

浅谈超控在内话系统中的应用

饶家兴

民航华北空管局, 北京 100621

摘要: 本文根据作者的实际工作与测试经验, 对内话系统超控功能的实现原理、应用场景以及未来展望进行研究, 旨在提升系统维护人员对超控功能的理解和对未来技术发展趋势的学习。

关键词: 内话系统; 超控; E1; VoIP

A Brief Discussion on the Application of Override Control in Voice Switch System

Rao Jiaying

North China Air Traffic Control Bureau, Beijing 100621

Abstract: Based on the author's practical work and testing experience, this paper studies the implementation principles, application scenarios, and future prospects of the override function in the internal communication system. The aim is to enhance system maintenance personnel's understanding of the override function and their learning of future technology development trends.

Keywords: internal communication system; override; E1; VoIP

引言

随着社会经济的持续发展和人民生活水平的不断提高, 航空已成为人们重要的出行方式之一。十四五规划以来, 国内国际航班数量大幅增长, 全国各地新机场项目如雨后春笋, 民航管制扇区数量持续增加, 管制扇区功能也划分得更加细致, 中大型机场多跑道平行进近也已成为常态。在管制部门压力逐渐增加的同时, 对于空管设备硬件以及人员技术保障能力的要求也在迅速提升, 特别是管制部门对可靠的地空通信业务的需求, 更是确保民航空管安全运行的重中之重。

一、超控功能介绍

频率超控技术主要应用场景是在发生航空器故障、紧急着陆等紧急事件时, 进近管制员需要迅速接管通信频率, 以便指挥特情航空器规避险情, 还有当塔台通信系统发生故障或无法正常工作, 进近管制员可以通过频率超控接管塔台频率, 确保通信的连续性, 以及多跑道独立进近模式时的技术支撑。北京首都国际机场和北京大兴国际机场均为多跑道运行, 国际民航组织 ICAO 以及中国民航局对多跑道运行的设备技术条件有详细规定, 运行基本条件除了要求具备高精度的场面监视雷达, 还特别提出了频率超控^[1]。民航总局 123 号令《平行跑道同时仪表运行管理规定》第三十九条, 实施相关平行仪表进近应当具备下列条件中第七项, 进近管制员具备超控塔台管制员无线电通话的能力。与此相呼应, 在《MH/T 4027-2019 民用航空空中交通管制语音通信交换系统技术要求》中对超控功能进行了详细的功能定义, 5.2.10 中明确指出, 内话系统应具有 PTT 超控功能, 能设置席位对指定频率的超控权限, 当多个席位选择相同的频率时, 具有超控权限的席位通过占用 PTT, 能超控正在进行发射的其他席位, 其他席位

的 PTT 信号失效, 同时, 其他席位的音频输入输出设备产生被超控声音提示^[2]。

二、超控实现原理

频率超控作为内话系统中一项非常重要的无线功能, 它的实现原理并不十分复杂, 主要是通过空管内话系统中的硬件控制或软件配置对频率资源进行灵活地管理和控制。频率超控的实现原理根据使用场景以及所使用内话系统的不同, 可分为内话系统内超控和内话系统间超控两大类。内话系统间超控按实现手段可以再细分为基于 E1 技术超控和基于 VoIP 技术超控。

(一) 系统内超控

在同一内话系统中, 我们超控功能常用的两个场景, 一个是在同一席位中, 管制教员为及时纠正错误指令, 对学员的超控; 另一种是主任管制员对管制席位的超控。无论音频矩阵中定义席位配置几个插孔盒, 在非地空分离模式下, 同一席位的 CO 接口都是可以超控 OP 接口的, 使用 OP 接口的管制员将无法发话, 此时席位的频率组并不会有任何的提示, 这也是符合相关的技术

作者简介: 饶家兴 (1994.09-), 男, 汉族, 北京, 大学本科, 空管地空通信专业。

要求的。在同一内话系统中，席位间超控的实现，以 Frequentis VCS3020X 系统为例，它依赖于逻辑扇区的频率优先级配置，在 preemption 选项中有数字 0-5 可以选择，0 代表不配置超控优先级，1-5 数字越大，代表超控的权限越高，当席位无线频率被超控时，被超控的频率组会显示红色，并有声音提示。根据各个现场的管制需求，我们还可以勾选 No priority override 功能项，使得正在启用的超控通话不会被更高级别的席位超控^[3]。飞坤内话系统中还有一个 Multiple OP PTT: Tx Voice Conferenced 选项，系统默认设置不勾选，按照超控规则只能有一个席位发射语音；勾选后系统同一个频率可以允许多个席位同时发射，发射音频为混音，此时超控不再生效，自锁同样失效。

（二）系统间超控

1. 基于 E1 技术超控

内话系统间超控功能可以通过 E1 频率共享的方式实现。例如飞坤 VCS3020X 系统的 E1 共享频率的方式依托于 GPIF04.xx 硬件，通过软件配置，双方 E1 联网板卡的时隙匹配，来实现两套内话系统间频率超控。

E1 的帧结构由 32 个时隙组成，每个时隙带宽为 64kb/s，可以用于传输一路 PCM 语音信号。一路 PCM 语音信号抽样频率为 8000Hz，即抽样周期为 125 μ s，这就是一帧的时间。将 125 μ s 按 TDM 的方式分为 32 个时隙，每个时隙容纳 8bit，就组成了 E1 的基本帧结构常用的 E1 帧结构称为 PCM30，即一个 E1 帧利用 30 个时隙传输 30 路语音信号，其中 TS0 用于帧同步，TS16 用于控制信令，TS1-15 及 TS17-31 用于传输共 30 路语音信号。所以使用的 GPIF04.xx 硬件，可以实现 30 个频点的 E1 频率共享^[4]。

频率共享分为共享方和被共享方，比如塔台被进近超控，那么塔台为共享方，进近则为被共享方。共享方（通常为塔台）创建 Ropif Groups 共享组：首先要在内话系统的客户端上创建新的 E1 无线板卡，并进行相应的软件设置，其中 E1 板卡类型选择 RAIFDigital，无线接口类型选择 DigitalRadio；随路信令类型选择 InternVCS。在共享组中创建相应的频率组，将系统中需要被共享的资源与 E1 板卡中的某个信道进行关联，此处的 Preemption 是用来定义被共享方的优先级，通常设置为较高的数值，超控时系统会将这个优先级数值与该频率在共享方角色上的优先级进行比较，从而实现频率超控功能。

被共享方（通常为进近）也需要在客户端创建 E1 无线板卡，并进行相应的软件设置，与共享方相同，板卡类型选择 RAIFDigital，无线接口类型选择 DigitalRadio；随路信令类型选择 InternVCS；共享方不需要创建 Ropif Group，也无需设定超控的优先级，只需要在超控所需的频率组中创建一个新频点，然后将前面创建的 GPIF04.XX 板卡里的指定信道与该频点进行关联，值得注意的是这里关联的通道号应于共享方相应频点的通道号一致^[5]。

系统间的频率共享可以通过 E1 技术实现，而共享方的控制信息，例如频点的点选状态是不能够通过 E1 的时隙传递到系统之外的，所以超控发起方在被超控方不发言时就无法获取其频点的点选状态，存在着无法实现超控功能的风险。对此，我们通常

会有两种解决方案：第一种，超控发起方与被超控方相互协商确定使用的频点。这种方法的缺点是对频率使用者造成不必要的限制，以及在更换频点后需要与被共享方重新进行协商。第二种方法是在被共享方的客户端将超控频率的各个频点设置不同的频偏，在超控时就可以使用频率群发功能，这样无论被超控方使用任何频点，超控方都可以成功实现对其超控。群发功能的实现需要内话系统与电台端共同对频偏进行设置，飞坤内话系统的频偏设置从 minus3 到 0 再到 plus3 一共有 7 个频偏值，在 FRQ7.1 及其以前的系统版本中客户端设定频偏值与实际电台端频偏值并无关联，只是用作系统内部对频偏与否的判断，换言之，一个频率的两个不同频点，在内话端设置不同的频偏值，而电台端未进行频偏设置，频率群发功能仍可以生效，但两个频点之间会产生同频干扰。

2. 基于 VoIP 技术超控

在网络技术不断发展的今天，VoIP 在空管内话系统中的应用也是日益增加，目前 VoIP 技术逐步应用于内话系统、甚高频电台、语音记录仪之间的互联互通以及有线无线功能的实现。

VoIP (Voice over Internet Protocol) 是把语音信号经过脉冲编码调制转换为数字信号，然后对数字信号进行封装，网络设备根据数据包中的 IP 地址信息来确定传输路径，并将这些数据通过互联网协议 (IP) 进行传输，当数据包到达目标地址时，它们被解包并解码，还原为原始的语音数据。然后，被转换为模拟信号的音频通过终端设备播放出来，从而实现语音通信^[6]。

首先，VoIP 相比于传统的模拟信号传输方式，能够大大提高带宽利用率，这意味着在内话系统中使用 VoIP 技术可以更有效地利用有限的网络资源。其次，VoIP 采用成熟的语音处理技术和 QoS (Quality of Service) 质量监控，使得语音信号的传输更加可靠及时。其次，由于 VoIP 技术基于互联网进行语音通信，无需额外的电话线路费用，因此可以大大降低内话系统的运行成本。与此同时，VoIP 技术具有国际统一的协议标准，使得各个厂商不同型号的的内话系统得以相互兼容，内话系统间的互联变得更加灵活便捷。

不同品牌内话系统之间的 VoIP 联网通信，要求内话系统接口部分的对外通信应符合 ED137 相关标准，在使用 VoIP 技术超控实现超控时，主要关注无线通信 RTP-HE 中 PTT type, PTT id 的数值及其含义。ED137 标准中 Radio:5.5.5 章节中，对 RTP-HE 字段进行了阐述，其中 PTT type 用一个三位的二进制数进行表示，该字段定义了 VCS 端点向 GRS 收发器 / 发射器端点发送的 PTT 类型，用于激活发射，换算成十进制后，0 代表此时无 PTT 激活；1 代表 PTT 激活，优先级为 Normal；2 代表频率耦合下的 PTT 激活；3 代表 PTT 激活，优先级为 Priority；4 代表 PTT 激活，优先级为 Emergency，其余数值含义为保留。对于 GRS 设备而言，优先级为 Emergency 的 RTP 音频数据流可以抢占优先级为 Priority 的 RTP 音频数据流的发送；优先级为 Priority 的 RTP 音频数据流可以抢占优先级为 Normal 的 RTP 音频数据流的发送；而 GRS 设备的参数设定决定了 Coupling PTT 与其他优先级的 PTT 的关系：混音或者耦合发射被抢占。^[7]

PTT id 是 SIP 通话建立过程中，由 GRS 端点为 VCS 端点分配，在 SIP 通话建立期间采用 SDP 属性在 200 OK 响应中发送。PTT-id 值的范围应在 1 到 SIP 通话最大允许数量，我们在 RTP 数据流中根据 PTT id 的变化来验证超控功能的实现^[8]。

GRS 端电台使用收发一体机，电台 ip 地址设为 25.2.1.11，电台端发射配置为 PPT 自锁；

VCS 端内话 A 系统 ip 地址为 26.2.1.41，内话端 PTT type 设为 Emergency；

VCS 端内话 B 系统 ip 地址为 26.1.1.1，内话端 PTT type 设为 Normal。

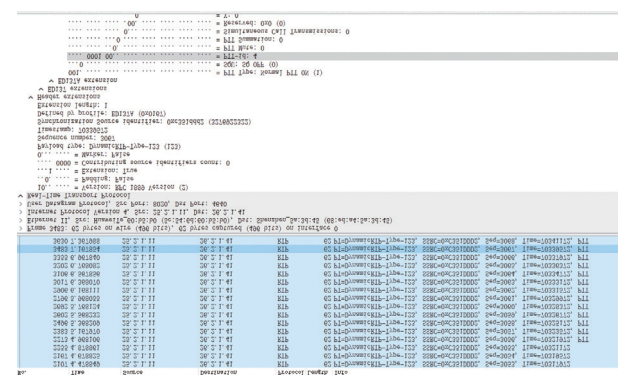


图1 为电台发给内话 A 系统的 R2S 包中的信息，其中 PTT type 为 Normal，PTT id 为 4，为内话 B 系统正在发射；

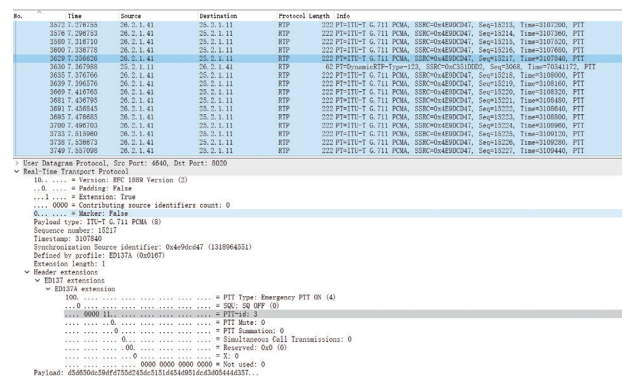


图2 为电台发给内话 A 系统的 R2S 包中的信息，其中 PTT type 为 Emergency，PTT id 为 3，表示内话 A 系统优先级为

Emergency 的发射已经成功抢占内话 B 系统优先级为 Normal 的发射，从而实现了不同内话系统间基于 VoIP 技术的频率超控功能。

三、现存问题

当系统间的频率通过 E1 技术实现共享时，共享方席位上对频点的选中状态不能够通过 E1 的时隙传递给对端内话系统，所以超控发起方在被超控方不发射时就无法获取其频点的点选状态，存在着无法实现超控功能的风险^[9]。对此，我们通常会有采取超控发起方群发或超控方与被超控方事先进行商定的方法来规避因不能读取被控方席位频点选中状态导致超控失效的风险。值得一提的是，同一品牌的内话系统在不同硬件版本下，超控功能实现的细节也是有所差异的。飞坤 VCX3020X Rel7.1 通过 E1 频率共享群发超控飞坤 VCX3020X Rel7.1 时，只有被超控方选中的频点可以对外发射；与之不同的是飞坤 VCX3020X Rel7.1 通过 E1 频率共享群发超控飞坤 VCX3020X Rel5.0 时，被超控方所有频点群发。在大型机场的运行环境下，可能存在多现场，多品牌，多版本内话系统的同时运行，我们应注意发现和识别系统间的差异，以便对系统间的深入理解和故障的排查。

四、结束语

随着航班量的日益增长，作为平行跑道同时仪表运行的重要保障手段，内话系统频率超控功能也随之变得越来越重要。VoIP 技术作为一种新兴的语音通信技术，在内话系统中展现出了巨大的潜力和优势^[10]。VoIP 技术在互联互通上拥有全球统一的通信标准，这有助于打破各品牌内话系统在私有协议上的技术壁垒，使得内话系统对外的互联互通更加便捷、经济、可靠和灵活。随着技术的不断发展，VoIP 技术在内话中的可能拓展到远程维护、故障排查等。作为技术维护人员我们也应注意未来通信技术的发展趋势，不断加强 VoIP 技术知识的学习与运用，在今后系统间的互联互通，内话网络安全和隐私保护的、故障的分析与排查、系统性能的监控与提升中做出应有的贡献，为我国民航事业的蓬勃发展添砖加瓦。

参考文献

- [1] 贺丽雅. 北京新机场及首都机场多套内话系统运行模式探索与研究 [A]. 北京: 民用机场, 2021.
- [2] 李博 刘彤. 基于 VoIP 模式下不同内话系统间超控功能的研究与实现 [J]. 北京: 民航学报, 2022.
- [3] 孙英晖, 杨康, 张朋. 空管内话系统 VoIP 场景共享通信设计 [J]. 指挥信息系统与技术, 2023.
- [4] 郑青青, 田才艳. 基于 VOIP 的空管语音交换系统 [J]. 长江信息通信, 2024.
- [5] 于兆鹏, 魏金光, 周斐, 等. 基于 SIP 协议的高可用 VoIP 音频通信系统设计与实现 [J]. 电声技术, 2023.
- [6] 潘蒙. VoIP 技术在民航 VHF 通信中的优势及发展 [J]. 通讯世界, 2019.
- [7] 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.
- [8] 曾锐华. 浅谈 VoIP 技术在 ATC 地空通信系统中的延时 [J]. 信息通信, 2019.
- [9] 杨连军. ED137 标准在空管语音通信系统中的应用研究 [J]. 空运商务, 2019.
- [10] 纪凌. 基于 VoIP 协议的电台控制系统及其应用研究 [D]. 南京理工大学, 2018.