

## 教育及人才小议

李恒德<sup>1</sup>, 陈皓明<sup>2</sup>

(1. 清华大学材料科学与工程系, 北京 100084)

(2. 清华大学物理系, 北京 100084)

**摘要:** 围绕研究生培养问题的一点议论, 特别是偏于基础研究和能为未来创新的人才培养。首先描述了历史上3位科学家的典型例证, 从中说明了基础研究对开创近代文明的重大意义, 也从中看出其中的艰难和科学家感人的精神。他们中的工作大都是以博士学位教育为起点, 而后开创大业。谈到中国的历史和当前, 认为中国应认真提高博士学位教育水平, 它是未来科技发展创新的重要教育环节, 要成为一个博士教育强国, 我们需要树立长远的眼光, 打好自己的基础, 改革和积累教育及科研紧密结合的经验。

**关键词:** 教育; 人才培养; 博士教育; 基础性研究

**中图分类号:** G52 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-3962(2009)01-0003-05

## On Education and Research Scientists

LI Hengde<sup>1</sup>, CHEN Haoming<sup>2</sup>

(1. Department of MSE, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

(2. Department of Physics, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

**Abstract:** In the last scores of years Chinese university graduate school system has trained a great number of doctorate students. This is a notable progress compared to the case when there was not a graduate degree conferred at all. However, the quality lags much behind the quantity. Surely, Chinese universities should strive to produce more and more doctorate scientists with high achievements so as to contribute more to the society and to advance more the progress of science, particularly in the basic research areas. The paper begins with some well known superb fundamental research works on nuclear, liquid crystals and the second structure of proteins to illustrate how important their achievements have affected this world and how these scientists show their overall qualities. Some of the important elements behind the successes are analyzed. The situation in China is also analyzed and some ideas are suggested. However, the paper is a talk, and it naturally finishes with a stop mark at the end.

**Keywords:** education; personnel training; educating for Ph. D.; fundamental research

### 1 引言

教育、人才是古今中外人们常论的议题, 有说不完的观点和意见, 也有过很多理论、实验和探索。当然, 谈论的内容也必然紧跟着时代进步的脚步而不断变化。在这样浩渺的空间中, 这篇小文也只能定位到某一个点上。

现在, 很多人都注意到, 近100多年以来世界上很多先进国家开展了对科学技术基础理论和基础实验的研究, 取得了许多重大突破, 并造就了具有源头创新水平的杰出人才。正是这些基础研究的突破和杰出人才的成就, 对于当代高技术新产业的发展起着巨大的引领作用。

用。然而, 在这种国际重大的竞争中, 中国缺乏世界级的源头创新和学者, 这一直是不少人士善意的指责或对大学教育的“失望”原因所在。也的确, 在中国多层次的教育阶梯上, 研究生教育这个层次, 特别是从事基础研究方面, 显得落后于世界强国。这实在是应该多加关注的一个问题。于是, 这篇小文也就定位在这里。

### 2 几个离我们并不远的例子

让我们先举几个例子来看一下基础研究的重大意义。这一点很有必要, 因为对这种认识越深刻就越能理解它和重视它。

第一个例子是原子能科学技术, 为力求简化我们就只从1931年谈起。当年 Irene Joliot - Curie 继她母亲 (Marie Curie) 4年前发现放射性新元素 Po(钋)之后, 又发现了 Po 所释出的  $\alpha$ -射线能够从 Be 原子击发出一种

穿透力很强的“射线”。很快,1932年2月Chadwick就证明了这种强力的“射线”就是中子而成为中子的发现者。这个研究的新发现揭开了核科技的巨大神力。9月份,Leo Szilard就立即从理论上预言到有可能通过中子轰击的方式制成原子弹的概念,1934年他还为此申请了专利(为了保密)。1939年Hahn等人用实验确切证实了铀的裂变。这短短的9年之中,一连串基础实验研究和理论推演都是带有预见性目标的突破,这些科技前沿上的伟大创新开辟了一个辉煌的核科技时代。另一个核裂变材料Pu(钚)的例子也许更为惊人。它是一个人工元素,在1941年2月6日才第一次被Seaborg单独分离出来,命名为Pu。那是人们已经预期的新的94号元素,那一天全世界才只有0.25  $\mu\text{g}$ 。嗣后就专门建了个小反应堆(X-10),制造更多Pu(以克为量级)特别用来作对Pu材料的基础研究,如它的物理特性、相变、合金化等,当时所用样品有一些只是微克量级。

从Pu的研制过程看,一个元素1941年初才只以0.25  $\mu\text{g}$ 出现在世界上,1945年8月就以数十公斤的用量制成一枚原子弹使用,前后只有4.5年的时间,这是一个了不起的神速,令人惊叹不已。这一个原子能科技伟大的创新过程不仅使人们看到了基础科学创新的巨大作用,同时也显示出理论研究、科学实验和工程技术之间亲密结合的威力,给后人带来重要的启示和深思。

我们要举出的第二个例子是“液晶”。1888年一位奥地利植物学家Reinitzer在测定一种胆甾醇化合物的熔点时发现异常。他看到前人所测的熔点是150~151  $^{\circ}\text{C}$ ,而他自己所测得的只有146.6  $^{\circ}\text{C}$ 。他疑惑是受到杂质的影响,但多次重复试验都不改变。而且还注意到熔化时得到的不是一个透亮清彻的液体,而是带有一定的混浊度。进一步又观察到升温到180.6  $^{\circ}\text{C}$ 时混浊消失了。如再冷却就又会变色。显然这个液体具有两个熔点。他便和物理学家Lehman教授决心进行更深入的研究。

Lehman花了好多年时间证明,不仅固体可以有不同结晶形态而且液体也可以有不同状态。他同意Reinitzer的说法:混浊的液体是一种双折射晶体和各向同性液体的混合糊,这里发生的是一种物理上的同分异构,而不是化学上的同分异构现象。

这种现象连名词都难以确定。曾有各种叫法如“flowing crystals”, “seemingly liquids”, “Crystalline liquids”等等叫法。经过一些年系统地研究,这种液体的数目从1903年时大约35种,增加到1907年的100种以上。

20世纪开始不久,人们研究电磁场的效应。1922

年Friedel根据液晶中分子的有序方式,建议了至今常用的液晶的分类名词。为了避免把分子结构和液晶相结构相混淆,Friedel建议用过“Texture”来代替自相矛盾的“液晶”。不过人们还是认为液晶一词能很好地描述这种化合物的本性,后来就一直叫开了。

至此,这一问题的基础已经奠定了。接下来的一些年就是研究的对象大大增加,1940年发展到1000种,到1950年中期达到2000种。

再后,就是LC有用没有用的问题了。直到1966年人们还在提出疑问,后来终于将它的电光效应利用到显示技术上。如大量的手表表盘、手掌计算器、电视机和计算机显示器等。它现在的巨大影响众所周知,这还不包括近些年来溶制液晶引发的新贡献。人们更不要忘掉,从基础研究走到应用经过了80年,这包含着几代人的科学贡献。其中并没有一位诺贝尔奖获得者。

最后一个例子是化学家Pauling对蛋白质二级结构研究的突破。Pauling生于1901年,先在俄仑冈的一个农业大学毕业,他的母亲本来不太赞成他继续求学读研究生,而是希望他从业当一名中学教师,但他一直坚持要去读博士。当年即进入加州理工学院(CIT)化学系,研究矿物结构,特别长于X光晶体结构分析。他聪明过人,有一种自己专长的研究方式,就是实验之前他常常自己做出计算或猜想可能得到的结构,以和他后来得出的结果相比较。1925年获得化学博士学位,当了助理教授。1928年他就发表了一篇有关轨道共振杂化结构的文章,1931年他发表了一篇文章“化学键的本质和共振”。当年他获得了一个美国化学学会的“不到30岁的纯科学最具价值奖”,同年他获得MIT给他的物理及化学正教授的聘请。一年后他决心再回到CIT。1933年他成为美国国家科学院院士,那是美国有过的最年轻的科学院院士。后来1935年他最密切注意的问题成为分子生物学。他发现在动脉中血红蛋白受磁铁排斥,而在静脉中血红蛋白受到吸引。他的这一答案十分重要,这和血红蛋白与氧气的结合相连。这一工作又引导他研究多肽和氢键的作用。1939年他发表了一本他最著名的著作《化学键的性质》。接着在氢键和蛋白质的关系研究上又使他发展了一种蛋白质的结构理论。那时人们都相信蛋白质是连续结成的,而多肽又是由一个个氨基酸头尾接成的链条。他从角蛋白着手研究,先是确立了一种板状的beta-折叠结构,但是并不能满足他从X光实验中所观察到的一些重要数据。他一直在考虑着化学键的性质和旋转的问题,和旋转后能否造成螺旋结构的可能。到1948年终于找到了多肽长链的 $\alpha$ -螺旋结构和科学解析。这为人们对蛋白质的认识带来了一种关键性

的突破和之后的长驱发展。其中的一个关键就是螺旋要在一环一环之间有氢键一一扣接。1955年 Pauling 分子结构的研究，特别是蛋白质螺旋结构的研究成就而获得了诺贝尔奖。此后不久就出现了 DNA 双螺旋奖 (Watson 及 Crick)。Pauling 本来 1948 年已介入 DNA 结构研究，但因他带头呼吁禁止原子弹试验受到影响而被拒发出国签证。后来又第 2 次获得了诺贝尔奖——国际和平奖，而且引起了不小的争议。

以上的例子只想具体说明一下这些国际级的科学家们对当代科技巨大进步所做的贡献。当然这种例子太多了，近代更是激增。如激光、高温超导、宽禁带半导体、有机发光二极管等，有不少都是在继续发展中等待后期的日益进展。

### 3 启发和思考

以上的例子尽管是个别的，范围片面的，但还是可以从中得到一些启发和思考。

#### (1) 重视教育

这几乎是一种普遍的经历，几乎每一个提到的人都受到过博士教育，具有深厚的科学基础，经受了研究锻炼，居里夫人 (Marie Curie) 的一生最为突出。她的父母都是学校教师，当 Marie 在华沙出生时，波兰已经灭亡，他们把孩子受教育看成是对人的尊严和精神的提升，也是对波兰精神的贡献。人们称之为“失去国家的爱国主义”，在困难中要让子女上学。Marie 进入法国索邦学院，在艰苦的条件下读完博士，一直做放射性研究工作，发现了钋和镭，先后两次获得了诺贝尔奖。后来晚年遇到了第一次世界大战，她募集数百车辆载着放射性 Ra 到战地疗伤救人，把自己的科学创新贡献给了人类，最后她的病死很可能就是放射性所致，令人景仰和痛惜。鲍林第 2 次获诺贝尔奖是因反对进行原子弹试验而获得国际和平奖，当时曾引起不小的争议，他坚定不移。这些科学家，他们不只是历尽艰辛，勤奋好学，对自己从事的科学事业锲而不舍，而且都具有高尚的人本精神。

#### (2) 科学进步的时代效应

我们可以看到，一些巨大的科学创举和当时的科学进步的阶段密切相关。19 世纪末、20 世纪初，正是 X 光和放射性发现和利用的时代，很多物理学家和化学家都把注意力集中到这一领域，发现了钋、镭、中子、铀裂变、钚、人工同位素等，使得“炼金术”成真。它们的发生互为启发和呼应，几十年内蔚然大业。这实际上是一大批群体的创新，接连发生，有了上一个才有下一个。涉及众多的课题和人才。Pauling 所开创的蛋白质

结构研究，也颇有类似。

#### (3) 追求学术的精神、兴趣和眼光

很多高层次的学者对他们的学术研究热爱痴迷。他们面对需要解决的问题有着浓厚的兴趣。像发现一个材料熔点的“小”问题，为了搞清楚其中的奥秘，就要寻根究底，不遗余力地追下去，并和其他领域的科学家共同研究合作，引起了越来越多学者的参加，积累了系统的成果，建立起一个崭新的领域。历经 80 年之久，没有获得应用，被认为是“实验桌上的一朵鲜花”，到了 20 世纪 60 年代才大放异彩。这些先驱者们并没有获得诺贝尔奖，也并不太为后人所知。然而他们的学术追求精神和科学探索的眼光为后人所敬佩。还有创立“基因转移”学说的学者 McClintock，在她提出这一学说后，受到很多人的嘲笑，过了几十年终于被人所接受，她 81 岁时才获得了诺贝尔奖。记者访问她时她回答说，我一点也不想出名，我只想回到我实验室的角落里。真可谓坚持真理，毁誉不惊。幸亏她自己“基因”好，一直活到 91 岁。

#### (4) 创新是一个过程和它的硕果

现在人们都在欣赏和追求创新，认为大学应该培养的是创新人才，具有创新能力。这是一种很好的希望，但是创新有很多领域和多种创新人才，我们所讨论的仅偏于科学基础研究这一方面。像上述一类例子的大多数人都是具有博士学位的。应该看到，虽然博士仍是教育的一个环节，博士之后还有很长的路要走，还要碰到此后的挑战、机会、要求和条件，当然更有自己的努力、精神，以及解决研究问题的能力、思考和实践。尽管如此，大学博士培养起着关键性的作用，他们在那里投身研究，找到目标和方向，以年轻人的活力和勇气发挥他们的聪明才智，做出了出色的贡献。他们不少人多少年之后的成名之举都是源于当时之作，甚至是当年博士的工作。

#### (5) 国家政府部门的整体战略规划

这一点在原子能科技的发展上体现得十分清楚。无疑，1939 年的第二次世界大战，使美、英政府给这一领域极大的推动作用。充足的经费，AAA 的优先地位，得力的实施计划，多国学者的研究合作，雄厚的综合国力，先进的制造技术，富有成效的严格管理，都是空前未有的。从这个意义上讲，一个诺贝尔奖获得者的成就和成名是和他们所在国家的国力、大学科学研究长期传统和研究精神，以及大学对教授和研究生科学选择的尊重是密不可分的。

### 4 把议题回到中国

现在，我们得把问题回到我们自己的身旁。

### (1) 先估计一下中国自己的教育和人才

对此人们很难用数字一一计算,不过用常识还是可以作一个判断的。建国以来走到今天,我们曾用15年的时间试制成功原子弹,奠定了我们重要的国防基础。近些年来又在核能方面大力推进,大有提高。我们的航天成就和水平令世界惊异,这已是有目共睹的。可以设想,在这样重大领域的巨大成就的背后得有多少理论、设计、研究、实验……,要人去解决,难道不需要以万计、数十万计的高水平的大学生。这些人是无法从外国一一聘请的。正是这些中国的大学生们走进深山荒漠,艰苦奋斗,不断创新,解决了我们自己面临的大量的新问题。这样高难度的难题,这样大规模的创新,这种坚忍不拔的精神是不能引进和购买的,只能是中国培养磨练的人才,加上少数留过学的学者。以此推而广之,中国其他各方面的科技人才也都是如此。由此我们应该说中国的大学教育和人才水平是很好的,有中国的特长,很多外国人也都很推崇。我们无须为之妄自菲薄。可以说,中国已经站到和以前大不相同的起跑线上与国际同行互相竞争合作,互论短长。

放到博士这一层次说,我们就显得靠后了。我短人长。

回想一下,中国实行博士学位制度是1980年才开始的,和不少外国名校相比时间晚多了。今天,一些上年纪的学者,他们大学毕业时什么学位头衔也没有,而他们的学术技能和经验却早超越了博士学位。正是他们做了几十年那些没有博士证书的博士们。

### (2) 必须重视和大力提升博士学位教育

中国大学教育中,历史上研究生这一层次本来不很发达,规模很小,有些大学甚至都从来没有过。新中国创建以后不久,实行大学的大调整,把原有的不少大学拆散分解,实行过大规模的院系调整,与此同时,也取消了学位制度,毕业生不再授予任何一级学位。大学的任务变成了教书、实验、工厂实习一系列教学作业,学校以教研组为单位,从一年级开始就分专业进行管理,大学本身已没有科研项目和政府下拨的科学研究经费了,大学里的学术性、基础性科学研究已和传授现代先进新知识的结合互相离解。30多年之后,形成了新的结构和教育状态。这一段历史有人归之为领导者的短视,但也有其现实因素。当时新中国急需建设,要快出急需的专业人才。一直到1980年,学位制度才一律恢复,加以重建。

博士教育和硕士、学士教育有一点很重要的差别,学士硕士重在学,博士教育得又学又干。干就是数年科学研究。科学研究特别是基础性科学研究就得有必要的

要求和条件,如学生的水平、大学的科学积累、传统、水平、设备条件、经费等。

30多年来,中国的博士教育发展如雨后春笋般地发展起来,规模之大也令世人惊叹不已。科研论文发表的数量也越来越走在世界前列,取得了不少的成就,但落后、平庸的论文也很多,我们本身研究水平的差距就很大。问题在于我们对博士的教育仍需要有力地改革。

例如博士目标的科学确定,与硕士、学士之间如何区别和衔接,为此目标又如何设置不同途径和措施。有约束,也要有很多自由,这会使得大学各有特色,各有被学生所喜欢的选择,这是很有学问的一种“教育”本领。我们有过一些严重问题,目标不明,措施放松,博士生有名不见人,漏洞很多,声誉降低。今后应十分注意,汰除过滥和不规。

### (3) 开创培养研究生的新路子

近代科学技术日新月异地发展,正在促使大学研究生教育开拓一些新的途径,提倡一些新的思路。我们的战略和行动都需要大步改革和开放。其中一个很紧迫的问题是我们的大学一定要在学科交叉的环境中追上时代的进步,走上推进博士教育的前沿。建议在一些大学建立起多种形式的交叉学科研究中心,由多个相关系参加,进行合作(交叉)性研究。在这样的环境中培养研究生,应该有很多优势,成为今后人才竞争的新型平台。希望政府能给以特别注意,实施一个大的计划。现在中国培养研究生的机构很多,也做出了很多贡献。但大学应该是最合适、最合理的地方。大学的学科众多,思想活跃,交流迅速,新一代青年风华正茂,充满着求知欲望和探索创新的热情,这应是博士生们最好的教育园地。大学的环境教育效应是很难代替的。如果能够在我国的一批大学里建立起有先进水平的新型交叉型研究中心,就能够有一种基地吸引中国的优秀有志青年,带着他们的激情投入博士研究,从早就进入跨学科前沿的领域中。

这一科技人才教育提升工程,建议纳入国家内需启动政策。它的实施能加速提高我国博士教育的速度和水平。

### (4) 全社会提高对教育和人才的重视

教育对一个国家是一件百年大事,应引起全社会的高度重视。重视教育、关心教育成为全社会的责任。企业的合作和经济注入,奖学金的设立、兄弟单位的联合建设和联合行动更有特殊意义。政府应给以鼓励和资助,促进科学研究人才培养和教育事业都上升一个新的高度。

现代科学技术发展日新月异,已经很难把“纯”科

学和纯技术加以分开了。科学和技术的结合已经形成亲密的共同体，所谓“基础研究”应该是针对学术问题中的规律、新的疑难和问题，在更复杂的现象和边界条件下进行深入探讨和发现。这类研究学术本身在工程应用中也有很大的天地，把工程技术问题只看成是“照抄”纯科学已有的原理是不够的，把纯科学看得太纯净也是没有必要的。重要的是，要把所有存在的重要基础研究予以重视和做好，不重视基础，就既无基础也不会有高新技术的实现。

教育是提高全民基本素质、增强综合国力的巨大源动力。如果说要振兴我们的国家，增强我们的综合国力，就需要提高科技实力，提高科技实力就需要人才、科研、创新，人才、科研、创新必须要依靠教育的发展。在我国综合国力不断提高的今天，发展教育和发展工农各业一样，需要大量投入和持续的支持，以形成发展教育、增强综合国力、进一步发展教育的回旋式的良性提高，升升不已。这的确涉及到统管全国的总局和各个部门之间的互相联系。所以，发展教育，尤其是加强

研究生教育，也需要全社会的支持和互动。

#### (5) 应该做好基础研究的调研和前瞻计划

基础研究存在于各个领域，应该对基础研究的关注有所了解。什么领域是我们应该密切关注的，哪些课题需要解决，往往由一些国家的具有长远眼光的科学家们组成集体，对他们所在领域面临的长远问题，进行解剖，分解成一些纯学术问题，以非密级课题送大学进行研究。有一些学术团体也定期总结近几年内某一领域的发展，科学院、工程院设立各种科学咨询委员会写出某些专题性论述，提出问题和建议以供公众参考。这些实际上都是一种科学上的指导，对教育和研究工作很有帮助。深入浅出的科学著作能使有志从事基础研究的青年们开阔思路，激起他们对科学的热爱和激情，这对选择基础研究为事业的青年是最为宝贵的。

总之，我们的博士学位教育，虽已取得了不小的成就，但历史积累较浅，底子较薄，还需要放眼于长远的未来，重视打好博士教育的基础，增大投入，多方合作，提高水平。