

张文安 著

揭开

狭义相对论困惑

之谜

云南出版集团公司
云南人民出版社

揭开狭义相对论困惑之谜

张文安 著

云南出版集团公司
云南人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

揭开狭义相对论困惑之谜 / 张文安著. - 昆明: 云南人民出版社, 2006.7

ISBN 7-222-04784-0

I. 揭... II. 张... III. 狭义相对论 IV. 0412.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 079620 号

责任编辑: 朱海涛

责任印制: 马跃武

书 名	揭开狭义相对论困惑之谜
作 者	张文安 著
出 版	云南出版集团公司 云南人民出版社
发 行	云南人民出版社
社 址	昆明市环城西路 609 号
邮 编	650034
网 址	www.ynpph.com.cn
E-mail	rmazbs @ public.km.yn.cn
开 本	787 × 1092 1/16
印 张	7.75
字 数	135 千
版 次	2006 年 8 月第 1 版第 1 次印刷
印 数	1-1100
排 版	云南天元彩色制版印刷有限公司
印 刷	昆明宏宝兴印务有限公司
书 号	ISBN 7-222-04784-0
定 价	36.00 元

尊敬的读者: 若你购买的我社图书存在印装质量问题, 请与我社发行部联系调换。

发行部电话: (0871)4194864 4191604 4107628(邮购)

序 言

1905年, 时任瑞士伯尔尼专利局一名普通职员、年仅26岁的阿尔伯特·爱因斯坦, 在当时各种假说都不能对迈克尔逊—莫雷光学实验结果做出合理解释的背景下, 以《论动体的电动力学》一文首创了举世闻名的狭义相对论。这个理论不仅对现代物理学、现代科学乃至人类哲学都产生了极其重大的影响。

2005年是爱因斯坦狭义相对论诞生100周年。尽管他创立的这一理论一百年来一直受到人们的质疑和争议, 但他为追求科学真理而不断探索的精神, 永远值得我们学习和崇敬。他在物理学诸多领域为人类科学所作的伟大贡献, 永远值得我们敬仰和赞颂。

检验真理的唯一标准是实践, 检验科学理论的唯一途径是实验。

2004年4月20日美国花费7.5亿美元建造的携带高精密度实验仪器的科学探测卫星发射升空, 旨在检验爱因斯坦广义相对论的两个重要预言(即大质量物体的四周时空会弯曲和弯曲的时空会被大质量物体所拖动)是否成立。这是人类首次对爱因斯坦广义相对论进行太空实验检验。

一百年来, 理论物理学界, 整个科学界, 甚至世界各国的不少科学爱好者, 一直在进行着有关爱因斯坦的狭义相对论这个理论论证中的假设、证明和推论的逻辑思考及质疑。历史上几乎从没有哪个科学理论像狭义相对论这样, 引起人们如此强烈的关注和如此长时间的争议。当代著名理论物理学家、斯蒂芬·霍金曾在其著作《果壳中的宇宙》中说到: “1921年爱因斯坦获得诺贝尔奖时, 其颂词是至关重要的……它没有提及相对论, 因为相对论被认为太过于争议性了(我仍然每周收到二至三封来信, 告诉我爱因斯坦是错误的)。”

那么, 质疑狭义相对论都是由于人们未能正确理解这一理论吗? 并非如此。

笔者认为,狭义相对论的确存在着重大缺陷。这缺陷不是来自其中所用的数学推导,而是由于其所依据的两个假设之间的相互矛盾和逻辑错误,以及对狭义相对论来说是最后也是最重要的“依据”——这就是被错误解释了的迈克尔逊—莫雷光学实验。

迈克尔逊—莫雷实验的直接结论是,在仪器旋转(顺时针) 90° 之后,没有观测到仪器旋转前已形成的干涉条纹的明显移动。当时,这一出人意料的结果引起了人们的极大困惑,并进而产生了多种假说,其中最为著名、并被爱因斯坦作为狭义相对论理论基石的就是他本人的解释——“光在运动的地球上沿各个方向等速传播”,并据此进一步推测而形成了狭义相对论的“光速不变原理”——即位于某个惯性系中的光源发出光闪,不仅在该惯性系中的观察者,而且在其他任何惯性系中的观察者都将观测到同样的光速,这显然是不正确的。

笔者尝试所做的电脑模拟过程说明,迈克尔逊设想的用于实验过程中光程差的计算公式出现了失误,并因此导致他对仪器旋转后光程差的判断出现了疏漏。正是这两个因素使他(包括后来的实验者)认为,仪器旋转前、后两次观测的光程差应该相等,并因两个支路上的反光镜地位互换,所以仪器旋转前、后光程差的变化值就应为仪器旋转前两个支路上光程差的2倍。根据光程差与其产生的一组干涉条纹位置对应关系的理论计算,他据此预计,在仪器旋转后的观测中应该看到仪器旋转前已经形成的干涉条纹的明显移动(他预期的移动数值为0.4)。

笔者通过电脑模拟得到的结果表明,在计入了地球以每秒30千米的速度相对以太运动之后,仪器顺时针旋转 90° 后两个支路的光程差只为迈克尔逊实验预期值的 $1/210$,据此计算的干涉条纹移动数仅为0.04,而不是原实验者所预期的0.4。这正是这项著名的实验在仪器旋转后的观测中未见干涉条纹明显移动的真正原因(尽管后人多次重复做过类似实验)。

因此笔者认为,所谓迈克尔逊—莫雷实验的“无结果”,不仅不能解释为“光在运动的地球上沿各个方向等速传播”,刚好相反,它恰恰证实了当时大多数物理学家的科学预想——地球相对以太(即绝对空间)运动的客观事实。

此外,笔者依据“波速与波源运动无关”的波动学原理并运用数学方法推导得出的计算结果表明,在光源相对真空(本书中出现的“真空”,均指绝对空间)作匀速直线运动的情况下,光在光源径向上的光速 c_m (相对与光源一同

运动且坐标原点与光源中心重合的参考系)是不一样的。即

$$C_m = Z_m C_0$$

式中 $Z_m = (1 - v^2/c_0^2 \cdot \sin^2 \alpha)^{1/2} - (v/c_0) \cos \alpha$, 为波源运动影响系数, v 和 c_0 分别为光源和光在真空中的运动(传播)速度。

基于上述结果笔者还认为,这个光波波速公式也反映了其他类型的波动现象在同样情况下的传播规律,例如电磁波和引力波。由于电磁场(或引力场)中某点的场强与该点至电磁场(或引力场)中心距离的平方成反比,而距离又与波速成正比,因此可以得到在它们的波源运动情况下这两个场强的计算方法,即波源运动时其周围的场强等于这个波源相对真空静止时的场强乘以波源运动影响系数 Z_m 的平方(这说明场强沿波源的环向是不均匀的)。据此笔者认为,在真空中同向同速的两个点电荷之间的相互作用力和两个物体之间的万有引力分别为:

$$f_m = Z_m^2 f_0 \quad (\text{其中 } f_0 = k \cdot q_1 q_2 / r^2, \text{ 即电学中的库仑定律})$$

$$F_m = Z_m^2 F_0 \quad (\text{其中 } F_0 = G \cdot m_1 m_2 / r^2, \text{ 即牛顿万有引力公式})$$

由此笔者以为,这从理论上证明了作为狭义相对论理论体系基石的两个假设——“狭义相对性原理”(即物理定律在任何惯性系中都是等价的)和“光速不变原理”(即光速是绝对的,与光源的运动和任何惯性系中观察者的观测无关)均是不正确的。

为便于阅读、想象及理解,本书试图尽可能多地通过图示与文字相结合的方式表达,而尽可能少地单纯使用文字。

作为一个建筑工程师,笔者曾有十余年的手工绘图经历。如今,手工绘图早已被电脑制图所取代,这是飞速发展的科学技术使我们受益无穷。它不仅解放了我们的双手,更给予了我们思考的时间。如果没有电脑的帮助,笔者不可能对迈克尔逊实验过程进行模拟,进而得到迈克尔逊本人在当时条件下未能察觉到的实验总是呈现“无结果”的真实原因,因而也就不可能完成此书的写作。为此,笔者愿借本书出版的机会,向世界上所有在科学技术各个领域从事研究、实验、教学和科普工作的职业人士,以及为科学理论的发展与完善无偿奉献自己的时间、精力与才智的业余科学爱好者,表示崇高的敬意和真诚的感谢!

笔者特别希望此书能起到抛砖引玉的作用,并引起关注科学事业的人们广泛而深入的讨论与争鸣,从而促进科学理论的进一步发展和完善。



鉴于笔者仅是一个普通的科学爱好者,理论水平十分有限,书中不当之处在所难免,真诚恳请专家、学者及广大的科学爱好者指正。限于时间及个人经验,书中尚有一些没有深入讨论和清晰阐明的问题,希望能与广大读者在以后的时间中一起探讨。

对本书内容有任何疑问,请将电子邮件发至 zwa516@sina.com, 笔者将非常感谢!

张文安

2004年7月7日 北京

目 录

第一章	时空与速度	1
第一节	空间与时间	1
第二节	空间与时间的均匀性	4
第三节	绝对时空与相对时空	5
第四节	物体的运动速度	9
第五节	时空和质量的佯谬组合	12
第二章	光的传播	15
第一节	光现象	15
第二节	光的微粒说和波动说	16
第三节	波动说与微粒说的比较	18
第四节	波动现象的类比	19
第五节	光速与以太	24
第三章	太空旅行与时间变慢	27
第一节	运动中的观察者与静止在地面上的钟	27
第二节	归来的观察者在返程中看到了什么	28
第三节	时间变慢是“看来”的吗	29
第四章	狭义相对论的逻辑缺陷	31
第一节	时间变慢只是观察者的个人感觉吗	31
第二节	狭义相对论假设与推论之间的矛盾	32
第三节	狭义相对论推论的逻辑缺陷	33
第四节	尺长真沿运动方向缩短吗	35
第五节	运动速度极限与物体质量增大	37
第五章	伽利略相对性原理与狭义相对论的假设	43
第一节	伽利略相对性原理	43
第二节	狭义相对论的两个假设	44
第三节	洛仑兹变换	45
第四节	时间变慢公式（简约式）的由来	49

第六章	光在真空中传播的四种情况	53
第一节	光源与观察者均相对真空静止.....	53
第二节	光源静止, 观察者在与光源的连线上作匀速直线运动.....	54
第三节	观察者静止, 光源在与观察者的连线上作匀速直线运动.....	56
第四节	光源与观察者在两者的连线上均相对真空作匀速直线运动.....	59
第五节	“光速不变”原理中的错误.....	61
第七章	光源运动时的光速图谱及光速计算	63
第一节	光源运动时的光速图谱.....	63
第二节	光源运动时光在其径向上的传播速度.....	66
第三节	绝对波速等效角与三个特殊方向上的光速.....	69
第四节	狭义相对性原理的错误.....	70
第八章	迈克尔逊—莫雷实验的重新评价	73
第一节	迈克尔逊—莫雷实验原理、过程和计算简介.....	73
第二节	迈克尔逊—莫雷实验中出现的计算疏漏.....	77
第三节	迈克尔逊—莫雷实验中出现的判断失误.....	79
第四节	电脑模拟过程实录与说明.....	80
第五节	若干实验条件变化组合后的电脑模拟结果.....	86
第九章	物体与电荷运动时的万有引力定律和库仑定律	91
第一节	电磁波波速图谱和波速计算.....	91
第二节	真空中静电场和动电场的场强.....	92
第三节	物体与电荷运动时的万有引力定律和库仑定律.....	93
第四节	引力和电磁力的作用方向与后掠偏移角.....	97
第五节	波源运动影响系数成立的条件与行星的轨道进动.....	99
第六节	原子中电子受到的库仑力.....	100
第十章	狭义相对论的检验与迈克尔逊实验的继续	103
第一节	狭义相对论的检验.....	103
第二节	迈克尔逊实验的继续.....	104
第三节	真空中的光速测定.....	104
附 录	爱因斯坦关于狭义相对论的论文	107

第一章 时空与速度

第一节 空间与时间

空间与时间是我们这个宇宙的两个基本属性。

从宏观来说，正是因为宇宙具有浩瀚无际的空间，才得以使数不清的星系以巨大的速度遨游在太空之中。以太阳系来说，地球与太阳的距离，即一个天文单位，约为1.49亿千米。每时每刻，地球都在以每秒约30千米的速度围绕着太阳公转。地球围绕太阳公转一年，要走过近9.5亿千米。而相对拥有约1000亿颗恒星的银河系来说，太阳只不过是沧海一粟。它以每秒约250千米的速度围绕银河系中心转动，并以每秒约20千米的速度向武仙星座方向飞去。而在银河系以外，又存在难以计数的其他星系，到目前为止所观测到的最远星系距地球达130亿光年之遥。

从微观来说，组成物质的最小微粒——原子，是由更小的微粒原子核和电子组成。在电子轨道和原子核之间，相对于电子或原子核的尺寸而言，也存在着一个巨大的空间。这说明，不论物体的尺寸是大还是小，大到星体，小到原子，都具有它自身的体积，都要占据一定的空间。即使原子核、电子再小，它依然具有体积和质量，其他更小的基本粒子也一样。因此可以说，没有空间，就没有物质的存在。



图 1.1 星系



揭开狭义相对论困惑之谜

对于空间间隔，我们每个人都有切身的感受。它近在身旁，触“脚”可及；远在星空，尽可想象。从古代典故“五十步笑百步”中的步幅，到现代科学计量单位中的纳米、千米和光年，我们从中体会到空间间隔“量化”后空间由小到大大或由大到小无以穷尽的深刻含义。



图 1.2 太阳在银河系中的位置

时间的概念对于我们来说，要抽象得多，虽然每时每刻都能感觉到它。时间的概念与时间间隔的概念既有联系又有区别，也是最不容易说清其本质的。一方面，如果没有时间的概念，就无从产生时间间隔的概念；而另一方面，如果没有时间间隔的概念，就无法量度时间的流逝速度。

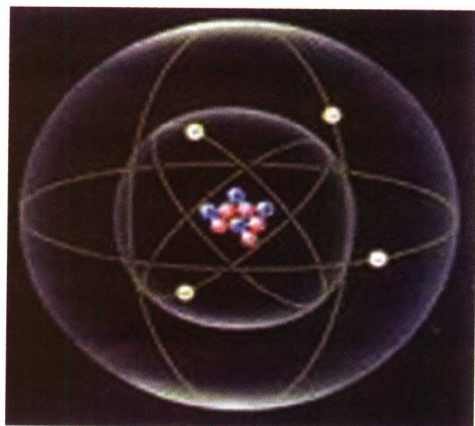


图 1.3 原子核与电子

人类的时间间隔概念无疑是基于自然的变化和物质的运动现象而产生，诸如日出日落以及冬去春来等等。如果不存在物质的运动，不存在自然界的变化，一切都是静止的，人类就不可能产生时间间隔的概念（当然，这样的世界也不存在）。但是，空间间隔和时间间隔的概念并不为人类所独有，动物甚至植物也具有感知空间间隔和时间间隔的能力。

时间间隔可以取不同的时值，比如“年”的概念。较早出现的中国农历年与后来的公历年月份数一样，均为12个月，但因每月的天数不同，公历年与农历年的总天数不一样。但中国农历每四年一闰月使得公历年能与其很好协调。

然而，时间的概念却是不同。

首先,时间并不依赖于时间间隔的存在而存在。在人类诞生之前,地球已经历了40多亿年的漫长历史,虽然它处在宇宙演化的统一时间体系里,但它没有时间间隔的概念,如年、月、日、时、分、秒。这些时间间隔的概念,都是我们人类根据观察和经验总结创造而来。但是,在人类出现之前,并不意味着地球就没有时间存在。实际上,它一直以其固有的周期围绕太阳运动。它的时间也一如既往地流逝着。



图 1.4 日出

其次,时间间隔可以重复,但时间本身却是一维单向,不可逆的。它只



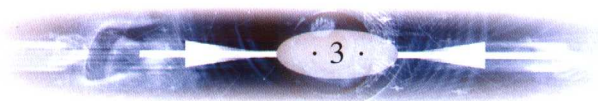
图 1.5 猎豹捕猎前要先判断自己是否已进入攻击范围——感知空间间隔



图 1.6 北极冰洞中的温度依然如故,是生物钟让北极熊冬眠后醒来——感知时间间隔



图 1.7 秧苗寻找最近的秧架——感知空间间隔



能前进，不能后退。

空间和时间，空间间隔和时间间隔，是和这个宇宙与生俱来的，是不以人类的存在为前提的。以地球为例，在人类出现之前的数亿到十多亿年间，植物和动物已先于人类具备了感知空间间隔和时间间隔的能力（如动植物的空间感和生物钟现象）。人类的唯一创造，只是对空间间隔和时间间隔进行了统一的“分级和量化”。

第二节 空间与时间的均匀性

在宇宙中，三维的空间和一维的时间是否是均匀的呢？

从理论上说，自人类自然科学诞生至今，特别是在物理学领域，均默认或假定空间和时间是均匀的，尽管任何一门科学理论特别是物理学理论并没有用文字对此予以明确说明。

如果空间的分布和时间的流逝是不均匀的，此地非彼一地，此一时非彼一时，那么在运动着的地球上所做的任何科学实验尤其是物理学实验，都不能在地球于另外一个时刻到达另外一个空间位置而取得同样的结果。这就意味着，科学理论尤其是物理学理论只是偶然成立而不是普遍成立。因此，自然界的一切变化将无规律可循。换句话说，自然界是不可知的，自然科学是无法创立的。

从实践上来看，自然科学从萌芽发展到今天已有两千余年。在此期间，太阳率领包括地球在内的九大行星相对银河系已运行了1.6亿亿千米，这还不包括银河系在此期间相对星系团的长途跋涉。但是迄今为止，尚未发现空间或时间的不均匀现象。此外，宇宙中的所有恒星和行星，以及它们的卫星，甚至包括理论物理学预言的黑洞，都是完美的球形，这也是宇宙空间均匀的有力证明。

假定空间和时间的均匀性，是物理学理论成立的基础和前提。这正如在欧几里得的几何学中，如果某个数轴的长度不均匀，则函数图像 $X^2 + Y^2 = R^2$ 就不可能得到理想的圆一样。如果时间不均匀，那么初速度为零的自由落体遵从的 $H = 1/2gt^2$ 就不能普遍成立。

第三节 绝对时空与相对时空

宇宙从何处而来？宇宙从何时而来？宇宙中心是否存在？

以目前的科学知识，人们还不能回答这些问题。但是，如果宇宙大爆炸理论正确的话，就有理由相信，宇宙曾收缩到极限并发生大爆炸的那个点，应该是目前这个宇宙的空间开端和时间起点。这就是说，宇宙大爆炸理论证明了牛顿相信绝对空间存在的观点是正确的。当然，以目前人类掌握的科学知识及技术手段，还无从确定宇宙空间的基点位置，但是目前不能确定的事情，不意味着它就不存在。

人类对宇宙天体运动的认识从自身所在的地球以及每天与之相伴的太阳与月亮开始，及至夜晚明亮可见的金星、火星等。人们给这些地球的近邻金、木、水、火、土等行星取上不同的名字，这些名字在世界上不同的宗教和神话故事中都有体现，至少有上千年的历史。

人类最早见之于文字解释的宇宙模型，应追溯到公元前340年。希腊哲学家亚里士多德在他的《论天》一书中，就已经能够对于地球是一个圆球而不是一块平板这一论点提出了有说服力的论据。

亚里士多德认为地球是不动的，太阳、月亮、行星和恒星都以圆周为轨道围绕着它转动。他相信这些，是由于神秘的原因，他感到地球是宇宙的中心，而且圆周运动最为完美。

在公元后2世纪，这个思想被托勒密精制成一个完整的宇宙学模型。在这个模型中，地球处于中心，包围着它的是8个天球，这8个天球分别负载着月

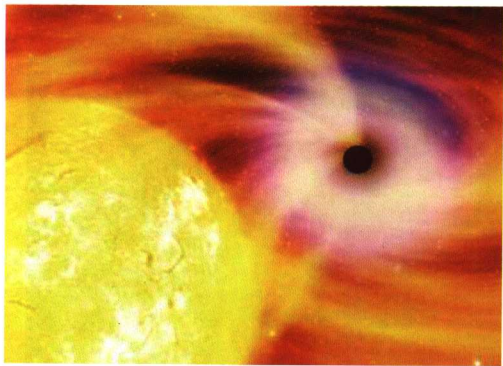
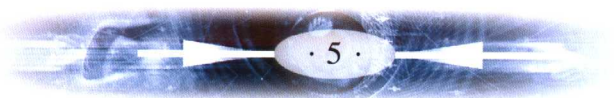


图 1.8 黑洞



亮、太阳、恒星和5个当时已知的行星：水星、金星、火星、木星和土星。这个体现“地球中心说”的宇宙模型统治人们的观念长达1300年之久。

公元1514年，波兰教士哥白尼提出了一个更简单的模型。他的观念是，太阳位于中心，而地球和其他行星都围绕太阳作圆周运动。由于众所周知的原因，在将近一个世纪之后的1609年，亚里士多德和托勒密的“地球中心说”才宣告死亡，而哥白尼的学说才被认真地接受。当然，现在人们都知道太阳也不是宇宙的中心或银河系的中心，而只是太阳系的中心。它只不过是银河系中一颗普通恒星而已。

回顾人类对宇宙空间及天体运动的认识历程，可以说是一个从相对真理趋向绝对真理的认知过程。尽管现在离认识绝对空间还非常遥远，



图 1.9 宇宙大爆炸

但从“地心说”到“日心说”，由“太阳系”到“银河系”的认识过程告诉我们，人们对宇宙空间的认识已跨越了两个台阶，如果再上两个台阶，即从“河外星系”到“星系团”，再从“星系团”至“宇宙空间”，人们就会完成从相对空间到绝对空间的认知过程，从而完成从相对真理到绝对真理的认识飞跃。



图 1.10 太阳系九大行星

据报道，美国科学家发现宇宙两端的距离至少为780亿光年。相信随着科学技术和宇宙学理论的进一步发展，以及更多更精确观测资料的积累，人类必将越来越接近于了解宇宙的全貌并揭开绝对空间之谜。物理学中大多数概念都是相对的。比如，物

体的静与动、位移和速度等。我们必须预先选择一个参考系,之后才能确定这个物体在空间位置的变化和其运动速度的大小。如果对每一个物理量都要确定其体现在“绝对时空”坐标系中的数值,那么一切按照物理学理论建立的计算公式,就会因无法取得“绝对数值”而变得不能进行。

因此,在物理学领域中,大多数情况下允许参考系的自由选择就充分体现了“相对”的观念在解决实际问题中的有效性。可以说,没有参考系的自由选择即没有“相对”观念的运用,根本无法解决物理学理论中各种物理量的“量化”问题。



图 1.11 星系团

但是,狭义相对论把物理学中“相对”的概念绝对化,并进而认为一切都是相对的,宇宙只存在相对时空而否认绝对时空,则是不正确的。

再以“地心说”和“日心说”为例。按照狭义相对论“一切都是相对的”观点,认为“地球围绕太阳转动”是对的,而“太阳围绕地球转动”也不错;月亮围绕地球转动是对的,而认为“地球绕着月亮旋转”也可以;更进一步地,按照英国科学家卢瑟福确立的原子模型,是电子绕着原子核转动;而按照狭义相对论,认为原子核围绕电子转动也是对的。

如果宇宙中只有太阳和地球两个星体,那么的确不能确定谁在中心,谁在转动;如果宇宙中只有地球和月亮两个星球存在,的确不能确定它们两者之间究竟谁在中心位置,谁在外围转动。

好在太阳系中还有其他行星,当人类的视野超越了狭隘的地球本身,而将目光投放到整个太阳系,就发现了这些原本以为绕着地球转动的金、木、水、火、土等九大行星,却是与地球一起基本上在一个平面内(冥王星是个例外)围绕着太阳转动。因而可以确信,是地球绕着太阳转动,而不是太阳围绕地球转动。

再举一个牛顿曾多次提到的“水桶”的例子。当使盛有适量水的圆桶旋转一段时间后,由于摩擦力的作用,桶中水体也会跟着转动起来。当使桶身停止

转动后,桶中的水体会因惯性继续转动。此时,如按狭义相对论的观点,从水的角度看,桶在旋转;而从桶的角度看,水在旋转;而且两者都是对的。但是,当以超越桶身和水体的角度来看,水体在旋转是正确的,因为水体边缘由于离心力的作用而形成的隆起已经给出了有力证明。



图 1.12 地球与月亮

最后再举一个生活中的实际例子。有一次,爱因斯坦走路时跌倒了,和他同行的一个人对他说:“按照您的相对论,您没有摔倒,而是地球不小心撞了您,我说得对吗?”

这些事例表明,狭义相对论“一切都是相对的”观点是片面的,因为它不能明确清晰地告诉人们宏观宇宙和微观世界中物质运动的全貌和真相。

相对时空与绝对时空是局部和整体的关系,没有整体也就没有局部。在现实生活中,相应的例子比比皆是:“地方时间”和“格林尼治时间”;用“ $\times \times$ 城市以北 $\times \times$ 千米处”和用“北纬 $\times \times$ 度,东经 $\times \times$ 度”标定方位;用“绝对温度”或“摄氏温度”描述冷暖程度;用GDP年增长总量(绝对增长量)和年增长率(相对增长量)来表达某一国家或地区的经济增长幅度;就连乐器中的皇后——小提琴也一样,不仅要求它的四根弦从粗到细分别确定为G、D、A、E(即两个相邻琴弦的相对音程差为5度),还要求它的G弦第一把位第三