

这一切促进了表面科学、纳米科学、材料科学中基础研究问题的研究,扩展了电化学的研究内涵及电化学在科学研究中的作用。上述的光学增强效应,在分析科学等也将获得重要的应用。

参 考 文 献

[1] Wieckowski A ed. Interfacial electrochemistry-theory, experiment, and applications, New York: Marcel Dekker, Inc., 1999.

[2] Lipkowski J, Ross Philip N eds. Adsorption of molecules on metal electrodes, New York: VCH publisher, Inc., 1992; structure of electrified interfaces, New York: VCH publisher, Inc., 1993; Electrochemistry of novel materials, New York: VCH and John Wiley & Sons, Inc., 1998.

[3] Bard A J, Faulkner L R. Electrochemical methods - fundamentals and applications, second ed. New York: John Wiley. Inc., 2001.

[4] 林仲华. 21世纪电化学的若干发展趋势. 电化学, 2002, 8(1): 1-4.

INTERFACE STRUCTURE AND PERFORMANCES OF NOVEL NANOSTRUCTURED ELECTRODES

Meng Xianping* Yang Junlin* Lin Zhonghua†

(* National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085;

†State Key Laboratory for Physical Chemistry of the Solid Surface, Department of Chemistry, Xiamen University, Xiamen 361005)

Key words nano-structure, electrodes, interface, National Natural Science Foundation

·成果简介·

北京谱仪 R 值测量研究成果简介

赵政国*

(中国科学院高能物理研究所,北京 100039)

[关键词] 标准模型,北京谱仪/北京正负电子对撞机,R 值测量,Higgs 粒子

标准模型是描述轻子和夸克的性质及其相互作用规律的基本理论。其理论预言与迄今为止的实验测量结果在测量精度范围内是一致的。但对标准模型的精确检验和对超出标准模型预言的物理现象和规律的探索一直是最受人们关注的重大课题。对标准模型的精确检验包括寻找标准模型预言的 Higgs 粒子、精确测量 QED 跑动精细结构常数 $\alpha_{\text{QED}}(s)$ 以及精确测量 μ 轻子反常磁矩 a_μ 。因此,从实验上确定标准模型的基本参数和对标准模型的预言作精确检验是粒子物理学的重要课题。

受非微扰效应的限制,利用标准模型做精确理论计算时,通常采用实验上测量的强子产生截面(参

数化即为 R 值)作为输入参数。因此,降低非微扰区 R 值的实验误差对于标准模型的精确检验具有非常重要的意义。

世界上许多实验组都在强子产生阈到 Z 能标的能量范围内进行过 R 值测量^[1]。总的来说,实验给出的 R 值与理论预言值是一致的。这说明夸克有三种颜色的假设是合理的。然而,不同的能区, R 值的测量误差不同。高能区的 R 值误差较小,而低能区的误差却较大。如在底夸克阈以上,即质心系能量大于 10 GeV 的能区, PEP、PETRA、TRISTAN 和 LEP 实验给出的 R 值误差为 2%—7%;在粲夸克和底夸克的产生阈之间,即质心系能量在 5—10 GeV 的能

* 1999 年度国家杰出青年科学基金获得者。

本文于 2003 年 3 月 11 日收到。

区, MARKI、DASP、PLUTO、Crystal Ball、CLEO、DESY 等实验给出的 R 值误差为 5%—10%;而在质心系能量小于 5 GeV 的能区, BES 以前的实验,如 Orsay、Frascati 和 SLAC 等实验得到的 R 值不确定性为 15%—20%。标准模型理论计算的精度主要受低能区(< 5.0 GeV) R 值误差的制约。

北京谱仪/北京正负电子对撞机(BES/BEPC)^[2]是工作在 2—5 GeV 能区并正在运行的探测器/加速器。BES 合作组充分了解国际高能物理发展的最新动态,选定了 R 值测量这一在理论上具有重大意义、实验上极富挑战性的课题。我们 BES R 值课题组,在国家杰出青年科学基金(19825116)、国家自然科学基金重大项目 τ -粲物理前沿问题研究项目(19991480)以及中国科学院“百人计划”基金的资助下,在 BES 和 BEPC 同仁的共同努力下,终于成功地在 2—5 GeV 能区进行了 R 值扫描。在 1998—1999 年间,我们在 BES 上进行了两轮 R 值扫描实验,共测量了 91 个能量点的 R 值,并使 R 值的平均误差降低到 6.6% 左右,精度比原有实验提高一倍以上^[3—6]。报道 BES R 值测量结果的两篇文章分别于 2000—2002 年在国际权威杂志《物理评论通讯》(Physical Review Letters)上发表。2002 年的国际粒子手册(PDG)收录了 BES/BEPC 的全部 R 值结果,对多年不动的 R 值图作了重大改动。

引用 BES 的 R 值数据,欧洲核子中心的物理学家们对电弱数据重新进行了整体拟合^[7]。拟合结果表明,Higgs 粒子的质量中心值由 60 GeV 上升到 90 GeV,上限由 170 GeV 增大到 210 GeV。这将对 Higgs 粒子的实验寻找具有重要的指导意义。同时,BES 的 R 值也能对美国 Brookhaven 实验室 E821 的 $g-2$ 实验对 μ 轻子反常磁矩 a_μ 测量结果给出更自然的解释^[8,9]。

BES 的 R 值测量是一项具有全局意义的实验,得到了国际高能物理学界的重视和高度评价。据不完全检索,BES 的 R 值结果迄今已被引用约 118 次。

R 值文章的评审人评价说,在可以预期的将来,没有第二个实验能以类似的精度在这一能区重新测量 R 值。BES 的测量结果先后应邀在国际会议上报告 25 次,其中重大国际会议(国际高能物理会议、国际轻子-光子会议、国际强子谱大会等)特邀报告 12 次。在日本大阪举行的第 30 届国际高能物理大会上,我们的结果得到了与会物理学家的极大关注和赞赏,在大会上被多次引用。物理学家们高度评价了 BES R 值测量对标准模型计算 μ 反常磁矩和对 Higgs 粒子质量的影响。在大会总结报告中,大会主席 H. Sugawara^[10]用很大的篇幅高度评价 BES 的 R 值测量结果,指出了其对 Higgs 粒子质量产生的重大影响。标准模型的理论总结报告将 BES 的 R 值结果列为近年来国际高能物理研究的重大成果之一。法国科学院的院士 M. Davier 则称之为“北京革命”。BES 的 R 值测量对精确确定 QED 跑动精细结构常数 $\alpha(M_Z^2)$,进而确定标准模型预言的 Higgs 粒子的质量;以及对 μ 轻子反常磁矩 a_μ 的物理解释具有重要意义,为精确检验标准模型理论做出了重要贡献。

参 考 文 献

- [1] Zhao Z G, Int. J. of Modern Physics, 2000, A15:3 739—3 769.
- [2] Bai J Z et al. (BES Collaboration), Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Research, 2001, A458:627—637.
- [3] Zhao Z G. Proceeding of Lepton Photon Conference, SLAC, USA, July, 1999.
- [4] Zhao Z G. Nucl. Phys., 2000, A67:513c.
- [5] Bai J Z et al. (BES Collaboration), Phys. Rev. Lett., 2001, 84: 594.
- [6] Bai J Z et al. (BES Collaboration), Phys. Rev. Lett., 2002, 88: 101802.
- [7] Burkhard H, Pietrzyk B. Phys. Lett., 2001, B13:46—52.
- [8] Martin A et. al. Phys. Lett., 2000, B492:69.
- [9] Robert Carey, Proceeding of 30th Int. High Energy Phys. Conf., Osaka, Japan, July, 2000.
- [10] Sugawara H. Proceeding of 30th Int. High Energy Phys. Conf., Osaka, Japan, July, 2000.

THE R MEASUREMENT AT BESII/BEPC

Zhao Zhengguo

(Institute of High Energy Physics, CAS, Beijing 100039)

Key words standard model, BES/BEPC, R measurement, Higgs