

狭义相对论的困难

李学生 (Li Xuesheng)

山东大学副教授, 理论物理教师, 中国管理科学院学术委员会特约研究员, 北京相对论研究联谊会会员, 中国民主同盟盟员 (作者为中国科学院高能物理所研究员)

xiandaiwulixue@21cn.com, 1922538071@qq.com

Abstract: 相对论和量子力学的提出, 是20世纪物理学的两个划时代的里程碑, 相对论和量子力学理论以前所未有的深度改变了人们的世界观, 然而由于它们的基本概念与人们日常生活经验如此不同, 诞生伊始至今, 对于相对论和量子力学原理的诠释存在持续不断的争论. 由于理论的发展和认知理念的进步都应该遵从循序渐进的规律, 而爱因斯坦却实现了一次大的跨越, 在公众消化和接受他这些全新观念的过程中, 出现一些偏差完全都是可以理解的. 相对论和量子力学是近代物理学的两大理论支柱, 它们的提出推动了人类科学技术的迅猛发展, 可以预料再今后相当长的一段时间内, 这两种理论还将会处于统治地位并得到进一步发展. 但相对论提出后的近100年, 一直受到不少人的反对, 其中包括一些著名物理学家. 但一种科学理论遭到如此多人的反对在科学史上还是少见的, 托勒密的地心说尽管是一个错误的理论, 但在当时它还是符合人们的直觉经验的, 在逻辑上还是自恰的, 用托勒密的地心说进行一些历法计算还是相当准确的.

[Li X. 狭义相对论的困难. *Academ Arena* 2017;9(16s): 192-205]. (ISSN 1553-992X). <http://www.sciencepub.net/academia>. 8. doi:[10.7537/marsaaj0916s1708](https://doi.org/10.7537/marsaaj0916s1708).

Keywords: 物理学; 力学; 因果; 分析; 数学; 方法

1、物理学界对于狭义相对论的批判

相对论和量子力学的提出, 是 20 世纪物理学的两个划时代的里程碑, 相对论和量子力学理论以前所未有的深度改变了人们的世界观, 然而由于它们的基本概念与人们日常生活经验如此不同, 诞生伊始至今, 对于相对论和量子力学原理的诠释存在持续不断的争论. 由于理论的发展和认知理念的进步都应该遵从循序渐进的规律, 而爱因斯坦却实现了一次大的跨越, 在公众消化和接受他这些全新观念的过程中, 出现一些偏差完全都是可以理解的. 相对论和量子力学是近代物理学的两大理论支柱, 它们的提出推动了人类科学技术的迅猛发展, 可以预料再今后相当长的一段时间内, 这两种理论还将会处于统治地位并得到进一步发展. 但相对论提出后的近 100 年, 一直受到不少人的反对, 其中包括一些著名物理学家. 但一种科学理论遭到如此多人的反对在科学史上还是少见的, 托勒密的地心说尽管是一个错误的理论, 但在当时它还是符合人们的直觉经验的, 在逻辑上还是自恰的, 用托勒密的地心说进行一些历法计算还是相当准确的. 这个学说在统治人们一千多年的漫长历史过程当中, 绝大部分人还是认同的, 这说明托勒密的地心说具有可理解性. 那么相对论为什么得到如此多人的反对呢?

(1) 英国国家实验室时间频率部主任艾森博士“物理学家对相对论的态度普遍是并不理解它, 但它既获公认想必不会错. 必须承认我过去也这样”.

(2) 原相对论者丁格发现相对论大谬不然后毅然反戈一击, 疾呼“科学处在十字路口”.

(3) 大多数物理实验学家如拉海利、艾弗斯、沙迪、格兰纽父子、马林诺夫和帕帕斯等都不认同相对论.

(4) 国际著名科学家、诺贝尔物理学奖折桂者阿耳文痛斥相对论“不过一小摆设”, “抹煞了科学与伪科学之间的界线”.

(5) 得克萨斯大学终身荣誉物理学教授伯纳斯称相对论是“一场灾难”, “是改变盲目迷信相对论的时候了!”

(6) 著名理论物理学家卢鹤绂院士耄耋之年冲破重重阻力, 向世界推出“向 Einstein 挑战”的檄文后留有遗言: “一般编辑部不敢登这篇文章, 他们迷信 Einstein, 怕人家说他们不懂物理学.” 卢鹤绂格物研究所所长, 加拿大福特贸易公司总裁卢永亮于 2004 年 6 月 11 日在北京相对论研究联谊会首届年会上的讲话《挑战爱因斯坦相对论的前前后后》中指出, 卢鹤绂院士在研究中发现爱因斯坦相对论有许多不足之处.

(7) 原国务委员、国家科委主任、全国政协副主席、中国工程院院长宋健大胆质疑 Einstein, 呼唤青年科学家敢于创新: “整整 100 年前, Einstein 在他发表的那篇震惊世界科学界的关于狭义相对论的论文

中，曾经提出过一句名言：不可能存在任何大于光速的运动。当今的科学界将此称为光障。然而，宋健说，这个外推至今并没有任何直接试验的证明。近年来航天技术的发展，已经促使科学家们细察和反思：为什么飞船不能超过光速呢？”【1】相对论将参考系作为整个物理学描述体系“基准”的这个“基准”建立在真空光速不变这个普通的物理学事实之上。在相对论的词典里，空间和时间只具有相对的意义，而真空光速不变则具有绝对的意义。真空光速不变是整个物理学描述体系的基准。当时，Kretschmann 对 Einstein 数学游戏的批评是：“普遍协变的假设对物理定律的物理内容没有提出什么主张，而只不过是关于它们的数学表述的一些意见而已。”Einstein 是和这个见解完全一样的。……“由于等效原理，引力只能唯一地通过 g_{ik} 来描述，而后者——(g_{ik})不是无关于物质而给定的，它们本身就是场方程所决定的。”(W·泡利著《相对论》第 202 页) Einstein 在 1922 年就真空光速不变原理写道：“相对论常遭指责，说它未加论证就把光的传播放在中心理论的地位，以光的传播定律作为时间概念的基础。然而情形大致如下：为了赋予时间概念以物理意义，需要某种能建立不同地点之间的关系的过程。为这样的时间定义，究竟选择哪一种过程是无关重要的。可是为了理论只选用那种已有某些肯定解的过程是有好处的。由于麦克斯韦与洛伦兹的研究之赐，和任何其他考虑的过程相比，我们对于光在真空中的传播是了解得更清楚的”。

(8) 英国赫尔大学梅利·达宁-戴维斯教授指出当今物理学权威们固守于相对论的一般性理论，对于向狭义相对论提出的论据充分的科学异议，不是依科学的论据予以封杀，而是通过将 Einstein 教条地崇拜成越来越宗教化的偶像的方式予以封杀。著名理论物理学家韦斯雷博士说的对：“相对论时代已告终结”。

(9) 英国国家实验室时间频率部主任艾森博士：“物理学家对相对论的态度普遍是：并不理解它，但它既然获得公认想必不会错。必须承认直至近年我也一直这样。”他经过钻研，终于发现相对论“是自相矛盾漏洞百出的”。

(10) 著名的物理学家康特(W.Kantor)剖析了 60 多个相对论“实验验证”的第一手资料后认为：全都基于错误的方法或无效的逻辑。

(11) 毛泽东于 1974 年与李政道谈话时表示，他完全不能理解对称在物理学中会被捧到如此高的地位。毛泽东也反对相对论，还曾经成立过一个反相研究小组。

(12) 著名理论物理学家卢鹤绂院士耄耋之年冲破重重阻力，向世界推出“向 Einstein 挑战”的檄文后留有遗言：“一般编辑部不敢登这篇文章，他们迷信 Einstein，怕人家说他们不懂物理学。”

(13) 中国科学院力学研究所郑铨研究员从 1961 年就反对狭义相对论，自费出版多部反相对论专著。

(14) 航天工业部高级工程师，国际相对论问题专家许少知发表文章说：必须重新评价“相对论”。文中详细列举了反对相对论的种种理由。

(15) 1995 年，在美国匹兹堡世界应用物理大会上，5 千多位与会者的热门话题不是什么新发现或新发明，而是“物理学还有没有发展的前景？”1997 年在德国科隆物理学研讨会惊呼：“物理学正处在宛如开普勒三大定律拯救天文学之前夜”！1998 年在圣彼得堡由俄罗斯科学院等主办的自然科学基本问题国际学术会上，300 多与会者取得共识：当代科学基础理论问题严重，相对论漏洞百出……。

(16) 中国科学院物理所郭汉英研究员说过：“相对论体系存在有待验证的假定，基本原理不够完善，相互之间存在不协调；理论和时空观念都有需要改进之处。物理学并不是一个已完成的逻辑体系。相反，它每时每刻都存在着一些观念上的巨大混乱。科学发展的历史正预示着，一场新的变革正在酝酿，并且迟早会到来，物理学正面临新的挑战、酝酿新的突破。”

(17) M.F.Maqie 前美国科学协会主席马吉认为：按照相对论的说法，时间和空间是由速度决定的，但速度又需要由时间和空间来确定，这里还存在着一个逻辑循环的毛病。我相信，现在没有任何一个活人真的会断言，他能够想象出时间是速度的函数。也没有一个活人愿意下这样的赌注：他坚持自己的“现在”是另一个人的“将来”，或是其他人的“过去”。

(18) 前苏联物理学家季米里亚捷夫说过：从物理学的观点来看，相对论理论至少也是健全的理智不能立即接受的。从 Einstein 中得出的符合实际的全部结论，能够而且常常成功地借助其他理论用简单得多的方法得到，而且这些理论丝毫不包含任何不可理解的东西，与 Einstein 理论所提出的要求也毫无相似之处。

(19) 象丁格那样相对论的反叛者越来越多，批评相对论的国际学术活动更是高潮迭起频繁有加；自然哲学联盟、非正统哲学联盟和物理促进协会等“非正统”学术团体一个个相继问世；批评相对论的学术期刊如 Galilean Electrodynamics, Apeiron, Hadronical Journals 和 Physics Essays 等犹如雨后春笋，批评相对论的学术论文专著势如潮涌。国际学术组织自然哲学联盟每年都在北美召开多次“向当代物理学和宇宙学挑战”学术报告会或研讨会。张元仲教授说：“他的几个推论是不能同时应用的，只能是-----也可以等价的用。”俄科学院等主办的批评相对论的国际学术会已连续举行了 6 届，一届比一届规模更大、更隆重……正如美国

著名《能源》和《伽利略电动力学》杂志主编贝克曼(P.Becmann)教授所总结的：“从加拿大到南非，从欧洲到澳大利亚，从圣彼得堡到北京……相对论在‘空前成功’了近90年后仍遭到如此广泛的抵制”，声势之大为历史所未见。1971年在London出版了《An introduction to the theory of relativity》一书，作者W.Rosser【3】在书中多次说：“我们并没有声称狭义相对论是绝对正确的；在将来任何时候，它很可能又被某一个与实验结果符合得更好的新理论所代替”。2004年R.Bluhm【4】论述了“Lorentz对称性的破缺”；而A.Kostecky【5】介绍说，科学家们仍在努力搜寻各种背离相对论的实例，即使是微小的偏离。也有激烈挑战的，例如英国理论物理学家J.Magueijo【6】曾提出光速可变(VSL)理论。其实，几十年来批评相对论的大有人在，其中有一些是国际知名的物理学家【2, 7, 8, 9, 10】。

狭义相对论不能对径向多普勒效应做出合理的解释。多普勒现象是：光源远离观察者时光谱红移，迎向时则蓝移。相对速度愈大频移愈甚。笔者认为径向多普勒效应可以从时空平权理论来解释，光源远离观察者时光谱红移——距离增大，相当于时间减缓，因此频率减少。

(20) 北京相对论研究联谊会名誉副会长，中国科学院高能物理研究所前所长，美国《格物》杂志名誉总编，《高能物理与核物理》杂志总编郑志鹏研究员明确指出：对于相对论研究，应该允许有不同意见，让不同意见的人发表看法。我们提倡‘百花齐放，百家争鸣’的方针，摆事实，讲道理，不抓辫子，不扣帽子，不打棍子，不进行人身攻击，这才是正确的态度。什么事情都应该讲究创新，那能够一成不变。对于相对论研究，也应该这样。只要拿出事实来，用实验来证明，有科学的依据，我们就应该承认。对于相对论不能说‘不’字，这才是不正常的。

(21) 《2010年自然科学根本问题国际大会》主席安巴斯米尔诺夫教授的闭幕词有中肯的概括：麦克斯韦尔方程组具有伽利略变换的协变性，而对于爱因斯坦错误推导出的洛伦茨变换则不能保持协变；因此我们不需要洛伦茨变换。许多企图直接证明时间缩短和空间收缩的实验都得出否定的结果。必须建立全新的理论。爱因斯坦相对论带给物理学的最大损害之一是，许多物理学家用相应的数学概念混淆空间和时间。闵可夫斯基的人为的四维时空即将烟消云散。现代物理学的基础已经破碎，它的大厦正在垮塌。现代物理学正处于危机之中。这个危机比一百年前的危机还要严重。

论争百年的爱因斯坦相对论的正误问题，让一代代物理学界、哲学界以及非专职学术领域的莘莘学子为之呕心沥血而又茫然若失——无论是主流学派还是非主流学派人士都深受困扰而又难以释然，这种不即不离、难分难解的局面和学术纷争硝烟弥漫的景象随着网络时代光临全球，这方面的论争与较量更趋白热化……之所以如此，其原因就正如爱因斯坦本人早在1921年接受一家荷兰报纸记者采访时所说的：“无论在这儿，还是在那儿，人们根本不理解我的理论，这难道不会对我有一个很愚蠢的印象吗？我相信，真正吸引他们的是不理解所带来的神秘性；这使他们印象深刻，因为它具有神秘的诱惑力。”【11】

参考文献：

- 【1】孔晓宁. 天赋人责——聆听宋健院士一席谈. 人民日报海外版,2005年01月12日,第二版.
- 【2】Davies P, et.al. Cosmology: black holes constrain varying constants[J]. Nature, 2002, 418: 602~603.
- 【3】Rose W G V. An introduction to the theory of relativity[M]. London: Butterworths, 1971; 中译本: 岳曾元、关德相译, 相对论导论. 北京: 科学出版社, 1980.
- 【4】Bluhm R. Breaking Lorentz symmetry[J]. Physics World, 2004,17(3):41~46.
- 【5】Kostecky A. The search for relativity violations[J]. Scientific American, 2004,(9): 74~83; 中译: 武晓岚译, 找相对论的碴. 科学, 2004, (11):67~75.
- 【6】Magueijo J. Faster than the speed of light[M]. Perseus Publishing, 2003. 中译本: 郭兆林译, 比光速还快[M]. 台北: 大块文化出版公司, 2004.
- 【7】Dingle H. The case against Special Relativity[J]. Nature, 1967,216: 119~122.
- 【8】Dingle H. Science at the crossroads[M]. London: M.Bryan & O'Keefe, 1972.
- 【9】Essen L. The error in the special theory of relativity[J]. Nature, 1969,217: 19.
- 【10】Essen L. The special theory of relativity, a critical analysis[M]. Oxford: Oxford Univ. Press, 1971.
- 【11】John D.Barrow. 作为图标的爱因斯坦【J】//爱因斯坦与物理百年 (year of physics a celebration in chinese). 北京: 北京大学出版社, 2005:13.

2、狭义相对论天空的“两朵乌云”

爱因斯坦把物理理论分为“构造理论”和“原理理论”。他认为：原理理论“应用分析而不是综合的方法。其出发点和基础不是假设的要素，而是经验上观察到的现象的一般性质、一般原理；从这些性质和原理

导出这样一些数学公式,使其用于每一自身出现之处。”“原理理论的优点,是它们逻辑上的完善,和它们基础的稳固。”“相对论是一种原理的理论。”(《时间、空间和引力》)但是,相对论体系其实却包含着许多重要的“假设要素”。

狭义相对论天空存在着“两朵乌云”,这是Einstein发现的:第一朵乌云——在狭义相对论中,Einstein采用了“欧氏几何对于确定绝对刚体的空间位置是正确的”这个假设,并采用了惯性系和惯性定律,从而给出力学相对性原理。因此在力学相对原理的推论中起着基本作用的是绝对刚体的概念。欧几里得几何学公理之一:几何图形、几何体可以在空间中移动,但是它们的形状和大小是绝对不变的。这意味着,几何图形、几何体具有刚性,几何图形、几何体内任意两点的距离始终保持不变,几何图形、几何体内各点相对静止。Einstein认识到运动体系具有时空特征,使物理学的发展更进一步,可惜他的思想受“绝对刚体的概念”的制约,以至发生判断性的失误,即若以运动体系为参考系,则该体系原有的时空特征将消失得无影无踪——相对性假说。这个重大的失误把“运动质点具有时空特征”的概念推到非心非物的唯心主义泥塘中,因而所得的结论也是个真实与表观的混血儿;也正是这个失误使得近代物理学自相对论及量子力学后进展十分迟缓。1923年,Einstein提交哥德堡北欧自然科学家会议的报告中曾经指出,“**在力学相对性原理的推论中起着基本作用的是绝对刚体的概念**”;并且他还意识到,“把全部的物理研究建立在绝对刚体的概念上,然后又用基本的物理学定律在原子论上再建立刚体的概念,而基本的物理学定律又是用绝对刚体的概念建立起来的,这在逻辑上是不正确的。我们之所以指出这种方法论上的缺欠,是因为这种缺欠也同样存在于我在这里所概述的相对论中”;同时他也承认,“由于我们还没有充分认识大自然的基本规律,以致不能够提出一个更为完善的方法来解脱我们的困境”。

1923年,Einstein提交哥德堡北欧自然科学家会议的报告中又意识到这种做法有着缺欠,而且这个缺欠存在于整个相对论中。是的,把全部的物理学研究建立在绝对刚体的概念上,然后又用基本的物理定律在原子论上再重新建立刚体的概念,而基本的物理定律又是用刚体的概念建立起来的,这在逻辑上是不正确的。同时他也承认,“由于我们还没有充分认识大自然的基本规律,以致不能够提出一个更为完善的方法来解脱我们的困境”。可惜的是,一直到他去世也没有找到解脱这个困境的办法。这个问题就这样挂起来了,而且一挂就是近百年。爱因斯坦沿用了牛顿力学关于“刚性量杆”服从欧氏几何的假定。这是一个非常重要的“假设要素”,相对性原理就包含着这个“假设要素”。我们知道,几何源于测量。我们还知道,在几何公理体系下,只要把欧氏几何的第五公设稍加改动,我们就有另外两种与之几乎完全平权的几何:罗巴切夫斯基几何与黎曼几何。对于这两种几何,同样可以引入进行测量的“刚性量杆”。只不过,“刚性量杆”的长度与坐标距离之间的关系不再是欧氏关系,而是相应的非欧关系而已。这样,选取欧氏“刚性量杆”,而不是罗氏或者黎氏“刚性量杆”就是一种“假设的要素”。其实,高斯和罗巴切夫斯基都曾经做过大尺度的测量或者天文观测,以求得到大尺度的三角形内角之和是否为180度,也就是说,是满足欧氏几何还是非欧几何。只不过,在一定精度下,他们的结果仍然是180度。然而,在原则上,这个“假设要素”的真伪,是可以由实验或者观测加以判断的。

第二朵乌云——在狭义相对论中,任何事物都随观察者的不同而不同。它还包含下面两层意思:一个是每个观察者都只承认自己的结论正确,其他观察者的结论不正确;另一个是所有观察者都对。想在两个观察者中决定谁是正确的,既没有经验上的方法,也没有理论上的方法。这就是相对论的相对性。很明显,这个观点与经典天体力学中的观念相矛盾。

“Einstein 自从量子力学革新了物理学中的思想方法以后,到他逝世为止,一直想要保持经典天体力学中的观念,即一个系统的客观物理状态必须跟观察它的方式完全无关。虽然 Einstein 坦白地承认,他对这方面达成一个完整的解答的希望到目前为止尚远未满足,而且他还没有证明这一观点的可能性,他认为这是一个有待解决的问题。(W. 泡利的《相对论》补注 23)”不排除相对论与其它学科的认识存在严重矛盾的情况。也许在过去我们过多地在相对论中自言自语,缺乏与其它学科认识的比较研究。或者说相对论的革命并不彻底普遍,在相对论中推翻了的观念在其他学科中依然成立,这必然导致矛盾冲突。

3、对于光速不变性原理的争论

在相对论中最难理解的莫过于真空光速不变原理了,其实这一原理是正确的:只要将那个运动的坐标系不要看成绝对坐标系,而是一种运动着的物质系统,光进入该系统后,由于光子与该物质系统内的某种更为细腻的物质——真空量子相互作用,使得光依然以光速运动,也就是说光子与它产生相互作用的邻域真空是一个不变量,这就是真空光速不变原理(请参考:广义相对论引论,王仁川,合肥:中国科学技术大学出版社,1996年)。

有人总结说:20世纪初物理学上空的“两朵乌云”,不仅未消,如今反倒平添了许多。A.Einstein 与波尔

(N.Bohr)关于量子力学那场辩论给人们留下了深刻的印象, A.Einstein 对量子力学的主要指责是其关于物质规律的描述是不完备的,可是当我们考察狭义相对论时(以下简称相对论),会产生一种与 A.Einstein 当年看待量子力学时相似的感觉,即相对论存在有某种过多地人为任意性,而并非大自然的本来面目.具体而言,这是指 A.Einstein 本人也不得不承认的“相对论常遭指责,说它未加论证就把光的传播放在中心理论的地位,以光的传播定律作为时间概念的基础”;另外还指他也意识到的光的传播定律与相对性原理的抵触.

在爱因斯坦的光速不变原理中,包含了另外一个重要的“假设要素”:单程光速不变.有关“以太漂移”以及光速测量的所有实验的分析表明,作为“经验上观察到的现象的一般性质、一般原理”而言,不包含重要假定的原理应该是“空间闭合回路的平均光速不变”,或者“往返平均光速不变”.其实,要测量“单程光速”,必须把在起点和终点的钟事先对好;然而,用什么来对钟呢?如果不采用其他假定,就只能用光讯号.但是,要测量的就是单程光速,于是这就陷入逻辑循环.爱因斯坦当然非常清楚这一点.如何解决呢?他认为,必须采取“约定”.其实,“约定”就是一种基于实验,而又高于实验的“假定”.有没有实验可以验证这个“假定”的真伪呢?至少到目前还没有!除了上述这两个重要的“假设要素”之外,狭义相对论中还存在其他“假设要素”.和牛顿力学一样,狭义相对论的基础也是惯性系和惯性运动的存在.无论在洛伦兹-彭加勒的理论中,还是在爱因斯坦狭义相对论中,都无法解决惯性运动和惯性系的起源.在理论上,这正是爱因斯坦突破狭义相对论,发展广义相对论的重要原因之一.物理理论必须在其建立的过程中,在所需要的一系列循序渐进的推理过程中处处都应该符合逻辑,反向推演的过程也应该处处能合理解释.即使这样,这也不能保证这个理论的正确,还必须经过实验的验证.

有人认为:在狭义相对论中光速只是作为传递信号的速度出现的,没有用到光的任何特殊性质.如果将传递信号的速度由光速改为声速,将基本假设中的真空光速不变原理改为声速不变原理:在彼此相对作匀速直线运动的任一惯性参照系中,所测得的某一特定状态的物质中的声速都是相等的.将公式推导过程中的光信号改为声信号,光速改为声速,那么就会得出任何物体的速度不能大于声速的结论,这种荒谬是十分明显的.子弹的运动速度超过声速、飞机的速度可以超过声速.正常情况下,人可以用眼睛通过光线来研究和了解世界,而盲人和蝙蝠则依赖声波来研究和了解世界.如果狭义相对论是正确的话,那么盲人和蝙蝠就会得出任何物体的速度不会大于声速的结论.其实这种观点是错误的,原因如下:1、只有光不需要依靠介质来传播,能在真空中传播的只有光,而声音的传播严重地依赖介质,在星际空间(它还并非是真空中!),声音无法传播!从而,对于星空的观测和探测,只能依靠光!2、通常光速远高于声速,光的频率远高于声音,作为测量信号,其测量精度、分辨率远高于声音;3、光速的稳定性也远胜声音:光在空气中的传播速度与在星际空间的传播速度几乎是一样的;而声音在空气中的传播速度受气压、湿度和温度的影响.4、人是陆生生物,在陆空中光传播远而快,衰减小,声音则相反.故人体发展的光探测器——眼睛,其灵敏度、分辨率远高于声探测器——耳朵:通过光,眼视可以正确判别颜色、方位、远近、大小,物体的种类、性质、状态,甚至判别其运动速度;而通过声音,耳听仅能大致判别声源的方位、远近,物体的种类、性质.作为物理测量,人类选用光而不是声音是必然的.通过望远镜和粒子探测器、光电探测器,人类在不断探测广阔的宇宙空间奥秘;通过显微镜、粒子探测器、云雾室、胶片摄影,人类在不断探测微观世界的奥秘,不用光,而用声音,行吗?!用文字保存、传播人类的文明(包括科学),远距离(包括星际)传输信息,不用光,而用声音,行吗?!甚至生命体内部的信息传递和控制依赖的也是电磁信息(神经电脉冲和化学信息),而非声信息!盲人的听觉比视力正常的人的听觉是要强,但绝不会有蝙蝠那么好!在光线充足的场合,盲人从声信息获得的信息绝对不会比视力正常的人从视觉获得的光信息那么丰富,这就是为什么盲人总希望自己有一双正常的眼睛来观察世界!

Einstein 认为应该假设每一个空间点都有一个时钟,但这仍与真空光速不变原理相互矛盾.作出保持真空光速不变的同时面是不可能的,因此相对论的真空光速不变退缩到局域.相对论的弯曲时空并不能通过曲线坐标反映出来,因此每一点有一个时钟,仍然不能表示相对论的四维弯曲时空.相对论没有自恰的时空,广义相对论用的坐标系还是经典坐标系,即用一个时钟表示时间,而且没有 Lorentz 时空变换的坐标系.著名物理学家康特(W. Kantor)剖析 60 多个实验的第一手资料后有结论:全都基于无效的逻辑或错误的方法.

光速问题的争论还将无休止纠缠下去,如不过好三道坎:(-)、电动力学问题与光行差、多普勒效应等一类“纯观察”现象不同,属动力学,因而是无法用狭义相对论来解决的.因此,电动力学的所有实验都不可作为这一“原理”的“验证依据”.史实表明,“质速关系”和“质能关系”等早已在 1905 年前出现;(-)、迈克尔逊-莫雷(1887)实验只是否定以太论并证实:在光源所在的参照系中光速各向同性总为 c ,但不能证实相对于一切惯性系都各向同性总为 c ; (=)、德·西特关于光速与源速无关的著名双星观察论据,有严重的逻辑漏洞,是

不可为据的. 甚至连大多数的相对论支持者都承认迄今尚未实验观察到 Lorentz 收缩: “一涉及广延体就出问题……相对论性静力学、热力学、流体力学, 至今尚未建立令人满意的理论框架.” 由于相对论是在假设真空光速不变, 从 space-time 关系出发推出运动物体相对性效应的, 而引起真空光速不变的真正原因却没有交待. 这种从“关系”到“事物”的理论隐藏着严重的缺陷. 人们围绕这“真空光速不变”“Lorentz transformation”展开了激烈的争论.

笔者认为光速不变性原理不可能在狭义相对论框架内解决, 前面笔者提出了光速不变性原理有一定的实验基础, 后面笔者将分析正是引力的传播速度是定值 c , 才决定了光速是 c .

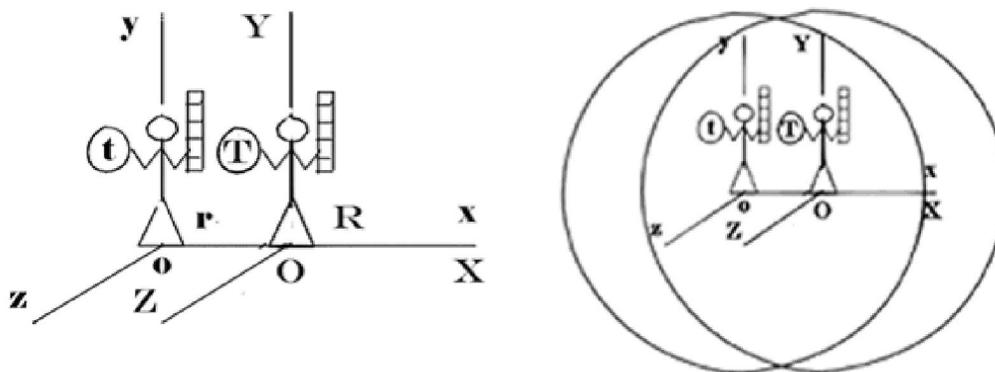
相对论认为, 光速和源速无关, 和测量光速者的运动速度无关, 这要求光速必须是无穷大, 也许正因为如此, 爱氏坦言“光速在我们的物理理论中扮演着无限大速度的角色”【2】1905年, Einstein 在德国《物理学纪事》杂志上发表《论动体的电动力学》论文, 提出了狭义相对论. 狭义相对论是以两个前提假设为基础提出来的. “以下的讨论将以相对性原理和真空光速不变原理为依据. 这两条原理我们定义如下: ①物理体系的状态基以变化的定律, 同这些状态的变化是以两个彼此作相对匀速运动的坐标系中的哪一个为参考, 是无关系的. ②任一条光线在“静止的”坐标系中都以确定的速度 V 运动, 不管这条光线是由静止的还是由运动着的物体发射出来的. 【3】电磁波在真空中的传播速度等于电量的电磁单位与静电单位的比值.

Einstein 真空光速不变原理的原话是: “诸如此类的例子, 以及企图证实地球相对于‘光介质’运动的实验的失败, 引起了这样一种猜想: 绝对静止这个概念, 不仅在力学中, 而且在电动力学中也不符合现象的特征. 倒是应当认为, 凡是对力学方程适用的一切坐标系, 对于上述电动力学和光学的规律也一样适用. 我们要把这个猜想提升为公设, 而且还要引进另一条在表面上看来同它不相容的公设: 光在空虚空间里总是以一确定的速度 c 传播着, 这速度同发射体的运动状态无关. 由这两条公设, 根据静止物体的麦克斯韦理论, 就足以得到一个简单而又不自相矛盾的运动物体电动力学.”

Einstein 提出的真空光速不变有两种假设, 一种是假设光波在空间中的传播速度与光源运动状态无关; 另一种假设是光波相对观测者的传播速度与观测者运动状态无关. 这两种假设紧密相连, 接受前一种假设, 就必须承认后一种假设, 反对后一种假设, 也就必须否认前一种假设.

Einstein 的狭义相对论作为出发点的基本前提是: 静止状态与恒速运动状态并不能由这个系统或那个系统的观测者用任何电磁学或者力学的实验进行区分. 狭义相对论的内容可以归结为一句话: 一切自然定律必定受到这样的限制, 使它们对于 Lorentz transformation 都是协变的. 在狭义相对论中, Einstein 还给出了真空光速不变假定的如下数学形式: 设有相对作匀速直线运动的两个运动参照系 r 、 R (以下简称为 r 、 R 系, 参见图二), r 、 R 系分别由直角坐标系 $oxyz$ 和 $OXYZ$ 构成, 两个直角坐标系的 x 、 X 轴重合, y 、 Y 轴和 z 、 Z 轴均平行, r 、 R 系在 x 、 X 轴方向以一定的速度匀速远离, 在两个坐标系原点 o 、 O 分别有持时钟和量尺的观测者, r 、 R 系的观测者使用自己的时钟和量尺测得的 r 、 R 系远离速度均为 u .

在上述情况下, Einstein 继续假定, 在两个坐标系原点 o 、 O 重合, r 、 R 系观测者所持时钟时间 $t = T = 0$ 时, 在 r 系原点 o 处有一个点光源发出了一个球面光波, 这个球面光波以光速膨胀为球形. 在球面光波膨胀过程中, r 、 R 系的观测者各自使用自己的时钟和量尺测量球面光波的膨胀运动.



图二 爱因斯坦给出光速不变假定的情况

在这种情况下，r 系观测者测得的球面光波运动情况是：球面光波以光速 C 膨胀为球形，在球面光波膨胀过程中，球面光波的球心始终是 r 系的原点 o 点。在 r 系观测者所持时钟显示的时间为 t，r 系观测者使用量尺测得的球面光波任一点坐标为 x、y、z 的情况下，r 系观测者使用时钟和量尺测得的球面光波膨胀运动可以表述为如下数学方程

$$x^2+y^2+z^2 = C^2t^2$$

与此相应，R 系观测者测得的球面光波运动情况是：球面光波以光速 C 膨胀为球形，在球面光波膨胀过程中，球面光波的球心始终在 R 系原点 O 点。在 R 系观测者所持时钟显示的时间为 T，R 系观测者使用量尺测得的球面光波任一点坐标为 X、Y、Z 的情况下，R 系观测者使用时钟和量尺测得的球面光波膨胀运动可以表述为如下数学方程

$$X^2+Y^2+Z^2 = C^2T^2$$

以上两个数学方程就是真空光速不变假定的数学形式。

在给出了上述真空光速不变假定的数学形式之后，以之为基础，Einstein 推理出了 Lorentz 变换，也就是 r、R 系的坐标变换关系和时间变换关系：

$$X = \gamma(x-ut)$$

$$Y = y$$

$$Z = z$$

$$T = \gamma \left(t - \frac{ux}{C^2} \right)$$

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{u^2}{C^2}}}$$

Einstein 对 Lorentz 变换给出的解释是：对于一个点物理事件，在 r 系研究者使用本系时钟和量尺测得的物理事件的坐标和时间为 (x, y, z, t) 的情况下，R 系研究者使用本系时钟和量尺测得的物理事件的坐标和时间为 (X, Y, Z, T)，(x, y, z, t) 和 (X, Y, Z, T) 的量值关系由上述 Lorentz 变换给出。

厄瓦耳(Ewald1912)和俄辛(Oseen1915)的消光定理 (Extinction theorem) 认为：一个从真空中的以光速 c 传播的入射电磁波进入色散媒质内，那么它的场就被感生偶子场的一部分所抵消（从宏观角度上看也就是被电极化强度 P 的一部分抵消的。且被另一个波所代替，这个波以表征媒质的相速度传播，入射波因干涉而消失，数学分析得知对这个过程是在有限的一段距离上发生的，由于真空波和媒质波有着不同的相速度，两者经过这段距离之后就会有明显的位相差，当频率为 ω 时，相位差是 $\Delta \phi = \omega(n-1)x/c$ 式中 n 为折射率，x 为这个距离。这里请你们要注意的是，入射波是干涉消失的，而不是吸收，所以，在这里我们讨论的是相位！因为计算难度和相对复杂性，在这里我们给出一些数据：对于 n 约为 1.5 的玻璃和波长为 650nm 的可见光得出的消光定理距离约为 $2 \cdot 10^{-7}m$ ；对于空气中的 1MeV 的 γ 射线消光定理距离约为 0.73m；而可见在星际空间传播时的消光定理距离则长达 2 光年左右。从上面的各种情况下的消光定理距离可以看出，不管光离开其光源时速率多大，由于媒质的介入，一个新的扰动来替代他，这个扰动的频率与光原光频率相同，但却以媒质的特征相速度来传播。这时，对媒质的光学性质进行修正以后，相对于媒质静止的观测者测得的光速都将等这种媒质中的光速，使得源的运动和光相对于源的速率无关。这样就使得关于 Einstein 第二个设定的所有早期实验和许多近代实验的验证全部因为消光定理而失效。1964 年，瑞士日内瓦的欧洲联合核子研究中心，高能中性 π 介子衰变中产生的 6KMeV 光子，测量 80M 路上的飞行时间来确定这里光子的速率， π 介子是用 19.2KMeV 的质子轰击铍靶产生的，他们的速率是 0.99975C，这个速率是由同一事件的带电 π 介子速率推算而来的，利用射束的 r-f 结构来计时。得出源速相当快、甚至接近光速时发出的光子速率依然是 C，实验误差在 1.3×10^{-4} 左右。实验是把以速度 v 运动的氢离子做为运动光源，通过观测运动氢离子沿与 v 成 a 角方向和沿 $180^\circ+a$ 角方向上辐射电磁波的波长，则可知道这两背向传播电磁波波长的乘积与观测角 a 之间的关系，实验若证实两波长的乘积与观测角 a 变化有关，则可肯定真空光速不变假设成立。相反，若实验证实两波长的乘积是与观测角 a 的改变无关，实验结果就应看做是支持 $c = c(1-(k_0 \times u/c)^2)^{1/2}$ 式成立的证据。

1938 年，Ires—Stuwell 所做的氢极隧射线实验与上述实验有区别，他是把沿 $180^\circ+a$ 角方向传播的光线用反射镜反射 180° 后，在同一侧同时观测两电磁波的波长。如果真空光速不变假设成立，应观测到两波长的平均值与氢离子静止时辐射电磁波的波长之比等于 $1+v^2/2c^2$ 。如果 $c = ck_0 \times u$ 式成立，应观测到两波长的平均值与氢离子静止时辐射电磁波的波长之比应等于 $1+v^2/2c^2 - v^2 \sin 2a / 4c^2$ 。Ires—Stuwell 所做的实验是观测角 a 约为 7° 时的结果，对于此角度而言，实验结果也并非与 $1+v^2/2c^2 - v^2 \sin 2a / 4c^2$ 相矛盾。因此，必须在 v 一定

时验证两波长的平均值与 a 之间的关系，而不是在 a 较小时验证两波长的平均值与 v 之间的关系。否则，就不能说真空光速不变假设已被实验所证实。“各种检验真空光速不变性的实验都只证明了回路光速的不变性，并没有证明光速的不变性。”【1】由于几乎所有实验都包含光的往返，由于存在着抵消，不能消除光速方向上的差异。按经典理论我们可以说光在不同密度介质中传播速度不同，但是这个不同绝对不是光的传播速度改变了，而是光的传播方向改变了，使光在原来传播方向上的分速度改变了。

参考文献：

【1】张元仲著《狭义相对论实验基础》（科学出版社，1979年9月第一版，第19~20页）。时至今日仍然未见有证实真空光速不变的实验报道。

【2】[美]约翰·施塔赫林编，Einstein 奇迹年，范岱年等译，上海：上海科技教育出版社，2001，106—107。

【3】德国《物理学纪事》1905年第4系列第17卷第895—921页，参见蔡怀新等编译《Einstein 论著选编》，上海人民出版社，1973年。

4、对于 Lorentz transformation 的争论

爱因斯坦所说：每个重大进展都带来了新问题，揭露了更深的问题。对于物理学发展起奠基作用的伟大理论，我们有这深厚的情结，如牛顿的引力定律，爱因斯坦的相对论，然而随着理论的发展，物理理论危机也不断涌现，甚至有不少过去认为正确的理论，成为需要重新考虑的问题。如库恩所说，危机是新理论出现的前提条件。我们需要发挥创造性来建立新的理论。科学是一本写不完的书。

众所周知，狭义相对论仅仅从真空光速不变原理与相对性原理出发，展开了狭义相对论的空间时间变换、相对论力学（核心是质速关系与质能关系）、相对论电动力学，其最重要的不变性是 *Lorentz* 变换下的不变性。此不变性贯穿于狭义相对论的始终，使狭义相对论成为高度协调一致的优美的物理理论。然而，事有一利者必有一弊，数理逻辑的 *Gödel* 第一不完全性定理告诉人们，一个包含初等数论和一阶逻辑的形式系统 P 如果一致，则 P 一定是不完全的，一定至少存在一个不可证明的命题 A ， A 与 $\neg A$ 在 P 中都不可证明。由于狭义相对论自始至终坚持 *Lorentz* 变换下的不变性，按照 *Gödel* 定理，它必不完备，其中至少存在一个命题 A ， A 与 $\neg A$ 在其中不可证明。

倪光炯在《近代物理》中指出：“声波在空气中的传播速度，不管发声体的运动状态如何，这个声速在静止的空气中朝各个方向传播的速度都是 330m/s。当我们站在静止的空气中，声源朝着我们运动时，声调变尖，即声波频率升高；而当声源离开我们运动时，声调变得低沉，即声波频率降低。这种现象叫做多普勒效应。但是，不论哪一种情形，声波的传播速度 w 是一样的。如果换一种布置，声源静止在空气中，而我们自己朝着（或离开）声源以速度 v 运动，听到的声音变尖（或低沉），这时的多普勒效应一样，但是我们测量相对于我们的声速却变了，前一种情况是 $w+v$ ，后一种情况是 $w-v$ ”。

由于光速对所有惯性系不变的要求，描述惯性系 $(1+3)$ 伪欧氏空间是 Minkowski 空间，惯性系之间的 space-time transformation，即 Minkowski 空间中的 space-time 坐标变换只能是 Lorentz transformation。如果考虑两空间的 space-time 原点不重合，则它们之间是 Poincare transformation。虽然相对论成功地解释了一些物体高速运动现象，但是它所推出的相对性效应的关系式却是一个发散型函数，在运用到物理实验过程中却总是出问题。例如，在确定高速运动粒子能量时，总会遇到能量发散的困难，以后虽然用重新定义静止质量的办法，通过“重整化”避免了危机，但这种数学形式上的弥补，只是掩盖了表面矛盾，物理实验中的真实矛盾并没有解决，如：量子色动力学(QCD)理论预言，在极端相对论性的原子核碰撞中会产生高温高密夸克-胶子等离子体(QGP),众多国家花大力投入了实验探索。最近却发现理论和实验研究中“还存在着诸多不确定因素”。QGP 是否存在还是个问题。狭义相对论中相对性的原理虽然可以确定两个惯性参照系的地位是等同的，也可以确定任何一个惯性参照系都可以作为时间测量的标准，但是从这一任意的标准参照系去进行实际观测另一个惯性参照系的时间，我们没有任何的理由确定这两个参照系中的时间单位一秒就是确定的恒值，而没有差异。

笔者认为后面通过把引力质量和电磁质量区分开来，可以成功地解决这个矛盾，电磁质量不满足笔者认为 Lorentz transformation。

相对论性重离子碰撞实验中出现的种种困难，最终归结为：“碰撞中发生了 Lorentz 收缩吗？”“如何检验？”70年代提出“惯性约束”，用强激光引发微热核聚变。20多年过去，最近的实验结果是：现有最佳装置的中子产出额远远低于理论估计值。问题竟是：“熵不守恒时相对论性流体力学方程”究竟应该取什么形式？【1】

根据洛伦兹变换运动的长度在运动物体方向上收缩是指四维物体的是收缩,迈克尔逊的光干涉实验已经证实了这一点.不要推广它的适用范围的原因:第一、四维洛伦兹变换和光速、以及真空光速不变紧密相连.它可以直接脱胎于电磁学,法国彭加勒是第一个给出该变换的人.真空光速不变——它的物理意义就是表述大范围的电磁空间是零曲率的空间.第二、四维洛伦兹变换不能适用于引力方程.洛伦兹变换几乎征服了物理学现有的每一个分支,就是偏偏征服不了引力学.20世纪30年代后随着非线性和分维物理学分支的迅速广泛崛起,洛伦兹变换均被挡在门外.进一步地研究也发现引力空间是最简单的非线性空间——即不等于0的负曲率的空间.这样才划定了洛伦兹变换的适用范围是所有零曲率的空间的物理学分支.

中国科学院理论物理研究所的郭汉英教授认为:“对于这些惯性坐标系而言,没有自身优越的速度、时间没有方向性等等.对于我们的实验室而言,只要根本不管引力和宇宙学效应,Minkowski时空和Poincaré不变性就是相对论性物理学的理论和实验分析的框架.所有实验,只要不涉及引力和宇宙学,与此符合得非常好.”“然而,如果在这个实验室中又要进行与引力效应有关的实验、进行天文观测或者进行与宇宙背景有相互作用的实验——而且恰恰就是要测量这些相互作用的效应,那么,这类实验室中的观测者就同样会发现:河外星系红移表明宇宙在膨胀,而宇宙膨胀给出了时间箭头;微波背景辐射大体上可以代表宇宙背景空间的性质,不过要扣除我们的实验室相对于微波背景辐射的漂移.对于这类与宇观效应相关的实验和观测的结果的分析必定表明:Einstein的狭义相对性原理对于这类效应不再成立;时间反演和时间平移不变性不再存在.”

笔者后面将要分析大爆炸理论是错误的,微波背景辐射需要重新分析,这样该矛盾就迎刃而解了.

参考文献:

【1】庄一龙.《世界上严肃的科学家冷眼看待相对论》.

5、Lorentz transformation 的困难

《自然杂志》19卷4期的‘探索物理学难题的科学意义’的97个悬而未决的难题:51.双生子佯谬能否解决?52.穿洞佯谬能否解决?53.滑落佯谬能否解决?54.柔绳佯谬能否解决?55.直角杠杆佯谬能否解决?56.静止长度上限佯谬能否解决?57.运动物体视在形象佯谬能否解决?58.长度缩短的应力效应佯谬能否解决?在科学史上,没有一个理论会象相对论那样产生那么多的“佯谬”,如twins paradox、柔绳佯谬、直角杠杆佯谬、艾伦菲斯特(Ehrenfest)佯谬、哥德尔(Gödel)佯谬等.【3】量子色动力学(QCD)理论预言,在极端相对论性的原子核碰撞中会产生高温高密夸克-胶子等离子体(QGP),众多国家花大力投入了实验探索.最近却发现理论和实验研究中“还存在着诸多不确定因素”.QGP是否存在还是个问题.相对论性重离子碰撞实验中出现的种种困难,最终归结为:“碰撞中发生了洛伦兹收缩吗?”“如何检验?”70年代提出“惯性约束”,用强激光引发微热核聚变.20多年过去,最近的实验结果是:现有最佳装置的中子产出额远远低于理论估计值.问题竟是:“熵不守恒时相对论性流体力学方程”究竟应该取什么形式?拟用超导超级对撞机“模拟宇宙大爆炸的时空和物质状态”,为的是“验证”由相对论衍生出来的宇宙爆炸理论.花几百亿美元巨资猜的这个谜还是离不开相对论.直接观察时钟速率变慢的实验是在1971年海弗尔和凯汀用原子钟完成的.他们把铯原子钟放在飞机上,分别向东和向西绕地球飞行一周后,返回地面与一直静止在地面上的原子钟比较读数,发现向东飞行的原子钟慢了59毫微秒,向西飞行的原子钟快了273毫微秒.在这个实验中,飞机上的原子钟,在飞机飞行过程中处在地球上空的不同高度,即处于不同的引力势.因此,原子钟的速率变慢的数值包含着地球引力势差引起的引力红移效应.把这种引力效应扣除之后,这个实验的结果与狭义相对论的时间膨胀预言符合,精确度接近10%. (摘自自然杂志1979年2卷2期76页作者张元仲)

1. 双生子佯谬在1911年4月波隆哲学大会上,法国物理学家P.朗之万用双生子实验对狭义相对论的时间膨胀效应提出了质疑,设想的实验是这样的:一对双胞胎,一个留在地球上,另一个乘坐火箭到太空旅行.飞行速度接近光速,在太空旅行的双胞胎回到地球时只不过两岁,而他的兄弟早已死去了,因为地球上已经过了200年了.这就是著名的twins paradox.《自然》杂志就把它列为97个至今悬而未决的物理学难题.二带同种电荷的小球,因静电斥力和万有引力而达到力平衡,二小球同时高速运动旁观者认为:二小球高速运动,质量增加,引力变大,距离必然拉近.二小球认为:二小球相对静止,质量不变,引力不变,距离必然不变.

根据狭义相对论,对同一个物理过程,在与其相对静止参照系中测量的时间最短,而在与其有相对运动的参照系中测得的时间将比在物理过程本身进行的参照系内测得的时间(原时)长.那么对于A留地球,B乘坐宇宙飞船出去再回来这个过程,在A看来,在B出去再回来这个过程,他所经历的时间应该比B经历的时间长;而对B来说,在和A分离到再见的过程,他经历的时间应该比A长,这时就无法区分到底谁更年轻.但我们需要注意的是,A,B在整个过程中并不都处于相同地位的参照系中,相对于整个宇宙,地球的加速度

是比较小的，这里我们忽略这个加速度的影响，而 B 从地球到离开，到在回来，需要经过加速离开地球，以一加速度调头返回地球，到达地球后减速见到 A，B 处于一个非惯性参照系中，具有加速度，这个是可以真正地“延长”时间的，而 A 则始终处于地球，一个近似的惯性系中，所以当 B 返回地球后，B 应该比 A 年轻。或者另外地说，B 能够感觉到自己速度的变化，但 A 感觉不到。可是根据广义相对论的基本原理，物理规律对于任何参考系都成立，对于 A 而言 B 不是惯性系，对于 B 而言 A 不是惯性系，仍然有矛盾。有人利用广义相对论解释 twins paradox，因为在引力场中时钟延缓（加速运动的物体可以产生引力场）；也有人按照 Minkowski 三角形不等式解释“twins paradox”。1959 年 James Terrell 在《物理评论》杂志上发表论文，指出尺缩效应的形象是人们观测物体上各点对观察者参考系同一时刻的位置构成的形象，常称为“测量形象”。【1】？“若他们始终不离开自己的惯性系，这是‘一去不复返’的相对运动。他们从分手开始便‘永别了’。因此，到底哪个年轻是无法比较的，也就无从考察，得不到任何确切结论。”【5】人教 1979 年出版的《物理学导论》(美国人：F.J.Bueche 著) P126 中的一段关于时间相对论效应的示例：“半人马座 α 星是距离我们太阳系最近的恒星，距离是 $4.3 \times 10^{16} \text{m}$ ，光速 $c = 3 \times 10^8 \text{m/s}$ ，所以光从地球到达该星的时间是 $1.43 \times 10^8 \text{s}$ 。也就是 4.5 光年，往返一次就是 9 光年，当宇宙飞船以 $0.999c$ 往返该星时，所需要的时间多长？”书中说“按照地球时钟计算，往返一次需要 9 年。飞船上的时钟似乎走得慢些，相对论因子是 $\sqrt{1-0.999^2} \approx 0.045$ 。因此飞船上的时钟把 9 年指示为约 0.4 年，所以对于宇航员来说往返只需要 0.4 年，约 5 个月”因此得出“宇航员有一个孪生兄弟留在地球上，在上述旅行过程中，地球上的孪生兄弟大了 9 岁，而宇航员在往返旅程中只渡过了 5 个月。”这就是兄弟佯谬。四川大学物理与技术学院的博士生导师吕教授告诉记者，相对论是建立在大量实验基础上的，理论上谁都可说它对或错，但它对错的关键是，能否找到一个自然现象或一个实验和它矛盾，如果能找到，可以顺着这个方向研究下去，如果找不到，仅从理论上去论证它对或错意义不大。

2. 飞船佯谬【6】：贝尔(Bell)的飞船佯谬说的是，两个飞船用一根弦紧拉着。起飞前两飞船上都备有校准了的钟和发动机的操作程序。两飞船同时起飞，并各自按同样的操作程序加速减速。现在的问题是，弦会不会被拉断？也就是说飞船之间的距离是否变化？

3. 梯子佯谬【7】：梯子佯谬也叫杆仓佯谬或车库佯谬。它说的是一个梯子平躺着快速穿过一个比它的静止长度还短的库房。在库房看来，运动的梯子长度收缩，所以有一段时间梯子完全在库房内，可以将梯子关在库房里。而在梯子看来，库房在运动。本来库房就短些，再加上长度收缩，库房的长度就更短了，所以库房不能包容梯子，没有时间可以关门来关梯子。这显然是一对矛盾。

4. 转碟佯谬【8】：埃能菲斯特(Ehrenfest)的转碟佯谬说的是，一个以角速度 ω 绕轴旋转的碟子，碟子的静止半径为 R_0 ，旋转的半径为 R 。因为半径与运动方向垂直，长度不收缩，所以 $R = R_0$ 。另一方面，碟子边缘的运动速度为 $v = R\omega$ ，由于长度收缩，所以周长应为 $2\pi R = 2\pi R_0(1-v^2)^{0.5}$ 。由此可得 $R < R_0$ ，这与 $R = R_0$ 显然矛盾。

根据相对论的质速关系，实物粒子的全部引力质量随速度的变化而变化，但是在可变的引力质量中又存在着粒子的固有引力质量（或静止引力质量），如何解释两者之间的物理机制呢？虽然 Lorentz transformation 矩阵不包括引力质量，

$$\text{Lorentz} = \begin{pmatrix} \gamma & -\beta_1 \gamma & -\beta_2 \gamma & -\beta_3 \gamma \\ -\beta_1 \gamma & 1 + A \beta_1 \beta_1 & A \beta_1 \beta_2 & A \beta_1 \beta_3 \\ -\beta_2 \gamma & A \beta_2 \beta_1 & 1 + A \beta_2 \beta_2 & A \beta_2 \beta_3 \\ -\beta_3 \gamma & A \beta_3 \beta_1 & A \beta_3 \beta_2 & 1 + A \beta_3 \beta_3 \end{pmatrix}$$

式中 $A = (\gamma - 1) / \beta^2$ ， $\beta_1 = v_1/c$ ， $\beta_2 = v_2/c$ ， $\beta_3 = v_3/c$ ， $\gamma = (1 - \beta^2)^{-0.5}$ 。当运动速度沿 X 轴时，就化为普通形式。速度引起的引力质量的增加是狭义相对论效应，但是时钟延缓与长度缩短也是狭义相对论效应。

瞬时固有系，是瞬间与质点保持相对静止的惯性系，如果质点的速度不断改变，瞬时固有系也不断替换，它与其质点永远保持相对静止的固有系之间，没有相对速度只有相对加速度。根据狭义相对论在一个质点的瞬时固有系中观察一个质点的运动，不存在狭义相对论效应。笔者认为狭义相对论效应应当为瞬时效应，对于速度不是累积效应。根据场的 space-time 本质的观点，引力质量、时间、空间的狭义相对论效应是同一的。孪生子佯谬的一种版本已被围绕地球在相反方向上飞行的两台精确的钟表的实验所验证。当它们重新相遇时，

向东飞行的钟表流逝的时间稍微短一些。【4】

太空站在太空停留了 15 年。按狭义与广义相对论的叠加结果太空钟会有明显的走时误差。为何没有人对太空站的时钟问题大事炒作呢？假设在一个惯性参照系中测量一个物体的长度，物体由静止开始加速，直到 $c/2$ ，然后匀速运动一段距离后开始减速，直到静止。根据 Lorentz transformation，物体的长度开始与最后应该相等。可是运动物体的长度缩短，由于物体一直在运动，因此物体最后的长度应该最短，这显然存在着矛盾。在狭义相对论中，物理规律在不同的惯性参照系中是一样的，但物理量在不同的参照系中可能不一样，例如运动物体在其运动方向上的长度将比其静止长度小，可以说是观测效应，因为从测量的含义上去理解，这的确是因为光速不为无穷大（而且任何信息传播速度不得超过光速）的原因，但这也是本质规律，是因为从前面一句话可以看出，这是必然会得出的结论，是规律性的。当开始由静止做加速运动，当速度达到 $0.99c$ 时开始加速到静止，开始和最后的长度是相等的，因为根据上面的话，运动方向上的动长是和运动相关的，只有它运动，它运动方向的动长才会比静止长度小，如果它运动又静止了，那么它的长度就是静长，当然和原来的相等。设想一个物体先从静止做加速运动然后做减速运动到静止，在这整个过程里，其运动方向的长度应该是先变小，到速度最大时运动方向动长最小，然后又逐渐变大，最后恢复到静止时长度。时间变换也符合洛伦兹变换，为什么现代物理学的实验证明（譬如 μ 子绕地运行）具有累积效应？或许有人认为狭义相对论适用于匀速运动，加速运动应当利用广义相对论解释，可是为何利用原子钟绕地球高速运动（加速运动）时钟减缓，寿命的延长，说明狭义相对论的正确？在长度测量实验中，每时每刻都有速度，长度应当缩短，为何必须用广义相对论呢？因此在 μ 子和介子实验中， μ 子和介子作有加速的圆周运动，实验证实作这样运动的 μ 子和介子的平均寿命大于静止 μ 子和介子的平均寿命，并不能说明狭义相对论的正确。如果一个微观粒子作匀速圆周运动，其寿命在延长，但是长度不变，这一点可以用实验验证。直到 1959 年，特雷尔(j.Terrell)在一篇文章中才指出：不对！Lorentz 收缩是看不到的。原因很简单：同一时刻从运动物体各点发出的光一般不能同时到达观测者的瞳孔；反之，同时到达瞳孔的光一般也不是同时发出来的。【2】实际上质子碰撞等实验表明运动粒子是全方位膨胀的。

一个航天飞船以 $4/5$ 光速从左向右掠过地球。一束光脉冲从座舱的一端发射出并在另一端被反射回来。在地球上的和在航天飞船上的人分别对光进行观察。因为航天飞船的运动，他们在光返回的旅行距离上意见不同。因为按照 Einstein 关于对所有自由运动的观察者光速相同的假设，他们在光花费多少时间飞行上的意见也应该不同。

“潜水艇悖论”指的是这样一种理论假想情况：首先假设一艘完全浸没在海里的潜水艇，相对于海水静止时能不升不降地正好保持平衡，然后在假设它在与海面平行的方向上以接近光速行进。基于物体的长度在运动方向上收缩的相对论效应，在海面上相对于海水静止的船上的观察者看来，潜水艇本身会收缩，密度会变大，并最终下沉。但潜水艇上的船员们看到的却是飞速向后的海水在收缩，密度在变大，他们会认为：由于海水密度变大后产生浮力变大，潜水艇将上浮。按照相对论，两种互相矛盾的结论都没有错。1989 年美国的物理学家萨普利假设海底在特定的参考系中会加速上升，根据广义相对论 space-time 效应而扭曲变形，最终与潜水艇接触，结果看上去是下沉了。最近巴西的物理学家认为，在不同的参考系下，相对于海水静止的观察者 and 潜水艇员所出的重力场并不相同。他通过严密的数学推理发现，从潜水艇员的角度来看，潜艇以接近光速运动的过程中受到的有效重力，实际上也比潜艇相对于海水静止时大，超过海水密度变大而产生的福利，最终导致潜艇下沉。

真正的主流物理学界是如何看待相对论的，现任国际引力与相对论天体物理学学会主席的 C. M. Will 是其代表。C. M. Will 对相对论的基本原理都用怀疑的态度去与实验比较进行检验，光速变不变、是否各向同性、Lorentz 不变性破缺有多大等等都在研究之列。主流物理学界关心和讨论的内容是实验结果，就是 C. M. Will 这样的理论物理学家最终关心的是理论与实验是否相符。现在几乎没有人会在引力与相对论天体物理学会议上讨论相对论的哲学意义，更没有人用哲学来论证相对论。在上世纪 20、30 年代国际上有一些相对论的哲学意义的讨论，在 21 世纪难道我们又要去重复吗？相对论的真空光速不变原理是在伽利略时空中定义和测量的，相对性原理是在 Lorentz 时空中定义和应用的。相对论内含两套不相容时空，使得多数的反相和保相辩论集中于将 Lorentz 坐标变换应用到上具体问题上。由于两套时空都是相对论不可缺少的，在每一个具体问题中两套时空的不同组合就有不同结论。两套时空本来就是矛盾的，组合到具体问题中总能使结论变得荒唐或悖论，也总可以组合得避开荒唐或悖论。

参考文献：

【1】赵凯华，罗蔚茵．新概念物理教程——力学．北京：高等教育出版社，1995．

【2】杨福家等译．维克多·韦斯科夫．二十世纪物理学家．北京：科学出版社，1979．

【3】庄一龙.《世界上严肃的科学家冷眼看待相对论》.

【4】史蒂芬·霍金著 吴忠超译.《果壳中的宇宙》湖南科学技术出版社 2002年2月.

【5】李文博.狭义相对论导引[M].哈尔滨:东北林业大学出版社,1986.6.3.

【6】Wikipedia contributors, *Bell's spaceship paradox*, Wikipedia, The Free Encyclopedia, [http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Bell%27s spaceship paradox&oldid=268420612](http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Bell%27s+spaceship+paradox&oldid=268420612).

【7】Wikipedia contributors, *Ladder paradox*, Wikipedia, The Free Encyclopedia, [http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Ladder paradox&oldid=267021929](http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Ladder+paradox&oldid=267021929) (Feb 2009).

【8】Wikipedia contributors, *Ehrenfest paradox*, Wikipedia, The Free Encyclopedia, [http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Ehrenfest paradox&oldid=260129764](http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Ehrenfest+paradox&oldid=260129764) (Feb 2009).

6、狭义相对论的局限性

狭义相对论存在两个问题:

1. 沿用了牛顿理论中的惯性参考系的概念——狭义相对论的理论中所提及的惯性参考系的概念,仍然是牛顿理论中的惯性参考系的概念,它并没有解释或取代在牛顿理论中起作用的,作为绝对空间代表的惯性系.但为什么这类参照系在自然界形成特殊的一类,并充当无加速度的判据(而且一切物理定律在其中有最简形式),这和以前一样仍是一个谜.这个难题在狭义相对论的理论中没有得到解释.爱因斯坦所指出:“从理论观点来看,狭义相对论还不能完全令人满意,因为狭义相对论所讲的相对性原理偏爱于匀速运动.从物理学观点来看,不可给匀速运动以绝对的意义.如果这是正确的话,那么就产生了这样的问题:这种讲法是不是也应当扩充到非匀速运动上去呢?已经弄明白,如果人们以这种扩充了的意义来提出相对性原理,那么就得到相对论的一种无歧义的推广.人们由此得到了包括动力学的广义引力论.可是在目前,我们还有一系列必要的事实,可用来检验我们提出这样假定的原理是否得当.惯性原理的弱点在于它含有循环的论证:如果一个质点离开其他物体足够遥远,它就作没有加速度的运动;而我们却又只能根据它运动时没有加速度的事实才知道它离其他物体足够遥远.”(《相对论的意义》)

2. 狭义相对论的理论框架中没有涉及时空与物质分布之间的关系——在狭义相对论的时空理论中,没有涉及时空与物质分布之间的关系,换句话说,在这个时空理论中,不同质量的物体对时空的影响是平权的.因而就时空的几何特性而言,狭义相对论的闵可夫斯基四维时空,仍然保留了牛顿三维时空的欧几里德的特性,仍然是平直空间.在闵可夫斯基四维时空中使用四维的笛卡尔坐标系,被称为狭欧几里德空间.在这个空间中,短程线(光线通过的路径)仍然是直线.但近代科学观测的结果发现,光线在大质量天体附近的路径,是弯曲的.这类事实表明,时空的几何性质是和时空中的物体的质量分布有关的.

爱因斯坦说,狭义相对论只是逻辑发展的第一步.因为它虽然取得很大成功,但仍然存在一些局限性:

1、狭义相对论无法正确描述引力现象;1946年,《自述》:“当我力图在狭义相对论的框子里把引力表示出来的时候,我才完全明白,狭义相对论不过是必然发展过程的第一步.……这就使我相信,在狭义相对论的框子里,是不可能有人满意的引力理论的.”2、狭义相对论无法解释:为何惯性质量等于引力质量

由于牛顿万有引力定律给狭义相对论提出了困难,即任何空间位置的任何物体都要受到力的作用,因此在整个宇宙中不存在惯性观测者.爱因斯坦为了解决这一问题又提出了广义相对论.关于广义相对论的起源:

“... that the basic demand of the special theory of relativity (invariance of the laws under Lorentz-transformations) is too narrow, i.e. that an invariance of the laws must be postulated also relative to non-linear transformations of the coordinates in the four-dimensional continuum. This happened in 1908.”

除了上面的两个问题外,狭义相对论效应在广义相对论里才可以得到圆满的解释,爱因斯坦当年从同时性的相对性,从观察效应出发得出狭义相对论效应,是爱因斯坦实证哲学观的体现.

Einstein 倾向于用实证的方法来建立和验证其理论,他曾说过:“相对论并不是起源于思辨,它的创建完全由于想要使物理理论尽可能适应于观察到的事实,……要放弃某些迄今被认为是基本的同空间,时间和运动有关的观念,决不可认为是随意的,而只能认为是由观察到的事实所决定的【1】.”相对论理论的基础便是一个 Einstein 称之为光信号方法的理想实验【2】.

Einstein 曾说过:“相对论理论主要吸引人的地方在于逻辑上的完备性.从它推出的许多结论中,只要有一个被证明是错误的,它就必须被抛弃;要对它进行修改而不摧毁其整个结构,那似乎是不可能的【3】.”

马赫对于形而上学对立性意识的批判,极大地影响了新一代,他反对孤立存在的绝对性事物,而使之成为物理学革命的先声.经典物理学的理论基础是形而上学对立性哲学唯物主义,它那分割的、片面的思想意识越来越不适应科学的发展.那种以为绝对和相对、无限和有限,共性和个性都是分割的,孤立的存在,可以有绝对空间和绝对时间,可以有无限空间和无限力场的观点,越来越显出它的荒谬.马赫虽没能从哲学上

说明辩证范畴的对应同一关系,但他本能的意识到,在实践中观察不到的、无法验证的东西都是错的,马赫原理讲物质运动同周围事物联系在一起,由普遍共性来决定,他把共性放入个性来考察二者关系。

Einstein 曾受到 Mach 哲学观的影响,物理量的可测量性在论证为建立现代物理学的世界图景而使用的概念的合法性时成为一个主要问题,首先起源于狭义相对论,狭义相对论的创立便是 Einstein 实证哲学观的体现。关于狭义相对论的“尺缩效应”、“时间膨胀”等情况是观测效应还是真实发生的在狭义相对论中,每个观测者都是正确,也就是说观测效应就是真实发生的。任何一种事情是否真实发生了,只能取决于观测者。通过对于观察问题的深入分析,相对论注定要揭露一切经典物理学概念的主观性质,在一种特殊的高度上接近了自然描述中的统一性和因果性这一经典思想。当我们考虑相对论中今天在某种意义上可以认为是可靠部份的那部分科学知识的时候,我们可以看到在这个理论中起主导作用的两个方面:第一,这个理论整个发展过程是依据这样一个问题:自然界中是否存在物理学上特别优越的运动状态(物理学相对性问题);第二,概念和判断只有当它们同观察到的事实相比较而无分歧时才是可接受的(要求概念和判断是有意义的)。这个认识论的先决条件是根本性的。

任何观察最终都要将依赖于客体和观察工具在空间和时间中的重合,从而任何观察都是可以独立于观察者的参考系来加以定义的。在相对论的连续四维 space-time 中,不能用量尺和时钟来定义 Einstein——Riemann 度规关系。通过广义相对论, Einstein 在放弃绝对时间和绝对空间的一切想法方面使我们的世界图景得到了一种超过任何以前的梦想的统一性和协调性,这种理论提供了关于普通语言的一致性及适用范围的有益的教益。不管现象超出经典物理解释的范围多么远,对于现象的说明必须用经典术语表示出来。任何一个观察者都可以在自己的观念构架中遇到任何另一个观察者在自己的构架中如何描述经验。每一个观察者都可能保留空间和时间之间的截然区分,并且可能考察任一其他观察者在他的参考系中将如何借助于普通语言来描述经验和标示经验。Galileo 的纲领,即把物理现象的描述建立在可测定的量的基础上的纲领,曾经给整理越来越大的经验领域提供了坚实的基础。用不同的互相排斥的实验装置得到的资料,可以显示没有前例的对立性,从而初看起来这些资料甚至显得是矛盾的。在空间和时间中排列次序的任何企图,都会导致因果链条的一次中断,因为它是和一种本质上的动量交换及能量交换联系着的,这种交换发生于个体和用来进行观察的测量尺杆和时钟之间;而恰好这种交换就是不能被考虑在内的,如果测量仪器要完成它们的使命的话。因此 Bohr 认为,相对论提醒我们想到一切物理现象的主观性,这是一种本质地依赖于观察者运动的性质。【4】1872 年, Mach 提出“物体并没有绝对加速度,只有相对遥远星系的加速度, Mach 思想的可取之处是在于不能抽象脱离物质去谈论参考系是惯性系或非惯性系。这一思想在广义相对论中得到了应用。科学哲学不能以此为基础,科学哲学的根基必须是也只能是逻辑自洽的理性的实在论。霍金指出:“对于一名理论物理学家而言,把理论视作一种模型的实证主义方法,是理解宇宙的仅有手段。

当然,以此种意义断定的几何命题的“真实性”,是仅仅以不大完整的经验为基础的。目下,我们暂先认定几何命题的“真实性”。然后我们在后一阶段(在论述广义相对论时)将会看到,这种“真实性”是有限的,那时我们将讨论这种有限性范围的大小。(摘自《浅说》第 1 节几何命题的物理意义中的最后一段)

力学的目的在于描述物体在空间中的位置如何随“时间”而改变。如果我未经认真思考、不如详细的解释就来表述上述的力学的目的,我的良心会承担违背力求清楚明确的神圣精神的严重过失。让我们来揭示这些过失。这里,“位置”和“空间”应如何理解是不清楚的。……(摘自《浅说》第 3 节经典力学中的空间和时间中的第一段与第二段第一句)。作为科学家,实证精神和理性精神珠联璧合地渗透在爱因斯坦的科学工作中。他把实验视为检验理论的最终标准和发明基本概念、基本假设的启示,把理性视为开启宇宙秘密的钥匙,认为纯粹思维能够把握实在,倡导大胆思辨而不是堆积经验。寻求一个明确体系的认识论者,一旦他要力求贯彻这样的体系,他就会倾向于按照他的体系的意义来解释科学的思想内容,同时排斥那些不适合于他的体系的东西。然而,科学家对认识论体系的追求却没有可能走得那么远。他感激地接受认识论的概念分析;但是,经验事实给他规定的外部条件,不容许他在构造他的概念世界时过分拘泥于一种认识论体系。因而,从一个有体系的认识论者看来,他必定像一个肆无忌惮的机会主义者:就他力求描述一个独立于知觉作用以外的世界而论,他像一个实在论者;就他把概念和理论看成是人的精神的自由发明(不能从经验所给定的东西中逻辑地推导出来)而论,他像一个唯心论者;就他认为他的概念和理论只有在它们对感觉经验之间的关系提供逻辑表示的限度内才能站得住脚而论,他像一个实证论者;就他认为逻辑简单性的观点是他的研究工作所不可缺少的一个有效工具而论,他甚至还是一个柏拉图主义者或者毕达哥拉斯主义者。

参考文献:

- 【1】Einstein, 《Einstein 文集—关于相对论》第二卷,商务印书馆。范岱年赵中立许良英编译。
- 【2】Einstein, 《Einstein 文集—论动体的电动力学》第二卷,商务印书馆。范岱年赵中立许良英编译。

- 【3】 Einstein, 《Einstein 文集—什么是相对论》第一卷, 商务印书馆. 范岱年赵中立许良英编译.
- 【4】 [丹麦] N.Bohr 著戈革译. 《尼耳斯·玻尔哲学文选》商务印书馆 1999 年.

5/6/2017