

2010年4月1日清华学堂物理班开班，首席教授为中国科学院院士朱邦芬。



## 对培养一流拔尖创新人才的思考

○ 朱邦芬

### 朱邦芬

物理学家，1970年毕业于清华大学工程物理系，1981年获清华大学固体物理硕士学位。2003年当选为中国科学院数理学部院士，曾任美国UIUC等多所大学的客座教授，清华大学高等研究中心教授，现任清华大学理学院院长，物理系教授、系主任，清华学堂物理班导师。他与黄昆提出的半导体超晶格光学声子模型被国际上称作“黄朱模型”，带动了该领域的发展。他关于量子阱激子旋量的理论和半导体超晶格拉曼散射的理论，在国际上有较大影响。

1949年迄今，我国还没有出世界级的学术大师，这是一个基本事实。如果说前30年政治运动的冲击在很大程度上影响了一流拔尖人才的成长，那么改革开放30多年以来，我国大陆仍然没有出现国际一流学术大师（当然其中有杰出人才显现的时滞效应），显然我们的培养体制和机制在一些地方出了问题。正如钱学森先生近年所提出的，“为什么我们的学校总是培养不出杰出人才？”（注：一些意见认为，杰出人才不是大学培养出来的。但不可否认，杰出科学家在大学和研究生院所受到的教育对于其成才具有奠基性作用。我们将在下面论述，拔尖创新人才不是课堂教出来的，关键在于要为他们的成长提供良好的环境）作为在高校工作的教师，这个问题必须思考和回答。

在人才培养问题上，我们必须一分为二。一方面，在培养高端人才方面，我国建立了从大学本科到博士研究生的完整的培养体制，我国各个领域的领军人物主要是由自己培养出来的。完全否定我国大学60年来培养人才的成就，不仅对广大高校教育工作者来说是一种不公平，而且也不利于我们科学地总结不足之处，不利于坚持和发扬我们的成功之处；另一方面，就研究和研究生教育而言，我们最优秀的大学生和研究生学术上的创造性普遍不如欧美最优秀的大学生。特别是世界一流学术大师的培养方面，必须承认我们的失败，正如“文革”前清华大学校长蒋南翔说过的，“我们能否培养出林家翘这样的科学家？培

养不出，我们只好承认领导失败”。实事求是的态度才有利于我们发现问题，修正错误。

培养一批国际知名的一流学术大师，涉及许多方面，特别是社会大环境的许多问题严重影响拔尖人才的成长。但是全国人民把希望主要寄托在中国的高等学校，特别是中国一流研究型大学身上。如何在保持总体教育质量的同时，把我们一批最优秀的拔尖学生培养成世界一流大师级人才，业已成为祖国和人民赋予我国一批最好大学的历史使命。本文在分析为什么建国60年来未能培养出国际一流学术大师原因的基础上，阐述最近几年清华大学物理系对此问题的思考以及所做的一些尝试。

### 反思

“为什么我们的学校总是培养不出杰出人才？”我以为，至少存在以下6个方面的原因。

#### 急功近利的社会大环境的影响

学校的学风不可能不受到社会风气的影响。当前社会上急功近利的陋习在高校的表现，正如清华大学陈皓明和汪劲松两位教授所总结的，“学生对学位的追求胜过对学问的追求，教师对自身发展的追求多于对人才培养的追求，教育环境对短期指标的追求大过对立身之本的追求”。这不仅普遍表现在学生中的学分积（GPA）综合症，教师中的奖项、经费、论文的饥渴症，而且还反映在领导层：高校越来越趋于行政化和官场化，许多高校领导对升官保官的热衷远胜过对成

为教育家的追求；而且，由于教育收效的长期性和间接性，各级政府对教育的投入和关心也远远低于许多短期可见业绩的项目。

功利主义是教育的大敌，更是做出突破性基础研究成果的研究人员的死敌。人们常用“宁静致远”、“十年磨一剑”来形容做学问要潜心研究。如今校园变大，大楼变高，然而能使学生静下心来环境却越来越难寻觅。一些学生在考虑离开基础科学专业，因为研究基础科学的买不起住房。怀着这样的心态，背负这样的重负，如何攀登世界科学的高峰呢？另一方面，对于教师和大学管理层而言，育人的成果至少要等10年至20年后才能显现出来，而科研出成果相对要快得多。即使从事科研，急功近利的环境也使得科研人员热衷于跟踪国际热点，出一些短平快的成果，而不能静下心来研究需要较长时间的重大问题。

其实，在中国几千年的封建社会里，学习的功利主义目的，如“读书做官论”和“书中自有黄金屋、书中自有颜如玉”，一直很有市场。时至今日，在教师和研究人員中间，“学而优则仕”的潜在影响依然根深蒂固，一些研究做得好的中青年院士、长江特聘教授、国家杰出青年基金获得者纷纷被提拔担任重要的行政管理职务，表面上这是尊重知识、尊重人才，实质上却反映了领导层潜意识中的官本位。

### 文化和体制的影响

儒家文化一贯倡导尊重师长，遵守四书五经教导，服从孔子、孟子等圣人权威。另一方面，受到苏联体制的影响，解放后很长一段时间内，形成一种“领导是真理的化身”，学生要“听话出活”的氛围。在这种文化和体制的影响下，青年学生的科学批判精神受到抑制，大多数人从娃娃开始逐步养成了崇拜权威的心态和迷信书本的习惯。

然而，科学的真谛在于：科学不是现成的教条和僵死的学问，只有理解科学的不确定性和它永远的暂时性，才能成为一个真正的科学家。由于缺乏“独立之精神、自由之思想”，缺乏批判性思维，反映在科研上，我们缺乏足够的自信心去做原创性的研究，国内一流的科学家大多跟着别人做，而不是开辟新的领域让别人跟着做。我们过分注意国外“权威学者”的意见，顶礼膜拜“权威刊物”。殊不知“科学意见的权威性本质

上是相互的；它建立在科学家之间，而不是科学家之上”。现有的文化和体制不利于培育和发扬原始创新精神，当然也不利于重大研究成果的诞生和大师级人物的涌现。

### 教学上的偏差

举世公认，中华民族是一个非常重视教育的民族，然而她培育的科学大师的数量，实在与她的人口不成比例。另一个非常重视教育的民族——犹太民族，人口总数不到2000万，占世界人口的比例不到0.3%。但从1901年到2008年的一百多年间，全世界获得诺贝尔奖的共有730多人，其中犹太人就有164位，占总人数的22%。与之成对照的是，华裔学者获得诺贝尔科学奖的只有8位。为什么会有如此大的反差？原因之一是对待知识的态度。被称之为“犹太教法典”的《塔木德》一书告诫后人：“知识是最可靠的财富，是唯一可以随身携带、终身享用不尽的财产。”“人一旦掌握了知识，他还缺少什么呢？如果一个人没有掌握知识，那他还拥有什么呢？”即使在人死后升入天堂，《塔木德》还在追问：“你是否腾出时间学习？”“你是否探讨智慧的哲理？”“你是否深入探求事物的本质？”据美国马里兰大学刘全生教授介绍，许多犹太人家庭的小孩每天从幼儿园回来，父母经常会问，“今天你提了什么问题？”由此培养孩子提出问题、质疑和思考的习惯，探求现有知识下面更深层次东西的动力；而我们重视教育的家长往往喜欢问自己的孩子，“今天老师教你了什么？你学到了什么知识？”



众多院士、知名学者出席物理班开班典礼

孔夫子说过，“学而不思则罔，思而不学则殆”，朱熹提倡“格物致知”，然而从科举考试到现代的高等教育，我们的教育更偏重于知识的记忆、传授和积累，而不是思考、质疑和创造新的知识。我们史书上的天才都是“博闻强记”、“学富五车”，而不是善于提出有洞察力的问题，勇于推翻前人的论断而创建新的理论。即便我们的自然科学教育，也偏重做难题、偏重于做题的准确性，而不是从实践中发现问题、提出问题、解决问题和理性思辨的能力。

我们大学里最好学生的标准往往是学分积最高，即善于和熟练运用各种技巧解难题且准确率最高的学生（这意味这些学生记忆力最好、最善于把握细节和十分勤奋地做了大量各种类型的习题），但不要求他们提出各种创见和对现有知识体系基本面的批判性思考。

我们大学好教师的标准是传授知识准确，讲课生动，上课不用看书稿就能一步步准确无误地推导全部公式，但很少强调好教师在课上讲学科尚存的疑难、争议或没有解决的问题。反之，一些科研上很有创造力、但知识相对不够渊博、上课推导有时会“挂黑板”的教师则往往不被认为是好教师。

诚然，对于学生，记忆知识、学习知识、掌握基本概念和基本方法是必需的。对于教师，传授知识到位是基本要求，这些都不应该放松。但是，对于研究型大学中天资优异的学生，学习更应该是学生在教师指导下对未知世界进行探索。学习知识和创造知识，是优秀学生在大学的两大任务。

### 缺少世界一流导师

名师出高徒。除了名师对高徒的提携及在传道解惑上的作用外，最重要的是，名师在选择研究领域和研究方向上的洞察力、科学品位和思维风格。世界一流导师和非一流导师的主要差别在于：一流导师能指引学生去研究最重要并且有望经过艰苦努力在较短时间取得突破的问题，特别是研究一些其重要性尚未引起同行充分重视的“好问题”，从而很快将学生直接带入学科最前沿。Harriet Zuckerman在分析美国诺贝尔奖获得者的情况后总结道：学生从导师“那里获得的东西中，最重要的是‘思维风格’，而不是知识或技能”。除此之外，导师培养学生养成critical thinking的习惯，传承学术规范，帮助学生建立

自信心，提出科研上的路线图，等等，均是一流人才成长不可缺少的因素。美国诺贝尔物理奖获得者I. I. Rabi曾写道：“我那代人出国，主要去德国，不只是学科学，还学习其品味、风格、素质和传统。就像听歌剧，不只要知道歌词，更要欣赏其主旋律。”

毋庸讳言，我国导师在学术上的总体水准与世界一流导师相比还是有明显差距的，我国基础科学研究在国际上能产生重大影响成果屈指可数。这里的世界一流导师不单是指导师，往往还包括导师所在的一流研究团队。

### 科学传统积累不够

科学传统可以大致分为有形的与无形的传统。有形的科学传统包括师承关系、研究经验、资料档案的积累、各种技术难题的解决窍门、各种科研规章制度、重大科学发现过程的口述历史等等。无形的科学传统包括科学精神、学术氛围、学术规范、学风、学术评价、学术争鸣等等。这些传统对于科学进步和人才脱颖而出起极其重要的作用。我国由于开展现代科学研究总的历史较短，科学传统有所欠缺，特别是由于政治干预和媒体炒作而导致学术评判的不规范和良好学术氛围的欠缺，十分不利于一流学术人才的培养和脱颖而出。

### 缺乏真正高水平的国际交流

解放后前30年，除了与苏联外，我国基本上没有国际学术交流；改革开放后，我们与国际上开展了非常广泛的学术交流，包括诺贝尔奖获得者频频来访。但是，目前国内研究人员与国际顶尖的学科带头人之间实质性的合作研究还比较少，特别是研究生很少有在合作研究中得到世界一流学术大师亲自指导的机会。这样，尖子学生的视角比较小，易产生井底之蛙的现象，不能把目标放在全球竞争上。

### 我们的理念

如何在当今条件下在中国的土地上培养出国际一流的学术大师？经过几年来的思考、讨论和实践，我们认为必须要把把握三个环节。

首先，大学的教师和领导要切实地把培养学生成才作为学校一切工作的首要目标，中国的一流大学要把培养一流学术大师当作自己的一项最重要的任务。关于这个问题，曾有些老师认为，一流研究型大学，应更多地关注科学研究，毕竟

科研成果才是一流大学区别于其他大学的根本。2002年清华大学组织对物理系的国际评估。以沈元壤、杨振宁、沈志勋、沈平等4位教授组成的国际评估专家组在评估报告中写到，“物理系……在发展中仍应牢记科研大学必须是以教学为主，科研为次，不能过分偏重科研而忽略教学。”这种意见我以为是正确的，我们绝大多数教师也都同意这种观点。由于对培养学生成才的重视，物理系8年来在教学上的投入大大增加，学生的质量也有很大提高。

其次，成才先要成人，要努力使我们的学生的精神境界“理想远大、志向坚定、心态平和、兴趣浓厚”。

第三，经验表明，一流顶尖人才主要不是在课堂上教出来的，关键要为这些人的脱颖而出提供充分的发展空间和非常好的环境，使得一流人才“冒出来”容易一些。

杨振宁先生曾深刻地指出，“一般来讲，对于多数学生，90分以下的学生，中国的教育哲学比较好，能够训导他们成才，少走弯路，增加他们的自信心和安全感。而这些成才的大学毕业生正是今天中国社会亟需的人才。至于90分以上的学生，他们常常不大需要训导。对于这些学生，美国的教育哲学一般比较好，能够让他们有更多的空间发展他们的才能。”中国教育哲学的成功之处在于她对于大多数学生的比较严格、比较规范的课堂教学，美国教育哲学的成功之处在于她为少数天才学生提供了充分的发展空间和非常好的环境。杨先生这个观察表明，少数天才学生的成才，主要不是老师的训导，而是学生有充分的发展空间和良好的环境。我以为，我们应该探索这样一种可能性：如何在保持原有的对大多数学生教学质量齐整的基础上，给极少数优秀学生提供足够好的环境，取中美两种教育哲学之长，创造出我们自己新的教育哲学。这是摆在我们面前的一项艰巨任务，但值得我们去努力，去奋斗。

### 努力创建一流人才成长的良好环境

要培养出一流拔尖创新人才，关键在于创造一个有利于创新人才成长的良好环境。我以为，一个一流人才成长的良好环境至少应该包括以下6个方面：优秀学生荟萃；追求真理和献身科学的学术氛围，师生对所研究的学术问题有强烈兴趣；良师指导下的个性化教学乃至一对一的



杨振宁先生在清华学堂物理班开班典礼上讲话

培养模式；学生拥有自主学习知识和创造知识的空间，有充足的时间；国际化的视野；学生安心学习研究和教师安心教学研究的软硬件条件。

（注：这与彭桓武老学长的四点治学经验：选课主动、学友互助、良师指导、环境健康有很大的交迭、继承和发展。）

### 优秀学生荟萃

一流大学聚集了同龄人中一群最优秀的年轻人，让他们的创造力互相激励，产生和淬炼使他们终身受益的智慧、理想、学风和人格，这是天才学生之所以需要大学这段经历的关键。

美国哈佛大学是世界一流大学，哈佛学生常说，他们之间互相学到的，比在课堂上从老师那里学到的更多。西南联大在艰难困苦的抗战时期培养了一批大师。杨振宁与同学张守廉、黄昆在西南联大读研究生期间是著名的“三剑客”。黄昆认为，认识杨振宁与张守廉，是对他一生最有影响的事。“他们两位都是聪明过人的人。课堂上一些我认为是非常艰深的理论，他俩很快就能轻松地掌握。所以在日常交谈中，这些知识成了我们随时讨论的课题。对科学的追求，在他俩身上随时随地都有体现。因与他俩交往甚密，我也受到了感染。”彭桓武先生治学经验之“学友互助”指的是：他在清华大学本科学习时“前两年四人住一间宿舍，我同屋有数学系、化学系、文学系各一人。他们学习都很好，工作想来定有成绩。高年级时同屋人少。晚饭后散步中交谈，受益匪浅。记得心理系某学长在散步中介绍心理学各流派的代表作，我一借来读。偶尔也登门拜访高年级学长或外系的研究生，向他们请教，这些人后来在中国或外国也都成了教授。”



朱邦芬(前排左三)在加州大学伯克利分校与清华物理系毕业生在一起

判断一个学校是否是好学校，外人最直接的一个观察就是看它的学术氛围。

一流大学应当是一个做学问人的community，应该是世界级的科学家访问不断、报告不断，学生时时、处处讨论学术问题。在大学和研究生阶段，对一个有天赋的学生来说，收获最大的不是发表了几篇论文，也不是学了多少门课，而是通过主动学习，通过与同学的相互作用，培育了对科学的兴趣、向往和追求。对于一个有志于从事科学研究的人来讲，这是最为重要的。这种对科学不懈地追求的精神，“不是口头上而是要渗透到自己的思想中去，甚至于渗透到每天的生活中去。做基础研究的人，如果没有这样一种思想境界，在某种意义上讲，可以说是不大像一个做基础研究的人。”（黄昆语）杨振宁曾写道，“想起在中国的大学生活，对西南联大的良好学习风气的回忆总使我感动不已。联大的生活为我提供了学习和成长的机会。我在物理学里的爱憎主要是在该大学度过的6年时间里（1938~1944）培养起来的。诚然，后来我在芝加哥接触了前沿的研究课题，并特别受到费米（E. Fermi）教授风格的影响。但我对物理学中某些方面的偏爱则是在昆明的岁月里形成的。”其中一个脍炙人口的故事是杨振宁、黄昆和张守廉一次争论量子力学中“测量”的准确意义。他们从下课开始喝茶辩论到晚上回到寝室；关了电灯，上床以后，辩论仍然没

有停止。最后，他们都从床上爬起来点亮蜡烛，翻着海森堡的《量子理论的物理原理》来调解他们的辩论。

由于社会大环境的影响，我们深深感到建设一个追求真理和献身科学的局部小环境的艰难。学风建设不是一朝一夕就能完成的。要培养学生不急功近利，老师首先不能急功近利。

对于中国学生而言，好的学术氛围建设还特别要注重培养学生的自信心和批判性思维。周光召先生曾深刻

地指出，“善于学习和高度自信是富于创造力人才重要的品质。有成就的老年人常常过于自信而不再学习，刚开始工作的年轻人则善于学习但往往缺乏自信。而在科研工作中，缺乏自信又急于求成的心态容易形成创造性障碍，这也是热衷跟踪和模仿的重要原因之一。”

#### 良师指导

如前所述，良师在指引天才学生成长上有极其重要的作用。良师不仅能把艰难的概念讲解清楚，答疑解惑，而且能引导学生进入研究前沿去研究最重要、其他人尚未充分认识、且在较短时间内有望突破的“好问题”。要做到这一点，除了导师要有自己的科学洞察力、直觉、品味和长期科学积累外，良好环境还意味着学生和良师之间有更多的个人之间接触的机会。为此，我们一方面要努力招聘最好的教师并使他们心情愉快，还应极力创造师生接触的机会。

良师培养学生好的科学品味（即科学上的爱憎感，对好的科学问题的感觉），传承研究风格，以及教导学生的方式，这些都不是不做研究的所谓“纯教学”的教师所能胜任的。一批教学名师在传授知识、讲清楚艰难概念上确实有其长处。但是，对于培养拔尖学生，教师小班授课，以互动方式以至一对一的方式进行交流，更为关键。在这种面对面的讨论中，良师的睿智、科学素养、对科学的热情和思想方法，将深深地影响

和教育学生。物理学史上，玻尔、朗道、费米等大师带出一批又一批的优秀物理学家，以至形成学派，是有深刻道理的。

### 学生拥有自主学习知识和创造知识的空间

学习知识和创造知识，这是从事科学研究的人一生中的两大任务。中国的教育长于传授知识而短于让学生自己去主动探索和创造知识，它对于90%以上的学生是适合的，但对于少数特别优秀的学生束缚过多，对他们创造知识不利。美国放羊式的教育，对大多数学生学习知识的要求不如中国严格，然而学生却具有非常大的自我发展空间，对极少数天才学生很有好处。很长一段时间，到美国留学的中国的尖子学生，他们的资格考试成绩往往数一数二，以至外国学生都“退避三舍”，但是许多人后来的研究工作却不如美国同学出色，原因很大程度上与此有关。

叶企孙先生创建的老清华物理系1952年以前培养出一大批杰出科学家，他成功的经验值得借鉴。叶企孙先生的教学思想可以概括为三点：

“只授学生以基本知识”，人才培养和课程设置上“重质不重量”，“理论与实验并重”。我以为，在课程设置、授课内容“少而精”的前提下，鼓励学生根据兴趣主动地去学习，钻研更多的知识，打下很好的基础，而后根据国家需要去国外一流大学攻读研究生，再回国工作，这是老清华物理系之所以成功的秘诀。

对于少数尖子学生，我们过去也实行过因材施教，但习惯做法是，在教师主导下让尖子学生学得更多一些，更深一些。我以为，对尖子学生因材施教，主要地应该为他们提供一个自主探索的良好环境并给他们“松绑”，给他们更多的自主学习自主探索的机会和权利，变“要他们学”为“他们自己有兴趣要学”。美国教育家约翰·杜威将近一个世纪前的看法值得我们深思：“learning is based on discovery guided by mentoring rather than on the transmission of information (学习是基于有指导的发现而不是信息的传递)”。在教和学这对矛盾中，我们传统的认识是教师起主导作用，是矛盾的主要方面；今天我们是否应该反思，对于大学中拔尖学生的培养而言，学生应起主要作用，是矛盾的主导方面。我们应该给优秀学生更多的空间去自主学习，去研究和创造新的知识。为此我们要减少必修课程设置，让学生有更多的选修课程的自由，有仰望

星空的心境、有闲暇讨论各种问题，这才有可能突发奇思妙想。除了给尖子学生“松绑”，我们也要给良师“松绑”，让教师有和学生交谈的时间和兴趣。

### 国际化的视野和标准

我们要培养国际一流人才，我们的学生必须首先了解他们的国际竞争对手在想什么、在做什么。只有了解到自己的长处和短处，才能既不自妄自菲薄，又不做井底之蛙。通过国际交流，学生可以吸取国外一流大学的先进之处，借此也可以把我们的学生培养成善于吸收别人长处的人。正如姚期智先生所说，“有了足够的国际交流互动，这些具有天赋的中国学生，会加倍努力使自己跟国外的对手一样棒。”

### 学生安心学习、研究和教师安心教学、研究的软硬件条件。

西南联大培养了大批优秀人才，研究也取得了相当成绩。然而不可否认，困苦的物质条件影响了西南联大师生安心学习、做研究的生活和学习环境，使得一批天才教师和学生早夭，迫使不少优秀学生辍学，缺少仪器设备和经费也严重影响了研究工作的进展。西南联大物理系如果拥有抗战前的清华物理系的条件，她培养出的人才和科研成果将更加突出。我们高校今天的物质条件已大大改善，但还有一部分贫困家庭出身的学生，还有一部分青年教师生活比较清贫，如果能使他们生活无后顾之忧，学习研究心无旁骛，则将使这些人的创造力进一步解放出来。

目前，我们面临许多艰巨的尚待解决的问题。但是，中共中央、国务院近日正式出台了《国家中长期人才发展规划纲要》，对于人才问题的极端重视，教育部的“基础学科拔尖学生培养试验计划”，清华大学的“清华学堂物理班”给了我们前所未有的机遇去面临挑战。我们试图结合美国的教育哲学和中国的教育哲学，加强对大多数学生的基本功、基础知识、基本技能的培养和训练；同时对少数一些天才学生，给予他们更广阔的空间、创造更好的环境，以便他们自主探索、自主学习，从而使他们的聪明才智最大程度地发挥出来。尽管问题多多，困难重重，但我们有决心有毅力为祖国、为中华民族培养出一批学术大师来。这是清华大学物理系——一个理想主义者的大本营——中间的一批理想主义者的使命、愿景和战略目标。✎