

SHUANGSHIKONG XIANGDUILUN
JIQI YINGYONG

双时空相对论 及其应用

张声溪 著



暨南大学出版社
JINAN UNIVERSITY PRESS

双时空相对论 及其应用

张声溪 著



暨南大学出版社
JINAN UNIVERSITY PRESS

中国·广州

图书在版编目(CIP)数据

双时空相对论及其应用/张声溪著. —广州:暨南大学出版社, 2016.9
ISBN 978-7-5668-1871-3

I. ①双… II. ①张… III. ①相对论—研究 IV. ①O412 ②O412.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第125179号

双时空相对论及其应用

SHUANGSHIKONG XIANGDUILUN JIQI YINGYONG

著 者: 张声溪

策划编辑: 刘慧玲

责任编辑: 方 敏 崔思远

责任校对: 黄 颖

责任印制: 汤慧君 王雅琪

出版发行: 暨南大学出版社 (510630)

电 话: 总编室 (8620) 85221601

营销部 (8620) 85225284 85228291 85228292 (邮购)

传 真: (8620) 85221583 (办公室) 85223774 (营销部)

网 址: <http://www.jnupress.com> <http://press.jnu.edu.cn>

排 版: 广州市天河星辰文化发展部照排中心

印 刷: 深圳市新联美术印刷有限公司

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 12

字 数: 238 千

版 次: 2016 年 9 月第 1 版

印 次: 2016 年 9 月第 1 次

定 价: 32.00 元

(暨大版图书如有印装质量问题, 请与出版社总编室联系调换)

内容简介

双时空相对论包含了只适用于亚光速正质量物质世界(正世界)的狭义相对论,并且把它发展成适用于正世界和满足因果律的超光速负质量物质世界(反世界)的新理论。书中严格论证了双时空相对论是个严密的数理逻辑体系,符合了正确理论的要求。它的应用从微观到宇观解决了理论物理学上的许多“老大难”问题,进一步证实了它的正确性。它解决了奇点疑难和宇宙模式两大难题,“认为宇宙由正世界(宇宙热源)和围绕正世界运转的反世界(宇宙冷源)组成”,还证明了反星体飞来和离去的光学多普勒效应都是红移且符合哈勃定律(可惜被错误地当做宇宙膨胀的证据),并强调指出宇宙冷、热源互相调制,很自然地解决了奥伯斯(*H. W. Olbers*)佯谬问题且给出微波辐射背景,无须牵强地引进不可思议的宇宙膨胀论。它向宇宙膨胀论和大爆炸理论提出的挑战,有信心会成功。宇宙冷热源永远并存还轻易推翻了长期困扰着物理学的热寂说。最后,作者论证了目前国外已经有实验可以用来证实超光速负质量星体(反星体)和超光速负质量粒子(反粒子)的存在。在引言中,作者指出,反粒子除有超光速和负质量外还有其他反粒子特征,反世界的反粒子跑到正世界极容易被亚光速正质量物质环境亚光速正质量化(其他反粒子特征不变),而亚光速正质量化的反粒子就是正世界量子场论描述的反粒子。

序

双时空相对论提出了解决百年来困扰着狭义相对论的奇点疑难问题的方法。

近百年来狭义相对论无法摆脱 $\frac{v^2}{c^2} = 1$ 的奇点疑难的追击，只说明它是个不完

善的理论，并非说明它是个错误的理论。现在双时空相对论终于提出了解决奇点疑难的方法。双时空相对论用 c 代表亚光速区和超光速区双方都不能占有的分界线，它作为亚光速区的上极限速度和超光速区的下极限速度而独立存在，被称为极限光速 c 。极限光速 c 的存在等于宣称，宇宙间不存在具有极限光速 c 的物质。广义光速不变原理中的光速就是这个极限光速 c ，因为唯有它才有资格成为普适的宇宙恒量（因为将不是物质的东西放到任何惯性系，它会绝对地保持住不是物质）。双时空相对论中的亚光速和超光速分别指小于和大于极限光速 c 。切勿将极限光速 c 与亚光速区的真空中光速 c 混淆起来。极限光速 c 与两区光子速度值有点差异，如果在建立新生理论之始便急着斤斤计较这么一点差异，就是因小失大。为了顾全整个新生理论架构的大局，只要做点速度延拓，令两区光子速度无限趋近极限光速 c ，就可以将两区在分界线处衔接起来，建立起一个新生的简洁优美的把整个狭义相对论作为特殊部分包含在内的双区统一理论，能够对几乎所有有关的物理现象和规律做出正确的描述，过去亚光速区的有关实验已经证实了这一点，我深信未来超光速区的有关实验也将证实这一点。光子的真实速度问题可以放到个别对光子真实速度敏感的具体问题中去考虑，例如在解决奇点疑难问题时可以令 $v \neq c$ ， $\frac{v^2}{c^2} \neq 1$ 。在处理个别对光子真实速度敏感的具体问题时回过头来考虑光子的真实速度，可以使理论更为完善（ $v \neq c$ 对应光子静止质量不等于零）。

“双区分界线上不容许物质状态存在”极为重要，它保证了由正世界（绝对温度 $T > 0$ 的宇宙热源）过渡到反世界（ $T < 0$ 的宇宙冷源）时不违反热力学第三定律。

张声溪

2011年3月于广州

前言

作者在大学物理系任教期间，喜欢研究物理学出现“带根本性质的严重困难”的物理根源及解决办法。（用物理学旧理论无法解决的严重困难，称为“带根本性质的严重困难”。在物理学发展史上，每当出现带根本性质的严重困难时，就预示着物理学将要发生革命。）

物理学史证明，物理学发展规律是，革命性新理论并非推翻了旧理论，而是全面继承并且突破性发展了旧理论（新理论全面继承旧理论是指，新理论在特殊条件下可以突变过渡到或近似过渡到整个旧理论）。物理学史上两次革命性飞跃发展（相对论和量子论面世）都是如此，因为其中的旧理论都是久经实践考验的相对真理，绝对不能推翻。旧理论必须在特殊条件下整个保留下来，否则物理学不可能有新的发展。

时空问题是物理学的根本问题。伟大的理论物理学家爱因斯坦在其狭义相对论中进行了自然科学史上第一次时空观念革命，为物理学带来了革命性飞跃发展。旧的牛顿时空理论是新的爱因斯坦时空理论在低速情况下的近似结果。然而，爱因斯坦时空仍像牛顿时空那样是亚光速区时空，只能描述亚光速这半个物质世界的物质运动，不能描述超光速的另一半物质世界的物质运动。靠过去的本源基础理论（过去的相对论）只能认识半个物质世界，而相对论又长期停滞在爱因斯坦相对论时代，没有突破性发展，这就是过去物理学界长期无法令人信服地从理论上解决“超光速物质是否存在”“因果律是否不再成立”等理论物理学“老大难”问题的根源。本书进行了自然科学上最新的时空观念革命，把爱因斯坦的亚光速区时空发展为包含亚光速区时空和超光速区时空的双时空。这两类时空的实时空度规张量分量相互突变，即它们的时空性质相互突变，故运动于它们之中的两类物质的性质也相互突变并且分别被称为正物质和反物质。本书严格定量证明了下列内容成立：①双时空相对论在特殊条件下可突变过渡到整个狭义相对论，还增加了突破性新内容。②双时空相对论研究超光速问题得出的结论是：超光速物质客观存在，其超光速运动满足因果律。③双时空相对论提出了解决理论物理学其他“老大难”问题的方法。④从理论上导出了反氢原子的能级。⑤论证了在加拿大和日本等国探测太阳中微子振荡的实验结果就是证实了超光速负质量粒子存在的实验结果。⑥证明了环绕我们公转的超光速星体飞来和离去的光学多普勒效应都是红移并且符合哈勃定律（这是超光速星体奇特的光学观测效应，本是用来证实超光速星体存在的物理现象，但是可惜被错误地用来证实宇宙在膨胀），为此，本书提出了一个“新宇宙论纲要”，并且预言“宇宙膨胀论”和“大爆炸理

论”将会被“超光速星体存在论”和“新宇宙论纲要”取代（靠过去的本源基础理论只能认识半个物质世界，不可能认识整个宇宙）。从上述种种严格定量论证可以清楚看到，双时空相对论全面继承并且突破性发展了爱因斯坦狭义相对论，因而解决了过去无法解决的各种“老大难”问题，并且能预言新事物。值得注意的是，双时空相对论的预言将极有可能得到实验证实，它将极有可能为物理学带来新的革命性飞跃发展。

本书中的正物质是指亚光速正质量物质，反物质是指超光速负质量物质。但对正、反粒子来讲，除速度、质量相互突变外，还有其他性质（电荷、磁矩……）也相互突变。其中超光速负质量的反粒子在正物质世界环境中会迅速变成亚光速正质量化的反粒子，而亚光速正质量化反粒子就是过去正物质世界量子场论中描述的反粒子。

张声溪

2011年3月于广州

目 录

序	1
前 言	1
引 言	1
第一章 双时空相对论的数学基础	7
第一节 对于乘法既结合又交换的四元数代数	7
第二节 八元数代数	8
第三节 八元数代数中的 B 代数是建立双时空相对论的数学基础 ...	12
第二章 双时空相对论	14
第一节 运动学部分	14
§ 1 基本假设	14
§ 2 双时空与基本假设的数学表示·整体观念	14
§ 3 双时空变换	17
§ 4 双时空变换群·同向速度相加公式	23
第二节 动力学部分	30
§ 1 正质点与反质点	30
§ 2 双时空四维动量的变换·正、反质点的能量—动量关系式	33
§ 3 正、反质点运动方程·正、反质点的静止态和静止质量	35
§ 4 能量和动量守恒	37
§ 5 正、反质点的动能和静能	38
第三节 双时空相对论满足因果律	39
§ 1 双时空相对论满足因果律	40
§ 2 四维动量对调变换的互补性和整体性	49
§ 3 反星体的多普勒效应	49
第四节 是宇宙膨胀还是反星体的光测效应——新宇宙论纲要	57
第三章 双时空相对论性波动方程	61
第一节 标量粒子波动方程	61

§ 1 正世界标量粒子波动方程	61
§ 2 反世界标量粒子波动方程	64
第二节 旋量粒子波动方程	66
§ 1 波动方程	66
§ 2 波动方程的平面波解和一般解	68
§ 3 波动方程的协变性	75
第三节 光子波动方程	78
§ 1 势方程	78
§ 2 场强方程	81
§ 3 洛伦兹力公式	83
§ 4 能量、动量守恒定律·正、反世界的场的能量—动量张量的 形式差个负号	86
§ 5 场的能量、动量表示式	88
§ 6 场的自旋表示式	89
§ 7 等速运动的超光速电荷的场	90
第四章 双时空相对论性自由场量子理论	94
第一节 标量场量子理论	94
§ 1 正世界荷电粒子场的量子理论	94
§ 2 反世界荷电粒子场的量子理论	98
第二节 旋量场量子理论	103
§ 1 正世界旋量场的量子理论	103
§ 2 反世界旋量场的量子理论	109
§ 3 揭开 Klein 佯谬之谜的谜底	115
第三节 电磁场量子理论	115
§ 1 洛伦兹规范下的量子理论	116
§ 2 库伦规范下的量子理论	125
第四节 描述量子场论的正、反世界语言·消除真空零点能的发散 困难	129
第五章 双时空相对论性相互作用场量子理论	131
第一节 量子电动力学中的逆时描述	131
第二节 散射矩阵元·过程的几率与威克定理	131
§ 1 正世界理论的散射矩阵元与过程的几率	131
§ 2 反世界理论的散射矩阵元与过程的几率	132
§ 3 适用于正、反世界理论的威克定理	134
第三节 正、反世界理论的费曼规则	135

第六章 当代重大的实验科学课题	138
第一节 太阳中微子振荡 $\nu_L \rightleftharpoons \bar{\nu}_R$ 并不违反双时空相对论	138
第二节 从实验上证实超光速负质量物质存在将成为当代实验科学的重大课题	142
第七章 几个极有意义的问题	144
第一节 反氢原子的能级	144
§1 反氢原子的概貌	144
§2 反氢原子的能级	145
第二节 用非重正化方法消除量子电动力学中的发散困难	149
§1 基本的单圈发散	150
§2 变换 R	158
§3 用非重正化方法消除量子电动力学中的发散困难	163
第三节 电子偶素·亚光速正质量化与超光速负质量化·强子模型与夸克幽禁·真空	166
§1 电子偶素·亚光速正质量化与超光速负质量化	166
§2 亚光速正质量化与超光速负质量化的理论描述	168
§3 物理环境可以改变粒子的有效物理性质	168
§4 强子模型与夸克幽禁	169
§5 真空	170
附 录(简要介绍书中若干问题)	172

引言

我一直深信有超光速质点存在。物理学界长期未能令人信服地从理论上论证有超光速质点存在，我认为其基本困难有两个，一个来自物理学本身，另一个来自数学。

先讲来自物理学本身的基本困难。以爱因斯坦为首的许多杰出的理论物理学家认为自然界只存在正质量质点，于是由狭义相对论得出结论：自然界的一切质点都不能超光速。我认为这个结论已经成为建立超光速理论的障碍。而不少超光速论者则站在狭义相对论框架内谈论超光速，认为正质量质点可以超光速，或认为虚质量质点可以超光速，其后果是全盘否定了狭义相对论，这当然是更为严重的错误。我认为出现这种困难局面的原因是，物理学界长期以来对狭义相对论没有正确的认识。其实，自然界除存在正质量质点外，还存在负质量质点，狭义相对论是个只适用于正质量质点的理论，它的正确结论本来是：①自然界不存在虚质量质点；②在正质量物质世界中或真空中，正质量质点只能亚光速，不能超光速。为了避免在谈论超光速时犯推翻这些正确结论（即推翻狭义相对论）的严重错误，我们就要避免站在狭义相对论框架内谈论超光速。这就唯有从扩大狭义相对论的物理基础方面入手来解决，而不可能还会有别的什么解决方法。为此，我提出了两个基本假设，把狭义相对论的两个只适用于亚光速区的基本原理（狭义相对论的物理基础），从亚光速区推广到亚光速区（简称亚区）和超光速区（简称超区）。这两个基本假设克服了来自物理学本身的基本困难，成为建立双时空（亚区时空和超区时空）相对论的物理基础。这里的“光速 c ”是亚区和超区双方都不能占有的分界线，它是两区的极限光速，与两区光子速度值有点差异，切勿将它和亚区的真空中光速 c 混淆。

再来讲来自数学方面的基本困难。当惯性系 K' 相对于惯性系 K 的速度为超光速时，按照我在上面提出的基本假设，要求亚区实时空坐标与超区实时空坐标之间的变换满足 $x'^2 + y'^2 + z'^2 - (ct')^2 = (ct)^2 - x^2 - y^2 - z^2$ 和 $(ct')^2 - x'^2 - y'^2 - z'^2 = x^2 + y^2 + z^2 - (ct)^2$ 等描述实时空度规张量分量突变的方程（其中，第一式左边描述亚区质点，包括亚区光子；右边描述超区质点，包括超区光子。第二式左边描述超区质点，包括超区光子；右边描述亚区质点，包括亚区光子）。显然，利用实时空根本不可能求得满足这些方程的时空变换。困难的实质在于找不到能够反映这些度规张量分量突变的数学。为此，我于 1983 年年初写了一篇数学论文，建立了一个对于乘法既结合又交换的四元数代数（除单位元外，其余三个基元都是虚数），利用它建立了合适的空间坐标和时间坐标都是虚数的非实的双时

空。而传统习惯则使我只致力于解决特殊变换中 (x', ct') 与 (x, ct) 之间的变换。我以为问题已经得到解决，便将精力转移到其他问题上。后来我才发现，这个代数只能保证特殊变换中 (x', ct') 与 (x, ct) 之间的变换满足度规张量突变关系 $x'^2 - (ct')^2 = (ct)^2 - x^2$ 和 $(ct')^2 - x'^2 = x^2 - (ct)^2$ ，不能保证 (y', z') 与 (y, z) 之间的变换 $y' = y, z' = z$ 满足度规张量突变关系 $y'^2 = -y^2, z'^2 = -z^2$ 和 $-y'^2 = y^2, -z'^2 = z^2$ 。我估计有很多人会认为 $y' = y, z' = z$ 与 $y'^2 = -y^2, z'^2 = -z^2$ 或 $-y'^2 = y^2, -z'^2 = z^2$ 是不可能相容的。我只想再强调一句，想利用实四维时空来解决上述度规张量突变问题，是行不通的。由此可见，来自数学方面的基本困难也是个很难攻克的大难题。为此，我于 1990 年年底又写了一篇数学论文，建立了一个将上述四元数代数作为特殊组成部分包含在内的八元数代数（除单位元外，其余七个基元都是虚数），利用其中的 B 代数能够保证上述特殊变换中的所有变换都满足度规张量突变关系。这两篇数学论文克服了来自数学方面的基本困难，成为建立双时空相对论的数学基础，而且对于近世代数来讲也是极有意义的。

在克服了上述两个基本困难的基础上，我建立了双时空相对论，每个亚光速惯性系或超光速惯性系的时空都含有亚区时空和超区时空，它们的空间坐标和时间坐标都是虚数。虽然这两类时空的性质截然不同，但我已经证明，双时空变换全体构成了群论数学中的一个大群——双时空变换群。与洛伦兹变换是双时空变换的特殊组成部分相对应（ K' 相对于 K 的速度为亚光速时的双时空变换中含有改写成双时空变换形式的洛伦兹变换），洛伦兹变换群是双时空变换群的特殊组成部分（它是双时空变换群的子群内部的亚区子群）；还导出了一个贯穿于亚区和超区的同向速度相加公式，虽然它的形式与狭义相对论中的同向速度相加公式的形式完全相同，但适用范围更加宽广。这个速度相加公式的重大意义在于：在狭义相对论中，它回过头来以定量形式有力地表述了狭义相对论两个基本原理的正确性，因而同样地，在双时空相对论中，它回过头来以定量形式有力地表述了两个基本假设的正确性。双时空相对论给出了下列三个结论：①自然界不存在虚质量质点，只存在正质量质点和负质量质点；②在正质量物质世界中或真空中，正质量质点只能亚光速，不能超光速；③在负质量物质世界中或真空中，负质量质点只能超光速，不能亚光速。狭义相对论变成了双时空相对论的一个特殊组成部分。亚光速正质量物质的世界是正世界，超光速负质量物质的世界是反世界，亚光速正质量的质点是正质点，超光速负质量的质点是反质点，质点包括正、反质点。双时空就是正世界时空和反世界时空。本书的正、反粒子取代了过去狭义相对论量子场论中的正粒子、反粒子，于是必须将上述结论中后两条明确地表述为：在正世界物质环境中或真空中，正质点只能亚光速，不能超光速；在反世界物质环境中或真空中，反质点只能超光速，不能亚光速。

过去曾有不少人根据狭义相对论认为超光速运动违反因果律。我认为这一看法是错误的，因为狭义相对论不适用于描述超光速质点的运动。把狭义相对论不能反映超光速运动的因果律说成超光速运动违反了因果律，这是过去物理学界认识上的严重错误。我已经证明双时空相对论满足因果律——正、反质点的运动都

满足因果律。并且利用其中给出的因果关系导出了发光反星体的光学多普勒效应的公式。利用这些公式对环绕我们旋转的发光反星体进行计算，给出各组具体数据，它们表明：当反星体飞离我们时它的多普勒效应固然是用红移来显示出它飞离我们，但当它飞向我們时它的多普勒效应也是用红移来显示出它飞离我们。这是反星体由于超光速而产生的独有的奇特的光测效应。而且我已经证明，反星体飞来和离去的红移量 Z 都满足公式 $Z = \frac{1}{C} H_0 R_0$ ，其中 R_0 是反星体与观测者之间的距离，而 H_0 则并非真正的常量。于是我们有一个问题需要认真对待：天文学界会不会错误地将环绕我们旋转的反星体的奇特的光测效应当做宇宙膨胀现象？这将对宇宙膨胀论的严峻挑战。我深信，宇宙膨胀论必将被反星体光测效应论取代。为此，我已经提出了一个“新宇宙论纲要”，我期望它将会对宇宙学的发展产生极为深远的影响。

我已将狭义相对论性量子力学（或波动方程）和量子场论发展成为双时空相对论性量子力学（或波动方程）和量子场论。在双时空相对论性量子力学中，正世界自由电子波动方程和反世界自由电子波动方程的正质量解代表正电子，负质量解代表反电子。量子论当然必须服从相对论的上述三个结论。故在正世界中，正电子被禁止用任何方式（包括跃迁方式）变成反电子；在反世界中，反电子被禁止用任何方式（包括跃迁方式）变成正电子。也就是说，在正世界中，正电子被禁止占据负质量解的态；在反世界中，反电子被禁止占据正质量解的态。因此，狄拉克真空概念所描述的真空是不存在的。正世界中的正氢原子被禁止变成反氢原子，反世界中的反氢原子被禁止变成正氢原子。正世界中的正物体或正粒子力图使自己的能量最低，但被禁止变成反物体和反粒子；反世界中的反物体或反粒子力图使自己的能量最高，但被禁止变成正物体或正粒子——这才是普遍的自然定律，这才是正世界中的正原子和反世界中的反原子都能够成为稳定原子的物理根源。

现在，对于双时空相对论性量子理论来讲，不但负质量将会由过去的所谓困难问题变成具有重大意义的客观存在，而且已经证明，负几率不不再是什么困难问题，它还会在迫切需要它出现的场合大显身手，因而已经成为理论结构中不可缺少的重要组成部分。这将使相对论性量子理论的面目为之一新。我们将会看到，在自由场量子理论中，采用负几率概念，已经使一些用传统几率概念处理起来异常牵强、困难和复杂的问题变得自然和简单起来，就足以证明负几率是一种有效的科学的几率概念。但最具有原则性意义的因而最值得重视的是，负几率只出现在迫切需要它出现的场合，绝不会出现在强烈反对它出现的场合。在双时空相对论性量子力学中，负几率只局限在坐标表象中，在其他表象中不存在负几率，例如在动量表象中，正粒子和反粒子的几率都是取正值；在双时空相对论性量子场论中，负几率只局限在自由场理论，但在场的相互作用理论中，无论是正粒子还是反粒子，它们参与各种物理过程的几率都是取正值。这正是我们所期望的。双时空相对论的建立，负质量困难和负几率困难的消除，使反粒子的概念不

仅可以提前在双时空相对论量子力学中出现，甚至必须提前在双时空相对论力学中出现。

要强调的是，正世界的物质环境会迫使反粒子亚光速正质量化，反世界的物质环境会迫使正粒子超光速负质量化，详见第七章第三节的 §1 和 §2 以及第四章第二节 §1 的 2。正世界物质环境中的反粒子大多已亚光速正质量化，反世界物质环境中的正粒子大多已超光速负质量化。亚光速正质量化和超光速负质量化是两个非常重要的物理现象。但是在双时空相对论性理论（主要是量子理论）中，存在两类极不一样的理论结构，第一类能够反映出这两个物理现象的存在（第三章第三节 §1 的 4、§3 的 3，正、反世界量子场论属于第一类），第二类则不能够反映出这两个物理现象的存在（正、反世界相对论量子力学属于第二类，详见第四章第二节 §1 的 2）。第三章第三节 §3 的 3 的反映方式是如实的顺时描述。第三章第三节 §1 的 4 和量子场论的反映方式是等效的逆时描述（逆时描述是个非常重要的概念，详见第二章第三节 §1 的 2、第三章第三节 §1 的 4 和第四章第二节 §1 的 2）：在正世界量子场论中将顺时运动的亚光速正质量化反粒子当做逆时运动的正粒子，在反世界量子场论中将顺时运动的超光速负质量化正粒子当做逆时运动的反粒子。因此，正世界量子场论中的反粒子都已亚光速正质量化，反世界量子场论中的正粒子都已超光速负质量化。但是，正世界相对论量子力学中描述的反粒子都是尚未亚光速正质量化的反粒子，反世界相对论量子力学中描述的正粒子都是尚未超光速负质量化的正粒子。值得注意的是，正世界相对论量子力学中反粒子尚未亚光速正质量化，就是产生 Klein 佯谬的物理根源（详见第四章第二节 §3）。需要强调的是，正世界物质环境中的反粒子，只有当它们回到自由真空或反世界物质环境中，自动地摆脱了亚光速正质量化后，才能恢复其超光速负质量的本来面目。在它们未摆脱亚光速正质量化时测量它们的速度和质量，测得的结果就是亚光速和正质量。这就是长期未能从实验上在正世界物质环境中发现超光速粒子的根本原因。

笔者在本书第四章中已经建立了一种新方法来解决自由场量子理论中真空零点能的发散问题（详见第四章第四节中的总结性论述）。在相互作用场的量子理论中，发散困难一直成为量子场论发展中的主要障碍。虽然处理发散困难的重整化方法对量子场论的发展曾有很大的鼓舞、促进作用，但即使在发展得最好的狭义相对论性量子电动力学中，发散困难仍未真正得到解决。重整化方法只不过是绕过了发散困难，即巧妙地回避了它，并非与它正面交锋，将它消灭，因而不能令人满意。杰出的理论物理学家理·费曼说得好：“重整化在数学上是不合法的，我们还没有一种好的数学方法描述量子电动力学。”这一看法很明确、很尖锐，最好再补充一点：“或者由于还没有一种好的量子场论。”发散困难原样出现在双时空相对论性量子电动力学中，本书第七章第二节将采用非重整化方法消除它，希望在与它正面交锋中将它消灭。能否达到这个目的，双时空相对论性量子电动力学中消除发散困难的方法是不是一种好的数学方法，或者说它是不是一种好的量子场论，则由物理学界去评论。

由于双时空相对论容许超光速负质量质点（反质点）与亚光速正质量质点（正质点）并存于自然界，因而不但解决了超光速问题这样一个带有根本性质的重大疑难问题，还将成为解决物理学史上其余许多带有根本性质的重大疑难问题的理论基础。如果没有双时空相对论，这些重大疑难问题根本不可能得到解决。这些重大疑难问题还包括时空本质之谜，引力起源之谜（爱因斯坦的广义相对论并没有揭开引力起源之谜的谜底，它只是对引力场做出了相对论性的几何描述——引力几何化），电磁力起源之谜，强、弱作用力起源之谜（各种力的起源问题，实质上就是涉及将各种力着重于从物理根源上而不是从数学形式上统一起来的问题），波性粒子（特别是其中的所谓点粒子）的内部结构之谜，波性粒子的波性起源之谜[爱因斯坦与玻尔在对量子力学的统计性质的看法上（涉及确定论是否不再成立的问题）之所以展开了长期论战，物理学界之所以普遍觉得量子力学玄妙深奥到令人难以捉摸（杰出的理论物理学家理·费曼的话“没有人懂量子力学”客观、果断、尖锐、正确），根本原因是物理学界尚未揭开波性粒子的波性起源之谜的谜底——这实质上也是量子论与相对论能否统一起来之谜的谜底]等。总之，过去的物理学基础理论极不完整（只拥有亚光速正质量世界这一半，缺少了超光速负质量世界的另一半），才产生出这许多重大疑难问题。这正是我在退休后，下定决心，不畏万难，为建立双时空相对论而不惜耗尽自己心血的根本原因——毁灭自己，照亮人间。这些重大疑难问题都是物理学的根本问题，意义重大，影响深远。怎样解决这些问题，我已经有了构思或草稿，它们将是本书下集的内容。

从实验上证实超光速负质量粒子（反粒子）存在，或证实超光速负质量星体（反星体）存在，将会成为当代重大的实验科学课题。本书的第六章讨论了实验方面的问题。我深信宇宙并没有在膨胀，故过去用来证实宇宙在膨胀的那些星体光学多普勒效应的证据，可能都是证实超光速负质量星体存在的有力证据。而太阳中微子振荡的实验结果则很有可能就是证实超光速负质量粒子存在的有力证据。实验方面早已露出了胜利的曙光。然而，我们宁可预计这些实验工作仍然不会一帆风顺，因为它们本来就是极其困难、艰苦的工作。但我深信许多实验科学家的杰出才华和崇高的历史使命感，会使他们攻克一个又一个难关，在取得现有成就的基础上乘胜追击，最终必定会取得划时代的伟大成就。

早在1980年，我在发表于《暨南大学学报》（自然科学版）上的论文《狭义相对论的自然推广》中，就已经初步提出了上述作为双时空相对论物理基础的两个基本假设，还提出了上述四元数代数的基本模式，提出了双时空概念和给出了双时空坐标的定义，并且已经得出了结论：正质量质点只能亚光速，不能超光速；负质量质点只能超光速，不能亚光速。对这篇论文的内容做重要修正后，已被本书的第一章，第二章第一节§1、§2的(2.1)和(2.2)式及第二节§1等内容取代。文中无须应用到双时空变换公式。

让我稍述我一直坚持使用虚量 k 的由来。我发现，一个满足 $k^2 = 1$ 的虚量 $k = \sqrt{-1}$ 对于建立双时空相对论、解决超光速问题非常重要，因为如果没有它，

双时空相对论就不能建立，超光速问题就不能得到解决。但传统代数学中并不存在这种虚量。因为在传统代数学中，虽然对于正实数 a 的指数运算规则有 $(\sqrt{a})^2 = a^{\frac{1}{2}}a^{\frac{1}{2}} = a^{\frac{1}{2}+\frac{1}{2}} = a$ 和 $(\sqrt{a})^2 = a^{\frac{1}{2}}a^{\frac{1}{2}} = (aa)^{\frac{1}{2}} = a$ ，但对于负实数 (-1) 来说，只存在 $(\sqrt{-1})^2 = (-1)^{\frac{1}{2}}(-1)^{\frac{1}{2}} = (-1)^{\frac{1}{2}+\frac{1}{2}} = -1$ ，而 $(\sqrt{-1})^2 = (-1)^{\frac{1}{2}}(-1)^{\frac{1}{2}} = [(-1)(-1)]^{\frac{1}{2}} = 1$ 则被禁止。这种指数运算规则对正、负实数的不一致性，起源于一种错误的人为限制：虚量 $\sqrt{-1}$ 的平方只能等于 -1 不能等于 $+1$ ，唯有实数的平方才可以是正实数或零。但如果只满足于局限在上述指数运算规则的小圈子范围内来解决这种不一致性问题，显然不能扩充代数学的视野，因而使解决上述不一致性问题的做法毫无意义。我们应当进一步从代数学“用实数对代替复数”的观念中寻求解决办法，因为它可以扩充代数学的视野，在解决上述不一致性问题的同时，可以扩充成为近世代数学中前所未有的崭新的多元数代数——本书的八元数代数和对于乘法既结合又交换的四元数代数——因而具有极为重大和深远的意义。我们熟知，在代数学中可以把复数 $a+bi$ 或 $a+bj$ 写成实数对，即可以令 $a+bi$ (或 $a+bj$) $= (a, b) = a(1, 0) + b(0, 1)$ ，并且引进下列实数对的乘法来表示复数的乘法： $(a, b) \cdot (c, d) = (ac - bd, ad + bc)$ 。于是有 i^2 (或 j^2) $= (0, 1) \cdot (0, 1) = (-1, 0) = -1$ 。仿此，如果我们对于数 $a+bk = (a, b) = a(1, 0) + b(0, 1)$ 引进乘法 $(a, b) \cdot (c, d) = (ac + bd, ad + bc)$ ，则有 $k^2 = (0, 1) \cdot (0, 1) = (1, 0) = 1$ 。这种处理方法原本就是为了解决 $\sqrt{-1}$ 的运算意义 (运算规则) 问题而进入代数学的。现在，它把 $(\sqrt{-1})^2 = 1$ 和 $(\sqrt{-1})^2 = -1$ 统一起来了，确认了具有上述一致性意义的 $(\sqrt{-1})^2 = \pm 1$ 的正确性，其中的 $(\sqrt{-1})^2 = 1$ 的意义重大 (因为涉及数的概念的重大突破)。这种处理方法及由它得到的结果 $i^2 = j^2 = -1$ 和 $k^2 = +1$ 可以扩充而融入本书的四元数代数中。重要的是，由此建立起来的本书的四元数代数在乘法上青出于蓝而胜于蓝，覆盖范围超过上述指数乘法，而且发生了质的变化，既能计算出能用上述指数乘法来计算的 $i^2 = j^2 = -1$ 和 $k^2 = +1$ ，又能计算出不能用上述指数乘法来计算的积 $ij = ji = -k$ ， $ik = ki = j$ ， $jk = kj = i$ 。再进一步扩充而建立起来的本书的八元数代数的乘法规则所覆盖的范围就更加宽广了，而且更进一步发生了质的变化。这个八元数代数的所有基元 (单位元除外) 也都是虚量 (包括 $(\sqrt{-1})^2 = \pm 1$ 两类虚量)，它们以类似于虚量基元 i, j, k 融入四元数代数的方式融入八元数代数之中，因而达到了在乘法上青出于蓝而胜于蓝，覆盖范围更进一步超过上述指数乘法，而且更进一步发生了质的变化的目的。如果没有 $(\sqrt{-1})^2 = +1$ 这类虚量，本书的四元数代数和八元数代数将无法建立起来，即双时空相对论的数学基础将无法建立起来。杰出的理论物理学家海森堡在他的物质统一理论中倡议的 $(\sqrt{\pm 1})^2 = \pm 1$ 的虚量 (他称为虚量)，被这里倡议的 $(\sqrt{-1})^2 = \pm 1$ 的虚量取代，我们将会看到，数的概念的发展对于提高数学解决实际问题的能力具有多么重大和深远的意义。

第一章 双时空相对论的数学基础

第一节 对于乘法既结合又交换的四元数代数

记 G 为四维实向量空间（即线性空间）。在四维向量之间定义乘法：

$$\gamma = \alpha \cdot \beta = (a_0, a_1, a_2, a_3) \cdot (b_0, b_1, b_2, b_3) = (c_0, c_1, c_2, c_3),$$

其中

$$c_0 = a_0 b_0 - a_1 b_1 - a_2 b_2 + a_3 b_3,$$

$$c_1 = a_0 b_1 + a_1 b_0 + a_2 b_3 + a_3 b_2,$$

$$c_2 = a_0 b_2 + a_2 b_0 + a_1 b_3 + a_3 b_1,$$

$$c_3 = a_0 b_3 + a_3 b_0 - a_1 b_2 - a_2 b_1.$$

G 对于这样定义的乘法来说显然是闭的。下面来证明 G 是实数域上的代数。

首先，由乘法的定义有

$$(a\alpha + a'\alpha')\beta = a(\alpha\beta) + a'(\alpha'\beta),$$

$$\beta(a\alpha + a'\alpha') = a(\beta\alpha) + a'(\beta\alpha').$$

其中 α, α', β 是任意向量， a, a' 是任意实数。这两个等式表示的性质称为双线性性。为了证明 G 是实数域上的代数，只需要证明 G 关于向量的加法及上面定义的乘法构成环。在 G 中取一组基向量（或称为基元）

$$e = (1, 0, 0, 0), i = (0, 1, 0, 0),$$

$$j = (0, 0, 1, 0), k = (0, 0, 0, 1).$$

由乘法定义可以写出这四个基元之间的乘法表：

$$e^2 = e, ei = ie = i, ej = je = j, ek = ke = k,$$

$$i^2 = j^2 = -e, k^2 = e, ij = ji = -k, jk = kj = i,$$

$$ki = ik = j.$$

于是， G 中的任意向量可用基元来表示：

$$\alpha = (a_0, a_1, a_2, a_3) = a_0 e + a_1 i + a_2 j + a_3 k.$$

任意两向量的和可被唯一确定是显然的，利用乘法表和乘法的双线性性不难证明它们的积也是可以唯一确定的。又因为 G 是线性空间，所以 G 中的加法适合环的定义中的其余条件：①加法结合律；②加法交换律；③存在一个零元素；④对 G 中的每个元素 α ，存在负元素 $-\alpha$ 。另外，由双线性性可知左分配律及右分配律都成立。所以 G 是环。为了证明 G 是结合环，只要证明 G 的乘法适合结