

SCHMID 内话系统接收话音吞字问题的分析

杨 勇¹
YANG Yong

摘 要

语音通信交换系统作为民航空中交通管制服务的核心设备之一,为管制员提供关键的通信保障。对 SCHMID 语音通信交换系统的两种不同激活方式导致接收话音吞字的原因进行了研究分析,针对这两种问题提出切实可行的解决办法。在实际应用中,有效解决了语音通信系统接收话音吞字的问题,提升了通信质量,保证了空中交通的安全,进一步提高了空中交通管制运行效率。

关键词

脉冲编码;时分复用;快速傅里叶变换;电压激活;语音激活

doi: 10.3969/j.issn.1672-9528.2024.09.029

0 引言

空中交通管制语音通信交换系统(voice communication switch system, VCSS)即内话系统,作为民航地空通信的关键环节,能够接入多种有线和无线通信设备,采用语音交换技术,为管制员提供地-地和地-空的全方位保障。国内现阶段主流的语音通信交换系统有 SCHMID、Frequentis 等,它们都是基于时分交换架构的空管语音交换系统。管制员在使用语音通信交换系统时接收机组话音吞字问题时有发生,这不仅给管制员带来使用上的不便,对于空中交通管制服务也存在着重大安全隐患,如管制员无法准确掌握航班信息,导致错误指挥飞机等,解决这一技术性问题是非常必要的。文章以 SCHMID 内话系统为例展开,对不同情况下的接收话音吞字问题进行分析,并给出解决方案。

1 语音通信交换系统技术原理

1.1 系统组成及原理

SCHMID 内话系统是基于时分交换架构的空管语音交换系统,由中央交换处理子系统、席位、外部接口、内部分配线架、监控维护子系统、电源等附属设备组成^[1]。其中,外部接口单元主要完成信号的模-数转换,将外部模拟信号经过 PCM(pulse code modulation)技术数字化处理后,通过时分多路复用交给中央交换子系统进行语音交换。而中央交换处理子系统则是整个 SCHMID 内话系统的大脑,包含服务器控制单元和服务器单元,将数字信号进行快速傅里叶变换后

对信号质量评估计算实现最佳信号的选择,然后通过成复帧的 E1 传输链路送至席位单元,最终实现管制员接收机组话音信号,如图 1 所示。

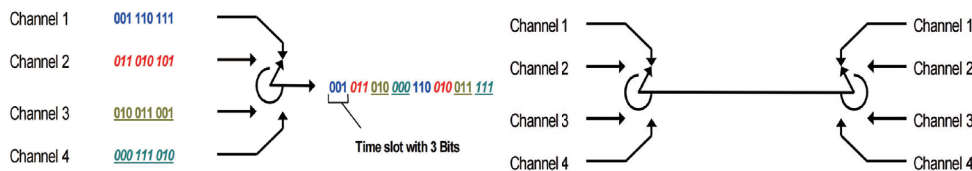


图 1 PCM 和 TDM 示意图

1.2 最佳信号选择

SCHMID 内话系统可分为 ICS 200/60 A 版本、ICS 200/60 B 版本和 ICS 200/60 C 版本,ICS 200/60 A 和 B 版本因接口容量及功能设计在一些中大型机场已无法满足管制运行需求,所以目前国内所使用的 SCHMID 内话系统大多为 ICS 200/60 C 版本。以云南管制区为例,云南管制区现有两套内话系统,型号均为 ICS 200/60 C 版本,一套为主用系统,一套为备用系统,但两套内话系统对接收信号处理的激活方式是不一样的,主用内话系统的激活方式为电压激活,备用内话为语音激活^[2]。两者通过并线方式进行信号引接,如图 2 所示。

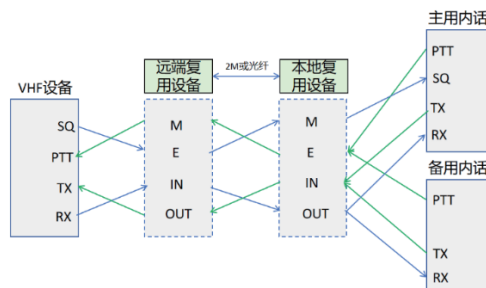


图 2 主备内话系统信号并线引接

1. 民航云南空管分局 云南昆明 650200

甚高频通信系统将接收到的语音信号通过传输设备送给内话系统的无线通信接口板，无线通信接口板采用 PCM 编码技术对接收到的语音信息进行处理后交给内话中央交换处理子系统，中央交换处理子系统通过快速傅里叶变换对多路语音信号进行 SCHMID 快速信号质量评估，最终从多路异址同频的语音信号挑选出一路最佳信号提供给管制员使用，这就是最佳信号选择。如图 3 所示，SCHMID 内话系统通过 3 个因素评估语音信号的质量，即信噪比评估、传声准确率计算、语音电平值快速评估，实现最佳信号选择^[3]。然而，仅仅在考虑了最低阈值后对质量因素进行加权并选择最佳信号是不够的，还需要遵循以下规则。

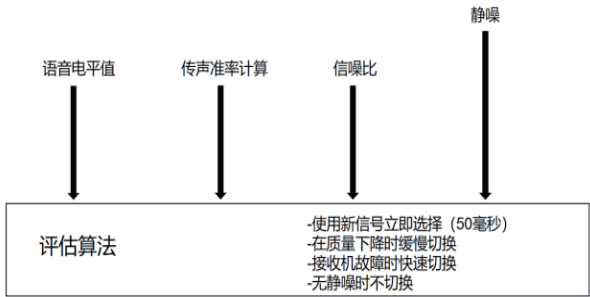


图 3 最佳信号选择评估计算

- (1) 始终选择一个接收机，并在无线电呼叫开始时假定上一次呼叫的最佳接收机为当前最佳接收机。
- (2) 对新呼叫进行快速评估，并快速切换到最佳接收机。
- (3) 如果首次评估后所选通道的质量变差，则进行慢速切换。
- (4) 如果所选接收通道的信号消失，则进行快速切换。
- (5) 不切换到没有静噪信号的通道。

2 主用内话系统接收语音吞字问题的分析与解决

2.1 基于电压激活的最佳信号选择

主用内话系统的激活方式为电压激活，在引接接收信号时，接收信号包含了接收语音信号和接收控制信号（即 SQ 信号）。在没有信号接收的情况下，SCHMID 内话系统的 E 线为 14 V 左右（直流），600 Ω 平衡接收音频无线语音。如图 4 所示，当台站甚高频设备收到飞行员语音时，甚高频设备会通过传输设备向内话系统传送音频信号和控制信号，此时内话系统无线通信接口板的 E 线会由原 14 V 电压变为 0 V，当内话系统的无线通信接口板检测到 E 线电压拉地后，会将相应的无线频率接收通道进行激活（无线通信板卡当 SQ 电压小于 9 VDC 时激活，大于 13 VDC 时不激活），开始检测并接收 600 Ω 平衡接收音频线上的语音，并将接收到的语音信号和控制信号送至内话中央交换处理子系统，加入到最佳信号选择的处理队列中参与信号质量评估。

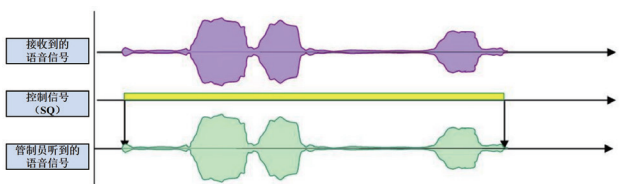


图 4 基于电压激活的信号侦测

2.2 主用内话系统接收语音吞字问题的分析

控制信号与语音信号虽然是通过同一条物理传输链路进行传输，但两个信号是通过不同的时隙进行传送，语音信号是在 E1 链路的 TS1-TS15 或 TS17-TS31（time slot，TS）中的某一时隙上进行传输，而控制信号是在 E1 链路复帧中某一帧的 TS16 上进行传输^[4]。当传输线路异常时，如图 5 所示，传输设备对控制信号的传输延迟大于语音信号时，虽然语音信号已到达内话无线通信接口板的输入端，但因控制信号由于传输延迟滞后到达无线接口板输入端，就会导致管制员在接收到机组语音时首字丢失^[5]。同样，如果因为传输线路丢包的原因，导致控制信号部分丢失，也会出现管制员在接收机组语音的时候存在吞字的现象。

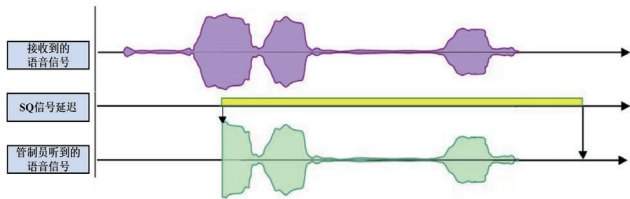


图 5 电压激活下的接收语音吞字

2.3 主用内话系统接收语音吞字问题的解决

民航对甚高频地空通信中间传输链路有严格的要求，设置在管制单位园区外的台站应配置至少两条独立的传输路由，其中至少一条为地面传输路由^[6]，通常空管单位对于传输路由会租用不同运营商的地面传输链路，在条件允许的台站空管还会自建微波或光纤链路作为多重冗余。

在实际工作中，也时常因甚高频业务的中间传输路由为微波链路，遭遇恶劣天气（如大风、大雾天气等），导致微波链路传输不稳定。当出现主用内话系统接收语音吞字的情况时，可将甚高频业务切换至其他可靠链路上进行业务传输，优先保障管制地空通信不受影响，然后再进行后续处理。结合工作经验，可做以下工作来规避因传输链路异常导致内话系统接收语音吞字问题。

- (1) 在甚高频信号引接时，打线要规范、到位，避免因打线不到位导致接触不良，从而造成信号时好时坏。
- (2) 定期开展甚高频台站传输 2 M 链路的业务倒换工作，即避免甚高频业务长期在同一条传输链路上进行传输，这样

就能提前预测备份传输链路的可靠性。当其中一条传输链路异常时,切换回另一条链路,为后续的故障排查争取时间。

(3) 定期对甚高频台站的 2 M 链路进行传输性能测试,通过 2 M 测试仪挂表测试,分析链路的传输延迟、丢包、误码等情况,针对传输性能不达标的链路,协调运营商进行优化调整。

(4) 关注天气预报,针对恶劣天气情况,提前将甚高频业务人为倒换到可靠的地面链上进行传输。

3 备用内话系统接收话音吞字问题的分析与解决

3.1 基于语音激活的最佳信号选择

备用内话的激活方式为语音激活,在引接接收信号时,接收信号仅引接了接收语音信号,如图 6 所示。当内话系统检测到接收语音信号时,会将接收到的语音信号电平值与系统设置的语音激活门限进行比较,当接收话音信号电平值大于系统所设置的语音激活门限,同时持续保持系统设定的时间参数(设定范围 0 ~ 1000 ms)后,内话系统会将无线通信接口板的相应接收通道进行激活,同时产生 VOX (voice operated exchange) 静噪,并将收到的语音信号和 VOX 静噪信号送至内话中央交换处理子系统,用于参与最佳信号选择的处理。当接收话音信号电平值小于系统所设置的语音激活门限,同时持续小于系统设定的时间参数(设定范围 0 ~ 1000 ms),系统将关闭相应的接收通道,即不对该接收信号进行处理。

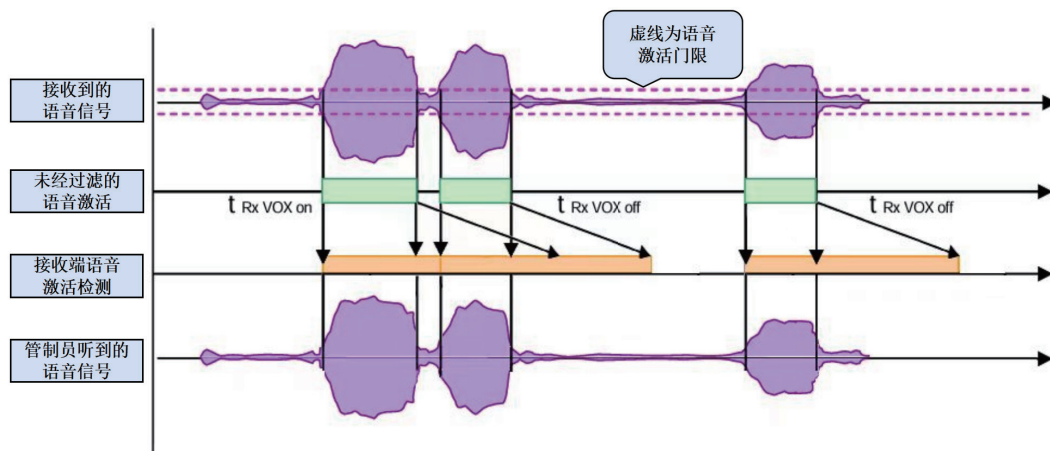


图 6 基于语音激活的信号侦测

3.2 备用内话系统接收话音吞字问题的分析

只有当接收信号的电平值大于系统所设的门限值并持续保持大于系统设定的门限值多长时间后,才会将接收通道激活,即接收话音并产生 VOX 静噪。所以,如果系统设定的语音激活门限值设置不当,或系统设定的持续保持大于设定的门限值,当时间参数设置过大时,采用语音激活方式的内话系统就会导致管制员在接收机组语音时第一个音节被丢掉,即出现接收话音首字被吞字的情况,如图 7 所示。

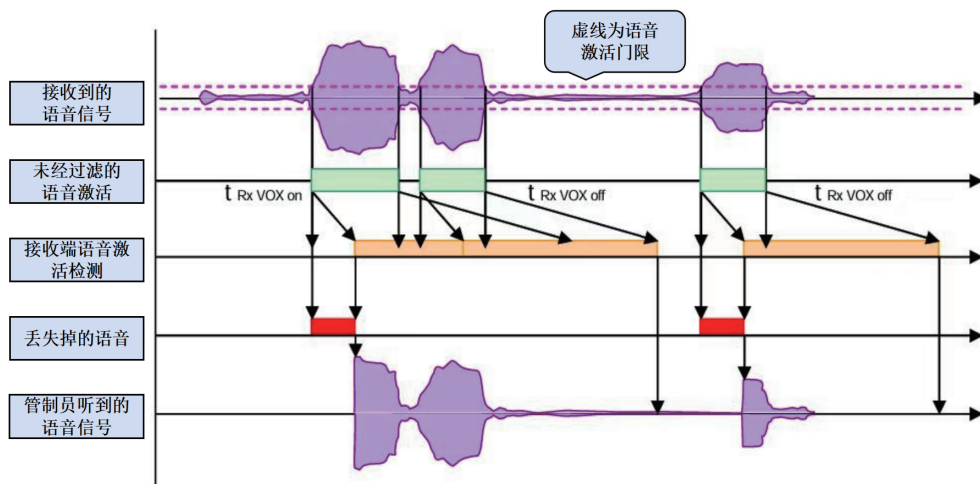


图 7 语音激活下的接收话音吞字

3.3 备用内话系统接收话音吞字问题的解决

施密德内话对于语音激活的启动门限的设置分为全局变量参数设置和硬件板卡的参数设置。硬件板卡的参数设置的优先级高于全局参数配置,当硬件板卡的相关参数进行了设置时,则系统以硬件板卡的参数进行信号处理;若硬件板卡的相关参数未进行配置时,则以全局变量参数为依据进行信号处理。内话系统语音激活的启动门限如果设得太大,则会导致前面说到的吞字现象;如果该参数设置得太小,虽然不会出现吞字情况,但会持续接收到线路中的噪音。

因此,内话系统语音激活的启动门限值不能设置得太小或太大,结合经验值,在经验值的基础上不断调整该参数,直到系统对接收语音信号处理正常。

(1) 当备用内话系统普遍存在接收话音吞字的情况时,应考虑

调整系统全局变量。针对不同的无线通信接口板,可以做如下参数调整。

① 针对 3*Radio 无线板卡的全局变量参数调整。

“Physical components”→“Detail”→“Radio-3 Device Init String”, 3*Radio 无线板卡两个通道的语音激活参数经验值设置为 \$V0:1\$T0:-300\$V1:1\$T1:-300, 其中 \$T(0..2):VOX\$ threshold input level, 单位 1/10 dBm, 最小 -500, 最大 -100, 步进为 1, 缺省 -200; \$V(0..2):VOX\$ on/off 0: off, 1: Squelch. VOX only, Squelch.line ignored, 2: Squelch.VOX or Squelch.line, 注意 2 只在 R3.5.6 以上固件版本可生效。可尝试将 -300 调整为 -400 后进行验证。

② 针对 4 Wire E&M 板卡的参数配置调整。

4 Wire E&M 板卡可通过每块板卡的相应参数进行配置。

“Physical components”→“Cabinets”找到相应的“4 Wire E&M”板卡→“Detail”→“VOX inputs”对相应的无线通信通道进行相关参数设置,如采用语音激活方式,则将“SQ”选项进行勾选,并根据实际情况分别对 Threshold、Attcak Tmie、Decay Time 等三个参数进行配置。其中, Threshold 为语音激活门限值(范围 -30 ~ 0 dB), 经验值为 -15dB; Attcak Tmie 为当接收语音信号电平值大于激活门限值后保持多长时间后对无线通信接收通道进行激活,并产生 VOX 静噪,设置范围为 0 ~ 1000 ms, 经验值为 50 ms; Decay Time 为当接收语音信号电平值小于激活门限值持续多长时间后关闭激活,设置范围为 0 ~ 10 000 ms, 经验值为 1500 ms。可尝试将 Threshold 及 Attcak Tmie 两个参数适当调小。

(2) 对于仅个别甚高频台站接收语音存在吞字情况时,可通过调整硬件板卡参数来解决。

① 针对 3*Radio 无线板卡的个别无线通道硬件板卡参数调整:

“Physical components”→“Cabinets”找到相应的“3*Radio”板卡→“Detail”→“Init String”配置项中对相应无线通道进行配置,配置方法与全局变量配置方法一样。

② 针对 4 Wire E&M 板卡的个别无线通道参数调整:

出现接收语音吞字情况下,除修改 Threshold、Attcak Tmie、Decay Time 等相关参数外,还可进行更进一步的参数调整。调整方法:“Physical components”→“Cabinets”找到相应的“4 Wire E&M”板卡→“Detail”→“-Circuit 1 Init String/ Circuit 2 Init String”进行配置,配置格式为 \$Y:<in>:<sq>:<out>:<ptt>\$, 如经验值为 \$Y500:0:500:0\$ 表示接收语音延迟时间参数为 500 ms, SQ 信号延迟时间参数为 0, 输出语音延迟时间参数为 500 ms, PTT 信号延迟

时间为 0, 各运行现场结合实际情况对接收语音延迟参数进行调整。

4 结语

从 SCHMID 主备内话系统的接收话音现象上来看,两套系统虽然都是接收话音吞字的问题,但从两套系统对于接收信号的工作原理上进行分析,产生接收话音吞字的原因却又截然不同。基于不同激活方式下出现的相同问题,结合工作经验,总结了两种不同的语音通信交换系统吞字问题的解决方案,并在实际应用中得到验证。民航空管设备正朝着国产化的发展趋势前行,未来,语音通信交换系统也必将由进口设备转为国产系统。根据民航行业标准对该系统的技术要求,无论是进口系统,还是国产设备,实现最佳信号选择的过程虽然会有不同的方式,但语音交换技术的基本原理都大体相似,本文为通导设备维护人员提供一种处理接收语音吞字问题的思路,以期为他们的实际工作提供有价值的参考。

参考文献:

- [1] 中国民用航空局.民用航空空中交通管制语音通信交换系统技术要求:MH/T 4027-2019[S].北京:中国民航出版社,2019.
- [2] 王兴林.SCHMID 内话系统最佳信号选择的应用研究[J].电声技术,2022,46(5):36-38+47.
- [3] 李自义.快速傅里叶变换在 SCHMID 内话系统中的应用[J].民航科技,2011(3):93-95.
- [4] 尹美军,寇巧玲.浅析 E1/T1 在施密德内话中的应用[J].民航科技,2011(4):69-71.
- [5] 陈坤豪.Schmid 内话甚高频信号电平值测试方法与分析[J].电脑知识与技术,2018,14(6):12-13.
- [6] 中国民用航空局.民用航空空中交通管制服务地空通信设备配置 第 1 部分:语音通信 MH/T4028.1-2021[S].北京:中国民航出版社,2021.

【作者简介】

杨勇(1987—),男,云南临沧人,本科,通信导航监视工程师,研究方向:民航地空通信系统、航管信息系统。

(收稿日期:2024-06-07)