



中国科学院大学  
University of Chinese Academy of Sciences

# 博士学位论文

拐点暴胀模型

作者姓名: 徐武涛

指导教师: 郭宗宽 研究员 中国科学院理论物理研究所

学位类别: 理学博士

学科专业: 理论物理

培养单位: 中国科学院理论物理研究所

2019 年 12 月



# **Inflection Point Inflation**

**A dissertation submitted to the  
University of Chinese Academy of Sciences  
in partial fulfillment of the requirement  
for the degree of  
Doctor of Philosophy  
in Theoretical Physics**

**By**

**Xu Wutao**

**Supervisor: Professor Guo Zongkuan**

**Institute of Theoretical Physics, Chinese Academy of Sciences**

**December, 2019**



## 中国科学院大学 学位论文原创性声明

本人郑重声明：所呈交的学位论文是本人在导师的指导下独立进行研究工作所取得的成果。尽我所知，除文中已经注明引用的内容外，本论文不包含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的研究成果。对论文所涉及的研究工作做出贡献的其他个人和集体，均已在文中以明确方式标明或致谢。本人完全意识到本声明的法律结果由本人承担。

作者签名：

日 期：

## 中国科学院大学 学位论文授权使用声明

本人完全了解并同意遵守中国科学院大学有关保存和使用学位论文的规定，即中国科学院大学有权保留送交学位论文的副本，允许该论文被查阅，可以按照学术研究公开原则和保护知识产权的原则公布该论文的全部或部分内容，可以采用影印、缩印或其他复制手段保存、汇编本学位论文。

涉密及延迟公开的学位论文在解密或延迟期后适用本声明。

作者签名：

日 期：

导师签名：

日 期：



## 摘 要

本文是中国科学院大学学位论文模板 `ucasthesis` 的使用说明文档。主要内容为介绍  $\text{\LaTeX}$  文档类 `ucasthesis` 的用法，以及如何使用  $\text{\LaTeX}$  快速高效地撰写学位论文。

**关键词：**中国科学院大学，学位论文， $\text{\LaTeX}$  模板





## Abstract

This paper is a help documentation for the  $\text{\LaTeX}$  class ucasthesis, which is a thesis template for the University of Chinese Academy of Sciences. The main content is about how to use the ucasthesis, as well as how to write thesis efficiently by using  $\text{\LaTeX}$ .

**Keywords:** University of Chinese Academy of Sciences (UCAS), Thesis,  $\text{\LaTeX}$  Template



## 目 录

第 1 章 引言 .....	1
第 2 章 暴胀 .....	3
2.1 暴胀介绍 .....	3
2.2 双拐点暴胀模型 .....	3
2.3 随机引力波背景 .....	3
2.4 小结 .....	3
第 3 章 暴胀模型 .....	5
3.1 拐点暴胀模型基本概念 .....	5
3.2 一些拐点暴胀模型的文章 .....	5
3.3 预测 .....	5
第 4 章 双拐点暴胀模型预言的引力波 .....	7
4.1 超引力 .....	7
4.2 原初黑洞 .....	7
4.3 计算方法 .....	7
4.4 引力波 .....	7
第 5 章 总结与展望 .....	9
附录 A 中国科学院大学学位论文撰写要求 .....	11
A.1 论文无附录者无需附录部分 .....	11
A.2 测试公式编号 .....	11
A.3 测试生僻字 .....	11
参考文献 .....	13
作者简历及攻读学位期间发表的学术论文与研究成果 .....	15
致谢 .....	17



## 图形列表



## 表格列表





## 符号列表

### 字符

Symbol	Description	Unit
$R$	the gas constant	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$
$C_v$	specific heat capacity at constant volume	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$
$C_p$	specific heat capacity at constant pressure	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$
$E$	specific total energy	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$
$e$	specific internal energy	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$
$h_T$	specific total enthalpy	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$
$h$	specific enthalpy	$\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}$
$k$	thermal conductivity	$\text{kg} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-3} \cdot \text{K}^{-1}$
$S_{ij}$	deviatoric stress tensor	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$
$\tau_{ij}$	viscous stress tensor	$\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-2}$
$\delta_{ij}$	Kronecker tensor	1
$I_{ij}$	identity tensor	1

### 算子

Symbol	Description
$\Delta$	difference
$\nabla$	gradient operator
$\delta^\pm$	upwind-biased interpolation scheme

### 缩写

CFD	Computational Fluid Dynamics
CFL	Courant-Friedrichs-Lewy
EOS	Equation of State

JWL	Jones-Wilkins-Lee
WENO	Weighted Essentially Non-oscillatory
ZND	Zel'dovich-von Neumann-Doering

## 第1章 引言



## 第 2 章 暴胀

### 2.1 暴胀介绍

[Linde \(2008\)](#) 为何引入暴胀理论

暴胀模型基本概念

暴胀基本性质

具体暴胀模型举例

### 2.2 双拐点暴胀模型

拐点暴胀模型简介

双拐点暴胀模型引入

双拐点暴胀模型特点

### 2.3 随机引力波背景

随机引力波背景简介

与暴胀之间的联系

### 2.4 小结



## 第 3 章 暴胀模型

- 3.1 拐点暴胀模型基本概念
- 3.2 一些拐点暴胀模型的文章
- 3.3 预测





## 第 4 章 双拐点暴胀模型预言的引力波

- 4.1 超引力
- 4.2 原初黑洞
- 4.3 计算方法
- 4.4 引力波



## 第 5 章 总结与展望







## 参考文献

LINDE A. Inflationary cosmology[M]//Inflationary Cosmology. Springer, 2008: 1-54.





## 作者简历及攻读学位期间发表的学术论文与研究成果

本科生无需此部分。

作者简历

casthesis 作者

吴凌云，福建省屏南县人，中国科学院数学与系统科学研究院博士研究生。

ucasthesis 作者

莫晃锐，湖南省湘潭县人，中国科学院力学研究所硕士研究生。

已发表 (或正式接受) 的学术论文:

[1] ucasthesis: A LaTeX Thesis Template for the University of Chinese Academy of Sciences, 2014.

申请或已获得的专利:

(无专利时此项不必列出)

参加的研究项目及获奖情况:

可以随意添加新的条目或是结构。



## 致 谢

感激 `casthesis` 作者吴凌云学长, `gbt7714-bibtex-style` 开发者 `zepinglee`, 和 `ctex` 众多开发者们。若没有他们的辛勤付出和非凡工作,  $\text{\LaTeX}$  菜鸟的我无法完成此国科大学位论文  $\text{\LaTeX}$  模板 `ucasthesis` 的。在  $\text{\LaTeX}$  中的一点一滴的成长源于开源社区的众多优秀资料和教程, 在此对所有  $\text{\LaTeX}$  社区的贡献者表示感谢!

`ucasthesis` 国科大学位论文  $\text{\LaTeX}$  模板的最终成型离不开以霍明虹老师和丁云云老师为代表的国科大学位办公室老师们制定的官方指导文件和众多 `ucasthesis` 用户的热心测试和耐心反馈, 在此对他们的认真付出表示感谢。特别对国科大的赵永明同学的众多有效反馈意见和建议表示感谢, 对国科大本科部的陆晴老师和本科部学位办的丁云云老师的细致审核和建议表示感谢。谢谢大家的共同努力和支持, 让 `ucasthesis` 为国科大学子使用  $\text{\LaTeX}$  撰写学位论文提供便利和高效这一目标成为可能。

