

人工物性剪裁

——半导体超晶格物理、材料及新器件结构的探索

SEMICONDUCTOR SUPERLATTICES AND
LOW - DIMENSIONAL STRUCTURES: PHYSICS,
MATERIAL AND DEVICE EXPLORATION ■

国家科委基础研究高技术司 组织 ■

郑厚植 编著 ■

湖南科学技术出版社 ■

HUNAN SCIENCE &
TECHNOLOGY PRESS ■

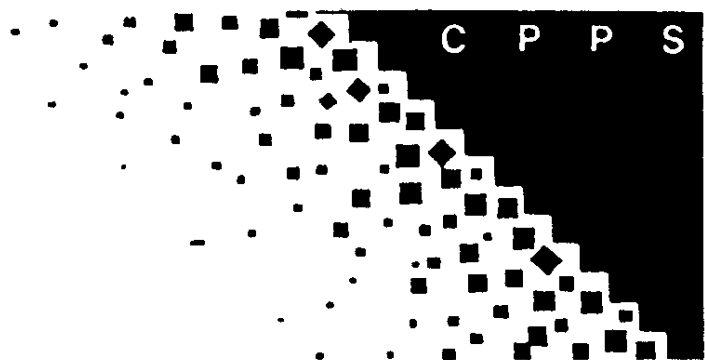
THE CLIMBING PROGRAM POPULAR SERIES
HUNAN SCIENCE & TECHNOLOGY PRESS

3

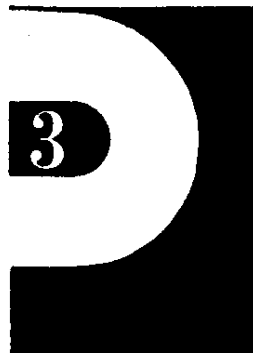
3



SEMICONDUCTOR
LOW - DIMENSIONAL
STRUCTURES
PHYSICS, MATERIAL
AND DEVICE EXPLORATION



攀登计划普及丛书



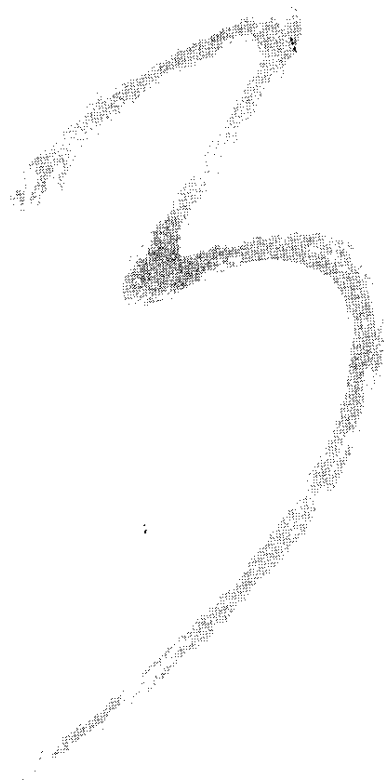
人工物性剪裁

——半导体超晶格物理、材料及新器件结构的探索

国家科委基础研究高技术司 组织

郑厚植 编著

湖南科学技术出版社



攀登计划普及丛书

人工物性剪裁

——半导体超晶格物理、材料及新器件结构的探索

组 织：国家科委基础研究高技术司

编 著：郑厚植

责任编辑：肖和国

出版发行：湖南科学技术出版社

社 址：长沙市展览馆路 66 号

印 刷：湖南省新华印刷三厂

厂 址：长沙市韶山路 158 号

邮 编：410004

(印装质量问题请直接与本厂联系)

经 销：湖南省新华书店

出版日期：1997 年 12 月第 1 版第 1 次

开 本：850mm×1168mm 1/32

印 张：7.5

插 页：5

字 数：153000

印 数：1—3100

征订期号：京所科技新书目 424—229

书 号：ISBN 7-5357-2136-2/TN·59

定 价：14.00 元

(版权所有·翻印必究)

《攀登计划普及丛书》编辑委员会

主 任:冯思健

副 主 任:朱新民 丁乃刚 邵立勤 唐洪渭

编辑委员:李文范 白松乾 马宏建 李永平 王一方

策 划:朱新民 张碧金

5911162/18

代 序

——在攀登计划实施大会上的讲话

国务委员、国家科委主任 宋 健

今天，“攀登计划实施大会”胜利召开，听了几位同志的发言我们大家都感到非常高兴。我们能够宣布攀登计划的启动和实施，清楚地说明，在科学技术的整体发展中，基础性研究工作受到党和国家的高度重视和关怀。

借此机会，我就当前科技工作的形势和进一步加强基础性研究工作的向大家作一简要说明。

自从小平同志视察南方的谈话发表以来，全国各族人民在党中央和国务院的领导下，进一步解放思想，加快改革开放的步伐，各条战线呈现出生机勃勃、欣欣向荣的景象。事实证明，经过几年治理整顿以后，我国已具备进一步加快发展的条件，正处在一个千载难逢的重要历史发展时期。我们面临的任务是：坚定不移地全面贯彻执行党的基本路线，牢牢把握经济建设这个中心，坚持四项基本原则，坚持深化改革和扩大开放，大力发展社会生产力。全体科技界的同志们将和全国人民一起，为实现这一战略方针做出历史性贡献。这是当代最高的战略目标，其他各方面工作都要服从这一目标。

党中央把发展科学技术列为我国经济和社会发展战略的重点，多次强调要把国民经济切实转移到依靠科技进步的轨道上来。在当前全国加快改革开放，尽快地把经济建设搞上去的新形势下，国家

对科学技术工作提出了更高的要求。科技战线已经积极行动起来，加快科技体制改革的步伐，动员广大科技工作者更好地面向经济建设主战场，引导经济和社会发展；与此同时，要努力稳住和加强基础性研究和大力发展高新技术，攀登科学技术高峰，提高科技创新和自主开发的水平，增强科技实力和后劲，使科技在我国经济建设和社会发展中发挥更大的作用。简单地说就是两句话：一是“面向、依靠、攀高峰”，二是“加强一头，放开一片”。

“面向、依靠”，就是坚决贯彻党中央“经济建设必须依靠科学技术，科学技术工作必须面向经济建设”的战略方针，加快科技体制改革的步伐，发展和提高全民族科学技术水平，促进科技与经济的紧密结合，鼓励广大科技工作者直接为推动企业科技进步，加快高技术产业开发区的建设、加强农业科技服务、合理开发资源、推动社会进步和保护生态环境等各方面贡献力量。

“攀高峰”，就是小平同志在视察南方的谈话中说的，“搞科技，越高越好，越新越好。越高越新，人民高兴，国家高兴。”

科学技术高峰，首先是我国社会主义现代化建设和社会进步的需要，只有创造出大量的、高水平的研究成果，才能更有力地推进国民经济发展和社会主义文明的建设。

攀登科学技术高峰也是科学技术自身发展的需要。近几十年来，科学技术以前所未有的速度向深度和广度迅猛发展，新思想、新概念、新发现层出不穷。加强知识产权保护和我国争取恢复在关贸总协定中的地位这种形势也对我国的科技工作的创新能力提出了更高的要求。只有树立雄心壮志，在各层次上勇攀科技高峰，才能不断提高科技工作水平，为中华民族在世界科技前沿领域占有一席之地建功立业。

总之，“攀登科学技术高峰”是新形势下为更好地贯彻“面向、依靠”的战略方针的一部分，是国家对科技工作提出的要求。这是指科技工作的各个方面包括攻关、高技术、基础性研究三个层次，研究、开发、建立产业等各项工作、理论、实验、工程技术各类专家，各个学科都要有自己的目标。努力创新、提高研究开发工作的水平。

在我国科学技术工作中，基础性研究的发展具有十分重要的意义。它不仅为人类利用和改造自然提供必要的知识基础，是新技术、新发明的先导和源泉；而且是培养高水平科技人才的摇篮。因此，确保基础性研究持续稳定地发展应是我国长期坚持的一项基本方针。建国以来，在毛主席、周总理等老一辈无产阶级革命家的关怀下，我们建立了一大批研究机构，形成了多种学科的基础科学研究体系，为社会主义建设作出了历史性的贡献。党的十一届三中全会召开以后，我国采取了一系列重要措施推动基础性研究的发展。例如，

1980年，中国科学院学部恢复了活动。

1981年，国家恢复了博士研究生制度。1985年7月，经国务院批准，我国开始办博士后科研流动站，试行博士后研究制度。

1986年2月，国务院决定成立国家自然科学基金委员会。

1987年，国家科委组织了对全国基础研究和应用基础研究现状及发展情况的调查研究。

1989年2月，经国务院批准，国家科委召开了全国基础研究和应用基础研究工作会议，会议明确指出，基础性研究是我国科技发展战略部署中的三个层次之一，对促进国民经济、社会发展和国防建设等具有重大意义。

近十年来我国先后建立的北京正负电子对撞机、兰州重离子加速器、合肥同步辐射加速器、高功率激光实验装置、受控热核反应 HT-6H 实验装置、长基线干涉仪、大型光学望远镜和毫米波射电望远镜、太阳磁场望远镜、中国环流器一号、低温核供热实验堆、串列静电加速器等十多项大型科学工程；建立了 77 个国家重点实验室和近 100 个部门开放实验室。增拨了实验室运行补助经费，为这些实验室更好地发挥作用和改善基础性研究的学术环境创造了条件。

今年，国家进一步增加对基础性研究的投入，国家自然科学基金有了较大幅度的增加，又拨出专款支持“攀登计划”的实施。这对于加强基础性研究，攀登科学技术高峰，具有重要的支撑意义。

随着对基础性研究重要性认识的提高，国家对基础性研究更加重视和支持，工作条件还将逐步得到改善。十多年来，我国科学家奋战在基础科学研究各前沿领域。学术水平不断提高，国际地位逐渐上升。如高临界温度超导体的研究，计算机科学的理论研究，若干人工功能晶体的理论和实验发现，微分动力系统等数学理论研究，分子轨道图形理论方法，以酵母丙氨酸转移核糖核酸的人工全合成，蛋白质功能基因的修饰与其生物活性之间的定量关系等为代表的生物科学方面的新成就都处于世界先进行列；我国科学家对东亚大气环流、大地构造、成矿（成油）理论的研究，对新疆、青藏高原的考察，以及对雄性不育杂种优势、固氮基因的结构与调节，中国植物和动物分类编目等研究都取得了世界瞩目的成就。为我国资源勘探开发、自然灾害防治、环境保护提供了科学依据，为我国面临的与人口问题相关的农业、医药、卫生等重大社会问题的解决开辟了道路，也为世界科学技术的繁荣做出了贡献。“七五”期间，我

国共有 238 项成果荣获国家自然科学奖，其中有一批荣获国际高层次科学奖。与此同时，基础性研究的成果应用于社会和生产的速度大大加快。

事实表明，我国基础性研究工作已经进入了一个持续稳定发展的新阶段。

但是我们也要看到当前我国基础性研究与国际前沿水平相比还有较大差距和面临着许多困难。例如，首创性不够，经费不足，仪器设备陈旧，课题分散，新秀培养不够等。还要预计到在加快改革开放的过程中，由于社会主义市场经济的发展和各方面的新变化，基础性研究还可能受到一定的冲击。因此，我们要采取果断措施，加强对基础性研究的指导，决心投入必要的人力物力，以求在力所能及的范围内，对重要的科学前沿和保证中华民族持续发展的最重要的基础科学方面，造就和保持一支有战斗力的精干队伍，务求取得第一流成就，为中国的发展和社会进步提供支撑，为世界科学事业作出我们应有的贡献。在增加基础性研究经费，逐步改变目前投资偏低的同时，要采取强有力的措施，发挥各方面的积极性，开创基础性研究的新局面。

在新的形势下加强基础性研究，我们特别要注意以下四个方面的问题：

第一，基础性研究要强调创新，强调高水平。基础性科学研究的主要目的是探索自然界的本质，发现自然界变化、发展的规律，提高我们对自然界的理性认识水平和深度。因此，对基础性研究的要求是要创新，要创造新思想、新方法，要争世界先进水平。有的科学家讲，基础研究只有第一，没有第二。事实证明，在当代科技发展中谁有更多的创新，有更高的水平，有更大的突破，谁就处于

主动地位，就掌握了后来居上的机遇。基础性研究工作一定要坚持高标准，出突破性的成果，出高水平的人才，才能攀上新的高峰。这对提高一个国家科技创新和自主开发的能力是非常关键的。

第二，基础性研究项目要精选。在现代社会中，基础性研究已不仅仅是科学家的个人兴趣和行为问题，已成为一个有一定社会规模的科学事业。由政府或科学机构直接组织和推动基础性研究重大项目是当前世界科学技术发展的趋势。因此，国家在通过科学基金等方式支持科学家根据自己的特长和意向提出的自选课题和从学科发展的优先领域中选取的重点课题的同时，还要组织实施一些对国家的发展和科学技术的进步具有全局性和带动性、为我国科技界所公认的基础性研究重大关键课题。

根据这样的考虑，从1989年开始到现在，经科学界的认真讨论研究后遴选了30个国家基础性研究重大关键课题，构成了“攀登计划”的首批项目，受到科技界广泛关注和欢迎。攀登计划的制订和实施，有利于完善我国科技工作的纵深部署，有利于吸引培养和造就新的学术带头人，形成高水平的科学家队伍；有利于集中力量，提高投资强度，在一些有优势和对国家长远发展有重大意义的重要领域取得突破，在世界科技发展的竞争中树立起中国的旗帜。对我国科技事业和国民经济的长远发展具有十分重大的意义。

第三，队伍要精干。中国是发展中国家，财力有限，不可能全面出击，要选择重点，组织一支精干的基础性研究队伍，集中兵力打歼灭战。我们衷心希望老科学家们的作用得到更多更好的发挥，更希望年轻一代科学家迅速成长。青年人思想活跃，精力充沛，容易冲破旧思想的束缚，始终是推动基础研究不断发展的生力军。要创造条件，让年轻的学术带头人在国际科学前沿拼搏；同时也要注意

意根据实际需要和个人特长，使优秀的人才及时开辟新的研究领域。要鼓励研究人员带着已经取得的成果参与应用研究和科技开发方面的工作。只有这样，才能使基础研究队伍始终充满活力，使基础性研究的成果和人才不断推向应用技术领域，为经济建设和社会进步服务。

第四，基础性研究工作要创造一个宽松、民主、有利于新思想产生和优秀人才脱颖而出的环境和条件。首先，我们要加强从事基础性研究的科研机构，建设和运行好已建成的各种大型科学工程、国家重点实验室和部门开放实验室，使它们在向国内外开放的大环境中，逐步形成具有自己特色的，在国际学术前沿努力拼搏的基础性研究的科学基地。我们还要加强科学数据积累工作，建立科学数据库，促进国际国内数据交换。为科学研究、经济建设和社会发展提供确切、快速、方便的信息服务。

我们要继续大力倡导尊重科学、尊重人才的社会风尚，要求科学界遵守科学道德规范。基础性研究是艰苦的探索性劳动，具有较大的不确定性。它需要科学家们数年、数十年、甚至毕生的探索，经过无数次失败后，才有可能取得进展。在少数成功者的后面，有很多科学家默默无闻的奉献。他们的工作应该得到人们的理解和支持，他们的成就应该得到政府和社会的鼓励和尊敬，这是尊重科学、尊重人才的社会风尚的一个重要组成部分。要尽可能为科学工作者创造较好的工作和生活条件，以利于更好地发挥他们的聪明才智。

随着改革开放的深入进行，我国的基础性研究已经步入持续稳定发展的新阶段，展现出更加美好的前景。攀登计划的出台，在我国科学界受到了广泛重视和热情支持。这对稳定基础性研究队伍，

落实“加强一头，放开一片”的方针，为基础性研究多出成果，多出人才，攀登科学高峰，必将产生深远的影响。我们希望有幸从事基础性研究的科学工作者，能密切关注我国经济建设和社会发展，从中抽象出新问题、新学科并组织力量加以研究。我们还希望从事基础性研究的同志们，能够尽力支持战斗在经济第一线的同行们，热诚地帮助他们，鼓励他们，分享他们的成就和喜悦。为了国家的未来，为了中华民族的前途，让我们一切从事基础性研究、技术开发和向产业转化的科技工作者，团结一致，相互支持，共同努力，为把我国科技工作提高到世界先进水平而努力奋斗。

(1992年7月22日)

编者的话

一个国家、一个民族要自立于世界之林，经济实力、发展速度固然十分重要，但经济长期稳定发展的后劲取决于科技进步，尤其是基础科学的发展水平。循因果，是基础科学带动整个科技的发展，科技发展又带动社会经济的进步。这个道理人人都能懂。20 世纪的一个显著的时代特点就是科学的社会化与社会的科学化。科学技术的发展、进步与成果直接改变了我们周围的一切，影响着人们的生产、生活和思维方式。

科学活动大致可分为基础性和应用基础研究。基础性科学研究的目的，在于探索人类生存于其中的宇宙的本质，即自然界的本质。从这个意义说，基础性科学研究，是人类必需的理智行为之一。人类的每一次重大的基础性研究的突破，都对整个文明的进程带来从观念到现实的巨大震撼。然而，这种突破，在本世纪中叶以前，基本上只是以个别科学家的个人兴趣而存在着。

今天，科学已不再只是少数科学精英在书斋和实验室中运作的个人追求，而是需要全社会都来关注、理解、支持的公众事业。因此，我们的科学工作者肩负着两个使命，使用着两种语言，当一项成功的科学成果，包括理论发现和技术发明诞生时，不仅要用专家语言公诸同行，还必须用通俗语言告知大众，后者就是科学普及的使命。很难设想一个没有科学普及的时代会有科学技术的全面、高速发展。基于这种思考，我们在国家科委基础研究高技术司的支持与指导下策划了这套以大众语言反映我国基础科学研究顶尖水平的国家攀登计划的科普读物，恭请攀登计划的首席科学家主编了这套《攀登计划普及丛书》，每个项目一本。目的在于唤起社会，尤其是广大科技工作者及大、中学生对这一跨世纪伟大工程的了解与理解。

值得指出的是，本书的作者大部分是两院院士、国家级功勋科学家，他们惯常使用专家语言表达思想和智慧，此次他们改用通俗语言推介高技术知识及其进展，实不是一件轻而易举的事。为此，

他们付出了极大的努力。在紧张繁忙的科研工作间隙，以十分严谨的态度构思写作计划，反复修改提纲，一遍遍为文稿润色，核实资料，推敲提法并雕琢文辞，力求深入浅出，生动活泼，可读易懂，同时又不失真诠与全貌。他们的这种求实笃诚的科学精神与严谨学风十分令人钦佩。当然，书中也有某些理论与技术问题由于本身的灰度，很难在不失原意的基础上做出通俗的表述，只好留给读者一些灰色的谜。也许当读者在掌握某些学科的阶梯知识与背景材料之后，理解起来就会水到渠成。这就是说，科学普及，不能单方面强求我们的科学家走下高台，更重要的是，也要求我们的读者逐渐提高自己的科学知识，迈上台阶。理解与沟通永远是双向的。

科学普及工作是一项长期艰巨的社会文化工程，要做的事还很多，目标也将会越来越高。我们衷心希望一切关注社会进步与民族命运的同志和朋友都能与我们结伴而行，给我们批评和鼓励。科普的事业大有可为。

丛书自 1992 年组织起始，朱新民、丁乃刚、李文范、白松乾等

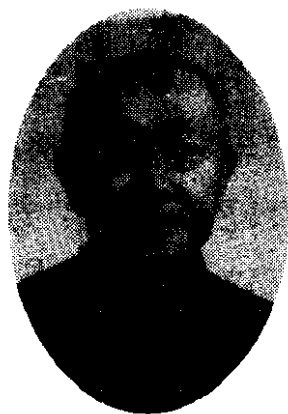
同志在选题、组稿的策划中做了大量的工作，国家科委基础研究高技术司及湖南省新闻出版局给予了极大的关心和支持，谨此表示衷心的感谢。

《攀登计划普及丛书》编辑委员会

1995年3月

首席科学家简介

黄 昆 浙江嘉兴人。攀登项目“半导体超晶格物理、材料及器件探索”首席科学家。1919年生。1948年获英国Bristol 大学物理系博士学位。中国科学院院士，瑞典皇家科学院国



黄昆

外院士，第三世界科学院院士。历任北京大学物理系副主任，中国科学院半导体研究所所长，中国物理学会理事长，国际纯粹和应用联合会半导体委员会委员。全国政协常委。他是中国固体物理和半导体物理学科的开创者和奠基人。在现代固体理论、晶格动力学、极性晶体光学振动、准二维系统光学声子理论等方面成就卓著，作出了一系列国际领先的成果。并先后创立了“黄-Rhys 理论”、“黄漫散射”、“黄-朱模型”，提出了“黄方程”等，在国际物理学界享有盛誉。他与 M.Born 合著的《晶格动力学》一书是晶格动力学学科第一本权威著作，四十余年来被译成多国文字，一再重印，是所有固体物理学教科书及晶格动力学著作的标准参考文献。他长期从事物理学教育工作，为我国培养了一大批物理学家和半导体科学技术专家。