

情系弯曲时空

——刘辽教授的相对论研究生涯

赵 峰[†]

(北京师范大学物理系 北京 100875)

刘辽先生是我国著名的引力与相对论天体物理学家,是改革开放后在我国普及和研究广义相对论的主要学者之一.他在我国首先开始黑洞物理与弯曲时空量子场论的教学和研究.上世纪70年代,他曾给出过当时普适性最好的强子质量的半经验公式,该公式把费曼发现的一个公式作为特例包含于其中^[1,2].他证明了最一般的稳态黑洞热辐射狄拉克粒子^[3];所有稳态时空中的未来视界均会产生热辐射^[4];黑洞表面附近热辐射的状态方程与平直时空不同.他和他的学生在研究黑洞反作用的基础上,建立了黑洞的膜模型^[5,6].他提出真空涨落可以产生虫洞;发现可利用虫洞来消除量子电动力学中的发散困难,给出了重正化的新思路.他还提出了Higgs场的宇宙学起源的可能性.在霍金提出时序保护猜想以阻止“时间机器”的出现之后,他和他的学生探讨了避开这一猜想来制造时间机器的可能性^[7].近年来又与同事合作提出蒸发黑洞量子化的一个新方案,在此方案中蒸发黑洞留有遗迹或基态,这是对黑洞理论的一个有意义的修正^[8].

1 动荡的青少年时代

刘辽教授祖籍湖南湘潭,1928年腊月出生于辽宁省沈阳市.刘辽先生的父亲刘朴是著名的中文教授,1920年代后期应兼任东北大学校长的张学良将军之邀,到该校任教.其时,日寇亡我之心已昭然若揭,刘朴教授悲愤之至,为自己新生的四子起名为“辽”,字“子复”(给他三哥起名为“沈”,字“子恢”),意在恢复辽沈.强烈的爱国之心又促使刘朴教授写了一篇《过辽论》,揭露日本鬼子与汉奸亡我中华的阴谋.这篇论文当时流传颇广,影响很大,因而受到日本鬼子的注意,把刘朴教授视为眼中钉.于是,刘朴教授不得不于“9.18事变”前夕举家迁往关内,以躲避日寇、汉奸的迫害.

少年刘辽曾在四川就读于国民政府办的“空军幼年学校”,想当飞行员,保卫祖国.后因抗战胜利大局已定,青年刘辽希望参与科学救国,不辞而别,离开“空幼”.

1947年,刘辽在重庆上中学时,对国民党的腐败统治极为反感,参加了共产党的外围地下活动.正当他填写入党申请书时,川东地下党被国民党反动政府破获,大批党员和革命群众被捕,刘辽的名字也



图1 刘辽教授在北京大学读书时留影

被列入了黑名单.幸亏在此之前他已离开四川,于1948年考入了北京大学数学系学习(一年后转入物理系).在北平,刘辽加入了党的外围组织民主青年联盟.他积极参加反饥饿、反内战、反对国民党政府的游行活动,监视一些特务学生的行踪,反对国民党政府南迁北京大学的阴谋,满腔热情迎来自来了解放和新中国的诞生.

生.

新中国成立后,“民青联盟”成员本可自动转为新民主主义青年团团员.但刘辽觉得革命已经完成,以后主要任务是科学技术救国.因此他没有转团,而是把自己的热情投入到学习中.

2 在困境中自强不息

1952年,刘辽从北京大学毕业,被分配到唐山铁道学院工作,因有上过空军幼年学校的经历而受到怀疑并挨整.

2009-07-02 收到

[†] Email: zhzhao@bnu.edu.cn

1956年,刘辽先生调到北京师范大学(以下简称北师大)物理系工作.次年整风运动在全国展开.刘先生作为一名青年教师,一开始对运动并不关心.他一心扑在教学和科研上,力图把教学工作搞好,同时钻研理论物理的书籍和论文,希望能步入科研的领域.此时,有关负责同志找他谈话,动员他积极参加整风运动,于是,刘辽先生响应号召,在座谈会和大字报上发表了意见,对党组织工作中的缺点提出了批评.

不料风暴来临,整风运动突然180度转向,变成了“反右斗争”,广播和报纸强调右派分子趁党整风之机向党发动进攻.刘辽先生的批评意见被作为“大毒草”加以批判.一开始,北师大物理系还只把刘先生的谈话看作错误言论,并没有认为他是“右派分子”.但是上面不同意,坚持将他定为“右派分子”.于是“反党反社会主义的资产阶级右派”这顶帽子,刘先生一戴就是十八年.

此后,政治运动不断升级,刘先生被反复批判、劳改,他和他的家属长期受到极大的政治压力和各种歧视.但刘先生没有被巨大的压力所压垮.他利用劳动之余努力钻研科学著作,坚韧地希望凭一己之力进入科研领域.功夫不负有心人,当改革开放的春风沐浴神州大地的时候,刻苦钻研相对论近20年的刘辽先生成为了广义相对论的积极传播者和科研专家,为我国的广义相对论研究做出了不小的贡献.他参加了中国引力与相对论天体物理学会的创建工作,并曾担任中国物理学会第5、第6届理事,中国引力与相对论天体物理学会第2、第3届副理事长,1989年9月在特殊情况下接任第3届理事长,并连任第4届理事长.至今他仍担任国际广义相对论和引力委员会委员,还曾是俄罗斯“引力和宇宙”杂志的中国编委.

刘辽教授1994年退休,至今虽已80高龄,仍在从事广义相对论与天体物理的有关理论研究.

3 建立广义相对论研究的一个生长点

在被错划为“右派”的日子里,刘辽先生以坚韧的毅力自学了量子场论、基本粒子理论、李群与李代数和广义相对论,而且基本上读懂了有关书籍.当时,中国国内熟悉广义相对论的人为数有限,刘先生在艰难的环境中在北师大建立了中国广义相对论研究的一个生长点.

作为“右派分子”,刘先生被剥夺了教学的权利,

没有资格讲课,被安排在系资料室作资料员.他不顾一些人的歧视,努力使资料室成为自己的避风港,一有空就在那里钻研理论物理.奇妙神秘的科学世界使他暂时忘掉沉重的现实生活,他的思想在科学的领域中愉快地游荡.此外,刘先生对哲学和音乐的爱好,也使他在逆境中体验到人类文明的乐趣.

1966年,“文化大革命”的风暴降临.刘先生遇到了更为严重的灾难,他被反复批斗、劳改.夜里烧锅炉,白天挨批斗,非人的生活待遇,使他满身满脸黑灰,只有两只眼睛还透出生命的活力.



图2 刘辽教授(左一)被错划为“右派分子”后“接受劳改”

刘先生并没有被压垮,继续保持着对科学和教育的兴趣与信心.两位因贴林彪大字报而被打成“现行反革命”的学生,成了刘先生最早的相对论弟子.这两位青年在共同的劳改生活中,发现刘先生并非“坏人”,而是一位博学多才的正直学者.他们开始与刘先生攀谈,向他学习相对论的知识.在稍获自由,取得回家睡觉的权利之后,这两位青年便悄悄到刘先生家中秘密研讨相对论.他们后来都成为了重点大学的物理教授.

1978年,改革开放的春风开始在神州大地飘荡,极“左”的政治压力逐步消退,刘先生也从“铁杆右派”过渡到“摘帽右派”,再过渡到“改正右派”之后,终于成为了“错划右派”.

这一年,在天文系老师的帮助和推荐下,刘辽先生开始以一名资料员的身份招收研究生.天文系师生这一空前的创举,促成了北师大广义相对论生长点和硕士点的诞生.

4 在全国宣传、传播广义相对论

科学的春天到来之后,刘辽先生全身心地投入到引力与相对论天体物理的教学与研究中去.他不仅在北师大讲授广义相对论,而且在中国科学院研究生院、南京师范大学和四川大学等地开课.北京大学、湖南师范大学在讲授广义相对论时,也采用过他的讲义.刘先生走出去讲学,弟子遍布全国各地,使北师大成为中国广义相对论教学、研究的一个重要基地.目前,物理学会引力与相对论天体物理分会的骨干成员中,有相当大一部分直接或间接出自刘先生的门下.

刘辽先生编著的《广义相对论》一书^[9],是国内流传最广的相对论读物之一.这本书同时又是一本科学著作,从入门开始把初学者一直引导到广义相对论的研究前沿,例如黑洞、白矮星、中子星、宇宙学、引力波等诸多研究领域.国内有许多引力与相对论天体物理专业的教师和研究人员的从阅读这本书开始进入科研前沿的.

上世纪70年代之前,中国只有少数人懂得广义相对论.“文化大革命”期间,一些饱受摧残而又矢志不渝的知识分子躲在角落里自学爱因斯坦的理论.当严寒过去,科学的春天降临的时候,他们站出来讲授自己苦读得来的知识,使广义相对论的知识在全国广泛传播,刘辽先生就是这样一位传播者.此后,在周培源先生等老一辈学者的关怀与支持下,广义相对论研究在我国形成规模,“中国引力与相对论天体物理学会”(后更名为中国物理学会引力与相对论天体物理分会)作为物理学会的一个分会应运而生.刘辽先生是该学会的首届理事之一.

5 开创黑洞物理的教学与研究

刘辽先生在我国首先开始了黑洞物理的教学与研究.

刘辽先生第一篇科学论文是“强子质量的一个半经验公式”^[1,2],这是当时普适性较高的一个公式.此后他便专注于引力与相对论天体物理的研究.他指导研究生完成了脉冲双星 PSR1913+16 辐射引力波的计算,验证了泰勒等人的结果.

上世纪80年代,刘辽先生开始把主要精力放在黑洞的研究与教学上.他攻克的第一个难点是转动的、带电的黑洞热辐射狄拉克粒子的问题.当时国际

上认为这类黑洞应该热辐射狄拉克粒子,只是找不出证明方法.弯曲时空中的旋量方程耦合十分强烈,很难求解.刘辽先生及其同行在刻苦钻研之后,发现该方程在黑洞表面附近可以求解,成功地证明了这类最普遍的黑洞确实热辐射电子、质子等狄拉克粒子^[3].后来,他又进一步证明,任何一个未来事件视界都应具有霍金辐射^[4].

在此之后,刘辽先生领导的小组对黑洞温度、黑洞熵以及黑洞附近的其他量子效应做了大量研究.他们探讨了霍金辐射的反作用问题,建立了黑洞的膜模型,该模型把黑洞事件视界看作有物理意义的、存在表面张力的膜,很好地解释了黑洞热力学^[5,6].他们还提出了计算非稳态黑洞温度和熵的方法.刘辽先生等对黑洞附近的状态方程做了修改,得到与天文观测相一致的结果.特别值得一提的是,近年来,刘辽先生及其合作者在黑洞量子化方面做出了具有启发性的创新工作.他们用索末菲量子化条件,得到黑洞的量子基态,指出黑洞的霍金蒸发会因到达量子基态而自动截止,截止的残留物很可能是暗物质^[8].

在科研的同时,刘辽先生还在国内首先开设了“黑洞物理学”这门课,把许多广义相对论专业的研究生,领进了黑洞研究的前沿.

6 探讨宇宙学与弯曲时空中的量子场

此外刘辽先生还带领研究生涉足于宇宙学领域,展开了对暴胀宇宙学、量子宇宙学、虫洞和时间机器的广泛研究,他们在国内外重要刊物上发表了数十篇论文,其中包括“Higgs场的宇宙学起源”^[10]、“利用虫洞消除 QED 中的单圈发散”^[11]、“真空涨落可以产生虫洞”^[12]等,探讨了研究 Higgs 场和 de Sitter 时空量子化的新思路.著名相对论专家霍金教授为了避免时间机器带来的困难,曾提出“时序保护猜想”.刘辽先生等人研究了霍金的时序保护猜想,指出了避开这一猜想来制造新的时间机器的可能性.在科研工作的同时,刘辽先生编著了《广义相对论》^[9,13]和《量子场论》^[14]学术著作,还与合作者一起出版了《黑洞与时间的性质》^[15]、《暴胀宇宙和宇宙弦》^[16]、《李群与李代数》^[17]、《狭义相对论》^[18]等学术著作,编写了“弯曲时空量子场论”、“量子宇宙学”等讲义(即将正式出书).

刘辽教授从不脱离教学,他长期为研究生讲授广义相对论、量子场论、李群与李代数、弯曲时空量

子场论、暴胀宇宙学、量子宇宙学等课程,还为本科生开过量子力学、量子场论导论等课程.特别值得一提的是,“弯曲时空量子场论”课是刘辽先生率先在国内讲授的.



图3 刘辽教授与夫人在北京

刘辽先生授课清晰、严谨,强调物理思想,富于启发性,深受学生和进修教师的喜爱.他思想活跃,平易近人,从不在学生面前摆架子.刘先生总是和学生平等讨论,允许学生当面反驳他的意见,在课题组内营造了良好的学术气氛.因而,他培养了一批广义相对论的教学与科研骨干.在刘辽教授的领导下,他的课题组近年来发表了几百篇研究论文,其中不乏创新内容的工作.



图4 刘辽教授作学术报告

刘辽教授正直、谦虚,从不为自己和自己的小组谋求私利,并且要求他的学生也要这样做.在他的学

生担任行政职务的时候,刘辽先生告诫他“一定不要利用职权为个人或我们的小组谋私利”.他十分鄙视那种为个人私利而伤害他人甚至伤害国家和人民利益的举动.

刘辽教授和他领导的小组在广义相对论领域长期辛勤耕耘,于1986年和1996年两次获得国家教委科技进步二等奖,获奖项目分别是“黑洞、奇点及早期宇宙理论”和“黑洞物理学与量子宇宙学”.

今年是刘辽教授80华诞之年,谨以此文为先生祝寿,衷心祝愿先生身体健康,为祖国物理学发展再做贡献.

参考文献

- [1] 刘辽. 北京师范大学学报(自然科学版), 1978, 14(3): 24 [Liu L. Journal of Beijing Normal University (Natural Science), 1978, 14(3): 24 (in Chinese)]
- [2] 刘辽. 物理, 1979, 8: 285 [Liu L. Wuli (physics), 1979, 8: 285 (in Chinese)]
- [3] 刘辽, 许殿彦. 物理学报, 1980, 29: 1617 [Liu L. Xu D Y. Acta physica sinica, 1980, 29: 1617 (in Chinese)]
- [4] 刘辽. 物理学报, 1982, 31: 519 [Liu L. Acta physica Sinica, 1982, 31: 519 (in Chinese)]
- [5] Huang C G, Liu L., Xu F. Chin. Phys. Lett., 1991, 8: 118
- [6] Huang C G, Liu L., Zhao Z. Gen. Rel. Grav., 1993, 25: 1267
- [7] Li L X, Xu J M, Liu L. Phys. Rev. D, 1993, 48: 4735
- [8] Liu L, Pei S Y. Chin. Phys. Lett., 2004, 21: 1887
- [9] 刘辽. 广义相对论. 北京: 高等教育出版社, 1987
- [10] Liu L, Pei S Y. Chin. Phys. Lett., 2003, 20: 780
- [11] 刘辽. 物理学报, 1998, 47: 363 [Liu L. Acta physica Sinica, 1998, 47: 363 (in Chinese)]
- [12] Liu L. Phys. Rev. D, 1993, 48: R5463
- [13] 刘辽, 赵峥. 广义相对论(第二版). 北京: 高等教育出版社, 2004
- [14] 刘辽. 量子场论. 北京: 北京师范大学出版社, 2003
- [15] 刘辽, 赵峥, 田贵花等. 黑洞与时间的性质. 北京: 北京大学出版社, 2008
- [16] 蒋元方, 刘辽, 钱振华. 暴胀宇宙和宇宙弦. 上海: 华东师范大学出版社, 1993
- [17] 曹雨芳, 刘辽. 李群与李代数简介. 北京: 北京师范大学出版社, 1987
- [18] 刘辽, 费保俊, 张允中. 狭义相对论(第二版). 北京: 科学出版社, 2008