

Hans 汉斯

可压缩性以太论

胡昌伟 著

汉斯出版社

可压缩性以太论

胡昌伟

Hans 汉斯

可压缩性以太论

出版发行：汉斯出版社

ISBN: 978-1-64997-031-2

Web: <http://www.hanspub.org/>

地址：5005 Paseo Segovia, Irvine, CA 92603-3334, USA

版权所有，侵权必究。

本书中文版由作者授权汉斯出版社独家出版发行，未经出版者预先书面许可，不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。禁止用于任何形式的信息存储和检索，电子改编，计算机软件，禁止通过相同或不同的已知或未来开发的方法使用本书。

有任何疑问请发邮件至：book@hanspub.org

序言

半亩方塘一鉴开，

天光云影共徘徊。

问渠那得清如许？

为有源头活水来。

科学的活力在于不断地发现、发明，开拓创新。

牛顿站在伽利略、开普勒等巨人的肩膀上，发现了力学三大定律和万有引力定律，建立起了科学的物理学体系。19世纪末，有的物理学家表示：19世纪已经将物理大厦全部建成，今后物理学家只需修饰和完美这座大厦了。

然而，物理学不是屹立固化的大厦，而是奔流不息的长河。到了20世纪，人们的视野拓展到了高速、微观的世界，新的物理现象层出不穷，以相对论、量子力学为基础的现代物理学获得了迅猛的发展。不过，这样的发展势头只持续了半个世纪左右。近几十年来，现代物理学的发展明显地慢了下来。棘手的问题却越来越多，比如真空的性质与作用，对称性的破缺，暗物质、暗能量等等。事物的发展过程，当然会有快，有慢，但慢了就需要开拓新的源头，导入活水。

实际上，超出现代物理学标准模型的探索，早就有人尝试。比如超对称、人工色、额外空间维度等等。胡昌伟的《可压缩性以太论》也是这方面的一个尝试。

可压缩性以太论以为，经典物理学的绝对时空观，是与物质无关的真正的、纯粹的时空观。在这基础上，经典物理学的描述显得十分直观、清

晰。不过由于历史的局限性，经典物理学虽然认识到了以太的存在，但忽略或低估了它的作用，以至面对 19 世纪末的“两朵物理学乌云”束手无策，败下阵来。

可压缩性以太论指出，现代物理学是在透过以太描述物理现象。在宏观、低速时，以太好比平光镜，经典物理学完全可以胜任定量描述；而在微观、高速的情况下，以太密度将有较大起伏，这时的以太好比凹凸透镜，会使物理现象有较大扭曲。相对论性效应、量子效应，它们都可以被看成是以太的透镜效应。另一方面，由于任何测量过程也都会受到以太的作用，所以虽然现代物理学是被以太扭曲了的物理关系，但它的理论数据却能与实验数据相吻合，因而是比经典物理学更精确的定量理论。

由于抛弃了以太论，现代物理学的物理诠释，一直存在众说纷纭，莫衷一是的尴尬局面。可压缩性以太论认为，既然现代物理学是在透过以太描述物理现象，其物理诠释就应该把以太请回来，在绝对时空观的基础上来进行解读，这样才能还物理现象的真面目。

总之，可压缩性以太论认为，现代物理学，在其适用范围内，它的定量描述是相当精确的，但对它的物理诠释应该在绝对时空观的基础上，用以太论来加以阐述。这样能进而发现其局限性，为物理学的进一步发展开拓新思路。

实际上，本书的大量篇幅，是在绝对时空观的基础上，用可压缩性以太论，对现代物理学的许多现象和效应的物理机制或原由，进行描述说明。

胡昌伟是一位物理学基本理论方面的科研爱好者。他勤于学习，善于思索。据说在高中时，他就萌发了“区间场论”的想法，此后 50 余年，他一直努力学习，并坚持独立思考，自主创新。本书中，除了宇宙学方面的内容外，大多数观点都与主流观点没有大的冲突，但都显得新颖、独特。比如，他提出了能够极大地简化广义相对论性问题解的定量效应方程组和

效应能量分析法；他明确指出超光速在相对论的适用范围之外；他认为引力波是超流体以太中的第一声，电磁波为第二声；他提出了动能的电磁量子假设；他认为引力场不是能够主宰整个宇宙的宇宙场，在宇观世界存在着人们尚未认识到的宇观场等等。

浏览《可压缩性以太论》书稿，似乎有股涓涓清流扑面而来。可压缩性以太论自成系统，它既有古朴的韵味，更有现代的气息。胡昌伟构筑了该系统的框架，这值得大家关注和进一步探讨。

卢鹤绂格物研究所研究员，前《现代物理知识》主编，吴水清

2020.9.1

作者前言

2012年，我的一本中、英双语书《真空、时空、物质和 Smarandache 几何模型》在美国出版。其所阐述的内容主要就是关于可压缩性以太论的。此后，本人围绕可压缩性以太论，在国内外的科学刊物上发表了10余篇论文，对有关内容进行了修正、扩充。因此，觉得有必要重新整理出一本物理学基本理论方面的探索性专著，并直接以“可压缩性以太论”命名。

据说，1950年狄拉克就提出了“真空以太”的概念。可压缩性以太就是物理真空，一种真空态的物质。人们在对微观世界的探索中，充分认识到了真空不空。量子场论认为，物理世界由各种量子场系统组成，量子场的激发，表示粒子的产生，量子场的退激，表示粒子的消失，这些量子场的能量的最低状态，即量子场的基态就是真空。在这样的量子真空中，存在着量子运动，即“零点振荡”，以至带有零点能量。比如，局限于一定体积内的量子场，当该体积发生变化时，其中的零点振荡能量会有相应的改变，从而产生可以观察的“卡西米尔效应”；在这样的量子真空中，存在着真空极化，这也会产生可观察的效应，如氢原子的兰姆移位、电子的反常磁矩；量子场论中的对称性破缺、夸克幽禁等等也是真空在起作用。另外，量子场论还显示了真空隧通效应、真空相变、真空凝聚、真空畴结构等等。这些都说明真空类似于介质，是种物理实在。

真空不空已经成为了一种共识。因此，用一个物质性的名词来称呼真空态物质就很有必要。许多人不约而同地用“以太”来表示。

不过，也有不少人“对以太”一词相当忌讳。其中一部分人出乎心理原因，认为它曾被否定过很长一段时期，有点灰溜溜的味道，还是取个新名词好。其实物理学名词，不应赋予心理色彩。“以太”一词，世界通晓，如果你用一个新名词表示，翻译成外文，要另加说明。人家会说，那不就

是以太嘛，绕什么弯弯呀。另有一部分人则认为，以太是经典物理学的用词，不适合用在现代物理学中，否则会破坏真空的洛伦兹不变性等等。是的，“可压缩性以太”是在绝对时空观中的用语，但正是这种可压缩性以太，是造成包括真空的洛伦兹不变性在内的，相对论性现象的物质基础。这在第二部分中将有具体的说明。

量子场论显示了真空不空的种种现象，这给人真空十分复杂，难以捉摸的感觉。其实，这些只是在微观的视角中所展现的以太的一些表现。比如水，在显微镜下观察，水分子在进行着杂乱无章的运动，难以发现水是一种流体的基本特性。同样，描述微观世界的量子场论，它所发现的真空的点点滴滴，不一定反映以太的整体真相。

上世纪 80 年代，我用流体力学的方法导出了洛伦兹变换。经过分析，这一过程显示了：在绝对时空观中，宏观以太是一种可压缩的超流体，光是其中的第二声。对这一过程的进一步分析，逐步发现了绝对时空观和相对论性时空观之间的内在联系；相对论性效应可归结为绝对时空中以太密度的变化效应；量子效应与以太的微观结构关系密切等等。这表明，从宏观入手研究以太，更能够把握实质，由浅入深。

以太无处不在，人类总是在透过以太看世界。在宏观世界，如果物质的运动速度较低、引力场强度较弱，那么，以太密度变化极小，它的影响好比平光镜，绝对时空观可用来足够精确地进行描述；在高速、强引力场的条件下，以太密度起伏大，它的影响犹如凹凸透镜，就出现了相对论性效应，换句话说，相对论性效应是宏观以太的透镜效应。在微观世界，不但物质的运动速度较高，引力场强度较强，而且以太透镜的结构也有了显著的变化，它好比成了无限分布的微透镜阵列，这是造成量子性现象的基本原因。

本书分为 4 部分，共 9 章。

第一部分 1 章，简述以太论的兴起、发展、衰落的历史轨迹及其回归的必然性。

第二部分 4 章，这是可压缩性以太论的核心内容，说明可以在绝对时空观的基础上，用以太的可压缩性描述各种相对论性效应的物理机制，并指出相对论的局限性。相对论把以太当作了决定时空标准的“时空物质”，由此形成了独特的相对论性时空观。这是被以太所扭曲了的物质性时空观，但在我们目前所能认识的范围内，却是一种最精确的定量描述理论，因为，我们的测量手段、实验过程都不可避免地受到以太的作用，以至相对论的理论数据更能够与实验数据很好地吻合。

第三部分 2 章，讲述以太的微观表现。微观地说，以太是由正、反费米子对构成的虚波色子的集合，是种最基本、最普遍的玻色 - 爱因斯坦凝聚。虚波色子参与了粒子间的相互作用和转化。描述了光子、引力波和动能的电磁量子之间的关系。

第四部分 2 章，介绍以太的宇观作用及对整个宇宙的物质构架的设想。认为引力场不能够支配整个宇宙，在宇观世界存在着人类还未意识到的宇观场。所谓的“暗物质”现象，其实是宇观场作用的表现，而不是存在暗物质。提出了“无穷阶等级式宇宙模型”。

有 5 篇英语论文作为附录放在最后。这是我于 2014 年后陆续在国外发表的部分论文，加起来大体上能够反映可压缩性以太论的概貌。不过，本人的英语水平差，若有出入，以中文为准。

据说，几年前，意大利的斯特芬诺·立波拉蒂(Stefano Liberati)教授以及卢卡·马可尼(Luca Maccione)提出了“超流体真空理论”。以太是一种超流体，这与我们是一致的。他们的重点是想在复活“以太”观念的基础上，构建量子引力的数学模型；而我们的重点是揭示现代物理学的物理机制及其局限性，为物理学的进一步发展提供新思路。

物理学是一门实验科学。本书以理论探索为主，但也提出了几个实验设想。比如，在大于地球公转轨道上运行的人造行星上的钟，将比地面钟快；电、磁场真空里的光速将与一般真空里的光速有所不同；引力波伴有同频率的电磁波等。

限于作者的水平，本书只是构筑了可压缩性以太论的一个框架。作为一种探索性的专著，其中包含了一些尚不成熟的见解，希望能抛砖引玉，以遂夙愿。

目录

序言.....	I
作者前言.....	V
第一部分 历史印迹.....	1
第一章 以太的兴、衰和回归.....	3
1.1 中国古代元气说.....	3
1.2 以太论的兴衰.....	6
1.3 现代物理学没有否定以太.....	8
1.4 以太回归的必然性.....	13
参考文献.....	15
第二部分 宏观效应.....	17
第二章 两类时空观.....	19
2.1 洛伦兹变换的流体力学导出.....	19
2.2 两种不同性质的时空观.....	21
2.3 对应关系.....	25
2.4 物质性时空观模式.....	30
参考文献.....	32
第三章 相对论的定量效应.....	35
3.1 定量效应方程组.....	35
3.2 定量效应方程组的应用.....	36

3.2.1 雷达回波延迟.....	36
3.2.2 引力红移.....	39
3.3 效应能量分析法.....	40
3.3.1 行星进动.....	42
3.3.2 引力偏转.....	43
参考文献.....	44
第四章 相对论的物理机制和局限性.....	47
4.1 物理机制.....	47
4.1.1 狭义相对论的物理机制.....	47
4.1.2 广义相对论的物理机制.....	49
4.2 局限性和近似性.....	52
4.3、关于时空标准比较的思想实验.....	55
参考文献.....	57
第五章 光速和超光速.....	59
5.1 光速的变与不变.....	59
5.1.1 光速不变是有条件的.....	59
5.1.2 萨涅克效应.....	60
5.2 超光速.....	64
5.2.1 可能性和必要性.....	64
5.2.2 快子理论的缺憾.....	66
5.2.3 超光速在相对论的适用范围之外.....	67
5.3 突破光障.....	69
5.4 人类宇航 任重道远.....	71
参考文献.....	72

第三部分 微观探索.....	75
第六章 粒子和微观以太.....	77
6.1 费米子的两大要素.....	77
6.1.1 标准模型及双要素.....	77
6.1.2 微观以太.....	79
6.2 粒子间的相互转化.....	81
6.2.1 不稳定强子的衰变.....	81
6.2.2 稳定的奇异重子的衰变.....	82
6.2.3 中子和荷电轻子的衰变.....	83
6.2.4 衰变的分支比.....	83
6.3 相互作用的机制.....	84
6.4 微观世界特殊性的由来.....	86
6.4.1 二象性.....	86
6.4.2 量子性与相对论之间的关系.....	87
6.4.3 量子性与微观以太之间的关系.....	89
6.4.4 i 的物理意义.....	91
参考文献.....	92
第七章 以太的电磁激发.....	93
7.1 光子.....	93
7.2 引力波.....	95
7.3 动能的电磁量子假设.....	98
7.4 实例分析.....	99
7.4.1 洛伦兹力.....	100

7.4.2 单极效应.....	100
7.4.3 威尔逊-威尔逊实验.....	101
7.4.4 雷电的起电机制.....	102
7.4.5 天体的基本磁场的成因.....	103
7.5 实验构想.....	104
7.5.1 电磁场中的光速.....	104
7.5.2 以太漩涡的时空效应.....	106
参考文献.....	107
第四部分 宇观和宇宙.....	109
第八章 宇观作用.....	111
8.1 暗物质问题回顾.....	111
8.2 引力场不是宇宙场.....	114
8.3 宇观场作用论.....	115
8.3.1 宇观场的基本假设.....	115
8.3.2 宇观场分析.....	116
8.3.3 星系的旋转曲线.....	119
8.3.4 四个反常现象解答.....	121
8.4 讨论.....	123
参考文献.....	124
第九章 宇宙的物质构架.....	125
9.1 宇宙学的历史轨迹.....	125
9.2 宇宙学疑难的根源.....	128
9.3 区间场以太观.....	134

9.4 无穷阶等级式宇宙模型.....	138
参考文献.....	139
附录 1 The Derivation of Relativistic Equations from Classical Continuum Mechanics on the Basis of Macroscopic Vacuum.....	141
附录 2 On the Quantitative Effects.....	157
附录 3 Superluminal Velocity beyond the Scope of Application of Relativity.....	173
附录 4 Tracing to the Source of Quantization.....	187
附录 5 The Perplexity of Modern Cosmology and the New Model.....	199

第一部分 历史印迹

第一章 以太的兴、衰和回归

真空是不存在实物(有质量的物质)的空间。相对于实物来说的,真空所占的空间比实物所占的空间多,其中的奥秘也比实物丰富。

最早,人们认为,在自然界,除了物质就是真空。后来,人们对物质的认识逐步深入,由可以直接看得见、摸得到的天体、物体,到需要仪器探测的分子、原子、基本粒子;由有形状大小的实物到没有形状大小的场,物质观发生了巨大的变化,最后,认识到,一无所有的真空是不存在的,所谓的真空,其实是一类不同于实物的物质基本存在形式。关于真空的物质性,古人就有了一定的认识,中国古代的元气说,是其中的一个代表。

1.1. 中国古代元气说[1] [2] [3]

探讨物质的本原,是古代朴素唯物主义思想的一个重要方面。开始,人们往往把一个或几个具体的物质作为万物的本原。这在世界上的几个文明古国中都有所记载。

在中国,早在 3000 多年前,就有了五行学说——《国语·郑语》中,太史官史伯说:“故先王以土与金、木、水、火杂以成百物”。至今,这五行学说仍是中医学的一个基础。

稍后的《管子·水地篇》中有“水之何也,万物之本原也,诸生之宗室也。”这是水一行说;

《庄子·在宥》中则有“今夫百昌皆生于土,而反于土。”这是土一行说。

在这方面，古希腊的泰勒斯(约 2600 年前)认为水是万物的本原；后来的阿那克西美尼认为空气是万物的本原；赫拉克利特认为万物的本原是火；恩培多克勒认为万物由土、水、气、火四种元素组成；亚里士多德认为地上的物体由土、水、气、火四种元素组成，天体则由第五种元素“以太”构成。

将一个或几个具体的物质作为万物的本原，往往难圆其说。于是，人们就从事物的更深层次去探求解答。

古希腊的毕达哥拉斯学派，他们跳出了物质的范畴，主张“数即万物”，这促进了数学的发展，也“预言”了物理学和数学的结合，但物是实质，数只是表象，毕达哥拉斯学派颠倒了“物”与“数”的关系。

古希腊的德谟克利特等，从聚沙成塔，众树成林的现象中，意识到看得见的物质应该由更小的看不见的物质所构成，于是，提出了实物性的原子学说，这是近代原子理论的先导，被认为是古希腊最伟大的科学猜想。

在中国，人们由液体的汽化，人体的气感等，逐步感悟到真空中应该充斥着不同于实物的物质——元气，它与实物可以相互转化。这种超实物性的元气说，是一个古代的“真空不空论”的杰作。

元气，早期曾被称为“气”、“精气”等。它的思想萌芽可追溯到公元前 800 多年，《国语·周语》上记载，伯阳父曾用“天地之气”的失序来解释地震：“夫天地之气，不失其序。若过其序，民乱之也。阳伏而不能出，阴迫而不能蒸，于是有地震。”

战国时期的《管子》《内业》中有“精也者，气之精也者。”“凡物之精，比则为生，下生五谷，上为列星。流于天地之间，谓之鬼神，藏于心中，谓之圣人；是故名气。”在这里，古人将鬼神也当作了万物之一员，这是时代局限性使然。

《庄子·知北游》中提出：“人之生，气之聚也；聚则为生，散则为

死……故曰：通天下一气耳。”

荀况认为气是万物本源。他说：“水火有气而无生，草木有生而无知，禽兽有知而无义；人有气、有生、有知，亦且有义。”（《荀子·王制》）

“元气”这个词最早出现在战国后期的著作《歇冠子》中：“精微者，天地之始也……故天地成于元气，万物乘于天地。”

如上所述，春秋战国时期，关于“气”的说法比较零乱。约1900年前，汉代的王充，在前人思想的基础上，提出了一个比较系统的“元气自然论”。他认为，元气是万物的本原，“天地，含气之自然也。”后来，北宋的张载、明清的王夫之等人，对元气说作了进一步的发展和完善，使元气说形成了一个比较完整的体系。

元气被认为是一种真空态的连续性的流体。元气说的集大成者张载说：“太虚即气。”“太虚不能无气，气不能不聚而为万物，万物不能不散而为太虚。”在这里，元气说从统一的物质本原，来认识物质世界，并且从事物的内部关系来说明连续性的“气”与间断性的实物之间的转化，蕴含着物质循环发展，生生不息，不可创造，不可消灭的思想。

元气说包含三个基本观点：万物以气为本原和元素的观点；气化，也就是运动变化的观点；感应，即相互作用的观点。它从萌芽期起，就被广泛地运用。在中医理论中，元气是关键词之一，例如，元气在人体中的经络里运行，运行通畅身体就好，运行不畅就会有病痛。元气被用来解释由场引起的现象，如磁力、潮汐、天体运行等等，比如，宣夜说，一种中国古代的宇宙说，认为：“日月众星，自然浮生虚空之中，其行其止皆须气焉。”另外，当时人们还不知道空气的存在，因此，由空气造成的现象，如乐器的共振共鸣，在古人看来也是一种真空现象，也可以用元气来解释。

程宜山先生认为：“西方形形色色的朴素唯物主义之间，呈现出一种后浪推前浪的形势，最后归结到原子论；中国形形色色的朴素唯物主义，

则呈现出一种百川归海的形势，开始时有多种朴素唯物主义形式并存，后来都归结为元气论。”对此，张岱年先生指出：西方唯物主义的基本范畴是“物质”或“原子”；中国古代唯物主义的基本范畴是“元气”。可见，元气说是中国历史上科学文化遗产中的瑰宝。

1.2. 以太论的兴衰[1]-[6]

在西方，以太论是真空不空的代表作。

以太这个名词最早出现在古希腊的神话里，它是一个精灵气旺的宙斯神。亚里士多德则将以太作为第五种元素的名称。他认为地上万物由土、火、气、水4种元素构成，而天体由以太构成。

在17世纪，笛卡尔主张没有真正的真空或虚空，最先将以太引入了科学。他认为，连续性的以太，完全充满了没有被实物占据的空间，并以漩涡系统的方式传递它们的相互作用；整个宇宙是一个连锁的涡旋体系，比如，行星被以漩涡形式运动着的以太海洋所带动绕行，产生了我们所说的引力效应。

后来，惠更斯，一个笛卡尔的追随者，他也认为引力无异于以太的作用，它环绕地心，对抗着脱离地心的运动；他相信光是一种波，而经典物理学认为，波必须通过介质传播，所以，他认为，光波是在静止不动的以太中纵向传播的波；以太传递冲力但不转移自己的位置。

牛顿认同以太观，但不同意光的波动学说，他认为，光线是直线运动着的粒子流，光粒子是被激发的或伴随着的无所不在的以太中的振动。牛顿假定，以太密度是可变的，它在虚空中的密度比在重物体附近的空间里的密度要密一些，从而提供了一种引力机制：在以太的压力下，地球向着太阳运动，就像一个软木塞从深海里升起来一样。

在18世纪，由于光的波动说受到排挤等原因，以太论曾一度没落。19

世纪初，托马斯·杨的著名的双缝干涉式实验，使他能够精确地测量光的波长，以致与光的波动理论有关的以太论再度复兴。后来，光的偏振被发现，这确立了光是横波的事实，于是，菲涅耳在以太论的基础上引入了光的横波理论，它能够说明已知的所有光学现象。后来，麦克斯韦推出了“光是由引起电磁现象的同一介质的横波构成”的结论，从而把光和电磁两者同时还原为单一以太的作用机制。另外，在得知 1858 年亥姆霍兹关于旋涡运动的工作(这项工作表明，一定的旋涡运动具有某种永恒性)时，威廉·汤姆孙论证说，假设以太是穿过空间的完美流体，这些永恒的流体旋涡环可以等同于普通的原子。这是第一个把离散的原子与连续的充实物联系起来，用以太解释物质，避免粒子的超距作用或接触作用的模型。从而，以太论确立了它在物理学中的重要地位。

曾来到中国的传教士丁韪良将元气说与笛卡尔的以太旋涡说进行了具体的比较，指出二者之间存在着惊人的类似。因此，他推断：笛卡尔在构思他的以太旋涡学说时，受到了中国元气说的直接影响。以太和元气一样，代表的都是物理真空。将真空看成是一种特殊的物质存在形式，中国远早于西方；而诸如电磁场理论、光的波动说之类的近代科学，诞生在西方。近代科学给笛卡尔的以太论以活力，所以，可以把西方 19 世纪的以太论，看成是中国古代的元气说和西方近代科学相结合的产物。

19 世纪以太论认为，以太是绝对静止的，任何物体都在与它相对运动。由此产生了一个问题：地球以每秒 30 公里的速度绕太阳运动，在地球上就应该会存在每秒 30 公里的“以太风”，它是否真的存在呢？

1881 年，迈克尔逊首先进行了测量以太风的实验，但没有发现以太风。1887 年迈克尔逊与莫雷合作，再次进行了测量以太风的高精度的实验，但仍然是零结果。这被开尔文称为经典物理学晴空中的两朵乌云之一。

在以太论的基础上，迈克尔逊 - 莫雷实验由菲茨杰拉德首次进行了解释：固体的分子凝聚力会随着固体通过以太的速度而改变，在这样的方式

中，干涉仪的岩石基础的尺寸将在运动的方向上收缩，这种收缩抵消了迈克尔逊 - 莫雷以太实验中的光学效应。洛伦兹等人发展了菲茨杰拉德的假设，并导出了一个著名的洛伦兹变换式。不过，在旧以太论的基础上对迈克尔逊 - 莫雷实验的解释，总显得有点牵强。

旧以太论的最终没落，在于相对论的兴起。

爱因斯坦曾为一个事实所困惑：在电磁定律中，光速是常数，而经典力学却不可能得出这样的结论。他对此苦思冥想，最后，在时空观方面找到了突破口。

1905年，爱因斯坦发表了5篇科学论文，其中的一篇“论运动媒质的电动力学”，创立了狭义相对论。他的理论，好比欧几里德几何的公理体系，在两个原理的基础上，不必借助于其他假设，就可通过数学演绎而导出许多包括洛伦兹变换在内的结果，这从数理逻辑的角度看来，非常漂亮。因此，主流物理学家认为，物理学不需要以太的假设了。其实情况并非如此。

1.3. 现代物理学并没有否定以太

现代物理学建筑在相对论和量子论这二大基础之上。在广义相对论里，空间被赋予了物理性质；在量子场论中，真空是量子场的最低能态。二者以不同的形式描述了“真空不空”，因此，它们都没有否定以太。

实际上，爱因斯坦对以太论的心态是很矛盾的，他既意识到以太的存在，又搞不清它的真面目。1920年，他在专题演讲“以太和相对论”中曾指出：“依照广义相对论，空间被赋予了物理性质，从这个意义上来说，以太是存在的。根据广义相对论，一个没有以太的空间是不可思议的。因为，在这样一种空间里，不但光不能传播，而且量杆和时钟也不可能存在，因此，也就没有物理意义上的空间 - 时间间隔。但是，又不可认为，这种

以太会具有那些为重媒质所特有的性质，也不可认为，它是那些能够随时间追踪下去的粒子所组成的，而且也不可把运动概念用于以太。”在这里，爱因斯坦既指出以太的存在性，又对以太的性质提出了看法：1、“一个没有以太的空间是不可思议的。因为，在这样一种空间里，不但光不能传播，而且量杆和时钟也不可能存在。”这意味着，他认为以太是光的传播媒介；长度和时间的标准由以太决定(这点很重要，但他无法把握)。2、“但是，又不可认为，这种以太会具有那些为重媒质所特有的性质，也不可认为，它是那些能够随时间追踪下去的粒子所组成的，而且也不可把运动概念用于以太。”这里，他认为：以太不同于一般的有质量的实物(重媒质)；以太不能用相对论时空观进行描述。这些陈述相当正确，不过，我们将说明，爱因斯坦实际上是把以太描述成了四维时空连续体，而用相对论的时空观去描述相对论的四维时空连续体，好比一个人抓住自己的头发，要把自己提起来一样，不可能。由于这种不可能，爱因斯坦对以太只能回避。

在1938年，爱因斯坦与英费尔德合著的《物理学的进化》中有一段话：“我们力图发现以太的性质，但一切努力都引起了困难和矛盾。经过这么多的失败之后，现在应该是完全丢开以太的时候了，以后再也不要提起它的名字了。我们说空间有传播波的物理性质，这样便不必再用我们已决定避免的这个名字。在我们的字典中勾销一个字自然是无补于事的，这方面我们要解决的困难实在太多了！”在这字里行间，流露了他内心的无奈。为了应对这一无奈，他搬出了“场”的观念。在“相对论和空间问题”一文中，他说：“因此，当笛卡尔相信他必须排除空虚空间的存在时，他离开真理并不怎么远。如果仅仅从有质物体来理解物理实在，这个看法确实显得有些荒谬。为了揭示笛卡尔观念的真正的内核，就要求把场的观念作为实在的代表，并同广义相对性原理结合在一起；‘没有场’的空间是不存在的。”爱因斯坦把场描述成弯曲的时空，并想以此作为实在的代表。这有点像古希腊的毕达哥拉斯学派，将时空的几何结构当作了物理实在。

真空中存在着电、磁、引力场等，这些都是真空不空的表现，但是，囿于“质量是代表物质多少的量”的成见，人们不敢贸然地把场当作一种特殊的物质。而量子场论则显示：真空不但能够传递相互作用，传递能量，而且能够与粒子相互转换。它是种物理实在。因此，以太是“物”，而不是一无所有的虚空。不过，量子场论把以太的物质性，算到了场的头上。

实际上，场只是物理量连续分布的一种状态。比如，空气密度场，它是空气密度在空间里连续分布的一种状态；温度场是温度在介质中连续分布的一种状态。空气密度场的物质基础是空气；温度场的物质基础是吸收能量的介质，等等。那么引力场、电场等真空场的物质基础是什么呢？是物理真空，即以太，它才是不同于实物的另一种物质的基本存在形式。现代物理学抛弃了作为物质本体的以太，而把场，一种以太的状态当作了物的代表。类似地，它也把数学描述，一种形式上的描述当作了本质性的描述。这也就是说，现代物理学过分依赖数学的形式描述，在一定程度上造成了对实质性认识的错位。

以太是本体，场只是以太的一个状态，这有实验上的证明，那就是 A-B 效应[8] [9]。在经典电动力学中，电、磁场强 E 、 B 是物理实在，而标量和矢量势 ϕ 、 A 只是辅助量，并无实质的物理意义。虽然，在量子场论中，出现在粒子运动方程中的场量是 ϕ 、 A ，但经过规范变换，粒子的波函数仅有一相位因子的改变，不影响物理过程的实质，因而，通常认为，即使在量子力学中势 ϕ 、 A 也没有实质意义。1959 年，Y. Aharonov 和 D. Bohm 探讨了荷电粒子通过场强 $B(E)$ 为零，而势 $A(\phi)$ 不为零的电磁势场的情况，发现这也会引起量子干涉现象，这被称为 A-B 效应，后来被 Chambers 等人用实验证实，它显示：场(E 、 B)不足以表征电磁连续统，而势 ϕ 、 A 可以表征。后面我们将指出：引力势对应以太密度，势 ϕ 和 A 对应电磁激发的以太密度。可见，A-B 效应表明了以太是本体，场只是以太的一个状态。

曹天予先生认为[10]，场具有本体论的地位，而且，这本体论地位的获

得，始于洛伦兹的工作。他说：“洛伦兹的以太摒弃了所有机械的性质，因而，完全从物质中分离出来。在这个框架中，电磁场被当作是以太的状态。既然以太没有机械性质，其性质只是如同构成电磁场与物质之基础的虚空一样，那么电磁场就享有与物质一样的本体论地位。即它代表着独立于物质的一种物理实在，而不是物质的一种状态，像物质一样具有能量，因而具备非机械实体的资格。”这样的分析是值得商榷的。一般说来，有形状大小、有质量的实物才具有机械性，作为真空态的以太不应该有明显的机械性质。如果没有机械性质就没有本体论地位，那么，这一点更适用于场。实际上，以太的实体性是洛伦兹的收缩假设所要求的。洛伦兹假设，当物体在以太中运动时，除了电磁力，决定物体大小的分子力也受到影响，因而物体尺度的收缩将消除以太风的效应。

当然，洛伦兹是在绝对时空观的基础上来认识以太的物质性。如果从相对论性时空观的角度来看，曹天予的看法是成立的，因为在这里，以太成为了四维时空连续体。洛伦兹关于运动物体在以太作用下长度收缩的假设，相当于把一只脚迈进了相对论性时空观。

曹天予教授说：“在最后一章涉及理论术语的本体论地位时，我将捍卫的是结构实在论的立场。简单地说，这种立场坚持认为，在成功理论中的结构关系(经常直接用数学结构来表达，但也能用模型与类比来间接表达)应当被视为是真的，不可观察实体的实在性被逐渐建构，而且在一种理想的情况下，最后被这些结构关系以唯一的方式决定。”在这里，曹教授认为不可观察实体的实在性被逐渐建构成了确定的数学模型，这无疑是很确切的，说明正确的物理学数学模型来自实在，反映实在。但是，这种反映，好比照哈哈镜，往往被以太透镜扭曲了，因为人们总是在透过以太看世界。曹教授所说的场的几何纲领、量子场纲领、规范场纲领等是一条场的数学模型的发展纲领，这些数学模型在一定程度上反映了物理规律的客观实在性，但它们所描绘的事物的形象与现实之间总会有一定的错位。

当然，19世纪以太论的没落有它自身的原因，一种历史的局限性。经典物理学具有明显的机械论色彩，作为当时经典物理学一分子的以太论，难免染上了浓重的机械论色彩。一方面，它只认定绝对时空观，而没有也不可能意识到现实的长度和时间的标准会随着以太密度变化；另一方面，它把以太当作实物那样来对待，而实际上，真空是不存在实物粒子的状态，以太无所谓质量，它与一般的实物性流体有着本质上的不同。19世纪的以太被当作了一般的流体，而光就是其中的机械弹性波。于是出现了这样的尴尬局面：因为光的极大的传播速度，以太在离开平衡位置时，应产生极强的恢复力，这要求以太是一种非常硬的东西；而另一方面，任何物体都可以在以太中毫无阻力地运动，这又显示以太是极为稀薄的流体。实际上，任何物体，无论它的表面是光滑还是粗糙，无论它的内部是否布满了缝隙，都能在真空中毫无阻力地运动，这充分显示以太是一种超流体。在一般的实物性超流体中，存在着两种基本的声音：“第一声”是一般的密度波，即普通的声音；“第二声”则是传播热激发量的“温度波”[11]。真空中热量的传播方式是热辐射，即电磁波。可见，包括光在内的电磁波就是以太中的第二声，而以太的电磁激发相当于它的“热激发”。

另外，现在有人将以太当作了所谓的暗物质，暗物质是具有质量的东西，把以太看成由具有质量的微粒所组成，这与以太是一种真空态物质的本来意义不符，会带来很大的矛盾。在星系世界，如果不假定存在有质量的暗物质，那么，天体的运动轨迹极大地偏离了牛顿定律。如果假设中的暗物质就是以太，而它不仅存在于星系世界，也存在于太阳系中，那么，太阳系里也会存在大量的暗物质，它们也会使行星的运动轨迹偏离牛顿定律，但是，行星的运动轨迹完全符合牛顿定律，太阳系里的以太质量的巨大作用到那里去了呢？

实际上，质量只是代表实物多少的量，以太本身是无所谓质量的。当然，质量与以太有密切的关系，它是以太分布不均匀的一种表现。人们囿

于“质量是代表物质多少的量”的观念，开始并不认为真空态的场是一种物质，直到场的量子性被发现，才承认了它的物质性，因为量子性意味着有能量，而能量必然伴随着质量。不过，这里有个问题：引力场至今无法量子化，难道它不是物？其实，场的量子性是以太密度波动性的反映，是以太与实物相互联系，相互转化的表现，这在后面将有进一步的说明。

以太的概念是随着历史的发展而变化的：笛卡尔的以太不同于亚里士多德的以太；19世纪的以太又与笛卡尔的以太有所区别；而我们的以太观将摒弃19世纪以太论的机械性，吸收现代物理学，尤其是相对论、量子场论的精华，它是对19世纪以太论的现代演绎，是19世纪以太论的否定之否定。

1.4. 以太回归的必然

现代物理学取得了巨大的成功，它能够相当精确地描述宏观和微观物理现象。但是，这种成功主要是在定量描述方面，在物理诠释上，什么空间弯曲、时间膨胀、波粒二象性、不确定性原理等等，总给人非常反常的感觉。不过，多数物理学家认为，世界本来就是很复杂的；正确的，即能够与实验数据相符的数学模型，可以反映真实。于是，他们越来越依赖数学模型，但是事与愿违。比如，由物理学家和数学家们共同构筑的超弦理论，把物理学中的点模型扩展为弦、圈等，运用数学的对称关系，将时空的维数提高到了11维，甚至25维，使其中包含了许许多多可以任意调节的参数，以此扩大选择的余地，企图从中来寻找物理学的“终极理论”。实际上，现实世界没有真正的直线和对称，依靠数学的对称性等去大海捞针般地寻找物理学的“终极理论”是行不通的。正如万花筒，它运用镜面对称，可以变幻出形形色色美妙的图案，但它绝不可能变化出真实的田园景色，这就是说，最精美的数学模型也难以描绘出逼真的物理实在。事实也正是如此，超弦理论至今没有得到能够被实验支持的结果。为什么如此

呢？我们认为，数学模型只是一种表象，定量上正确的模型也会偏离事实真相。这里的原因是人们忽略了以太的作用。人们在透过以太看世界，以太的作用在宏观、低速的情况下是微不足道的，但在微观高速的情况下就会显得明显了，于是产生了相对论性和量子性效应，它们都是由以太的作用造成的。我们应该寻根究底，通过揭示正确的数学模型之所以能够成立的物理机制，而这正是可压缩性以太论所追求的目标之一。

物理学家们一直在透过以太看世界，却“不识庐山真面目，只缘身在此其中”。有许多杰出的物理学家意识到了以太的存在，但却难以认清它的真面目。比如诺贝尔物理学奖的得主维尔切克认为，现代意义上的以太是一种“网格”[12]；布赖恩·格林认为希格斯海有点象现代意义上的以太[13]。这里所谓的“现代意义”就是站在相对论性时空观的基础上来看的意思。只站在相对论性时空观的基础上来看，是难以看透以太真面目的，也就难以透过以太看清整个物质世界。为什么呢？因为我们没有把以太看成“物”，而是将它当作了一种“空间”。打个比方来说吧，我们生活在空气中，时时刻刻在透过空气看世界。当我们眼前的空气剧烈运动时，我们透过这股空气看到的静物就会随之抖动。对此我们不会感到奇怪，因为我们知道空气会折射光线。剧烈运动的气流中，空气密度变化无常，导致了静物的“抖动”。如果我们把空气当作一种特殊的“物质空间”，以此为基础去描述物质运动，我们得到的将会是一番怪异的景象。相对论所描述的就是这样的景象。相对论把以太当作了“四维时空连续体”，我们应该还以太“物”的本来面目，这样才能认识世界的真相。

迈克尔逊-莫雷实验是导致19世纪以太论没落的重磅证据。现在，我们可用多种方法对迈克尔逊-莫雷实验作合理的解释。国内外已经有人用数值模拟和声干涉实验证明[13]：在可压缩性流体中，存在着回路声干涉条纹不随流速变化的现象；德国工程师 Norbert Feist 也在高速移动的车辆上作了多普勒测速仪试验，得到的干涉条文同样是不移动的。这些事实充分

表明：相对于流体的运动效应被流体本身的可压缩效应抵消了。因此，迈克尔逊 - 莫雷实验否定的是不可压缩的旧以太论，而否定不了可压缩性以太的存在。在这里，以太的可压缩性(真空效应)替代了洛伦兹等人的实物收缩性(实物效应)。

另外，可压缩性以太论认为，以太在相对运动中，其中的以太质点只进行原地踏步式的，传递动能的波动，从而也不会形成所谓的宏观的“以太风”。

B.K.里德雷说得好：“我们得通过那一切来关注大白鲨。丰富的数学在等着我们去构造关于万物的宏大理论，但最终还得回到三维空间和一维时间的现实世界，那是我们一切经历的来源。另外，我们还得考虑科学方法在所难免的局限。我们就像走在钢丝上，常常战战兢兢地在应用数学和宗教般的科学热情间摇摆。将来，我们需要特别敏感地将基本物理学从那些数学和宗教的东西里区别出来。” [14]在我们看来，以太就是这“大白鲨”，它使物理世界变得怪怪的。现代物理学的描述，是一种能够与实验数据相吻合的定量描述，这是由于实验过程始终摆脱不了以太的影响。我们应该把以太放到台面上来，将它的“魔法”公之于众。具体就是：在绝对时空观的基础上，对各种以太效应的物理机制进行描述，这样才能揭示物质世界的真相。

参考文献

- [1] 程宜山，中国古代元气学说，湖北人民出版社。
- [2] 申先甲等，物理学史简编，山东教育出版社，1985。
- [3] 谭署生，从狭义相对论到标准时空论，湖南科学技术出版社，长沙，2007。

- [4] E.T. Whittaker, A History of Theories of Aether and Electricity [M], Dover Pub, New York, 1951.
- [5] <http://www.cellularuniverse.org/>, Conrad Ranzan A Compendious Summary and Chronology of the Aether Theories (rev 2011-12).
- [6] 林成滔, 科学的发展史, 陕西师范大学出版社, 2009。
- [7] J.P. Francoise, G.L. Naber, T.S. Tsun, Encyclopedia of Mathematical Physics. 6, Codensed Material and Optics; Quantum Information and Computation; Quantum Mechanics, Beijing, Science Press, 2008, p. 187.
- [8] Y. Aharonov, D. Bohm, Phy. Rev. 115, 485, (1959)
- [9] 曹天予, 20 世纪场论的概念发展, 上海科技教育出版社, 2008。
- [10] Л.Д.朗道, E.M.栗弗席兹, 连续介质力学, 北京, 人民教育出版社, 1960, P. 546。
- [11] 维尔切克, *存在之轻*, 湖南科学技术出版社, 2010。
- [12] 布赖恩.格林, *宇宙的结构*, 湖南科学技术出版社, 2012。
- [13] 刘卫平, 苏本庆, 席德科, 杨新铁. 可压缩流动声干涉现象也具有迈克尔逊 - 莫雷效应[J]. 机械科学与技术, 2007, 26(9): 1144-1146.
- [14] B.K.里德雷, *时间、空间和万物*, 湖南科学技术出版社, 157, 2007。

第二部分

宏观以太和相对论

第二章 双重时空观

洛伦兹变换是相对论的核心。它的不同的导出方法可以导致对它的不同的解释。我们在伽利略变换的基础上，用流体力学的方法导出了洛伦兹变换，这一过程，把绝对时空观、宏观以太和相对论性时空观之间的内在联系充分显示出来了。

2.1. 洛伦兹变换的流体力学导出

在流体力学中，不可压缩流体的运动，速度势 ϕ 满足方程：

$$\Delta\phi(x,y,z)=0 \quad (2.1)$$

如果有一个运动物体在无限大的可压缩流体中运动，这将在它周围的流体中引起速度(包括大小、方向)、密度和压力等的扰动。如果可以假设这些扰动为一阶无穷小量，则可得一线性化的方程[1]：

$$\left(1-\frac{v^2}{c^2}\right)\frac{\partial^2\phi}{\partial x^2}+\frac{\partial^2\phi}{\partial y^2}+\frac{\partial^2\phi}{\partial z^2}=0 \quad (v < c) \quad (2.2)$$

其中 c 、 v 为该流体中的声速、流速。对(2.2)式作变换：

$$\begin{cases} x' = \beta x \\ y' = y \\ z' = z \end{cases} \quad \left(\beta = \frac{1}{\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}} \right) \quad (2.3)$$

(2.2)就成了(2.1)的方程形式： $\Delta\phi(x',y',z')=0$ 。即(2.3)是将可压缩的流体变换成不可压缩流体的变换式。

如果存在一种特殊的流体，它能满足(2.2)式成立的有关条件。那么，我们在这种特殊流体上，建立二个平行的直角坐标系 $O_1(x_1,y_1,z_1)$ 、

$O_2(x_2, y_2, z_2)$ ，它们的 X 轴互相重叠， O_2 相对于 O_1 以速度 v 沿 X 轴正方向匀速直线运动，那么，在绝对时空观中，它们之间存在着伽利略变换关系：

$$\begin{cases} x_2 = x_1 - vt_1 \\ y_2 = y_1 \\ z_2 = z_1 \\ t_2 = t_1 \end{cases} \quad (2.4)$$

$$\text{和} \begin{cases} x_1 = x_2 + vt_2 \\ y_1 = y_2 \\ z_1 = z_2 \\ t_1 = t_2 \end{cases} \quad (2.5)$$

将(2.3)代入(2.4)和(2.5)[(2.4)中的 x_1 是相对静止的固有长度，保持不变；同理，(2.5)中的 x_2 不变。]并且去掉 $t_1 = t_2$ ，得：

$$\begin{cases} x_2' = \beta(x_1' - vt_1) \\ y_2' = y_1' \\ z_2' = z_1' \end{cases} \quad (2.6)$$

$$\text{和} \begin{cases} x_1' = \beta(x_2' + vt_2) \\ y_1' = y_2' \\ z_1' = z_2' \end{cases} \quad (2.7)$$

把(2.6)中的第一式代入(2.7)中的第一式，可得：

$$t_2 = \frac{1}{v\beta}(x_1' - \beta^2 x_1' + \beta^2 vt_1) = \beta \left(t_1 - \frac{x_1'(\beta^2 - 1)}{v\beta^2} \right), \text{ 将 } \beta^2 = \frac{c^2}{c^2 - v^2} \text{ 代入, 得:}$$

$$t_2 = \beta \left(t_1 - \frac{vx_1'}{c^2} \right) \quad (2.8)$$

如果特殊流体的声速就是光速，那么，形式上，(2.6)和(2.8)二式合起

来就是洛伦兹变换！

上述洛伦兹变换的流体力学导出，作者曾以“月弓”为笔名发表在《潜科学》杂志 1989 年第 4 期上[2]，同期，廖铭声先生也发表了一篇关于流体力学与相对论密切相关的论文[3]。现在，已经有越来越多的学者，如杨新铁、刘卫平等认识到了流体力学与相对论之间的内在联系，取得了许多研究成果[4] [5]。

以上的推导过程中的特殊流体，在真空中无限分布，而且其中的声速就是真空中的光速，所以它不可能是一般的实物流体，只能是宏观以太，而且，超流动性的以太完全可以满足(2.2)式的要求。这就从另一个角度印证了作为光的传播媒介的以太的存在。

在微观世界，以太不但与引力场有关，而且还与电磁场、色场等密切相关，因此，以太的形象显得相当复杂。洛伦兹变换的流体力学导出清晰地表明，宏观以太是一种连续性流体，这为研究以太开辟了新的视野，而且，在宏观世界，以太主要与引力场相关，这是以太最基本的存在形式。

2.2. 两种不同性质的时空观

伽利略变换表达绝对时空观，洛伦兹变换表达相对论性时空观，所以，上述的洛伦兹变换的流体力学导出把绝对时空观和相对论性时空观联系起来，它显示：相对论性时空观是将绝对时空观中的可压缩性以太转换成四维时空中不可压缩的以太所产生的结果。这意味着：由于时空标准的不同，在绝对时空观中，以太是可以压缩的；而在相对论性时空观中，以太是不可压缩的。因此它们是两种不同性质的时空观，而不是一个否定另一个的关系。相对论中四维时空连续体其实就是“不可压缩的以太”。

牛顿说[6]：“我没有定义时间、空间、处所和运动，因为它们是人所共知的。唯一必须说明的是，一般人除了通过可感知客体外无法想象这些

量，并会由此产生偏见。为了消除偏见，可方便地把这些量分为绝对的与相对的，真实的与表象的以及数学的与普通的。”

显然，牛顿认为，绝对时空观是“人所共知”的，它好比一条公理。牛顿物理学就建立在这条公理之上。在绝对时空观中，既有绝对时空，也包含了相对时空。测量是两物(测量工具和被测量的物体)之间的比对过程，绝对时空与物质无关，是无法直接测量的。所以，物理学的时空都是可量度的相对时空，如车厢空间、地面空间、太阳系空间等等，人们是通过相对时空来抽象出绝对时空的。那么，什么是绝对时空观的最基本的特性呢？是时空标准的不变性，它导致了空间和时间的各自独立以及时空与物质环境的无关。由于时空标准的不变性，我们可以在任何地方建立一个刚性的三维坐标系和一维的时间轴，它们就是绝对时空观中的一个相对时空的数学表达。而伽利略变换是绝对时空观的数学表达，很容易证明，其中的空间间隔和时间间隔是不变量，即时空标准不变：

两个以速度 v 相对运动着的 $S(x, y, z)$ 系和 $S'(x', y', z')$ 系之间的伽利略时空变换式为：

$$\begin{cases} x' = x - vt \\ y' = y \\ z' = z \\ t' = t \end{cases} \quad (2.9)$$

由于 $t' = t$ ，显然时间间隔是不变量。要证明的主要为空间间隔是不变量。设 A、B 是一根与 X 轴平行的棒的两端，这棒与 $S(x, y, z)$ 系相对静止，而以速度 $-v$ 相对于 $S'(x', y', z')$ 系运动。由伽利略变换可得： $x'_B = x_B - vt_B$ 和 $x'_A = x_A - vt_A$ ，于是， $x'_B - x'_A = x_B - x_A - v(t_B - t_A)$ ，因为 A、B 两点是同时测量的， $t_B = t_A$ ，得：

$$x'_B - x'_A = x_B - x_A \quad (2.10)$$

证毕。

物理学的时空都是可量度的相对时空，其值也就必然会与衡量工具有密切关系。普通的量尺和钟表会因为热胀冷缩而变化，对此，人们不会说：时空变化了。因为可以用更精确的衡量工具来证明：这变化的只是量尺和钟表本身。

在现代物理学中，时空标准都是用光来定义的。比如，国际单位制米的定义是 299,792,458 分之 1 秒的时间间隔内光在真空中行程的长度。其中光在 1 秒钟的时间里在真空中通过的距离总是 299,792,458 米，无论它走得快还是慢，光速成了一种不变的定义速度。相对论乃至整个现代物理学就是建立在这样的时空标准的基础之上，或者说现代物理学是以恒定的光速作为时空衡量标准的。因为光是已知的传播信息的最快速度，这样定义的时空标准是切合实际的。在这里，如相对论所示，时空标准是会变化的，这被物理学界普遍认为：这种变化是时空本身的变化。如果站在绝对时空观的立场上，我们完全可以这样理解：这变化的只是时空的衡量标准，绝对时空本身不会变，因为它无所谓形状大小，何来变化？把时空标准的变化当作时空本身的变化，这是一种可行的数学模型，但偏离了事实真相。

一方面相对论性时空观是将绝对时空观中的可压缩性以太转换成不可压缩的以太所产生的结果；另一方面相对论是以光作为时空衡量标准的时空观。这两者看起来有差异，其实并不矛盾，因为光是一种以太波。在绝对时空观看来，光速会随着以太密度而变化，正如声速会随着空气密度而变化一样。由此看来，相对论性的时空标准与绝对时空中的以太密度有关：单位长度同以太的相邻质点的间距成正比；单位时间同光通过以太质点间距的时间间隔成正比。因此，绝对时空观中以太密度较大的地方，相对论性的量尺较短，时钟也走得较慢。同时，由于长度和时间的标准都与以太质点间距有关，于是，相对论性的空间和时间就纠缠在一起了。这就是说，相对论将以太当作是决定时空标准的“时空物质”，这充分显示了以太是

相对论的物质基础。

相对论中的真空的洛伦兹不变性就是相对论性的以太密度不变性，这与绝对时空中的以太可压缩性表面矛盾，本体一致。绝对时空是与任何物质无关的纯粹的真正的时空；而相对论性时空是一种以以太为基础的物质性时空。狭义相对论的时空连续区仍然可以看作欧几里得连续区，但它的时空坐标轴是非刚性的，会随着运动速度而收缩。广义相对论的时空连续区是非欧几里得连续区，时空可以弯曲，这实际上是把绝对时空中的以太密度变化率当作了相对论性四维时空中的曲率。

我们定义：在绝对时空观基础上的描述被称为“绝对描述”；在实验数据基础上的描述被称为“定量描述”；这两种描述之间的差异被称为“定量效应” [7]。有人会说：在物理学中，除观察的东西外无物为真，绝对描述是没有意义的。此话差矣，绝对描述中的空间、时间等，是对事物本质属性的抽象，它们虽然是不可观测量，但比能够直接测量的相对概念更真实，更有普遍意义。量子力学显示：任何一种守恒定律都对应一种不可观察量，如能量守恒对应绝对时间；动量守恒对应绝对空间位置等等。这是有关绝对描述量的真实性的一个证据，因为守恒律具有普遍性。另一方面，绝对描述好比是我们用眼睛直接看到的事物形象，是不受任何介质作用的事物真相；而定量描述好比是我们的眼睛透过“以太镜片”看到的事物形象，是被以太扭曲了的事物“假象”。我们要正确理解现代物理学的定量描述，就应该在绝对描述的基础上，弄清楚因以太的作用而引起的定量效应的物理机制。

在宏观、弱引力场、低速的情况下，以太的作用不显著，定量效应微不足道，牛顿物理学既是绝对描述，也是定量描述，它相当直观、清晰地反映了事物真相；在微观、强引力场、高速的情况中，定量效应变得明显了，在定量上，牛顿物理学就难以胜任。相对论修正了牛顿物理学的定量描述，但偏离了事实真相。

在相对论性时空观里，是不需要“以太密度”这个概念的。因此，出现以太密度这个词，总是与绝对时空观相关联的。

2.3. 对应关系

洛伦兹变换的流体力学导出，是把绝对时空观中的可压缩性以太转化为相对论性时空观中的不可压缩以太的过程。在这里，绝对时空观是基本的，第一性的，绝对描述是一种基本的描述，它用统一的时空标准衡量世界；相对论时空观是在绝对时空观的基础上，通过一个流体力学的代换后得到的，是第二性的，相对论是一种定量描述，它用可变的时空标准衡量世界；这两种描述之间存在着错位，那是很显然的，但也会有一定的对应关系。

许多学者早就指出[8]：相对论与流体力学有一定的联系。从流体力学出发可以推导出许多相对论性形式的方程。

以太遍布宇宙，它应满足连续性方程： $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div} \rho \vec{u} = 0$ ，使该方程对洛伦兹变换协变，可得一组变换式：

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho' = \beta \rho \left(1 - \frac{v u_x}{c^2} \right) \\ \rho' u'_x = \beta (\rho u_x - v \rho) \\ \rho' u'_y = \rho u_y \\ \rho' u'_z = \rho u_z \end{array} \right. \quad (2.11)$$

其中， u 是物体的运动速度； v 是参照系 $O'(x', y', z')$ 相对于参照系 $O(x, y, z)$ 的运动速度，其方向与 x 轴平行， $\beta = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2/c^2}}$ 。

将(2.11)中的第一式代入第二、第三和第四式，可得：

$$\begin{cases} u'_x = \frac{u_x - v}{1 - vu_x / c^2} \\ u'_y = \frac{u_y}{\beta(1 - vu_x / c^2)} \\ u'_z = \frac{u_z}{\beta(1 - vu_x / c^2)} \end{cases} \quad (2.12)$$

$u'^2 = u'^2_x + u'^2_y + u'^2_z$, 于是,

$$\begin{aligned} \sqrt{1 - \frac{u'^2}{c^2}} &= \frac{1}{1 - u_x v / c^2} \sqrt{\left(1 - \frac{u_x v}{c^2}\right)^2 - \frac{(u_x - v)^2}{c^2} - \frac{u_y^2 + u_z^2}{\beta^2 c^2}} \\ &= \frac{1}{1 - u_x v / c^2} \sqrt{\left(1 - \frac{u_x v}{c^2}\right)^2 - \left(\frac{u_x - v}{c}\right)^2 - \frac{(u_y^2 + u_z^2)(c^2 - v^2)}{c^4}} \\ &= \frac{1}{1 - u_x v / c^2} \sqrt{1 - \frac{2u_x v}{c^2} + \frac{u_x^2 v^2}{c^4} - \frac{u_x^2}{c^2} + \frac{2u_x v}{c^2} - \frac{v^2}{c^2} - \frac{u_y^2 + u_z^2}{c^2} + \frac{v^2(u_y^2 + u_z^2)}{c^4}} \\ &= \frac{1}{1 - u_x v / c^2} \sqrt{\left(1 - \frac{u^2}{c^2}\right)\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right)} = \frac{\sqrt{1 - u^2 / c^2}}{\beta(1 - u_x v / c^2)} \end{aligned}$$

根据(2.11)式, $\frac{\rho'}{\rho} = \beta\left(1 - \frac{u_x v}{c^2}\right) = \frac{\sqrt{1 - u^2 / c^2}}{\sqrt{1 - u'^2 / c^2}}$, 于是有

$$\rho' \sqrt{1 - \frac{u'^2}{c^2}} = \rho \sqrt{1 - \frac{u^2}{c^2}} = \rho_0 \quad (\text{常数}), \quad \text{可得}$$

$$\rho = \frac{\rho_0}{\sqrt{1 - u^2 / c^2}} \quad (2.13)$$

把它写成增量形式:

$$d\rho = \frac{d\rho_0}{\sqrt{1 - u^2 / c^2}} \quad (2.14)$$

另外, 在理想流体中有物态方程:

$$dP = c^2 d\rho \quad (2.15)$$

其中 P 是压强, c 是声速, ρ 是密度。

显然, (2.12)式就是相对论中的速度变换公式; 若把密度的微小变化量 $d\rho$ 换成质量 m , 压强微小变化量 dP 换成能量 E , 那么, (2.14)式就类似于相对论中的质量-速度关系式; (2.15)式则类似于相对论的质能公式!

其实由前面的论述可知, 对经典的流体力学方程进行洛仑兹变换协变, 就是把一个绝对时空中的方程变换成相对论性时空中的方程的过程。因此, 通过洛仑兹变换协变得得到相对论性方程是不足为奇的。但这里出现的对应关系, 即相对论性的质量对应以太密度的微小变化量; 相对论性的能量对应以太压强的微小变化量, 很值得关注。

一个质量为 m 的物体, 它的引力势 ϕ 的分布与离开它的距离 r 成反比: $\phi \propto m/r$ 。通过简单的计算, 可以知道: 在地面上的任何一点, 地球的 $\phi <$ 太阳的 $\phi <$ 银河系的 $\phi \cdots \cdots$, 因此, 如张操教授所说[10]: 以太背景场好象是很深的海洋, 实物源附近的以太密度变化仅是海洋表面小小的起伏。所以对一般的物体来说, 在定量描述中, 我们把物体的质量看成是以太流体里的微小的密度增量是可取的。这个密度增量显然是相对于该实物所在处真空的以太密度。我们将一个实物所在处的真空中的以太密度称之为“基态”, 不同的以太密度是不同的基态。那么, 实物的质量会随着基态而变化。基态是质量和能量的零点或起点。因此, 在现代物理学中, 质量和能量都有相对性。能量的相对性相当明显, 而质量的相对性比较隐蔽, 因为质量与能量之比是 $1/c^2$ 。前面指出相对论性的时空标准会随着以太密度的不同而变化, 它们也是在随着基态而变化。

质量与以太密度的增量有关。考虑到质量与万有引力场之间的联系, 以太、引力场、实物三者之间的内在联系就显现出来了: 在宇宙的统一以太海洋里, 以太密度的分布与实物密切相关——实物是以太密度波包的

核心，实物的质心是以太密度的极大值点，引力场就是以太密度场。在这里，定量描述的概念与绝对描述的概念之间的对应关系是：引力势的绝对值对应以太密度；引力场强度对应以太密度梯度；质量对应实物的以太波包的密度的增量(相对于基态)；能量对应其以太波包的压强的增量(相对于基态)。表 1 显示了更多的对应关系。

表 2.1. 绝对描述和定量描述之间的对应关系

绝对描述	定量描述
以太是一种可压缩的超流体	以太是一种不可压缩的四维时空连续体
以太密度	引力势的绝对值
以太密度场	引力场
以太密度梯度	引力场强度
以太密度的增量(相对于基态)	质量
以太压强的增量(相对于基态)	能量
以太密度均匀分布	平直时空
以太密度不均匀分布	弯曲时空
以太密度变化率	时空曲率
时空标准不变	时空标准可变
以太密度的增加	空间收缩，时间膨胀
光速会随着以太密度变化	光速恒定
光线向以太密度增加的方向弯曲	光沿短程线传播
每一个实物都有以它自己为核心的以太密度波包，它们的叠加构成了宇宙	实物的存在使时空弯曲，宇宙有限而无界

(其中有些对应关系后面将作进一步说明。)

绝对时空观和相对论性时空观有着质的区别。它们所描述的物理量也就会有质的不同。绝对时空观里的基本物理量相当于相对论中的固有物理量，绝对描述中的时空标准、质量、能量，不会随着外界以太密度的变化

而变化。而在相对论中，基本物理量都会随着基态的变化而变化，它们是通过以太表达出来的“外观物理量”[11]。

物质是存在于时空中的，有一定形态的客观的东西。实物和以太是两大不同形式的物质。以太本身无所谓质量，但与质量有着内在的联系。实物是以太包的核心，这意味着，以太密度的平滑分布(无极大值点)表示“无”，即真空，以太密度的起伏分布(有极大值点)表示“有”，有实物。任何一个实物都会有自己的万有引力以太波包。实物运动时，它本身在实实在在地运动，但它周围的以太只是在波动，即以太本身不作宏观的移动。

古人云：以太其大无边；其小无内。因为以太充斥宇宙，所以“其大无边”；由于无论以太密度是疏还是密，在定量上，以太质点的间距是不变的，是最基本的长度单位，以太质点本身的大小就难以确定，这是对“其小无内”的一个注释。实际上，定量上以太质点间距的固定不变，也是量子性的起源，这将在后面显示。

实物运动时，虽然它周围的以太只是在波动，但由于以太的密度中心在随着实物移动，因此，从效果上说，直线运动的实物部分地带动了以太；对于轴对称转动的物体来说，它的转动不改变周围以太密度的分布，因此，从效果上看，它不带动以太。另外，当二个实物作相对运动时，由于以太是超流体，如果实物之间不发生碰撞，伴随它们的二个以太包之间的相互穿插，不会影响他们之间的速度关系，(2.2)式就能成立；洛伦兹变换的流体力学导出就完全可以进行。

绝对描述和定量描述之间存在着错位，这解答了19世纪以太论中的一个困惑：菲涅尔等直观的以太力学模型(绝对描述)，总无法完全符合定量关系；而洛伦兹的满足定量关系的以太模型又失去了直观的力学性质。对于这二种不同描述之间的“错位”，应该准确地把握。绝对描述的图象是比较直观的，它反映了事物的本来面貌，但不一定能完全符合定量关系；定量描述能比较正确地符合实际的量方面的关系，但它往往扭曲了事物的本

来面貌；我们应该把这二种描述有机地结合起来，它们是相辅相成的。

2.4. 物质性时空观模式

斯蒂芬·霍金和莱昂纳德·蒙洛迪诺说[12]：“金鱼看见的世界与我们所谓的‘现实’不同，但我们怎么能肯定它看到的就不如我们真实？据我们所知，就连我们自己说不定终其一生，也在透过一块扭曲的镜片打量周遭的世界。在物理学中，这个问题并非纯理论空想。实际上，物理学家和宇宙学家发现他们自己眼下的处境和金鱼差不多……每个理论对于‘现实’都有一套自己的描述，就像透过它自己的圆形鱼缸观察世界一样。”他们认为：金鱼看到的世界同我们的不一样，因此，如果它们具有智慧，可以建立不同于我们的物理理论。那么，智慧鱼儿能得到怎么样的理论呢？霍金没有进一步研究。这是个很有趣，也有一定意义的问题。我们就来做一个探讨。

时间和空间是最基本的物理量，让我们来描述一下智慧金鱼的时空观。它可分为两类，一是金鱼描述鱼缸外世界的时空观；二是金鱼描述鱼缸内世界的时空观。

以光来观察世界，金鱼看到的鱼缸外的景象显然与我们看到的不一样，因为，玻璃和水会折射光线。显然，智慧金鱼的缸外时空观会随着鱼缸的材料、形状而变化，难以作统一的描述，研究价值不大。智慧鱼儿的缸内时空观只与水有关，而且，大多数鱼儿生活在江湖海洋，这类时空观具有一定的普遍性，值得我们讨论。

如果鱼缸内水的密度是均匀的，且始终不变，那么，它们的时空观与我们日常的，低速、宏观环境中的绝对时空观基本一样。然而，一般流体的密度或多或少是会变的。非均匀介质是变折射率介质，其中的光线或声音会向密度较大的方向弯曲。如果鱼缸内水的密度分布是不均匀的，那么，

鱼儿的时空观将是局域的。事实上，海洋中水的密度会随着深度而变化。如图2.1所示，水密度的大小用蓝颜色的深浅来表示，鱼B发出的传入鱼A眼睛的光线所走的路线是弯曲的(当然，实际上这样的弯曲非常微小)，因此，鱼A会误以为鱼B是在C点；如果鱼A游起来，C点会随着变动。

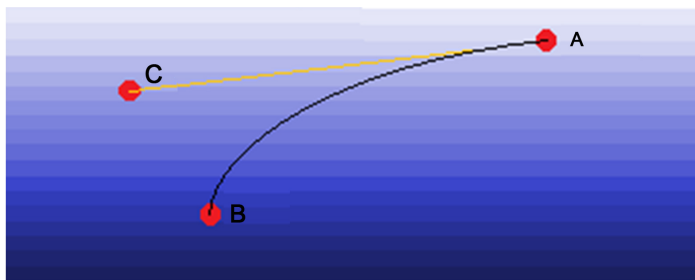


图2.1. 智慧鱼儿的缸内时空观

可见，智慧鱼儿的缸内时空观是局域的，它与我们日常的牛顿时空观迥异。

智慧鱼儿的缸内时空观是怎么回事，我们是否可以导出它的数学表达式呢？让我们作下探讨。

众所周知，空间的均匀性是一条在绝对时空观和相对论性时空观中都成立的宇宙学原理，它在鱼儿的时空观里也应该成立。水是鱼的生存空间，我们可以假设：在鱼的时空观里，水的分布是处处均匀，各向一致的。这意味着水的密度不会变化，或者说水是不可压缩的。而在我们日常的绝对时空观里，水或多或少是可压缩的。因此，我们推导鱼儿缸内时空观的步骤是：求出将可压缩性流体转换成不可压缩性流体的变换式，把它代入表达绝对时空观的伽利略变换，导出的就是表达鱼儿时空观的表达式了。显然，其结果就是洛伦兹变换了，只是其中的光速是该流体的声速。换句话说，鱼儿时空观的表达式就是其中光速是流体声速的洛伦兹变换。

原来，洛伦兹变换是物质性时空观的一种普遍性模式！宇宙学原理在

其中起了关键性的作用，它使“时空物质”，如相对论性时空观里的以太、鱼时空观里的水，均匀分布，从而使它们能够确定各自的时空标准。即它们的时空标准会随着绝对时空中的时空物质的密度而变化。它们的单位长度同时空物质的相邻质点的间距成正比；单位时间同声音通过时空物质的质点间距的时间间隔成正比；时空物质中的声速也就成了不变的常数。

这里印证了霍金的猜想：“我们自己说不定终其一生，也在透过一块扭曲的镜片打量周遭的世界。”这块扭曲的镜片就是以太。

我们生活在以太的海洋里，我们的观察和实验时时处处摆脱不了以太的作用。于是，一方面，以太好比哈哈镜，相对论所描述的是被以太扭曲了的“假像”；另一方面，相对论能很好地与实验数据相吻合，是一门很棒的理论。于是，能够被实验证实的理论描述，不一定反映事实真相。比如，在微观世界，爱因斯坦认为，上帝不玩色子。这在实质上应该是正确的，但实验数据支持波尔的几率观点，因为实验数据也是以太作用下的产物。

现代物理学告诉我们：高速世界的时空不同于日常的低速世界时空；微观世界更不同于日常世界。而我们指出：真正的时空是不变的，是以太的作用和它的微观结构扭曲了世界的形象。我们可以在绝对时空观的基础上，用以太的作用诠释现代物理学的物理机制。

参考文献

- [1] Fung, Y. C. A First Course in Continuum Mechanics, Beijing, Tsinghua University Press, pp. 257-259 (2005).
- [2] 月弓，区间场以太观，潜科学，1989年第4期，pp 39-40。
- [3] 廖铭声，流体力学相对论的创立，潜科学，1989年第4期，pp 33-38。

- [4] 杨新铁, 可压缩流体的协变不变原理和广义相对论线元[J]。北京广播学院学报, 2003.11 (增刊)。
- [5] 刘卫平, 苏本庆, 席德科, 杨新铁, 可压缩流动声干涉现象也具有迈克尔逊-莫雷效应, 机械科学与技术, 第 26 卷第 9 期, 2007, pp 1144-1146。
- [6] I. Newton, *The Mathematical Principles of Natural Philosophy*, Daniel Adee, New-York (1846).
- [7] Hu, C. W. On the quantitative effects. *International Journal of Modern Physics and Application*, 1(3), 38-42 (2014).
- [8] 廖铭声。流体不变论[M]。上海科技出版社, 1993。
- [9] 杨新铁。可压缩流体的协变不变原理和广义相对论线元[J]。北京广播学院学报, 2003.11 (增刊)。
- [10] 张操, 物理时空探讨, 香港, 华夏文化出版有限公司, p 5, 2005。
- [11] Chang-Wei Hu Superluminal velocity beyond the scope of application of relativity, scienceopen reprints, 2020.4.28.
DOI: 10.14293/S2199-1006.1.SOR-PPOBUGW.v1
- [12] Hawking, S. & Mlodinow, L. The (elusive) theory of everything. *Scientific American*, October 69-71 (2010).

第三章 相对论的定量效应

相对论的定量效应是透过宏观以太所产生的一种以太透镜效应，是绝对描述和定量描述之间差异的反映。绝对时空观和相对论性时空观，既是不同性质的时空观，又有一定的对应关系，而且还是相互依存的。实际上，相对论离不开牛顿时空观。因为，它要说明时空标准如何变化，必须借助于相对不变的量，也就是绝对描述的量。相对论中的固有量其实就是特定的绝对描述的量。

3.1. 定量效应方程组

狭义相对论指出，在某一惯性参照系中，单位时间 dt 和单位长度 dr 与速度 v 之间的关系由公式(3.1)、(3.2)表示为：

$$dr = \sqrt{1 - v^2 / c^2} dr_0 \quad (3.1)$$

$$dt = \frac{dt_0}{\sqrt{1 - v^2 / c^2}} \quad (3.2)$$

dt_0 和 dr_0 为该惯性参照系中的单位固有时间和单位固有长度，它们不随速度变化，用来衡量以任何速度相对运动的物体上的时空标准的变化。因此，他们就是这一惯性参照系中的绝对描述的单位时间和单位长度。(3.1)、(3.2)就是在这一惯性参照系里，定量描述的时空标准(dt 、 dr)与绝对描述的时空标准(dt_0 和 dr_0)之间的关系，是狭义相对论对绝对时空观进行定量修正的“定量效应方程组”。它表示：运动速度会引起绝对时空中的以太密度的变化，而以太密度的改变将导致相对论性时空标准的变化。

同样，在广义相对论里，单位时间和单位长度会随着引力势而变化，因为引力势对应以太密度。这里，通过等效原理和能量守恒来导出一个相

当简洁的表达式：设在一个孤立的星球引力场中，一物体从无限远处向这星球自由降落，初速为 0，在离星球 r 远处时，速度达到 u ，当地的引力势是 φ (以无限远处为零点)，那么：

$$\frac{1}{2}mu^2 + m\varphi = 0, \text{ 即 } \varphi = -\frac{1}{2}u^2 \quad (3.3)$$

(3.3)式是用牛顿力学的方法导出来的，但在这里是足够精确的了。把(3.3)代入(3.1)和(3.2)，得：

$$dt = \frac{dt_0}{\sqrt{1 + 2\varphi / c^2}} \quad (3.4)$$

$$dr = \sqrt{1 + 2\varphi / c^2} dr_0 \quad (3.5)$$

(3.4)、(3.5)与广义相对论中的史瓦西(Schwarzschild)解的结果完全一致 [1]。

(3.4)、(3.5)中的 dt_0 、 dr_0 ，是指远离引力场的参照系上的单位时间、单位长度，它们不随引力势变化，也就是绝对时空观中的单位时间、单位长度。于是，(3.4)、(3.5)是广义相对论的“定量效应方程组”。

定量效应方程组可以用来很简单地说明相对论性现象。

3.2. 定量效应方程组的应用

相对论定量效应是由现实的时空标准的可变性造成的。它象个“魔术师”，可以把本质上(即在绝对时空观中)可变的描述成定量上不变的；把本质上不变的描述成定量上可变的；下面是二个例子。

3.2.1. 雷达回波延迟

关于雷达回波延迟[2] [3]，“引力与时空”一书有明确的分析和解答

[4], 它指出, 延迟的原因是: 光线在引力场中的偏折和光速变慢。在可压缩性以太论看来, 其根本原因是太阳引力场中的以太密度成梯度分布, 越靠近太阳, 以太密度越高, 因此光线在其中发生了偏折和光速变慢。不过, 这种光线偏折十分微小, 造成的路程增加极小, 是一个可以忽略的二阶修正。因此雷达回波延迟的主要的原因是: 引力场中的光速变慢了。该书运用线性化近似的引力场方程, 经过好几个步骤, 求得引力场中的光速为:

$$c_0 = 1 - \frac{2GM}{c^2 r} \quad (3.6)$$

其中, 设光速 $c=1$; G 是引力恒量; M 是天体的质量; r 是离该天体质心的距离。

其实, 这可以用(3.4)和(3.5)简捷地来求: 定量描述的速度单位(dr/dt)和绝对描述的速度单位(dr_0/dt_0)之间的关系是:

$$\begin{aligned} dr/dt &= \frac{\sqrt{1+2\varphi/c^2} dr_0}{dt_0/\sqrt{1+2\varphi/c^2}} \\ &= (1+2\varphi/c^2) dr_0/dt_0 \end{aligned} \quad (3.7)$$

设无引力场时光速为 c , 绝对描述(即以 dr_0/dt_0 为速度单位)中的引力场里的光速是:

$$c_0 = (1+2\varphi/c^2)c = \left(1 - \frac{2GM}{c^2 r}\right)c \quad (\text{单位 } dr_0/dt_0) \quad (3.8)$$

由于其中 $c=1$, 因此(3.8)式与(3.6)式完全一致。

至于光的引力延迟时间, 根据(3.8)式, 运用微积分即可求出。在下面的计算中, 为方便起见, 取光速为 1, c 不代表光速, 而是坐标值。

如图 3.1, 在太阳引力场中, 从地球 A ($-a, c$)发出的光或雷达信号, 沿着近似直线 ACB 到达目标行星 B (b, c), 其传播时间是:

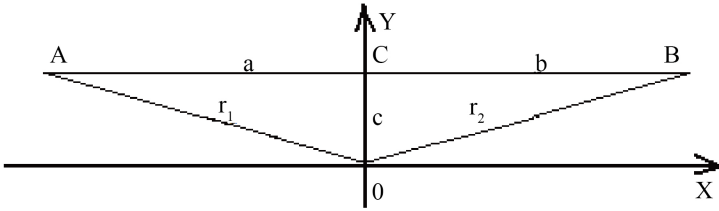


图 3.1. 在太阳(O)引力场中, 地球(A)与行星(B)之间的光线路径示意图

$$\begin{aligned}
 \Delta t &= \int_{-a}^b \frac{dx}{dx/dt} = \int_{-a}^b \frac{dx}{1 - 2GM/r} \\
 &\approx \int_{-a}^b \left(1 + \frac{2GM}{r} \right) dx = \int_{-a}^b \left(1 + \frac{2GM}{\sqrt{x^2 + c^2}} \right) dx \quad (3.9) \\
 &= b + a + 2GM \ln \frac{\sqrt{b^2 + c^2} + b}{\sqrt{a^2 + c^2} - a}
 \end{aligned}$$

(3.9)右边第三项代表单程引力延迟时间。当地球与目标行星处于太阳二边的相反位置(“上合”)时, 引力延迟时间最大。这时, $\frac{c}{a}, \frac{c}{b}$ 都很小, 它们的平方项都可略去不计, 于是, 经过分母有理化, 可得单程引力延迟时间近似地为:

$$\Delta t \approx 2GM \ln \frac{4ab}{c^2} \quad (3.10)$$

(3.10)式中的时间 t 不是地球上的时间, 地球上的时间近似地为固有时 t_0 。根据(3.4),

$$\begin{aligned}
 \Delta t_0 &= \sqrt{1 + 2\varphi/c^2} \Delta t \approx \left(1 - \frac{GM}{r} \right) \Delta t \\
 &= 2GM \left(1 - \frac{GM}{r} \right) \ln \frac{4ab}{c^2} \quad (3.11)
 \end{aligned}$$

这方面的实验, 不但通过水星[2]、金星[5]进行过, 也通过水手号宇宙飞船[6]和海盗号火星探测器[7]等进行过, 实验值与理论符合得很好[4]。

显然，引力场中的光速变慢的结论，是一种绝对描述，这是用一个不变的时空标准去衡量整个太阳引力场中的光速的结果。定量地说，光速不变原理在广义相对论中仍旧成立，因为引力场中的长度和时间的标准会随着引力势变化，如果用每一点定量的时间和长度的标准去衡量经过该点的光速，那么，运用(3.7)式，把(3.8)式中绝对描述的速度单位 dr_0 / dt_0 ，换成定量描述的速度单位 dr / dt ，结果将恒为 c ：

$$c_0 = \left(1 + 2\varphi / c^2\right) c / \left(1 + 2\varphi / c^2\right) = c \quad (\text{单位 } dr / dt) \quad (3.12)$$

于是，绝对描述上可变的光速被定量描述成了不变的。

绝对描述上的引力场中的光速变慢，导致了光的引力延迟。延迟的时间可观察，可计算，这一事实表明，绝对描述的确反映了事物的客观情况，同时也显示了两种描述之间的互补性。

3.2.2. 引力红移

在绝对描述看来，真空中，光的固有频率 ν_0 是不变的，这意味着时间的快慢也不会变。但是，在定量描述中，时空标准会随着引力势而变化。在引力场里，位于不同引力势的时钟，走的快慢不一样，这样，用两只快慢不一的钟去衡量同一束光的频率，就导致了定量上的光谱线的红移。

对同一束光，测量的时钟走得慢(标准长)，光的频率就较高，即光的频率与当地定量描述的单位时间的大小成正比，所以，根据(3.4)，光子的频率

$$\nu = \frac{k\nu_0}{\sqrt{1 + 2\varphi / c^2}} = \frac{k\nu_0}{\sqrt{1 - 2GM / c^2 r}} \approx k \left(1 + \frac{GM}{c^2 r}\right) \nu_0 \quad (3.13)$$

其中 k 为比例系数。

(3.13)式显示，光的频率会随着引力势变化。当 1 个光子从引力势绝对

值大的地方(时间标准较长)往引力势绝对值小(时间标准较短)的方向运动时,用经过处的当地时间标准来衡量,它的频率在降低,即光谱线在红移。

对于同一个光子,若前后处于径向位置 r_1 和 r_2 ,那么,二者的频率之比是:

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{\sqrt{1 - 2GM / c^2 r_2}}{\sqrt{1 - 2GM / c^2 r_1}} \quad (3.14)$$

(3.14)就是光在 Schwarzschild 几何中的引力红移公式[4]。这样,本质上不变的光的频率被定量地描述成了可变的。

3.3. 效应能量分析法

3.2.1 和 3.2.2 节是运用定量效应方程(3.4)和(3.5)来简捷地解答雷达回波延迟和光谱线的引力红移问题。下面,根据定量效应方程,进一步提出一个“效应能量分析法”,用它可简捷地解答行星近日点的进动和光线的引力偏折问题等。

相对论的质速关系是:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2 / c^2}} \quad (3.15)$$

把(3.3)式代入狭义相对论的质速关系式可得:

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 + 2\varphi / c^2}} \approx \left(1 - \frac{\varphi}{c^2}\right) m_0 = \left(1 + \frac{GM}{c^2 r}\right) m_0 \quad (3.16)$$

(3.16)式是质量 - 引力势关系式。质、能相当,可以把(3.15)式写成能量 - 引力势关系式:

$$E = \frac{E_0}{\sqrt{1 + 2\varphi / c^2}} \approx \left(1 - \frac{\varphi}{c^2}\right) E_0 = \left(1 + \frac{GM}{c^2 r}\right) E_0 \quad (3.17)$$

(3.16)和(3.17)式，也是广义相对论的定量效应方程。(3.17)式显示，近似地说，引力场中的物体带有二种能量：“固有能量” E_0 和“效应能量” $\frac{GM}{c^2 r} E_0$ 。因此，我们可以把广义相对论性问题转化成经典问题：在绝对时空观的基础上，把引力场中一个物体的运动，看成是由固有能量引起的“固有运动”与效应能量引起的“效应运动”之和。这效应运动将不改变固有运动的系统，而只是使固有运动系统作整体的变动。比如，行星的固有运动系统是椭圆，行星效应能量的存在，不改变这椭圆的形状，而是使这整个椭圆缓缓地旋转，即进动。

一个物体的固有能量和效应能量之间的关系，不同于一般的总能量与分能量；二者之间的大小比例是一定的，而且相互之间不可转换；它们处于相同的引力作用下，是在这种情况下做功的能力，因此，这二种能量运动的位移(或角位移)之比，就等于这二种能量之比。这就称之为效应能量分析法，简述如下。

效应能量分析法：引力场中的一个物体的相对论性运动，可在绝对时空中分解成固有能量引起的固有运动和效应能量引起的效应运动；效应运动一般不改变固有运动系统，而只改变整个固有运动系统的运动状态；效应运动的位移(或角位移)与固有运动的位移(或角位移)的比值等于这二种能量之比，约为 $\frac{GM}{c^2 r}$ 。

效应能量分析法是一种简捷的近似方法。其中的固有能量是牛顿力学的能量，效应能量是产生相对论性效应的能量。这里把相对论效应直观化了。当然，效应能量分析法还只是一种假设，它是否成立，要看它能否与事实相符。下面，我们运用这一方法来计算行星的进动和光线的引力偏折问题，结果将与广义相对论一般方法导出的公式完全一致，这从一个侧面反映了它的合理性和优越性。

3.3.1. 行星进动

关于行星的近日点进动，上面已经指出，效应运动只与进动有关。在这里，效应能量表现为额外的角向动能，它使行星在完成一个周期的椭圆运动时，矢径转过的角度不是 2π ，而是 $2\pi + \alpha$ ， α 即进动角。这种额外的角向动能与固有运动中的角向动能二者的作用，始终是同向、同步的，因此，这进动角可以这样简单地来求：计算进动的角向动能与固有运动的角向动能之间的比值，那么，运用效应能量分析法，当行星完成一个周期的椭圆运动时，它的进动的角位移就可以按比例求出。

不考虑效应运动时，行星的角向运动由行星的固有运动的角向动能造成。我们先来计算行星的角向动能与总能量的比值。

对圆形轨道，动能都是角向动能，其值是势能绝对值的 $\frac{1}{2}$ ，因为引力加速度 $a = \frac{v^2}{r} = \frac{GM}{r^2}$ ，所以动能 $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m \frac{GM}{r}$ ，而 $m \frac{GM}{r}$ 为势能。于是，行星的角向动能是总能量的 $\frac{1}{3}$ 。对于椭圆形轨道，动能中有一部分成了径向动能，这与角向运动无关。当行星处于远日点时，它的动能为 $\frac{GMm}{2(a+c)}$ (G 是引力常量， M 是太阳质量， m 是行星质量， a 是半长轴， c 是半焦距)，当行星处于近日点时，它的动能为 $\frac{GMm}{2(a-c)}$ ，因此，行星椭圆运动的平均动能是 $\frac{1}{4}GMm \left(\frac{1}{a-c} + \frac{1}{a+c} \right) = \frac{GMm}{2a(1-e^2)}$ (e 是偏心率)；而半径为 a 的圆周运动的动能是 $\frac{GMm}{2a}$ ，因为，长轴一样的椭圆运动的总能量是一样的，于是，角向动能是椭圆运动平均动能的 $(1-e^2)$ 倍。因此，行星固有运动的角向动能约是 $\frac{1-e^2}{3}E$ (E 是固有运动系统总能量)。

根据效应能量分析法，行星进动的角向动能是效应运动的能量，其值

为 $\frac{\varphi}{c^2}E$ ，它与固有运动的角向动能的比值是 $\frac{3\varphi}{c^2(1-e^2)}$ 。所以，当椭圆运动

的角向动能完成一个周期(2π)运动时，进动的角度按弧度计为：

$$\alpha = \frac{2\pi \times 3\varphi}{c^2(1-e^2)} = \frac{6\pi(2\pi a/T)^2}{c^2(1-e^2)} = \frac{24\pi^3 a^2}{(1-e^2)c^2 T^2} \quad (3.18)$$

式中 T 为行星运动一周的时间。

(3.18)式与广义相对论一般方法导出的公式完全一致[8]。

3.3.2. 引力偏转

如图 3.2，没有引力场时，光子沿水平直线 MAN 运动，而实际上，光子沿曲线 ABC (实际上这是一条与 MAN 偏角极小的近似直线)运动， O 是天体的质量中心， $AO = R$ 是天体的半径， $MN \parallel EF \parallel DC \parallel OG$ 。

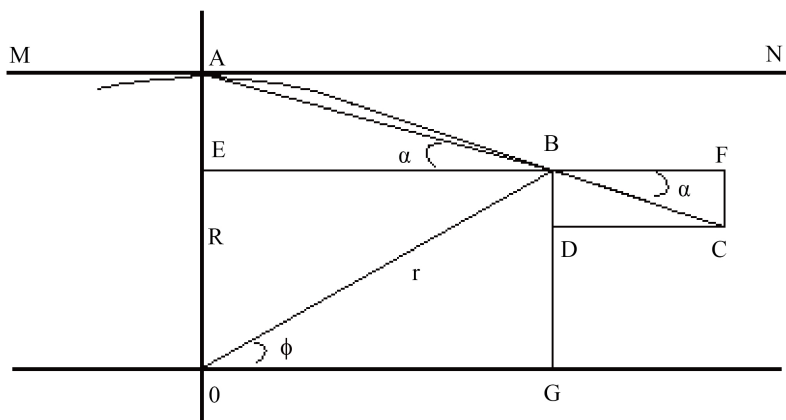


图 3.2. 光的引力偏转

光子从 A 运动到曲线 ABC 上任意一点 B 处时， $\angle FBC = \alpha$ 是光子从 A 点运动到 B 点时的累计偏转角。因为曲线 ABC 近似于一条直线，而且，光线的偏折主要发生在 A 点附近，所以，当 B 点离开 A 点相当远时，直线

AB 与 B 点处的切线和曲线 BC 就几乎在一条直线上，于是，

$$\angle ABE = \angle FBC = \alpha, \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{AE}{BE} = \frac{R - r \sin \phi}{r \cos \phi}, \quad \text{即 } r \sin \phi = \frac{R}{1 + \operatorname{ctg} \phi \operatorname{tg} \alpha}.$$

因为光线的偏转角非常小，所以，当 $\phi = \alpha$ 时， α 就足够精确地等于光从 A 点出发到穿越引力场后的总偏转角。这时，

$$r \sin \phi = \frac{R}{2} \quad (3.19)$$

光子的固有运动系统是以恒定速度作直线运动；它的效应运动不改变固有运动的系统，只是使其直线系统缓慢地平行位移，这在 B 点可以被分解为垂直的效应运动位移 BD 和水平的固有运动位移 BF，这两种位移之比为 $\frac{GM}{c^2 r}$ (M 是该天体的质量； r 为矢径长度，是个变量)，这是一种瞬时值。

我们要求的是 B 点处的累计偏转角 α ，为此，我们来考虑另外一种情况：设想同一质量的天体的质量中心在 G 点，BG 是其半径，光子在 B 处水平掠过，于是，BF 表示光的固有运动的瞬时水平位移，FC 表示效应运动的瞬时垂直位移，这时的瞬时偏转角就是 α ，也就是光从 A 点出发到达 B 点时的累计偏转角，这样，就可以直接运用效应能量分析法来计算：

$$\frac{FC}{BF} = \frac{GM}{c^2 BG}.$$

结合(3.19)式，光从 A 点出发到穿越引力场后的总偏转角是：

$$\alpha \approx \operatorname{tg} \alpha = \frac{FC}{BF} = \frac{GM}{c^2 r \sin \phi} = \frac{2GM}{c^2 R} \quad (3.20)$$

光子到达 A 点的前、后运动轨迹是对称的，所以，它在引力场中的总偏转角是 $\frac{4GM}{c^2 R}$ ，这也与一般方法导出的公式完全一致[9]。

参考文献

- [1] J. D. Walecka, Introduction to Modern Physics Theoretical Foundation, London, Word Scientific Publising Co, pp. 274-277 (2008).

- [2] I. I. Shapiro, et al, Phys. Rev. Lett. 20, 1265 (1968).
- [3] J. D. Anderson, et al, Astrophys, 200, 221 (1975).
- [4] H. C. 瓦尼安, R. 鲁菲尼, 引力与时空, 北京, 科学出版社, 2006, pp. 150-151, 313。
- [5] I. I. Shapiro, et al, Phys. Rev. Lett. 26, 1132 (1971).
- [6] J. D. Anderson, et al, Astrophys, J, 200, 221 (1975).
- [7] I. I. Shapiro, R. D. Reasen, et al, J. Geophys, Res. 82, 4329 (1977).
- [8] A.爱因斯坦, 相对论的意义, 北京, 科学出版社, 1961, p. 63。
- [9] F. R. 坦盖里尼, 广义相对论导论, 上海科学技术出版社, 1963, p.67。

第四章 相对论的物理机制及局限性

关于相对论的物理机制，其实前面几章都有一定的描述。简而言之，相对论在透过以太描述世界，定量效应就是以太的透镜效应。我们可以用以太密度的变化来描述相对论性效应，并根据其物理机制来揭示出相对论的局限性或适用范围。

4.1. 物理机制

相对论性现象包括狭义相对论的运动学效应和广义相对论的引力效应，它们都由以太的可压缩性引起的现实的时空测量标准的可变性造成。

4.1.1. 狭义相对论的物理机制

狭义相对论同惯性系相关。在可压缩性以太论看来，惯性是物体保持其基态中的以太密度分布不变的性质；惯性系是其中的以太密度分布保持均匀不变的参照系。力是以太密度不均匀分布的表现，其中引力是以太密度成梯度分布的产物；惯性力则是由于以太的可压缩性，在加速运动物体的基态里，以太密度会随着速度的增加而不断提高，从而在相对于运动物体静止的参照系上看来，前方(加速度的方向)的以太密度在不断增加，好像存在一种单向引力场。可见，引力与惯性力的本质是一致的，都是以太密度成梯度分布的表现，但前者是实实在在的存在，后者带有动态性和虚拟性。

狭义相对论讨论的是关于以太密度分布均匀时，即没有引力场时的情况。它无视以太这个物质基础，于是，产生了一些难以破解的佯谬。比如 A、B 二人以速度 v 相对运动，那么，A 认为自己是静止的，周围的以太密

度处处为 p ，B 是在这种环境中运动着的；而 B 认为自己是静止的，周围的以太密度处处为 q ；A 是在这种环境下运动着的。然而，由于以太的可压缩性，即由于存在运动学效应， $p \neq q$ ，即 A 与 B 不平权，这是产生佯谬的根本原因。

物体在均匀分布的以太中运动，由于以太的可压缩性，基态里的以太密度会比其静止时有所提高。根据(2.13)，基态里的以太的线性密度正比于相对论因子 $1/\sqrt{1-v^2/c^2}$ 。因为单位时间 dt 、单位长度 dr 和质量 m 会随着基态而变化，于是它们都会随着相对论因子而变化有：

$$dt = \frac{dt_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}} \quad (4.1)$$

$$dr = \sqrt{1-v^2/c^2} dr_0 \quad (4.2)$$

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1-v^2/c^2}} \quad (4.3)$$

洛伦兹等认为，运动物体的洛伦兹收缩，是在以太的作用下，物体本身的收缩。这把运动物体的长度收缩绝对化了，是不确切的。其实，洛伦兹变换所反映的长度收缩、时间膨胀都只是真空效应，即以太密度的变化效应。在绝对描述中，光在不均匀的以太中传播时，它的速度会有变化；而在定量描述中，由于光速不变，光的波长、频率就成为可变的了，从而，长度标准和时间标准都可变了。

按照流体力学的方法，将以太流体看成由无数的“以太质点”构成，那么，狭义相对论性时空观和绝对时空观的一维以太分布线都是直线。它们之间的区别在于：前者均匀分布；后者不一定均匀分布，如图 4.1 所示。

A 是绝对时空观的一维以太分布线；B 是相对论性时空观的一维以太分布线。红点代表以太质点，直线 A 上的以太分布不一定均匀，直线 B 上的以太分布定量上总是均匀的。

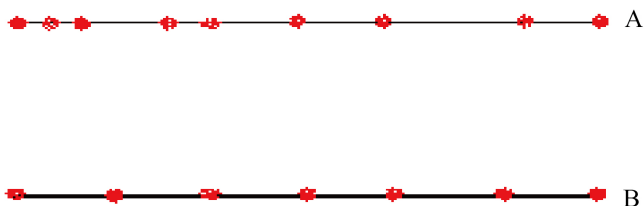


图 4.1. 绝对时空观 A 和狭义相对论性时空观 B 中的一维以太分布线

4.1.2. 广义相对论的物理机制

广义相对论研究的是存在加速度或引力场时的情况。在这里，光速不变原理仍然成立，因此，以太密度的分布也是均匀的，只是由均匀分布的以太构成的四维时空连续体变得“弯曲”了。其中所谓的“时空曲率”，其实是以太密度的变化率。引力场强度对应以太密度梯度，是以太密度变化率的一种表示，因此，引力场强度越强，相对论性时空弯曲得越厉害。于是，出现了这样的情况：在广义相对论时空中的一维以太分布线上，相邻二以太质点的间距都相同，但这条一维以太分布线是弯曲的。如图 4.2 所示，同一条一维以太分布线，在绝对时空观看来，它是一条直线 B，而在广义相对论的时空观里，它成了一条曲线 A，A、B 两条一维以太分布线上的以太质点是一一对应的，图上以竖线连接。可以发现，曲线 A 上，以太密度越大的地方，相邻的两个以太质点连线的斜率的绝对值越大，斜率的正、负取决于以太密度是增加还是减少。广义相对论时空中的一维以太分布线是曲线，这就是所谓的广义相对论时空弯曲了。真正的时空不会弯曲，这种所谓的弯曲，其实只是对以太不均匀分布的一种数学描述。

图 4.3 是对图 4.2 的另一种表达方式：图中绿色的深浅表示以太密度的大小；在广义相对论性时空观 A 中，以太均匀地分布在弯曲的时空里；在绝对时空观 B 中，以太密度在平直的时空里不均匀地分布。

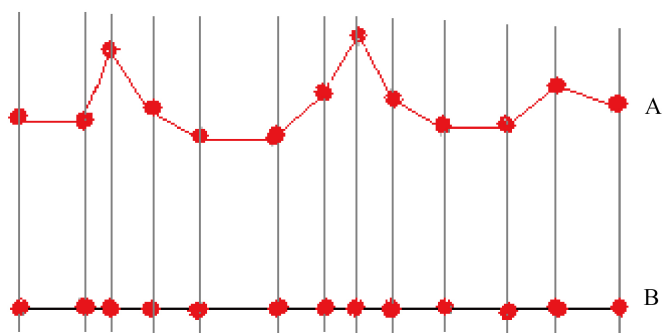


图 4.2. 广义相对论时空中的一维以太分布线 A 及其与绝对时空观中的一维以太分布线的一一对应

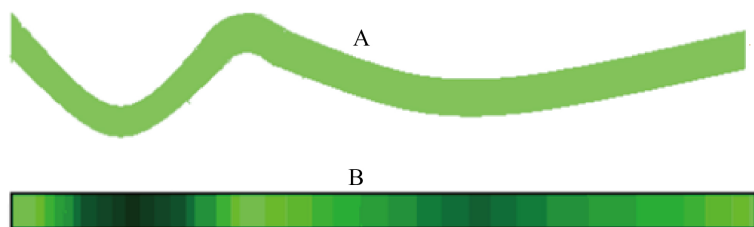


图 4.3. 两种时空观之间的相互关系

总的说来，时空观可以分为二大类型：一类是科学抽象性的时空观，它同实物没有实质性的联系，那就是绝对时空观，这是真正意义上的时空观。另一类是物质依托性的时空观，它通过测量方式同一定的物质世界相关联。比如，古人将太阳起、落的方向定为东、西，与地面的垂直方向为上、下，太阳二次升起的间隔为一天等等，这是人们根据地面上的观察而得到的一种时空观，可称之为“地面性时空观”；而相对论时空观由以太造就，是一种“以太性时空观”。这类物质依托性的时空观，同实物性的衡量工具相联系，可以建立数学模型，进行具体的定量描述和检验，但具有一定的局限性。比如，地面性时空观只在特定的地面上有效，即使在同—个地球上，不同的地面，其上下的方向，一天的时间长短等都各不相同。这与相对论中，运动速度或引力势不同的地方，时空标准不同，在性质上是类似的。

在广义相对论中，由于引力势对应以太密度，(4.3)可改写成：

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 + 2\varphi / c^2}} \quad (4.4)$$

图 4.4 是关于(4.4)式中相对论性质量随着引力势而变化的示意图：在 A 处有一天体，横轴表示离开质量中心 A 的距离；纵轴表示引力势的绝对值或以太密度；蓝的长曲线 P 表示该天体引力势的径向分布，AB 是其渐近线；纵轴上的虚线表示宇宙背景的以太密度很大；物体 M 和 N，在相同基态中质量相同，当它们处于不同引力势中时，在 M 处的观察者看来，定量地说，真空中的以太密度处处为 C，N 所在处也不例外，但 N 的质量变大了。

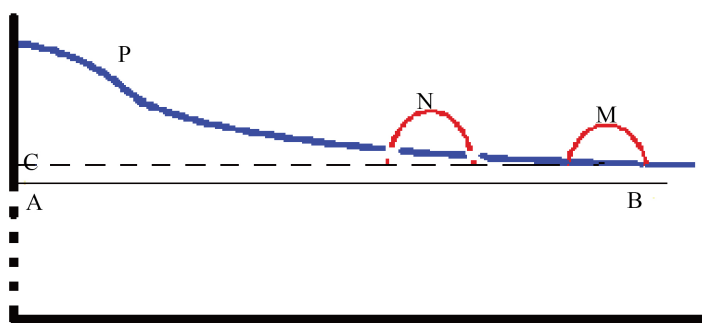


图 4.4. 物体质量随着引力势而变化

基态有一定的层次性，宏观物体有宏观基态，微观粒子有微观基态。大家知道，原子核外的核子的质量要大于束缚在原子核内的核子质量，而构成这个核子的三个夸克的质量之和远小于该核子本身的质量。这一般用结合能来说明，实际上，用基态来解释更自然。如图 4.5 所示，核子及构成它的夸克的质量的不平衡，是由于它们所处的基态，即核外基态、核内基态和核子内部基态，各不相同造成的。图中的绿色代表原子核外的基态；蓝色代表原子核内核子间的基态；紫色代表核子内的基态；棕色代表可见的质量。可以打个恰当的比方：珠穆朗玛峰相对于海平面来说高 8844.43 米；但它相对于青藏高原来说只有 4000 米左右高了；如果站到它邻近的山

峦上来观察，它的高度只有几百米了，因为这里看到的只是“山冠”，是整个山体的一小部分。海平面、青藏高原和邻近的山峦相当于不同的基态。

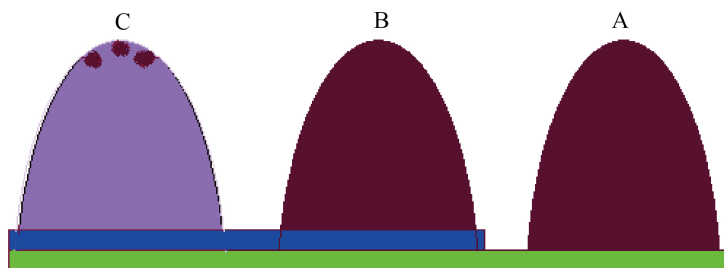


图 4.5. 不同基态中的核子质量

现在，粒子物理学的标准模型对质量起源问题的回答是：所有基本粒子的质量都来源于希格斯现象，即一种局域的规范对称性自发破缺。这其实只是一种数学描述，它只是把我们想要理解的基本粒子的质量值转嫁给了希格斯场的真空期待值、规范耦合常数以及 Yukawa 耦合常数，从而不能被认为是对质量起源问题令人满意的回答[1]。对希格斯现象的数学描述可作这样的物理解释：规范场就是局域的基态场，其中的粒子质量为 0（一种虚粒子）。微观真空是不平静的，所谓的规范对称性自发破缺，是指虚粒子从基态的局域中释放出来，或者从这个基态变换到另外一种基态，它们就成为了有质量的实粒子。质量的起源往往被解读为物质的起源，实际上，物质会从一种形式转化为另一种形式，但不会创生或消亡。

绝对时空观比物质依托性的时空观更基本，更抽象，它能说明物质依托性时空观的物理机制，并指出它们的局限性。

4.2. 局限性和近似性

根据相对论性现象是由以太密度变化引起的，可以把相对运动分为形式上的运动和实质性的运动二种类型：运动物体自身的以太波包密度不发

生变化的运动，是形式上的运动，只会产生观察效应，相对论公式无效；运动物体自身的以太波包密度会发生变化的运动，是实质性的运动，会产生实实在在的效应，相对论公式有效。比如，由地球自转引起的恒星绕地球转，因为地球的以太波包与遥远恒星的以太波包之间，基本上互不影响，这只是观察效应，是形式上的运动，相对论公式无效。事实上，因地球自转引起的冥王星绕地球转的速度，在大多数时间里，都是超过光速的；一般恒星绕地球转的视速度，更是远超光速。

当然，纯粹的实质性的运动或纯粹的形式上的运动，是不多见的。相对运动的双方，有可能一方是实质性运动为主；而另一方是形式上的运动为主。比如，粒子在地球以太场里的运动，基本上是实质性的运动；而地球相对于该粒子的运动是形式上的运动为主，因为，从整体上说，地球的以太波包不会受到某一粒子运动的影响；地球和太阳之间的相对运动，比较起来，地球绕日运动是实质性的运动，而太阳绕地运动是形式上的运动，所以，日心说要比地心说伟大。可见，运动的相对性在形式上总是成立的，但相对运动的双方在实质上不一定平权。

实物运动时，它周围的以太分布将随之变化，因此，以太不能成为“绝对参照系”。由于实质性的运动学效应是以太的可压缩性造成的，这是外界以太场对运动物体自身的以太波包的作用的结果，因此，描述物体的运动时，应该以物体所在处的外界基本以太场作为参照物。研究银河系内天体的运动时，所有河外星系的以太波包之和，可看成是种均匀的宇宙背景场，而应该以银河系的以太波包作为参照物；研究太阳系内行星的运动时，因为银河系的以太波包对各行星的作用几乎相等(各行星与银心之间的距离几乎一样)，成了均匀的宇宙背景场的一部分，所以，应该以太阳系的以太波包作为参照物；在地面上，太阳系的以太波包也成了均匀的宇宙背景场的一部分，应该以地球的以太波包作参照物。1971年 Hafele 和 Keating 进行的铯原子钟环球飞行实验[2][3]的结果证明了这一点。该实验显示，向

东环球飞行后，飞行钟比地面钟平均慢了 59×10^{-9} 秒；向西环球飞行后，飞行钟比地面钟平均快了 273×10^{-9} 秒。显然，这实验的结果与相对论的“动钟必慢”的观点大不吻合，因为，相对于地面来说，向东环球飞行和向西环球飞行一样都是在运动。在这里必须取地心坐标系，这样才能以相对论的公式来计算，并获得与实验基本相同的结果[4]。这里的地心坐标系，实际上就是把地球的引力场以太波包作为参照物的坐标系。

如果有一个带电体静止在地面上，它不会产生磁场，这早已经被实验证实。如果它在地面上运动，那么，根据相对性原理，在地面参照系看来，它会产生磁场，而在与这个带电体相对静止的参照系看来，它不会产生磁场。情况是否真的如此呢？有人进行了实验，发现：在地球上，带电体产生磁场的运动，应该以地球为参考系[5]。他们还认为：地球是一个实验参考系统，但是它的成立仅仅是在地球相邻区域。在宇宙中不同的区域有无数的不同的实验参考系统，例如，在月球上应该取月球为实验参考系统，而在太阳上必须以太阳为实验参考系统。这与本书的观点一致。

关于相对论的局限性，有人认为：由宇宙微波辐射各向异性所显示的“新的以太漂移”，即地球相对于宇宙微波辐射的运动速度约为 390 公里/秒[6]，清楚地证明了绝对运动的存在，这表明绝对坐标系将会以某种新的形式重返物理学。这种看法是值得商榷的。局部的绝对运动是存在的，但它应该是局部的。如上所述，在地面上，相对于地球的运动是绝对运动；在太阳系里，相对于太阳的运动是绝对运动；在银河系中，相对于银心的运动是绝对运动。那么，宇宙微波辐射各向异性所显示的绝对运动对应什么范围呢？可能是本星系团，因为，太阳系绕银心的速度是 220 公里/秒，银河系绕本超星系团的速度是 600 公里/秒，而宇宙微波辐射各向异性所显示的地球运动速度是 390 公里/秒。

另外，相对论带有一定的近似性。以往，在推导洛伦兹变换时，都有意或无意地运用了宇宙学原理，即宇宙空间是均匀和各向同性的。这一原

理保证了洛伦兹变换是线性的[7]，但也导致了后者的近似性。因为，在相对论中，时空与物质密切相关，宇宙学原理只能是一种大范围的统计性的近似，由此推导出来的洛伦兹变换式也只能是近似的。其实，本书中的洛伦兹变换的流体力学的导出过程，也反映了相对论公式的近似性。因为，(2.2)式是经过线性化处理的，线性化就意味着是有条件的，即满足一个假设：“如果有一个运动物体在无限大的可压缩流体中运动，这将在它周围的流体中引起速度(包括大小、方向)密度和压力等的扰动。假设这些扰动为一阶无穷小量。”这只有当以太处于完全超流动性时才成立。超流体都有一定的“临界速度”、“临界密度”和“临界压力”等等，以太密度会随着物体的运动速度而提高，达到一定程度时，以太将失去超流动性，相对论公式就将不再有效。实际上，爱因斯坦自己也说过：“对于很大的场的密度和物质的密度，场方程以及这些方程中的场变量，都不会有真实意义……总之，需要认清方程不得推广到这样的区域去。”[8]

4.3. 关于时空标准比较的思想实验

根据狭义相对论，速度越大，单位长度越短，时间也显得越慢。其实这种看法是片面的。其一，速度同参照系的选择有关；其二，时空标准不仅取决于速度，也取决于引力势。

可压缩性以太论认为，运动物体的时空标准，归根结底取决于以太密度，而以太密度的相对大小可通过速度和引力势来确定。

时空标准与速度的关系是：

$$dr = \sqrt{1 - v^2 / c^2} dr_0 \quad (4.5)$$

$$dt = \frac{dt_0}{\sqrt{1 - v^2 / c^2}} \quad (4.6)$$

确定速度时，应该以物体所在处的外界基本以太场作为参照物。因为

实物是以太密度波包的核心，所以，在地面上，应以地球为参照物；在太阳系里，应以太阳为参照物；在银河系里，则应以银心为参照物。

至于时空标准与引力势的关系，近似但与广义相对论基本一致的关系式，可将(3.3)式代入(4.5)、(4.6)式得到：

$$dr = \sqrt{1 + 2\varphi / c^2} dr_0 \quad (4.7)$$

$$dt = \frac{dt_0}{\sqrt{1 + 2\varphi / c^2}} \quad (4.8)$$

注意，(4.7)、(4.8)式中 φ 是负值。 φ 的绝对值越大，单位长度越短，时钟也走得较慢。

设想有一颗人造行星在天王星轨道附近运行，那么，该人造行星上的钟比地面上的钟走得快还是慢？

回答这个问题，只要以太阳为参照物，比较这 2 只钟的速度和所处位置的引力势大小就可以了。

人造行星在天王星轨道附近运行，那里的太阳引力势的绝对值小于地球轨道处的太阳引力势，而且，地面上还有地球的引力势。因此，从引力势方面来看，地面钟要比人造行星上的钟走得慢。

从速度方面来看，地球的公转速度大于天王星附近的轨道速度，而且地面上还有地球自转的速度。因此，从这方面来说，地面钟也比人造行星上的钟走得慢。

于是，总的说来，地面钟比人造行星上的钟走得慢。当然，在人造行星发射后的一定阶段内，它上面的钟所处的太阳引力势与地球差不多，而相对于太阳的速度远大于地面钟，因此人造行星上的钟要比地面上的钟走得慢。

实际上，轨道半径大于、等于地球公转轨道的人造行星上的钟，都将

比地面钟走得快。这个结果似乎与一般的看法不同。

这个思想实验完全可以实施检验。

参考文献

- [1] 卢昌海, 质量起源-从对称性破缺到希格斯机制, 现代物理知识, 北京, 19(2), 10 (2007)。
- [2] C. Hafele, R. Keating, Around-the-World Atomic Clocks : Predicted Relativistic Time Gains [J]. Science, 1972, 177: 166-167.
- [3] C. Hafele, R. Keating, Around-the-World Atomic Clocks : Observed Relativistic Time Gains [J]. Science, 1972, 177: 168-170.
- [4] 张元仲, 狭义相对论实验基础, 北京, 科学出版社, 1979, p. 61-65。
- [5] 朱永强, 季灏, 郝建宇, 带电体运动产生磁场的跟踪观察, 前沿科学 2009 年第 1 期。
- [6] G. F. Smoot, C. L. Bennett, A. Kogut, et al, Structure in the COBE differential microwave radiometer first - year maps [J]. Astrophys. J., 1992, 396: L1-L5.
- [7] R. Resnick, Basic Concepts in Relativity and Early Quantum Theory, New York, 1972.
- [8] 爱因斯坦, 相对论的意义, 北京, 科学出版社, 1966, p. 84-85。

第五章 光速及超光速

17 世纪前，人们以为光速无限大，伽利略首先对此提出了质疑；后来，天文学家通过木星卫星食和光行差等现象，在 18 世纪就确认了光速是有限的；麦克斯韦统一了电、磁理论，并指出光波就是电磁波，真空中的光速是个常数。20 世纪初，爱因斯坦把光速不变当作了一条基本的原理。而可压缩性以太论则指出，光速不变只是一种定量效应，这是有条件的。

5.1. 光速的变与不变

光速究竟是变还是不变？一般的回答是：在绝对时空观中光速可变；在相对论性时空观里光速恒定。不过，有时容易混淆这二者的界限。

5.1.1. 光速不变是有条件的

在相对论的原始论文“论动体的电动力学”里，爱因斯坦对光速不变原理是这样定义的：“任何光线在‘静止的’坐标系中都以确定的速度 c 运动着，不管这道光线是由静止的物体还是由运动的物体发射出来。”可见，爱因斯坦明确表示，光速不变是对静止坐标系来说的。因为，对于一个观察者来说，同一束光相对于不同运动速度的参考系来说，光速不可能一致。

在该文中，爱因斯坦设想：一根二端为 A、B 的棒，它的轴与 x 轴平行，并以均匀的速度 v 沿 X 轴的正方向运动，让一束光在时刻 t_A 从 A 发出，于时刻 t_B 在 B 处被反射，并在时刻 t'_A 回到 A 点，时刻 t_A 、 t_B 、 t'_A 和运动着的棒的长度都是用静系中的工具测量的。对此，爱因斯坦说：“考虑到光速不变原理，我们发现 $t_B - t_A = \frac{r_{AB}}{c - v}$ 和 $t'_A - t_B = \frac{r_{AB}}{c + v}$ 。” [1]

在这里，有人会说：爱因斯坦是用光速可变来证明光速不变。这是对爱因斯坦及其相对论的一种误解。相对论的速度相加公式，是两个惯性系之间的速度转换。这两个惯性系上的时空标准是不一样的。上面计量的只有一个静止系，也就只有一个时空标准，就只能用绝对时空观的速度相加法了。如果有二个参照物 A、B，它们以速度 v 相对运动，那么，对于同一束光，A 上的观察者认为光相对他的速度是 c ；相对于 B 的速度是 $c \pm v$ ，即与 c 同方向的光速是 $c - v$ ；反方向的光速是 $c + v$ 。而如果从 B 上来观察，即观察者从 A 转移到 B，他的时空标准将随之而变，需要用相对论性的速度相加公式了：
$$\frac{c \pm v}{1 \pm cv/c^2} = c$$
 即光相对于他的速度仍然是 c 。至于 A 上的观察者认为光相对于 B 的速度是 $c \pm v$ ，即与 c 同方向的光速是 $c - v$ ；反方向的光速是 $c + v$ 。这是光相对于运动物体的速度，不受光速不变性原理制约。

5.1.2. 萨涅克效应

1913 年法国科学家萨涅克(Georges Sagnac)做了一个实验，发现了一种新的物理效应，这个效应现在以他的名字命名，称为萨涅克效应[2]：在一个以顺时针方向旋转的圆盘上，使两束光，一束以顺时针方向走闭合回路，另一束以逆时针方向走闭合回路，用相对于实验室参考系静止的时间来计时，它们会以不同的时间走完这二个长度、形状完全相同的回路。前者会多花一些时间，两者的时间差为：

$$\Delta t = 4A\Omega / c^2 \quad (5.1)$$

式中 A 是回路所包围的面积， Ω 是旋转角速度。

萨涅克效应是一个简单且明显的实验事实，但是对它的理论解释却引起了争议，至今未有定论。因此被人称为物理学一个没解决的基本问题[3]。

前几年,美籍科学家王汝涌教授的团队,在实验中,用光纤的“传送带”来替代旋转圆盘(如图 5.1),从而使光的传播媒介不但可以作匀速圆周运动,也可以部分地进行匀速直线运动如(a)、(b)。另外,他们还做了“剪切”平行四边形(c 上面动、下面不动)等等实验。大量实验证明了,任一线段对回路中两个相反方向传播的光束的总的传播时间差都有贡献。对传播时间差的这一贡献正比于运动速度矢量 V 和线段长度矢量 L 的点积:

$$t = (2/c^2)V \cdot L \quad (5.2)$$

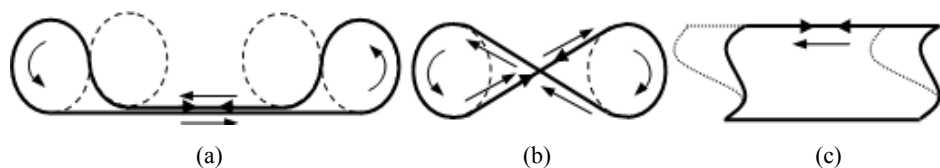


图 5.1. 推广的萨涅克效应实验

这里运动无论是直线运动还是圆周运动都是如此,时间差也与光传导介质的折射率无关。这一结果把旋转运动的萨涅克效应作为一个特例包括进来,因此,他们称之为“推广的萨涅克效应”[4][5],并且指出:推广的萨涅克效应的本质并不是一般认为的转动和回路面积,而是线段的速度和长度。

在推广的萨涅克效应装置中,取一段长 Δl ,以速度 v 相对于实验室参考系作匀速直线运动的光缆,用相对于实验室参考系静止的时间和长度的标准来测量,这里只有一种时空标准,适用于经典力学方法:与 v 同方向的光速是 $c-v$,与 v 反方向的光速是 $c+v$,于是,二束反方向传播的光,通过这段光缆的时间差 $\Delta t = \frac{\Delta l}{c-v} - \frac{\Delta l}{c+v} = \frac{2v\Delta l}{c^2-v^2}$ 。由于光缆的运动速度远远小于光速,因此, $c^2-v^2 \approx c^2$, $\Delta t \approx \frac{2v}{c^2}\Delta l$,这与实验公式(2)一致。可见,在实验室参照系看来,推广的萨涅克效应纯粹是一种经典力学效应。

实际上，我们可以用经典力学的方法来计算萨涅克效应的定量关系(设圆盘半径为 R)。如图 5.2 (这里把 A、N、B、M 之间的间隔放大了)，设 t_1 是光速 c 与转盘的转速 v 同向时，环行一周(ANBMANBM 闭环)的时间，那么 $ct_1 = 2\pi R + vt_1$ ，即： $t_1 = \frac{2\pi R}{c-v}$ 。这显示：光相对于转盘的速度是 $c-v$ 。设 t_2 是光速 c 与转盘的转速 v 逆向时，环行一周(AMBNA 闭环)的时间，那么 $ct_2 = 2\pi R - vt_2$ ，即： $t_2 = \frac{2\pi R}{c+v}$ 。这显示：光相对于转盘的速度是 $c+v$ 。

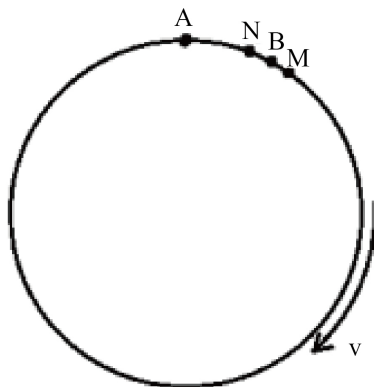


图 5.2. 萨涅克圆盘

可得：

$$t_1 - t_2 = \frac{4\pi Rv}{c^2 - v^2} \approx \frac{4\pi Rv}{c^2} \quad (5.3)$$

(5.3)式与(5.1)、(5.2)都相符。

一般说来，在广义相对论里，光速不变性原理也是成立的。因此，如果把计时仪器(相当于观察者)放到转盘上，使其与转盘保持相对静止，那么，两束反向传播的光，它们会以相同的时间走完这二个长度、形状完全相同的回路。但这样的话，就产生了矛盾。

上面以实验室参照系进行计时的实验，光的传递经过是这样的：如图 2，圆盘以转速 v 顺时针旋转；一束光从 A 点出发，顺时针绕一圈(闭环)到

达 M 点(这时 A 点转到了 M 点);另一束光逆时针绕一圈(闭环)到达 N 点(这时 A 点转到了 N 点);如上所述,短弧 $AM > AN$ 。而如果假设“把计时仪器放到转盘上,使其与转盘保持相对静止,那么,两束反向传播的光,它们会以相同的时间走完这二个长度、形状完全相同的回路。”就意味着两束反向传播的光同时从 A 点出发,将同时到达 B 点!也就是说,在转盘上的人看来, M、N 两点合并成一点 B 了。这有可能吗?看来不可能。因为,已经有多个实验证实:地球的自转也会有 Sagnac 效应,光学陀螺就能测到地球自转[6][7]。

在可压缩性以太论看来,由于实质性的运动学效应是以太的可压缩性造成的,物体所在处的外界基本以太场应该被用作基本参照物。在地面上,应该以地球的以太波包作参照物。因此,描述萨涅克效应,应该以地面为参照系,因为这里传播光的主体是地球以太场。

如上说来,是否表明在旋转物体上,光速不变性原理不成立呢?不,光速恒定是现代定量体系的基石。对此可作这样的解释:在实验室参照系看来(即从绝对时空观看来),光相对于旋转体的传播速度各向不同;但在相对于旋转体静止的参照系来说,光速处处相同,各向一致,只是时空标准各向不同了,即所谓“时空弯曲”了。换句话说,虽然萨涅克效应装置自身的以太场与地球以太场比较起来十分微弱,但旋转运动会稍微改变该装置所在处的以太分布。广义相对论所谓的时空曲率,其实是以太密度的变化率。在定量描述上,爱因斯坦场方程有一个 Kerr 解,它就是关于转动质量周围的弯曲时空几何的解[8],出现了引力拖曳现象。

在实验室参照系看来,推广的萨涅克效应纯粹是一种经典力学效应;但在与转盘相对静止的参照系上来看,萨涅克效应成了广义相对论性效应。实际上,类似的情况不少。比如,光线在引力场里偏折,这在绝对时空观里很直观:引力场是以太密度场,引力势绝对值较大的地方,以太密度较大,光速较慢;光线在引力场中的弯曲,犹如声音向空气密度较大的方向

弯曲一样道理。不过，这是远离该引力场的人所看到的事实。如果进入引力场去实地测量(这时用的是当地时空标准)光速仍然不变。

绝对时空观的逻辑是：时空标准绝对不变，光速可变。相对论性时空观的逻辑是：光速绝对不变，而时空标准可变。前者，忽略了以太的作用，更接近事实真相；后者，真相被“以太透镜”扭曲了，但定量上更精确，因为定量关系所描述的是在以太影响下的量方面的关系。

5.2. 超光速

光速不变是有条件的。同样，超光速是否存在？这个问题也要根据条件来回答。我们将相对运动分为实质性的运动和形式上的运动，形式上的超光速运动是广泛存在的。比如，前面曾经提到：因地球自转引起的冥王星绕地球转的速度，在大多数时间里，都是超过光速的。由此可知，人们仰望星空，看到的恒星的视运动都是远超光速的！另外，所谓的“光斑运动”，如探照灯光柱横扫天空时，照到远方的物体上形成的光斑的移动速度，当距离和横扫速度达到一定值时，光斑的移动速度也能超光速。不过这光斑不是一个实在的物体，它是由前后不同时间、不同角度抵达的光子构成的一种“虚像”，它的运动也只是一种形式上的运动。

量子纠缠的传输速度是远超光速的。瑞士科学家等曾经对此进行了实验，结果表明，量子纠缠的传输速度至少是光速的1万倍[9]！不过，一般认为，这只是量子态的传播速度，也是一种形式上的运动。

真正的超光速应该是实质性运动的超光速。

5.2.1. 超光速的必要性和可能性

实现超光速是人类将持续追求的一个远大的志向。因为，根据天体物理学，再过大约16亿年，太阳的内核将会热得足以使外层氢发生融合，这

将使太阳膨胀到现有半径的 260 倍，变为一个红巨星，这必然会导致地球的毁灭。所以，人类要延续，总有一天将逃离太阳系。然而，逃离太阳系谈何容易。距离太阳系最近的比邻星(毗邻星, Proxima Centauri)，以光速飞过去也要 4.22 年。看来，适合人类生存的星球，至少在几十光年之外吧。因此，从长计议，人类必须实现超光速宇航。

实际上超光速是有可能存在的。设想有陨石以速度 v 向地球飞来，人们在地球上对陨石发射一束激光，去击碎它。那么，在地球上的人看来，激光相对于陨石的速度是 $c + v$ ，是超光速。不过，如果从相对于陨石静止的参照物上来观察，该激光相对于陨石的速度仍然是 c 。这意味着：超光速是存在的，但由于不同地方的时空标准不同，结果就会有所不同。因此，探测超光速，最好采取与普通光速进行对比的方式。

大量的科学观察和实验，显示超光速很可能是存在的。

1970 年以来，射电天文学已经发现了几十个类星体上存在超光速现象。这些类星体内部有多个子源，它们之间会以数倍甚至数十倍光速迅速膨胀。至 2001 年，已观察到 64 个天体，共 111 个超光速膨胀源[10]。

20 世纪 90 年代以来，人们进行了一系列利用量子隧道效应实现超光速的实验，证实电磁脉冲或单个光子都有可能以超光速穿过势垒[11]。比如，1994 年，Ch.Spielman 等人，利用量子隧道效应的双脉冲赛跑超光速实验，使用飞秒激光器产生 12fs 的脉冲，用分光器将其分为两路，一路通过空气，另一路通过起势垒作用的多层介质，最后比较到达终端检测器的时间。实验显示：激光脉冲以超光速的群速穿越势垒[12]。

2010 年代，张操教授团队，进行了大量的低频交流电路实验。他们发现：交变电场的速度，在大多数情况下低于光速，但在特定的电路参数情况下很可能超光速[13]。

5.2.2. 快子理论的缺憾

相对论的崛起，堵住了对超光速的理论研究。不过，于 1960 年代，有人认为，可以在相对论的框架下展开超光速研究[14][15]。超光速粒子被称为“快子”。

他们认为，由于参照系都是亚光速的，不存在与超光速粒子相对静止的参照系，因此可以假定超光速粒子的固有质量、固有时间、固有距离等都是虚数。如此一来，相对论性公式仍然适用，得到的超光速粒子的能量、动量、时空坐标等都是可观察的实数值。这样将会出现什么情况呢？让我们分析一下狭义相对论的能量-动量关系式：

$$E^2 - c^2 p^2 = m_0^2 c^4 \quad (5.4)$$

其中 E 是能量； c 为光速； p 是动量； m_0 为静止质量。

根据(5.4)式，可以讨论 $m_0^2 c^4$ 分别为大于 0，等于 0，小于 0 时的三种粒子的能量 - 动量关系的变化曲线，它们如图 5.3 所示。

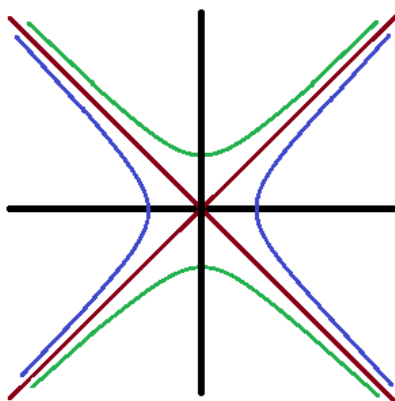


图 5.3. 三类粒子的能量 - 动量曲线：横轴是 $\frac{p_x}{|m_0|c}$ 数轴；纵轴为 $\frac{E}{|m_0|c^2}$ 数轴；棕色是与 p_x 轴成 45 度角的直线(光锥截面)；绿色双曲线是 $m_0^2 c^4 > 0$ 粒子的能-动曲线；蓝色双曲线是 $m_0^2 c^4 < 0$ 粒子的能 - 动曲线

由图 5.3 可知,棕色、绿色和蓝色的线条及它们的立体曲面(锥面、双曲面)绝对不会交叉。说明这三种粒子,在动力学上是相互独立的存在形态,它们不可能通过惯性系的选择而相互转变,这也就是说,亚光速粒子不可能达到或超过光速;光子不能减速或增速;快子不可能慢下来变成光子或亚光速粒子。这个结果,看起来有点奇怪,实际上是在相对论框架内展开的一种必然结果。在相对论中,亚光速和光速不可转换;扩展到超光速,就成了亚光速、光速、超光速三者“老死不相往来”。

快子理论假设快子的固有质量、固有时间、固有距离等都是虚数,令人难以信服。快子也从未被人们所发现,而且这样的超光速理论无助于人类宇航的目标。看来我们应该跳出相对论框架,对超光速进行探索。

上海交通大学的杨文熊教授,在驻扎论,即参照系驻扎在运动物体上的方法论的基础上,认为可以用罗朗级数来统一地描述亚光速和超光速,罗朗级数的正幂次展开描述亚光速;罗朗级数的负幂次展开描述超光速,而且,超光速粒子的质量仍然为正[16],这值得进一步探讨。

5.2.3. 超光速在相对论适用范围之外

相对论的“空间收缩”(5.5)、“时间膨胀”(5.6)和“质速关系”(5.7)为:

$$dr = \sqrt{1 - v^2 / c^2} dr_0 \quad (5.5)$$

$$dt = \frac{dt_0}{\sqrt{1 - v^2 / c^2}} \quad (5.6)$$

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2 / c^2}} \quad (5.7)$$

这 3 个公式显示,当运动速度达到光速时,量尺收缩为零;时间慢得停止了;质量趋向无穷大。当运动速度超过光速时,相对论因子 $1/\sqrt{1 - v^2 / c^2}$

将成为虚数，从而毫无意义。所以相对论认为，任何有静止质量的物质都不能达到或超过光速。这是横在超光速探索前的最大一道坎。

相对论被大量事实证明是相当正确的。不过，任何物理学理论体系，总会有一定的局限性或适用范围。比如牛顿力学，它的适用范围主要是低速、弱引力场的物理世界，在高速、强引力场环境里，定量上会有较大误差。相对论也不会例外，在前述的 4.2 节里，我们已从多方面指出了相对论的局限性。下面着重说明 1 点(A)，并补充 1 点(B)。

A、相对论性公式，只有当以太处于完全超流动性时才成立。超光速的以太流必然激发成了高能光子流，失去了超流动性，从而超出了相对论的适用范围。

B、相对论性物理量是表观物理量。根据定量描述与绝对描述的对应关系：引力势的绝对值对应以太密度；引力场强度对应以太密度梯度；质量对应实物的以太波包的密度的增量(相对于基态)；能量对应以太波包的压强的增量(相对于基态)等等。由此可见，相对论性的定量描述物理量，都与以太密度有关的量相对应。任何实物都伴有一个以太密度波包，它好比是该实物的“气囊外套”，而相对论性物理量与这“气囊外套”的松紧度密切相关。因此，相对论性物理量是通过以太表达的外观物理量。相对论认为，物体达到光速时，质量变成无穷大；时间慢得停止了；量尺收缩成零，这些描述，其实是说其所处地方的以太密度达到了无穷大，以太粒子的间距收缩为零了。实际上，以太密度不可能达到无穷大。正如超声速运动，理论上曾经认为空气密度会趋向无穷大，其实是趋向一个并不十分大的极大值(见下节)。

相对论性效应是真空效应，实物本身并不会完全按照相对论性关系式而变化。从相对于运动物体静止的参照系上来看，物体的固有物理量是不变的。在物体达到光速时，相对论性物理量变成无穷大或无意义，是超出

相对论适用范围的表现。所以，在探讨超光速时，不必顾忌相对论的限制。

5.3. 突破光障

根据可压缩性以太论，可以将超光速与超声速作个类比。大家知道，物体在空气中运动时，产生的扰动会以声速向周围传播。物体的运动速度是亚声速时，其前方的空气已被声音扰动，因而空气受到压缩而产生的阻力较小。当物体的运动速度达到声速时，它前方的空气没被扰动，其密度将飞跃式提高，对物体的阻力将趋向于一个极大值(不是无穷大)，从而形成了声障。同样，一个物体在真空中运动时，随着运动速度的提高，它的相对论性的质量和能量，即它自身以太波包的密度和压力将随之增加，当速度接近光速时，这以太的密度和压力将趋向一个极大值而成为“光障”。

事实上，超声速的研究过程也经历了现在研究超光速的困境。在早期亚音速流的研究中，按照线性化的小扰动理论，对于缩口管道流动(见图 5.4 左)来说，如果相对静止时的流体密度是 ρ ，那么相对速度为 v 时的流体密度 ρ' 就为：

$$\rho' = \frac{\rho}{\sqrt{1 - v^2 / c^2}} \quad (v < c) \quad (5.8)$$

其中 c 为声速。(5.8)式与(5.7)式形式上完全一致。其导致的问题，即无穷大或虚数问题，也与目前超光速的问题相当。

理论上的困境没有阻挡超声速研究的步伐。在超声速实验方面，早期的试验如图 5.4 左，人们曾经想不断提高压力和缩小出口截面积以提高出口流速。但发现出口处的密度(或能量)也随之提高，速度总也超不过音速。后来有个名叫拉瓦尔的工程师，他在不断缩小的喷管后面接上了一段截面扩大的扩张管(图 5.4 右)，发现只要压力足够大，在扩大截面部分出现的竟然是超音速流[17]！事实上，当达到声速时，气体的密度只是提高了 6 倍，

而不是无穷大[18]!

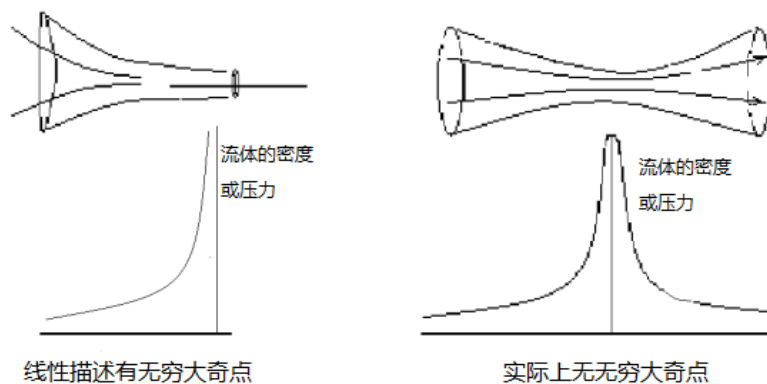


图 5.4. 超声速的发现过程

人类早就征服了声障。这除了动力外，还将运动物体(如飞机等)的前部尖锐化，让它不断地推开迎面而来的空气，刺穿声障而超过声速。另外，小体积的东西，比如说，线度小于空气分子间隙的东西，它能很容易地推开碰到的空气分子而达到超声速。实际上，微观粒子因小于空气分子而大多数都在进行超声速运动。

根据以上的类比，超光速是有可能实现的，而且，当达到或超过光速时，物体的质量和能量，即以太的密度和压力都不会是无穷大，而是某一极大值。

实现超光速宇航，按照一般的思路，一要制备强大的超光速物质流，作为推动力；二要不不停地扰动前方的以太，使光障松动。由于低速时，以太是超流动性的，难以驾驭，制备强大的超光速物质流，可能要选用电子流等。一般认为，超光速粒子的速度越大，能量越小，这可能是一种误解。对单个粒子来说，速度越大其动能应该越大；但对粒子流来说，流速越大，其密度或压强越小。相对论性能量与以太流体的压强相对应。在这里，应该运用对应关系。

事物总是在发展的。大家知道，飞机最早是用螺旋桨推动的，但螺旋桨飞机不可能突破声障，只有喷气式飞机才能超声速。也许，喷气式飞船难以突破光障，需要开发全新的动力装置才能实现超光速宇航。

我们相信，随着科学技术的发展，人类总有一天会突破光障。

5.4. 人类宇航 任重道远

超光速宇航时代必将到来，但征途会困难重重。

光速比空气声速高 6 个数量级，达到超光速也将比超声速难上几个数量级。要实现超光速宇航，不但要研发特种材料，还要研发能够持续发力的动力系统，更要完善宇航员的生命、生活保障体系。

人们乘坐超声速飞机，飞机的外壳保障了人们不会受到机外高速、高压气流的危害。同样道理，也必须保障宇航员不受高速、高压以太流的伤害。然而，金属外壳可以阻隔空气，但阻隔不了以太。根据“引力场是以太密度场”，看来，阻隔以太应该就是一种“引力屏蔽”。如何屏蔽引力？这个问题的答案，可能需要人类几个世纪的探索吧。

物体在空气中运动时，其扰动会以声速向外传播。当运动速度达到或超过声速时，必然出现骇波。骇波后面的声音追不上来，骇波前方的声音都被骇波粉碎了，这阻止了因果颠倒，也限制了用声波与外界建立通信联系。同样道理，超光速运动的飞船，不会使时光倒流，也无法运用电磁波与外界进行信息沟通。那么，宇航中如何保持与外界的通信联络呢？有人提出量子远程通信[12]。我们认为，以太也是分层次的。一般所谓的以太，都是引力场以太，它是宏观区间场以太。还会有微观区间场以太，宇观区间场以太等等，这些将在第九章中阐述。其中宇观区间场以太里的声速应该是远超光速的，总有一天将被人类所利用。

另外，超光速飞船所到之处的高速、高压以太流，已激发成了高能电

磁性的流体，它对飞船仪表、设施和宇航员也会造成一定的影响。

在通向宇航的道路上，有许多难题有待人类去克服。

参考文献

- [1] A. 爱因斯坦，论动体的电动力学，爱因斯坦文集第二卷，p. 88，商务印书馆，北京，1977。
- [2] G. Sagnac, “L'éther lumineux démontré par l'effet du vent relatif d'éther dans un interféromètre en rotation uniforme”, C. R. Acad. Sci. **157**, 708-710 (1913).
- [3] J.P. Vigiér, “New Non-Zero Photon Mass Interpretation of the Sagnac Effect as Direct Experimental Justification of the Langevin Paradox”, Phys. Lett. A, **234**, 75-85 (1997).
- [4] R. Wang, Y. Zheng, A. Yao, D. Langley, “Modified Sagnac Experiment for Measuring Travel-Time Difference between Counter-Propagating Light Beams in a Uniformly Moving Fiber”, Physics Letters A, **312**, 7-10 (2003).
- [5] R. Wang, Y. Zheng, A. Yao, “Generalized Sagnac Effect”, Phys. Rev. Lett. **93**, 143901-1-143901-3 (2004).
- [6] Michelson A., Gale H. G., Astrophys. J., **61** (1925) 137.
- [7] W. K. Burns, Optical Fiber Rotation Sensing (Academic Press, Boston, 1994).
- [8] H.C.瓦尼安，R.鲁菲尼，引力与时空，科学出版社，北京，(2006)。
- [9] Salart D, Baas A, Branciard C, et al. Testing the speed of “spooky action at a distance” [J], Nature, 2008, 454: 861.

- [10] 曹盛林, 芬斯勒时空中的相对论与宇宙论[M], 北京: 北京师范大学出版社, 2001, 第八章。
- [11] 黄志洵, 超光速研究的理论与实验[M], 北京: 科学出版社, 2005。
- [12] Spielman Ch, et al. Tunneling of optical pulses through photonic band gaps [J]. Phys. Rev. Lett. , 1994,73(17): 2308-2311.
- [13] 张操, 物理时空理论探讨[M], 上海科学技术文献出版社, 2019。
- [14] Bilaniuk O M P, Deshpande V K and Sudarshan E C G, “Meta” relativity [J], Am. J. Phys. ,1962, 30: 718-723.
- [15] Feinberg G. Possibility of faster-than-light particles [J], Phys. Rev., 1967, 159(5): 1089-1105.
- [16] 杨文熊, 现代牛顿力学, 上海交通大学出版社, 2011。
- [17] 杨新铁等, 突破光障借鉴流体力学, 百度文库, 2010。
- [18] 黄志洵, 论有质粒子作超光速运动的可能性, 中国传媒大学学报(自然科学版)第 22 卷第 3 期, 2015 年 6 月, 1-16。

第三部分

微观探索

第六章 粒子和微观以太

6.1. 费米子的两大要素

在微观世界，真空态以太能够与实物粒子相互作用，相互转化，关系密切。为了揭开微观以太的神秘面纱，让我们先从微观粒子入手。

6.1.1. 标准模型及双要素

粒子物理学的标准模型是目前物理学家对实物基元的最基本的描述。它认为，作为最基本的实物粒子的费米子，可分为三代轻子和三代夸克，如下表所示：

表 6.1. 费米子的代和电荷

	中微子	荷电轻子	夸克
第一代	ν_e^0	e^{-1}	$d^{-\frac{1}{3}}$ $u^{+\frac{2}{3}}$
第二代	ν_μ^0	μ^{-1}	$s^{-\frac{1}{3}}$ $c^{+\frac{2}{3}}$
第三代	ν_τ^0	τ^{-1}	$b^{-\frac{1}{3}}$ $t^{+\frac{2}{3}}$

注：表中未列入反粒子；上标为电荷。

标准模型中，最基本的粒子共有 61 种，如果包括想象中的引力子，则有 62 种。

中微子和荷电轻子统称轻子，有 6 味，加上它们的反粒子，共 12 种；夸克有六味，每味三色，再加上各自对应的反粒子，共有 36 种不同状态的夸克。

微观粒子之间的相互作用是通过交换规范粒子进行的，这些规范粒子都是自旋为整数的玻色子，它们有 12 种：电磁相互作用中的光子 γ 、弱相互作用中的 3 种中间矢量玻色子 W^+ 、 Z^0 和强相互作用中的 8 种胶子。另外还有 1 个能够利用自发对称性破缺来赋予基本粒子质量的 Higgs 玻色子。

标准模型中的弱电统一理论认为：弱作用和电磁作用是可以统一的，正如电作用与磁作用是同一种电磁作用的两种不同表现一样，弱作用与电磁作用也是同一种作用的两种不同表现。中间矢量玻色子本来与光子一样也是质量为零的规范粒子，由于真空对称性自发破缺，通过 Higgs 机制，中间矢量玻色子获得了很大的质量，而光子仍保持它原有的零静止质量。

标准模型中的量子色动力学认为：强子之间的强相互作用可归结为组成强子的夸克和胶子之间的相互作用。夸克有味和色两种自由度，夸克之间的电磁作用和弱作用是通过味自由度进行的，而强作用则是通过色自由度进行的。

粒子物理学的标准模型，相当正确地描述了迄今为止的所有电弱作用和高能强作用的实验现象，取得了巨大的成功。不过，在标准模型里，只描述了强、弱和电磁相互作用，而无法描述引力相互作用，而且最基本的粒子有轻子 12 种、夸克 36 种和规范玻色子 13 种等，多达 61 种，这有悖于“最基本”的意义。因此，探索超出标准模型的新物理不断出现。在这方面，已经有人工色(Technicolor)、超对称(supersymmetry)、小黑格斯粒子、额外空间维度(extra dimension)等等[1]，它们从建立新的数学模型入手，来进行探索。而我们的新思路，着重于事物的内在联系，探究以太和粒子的实质性关系及适用范围。

对于表 6.1 所显示的费米子的代和电荷的对称性，我们提出如下假设。

假设 1：中微子和电荷是构成轻子和夸克的二大要素。

假设 2：费米子可以具有，并且相互转移 $0, \pm\frac{1}{3}, \pm\frac{2}{3}, \pm 1$ 份电荷。

具体地说中微子加上整份电荷构成了荷电轻子；中微子加上分数电荷构成了夸克；中微子有三种，这是粒子分为三代的基础。以正粒子为例： ν_e 加上-1 份电荷构成了 e ，加上 $-\frac{1}{3}$ 份电荷构成了夸克 d ，加上 $+\frac{2}{3}$ 份电荷构成了夸克 u ； ν_μ 加上-1 份电荷构成了 μ ，加上 $-\frac{1}{3}$ 份电荷构成了夸克 s ，加上 $+\frac{2}{3}$ 份电荷构成了夸克 c ； ν_τ 加上-1 份电荷构成了 τ ，加上 $-\frac{1}{3}$ 份电荷构成了夸克 b ，加上 $+\frac{2}{3}$ 份电荷构成了夸克 t 。

三种中微子应是同一物质的三种不同状态，正如同一种物质会有固态、液态、气态一样。由于三种轻子数各自守恒，这三种中微子不可相互转化，但三种正、反中微子对之间可以相互转化，这应该是实现中微子振荡的一种途径。

至于电荷，根据位错与电荷在照片形象和数学描述形式上都很相似的事实[2]，我们认为，电荷是以太中的位错。定量描述中，以太的分布是处处均匀的。这种四维时空的均匀性，造就了全位错柏氏矢量的基量性，这就是电荷基量性的根本原因。进一步说，分数电荷可看成是以太中的全位错扩展成了不全位错的结果。不全位错是全位错中的部分结构，不能单独存在，这就是带分数电荷的夸克不能独立存在的原因。

6.1.2. 微观以太

多数以太论者认为，以太是万物之源，所有微观粒子都由以太构成。这种看法是与量子场论有矛盾的。量子场论是粒子物理标准模型的数学基础和理论框架，大量实验数据显示，它在定量上是相当正确的。它认为，相应于每种微观粒子存在着一种场。在全空间充满着各种不同的场，它们互相渗透并且相互作用着；场的激发态表现为粒子的出现，而所有的场处于基态时表现为真空。这意味着以太是各种基态粒子场的复合态，粒子与

以太可以相互转化。不过，以太不可能单纯由费米子组成，因为，由于泡利不相容原理，费米子不可能全部集中在最低能态。

至于波色子，它的自旋是整数，可以看成是二个或偶数个费米子的耦合。玻色子原则上可以全部凝聚在最低能态^[3]，因此以太应该由玻色子构成。另外，狄拉克方程是描写费米子的，它有正、负能态两个解，正能态中的粒子是正粒子，负能态中的空穴是反粒子，以太是既无正粒子，也无反粒子的状态，这就是说以太是正、反粒子刚好一一配对的状态。实际上，各种正、反费米子对都能在真空中成对地产生或湮灭，这些充分表明以太是由处于最低能态的正、反费米子对的集合。由此，我们认为：以太是由正、反费米子构成的虚波色子的集合，是种最基本、最普遍的玻色-爱因斯坦凝聚；真空态的玻色子是无所谓质量，也无形状、大小的“虚粒子”。由于质量对应以太波包的密度的变化量，能量对应以太波包的压力的变化量，那么，其“虚”的实质就是不形成以它为中心的以太波包，或没有以太压力变化量的最低能态。

根据上节“中微子和电荷是构成轻子和夸克的二大要素，粒子间能够互相转移电荷”的观点，我们认为：单纯引力场里的以太，由正、反中微子对 $(\nu_e - \bar{\nu}_e, \nu_\mu - \bar{\nu}_\mu, \nu_\tau - \bar{\nu}_\tau)$ 构成，这被称之为以太子；在电磁场中的以太包含着虚光子，或称之为电磁激发元，它们是虚正、反荷电轻子对 $(e - \bar{e}, \mu - \bar{\mu}, \tau - \bar{\tau})$ ，这可以看成是以太子内部的正、反中微子之间转移一份电荷的结果；色场中的以太则存在着虚正、反夸克对 $(d - \bar{d}, u - \bar{u}, s - \bar{s})$ 等等，它们是色激发了的以太，是以太子或虚光子内部转移分数电荷的结果。所谓的胶子，就是其中带色的虚正、反夸克对；而无色的虚正、反夸克对是一般所谓的“海夸克”。电磁场、色场的强度分别对应虚光子、虚胶子的密度梯度，或者说：引力场是以太子的密度场；电磁场是虚光子的密度场；色场是虚胶子的密度场。

以太子好比陈蜀乔所说的真空基态粒子[3]，它的波函数满足

$\phi_0 = \phi_0^* = \phi_0 \phi_0^* = 1$ ，是质量为零的标量粒子，或所谓的哥尔斯冬玻色子。以太是许多虚玻色子的总称。

上述关于两大要素及微观以太的陈述还都是一些假设。它们是否合理，粒子间的相互转化可窥一斑。

6.2. 粒子间的相互转化

为表达方便，用 h 来表示一个费米子，于是，根据前面假设， $h =$ 中微子 + 电荷，其中的电荷量可以取 0 、 $\pm\frac{1}{3}$ 、 $\pm\frac{2}{3}$ 、 ± 1 ；而且，在 h 之间，能够互相转移 $\pm\frac{1}{3}$ 、 $\pm\frac{2}{3}$ 、 ± 1 份电荷。根据这些法则，并结合能量守恒定律，就能够对粒子间的相互转化，进行新的绝对描述：粒子间的相互转化，一般是在能量守恒和以太(虚玻色子)的参与下， h 之间转移电荷，并重新进行组合的过程。这样的描述，能与实际情况相符合，是其合理性的一种显示。下面就以部分粒子的衰变为例，来作一下描述。

符号： $\xrightarrow{h_1 \cdots (a) \rightarrow h_2}$ 表示 h_1 向 h_2 转移 a 份电荷；用 $[]$ 括起来的表示一独立的实物粒子(中括号前的字母为该粒子的代表符号，如质子为 p ，中子为 n 等等)或中间状态(中括号前无代表符号)的 h 组成；在 $\langle \rangle$ 内的为虚玻色子的 h 组成； \Rightarrow 后为符合能量守恒的衰变结果。

6.2.1. 不稳定强子的衰变

强子都由夸克组成，而夸克之间存在着胶子。构成重子的是三个夸克，如质子 $p[uud]$ 、中子 $n[ddu]$ ；构成介子的是二个夸克，如 π 介子 $\pi^0[u\bar{u}]$ 或 $\pi^0[d\bar{d}]$ ， $\pi^- [d\bar{u}]$ 。对不稳定强子来说，其不稳定性在于，构成强子的夸克和虚胶子可以不通过转移电荷而直接组合成新的粒子，因此，它们很不稳定，寿命极短。如：

$$\Delta^- [ddd \langle u - \bar{u} \rangle] \Rightarrow n[ddu] + \pi^- [d\bar{u}]。$$

6.2.2. 稳定的奇异重子的衰变

含有夸克 s 的重子为奇异重子。稳定的奇异重子的衰变，一般是在虚胶子(由于能量的制约，只能是 $d - \bar{d}, u - \bar{u}$) 的参与下，夸克 s 与 u 之间转移一份电荷后， s 变成了 u ， u 变成了 d ，然后重新组合。由此得出的结果，与实际上主要衰变方式(除 Σ^0 以外)完全一致：

$$\Lambda^0 [uds \langle u - \bar{u} \rangle] \xrightarrow{s \cdots (-1) \rightarrow u} [udud\bar{u}] \Rightarrow p[udu] + \pi^- [d\bar{u}], \text{ 或 } n[ddu] + \pi^0 [u\bar{u}]$$

$$\Lambda^0 [uds \langle d - \bar{d} \rangle] \xrightarrow{s \cdots (-1) \rightarrow u} [ddud\bar{d}] \Rightarrow n[ddu] + \pi^0 [d\bar{d}]$$

$$\Sigma^+ [uus \langle u - \bar{u} \rangle] \xrightarrow{s \cdots (-1) \rightarrow u} [uuud\bar{u}] \Rightarrow p[uud] + \pi^0 [u\bar{u}]$$

$$\Sigma^+ [uus \langle d - \bar{d} \rangle] \xrightarrow{s \cdots (-1) \rightarrow u} [udud\bar{d}] \Rightarrow p[uud] + \pi^0 [d\bar{d}], \text{ 或 } n[dud] + \pi^+ [u\bar{d}]$$

$$\Sigma^- [dds \langle u - \bar{u} \rangle] \xrightarrow{s \cdots (-1) \rightarrow u} [ddud\bar{u}] \Rightarrow n[ddu] + \pi^- [d\bar{u}]$$

$$\Xi^0 [uss \langle u - \bar{u} \rangle] \xrightarrow{s \cdots (-1) \rightarrow u} [usud\bar{u}] \Rightarrow \Lambda[sud] + \pi^0 [u\bar{u}]$$

$$\Xi^0 [uss \langle d - \bar{d} \rangle] \xrightarrow{s \cdots (-1) \rightarrow u} [dusd\bar{d}] \Rightarrow \Lambda[dus] + \pi^0 [d\bar{d}]$$

$$\Xi^- [dss \langle u - \bar{u} \rangle] \xrightarrow{s \cdots (-1) \rightarrow u} [dsud\bar{u}] \Rightarrow \Lambda[dsu] + \pi^- [d\bar{u}]$$

$$\Omega^0 [sss \langle u - \bar{u} \rangle] \xrightarrow{s \cdots (-1) \rightarrow u} [ssud\bar{u}] \Rightarrow \Lambda[dsu] + k^- [s\bar{u}], \text{ 或 } \Xi^0 [ssu] + \pi^- [d\bar{u}]$$

或 $\Xi^- [dss] + \pi^0 [u\bar{u}]$

至于 Σ^0 的衰变，是其内部的胶子衰变成了光子(这是一种电磁相互作用，速度较快)：

$$\Sigma^0 [uds \langle d - \bar{d} \rangle] \xrightarrow{d \cdots \left(\frac{2}{3}\right) \rightarrow \bar{d}} [uds \langle e - \bar{e} \rangle] \Rightarrow \Lambda[uds] + \gamma [e\bar{e}]$$

一些非主要的衰变方式，全是 h 间转移分数电荷的结果，如：

$$\Sigma^- [dds \langle u - \bar{u} \rangle] \xrightarrow{s \cdots \left(\frac{2}{3}\right) \rightarrow \bar{u}} [dde(\mu) \bar{\nu}_e (\bar{\nu}_\mu) u] \Rightarrow n[ddu] + e + \bar{\nu}_e,$$

或 $n[ddu] + \mu + \bar{\nu}_\mu$

6.2.3. 中子和荷电轻子的衰变

由于能量的制约，中子同荷电轻子一样，在虚光子的参与下进行衰变：

$$\begin{aligned} n[udd] \langle e - \bar{e} \rangle &\xrightarrow{d \cdots (-1) \rightarrow \bar{e}} p[udu] + \bar{\nu}_e + e \\ \mu \langle \bar{e} - e \rangle &\xrightarrow{\mu \cdots (-1) \rightarrow \bar{e}} \nu_\mu + \bar{\nu}_e + e \\ \tau \langle \bar{e} - e \rangle &\xrightarrow{\tau \cdots (-1) \rightarrow \bar{e}} \nu_\tau + \bar{\nu}_e + e \end{aligned}$$

由于 τ 的能量巨大，在它的周围有可能存在无色的正、反夸克对，从而可以衰变出强子来。

以上的描述能与正规粒子表上的事实相符合，这是我们设想合理性的表示。

6.2.4. 衰变的分支比

根据上面的衰变式，通过简单的计算，可以发现，衰变的分支比与夸克之间的结合关系有关，这结合关系在 $p[udu]$ 中是 uu, ud, ud ，在 $n[ddu]$ 中是 dd, ud, ud ，在 π^- 中是 $d\bar{u}$ ，等等。我们已经知道，分支比 $\Lambda \rightarrow p\pi^-$ 是 $(64.2 \pm 0.5)\%$ ， $\Lambda \rightarrow n\pi^0$ 是 $(35.8 \pm 0.5)\%$ ， $\Sigma^+ \rightarrow p\pi^0$ 是 $(51.6 \pm 0.7)\%$ ， $\Sigma^+ \rightarrow n\pi^+$ 是 $(48.4 \pm 0.7)\%$ 。设结合的可能性 uu 比 dd 大 15.5% ， $d\bar{u}$ 和 $u\bar{d}$ 比 $u\bar{u}$ 和 $d\bar{d}$ 大 12.5% ，因为 $p\pi^-$ 的结合关系是 $uu, ud, ud, d\bar{u}$ ，而 $n\pi^0$ 的结合关系是 $dd, ud, ud, u\bar{u}$ ，于是两者的分支比差为 $15.5\% + 12.5\% = 28\%$ ；同样，已知 $\Sigma^+ \rightarrow p\pi^0$ 的分支比为 $(51.6 \pm 0.7)\%$ ，而 $\Sigma^+ \rightarrow n\pi^+$ 的分支比为 $(48.4 \pm$

0.7%)，前者比后者大 3%，这是因为 $p\pi^0$ 的结合关系是 $uu, ud, ud, u\bar{u}$ ，而 $n\pi^+$ 的结合关系是 $dd, ud, ud, u\bar{d}$ ，于是有 $15.5\% - 12.5\% = 3\%$ 。以上的比例关系不具有普适性，不同的场合会有不同的比例，但衰变的分支比与夸克之间的结合关系有关，应该是普遍现象。

6.3. 相互作用的机制

关于相互作用，目前认为，共有四种基本的相互作用，它们是：引力相互作用、电磁相互作用、强相互作用、弱相互作用。对这些相互作用进行描述的有两大互不相融的理论：描述引力相互作用的是广义相对论，它把万有引力描述成一种几何力：实物的存在，使其周围的空间发生了弯曲，从而产生了引力。而描述其他三种相互作用的是量子场论，它把相互作用描述成互相交换场量子：电磁相互作用交换光子；强相互作用交换胶子；弱相互作用交换中间矢量玻色子。这里将相互作用说成是“交换”场量子，是种不大确切的形象化的说法。其真正的含义是：力场都由场量子，即虚玻色子传递，场量子总是处于不停地变化和振荡之中。对此，我们有个看法：电磁相互作用是正、反电荷之间的作用，因此电磁相互作用的场量子是由正、反荷电轻子构成的虚光子；强相互作用是正、反夸克之间的作用，因此强相互作用的场量子是由正、反夸克构成的胶子；如此等等。另一方面，从形式上看来，广义相对论和量子场论是水火不相的，其实它们有一个共同的特点，那就是不平衡。我们已经指出，在绝对时空观看来，所谓时空的弯曲，是对以太密度不均匀分布的一种数学表达。当物体处于不均匀的以太之中，前面有 A 个以太子对它作用，后面有 B 个以太子对它作用， $A \neq B$ ，于是就出现了引力。同样，在绝对时空观中，其他力场也是由场粒子的分布不均匀造成的，场的强度是相应场粒子的密度梯度。

从上面的部分粒子的衰变式来分析，不稳定强子衰变时，构成强子的夸克和虚胶子可以不通过转移电荷而直接组合成新的粒子，这种夸克之间

的重新组合，是纯粹的强相互作用。它不改变每一个粒子的味，因此具有最大的味的对称性。

电磁相互作用和弱相互作用有一定的共性，都存在粒子间转移电荷的过程，这是弱电统一理论能够成立的基础。电磁相互作用是虚玻色子内部的正、反粒子之间转移电荷。在这里，虚玻色子内部的正、反粒子是完全对称的，即它们是同一粒子的正粒子和反粒子，它们转移电荷后，最终生成光子，因此为电磁相互作用。如 Σ^0 的衰变，它是虚胶子内部 d 和 \bar{d} 之间转移电荷，变成了光子。这虽然改变了二个费米粒子(d 和 \bar{d})的味，但总的味数不变，因此具有较好的味的对称性。如果是两个不完全对称的正、反粒子间转移电荷，那就是弱相互作用了。比如稳定的奇异重子的衰变，一般是在虚胶子的参与下，夸克 s 与 u 之间转移一份电荷后， s 变成了 u ， u 变成了 d 。弱相互作用改变了总的味数，因此味的对称性最低。所谓的规范玻色子， z^0 可能是中微子对 $\nu\nu$ ； W^\pm 为中微子和荷电轻子对 νe^\pm 。有人可能会说： z^0 与以太子相类似吗？不， z^0 是实物粒子，其中的两个中微子合成了一个以太密度波包的核心； W^\pm 也是两个独立的实物粒子。把两个粒子合二为一，即一个独立的以太包内包含了2个粒子，这需要很大的能量，因而规范玻色子质量很大。

引力相互作用，则是以太子之间的作用，所谓的引力量子就应该是由二个以太子构成，它是否能形成一个以它为核心的以太波包，是个问题。

以上意味着，相互作用中的虚粒子与可观察到的场量子既有联系，也有区别，前者是不形成以太密度波包的虚粒子，而后者是伴有以太密度波包的实粒子。另外，以太子是正、反中微子对，而弱相互作用量子是带有不对称正、反电荷的中微子对，因此，陈绍光先生认为，引力是弱相互作用力的真空极化效应的一种表现形式，有其一定的道理[4]。正如电磁场的量子理论与电子的量子理论密切相关一样，引力场的量子理论将同中微子的量子理论有某种关联。

在微观世界，实粒子和虚粒子都在不断地运动着，变化着，它们在不停地交换着能量，转移着电荷，变换着实和虚的角色。场的量子性就是以太和实物之间相互联系，相互转化的一种动态表现。

6.4. 微观世界特殊性的由来

量子力学诞生一世纪了。它作为现代物理学的两大基础之一，成就卓著。不过，它的成就主要体现在定量描述上；对它的物理诠释，至今仍是众说纷纭，莫衷一是。对此，著名物理学家惠勒在给友人的信中写道：“2000年12月是物理学中最伟大的发现——量子论——诞生一百周年。为了庆贺它，我建议用一个标题：量子论——我们的荣耀和惭愧。为什么说荣耀，因为物理学所有分支的发展都有量子论的影子。为什么说惭愧，因为一百年过去了，我们仍然不知道量子化的来源。”[5]这种情况，既是一种老问题的隐痛，也是一种生长点的萌动。

在可压缩性以太论看来，现代物理学都是在透过以太描述物质世界。相对论性效应是宏观以太的透镜效应，而量子效应是微观以太的透镜效应。因此，相对论和量子力学会有一定的共性和一定的差异。

6.4.1. 二象性

表面上看来，在绝对时空观中，实物是以太密度波包的核心，这包含了二象性现象的基本要素：实物本身是粒子性的；而伴随着它的以太波包是波动性的。实物粒子可分为两大类：没有静止质量的光子和有静止质量的轻子、强子。光子之所以没有静止质量，是因为它纯粹是一种以太波，即构成光子的以太子并没有作宏观的移动，只是不断地进行着电磁激发的传递，而呈现出波动性；但光子又具有以太密度的极大值，是个以光速前进的以太密度波包，而表现出粒子性。至于有静止质量的轻子、强子，其

中的剥离了以太波包的“裸轻子”、“裸强子”，它们的运动是实实在在的运动，并始终处于以太密度波包的核心；但伴随着它们的以太密度波包中的以太粒子，并没有作宏观的移动，而只是进行波动。不过，这样的描述只是一个次要的方面。更重要的一方面是，微观粒子的二象性带有概率性，其关键在于以太的微结构，它使粒子每前进一步，都有许多路径可选择。这在下一节将进一步说明。

6.4.2. 量子性与相对论之间的关系

狭义相对论中的质速关系是：

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - u^2/c^2}} \approx \left(1 + \frac{u^2}{2c^2}\right) m_0 \quad (6.1)$$

广义相对论中的质量和引力势之间的关系是：

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 + 2\varphi/c^2}} \approx \left(1 - \frac{\varphi}{c^2}\right) m_0 = \left(1 + \frac{GM}{c^2 r}\right) m_0 \quad (6.2)$$

(6.1)式是(6.2)式中的引力场强度(或加速度)为零，即引力势 φ 为常数时的一个特例，它适用于匀速直线运动。这时运用效应能量分析法将出现什么现象呢？效应能量分析法指出：效应运动一般不改变固有运动系统，而只改变整个固有运动系统的运动状态。如果固有运动和效应运动合起来总体上仍是匀速直线运动，那么效应运动只能是横向的振动或矢量方向与系统运动方向平行的自旋，而且，这种自旋的矢量方向只能是二个：与系统运动的方向相同或相反。这种效应运动存在吗？宏观上看，这似乎不可能，但从微观的角度来说，这是千真万确的——微观粒子都具有波-粒二象性，都有内禀自旋。事实上，把二象性和自旋的角频率联系起来，自旋量子数就会出现。

根据牛顿力学，旋转物体的能量 E_1 和角动量 L 之间的关系是：

$$E_1 \propto L\omega \quad (\omega \text{ 是角频率}) \quad (6.3)$$

在二象性中，能量 E_2 和角频率 ω 之间的关系是：

$$E_2 = h\nu = \frac{\hbar}{2\pi}\omega \quad (6.4)$$

如果 $E_1 \propto E_2$ ，我们得：

$$L \propto \frac{\hbar}{2\pi} \quad (6.5)$$

(6.5)式与自旋量子数公式相似。

不过，这里的自旋不是三维实空间里绕固定轴的转动。量子力学明确指出：电子自旋是一个新的自由度，与电子的空间运动无关。那么，粒子自旋的本质是什么呢？我们认为，这是在相对论性四维时空中的旋转。

相对论的洛伦兹变换，是在三维实空间里，两个惯性参照系之间的变换，这两个参照系在三维时空中相互进行着匀速直线运动。但从另一角度，我们也可以将洛伦兹变换看成是一种在闵可夫斯基空间，即三维实空间和一维虚时间中的转动。在这里，说这两个参照系在相对作匀速直线运动，指的是三维实空间中的运动；而说它们在相对转动，指的则是四维闵可夫斯基空间中的运动。

转动的特征是旋转半径不变。如图 6.1 所示，半径 r 在旋转中保持不变： $r^2 = a^2 + b^2 = c^2 + d^2$ 。这意味着横坐标值小了，纵坐标值必然增大；横坐标值大了，纵坐标值必然缩小。图 6.1 是 2 维时的情况，这在 3 维、4 维时同样成立。设坐标值分别为 x_1, x_2, x_3, x_4 ，那么，在旋转中，这些坐标值此缩彼长而保持平方和不变。2 维时 $r^2 = x_1^2 + x_2^2$ 不变；3 维时 $r^2 = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2$ 不变；4 维时 $r^2 = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2$ 不变。在闵可夫斯基空间中 $x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2$ 为不变量，这是洛伦兹变换可以描述为一种 4 维时空中转动的原因。在相对论中，运动物体存在着空间坐标收缩，时间坐标膨胀的

现象，但 $x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + x_4^2$ 的值保持不变，从而产生了，洛伦兹变换可以被描述成一种在闵可夫斯基空间里旋转的数学表达方式。

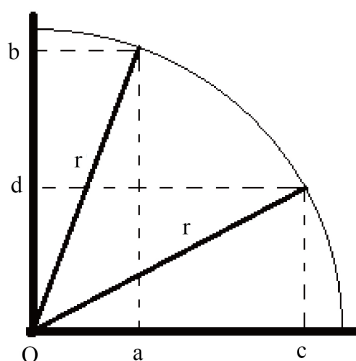


图 6.1. 旋转运动的坐标变化

大家知道，薛定谔方程是一种半定性，半定量的非相对论性的理论，它可以导出某些物理量的量子化，但自旋是作为一个外加的自由度放入理论框架内的；而具有狭义相对论不变性的量子力学方程——狄拉克方程，自动地包含了粒子的自旋量子数[6]。这充分显示了：粒子的内禀自旋是狭义相对论的定量效应在微观世界的反映！粒子的内禀自旋应该是一种四维时空中的赝转动，而不是三维实空间中的自旋。

其实，不但粒子的内禀自旋是狭义相对论的定量效应在微观世界的反映，光的量子性也可以看成是狭义相对论的定量效应在微观世界的反映。

6.4.3. 量子性与微观以太之间的关系

相对论性与量子性之间有一定的关联，这是由于它们都是以太的透镜效应：透过宏观以太描述世界，造成了相对论性效应；透过微观以太描述事物产生了量子性现象。当然，它们之间又有巨大的差异。

一面透镜，宏观地看，它是光滑的；但微观地看，它会很毛糙。同样

道理，微观以太由虚玻色子构成，从而将形成无限分布的“微透镜阵列”。诺贝尔物理学奖的得主维尔切克就认为，现代意义上的以太是一种“网格”[7]。这种网格是层层叠叠，无限分布的。在定量上，这种以太的微透镜阵列或网格的排列是处处均匀，各向一致的。微观粒子穿行在这样的以太海洋中，它自身以太场和微观以太的网格相互作用，每前进一步，都会有不少新的路径供它选择。因此粒子从一个确定的初态出发，不可能沿着一条确定的轨道，到达另一个点，而是可以经过无数条可能的路径中的一条，抵达终态。各种可能的路径，各有不同的概率。它的实际路径一般是曲曲折折的，但应该是连续的。这样的运动路线正是路径积分所描述的那样。所以，在我们看来，量子力学的三种等价的表述形式，波动力学、矩阵力学和路径积分，最能体现其本质的是路径积分。

有人认为，微观粒子的运动，有时是跳跃式的，不连续的，比如，量子跃迁就是如此。确实，透镜的像会出现跳跃式的，不连续的现象，但跟踪观察粒子本身，它的轨迹一定是连续的。2019年耶鲁大学的科学家们进行了一项实验，证实量子跃迁是一种连续的过程。他们的相关论文发表在《Nature》上[8]。

复旦大学的老教授金尚年老师指出，非相对论性的量子力学的理论体系可概括为 CMH + Q 的模式，CMH 是指经典力学的哈密顿理论，Q 是指某种形式的量子化假设。路径积分的建立，完全符合这种模式。

在经典力学的哈密顿理论中，作用量 S 常表现为系统的拉格朗日量 $L(\dot{x}, x, t)$ 关于两个节点 t_a, t_b 之间时间的积分：

$$S[x(t)] = \int_{t_b}^{t_a} L(\dot{x}, x, t) dt \quad (6.6)$$

路径积分量子化的方案是：假定每条可能的路径对相位都有贡献，其中 $x(t)$ 所贡献的相位与 $S[x(t)] / \hbar$ 成正比：

$$\phi[x(t)] = ae^{\frac{i}{\hbar}S[x(t)]} \quad (6.7)$$

其中 a 是常系数。

那么，从时刻 t_a 的初始点 x_a ，到时刻为 t_b 的终点 x_b 的概率 $P(b,a)$ 为：

$$P(b,a) = \left| \sum \phi[x(t)] \right|^2 \quad (6.8)$$

求和对所有 a 到 b 的路径进行。在(6.7)、(6.8)式中，除 \hbar 外，所有的物理量都是经典物理量。

在波动力学中，量子化方案是：将经典力学中的哈密顿-雅可比方程改为量子力学的薛定谔方程，表征体系量子化的 \hbar, i 作为系数进入薛定谔方程来实现。在矩阵力学中，量子化的方案是：将力学量用算符(给定表象后，用矩阵)表示；将经典的泊松括号改写为量子的泊松括号来实现；而表征体系量子化的 \hbar, i 出现在算符中。比较起来，路径积分的量子化方案显得简单、直观。

6.4.4. 量子力学中 i 的物理意义



图 6.2. 量子力学偏离角

量子力学的表达式必然含有 2 个特殊的符号 \hbar 和 i 。 \hbar 在量子力学中的作用是表达能量的粒子性，这已基本明确；而 i 的作用尚不明了。

大家知道，复数 A 可以用一个偏离 X 轴的角 ϕ ，以三角式或指数式表示为： $A = r(\cos\phi + i\sin\phi)$ 或 $A = re^{i\phi}$ 。因此，我们认为， i 表示微观粒子运动过程中的偏离性。在微观真空微透镜阵列和粒子自身的以太波包的相互作用下，运动着的粒子始终存在着偏离正方向的可能性，这是导致概率性

或不确定性的基本原因。如图 6.2 所示，这里的正方向是指始点 a 到终点 b 的直线方向。在路径积分中，这个偏离角 $\phi = \frac{1}{\hbar} S[x(t)]$ ，它是一个泛函，随时会发生变化。

参考文献

- [1] 国家自然科学基金委员会数学物理科学部，物理学学科发展研究报告，科学出版社，北京，2008，p. 354, 365。
- [2] 赵红洲，位错子理论初探，潜科学，1989 年第 5 期。
- [3] 陈蜀乔，引力场及量子场的真空动力学图象，北京，电子工业出版社，2010。
- [4] 陈绍光，谁引爆了宇宙，四川科学技术出版社，2004，p. 49。
- [5] 朱梓忠，(1 小时科普)量子力学，清华大学出版社，p. 4 (2018)。
- [6] 苏汝铿，量子力学(第二版)，北京，高等教育出版社，p. 420, 2002。
- [7] 维尔切克，存在之轻，湖南科学技术出版社，2010。
- [8] Z. K. Mineev and other, To catch and reverse a quantum jump midflight, Nature, 570, 200-204 (2019).

第七章 以太的电磁激发

任何温度大于绝对零度的物体，都在进行着电磁辐射。可见，电磁激发应该是以太的最基本的激发。

7.1. 光子

在第六章里，我们已指出：电磁激发就是以太子激发了虚光子，这是以太子内部的正、反中微子之间转移一份电荷变成了正、反荷电轻子对的结果。虚光子有了能量，即形成了一个以它为核心的以太密度波包，就成了实光子。

如图 7.1 所示，虚光子、实光子和实正、反荷电轻子对的构成是一样的，只是虚光子处于最低能态，没有形成独立的以太密度波包，因而无所谓形状、大小；实光子具有一个独立的以太波包，是一个单独的具有能量的粒子；而正、反荷电轻子对是二个独立的以太波包的组合。这三者可看成是相同结构的不同能态。虚胶子和相应介子的构成也一样，前者是带色的虚粒子，后者是无色的实粒子。

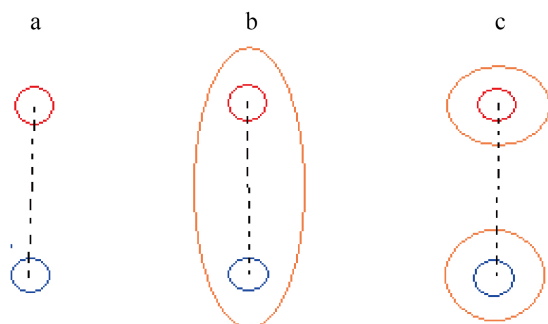


图 7.1. 红圈是带正电荷的轻子；蓝圈是带负电荷的轻子；黄圈代表以太波包。a 是虚光子；b 是实光子；c 是荷电轻子对

在现代物理学中，按极化系数划分，有三种光子：横光子、纵光子和标量光子；另一方面，算符(如 \mathbf{A})与态矢(如 $|a\rangle$)都没有直接的意义，有直接意义的是算符在态矢中的平均值(如 $\langle a|\mathbf{A}a\rangle$)和态的模(如 $\langle a|a\rangle$)或标积(如 $\langle a|b\rangle$)，而算符在态矢中的平均值、态的模和标积都由横光子决定，纵光子和标量光子无贡献，因此，横光子是实光子，纵光子和标量光子是虚光子。对此，我们可以进一步描述：光子是正、反荷电轻子对，这两个轻子都有自旋，从而两个轻子都会有磁荷；横光子是以光速运动着的光子，它的电场、磁场矢量都是与运动方向垂直的；虚光子中的两个轻子的正、负电荷没抵消，而它们的磁荷互相对消时，为纵光子，它们首尾相连会形成电力线；当这两个轻子的正、负电荷抵消，而它们的磁荷没有抵消时，为标量光子，它们首尾相连会形成环形磁力线；当虚光子的电荷、磁荷都对消时，就成了以太子。静电场是纵光子密度场；静磁场是标量光子密度场；引力场是以太子密度场。

所有的虚粒子都是真空态粒子，但其中的以太子是最基本的真空态粒子，由它构成的以太流体，完全是一种超流体；其他的虚粒子，如虚光子、虚胶子等是以太子的电磁或色激发态，它们会参与电磁或强相互作用。量子场论所研究的“物理真空”，显然不是最基本的真空态，而是电磁或色激发的真空态。另外，相邻以太子的间距是定量描述的最基本的长度单位，因此，以太子本身的大小已经难以确定，于是，构成它的费米子的大小就只能认为是零了，这也是一种定量效应的表现。在绝对时空观看来，以太子和费米子应该也有大小和结构。有许多人提出了这方面的设想，比如，威华明确指出：光子、电子和夸克都有结构，粒子湮灭为光子只是物质的一种相变，等等[1]。但现在对此是难以作定量描述的，因为这超越了现有的定量体系。

光子是能量粒子，其能量 E 与频率 ν 成正比：

$$E = h\nu \quad (7.1)$$

其中 h 为普朗克常数。

对(7.1)式, 有人设想, 存在具有能量 h 的基本能量子, 光子由 ν 个基本能量子构成。这就是说, 由 ν 个基本能量子构成的一个光子, 它的频率就是 ν 。波的频率 ν 是一种时间序列, 把它与物质的基本单元的个数联系起来, 似乎不妥。另外, 如果这个设想成立, 一个光子很可能分解成频率分别是 $\nu_1, \nu_2, \dots, \nu_n$ 的 n 个光子, 而且 $\nu_1 + \nu_2 + \dots + \nu_n = \nu$, 这种现象是不存在的。光在传播过程中, 即使经过折射、反射等等, 一般频率将保持不变。

可压缩性以太论认为, 一个光子就是以—个电磁激发元为核心的以太波包。光子的频率越高, 它聚集的以太波包的密度越大, 它的质量越大, 能量也就越大。

定量上, 每一个电磁激发元的电(磁)振幅是一致的, 能量只与频率有关, 而与振幅无关。不过这主要是对高能光子来说的。低能光子, 由于它的波长较长, 一般会成群产生, 相互叠加。无线电波就是低能光子的线性叠加, 因此, 低频电磁波的能量既与频率有关, 也与振幅有关。

7.2. 引力波

最早提出引力波概念的是法国科学家庞加莱。他于 1905 年 6 月指出: 引力场会如电磁场那样产生以光速传播的波, 并称之为“引力波”。但真正能称得上引力波研究第一人的, 是爱因斯坦。

1915 年, 爱因斯坦建立了广义相对论, 提出了非线性的引力场方程。第二年他就发表了关于引力波的论文“引力场方程的近似积分”。

实际上, 引力波是普遍存在的。广义相对论认为, 实物(有质量的物质)的存在, 必然导致四维时空的弯曲, 所以实物运动时, 相对论性四维时空就将蠕动而形成引力波。不过, 一般说来, 引力波非常弱, 比如, 水星绕太阳公转的引力波辐射功率只有几十瓦; 而月球绕地球转的引力波辐射功

率仅为几微瓦[2],把它们全部收集起来也点不亮一个手电筒的电珠。所以,在爱因斯坦发表关于引力波的论文后,又整整过了 100 年,才迎来了探测到引力波的消息。

2016 年 2 月 11 号,美国的激光干涉引力波天文台(Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory, 简称 LIGO)召开新闻发布会,宣布首次探测到了引力波。LIGO 的关于发现引力波的第一篇论文,也于同一天在《物理评论快报》上正式刊出[3]。

首次发现的引力波编号为 GW150914。根据它的波形,可提取出与引力波频率有关的一些信息,并可用来进一步计算有关参数。另一方面,将 GW150914 的波形与理论上的“模型库”相比对,也可找出有关参数。结果是:GW150914 是两个质量分别为太阳质量的 36 倍和 29 倍的黑洞碰撞合并过程中发出的引力波。

如果 GW150914 只是一个孤立事件,对它的描述很容易引起怀疑。但不久 GW151226 [4], GW170104 [5], GW170814 [6]相继被发现。不过它们有个共同点,就是只辐射引力波而没有辐射电磁波等。它们都被描述为是两个黑洞合并为一个黑洞所发出的引力波。

根据理论预测,除了两个黑洞合并会产生引力波外,黑洞与中子星,中子星与中子星等的合并也会产生可用 LIGO 探测到的引力波。对此,人们翘首以待。

2017 年 8 月 17 日,引力波探测终于有了一次更重大的发现——GW170817 [7]。这个引力波信号被地面上 3 个观察台一起探测到;而且遨游在外层空间的费米伽马射线太空望远镜,几乎同时探测到了伽马射线暴。那天日落后,大批天文学家,根据对引力波信号源和伽马射线暴源的定位,进行光学搜索,果然发现了一个以往不存在的,亮度为 17 等的新光点。从而确定,GW170817 是大约 1.3 亿年前的一次中子星双星合并事件。

引力波是一种客观现象。它是相对论性时空的波动，并以光速传播，当然是一种以太波。那么，它与光波有什么关联呢？

以太是一种超流体。在实物性的超流体中，存在着两种声音。第一声是普通的声音，即流体密度波；第二声是“温度波”，即超流体中热激发量的传播。对此，我们可以想象：超流体分子是相对静止的，一旦获得能量就激发成热量元，以声速前进，直到把热量传给下一个分子后，回归静止。这两种声音的传播速度是不同的。当温度趋于绝对零度时，两者的比值趋于 $\sqrt{3}$ [8]。这是根据以分子运动论为基础的热力学公式求得的。以太不同于实物，它本身是无所谓质量的真空态物质，热力学公式显然不适用于以太。以太中的第一声是密度变化量的传播，以太的密度变化量对应质量，因此，这是一种质量波；以太中的第二声是光波，是一种能量波。质量与能量是紧密联系的，有质必有能，有能必有质，因此，以太中的二种声音应该是合二为一的。

光是以太中的第二声，是以太中电磁激发量的传播。介质中的密度波一般是纵波，但以太密度的变化会引起相对论性时空标准的变化，于是，这绝对时空观中的密度波在相对论性时空观中，就表现为时空振荡的横波，即“引力波”。

引力波与电磁波的关系好比电磁波中电场与磁场的关系，二者同步增大，同步缩小，频率一致。那么，为什么高频的光子中没有发现引力波的影子；而低频的引力波中又无电磁波的踪迹？我们的看法是：高能光子是单个电磁激发的以太子，由于电磁相互作用要比引力相互作用大 30 多个量级，引力波当然无法显形了；而低频引力波中，有无数电磁元，它们的电、磁矢量在垂直于运动方向的平面里各向同性，矢量和为零。电磁性中和了，引力波就显示出来了。产生电磁中性引力波的原因是：两个合并的天体及结合的产物，所带电荷可以略去不计。事实也正是如此，比如，两个黑洞

合并后，产生的是不带电荷的克尔黑洞。至于中子双星合并所发出的伽马射线和可见光，是碰撞后高能原子发出来的。我们的看法是否成立，有一个比较简单的实验设想：在 LIGO 中，安装一个静磁场，使探测到的引力波能在其中穿过，从而感应出电场来。这原理犹如电磁中性的导线切割磁力线，在导线内感应出电场而产生电流一样。

7.3. 动能的电磁量子假设

一般认为，物体的动能与电、磁没有必然的联系。然而，情况未必如此。

光子的能量，既是纯粹的动能，也是纯粹的电磁能，它的能流密度矢量 S 与电场强度 E 、磁场强度 H 之间存在着矢量关系：

$$S = E \times H \quad (7.2)$$

大家知道，光子的波粒二象性关系适用于一般的实物。那么，其矢量关系(7.2)是否也适用于一般的实物呢？这个问题很值得深究。拿导线切割磁力线产生感应电动势来说，导线的运动方向、磁场方向和感应电动势的方向，这三个方向之间的关系，符合(7.2)式。其他有关动能的电磁感应，也存在着类似的情况。对此，本文提出如下的假设。

动能量子假设：光子的矢量关系(7.2)适用于一般实物的动能量子，即每一个动能量子都满足关系式

$$S_0 = E_0 \times H_0 \quad (7.3)$$

一个电磁中性的运动物体，其自身以太波包中的以太子都在波动着。运动着的以太子就是动能量子。每个动能量子把动能传递给前方的以太质点后，复归相对静止。每个动能量子的 S_0 的方向不一致，其矢量和 S 为该实物的动能流密度矢量，而它们的 E_0 和 H_0 的分布，各向同性，不呈现明显

的电磁性。当存在外界电、磁场时， E_0 和 H_0 的分布将会因感应而发生变化。这意味着，实物的动能是隐性的电磁能。这可以换一个角度来描述：实物的相对论性动能与实物本身的以太波包的以太压力有关，当以太受到扰动，其中就会产生电磁激发，每一个动能量子是一个电磁激发了的以太子，它满足(7.3)式，其矢量方向会随着外界电、磁而变化。当无电磁性的中性物体运动时，就形成隐性的，不向外传播的动能量子；而一般带电或磁的物体运动时，既发出电磁波，又具有动能。

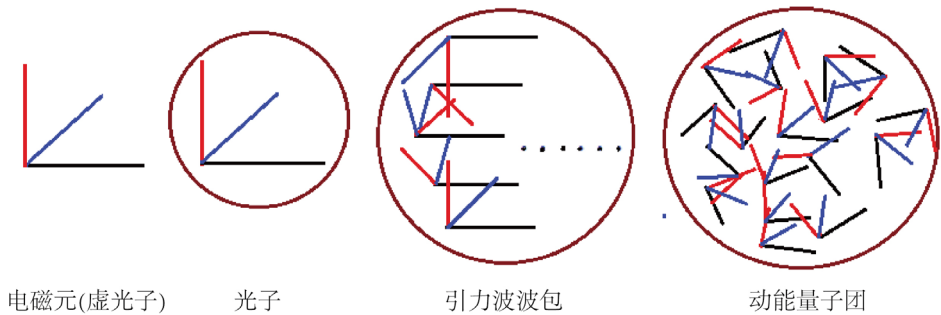


图 7.2. 电磁元、光子、引力波、动能量子之间的关系

如图 7.2 所示，黑线表示波矢；与波矢垂直的红线和蓝线，分别表示电场、磁场矢量；棕色圆圈表示以太密度波包。没有以太密度波包的电磁元是虚粒子；伴随以太密度波包的电磁元是光子；低频引力波中的电磁元波矢方向一致，但在与波矢垂直的平面上，电场、磁场矢量各向一致，相互对消；中性物体的动能量子，波矢之和指向运动方向，而电场、磁场的矢量和为零。

7.4. 实例分析

运用动能的电磁量子假设，我们可以对一些电磁效应作出新的解释和描述，下面分析几个实例。

7.4.1. 洛伦兹力

洛伦兹力的成因可以这样描述：带有电荷 q 的粒子，以速度 v 运动时，形成了一定数量的动能量子，它们都满足关系式 $S_0 = E_0 \times H_0$ ，所有 S_0 的方向并不一致，其矢量和 S 为该粒子的动能流密度矢量；而 E_0 和 H_0 的矢量和都为零。当存在外界磁场 H 时， H_0 的方向重新分布，使其和为 $-H$ ，于是，在与 S 和 H 垂直的方向上出现了电场 E ， $E \times (-H) = S'$ ($S' \leq S$ ，且只有光子取等号)，根据已知的结果，可得：

$$E = S' \times H = v \times B \quad (7.4)$$

E 作用于电荷，于是产生了洛伦兹力 $F = qE = qv \times B$ 。

公式(7.4)可看作是动能量子假设的一个宏观上的计算公式。当 v 为光速 c 时，由(7.4)可推出电磁波的关系式 $\sqrt{\epsilon_0} E = \sqrt{\mu_0} H$ 。

7.4.2. 单极效应

所谓单极效应是指运动磁体的电感应现象。如图 7.3 所示，当一个轴对称(半径 r)的磁体，以等角速度 ω 转动起来后，在与磁体滑动接触的静止导线回路 AVBCDA 内，就有一个稳定的电流通过。怎样解释这单极效应，历史上曾有过争论。法拉弟认为，磁体转动时，磁力线不随之运动，这样，磁体上的 CD 切割磁力线产生感应电动势，造成了回路中的稳定电流；韦伯的观点则相反，他认为磁体转动时，磁力线也随之运动，运动的磁力线切割静止的导线 AVB，导至稳定电流的产生。对这二种不同的观点，历史上没有作出判断，并认为经典电动力学不能解释单极效应[9]。根据动能量子假设，只要导线的方向、运动速度与磁场三者相互垂直，就会产生感应电动势，而与导线是否切割磁力线无必然联系，即磁体转动时，磁力线是否随之运动，与结果无关。因此，单极效应与法拉弟圆盘的原理是等效的，

回路 AVBCDA 的电流取决于 C、D 二点间的感应电动势： $U_{CD} = \frac{1}{2}B\omega r^2$ 。

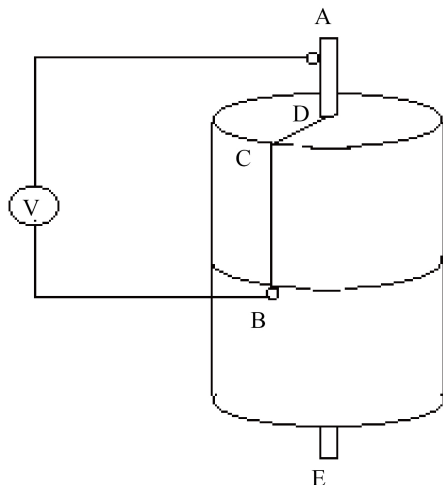


图 7.3. 单极效应示意图

实际上，地球本身就是一个巨大的单极效应装置：地球的磁场、自转方向和大致上垂直地面的电场三者构成了正交的矢量关系。

7.4.3. 威尔逊 - 威尔逊实验

1913 年, M. Wilson 和 H. A. Wilson 进行了一个运动电磁介质的电磁感应实验。这个实验的原理如图 7.4 所示, 有一无限大的平板电容器, 其中充满了电、磁介质(ϵ, μ); 整个电容器沿正 X 轴方向以速度 v 运动; 有一冲击式电流计 A 与电容器的二平板活动接触; 整个空间有均匀磁场 H 指向 Y 轴正方向; 当改变 H 的方向时($H \rightarrow -H$), 电流计测到有电流出现。

一般认为, 该实验结果要用麦克斯韦 - 闵柯夫斯基电动力学来分析。其实, 这一实验用动能量子假设来说明十分简单。因为, 整个电容器沿正 X 轴方向以速度 v 运动, 而整个空间有均匀磁场 H 指向 Y 轴正方向, 因此, 在电容器内的 Z 轴方向必有感应电场产生。根据(7.4)式, $E = v \times B$ 。于是,

$D = \varepsilon E = \varepsilon \mu v \times H$ ，这个电位移使电容器充电。当改变 H 的方向时 ($H \rightarrow -H$)，充电的方向也将反向，这样，图 7.4 中的电路 CAD 中将出现冲击电流，其大小将正比于因子 $\varepsilon \mu$ 。这个因子比用麦克斯韦 - 闵柯夫斯基电动力学方法得到的因子 $(\varepsilon \mu - 1)$ 更接近实验结果[9]。

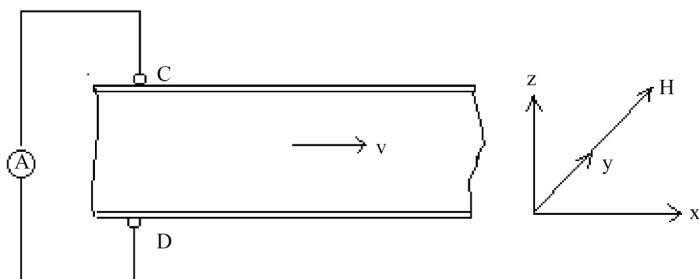


图 7.4. 威尔逊 - 威尔逊实验示意图

7.4.4. 雷电的起电机制[10] [11]

雷电的能量非常大，它的一次闪光的时间约为 40 微秒，电流高达 $10^4 \sim 10^5$ 安倍；强起电过程能使雷电云中的电场强度达到 4×10^5 伏/米，空间电荷大于 2×10^{-8} 库伦/米³。关于雷电的起电机制，已经有好几种理论，比如，降水粒子与云的构成物碰撞，分离了电荷；云的对流运动反抗电场力，输送和聚集了电荷等等，但都不尽人意。运用我们的假设，可将雷电的巨大电能看成是：剧烈运动的大气的部分动能，转化成了显性电能。雷云有条件实现起电过程。

a、动能转化为显性电磁能，需要存在外界的电、磁场。在一般情况下，地面带负电，而大气带正电，大气中随时都存在着大气电场，它会随着气象条件而变化。晴天，陆地上的垂直的大气电场，平均为 120 伏/米，海洋上是 130 伏/米；雷雨云已经历了一定的起电过程，一般情况下，它形成了电偶极子模式：上部高 6 公里处为正电区域；下部高 3 公里处为负电区域；底部高 1.5 公里处为正电区域。另外，大气中存在着地球磁场。大气电、

磁场的存在，为雷电的起电创造了外部条件。

b、雷暴中存在着强对流，其瞬时风速一般为 15~25 米/秒，有时可达 40 米/秒。它的巨大的动能是雷电能量的来源。

c、强起电云层的厚度至少为 3~4 公里，而且，存在冰晶的云层容易起电，这些涉及起电的具体机制，它可能与“动电效应”有关。

动电效应：流体通过多孔塞，在多孔塞的前后会产生一定的电压差。这是电渗效应的逆效应。流体通过多孔塞后会产生湍流，看来，它在电磁能的隐性转显性中发挥了一定的作用。因此，雷电的起电体系好比是一个庞大、复杂的动电效应系统，云层好比是运动的、可变的、无数层叠加的多孔塞，强对流的气体与云层的相互作用，激发了起电机制。另外，极大湿度的云层的存在也为放电创造了条件。

7.4.5. 天体的基本磁场的成因

关于天体的磁场的成因，目前，正统的观点把它归因于自转天体内部的自激发电流。但是，这种假设性的电流自激发机制，需要满足一定的条件，带有相当复杂性，这同天体磁场的普遍性有矛盾。

从地球本身是一个巨大的单极效应装置这个角度来看，地球的自转和垂直地面的电场的存在，能够激发出南北向的磁场来。那么，天体的运动状态与它的电、磁场之间有何关系呢？为此，我们将比较熟悉的六大行星的有关物理量作了一些分析、比较(见下表)。

从表中可知： $p \approx \left(\frac{mv^2}{t} \right)^2$ 。这显示天体的磁矩与轨道动能的平方成正比；

与自旋周期的平方成反比，即

$$p = k \left(\frac{mv^2}{t} \right)^2 \quad (k \text{ 是常系数}) \quad (7.5)$$

行星磁矩是受多种因素影响的，如太阳风、自旋矢量与轨道速度或磁矩的交角，剩磁体的分布，及可能产生的自激发电流等等。但是，(7.5)式显示，天体的基本磁场由其自身的运动方式造成，当然，这还需要进一步设计实验加以检验和修正。

表 7.1. 六大行星有关物理量之间的联系表(有关数据取自[12])

物理量	水星	金星	地球	火星	木星	土星
轨道运动平均速度 v	1.6076	1.176	1	0.81	0.4384	0.3236
质量 m	0.0558	0.8150	1	0.1074	317.893	95.147
自旋周期 t	58.81	243.675	1	1.03	0.41	0.43
磁矩 p	上限 5×10^{-5}	上限 5×10^{-5}	1	0.004	19000	550
$\left(\frac{mv^2}{t}\right)^2$	6×10^{-6}	2×10^{-5}	1	0.0047	22206.31	536.89

7.5. 实验构想

7.5.1. 电、磁场中的光速

雷达回波延迟表明：引力场能影响光速。光是电磁波，那么，电、磁场更应该能够影响光速。当然，这是对远离电、磁场的观察者来说的。由于时空标准会变，如果在电、磁场内部真空的每一点上去直接测量，光速也都将是不变的值。

大家知道，光在实物介质内的速度小于真空中的光速，人们一般把这归因于光与实粒子的相互作用。实际上，构成实物的原子内部是空空然的，比如氢原子，它的半径至少是 0.53×10^{-10} m，而其原子核(质子)的半径小于 1×10^{-15} m，原子核的体积在原子中所占的比率远小于太阳的体积在太阳系中所占的比率。而电子更被认为是点粒子；可见，原子内部绝大多数

是真空，但其中充斥着电磁场。因此，光与实物之间的作用，在很大程度上是光与电、磁场之间的作用。这表明光在介质内速度的减小，与电、磁场的作用有关。

当然，电、磁场究竟能否对光速起作用，应由实验来回答。下面提出一个实验构想。

a、实验原理：运用迈克尔逊干涉仪的原理，在迈克尔逊干涉仪的一条光路中加入一个强大的磁(电)场，通过观察磁(电)场的加入或变化，可否引起干涉条纹的变化，来判别磁(电)场对光速是否有影响。

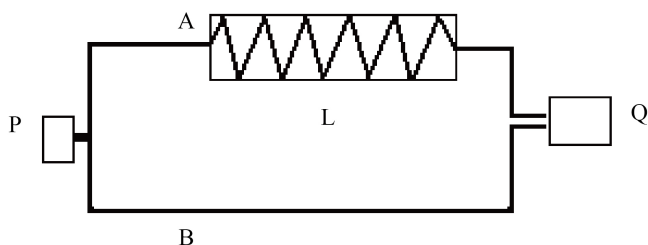


图 7.5. 光缆型迈克尔逊干涉仪：P 是光源；Q 是干涉屏；A、B 是光缆；L 为磁(电)场发生器

b、实验装置：引力场对光速的影响是非常微弱的，人们将地球、太阳、行星作为实验平台，才探测到了光速的变慢。电、磁场对光速的影响应该比引力场强得多，但要在实验室里发现这方面的效应，也必须将可能存在的效应放大。这可从二方面入手：一、增长通过磁(电)场的光程。一般实验室用的迈克尔逊干涉仪的光程太短，估计至少要有几十米、上百米才行。也可以将迈克尔逊干涉仪中的光路用光缆替代，构成如图 7.5 那样的光缆型迈克尔逊干涉仪，并使电磁场发生器 L 内的光缆，在不致于漏光的前提下，盘得越长越好。二、提高 L 中的磁(电)场的强度，而且，L 中的磁(电)场的强度、方向等最好能够调节，以便作定量分析。当然，也可分步进行，如逐步更换不同强度的磁(电)场；分别使磁(电)场的方向与光线垂直、平行

等等。

c、实验步骤：对于光缆型迈克尔逊干涉仪来说，首先，在不开启 L 的情况下，将一束激光同时打入二条光缆 A、B，调节干涉屏，使出现清晰的干涉图象；接着，开启 L，如果干涉条纹发生变化，再观察、分析干涉条纹与磁(电)场的强度、方向之间的关系；另外，还可以测验一下交变电磁场的强度和频率与干涉条纹的关系。由于光缆内不是真空，这要求用不同折射率的光缆进行重复试验，以证明干涉条纹的变化与光传导介质的折射率无关。

光缆型迈克尔逊干涉仪会存在磁光效应(法拉第效应、磁双折射效应等)和光电现象等，这对干涉条纹有一定的影响，使实验的分析复杂化。对此，最好不用光缆，在空气里进行，而使光程尽可能长一些。

7.5.2. 以太旋涡的时空效应

a、实验目的

我们的以太观认为，相对论性现象是由以太密度的变化造成的定量效应：以太密度较大的地方，量杆较短，时钟也走得较慢。这是有实验证据的：光的频率会随着引力势变化，而引力势对应以太密度，这表明，时间标准会随以太密度变化。我们的实验目的是要用新的方法进一步验证这一点。

b、实验原理

设想在以太中有一个旋涡，那么，由于其中的以太密度分布的不均匀，它将具有“时空突变”效应。由于以太的超流动性，中性物体的旋转，难以带动周围以太；而在电、磁场中，存在着电磁激发了的以太，它们会随着电、磁场的变化而运动。因此，我们的实验原理就是用高速度旋转的强电、磁场，造就一个伴有时空突变的以太旋涡。

c、实验装置

这是一个功率强大的，可转动的电(或磁)场，它的强度、转速、方向和形状等都可以适当调节，以便进行定量分析(当然，也可以分别进行)；在场内不同的地方，安置一些特殊的光源作为“时空计量仪”，用光谱分析等手段来检测其中是否存在“时空突变”效应；实验装置应该遥控。

d、有关以太旋涡的联想

具有时空突变的以太旋涡会伴随着强烈的电磁异常。在以太旋涡内部，以太密度中心小，边缘大，是一种负引力场结构，从而，它会与外界的引力场发生特殊的作用。这些特性令人与传说中的“飞碟”联系起来。因为，飞碟具有强烈的电磁异常，会引起时空突变，能够反引力运动等。许多人认为，飞碟可能不存在，所谓的飞碟其实是实在的飞行物，如火箭、流星、飞机等等被大气折射后的产物。我们认为，飞碟即以太旋涡是存在的，不过，它们的形成往往同飞行物体有关。即火箭、流星、飞机等等及其相关行为(如部件的脱落、爆炸、尾气喷射等等)与大气运动、磁暴等相互作用有可能造成以太旋涡。

至于所谓的遭遇飞碟，与外星人接触的传言，那是以太旋涡对人的大脑作用而产生的幻觉——心理学家已多次指出，遭遇飞碟与濒死体验和吸食麻醉品等引起的幻觉有相似的模式。所以，实验装置必须遥控。

以太旋涡是扰动着的以太，因此，它有可能被用来阻止光障的形成，在超光速中发挥作用。

参考文献

- [1] F. Herrmann, 戚华改编, 力学 新物理教程高中版, 上海教育出版社, 2009, pp. 153-154.

- [2] 卢昌海, 时空的乐章 引力波百年漫谈, 北京, 高等教育出版社, pp. 59-60, 2019。
- [3] LIGO scientific collaboration and virgo collaboration, properties of the binary black hole merger GW150914, *Phys. Rev. Lett.* 116, 241102(2016).
- [4] LIGO scientific collaboration and virgo collaboration, GW151226: observation of gravitational waves from a 22-solar-mass binary black hole coalescence *Phys. Rev. Lett.* 116, 241103(2016).
- [5] LIGO scientific collaboration and virgo collaboration, GW170104: Observation of a 50-solar-mass binary black hole coalescence at redshift 0.2, *Phys. Rev. Lett.* 118, 221101(2017).
- [6] LIGO scientific collaboration and virgo collaboration, GW170814: A three-detector observation of gravitational waves from a binary black hole coalescence, *Phys. Rev. Lett.* 119, 141101(2017).
- [7] LIGO scientific collaboration and virgo collaboration, GW170817: observation of gravitational waves from a binary neutron star in spiral, *Phys. Rev. Lett.* 119, 161101(2017).
- [8] Л.Д.朗道, E.M.栗弗席兹, 连续介质力学, 北京, 人民教育出版社, 1960, p. 671。
- [9] 张元仲, 狭义相对论实验基础, 北京, 科学出版社, 1979, pp. 99-101, 103-105。
- [10] B. J. Mason, *The Physics of Clouds*, Oxford Univ. Press, London, 1971.
- [11] R. H. Golde, ed., *LIGHTNING Volume 1*, Academic Press, London, 1977.
- [12] C. 萨根等, 新太阳系, 上海科学技术出版社, 1987。

第四部分

宇观和宇宙

第八章 以太的宇观作用

人类生活在宏观世界，我们日常见到的物质现象，一般都可以用经典物理学来描述，比较直观，容易理解。而在微观世界，存在着二象性、量子性、不确定性原理等等难以直观理解的物理现象。同样，在星系、星系团的宇观世界里，也存在着河外星系的普遍性红移、类星体和暗物质等等难以理解的天文现象。对这些现象，人们已经进行了长时期的研究探讨，其中有些问题，看起来已经得到了解决，实际上却是差强人意，暗物质问题就是其中之一。

8.1. 暗物质问题回顾[1]

我们把星系、星系团的世界称为“宇观”。天文学家可以通过两种方法确定宇宙中有多少物质。第一种方法是运用光度学来求出物质的量。第二种方法是测量可见天体的运动速度有多快，然后运用物理学定律推导出需要有多少物质才能产生约束这些天体运动的引力。令人大伤脑筋的是，这两种方法求出的结果竟是大相径庭，第二种方法推测出来的物质质量远比第一种方法观察到的物质质量大得多。多数天文学家因此判断：宇宙中还隐藏着某种看不见的物质。这就是天文学上著名的暗物质。

早在 1932 年，年轻的荷兰天文学家奥尔特(A. H. Oort)，在研究恒星穿越银河系银道面的运动中发现：根据这些恒星的实际运动情况，用牛顿力学公式来计算，银盘的物质总量，至少是看得见的发光体总质量的三倍；1933 年，瑞士天文学家茨维基(F. Zwicky)发现，后发星系团的动力学质量竟是光度学质量的 400 倍；1936 年，史密斯等人又发现，室女星系团的动力学质量是其光度学质量的 200 倍，等等。当时的观察数据误差很大，现在认为，在类似的情况下，动力学质量一般是光度学质量的 10 倍左右。

这些“质量缺失”现象表明：如果宇观物体的运动规律也符合牛顿力学定律，那么，一定还存在着人们还未发现的极大量的“暗物质”。

由于光度学质量会有一些的误差等等，上述的发现可能存在着一些不确定因素；而 1978 年，鲁宾(V. Rubin)等人的发现被认为很有说服力。他们发现：包括银河系在内的一些旋涡星系，在星系的发光圈外，物质的转动速度同距离无关。而按照牛顿力学定律，物质的轨道运动速度的平方与距离成反比。因此，如果牛顿力学定律始终有效，就得认为：星系外围存在着巨大的暗物质的晕。

如果暗物质真的存在，那么，它究竟是何物呢？早先，人们认为，它是难以被观察到的常见物质，如弥漫在太空中的气体、尘埃、行星，因衰老而变暗了的天体和黑洞等等。但经过观察和分析，这些常见物质，在质和量方面都远远满足不了要求。

现在可以确定，暗物质基本上不参与电磁相互作用和强相互作用，而只参与引力相互作用，且相当稳定。因此，暗物质粒子不属于我们已知的任何一种基本粒子，其被最广泛讨论的最佳候选者是弱相互作用有质量粒子。

暗物质是非常见物质，它的量又比常见物质大得多，这种情况十分反常。不过，现代宇宙学却如获至宝。因为，按照现代宇宙学理论，在宇宙早期，经过暴胀以后，宇宙学密度保持为 1，而在暴胀中，重子物质不可能迅速合成，它的密度远小于 1，因此，宇宙物质的绝大部分应该是非重子物质。目前，现代宇宙学家们认为：在宇宙的物质构成中，常见的重子物质只占总体的 4%左右；23%左右是暗物质；其余的 73%则是所谓的暗能量。但是，一个最实质性的问题：暗物质究竟是什么？至今毫无答案。

总之，暗物质问题源于宇观世界的“质量缺失”现象。它的实质是：在宇观世界里，用牛顿力学定律不足以解释常见物质的运动状态。对此，

如果认为牛顿力学定律在宇观世界仍然有效的话，就得承认大量的非可见物质的暗物质的存在，这是当今物理学的主流观点；认为牛顿力学定律具有局限性，在宇观世界，对它应作适当的修正，从而避免暗物质的引入，这是以往的暗物质替代理论的基本思想。

早在 1930 年代，英国天文学家琴斯(H. Jeans)就指出，在星系尺度上，万有引力定律所表述的引力与距离的关系应当修正；1963 年，罗马大学的奋兹(A. Finzi)又提出了对万有引力定律的另一种修改方案。以色列物理学家密尔格罗姆(M. Milgrom)指出，前二位对引力 - 距离关系方面的修改，无法重现观察结果，并于 1983 年提出了“牛顿引力动力学修正理论”(Modified Newtonian Dynamics, 简称 MOND 理论) [2]。在这里，他引入了一个常数 a_0 ，当引力加速度远大于 a_0 时，牛顿第二运动定律照常适用，即引力与加速度成正比；但当引力加速度小于 a_0 时，牛顿第二运动定律就得修改了，这时引力与加速度的平方成正比。这一修正理论能很好地复现观察数据，如旋涡星系中的轨道速度不是随着到星系中心距离的增大而不断下降，而是逐渐趋向于一个恒定的值；这个恒定的速度值与星系质量的 4 次方根成正比，在这方面它是优于暗物质论的。因此，它被看作是最成功的暗物质替代理论。不过，这一修正理论缺乏基础性的理论依据，只是一种为了解释已知的观察数据而建立起来的“现象性理论”。而且，它对富星系团内部的“质量缺失”不能很好地进行描述，对引力透镜现象也无法进行解释。可见，这一修正理论不太理想。

那么，是否存在一个即能不借助于暗物质，又带有一定基本性的理论呢？这是有可能的。

8.2. 引力场不是宇宙场

暗物质论和 MOND 理论都存在着一些欠缺，而且，它们有一个共同点，

那就是都把引力场当作了可以支配万物的宇宙场。只是，前者认为万有引力定律放之四海而皆准，而后者认为万有引力定律的形式可以变化。

让我们全面地考察一下各种相互作用的关系，可以发现：目前已知的三种基本的相互作用都有着明显的区间作用性：在原子核内部，作为强相互作用的色场起着主要作用；在原子世界，电磁场占着主导地位；引力场的作用在微观世界是微不足道的，到了太阳系世界，它才成了支配天体运动的主宰。既然，引力场不能在微观世界发挥明显的作用，怎能认为它能独霸宇宙呢？微观、宏观、宇观是人为规定的，设想在电子上有一种特殊的有智慧的生物，它们可以将原子世界称作“宏观”，而将我们的宏观当作是它们的“宇观”。如果我们的宇观场就是宏观中的引力场，那么，它们的“宏观场”（电场），也可等同于它们的“宇观场”（引力场），但这是不成立的。可见，引力场不会是宇宙场，而只是一种宏观场。实际上，引力场强度对应以太密度梯度，意味着引力是以太连续性的一种属性，当以太密度小到一定程度，以太失去了连续性，引力也将趋于消失。当然，宇宙的总以太密度是非常大的，但天体个体引力以太场将随着距离而逐步减弱。因此，引力场的作用是有限的，在比宏观更大的宇观空间里，还会存在着不同于引力场的宇观场。所谓的“质量缺失”现象，应该是存在着宇观场作用的反映，而不是存在着什么“暗物质”。

8.3. 宇观场作用论

宇观世界，空间尺度以十万光年、百万光年计，距离用“标准烛光”等确定；光度用谱线的“速度弥散”等指示；年龄用 Hubble 定律等估计；质量用质光关系和位力定理等计算。这些方法都有较大的误差，因此，描述宇观天体，一般用牛顿力学足够精确了。牛顿力学的表达方式简单、明了，我们就参照这一表达方式来进行尝试。

8.3.1. 宇观场的基本假设

电、磁、引力等有着相同形式的力的表达式： $F = f \frac{m_1 m_2}{r^2}$ 。 f 是恒量，对电力来说， m_1 、 m_2 代表二个电荷值；对引力来说， m_1 、 m_2 代表二个质量，即引力荷值，等等。对宇观力也可以设想有同样的形式。

假设 1：二个宇观荷(u_1 、 u_2)能相互吸引，这宇观以太场的作用力(简称宇观力) F 的大小为：

$$F = H \frac{u_1 u_2}{r^2} \quad (8.1)$$

其中 H 为宇观力恒量， r 是它们中心之间的距离。

那么，如何来确定宇观力荷的值呢？大家知道，电荷、质量都是物质的属性，探讨宇观力荷也应该从天体的物质性入手。另一方面，宇观力的特点是在一定范围内，空间越大，它的作用越明显，这显示宇观力荷有一定的空间广延性。质量是没有空间广延性的，它对应的是相对于基态的以太密度增量。这意味着，实物好比是以太海洋中一座座岛屿的露出水面部分；万有引力就是这些露出水面部分岛屿之间的相互作用。由此推想，宇观力荷可能与包括“水”下部分的整座“岛屿”有关。在实物周围存在着广延性的引力势，引力场强度就是引力势的梯度。那么，整座“岛屿”应该同引力势有关，它对应的是以太密度，具有空间广延性。另外，AB 理论指出[3]，场强是欠定的，而势是超定的，因此势是比场更基本的实在。引力势应该是比引力场更基本的物理实在，宇观荷应该与它有关。结合有关的观察资料，我们提出如下假设。

假设 2：在有效半径 L 内，天体的宇观荷与天体的引力势的体积分的正平方根成正比：

$$u = p \sqrt{\iiint_{\Omega} \frac{m}{r} dv} = p \sqrt{2\pi m r^2 + c} \quad (8.2)$$

其中 p 是常数, m 是天体的质量, r 是离开质心的距离, $0 \leq r \leq L$, Ω 是以 r 为半径的球体积, c 是宇观效应常数, (负数, 当 r 相当大时, 可略去不计。); $L = b\sqrt{m+h}$, b 、 h 是常数; 这表达式显示, 天体的宇观荷 u 随着 r 的增加而变大, 但当 $r > L$ 时, u 不再增加。这里意味着: 宇观荷与以太的量的正平方根成正比, 而 L 是引力场作用的有效距离。

近似地, 我们可以将天体的宇观荷的分布看成是球对称的, 那么, 以天体的质心为球心, r 为半径作球面, 在这球面内的天体质量之和, 称为有效质量; 由(8.2)式计算出来的宇观荷称为有效宇观荷, 可以把它们看成全集中在球心, 以此来计算离质心 r 处的宇观力或加速度等。

以上二个假设是否成立, 要看由它们推算出来的结果能否与观察数据相符。下面就此作下分析。

8.3.2. 宇观场分析

由假设 2, 当 r 相当大, c 可略去不计时, 天体的有效宇观力荷是:

$$\begin{cases} u = pr\sqrt{2\pi m} & r < L \\ u = pb\sqrt{2\pi m(m+h)} & r > L \end{cases} \quad (8.3)$$

结合假设 1, 质量为 m_1 、 m_2 的二个天体之间的宇观力应分三种情况:

a、二者的距离都在它们的有效半径之内时:

$$F = H \frac{u_1 u_2}{r^2} = 2\pi p^2 H \sqrt{m_1 m_2}, \quad (\text{与 } r \text{ 无关}) \quad (8.4)$$

b、二者的距离在 m_1 的有效半径之内, 在 m_2 的有效半径之外时:

$$F = H \frac{u_1 u_2}{r^2} = \frac{2\pi H p^2 b \sqrt{m_1 m_2 (m_2 + h)}}{r}, \quad (\text{与 } r \text{ 成反比}) \quad (8.5)$$

c、二者的距离都在它们的有效半径之外时：

$$F = H \frac{u_1 u_2}{r^2} = \frac{2\pi H p^2 b^2 \sqrt{m_1 (m_1 + h) m_2 (m_2 + h)}}{r^2}, \quad (\text{与 } r \text{ 平方成反比}) \quad (8.6)$$

在星系的外围，物质作绕星系的圆周运动。在这种情况下，可设外围物质处于星系的宇观力荷分布的有效半径之内，而星系的质心处于外围物质的宇观力荷分布的有效半径之外，应该用(8.5)式计算；而且，由于我们观察到的天体的质量一般都相当大， h 可略去不计。这时，由宇观力引起的向心加速度 $a_2 = \frac{k\sqrt{m_1}}{r}$ ($k = 2\pi H p^2 b$)。于是，外围物质的向心加速度 a 应该是引力加速度 a_1 与 a_2 之和： $a = \frac{v^2}{r} = a_1 + a_2 = \frac{Gm}{r^2} + \frac{k\sqrt{m}}{r}$ ，(v 是外围物质轨道运动速度， m 是星系的有效质量，)。于是， $v = \sqrt{k\sqrt{m} + \frac{Gm}{r}}$ 。因此，在星系的外围(r 已足够大)，物质的轨道速度将趋向于定值 $\sqrt{k\sqrt{m}}$ ，这与观察资料相一致。

轨道速度为 $\sqrt{k\sqrt{m}}$ 时，向心加速度的平方

$$a^2 = \frac{v^4}{r^2} = \frac{k^2 m}{r^2} = p \frac{Gm}{r^2}, \quad \left(p = \frac{k^2}{G} \right), \quad \text{这里显示了与 MOND 理论和观察数据相}$$

符的关系，即引力与加速度的平方成正比，速度的 4 次方与天体质量成正比的关系。因此，在我们看来，MOND 理论是在这样情况下的一种近似：外围物质处于星系的宇观力荷分布的有效半径之内，而星系的质心处于外围物质的宇观力荷分布的有效半径之外，而且，宇观以太场的作用远大于引力场的作用，引力场的作用可以略去不计。然而，在富星系团内部，引力相互作用比较大，不能被略去，这是 MOND 理论不适用于富星系团的原因。

原来，人们以为天体的加速度都是引力加速度；现在，天体的加速度应该是引力加速度与宇观力加速度之和。这说明，以往通过引力定律计算出来的天体的质量，其实不是纯粹的引力质量，其中还包含着由宇观力造成的“宇观质量”。

设天体的质量为 M ，它包括引力质量 m 和宇观质量 m' 即 $M = m + m'$ 。天体的引力加速度，以往用 $a = \frac{G(m+m')}{r^2}$ 计算，现在应该用 $a = \frac{Gm}{r^2} + \frac{k\sqrt{m}}{r}$ 计算，由这二式可得：

$$m' = \frac{kr\sqrt{m}}{G}, \quad L_1 > r > L_2 \quad (8.7)$$

宇观质量 m' 就是所谓的“暗物质”的来源。它不是恒定的，由(8.7)可知，它与 r 成正比，即天体离开星系质心的距离越远，根据它的运动状态，运用牛顿定律计算出来的星系的“暗物质”越多。它是由内向外逐步增加的。过去，当人们分别用一个星系内部的天体和一个星系外围的天体来计算该星系的质量时，得出了不同的值，这时，一般不怀疑前者的结果，而认为后者是受到了暗物质的作用，这样就把星系内部的 m' 等同于 m ，而将外围的 m' 当作是“暗物质”。这是产生“暗物质”分布在星系外围的“假像”的缘故。

另外，MOND 理论不能正确地处理与引力透镜有关的运动[4]；而我们的理论可以解释引力透镜现象：光子是具有动态质量的粒子，它有质量，就有引力势，就具有宇观荷，也参与宇观场的作用，所以，光线在引力场或宇观场里都会弯曲，而产生透镜现象。而且星系的宇观力远大于引力，宇观的“引力透镜”现象，其实主要是“宇观力透镜”现象。

8.3.3. 星系的旋转曲线

对于 S 型光谱的盘状星系，用球极坐标系，它的天体物质的密度分布

的近似公式为[5]:

$$n(R, z, S) = n(0, 0, S) \exp[-R/h_r(S)] \exp[-|z|/h_z(S)]. \quad (8.8)$$

用(8.8)式计算星系的有效的引力质量是相当复杂的。我们发现, 可以用(8.9)式来表达星系的质量分布, 对实际的星系旋转曲线作近似的模拟。

$$m_r = m_\infty \left(1 - \frac{a}{r^b + a} \right), \quad (8.9)$$

其中 m_∞ 是 $r \rightarrow \infty$ 时的星系的有效质量; a 、 b 是系数, 它们与星系内部的实物分布状态有关。对于盘状星系来说, 它的盘处的 b 在 3 左右; 对于盘星系的核或椭圆星系, 它们的 b 大约为 4。

宇观场论的一些系数尚未确定。下面, 设想几种情况进行星系旋转曲线的近似模拟探讨。其中系数 k 取了不同的值, 这只是试探性的。

如上面所指出, 宇观天体的纯粹的引力质量远比我们所知道的要小。设想有一个与银河系类似的星系, 它的质量 $m = 4 \times 10^{40} \text{ kg}$, 它的半径 $r = 15 \text{ kpc}$ 。下面的质量单位是 $1 \times 10^{40} \text{ kg}$; 绕星系的旋转速度为 $v = \sqrt{k\sqrt{m_r} + \frac{Gm_r}{r}}$, 速度单位 km/s ; 距离单位 kpc 。

为了用(8.9)式模拟星系的旋转曲线, 我们来看一下(8.9)式中不同参数对曲线形状的影响(图 8.1、8.2 的横坐标是离开星系中心的距离, 单位 kpc ; 纵坐标是旋转速度, 单位 km/s)。

(1) b 相同, a 不同的曲线对比

如图 8.1 所示, 设 $b = 3$, $r \rightarrow \infty$ 时, $v = \sqrt{k\sqrt{m}} = 250$, 那么 $k = 31250$ 。对于 A 线, $a = 49$, $m_r = m_\infty \left(1 - \frac{49}{r^3 + 49} \right)$, $m_\infty = 4.0581$; 对于 B 线, $a = 1$, $m_r = m_\infty \left(1 - \frac{1}{r^3 + 1} \right)$, $m_\infty = 4.0012$ 。

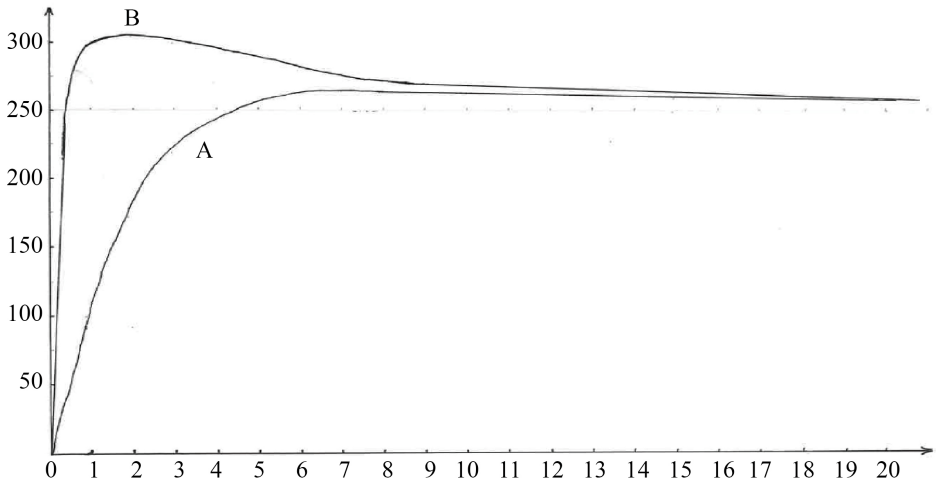


图 8.1. 二个质量分布不同的星系的旋转曲线

图 8.1 显示， a 越小，星系旋转曲线的峰值越靠左。

(2) 同一条曲线， a 分段不同

如图 8.2 所示，设 $0 \leq r \leq 3$ 时， $a = 0.01$ ； $3 \leq r \leq 15$ 时， $a = 19$ ，这盘状星系，当 $r \rightarrow \infty$ 时，它的旋转速度 $v = \sqrt{k\sqrt{m}} = 200$ ，那么 $k = 20000$ 。它的质量分布在星系核($0 \leq r \leq 3$)和盘上($3 \leq r \leq 15$)分别是：

$$m_r = \begin{cases} m_{\infty 1} \left(1 - \frac{0.01}{r^4 + 0.01} \right), & m_{\infty 1} = 1.5002 & 0 \leq r \leq 3 \\ 1.5 + m_{\infty 2} \left(1 - \frac{19}{(r-3)^3 + 19} \right), & m_{\infty 2} = 2.5276 & 3 \leq r \leq 15 \end{cases} \quad (8.10)$$

图 8.2 的旋转曲线与银河系很相近[6]。

上面的对比图例显示，我们可以根据实际的星系曲线，运用(8.9)式，分段取不同的参数 a 和 b ，建立该星系曲线的数学表达式，从而可进一步分析该星系的结构。

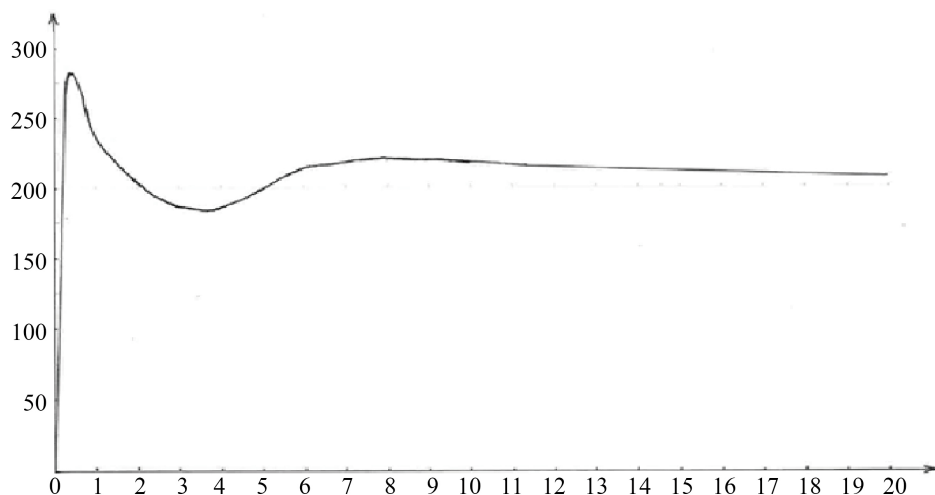


图 8.2. 质量分布如(8.10)式所示的星系旋转曲线

8.3.4. 四个反常现象解答

在当代的天体测量中，相继发现了四个反常现象，至今还没有令人满意的解释[7]。宇观场作用论有可能对它们作出合理的说明。

前面指出：以往通过引力定律计算出来的天体的质量，其实不是纯粹的引力质量，其中还包含着由宇观力造成的“宇观质量”。在太阳系内，宇观质量微乎其微，但经过时间的累积，也会露出端倪，这将是造成四个反常现象的基本原因。

(1) 先锋号反常

20 世纪 70 年代，美国向几乎相反的方向发射了二个飞越太阳系的飞船：先锋 10 和 11 号。在整个发回讯号的存续期里，它们飞行了几十个天文单位，均测到存在一个不明原因的，向着太阳的，大小恒定为 $8.74 \times 10^{-10} \text{ m/s}^2$ 的加速度。对这个反常，除了认为是某种系统误差外，无法用现有理论解释。而在宇观场作用论看来则很简单：我们知道的太阳的质量，是在地球上测量出来的，实际上也包含了一定的宇观质量，因此，当飞船在地

球轨道附近飞行时，不会发现它的异常；当飞船远离地球轨道时，由于太阳的引力会随着距离而变化，而太阳的宇观力在太阳系内基本不变，是恒定的，如(8.4)式所示。因此，这个异常力是宇观力的表现。

(2) 月球轨道偏心率的增加

2006年 William 首先指出：月球轨道的偏心率在随时间增大，后来经由多人的验证，肯定了这个反常现象的存在，它对现有的物理学基本原理提出了挑战。在宇观场作用论看来，这个现象的存在是很自然的：以往人们认为月球的轨道完全由万有引力决定，月球的质量是纯粹的引力质量；而实际上，宇观场的作用对月球的轨道也会有小小的贡献，一般认识的月球质量里其实包含了宇观质量；引力相互作用与距离的平方成反比，而根据(8.4)式，宇观力相互作用与距离无关，是恒定的；因此，单纯由牛顿引力定律计算出来的月球轨道，必然存在误差。月球在远地点时，实际引力会比牛顿理论略大一点，在近地点，实际引力会比牛顿理论略小一点。这种误差虽然极小，但随着时间的累积，就表现为月球轨道偏心率的增加。

(3) 天文单位反常增加

从2005年始，人们发现天文单位在不断增加，这使科学家们疑惑不解。而在宇观场作用论看来，导致这个现象的原因与月球轨道偏心率的增加基本相同。地球绕太阳的运动主要靠引力相互作用，但也有宇观场作用的参与，因为太阳的质量，其实包含了“宇观质量”。引力与宇观力的相互作用方式有一定的差异，因此，单纯由牛顿引力定律计算出来的天文单位，必然存在误差，它随着时间的累积，就表现为天文单位的长期增加。太阳与地球的距离远比月亮与地球的距离大，宇观力的作用也会比月地之间的作用明显些。

(4) 飞掠地球反常

对好几个飞船的测量都显示，当飞船掠过地球时，从地心参考系看飞

船轨道能量有一个不正常的增加。在本文看来,这也是宇观场作用的结果:人们都是根据牛顿引力定律来确定物体质量的,飞船、地球的质量依据地球对地面上物体的引力来确定,其他天体的质量是依据天体的远距离运动轨道来确定,而宇观质量与相互作用的距离成正比,因此,飞船、地球的质量是比较纯粹的引力质量,而其他天体都包含了较多的宇观质量。于是,当飞船主要是在太阳等其他天体的作用下运行时,我们用引力定律来计算是相当正常的,因为,这里其实把宇观场的作用也包含进去了;而当飞船掠过地球时,人们只认为它是在单纯引力的作用下运行,而没有考虑宇观场的作用,从而出现了能量意外增加的“反常”。

8.4. 讨论

以上表明,宇观世界的“质量缺失”现象,是存在宇观场作用的表现。宇观力有着与引力、电力等相似的经典表达方式;宇观荷同引力势密切相关,它的一个特点是:其分布有确定的有效半径。

二个天体之间的宇观力分为 a、b、c 三种情况,即随着这二个天体之间的距离的变化,它们之间的宇观力会发生跳跃式的变化,这对星系核、星团等的形成等等将产生特殊的作用。对此,有可能通过理论分析和天文观察来加以检验。当然,这种跳跃性也表明我们的理论是初步的,近似的,实际的力的变化曲线应该是圆滑的。

宇观场作用论是一个新的暗物质替代理论的初步方案,它有待进一步的修正和补充。定量上,需要新的观察数据和理论分析来确定 H 、 p 、 c 、 b 、 h 、 L 以及天体的纯粹的引力质量等等。同 MOND 理论一样,宇观场作用论的假设是根据有关的观察数据作出的,因此它能得出一些与观察数据相符的结论,这不足以证明它的正确性;不过,它不但包含了 MOND 理论,而且能解释 MOND 力所不及的现象,还可解释天体测量中的四个反常现象

等，这些显示了它有一定的合理性。

参考文献

- [1] 李啸虎, 科学风云录, 上海科技教育出版社, 2001, p. 291。
- [2] M. Milgrom, MOND 理论质疑暗物质, 科学, 2002 年 10 期, pp. 56-63。
- [3] 王长荣, A-B 效应及其物理诠释, 现代物理知识, 总 103 期, p. 12。
- [4] V. Daryl, Sim Lite Astrometric Observatory [M/OL], 2009.
- [5] J. Anderson, et al, Astrometric Solar-System Anomalies, *ibid*, 189-197.
- [6] E.M. Standish, Testing Alternate Gravitational Theories, *ibid*, 179-182.
- [7] J.P.Francoise, G.L.Naber, T.S.Tsun, Encyclopedia of Mathematical Physics. 6, Codensed Matter and Optics; Quantum Information and Computation; Quantum Mechanics, Beijing, Science Press, 2008, p. 187.

第九章 宇宙物质构架

如前所述，宏观以太构成了引力场，宇观场，引起了相对论性现象；而微观的以太粒子能激发成虚光子、虚胶子而形成电磁场、色场；高能光子、胶子又能进一步分裂成轻子和夸克而构成各种实物，如此看来，以太确实是我们已知世界的“万物之源”了。不过，物质世界总是既统一又不统一的，所谓的万物之源，一般只是对局部的物质界而言。比如，任何生物体都由细胞构成，因此，细胞是生物界的“万物之源”；但生物界只是物质界的一部分，作进一步探究，我们发现，所有的有机物和无机物都由原子组成，所以，原子可看成是所有物体的“万物之源”；但这也只是人类认识的一个阶段，接着，人们认识到轻子和夸克才是常见实物的“万物之源”；现在，我们又意识到，以太是已知的实物和场现象的“万物之源”。同样，目前我们认识的物质界，也不会是宇宙的全部，还会有更广泛的物质世界等待我们去求索。

9.1. 宇宙学的历史轨迹

我们人类一直执著于对宇宙的思索：宇宙是如何创生的，它的结构怎样，如何演化？

在古代，人类用感觉器官来感知世界，宇宙就是人们眼睛所能看到的一切事物。在实际观察的基础上，人们又张开想象的翅膀，编织出了许多美丽的神话故事，也提出了几种宇宙学说。

中国古代的宇宙学说主要有三种[1]，它们是盖天说、浑天说和宣夜说。

盖天说出现于 3000 年前，最初，它被描述为“天圆如张盖，地方如棋局”。当然，这只是一种直观的比喻，圆的难以与方的弥合，于是，后来

逐步演变成天和地的形状犹如一座顶部为圆穹形的凉亭；北极星是天的中心，在那里，天、地相距 8 万里；地不动，日月星辰在天球上，并随着天球绕中心旋转，其中，太阳轨道会随着季节而变化。盖天说其实只描述了人们头顶的半个天球。

在公元前 300~400 年间，人们逐步意识到：天、地都是球形的，地球也会运动，由此产生了浑天说。被称为东方亚里士多德的张衡，是浑天说的代表人物，他对浑天说作了这样的描述：“浑天如鸡子，天体圆如蛋丸，地如鸡子中黄，孤居于天内，天大而地小。天表里有水，天之包地，犹壳之裹黄。天地各乘气而立，载水而浮……”他曾相当精巧地设计制造了一架浑天仪，在水流的推动下，一天刚好转一圈，仪器上的星星起落和实际天象几乎完全吻合。

以上两种宇宙说都认为人们看到的蓝天有个外壳，因此，人类能够观察到的宇宙是有限的。另外一种宇宙说，宣夜说，它的产生时期与浑天说差不多，则明确地否定了天壳的存在。它认为：人们看到的天壳并不是真的，天色苍茫，是由于我们看得非常遥远的缘故，犹如远山色青，深谷色黑，青与黑都不是它们的本色；日月众星自然地存在于虚空之中，它们的运行靠的是气的作用。在这里，引力被看成是元气的作用，而元气是一种真空态的物质，这样的描述与现代人的认识比较接近。不过，它没有描述日月星辰的运动规律，缺乏应用价值，因此流传不广。

在西方，比张衡小 7 岁的托勒密，在总结古希腊天文学成就的基础上，提出了托勒密地心体系。它认为复杂的行星运动可以用简单的圆周运动合成，其中，每个行星按两个或两个以上的圆形轨道系统运行：一种叫均轮，另一种是本轮，如图 9.1 所示。

随着天文观察精确度的提高，到了哥白尼时代，本轮和均轮的圆圈数竟然多达 80 个左右。出生于 15 世纪的哥白尼信奉自然的简单、和谐，意识到托勒密地心体系肯定存在问题，而且，只在原有体系的基础上修修补补

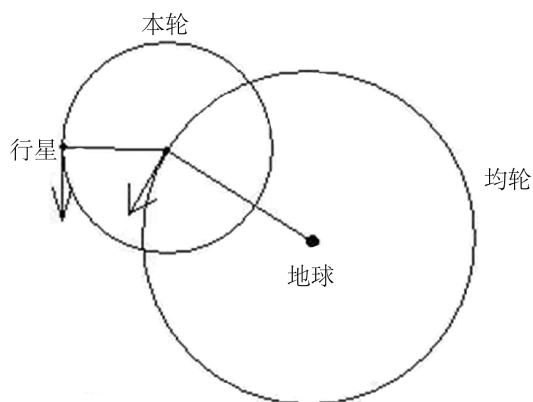


图 9.1. 均轮、本论体系

补解决不了问题，应该要有重大的突破。他经过多年的悉心研究，发现每个行星都有三种共同的周期运动，即一天，一年和相当于岁差的周期运动，如果将这些分别归为地球的自转、公转和地轴回旋，就可以使行星的运动一下子简化很多，因此，将宇宙中心让位给太阳更为合理，从而提出了太阳中心说，冲破了地球是宇宙中心并固定不动的陈旧理念。哥白尼对地心说的突破，引发了其他方面的新突破。他去世后不久，有三颗耀眼的新星在科学界相继升起。他们是伽利略、开普勒和笛卡尔。

伽利略，一位开启近代科学的大师，是他开创了实验和数学相结合的物理学研究方法；他提出了显示时空均匀性的相对性原理；他发现的摆的等时性原理，为钟表的发明提供了理论依据；他研制和运用天文望远镜，看清了行星的真面貌，为将宇宙空间扩展到无限创造了条件。

开普勒，被誉为天空立法者，他发现行星的运动轨道是椭圆形，终结了行星轨道由圆周运动合成的本轮和均轮系统，并总结出了行星运动三大定律，为牛顿发现万有引力定律打下了基础。

笛卡尔，一位近代西方哲学的开创者，他最早将以太引入科学，是真空不空论的近代奠基人；他把本来互不联系的两个研究领域，几何与代数，

结合起来，引进了坐标系，建立起平面上的点与数对的对应关系，从而可以用代数方程来表示几何曲线，同时也使数学从常量进入变量时代，这让时空描述变得形象、方便。

站在伽利略、开普勒和笛卡尔等科学巨人的肩膀上，艾萨克·牛顿横空出世。他提出了牛顿三大定律和万有引力公式，从而认为宇宙如同一架巨大的机器，能够有规则地永恒运转。

进入20世纪。天文观察和物理学理论突飞猛进，带动了宇宙学的空前发展。随着天文观察范围的不断扩大，人们发现，天体普遍地存在着团集现象：行星围绕太阳组成了太阳系；无数太阳系团集成了星系；好多星系又形成了星系团，星系团之上又有超星系团等等，于是，20世纪初，瑞典天文学家Charles Charliar提出了“等级式宇宙模型”，它认为，宇宙的物质结构象俄罗斯玩偶那样，一个套在另一个内部，逐级集聚成越来越大的结构，一直延伸到无限大[2]。等级式现象是很普遍的，但这个模型只考虑了宇宙的实物结构，没有涉及到场的作用，难以建立数学模型。

一般认为，爱因斯坦1915年发表的广义相对论，取代了牛顿的引力论，标志着现代宇宙学的开始，因为，它使对整个宇宙进行一致的数学表达成为可能。在这里，时间和空间不再被认为是绝对的，独立于物质本体的，而是宇宙演化的参与者。因此，现代宇宙学告诉我们的不是宇宙在时间和空间中的起源，而是时间和空间本身的起源。真的如此吗，还是宇宙论始于神话，最后又回到了神话？

9.2. 宇宙学疑难的根源

了解宇宙的全貌是人类世代代梦寐以求的目标。物理学研究的深入发展，激发了人们从整体上认识宇宙的欲望。而以物理学为基础的高科技，创造了口径越来越大的巨型光学望远镜、空间 X 射线和红外线望远镜以及

地域甚大的天线阵列射电望远镜等等，这不仅使人们观测宇宙的窗口从红外、可见光一直延伸到 X 射线和 γ 射线整个波段，还使观测宇宙的时空尺度伸展到了 100 亿光年以上。如今，在人类面前，已展现出一幅生动壮观的宇宙画面。

1917 年，爱因斯坦发表了著名论文《用广义相对论对整个宇宙的考察》，开创了现代宇宙学的研究。爱因斯坦根据广义相对论认为，任意一点的四维时空连续区的度规应由物质及其分布状态决定。由于物质分布在局域上看是不均匀的，时空连续区的局域度规也将是复杂的。然而从大的范围上看，宇宙的物质及状态的分布是均匀的，所以度规是缓慢弯曲的，呈近似球形空间。为了使物质有可能呈准静态分布，爱因斯坦在引力场方程中增补了一个 $\Lambda > 0$ 的附加项。1927 年，比利时的勒梅特提出大尺度宇宙空间随时间膨胀的预言。那么，宇宙究竟是静态的还是膨胀的呢？哈勃作出了似乎令人信服的回答。

1929 年，哈勃以 24 个已知距离星系的观测资料为依据，得出了速率 - 距离的关系，即哈勃定律 $v_r = H_0 r$ ， r 为距离， v_r 为星系对银河系的视向速率， H_0 是哈勃常数。哈勃的这一结果，不仅证明了整个宇宙处于膨胀之中，而且这种膨胀速度与距离 r 成正比，因而既是处处没有中心又是处处为中心的。既然宇宙在膨胀，那么，把时间反推回去自然得出宇宙起源于一场大爆炸。这初看起来完全是一个大神话，但它有广义相对论作为它的理论基础，有哈勃定律作为它的观察支持，后来，又逐步发现了作为“大爆炸的余尘”的宇宙背景辐射、宇宙丰度也符合大爆炸理论的计算结果等等，于是，大爆炸宇宙学成了一种标准模型。然而，现代宇宙学从其诞生之日起就疑难缠身[3]，而且，它的发展过程往往是以新的疑难来掩盖旧的疑难。

用大爆炸宇宙学来探讨初始宇宙时，存在着三大疑难。

一是视界疑难。视界是因果联系的区域，由于受到有效传播时间的限制，在早期宇宙中，不同的视界之间不能以热信号或光信号等相互联络，

因此，它无法说明目前宇宙的普遍性的因果联系。比如，在全天空，宇宙背景辐射的温度，直到 10^5 分之一度都是均匀的，这是目前宇宙存在着普遍性因果联系的有力证据。

二是平直性疑难。宇宙的平直性与密度参数相关，目前的密度参数约为 1，即我们的宇宙是平直的，这要求早期的密度参数要更精确地等于 1，因为，如果早期的密度参数的值与 1 有些偏离，那么，这一偏离就将急剧增长，而破坏宇宙的平直性。但是，初始宇宙物质密度非常大，半径又相当小，按照广义相对论，其曲率应该很大，怎么会是平直的呢？

三是磁单极疑难。根据有关理论，宇宙大爆炸后，随着能量的逐步降低，会发生“对称性的自发破缺”，在不同视界的相交处将会产生磁单极。因为磁单极的质量很大，它的质量密度将是重子质量密度的 10^{14} 倍。这是一个灾难性的预言，因为，既然磁单极这么多，它早就应该被发现了，但实际上却至今没有发现一个！

为了消除这些疑难，上世纪 80 年代，出现了“暴胀”理论，它的基本假设是：在大统一对称破缺时期，宇宙经历了一次难以想象的剧烈膨胀，它使一个视界的体积就暴胀成了我们所能探测到的整个宇宙。这样一来，以上三个疑难就迎刃而解了：因为我们的宇宙是由一个视界暴胀起来的，视界疑难自然不再存在；磁单极也成了个别现象，至今没有发现就不足为奇；在暴胀中，宇宙的曲率半径增加了大约为 10^{43} 的因子，所以，无论初始宇宙如何弯曲，暴胀后，它都将是平直的。但是，所谓的暴胀是个怎样的图景呢？那是在远不到 1 秒的时间里，一个原子大小的东西，一下子变成了比银河系还要大的庞然大物。这样的描述连神话都构思不出来，可能吗？这是一个更无法解答的大疑难。另外，这样的暴胀速度将是光速的 10^{30} 倍以上，这是在根本上与相对论过不去。有人说：宇宙的膨胀是时空的膨胀，这不同于物质的膨胀，因此可以超光速。这是个诡辩，相对论的时空连续体其实就是以太，它也是一种物质，不是真正的空间。

暴胀理论预言密度参数为 1，而重子物质的产生速度远远跟不上时空的暴胀速度，因此，重子物质的密度远小于 1，于是，宇宙的主要成分应该是人们还未认识到过的非重子物质——暗物质。就这样，谜一样的暗物质，堂而皇之地进入了宇宙学的厅堂，成了座上宾。宇宙中的大部分物质竟是我们从未认识到的，它们究竟是何物，又成了一个大疑难。

我们的宇宙是一个原始视界的暴胀结果，那么其他原始视界是否也会暴胀呢？这当然也有可能。于是，这样的宇宙论实际上降格成了局部宇宙论。

暴胀后的宇宙应该持续减速膨胀。然而，用现代宇宙学的理论来分析天文观察数据，却发现：宇宙还在加速膨胀！这一异常，又触发了宇宙学家们的想象空间，他们认为：宇宙空间存在着比暗物质更大量的“暗能量”。被爱因斯坦发明，后来又抛弃的宇宙学常数，又被他们当作宝贝拣了回来，成为了暗能量的代表。一般的能量总是与质量相联系的，有能量就有质量，能量代表斥力，质量代表引力；但这暗能量只有斥力作用，而没有引力作用。这样的暗能量比暗物质更神秘莫测，它有可能存在吗？它究竟是什么？这又是一个天大的疑难！

以新的疑难来取代旧的疑难，只是一种权宜之计，不是科学的作风，是到反省的时候了！那么，造成宇宙学疑难不断的根源是什么呢？这要从现代宇宙学的基础中去探究。现代宇宙学的理论基础是广义相对论；它的实验基础是宇宙学红移、宇宙背景微波辐射、宇宙丰度等等。我们就对此来作些分析。

广义相对论是有局限性的。爱因斯坦自己就说过[4]：“对于很大的场密度和物质密度，场方程以及这些方程中的场变数，都不会有实在意义……这些方程不可扩展到这样的一些区域中去。”对此，霍金也说：“广义相对论导致了自身的失败，它预言它不能预言宇宙。”1970年，彭罗斯和霍金证明了：如果广义相对论正确，那么，时空一定存在奇点[5]。这里所谓

的奇点，就是场密度和物质密度趋向无限大的点，这是广义相对论局限性的一个表现。然而，人们，包括爱因斯坦和霍金，只是对引力方程修修补补，或者用量子效应绕开奇点，总体上还是在广义相对论的基础上描述整个宇宙。

现代宇宙学把广义相对论的数学模型——黎曼空间当作就是实在的弯曲空间，认为宇宙是一个无界而有限的四维时空。其实，所谓的时空的弯曲只是对以太分布不均匀的一种数学描述，真正的时空不会弯曲。数学模型是科学理论的必需，但数学模型也常常会迷惑人。站在前沿的宇宙学家是科学界的精英，他们想象力丰富，数学功底深厚。每当灵感闪现，他们将构建新的数学模型，经过设置和调节一定的参数，将会得到在某些方面与实际现象相符的数据。于是，他们往往会把数学模型等同于现实的物理机制，疑难也会随着而生。

广义相对论只是一种引力论。而引力场只是一种宏观场，现代宇宙学却把引力场当成了能够支配整个宇宙的“宇宙场”。因此，现代宇宙学讨论的其实是：如果引力场是能够支配整个宇宙物质运动的宇宙场，那么，宇宙演化的场景如何？这在我们看来是虚幻的，没有意义。

大爆炸宇宙学，建立在一个不可靠的理论基础之上；所谓的三大证据，也有不少是牵强附会。现代宇宙学认为氦都是在宇宙大爆炸后，温度降到一定程度时的产物；宇宙背景微波辐射就是宇宙大爆炸的“余尘”；宇宙学红移是多普勒红移。然而，一种现象可能有多种原因引起，现代宇宙学将他们的认识当作是唯一的解释，从而铸成了大错。

在所有年轻的恒星中都含有丰富的且同样丰度的氦元素。对此，现代宇宙学认为：这些氦是在宇宙大爆炸后的产物。如果跳出大爆炸宇宙学的思路，所谓的年轻恒星，只是天体生生死死无穷次反复演变的一瞬间，而氦是由星体内氢的核燃烧产生的，氦的丰度是天体无穷次反复演变处于平衡状态的结果。因此，相同演变阶段的天体有同样的氦丰度不足为奇。

宇宙微波背景辐射是一种充满整个宇宙的电磁辐射，它的特征和绝对温标 2.725 K 的黑体辐射相同。而黑体辐射是一种理想物体的热辐射，是一种热平衡状态的辐射，把它看成是宇宙大爆炸的产物，是很值得怀疑的。任何天体都在不停地辐射、反射、折射、吸收着电磁波。在太空中，这些电磁波经历了无限长时期的捣腾，形成了宇宙背景辐射是很自然的。它可看成是太空中的宏观的真空起伏，是以太海洋里“无风三尺浪”的表现，本来如此，以后也会如此。把它当作“大爆炸”的余尘，倒是种神话。

关于光谱线的红移，有多普勒红移、引力红移、光子的能量衰减红移等等。其中，由于光速的巨大，光子的能量衰减红移在宏观世界不会有明显的表现，但在宇观世界就会显示出来了。实际上，宇宙背景辐射的存在，表示太空中的以太不是完全超流动性的，这意味着它会有那么一点点的粘滞性，于是，光在星系间的远距离、长时间的传播中，会消耗能量。如果跳出大爆炸宇宙学的思路，认为宇宙是有限的，那么，由多普勒效应所产生的天体的红移和蓝移应该是均等的，宇宙学红移就不是多普勒红移，而主要是光子的能量衰减红移。

张操教授认为，宇宙学红移是光子与以太背景场之间存在非常微弱的相互作用造成的。他导出了一个关系式： $\omega' = \omega(1 - H_0 t)$ ，这表示光的频率 ω' 是传播时间 t 的线性函数。他指出，大爆炸宇宙学把 H_0^{-1} 当作宇宙的寿命，其实它只是光子的寿命[6][7]。

余本立教授用严格的数学推理证明：如果光是真正的平面波，它不会有红移，但一般天体发出的光不是真正的平面波，它们的波长会缓慢变长，即红移[8]。

把宇宙学红移当作多普勒红移，是现代宇宙学的一大要害。它是确定宇宙在膨胀，而且是在加速膨胀的一个关键。消除了这个要害，所谓的宇宙膨胀、暗能量，乃至整个大爆炸宇宙学就无立足之地了。

使现代宇宙学盛行的还有一个因素是对理论的一种形式化的评判标准，

认为只要前提简单，可以计算的就是好理论。现代宇宙学用一个引力场方程来描述整个宇宙，多么简单！调节宇宙学常数、哈勃常数等等参数，能够对宇宙现象作出合乎逻辑的解释，又是多么的漂亮！然而，逻辑只是思维的规律，不一定是自然界的规律。物理内涵的可靠性比形式上的简单性和逻辑性更重要。

现在，人类对自身生命的认识还有不少的空白；对地球尚有许多奥妙需要探索；对太阳系了解的大多数只是表面现象；对银河系的描述许多还是云里雾里。但是，宇宙学家宣称，对宇宙的起源过程的描述，能够精确到 10 的负几十次方秒！这是对人类智慧的高度赞誉还是极度嘲弄？

宇宙是无限的，它的每一个局部都在运动着，演化着，但宇宙不会整体创生或毁灭。如果宇宙学是有关局部宇宙演化的学问，这有一定的合理性；如果认为宇宙学应该描述宇宙整体的演化，那么，它的大前提错了！解释宇宙的整体创生或毁灭，是宗教的专利，科学不应该夺其所爱。

实际上，已经有越来越多的科学家意识到了现代宇宙学的荒诞性。比如，2004 年 5 月 22 日，英国的《新科学家》杂志发表了 34 位科学家和工程师签名的《致科学界的公开信》(上网后，又很快获得了 185 位科学家的网络签名)，对大爆炸理论进行了口诛笔伐。他们尖锐地指出：“更重要的是，大爆炸理论从来没有任何量化的预言得到过实际观察的验证。该理论捍卫者们所宣称的成功，统统归功于它擅长在事后迎合实际观察的结果：它不断地在增补可调整的参数，就象托勒玫的地心说总是需要借助本轮和均轮来自圆其说一样。” [9]确实，目前宇宙学中的三大要素：暴胀、暗物质和暗能量，好比现代的本轮、均轮，是臆造出来的东西。

9.3. 区间场以太观

从以太论的角度来看，宇宙将是怎样的呢？以太是真空态物质，与相

互作用密切相关。一般认为有四大相互作用：强相互作用、弱相互作用、电磁相互作用和引力相互作用，而电弱统一理论意味着弱相互作用可以被看成附属于电磁相互作用，因此，已知的是三大相互作用。这三大相互作用对应三大场：色场、电磁场和引力场，加上本文引入的宇观场，共四大场，它们的作用范围都有着明显的区间性。如果认为宇宙是有限的，那么，我们认为：宇宙中存在着一系列区间场，它们分别在一定的空间尺度范围(某场区间)中占主导地位。这意味着，以上所述的以太只是引力场以太，它是无数种区间场以太中的一分子。另外，区间场与一般的已知的场一样，也是一种物理量连续分布的状态，而不代表某种基本存在的物质。因此，正如引力场由引力场以太所造成一样，我们认为，各区间场也应该由各自的区间场以太所造就。

区间场以太观把各种区间场在物质性上平列起来了。但实际上，在我们的认识范围里，引力场有着特殊的地位。比如，无论引起物体加速运动的是电力、磁力或其他什么力，在与加速物体相对静止的坐标系上，总是表现为存在着引力场。这是怎么回事呢？情况是这样的：生活在地球上的古人，因为不了解其他星球的真面貌，于是，把地球看成是宇宙的主体，太阳、月亮、星星只是宇宙的装饰物；同样，由于人类生活在引力场区间中，还未意识到其他区间场的存在，无意中就把引力场以太当作了唯一的区间场以太了。将某一区间场以太当作是唯一的区间场以太的看法，本文称之为“某场以太性”。即人类现在所持的是引力场以太性的物质观，人们所能认识到的一切物质现象，都可看成是引力场以太的种种表现。色场、电场和本文所说的宇观场，它们都不是真正的区间场，而是引力场以太受相应的区间场的作用而表现出来的现象。类似地，量子性、二象性及以太的粒子性等等都是引力场以太受微观区间场的作用而表现出来的现象，可以这样来理解区间场以太之间的关系：以太粒子之间充斥着连续分布的微观区间场以太，如此等等。

有一个问题曾使人疑惑：为什么在人类生活的宏观世界里，物质现象是那么的清晰、直观，而在微观世界和宇观世界中，情况却不是这样，那里存在着难以直观理解的二象性、不确定性原理、类星体等等现象，难道这是大自然对人类的青睐？现在，对此有了答案：微观和宇观世界的特殊现象是由于人们用引力场以太性来描述相邻场区间中的物质现象的缘故，是区间场之间的相互作用造成的。显然，这种描述离开本场区间越远，物质被“扭曲”的程度就越厉害，最终必有一个极限。这从引力场以太性中的定量描述的实质来看也很显然：我们的认识都是引力场以太性的，这使引力场以太拥有特殊地位，在真空中，由引力场以太传播的光的波速被当作了极限速度，它是不变的，并以此为基础形成了引力场以太性的定量描述的时空观——相对论时空观。在这里，时间和长度的标准取决于引力场以太的密度，即引力场以太子的间距。于是，作为引力场以太“分子”的玻色子(以太子等)的大小已经无法确定，对于构成这种玻色子的轻子及夸克，就只能认为是“点”粒子了。不过，如果用微观区间场以太性的“眼光”去观察，那些实物不是点粒子，它们都是有内部结构的，是可分的。因此，每一区间场以太性都有自己的实物系列，若把所有场以太性中的“实物”串联起来，这种广义的实物系列是无限的。

物理学家 D.博姆，关于“显析序”和“隐缠序”的思想[10]，在这里可以获得明确和拓展：在微观世界，我们熟悉的各种实物粒子和电磁场、色场等等构成了显析序；它们时时刻刻地受到微观区间场的作用，这种作用我们难以直接感知，它们作为隐缠序，以虚数波的形式对微观粒子进行导引，从而产生了二象性、量子性等微观世界的特性。同样，在宇观世界，作为显析序的天体，必定也会受到由宇观区间场(不是前述的宇观场)所造成的隐缠序的作用。河外星系的普遍性红移，类星体现象等等宇观世界的特殊现象，就可看作是这方面的一些表现。这些特殊表现，是相邻区间场相互作用引起的。

相对论性时空观是引力场以太性的定量描述的时空观。当人们用引力场以太性来描述微观世界时，由微观世界的隐缠序引起的特殊关系，要用量子力学来处理，量子力学与相对论相配合能够很好地描述微观的物质现象。同样，在宇观世界，宇观的隐缠序也会造成一些难以直观理解的定量关系。因此，本文认为：在引力场以太性中，正如要用量子力学来配合相对论对微观世界作定量描述一样，应该建立一种“宇观力学”的特殊体系，来定量地配合相对论去揭示宇观世界之谜。

为明确起见，对有关的区间作如下命名：如图 9.2 所示，引力场区间为“宏观”；比宏观大，但能用引力场以太性加以描述的区间为“宇观”；小于宏观，但能用引力场以太性加以描述的区间为“微观”；大于宇观的叫“超宇观”，小于微观的叫“超微观”。超宇观和超微观是人类目前无法认识的。

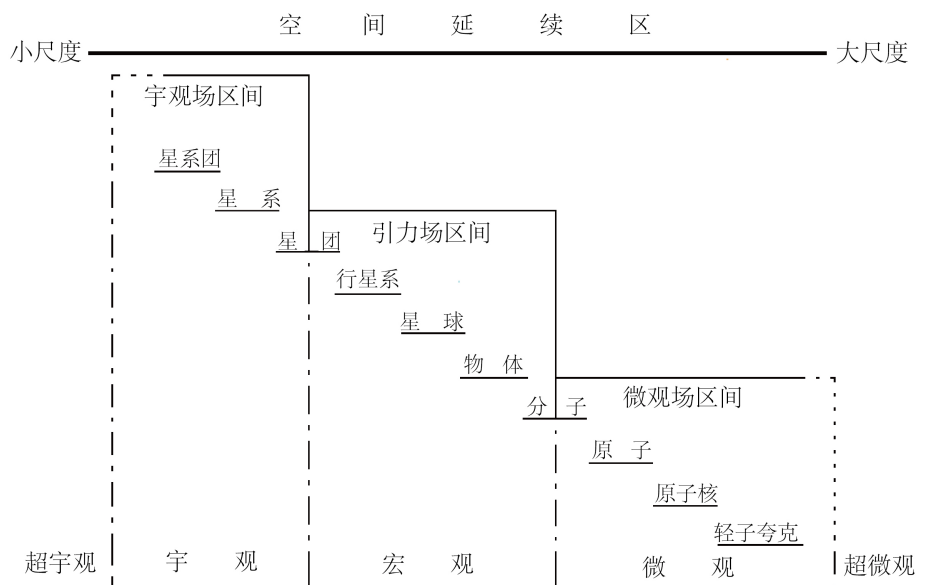


图 9.2. 实物分割阶层与场以太区间阶层之间的关系示意图

图 9.2 可以被看成是图 9.3 的宇宙空间图沿某条半径 OP 的剖面图

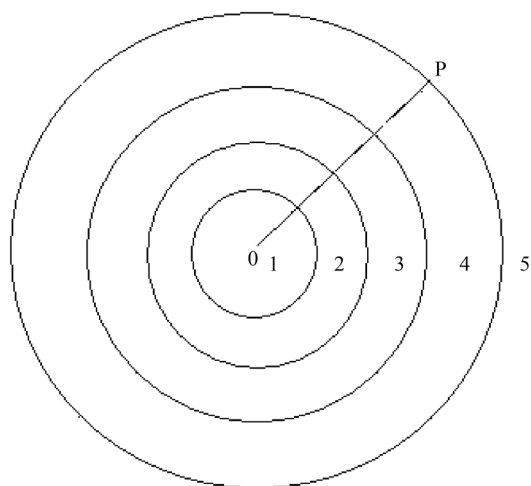


图 9.3. 宇宙空间区间图(每个圆代表一个球面),
1、超微观区间; 2、微观区间; 3、宏观区间;
4、宇观区间; 5、超宇观区间

不同的区间场以太性，由于各自立足的物质观不同，就会有各自独立的真空观、实物观、定量性的时空观。我们认为是粒子的东西(如光子)，不一定对应微观区间场以太性中的实物；而我们所认识的电子形象，在微观区间场以太性中定将面目全非；我们看来是十分奇特的类星体，在宇观区间场以太性中倒可能是很普通的物质现象。

9.4. 无穷阶等级式宇宙模型

前面已经说过，若把各区间场以太性中的实物串联起来，这广义的实物系列就形成一无穷的阶层。本文称这无限的实物系列为“一阶等级式宇宙模型”。

事物的矛盾普遍性，也决定了物质存在形式的无限多样性。本文认为，不但实物、区间场以太的存在形式是无限的，物质的基本存在形式也是无限的。区间场以太是比实物高一阶的物质基本存在形式，在区间场以太之上，还会有更高一阶、高二阶……及至高无穷阶的物质基本存在形式存在。

区间场以太和比它更高阶的物质基本存在形式都是真空态物质，因此，物理真空是比实物更丰富，更广泛的物质存在形式。

以上的设想，使我们对整个宇宙的物质构架有了一个大概的轮廓：广义的实物是无限可分的；区间场以太把广义实物分割的无穷系列，划分成了具有区间场以太之间性质差异的一个个场区间；在这无限的场以太系列中，又可进一步划分成比区间场以太更高一阶的物质基本存在形式的物质阶层；如此等等，以至无穷。对于这样的宇宙物质构架，我们就称之为“无穷阶等级式宇宙模型”。

在局部的物质界里，普遍存在着“多阶等级式”现象。拿植物界来说，植物在长期的进化过程中，形成了成千上万个物种，在种之上可分成属；在属之又上可分为科；而在科之上还可以依次地分出目、纲、门等等，这些“种”、“属”、“科”、“目”、“纲”、“门”等等就代表了植物的一些基本特征。局部的物质界是有限的，宇宙是无限的，整个宇宙的物质构架当然是“无穷阶等级式”的。在这无穷阶的物质阶层中，除了第一阶的实物阶层外，其余的在我们看来都是真空态物质，真空可是奥妙无穷呀。

以往的主流宇宙说，总是把某种物质形式放到宇宙的中心地位，从而都可归结为“中心宇宙说”：亚里士多德的宇宙观是地球中心说；哥白尼的宇宙观是太阳中心说；等级式宇宙学是实物中心说；牛顿和以广义相对论为基础的宇宙论是引力场中心说等等。它们都是十分片面的。每个局部的物质界都会生生不息地运动、演化，但包罗万象的宇宙不可能整体创生或毁灭。

参考文献

- [1] 郑文光，席泽宗，中国历史上的宇宙理论，人民出版社，北京，1975。

- [2] 约翰·格里宾, 大宇宙百科全书, 海口, 海南出版社, 2008。
- [3] 张欣, 前沿物理学世界名题欣赏, 北京, 中国科学技术出版社, 2002。
- [4] 爱因斯坦, 相对论的意义, 北京, 科学出版社, 1966, pp. 84-85。
- [5] S. W. Hawking, R. Penrose, The singularities of gravitation collapse and cosmology, Proceedings of the royal of London, A314: 529, 1970.
- [6] 张操, 物理时空理论探讨, 上海科学技术文献出版社, pp. 126-130, 2019。
- [7] T. Chang, D. G. Torr, A Tentative Explanation of Cosmological red Shift [J]. Paired and Interacting Galaxies, NASA, Conference Publication 1990, 3098: 491.
- [8] 余本立, 宇宙到底是有限的还是无限的? 香港天马出版有限公司, 2004。
- [9] 全志钢, 大爆炸或许从未发生过, 新发现, 2006年6月, p. 40。
- [10] 戴维·玻姆, 整体性与隐缠序, 洪定国等译, 上海科技教育出版社, p. 159-193。

附录1

(Changwei Hu, The Derivation of the relativistic equations from classical continuum mechanics on the basis of a macroscopic vacuum, Physics Essays, Volume 27: Pages 375-379, 2014.)

The Derivation of Relativistic Equations from Classical Continuum Mechanics on the Basis of Macroscopic Vacuum

Changwei Hu^a

Beijing Relativity Theory Research Federation Shanghai Branch, Room 1002, No.24, lane 883, Shuicheng Road, 200051, Shanghai China

Abstract: Transforming a compressible fluid into an incompressible fluid, the Lorentz transformation can be derived on the basis of Galilean transformation, which demonstrates that there is a special superfluid, which has to do with the relativity, is the compressible in absolute space-time theory and is the incompressible in relativistic space-time theory. This special superfluid with universality is just the macroscopic physical vacuum, and a light is the second sound in it. The absolute and relativistic space-time theories are the two different space-time theories in nature. A change of vacuum density in absolute space-time theory causes a change in the actual space-time standard, and thus, the relativistic effects occur. There are certain discrepancies and corresponding relations between these two space-time theories.

Résumé: La transformation d'un fluide compressible dans un fluide incompressible, la transformation de Lorentz peut être dérivée sur la base de la transformation de Galilée, ce qui démontre qu'il existe un superfluide spécial, qui a à voir avec la relativité, est compressible, en théorie, l'espace-temps absolu et est le incompressible en théorie espace-temps relativiste. Cette superfluide spécial avec l'universalité n'est que le vide physique macroscopique, et une lumière est le deuxième bruit en elle. Les théories relativistes absolus et l'espace-temps sont les deux théories espace-temps dans la nature. Un changement dans la densité de vide provoque un changement dans le niveau d'espace-temps réel, et donc, les effets relativistes se produire. Il existe certaines divergences, les relations entre les deux théories espace-temps correspondant.

Key words: The Theory of Relativity; Continuum Mechanics; Physical Vacuum (ether); Absolute Space-time Theory; Corresponding Relationship.

1. Introduction

The theory of relativity is one of the foundations of modern physics. It is like a mathematical axiomatic system: it derives a series of quantitative relations from several principles, but it does not explain the physical meaning why these quantitative relations can be established, which is worth to research further.

A vacuum is not a void, which was demonstrated by Casimir effect [1] [2] etc. In the past, what people studied is microscopic physical vacuum generally, but not macroscopic physical vacuum.

The relativistic equations can be derived from the classical continuum mechanics, which links the theory of relativity with the macroscopic physical va-

cuum.

In the 80's of the 20th century, I had pointed out that the Lorentz transformation can be derived by means of fluid mechanics [3]. At the same time, Liao Mingsheng had shown that using Lorentz covariance, the relativistic equations such as the transformation of mass-momentum and the mass-velocity formula can be obtained from the equations of classical continuum mechanics [4] [5]. Later, Yang Xintie and others considered that relativistic effects are similar to compressible effects of a fluid [6] [7]. These can provide leads for researches in the theory of relativity, macroscopic physical vacuum and the relationships between them.

2. The Relativistic Equations Are Derived from the Classical Continuum Mechanics

Using the Lorentz covariance to the equation of continuity:

$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div} \rho \vec{u} = 0$, it can be shown that

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho' = \beta \rho \left(1 - \frac{v u_x}{c^2} \right) \\ \rho' u'_x = \beta (\rho u_x - v \rho), \\ \rho' u'_y = \rho u_y \\ \rho' u'_z = \rho u_z \end{array} \right. \quad (1)$$

Where the u is the velocity of a moving body; the v is the velocity that a frame of reference $O'(x', y', z')$ relative to $O(x, y, z)$ and its direction is parallel to the x -axis; $\beta = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2 / c^2}}$.

Substituting the first equation into the second, third and fourth equations in

Equation (1), gives Equation (2):

$$\begin{cases} u'_x = \frac{u_x - v}{1 - vu_x / c^2} \\ u'_y = \frac{u_y}{\beta(1 - vu_x / c^2)} \\ u'_z = \frac{u_z}{\beta(1 - vu_x / c^2)} \end{cases} \quad (2)$$

Moreover,

$$\bar{u}^2 = u_x^2 + u_y^2 + u_z^2; \bar{u}'^2 = u_x'^2 + u_y'^2 + u_z'^2. \quad (3)$$

According to the Equations (2) and (3), the Equation (4) can be proved [5]:

$$\sqrt{1 - \bar{u}'^2 / c^2} = \frac{\sqrt{1 - u^2 / c^2}}{\beta(1 - u_x v / c^2)}. \quad (4)$$

By the first equation of Equation (1) and Equation (4), it can be led to

$$\frac{\rho'}{\rho} = \beta(1 - u_x v / c^2) = \frac{\sqrt{1 - u^2 / c^2}}{\sqrt{1 - \bar{u}'^2 / c^2}}, \text{ then } \rho' \sqrt{1 - \bar{u}'^2 / c^2} = \rho \sqrt{1 - u^2 / c^2} = \rho_0$$

($\rho_0 = \text{constant}$), *i.e.*,

$$\rho = \frac{\rho_0}{\sqrt{1 - u^2 / c^2}}. \quad (5)$$

Taking differentiation of density in the two sides of Equations (1) and (5), gives Equations (6) and (7):

$$\begin{cases} d\rho' = \beta d\rho \left(1 - \frac{vu_x}{c^2}\right) \\ u'_x d\rho' = \beta(u_x d\rho - v d\rho), \\ u'_y d\rho' = u_y d\rho \\ u'_z d\rho' = u_z d\rho \end{cases} \quad (6)$$

$$d\rho = \frac{d\rho_0}{\sqrt{1-u^2/c^2}}. \quad (7)$$

Obviously, the Equation (2) is the theorem of the addition of velocities in the relativity; taking the $d\rho$ as mass m in the Equations (6) and (7), which are separately the transformation of mass-momentum and the mass-velocity formula in the relativity. Those mean that the relativistic mass is corresponds to the tiny increment of density of a fluid. Moreover there is a state equation of sound disturbances in an ideal fluid:

$$dP = c^2 d\rho, \quad (8)$$

Where the c is velocity of sound, dP and $d\rho$ are the tiny increment of the pressure and density separately. Equation (8) is identical with the mass-energy relation $E = mc^2$ in relativity if the mass is corresponds to the tiny increment of a fluid density and the energy is corresponds to the tiny increment of a fluid pressure. Why so? The derivation of the Lorentz transformation by means of continuum mechanics will provide further leads.

3. Deriving the Lorentz Transformation with Means of the Classical Continuum Mechanics

In the classical continuum mechanics, the velocity potential ϕ of an incompressible fluid satisfies the following equation:

$$\Delta\phi(x, y, z) = 0. \quad (9)$$

Let a body moves with velocity v in an infinite compressible fluid, which causes disturbances in the velocity, density and pressure. If the disturbances are assumed to be infinitesimal quantities of the first order, the equation of linearization can be obtained [8]:

$$\left(1 - \frac{v^2}{c^2}\right) \frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \phi}{\partial z^2} = 0 \quad \left(\frac{v}{c} < 1\right), \quad (10)$$

where c is the speed of sound in the fluid.

The following transformation (11) can be used:

$$\begin{cases} x' = \beta x \\ y' = y \\ z' = z \end{cases} \quad \left(\beta = \frac{1}{\sqrt{1 - v^2 / c^2}} \right). \quad (11)$$

Substituting (11) into (10), the resulting equation is identified with (1): $\Delta \phi(x', y', z') = 0$.

Therefore, Equation (11) is the transformation of the fluid from a compressible to an incompressible state.

If two parallel right-angled coordinate systems $O_1(x_1, y_1, z_1)$, $O_2(x_2, y_2, z_2)$ are constructed on two special fluids that satisfy equation (10), if their x-axes are superposed, and if O_2 with speed v moves in the positive x-direction, a Galilean transformation can be performed between them, as in Equations (12) and (13):

$$x_2 = x_1 - vt_1, y_2 = y_1, z_2 = z_1; \quad (12)$$

$$x_1 = x_2 + vt_2, y_1 = y_2, z_1 = z_2. \quad (13)$$

(Note: here, the time t is written as t_1 and t_2 separately.)

Substituting (11) into (12) and (13), where x_1 in (12) and x_2 in (13) do not change because they are of the proper length, gives Equations (14) and (15):

$$x'_2 = \beta(x_1 - vt_1), y'_2 = y_1, z'_2 = z_1; \quad (14)$$

$$x'_1 = \beta(x_2 + vt_2), y'_1 = y_2, z'_1 = z_2. \quad (15)$$

Substituting the first equation in Equation (14) into Equation (15) leads to

$$t_2 = \frac{1}{v\beta} (x_1' - \beta^2 x_1' + \beta^2 v t_1) = \beta \left(t_1 - \frac{x_1' (\beta^2 - 1)}{v\beta^2} \right), \quad \beta^2 = \frac{c^2}{c^2 - v^2} \quad (16)$$

$$t_2 = \beta \left(t_1 - \frac{vx_1'}{c^2} \right)$$

If the speed of sound c in the special fluid is the speed of light in a vacuum, then the combination of (14) and (16) is the Lorentz transformation.

There are clear physical meanings in the derivation above. The special fluid whose distribution is infinite in space where the speed of sound is the speed of light in vacuum, cannot be a conventional fluid. It is, in fact, the vacuum.

4. Macroscopic Physical Vacuum Is a Compressible Superfluid

A vacuum is a kind of matter, according to the historical practice, it is called the ether, which is a matter without mass in vacuum state, and the matter with mass is called the object in this paper. Some would say that the ether had already been negated thoroughly by the Michelson-Morley experiment; moreover, if the ether exists, the Lorentz invariability of the vacuum would be destroyed. These misgivings are unnecessary because our ether is a compressible fluid, which is different from the ether in 19th century. In compressible fluid, there exists the phenomenon where the stripe of loop sound interference is invariant to the speed of this fluid, which has been verified by numerical simulation and sound interference experiments [9]. Norbert Feist, a Germanic engineer, made a experiment of Galilean velocity meter in high-velocity car and the stripe of loop sound interference is also invariant [9]. These facts demonstrated that

the kinetic effect of a fluid is offset by compressibility effect of this fluid, that is to say, the relativistic effect is equivalent to compressibility effect of the ether. As for the Lorentz invariability of a vacuum, what create it is just the ether, which would be mentioned below.

The ether is considered as the ground state of the quantum field, which is a microscopic description. The image of matter can lead to a significant difference between the microscopic and the macroscopic descriptions. For instance, microscopically, water is composed of molecules, which move at random, and it is difficult to describe its most fundamental characteristic as a fluid of continuity, while above derivation shows clearly that macroscopic ether is a continuity fluid.

The Galilean transformation expresses the absolute space-time theory, while the Lorentz transformation expresses the relativistic space-time theory. The above derivation shows that the ether is compressible in absolute space-time theory and is incompressible in the relativistic space-time theory. This incompressible ether is just so called four dimensional space-time continuum, it is homogeneous and isotropic. Such a uniformity of relativistic space-time is just so called Lorentz invariability. Moreover using Lorentz covariance is a course transforming a equation in absolute space-time into a equation in relativistic space-time, so that it is not surprising that the relativistic equations can be obtained by using the Lorentz covariance to the equations in classical continuum mechanics.

In addition, any body can move without resistance in the ether whether it is smooth, rough or full of cracks. Therefore, the ether is a superfluid and only a superfluid can satisfy the established condition of Equation (10) completely. There are two different sounds in a general superfluid: the first sound of density

wave, which is the conventional sound and the second sound of temperature wave¹⁰, which propagates with heat. In the vacuum, the thermal propagation is carried out through thermal radiation, which is an electromagnetic wave. Therefore the electromagnetic wave, including the light, is the second sound in the ether, which shows that the transverse wave of light results from the electromagnetic excitation of ether, not meaning the shear modulus of ether is very big and its density is very small.

The quantum field theory believes that a particle is the ether in excited state. What a light propagates is the electromagnetic excitation of the ether, then we can consider what make macroscopic movement are the particles which comprise a moving object and the ether around this object is only in wave, which is another reason why there is not ether wind.

The body of contraction caused by movement, Lorentz considered as an object, while I mean the ether, that is to say, relativistic contraction is a kind of vacuum effect.

5. The Corresponding Relations between Two Descriptions

As indicated above, relativistic and absolute space-time theories are two kind of different space-time theories in essence. The description on the basis of absolute space-time theory is called the absolute description and the description on the basis of relativistic space-time theory is called the quantitative description. There are certain discrepancies and corresponding relationships between these two descriptions.

Because the relativistic mass corresponds to the tiny increment of ether density and in view of the relationships between mass and a gravitational field,

the intrinsic relationship among the ether, gravitational field and objects can be found. The distribution of the ether density is closely related to the objects in the unified ether ocean of the cosmos. An object is the core of the ether density wave-packet, and its mass center is the point of maximal value of the ether density. Here, the corresponding relationships between the quantitative and absolute descriptions are as follows: the absolute value of the gravitational potential corresponds to the ether density; the intensity of the gravitational field corresponds to the gradient of the ether density; the mass corresponds to the increment of the ether density (relative to the average density of the ether) and the energy corresponds to the increment of the ether pressure (relative to the average pressure of the ether). More corresponding relationships are shown in **Table 1**.

Table 1. The corresponding relationships between two descriptions

Absolute Description	Quantitative Description
Ether is a compressible superfluid	Ether is an incompressible four dimensional space-time continuum
Ether density	Absolute value of the gravitational potential
The field of ether density	Gravitational field
The gradient of ether density	The intensity of the gravitational field
The increment of ether density	Mass
The increment of ether pressure	Energy
Homogeneous distribution of ether density	Plane space-time
Inhomogeneous distribution of ether density	Bent space-time
The rate of change of ether density	The curvature of space-time
Space-time standard is invariable	Space-time standard is variable
The increase of the ether density	Space contraction, time dilation
Light velocity can vary with ether density	Light velocity is a constant in a ether
Light bends to where the ether density is higher	Light travels along the geodesic
Every object has its own ether density wave-packet, whose superposition comprises the universe.	Space-time is bent by objects, and the cosmos is finite without boundary

An object with mass m , its gravitational potential $\phi \propto m / r$, where the r is distance away from it. It can be known with simple calculation that the $\phi_{Earth} < \phi_{Sun} < \phi_{Galaxy}$ and so on on the ground. Therefore Prof. Tsao Chang said: “The ether background field seems to be a very deep sea, and the change of ether density nearby an object is only very small wave on a surface of this sea.” [11] Then it is practicable that the mass of an object is regarded as the tiny increment of density in ether sea.

Although the ether does not make macroscopic movement, a straight-moving object drags the ether in part because its own ether density wave-packet is moving. A rotational object of axial symmetry does not drag the ether because it does not change the distribution of ether density.

6. The Physical Meaning of Relativistic Effects

The relativistic phenomena include kinematical effects of the special theory of relativity and the gravitational effects of the general theory of relativity. Both of them can be seen as the effects of density changes in the ether. Where the density of the ether is greater, rulers become shorter, and clocks run more slowly. The kinematical effects are due to the compressibility of the ether: if an object moves in a compressible ether, its own density of ether wave-packet is increased such that a ruler becomes shorter, and a clock runs more slowly. The gravitational effect is due to the ether density, which corresponds to the gravitational potential. Where the absolute value of the gravitational potential is greater, a ruler becomes shorter, and a clock runs more slowly.

According to the method of fluid mechanics, the ether can be described as being composed of countless ether particles. Then, the unit length is proportional to an interval between two adjacent ether particles, and the unit time is pro-

portional to the time interval that the light travels through an interval of ether particles. Using such standards to measure the ether, it becomes homogeneous and isotropic, and the light velocity is invariable. In addition, both of the standards of length and time have a relationship with the interval of the ether particles, and thus, the space and time are entangled together. Therefore we can say that the ether is the material basis of the relativity.

7. The Limitation of Relativity

The relativistic phenomena are caused by changes of the ether density. Then, relative motion can be divided into formal motions and substantial motions. Formal motions are those of moving objects themselves' ether densities which do not change, while the substantial motions are those of moving objects themselves' ether densities which change. The formulas of the special theory of relativity are ineffective to formal motions, and it is effective to substantial motions. For example, the stars moving around the earth, which is caused by the earth's rotation, is only the formal motion and the formulas of relativity are ineffective, otherwise the velocity of the stars will be much greater than the light speed when they are more than one light-year away from the earth. Of course, pure formal motions or pure substantial motions do not exist. It is probable that both of relative motions, one is a substantial motion and the other is a formal motion mainly. For example, the movement of a particle in the earth ether field is a substantive motion, while the movement of the earth relative to this particle is a formal motion because earth ether wave packet is not affected by the particle overall. Comparatively speaking, in the relative motions between the sun and earth, the movement of the earth around the sun is a substantive motion, and the movement of the sun around the earth is a formal motion. Therefore the heliocentric theory is greater than the geocentric theory, and the relativity of the

movements is always set up formally, but both of relative motions are not necessarily equal essentially.

Because the kinematical effects are due to the compressibility of the ether density, the basic ether field where an object is located must be used as the reference frame. When studying the movement of bodies in the Galaxy, the sum of the ether density wave-packet without the Galaxy could be regarded as a homogeneous background field, and thus, the ether wave-packet of the Galaxy should be used as the reference frame. When studying the movement of a planet in the solar system, the ether density wave-packet of the Galaxy becomes part of the background field because the distance is nearly the same between each planet and the galactic center. Thus, the solar ether density wave-packet should be used as the reference frame. However, the solar ether density wave-packet becomes part of the background field on the surface of the earth, and thus, the ether density wave-packet of the earth should be used as the reference frame when studying phenomena on the earth. The experiment of atomic clocks flying around the earth conducted by Hafele and Keating in 1971 [12] [13] proved this point. The experiment shows that on average, a flying clock is slower by 59×10^{-9} seconds than a clock on the ground after flying towards the east, and the flying clock is faster by 273×10^{-9} seconds than the clock on the ground after flying towards the west, which demonstrates that “a moving clock is always slower” is not necessarily true. Here, the center of mass of the earth must be taken as the origin of the coordinates system. Only in this way can the calculations with the formulae of the special theory of relativity lead to results that are roughly in agreement with the experiment. Actually, this coordinate system with the center of mass of the earth as the origin is the same as the coordinate system with the ether density wave-packet of the earth as the reference frame. Moreover, this experiment of atomic clocks shows that the rotation of the earth does

not drag the ether.

The actual time standards are related to gravitational potential and velocity. A clock on an artificial planet, is slower than the clock on the ground when it is sent; but is faster than that when it is moving around the sun nearby the orbit of the Uranus because in the place which it is located, both of the absolute value of solar gravitational potential and its orbit velocity are smaller than the earth.

Moreover, the derivation of the Lorentz transformation by means of continuum mechanics shows the approximation of the relativistic formulas because Equation (10) is linearized, which means that it is conditioned and approximate, and it is correct only in the ether as a complete superfluid. The superfluid would have a certain critical speed, critical density, critical pressure and so on. The ether would lose his superfluidity when some critical boundary is broken through, and thus, the relativistic formulas will be no longer effective. For instance, if the velocity of an object reached the light velocity, the ether around this object would be excited, so that the relativistic formulas become ineffective. Actually, Einstein said that for the large field density and the material density, field equations and the field variables in these equations would not have the true meaning. Overall, we need a clear understanding that the equations cannot be extended to this region. [14] We point out as well that the relativistic mass is corresponds to the tiny increment of ether density and the relativistic energy is corresponds to the tiny increment of ether pressure. Those show there is certain range the theory of relativity.

8. Summary

The ether, namely the physical vacuum, is an objective existence, which was already proved by Casimir effect and the derivation of the Lorentz trans-

formation by means of the classical continuum mechanics. A theory of compressibility ether is proposed in this paper. A light, which propagates electromagnetic excitation of the ether, is the second sound in the ether, which around a moving object is only in wave, and the kinetic effect of a fluid is offset by compressibility effect of this fluid itself, these dissolve the perplexity of ether theory in the 19th century. The theory of compressibility ether points out that the relativistic equations can be derived from the classical continuum mechanics and reveals the physical meaning of relativity: the relativistic effects result from the compressibility of ether, where the ether density is greater, actual rulers become shorter, and clocks run more slowly. Moreover our ether theory shows the limitation of relativity: the formulas of the special theory of relativity are correct and effective only in the circumstances of substantial motion and ether as a complete superfluid; both of relative motion are not necessarily equal essentially and the basic ether field where an object is located must be used as the reference frame.

References

- [1] H. Casimir, D. Polder, *Phys. Rev.*, 73, 360 (1948).
- [2] L. Larrimore, *physics*, 115, 1 (2002).
- [3] Yue Gong, *Potential Science*, 4, 39 (1989).
- [4] Liao Mingsheng, *Potential Science*, 4, 33 (1989).
- [5] Liao Mingsheng, *Invariability Theory of Fluid*, (Shanghai Science and Technology Press, Shanghai, 1993).
- [6] X T Yang, Ming Xiao, *Transaction of Nanjing University of Aeronautics*, 108, 110 (2001).

- [7] X T Yang, *Journal of Theoretic*, 4, 3 (2001).
- [8] Y. C. Fung, *A First Course in Continuum Mechanics* (Tsinghua University Press, Beijing, 2005).
- [9] Liu Weiping, Su Benqing, Xi Deke, Yang Xintie, *Mechanical Science and Technology for Aerospace Engineering*, 26, 1144 (2007).
- [10] Л. Д. Ландау, Е. М. Лифшиц, *The Mechanics of Continual medium* (The Publishing House of People Education, Beijing, 1960).
- [11] Tsao Chang, *Research on the Theory of Space and Time* (Shanghai Science and Technology Document Press, Shanghai, 2011).
- [12] C. Hafele, R. Keating, *Science*, 177, 166 (1972).
- [13] C. Hafele, R. Keating, *Science*, 177, 168 (1972).
- [14] A. Einstein, *The Meaning of Relativity* (Fifth Edition, Princeton, 1955).

附录2

(Chang-Wei Hu, On the Quantitative Effects, International Journal of Modern Physics and Application. Vol. 1, No. 3, 2014, pp. 38-42)

On the Quantitative Effects

Changwei Hu

Beijing Relativity Theory Research Federation

Abstract: The physical phenomena what modern physics describes seem all very peculiar, which results from the quantitative effects deviating from the absolute space-time theory. The absolute space-time theory, which describes the world with an invariable space-time standard, is a fundamental space-time theory; while actual space-time standards can vary with environment, and thus, the actual measuring data are always to deviate from the absolute space-time theory and the quantitative effects occur. The light is most normal tool measuring space-time in modern physics, but it can vary with velocity and gravitational potential etc., which lead up to relativistic and quantum effects. It is the quantitative effects twist the physical description. Two descriptive ways of relativistic quantitative effects, the equations and the analytic method of effect energy, are proposed, they can be used to describe relativistic phenomena simply.

Key words: The Theory of Relativity, Absolute Space-Time Theory, Quantitative Effects, Analytic Method of Effect Energy, Quantum Effects

1. Introduction

In physical world, it is considered generally that a mathematical model in accord with experimental data reflects the truth of thing. Actually it must necessarily be so. The meaning of many things are becoming more and more clear along with the development of science, but the meaning of some things even are becoming more and more fuzzy, the time and space are just such.

The space, time and mass are the most foundational physical quantity in classical physics, where the three dimensional space is the stage, the one dimensional time is the process and the objects (the matter with mass) are the performers, they are interrelated as well as independent each other. Such a description accords with human sensation. The theory of relativity changed the space-time theory of classical physics, it believes that the space and time can vary with velocity and gravitational potential, and the space-time may be bent, which give us a feel that look at oneself in the distorting mirror. The concepts of space and time even are blurred by the statistical interpretation of the wave function, the uncertainty relation and so on in the quantum theory, where the physical quantities including space and time all are replaced by the unpredictable operators. The space even is described into a high dimensional world in the theories of supersymmetry and extra dimension etc. [1] [2], in which there are invisible many dimensional spaces except the visible three dimensional spaces. Consequently, even somebody consider that the concept of space and time are the phantasms, say, they apply only to the macroscopic as having statistical essence as temperature [3]. But space and time exist everywhere, can we leave the space-time in reality?

Why are the space and time with universality becoming more and more elusive along with the development of physics? Somebody would say: the world

is complicated originally, human understanding is always from the simple to the complicated. It is right only half of this word, in fact, humanity can turn a theory from the complicated into the simple on a new theoretical highness. I have pointed out [4] that the absolute and relativistic space-time theories are two different space-time theories in nature, and proposed the idea of the quantitative effects, which can simplify the understanding to the modern physics to some extent.

The absolute space-time theory, which describes the world with an invariable space-time standard, can be thought as the most foundational space-time theory. However, the actual standard tools of length and time, such as rulers, clocks and light, can vary with the environment due to temperature, velocity and gravitational potential. The physics is an experimental science, its theoretical data should accord with the experimental data. Thus, there are always certain differences between the physical quantitative relation and the absolute space-time theory. The effects caused by this difference are called quantitative effects, which are the insignificant in the condition of low velocity or the macroscopic, otherwise they would become obvious. Both of the relativistic and quantum effects are the quantitative effects, that is to say, they are the results that the actual quantitative relations deviate from the absolute space-time theory. Then, what the modern physics describes is the quantitative effects on the basis of classical physics. It is the quantitative effects that twist the physical description.

2. Two Different Space-Time Theories in Nature

The quantitative effects relate to space-time, let us say begin with the Newtonian space-time theory.

Newtonian space-time theory is called the absolute space-time theory.

Newton said [5]:

“I do not define time, space, place and motion, as being well known to all. Only I must observe, that the vulgar conceive those quantities under no other notions but from the relation they bear to sensible objects. And thence arise certain prejudices, for the removing of which, it will be convenient to distinguish them into absolute and relative, true and apparent, mathematical and common.”

“Absolute, true, and mathematical time, of itself, and from its own nature flows equably without regard to anything external, and by another name is called duration; relative, apparent, and common time, is some sensible and external (whether accurate or unequable) measure of duration by the means of motion, which is commonly used instead of true time; such as an hour, a day, a month, a year.”

“Absolute space, in its own nature, without regard to anything external, remains always similar and immovable. Relative space is some movable dimension or measure of the absolute spaces.”

For the above saying, there are absolute space-time as well as the relative space-time in the absolute space-time theory. Measuring is a course of comparison between measuring tool and measured body, and the absolute space and time can not be measured directly because they have nothing to do with matter and its motion. Therefore physical space-time are all the measurable relative space-time, and we know the absolute space-time through the relative space-time. Then, what is the most foundational characteristic of the absolute space-time theory? It is the invariability of space-time standards, which leads to the each independence of space and time, and space and time have nothing to do with material environment.

An intuition of individual person or organization is unreliable generally, and it is probable that the human total intuition is just the truth. The “as being well known to all” is like an axiom. The absolute space-time theory, which is an axiom in classical physics, can be regarded as the most foundational space-time theory. Owing to the invariability of space-time standards, everywhere we can establish a rigid three-dimensional coordinate system and one dimension time axis, which are just a mathematical expression of a relative space-time in the absolute space-time theory. The mathematical expression of absolute space-time theory is the Galilean transformation where the intervals of space and time are the constant quantity, namely the standards of space and time are invariable.

The common measuring-rods and clocks can vary with the temperature, which cannot be believed that the space and time are changing because people may prove that these changes are only the changes of the measuring-rods and clocks themselves with more accurate space-time measuring tools. The scientists would take the changes of space-time standards as the changes of space-time itself if the most normal space-time measuring tool can change.

The light velocity is the known most quick velocity spreading information. Now the most accurate standards of length and time are defined by light. For example, a metre, the SI unit of length, being the length of the path travelled by light in vacuum during a time interval of $1/(299,792,458 \times 10^8)$ second [6], where the distance traveled by light in a vacuum in a second is always 299792458 meters whether it is fast or slow, the light speed become an invariable definitional speed. The modern physics is just established on the basis of such a space-time standard, which means what the modern physics describes are the quantitative effects with light as the measure of space-time, in which taking a change of the space-time standard as a change of space-time itself is a prac-

licable mathematical model.

The description on the basis of absolute space-time theory is called the absolute description; and the description on the basis of experimental data is called the quantitative description. The quantitative effects are caused by the difference between these two descriptions.

3. The Quantitative Effects of Relativity

The theory of relativity is a theory of the quantitative description and the relativistic effects are the quantitative effects. The theory of relativity, in fact, does not depart from the absolute space-time theory because it explains how the space-time standard changes with the help of the proper quantities, and according to the explanation that a rigid three dimensional coordinate system and one dimensional time axis are just a mathematical expression of a relative space-time in the absolute space-time theory, the proper quantities in the relativity are the quantities of absolute description.

The coordinate system and time axis in the relativity are nonrigid, and can vary with velocity or gravitational potential. The special theory of relativity shows that in an inertia frame of reference, the relation between unit length dr or unit time dt and velocity v as in Equations (1) and (2)

$$dt = \frac{dt_0}{\sqrt{1 - v^2 / c^2}}, \quad (1)$$

$$dr = \sqrt{1 - v^2 / c^2} dr_0, \quad (2)$$

where dr_0 and dt_0 are the proper unit length and time, respectively. They do not vary with velocity and are used to measure the change of space-time standards on an object in relative motion with any velocity. Thus, they are the unit

length and time in the absolute description on this inertia frame of reference, and Equations (1) and (2) are the equations of quantitative effects in the special theory of relativity.

Similarly, the general theory of relativity states that the unit length dr or unit time dt can vary with gravitational potential. A simple expression can be obtained with the equivalent principle and conservation of energy: Let an object fall freely in the isolated gravitational field of a star, and its initial velocity is zero. When it is a distance r away from the star, the velocity is v , and the gravitational potential is φ , which is zero when it is infinitely far away from the star. Then,

$$\frac{1}{2}mv^2 + m\varphi = 0$$

i.e.,

$$\varphi = -\frac{1}{2}v^2 \quad (3)$$

Substituting (3) into (1) and (2) gives

$$dt = \frac{dt_0}{\sqrt{1+2\varphi/c^2}} = \frac{dt_0}{\sqrt{1-2GM/c^2r}} \quad (4)$$

$$dr = \sqrt{1+2\varphi/c^2} dr_0 = \sqrt{1-2GM/c^2r} dr_0 \quad (5)$$

Equations (4) and (5) are identical with the results of the Schwarzschild solution in the general theory of relativity [7].

The dt_0 and dr_0 in (4) and (5) are the unit length and unit time on the reference frame that is far away from the gravitational field. They do not vary with the gravitational potential; that is, they are the unit length and unit time in the absolute description. Equations (4) and (5) are the equations of quantitative

effects in the general theory of relativity.

The equations of quantitative effects can be used to explain relativistic phenomena simply. Two examples are given below.

The experiment on the delay of radar echo showed that the velocity of light becomes slower in a gravitational field, which can be solved simply using (4) and (5): the relation between the velocities of the quantitative description (dr/dt) and the absolute description (dr_0/dt_0) is

$$dr/dt = \frac{\sqrt{1+2\varphi/c^2} dr_0}{dt_0/\sqrt{1+2\varphi/c^2}} = (1+2\varphi/c^2) dr_0/dt_0 \quad (6)$$

Let the velocity of light without the gravitational field be c . Then, the velocity of light with units of dr_0/dt_0 in the gravitational field is

$$c_0 = \left(1+2\varphi/c^2\right)c = \left(1-\frac{2GM}{c^2 r}\right)c \quad (dr_0/dt_0) \quad (7)$$

Equation (7) is identical to the result of the general theory of relativity [8].

Obviously, the conclusion that the velocity of light becomes slower in a gravitational field is an absolute description, which is the result of measuring the velocity of light over the whole gravitational field with an invariable space-time standard, say, the space-time standard on the earth. Quantitatively, the principle of the invariability of the velocity of light is still established in the gravitational field because where the standards of space-time can vary with gravitational potential. Using the quantitative space-time standard of one point to measure the velocity of light of this point, according to (6), if the quantitative unit dr/dt is substituted for the absolute unit dr_0/dt_0 in (7), then the velocity of light is always constant c . Therefore the invariability of light velocity is a

quantitative effect, and there are certain complementarities between absolute and quantitative descriptions.

As for the gravitational red shift, it is because the space-time standards can vary with gravitational potential.

A. Einstein pointed out that the frequency of light corresponds to the time frequency of a clock [9]. According to (4), it leads to

$$v = \frac{v_0}{\sqrt{1 - 2GM / c^2 r}} \quad (8)$$

Equation (8) shows that the frequency of light can vary with the gravitational potential. If the vector radii of a light beam are r_1 and r_2 successively in a gravitational field, hence

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sqrt{1 - 2GM / c^2 r_2}}{\sqrt{1 - 2GM / c^2 r_1}} \quad (9)$$

Equation (9) is just the formula of the gravitational red shift of a spectral line in the Schwarzschild geometry [8].

4. The Analytic Method of Effect Energy

According to the mass-energy relation $E = mc^2$, the relativistic mass-velocity equation $m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2 / c^2}}$ can be turn into energy-velocity equation:

$$E = \frac{E_0}{\sqrt{1 - v^2 / c^2}} \approx \left(1 + \frac{v^2}{2c^2} \right) E_0 \quad (10)$$

Substituting (3) into (10) gives

$$E = \frac{E_0}{\sqrt{1 + 2\varphi/c^2}} \approx \left(1 - \frac{\varphi}{c^2}\right) E_0 = \left(1 + \frac{MG}{c^2 r}\right) E_0 \quad (11)$$

Equations (10) and (11) show that the energy of a relativistic body may be resolved into proper energy E_0 of proper motion and effect energy $\frac{v^2}{2c^2} E_0$ or $\frac{GM}{c^2 r} E_0$ of effect motion, where the proper energy is the energy in the absolute description; while the effect energy is a energy caused by quantitative effects. The effect motion is only a quantitative effect, which cannot change the system of proper motion, and yet it can only change the system's direction of proper motion. Such a analytic method is called "analytic method of effect energy", which is a recognized fashion to quantitative effect. Is this analytic method effective? Let us try to calculate the precession of a planet perihelion with it.

The system of proper motion of a planet is the ellipse, its effect energy does not change the form of this ellipse, and only makes whole ellipse rotated slowly, namely the precession.

Calculating along the orbit of a planet, the angular displacement between two adjacent perihelia is $2\pi + \alpha$, where the α is the precession angle. Here the energy of elliptic motion system is the proper energy, and the precession is caused by effect energy, which rolls ellipse as a whole. The precession energy is a extra kinetic energy of angular direction, and its direction is identical with the kinetic energy of angular direction of proper motion. Then the precession angle can be derived simple: to derive the ratio of angular direction kinetic energy between precession and proper motion, then applying the analytic method of effect energy, the precession angle can be obtained in proportion when the planet accomplishes a period's elliptic motion.

For circular orbit, all of kinetic energy are the angular direction kinetic energy, whose value is half of potential energy because the gravitational acceleration $a = \frac{v^2}{r} = \frac{GM}{r^2}$, which leads to $\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}m\frac{GM}{r}$. Therefore angular direction kinetic energy of a planet is $\frac{1}{3}E_0$ (E_0 is the sum of energy of proper motion). For elliptic orbit, part of kinetic energy is the radial direction kinetic energy, which has nothing to do with angular direction motion. When the planet lies to an aphelion, its kinetic energy is the least $\frac{GMm}{2(a+c)}$; when the planet lies to a perihelion, its kinetic energy is the largest $\frac{GMm}{2(a-c)}$, then the average kinetic energy of elliptic motion is: $\frac{1}{4}GMm\left(\frac{1}{a-c} + \frac{1}{a+c}\right) = \frac{GMm}{2a(1-e^2)}$, (e is the eccentricity); while the kinetic energy of circular motion with radius a is $\frac{GMm}{2a}$, which is $1-e^2$ time as much as the average kinetic energy of elliptic motion with long axis a . Therefore the angular direction kinetic energy of proper motion is approximately $\frac{1-e^2}{3}E_0$.

According to the analytic method of effect energy, the angular direction kinetic energy of the planet precession is $\frac{-\varphi}{c^2}E_0$, while that of proper motion is $\frac{1-e^2}{3}E_0$, the ratio of them is $\frac{-3\varphi}{c^2(1-e^2)}$. Therefore when the planet accomplishes a period's elliptic motion (2π), the angle of precession is

$$\alpha = \frac{2\pi \times (-3\varphi)}{c^2(1-e^2)} = \frac{6\pi GM}{ac^2(1-e^2)} \quad (12)$$

which is identical with the formula that is derived by the general theory of relativity [7], which shows that the analytic method of effect energy is effective.

5. Quantum Effect, a Quantitative Effect in Microscopic System

The quantum mechanics was established on the basis of a series of experiments. Therefore the quantum effect would be a quantitative effect. Let us make some analyses from different angles below.

Applying the analytic method of effect energy to uniform motion in a straight line, its effect motion can only be a transverse vibration or the spin whose direction is parallel to the moving direction because its proper motion system is a straight line. Is there such an effect motion? Macroscopically it seems not probable, but it is only too true microscopically because the microscopic particles all possess the wave-particle duality and intrinsic spin, which may be regarded as the manifestations of relativistic quantitative effects in microscopic system.

Moreover the Schrodinger equation is a semi-qualitative, semi-quantitative and non-relativistic theory, it can derive the quantization of some physical quantities, but the spin is placed into the theoretical framework as an additional degree of freedom; while Dirac equation, a relativistic equation of quantum mechanics, includes automatically the spin quantum number of particles [10], which indicates further that the quantization of intrinsic spin of a particle is a reflection of the quantitative effect of the special theory of relativity in the microscopic system.

The invariability of light velocity is a most basic relativistic quantitative effect, which means that any photon model would have certain common nature, for which we assume that one period of a high-frequency light wave is a photon, and the electromagnetic amplitude of any photon is identical quantitatively. At-

tention please, low-frequency electromagnetic wave's one period is not one photon, which relates to the microscopic structure of a vacuum, and it does not be made discussion in this paper.

I had pointed out that the light is a second sound in macroscopic physical vacuum superfluid, whose density is homogeneous and isotropic in quantitative description [4]. As is known to all, the average value of energy density ε in wave's one period is $\varepsilon = \frac{\rho A^2 \omega^2}{2}$, where the ρ is the density of a medium, the A is amplitude and the ω is circular frequency. In a vacuum, the ρ and A are the constant quantitatively, and thus, the ε is only related to ω , $\varepsilon \propto \omega^2$. On the other hand, a single photon is the plane polarized wave, and the area of a photon is inversely proportional to its frequency, therefore the energy of a photon is $E \propto \omega \propto \nu$, thus, $E = h\nu$ (h is the Planck constant).

6. Conclusion

Physical space-time is measurable relative space-time. The theory of absolute space-time, which includes the relative space-time, describes the world with a invariable space-time standard, it can be regarded as a foundational space-time theory; while modern physics describe the world with light as the measure of space-time, whose space-time standards are variable. Both of relativistic and quantum effects are the quantitative effects deviated from the absolute space-time theory, which caused by the variability of space-time standards. The proper quantities in the relativity are the particular quantities of absolute description. There are certain complementarities between the absolute and quantitative descriptions.

In the final analysis, the quantitative effects result from the physical va-

cuum: the space-time standards can vary with the density of physical vacuum [4]. A. Einstein believed that God does not play dice, which is right in essence, but he does not know the existence of quantitative effects. What the quantitative experiments sustain are the viewpoints of N. Bohr because the data of quantitative experiments include the results of quantitative effects. If we found a method of measuring space-time which does not be influenced by physical vacuum, it would be not necessarily that the physical space-time theory would turn back to the classical space-time theory because there are always something what we do not knew to influence the standards of space-time.

Objectively, the space is three dimensional, and the time is one dimensional. The relativistic and quantum effects are only the quantitative effects. As for so called high dimensional spaces are that take some independent physical parameters as the spaces, which are only mathematical models and not real spaces, just as the isospin space is not a real space and is a mathematical model describing the charge independence of nuclear force. For accord with the facts, these higher dimensional theories stress that the spaces being higher than three dimensions are the invisible due to the compactification or strong bend [2]. Moreover the duality relationships between the theories of ten dimensional superstring and eleven dimensional supergravity confuse the concept of dimension and show that these higher dimensions are not real dimensions of the space.

The physics does not depart from the mathematics, but a quantitative relationship is only a presentation. The mathematics cannot replace the physics.

References

- [1] S. T. Yan, S. Nadis, *The Shape of Inner Space*, Brockman Inc (2010).

- [2] L. Randail, *Warped Passages*, Penguin Press (2006).
- [3] B. Greene, *The Fabric of the Cosmos: Space, Time and the Texture of Reality*, Penguin Press (2004).
- [4] C. W. Hu, *Vacuum, Space-Time, Matter and Models of Smarandache Geometry*, Educational Publishers, USA (2012).
- [5] I. Newton, *The Mathematical Principles of Natural Philosophy*, Daniel Adee, New-York (1846).
- [6] *A Dictionary of Physics*, Oxford, New York, 2009
- [7] J. D. Walecka, *Introduction to Modern Physics Theoretical Foundation*, Word Scientific Publising Co, London (2008).
- [8] H. C. Ohanian, R. Ruffini, *Gravitation and Spacetime*, W. W. Norton & Company, Inc. (1994).
- [9] A. Einstein, *Relativity The Special and The General Theory*, Methuen & Co. Ltd, London, (1955).
- [10] R. K. Su, *Quantum Mechanics*, Higher Education Press, Beijing (2002).

附录3

(Chang-Wei Hu, Superluminal velocity beyond the scope of application of relativity, Scienceopen Reprints, 2020.4.28.

DOI: 10.14293/S2199-1006.1.SOR-.PPOBUGW.v1)

Superluminal Velocity beyond the Scope of Application of Relativity

Changwei Hu

Beijing Relativity Theory Research Federation, Beijing, China

Shanghai Senior Scientist and technician Association, Shanghai, China

Abstract: Human astronavigation needs superluminal velocity. Astronomical observations and experimental results also show possible signs of superluminal velocity. However, there is no consensus on the existence of superluminal velocity in academia. The biggest problem here is the theory of relativity, which shows that when a object (a matter with mass) reaches or exceeds the speed of light, whose relativistic factor will become infinite or imaginary numbers, therefore superluminal velocity is impossible. In fact, although relativity is quite correct quantitative theory, but it would have certain limitations. Relativistic effects are the vacuum effects. Relativistic physical quantities are only apparent physical quantities, and don't necessarily reflect the truth of facts. On the other hand, the relativistic formula is fully valid only when the physical vacuum is a superfluid. The physical vacuum in superluminal speed has lost its superfluidity, thus exceeding the scope of application of relativity. Therefore,

we should jump out the framework of relativity to explore superluminal speed.

Keywords: Superluminal Velocity, The Theory of Relativity, Apparent Physical Quantity, Superfluidity, Compressibility Ether (Physical Vacuum)

1. Introduction

For human beings, flying out of the solar system and carrying out astronavigation is a very remote hope, but it is also an ambition that must be realized. Because, according to astronomers' speculation, in about 1.6 billion years, the core of the sun will be hot enough to fuse the outer hydrogen, which will cause the radius of the sun to expand to 260 times and become a red giant, and will inevitably lead to the destruction of the earth. So to continue, humans should be prepared to flee the solar system.

But it's not easy to escape from the solar system. The nearest star to our solar system, Proxima Centauri, is 4.22 light-years away. The planet that can be suitable for human survival may be dozens of light years away. Therefore, the spaceships must be able to travel faster than light to fly over the stars at the shortest possible time. In this way, it is possible to further solve a series of challenges, such as the power of the spacecraft and the livelihood of astronauts.

Since the 1970s, radio astronomy has discovered the signs of superluminal velocity in dozens of quasars. There are many sub-sources inside these quasars, and the distance among them expands rapidly at several or even tens of times the speed of light [1].

Since the 1990s, a series of experiments using the quantum tunneling effect to achieve superluminal velocity have been carried out, confirming that both electromagnetic pulses and individual photons are likely to cross the potential

energy barrier with superluminal velocity [2]. A large number of low frequency AC circuit experiments have also been carried out, and it is found that the velocity of alternating electric field, in most cases, is lower than the speed of light, but it is likely to be superluminal velocity in the case of specific circuit parameters [3].

Superluminal velocity is both necessary and possible, but whether it can be achieved has not yet gained the consensus of the scientific community. The main reason is that the correctness of relativity is hard to shake, and when the velocity reach or exceed light speed, the relativistic factor $1/\sqrt{1-v^2/c^2}$ will tend to infinity or become imaginary number, and will lead to time inversion, cause and effect reversal, so relativity believes that it cannot exceed the speed of light. How to solve the dilemma? Based on the hydrodynamic derivation of the Lorentz transformation, we establish the “theory of compressible ether” [4] [5], pointing out that: relativity is quite correct quantitative theory, but there are some limitations; superluminal velocity is beyond the scope of application of relativity.

2. The Defects of Tachyon Theory

Previous theoretical studies on the superluminal velocity, mainly carried out under the framework of relativity [6] [7]. Superluminal particles are called “tachyon”.

In relativity, objects with a stationary mass cannot reach the speed of light, and photons always move at the speed of light, that is, sublight speed and light speed are not interchangeable. In the study of superluminal velocity, it is assumed that the reference frame is all sublight speed, and there is no reference frame which is relatively static with the superluminal particle. Therefore, it can

be assumed that the proper mass, proper time and proper distance of the superluminal particle are all imaginary numbers. In this way, the relativistic formula can still be applied, and the values of energy, momentum and space-time coordinates of the tachyons are all observable real values. But one of the results here is: sublight velocity body cannot reach or exceed the speed of light; photons cannot slow down or speed up; tachyon cannot be converted into photons or sublight particles, that is, sublight speed, light speed and superluminal velocity are not interchangeable! Obviously, this is a result of unfolding within the relativistic framework. It extends the Non-interchangeability between relativistic sublight speed and light speed into the Non-interchangeability among sublight speed, light speed and superluminal velocity.

There is a great deal of subjectivity in above passage: “it is assumed that the reference frame is all sublight speed, and there is no reference frame which is relatively static with the superluminal particle. Therefore, it can be assumed that the proper mass, proper time and proper distance of the superluminal particle are all imaginary numbers.” Mysterious tachyons have never been discovered; and such a theory of tachyons is of no benefit to human target of astronavigation. It seems that we should jump out of the relativistic framework to explore the superluminal velocity.

3. The Theory of Relativity and Compressibility Ether

Lorentz transformation is the core of relativity. Einstein derived the Lorentz transformation based on the principle of relativity and the principle of the invariance of the speed of light. These principles are like axioms in geometry, and Einstein's relativity is a system of axioms. Axioms are the starting point or basis of logical reasoning, which cannot be proved in this system, that is, rela-

tivity cannot answer the questions of why the speed of light is constant and so on, and thus, it is difficult to explain the physical mechanism of relativity.

We do not need such preconditions as the invariance of the speed of light, and the Lorentz transformation can be deduced by the method of fluid mechanics. This process contains the logic of matter of the substantive connection among things, and thus, the physical mechanism of relativity can be revealed [8]. The process is quite simple: in fluid mechanics, there is a transformation of compressible fluid into incompressible fluid, which is substituted into the Galileo transformation that express the absolute space-time view, and Lorentz transformation that express relativistic space-time view can be obtained. In this process, the corresponding fluid is required to be an infinitely distributed superfluid, and its speed of sound is the speed of light in vacuum. Such a fluid can only be ether. Light is the sound in ether, more precisely, the second sound in the superfluid ether.

The above derivation process links physical elements such as absolute space-time view, relativistic space-time view, ether and the speed of light. It shows that ether is a compressible fluid in absolute space-time view, that is, its density is variable; in relativistic space-time view, it is incompressible, that is, the fluid density is invariable, the speed of light is naturally constant. The route of sound in air of uneven density is curved. Light also bends in the gravitational field because the distribution of ether density is uneven in gravitational field. However, since people have not realized that ether is a fluid, and regards ether as a relativistic four-dimensional space continuum, the rate of change of ether density in absolute space-time is regarded as the curvature of four-dimensional space, so that relativistic space is described as homogeneous and curved in the gravitational field.

The absolute space-time view is characterized by the invariance of the space-time standard, while the speed of light can vary with the ether density; the relativistic space-time view is characterized by the invariance of the speed of light, while its space-time standard can vary with the ether density in the absolute space-time view. Therefore absolute space-time view and relativistic space-time view are two different kinds of space-time view. The former does not consider the role of ether, is pure, real space-time view. Because ether is everywhere, the absolute space-time view will have certain errors quantitatively; relativistic space-time view observes world through the ether, is a material space-time view, but it can be identical with experimental data, because the experimental process is bound to be subjected to the action of ether. So the relativistic space-time view, although distorted by ether, yet is a quite accurate quantitative description. In the case of low speed and weak gravitational field, the effects of ether are like a flat light mirror, its action very little, and the absolute space-time view can be used to describe accurately enough; in the case of high speed and strong gravitational field, the effects of ether are like a concave or convex lenses, and thus the relativistic effects occur. In other words, the relativistic effects are the lens effects of ether, which can all be attributed to the density change effects of ether

We call the vacuum where the object is located the ground state, and different ether densities are different ground states.

4. The Apparent Physical Quantity of Relativity

The unit length dl , unit time dt and mass in special relativistic formulas can vary with the velocity:

$$dl = dl_0 \sqrt{1 - v^2 / c^2} \quad (1)$$

$$dt = \frac{dt_0}{\sqrt{1 - v^2 / c^2}} \quad (2)$$

$$m = \frac{m_0}{\sqrt{1 - v^2 / c^2}} \quad (3)$$

Where the physical quantities that the subscript is 0 are the proper physical quantity.

From the expressions (1), (2), (3), it can be seen that if the velocity reaches the speed of light, the relativistic unit length in the direction of velocity will shrink to 0; the unit time will tend towards infinite, that is, slow to stop; and the mass will tend to infinity. If the speed exceeds the speed of light, they are all the imaginary numbers. What does that mean?

The theory of compressibility ether pointed out, relativistic and absolute space-time views are two different space-time views in nature, but there are correspondent relationships of physical quantities between them: relativistic unit length is proportional to the interval of adjacent particles of ether in the ground state; relativistic unit time is proportional to the time interval that light passing through ether particles interval in the ground state; gravitational field is ether density field; the absolute value of gravitational potential corresponds to ether density; gravitational field intensity corresponds to ether density gradient; mass corresponds to the increment of ether density relative to ground state; energy corresponds to the increment of ether pressure relative to ground state. Visibly, the unit length, unit time, mass, energy all can vary with the ground state. Figuratively speaking: an ether density wave pack of an object is its coat. The relativistic physical quantities depend on the tight-loose extent of this coat, so they are just the apparent physical quantities. The proper physical quantities in rela-

tivity do not vary with velocity and gravitational potential, they are intrinsic physical. In fact, observing from a frame of reference that is at rest relative to a moving body, the mass and size of a rigid body will do not change. Therefore, it can be considered that when the object reaches the speed of light, the time stops, the mass tends to infinity, and so on, in fact, what it reflects is not the real change of time, mass, etc., but rather a manifestation that the ether density tend towards infinity.

When an object moves in the air, the air on its way will be compressed and produce resistance. When the moving speed of an object is close to the sound speed, the air density in front of it (in the direction of motion) will be compressed and greatly increased, thus forming a sound barrier. Similarly, as an object moves in ether, its relativistic mass and energy, that is, the density and pressure of the ether in its ground state, would ascend with the increase of speed. When the velocity approaches the speed of light, this ether density and pressure will tend to a maximum value and become a “light barrier”. The relativistic effect is the ether density change effect, that is, the vacuum effect. The object itself can not complete follow the relativistic formulas. The appearance of infinity or imaginary number in relativistic formula is a manifestation beyond the scope of application of relativistic formula. Therefore studying superluminal velocity need not scruple the restriction of relativity

5. Superluminal Ether Decoupled from Relativity

The potential function equation of compressible fluid is nonlinear. A hypothesis is made in the derivation of Lorentz transformation of fluid mechanics: imagine an object moving with velocity v in an infinite compressible fluid, which will cause disturbances in the fluid such as velocity (including direction,

size) and density, pressure, etc; assuming that these disturbances are of the first order infinitesimal quantity, a linearized equation can be obtained. The Lorentz transformation is derived from this linearization equation. This assumption holds only if the fluid, the ether, is completely superfluid. Therefore, the relativistic formula is only applicable to the ether of superfluid.

As we all know, the superfluid has a certain critical velocity, critical density and critical pressure and so on. When a certain critical line is broken through, the ether will lose the superfluidity, and the relativistic formula will no longer be effective. Obviously, if the velocity of an object reaches the speed of light, the surrounding ether will be excited into photons, and its critical line of velocity, density, etc., will be broken, so that the relativistic formula is no longer valid. In fact, Einstein himself said: “For the large field density and the material density, field equations and the field variables in these equations would not have the true meaning.....Overall, We need a clear understanding that the equations cannot be extended to this region.” [9]

Any kind of physics theory system, always has certain limitation. Newtonian mechanics is suitable the case of low speed and weak gravitational field, and is not suitable for high speed and strong gravitational field. Similarly to affirm the existence of superluminal velocity is not to deny relativity. Relativity is established within the scope of application, beyond the scope of application, relativity is no longer effective.

6. Breakthrough of Light Barrier

In the past, the reason why people thought that the propagation of light did not need a medium was that in relativity, ether existed in the form of a four-dimensional space-time continuum and lost the image of “matter”. The

compressible ether theory holds that light is the “second sound” in the superfluid ether, therefore superluminal speed is analogous to supersonic speed.

In fact, the research process of supersonic sound also experienced the dilemma of studying superluminal velocity. In the early study of subsonic flow, according to the linearized small disturbance theory, the fluid density will tend to infinity when the velocity approaches the sound velocity.

Early supersonic tests are shown on the left of **Figure 1**. People want to continuously increase the pressure and reducing the cross section area of the outlet to increase the outlet velocity of flow. But it was found that the density (or energy) at the outlet also increased, and the velocity can never exceed the speed of sound. Later, an engineer named Rawal, who took a pipe with gradually enlarged section to connected behind the nozzle (on the right of **Figure 1**), discovered that as long as the pressure was large enough, supersonic flow appeared in the enlarged section [10]! And in fact, when the speed reaches the velocity of sound, the density of the gas increases only six times, not infinity [11].

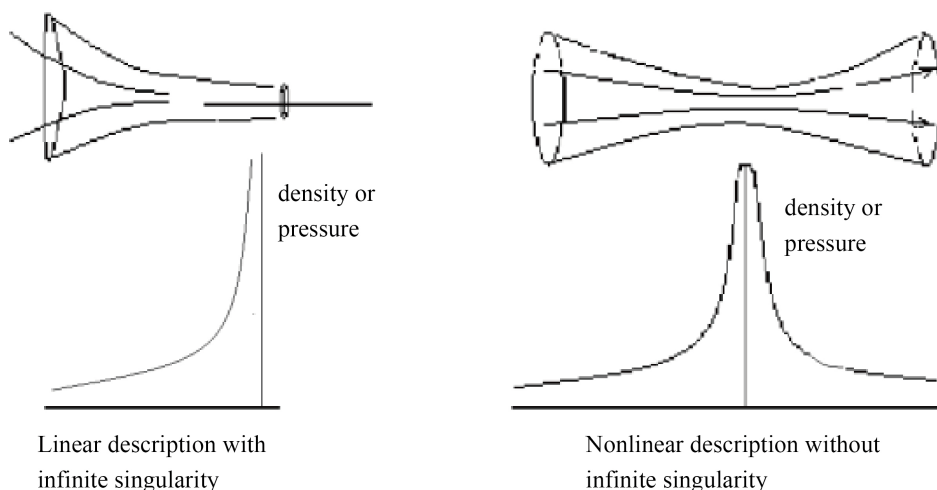


Figure 1. The discovery process of supersonic velocity

Mankind has broken through the sound barrier and will surely break-through the light barrier.

7. The Way of Superluminal Astronavigation Will Be Long and Difficult

The age of Superluminal astronavigation will come, but the journey will be difficult.

The speed of light is six orders of magnitude higher than the speed of sound in air, and reaching superluminal speed will be several orders of magnitude more difficult than the supersonic. To realize superluminal astronavigation, we should not only develop special materials, but also develop a power system that can continue to work, but also improve the life security system of astronauts.

People take supersonic aircraft, the aircraft's shell to protect people from the harm of outside high-speed, high-pressure airflow. Likewise, astronauts must be protected from the harm of high-speed, high-pressure ether-flow. However, metal shell can block air, but not ether. According to “gravitational field is ether density field”, it seems that blocking ether should be a “gravitational shield”. What material and technology can shield gravity? Solving this problem may take centuries of human effort.

When an object moves in the air, its disturbance propagates outward with the speed of sound. When the speed of motion reaches or exceeds the speed of sound, there must be a shock wave. The sound behind the shock wave cannot catch up, and the sound in front of the shock wave is shattered by the shock wave, which prevents the reversal of cause and effect, and limits the use of sound waves to communicate with the outside world. By the same token, the

spaceship of superluminal velocity would not turn back time, nor would they be able to use electromagnetic waves to communicate with the outside world. So, how to maintain communication with the outside world in astronavigation? Quantum remote communication has been proposed [12]. We believe that ether is also graded. Generally so-called ether, are gravitational field ether, which is macroscopic interval field ether. There will also be microscopic interval field ether, cosmoscopic interval field ether and so on [13] [14]. The speed of sound in the cosmoscopic interval field ether should be far faster than the speed of light, and will one day be exploited by human beings

In addition, the high-speed and high-pressure ether flow where the superluminal spacecraft arrives has been stimulated into a high-energy electromagnetic fluid, which will also affect the spacecraft instruments, facilities, and astronauts.

Many difficult problems remain to be solved on the way to astronavigation.

References

- [1] Shenglin Cao, Theory of Relativity and Cosmology in Finsler's Space-Time [M]. Beijing: Beijing Normal University Press, 2001.
- [2] Zhixun Huang, Theory and Experiment of Superluminal Velocity Research [M], Beijing, Science Press, 2005.
- [3] Tsao chang, Research on the theory of space-time in physics, Shanghai Science and Technology Literature Publishing House, 2019.
- [4] Chang-Wei Hu, Derivation of the relativistic equations from classical continuum mechanics on the basis of a macroscopic vacuum, Physics Essays, Volume 27: Pages 375-379, 2014.

- [5] Chang-Wei Hu, The theory of compressibility ether, *Modern physics*, 7(4): 112-133, 2017,
- [6] Bilaniuk O M P, Deshpande V K and Sudarshan E C G. “Meta” relativity [J]. *Am. J. Phys.*, 1962, 30: 718-723.
- [7] Feinberg G. Possibility of faster-than-light particles [J], *Phys. Rev.*, 1967, 159(5): 1089-1105.
- [8] Chang-Wei Hu, The logic structure deriving Lorentz transformation, *ScienceOpen Preprints*, 2019.11.13,
ID: 10.14293/S2199-1006.1.SOR-.PPBEOMV.v1.
- [9] Einstein, *The Meaning of Relativity*, Beijing, Science Press, 1966, pp. 84-85.
- [10] Xintie Yang, et al, *Breaking through the Light Barrier Drawing Experience from Fluid Mechanics*, Baidu Library, 2010.
- [11] Zhixun Huang, Possibility of the Massive Particles Moving by Faster-than-light, *Journal of Communication University of China (Natural Science)* Vol. 22, No.3, June 2015, 1-16.
- [12] Zhixun Huang, Superluminal Communication Based on Quantum Nonlocality, *Frontier Science*, March 2016, 57-78.
- [13] Chang-Wei Hu, The Confusion of Modern Cosmology and the New Model, *ScienceOpen Preprints*, 2019. 10.22.
ID: 10.14293/S2199-1006.1.SOR-.PPTYNQB.v1.
- [14] Chang-Wei Hu, Probing Into Space-Time View, *ScienceOpen Preprints*,
ID: 10.14293/S2199-1006.1.SOR-.PP7LRGB.v1.

附录4

(Chang-Wei Hu, Tracing to the source of quantization, ScienceOpen reprints, 2020.7.8. DOI: 10.14293/S2199-1006.1.SOR-.PPNLNHM.v1)

Tracing to the Source of Quantization

Changwei Hu

Beijing Relativity Theory Research Federation, Beijing, China

Shanghai Senior Scientist and technician Association, Shanghai, China

Abstract: The physical interpretation of quantum mechanics has always been controversial, which stems from the lack of understanding of vacuum. Vacuum is not empty, and modern physics is describing the world through physical vacuum. Macroscopic vacuum is relatively simple, and relativistic effect is the lens effect of macroscopic vacuum. Micro-vacuum is quite complex, it can be compared to the infinite distribution of micro-lens array or grid. The particles travel through such a vacuum, and there are many possible paths for each step forward, which is just like what path integrals describe. Under the action of micro vacuum, particles will deviate from the positive direction of the starting point to the end point anytime and anywhere. The i in quantum mechanical equations is a representation of deviation characteristic.

Keywords: Quantization, Physical Interpretation, Ether (Physical Vacuum), Departure

1. Introduction

Quantum mechanics is a century old. As one of the two foundations of modern physics, it has achieved remarkable results. However, its achievements are mainly reflected in the quantitative description; the physical interpretation of it is still controversial. In a letter to his friends, Wheeler, a famous physicist, wrote: “December 2000 marks the centenary of the birth of the greatest discovery in physics, the quantum theory. And to celebrate it, I propose a title: Quantum Theory—Our Glory and Our Shame. Why glory, because the development of all branches of physics has the shadow of quantum theory. Why say shame, because a hundred years have passed, we still don't know the origin of quantization.” [1] This situation is not only a faint pain of the old problem, but also a germinating of growing point.

The debates among different viewpoints and schools have greatly promoted the development of quantum mechanics. At present, it has been basically confirmed that quantum mechanical effects are independent of the environment, the measurement and the order of experiment, etc.; the local hidden variable theory of determinism is not established. But this is not to say that quantum mechanics is a complete theoretical system [2].

At present, many scholars devote themselves to conceiving delicate mathematical models. This is often by opening up the dimensions of time and space, looking for new symmetries and so on [3] [4]. Some people have put forward the theory of multiple worlds [5], and even appeared the movement of “quantum mysticism” [6].

We believe that the main missing of quantum mechanics is its physical mechanism, which should start from its material basis to explore the source of

its quantization.

In the macro world, there is a clear distinction between object (the matter with mass) and vacuum. In the microcosmic world, particles and vacuum are closely related: vacuum is the ground state of quantum fields, that is, all quantum fields are in the lowest energy state; all kinds of particles are excited states of quantum field; positive and negative particle pairs can be produced or annihilated in vacuum. This means that particles and vacuum have the same materiality. Based on this fact, we believe that the strange effects of quantum mechanics are the manifestation of the interaction between microscopic particles and vacuum.

Quantum mechanics reveals that vacuum is not empty. But its description of the vacuum is drifting and hazy, and it is very complex and difficult to grasp. We find that the macroscopic vacuum is relatively simple, and we can clarify the relationship between the absolute space-time view and the relativistic space-time view. From this circuitous cut, the source problem of quantization may be better solved.

2. Macroscopic Vacuum and Space-Time View

We can deduce the Lorentz transformation by using the method of fluid mechanics without the precondition of the invariance of the speed of light. This process contains the logic of the matter having a substantial connection among things. And thus can reveal the physical mechanism of relativity [7] [8]. The process is quite simple: there is a transformation in fluid mechanics that transforms a compressible fluid into an incompressible fluid, and substituting it into the Galilean transformation, the Lorentz transformation can be obtained. In this process, the corresponding fluid is required to be a superfluid with infinite dis-

tribution, and the speed of sound is the speed of light. Such a fluid can only be a physical vacuum, which we call ether and establish the theory of compressibility ether [9]. To be more precise, light is the second sound in the superfluid ether.

The hydromechanics derivation of Lorentz transformation connects the Galilean transformation which expresses the absolute space-time view with the Lorentz transformation which expresses the relativistic space-time view; Linking the ether of the vacuum state with the space-time view. It shows that the ether is a compressible superfluid in absolute space-time view and its density is variable; In the relativistic space-time view, the ether is incompressible, that is, its density is invariable, and the speed of light is naturally constant. In fact, the four-dimensional space-time continuum of relativity is the ether, and the relativistic space-time is different from the absolute space-time, which is a space-time of materiality.

The characteristic of absolute space-time view is that the space-time standard is unchanged, but the speed of light will change with the density of ether. Due to the invariance of space-time standard, we can establish a rigid three-dimensional coordinate system and a one-dimensional time axis anywhere, which are the mathematical expressions of a relative space-time in the absolute space-time view.

The feature of relativistic space-time view is that the speed of light is constant, and the space-time standards can vary with the ether density in absolute space-time view. Therefore the absolute space-time view and the relativistic space-time view are two different space-time views in nature. The former does not consider the role of ether, is a pure, real space-time view, because the ether everywhere, quantitatively it will have a certain error; The latter is a material

space-time view that observe world through the ether, but it can be consistent with the experimental data, because the experimental process will inevitably be affected by the ether. So the relativistic space-time view, although somewhat distorted by the ether, is a fairly accurate quantitative description. In the case of low speed and weak gravitational field, the change of ether density is small, and its influence is as little as a flat mirror, so the absolute space-time view can be used to describe accurately enough. Under the condition of high speed and strong gravitational field, the change of ether density is greater, and its influence such as concave-convex lens, and thus relativistic effects occur. In other words, relativistic effects are the lens effects of ether, and they can be attributed to the density change effects of ether.

There are corresponding relationships between the relativistic space-time view and the absolute space-time view:

The relativistic unit length is proportional to the interval between adjacent particles of the ether in absolute space-time.

Relativistic unit time is proportional to the time interval that light passing through the interval of adjacent particles in the ether.

The gravitational field is an ether density field, and the absolute value of the gravitational potential corresponds to the ether density; gravitational field intensity corresponds to the ether density gradient.

The relativistic mass corresponds to the density increment (relative to the ground state) of the ether packet of the object.

The relativistic energy corresponds to the pressure increment (relative to the ground state) of the etheric packet of the object.

Ground state refers to the ether density in the vacuum where an object is

located, and different ether densities are different ground states. Then relativistic unit length, unit time, mass and energy can all vary with the ground state.

In the modern quantitative system, the speed of light has become a constant definition speed. This means that the relativistic space-time view is the cornerstone of modern physics. Therefore, the quantitative description of physics must follow the laws of relativity. On the other hand, because the relativistic effect is distorted by the ether, the real space-time view is the absolute space-time view, so we should interpret the physical mechanism of modern physics on the basis of the absolute space-time view.

3. Quantumization, the Lens Effects of Microscopic Ether

In the view of compressibility ether theory, relativity is the lens effect of macro ether; quantumization is the lens effect of micro ether. A lens, macroscopically, it is smooth; but microscopically, it will be rough. Similarly, the micro-ether will show a certain discreteness, and forming a micro-lens array of infinite distribution. Wilczek, the Nobel Prize winner in physics, believes that the ether in the modern sense is a grid [10], which is infinitely stacked and distributed. Quantitatively, the arrangement of the microlens array or grid is uniform everywhere and isotropic. The microscopic particles travel through such an ether ocean, its own ether field interacting with grids of ether, and there will be many new paths for it to choose with each step forward. So a particle starting from a definite initial state, it is impossible to reach another point along a definite orbit, but can travel through one of countless possible paths to the final state. The various possible paths have respective different probabilities. Its actual path is generally zigzag, but it should be continuous. This path is exactly

the same as that described by the path integral. Therefore, in our view, the three equivalent expressions of quantum mechanics, wave mechanics, matrix mechanics and path integral, what can best embody the essence of quantum mechanics is path integral.

Some people think that the motion of microscopic particles is sometimes discontinuous in leaps and bounds, such as quantum jumps. It is true that the image of a lens would appear to be jumping and discontinuous, but following and observing the particle itself, its track should be continuous. Scientists at Yale University carried out an experiment in 2019, and confirm that quantum jump is a continuous process [11].

Professor Jin Shangnian pointed out that the current theoretical system of quantum mechanics can be summarized as CMH + Q mode, CMH refers to the Hamiltonian theory of classical mechanics, Q refers to some form of quantization hypothesis. The establishment of path integrals is completely in line with this model.

In Hamiltonian Theory of classical mechanics, the action S appears as the integral of Lagrangian $L(\dot{x}, x, t)$ of the system with respect to the time between two nodes t_a, t_b :

$$S[x(t)] = \int_{t_b}^{t_a} L(\dot{x}, x, t) dt \quad (1)$$

The scheme of Path integral quantization is to assume that every possible path contributes to the phase, where the phase contributed by $x(t)$ is proportional to $\frac{1}{\hbar} S[x(t)]$:

$$\phi[x(t)] = ae^{\frac{i}{\hbar} S[x(t)]} \quad (2)$$

Then the probability $P(b, a)$ from the initial point x_a with time t_a , to

the end point x_b with time t_b is:

$$P(b,a) = \left| \sum \phi[x(t)] \right|^2 \quad (3)$$

summation for all a to b paths. In (2) and (3), all physical quantities except \hbar are classical physical quantities.

In wave mechanics, the quantization scheme is as follows: the Hamilton-Jacobi equation in classical mechanics is replaced by the Schrodinger equation in quantum mechanics, and the \hbar, i of characterization system quantization is as coefficient into the Schrodinger equation to realize. In matrix mechanics, the scheme of quantization is that the mechanical quantities are expressed by operators (after given representation, by matrix); the classical Poisson bracket is rewritten as the quantum Poisson bracket; and the \hbar, i of characterization system quantization appears in the operator. In comparison, the quantization scheme of path integral appears simple and intuitive.

4. Discussion

Modern physics gives people an abnormal and strange feeling, which comes from people looking at the world through the ether. Because people do not realize that ether is a matter, they unconsciously regard it as a physical space-time, thus forming the special effect of modern physics. On the other hand, the quantitative process is a comparison process among matters, and the quantitative standard must be based on a certain matter. The ether is everywhere, human beings live in it, so it is the best choice to connect the relevant criteria of time and space with the ether density. It is not a coincidence that our quantitative description must conform to relativity, but it would have certain limitations.

The expression of quantum mechanics cannot be separated from two spe-

cial symbolic \hbar and i . The role of \hbar in quantum mechanics is to express the particle nature of energy, which is basically clear; the role of i is still unclear.

The plural A , as you know, can be written as trigonometric or exponential expression by an angle ϕ that deviated from the X-axis: $A = r(\cos \phi + i \sin \phi)$, or $A = re^{i\phi}$. As a result, we believe that i represents the departure of direction in the motion process of microscopic particles, which is the basic reason causing probability or uncertainty. As shown in **Figure 1**, the positive direction here refers to the straight direction from the starting point a to the end point b. In the path integral, this departed angle $\phi = \frac{1}{\hbar} S[x(t)]$, it is a functional that can change at any time.

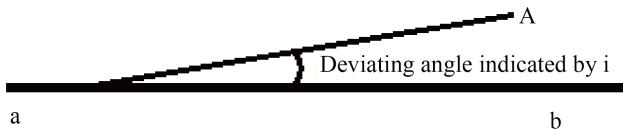


Figure 1. The angle of departure that can be expressed in the plural

Quantum mechanics is inseparable from mathematics, but mathematics can sometimes complicate simple problems. The collapse of wave function in particle measurement is one of them. In quantum mechanics, a moving particle is accompanied by a “wave of matter”, which can collapse instantaneously when it is observed. This can be calculated and explained by the decoherence of quantum entangled states, or by the method of density matrix as the disappearance of all its off-diagonal elements. But they all seem complex and mysterious. In fact, it is generally recognized that the matter wave of a moving particle is a probability wave of where the particle may appear. When a particle is captured by an instrument, its position is determined and its probability disappears. It is simple and clear to explain the so-called collapse of wave function by the disappear-

ance of probability.

References

- [1] Zizhong Zhu, Quantum Mechanics, Tsinghua University Press, p. 4 (2018).
- [2] Rukang Su, Quantum Mechanics (2nd Edition), Higher Education Press, p. 471 (2002).
- [3] Guoqiu zhao, Describe Quantum Mechanics in the Dual 4-dimensional Complex Space-Time, Modern physics, 3, 5, pp. 147-160 (2013).
- [4] Changpu Sun, New Progress in Fundamental Aspects of Quantum Mechanics, Physics, 30, 5, pp. 310-313 (2001).
- [5] Lan Ma, A Comparative Study of Quantum Mechanics Explanations from Multiple Horizons, PhD Dissertation of Huazhong University of Science and Technology (2009).
- [6] Robert P. Crease, Alfred Scharff Goldhaber, Quantum moment, POSTS & TELECOM PRESS, pp. 279-288 (2016).
- [7] Chang-Wei Hu. Derivation of the Relativistic Equations from Classical Continuum Mechanics on the Basis of a Macroscopic Vacuum, Physics Essays, Volume 27: Pages 375-379 (2014).
- [8] Chang-Wei Hu, The Logic Structure Deriving Lorentz Transformation, Scienceopen reprints, 11.13 (2019).
DOI: 10.14293/S2199-1006.1.SOR-.PPBEOMV.v1
- [9] Chang-Wei Hu, The Theory of Compressibility Ether, Modern Physics, 7(4): 112-133 (2017).

- [10] Frank Wilczek, *Lightness of Being: Mass, Ether and Unification of forces*, Brockmen Inc. (2009).
- [11] Z. K. Mineev and other, To catch and reverse a quantum jump midflight, *Nature*, 570, 200-204 (2019).

附录5

(Chang-Wei Hu, The Confusion of Modern Cosmology and the New Model, Scienceopen Preprints, 2019.10.22,

DOI: 10.14293/S2199-1006.1.SOR-.PPTYNQB.v1)

The Confusion of Modern Cosmology and the New Model

Changwei Hu

Beijing Relativity Theory Research Federation, Beijing, China

Shanghai Senior Scientist and technician Association, Shanghai, China

Abstract: Modern cosmology attempts to describe the overall evolution of the universe based on theoretical physics and astronomical observations. However, theoretical physics always has certain limitations of the times and a certain scope of application; astronomical observations also have certain conditions and errors, which leads to many perplexing problems in modern cosmology. In modern cosmology, the gravitational field is a "cosmic field" that can dominate the movement of the entire universe, which is worth to discuss; Hubble's law regards the cosmological redshift as the Doppler effect of light, which also has a certain one-sidedness. Based on the universal agglomeration phenomena of matter and the interval of the action of the field, the "mass discrepancy" phenomenon in the world of galaxies and Galaxies clusters is considered there is a new field different from the gravitational field, rather than the existence of dark matter, and proposed a multi-level hierarchical cosmic model.

Keywords: Modern Cosmology, Gravitational Field, Hubble's Law, Multi-Order Hierarchical Cosmic Model

1. Introduction

Human beings have been obsessed with thinking about the universe: how the universe was created, how its structure, and how it evolved. In ancient times, various ethnic groups all over the world created many mythological stories of the birth of the world; later, various cosmic models were gradually formed. There are geocentric theory in ancient Greece, heliocentrism of Copernicus, and Newton's infinite universe under the control of gravitation. After the birth of general relativity, people thought that it could solve the universe problem with its gravitational field equation, and proposed static cosmic models [1], steady state cosmic models [2] [3], big bang cosmic models [4], and so on. Now, the thermal big bang cosmic model, including Inflation theory, has become the current mainstream cosmology, and others basically have been denied.

As a science, modern cosmology is required not only by imagination. It should be able to give scientific explanations on the basis of theoretical physics; it must respect the objective facts observed. The development of thermal big bang cosmology is on the basis of the modern physics. It generally believed that there are three evidences for supporting the big bang theory: Hubble's law indicates that the universe is expanding; microwave background radiation is regarded as the afterglow of the big bang; the theoretical speculation of elemental hydrogen and Helium abundance is basically consistent with astronomical observations.

However, still there are many puzzling problems in modern cosmology. For example, its development process has the phenomenon of covering up old

problems with new difficulties; the dark matter and dark energy that are the key elements of modern cosmology, but what they are, still have nothing to know. Therefore, the big bang cosmology is far from a mature theory. As Professor Yu Yunqiang said: “generally speaking, the development of cosmology is still in its infancy. There are far more questions that cannot be answered than those already answered. The questions answered, their degree of reliability is varied. This is the true face of cosmology today.” Can it gradually mature and perfect, or is there a fundamental flaw that needs to be restarted? Let us make certain analysis and discussion.

2. The Problems and Roots of Modern Cosmology

Throughout the development process of the cosmology of the big bang, it is not difficult to find that it often conceals old difficulties with new difficulties.

In 1922, the Soviet mathematician Alexander Friedman discovered that there is a non-static solution to the general theory of relativity, which can be used to describe the expansion, contraction, and collapse of the universe, and may even be born from a singularity. In 1929, E.P. Hubble discovered that the apparent retreat velocity v of the extragalactic galaxies is proportional to the distance d , thus proposing Hubble's law: $v = Hd$, H is the Hubble constant. The combination of the two, the theory that universe originated from a big explosion of singularity came into being. But to explore the initial universe, there are four major problems: First, the problem of singularity, the singularity is the point where the material density is infinite, and all the laws of physics are invalid. It is unbelievable as the source of the universe. The second is the problem of sight. In the early universe, different sight could not communicate with each other by thermal signals or optical signals. Therefore, it cannot explain the universal

causal connection of the universe. The third is the problem of flatness. Such a big bang is difficult to form the flat universe we have seen. Fourth, the problem of magnetic monopole, after the big bang, the magnetic monopole will be produced at the intersection of different sight. They are numerous and of high quality and should have been discovered long ago, but in fact they have not found one.

In order to eliminate these problems, in the 1980s, the theory of “inflation” appeared. Its basic assumption is that during the period of large unified symmetry breaking, the universe experienced an unimaginable violent expansion, which makes a sight swell into our entire universe. In this way, except the problem of singularity, the other three problems are solved: because our universe is inflated by one sight, the problem of sight is no longer in existence; the magnetic monopole has become an individual phenomenon, and It's no surprise that we haven't found it yet; in inflation, the radius of curvature of the universe instantly becomes larger, so no matter how the initial universe bends, it will be straight after inflation. But what kind of picture is the so-called inflation? It was that in 10^{-33} seconds, the scale expanded by 10^{30} times. Such a description cannot even be conceived by myths, is it possible? This is a big problem that is even more unanswerable. In addition, such a velocity of inflation will be far beyond the speed of light, which is fundamentally contrary to the theory of relativity. In this regard, the academic community replied: The expansion of the universe is the expansion of time and space, which is different from the expansion of matter, so it can exceed the speed of light. This is a sophistry. We have long pointed out that [5] [6]: relativistic time and space is not a real time and space, but a material time and space. The real time and space is the existence of immateriality, and they are without the size and shape. How can they bend and swell?

In the inflation, the speed of production of baryonic matter is far behind the inflation velocity of “time-space”. Therefore, dark matter and dark energy become key elements of cosmology. The big bang cosmology claims that more than 95% of the matter in the universe is dark matter and dark energy. What exactly they are, so far no clear answer, which has become a big problem again.

Our universe is the result of inflation of an original sight. So, is there any other original sights? Will they also inflate into other parallel universes? Logically, of course, all of this is possible. Thus, modern cosmology actually degraded into local cosmology. Do parallel universes really exist, and what are they different from our universe? This is a big problem again!

Replacing old problems with new problems is just a matter of expediency. One possibility for this situation is that modern cosmology has flaws at the outset, or that its foundation is problematic. The theoretical basis of modern cosmology is general relativity; the experimental basis is cosmological redshift, cosmic background microwave radiation and so on. Do they have any problems? Yes.

General relativity is a kind of gravitational theory. It is regarded as the theoretical basis of cosmology, which means that the gravitational field is a “cosmological field” that can dominate the movement of matter in entire universe. There’s a problem with that. Generally speaking, any physics theory will have a certain scope of application, and general relativity will not be an exception. In fact, the force fields as an interaction have obvious interval action: inside the nucleus and nucleon, the color field as a strong interaction plays a major role; in the atomic world, the electromagnetic field occupies a dominant position; the role of the gravitational field is negligible in the microscopic world. Only in the world of the solar system, it dominates the movement of celestial

bodies. Since the gravitational field cannot play a significant role in the microscopic system, how can it be considered that it can dominate the universe? Microscopic, macroscopic, and cosmoscopic (which is an interval of larger by one level than the macroscopic) are artificially defined. It is envisaged that there is a special kind of intelligent creature on the electron. They can refer to the atomic world as their “macroscopic” and our macroscopic as their “cosmoscopic”. If our cosmoscopic field is just the gravitational field in the macroscopic, then their “macroscopic field” (electric field) can also be equated with their “cosmoscopic field” (gravitational field), but this is not true. Therefore, the gravitational field is only a macroscopic field; in the cosmoscopic system, there should be a cosmoscopic field, which is different from the gravitational field, and its role beyond the gravitational field. Actually Hannes Alfvén also insisted that gravitation does not dominate the universe on a large dimension [7]. This is true: in the cosmoscopic system of galaxy and galaxy groups and clusters, there is a phenomenon of “mass discrepancy”, which shows that the gravitational attraction of the baryonic matter of the galaxy is only about one-tenth of the gravitational force required. In this regard, some people think that Newton’s laws of mechanics have limitations, in the galaxy world, it should be properly corrected [8]; most people believe that there are a lot of unknown “dark matter”, but after long-term exploration in underground and space, nothing has been obtained so far. Both of these views are based on the gravitational field being the cosmic field. We believe that the phenomenon of “mass discrepancy” is the manifestation that there is interaction of the cosmoscopic field, rather than the existence of “dark matter.” Gravitational interactions still exist in the cosmoscopic system, but they have lost their dominant position, just as gravitational interactions exist in the microcosm, but only as supporting roles. We have made a preliminary attempt on the mathematical expression of the interaction of the cos-

cosmological field [6].

The cosmological redshift is closely related to Hubble's law $v = hd$ (v regression velocity, h Hubble constant, d distance). The velocity v and the distance d in Hubble's law are not directly observable. It is redshift and apparent magnitude that can be directly observed. The observed redshift quantity determines the retreating speed of the celestial body; and determining its distance through its apparent magnitude. Here, the cosmological redshift is completely regarded as the Doppler effect of light, which leads to the conclusions that the universe is expanding and existence of dark energy. Therefore, if the "cosmological redshift is the Doppler effect" is negated, also the expansion of universe and existence of dark energy would be negated.

If cosmological redshift is not a Doppler effect, what effect will it be? Many scholars believe that it is the energy dissipation effect of photons in the process of ultra-long-distance transmission [9] [10], which is possible. For example, the background radiation of the universe, the electromagnetic field in space, etc. may dissipate the energy of photons. We have pointed out that electromagnetic is the most basic excitation of superfluid ether, which makes the ether have a certain viscosity, and such dissipate light energy. In addition, the cosmological field can also dissipate light energy. This effect is continuous and basically uniform, and its accumulation form a cosmological redshift.

As for the cosmic microwave background radiation, its characteristics are the same as the black body radiation with an absolute temperature of 2.725 K. Blackbody radiation is the thermal radiation of an ideal object. It is a kind of radiation in thermal equilibrium. It is considered to be a product of the Big Bang, which is very doubtful. Any celestial body is constantly radiating, reflecting, refracting, and absorbing electromagnetic waves. In space, they turn

repeatedly from side to side, forming a cosmic background radiation is very natural. It can be seen as a macroscopic vacuum fluctuation in space, and the overall temperature of space. It was originally the case, and it will be the same in the future. Treating it as the dust of big bang is like a myth.

Modern cosmology is based on an unreliable theory; the so-called observational evidence is far-fetched. In our view, the current theoretical physics has great limitations and is far from enough to describe the entire universe. It is unrealistic to hope that a scientific explanation of the universe can be made on the basis of existing theoretical physics. The current astronomical observations and measurement methods also have great limitations, which are easy to cause misconception. In fact, there are quite a few people who question the Big bang cosmology [11].

3. Multi-Order Hierarchical Cosmic Model

The universe is endless, and can only be analog described step by step. Below, we propose a “multi-order hierarchical cosmic model”.

As early as the 18th century, the German physicist Johan Heinrich Lambert proposed the idea of clustering distribution of celestial body. He called the solar system the first level, the second level is the star cluster and the third level is the galaxy. In 1908, the Swedish astronomer Carl Wilhelm Ludwlg Charlier formally proposed a hierarchical cosmic model [12]. He pointed out that this model can eliminate the luminosity and gravitational paradoxes. Later, French astronomer Gérard de Vaucouleurs etc. developed the model [13] [14], stating that it could be used to explain the age of celestial bodies and to obtain proof of apparent clustering at least at the galaxies cluster level. But because the hierarchical cosmic model can't give “a scientific explanation to the universe based

on the theoretical physics” like the big bang cosmology. It is not taken seriously. In fact, such a description is more realistic, it shows the cosmic structure of the matter clustering. It actually appears as a segmentation of the object (the matter with mass): superclusters - galaxies clusters - galaxy - star clusters - solar systems - celestial body - objects - molecules - atom - nucleus - lepton, quarks.

The limitations of the hierarchical cosmic model are obvious: it does not involve interactions between objects. It has long been recognized that the basic form of existence of matter is not limited to tangible objects. It is generally believed that a field is a fundamental form of another matter, which is different from a tangible object, is able to transmitting interactions in a vacuum.

The vacuum is not empty. The physical vacuum, that is, the matter in vacuum state, is called ether, and the theory of compressibility ether is proposed by us [6]. It believes that the field is simply a form of continuous distribution of matter. It is described by mathematical gradients, divergence, curl, and so on. Some fields are based on tangible objects, such as water density field, atmospheric pressure field, etc.; some fields are based on the ether, such as gravitational field, electromagnetic field and other vacuum fields. Therefore, another basic form of existence of matter different from the object is ether rather than field. It is the ether that creates force field in a vacuum. The ether in vacuum state is without mass. The general matter with mass is called object.

It has been pointed out above that the range of action of the force field has a clear interval. If the universe is infinite, then we believe that there are a series of interval fields in the universe, which are dominant in a certain spatial scale range, namely some field interval, and the interval of the field action means that there are different interval field ethers. That is to say, there is more than one ether, and each interval field is created by the respective interval field ether.

The theory of Interval field ether makes the various interval fields equal in materiality. But in fact, in our understanding, the gravitational field has a special status. For example, the mass as the gravitational charge represents the amount of an object; whether it is electric force, magnetic force or other force that causes the object to accelerate, it always appears to exist a gravitational field in the coordinate system that is relatively static with the accelerating object. What is going on here? The situation is this: the ancients living on the earth, because they do not understand the true face of other planets, and thus regard the earth as the main body of the universe, the sun, the moon, and the stars are only the decorations of the universe; likewise, because human is living in the gravitational field interval, and did not realize the existence of other interval fields, and inadvertently regarded the gravitational field ether as the only interval field ether. The idea that a certain interval field ether is regarded as the only interval field ether is referred to as “the field ethericity”. That is, what human now hold is the material view of the gravitational field ethericity, or what the material phenomena that people can recognize are all the manifestation of the gravitational field ether. The color field, the electric field and the cosmoscopic field are not real interval fields, but some manifestations of the gravitational field ether under the action of the corresponding interval field.

There is a question that has puzzled people: why the material phenomena in macroscopic world of human living are so clear and intuitive, but in the microscopic and cosmoscopic systems, that is not the case, where there are wave-particle duality, uncertainty principle, cosmological redshift, quasars and other strange phenomena, Is this the favor of nature for humans? Now, there is an answer to this: the special phenomenon of the microscopic and cosmoscopic systems is due to the fact that people use the gravitational field ethericity to describe the material phenomena in the adjacent field interval, which is caused by

the interaction between the interval fields. Obviously, the farther this description leaves own field interval, the more the material phenomena is “distorted”, and inevitably there is a limit. This is the truth: what we hold is the knowledge of the gravitational field ethericity, which makes the gravitational field ether have a special position. The light propagating by the gravitational field ether, its wave velocity in the vacuum is regarded as the limit velocity, which is constant, and based on this, forms the space-time theory of the quantitative description of the gravitational field ethericity, namely the relativistic space-time theory. We use the insight of gravitational field ethericity to look at the “smallest” lepton and quark, etc., they can only be considered as “point” particles. If we use the insight of microscopic field ethericity to look at them, those particles will not be point particles, they would have internal structure and are separable. Therefore, if the objects in all field ethericity are connected, this generalized series of objects will be infinite.

The physicist D. Bohm, his ideas of explicate order and implicate order [15], can be clarified and expanded here: in the microscopic world, we familiar various physical particles and electromagnetic fields, color fields, etc. constitute the explicate orders. They are constantly affected by the microscopic interval field. This affect as a implicate order is difficult for us to directly perceive. They guide the microscopic particles in the form of imaginary waves, thus producing wave-particle duality, quantum etc. microscopic special phenomena. Similarly, in the cosmoscopic system, the celestial bodies as explicate order would certainly be affected by the implicate order caused by the cosmoscopic interval field. The cosmological redshift, quasar, etc. can be seen as some manifestations in this respect.

The relativistic space-time theory is a time-space theory of the quantitative

description of the gravitational field ethericity. When people use the gravitational field ethericity to describe the microscopic system, the special relationship caused by the implicate order of the microscopic system should be treated by quantum mechanics. The combination of quantum mechanics and relativity can describe the microscopic material phenomena well. Similarly, in the cosmoscopic system, the cosmoscopic implicate order also causes some quantitative relationships that are difficult to understand intuitively. Therefore, we believe that in the gravitational field ethericity just as quantum mechanics be used to coordinate the theory of relativity to quantitatively describe the microscopic system, a special “cosmoscopic mechanics” should be established. In this way, it can better cooperate with relativity to reveal the mystery of the cosmoscopic system.

Now, we name the relevant interval as follows: the gravitational field interval is the macroscopic; the interval larger than the macroscopic, but can be described by the gravitational field ethericity is the cosmoscopic; the interval smaller than the macroscopic, but can be described by the gravitational field ethericity is the microscopic; greater than the cosmoscopic is called super-cosmoscopic; smaller than the microscopic is called super-microscopic. The super-cosmoscopic and super-microscopic is currently not recognizable by human beings. **Figure 1** is a schematic diagram of this aspect.

The contradictory universality of things determines the infinite diversity of the forms of material existence. We believe that not only the existence form of object and interval field ether are infinite, but the basic existence forms of matter are also infinite. The interval field ether is a basic existence form of matter that is higher by one order than the object. Above the interval field ether, there may be the basic existence forms of matter of more high one order, high second

order, and so on. This kind of assumption makes us have a rough outline of the material structure of the whole universe: the generalized object is infinitely separable; the interval field ether divides the infinite series of generalized object into field interval series that there are the property differences among the interval field ethers. In this infinite series of field ether, it can be further divided into a material layer that is more high one order than the interval field ether and so on. For such a cosmic material structure, we call it a “multi-order hierarchical cosmological model.”

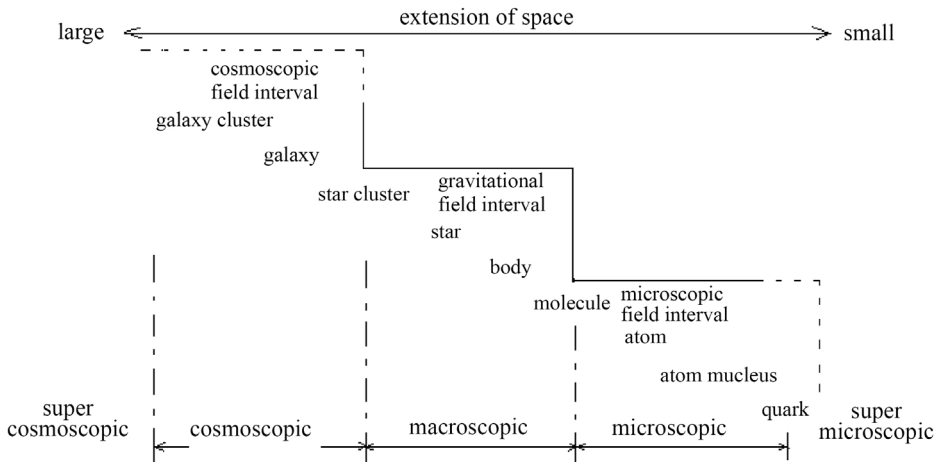


Figure 1. The relationship between object hierarchy and filed ether hierarchy

In fact, in the partial material world, there is also a “multi-order hierarchical” phenomenon. Take the plant world, in the long-term evolution process, plants have formed countless species. Above the species, it can be divided into genus; above the genus, it can be divided into family; above the family, it can be divided into order, and so on. These “species”, “genus”, “family”, “order”, etc. represent some basic characteristics of plants. The local material world is limited, the universe is infinite, and the material structure of the entire universe

should be an infinitely extended “multi-order hierarchy”.

4. Summary

The theoretical basis and observational evidence of modern cosmology have certain unreliability, which is frustrating, or difficult to accept, but not surprising, because science is endless, and both physics theory and observation methods would have certain limitations. The universe, as the whole of all existences, is infinite in time, space, and the forms of matter. We can only gradually recognize and constantly approach the truth of the universe.

In the past, the mainstream cosmology always thought that it could describe the whole universe, and inadvertently put a certain material form in the center of the universe, and thus, can all be classified to the “central cosmology”: Aristotle's cosmology is the earth center theory; Copernicus's cosmology is the center theory of the sun; the hierarchical cosmology is the center theory of object; Newton and Einstein's cosmology based on general relativity are the center theory of gravitational field and so on. They are all very one-sided. Every part of the material world is constantly moving and evolving, but the all-encompassing universe cannot be created or destroyed as a whole.

References

- [1] A. Einstein, Cosmological Considerations in the General Theory of Relativity. *Math. Phys.* 142-152 (1917).
- [2] H. Bondi, T. Gold, The steady-state theory of the expanding universe, *MNRAS*, Vol. 108, p. 252 (1948).
- [3] F. Hoyle, A new model for the expanding universe, *MNRAS*, Vol. 108, p.

- 252 (1948).
- [4] Lemaître, G. A Homogeneous Universe of Constant Mass and Growing Radius Accounting for the Radial Velocity of Extragalactic Nebulae. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*. 91(5): 483-490 (1931).
- [5] C. W. Hu, Derivation of the Relativistic Equations from Classical Continuum Mechanics on the Basis of a Macroscopic Vacuum. *Physics Essays*, 27, 375-379. (2014). <https://doi.org/10.4006/0836-1398-27.3.375>
- [6] C. W. Hu, The theory of compressibility ether, *Modern physics*, 7(4): 112-133 (2017). <https://doi.org/10.12677/mp.2017.74013>
- [7] B. Ekeberg, Cosmology Has Some Big Problems, *Scientific American*, April (2019).
- [8] M. Milgrom, Does Dark Matter Really Exist? *Scientific American*, August, pp. 30-37 (2002).
- [9] T. Chang, D. G. Torr, A Tentative Explanation of Cosmological red Shift [J]. *Paired and Interacting Galaxies*, NASA, Conference Publication 3098: 491 (1990).
- [10] Yu Benli, *Is The Cosmos Actually Finite or Infinite?* Hongkong Tianma Publication Ltd. (2004).
- [11] E. Lerner and other, Bucking the big bang, *New Scientist*, May 22, (2004).
- [12] C. V. L. Charlier, *Ark. Mat. Astron. Fys.*, Vol. 4, p. 1 (1908).
- [13] G. de Vaucouleurs, The Case of a Hierarchical Cosmology, *Science*, 167(3922), pp. 1203-1213 (1970).

- [14] H. Alfvén, On Hierarchical Cosmology, *Astrophysics and Space Science* 89(2): 313-324, January (1983).
- [15] D. Brown, *Wholeness and the Implicate Order*, Routledge, ISBN 0-203-99515-5. (1980).

\$9.00

ISBN 978-1-64997-031-2

50900



9 781649 970312