

## 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: 导师签名:

日期: 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  $\LaTeX$  文档类 ucasthesis 的用法,以及如何使用  $\LaTeX$  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,LATEX模板

### **Abstract**

This paper is a help documentation for the 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 LaTeX.

**Keywords:** University of Chinese Academy of Sciences (UCAS), Thesis, 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	$m^2 \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$
$C_v$	specific heat capacity at constant volume	$m^2 \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$
$C_p$	specific heat capacity at constant pressure	$m^2 \cdot s^{-2} \cdot K^{-1}$
E	specific total energy	$m^2\cdot s^{-2}$
e	specific internal energy	$m^2\cdot s^{-2}$
$h_T$	specific total enthalpy	$m^2\cdot s^{-2}$
h	specific enthalpy	$m^2\cdot s^{-2}$
k	thermal conductivity	$kg\cdot m\cdot s^{-3}\cdot K^{-1}$
$S_{ij}$	deviatoric stress tensor	$kg\cdot m^{-1}\cdot s^{-2}$
$ au_{ij}$	viscous stress tensor	$kg\cdot m^{-1}\cdot s^{-2}$
$\delta_{ij}$	Kronecker tensor	1
$I_{ij}$	identity tensor	1
<i></i>		
算子		
Symbol	Description	
$\Delta$	difference	
$\nabla$	gradient operator	
$\delta^{\pm}$	upwind-biased interpolation scheme	
缩写		
CFD	Computational Fluid Dynamics	

Courant-Friedrichs-Lewy

Equation of State

CFL

EOS

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

### 附录 A 中国科学院大学学位论文撰写要求

学位论文是研究生科研工作成果的集中体现,是评判学位申请者学术水平、授予其学位的主要依据,是科研领域重要的文献资料。根据《科学技术报告、学位论文和学术论文的编写格式》(GB/T 7713-1987)、《学位论文编写规则》(GB/T 7713.1-2006)和《文后参考文献著录规则》(GB7714—87)等国家有关标准,结合中国科学院大学(以下简称"国科大")的实际情况,特制订本规定。

#### A.1 论文无附录者无需附录部分

#### A.2 测试公式编号

$$\begin{cases} \frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho V) = 0 \\ \frac{\partial (\rho V)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho V V) = \nabla \cdot \sigma \\ \frac{\partial (\rho E)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho E V) = \nabla \cdot (k \nabla T) + \nabla \cdot (\sigma \cdot V) \end{cases}$$
 ... (A.1)
$$\frac{\partial}{\partial t} \int_{\Omega} u \, d\Omega + \int_{S} \mathbf{n} \cdot (u V) \, dS = \dot{\phi}$$
 ... (A.2)

#### A.3 测试生僻字

霜蟾盥嶶曜灵霜颸妙鬘虚霩淩澌菀枯菡萏泬寥窅冥毰毸濩落霅霅便嬛岧峣 瀺灂姽婳愔嫕飒纚棽俪緸冤莩曱摛藻卮言倥侗椒觞期颐夜阑彬蔚倥偬澄廓簪缨 陟遐迤逦缥缃鹣鲽憯懔闺闼璀错媕婀噌吰澒洞闤闠覼缕玓瓑逡巡諓諓琭琭瀌瀌 踽踽叆叇氤氲瓠犀流眄蹀躞赟嬛茕頔璎珞螓首蘅皋惏悷缱绻昶皴皱颟顸愀然菡 萏卑陬纯懿犇麤掱暒墌墍墎墏墐墒墒墓墔墕墖墘墖墚墛坠墝增墠墡墢墣墤墥墦 墧墨墩墪樽墬墭堕墯墰墱墲坟墴墵垯墷墸墹墺墙墼墽垦墿壀壁壂壃壄壅壆坛壈 壉壞垱壌壍埙壏壐壑壒压壔壕壖壗垒圹垆壛壜壝垄壠壡坜壣壤壥壦壧壨坝塆圭 嫶嫷嫸嫹燗娴嫼嫽嫾婳妫嬁嬂嬃嬄嬅嬆嬇娆嬉嬊娇嬍嬎嬏嬐嬑嬒嬓嬎嬕嬖嬗嬘 嫱嬚蠉嬜嬞嬟嬠媛爙嬣嬥嬦嬧嬨嬩嫔嬫嬬奶嬬嬮嬯婴嬱嬲嬳嬴嬵嬶嬤妽嬹嬺嬻 嬼嬽攋嬿孀孁孂斏孄嬂孆孇孆孈孉孊叜孋孊孍孎孏嫫婿煝嵭嵮嵯嵰嵱嵲嵳嵴嵵 嵶嵷嵸嵹嵺嵻嵼嵽嵾嵿嶀嵝嶂嶃崭嵍嶆岖嶈嶉嶊嵨嶌嶍嶎嶏嶐嶑嶒嶓嵚嶕嶖嶘 嶙嶚嶛嶜嶝嶞嶟峤嶡峣嶣嶤嶥嶦峄峃嶩嶪嶫嶬嶭崄嶯嶰嶱巂嶳岙嶵嶶嶷嵘嶹岒 嶻屿岳帋巀巁雟巃巄巅巆巇巈巉巊岿巌巍巎巏巐巑峦巓巅巕岩巗巘巙巚帠帡帢 券帤帨帩帪帬帯帰帱帲帴帵帷帹帺帻帼帽帾帿幁幂帏幄幅幆幇幈幉幊幋幌幍幎 幏幐幑幒幓幖幙鷔皚幜幝嶫帜幠幡幢幤幥幦幧幨幩幪幭幮幯幰幱庍庎庑庖庘庛 疼庠庡室庣庤庥庨庩庪庬庮庯屛庱庲庳庴庵庹庺庻庼庽庿廀厕廃厩廅廆廇廋廌 商廠廢廐廑瘷廔廢廖廗廰廛廛廜廞庑廛廥廦廧廨廭廮廯廰痈廲巛廸廹硘硒廽廿 弁弅弆食弉弓玕弟弜弝弞弡弢弣弤弨弩弪弫砈弭巻弰弲弪弴弶弸弻弻弽謇彖彗 彘彚彛彜彝彞彟彴彵彶彷彸役彺彻彽彾佛徂徃徆徇徉后徍徎徏径徒従徔徕徖徙 徚徛徜徝从徟徕御徢徣徤徥徦徧徨复循徫旁徭微徯徰徱徲徳徴徵徶德徸彻徺忁 忂惔愔忇忈忉忔忕忖忚忛応忝忞忟忪挣挦挧挨挩挪挫挬挭挮挰掇授掉掊掋掍掎 掐掑排掓掔掕挜掚挂掜掝掞掟掠采探掣掤掦措掫掬掭掮掯掰掱掲掳掴掵掶掸掹 掺掻掼掽掾掿拣揁揂揃揅揄楑揇揈揉揊揋揌搸揎揑揓揔揕揖揗揑揙揤揥揦揧揨 <u>鍫捂揰揱揲擙援揵鄊插澘揻揼揾揿搀搁搂搃搄搅搇搈搉犓搋搌槂搏搐搑搒槰摔</u> 摕摖摗摙摚摛揌摝摞摠摡斫斩斮斱斵斳斴斵斶斸旪旫旮旯晒晓晔晕晖晗晘睃睍 晜脪晟晠晡晰晣晤脘晦峼睓晫睟晭晰睒晲晳瞔晵晷晸睗晻腕晽聢晿暀暁暂暃睻 晒暆暇晕晖暊暋暌暍暎暏暐暑暒暓暔陳暖暗旸睶暚暛暜暝暞暟暠瞈暣暤暥曆暖 暨際隔魯曍暮暯腳眤朣暳曓暵嫙暷瞭湦暺暻暼暽噋瞦胯昏曂曃晔曅朣曊曋瞾曍 曎曏曐曑曒曓曔曕曗曘曙曚曛曜嚗曞曟旷曡曢曣曤矑曦曧昽曩曪曫晒矘曮矚椗 椘椙椚椛検椝椞椟椠椡椢椣椤椥椦椧椨椩椪椫椬椭椮。

### 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,LbTeX 菜鸟的我是无法完成 此国科大学位论文 LbTeX 模板 ucasthesis 的。在 LbTeX 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 LbTeX 社区的贡献者表示感谢!

ucasthesis 国科大学位论文 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 LATEX 撰写学位论文提供便利和高效这一目标成为可能。