

· 2005 年度上海市科技进步奖 ·

## 上海师范大学天体物理研究中心 与宇宙动力学及相关问题研究



2005 年度上海市科技进步一等奖《宇宙动力学及相关问题研究》项目由上海师范大学独立完成,主要完成人为天体物理研究中心李新洲、郝建纲和刘道军,数理信息学院翟向华博士也参与了部分工作。李新洲,1968 年毕业于复旦大学,曾先后在复旦大学、华东理工大学任教授、博导,1999 年进入上海师范大学,任教授、博导。郝建纲,2004 年毕业于华东理工大学,获博士学位,同年进入上海师范

大学,现在美国密西根大学进修。刘道军,副教授,2004 年毕业于华东理工大学,获博士学位,同年进入上海师范大学。

宇宙动力学是当代宇宙学研究的前沿分支,自 1990 年代以来,由于一系列的航天与巡天计划的实施,宇宙学已经从一门纯理论的学科转变成与观测密切相结合的全新学科。

1990 年前后,观测结果确立了标准大爆炸宇宙模型。到了 1998 年,天文学家又取得了一系列革命性的观测结果,发现人类原先对宇宙的认识有很大缺陷;今天的宇宙在加速膨胀,而原先预言是减速的;构成我们宇宙的物质只有 4% 是人类所熟知的原子物质(即由粒子物理标准模型描述的物质),而余下的 96% 是人类尚未完全了解的暗能量和暗物质;如果将暗能量理解成宇宙的真空能,那么理论与观测的冲突相差  $10^{20}$  倍。这些观测事实为宇宙动力学研究搭建了一个广阔舞台。各科技大国都投入了大量的人力物力进行宇宙学研究,也因此涌现了一批世界顶尖科学家。

该项目以广义相对论作为研究的基本出发点,结合国际天文重大项目的观测结果,对宇宙动力学及相关问题进行了研究。在研究过程中,除使用广义相对论中常规使用的黎曼几何外,还使用了非交换几何和同伦论等现代数学工具,以及大量专用计算程序的软件。

在该项目的研究过程中,项目组成员不仅得到了与天文观测相符的一系列理论模型,提出了一些全新的观念,纠正了一些前人的错误结论并得到原作者的肯定,发现了一些新的物理可观测效应,而且在某种意义上讲,这些成果还丰富和发展了广义相对论理论。例如,得到卡什米尔力排斥与吸引性的几何依赖性结论,在 1998 年由美国物理学家 Mohideen 和 Roy 等设计实验得到证实。此外,从应用数学的角度看,在该项目研究过程中还创造了一些新的方法。



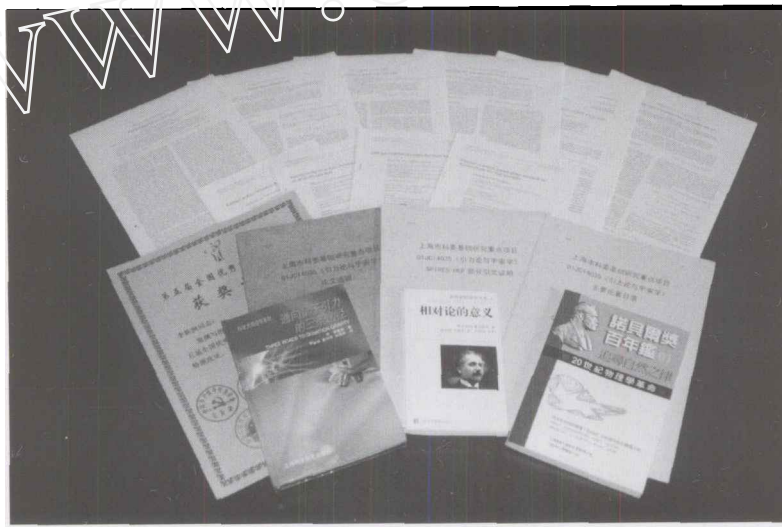
李新洲教授在作报告

(下转封三)

(上接封二)

由于宇宙动力学由引力相互作用决定,通过该项目的研究,为使引力相互作用在人类社会、经济中产生巨大的影响提供了认知的途径.作为一项基础理论研究,该项目为我国在国际宇宙学研究领域争得一席之地作出了贡献.

该项目共发表论文 51 篇,以编纂 SCI 等权威科技情报资料著称的国际权威 THOMSON 科技信息集团,授予该项目 5 篇论文本研究领域 TOP 1% 论文的证书.同时该项目的论文大多数在 Phys. Rev., Phys. Lett. B, Astropart. Phys. 和 Class. Quantum Grav. 这些引力与宇宙学国际重要的学术刊物上发表,而且已得到包括国际权威学者 R. K. Caldwell, T. Padmanabhan, J. Barrow, A. Sen, G. W. Gibbons 等在内的 800 多次国内外学者的引用.另外该项目的成果还为国外研究生教材、专著和多篇综述长文所引用.在国际上美、英、法、德、意、日、俄、西、印等数



十个研究组中,该项目在多个具体研究问题上处于国际领先地位.

该项目研究的主要发现点:

一、计算真空能几何依赖性的谱方法被权威学者认为最令人信服,计算结果已为美国学者在 1998 年实验证实.

二、文献公认该项目首创了真空能计算中广义采他函数正则化技术,纠正了分段弦不能使用采他函数正则化的观点,得到原提出者的承认,该技术在他人引文中至少 10 次被赞为“优雅的方法”.

三、在宇宙学方面得到国际同行认同的新观念和新方法:

①首先提出快子场为暗能量候选者,并将模型与最近各种重大天文观测数据比较,得到符合的结果;首先研究了非交换时空的快子场暴涨;首先构建了快子型 phantom 宇宙学.

②首先提出 phantom 宇宙的 Big Rip,晚期德西特和追踪者 3 类吸引子,纠正了 phantom 宇宙命运一定为 Big Rip 观点,指出还存在其他 2 种可能性;首先讨论 Brane 世界的 phantom 宇宙学.

③与卡德威等同时独立构造了多分量暗能量模型;首先构建多分量 phantom 模型.

④指出宇宙学查雷金气体既可以是正动能又可以是负动能的.

四、在拓扑缺陷引力系统方面,对著名的“正质量猜测”提出了反例,得到原提出者的承认;此外,还发现了在膨胀宇宙中宇宙弦的一般演化规律.

(方 宇)