

中国航空研究院 主编

# 应力强度因子手册

科学出版社

# 应力强度因子手册

中国航空研究院 主编

科学出版社

1981

## 内 容 简 介

本手册共分六章,第一章,平面裂纹问题;第二章,反平面裂纹问题;第三章,加劲板裂纹问题;第四章,三维裂纹问题;第五章,裂纹板弯扭问题;第六章,壳体裂纹问题.

## 应力强度因子手册

中国航空研究院 主编

\*

科学出版社 出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂 印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

\*

1981年3月第一版 开本:787×1092 1/16  
1981年3月第一次印刷 印张:29 1/4  
印数: 精1—2,700 插页 精3 平2  
平1—1,780 字数:670,000

统一书号:13031·1491

本社书号:2053·13—2

定价: 精装本: 5.35 元  
平装本: 4.50 元

## 前 言

近年来,断裂力学得到了蓬勃的发展,并在航空、机械、冶金、化工和交通等工业部门中得到了具体应用,解决了大量的工程实际问题.应用线弹性断裂力学来解决实际工程问题时,必须首先确定裂纹尖端的应力强度因子.关于各种情况的应力强度因子,国内外已有很多学者进行了大量的研究工作,并自1973年以来,国外陆续出版了几本应力强度因子手册,这些手册收集了相当数量的应力强度因子的计算公式和结果,但均欠完善.为了满足广大科技人员的需要,我们邀请了有关航空院校和研究所的一些同志,编写了这本内容较全面的应力强度因子手册.

在编写本手册过程中,主要参考了 Sih, G. C. (薛昌明) 编的“Handbook of Stress Intensity Factors”(1973年), Tada, H., Paris, P. C., Irwin, G. R. 编的“The Stress Analysis of Cracks Handbook”(1973) 和 Rooke, D. P., Cartwright, D. J. 编的“Compendium of Stress Intensity Factors”(1976), 并广泛收集了1976年以前国外期刊、图书等文献资料上发表的应力强度因子计算公式和结果,同时也编入了一些国内的成果.

在编写过程中,力求准确.对原著中属于精确解的,大部分都加以验算,纠正了其中一些明显的错误.对原著中属于近似解的,有的一种情况有几种近似解,则一并编入.原著中孔边裂纹都是工程解,误差较大,但因实际工程中经常遇到孔边裂纹,故也收入本手册.

为了便于使用,书中应力强度因子统一采用多数书刊、手册中所用的  $K$ , 它和薛昌明所编的手册中的  $k$  有如下的关系:

$$K = \sqrt{\pi} k$$

每种情况均有简要的文字说明,每章之后有参考文献.

本手册共分六章.第一章平面裂纹问题,第二章反平面裂纹问题,由黄维扬、吴森、仇仲翼、高永寿编,刘文挺、吴鹤华校;第三章加劲板裂纹问题,由沈真、陆富梅、周瑾编,仇仲翼校;第四章三维裂纹问题,由吕茂烈、常璿、黄玉珊编,高永寿校;第五章裂纹板弯扭问题,由吴鹤华、刘文挺编,常璿、吕茂烈校;第六章壳体裂纹问题,由王德荣编,常璿校.

全手册最后由王德荣、黄玉珊、高永寿审定.

手册中的部分图表由李美华同志绘制.

由于时间所限,本手册的符号、格式未能完全统一,近似解的曲线、表格未能逐一校对.加上水平有限,缺点错误在所难免,望读者批评指正.

编 者

# 目 录

## 前 言

第一章 平面裂纹问题	1
1.1 无限边界	
1.1.1 中心裂纹	
1.1.1.1 受单向正应力和剪应力	1
1.1.1.2 自重的作用	1
1.1.1.3 裂纹上表面一点作用有集中法向力、切向力和力矩	2
1.1.1.4 裂纹表面作用有一对集中法向力和一对集中切向力	2
1.1.1.5 几个集中法向力作用在裂纹表面上	3
1.1.1.6 裂纹表面上作用有任意分布力	3
1.1.1.7 均匀正应力和剪应力作用在一段裂纹上表面	4
1.1.1.8 自相平衡的法向力作用在一段裂纹表面	6
1.1.1.9 在板面内一点有集中力作用	6
1.1.1.10 在板面内一点有集中力矩作用	19
1.1.1.11 在板面内两点有集中力作用	23
1.1.1.12 在板面内四点有集中力作用	23
1.1.1.13 用一有限宽的楔劈开物体	24
1.1.1.14 任一部分裂纹上、下表面受分布力	25
1.1.1.15 一部分裂纹上、下表面受对称分布力	25
1.1.1.16 裂纹面受反对称的线性分布正应力	26
1.1.1.17 裂纹面受线性分布正应力和剪应力	26
1.1.1.18 中心折线裂纹受均布正应力	27
1.1.1.19 叉形中心裂纹受均布正应力	28
1.1.1.20 中心裂纹受双向正应力	30
1.1.2 多条中心裂纹	
1.1.2.1 十字形裂纹受均布正应力	31
1.1.2.2 星形裂纹表面受正压力或中心力	32
1.1.3 内圆摆线孔	
1.1.3.1 四尖头内圆摆线孔受单向拉伸	32
1.1.3.2 三尖头内圆摆线孔受单向拉伸	33
1.1.4 圆弧裂纹	
1.1.4.1 受双向均布正应力	33
1.1.4.2 受单向拉应力	34
1.1.5 共线裂纹	
1.1.5.1 两条不等长的裂纹受单向拉伸 (拉力与裂纹不垂直)	37
1.1.5.2 两条不等长的裂纹受单向拉伸 (拉力与裂纹垂直)	38
1.1.5.3 两条不等长的裂纹受均匀剪切	39

1.1.5.4	两条不等长的裂纹在裂纹面上受集中力作用	41
1.1.5.5	对称布置的三条裂纹受拉	42
1.1.5.6	无限多条等长、等间距裂纹受正应力和剪应力	43
1.1.5.7	奇数条等长裂纹受正应力和剪应力	43
1.1.5.8	三条共线裂纹受单向均匀拉伸或剪切	44
1.1.5.9	一系列共线裂纹受拉	47
1.1.5.10	两条等长裂纹, 在一条裂纹上表面受集中力	48
1.1.5.11	板内受集中力(一)	50
1.1.5.12	板内受集中力(二)	51
1.1.5.13	板内受集中力(三)	52
1.1.5.14	板内受集中力(四)	52
1.1.5.15	裂纹面上受集中力(一)	53
1.1.5.16	裂纹面上受集中力(二)	53
1.1.5.17	裂纹面上受均布力	54
1.1.5.18	两条等长裂纹受单向拉伸和剪切	54
1.1.6	平行裂纹	
1.1.6.1	两条偏置的平行裂纹受均匀拉伸	55
1.1.6.2	两条偏置的平行裂纹受均匀剪切	58
1.1.6.3	一系列奇数条平行裂纹受均匀拉伸	59
1.1.6.4	一系列奇数条平行裂纹受均匀剪切	59
1.1.6.5	一系列无限多条平行裂纹受线性分布正应力	61
1.1.6.6	一系列无限多条偏置平行裂纹受均匀拉伸	62
1.1.6.7	一系列无限多条偏置平行裂纹受均匀剪切	63
1.1.6.8	一系列无限多条平行裂纹在裂纹中心处受集中力	63
1.1.7	两条对称的斜裂纹	
1.1.7.1	沿垂直于裂纹中心连线方向受均匀拉伸	64
1.1.7.2	沿平行于裂纹中心连线方向受均匀拉伸	65
1.1.8	孔边裂纹或靠近孔的裂纹	
1.1.8.1	孔边裂纹受双向拉伸	66
1.1.8.2	承内压圆孔两边有裂纹	67
1.1.8.3	椭圆孔两边有裂纹受单向拉伸	68
1.1.8.4	椭圆孔一边有裂纹, 受单向拉伸	69
1.1.8.5	长方形孔两边有裂纹, 受单向拉伸	70
1.1.8.6	靠近一个圆孔的裂纹受六种载荷	71
1.1.8.7	两个圆孔之间的裂纹受单向拉伸	75
1.1.8.8	在两个刚性填充孔之间的裂纹受均布正应力	75
1.1.8.9	垂直两圆孔中心连线的裂纹受均布正应力(一)	76
1.1.8.10	垂直两圆孔中心连线的裂纹受均布正应力(二)	77
1.1.8.11	两边有裂纹的填充孔受紧固件传来的力	77
1.1.8.12	靠近一个弹性填充孔的裂纹受均布正应力	78
1.1.8.13	有裂纹的孔与紧固件干涉配合	82
1.1.8.14	有裂纹的孔与紧固件干涉配合, 板受单向拉伸(一)	83

1.1.8.15	有裂纹的孔与紧固件干涉配合,板受单向拉伸(二)	83
1.1.8.16	有裂纹的孔与紧固件干涉配合,板受单向拉伸(三)	84
1.1.8.17	孔边的发散裂纹受双向均布正应力	85
1.1.9 半无限裂纹		
1.1.9.1	板内受集中力(一)	85
1.1.9.2	板内受集中力(二)	86
1.1.9.3	板内受集中力(三)	86
1.1.9.4	板内受均布力	87
1.1.9.5	裂纹上表面受集中力	87
1.1.9.6	裂纹上、下表面受集中力	88
1.1.9.7	一段裂纹表面受自相平衡的均布法向力	88
1.1.9.8	用半无限长的楔劈开物体(一)	88
1.1.9.9	用半无限长的楔劈开物体(二)	89
1.1.9.10	一系列无限多条半无限长裂纹受拉	89
1.1.9.11	一系列无限多条半无限长裂纹在一段裂纹面受剪(一)	90
1.1.9.12	一系列无限多条半无限长裂纹在一段裂纹面受剪(二)	90
1.1.10 两条共线的半无限裂纹		
1.1.10.1	两条裂纹上作用任意集中力	91
1.1.10.2	一条裂纹上表面作用集中力	92
1.1.10.3	一条裂纹上、下表面作用集中力	92
1.1.10.4	一条裂纹的一段作用均布力	92
1.1.10.5	两条裂纹上各有一段作用均布力	93
1.1.10.6	板面内作用集中力(一)	94
1.1.10.7	板面内作用集中力(二)	94
1.1.10.8	板面内作用集中力(三)	95
1.1.10.9	板面内作用集中力(四)	95
1.1.10.10	板面内远处作用集中力矩	96
1.1.10.11	裂纹上、下表面作用集中力	96
1.1.10.12	对称面上作用集中力	97
1.1.10.13	一条中心裂纹的两边有两条共线半无限长裂纹受集中力	97
1.1.10.14	两个半无限长的薄刚性楔劈开物体(一)	98
1.1.10.15	两个半无限长的薄刚性楔劈开物体(二)	99
1.2 半无限边界		
1.2.1 边裂纹		
1.2.1.1	远处作用单向拉伸和剪切	100
1.2.1.2	裂纹面上作用线性分布力(一)	100
1.2.1.3	裂纹面上作用线性分布力(二)	101
1.2.1.4	裂纹部分表面作用均布力(一)	101
1.2.1.5	裂纹部分表面作用均布力(二)	102
1.2.1.6	裂纹表面作用非线性法向分布力	102
1.2.1.7	裂纹表面作用集中力	103
1.2.1.8	一系列无限多条平行边裂纹作用均布正应力	104

1.2.1.9	边缘有集中力作用	105
1.2.1.10	集中力作用在扇形板裂纹嘴上	105
1.2.1.11	扇形板裂纹上作用分布力	106
1.2.1.12	一系列无限多条边裂纹受剪	107
1.2.1.13	边缘有带裂纹的半椭圆孔作用均布正应力	108
1.2.2	半无限裂纹	
1.2.2.1	靠近自由边的半无限长裂纹作用集中力矩	109
1.2.2.2	靠近自由边的半无限长裂纹作用集中力(一)	109
1.2.2.3	靠近自由边的半无限长裂纹作用集中力(二)	110
1.2.2.4	靠近自由边的半无限长裂纹作用集中力(三)	110
1.2.2.5	裂纹面受集中力	111
1.2.2.6	边缘上作用集中力	111
1.2.3	有限长裂纹	
1.2.3.1	靠近自由边缘的有限长裂纹受均布正应力和均布剪应力	112
1.2.3.2	无限多条不等的有限长共线裂纹受集中力	113
1.2.3.3	有限边界固定,裂纹面受分布法向力	113
1.2.3.4	靠近自由边界有圆孔和裂纹受均布正应力	114
1.3	有限宽无限长板条	
1.3.1	半无限裂纹	
1.3.1.1	自相平衡集中力矩加在端部	115
1.3.1.2	板条两长边有一已知位移	115
1.3.1.3	板条两长边固定,裂纹面上作用均布力	116
1.3.1.4	两长边垂直方向位移为零,裂纹面上作用均布力	116
1.3.1.5	裂纹面受集中力	116
1.3.1.6	裂纹面受分布法向力	117
1.3.1.7	裂纹面受分布剪力	118
1.3.2	边缘裂纹	
1.3.2.1	端部加集中力	118
1.3.2.2	在端部劈板条	118
1.3.2.3	拉力作用下的单边裂纹	119
1.3.2.4	纯弯曲的单边裂纹	120
1.3.2.5	裂纹嘴上有一对集中法向力	121
1.3.2.6	裂纹嘴上有一对集中切向力	122
1.3.2.7	承拉的双边裂纹	122
1.3.2.8	拉力和弯矩作用下的双边裂纹	123
1.3.2.9	双边裂纹嘴上作用集中力	124
1.3.2.10	双边裂纹在裂纹面上受集中力	124
1.3.2.11	双边裂纹的板面内受集中力	125
1.3.2.12	单边裂纹表面受集中力	126
1.3.2.13	两条边裂纹受弯	126
1.3.2.14	两边有带裂纹的半椭圆孔受拉	127
1.3.3	中心裂纹	



1.3.3.1	受单向拉伸	128
1.3.3.2	裂纹面上作用均布剪力	129
1.3.3.3	受拉力和弯矩	130
1.3.3.4	裂纹中心作用集中力	130
1.3.3.5	板中心线上作用集中力	131
1.3.3.6	裂纹面上受偏心集中力	132
1.3.3.7	裂纹面上在对称处受集中力	132
1.3.3.8	边界受约束的板条含有一列无限多条平行裂纹,裂纹面受均匀压力	133
1.3.3.9	平行于板条边的裂纹受单向拉伸	134
1.3.3.10	平行于板条边的一对共线裂纹受单向拉伸	135
1.3.3.11	平行于板条边的裂纹面受均匀内压	136
1.3.3.12	裂纹面中心受一对集中力	137
1.3.3.13	裂纹面受中心对称的两对集中力	139
1.3.3.14	裂纹面受剪应力	140
1.3.3.15	两长边受线性分布拉应力	140
1.3.3.16	两长边具有常值或线性变化的位移	141
1.3.3.17	裂纹面受线性分布法向力或板两长边法向线性位移已知	143
1.3.3.18	两边夹持,裂纹垂直两边,裂纹面受法向分布力	143
1.3.3.19	在拉力作用下平行于边的一系列周期性变距共线裂纹	144
1.3.3.20	中心裂纹板条受弯矩	145
1.3.3.21	两边固支,裂纹面受正应力	145
1.3.3.22	一系列无限多条平行裂纹受均匀拉伸	146
1.3.3.23	中心圆孔两边有裂纹,受均匀拉伸	147
1.3.3.24	中心椭圆孔两边有裂纹,受均匀拉伸	148
1.3.4	偏心裂纹	
1.3.4.1	在拉力作用下垂直于边的偏心裂纹	149
1.3.4.2	在拉力作用下垂直于边的一系列偏心裂纹	150
1.4	矩形板	
1.4.1	边缘裂纹	
1.4.1.1	紧凑拉伸试件	150
1.4.1.2	单边裂纹受张开力(梯形板)	152
1.4.1.3	共线双边裂纹受拉	154
1.4.1.4	单边裂纹受偏心拉伸	155
1.4.1.5	单边斜裂纹受拉	157
1.4.1.6	单边斜裂纹受弯	158
1.4.1.7	单边裂纹受单向拉伸	160
1.4.1.8	单边裂纹,端面有均匀位移	161
1.4.1.9	具有单边裂纹的正方形板受均匀或线性位移	162
1.4.1.10	单边裂纹有线性位移	163
1.4.2	中心裂纹	
1.4.2.1	受单向拉伸或裂纹面受均布法向力	164
1.4.2.2	裂纹面中心作用集中力	165
1.4.2.3	裂纹板两端有均匀位移	165

1.4.2.4	斜裂纹受均匀单向拉伸 .....	167
1.4.2.5	斜裂纹受抛物线变化的单向拉伸 .....	169
1.4.2.6	裂纹面受均匀压力和均匀剪力 .....	170
1.4.3	其它	
1.4.3.1	孔边裂纹受单向拉伸 .....	171
1.4.3.2	偏心裂纹受单向拉伸 .....	172
1.4.3.3	一对共线裂纹受单向拉伸 .....	173
1.5	圆盘(或椭圆盘)	
1.5.1	中心裂纹	
1.5.1.1	均匀径向拉伸 .....	174
1.5.1.2	一对自相平衡集中力作用在与裂纹重合的直径两端 .....	174
1.5.1.3	一对自相平衡集中力作用在与裂纹垂直的直径两端 .....	175
1.5.1.4	裂纹中心作用一对集中法向力 .....	176
1.5.1.5	板面内作用一对集中力 .....	176
1.5.1.6	裂纹面受分布法向力 .....	177
1.5.1.7	带裂纹旋转圆盘 .....	178
1.5.1.8	一对自相平衡压力作用在椭圆盘短轴两端 .....	178
1.5.1.9	一对自相平衡拉力作用在椭圆盘短轴两端 .....	179
1.5.2	边缘裂纹	
1.5.2.1	承受均匀内压 .....	180
1.5.2.2	裂纹面受分布力 .....	181
1.5.2.3	旋转圆盘 .....	182
1.5.2.4	圆形紧凑拉伸试件 .....	183
1.5.3	偏心径向裂纹	
1.5.3.1	均匀内压 .....	183
1.5.3.2	等角速度旋转圆盘 .....	184
1.5.3.3	盘外缘受集中力 .....	187
1.6	梁	
1.6.1	边缘裂纹	
1.6.1.1	三点弯曲试件 .....	188
1.6.1.2	四点弯曲试件 .....	189
1.6.1.3	拱形三点弯曲试件 .....	189
1.6.1.4	拱形梁受集中载荷 .....	190
<b>第二章</b>	<b>反平面裂纹问题</b> .....	<b>194</b>
2.1	无限边界	
2.1.1	中心裂纹	
2.1.1.1	受反平面均布剪应力 .....	194
2.1.1.2	裂纹面上作用反平面集中剪力或任意分布的反平面剪应力 .....	194
2.1.1.3	弯折的有限长裂纹受反平面均布剪应力 .....	195
2.1.2	同心放射裂纹受反平面均布剪应力 .....	195
2.1.3	四尖顶摆线裂纹受反平面均布剪应力 .....	196
2.1.4	圆弧裂纹	
2.1.4.1	受反平面剪应力 .....	197

2.1.4.2	周边受反平面剪应力 .....	197
2.1.5	共线裂纹	
2.1.5.1	三条共线裂纹受反平面剪应力 .....	198
2.1.5.2	一排共线等长裂纹受反平面均布剪应力 .....	199
2.1.5.3	二条共线裂纹受反平面均布剪应力 .....	200
2.1.5.4	共线等长裂纹在裂纹面上受集中剪力 .....	200
2.1.5.5	共线等长裂纹在裂纹面上受对称集中剪力 .....	201
2.1.5.6	共线等长裂纹在裂纹面上受均布剪应力 .....	201
2.1.6	平行裂纹	
2.1.6.1	一对平行偏置裂纹受反平面剪应力 .....	202
2.1.6.2	边界受均布剪应力 .....	203
2.1.6.3	裂纹面受集中剪力 .....	203
2.1.6.4	裂纹面受均布剪应力 .....	204
2.1.7	孔边裂纹或接近孔的裂纹	
2.1.7.1	圆孔边裂纹受反平面剪应力 .....	204
2.1.7.2	两个椭圆孔之间的裂纹受均布剪应力 .....	205
2.1.8	半无限长裂纹	
2.1.8.1	裂纹面上受集中剪力 .....	206
2.1.8.2	部分裂纹面上受均布剪力 .....	206
2.1.8.3	两条半无限长裂纹受集中剪力 .....	206
2.1.8.4	两条半无限长裂纹受对称集中剪力 .....	207
2.1.8.5	两条半无限长裂纹,在一条裂纹的部分裂纹面上受均布剪力 .....	207
2.1.8.6	两条半无限长裂纹的部分裂纹面上受对称均布剪力 .....	207
2.1.8.7	两条半无限长裂纹在远处受集中剪力(一) .....	208
2.1.8.8	两条半无限长裂纹在远处受集中剪力(二) .....	208
2.1.8.9	平行裂纹在远处受均布剪力 .....	208
2.1.8.10	平行裂纹的裂纹面上受集中剪力 .....	209
2.1.8.11	平行裂纹的部分裂纹面上受均布剪力 .....	209
2.1.8.12	双排平行裂纹在远处受集中剪力 .....	209
2.1.8.13	双排平行裂纹在裂纹面上受集中剪力 .....	210
2.1.8.14	双排平行裂纹在部分裂纹面上受均布剪力 .....	210
2.2	半无限边界	
2.2.1	边裂纹	
2.2.1.1	单边斜裂纹受反平面集中剪力 .....	211
2.2.1.2	顶端有裂纹的尖劈受反平面集中剪力 .....	211
2.2.1.3	顶端有裂纹的抛物线圆柱受反平面剪力 .....	212
2.2.1.4	具有单边裂纹的半无限平面受反平面剪力 .....	212
2.2.1.5	裂纹面上受集中剪力 .....	213
2.2.1.6	部分裂纹面上受均布剪力 .....	213
2.2.1.7	裂纹面上受直线变化剪力(一) .....	214
2.2.1.8	裂纹面上受直线变化剪力(二) .....	214
2.2.1.9	边缘上受集中剪力 .....	214

2.2.1.10	平行裂纹远处受均布剪力	215
2.2.2	半无限长裂纹	
2.2.2.1	边界上受集中剪力	215
2.2.2.2	裂纹面上受集中剪力	216
2.2.2.3	边缘上有集中剪力	216
2.2.3	有限长非边缘裂纹	
2.2.3.1	边界上受均布剪力	216
2.2.3.2	边界上受集中剪力	217
2.3	有限宽板条	
2.3.1	半无限长裂纹	
2.3.1.1	裂纹面上受一对反平面集中剪力	218
2.3.1.2	部分裂纹面受反平面均布剪应力	218
2.3.1.3	半无限裂纹板条受反平面位移	219
2.3.2	边裂纹	
2.3.2.1	单边裂纹受反平面剪应力	219
2.3.2.2	单边裂纹受反平面集中剪力	220
2.3.2.3	双边裂纹在裂纹面上受反平面均布剪力	220
2.3.2.4	单边裂纹受均布剪应力	221
2.3.2.5	双边裂纹在裂纹面上受反平面集中剪力	221
2.3.2.6	双边裂纹在中线上受反平面集中剪力	221
2.3.3	中心裂纹	
2.3.3.1	裂纹面上受反平面均布剪应力	222
2.3.3.2	裂纹中心受反平面集中剪力	222
2.3.3.3	中线上受反平面集中剪力	223
2.3.3.4	裂纹面上受反平面集中剪力	223
2.3.3.5	裂纹面上受中心对称的反平面集中剪力	224
2.4	梁	
2.4.1	矩形截面	
2.4.1.1	共线边裂纹受弯	224
2.4.1.2	单边裂纹梁受纵向剪切、扭转及弯曲	225
2.4.2	圆形截面	
2.4.2.1	半径裂纹受反平面剪力	228
2.4.2.2	半径裂纹承受弯曲	229
2.4.2.3	半径裂纹承受扭转	229
2.4.2.4	径向裂纹承受扭转	230
2.4.2.5	共线径向裂纹受反平面剪力	230
2.4.2.6	共线径向裂纹承受弯曲	231
2.4.2.7	中心裂纹承受扭转	232
2.4.3	椭圆形截面	
2.4.3.1	径向边裂纹承受扭转(一)	233
2.4.3.2	径向边裂纹承受扭转(二)	233
2.4.3.3	径向共线边裂纹承受扭转	234
2.4.3.4	中心裂纹承受扭转	234

2.4.3.5 有边裂纹的半椭圆杆承受扭转 .....	235
<b>第三章 加劲板裂纹问题</b> .....	<b>236</b>
符号表 .....	236
<b>3.1 连续连接桁条</b>	
3.1.1 单桁条	
3.1.1.1 裂纹对称地通过桁条,桁条完整 .....	236
3.1.1.2 裂纹对称地通过桁条,桁条断 .....	237
3.1.1.3 裂纹非对称地接近桁条,桁条完整 .....	238
3.1.2 两边桁条	
3.1.2.1 裂纹对称地位于桁条之间 .....	240
3.1.3 多桁条	
3.1.3.1 裂纹对称地通过桁条 .....	242
3.1.3.2 裂纹对称地位于桁条之间 .....	242
3.1.3.3 重复共线中心对称裂纹 .....	246
3.1.3.4 裂纹非对称地位于桁条之间 .....	246
3.1.3.5 间歇重复、共线、中心对称裂纹 .....	247
3.1.4 两种特殊情况	
3.1.4.1 两种不同厚度平板连续连接 .....	250
3.1.4.2 周期加劲板中的等间距共线中心裂纹 .....	252
<b>3.2 铆接桁条</b>	
3.2.1 单桁条刚性铆钉	
3.2.1.1 裂纹对称地通过桁条,桁条完整,裂纹通过铆钉孔 .....	253
3.2.1.2 裂纹对称地通过桁条,桁条完整,裂纹从两铆钉孔之间通过 .....	254
3.2.1.3 裂纹对称地通过桁条,桁条断,裂纹通过铆钉孔 .....	255
3.2.1.4 裂纹对称地通过桁条,桁条断,裂纹从两铆钉孔之间通过 .....	255
3.2.1.5 裂纹非对称地接近桁条,桁条完整,裂纹从两铆钉孔之间通过 .....	256
3.2.2 多桁条刚性铆钉	
3.2.2.1 裂纹对称地通过桁条,桁条完整,裂纹通过铆钉孔 .....	258
3.2.2.2 裂纹对称地位于桁条之间,桁条完整,裂纹通过铆钉孔 .....	265
3.2.3 多桁条柔性铆钉	
3.2.3.1 裂纹对称地通过桁条,裂纹通过铆钉孔 .....	273
3.2.3.2 裂纹对称地通过桁条,裂纹从两铆钉孔之间通过 .....	279
3.2.3.3 裂纹对称地位于桁条之间,裂纹通过铆钉孔 .....	281
3.2.4 有限宽板,五根桁条,裂纹对称地通过桁条,并从两铆钉孔之间通过	
3.2.4.1 中间桁条完整 .....	283
3.2.4.2 中间桁条断 .....	285
附录1 3.2.2.1 和 3.2.2.2 中各参数对 $C$ , $L$ 和 $Q/(bB\sigma)$ 的影响 .....	287
附录2 考虑桁条弯曲的减缩面积公式 .....	296
<b>第四章 三维裂纹问题</b> .....	<b>298</b>
<b>4.1 无限大体</b>	
4.1.1 圆盘裂纹	

4.1.1.1	远距法向均匀拉伸 .....	298
4.1.1.2	裂纹面内法向点力的拉伸 .....	298
4.1.1.3	裂纹面中心法向点力的拉伸 .....	298
4.1.1.4	同心圆弧上法向均匀分布力的拉伸 .....	299
4.1.1.5	同心圆周上法向均匀分布力的拉伸 .....	300
4.1.1.6	同心圆面积上法向均匀分布力的拉伸 .....	300
4.1.1.7	旋转型对称法向分布力的拉伸 .....	300
4.1.1.8	同心圆周上的弯曲型分布力的拉伸 .....	301
4.1.1.9	裂纹面内弯曲型分布力的拉伸 .....	302
4.1.1.10	梁内横向圆盘裂纹承受偏心弯曲 .....	302
4.1.1.11	裂纹面内的均匀剪切 .....	303
4.1.1.12	同心圆面积上均匀分布的径向剪应力 .....	303
4.1.1.13	裂纹面内均匀分布的周向剪应力 .....	304
4.1.1.14	裂纹面内线性变化的周向剪应力 .....	304
4.1.1.15	倾斜的均匀分布拉伸应力 .....	305
4.1.1.16	法向对称轴上点力的拉伸 .....	306
4.1.1.17	裂纹面内上、下各一对径向点力的剪切 .....	306
4.1.1.18	裂纹面内上、下各一对周向点力的剪切 .....	308
4.1.1.19	法向对称轴上单个点力 .....	308
4.1.1.20	法向对称轴上两个点力 .....	309
<b>4.1.2 圆颈外的环形裂纹</b>		
4.1.2.1	裂纹面内法向点力的拉伸 .....	311
4.1.2.2	同心圆弧上法向均匀分布力的拉伸 .....	311
4.1.2.3	同心圆周上法向均匀分布力的拉伸 .....	312
4.1.2.4	同心圆环面积上法向均匀分布力的拉伸 .....	313
4.1.2.5	裂纹面内按径向衰减的旋转型对称法向分布力的拉伸 .....	313
4.1.2.6	法向对称轴上点力的拉伸 .....	314
4.1.2.7	远距法向拉伸 .....	314
4.1.2.8	弯曲 .....	315
4.1.2.9	远距剪切 .....	316
4.1.2.10	扭转 .....	316
4.1.2.11	裂纹面内上、下各一对径向剪力 .....	317
4.1.2.12	裂纹面内同心环形面积上的均匀轴向拉伸和径向剪切 .....	318
4.1.2.13	法向对称轴上的单个点力 .....	318
4.1.2.14	法向对称轴上的两个点力 .....	319
<b>4.1.3 椭圆裂纹</b>		
4.1.3.1	远距法向均匀拉伸 .....	320
4.1.3.2	裂纹面内受均匀剪切 .....	322
4.1.3.3	弯曲 .....	325
4.1.3.4	梁的偏心弯曲 .....	326
4.1.3.5	倾斜的均匀分布拉伸应力 .....	327
4.1.3.6	法向位移的作用 .....	328

4.1.4	椭圆颈外的环形裂纹	
4.1.4.1	远距法向拉伸	329
4.1.4.2	远距剪切	330
4.1.4.3	弯曲	332
4.1.4.4	扭转	332
4.1.5	半无限大平面内的直缘裂纹	
4.1.5.1	裂纹面内法向点力的拉伸	333
4.1.5.2	裂纹面内垂直于前缘的点力的剪切	334
4.1.5.3	裂纹面内受平行于前缘的点力的剪切	334
4.1.5.4	裂纹面内受任意点力	335
4.1.5.5	裂纹面内受矩形面积上的均匀分布力	336
4.1.5.6	裂纹面内受平行于前缘的直线段上的均匀分布力	337
4.1.5.7	裂纹面内受垂直于前缘的直线段上的均匀分布力	338
4.1.5.8	裂纹前缘垂线上受法向点力的拉伸	339
4.1.6	其它裂纹	
4.1.6.1	前缘为抛物线的半无限大平面裂纹受远距法向均匀拉伸	339
4.1.6.2	前缘为抛物线的半无限大平面裂纹受均匀剪切	340
4.1.6.3	圆环裂纹承受远距法向均匀拉伸	340
4.1.6.4	一对共轴圆盘裂纹承受法向均匀拉伸	342
4.1.6.5	圆盘裂纹阵列承受法向均匀拉伸	342
4.2	半无限大体	
4.2.1	表面裂纹	
4.2.1.1	圆弧形表面裂纹受均匀拉力	343
4.2.1.2	圆弧形表面裂纹受线性分布力	344
4.2.1.3	半椭圆形表面裂纹受均匀拉力	344
4.2.1.4	半椭圆形表面裂纹受线性分布力	346
4.2.1.5	半椭圆表面裂纹承受弯曲	346
4.2.1.6	半圆形及半椭圆形表面裂纹受 $p_0 \left(\frac{x}{b}\right)^n$ 形式分布力	347
4.2.2	近边裂纹	
4.2.2.1	圆形裂纹受均匀拉力	349
4.2.2.2	圆形裂纹受线性分布力	349
4.2.2.3	圆形裂纹承受弯曲	350
4.2.2.4	圆形裂纹受均匀内压	351
4.2.2.5	椭圆形裂纹受均匀拉力	352
4.2.2.6	椭圆形裂纹受线性分布力	354
4.2.2.7	椭圆形裂纹承受弯曲	358
4.3	带孔裂纹或角裂纹的物体	
4.3.1	孔裂纹	
4.3.1.1	开敞孔内的椭圆形裂纹承受拉力	359
4.3.1.2	孔边椭圆形裂纹承受拉力	361
4.3.1.3	紧配孔孔边的椭圆形裂纹	365
4.3.1.4	受压圆筒的内壁椭圆形裂纹	366

4.3.2	角裂纹	
4.3.2.1	圆弧形角裂纹受均匀拉力	369
4.3.2.2	椭圆形角裂纹受均匀拉力	371
4.3.2.3	椭圆形角裂纹受线性分布力	373
4.3.2.4	椭圆形角裂纹受二次及三次曲线分布力	373
4.4	有限厚度物体	
4.4.1	表面裂纹	
4.4.1.1	圆弧形表面裂纹受均匀拉力	375
4.4.1.2	半椭圆形表面裂纹受均匀拉力	376
4.4.1.3	半椭圆形表面裂纹受线性分布力	377
4.4.1.4	半椭圆形表面裂纹承受弯曲	379
4.4.1.5	半椭圆形表面裂纹受二次及三次曲线分布力	382
4.4.1.6	半椭圆形表面裂纹承受剪切	384
4.4.2	内部裂纹	
4.4.2.1	板内圆形裂纹受均匀内压力	388
4.4.2.2	球内圆形裂纹受均匀内压力	389
4.4.2.3	板内椭圆形裂纹受均匀拉力	390
4.4.2.4	板内椭圆形裂纹承受弯曲	394
4.5	圆柱	
4.5.1	同心圆盘裂纹	
4.5.1.1	远距均匀轴向拉伸(一)	396
4.5.1.2	远距均匀轴向拉伸(二)	397
4.5.1.3	承受弯曲	398
4.5.1.4	承受扭转	399
4.5.2	同心圆盘裂纹列	
4.5.2.1	裂纹列内受均匀压力	400
4.5.2.2	有限长圆柱内中心圆盘裂纹两端受均匀拉力	401
4.5.3	中心近似圆盘裂纹受远距均匀轴向拉力	402
4.5.4	同心圆颈外环形裂纹	
4.5.4.1	远距均匀轴向拉伸	402
4.5.4.2	承受弯曲	404
4.5.4.3	承受扭转	405
4.5.4.4	带环形切槽的圆棒试件受轴向拉伸	406
4.5.5	圆柱表面上单个或一对纵向穿透、径向深入、平面直缘裂纹承受扭转	407
4.6	厚壁圆筒	
4.6.1	外壁上同心圆环裂纹	
4.6.1.1	远距均匀轴向拉伸(一)	408
4.6.1.2	远距均匀轴向拉伸(二)	409
4.6.1.3	承受扭转	410
4.6.2	外壁上单个纵向穿透、径向深入、平面直缘裂纹	
4.6.2.1	承受横向力	411
4.6.2.2	承受扭转	412
4.6.2.3	承受内压力	413



4.6.3	内壁上同心环形裂纹受均匀轴向拉力	414
4.6.4	内壁上单个纵向穿透、径内深入、平面直缘裂纹	
4.6.4.1	承受扭转	415
4.6.4.2	承受内压力	415
<b>第五章</b>	<b>裂纹板弯扭问题</b>	<b>419</b>
5.1	带穿透裂纹的无限大板	
5.1.1	承受均匀弯曲(一)	419
5.1.2	承受均匀弯曲(二)	419
5.1.3	承受任意方向的弯曲	420
5.1.4	承受双轴弯曲	421
5.1.5	承受均匀扭转(一)	422
5.1.6	承受均匀扭转(二)	422
5.1.7	承受双轴扭转	424
5.1.8	承受均匀剪力	424
5.1.9	承受集中力矩	425
5.1.10	在部分裂纹面上承受均匀力矩	426
5.1.11	承受一对集中力矩	426
5.1.12	承受任意载荷	427
5.1.13	带两条半无限长裂纹的板的弯曲	428
5.1.14	沿厚度有任意应力分布的裂纹板的弯曲	429
5.1.15	在板内孔边处的一条或两条裂纹承受均匀弯曲	430
5.2	带穿透裂纹的有限宽板	
5.2.1	中心裂纹承受均匀弯曲	431
5.2.2	矩形板承受均匀表面力	432
<b>第六章</b>	<b>壳体裂纹问题</b>	<b>434</b>
6.1	带有穿透裂纹的柱壳	
6.1.1	纵向裂纹,承受均匀压力	434
6.1.2	纵向裂纹,承受弯曲	435
6.1.3	纵向裂纹,承受扭转	437
6.1.4	横向裂纹,承受均匀拉伸	439
6.1.5	横向裂纹,承受扭转	439
6.1.6	横向加劲,纵向裂纹,承受内压	440
6.2	带有穿透裂纹的球壳	
6.2.1	承受拉伸	443
6.2.2	承受弯曲	444
6.2.3	承受均匀拉伸	446
6.2.4	承受均匀弯曲	448
6.2.5	承受联合弯曲和拉伸	450