

庆祝中科院理论物理研究所

理论物理学和理论物理所

郝柏林

19世纪以前的物理学完全是实验科学。只有以牛顿力学为基础的理论篇章，在很大程度上由数学家们钻研和发展。19世纪后半叶电磁理论和分子运动论的成功，特别是20世纪初量子论和相对论的建立，使理论物理成长为独立的学科，使20世纪的物理学发展理论与实验密切结合的科学。

理论物理学立足于物理实验的总和，发现物质结构、运动和相互作用的基本规律，用逻辑推理和数学运算的方法，说明和预言具有根本意义的实验。物理学的各个分支，都有自己的理论问题和从事理论研究的人员，而理论物理学则着重于贯穿各种物理现象的共同规律和普遍方法。

量子论的创始人普朗克是第一位挂出“理论物理教授”牌子的学者。本世纪初欧洲主要是德国的一些“理论物理所”，其实是大学中的理论物理教研室。只有丹麦哥本哈根的围绕玻尔形成的研究所，和德国哥廷根的理论所，以及稍后的美国普林斯顿高等研究所等少数地方曾是吸引各国年

轻学者的活跃中心。

第二次世界大战及战后的经验表明，对于美国和前苏联这样的大国，理论物理学家是一支重要的战略预备队。我国自己发展核武器的过程，也充分证实了理论物理的重要作用。一支高水平的坚持探索大自然规律的理论物理队伍，平时有助于活跃整个物理学乃至自然科学的学术思想，供应高层次的教学和研究人才；一旦有事，这支队伍可用于支持实验和工程，解决重大问题。

20世纪后半叶，各主要国家开始在原有的大学和研究所的理论室之外，建立独立的理论物理研究所。1968年前苏联科学院成立了以朗道命名的理论物理研究所，1980年美国科学基金会支持建立了圣巴巴拉理论物理研究所。在60年代初，还成立了主要面向第三世界的国际理论物理中

心，等等。

在现代科学起步较晚的中国，最早的理论物理学家都是在海外培养过的。他们之中有曾经同爱因斯坦工作过的束星北和周培源。领导了我国核武器理论工作的彭桓武，参加创立了中国科学院理论物理研究所，并出任第一任所长。

原来早在1962年制定“1963—1972年全国科学技术发展规划”时，主持理论物理规划的前辈物理学家王竹溪就已写下：“……1967年之后，考虑在北京建立一个理论物理研究所，以集中人力发展理论物理研究工作”、“这个所的任务，除了负责执行理论物理的研究计划之外，还作为全国各地理论物理工作者来讲学，进行聚会和学术交流的中心”。1962年的规划，由于“文革”而付诸东流。

直到1977“1978—1985年学科发展规划”提出建立理论物理所，受到国内持、高等学校院的一批理论

者，联合向国家提出了建议。批准，1978年6月9日中国通知，建立理论物理研究所。

15年来，我所与全国理论物理工作者通力合作参与国际竞争和理论物理的某些领域共同事业。虽然我们的水平还未达新潮流的境地，但在基本队伍（包括图书期刊、计算机）已初具规模，准备了冲刺理论物理。在当前的基础研究环境中，全所研究和行政支持团结奋斗，继续把这片全工作者的共同阵地办好。

新世纪来临之际，物理学微观和复杂三个方面都面临挑战。大量的实验和观测矛盾，新的理论思维和数学方法，是年轻人的科学，理论物理身探求未知的青年敞开了大



自二十世纪三十年代以来，凝聚态理论取得了巨大的进展。

凝聚态物理常以它涉及范围之广，层次之多，问题的错综复杂而为大家所熟知。但事实上，凝聚态理论的最大特点之一是在几乎在每一类的典型系统中，透过复杂现象的种种侧面，常能发现它是由一种或几种相当基本的因素起着主导作用。而它（们）所服从的规律又常常与当前理论物理学发展的最前沿相密切联系的。且这种规律被人们所认识，它将有形成一些新技术创新相联系的新的概念和机理，体现了开新技术的巨大生命力。

早在三十年代开始，如果没有费米统计原理我们就无法想象在室温条件下金属中的传导电子会有上万度（电子伏特量级）的动能；再如没有玻色统计原理，人们也很难理解在极低温条件下出现“奇特的”超流特性和超导性。由于微

凝聚态物理

里研究所建所十五周年

所

直到 1977 年秋制定“1978—1985 年全国基础学科发展规划”，才再次提出建立理论物理研究所，受到国内外同行支持。高等学校和中国科学院的一批理论物理工作者，联合向国家提出了建议。经国务院批准，1978 年 6 月 9 日中国科学院发出通知，建立理论物理研究所。

15 年来，我所与全国理论物理工作者通力合作参与国际竞争和交流，在理论物理的某些领域共同争得了一席之地。虽然我们的水平还未达到领导世界潮流的境地，但在基本队伍和研究设备（包括图书期刊、计算机联网）方面初具规模，准备了冲刺理论高峰的必争之地。在当前基础研究经费短缺的环境中，全所研究和行政二线人员坚团结奋斗，继续把这片全国理论物理工作者的共同阵地办好。

新世纪来临之际，物理学在宏观、微观和复杂三个方面都面临着新的挑战。大量的实验和观测矛盾，呼唤着新的理论思维和数学方法。理论物理学年轻人的科学，理论物理所向立志献深求未知的青年敞开着大门。

粒子物理学研究对象是小于原子的亚原子粒子。它是人类探索物质世界更深层次的自然科学前沿。迄今已发现数百种亚原子粒子。除电子、光子、核子和中微子外，它们都不稳定。实验研究主要是用加速器的高能束流产生粒子碰撞，探测和分析粒子的散射、产生和衰变过程。粒子理论的目标是发现决定这些过程的基本规律。亚原子粒子具有粒子和场的双重性。量子场论正确地反映了这个基本特征，它是粒子物理学的一个重要理论基础。自然界物质有引力、电磁和强作用四种基本作用。粒子物理学的一个重要方面是确定各种相互作用的对称性和与之相联系的守恒定律。1956 年发现宇称和电荷共轭在弱作用中不守恒，以及在强作用中先后发现同位旋、奇异粒子数和胶子数等守恒量，都是粒子物理学的重大进展。1950 年前后发展了绕过量子场论中的发散困难的重整化理论，使得描述电磁作用的量子场论—量子电动力学可以用微扰论进行精确计算，其结果在极高的精度上符合实验结果。60 年代中根据实验发现的强子（参与强作用的粒子）道的规律提出了夸克模型，按照这个模型，所有几百种强子都是由少数几种夸克模型组成的，它们带有分数电荷和隐藏的量子数“色荷”。另一方面，作为量子电动力学的推广，1954 年提出了

粒子物理理论

戴元本

量子规范场论作为描述粒子基本相互作用的理论。后来人们把这个理论对称性自发破缺的概念相结合，并决了它的重整化问题。以夸克模型规范场论为基础，在六十年代后和七十年代中先后提出了统一描述弱作用和电磁作用的强耦合—萨拉模型和描述强作用的色动力学。它们合称为标准模型。由这个模型得出的结果和迄今为止积累的大量实验数据基本符合。特别是 1983 年发现弱相互作用的 W 和 Z 粒子和最近在欧核子中心获得的弱作用过程的确实验结果都符合标准模型的预言。这使人们相信，至少对于能量小于亿电子伏特的物理过程，标准模型弱、电、强三种基本作用的正确理论。这无疑是近百年整个自然科学中最重要的成就之一。然而，理论上仍有强理由使人相信这个模型还不是一个基本的理论。现在实验上在开始建造新一代能量更高的加速器。理论家们在继续进行详尽的计算和分析，并发展新方法用于微扰论不能处理的问题，以期目标模型及其扩充出更多的定量结论，与实验进行比较，检验现有理论。另一方面，人们在新的实验现象和新的理论概念，努力寻找更本而且适用于更大能量范围的新理论。

代以来，凝聚态

涉及范围之错综复杂而为。凝聚态理论在每一类的典型

的种种侧面或几种相当基本的因素在它们所服从的规律上常常是以前最密切联系的。一只，它将有可能会有一些与的概念和机理，体现了开发

如果没费米统计原理，条件下金属中的传导电子竟重振）的动能；再如若没有良理解率在极低温条件下能良和超导电子，由于微扰电

凝聚态理论中的某些问题

苏肇冰

粒子却能受到在它的运动区域以外的磁场强度的“影响”。这种“大范围”效应，也是理解当代许多深刻的凝聚态现象的普遍概念之一。反之，从另一方面来看，人们在三、四十年代用固体能带理论来研究新发现的半导体材料时，提出了引起电子学时代变革的晶体管原理。在五十年代，在对受激辐射的量子力学本性深刻认识的基础上，人们又提出了激光的概念并于 60 年代在实验室中实现了世界上第一台激光器。半个多世纪以来，凝聚态物理的各个领域，为现代高技术提供了一次又一次的变革性的贡献。

发展了描述临界现象的标度理论，今天它又反过来与共形场论相联系。凝聚态中具有长程序的各向同的量子反铁磁系统是认识（连续）称破缺和 Goldstone 定理的开端，而超理论的建立又在相当程度上促进了子场论关于手征对称动力学破缺机制和 Anderson—Kibble—Higgs 机制的认识。这样一种相促进的理论发展趋势一直延续至今。

以分数量子霍尔效应和氧化物超导体的发现代表，八十年代以来凝聚态物理中所发现的一些重要材料和特殊的现象（它们还包括富勒烯、费米子系统和一些有机材料系统）提出了一系列困难而有趣的理论问题。这些从不同具体系统提出的理论问题常常有一些本质性的共同特点。系统的带宽远小于相应的关联能。此外，空间的度也在相当程度上起着不可忽视的作用，从而形成了一些崭新的研究课题，如强关联多电子系统，由于环境因素的发展，现代人们均感到困惑。