

# 首钢篮球中心体育馆扩声系统

·系统设计·

邓国安, 肖和祥

(北京建国路 88 号, 北京 100022)

## 1 系统设计

首钢篮球中心体育馆最大平面面积约 6 300 m<sup>2</sup>, 高约 25 m。馆内空间(除去观众席)在 80 000 m<sup>3</sup> 以上。在这样的空间内, 主音箱组吊装在距篮球场地约 16~18 m 处, 音箱到最远的观众席约有 49 m。理想条件下, 根据声压级(SPL)随距离增加而减少的关系(见表 1), 以及声压级随输出功率增加而增加的关系(见表 2), 可计算出距声源 49 m 处直达声的声压级将衰减 33 dB。如果要使最远的观众能听到 102 dB 声压级的声音, 单只音箱的最大 SPL 不得低于 135 dB。

表 1 声压级随距离增加而减少(相对于 1 m, 圆形辐射)

m	1	2	3	4	6	8	10	16	25	32	50	64
dB	0	6	10	12	16	18	20	24	28	30	34	36

表 2 声压级随输出功率增加而增加  
(相对于 1 W, 圆形辐射)

W	1	2	4	8	16	32	64	128	150	256	300	600
dB	0	3	6	9	12	15	18	21	22	24	25	28

主音箱组由排列成环行的 6 只 CODA BMS TT340 型长射程中高频音箱构成, 再配 3 只 CODA BMS SW18 超低音音箱, 组成主音箱阵列。

TT340 音箱是 CODA BMS 的高品质新技术产品, 它的高频单元 2 in 高功率同轴压缩驱动器(BMS 4590)是专利产品。这种驱动器的核心技术是在一个同轴压缩驱动器里有 2 个子驱动器, 每个子驱动器覆盖一段较窄的频段范围。这种分段驱动结构, 可使驱动器功率容量增加, 因而提高了动态范围, 降低了失真。

TT340 音箱的主要技术特性是, 灵敏度为 112 dB (1W/1 m), 频率响应为 140 Hz~21 kHz, 水平指向性覆盖 60°, 垂直覆盖 30°, 最大声压级 141 dB。SW18 超低音音箱的灵敏度为 98 dB (1W/1 m), 频率响应为 38~200 Hz, 最大声压级为 132 dB。

设计时, 采用 EASE 音响工程设计软件, 仔细调整各中高频音箱的覆盖角度, 使它们分别准确地辐射到各自的覆盖区, 最后使整个听众席的声场达到均匀分布, 且有足够的声压级, 听众席的声压分布见图 1。

6 只 TT340 音箱水平覆盖 360°, 正好覆盖所有听众席。距吊装主音箱最远的观众处的声压级可达 102 dB, 并留有一定的峰值裕量。

图 1 是所有听众区的声压级分布图。图中表示的是 4 kHz 时, 各听众面上的声压级分布。改变不同频率还可画出相应的声压分布图。

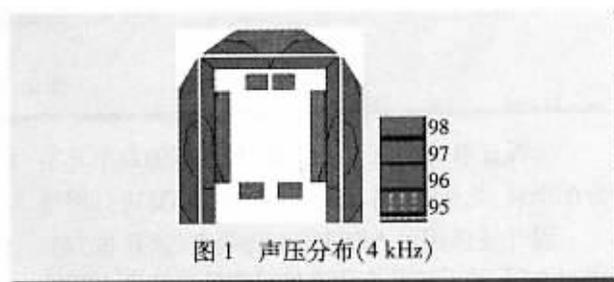
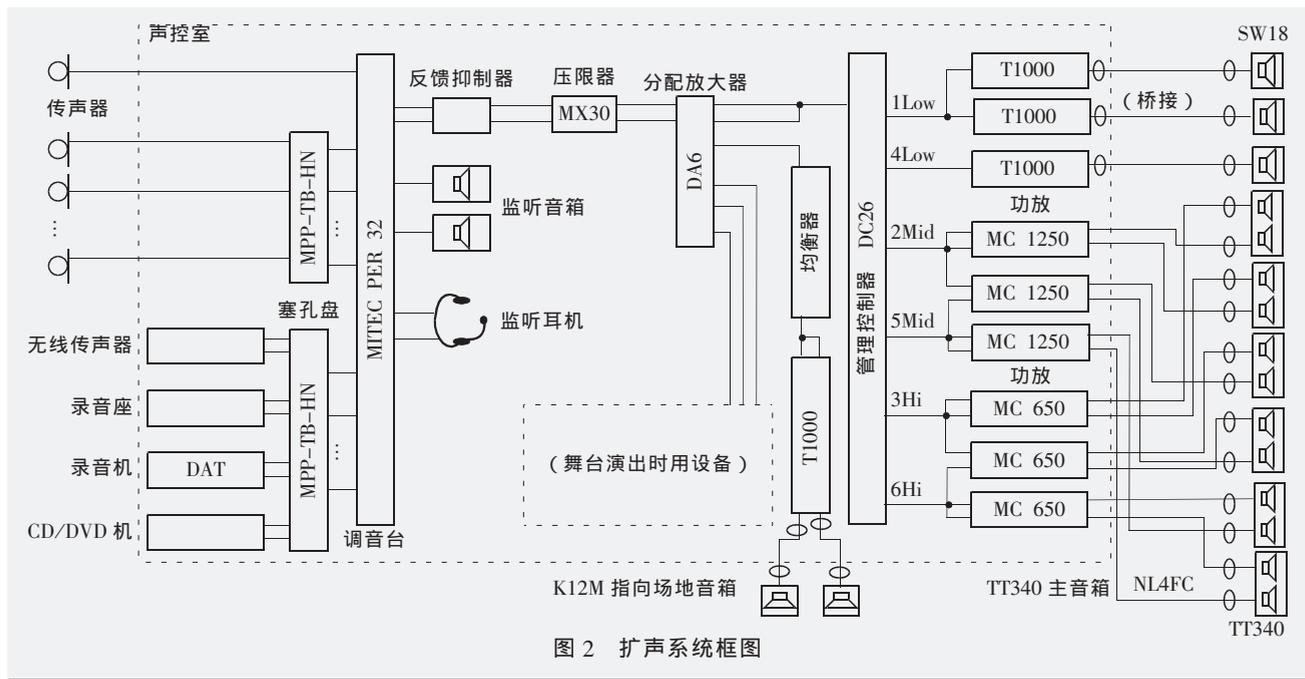


图 1 声压分布(4 kHz)

音响系统中与音箱配套的 DC26 型数字式管理控制器, 以功能强劲的数字信号音频处理器为基础, 结合 40 bit 内部数据路径, 保证动态范围超过 110 dB。且有非常纯净的音频质量。DC26 有 2 路电子平衡输入, 有 6 路电子平衡输出, 源阻抗小于 60 Ω, 每一输出都有可调增益控制、可变的延迟、高通和低通滤波器、5 段全参数均衡、极性切换和限幅器。DC26 可配置成 5 种分频方式, 体育馆扩声系统采用的是 2×3 方式。输入信号 A 输出到低、中和高频段的 1、2 和 3, 输入信号 B 输出到低、中和高频段的 4、5 和 6, 这种方式可用于立体声工作。但在该体育馆中, 对听众来说, 音箱阵列基本上构成点声源形式。采用立体声工作方式, 不仅出不来立体声效果, 反而带来声音的相互干扰。所以, 这里采用单声方式, 只用 DC26 的一个输入端, 原理框图见图 2。

为使音箱的优良性能很好的发挥出来, 选用了 MC<sup>2</sup> 品牌的大功率数字控制功率放大器, 其中 MC1250 和 MC650 具有多种安全保护功能, 且操作容易。MC1250/650 独特的电流驱动级, 以及更低的低音动态范围, 确保了广泛一致的瞬态特性。其内部有经过考验的微处理器, 保证音质特性在温度和负载的较宽范围内维持不变。



为保证系统的高音质性能,对系统的每个环节,如分配增益、均衡、压限、延迟和降噪等都要进行调整。

设计还选用了 NEUTRIK 跳线盘(塞孔板)和时序控制电源,使系统具有优良的可靠性和使用方便性。

系统中的调音台选用 MITEC PER 32 型模块式的调音台。输入输出路数多、功能齐全,特别具有 8 编组、静音功能和 2 对立体声输出。还可选择与这种调音台相连接的各种模块,如动态处理模块、输入输出矩阵模块等,以便进一步扩大调音台的应用范围。这种调音台广泛应用于大中型比赛场馆、剧场、多功能厅和流动演出系统中。

用 EASE 音响工程软件设计出来的声压分布图,依赖于特定的厅堂混响时间,而混响时间又由厅堂空间的体积、形状和表面材料来决定。所以,厅内音响效果不仅决定于扩声设备的优良与否,还与厅堂的混响时间或厅堂的体积、形状和表面装饰材料有密切关系。

## 2 系统调试

该扩声系统调试时,使用 ATB-Plus UK 多功能分析仪,在空场条件下进行了实际测试。测试结果如下。

### (1) 体育馆的混响时间

1 kHz 时为 1.8 s,500 Hz 时为 3.8 s。

因为是在空场条件下测量的数据,有些偏高;当体育馆中坐满听众时,混响时间还会有所减小。

### (2) 总声压级分布

所谓总声压级指的是通过扩声系统放送粉红噪

声,用分析仪的声级计功能,且选择 A 计权,进行测试。表 3 列出测试结果,测量时多功能分析仪的传声器分布在观众席不同的座位上。可见,不同位置声压级的分布是比较均匀的。

表 3 体育馆观众席声压级

测量位置	A	B	C	D	E	F	G	H
SPL/dB	93	94	94	95	94	93	91	88

### (3) 频响特性

利用 ATB-Plus UK 多功能分析仪的实时频谱分析(RTA)功能,对体育馆扩声系统所放出的粉红噪声声场,用 1/12 倍频程带宽,进行实时频谱分析(见图 3),并将结果储存在分析仪内。



图 3 表明,该馆的声频频率响应特性非常优良。很适合篮球比赛使用,并且能够达到 GYJ25—86“厅堂扩声系统声学特性指标”标准中音乐扩声系统一级要求。

[收稿日期] 2002-11-08