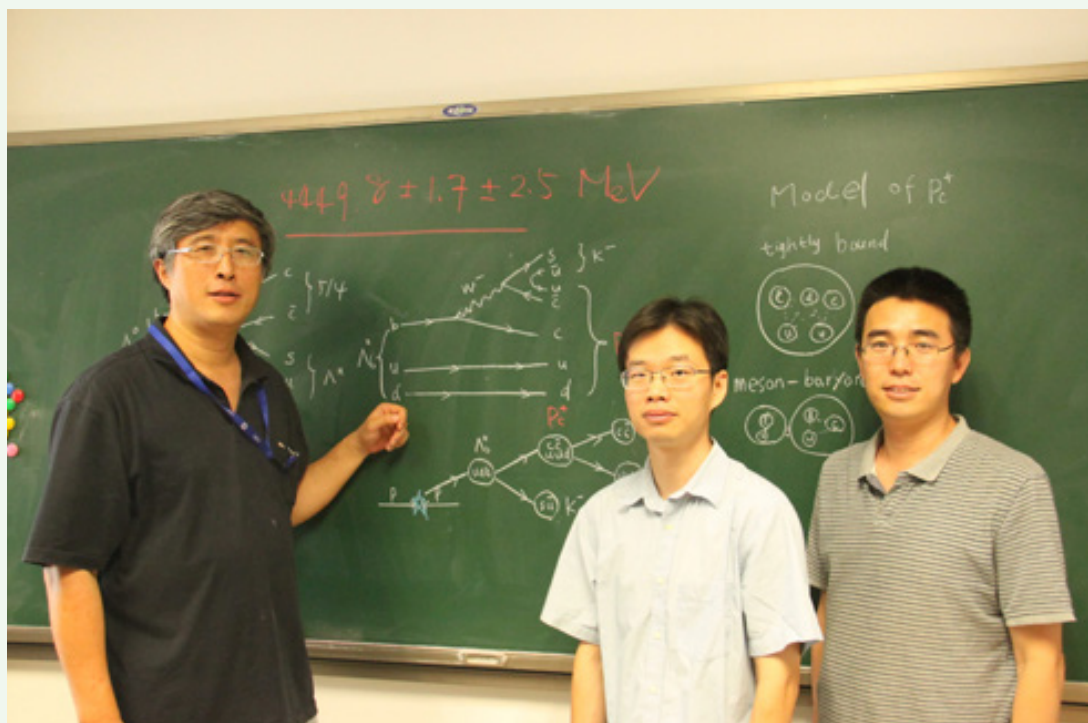


2015 年清华大学十大新闻之六

清华大学研究团队 在五夸克态发现中做出重要贡献



清华成员（左起：高原宁、张黎明、杨振伟）在探讨五夸克态产生和衰变机制

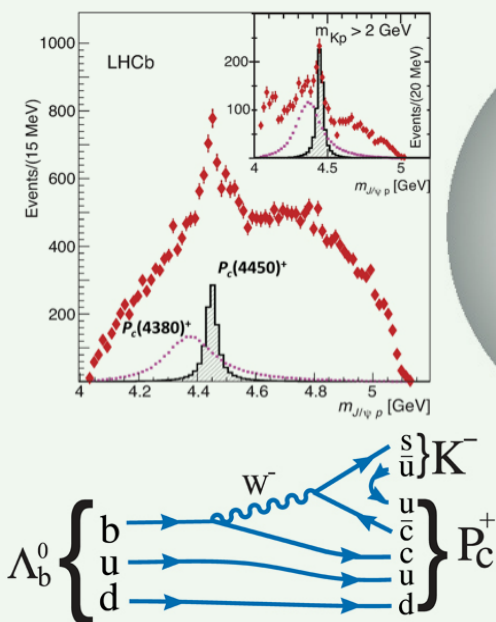
北京时间 2015 年 7 月 14 日，欧洲核子研究中心（European Organization of Nuclear Research）大型强子对撞机上底夸克物理实验（Large Hadron Collider beauty Experiment, LHCb）宣布观测到由五夸克组成的重子态，欧洲核子研究中心专门对此进行了新闻发布。清华大学工程物理系教授高原宁、副教授张黎明和杨振伟等组成的研究团队在这项发现中有突出贡献。

1964 年美国物理学家盖尔曼（Murray Gell-Mann）提出“夸克模型”，认为质子和中子不是基本粒子，而是由三个夸克组成的，这类粒子统称为重子，另外一类被称为介子的粒子则是由一对正反夸克组成的。“夸克模型”的建立使人类对物质结构的认识达到了全新的高度，盖尔曼因

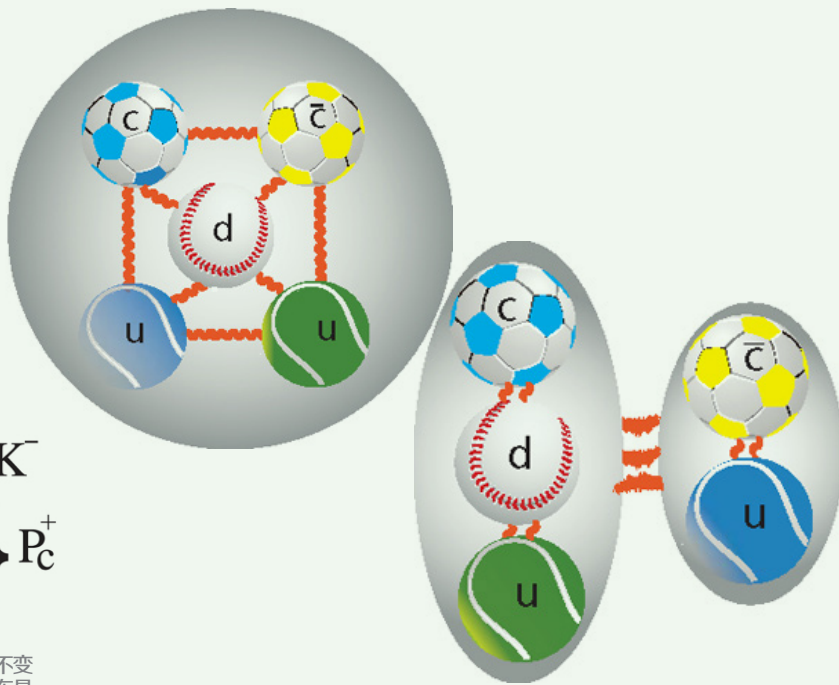
此于 1969 年获得了诺贝尔物理学奖。除了已知类型的重子和介子，盖尔曼在论文中还提到了可能存在奇特类型的粒子，如在介子或重子中加入一对正反夸克形成四夸克介子或五夸克重子。

在底重子到粲夸克偶素、质子和 K 介子的衰变过程中，研究人员发现粲夸克偶素与质子组合的不变质量谱中存在明显的增强结构。进一步的分析表明，需要两个共振态才能很好地描述这个增强结构的效应，分别命名为 P_c （4450）和 P_c （4380）。由于这两个共振态通过强作用衰变到粲夸克偶素和质子，所以它们至少由五个夸克组成。

对于五个夸克如何构成奇特重子这个非常令人感兴趣的问题，“一种观点认为五个夸克构



(上图)底重子衰变中粲夸克偶素和质子组合的不变质量谱。红色点是实验数据,黑色分布和紫色分布是两个五夸克态成分。
(下图)底重子衰变到五夸克态的费曼图。



五夸克态的两种可能解释。左图示意紧密型五夸克态,右图示意分子型五夸克态

成紧密的统一体,另一种观点则认为这是由一个重子和一个介子相互作用构成的类似于分子的结构,”“青年千人计划”入选者张黎明指出,“目前还无法确定哪种观点正确,我们正在进行更深入的实验研究。”

LHCb 是欧洲核子研究中心大型强子对撞机上的粒子物理实验装置之一,合作组由来自 16 个国家 68 个单位的 1133 名成员组成。在 2011-2012 年间,LHCb 实验获取了大量质子对撞数据,基于这些数据已经发表了 260 多篇学术论文。“这是 LHCb 实验在强子谱研究上最激动人心的结果。”杨振伟表示。他目前是 LHCb 实验“底强子与夸克偶素(B-hadron and Quarkonia)”物理工作组的召集人,这项研究就是在该工作组完成的。

2000 年 LHCb 国际合作组接受清华大学为正式成员,标志着清华大学粒子物理实验学科的开始。目前 LHCb 中国组由清华大学、华中师范大

学和中国科学院大学的研究人员组成,近年来研究成绩突出,在 LHCb 实验的八个物理课题工作组中,中国组成员担任了两个工作组的召集人。

“通过参加大型国际合作,我们可以在国际最高水平的科学装置上从事前沿课题研究。”LHCb 中国组负责人高原宁教授高度评价国际合作对学科建设和人才培养的重要性:“在国际合作组中,国际上最高水平的专家和学生一起工作,共同探索物质的基本结构和相互作用,不断促进人类对自然界本质的认识。”十五年来,LHCb 国际合作得到了国家自然科学基金和清华自主科研基金的持续支持,对清华粒子物理实验学科的建立和发展起到了关键的作用。

这项研究工作是以清华大学与美国雪城大学(Syracuse University)的研究人员为主,由 LHCb 国际合作组完成的。按高能物理国际合作惯例,论文由全体成员署名,按作者姓氏的英文字母次序排序。