

《物 理》编辑部 编
《大学物理》编辑部 编
《物理教学》编辑部 编

物理、技术

与现代社会



上海科技教育出版社

物理、技术与现代社会

《物 理》编辑部
《大学物理》编辑部 编
《物理教学》编辑部

上海科技教育出版社

内 容 提 要

物理学近几十年来发展的一大特点,就是物理学和新技术、现代生活的紧密结合。本书以这种结合为主题,汇编了《物理》、《大学物理》、《物理教学》三个杂志上“物理和经济建设”、“物理、自然、技术、社会”、“生活与物理”等专栏的近百篇文章,编辑成总论、物理与生物、物理与医学、物理与农业、物理与战争、物理与生活、力学技术、声学技术、热学技术、激光技术、成象技术、电磁技术、计算机技术等分编。本书可供各类中等学校的物理教师、物理爱好者、青少年阅读、参考。

物理、技术与现代社会

《物 理》编辑部

《大学物理》编辑部 编

《物理教学》编辑部

上海科技教育出版社出版发行

(上海市冠生园路393号 邮政编码200233)

各地新华书店经销 上海市印刷十二厂印刷

开本850×1168 1/32 印张3.25 字数343,000

1996年4月第1版 1996年9月第1次印刷

印数1—3000本

ISBN 7-5428-1181-9/O·85 定价: 14.50元

前 言

20世纪出现了以相对论、量子力学为基础的近代物理学。这就促进了工程技术各个领域的飞速发展。红外遥感技术、激光技术、光电子技术、微电子技术、自动化技术、计算机技术、核技术以及空间科学技术相继出现，使物理学极大地推动着技术的革新和社会的进步。为了突出物理知识和技术以及社会生活的结合，由中国物理学会主办的《物理》、《大学物理》、《物理教学》三杂志先后分别开辟了“物理和经济建设”、“物理、自然、技术、社会”和“生活与物理”等栏目。在这些栏目中，刊载了许多从不同角度来反映物理与技术、社会生活的联系的文章。这些文章受到了读者的欢迎。应广大读者的要求，我们将历年来在三杂志中刊登的有关文章，选编成本书，取名为《物理、技术与现代社会》。本书以各类中等学校的物理教师为主要对象，它通过生动的叙述和实例，把中学物理基础知识和当代社会的生产、生活实际联系起来，以促进中学物理教学改革，也可扩大读者知识面，加深、丰富物理基础知识。

本书是各类文章的选编，体例和内容深浅不一，稍嫌芜杂，但基本上体现了物理和技术、现代社会相结合的特点：在物理和技术关系上，技术得到比过去更多的重视，标志现代技术成就的各种产品已经渗透到社会生活的各个领域。我们真诚期望本书能成为各类学校物理教师和社会青年所欢迎的具有科技知识的物理参考书。

《物 理》 主编 王殖东

《大学物理》 主编 赵凯华

《物理教学》 主编 宓子宏

目 录

前言	1
总论	1
物理学与现代科学技术的关系	1
物理学与高技术	14
超导科学技术展望	28
90年代物理学突破方向的展望	33
数据——引导人们认识分子世界	37
让物理教学更广泛地联系各种实际现象	42
物理与生物	46
漫谈运动生物力学	46
物理学与生命活动	49
声致生物学效应	59
强电场和强磁场液体杀菌技术研究	66
活的小磁体	72
生物晶片	76
物理环境对人体的影响	77
物理与医学	81
现代物理学方法与眼科研究	81
低温在医学中的应用	88
激光技术在医学临床上的应用	93
地球、空气、氦和住宅	97
超声医学	102
眼的明视与光学调焦	110

应用几何光学知识目测眼镜质量是否基本合格·····	117
核磁共振在诊断医学上的应用原理·····	122
心脏的功率多大·····	124
也谈近视眼与远视眼·····	126
物理与农业·····	132
发光在农业中的应用·····	132
激光在农业科学技术中的应用·····	139
物理效应增产作用的诱人前景·····	145
食品辐射保藏原理及运用·····	148
食品冷冻干燥的物理原理·····	155
物理与战争·····	157
现代战争与物理学·····	157
微光夜视——夜战的眼睛·····	163
美国战略防御计划的进展和一些关键技术·····	170
从波的反射和吸收看隐形飞机·····	179
近海面飞行与波的干涉·····	183
物理与生活·····	185
对地震波感觉的浅释·····	185
电饭煲和铁磁性·····	187
输液中的流体力学·····	190
小小的气泡——致命的危害·····	192
雷雨时游泳安全吗?·····	195
粗略鉴定金银首饰·····	197
黄金首饰纯度的简易估测法·····	198
无声胜有声——次声·····	205
表面张力在生活中的应用·····	207
力学技术·····	214
以牛顿力学估计竞走速度·····	214
话说“第五种力”·····	216

自行车起动过程的力学分析·····	217
浅谈“对撞”问题·····	219
赛车转弯浅析·····	224
身边的力学——铅笔的断裂·····	226
飞机的起飞、着陆和飞行·····	228
水坝为什么下部比上部修得厚?·····	233
关于汽车上、下坡问题·····	234
声学技术 ·····	241
音乐和建筑声学·····	241
“超声波导行杖”的物理原理·····	246
声学 & 海洋开发·····	247
声致冷和声制冷机·····	257
热学技术 ·····	262
浮栓式保温水箱·····	262
半导体陶瓷温度传感器·····	267
热水瓶塞跳起来是由于空气的热膨胀吗?·····	273
谈谈体温计·····	275
沸腾条件和过热现象·····	278
“冷”核聚变——试管中的太阳·····	281
电冰箱中的热学知识·····	286
谈谈空气调节原理·····	291
激光技术 ·····	297
二元光学——90年代的光学技术·····	297
光学特征识别·····	301
光计算发展的动态和前景·····	303
未来光通信发展的关键——光电子集成电路·····	305
工业多用途工具——微波激励 kW 级 CO ₂ 激光器·····	313
激光打标记·····	315
激光机器人焊接·····	319

成象技术	325
一种新的成象技术——穆斯堡尔成象.....	325
照相机的自动聚焦系统.....	328
用黑白感光片作彩色摄影的技术简介.....	335
发展中的模压全息显示技术.....	338
全息光弹及全息干涉应用简介.....	343
电子显微技术.....	346
静电复印.....	353
用核技术检测隐蔽爆炸物.....	357
电磁技术	363
大电流脉冲磁场技术及其应用.....	363
地磁场对收看电视的影响.....	371
关于电视机的 X 射线防护问题.....	374
磁致冷技术.....	379
半导体致冷的原理.....	382
负氧离子发生器.....	383
水为什么会大量吸收微波能.....	386
浅谈地磁场.....	388
汽车车速表是电磁感应原理的应用.....	392
计算机技术	394
计算机在物理考古学中的应用.....	394
计算机断层扫描技术的工业应用.....	400
用计算机控制的高速照相术.....	409

总 论

物理学与现代科学技术的关系

冯 端

(南京大学物理系固体物理研究所)

物理学作为严格的、定量的自然科学的带头学科，一直在科学技术的发展中发挥着极其重要的作用。过去是如此，现在是如此，展望未来亦复是如此。这里首先讨论物理学与其他自然科学的关系，再进而论述物理学与现代技术的关系。

物理学与数学的关系密切，源远流长。历史上有许多著名科学家，如牛顿、欧拉、高斯等，对于这两门科学都作出重要贡献。此风一直延伸到 19 世纪末、20 世纪初。当时的一些大数学家如庞加莱、克莱因、希尔伯特等，尽管学术倾向不尽相同，但都精通理论物理。到 20 世纪前半段，数学与物理学开始有分道扬镳的趋势，双方之间的信息交流有所梗阻。但是还应该看到，仍然有不少有名的数学家，如赫曼·外尔(Hermann Weyl)、冯·诺伊曼(von Neumann)、柯尔莫哥洛夫(A. H. Колмогоров)等，还对理论物理甚至于具体的物理问题感兴趣，且做出贡献。但总的来看，抽象数学之风日益鼎盛，到本世纪中叶布尔巴基(Bourbaki)学派的问世而登峰造极。当然，数学家埋首致力于自身学科的建设，本来是无可非议之事。但是，在两门学科之间存在一条难以逾越的鸿沟，却是对于双方都是极为不利的。物理学家往往希望多懂一些数学，苦于不得其门而入；而数学家则过于关注于论证的严密性，对丰富多彩的物理世界会视而不见，也难以理解。但是，毕竟物理学与数学

之间存在有深刻的内在联系，这种相互隔阂的情况不可能长期持续下去。

转机果然就出现了。一方面是来自理论物理学的新发展。50年代初，杨振宁等人复活了赫曼·外尔老早就提出的规范场论，并赋予了新的物理内容，引起了物理学界的广泛重视。他们惊奇地发现微分几何中像纤维丛这一类相当抽象的概念也具有具体的物理内容，不啻是物理学与数学之间内在联系的见证。1990年作为数学界最高荣誉的菲尔兹奖破天荒地授予一位理论物理学家威顿(E. Witten)，这也是一种表明两大学科重新靠拢的信号。另一方面是电子计算机发展的结果。它的发展得到了一些有远见的数学家，如冯·诺依曼、图林(A. Turing)等的关注。计算技术高速发展，不仅技术上成果累累，理论上也有其重要意义。过去物理学所津津乐道的是运动方程式的可积问题，特别是可以将解用解析函数来表示的问题(如谐振子、二体运动等)，显示出对于运动状态高度精确的可预测性。经典物理是如此，量子物理也是如此。虽然可积问题只是少数特殊情况，多数问题是不可积的，由于数学上求解困难，只有数值计算的结果，因而对于这类问题的物理本质理解不透。早在19世纪末庞加莱研究了天体力学有名的三体问题，证明这是一个不可积问题，而且在这类问题中物体的轨道对于初始条件极其敏感，由于初始条件无从严格规定，这类运动就具有不可预测性的随机因素。这种决定论式的随机行为后来被称为混沌。到了20世纪，由于物理学家更加关注于微观世界的问题，就将其传统领域——经典力学，让给了工程师和数学家。值得注意的是，在这段时期内数学家对于经典力学作出了重要贡献，以柯尔莫哥洛夫等三位数学家命名的KAM定理，就是一个例证。这定理表明，受到微扰的可积系统将仍可保留其环面上的轨道，呈现一定程度的近可积行为。在50年代中期，著名物理学家费米及其合作者利用当时最先进的计算机来研究一组弱耦合的非谐振子系统，发现在这样的系统中振动集中于少数模式，来回振荡，而不出现朝向

能量均分演变的趋向。这一最早的计算机实验提供了 KAM 定理的实，例有相当重要的理论意义。如增加干扰的幅度，就可能使 KAM 定理所预言的环面上的轨道受到破坏，这是天体力学家伊依(M. Henon)首先注意到的，说明了牛顿力学的决定论并不排斥随机行为。对于费米等计算机实验的进一步探讨，发现它实质上反映了描述浅水波的 KdV 方程的行为，取得了有关孤子的一系列特征，在这些工作的基础上建立了对数学和物理都产生重大影响的孤子理论。

流体力学的湍流问题，长期悬而未决，成为“经典物理学的最后疑谜”[蒙却罗尔(E. Montroll)之语]。作为耗散介质中的特征行为，它具有普遍意义。早期产生巨大影响的工作是物理学家朗道与数学家霍普夫(E. Hopf)所做的。后来，发现处理高自由度的系统难度太大，转而处理低自由度的系统。在这方面，数学家斯梅耳(S. Smale)与茹厄勒(D. Ruelle)作出了重要的贡献。而关键性的突破却来自费根鲍姆(M. J. Feigenbaum)的数值计算；同时也应该强调实验物理学家如利布沙伯(A. Libchaber)等一系列精巧的实验对于导向混沌道路所作的贡献。还有曼德尔布洛特(B. Mandelbrot)将数学家早已研究过的康托尔集合、西尔宾斯基镂空等所谓病态几何图形予以系统的阐述，并且将它们和自然界的图象建立了联系，从而为分形几何学在物理学中广泛应用铺平了道路。上述的孤子、混沌和分形已经构成了现代非线性科学中具有共性的基本概念，在不同的学科领域中，往往可以找到它们的踪迹。非线性科学发展的历程，清楚地说明了物理学与数学相互作用的重要意义。

物理学与天文学的关系更是密不可分，这也可以追溯到早期的开普勒与牛顿。到当代，提供天文学信息的已经从可见光扩展到从无线电波到 X 射线宽广的电磁波频段，必然采用了现代物理所提供的各种探测手段。另一方面，天文学提供了地球上实验室所不具备的极端条件，如高温、高压、高能粒子、强引力等，构成

了检验物理学理论的理想的实验室。因此，毫不奇怪，几乎所有的广义相对论的证据都来自天文观测。正电子和 μ 子都是首先在宇宙线研究中观测到的，为粒子物理学的创建作出了贡献。贝特的热核反应理论是首先为解释太阳能源问题而提出的。朗道、奥本海默等人的中子星理论则由海威什(A. Hewish)与贝尔(J. Bell)发现了脉冲星而得到证实。而现代宇宙论的标准模型——大爆炸理论，是完全建立在粒子物理理论基础上的。70年代以来，诺贝尔物理奖不仅授予物理学家，也授予天文学家，赖尔(M. Ryle)、海威什·孚勒(W. A. Fowler)和香德拉塞哈(S. Chandrasekhar)等都是获奖者。这也是天文学与物理学密不可分的一个标志。

物理学与化学本是唇齿相依，息息相关的。热力学、统计物理和量子力学都在化学中获得了重要应用。19世纪吉布斯的工作横跨了这两个学科，得到学术界的尊重；在20世纪昂萨格(L. Onsager)也复如此。但是，在物理学与化学之间也存在阻梗理解的障碍：经典物理学几乎将所有涉及具体材料的物性问题让给了化学，它本身只关心比较理想化的简单系统。随着量子力学的诞生和固体物理学的发展，情况就有很大的改变。但是，思维的惯性仍然存在。物理学家看到包括许多苯环的复杂分子结构式，往往望而生畏，感到手足无措；同时又不满足甚至轻视从大量实验结果总结出来的经验规律。另外，概念与术语上的差异也是一个现实问题。例如谈到固体的结构，化学家习用由量子化学导来的化学键；而物理学家则习用以固体物理学引入的能带。两者实际上是互为补充、不可偏废的。随着固体物理学发展为凝聚态物理学，研究的对象日益深入到更加复杂的物质结构的层次：就半导体而言，从硅、锗等元素半导体，到III-V与II-IV族化合物半导体，乃至聚乙炔这类有机半导体；就超导体而言，从合金超导体，到氧化物和有机超导体。结构复杂化的趋势，愈来愈需要化学家的配合与协助。凝聚态物理学的概念和方法，也促进了液晶科学、高分子科学和分子膜科学的日趋成熟，这是化学家和物理学家共同努力的成果。另

一方面, 化学反应动力学这一化学的基本问题, 得到分子束、激光束等新实验技术的推动; 和量子力学, 统计物理, 原子、分子物理等理论分析的配合, 成为当今化学发展的前沿领域, 也是物理学家大有用武之地的一个领域。还有, 在原子、分子和大块凝聚态物质之间新开辟的研究领域, 即团簇(cluster), 得到物理学界和化学界的共同关注, 双方在素养和背景的差异, 正好起了互补的作用。这可以从 C_{60} 团簇与固体的研究历程得到充分的反映。60个碳原子构成封闭的足球形的团簇的发现, 是化学家克罗多(H. W. Kroto)与斯摩莱(R. Smalley)等的功绩; 制备出由 C_{60} 团簇构成的固体, 则是物理学家克莱希梅尔(W. Krätschmer)等的功绩; 掺杂 C_{60} 以获得 18K~28K 超始临界温度的超导体, 则是贝尔实验室一些科学家的贡献。

从聚合物和复杂结构的分子再前进一步, 就到达生物大分子, 接触到分子生物学的核心问题。从 19 世纪起, 生物学家在生物遗传方面进行了大量的研究工作, 他们在孟德尔、摩根、缪勒等人所得规律的基础上提出了基因的假设。但是, 基因的物质基础问题仍然是一个疑问和挑战。在 40 年代, 物理学家德尔布吕克(M. Delbrück) 和薛定谔对生命的基本问题感兴趣, 提出了遗传密码存储于非周期晶体的观点。在薛定谔的小册子《生命是什么?》中对此进行了阐述, 因而广为人知。40 年代, 英国剑桥大学的卡文迪什实验室在布拉格的领导之下, 开展了对肌红蛋白的 X 射线结构分析, 这是一项工作量极大、甚艰巨的工作, 持续时间超过 15 年, 而以肯特罗(J. O. Kendrew)与俾路支(M. F. Perutz)获得诺贝尔奖而告终。与此同时, 美国化学家泡令则利用他熟谙的化学知识, 利用搭模型的方法, 解决了 α -螺旋的晶体结构。受到德尔勃吕克与薛定谔的影响, 生物学家华生(J. Watson)与物理学家克里克(F. H. C. Crick), 在晶体学家富兰克林(R. Franklin)与威尔金斯(M. Wilkens)的 X 射线衍射图的启发下, 采用搭模型的捷径, 终于在剑桥大学卡文迪什实验室定出了 DNA (脱氧核糖核酸) 的

晶体结构，揭示了遗传密码的本质，这是20世纪生物科学的最重大的突破。分子生物学已经构成了生命科学发展的前沿领域。生物物理学显然也是大有可为的。目前，基于自旋玻璃理论的神经网络学说，给出了很有启发性的结果。但是，它与真实的神经网络之间毕竟还存在较大的差距。如何填补中间的缺失环节，将是今后的重要问题。看来尚有待于复杂体系中凝聚态物理学的进一步发展。生物电子学的情况也复相似。

下面讨论一下物理学与地球科学的关系。20世纪地球科学的重大突破在于板块理论的确立。当然，板块理论可以溯源于20世纪初威格纳(Wegener)所提出的大陆漂移说，但是由于缺乏佐证，没有得到学术界的公认。1945年以后，物理学家布拉开特(P. M. S. Blackett)倡导岩石磁学的研究，形成了古磁学这一新的交叉学科。后来，在大西洋脊附近的古磁学研究揭示了洋脊扩展的时序，为板块理论的确立奠定了基础。板块运动的驱动力问题，又涉及下地幔的缓慢对流问题，是非线性科学中的一个课题。板块理论是一个动力学理论，可以预期，将有更多的物理学家被吸引到这一领域中去。大气物理学是气象学与物理学相接触的领域，两者也存在强烈的相互作用。气象学中有重要意义的洛斯贝涡旋，以及气象学家洛仑兹(E. N. Lorenz)为探讨长期天气预报的可能性而导出的洛伦兹方程，在现代非线性科学中扮演重要的角色。

下面我们转入物理学与技术的关系的讨论。一般说来，物理学与技术的关系存在两种基本模式：其一是由于生产实践的需要而创建了技术(例如蒸汽机等热机技术)，然后提高到理论上，建立了热力学，再反馈到技术中去，促进技术的进一步发展。其二是先在实验室中揭示了基本规律，建立比较完整的理论，然后再在生产中发展全新的技术部门。19世纪电磁学的发展，提供了这一模式的范例，创建了现代的电力工程与无线电技术。在当今世界中，上述的两种模式都还在起作用。从物理学的角度看，第二类模式的重要性越发明显。这也正是美国科学家布什(V. Bush)的观

点。在他写的《科学——没有止境的前沿》一书中强调地指出：“我们需要许多有活力的新企业。然而，新产品和新工艺过程并不是生来就完善的。它们依赖于新的原理与新的观念，而这些新原理与新观念本身又是来自基础研究的。基础科学研究是科学的资本”。下面就物理学的基础研究在能源、材料、信息等技术中所起的突出作用，作一概略的讨论。

能源的取得和利用是工业生产的头等大事。20世纪物理学的一项重大贡献就是核能的利用。这可以说是由基础研究生长出来的全新的技术部门。但是也应该承认，核电事业的发展速度和普及程度并没有达到40年代、50年代科学界的期望。其原因是多方面的。经济成本比原来设想要昂贵，核燃料的原料不像原来设想那么丰富，核废料处理尚缺乏一劳永逸的妥善办法，以及对于核事故的恐惧心理等。但是应该承认，核电厂已是工业上的现实。在我国，由于大亚湾和秦山核电厂的建成，核电的发展也提到工业发展的议事日程上来了。实际上，核电厂对环境的污染小于通常的火力发电厂。如何进一步降低成本，充分而经济地利用核燃料，将是一个重要的研究方向。为此，快速增殖堆提供了一个范例。如果说核裂变能的利用是今天的现实，那么核聚变能的研究则是为21世纪的能源开辟道路。可控热核聚变能的研究也经历了不少波折，比原来预期要困难得多，但还是在向前推进。两种相互竞争方案——磁约束型和惯性约束型，目前都没有达到输入和输出能量“得失相抵”(breakeven)的目标，但距离都已不太远了。不过，实现这一目标的日期一再延迟，也表明原来的估计过于乐观。即使在这一目标实现之后，要使聚变堆的原型得以建成，估计也总要经历一段耗时费功的马拉松赛跑。我想，多数科学家大概会同意物理学家金兹堡(V. L. Ginzburg)的论断：就可能对社会产生的冲击而言，可控核聚变乃是物理科学中最为重要的问题。但期望在这一领域中取得近期的实际效益，显然是不现实的。在能源和动力方面，可以无损耗地传输电流的超导体的广泛应用，也可

能导致一场革命。在液氮温区工作的常规超导体所绕成的线圈，已在加速器、磁流体发电装置乃至托卡马克装置等大型实验设备中用来产生强磁场，可以节约大量电能；在发电机和电动机上应用超导体，已经制成接近实用规模的试验性样机。由于这些成功的应用，再加上超导储能、超导输电和悬浮列车等的应用前景，就促使金兹堡作出另一论断，即高温超导体的重要性仅次于核聚变。自从1987年液氮温区的超导体问世以来，它在强电中的应用前景是最激动人心的。进展虽然并不像预期那样迅速，但通过四年的努力，这方面应用的物理可行性已经得到证实：短试样的临界电流值已经达到实用的指标。剩下的问题就在于克服制备实用化线材的工艺难关。尽管这方面的困难不容低估，但已可以作出论断，高温超导体的强电方面应用前景是光明的。太阳能的利用也对物理学提出了挑战。如何制出价廉而高效的太阳能电池将是一个关键性的问题。至于更加常规的能源利用，如石油勘探、煤的燃烧、节能技术等，也有不少涉及物理学的问题有待于进一步研究。

材料技术的核心，为新材料的研制和传统材料性能的提高。传统材料的发展依赖于经验的长期累积和不断的炒菜式的试验。在其中，理论指导并不起太大的作用。即使在对钢中相变尚一无所知的时代，熟练的技工已掌握了淬火使钢硬化的秘诀，就很足以说明问题。这种情况到本世纪40年代、50年代开始有所变化。对于锗、硅等半导体的研究，揭开了材料技术的新篇章。区熔提纯、单晶制备、外延生长、掺杂工艺等方法相继问世，彻底变革了材料工艺的面貌。制备出高纯度、高完整性和可控掺杂的单晶材料，使得固体物理学家美妙的理论设想成为现实，犹如一张白纸让艺术家画出了最新、最美的图画。应该指出，这方面的研究工作除了在半导体器件上开花结果外，也促使材料科学在定量化、微观化和现代化方面迈出了一大步。这一实践指出了材料发展的新趋向，即不仅单纯地依赖经验的积累，也需要理论的指导。

70年代起，江崎和朱兆祥提出了半导体超晶格的理论设想，

随后分子束外延(MBE)、金属有机物化学汽相沉积(MOCVD)等技术的发展,又将理论设想和人工材料制备熔为一体,巧夺天工,开启人工材料设计奥秘,成为当今材料科学热点。首先在实验室中得以实现的是量子阱,即夹在两层宽能隙材料(如 $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}$)之间的窄能带材料(GaAs)薄层。电子或空穴被限于阱中,但在横向的两个维度可以自由运动,具有甚高的迁移率。进一步还制出了一系列的量子阱,称为多量子阱。张立纲等人制备了一系列势阱和势垒,观测电子的纵向运动,结果完全符合量子力学的理论预言。崔琦等人在处于低温强磁场中的量子阱内两维电子系统中观测到量子霍尔效应,除了整数台阶外,还发现分数台阶。这是一项有重大理论意义的工作。量子阱也可以用来制作有实用价值的器件:低阈值的激光器、高迁移率的快速三极管、具有激子非线性光学双稳态器件等。近年来由于超晶格制备技术的长足进展,在超晶格中也观察到共振隧穿这类纵向输运效应,可用以实现超晶格的原始理论构想。除了组分调制外,也发展了掺杂调制。超晶格的材料的范围也在扩大,包括IV族、III-V族、II-VI族等。特别是应变超晶格的引入,可以放宽晶格匹配的限制,从而获得不同材料参数(如有效质量等)的半导体,获得了能带工程的名称。超晶格的概念也推广到其他的材料中,金属超晶格即为一例,非晶半导体超晶格又是一例。由于通常超晶格主要关注的是电子性质,其周期应小于电子平均自由程,通常是纳米的量级,而涉及光波或声波的纵向传播,需要的周期往往是微米或亚微米的量级,微米量级的光学和声学超晶格应运而生,同时也发现了有应用前景的特殊性能如倍频增强效应、超高频换能效应等。另外,从二维的量子阱可以发展为一维量子线和零维的量子盒,其中也有着令人刮目相看的物理性质。总之,人工微结构材料研究方兴未艾,前途未可限量。其特征在于凝聚态物理学与材料科学已浑然一体,找不出明确的界限。

随着凝聚态物理学逐步深入到复杂结构的材料和非平衡态的