

电化教学机房工艺设计 有关问题简介

王 中

国防科委工程设计所

一九八二年一月

目 录

一、电化教育概述	1
二、闭路教育电视简介	2
(一)教材节目制作系统	3
(二)教材节目发逆系统	6
(三)教材节目复制系统	6
三、电化教学机房的任务及组成	7
四、演播室、控制室、录音室工艺设计的一些问题	9
(一)演播室的规模和体型	9
(二)演播室与控制室的相对位置	10
(三)演播室地面	11
(四)演播室、录音室声学设计要求	11
(五)演播室照明要求	14
(六)空调要求	18
(七)清洁度要求	19
(八)屏蔽与接地问题	19
五、电教机房在建筑物中的相对位置	20

附表一 新设计和新建的电教机房情况一览表

附表二 改建的演播室情况一览表

附图(一) 闭路电视系统原理方框图

附图(二) 演播室控制室全景图

附图(三) :

附图(四) 南京航空学院教学大楼电教机房平百图

附图(五-1) 浙江大学电化教学大楼平百简图

(五-2) 浙大电教楼七层、八层平百图

附图(六-1) 北京师范大学电教机房一层平百

(六-2) 北京师范大学电教机房二层平百

(六-3) 北京师范大学教学大楼总平百及电
教机房剖面

附图(七-1) 华东师范大学电教楼总平百、电教
机房一层平百、二层平百

(七-2) 华东师范大学电教机房三层、四层
平百

附图(八) 北京大学电教大楼一层平百布局示意图

一、电化教育概述

传统的教学手段是我们熟悉的粉笔、黑板、教科书。随着现代科学技术的发展，这种方式已不能适应传播知识的需要，教学手段的革命不仅成为必要，也有了可能，一方面对传统的教学手段做了革新，如对黑板、粉笔进行了改革，用微型计标图代替标盘、标尺；另一方面广泛应用了现代化科学技术手段，如把电影、电视、录像、幻灯、录音、唱片、广播、语言实验室等现代化视听工具应用于教学过程，我国习惯上把这种教学过程称为“电化教育”，国外又叫视听教育（Audio-Visual Education）。电化教学的各种手段可以单独使用，也可以综合利用，它比传统的教学手段有明显的优越性。据某些研究：人单纯依靠听觉获取知识能记忆15%；单纯依靠视觉能够记忆25%，但如果视听同时并用则能够接受65%。进行电化教学使学生看得见、听得清，减轻了教员的劳动强度，扩大了学生的视听范围，其内容丰富有趣、教学方法生动形象，因此大大提高了学生的学习兴趣，增强其理解力，不仅能节约学时，而且提高了学习效果。正如有的师生反映的，电化教学可以使抽象的东西形象化，微观的东西宏观化，复杂的东西简单化，室外的东西课堂化，因此受到了广大师生的欢迎。

国外一些科学技术发达的国家电化教学已经比较普及。五十年代在教育中开始应用电视、磁带录音机、语言实验室；六十年代开始应用磁带录像机和闭路电视系统；七十年代出现计标机辅助教学与管理教学、卫星电视教学和录像唱片；至于幻灯、电影、广播应用得更早、更为普及。如美国目前有269个教育电视台的电视网，学院采用了约一千个闭路电视系统，百分之三十的中小學生固定观看教学电视节目，一般的学校都应用投影机、幻灯和电影放映机，目前正在发展通讯卫星传播教

音节目和电子计算机辅助教学。日本78%的小学每个教室都有电视机、录象机普及率小学52.3%，初中为72.2%，全日制高中达92.3%。

我国比起科学技术先进的国家，电化教学起步较迟，虽然早在卅年代电影、幻灯就已引入教育领域，但把各种电化教育手段引入各类学校还是近几年的事，特别是1978年以后发展较快。但由于我们国家大、底子薄，只能逐步发展、量力而行，因地制宜，因校制宜。我国的方针是从花钱少、见效快的幻灯、投影着手，逐步发展唱片、录音、电影，充分利用广播电视，重点试验闭路电视和录象，组织研究计算机辅助教学和卫星教学。这种安排是符合我国实际情况的。现在幻灯正在各类学校普及，大中学校和部分小学有了电影机，许多学校有了录音机，部分高等院校和少数中学有了闭路电视，有的还有录象，个别高等院校设置了电子计算机，开始探讨计算机怎样应用于教学中。通过几年实践，电化教学在教学中的地位与作用已日益为广大教育工作者认识，并已摸索和掌握了一些电化教学为教学服务的经验。随着我国科学技术和教育事业的发展，电化教学必将日益普及并逐步向高级阶段发展。

二、闭路教育电视简介

运用电视教学的最简单方式是接收电视节目广播，只需要电视接收机及相应的收看室就行，其缺点是教学时间、内容受到限制。闭路电视是由学校自行编排课程节目，于一定的时间和范围内通过信号电缆播出，可以更好地发挥电视教学的效能。所谓闭路电视是指有线传输方式的电视系统，即接收机与发送设备之间用信号电缆联接；而开路电视是指无线传输方式的电视系统，即电视发射机向空中发射电磁波，接收机调至对应的

频道通过天线就可接收电视信号。一般在学校内播送教学节目不容许使用小开路系统，因而都使用闭路电视。在磁带技术发展之后，电视在教学中发挥的作用就更大了。目前的磁带录象机不仅可以完善地记录彩色的画、声过程，而且可以很方便地让画可快动、慢动、静止、倒退和多次重复。新型的视频综合设备和电子编辑设备可以把实况、电影、幻灯、显微镜、图片等多种图象来源方便地组合在一起，利用特技和合成的方法还可以更换画面中的部分内容和背景。录象带比电影片更加轻巧易携，放象设备也不复杂，成为课堂内外重要的视听工具，录象无冲洗过程，录制后即时可以使用，它比电影有更多的优点。其缺点是全套录象设备比较复杂，价格昂贵，放映屏幕不大，即使屏幕较大的投影电视系统（50吋，72吋，100吋），其放大程度和清晰度也不能和电影相比。

最简单的闭路电视就是把电视摄象机和监视器连接起来作为直播使用，或把录象磁带经放象机和监视器连接起来，播放已录好的节目。功能较完备的教育闭路电视系统可概括分为三部分：教材节目制作系统，教材节目发送系统和教材节目录象磁带复制系统，以日本 SONY 公司设备为例说明（参见附图（一）“闭路电视系统原理方框图”）：

（一）教材节目制作系统：

主要包括摄象、控制、录象、编辑、转换、监视以及外景节目制作几部分。

1. 摄象：

电视是通过电视摄象机和话筒来摄取各种教学节目的。在演播室内电视摄象机把教学节目的光学形象变成视频电信号，话筒把节目的声音变成音频电信号，分别通过视频电缆和音频电缆送到控制室的主控装置。电视摄象机有黑白电视摄象机与

彩色电视摄像机，使用上分固定式与便携式两类。黑白电视摄像机在较低的照度下就能工作，而彩色电视摄像机则要求比较高的照明条件，因此采用黑白电视系统制作节目就比较简单。一般演播室配置2-3台电视摄像机。

2. 控制:

演播室来的视频信号和音频信号输入到控制室的主控装置，在主控装置对节目的图象信号和音频信号实施切换及综合控制。主控装置主要由特技信号发生器、多信号分配器、声音混合器及节目选择器组成。特技信号发生器对图象实施控制，它把各摄像机（包括演播室的摄像机及转换装置的摄像机）所拍摄的图象根据要求进行视频信号的综合和艺术处理，如图象的快切换、淡出、淡入、慢切换、叠加、两个信号的拉幕控制及角插入和键控插入，从而将输入的几种图象信号合成一个所需的特技图象。而多信号分配器是各摄像机与特技信号发生器之间的中间连接器，其功能包括统一同步信号的产生与分配，摄像图象失真的补偿，各图象信号的转接，检查彩条的产生等。多信号分配器使各图象信号同步，从而才能在特技信号发生器内进行合成。声音混合器实施音响控制，它与提供音响素材的话筒、电唱机、录音机、收音机等连接，调音、切换、混合多种音频信号（最多可8种），形成所需的音频信号并与图象信号一起送出，也可以供已录制好的录像带进行后期配音用。声音混合器可以同时输出四种不同的声音。例如将音乐与配音两种音频信号合成一个声音时，可以根据需要得到音乐加配音的合成输出及单独输出音乐和单独输出配音等三种输出。主控装置的视频及音频信号最后经节目选择器输出。节目选择器可有三路信号输入及三路信号输出。

3. 录像及编辑:

其设备包括录象装置、电视编辑装置和电视录象装置。主控装置输出的视频信号及音频信号可以直接传输到教室，也可以输送到录象装置的磁带录象机转变成磁信号记录到磁带上，因此磁带录象机可以记录电视节目。教学用磁带录象机一般使用 $\frac{3}{4}$ 吋盒式磁带，带宽19毫米，带速9.53厘米/秒，根据带长，有20分钟、30分钟、一小时之分。盒式录象机能录象也能放象，盒式放象机只能放象不能录象。有些录象机还具有电子编辑接口，可接配自动编辑机，对各种素材进行对接及插入编辑处理，制作出更适用的教学节目。可编辑的录象机、自动编辑机、录放象机和监视器组成电视编辑装置。电视录象装置可直接录制由电视天线接收的开路电视教学节目。

4. 信号输入转换：

功能完善的闭路电视系统还具有多种辅助信号源，如显微摄像装置、电影幻灯转换装置、文件资料传送器、彩色附件加入器及字幕转换器，它们分别能把显微镜、电影、幻灯、图片、字幕等多种图象来源变成视频信号输送到主控装置，进行视频信号的综合。

5. 监视：

在演播室和控制室设有多台监视器，供摄像人员、演示老师、控制室的导演监视各摄像机拍摄的图象及输出的图象用，同时也做为机台运行情况的监视。监视器一般采用能供开路、闭路使用的，既能接收视频信号也能接收射频信号的电视接收监视器，或使用只能接收视频信号的监视器。教学用的监视器通常是9~18吋的。

6. 外景节目制作：

需要到现场摄制教学节目时，使用便携式摄像机、录机机以及照明装置等。

(二)教材节目发送系统:

摄制好的教学节目经播送中心设备进行射频调制或进行视频、音频信号分配后送往各教室。

节目发送可分为“直播”与“放象”两种工作状态，射频与视频两种传输方式。

“直播”工作状态：演播室摄制教学节目的视频音频信号实时地传输到各教室。

“放象”工作状态：演播室摄制教学节目首先在录象机上录制成磁带，事后用放象机播放已录好的磁带，将其视频音频信号送往各教室。

无论是“直播”工作状态还是“放象”工作状态都可以有射频或视频两种传输方式：

射频传输方式：直播的视频音频信号和几个放象机的视频音频信号在播送中心经节目选择器选择（可五入三出），输出三路信号分别经射频调制器变为调制高频，在射频混合器混合后经高频电缆送往各教室。射频传输时一路线可同时传输五个频道，教室的接收机对所要看的节目可在五个频道内进行选择。

视频传输方式：播送中心节目选择器输出的一路视频音频信号由视频音频信号分配器可同时分三路输出，经视频音频电缆分别送往各教室。视频传输的传输系统简单轻便，但只能送一路节目，若要同时传送三套节目则需三套视频音频系统。

(三)教材节目复制系统:

在录象磁带复制装置上进行教材节目的复制。它由一台放象主机、视频音频信号分配器和四台录象从机组成。放象主机输出录象磁带录制的教材节目的视频音频信号，经视频音频信号分配器可同时分四路输出，给四台录象从机，从而能同时复

制出四份教材节目磁带。

三、电化教学机房的任务及组成

为了进行电视、录像、电影、幻灯、录音及其它项目的电化教学，需要对相应的软件进行制作、播送、维修、存放，因此需要一系列的幻灯片电影片的制作室、录音室、演播室、控制室、软件资料库、维修间等用房。为了使用管理方便，往往把这些技术房间集中一起，统称电化教学机房，也有称为技术区，简称电教机房。而一般说的电教中心除包括电教机房外还包括电化教室、语言教室、视听阅览室等视听学习用房，内容更为广泛。

电教机房的任务可概括列为以下几点：

1. 制作录像带、录音带、幻灯片、电影片、投影仪软件等各种软件。
2. 播送电视教学节目。
3. 贮存及借阅各种软件资料，如录像带、录音带、电影片、幻灯片等。
4. 接收卫星及广播电视的教学节目。
5. 维修各种电教设备，如录像机、电视机、监视器、录音机、电影机、话筒、扬声器等。
6. 开展计算机辅助教学的研究工作。

电教机房的组成：

1. 演播室：

演播室是用电视摄像机和话筒摄制节目的场地，由闭路电视直接传输或采用磁带录像机制作教学用的录像带。在直接闭路电视系统中，演播室是现场视听传送的讲台，在录像过程中，

演播室则是制作录象带的重要场所。电视演播室可兼作摄影棚使用，还可做为录音室、混录室之用。

2. 控制室：

小规模电教机房把主控装置、音响装置、灯光控制台、电视录象装置、电视编辑装置、电影幻灯转换装置、显微录象装置、录象磁带复制装置等都设在一个房间内，称为控制室。大规模电教机房只把各种控制台放在控制室内，另外还单独设置电影幻灯转换室、录象编辑室、播送中心机房、录象磁带复制室等，分别放置相应的设备，如北京师范大学新建的电教机房（见附图六）。这些房间与控制室的工艺要求都是一样的。演播室、控制室全景，见附图（二）、附图（三）。

3. 录音室。

为进行语言教学，录音是必不可少的。电影片及录象磁带的配音、解说；比较新型的声画同步幻灯机和投影机一般都需要配以录音解说，因此一般电教机房都有录音室。教学用的录音室通常1~2人录音，室内净面积不大于15米²，体积不大于50米³的录音室就可满足要求。单人使用的录音室还可更小些。录音的主要设备是话筒和录音机，要求不高时，将话筒和录音机都放置在同一房间内，室内进行一定的声学处理。当录音带复制量较大、声音质量要求较高时，一般将录音机和话筒分别设置在紧紧相连的有隔音观察窗的控制室和录音室内。

4. 电影片、幻灯片、光学投影机软片制作间：

传统的光学投影设备——电影、幻灯、光学投影机由于具有价廉、使用方便的特点，在教学中继续被广泛地应用，即使最现代化的学校也还要大量地使用，因此很多电教机房还配有电影片、幻灯片的冲洗间、照相翻拍间，有的还另有电影片剪辑间、晾晒间、以及投影机软片复制间等。

5 软件资料库：用以存贮及借阅电影片、幻灯片、录像磁带、录音磁带。在国外电影片、录像带、录像磁碟已成为一种新的“书籍”，有专用的影片、录像带的书架、书库及借出设施和检片修补设备，成为新型的图书馆。

6. 维修间：是对电视录像设备、录音设备、音响设备及其它电教设备进行维修的房间。

7. 一系列辅助房间：

包括演播准备、美工制图、道具、动画、电影及录像审片间、仪仗器材仓库、钳工间、接待室、值班室、配电及空调机房等房间。

8. 如果电化教学还具有卫星接收和计算机辅助教学的任务，还要有卫星接收房间及计算机、终端机房等。

当然，上述所列各个房间并不是所有的电教机房都要全部具有，而是根据任务及设备情况的不同来设置所需要的房间。由于工艺的需要，这些房间多数都具有不同程度的声学、遮光、空调、管线配置及空间形体等方面的要求，特别是演播室面积较大、层高较高、工艺要求比较复杂，成为电教机房的核心。

四、演播室、控制室、录音室工艺设计的一些问题

(一) 演播室的规模和体型：

演播室的使用有两种情况，一种是不搞直播，演播室只供制作录像带用，解决教学难点。这种情况演播室的利用率较低，一个演区就够了，加之用于教学的演播多以1~2个教师利用黑板加上图解讲课，或做实验、实物教范，通常不出全景、全人像，以局部特写为主，摄像机可以不动或很少移动，因此演播室的规模可以小些。另一种情况，演播室不仅为解决教学难点

摄制录象带，还要进行教学直播及为有经验的老教授讲课进行系统录象，这种情况演播室的工作量较大，需要设置2~3个演区，为提高讲授效果，演播室还需容纳一定数量的学生上课，因此演播室的规模需要大些。小规模演播室60~80米²（宽6~7米，长9~11米左右），大规模演播室100~200米²（宽8~10米，长15~20米）。演播室规模的大小，要根据任务情况和设备多少来确定，由于演播室工艺要求复杂，造价较高，在满足使用要求的前提下，演播室的规模不宜过大。

演播室要具有一定的高度。由于演播室照明强度高，灯光发热量较大，悬挂灯光的灯架必须具有一定的高度；考虑摄像机所必需的仰角范围，幕布要有一定的高度；以及为演播室具有良好的声学效果，其长宽高之比最好在2.4:1.5:1~3.2:1.3:1之间。由以上几个因素决定了演播室的屋面高度至少要4米，50~80米²的演播室高度为4~5米左右，100~200米²的演播室高度为5~7米左右。我国几所高等院校新建或新设计的演播室的面积和高度参见附表一。

（二）演播室与控制室的相对位置：

演播室与控制室在平面布局上是紧紧相连的。控制室位于演播室的一端或一侧，中间有大玻璃隔音观察窗，以便于从控制室对演播室进行观察。从立面上看，我国高等院校新建的电教机房控制室与演播室大多放在同一层平面，它们的地面高差从0~960mm不等。个别的院校演播室位于一层，而控制室位于二层，如华东师范大学。这种情况对直接观察不太方便，演播室、控制室之间联系主要靠话筒和监视器。从使用情况看，控制室地面比演播室地面高200~500毫米比较合适，高得太多反而不利于观察。我国一些新建和改建的演播室与控制室之间的观察窗的大小和地面高差参见附表一和附表二。

(三) 演播室地面

演播室地面比较重要，其主要要求是平整光滑，人员走动及推动摄像机时无响声；美观、不起灰、易于清扫；施工方便、造价低廉。我国一些高等院校改建或新建的演播室地面有几种做法：木地板、水磨石、地毯、水泥地面上粘铺塑料卷材和水泥地面上涂涂料等几种，可参见附表一、二。

1. 木地板：过去我国电视台的演播厅习惯搞木地板（如上海电视台、湖南电视台等都是木地板），但据说日本电视台的演播厅没有一个搞木地板，他们来我国参观后，对我国搞大面积木地板很不理解。木地板的主要问题是：（1）易磨损，要不断更换；（2）人员走动和推动摄像机时有响声；（3）我国缺木材，尽量不搞大面积木地板。木地板优点是吸声性、防潮性好。做为小面积的录音室可以采用，而演播室不搞木地板为好。

2. 水磨石地面：水磨石光滑平整美观，造价也较低，但由于演播室空调不连续工作，室内温度变化较大，水磨石地面容易结露，不宜采用。

3. 地毯：优点是吸声效果好，缺点是价格贵，另外摄像机在上面推动时阻力太大，不灵活，也不易打扫卫生。

4. 水泥地面抹光涂涂料（如过氯乙烯涂料和氯偏涂料）：是演播室较好的地面装修。其优点是：美观、平整、价格低廉，与水磨石比不易结露；其缺点是过一段时间涂料要剥落，需要再涂。

5. 水泥地面粘铺塑料卷材：也是演播室较好的地面装修。美观、平整、无声、不易结露，但价格较高，如天津人造革厂生产的盾牌3厚塑料地毯，宽1240 mm，价格为每米24.65元，折合每平方米20元。

(四) 演播室、录音室声学设计要求：

演播室在进行闭路电视直播时,声音要实时地传输出去,制作录象带时 also 需进行同期录音,有的演播室还兼做录音室用,因此对演播室的隔声量、吸声量都有一定的要求。

1. 隔声要求:

隔声要求用噪声评价数 NC 来表示。NC 曲线是建筑隔声设计的依据,表示室外噪声源在各频带允许传到室内的声压级。

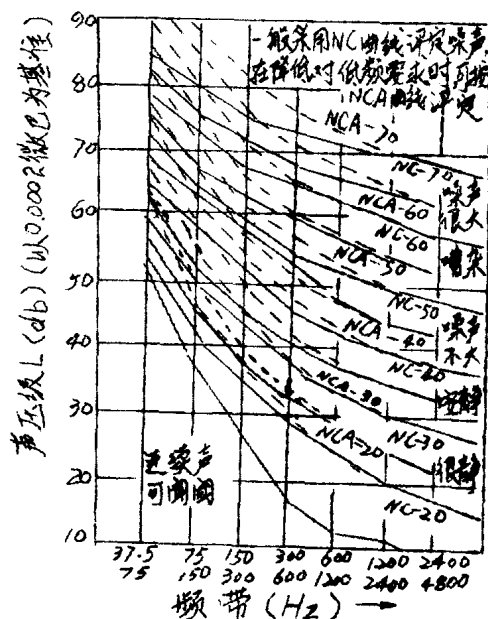
NC 曲线图见图一。NC 曲线的编号是以相当于 1200~2400Hz 频带的声压级为准。确定了

NC 曲线,即确定了对房间的隔声要求,若房间有空调,还确定了对空调的消音要求。

NC 曲线号越小,对房间隔音和空调消音的要求越高,造价也就越高,应根据使用要求和造价全面考虑确定 NC 曲线号。要求较高的录音室的噪声标准大约采用 NC15~NC20 之间,用于教学的演播室、录音室标准可稍降低些,演播室可选取 NC25~30,录音室可选取 NC20~25,环境还是安静的,而

隔音和消音要求相对来讲也较易达到。几所院校新设计的演播室确定的 NC 曲线是:北京大学、上海同济分枝为 NC20~25,北京师范大学为 NC25,浙江大学为 NC30;录音室北师大和上海同济分枝为 NC15~20,北京大学为 NC20~25。可参见附表一。

噪声作用持续时间在5小时以下的最大允许噪声标准



图一 噪声评价曲线

为保证演播室、录音室内较低的噪声干扰要求，从整体建筑上应尽量避免靠近闹区、交通繁忙的街道，要远离工业噪声源和振动源，在建筑物内，演播室、录音室也应尽量布置在安静的地段，避开主要的人流区，以降低隔声设施的造价。为隔绝室外空气声的干扰，根据情况可采用较厚重的墙或双层墙，采用隔声门，不凿窗或采用隔声窗，另外在进门处设声锁（声闸），对隔声减噪很有帮助，一般声锁各个界面都做吸声处理，以降低噪声。为消除沿楼板、墙壁而传播的固体声的干扰，应尽量把录音室、演播室单独建成单体建筑。如果周围振动较大或建造在多层的嘈杂建筑物内时，可以采取必要的措施，甚至采用浮筑结构，但造价昂贵，选用必须非常慎重。

2. 室内混响要求（吸声要求）：

室内音质好坏与混响时间的长短有很大关系。把室内声压级衰减到原有声能的百万分之一或 60 分贝所需的时间叫做混响时间 T_{60} 。室内吸声量大，混响时间就短，声音听起来比较清晰，但 T_{60} 太短时，声音就比较干涩；室内吸声量小，混响时间就长，声音听起来浑厚丰满，但 T_{60} 太长说话时就显得混浊不清。对室内混响时间长短的要求与房间的用途有关，一般说来以语言为主的录音室，演播室要求声音清晰，混响时间要短；而音乐和混合录音室要求声音丰满，混响时间要长。为教学用的演播室、录音室主要应以保证语言清晰为主，因此混响时间要短些。另外混响时间的长短也与房间的容积大小有关，房间容积增大，混响时间要适当加长。不同容积的录音室、解说词室的混响时间要求可查曲线，见图二。一般 $50 \sim 80 M^2$ 的演播室混响时间可取为 $0.5'' \sim 0.6''$ ， $100 \sim 200 M^2$ 的演播室 T_{60} 为 $0.6'' \sim 0.7''$ ， $15 M^2$ 左右、容积为 $50 M^3$ 的小型录音室 T_{60} 可取为 $0.4''$ 。凡所大学新设计的演播室、录音室 T_{60} 大致都在

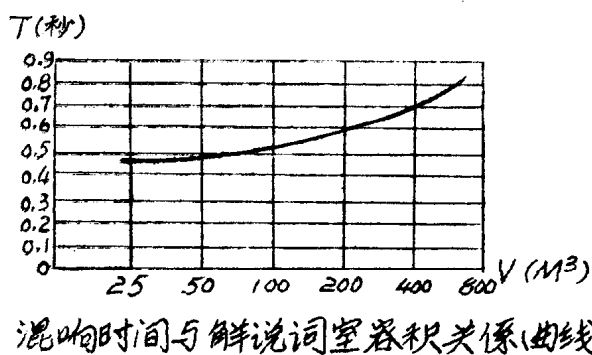
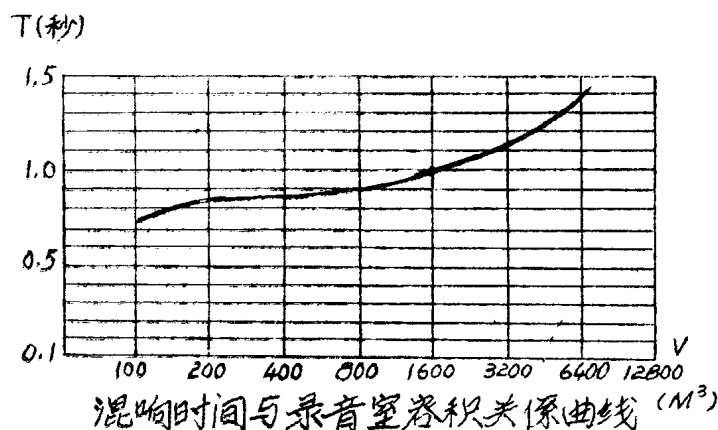
这个范围，参见附表一。

为保证演播室、录音室要求的混响时间要求，就需要在室内的顶棚和侧墙上适当地布置吸声材料或吸声结构，如多孔性吸声材料（对高频声吸收较多）、薄板共振吸声结构（对低频声吸收较多）、穿孔板

共振吸声结构（对中频声吸收较强）。由于一般吸声材料比普通硬壁或砖墙抹灰要贵，所以合理地选定混响时间以及经济有效地布置吸声材料是非常重要的。拿演播室来说，顶棚用吸音板是必须的，而侧墙不一定要满铺穿孔吸音板，如同济大学分校新设计的演播室顶棚和两侧墙为13厚软质吸音板，靠控制室侧墙为30厚超细玻璃棉，20x50硬木压条，控制室对侧墙因有幕布而搞的膨胀珍珠岩喷毛（四墙都有一米高五夹板墙裙），这样做既满足了混响时间要求，又比满铺吸音板降低了造价。

（五）演播室照明要求：

演播室照明应按演播节目需要在不同的位置、高度，以不



图二 不同容积的录音室、解说词室混响时间要求