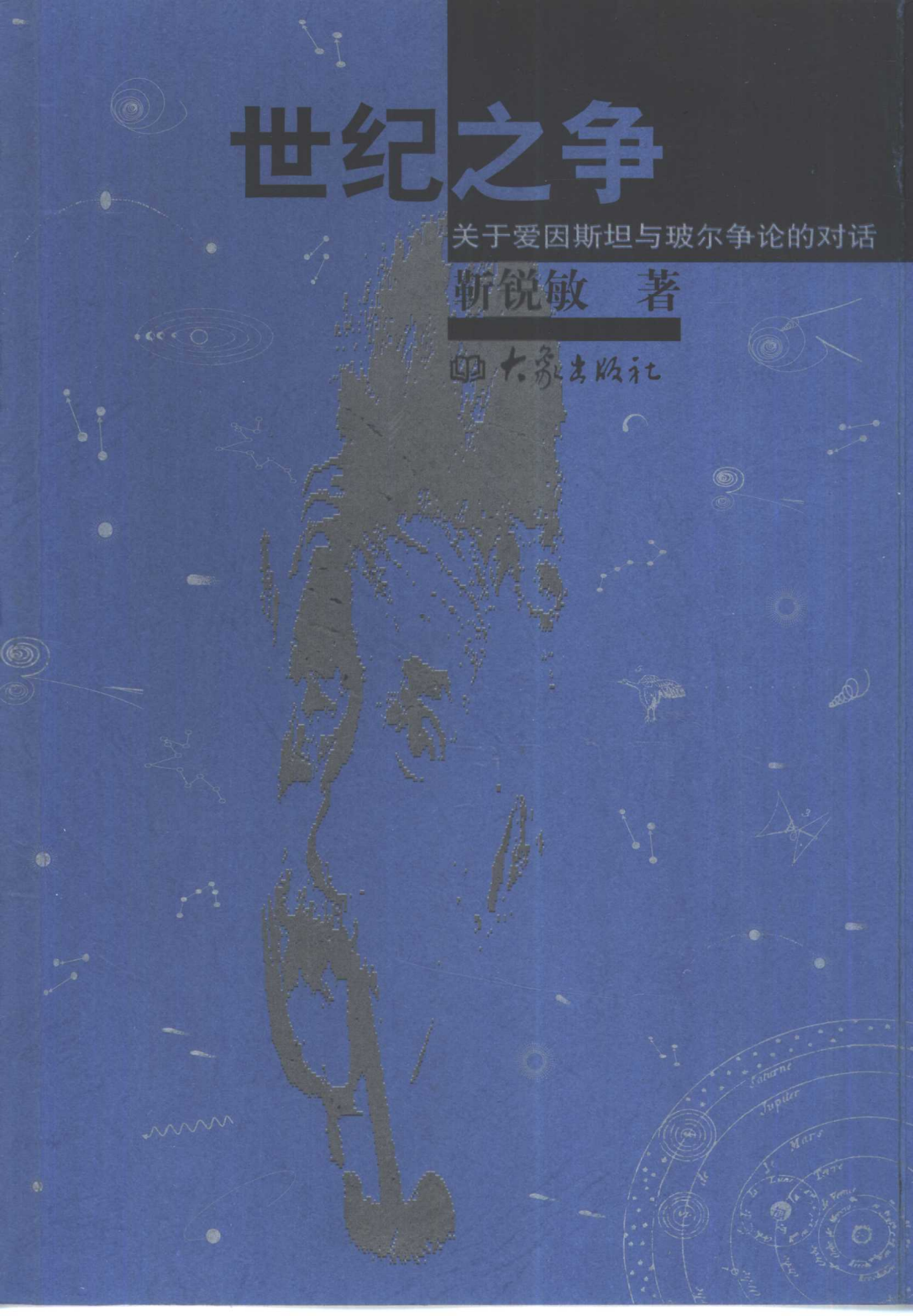


世纪之争

关于爱因斯坦与玻尔争论的对话

靳锐敏 著

大象出版社



世纪之争

关于爱因斯坦与玻尔争论的对话

靳锐敏 著

大象出版社

图书在版编目(CIP)数据

世纪之争:关于爱因斯坦与玻尔争论的对话/靳锐敏
著. — 郑州:大象出版社, 2000. 12

ISBN 7-5347-2521-6

I. 世… II. 靳… III. ①量子力学-通俗读物②相对
论-通俗读物 IV. 041-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 44667 号

责任编辑 樊洪涛

责任校对 范秀娟 郭一凡

封面设计 王翠云

出 版 大象出版社(郑州市农业路 73 号 邮政编码 450002)

发 行 大象出版社发行部 电话 0371—5726194

印 刷 河南第二新华印刷厂

版 次 2000 年 12 月第 1 版 2000 年 12 月第 1 次印刷

开 本 850×1168 毫米 1/32

印 张 8.25

字 数 136 千字

印 数 1—1 500 册

定 价 9.80 元

科学不是而且永远不会是一本写完了的书,每一个重大的进展,都带来了新的问题,每一次发展总要揭露出新的更深的困难。

在我们所有的努力中,在每一次新旧观念之间戏剧性的斗争中,我们坚定了永恒的求知欲望和对于我们的和谐的始终不渝的信念。而当在求知上所遭遇的困难愈多,这种欲望与信念也愈增强。

——爱因斯坦、英弗尔德

You cannot teach a man anything, you can only help him discover it within himself.

——Galilei

如果我们确实发现了一套完整的理论,它应该在一般的原理上及时让所有人(而不仅仅是少数科学家)所理解。

——霍金

致读者

20 世纪科学史上,爱因斯坦与以玻尔为代表的哥本哈根学派在物理学、哲学问题上的争论,是继地球中心说与太阳中心说之后科学史上最大的争论,本书的内容就是这一争论及其继续。

当读者阅读此书时,自然会联想到 17 世纪意大利科学家伽利略的《关于托勒密和哥白尼两大世界体系的对话》(以下简称《对话》)。中世纪的欧洲,亚里士多德是“众人之师”,他的“地心说”是“神圣的真理”。当时的课程就是亚里士多德的原著,谁要想获得知识,就去背诵这些教科书,学问越高也就表明了他更精心地掌握了亚里士多德著作的原意。这样持续了一千多年。当时也有不同的声音,但都以亵渎神灵的罪名而

横加迫害。这无疑是在阻碍科学的发展,是自私而可耻的犯罪行为。当这种行为表现为一个国家政权的行为时,就更加可怕和无耻,因为他们理屈词穷的时候,就诉诸权威。另一个原因是中世纪占统治地位的教会,它基于自身的统治目的,把地心说放在与宗教教义同等的地位,认为它绝对不容置疑,谁要是怀疑就是大逆不道,更勿言反对。正如第一个站起来的猴子必然会被同伴吃掉,反叛就意味着毁灭。“木秀于林,风必摧之”,看来与大家一起坚持错误,比一个人独立思考安全得多。但即使在这种情况下,继布鲁诺殉道之后,伽利略毅然出版了他的《对话》。人们对真知与科学的热情并未因亚里士多德的权威和教会的限制而削弱。《对话》一出版,就受到学者的极大重视,争论纷纷。

争论,对科学的发展是非常重要的,只有多方面的探索,才有比较鉴别,才能看到真理的太阳。“水相荡而成涟漪,石相击乃发灵光”,许多新兴学科都是在争论中产生发展的。如果科学没有争论,只有一种理论方式和思想模式,那么得出的结论就会僵化。专横武断是阻碍科学进步的一大障碍。什么时候占统治的理论过分排斥一切,对这种情况就应该感到忧虑;如果这种理论达到了一家垄断的地步,对科学进步的危害就更严重了;还有一种更大的危险,一种理论变成一种时髦的思想,成了一种不许怀疑的宗教的替身。争论可

以暴露一个理论的不足之处,从而使其不断完善。没有争论,许多可以判断清楚的问题就会在理所当然的思想状态下不去分辨,人们最可贵的探索、创新精神就会被窒息。科学精神最基本的特征之一就是怀疑和批判。怀疑精神不容亵渎。

每个人都认为自己的理论是完美的,别人可能有不同的看法,但争论是最好的鉴别。民间有谚语:“是骡子是马,拉出来遛遛。”正如伽利略的代言人萨尔阿蒂在他的《对话》中所说:“我们的争论只会有益无害,因为如果我们的见解是对的,哲学就会取得新的成果;如果是错的,那么否定了这些见解将会使原来的学说进一步得到证实。”如果《对话》的出版,人们对其反应冷淡,没有争论,那么日心说的命运将是另一种情况,至少要推迟很长时间才能被接受。

社会发展到今天,中世纪教会是一去不复返了。由于科学的发展,人类的进步,新的社会形式替代了教会统治,人们共享科技带来的便利,科学已被公认为社会进步的根本推动力。然而,这并不意味着,科学的精神也同样地被公认和接受。科学的地位虽然提高了,但是,有些人只是承认“科学是有用的”,只是停留在对科学所带来的便利的接受和承认,而不是对科学的原动力的接受和承认。现在,人们对科学基础理论似乎不太热心,“在我们这个时代,为知识而尊重知识的精神,已不再像文艺复兴时期那几个世纪那样强烈

了”。^①这不是人们的过错，人们天生的好奇心，早已
被求学时的填鸭式教育方式抑制掉了。一个肠胃很好
的人，如果每天被强塞进大量不愿吃的东西，胃口也会
被搞坏。另外，自然科学本身正处在剧烈的变动之中，
即使那些有空闲时间的人，也很难对每一门自然科学
密切跟踪。再者，理论好像是变得越来越繁杂枯燥了。
这可能是自然界本身如此，也可能是自然界本身并不
繁杂，只是人们把它描述得复杂了。理论越来越成为
少数人的奢侈品，这是一种贵族化的倾向。这种贵族
化的倾向也与一种现象有关，一些人认为只有他所搞
的理论越复杂、越晦涩，他本人也就越有知识、水平越
高，也就成了权威。关于权威，伽利略说：“可能他们
所谈的东西，他们自己也不真正懂得，谈那些只是为了
显得自己高明。”这些人的特点，就是有意或无意地压
制新思想，压制争论。不是平等的讨论，而是压制对
方，使对方不敢讲话。他们常说：“要阻止年轻人，在‘明
知’是‘错误’的道路上，固执己见。”你的理论与原理论
解释了同样的结果，就是做了一道小学练习题；你的理
论与原理论不一样，就是非专业人员的无知妄说。总
之，“今晚月光很好”，“你不该说，你说便是你错”^②。可
能也有“卧榻之旁，岂容他人酣睡”的意味。当然，原

① 见《爱因斯坦文集》。

② 见鲁迅《狂人日记》。

因在于他们解释这些旧理论而得到的声誉。

我所遇到的科学前辈们,很讲科学。他们既维护学术的严谨、完善,更支持新的探索,因为他们明白,对未知的探索过程,就是发现新理论的过程。他们欢迎争论,敢于接受新的思想。这些科学前辈们,对科学的进步起了关键的推动作用。当然,也确实存在一些惟我独尊的“权威”。爱因斯坦说:“一个人老是拿着一杆秤,就会忘记自己的重量。”这些所谓的“权威”,对旧理论的教条顶礼膜拜,就像蚕吐丝一样,用教条的观点把自己层层包围起来,形成一个茧。正是由于这部分人的作用,使这些逻辑性非常强的理论更脱离群众,更加“贵族化”,使人们望而却步。

在这种形势下,在讨论时采用对话的方式是合适的,理论通过对话、争论,使问题更直截了当,理论本身更加清楚、明白。从《对话》的产生及背景看,这可能是伽利略用对话方式的原因。关于《对话》,爱因斯坦说得好:“伽利略这部书的主要目的是要竭力反对任何根据权威而产生的教条。他只承认经验和周密的思考才是真理的标准。今天我们很难理解这种态度在伽利略时代是多么危险和多么革命;当时只要怀疑那些除了权威以外别无基础的见解是否是真理,就会被认为罪大恶极,要处以极刑。实际上,即使今天,也决不像我们中间很多人喜欢自吹的那样,说我们已经远离了这种情况,但至少表面上无偏见思考的原则是取胜

了。而且多数人在口头上都表示愿意支持这一原则。”以我个人的理解,这里的权威,不是指某个人,而是一种守旧、固步自封的思想和行为。

本书主要讨论 20 世纪科学史上爱因斯坦与量子力学其他创始人之间的争论,并试图弄清楚他们争论的本质和解决问题的想法。这场世纪之争意义非常深远:一是时间长,从量子力学创始到现在,几乎一个世纪;二是参加者是科学史上一代宗师爱因斯坦和许多当代最优秀的科学家;三是涉及到学科本质及深层问题。这两种理论——相对论和量子力学激烈地改变了我们的思维方式和生活方式,以至 20 世纪初发生的事情,到现在人们仍在理解、消化它的含义。它关系到世界观、方法论等重大问题,涉及时间、空间、引力等重要基本概念。因此,把本书看做物理学中基本问题、引力理论与量子力学讨论的继续也是适当的。

关于这场争论的历史并不新鲜,新鲜的是可能现在已处在找出这场争论的结果的时候了。无论读者持何种态度和目的去阅读本书,他们都将会一次次把双方的观点加以对比并作出判断。本书不要求读者有多么高深的知识,包括数学知识,我们设想读者是一个有敏锐思想和敢于正视问题的人。

科学史告诉我们,重大的基础理论,如果出了问题,小修小补是不行的,必须从根本上解决。这需要全新的观念,所以在读这本书之前需要读者准备好批判

的利剑和对新思想的容忍。可能你已经有了这种准备,我希望你再准备得充分一些,因为这些改变可能超出你的想象。

本书希望能起到抛砖引玉的作用,请读者一起加入这场争论,搞清这场争论的主线,双方的观点,并与我们一起预测,看能否给出一个正确的结果。

本对话中提出一些新的观点,比如绝对速度、相对速度、描述速度、变引力场、动引力场以及阶段论等。刚开始可能被认为是不可思议的,但你先把它作为一种假设来看待,再按照这一新思路深入阅读,你就会发现,换一个角度看问题将更加简洁、完美。这肯定是有意思的。当年比萨的一位萨士奇教授为了反驳哥白尼的学说开始研究哥白尼,结果反而信服了哥白尼的学说。伽利略早年可能也是如此。在16世纪,欧洲仅有两个人对哥白尼学说感兴趣。没有一个人人生来就相信地球在运动,最初很多人反对地球在运动,不过地球的确在运动。现在很少有人不相信这一点了。

与伽利略的《对话》类似,本书的讨论分为四天。第一天,讨论爱因斯坦与量子力学其他创始人争论的过程,以及双方不可调和的观点。第二天,从哲学的角度分析这场争论的情况,从新的角度看待这场争论和量子力学的方法论。第三天,讨论相对论和统一引力理论的基本思路。第四天,讨论空间、时间的问题。

与伽利略的《对话》不同,为了清楚明白,本书在

每一天的内容中加上了标题以及插图,并尽量写得生动一些,但不能写成像武打、言情小说那样引人入胜,因为毕竟是在讨论一个严肃的科学问题。有人说,每放进一个方程,就会吓跑一半读者,这种说法的精确度值得商榷,但肯定是有道理的。物理学家喜欢用公式和方程表达他们的思想,因为那样更加准确。而对其他人来说,定性地掌握科学思想已经足够,这些思想通过语言和图解就能表达(当然这样表达远不如公式和方程来得精确)。所以本文非常专业的部分,仅在附录中用公式和方程加以表述。

本书在回忆双方观点时,尽可能多地引用参加这场争论的大师们的原话,以示怀念和敬意,希望这些先驱的圣灵欣然接受我及这本出于无限热爱的公开纪念物。

与伽利略的《对话》相同,本书发言人为三人:一个是相对论和量子力学的忠诚拥护者,取名欧得;一个是对这一世纪之争有一些新思想的年轻人,取名夏普;一个是思想敏锐、在哲学上颇有造诣的资深记者,取名斯诺。斯诺先生请欧得先生、夏普先生到其家中做客,经过简短的介绍,就开始了第一天的争论。

作者

2000年4月

目录



致读者·····	1
----------	---

第一天 巨人的对抗

序幕·····	1
一、光的粒子性·····	5
二、光的波动性·····	10
三、光的粒子性与传统波动性的对立·····	13
四、好事多磨·····	18
五、跨越——从光到一般物质·····	20
六、交锋——巨人之争·····	28
(一)第一阶段 能量与时间是否可同时测准 ·····	28
(二)第二阶段 EPR 悖论·····	32
(三)尾声·····	36



七、问题并没有结尾

——皇帝到底穿没穿衣服	38
(一)关于客观实在问题	38
(二)单个粒子是否有确定的轨道	39
(三)决定论与非决定论	41
(四)关于是否存在超光速物质	43
(五)因果率的问题	44
八、幽灵仍在黑暗之中	45

第二天 哲学之争

一、哲学——科学的灯塔	51
二、爱因斯坦与玻尔的哲学观	55
三、科学的研究对象	
——关于世界观问题	58
(一)科学是干什么的	58
(二)物质与人脑的意识活动	65
(三)物质的客观性质与物质的结构	72
四、两类认识的划分	
——关于方法论的问题	76
(一)测量与客观实在性	76
(二)“净理论”与“毛理论”	80
五、争论——在哲学的高度	83

(一)关于粒子是否是客观的实在	83
(二)关于粒子是否存在确定的轨迹	86
(三)关于粒子是否受严格的决定论支配	86
六、因果律——科学理论的骨骼	89
七、阶段论	96
八、假说——理论的出发点	104
九、判断理论正确与否的标准	107
十、对量子力学哲学基础的新解释	113
(一)不确定原理与测不准原理	113
(二)是粒子还是波——旧话重提	117
(三)对量子力学的新解释	121

第三天 相对论与统一引力理论



一、以子之矛 攻子之盾	129
二、白天月亮存在吗?	130
三、相对论并不难	131
四、没有妈妈就有儿子吗?	137
五、统一引力理论	145
(一)统一引力理论的公设	146
(二)物体的质量 固有速度	148
(三)固有速度的测量	149
(四)固有速度与绝对空间	150

(五)三种速度的划分	151
(六)三种速度的划分与旧理论速度的关系	153
(七)统一引力理论的引力场	156
六、光子问题	167

第四天 空间与时间

一、空间	174
(一)对牛顿、爱因斯坦	
空间概念的回顾	174
(二)实在的物质空间与被感觉的空间	176
(三)空间是三维的还是四维的	181
(四)芝诺诘难	
——关于空间的连续性和无限性	184
二、时间	189
(一)关于时间是否是客观存在	190
(二)时间是物质运动的反映	191
(三)时间是否有方向	193
三、宇宙是有限的还是无限的	196
四、结局	205
附录	212
后记	238
主要参考资料	245

第一天 巨人的对抗

第一天主要是通过三人对话的形式,回忆20世纪初,爱因斯坦与量子力学其他创始人之间关于物理学、哲学上重大问题的争论。

这场争论的精彩之处,在于它是基础物理学——不,应该是科学上的深层次问题的激烈的显化与对抗。让我们扮演一次裁判,或者是情绪激动的观众。虽然这是一场精彩的巨人的交锋,激烈而动人,但是提醒读者不要只注意它的情节,而忽视结尾的遗留问题及潜在的问题。