

Light search 续成/著

光的求索

——解析狭义相对论

续成/著

Light searches

光的求索

——解析狭义相对论

- 如果狭义相对论是个错误，不必紧张，不必迷茫，科学的脚步不会有丝毫停留，基础科学的物理学更不会倒退。
- 如果狭义相对论是个错误，不必惊慌，不必消沉，近代物理学的大厦不会倒塌，掉落的只是附在它上面的尘土。
- 如果狭义相对论是个错误，不必惋惜，不必责怪，爱因斯坦开创的道路不会终结，他的理想与精神将始终与我们同在。
- 在支持相对论者看来，相对论是不可动摇的近代经典，反对它的人是无知的表现，但是这一切都建立在光速不变性的假设之上，如果这个假设是不成立的，那么相对论将是一个由错误堆积起来的大厦。
- 在反对相对论者看来，相对论是充满错误的物理谬论，支持它的人是蒙昧的学阀，但一百年来被遭指责的相对论依然屹立，如果狭义相对论是个错误，那么真理何在？它又将以何种面貌留给后人？



海南出版社
HAINAN PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 (CIP) 数据

光的求索：解析狭义相对论 / 续戍著. — 海口：
海南出版社，2011.5

ISBN 978-7-5443-3812-7

I. ①光… II. ①续… III. ①狭义相对论—研究
IV. ①O412.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 096416 号

光的求索——解析狭义相对论

作 者：续 戍

责任编辑：陈 波

封面设计：颜好强

印刷装订：海口恒久彩色包装印刷有限公司

海南出版社 出版发行

地址：海口市金盘开发区建设三横路 2 号

邮编：570216

电话：0898-66830932

经销：全国新华书店经销

开本：889mm × 1194mm 1/32

字数：100 千字

印张：4.75

版次：2011 年 6 月第 1 版 2011 年 6 月第 1 次印刷

书号：ISBN 978-7-5443-3812-7

定价：15.00

序言

近代物理学是 20 世纪以来，相对以牛顿力学、热力学和麦克斯韦电磁学理论为核心的经典物理学而后的物理学的总称，它的两大理论支柱是相对论和量子力学理论。虽然因此相对论已经被称为近代物理学的经典理论，但是作为近代物理学基础的狭义相对论自从它诞生以来，对它的争议就一天没有停歇过。对大多数人而言，它始终是疑惑重重、高不可攀的物理学理论。其实我们把它称为近代物理学的经典理论，除了其理论所本应具有的正确性与合理性之外，更多的是因为它对未知的物理现象，提出了一种明确的假定解释和其相对应的物理模型。狭义相对论是通过假定真空光速不变性成立，而得出了一个全新时空观的物理模型，它能够解释以往我们无法理解的很多物理现象，并得到了许多相关的物理实验的证实，这样相对论就成为一个经典物理学理论无法代替

的物理学理论。那么是什么使得相对论那样难以理解呢？我们常常把狭义相对论看成是对物理学时空观念的变革，其实难以理解的并不是变革本身，而是这种新的时空观念彻底破坏了以往人们所认识的时空观。这种破坏是许多人无法接受的，因为它破坏的是人们以往感知的时空观念，这就如同让古人认识地面是球面不是平面一样困难。

自 2003 年我参加了西安·相对论与物理创新国际学术研讨会后，一直感到有必要对前面的研究加以总结和补充，更加详细、全面、科学地解析狭义相对论所涉及的时空关系与它的物理意义，寻找一个真正符合实际的物理模型及对应的数学模型，来结束一个世纪以来对狭义相对论的争论，为现代物理学的发展和统一寻找出一条可行之路。

在这次西安会议上，批判和反对相对论的声音远远大于支持的声音，这虽然从一方面说明相对论中可能确实存在着某些错误，或者说的不完善的一面，但爱因斯坦和近百年来的物理学家并不笨，维护和支持它的诞生和发展也自有一番道理，所以不能因为相对论中存在的问题或错误，就把这看成是彻底否定相对论的理由。物理

学上还从未有过像相对论这样得到如此强烈而持久的争论，其实盲目过多的争论已经对相对论没有太多的益处，冷静地思考寻找物理现象正确的解释才是现在真正的需要。

会议上有几种主要的对狭义相对论的质疑：一是对光速不变性的质疑；二是对相对论的数学模型与时空观的质疑；三是对狭义相对论的质能关系的质疑。主要提出的修正观点有：提出自然界存在超光速现象与实验；提出类似“以太”的物质修正论等，来否定和修正狭义相对论，甚至将相对论问题提到哲学范畴，提出相对论不符合某些哲学观点的看法。虽然这些观点有着积极的一面，但看到有些与会代表在会上漫无边际地批判相对论，甚至在给大学生进行的讲座中也提出完全否定相对论的观点，而不是提出可行的一种模式和思路让他们思考，这使我十分忧虑。

其实在此期间，我一直在想我们到底懂不懂相对论呢？如果科学的基本态度之一是疑问，科学的基本精神之一是批判，那么我们又如何对经典的相对论提出疑问和进行批判呢？又如何向后来者讲述相对论呢？

是什么原因造成相对论的这种现象呢？我认为是因

为没能真正理解和认识电磁波的无介质传播性，以及所带来的物理观念上的变革，而过多地以经典物理学的观点来分析看待电磁学和波动学的问题，造成这种对相对论认识不彻底的现象。其实一直以来就狭义相对论的一些问题就没有统一的定论，这也是造成人们对相对论认识的不同的原因之一。例如对“双生子佯谬”的解释就不尽相同，有些书上讲“外出的那位更年轻”，并说已经通过环球飞行实验证明了，甚至将“双生子佯谬”修正为“双生子效应”；另一些则说“两者的时间流失相同”，并通过时间变换公式的推导来证明，把实验中的“不同”归根于两者的不对称关系。

为此，我非常希望能通过此书，讲述我认识的狭义相对论和它的推导过程，其中也包含对物理学统一理论的初步想法。在这里提出的许多观点都是极其新颖、富有革命性的，它将指出了以往狭义相对论错误的所在，也解决了百年来物理学上的难题，从而使狭义相对论更加简洁易懂具有实际意义，也使得狭义相对论与量子力学更紧密地联系起来，从而为物理学的大统一理论创造充分必要条件。

本书将通过以提出疑问、分析现象、得到模型的形

式，希望能给读者提供一个对理论物理学的思考模式，让读者自己从中去体会科学精神和思想。由于物理学必须通过数学模型来进行描述，本书将主要注重理论分析和数学模型的推导，我尽量做到简单明了，以大学普通物理学为基础，所以读者掌握相应的物理和数学知识即可。

此书推荐给那些正在学习高等物理的学习者与理论物理学研究者，希望借此能为你们打开一扇通往未来物理学的大门。

目 录

序 言	1
-----------	---

第一章 从数学模型与物理理论说起

1. 万有引力定律的历史产生背景	2
2. 万有引力定律的建立	4
3. 讨论	9

第二章 经典物理学的空间与时间

1. 经典物理学的划分	11
2. 经典物理学的时空观	13
3. 伽利略变换	16

第三章 机械波——经典力学的空间波动

1. 机械波的波动方程	20
2. 机械波的多普勒效应	24

第四章 狭义相对论的理论基础

1. 狭义相对论提出的历史背景 32
2. 电磁波的波动方程 33
3. 迈克耳孙—莫雷实验与初步分析 41
4. 狭义相对论理论的基础假设 48
5. 电磁波真空传播的分析 51
6. 电磁波波动效应的分析 57

第五章 电磁量子空间的特性与意义

1. 光量子时空惯性系 68
2. 光量子惯性系的速度叠加 71

第六章 电磁波动空间的质点运动学

1. 狭义相对论的数学实质——爱因斯坦膨胀 76
2. 洛伦兹变换 77
3. 光量子时空的速度扭曲 83
4. 洛伦兹速度变换（速度的叠加） 85
5. 实验中的速度与时间 90

第七章 电磁波动空间的质点动力学

1. 狭义相对论动力学基础 97
2. 狭义相对论动力学分析 101
3. 多普勒效应的动力学分析 105

第八章 概述与探索

1. 狭义相对论的意义	108
2. 电磁波的量子特性	111
3. 微观世界与宏观世界的统一	115
结束篇 面向未来	120
 附：我读《时间简史》后随笔	123
主要参考书目	139

第一章

从数学模型与 物理理论说起

物理学是通过观察和总结物理现象，提出物理模型，建立数学模型，推导物理结论的一整套研究物质变化原理的方法。每一个物理学理论都是包含上述方面的整体，缺一不可。可是往往我们在使用或学习物理理论时，并不完全知晓为什么得出这样或那样的物理或数学模型，就将这些数学模型应用到实际的物理问题中。这使我们在现实世界中处理一些实际问题时，会得到不符合物理理论的结果或结论，这就产生了对物理理论的疑问。所以研究物理学必须以分析、总结物理现象和建立适合的物理数学模型为基础，而学习物理学则需要弄清怎样建立这些模型和最初建立它的理由，其学习的最终目的是锻炼和培养学独立的逻辑思维能力，使其学会自己建立和使用符合物理实际

的物理数学模型。

由于我们后面还要对万有引力和电磁力的统一进行讨论，必须在前面对万有引力进行说明，所以这里先以万有引力定律为例，看看当初有何物理现象，牛顿（Newton Issac 1642—1727）又是如何建立它的数学模型的，是不是那个苹果的功劳。

牛顿是世界上伟大的科学家，在物理学特别是力学中有卓越的贡献，而且在数学上，他是微积分的两大奠基人之一。万有引力定律的发现是牛顿在力学上的重大贡献之一。牛顿在研究力学的过程中发明了微积分，又成功地在开普勒（Kepler Johannes 1571—1630）三定律的基础上运用微积分推导了万有引力定律。这一创造性成就就可以看作是历史上最著名的物理理论数学模型之一。

1. 万有引力定律的历史产生背景

15 世纪下半叶，人类社会发展到了一个新阶段，商品经济的繁荣促进了航海业的发展，哥伦布、麦哲伦……扬帆远航，在强大的社会需要的推动下，天文观测的精确程度不断提高。在大量实际观测数据面前，一直处于天文学统治地位的“地心说”开始动摇了，科学家对“地心说”

开始产生了疑惑。

哥白尼在天文观测的基础上，冲破宗教统治和“地心说”的束缚，提出了“日心说”，这是天文学乃至整个科学的一大革命。但是由于历史条件和科学水平的限制，他的理论尚有不少缺陷，如他认为行星绕太阳的运行轨道是圆形的。

丹麦天文学家第谷·布拉赫（Tycho Brahe 1546—1601）对行星运动作了大量观测，积累了 20 年的资料。他的助手开普勒分析研究了这些资料，运用数学工具，发现火星的实际位置与按照哥白尼理论计算的位置相差 8 弧分；在深入分析的基础上，于 1609 年归纳出开普勒第一和第二定律。为了寻求行星运动周期与轨道尺寸的关系，根据老师的大量而且非常精确的天文观测资料，反复研究，终于在 1619 年发现了行星运行周期与到太阳距离之间的关系——开普勒第三定律。以下就是天文学上至今仍然十分著名的开普勒三定律：

（1）行星的轨道是一个椭圆，太阳位于其中一个焦点上。

（2）行星运行过程中，行星和太阳的连线在单位时间内扫过相等的面积。

（3）各行星公转周期的平方同轨道长半轴的立方成正

比。

上述定律只是阐明行星的运动情况，但并没有解释为什么这样运动。那么，是什么力量作用在行星上，使它的速度不断改变并保持在椭圆轨道上运动呢？

牛顿认为一切运动都有其力学原因，开普勒三定律的背后必定有某个力学规律在起作用，他要构造一个模型加以解释。他以微积分为工具，在开普勒三定律和牛顿力学第二定律的基础上，演绎出著名的万有引力定律。这一定律成功地定量解释了许多自然现象，已为其后一系列的观测和实验数据所证实，成为物理学中的一个基本定律。

2. 万有引力定律的建立

首先建立以太阳为原点的极坐标系 (r, θ) ，向径 r 表示行星位置，如图 1 所示。

再把开普勒三定律作为假设 I、II、III，牛顿第二定律作为假设 IV，并分别用数学式子表示：

I：轨道方程为

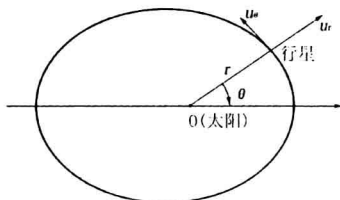


图 1 极坐标系中的行星运行轨道

$$r = \frac{p}{1 - e \cos \theta} \quad (1.1)$$

$$\text{及 } p = \frac{b^2}{a}, \quad b^2 = a^2 (1 - e^2) \quad (1.2)$$

a 为长半轴, b 为短半轴, e 为离心率。

Ⅱ: 单位时间内扫过的面积方程为

$$\frac{1}{2} r^2 \theta' = A \quad (1.3)$$

A 是单位时间内向径 r 扫过的面积, 对某一颗行星而言, A 是常数, $\theta' = \frac{d\theta}{dt}$ 。

$$\text{Ⅲ: } T^2 = k a^3 \quad (1.4)$$

T 是行星运行周期, k 是绝对常数。

$$\text{Ⅳ: } f \propto r'' \quad (1.5)$$

这表示太阳和行星间的作用力 f 与加速度 r'' 的方向一致, 与 r'' 的大小成正比。

以上假设中把所有的行星甚至太阳本身都当作质点来处理, 这是进行数学表述时所作的一种近似或理想化, 因为太阳的半径比太阳到行星的距离小得多, 因而这种近似是合理的。

下面从这四条假设出发, 推出万有引力定律: 太阳与行星间作用力的方向是太阳向行星连线方向, 指向太阳;

大小与太阳至行星间距离的平方成反比，比例系数是绝对常数。

为此，如图 1，选择单位向量为

$$\begin{cases} u_r = \cos\theta i + \sin\theta j \\ u_\theta = -\sin\theta j + \cos\theta i \end{cases} \quad (1.6)$$

$$\text{于是 } r = ru_r, \quad (1.7)$$

由 (1.6) 得

$$\begin{cases} u'_r = -\sin\theta \cdot \theta' i + \cos\theta \cdot \theta' j = \theta' u_\theta \\ u'_\theta = -\cos\theta \cdot \theta' i - \sin\theta \cdot \theta' j = -\theta' u_r \end{cases} \quad (1.8)$$

将式 (1.7) 对 t 求导，利用式 (1.8) 便得到行星运动的速度和加速度

$$r' = r' u_r + r \theta' u_\theta \quad (1.9)$$

$$r'' = (r'' - r\theta'^2) u_r + (r\theta'' + 2r'\theta') u_\theta \quad (1.10)$$

根据式 (1.3)

$$\theta' = \frac{2A}{r^2}, \quad (1.11)$$

$$\theta'' = \frac{-4Ar'}{r^3} \quad (1.12)$$

由式 (1.11) 和式 (1.12) 可知式 (1.10) 右端第二项 $r\theta'' + 2r'\theta' = 0$ ，于是式 (1.10) 为

$$r'' = (r'' - r\theta'^2) u_r, \quad (1.13)$$