

## VoIP 空中交通管理系统甚高频电台网关设计研究

陈巍

(民航空中交通管理局山西分局, 山西 太原 030031)

**摘要:** 本文提出了一种 VoIP 空中交通管理系统甚高频电台网关的设计方案, 在简单说明该 VoIP 电台网关总体设计思路的基础上, 分析了 VoIP 电台网关的硬件设计要点, 并从协议处理模块软件设计、语音处理模块软件设计这两个方面入手, 阐述了该 VoIP 电台网关的软件设计方案与内容要点, 同时, 针对该 VoIP 电台网关进行了关键性能指标测试, 结果表明, 该 VoIP 电台网关的总体性能达标, 所设定的 VoIP 电台网关设计方案符合现实使用要求。

**关键词:** VoIP; 空中交通管理系统; 甚高频电台网关

**中图分类号:** V355.1

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1004-7344(2023)03-0145-03

## 0 引言

空中交通管理系统的地空语音通信逐步由原有的数字方式与模拟方式发展成为网络语音 (VoIP) 方式, 并逐步向着数字化语音通信系统的方向发展。为确保 VoIP 空中交通管理系统能够稳定运行, 提供高质量的网络语音通信服务, 优化设计 VoIP 电台网关极为必要。

## 1 VoIP 空中交通管理系统的组成及电台网关总体设计思路

VoIP 空中交通管理系统主要由 VoIP 电台、电台网关、地面通信网、对时服务器、语音记录服务器、VoIP 代理服务器等结构构成, 如图 1 所示。

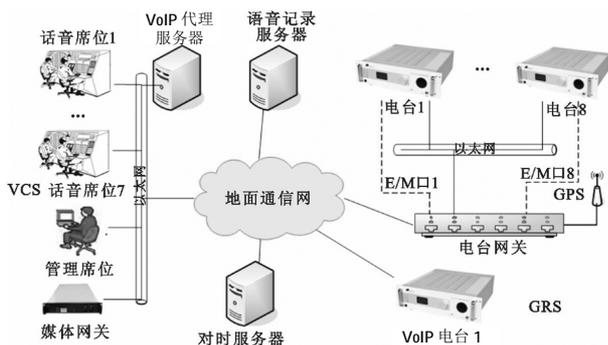


图 1 VoIP 空中交通管理系统的结构

其中, VoIP 电台网关占据着重要地位, 其基本功能在于促使语音电台顺利接入 IP 语音系统成为现实。在本次 VoIP 电台网关的设计中, 为更好满足 VoIP 空中交通管理系统的实际使用需要, 主要保证 VoIP 电台网关能够最大支持 8 个电台接口, 且各个电台可以同时完成对 2 路与 VSC 席位之间会话的支持。另外, 为了确保系统稳定性以及可靠性达到预期, 在本次 VoIP 电台

网关设计中还引入了网口绑定技术, 实现对双网口冗余备份以及负载均衡的提供, 促使双备份的地面通信网建设成为现实。

## 2 VoIP 电台网关的硬件设计

VoIP 电台网关的核心硬件平台是协议处理模块和语言, 为提高电台网关性能与硬件处理能力, 在硬件系统设计与处理中对 POWER PC+DSP 架构进行了引用。POWERPC 处理器在通信系统中是专用的处理器, 在连接过程中具备丰富的通信接口, 除此之外, 还具备成熟的软件驱动程序支持以及通信协议栈支持。模块架构中各类硬件平台与 PCIe 总线接口, 使用串行高速差分信号, 适用于板间高速数据通信, 在数据传输的过程中速率较高, 所需要的信号连接线较少。VoIP 电台网关的硬件连接关系如图 2 所示。

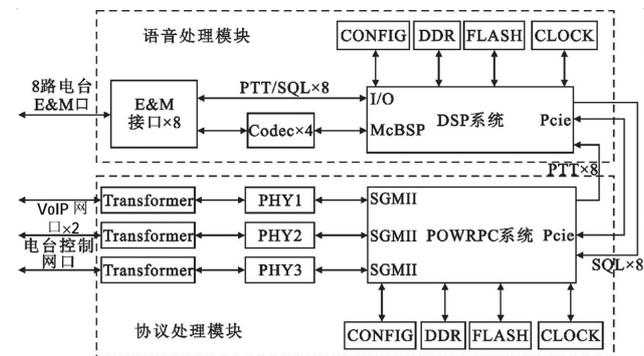


图 2 VoIP 电台网关的硬件连接关系

POWER PC 处理器应用于 VoIP 电台网关的协议处理平台, 主要负责网络协议处理, 其中以 SIP 协议处理和 RTP 协议处理为主, 除此之外还包括录音处理、对时协议处理以及电台控制协议处理、VoIP 电台网关配

置处理。其主要电路包括 POWERPC 子系统,3 路以太网物理层接口。为提高数据处理效率,在配置上处理器使用的是 64 位 QorIQ 系列中的 P1010,主频可达 800MHz。

DSP 主要应用在数字信号高速实施处理方面,其性能非常强,在应用过程中定点优秀、浮点运算能力强,其软件库资源也十分丰富,在 VoIP 电台网关中主要适用于语音处理模块。在 DSP 应用的过程中,空管通信系统的结构不再像以往的运行模式一样复杂和繁杂,不同模块之间的连接只需要搭载一根线,即可完成高频信号的传播<sup>[1]</sup>。如果有连接的需要只需要任意选择一部完全的电台,或者是内化通道与遥控盒子,再将 IP 地址修改为所需要用的 IP,进而可促进通信模块之间信息更好的连接。

DSP 在通信过程中语音处理模块中主要负责模拟语言与数字化语音转换,其外部接口包括模拟音频接口变换、AD/DA 变换、编码处理、解码处理、帧处理、去抖处理以及数字混音等。其主要接线电路包括 8 路模拟电台 E/M 接口电路、音频信号 Codec 电路、DSP 子系统,该处理器是双核数字信号处理器。根据空管通信所规定的设备类型,选用的系统和芯片具有相对优越的传输效果。但是电台语音系统在接入过程中具有一定的难度,语音处理延时与和语音质量要进行调试,以确保其满足空管通信要求。

VoIP 电台网关对外的硬件接口主要包括两个部分,分别是电台语音接口、8 个独立 V 类标准的 E&M 接口,为保证电台通信的稳定性,其接口功能主要用于电台模拟语音接收以及发射。除去以上两个主要接口还包括电台控制接口、一个自适应以太网接口,主要功能是控制和查询电台运行参数。IP 系统接口是两个物理独立的以太网接口与地面通信网相连接。通过对地面通信网的检测及时发现通信系统中隐藏的故障问题,一旦发生故障,该系统会自动进行网口切换,以保证通讯线路的稳定性。在双链路同时应用的情况下,可以根据两个接口的流量消耗状况进行调试,保持流量的均衡控制,使模块硬件始终能够保持通信的稳定性。

### 3 VoIP 电台网关的软件设计

#### 3.1 协议处理模块的软件设计

该 VoIP 电台网关的协议处理模块的软件逻辑架构如图 3 所示,可以进一步细化为接口驱动层、通信接口处理层、事务处理层以及管理层这 4 个层次。

(1)接口驱动层。为各个接口的功能发挥以及不同

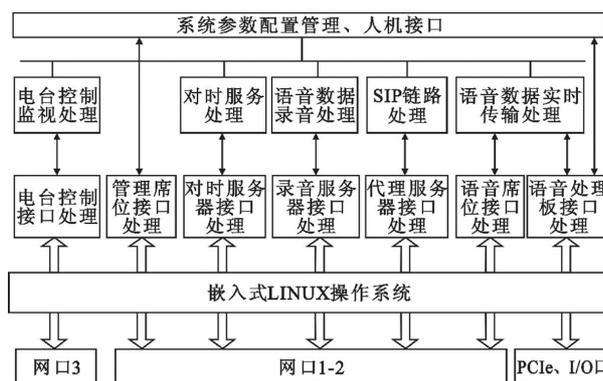


图 3 VoIP 电台网关的协议处理模块的软件逻辑架构

接入单元的运行提供支持。

(2)通信接口处理层。主要完成对电台控制接口、管理席位接口、对时服务器接口、录音服务器接口、代理服务器接口、语音席位接口以及语音处理板接口的处理,完成数据分类、缓存管理以及优先调度等功能。对于不同的接口而言,其在 VoIP 电台网关实际运行中所承担的任务也存在差异性<sup>[2]</sup>。其中,电台控制接口主要承担着对有用数据帧、数据缓存进行提取的任务;管理席位接口主要承担着收发处理管理席位状态监测控制指令的任务;对时服务器接口主要承担着收发处理对时数据的任务;录音服务器接口主要承担着收发处理实时语音数据的任务;代理服务器接口主要承担着收发处理链路管理数据的任务;语音席位接口主要承担着实时收发处理会话链路保持数据、语音终端状态数据得任务;语音处理板接口主要承担着收发处理多条语音通路数据的任务。

(3)事务处理层。该层次主要处理通信接口处理层之上的数据,包括业务状态管理、数据组帧以及解帧、数据提取与校验等等,重点完成的任务包含电台控制监视处理、对时服务处理、语音数据录音处理、SIP 链路处理、语音数据实时传输处理等。

(4)管理层。支持管理席位以及本地人机接口对 VoIP 电台网关所有参数的配置与管理,并完成对语音处理模块、软件内的各个单元或驱动实施参数配置的任务。同时,在协议处理模块的实际运行过程中,管理层还负担着对协议处理模块的总体运行状态进行实时性监测的任务,并在人机交互界面(本地人机接口、管理席位接口)的支持下完成该模块现实运行情况以及各个参数配置情况的直观显现。

#### 3.2 语音处理模块的软件设计

该 VoIP 电台网关的语音处理模块的软件逻辑架构如图 4 所示,可以进一步细化为接口驱动层、通信接

口处理层、事务处理层以及管理层这 4 个层次。

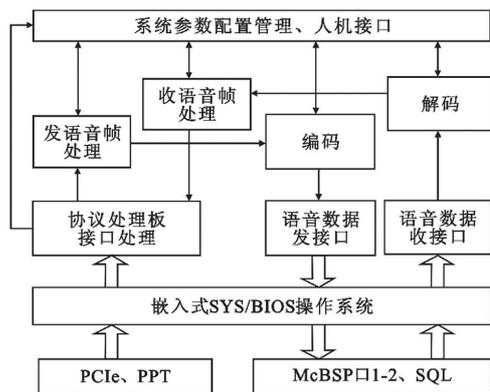


图 4 VoIP 电台网关的语音处理模块的软件逻辑架构

(1) 接口驱动层。为各个接口的功能发挥以及不同接入单元的运行提供支持。

(2) 通信接口处理层。主要完成对协议处理板接口、语音数据发接口、语音数据接收口的管理。对于不同的接口而言，其在 VoIP 电台网关实际运行中所承担的任务也存在差异性。其中，协议处理板接口主要承担着管理、收发处理多条语音通路的数据帧缓存的任务，在 I/O 口的支持下完成对 PTT 状态的获取；语音数据发接口主要承担着管理多路时分复用发语音数据的任务，并对相应数据实施祛抖缓存，并控制发出 PCM 语音数据；语音数据接收口主要承担着对多路电台 SQL 信号进行实时性监测与管理的任务，并控制接收 PCM 语音数据。

(3) 事务处理层。该层次主要完成的任务包括发语音帧处理、收语音帧处理、编码以及解码。其中，在发语音帧处理期间，依托语音通路发状态 PTT 监控的实施，完成对超时数据包、会话链路的数据帧等的处理，并将数据传递至对应缓存解码单元内，以供后续使用；在语音帧处理期间，针对完成编码后的语音数据实施缓存以及组帧，并将其转移至协议处理模块内；对于解码与编码而言，完成解码的数据传递至语音数据发接口单元内，完成编码的数据传递至对应缓存接收语音帧处理单元内，以供后续使用。

(4) 管理层。支持协议处理板接口以及本地人机接口对语音处理模块的所有参数的配置与管理，并完成对语音处理模块内的各个单元、可编程电路实施参数配置的任务<sup>[9]</sup>。同时，在语音处理模块的实际运行过程中，管理层还承担着对语音处理模块的总体运行状态进行实时性监测的任务，并在人机交互界面（本地人机接口、管理席位接口）的支持下完成该模块现实运行情况以及各个参数配置情况的直观显现。

## 4 关键性能指标测试结果

针对该 VoIP 电台网关进行关键性能指标测试，设定的测试项目为协议符合性、语音质量、PTT 激活时延、接受指示时延、IP-模拟语音延时、模拟-IP 语音延时<sup>[4]</sup>，以此确定出该 VoIP 电台网关的总体性能是否达标、上述 VoIP 电台网关设计方案是否符合现实使用要求，得到的关键指标性能测试结果如下所示：在协议符合性项目中，标准要求为符合 ED-137B 关于 GRS 的要求，实际测试结果表明符合相应要求，该项目判断结果为达标；在语音质量项目中，标准要求为不低于 4，实际测试结果为不低于 4，该项目判断结果为达标；在 PTT 激活时延项目中，标准要求为不高于 15s，实际测试结果为低于 12s，该项目判断结果为达标；在接受指示时延项目中，标准要求为不高于 15s，实际测试结果为低于 12s，该项目判断结果为达标；在 IP-模拟语音延时项目中，标准要求为不高于 45s，实际测试结果为低于 40s，该项目判断结果为达标；在模拟-IP 语音延时项目中，标准要求为不高于 45s，实际测试结果为低于 40s，该项目判断结果为达标。总体结果表明，该 VoIP 电台网关的总体性能达标，上述 VoIP 电台网关设计方案符合现实使用要求。

## 5 结语

综上所述，在本次 VoIP 电台网关的设计中，设定 VoIP 电台网关能够最大支持 8 个电台接口，且各个电台可以同时完成对 2 路与 VSC 席位之间会话的支持，并在 VoIP 电台网关设计中引入了网口绑定技术。从协议符合性、语音质量、PTT 激活时延、接受指示时延、IP-模拟语音延时、模拟-IP 语音延时这几项指标入手对该 VoIP 电台网关设计方案进行测试，结果显示，该 VoIP 电台网关的总体性能达标。

### 参考文献

- [1] 许俊宾.民航空管系统空中交通管理生产数据中心建设分析[J].数字通信世界, 2022(2): 128-130.
- [2] 张旭,焦庆宇.无人机空中交通管理体系架构研究[J].武汉理工大学学报, 2020, 42(9): 29-37, 58.
- [3] 胡丹.VoIP 空中交通管理系统甚高频电台网关设计[J].电讯技术, 2019, 59(3): 282-287.
- [4] 韩弘,韩立彬.全球未来空中交通管理系统的基石:全球航行信息共享 SWIM 系统[J].民航管理, 2018(1): 80-85.

作者简介:陈巍(1983—),男,汉族,山西太原人,本科,工程师,主要从事空中交通管理设备的维护工作。