

## 刘辽:弯曲时空的探索者

2016年4月27日,刘辽先生在经历了多年帕金森综合症与阿尔茨海默病的折磨后,与世长辞,享年88岁。

刘辽教授是中国著名相对论专家,是改革开放后在中国宣传、普及广义相对论的主要学者之一,也是卓越的学术带头人之一。在时空理论、引力波、黑洞、宇宙学等方面发表了许多高水平的论文,出版了不少宣传和普及广义相对论的教材和学术专著,培养了大批青年学生。

刘辽参加了中国引力与相对论天体物理学会的创建,当选为第一届理事会理事,第二、第三届理事会的副理事长,并于1989年接任理事长职务。此后又担任第四届理事长。他还是中国物理学会第五届、第六届理事会的理事,以及国际广义相对论和引力委员会的委员。他领导的小组两次获得国家教委科技进步二等奖。

### 1 身处逆境奋斗不止

刘辽从小正直、爱国,少年时期曾就读于“空军幼年学校”,准备为保卫祖国而战。抗战胜利后,则希望自己走“科学救国”的道路,于是转入普通中学学习。他曾参加共产党组织的地下活动,帮助散发《挺进报》。1948年考入北京大学数学系,后转入物理系学习。在北京大学期间加入共产党的外围组织“民主青年联盟”,积极参加反对国民党反动统治的斗争,迎来了新中国的成立。

刘辽1952年大学毕业后,曾在唐山铁道学院任教,1956年转到北京师范大学工作。第2年恰逢整风运动,他原本对运动并不关心,一心想走科学救国之路,躲在屋子里钻研物理。后在组织动员下出来看了大字报,发表了一些批评意见,被错划为右派,失去了教学的资格,被分配到图书室当资料员。难能可贵的是,刘辽没有自暴自弃,他利用一切可能的时间自学理论物理,努力让自己的思想在爱因斯坦的弯曲时空中自由飞翔。令人惊奇的是,在无人可请教的情况下,刘辽居然学通了广义相对论。

### 2 在全国传播广义相对论

在改革开放的春风来临之际,刘辽的“右派”问题得到彻底平反,他开始走出个人的小天地,在北京师范大学建立了相对论研究中心,并在全国各地宣讲广义相对论。



2008年12月,刘辽教授在北京师范大学做黑洞量子化报告

改革开放之前,中国只有个别人零星做过一点广义相对论研究。为了在中国普及广义相对论,刘辽自编了讲义,这本讲义凝聚了刘辽半生的心血,后来以《广义相对论》的名称由高等教育出版社出版。这本书把物理思想和数学工具融为一体,既适用于课堂讲授,又可用于自学。它能把读者从一无所知的状态引进广义相对论的殿堂,并将他们一直引领到引力波、黑洞、中子星和宇宙学的科研前沿。这本书是罕见的中国人自己写的广义相对论教科书,在理论物理界产生了重要影响。

由于引力场的量子化始终没有成功,相对论界不得不采用了一种半经典、半量子的“弯曲时空量子场论”来研究问题。这套理论在黑洞和宇宙学的研究中取得了很大成功,例如霍金关于黑洞存在热辐射的著名证明,就是用这种理论完成的。当时国内对这一理论还不熟悉,刘辽读通后,立刻在全国各地宣讲。后来在其学生黄超光教授的协助下,有关讲义以《弯曲时空量子场论和量子宇宙学》的名称在科学出版社出版。

此外,刘辽还出版了《狭义相对论》《量子场论(平直时空)》《李群李代数简介》《暴胀宇宙学和宇宙弦》《黑洞与时间的性质》等理论物理教材和专著。这些书对中国相对论事业的发展起了助推作用。

### 3 探索弯曲的时空

刘辽先生第一篇科研论文是粒子物理方面的。他找到了一个强子质量的半经验公式,这个公式是当时普适性最好的半经验公式,把费曼和盖尔曼发现的1个公式作为特例包含于其中。

1978年,刘辽同时开始了对黑洞物理和引力波的研究。当时美国天体物理学家泰勒和休斯通过对脉冲双星

PSR1913+16轨道的研究,宣称间接发现了引力波,轰动了物理、天文界。由于看不到他们的具体计算方法,刘辽就带领2名研究生,用引力能的朗道表述作了计算,在验证他们工作的同时,自己也掌握了研究引力辐射的方法。

此后,刘辽的研究重点转向黑洞。由他带领的小组首先证明了最一般的稳态黑洞(克尔-纽曼黑洞)热辐射狄拉克粒子(如电子、质子等)。当时相对论界都猜到克尔-纽曼黑洞的热辐射中应有狄拉克粒子,但由于弯曲时空的旋量方程过于复杂,没有人能给出严格证明。刘辽研究组首先完成了这一证明。

后来,刘辽研究组又对黑洞温度、黑洞熵以及黑洞附近的其他量子效应做了大量研究。他们提出了黑洞的“膜模型”,此模型把黑洞的事件视界看作存在表面张力的膜。这是一个十分具有启发性的方案。

刘辽等还把索末菲的量子化条件移植到广义相对论中,提出黑洞量子化的方案。这个方案可以避免黑洞蒸发的信息疑难。

刘辽还带领助手和学生对暴胀宇宙学、量子宇宙学、虫洞和时间机器等做过很多研究,发表了大量论文。并在自己的专著中介绍了虫洞、时空隧道和时间机器,这在中文书籍中几乎是唯一的。此外,他还针对霍金为避免时间机器而提出的“时序保护猜想”进行了研究,提出了避开这一猜想来制造时间机器的可能性。

刘辽80岁后,重新回到了引力波的研究,认为de Sitter背景的时空中不存在引力波。他不顾年老体衰,每天颤颤巍巍步行到资料室钻研文献。

刘辽从不脱离教学,也从来不在学生面前摆架子,允许学生反对自己的意见,在组内形成良好的学术氛围。

刘辽是中国广义相对论教学和研究的领军人物。在刘辽等先辈学者的引领之下,中国的相对论研究已经取得了长足进展,呈现了遍地开花的局面。目前,全球黑洞、引力波和宇宙学的研究队伍中,已经不乏中国学者的身影。

文/赵峥

作者简介 北京师范大学物理系教授。

(编辑 傅雪)