

中华人民共和国文化行业标准

WH/T25 - 2007

《剧场等演出场所扩声系统工程导则》

Sound System Design and Engineering Guideline for Theatre,Halls and Installations

2007-05-09 发布

2007-06-01 实施

前 言

本标准主要技术内容：1、总则；2、扩声系统的基本构成；3、扩声系统的设计；4、扩声设备安装施工的要求；5、扩声系统调试要点；6、扩声系统测试方法；7、扩声工程验收大纲；8、保养检修和使用注意事项。

本标准主要使用对象和用途：1、建设单位作为剧场建筑规划时的参考资料；2、扩声专业厂商进行扩声系统功能审查、施工监理、竣工验收的依据。

本标准由中华人民共和国文化部提出并归口。

本标准负责起草单位：中国演艺设备技术协会演出场馆设备专业委员会。

本标准参加起草单位：北京联合大学信息技术研究所。

本标准主要起草人：李国棋、陆宏瑶、王世全、赵其昌、王福津。

第一章 剧场等演出场所扩声系统工程导则

1. 1 总则

1. 1. 1 范围

本标准适用于新建、扩建、改建和临建的各类剧场等演出场所中固定安装的扩声系统工程。

剧场建筑和厅堂装修设计时，必须进行十分有效的建筑声学设计，这是扩声工程必要的前提条件。

扩声系统的使用和管理应是配合有专业音响师的剧场等演出场所。

本标准所指的扩声系统工程除了演出中的人声、乐器和效果声的扩声以外，还包括其他各种声音的播放、实况录音、剧场中其他空间的公共广播、内部通讯等。

1. 1. 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准。然而，鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

JGJ57-2000/J67-2001 《剧场建筑设计规范》

GB50371-2006 《厅堂扩声系统设计规范》

GY/T187 《多通路音频数字串行接口》

GB/T14197-93 《声系统设备互联的优选配接值》

GB4959 《厅堂扩声特性测量方法》

1. 1. 3 术语和定义

1. 1. 3. 1 剧场 theater

具有舞台和观众厅空间，用于演出节目的公共场所。同时，配备有相应的化妆间、排练厅等，以及相应的声控室、灯控间等技术用房。例如：多功能剧场、歌剧院、音乐厅等。

1. 1. 3. 2 演出场所 auditorium and hall

具有观演功能，可完成演出活动的公共场所。例如：体育场馆、大厅、礼堂等，以及临时用于演出活动的空间。

1. 1. 3. 3 扩声系统 sound reinforcement system

指传声器与扬声器系统处在同一空间，可能产生声反馈的扩声系统。

主要过程为：将声信号转换为电信号，经放大、处理、传输，再转换为声信号还原于所服务的声场环境；主要设备包括：传声器、音源设备、调音台、信号处理器、功率放大器和扬声器系统。

1. 1. 3. 4 音响师 sound operator

接受过扩声技术专业培训和教育、掌握扩声设备操作、对声音具有一定感性认识以及具有一定艺术修养的专业技术职称。通常把扩声设备的技术管理者和使用操作人员统称为音响师。

1. 1. 3. 5 模拟扩声系统 analogy PA sound sysytem

声频信号以模拟方式在扩声系统中传送和处理，扩声设备也可以模拟信号方式进行输入和输出。

1. 1. 3. 6 数字扩声系统 digital PA sound system

声信号转换成电信号后以数字方式在扩声系统中传送和处理，扩声设备多以数字信号方式进行输入和输出。数字扩声系统中的音频信号流程与模拟扩声系统不同。另外，相对于模拟扩声系统增加了更多的控制信号。

1. 1. 4 剧场等演出场所扩声系统的特点

- 1、现场演出扩声具有实时性和不可逆性；
- 2、重视扩声系统的安全可靠性、强调扩声设备性能的稳定性；
- 3、传声器和扬声器系统处在同一空间，可能会发生声反馈现象。

1. 1. 5 扩声系统的功能

1、现场扩声

观众厅扩声：把舞台上的人声、乐器声和效果声等通过放大、艺术加工后向观众厅等大空间中集聚的众多传送。

在安全可靠的前提下，让观众感受到足够的响度、清晰度和优良的音质。同时使声像定位，追求更高的艺术效果，保证演出能够顺利进行。

舞台监听：为舞台上演员提供伴奏音乐等保证演出顺利进行的各种声音。

效果声：依靠具有感情、情景、环境、季节、时代、时间等性质的声音增加演出效果。在演出过程中，可使用拟音装置，或使用录音设备重放效果音源。通常使用效果器通过调音台控制效果声的大小和发声时间，使用舞台内、观众席吊顶、侧墙、后墙等处设置的扬声器系统播放，获得不同方向传来的声音效果，让观众感受到身临其境的现场感。

2、演出监控

内部通讯：舞台总监指挥演出过程、呼叫音源以及舞台技术人员之间的通讯联络，协助演出顺利进行。通常向化妆室、舞台技术用房等区域进行的广播和呼叫，在舞台上场台口一侧的舞台总监控制桌上控制。

演出监视：通过观众厅中的摄像机将演出进程的主要画面传送到化妆室、舞台监督控制台、演出管理用房等地方，用于辅助演出顺利进行的监视系统。除此之外，同时还用于实况录像。录制的目的是用于演出过程的纪录、演出资料的收存或作为出版演出实况制品的素材等。

3、公共广播

通常向观众厅、前厅等区域的广播在声控室控制。消防紧急广播在消防中心控制，当发声火灾时，紧急广播信号强行切入剧场内的所有扩声系统。

4、实况录音

剧场实况录音区别于电台、电视台等的录音棚录音，更强调演出的实时性和现场感。其目的是出版演出实况的音像制品。

1. 1. 6 设置扩声系统的基本原则

- 1、必须重视扩声系统的安全可靠性，采用性能稳定的专业扩声设备；
- 2、每一个设备单元都应采用高质量的专业扩声设备才能保证扩声系统的高质量；
- 3、应提高扩声系统中各个设备的使用率，优先设置使用率高的设备；
- 4、应尽可能采用通用型设备。特殊用途的设备设置外部接入端口；
- 5、为了便于操作和管理，必须明确区分现场扩声设备、演出监控设备、公共广播设备和实况录音设备，避免发生混乱；

- 6、在保证观众厅扩声设备基础上，增加舞台监听和效果声的重放设备；
- 7、需要设置独立的公共广播设备，演出监控设备、辅助演出活动的顺利进行。

1. 1. 7 扩声设备的正常使用条件

扩声设备使用电源： $AC220 \times (1 \pm 10\%) V$ ，50Hz；

可以承受的工作环境温度： $5^{\circ} C \sim 40^{\circ} C$ 连续使用；

工作环境相对湿度： $< 90\%$

第二章 扩声系统的基本构成

2. 1 音频信号流程

一般剧场等演出场所扩声系统的音频信号流程，见图 1。



图1 剧场等演出场所扩声系统音频信号流程图

2. 2 基本构成

一般剧场等演出场所扩声系统的基本构成，见图 2。

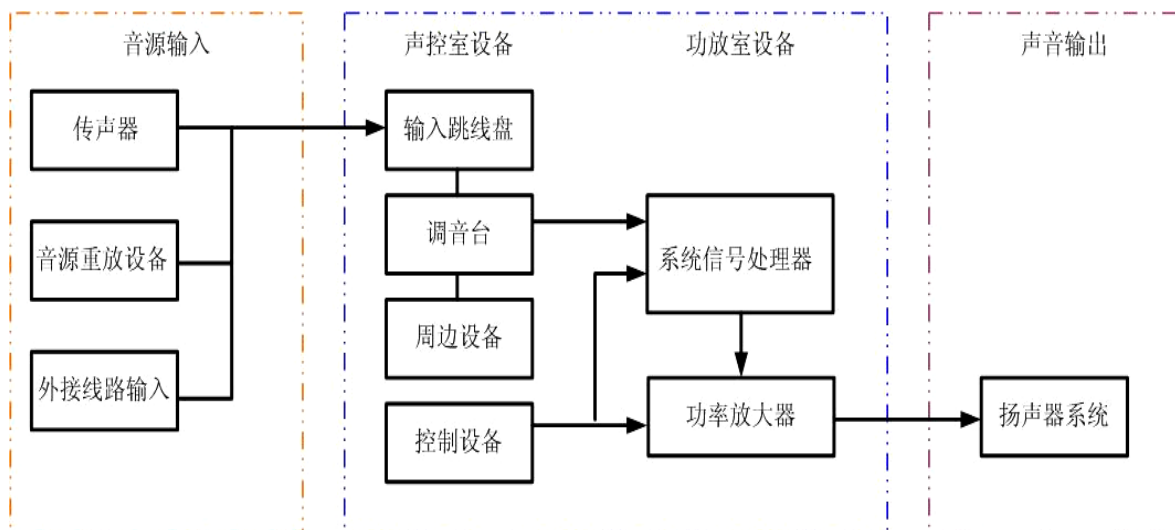


图2 剧场等演出场所扩声系统基本构成图

2. 3 音源输入设备

音源输入设备的构成：见图 3（实线设备设在舞台和观众厅中，虚线设备设在声控室中）。

2.3.1 传声器接线盒

- 1、必须在整个舞台区域内尽可能多的位置上设置传声器接线盒。
- 2、传声器接线盒和扬声器系统接线盒必须分别设置，不得与其他插座混装。
- 3、舞台台板传声器回路和扬声器回路专用接线盒，除了设置与舞台前部中央、上场、下场、报幕、主持人经常使用的位置以外，在上场、下场两侧，边幕和二道幕、三道幕附近也应设置接线盒。根据需要设置乐池接线盒。
- 4、舞台表演区内、演员通道上不准设置接线盒。
- 5、接线盒盖开口必须向着舞台方向，以便于出线。

2.3.2 舞台综合接线箱

台口两侧必须设置综合接线箱。舞台后侧的综合接线箱依据剧场规模和使用情况确定，4个扬声器回路。同时设置2个以上27芯或37芯多功能插座。如果观众席中没有流动调音工位，还应该再增加必要的回路数。

2.3.3 观众厅综合接线箱

大、中型规模的剧场等演出场所必须在现场调音位的坐席下设置综合接线盘，并与舞台上场台口处的综合接线箱或声控室内跳线盘连接，构成信号传送回路。同时必须在综合接线盘的附近设置扩声系统专用电源，一般为单相220V，不小于5KVA。

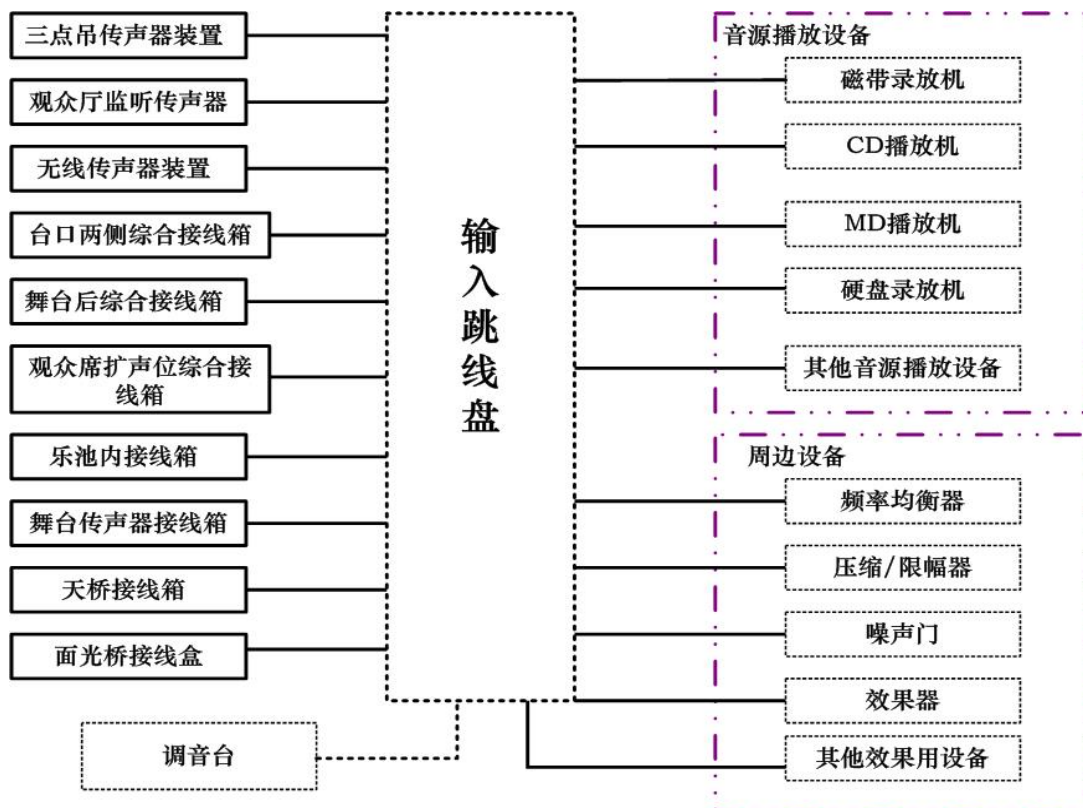


图3 音源输入部分

2.3.4 根据使用要求，选择配置必要的传声器

2.3.5 无线传声器装置

1、**无线传声器**：一般有“手持”型和“领夹”型，及“头戴”型。发射频率常用二个波段 VHF 和 UHF，剧场等演出场所宜采用 UHF 段的某一设定频率。

2、**无线接收机**：一般采用与上述发射频率相应的双频比较接收方式，提高接收频率的稳定性。无线接收机宜设置在声控室中的设备机柜上。当接收机自带天线不能很好地接收信号时，应在舞台附近设置专用的接收天线，将信号传送到声控室中的接收机上。

3、**接收天线**：一般设置在舞台附近，根据无线传声器的数量，宜采用单集或多集接收方式。

2.3.6 观众厅监听传声器

设置于观众席中声音条件最佳的位置。一般安装在一层楼座眺台前或观众席后墙。宜设置于观众席中舞台全景摄像机的两侧。根据安装位置的声音条件选择不同指向性的传声器，应使用两只同样特性的传声器进行拾音。

2.3.7 三点吊传声器装置

设置于台口外乐池上方，通过三个吊点控制吊点位置。一般 1~3 点的使用方法，每点 2 个通道。除了可以在声控室内控制外，也可以在舞台上控制操作。新建剧场宜设置。

2.4 声控室内操作设备

声控室内设备的配置：见图 4

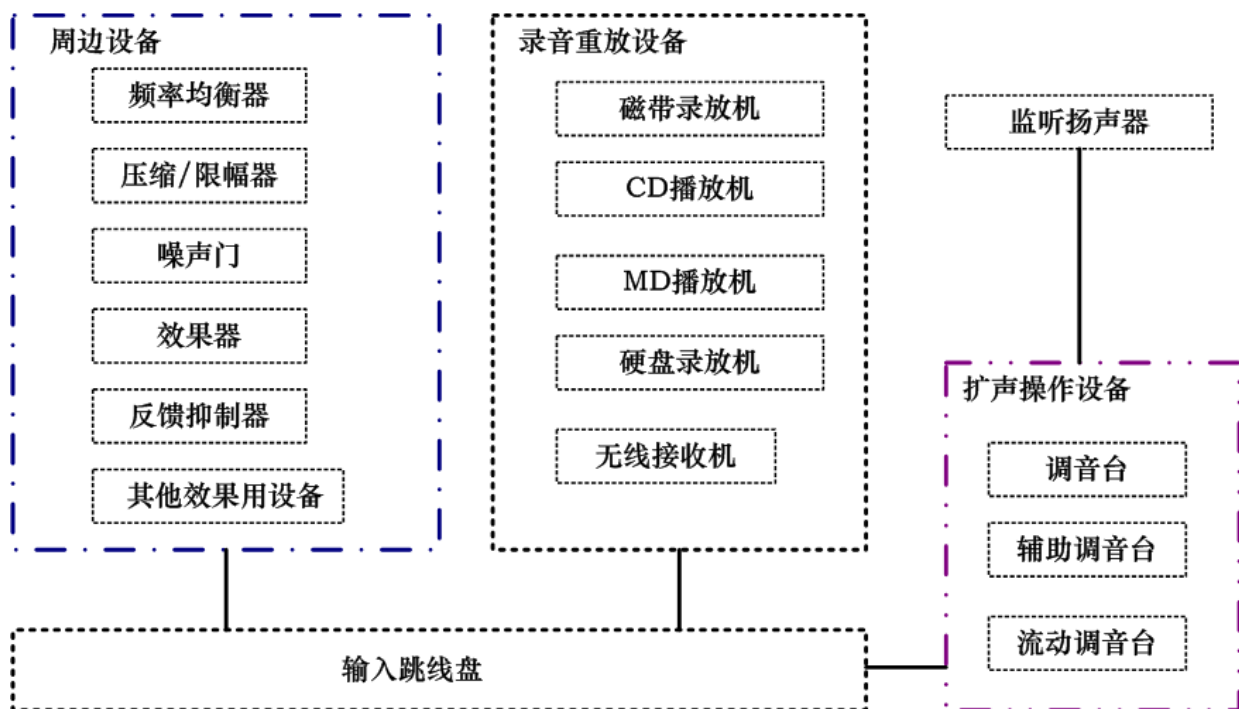


图4 声控室内设备构成图

2. 4. 1 调音台

1、**主扩声调音台**：剧场扩声系统的控制中心。在声控室中必须至少设置一台固定安装的专用调音台。根据剧场规模和使用目的，宜使用输入 16~48 通道、4~8 编组通道、4~8 辅助通道、4~8 矩阵编组输出通道。

2、**辅助调音台**：为补充主扩声调音台通道数的不足，有时也临时设置在舞台附近进行简单的调音操作。另外，还用于监听返送、录音等。宜配置输入 16~24 通道、4 辅助通道、4~8 编组输出通道等性能的调音台。有时也专用于舞台返送的调音台。

3、**流动调音台**：不使用主扩声调音台时，在舞台附近或观众厅中临时设置使用的调音台。新建剧场时宜设置，一般根据投资情况确定。

2. 4. 2 录音重放设备

1、**硬盘录音机**：扩声系统中最重要音源设备，通常使用计算机硬盘存储，可在计算机上编辑处理，多种格式信号输出，选曲方便快捷，即时播放。宜配置 2 台互相兼容的设备，一主一备。

2、**CD 播放机**：扩声系统中主要的音乐重放方式。应选择可靠性高，具有变调和即时播放功能的专业设备。宜配置 2 台，一主一备，也可以配置 CD-R 刻录机。

3、**盒式磁带录音机**：扩声系统中的主要音源之一。必须使用坚固耐用和绝对可靠的专业设备。一般录音和重放分开使用，宜配置 2 台同样的设备互为备份。

4、**MD 录播机**：应选择音质优良，即时播放的设备。

2. 4. 3 周边设备

设置于调音台前后，对音频信号特征进行修饰处理的设备。

1、**均衡器**：改变频带幅度和音频信号频率分配包络的设备。目的用于音源信号频率特性的处理。

2、**压缩/限幅器**：按比例限制输入信号幅度，压缩声音动态的设备。

3、**延时器**：对声音信号进行一定时间延迟的设备。

4、**效果器**：利用数字技术对声音信号进行处理，为现场演出创造出各种音色效果的设备。

5、**混响器**：利用数字技术对声音信号进行处理，给声音加上混响效果的设备。

6、**噪声门**：通过控制门限电平来抑制信号中本底噪声的装置。

7、**信号处理器**：对声音信号进行“综合”处理，并可以记录和存储设置的各种参数。

2. 4. 4 其他设备

1、**输入/输出跳线盘**：把来自舞台上综合接线箱和各种传声器装置，以及效果器、录音机等的声音信号，通过输入跳线盘接入调音台并进行输入通路的交换。同时，将调音台的输出传送到功放的输入并进行通路交换。

2、**接线端子盘**：音频信号和控制信号必须分别设置。

3、**功率放大器工作状态监视设备**：在声控室中可以确认功率放大器输出及扬声器系统工作状态的监控设备。

4、**监听扬声器**：设置在声控室中调音台正前方，音响师用来确认最终场内播放声音效果的扬声器系统。可以在观众厅内监听传声器收集的场内最终声音与演员正在使用的传声器声音之间进行任意切换。

5、**呼叫设备**：声控室中设置的对讲和呼叫装置。舞台工作者与化妆室、舞台、观众厅等地进行通讯联络用的扩声播放设备。也可以进行实况录音，主要内容是将演职人员之间的工作语言记录在存储器中，以便于检查工作中的失误。

2. 5 功放机房内的设备

功放机房内设备的构成：见图 5（实线设置在功放机房内，虚线设置在声控室中。）

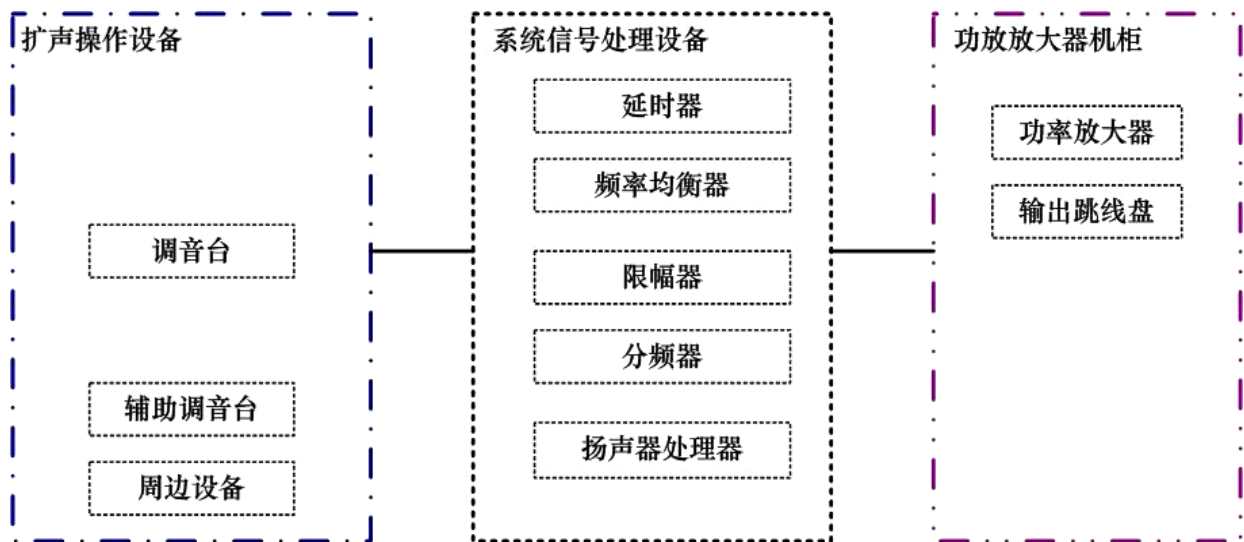


图5 功放机房内的设备

2. 5. 1 辅助设备

设置于调音台后，功率放大器前用于处理音频信号，调整系统声音信号满足厅堂室内声学特性的设备。

1、**均衡器**：调整声场和扬声器系统，使之达到最佳频率传送特性的设备。

2、**压缩/限幅器**：控制和防止过大输入信号使输出饱和或失真，同时对输出设备进行保护。

3、**延时器**：根据功能需要，对声音信号进行一定时间延迟的设备。

4、**分频器**：对应扬声器系统的频率，对输入信号的频率进行分段和设定的设备。

5、**扬声器处理器**：作为扬声器系统的一部分，将均衡器、限幅器、分频器等功能集中设置，综合调整获得扬声器系统的最佳工作状态。

6、**信号处理器**：集均衡、压限、分频、降噪、效果等功能为一体的数字信号处理设备。

2. 5. 2 功率放大器

将声频电信号进行功率放大，用于驱动扬声器系统的设备。

功率放大器的输出阻抗必须与扬声器匹配。公共广播系统宜采用定压输送方式。

扩声工程中要求采用高效率、高品质的功率放大器，并集中安装在散热性能优良的机柜上。

2. 5. 3 其他设备

输出接线盘：功率放大器输出和扬声器系统之间连线用的接线盘。

2. 6 声音输出设备——扬声器系统的配置

剧场扬声器系统通常设置在如下几个位置，具体工程项目中的取舍在扩声系统设计时确定。

2. 6. 1 台口上方音箱

扩声中最主要的扬声器系统。为了有效地覆盖全部观众席，通常设置在舞台外台口上方，观众席吊顶内最前部位。一般根据台口的宽度、高度和观众席的宽度不同，常采用三种方式：中间一组；左、右各一组；左、中、右各一组。

2. 6. 2 台口两侧音箱

设置在观众厅内台口两侧。主要用于前区补声，同时具有使台口上方扬声器系统声像“下移”，即拉声像的作用。应与台口上方主扩声音箱同时使用，宜使用同型号产品，避免产生不同的音质。

2. 6. 3 台唇补声音箱

设置在舞台台唇前沿或乐池栏杆上。主要用于前区补声并有拉声像的作用。由于该位置狭小，不易安装，一般选用尺寸小的扬声器系统，间隔 2~3 米。根据工程具体情况有时也可以不设置。

2. 6. 4 舞台流动音箱

临时设置在舞台上台口两侧。根据演出需要流动设置使用的音箱。使用时由台口内综合接线箱上引线，在舞台台板上或综合接线箱上设置必要的音箱接口。

2. 6. 5 侧墙、顶棚效果声音箱

观众厅内侧墙、后墙以及顶棚上设置的效果声音箱。多用于戏剧演出中的雷鸣、狂风和车船移动等声音效果。专业戏剧剧场使用大型设备，一般多功能剧场多使用小型扬声器系统。另外，反映电影时把这些扬声器系统作为环绕声扬声器系统使用。

2. 6. 6 眺台下补声音箱

设置于眺台下的音箱。多用于补充观众厅后区眺台下声音的不足，多采用吸顶扬声器安装方式，且功率较小。

2.6.7 舞台固定返送音箱

通常在舞台内的上场台口和下场台口的侧墙或假台口上设置固定的返送音箱，向着舞台方向播放。

2.6.8 流动返送音箱

演唱会等演出活动时，在舞台上设置流动返送的音箱，或在边条幕中间用音箱支架设置流动返送音箱等，在舞台台板上获综合接线箱上设置必要的音箱接口。

2.7 扩声系统信号，对模拟传输其电气互连队优选配接值应满足 GB/T14197 的规定。系统设备之间宜采用平衡传输方式。数字传输及接口应符合 GY/T187 的要求。

第三章 扩声系统设计

3.1 初步设计

3.1.1 新建项目时，扩声系统设计随着建筑设计不断地深入，可划分为以下几个阶段，扩声系统设计内容也可大体归纳为以下内容。见表一。

表一 扩声设计内容和过程

| 阶段 | 建筑设计 | 扩声系统设计 |
|------|--------------------------------------|--|
| 规划 | 建筑物使用目的和规模 环境设计 房间形状、建声条件 | 确认系统的使用目的、规模、估算 预测环境噪声 预测室内声学环境特性 |
| 初步设计 | 平面布置和平面图 强电设备 空调设备 | 系统设计、调音室的位置和大小 大型扬声器系统的配置 推算电源容量 推算发热量 设备招标文件中的技术指标 |
| 深化设计 | 工程设计施工图 安装要求和安装详图 预算 技术指标要求 | 设备的构成、性能指标的确定 对建筑的要求（与其他专业的配合） 确定设备的构成、配管配线图 作成预算表、最终报价 确定技术指标 |
| 施工 | 施工管理 竣工检查 修改 竣工图 | 施工管理（工程洽商、检查、变更） 竣工检查 声学测量（调整、修改） 竣工报告（使用说明书、保修要点、测试报告） |
| 验收 | 检查 | 移交 |

3. 1. 2 扩声系统工程所属关系大体上可划分以下几种方式。无论采取什么样的工程承接方式，都应当循序渐进。建设单位宜采用①的方式，见图 6。

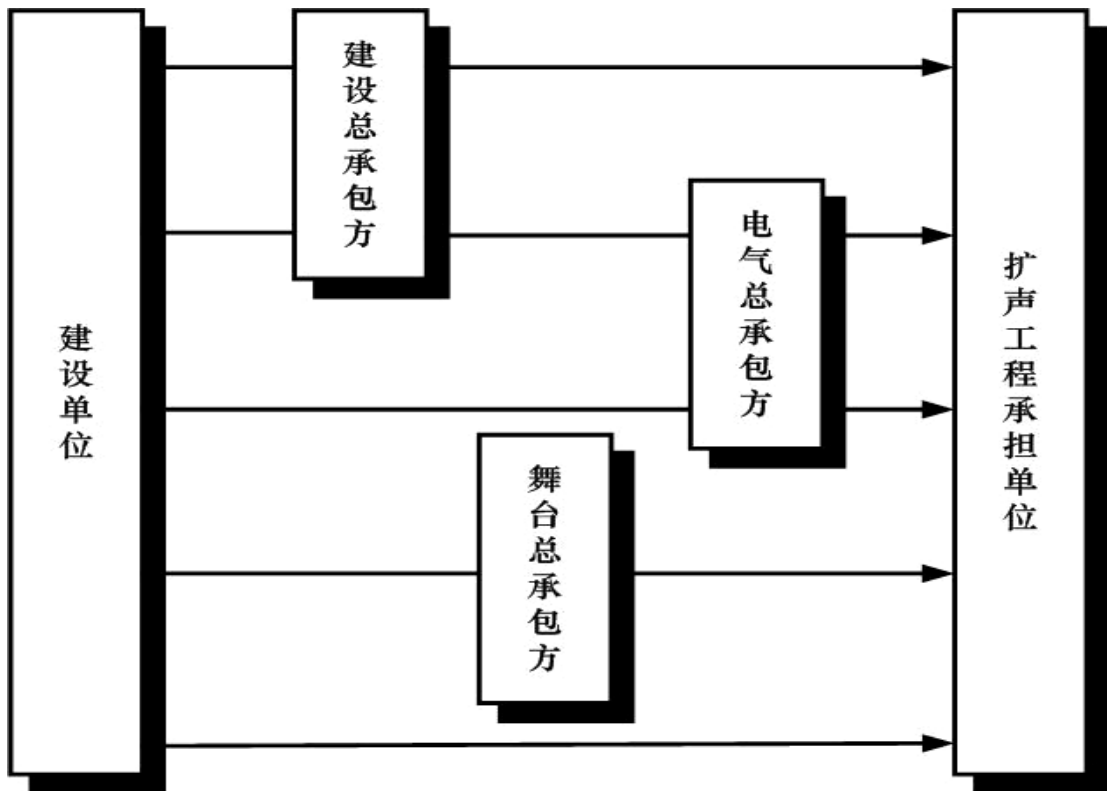


图6 扩声系统工程所属关系图

- 3. 1. 3** 扩声系统设计首先应分析演出活动与使用扩声设备的情况，研究扩声设备的使用率和重要性来选择设备。
- 3. 1. 4** 在投资范围内完成扩声系统设计，扩声工程设计时应尽可能地选用定性的标准产品。
- 3. 1. 5** 扩声设计前必须正确地把握扩声场所的建筑声学环境，提出对建筑声学上的要求。在建筑声学专家指导下进行扩声系统设计。
- 3. 1. 6** 根据扩声系统设计必须提供设备清单，并给出设备的性能指标。
- 3. 1. 7** 扩声系统设计必须符合 GB50371 的要求。
- 3. 1. 8** 初步设计程序和内容：见图 7。系统简单时，可以适当地省略简化。

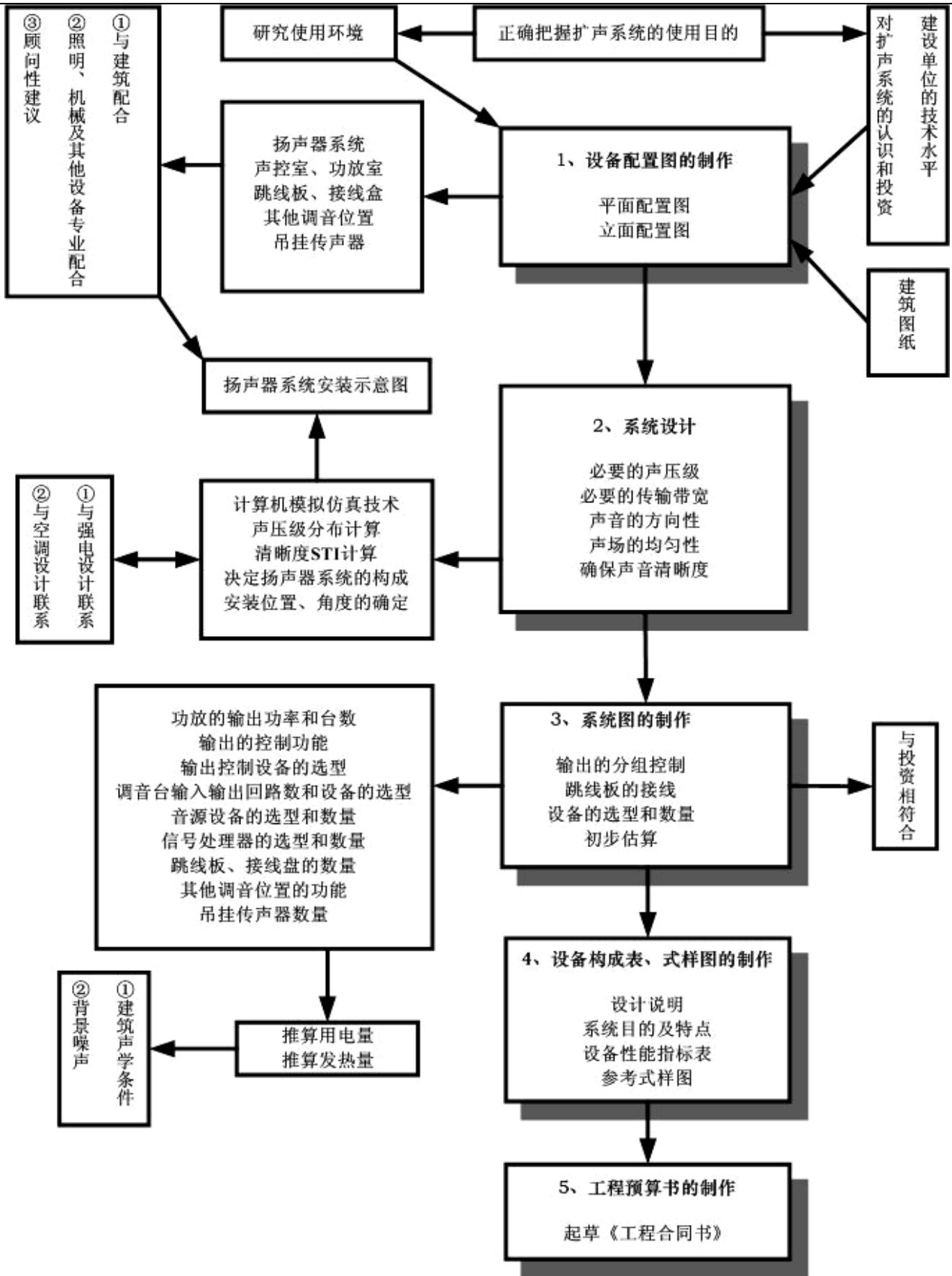


图7 初步设计步骤和内容

3. 2 扩声系统设计

3. 2. 1 确定扩声系统性能指标

参考 GB50371 厅堂扩声系统设计规范。

3. 2. 2 剧场等演出场所的扩声是强调声音方向性的扩声方式

演员的声音主要从舞台方向传来，这样才能使视觉和听觉在方向性一致，保持自然状态。因此主扩声扬声器系统设置在舞台台口上方和台口两侧或者周围。如果有主扩声扬声器系统传送不到的地方，设置配有延时的辅助扬声器系统。

3. 2. 3 扬声器系统的选择

- 1、依据使用目的，对应不同的安装场所，选择最适合的扬声器系统；
- 2、为了达到传输频率特性、稳态声场不均匀度、最大声压级、传声增益等厅堂扩声特性要求的指标，通常组合使用扬声器构成扬声器系统；
- 3、多只扬声器组合使用可以在一定音量变化范围内均匀覆盖全场；
- 4、根据声场的覆盖要求选择扬声器的指向特性；
- 5、要求扬声器组中各个扬声器发出的声音音色一致；
- 6、根据不同的使用条件和声学要求采用线阵列扬声器系统；
- 7、采用有源音箱系统时必须提供独立的音箱供电电源，解决好有源音箱的安全接地和抗干扰接地以及通风散热问题。

3. 2. 3. 1 最大声压级和扬声器的数量

最大声压级与扬声器系统的驱动功率、扬声器系统的额定输入功率、扬声器系统能量转换效率、扬声器系统的指向性、与听音点的距离、墙面等的反射特性、房间声学特性（扩散）等因素有关。扬声器系统的数量必须满足扩声系统最大重放声压级设计值的需求。

3. 2. 3. 2 稳态声场不均匀度和扬声器系统布置

稳态声场不均匀度与扬声器的指向性、墙面反射特性、房间声学特性（混响）等相关。多只同一频带音域的扬声器系统同时发声时可能会产生干涉现象。因此，扬声器系统布置应当尽可能地避免同一频带音域的扬声器覆盖同一区域。

3. 2. 3. 3 传声增益和扬声器系统的设置

合理布置扬声器系统的位置和选择指向性，并适当采取声信号处理技术，以获得最大的传声增益。

3. 2. 4 扩声系统计算机辅助设计模拟仿真技术

为了满足要求的扩声指标，研究声场分布情况，确定扬声器系统的种类、安装角度、功率以及详细的安装位置，系统设计时宜使用计算机模拟仿真设计软件。模拟仿真时应注意设置软件中建筑声学条件（反射面的角度、吸声系数等）符合实际的情况。

3. 2. 4. 1 利用模拟覆盖区域，分析扬声器系统的构成和安装角度

当模拟覆盖区域比较大时，首先分析扬声器系统的构成和安装角度，然后计算声压级分布和语言传输指数（STI）。

3. 2. 4. 2 利用模拟直达声声压级分布，分析扬声器系统的安装角度和功率分配

利用计算机模拟仿真设计软件分析并获得的各扬声器系统的型号和安装角度，设定适当的功率，模拟直达声声压级分布。调整安装角度和功率分配，使模拟计算值修正到容许的偏差以内。设定调整扬声器系统输入电功率，使声场满足最大声压级指标。

3. 2. 4. 3 利用模拟 STI，预测语言清晰度，分析各扬声器系统的延时

模拟计算 STI 值，通过调整扬声器系统的延时使计算结果与设计指标相吻合。如果还不满足要求时，再研究扬声器系统的型号、安装角度、位置、集中分散方式等。甚至减短混响时间，改变房间或墙壁的形状等。

3. 2. 4. 4 应提供模拟仿真分析结果，为构成安装提供各个扬声器系统安装位置、角度等的数值。

3. 2. 5 提供音箱尺寸确定安装条件，根据音箱重量提供对建筑结构的要求。

3. 3 施工图设计

3. 3. 1 施工图设计内容

3. 3. 1. 1 绘制系统图：施工设计中为了明确工程内容，必须作成详细的系统接线图，表示出通道数和连接方法。在系统图中具体标明设备之间的连线以及所使用接插件的种类等。

3. 3. 1. 2 扬声器系统的安装详图：为了明确安装工作的责任范围，应当绘制大型扬声器系统吊装图，并与其他专业协商解决。

3. 3. 1. 3 绘制声控室和功放室的详细配置图。同时，进行配管配线设计。

3. 3. 1. 4 扩声设备的机柜安装位置图：在初步设计设备配置图的基础上，把设备安装方法详细绘制在平面图上，必要时也应在剖面图上标记出详细的安装节点图。

3. 3. 1. 5 设计说明、设备构成表、主要设备的性能指标：设计指标尽可能地采用具体数字，竣工时进行声学测量，作为验收的依据。

- 3. 3. 1. 6 绘制管线图：在建筑平面图上绘制设备的标记，管线走向和位置。
- 3. 3. 1. 7（报价）概算书：按国家或地区的工程定额编制。
- 3. 3. 2 明确扩声工程范围，划分出建筑、电气、装修、舞台机械与扩声专业的工作界面。

第四章 扩声设备安装施工的要求

4. 1 一般事项

- 4. 1. 1 本标准规定的事项，应当在监理的监督下进行施工。施工中必须要有设备安装图、技术说明书等。施工或安装前应当向监理方提出，得到监理方的认可后方可施工。
- 4. 1. 2 密切与建设单位和建筑施工方联系，必须注意工程中各方的协调。
- 4. 1. 3 安装的设备应当便于检修、更换等，设置在通风良好的地方。

4. 2 敷设管线。

- 4. 2. 1 按照不同的用途分类设置端子板。输入端子与输出端子必须分开设置。
- 4. 2. 2 通常从地板下向上出线进入机柜或扩声设备。设备机柜间的连线应当隐蔽设置。
- 4. 2. 3 扩声系统用音频线材包括：传声器线、信号线、扬声器线、电源线。用于传送数字信号的数字音频线、网线、信号控制线、光纤等，应参考通讯行业的相关规范和标准执行。
 - 4. 2. 3. 1 输入回路使用的音频线宜使用电磁屏蔽四芯音频线。另外，也可以使用多通道的音频信号线缆。传声器音频线必须使用编织屏蔽层的专用传声器线。
 - 4. 2. 3. 2 输出回路使用的扬声器线应使用 2 芯或 4 芯的专用扬声器线。
- 4. 2. 4 传声器线和声音信号回路的连接
 - 4. 2. 4. 1 传声器的输出阻抗与调音台的输入阻抗应当遵循阻抗“低出高入”的原则，一般为 1:5。见 GB14197。
 - 4. 2. 4. 2 传声器的输出信号有 2 种方式：一种是信号从高端和接地之间取出的不平衡型，另一种是信号从高端和低端取出的平衡型。传声器必须使用平衡型接法。
 - 4. 2. 4. 3 传声器线超出以下距离时，使用传声器前置放大器，把声音信号电平提高到 1V（0dBv）传送。传声器线长度与传声器输出阻抗有关，输出阻抗低则准许接较长的线。

表二 传声器线的长度

| 序号 | 线型 | 匹配阻抗 | 接线方式 | 最长长度 |
|----|--------|------|------------|------|
| 1 | 2 芯屏蔽线 | 高阻 | 不平衡型 | 10m |
| 2 | 2 芯屏蔽线 | 低阻 | 不平衡型 | 20m |
| 3 | 2 芯屏蔽线 | 低阻 | 平衡型 | 80m |
| 4 | 4 芯屏蔽线 | 低阻 | 平衡型(星绞线接法) | 300m |

4. 2. 4. 4 配线极性和线颜色

表三 音频信号线的名称

| 线材颜色 | 线编号 | 名称 | 略称 1 | 略称 2 | 略称 3 | 略称 4 |
|--------|-----|-----|------|-----------|-----------|------|
| 黑白以为的色 | 2 | +端 | 不平衡型 | 热 (HOT) | T (TIP) | A |
| 白 | 3 | -端 | 不平衡型 | 冷 (COLD) | R (RING) | B |
| 黑或编织线 | 1 | 屏蔽层 | 平衡型 | 地 (EARTH) | S (SLOVE) | C |

4. 2. 5 功率放大器和扬声器系统的连接

扩声系统扬声器回路有低阻抗连接（定阻输出）和高阻抗连接（定压输出）两种方式。厅堂等演出场所多采用定阻输出方式，一般单只扬声器的阻抗以 4 欧~16 欧为主，一台功放接 1~2 台扬声器系统，导线电阻的允许限度为扬声器系统阻抗的 5% 以内。

长距离连接功放和扬声器系统时，采用定压输出方式。

4. 2. 6 配线中应当注意以下几点：

- (1)、传声器线、扬声器线、电源线、三种线必须分开布置；
- (2)、尽可能地远离其他线路，特别是舞台灯光线路；
- (3)、避开致使导线劣化的地方；
- (4)、要求按导线最短距离的原则配线；
- (5)、远离高频设备；
- (6)、吊挂传声器不要安装在空调风口附近。

4. 3 音频接插件

4. 3. 1 扩声系统用音频接插件

- (1)、从传声器、音源设备到功放放大器、扬声器系统等，不同的设备使用不同的接插件；
- (2)、为了保证传声器回路的可靠性，传输线与接插件之间必须采用焊接；
- (3)、必须采用接触性能良好的接插件；
- (4)、多通道电缆接插件是传声器和线路输入回路集中传送信号的专用缆线和接插件；
- (5)、为了减少与扬声器系统接触电阻，应保证触点的可靠性，必须使用规定额定电流以上的线径和接插件；
- (6)、由于扬声器线径较粗，应使用扬声器专用接插件或相应的扬声器接线端子板。

4. 3. 1. 1 3脚 XLR 插头的极性

见表 4

表四 XLR 插头的编号

| | 高 (+) | 低 (-) | 接地 |
|--------|-------|-------|----|
| 通常脚的极性 | 2 | 3 | 1 |

4. 3. 1. 2 TRS ϕ 6.3mm 大插头用于非平衡接法

TRS6.3mm 大插头通常用于平衡接法，极性见表 5。当借用 TRS 大插头与 2 芯信号线非平衡接法时，R 端与屏蔽线连接使用。

表五 大三芯和大二芯插头的编号

| | 顶端 (T) | 环 (R) | 套筒端 (S) |
|----|--------|-------|---------|
| 极性 | + | - | 地 |
| 编号 | 2 | 3 | 1 |

4. 3. 1. 3 RCA 莲花插头用于非平衡回路专用插头

4. 4 供电与接地

4. 4. 1 为了防止外部用电污染的干扰，扩声系统的供电应当设置单独的电源变压器。但是，在扩声系统用电容量较小、与其他设备共用同一台变压器时，必须在扩声的供电回路上设置隔断电源污染的隔离变压器。

4. 4. 2 扩声设备的使用电源电压是交流 220V /50Hz。根据扩声系统规模设备装机功率的大小采用单相三线或者三相五线制。详见表 6。

表六 扩声设备电源方式

| 供电方式（额定电压） | 适用负荷容量 | 适用场所 |
|------------------|--------------|-------------------|
| 单相三线制 220V, 50Hz | 10KVA 以下 | 小规模的小厅、会场、展厅、宴会厅等 |
| 三相五线制 380V, 50Hz | 10KVA~100KVA | 一般的剧场、会堂、大中型演出等 |

4.4.3 在舞台周围的综合接线箱上同样需要设置扩声设备用电源，当演唱会时大量使用电声乐器，同样需要由扩声专业供电。此时应将电声乐器用回路与扩声供电回路通过保护电源开关接通。另外，乐池同样需要扩声用电源。由于只用于电声乐器，所以应当是小功率多回路的供电方式。

4.4.4 厅堂等演出场所的电气接地有两种接地方式，一是作为电器设备的“安全接地”，另是为电气信号的稳定性“信号回路接地”。本标准规定两种接地必须分开设置，不允许混用。

4.4.5 扩声系统设备（300V 以下）的供电盘、功率放大器机柜、调音台、临时流动设备用电源盘等设备金属外壳等必须安全接地。可以共用其他电器设备的安全接地，安全接地电阻 4 欧以下。

4.4.6 扩声系统的功率放大器、传声器、扬声器系统等设备需要信号回路接地，只准许集结到一点上直接接地，避免系统中多点接地。必须单独设置接地点，不得与其他设备或安全接地共用，信号回路接地电阻 1 欧以下。

4.5 扬声器系统的安装

4.5.1 安装方法、安装位置、施工通道等施工前必须认真研讨，便于扬声器系统的维护和检修，不得使用吊顶龙骨吊挂的安装方法，应当从结构体上向下用钢丝绳吊挂或用钢筋吊挂，应当在结构上与天花断绝接触，使用钢丝绳和钢筋吊挂时，也要考虑检修人员的体重，保证安全，必须保证有足够的安全系数。

4.5.2 在扬声器系统前不要有空腔。

4.5.3 在扬声器系统与孔穴之间存在缝隙时，宜填充吸音材料，为了防止振动应当加上减振橡胶垫。为防止扬声器系统横向振动移位，宜在横向加入张紧钢丝。

4.5.4 扬声器系统前面的装饰不能影响扬声器的特性，遮挡物必须低于正面投影面积的 1/4 以下，一般设置装饰网和格栅的情况较多，这种情况下，要求每跟格栅的粗细低于扬声器口径的 1/10 以下、开口率 75% 以上。

4.5.5 台口扬声器系统按曲面的方式配置时，配置曲线应当与天花板的形状相吻合。

4.5.6 扬声器系统本体（除了吊挂件外）的安装尽量在工程后期进行。

4.5.7 大型扬声器系统的安装由于要求十分牢固，可以利用吊件，有时也使用固定吊环，

见图 8。

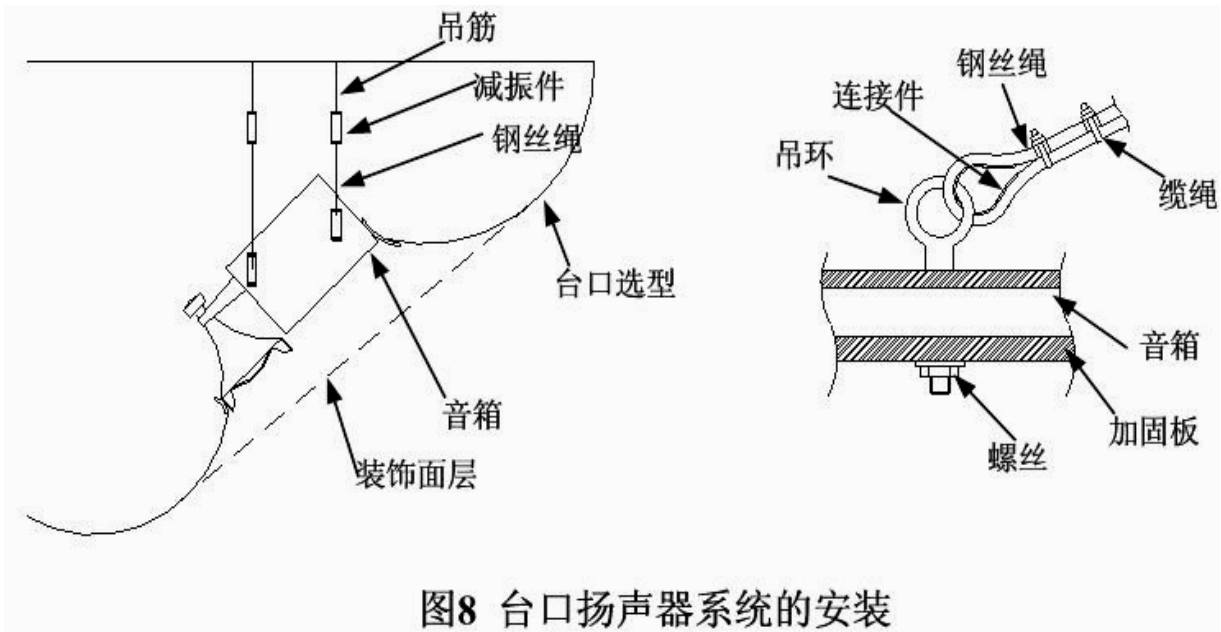


图8 台口扬声器系统的安装

4.6 声控室

4.6.1 厅堂中应当设置专用的声控室，如果与其他设备共用一个房间时，必须设计室内设备的安装位置，不能有任何设备和装饰物遮挡声控室的观察窗。

4.6.2 声控室宜设置于观众厅后方，能够看到主扩声扬声器系统的位置。或者设在观众厅的侧面，可以看见观众席的位置，图9中标示的部位可作为控制室的参考位置。

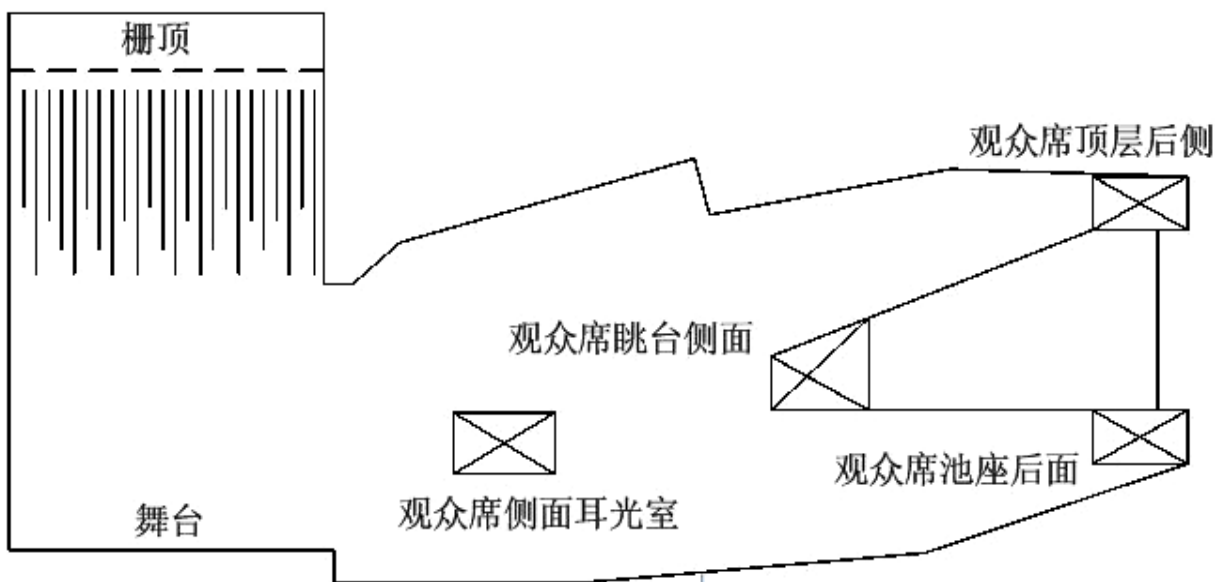


图9 声控室的参考位置

4.6.3 宜在舞台上、观众席中、乐池里设置辅助调音工位，便于使用。调音工位附近设有专用综合接线箱或接线盘等。

4. 6. 4 要求声控室的使用面积在 20M^2 以上，天花高在 2.4M 以上，地面为活动架空的防静电地板。

4. 6. 5 声控室内设置有跳线端子盘、调音台、音源机柜等主要设备，此外还有设备储藏柜（传声器、其他移动用小用品等），用品柜（磁带、CD 碟等用）等。

4. 6. 6 外部引来的输入信号线以及引向功放室的输出线，可以从地面线槽或背面线槽引出，与桌子下端的接线端子相连接，如图 10。

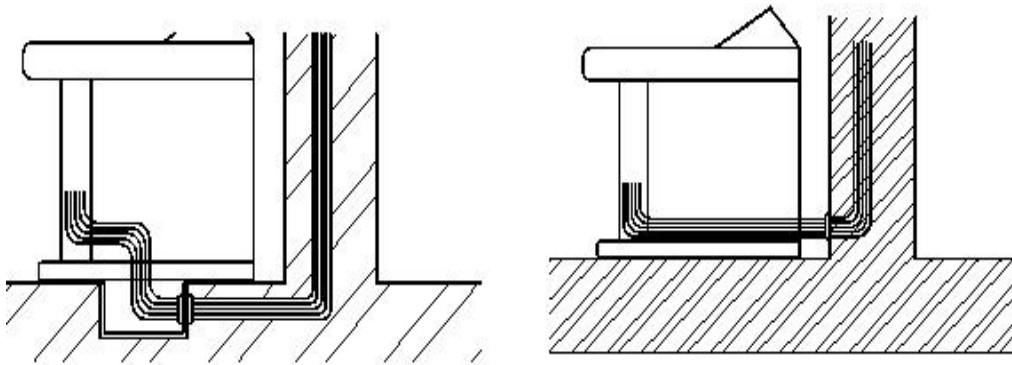


图10 声控室内设备接入线方式

4. 6. 7 声控室宜设置成架空地板，仔细检查布线路径，并且使传声器线、输入跳线盘、桌之间的低电平线与扬声器线、电源线等分开布线。当不能分开布线时，必须采用必要的屏蔽措施。

4. 6. 8 建声条件

4. 6. 8. 1 声控室的噪声要求在 NR-30 以下，观众厅墙壁以及观察窗的透声损失要求不小于 40dB ，其他的墙壁、地板、天花等的与其他相邻房间之间的隔声要求使室内的噪声在 NR-30 以下，宜采用性能高的隔音构造。

4. 6. 8. 2 声控室内的平均吸声系数在 0.25 以上，在墙壁、吊顶等处设置吸声材料，一般采用吸声吊顶板（定型产品），墙面用 2~3 种吸声材料和反射材料交错配置，要求从 250Hz ~ 2000Hz 频段的吸声特性平坦。监听音箱对面应当设置成强吸声面，尽可能将一次反射声吸收掉，保证有良好的声像定位效果。

4. 6. 9 照明要求：声控室内的照度要求 $350\sim 400\text{LUX}$ 。

4. 6. 10 空调和换气要求：声控室应设置独立的空调系统和换风装置。

4. 7 功放机房

4. 7. 1 功放机房设置在扬声器系统相对集中的位置附近，以减少从功放到扬声器系统之间的功率损耗。

4. 7. 2 机柜安装型功放的安装。

4. 7. 2. 1 保证施工时的功放机柜搬入路径。机柜安装型功率放大器几乎全是分体单元现场组装，搬运前要与现场管理部门协商好，必要时出具搬运线路图等，保证施工的顺利进行。

- 4. 7. 2. 2 功放机柜的高度必须低于天花板的高度，还应当留出散热和出线的高度。
- 4. 7. 2. 3 紧固防止倾斜的螺栓。
- 4. 7. 3 采取必要的散热措施。
- 4. 7. 4 功率放大器耗电量大时要注意电源对电网电流的影响，以免造成电网电流“污染”。应当满足国家有关标准的要求。

第五章 扩声系统调试要点

5. 1 检查连接线

设备全部安装连接完成以后，对输入（传声器回路）、输出（扬声器回路）设备之间（调音台—功率放大器等）的各种连接和设备的极性进行检查。

5. 1. 1 输入极性

固定设备中，对传声器接口盒、综合接线箱到调音台、前置放大器的连接线，进行断路、短路和极性的检查。

5. 1. 2 输出极性

从功率放大器到扬声器系统的连线，在功率放大器的输出端子处（端子板），将高端（HIGH）线从功率放大器上断开进行检查。

扬声器回路的阻抗不能使用普通的万用表的电阻档进行测试，必须使用专门用于测量扬声器内阻的仪表。

扬声器回路的阻抗相对于地线必须有很好的绝缘特性。

5. 1. 3 设备间的极性

检查调音台和声处理设备（效果器、延时器、均衡器），功率放大器等的连接。

本导则推荐使用扩声工程专用相位仪进行调试。

5. 2 工作状态的确认

检查完连线之后，给设备进行通电，检查工作状态。如果有扬声器系统保护装置，同时将输入和功率放大器的音量调到最小，然后把整个系统通电检查。

5. 2. 1 输入信号

- (1)、将功率放大器的音量开刀最小，监听扬声器的声音可以听到即可；

(2)、顺序打开各输入信号源电源，确认没有噪声混入；

(3)、播放各音源的信号，在监听扬声器中监听音质，如果有电平表的设备，确认电平指示正常，接通扬声器系统进行检查。

如果有异常现象，如发生断路、短路、绝缘不良等问题，再检查和确认。

5. 2. 2 扬声器系统输出

扬声器系统播放声音，在收听的范围内检查声音。

1、根据扬声器系统的工作状态，打开功率放大器的音量；

2、打开扬声器系统的保护电路，正常地接通扬声器系统，此时如果有传声器接入系统，必须注意可能产生的回授。

5. 2. 3 输出信号线的接地

为了防止接地产生噪声，切断接地环路，信号线的屏蔽线只准许一端接地，另一端空浮。同时，各单元的接地集中在扩声系统专用接地点接地，也可以在设备上专门设置接地开关。

5. 3 系统调试

5. 3. 1 扩声系统试听条件和方法：参见国家有关试听方法规范和标准。

5. 3. 2 试听用标准音源

第六章 扩声系统测试方法

详见 GB4959

第七章 扩声工程验收大纲

7. 1 验收条件

7. 1. 1 建设单位组织有关人员依据设备合同清单清点数量、对照型号、核实原产地等，在必要的设备产品验收完成之后，才对设备安装施工质量进行验收。

7. 1. 2 厅堂扩声系统工程质量验收首先是在扩声设备和器材质量检查合格前提下，对扩声系统工程施工质量的检查，因此，工程中使用的扩声设备和器材，包括各种线材和接插件，都应当是通过产品质量检测的合格产品。

7. 1. 3 系统承包商在系统安装调试完成后，应对系统进行自检，自检时要求对检测项目逐项检测，自检合格后填写并提交自检记录或自检报告。

7. 1. 4 扩声系统安装调试后，建设单位委托具有检测资质的部门，对合同中相关条款约定的系统指标进行必要的声学测试，测试指标合格后提交测试记录或测试报告。

7. 1. 5 系统安装调试完成后，已进行了规定时间的试运行，并且试运行状态良好，排除了任何故障。同时由试运行部门或使用者出具了试运行记录或试用报告，原则上试运行部门应当是使用者或施工方以外的其他使用者。

7. 1. 6 声系统竣工验收时，扩声系统工作正常，可以满足验收者随时提出的各项操作和试听的要求。

7. 1. 7 除了满足以上条件外，建设单位或工程承包商还应当提供相应的工程合同技术条件、设计施工图纸、工程洽商记录、监理报告等文件。具体如下：

- 1、中标通知书、工程施工合同（或协议书）、设计图纸；
- 2、产品和器材质量检验合格证明；
- 3、施工变更洽商记录；
- 4、隐蔽工程验收记录；
- 5、工程监理报告；
- 6、工程指标测试报告；
- 7、系统运行记录；
- 8、工程竣工报告；
- 9、工程竣工图纸；
- 10、竣工验收申请单

7. 2 验收依据

7. 2. 1 建设单位或施工方提供的《工程合同》

包括：扩声指标、设计图纸、设备清单、施工要求等技术部分以及产品验收和工程质量验收标准等相关条款，签定规范的扩声工程合同是圆满完成工程验收工作的前提。

7. 2. 2 设计方或施工单位提供的《设计文件》

包括：设计说明、施工图纸。规范设计图纸，按图施工，变更办理洽商，提供足够的扩声设备和器材、工程

施工及质量控制的相关文件。

7. 2. 3 施工监理单位提供的施工监理文件

包括：隐蔽工程验收记录，材料进场报告。

7. 2. 4 检测单位提供的各项检测和检测报告

其中包括：扩声指标、接地电阻、产品检验清单等。

7. 2. 5 各专业相关标准

详见本导则引用的规范和标准。

以后逐步公布实施的相关国家标准在实施日后都将作为扩声工程验收的依据。

7. 3 验收方法

7. 3. 1 扩声系统工程安装调试完毕，系统开通试运行正常后进行工程竣工验收。一般可以委托具有一定资质的机构或部门，也可以由建设单位、监理单位、设计单位和施工单位共同组成验收小组进行竣工验收。

7. 3. 2 竣工验收的设备、线路安装的工程质量验收采用现场检查的方法，逐项目测、检验。

7. 3. 3 系统运行质量多以试听的方法进行。

7. 3. 4 现场竣工验收时，应对各阶段的随工检验记录及工程技术文件等有关资料进行审查，确认后作为工程质量验收资料的依据，审查竣工报告和竣工图纸。

7. 4 验收内容

7. 4. 1 分项目视检查内容

详见表七

表七 扩声系统设备安装质量验收内容

| 分项工程 | 验收内容 |
|--------|--------------------------------|
| 1、机房设备 | A、安装位置、排列顺序、水平与垂直无偏差，机架抗地震加固良好 |
| | B、带轨道设备推拉灵活，机架门闭合严密，开关灵活 |
| | C、非带电金属部位接地良好 |
| | D、设备面漆及修饰完好 |

| | |
|---------|-----------------------------|
| 2、插座箱 | A、箱体面框与墙面、桌面、地面配合严密，固定可靠 |
| | B、箱体接地良好 |
| | C、箱体门锁良好 |
| | D、箱体面漆良好 |
| 3、扬声器系统 | A、安装位置符合设计要求 |
| | B、安全可靠，带有保险装置 |
| | C、水平角、俯角、仰角调整灵活，能满足覆盖要求 |
| | D、集中式扬声器系统组合的机械控制与电气控制系统可靠 |
| | E、扬声器系统无机械振动声音 |
| | F、扬声器系统外表完好 |
| | G、支架与吊架防腐处理适宜 |
| 4、布线、接线 | A、所以线缆符合设计要求：有极性、相位检测记录 |
| | B、布线合理整齐、管径利用率、弯曲半径符合要求 |
| | C、排线弧度一致，整齐美观 |
| | D、焊点饱满光滑，无毛刺，绝缘层及芯线无损伤 |
| | E、焊接、压接、插接点的连接牢固，接触良好，有线向标志 |
| | F、光缆、双绞线测试合格 |
| | G、线头保护良好，无裸露 |
| | H、安全接地、工作接地符合规定 |
| | I、管口及其有关部位的保护与封闭良好 |

7. 4. 2 检查连接线的极性

1、输入极性：从舞台传声器接口盒、台口两侧的综合接线箱到跳线排、调音台等的各种连接线极性正确，不发生故障。

2、输出极性：检查从功率放大器到扬声器系统连接线的极性，确认无误。

3、设备间的极性：检查调音台和效果器、延时器、均衡器、功率放大器等连接，确认极性无误。

7. 4. 3 确认设备的工作状态

1、输入信号：将功率放大器的音量开到最小，打开各输入信号，使用监听设备确认没有噪声混入，播放各

音源的声音，如果有电平表的设备，确认电平指示正常。

2、扬声器系统输出：分别使单个扬声器系统播放声音，在收听区域内收听，检查扬声器系统的发声情况。根据扬声器系统的工作状态，打开功率放大器的音量。

3、系统调试完成后，各个 VU 表指示电平动作正常。

7. 4. 4 系统检查

测试项目和测试方法见表八

表八 扩声系统设备安装质量验收内容

| 序号 | 检测项目 | 检测方法 |
|----|----------|--------|
| 1 | 最大声压级 | GB4959 |
| 2 | 传输频率特性 | GB4959 |
| 3 | 传声增益 | GB4959 |
| 4 | 稳态声场不均匀度 | GB4959 |
| 5 | 系统总噪声级 | GB4959 |
| 6 | 系统接地电阻值 | 1 欧 |

7. 5 试听评价

7. 5. 1 主观评价与很多因素有关，不可作为扩声工程验收的依据。试听评价结果详见表九

表九 试听评价结果表

试听评价结果（音源：_____）

| 序号 | 试听曲目 | 时间 | 评价用语 | 处理意见 |
|----|-------------|----|------|------|
| 1 | 标准人声语言（男、女） | | | |
| 2 | 小提琴演奏 | | | |
| 3 | 交响乐 | | | |
| 4 | 中国民乐 | | | |
| 5 | 流行音乐歌手演唱 | | | |
| 6 | 摇滚乐 | | | |
| 7 | 效果声 | | | |

第八章 保养检修和使用注意事项

8.1 在进行保养检修的作业场所及通道上，充分考虑脚手架和顶棚高度，设计可用合理姿势进行安全作业的构造，并适当配备作业用照明设备及必要的工具等。

8.2 在保养检修所需作业通道中，根据使用目的的必须进行便于布线的设计。布线终端按各个不同系统区分，置于贴有易于与图纸对照的回路名称的端子盒中，以便于保养检修作业。

8.3 对于观众席内吊顶高的场所以及地板倾斜或呈阶梯状的场所的音箱等器具，应在吊顶里进行检修。

8.4 各种设置要可以从正面进行检修，零部件的更换应尽可能采取拼接方式，可简单拆取的构造。设置可进行日常检修的检查显示嵌板。

8.5 配备保养所必须的检修工具和更换零部件。

8.6 通常的保养检修内容应在与设备工程商商谈的基础上，按如下内容实施。

- (1)、实施日常工作测试项目的测试；
- (2)、按日常检修项目检修；
- (3)、发现不良的部件应及时更换，更换零部件要注明更换年月日；
- (4)、建立维修档案，记录故障状态、原因、对策、修理等的经过留作资料；

8.7 定期保养检修内容

- (1)、定期的保养检修作业宜委托设备制造商或工程商进行；
- (2)、结合剧场的使用状态和运营情况，决定每年度的实施次数和检修项目；
- (3)、定期保养检修作业结束时，提交保养检修试验表；
- (4)、在修理完故障部位后，保存提交的修理记录；

8. 8 厅堂扩声设备保养检修项目

见表十

表十 厅堂扩声设备保养检修项目表

| 对象 | | 日常检修 | | 定期检修 | | 试验测定 | |
|--------|------------|------|---|--------------------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------|
| | | 周期 | 检修部位 | 周期 | 检修部位 | 周期 | 检修部位 |
| 剧场扩声设备 | 调音台 | 每周 | 电源选择按钮操作 音质调整提示切换 音量控制操作、检查声音播放 确认各种指示灯 VU表和监听音箱 确认连接传声器 | 6个月 不定期 6个月 | 检查设备各种开关 更换零部件 检查照明减弱控制器 接点 | 6个月 6个月 6个月 | 频率特性实验 测定 S/N 比 测定电流 |
| | 无线传声器接收机 | 每周 | 频率调整、检查电池 检查声音 检查天线和电源线 | 不定期 不定期 不定期 | 调整频率输出 更换零部件 更换电源线和天线 | 6个月 6个月 6个月 | 频率特性实验 测定 S/N 比 测定电流 |
| | 传声器吊挂和升降装置 | 每周 | 操作试验、确认是否能够动作 | 6个月 | 检修调整伺服电机 | 6个月 | 检出部位特性试验 |
| | 传声器 | 每周 | 检查声音 | 不定期 | 更换零部件 | 不定期 | 声音特性实验 |
| | 录音机（CD机等） | 每周 | 运转操作 检查声音 关键轴、松动 紧张程度 | 6个月 6个月 6个月 6个月 | 录音、重放、消音头更换 损耗零部件 运转周期 | 不定期 | 调查连接 |
| | 功率放大器 | 每周 | 电源选择按钮操作 指示灯 | 6个月 6个月 6个月 | 调整音响平衡 更换零部件 | 6个月 6个月 6个月 | 频率特性实验 测定 S/N 比 测定电流 |
| | 综合布线 | 每周 | 磨损、打结 | 1个月 | 检修打结电缆、电线 | | |
| | 扬声器系统 | 每周 | 发声 | | | 不定期 | |