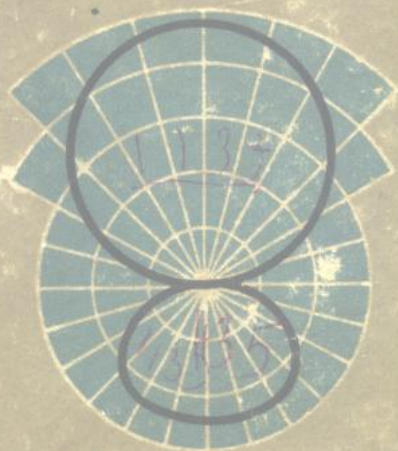




H.F. 奥尔森

声学工程

科学出版社

53.5
761
51

声 学 工 程

H. F. 奥 尔 森 著
张 遵 彦 译
沈 壕
陈 通 校

112.5

科 学 出 版 社

1964

1964.10.29

图书馆藏

400133

ACOUSTICAL ENGINEERING

by HARRY F. OLSON

D. Van Nostrand Company, Inc.

1957

内 容 简 介

全书共 16 章，内容包括声学的基本理论，实际应用技术，通讯手段与全套放声系统，其中着重描述扬声器，传声器和各种换能器。此外扼要地介绍了水声学和超声学，并指出信息通讯的未来前景。

本书可供无线电、电视、电影、录音工程与建筑声学等方面的工程师及研究人员参考。

* * *

本书第二、十、十三等章由沈燮同志负责翻译，其余由张遵彦同志负责翻译。

声 学 工 程

H. F. 奥尔森 著

张 遵 彦 译

沈 燮

陈 通 校

*

科学出版社出版 (北京朝阳门大街 117 号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第 061 号

中国科学院印刷厂印刷 新华书店总经售

*

1964 年 2 月第一版

1964 年 2 月第一次印刷

(京) 0001-3,800

书号: 2853 字数: 613,000

开本: 850×1168 1/32

印张: 23 1/2 插页: 3

定价: (7) 4.30 元

序 言

本书 1940 年的初版,是作者在哥伦比亚大学所作的三十次讲演的题材。它是现代声学基本原理的阐述,并且是现有声学仪器以及声学系统的描述。

初版发行后的七年間,声学工程有了很多改进。1947 年出版的本书再版,包罗了初版到再版期間的声学方面的改进。再版发行后,比較前一阶段声学又有了更大程度的进展。今天声学这门科学包括了声的发生、传输、接收、吸收、变换、檢拾、重放和控制。声学工程的一个重要分支是声的重放,例如电话、无线电、留声机、有声电影和电视。这些声音的重放系統普遍地应用在现代生活的各个方面。这些声音重放系統对于新聞报道和文化艺术的传播有非常巨大的作用。

所有直接的或重放的声音的最終有用目的地是人的耳朵,因此我們曾經作了巨大努力来获得关于人类听觉器官的特性和作用的更多的知識。在任何科学的发展中,測量总是很重要的一部分,为了測量声学的基本量,人們創造了一些仪器,制定了一些标准。声学在音乐領域里的应用,使人們对音乐的組成得到了更好的理解。这些知識已經应用在一些新的乐器上,而这些乐器采用的是最新的电子学和声学原理。

第二次世界大战期間由于需要的推动,水声学也有了很大的发展,水声学的发展,可以系統地用来偵察和精确定位水下船只和远距离的障碍物,也可用于声音探深器以及水下通信的其他工具中。超声学在工业上的应用为声学打开了一个新的領域。超声学的一些重要发展包括有进行机件的清洗、钻孔和探伤。建筑声学这门科学已进步到这种地步,使得一些礼堂、工作場所和房間的設計,即使是在最苛刻的条件下,仍能获得优美的声学效果。随着工业的扩展,噪声也随之增加。用各种不同的声学方法来控制噪声的

工作,現在也在活跃地开展着.

以上关于声学现状的簡明叙述,說明了它在我們現代文化方面担当了一个非常重要的角色. 声学科学的理論和应用已經发展得如此完备,使得大部分的声学領域获得了工程地位. 在准备第三版的新資料和訂正原有的資料时,我遵循了初版和再版中所采用的原則,特別注意闡述电学、力学和声学各系統間的类比,因为工程师們在分析振动系統时,觉得将振动系統和电学网络来类比是一件有利的工具. 本版每一章都包括了最新的成就并增加了篇幅. 同时新增加了“成套的放声系統”和“信息传递方法”两章. 象初版和再版一样,书中大部分插图包括了好几部分,这样一个插图就可以表現一个完整的主题.

作者对于帕垂西亚·寶楠小姐为原稿的打字工作和作者夫人劳伦·易·奥尔逊协助进行原稿的編輯和校对工作致謝.

H. F. 奥尔森

1957 年 3 月

目 录

第一章 声波	1
1.1. 引言	1
1.2. 声波	2
1.3. 声波方程	4
A. 連續方程	4
B. 运动方程	5
C. 气体的压缩性	5
D. 稠密度	6
E. 达朗伯式波动方程	7
1.4. 平面声波	11
A. 平面声波的质点速度	12
B. 平面声波的壓力	12
C. 平面声波的质点振幅	12
1.5. 球面声波	13
A. 球面声波的壓力	14
B. 球面声波的质点速度	15
C. 球面声波中压力和质点速度間的相角	16
D. 在球面声波中质点速度和压力的绝对值之比	16
1.6. 定波	16
1.7. 声能密度	17
1.8. 声强	17
1.9. 分貝 (貝)	18
1.10. 多普勒效应	19
1.11. 折射和衍射	20
1.12. 声学互易定理	26
1.13. 声学相似性原理	28
1.14. 棒中的纵波	28
1.15. 棒中的扭轉波	30
1.16. 柱面声波	30

第二章 声辐射系统.....33

2.1. 引言.....33

2.2. 简单点声源.....33

A. 向无限大媒质辐射的点声源, 立体角为 4π 球面度33

B. 向半无限大媒质辐射的点声源, 立体角为 2π 球面度34

C. 向 π 球面度立体角内辐射的点声源34

D. 向 $\pi/2$ 球面度立体角内辐射的点声源34

E. 简单声源的应用34

2.3. 偶声源 (声偶)35

2.4. 点声源组38

2.5. 直线声源39

2.6. 利用相移方法的声束偏转40

2.7. 楔形直线声源41

2.8. 不均匀分布的直线声源42

2.9. 端射式直线声源42

2.10. 超指向性声源43

2.11. 曲线声源 (圆弧)44

2.12. 圆环声源47

2.13. 圆形活塞式平面声源47

2.14. 不均匀圆形平面声源48

2.15. 装置在无限长管管端的圆形活塞式平面声源49

2.16. 自由空间内圆形活塞式平面声源49

2.17. 正方形平面声源50

2.18. 长方形平面声源50

2.19. 喇叭声源51

A. 指数形喇叭51

B. 圆锥形喇叭52

C. 抛物线形喇叭52

2.20. 曲面声源55

2.21. 锥形曲面声源57

第三章 机械振动系统61

3.1. 引言61

3.2. 弦61

3.3. 棒的橫向振動	62
A. 一端夾緊的棒	63
B. 兩端自由的棒	64
C. 兩端夾緊的棒	65
D. 兩端支起的棒	65
E. 一端夾緊另一端支起的棒	65
F. 一端支起另一端自由的棒	65
G. 楔形肱棒	66
3.4. 繃緊的膜	66
A. 圓形膜	66
B. 方形膜	68
C. 長方形膜	68
3.5. 圓形板	68
A. 夾緊的圓形板	68
B. 自由的圓形板	69
C. 在中心支起的圓形板	70
D. 边上支起的圓形板	71
3.6. 棒的縱向振動	71
3.7. 棒的扭轉振動	72
3.8. 開口和閉口的管	73
第 四 章 動力類比	76
4.1. 引言	76
4.2. 定義	77
4.3. 元件	82
4.4. 阻力	83
A. 電阻	83
B. 直綫力阻	83
C. 轉動力阻	83
D. 聲阻	84
4.5. 電感、質量、轉動慣量、聲扭	84
A. 電感	84
B. 質量	84
C. 轉動慣量	85

D. 声扭	85
4.6. 电容、直线力顺、转动力顺、声容	86
A. 电容	86
B. 直线力顺	87
C. 转动力顺	87
D. 声容	87
4.7. 电的、力学直线的、力学转动的和声的元件的表示法	89
第五章 声元件	93
5.1. 引言	93
5.2. 声阻	93
5.3. 小口径管子的声阻抗	94
5.4. 狭缝的声阻抗	94
5.5. 丝织物的声阻	95
5.6. 声扭	95
5.7. 声容	96
5.8. 加载于振动活塞上的力阻抗和声阻抗	97
5.9. 加载于脉动球上的力阻抗和声阻抗	99
5.10. 加载于振动球上的力阻抗和声阻抗	100
5.11. 加载于脉动圆柱体上的力阻抗和声阻抗	100
5.12. 加载于振动带上的力阻抗和声阻抗	102
5.13. 加载于无限长管子末端的振动活塞上的力阻抗和声阻抗	103
5.14. 作用于自由空间的振动活塞的力阻抗和声阻抗	105
5.15. 在厚度无限小的壁上的小圆孔的声阻抗	105
5.16. 大突缘开口管子的声阻抗	105
5.17. 喇叭	106
5.18. 喇叭的基本方程	106
5.19. 无限长圆柱形喇叭(无限长管子)	107
5.20. 无限长抛物线形喇叭	108
5.21. 无限长锥形喇叭	109
5.22. 无限长指数形喇叭	109
5.23. 无限长双曲线形喇叭	110
5.24. 无限长的抛物线形、锥形、指数形、双曲线形以及圆柱形喇叭 的喉部声阻抗特性	111

5.25.有限长圆柱形喇叭	112
5.26.有限长锥形喇叭	113
5.27.有限长指数形喇叭	115
5.28.有限长指数形喇叭的喉部声阻抗特性	117
5.29.指数形连接器	120
5.30.由多节指数段组成的喇叭	122
5.31.带有突缘的一端封闭的管子	123
5.32.声在管子里的传输	125
5.33.声从一个管子到另一不同截面的管子的传输	126
5.34.经过三个管子的传输	128
5.35.从一种媒质到另一媒质里的传输	129
5.36.经过三种媒质的传输	130
5.37.衬有吸声材料的管子	130
5.38.一维振动系统的响应	131
第 六 章 直接辐射式扬声器	135
6.1. 引言	135
6.2. 单纸锥、单音圈扬声器	136
6.3. 复式单纸锥、单音圈扬声器	148
6.4. 单音圈、双纸锥扬声器	152
6.5. 双音圈、单纸锥扬声器	153
6.6. 双音圈、双纸锥扬声器	153
6.7. 控制扬声器高频响应的力学网络	155
A. 常用的单音圈扬声器	157
B. 用力顺将纸锥力阻抗分流的扬声器	157
C. 具有力顺分流的扬声器; 力顺和质量并联, 和纸锥的力阻抗串联	158
D. 用一个“T”型滤波器来连接音圈质量和纸锥力阻抗的扬声器	158
6.8. 扬声器障板	159
A. 不规则的障板	159
B. 大障板, 不同的共振频率	159
C. 低共振频率, 不同的障板尺寸	160
D. 不同的共振频率和不同尺寸的障板	161
6.9. 箱式扬声器	162

A. 低共振频率, 不同的箱尺寸	163
B. 不同的共振频率和不同的箱尺寸	163
C. 箱深度的效应	165
6.10. 后面封闭的箱式扬声器	165
6.11. 复式直接辐射式扬声器	167
6.12. 声学倒相器式扬声器	170
6.13. 空纸锥倒相器式扬声器	171
6.14. 声曲径式扬声器	173
6.15. 喇叭和直接辐射式扬声器的组合	174
6.16. 小体积的扬声器机构	177
6.17. 用于扬声器的反馈	178
6.18. 箱的外形	179
6.19. 扬声器在箱壁上的安装法	179
6.20. 电视接收机里的扬声器位置	180
6.21. 唱机里的扬声器位置	183
6.22. 无线电收音机里的扬声器位置	185
6.23. 无线电唱机组合里的扬声器位置	187
6.24. 集中源扬声器	187
6.25. 瞬态响应	188
6.26. 畸变	193
A. 由于非线性纸锥系统引起的畸变	193
B. 非线性支撑系统	193
C. 非线性支撑系统的畸变特性	195
D. 具有非线性支撑系统的直接辐射式扬声器的频率响应特性	197
E. 由于空气隙磁通量的不均匀性引起的畸变	198
F. 调频畸变	199
G. 空气的非线性畸变	200
6.27. 膜片、支撑和音圈	202
6.28. 高频声分布器	207
6.29. 磁场结构	207
6.30. 静电扬声器	215
6.31. 扬声器辐射的声功率	220
6.32. 扬声器的指向性指数	221

第 七 章 喇叭式揚声器	224
7.1. 引言	224
7.2. 效率	224
A. 音圈质量、荷載力阻和初始效率之間的关系	225
B. 振动系統的质量对于效率的影响	228
C. 空气室对于效率的影响	229
D. 电发生器的电阻抗和喇叭喉部的力阻抗对效率的影响	231
E. 音圈温度对于效率的影响	232
F. 膜片无荷載一面的声辐射对于效率的影响	233
7.3. 畸变	234
A. 由于喇叭内空气的过载引起的畸变	235
B. 由于空气室体积变化而引起的畸变	236
C. 由于膜片支撐系統引起的畸变	238
D. 由于空气隙中不均匀磁場引起的畸变	238
E. 分諧波畸变	240
F. 允許功率容量和音圈的温度	240
G. 允許功率容量和膜片的幅度	241
7.4. 喇叭式揚声器系統	242
A. 单喇叭单通道系統	242
B. 多喇叭多通道系統	244
C. 复合喇叭式揚声器	247
D. 多喇叭单通道系統	249
E. 袖珍无綫电收音机的喇叭式揚声器	250
F. 折叠式喇叭	251
G. 喇叭式揚声器机构	252
H. 膜片和音圈	252
I. 磁場結構	253
J. 喇叭壁、振动和吸收	253
7.5. 气閥式揚声器	253
7.6. 离子揚声器	254
第 八 章 传声器	257
8.1. 引言	257
8.2. 压强传声器	257

A. 炭粒传声器	257
1. 单鈕炭粒传声器	257
2. 双鈕炭粒传声器	262
B. 电容传声器(静电传声器)	264
C. 压电(晶体)传声器	268
1. 直接策动的晶体传声器	269
2. 膜片策动的晶体传声器	270
3. 膜片策动的鈦酸鋇传声器	271
D. 动导体传声器	271
1. 动圈传声器(电动传声器)	271
2. 感应传声器(直綫导体)	272
3. 帶式传声器	274
4. 探針传声器	278
5. 电动传声器的比較	279
E. 电磁传声器	280
F. 电子传声器	282
8.3 振速传声器(一阶压差传声器)	286
A. 压差传声器	286
B. 振速传声器	290
8.4 单向传声器	302
A. 单向組合传声器	302
1. 作为距离和頻率函数的单向传声器的响应	302
2. 单向传声器, 对随机声的能量响应的效率 可以作为双向的和无向传声器相对灵敏度的函数	304
3. 作为两个元件之間的相角的函数的、单向传声器 对随机声能量响应的效率	307
4. 单向传声器指向性图案的畸变	308
B. 单元件单向传声器	309
1. 相移单向传声器	309
2. 多指向性传声器	310
3. 单軸传声器	314
4. 单向相移电动传声器	317
5. 变距单向传声器	318

6. 定向电容传声器	318
7. 偶极送话器	320
8. 微分传声器, 唇式传声器	321
8.5. 高压压差传声器	321
A. 二阶压差传声器	321
B. 任何阶数的压差传声器	323
C. 压差传声器的减噪特性	323
D. 高阶单向压差传声器	325
E. 二阶压差单轴传声器	327
8.6. 波型传声器	330
A. 抛物面反射镜式传声器	330
B. 透镜式传声器	331
C. 大表面的传声器	331
D. 綫列传声器	332
1. 綫列传声器: 在綫列軸上有用的指向性, 简单綫列	332
2. 綫列传声器: 在綫列軸上有用的指向性. 具有逐渐延迟的綫列	334
3. 綫列传声器: 在綫列軸上有用的指向性. 两綫列和一压差元件	336
4. 超定向传声器	337
8.7. 喉式传声器	339
8.8. 佩带式、墜飾式和吊杆式传声器	340
8.9. 热綫传声器	340
8.10. 无线电式传声器	341
8.11. 声拾拾系統的定向效率	341
8.12. 风激励和传声器的屏柵	342
8.13. 传声器中的非线性畸变	343
8.14. 传声器的瞬态响应	344
8.15. 拾声系統的噪声	345
A. 播音室的环境噪声	346
B. 由于空气分子热骚动引起的噪声	346
C. 在振动系統里由于原子热骚动引起的噪声	346
D. 由于导体內电子热骚动引起的噪声	347

E. 由于变压器的巴克好森效应引起的噪声	347
F. 真空管里的噪声	347
G. 由于板极电阻里电子的热骚动引起的噪声	347
H. 拾声系统中的一个噪声举例	348
8.16. 传声器的外形	348
第九章 各种换能器	354
9.1. 引言	354
9.2. 受話器	354
A. 电磁受話器	354
B. 晶体受話器	360
C. 电动受話器	360
D. 感应受話器	362
9.3. 唱机	363
A. 录声系统	364
1. 录音机	364
2. 横向刻紋头	365
3. 纵向刻紋头	366
4. 录声特性	368
5. 刻針头加热	369
B. 放声系统	370
1. 唱片放声机	370
a. 电唱机	370
b. 机械留声机	371
2. 唱机的拾声器	371
a. 晶体拾声器	372
b. 可翻轉的陶瓷拾声器	374
c. 电磁拾声器	375
d. 电动拾声器	379
e. 調頻拾声器	382
f. 电子拾声器	382
g. 变阻拾声器	382
h. 反饋拾声器	384
i. 拾声器的力順	385

j. 拾声器臂的共振	385
3. 唱片放声的畸变	385
4. 唱片噪声	389
C. 转动速度和唱片直径的选择	390
D. 商品的盘式唱片	391
9.4. 拾振器	392
9.5. 声供能电话机	393
9.6. 电喇叭筒	395
9.7. 磁带录声和放声系统	396
9.8. 磁带变换系统	402
A. 频率变换系统	402
B. 频率压缩系统	402
C. 时间压缩系统	403
9.9. 电影的录声和放声系统	404
A. 软片和声道	405
B. 录声系统	405
1. 可变面积式的	405
2. 可变密度式的	407
3. 录声软片的传输	408
C. 放声系统	409
1. 光电子式放声器	409
2. 放声软片的传输	409
9.10. 电影磁带的录声和放声	411
A. 磁带	411
B. 录声磁带的传输	412
C. 放声磁带的传输	413
9.11. 声量限制器、压缩器和扩张器	413
9.12. 合成的混响	415
9.13. 助听器	416
9.14. 汽笛	419
9.15. 地震探测器	419
9.16. 听诊器	420
9.17. 护耳器	423

9.18. 电子声音和震动的减降器和吸收器	425
A. 自由场区域式的减声器	425
B. 自由场电子吸声器	426
C. 头挂听筒式的减噪器	427
D. 电子减振器	428
9.19 噪声减低线路	429
第十章 测量	438
10.1. 引言	438
10.2. 传声器的校准	438
A. 频率响应特性	438
1. 压强响应	438
a. 活塞发声器	439
b. 热致发声器	439
c. 静电激振器	441
d. 互易性	441
2. 场响应	443
a. 瑞利盘	443
b. 互易性	444
3. 传声器的次级校准	448
4. 仿真口声	448
5. 仿真喉	448
B. 指向特性	449
C. 非线性畸变特性	450
D. 相位畸变特性	450
E. 电阻抗的频率特性	451
F. 瞬态响应特性	451
G. 传声器风响应的测量	451
10.3. 扬声器的测试	452
A. 频率响应特性	452
1. 压强响应	452
2. 测量声源的声压频率特性设备	453
3. 声学测量设备的校正	457
4. 消声室	458