

# 网管技术在剧院扩声系统中的设计与实现

## Design and Accomplish on Network Manage Technology in Theater Audio System

李庆伟 刘玉贵 杨学良 唐峰 (中国科学院研究生院 北京 100039)

**摘要:**本文讨论利用计算机网络技术对剧院扩声系统进行信号传输及对设备进行管理控制的问题,提出了一个剧院扩声系统网络管理控制设计方案。此方案综合了音频信号网络传输技术,功率放大器网络管理控制技术,无线传声器网络管理控制技术,降低了系统噪声及操作复杂程度,增强了系统功能。本文所提方案,已在北京海淀剧院大剧场扩声系统实现,取得了良好的效果。

**关键词:**音频 网络传输 功率放大器 网络管理

### 1 引言

随着计算机技术的飞速发展,音频领域数字化设备应运而生并渐趋成熟。将数字技术应用于现代剧院扩声系统工程,可以有效解决传统扩声系统信号抗干扰能力差、传输距离短以及难以有效监控的问题,为音响系统工程人员开辟了全新的创造空间。

传统的剧院扩声系统如图1所示。在舞台与声控室及声控室与功放机房之间要传输大量的音频信号,剧院中同时也采用了大型的灯光系统和复杂的舞台机械系统,使用普通音频电缆容易受到射频与工频的干扰,远距离的线路衰减也是一个不容忽视的问题。

剧院扩声系统一般具有两个机房——声控室及功放机房。所有小信号的控制设备均放置在声控室,为了降低长距离音箱线缆传输大信号对声音音色、音质的影响,一般会将功率放大器统一放置在舞台台口处的功放机房。这就需要在功放机房配置工作人员,监控功放状态,并随时与声控室的调音师保持联系。调音师不能直接快速地监控功放设备。

现代扩声系统通常会使用大量的无线传声器,每一台设备的电池电量、信号强弱、工作频率等状态都会直接影响到演出的效果。传统系统靠调音师不断拿起传声器手工对各种参数进行监控,工作效率低,容易出现差错或遗漏。

我国扩声系统工程设计还处于发展阶段,虽然使用了一些数字设备(如内部集成了电子分频、均衡、压

缩、限幅等功能的数字系统控制器)在中间处理设备环节可以提高声音处理的质量,但是不能消除系统中的传输噪声,更不能实现设备的远距离网络监控。

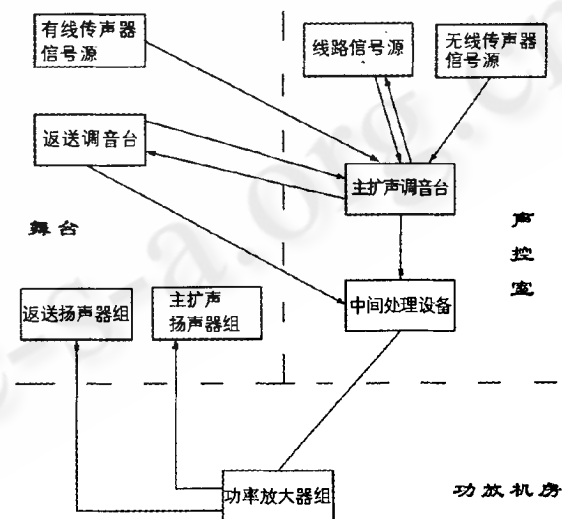


图1 传统剧院扩声系统流程图

本文着重研究了网管技术在剧院扩声中的实现问题,提出了一个采用计算机网络技术进行信号传输及设备管理的剧院扩声系统设计方案。设计实现了通过网络实时传输音频信号、远程监视及控制功放、无线传声器等音频设备,此方案已在海淀剧院大剧场实现,

具有较好的推广价值。

## 2 扩声系统网络管理控制总体方案

为了解决上述传输及监控的问题,我们设计了一个扩声系统网络管理控制方案,如图 2 所示。此方案设计本着以下原则:① 先进性、灵活性、简便性;② 易用性、可维护性、扩充性。为此,系统采用了全数字方式传输音频信号,并且充分利用了网络管理技术的优

一管理,全面监视、控制无线传声器的各种参数。

## 3 扩声系统网络管理控制方案的实现

本方案分别采用音频信号网络传输系统解决信号传输所遇到的各种问题;采用功放网络管理系统解决功率放大器远程监控、管理的问题;采用无线传声器网络管理系统对无线传声器统一管理。下面将对这些子系统进行介绍。

### 3.1 音频信号网络传输

由于以太网是当前组建局域网的主流技术,使用以太网技术传输音频信号具有明显的优势和良好的前景。但是,由于以太网使用 CSMA/CD 机制解决共享信道冲突的问题,CSMA/CD 的争用/重发机制不能适应传输音频数据流这种实时数据,某些通道的声音可能因为“抢”不到发送的机会而出现声音断续的情况。

为在以太网上传输实时多媒体,IEEE-802.12 规定的 100VG-AnyLAN 使用优先级需求访问方法来控制交换式集线器的接收,使介质访问等待时间限定在一定数值之内,它适合于变码率多媒体传输。本文实现的音频网络传输设备应用了另一种技术,称为 CobraNet,这种技术用于传输恒定码率的非

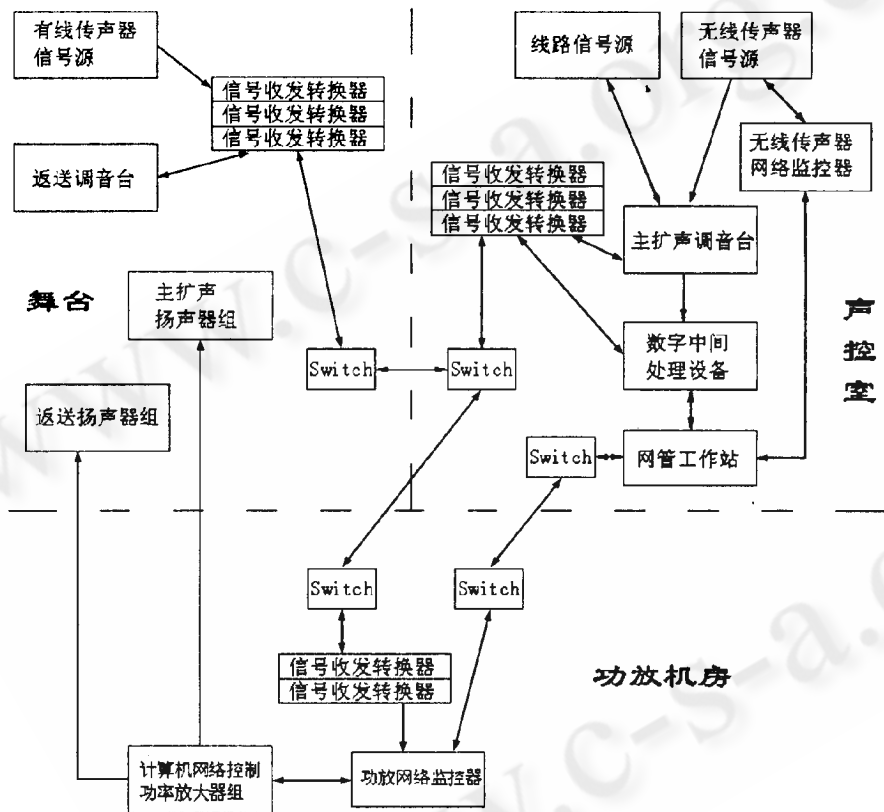


图 2 剧院扩声系统网络管理控制流程图

压性。图中,信号收发转换器具有数模/模数转换、以太网打包及数据传输控制功能,信号经转换后通过以太网在舞台及各个机房间传输。功放网络监控器可以收集数控功放内部传感器发出的信号并打包传送到工作站上,在工作站上设计了网管监控软件对功率放大器实行远程监控、管理。使用无线传声器网络监控器接收无线传声器接收机发送的各种参数并通过 RS-232 接口发送到工作站上,控制软件对无线传声器统

压缩 PCM 音频流。它不使用 CSMA/CD,而是使用一个称作 Conductor 的“裁判”来解决信道的争用问题,为此将 MAC 报头第 13、14 帧的内容改为 X88-19 作为标识,网卡收到这种标识的数据包将不再向高层传输,而会被直接送往 CobraNet 同步解码器。在同步解码器中识别的 CobraNet 数据包,根据 CobraNet 的报头信息协议处理以下三种类型的数据包:节拍数据包、预约数据包和音频数据包,三种数据包的结构见图 3。

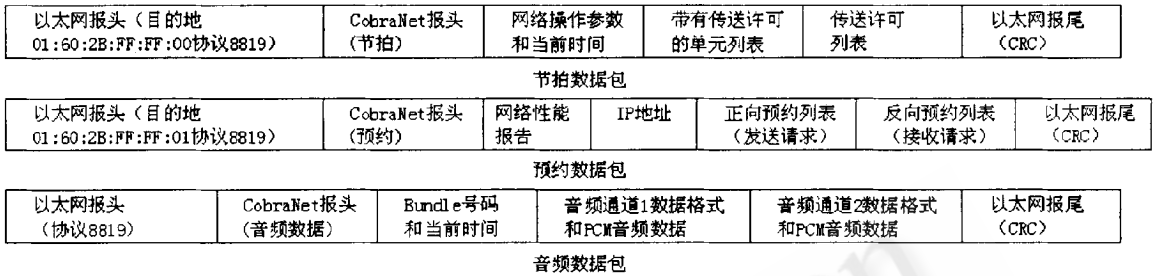


图 3 节拍数据包、预约数据包、音频数据包结构

系统中的所有 CobraNet 设备都预先固化好了 Conductor 优先级,在连接到系统中以后,它们都会自动向网络上的其它 CobraNet 设备通报自己的优先级,经过比较以后,优先级最大的一台设备就成为 Conductor。

节拍数据包是由网络中唯一的 Conductor 发出的,长约 100 字节,每秒钟发送 750 次,目的是在整个网络中建立同步时钟,指定某一时刻谁可以发送、谁可以接收,下个允许发送的设备是谁等等。Conductor 提供网络的主时钟,时钟同步是通过节拍数据包传递到达时间和时间戳完成的。节拍数据包含有多点传送地址,网络上的所有参与者在接收到节拍数据包后调整自己的本地时钟。Conductor 判断网络带宽资源,如果 CobraNet 设备想发送数据到网络上,它将提出一个保留请求到 Conductor,Conductor 通过增加一个许可条目来批准请求,如果网络带宽不够,请求将被拒绝。节拍数据包中的许可列表指出哪一台设备被允许向网络传送数据。

预约数据包是网络内所有的 CobraNet 设备向外定期(一秒一次)发送的组播数据包,包长 100 字节,总共约占 10K 左右的带宽。它的作用是:定期向 Conductor 发送预约发送或接收请求,并等待批准;定期向网络公布自己的 CobraNet 优先级和 IP 地址。“正向预约”请求 Conductor 的传送许可,“反向预约”请求列举需要接收的设备列表。“反向预约”请求被定向地发送到提出申请潜在的发送者。

音频数据包的数据量在 CobraNet 数据中占了绝大多数,它承载非压缩的 PCM 音频数据,CobraNet 的基本信号传输单元 Bundle 以 8 个音频通道为一个数据包,每个 Bundle 的实际数据流接近 9Mbit/s,其中有

8M 带宽用于传输音频数据。一个音频数据包包含了 1280 字节的数据,所含的音频信息长度为大约 10ms。

建立一个数字音频传输网络系统至少需要两台信号收发转换器,一台作为发送设备,另一台作为接收设备。根据剧院扩声的具体情况,我们认为应当在音控室主扩声调音台附近、舞台现场扩声调音台附近以及功放机房附近使用信号收发转换器,这样系统就可以将处理好的音频信号以数字形式传输。由于采用了不同的管理机制,使用 CobraNet 的网络中不能加入其他类型的网络设备——使用 CSMA/CD 协议的网卡,否则,电脑网络设备就会在总线上与 CobraNet 数据包发生冲突,导致数据丢失或连接中断。

### 3.2 功率放大器网络管理控制

在系统设计中,我们采用了基于以太网技术的控制系统对功放进行网络监控和管理。其组成如图 4 所示。

在数字控制功率放大器内部安装了温度、电压、阻抗等多种传感器,按标准接口向功放网络监控器传送功放内部传感器发出的信号。功放内部还安装了继电器模块,以便计算机远程控制数控功放开、关机。

功放网络监控器是一个连接网管工作站和数控功放的设备,具有监控、监听和自动控制功能。它可以收集数控功放内部传感器发出的信号并打包传送到远程工作站上,可以设定继电器状态以控制功放待机或启动。运行于工作站上的软件发出的指令可以储存在功放网络监控器内部,一旦功放的某些参数达到预设指标,监控器会自动做出反应。根据功放网络控制系统的特性及剧院扩声系统功放数量、通路的需求,可以在剧院扩声系统中使用多台功放网络监控器,以分别监控左、中、右、返送、拉声像、台唇补声、监听等各个声道

数控功放的运行状态。

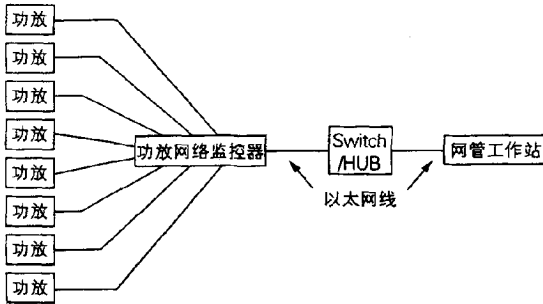


图 4 功放网络监控系统结构图

功放网络监控系统使用标准以太网传送数据和操作命令,由于 CobraNet 在数据链路层抑制了 CSMA/CD 机制,因此功放网络监控系统与音频网络传输系统必须使用不同的 Switch 或 HUB 才能避免数据包发生冲突。

网管工作站是安装了网管监控软件的一台普通 PC 机。功放网络监控系统的关键是网管监控软件。本文实现的功放网络监控软件流程如图 5 所示,它主要具有以下功能。

直接播放辅助输入信号。可以保存多种预设,控制功放电源状态(开/待机)。

(4) 远程设置功放参数。增益控制设定、立体声、并行或桥接模式设定等。

(5) 控制软件提供了事件日志,允许用户了解系统已经发生的一些事件如。功放削波、保护、扬声器断路及短路等事件,这些文本文件将会成为未来应用的参考。当发生值得关注的事件时,软件将会自动跳出提示画面。功放监控软件操作界面如图 6 所示。

### 3.3 无线传声器网络管理

使用图 7 所示的系统可以实现对各种 UHF 频率无线传声器进行远程网络监控。网管工作站通过与一台或多台无线传声器网络监控器连接来监控无线传声器,实现远距离监听、遥控多台传声器接收机。这对技术人员同时现场管理维护多台无线传声器,及时发现问题非常有用。

工作站通过 RS-232 接口连接到无线传声器网络监控器上,网络监控器通过专用电缆与各个传声器接收机连接,以接收无线传声器的状态、参数。网管工作站软件实现数据收集、译码、显示和监控功能。

本文实现的系统具有如下特点:

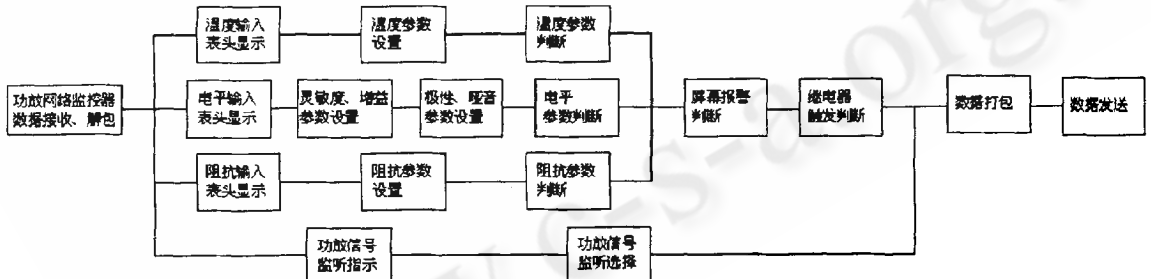


图 5 功放网络监控软件流程图

(1) 监测功能。可以监测数控功放增益前及增益后的电平表、输入电压、当前功率;可以监测功放状态:削波、保护及操作温度;通路状态:平均通路阻抗、通路状态、断路状态;功放电源状态(开/待机)。

(2) 参数调节功能。可以调节:输入增益的灵敏度、功放的输入电平、信号相位、以及为了检测扬声器通路、断路状态而设定的参数。

(3) 当出现紧急状态时,可以切断各个通道信号,

(1) 可以同时遥控多台传声器接收机。全面监视和控制所有重要的系统参数,如:发射机射频信号电平监测、音频电平监测、频率监测及控制功能,无线发射机电池电量显示。

(2) 独特的 RF 绘图和扫频功能。测量射频信号强度,在工作区域中识别死点。

(3) 场景设置和补充保护,即刻调用多个接收机设置的功能。

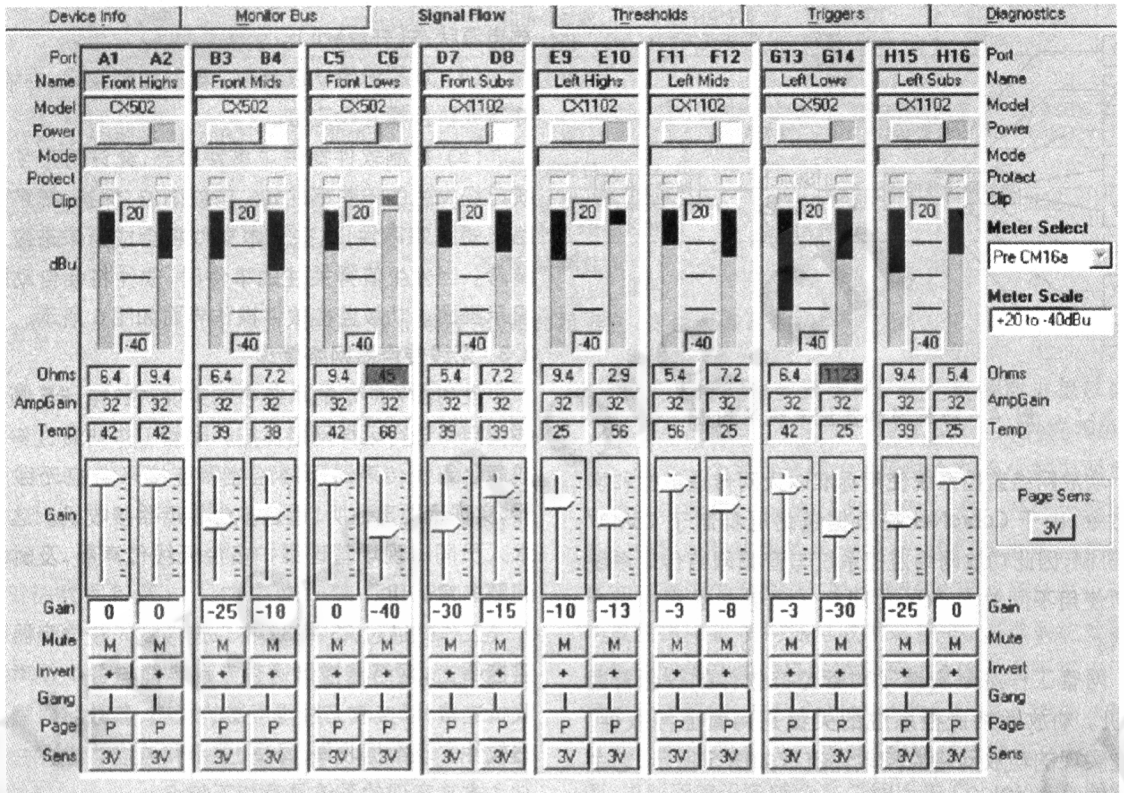


图 6 功放监控软件操作界面

(4) 遥控锁定/解锁功能以及密码保护功能。



图 7 无线传声器网络管理系统结构图

### 4 结束语

在剧院扩声系统网络管理控制方案的设计中,通过综合应用音频信号传输网络系统、功率放大器网络管理系统、无线传声器网络管理系统等网络系统技术,提升了扩声系统的档次,降低了系统噪声及操作

复杂程度,并且提供了多种灵活强大的监测控制工具,增强了系统功能,为扩声系统各种复杂应用打下了良好的基础。利用这套扩声系统网络管理控制方案,我们设计了北京海淀剧院大剧场扩声系统,在国内率先实现了这种数字音频解决方案,构建了大规模的数字音频传输及控制系统。经过分调、系统联调、验收及试运行各个阶段,目前整个系统已稳定正式运行一年多时间,通过了长时间频繁使用的考验,得到了各方的好评。

### 参考文献

- 1 <http://www.peackaudio.com>
- 2 李志雄, 音频信号传输的数字化研讨, [J], 电声技术, 2003. 9.
- 3 <http://www.qscaudio.com>
- 4 兆翦, CobraNet 技术原理与应用, [J], 音响技术, 2004. 3.