

信息时代的物理世界

# 实物与暗物的数理逻辑

■ 宋文森 阴和俊 张晓娟 著

信息时代的物理世界

# 实物与暗物的数理逻辑

宋文森 阴和俊 张晓娟 著

(国家自然科学基金资助项目:60371003)

科学出版社

北 京

## 内 容 简 介

量子力学与相对论极大地改变了人类的思维和对自然的认识,极大地促进了科学技术的发展。量子力学与相对论是物理学的终结吗?未来的物理学向哪个方向发展?本书从实物与暗物的数理逻辑角度提供了一个视角,阐述了重建物理逻辑结构中的一些基本的概念问题:空间和时间、实物与暗物,并对相对论和量子力学的历史功勋和未来做了评述。

本书可供从事理论物理方面研究的工作者、相关领域的本科生、研究生使用,也可供对此领域感兴趣的广大爱好者使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

实物与暗物的数理逻辑:信息时代的物理世界/宋文森,

阴和俊,张晓娟著. —北京:科学出版社,2006

信息时代的物理世界

ISBN 7-03-016422-9

I. 实… II. ①宋… ②阴… ③张… III. 物理学-数理逻辑 IV. 0411. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 129073 号

责任编辑:郝德平 张 静/ 责任校对:张怡君

责任印制:安春生/ 封面设计:王 浩

版权所有,违者必究。未经本社许可,数字图书馆不得使用

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷有限责任公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2006年6月第一版 开本:A5(890×1240)

2006年6月第一次印刷 印张:5 3/8

印数:1—2 000 字数:120 000

定价:20.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈新欣〉)

## 前 言

2004 年 11 月 26~28 日在北京香山饭店召开了“宇航科学前沿与光障问题”的香山科学会议第 242 次学术研讨会。这是一次在科学发展的重要时刻研讨物理学发展的一些基础性问题的学术会议。

联合国教科文组织《1998 年世界科学报告》的前言部分题为“科学的未来是什么？”中有一段话：“爱因斯坦的理论（相对论）和量子理论是 20 世纪的两大学术成就。遗憾的是，这两个理论迄今为止被证明是对立的。这是一个严重的障碍<sup>[1]</sup>。”其实并不只是相对论与量子理论被证明是对立的，更重要的是，不论相对论还是量子理论都是与工程技术科学中的宏观理论相对立的，只不过现代物理学界早已把宏观物理学从物理理论中排除了，不是认为它是相对论的近似形式就是认为它是量子理论的近似形式。他们热衷的只是寻找相对论与量子理论的结合。但是，把人类几千年发展过程中所有直接经验所积累起来的知识和形成知识基础的逻辑排除在一边，不是一条科学发展的明智途径。一定意义上说，宏观理论就是一种来自人类直接经验的理论，所以弥合相对论与量子理论最确实的途径就是去寻找那些理论科学与生产和技术发展中产生的工程技术科学之间的结合点，当然要寻找这种结合点同样需要工程和技术科学家学习和应用先进的数学和物理学理论。整个 20 世纪物理世界被分割为微观世界、宏观世界和宇观世界三个不同范畴，它们各自独立地发展着：它们有各自不同的逻辑前提、各自不同的研究方法和对于物理世界的各自不同的基本规律。联合国教科文组织在世纪之交的时候，把它作为科学发展的严重障碍提出来，这就说

明:现在这一状况不仅已经成为科学发展的严重障碍,同时也已产生了克服这一障碍的客观条件。这就是工程技术科学的发展,已经确确实实地跨越了这三个物理世界之间的交界线,并积累了大量的感性材料:宏观电磁场理论的发展已经彻底改变了20世纪初期对电磁波(包括光)的认识,对光速也有了完全不同于爱因斯坦时代的理解;激光技术的发展使得物理时间达到了极高的精度,以前用“宏观理论是相对论的一种低速下的近似形式”一句话,就把两者在逻辑体系上的矛盾轻轻掩盖过去了,现在物理时间的精度已经可以直接检验这两者的真实关系了;航天和信息科学的发展更是使时间和空间的概念不再是理论物理学家在象牙塔上争论的虚拟的命题,而成了与成千上万人的生产、生活和安全密切相关的问题。

爱因斯坦曾经说过关于请牛顿原谅的著名的话:“牛顿啊,请原谅我,你所发现的道路,在你那个时代,是一位具有最高思维能力和创造力的人所能发现的唯一的道路,你所创造的概念,甚至今天仍然指导着我们的物理学思想,虽然我们现在知道,如果要更深入地理解各种联系,那就必须用另外一些离直接经验较远的概念来代替这些概念”<sup>[2]</sup>。现在看来,一个世纪以前的那些离直接经验较远的概念,现在同样要经受“与人类的生产和生活息息相关的”直接经验的检验了。一个世纪的实践将会告诉人们:一个世纪前的那些离直接经验较远的概念中,有些已经变成了人们的直接经验;有些原来像海市蜃楼般美丽但是虚幻的景象,当你远远地看着它的时候,它是那样的魅力四射,但是当你一走近它,它就消失得无影无踪了;当然还有很多景象是我们依然搞不清楚的,在一百年前是一个遥远而美丽的憧憬,走了一百年依然是那么的遥远。毕竟对于人类的科学发展历史来说一百年只是短暂的一瞬间,留着些海市蜃楼式的景象让人们去继续追寻不是一件坏事。

但是,从牛顿以来已经过去了四百多年,从相对论诞生也已经有一百年了,世界毕竟已经发生了巨大的变化,正像联合国教科文组织所指出的那样,我们不能总是让那些相互对立的概念阻碍着科学的发展。当社会的工程、技术和生产的航船驶入微观、宏观和宇观世界的交叉领域时,人们发现前面布满相互矛盾的航标。当然,社会发展的航船会开辟出自己前进的道路,但是清理一下航标无疑是必要的。当近代和现代历史上社会发展的航船两次抉择航向的时候,我们中华大地一直沉睡着。只是当西方的航船打破国门的时候,我们虽然惊醒了,但我们却只能远远地歪歪斜斜地跟随着西方的航船。

每当科学处于十字路口的时候,科学理论上的激烈争论也会造成哲学上和意识形态上的分歧和斗争。但是这一次已经与以前的几次科学争论的情况不同了:在前两次的科学大争论中,中国人还沉睡在封建礼教的迷梦中,做着天圆地方、天不变道亦不变的美梦;这一次不仅应该有中国人的参与,而且中国人应该起到与中国人在历史文明和现代崛起中相适应的作用;同时人类文明的发展已经能够更明智地来处理这些科学上的争论了,已经懂得了理解重于批判这样的道理。我们要学会理解别人,更要学习如何被理解,只有相互理解才是创建新理论的明智途径。工程技术科学工作者需要很好地理解爱因斯坦相对论对于科学发展的贡献:他的理论到底真正解决了哪些物理问题?为什么他的理论能成功地解释了一些以前所不能解释的现象?他的理论到底在什么范围内、什么意义上和怎样解释了那些以前所得不到解释的物理现象?我们也需要理解广义相对论的意义所在,只有这样我们才能真正理解我们的目标和任务。关于“宇航科学前沿和光障问题”的香山科学会议第 242 次学术研讨会就是这样的一个标志。这次学术研讨会正是在这一关键时刻,由工程技术科学、相对论和量子理论这三个不同学术领域的科

学家一起,共同来讨论这样一个对于科学发展的关键问题的科学讨论会。

这本书就是在香山会议材料的基础上修改而成的。在会议上各个领域科学家的报告大大开阔了作者的科学视野,从囿于电磁场理论和微波技术的狭隘的角度,开始考虑新世纪科学所面临的微观、宏观和宇观物理世界的矛盾和统一的问题,当然这仅仅是开始考虑而已。后来又对已有的材料作了较大的修改。所以总的来说这仍然只是一本知识性的小册子。其中对所有涉及的物理和数学问题只给出概括性的描述,而不作展开。这样有利于不同领域的科研工作者阅读,也可以成为有大学本科水平的对于科学有兴趣的各界人士作为知识性的科普书来阅读。

我们这里提出的实物与暗物的数理逻辑,并不是想在已经过于复杂的各种理论体系中再增加更多的混乱,而是想把物理世界搞得简单明了些。这里的“暗物”是受到现代宇宙学的启发,而从那里借用来的一个名词,但是它与现代宇宙学中可多可少、或有或无、可意会而不可言传的暗物质是完全两回事。我们这里只谈工程技术中所出现的能够通过测量和用数学形式表示的,而且两者的一致性是由工程技术实践所证实了的那些东西。实物基本上就是牛顿所定义的物质,为了像爱因斯坦所指出的那样克服牛顿理论对于物质描述的简单化模式,所以加入了暗物,它实际上就是爱因斯坦所讨论的场与波。当然讨论的方法与爱因斯坦不一样。它不是由方程引入的,更不是霍金所说的,必须以某种理论为依据的,而是麦克斯韦所首先发现,经过赫兹等无数电磁场理论和工程科学家所逐步完善,并在微波和信息工程中广泛应用的实实在在的物质,它与牛顿物质有完全不同的存在和运动的形式。在我们看来,这两种物质的完全不同的存在和运动形式,已经使得爱因斯坦的所有物质运动都必须能够用某一方程式来表示的“相对性原理”变得实在不容易理解

了。因此我们宁愿违背爱因斯坦的意志,分别用不同的方程式来描述两类不同的物质。这样一来,物质这个词的含义就变得实在太庞杂了,不得不采用实物与暗物这样两个词来分别表示两类完全不同的物质存在形式。但是,这并不意味着用统一的数学形式来表示物理世界的共同规律是不可能或不合理的,只是说用一个常数  $c$  (抑或用任何其他的常数) 简单地把时间和空间联系起来,组成一个简单的四维几何,就一定可以得到描述整个物理世界的正确规律,这在现在看来好像只是一种过于简单、幼稚的想法。但是,为了描述物理世界的运动过程必须把时间和空间联系起来,这一爱因斯坦所提出的观念无异是完全正确的,它也是本书中所要讨论的问题。但是这是一个需要进行大量细致的数学运算和逻辑论证的问题,这里只能表示这样的一种可能性或愿望,也许我们还能在以后用严密的学术专著的形式来谈论这一问题。

本书中也讲一些逻辑,那是人类正常思维方式的基础,但只是讲一些与物理学相关的逻辑概念,而不深入探讨作为数学基础的那些非常繁复的逻辑理论。当然,我们认为逻辑学、数学是物理学的重要基础,物理学必须建立在正确的数学和逻辑理论的基础之上,但是我们还是希望可以在逻辑学、数学与物理学之间划分出一些虽然有些模糊的边界,以使在大多数情况下,我们能够区别通过这些边界进入到物理学的哲学和逻辑概念是真实的还是虚假的。

我们完全没有必要描述一个完整的物理世界的那种想法,如果那样想,实在太自不量力了。实际上我们也知道现代物理学家所研究的物质世界的范围远远超过本书中所讨论的范围。但是现代物理学中,引力与整个现代物理学体系的整合比任何其他类型的力都要困难得多。一些理论物理学家,甚至已经在观测几百亿年前和几百亿光年之外发生的现象,并能把那些现

象整合在他的理论体系中,但是他的理论总是整合不了引力与电磁力之间的观察结果。其原因也很简单,因为某些现代物理学家所观察的物理实在是以他的理论为前提的,而电磁力和引力除了他的理论以外,还不得不考虑客观实在,他没有能力把已经进入工程和技术领域的观察结果纳入他的理论体系之中,因为这些感性材料是与千百万人的生产、生活甚至安全息息相关的,是时时处处都有千百万人在进行着的观察和实践的结果,而不是像理论物理和宇宙学中那样可以把他的理论作为前提的“客观实在”。这样在一个相对有限的物理世界中我们或许可以得到更加确实的一些知识,如果能够把牛顿的有质物质、电磁场、波的运动规律和他们之间的相互作用确实地搞清楚,我们或许就有更好的基础去搞清楚微观世界、宏观世界和宇观世界中的相关的物质运动规律。我们生活中所接触的主要是这两部分物质的运动形式,在宇宙中这两部分物质运动形式也许是起主要作用的。其他更复杂的物质运动形式或许大多是在物质更密集的凝聚形态下所产生的,当然研究这些物质运动形态对人类的发展来说是非常重要的,它可以进一步扩展人类生产和生活的范围。但是,要真正搞清楚它们的运动形式,或许也要到人类能够真正把它们应用于日常的生产和生活的时候。有质物质和光(或波)是人类生存所依赖的环境,有了这些合适的环境很长很长时间以后才有**人类**。在人类整个文明发展过程中,人类一直在研究它们,然而实际上人类直到现在对它们的运动形式仍然还有很多不清楚的地方;说得更确切些,实际上还只是了解其中的一些皮毛而已。我实在还说不出有哪个物理领域像某些物理学家所常说的那样,“已经被所有的物理学实验所证实,为几乎所有物理学家所公认”。所以,对于任何一种物理理论都是可以研究和讨论的,当然需要用正确的方法。科学研究本身是没有禁区的,如果说有什么禁区的话,那应该是指那种以科学的名

义来达到某种与科学无关的目的而采用的各种方法和手段。

相对论确实到了像爱因斯坦本人所说的那样需要被新的理论来代替的时候了,国内很多学者都在为此而努力,从他们身上:我学到了很多知识和勇气,他们都是值得尊敬的人。在科学上理解要重于批判。一批判就会殃及无辜,年轻的时候就听说过批判亚里士多德和托勒密的地心说,那时把他们恨得要死。现在才知道,没有亚里士多德和托勒密就没有哥白尼,如果亚里士多德像那个时代科学上的太阳,哥白尼也就像个月亮。如果说有需要批判的,那也只是伽利略、牛顿时代的“亚里士多德”,19世纪末的“牛顿”和21世纪的“爱因斯坦”们,所坚持的是应该过时的旧观念。但是这些人中大部分也是对科学很有贡献的值得尊敬的人;当然这中间也有一些以科学的名义来达到另外目的的人,而对于这些人根本没有值得批判的东西,也不是科学批判所能解决问题的。作为科学工作者,主要的任务只是把科学问题讲清楚,并能够为别人所理解。理解并学习每一位前辈科学家工作中合理的地方,如果确实证明他们的理论有错误,理解他们真正错在什么地方和原因,这才是最重要的,因为这些错误中大多数只是由于历史原因而不得不犯的“错误”。同样我们也要学习如何被理解,我们只有能够学会理解别人、理解不同背景、不同领域和不同观点的科学家的的工作,我们才能够更好地学会如何被理解。

作者

# 目 录

## 前言

|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| 第一章 20 世纪物理学进展与问题 .....            | (1)   |
| § 1.1 物理学发展的历史回顾 .....             | (2)   |
| § 1.2 相对论与量子理论矛盾的实质——波粒二象性 .....   | (8)   |
| § 1.3 关于光本质的讨论 .....               | (11)  |
| § 1.4 关于自然哲学的数学原理 .....            | (14)  |
| 第二章 现代电磁场理论 .....                  | (18)  |
| § 2.1 电磁场的算子理论和电磁场基本方程组 .....      | (20)  |
| § 2.2 为什么不能把波理论纳入经典理论的框架 .....     | (26)  |
| § 2.3 波函数空间理论的数理逻辑和实践基础 .....      | (29)  |
| § 2.4 关于光速、光速的测量和超光速问题 .....       | (35)  |
| 第三章 宏观力学中的数理逻辑问题 .....             | (41)  |
| § 3.1 牛顿力学与引力场 .....               | (43)  |
| § 3.2 流体力学中的两种分析方法 .....           | (49)  |
| § 3.3 流体力学中涡与波 .....               | (54)  |
| § 3.4 流体力学中数理逻辑结构的进一步探讨 .....      | (57)  |
| § 3.5 引力场、力学波、引力波及其与电磁场和波的比较 ..... | (61)  |
| 第四章 时间和空间 .....                    | (67)  |
| § 4.1 物理时空和逻辑时空 .....              | (68)  |
| § 4.2 时空框架的历史发展过程 .....            | (71)  |
| § 4.3 逻辑时空中的数学问题 .....             | (78)  |
| § 4.4 关于绝对运动和绝对速度问题 .....          | (85)  |
| 第五章 实物与暗物 .....                    | (91)  |
| § 5.1 物质存在及其运动的基本形式的探讨 .....       | (92)  |
| § 5.2 实物 .....                     | (100) |
| § 5.3 暗物(或虚物) .....                | (104) |

|                                 |       |
|---------------------------------|-------|
| § 5.4 实物与暗物的数理逻辑体系 .....        | (113) |
| <b>第六章 相对论</b> .....            | (118) |
| § 6.1 狭义相对论的回顾和讨论 .....         | (119) |
| § 6.2 爱因斯坦的广义相对论和霍金的广义相对论 ..... | (125) |
| § 6.3 有关相对论实验的分析 .....          | (133) |
| § 6.4 爱因斯坦哲学观和对我们时代的贡献 .....    | (137) |
| <b>第七章 科学的未来是什么</b> .....       | (141) |
| § 7.1 自然科学体系的逻辑重建 .....         | (143) |
| § 7.2 量子理论的未来 .....             | (149) |
| § 7.3 结束语 .....                 | (151) |
| <b>参考文献</b> .....               | (158) |

## 第一章 20 世纪物理学进展与问题

物理学传入中国的时候,不叫物理,而叫格致,来自“格物致知”这个古语。这个古语由两个词所组成,各取其前面的字,就成了“格致”。“理”也就是“知”的意思,如果我们将“格物致知”改为“格物致理”,意思是一样的。前面两个字表示方法(框架)和途径(演绎),后面两个字表示的是对象(物)和目标(理,规律)。不知是哪一位前辈的大学问家把格致改成了物理,于是人们都知道“物理学是研究物质运动普遍规律的学科”。否则似乎就应该说,格致是研究在一定的框架下进行演绎的方法,这就更像是逻辑学了。当然是物理学的名字比格致要好,但是事实上物理又总是与格致纠缠在一起的。

在物理学上,我们已经历了亚里士多德、牛顿和爱因斯坦三个时代。这三位之所以成为物理学上划时代的大家,就是因为:他们都建立了一个框架,并把当时人们关心的大部分问题都放入了这个框架里。看来框和物就这样联系在一起:没有框,物只能杂乱无章地散放在各个角落;有了框才有可能把物分门别类地有规则地放在框里,使人一目了然,并看到原来物与物之间还有这样那样的关系,而演绎的方法还能不断地推导出越来越多的定理,预示着可能有的更多的东西。框被装得越来越满了,渐渐地终于发现很多新的东西装在这个框里实在不合适,于是就有人要寻找新的框。物理学中的这个框,主要是空间和时间以及把空间、时间与万物运动联系在一起的那种数学关系。有人往往会问:时间、空间和“物”到底哪个是主要的?回答是“物”才是最重要的,时间和空间是用来描述万物运动的工具,工具或方法哪能比它的对象主体更重

要呢？但是又会一次又一次的否定这种简单的看法，也许我们还要一直这样的讨论下去。

所有的框架都是在一定的历史范畴下出现的，它所装载的也是在当时的历史条件下人类所认识的主要的事物。随着历史的发展，人类认识事物的深度和广度与以前的历史条件下的那些完全不相同了，所以那些旧的框架似乎就应该放弃了。但是情况又不完全是那样的简单，因为支撑起一个历史时期科学大厦的那个框架不仅是靠那个时代的感性材料；更靠一种可以逾越时代的灵感。科学的发展从来就不是简单的否定，而是继承基础上的否定，所以在讨论 20 世纪物理学的进展与问题时，回顾一下物理学的发展历史是有意义的。

### § 1.1 物理学发展的历史回顾

记得几年前在《参考消息》上看到过杨振宁教授在香港一所大学谈科学，他先说了中国的传统科学，那就是我国自古以来有世界最丰富的关于自然现象的记录和某些领域，如中医学中对于观察材料的细致的分析和综合，接着就谈到作为现代科学基础的逻辑（这首先是在希腊产生的）。逻辑的原来意思是神，古希腊的科学家们把它变成了一种建立人类思维和科学理论的规则。所以我想科学，特别是物理学的来源就在于人类实践中所积累的感性材料和正确的逻辑思维规则，所以讲物理学的历史就不能不首先讲亚里士多德和他同时代科学家们的工作。

亚里士多德<sup>[3]</sup>是公元前 3 世纪的人，他把空间描绘得像一座堂皇的古建筑，在那里可以容纳各种不同类型的“物”，并按照当时人们所理解的情形各得其所地运动着。首先充满整个宇宙空间的是一种叫“以太”的物。除了以太，还有重物 and 轻物，重物通过以太往下掉入宇宙的中心——地球，轻物上升并停留在天幕的各个层面上，形成了太阳、月亮、行星和恒星。为了说明宇

宙运行要遵循的规律，他还提出了三段式的逻辑规则。这就是公理——逻辑演绎——逻辑结果，公理和逻辑演绎在一起构成逻辑结构。

亚里士多德框架中对于看得见的事物的那些具体安排，随着时代的进步都被改变了。但是那些看不见的灵感：他制定的逻辑规则，仍被大家所应用；他所提出的充满宇宙的看不见摸不着的以太，他对复杂的空间结构的想象力等等，却一直像灵一样地纠缠着整个物理学界。

对亚里士多德宇宙框架的有力批判来自哥白尼——不是太阳绕着地球转而是地球绕着太阳转。对于任何一个物理世界的框架，这样的批判都是终有一天会来到的，而且总是来得那样的自然：经过越来越多的天文观察，发现按照亚里士多德的体系（形式上是对更具体的托勒密地心宇宙体系），天幕的各个层面变得不再是那么规则的球面，而按照日心宇宙体系，这一天幕的形状则要规则得多。要推翻一个旧的物理世界的框架，真正困难的是建立一个可以代替它的框架。这一工作经过伽利略等人的努力，最后由牛顿在 17 世纪所完成了。1687 年《自然哲学的数学原理》出版，一个公认的新的物理世界框架诞生了。这个物理世界的框架是那样的简洁又是那样的精确。在那里空间和时间用简单的两句话就说得清清楚楚了。那就是“与任何外界无关、永远保持相同的不动的空间和处处相同且均匀流逝的时间”。在他的物理世界中，“物”就更简单了，那就是可以用一个称为质量的常数来表示的物质。这么简单的三个量，经过他的万有引力、运动定律和一套微积分运算，竟然把从亚里士多德时代起一直说不清楚的宇宙图景用一些公式精确地计算出来了。于是许多人认为物理学已经到了总结的时候了，需要的只是用牛顿理论对各类事物进行具体计算了。爱因斯坦的相对论就是在这样的背景下出现的。

1946 年爱因斯坦曾写道：

“现在来谈谈物理学当时的情况，当时物理学虽然在各个细节上都取得了丰硕的成果，但在原则问题上居统治地位的是教条式的顽固：开始时上帝创造了牛顿运动定律以及必需的质量和力，这就是一切，其他一切都可以用演绎法从适当的数学方法发展出来……”

“……上一世纪所有物理学家，都把古典力学看作是全部物理学的，甚至是全部自然科学的牢固的最终的基础，而且他们还孜孜不倦地把这一时期取得全面胜利的电磁理论也建立在力学的基础之上。”<sup>[5]</sup>

爱因斯坦的物理框架从形式上来看，就是相对论的时空框架，把时间和空间简单地用光速  $c$  联系在一起。这确实是一种超越时代的天才想象力。而这一点也恰好击中了牛顿物理框架的要害。但是他用一种简单的时空关系来替代真实的物理关系，正如亚里士多德用空间图景来代替物质运动规律那样，只是一种暂时的理论，最终总要回到真实的物质运动的轨道上来。在爱因斯坦的思想和理论发展过程中，总是越来越淡化时空关系中那些同样是僵化的公设。特别是到晚年，他更担心这一时空相对论的公设会成为物理学发展的障碍。上面的这段谈话就可以看出爱因斯坦的主要目标也就是要解决 17 世纪以来逐渐形成的把古典力学当作全部物理学甚至是全部自然科学牢固的最终基础的那种僵化的观念。这里已经非常明确地提出了牛顿物理框架的主要问题在于对力、物质和运动定律的僵化假定，而没有再提相对论的时空关系。

许多表面上看起来并没有什么关系的事物，实际上有着最紧密的联系，一条暗暗的线把它们紧紧地穿在一起。物理世界的三大框架（或者说三大时空框架），数学上的三个大的发展阶段和人类文明的三个历史时期就是这样。亚里士多德的宇宙框

架像一座堂皇的古典建筑,在那里时间的因素是可以忽略的,就像金字塔那样矗立在北非沙漠五千多年,依然保持着古代文明的壮丽和恢宏。亚里士多德、托勒密、欧几里得差了三百多年,但是人们似乎都把他們看成同时代的人,是他们一起建起了古希腊壮丽的科学殿堂,哥白尼同他们差了一千三百多年,但是他好像仍是用同样的语言在和他们讨论宇宙的构造。这个语言就是现代称之为初等数学的语言。在那里物的结构都是在空间上建立起来的,时间在数学上还只是不连续的数列,万物的图画都是静止的,或者是不连续的,这样的物理图景称为静态的或准静态的。牛顿的世界动起来了,力和运动成了构成这个世界图景的最基本要素,它是工业社会的象征。牛顿的世界是按照他的经典分析的数学逻辑进行运动的。与初等数学相比,经典分析的最大进步是对于时间的处理,现在时间不再是一个个不连续的点,而成了实数轴上的连续变化的变量。这样一来,古代存在于中国和西方的关于“飞矢不动”和“兔子永远赶不上乌龟”的悖论就得到了解决。按照牛顿的理论,飞矢不但是动的,还可以精确地计算出每一点上运动的“瞬时速度”。这当然是对的,也是很好的。但是如果把飞矢在每一时刻都存在瞬时速度这一结论推广到任何事物的任何运动形式,这就会成为牛顿物理世界僵化的根源。牛顿时代的科学家认为任何物理量都是时间的连续函数,而且这种连续函数关系就像瞬时速度那样简单。其实这是需要付出代价的,那就是对物的僵化!把宇宙万物僵化成像箭一样的占有固定不变的空间大小和形状的“物质”。但是要说明这种僵化观念错在哪里却非常不容易,这比批判“飞矢不动”的悖论要难多了。但是随着信息时代的来临,那些从来只作为物质运动的伴随现象的“波”,终于登上了物理世界主角的宝座。一种在空间连续分布的,占满整个空间的,在欧氏空间中没有固定位置和形状的“物”,终于不再是不被承认的无足轻重的陪衬