

第十五届全国计算机辅助教育(CBE)学会年会论文集

计算机 与 教育:

新技术、新媒体的教育应用与实践创新

JISUANJI YU JIAOYU

XINJISHU XINMEITI DE JIAOYU YINGYONG YU SHIJIANCHUANGXIN

张际平 ◎ 主 编

陈向东 黄宇星 高丹丹 ◎ 副主编



厦门大学出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位

计算机 与 教育:

新技术、新媒体的教育应用与实践创新

JISUANJI YU JIAOYU

XINJISHU XINMEITI DE JIAOYU YINGYONG YU SHIJIANCHUANGXIN

张际平/主 编

陈向东 黄宇星 高丹丹/副 主 编



厦门大学出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位

图书在版编目(CIP)数据

计算机与教育:新技术、新媒体的教育应用与实践创新/张际平主编. —厦门:厦门大学出版社, 2012. 7

ISBN 978-7-5615-4350-4

I. ①计… II. ①张… III. ①计算机辅助教学-学术会议-文集 IV. ①G434-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 174227 号

厦门大学出版社出版发行

(地址:厦门大学 邮编:361005)

<http://www.xmupress.com>

xmup@xmupress.com

南平市武夷美彩印中心印刷

2012 年 7 月第 1 版 2012 年 7 月第 1 次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:38.25

插页:2 字数:1000 千字

定价:280.00 元

本书如有印装质量问题请直接寄承印厂调换

第十五届全国计算机辅助教育（CBE）学会学术年会 （2012年8月7—10日，武夷山）

组织委员会：

主 任： 张际平

委 员： 汪 琼 谢幼如 曲建民 赵建民 张剑平 黄宇星
 陈 信 解月光 刘美凤 陈向东 刘光然 潘伟民
 于双和 赵呈领 秦 健 王克法 林筑英

程序委员会：

主 任： 张琴珠

委 员： 陈向东 王 陆 黄宇星 王荣良 王以宁 马宪春
 张立新 王治文 尚俊杰 柯清超 崔 欣 孟祥增
 孟昭鹏 王 玲 谢忠新 沈宏兴 陈 琳 胡来林
 王兴辉 沈 希 刘 力 张文杰 茅育青 瞿 堃
 吴伟民 吴志刚 叶长青 邱 峰 冯 锐 张 培
 张景生 项国熊 郁晓华

学术委员会：

主 任： 张际平

委 员： 张琴珠 汪 琼 谢幼如 赵建民 张剑平 尚俊杰
 刘美凤 黄宇星 王亚平 熊才平 高丹丹 陈卫东
 齐宇歆 王 麒

序

新技术、新媒体的迅速发展,已渗透到了人类生活的方方面面,教育领域也不例外。无论从教育的管理、教学、学习以及对外交流与教育资源的获取,都已离不开技术与媒体。此外,借助于新技术和新媒体进行学习也正成为一种崭新的学习方式,它不仅仅是手段和方法的变革,更是涉及了教育观念、模式、体制等的各个方面的挑战。

计算机辅助教育(CBE)是新技术、新媒体教育应用的典型领域之一,涉及的范围包括教育的管理、教学与学习三个主要方面。计算机辅助管理教学(CMI)主要是为学校的教学管理服务,也为教师服务,帮助教师监测、测评、指导学生的学习,与此同时也能为学生提供学习反馈信息,根据不同学生的能力、兴趣、学习风格等个性特点来给出适应性学习引导。计算机辅助教学(CAI)则是计算机辅助教育中最重要的形式之一,它是以计算机作为主要的教学媒体,有效扩大课堂教学的范围与方式,延伸教师的教学功能,使教学活动变为生动形象,当然,也有助于帮助教师提高教学的效率。而计算机辅助学习(CAL或CBL)则重点体现辅助学习者的个别化学习。学习者主要通过与计算机的交互对话进行学习活动,可以根据自身的需求,选择不同的学习路径,自定步调地选择学习内容和控制进度。CAL不仅可以实现学习的个性化、因材施教,提高兴趣,也为随时随地与自主学习提供了可能。

我国计算机辅助教育已经走过了30多年,也取得了不容置疑的进步,计算机在学校辅助管理、课堂教学、个别化学习等方方面面都无所不在地发挥着重要作用。第十五届计算机辅助教育学会年会的成功召开也标志着我国计算机辅助教育的研究与创新迎来了新的起点。本届年会的主题围绕“计算机与教育:新技术、新媒体的教育应用与实践创新”,旨在推动教育技术领域对信息技术研究的实用性和有效性的关注和重视,促进新技术和新媒体的教育应用与创新,从而进一步推进计算机辅助教育事业的发展。本届年会所收集的论文涉及的重点包括:理论探讨、实践应用探究、新方法新设计以及未来发展趋势等方面。理论探讨从教育技术领域到新技术在教与学应用的多视角展开了探讨,将教育技术学科的发展与新技术与新媒体的教育应用紧密结合了起来。实践应用探究以不同的理念结合实践案例展示了新技术与新媒体教育应用的魅力,也为人们拓展应用的视野给予了很多启示。新方法新设计则结合现在与未来的应用提出了方法与设计的新思路,为技术教育的有效应用带来有益的启迪。未来发展趋势则聚焦新技术和新媒体教育应用未来的可能发展,从理论、实践、技术、方法等多个角度进行了预测与探讨。

本届年会在美丽的武夷山召开,可以相信,新技术与新媒体将像大自然一样,一定会为未来教育增添更美的景色。

最后,要向为本次年会的策划、组织、安排、论文审核、出版等具体工作做出贡献的各位同仁表示衷心感谢,也希望本次年会开成一个团结、创新、收获、快乐的大会。

全国计算机辅助教育(CBE)学会理事长 张际平

2012年8月 武夷山

目 录

理论探讨

现代教室声学环境对音质的影响评估 赵新跃、杨朝波	1
网络时代的社会性阅读 曹杨璐、陈向东	10
Web 2.0 支持的精品课程资源共享方式 李冠杰、谢幼如	20
地方高校教师信息化教学能力培训内容框架研究 汤松、王燕	27
Web 2.0 整合平台下教师专业发展的探究及实施策略 秦健、杨毅、吴忠旭	32
中小学信息技术学科电子书配套电子教材建设的思考 贾晶晶、谢忠新	39
Web 2.0 环境下基于开放教育资源的混合学习模式研究 梁玲敏、邓文新	45
信息技术有效支持初中物理探究学习的评价标准设计研究 孙宏志、王一多、解月光	52
基于内容分析法的课堂教学视频研究现状 李晓晓、王海燕、高丹丹	59
基于精品课程制作中的实际经验提出的几项精品课程录播形式的解决方案 及其对比 张凌、王亚平、王锦秀	67
基于“太极脑图”模型的未来课堂教师专业素养研究 马孝丽、王周秀、冯晓伟	73
信息技术支持下的个性化学习模式 谢虎、王瑞玲、赵丽娟、谢幼如	80
网络环境下促进小学生心理健康发展的家校协同模型构建 谭芳、刘繁华	87
课堂教学中学习共同体的建构 田春艳、刘凤艳、徐志丹	94
基于信息共享空间的高校研究性学习环境构建 蔡新、胡振华	103
我国教育技术企业综合实力评价指标体系的建构 邓文新、肖倩	108
师范生视觉素养的培养现状及对策研究 方兵、朱永海	114
未来课堂的教学结构要素及特性 高丹丹	120
基于三元理论下信息科技学科的思维教学策略 王勇	128
分析比较社会性软件应用于教学的几种模式 弓焱萍	134
基于协同教育的中职顶岗实习管理平台的构建与应用模式的探索 赵丽娟、刘繁华	140
基于 Qzone 的语文写作混合学习模式探索 余英龙、夏群	148
基于微博的研究性学习模式的构想 李卉	155
技术逻辑和教育价值:技术与教育的逻辑意蕴 李梁、田媛	160
网络课程评价量规探析 林丽、黄宇星	165
现代教育技术在改善成人学习不良中的运用模式 刘凤艳、田春艳、徐志丹	176
国内外教育游戏的比较与分析 吴静、陈伟杰	181
军队院校任职教育中多媒体教学的思考 聂运义	186

实践探究

E-Learning 数据挖掘研究 魏顺平	190
多显示课堂在教学中的应用探索 马健、陈卫东、张际平	202
社会性软件对大学生学习的影响调查研究 陈斌、丁小宇	208

面向混合学习的 ICT 多元教学资源平台 陈一明	217
虚拟学习环境构建策略、实施及教学实践 徐明、江朝霞、李萍丽、崔文革、刘昊	223
Silverlight 技术在水源卫生侦察实验教学中的应用研究 罗虹、王士勇、刘红	229
高中化学教学中的思维可视化技术应用初探 高晶	234
首要教学原理在小学信息科技学科中的应用 马士清	240
数字化校园管理平台与短信整合策略 张沪波	247
论电子书包的设计与开发 陈伟杰	251
电子书包国内外研究与应用现状综述 陈丹、郁晓华	256
地方高校数字媒体类课程改革与实践 许亚锋、陈邦泽	264
大学生对校内数字化教育资源的运用研究 张德成	269
浅议师范类顶岗实习生多媒体课件制作与使用 杨树元、张新禄、张建伟	274
基于社会性软件的混合学习案例设计与研究 疏凤芳、赵呈领、万力勇	279
浅谈 PPT 的新应用 夏群、余英龙、龚志武	288
网络错题管理系统设计与应用 王文泉	293
高等数学实验化教学过程的探索与实践 刘雄伟、陈吉美	304
交互电子白板在小班教学中的应用 何海丹、高丹丹	308
在 Flash 动画课件中制作高清晰度视频的实验研究 刘福祥	314
基于 Wiki 的远程协作学习平台的研究与实践 潘红艳	319
从有声读物的开发谈幼儿早期阅读能力的提高 王华文、陆伶俐、刁言歌	326
基于网络平台的自主学习模式与传统教学模式的对比研究 张胜利	334
作品交流环节在信息科技教学中的有效运用 张莉莉	341
增强现实技术在普通高中技术教育中的应用探究 秦健、刘超	347
信息技术促进通用技术课的有效教学 何旭虹、秦健	352
浅析校园网环境下有效使用 PPT 的自主学习策略 董薇薇	357
新设计、新方法	
后现代视角下专业课程群数字教学资源的建设与应用 谢幼如、吴可会	362
演示即可视化 莫永华、何良泉、陆灵明	371
基于专业虚拟社区的有效学习的设计与研究 赵呈领、竹学雪	383
中小学电子教材关联知识点设计方法研究 于希瑶、黄智超、方海光	392
移动技术支持的探究式课堂教学设计 徐正涛	400
基于 X3D 的网络交互教育游戏的设计与实现 徐红、谢晓兰	405
基于眼动仪的背景音乐对学习注意力影响的实验研究 黄小卉、许陵、黄宇星	410
网络教学内容辅助分析工具的设计 陈晓书、曾玲	417
免费师范生教育技术技能培养研究 闫莎莎、李青、赵呈领	423
用讯息设计的观点看教学网站的设计 杨光、聂运义	430
英语四、六级在线报名系统设计与实现 高飞	435
程序设计课程的全新实验模式探索 姜学锋、刘君瑞	455
Moodle 2.0 环境下的网络协作脚本分析 罗晓岗	460
教学媒体选择辅助工具分析与设计 成诗敏、曾玲	466
教学目标辅助工具的分析与设计 潘福金、曾玲	472

未来发展趋势

虚拟教室研究现状与未来展望 王麒、刘军	479
智慧学习环境——学习环境的新发展 郑云翔、何丽珍、彭丽丽	487
从呈现到临境 乔辰、陈向东	495
基于 Android 平台的微型学习系统设计 杨欣、陈伟杰	506
未来课堂视野下的小组学习设计 曾媛、叶新东	512
促进学生适应性专长发展的学习环境设计 李洁、余红	521
新兴技术与高等教育:趋势、挑战与应用 胡婷、许亚锋	528
电子书包及其对教育的影响探究 周华明、黄宇星	537
体感游戏在教育和训练中的应用 崔海亭	543
基于 Web 的学习者分析辅助工具 郑文艳、曾玲	548
未来课堂社会调查问卷设计的概念模型 尹晗、许芹	555
基于云计算平台的混合学习设计与研究 赵呈领、疏凤芳、万力勇	561
增强现实技术及其在教学中的应用 陈青云	567
OneNote 2010 在非正式学习中的应用研究 王宏蕊	572
Ipad 及其教学应用探析 陈翠珠	576
微博在非正式学习中的应用探究 沈洁	583
论当代大学生基于智能手机的移动学习 田华文	588
微博在个人知识管理中的应用研究 杨真珍、欧阳艳妮、姚传荣	593
物联网在智慧校园中的应用探究 丁林婷	599

现代教室声学环境对音质的影响评估^{①②}

摘要:对华东师范大学的6间典型教室进行了音质的测量与分析,运用声学环境设计软件进行教室的建模及声学参数计算,然后根据计算的结果和相应的标准对教室的音质进行评价。讨论了混响时间 T_{60} 、直达声声压级、语言清晰度、语言可懂度这四个参数对教室的影响因素,最后对改造后的教室进行音质模拟,评价改造效果。

关键词:声学环境;混响时间;直达声声压级;语言清晰度与可懂度

中图分类号:TM 344.1

文献标志码:A

一、引言

教室是教师传授知识和学生学习知识的场所,教学质量除了与教师的教学水平和学生自身因素有关外,另外一个不可忽略的因素就是教室的声学环境。语言是教师传授知识最主要的方式,一个教室声学环境的好坏将直接影响到师生之间的交流。良好的声学环境不仅可以使师生交流顺畅,还能提高课堂效率,减少教师的反复讲授。

有些教室在建设或者重新改建过程中缺少声学专业人士的指导,在建设或改建前也很少会对完成后的教室的声学环境进行评测,这些教室往往会存在以下这些问题:混响时间太长,使得教室里的声音产生回声,声音前后叠加,声音变得含糊,语言的清晰度下降,致使学生听不清老师所讲授的内容;而有的教室混响时间又过短,使得声音干瘪,缺乏活力,无法引起学生的兴趣。有的多媒体教室使用了音响设备,但对于扬声器的摆放位置和角度都很随意,甚至引起扬声器的啸叫,很少遵从一些声学传播的基本原理,使得教室里声场不均匀,有的位置声音大,有的位置声音小;或者扬声器的功率选择不当,功率太大使得声音很响,对教师和学生的听力造成伤害;功率太小,使得教室的声压级不足,声音太小,影响上课效果。

本论文通过对华东师范大学6间典型的实例教室进行实体建模和声学环境研究,对教室室内的各种装饰材料的吸声特性进行分析,计算这些教室的各种音质评测参量,并根据相应的标准和规范对教室的实际情况设置吸声材料,建立各个教室的房间模型。剖析现代教室声学环境存在的声学问题,找到方便易行的教室声学环境的评测方法,并提出对教室声学环境建设可行的、具体的建议,从而改善教室的音质环境,提高教学质量。

① 赵新跃,男,高级工程师,主要研究方向:多媒体与视听技术,Tel:021-62232428;E-mail:xyzhao@deit.ecnu.edu.cn.华东师范大学教育科学学院教育信息技术学系,上海,200062。

② 杨朝波,华东师范大学教育科学学院教育信息技术学系,上海,200062。

二、教室声学环境相关概念

(一)教室声学环境的基本要求

由于各类教室用途不同,对声学环境的要求也就不同,比如多媒体教室要求相对较长的混响时间以获得音乐的丰满感;而对于一般教室或者会议室则要求较短的混响时间,使得语言传达清晰。但不管何种类别教室,即使用途不一都应遵循一些基本的共同的声学环境的基本要求。

1. 足够的响度

在教室内的各个位置都能听到适量的声音(室内适量的响度为 60~70 dB)。对不超过 100 平方米的小教室,一般可不设电声系统。如果室内空间较大,最后排座位与声源的距离较长,则直达声也有较大的衰减,前次反射声毕竟有限,因此,需装备音响设备,保持教室具有一定的声音响度。

2. 室内各点声音的大小应基本一致

教室的声场分布均匀,还应避免产生回声、多重回声、颤音、声聚焦等声学缺陷。为使教室声音分布均匀,可在墙面及顶面作凹凸不平的表面或扩散体,由于扩散作用可以将声波均匀分布在室内,使室内声场均匀,以提高室内的音质效果。还可以采用扩散体,其尺寸要与入射声波、波长相适应,频率越低则波长越长,其所要求的扩散体的尺寸也越大,但这种处理不适于小教室,大教室宜不规则的布置吸声材料,或交替的布置反射材料及吸声材料,以改善室内的声学环境。

3. 要有较高的清晰度及最佳混响时间

不同使用性质的教室,对混响有不同的要求。多媒体教室则要求室内应有一定的丰满度,而教室对语言清晰度要求较高,需要较短的混响时间。混响时间主要是通过室内选用吸声材料及其布置的合理性来取得。要有合适的混响时间,可以根据教室的用途和容积遵照相应的标准或推荐确定合适的混响时间。

4. 室内不应受外界噪声的干扰,并控制室内噪声

应尽可能减少室内噪声,比如各种电器设备产生的以及人为因素产生的噪声;同时尽量避免来自外面周围环境的噪声,减小噪声的目的是尽量提高信噪比,必须结合各种教学用房室内的功能要求、实施情况做好房间的设计与测试。

(二)教室声学环境的基本的评价指标

在教室改建完成后主要由专业人员的主观评价来评测室内音质的指标,而在具体改建室内声学环境时更需要一些客观的评价参量来预计、控制、指导室内声学设计。且主观评价在一定程度上与客观评价相联系,运用这些客观评价参量对室内声学环境进行定量分析才能客观、科学地进行声学设计。

1. 混响时间

当声波传播到室内各种表面时会产生四种声现象,即声反射、声吸收、声扩散、声透射。而在室内因为有各种反射面比如四周墙壁、天花板、地板、桌椅等,使得声音被不断反射,从而延长了声音到达听者的时间,使得声音在室内不断持续,给人一种余音不绝的感觉。

混响时间是指当声源停止发声后,室内声音的声压级衰减 60 dB 所需要的时间。混响时间的长短对室内的音质起着很重要的作用,一般而言,混响时间越短,声音会显得沉闷、

枯燥,显得干瘪,使人容易感到疲劳;而混响时间越长,则会使声音前后叠加,产生模糊不清的感觉,使声音显得浑浊,降低声音的清晰度。所以教室要有一个好的音质,必须要有较合适的混响时间,而不同功能的教室对混响时间的要求也不一样,对于语言的清晰度要求高的一般混响时间短,而对于表现音乐的多媒体教室则一般要求较长的混响时间,使得音乐的表现富有感染力。

在实际应用中,根据室内吸声特性(系数)的差别,通常采用以下混响时间公式。

(1)利用塞宾(Sabine)公式,室内平均吸声系数 $\alpha \leq 0.2$ 时,混响时间:

$$T_{60} = 0.161 \frac{V}{S\bar{\alpha}} (\text{s})$$

式中, V 为室容积(m^3), S 为声室内界面面积(m^2), α 为室内界面的平均吸声系数。计算结果与实测值相符性较好。

(2)利用伊宁(EyRing)公式,室内平均吸声系数 $\alpha > 0.2$ 时,混响时间:

$$T_{60} = \frac{0.161}{-S \ln(1-\bar{\alpha}) + 4mV} (\text{s})$$

式中, V 为房间容积(m^3), S 为室内总内表面积(m^2), α 为室内平均吸声系数, m 为空气吸收系数。

考虑到空气对容积为 V 的室内声音的吸收 $4mV$ (频率高于 2 000 Hz,应考虑空气对声音的吸收)可使高频声波混响时间计算误差减少。

2. 直达声声压级

直达声是指从声源出发未经任何反射而直接到达听声者的声音,因此直达声是感知声源本身特征的基本依据,是感知整个声音环境最基本的信号,也是受声音所在环境影响最小的信号。直达声对室内声音的清晰度、可懂度起着很重要的作用,一个厅堂如果直达声不好,即使混响做得再好,它整体的音质也不会好。

在自由声场中,对于单个扬声器在距离 r 处所产生的直达声声压级(Direct SPL)的计算公式为

$$L_d = L_k + 10 \lg P + 10 \lg \left(\frac{\Gamma^2(\theta)}{r^2} \right) \quad (\text{dB})$$

其中, L_k 为扬声器特性灵敏度 [$\text{dB}/(\text{W} \cdot \text{m})$]; P 为扬声器最大电功率(W); r 为听众至扬声器之间的距离(m); $\Gamma(\theta) = \frac{p(\theta)}{p(\theta_0)}$,即对于某一频率(或频带),与扬声器参考轴成 θ 角处辐射的声压 p 和在参考轴上离声中心等距离处产生的声压 p_0 之比。

从上式中可看出(在远区场)直达声场声压级与扬声器技术指标、工作频率、与扬声器偏离参考轴的角度以及测试点距离扬声器的远近等因素有关,与房间各面的材料布置无关。

3. 语言清晰度

语言清晰度是指保证所必需的响度和满足扩声系统失真度指标的条件下对语言能够听清的程度。对于表现语言的一般教室而言,语言清晰度决定了教师传递的内容能不能为学生清晰地听到,而学生清楚地听到教师讲授的内容是学生理解并接受知识的前提。

语言清晰度经验公式:

$$\text{语言清晰度} = (\text{正确听到的语言单位} / \text{全部语言单位}) \times 100\%$$

由于使用标准中推荐的方法测试语言清晰度会受到发音人和听者的不同而出现比较大的差异,所以目前评价语言清晰度的方法中比较客观的方法有测量辅音清晰度损失率(AL

cons%)、快速语言传输指数(RASTI),这两个参数对语言清晰度的衡量都差不多,所以在实际评价厅堂的语言清晰度时只需计算其中一个指标即可。

4. 语言可懂度

语言可懂度指发音人发出的语言单位(句、词或音节),经过语言传递系统,为听音人正确识别的比率。评价语言可懂度的方法有测试快速语言传输指数(STI)、 C_{50} 参量。语言传输指数(STI)的方法是通过声源发出模拟语音音节的不同频率调制信号序列,经由厅堂建筑室内声场(存在混响和背景噪声)信号已经不能百分之百原样到达接收点,对原始信号与接收点的信号经过计算可以得到“语言传输指数”。而参数 C_{50} 它显示 50 ms 前后以 dB 为单位的能量比,50 ms 的声能包括直达声和早期反射声,50 ms 之后的声能属于混响声能, C_{50} 分布用来预测讲话单词的可懂度分布。具有一般混响(标准)的房间,高于 0 dB 时就代表有良好的语言可懂度,如果大厅具有较高混响时间,则应高于 -5 dB 值才能获得良好的可懂度。 C_{50} 的计算公式如下:

$$C_{50} = 10 \lg \frac{\int_0^{50} p^2(t) dt}{\int_{50}^{\infty} p_0^2(t) dt} \quad (\text{dB})$$

其中 p 表示听声面上某点的声压级,在本论文中将使用 C_{50} 来评价教室的语言可懂度。

三、教室声学环境参数分析

(一)实例教室基本情况

本文选取了华东师范大学中山北路校区具有一定的代表性的 6 间不同类型和特征的教室,各间实例教室的具体实际情况如图 1 所示:如电教楼多媒体教室;文科大楼 813 计算机实验室,房间大小适中,具有大多数机房的共同特点;电教楼 321 教室;文史楼 101 教室;文附楼 212 教室;河西新一教室。



图 1 六间实例教室

表 1 四个教室的基本情况

名称	多媒体教室	文科大楼 813 教室	电教楼 321 教室	文附楼 212 教室	文史楼 101 教室	新一教室
容积	319.9 m ³	184.8 m ³	141.12 m ³	179.03 m ³	363.98 m ³	708.32 m ³
地面面积	108 m ²	66 m ²	47.04 m ²	48.65 m ²	105.5 m ²	156.55 m ²
座位区面积	74.4 m ²	44 m ²	36 m ²	32 m ²	77 m ²	119 m ²
地面材质	瓷砖地板	防静电地板	钢筋混凝土	水泥地板	水泥地板	水泥地板
四周墙面材质	木质防护板 (PLAST LTHS) 和水泥石灰 墙	水泥石灰墙	水泥石灰墙	水泥石灰墙	水泥石灰墙	水泥石灰墙
屋顶	装饰矿棉板 吊顶	无吊顶,钢筋 混凝土和石灰	无吊顶,钢筋 混凝土和石灰	无吊顶,钢筋 混凝土和石灰	装饰矿棉板 吊顶	无吊顶,钢筋 混凝土和石灰

(二)教室建模

根据各个教室的实际情况,利用实体建模对各个教室建立三维立体模型,从而对各个教室展开声学环境分析,如下图 2 六教室建模所示。

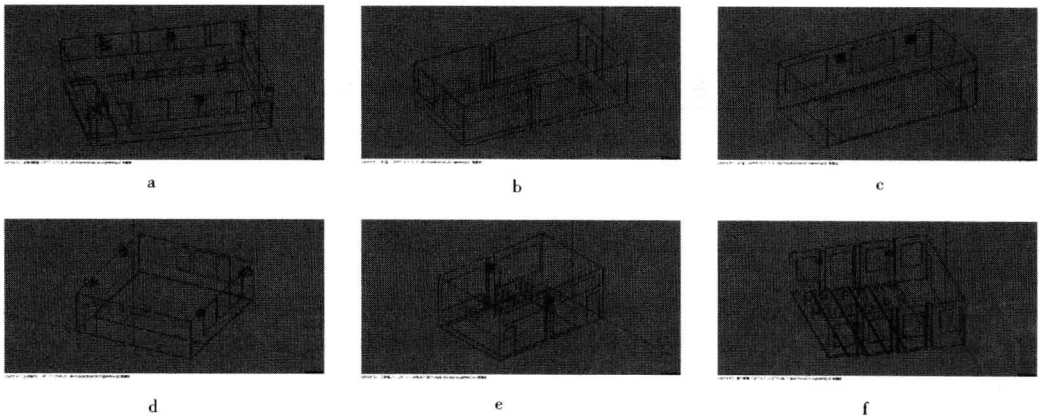


图 2 六教室建模

图 a 是电教楼多媒体教室;图 b 是文科大楼 813 实验室;图 c 是电教楼 321 教室;图 d 是文史楼 101 教室;图 e 是文附楼 212 教室;图 f 是河西新一教室。

(三)各教室主要装饰材料声学参数

由于各种装饰材料对不同频率声音的吸声系数不同,对房间的混响时间的影响也不一样。不同的瓷砖、木地板、普通窗户玻璃、石灰墙、装饰矿棉板、混凝土、砖和灰泥、平绒布双层窗帘、云鳞绸窗帘等材料,对教室中吸声结构存在非常大的差异性。

四、教室声学音质的评测方法

根据混响时间、直达声声压级、语言可懂度、语言清晰度四个声学指标,可以发现六间实例教室中的声学指标差异很大,具体声学指标如下表 2 所示。

表 2 六间实例教室声学指标对比

教室	混响时间 T_{60} (s)	直达声平均声压级 (dB)	语言可懂度 C_{50}	语言清晰度 $AL_{cons}\%$
多媒体教室	0.57(偏短)	83.18	一般	非常好
文科楼 813 教室	0.93(偏长)	85.94	一般	非常好
电教楼 321 教室	1.01(偏长)	90.54	一般	非常好到良好
文史楼 101 教室	0.79(符合标准)	103.39	一般	非常好
文附楼 212 教室	1.50(偏长)	91.71	差	好
新一教室	2.58(偏长)	86.06	差	比较差

(一)混响时间

从上表中可知,在六间教室中有 1 间教室的混响时间偏短,4 件教室的混响时间偏长,1 间教室的混响时间基本符合标准推荐的混响时间。4 间混响时间偏长的教室基本未作任何的吸声处理,加上一些教室的容积太大,致使混响时间过长;而进行一些吸声处理的教室又因为装饰材料的吸声过多使得混响时间偏短。因此要想获得理想的混响时间就应该根据教室的容积及教室的形状和用途合理布置吸声材料,才能使教室达到合适的混响时间,使教室具备良好的音质,从而提高教师上课和学生听课的效率。具体各间教室的混响时间及一些参数对比如表 3。

表 3 实例教室混响时间及参数对比

教室	容积(m^3)	平均吸声系数	平均混响时间(s)	标准推荐混响时间(s)
多媒体教室	316.92	0.24	0.57	0.78
文科楼 813 教室	183.26	0.13	0.93	0.7
电教楼 321 教室	141.12	0.11	1.01	0.65
文史楼 101 教室	363.98	0.24	0.79	0.81
文附楼 212 教室	179.03	0.08	1.50	0.7
新一教室	708.32	0.07	2.58	0.92

(二)直达声声压级

对 6 间实例教室 1 kHz 直达声声压级分布图的分析可知,教室的直达声主要存在以下问题:

一是教室直达声的分布不均匀,出现了声波干涉现象,这主要体现在教信系多媒体教室、教信系 321 教室、文科大楼 813 教室、文附楼 212 教室。

二是教室音响的摆放位置及角度不合理,致使音响不能充分发挥其功效使得直达声声压级过低;同时引起声波的相互干涉造成波峰波谷,使得某些地方直达声声压级偏高而有些地方直达声声压级又偏低。主要体现在教信系多媒体教室、教信系 321 教室、新一教室。

整个教室直达声声压级在整个频段上的变化曲线如图 3 六教室直达声声压级随各频率变化曲线所示。

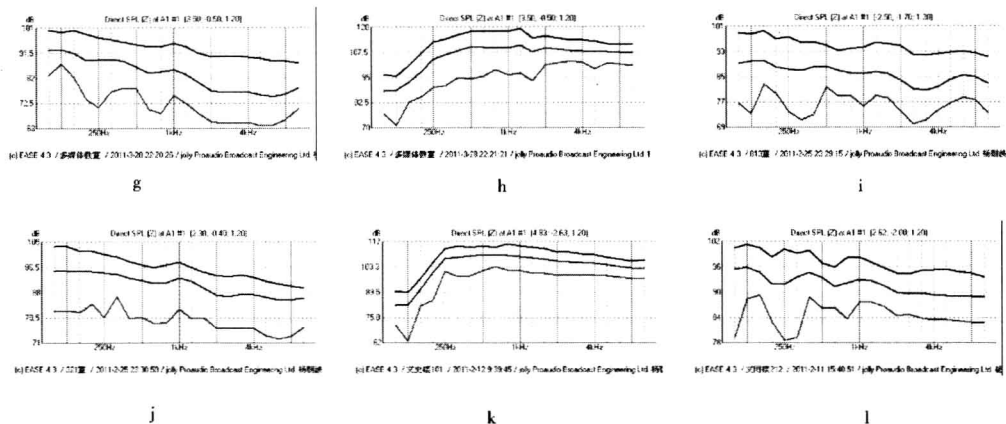


图 3 六教室直达声声压级随各频率变化曲线

图 g 是电教楼多媒体教室(第一组音响)直达声声压级随各频率变化曲线;图 h 是多媒体教室(第二组音响)直达声声压级随各频率变化曲线;图 i 是文科大楼 813 教室直达声声压级随各频率变化曲线;图 j 是电教楼 321 教室直达声声压级随各频率变化曲线;图 k 是文史楼 101 教室直达声声压级随各频率变化曲线;图 l 是文附楼 212 教室直达声声压级随各频率变化曲线。

(三)语言可懂度

从语言可懂度观点来看,声场可以分为 4 个组成部分:直达声,直接从声源到达听众处;早期反射声,延迟约 35~50 ms 到达听众处;后期反射声,延迟约 50~100 ms 到达听众处;混响声,延迟超过约 100 ms 到达听众处。早期反射声对语言可懂度是有利的。如果不考虑环境噪声对语言可懂度的影响,直达声加早期反射声与后期反射声加混响声之比在一定程度上决定了在混响场地具有的可懂度。

参照表 3(实例教室混响时间及参数对比)中可以发现,电教楼多媒体教室、文科大楼 813 教室、文史楼 101 教室,这三间教室的平均混响时间都小于 1 s,这样可知这三间教室应该都可以获得很好的可懂度,而这三间教室的实际语言可懂度都为一般。而电教楼 321 教室的平均混响时间为 1.01 s,文附楼 212 教室平均混响时间为 1.5 s,同时实测可知这两间教室可以获得极佳到良好的可懂度,而这两间教室的语言可懂度分别为一般和差。而新一教室的平均混响时间为 2.58 s,由于可懂度将有限制,采用高质量指向性扬声器可以得到改善。

一般来说混响时间越短则教室的语言可懂度高,因为过长的混响时间会掩蔽声音电平,也会使得声音相互叠加,造成声音的含糊不清。在这六间教室中,文附楼 212 教室平均混响时间为 1.5 s,新一教室的平均混响时间为 2.58 s,这两间教室的混响时间都是比较长的,所以也造成了这两间教室的语言可懂度较差。

(四)语言清晰度

将图 3 的图中数据转化为表格数据,并将数据与 $AL_{cons}\%$ 值与语言清晰度的关系进行对比,可以得出六间教室的语言清晰度评价等级,见表 4。

表 4 六间实例教室语言清晰度评价结论

教室	AL cons%平均值	AL cons%最大值	AL cons%最小值	语言清晰度
多媒体教室	2.82	3.03	2.24	非常好
教信系 321 教室	6.52	6.90	5.74	非常好到良好
文科大楼 813 室	5.54	6.06	4.08	非常好
文附楼 212 教室	9.51	10.27	8.43	良好
文史楼 101 教室	3.55	3.99	3.26	非常好
新一教室	17.2	18.17	15.01	比较差

从表 4 可以发现六间实例教室中大部分教室的语言可懂度为良好到非常好,只有新一教室的语言可懂度很差。由 AL cons%的计算公式可知,语言可懂度评价参量 AL cons%的大小与教室的混响时间、扬声器的指向性因子、教室体积、扬声器数量等有关,其中混响时间对语言清晰度影响最大,有人在一个 700 m³ 和 2 800 m³ 的安静房间中,在不用扩声系统的正常发言条件下(英语),做清晰度与混响时间关系的实验,当混响时间在 1 s 左右时语言清晰度百分率达到最高,分别为 86%和 82%;而短于 1 s,清晰度也不再提高。一般情况下,缩短混响时间会提高清晰度,这个清晰度高峰段就是通常所说的最佳混响时间。

在六间教室中河西新一教室的混响时间也最长为 2.5 s,扬声器数量为 4,且扬声器指向性也较差,摆放的位置也不恰当,最终使得河西新一教室的语言清晰度较差。其他几间教室的混响时间(除了文附楼 212 教室的为 1.5 s)都在 1 s 以下,加上教室体积较小,扬声器至观众席距离较小,整体下来使得这几间教室的 AL cons%值较小。

要是厅堂及各种教室要有良好的语言清晰度,就要尽可能地降低 AL cons%。降低 AL cons%有两点可做:建声上,降低教室中的混响时间;电声上,选取高 Q 值、数量一定的扬声器系统。为了保证扬声器能有较好的语言清晰度,必须从建声和电声两个方面进行设计。而在具体的工程实施中,第一是尽可能降低室内的混响时间,即公式中的 T_{60} 值,防止和消除回声、声聚焦、颤动回声等声学缺陷;第二选用较好性能(宽频带、高灵敏度、大功率),指向性高(Q 值大),扬声器数量少(N 值小)的线阵列扬声器系统。

所以如果河西新一教室要想获得较好的语言可懂度,一是要通过对教室进行吸声处理,降低教室的混响时间 T_{60} 值。而是重新选取扬声器系统,选取指向性强的扬声器,提高 Q 值,同时调整扬声器的位置和角度。通过这两个方面的改进,相信可以将河西新一教室改造成语言可懂度很好的教室。

具体主要存在的问题有以下几点:

(1)六间教室中的声学处理做得比较简单,只有两间教室(文史楼 101 教室和电教楼多媒体教室)做过矿棉板的吊顶,还有两间教室使用了比较厚的窗帘(电教楼 321 教室和文史楼 101 教室),除此之外其他的室内装饰材料均为反射大吸声少的硬质材料。因此除了文史楼 101 教室的混响时间比较符合标准外,其他教室的混响时间都没有达到标准,或者过长,或者过短。

(2)扬声器的摆放位置和角度都不适当。比如河西新一教室将 4 个扬声器安放在墙角,使得扬声器的声线位置太偏;电教楼多媒体教室的两个主扩音响的位置也不对称,角度也不合适;电教楼 321 教室的两个音响都放置在教室的靠窗的墙上,而不是对准听众。一般来说要保证教室声场具有良好的均匀度、响度、语言可懂度、语言清晰度,最好采取以下措施:一是使扬声器具有一定的指向性,让尽可能多的声音远离墙面和天花板;二是在扬声器与听众之间提供

直达的声线;三是避免将扬声器安放在墙角,除非能有效克服局部的边界反射;四是在扬声器和听众之间距离最小。

(3)六间教室中没有一间教室的语言可懂度达到优,四间教室的语言可懂度为一般,两间教室的语言可懂度为差,所以学校教室的语言可懂度大多都需要提高。

(4)选取的六间教室都比较典型,这就使得其中一间实例教室存在的声学问题也极大可能是其他很多教室存在的声学问题。比如文附楼 212 教室,文附楼有许多与 212 教室一样的教室,这些教室的容积、教室的门窗、扬声器、窗帘等室内装饰材料都基本相同,所以 212 教室存在的声学问题也基本上是文附楼那些教室存在的问题。新一教室存在混响时间过长、直达声声压级过低、语言清晰度和可懂度也较差的声学问题,是这六间实例教室中音质最差的教室。而同在一幢楼的新二、新三、新四这三间教室与新一教室基本一样,由此可见这三间教室可能也存在与新一教室同样的问题。

五、结束语

选取的华东师范大学 6 间实例教室中只有一间教室的音质环境较好,而其他教室基本上都存在声学缺陷,有待改建。当前就一般学校而言,基本没有专业的声学设计者来对教室的声学环境进行设计,在建设这些教室前也没有考虑教室的声学环境,改建完成后增加的一些电器设备比如风扇、空调、电脑、投影仪等会产生一些噪声,加上周围环境的噪声使得教室背景噪声过大,从而干扰教学;除了噪声大的问题外,现在学校里教室普遍存在的问题是混响时间过长,使得声音含糊不清,这些问题还没有得到人们足够的重视,不但干扰教学,使得教学效率低,也对学生和教师的身心健康造成伤害,影响了学生的听力和教师的发声,所以教室的声学环境建设应该得到足够的重视,改善教室的听音环境,为教学创造优良的声学环境条件。

参考文献

- [1] 《民用建筑隔声设计规范》(GBJ118-88)[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2005.
- [2] 黄凯旗,麻卫芬.多媒体教室声语言可懂度测量与分析[J].广西大学学报(自然科学版),2007(32).
- [3] Hudson M R. Experimental Investigation of the Acoustical Characteristics of University Classrooms. J. Acoust. Soc. Am, 1999(106):4.
- [4] J. S. Bradley Speech Intelligibility Studies in Classrooms Journal of The Acoustical Society of America vOL. 80, no. 3, September 1986, p846-854.
- [5] ANSI S12. 60-2002. Acoustical Performance Criteria, Design Requirements, and Guidelines for schools. American National Standards Institute, 2002.
- [6] 蔡丽霞.多媒体教室声学环境的分析及营造[J].中国现代化教育装备,20008(5).
- [7] 赵孝庆.多媒体教室建筑声学设计方法[J].天津轻工业学院学报,(38).
- [8] 任新敏,龚芳,付圣雪.大型阶梯教室声音质量控制[J].中国现代化教育装备,2007(6).
- [9] 彭健新,孙海涛.基于仿真的教室声学特性预测[J].电声技术,2004(12).
- [10] 陈建利,李士唯.厅堂语言清晰度声学设计[J].电声技术,2007(6).
- [11] 杨志刚,宋拥民,张晓岚.上海世博会主题馆之生命馆和地球馆建声设计[J].演绎科技,2010(12).
- [12] Smith E. Lemke. J. Frequency of voice problems among teachers and other occupations. Journal of Voice 12480-4881998.
- [13] 薛胜兰.多媒体教室音响系统的设计与调整[J].音响技术,2010,34(12).
- [14] 钱祥译,项钰校.语言可懂度——JBL 专业技术评论[J].电声技术,2001(9).