

音乐剧现场扩声技术培训

北京大学学生音乐剧社 廖阔



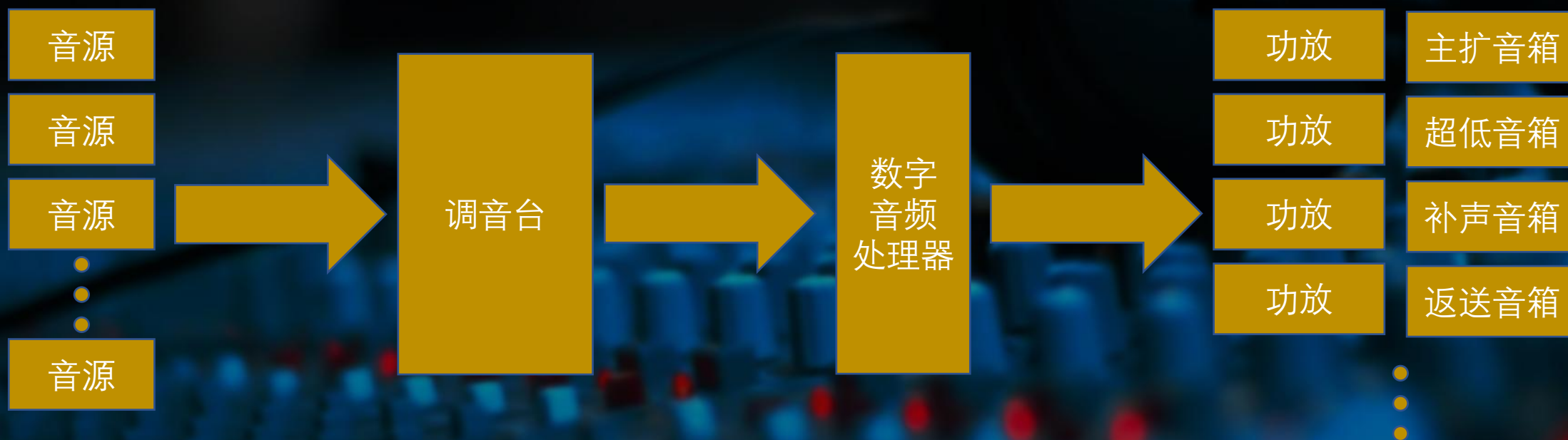
Part1

现场扩声系统知识概览

何谓现场扩声？

- 现场扩声：是指在各种活动中使用音响设备将声音放大并均匀分布到观众区域的技术
- 现场扩声的意义：
 - （1）通过电声技术对舞台原声进行放大，弥补其在声压和覆盖范围方面的不足，满足更大规模演出中更多观众的听觉需求；
 - （2）对不同的声音内容进行混合与分配，对各个声音成分的响度、音色进行一定程度的调控与融合，满足演出节目编排与艺术呈现的需求；
 - （3）以声音作为传达创作意图与情感的载体，在创作者、演出者与观众之间搭建一座声之桥梁。

现场扩声系统的组成



音源

- 话筒

- 按工作原理分：动圈话筒、电容话筒
- 按结构形式分：手持话筒、头戴话筒、领夹话筒、乐器话筒
- 无线话筒：由话筒头、发射机、接收机组成，使用者可在一定范围内自由走动而不受约束

- 放音设备：电脑、多轨回放设备等

- 电声、电子乐器

- 其他音响系统等

调音台

- 音响系统的中枢：对各个音源的信号进行放大、处理、混合、分配，实现对演出音响效果的集中控制
- 关键概念：输入通道、输出母线
- 输入通道的组成：
 - 电平放大部分：增益（Gain）
 - 动态处理部分：噪音门（Gate），压缩器（Compressor）
 - 频域处理部分：高通滤波器（HPF / Low Cut），均衡器（Equalizer）
 - 信号分配部分：推杆，静音（Mute）/选听（Solo）按钮，声像平衡调节（Pan/Balance），母线发送调节（Bus Sends）

调音台

- 输出母线的分类：

- 主输出母线（Main Out/Master）：一般而言包含所有通道的信号，各信号音量由通道推杆控制；一般用于提供主扩音箱信号
- 辅助母线（Aux）：可以按需将全部或部分通道信号，以不同的比例发送到辅助母线。

辅助母线分Pre/Post模式；

Pre模式下的辅助母线与主输出完全独立，各信号音量由各通道对本母线的发送量（Send level）控制而不受推杆影响，一般用于在乐队演出中提供耳返信号，音乐剧演出中不使用；

Post模式下各信号音量由发送量和推杆位置共同决定，可以看作是在主输出内容的基础上进行相对调节。一般用于提供超低、返送信号。

- 子编组母线（Subgroup）：对部分通道信号进行预混再发送到主输出，录音棚中常用于对同类信号进行集中处理；但其信号不能发送到辅助母线，如在现场演出中使用，会导致信号流严重复杂化，非常考验音响师的思路、经验和调音台的处理能力，不建议使用。

调音台

- 输出母线的分类:

- 矩阵母线 (Matrix) : 与辅助母线类似, 但可以接受来自主输出、辅助、子编组母线的信号, 相当于“二级混音”母线; 实际应用中, 矩阵母线一般用于复制主输出的信号, 提供给中置音箱、补声音箱、录音设备、直播系统等。

- B101调音台默认通道、母线功能分配:

输入通道	内容
1-8	手持话筒1-8信号
9-12	头戴话筒1-4信号
13-24	舞台地插1-12信号
Aux In 1-2	电脑音频输入
Tape	蓝牙输入

输出母线	功能	内容
Main Out	舞台两侧主扩音箱输出	所有通道
Mix1 (Aux)	舞台两侧超低音箱输出	仅Aux In 1-2、Tape
Mix3 (Aux)	台上四个返送音箱输出	所有通道
Mix4 (Matrix)	台下两个中置音箱输出	复制Main Out信号



Ch. 1

PreampGain 0 dB

话筒供电 48v (危险!) 信号反相 (不要开)

立体声双轨联动

左右声像调节

PreAmp 增益 0 dB

HPF 高通滤波 off

Input Del. 信号延迟 (不要开) 0.0 ms

EQ 均衡器

Gate 噪音门

Comp 压缩器

Limiter 限幅器

Aux Mixes 母线发送量

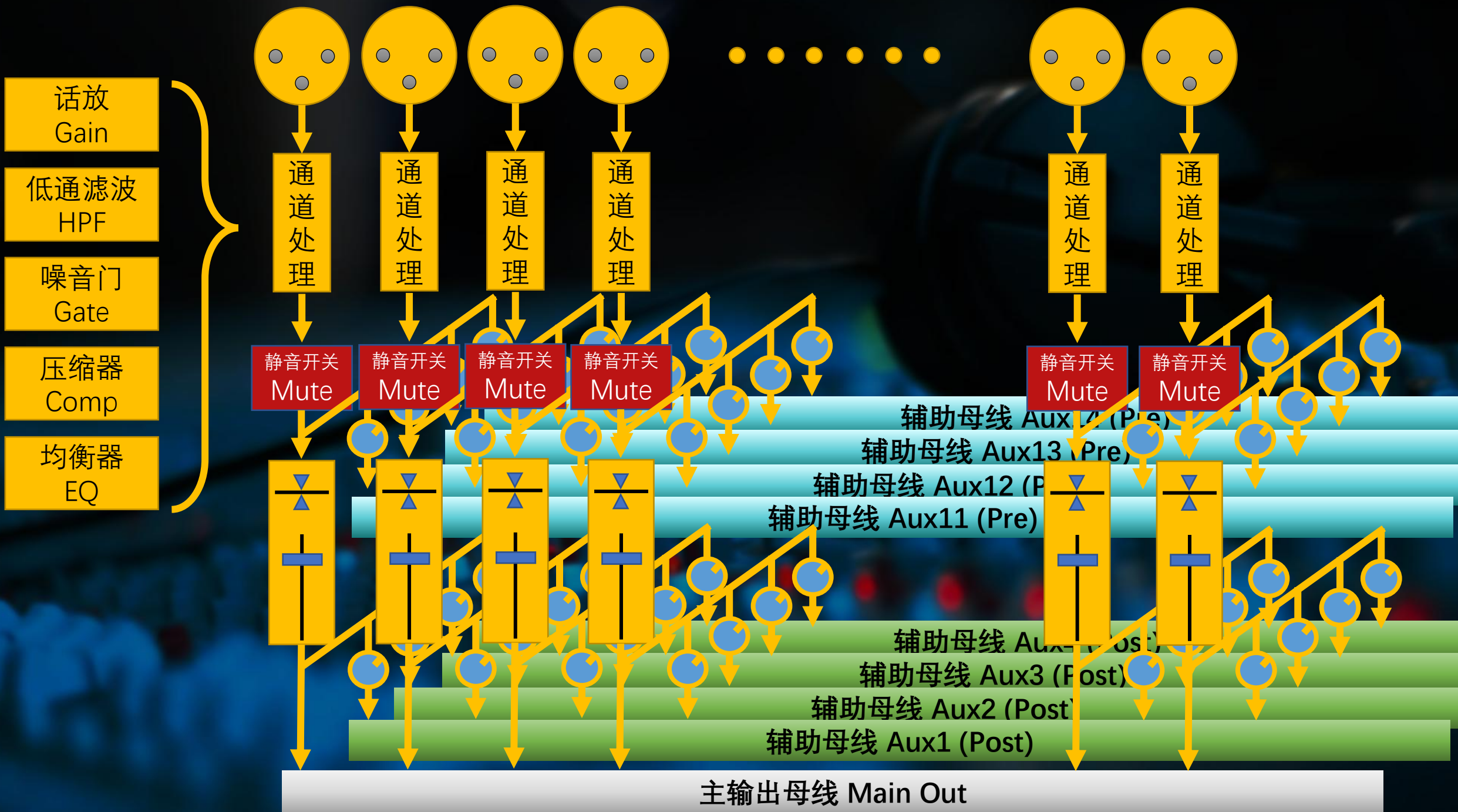
FX Sends 效果器发送量

Assigns 主输出发送 (必须开启)

L/R

A B C D

子编组发送 (不要开)



输出设备

- 数字音频处理器：对调音台输出的信号进行进一步处理，适配场地、功放和音箱的特性（分频、房间频响EQ校正、限幅保护）
- 功放：对线路音频信号进行放大，将其转换成具有一定功率驱动能力的音频电流，推动音箱中的扬声器发声
- 音箱：由箱体和扬声器单元组成，将功放送来的音频电流转化为机械振动，在空气中产生声波；不同的音箱，发声频段和覆盖范围各有不同，互相配合为观众区和舞台提供均匀的声音覆盖



Part2

音乐剧音响师工作流程 (B101)

演出筹备阶段的工作

- 1.阅读剧本，观看演出录像，初步了解演出内容
- 2.根据剧目需求，确定话筒需求，排出麦表（以场景为单位）
 - 原则上一人一麦；资金紧张时，分析配角是否有共用话筒的可能（是否存在时空上不同时出现的配角？同时上场的配角最多有多少人？与导演沟通，了解人员上下场情况，换麦是否方便？）
 - B101自带的手持麦可用，头戴麦音质和稳定性较差，不建议使用；
 - 观众厅、李莹厅有6个免费话筒配额，可以按照“2个手持麦给导演指挥和应急调度+4个头戴麦给演员”的方式使用，其他头戴麦外租；
 - 观众厅、李莹厅返送要另租，场地对接时需要制作人和场地方提前说明。

演出筹备阶段的工作

- 3.精读剧本，标注开关麦时机，形成音响台本
 - 人上麦开，人下麦关，长时间无台词可临时关麦
 - 必要的关键节点可标注当前所有麦的开关状态（如“只开1 2 3号麦”）
 - 留出时间裕度，先开后关，早开晚关顶多有杂音，早关晚开会造事故
- 4.跟着演出录像，脑内进行一遍虚拟调音，检查校核台本有无漏开漏关的问题，有无对操作时机要求过于严格的风险点

临近演出与装台阶段的工作

- 1.联系制作人，租赁话筒设备，购买耗材（5号电池、布基胶带）
 - AMS GT6000头戴话筒xx套；
 - 配件：天线放大器（拍子）、支杆、电源插排、10米卡侬线
 - 注意送货和归还时间（能否提前一天晚上送到？归还时间要求？）
 - 电池数量：演出天数x话筒总数x4（每个话筒两节电池，彩排和演出各用一套电池）
- 2.设备进场，配接
 - 可找一位同学，同时完成辅助工作：整理卡侬线，更换腰包电池，将腰包与头戴麦线对接。先不要打开腰包电源。

设备配接-无线话筒

- 将话筒箱放置在音控室附近线长可及之处，打开箱门；
- 将天线放大器底部的螺孔和支杆头部的螺杆对接拧紧，把支杆架设在合适位置，让天线放大器头部指向舞台；
- 用同轴射频电缆将两个天线放大器的输出接口与第一台话筒接收机的射频输入接口相连（插入后右旋锁紧），其他接收机即可通过跳线共享射频信号；（接收机较多时，可能需要将最后一台接收机的射频输出连接到下方箱体第一台接收机的射频输入端口）
- 用布基胶带固定射频电缆和天线放大器支杆，防止绊人、倾倒；
- 将无线话筒电源线连接到插线板上，先不要接通插线板电源；



设备配接-调音台

- 关闭音响系统总电源，或将调音台所有输入通道设为静音（Mute），拔除调音台后连接1-24号输入接口的线缆；
- 取一条卡侬线，针脚端连接调音台1号输入接口，插孔端连接第一路话筒接收机的输出接口；
- 如此完成所有话筒通道的连接；
- 紧随其后的四个接口，分别连接调音台后标有“无线1”~“无线4”的线缆，这些线缆对应四个手持话筒；
- 将音控室中的3.5mm电脑音频线盘展开，3.5mm端留在室外，两个6.35mm接头分别连接调音台Aux In1或者Aux In 2左右声道输入。

临近演出与装台阶段的工作

• 3.设备调试

- 先接通无线话筒插线板电源，再打开音响设备总开关；
- 检查无线话筒接收机各屏幕是否点亮，天线放大器指示灯是否点亮
- 按调音台屏幕下方Scenes按钮，点左侧Projects栏，旋转滚轮找到Default(Default Not Delete)工程并点进去；在右侧Scenes栏，找到Default默认存档，点Recall载入存档；在左侧Projects栏选择一个空的工程（或者以前其他剧目演出用过的废工程），点Store覆盖保存；
- 将调音台各路推杆拉下，主输出推到0刻度，Aux1（超低）、Aux3（返送）、Aux4（中置）输出推杆均推到-15左右；
- 连接电脑播放音乐，推起对应输入推杆，检查各音箱确认发声正常后，即可开始无线话筒调试。若有音箱不发声，应检查接头是否接好，功放电源是否开启，调音台对应母线是否静音。检查无误后即可调试无线话筒。

无线话筒调试

- 取编号为1的话筒腰包（若无标签，则随便取一个话筒腰包贴上标签1），打开电源；检查第1路话筒接收机屏幕是否由黄色变为白色，如变白则说明频率匹配、连接成功，跳过下一条；
- 如未变白，说明腰包和接收机通道频率不匹配，执行以下步骤：
 - 长按第1路接收机Sync按钮，等待其自动扫描选定最佳频率；
 - 频率扫描完毕后，接收机IR窗口闪烁，将话筒腰包顶部对准窗口对频；
 - 几秒后，接收机屏幕变为白色，对频完成；
- 保持腰包电源打开，但将其放在稍远离接收机的位置，以防后续对频时意外覆写已经对好频的腰包；
- 依此类推，建立所有腰包和对应接收通道的连接。
- 若后续发现某腰包有干扰，按第二条重新选频对频即可。

无线话筒调试

- 取1号腰包，戴上头戴麦，麦头离嘴角一指距离；在调音台上选择（Select）第1输入通道，以正常音量对头戴麦说话，在Input页面上调整增益（Gain），使左侧的通道输入音量表指到约一半位置，记下此时的增益数值，并将其他头戴麦通道的增益均调到这一数值。
- 依次对其他腰包进行试音，正常情况下，当推杆开到0刻度时，所有腰包的声音大小应基本相同。
- 如果声音过大或过小的，可长按腰包左键，检查其电平灵敏度dB值，将其调到和其他正常腰包一样即可；若腰包电平灵敏度无异常，可长按接收机对应通道SEL键，将其输出电平调到与其他正常通道一样；若均无问题，则为麦头故障，取备用麦头更换之。

无线话筒调试

- 取1号腰包，戴上头戴麦，麦头离嘴角一指距离；在调音台上选择（Select）第1输入通道，以正常音量对头戴麦说话，在Input页面上调整增益（Preamp/Gain），使左侧的通道输入音量表指到约一半（-24dB）位置，记下此时的增益数值，并将其他头戴麦通道的增益均调到这一数值。
- 依次对其他腰包进行试音，正常情况下，当推杆开到0刻度时，所有腰包的声音大小应基本相同。
- 如果声音过大或过小的，可长按腰包左键，检查其电平灵敏度dB值，将其调到-36再同时按下两按键确认即可；若腰包电平无异常，可长按接收机对应通道SEL键，将其输出电平调到与其他正常通道一样；若均无问题，则为麦头故障，取备用麦头更换之。

调音台上的其他调试工作

- 确认所有话筒通道高通滤波器（HPF/LowCut）均已开启，频点设定在100-120Hz；
- 检查母线发送量：
 - 按下调音台左侧Mix1按钮，检查超低母线发送量：翻页确认只有AuxIn1、AuxIn2、Tape三个推杆在0位，其他推杆均完全关闭；
 - 按下调音台左侧Mix3按钮，检查返送母线发送量：翻页确认各话筒通道推杆在-5位置，AuxIn1、AuxIn2、Tape三个推杆在零位。
- 检查通道处理设置：
 - 检查所有话筒通道的噪音门（Gate）均为关闭；
 - 检查所有话筒通道的均衡器（EQ），确认没有超过3dB的大幅提升；
 - 主输出和返送的EQ已预先调好，请勿随意关闭或改动，以防啸叫。

彩排阶段的工作

• 1.佩戴话筒

- 提前5-10分钟集合演员，按照麦表佩戴对应的话筒；
- 话筒金属丝尾部的耳挂挂钩向上，麦杆在下；
- 调整话筒杆前后、上下位置，使麦头距离嘴角一指距离，并避开气流；
- 长按腰包电源按钮开机，确认电源绿灯常亮；短按左键，使腰包面板小锁头指示点亮，此时电源按钮锁定，无法被中途静音或关机，唯一能关机的方式就是取下电池。
- **仍须注意的是：演员不得以任何理由尝试静音或关闭话筒腰包电源！**

彩排阶段的工作

• 2.试音

- 话筒佩戴完成后，所有演员在舞台上一字排开；
- 调音台上推起第一路话筒音量，让演员以正常音量试唱一段，调整推杆至音量合适，必要时可稍调整增益（调整幅度不宜过大）；若音量过小或有鼻息声，应检查佩戴是否正确；
- 调整过程中，也可视情况使用均衡器修饰音色；使用均衡器时，应以衰减为主，提升为辅，提升量不要超过3dB；
- 调整结束后，按下对应通道Mute按钮使其静音，保持推杆位置不变；
- 以此类推，对所有话筒进行试音；
- 若时间足够，演员的开嗓练习可安排在试音后进行，此时可尝试逐一开启所有话筒，进一步调整音量，使所有人齐唱时声音大小、比例合适，且不发生啸叫。

彩排阶段的工作

• 3.全流程彩排

- 全流程彩排过程中，按照预先编排好的音响台本开关话筒，再次确认台本的正确性、合理性，并做必要的修改；
- 注意人声和伴奏、独唱和合唱的音量平衡；一般来说，同时演唱者每增加一人，会导致整体音量提升3dB左右；
- 如有必要，可在台本上标注额外的信息，比如不同片段中不同通道的音量大小等；
- 可以根据角色的音色特质，利用均衡器稍加修饰；
- 彩排完毕后，将所有通道静音，并保存预设。

进阶操作1：均衡器的调节

- 均衡器的三个参数：频段增益、频点、Q值
 - Q值：均衡器的影响范围/频宽，大Q值影响范围小，但过大Q值听感不自然
 - 一般而言，提升时用小Q值，衰减时可视情况用较大的Q值
- 不同频段的调整对人声有不同的作用
 - 低频 20-250Hz：重量感；闷、轰头
 - 中低频250-500Hz：温暖饱满；堵，糊
 - 中频500-2000Hz：主体频段，靠前/靠后；600-800“塑料味”
 - 中高频2000-4000Hz：临场感，“刺耳”的主要来源
 - 高频4000-8000Hz：明亮感，齿音，也是高频啸叫重灾区
 - 超高频8000Hz以上：通透感/空气感，但可能存在不必要的高频谐波（对质量不太好的话筒，可以在16-20kHz施加一个Q值较大的衰减）

进阶操作1：均衡器的调节

- 主唱声音浑浊？可能是频段“打架”：
 - 强音掩蔽弱音，低频掩蔽高频
 - 一般而言，频段“打架”最容易发生在中低频段
 - 避免让多个音源同时贡献大量中低频成分
 - 如果主唱声音浑浊不清，可以适当衰减伴唱和伴奏音频的中低频来解决
- RTA频谱图
 - 可以实时显示当前通道音频信号的频率成分分布
 - 能量集中的频段在RTA上表现为高峰，反之为低谷
 - 啸叫在RTA上表现为单个极为尖锐的峰值，对应的频点即为啸叫点

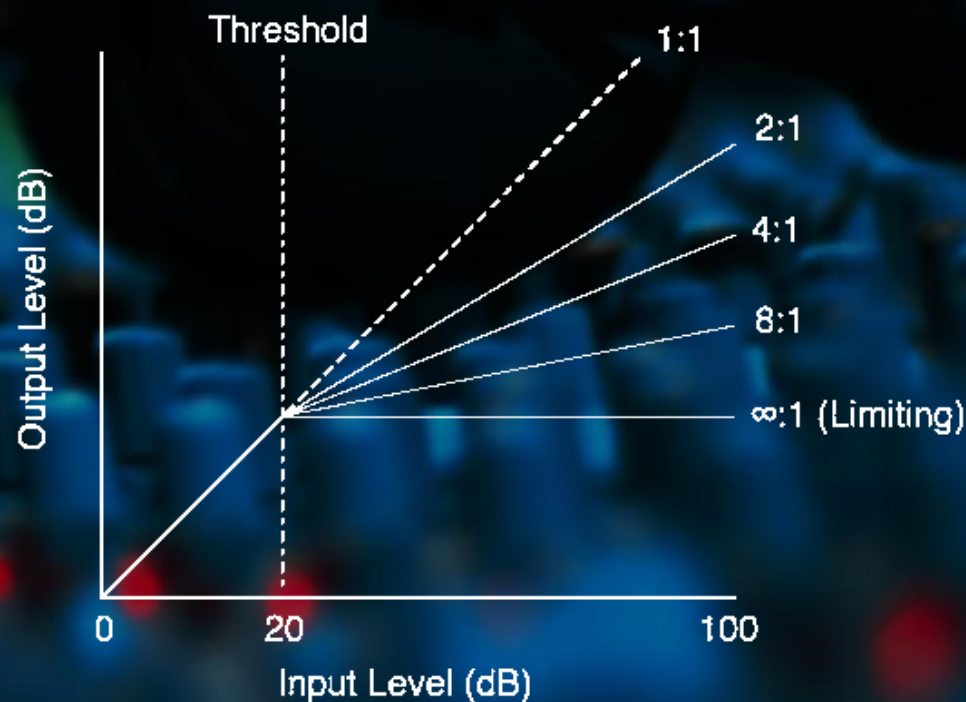
进阶操作2：压缩器的使用

- 压缩器：本质上是一种自动音量控制装置
 - 听歌时遇到特别吵的段落，你会调小音量，让实际音量不增大太多
 - 压缩器本质上在做相同的事情：当输入信号超过阈值时，压缩器介入，按比例衰减输入信号，使信号强度进一步增加的趋势放缓
 - 音频技术中一般把声音强弱的差异称为“动态”；压缩器可以对音频信号中较强的部分进行衰减，收紧和控制声音的动态范围
- 压缩器的作用
 - 缩小动态范围：听感更加平滑、稳定，减少突兀的音量变化
 - 增强声音细节：压缩后推音量，弱音不变强音减小→强音不变弱音增强
 - 平衡声音电平：加上压缩之后，混音中各个成分的相对电平更加稳定，易于平衡
 - 重塑声音包络：采用慢启动、慢释放等特殊设定，可以改变声音的包络特性

进阶操作2：压缩器的使用

- 压缩器的参数

- 阈值Threshold：决定压缩器在输入信号达到多大时介入
- 压缩比Ratio：当输入信号超过阈值时，输入和输出信号增量之比
- 启动时间Attack：输入信号超过阈值后，压缩器从启动到完全介入所需的时间
- 释放时间Release：输入信号低于阈值后，压缩器从介入到完全释放所需的



进阶操作2：压缩器的使用

- 用压缩器平衡演员不同情绪下的音量
 - 首先选中所要调整的话筒通道，进入压缩器页面；
 - 将压缩器阈值调到最大，启动时间1mS，释放时间40-50mS；
 - 压缩比取2:1~4:1之间，小压缩比可以保留更多动态，大压缩比限制作用更强但有“唱不上去”的风险；
 - 开启压缩器，逐渐降低压缩器阈值，直到在情绪较为激烈的唱段处，压缩器产生约6dB的压缩量（可从左侧红色表头读出）；
 - 根据实际听感再调整一下通道音量、阈值和压缩比，使听感更加均衡。
 - 采用这种方法，可以有效缓解高能量唱段听感吵、人声盖伴奏的问题。

全流程彩排中常见问题的处理

- 话筒无声：立即选中无声话筒对应的通道，观察左侧输入音量表有无跳动；如跳动正常，检查对应通道是否开启，Mute是否解除；如只有微弱跳动，检查是否开错通道；如完全没有任何指示，检查对应接收机通道的屏幕显示，若屏幕为黄色则话筒腰包被关机或没电，若屏幕为白色则说明话筒腰包和接收机无线连接正常，无声可能为线路中断所致。
- 话筒干扰/断频：将对应的话筒腰包取回，对相应通道重新扫频、对频。
 - 长按接收机对应通道Sync按钮，等待其自动扫描选定最佳频率；
 - 频率扫描完毕后，接收机IR窗口闪烁，将话筒腰包顶部对准窗口对频；
 - 几秒后，接收机屏幕变为白色，对频完成；
- 话筒啸叫？

啸叫问题的防范与处理

- 啸叫的本质是话筒和音箱之间的声音正反馈
- **不可妥协的安全红线：任何时刻任何人严禁以任何理由将话筒正对音箱！**
- 尽量不要在主扩音箱能覆盖到的区域使用话筒
- 规范佩戴话筒，麦头离嘴角一指距离，不可太远（否则为了收到同样大小的声音，话筒音量就要推得更大，更高的总放大率更容易引发声音的正反馈自激，从而产生啸叫）
- 一旦发生啸叫，应立即关小对应话筒音量（若无法判断时可直接关小总音量和返送音量）使啸叫停止，然后再尝试慢慢恢复；一般来说，将返送音量调小可以降低啸叫发生的可能
- 可借助RTA频谱图判断频繁啸叫的共振点，并用均衡器做针对性衰减消除
- 在场地某些并不正对音箱的位置可能会产生低频的驻波啸叫，这种情况无法通过设备调试消除，只能在演出过程中尽量避免走入这些危险区

彩排阶段的工作

- 4.彩排阶段结束后
 - 收好所有话筒;
 - 更换所有话筒电池——正式演出必须使用全新的电池; 旧电池如有剩余电量, 可集中放在一起, 作应急备用;
 - 检查确认彩排中遇到的问题已解决;
 - 联系导演, 确定正式戴麦时间 (至少在开场前10分钟) 。

正式演出

- 正式演出开始前：
 - 确认与剧组通信通畅，手机电脑提示铃声已全部关闭；
 - 确认放音电脑已连接电源，暖场音乐播放正常；
 - 观察话筒接收机显示窗口，确定所有话筒电量充足、信号正常，无断频干扰现象；
 - 观察调音台上各路话筒音量表，受环境音影响应有微弱跳动，如完全无信号则检查相关线路连接；
 - 提前10分钟协助为演员佩戴话筒，逐一最终检查话筒位置是否合适；
 - 如有必要，在开演前再安排一次试音。

正式演出

- 正式演出过程中：
 - 演练瞄准实战，实战参照演练；保持平常心态，按照台本准确有序完成预定操作。
- 可能遇到的突发情况：
 - 话筒无声：首先检查是否推错；然后查看接收机屏幕，确认话筒是否关机或没电，联系舞台助理更换电池；必要时启用备用手持话筒；
 - 话筒杂音（鼻息声、摩擦声）：快速反应，有台词时推起，无台词时拉小；换场时检查调整佩戴位置；
 - 演员演唱失误（忘词、跑调等）：可增大其他演员或伴奏音量覆盖之
 - 啸叫：关小上一步开启的话筒音量，尝试在关小返送的同时将音量推回

演出结束后

- 找一位同学协助完成以下工作：
 - 收回所有的无线话筒，取下电池，将话筒头线摘下（按住圆点向外拔，不要旋转）并整理好；将话筒头和腰包放回储存箱；
- 首先，恢复调音台配置：
 - 调用默认存档（按调音台屏幕下方Scenes按钮，点左侧Projects栏，旋转滚轮找到Default(Do Not Delete)工程并点进去，点右侧Default，按Recall载入）；
 - 关闭所有输入通道推杆，摘下所有连接话筒接收机的卡侬线；
 - 将调音台后原本的卡侬线归位（1-12路接无线1-12，13-24路接舞台地插MIC1-12）；
 - 测试各手持话筒是否工作正常

演出结束后

- 撤收无线话筒系统：
 - 拔下无线话筒排插电源；
 - 从无线话筒接收机侧摘下所有卡侬线，找一位同学协助整理好；
 - 拔下射频电缆（推动并逆时针旋转卡套）并整理好；
 - 将天线放大器从支杆上拧下；
 - 各线材、配件按原位整理好，检查确认无线话筒腰包、麦头、卡侬线收齐后，拍照存证以备租赁商检查，封箱；
 - 按时交还器材。



敬请批评指正！

2026.3.30