



# 同濟大學

## TONGJI UNIVERSITY

校标尺寸 (cm):  
2.6×10.0, 居中

### 硕士学位论文

隶书, 二号, 加粗居中,  
单倍行距, 段前 0.5 行  
选填: 硕士或者博士

(专业学位)

隶书, 三号, 加粗居  
中, 单倍行距

### 中文论文题目

黑体, 二号, 加粗居中, 单倍行距

姓 名:

仿宋, 三号, 单倍行距, 缩  
进 4.5 字符

学 号:

学 院: 经济与管理学院

学科门类: 经济学

专业学位类别: 金融

专业领域: 金融

研究方向:

在“金融实践问题、金融交易模型、金融  
创新产品方案设计、金融案例研究”4 个方  
向中选 1 个填写

指导教师:

可根据实际情况填  
写, 非必填, 没有就  
写无, 空着不删除

行业导师:

联合培养单位:

根据实际情况填写, 非  
必填, 没有就写无, 空  
着不删除

二〇二三年十二月

宋体, 三号, 单倍行距,  
居中



同濟大學  
TONGJI UNIVERSITY

校标尺寸 (cm):  
2.6×10.0, 居中

硕士学位论文

Times New Roman 体, 四号,  
居中, 单倍行距, 段前 0.5  
行 (就这 4 个字)

A thesis submitted to

Tongji University in partial fulfillment of the requirements for  
the degree of Master of Finance

Times New Roman 体, 四号, 居中, 单倍行距, 段前  
0 磅, 段后 0 磅 ) (后面 2 行)

Arial 体, 小二, 加粗居  
中, 单倍行距

**Title**

Candidate:

Times New Roman 体, 三号, 单倍行距,  
缩进 4.5 字符

Student Number:

School: School of Economics and Management

Categories: Economics

Degree: Finance

Degree's Field: Finance

Research Fields:

Supervisor:

根据实际情况填写副导师  
或行业导师, 非必填

Associate Supervisor:

Joint Training Institution:

根据实际情况填写联合  
培养单位, 非必填

December 2023

Times New Roman 体,  
三号, 居中

## 论文封面说明 (提交和打印时删除)

一、学科门类：所有学术学位和专业学位均须按照《研究生教育学科专业目录(2022年)》填写，主要分为哲学、经济学、法学、教育学、文学、理学、工学、医学、管理学、艺术学等。除交叉学科门类外，学术学位按照一级学科所属学科门类授予学位，专业学位类别按照其名称授予学位。

二、一级学科名称：申请学术学位研究生按照培养方案规定的一级学科填写。

二级学科名称：按照研究方向所属二级学科填写。

研究方向：按照研究生招生录取研究方向填写。

三、专业学位类别：申请专业学位研究生按照培养方案规定的专业学位类别填写。

专业领域名称：按照研究方向对应的国家指导性专业领域目录填写。

研究方向：按照研究生招生录取研究方向填写。

四、纸质学位论文存于校档案馆，博士学位论文同时送国家图书馆存档。

五、学位分委会负责将博士学位论文纸质版(2本)交学位办、电子版上传至系统；学位办负责将博士学位论文统一报送国家图书馆

存档及抽检。

学位分委会负责将硕士学位论文电子版上传至系统。学位办负责将硕士学位论文统一报送上海市学位办抽检。

**学位论文上传至系统版本、存入校档案馆版本、存入国家图书馆版本，三者须完全一致。**

中文  
题目

5cm 左右

仿宋，四号，加粗，行距 16 磅，段前段  
后 0 磅

姓  
名

同  
济  
大  
学

5cm 左右

## 摘要

标题：黑体，三号，加粗居中，单倍行距，段前 24 磅，  
段后 18 磅  
内容：宋体，小四号，行距 20 磅，段前段后 0 磅，首  
行缩进 2 字符

在实际工程结构的服役过程中，由于非线性与随机性的耦合作用，工程结构特别是混凝土结构的非线性反应具有不可精确预测的性质。因此，从概率密度演化的角度考察工程结构的非线性性状是准确把握结构非线性性能的必由之路。本文基于随机结构反应概率密度演化的思想对于随机结构分析理论进行了深入的探讨，初步建立了随机结构反应概率密度演化的基本图景。

结构静力非线性分析是评价结构抗震性能的重要手段。对于具有双线型广义随机本构关系材料的结构，其塑性截面分布状态的演化过程即非线性损伤构形状态转移过程反映了结构内力演化的性质。无记忆特性结构的非线性损伤构形状态转移过程具有马尔可夫性，通过结构的力学分析可建立风险率函数与状态转移速率之间的关系，进一步考虑状态之间的逻辑关系，即可得到概率转移速率矩阵。对于有记忆特性结构及力-状态联合演化过程，可通过引入相应的记忆变量构造向量马尔可夫过程，并采用次序分析方法建立其确定性的概率密度演化方程。关于简单结构的情况进行了解析求解，并据此探讨了结构非线性构形状态演化的若干特征，发现了在实际应用中可能具有重要意义的稳定构形现象。讨论了力-状态的解耦问题。基于非线性构形状态本身的性质以及演化过程的规律，初步研究了可能的简化与近似方法。

.....

最后，关于进一步工作的方向进行了简要的讨论。

宋体，小四，行距 20 磅，段前  
段后 0 磅，“关键词”三字加粗

**关键词：**随机结构，马尔可夫过程，非线性构形状态，差分方法

## ABSTRACT

标题: Arial , 三号, 加粗居中, 单倍行距,  
段前 24 磅, 段后 18 磅  
内容: Times New Roman , 小四号, 行距 20  
磅, 段前段后 0 磅

In practical engineering, the structures usually exhibits strong nonlinearity coupled with randomness of the involved parameters. This makes it almost impossible to exactly predict nonlinear response of the structures, particularly for the concrete structures. To tackle the difficulty, it is necessary to capture the nonlinear performance of the structures in the sense of probability, instead of purely deterministic standpoint. The present thesis is the result of the efforts devoted to developing the probability density evolution method for analysis of nonlinear stochastic structures.

.....

In the finality, the problems requiring further studies are discussed.

**Key Words:** stochastic structure, Markov process, nonlinear configuration state, difference method

Times New Roman 小四, 行距 20  
磅, 段前段后 0 磅, “Key Words”  
两词加粗

标题：宋体，小四号，行距 18 磅，段前段后 0 磅，页码右对齐

# 目录

标题：黑体，三号，加粗居中，单倍行距，段前 24 磅，段后 18 磅

第 1 章 引言.....	1
1.1 概述.....	1
1.2 随机结构分析现状.....	1
1.2.1 线性随机结构分析.....	1
.....	
第 3 章 结构非线性损伤构形状态的随机演化分析.....	3
.....	
3.2 结构非线性构形状态转移过程及其演化方程.....	3
3.2.1 结构非线性构形状态转移过程分析.....	3
.....	
第 7 章 结论与展望.....	5
7.1 结论.....	5
7.2 进一步工作的方向.....	5
参考文献.....	6
附录 A $\times\times\times\times$ .....	7
致谢.....	8
个人简历、在读期间发表的学术成果.....	9



# 第 1 章 引言

一级标题：黑体，小三号，单倍行距，段前 24 磅，段后 6 磅，序号与题名间空一个字符

标题：黑体，三号，加粗居中，单倍行距，段前 24 磅，段后 18 磅，章序号与章名间空一个字符

## 1.1 概述

随着现代科学技术的发展和人们生活质量的提高，对于工程结构的性能提出了越来越高的要求。例如：现代精密仪器、大型设备往往对于振动与位移有严格的限制；生命线工程结构，要求在大震和大灾作用下依然保有必要的功能，以为灾后救援与重建提供保障。20 世纪中叶以来，尽管社会发展水平有了巨大的提高，然而由于灾害性作用而造成的损失却反而越来越大，这给结构工程学科带来了一系列新的挑战课题。正是在这样的背景下，基于性能的设计思想开始浮出水面，并在近十年来引起了学者们强烈的兴趣。

.....

段落文字：宋体，小四号，（英文用 Times New Roman 体，小四号），两端对齐书写，段落首行左缩进 2 字符。行距 20 磅（有数学表达式时，可根据表达需要设置该段的行距），段前 0 磅，段后 0 磅。

“自然界只有一个，自然现象遵循着不依赖于人类意志的客观规律。然而，数理科学中却有着两套反映这些规律的体系：确定性描述和概率论描述。”<sup>[1]</sup>虽然概率论方法的发展引起了科学家和哲学家们关于自然本质的讨论，但是直到本世纪五十年代以前，两套方法在各自独立的领域内都得到了长足的发展。六十年代以来，由于本质非线性行为特别是混沌、分形等现象的发现和深入研究，随机方法的重要性得到了日益深刻的认识<sup>[2]</sup>。人们发现，在确定性非线性系统的长期演化行为中会出现与随机行为不能加以区别的现象。而采用概率密度演化描述的方法却能很好地描述其演化密度的长期行为<sup>[3]</sup>。

## 1.2 随机结构分析现状

二级标题：黑体，四号，单倍行距，段前 12 磅，段后 6 磅，序号与题名间空一个字符

### 1.2.1 线性随机结构分析

经过三十余年的发展，线性随机结构在静力与动力分析方面的分析方法均已

趋于成熟。早期在物理学研究中使用的随机模拟方法于 20 世纪 70 年代初期引入随机结构分析以来，已经成为检验各种随机结构分析方法的基本手段。基于随机摄动展开的随机结构静力分析与动力分析也已于 20 世纪 80 年代基本完善。

.....

## 第 3 章 结构非线性损伤构形状态的随机演化分析

.....

### 3.2 结构非线性构形状态转移过程及其演化方程

.....

#### 3.3.1 结构非线性构形状态转移过程分析

.....

##### 2. 结构非线性构形状态转移过程

当广义控制截面 $\Theta$ 具有式 (3.2) 的广义本构关系时, 可定义如下的截面示性数

$$\Phi(\Theta) = \begin{cases} 0, & \text{if } E = E_0 \\ 1, & \text{if } E = E_1 \end{cases} \quad (3.2)$$

公式居中, 序号右对齐

显然, 结构的非线性构形状态就是结构的塑性铰 (或发生塑性屈服截面) 分布状态。结构的非线性演化过程可以通过可数状态空间 $\bar{S} = \{0,1,2,L\}$ 中的非线性构形的状态转移过程来研究, 如图 3.2。

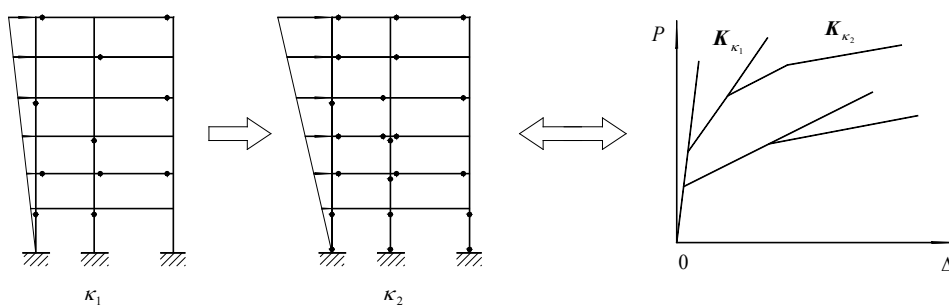


图 3.2 非线性构形状态转移过程示意图

置于图的下方, 宋体, 五号, 居中, 单倍行距, 段前 6 磅, 段后 12 磅, 图序与图名文字之间空一个字符宽度

.....  
各状态中杆件屈服与否的对应关系如表 3.1。

置于表的上方，宋体，五号，居中，单倍行距，段前 6 磅，段后 6 磅，表序与表名文字之间空一个字符宽度

表 3.1 杆件状态与非线性构形状态对应关系

非线性构形状态		1	2	3	4	5	6	7	8
杆件状态	已屈服杆件	—	$\Theta_2$	$\Theta_3$	$\Theta_1$	$\Theta_2\Theta_3$	$\Theta_1\Theta_2$	$\Theta_1\Theta_3$	$\Theta_1\Theta_2\Theta_3$
	未屈服杆件	$\Theta_1\Theta_2\Theta_3$	$\Theta_1\Theta_3$	$\Theta_1\Theta_2$	$\Theta_2\Theta_3$	$\Theta_1$	$\Theta_3$	$\Theta_2$	—

.....

## 第 7 章 结论与展望

### 7.1 结论

本文的研究工作初步探讨了随机结构反应的概率密度演化问题,对于具有不同类型本构关系的随机结构反应分析问题提出了两种分析方法,初步建立了随机结构非线性反应的基本图景,给出了具有一定普遍意义的分析方法。

.....

### 7.2 研究展望

本文的研究虽然取得了初步的成功,但依然任重道远,尚有许多有待进一步深入进行的研究工作,这里择其要者简要讨论如下:

.....

## 参考文献

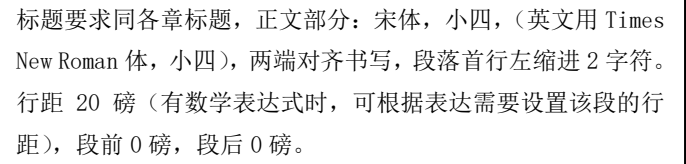
标题：黑体，三号，加粗居中，单倍行距，段前 24 磅，段后 18 磅；内容宋体，五号，（英文用 Times New Roman 体，五号），悬挂缩进 2 字符，行距 16 磅，段前段后 0 磅

- [1] 陈建军, 车建文, 陈勇. 具有频率和振型概率约束的工程结构动力优化设计[J]. 计算力学学报, 2001, 18 (1): 74-80.
- [2] 吕西林, 金国芳, 吴晓涵. 钢筋混凝土结构非线性有限元理论与应用[M]. 上海: 同济大学出版社, 1997.
- [3] 刘加林. 多功能一次性压舌板: 中国, 92214985.2[P]. 1993-04-14.
- [4] Soave N. Normalized ground states for the NLS equation with combined nonlinearities[J]. J.Differential Equations, 2020, 269 (9): 6941-6987.

.....

## 附录 A ×××××

.....



标题要求同各章标题，正文部分：宋体，小四，（英文用 Times New Roman 体，小四），两端对齐书写，段落首行左缩进 2 字符。行距 20 磅（有数学表达式时，可根据表达需要设置该段的行距），段前 0 磅，段后 0 磅。

## 致谢

标题：黑体，三号，加粗居中，单倍行距，段前 24 磅，段后 18 磅；正文部分：仿宋，小四，两端对齐，行距 20 磅，段前段后 0 磅，首行缩进 2 字符

逾尺的札记和研究纪录凝聚成这么薄薄的一本，高兴和欣慰之余，不禁感慨系之。记得鲁迅在一篇文章里写道：“人类的奋战前行的历史，正如煤的形成，当时用大量的木材，结果却只是一小块”。倘若这一小块有点意义的话，则是我读书生活的最好纪念，也令我对于即将迈入的新生活更加充满信心。

回想读书生活，已经整整二十个年头，到同济求学将近六年，攻读博士学位也已四年了。进入同济大学以来，深深醉心于一流学府的大家风范。名师巨擘，各具特点；中西融合，文质相顾。处如此佳境以陶铸自我，实乃人生幸事。

.....

2023 年 12 月



## 个人简历、在读期间发表的学术成果

标题要求同各章标题

### 个人简历:

XX, 男/女, X年X月生。

X年X月毕业于XX大学 XX专业 获学士学位。

X年X月入同济大学攻读硕士/博士学位。

正文部分: 宋体, 五号 (英文用 Times New Roman 体, 五号), 行距 16 磅, 段前段后 0 磅, 学术论文书写格式同参考文献, “个人简历”“已发表论文”等字加粗

### 已发表论文:

[1] XX, XX. 结构……研究. 地震工程与工程振动, 2020, Vol.21 (3) :70-74.

……

### 待发表论文:

[1] XX, XX. 随机结构分析中的……研究. 力学季刊 (已接收)

……

### 研究报告:

[1] XX, XX. ……试验研究. 2020

……

