

费曼对物理学的理解和诠释 ——读关洪译费曼的《物理定律的本性》

王正行

(北京大学物理学院 北京 100871)

物理学家按照人类使用的能源来划分文明阶段：第一文明使用人体和大牲畜的生物能，活动范围限制在一定地域，是地域文明；第二文明使用热能、电磁能与化学能，活动范围达到全球，是地球文明；第三文明使用核能，活动范围可以达到甚至超出太阳系，是星际文明；第四文明使用引力势能，活动范围更远，就是宇宙文明了。

哥伦布到达美洲，标志着人类文明开始从远古地域文明向今天全球文明过渡。到20世纪中叶，这个过渡基本完成，同时开始了从地球文明向星际文明的过渡。开始向星际文明过渡的标记是第一颗人造地球卫星上天。21世纪刚刚开始，斯蒂芬·霍金就在在印度举行的一次国际学术会议上预言，人类将在这个世纪开始向其他星球移民。而实现这种星际移民的理论基础，则是关系到宇宙飞船导航的相对论与开发核能源的量子力学。从这个大视角来看，21世纪仍然是物理学的世纪。当今物理学家对人类历史与文明的这种观念和看法，立足于物理学的基本定律和概念，已经成为当代文化观念的主要部分。1961—1963年，费曼为美国加州理工学院大学一二年级学生开基础物理课，他在课程的结束语中就说过¹⁾：“我想尽力让你们欣赏这个美妙的世界，以及鉴赏物理学家看待它的方式，我相信，这是当代真正文化的主体。”而这种建立在近代物理学基础之上的文化观念，则是他随后在康奈尔大学所作的系列演讲《物理定律的本性》中向更一般的听众与读者传播和演绎的主题。

文化一词的英文是 culture，意思是培养、教化、陶冶和熏陶，是文明的精神方面。文化就是文明的教化。为了“提供关于文明进步，特别是为了提高我们的政治、商业和社会生活的道德基准”，康奈尔大学1924年设立了每年一度的梅森哲讲座。费曼的这本书，是他在1964年度梅森哲讲座上演讲的纪录，是他1961—1963年在课堂上的著名演讲在更深层次上的概括、提炼与总结。请一位物理学家费曼来担任这个讲席，这正像后来美国官方请他担任为调查“挑战者号”航天飞机事故而专门成立的、以前国务卿罗杰斯牵头的总统委员会委员一样，都是深为耐人寻味的。而在这一期梅森哲讲座中，费曼以物理学为基础和载体，广泛涉及哲学、艺术、美学等各个文化层面，向我们演绎和诠释了他所强调的当代文化。费曼是20世纪物理学璀璨群星中的一颗耀眼的明星，聆听和阅读他的演绎和诠释，无疑是每位关注当代文化发展的读者不可错失的一次机会。

费曼的梅森哲讲座共有7讲，也就是这本《物理定律的本性》的7章，它们依次是引力定律——物理定律的一个例子，数学同物理学的关系，伟大的守恒定律，物理定律中的

对称性，过去与未来的区分，概率和不确定性——对自然界的量子力学观点，寻找新定律。从这些题目可以看出，费曼的演讲围绕物理学的几个主要方面，为我们展现了如何看待物理学和物理定律，如何看待数学推演和逻辑演绎在物理学和探索物理定律中的地位与作用，变化与不变，对称和美感，历史与未来，因果与或然，以及一般哲学思维与具体物理学论理的关系等涉及范围广泛的一般思维与观念。特别有意思和值得指出的是，费曼展现给我们的这些思维与观念，在许多方面是与我们的传统思维和观念大相径庭的。

我们传统文化的核心是儒道，君臣父子人伦，修身养性齐家治国平天下，强调人与人和人与社会的关系，由此派生出等级观念和官本位，反映在学术上就是权威至上，开口就是子曰圣人云，罢黜百家，独尊孔孟。而西方传统文化的核心是神道，在上帝面前人人平等，强调人与神和人与自然的关系，由此派生出突出个人和自我的民主观念，反映在学术上则是八仙过海各显神通的竞争局面。这种传统文化的差异，决定了在如何看待物理学与物理定律的观念与态度上的不同。一条牛顿万有引力定律，在我们看来不过就是牛顿发现的一种计算规则与技法，与周文王的八卦术或徐子平天干配地支的算命术别无二致，虽然精确程度大不相同，却都不过是一种技艺与术数而已，不能登入教化的大雅之堂。而在费曼这个“提供关于文明进步，特别是在为了提高我们的政治、商业和社会生活的道德基准”的梅森哲讲座中，这一条牛顿万有引力定律从头到尾贯彻始终，由它演绎出种种互不相同彼此竞争的思维与观念。仅仅就万有引力定律本身，就事论事，就演绎出牛顿的超距作用观念，爱因斯坦的引力场观念，和考虑所有可能路径的最小作用量观念。这些在基础上互等效应的表述，却在进一步的演绎与推广中显示出不同的潜能。“也许有人想，人家在谈论物理定律的本性时，就是在谈论大自然了；但我并不想去谈论大自然，而是谈论我们现在对于自然界有怎么样的关系。”费曼没有把万有引力定律完全看做是一条客观和简单的自然规则，而当做是物理学家对大自然的不同理解与诠释，和物理学家对待大自然的不同感受与体验。这真是一种文明的教化，是一种文化！文学作品是作家对社会与人性的理解与诠释，艺术作品是艺术家对美感的渲染与演绎，而科学则是科学家对大自然的理解、诠释、渲染、感受、体验与演绎。正如爱因斯坦所说，这就是画家、诗人、思辨哲学家和自然科学家各自按照自己的方式去做的事。爱因斯坦说，决定他们的世界体系的，是在现象和理论原理之间的先天的和谐。

费曼为我们阐述和演绎的一个重要观念，就是指出数学是物理学家用来对自然进行演绎和诠释的一种不可替代的语言。有些人抱怨物理学越来越抽象，越来越数学化，好像物理学家们在故弄玄虚，在有意难为不懂数学的行外人。其实，每一行都有自己特殊的语言与表达方式。就是音乐与美术这种最直观最感性最大众化的文化形式，也不可避免

1) Feynman R P, Leighton R B, Sands M. The Feynman Lectures on Physics, Quantum Mechanics. Addison - Wesley, 1965. 19—21

地拥有自己的行话。不懂音阶、节奏与旋律，不懂和声、变调与对位，就很难完全感受音乐家所抒发的内心感情。不懂光彩、构图与色调，不懂布局、运势与笔触，就不易欣赏美术家在画面上所要表现的种种形象之美。同样，费曼不无遗憾地指出，对那些不懂数学的人来说，的确难于使他们理解和欣赏大自然的美，难于使他们获得那深层美的一种真正的感觉。这种对于科学内在之美的感受，就如体会到艺术作品所表达的意境一样。他要强调的事实是：不可能向那些对数学缺乏某种深入理解的人，以大家都能感受到的方式忠实地说明自然定律之美。如果你不能欣赏数学，你就不能从那些五花八门的事实中，看出允许你从一事实联系到另一事实的逻辑。物理学家不能把数学转换到另一种语言。“如果你想把握自然界的情况，欣赏自然界之美，那就必须懂得她的语言。她只以一种形式提供她的信息；我们不会狂妄到要求大自然作出改变来迎合我们的意愿。”

数学演绎和逻辑推理的力量与美，在我们原来的传统文化中是欠缺的。但是我们现在又走上了另一个极端，把逻辑和推理供奉到了高于一切的祭坛之上。只有合乎逻辑与推理的，我们才接受，不合逻辑与推理的，我们就拒绝。这本来只是数学的原则与标准，把它移用到物理，移用到一切自然乃至社会现象中来，就会发生本末倒置的荒唐。我们有些老师在讲课时，把物理当成数学来讲，有些学生在学习时，把物理当成数学来学，有些研究者在研究中，总想按照数学例如欧几里德几何学的模式来建立物理理论，想从几条公理出发来推出全部的物理，把物理做成数学。也有的研究者，则想找出爱因斯坦相对论逻辑推理的毛病，从而推翻相对论。这都是把物理当成数学来看待的倾向。1951—1952年，费曼在巴西访问讲学时，批评说在巴西不教物理，指的就是这种倾向。针对这种倾向，费曼在全部演讲中反复强调的一个主题是：“物理不是数学，数学也不是物理。”从错误的出发点或逻辑推理，往往可以得到正确的物理结果，这是在物理学史上屡见不鲜的现象。费曼谈到了麦克斯韦发现电动力学的例子。他说，最伟大的一些发现往往是从某种模型抽象出来的，而那模型本身却根本不对。麦克斯韦发现电动力学，起先是从在空间中有一大堆空想的齿轮和惰轮这一模型出发做出来的。而当你抛弃了空间中的这一大堆空想的齿轮和惰轮，电磁理论却仍然成立。换句话说，麦克斯韦的逻辑与推理在出发点就不成立，如果从逻辑推理来看，他的电磁理论不可能成立。而在物理和事实上，他的理论却完全成功。“推导的逻辑可以是错误的，但答案却是正确的。”这就是物理与数学的区别，物理学遵从“现实的就是合理的”这一更高层次的黑格尔的辩证的逻辑。费曼的这一讨论，完全切中我们的时弊。

大自然的美和自然定律之美，以及对那深层的美的真正的感觉，都在于各种各样的和谐与对称。而从这些和谐与对称，可以演绎出种种不变与守恒。在这个瞬息万变的世界，不变与守恒确实是一种深层的美，能使我们感受到一种深沉的稳定与宁静。费曼在他的演讲中，从各种不变与守恒

讲起，追根溯源，归结到对称与和谐。正像他所说的，是要尽力让我们“欣赏这个美妙的世界，以及鉴赏物理学家看待它的方式。”其实在我们的传统文化中，是把我们心中对于这种对称与和谐之美感，看得比自然本身的不变与守恒更重的。以月亮绕地运行周期为基准的夏历在华夏延续使用了四千多年，至今仍然在用，就是一个证明。阴历以月亮绕地的周期为基准，就能够保证每月的十五是圆满的满月，“十五的月亮”成为一切完美的象征和代名词。正是我们传统文化对这种对称与美感的强调，使得并不适于农业的阴历能够在华夏的农业社会续四千多年。我们宁愿根据地球绕日运行的周期每年另外算出二十四节气的日期，附加到阴历的历书上，以满足农业运作的需要，又根据二十四节气定出冬三九夏三伏的日期来适应人们冬寒夏暑的四季感觉，而不肯把阴历换成完全适合农业运作和寒暑感觉的阳历。计算二十四节气的日期和制定阳历历书，都是以地球绕日运行周期为基准。所以，从算出二十四节气的日期到发明和制定阳历，只有一步之遥。其实，若把小寒定为每年一月的第一天，把立春定为每年二月的第一天，把惊蛰定为三月的第一天，把清明定为四月的第一天，如此等等，每月两个节气，一年二十四个节气，这样定出来的就是一种新的阳历，与现在国际通用的格里高利历只有几天的移动²⁾，而比格里高利历更能体现地球绕日运行的守恒与不变的特征。阳历才是真正的“农历”，把现行的阴历称为“农历”，真让稍微有点天文知识的人羞惭汗颜。为了满月的对称而不要地球绕日运行的守恒与不变，这就可以看出我们的传统文化与费曼所演绎的文化之不同。对比之下，为了符合与人类社会生活并无多大关系的水星近日点每百年只有43弧秒的微小进动，他们可以彻底修改沿袭了上千年的社会常识与时空观念，“冒天下之大不讳”。孰轻孰重？这是多么不同的两种文化！

对于探索未知的的思维模式与是非正误的判断标准，当然是文明教化的重要方面。费曼在这一方面的演绎，可以归结为他所谓的“提出猜想—计算结果—同实验比较”这一程式，也就是我们在上一世纪初期的新文化运动中胡适之先生提出来的“大胆假设，小心求证”。所谓“求证”，就是与实际比较，同实验比较，这是一个科学的实践过程。实际与实验、实践的过程，是判别是非正误的最后和唯一的标准。这种思维模式与判断标准，是每一个在大学受过近代科学的教育与训练的人都已经完全熟悉和养成的。这是完全不同于我们传统的一种“新文化”。我们知道在“文革”结束之后，在改革开放之初，有过一场关于检验真理标准的大论战。论战的一方提出“实践是检验真理的唯一标准”，代表了我们这里说的“新文化”。论战的另一方主张“两个凡是”，即凡是伟人说的都是对的，凡是伟人反对的都是错的，这代表了“子曰圣人云”类型的旧文化。这场论战在形

2) 现在国际通用的阳历是16世纪的一位罗马教皇格里高利十三世于1582年颁布的，用以取代原来的儒略历，所以称为格里高利历，按照我们传统文化的命名方式，这可以说是天主教的“皇历”。

式上虽然已经过去,但在事实上却依然存在。看领导脸色行事的人治和把一切都纳入等级系统的官本位,就是君臣父子人伦旧文化的真切表现。近代科学教育与训练都是新文明的教化,也就是我们千呼万喊的素质教育之一重要方面。科学教育与传播之重要在这里可以看得清清楚楚。我们一方面在提倡科学观的培养,另一方面却又让君臣父子的封建帝王思想到处泛滥,这是何等的冲突!康奈尔大学的梅森哲讲座,为了“提供关于文明进步,特别是为了提高我们的政治、商业和社会生活的道德基准”,而请物理学家费曼来演讲,我们的教育家和教育指导者们能够理解和赞同吗?

还有一个费曼没有作为专门的题目来讲,而却在他的整个演讲中反复谈到的问题,这就是哲学与物理学的关系。在极“左”思潮的年代,哲学是祭在科学家特别是物理学家头上的一把锋利的尚方宝剑。从20世纪50年代初期到70年代中期,在以“批判物理学中的唯心主义和资产阶级观点”为名而先后展开的几次对相对论和量子力学等物理学理论的轰轰烈烈的大批判中,“左派”们挥舞的都是这一杀手锏。现在不同了,“左派”已经像民国初期的保皇派那样稀少,已经没有什么人在乎会被扣上“唯心主义”之类的大帽子。不过那个时代的教育,仍然在许多人的头脑中留下了深深的印痕,以为物理学是要由哲学来指导的。费曼没有也不赞同这种主张。对于这个问题,本书译者关洪教授有深入的研究和精辟的论述,他在本书的“译后记”中已经讲得十分中肯透彻。我在这里只想摘出费曼在整个演讲将要结束时讲的下面这段话,让大家看出费曼对哲学与哲学家所持的态度。费曼说:“如果最后弄明白了一切都已经知晓,或者它变得十分单调乏味的时候,那种富于活力的哲学以及对于我先前谈到过的所有这些东西的仔细关注都将逐渐消失。那些总是置身于外围大发无聊议论的哲学家们将能够切入进来,因为我们不再能够对他们说,‘假如你们是对的,我们就能够猜出其余的所有定律了’,这样来把他们赶走,因为当所有的定律都摆在那里的时候,他们将会对它们给出一种解释。例如,总是有一些关于世界为什么是三维的解释。噢,世界只有一个,因而很难说那种解释是对还是错,结果假如什么东西都知晓了的话,就会有为什么那些就是正确的定律的某种解释。但那种解释将会是在一个框框里的解释,我们不再能够通过说那种类型的推理不再允许我们向前进而批评它。那时候将会发生观念上的失落,就好像是发现一块乐土的伟大的探险家,看到旅行者蜂拥而至的时候所感到的失落一样。”请注意费曼在这里所说的“那种富于活力的哲学”并不是我们通常意义上的说的“哲学”,而是指解决问题的具体想法和逻辑。philosophy这个词在英语里有着比我们的“哲学”这个词更加广泛得多的含义,这是我们在阅读翻译的文字时必须时刻留心注意的文化上的差异。在费曼看来,那些总是置身于外围大发无聊议论的哲学家,就像是蜂拥到新发现的乐土来观光的旅行者,而探险家一面看着他们肆意践踏着自己的心血,一面又因为无法把他们赶走而深深地扼腕叹息。

费曼这本《物理定律的本性》,讲的当然主要是物理。不过对于喜爱物理的读者来说,任何介绍或感想之类的话都是多余的,作者的名字“费曼”就是最好的介绍,凡是费曼的作品,都是值得仔细阅读的。我就是这样。尽管如此,我还是忍不住要说一句。第六章讲量子力学,第七章讲如何探寻新的物理与定律,都太精彩了,放过了就太可惜了。

我第一次看到费曼的这本书,是20世纪80年代初在美国加州伯克利的时候。后来看到了中译本,可惜是台湾出版的。阅读传统的繁体字对我来说当然不是问题。问题是在遣词造句方面。语言文字终究是社会和历史的。不同的社会环境和历史经历,形成了不同的用词习惯与表达方式。这种文化上的差别虽然十分细微,但是毕竟会影响阅读的效果。更不用说那一译本里存在着不少专业性的和一般性的差错了。关洪教授的这一译本,为我们解决了这些问题。关洪教授在中山大学长期主讲量子力学、量子场论和物理学史等课程,既是费曼的崇拜者,也是研究费曼的专家,更是活跃在自然科学哲学问题领域的著名学者。他为译文添加了许多详细的注释,又撰写了一篇精彩的《费曼小传》作为附录,这都非常有利于读者对原文的阅读与理解。本书是根据费曼的演讲纪录整理成文的。费曼的演讲总是一气呵成,有很多临场的发挥,口语化极强,很难翻译。关洪教授的译文很好地再现了费曼演讲的风采,这不是一件容易的事。而且,在译文中还纠正了一些通用但并不准确的译名。例如 translation in time,通常译成“时间平移”,即“时间的平行移动”。但是时间只有一维,何来平行与转动的分别?所以关洪教授把它译成“时间迁移”。行文至此,我想到还有一个词 play rule,通常把它译成“游戏规则”,也是不准确的。play 一词除了“游戏”以外,还有“扮演”、“操作”等含义,而在这里恰恰没有“游戏”这一层意思,简单地译成“规则”就很好,加上“游戏”二字就成了画蛇添足。如果一定要把 play 这个词也带出来的话,我想更恰当的译名是“操作规则”或“执行规则”。在“信、达、雅”的基础上,翻译历来有意译与直译的分野。从前多是意译,因为这更能发挥译者的领会与水准,也更能自由地再现原著的风格。翻译毕竟是在两种文化之间的交流,而不是一种机器的操作和对应。在极“左”思潮盛行的年代,直译成了主流。那是译者自我保护与防卫的一种自然的选择。因为与意译相比,直译更不容易被热衷于文字狱的杀手们抓住小辫子,更容易在出错时推卸责任为自我辩护。就像这个“游戏规则”,错在哪里?而如果简单译成“规则”,就有被指责为“漏译”的可能。完全按照字面直译,uncertainty principle 就是“不确定性原理”,Milky Way 就是“牛奶之路”了。译成“牛奶路”又何错之有?这是人家对银河的叫法嘛!不过,风水轮流转,我相信意译还是会终将回来,重新成为翻译的主流。

最后,我想感谢湖南科学技术出版社编辑出版了《走近费曼丛书》,特别是这本《物理定律的本性》,更要感谢关洪教授出色的翻译。