

文章编号: 1006-1355 (2005) S1-0183-03

矩形房间混响时间计算

邝 泉, 彭健新

(华南理工大学 物理科学与技术学院, 广州 510640)

摘要: 自赛宾提出混响时间公式以来, 其他研究者相继提出一系列混响时间公式, 通过对四个矩形教室的混响时间进行计算, 探讨这些混响时间公式的适用性。结果表明, 对这四个教室而言, 有各自的最佳混响时间计算公式。Eyring 和 Kuttruff 公式的适用性较好。

关键词: 声学; 矩形房间; 混响时间; 吸声

中图分类号: TU112 **文献标识码:** A

Reverberation Time with Analytic Formulas in Rectangular Rooms

KUANG Quan, PENG Jian-xin

(Department of Physics, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: Since W.C.Sabine presented his reverberation time formula, a series of other reverberation time formulas were presented one after the other. In this paper, the applicability of these formulas is discussed with four rectangular rooms. The result shows that there is its own optimal formula for each room. As a whole, Eyring's and Kuttruff's formula have better applicability.

Key words: acoustics; rectangular rooms; reverberation time; sound absorption

引 言

自从一百多年前W.C.Sabine提出混响时间计算公式以来, 该公式得到不断的改进和扩展, 相继提出一系列混响时间计算公式, 如Eyring公式、Millington公式、Arau公式、Cremer公式、Kuttruff公式、Neubauer(修正Fitzroy)公式、欧洲标准prEn 12354-6(附录D)等^[1-3], 但这些公式并不是完善的, 它

们有着各自的适用范围和适用条件。本文以四个矩形房间为对象, 探讨这些公式计算混响时间的适用性和计算准确程度。

1 房间模型

本文应用不同的混响时间公式对华南理工大学四个不同尺寸的矩形教室进行探讨, 四个矩形教室的尺寸、表面积、体积如表 1 所示。为了进行对比, 采用 Dirac2.0 在教室里实测混响时间, 同时采用建筑声学仿真软件 Odeon 对其进行建模仿真, 获取模拟混响时间。

收稿日期: 2005-09-29

作者简介: 邝泉(1985—), 男, 广州市人, 华南理工大学物理科学与技术学院 03 级本科生, 主要从事室内声学研究。

表1 矩形房间的尺寸、表面积和体积

教室编号	长 /m	宽 /m	高 /m	总面积 /m ²	体积 /m ³
No. 1	13.5	10	3.75	424.11	439
No. 2	10.59	6.29	3.45	261.54	222.5
No. 3	15.9	15.9	5.25	976.78	1301
No. 4	14.8	7.8	5	504.85	525

2 结果与分析

表2为采用不同混响时间计算公式得到的中频(500Hz~1000Hz)混响时间结果和各采用不同公式计算得到的结果与测量值的平均百分误差。图1为采用不同混响时间公式计算得到的混响时间结果与测量值之间的百分误差。

由表2和图1可知,对这四个矩形教室,采用Eyring、Kuttruff混响时间计算公式得到的混响时间与测量值差异相对较小,采用

Fitzroy公式计算得到的结果与测量值的差异最大。对不同的教室,有各自的最佳计算公式。对教室1,采用Eyring和修正的Fitzroy公式计算得到的混响时间与测量值差异最小,百分误差均为1.1%;对教室2,采用Eyring公式计算得到的混响时间与测量值差异最小,百分误差为3.0%;对教室3,采用Arau公式计算得到的混响时间与测量值差异最小,百分误差为0.7%;对教室4,采用Tohyama和Fitzroy公式计算得到的混响时间与测量值差异最小,百分误差分别为7.8%和5.8%。

表2 中频(500Hz~1000Hz)混响时间计算结果(s)和百分误差

矩形房间	No.1	No.2	No.3	No.4	百分误差 /%
Eyring	0.87	1.1	1.21	1.04	13.3
Millington	0.79	0.95	0.82	0.67	31.8
Cremer	0.85	1.08	1.16	1.03	15.4
Kuttruff	0.92	1.18	1.23	1.06	13.7
Fitzroy	1.48	1.83	2.78	1.32	53.0
Arau	1.07	1.37	1.71	1.14	16.3
Tohyama	0.8	0.88	1.2	1.29	15.8
Mod-Fitzroy	0.89	0.97	0.97	0.9	22.4
prEN 12354-6	1.39	1.37	2.05	1.19	31.1
Odeon 模拟	0.87	1.04	1.73	1.29	6.7
测量值	0.88	1.13	1.58	1.41	

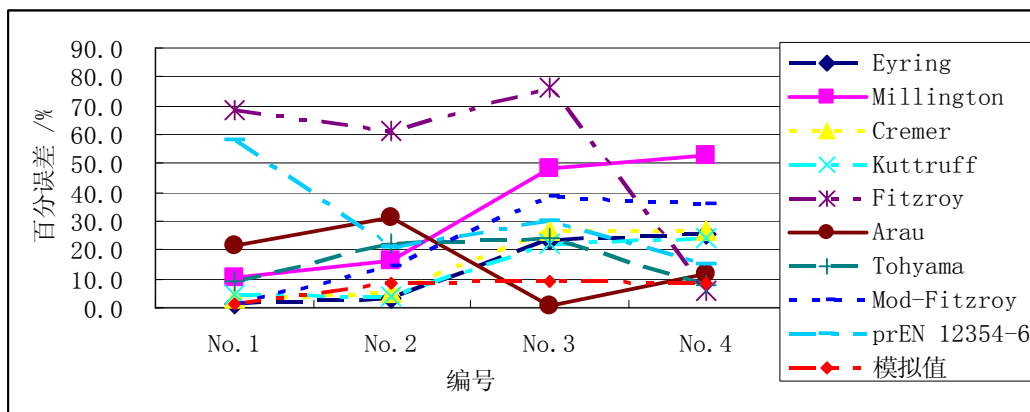


图1 不同公式计算结果的百分误差

对教室而言,如没有作特殊的吸声处理,那么,其吸声主要靠听众和桌椅,导致地面具有较大的吸声系数,其它表面的吸声系数相对要小得多,这样使得整个空间吸声材料分布不均匀,难以满足赛宾公式所要求的扩散声场,从而提供一系列混响时间计算方法,但每个公式都有其适用范围和局限性。对这四个教室而言, Eyring 和 Kuttruff 公式的适用性较好。采用 ODEON 软件仿真可得到较好的混响时间计算结果,这并不意味着对所有厅堂和所有的仿真软件都是如此,还与软件本身预测的准确程度和厅堂界面特性有关。

3 结语

本文通过对四个矩形教室采用九个不同的混响时间计算公式对教室的混响时间进行

计算,结果表明,对这四个教室而言,有各自的最佳混响时间计算公式。整体而言, Eyring 和 Kuttruff 公式的适用性较好。

参考文献:

- [1] Reinhard O. Neubauer, Classroom acoustics - Existing Reverberation Time Formulae-A Comparison with Computer Simulated Reverberation Times, The 8th International Congress on Sound and Vibration 2-6 July 2001, Hong Kong, China.
- [2] Sylvio R. Bistafa and John S. Bradley, Predicting reverberation times in a simulated classroom, J Acoust Soc Am. 108(4):1721-1731, 2000.
- [3] R. Neubauer, B. Kostek, Prediction of the Reverberation Time in Rectangular Rooms with Non-Uniformly Distributed Sound Absorption, Archives of Acoustics, 26 (3) :183-201, 2001.