第一章 序 幕

如果说我曾见过什么美丽，
是我渴望也拥有过的，那只是梦中的你。

J·多恩，早安[①]

在即将过去的一个世纪里，我们从物理学看到了科学知识的前沿在令人眼花缭乱地延伸。爱因斯坦的狭义和广义相对论永远改变了我们对空间、时间和引力的认识。量子力学则更彻底地与过去决裂，连我们用以描述自然的语言也改变了：以确定的位置和速度替代粒子，我们学会了说波函数和几率。相对论与量子力学的结合，产生了新的世界观，在这种观点下，物质失去了中心的地位，取代它的是对称性原理，有些原理还藏在今天的宇宙背后。在这样的基础上，我们建立了成功的电磁学理论和基本粒子的强弱相互作用理论。我们常常感觉像西格弗里[②]那样，在饮了

① J. Donne（1572～1631）在20世纪20年代成为英美现代主义（“玄学派诗”）的先驱，艾略特（T. S. Eliot）欣赏他的诗能将思想与感觉融为一体。有的诗意象新奇，反映了17世纪自然科学对文学的影响。《早安》（*The Good-Morrow*）是他有名的一首情诗。——译者

② 西格弗里（Siegfried）是德国中世纪的英雄，恩格斯说他是“德国青年的代表”。关于他的传说很多。史诗《尼贝龙根之歌》（*Nibelungenlied*）第一部讲的就是他。关于龙血的故事，诗中只提到“这位英雄曾亲手屠戮过一头毒龙；他的皮肤因为浴过龙血，变得像坚甲一样。”（钱春绮译）——译者

需要全本请访问 www.ertongbook.com

龙血后，惊奇地发现自己能听懂鸟儿的鸣叫。

但是我们现在却被困住了。在 70 年代中叶以来的这些年里，基本粒子物理学经历了历史上最大的挫折。我们在为成功付出代价：理论远远走在了前头，未来进步所需要研究的物理过程，其能量超过了现有实验条件的极限。

为了走出困境，物理学家从 1982 年开始制定了一个空前巨大和昂贵的科学计划，那就是超导超级对撞机（SSC）。计划最终需要在达拉斯南部的某个地方挖掘一条 53 英里（1 英里约为 1.609 千米）长的椭圆形隧道，数千个磁体将在隧道里引导两束带电粒子（如质子）流，在相反方向上沿隧道奔流数百万周，质子将被加速到很高的能量，比现有粒子加速器能达到的最高能量还高 20 倍。在环流的若干位置，粒子流中的质子将发生每秒钟几亿次的碰撞，无数的探测器（有的重达数万吨）会记录下碰撞中发生的事情。计划的预算大约是 80 亿美元。

超级对撞机遭到了强烈反对，节俭的国会议员反对，宁愿把钱花在自己领域的一些科学家也反对。这样的所谓“大科学”总会招来抱怨，而那些抱怨今天在超级对撞机上得到发泄了。同时，欧洲的团体，如 CERN （欧洲核子研究中心），也在考虑建造类似的机器：巨型重子对撞机（LHC）。LHC 比超级对撞机省钱，因为它将利用日内瓦附近侏罗山的现有地下隧道。不过，也因为省钱，它的能量还不到超级对撞机的一半。欧洲人也在争论是否该造 LHC，在很多方面都像美国人争论 SSC。

1992 年本书出版的时候，超级对撞机的资助仍旧悬而未决。众议院在 6 月投票否决了它，而参议院在 8 月又同意了。超级对撞机的未来还依赖于外来的巨大支持，但现在还没有。问题还很多，超级对撞机的经费即使在今年被国会批准了，在明年也可能被取消。而且，只要计划没完成，年年都可能这样。也许，在 20 世纪的最后几年，物理科学基础的追寻将暂时告一段落，多年

以后大概才会重新开始。

本书不是谈超级对撞机的书，但围绕这个计划的争论，我不得不在公开的讲话或在国会的听政会上，力图向大家解释我们的基本粒子研究想要实现的东西。可能有人认为，像我这样做了 30 年研究的物理学家不会有什么困难，但事情没那么简单。

对我来说，做这种事情总是快乐的，应该做的。不论在工作台前还是咖啡桌旁，我都演练着数学公式，就像浮士德在梅菲斯特进来时玩弄着五角星。[①]常常在不经意间，数学抽象、实验数据和物理直觉会在某个关于粒子、力和对称性的理论中走到一起。而常常在后来的某个时候，理论将被证明是正确的；有时实验会表明自然确实在像理论说的那样运行着。

但这不是全部。对同基本粒子打交道的物理学家来说，还有另外的动力，即使我们自己也很难说得清楚。

我们今天的理论只有有限的意义，是暂时的、不完备的。但是，我们总会隐约看到在它们背后的一个终极理论的影子，那个理论将有无限的意义，它的完备与和谐将完全令人满意。我们寻求自然的普遍真理，找到一个理论的时候，我们会试着从更深层的理论推出它，从而证明它、解释它。想象科学原理的空间充满着箭头，每个箭头都从一个原理出发，指向被解释的原理。这些解释的箭头表现出令人瞩目的图样：它们不是独立的科学所表现的单独分离的团块，也不是在空间随意指向——它们都关联着，逆着箭头的方向望去，它们似乎都源于一个共同的起点，那个能追溯所有解释的起点，就是我所谓的终极理论。

①歌德《浮士德》（*Faust*）第一部写梅菲斯特（Mephistopheles）第一次来浮士德书斋的情景：梅走的时候承认，“我要走出门，有个小小障碍挡住了我”——那障碍就是门槛上的五角星。一般认为，五角星代表耶稣的 5处伤，或耶稣名字的 5个字母（Jesus），是他的象征，有驱邪的作用。也有人认为五角星是三位一体的三重象征，因为它可以分解为 3个三角形。——译者

当然我们现在还没有终极理论，而且也不大可能很快找到它。但我们总把握着一些线索，说明它并不太遥远。有时，物理学家在一起讨论，发现优美的数学思想实际联系着真实世界，我们会感觉到，在那写满数学公式的黑板背后藏着某个更深层的真理，一个让我们的思想显得那么美妙的终极理论。

说起终极理论，脑海里会涌出千百个问题和条件。一个科学原理“解释”另一个科学原理是什么意思？我们如何知道所有的解释都有一个共同的起点？我们能发现那个起点吗？现在离它多远？终极理论会像什么样子？我们现在的物理理论会有哪些能保留在那个终极理论中？它如何认识我们的生活和意识？如果有了终极理论，它对科学和人类精神会产生什么影响？这一章只把问题提出来，留待以后的章节慢慢回答。

终极理论的梦想并不是从 20 世纪才开始的，在西方，它可以追溯到古希腊的米利都，门德河从那儿流入爱琴海；在苏格拉底诞生前的 100 多年，那里曾活跃着一个极享盛誉的学派。关于那个苏格拉底以前的学派的思想，我们知道的不是太多，但从后来的一些材料和仅存的原始的零星片段来看，那时的米利都人已经在寻找用基本的物质组成要素来解释所有的自然现象了。他们的第一个人物泰勒斯（Thales）认为，那基本的物质是水；而在这个学派的最后一个人物阿那克西米尼（Anaximenes）看来，那是空气。①

今天看来，泰勒斯和阿那克西米尼的观点显得很奇怪。我们更欣赏 100 多年后在色雷斯海滨阿布德拉兴起的另一个学派。在那里，德谟克里特（Democritus）和留基波（Leucippus）告诉我

①想更多了解古希腊哲学和科学的读者，请参考有关哲学史著作。例如，罗素《西方哲学史》（上卷）、黑格尔《哲学史讲演录》（第一、二卷）、丹皮尔（W. C. Dampier）《科学史》（第 1 章）等。——译者

们，所有物质都由他们称做原子的永恒的小粒子组成（原子论的根在印度的形而上学，比德谟克里特和留基波还早）。这些早期原子论者的成熟令人惊奇，不过在我看来，不论米利都人“错了”，还是原子论者在某种意义上“对了”，都无关紧要。这些前苏格拉底哲学，不论米利都的还是阿布德拉的，没有一点东西像我们今天对一个成功的科学解释的理解：对现象必须有定量的认识。就算我们听从泰勒斯或德谟克里特讲的，石头由水或原子组成，我们还是不知道如何计算它的密度、硬度和导电率，这对我们认识自然来说，进步了多少呢？当然，如果没有定量预言的能力，我们也不可能说泰勒斯和德谟克里特谁对谁错。

在德克萨斯和哈佛时，我曾给文科学生讲过物理，我觉得最重要（当然也最困难）的是让学生们学会计算不同物理系统在不同条件下发生的事情。我让他们计算阴极射线的偏转和油滴的下落，不是说任何人都需要计算这类事情，而是因为他们能在计算的过程中体会物理学原理的真实意义。我们关于那些决定事物运动的原理的知识，是物理科学的核心，也是人类文明的珍宝。

从这点说，亚里士多德的“物理学”并不比更早也更质朴的泰勒斯和德谟克里特的思想好多少。在《物理学》和《论天》（*On the Heavens*）里，亚里士多德把抛物体的运动描述为部分自然的和部分非自然的。[1] 自然的运动，跟所有重物一样，是向下的，趋向万物的中心；非自然的运动则是空气传递的，而空气的运动可以追溯到使抛体运动的物体。然而，抛体在路径上运动多快，在落地时运动了多远，亚里士多德一点儿也没说。他没说计算或测量太难，也没说对运动定律的知识还不够多，不能得到抛体运动的细节。实际上，他没有提出什么答案（对的或错的），因为他不知道那是该问的问题。

为什么该问些问题呢？读者也许跟亚里士多德一样，不太关心物体下落多快——我自己也不太关心，重要的是我们今天已经

需要全本请访问 www.ertongbook.com

知道了那原理——牛顿的运动和引力定律以及空气动力学的方程，它们精确决定着物体任何时刻在飞行中的位置。这并不是说我们确实能够精确计算抛体的运动。从不规则石头或箭矢羽毛绕过的气流是很复杂的，我们的计算只能是近似的，特别当气流成为湍流的时候。另外还有如何确定初始条件的问题。不管怎么说，我们可以用已知的物理原理解决简单一些的问题，如行星在没有空气的空间运动，稳恒的气流绕过球体或平板。这些问题的解决使我们相信，我们确实把握了决定抛体运动的原理。同样，我们不能计算生命演化的历程，但我们现在很清楚是什么原理在发生作用。

这是很重要的一点，在关于自然终极理论的意义或终极理论是否存在的争论中，它往往混乱不清。我们说一个真理解释另一个，如决定电场中的电子的物理学原理（量子力学法则）解释化学定律，并不是说我们一定能导出我们认为解释了的那些真理。有时问题很简单，如氢分子的化学，我们确实能推导出来；但有时问题对我们来说则是太复杂了。在这种意义上谈科学解释，我们在思想上并没有科学家确实导出的东西，而是认为那是自然一定存在的东西。例如在 19 世纪，即使物理学家和天文学家还不知道如何在精确计算中考虑行星的相互吸引力，他们也理直气壮地相信行星那样运动完全是因为牛顿运动和引力定律，或者别的什么更精确的定律（牛顿定律不过是它的近似）在发生作用。今天，尽管我们还不能预言化学家可能观测到的一切事情，但我们相信，原子之所以在化学反应中表现出那样的行为，是因为决定原子内电子和电力的物理定律没有为原子的其他活动方式留下自由的空间。

这一点很难说清楚。部分原因是，如果没人确实导出什么原理，我们凭什么说一个事实解释了另一个呢？这令人困惑。但是我想我们不得不这样说，因为那正是我们科学所关心的：发现建

立在自然的逻辑结构里的解释。当然，如果我们真能进行某些计算，并能把结果与观测对比，那么我们会更加自信。至少，在氢原子化学是这样的，虽然蛋白质的化学还做不到。

尽管希腊人不去追求对自然的综合定量的理解，但古代世界当然也不会不知道精确的定量推理。千百年来，人们懂得了算术法则和平面几何，认识了日月星辰的周期性，还发现了岁差[①]。除了这些，在亚里士多德以后的希腊化时代[②]，即从亚里士多德的学生亚历山大（Alexander）的统治到希腊世界向罗马臣服的年代，数学科学开花了。在大学念哲学时，听人们把泰勒斯和德谟克里特等希腊哲学家称做物理学家，我总觉得有点儿痛苦；但当我们走进伟大的希腊化时代，听到叙拉古（Syracuse）的阿基米德（Archimedes）发现浮力定律，亚历山大里亚（Alexandria）的埃拉托色尼（Eratosthenes）测量地球的周长，我才感觉回到了科学家的家园。在 17 世纪现代科学在欧洲兴起之前，世界上还没有哪个地方出现过希腊化时代那样的科学。

然而，尽管希腊化时代的自然哲学家有过那样的辉煌，他们却从来不曾想过一个能精确规范所有自然物的定律体系。实际上，“定律（law）”一词在古代用得很少（而亚里士多德从来不用），[③]我们只能看到它的原始意义：制约人类行为的人或神的法律。（不错，“天文学（astronomy）”一词源自希腊词 *astron*

① 原文“precision of the equinoxes”（春秋分点的精度）可能印错了，更合理的似乎是“‘precession of the equinoxes”（岁差）。——译者

②所谓“希腊化时代”（Hellenistic Era），是从公元前 323 年亚历山大大帝之死到公元前 31 年奥古斯都建立罗马帝国那 300 年的文明被希腊化的历史。在这一时期，过去的希腊文明结束了，兴起一种融合了希腊和东方因素的新文明。下面讲的“希腊（Hellenic）”则指更早的历史时期（776 B. C. ~323 B. C.）。词根 Hellen 是传说的希腊始祖。——译者

③ E. Zilsel, The Genesis of the Concept of Physical Law, *Philosophical Review* 51 (1942): 245.

（星）和 *nomos*（律），但在古代它很少用来说关于天的科学，用得更多的是“星占学（astrology）”。）到了 17 世纪的伽利略（Galileo）、开普勒（Kepler）和笛卡儿（Descartes），我们才有了自然律的现代概念。

古典学者格林（Peter Green）将希腊科学的局限性主要归因于希腊人固执的理性偏见：他们喜欢静止的，不喜欢动态的；喜欢思辨的，不喜欢技术的（军事技术除外）。[①]希腊化时代亚历山大里亚的前 3 个国王都支持抛体的飞行研究，因为它能满足军事的需要。但是，把精确推理用于如球在斜面上滚动那样无聊的过程——这是说明伽利略运动定律的例子——在希腊人看来似乎是毫无意义的。现代科学也有自己的偏见——生物学更多地关注基因，而不在乎脚趾头长出的肿瘤；物理学家更愿意研究 20 万亿伏特能量下的质子－质子碰撞，而不把 20 伏特放在心里。不过这都是战术的选择，基于一定的判断（正确或错误的）——如某些现象比别的现象更容易产生结果；而不是说他们相信有些现象比其他现象更重要。

现代终极理论的梦想是从牛顿开始的。定量的科学推理从来不曾消失，到了牛顿时代，特别是经过伽利略以后，它又获得了新生。不过，从行星和月球的轨道到潮汐的涨落和苹果的落地，牛顿能用他的运动定律和引力定律解释那么多的事实，因此他应该第一个感觉到可能存在一个真正综合的解释理论。牛顿的希望写在他那本巨著《原理》的第一版的前言：“我愿我们能像对力学原理那样，用同类的推理导出其余的自然现象（即《原理》没考虑的那些现象）。许多原因促使我怀疑，它们可能都依赖于一定的力。”20 年后，牛顿在《光学》里写了他想如何实现他的

① Peter S. Green, *Alexander to Actium: The Historical Evolution of the Hellenistic Age* (Berkely and Los Angeles: University of California Press, 1990), pp. 456, 475 ~ 478.

计划：[1]

现在，最小的物质粒子被最强的吸引力黏在一起，组成效能较弱的大粒子，其中的很多还可以黏聚形成效能更弱的更大的粒子，如此多方地继续下去，最终形成化学作用和自然物体的颜色所依赖的最大粒子，而这些大粒子则通过黏结形成可以感觉的实体。于是在自然中存在一些原因，能通过强大的吸引力把物体的粒子黏结起来。实验哲学的任务就是去发现它们。[2]

因为牛顿的伟大典范，特别在英国形成了一种典型的科学解释作风：物质被认为由永恒不变的微小粒子构成；粒子通过“一定的力”（引力不过是其中的一种）相互作用；如果知道粒子在某一时刻的位置和速度，知道如何计算其中的力，那么就可以用运动定律来预言它们在下一个时刻会在什么地方。大学新生们现在还常常听到以这种风格讲的物理学。遗憾的是，这样的牛顿风格的物理学尽管还有更多的成功，却已经走到尽头了。

世界终归是复杂的。在 18 和 19 世纪，当科学家们对化学、光、电和热有了更多认识以后，还走牛顿路线去解释，那可能性就越来越渺茫了。特别是，在解释化学反应和亲和性时，把原子当做在相互吸引和排斥的力的作用下运动的牛顿粒子，物理学家不得不为原子和力做出许多任意的实际上不可能出现的假定。

不过，到了 19 世纪 90 年代，在许多科学家中间却流行着莫

① 感谢 Bengt Nagel 建议我引用这段话。

②牛顿在《光学》的最后一卷提出了 31 个著名的“疑问”，最后一个可以说是关于物质和运动的一般规律的——这里引用的话就在那个疑问的论述中。据我们看到的版本（伦敦第 4 版，Bell and Sons, Ltd., 1931），“于是”以下两句是本段话前一段的结束句。——译者

名其妙的满足感。在科学传说里，有一个不知谁杜撰的故事。那故事说，在世纪之交，某个物理学家曾宣扬物理学差不多完成了，剩下的事情不过是把测量数据的小数点往后移动几位。故事大概是从美国实验物理学家迈克尔逊（Albert Michelson）1894 年在芝加哥大学的一个讲话里传出来的：“谁也不能保证物理科学未来的仓库里再没有比从前更令人惊奇的东西了，不过似乎可以说，多数物理学基本原理都牢固建立起来了，将来的发展大概主要在于把这些原理严格地运用到我们关注的那些现象中去……有个著名的物理学家讲过，物理科学未来的真理只有在小数点后面第 6 位去寻找。”迈克尔逊在芝加哥讲话时，还有一位美国实验物理学家密利根（Robert Andrews Millikan）也在场，[①]他猜迈克尔逊说的“著名的物理学家”是那位一言九鼎的苏格兰人威廉·汤姆森，开尔文勋爵（William Thomson, Lord Kelvin）。一个朋友[②]告诉我，他 40 年代在剑桥读书时，人们都在传说开尔文讲过那话：物理学没有什么新东西可以发现了，剩下的事情只是把测量做得更精确。

我没有在开尔文的讲话里找到这句话，但有许多其他证据表明，在 19 世纪末的确广泛（尽管不是普遍）流行着一种科学的满足感。[③]当年轻的普朗克在 1875 年走进慕尼黑大学时，物理学教授约里（Philip Jolly）劝他不要学自然科学。在约里看来，那儿已经没有东西好发现了。密利根也听到过类似的忠告。“1894 年，”他回忆说，“我住在 64 号大街一座 5 层的公寓楼里，在百老汇的西边。同屋还有 4 个哥伦比亚大学的研究生，1 个学

① *The Autobiography of Robert A. Millikan* (New York: Prentice-Hall, 1950), p. 23. 也见 K. K. Darrow 的笔记，*Isis* 41 (1950): 201.

② 物理学家 Abdus Salam.

③ 伯克莱的历史学家 Lawrence Badash 收集了这些 19 世纪末的科学满足感的证据，见“The Completeness of Nineteenth-Century Science”. *Isis* 63 (1972): 48 ~ 58.

医，另外 3 个学社会学和政治学。我呢，总被他们嘲笑走进了一个‘完成了的’，是啊，一个‘到头了的’学科，物理学就是那样的；而那个时候，一片崭新的社会科学的‘活的’天地正在展开。”

19 世纪的那种满足，常被人提起来警告 20 世纪的我们当中那些敢言终极理论的人。这其实大大误会了那些自满的言论。迈克尔逊、约里和密利根的同屋伙伴们不可能想到物理学家能成功解释化学力的本质——更不会想到化学家能成功解释遗传的机制。说那些话的人只能那么说，因为他们已经对牛顿及其追随者的梦想绝望了。他们不相信化学和其他所有科学能通过物理的力来理解；在他们看来，化学和物理学已经变得平等，各自都接近尾声了。不论 19 世纪末的人们在什么程度上感觉科学终结了，都不过是随雄心的消沉而出现的满足。

不过事情变得很快。对物理学家来说，新世纪随着伦琴（Wilhelm Roentgen）X 射线的意外发现从 1895 年就开始了。X 射线本身倒没那么重要，重要的是它让物理学家相信，特别是通过研究各种辐射，还有许多新东西有待发现。发现真的接踵而来了。1896年，贝克莱尔（Henri Becquerel）在巴黎发现了放射性。1897 年，汤姆逊（J. J. Thomson）在剑桥测量了阴极射线在电磁场的偏转，并用一种基本粒子解释了这个结果；那粒子即电子，不单出现在阴极射线，而且存在于所有物质。1905年，爱因斯坦（那时还没有研究机构要他）在伯尔尼提出了狭义相对论的新的关于空间和时间的新认识，提出了一种证明原子存在的新方法，还以一种新的基本粒子解释了普朗克先前关于热辐射的研究结果，那就是后来所谓的光的粒子——光子。不久以后，在 1911 年，卢瑟福（Ernest Rutherford）根据他在曼彻斯特实验室的放射性元素的实验结果，推测原子的组成包括质量集中的一个小核和包围在核外的一团电子云。1939 年，丹麦的玻尔（Niels Bohr）

需要全本请访问 www.ertongbook.com

用他的原子模型和爱因斯坦的光子概念解释了最简单原子的光谱，即氢原子光谱。物理学家的自满现在被兴奋代替了，他们开始觉得，至少统一物理科学的终极理论很快就能找到。

还在 1902 年，那位自满的迈克尔逊就曾讲过，“从众多表面相隔遥远的思想领域出发的路线汇聚到……一片共同的土地上来的日子看来不会太远了。到那时，原子的本性，在原子的化学统一中起决定作用的力，原子间的相互作用，原子与表现在光电现象中的无差别以太间的相互作用，以原子为基本单位的分子和分子系统的结构，内聚力、弹性和引力的解释等等，一切的东西都可以和谐地纳入单独的一个坚实的科学知识体系。”①如果说过去迈克尔逊认为物理学已经完成是因为他没想拿物理学去解释化学，那么现在他希望在不远的将来能实现一种迥然不同的圆满，不但包括物理学，还包括化学。

不过那还为时尚早。第一个最终的统一理论的梦想，是在 20 年代中期随量子力学的发现而产生的。那是一个新的陌生的物理学框架，用波函数和几率取代了牛顿力学的粒子和力。量子力学一下子使人们不仅能计算单个原子和它们与辐射相互作用的性质，而且还能计算结合在分子里的原子的性质。至少，人们看清了化学现象之所以那样，完全是因为电子与原子核相互作用的结果。

这倒不是说大学的化学课程从此该由物理教授来讲，也不是说美国化学会该申请加入美国物理学会。用量子力学方程来计算在最简单的氢分子中两个氢原子的束缚力就够困难的了，对于复杂分子，特别是生物学里遇到的分子和它们在不同环境下的反应，还是需要化学家的特殊经验和洞察力。但是，量子力学在计

① A. A. Michelson, *Light Waves and Their Uses*(Chicago: University of Chicago Press, 1903), p. 163.

算极简单分子的性质的成功，清楚表明了正是因为物理学定律的作用，化学才表现出那样的行为方式。新量子力学创立者之一的狄拉克（Paul Dirac）在 1929 年胜利地宣布，“大部分物理学和整个化学的数学理论所需要的基本物理学定律就这样完全知道了，困难只是这些定律的应用带来了太复杂的方程，现在还没法解决。”①

没过多久，出现了一个奇怪的新问题。原子能量的第一个量子力学计算得到的结果与实验符合得很好。但是，如果量子力学不仅用于原子里的电子，还用于那些电子产生的电磁场，那么结果将是，原子具有无穷大的能量！在其他计算里还出现了另一些无限结果，40 多年来，这些荒谬的结果总是物理学进步的最大阻碍。后来发现，无限问题似乎不是什么灾难，反倒成了乐观向往终极理论的一个最好的理由。如果恰当考虑质量、电荷以及其他一些常数，所有的无限结果都会消除，不过，只有某些特殊类型的理论才能实现。这样，我们发现自己也许跟着数学这条惟一能避免无限的道路，在走向一个终极理论或那个理论的一角。实际上，当我们协调相对论（包括广义相对论，即爱因斯坦的引力论）与量子力学时，神秘的弦理论可能已经打开了那条避免无限的惟一的道路。如果真是那样，它将成为任何终极理论的一部分。

我并不是想说终极理论将从纯数学推导出来。是啊，我们为什么该相信相对论或量子力学是逻辑必然的呢？在我看来，我们最好的希望是，终极理论是一个刚性的理论，不能把它扭曲成哪怕稍微不同的什么样子，否则会产生像无穷大能量那样的逻辑荒唐的东西。

① P. A. M. Dirac, “Quantum Mechanics of Many Electron Systems”, *Proceedings of the Royal Society* A123 (1929): 713.

我们的乐观还有更深层的理由，那是一个奇特的事实：物理学的进步常常受着某种判断（大概只能叫美学判断）的指引。这真是很奇怪的。物理学家觉得一个理论比另一个理论更美，怎么能成为科学探索的指南呢？这可能有几点理由，但对基本粒子物理学，有一点是特别的：我们现在理论的美，也许“只是梦中的”①美，那真美还在终极理论里等着我们。

在我们的 20 世纪，最为明确地追寻终极理论目标的人是爱因斯坦。就像他的传记作者派斯（Abraham Pais）说过的，“爱因斯坦是个典型的旧约人物，抱着耶和华那样的态度，有律在，必须发现它。”②爱因斯坦最后 30 年的大部分生命都献给了所谓的统一场论，那个能统一麦克斯韦（James Clerk Maxwell）电磁论和爱因斯坦广义相对论（也就是他的引力论）的理论。爱因斯坦的奋斗没能成功，据现在的观点，我们可以说他的构想是错误的。他不但拒绝了量子力学，他的奋斗目标也太狭窄了。爱因斯坦年轻时只知道电磁力和引力，那恰好也是在日常生活里显现的力，但自然界还存在其他类型的力，包括弱力和强力。实际上，现在已经取得的向着统一的进步，是把电磁力的麦克斯韦理论与弱核力的理论统一起来，而不是与引力理论统一起来，引力理论的无穷大问题还很难清除。不过，爱因斯坦昨天的奋斗也是我们今天的奋斗，那就是寻找终极理论。

谈终极理论也许会惹恼一些哲学家和物理学家。它很可能被斥责为某个可怕的东西，如还原主义，或者甚至物理帝国主义。在一定程度上，这是对终极理论可能引发的形形色色荒唐论调的反映。例如，物理学终极理论的发现可能让人感觉是科学走到了

①别忘了，引号内的词是从本章题目下面的那句诗里来的。 ——译者

② 引自 S. Boxer《纽约时报书评》1992 年 1 月 26 日，p. 3.（A. Pais 即《上帝难以捉摸——爱因斯坦的科学与生活》的作者，那是关于爱因斯坦最权威的传记。）——译者

尽头的标志。一个终极理论当然不可能终结科学研究，甚至不可能终结纯科学的研究，即使纯物理学的研究也不可能终结。不管什么样的终极理论出现了，仍然有好多奇妙的现象，如湍流，如思维，等着我们去解释。其实，物理学终极理论的发现并不一定能为我们进一步认识那些现象带来多大帮助（尽管会有某些帮助）。终极理论只能在一个意义上说终极——它把某一种科学探索引向终点：那是一种古老的探索，探索那些不可能有更深层原理来解释的原理。

第二章 一支粉笔

傻子：……为什么那七星是七颗，不多也不少，那道理真是妙。

李尔：就因为它们不是八颗吗？

傻子：一点儿不错。你倒可以做一个很好的傻子。

莎士比亚，李尔王[①]

科学家发现了很多奇特的东西，还有许多美妙的东西；而他们发现的最美妙也最奇特的东西也许是科学本身的模式。我们的科学发现不是独立分散的事实；一个科学事实可以在另一个那里找到解释，而那解释本身还需要别的解释。追溯这些解释的箭头，我们发现它们在源头惊人地汇聚在一起了——这也许是我们迄今所知道的关于宇宙的最深刻的图景。

我们来考虑一支粉笔。粉笔这东西多数人都是熟悉的（喜欢通过黑板来交谈的物理学家当然更熟悉了），但我这里拿粉笔来做例子，是因为它曾是科学史上一次著名论战的主题。1868 年，英国科学协会在以大教堂闻名的诺里奇举行年会。对聚集到诺里奇来的科学家和学者来说，那是令人兴奋的日子。公众关注科

① W. Shakespeare, *King Lear*，第一场第五幕。有学者认为“那七星”说的是昴星团。傻子是一个逗国王笑的宫廷弄臣，在莎翁的戏里常有这样的角色。——译者

学，不仅因为他们看到了科学对技术的重要，还因为科学正在改变人们对世界和人类本身地位的认识。更重要的是，9年前出版的达尔文（Charles Robert Darwin）的《物种起源》直截了当地把科学摆在了当时普遍立场的对立面。在那次会上我们看到了赫胥黎（Thomas Henry Huxley），有名的解剖学家，犀利的辩论家，也是当时众所周知的“达尔文的角斗士”。像往常一样，他利用这个机会向城里的工人发表了讲话，讲话的题目是“谈一支粉笔”。①

我们可以想象，赫胥黎站在讲台上真拿着一支粉笔，可能是从诺里奇地下的白垩层里挖出来的，也许是从哪个友好的木匠或教授手里借来的。他一开始就讲，地下几百米深处的白垩层，不仅埋在英格兰的广大地区，还延伸到欧洲、地中海以东的利凡特地区，直到亚洲中部。白垩的化学很简单，用现在的话讲就是碳酸钙。不过，在显微镜下，我们可以看到它有数不清的小动物的化石贝壳，那些小动物在古代就生活在覆盖着整个欧洲的汪洋大海中。赫胥黎生动讲述了那些小动物的尸体如何在几百万年前漂流到海底，然后被压入白垩土；他还讲了像鳄鱼那样的大动物如何会在白垩层的这里或那里出现。白垩层越深的地方，出现的动物同它们今天的伙伴差别就越大，因此，在白垩沉积的几百万年里，动物一定在演化着。

赫胥黎想让诺里奇的工人们相信，世界比圣经学者们讲的6 000年老得多，新的生命种类一开始就出现了，而且在不断演化。这些问题现在谁都明白——任何有点科学头脑的人都不会怀疑地球的年龄和演化的事实。在这里，我并不是想说哪样具体的科学知识，而是想说那些科学联系的方式。所以，我还是像赫胥黎那样，从一支粉笔说起。

① Thomas Henry Huxley, *On a Piece of Chalk*, ed. Loren Eisley (New York: Scribner, 1967).

需要全本请访问 www.ertongbook.com