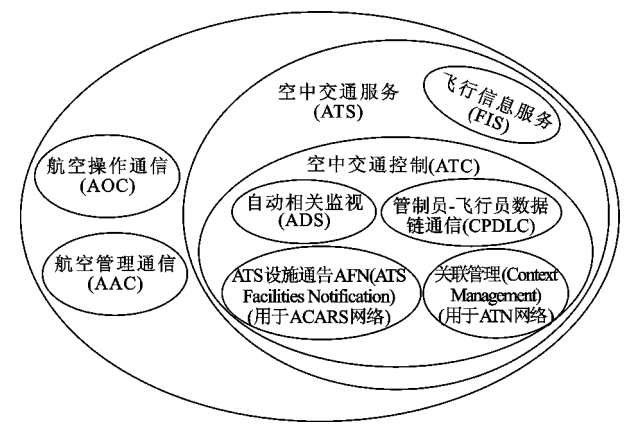


图 1 民航数据链不同应用之间的关系图
Fig. 1 Civil aviation datalink application and relationship

条件, 为更加灵活而安全的飞行提供保障;
(5)ATC 数据链应用: 通过 ADS、CPDLC、CM 或 AFN 等数据链应用实现空中交通控制和管理, 促进安全、秩序和效率的空中交通服务^[4]。ATC 消息是世界范围内格式统一的消息, 作为 ATS 应用之一, 可以定义为面向字符或面向比特;

(6)ADS 应用: ADS 是一监视技术, 由飞机将机上导航和定位系统导出数据通过数据链自动发送, 这些数据至少包括飞机识别、四维位置和所需附加数据^[5]。ADS 可根据需要, 使管制员及时得到装有 ADS 设备的飞机位置数据和其它信息, 可对非雷达空域的飞机进行跟踪;

(7)CPDLC 应用: 管制员和飞行员之间使用数据链进行 ATC 通信的工具^[6]。允许管制员和飞行员之间使用数据链进行通信, 从而减轻管制员的工作负担。主要进行地空之间交换符合空中交通管制的电报, 包括飞行高度的报告、偏离航路告警、航路改变和放行、速度报告、通信频率报告、飞行员各种请求, 以及自由格式电文的发布和接收。使用 CPDLC 能增加单位飞行区域的交通容量;

(8)CM 应用: CM 用于建立和管理 ATS 连接, 仅用于 ATN 网络, 在飞机 CM 通信系统和对应的地面 CM 系统之间交换相关的地址信息, CM 主要包括 3 个功能, 即登陆、更新和联系。CM 的操作符合 RTCA DO-233 标准规定^[2];

(9)AFN 应用: AFN 是一个 ACARS 网络的面向字符的 ATS 应用, AFN 功能驻留在机载 ATS 端系统和地面 ATS 设施的端系统中, AFN 提供自动的端系统地址通告和交换机制, 如果端系统地址在 ATS 服务应用前能够通过其它途径得到, 则 AFN 功能不是必要的^[7]。

3 数据链通信管理功能架构、工作原理及协议处理

3.1 典型架构及功能

通信管理功能可以通过单独的设备来实现, 也可以通过驻留在综合模块化航空电子(IMA)的通用处理模块中的软件来实现, 通过单独设备实现时控制设备通常称为通信管理单元(CMU); 当通过软件来实现时, 通信管理通过驻留在 IMA 机箱中通用处理模块上的通信管理功能(CMF)软件或其它设备中的通信管理功能(CMF)软件来实现。通信管理的典型架构如图 2 所示。

图 1 中各种应用描述如下:
(1)ATS 应用: 是空中交通管制部门与飞机之间的通信, 主要包括起飞前放行(PDC)服务、自动化终端区信息服务(D-ATS)、管制员—飞行员数据链通信(CPDLC)与合同式自动相关监视(ADS-C)服务等^[3];
(2)AOC 应用: 航空公司与飞机之间的通信, 航空公司与航空公司之间通常不一样, AOC 功能主要包括 OOOI(Out-Off-On-In)消息处理、连接登机门信息、飞机统计信息产生、自由电文消息等^[2];
(3)AAC 应用: 航空公司与飞机之间的通信, 主要包括机组调度、乘客服务等与机组和乘客相关的管理事务通信^[2];
(4)FIS 应用: 地面站向飞机自动重复发送基本的航路信息, 是一种无连接、非确认的服务, 广播的信息包括气象、自由电文、特殊使用的空域信息(SUA)、航空情报(NOTAMs)和其它一些可用信息^[2], 使得飞机及时了解航路气象状况和空域限制

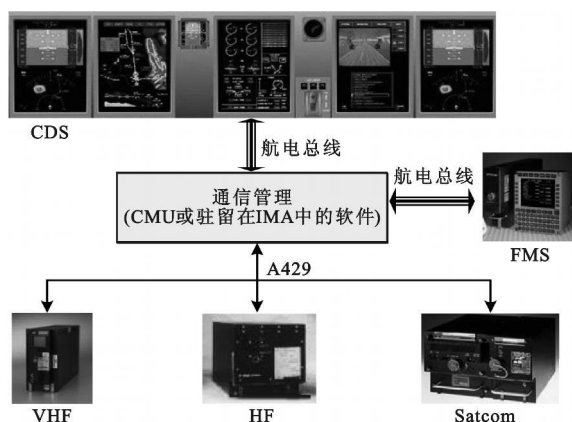


图 2 通信管理典型架构

Fig. 2 Typical architecture of communication management

通信管理的功能主要包括:

- (1)支持 ATS、AOC、AAC 等多种应用;
- (2)支持多种数据链子网的运行, 包括高频 (HF)数据链子网、甚高频 (VHF) 数据链子网和卫星 (SATCOM)数据链子网;
- (3)作为终端系统产生和处理数据链路消息;
- (4)接收来自航电系统的各种应用消息, 由

CMU 或 CMF 根据采用的不同协议 (ACARS 或 ATN) 进行处理后, 通过数据链子网 (VHF、HF、SATCOM) 发送出去;

(5)接收来自数据子网 (HF、VHF、SATCOM) 的 ACARS 和 ATN 消息, 通过 CMU 或 CMF 进行处理后, 将解析后的应用消息送往航电其它系统;

(6)提供与飞机其它系统的接口, 并与这些系统如多功能控制显示组件 (MCDU)、告警系统、打印机、数据记录器和飞行管理计算机等进行综合, 为机组实现安全飞行各种操作提供必要的的数据。

3.2 工作原理

数据链通信管理主要管理接入到飞机的不同数据链路网络, 并支持与数据链路相关的各种不同应用, 包括航空公司的服务和空中交通服务。通信管理的设计和实现应遵循 ARINC758—2 标准。不同公司的通信管理功能的实现可采用不同的方式, 主要包括接口处理、消息处理、数据链协议栈处理、数据库、与飞机其它系统的平台功能处理等, 其原理框图如图 3 所示^[8]。

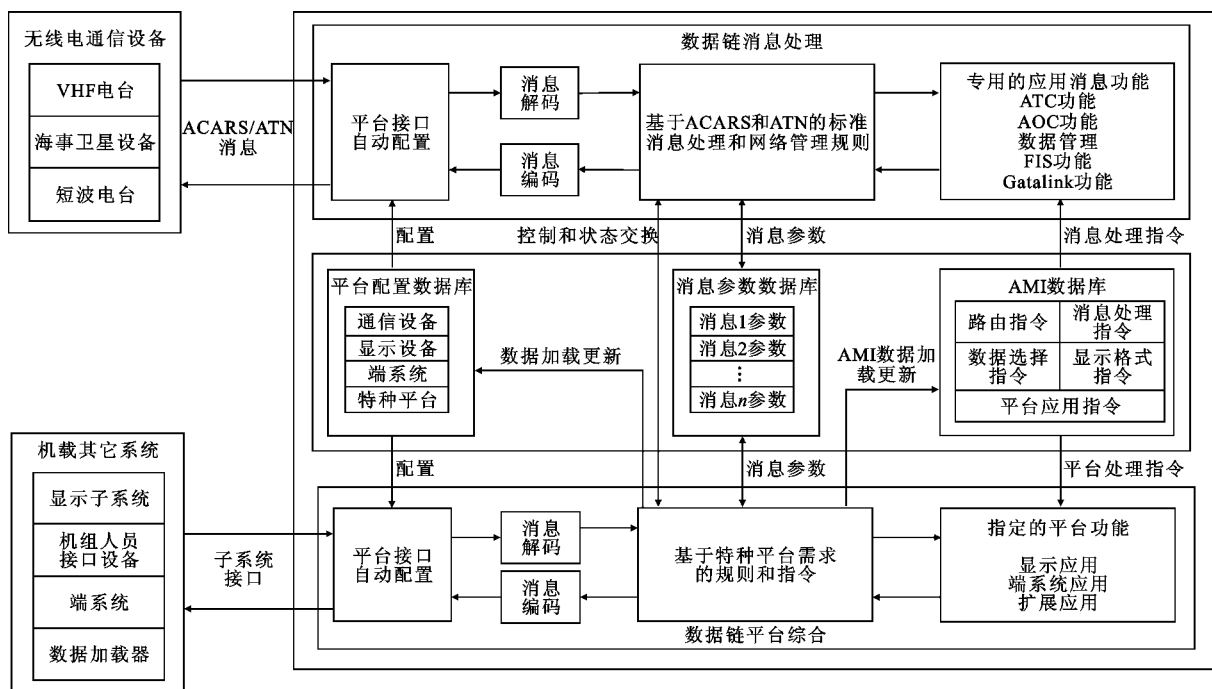


图 3 通信管理原理框图

Fig. 3 Schematic block diagram of communication management

图 3 中:

- (1)数据链消息处理: 按照处理规则和特殊的消息功能实现 ACARS 和 ATN 消息的处理, 包括平台接口自动配置模块、消息编/解码模块、数据链协议

处理模块 (基于 ACARS 和 ATN 的消息处理和网络管理规划)、专用的应用消息功能模块;

- (2)数据链平台综合: 实现和飞机其它系统的接口, 并支持实现特殊的平台功能, 包括平台接口自动

配置模块、消息编/解码模块、基于特种平台需求的规则和指令处理模块、指定的平台功能模块;

(3)配置数据库: 为通信管理的运行提供各种必要的数据配置, 包括平台配置数据库模块、消息参数数据库模块、AMI 数据库模块。

3.3 通信管理数据链协议处理

通信管理功能中的 ACARS 协议和 ATN 协议分

别完成两种在不同地空网络中的通信组网功能, 为上层应用(如 AOC、AAC、CPDLC、ATS 等)提供服务。通信管理作为端系统时, 应用驻留在 CMU 或 CMF 中; 当 CMU 或 CMF 作为路由器时, 应用由其它机上终端系统提供, CMU 或 CMF 仅作为其它机上终端系统的路由器运行, 通信管理 ACARS 和 ATN 双协议栈如图 4 所示。

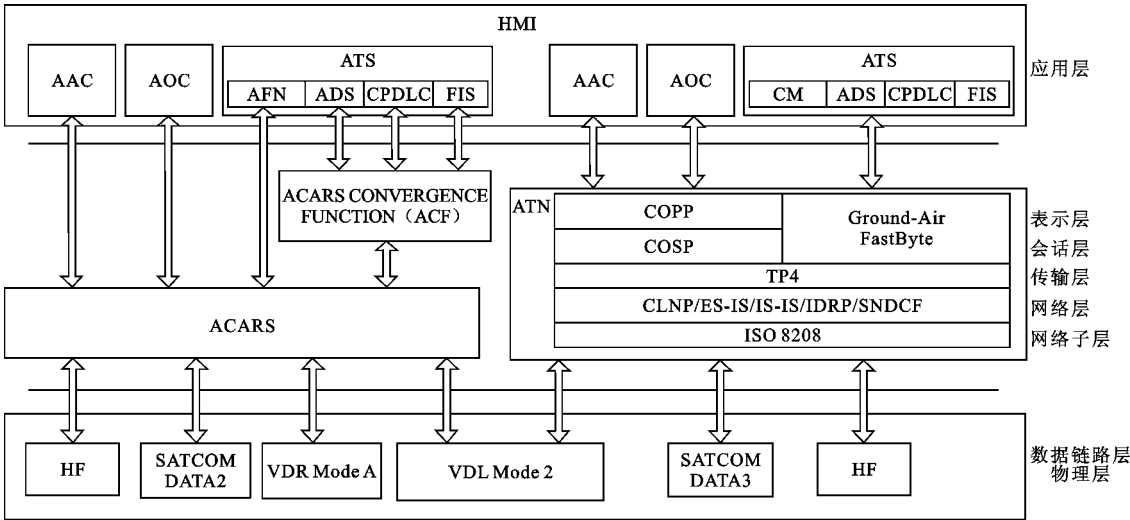


图 4 通信管理 ACARS 和 ATN 双协议栈
Fig. 4 ACARS and ATN dual protocol stack of communication management

ACARS 支持机上相关系统和地面相关系统之间面向字符的数据链通信, ACARS 使得飞机具有一定的操作功能, 成为航空公司的指令、控制和管理系统的一部分^[9]。ATS 应用可以定义为面向字符的或面向比特的, 面向字符的应用可以直接通过 ACARS 网络传输, 面向比特的应用在通过 ACARS 空地网络传输之前必须转换为符合 ACARS 网络特性的数据后, 才能进行传输。该过程称为 ACARS 转换功能(ACF)。ACARS 的主要功能包括:

- (1)在 ACARS 兼容的不同空地数据链网络间协同工作;
- (2)对于支持的传输媒介, 提供上行链路和下行链路的队列管理功能;
- (3)在飞机移动过程中进行 ACARS 网络自动链路建立、维护和断链管理;
- (4)同时支持 HF、VHF 和卫通数据链 ACARS 服务;
- (5)路由 AOC 消息到适当的媒介并进行队列管理, 满足特定航空公司需求;
- (6)在 ACARS 端系统(包括其它外部机载系统)之间路由数据链消息;

- (7)对每个 ACARS 端系统提供至少一个完整的上/下行数据链消息进行缓存;
- (8)给每个 ACARS 端系统提供数据链状态信息(链路有效和进网/离网)来支持消息管理和机组告警功能;
- (9)提供和机载无线电通信设备 HF、VHF、卫星通信的接口^[4]。

ACARS 未来将过渡到 ATN, ATN 按照 ISO 的 OSI 7 层模型构造, 协议基于开放式系统互连结构、面向比特。新一代的 ATN 包括 HF、VHF、卫星子网、S 模式子网, ATN 对传输的完好性、优先等级划分和通信容量等方面提出了要求, ATN 网络的主要功能如下:

- (1)在 ATN 兼容的不同空地数据链网络间协同工作;
- (2)对于支持的传输媒介, 提供上行链路和下行链路的队列管理功能;
- (3)在飞机移动过程中进行 ATN 网络自动链路建立、维护和断链管理;
- (4)同时支持 HF、VHF 和卫星通信数据链 ATN

服务;

(5)路由 AOC 消息到适当的媒介并进行队列管理,满足特定航空公司需求;

(6)在 ATN 端系统(包括其它外部机载系统)之间路由数据链消息;

(7)给每个 ATN 端系统提供数据链状态信息(链路有效)来支持消息管理和机组告警功能;

(8)提供必要的和机载无线电通信设备 HF、VHF、卫星通信的接口;

(9)满足所需通信性能 RCP,支持空中交通服务和新航行系统^[4]。

数据链协议处理是通信管理的核心,对上需要支持飞机各种不同的应用,这些应用通常对数据格式、更新速率等有不同的要求;对下需要支持不同的数据链路网络,这些网络采用不同的媒介,具有不同的工作体制和数据传输速率,合理地设计和利用数据链协议对通信管理功能实现和运行效率十分重要。

4 结束语

国外民用飞机经过多年的发展,目前在航空电子领域处于垄断地位。通信系统是航空电子系统下的一个子系统,通过航电总线接入航电系统,完成飞机话音和数据通信功能。国外在通信管理尤其是数据链通信管理方面经过多年的技术积累和发展已取得了长足进步,研制的通信管理单元(CMU)广泛应用于各类民用飞机。

随着新航行系统技术发展,数据链技术得到越来越广泛的应用,数据链是空中交通管理高度自动化的前提,也是保证空中交通安全有序的同时减轻驾驶员和管制员工作负担的有效手段。通信管理实现数据链通信的网络管理、数据路由、消息处理等功能,实现和飞机其它系统的接口,支持飞机上的各种数据链应用,是数据链处理的核心,在民用飞机航电系统及通信系统的设计和实现中变得越来越重要。我国民用飞机的自主研制刚刚起步,没有研制民用飞机通信管理单元(CMU)的成功经验,在我国大力发展民用航空技术背景下,深入研究民用飞机数据链及其通信管理技术对我国民用航空产业化发展具有重要意义。

参考文献:

[1] AC-121- FS-2008-16R1, 航空运营人使用地空数据

通信系统的标准与指南[S].

AC-121- FS-2008-16R1, Standards and guidelines of aviation operators to use the air-ground data communication system[S]. (in Chinese)

[2] Airlines Electronic Engineering Committee. ARINC Characteristics 758-2; Communication Management Unit (CMU) Mark 2 [R]. Maryland: Aeronautical Radio, Inc., 2005.

[3] AC-121- FS-2008-16R1, 航空运营人使用地空数据通信系统的标准与指南[S].

AC-121- FS-2008-16R1, Standards and guidelines of aviation operators to use the air-ground data communication system[S]. (in Chinese)

[4] 英汉对照民用航空词典[M]. [S. I.]: 波音商用飞机集团, 2009.

English-Chinese civil aviation dictionary [M]. [S. I.]: Boeing Commercial Airplane Group, 2009. (in Chinese)

[5] 周其焕. 自动相关监视及其数据链的标准[J]. 中国民航学院学报, 1995, 13(3): 70-71.

ZHOU Qi-huan. Automatic dependent surveillance and its data link specifications[J]. Journal of Civil Aviation Institute of China, 1995, 13(3): 70-71. (in Chinese)

[6] 自动相关监视—广播(ADS-B)应用概念、缩略语一览表(AN-Conf/11-WP/6) [Q] // 国际民航组织第11次航行会议论文集. 蒙特利尔: 国际民航组织, 2003: 7.

ADS-B List of Application Concepts and Abbreviations (AN-Conf/11-WP/6) [Q] // Proceedings of ICAO's Eleventh Air Navigation Conference, Montreal: ICAO, 2003: 7. (in Chinese)

[7] ARINC Specification 622-4, ATS Data Link Applications Over ACARS Air-Ground Network [S].

[8] STURDY T J. Military data link integration application [Q] // Proceedings of the 2004 Command and Control Research and Technology Symposium (CCRTS), San Diego, California: [s. n.], 2004: 12.

[9] ARINC Specification 618-5, Air/Ground Character-Oriented Protocol Specification [S].

作者简介:

刘天华(1974-), 女, 四川会理人, 硕士, 工程师, 主要研究方向: 机载 CNS 系统集成和数据链技术。

LIU Tian-hua (female) was born in Huili, Sichuan Province in 1974. She is now an engineer with the M. S degree. Her research interests include onboard radio communication, navigation and surveillance system (CNS system) integration and datalink technology.

Email: jimina-2008@126.com