自选集系列·之一

作品·一〇

卢昌海

Copyright © 2022 by Changhai Lu

版权所有，侵权必究。

All rights reserved. No part of this book may be reproduced in any form or by any means, electronic, mechanical, now known or hereafter invented, without written permission from the author, except in the case of brief quotations embodied in critical articles and reviews.

For information, please email
lu_changhai@yahoo.com.

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

I have never quite recovered from the rather incredulous relief I feel that people are willing to pay me for what I write. If they didn't pay me, I would still write, of course, for I wrote for years and years before it occurred to me to submit anything for publication.

——Isaac Asimov (Opus 100)

目录

自序.....I

第一部分

爱因斯坦的错误.....2

《一位天体物理学家的来信》赏析.....28

《另一種鼓聲——科學筆記》赏析.....44

温伯格《三思集》推荐.....59

第二部分

童年.....77

军训.....104

1991 年日记.....129

电脑游戏小忆.....147

十年网事　十年网友.....160

2007 年日记.....176

第三部分

第一日 202

《上帝幻觉》平装本序 225

王小波致柯云路信 245

上帝理由考 257

驱神辨伪 273

死后的人生 324

第四部分

客栈网友拼酒记 338

自序

本书是我第一辑（十本）电子书的最后一本。

本书题记引述的是艾萨克•阿西莫夫（Isaac Asimov）的话——是他《作品一〇〇》（*Opus 100*）的引言。那几句话让我想起我将第一本电子书发布到主页后，遇见第一位“willing to pay me for what I write”的读者时的感觉——诚然有一种“rather incredulous relief”[1]。其实何止那几句话，阿西莫夫的写作生涯里实在有太多让我有共鸣，使我想引述，乃至效仿的地方了。

比如我曾效仿他的上述书名，将自己发表在传统媒

[1] 当然，我没法像阿西莫夫那样以写作为生，因此我的“relief”达不到他的程度（也因此而不至于“have never quite recovered”）；不过另一方面，我也是无论是否有人买我的文字，都会写作，并且也确实这样做过。

体上的第 100 篇文章命名为《作品一〇〇》[2]。我也曾效仿他将自己第 200 本书分在两个出版社出（是两本不同的书，但同时被他称为第 200 本书）的做法，将我最早的两本“理科书话”分在两个出版社出，且共享同一篇自序[3]。

这本《作品 •一〇》则是我再次效仿阿西莫夫的《作品一〇〇》。只不过，之前用文章效仿他的书时，虽将“一〇〇”效仿到位，却没能效仿类型；此次则相反，类型算是效仿到位了（在电子书也是书的意义上），“一〇〇”却不得不“缩水”为“一〇”——毕竟，阿西莫夫不是想效仿就效仿得了的，我写作速度远不及他，且不是专职作家，以书而论，一辈子也到不了“一〇〇”。

---

[2] “作品一〇〇”发表于 2013 年第 5 期的《科学画报》（上海科学技术出版社），并被收录于《我的“页边杂写”》（清华大学出版社，2020 年）。

[3] 那两本“理科书话”分别是《我的“页边杂写”》（清华大学出版社，2020 年）和《书林散笔：一位理科生的书缘与书话》（商务印书馆，2020 年）。

III

本书对阿西莫夫的效仿还有另一个层面，那就是：跟他的《作品一〇〇》一样，本书也是之前各书的文字选集。只不过，《作品一〇〇》之前有 99 本书，不可能每本都有文字“入围”，而本书之前只有 9 本书，故可保障“利益均沾”——从每本至少选一篇文字。

自《作品一〇〇》后，阿西莫夫还出过《作品二〇〇》（*Opus 200*）和《作品三〇〇》（*Opus 300*）。我将以之为未来目标：在电子书数目达到 20 和 30 时，分别制作《作品·二〇》和《作品·三〇》（若无意外，我的电子书数目登上这两个小台阶应该是没问题的）。

在《作品一〇〇》的引言末尾，阿西莫夫问他的出版商，像这样的旧文选集，谁会想买呢？他的出版商回答说：“这问题留给我们来操心吧。”可惜我的电子书没有出版商，因此这问题就……干脆不操心了。☺

最后，将本书的篇目及原属书名罗列如下：

- 《创世七日谈》
  - 第一日
- 《他山集》
  - 爱因斯坦的错误
  - 《上帝幻觉》平装本序
  - 死后的人生
- 《微言录》
  - 上帝理由考
  - 驱神辨伪
- 《微言录》（二集）
  - 王小波致柯云路信
  - 驱神辨伪
- 《旧日时光》
  - 童年
  - 军训

V

- 《我的“航海日志”》（1991 – 1997）
  - 1991 年日记
- 《数字世界回忆录》
  - 十年网事　十年网友
  - 电脑游戏小忆
  - 客栈网友拼酒记
- 《书海的另一边》
  - 《一位天体物理学家的来信》赏析
  - 温伯格《三思集》推荐
  - 《另一種鼓聲——科學筆記》赏析
- 《我的“航海日志”》（2002 – 2007）
  - 2007 年日记

2022 年 3 月 14 日

第一部分

爱因斯坦的错误

By Steven Weinberg

译序

本文的标题可能会给人以“标题党”的印象，因此要第一时间加以澄清：本文乃是译作，标题来自原文。不过，更值得澄清的也许是：一个标题算不算“标题党”关键得看它是不是哗众取宠，而我相信在所有采用这一标题的文章及著作中，本文是最远离哗众取宠的。

本文的作者 Steven Weinberg 对我的读者想必已不陌生，五年前我曾翻译过他的“标准模型简史”[4]。迄今为止[5]，这还是我首次翻译同一位作者的第二篇文章。这个“殊荣”落在 Weinberg 头上是十分恰当的，因为他不仅是第一流的研究者，更是第一流的作者。有时我甚至觉得，他作为作者的影响有可能会超过他作为研究者的影响。如果他不曾从事标准模型研究，标准模型的完成

---

[4] 已收录于本书。

[5] 这个“迄今”是指翻译本文时的“迄今”——即 2009 年，而非在本书中的收录顺序（论后者，阿西莫夫的两篇文章排在前面）。

不会有太显著的推迟，但假如他不曾撰写那些著作（尤其是教材），则恐怕很长时间都不会有人写出同样水准的著作。Weinberg 在几乎所有层次上的著作都是第一流的：他的《引力论与宇宙论》（*Gravitation and Cosmology*）、《场的量子理论》（*The Quantum Theory of Fields*）、《宇宙学》（*Cosmology*）全都是第一流的教材；他的《最初三分钟》（*The First Three Minutes*）、《终极理论之梦》（*Dreams of a Final Theory*）等等则是第一流的科普；就连他的综述、回忆、评论之类的短文，比如“标准模型简史”或本文，在我看来也都是第一流的短文。如果一定要在鸡蛋里挑骨头的话，我只能说，他的著作中唯一让我觉得欠缺的是《亚原子粒子的发现》（*The Discovery of Subatomic Particles*），因为该书只用了不到十分之一的篇幅来介绍电子、质子、中子以外的其他粒子，从而有些避重就轻。

本文所译的是 Weinberg 发表在 2005 年 11 月份的

《今日物理》（*Physics Today*）上的文章“Einstein's Mistakes”，译文中的重点为译者所加，原文的文献（兼具注释功能）放在脚注里。

2005 年被称为“世界物理年”，以纪念一百年前的爱因斯坦“奇迹年”。Weinberg 用这篇别具一格的文章不仅纪念了“世界物理年”及爱因斯坦，而且阐述了一个很重要的主题（同时也是该文的题记）：“科学通过意识到自己最伟大的实践者有时也会犯错，而有别于寻找真理的其他途径”。此外，Weinberg 在本文中对一些传统科学哲学思想的批评也很有特色。

2009 年 10 月 24 日

译文

爱因斯坦（Albert Einstein）无疑是二十世纪最伟大的物理学家，同时也是有史以来最伟大的科学家之一。谈论这样一位杰出人物的错误，尤其是在距其奇迹年一百周年的时候，看起来也许有些唐突。但是**领袖科学家所犯的错误往往比他们的成功更能让人洞察他们那个时代的精神与背景**[6]。而且，对于我们这些自己也犯科学错误的人来说，知道就连爱因斯坦也会犯错多少是一种

---

[6] 原文注：本文所讨论的错误无意包罗全部，它们中的大多数是因为在我看来显示了爱因斯坦在其中工作的智力环境的某些特征而被选入的。在 2005 年 3 月的 *Physics Today* 第 34 页上，Alex Harvey 与 Engelbert Schucking 叙述了爱因斯坦有关地球表面时钟走速的错误预言；在其著作 *Albert Einstein's Special Theory of Relativity*，Addison-Wesley，Reading，PA（1981）的第 328 页上，Authur I. Miller 讨论了爱因斯坦在计算电子横质量时的一个错误。[译者注：此处提到的“爱因斯坦有关地球表面时钟走速的错误预言”是指爱因斯坦在 1905 年的“论动体的电动力学”中有关地球表面极地和赤道处时钟走速差异的预言没有考虑引力场的影响。“爱因斯坦在计算电子横质量时的一个错误”则是指爱因斯坦在同一篇论文中将电子横质量错成了$\mathrm{m}_0/\sqrt{1-v^2/c^2}$。不过在我看来将前者视为错误是值得商榷的，因为那实际上是将广义相对论之前未能考虑广义相对论效应视为错误，如果错误是如此定义的话，那么不仅牛顿的《原理》只剩下了错误，而且几乎所有并非终极理论的东西都属于错误了。]

安慰。或许最重要的则是，**通过表明即便是最伟大的科学家所犯的错误也被我们所承认，我们为那些据说在循其他途径寻求真理的人提供了一个很好的范例。**我们意识到**我们最重要的科学先驱也不是所有文字都必须被当成金科玉律的先知**，他们只不过是为我们今天所获得的更好的理解做出了铺垫的伟人。

宇宙学常数

在考虑爱因斯坦的错误时，人们立刻会想起爱因斯坦——在与伽莫夫（George Gamow）的一次谈话中[7]——称之为自己一生所犯的最大错误：对宇宙学常数的引进。在爱因斯坦构筑完他有关空间、时间及引力的理论——广义相对论——之后，他于 1917 年转向了对整个宇宙时空结构的思考，并且遇到了一个问题。爱因斯坦当时

---

[7] 原注：G. Gamow，*My World Line – An Informal Autobiography*，Viking Press，NewYork（1970），第 44 页。我要感谢 Lawrence Krauss 提供这一文献。

假定，如果对许多星球作适当的平均，宇宙应该是均匀并且大体上静态的。但广义相对论的方程看来并不允许一个与时间无关的解来描述一个带有均匀物质分布的宇宙。因此爱因斯坦修改了他的方程，引进了一个新的项，其中带有一个被他称为宇宙学常数的量。后来人们发现宇宙并不是静态的，爱因斯坦开始后悔自己不必要地扩展了自己的理论。他或许也为自己错过了对宇宙膨胀的预言而遗憾。

这个故事包含了一堆错误，但却不是爱因斯坦自己认为的那个错误。首先，我不认为假定宇宙为静态能被用来批评爱因斯坦。**除了极个别的例外，理论学家们必须将世界当成是通过观测呈现在他们面前的样子。**在1917年时，观测所显示的相对较小的星球运动速度使人们几乎无可抗拒地假定宇宙是静态的。因此当德西特（Willem de Sitter）在1917年提出爱因斯坦方程的另一个解时，他小心地采用了使度规张量与时间无关的坐标。

然而，那些坐标的物理意义却并不清晰，意识到德西特另类宇宙的非静态——即他的模型中物质粒子将会相互加速远离——曾被认为是理论的缺陷[8]。

的确，斯莱弗（Vesto Melvin Slipher）早在 1910 年代观测漩涡星云的光谱时就发现了占主导地位的，可以由膨胀导致的多普勒效应所产生的那种红移，但当时没有人知道那些旋涡星云是什么。直到 1923 年哈勃（Edwin Hubble）在仙女座大星云中发现了暗淡的造父变星，人们才明白那些旋涡星云是遥远的星系，是远在我们银河系之外的星团[9]。我不知道爱因斯坦在 1917 年之前是否

---

[8] 译者注：德西特给出的度规是 $ds^2 = \left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right) dt^2 - \frac{dr^2}{1-\frac{r^2}{R^2}} - r^2 d\theta^2 - r^2 \sin^2\theta\, d\varphi^2$。可以证明，这一度规虽不显含时间，但它所用的坐标不是随动的（comoving），任何不在原点的物质粒子与原点的距离都会随时间指数增加，因而不是静态的。德西特模型是一个带宇宙学常数的真空模型，但它等价于标度因子a(t)随时间指数膨胀的平直 Robertson-Walker 宇宙。

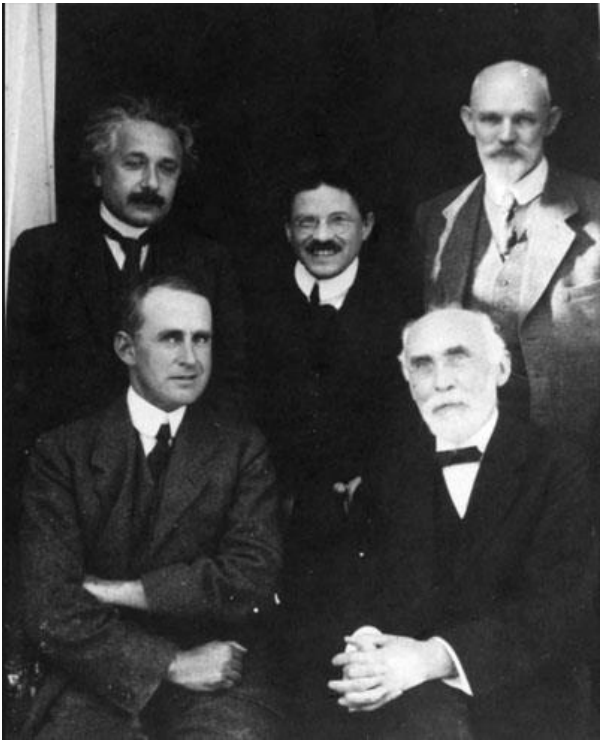
[9] 译者注：造父变星是一种亮度呈现周期变化，且绝对光度与周期间存在一定关系的变星。利用绝对光度与周期间的这种关系，人们可以通过造父变星的周期推算其绝对光度，进而推算出它的距离。1923 年，哈勃就是用这一方法推断出了仙女座大星云在银河系之外，虽然他当时采用的造父变星的绝对光度与周期的关系后来被发现存在严重缺陷。

听说过斯莱弗的红移，但不管怎么说，他很清楚地知道至少另外一种能产生光谱红移的东西：引力场。在这里有必要提到，在第一次世界大战期间从德西特那里学到了广义相对论的爱丁顿（Authur Eddington）曾于 1923 年将斯莱弗的红移解释为德西特模型中的宇宙膨胀（这两位科学家与爱因斯坦及其他人有一张合影见图一）[10]。然而，宇宙的膨胀在哈勃 1929 年宣布——实际上到 1931 年才展示——遥远星系的红移恰如均匀膨胀所预期的那样正比于它们的距离（参阅图二）之前并未被普遍接受[11]。只有在那时侯，人们才对弗里德曼（Alexander Friedmann）1922 年引进的无需宇宙学常数的膨胀宇宙模型给予了大量关注。在 1917 年时，爱因斯坦假设宇宙为静态是很合理的。

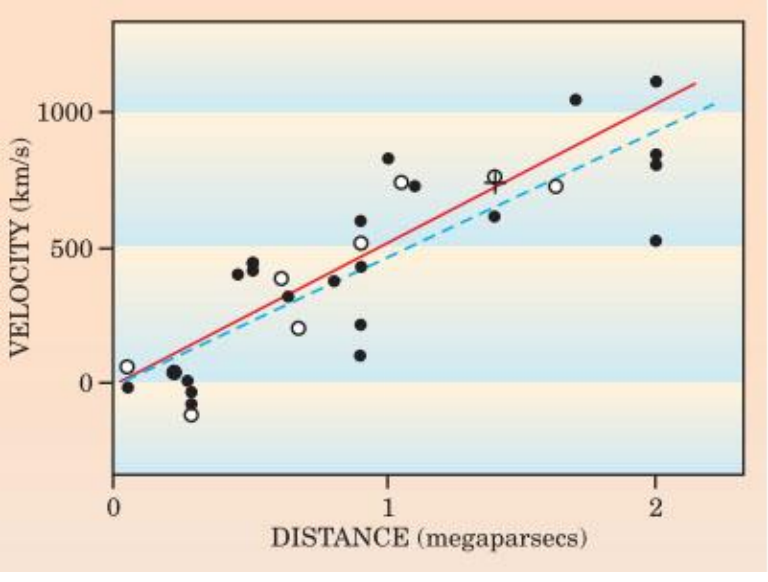
---

[10] 译者注：如前注所述，德西特模型中所有不在原点的物质粒子与原点的距离都会随时间增加，这一性质正是爱丁顿首先发现的，他用来解释斯莱弗红移的也正是这一性质。

[11] 译者注：哈勃 1929 年宣布的结果只包含了红移值很小的星系，红移与距离的线性关系很模糊，直到 1931 年他才得到了一些红移值较大的观测结果，从而能较好地展示线性关系。



图一：爱因斯坦（后左）与德西特（后右）、爱丁顿（前左）、洛仑兹（前右）及艾伦菲斯特（中）的合影，1923 年 9 月摄于荷兰莱顿天文台。



图二：附近星系的退行速度随距离线性变化，如哈勃在 1929 年通过上述数据所显示的。图中的实心圆点与实线拟合描述单个星系，空心圆点与虚线对应于组团后的星系，十字表示 22 个距离无法单独估计的星系群体的平均速度及距离。注意图线的斜率，约 500 公里/秒 •百万秒差距，是现代数值的七倍左右。

爱因斯坦在引进宇宙学常数时确实犯了一个简单得令人吃惊的错误。尽管那个步骤使爱因斯坦场方程可以有与时间无关的解，但那个解描述的是一个不稳定平衡态。宇宙学常数所起的作用是一个随距离增加的排斥力，而普通的引力却是随距离衰减的。尽管存在一个临界密度使得这种排斥力与引力恰好平衡，但这种平衡是不稳定的。一点轻微的膨胀就会增加排斥力而减少吸引力，从而加速膨胀。我们很难理解爱因斯坦为何会忽略如此初等的困难。

爱因斯坦起初还被他从哲学家马赫（Ernst Mach）那里获得的一种思想所困扰：那就是惯性现象源于遥远的质量。为了让惯性有限，爱因斯坦在 1917 年假定宇宙必须是有限的，因此他假定其空间几何是一个三维球面。对他来说，引入到德西特模型所描述的真空宇宙中的试验粒子会显示惯性是一件令人吃惊的事情。**在广义相对论中，远方物体的质量并不是惯性的起源，尽管它们的**

确会影响惯性系的选择。不过这个错误是无害的，如爱因斯坦在其 1917 年的文章中指出的，使宇宙学常数成为必须的假设是宇宙静态，而不是宇宙有限。

以美学为动机的简单性

爱因斯坦在他对宇宙学常数的不喜爱中犯了一个从今天理论物理的观点来看更加深刻的错误。在发展广义相对论时，他不仅依赖于一条简单的物理学原理——即他在 1907-1911 年间发展起来的引力与惯性的等效原理，而且还依赖于某种类型的奥卡姆剃刀，即理论方程不仅要符合上述原理，而且要尽可能简单。等效原理本身可以允许几乎无限复杂的场方程。爱因斯坦可以在方程中引进带四阶时空导数、六阶时空导数、或任意偶数阶时空导数的项，但他将自己局限在了二阶微分方程中。

这种做法可以用现实的理由来辩护。量纲分析表明

场方程中带有超过两阶时空导数的项必定会带有正比于某个长度的正幂次的常数因子。如果这个长度是某种类似于我们在基本粒子物理，甚至原子物理中遇到的长度，那么这些高阶导数项的效应在引力观测所涉及的大得多的尺度上将是可以忽略的。在对爱因斯坦场方程的修正中只有一种修正可以具有观测效应：那就是引进不带时空导数的项，即宇宙学常数。

但爱因斯坦排除高阶导数项所依据的并不是这样或那样的现实理由，而是出于一个美学上的理由：即那些项并无需要，为何要引进？也正是这一美学判断让他后悔自己曾经引进过宇宙学常数。

自爱因斯坦时代以来，我们已学会了不信赖这种美学判据。我们在基本粒子物理上的经验已经告诫我们，**在物理的场方程中，所有被基本原理所许可的项都很可能会出现在方程中。**这就象怀特（T. H. White）的《曾经

及未来之王》（*The Once and Future King*）一书中蚂蚁世界里的情形：任何未被禁止的东西都是必须的。事实上，在所有我们能够计算的情形下，量子涨落自己就会产生出一个无穷大的有效宇宙学常数来，为了消除无穷大，场方程本身必须有一个带相反符号的无穷大的“裸”宇宙学常数。**奥卡姆剃刀是一个不错的工具，但应该用在原理而不是方程上。**

爱因斯坦也许受到了他在苏黎世联邦技术大学当学生时曾自学过的麦克斯韦理论这一例子的影响。麦克斯韦（James Clerk Maxwell）发明了他的方程组以描述已知的电学及磁学现象并保持电荷守恒原理，在麦克斯韦对场方程的表述中就只包含了最少的时空导数。我们如今知道，统治电动力学的方程包含有带任意阶时空导数的项，但那些项就象广义相对论中的高阶导数项一样，在宏观尺度上没有可观测效应[12]。

---

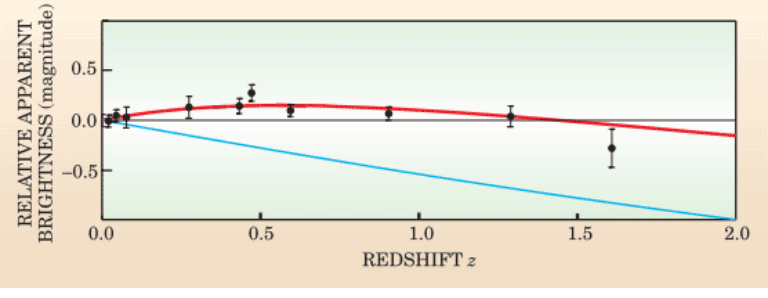
[12] 译者注：这里所说的“统治电动力学的方程包含有带任意阶时空导数

天文学家们在 1917 年之后的那些年里偶尔寻找过宇宙学常数的踪迹，但他们只是成功地对这一常数设定了上限。那个上限远比由量子涨落的贡献所预期的来得小，许多物理学家与天文学家据此作出结论，宇宙学常数必定为零。但虽然我们尽了最大的努力，却没人能找到一条令人满意的物理学原理来要求宇宙学常数消失。

然而到了 1998 年，超新星宇宙学计划（Supernova Cosmology Project）及高红移超新星搜索小组（High-z Supernova Search Team）对超新星红移及距离的测定表明宇宙的膨胀正在加速，就像德西特在他的模型中所发现的（参阅珀尔马特（Saul Perlmutter）发表在《今日物理》 2003 年 4 月，第 53 页上的文章）。如图三所讨论的，看起来宇宙中约有 70%的能量密度是某种充斥于全

的项”是指量子电动力学的有效拉氏量包含有各种高阶导数项，比如描述光子–光子散射的有效拉氏量包含了$(\mathbf{E}^2-\mathbf{B}^2)^2$和$(\mathbf{E}\cdot\mathbf{B})^2$那样的四阶导数项，它们在低能极限下没有可观测效应。

空间的“暗能量”。这一点随后被对宇宙微波背景辐射各向异性的角度大小的观测所确认。在宇宙膨胀时暗能量的密度没有随时间而快速变化，如果它果真与时间无关，那它就正好是宇宙学常数所预期的效应。无论这方面的结果如何，宇宙学常数为什么没有量子涨落计算所预期的那样大依然是一个谜。近年来这个问题已成为理论物理学家们优先考虑的重要问题。**就其 1917 年引进宇宙学常数一事而言，爱因斯坦的真正错误是他以为那是一个错误。**



图三：对遥远超新星的观测表明宇宙包含了占主导

地位的暗能量，其表现如同宇宙学常数。图上的表观亮度是距离的度量，而红移是退行速度的度量。亮度的大小是相对于没有宇宙学常数的真空宇宙（黑线）而言的。对于拟合数据最好的红线来说，70%的宇宙能量密度来自宇宙学常数。曲线上正的斜率表示加速膨胀，负的斜率对应于减速膨胀。今天的宇宙正在加速膨胀，但在宇宙比如今小得多的早期（高红移），与宇宙学常数有关的排斥力被物质的传统引力所压倒。假定宇宙学常数为零的蓝线与数据的拟合很差[13]。

一位阅读了本文初稿的历史学家曾经评论说，我可能会被指责为沉溺于“辉格历史”（Whig history）。“辉格历史”这一术语是历史学家巴特菲尔德（Herbert Butterfield）在 1931 年的一次演讲中提出的。按照巴特菲尔德的说法，辉格历史学家们相信历史有一种演进的逻辑，因此他们用今天的标准来评判过去。不过在我看来，尽管辉格历史在政治及社会历史中是需要避免的（这是巴特菲尔德所关心的），但在科学史上却有一定的价值。

[13] A. G. Riesse *et al.*，Astrophys. J. **607**，665（2004）。

我们的科学工作是累积的，我们的确比我们的先辈知道得更多，并且我们可以通过检视他们所犯的错误而学到在他们的时代里未曾被理解的东西。

反对量子力学

另一个被普遍视为爱因斯坦错误的，是他在始于 1927 年的索尔维会议，并延续至 1930 年代的与玻尔（Niels Bohr）有关量子力学的著名争论中站在了错误的一边。简单地说，玻尔主导发展了量子力学的“哥本哈根诠释”（Copenhagen interpretation），在其中人们只能计算各种可能实验结果的几率。爱因斯坦拒绝了这种物理定律能够是几率性的观念，并很出名地宣称上帝是不掷骰子的。但历史作出了对爱因斯坦不利的裁决——量子力学从胜利走向胜利，将爱因斯坦抛在了一旁。

这个熟悉的故事完全是真实的，但不无讽刺意味。

玻尔版的量子力学是有很大缺陷的，但却并非出于爱因斯坦所认为的原因。哥本哈根诠释对观测者进行观测时会发生什么作出了描述，但观测者及观测本身却被视为是经典的。这显然是错误的，物理学家以及他们的仪器和宇宙中所有其他东西一样，必须受到同样的量子力学规律管辖。但这些规律是用有着完全决定论方式演化的波函数（或者更确切地说，态矢量）来表示的。那么，哥本哈根诠释中的几率法则是从何而来的呢？

最近几年来，人们在解决这一问题上取得了很可观的进展，但我无法在这里叙述。只提这样一点就够了，那就是玻尔和爱因斯坦都不曾抓住量子力学的真正问题。哥本哈根规则显然是管用的，因此必须被接受。但它没有解决这样一个问题，即如何通过将波函数演化的决定论方程——薛定谔方程——运用到观测者以及他们的仪器上，来解释那些规则。困难之所在并非是量子力学的几率性——那是我们必须接受的事实。真正的困难是**量**

子力学同时也是决定论性的，或者更确切地说，是它融合了决定论性的动力学与几率性的诠释。

对统一的尝试

从 1930 年代直至他去世的 1955 年，爱因斯坦对量子力学的抗拒使他孤立在了物理学的其他研究之外，但此事还有另外一个因素。**也许爱因斯坦的最大错误是变成他自己成就的囚徒。**世界上最自然的事情，就是一个往日获得过巨大成功的人试图延用曾经如此管用的方法来获得进一步的成功。我们不妨想想 1956 年苏伊士危机（Suez crisis）期间一位貌似懂行的苏联军事专员对埃及总统纳赛尔（Gamal Abdel Nasser）所提的建议："将你的部队撤到国家中部，然后等待冬天。"

有哪位物理学家获得过比爱因斯坦更大的成功？在获得了用时空几何描述引力的巨大成功后，他很自然地

要尝试用几何原理将其他的力与引力一起纳入一个“统一场论”之中。关于物理学中的其他东西，他在 1950 年评价说[14]：“除非一开始就在基本概念上与广义相对论相一致，所有试图对物理基础做更深入理解的努力在我看来都是注定会失败的。”由于电磁力是宏观效应与引力相似的唯一一种其他的力，统一引力与电磁力的希望就变成了爱因斯坦晚年工作的动力。

在爱因斯坦的这一工作中，我将只提及他用过的很多方法中的两种。其中一种是建立在 1921 年卡鲁查（Theodore Kaluza）提出的第五个维度的想法之上的。假如你在五维而不是四维的时空中写下广义相对论的方程，并且任意地假定五维度规张量不依赖于第五个坐标，那么你会发现联系普通四维时空和第五个维度的那部分度规张量与麦克斯韦电磁理论中的矢势满足同样的方程，只联系普通四维时空的那部分度规张量则满足四维广义

[14] 原注：A.Einstein，Sci. Am.，April 1950，p.13。

相对论的场方程[15]。

1926 年，当克莱因（OskarKlein）放宽了场不依赖于第五个坐标这一条件，转而假定第五个维度弯曲成一个小圆圈，而场相对于那个坐标具有周期性时，增加一个额外维度的想法变得更有吸引力了。克莱因发现，在这一理论中联系第五个维度本身的度规张量表现得像一个带电粒子的波函数。因此有一段时间，在爱因斯坦看来不仅引力和电磁，甚至连物质都有一定的可能性由一个统一的几何理论来描述。可惜，如果将粒子的电荷等同于电子电荷，它的质量就会大出 10^{18} 倍[16]。

---

[15] 译者注：卡鲁查在 1919 年就萌生了引进第五个维度的想法，并与 Einstein 有过通信交流，他的论文在爱因斯坦的亲自推荐下发表于 1921 年。另外，此处提到的五维度规张量中“联系普通四维时空和第五个维度”的部分是指$g_{4\mu}$（$\mu = 0,1,2,3$）；“联系普通四维时空”的部分是指$g_{\mu\nu}$（$\mu,\nu = 0,1,2,3$）；下文提到的“联系第五个维度本身”的部分则是指g_{44}。

[16] 译者注：在克莱因的理论中，第五维的大小为$(hc/e)(2k)^{1/2}$，其中 h、c、e、k 分别为 Planck 常数、光速、电荷及爱因斯坦引力常数 $8\pi G/c^4$。将各常数的数值代入（电荷假定为电子电荷）便可得第五维的大小约为 10^{-30} 厘米，相应的质量为 10^{15}GeV，比电子质量大 10^{18} 倍。

很遗憾爱因斯坦放弃了卡鲁查-克莱因的想法。如果他将之从五维拓展到六维或更多的时空维数，他也许会发现 1954 年由杨振宁和米尔斯（Robert Mills）所构造的场论及其推广，他们中的某些后来变成了我们有关强、弱、电磁相互作用的现代理论的一部分[17]。爱因斯坦显然没有考虑过强和弱核力，我想那是因为它们看起来与引力及电磁力相差很远。今天我们知道描述除引力以外的所有已知力的方程其实都很相似，现象上的差异乃是来自强相互作用的色囚禁及弱相互作用的对称性自发破缺。即便如此，爱因斯坦恐怕仍然不会乐意见到今天的理论，因为它们没有与引力相统一，并且电子、夸克等物质仍必须人为引入。

---

[17] 原注：奇怪得很，Klein 在 1939 年华沙（Warsaw）的一次会议上，以他对广义相对论的五维推广为基础，提出了很类似于 Yang-Mills 理论的东西。我曾试图追随 Klein 的论证，却没有成功。我认为他的论证是说不通的，他用了至少两个额外维度来得到 Yang-Mills 理论。看来科学家们常常被美丽的理论所吸引，就象昆虫被花朵所吸引——不是通过逻辑推理，而是通过某种象嗅觉一样的东西。

甚至在克莱因的工作之前，爱因斯坦就开始采用一种以简单数量考虑为基础的不同方法。如果你放弃 4×4 度规张量必须对称这一条件，就会有 16 个而不是 10 个独立分量，那多出的 6 个分量将会有能与电磁场相等同的正确性质。与之等价地，我们也可以假定度规张量是复数的，但厄密。这一想法的问题——如爱因斯坦痛苦地意识到的——是除了所有的场共用同一个字母外，没什么东西能将那 6 个电磁场的分量与描述引力的 10 个普通度规张量的分量联系起来。洛仑兹变换或任何其他坐标变换会将电场或磁场转变成电场和磁场的混合，但没什么变换能将它们与引力场相混合。与卡鲁查-克莱因的想法不同，这种纯形式的方法在现代研究中未留下值得一提的痕迹。在爱因斯坦研究广义相对论时曾如此有效地服务过他的信念，即以数学作为物理灵感之源，这一次却背叛了他[18]。

---

[18] 译者注：上面提到的“多出的 6 个分量”是指度规张量的反对称部分，“度规张量是复数的，但厄密”是指$g^*_{\mu\nu} = g_{\nu\mu}$，即度规张量的转置等于其复共轭（由此也会导致 16 个独立分量）。

尽管爱因斯坦与年轻物理学家们在 1930 和 1940 年代所取得的激动人心的进展间的疏离是一个错误，但它显示了他的一种令人钦佩的个性。爱因斯坦从未想要变成权威，他从未试图劝诱其他物理学家放弃他们在核物理及粒子物理中的工作而追随他的想法。他从未试图用他的合作者或追随者来填充高等研究院（Institute for Advanced Studies）的教授职位。爱因斯坦不仅是一个伟人，而且是个好人。他的道德判断引导了他在其他事务上的行为：在第一次世界大战期间他反对军事化；在斯大林年代他拒绝支持苏联；他成为了热心的犹太复国主义者；当欧洲受到纳粹德国的威胁时他放弃了原先的和平主义，而呼吁比利时重整军备；他公开反对了麦卡锡主义。在这些公众事务上，爱因斯坦从未出错。

卢昌海电子书·之十

■■■ 作者的其他电子书 ■■■

1. 《创世七日谈》
2. 《他山集》
3. 《微言录》
4. 《微言录》（二集）
5. 《旧日时光》
6. 《我的“航海日志”》（1991 – 1997）
7. 《数字世界回忆录》
8. 《书海的另一边》
9. 《我的“航海日志”》（2002 – 2007）

□□□ 更多电子书可查阅 □□□

https://www.changhai.org/articles/introduction/ebooks.php