

深空探测科学与技术著作丛书

相对运动 与时间不变原理

Relative Motion
and Time Invariant Principle

张伟 著



科学出版社

深空探测科学与技术学术著作丛书

相对运动与时间不变原理

Relative Motion and Time Invariant Principle

张 伟 著

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书是关于物质运动和时空基础理论的专著。全书从当前物理学几大基本理论之间关于时空观点的基本矛盾出发,对世界的物质属性、物质的根本属性、物质运动的状态等进行了详细论述,并基于时间的意识属性这一基本的哲学观点,对于时间与空间、速度的基本关系问题,提出了“时间不变”的全新观点,建立了以相对运动为基础的新时空学说——相对运动论。该理论旨在对物质运动的基本规律进行全新的审视,并尝试运用这一新体系和时空观对经典力学、相对论和量子力学之间长期争论不休的矛盾加以分析和解释。

本书观点新颖,理论体系完整,与物质运动、深空导航等实际问题紧密联系,内容编排力求循序渐进、逻辑严谨、知识连贯,既具有基础性又具有一定的实用性,适合从事物理、天文、航天等领域工作的有关科技人员阅读,亦可作为相关专业研究生或爱好者的扩展阅读参考书。

图书在版编目(CIP)数据

相对运动与时间不变原理 / 张伟著. —北京: 科学出版社, 2016. 9

(深空探测科学与技术学术著作丛书)

ISBN 978-7-03-049985-1

I. ①相… II. ①张… III. ①相对论—研究 IV. ①0412.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 229622 号

责任编辑: 王艳丽

责任印制: 谭宏宇 / 封面设计: 殷 靓

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

南京展望文化发展有限公司排版

苏州越洋印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2016 年 9 月第 一 版 开本: A5(890×1240)

2016 年 9 月第一次印刷 印张: 6 1/4

字数: 141 000

定价: 68.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

卷首语

先有惊世骇俗的想法,才有实现它的希望。

——阿尔伯特·爱因斯坦

时间从来都没有客观地存在过,它只是人们真实而强烈的主观感觉。

——张 伟

空间科学探索是人类认识宇宙的主要途径,而时空关系则是空间科学研究中最为基础和根本的问题之一,国内外相关领域的研究一直是热点,同时争论的声音也从未中断。国际上甚至发射了空间探测器,致力于对相对论和量子力学等理论的时空观点进行在轨验证。

该书从独特的视角出发,将时间与空间、速度的关系问题作为一个基本的问题加以研究,探讨了时间的主观意识属性以及空间和运动的客观物质属性;并立足于“空间与速度应视作基本物理量而时间应视作空间和速度的导出量”这一基本观点,重新审视了我们的“客观物质世界”,形成了以“时间不变原理”为核心的全新时空学说——相对运动论。

我对该书作者张伟以及他的研究团队十分了解,他们不仅在近地卫星、深空探测等航天工程领域取得了很好的成绩,更可贵的是,在空间科学的一些前沿问题上,也提出了许多创新的想法。尽管有些内容和猜想还有待进一步验证,但书中给出的创新观点和自然而然的猜想以及作者对传统理论批判性吸收的精神,令人印象深刻。

该书的观点新颖、内容翔实、表述严谨,具有较高的学术创新性和实际指导意义,建议相关专业研究生或技术人员阅读。

方 成

2016年5月

时间是客观存在吗？它真的如爱因斯坦所说，是宇宙四维时空中的一维？

传统上，速度由空间和时间来定义，那么速度是客观存在吗？如果是，那么它与空间、时间的关系究竟该如何表述才是物质运动的真相？

以上是本书将要着重思考并讨论的问题。该问题困惑并驱动着著者思考了十余年之久，直至近期才逐渐形成自认为比较清晰的认识。这些新认识的取得实属不易，并与传统认识大相径庭，使著者决定将其整理成册。原本无意出版，但经不住几个年轻人的再三鼓动，思虑许久，才决意将本书付梓，因为他们的激情、创意和探索精神感染并打动了他们。

之所以犹豫，是因为书中所涉及的上述问题和讨论的主题太过基本，而著者所提之观点又太过悖逆。由于太过基本，所以很多明显的矛盾一方面学界熟视无睹，另一方面又引起众多有兴趣的学者长期的质疑、争鸣却无定论。由于国家重点基础研究发展计划(973计划)“深空探测高精度天文测角测速组合自主导航基础研究”项目开展的缘故，这一主题激发了著者和几个充满想象力而又极富激情的年轻学者的浓厚兴趣和创新灵感，经过几年的思辨和探讨，才有了本书中的一系列全新观点的提出。

由于太过悖逆,所以当这一系列自然而然的、唯物的全新观点呈现在面前时,著者自己也难以置信!但质疑与挑战的科学精神和朴素、真实的大自然,又给了著者以无穷的勇气和力量。

毫无疑问,书中的一系列观点与传统科学的权威认知相去甚远,这些观点的正确与否可能尚需很长历史时间的争鸣和检验,但如能引起志同道合者讨论的热情,著者即深感欣慰了,因为我们知道一个永恒的真理:创新,至善之止!

张 伟

2016年5月

物理学是一门以唯物论为哲学基础,研究客观物质相互作用与运动规律的自然科学。千百年来,物理学家从大自然中观察现象、总结规律、预言未知,正是他们对真理的不懈追求,帮助人类摆脱愚昧、掌握理性、走向文明。

20世纪以来,物理学逐渐陷入了对“大统一理论”不懈追求却久不可得的困惑当中。经典物理、相对论与量子力学之间似乎既存在着千丝万缕的联系,又存在着无法逾越的鸿沟。而量子力学关于不确定原理和量子态坍缩的表述,更是将物理学拖入了一场唯物主义与唯心主义的旷日持久的论战当中。

物理学的研究对象是客观物质世界,即大自然。能从自然的角提出一种新理论并解决上述矛盾,是笔者长期以来的愿望,也是撰写本书的主要目的。本书从“世界是物质的、物质是运动的”这一基本哲学观点出发,从自然朴素的角度,重新审视了时间、空间与速度关系的传统观点,提出了全新的关于时间、空间和物质运动的基本观点,并尝试用该观点解释或协调经典物理、相对论与量子力学之间的矛盾,形成一个完整的、自然而又自治的,以相对运动为基础的全新时空理论体系——相对运动论。

“人法地、地法天、天法道、道法自然”是东方古老哲学的智慧结晶。宇宙即世界,即时空,是科学研究的永恒主题。相对运动论的提出正是将东方古老哲学的智慧结晶与现代科学最新研究成果结合起来的一次有益的尝试和努力。

翻开本书,让我们一起回归自然,一起来感悟时空,融入

宇宙!

全书共 8 章。第 1 章概述了经典物理、相对论、量子力学的产生与发展的历史背景;第 2 章分析了现有物理学几大基本理论间时空观点所面临的困惑与矛盾,指出矛盾的根源在于对时间、空间与速度的本质属性认识的不同;第 3 章阐述了世界的物质属性以及认识物质世界的工具“数学”;第 4 章阐述了物质的根本属性“运动”,对碰撞和力的定义进行了重新审视,并给出了重力本质的“涡旋裹动”猜想;第 5 章阐述了速度与空间的关系,指出空间和运动均有“内、外”之分;第 6 章是本书的核心,阐述了时间与时刻的区别,并重新定义了时间与空间、速度的物理关系,推导并证明了时间不变原理;第 7 章运用时间不变原理代替光速不变原理,对相对论的部分观点进行了修正;第 8 章对相对运动论进行了系统性的表述,同时运用这一理论,对现有物理学几大理论间的矛盾以及波粒二象性、引力本质等经典的物理现象进行了全新解释。

特别感谢南京大学方成院士、中国测绘科学研究院林宗坚教授、新加坡国立大学葛树志教授在本书撰写过程中给予的鼓励、支持和指导!感谢上海航天技术研究院、上海卫星工程研究所和上海市深空探测技术重点实验室各级领导、同仁在多年科研工作中的支持和帮助。尤其感谢陈晓、尤伟博士在本书撰写过程中所做的大量有益的研究与整理工作。

此外,书中的许多想法和观点是在科技部 973 计划项目“深空探测高精度天文测角测速组合导航基础研究”(项目编号:2014CB744200)的研究过程中受到启发逐渐形成的,并且本书的撰写和出版得到了该项目的大力支持和资助,在此向项目研发团队表示衷心的感谢!

虽力求科学与严谨,但由于本书观点与猜想具有一定的挑战性,限于作者水平,不当之处敬请读者批评指正。

著 者

2016 年 8 月 于上海

序
自序
前言

第 1 章 绪论	1
1.1 经典物理	3
1.1.1 经典力学	3
1.1.2 经典电动力学	5
1.1.3 经典热力学	6
1.1.4 经典物理的时空观	7
1.2 相对论	11
1.2.1 相对论产生的历史背景	11
1.2.2 狭义相对论	12
1.2.3 广义相对论	14
1.2.4 相对论时空观	18
1.3 量子力学	19
1.3.1 波粒二象性	20
1.3.2 薛定谔方程	23
1.3.3 波函数及其统计解释	25

1.3.4	EPR 佯谬	27
1.3.5	量子力学的时空观	30
1.3.6	玻尔、爱因斯坦关于量子力学的论战	31
1.4	小结	33
第 2 章	物理学时空理论的困惑与矛盾	34
2.1	经典物理时空观的困惑	34
2.2	相对论时空观的困惑	35
2.3	量子力学的时空观	37
2.3.1	令人费解的量子力学	38
2.3.2	量子力学与经典物理时空观的不同	40
2.4	矛盾的本质与根源	42
第 3 章	世界的物质属性	45
3.1	世界的定义与起源	46
3.2	物质世界的认识	49
3.2.1	世界的维度	49
3.2.2	微观物质世界	52
3.2.3	物质的质量与能量	54
3.2.4	光是物质吗	55
3.3	认识物质世界的工具：数学	57
3.3.1	什么是数学	57
3.3.2	物理学与数学	59
3.3.3	极限的意识属性与微积分	62
3.3.4	广义相对论的数学基础——黎曼几何	66
3.3.5	普朗克常数	68
3.3.6	小结	70

第 4 章 物质的根本属性：运动	71
4.1 物质运动的基本形式：碰撞	72
4.1.1 经典物理中的碰撞	72
4.1.2 关于碰撞的几个新观点	74
4.2 力的定义与本质	79
4.2.1 物质间的基本作用力	79
4.2.2 力的本质：基本粒子间的相互作用	80
4.3 引力存在吗？——苹果是如何落地的	82
4.3.1 万有引力真的存在吗	82
4.3.2 万有引力的起源	83
4.3.3 万有引力的困惑	85
4.3.4 旋转的牛顿桶	87
4.3.5 苹果落地的根本原因——“涡旋裹动”猜想	88
4.3.6 自然界中的涡旋现象	90
4.3.7 “涡旋裹动”猜想的实验验证方法	97
4.4 膨胀理论及其不足	98
4.4.1 膨胀理论的基本观点	99
4.4.2 对膨胀理论的解释	99
4.4.3 对膨胀理论的质疑	101
第 5 章 运动的状态：速度与空间	103
5.1 速度的定义与本质	103
5.2 力与运动的关系：力是速度变化的原因	104
5.3 空间的定义与本质	105
5.4 内外部空间	110
5.5 内外部运动速度	110

5.5.1	外部运动速度	111
5.5.2	内部运动速度	111
5.6	内外部运动与内外部空间的关系	113
第 6 章	物质的运动规律：时间与空间、速度的关系	114
6.1	时刻的定义	115
6.2	时间的定义与本质：意识属性	117
6.3	物质的运动规律：时间与空间、速度的关系	125
6.4	时间不变原理	128
6.4.1	时间不变原理的表述	128
6.4.2	证明与推导	129
6.4.3	多种时空的同时存在性	131
第 7 章	相对论的修正	138
7.1	光速不变问题	138
7.1.1	光速不变假设是否合理	140
7.1.2	光速不变性得以提出的根本原因	141
7.2	基于时间不变原理的相对论修正	142
7.2.1	洛伦兹变换的改进与相对论的修正	142
7.2.2	对迈克耳孙-莫雷实验的重新解释	144
7.2.3	对几个相对论现象的新解释	146
7.2.4	深空导航中的应用	151
第 8 章	自然的时空观：相对运动论	155
8.1	矛盾本质与根源的答案	155
8.1.1	海森伯不确定原理的两种形式	155
8.1.2	不确定原理中存在的问题	156

8.1.3 本质与根源	157
8.2 相对运动论	157
8.2.1 运动的相对性	158
8.2.2 相对运动的基本观点	159
8.2.3 相对运动论	160
8.2.4 几个经典问题的新解释	163
8.2.5 道法自然：一动一世界	175
结束语：苹果终于落地了？	177
参考文献	178
附录1 公理与定义	182
附录2 观点、推论与假说	183

随着科技的进步,人类对时空的认知不断地向宏观与微观两个极端延伸。2013年3月,欧洲核子研究组织(CERN)宣布成功探测到了“上帝粒子”——希格斯玻色子,其大小仅为 10^{-27} m量级;同年9月,美国航空航天局于1977年发射的“旅行者1号”(voyager 1)探测器离开了太阳风层,首次进入了星际空间(距离太阳约190亿km)。

2016年4月,物理学家霍金提出“突破摄星”(breakthrough starshot)项目,计划采用激光推进技术,将上千颗纳米航天器加速至 $1/5$ 光速,实现在20年内到达距离太阳系最近的恒星——半人马座阿尔法星(距离地球约4.3光年)的目标。按照霍金的设想,曾经仅存在于理论中的“光速飞行”将在不久的将来成为现实。

种种迹象表明,物理学家正在宏观与微观两端一步步地触及客观物质世界的本质。如何在新的时代背景下对物质、运动、时间和空间等基本概念进行重新认识和定义,成为一个不可回避的问题。

千百年来,对物质、运动、时间和空间的认识是物理学发展进程中不断引发猜想和争论的一个命题。回顾物理学史,经典物理学在19世纪后半叶达到了顶峰。当人们认为物理



学理论体系已经完整时,开尔文爵士在 1900 年发表了题为《在热和光动力理论上空的 19 世纪乌云》的演讲,文中提到“动力学理论断言,热和光都是运动的方式。但现在这一理论的优美性和明晰性却被两朵乌云遮蔽,显得黯然失色……”。

谁也没有想到,正是这两朵乌云把经典物理体系推翻重建,为新世纪的物理学带来伟大的新生。自此以后,“乌云”的比喻在物理学的相关论著中被反复引用,成为了一种象征,它既代表了现有理论无法解释的现象,也代表了向一切既有和权威挑战的精神。

观点的争鸣是科技文明发展的原动力,它促使我们不断地去质疑旧世界,发现新世界。从哥白尼、伽利略到牛顿、爱因斯坦,再到量子力学,科学家在对既有理论一次次的推翻与重建中不断尝试着接近真理。

每个时代都会有属于它自己的光辉和乌云。科学进步的速度日新月异,从 1543 年哥白尼的《天体运行论》引发了近代科学革命,到 1687 年牛顿的《自然哲学之数学原理》奠定了经典力学的基础,历经一个半世纪之久。而从 1900 年普朗克的《黑体光谱中的能量分布》创立量子论,到 1930 年狄拉克的《量子力学原理》完成量子力学基本观点的综合阐述,只用了 30 年,但关于量子力学与经典物理之间的争论却仍在延续。万有引力和牛顿三大定律已经指引人类探索太空超过了三个世纪。或许就像日心说对于地心说,相对论之于经典力学那样,人类对时空本质的认识再一次接近了一个大变革的时代,这种变革带来的变化将远超出现代人的认知水平。

在对新的时空观进行系统论述前,有必要对经典物理、相对论和量子力学的主要观点进行一番回顾和总结。通过总结与分析可以归纳出一个重要的结论:从牛顿经典物理到爱因斯坦相对论,再到玻尔、薛定谔的量子力学,物理学研究的根本问题即物质运动

的规律问题,而物质运动规律的基本问题则是时间、空间和速度的关系问题!这一基本的时空观问题恰恰是确定性时空、时空扭曲、波粒二象性、不确定性原理以及不确定时空等现代物理学的各种主要观点之间矛盾的总源头。

下面对经典物理、相对论以及量子力学的基本内容和时空观进行简要回顾与总结。

1.1 经典物理

经典物理学的发展是以牛顿力学的宇宙模型为基础的,它像一块巨石一样支撑着整个科学,为自然哲学提供了稳固的基础,达三个世纪之久。

经典物理学(classical physics)是以经典力学、经典电动力学和经典热力学为三大支柱的理论体系。

1.1.1 经典力学

对运动和引起运动原因的研究,一直是自然哲学的中心论题之一。经典力学的发展经历了牛顿力学、拉格朗日力学、哈密顿力学等多个阶段,其中牛顿力学是经典力学发展的第一个阶段,也是最重要的阶段。

1687年,牛顿(图1.1)总结和发展的伽利略等前人的研究成果,出版了《自然哲学之数学原理》一书,标志着经典力学体系的建立。牛顿力学以牛顿运动定律和万有引力定律为基础,为描述速度远小于光速的宏观物体的运动提供了理论基础。

牛顿第一定律(惯性定律):任何物体都保持静止或匀速直线