

郭汉英

杂文选集

GUO HANYING
ZAWEN XUANJI



Editorial Committee of
"Selected Papers of Guo Han-ying"

郭汉英选集编委会 选编

郭汉英

杂文选集

GUO HANYING
ZAWEN XUANJI



Editorial Committee of
“Selected Papers of Guo Han-ying”

郭汉英选集编委会 选编

GUANGXI NORMAL UNIVERSITY PRESS
广西师范大学出版社

· 桂林 ·



图书在版编目 (CIP) 数据

郭汉英杂文选集 / 郭汉英选集编委会选编. — 桂林:
广西师范大学出版社, 2013.1
ISBN 978-7-5495-2931-5

I. 郭… II. 郭… III. 杂文集—中国—当代
IV. I267.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 276520 号

广西师范大学出版社出版发行

(广西桂林市中华路 22 号 邮政编码: 541001)
(网址: <http://www.bbtpress.com>)

出版人: 何林夏

全国新华书店经销

广西地质印刷厂印刷

(广西南宁市建政东路 88 号 邮政编码: 530023)

开本: 787 mm × 1 092 mm 1/16

印张: 18.75 字数: 324 千字

2013 年 1 月第 1 版 2013 年 1 月第 1 次印刷

定价: 58.00 元

如发现印装质量问题, 影响阅读, 请与印刷厂联系调换。

怀念郭汉英(代序)

伍绍祖

郭汉英和我都是1939年4月出生,他的生日是6日,我的生日是8日,所以打倒“四人帮”后,几乎每年4月我们俩人都要互通电话问候一下。去年4月我又给他打电话,可是没有人接听。谁知到了6月初,他的女儿郭辰给我打电话,要我帮助搞一种抢救他父亲的药。我想尽办法把药弄到了,但汉英却在6月5日去世了。

我和汉英是在1954年秋一起上北京第101中学时相识的,高中三年我们一直在同一个班。他是郭沫若和于立群同志的长子,所以大家对他都有些另眼相看。再加上上高中后不久,他妈妈来学校参加家长会,提出汉英因为神经衰弱,睡眠不好,宿舍里住的人太多,互相干扰很厉害,要求学校考虑为他单独开一间宿舍,更引起了同学们异样的感觉。好在他坚决要求与同学们住在一起,这才赢得同学们对他的好感。当时我们中学的名称叫做北京师范大学第二附属中学,1953年周恩来同志到学校看望,为了防止第二代变质,提出要取消干部子弟学校。经过各方面的具体落实,遂于1955年夏天把我们中学划归北京市中学系列,并据说是依照苏联的一个先例,没有按照当时北京市中学的数量直接叫北京市第八十几中,而是叫北京市第101中学了。正好汉英在我们班,学校的领导同志就要他回家请郭老为我们学校题写校名。郭老很爽快地为我们学校题写了校名,并且说这个校名很有意义,是“百尺竿头,更进一步”。后来郭老还为我校撰写了校歌的歌词。高中三年,我们班在学校里相当活跃,文艺上有一个施光南,常为我们班文艺演出作曲,体育上有郭汉英等一批同学,在校运动会上经常取得较好的名次。

1957年我们高中毕业,不曾想我和汉英又考取了同一所大学同一个系——清华大学工程物理系。1960年分专业,我和汉英同时被分到全年级只有几个人的小班——学习理论核物理。由于我被调出担任政治辅导员,按规定延长一年学习,即原来本科学习6年毕业,现在要多学习一年,到1964年才毕业。而他说他头晕,无法上学,请了一年病假,也是1964年与我同期毕业。至今我都弄不懂,他的病是否已到了不能上学的地步。不过后来我想,他休学一年是非常好的,这一年他跟着郭老游遍祖国大好河山,大大增长了见识,并且在郭老的影响下,撰写了一部话剧《郑成功》,好像他对这部话剧十分满意,曾向我自夸过多次。到了1962年秋天,我从校学生会回到班上学习,他也从校体育代表队回到班上学习,这样我们就真的朝夕相处了,互相之间真正成了朋友。

我回班以后感到汉英思想觉悟比较高,在班上干什么都积极向上,从1963年开始根据他的申请,想介绍他入党。可是那时可能“左”的思想已经逐渐形成,我们系的党总支总是能找出一些理由反对。为此我找了好几次郭老的秘书王庭芳同志,了解汉英在家里的表现,王秘书介绍的情况都是正面的。甚至有一次星期日我还到了郭老家里,郭老亲切地会见了,并请我一起吃饭,郭老并不知道我是为汉英入党问题去他们家的,但对汉英的评价也是正面的。到了1964年,党总支已提不出新的什么问题了,但要汉英正确认识郭老1927年“八一”南昌起义后离开部队到日本去的问题。我当时想,郭老本人又于1958年入党了,为什么要汉英认识郭老1927年的问题?郭老当时离开部队到日本去,并不是郭老本人的决定,而是当时党组织的决定,郭老在日本十年,学术上取得了重大成绩,政治上也没有任何问题,抗战爆发后他就抛妻弃子毅然回到中国参加抗日运动,这让汉英怎么认识郭老的问题?但他入党的问题就拖下来了,一直到1964年暑假前毕业也没有人上党。倒是汉英毕业后分到二机部,他在那里入党了。

1964年暑假前,我们俩都毕业了,原来在学校的书籍、被褥要带回家里。我入学时的东西很少,用一辆自行车就驮来了,现在东西多了,我就从我妈妈机关借了一辆平板三轮车,把我的东西装到车上,准备拉回城内的家里。这时汉英一定要帮我运东西,于是我们俩人轮流着——一人骑自行车一人骑三轮车,把我的东西运回到我家里。这在当时两个高干子弟把自己的东西自己运回家好像是非常正常的现象,但是现在许多家长都是开着小汽车接送孩子,这真是无法相比了。这除了因为我国经济发展很快、人民生活水平大幅度提高之外,在不脱离群众方面、在艰苦奋斗方面是否存在一些问题呢?

1964年秋天,汉英分到二机部工作。我在清华大学念研究生不到一年,1965年

又因为当选第18届全国学联主席调到团中央机关的国际联络部。这样我们俩人各忙各的,来往并不多。1966年夏天,“文化大革命”开始了,我虽然极不理解,但还是积极参加。随着运动的深入,我的父母、我爱人(当时是女朋友)的父母连续遭到造反派的“打击”,我自己也因为是全国学联主席而受到非议,面对这些情况,我心中相当苦闷。在“文化大革命”开始后不久,有一次我在大街上偶然遇见了汉英,看来他也有类似的想法,这样我们俩的心一下子共鸣了。临别时我请他回家让郭老帮我题一幅字,以表达我的这种心情。题字既要反映这种心情,又要适合当时的形势,最后商定写毛主席诗词《咏梅》。很快字就写好了,我把它装裱好,一直保存到现在。在“文化大革命”中郭老尽管有周恩来同志竭力保护,但也受到很大的冲击。特别是1974年春节前,中央文革小组又导演了一场“批林批孔”的闹剧,把矛头指向周恩来同志,同时也把郭沫若同志“火烧”了一把。那时在首都体育馆召开了一次中央、国家机关一万多人参加的动员大会,实际上是由江青主持,迟群、谢静宜讲话。我那时已是王震同志的秘书,就坐在主席台西侧的包座里,与于立群同志和郭家的子女座位紧挨着。不管怎么说,这次“批林批孔”运动,郭老一家是挺过来了,但他们受的冤屈也是可想而知的。所以在打倒“四人帮”以后,郭老才写出了“大快人心事,打倒‘四人帮’”的诗句,道出了全国人民的心声。

打倒“四人帮”以后,全国各项工作都在蓬勃发展,汉英又钻到探索宇宙奥秘的工作当中。在清华大学工程物理系上理论核物理专业时,我的专业方向是高能核物理,由于班上的人很少,这个科研方向只有我一个人。经过“文化大革命”的摔打,我算彻底改了行,成了一个“万金油”干部,而汉英却干上了这一行,而且干得非常有成就,这从马上要出版的他的两本论文集就可以看出。所以他才能从二机部调到中科院的理论物理研究所,而且当上了副所长、博士生导师。

20世纪80年代,我在国防科委及1982年成立的国防科工委工作,并且逐步走上了领导岗位。我在位期间,由于受钱学森、张震寰同志的影响,除了武器装备的科研、试验、制造之外,我还对人体科学的研究工作给予了大力支持。由于人体科学完全是一个新兴领域的事情,我就想到请原来在清华大学工程物理系理论核物理专业的同学帮忙,先后找过高我一班的赵南明同志、低我一班的陈永寿同志,最后就是请汉英来参加这项工作。由于当时有人把人体科学当做“伪科学”看待,因此赵南明和陈永寿在学位的升迁上都因为帮助我而受到牵连。汉英的态度是只相信真理,不管受不受到牵连,从1995年到1999年他一直帮助我奔走。尽管我们俩在学术观点和具体做法上常有一些分歧,但要实事求是、追求真理的思想一直是一致的。1999年以后,由于“法轮功”的捣乱,2000年上半年我又被调离主管人体科学工作的体育行政部门,

人体科学工作在官方层面已经很难进行下去了,但是民间的研究工作一直没有停止,有关的一些学术问题,我和汉英还是经常交流的。

我与汉英的交往,从1954年我们进入高中开始,一直到2010年6月5日汉英去世,一共有近56年,应该说我们在共同参与的革命事业中、在十年同窗的交往中、在后来从事人体科学的接触中建立起了真正的友谊,我在他身上学到了很多,现挑出几项说说。

第一,无私奉献。以汉英的家庭背景和能力,他可以像现在许多高级干部子女做的那样,搞许多对自己非常有“利”的事情,但他看中了物质的理论研究需要有人来搞,虽然这件事非常辛苦,非常清贫,但他还是无悔地坚持搞了一辈子,而且取得了初步的成就,这就非常不简单。无私奉献不是一句口号,是要用实践来证明的,汉英就是用一生的实践证明了这一点。

第二,执著追求。搞理论核物理,探索物质的奥秘,没有执著追求的精神是不行的。爱因斯坦的理论与牛顿的理论一样,在一定条件下是正确的,但把它绝对化就有问题了,所以理论一定要发展。这像搞革命一样,没有一批人不屈不挠坚持到底,革命是不会取得成功的。我听郭辰讲,去年四五月份他就是到外地报告他的科研成果去了,据说在继承和发展爱因斯坦的理论方面已经取得了初步的成果。

第三,专心致志。他从事科研工作是非常专心、非常认真的,以至他很少参加同学之间的聚会,连他的家庭生活也受到一些影响。我感到他是一个很聪慧的人,在大学时他就开始自己研究群论,连华罗庚同志也因为他对热力学方程和麦克斯威尔方程的理解,在我面前私下里夸赞他。我觉得如果没有他的专心致志、艰苦努力,他的事业是达不一定高度的。

第四,平等待人。他具有一个真正科学工作者待人平等、民主地倾听别人意见的作风。他在世时我在广州、上海等地遇见与他一起合作共事的人,对他这一点深加赞赏。他不因为社会舆论给某个人戴上某种帽子就疏远这个人,而是要看他提出的看法对不对。有一次他突然打电话给我,说有两位女同志从西北来,对人体科学有一些见解,要我到她们住的招待所一起吃早餐,听听她们的意见,那次他也去了。

第五,正派公道。我国进入改革开放时期以后,有些人把研究人体科学称为研究“伪科学”,他倒不在意这个,而是关注研究的问题的本身。在反“伪科学”的斗争中,有一位名声显赫的同志与他在同一个所,这个人遭到许多人的非议和笑谈。汉英虽然在很多问题上不赞成这个人的看法,但他还是对这个人非常尊重,只是在学术观点上与这个人辩论。2000年下半年的某一天,这个人的夫人向他说我被“双规”了,我的夫人被抓起来了。汉英非常不信,马上给我打电话证实,立刻揭穿了这个谎言。但

此事也就这么过去了,他没有再去追究什么。他的这些做法对我影响很大,也促使我学习他的这种办法。

总之,汉英是我党培养出来的一名优秀的科学工作者,和他父亲一样,他尽管看到中国共产党有这样那样的错误、缺点,但他认为在中国没有中国共产党的领导是不行的,从而把自己的一生献给了党。当然我们党也要“从严治党”,要发扬党的革命精神和优良传统,继续带领中国人民从胜利走向胜利。按中国的古话讲:“人生七十古来稀。”他七十一岁去世也算高寿了,但中国人现在的人均寿命已经大幅提高,汉英应该说是走得太早了。希望他一路走好,我们活着的人要学习他的精神,把各自的工作做好,为中华民族、为世界人民作出更大的贡献。

去年年底,我听说汉英的文集出版工作正在筹备进行,心里相当欣慰。汉英文采很好,不仅在他的专业领域造诣颇深,而且在面对更广泛的人民大众读者群体时,也能展现出深厚的功力。他的选集大体分为两卷,分成论文选集与科普杂文选集;后者也即本书的内容非常丰富。具体来说,科普的部分深入浅出,用平易近人的语言,将精深的科研成果转化为大众易接受、易读懂的形式。汉英写科普文章,很注意科学方法论的运用,而在大方向上,又不落前人窠臼,勇于提出原创的新观点,不盲从各种“权威”。尤为可贵的是,他还非常关心青少年的成长,这本书里面就有一篇他投给《中学生数理化》杂志的短文,为青少年们介绍了爱因斯坦成功的关键启示。相信以中科院理论物理研究所资深研究员的身份,在这个杂志上发表文章的人,应该是不多见的。而本书的杂文部分,更是全面反映了汉英的哲学修养与他常年的深邃思考。从对哲学规律的探讨,到对社会现象的反思,汉英独特而鲜明的个性跃然纸上。这些讨论并非形而上的理论,而是密切地与客观实际联系起来,读之令人手不释卷。

另外,这本文集还收录了两篇汉英的录音资料整理稿,殊为珍贵。然而这些毕竟属于谈话记录,不免有所错讹,亦未经汉英最后审阅,为尊重资料之原始面貌,收录时未作改动,仅供读者参考。

序者无需赘言,让我们翻开书页,静静聆听这位才子的声音。

(2011年4月6日开始写,4月8日完成于北京医院810病房)



目 录

第一部分 科普文章	1
物理学的空间、时间和宇宙理论	3
物理学不是一个完成的逻辑体系——从温伯格的一段话谈起	9
狭义相对论的基本原理及其宇宙学意义——相对论百年札记	18
广义相对论和引力理论的变革——相对论百年札记之二	28
爱因斯坦成功的启示	39
德西特不变的相对论及其宇宙学意义	42
“舟行不觉”和暗宇宙——惯性运动、相对性原理及其宇宙起源	59
从 2006 年诺贝尔物理学奖谈起	78
质能公式与科学观	84
探索我们的宇宙 发展相对性原理——国际天文年暨爱因斯坦诞辰 130 周年纪	93
第三陈类、“量子逻辑”与新文化	113
华罗庚与爱因斯坦相对论及其扩展——纪念华罗庚诞辰一百周年	124

第二部分 杂文	145
相对论物理的进展及其意义	147
什么是辩证法的实质与基本规律——关于列宁的对立统一规律(一)	170
几个典型例证和中介的作用——关于列宁的对立统一规律(二)	178
关于矛盾的斗争性和统一性——关于列宁的对立统一规律(三)	186
什么是辩证的发展观——关于列宁的对立统一规律(四)	195
品于丹天地人之道	203
从恩格斯检验催眠术谈起	214
从两小儿辩日谈起	222
学术思想、学术争论和物理学的发展	233
忆郭老二三事	239
赠友人·贺沐霖教授七十大寿,庚寅年正月	252
第三部分 录音资料整理	253
访问中国科学院理论物理所副所长郭汉英教授	255
郭汉英先生之中山大学报告·录音整理	270

第一部分

科普文章



物理学的空间、时间和宇宙理论^①

郭汉英 中国科学院理论物理研究所 北京 100080

空间、时间和宇宙是物理学和天文学的基本概念,与数学和哲学也有密切关系。在力学和物理学中,这些概念是从对物体及其运动和相互作用的测量和描述中抽象出来的;涉及它们的广延性和持续性。空间和时间的性质,主要通过与物体运动及其相互作用的各种关系,以及有关的观测和测量表现出来。

近几个世纪以来,力学、物理学和天文学对空间、时间和宇宙的认识大体上可分为相互交织的两条线索:从以牛顿力学和麦克斯韦电磁理论为代表的空间—时间和宇宙概念,经过狭义和广义相对论,发展到现代宇宙论,这是一条线索。同时,从经典力学经过量子论、量子力学和量子场论,到探索量子引力、超弦和 M 理论,是另外一条线索。

目前,物理学对于空间、时间和宇宙的认识,还存在着一些重大问题有待解决,还在不断地发展。

牛顿绝对空间和绝对时间及其疑难

通常,确定物体的大小,要知道其形状和尺寸,例如长方体,知道其长、宽、高,利用欧氏几何的公式就可计算出其体积。为了确定物体的位置,要知道它相对于另一静止参照物的上下、左右和前后距离,同样利用欧氏几何就够了。描述运动的物体,瞬间位置还不够,还需要知道瞬间的速度和加速度。由此,可抽象出三维空间坐标和一维时间坐标的概念。物体的运动性质和规律,与采用怎样的空间坐

^① 此文发表于《物理教学》,2004 年 8 月第 26 卷第 8 期。

标系和时间坐标来度量它有着密切的关系。惯性定律成立的坐标系,称为惯性系。为了进一步确定惯性运动和惯性系,牛顿抽象出三维绝对空间和一维绝对时间的观念。绝对空间满足欧氏几何,绝对时间均匀流逝,其本性与任何具体物体及其运动无关。相对于绝对空间静止或匀速直线运动的物体为参照物的坐标系,才是惯性系。

惯性和惯性运动观念的确立,在力学的发展中起着重要的作用。在牛顿力学中,物体对于不同的惯性坐标系的空间坐标和时间坐标之间满足伽利略变换。在这组变换下,位置、速度是相对的;空间长度、时间间隔、运动物体的加速度是绝对的或不变的。同时性也是不变的:相对于某一个惯性参照系的两个事件是否同时发生是不变的。相对于某一个惯性参照系同时发生的两个事件,相对于其他惯性参照系也必定是同时的,称为同时性的绝对性。牛顿力学的所有规律,包括万有引力定律,在伽利略变换下形式不变。这就是伽利略相对性原理:力学规律在惯性参照系的变换下形式不变。同时,不变性与守恒律密切相关。运动物体在伽利略变换的时间平移不变性,对应于该物体的能量守恒;伽利略变换的空间平移和空间转动不变性,对应于该物体的动量守恒和角动量守恒。

牛顿力学定律及其在伽利略变换下的不变性,促成对牛顿的绝对空间概念的怀疑。如果存在绝对空间,物体相对于绝对空间的运动就应当是可以测量的。这相当于要求某些力学运动定律中应含有绝对速度。但是,牛顿力学规律并不含绝对速度。换言之,牛顿力学定律的正确性,并不要求一定存在绝对空间。对于牛顿的绝对空间概念,先后有人提出异议。事实上,没有有力的证据表明存在绝对空间。然而,随着牛顿力学和万有引力定律的成功,绝对空间和绝对时间的概念也一直在自然科学界和哲学界中占据主导地位。

但是,在牛顿体系中无法建立简单的宇宙图像。任何简单的宇宙,在万有引力的作用下是不稳定的,这称为希里格佯谬;而且连为什么夜间天空是黑暗的这样简单的问题,都无法回答,这称为奥尔伯斯佯谬。

19世纪麦克斯韦总结出电磁学的基本规律——麦克斯韦方程。这组方程中出现了光速 c ,随后又发现了电磁波。受牛顿绝对空间和绝对时间观念支配的物理学界,自然认为在绝对空间中充满着光以太,麦克斯韦方程仅在相对于绝对空间静止的惯性参考系中成立,电磁波是光以太的波动。于是,在地球这个相对于

绝对空间运动的系统中,麦克斯韦方程仅近似成立。电磁学或光学实验应该能够测量出地球相对于光以太的漂移速度。但是,当时所有这类实验都得到否定的结果。这表明,忽略地球的非惯性运动,麦克斯韦方程仍成立,并不存在“以太漂移。”这样,牛顿的绝对空间和光以太观念都受到了挑战。

相对论体系的空间、时间和宇宙观念与问题

1905年,爱因斯坦提出狭义相对论,扩展了伽利略相对性原理,不仅要求力学规律在不同惯性参照系中具有同样形式,而且要求其他物理规律在不同惯性参照系中也具有同样的形式。爱因斯坦还假定在不同惯性参考系中单程光速 c 是不变的。据此,不同惯性系的空间坐标和时间坐标之间不再遵从伽利略变换,而是遵从非齐次洛伦兹变换。根据这类变换,尺的长度和时间间隔(即钟的快慢)都不是不变的;高速运动的尺和钟相对于静止的尺和钟分别变短、变慢。同时性也不再是不变的(或绝对的),对某一个惯性参照系同时发生的两个事件,对另一高速运动的惯性参照系就不是同时发生的。在狭义相对论中,光速是不变量,因而空间—时间间隔(简称空时间隔)也是不变量;一些惯性之间,除了对应于时间平移和空间平移不变性的能量守恒和动量守恒之外,还存在空间—时间平移不变性。因而,存在能量—动量守恒律。根据这一守恒律,可导出爱因斯坦质量—能量关系式,这一关系在原子物理与核物理中极为基本。

狭义相对论否定了光以太的存在,电磁波是电磁场自身的波动,于是场成为与实物有所不同的物质形式。同时,也否定了牛顿的绝对空间和绝对时间,并通过光速不变原理把一维时间和三维空间联系起来,成为相互联系的四维空间—时间。闵可夫斯基首先发现了这一性质,因而称为闵氏空时。四维闵氏空时的几何是度规具有符号差的欧氏几何,其不变群就是彭加勒群。

狭义相对性原理要求所有的物理规律对于惯性参考系具有相同的形式。然而,把引力定律纳入这一要求并不符合观测事实。爱因斯坦进而提出描述引力作用的广义相对论,再一次变革了物理学的空间—时间观念。

按照广义相对论,如果考虑到物体之间的惯性力或引力相互作用,就不存在大范围的惯性参照系,只在任意空时点存在局部惯性系;不同空时点的局部惯性系之间,通过惯性力或引力相互联系。其实,存在惯性力的空时仍然是平直的四维闵氏空时。存在引力场的空时是四维弯曲空时;其几何性质由度规具有符号差

的四维黎曼几何描述。空时的弯曲程度由在其中物质(物体或场)及其运动的能量—动量张量,通过引力场方程来确定。在广义相对论中,空间—时间不再仅仅是物体或场运动的“舞台”,弯曲空间—时间本身就是引力场。表征引力的空间—时间的性质与在其中运动的物体和场的性质是密切相关的。一方面,物体和场运动的能量—动量作为引力场的源,通过场方程确定引力场的强度,即空时的弯曲程度;另一方面,弯曲空时的几何性质也决定在其中运动的物体和场的运动性质。例如,太阳作为引力场的源,其质量使得太阳所在的空时发生弯曲,其弯曲程度表征太阳引力场的强度。最邻近太阳的水星的运动轨迹受的影响最大;经过太阳边缘的星光也会发生偏转,等等。广义相对论提出不久,天文观测就表明,广义相对论的理论计算与观测结果是一致的。

然而,20世纪中后期的研究表明,在物理上可以实现的条件下,广义相对论的空间—时间必定存在难以接受的奇异性。在奇点处空间—时间亦即引力场完全失去意义;这是广义相对论在理论上存在问题的表现。

物理学对于空间和时间的认识,一直与对宇宙的认识密切相关。现代宇宙论以宇宙学原理和爱因斯坦引力场方程为基础。前者认为,宇宙作为一个整体,在时间上是演化的,在空间上大体上是均匀各向同性的。20世纪中期,提出的大爆炸宇宙模型,解释了河外星系红移,预言了微波背景辐射,对于宇宙的演化、星系的形成、轻元素的丰度等都能给出基本上与天文观测相一致的解释,也解决了牛顿体系无法建立宇宙图像的问题。

可以说,我们的宇宙作为一个演化的整体,这一认识是20世纪自然科学对于时间、空间和宇宙认识的一个重要成就和标志。然而,前面提到的奇点,却又处在宇宙大爆炸的起点或星系核或黑洞的中心,这就给宇宙起源、星系演化带来了新的问题。

其实,在相对论体系中,存在着一些带有根本性的困惑。例如,在弯曲空时中如何测量质量、能量、角动量和自旋等物理量?事实上,在广义相对论中,这些物理量的测量和定义依赖于狭义相对论,特别是依赖于闵氏空时中的平移。然而,在广义相对论的局部闵氏空时中,却并不存在这种平移。当然,如果引力效应很弱,局部实验室可以在一定的近似下忽略引力,近似具有闵氏空时的平移。但是,一旦局部实验室进行与宇宙尺度的现象有关的实验和观测,比如观测星系红移、