

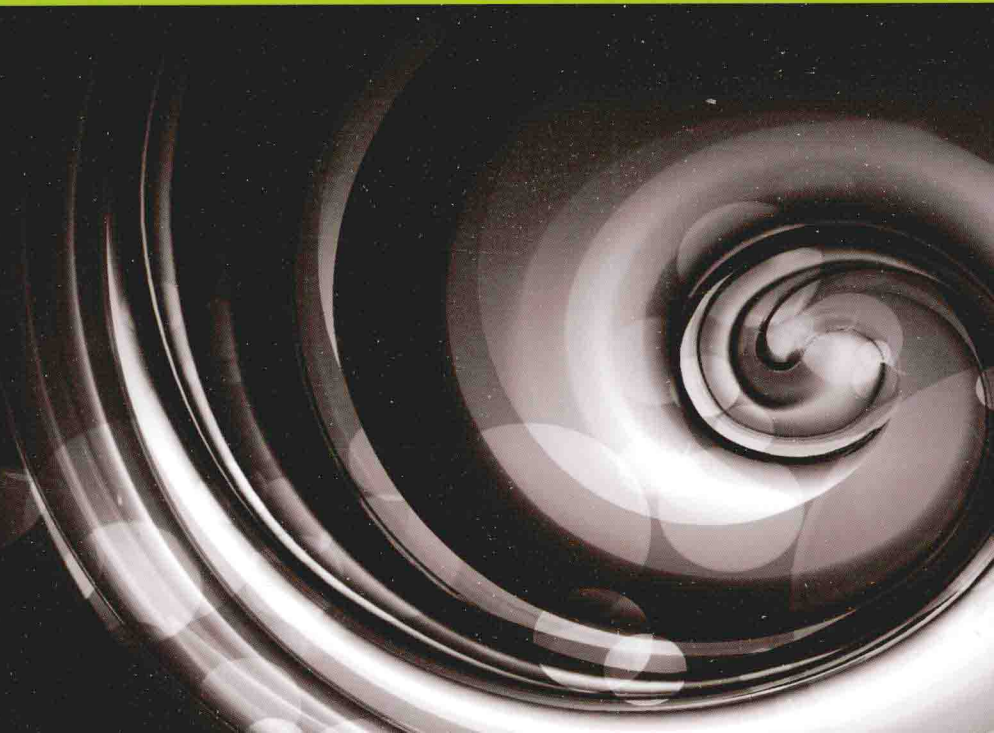
时间是假象吗？  
时间具有相对性吗？  
时间有方向、会流动吗？  
时间的本质是什么？  
时间旅行能够实现吗？

本书从哲学及自然科学的视角对这些问题进行了系统的论述，相信您阅读过本书后定会获得对这些问题的全新理解！

李大庆 著

# 论时间及其本质

LunShiJianJiQiBenZhi



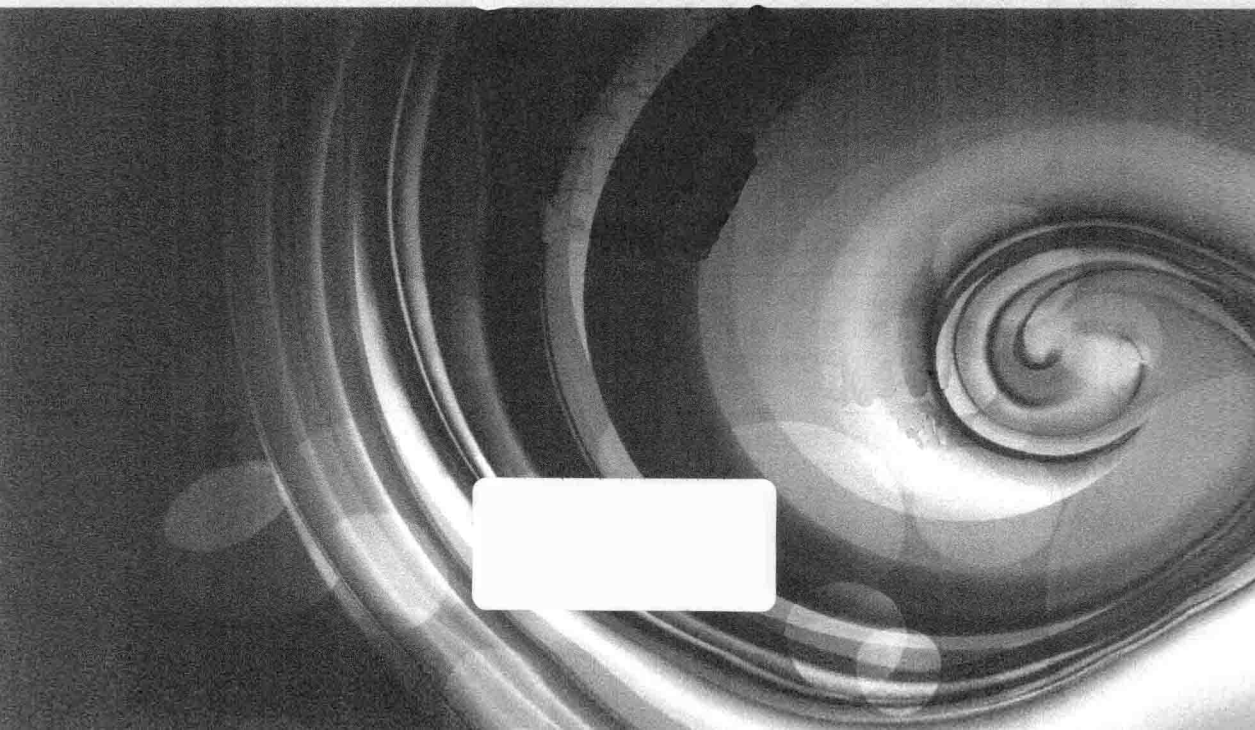
时间是假象吗？  
时间具有相对性吗？  
时间有方向、会流动吗？  
时间的本质是什么？  
时间旅行能够实现吗？

本书从哲学及自然科学的视角对这些问题进行了系统的论述，相信您阅读过本书后定会获得对这些问题的全新理解！

李大庆 著

# 论时间及其本质

LunShiJianJiQiBenZhi



## 内容简介

本书通过对相对论及量子力学中与时间概念有关的各种效应(如所谓的时间膨胀效应及时间测不准关系)及概念体系的深入分析发现,现代物理学中对这些效应及概念体系的解释均不同程度存在问题,而正是这些不正确的理解将人们对时间本质概念的把握导向错误的方向,同时作者在讨论过程中发现了相对论及量子力学的时间概念体系不相容的根本原因。本书在提出对这些效应及概念体系全新理解的基础上对时间的各种性质进行了详尽系统的讨论,得到了一些与当前学术界公认的观点完全不同的重要结论:如时间的测量值(而非时间本身)具有相对性、时间不具有方向性及流动性等,而正是在这种新的概念体系中关于时间的各种悖论都得到了系统的解决,并且在此基础上提出了关于时间的本质的新定义。本书最后一章结合前面章节的结论对时间旅行的概念及可行性进行了详细讨论,得到了时间旅行的概念及方法是对相对论的错误理解的结果,是根本不可能实现的这样一个确定的结论,从而消除了各种想象中的时间旅行所导致的悖论。

本书适合于物理学及科学哲学专业的学生及研究人员阅读,也可作为哲学专业的学生及研究人员的参考读物。

---

### 图书在版编目(CIP)数据

论时间及其本质/李大庆著. —西安:西安  
交通大学出版社,2014.4  
ISBN 978-7-5605-6090-8

I. ①. ①论… II. ①李… III. ①量子力学-研究 IV. ①O413.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第049913号

---

书 名 论时间及其本质  
著 者 李大庆  
责任编辑 祝翠华

---

出版发行 西安交通大学出版社  
(西安市兴庆南路10号 邮政编码710049)  
网 址 <http://www.xjtupress.com>  
电 话 (029)82668357 82667874(发行中心)  
(029)82668315 82669096(总编办)  
传 真 (029)82668280  
印 刷 北京京华虎彩印刷有限公司

---

开 本 727mm×960mm 1/16 印张 24 字数 457千字  
版次 2014年4月第1版 2014年4月第1次印刷  
书 号 ISBN 978-7-5605-6090-8/O·462  
定 价 48.00元

---

读者购书、书店添货,如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。

订购热线:(029)82665248 (029)82665249

投稿热线:(029)82668133 (029)82665375

读者信箱:xj\_rwjg@126.com

版权所有 侵权必究

# 前言

人类对时间的本质问题的广泛深入的思考自古希腊时期至今已有一千多年的历史,这期间讨论关于时间的本质问题的文章及论著汗牛充栋、数不胜数,特别是近一个世纪以来物理学的发展更是深刻揭示了时间的一些重要性质,但直到今天人类仍然无法真正理解时间的本质,甚至感觉对时间本质问题的理解更加紊乱、没有头绪。究其原因主要由于所有关于时间本质问题的论述,或者完全从纯粹思辨的哲学角度进行,如法国现象学大师埃德蒙德·胡塞尔在其《内时间意识现象学》中对时间的现象学的详细论述、德国存在主义大师马丁·海德格尔在其名著《存在与时间》中对时间的本质问题的论述等;或者单纯从纯经验式的科学视角进行,如英国科学家彼得·柯文尼及罗杰·海菲尔德在《时间之箭》中的论述、保罗·戴维斯在其《关于时间——爱因斯坦未完成的革命》中对时间的本质问题的论述等;很少有学者对时间的本质问题进行过全面的、综合性的思考。

科学特别是物理学凭借将时间概念的数学化实现了对物质变化过程的精确描述,而作为能够对最基本的物质变化过程进行精确描述的现代物理学最重要基础的相对论及量子力学,更是被物理学家认为揭示了关于时间的某些方面的最重要特征,而且这些理论中关于时间的所有表述内容都是解决时间的本质问题时必须首先面对的。由于相对论及量子力学为实现对最基本的物质对象的精确描述都各自使用了非常专业的数学工具,非专业人士理解起来异常困难,使得几乎所有完全靠哲学思辨探究时间本质问题的哲学家们因为理解上的困难,对于以相对论及量子力学为基础的现代物理学中所涉及的有关时间问题的各种结论的态度基本上是完全忽视、不予理会;而专业的物理学家则由于过分专注于物理学中数学的推理技

巧而完全忽视了对基本概念细腻的哲学思辨方法,因此在思考时间的本质问题往往都会不假思索地直接引用相关的结论而不对其进行深入的分析。但如果哲学家因为理解上的困难而忽视物理学中用精确的数学语言描述的关于时间的重要结论,企图仅仅依赖人类的直觉以及哲学的思辨解决时间的本质问题,所获得的结论不可能是全面、可靠的。而如果科学家仅仅依赖物理学理论中关于时间的各种论述而不对其意义进行哲学方面的深入思考就妄下结论,则很容易造成对时间概念及时间本质理解的混乱;因此忽视自然科学理论中关于时间的某些重要内容的论述以及虽然重视科学理论中相关论述但不对相关概念进行深入的分析、思辨的做法都无助于对时间的本质问题的解决,更不可能获得关于时间的本质问题全面正确的结论。而由于相对论及量子力学过分追求理论的数学结构的美学特征而忽视物理概念上的严谨,特别是关于时间的重要特征的论述及相应的结论基本上都缺乏逻辑上的严格性,比如,在逻辑上“时间”与“物质完成变化过程所需要的时间”显然是两个意义完全不同的概念,但在物理学中如量子力学特别是相对论在相关论述中则往往将两者相互混淆、不加区分,并且爱因斯坦在由此衍生出的时间的相对膨胀、四维闵科夫斯基时空、四维黎曼弯曲时空等概念的基础上建立了狭义及广义相对论的理论体系,而相对论以之为基础的四维时空概念又将时间与空间完全对等起来,并最终导致许多主流物理学家因此认为物理学中所谈论的所谓的运动及变化实际上是完全不存在的现象,这些现象充其量仅仅是我们的幻觉,这样的结论显然是荒谬的,因为正是这样的结论又导致对整个物理学基础的否定并最终导致物理学的自我否定;又比如时间的方向与物质变化过程的方向是两个完全不同的概念,但物理学中在讨论描述物质的变化过程的物理方程的时间反演变换的操作性定义时,由于错误的理解而将两者相互混淆,由此获得的结论导致人们对时间本质问题的把握变得更加困难。正因为如此,有物理学家(如意大利物理学家卡尔罗·罗威利以及《时间之终结》的作者英国物理学家朱利安·巴布尔)为了一劳永逸地解决时间的本质问题给人类带来的烦恼,则依据正则量子引力方程的结构特点提出了“时间是不存在的”关于时间的理论,实际上这样做并没有从根本上解决时间问题,所有问题依然存在。因此,要正确理解时间的本质,搞清与时间相关的概念的涵义是绝对必要的,因此,必须对相对论及量子力学中相关的概念及结论进行深入的分析、梳理,使得我们能够从对时间的感性认识的角度系统地理解、把握这些概念,只有这样,我们才能系统地、一以贯之地理解、把握时间的本质问题。

由于物质的变化过程与时间之间具有密不可分的关系,而现代科学特别是现代物理学通过对各种物质的变化及其性质的研究似乎揭示了时间的某些方面的最重要内容,这些内容一方面对人类的时间观产生了深刻的影响,另一方面也使得对时间本质的理解更加困难。因此,要真正理解时间的本质,我们同样需要从对物质的变化及其各种性质的详细分析入手并寻找导致对时间本质问题的理解造成困局的根源。否则,如果仅仅单纯从时间的视角对时间的本质问题进行讨论,一方面使得所有论述的内容单调、空洞,另一方面如果不结合与时间有密切关系的物质的变化问题进行讨论,许多关于时间的重要内容将无法涉及,从而所有的论述将是残缺的、不全面的。

本书通过对当前科学仪器所能观察到的以及人类的感官所能感觉到的各种物质的变化过程的详细分析、思考,得出一切物质的存在及变化过程都具有时间性的重要结论。通过对狭义及广义相对论中因为参照系之间的相对运动或物体的质量所产生的引力场导致的物质完成其变化过程所需要的时间具有相对性以及时钟变慢现象的根本原因的深入分析论证,得出时钟变慢现象完全是由于三维空间从而空间中任意两点之间的长度或测地线的相对膨胀或弯曲(而非时间的相对膨胀或弯曲、更非同时性的相对性)导致时钟钟摆的摆动所经历的路径的相对增加从而钟摆完成其每一个摆动周期所需要的时间相对增大进而时钟钟摆摆动的频率相对减小、时钟相对变慢,从而导致一个参照系(包括惯性系及非惯性系)中时钟的计时单位相对于另一个参照系发生相对膨胀,并据此得到不同参照系中的观察者对时间进行测量所得到的测量值(而非时间本身)具有相对性的结论。而这一切与爱因斯坦的观点并不矛盾:“相对论认为钟慢效应与尺缩效应对应,而我发现时间膨胀必对应长度膨胀……借助  $x=Ct$  和  $x'=Ct'$ ,我们看到洛伦兹变换式本身已经包含了长度膨胀和时间膨胀,不用另行推导。长度膨胀和时间膨胀就是洛伦兹变换的物理本质<sup>①</sup>。”

其实,通过第1章1.2节中详细的讨论可以清楚地看到,在相对论中时间的相对膨胀甚至弯曲的假设从来没有得到任何理论及实验的证实,获得实验证实的都可以归结为物质变化过程需要的时间的相对增大,从而所谓的时间膨胀或弯曲并

---

<sup>①</sup> [美]阿尔伯特·爱因斯坦,相对论——广义与狭义相对论全集[M],易洪波,李智谋,译.南京:江苏人民出版社,2011:76-77.

非实在意义上的而是虚假的、测量意义上的。实际上我们完全不需要时间相对膨胀的假设,仅仅凭借空间的相对膨胀或弯曲的概念就可以对相对论中的所有相关现象进行系统解释,也就是说爱因斯坦关于时间膨胀的假设是没有必要的,也是完全错误的。从而狭义相对论中所谓的闵科夫斯基四维时—空、广义相对论中所谓的四维黎曼时—空都仅仅是虚构的、测量意义上而非实在意义上的时空,因此相对论中涉及的所谓的四维时—空本质上而言都仅仅是满足光速不变原理或等效原理的、与一维时间加三维空间完全等效的空间结构。另外,通过对历史上物理学家探索、发现微观粒子的本质特性——波粒二象性——的过程的叙述并借助德国物理学家玻恩关于描述德布罗意物质波的波函数的几率解释分析、思考了粒子完成从空间中的一点到另一点的位置变化情况,推论出微观现象中物质完成其变化过程所需要的时间具有不确定性的结论,并据此反驳了物理学中关于量子化时空的观点,从而对海森堡的关于时间的不确定关系的意义有了更深刻的认识。通过对常用物理量的时间反演变换的操作性定义的详细分析,发现了所有物理教材或学术文章中介绍的关于时间反演变换的操作性定义实际上隐含了任何物理量关于时间的两种对称性变换:即物理量的时间反演变换及时间倒流变换,由此可见,当今学术界普遍采用的对物理量及物理方程的时间反演变换的方法是不正确的,时间反演变换并不会导致时间流逝方向的改变,从而包含相对论及量子力学在内的所有描述基本物质变化过程的物理方程具有时间反演变换不变性并不意味着对这些方程而言时间不具有方向性,而热力学系统变化过程的不可逆性、因果关系的单向性、电磁波在空间中的单向性传播以及宇宙大爆炸造成的宇宙空间的持续性膨胀等所谓的方向性也并非表征时间的单向性,而是相应的变化过程本身所具有的本质属性。另外,通过对物质变化过程的时间倒流变换这一新型的关于时间的对称性变换的详细研究发现任何物质的变化过程都具有时间倒流变换不变性,从而时间方向的改变不会对物质的变化过程产生任何影响,而且任何物理测量手段也不可能发现时间的反向流逝,也就是说时间的反向流逝没有意义,由此得到时间没有方向性从而不具有流动性的重要结论,而这些结论仅仅通过哲学的思辨是无法获得的。通过对物理学中涉及的关于时间的各种概念及理论内容的详细分析,就物理学中由于对时间的关系式的错误理解所造成的时间本质理解上的混乱进行了梳理,使得对时间的各种性质有了正确的、系统的理解,为最终彻底解决时间的本质问题奠定了重要基础。第2章则在第1章讨论的基础上结合哲学上关于时间的性



质的论述对时间的各种性质进行了详细的论述。而在第3章中我们结合前面几个章节中就物理学中关于时间的一些重要结论的分析获得的结论以及历史上一些著名哲学家关于时间的本质的重要论述对时间的各种性质进行了系统的分析,并由此得出了一些全新的结论,在此基础上结合人类历史上关于时间本质问题的重要论述提出了关于时间的本质的定义,这一定义完全凭借科学的结论及逻辑的推理是完全无法作出的。

在最后一章里,通过对时间旅行概念的叙述,详细分析了时间旅行所造成的各种悖论的原因及解决方案,通过对物理学中关于时间旅行的理论的分析并结合对物理学中关于时间问题的全新结论,提出物理学中关于时间旅行的实现方案的论述都是建立在相对论及量子力学对时间概念的错误理解的基础上,而根据时间的维度是“零”的假设证明关于宇宙的非时态模型也是不正确的,从而所谓的时间旅行是不可能实现的,所有关于时间旅行的想法都只是人类的美好幻想。可见,只有通过科学中特别是物理学中所涉及的时间内容的详细、系统分析,修正科学理论中对时间概念的错误理解,才能对时间的概念及各种性质有正确的理解,而只有依据对时间概念的正确理解,才能真正把握时间的本质从而解决时间的本质问题以及关于时间的其他问题,由于时间概念是物理学中最基本的概念,因此正确理解时间概念对科学特别是物理学具有非常重要的意义,也只有正确理解了时间概念,才能正确理解与之密切相关的物理学理论特别是物理方程的真正意义。

由于本书是作者利用业余时间撰写的,因此整个写作过程历时长达两年半。而由于作者知识水平有限,书中错误在所难免,望读者批评指正。在本书的写作过程中我得到了许多人提供的帮助,在此我要对他们表示衷心的感谢。首先要感谢的是尊敬的陈建良先生,正是他对本书几年来持续不断地关注及鼓励才使我能从紧迫感转化为写作的动力并最终完成本作品,而正是他对本书出版资金方面的全力支持使得本书能够顺利出版;另外,对张军先生提供的帮助及所提出的意见和建议表示感谢;还要感谢我的其他同事、朋友的支持;当然更要感谢我的妻子应丽芬女士的理解和支持;没有这些,要完成本书的写作是不可想象的。最后还要感谢责任编辑认真细致的审阅、修改工作使得本作品的质量及可阅读性都有了大幅提高。

作者于无锡

2014年3月7日



# 目录

<b>第 1 章 物质的存在及其变化过程所具有的最一般的性质</b> .....	(1)
1.1 一切物质的存在及其变化过程都具有时间性(即非瞬间性) .....	(2)
1.2 一切物质存在的时间间隔及其完成确定的变化过程所需要的时间间隔具有相对性.....	(16)
1.3 一切物质存在的时间间隔及其完成确定的变化过程所需要的时间间隔具有不确定性.....	(88)
1.4 基本的物质变化过程以及描述基本的物质变化过程的物理方程具有时间反演变换不变性 .....	(100)
1.5 一切物质的存在及其变化过程都具有时间倒流变换不变性 .....	(138)
1.6 一切复杂的物质系统的变化过程本身就具有不可逆性 .....	(158)
1.7 一切物质的存在及其变化过程都遵循能量守恒定律 .....	(182)
<b>第 2 章 时间的本质属性</b> .....	(187)
2.1 时间的客观性、可感知性及可测量性.....	(189)
2.2 时间的连续性及其均匀性 .....	(208)
2.3 时间的绝对性以及时间的测量值的相对性 .....	(223)
2.4 时间不具有方向性 .....	(232)
2.5 时间不具有流动性 .....	(254)
2.6 时间的维度 .....	(277)

第 3 章 时间与物质的存在及变化过程之间的关系以及时间的本质·····	(284)
3.1 时间是密切关联而又不同于物质的存在及变化过程的对象·····	(285)
3.2 时间隐含在(或内在于)一切物质的存在及变化过程中·····	(293)
3.3 关于时间的本质·····	(312)
第 4 章 关于时间旅行问题的讨论·····	(323)
4.1 所谓的时间旅行所导致的各种悖论以及解决方案·····	(325)
4.2 所谓的实现时间旅行的前提条件及理论依据·····	(330)
4.3 时间旅行在现实中没有任何实现的可能·····	(341)
结束语·····	(350)
附论文:物理量及物理方程的时间反演变换——当前存在的问题及系统的 解决方案·····	(352)
参考文献·····	(368)
后 记·····	(372)

## 第 1 章

# 物质的存在及其变化过程 所具有的最一般的性质

物质的变化是指物质的状态或者性质上的改变；而物质的存在则是指存在着的物质总会以某种方式向我们呈现从而原则上能够被我们的感官感知到或被我们相应的仪器检测到，按现象学的说法即存在就是“有”而非“无”。实际上，物质的存在及其变化是自然界中最为普遍从而也是最为我们熟视无睹同时也最令我们人类感到困惑的现象，我们每时每刻都能够感受到物质的持续存在及其变化的不断发生。而自古希腊起人类的智者就已经开始对这些现象及其背后的原因进行广泛深入的思考。如古希腊哲学家亚里士多德在其巨著《物理学》中就对物质的运动及变化进行了哲学思考，从而为其以后的科学哲学创立了一种典范，而由此衍生出来的真正意义上的物理学及化学则成为精确描述物质的运动及变化的科学。哲学及科学的研究发现，时间总是而且必定与物质的存在及其变化过程密不可分地交织在一起，而我们只能在意识中或者描述物质变化过程的科学理论中将二者进行想象性或假设性的分离及抽象，但完全无法在任何科学实验中将二者真实地分离开来。特别是我们对时间的感知及测量必须借助物质的存在及变化过程才能实现，就连时间的各种性质也必须在物质的存在及变化过程中才能够真正体现出来，因此对时间的本质问题的思考同样也不可能脱离而是必须在物质的存在及变化过程中进行。如存在主义大师海德格尔在其《存在与时间》中的研究表明：此在的存在具有时间性，而时间性的到时就是时间。由此可以说明时间与物质的存在之间的密切关系。近、现代科学特别是物理学则更是将时间作为描述物质变化过程的各种物理方程的一个最重要参数，而这些描述物质变化过程的物理方程真正呈现出了时间对物质变化过程的依赖。从科学的角度而言，由于时间的结构过于简单从而仅仅只能作为描述并且依赖于物质的存在及变化过程的一个最基本的对象及参数，因此我们永远不可能发现与物质的变化过程没有任何关系而仅仅只是用于描述时间之间关系的数学表达式，更不可能建立类似于研究空间结构的几何学那样的、专门用于研究时间结构或关系的关于时间的科学。对于时间的这种特征正如德国著名的科学家 F. W. 奥斯特瓦尔德所说：“时间的特性具有如此简单和明显的本性，以致不存在特殊的时间科学。我们需要就它了解的东西看来好像是物理学的一部分，尤其是力学的一部分。不过，时间在动学（phoronomy）中起着必不可少的作用，这是我们现在将要考虑的论题。然而，在动学中，时间好像仅仅以它的最简单

的形式作为单系列的连续流形出现<sup>①</sup>。”这就意味着我们不可能脱离物质的存在及变化过程而对时间及其本质问题进行抽象的论述,因此,要阐述关于时间的本质问题就必须借助关于物质变化过程的各种性质的研究结论,而下面将要分别展开讨论的内容均从某一个角度反映了时间的性质。历代科学家通过对物质变化过程的长期、广泛、深入的研究,积累了包括能够精确描述物质的变化过程的物理学(同时被一些学者称之为关于时间的科学)等在内的大量相关知识,但由于在研究过程中科学家们总是醉心于科学自身的逻辑、数学的结构以及精确的预言能力,而没有或者完全忽视对其中与时间相关的概念的深入分析,从而导致了和时间概念理解上的歧义。因此,除了尽可能地利用这些知识并对其进行详细的分析、甄别之外,还要修正存在于这些知识中可能对时间的本质问题的思考及论述带来混乱的内容,唯有如此,才能对时间的本质问题进行合理的论述并从中获得正确的结论。

### 1.1 一切物质的存在及其变化过程都具有时间性(即非瞬间性)

我们知道,随着时间的流逝,我们宇宙中的一切物质现象都处于永恒的变化过程之中。环顾我们周围的世界,没有也不可能存在永远不发生变化的物质形态。实际上,如果没有变化,整个宇宙及其物质就不可能存在,而一旦我们宇宙中所有物质的变化过程停止了,那么宇宙中所有物质结构就将顷刻间崩塌,所有的一切存在物都将归于乌有。从而一切存在着的物质的变化总是在永不停息地进行着,可以说物质的变化是宇宙中最普遍的现象,我们经常谈论并能够借助科学手段观察到的如宇宙的膨胀、天体的运动、星球的演变、太阳黑子的活动、地球火山的喷发、物态的变化、沧海桑田的变迁、生物物种的进化、生物个体死亡后被分解为分子及原子、地球上季节及气候的变化、地球上各种动物的季节性迁徙、掠食性动物在追逐猎物时狂奔、人类异性派对时激情的舞蹈等都是物质处于永恒变化过程的生动实例;而从古至今在人类文明发展进程中人们也总是在寻找各种方法、通过各种不同的方式描述着观察到的所有物质的变化现象,如在文学中印度诗人泰戈尔在其散文诗集《吉檀迦利》中对物质随着时间的流逝处于永恒的变化之中的状态作了拟人化的描述:“你没听见他静悄的脚步吗?他正在走来,走来,一直不停的走来。每一个时间,每一个年代,每日每夜,他总在走来,走来,一直不停的走来……”又如泰戈尔在其散文《昼夜》中对变化所作的生动描述:“红日西沉,地平线上最后一抹金辉渐渐消失在暮霭的黑幔后面,夜阑姗姗来临了。白昼以光明,夜阑以黑暗,轮番地叩击我们的生活,在我们的弦弹拨什么乐曲?日复一日,在我们中间创造的奇妙

<sup>①</sup> [德]F. W. 奥斯特瓦尔德. 自然哲学概论[M]. 李醒民,译. 北京:商务印书馆,2012:89.

韵律,富于怎样深厚的意蕴?昼夜有规律的现隐,如同昊天的脉动,我们在其间成长起来。我们生活领域里难道不曾凝聚每日明暗转换的涵义?每年雨季,洪水淹没滩地,到了秋季,滩地从水中升起,为播种储存了足够的养料,雨季和秋季的往返,不曾在滩地一层层地撰写历史?”

还有其他无数的文学作品无不是在生动地描述着变化着的世界。音乐作品中如贝多芬的命运交响曲通过优美悲壮的旋律表达了人类命运的坎坷、多变,人生的辉煌、壮丽;此外还有其他艺术作品无不是在借助自己的方式描述世间万千的变化。而在科学中如牛顿力学借助牛顿三定律对物体的空间位移所作的精确描述、电磁学借助麦克斯韦方程对电磁场的变化过程所作的描述、广义相对论借助爱因斯坦引力场方程对物体在弯曲的黎曼空间中的运动所作的描述等。除了描述物质的变化,人们也一直在思考着关于物质变化的问题,如对于什么是物质的变化以及物质变化的恒常性与普遍性等问题,古今中外的著名学者或思想家就有过不同的阐释,如《周易·乾》中对变化的解释:“乾道变化,各正性命。”儒家学者在《礼记·中庸》如是说:“初渐谓之变,变时新旧两体俱有;变尽旧体而有新体,谓之化。”汉代贾谊在《鹏鸟赋》中则有:“万物变化兮,固无休息”。唐朝经学家孔颖达则解释道:“变,谓后来改前;以渐移改,谓之变也。化,谓一有一无;忽然而改,谓之化”。近代史上著名的启蒙思想家梁启超说:“变者,天下之公理也”。英国博物学家赫胥黎在《天演论》中对变化的解释是:“一争一择,而变化之事出矣”;还说:“则天道变化,不主故常是正。”

而辩证唯物主义哲学家则通过对宇宙中各种物质现象的思考就物质的永恒的变化进行了一般性的概括:一切物质都是变化的,变化是一切物质的存在形式,不变只是相对的、表象的,变化则是绝对的、本质的,因此我们可以说物质的变化过程就是物质系统发生、发展、消亡的历史过程,从而物质的变化也可以定义为是物质的一个状态的消失及另一个状态出现(或者一个状态逐渐被另一个状态替代)的过程。对物质的变化,自然科学特别是物理学理论中的定义是:物质的变化本质上是物质状态的变化。而按英国哲学家J. R. 卢卡斯(J. R. Lucas)在其《时间和宗教》一文中的观点,关于物质的变化的定义可以简单地概括为:“如果在另一不同时间事物的状态不同了,那么它发生了变化。<sup>①</sup>”或者更确切地说,如果在不同时刻物质具有不同的状态,从而物质的状态在不同的时刻发生了变化,那么我们就可以说物质发生了变化,否则物质就没有发生变化。这也就意味着我们必须而且只能通过对物质在不同时刻的状态进行比较后才能获得物质的变化是否发生的正确结论,这一关于物质的变化的定义与以上所有相关的定义完全一致。由此可见,物质的运

① [英]K. 里德伯斯,时间——剑桥年度主题讲座[M]. 张邵增,译. 北京:华夏出版社,2011:151.

动或变化是具有时间性的而非瞬间性的,从而谈论在任何一个瞬间物质是否发生运动或变化的问题是没有意义的。物质的变化总是具体地表现为物质的空间位置、外部形态、微观结构、化学成分等的改变,而物质的空间位置的变化(即机械位移)是所有这些变化中最基本的变化形式,其他所有变化形式或者可以归结为或者起因于物质空间位置的变化。当然,在人类历史上对于我们的感官所感知到的物质的变化是否具有真实性,在哲学家及科学家中存在两种不同的看法。唯心主义哲学家认为,我们所看到的一切所谓的物质的变化过程都是幻觉,是完全不真实的现象;而唯物主义哲学家的观点则与此截然相反,除此之外,也有部分物理学家依据描述引力场中物质变化过程运动规律的广义相对论中四维时空流形的概念提出:我们通常感觉到的所谓的物质的变化其实都是我们的幻觉,任何所谓的变化都是不存在的,从而任何物理量的值实际上都是不随时间而变化的这样一种观点。而关于一切物质的变化都是幻觉从而是不真实的这种世界观与我们的感觉经验完全矛盾,与一切实证科学特别是物理学的方法、前提条件及各种结论相冲突,这种观念产生的问题比解决的问题更多,因此,我们不可能坚持这种观念,实际上大多数哲学家及主流科学家也同样对这种观念持怀疑态度。

既然宇宙中一切物质都处于永恒的变化过程中,那么引起物质产生变化的根本原因是什么呢?物理学的研究告诉我们,任何物质系统之间都可以通过物质、能量及信息等交换而发生相互作用,其结果是发生相互作用的双方必然会产生相应的变化,从而任何物质系统的变化都是由于物质系统之间相互作用的结果,这就意味着相互作用就是物质系统产生变化的根本原因。就当前人类的认识能力而言,现代物理学已经证明自然界中存在四种最基本的相互作用力,并且自然界中所有物质系统之间的相互作用都可以归结为这四种基本的相互作用力,它们分别是万有引力相互作用、电磁相互作用、弱相互作用及强相互作用;这四种力的作用范围、作用强度、作用方式及作用对象都是不同的,从而某种作用力产生的结果是导致相关层次的物质单元发生相应的变化。如由于万有引力作用是长程作用,其作用结果导致了宇观层次的物质变化过程,主要表现为宇宙天体的空间位置的改变,当然其他相互作用的作用结果同样可以导致相应规模的物质产生空间位置的改变;电磁相互作用则是物质的状态、物理性质、化学结构从而化学性质等发生变化的根本原因;强相互作用则是导致原子核层次的物质发生裂变及聚变等变化的原因;弱相互作用的结果则是导致比如 $\beta$ 衰变等物质的变化过程。而同样是这四种作用力,由于其作用范围、作用强度、作用方式及作用对象不同而导致物质变化的多样性及复杂性,如果按空间尺寸及涉及的物质单元的规模大小划分,物质的变化可以分为宇观层次的物质变化、宏观层次的物质变化、微观层次的物质变化等。宇观层次的物质变化包括宇宙的起源及演化,恒星系、星系团及超星系团等的形成及演化等。

现代宇宙学的最新观测数据表明,宇宙是在距今 138 亿年前的一次无可比拟的超级大爆炸中从“乌有”产生出来,在随后的时间里夸克、电子、质子、中子等构成宇宙中所有物质的最基本的物质单元被产生出来,而且直到今天科学家仍然能够观察到宇宙的微波背景辐射、宇宙的整体膨胀等宇宙大爆炸的遗迹或结果。宇观层次的变化还包括行星系(如我们的太阳系)、银河系及河外星系、星系团等的形成及演化等。科学家们经过长期的研究发现以上各层次的物质的相互作用以及由这些相互作用引起的相应的变化都具有规律性,并且这些规律可以借助各种科学的理论体系加以描述。宇观层次的物质的运动规律可以用广义相对论进行描述;而由于构成宇观层次的物质的次小单元是宏观层次,最小单元是原子、质子、中子、电子等微观粒子,所以对宇观层次的物质的变化的研究同样也离不开对其宏观及微观层次的物质的变化过程的描述。宏观层次的物质的变化包括声、热力、光、电磁、化学、生命等变化过程,这些变化过程可以借助经典物理学、化学及生物学进行描述。而由于构成宏观层次的物质的最小单元仍然是原子、质子、中子、电子等微观粒子,所以对宏观层次的物质变化的研究同样离不开对其微观层次的物质的变化过程的描述。微观层次的物质变化包括强子、轻子的生成及湮灭,光子的交换、吸收和辐射,原子核的聚变、裂变及衰变等变化,这些物质单元均表现出波粒二象性,其变化规律可由量子力学的薛定谔方程或海森堡的矩阵力学等进行描述。

我们知道,描述上述三个层次的物质的变化规律的最基础的物理理论是狭义、广义相对论及量子力学,而狭义、广义相对论及量子力学中描述相应的变化过程的最重要的方程都是关于时间的微分方程,这些微分方程本质上是用于描述某些相关的物理量在微小的时间段内所产生的相应的随时间而变化的微小变量之间的关系等式,即方程中所涉及的物理量的任何微小的变化都是在微小的时间间隔内(而不是在瞬间或者零时间间隔内)产生的。其实在物理学的所有学科中所涉及的运动学及动力学方程几乎都是关于时间或时间的微分的等式,这也就意味着所有被物理学方程所精确描述或近似描述的物质完成其变化过程都要经历一定的时间间隔、从而具有时间性(其反义词是瞬间。在物理学中,时间性通常用时间间隔  $\Delta t = t_2 - t_1$  或时间的微分  $dt = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \Delta t$  进行量化表述),也即任何层次的物质的变化过程都不可能在瞬间(即零时间间隔)完成,即使是这一变化过程需要的时间非常短暂、进行得非常迅速,这一点已经得到了包括天文学、物理学、化学、生物学乃至考古学等各方面的科学观测的证实。如宇宙学家从天文学家的观测数据推断宇宙是从大爆炸中产生的,按我们星球上的格林尼治时间计时宇宙从诞生起到今天已经经历了 138 亿年之久的时间间隔,说明宇宙演化到目前的状态不是在瞬间而是经历了漫长的时间间隔才完成的,这是一个完全超出人类想象的时间段;构成包括我们的太阳系在内的所有宇宙天体的全部物质微粒都是在宇宙诞生初期于非常短



暂的时间内产生出来的,这即是说构成所有宇宙天体的微观粒子的产生过程也不是在瞬间完成的,而都是经过一定(也许非常短暂)的时间间隔才被全部产生出来的。又如地质学家通过测定地球土壤中的一些半衰期较长的放射性元素与其稳定的同位素的含量的比值确定地球的年龄大约为 46 亿年,这就是说地球从其初始的混沌状态演化到现在的状态经历了漫长的时间间隔,完全不是瞬间完成的;赖尔在其 1830—1833 年出版的《地质学原理》中首次引进了地球演化的思想,提出了地球缓慢进化的渐变性,实际上用科学的方法证明了地球的演变是经过了漫长的时间间隔而非瞬间完成的;又如通过对地球上的动物化石的年龄的测定可以确定如恐龙的化石已经经过了大约 6000 万年的时间,也就是说恐龙化石的形成不是瞬间完成的,而是经过了漫长时间间隔的变化过程才成为我们现在所看到的形态。

再比如一化学反应的反应物是  $H_2$ (氢气)和  $O_2$ (氧气),两种气体反应后生成  $H_2O$ (水),从一定质量的反应物  $H_2$ (氢气)和  $O_2$ (氧气)被置于同一个容器中开始到一定质量的生成物  $H_2O$ (水)产生出来为止,这一变化过程的完成显然也是要通过一定的时间间隔(也许这一时间间隔非常短);又比如一个物体完成从一个空间位置到另一个空间位置的变化同样要经过一定的时间而不可能在瞬间完成。再比如许多微观粒子从产生到湮灭的整个变化过程都需要经过一定的(也许是非常短暂的)时间才能完成而绝对不可能在瞬间完成;否则,如果这些变化过程是在瞬间完成,也即是说如果某种微观粒子在产生的同时就湮灭了,那么这些微观粒子就无法对所有其他存在的物质单元产生任何形式的影响(当然也无法被任何科学的观察所证实),这样的粒子及相应的变化过程将如同完全没有存在或发生过一样,因此假设这样的粒子及相应的变化过程的存在没有任何意义。而对于那些远超出人类的感知及想象范围的、变化速度非常快及存在时间非常短暂(甚至通常被认为几乎不需要时间)的物质形态,科学家们借助高速摄影机的帮助也能够发现这些过程仍然具有时间性。例如利用高速摄影机,科学家甚至能够拍摄到光子在非常短暂的时间间隔内的运动情况。当然,有人可能会提到所谓的突变现象,认为突变现象的存在说明有些物质的变化过程可以不需要时间。其实,理想的物质的突变现象从本质上说就是物质的质变临界点或者是转折点或特殊的节点。在突变论中常用折叠、尖顶、燕尾、蝴蝶、双曲奇点、椭圆奇点、抛物奇点等特殊的数学结构描述这样一些特殊的节点,也即突变从本质上来说就是物质变化过程中的其中一个特殊的状态,确切地说突变本身不是一个过程而是变化过程中的一个状态,虽然物质的变化过程在经过这一特殊状态时不需要时间,但物质的变化过程要达到这一特殊点必定需要时间和量变的积累,也就是说突变不可能在一个时间间隔中持续发生,即突变现象的存在并不意味着有些物质变化的发生可以不具有时间性。而就真实的物质的突变过程而言,要完成整个突变同样需要时间,具有时间性,也就是说突变本

身就是一个非常短暂的过程。比如对于用炸药对矿山进行爆破这一过程而言,炸药爆炸从而矿石飞起的一瞬间就是突变,但人们使用高速摄影机对爆破进行摄影时会发现在炸药爆炸时矿石缓慢飞起的过程,即这里的突变本身也是一个过程,其发生也需要时间,只是这一时间通常非常短并且往往是不确定的、没有规律的,从而为了便于用数学模型进行处理往往假定在突变发生的节点上完成这些突变所需要的时间为零。另外,由相对论可知,当物体的运动速度接近甚至达到光速或者物体处于黑洞中这些极端情况时,相应参照系中的时间会停止。那么,在这样的参照系中的物体完成其任何变化过程仍然需要时间从而具有时间性吗?结论是肯定的,具体情况将在下面的章节中详细讨论。实际上,当我们对任何被描述的物质变化过程的状态进行比较时,时间性都会立刻凸显出来,从而凡是涉及变化都必定要涉及时间性。总之,任何物质在任何条件下其变化过程都具有时间性这一点得到了所有科学理论及科学观察的证实,具有普遍的意义。

上面提到的许多物质的变化过程(例如关于宇宙的产生及变化的整个过程)的时间性的实例大多是科学观察及推理的结果,有些甚至是我们从未感受过,同时也是远超出我们的想象力的具有时间性的变化过程,但这并不意味着我们对物质的变化过程的时间性都只能依靠科学的论证及实验仪器的观测才能加以认识、把握。实际上我们每一个有正常感知能力的人每时每刻都在感受、经历着时间的流逝(为叙述的方便,在此暂且使用时间的流逝这一虽然有问但非常形象的关于时间是如何显现出来的描述方式,关于时间的流逝问题下面的章节还将进行较详细的讨论),我们每个人自降生到这个世界起直至离开这个世界为止,都要经历婴儿、童年、少年、青年、壮年、老年的变化过程,在这整个变化过程中我们无时无刻不在感受周围所发生的各种各样的物质变化过程,而我们所感受到的所有这些物质的变化过程都要经历相应的时间。比如我们在少年时每天都在期盼长大、期盼长大后实现自己的理想,其中的原因是由于从小到大的成长过程是一个缓慢的生理变化过程,这一物质变化过程是需要经过一定的时间才能完成的;而我们的理想的实现也需要我们不断地进行知识及经验的量的积累最终达到质变的发生,这一变化过程同样需要经过一定的时间;再比如我们早晨醒来后起床、刷牙、吃早饭、而后去上班、上班过程中处理相关的各种事务、而后下班等等所有这些过程都需要经过一定的时间。又比如当心情极度沮丧时,我们听一首喜爱的乐曲,在听完整个乐曲后我们的心情可能会变得非常愉悦,这也就意味着我们的心情完成从沮丧到愉悦的变化过程也是需要经过一定的时间的,这种变化过程不可能在瞬间完成。特别是我们的一生都是在周而复始的期待、期盼、等待星期天(或发薪水的日子)这些特殊日子的到来中度过的,这里的原因还是由于要完成从一个星期天(或发薪水的日子)到下一个星期天(或发薪水的日子)的变化过程必须经历一定的时间,这一变化过