国家自然科学基金重大项目中期检查汇报材料

荣刚

2001年3月9日

项目批准号:	19991480
项目名称:	τ–粲物理若干前沿问题的研究
项目主持人:	李卫国
课题批准号:	19991484
课题名称:	D物理研究
课题负责人:	荣刚
起至年限:	1999年2月–2003年2月

汇报内容

1. 课题研究工作按计划执行情况

2. 课题研究工作取得的成果

3. 课题研究的进展和预期成果

4. 课题对研究计划、研究内容、人员等方面需进行调整的说明

5. 今后两年的研究内容及计划

6. 发表文章总汇及人才培养

7. 结语

课题研究工作按计划执行情况

按任务书中计划的内容, 从1999年2月至2000年2月, 完成如下的工作:

❖ 数据处理、基础软件和物理分析环境的准备

- 研究建立了一个用于BES/BES-II数据处理和物理分析的小型PC FARM 和一个分布式的Linux PC 机群.

- 在机群内, 开展了BES/BES-II 数据处理和物理分析软件的研究与发展工作. (于98年11月, 开始用于D, D_S^+物理研究.)

- 研究了用PC 机群做BES-II数据离线重建的可行性. 用由2PII400 + 1PIII500组成的小型PC FARM, 1人工作, 在20天内完成BES-II 于1999-2000 年间获取的2.5×10^7 J/ψ 数据的离线重建.

- 利用这些重建的数据, 开展了物理分析工具软件的研究与发展工作, 研究寻找了$J/\psi \to DX, D_s^{\pm}X$ 等稀有衰变.

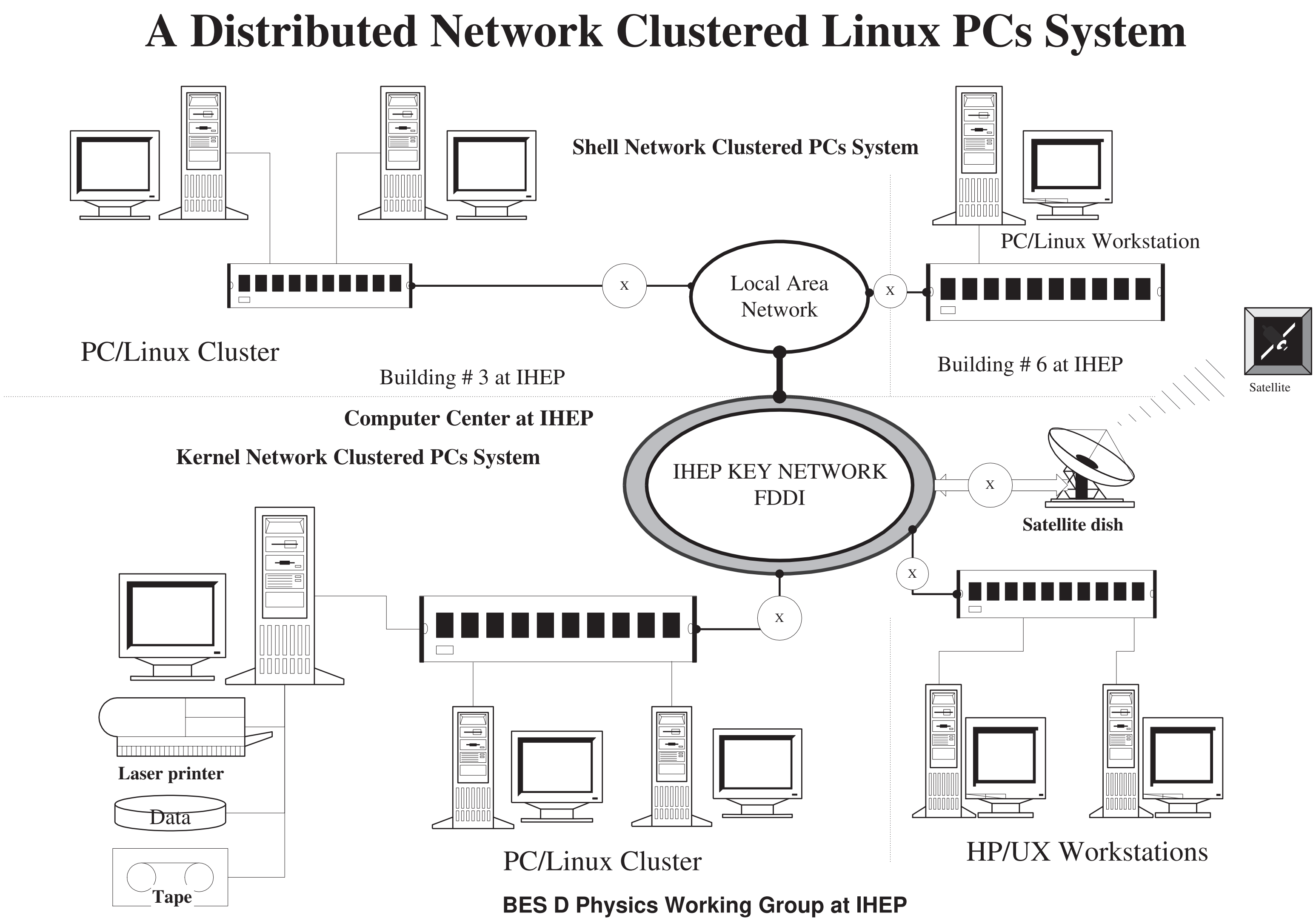

Figure 1: The logical diagram of the "PC FARM and/or the Distributed Linux PC Cluster of D Physics Group".

❖ $\psi''(3770)$ D 物理研究准备工作

- 建立、发展了用于D物理研究的Monte Carlo软件, 单、双标记的软件, 研究发展了运动学拟合程序和粒子识别程序等.
- 对$\psi''(3770)$ 三个主要的D物理课题

  绝对分支比

  $D^0 \to K^-\pi^+, K^-\pi^+\pi^+\pi^-$

  $D^+ \to K^-\pi^+\pi^+$

  纯轻子衰变

  $D^+ \to \mu^+\nu$

  半轻子衰变

  $D^0 \to K^-e^+\nu, \pi^-e^+\nu$

  做了仔细地Monte Carlo研究.
- 按计划, $\psi''(3770)$ D 物理的数据离线处理、物理分析的软件环境已经在Linux平台上建立起来.

❖ $\sqrt{s} = 4.03$ GeV 数据的D物理研究

数据分析方法的研究

用4.03 GeV 数据来研究物理, 困难极大. 为了能充分地利用这些数据多出一些物理成果, 我们必须要解决一些难题. 为此, 我们需要足够大的磁盘存储空间和强大的CPU能力. 这也是我们为什么要建立发展Linux PC (Farm) Cluster的一个原因. 有了较强能力的PC Cluster后, 还必须要研究、建立和发展了一些特定的方法. 从而, 拓宽物理研究内容.

1. "联合D^0&D^+ 双标记方法"

   利用此方法, 可以解决D^0&D^+ 互为"污染", 从而可以测定D^0&D^+ 衰变的分支比. 基于此方法, 利用4.03 GeV的数据, 完成3篇博士论文, 一篇硕士论文. 另外一篇硕士学位论文正在进行.

2. "联合中性和带电$D^*\overline{D}$ 和$D^*\overline{D}^*$ 单双标法"

   在"联合D^0&D^+ 双标记方法"的基础上, 加

以区分$D^*\overline{D}$ 和$D^*\overline{D}^*$, 发展了一种新的全局拟合的方法. 利用此方法, 可以测定D^0 和D^+ 的绝对分支比, 及遍举产生截面.

3. “分波分析法”

基于方法（2）和方法（3）, 利用4.03 GeV的数据, 又完成另外一篇博士论文.

4. 其它方法...

基于这些方法,D物理组较广泛地开展了粲介子的产生和衰变的研究, 并测得一些衰变的分支比.

课题研究工作取得的物理成果

- D^0 (D^+) 的单举和遍举衰变分支比及产生截面的测定

1. 完成$D^0 \to \phi X$, $D^+ \to \phi X$, $D \to \phi X$的研究. 文章已发表在PRD上.
2. 完成$D^+ \to \phi e^+ \nu$ 的研究. 文章已发表在PRD上. 上述研究结果发表在Phys. Rev. D62(2000)52001上.
3. 完成在质心系能量4.03 和4.14 GeV 的e^+e^- 湮灭中粲介子（D^0, D^+, D_s^+）单举产生截面的测定. 文章已发表在PRD上.
4. 研究了$D^0 \to \overline{K^0}\pi^+\pi^-, \overline{K^0}K^+K^-$, 衰变的子结构并测定了其衰变的分支比. 论文撰写正在进行.
5. 研究了$D^0 \to K^- e^+ \nu$, $D^0 \to \pi^- e^+ \nu$, $D^+ \to \overline{K^0} e^+ \nu$的衰变. (完成一篇博士论文.)

6. 研究了$D^0 \to \overline{K^{*0}}/K^{*0}X$, $D^+ \to \overline{K^{*0}}/K^{*0}X$的衰变.

7. 研究了$D^0 \to \phi K^- e^+ \nu, \phi K^- \mu^+ \nu$, $D^+ \to \phi K^+ \pi^- e^+ \nu$ 的衰变.

8. 利用D物理组发展起来的绝对双标记的方法, 测定了$D^0 \to K^-\pi^+$, $K^-\pi^+\pi^+\pi^-$, 和$D^+ \to K^-\pi^+\pi^+$ 衰变的分支比. (与$D^0 \to \overline{K^0}\pi^+\pi^-$子结构研究结果一起, 完成一篇博士论文.)

❖ 与D_S^+ 有关的物理内容

1. 研究了$D_s^+ \to \overline{K^0}/K^0X$,
   $D_s^+ \to K^+/K^-X$ 的衰变及末态带电多重数. (完成一篇博士论文.)

2. 完成了 “$D_s^+D_s^-$ 介子对产生截面的测定”, 文章已被《高能物理与核物理》接收, 将发表在2001年第六期上.

3. 完成了$D_s^+ \to \overline{K^{*0}}/K^{*0}X$的研究. 文章发表在Nucl. Phys. A675(2000)363-366c上.

4. 研究了$D_s^+ \to \mu^+X$的衰变.

- 与J/ψ衰变有关的D和D_S物理内容

利用BES-I的数据和D物理组在PC(Farm) Cluster上重建出的BES-II的数据, 我们寻找了标准模型和超标准模型的一些理论预期可能存在的一些稀有衰变, 并首次测定其衰变分支比的上限:

$Br(J/\psi \to \overline{D^0}\rho^0) < 1.25\times10^{-5}$ at 90% 置信度,

$Br(J/\psi \to D_s^+K^-) < 8 \times 10^{-6}$ at 90% 置信度,

$Br(J/\psi \to D^0K^0) < 2.9\times10^{-5}$ at 90% 置信度,

$Br(J/\psi \to D/\overline{D}X) < 1.7\times10^{-4}$ at 90% 置信度.

此项研究内容, 已超出原任务书中计划的内容.

- 基础工作

在与北京谱仪有关的基础研究工作方面, 共发表4篇文章, 一篇全国会议论文. 此外, 在BES1999和BES2000年年会上, 提交研究报告共11篇.

课题研究工作的进展和预期成果

- 正在研究中的物理课题

1. $D^0 \to \overline{K^0}\pi^+\pi^-$, $D^0 \to \overline{K^0}K^+K^-$ 衰变的子结构研究及衰变分支比的测定. 论文撰写正在进行. 根据BES合作组内审稿人的意见, 正在不断地完善分析, 计划本年度内将文章送出发表.

2. “D_s^+介子的质量的精密地测定”. 进一步的数据分析工作正在进行.

3. $D^0 \to e^+X$ 和$D^+ \to e^+X$ 分支比的测定. 物理分析工作正在进行.

4. $D^0 \to \mu^+X$ 和$D^+ \to \mu^+X$ 分支比的测定. 物理分析工作正在进行.

5. $J/\psi \to DX$, $\overline{D}X$, D_s^+X, D_s^-X的研究正在进行.

存在的问题及今后应采取的措施

希望有关部门能加强对本课题研究的人力支持. 特别希望能确保招来的博士后, 能按预先计划在D物理课题组内工作.

课题对研究计划、研究内容、人员等方面需进行调整的说明

原任务书中所列出的人员变动如下:

严武光	已退休.
刘怀民	做BES-II 数据产生和Monte Carlo 方面的工作,不做D物理数据分析工作.
衡月昆	于1999年9月已转做探测器硬件和J/ψ物理方面的工作.
张子平、叶书伟, 邵明	三人都不在本课题组. 不做D物理的研究工作.
赵海文, 程保森, 张纯	已出国.
张达华	部份时间D物理.

希望能招1名博士后, 以100%的时间做D物理的研究工作.

今后两年的研究内容及计划

如果今后两年内, BES-II 实验能在$\sqrt{s} = 3.77\mathrm{GeV}$ 处采集数据, D物理组将按任务书中的计划, 从采集数据开始, 按原计划的物理题目, 顺序完成D物理的研究工作.

如果能保证人力和物力的支持, D物理组将继续利用在4.03 GeV处采集的数据完成如下工作:

1. $D^0 \to e^+X$ 和$D^+ \to e^+X$ 分支比的测定.

2. $D^0 \to \mu^+X$ 和$D^+ \to \mu^+X$ 分支比的测定.

3. $D^0 \to \phi K^- e^+ \nu$, $D^0 \to \phi K^- \mu^+ \nu$, $D^+ \to \phi K^+ \pi^- e^+ \nu$ 的衰变分支比的测定.

4. $J/\psi \to DX$, $\overline{D}X$, D_s^+X, D_s^-X 的研究.

5. $D_s^+ \to \overline{K^0}/K^0X$, $D_s^+ \to K^+/K^-X$的衰变的研究及末态带电多重数的测定.

6. D_s^+ 介子的质量的精密地测定.

其结果将以论文的形式向学术界投稿发表.

发表的文章总汇

国际物理期刊

1. Measurement of the Inclusive Charm Cross Section at 4.03GeV and 4.14GeV, J.Z.Bai et al., Phys.Rev. D62(2000)012002

2. Direct Measurement of $B(D^0 \to \phi X^0)$ and $B(D^+ \to \phi X^+)$, J.Z.Bai et al., Phys.Rev. D62(2000)052001

3. "Direct Measurement of $B(D_s^+ \to \overline{K^{*0}} X)$ and $B(D_s^+ \to K^{*0} X)$", Nuclear Physics A675(2000) 363

国内物理及技术期刊

4. “D_s^+ 单标记的研究及$D_s^+D_s^-$ 对产生截面的测定”, 发表在《高能物理与核物理》2001年第六期上.

5. “利用PC/Linux处理BES实验数据的可行性研究及PC/Linux在BES粲介子物理研究中的应用”, 《核电子学与探测技术》, 20（2000）86

6. “BES-II TOF 数据的离线刻度”, 待发表在《高能物理与核物理》, 25（2000）217

7. 赵家伟, 等“数据库技术在离线物理分析中的应用”《计算物理》, 17（2000）337.

8. 赵家伟, 等“最小χ^2 方法用于BES粒子识别”, 《中国科学技术大学学报》, 29（1999）547.

国际会议报告

9. "Measurement of Inclusive Decay Properties of Charged and Neutral D Mesons", X.C. Lou (for BES Collaboration), DPF, 1999.

国内会议报告

10. “一个分布式的网洛Linux PCs 微机系统及其在BES/BES-II粲物理研究中的应用”，《全国核电子学与探测技术学术会议论文集》，2000年8月，四川省成都

    获全国核电子学与探测技术学会2000年度优秀论文奖

人才培养

- 博士生
  - 获得学位 4人
  - 在读 1人
- 硕士生
  - 在读 1人
- 美国Ph.D
  - 获得学位 2人
  - 在读 1人

*D*物理课题的研究工作共培养了7名博士（美国2名），1名硕士. 其中5位博士生已获博士学位, 另外2名博士和1名硕士在读.

结语

- 在基金资助下, D物理组建立了Linux PCs (FARM) Cluster. 在PC Linux 平台上, 建立了用于物理分析的环境, 并于1998年11月, 就已将其用于物理分析.
- $\psi''(3770)$ D 物理分析的软件已经在PC Linux平台上建立.
- 如果BES-II 实验能在$\sqrt{s}=3.77\mathrm{GeV}$ 处采集数据, 将按原计划的$\psi''(3770)$ D物理课题, 顺序完成D物理的研究工作.
- 利用$\sqrt{s}=4.03$ GeV 的数据, 首次和精密地测定了34道分支比, 及粲介子的产生截面等. 其结果将以论文的形式逐步向学术界投稿发表.
- 首次研究$J/\psi \to DX, D_s^{\pm}X$ 等稀有衰变.

感谢国家自然科学重大项目基金的资助.
由于有了基金的资助，我们才可能建立Linux PCs 机群，从而取得较多的物理成果．博士研究生才能按期获得学位.