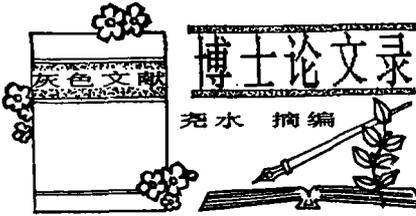


(续前)

5 郭新恒：“非微扰 QCD 中手征对称性自发破缺及强子结构的研究”

导师：黄涛研究员

本文的第一部分回顾了目前关于非微扰 QCD 中手征对称性自发破缺及强子波函数的研究。其中包括 Nambu-Jona-Lasinio 理论, 三种流行的处理手征对称性自发破缺的有效势理论, 还介绍了关于夸克有效质量的计算, 短程力及线性禁闭势分别对手征对称性自发破缺的影响等方面的研究现状。本文还简单介绍了 QCD 求和规则及背景场方法处理非微扰效应的基本思想及其它们通过真空凝聚定强子波函数的方法, 介绍了检验强子波函数的一些物理过程以及目前存在的一些关于强子波函数的唯象模型。本文的第二部分是作者的研究成果。在关于手征对称性自发破缺的研究中, 作者提出了一种用关于夸克凝聚的自洽方程确定重整化群不变的夸克凝聚数值的方法, 计算了发生动力学自发破缺强耦合常数的阈值。在单圈、双圈近似下分别计算了夸克凝聚的数值, 得到了合理的结果。同时给出了一种发生动力学自发破缺的图象。作者还给出了存在与胶子凝聚有关的非微扰核时的 Schwinger-Dyson 方程的形式, 并用这一方程计算了夸克凝聚及发生动力学自发破缺的耦合常数的阈值, 得到了与用自洽方程讨论时相符的结果, 还讨论了非微扰核对手征对称性自发破缺的影响。另外, 作者还利用 SD 方程与 Slavn-



ov-Taylor 等式讨论了中程力可能对动力学自发破缺产生的效应。在 Brodsky-Huang-Lepage 提出的介子波函数基础上, 我们给出了赝标介子和矢量介子波函数的一般形式, 并讨论了它们的性质, 还把这种波函数应用到重味介子 D、B 的半轻子及非轻子衰变过程中, 修正了目前国际上流行的 Bauer-Stech-Wirbel (BSW) 的波函数模型, 给出了与实验自洽的理论结果并预言了尚未存在实验过程的分支比, 还给出了 K-M 矩阵 V 的上限, 这一上限比 BSW 模型的值要小。另外, 作者还将强子有结构的观点用于 W、Z 粒子, 讨论了复合模型对 Z 粒子强子衰变宽度的影响。这种影响使 Z 的强子衰变宽度比标准模型的预言值要小。这种差别可望在 LEP 上高精度的 Z 粒子性质测量中得到验证。

6 裴国玺：“BEPc 正电子源优化”

导师：谢家麟研究员

正电子产额, 定义为 I_{e^+}/I_{e^-} 或 I_{e^+}/I_{e^-} , $E_L(\text{GeV})$, 是正电子源的一个重要物理量, 它的高低直接关系到正电子加速器的优劣。正电子源的优化就是使给定的条件下, 系统及其参数选择最佳, 正电子产额最高。自从 1958 年 Stanford 建成世界上第一台正电子加速器后, 由于正电子束的多种用途, 世界各大实验室都先后建造了自己的正电子加速器。由于系统及其参数的不同, 他们都有一套自己的优化方案。本文就是为 BEPC 正电子源选择一套优化方案, 直接为工程

Higgs 部分所含的参量最多。到目前还没有任何的直接检验。从理论上, Higgs 部分有所谓平庸性问题。为避免平庸性, 可假定 Higgs 部分为低能有效理论。由此得出 m_H 的上限为 1TeV 左右。此外基本标量场还有存在 fine tune 的问题。

探清电弱对称自发破缺机制是当前人们最关注的问题, 也是下世纪初实验粒子物理的主要问题, 很可能与新物理有关。

二、超高能 PP 对撞物理。

本世纪末将建成的 PP 对撞机如 SSC 具有质心能量 $E_{c.m.} = 40\text{TeV}$ 。量度 $L = 10^{33}\text{cm}^{-2}\text{sec}^{-1}$ 和 LHC $E_{c.m.} = 16\text{TeV}$, $L = 10^{34}\text{cm}^{-2}\text{sec}^{-1}$ 对研究电弱破缺机制和发现可能有的新物理提供了实验基础。

1. Higgs 粒子的寻找。

寻找 Higgs 粒子是人们极感兴趣的问题。当 $m_H < m_{Z_0}$ 时, Higgs 粒子可在 LEP II 被发现, 而当 $1\text{TeV} > m_H > 2M_2$ 时, 可通过反应道 $PP \rightarrow H \rightarrow ZZ \rightarrow l^+l^-l^+l^-$ 而发现。而当 $130\text{GeV} < m_H < 2M_2$ 时也可通过 $PP \rightarrow H \rightarrow Z^0 Z^0 \rightarrow l^+l^-l^+l^-$ 而观测到。而对 $M_2 <$

$M_H < 130\text{GeV}$ 发现 Higgs 最困难, 因 QCD 背景大, 这个范围的 Higgs 可望通过 $H \rightarrow \tau\tau$ 道, 由 Higgs 和规范粒子或 τ 夸克的联合产生而探测到。

2. $V_L - V_L$ 散射。

如 Higgs 粒子自相互作用强, 通过 $V_L - V_L$ 散射可研究 Goldstone 粒子相互作用机制也可看到 H^0, ρ^\pm (technicolor) 及 $I = 2$ 的 resonance。

3. 反常 W-W- τ , W-W-2 顶角的检验。

目前这部分还未得直接检验, 在 SSC 上实验可鉴别到 $\Delta\lambda \sim 0.1$ 。

4. 新 Z' 玻色子的寻找。

在 LHC 和 SSC 上可望对 $m_{Z'}$ 在 $3 \sim 6\text{TeV}$ 范围内的 Z' 粒子进行探测。

5. SUSY 的检验。

在 LHC 上如 $\int Ldt = 10^{35}\text{cm}^{-2}$ 可找到质量小于 1.5TeV 左右的超对性伙伴。

此外 Top 物理、新重夸克、B 物理、中微子物理、复合模型 1PP 弹性散射总截面的测量和其它新物理都将是 SSC 和 LHC 上很重要的研究课题。

服务。

使用 Monte-Carlo 技术,程序包 EGS,我们对高能电子在介质中的电磁级联过程进行了模拟,提出了6mm厚的 Ta-10W 复合靶方案。对出靶正电子在相空间分布进行了讨论,阐述了靶后匹配磁场的作用和捕获节 RF相位的选擇原则。用全粒子运动方程(LILY程序),对正电子在靶后匹配、聚焦和加速系统中的运动进行了跟踪,得到目前状况下 BEPC 正电子产额为3.9%,并对产额对各参数的依赖关系进行了计算和分析,得到一些非常有用的结果。譬如捕获节加速相位,打靶电子束的截面同正电子产额的关系,如果选择不当,就很难到正电子。如果把目前状况下匹配磁场峰值移到靶平面,过渡线圈激励电流从700A提高到1200A,正电子产额可提高约35%。计算还证明,即使系统不做任何改动,仍可通过增加电子枪电流方法来提高正电子束流。我们还计算了系统安装误差对正电子束流运输的影响,提出了磁元件的安装公差:平移公差 $\Delta X \leq 0.1\text{mm}$,旋转公差 $\Delta \alpha \leq 2\text{mrad}$ 。匹配渐变磁场下降快慢程度,匹配和聚焦磁场的强弱对正电子产额的影响,我们也进行了计算,得到预期的结果。

我们还对弱流正电子束的测量和束流发射度,能散同时测量方法做了简介,用束测实验对部分理论计算结果进行了检验,正电子产额3.2%,计算同实验吻合较好。正电子束流实验还证明,对 BEPC 注入器,不用正负电子分离装置,也能对正电子束流进行监测,只要仔细调节捕获节 RF 相位,使正电子束能谱特性最佳,这时电子的能谱特性很差,后面的“三合一”透镜组可把大部分电子偏掉。

7 任江龙:“高能重粒子碰撞中的次级碰撞过程与末态 K/π 比例的升高”

导师:张宗焯研究员

高能重离子碰撞是指每核子能量大于10GeV的较重的原子核之间的碰撞,通过高能重离子碰撞实验,人们可以研究高能原子核碰撞的多重产生机制,可以研究高温高密度的条件下是否存在格点规范理论所预言的从核物质到夸克胶子等离子体的相变。这是高能重离子碰撞研究的两个互相关联的方面。高能原子核碰撞是一个涉及到强相互作用的大尺度行为和禁闭机制的复杂的多体问题,因此,人们无法应用微扰 QCD 理论来处理这方面的具体问题。目前对高能重离子碰撞的理论研究大都是依据已有的一些强子-强子碰撞的唯象模型结合强子-原子核碰撞的实验规律来建立起高能原子核-原子核碰撞的唯象模型,通过把理论模型的计算结果与近年来的 BNL (14.5GeV) 和 CERN (200A.GeV)的重离子碰撞的实验数据相比较,人们可以不断加深对高能重离子碰撞的多重产生机制的解和认识。只有在对大量的常规原子核碰撞过程的现象有了可靠的描述的基础之上,人们才有可能从实验

数据中分离出反常的现象,分析夸克胶子等离子体的形成信号才会有可靠的保证。对一个确定的瞄准参数的原子核-原子核碰撞事例,通常有多个核子参与相互作用,如何把只是涉及两个粒子的强子-强子作用模型推广到原子核-原子核碰撞过程中去,是一个非常重要的问题。为了得到原子核-原子核碰撞得最后结果,还需要对所有可能的不同瞄准参数的事例进行几何平均。

本论文的工作之一就是讨论了原子核-原子核碰撞的参加者核子模型,并且根据参加者核子模型对 CERN 的 0(200A.GeV)与不同靶核碰撞在中心快度区和靶核碎裂区的横向能量分布进行了计算和研究,结果表明横向能量分布随靶核质量增大而变宽这一现象基本上是由于原子核的几何效应造成的。我们对不同的靶核只用了一套与靶核无关的参数即每个参加者核子贡献的平均横向能量就基本可以预 CERN 的 NA35 组和 NA34 组的实验数据符合得很好。然而,在中心快度区我们得到的每个参加者核子贡献的平均横向能量比从相应的核子-核子碰撞推出的值要略大一些。在靶核碎裂区,如果我们把每个靶参加者核子贡献的平均横向能量取为对随靶核增大而增加,那么,计算结果就可以与实验数据更好地符号。我们认为这表明在原子核碰撞中存着一些次级碰撞过程,而且次级碰撞的影响主要在靶核碎裂区。

通过对 WA80 实验组的数据进行分析,人们确实可以发现在原子核碰撞过程中存在着次级碰撞过程的迹象。因此,要完整地描述高能原子核碰撞,在理论模型中应该包含次级碰撞过程。根据强子-原子核碰撞的实验结果人们可以发现,发生次级碰撞的次级粒子的能量都较低,较高能量的次级粒子都是在原子核外形成的,没有发生次级碰撞过程。这说明次级粒子在其自身静止系中需要一定的固有形成时间。本论文的另一研究工作就是通过考虑次级粒子的形成时间,自然地将参加者核子模型发展成为可以包括次级碰撞过程的模型。并且根据此物理图像,计算了高能原子核-原子核碰撞过程中由于 π 介子与核子的次级碰撞过程而导致的末态的 K^+/π^+ 比例的增加。BNL 的 E802 组在 Si(14.5A.GeV)与 AU 的中心碰撞中发现 K^+/π^+ 比例约为 20%,远远高于 PP 过程中相应的比值(5%)。而 K^+/π^+ 比例的显著升高被认为是在高能重离子碰撞中形成高重子数密度的夸克-胶子等离子体的可能的形成信号。为了最终能够确认或排除一个夸克-胶子等离子体的信号,人们必须对其他可能的机制造成的影响进行深入的理论分析。本文的研究结果表明仅仅由于 π 介子与核子的次级碰撞过程而导致的 K^+/π^+ 比例的升高还不足以解释 E802 组的实验结果。

· 下期文章预告 ·

怀英: 物理学家成功秘诀再探