



硕 士 学 位 论 文

Thesis for Master Degree

题目：喵喵喵喵喵喵

miaomiaomiaomiaomiao

作者姓名：Arisukawa

培养单位：前沿交叉科学青岛研究院

专业名称：粒子物理与原子核物理

指导教师：ZYC 教授

合作导师：

2021 年 4 月 5 日

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，独立进行研究所取得的成果。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科研成果。对本文的研究作出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本声明的法律责任由本人承担。

论文作者签名：_____ 日期：_____

关于学位论文使用授权的声明

本人同意学校保留或向国家有关部门或机构送交论文的印刷件和电子版，允许论文被查阅和借阅；本人授权山东大学可以将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或其他复制手段保存论文和汇编本学位论文。

(保密论文在解密后应遵守此规定)

论文作者签名：_____ 导师签名：_____ 日期：_____

目录

原创性声明和关于论文使用授权的声明

摘要	I
摘要（英文）	III
符号说明	V
第一章 前言	1
1.1 夸克，胶子和强子	1
1.2 夸克胶子等离子体（QGP）	1
1.3 高能重离子碰撞	2
1.4 集体流	2
1.4.1 各种流的现象体现	2
1.4.2 相对论流体力学模型	2
1.5 小系统中的集体流行为	2
1.6 文献综述和论文结构	2
第二章 系统误差	3
2.1 “脊”上限中的系统误差	3
2.2 各向异性流中的系统误差	4
第三章 分析结果	5
结论	7
附录	9
引文出处及参考文献	10
致谢	13
攻读学位期间发表的学术论文目录	15

CONTENTS

STATEMENT

ABSTRACT(CHINESE)	I
-------------------	---

ABSTRACT(ENGLISH)	III
-------------------	-----

ABBREVIATION	V
--------------	---

1 Introduction	1
----------------	---

1.1 Quarks, gluons and hadrons	1
--	---

1.2 Quark-gluon Plasma	1
----------------------------------	---

1.3 High Energy Heavy-ion Collisions	2
--	---

1.4 Collective Flow	2
-------------------------------	---

1.4.1 Phenomena of Collective Flow	2
--	---

1.4.2 Hydrodynamics Model	2
-------------------------------------	---

1.5 Collectivity in Small System	2
--	---

1.6 Thesis Structure	2
--------------------------------	---

2 Systematic Uncertainty	3
--------------------------	---

2.1 Systematic Uncertainties in Ridge Yield Limit	3
---	---

2.2 Systematic Uncertainties in Anisotropic Flow	4
--	---

3 Results	5
-----------	---

CONCLUSION	7
------------	---

APPENDIX	9
----------	---

BIBLIOGRAPHY	10
--------------	----

ACKNOWLEDGEMENT	13
-----------------	----

PUBLICATION	15
-------------	----

图目录

1.1 量子色动力学核物质相变图。 [5]	1
---------------------------------	---

表目录

2.1	DIS 过程“脊”上限结果中的各项系统误差, 对应 $1.5 < \Delta\eta < 2.0$ 。	3
2.2	Photoproduction 过程“脊”上限结果中的各项系统误差, 分别对应 $1.5 < \Delta\eta < 2.0$ 和 $2.0 < \Delta\eta < 3.0$ 。	3

摘要

Hi 这里写中文的摘要内容。

关键词：喵 1；喵 2；喵 3；喵 4；喵 5

miaomiaomiaomiaomiao

ABSTRACT

Hi plz put your english abstract here.

KEYWORDS: miao1; miao2; miao3; miao4; miao5

符号说明

缩写 1

听君一席话

缩写 2

如听一席话

第一章 前言

1.1 夸克，胶子和强子

以下内容为例：

夸克和胶子合称部分子，是自然界物质的基础组成部分。夸克之间存在强相互作用力，而色场中的胶子又能联系夸克组成强子，这个过程强相互作用能够统一地被量子色动力学（Quantum Chromodynamics, QCD）[1] 所描述。量子色动力学属于非阿贝尔群规范理论 [2]，其中有两个重要特征：

- 色禁闭 [3, 4]：喵喵喵
- 渐近自由：喵喵喵

1.2 夸克胶子等离子体（QGP）

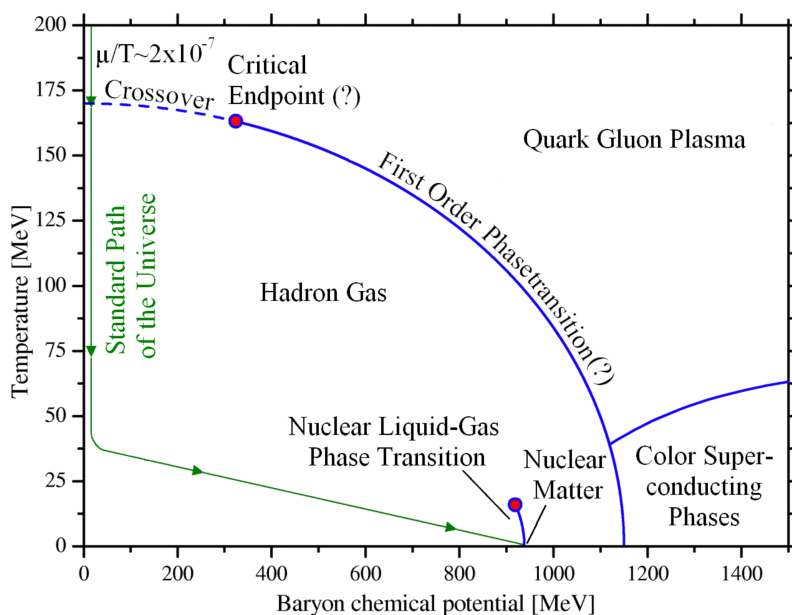


图 1.1 量子色动力学核物质相变图。[5]

格点量子色动力学对核物质相变做了相关计算并预言了夸克胶子等离子体 [6–8] 的存在，QCD 相图如图 1.1 所示，其中也包括许多理论计算推测。相图横轴是与净重子数成正比的净重子化学势，纵轴是温度。夸克胶子等离子体存在于高温（> 150 - 170 MeV）或是高净重子数密度条件下，所以产生 QGP 的方式既可以是提高核物质的温度，也可以是压缩其体积使净重子数密度提高，或者是两者同时进行。

1.3 高能重离子碰撞

1.4 集体流

1.4.1 各种流的现象体现

1.4.1.1 径向流 (radial flow)

1.4.2 相对论流体力学模型

QGP 膨胀相关的动力学描述和集体流行为, 可以通过量子色动力学的拉格朗日密度描述:

$$L = \bar{\Psi}_i (i\gamma_\mu D^\mu_{ij} - m\delta_{ij}) \Psi_j - \frac{1}{4} F_{\mu\nu\alpha} F^{\mu\nu\alpha} \quad (1.1)$$

其中 Ψ_i 指夸克场 (i 对应不同的色荷状态), D^μ 是协变导数, m 是夸克质量, $F^{\mu\nu\alpha}$ 是胶子对应的场强张量, 其中 α 对应胶子的色荷状态。

1.5 小系统中的集体流行为

1.6 文献综述和论文结构

第二章 系统误差

2.1 “脊”上限中的系统误差

Systematic Uncertainty Sources in DIS Ridge Yield Limit ($1.5 < \Delta\eta < 2.0$)			
Multiplicity	Charge(%)	$Z_{vt,x}(\%)$	Total(%)
$2 \leq N_{trk}^{obs} < 4$	0.3	0.3	0.42
$4 \leq N_{trk}^{obs} < 6$	0.3	0.4	0.5
$6 \leq N_{trk}^{obs} < 15$	0.3	0.3	0.42
$15 \leq N_{trk}^{obs} < 20$	0.3	0.3	0.42
$N_{trk}^{obs} \geq 20$	0.3	0.3	0.42

表 2.1 DIS 过程“脊”上限结果中的各项系统误差，对应 $1.5 < \Delta\eta < 2.0$ 。

Systematic Uncertainty Sources in Photoproduction Ridge Yield Limit (in all multiplicities)			
	Charge(%)	$Z_{vt,x}(\%)$	Total(%)
$1.5 < \Delta\eta < 2.0$	0.3	0.3	0.42
$2.0 < \Delta\eta < 3.0$	0.3	0.3	0.42

表 2.2 Photoproduction 过程“脊”上限结果中的各项系统误差，分别对应 $1.5 < \Delta\eta < 2.0$ 和 $2.0 < \Delta\eta < 3.0$ 。

2.2 各向异性流中的系统误差

第三章 分析结果

本文分析分为深度非弹性散射过程和光生过程两部分，每部分结果包括两粒子关联函数、“脊”产额上限和各向异性流的提取三部分。分析初步结果可见 H1prelim-20-033^①。

见章节引用 2.2

^① <https://www-h1.desy.de/h1/www/publications/htmlsplit/H1prelim-20-033.long.html>

结论

附录

A. 附录

引文出处及参考文献

- [1] M. Y. Han and Y. Nambu. “Three Triplet Model with Double SU(3) Symmetry”. Ed. by T. Eguchi. Phys. Rev. **1965**, 139: B1006–B1010.
- [2] D. Gross and F. Wilczek. “Ultraviolet Behavior of Non-Abelian Gauge Theories”. Physical Review Letters, **1973**, 30: 1343–1346.
- [3] M. Gell-Mann. “A Schematic Model of Baryons and Mesons”. Phys. Lett. **1964**, 8: 214–215.
- [4] G. Zweig. “An SU(3) model for strong interaction symmetry and its breaking. Version 2”. In: D. B. Lichtenberg and S. P. Rosen, eds. DEVELOPMENTS IN THE QUARK THEORY OF HADRONS. VOL. 1. 1964 - 1978. 1964-02.
- [5] T. Boeckel and J. Schaffner-Bielich. “A little inflation at the cosmological QCD phase transition”. Phys. Rev. D, **2012**, 85: 103506.
- [6] E. V. Shuryak. “Quark-Gluon Plasma and Hadronic Production of Leptons, Photons and Psions”. Phys. Lett. B, **1978**, 78: 150.
- [7] H. Bohr and H. B. Nielsen. “Hadron Production from a Boiling Quark Soup”. Nucl. Phys. B, **1977**, 128: 275–293.
- [8] W. A. Zajc. “The Fluid Nature of Quark-Gluon Plasma”. Ed. by S. Nagamiya, T. Motobayashi, M. Oka et al. Nucl. Phys. A, **2008**, 805: 283–294.

致谢

攻读学位期间发表的学术论文目录

学位论文评阅及答辩情况表

论文评阅人	姓 名		专业技术 职 务	是否博导 (硕导)	所 在 单 位		总体评价
答辩委员会成员	姓 名		专业技术 职 务	是否博导 (硕导)	所 在 单 位		
	主席						
	委 员						
答辩委员会对论文的 总体评价				答辩秘书		答辩日期	
备注							