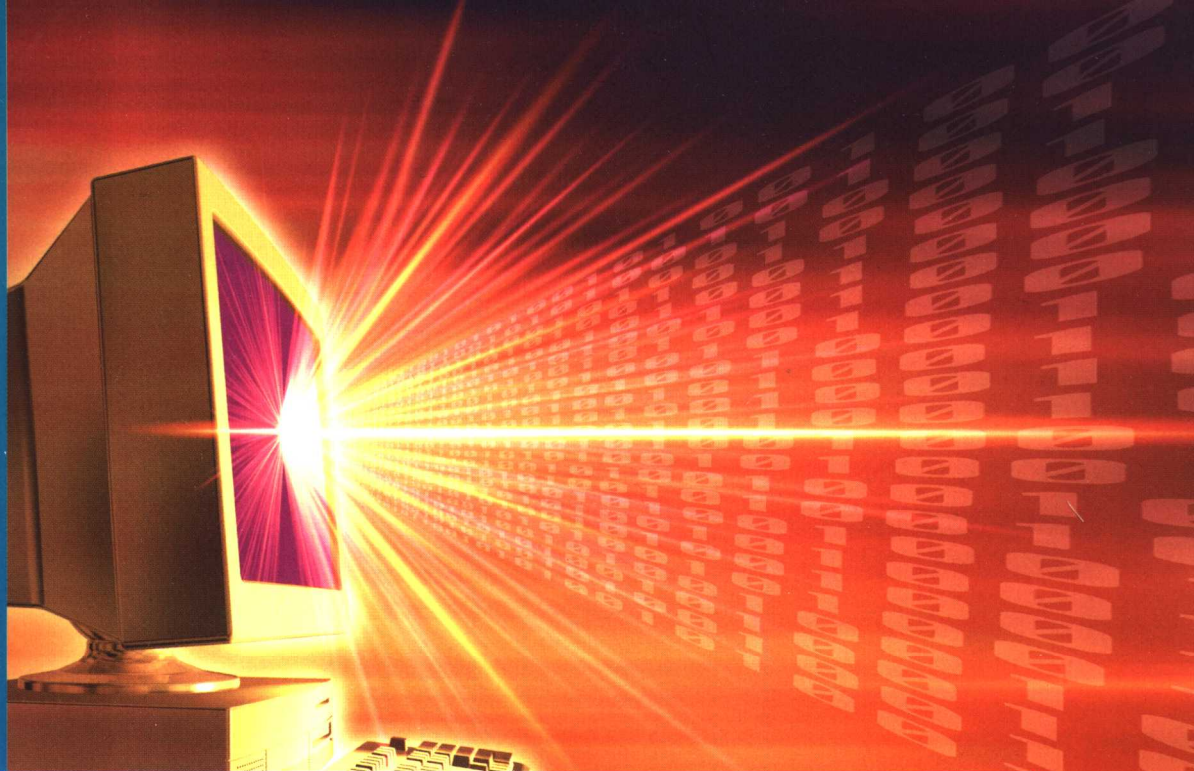




多媒体视听技术与应用环境

钟晓流 吴庚生 曾亚 黄远智 编著



清华大学出版社

多媒体视听技术 与应用环境

钟晓流 吴庚生 曾亚 黄远智 编著

清华大学出版社
北京

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

多媒体视听技术与应用环境/钟晓流等编著. —北京:清华大学出版社,2007.9

ISBN 978-7-302-15890-5

I. 多… II. 钟… III. 多媒体—视听传播—技术 IV. TN946

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 120703 号

责任编辑:周 菁

责任校对:王凤芝

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社 总 机:010-62770175 邮购热线:010-62786544

投稿咨询:010-62772015 客户服务:010-62776969

印 装 者:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:34.75 字 数:781 千字

版 次:2007 年 9 月第 1 版 印 次:2007 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:60.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:024977-01

集音视频技术、计算机技术、存储技术和通信技术于一体的多媒体技术与智能化技术、自动化技术等紧密结合促进了新闻传媒、影视娱乐、博览会展、科普教育、综合会议等行业的巨大变革。现阶段的多媒体应用技术正在从上述行业的以模拟音像为主体的传统模式迅速向以数字化多媒体系统集成应用为主的新兴领域发展,一个全新的信息化e-时代已经到来。各种类型的数字化会展中心、数字化影院(3D、环幕)、数字化多功能厅、e-博物馆、e-科技馆、e-天文馆、多媒体教学、多媒体会议等视听环境日新月异。此类环境要求我们提供全面的解决方案。

就当前的技术发展态势而言,多媒体视听环境的应用系统包括:扩声系统、音频会议系统、远程视频会议系统、多媒体数据传输系统、多媒体显示系统、舞台灯光系统等,但随着对使用环境要求的不断提高,使用者希望对环境立体分布的多媒体设备实现轻松的集中控制,环境智能化集中控制系统和e-control技术作为多媒体环境应用系统的重要辅助手段,越来越多地应用到各种各样的多媒体视、听环境中来。

我们认为:设计一个先进的多媒体应用环境,应给用户一个完整的解决方案,而不是仅仅提供单机产品的罗列组合以致造成这不同产品组合在一起而引发的系统兼容性问题。所有高尚的厅堂环境设计,必须本着先进实用性、稳定可靠性、完备可拓展性和标准化的目标,经过一系列认真的计算机模拟、频谱分析、建筑物理设计和最终的系统集成与测试,保证其性能指标的一致;再经设备选型的优化组合和精密的系统集成以期达到:听觉上实现建声效果好、音质优美、悦耳动听;视觉上无盲区、色彩还原好、图像清晰、传输质量稳定可靠,操作人性化设计、智能化程度高、结构紧凑、便于掌握等目标。

本书正是本着这一目的,为了让读者和用户更加了解以上各个系统在各种环境中的配套应用,首先提供一个基本系统的背景,然后结合工程实施中的应用,给读者和用户一个清晰的系统应用概念,供在今后学习和应用中参考。

本书的第一章和第十二章由清华大学黄远智博士编写,第八章和第九章的部分内容由深圳大学城曾亚博士编写,其余的部分由清华大学钟晓流高级工程师编写,全书最终由清华大学吴庚生教授统一厘定并封笔。

在编写本书的过程中,我们得到了来自多方面的帮助和支持。在此对北京大学张万增教授、中国邮电设计院冯斋总工程师、清华大学刘世偕研究员、北京国家会计学院苏建国副教授等表示感谢,他们花费了大量的时间进行审阅,亦提出了许多宝贵的经验和意

见。另外,我还要对我们的学生孟平、王军、周鹏、廖尖科和诸如 TICO、Sony、Panasonic、Soundcraft、Crestron、AMX、SANYA、Netgalaxy、CREATOR、Smartisys、VITY、中庆、迅控、宏控、艾威康 AVC、竞业达、信源等厂商的有关代表们表示谢意,他们为本书的图片和图表等加工制作及相关数据资料的提供付出了辛勤的劳动。

作 者

2007 年 5 月于清华园

第 1 章 声学基本知识	1
第一节 声波的传输及其特性	1
一、声波的特性	1
二、声波的反射、折射、衍射和扩散	3
三、声波透射与吸收	4
第二节 听觉理论与声音的特性	5
一、声音的频谱	5
二、听觉特性	6
第三节 建筑声学原理	10
一、室内声场与建筑声学方法	10
二、扩散与混响	12
第 2 章 模拟音频与数字音频	15
第一节 模拟音频信号记录	15
一、磁带录音装置的基本结构	15
二、模拟录音载体——磁带	17
三、录音和放音的基本原理	17
第二节 数字音频基础	19
一、取样	20
二、量化	24
三、编码	26
第三节 数字音频信号的压缩编码	27
一、A/D 转换的误差	27
二、数字音频信号的压缩编码	29
三、数字音频压缩标准	33
第四节 数字音源记录	33
一、数字音频记录设备的工作原理	33
二、CD 光盘记录技术	34

第五节 数字音频技术在广播电视中的应用	36
一、广播电视行业数字音频技术的现状	36
二、杜比数字 AC-3	37
三、MPEG-2 层 II 环绕声系统	39
四、先进音频编码(AAC)	41
五、DTS	42
第3章 音频系统与电声设备	45
第一节 音频系统的重要术语	45
一、频率响应	45
二、信号噪声比	46
三、灵敏度	46
四、失真率	46
五、本底噪声	47
六、动态范围	47
七、立体声串扰	48
第二节 音源设备	48
一、传声器	48
二、模拟录音座	52
三、激光 CD 播放机	56
四、DAT 数字录音座	57
第三节 调音台	60
一、模拟调音台	61
二、数字调音台	69
第四节 专业信号处理设备	74
一、均衡器	74
二、效果器	78
三、压缩/限幅器	82
四、扩展器与噪声门	85
五、激励器	87
六、分频器	89
七、反馈抑制器	91
第五节 功率放大器	96
一、音频功率放大器的分类	96
二、功放的基本构造	97
三、功放与扬声器的配接原理	99
四、功率放大器的性能指标	102
第六节 扬声器	104

一、扬声器的类型及特点	104
二、扬声器的结构和工作原理	106
三、专业音箱的特点及其分类	108
四、音箱(扬声器系统)的性能指标	111
第4章 视频基础知识	113
第一节 光与色彩	113
一、可见光和颜色	113
二、光源与光功率谱	114
三、标准黑体和色温	115
四、标准光源	115
五、光的度量单位	117
第二节 视觉特性	118
一、人眼构造与视觉机理	118
二、视觉特性	119
三、眼睛的视觉范围与适应性	121
四、视觉惰性	123
第三节 色彩及图像基础	124
一、物体的颜色	124
二、彩色三要素	124
三、彩色特性与辨色能力	125
四、三基色定理	126
第四节 显像三基色	127
一、RGB 混色原理	128
二、RGB 配色系统	128
三、显像三基色	129
四、YUV 原理与亮度方程	130
第5章 模拟视频的基本原理	131
第一节 图像的分解与传送	131
一、图像的分解	131
二、图像的传送	132
三、换幅与帧频	132
第二节 扫描原理	133
一、扫描	133
二、逐行扫描	133
三、隔行扫描	134
四、模拟电视扫描参数	135

第三节 光电转换原理	135
一、摄像管光电转换原理	135
二、CCD 图像传感器的基本原理	136
第四节 电光转换原理	140
一、CRT 的电光转换原理	140
二、平板显示器件的电光转换原理	141
第五节 黑白全电视信号	144
一、图像信号	144
二、复合消隐信号	145
三、复合同步信号	146
四、电视信号的带宽与频谱结构	146
第六节 彩色图像的摄取与重现	149
一、彩色图像的摄取	149
二、彩色图像的重现	150
三、彩色图像的传送	151
第七节 彩色全电视信号	155
一、色同步信号	155
二、标准彩条信号	156
三、彩色电视制式	157
第 6 章 视频设备与视频系统	159
第一节 视频信号源设备——摄像机	159
一、摄像机分类	159
二、摄像机的基本组成	161
三、摄像机的工作原理	162
四、数字摄像机	165
第二节 录像机及其工作原理	165
一、录像机分类	166
二、录像机的基本构成	166
三、视频信号记录的特点	168
四、录放视频信号所采取的措施	168
五、视频记录系统	170
六、视频重放系统	170
七、伺服系统	172
八、数字录像机	173
第三节 视频制作系统	173
一、编辑制作	174
二、视频切换与特技加工	176

三、数字视频特技	178
四、字幕与动画	178
第 7 章 数字视频技术	180
第一节 数字视频系统的 A/D 转换	180
一、取样	180
二、量化和编码	182
第二节 数字视频的信号源编码	184
一、数字视频信号压缩的必要性	184
二、数字视频信号压缩的可能性	185
三、数字图像的压缩编码分类	186
四、数字图像的压缩编码方法	186
五、数字视频信号的误码控制	190
第三节 视频压缩编码标准	192
一、JPEG 标准	192
二、H. 261 和 H. 26X 标准	195
三、MPEG 标准	199
第四节 数字视频技术的应用与数字电视	215
一、概述	216
二、数字视频的格式	217
三、数字视频的趋势——逐行扫描	219
四、数字视频的接口	225
五、数字电视	228
六、数字平板电视	238
第 8 章 大屏幕显示系统	241
第一节 多媒体投影机	242
一、CRT 投影机	242
二、LCD 投影机	243
三、DLP 数码投影机	246
四、投影机的三要素	249
五、投影机的主要性能与技术规格	252
六、LCD 与 DLP 的对比	255
七、投影机光源	257
八、投影屏幕	257
第二节 多媒体背投一体机	263
一、系统组成与特点	263
二、背投原理	264

三、背投屏幕	268
四、背投专用反射镜	270
五、背投箱体空间的计算	271
第三节 大屏幕墙拼接系统	271
一、大屏幕墙的分类与系统组成	272
二、子屏单元拼接系统	272
三、大屏幕墙拼接控制系统	274
四、信号接入设备	275
五、大屏幕墙面积的计算	275
六、背投大屏幕墙拼接系统的新技术应用	275
第四节 LED 电子显示屏	277
一、LED 显示屏的系统组成和类型	277
二、显示技术及 LED 的应用	279
三、LED 大屏幕驱动技术	280
四、LED 显示屏亮度和颜色的调整方法	282
五、LED 显示屏的主要性能指标	282
六、LED 电子显示屏真彩显示的几种关键技术	284
七、LED 显示屏技术指标参考	288
第 9 章 音频会议系统	290
第一节 音频会议技术	291
一、传统的会议技术	292
二、音频会议系统	292
三、常见的音频会议系统	294
四、投票表决系统	297
五、同声传译会议系统	299
六、红外无线会议系统	303
第二节 数字会议系统	306
一、多通道数字音频传输技术	306
二、数字会议系统的功能和特点	312
三、数字会议的系统组成	313
四、无线数字会议系统	320
第 10 章 视频会议系统	323
第一节 概述	323
一、视频会议的技术背景与发展	323
二、视频会议系统的特点	325
三、视频会议系统的应用	326



四、视频会议系统的优越性	327
第二节 视频会议的系统组成	328
一、系统的基本组成	328
二、视频会议终端	329
三、多点控制单元(MCU)	331
第三节 视频会议的技术体系	337
一、视频会议系统的技术标准	338
二、视频会议系统的音视频编码	340
第四节 H. 320 和 H. 323	342
一、关于 H. 320	342
二、关于 H. 323	344
三、H. 320 与 H. 323 会议组织流程	346
四、H. 320 与 H. 323 系统的互通	347
五、网络质量保证体系(QoS)	350
第五节 H. 323 系统及压缩传输技术	350
一、概述	350
二、H. 323 会议系统的结构	351
三、H. 323 会议系统中的图像编码和音频编码	354
四、H. 323 会议系统中的数据通信	354
五、H. 323 会议系统中的码流复用	355
六、H. 323 会议系统中的 QoS 保证	355
七、关于 H. 460. 18 和 H. 460. 19 标准	360
第 11 章 e-control 技术与应用系统	361
第一节 智能化中央控制系统概述	361
一、智能化中央控制系统的定义	361
二、智能化中央控制系统的发展概述	362
三、中央控制系统的特点	365
四、中央控制系统的应用	366
第二节 智能化中央控制系统的基本架构	367
一、中央控制主机	367
二、通信网络	369
三、用户界面与控制形式	370
四、继电器箱	371
五、应用软件	372
第三节 e-control 技术	373
一、e-control 的功能	373
二、e-control 的技术特点	374

三、e-control 的技术应用	375
第四节 串口连接与控制技术	378
一、RS-232、RS-422 与 RS-485 的由来	379
二、RS-232 串行接口标准	380
三、RS-422 与 RS-485 串行接口标准	383
四、RS-422 与 RS-485 的网络安装	385
五、RS-422 与 RS-485 传输线匹配的一些说明	386
六、RS-422 与 RS-485 的接地问题	386
七、RS-422 与 RS-485 的网络失效保护	387
八、RS-422 与 RS-485 的瞬态保护	387
九、串口调试中要注意的几点	388
第五节 多媒体课件实时制作系统及应用	388
一、系统概述	388
二、系统组成	389
三、音视频采集方案	389
四、系统的功能与特点	390
五、硬件配置	392
六、软件配置	392
七、现场实时交互系统	392
八、非线性编辑系统	394
九、现场直播系统	394
第 12 章 流媒体技术	396
第一节 流媒体的技术原理	396
一、流媒体系统的组成	397
二、预处理	397
三、流式传输过程	398
四、流式传输的网络协议	399
五、识别流媒体类型的途径——MIME	401
第二节 流媒体的重放方式	402
第三节 流媒体的主要技术与文件格式	403
一、Real System	403
二、Windows Media	404
三、QuickTime	406
四、其他格式	406
五、流媒体发布格式	407
第四节 流媒体系统的基本构成	408
一、媒体内容制作	408

二、媒体内容管理	408
三、用户管理	409
四、音频/视频服务器	409
五、客户端系统	410
第五节 流媒体技术的应用	410
一、远程教育	410
二、视频点播	411
三、互联网直播	411
四、视频会议	411
五、电视上网	412
六、音乐重放	412
七、在线电台	412
八、流媒体技术的前景	412
第 13 章 舞台灯光技术基础	414
第一节 舞台灯光的历史与发展趋势	414
一、早期舞台照明	414
二、现代舞台照明	414
三、未来舞台照明	414
第二节 舞台灯光艺术及作用	415
一、灯光的艺术效果及作用	415
二、灯光的应用属性	416
第三节 舞台灯光的设计及构成	418
一、舞台灯光设计的环境因素	418
二、舞台灯光设计与特点	418
三、舞台灯光分类	420
四、舞台灯光的布光效果及空间表现手段	422
第四节 特殊效果灯——电脑灯具	425
一、电脑灯的起源与发展	425
二、舞台电脑灯具的分类	425
三、摇头电脑灯的构造原理	427
四、电脑灯的连接与控制	429
第五节 调光控制系统	431
一、DMX 协议	431
二、调光控制系统的组成	431
三、灯光控制系统的发展	433
四、调光设备术语	435

第 14 章 多媒体视听环境的系统集成	436
第一节 多媒体的概念	436
一、媒体的分类与多媒体的定义	436
二、多媒体技术的主要特征	437
三、多媒体 MPC 与多媒体发展进程	438
四、多媒体视听系统的特点	439
第二节 系统集成的含义	441
一、系统集成的定义	441
二、系统集成的前提	442
三、系统集成的四要素	443
第三节 音频环境与扩声系统的集成	444
一、扩声系统分类	444
二、音频环境的音质评价	445
三、音频环境的音质设计	448
四、音频环境的电声系统	454
五、声反馈的控制	464
六、音频端口的连接与信号传输	465
七、调音的艺术	470
第四节 多媒体视频系统的集成	475
一、影响视觉效果的主观因素	475
二、影响视觉效果的主观因素	477
三、视频环境的多媒体视频系统	479
四、视频的传输	488
第五节 系统集成中的接地技术	511
一、安全接地	511
二、信号接地	512
三、屏蔽接地	514
第六节 多媒体视听环境方案索引	515
一、多媒体教学环境	515
二、多功能会议环境	524
三、礼堂与剧院等应用环境方案索引	532
附 录	539
附录 A 厅堂扩声系统的声学特性指标标准	539
附录 B 歌舞厅扩声系统的行业标准	540
附录 C 声波距离衰减查表	541
参考文献	542

第 1 章

声学基本知识

人们在日常生活中离不开声音。没有声音,人类社会的交流就不可想象。这些声音包括人们需要的、想听的,如优美动听的音乐、相互交流的言谈;也包括人们不想听的“噪声”。在声音的海洋中,人们是如何识别声音的呢?声音有三个要素:音量的大小、音调的高低、音色的干湿,它们都与声音的物理特性密切相关。这就要从声音的物理特性来了解。

第一节 声波的传输及其特性

声音是空气分子的振动。物体的振动引起空气分子相应的振动,传入人耳导致鼓膜振动,通过中耳、内耳等一系列听觉器官的共同作用使人听到了声音。并不是所有的空气分子的振动都能形成声音,空气分子的振动有一定的规律,我们把它描述为“波”。下面对“声波”作一个简单的阐述:

声音来源于振动的物体,辐射声音的振动物体在学术上称之为“声源”。声源同光源一样要经过一定的介质向外传播,所以声音是一种波动,声波基于介质的质点振动而向外传播声能。声波的传播介质是空气分子,所以,真空中声音是不能传播的。

一、声波的特性

声波的传输包含了声能在传声媒质中的转移。声波在穿过不同的介质时,会发生反射、折射、衍射、散射、干涉或吸收等现象,在同一介质中传播,只要媒质存在某种不均匀性(密度、温度、水深等)也会发生这些现象。下面分别说明声波传输过程中的基本量。

1. 声音的周期、频率、波长和声速

周期:声源完成一次振动所需要的时间称为**周期**,记作 T ,计量单位为:秒(s)。

频率:声源在 1 秒钟内振动的次数,记作 f ,计量单位为:赫兹(Hz)。它是周期的倒数,即: $f=1/T$ 。

波长:沿声波传播方向,振动 1 个周期所传播的距离,或在波形上相位相同的相邻两点间距离,记为 λ ,单位为 m。

声速:声波在不同的介质中传播速度是不一样的,“声速”不是声源的振动速度,而是振动状态的传播速度,其大小与振动特性无关,而与介质的弹性、密度及温度有关。因此,声波在恒定的介质中其传播速度是不变的。声波每秒在介质中传播的距离,记作 c ,单位

为 m/s。声速与传播声音的介质和温度有关。在空气中,声速(c)和温度(θ)的关系可简写为

$$c = 331.4(1 + \theta/273)^{1/2} \quad (1-1)$$

在常温($15^{\circ}\text{C} \sim 25^{\circ}\text{C}$)下,声速约为 340m/s。

频率 f 、波长 λ 和声速 c 三者之间的关系是: $c = \lambda f$ 。物体在空气中振动,使周围空气发生疏、密交替变化并向外传递。频率在 20Hz~20kHz 之间为声波人耳可以感觉的,称为可听声,简称声音;频率大于 20kHz 称为超声波;频率小于 20Hz 称为次声波。超声波和次声波人耳是听不到的,地震波和海啸都是次声波。有些动物的耳朵比人类要灵敏得多,如蝙蝠就能“听到”超声波。

2. 频带

频带也称为“频段”,在扩声系统中,一般将介于次声和超声之间的可闻声频率划分为若干个区段,称为“频带”或“频段”。每个“频带”均有其上限频率(f_1)和下限频率(f_2),而 $\Delta f = f_1 - f_2$ (Hz) 称为“频率带宽”或带宽,带宽的中心频率为 f_c :

$$f_c = (f_1 \times f_2)^{1/2} \quad (1-2)$$

3. 声功率、声强和声压

声功率: 声功率即声源总声功率,指单位时间内声波通过垂直于传播方向某指定面积的声能量,记作 W ,单位为 W。

声强: 在垂直于声波传播方向上,单位时间内通过单位面积的平均声能,称为声强,用 I 表示,单位为 W/m^2 。人耳可听的声强变化范围为 $10^{-12} \sim 10^2 \text{ W}/\text{m}^2$ 。

声压: 声压是由于声波的存在而引起的压力增值,介质中的压力与静压之差称为声压,用 P 表示,单位为 Pa。1Pa=1N/m²。

4. 分贝、声功率级、声强级和声压级

人们日常生活中的声音,由于变化范围非常大,可以达六个数量级以上,同时由于声强与声压的变化近似地与人耳感觉变化的对数值成正比,人们便在扩声系统中引入了“级”的概念。用分贝来表达声学量值。所谓分贝是指两个相同的物理量(例 A_1 和 A_0)之比取以 10 为底的对数并乘以 10(或 20)。

$N = 10 \lg(A_1/A_0)$ 分贝,符号为“dB”,它是无量纲的。

式中 A_0 是基准量(或参考量), A_1 是被计量度量。被计量度量和基准量之比取对数,该对数值称为被量度量的“级”。亦即用对数标度时,所得到的是比值,它代表被量度量比基准量高出多少“级”。

(1) 声功率级

声功率以“级”表示便是声功率级,记作 L_w ,单位为 dB。

$$L_w = 10 \lg(W/W_0) \quad (1-3)$$

式中: L_w ——声功率级(dB); W ——声功率(W); W_0 ——参考声功率,为 10^{-12} W 。

(2) 声强级

声强以“级”表示便是声强级,记作 L_I ,单位为 dB。

$$L_I = 10 \lg(I/I_0) \quad (1-4)$$