

音响网络的

构建、传输与监控

YINXIANG WANGLUO DE GOUJIAN CHUANSHU YU JIANKONG

邹伟胜 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



音响网络的构建、 传输与监控

邹伟胜 编著



机械工业出版社

本书主要介绍当代音响网络的构建、音频信息传输、集中与分散控制、监测的手段和方法,利用音响网络(包括 EtherSoundNet、CobraNet、HiQnet 及 SymNet)通过网线(以太网缆线 CAT-5 以上系列或光纤)和标准的以太网交换机,接入相关音响设备,或接入传统的模拟音响设备,实现不同区域范围的音响传输与现场交流,其中包括大型实况转播、演播室音视频制作、近远程大小会议系统放音、多功能厅的扩声、宾馆饭店背景音乐放送、主题公园广播、远距离监听、商务中心联络、农贸市场与公众集散区播音、审判庭扩声和各种寻呼系统通信等。

本书通俗易懂,叙述层次分明,文图表格并茂,适合从事扩声技术及音响工程的高、中级工程技术设计人员阅读,也可供高等院校相关专业的本科生、研究生、教师参考。

图书在版编目(CIP)数据

音响网络的构建、传输与监控/邹伟胜编著. —北京:机械工业出版社, 2010. 8

ISBN 978-7-111-31196-6

I. ①音… II. ①邹… III. ①音频设备—基本知识 IV. ①TN912.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 133207 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:张俊红 责任编辑:宋 林

版式设计:张世琴 责任校对:纪 敬

封面设计:王伟光 责任印制:李 研

唐山丰电印务有限公司印刷

2010 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

169mm×239mm·15 印张·292 千字

0 001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-31196-6

定价:30.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010) 88361066

门户网: <http://www.cmpbook.com>

销售一部:(010) 68326294

销售二部:(010) 88379649

教材网: <http://www.cmpedu.com>

读者服务部:(010) 68993821

封面无防伪标均为盗版

前 言

当今世界科技发展迅速，信息传输频繁、多样、快捷、方便。利用网络进行信息传输已经成为普遍运用的方式，其中以网络实现远程及超远程音视频信息传输是当前信息传输的主流，包括有线网络和无线网络在内。现场实况广播、区域业务会议同步、异地同行经验交流、企业各部门业务往来、远程教育、远程医疗诊断与手术等都采用音视频网络。运用音频网络传输专业音响产生的信号，称为音响网络，是目前专业音响发展的重点之一，它的构建、传输及监控是本书介绍的内容。音响网络的发展必须与视频传输兼容考虑，这对简化网络构建、增大信息传输量、提高信息传输效率、实现远程手动或自动监控都是很重要的。

本书详细地介绍了目前世界上运营的四大类音响网络体系，其中包括法国 Digigram 公司推广使用的以太音响网（EtherSound Net）、美国 Peavey 等几家专业音响公司推广使用的科布拉网（CobraNet）、英国推广使用的优质音响网 HiQnet 和美国思美公司推广使用的思美网（SymNet）。本书对各个网络系统都列举了一些具体应用实例，供网络工程设计人员参考。这些网络系统各有所长，各具特色，而这些网络的共同点是网络系统构建简单、集中控制和分散操作相结合，近程使用和远程传输兼顾。目前，各网络系统正在朝着网络构建更简便、双向传输信息量更大、音频视频信息传输兼容更完美的方向发展。此外，音响网络终端声场分布、现场声压级测量、频谱特性、设备频率响应、设备的瞬态特性与时延等测试可以利用本书后面的智能型电声测量软件 SmaartLive，其测试精度并不低于价格昂贵的高档电声测量仪器测试的精度。

编 者

目 录

前言

第1章 以太网网络	1
1.1 以太网网络综述	1
1.2 以太网模块 ES - 100 的综合技术特性	5
1.3 以太网模块 ES - Giga 的传输技术	9
1.4 怎样构建以太网网络	12
1.4.1 以太网设备的各种类型	12
1.4.2 单向性、双向性的以太网设备	13
1.4.3 以太网使用的缆线	13
1.4.4 以太网连接器	16
1.4.5 交换机解决方案	17
1.4.6 以太网布局	18
1.5 通用以太网设备的应用	18
1.5.1 用于在剧场或音乐厅里巡回演出的实况转播	18
1.5.2 用于各种会议场合的寻呼系统	24
1.5.3 用于教堂、审判庭、集散地的系统	28
1.5.4 用于各种场所的背景音乐及相关的寻呼系统	30
1.5.5 音频网络终端机 NCX 的灵活应用	33
1.5.6 音响管理器软件的运用	36
1.5.7 以太网网络终端用的扬声器 ES - 100/Spkr	40
第2章 CobraNet 音响网络	42
2.1 CobraNet 音响网络技术概述	42
2.2 CobraNet 技术原理	44
2.3 CobraNet 音响网络路由器的设计	50
2.4 CobraNet 音频技术在上海国际赛车场公共广播系统的应用	53
2.5 音响网络用的矩阵控制系统——N8000 系统	56
2.6 CobraNet 音响网络常见问题解答	66
第3章 HiQnet 音响网络	72
3.1 HiQnet 音响网络概述	72
3.2 HiQnet 音响网络设备 BLU - 800 及其他相关的设备成员 BLU - 320、 BLU - 160、BLU - 120	75

3.3	新款式音响网络输出扩展箱 BLU - BOB1、BLU - BOB2	78
3.4	光纤媒体转换器 MC - 1	80
3.5	会议系统回声消除输入卡	82
3.6	如何连接 HiQnet 音响网络设备进行通信	83
第4章	SymNet 音响网络与音频矩阵	91
4.1	SymNet 音响网络概述	91
4.1.1	有关 SymNet 硬件	91
4.1.2	有关 SymNet Designer 设计软件	94
4.1.3	自适应遥控器	96
4.1.4	有关 SymNet 硬件部分的进一步说明	98
4.1.5	8 × 8、8in 和 8out 硬件	100
4.1.6	DigIO 12 × 12 DSP 硬件	102
4.1.7	本地链接的输出接口箱及科布拉链接器	105
4.2	SymNet 硬件部分	110
4.2.1	12 路输入接口箱、12 路输出接口箱和快捷组件箱	110
4.2.2	自适应遥控（分项与模块）	115
4.2.3	输入/输出控制器	121
4.3	SymNet 软件部分	125
4.3.1	思美网设计师（SymNet Designer）软件使用概述	125
4.3.2	思美网设计师软件的选单框——文档、编辑、视图和硬件选单框	132
4.3.3	思美网设计师软件的选单框——工具、视窗和帮助选单框	136
4.3.4	思美网设计师软件编辑框里的地点场所属性	139
4.3.5	关于工具选项中的控制屏管理器以及控制器管理器	144
4.3.6	关于工具选项中的预置管理器、事件管理器及用户管理器	148
4.3.7	关于思美网设计师软件中的工具库	151
4.4	音频矩阵实时控制	155
4.4.1	计算机控制	155
4.4.2	用外部设备呼叫预置	158
4.5	音频矩阵的密级	160
第5章	电声测量软件 SmaartLive 的应用	162
5.1	关于 SIA SmaartLive 电声测量软件	162
5.2	快速傅里叶变换	163
5.3	频谱的测量	172
5.3.1	频谱模式概述	172
5.3.2	实时频谱分析显示	174
5.3.3	摄谱	175
5.3.4	声压级记录的显示	176

5.3.5 外部设备的控制显示	177
5.3.6 测量参数	177
5.3.7 定时频谱测量或定时等效声级的测量	179
5.4 频谱测量数据的分析	182
5.4.1 基本的频谱分析	182
5.4.2 观察频谱的时间变化——摄谱	186
5.4.3 完成标准化测量	189
5.5 频率响应的测量	196
5.6 延迟和脉冲响应的测量	202
5.7 声压级的测量	205
5.7.1 声压级刻度	205
5.7.2 快捷简便的声压级刻度	206
5.7.3 信号电平/声压级的读出	207
5.8 外部设备的控制	207
5.9 基本测量实例	210
附录	223
参考文献	231

第 1 章 以太音响网络

1.1 以太音响网络综述

法国 Digigram 公司率先把以太音响 (EtherSound) 产品和服务通过以太网传输的技术推广到整个专业音响领域中去, 其中包括音响设备生产厂家、音响系统组装厂家、音响系统租赁/经营业、广播业界、影视工程界、录音棚以及需要传送实时数字音频信息的其他任何地方。标准的以太网部件是以太音响网络的基础, 以太音响也能运用已有的以太网基层结构在虚拟局域网 (VLAN) 中运作。以太音响产品完全依照美国电气电子工程师学会 (IEEE) 提出的以太网标准 IEEE 802.3x, 运用独创的现场可程序门阵列 (FPGA) 结构, 持续不断地影响以太网开发商 (如 Cisco、HP、3Com 等) 扩大投资。这种阵列构件推动了新产品和设备的涌现和现有产品的改制, 使之带有可下载固化软件的产品设备, 替代采用新的专用集成电路必须进行字长设计、测试以及花费装配周期带来的不便。并且以太音响授权方与终端用户随时准备采纳高科技研发投资带来的一切先进技术, 将有效带宽从 100Mbit/s 扩展到高于 1Gbit/s。当前, 以太音响依靠 ES-100 音频传输技术和 ES-Giga 系统传输技术, 这两者保持着世界领先的地位。以太音响拥有下述一些特点:

1. 具有开放式控制机构

长期以来, 系统控制和监视都组装在封闭的机架里, 然而以太音响却给用户提供选择想要的网络产品以及怎样控制网络设备的自由, 如图 1-1 所示。它也包括设备控制协议和可扩展的应用编程接口, 以太音响的软件开发工具包 (SDK) 简化了产品规定的平台 (控制协议的) 指令设计, 以单一接口方式去控制诸多生产厂家生产的产品设备。

2. 以太音响也是现场的实时音响

在较小型的集会场合, 便携式系统业主或操作者往往需要实现行之有效的、低廉的数字网络。对于这些应用来说, 待机时间要求察觉不出来。在演播室或竞技场里预录的节目从控制室发出, 到达扬声器和听众耳朵有其本身的时间延时, 但是当实际演出舞台设立在同一集会场地一边时, 表演者与听众是在实时听音, 如果音响网络将声信号延迟超过听阈, 那就变成不可取了。以太音响从专业应用角度出发, 把缩小待机时间作为关键的设计要求, 没有其他协议能提供如此少的

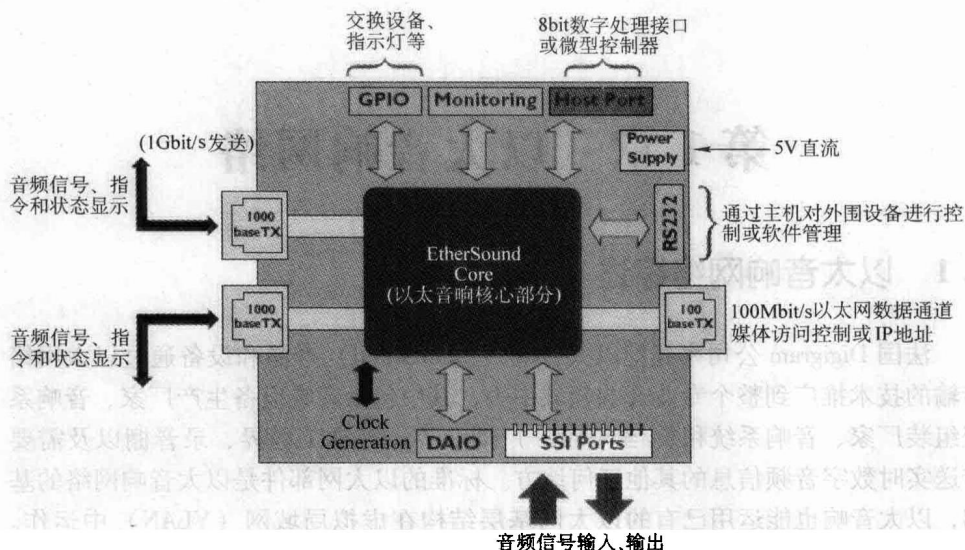


图 1-1 以太音响网络开放式控制机制

待机时间，且又具有高通道数和采样率。在以太音响 ES - 100 音频传输网输入与输出之间，利用 48kHz 采样率，那么终端对终端发送的时间仅为 5 个采样期，即 $104\mu\text{s}$ ，如图 1-2 所示。以太音响的待机时间与发送通道数无关。网络输入与网络输出之间每种设备都会引入待机时间，但是任一菊花链以太音响模块增加待机时间一般均小于 $1.4\mu\text{s}$ ，而开关切换待机时间为 $2 \sim 20\mu\text{s}$ 。即使运用复杂的以太音响 ES - Giga (1Gbit/s) 系统传输网络，运行时网络待机时间也小于 0.5ms ，远低于监听人的听阈。在一种配置有传声器、扬声器和其他模拟音响设备的系统中，对整个系统待机时间影响最大的是模/数和数/模转换器。

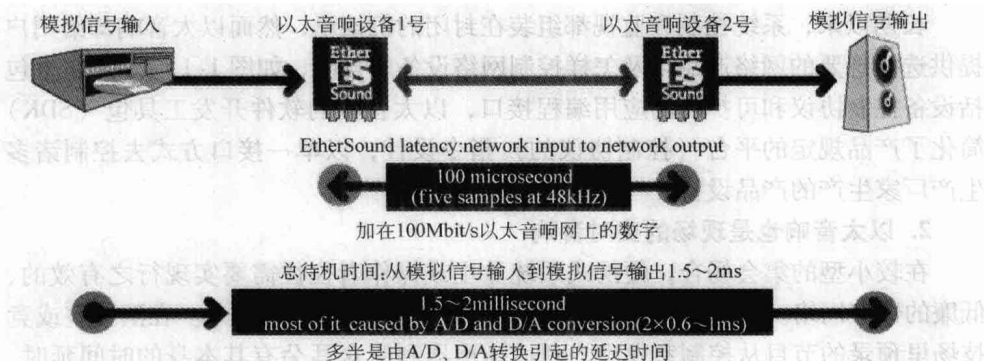


图 1-2 以太音响网络上传输的待机时间

3. 应用简单易行

以太音响目前为各类应用系列提供了两种技术，这两种技术都使用标准以太

网部件：CAT-5E 或 CAT-6 电缆、光纤、交换机、媒体转换器等。硬件规定的传输媒体访问控制（MAC）地址使每一网络节点均能在网上给予识别。通用的以太网交换机仍能适应网络的特殊应用的设计；媒体转换器和光纤能将网络信息传送距离扩展超过 100m。以太音响安装、构建及操作比模拟系统简单，性价比更高。

以太音响 ES-100 传输网络能驱动 24bit、48kHz 采样率、64 个通道双向数字音频信号，加上控制数据和监视数据，并能带动无数的分散的设备，调试容易快捷。利用通用的以太网硬件可构建 100Mbit/s 网络或在已有的 Gigabit 板块之后虚拟的局域网里运行 ES-100。以太音响 ES-Giga 系统传输网络利用 1Gbit/s 的专用网发送 24bit、48kHz 采样率、512 通道的脉冲编码调制（PCM）音频信号，加上 100Mbit/s 的 IP 地址控制和监视数据。

以太音响能为各种各样的专业扩声系统提供优化解决方案，例如在便携式扩声系统、固定安装的扩声系统、高档公寓音响系统、广播系统以及公众通信系统等方面均能实施优化。

4. 构建灵活方便

以太音响能接纳各种混合的采样率，96kHz 采样率的音频信息流运用了两个以太网通道，而 192kHz 采样率的音频信息流却占用 4 个以太音响网络通道。在这些有效总通道数内可以任意组合。

布局灵活、信息畅通是以太音响网络最突出的优点。以太音响网络代替了传统的点对点的连接，它具有设计简单、安装容易、维护方便的特点。它可以连接成默认接收的环路（见图 1-3），也可以连接成菊花链、星形链或两者的组合链，如图 1-4 所示。在双向接收的菊花链中各个通道上所有连接的设备都是有效的。在星形链结构中，所有通道均对输入设备的下游设备有效。各个设备组建的系统与控制每个网络节点上都能充分发挥作用。

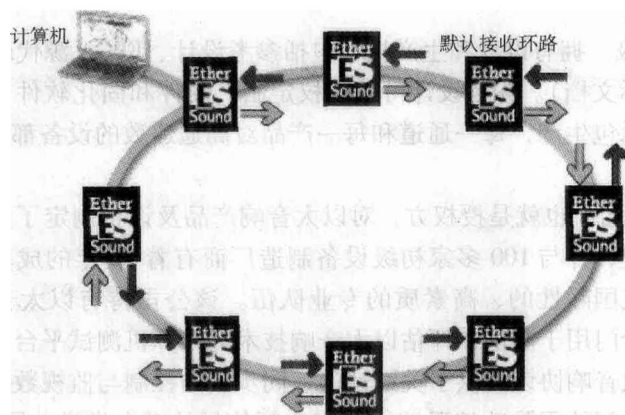


图 1-3 采用以太音响设备的连接环路

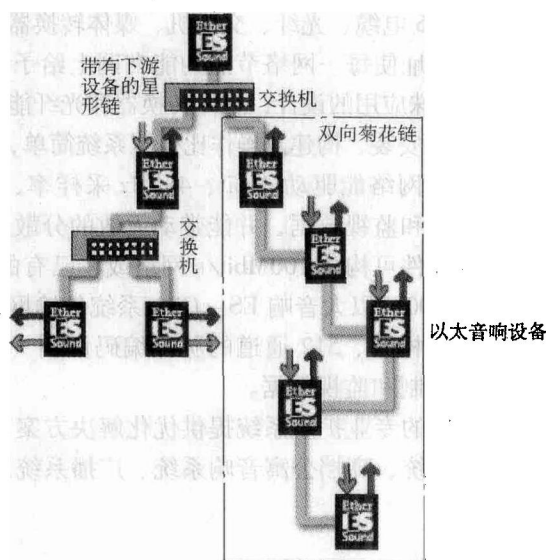


图 1-4 以太网音响设备连接成菊花链或星形链

5. 以太网音响有 3 种特许授权级

每种特许授权级都包含有技术规范和完备的软件开发工具包。这 3 种授权级是：

(1) 参与级 在网络上使用带有以太网音响的产品及设备，安装有标准的或从 Digigram 公司、经过授权的经销商处定制的硬件。

(2) 领先级 仅拥有生产权，包含参考简图与用材清单、FPGA（现场可编程程序门阵列），两者可以由授权的经销商定制，硬件生产可以转包，构成二级合同。

(3) 研发级 拥有设计和生产权，包括参考设计、FPGA 源代码（带有以太网音响核心的目标文档）。参考设计可以授权定制，硬件和固化软件设计可以作为二级合同进行承包生产，每一通道和每一产品对高通道数的设备都应具有优秀的性能。

Digigram 公司，也就是授权方，对以太网音响产品及设备制定了上述 3 级审批程序，严格管理，并与 100 多家初级设备制造厂商有着 20 年的成功合作关系和经验，拥有一支国际性的、高素质的专业队伍。该公司持有以太网音响评估工具包，这是一种专门用于测试和评估以太网音响技术的计算机测试平台。

开放式以太网音响协议提供了关键性的、同步式的控制与监视数据的双向发送以及很短待机时间的用脉冲编码调制数字音频信号的双向发送，同时又与 IEEE 802.3x 以太网标准完全兼容。由于它是一种待机时间短、安装简易、操作灵活

的网络结构, 这给音响专业人员提供了开放式标准, 可以自由选择连接到数字音频网络上的设备, 并且能够完全控制。以太音响使众多销售网络的设计、安装、调试简化, 控制与音频数据能插入到网络的各个地方, 而且行之有效, 使诸多设备在网上可以自动识别。以太音响设备布局灵活, 能以单独或组合方式在以太网上分布, 包括: 点对点、菊花链、星形链、默认接受环形式。

ES - Giga 系统传输协议包括了 ES - 100 的所有功能, 还增加了单独的 100Mbit/s 的控制与监视数据流、传输控制协议/网际协议等, Gigabit 的以太网的宽带宽已经用来发送音频、视频信息流, 而且正在研发多媒体方面的应用, 开拓更多的应用途径。

1.2 以太音响模块 ES - 100 的综合技术特性

以太音响是 Digigram 公司持有的专利技术, 它能在标准的以太网上实现准确的、短待机时间的、同步的、多通道的双向脉冲编码调制音频传输和信息控制与监视。以太音响 ES - 100 设备部件是一种在网上信息流量可达 100Mbit/s 的部件, 在网上连接的设备之间能实现 48kHz、24bit、64 通道的脉冲编码调制音频信息双向传输和控制数据传输; 以太音响设备部件 ES - Giga 是一种在网上信息流量可达 1Gbit/s 的部件, 在网上连接的设备之间能实现 48kHz、24bit、256 通道的脉冲编码调制音频信息双向传输和控制数据传输。网上设备之间流通的全都是数据, 并载有专用的控制信息流, 包括像 IP 在内的以太网基本协议。从 2002 年开始, 100Mbit/s 的以太音响部件率先在以太网上运行。这种以太音响设备部件能提供多通道、极短待机时间的同步传输, 为网络连接设备实现了遥控, 并且可以采用标准的以太网交换机、媒体转换器等, 通过光纤传输, 扩大网络设备之间的距离。以太音响部件属于通用产品, 任何音频生产厂商可运用灵活多样的特许程序, 生产此类产品。

1. 与以太网 IEEE 802.3 兼容

以太音响技术是和美国电气电子工程师学会 (IEEE) 802.3x 标准兼容的, 而且运行在全双工可交换的快速以太网络上。它包括由 Digigram 公司研发的、建立在标准以太网 (IEEE 802.3) 数据链路层 (位于分层 2) 的专用网络协议 (位于分层 3), 所以, 它能适应多种属于以太网硬件的方案, 例如交换机、CAT - 5、CAT - 6、CAT - 7 电缆、媒体转换器、光纤等。以太音响帧幅 (帧元) 是通过专用局域网 (LAN) 传输的, 要求有效带宽 100Mbit/s 全双工传送。默认的连接是 100Base T, 用以太网标准电缆 CAT - 5, 接插件为 RJ45 进行连接。远距离传输一般用媒体转换器和光纤作为基本连接。以太音响设备把传统的供电电源与 IEEE 802.3 初始设备供电电源结合起来, 并留有供电冗余, 给先前的设备、

交换机或其他以太音响设备提供相同的供电特性。

2. 音频时钟

以太音响网络载有自身的时钟，网上设备是完全同步的，各种设备与主控设备同步。以太音响网络也能被外部时钟同步，例如时钟 AES11。主控设备产生的是 44.1kHz 或 48kHz 网络音频钟，运用自己的区域钟或外部钟实现同步，每一下游以太音响设备通过以太音响网驱动其时钟。常用内置锁相回路降低音频时钟的抖动，其相位随网络传播延时而改变。当要求跨接在几台设备的输入和输出端相位精确同步时，外部同步能局部地用于任一从机上。依照网络结构不同，可有 8 台设备保持相位一致。外部同步钟也能与主控设备保持同步。

3. Digigram 公司标准设计的待机时间

通常点对点的以太音响设备传输时间是 5 个采样周期（44.1kHz 或 48kHz 采样率），如果把 A/D、D/A 转换包括进去，待机时间约 1.5ms，待机时间主要源自转换器。在菊花链网络中每台以太音响设备增加待机时间小于 1.4 μ s，一般插入一台存储转发交换机会增加一个采样周期的待机时间（在 48kHz 采样率时约为 20 μ s）。

4. 音频格式与音频通道数

ES-100 以太音响设备部件在技术上支持采样率为 44.1kHz 或 48kHz、24bit 的脉码调制音频信号，ES-100 设备部件构成的网络也能运行采样率为 96kHz 或 192kHz 的、同步的音频信息流。可以运行如下组合方式的通道信息流：

- 1) 在 48kHz 上的 64 通道音频信息流。
- 2) 在 48kHz 上的 62 通道音频信息流和在 96kHz 上的一个通道的音频信息流。
- 3) 在 48kHz 上的 60 通道的音频信息流和在 192kHz 上的一个通道的音频信息流。
- 4) 在 48kHz 上的 48 通道音频信息流和在 96kHz 上的 8 通道的音频信息流。
- 5) 在 48kHz 上的 32 通道的音频信息流和在 96kHz 上的 16 通道的音频信息流。
- 6) 在 96kHz 上的 32 通道的音频信息流。
- 7) 在 48kHz 上的 32 通道的音频信息流和在 192kHz 上的 8 通道的音频信息流。
- 8) 在 192kHz 上的 16 通道的音频信息流。

5. 网络结构

(1) 运用以太音响设备部件构成双向的、高速的、高效率的连接 这种连接是在两台音响设备之间构建一座快速、高效的桥梁。主机把音频数据写入信息流中，由另一台从机设备读出；而该设备依次将音频数据写入数据流中，由主机

读出。在这种结构中，在两个方向都是 64 通道、采样率为 48kHz、24bit 的音频流通信息，组成 128 通道的连接，如图 1-5 所示。

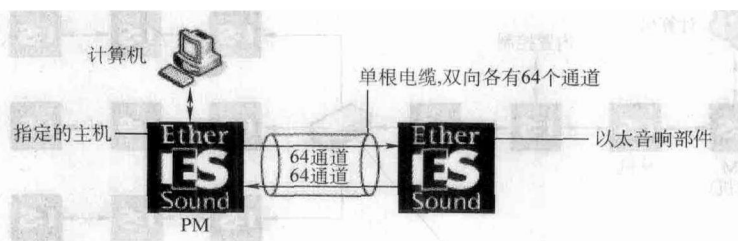


图 1-5 两台设备间以太音响的传输

(2) 菊花链布局结构 菊花链布局结构是最简便的连接布局结构，多台以太音响设备进行串接，每台设备串接在网络两端上，调试容易。菊花链布局不必增加硬件设备便可以创建成以太音响网络。以太音响的双向音频流形成音频总线，音频信息能插入到任一地方，而且在任何地方都行之有效。第一台设备为主机，其他设备称为从机，如图 1-6 所示。

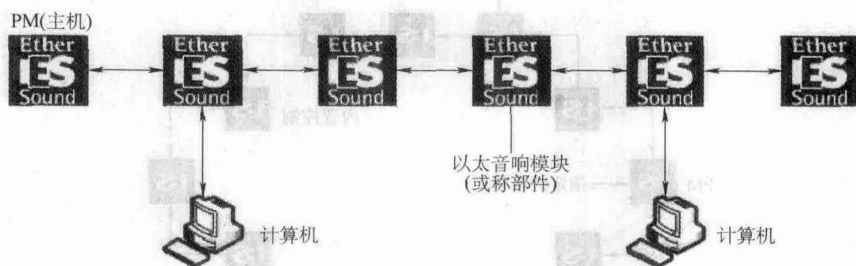


图 1-6 任意进行菊花链式的网络布局

(3) 星形链布局结构 星形链布局结构是常用的网络布局结构，其要求配接交换机，但严禁使用网络集线器 (Hub)，完全遵从 IEEE 802.3 标准。以太音响支持管理级和非管理级的交换机，但只支持单向音频传输，如图 1-7 所示。插在每一菊花链的音频数据只对于那些位于下游的设备有效。

(4) 环形布局结构 环形布局结构可作为进一步提高可靠性而选用的布局方案，这种布局结构大大扩展了菊花链布局，这一结构中最后一台设备连接到第一台设备上。主机由网络管理者指定，如图 1-8 所示。当电缆出现故障时，故障电缆之后的第一台设备自动切换成主机，进行运作，网络仍维持正常功能，无音频通道丢失。当设备出现故障时，网络会采用复原机制，但是很显然，连接到故障设备上的音频信息会丢失。

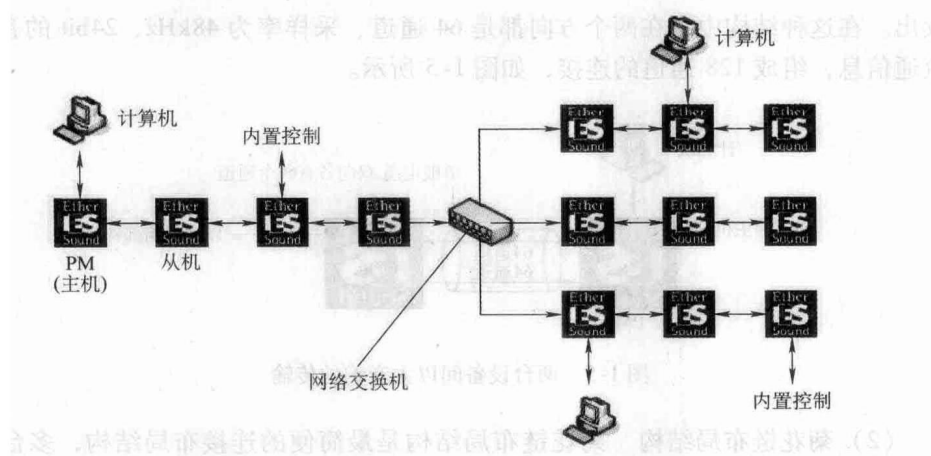


图 1-7 星形链网络布局（在交换机前菊花链中插入的音频数据只对下游的设备有效）

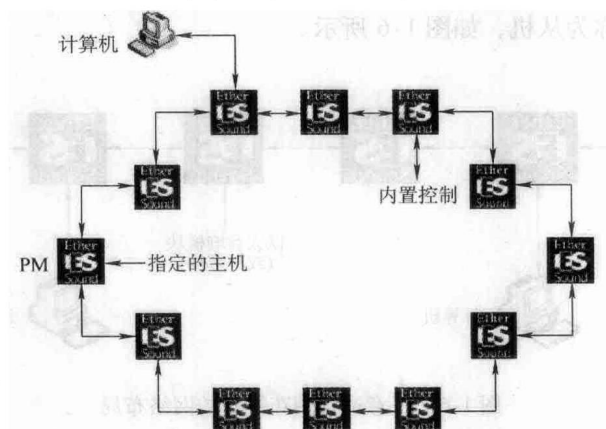


图 1-8 环形网络布局（最后的以太音响设备连接到第一个设备上）

6. 控制以太音响设备

利用以太音响设备内部寄存器的读写功能来控制以太音响设备。在这些寄存器中有的储备有控制技法，如设备识别、运行模式、音频流通及网络差错检测等。而另外一些寄存器则由产品生产厂商自行设定某些特性，例如增益、VU - 表头、效果参数等。这些内部寄存器可以存取在以太音响设备上的内置应用，包括 DSP、微控制器、FPGA 等；也可以运用连接以太音响设备的计算机，通过软件进行访问。如果需要，还可以采用多重控制去管理网络。写入指令的最大比特率是 768 kbit/s。

1) 内置控制：内置应用与以太音响的内部寄存器之间的主机接口由产品生

产厂商负责定做。

2) 计算机控制：计算机通过第三种以太网端口去访问以太音响设备的寄存器或其他与之相连的以太音响设备寄存器。Digigram 公司提供了一种微软计算机用的软件开发工具包 (SDK)，供计算机控制、应用开发之用。由于这种应用程序接口 (API) 能给下属网络提供一个大范围的想象空间，所以可不必具备网络协议方面的知识。

7. 以太音响技术评估

以太音响评估板是用于以太音响技术的评估和设备测试的平台，每一以太音响评估工具包内包含有两块以太音响评估板、测试软件以及说明书，帮助调试、测试小区域里的以太音响状况，如图 1-9 所示。评估板备有各种各样的接口，为评估、测量以太音响技术提供了广阔的空间。



图 1-9 Digigram 公司提供的以太音响评估板与测试的工具包

1.3 以太音响模块 ES - Giga 的传输技术

1. ES - Giga 模块的主要特性

1) ES - Giga 模块完全符合以太网使用的 IEEE 802.3x 标准，使用的组件是标准的第 1 层、第 2 层以太网组件（电缆、光纤、交换机、媒体转换器等）。

2) 带宽要求为采用 1Gbit/s (10^9 bit/s) 专用以太网，运行在千兆比特虚拟局域网网上。

3) 音频格式为 24bit 脉冲编码调制 (PCM)。

4) 采样频率为 44.1kHz/48kHz，或其倍频/分频（如 88.2kHz/96kHz/24kHz 等）。

5) 每根 1Gbit/s 电缆网线通道数单方向可达 256 个通道 (若采用网络局部“覆盖”(overwriting)通道方法,每一系统总通道数可超过 512 个)。

6) 网络结构形式采用菊花链、星形链或两者的任意组合,各个通道之间彼此独立。在双向菊花链中,所有通道对各个网络节点均有效。在星形链结构中,所有通道对下游输入的各个网络节点都有效。菊花链可以环接返回,以防止故障操作。

7) 网络上所有设备都可以用网络上第一台的音频时钟同步,并且可以运用分布式时钟进行相位复原。

8) 网络时延(待机时间,从同步串行接口输入到同步串行接口输出所需的时间): $104\mu\text{s}$,即相当于采样率为 48kHz 的 5 个采样间隔,并与通道数无关。

9) 每个菊花链连接设备的额外时延:低于 $1.4\mu\text{s}$ 。

10) 以太音响 EtherSound 具有高准确性,任意两个网络节点之间的时延及相位差很容易算出。

11) 相连设备之间计算以太网协议(例如 TCP/IP)的数据流量是以设备遥控和传输通信量为依据的,算得的数据流量可达 100Mbit/s。

12) 内嵌与厂商无关的设备遥控/区域控制指令集。

13) 内嵌与厂商无关的控制和监视协议,用来实现通用接口输入输出(GPIO)管理、RS232 管理、通道路由、固件升级。

14) 不管产品由哪家制造商生产,所有产品均能在同一网络上以统一系统的方式运行,互换音频、视频及控制信息。

15) 可以增添一些与厂商相关的先进功能。

16) 通过主机端口利用微控制器控制系统,实现本地控制。

17) 电脑控制程序的开发是利用软件开发工具包(SDK)进行开发,工具包中包含有多厂商支持的、应用程序设计接口(API)的抽象层。

18) 控制应用程序的生成器具备多厂商支持特性。

2. 无缝的产品集成

通过灵活方便的授权与交付选项方式,使产品集成变得极其容易,其技术规范 and 基准设计十分准确、明晰,硬件制作并不困难。另外,借助 FPGA 可以实现高度定制化生产。Digigram 公司和 EtherSound 模块制造商能提供各种音频模块(TDM 等等)和控制接口库(如主机端口、GPIO、RS232、MIDI 等),使产品完美搭配,无缝集成,材料优化,成本节省。由于有 FPGA 为基础,使得一些与以太音响 EtherSound 模块无关的功能也同样可以集成到同一 FPGA 里,从而进一步降低了产品的成本。Digigram 公司授权以太音响 EtherSound 模块生产厂商,可以走产品无缝集成捷径,该公司也是 FPGA 固件定制的合作者。EtherSound ES - Giga 的各种接口实现方案如图 1-10 所示。