

给未来的人们一双没有束缚自由的手

李 力

千禧年来临之际，英国《Physics World》杂志通过网上投票方式，从100名著名物理学家中选出“有史以来最伟大的十位物理学家”，结果依次是爱因斯坦、牛顿、麦克斯韦、玻尔、海森堡、伽利略、费曼、狄拉克、薛定谔、卢瑟福，美国物理学家理查德·费曼是其中最“年轻”的一位。由于对量子电动力学（QED）的贡献，1965年费曼与施温格、朝永振一郎一起获得诺贝尔物理学奖；因为在物理教学上的杰出成就，他还荣获了1972年奥斯特教学奖章。

费曼生于1918年5月11日，1988年2月15日夜因癌病逝世，物理学家汉斯·贝特在讣告中说：“费曼受到的同事和学生的爱戴，比其他科学家都多。”逝世的第二天，加州理工学院11层高的图书馆大楼上，大学生们悬挂了一条横幅，上面写着：“迪克，我们爱你”（迪克是费曼的昵称）。

2008年是费曼90周年诞辰暨逝世20周年，谨以此文纪念这位令人尊敬的一代大师。

名者，实之宾也

费曼降生于纽约曼哈顿法卡罗威的一个服装生意小商人家庭，父亲梅尔维尔·费曼有立陶宛犹太人的血统，母亲露西尔则有波兰犹太人的血统。

童年的家庭教育极富营养。梅尔维尔特别注意启发孩子用科学的方式去思考。他善于运用普通常识作为推断的起点，使枯燥的材料变得生动有趣，让费曼认识到科学的神奇和魅力。梅尔维尔还激励费曼对每一件事，哪怕是某些似乎已经明白无疑的基本原理，也保留质疑的权利和余地。有一次，梅尔维尔指着一只鸟对费曼说：“看见那只鸟了吗？那是一只短雉转鸣鸟。”其实儿子明白父亲并不知道鸟的名字，还明白父亲接下来说的一长串意大利语、西班牙语、汉语、日语中这种鸟的名字都是胡诌的。梅尔维尔却继续说道：“你可以知道这种鸟在世界上各种语言中的名称，但知其然并不知其所以然，关于这种鸟本身你其实一无所知。你知道的只是不同地方的人如何称呼它而已。让我们来看看它在干什么，这才是最重要的。”费曼从中明白了事物的“名称”与“真相”之间的区别，正如《庄子》所说的

“名者，实之宾也”。

母亲露西尔的影响则表现在幽默感和同情心上。在露西尔看来，是幽默感让我们得到笑声和同情，而这正是人与人之间最好的理解。没有这些，费曼也许只是常规、枯燥的学究，而不是富有冒险精神的旅游者、玛雅文字的破译者、颇有造诣的业余画家、开保险柜的专家、敲邦鼓的传奇人物了。

我想知道为什么我想知道这是为什么

“我想知道这是为什么，我想知道这是为什么，/我想知道为什么我想知道这是为什么，/我想知道究竟为什么我非要知道/我为什么想知道这是为什么！”这是青年费曼写的一首小诗。鲜明的自由探索精神，在他求学和早期研究工作中已表现出来。

中学时代的费曼就特别喜欢数学和科学，自学了微积分和不少的科学知识。费曼对英语课和哲学课感到厌烦，原因是他对不少人在语言上要弄滑稽感到不舒服，还认为社交礼节与事情真相有着重大差别，而哲学在他看来则纯粹建立在主观愿望之上。尽管如此，他却能轻松地通过考试甚至获得高分。

在麻省理工学院的第一年，费曼起初主修数学，后来认为以数学为职业所能做的唯一事情就是把它教给别人，于是转向电机工程，不久又感到偏离太远，最终将专业定为物理学这个介于中间的领域。费曼得益于麻省理工学院课程设置的灵活性，选修了一些比较高深的研究生课程。不管规定的课程是什么，费曼都坚持从许多书上学习更多的知识，并和其他聪明学生讨论。在大学高年级阶段费曼就表现出不凡的研究能力。1939年大学四年级时费曼在《物理学评论》上发表了两篇论文。一篇关于宇宙射线的各向同性，引起了海森堡的注意。另一篇是他的大学毕业论文“分子中的力”，提出了量子力学中一个重要的定理，根据它可以得到计算分子和晶体中原子行为的简化方法，这个定理也被赫尔曼独立发现，现在称为HF定理。

离开麻省理工后费曼转到普林斯顿大学读研究生。第一年教授们就意识到费曼的出类拔萃，数学物理教授罗伯逊称他为“最有前途的学生”。1942年费曼获得了博士学位，由于受到战争事务的打断，

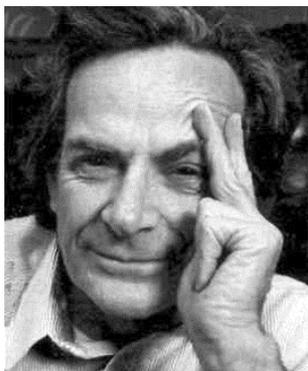
他关于辐射吸收理论的博士论文 1945 年才正式发表于《现代物理评论》。由于同样的原因，著名的费曼量子力学路径积分方法 1948 年才发表于同一杂志。路径积分是一种“历史累加”的方法，意义极其重大。传统的量子力学有两种形式，一种是薛定谔的基于波的形式，另一种是海森堡的基于粒子的形式，而费曼找到了量子力学的第三种形式——基于作用量的路径积分形式。路径积分的思想能够对事情的行为给出一种物理直觉，提供一个鲜明的智力图像。这种形式不但能得出与另两种形式相同的答案，而且它对经典力学同样有效，使人能够看出经典力学与量子力学之间清晰的连接，意味着在更高的层次上二者其实是统一的世界观中的一部分！仅此一项贡献就足以将费曼与薛定谔、海森堡、狄拉克等物理学巨匠相提并论。

二战期间费曼参加了曼哈顿工程，负责领导一个理论小组。费曼在整个理论部成了解决麻烦问题的能手，被称为“万能博士”。曼哈顿工程科学方面的领导者奥本海默称赞费曼是“那里最卓越的年轻物理学家”，同事维格纳也说：“他是第二个狄拉克，是当今独一无二的佼佼者。”玻尔参观曼哈顿工程时，注意到费曼在讨论会上直接切入主题的实质性讲话方式，对小玻尔评论道：“他是唯一不怕我的人，只有他会指出我的想法是否有毛病。因此下次我们讨论时，再找那些对任何事情都只会说‘是，是，是，玻尔博士’的人是不行的。我们下次先找那个人谈。”有意思的是，费曼曾这样评论曼哈顿工程，“那并不是真正的科学，几乎全是工程。”

天才中的魔术师

波兰裔美籍数学家马克·卡内曾说：“天才有两类。有一类天才，他们的思维没有什么神秘之处，只要比你我聪明一些就可以做他们做的事；然而另一类天才则是真正的魔术师，即使把他们所做的事讲给我们听，我们也弄不明白他们究竟是怎么做的。理查德·费曼，正是天才中的魔术师。”

费曼是物理学里罕见的通才。众所周知自然界共有四种基本相互作用——引力、电磁作用、弱作用和强作用，



很少有人对四种相互作用都有深刻研究并作出重大贡献，而费曼是例外：在 20 世纪 40 年代是 QED（电磁作用），50 年代是液氦超流性、A-V 理论（弱作用）以及引力的理解，60 年代至 70 年代是部分子理论（强作用）。其中的每一项都足以获得诺贝尔奖。费曼的学术研究生涯很长，绝大多数物理学家在 40 岁以后对基础物理学就没有什么重大贡献了，而费曼在 60 岁时，仍然处在粒子物理新进展的核心。那种“美妙而惊人的经历”，即使是狄拉克达到这种顶峰也只有两次，费曼却有四次。50 年代中期费曼还参与微波激光器研究，和赫尔沃斯、弗农合作，发展了一种简便算法，在 CD 唱机激光器的设计中就用到这项称之为 FVH 的技术。费曼广泛涉猎的惊人本领给同行们留下了极其深刻的印象。天体物理学家福勒曾说：“你只要告诉他一些线索，他就能在思想和图解上产生飞跃，他是非常有益于人和给人以激励的人，他对每件事都有兴趣，真正的非同小可。”物理学家谢尔曼在加州理工学院读研究生的第一年，有一次在费曼的办公室讨论超导问题。他在黑板上写方程，费曼分析的速度和他写得几乎一样快。突然电话铃响了，来电话的人请教高能物理方面的问题，费曼立即转向这个复杂问题的讨论，谈了约莫十分钟就给解决了。挂上电话后，又回到超导问题，从刚才打断的地方开始，直到电话铃再次响起，另一个人又有一个问题，是涉及固体物理的，费曼给解决后，又接着讨论超导。这样一次次持续了三个小时，每次都是不同的领域，涉及不同的计算，谢尔曼感叹道“简直令人惊愕，再也没见过这种事情”。

费曼往往能借助常识和奇妙的直观方式，把一大堆杂乱无章的东西，通过“新颖别致的数学和见解独到的物理学不可思议地融合”，得出简洁优美的理论形式，使得费曼的物理学研究达到了“深入浅出”的至高境界。“新颖别致的数学和见解独到的物理学不可思议地融合”，是物理学家派因斯对 20 世纪 50 年代费曼导出的液氦超流体模型的描述。第二个例子是 20 世纪 40 年代末 QED 的创立，施温格的形式太复杂，很难被人领会。朝永振一郎的形式稍微简单一点。而费曼的最为简洁，借助他发明的费曼图、路径积分以及“把正电子看作是在时间上往回走的电子”的思想，区区几个费曼图就成了几百个方程的一种速记，既体现了所有复杂的数学规

则，又对发生的事情给出了直接而实用的见解。物理学家比约肯回忆 50 年代末在斯坦福读博士学位时，感到以前的 QED 旧理论“看起来既未完结又朦胧不清，整个是一大堆华而不实的场量子化形式，当费曼图出现时，仿佛是阳光冲破了云层，刹那间五彩缤纷、金光灿烂、一片辉煌！既体现了物理实在又蕴含着深远意义！”从两件事可以看出费曼理论的简洁与威力，一是当戴森和莫雷特提到有两个旧理论尚未解决的问题还没有用费曼的理论试过，“费曼说‘咱们来看看’，并坐下来，我们眼看着他仅用了两个小时就得出了答案，这是我所见过的最让人惊奇的闪电式计算的场面”，“这是我见过的费曼能力的最令人眼花缭乱的表演。这些问题曾花费了大物理学家们几个月的时间也未能解决，而他只用两三个小时就解决了”。二是 1949 年 1 月斯洛特尼克在美国物理学会的会议上报告了电子从中子上反弹方式的一些新结果，他用老方法计算，花了 6 个月时间。费曼听说后，用一个晚上就从他的新理论得到了答案。核对结果时，他们发现费曼不仅得到和斯洛特尼克相同的特解，而且费曼还得到了普遍形式的通解。第三个例子是 60 年代初，盖尔曼和内埃曼提出按性质来排列强子的“八重法”，接着盖尔曼、茨威格、内埃曼等人以相当含糊的方式提出夸克模型，但很少有物理学家相信夸克的真实性。1968 年费曼提出了自己的强子理论——部分子模型，避开了盖尔曼发展的高度数学化的流代数工具，使不能掌握流代数的人也能理解粒子物理学理论。年近花甲的费曼和一些年轻物理学家一起不断完善，最终导致了量子色动力学（QCD）的建立。

伟大的老师们的老师

一般大多数教授都只重视研究，不屑于从事教学，费曼却很不相同。他曾说：“在课堂上，你可以思考一些已经很清楚的基本东西，这些知识很有趣，令人愉快，重温一遍又何妨？教学能给旧的知识新生命，如果你真的有什么新想法，能从新角度看事物，你会觉得很兴奋。”多年来费曼有一句话，还写在他办公室的一块黑板的一角：“我不能创造的，我就不能真正理解。”这句话体现出他不但喜爱教学，而且对教学的本质有独到而深刻的见解。

从 1951 年夏天到 1952 年 6 月，费曼在巴西访问讲学。让他感到惊讶的是巴西的物理教学状况。巴西学生“什么都背得很熟，但完全不理解自己在

背什么。”例如他发现学生们能背出布儒斯特角的定义（这个定义告诉你，当光从海面上反射后变偏振了），但当叫他们通过偏振滤片看海水，发现从海水反射出的光是偏振的时候，他们却惊呆了！——他们的书本知识和真实的世界是隔绝的！这正像梅尔维尔讲的“短雉转鸣鸟”的故事一样，得到的是“名字的清单”，丢掉的却是“事实的本质”。费曼还讲述了一个故事进一步说明这个问题：二战期间，在南太平洋有一些土著人看到飞机降落后卸下一包白色的好东西，盟军常送一些给他们。战后他们希望发生同样的事情，于是在同样的地点铺上飞机跑道，两旁还点上火，盖间小茅屋，派人坐在那里，头上绑两块木头（假装成耳机），插根竹枝（假装成天线），以为这样就控制了灯塔，是领航员了，然后他们等待飞机着陆，却始终没有飞机降下来。其实以前他们每件事都经过了观察分析，似乎也做对了，一切那么神似，为何没有出现预期的结果？原因很简单，他们学到的完全是科学的外表、一些表象的东西，尽管那么神似，但他们缺少最重要的对过程及控制实质的理解。

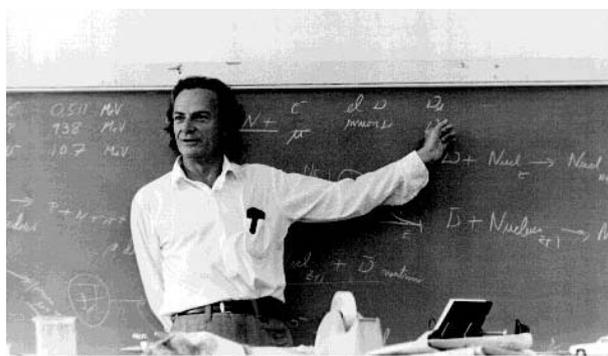
他认为巴西的教育系统是一种“自我繁衍系统”，人们通过考试，然后又去教别人怎样通过考试，谁也不管怎样理解物理知识的实质。低水平的物理教师、枯燥呆板的教材、“动机不纯”的学生，三者的结合必然是一种应付考试的教育模式，没有愉快可言，学习成了痛苦和焦虑。这段经历促使费曼对“物理学和物理教学究竟是什么”进行了深入思考，他写道：“科学是一种方法，他教导人们，一些事物是如何被了解的，不了解的还做些什么，对于了解的现在又了解到什么程度（因为没有绝对了解的），如何对待疑问和不确定性，依据的法则是什，如何思考并作出判断，如何区别真相和欺骗……在对科学的学习中，你学会通过试验和误差来处理问题，养成一种独创精神和自由探索精神，这比科学本身的价值更大。”费曼总结了学习物理学的五个理由：第一是学会测量和计算，及其在各方面的应用（培养工程师）；第二是培养科学家，不仅致力于工业的发展，而且贡献于人类知识的进步；第三是认识自然的美妙，感受世界的稳定和实在；第四是学习由未知到已知的、科学的求知方法；第五是通过尝试和纠错，学会有普遍意义的自由探索的创造精神。其中后面三条理由，应该是每个完整意义上的

人——不只是未来的物理学工作者——学习物理学的真正理由。

20 世纪 60 年代初期，许多有识之士敏锐地发现，大学头两年的基础物理课程内容过于经典，未能将相对论和量子力学这些近半个世纪以来发展起来的，令人兴奋和惊奇的新思想、新发现消化融合在基础物理的教学中。弊端是很明显的：第一，以后不进一步学习物理的大量理工科和人文学科的学生，没有了拓展新视野的可能，使这些新思想有脱离、隔绝整个人类文化发展的危险趋势；第二，即使还要进一步学习物理的学生也在头两年被弄得沉闷而麻木，让他们感到经典内容与后来学习的新物理之间的脱节和格格不入。六十年代改变这一现状的时机到了。加州理工学院的桑兹说服物理系主任巴彻，联合物理学家莱顿、内尔一起启动一项改革计划，大胆地提议“请费曼做物理导论课程的演讲并最终决定演讲内容”。

没有任何别的大物理学家教过大学新生的物理课，至少在他们成为大物理学家以后。而费曼却被这一挑战和机遇所吸引，他准备面向更广泛的听众表明他的思想方法。这个著名的课程从 1961 年 9 月到 1963 年 5 月，跨越了两个学年。由于预计到事情的极不寻常，一开始起全部内容都录了音，由莱顿和桑兹整理录音、写成短文最后整理成书，出版了著名的近两百万字的三卷本《费曼物理学讲义》。费曼每周讲两次，他把全部时间用来准备，计划好演讲的结构并把它们串起来。尽管演讲前他已把方方面面都想过了，但并没有正式的讲义，仅仅带一张写着关键词的纸做提示，让自己注意讲课的连贯和流畅。加州理工学院的物理学家古德斯坦后来说：“我从他的讲稿得知，他并不需要很多注解来提醒自己讲什么，因为他熟悉要讲内容的详细情况，中间还有不少即兴发挥。”

费曼在《讲义》的自序中说：“只有当一名学生和一名好教师两者处于某种直接的个人关系时，学生能谈论想法、思考事物并交换意见，这才是最好的教学。”在结束语中费曼写道：“我讲授的主要目的，不是为你们参加考试做准备——甚至不是为了你们服务于工业或军事部门做准备，我最想做的是给出对于这个奇妙世界的一些欣赏，以及物理学家看待这个世界的方式，我相信这是现今时代里真正文化的主要部分。”



费曼的大学生演讲达到了如此理想的地步，“它们像是演出，开头、中间和结尾都很有趣。每个演讲都自成一体，而且都是以对要点的概括作为结束，以便学生将来参考”，他不但把基础物理学中公认困难的概念变成了能让大众接受的东西，而且令他们感到有兴致，对费曼来讲，“演讲大厅是一个剧院，演讲就是一次表演，既要负责情节和形象，又要负责场面和烟火。不论听众是大学生、研究生、他的同事、普通听众，他都真正做到谈吐自如。”

演讲并不只是新生的物理学入门课，更是物理学的指南。费曼对物理学的理解，如何把不同的部分恰当地组织在一起的手段，思考事物的方法，解决问题的哲理，都被囊括其中。演讲的深远意义在于，它是重新编排物理学知识体系的过程！费曼是“牛顿以来第一个改造物理学知识的物理学家”。演讲对物理学以及全世界物理学家产生了巨大影响，用古德斯坦的话来说，费曼的“伟大成就，丝毫不逊色于以全新的视角来看待物理学的一切。他的永恒纪念碑文是：他是一位伟大的老师们的老师。”费曼自己也曾对古德斯坦说过，从长远来看，他对物理学所作的最大贡献并不是 QED 或者其他理论工作，而恰恰是他的《讲义》。费曼明确地提出自己的观点：科学理论可以来了又去，被更好的理论所取代。但科学的方法，书中他所热情描述的发现事物的那种快乐，却是科学赖以建立的基本原则。这说明在费曼的眼里，好的教学其实也是具有开拓性和创造性的研究。

给未来的人们一双没有束缚自由的手

费曼对名利是很淡泊的。他于 1954 年 4 月被选为美国国家科学院院士，由于担心会让朋友们难堪才未立即拒绝，最终他还是如愿辞职。主要因为他对院士会议的主要论题是还有谁应该当选院士，以及在会上报告的很多实验谈不上是什么科学而感到

沮丧。费曼对荣誉博士学位的态度也与众不同。还在普林斯顿大学参加博士毕业典礼时，想到自己获得学位是长期努力的结果，而那些获得荣誉学位的学生却没做什么，他就给自己约定，如果今后有荣誉学位授予他，他将全部回绝。后来他果然回绝了芝加哥大学和哥伦比亚大学的荣誉学位，在给芝加哥大学的回函中写道：“我感到荣誉学位是对学位授予方式的一种贬低，就像给人一个‘荣誉电工执照’一样。”更有意思的是他曾认真地考虑过拒绝接受诺贝尔奖。1965年10月21日凌晨4点左右，费曼被电话吵醒，原来自己获得了诺贝尔物理学奖，人们向他表示祝贺并请他发表评论。费曼把话筒从电话机上拿下来搁在一边，然后到书房里坐下来考虑这件事情的影响，他困惑是否值得因接受这项奖励而经受大吹大擂的宣传和公众的注意；他知道很多获诺贝尔奖的物理学家都成了挂名人物，被卷入到行政事务中，到各处做客座演讲成了终生所为，却再也不会作科学研究了。他把话筒挂回去，电话铃又响起来，费曼问记者有没有办法不接受该奖，记者告诫说如果他拒绝受奖，那将造成更大也更轰动的新闻，这样费曼才不得不接受下来。结束斯德哥尔摩之行后费曼去瑞士的欧洲核子研究中心做了一次演讲，为了证明他还是原来的费曼，他同意与中心主任韦斯科夫打赌：如果在十年之内的费曼担任任何要职，那么费曼就付给韦斯科夫10美元，否则韦斯科夫就会输给他10美元。1976年费曼赢得了这10美元，而且他终生也未担任过什么要职。

发展一个理论，用它来解释或预言在实验中发生的现象，尤其需要职业上的诚实。1964年费曼在康奈尔大学梅辛杰讲座中讲道：“若与实验不符，那就是错的。这样简单的东西乃是科学的关键。不论你的猜测多么美妙，也不论猜测的人多么精明，他是谁，叫什么名字，都不会有任何区别。”十年后他在加州理工学院毕业典礼上告诉听众，在科学上绝对诚实是何等重要：“第一原则是你永远不要欺骗自己——须知你是最容易被你自己欺骗的人。因此你对此一定要非常小心。做到不欺骗自己后，就容易做到不去欺骗别人”，他向听众阐述了什么是真正的科学具有的而伪科学不具有的东西：“如果你正在做一个实验，就应该报告所有可能使之无效的事情，而不仅仅是那些你认为是正确的。……，如果你提出一种理论，大肆宣传它或者发表它，那么你

一定要像记下所有与它相符的事实那样，把与它不一致的事实也记下来。”

一位20世纪60年代由默里·盖尔曼指导过的物理学家曾说：“默里总必须是对的，即使他并不是，但费曼犯错误的时候他不怕承认错误。”50年代费曼在研究超流的同时也在研究超导问题，但这一次令他失望，未能做出满意的解释。但就连这次失败也在科学史上流传了下来，因为费曼对此事的态度证明了他科学上极其诚实。超导问题真正解决是在1957年靠巴丁、库珀、施里弗创立的BCS理论。费曼是最早认识到BCS理论成功的物理学家之一，他马上放弃自己在超导解释上的努力，并在每一个适当的场合称赞BCS理论。物理学家苏达山和马沙克，几乎与费曼和盖尔曼同时完成了弱作用的V-A理论，但他们的论文在《物理学评论》上印出来晚了一些。结果他们的工作被不公正地看成是“我也做了”的练习。这对刚刚完成第一项重要工作的年轻研究人员苏达山是一次沉重打击。费曼总是力图给苏达山以应有的荣誉，每当说到V-A理论时，费曼总是细心地提到苏达山和马沙克的工作，像看待自己与盖尔曼的论文一样。在70年代后五年完善部分子模型建立QCD时，据费曼的合作者菲尔德说，费曼为保证他们的诚实，坚持只计算尚未做过实验的喷注行为，以便能让实验对这一理论做出真正的检验。等到更高能量的实验结果出来后，恰好如理论所预言。



从费曼身上我们还看到了作为一名科学家公民对公共事务的参与和对社会责任的担当。1986年1月28日，美国“挑战者号”航天飞机升空一分钟后爆炸，七位机组人员全部遇难。费曼参加了调查事故原因的总统委员会。为了证明是由于发射时气温过低造成密封用的橡胶O形圈失去弹性导致燃料泄漏引起事故，费曼在国会对着公众媒体的摄像机，

用一杯冰水和橡胶圈做了“著名的 O 形圈实验”，无可辩驳地证实了引起爆炸的原因，并且猛烈地抨击了官僚做派和对真相有意无意的掩饰。

费曼在一篇文章里专门谈到“科学的价值”，第一是应用的价值；第二个价值是“提供智慧与思辨的享受”，认为它能改变人对世界的观念，是近似宗教的感受，对这点他非常重视，还举了一个例子，“有篇论文说‘鼠脑中放射性标记的磷在两周中减了一半’，它的意思是鼠脑的磷有一半已经不是两周前的原子了，它们已被替换了。那么，究竟什么是载有意识的分子呢？子虚乌有么？这些全新的分子能承载一年前在我脑中的记忆，可当时发生记忆的分子却早已被置换了！这个发现就像是说我这个个体仅仅是一个舞蹈的编排。分子进入我的大脑，跳了一场舞就离开了。新分子又进来，还是跳和昨天一模一样的舞蹈——它们能记住！……有时我们从报纸上念到这样的话：科学家认为这项发现对于治疗肿瘤是十分重要的。看，这报道只注重那项发现有什么可利用之处，而完全丢开了它本身的意义。而实际上它是多么奇妙啊！偶尔小孩子反倒会意识到那些意义，此时一个科学家的苗子出现了。如果当他们上大学时我们才教他这些，那就太晚了，我们必须从孩童教起。”

他接着谈了科学的第三个价值：“科学家成天经历的就是无知、疑惑、不确定，……，当科学家不知道答案时，他是无知的；当他心中大概有了猜测时，他是不确定的；即便他满有把握时，也会永远留下质疑的余地。承认自己的无知，留质疑的余地，这两者对于任何发展都必不可少。科学知识本身是一个具有不同层次可信度的集合体，有的根本

不确定，有的比较确定，但没有什么是完全确定的。……，科学家对此习以为常，但是我认为大多数人并不明白这点。在历史上科学与专制权威进行了反复的斗争才渐渐得到了我们质疑的自由。……，它终于使我们可以提问，可以质疑，可以不确定。我们绝不应该忘记历史，以致丢失千辛万苦换来的自由。这是科学家对社会的责任。……，我们的责任是给未来的人们一双没有束缚自由的手。……倘若我们自以为对众多问题都已有明白的答案，……如果我们压制批评，不许讨论，大声宣称看啊，同胞们，这便是正确的答案，人类得救啦！我们必然会把人类限制在权威的桎梏和现有的想象力之中。这种错误在历史上屡见不鲜。……作为科学家，我们知道伟大的进展都源于承认无知，源于思想的自由。那么这是我们的责任——宣扬思想自由的价值，教育人们不要惧怕质疑而应该欢迎它，讨论它，而且毫不妥协地坚持拥有这种自由——这是我们对千秋万代所负有的责任。”

“给未来的人们一双没有束缚自由的手”是费曼最为看重的科学家责任，“宣扬思想自由的价值”是他最为珍视的科学价值，它们贯穿着费曼传奇般的科学人生，体现出费曼作为一位真正意义上的知识分子——而不是“知识人”——的科学精神和社会良知！行笔至此，不禁让人想起爱因斯坦在《悼念玛丽·居里》的开篇所说：“我们不应仅仅满足于回顾她的工作成就为人类做出的贡献。第一流人物对于时代和历史进程的意义，其道德的方面，也许比单纯的才智方面还要大。即使是后者，其取决于品格的程度，也远远超出通常人们的想象。”诚哉斯言！

（重庆清华中学 400054）



科苑快讯

美国科学家首次研制成功人造骨髓

美国密歇根大学的一个实验室首次研制成功人造骨髓，可以在试管中源源不断地制造出红细胞和白细胞。此项科研成果对于研究抗癌药物、简化药物检测、研究免疫系统缺陷以及输血用血液的不间断供应等创造了条件。

骨髓是一种很难复制的复杂人体组织，此次研究最重要的突破是用于人造骨髓生长的三维栅格支架。支架多孔，利于细胞之间的相互作用，透明的高

分子材料易于营养物质通过。为了制作这个支架，科学家将其定形为台球式排列形状，然后用某种方法将小球溶解，留下一个个完美小孔，最后让支架上生长骨髓基质细胞和造骨细胞。为验证人造骨髓是否能像真骨髓那样发挥作用，他们将其植入存在免疫缺陷的实验鼠体内，发现实验鼠产生了人体免疫细胞。

不过，文章的主要作者科托夫(Nicholas Kotov)说：“这种带有栅格支架的人造骨髓无法植入人体，只能在试管中发挥作用。”

（高凌云编译自 2008 年 12 月 24 日 www.upi.com）