

广播音响工程设计方案的制作

资料来源：中国《音响技术》

一、专业工程的有关国家标准

因为专业音响工程涉及的相关技术较多，而且工程的质量可以通过必要的检测手段来衡量，所以国家有关部门先后制定了多项国家级或部级的标准，这些标准是广大科研作者根据我国专业音响技术及建筑施工技术的发展情况，参照国外的相关规定而制定出来的，它们的制定和实施都是在实践中不断发展完善的，完全能反映我国专业音响行业的技术水平，作为从事专业音响行业的工程技术售货员应该深入了解这些标准，并且是一些电声质量要求较高的工程就更应该严格按照标准执行，其中对工程施工具有较高参照价值的有：

- GB3947——声学名词术语；
- GB4959——厅堂扩声特性测量方法；
- GYJ25——厅堂扩声系统声学特性指标；
- SJ2112-82——厅堂扩声系统设备互联的优选电气配接值；
- B/T14218-93——电子调光设备性能参数与测试方法；
- GB/T15485——语言清晰度指数的计算方法等等。

由于篇幅的原因，标准的具体内容在此不再摘录，[详见《亚美学堂》之《设计规范》](#)。工程技术人员应该认真收集这些资料，以供设计、测试时参考。

二、工程设计的确定原则

一个合格的工程必须经过规范的设计，一个优质的工程更是离不开科学严谨的设计，科学的设计是参照了大量的相关标准，完成了一系列计算，掌握了全部的



设备性能并结合了设计者的经验而完成的，有了科学的设计，工程的施工才能顺利质量才会得到可靠的保证，尤其是专业音响工程质量的因素较多，是综合性很强的一门技术，而且随着科技的发展，设备档次的提高，工程的造价也越来越高，所以一定要杜绝无设计、无标准、无图纸的工程。

既然工程的设计如此重要，那么怎样进行工程的设计呢？这就要从工程设计的确定原则开始，也就是工程设计中涉及的重要环节的设计原则，下面就分几方面叙述。

（1）、总体规划的原则

总体规划是一个工程最先开始又最为重要的工作，它要求设计者必须全盘考虑，思路清晰，这时的不合理，不周全将会使工程的质量受到影响，总体规划包括工程的定位、厅堂的建声、对建筑装饰的要求、音响灯光的目标定位以及工程的安全合理性和对环境的影响。其中工程的定位应该本着实事求是的原则，不要追求不切实际的高档和花哨，也不能忽略影响工程质量的重要功能。厅堂的建声应该遵循让音响设备在相应的环境下表现出最佳效果的这项工作的意义非常重要，也最能检验设计者的水平，具有要求将在后面谈到。

对建筑装饰的要求应该本着利于建筑声学 and 灯光效果的原则。音响灯光的目标定位应该以充分发挥设备的性能为出发点，达到期音质优美、灯光效果上佳为目的。

工程的安全合理性及对环境的影响应该以严格遵守国家有关部门的法规和条例为原则，尤其是安全防火，合理用电，避免环境污染最为重要。

（2）、建筑声学的确定原则

专业音响工程的建声主要是厅堂的建声，相同的设备发挥的水平高低不一的原因，一般都是建声条件的不同，无论多么优良的设备，一旦放在建声条件恶劣的环境中，肯定不会达到好的结果，而建声要求还会因为工程的使用要求不同而不同，也会受建筑装饰质量的影响，建声效果好的厅堂应该是混响合理，声音扩

散性好，没有声聚焦，没有可闻的振动噪声，没有声阴影等等，建声的要求不能单方面由音响设计人员进行，它需要建筑装饰技术人员的有力配合，但由于双方的设计思路和要求不尽相同，这就需要音响工程的总体规划工作尽早开始，经常保持双方的联系，以取得相互的理解和密切配合，其中混响时间的选取可以根据工程的性质和用途来确定，必要时应该借鉴一些优良工程的经验。

（3）、扩声形式的确定原则

所谓扩声形式就是指使用单声道、立体声还是增加环绕声系统进行扩声，通常对于要求不高的语言扩声场所应该使用单声道扩声，这样不光是出于节约资金的考虑，而且在多数的背景音乐扩声方式应用最多，但要想在整个扩声区域内达到立体声的效果相当困难，这就要求设计时设备的配置要合理，扬声器的摆位要考虑其电声特性，最后还需要根据声场的具体情况进行调整；环绕声系统来源于电影扩声系统，它对环境和设备的要求都非常的特别，国际国内都有专门的标准进行规定，严格地讲，电影环绕声系统是独立于一般的音响系统，所以如果对电影环绕声不太了解的话，千万不要轻率地增加所谓的环绕声系统，因为不合理的环绕声配置不仅不能形成环绕声，而且还会破坏声场，干扰立体声的播放，结果将是事倍功半。但考虑到近年来家用 AV 系统的兴起，越来越多的人对所谓的“环绕声”有所要求，所以可以在要求不高的卡拉 OK 包房、小影视厅等地方进行简单的配置。

（4）、设备定位的确定原则

有了以上各项原则的确定，最后应该对工程中设备的定位进行考虑。定位的依据就是在一定投资下的总体规划，参照点就是当时市场的设备价格，还有不可忽视的一点就是：器材定位的一致性。关于器材定位的一致性问题，工程技术人员会经常遇到，往往会因为造价的原因、对设备性能不熟的原因、配置不当的原因等造成器材定位不一致，其结果将会是：系统工作不稳定或者系统的水平受某些器材的制约。

所以，保持器材定位的一致性在一定程度上决定工程的最终质量。

另外，因为设备的定位涉及到造价和经费的矛盾。工程双方会在这个问题上争论不休，所以设计人员应该和财务人员一道仔细地进行成本的核算，即要保证在价格上占优又要保证公司的经济利益。尤其是近年来国外许多优质品牌的专业器材逐渐进入内，各个代理商竞争非常激烈，所以在许多时候，如果选型得当，就可以在定位相同、配置合理的前提下，成本得以降低，工程双方都会非常满意。

三、总体设计

在充分了解工程的性质定位后，就应该着手开始工程的总体设计工作。总体设计是工程施工最重要的依据，总体设计应该在全面考察各方面的具体情况后，先进行细致的分析，然后设计人员应该拿出一个总体规划方案，经工程双方共同协商，待取得一致意见后将修改后的方案一步完善，然后分类进行具体的设计和计算，最后根据设计方案完成器材的配置，这样的设计才能符合前面确定的原则，才能做到有根有据，下面就按一般工程的设计步骤逐一叙述。

1. 总体规划

前面已经就总体规划的确定原则进行了分析，要想很好地进行总体规划必须做到期：全面考虑，事无巨细，就是说：要把工程会涉及到的各种因素考虑进去，在工程施工开始之前就要在准备工作中为下面施工扫清障碍，但是也不能因为一些细小的考虑而影响总体规划的进行，所以，总体规划需要由具有丰富设计经验的技术人员进行。

(1)、工程定位

工程定位是使用者最想了解的东西，而且多数用户都需要知道该设计有何特点，能达到一个什么水准，或者更具体地讲，该工程能否达到或超过他熟悉的某个工程。所以，设计人员应该将自己的设计思路让对方充分地领会，将设备性能让对方明确地了解，例如：工程对演出效果有一定要求，你的设计中应该告诉对方哪些设计配置是为演出考虑的，舞台的灯光是如何布置的，以比如；设计中音



响效果的提高余地已经不大而灯光效果提高的可能性还很大时，你也要向对方明确你的设计是如何调整的。

（2）、厅堂的建声

绝大多数音响工程都是在厅堂内实施的，厅堂的整体质量关系到设备性能是否能有效地发挥，尤其是厅堂的建声对音响效果影响相当大，所以无论条件如何都应该老老实实地做好这项工作，结果将会是受益匪浅。首先，厅堂的结构应该尽量避免产生驻波，根据简振频率公式，即比例应该是一个无理数，才能使简振频率分布均匀，从而有效避免驻波的产生。有些厅堂是单独为音响工程专门设计的，音响技术人员可以尽早提出相应的要求；对于改造的厅堂，就一定要在改造开始之前与有关人员取得联系，及时提出声场营造方面的建筑要求。

其次，为了保证更好的扩声效果和灯光投射区域，尽量要求保留最高的厅堂内部空间高度，一些工程在选址时没有充分地考虑到音响灯光的要求，几百平米的大厅居然不到场 3m 高，可想而知，这里的音响灯光效果一定不会太好。再者，为了避免声场发生声振颤，尽量使墙面稍有不平行，尤其是狭长的厅堂更应该注意墙壁处理，如做成拉手或装饰不平行的反射面等；为了避免声聚焦影响扩声增益，尽量要对弧型的墙面进行处理，至少不要将之用作舞台。最后，为了使操作更轻松方便，一定要重视控制室的设置。

由于很多工程没有考虑到工程的布线，设备的安放，操作者的视觉等因素，使得控制室要么很小，要么与厅堂完全隔离，给工程留下一些遗憾，所以应该注意以下几点：

a. 控制室的空间应该尽量大些，具体大小可根据机柜的数量，工作人员的多少来确定，一般有 $7\sim 10\text{m}^2$ 就比较合适；

b. 控制室的位置应该利于铺设管线，电源取得也应比较方便，尤其是一些大型的 DISCO 厅，其控制台设置在高处或厅中央，就要求建筑装饰部分配合，给音响工程施工创造一个有利的条件；

c. 控制室应该能利于保持与外界很好的联系，利于很好地观察外界的情况，一些工程的控制室完全与现场隔离或只有很小的窗户与现场相通，这就使得操作人员不能掌握现场的音响灯光情况，很多时候的音响调控单靠耳机来进行，这给工作带来极大的不便，是十分不合理的，因为耳机监听，只能了解设备中信号的情况，而现场会因为声场的优良，人数的多寡，甚至气氛的变化，要求对音响作出不同的调整，尤其是音量的大小需要操作人员非常了解，如果控制室与现场太隔离，就容易造成操作人员判断失误，现场音量小他不知道，现场音量大了他还认为不够。

至于说控制室应该设在舞台的同一侧还是在舞台的另一端，需要看实际的情况，不能一概而论，一般情况下，以舞台演出为主的场所，可以将控制室设在舞台同一侧，以便与演员保持联系；而对于娱乐用或现场有较多的灯光时，尽量要将控制室设在舞台的另一端，以便很好地观察现场的气氛、需求以及灯光的工作情况。

（3）、建筑装饰的要求

对于音响工程而言，合理的建筑装饰会给工程带来非常有利的条件，所以，音响工程的设计和协调一定要在建筑装饰开始以前进行，如果等到装饰的总体方案已经确定甚至装饰工程即将完工，那音响工程的设计和施工将无法得到有力的配合，这就要求音响技术人员及早提出音响工程对建筑装饰的要求。

建筑装饰的色调在一定程度上会影响人们对音响工程的直观认识，效果上则会对灯光的表现产生影响，所以应该引起足够的重视，对于一般的多功能厅，尤其不要因为色调的原因导致其用作会议或演出时，显得太昏暗。对于演出性场所，应该考虑到舞台部分的装饰物在灯光下色调。对于娱乐性的 DISCO 厅，应该在天花板和地面的颜色上参照灯光设计的意见，因为大多数电脑灯与效果灯，其光束和图案一般都反映在空中和地面上，而天花板和地面的颜色就关系到这些光束和图案是否能得到很好地衬托。

其次是建筑装饰材料的要求。建筑装饰工程会因为造价、结构、施工可行性等方面的原因，在建筑装饰材料方面作出自己的选择，但对于音响工程的要求而言，某些建筑装饰材料往往会带来负面的影响，所以也应该提出相关的要求，其中至关重要的是，对厅堂声场影响较大的材料一定要得到保证，比如由于吸音穿孔板的穿孔率不同而产生的数据差值会非常之大；中空的建材尽量少用，反射率较高的材料尽量不要用在墙面等等。

再者就是建筑装饰工艺的要求，应该说，一般的建筑装饰工艺不会对音响工程产生影响，但一些细小的环节如果处理不好照样会对声场带来隐患，对于音响工程的要求而言，应该坚决避免在扩声区域内出现中空较大，或支撑较差的腔体结构，否则极易产生共振和噪音，而且这些噪音的来源和共振发生的频率都很难发现，即使发现后也很难解决，所以应特别重视，例如：木墙裙里的龙骨一定要牢而密，里面的窖也不要太大；舞台或舞池的地板支撑点一定要多，舞池的地板空间也不要太高，还应该注意的，天花板和玻璃的安装一定要考虑减振，否则音响在大音量工作时，这些装饰材料产生的振动会让人十分难受，尤其在低音区域更为明显，所以一般不要使用大面积的玻璃窗，不要将石膏天花板直接安装在铝合金槽里，应该增加胶垫等等。

（4）、音响灯光的目标定位

音响工程的许多效果、特点、风格的主观性较强，尤其是对不太熟悉音响灯光的用户而言他们对工程的最终实际效果只能凭猜测，要想让他们对工程的目标进行定位比较困难，但是，工程的目标定位对工程的风格和工程的投资来说十分重要，所以需要工程双方认真协商。工程的风格定位应该在充分尊重用户意见的前提下，以诚实的态度，尽量地让对方了解工程完工后，系统所具有的功能和整体风格，千万不可因为希望用户提高造价达到一个所谓的“高档要求”去增加一些不必要的功能，应该以实事求是的态度，为用户实施一个实用、适用的计划，这样才会得到对方良好的信任，才会使工程能得到用户的满意，如果一味地用尽高档的设备，不仅很难形成一个独特的风格，而且会因为设备过于复杂，导致使

用情况不佳，况且造价不高不一定意味着工程质量不高，这点应该明确地告知用户。

在保证一定风格的前提下，还应该合理地掌握工程投资中音响和灯光的比例，工程的目标定位往往就需要通过这一比例来实现，关于比例这点需要说明的是，一般的音响灯光工程首先考虑的是音响效果和功能，在此前提下才需要对灯光的效果和档次提出要求，这是多数人的看法，也是人体感官本身的实际反应，因为人对音响效果的基本要求远比灯光效果要高；但反过来当音响效果达到一定水平后，要想在音响上面提高档次就会比在灯光上面要困难些，这两方面的关系具体应用到实际的工程中就是：对于造价较低或对声音要求较高的工程中，首先应考虑在音响方面下功夫，然后将合适的资金用在灯光上；而对于档次较高或正式演出场所的工程在保证音响有一定水准后，首要考虑的就是灯光的升级问题，因为这时灯光档次的变化在普通人的眼里都会显得非常突出而要想将音响档次提高往往会增加成倍的投资，效果还不一定得到一般人的认可，例如：一般供内部使用的多功能厅，娱乐中心其设备投资比例可以采用音响：灯光为 2.5 : 1.5, 2.5 : 1, 3 : 1 甚至 4 : 1 等等；而作为营业用音响：灯光为 1 : 1, 1 : 1.5, 1 : 2, 1 : 3 甚至更高，当然，具体应该采用什么样的比例还是应该根据工程的功能，依照设计人员的经验来确定。

(5)、工程的安全合理性及对环境的影响

正因为是总体规划，所以必须对工程的各个方面因素进行考虑，其中就包括工程的安全和对环境的影响，工程的安全往往不被人们注意，只有当发生总是或遇到麻烦时才发现它的重要，对于音响工程而言，安全性涉及设计和施工两方面，设计方面的安全性有：配电是否合理，用电是否安全，设备连接是否科学，承重是否得以保证，布线是否正确等等；施工方面的安全性有：设备安装是否牢固，调试是否正将会使设备损坏、工程验收不合格，重则将危及人身的安全，所以，设计人员一定不能忽视安全的重要性，对环境的影响方面，主要是噪音对周围居民、单位的干扰问题，作为用户，在工程没有完工以前，他们很注意这个问题，而设计人员是具有实际经验的技术人员，同时也对相应的工程比较了解，如果在工程

开始前或施工中，及时向对方说明情况，提供必要的整改措施，相信双方的合作会更加顺利。

2. 声场的设计

举一个相似的例子：大家都知道音箱中喇叭单元和箱体的关系，很多人将国外有名的原厂喇叭单元、分频器搬回来，可是却无论如何也做不出来一只好听的音箱，主要原因就是箱体的声学结构问题没有解决好，专业音响工程中声场的设计就好比制作音箱时设计箱体那样重要，一个好的声场的设计就好比制作音箱时设计箱体那样重要，一个好的声场会将音响设备的优点充分发挥出来，让人听起来非常舒服，而一个不合理的声场不仅不会给人以美妙的音响感受，还会使设备的表现水平降低，当然，由于受建筑装饰水平以及用户对音响工程了解程度的限制，许多工程很晚才与音响施工单位联系，以至于声场的设计无法完整进行，而声场设计又必须依靠建筑装饰来实现，所以导致大量的音响工程是在缺乏声场设计是必不可少的，也只有音响设计施工单位充分认识到声场设计的重要性，才可能让用户认识到它的重要性。

一个基本的声场设计包括隔声的处理，现场噪音的降低，建筑结构的要求，声均匀度的实现声颤动，聚焦，反馈等问题的避免，室内计算等等，下面分类予以分析。

(1)、隔声的处理

为了创造一个安静的声场，避免对周围环境中的单位和居民造成影响，在声场设计的开始，首先应该考虑隔声的处理，以便为声场提供一个好的先天条件，隔声的处理涉及到建筑与外界的隔声、建筑内各房间的隔声；隔声的部位包括：隔墙的隔声、门窗的隔声、顶部相通房间的天花顶隔声等。

对于与外界的隔声，一般的建筑结构都能达到基本的隔声要求，但如果建筑设计时完全没有考虑音响工程的需要时，就要进行隔声情况的调查了，必要时应该向建筑设计单位进行咨询，向公安机关了解当地的噪音限制情况等。通常不要将楼层的高处用作音响工程对于房间之间的隔声，如果由于墙壁太薄，就会给工

程带来一定的难度，这时应以与装饰单位协商，在装饰时为墙壁增加一层装饰材料来解决中高频的隔声。

低频段的隔声要想彻底解决就比较困难，因为除了增大隔声体的重量外，没有其他更有效的办法，门窗是隔声处理的薄弱环节，对于它们的隔声可以向装饰单位建议提高门窗的制作质量，必要时采用皮革包门和双层玻璃窗，或者在门外增加隔离通道及窗户上悬挂厚重的双层窗帘等等，对于顶部相通房间的天花顶隔声也比较关键，尤其是在近年来兴建的一些大型娱乐场所里，其大厅的音响对周围包间的影响很大，其中一部分干扰就是从天花顶传来的，这部分的隔声方案不能提出太晚，否则很难实施，所以要求音响设计人员尽早向装饰单位提出问题，协调一个可行的方案，例如：在天花板上面再覆盖一层防火吸音棉或在天花顶上面一定距离再增加一层吊顶等等，总之，工程的隔声处理意义重大，既得提高工程的质量又利于用户的正常使用，同时应该注意慎重考虑隔声处理是否必要，处理方法是否可行，否则会增加一些不必要的工作和开销。

（2）、现场噪音的降低

对于现场的背景噪音许多人不太重视，而在国家有关标准中却都提出相应的要求，如：一级歌厅应小于 35dB，一级迪厅应小于 40dB 级，原因就在于：背景噪音的增大相应就降低了扩声系统的信噪比，影响了工程质量，要想有效地解决这个问题，前面提到的隔声进行限制，例如：中央空调的风口噪音是否让安装单位帮助解决；排风机的噪音、大小、安装位置是否得当等等。

（3）、建筑结构的情况

应该说一般的音响是没有能力让建筑结构完全按照自己的意图设计的，但是对于工程质量要求严格、建筑工程属于改建结构上进行处理的部分情况，音响设计人员都有必要尽量提出相应的要求，其中结构部分的长、宽、高的最佳比例，墙体的形状，控制室的位置设置，在前面的总体规划中已经有所提及，这里主要说说与工程安装有关的一些建筑局部结构情况，首先必须征得建筑单位对音响工程中需要吊装设备的墙面或房顶的承重能力的认可，尤其是灯棚的重量较大时，

吊装安全性就更为重要；其次需要对已有建筑中的房间结构，预埋管线位置，出口有较为细致的了解，以利于可能进行的穿插管、布线施工，再者就是对建筑内部结构的薄弱环节进行了解，弄清什么地主可以改动，什么地方不行。

（4）、声场均匀度的实现

对声场均匀度的概念，一般都不是十分清楚，工程中也没有过多的考虑，是不是就不重要了呢？不是，不光重要，还非常重要。

举个例子：你偶然去一个娱乐厅，发现现场各处声音情况不同，有的地方音乐很动听，有的地方又好像缺点什么似的，声音飘忽不定。又比如：前面舞台区音量很大，而后面的观众却说声音小（当然有些娱乐厅是专门设计后区让观众轻松的）这些现象的发生都是均匀度不好造成的影响，在国家有关标准中，它是以声场不均匀度的概念来表述的，一般要求各点场压级测试值偏差小于 2dB。

怎样实现一个均匀的声场呢？首先建筑结构中应该没有明显的缺陷，例如：房间中不能有太多的立柱，墙壁应避免有圈套的弧形，尤其是舞台一侧的墙面不能有较大 形结构；不能在扩声范围内出现较大的声阴影区等，但是由于在建筑结构施工后期装饰完工后无法进行大量的改动来满足这些要求，所以在音响工程中应该尽量利用经验，巧妙地安排扩声区，避开较大的缺陷结构，将它们带来的影响降到最低；其次可以及时有效地向装饰单位提供一些简单的提高声扩散效果的方案，例如：所有的音乐厅都有很好的声扩散效果，原因是其内部采用了大量各种形状的声扩散体，而且这些结构可以通过一些简单的装饰方法来完成，所以只要方法得当应该可以达到较好的效果，当然要想对扩散体的形状，位置、数量进行合理恰当的设计不是件容易的事，一般比较经济可行的办法就是采用墙体水泥拉毛的方法，虽然这种方法显得比较陈旧而且不太美观，但它对厅堂的声扩散能起到非常有效的作用，再者就是，合理地布置音响系统，尤其是音箱的摆位一定要严格要求，假如在设计中能采用某些音箱厂商提供的电脑设计软件进行声场模拟就再好不过了，如果没有，就应该在实际调整，直到现场声场最佳为止。

（5）、声颤动、聚焦、反馈的避免

对于声颤动、声聚焦、声反馈带来扩声效果不佳的问题，一些人就只能笼统说音响效果不好，全部归为设备的原因，这样不太恰当，其实它们都应该属于声场的范畴，通常这些问题也不是时时都发生，所以在一般工程中往往不能引起足够的重视，即使是发生了这些问题，许多人也意识不到这是声场的不合理造成的，或者就是知道是声场不合理，也没有办法解决，例如这样的现象，音响系统工作一般都还正常，但偶尔突然在现场能听到有节奏的像脉冲一样的“扑扑”声或“嗡嗡”的声音，通常在中低频段的某一地方最易发生，在厅堂较大时这种声音与直达声相隔较长，让人听起来非常不舒服这就属于声颤动，原因就是：声音在厅堂内相对平行墙壁间来回反射，而墙面的反射性又很强，声能很难减弱，所以要求在装饰的时候就随时检查厅内有没有出现两个反射性强的大面积平行面，有没有出现太多的玻璃，不锈钢结构，因为这些在装饰单位看来很平常的事情，都有可能引发问题的发生；声聚焦发生的弧形面放置一些大件的装饰物品或悬挂幕布、窗帘等，以降低声聚焦发生的可能性；声反馈的前期预防比较困难，而且设计时也不能准确预见反馈发生的频点，但声反馈的防止对实际应用又比较重要，所以可以靠设计前期进行装饰材料的选用时，分析其不同频点的吸声系数，并参照混响时间的计算来大致判断，为施工和调试提供必要的参考，当然要想彻底地解决以上多方面的问题，光靠后期的设备调试来完善，一般要在工程完工后，用信号发生器及频谱仪，对扩声区域逐点进行检测，利用设备的反复调试来弥补声场的不足。

（6）、混响时间的计算

对于声场设计而言，一般人能直观理解，同时接触较多的就是混响时间了，因为它是设计中最能控制的量化指标的重要性就在于；如果设计得当，合理的混响时间反映在声场上就会使音响系统的表现非常出色，给人的感觉就是声音饱满圆润，不拖沓，不干扰，可以说如果前面声场设计的要求都能较好地得到满足，混响时间又能控制得好的话，就能使音响效果增色不少，计算之前首先必须选择一个合理的混响时间目标值，对于该值的选取一般都根据厅堂的体积和用途。

而在具体的取值上，多数设计从员偏向于将推荐的声场混响时间再取得偏小些，理由是：声场混响时间长了后无法调控，因此有人建议，让厅堂自然声越干越好，希望在调试和使用中，在系统中加入人工混响来达到混响的要求，同时，近年来室内装饰材料的日益更新，吸音系数较高的材料被广泛应用，使得大量厅堂的混响时间普遍偏小，由此可以看出，这种设计原则的出发点和受客观条件的影响都是不必怀疑的。但是要知道，声场中的混响声，指的是声源产生的自然混响声，它是靠衬托直达声来显示其特殊性的，是声场中的重要特性而在系统使用时加入人工混响，等于把信号中的直达声也一道另入了混响，这时再由音箱播放出来的声音里，已经没有了录音师希望你听到期的直达声，尽管录制节目时通常都会加入不同程度的混响，等于破坏了节目源（声源），所以这种方法不仅打乱直达声和混响声之间良好的衬托关系，而且违背了声场混响是为了使房间拥有恰当的“堂音”的目的，这点笔者认为可以提出来，供工程设计人员进行一番讨论。

一般的工程可以在 500Hz 或者说 1kHz 处进行细致的计算，各种材料的吸声系数应该严格按照产品参数或建筑材料手册中提供的数据，否则计算结果有可能出入较大，当然对于与推荐值基本接近的计算结果，设计人员不必要过多地去要求装饰单位改进，因为混响时间的要求并不是一个具体的绝对值，只要不是悬殊太大就可以了，计算中还应该考虑观众多少对混响时间的影响。

（7）、声场设计的最后还应该考虑声压级的计算

其目的不光是为了给使用者提供可行的工程电声参数，以利于他们安全正确地使用设备，创造一个健康卫生的听音环境，同时还为了给音响工程中的电气设计提供依据，为设备的选型提供参考。

在进行声压级计算前，必须选择一个相应合适的环境基准声压级，而基准声压级的选择就必须了解正常人耳的等响曲线，即弗莱切——芒森曲线。

该曲线反映了人耳对不同频率、不同声压的听感响度反应，曲线上的数字表示相应频率和声压下的响度值，单位是：Phono，人耳对相同声压不同频率的声音



的反应是不一样的，同样声压级的低频声音在人耳里产生的响度感觉要低于同声压级的高频声音；要想各频段的声音在人耳里产生的响度基本一致，不出现某些频段听感的不足，就必须使声压达到足够的声压级，这就是声压计算时基准声压选取的依据。

用以语言扩声的工程，由于语言信号主要集中在中频段，这里的等响应曲线度相关较小，所以基准声压级可以取 70~80dB；用于一般音乐重放的音响工程，这个基准声压级可以取 85~90dB 作为计算的依据；同时为系统的扩声留下 12~18dB 的峰值的余量及 1~3dB 的环境噪音余量，那么在平均的听音距离上，设计的额定扩声声压级应该是： $P_{\text{额}} = (85 \sim 90) \text{ dB} + (1 \sim 3) \text{ dB}$ 然后需要根据厅堂的实际扩声范围确定平均的听音距离 L ，额定的声压级就应该是在此位置的实际声压级，然后依此可以通过计算得出音箱的 1m 位置声压级 P 。

根据前面提及的：距离变化一倍，声压相应变化 6dB 的关系，则音箱在 1m 处需要提供的声压级为： $P = P_{\text{额}} + 6 \text{Log} L$

至此声扬的设计便基本结束，其后的工作就是与建筑装饰单位密切配合将设计要求付诸实际。

3、电气的设计

因为音响工程是依靠电能进行工作的，所以与声场设计具有同等重要性的就是电气的设计。电气的设计又包括电源功率的计算，电源供电供应的形式，管线的预埋，安全的要求等等，下面就分类予以介绍。

(1)、电源功率的计算

音响工程的电源使用非常的广，可以说几乎所有设备都要不同程度地使用电源。而不同类型、不同用途的工程，会因为设备的差别需要的电源功率就相关较大，如果没有充分的计算施工的依据，不仅后面的工程进展会受到影响，而且极易造成用电的不安全，所以必须在设计过程中反复进行电源功率的计算。目的就是可靠的计算结果选取管线、开关器件的规格，以及向配电部分申请电源容量。

对于音响系统的消耗功率，其主要结果来源于音箱的扩声功率，而扩声功率决定于前面提到的扩声声压和音箱的灵敏度，灵敏度的单位是：dB/m.W，即音箱在得到 1W 的输入功率时，在其前方 1m 处产生的声压级；同时与此有关的概念是：输入功率增大一倍，音箱在其前方 1m 处产生的声压级提高 3dB。

所以要求所选音箱的功率为：

$$W = 2^{[额定声压级 - 灵敏度的分贝值 (瓦)] / 3}$$

需要注意的是：计算出来的音箱功率应该是共粉红色连续功率，由此功率确定音箱的型号和数量，最后再确定功放的型号和数量。确定了功放的型号后就能知道它的实际输入功率，然后考虑进去周边设备的功率消耗，就应该得到音响系统的消耗功率了。

另外，在确定功放与音箱的配置时，除了阻抗和功率相当时，还需考虑功放与音箱的功率搭配。

（2）、电源的供应形式

对于一般的用电设备，只要能满足其功率供应在电源的供应形式上不会有太多的要求，但对音响工程来讲，由于音响、灯光设备工作条件的特殊性，所以对电源的供应形式提出了一定的要求，具体就音响设备而言，虽然一般都是靠单项 220V 的形式工作的，但由于工业用电和灯光用电会对音响设备产生干扰，并且这种干扰轻易被人察觉，所以必须在供电形式上提出要求，尽力避免干扰的产生。

一般来讲：音响的电源应取自供电线路中干扰较小的一路同时，条件许可的话，音响系统的供电线路与灯光供电线路分开布线，尽量单独在变压器出口取一路或者避开给工业设备或其它动力设备使用的那相，另行在后勤照明那相取电；就灯光而言，尽量采用多相供电，布线上避开音响供电线路就可以，同时，供电线路中一定要有保护地线（零线）以保证用电安全；线路的各相功率尽量配平，达到稳定电网的目的，另外还要注意的是：对于电源的地线和音响系统的信号地线必须概念清楚，否则会给音响系统带来噪音，严重的还会危及设备的安全。



(3)、管线的预埋

音响工程的一大特点就是在工程的前期要进行管线的预埋，尤其是工程量较大的项目，管线的预埋也比较复杂，同时这顶工作会在很大程度上影响后面的施工，所以需要认真地规划，通常还要以过相关单位的验收，对于音响系统，一般预埋的管线包括：**话筒线管、音箱线管、控制线管及部分电源线管**；对于灯光系统，一般的预埋管线也包括：电源线管、控制线管；其他设备的预埋管线的也包括：电源线管、控制线管。

可见，预埋这些管线的主要目的是为铺设不同的线缆，而这些线缆互相之间还存在一定的干扰，所以应该对管线的预埋提出一定的要求。

首先，不同性质的线缆应该尽量分别预埋不同的管线，低电平的信号线因为它极易受到干扰，所以在有条件的场合或干扰较重的地方，应该采用铁管或铁制线槽铺设；

其次，预埋的线管里铺设的线缆数量不能超过一定的范围，就是说：对于已知数量的线缆，预埋管线时就应该选择合适的口径或尺寸，就电源线而言，所穿线缆的总面积应该在铁管内截面积 $1/2$ 以下，对于这个问题，一般工程中没有引起必要的重视，通常是一根管里穿满了电线，这样做不光穿管费劲，而且非常的不安全，多数音响工程都使用单芯铜线作为电源线，为了准确地选择一个合适的管线口径，一定要根据单芯铜线的物理电性参数，从《电气工程师手册》的有关表格中查取。

最后就是，所埋的管线在选材上一定要符合安全，施工要符合规范的要求，安全方面包括防火、防腐要求；而规范包括走线是否合理，是否美观，是否在一定的距离内预留检查口等。

(4)、安全要求

安全作为时刻需要重视的问题，在电气的设计中必须时刻意识到，首先，设计的配电，用电方式必须安全，例如：不能允许线路超负荷供电，这就要求电源



线的有效截流面积必须留有一定余量，绝对不能选用低规格的线缆；控制用的开关和插座必须合理地选用，绝对不能通过强行改变其物理形状或连接方式进行使用；其次就是：管线的埋设一定要牢固，线路的连接要规范。再者就是：线路之间的分布要考虑工作时互相在安全上有没有影响。

最后需要特别指出的是：任何工程的设计都必须绘制准确的设备位置图，管线图和系统连接图，这些图纸是工程施工的参考，又是检查、调试的依据，更是以后维修、改造的重要资料。

总之，音响工程的总体设计应该逐步按照规范进行，只有科学合理的设计才能使后期的设备选型得到可靠的依据，才能使工程的施工得到准确的指导，最终使工程质量的可靠性得到保证。