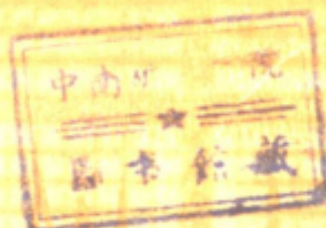
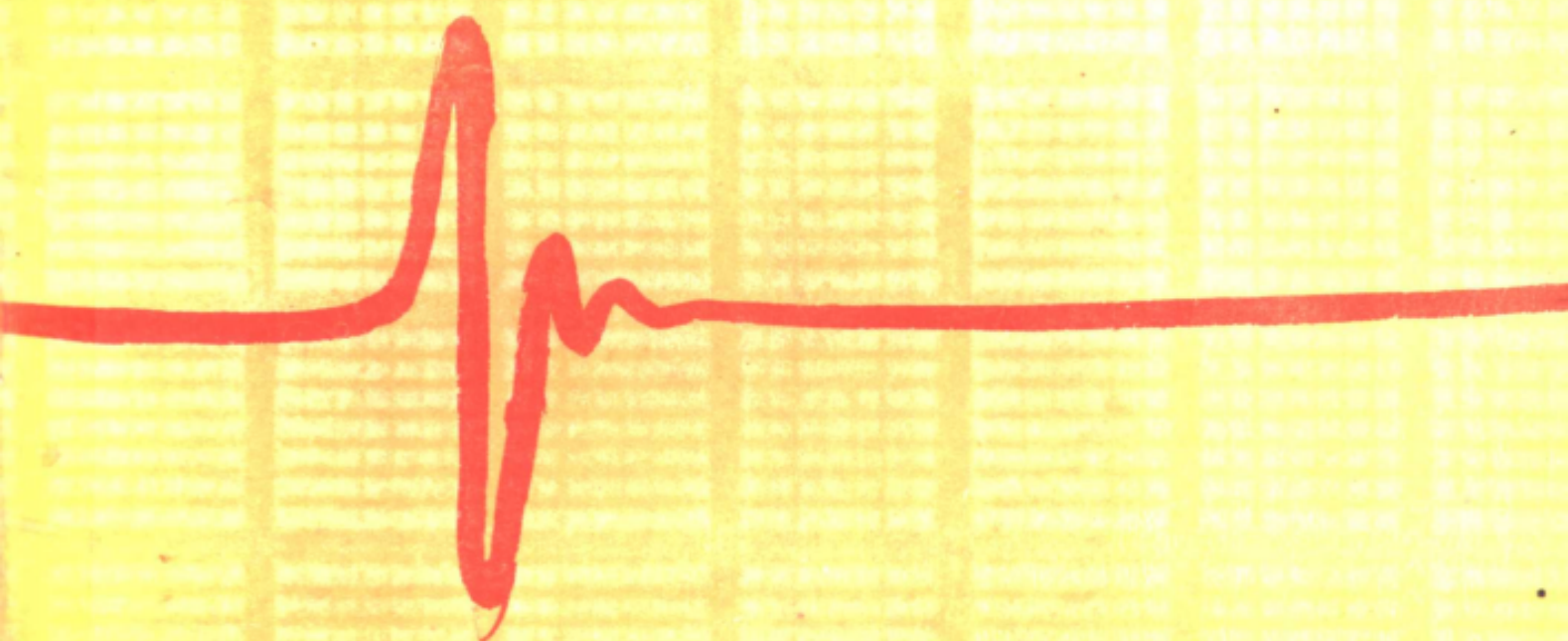


403608

超声探伤法



广东科技出版社

超 声 探 伤 法

李 靖 马羽宽 蔡清福
姜志明 赵洪发 冯庆吉

译校

马羽宽 姜志明 蔡清福 总校

广东科技出版社

内 容 提 要

本书共十四章，系统地介绍了超声波传播理论和测定方法、超声探伤仪器和探伤方法、图形表示、记录方式和影响因素、灵敏度标准试块、金属和非金属材料的探伤以及自动探伤法等。附录和资料主要介绍了超声波理论方程、公式、图表、超声探伤术语、标准和文献等。

本书可供从事无损检验工作的工程技术人员、工人和高等院校有关专业的师生参考，也可供有关医务人员参考。

超 声 探 伤 法

李 靖 马羽宽 蔡清福 译校
姜志明 赵洪发 冯庆吉
马羽宽 姜志明 蔡清福 总校

*

广东科技出版社出版发行
长春市印刷厂印刷

87×109毫米16开本 35 $\frac{1}{2}$ 印张 1,000,000字

1981年6月第1版 1981年6月第1次印刷

印数1—10,200册

书号15182·36 定价1.00元

(内部发行)

译 序

超声探伤法是一种应用最为广泛的无损检测方法，对于保证材料、零部件和产品的质量起到了重要的作用。近年来，超声探伤技术在我国工业各部门中也获得了广泛的应用，取得了显著的效果。为满足从事无损检测工作的广大工程技术人员和工人的迫切要求，我们翻译了日本学术振兴会制钢第19委员会编写的《超声探伤法》（改订新版1979年第四次印刷版本）一书。

本书的主要内容有：超声波传播理论，超声波的测定，探伤仪器，探伤方法，标准试块，金属材料和非金属材料的探伤，以及与超声探伤有关的标准、术语、图表和文献等。既是一本系统的超声探伤法参考书，又是一本内容丰富的超声探伤法手册，具有一定的实用价值。

本书各章节分别由下列同志翻译：

李 靖（国家仪器仪表工业总局长春试验机研究所）	1·1～3·4·6
马羽宽（国家仪器仪表工业总局长春试验机研究所）	3·4·7～5·5·3
蔡清福（汕头超声仪器研究所）	5·6～7·11·4
姜志明（国家仪器仪表工业总局长春试验机研究所）	8·1～9·7·5
赵洪发（国家仪器仪表工业总局长春试验机研究所）	9·8～14·6·4
冯庆吉（国家仪器仪表工业总局长春试验机研究所）	附录1～31和资料1～9

马羽宽、姜志明、蔡清福同志对全书译文进行了总校对。国家仪器仪表工业总局长春试验机研究所胡永怀同志负责中译本的总审。

本书中译文的翻译工作是在汕头超声仪器研究所所长姚锦钟、国家仪器仪表工业总局长春试验机研究所所长于忠智组织领导下进行的。

由于译者水平有限，译本中缺点和错误在所难免，热诚地欢迎广大读者批评指正。

一九八一年六月

〔追 记〕

编著日文原版书，恰值 JIS Z 2344 修改之际，因此，部份地采用了 M_c 、 C_D 等符号。在翻译过程中，尽可能将 M_c 、 C_D 改为 MHz 、 C_i 等等，但实在不便更改者仍残留。

修 订 版 序

《超 声 探 伤 法》

本书自1964年11月出版以来，作为关于超声探伤的必备的书籍，在与此有关的科研和工程技术人员中得到了极广泛的利用，这实在令人高兴。

然而，为满足各工业技术的要求，超声探伤技术确实获得了日新月异的发展，本书的一部分内容已不适宜。

幸好，日本学术振兴会在初版发行后考虑到了这个问题，保留了编辑委员会，所以在本委员会内又进行了全面审阅和修订，增加了初版出版以后新发展的理论、技术和资料。

这次修订几乎涉及全书，特别是发展较快的第九章“金属材料的探伤”，很多节全部进行了重写。另外，增补了初版时还不太普及的自动探伤及其他事项等新的章节。因此，需要增加很多篇幅，由于出版社的支持，很快得到了承诺，这是和读者共同值得欢迎的。

编辑委员会委员长 菊池喜充

一九七三年三月

目 录

1. 序 言

1.1 无损检验	1
1.2 超声检验法概述	1
1.3 超声探伤法的发展	2
1.4 日本的超声探伤法	3

2. 超 声 波

2.1 概 述	5
2.2 波动论	6
2.2.1 波	6
2.2.2 波动的种类	7
2.2.3 波长与速度	8
2.2.4 波动的形式	11
2.2.5 波动论与几何光学	12
2.2.6 声的强度	13
2.2.7 脉冲连续波和傅里叶解析	14
2.3 声波的发射	16
2.3.1 声波的产生和接收	16
2.3.2 振子发射的声波	17
2.3.3 活塞声源的指向性	18
2.3.4 格状声源的指向性	22
2.4 平面的反射折射	22
2.4.1 垂直反射和往复通过率	22
2.4.2 层面反射	24
2.4.3 驻波和共振	26
2.4.4 折射和反射	27
2.4.5 斜入射的效率	28
2.4.6 角反射	31
2.5 缺陷的反射率	31
2.5.1 反射率的定义	31
2.5.2 圆形平面缺陷的反射率	32
2.5.3 矩形平面缺陷的反射率	33
2.5.4 球形缺陷的反射率	34
2.5.5 圆柱形缺陷的反射率	34

2.5.6	曲面的反射率	35
2.5.7	投影面积相同的缺陷的反射率	35
2.5.8	缺陷的反射指向性和反射率的降低	36
2.5.9	视在反射率	36
2.5	近场和缺陷的反射率	38
2.6.1	固体中脉冲的处理	38
2.6.2	近场 (液体中)	38
2.6.3	近场的探伤	40
2.6.4	消除近场干涉条纹的方法	45
2.7	板中的波动	48
2.7.1	板波的种类	48
2.7.2	板波的相位速度	49
2.7.3	脉冲波的速度和相位速度	50
2.7.4	板波的位移分布	52
2.8	超声波的衰减	53
2.8.1	衰减的表示	53
2.8.2	衰减的原因	53
2.8.3	散射衰减	55
2.8.4	液体中的衰减	60
2.8.5	高分子物质中的衰减	60
2.9	其他理论	61
2.9.1	多普勒效应	61
2.9.2	透镜效应	61
2.9.3	衍 射	65
2.9.4	散 射	67

3. 探 伤 仪

3.1	探 头	69
3.1.1	探头的种类	69
3.1.2	直探头	69
3.1.3	斜探头、表面波探头	70
3.1.4	水浸探头	73
3.1.5	其他特殊探头	74
3.1.6	探头使用注意事项	76
3.1.7	高频电缆	77
3.2	电声转换	78
3.2.1	压电现象	78
3.2.2	振子材料	78
3.2.3	探头的电声转换效率和振子的机械Q值	80
3.3	连续波型探伤仪	81
3.4	脉冲型探伤仪	82
3.4.1	同步电路	82

3.4.2 脉冲(振荡)电路	83
3.4.3 接收电路	85
3.4.4 扫描电路	91
3.4.5 示波管	91
3.4.6 存储示波管	93
3.4.7 其 他	93
3.5 共振式超声厚度计	99
3.5.1 共振法和超声厚度计	99
3.5.2 可听式超声厚度计	100
3.5.3 直视式超声厚度计	102
3.5.4 裂纹检测仪	105
3.5.5 超声厚度计的自动连续记录	106
3.6 探伤仪的特性	107
3.6.1 探伤仪的特性	107
3.6.2 围绕使用目的的特性	107
3.6.3 探伤仪具有的电气性能	111
3.7 衰减测量器	113
3.7.1 比较器方式	113
3.7.2 衰减器(电阻衰减器)方式	117

4. 探 伤 法

4.1 直接接触垂直法	121
4.1.1 各种参数的设定	122
4.1.2 伤的位置的判定方法	123
4.1.3 伤的大小的测定	124
4.1.4 探伤点的确定方法	124
4.1.5 需要注意的问题	125
4.1.6 近表面伤的探伤法	125
4.1.7 应用例	125
4.2 斜角探伤法	126
4.2.1 斜角探伤的基础	126
4.2.2 装置的校准	129
4.2.3 探伤条件的设定	130
4.2.4 扫查方法	131
4.2.5 缺陷位置的判定	132
4.2.6 缺陷形状的推定	135
4.2.7 缺陷大小的推定	137
4.3 表面波探伤法	139
4.3.1 表面波的性质	139
4.3.2 表面波的发生方法	139
4.3.3 脉冲的传播状态	140
4.3.4 人工伤的反射	141

4.3.5 棱线(角)的反射	142
4.3.6 应用例	145
4.4 板波探伤法	145
4.4.1 板波的发生	145
4.4.2 板波的传播	148
4.4.3 连续波的板波探伤法	150
4.4.4 板波厚度测定法	151
4.4.5 板波探伤步骤的一例	151
4.4.6 板波探伤法的应用例	152
4.5 水浸法	153
4.5.1 水浸法的原理和特征	153
4.5.2 水浸法的探伤图形	153
4.5.3 水浸法声波的折射和反射	154
4.5.4 水浸法的指向性	155
4.5.5 声透镜及其效应	155
4.5.6 应用水浸法的注意事项	157
4.6 穿透法	159
4.6.1 穿透法的原理和种类	159
4.6.2 穿透法的特征	160
4.6.3 连续穿透法(单纯穿透法)	161
4.6.4 共振穿透法	163
4.6.5 脉冲穿透法	166
4.7 共振法	166
4.7.1 超声厚度计的工作原理	166
4.7.2 超声厚度计的特征	168
4.7.3 超声厚度计的厚度测定	170
4.7.4 超声厚度计的声速测定和材质判断	172
4.8 Δ 法	173
4.8.1 Δ 法的原理和特征	173
4.8.2 Δ 法的应用方法	175
4.8.3 Δ 法的应用例	176

5. 图形表示、记录方式和仪表化

5.1 概 论	179
5.2 A显示及其变型	180
5.2.1 A显示	180
5.2.2 A显示图形的观测方法	181
5.2.3 A显示的变型	182
5.3 B显示及其变型	184
5.3.1 B显示	184
5.3.2 B显示的变型	185
5.4 C显示及其变型	186

5.4.1 C显示	186
5.4.2 C显示的变型	186
5.5 其他表示法	187
5.5.1 立体表示法	187
5.5.2 直视声象法(直接成象法)	187
5.5.3 仪表指示法	188
5.6 自动扫查器	188
5.6.1 自动扫查法的种类和优点	188
5.6.2 一般用途的自动扫查器	189
5.6.3 螺旋扫查器	190
5.6.4 平行程序扫查器	191
5.6.5 Z形扫查器及其他	191
5.6.6 同步装置	194
5.7 记录器	195
5.7.1 概述	195
5.7.2 A、B、C显示摄影法	197
5.7.3 用存储示波管显示	198
5.7.4 笔式记录器	198
5.7.5 用传真记录	200
补遗(5.5.2 声象直观法补遗)	201

6. 测 定 法

6.1 声速测定	203
6.1.1 利用脉冲反射法的简易测定法	203
6.1.2 利用厚度计的简易测定法	203
6.1.3 应用迟到反射波的声速测定法	204
6.1.4 固体弹性常数的测定	205
6.1.5 利用脉冲干涉法的声速测定	205
6.1.6 振鸣循环(Sing Around)方式	207
6.2 衰减测定	209
6.2.1 衰减测定的目的	209
6.2.2 衰减的表示方法	209
6.2.3 衰减常数	210
6.2.4 衰减常数测定法	211
6.2.5 反射损失及其补偿	212
6.2.6 声场补偿	215
6.2.7 试块的制作及测量装置的几个问题	218
6.2.8 衰减测定用的基准块	219
6.2.9 衰减测定的具体方法	220
6.2.10 从棒材圆柱面测定衰减常数的方法	220
6.3 指向性的测定	221
6.4 折射角测定	224

6.4.1 折射角测定方法的种类和一般注意事项	224
6.4.2 使用半圆形试块的穿透法	224
6.4.3 使用圆孔反射波的反射法	225
6.4.4 使用板状试块棱角反射波的反射法	225
6.5 探头特性测定	226
6.5.1 振子的共振频率	226
6.5.2 探头产生的近声场的测定	227
6.5.3 转换效率测定	227
6.6 探伤仪的特性测定	228
6.6.1 阻塞特性	228
6.6.2 灵敏度	229
6.6.3 放大线性	230
6.6.4 时间轴线性的测定	232
6.6.5 远距离分辨力	232
6.6.6 频率测定	234
6.6.7 其他特性	234

7. 图形的影响因素

7.1 概 论	237
7.2 探伤仪	238
7.3 探头及高频电缆	239
7.4 探头的接触状态	240
7.5 超声波衰减	241
7.5.1 衰减与频率的关系	241
7.5.2 伤波及底波	243
7.5.3 异常反射波	244
7.6 干 涉	244
7.6.1 近场	244
7.6.2 侧面的反射	245
7.7 折 射	246
7.7.1 应力引起的声速变化	246
7.7.2 超声波的折射状况	248
7.8 探伤面	250
7.8.1 探伤面的加工状况	250
7.8.2 探伤面的形状	252
7.9 底 面	253
7.9.1 底面形状的影响	253
7.9.2 倾斜底面	254
7.10 壁 面	256
7.11 缺 陷	257
7.11.1 缺陷位置的影响	258
7.11.2 缺陷形状的影响	259

7.11.3 缺陷性质的影响	265
7.11.4 缺陷对透过性的影响	267

8. 灵敏度标准试块

8.1 概 论	271
8.1.1 超声探伤仪的灵敏度表示	271
8.1.2 对比试块和灵敏度标准试块	271
8.1.3 标准试块的各种型式	272
8.1.4 标准试块的原材料	273
8.2 各国的灵敏度标准试块	274
8.3 日本的灵敏度标准试块	274
8.4 学振灵敏度标准试块	275
8.4.1 学振 I 型灵敏度标准试块	275
8.4.2 学振 II 型灵敏度标准试块	276
8.4.3 学振 III 型灵敏度标准试块 (JIS G 型灵敏度标准试块, STB-G)	277
8.4.4 学振 III 型灵敏度标准试块 (JIS-STB-G) 使用方法	279
8.5 斜角探伤装置特性试验试块	282
8.5.1 JIS-STB-A1 (IIW 型试块)	282
8.5.2 JIS-STB-A1 的使用方法	283
8.5.3 小型标准试块	285
8.5.4 B. S. 的标准试块	286
8.6 斜角探伤灵敏度标准试块	287
8.6.1 人工缺陷的种类和特征	287
8.6.2 JIS-STB-A2	288
8.6.3 JIS-STB-A2 的使用方法	289
8.6.4 用 JIS-STB-A1 (IIW 型试块) 调整探伤灵敏度	292
8.6.5 B. S. 标准试块	293
8.6.6 利用平底孔的灵敏度标准试块	293
8.6.7 NAVSHIPS (美国海军) 的标准试块	294
8.6.8 ASME (美国机械学会) 的标准试块	294
8.6.9 车轴灵敏度标准试块	295
8.6.10 人工缺陷的形状、大小和反射脉冲高度	295
8.7 板波探伤标准试块 NDI-STB-P1	296
8.7.1 规格的简述	296
8.7.2 使用方法	296

9. 金属材料的探伤

9.1 锻 件	299
9.1.1 锻钢的一般情况	299
9.1.2 轴 类	310
9.1.3 铝及其合金的锻件	315

9.1.4 其他金属锻件	316
9.2 厚钢板	316
9.2.1 厚钢板探伤的要领	317
9.2.2 厚钢板的探伤图形	318
9.2.3 和切断试验结果的对应关系	320
9.2.4 与机械性能的关系	322
9.2.5 探伤时的注意事项	323
9.2.6 厚钢板探伤的实例	325
9.2.7 检查的方法、标准和基准	326
9.3 薄板和线材的探伤	327
9.3.1 用斜角法检查夹层	327
9.3.2 垂直穿透法探伤	327
9.3.3 板波法探伤	328
9.3.4 线材的检查	329
9.3.5 镀层厚度的测定	329
9.4 管 材	330
9.4.1 电弧焊接管的探伤	330
9.4.2 电焊管的探伤	330
9.4.3 无缝钢管的探伤	331
9.5 焊 缝	334
9.5.1 探伤准备	335
9.5.2 对接焊缝	339
9.5.3 T型填角焊缝	344
9.5.4 搭接填角焊缝	344
9.5.5 埋钢支承块的T型焊缝	345
9.5.6 其他焊缝	345
9.5.7 探伤结果的记录	346
9.5.8 关于探伤面的修理和接触介质NDI 202 委员会的规定	348
9.6 粘接部和配合部	350
9.6.1 粘接部	350
9.6.2 配合部	356
9.7 条棒、型材	357
9.7.1 钢 棒	357
9.7.2 钢 轨	358
9.7.3 铜合金扁平棒	359
9.7.4 铝合金(型材、板材)	360
9.7.5 高强度铝合金棒的探伤例	362
9.8 铸 件	362
9.8.1 铸件超声探伤的特点	362
9.8.2 铸钢件	363
9.8.3 铸铁件	366
9.8.4 有色金属铸件	367
9.9 结晶组织	369

9.9.1 组织和衰减	369
9.9.2 组织和异常反射波	376
9.9.3 超声波衰减和机械性能	379
9.10 厚度测定	380
9.10.1 脉冲法和共振法	380
9.10.2 板面的腐蚀对厚度测定的影响	381
9.10.3 腐蚀度测定例	383
9.10.4 高温部分的厚度测定	384
9.11 内应力	384
9.11.1 残余应力的测定	384
9.11.2 内部变形状况的检测	386
9.11.3 应力分布引起的超声波折射	387
9.12 原子反应堆材料和其他特殊金属材料	388
9.12.1 核燃料	388
9.12.2 用M A显示法对多缺陷材料等的检查	392
9.12.3 烧结金属	393

10. 非金属材料的探伤

10.1 概 述	395
10.2 混凝土	395
10.2.1 共振测定法	395
10.2.2 打击测定法	397
10.2.3 用表面波对道路的检查	397
10.2.4 超声测定法	398
10.2.5 温度特性	401
10.3 人造石墨	401
10.3.1 脉冲宽度变窄和探头	402
10.3.2 石墨的声速和衰减	403
10.3.3 裂纹的检出	403
10.3.4 石墨的高温特性	404
10.4 瓷 器	404
10.5 矿脉和岩石	406
10.6 木 材	408
10.7 橡胶、塑料和其他	409
10.8 医学方面的应用	412

11. 探伤图形、记录及其分类

11.1 探伤图形、记录	417
11.2 探伤图形、记录的分类法	417
11.2.1 按反射脉冲大小的分类	417
11.2.2 按A显示波形的分类	419

11.2.3 以A显示波形及其变化状况为基础的分类	419
11.2.4 以反射脉冲的大小及其发生数目为基础的分类	422
11.2.5 考虑反射脉冲的大小、发生数和分布等的分类	422
11.2.6 按反射脉冲高度和反射脉冲连续长度的分类	423

12. 对超声探伤的考虑方法

12.1 超声探伤的诸问题	425
12.2 超声探伤的用法和考虑方法	426
12.3 标准的制定方法	427

13. 装置的维修

13.1 故障和维修的概述	428
13.1.1 概 述	428
13.1.2 故障的原因	428
13.1.3 故障的一般性质	429
13.1.4 可靠性	430
13.1.5 维 修	431
13.1.6 维修条件	431
13.2 超声探伤仪的维修	432
13.2.1 准 备	432
13.2.2 步骤和要领	432
13.2.3 探伤仪本身故障的发现和處理	435
13.2.4 探头和高频电缆	437
13.2.5 平时保养的要点	438

14. 自动探伤法

14.1 自动探伤	439
14.2 探伤方式	439
14.2.1 脉冲方式	439
14.2.2 连续波方式	439
14.3 自动探伤速度	440
14.4 自动探伤装置的构成和机能	440
14.4.1 由探头区分的探伤方式	441
14.4.2 探头及其保持机构	444
14.4.3 闸门装置	446
14.4.4 显示部分	449
14.5 自动探伤应用例	453
14.5.1 钢 板	453
14.5.2 管 材	454
14.5.3 型材和条钢	454

14.5.4 钢轨探伤	456
14.6 自动化的发展方法	456
14.6.1 工件	456
14.6.2 静态实验	456
14.6.3 动态实验	447
14.6.4 实用装置	457

附 录

1. 流体中的波动方程式	459
2. 固体中的波动方程式	459
3. 速度势	460
4. 波动方程式的解	460
5. 平面波的解	460
6. 关于一般坐标轴的平面波的方程式	461
7. 复数的表示和标记法	462
8. 柱面波的解	462
9. 球面波的解	463
10. 从振动面的声源求任意点的声场的方法	463
11. 圆形柱塞声源的中心轴上的声场	464
12. 圆形柱塞声源的远场	464
13. 矩形柱塞声源的远场	465
14. 固体中的指向性	466
15. 群声源的指向性	466
16. 流体中界面处的反射折射	467
17. 固体中界面处的反射折射	468
18. 液体→固体的反射、折射	469
19. 固体→液体的反射、折射	470
20. 固体→真空($\approx$ 空气)的反射	470
21. 平面缺陷的反射(液体中的刚体)	470
22. 圆柱和球形缺陷的反射(液体中的刚体)	471
23. 板波的相位速度	472
24. 板波的位移分布	473
25. 圆棒的波动	474
26. 方棒的波动	474
27. Love波	474
28. 群速度	475
29. 散射衰减理论	476
30. 富里叶级数	482
31. 在不同物质的界面处有第三种物质层时的反射和透过	483

资 料

1. 超声探伤标准术语	485
2. 相关术语	492



数据加载失败，请稍后重试！