

文章编号: 1007-4627(2015)03-0291-05

粲夸克对在质子-原子核碰撞 J/ψ 产生过程中的能量损失

宋丽华¹, 苗文丹², 王凤鸣¹

(1. 河北联合大学理学院, 河北 唐山 063009;

2. 河北师范大学物理学院, 河北 石家庄 050024)

摘要: 高能重离子碰撞热核环境中 J/ψ 产额的压低被认为是夸克胶子等离子体生成的重要信号。研究冷核物质中各种核效应对 J/ψ 形成过程的影响, 是准确理解热核环境中核效应对 J/ψ 产额压低机制的重要途径。研究了质子-原子核碰撞 J/ψ 产生过程中初态部分子分布函数的核效应、入射质子的能量损失效应、以及末态粲夸克对能量损失效应对 J/ψ 粒子产额的压低作用, 对质子-原子核碰撞 J/ψ 产生过程的微分截面比 $R_{\text{Fe/Be}}(x_F)$ 进行了领头阶的唯象分析, 并与 E866 实验数据中代表 J/ψ 粒子在靶核外产生的实验数据进行比较, 获取了粲夸克对的能量损失值 (3.81 ± 1.71) GeV/fm。研究结果表明, 部分子分布函数的核效应对截面比 $R_{\text{Fe/Be}}(x_F)$ 的压低作用在 $x_F > 0$ 区域是随着 x_F 的增大而增大的; 末态粲夸克对的能量损失效应是影响 J/ψ 粒子产额压低的重要核效应; 当 x_F 较大时 ($0.65 \leq x_F \leq 0.92$), 初态入射质子的能量损失效应在对微分截面比 $R_{\text{Fe/Be}}(x_F)$ 的压低中起了主要作用。

关键词: J/ψ 产生; 粲夸克; 能量损失

中图分类号: O413 **文献标志码:** A **DOI:** 10.11804/NuclPhysRev.32.03.291

1 引言

来自于 RHIC 和 LHC 的关于重离子碰撞的大量实验数据清楚地反映了 J/ψ 粒子产额压低的现象^[1-3]。在 高能重离子碰撞形成的高热高密核物质中存在许多复杂的核效应。研究质子-原子核碰撞 J/ψ 粒子生成过程的核效应, 准确理解冷核物质中各种核效应对 J/ψ 粒子产额压低的物理机制, 有助于定量地分析高热高密核物质中复杂核效应对 J/ψ 粒子形成过程的影响, 从而精确地解释高能重离子碰撞 J/ψ 粒子产生过程的实验数据, 以获取夸克胶子等离子体形成的确切信号。

实验组 NA3^[4], E772^[5], E866^[6-7], Na50^[8] 和 HEAR-B^[9] 在质子与固定靶核碰撞的实验中都研究了以质心坐标系粲夸克对 $c\bar{c}$ 的纵向动量分数 x_F 为坐标变量的 J/ψ 粒子产生微分截面的核依赖性。E866 实验组^[6-7] 精确测量了入射质子束能量为 800 GeV 时 J/ψ 产生过程的微分截面比 $R_{\text{Fe/Be}}(x_F)$, $R_{\text{W/Be}}(x_F)$, 其中 $-0.1 < x_F < 0.95$ 。实验结果表明, 在小的 x_F 区域 ($x_F \leq 0.25$) 微分截面比 $R_{\text{Fe/Be}}(x_F)$, $R_{\text{W/Be}}(x_F)$ 的压低效果较小, 在 x_F 较大区域这种压低效果变大。影

响 J/ψ 产生的核效应通常分为两类, 它们分别是与产生粲夸克对的部分子相关的“初态核效应”, 和粲夸克对穿越核环境并与核介质发生相互作用后形成 J/ψ 粒子这一过程中的“末态核效应”。束缚于原子核中部分子分布函数的核效应和入射粒子的能量损失效应被认为是最重要的初态核效应^[10]。如果带色粲夸克对在其退色形成共振态的时间 τ_0 内传播的路径 L_0 大于靶原子核的尺度 L_A ($L_A = 3/4R_A$, $R_A = 1.12A^{1/3}$), 则认为 J/ψ 粒子在靶原子核外形成。在这种情况下带色的粲夸克对穿越核物质时由于多重散射和软胶子辐射造成的能量损失效应是压低 J/ψ 粒子产额的主要末态核效应^[11-12]。

在前期的研究工作中, 我们已分别在强子层次和部分子层次较为深入地研究了核 Drell-Yan 过程中的能量损失效应^[13-14], 并且初步研究了质子-原子核碰撞 J/ψ 产生过程的核效应, 分析了初态入射质子的能量损失效应对 J/ψ 粒子产额压低的影响^[10]。本文将在前期研究工作的基础上, 根据 J/ψ 粒子形成的时间深入研究当 J/ψ 粒子在原子核外形成时粲夸克对的能量损失效应对 J/ψ 粒子产额的影响, 通过对选出的代表 J/ψ 粒子在靶核外形成的实验数据进行 χ^2 分析的方法, 获取

收稿日期: 2015-01-13; 修改日期: 2015-03-05

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(11405043); 河北省自然科学基金资助项目(A2013209299)

作者简介: 宋丽华(1978-), 女, 河北唐山人, 副教授, 博士, 从事中高能核物理研究; E-mail: songlh@heuu.edu.cn

通信作者: 苗文丹, E-mail: miaowd@hebtu.edu.cn

粲夸克的能量损失值。本文所取得的研究结果将有助于准确理解高能部分子在冷核物质中的传播及能量损失效应, 进而促进高能核-核碰撞过程中快夸克在高温高密核物质中传播时能量损失的理论研究, 更好地理解高能重离子碰撞 J/ψ 产生的实验数据, 从而获取夸克胶子等离子体形成的确切信息。

2 质子-原子核碰撞 J/ψ 粒子产生过程的微分截面

根据非微扰 QCD 理论, 在质子-原子核碰撞 J/ψ 粒子的产生过程, 领头阶朴素的粲夸克对生成的微分截面可表示为^[15]

$$\frac{d\sigma_{pA}}{dx_F} = \rho_{J/\psi} \int_{2m_c}^{2m_D} dm \frac{2m}{\sqrt{x_F^2 s^2 + 4m^2 s}} \times \left\{ f_g(x_1, m^2) f'_g(x_2, m^2) \sigma_{gg}(m^2) + \sum_{q=u,d,s} \left[f_q(x_1, m^2) f'_q(x_2, m^2) + f_{\bar{q}}(x_1, m^2) f'_{\bar{q}}(x_2, m^2) \right] \sigma_{q\bar{q}}(m^2) \right\}, \quad (1)$$

其中: $x_1(x_2)$ 是入射质子(靶原子核)中夸克或反夸克的动量分数; $x_F = x_1 - x_2$; \sqrt{s} 是碰撞中心的能量; $m^2 = x_1 x_2 s$; $m_c = 1.2 \text{ GeV}$ 和 $m_D = 1.87 \text{ GeV}$ 分别代表粲夸克和 D 介子的质量, $\sigma_{gg}(\sigma_{q\bar{q}})$ 来自于胶子融合(正反夸克湮灭)所产生的领头阶的 $c\bar{c}$ 的微分截面。 $\rho_{J/\psi}$ 代表粲夸克对中产生 J/ψ 共振态的几率, f_i 和 f'_i 分别代表入射质子和原子核中核子的部分子分布函数。

在 高能 质子-原子核碰撞 J/ψ 粒子的产生过程, 入射质子在穿过原子核时因发生多重散射和软胶子辐射而损失一部分能量, 这导致了核子与核子碰撞时系统的中心能量 (\sqrt{s}) 的降低, 进而压低了生成 J/ψ 粒子的微分截面, 最终造成了被测 J/ψ 粒子数目的减少。根据 Glauber 模型^[16], 在入射质子与靶核中的核子发生 n 次碰撞后, 生成粲夸克对的核子与核子碰撞时系统的实际中心能量变成了

$$\sqrt{s'} = \sqrt{s} - (n-1)\Delta\sqrt{s}, \quad (2)$$

这里 $\Delta\sqrt{s}$ 是入射质子与靶核中的核子每次碰撞时所损失的能量。考虑到入射质子束的能量损失效应, 我们将动量分数 x_1, x_2, x_F 进行重新标度, 即

$$x'_1 = r_s x_{1,2}, \quad x'_F = r_s x_F, \quad (3)$$

其中 $r_s = \sqrt{s}/\sqrt{s'}$ 。考虑初态入射质子的能量损失效应后, 入射质子与靶核中的核子第 n 次碰撞的微分截面可

写为

$$\frac{d\sigma_{pA}^{(n)}}{dx_F} = \frac{d\sigma_{pA}}{dx'_F}(x'_F). \quad (4)$$

当生成的带色粲夸克对在核环境中传播时, 由于多重散射和软胶子辐射也会损失一部分能量。粲夸克对的能量损失效应意味着实验中所观测到的对应于动量分数 x_F 的 J/ψ 粒子实际上是由更高的动量分数 $x_F + \Delta x_F$ 的粲夸克对产生的。设粲夸克对在穿越靶核时平均损失的能量为 ΔE , 则

$$\Delta x_F = \frac{\Delta E}{E'_p}, \quad (5)$$

E'_p 是考虑入射质子能量损失效应后与 $\sqrt{s'}$ 相对应的入射质子束的能量。

Brodsky 和 Hoyer 提出了一种平均能量损失 ΔE 与传播路径的一次方成正比的表达式^[17]:

$$\Delta E = \alpha \langle L \rangle_A, \quad (6)$$

Baier 等^[18]提出了另一种平均能量损失 ΔE 与传播路径的二次方成正比的表达式:

$$\Delta E = \beta \langle L \rangle_A^2, \quad (7)$$

这里参数 α 和 β 的取值可通过拟合实验数据来确定。

考虑初态入射质子的能量损失以及末态带色粲夸克对的能量损失后质子-原子核碰撞 J/ψ 粒子产生过程的微分截面可表示为

$$\left\langle \frac{d\sigma}{dx_F} \right\rangle = \sum_{n=1}^A P(n) \frac{d\sigma_{pA}^{(n)}}{dx_F}(x_F). \quad (8)$$

这里 $p(n)$ 代表入射质子与靶核发生 n 次碰撞的几率,

$$p(n) = \frac{\int db p(n, b)}{\sum_{n=1}^A \int db p(n, b)}, \quad (9)$$

其中

$$p(n, b) = \frac{A!}{n!(A-n)!} [T(b)\sigma_{in}]^n [1 - T(b)\sigma_{in}]^{A-n}, \quad (10)$$

这里 $\sigma_{in} \approx 30 \text{ mb}$, $T(b)$ 为厚度函数。

3 结果与讨论

费米实验室 E866 实验组^[6-7]测量了质子与铁核碰撞以及质子与铍核碰撞 J/ψ 粒子产生的微分截面比 $R_{Fe/Be}(x_F)$,

$$R_{Fe/Be}(x_F) = \frac{\left\langle \frac{d\sigma_{pFe}}{dx_F} \right\rangle}{\left\langle \frac{d\sigma_{pBe}}{dx_F} \right\rangle}. \quad (11)$$

动量分数 x_F 的区间为 $0.2 < x_F < 0.95$ 。通过计算带色粲夸克对在其退色形成共振态的时间 τ_0 内传播的路径 L_0 , 将其与靶原子核尺度 L_A 进行比较, 可以判断 J/ψ 粒子是在靶核外形成 ($L_0 > L_A$) 还是在靶核内形成 ($L_0 < L_A$)。对于质量数 $A = 200$ 的靶原子核 ($L_A \approx 5$ fm), 当取 $\tau_0 = 0.25$ fm 时, 计算得到在 $\sqrt{s} = 20$ GeV 的情况下, 在 $x_F \geq 0.2$ 时 $L_0 > L_A$, 若 $\sqrt{s} = 40$ GeV 则当 $x_F > 0$ 时 $L_0 > L_A^{[19]}$ 。所以, 对于 E866 实验数据 ($\sqrt{s} \approx 40$ GeV) 中 $x_F > 0$ 的数据, J/ψ 粒子在原子核外形成, 粲夸克对的能量损失效应是导致 J/ψ 粒子产额压低的主要末态核效应。本文借助 EPS09 束缚核子的部分子分布函数^[20], 利用前面提出的能量损失效应的核修正模型, 对 E866 实验数据中微分截面比 $R_{Fe/Be}(x_F)$ 的数据进行了领头阶的唯像分析。

在仅考虑部分子分布函数核效应的情况下, 我们应用 EPS09 束缚核子的部分子分布函数^[20] 计算了 J/ψ 粒子产生的微分截面比 $R_{Fe/Be}(x_F)$, 并与 E866 实验数据进行了比较, 如图 1 中点线所示。所得的理论曲线显示, 随着 x_F 的增大, 部分子分布函数的核效应对微分截面比 $R_{Fe/Be}(x_F)$ 的压低作用趋于明显。当 $x_F \approx 0.92$ 时, 由于部分子分布函数的核效应微分截面比 $R_{Fe/Be}(x_F)$ 被压低了大约 10%。

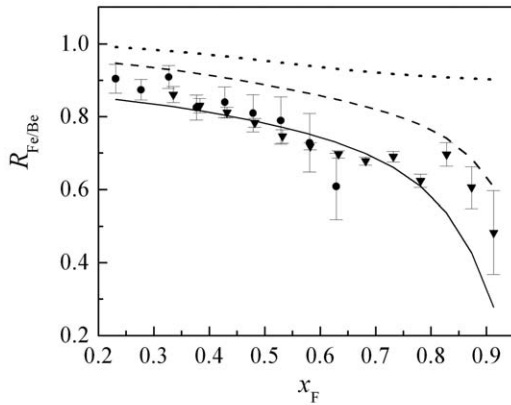


图 1 $\alpha = 5.76$ GeV/fm 时, 质子-原子核碰撞 J/ψ 粒子产生过程中的微分截面比 $R_{Fe/Be}(x_F)$

点线、虚线、实线分别代表考虑部分子分布函数的核效应、部分子分布函数的核效应以及入射质子束能量损失效应, 既考虑以上两种初态核效应又考虑末态粲夸克对的能量损失效应所得的理论曲线。数据点来自于 E866 实验数据^[6-7], 圆点图标表示 $0.2 < x_F < 0.65$ 范围内的实验数据, 倒三角图标表示 $0.3 < x_F < 0.95$ 范围内的实验数据。

在考虑部分子分布函数核效应的基础上, 我们利用研究核 Drell-Yan 过程时借助 Glauber 模型获取的入

射质子与靶核中的核子每次碰撞所损失的质心系能量 $\Delta\sqrt{s} = 0.18$ GeV^[13], 进一步考虑了 J/ψ 粒子产生过程中入射质子在靶核内的能量损失效应, 所得到的理论曲线如图 1 中的虚线所示。我们可以看出, 在 $0.2 < x_F < 0.8$ 范围内初态入射质子的能量损失效应对微分截面比 $R_{Fe/Be}(x_F)$ 的压低作用逐渐增大 (当 $0.2 < x_F < 0.8$ 时, 压低效果从 4% 增加到 13%), 而在 $x_F > 0.8$ 后这种压低作用骤然增大 (当 $0.8 < x_F < 0.92$ 时, 压低效果从 13% 增加到 29%)。这表明在质子-原子核碰撞 J/ψ 粒子产生过程中, 当 x_F 较大时, 初态入射质子的能量损失效应是导致 J/ψ 粒子产额压低的一种重要核效应。

随后, 在考虑以上两种初态核效应的基础上, 我们又加入了末态粲夸克对在靶核中传播时由于软胶子辐射所造成的能量损失对微分截面比 $R_{Fe/Be}(x_F)$ 的压低影响。通过对选取的代表 J/ψ 粒子在原子核外形成的 22 个数据点进行 χ^2 分析, 并借助 CERN 的 MINUIT^[21] 子程序将 χ^2 函数最小化, 我们确定了粲夸克对平均能量损失的参数值 α, β 。对实验数据进行 χ^2 分析的函数为

$$\chi^2 = \sum_i^N \left[\frac{R_{A_1/A_2,i}^{\text{data}} - R_{A_1/A_2,i}^{\text{theo}}}{R_{A_1/A_2,i}^{\text{err}}} \right]^2, \quad (12)$$

这里 $R_{A_1/A_2,i}^{\text{data}}$ 和 $R_{A_1/A_2,i}^{\text{theo}}$ 分别为实验值和理论值, $R_{A_1/A_2,i}^{\text{err}}$ 为相应的实验误差。我们从 E866 实验数据代表 J/ψ 粒子在原子核外生成的实验点中分别获取了粲夸克对平均能量损失表达式 (6) 和 (7) 中参数 α 和 β 的数值: $\alpha = (5.76 \pm 0.42)$ GeV/fm, $\chi^2/ndf = 4.02$; $\beta = (1.23 \pm 0.09)$ GeV/fm², $\chi^2/ndf = 3.78$, 可以看出采用线性和平方型的能量损失表达式拟合实验数据计算得到的 χ^2/ndf 值相差很小, 所以 E866 实验数据无法辨别出粲夸克对在冷核物质中的能量损失是与传播路径的一次方成正比还是与二次方成正比。采用获取的粲夸克对能量损失的平均值 $\alpha = (5.76 \pm 0.42)$ GeV/fm, 在同时考虑三种核效应的情况下, 我们计算了微分截面比 $R_{Fe/Be}(x_F)$, 如图 1 中的实线所示。从图 1 可以看出, 来自于末态粲夸克对的能量损失效应对 $R_{Fe/Be}(x_F)$ 造成的压低影响大约从 10% 增加到 17% 在 $0.2 < x_F < 0.8$ 区间, 当 $0.8 < x_F < 0.92$ 时大约从 17% 增加到 33%, 很显然末态粲夸克对的能量损失效应对 J/ψ 粒子产额压低的影响最大, 但当 x_F 较大时入射质子的初态能量损失效应对 $R_{Fe/Be}(x_F)$ 的压低影响也起了重要作用。从图 1 所展示的三条理论曲线与 E866 实验数据的比较情况, 很显然将初态的两种核效应以及末态粲夸克对的能量损失效应结合起来所绘制的理论曲线 (图 1 中的实线)

与实验数据符合得最好。

此外, 图 1 还显示出在 $x_F > 0.8$ 的范围内, 考虑 3 种核效应后的理论曲线 (实线) 与实验数据的偏差较大。为了准确获取粲夸克对的能量损失值, 我们又针对 x_F 为不同范围的实验数据 ($0.2 < x_F < 0.65$, $0.3 < x_F < 0.95$) 进行了 χ^2 分析, 所抽取的参数 α 、 β 的值以及 χ^2/ndf 的值如表 1 所列。我们发现在 $0.2 < x_F < 0.65$ 范围内 $\alpha = (3.81 \pm 1.71)$ GeV/fm, $\chi^2/ndf = 0.87$ 实验值与理论值符合得最好。采用 $\alpha = (3.81 \pm 1.71)$ GeV/fm 考虑 3 种核效应后的理论曲线如图 2 中的实线所示, 当 $0.2 < x_F < 0.65$ 时粲夸克对的能量损失效应对 $R_{Fe/Be}(x_F)$ 造成的压低影响大约从 7% 增加到 8%, 在 $0.65 < x_F < 0.92$ 区间大约从 8% 增加到 23%, 而初态入射质子能量损失效应带来的压低影响大约从 4% 增加到 7% 在 $0.2 < x_F < 0.65$ 范围内, 当 $0.65 < x_F < 0.92$ 时大约从 7% 增加到 29%。由此可见, 入射质子的能量损失效应以及末态粲夸克对的能量损失效应都是引起 J/ψ 粒子产额压低的重要核效应, 在计算质子-原子核碰撞 J/ψ 粒子产生的微分截面时必须同时考虑, 而当 x_F 较大时入射质子的能量损失效应对 $R_{Fe/Be}(x_F)$ 的压低起了主导作用。我们取由粲夸克和反粲夸克组成的粲夸克对在冷核物质中损失的平均能量为 $\alpha = 3.81$ GeV/fm, 假设在此过程中粲夸克和反粲夸克损失的能

表 1 从选出的截面比 $R_{Fe/Be}(x_F)$ 的实验数据中获取的参数 α , β 及其 χ^2/ndf 的数值

x_F	$\alpha(\chi^2/ndf)$	$\beta(\chi^2/ndf)$
0.20~0.65	$3.81 \pm 1.71(0.87)$	$0.79 \pm 0.36(0.88)$
0.30~0.95	$5.88 \pm 0.44(5.96)$	$1.26 \pm 0.10(5.43)$
0.20~0.95	$5.76 \pm 0.42(4.02)$	$1.23 \pm 0.09(3.78)$

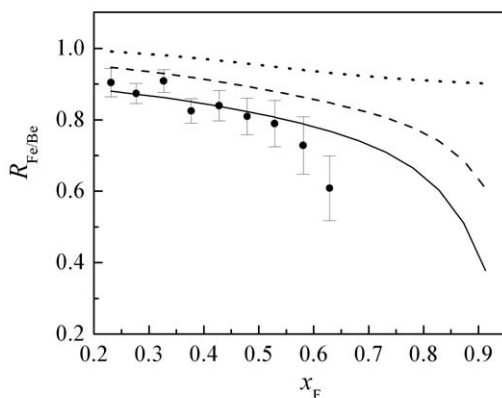


图 2 $\alpha = 3.81$ GeV/fm 时, 质子-原子核碰撞 J/ψ 粒子产生过程中的微分截面比 $R_{Fe/Be}(x_F)$ 数据点来自于 $0.2 < x_F < 0.65$ 范围内的 E866 实验数据^[6-7], 其他说明与图 1 一致。

量相同, 则获取的重夸克在冷核物质中的能量损失约为 1.91 GeV/fm。由于没有考虑生成的带色粲夸克对的能量及其传播路径的涨落对其能量损失的影响, 所以获取的能量损失平均值可能偏大。

4 总结

质子-原子核碰撞 J/ψ 粒子产生过程为研究粲夸克对在冷核物质中的能量损失效应提供了理想的工具。本文按照 J/ψ 粒子形成的时间, 考察了当 J/ψ 粒子在原子核外形成时, 初态部分子分布函数核效应、入射质子能量损失效应、以及末态粲夸克对的能量损失效应对 J/ψ 粒子产额压低的影响, 并且与 E866 实验数据中代表 J/ψ 粒子在靶核外产生的微分截面比 $R_{Fe/Be}(x_F)$ 进行了比较分析。结果发现, 当考虑以上 3 种核效应后理论值与实验值能够较好地符合; 当 J/ψ 粒子在靶核外形成时, 末态粲夸克对的能量损失效应是影响 J/ψ 粒子产额压低的重要核效应; 当 x_F 较大时, 初态入射质子的能量损失效应在对微分截面比 $R_{Fe/Be}(x_F)$ 的压低中起了主要作用。在对 x_F 为不同范围的实验数据 ($0.2 < x_F < 0.65$, $0.3 < x_F < 0.95$) 进行了 χ^2 分析时, 我们发现在 $0.2 < x_F < 0.65$ 的范围内理论值与实验值符合得最好 ($\chi^2/ndf = 0.87$), 据此我们确定了粲夸克对在冷核物质中的能量损失值 $\alpha = (3.81 \pm 1.71)$ GeV/fm。由于本文采用的能量损失核修正模型中没有考虑带色粲夸克对所携带的能量及其传播路径的涨落对能量损失值的影响, 所以获取的能量损失平均值可能偏大, 在后面的工作中我们将深入研究夸克能量损失值与其所携带能量的依赖性。

参考文献:

- [1] AAD G, ABBOTT B, ABDALLAH J, *et al.* Phys Lett B, 2011, **697**: 294.
- [2] CMS Collaboration. JHEP, 2012, **5**: 063.
- [3] ALICE Collaboration. Phys Rev Lett, 2012, **109**: 072301.
- [4] NA3 collaboration. Z Phys C, 1983, **20**: 101.
- [5] E772 collaboration. Phys Rev Lett, 1991, **66**: 133.
- [6] LEITCH M J. (E866/NuSea collaboration). Phys Rev Lett, 2000, **84**: 3256.
- [7] LEE W M. Measurement of J / psi in p-A collisions at 800-GeV/c[D]. Georgia:Georgia State University, 1999.
- [8] ALESSANDRO B, ALEXA C, ARNALDI R, *et al.* Eur Phys J C, 2004, **33**: 31.
- [9] ABT I, ADAMS M, AGARI M, *et al.* Eur Phys J C, 2009, **60**: 525.
- [10] DUAN Chungui, XU Jianchao, SONG Lihua. Eur Phys J C, 2010, **67**: 173.
- [11] ARLEO F, PEIGNE S. JHEP, 2013, **3**: 122.

- [12] ARLEO F, PEIGNE S. Phys Rev Lett, 2012, **109**: 122301. [17] BRODSKY S J, HOYER P. Phys Lett B, 1993, **298**: 165.
- [13] DUAN C G, SONG L H, HUO L J, *et al.* Eur Phys J C, 2003, **29**: 557. [18] BAIER R, DOKSHITZER Y L, MUELLER A H, *et al.* Nucl Phys B, 1997, **484**: 265.
- [14] SONG Lihua, DUAN Chungui, LIU Na. Phys Lett B, 2012, **708**: 68. [19] KHARZEEV D, SATZ H. Z Phys C, 1993, **60**: 389.
- [15] BABCOCK J, SIVERS DW, WOLFRAM S. Phys Rev D, 1978, **18**: 162. [20] ESKOLA K J, PAUKKUNEN H, SALGADO C A. JHEP, 2009, **0904**: 065.
- [16] GLAUBER R J, MATTHIAE G. Nucl Phys B, 1970, **21**: 135. [21] JAMES F. CERN Program Library Long Writeup D506[EB/OL][2014-12-15]. <http://hep.fi.infn.it/minuit.pdf>.

Energy Loss of Charm-quark Pair in J/ψ Production From Proton-nucleus Collisions

SONG Lihua¹, MIAO Wedan², WANG Fengming¹

(1. College of Science, Hebei United University, Tangshan 063009, Hebei, China;

2. Department of Physics, Hebei Normal University, Shijiazhuang 050024, China)

Abstract: J/ψ suppression observed in hot nuclear matter from heavy-ion collisions is considered as a most reliable signature for the formation of Quark-Gluon Plasma. The study about the nuclear effects on J/ψ production in cold nuclear matter provides an important tool for clarifying the conventional nuclear suppression mechanism in heavy-ion collisions. J/ψ suppression in p-A collisions is studied by considering the nuclear effects on parton distribution, the energy loss of beam proton in initial state, and the final state energy loss of c \bar{c} pair. The leading-order computations for J/ψ production cross-section ratios $R_{Fe/Be}(x_F)$ are presented and compared with the selected E866 experimental data with the J/ψ production occurring outside the nucleus, the obtained energy loss of the color octet is (3.81 ± 1.71) GeV/fm. It is found that the nuclear suppression from the nuclear effects on the parton distribution functions becomes larger as the increase of x_F in the range $x_F > 0$, the J/ψ suppression on $R_{Fe/Be}(x_F)$ induced by the energy loss of color octet c \bar{c} is an important nuclear effect, in the region $0.65 \leq x_F \leq 0.92$, the energy loss of beam proton in initial state is the dominant mechanism which causes a reduction of the J/ψ yield.

Key words: J/ψ production; charm quark; energy loss

Received date: 13 Jan. 2015; **Revised date:** 5 Mar. 2015

Foundation item: National Natural Science Foundation of China(11405043); Natural Science Foundation of Hebei Province (A2013209299)

Corresponding author: MIAO Wendan, E-mail: miaowd@hebtu.edu.cn.

<http://www.npr.ac.cn>