

跟着物理一起翱翔

介绍 “粒子物理、核物理和宇宙学交叉学科前沿问题研讨会” 系列会议

李学潜 沈彭年 乔从丰

2004 年诺贝尔物理学奖得主威尔切克指出, 我们期盼的物理黄金时代正在到来。19 世纪末到 20 世纪初, 随着量子论、相对论的相继出现, 人类对自然界的理解也完成了一次飞跃, 进入到崭新的层次。从 20 世纪中叶开始, 计算机技术不断更新使我们掌握了以前不能想象的探索宇宙的能力。同时物理学各个领域的丰硕成果令人鼓舞。我们对周围的物质世界、对浩渺的宇宙、对遥远的过去、对宇宙的将来有了新的了解。浩渺的宇宙并非浩渺无边, 而是从大爆炸开始仅仅演化了 137 亿年, 是有边界的。我们发现宇宙的主体不是我们可看到的或者可摸到的“发光”物质, 而是暗物质占 24%, 暗能量占 70% 以上。今天的宇宙学已不再是一门描述性的学科, 而是以美国物理天文学家马瑟和斯穆特因为对宇宙微波背景辐射的温度和多级各向异性的精确测量, 获得 2006 年诺贝尔物理学奖为标志, 成为不断精确化的科学了。当然, 宇宙学中还有很多问题没有解决, 其中最重要的是宇宙中正反物质不对称的起源, 暗物质是什么, 怎么探测到它, 什么是暗能量, 它的存在是否可以用我们现有的理论框架解释等问题。近年来观测到的宇宙线在几十 GeV 处正电子反常增多, 在高能区发现的膝区和踝区及找到的很多银河系外的高能光源等, 都在激励天文学家和物理学家们更加努力工作, 以揭开宇宙之谜。

在地面上, 科学家通过艰苦卓绝的努力, 建成了 14TeV 的高能质子-质子对撞机, 这使我们有机会探索更深层次的物质结构以及寻找超越标准模型的新物理, 其中最直接的目标就是寻找希格斯 (Higgs) 粒子和标准模型粒子的超对称伴随粒子。想到困惑物理学家几十年的困难问题即将得到确切的答案, 确实令人十分振奋。无论其结果是找到 Higgs 还是肯定它不存在, 同样具有革命性的意义, 是物理学界翻天覆地的大事! 除了高能强子对撞机, 很多能量较低但亮度很高的加速器也在提供新的数据。通过它们, 人们可以在不同能区, 得到关于新物质结构的信息, 以及发现新物理的迹象。我们也

不能忘掉地下非加速器物理实验的作用和成就。人类对宇宙线这一物理现象的认识由来已久, 它也是多年来物理学家研究的对象。然而, 当我们把目光转向大自然中比较稀有的事例, 比如大气中微子流、太阳中微子流, 乃至暗物质流进行研究时, 很强的宇宙线就成为讨厌的背景, 必须排除掉。为此, 人们只好把探测器放在深深的地下, 用很厚的岩石层屏蔽宇宙线的干扰。例如: 最近人们把探测暗物质流的探测器就放在明尼苏达的一个废弃的铁矿井下; 在我国, 大亚湾中微子实验的探测器被放置在掘出的隧道中, 拟议中探测暗物质流的实验装置将被安放在锦屏山隧道中, 还有美国的 Ice-Cube 实验将中微子探测器放在南极冰层下等。这些实验已开始或即将开始运行, 它们的成果必将大大丰富我们对微观世界、宇宙、基本相互作用的认识。

今天可以说, 空间、地面和地下的实验体系已构成了一个完整的网络, 它使我们有可能全方位地了解自然界的基本过程和基本规律。借助于 21 世纪高速发展的技术, 通过这些互补性的研究, 才有可能实现在十几年前还是匪夷所思的一切。

那么理论方面呢? 理论上的进展更是让人眼花缭乱! 凡是实验上找到的, 但还不能被现有的理论完美解释的现象, 几乎都有理论家设计出各种各样的模型来解释。当然, 这些模型的大多数都是不对的或有缺陷的, 但它们几乎都有启发性的意义, 为将来建立正确和完整的理论提供了线索, 奠定了基础。对实验上没有看到的现象, 这些模型都给出了理论的预言。而正是这些预言, 为在未来实验中检验它们提供了可能性, 对它们给予否定, 或肯定, 抑或指出改进的方向。从最抽象的超弦理论、全息 QCD、共形场论, 到非常唯象的模型, 它们都是人类智慧的结晶。但我们今天还不能回答它们是否正确地描述了自然界, 还有待理论和实验的共同努力, 不断地揭示大自然的奥妙。20 世纪, 人们成功地发现了强子的夸克结构, 建立了标准模型。在探求物质世界奥秘的长跑中也不乏中国科学家的贡献。我

国科学家提出的层子模型几乎和盖尔曼的夸克模型同步；近年来，许多年轻科学家的研究成果得到了国际物理学界的高度评价；我国的实验物理学家们参加了许多国际合作项目的合作研究，LHC 的四个实验组及 RHIC、TEVATRON、Jlab、AMS 等实验组中都有中国科学家的身影。特别值得指出的是我国的正负电子对撞机和北京谱仪在升级后达到了国际领先的水平，是目前在该能区最好的加速器。BES 物理既提高了我国在国际上的学术地位，也为理论家们创造了研究新强子态和在 charm-tau 能区可能出现的新物理迹象的最好的机遇。除此之外，兰州近代物理研究所的 CSR 也为研究核子激发态和新核素创造了条件。

纵观 21 世纪初国内外在粒子物理、核物理、天文学和宇宙学方面的蓬勃发展，也许物理学中新的突破就在不远的将来。20 世纪，物理学经历了那么多的痛苦，但在克服那些困难以后，又产生了多么伟大的成就。量子论和相对论、夸克模型、QCD 和弱电统一理论、大爆炸和微波背景辐射，暗物质和暗能量，乃至超导的 BCS 理论等不胜枚举的事例，哪一个不是曾经遭遇过被质疑和攻击的过程。但真理最后总是要战胜的，科学是一定要前进的。值得注意的是，在 20 世纪最后的 20 年和本世纪的 10 年中，除了计算机和一些应用科学有了飞速发展，基础理论却处在相对停滞不前的阶段。难道是我们对自然的认识已经达到了很高层次？显然不是！众所周知，标准模型只是在更高的能标下的更基本理论的低能有效理论。我们当然希望找到那个更基本的理论。问题是怎么去找？

我们知道新思想、新理论的诞生决不是一件容易的事，它要经过大量的知识积累和无数人的艰苦努力。最终通过某一个或某几个人的突破性工作，创建出新理论，使他或他们成为最终的胜利者。值得指出的是他们的成果是建立在前人工作的基础之上，前人的贡献决不是零。在科学上，有很多默默无闻的贡献者，即使他们没有走到顶峰，同样也为物理学的成功而骄傲，因为他们是物理学家，他们做了他们应该做的和能做到的一切。类同 19 世纪末量子论和相对论诞生的前夜，今天我们的理论和实验都已进入那样的阶段，新物理似乎是呼之欲出，等待某位精英做最后的突破。那会是谁呢？可能是你，也可能是我，最可能的是有创新思维的年轻人。

今天物理学的状态似乎像婴儿出生之前母亲的阵痛，虽然极大的痛苦难以忍受，但对新生儿诞生的期盼压倒了一切。我们在期待新物理的诞生。随之而来，可能会产生一大批有价值的研究成果，我们对物质世界的认识会更加深入，达到新的更高的层次。我们期盼着物理学黄金时代的到来！

那么我们中国物理学家是否准备好了迎接黄金时代的到来？

纵观整个物理学的发展史和 20 世纪物理学的成就，真正的突破最可能出现在交叉领域。近年来，大家在各自的领域研究得越来越专，对细节的推敲也越来越深入。然而，“大物理”的突破需要跳出这些羁绊，产生革命性的、飞跃的想法，这不仅仅是创新，而是飞跃，是“相变”！在过去的几十年中，每个领域都有巨大发展，但对某一位科学家来说，他（她）也许并不熟悉其他领域的新思想和新成果。为了能使每位对其他领域新进展感兴趣的科学家有机会了解和熟悉其他领域的工作，从新世纪开始，我们组织了“粒子物理、核物理和宇宙学交叉学科前沿问题研讨会”这一系列会议。

这个系列研讨会就是要提供这样一个交流的平台，使不同领域的科学家了解其他领域的进展和思维方式，以促进交叉领域的研究，争取做出高水平的工作。基于这样的指导思想，每次会议都不安排太多的报告，而是在报告期间安排较多的时间进行自由讨论和交流。讨论的问题不局限于与报告直接相关的内容，也可以涉及更广泛的领域，时间安排也更加弹性，以沟通各个领域。会议的报告既有时时间略长的综述性报告，也有时间较短的研究成果介绍。这些报告主要介绍本领域的学术动态和最新进展，介绍在特定领域的学术思想，及某些比较具体课题的研究成果。研讨会要求报告人明确地讲清工作的动机，要解决的问题，并对使用的理论和方法以及得到的结果做清晰的分析、介绍和讨论，指出使用方法的优缺点及下一步工作的目标，特别是讨论能否展开成一个有前途的研究方向，而不需要介绍详细的过程。

历次会议的与会代表有德高望重的老一辈科学家，其中有科学院院士和国内外声誉卓著的学者，也有年轻有为的青年科学家。近年来，参加会议的年轻人逐年增多，特别是在学的博士生，这使会议生气蓬勃。所有的与会代表都积极地参加各项学术

活动和进行有启发性的讨论和交流，并从这些学术活动中受益。有这样的例子：某个与会者听完了另一个领域专家的报告后，欣喜若狂地说，他一直寻找未果的信息终于在会上找到了。会后他们就开始了富有成效的合作。

每届会议大约安排 20 至 30 个学术报告，会议结束后出版会议文集。由于有关的综述文章是由本领域专家撰写，对初学者和研究生有着启发作用，即使对专家也很有参考价值。

会议的另一个特点是面向西部，期望能对西部地区基础物理研究的发展，特别是理论物理研究的开展贡献我们的力量。该系列会议曾在新疆、四川、云南等地举行，这使得西部地区的学生和年轻教师能有更多的机会接触研究的前沿。当然除了研讨物理，我们也为西部地区美丽的景色所折服。其实，世界上所有科学家都懂得，美丽的景色对启发我们创造性思维是很重要的。沉浸在有山、有水迷人的环境中，一个人的思绪会更为随意发展，去思考更为深奥的问题。特别是，当你与在类似方向研究的好友一起漫步时，漫谈着个人对物理的感受和理解，活泼的和富有创意的想法可能会突然迸发出来，最终成为一个有深远意义的工作。如果，当然就是如果，将来有一天，某位诺贝尔奖得主说他（她）得奖的灵感就来源与我们会议中的某一个报告或讨论，我们会感到非常高兴，我们的一切努力都得到了回报！但愿我们的梦想也会真的变为现实。

让我们用杨炳麟教授的优美诗句来做个总结（杨炳麟先生是资深的理论物理学家，美国爱荷华州立大学教授，做过很多重要的研究工作，目前他是大亚湾中微子实验理论方面的负责人之一。他很关注中国的科学事业，是河南省的科学顾问）。我们也把他的英译附在后面，以供读者参考。

关于物理：超星爆发中微子，交替振荡无休止，强子迷迭生新意，标准模型修于斯。

English version:

Supernovae explosion produces many many neutrinos

They replace one another to oscillate and it never stops

Puzzles in some hadrons inspire new meanings
The standard model waits for modifications.

关于感情：好吃好喝坐头排，高高兴兴把会开，夸克轻子终身事，明年开会我还来。

English version:

Happily wine and dine we sit in the front rows
Coming to the workshop we felt like in a show
Study quarks and leptons is our lifetime goal
The meeting next time we will come for sure.

这个系列会议得到了国家自然科学基金委的指导和支 持，得到了中国高等科学技术中心的大力资助，也得到了中国高能物理学会和中国核物理学会的支持。历届会议得到了南开大学、北京大学、浙江大学、中国科学院高能物理研究所、中国科学院理论物理研究所、中国科学院研究生院的支持和资助。他们在学术方面和经费方面的支持是历届会议成功的基本保证。会务组成员辛苦的工作和细心的安排也是历届会议成功不可缺少的一环。我们热切的期盼今后的会议会办得更好，更富有成果，为推动我国基础物理研究，特别是理论物理的研究，做出一流的科学成果，起到更重要的作用。

（李学潜 天津市南开大学 300071；沈彭年 北京市中国科学院高能物理研究所 100049；乔从丰 北京市中国科学院研究生院 100049）



封二 说明

2009 年 7 月 14 日，6 名志愿者走出了俄罗斯生物医学问题研究所的隔离舱，标志着历时 105 天的火星地面模拟实验结束。这次实验活动是“火星 500”计划的一部分，是由欧洲空间局与俄罗斯生物医学问题研究所共同实施的，其目的是收集数据、积累知识、丰富经验，为以后的火星之旅提供人类在生理、心理及医学方面所面临的问题，找出相应的解决办法。“火星 500”计划的隔离实验设施由 4 个互相连接的密封舱及一个模拟火星表面的外部舱组成，总体积 550 立方米。这次 105 天的模拟试验计划结束后，一个为期 520 天的实验计划即将展开。