

目 录

非线性科学丛书出版说明

前 言

第 1 章 麦克斯韦 - 布洛赫方程	1
§1 麦克斯韦方程	1
§2 物质方程	2
§3 宏观物质方程	6
§4 在谐振腔中的激光方程	8
§5 旋波近似和慢变振幅近似	9
§6 在旋波近似和慢变振幅近似下的宏观 半经典激光方程	12
§7 哈肯基本激光方程	14
§8 基本方程的其它形式	17
§9 单模激光器的稳定性	20
§10 单模激光器的定态解	22
第 2 章 哈肯 - 罗伦兹模型	26
§11 罗伦兹方程	26
§12 麦克斯韦 - 布洛赫方程与罗伦兹方程	40
§13 激光器中罗伦兹型混沌运动	42
§13.1 以 NH_3 激光器为例的数值模拟	43
§13.2 NH_3 激光器上的实验	49
第 3 章 附加自由度的激光器	52
§14 绝热消去原理和激光器分类	52
§15 外场调制和粒子数反转调制	54
§15.1 调制外场产生激光混沌	54

§15.2 调制粒子数反转	63
§16 注入激光器	67
§17 附加自由度的半导体激光器	75
§17.1 模型	75
§17.2 实验装置	79
§17.3 实验结果讨论	80
第 4 章 光学双稳态中的混沌	87
§18 光学双稳态	87
§19 非线性环形腔中延迟引起不稳定	88
§20 长延迟反馈 $\gamma t_R \rightarrow \infty$	98
§21 短延迟反馈 $\gamma t_R \ll 1$ 和 $\varphi \ll 1$	103
§22 高次谐波分岔	107
§23 充分发展混沌	110
§24 绝热近似问题 - 李雅普诺夫维数与 γt_R 关系	112
§25 噪声对 Ikeda 映象的影响	115
§26 实验	117
§27 复合腔中的窘组不稳定性	120
第 5 章 混合光学双稳系统中的混沌	123
§28 引言	123
§28.1 混合光学双稳装置	123
§28.2 延迟微分方程的某些例子	124
§29 Ikeda 不稳定性的实验和模型分析	129
§29.1 Ikeda 不稳定性的实验验证	129
§29.2 混合光学双稳系统的模型	132
§30 长延迟反馈 ($\gamma t_R \rightarrow \infty$) 下的不稳定性	135
§30.1 分岔图	135
§30.2 符号动力学和超稳定轨道	143
§30.3 劈分岔和吸引子共存	153
§30.4 光学双稳区中周期为 t_R 的自振荡	156

§30.5 超长暂态混沌	158
§31 短延迟反馈 ($\gamma t_R \approx 1$) 情况	163
§32 双延迟反馈光学双稳系统的动力学	165
§32.1 实验装置和模型	165
§32.2 线性稳定性分析	170
§32.3 失稳边界上的锁模结构和自相似	174
§32.4 准周期运动和锁频舌头	180
§32.5 走向混沌道路	186
§32.6 反馈强度对振荡模式的影响	194
§32.7 绝热近似下双延迟反馈系统的动力学	198
第 6 章 被动光学系统中的横向效应	204
§33 引言	204
§34 光学图灵不稳定性和对称性破缺	205
§35 带反馈镜的克尔介质系统	210
§36 实验	224
第 7 章 激光器中的横向效应	234
§37 考虑横向效应的麦克斯韦 - 布洛赫方程	234
§38 环形腔的空腔模式结构	236
§39 球面镜环形激光器的模型	241
§40 平均场极限和横向效应引起的低阈值不稳定性	243
§41 环形激光器中合作频率锁定	249
§42 激光器中的斑图	256
§42.1 麦克斯韦 - 布洛赫方程及其定态方程	257
§42.2 单模定态解	259
§42.3 两个模定态解	260
§42.4 相位奇点	260
§42.5 几种特殊情况	261
§42.6 实验	273
§43 激光器斑图的动力学	277

§43.1 模型	278
§43.2 单模定态解的稳定性分析	280
§43.3 动力学 (数值分析)	285
索引	293
参考文献	296

Contents

Preface

Chapter 1 The Maxwell-Bloch Equations	1
§1 The Maxwell-Bloch Equations	1
§2 The Matter Equations	2
§3 The Macroscopic Matter Equations	6
§4 The Laser Equations in a Resonant Cavity	8
§5 The Rotating Wave Approximation and Slowly Varying Amplitude Approximation	9
§6 The Macroscopic Semi-Classical Laser Equations in the Rotating Wave Approximation and Slowly Varying Amplitude Approximation.....	12
§7 Haken's Laser Equations.....	14
§8 Other Types of Fundamental Equations.....	17
§9 Stability of the Single Mode Laser	20
§10 Stationary State of the Single Mode Laser	22
Chapter 2 The Haken-Lorenz Equations	26
§11 The Lorenz Equations.....	26
§12 The Maxwell-Bloch Equations and Lorenz Equations..	40
§13 Lorenz-type Chaos in Lasers.....	42
§13.1 Numerical Simulation (NH_3 Laser).....	43
§13.2 Experiments in the NH_3 Laser	49
Chapter 3 Lasers with Additional Degree of Freedom	52
§14 Adiabatic Elimination Principles and Laser Classification	52
§15 External Field Modulation and Inversion	

Modulation	54
§15.1 Laser Chaos produced by a Modulated External Field	54
§15.2 Laser Chaos produced by Modulated Inversion ..	63
§16 Injection Lasers	67
§17 Semiconductor Lasers with Additional Degree of Freedom	75
§17.1 Model	75
§17.2 Experimental Devices	79
§17.3 Experimental Results	80
Chapter 4 Chaos in Optical Bistability	87
§18 Optical Bistability	87
§19 Instability Due to Delay in the Nonlinear Ring Cavity	88
§20 Long Delay Feedback $\gamma t_R \rightarrow \infty$	98
§21 Short Delay Feedback $\gamma t_R \ll 1$ and $\varphi \ll 1$	103
§22 Higher Harmonic Bifurcations	107
§23 Fully Developed Chaos	110
§24 Adiabatic Approximation Problem-Relationship Between Lyapunov Dimension and γt_R	112
§25 Impact of Noise on the Ikeda Map	115
§26 Experiments	117
§27 Frustrated Instabilities in a Compound Cavity	120
Chapter 5 Chaos in Hybrid Optical Bistability	123
§28 Introduction	123
§28.1 Hybrid Optical Bistable Devices	123
§28.2 Some Examples of the Delay-Differential Equations	124
§29 Experiment and Model Analysis of Ikeda	

Instabilities	129
§29.1 Experimental Verification of Ikeda	
Instabilities	129
§29.2 Model of a Hybrid Optical Bistable System and	
Linear Stability Analysis	132
§30 Instabilities under Long Delay Feedback ($\gamma t_R \rightarrow \infty$)	
.....	135
§30.1 Bifurcation Diagrams	135
§30.2 Symbolic Dynamics and Superstable Orbits	143
§30.3 Split Bifurcation and Coexistence of	
Attractor	153
§30.4 Self-Oscillation with Period t_R in the Optical	
Bistable Region	156
§30.5 Superlong Transient Chaos	158
§31 Instabilities under Short Delay Feedback ($\gamma t_R \approx 1$) ..	163
§32 Dynamics of Optical Bistable System with Two	
Delay Feedback	165
§32.1 Experimental Devices and Model	165
§32.2 Linear Stability Analysis	170
§32.3 Mode Locking Structure and Self-Similarity	
near the Threshold	174
§32.4 Quasi-Periodic Motion and Frequency-Locking	
Tongues	180
§32.5 Route To Chaos	186
§32.6 Influence of Feedback Strength	194
§32.7 Dynamics under the Adiabatic Approximation .	198
Chapter 6 Transverse Effects in Passive Optical	
Systems	204
§33 Introduction	204

§34 Optical Turing Instability and Symmetry Breaking ..	205
§35 Kerr Medium System with Feedback Mirror	210
§36 Experiments	224
Chapter 7 Transverse Effects in Lasers	234
§37 The Maxwell-Bloch Equations with Transverse Effects.....	234
§38 Mode Spatial Structure of an Empty Ring Cavity	236
§39 Model of Ring Cavity with Spherical Mirrors	241
§40 Low Threshold Instabilities Due to Uniform Field Limit and Transverse Effects.....	243
§41 Cooperative Frequency Locking in a Ring Laser.....	249
§42 Patterns in Lasers.....	256
§42.1 The Maxwell-Bloch Equations and its Steady- State Equations	257
§42.2 Single-Mode Stationary Solutions	259
§42.3 Two-Mode Stationary Solutions.....	260
§42.4 Phase Singularities	260
§42.5 Specific Cases	261
§42.6 Experiments.....	273
§43 Dynamics of Laser Patterns	277
§43.1 Model.....	278
§43.2 Stability Analysis of Single-Mode Stationary Solutions	280
§43.3 Dynamics (Numerical Analysis).....	285
Index	293
References	296