

The Meaning of It All:
Thoughts of a Citizen-Scientist

费曼讲演录：
一个平民科学家的思想

Richard P. Feynman

[美] 理查德·费曼 著 王文浩 译

CSK 湖南科学技术出版社

The Meaning of It All: Thoughts of a Citizen-Scientist

费曼讲演录： 一个平民科学家的思想

Richard P. Feynman

[美] 理查德·费曼 著 王文浩 译



图书在版编目 (C I P) 数据

费曼讲演录: 一个平民科学家的思想 / (美) 理查德·费曼著; 王文浩翻译. — 长沙: 湖南科学技术出版社, 2019.5 (走近费曼丛书)

书名原文: The Meaning of It All: Thoughts of a Citizen-Scientist

ISBN 978-7-5710-0016-5

I. ①费… II. ①理… ②王… III. ①自然科学 - 文集 IV. ①N53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 274097 号

The Meaning of It All: Thoughts of a Citizen-Scientist

Copyright ©1998 by Michelle Feynman and Carl Feynman

Chinese Simplified Characters Trade Paperback

Copyright © by Hunan Science and Technology Press

All Rights Reserved

湖南科学技术出版社通过博达著作权代理有限公司独家获得本书简体中文版中国大陆出版发行权
著作权合同登记号: 18-2015-117

FEIMAN JIANGYANLU: YIGE PINGMIN KEXUEJIA DE SIXIANG 费曼讲演录: 一个平民科学家的思想

著者

[美] 理查德·费曼

翻译

王文浩

责任编辑

吴炜 孙桂均 李蓓

书籍设计

邵年

出版发行

湖南科学技术出版社

社址

长沙市湘雅路 276 号

<http://www.hnstp.com>

湖南科学技术出版社

天猫旗舰店网址

<http://hnkjcsb.tmall.com>

邮购联系

本社直销科 0731-84375808

印刷

长沙超峰印刷有限公司

厂址

宁乡市金洲新区泉洲北路100号

邮编

410600

版次

2019 年 5 月第 1 版

印次

2019 年 5 月第 1 次印刷

开本

880mm × 1230mm 1/32

印张

3

字数

75000

书号

ISBN 978-7-5710-0016-5

定价

29.00 元

(版权所有·翻印必究)

出版者注

1963年4月，作为约翰·丹茨（John Danz）讲座系列的一部分，理查德·费曼应邀为华盛顿大学（西雅图）做了3次晚间演讲。在此是第一次结集出版。我们衷心感谢卡尔·费曼和米歇尔·费曼使本书的出版成为可能。

目 录

第1章 科学的不确定性	001
第2章 价值的不确定性	023
第3章 这个不科学的年代	043
理查德·费曼生平	087
译后记	089

第1章

科学的不确定性

我想直截了当地就科学对其他领域各种思想的冲击这一主题谈谈我自己的看法，这也是约翰·丹茨先生特别希望探讨的议题。在这个系列讲座的第一讲里，我将讨论科学的本质，特别是要强调其中存在的可疑性和不确定性。在第二讲里，我将讨论科学观点对政治问题特别是对国家的敌人的影响，以及对宗教问题的影响。而在第三讲中，我将描述我是如何看待这个社会的——我想说的是，一个从事科学的人是如何看待这个社会的，但这只是我个人的实际感受——此外我还将谈到未来的科学发现有可能产生什么样的社会问题。

对于宗教和政治我知道些什么呢？你们学校物理系的和其他地方的一些朋友取笑我说：“我们也想来听听你讲的啥。我们还从来不知道你对这些问题这么有兴趣。”当然，他们的意思是指我对这些问题感兴趣，但我未必敢说出来。

人们在谈论某一领域中的思想观念对其他领域思想观念的影响时，搞不好就会丢人现眼。在当今这个强调专业化的时代，很少有人能够深入掌握两个不同领域的知识，从而使自己立于不败之地。

今晚我在这里要描述的都是些古老的观念。这些观念差不多早在 4
17世纪就被哲学家们谈论过。那么为什么还要重复讨论这些观念呢？这是因为每天都会有新一代的人出生。因为人类历史上形成的这些伟大观念需要我们特意地、明确地、一代一代地传承下去，否则就会失传。

许多古老的观念已成为常识，没必要再予讨论或解释。但我们环视周围就会发现，那些与科学发展问题相联系的概念则并不是每个人都能正确理解的。诚然，很多人都懂科学。特别是在大学里，大部分人都

明白科学意味着什么，也许你就是其中之一，本不该来听我絮叨。

要讲清一个领域的观念对另一领域的影响很不容易，我将从我了解的科学现状开始讲起。我确实了解科学，知道它的思想和方法，它对待知识的态度、它进步的动力以及它对心智的训练。因此在这第一讲里，我想谈一谈我所理解的科学。我会把那些较为出格的议论放到下两讲里去，我猜想，届时听众会较少。

5 科学是指什么呢？这个词通常用来指下述三种情形之一，或是这三种情形的综合。我不认为我们需要说得十分精确——过于精确并不总是一个好主意。有时候，科学是指发现事物的具体方法，有时则是指从所发现的事物中产生出来的知识，最后它还可能是指你发现一事物之后可以做的新东西，或是你创制新事物这一过程本身。这最后一个方面通常称为技术——但如果你读一读《时代》(Time)杂志的科学栏目，你会发现，约有50%的内容是谈发现了什么新东西，还有50%是谈有什么新东西可以做或正在做。因此科学的通俗定义也包含部分技术内容。

我想按相反的顺序来讨论科学的这三个方面。我将从你可以做的新事物——也就是说，从技术——开始谈起。科学最明显的特征是它的应用特性。科学带来的结果是使我们有能力做许多事情。这种能力的效果几乎用不着多做解释。离开了科学发展，整个工业革命几乎就不可能发生。今天，我们能够生产出供应如此众多人口所需的充足的粮食，能够控制疾病——而所有这些事实都是在不必限制人身自由、不必像奴隶般全力生产的条件下取得的——这些事实之所以成为可能，可以说都是生产手段的科学发展的结果。

但是，这种做事的能力却并不附带如何运用它，是用它来为善还是为恶的说明，因此结果是好是坏全在于如何运用它。我们都乐见改进生产工艺，但由此却带来了自动化的问题；我们都对医学的发展感到满意，但转眼就为新生儿的数量之多感到担忧，担心因为疾病的灭绝而没有人死亡。还有，同样是掌握了细菌知识，有些人则躲在秘密实验室中拼命工作，以期培养出没人能对付的病菌。我们为航空运输业的发展感到高兴，那些大飞机真是令人印象深刻，但我们也意识到空战的恐怖。我们对国家间的通信能力感到欢欣鼓舞，接着却担心容易被监听。我们对人类进入太空感到兴奋不已，但这一领域无疑也将遇到麻烦。所有这些不平衡中，最有名的当属核能的发展以及由此带来的明显问题了。

科学到底有什么价值？

我认为，做事能力总是有价值的，至于结果是好是坏则取决于它如何被运用。但能力本身是有价值的。

我曾在夏威夷被带去参观一座佛教寺庙。在庙里有人对我说，“我要告诉你一个你永远不会忘记的事实。”然后他说，“上帝给了每一个人开启天堂之门的钥匙。这把钥匙也同样能打开地狱之门。”

这句话同样适用于科学。在某种程度上，科学是开启天堂之门的钥匙，但它同样可以打开地狱之门。我们没有得到任何指点来知晓哪个门是通往天堂之门。但为此我们就该把钥匙扔掉，从此放弃进入天堂之门的求索？抑或我们该就什么是运用这把钥匙的最佳方式继续争论？这当然是个非常严肃的问题，但我认为，我们不能就此否认这把天

堂之门的钥匙本身的价值。

所有关于社会与科学之间关系的重大问题都在上述讨论的范围之内。当科学家被告知，他必须更多地负起社会责任时，指的往往就是科学的应用方面。如果你从事的是开发核能的工作，你就必须认识到它也可以为害。因此在由科学家进行的这类讨论中，你会预料到这可能是最重要的议题。不过，我不想在此进一步谈论这一点了。我认为将这些问题看作是科学问题显然夸张了。它们更应当被看成是人道主义问题。事实上，如何运用这种能力是明确的，但如何控制它则不那么显然，后者已不属于科学范畴，不是科学家很懂的事情。

让我用一个例子来说明为何我不想谈论这些。前些年，大约在1949年或1950年前后，我在巴西教授物理学。当时有一个所谓“点四”项目，非常令人振奋——每个人都打算去援助欠发达国家。当然这些国家需要的是技术诀窍。

8 在巴西，我住在里约市。里约的山上有不少由旧招牌拆卸下来的碎木块等搭建的居所，住在这里的人极为贫困。他们没有下水道，也没有水。为了用水，他们得头顶着旧汽油箱下山，到正在盖新楼的建筑工地去取水，因为搅拌水泥要用水。人们将油箱注满水然后再把它们提上山。过后不久，你会看到有水从山上肮脏的污水管流下山来。整个情形非常可怜。

紧挨着这些小山就是科帕卡巴纳海滩上令人心动的建筑群，漂亮的公寓……

我对“点四”项目的朋友说：“这该是个技术方面的问题吧？难道他们就不知道如何修一条水管把水引上山？难道他们就不知道铺设水管到山顶后，至少可以拎着空箱子上山然后把装满脏水的水箱带到山下？”

因此，这不是个技术问题。我们之所以可以肯定，是因为在紧邻的公寓楼里就有管道，有泵。现在我们认识到，这是一个经济援助的问题，但我们不知道这种经济援助是否真的有效。在每座山顶建一条管道和水泵成本是多少？这种问题在我看来似乎不值得在这里讨论。

虽然我们不知道如何解决这个问题，但我要指出，我们已试着做了两件事：技术支持和经济援助。尽管这两方面结果都不是很理想，但我们还会尝试别的东西。正如随后你将看到的，我觉得这一点令人鼓舞。我认为，不断尝试新的解决方案就是解决一切问题的途径。 9

这些是科学的实际应用方面，也就是你可以做的新的事情。其道理是如此明白，我们没必要继续讨论下去了。

科学的另一个方面是它的内涵，即迄今人类已取得的发现。这是成果，是黄金，是令人振奋的宝藏，是你训练有素的思考和辛勤工作所获得的回报。这种科学工作不以致用为目的，而是为了获得新发现带来的那股兴奋劲儿。也许你们大多数人都了解这一点。但是对那些还不了解这一点的人来说，要让我在一次演讲中就让他领悟到科学的这一重要方面，这种令人兴奋的体验，科学发展的真正动因，几乎是不可能的。不明白这一点的人是没法把握科学实质的。你只有了解并能够鉴赏我们这个时代的这一伟大的激动人心的非凡经历，你才会懂得科

学的精髓，才能理解科学与其他事物的关系。你应当明白，科学活动就是一次巨大的探险，一种冲破约束、令人激动的探索，否则你就谈不上生活在这个时代。

你是不是认为这很乏味？其实不是这样。要将科学表达清楚是最困难的，但我也许可以给出一些有关的概念。我们随便找个概念从哪说起都行。

10 例如，古人认为大地是大象的背，这头大象则站在一头在深不可测的海面上四处游弋的海龟的背上。当然，大海又是靠什么支撑的则是另一个问题。这个问题古人答不上来。

古人的这一信念是想象力的结果。这是一种充满诗意的美好想法。再看看我们今天是怎样看待这一问题的，你会觉得乏味吗？世界是一个转动着的球，整个球面上站满了人，有些人倒立着。我们就像是炉火前的烤肉叉在不停地转动。我们围绕太阳在旋转。这是不是更浪漫，更令人兴奋？那么是什么支撑着我们不掉下去呢？是引力。引力不只是地球上才有的东西，而且是使地球从一开始就成为球状，使太阳不至于分崩离析，使地球围着太阳运行永远不会脱离轨道的东西。引力不仅支配着恒星，而且支配着恒星之间的关系，无论多远，无论在什么方向上，它都能让它们在巨大的星系里各就其位。

已经有很多人描述过我们这个宇宙，而且还将继续描述下去。宇宙未知的边缘就像前面诗情画意般描述的深不可测的大海海底——神秘，给人以启迪，也不完整。

但是，大自然的想象力之雄阔远非人类可比。没有人能够想象出大自然会如此壮美，如果他没有通过观测对此有所了解的话。

再譬如地球和时间。想必你已经通过诗人的描写了解了什么是时间，但那种时间概念怎可与真实时间——那种漫长的演化过程——的内容之丰富相比？哦，也许我说得太快了。这么说吧，起先，地球上没有任何生命活动。几十亿年间，这颗星球就这么旋转着，日升日落，波涛翻滚，大海的喧嚣没有任何活物来欣赏。你能想象、品味或设想一个没有生命的世界会有什么意义吗？我们都习惯于从生命角度来看世界，这使我们无法理解没有生命将意味着什么，可是在相当长的时间里，这个世界就是在没有生命的情形下度过的。而且在宇宙中的大部分地方，今天仍是什么生命都没有。 11

就拿生命本身来说，生命的内部机制和各部分的化学组成是十分完美的。业已证明，所有生命都是与其他生命相互关联着的。叶绿素是植物进行光合作用重要的化学物质。它具有正方形结构，这种漂亮的环结构称为苯环。与植物相去甚远的是像我们人这样的动物，而在我们人体的含氧系统即血液中，血红蛋白也具有同样有趣而奇异的正方形环结构。只不过环的中心是铁原子而不是镁原子，因此它们不是绿色而是红色的，但它们的环结构完全相同。

细菌的蛋白质和人体的蛋白质是相同的。事实上，最近发现，细菌制造蛋白质的机制可以接受来自红细胞物质发出的指令来产生血红蛋白。各种生命形式之间就是这样接近！生物在深层次化学结构上的这种共性确实非常神奇而完美。但长期以来我们人类却一直骄傲得甚至看不到我们与其他动物之间的这种亲缘关系。 12

再说说原子。那叫一个漂亮——晶体里以某种模式重复排列的小球可以延绵数千米长。看上去宁静不动的东西，比如盖着盖子的玻璃杯里的水，可以放在那里好几天，但其实是无时无刻不在运动。原子脱离液面，又反弹回水里。在我们肉眼看起来平静的现象实则充满了混乱和剧烈的运动。

还有，也已发现，整个世界都是由相同的原子组成的，恒星的组成也和我们一样。这就带来了一个问题：这些物质来自何处？这里不是说生命来自何处，也不是说地球来自何处，而是要追问形成生命和地球的物质来自何处。看起来好像可以认为，它们来自某些恒星爆炸喷射出的碎片，就像我们今天看到的恒星爆炸时的情形一样。这些碎片在45亿年的时间长河里不断演化着，最后变成现在这样：一奇异的生物拿着器具站在这里对着号称听众的奇异的生物进行宣讲。世界够奇妙吧！

13 我们再以人类生理学为例。其实我说什么区别都不大。如果你看事情足够仔细，你会看到，没有任何东西能比科学家经过艰苦努力发现的真理更令人振奋的了。

在生理学里，你可以设想一下泵血过程。女孩子在做剧烈的跳绳运动时，体内会发生什么变化呢？血被泵出，交错连接的神经系统会很快将肌肉神经的反应回馈至大脑，说，“我们现在已经触及地面，赶紧提高血压，否则就要伤到脚后跟了。”当女孩上下跳跃时，还有另一组肌肉系统在工作，与之相连的另一组神经在数数：“一、二、三、奥利里、一、二、……”她在做这些的同时，也许还在对看着她的生理学教授微笑。这也是泵血和肌肉神经反应的过程！

然后再说说电。正电与负电之间的吸引力是如此强大，以至于在所有正常物质中，全部正电与全部负电达到精确的平衡，每种电荷都紧拉着另一种电荷。在很长一段时间里，甚至没有人注意到电现象，只是在摩擦琥珀后发现它能吸起纸片。然而今天，我们在摆弄这些东西时发现，这里头还真有大量机理存在着。可惜这些科学机理还不能彻底被欣赏。

举个例子，我读过法拉第的《蜡烛的化学史》，一本根据他前后6次为青少年做的圣诞节讲座编成的书。法拉第演讲的要点是，不管你观察什么，只要你观察得足够仔细，你就会涉及整个宇宙。由此，他通过观察蜡烛的每一个特点，搞懂了燃烧、化学等。但这本书的序言在描述法拉第的一生和他的一些发现时却解释说，法拉第发现，化学物质电解时所必需的电量与被电解的原子数和电离价之积成正比。这篇序言还进一步解释说，他所发现的原理今天已应用于镀铬和铝阳极氧化着色，以及其他数十项工业应用中。我不喜欢这种陈述。我们还是来听听法拉第自己是怎么论述他的发现的：“物质的原子以某种方式被赋予电性或与电能相关联，并因此显露出它们最显著的特性，其中就包括它们相互间的化学亲和力。”法拉第发现了使原子如何结合在一起的东西，这个东西也决定着铁和氧的结合并由此形成氧化铁，其中一些带正电，另一些带负电，它们按一定的比例彼此吸引。他还发现，原子中的电荷是按单位出现的。这两者都是重要的发现，但最令人兴奋的是，这两个发现成了科学史上最富戏剧性的罕见时刻之一：两大领域走到一起，得到统一。法拉第突然发现，表面上两个明显不同的两件事情实则为一件事情的不同方面。有人研究电学，有人研究化学。突然人们发现它们是同一件事情——电场力导致化学变化——的两个方面。今天人们仍然是这么理解的。因此，单说这些原理仅被用在镀铬上是不

14

15

可原谅的。

正如你们知道的那样，生理学上一有新发现，报纸就会以标准的字句刊出：“发现者说，这项发现有可能用于治疗癌症。”但报纸却不能说明这项发现本身的价值。

试图理解大自然的运作方式是对人类的推理能力的最大考验。它涉及许多奇技妙想。你必须走过逻辑的美丽索道来避免在预测将要发生的事情时出错。量子力学和相对论的一些概念就是这样的例子。

这一讲的第三个方面是谈科学作为发现的方法。这个方法是基于这样一条原则：观察是判断某种东西是否存在的判官。如果我们认识到观察是一个概念的真理性的最终判据，那么科学上的所有其他方面和特征就都可以直接得到理解。但是，这里所用的“证明”其真正含义是“检验”，就如同100度的酒，这里100度是对标准酒精含量的一种检验。对当今的人来说，这个概念应该被解释为“通过例外情形来检验法则。”或者换一种说法，叫“用例外情形来证明该法则是错的。”这是一条科学原理。就是说，如果某项法则出现了一个例外，而这个例外又能够通过观察得到证实，那么该法则就是错的。

任何法则的例外情形本身是最有趣的，因为它向我们表明旧的法则则是错的。于是最令人兴奋的事情就是去寻找什么是正确的法则，如果这种正确法则存在的话。人们通常在能够产生类似结果的其他条件下来研究例外情形。科学家总是试图找出更多的例外情形，并确定这些例外的特性，这是一个随着研究进展能给人带来持续不断的兴奋的过程。科学家不会设法掩饰既定法则的错误，实际情形正好相反，找出

例外才会带来进展和兴奋。科学家总是试图尽快证明自己错了。

以观察为判决者这一原则为哪些是能够回答的问题施加了一道严格的限定。这些问题只限于如下情形，你可以这样问：“如果我这样做，会有什么结果？”可以有好些方法用来尝试。而像“我该这么做吗？”或者“这么做值吗？”这样的问题就都不属于这种情形。

但如果一件事情不是科学性质的，如果它不能通过观察得到检验，这并不意味着它是死路一条，是错的或是愚蠢的。我们不是要证明科学的就是好的，其他的都不好。科学家研究所有通过观察可以分析的事情，因此能称为科学的事情都能被发现。但是那些无法通过观察来分析的事情则排除在外。这并不是说这样的事情不重要。事实上，它们在许多方面非常重要。例如在决定采取行动前，你必须下定决心，因此总会涉及“应当”的问题，这个问题就不能单独用“如果我这样做，会有什么结果？”的方式得到答案。你会说，“当然可以，你看到会发生什么，然后决定是否让它发生。”但是这一步正是科学家无能为力的。你可以搞定会发生什么，但你必须决定你是否希望这样的结果。 17

遵循以观察作为判定依据这一原则进行的科学研究会带来一系列技术上的结果。例如，观察不能太粗糙。你必须非常小心。仪器里可能有一些沾上灰尘的地方，从而使观察对象的颜色发生变化；而这是你不曾预想到的。你必须非常仔细地检查观察条件，完了之后还须复查，以确保你掌握所有条件，并且不会发生误解。

有意思的是，这种彻底性，尽管是一种美德，往往还是会被误解。当有人说某件事已经得到了科学处理时，他的意思往往是这件事得到