

么样的情况和环境下，无论面临怎样纷杂的困扰，始终保持平静、深邃和坚定，既不随波逐流，也不患得患失。这是周光召先生，也是彭桓武、邓稼先、于敏等诸多大家的流风遗韵。

今天，我们这批当代核武器科技研究人员也不会推卸自己的历史重任。我们曾沐浴群星光

芒，也必将沿着前辈们开辟的道路跋涉下去。

这是一条几代人艰苦开创、辛勤建设的国防之路，曾经直面并将继续迎击无数险境与难关，曾经追寻并将继续收获无数的机遇与希望，曾经赢得并将继续摘取无数的胜利与荣光！

历史的启迪和重大科学发现产生的条件*

周光召

21世纪初叶，将是中华民族以坚定的步伐走向世界，自立于世界民族之林的关键时期。中华民族的复兴要求科技先行，要求在中华大地上涌现出有世界领先水平的重大科技创新。我国当前迫切要求解决的问题是科技和经济的紧密结合问题，是将科技创新成果迅速有效地转化为现实生产力；同时我国的进一步发展也需要更多更好的自有知识产权，需要振奋民族的自信心，实现以弱胜强，后来居上。因此，需要在中国的大地上出现重大的科学发现。

本报告将仅就第二个问题发表一些看法。

1 重大科技创新产生的外部条件正在逐步形成

(1) 国家加强了科研经费的投入

前一段时期科研和教育的经费投入不足，成

为我国发展科技的瓶颈。但是，近几年来情况已经有了很大的变化，党中央和国务院决定实施科教兴国战略，从各方面加强了科研和教育经费的投入，而且随着经济水平的提高，科技的重要性日益为社会所认同。可以预计，中央、地方和企业对科研经费的投入都将不断地增长。科研经费只是获得重大科研成果的必要条件，而不是绝对的条件。在目前的大好形势下，我们应当更多的注重其他一些条件的创造。

(2) 对科技已经产生重大的社会需求

中国在下一世纪所面临的重大问题，产生了对科技的重大社会需求。首先，合理利用资源，保护生态环境，实现可持续发展已经成为紧迫的任务。现在我国农产品成本过高，质量和品种不足，效益低下，农民的收入不能提高，所以对农业科技产生了新的压力。当前工业结构还不合理，管理也不善，市场竞争力不强，有大量的企

* 1999年10月8—11日，跨世纪物理学前沿问题高级研讨会(作为中国物理学会秋季会议首届会议，中国科学院理论物理研究所发起)在中国科学院基础园区举行。中国科学院、国家自然科学基金委、理论物理研究所领导分别在开幕式上讲话。原科学院院长、中国科协主席周光召先生作了重要报告；1999年10月18—21日，中国科学技术协会首届学术年会在杭州隆重举行，与会人数达4000多位。人大常委会副委员长、中国科协主席、著名物理学家周光召院士到会并作主题报告。本文根据周光召先生在这两个会议上的精彩报告整理而成，于2000年在《科技导报》发表。

DOI: 10.7693/wl20190506



“两弹一星”功勋科学家周光召先生

业亏损，所以迫切需要新的技术，同时需要改善产业的结构，提高产品的科技含量，需要加强科学的预测和管理。当前就业的形势很严峻，也需要开辟新的就业途径。

人口老龄化和就业困难

中国的人口现在仍在增长，本世纪末要接近13亿，下世纪中叶可能达到16亿，而超过60岁的老龄人口现在已经占到人口总数的10%，超过65岁的已经占到7%，表明我国社会现在已经开始要进入老龄社会。现在第一产业劳动力大量过剩，在农村和矿山都可以看出来；第二产业劳动力也过剩。很多国有企业都出现下岗的问题，所以就业问题会长期困扰我们国家和社会。如何准备好中国进入老龄社会和解决中国的就业问题，是下世纪我们面临的重要课题。

农业方面

近年来我国的耕地面积在减少。我们国家土地面积虽然很大，但是大量的土地都是在西北部，而西北是干旱区，每年降雨量不超过200毫米，光这个地区就占了全国面积的1/4。国土虽大，真正可利用的土地并不多，而在北方的干旱情况一直延续到华北。黄河断流情况日趋严重，从1991年开始，断流的时间在逐步的上升，断流的长度也是在起伏，现在略有上升的趋势。所以干旱化使得90年代黄河中上游天然径流量比50年代减少1/4，将近24.4%。在自然过程和人类活动的共同作用下，下游的实际径流量减少68%，

这样造成黄河连年的断流，而每年的经济损失现在已经超过100亿元。耕地面积在缩小，需要提高单产，但是在单产的问题上，我们曾经经过了第一次突破，就是矮化的品种产量提高两三成；又经过第二次突破，70年代，杂种优势，产量又提高了20%；从80年代到90年代还没有出现重大的突破。现在正在酝酿重大的突破。超级稻现在也很有苗头。我们必须要在在这方面有新的突破，不然在耕地下降而单产徘徊的情况下，没有办法养活16亿的人口。

能源问题

能源中很重要的是石油。在前一段我国工人和科技人员的努力下，中国从无油国到自给自足，至1993年以前中国都是石油的出口国，但是从1993年以后，就变成石油的进口国，而且现在差距越来越大，估计到2010年石油年缺口将达到1亿吨，天然气年缺口将达到400亿立方，400亿立方相当于0.4亿吨石油，所以到2010年很可能中国将缺1.4亿吨的石油。中国的能源水平还是很低的，按照小康水平，人均装机现在预计应该有1个千瓦，中国才有0.22个千瓦，像美国现在有3个千瓦，法国2个千瓦，日本1.77个千瓦。小康水平是1个千瓦，中国的能源还需要大的发展。能源的发展主要依靠煤，但煤带来很多环境、运输等方面问题。

环境问题

我国环境局部有所改善，但是总体是趋向恶化。现在出现河湖干枯，土地沙漠化、盐碱化，草地退化，生物多样性减少，这些都是我们现在面临的严重的环境问题。前几年出现的沙尘暴，大家还记忆犹新。沙尘暴发生的次数随着年代变化在不断增长，到80年代已经比50年代增长了将近3倍。全国空气污染最严重的10个城市，其中北京已经名列第二位。我想杭州是非常非常好的，是中国空气最干净的城市之一。1998年国际卫生组织公布了全球空气污染最严重的10个城市，依次是太原、米兰、北京、乌鲁木齐、莫斯科、兰州、重庆、济南、石家庄、德黑兰。其中我们国家占了7个，而北京名列第三。

1998年全国一半以上的城市降水的年均PH值低于5.6,酸雨的覆盖率已经超过国土面积的30%以上。以长沙、南昌、怀化为中心的华中酸雨区是全国最严重的酸雨区,其中心区年降水的PH值已经低于4.0,低于国际上历史上出现的最低的水平,酸雨的频率已经高于90%。现在海洋大量的出现赤潮,1998年9月渤海湾赤潮面积高达2000平方公里,由于海水环流的关系,赤潮很难消退,造成渔业在海底出现了无生命区。

在局部地方,土壤污染现在也很严重。如北京南郊土壤,铅、铬和汞含量1997年比1987年都有大幅度的提高。这是由于种种的原因所构成的。其中,汞的污染有一部分是祖先留下来的,因为我们祖先建筑房子的时候要用很多的汞,所以北京汞污染最严重的是在天安门建筑群附近。

面对信息社会的挑战

现在世界进入信息社会,我国信息产业的核心——亚微米微电子技术、CPU的芯片和电脑的操作系统目前完全由外国公司控制;重要的电脑和网络部件、外设、传感器和应用软件没有知识产权;信息资源的建库、传输和处理技术远远落后;电脑和网络的应用刚刚起步。我们想在信息社会迎头赶上,必须要在我国解决这样一些问题。现在网络发展得非常之快,像1999年1月世界上已有4000多万台机器是联在网上的,到了当年7月,经过半年就提高到5600万台,说明它的发展速度是非常之快的。而我们国家的IT业1998年上半年是高速增长,但是效益在下滑,硬件的产品降价,毛利很多,出口也在下降。有的地方片面追求高投入、大规模,不重视提高网络运行的水平,优化网络的结构,充分运用原有的设备。根本的原因是重硬轻软,重规模轻效益,不理解信息资源是信息社会的血浆。

上面我们看到了中国在下一世纪所面对的很多的重大问题,这些重大的问题都需要我国的科学家和工人、农民一起寻求出独特的解决办法。

(3)发挥中国人的智慧和潜力是实现我国第三步战略目标唯一的依靠

中国有世界最多的人口和青年,如果没有知

识、没有科学态度和科学方法的训练,人口多就会成为严重的包袱,但是反之就将成为世界上最强大的生产力和创造力。发展科教事业,提高全民素质是实行科教兴国战略的首要任务。中国人是有智慧和创造力的,这一点毫无疑义。从中国古代技术的成就,从华裔学者和中国留学生的贡献、建国以来中国学者作出的成绩都可以印证这一点。

中国古代技术的成就

公元前5000多年前西安的半坡人已会制造彩陶,传说是在黄帝统一华夏以后,制造了黄钟,其长度和底面积作为标准度量的单位,发声作为基准音;苍颉制造了文字;螺祖发明了养蚕、织丝等等。但这些传说还没有找到考古的证据。

夏朝冶铜业有很大发展,到商朝铜器大量的出现在贵族生活中,还出现了青铜武器。在龟甲和商代铜器上刻有古代文字3500多个。当时天文学家还记载了一颗星星的出现,超新星,这是世界上最早的记载。在纺织方面已经有了结构复杂的提花机。周朝开始了筹算,卜师们还写出了《易经》。

春秋战国时代是百家争鸣、学术繁荣的时代,出现了一大批思想家,像老子、孔子、墨子、庄子、孟子、孙子、屈原等等,对我国社会后来的文化、政治、军事、哲学、伦理都产生了决定性的影响。这时期在科学技术方面也出现了名医扁鹊,名匠鲁班,曾候乙编钟,建造了都江堰,写出了《山海经》《禹贡》《黄帝内经》《天文星占》《考工记》等重要著作。

16世纪之前中国发展了许多卓越的技术,在世界上处于先进地位。中国不仅贡献了四大发明,为世界推动了资本主义早期的发展,而且在农业、建筑、地理、陶瓷、冶金、医学一系列领域有所发现、有所创造,对社会作出了无愧于中华民族的贡献。在天文观测、数学计算、资源勘探、环境保护等方面也有非常重要的发现、观点和成果。

中国过去是出口技术的,不像现在是引进技术。根据李约瑟教授研究的结果,从汉朝到明朝,中国传向西方的发明,除了火药、造纸、活

字印刷、指南针四大发明以外，还包括像缫丝、纺丝、提花机、铸铁技术、弩、水利石碾、船尾方向舵、水排、龙骨水车、风扇、簸扬车、瓷器、独轮车、马蹄铁掌和马镫、走马灯、游动常平悬吊器、深钻技术、弧性拱桥、铁索吊桥、竹蜻蜓等等。像瓷器，特别像铁索吊桥、深钻技术，在当时是最先进的技术。

华裔学者和中国留学生的贡献

到目前为止，已经有5位华裔物理学家和1位化学家获得诺贝尔奖。他们是李政道、杨振宁、丁肇中、李远哲、朱棣文和崔琦。早期的留学生像吴有训、赵忠尧等都是创建新中国的科学技术方面作出杰出贡献的科学家，他们都有极为杰出的、有资格竞争诺贝尔奖的科研成果。已经有相当一批华裔科学家和留学生由于科学技术研究上的突出贡献，得到过世界级的奖励。

新中国成立以后，中国科学家也作出了很重大的贡献。在被封锁的条件下，自主发展“两弹一星”，解决了国防方面的问题，同时也解决了国民经济中若干重大科学技术问题。如大庆油田的发现；最早完成了人工合成的牛胰胰岛素；在数论、数值计算方法、数学定理证明、理论物理、凝聚态和准晶、高能物理、高分子化学、太阳磁场、杂交育种、古生物学、地质和生物调查、资源勘探、环境保护、断手再植、临床医学等方面都有非常杰出的工作。这些都说明，中国人是有智慧有能力的，完全能够在下一世纪创造足够好的条件，做到后来居上。

但是值得深思的是，尽管经过许多人的努力，有了过去这些成绩，但是完全领先、开时代之先河、开创性的科研成果，特别是基础研究领域的成果，到今天还没有在中国的土地上产生。

中国在世界的复兴需要创造第一流的科研成果，什么时候在中国土地上同样能够出现领导世界科研潮流的、开辟全新研究领域的一流的科研成果？为达到这样的目标，我们还缺少什么样的客观和主观条件，需要创造什么样的氛围和环境？这就是下面我希望和大家来共同探讨的问题。

2 现代科学技术发展的历史带来的启迪

本世纪最富创新力的科学发现是相对论、量子力学和基因双螺旋结构。最有社会影响和推动力的科学工程是制造核武器的“曼哈顿工程”和阿波罗的“登月工程”。中国在被封锁的条件下也成功研制了“两弹一星”，振奋了国威军威，提高了中国的国际地位和中国人的自信。我们应当分析这些成功的经验，从中得到启迪，创造重大的科学发现得以产生的环境和条件。

(1)世界科学中心的转移

英国是最早的世界科学中心

直到19世纪末，英国作为世界上率先完成工业革命和占有大量殖民地的国家，在科学技术发展上起了带头作用。英国是力学、电磁场理论和进化论的创始地，英国人首先发现电子和原子的结构，所以直到本世纪初，英国仍是当时世界科学的中心。这与那时英国的经济和政治地位是相称的。也就是说，有了经济的发展，对科学的支持，这个地区或国家，才有可能发展成为世界科学的中心。

科学没有国界，是人类共同发展、共同享有的成果。在英国成为世界科学中心的同时，欧洲各大国也都对科学发展作出了重要的贡献。18、19世纪，英国人焦耳和德国人亥姆霍兹创立了能量守恒的热力学第一定理，法国人卡诺发现了热力学第二定律；英国人道尔顿提出原子论；俄罗斯人门捷列夫发现了元素周期表；德国人开创了有机化学。他们都对化学的发展功不可没。

同时，欧洲一直注重数学的发展。早在17世纪和牛顿同时代就有莱布尼兹，他独立发现微积分。到19世纪，尽管英国当时的经济是最发达的，但欧洲大陆的数学已经超过英国，出现了Gauss、Riemann、Laplace、Poincare等非常杰出的数学家。

在19世纪末出现了物理学的危机。人们曾经认为，到19世纪下半叶，力学、热学、电磁学、光学的理论都已经成熟了，能够解释所有的物理

现象。这种乐观的看法很快就遭到了挑战。由于法国人发现放射性物质，德国人研究了黑体辐射频率分布，美国人发现光速不随地球相对于太空运动而改变的现象，这些现象都不能够用已发展出来的原有的理论来解释。当时出现所谓物理学的危机。在这种危机下，出现了相对论和量子力学。

在20世纪初期的30年，最重要的科学发现就是相对论和量子力学。同时，对物质结构的认识深入到原子的层次。1905年德国人爱因斯坦在研究运动物体的电动力学时，提出了相对论和光速不变原理，确立了质量能量等价和时间空间变换关系，完全改变了牛顿力学的世界观。1915年爱因斯坦提出了广义相对论。在20世纪重大科学发现中，相对论是比较特殊的，因为它基本上是由爱因斯坦一个人完成的。爱因斯坦的个人天才无疑在这里面起到决定性的作用，这和其他科学发现的环境条件不同，是可遇不可求的。值得提出的是，爱因斯坦发明狭义相对论和成功解释光电效应时，只是一个专利局的职员，当时他想在大学和研究机构申请一个职位都没有得到，处于一种不得志的状况。这一点是很值得我们注意的。

1900年德国人普朗克首先提出光的量子论；1905年爱因斯坦用光量子论解释光电现象；1913年丹麦人玻尔提出电子轨道的量子化，用它解释原子结构和原子光谱；1916年德国人索末菲改进了玻尔的模式，计算了电子的椭圆轨道，这在当时是一个非常复杂的计算；1923年法国人德布罗意提出电子也是一种波动；1925年德国人海森伯引进矩阵作为力学量，德国人玻恩、约当和海森伯建立起量子矩阵力学体系；1926年德国人薛定谔提出量子波动力学，证明波动力学和矩阵力学等价；同年，玻恩提出来了波函数的统计解释；1927年德国人约当和英国人狄拉克证明了普遍的变换定理，海森伯提出了测不准关系，从而量子力学理论的构建基本完成。而量子力学迅速成功的应用到原子、分子和固体结构的研究中，得到了很多的结果。量子力学发展的速度虽然很快，

却是在激烈的学术争论中展开的，薛定谔和爱因斯坦一直不同意海森伯的理论和玻恩的统计解释。爱因斯坦甚至终身不认为量子力学是一个完备的理论。

德国在20世纪初成为世界科学的中心

相对论和量子力学是20世纪最伟大的科学发现，从上面列举的情况来看，各个欧洲国家科学家都有参与，主要部分则是由德国人完成的。这就说明世界科学中心在20世纪初由英国转移到欧洲大陆，主要是转移到了德国。

德国为什么能够成为世界的科学中心呢？

德国在当时并不是经济最发达的国家。在量子力学发现时，就是1925年左右，德国正经历第一次世界大战后经济特别困难的时期。正是这种经济形势导致了30年代法西斯的上台。当时德国科学家的工作、生活条件都是很差的。可见，在条件不够好的地方也可以产生世界上最重要的科学发现。

当时德国为什么能够做到这一点，因为它有学术传统和优势。德国一直有尊重知识、尊重科学的传统。德国的汉堡大学最早设立专门从事研究的实验室，以后成为其他国家大学仿效的样板。同时，德国率先成立了马克斯·普朗克研究所和若干大学的研究中心，如柏林大学、哥廷根大学、慕尼黑大学、莱布尼兹大学等，集中了人才和资金，同时也形成了很好的学术传统。德国在希特勒上台以前，大学采取开放流动的政策，吸引了大批犹太族的科学家到德国定居和学习，爱因斯坦、玻恩都是犹太族人。同时德国鼓励国际的学术交流、人员的流动，吸引了大批的外国留学生。美国“原子弹之父”奥本·海默，“氢弹之父”特勒、著名的匈牙利科学家冯诺曼、魏格勒，著名的苏联科学家朗道等，年轻的时候都曾在德国留学过。

同时，德国当时积极培养和选拔青年。我们仍以海森伯为例，他于1920年进入慕尼黑大学，师从名教授德国人索末菲，1923年就获得博士学位，其间1922年—1923年由索末菲推荐转到哥廷根大学，师从著名的玻恩教授。他在哥廷根大学

毕业以后即获得资助到丹麦哥本哈根，在原子结构量子论的创始人玻尔教授处工作了一年，至1924年回到德国。海森伯自述，在慕尼黑学到了不怕困难的乐观主义，从哥廷根大学学到了数学（因为当时数学领域最主要的大师都在哥廷根），从哥本哈根学到了物理（因为玻恩是原子结构的创始人）。这为他在1925年发现量子力学打下了坚实的基础，那时他只有24岁。

在相对论和量子力学突破的过程中，应该说哲学起了很重要的作用。德国从康德开始，一直到黑格尔等，在哲学率先脱离机械论和绝对论。牛顿力学出来以后，机械论和绝对论在科学界成为了一种统治思想。德国在哲学上率先脱离了这种束缚，发展辩证法和唯物论。德国的科学家都有很高的哲学素养，在发明相对论和量子力学过程中，对认识论有过很多的讨论。刚才讲的相对论和量子力学都是理论上的发现，但是德国的物理学家非常重视理论和实验的结合，对当时物理实验的前沿——原子光谱做了详尽的分析。如海森伯在发明量子矩阵力学以前从事大量的光谱分析工作，也正是在分析光谱强度中寻求如何解释光谱强度的时候，找到物理量不对易这一量子矩阵力学的关键。

德国在19世纪末已经成为数学领先的国家，产生了世界超一流的数学家高斯和黎曼等。20世纪初最著名的数学家是德国哥廷根大学的希尔伯特教授，他提出的数学要解决的难题一直到今年还在困扰着一些数学家。当时，定居德国的理论物理学家中有一批如索末菲和玻恩的教授们在物理和数学两方面都有非常高的造诣。所以，哲学思想的指导和数学研究的领先，理论和实验的紧密结合，学术思想的活跃和创新，研究机构的开放流动，频繁的学术交流和激烈的学术争论，对年轻人才的吸引、集聚和破格提拔，这些是德国当时成为世界科学中心的重要条件，它不仅造就了海森伯，还为发展世界科学造就了一大批人。

“二战”后科学中心转移至美国

美国利用未受战争破坏的强大经济实力，从战争年代开始就大量吸引欧洲和世界的人才，开

展军事科研。战后扩大研究的规模，建立了很多国家实验室和国家科学基金会，以军事研究带动尖端技术，形成世界最强大的研究开发力量和世界科学中心。在战争年代，美国大量吸引了欧洲的人才，特别是犹太人，开展了“曼哈顿计划”，即在美国制造原子弹。“曼哈顿计划”开创了科学大工程的先河。虽然美国是世界上最富的国家，经费也非常充裕，但是“曼哈顿计划”因为原子放射性和军事保密的要求必须远离城市，选择在高山和荒漠的地区进行。所以开始时，科学家在那里的各种条件也是非常艰苦的。同样，中国后来研制“两弹一星”，更是在艰难困苦的条件下完成的。很多同志都知道，在青海的高原，在新疆的沙漠中，而且是在国家经济困难的时期，把这样重要的工作完成了。

这些大工程计划成功的条件是什么？

使得这些计划成功的基本条件第一是科学家的爱国心、使命感和由此而来的献身精神以及高度的责任心。这一点中国科学家是问心无愧的。我想即使是美国在实行“曼哈顿计划”时，那些科学家也是为了不让德国法西斯抢先制造出原子弹，而情愿抛弃原来自己的研究方向，投身到这件工作里边来。

第二是实行大力协同和强有力的组织协调。所有大工程都是非常之复杂，需要各方面工作的协调才能把它做好。一个导弹，最小的部件发生问题，整个导弹就要出事，所以每一项工作都必须有条不紊、完全按计划进行，并且要按质、按量、按时完成，所以需要强大有力的组织协调工作。

第三是人力、物力、财力高度集中和统一指挥。在中国，当时调集了各个学校和研究所的有关专家集中去搞“两弹一星”，才使得这项工作最终圆满完成。国家在尽可能的条件下，集中了物力和财力，实行统一指挥。在周总理、聂帅统一组织下，才得以协调了全国各工业部门、科研院所、解放军十万人以上的队伍，共同完成这项伟大的任务。

基因双螺旋结构的发现

美国的经济和科研实力非常雄厚，即便在战后依然是世界的科学中心，这是其他国家无法比

拟的。但是战后最伟大的科学发现——基因双螺旋结构，却不是在美国，而是在遭受战争严重破坏的英国剑桥大学卡文迪许实验室出现的。这个实验室在战后开创了分子生物学和射电天文学两个新领域，都取得了震惊世界的科研成果。这再一次说明单靠物质条件好，并不一定能够产生最好的科研成果。

早在19世纪中叶，英国生物学家达尔文提出了生物进化的学说，奥地利生物学家孟德尔提出了遗传基因的假说。而在20世纪初，美国生物学家摩根发展了基因的假说，明确指出基因存在于染色体上面。基因的双螺旋结构是在二次世界大战以后，欧洲还在医治战争创伤的1953年，由英国剑桥大学卡文迪许实验室的物理学家克里克和沃森发现的，当时沃森只有25岁。

为什么基因的双螺旋结构是由物理学家而不是由生物学家发现的？为什么它不在当时最强盛、条件最好、有深厚基因研究传统的美国产生？英国剑桥大学的卡文迪许实验室为何能在战后经济困难的时期连续做出优异的科研成果？

卡文迪许实验室是一个物理学的实验室，有着长期的科研传统，曾经由发现电子的汤姆逊和发现原子结构的卢瑟福担任过实验室主任，在战前长期从事原子结构和原子核物理研究，在这两方面作出过非常重要的贡献。这个实验室也有多位诺贝尔奖获得者。“二战”期间多数科学家都放弃原来从事的研究工作，加入到为国防服务的行列中，特别是参与发展核武器和雷达的工作。战后原子能和核武器的发展，由于规模大、保密要求高，不能继续在大学的实验室进行，各国都决定成立新的独立研究机构。英国核物理的研究工作从卡文迪许实验室分离出去，实验室经费就减少了，并面临科研方向的重新选择和确立。新任卡文迪许实验室主任布拉格开辟了新的研究方向，从实验室的发展和英国国情出发，果断决定将原有的科研积累加以拓展，开辟新的研究领域。一是利用X光衍射进行矿物晶体结构的分析技术转而进行生物大分子的结构分析，力图从分子的角度来了解生物遗传和生命现象的本质。

二是利用“二战”中发展起来的雷达技术，进行天文学的观测和研究。由一个以物理学前沿为主要研究方向的世界知名实验室，改为利用物理学发展出的仪器和物理学家的思维方法，重点从事天文和生物的研究。这样的一个改变，后来被证明是非常正确和极有远见的。经过几年的努力，卡文迪许实验室在两个新的研究方向上都取得了划时代的研究成果，开辟了射电天文学和分子生物学的崭新的研究领域。

在天文上发现了类星体和脉冲星，赖尔和赫威斯因而获得1974年诺贝尔物理学奖。在分子生物学上发现DNA的双螺旋结构，Dich和Waston获得了1962年的生物和医学诺贝尔奖。在卡文迪许实验室分子生物方向工作过的科学家中还有好几位获得诺贝尔奖，这就使得在战后困难的条件下，卡文迪许实验室重新成为世界科学最重要的科学中心之一。

(2)重大科学发现产生的条件

科学中心领导核心的关键作用

卡文迪许实验室主任布拉格从学科交叉中发现了新的科学增长点，充分调动实验室原有的技术力量，以很少的经费，在困难条件下打开了崭新的局面。英国开创了分子生物学和射电天文学，以后在这两个领域又长期领先于世界，布拉格有很大的功劳。这说明科学中心领导核心的学术水平和战略部署对中心的科学发现起着关键性的作用。

既要只争朝夕，又不能急于求成

从1946年开始到1953年发现DNA双螺旋结构，一共经历了7年时间，对于无人介入过的崭新研究领域，只有信心坚定而不是急于求成的领导人，才能够始终不渝地给予支持，不断创造条件，开展学术研讨，寻找突破点。这样，才有可能在不断进行科学积累、不断吸引和发现人才的基础上作出突破性的科学发现。

产生重大科学发现的因素

物质条件在重大科学发现和重大科学工程的实现上都只是必要条件，而绝非绝对条件。20世纪最重要的科学发现并不是在条件最好的国家和

实验室中间产生的。在有了基本的工作条件以后，提出明确的目标和战略，在科学家群体中形成使命感和凝聚力，创造促使创新思维产生的学术环境，吸引优秀人才和选择学术带头人将起到更为关键的作用。

以弱胜强，后来居上

我国是人口众多的发展中国家，经济实力不仅现在不及发达国家，在未来相当长的时间内，也不可能赶上。因此，不能够期望科研经费能够与发达国家比照。我们也不能说，因为科研经费低于发达国家，就不能做出世界一流的科研贡献。所以在创造必要的物质条件以后，能不能有重大创新就完全取决于主观能动性的发挥。我们必须从20世纪科学研究历史中那些以弱胜强的范例中吸取经验，建立信心，充分调动中国人的智慧、组织力量和协作精神，来完成历史赋予的使命。

科学发现的偶然性和必然性

产生重大科学的发现当然有一些困难，因为重大科学发现一般是在学科交叉的生长点上出现的，它不是按照常规计划，在可预见结果的情况下进行实验和逻辑推理能够得到的。计划只能在原有科学原理的框架内制定，而科学家个人又受到知识面狭窄和学科传统观念的限制，多数人很难有观念上的突破。通常在探索过程中，会出现多次的失败，在失败中可能发生偶然出现的现象，其中包含启发新思想的萌芽。只有不怕失败，观察敏锐的人，才能在单调重复的事态中注意到新的现象，获得思想的萌芽，并且将之发展下去。科学发现的时机一旦成熟，发现就会成为必然。只有那些及时抓住机遇的科学家，才能成为最初的发现人。大家知道，科学发展必须成为最初发现人，成为第二位就没有什么太大的价值。在科学上只有第一，没有第二。

有创新力的科学家必须具备的素质

首先包袱要少，失败要不怕人笑话，不受原有思维方式和原有理论的束缚，敢想敢干，对新事物要非常敏感，有强烈的好奇心。身体要相对健康，精力要充沛，工作非常努力。我们可以看到世界上一些作出杰出贡献的科学家，每一天的

工作时间恐怕都超过16小时以上。不受各种社会和家庭事务的干扰，脑子高度集中，日夜处于创新的临界状态，从而容易作出重要的成果。

自信、善于学习和做好战略选择是科学上有所发现的基本条件

我们要有严格的科学态度，掌握先进的科学方法，在此基础上建立起充分的自信。自信不足，不敢碰难题，满足于跟踪模仿，是当前巨大的思想障碍。在我们科技界中，现在仍然缺乏自信。我们看到很多的课题，基本上是国外提出来的，国内只有比较少的人有充分的自信敢于提出国外没有提出来的问题。要善于学习，既要能站在巨人的肩膀上前进，不因为无知去重复人家已经做过的工作，但又不盲从权威人士的意见。比如对克隆动物，过去的权威人士一致认为成年动物的体细胞是不可能克隆的，很多人就相信，根本不去试探，直到英国人做出来以后，现在克隆才成为世界重要的研究方向。

要从自身的实际条件出发，做好课题方向的战略性选择。要扬长避短，比如我们的经费没有国外多，就要像布拉格那样找经费比较少，但是有巨大前景的科研方向，着力发现学科的新增长点 and 突破点，集中力量，坚持不懈。在这方面，有经验的学科带头人会起到关键的作用。

(3)重大科学发现的社会和学术环境

要有一个创新的学术集体

在开放流动的环境下建立能不断创新的学术集体，这个集体要有追求真理、实事求是、崇尚道德的精神。科研人员来往要频繁，学术争论气氛要热烈。通过各种学术观点的激烈竞争，单个学科深入开拓，不同学科交叉融合，才能够形成良好的科学生态环境，实现科学系统的协同进化。科学家个人也才能在这个环境中激发出创造力和新的思维。

哲学和科学方法论的作用

当前科学前沿研究的对象多半是复杂的系统，很多对象具有无穷多的自由度。过去我们常用的科学方法和思维方式都是对简单的对象，很可能是不够用的，必须要进一步发展，才能够去

处理复杂的系统。因此要加强哲学特别是认识论的研讨，加强科学方法论的研究。

观测仪器是发现新现象的引导，要重视新的仪器和实验手段的研制。

逆境催人奋进

很多人在没有获得建树的时候，很渴望得到社会的承认，得到社会稳定的职业和社会地位。那时候有一股拼劲，但是一旦拿到永久职位和职称的时候，就不再努力，缺少内在的动力去攀登科学的顶峰。处于逆境的人，常常能够促使人奋发图强，条件过于优越，反而可能使人懈怠。现在还没有得到社会承认，没有进入重点的科技工作者不要灰心，很可能将来出现重大创新的部分科学家是那些身在内地，没有得到国家重点资助的科学家。也希望那些得到国家重点资助的科学家要特别的努力，不然就对不起社会、对不起国家。

(4)青年要成为科研的主力军

青年要成为科学发现的主力军

青年最有条件具备上面所说的素质和条件，因为他们包袱很少，敢想敢干，因而可能最有创新活力。但是青年要有所发现，就必须刻苦学习和锻炼。科学研究没有捷径可走，要不断的尝试、失败，再尝试、再失败，经过千锤百炼，直到最后取得成功。只有从心理、身体、知识和能力上准备好，才能在一个关键的时刻抓住机遇，实现理想，作出重大科学发现的成果。

要搞好老、中、青三结合

一个好的科研集体里，老、中、青科学家各有各的作用，他们互相支持，共同协作，才能形成思想活跃、干劲十足、经验得到继承、技术不断发展、科研方向始终处于前沿的集体。当前，在着力培养和选拔年轻干部的同时，要充分发挥中年科技工作者的骨干作用和老年科技工作者的指导作用。有造诣的中年科学家已经得到社会的承认，现在承担了很多重要科研项目的领导任务，是多数科研题目的负责人。在没有经过识别，也没有更好识别机制的情况下，社会应当将这些主要职责交给中年一代，而暂时还不应交给

品质和能力尚未充分显现的青年。

老师的作用

很多时候，年轻人作出的工作还不完善，需要有经验的科学家来给以加工。如量子力学的完整理论就是在海森伯的老师玻恩的带领下完成的。年轻人的才华常常要由有经验的科学家来识别，加以培养和鼓励，才能得到发挥的机会。而一个成功的年轻科学家身后都有一批值得称道的老师。很多科学大师，像玻恩、玻尔、布拉格、费米等，在他们生命的后期都带出了一大批杰出的年轻科学家。

由此得出的结论

在科学发现的过程中，以弱胜强、后来居上是可能的；关键是要充分发挥科研单位和科学家个人的主观能动性，主动、自觉地克服各种各样的困难，寻求突破的新途径；要紧紧抓住人才、战略和学术环境等环节。

①人才

要着力选拔有战略眼光和管理能力的青年科技人才进入领导班子和成为学术带头人。要注重学科综合交叉，形成相关学科人才的临界数量和质量。人才应从全国和全世界选拔，进行公开招聘，逐步打破目前由本单位人员中提拔教授和研究员的作法，实现完全的开放流动。要在给予科研重担和开放流动的环境下加强对年青科学家的识别、培养，选拔和使用。

②战略

根据科学前沿发展趋势和国情，在学科交叉的生长点上，扬长避短，以超越为目标，有选择地制订独特的发展战略。不能跟在别人后面以跟踪为目标，必须瞄准新生长点，探索新的研究方向和实现途径。不要急于求成，拔苗助长或施加过大的行政压力。要强调科学研究集体内部的压力和动力。在加强竞争的同时，要保持相对宽松的学术氛围。

③学术环境

建立创新思想得到萌发和实现的学术集体。集聚优秀人才，展开学术争论，加强学科交叉和跨学科协作，提倡科研道德和优良作风。

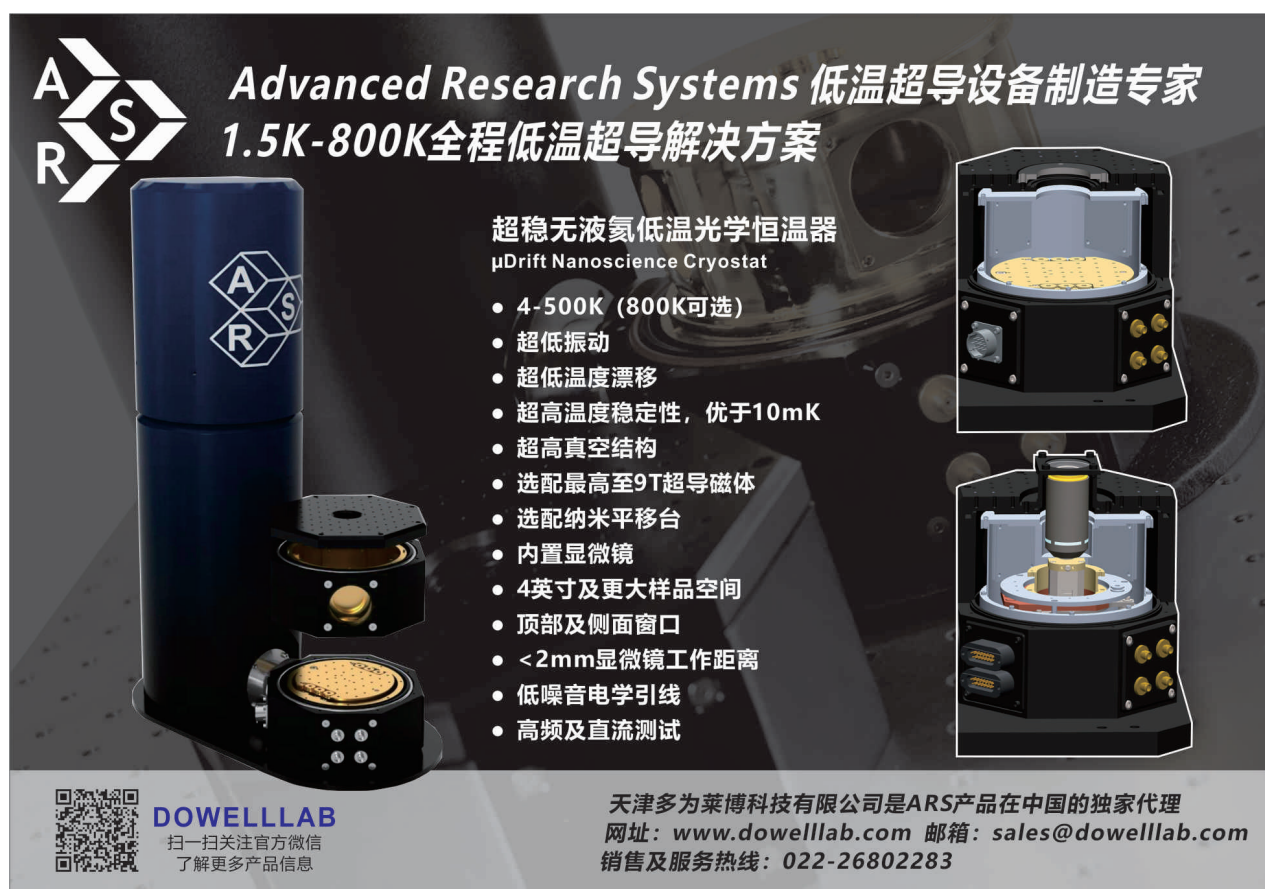
处理好竞争与协同、个人与集体、学术带头人与助理工作者、战略的严肃性和战术的灵活性，单科深入与多科交叉、学科发展与国家任务、规定项目和自由探索、老中青三结合、稳定和流动、理论和实验、科学和哲学、科学和技术、学术水平和市场价值等等关系。

3 结束语

中国正处于经济起飞的前夕，处于实现国家现代化的关键时期，社会对科技已有强大的需

求，这种需求，正如恩格斯所说，将比十所大学更有力地推动科学的发展。

这是一个需要在中国大地上出现伟大科学家，也一定能出现伟大科学家的时代，是有使命感和责任心的中国青年科学家建功立业的大好时机。只要充分发挥我们的智慧和主观能动性，选好发展战略和领头人，团结协作，艰苦奋斗，做到以弱胜强，后来居上是完全可能的。让我们为此而共同努力吧！



ARS *Advanced Research Systems* 低温超导设备制造专家
1.5K-800K全程低温超导解决方案

超稳无液氦低温光学恒温器
μDrift Nanoscience Cryostat

- 4-500K (800K可选)
- 超低振动
- 超低温度漂移
- 超高温稳定性，优于10mK
- 超高真空结构
- 选配最高至9T超导磁体
- 选配纳米平移台
- 内置显微镜
- 4英寸及更大样品空间
- 顶部及侧面窗口
- <2mm显微镜工作距离
- 低噪音电学引线
- 高频及直流测试

DOWELLLAB
扫一扫关注官方微信
了解更多产品信息

天津多为莱博科技有限公司是ARS产品在中国的独家代理
网址: www.dowelllab.com 邮箱: sales@dowelllab.com
销售及服务热线: 022-26802283