

声学技术概要

(上册)

E. G. 里查孙 主编

科学出版社

声 学 技 术 概 要

(上 册)

声頻范围和空气声

E. G. 里 查 孙 主 編

章启馥 郑长聚 王季卿 周涵可 譯
江之永 于立淮 倪乃琛
馬大猷 章启馥 校

科 学 出 版 社

1 9 6 1

TECHNICAL ASPECTS OF SOUND

(Vol. I)

Edited by

E. G. RICHARDSON

Elsevier Publishing Company

1953

內 容 簡 介

声学是一门进展较快的学科，它的面貌以及它在工业技术中的地位在近三、四十年来已有巨大的发展。

本书由 E.G. 里查孙主編，共分上下两册，由他邀請各領域中的专家分別执笔。上册中除他自己所写的介紹必要理論的引論外，包括有关声学測量、吸声材料、厅堂音质、噪声、語言、听觉、語言传递率、传声器、揚声器、录音、放声、立体声、乐器及电声乐器等方面的內容。下册主要討論超声和水声学方面的問題。各章都由专家执笔，比較全面地介紹了各專門領域內的主要面貌，內容很丰富。虽限于篇幅不能过分深入，但每章都附有詳細的参考文献，对各方面的工作者很有用。

本书可供上述各方面的工作者、高等学校师生及一般科技工作者的参考。

声 学 技 术 概 要

(上 册)

E. G. 里查孙主編

章 启 馥 等 譯

馬大猷 章启馥 校

*

科学出版社出版 (北京朝阳門大街 117 号)

北京市书刊出版业营业許可証出字第 061 号

中国科学院印刷厂印刷 新华书店总經售

*

1961 年 8 月第 一 版

书号：2351

1961 年 8 月第一次印刷

字数：417,000

精：1—3,500

开本：787×1092 1/27

(京) 平：1—3,500

印张：17 1/9 插頁：30

定价：精装本 3.00 元
平装本 2.60 元

原 序

在五十年前要认真学习声学,的确没有什么教課书可以选择,只有一部瑞利的声学理論。到目下为止,除瑞利两卷名著之外(瑞利的书在声的基本面貌方面至今尚属异常新穎)已出版了不少关于这門学科的一般性著作,也有一些有关专门应用的书本,但尚缺一包罗声学所有技术方面的手册(至少在英文方面)。本书的目的就欲弥补这罅隙,使研究人員、工业家和高年級学生能在較高的水平上,窺探近几十年来这一迅速发展的物理学部門在应用方面的全貌。

主要目标是物色在各領域內的专家,撰述本书各部門的題材,編者本人只写了一篇包括基本理論的緒論和介紹书中所用的符号列出一表(見目录后面)。編者对参加編纂执笔的各位先生表示謝忱。

本书原来打算輯成一册,但編写結果觉得有分成两册的必要。本册(第一册)討論声頻范围,主要是空气声。第二册則将涉及超声頻范围和它的应用,包括水下声的传布。

E. G. 里查孫

1953年4月

符 号 表*

(括号内系指不常用的)

a	吸声系数, (半径)	O	間隔
A	吸声单位, (任意常数)	p	压强, (复数的模数)
b	寬度, (牛頓声速)	P	功率, (空隙率)
B	弯矩劲度, (任意常数)	q	复数的幅角
c	声速, (浓度)	r	反射系数, 球坐标, 空气流阻率
C	比热, 电容	R	半径, 阻力
$d(D)$	直径, 厚度	s	稠密度, 倔强系数 (结构因数)
D	透射损失	S	面积, 表面
e	自然对数的底, (弹性)	t	時間, 透射系数
E	楊氏弹性模量, (能量密度)	T	周期, 动能
$f = c/s$	頻率 (赫)	u, v, w	流体或表面的速度分量
F	力	v	体积
g	重力加速度, 一般系数	V	位能
G	刚度	w	重量
h	高度	W	能量, (特性阻抗)
i	順序数, $\sqrt{-1}$	x, y, z	坐标
I	强度	X	体积位移, 抗量
j	順序数	z	阻抗率
k	热导率	Z	声阻抗
K	倔强系数, 体积弹性模量	α	衰减常数, (膨胀系数)
l	长度	β	相位常数
L	慣量	γ	传播常数
m, M	質量; (互感抗)	Γ	$\gamma/i\omega$
n	a/λ 或 $2\pi a/\lambda$	δ	相位角

* 本表仅指力学方面的用途而没有包括象第五編中所采用的一般电学符号。

Δ	对数減縮.	ν	热扩散
ϵ	損失因數(錐形管中因數)	ξ	质点位移
ζ	$\sqrt{\frac{\omega}{\nu}} \cdot R$	π	圓周常數, (压强比率)
η	粘滯系數, (溫度的相對變動)	ρ	密度
θ	溫度, 球坐標, 入射角	$\rho c = W$	特性阻抗
i	$\sqrt{-1}$	σ	耦合系數, 泊松比
κ	声传导, (半径迴轉)	τ	混响時間(弛豫時間)
μ	阻尼因數, (微米), (喇叭指數), (每一波長的級數)	φ	速度位
ν	粘滯率	ψ	流量函數
		χ	气体定压比热与定容比热之比
		ω, Ω	角頻率, 角速度

目 录

符号表	(xix)
第一章 緒論	E. G. 里查孙著, 江之永譯 (1)
第一节 质点振动	(1)
第二节 受迫振动; 共振	(1)
第三节 耦合振动	(2)
第四节 双重强迫振动; 結合音	(4)
第五节 傅里叶定理	(4)
第六节 张弛振动; 分諧波	(5)
第七节 波动	(6)
第八节 纵平面波	(7)
第九节 紧张的弦	(8)
§ 1. 横向振动	(8)
§ 2. 纵向振动	(8)
第十节 横向振动的杆	(8)
§ 1. 一端夹住的杆	(9)
§ 2. 两端支承的杆	(10)
第十一节 圆形膜	(10)
第十二节 声阻抗	(11)
第十三节 作为“惯量”和“容量”相互串联的亥姆霍兹共振器	(12)
第十四节 管道的阻抗	(12)
第十五节 阻抗率	(13)
第十六节 脉动球体作为振源	(14)
第十七节 振动活塞作为振源	(15)
第十八节 流体中声波的吸收	(16)
第十九节 狭管中的粘滯性阻尼作用	(18)

第一編 声学测量和吸声材料

第二章 标准频率源和它们的校准.....L. L. 白瑞奈克, K. N. 斯蒂文斯著, 郑长聚译(20)

第一节 引言..... (20)

第二节 一级频率标准..... (20)

第三节 其它标准频率源..... (21)

§ 1. 石英晶体振荡器和钟..... (21)

§ 2. 精密音叉..... (23)

§ 3. 可变频率振荡器..... (23)

第四节 频率源的校准..... (24)

§ 1. 拍振法..... (24)

§ 2. 阴极射线示波器..... (25)

§ 3. 内插法振荡器..... (26)

§ 4. 频闪观察器..... (27)

§ 5. 电子管频率计..... (28)

§ 6. 电桥法..... (28)

§ 7. 振动簧片..... (29)

参考文献..... (30)

第三章 压强幅和速度幅的测量.....L. L. 白瑞奈克, K. N. 斯蒂文斯著, 郑长聚译(31)

第一节 引言..... (31)

第二节 互易技术..... (31)

§ 1. 自由场法..... (32)

§ 2. 封闭腔室法..... (35)

第三节 波动测量..... (37)

§ 1. 瑞利盘..... (37)

§ 2. 烟点法..... (39)

§ 3. 热线法..... (39)

第四节 一级标准声源..... (39)

§ 1. 热致发声器..... (39)

§ 2. 活塞发声器..... (40)

§ 3. 靜电激振器·····	(41)
参考文献·····	(42)
第四章 吸声材料的性能·····C.W. 考斯吞著, 郑长聚譯	(44)
第一节 引言·····	(44)
第二节 斜入射与正入射·····	(45)
第三节 各种吸声机构·····	(46)
第四节 声阻抗、反射和吸收·····	(48)
第五节 阻抗計算概要·····	(52)
第六节 刚硬多孔层的吸声理論·····	(55)
第七节 多孔层的典型吸声特性曲綫·····	(65)
第八节 柔順材料吸声的理論; 一些結果·····	(68)
第九节 薄板吸声体的理論和結果·····	(73)
第十节 单独的共振器和穿孔薄板·····	(77)
第十一节 穿孔薄板吸声体的設計和結果·····	(81)
第十二节 用干涉仪測量声阻抗·····	(86)
第十三节 斜入射的吸声; 局部反应的材料·····	(88)
第十四节 斜入射声音吸收的測量·····	(91)
参考文献·····	(93)

第二編 建筑声学

第五章 声音透射的理論·····C. W. 考斯吞著, 郑长聚譯	(96)
第一节 引言; 質量定律·····	(96)
第二节 吻合效应·····	(98)
第三节 单层空隙夹墙·····	(101)
第四节 多层空隙墙·····	(106)
第五节 結構声的某些理論方面·····	(106)
参考文献·····	(108)
第六章 室内音質和厅堂設計·····H. J. 帕克斯著, 王季卿譯	(109)
第一节 引言·····	(109)
第二节 企求的音質·····	(110)
第三节 賽宴分析·····	(111)
第四节 混响時間的測定·····	(113)

第五节 混响時間作为房間性能的一个指标	(115)
第六节 房間性能的波动分析	(116)
第七节 其它技术和指标	(120)
§ 1. 脉冲测定	(120)
§ 2. 传声不規則度	(122)
第八节 稳态声压級	(123)
第九节 混响時間的分布	(123)
第十节 清晰度測驗	(124)
第十一节 音質設計的一般原理	(125)
第十二节 混响時間的計算	(128)
第十三节 語言扩声系統	(129)
第十四节 賽宾吸声系数的測定及与正入射阻抗測定的关系. 混响室法	(130)
第十五节 阻抗測量	(132)
第十六节 控制音质的表面	(134)
第十七节 吸声材料的分布	(138)
参考文献	(139)

第三編 噪 声

第七章 噪声的測定	A. J. 克恩著, 王季卿譯	(141)
第一节 定义		(141)
第二节 測量		(141)
第三节 听的測定技术		(142)
第四节 純音的等响关系		(144)
第五节 二級噪声計		(145)
第六节 主观噪声計		(145)
(甲) 掩蔽法		(145)
(乙) 等响法		(146)
§ 1. 离空的耳机		(146)
§ 2. 单耳机		(146)
§ 3. 双耳机		(147)
第七节 客观噪声計		(148)
§ 1. 声級計		(148)

§ 2. 英国物理研究所的声级计	(148)
§ 3. 梅特路·维克客观噪声计	(149)
§ 4. 从分析进行噪声计算	(154)
第八节 响度标度	(155)
第九节 固体声或振动	(156)
第十节 振动探测器	(157)
§ 1. 动圈式	(157)
§ 2. 压电式	(158)
第八章 噪声降低	A. J. 克恩著, 王季卿译 (160)
第一节 引言	(160)
第二节 在声源处的降低	(160)
第三节 在传递过程中降低噪声	(165)
第四节 空气噪声的降低	(165)
第五节 固体噪声的降低	(169)
第七第八两章参考文献	(172)

第四編 語言和听觉

第九章 語言与听觉在通訊系統中的关系: 引言	
..... R. K. 扑脫, J. C. 斯坦保* 著, 章启馥译	(174)
参考文献	(176)
第十章 語言	章启馥译 (177)
(甲) 語言过程	(177)
第一节 語言机理	(177)
§ 1. 語言肌肉組	(177)
§ 2. 語言肌肉組的神經支配	(179)
第二节 語言声	(180)
§ 1. 元音	(180)
§ 2. 輔音	(182)
§ 3. 語言声的出現率	(182)

* 第四編全編系贝尔电话实验室传递研究部在两氏和 W. E. 柯克指导下集体执笔 (其中包括 H. L. 巴尔內, B. P. 波捷特, H. K. 邓恩, N. R. 弗兰契, M. B. 伽德納, F. K. 哈維, W. A. 門遜, G. E. 彼特遜和 F. M. 維納).

§ 4. 語言失常	(184)
第三節 說話的声学	(184)
第四節 仿眞語言	(186)
(乙) 語言的物理特性	(188)
第五節 語言聲的功率	(188)
第六節 語言聲的聲譜	(189)
§ 1. 元音的聲譜	(190)
§ 2. 半元音和輔音的聲譜	(192)
§ 3. 語言聲的迁移效应	(194)
第七節 在連續語中功率的統計性分布	(194)
§ 1. 自由空間中語言聲壓的分布	(195)
§ 2. 在一点处的語言聲壓的分布	(198)
§ 3. 在海拔高度大的地方的語言聲壓	(202)
參考文獻	(203)
第十一章 听觉	章启馥譯(207)
(甲) 解剖	(208)
第一節 外耳和中耳	(208)
第二節 耳蝸	(209)
第三節 神經系統	(212)
第四節 听觉接收中心	(212)
(乙) 物理性質	(213)
第五節 壓强的轉換	(213)
第六節 耳的声阻抗	(213)
第七節 自然周期与阻尼	(214)
第八節 頻率感觉的局部化	(214)
第九節 耳蝸中的进行波	(215)
第十節 耳蝸响应	(215)
第十一節 作用电位	(216)
第十二節 耳的等效綫路	(218)
(丙) 听觉的特性	(218)
第十三節 絕對灵敏度	(219)
§ 1. 声壓測定	(220)
§ 2. 最小可听耳道声壓	(221)

§ 3. 最小可听自由場声压	(222)
§ 4. 語言的最小可听自由場声压	(222)
§ 5. 听觉測驗的結果	(222)
第十四节 差阈	(224)
§ 1. 純音——关于强度的差阈	(224)
§ 2. 純音——关于频率的差阈	(226)
§ 3. 复声	(226)
§ 4. 分辨的量級理論	(227)
第十五节 掩蔽	(227)
§ 1. 掩蔽	(227)
§ 2. 剩余掩蔽	(228)
第十六节 声音的响度	(229)
§ 1. 純音的响度	(231)
§ 2. 复声的响度	(231)
§ 3. 語言响度	(232)
§ 4. 响度的増漲与衰落	(233)
第十七节 声音的音調	(233)
§ 1. 純音	(234)
§ 2. 复声	(235)
§ 3. 短時間的声音	(236)
第十八节 声音的其他属性	(236)
§ 1. 其他的属性	(236)
§ 2. 和諧与不和谐	(236)
第十九节 声音的定位	(237)
§ 1. 角度定位	(237)
§ 2. 深度定位	(238)
第二十节 听力減退	(239)
§ 1. 听力減退的測定	(239)
§ 2. 听力減退的类型	(240)
§ 3. 传导型減退	(240)
§ 4. 感觉型減退	(240)
§ 5. 病耳的响应	(241)

§ 6. 骨传导	(241)
§ 7. 响度复原	(241)
§ 8. 剩余掩蔽	(243)
§ 9. 耳聋助听器	(243)
参考文献	(244)
第十二章 语言传递评价	章启馥译(250)
(甲) 可懂度测验	(250)
第一节 测验材料	(250)
第二节 现场测验	(251)
(乙) 影响可懂度的因素	(252)
第三节 接收到的声压级	(252)
第四节 噪声	(254)
§ 1. 概論	(254)
§ 2. 耳聋	(255)
§ 3. 房間混响	(255)
第五节 頻率畸变	(256)
§ 1. 頻帶寬度	(256)
§ 2. 共振	(258)
§ 3. 頻率推移	(259)
第六节 相位畸变	(261)
第七节 幅度畸变	(263)
第八节 可懂度的計算	(269)
参考文献	(269)
第十三章 传声器	于立淮译(271)
(甲) 一般理論	(271)
第一节 引言	(271)
第二节 理論	(271)
§ 1. 机电換能作用	(272)
§ 2. 与声媒质的耦合	(272)
§ 3. 輻射	(273)
§ 4. 衍射	(273)
§ 5. 响应	(275)
§ 6. 指向性	(275)

§ 7. 噪声	(275)
§ 8. 互易性	(276)
§ 9. 效率	(277)
§ 10. 等效电路	(277)
§ 11. 测量	(277)
(乙) 传声器的分类	(277)
第三节 机电换能机构的类型	(278)
§ 1. 静电耦合	(278)
§ 2. 压电耦合	(278)
§ 3. 电致伸缩耦合	(278)
§ 4. 电磁耦合	(279)
§ 5. 磁致伸缩耦合	(279)
§ 6. 变动电阻耦合	(279)
第四节 按声学方面分类	(280)
§ 1. 声压传声器	(280)
§ 2. 压差传声器	(280)
第五节 控制性机械元件	(281)
第六节 热效换能器	(281)
(丙) 传声器特性	(282)
第七节 炭粒传声器	(282)
第八节 电容传声器	(283)
第九节 晶体传声器	(283)
第十节 陶质传声器	(285)
第十一节 动线圈传声器	(285)
第十二节 带振传声器	(286)
第十三节 热线传声器	(287)
第十四节 差动传声器	(288)
第十五节 定向传声器	(289)
第十六节 杂类传声器	(291)
第十七节 灵敏度评价	(291)
参考文献	(292)

第五編 声音的重发

第十四章 扬声器和受話器…… F. 斯潘都克著,于立淮譯(295)

第一节 电声源概論……………(295)

§ 1. 引言; 应用和問題的概觀……………(295)

§ 2. 电声換能器簡史……………(295)

§ 3. 电能轉換为声能的原理……………(297)

§ 4. 电声源的品质……………(297)

§ 5. 类型的細分……………(298)

§ 6. 电声換能器的綫性定律……………(298)

§ 7. 力学量和电学量之間的关系……………(298)

§ 8. 声学量和力学量之間的关系……………(299)

§ 9. 換能器原理和机电耦合因數……………(299)

a) 电磁原理……………(299)

b) 电动原理……………(300)

c) 靜电原理……………(300)

d) 压电原理……………(301)

第二节 扬声器……………(302)

§ 1. 电能轉換为声能的特性参数……………(302)

a) 效率……………(302)

1. 計算……………(302)

2. 实例……………(304)

3. 大尺度时的工作情况……………(305)

b) 灵敏度(传递因數)……………(307)

c) 传递因數……………(307)

§ 2. 扬声器与电路的匹配……………(308)

a) 末級真空管和扬声器……………(308)

b) 几个扬声器耦合于一个放大器……………(308)

c) 电短路产生的阻尼……………(308)

d) 机电反耦合……………(309)

c) 等效电路……………(309)

f) 电开关……………(310)

第三节 电能轉換为机械能……………(310)

§ 1. 总論	(310)
§ 2. 电磁策动系統	(311)
§ 3. 电动策动系統	(312)
a) 罐形磁铁	(313)
b) 动圈	(313)
c) 支持圈	(314)
§ 4. 静电原理	(314)
§ 5. 晶体扬声器	(315)
第四节 机械能轉換为声能	(316)
§ 1. 声輻射	(316)
a) 輻射阻	(316)
b) 指向性	(317)
§ 2. 輻射元件	(317)
a) 錐形膜片	(317)
b) 声障板 and 壳匣	(319)
1) 障板	(319)
2) 壳匣	(319)
3) 低音反音箱	(320)
4) 角隅扬声器	(320)
5) 实验性喇叭	(320)
6) 錐形、双曲线和球面波型喇叭	(320)
7) 折迭喇叭	(321)
8) 喇叭对扬声器的配合	(321)
9) 喇叭的指向性	(321)
10) 扬声器組	(322)
11) 单向性扬声器組	(323)
12) 扬声器組合	(324)
第五节 扬声器特性的測定	(328)
§ 1. 頻率曲綫	(328)
§ 2. 瞬变态	(328)
§ 3. 电阻抗	(330)
§ 4. 非线性畸变	(330)
§ 5. 指向性曲綫	(331)