**摘要**

在原子核及其之下强相互作用占了主导地位，而量子色动力学（QCD）可以正确的描述核子之间的强相互作用。QCD 相图描述由QCD组成的物质的相结构。人们相信在高温高密的区域，QCD物质会处于一种以夸克-胶子为自由度的状态，这种状态被称为夸克胶子等离子体（QGP）。格点QCD预言在高温低重子密度区域，强子物质和夸克胶子等离子体之间发生的相变是平滑穿越，而模型预言在高重子密度区域，他们之间发生的相变是一阶相变。因此，如果一阶相变真的存在，那么在一阶相变线一定会有一个终点到平滑穿越区，这个终点被称为QCD临界点。理论计算表明，在高能重离子碰撞实验中，守恒荷（净重子数B, 净奇异数 S 和净电荷数Q）的涨落和关联是研究 QCD 相变比较敏感的观测量。守恒荷的方差，偏度和峰度被证明和系统的各阶关联长度成正比，和 。因此，我们可以用逐事件净质子数分布的高阶矩作为实验观测量来研究QCD相图和寻找QCD临界点。

在束流能量扫描（BES）项目的第一阶段，位于美国布鲁克海文国家实验室的相对论重离子对撞机（RHIC）使用STAR探测器，通过加速重离子完成了金金每核子对的质心碰撞能量为 和 GeV的数据采集。这就使我们能够探索相图中比较宽广的区域，有利于临界点的寻找。

在这篇论文中，我们完成了在金金对撞中质心碰撞能量为 GeV, 在中心快度区间和横动量区间为 GeV/c内， 质子，反质子和净质子数分布的直到四阶累积矩以及它们的比值和（反）质子的关联函数的测量；铜铜碰撞中，质心碰撞能量为 和 GeV下，在中心快度区间和横动量区间为 GeV/c内，质子，反质子和净质子数分布的直到四阶累积矩以及它们的比值；金金碰撞固定靶实验中碰撞能量为 GeV下，在快度区间为 和横动量区间为 GeV/c内，（反）质子数分布的直到四阶累积矩以及它们的比值。

各阶累积矩和它们的比值可以表示为碰撞中心度，快度和横动量和能量的函数。我们观察到在最中心 金金碰撞中，这一比值随着能量呈现出非单调变化的趋势，其偏离值为。为了理解横动量接受度，净重子与净质子和净重子数守恒的影响， 在STAR接受度范围中进行了输运模型UrQMD和强子共振气体（HRG）模型计算。金金碰撞中 和的UrQMD和HRG模型计算显示出随着能量的单调变化。 我们也与具有QCD相变临界点的模型相比较， 发现实验测量得到的C4/C2，其碰撞能量的依赖性符合理论模型的预期结果。此外，从测得的累积量中，我们提取出质子和反质子的的关联函数，发现质心能量在 7.7 GeV时中心碰撞中质子分布的 值增大是由于四粒子关联。

这篇文章组织结构如下。第一章主要介绍了分析的目的和实验中所需要的观测量，以及这些量在统计与概率中的表示。在第二章中，我们简单介绍了RHIC上的STAR探测器及其子探测器的结构和功能。第三章中主要介绍了在实验分析中的细节，数据选择，事件选择，粒子鉴别，中心度的定义，以及净质子数的分布和模型简介。第四章主要研究了一些效应对于结果的影响，例如中心度宽度修正和有限探测器效率修正。最后一章中我们将会呈现实验的计算结果，包括在金金对撞中的质心系模式和固定靶模式以及铜铜对撞， 并进行讨论和实验的发展前景。

**关键词：**重离子碰撞；QCD相变；QCD临界点；高阶矩；关联函数