

# 目 录

<b>第一章 引言</b> .....	1
1.1 确定性的和统计的两种现象和模型 .....	1
1.2 光学中的统计现象 .....	3
1.3 本书内容概述 .....	5
<b>第二章 随机变量</b> .....	7
2.1 概率的两种定义和随机变量 .....	7
2.2 分布函数和密度函数 .....	9
2.3 推广到两个或多个联合随机变量 .....	12
2.4 统计平均 .....	15
2.4.1 随机变量的矩 .....	15
2.4.2 多个随机变量的联合矩 .....	16
2.4.3 特征函数 .....	18
2.5 随机变量的变换 .....	20
2.5.1 普遍变换 .....	20
2.5.2 单调函数 .....	22
2.5.3 多元概率变换 .....	26
2.6 实数随机变量之和 .....	27
2.6.1 求 $p_z(\pi)$ 的两种方法 .....	28
2.6.2 独立随机变量 .....	29
2.6.3 中心极限定理 .....	30
2.7 Gauss 随机变量.....	32
2.7.1 定义 .....	32
2.7.2 Gauss 随机变量的特殊性质 .....	35
2.8 复数值随机变量 .....	38
2.8.1 一般描述 .....	38
2.8.2 复数值 Gauss 随机变量.....	39

2.9 随机相幅矢量的和 .....	41
2.9.1 初始假设 .....	42
2.9.2 均值、方差和相关系数的计算 .....	43
2.9.3 长度和相位的统计 .....	46
2.9.4 一个常相幅矢量与一个随机相幅矢量的和 .....	48
2.9.5 强常相幅矢量与一个弱随机相幅矢量的和 .....	51
习题 .....	52
<b>第三章 随机过程</b> .....	<b>56</b>
3.1 随机过程的定义和描述 .....	56
3.2 平稳性和遍历性 .....	58
3.3 随机过程的谱分析 .....	62
3.3.1 已知函数的谱密度 .....	63
3.3.2 随机过程的谱密度 .....	65
3.3.3 随机过程经线性滤波后的能谱密度和功率谱密度 .....	66
3.4 自相关函数和 Wiener-Khinchin 定理 .....	67
3.5 交叉相关函数和交叉谱密度 .....	73
3.6 Gauss 随机过程 .....	76
3.6.1 定义 .....	76
3.6.2 线性滤波后的 Gauss 随机过程 .....	77
3.6.3 广义平稳性和严格平稳性 .....	77
3.6.4 四阶矩 .....	78
3.7 Poisson 点脉冲过程 .....	78
3.7.1 定义 .....	79
3.7.2 从基本假设推导 Poisson 统计 .....	81
3.7.3 从随机事件时间推导 Poisson 统计 .....	82
3.7.4 Poisson 过程的能谱密度和功率谱密度 .....	84
3.7.5 双重随机 Poisson 过程 .....	88
3.7.6 经过线性滤波的 Poisson 过程 .....	90
3.8 从解析信号导出的随机过程 .....	91
3.8.1 单色信号的复数信号表示 .....	92
3.8.2 非单色信号的复数信号表示 .....	93
3.8.3 复包络或随时间变化的相幅矢量 .....	96

3.8.4 解析信号作为一个复数值随机过程 .....	97
3.9 复数 Gauss 随机过程 .....	100
3.10 Karhunen-Loève 展开 .....	101
习题 .....	103
<b>第四章 光波的某些一阶性质</b> .....	<b>107</b>
4.1 光波的传播 .....	107
4.1.1 单色光 .....	108
4.1.2 非单色光 .....	109
4.1.3 窄带光 .....	110
4.2 偏振热光和非偏振热光 .....	111
4.2.1 偏振热光 .....	112
4.2.2 非偏振热光 .....	115
4.3 部分偏振热光 .....	117
4.3.1 窄带光通过偏振敏感的仪器 .....	117
4.3.2 相干矩阵 .....	119
4.3.3 偏振度 .....	123
4.3.4 瞬时强度的一阶统计 .....	126
4.4 激光 .....	128
4.4.1 单模振荡 .....	129
4.4.2 多模激光 .....	135
4.4.3 激光通过运动漫射体所产生的热光 .....	139
习题 .....	140
<b>第五章 光波的相干性</b> .....	<b>144</b>
5.1 时间相干性 .....	145
5.1.1 Michelson 干涉仪 .....	145
5.1.2 实验的数学描述 .....	147
5.1.3 干涉图与光束的功率谱密度的关系 .....	150
5.1.4 Fourier 光谱学 .....	154
5.2 空间相干性 .....	156
5.2.1 Young 氏实验 .....	156
5.2.2 Young 氏实验的数学描述 .....	158
5.2.3 若干几何因素的考虑 .....	162

5.2.4	准单色条件下的干涉 .....	165
5.2.5	有限针孔大小的效应 .....	167
5.3	交叉光谱纯 .....	171
5.3.1	两束光的叠加的功率谱 .....	172
5.3.2	交叉光谱纯和可简约性 .....	173
5.3.3	激光被运动漫射体散射 .....	177
5.4	互相干性的传播 .....	179
5.4.1	基于 Huygens-Fresnel 原理的解 .....	179
5.4.2	支配互相干性传播的波动方程 .....	182
5.4.3	交叉谱密度的传播 .....	184
5.5	互相干函数的极限形式 .....	185
5.5.1	相干场 .....	186
5.5.2	非相干场 .....	188
5.6	Van Cittert-Zernike 定理 .....	190
5.6.1	数学推导 .....	190
5.6.2	讨论 .....	192
5.6.3	一个例子 .....	194
5.6.4	广义的 Van Cittert-Zernike 定理 .....	198
5.7	部分相干光被孔径衍射 .....	204
5.7.1	薄的透射结构对互强度的影响 .....	205
5.7.2	计算观测到的强度图样 .....	206
5.7.3	讨论 .....	208
	习题 .....	210
<b>第六章</b>	<b>涉及高阶相干性的一些问题</b> .....	<b>216</b>
6.1	热光或赝热光的积分强度的统计性质 .....	217
6.1.1	积分强度的平均值和方差 .....	217
6.1.2	积分强度的概率密度函数的近似形式 .....	222
6.1.3	积分强度的概率密度函数的精确解 .....	228
6.2	测量时间为有限大小时互强度的统计性质 .....	232
6.2.1	$J_{11}(T)$ 的实部和虚部的矩 .....	235
6.2.2	积分时间很长和 $\mu_{11}$ 很小时 $J_{11}(T)$ 的模和相位的统计 .....	239

8.1.1	假设和简化 .....	327
8.1.2	平均光学传递函数 .....	328
8.1.3	平均点扩展函数 .....	331
8.2	随机吸收屏 .....	332
8.2.1	平均 OTF 和平均 PSF 的一般形式 .....	332
8.2.2	一个特例 .....	335
8.3	随机相位屏 .....	338
8.3.1	一般表述 .....	338
8.3.2	Gauss 随机相位屏 .....	339
8.3.3	相位方差很大时平均 OTF 和平均 PSF 的极限形式 .....	344
8.4	广延的随机非均匀媒质对波传播的影响 .....	347
8.4.1	记号和定义 .....	348
8.4.2	大气模型 .....	350
8.4.3	电磁波通过非均匀大气的传播 .....	354
8.4.4	对数正态分布 .....	360
8.5	长曝光 OTF .....	363
8.5.1	用波结构函数表示长曝光 OTF .....	364
8.5.2	波结构函数的近场计算 .....	367
8.6	理论的种种推广 .....	374
8.6.1	推广到更长的传播路程——振幅和相位滤波器函数 .....	375
8.6.2	结构常数 $C_n^2$ 平滑变化的效应 .....	385
8.6.3	大气相干直径 $r_0$ .....	388
8.6.4	球面波的结构函数 .....	390
8.7	短曝光 OTF .....	391
8.7.1	长曝光和短曝光 .....	391
8.7.2	平均短曝光 OTF 的计算 .....	393
8.8	星体斑纹干涉量度学 .....	399
8.8.1	方法的原理 .....	400
8.8.2	对这个方法的一个启发性的分析 .....	404
8.8.3	对星体斑纹干涉量度学的更完全的分析 .....	407

6.2.3 高信噪比条件下 $J_{11}(T)$ 的模和相位的统计 .....	244
6.3 强度干涉仪的经典分析 .....	246
6.3.1 振幅干涉量度学和强度干涉量度学 .....	247
6.3.2 强度干涉仪的理想输出 .....	249
6.3.3 干涉仪输出中的“经典”噪声或自“噪声” .....	252
习题 .....	256
<b>第七章 部分相干性对成象系统的影响</b> .....	<b>259</b>
7.1 若干预备性考虑 .....	259
7.1.1 薄透射物体对互相干性的影响 .....	260
7.1.2 薄透镜引入的时间延迟 .....	262
7.1.3 焦平面到焦平面的相干性关系 .....	264
7.1.4 单块薄透镜的物-象相干性关系 .....	268
7.1.5 出瞳中的互强度和象的互强度之间的关系 .....	272
7.2 计算象的强度的各种方法 .....	275
7.2.1 对光源积分 .....	275
7.2.2 用人射的互强度函数表示光源 .....	279
7.2.3 四维线性系统方法 .....	283
7.2.4 非相干极限和相干极限 .....	290
7.3 两个例子 .....	294
7.3.1 两个相距很近的点的象 .....	294
7.3.2 正弦振幅物体的象 .....	297
7.4 成象作为一个干涉量度过程 .....	300
7.4.1 成象系统作为一个干涉仪 .....	300
7.4.2 用干涉仪收集象的信息 .....	304
7.4.3 相位信息的重要性 .....	308
7.4.4 相位提取 .....	312
7.5 相干成象中的斑纹效应 .....	315
7.5.1 斑纹的起源和一阶统计 .....	316
7.5.2 系综平均相干性 .....	318
习题 .....	323
<b>第八章 有随机非均匀介质出现时的成象</b> .....	<b>326</b>
8.1 薄随机屏对象质的影响 .....	327

8.8.4 推广 .....	411
8.9 理论结果的普遍性 .....	414
习题 .....	415
<b>第九章 光的光电检测方法中的基本性限制</b> .....	<b>419</b>
9.1 光电探测的半经典模型 .....	420
9.2 经典光强的随机涨落的效应 .....	422
9.2.1 十分稳定的单模激光器辐射的光电计数统计 .....	424
9.2.2 计数时间大大短于相干时间时偏振热辐射的光电计数统计 .....	425
9.2.3 计数时间任意时偏振热光的光电计数统计 .....	428
9.2.4 偏振效应 .....	430
9.2.5 空间相干性不完全的效应 .....	431
9.3 简并参量 .....	433
9.3.1 光电计数的涨落 .....	434
9.3.2 黑体辐射的简并参量 .....	438
9.4 振幅干涉仪在低光平下的噪声限制 .....	442
9.4.1 测量系统及待测的量 .....	443
9.4.2 计数矢量的统计性质 .....	444
9.4.3 离散 Fourier 变换作为一种估值工具 .....	445
9.4.4 可见度和相位估值的精度 .....	448
9.5 强度干涉仪在低光平下的噪声限制 .....	452
9.5.1 强度干涉仪的计数方式 .....	453
9.5.2 计数涨落乘积的期望值及其与条纹可见度的关系 .....	454
9.5.3 和可见度估值联系的信噪比 .....	457
9.6 斑纹干涉量度学中的噪声限制 .....	461
9.6.1 探测过程的一个连续模型 .....	461
9.6.2 探测到的象的谱密度 .....	463
9.6.3 象的谱密度估值的涨落 .....	467
9.6.4 星体斑纹干涉量度术的信噪比 .....	468
9.6.5 对结果的讨论 .....	470
习题 .....	472
<b>附录A Fourier 变换</b> .....	<b>475</b>

A.1	Fourier 变换的定义 .....	475
A.2	Fourier 变换的基本性质 .....	476
A.3	一维 Fourier 变换表 .....	478
A.4	二维 Fourier 变换对偶表 .....	479
附录 B	随机相幅矢量和 .....	480
附录 C	探测出的斑纹象的谱的四阶矩 .....	486
参考文献	.....	489
索引	.....	498