



国外宇宙与 航天领域研究 的新进展

张明龙 张琼妮 © 著

GUOWAI YUZHOU YU
HANGTIAN LINGYU
YANJIU DE XINJINZHAN



知识产权出版社
全国百佳图书出版单位



量子宇宙与 航天领域研究 的新进展

中国科学院量子信息
重点实验室
量子信息研究中心



中国科学院出版社
CHINA SCIENCE & TECHNOLOGY PRESS

国外宇宙与航天领域 研究的新进展

张明龙 张琼妮 著



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

图书在版编目(CIP)数据

国外宇宙与航天领域研究的新进展 / 张明龙, 张琼妮著. —北京: 知识产权出版社, 2017.11

ISBN 978-7-5130-5258-0

I. ①国… II. ①张… ②张… III. ①宇宙—研究—国外②航天科技—研究—国外
IV. ①P159②V52

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 271027 号

内容提要

本书分析了国外在宇宙物质与结构、宇宙射线、引力、暗物质与暗能量, 银河系性质、内含天体及演变, 黑洞本质与影响, 系外行星与遥远星系等方面的探测成果, 航天器、航天发射设备和天文仪器的研制进展等。本书运用通俗易懂的语言, 阐述宇宙与航天领域的前沿学术知识, 宜于雅俗共赏。本书适合广大天文爱好者、天体物理研究人员、高校师生和政府工作人员等阅读。

责任编辑: 王 辉

责任出版: 孙婷婷

国外宇宙与航天领域研究的新进展

GUOWAI YUZHOU YU HANGTIAN LINGYU

YANJIU DE XINJINZHAN

张明龙 张琼妮 著

出版发行: 知识产权出版社 有限责任公司

电 话: 010-82004826

社 址: 北京市海淀区气象路 50 号院

责编电话: 010-82000860 转 8381

发行电话: 82000860 转 8101

印 刷: 北京九州迅驰传媒文化有限公司

开 本: 787 mm×1092 mm 1/16

版 次: 2017 年 11 月第 1 版

字 数: 500 千字

ISBN 978-7-5130-5258-0

网 址: <http://www.ipph.cn>

<http://www.laichushu.com>

邮 编: 100081

责编邮箱: wanghui@cnipr.com

发行传真: 010-82000893

经 销: 新华书店及相关销售网点

印 张: 25

印 次: 2017 年 11 月第 1 次印刷

定 价: 82.00 元

出版权专有 侵权必究

如有印装质量问题, 本社负责调换。

前言

尽管宇宙拥有无边无际的空间,拥有数不胜数的天体,然而,到目前为此,人类只在地球上修建自己的家园,尚未发现第二个存在生命的星球。人类为了避免宇宙天体对地球造成伤害,确保栖息地可靠安全,同时也有利于拓展生存空间,获得更加丰富的物质和精神财富,正在迅速发展宇宙与航天事业,不断开辟天文科学新篇章。

本书运用现代天文与天体物理学原理,以国外在宇宙与航天领域取得的研究成果为考察对象,着重梳理 21 世纪特别是近十年来的天文探索新进展。通过梳理这方面的信息,笔者发现国外在宇航探索领域出现了一些新特点,其中主要有以下几方面:

(一) 不断拓宽探测宇宙的范围

(1)从探测附近星系拓展到遥远星系。过去由于天文仪器和观测技术的限制,搜索宇宙星系的能力不强,很难跨出银河系范围以外。目前,采用红外线探测多目标摄谱仪等新设备,并以光谱学和红移现象对观察对象进行研究,大幅度提高了搜索发现星系的能力,相继找到一些古老而遥远的星系,其中已多次发现距离地球超过 130 亿光年的星系。

(2)从探测看得见的天体拓展到看不见的天体。宇宙空间内存在的黑洞,是一种无法直接观测的天体。它的时空曲率无限大,使得光都无法从其视界逃脱。但可以通过观测它对其他天体的影响,推测它的存在和质量。近年,搜索黑洞业绩非凡,已找到处于婴儿时期的黑洞,质量是太阳 210 亿倍的目前最大黑洞,可能正在合并的两个超大黑洞,抛弃宿主星系独自生存的黑洞等。

(3)从探测宏观天象拓展到微观粒子。21 世纪以来,研究微观粒子的成果,在天体物理学中占据很大比重,探索视角涉及宇宙中微子及其具体形式电子中微子、 μ 子中微子和 τ 子中微子,希格斯玻色子及其衰变成的费米子,反物质原子特别是反氢原子,轴子与质子,B 介子与 μ 子,夸克及其相关新粒子等。特别是,在南极建成世界上最大的粒子探测器“冰立方”,专门用来捕捉宇宙中微子。据报道,“冰立方”已捕获到第三个千万亿电子伏特的宇宙中微子。

4.从探测有形物质要素拓展到无形客观存在。宇宙中存在的氢、氦、氧、碳、

铁,以及水、甲烷、乙烷、氨等有形物质要素及其构成,仍然是天文探索的重要对象。此外,现代天文学又把触角伸向宇宙引力、暗物质和暗能量等领域,它们是无形的或者目前尚未发现的,但又可能是客观存在的。目前,在宇宙引力研究方面,通过搜寻引力波信号可以真实地感觉到它的存在。据悉,激光干涉引力波天文台已多次探测到引力波信号。为搜寻暗物质,已开建地下最深的暗物质研究实验室,并建成迄今最大最灵敏的暗物质实验设备。研究暗能量方面的主要成果是,通过测量宇宙膨胀率揭示暗能量本质,运用氢强度映射实验镜计算暗能量强度。

(二) 深入推进太阳系天体的研究

从探索星系角度来说,研究太阳系的成果,在天文学成果总量中,始终拥有最大比重。人类赖以生存的地球,就是太阳系的一颗行星,科学家特别注重太阳系的研究,应该说也在情理之中。实际上,还有技术层面的一些缘由。梳理宇航领域的创新信息,不难看出,太空探测器所到的地方,往往是天文学研究成果密集之处。目前,人类太空探测器的最远距离,尚未超越太阳系范围,这才是促使太阳系研究成果大量涌现的客观因素。近年,推进太阳系探测取得的成果主要有:

(1) 推进火星的探测与研究。火星是太空探测器进入最密集的星球之一,从1962年苏联火星1号探测器开始,先后有火星环球勘探者、奥德赛、曼加里安号等轨道器,火星3号、海盗1号、凤凰号等着陆器,索杰纳、勇气号、机遇号、精神号和好奇号等火星车探访火星。特别是世界上第一辆采用核动力驱动的火星车好奇号,向地球传输回大量考察图片。目前,火星的探测和研究成果主要有:重新解释火星早期的地质地貌,破解火星夏普山成因之谜,发现火星火山大约在5000万年前就已停止活动,认为火星峡谷可能由风“雕刻”而成,火星山坡可能由沸水雕琢出来,火星沟渠可能由干冰雕凿成型。发现火星有个直径35米的罕见地下洞穴,发现火星岩石中存在氮化物。在火星上空发现奇怪灰尘云和明亮极光,证实火星上曾存在“酸雾”,揭开火星沙尘旋风之谜;发现火星地面灰尘“有毒”,发现火星辐射水平与低地球轨道近似;发现氢原子正“成群结队”地逃离火星,发现火星有神秘甲烷排放,并在火星陨石中发现甲烷痕迹,认为古火星或曾富含氧气,发现火星大气中九成二氧化碳已转移到太空。在火星上获得冰冻水样本,发现早期火星淡水可能足以支持生命存在,发现火星表面可能有水流动的迹象,已找到在水中沉淀形成的水合盐物质;认为火星早期大湖由雪水融化形成,认为火星上埋藏着巨大冰层;认为小行星连环撞击或使火星出现短暂海洋。发现火星古湖泊呈现微生物存活迹象,认为火星或曾拥有适合生命存活的环境。

(2) 推进冥王星的探测与研究。美国航空航天局在2006年发射升空的新视野号探测器,主要任务是探索冥王星、冥卫一及位于柯伊伯带的小行星群,它是人类发射过的速度最快的太空设备,已于2015年7月14日飞掠冥王星,是首个探测这颗遥远矮行星的人类探测器。新视野号拍摄和发回大量清晰照片,大大激发了

天文学者研究冥王星的热情。这方面取得的成果主要有：发现冥王星具有独特的“蛇皮”地貌，其上有众多冰丘，一个面积正缩小的冰川湖，以及有裂隙的冰山。揭开冥王星心形区域冰封之谜，并发现这一区域充满一氧化碳和甲烷；发现冥王星“冰封之心”太重致表面坍塌。破解冥王星斯普特尼克平原神秘多边形地带的成因，并分析其特征及影响。发现冥王星“雪山”，是由其大气中的甲烷冷凝成冰雪后，降落到山顶上形成的。发现冥王星拥有一片“蔚蓝天空”，它是由阳光辐射氮和甲烷后产生的粒子形成的，还发现冥王星上氮气分子逃逸速率很低。另外，分析认为冥王星表层下可能存在冰封海洋。

(3) 推进彗星的探测与研究。历史上，国际日地探险者 3 号、金星-哈雷彗星号、吉奥多号和行星 A 号等探测器，都曾通过飞掠方式探测过彗星。星尘号飞船还成功地把彗星尘埃样本带回地球。欧洲空间局在 2004 年 3 月发射升空的罗塞塔彗星探测器，经过历时 10 年 5 个月零 4 天、总长超过 64 亿公里的太空飞行，在 2014 年 8 月 6 日终于追上了它飞快移动的目标：67P 彗星，进入距离彗星约 100 公里的轨道并围绕其运行。在环绕该彗星同轨道运行 3 个多月后，向这颗彗星投放“菲莱”着陆器，并顺利降落到彗星表面上。探测彗星的成果主要有：在绘架座 β 星发现原始彗星云，首次发现“无尾彗星”。罗塞塔传回彗星上存在有机分子链图片，传回揭示彗星秘密的紫外光谱仪近照，并成功获取彗星气体化学信息。在彗星尘埃中发现氨基酸，发现彗星上存在氨、甘氨酸和磷元素等。

(4) 推进太阳系其他方面的探测与研究。对太阳系天体的研究，除了上述成果外，其他主要集中在探索太阳黑子、太阳耀斑、日冕物质抛射、太阳风暴与太阳雨。破解水星反射阳光能力很弱的原因，发现金星大气层存在巨型弓型结构。研究地球物质结构、大气成因，天体撞击现象；分析月球球形演变和月球引力，月球成因与月球年龄。研究土星及其卫星的特征与演化，探测土星最大卫星泰坦的外型与地质、气象气候、海浪与海洋。研究卡戎星地貌与大气、海洋资源，探测谷神星水资源、特有亮斑和生命生存环境，并发现灶神星没有卫星。

(三) 大力搜寻宜居的系外行星

很早以前，天文学家就认为太阳系以外存在着其他行星。但是，由于仪器设备的限制，一直没有发现其踪影。到 20 世纪 90 年代，首颗系外行星终于获得确认，此后，这方面的发现逐年增多。21 世纪初每年新搜索到的系外行星在 20 颗以上。

2009 年 3 月 7 日，美国航空航天局发射升空开普勒探测器，它的主要任务，是在银河系内探测系外行星，希望搜寻到能够支持生命体存在的类地行星。如此一来，搜索系外行星出现井喷现象，据报道，到 2016 年 4 月，开普勒探测器已发现近 5000 颗系外行星。

21 世纪以来，国外搜寻宜居系外行星取得的成果，主要表现为：搜寻并鉴别出

一批可能适宜生命存在的星球,其中包括一些大小和状况与地球类似的系外行星。发现球体大部分为岩石和铁的地球“兄弟”,发现一颗围绕红矮星旋转可能保有液态水的地球“堂兄弟”,发现拥有稠密岩石的“巨型地球”,发现上面可能有水、温度合适的“超级地球”,发现一颗温度适中的岩态“超级地球”,发现一颗环绕比邻星旋转的类地行星。同时,对一些类地行星的大气层及气候条件、常年保持的表面温度,以及宇宙辐射对其影响等方面展开探索。

(四) 日益重视太空资源的开发利用

21 世纪以来,各国在发展宇航事业中,越来越重视对太空资源的开发和利用。

仅从物质资源探测角度来说,已发现在火星、灶神星、月球和岩石型小行星等天体上,埋藏着丰富的矿产资源,发现一颗球体内含有约 1 亿吨铂金的铂金小行星,甚至已探测到由金刚石构成的“钻石星”。在类木行星和彗星上,发现有丰富的氢能资源。在冥王星上发现由甲烷凝结成的“雪山”,在土卫六泰坦上发现表面流淌着液态甲烷和乙烷的河流、湖泊和海洋。

其他资源的开发利用,也在加快推进。例如,利用太空引力资源验证科学原理,检验爱因斯坦广义相对论的正确性。利用太空微重力和高真空资源,开发新材料和新产品。利用太空轨道资源,布置卫星或卫星群,开辟太空探测平台,建立地面导航系统和通信系统;建立环境监测机制,用来快速追踪地球变化,预报天气、火山爆发、地震、洪水、森林大火等自然灾害。利用太空高质量的太阳能资源,计划建造太空太阳能发电厂,开发传输太阳能的太空机器人,研制可为地球供电的太阳能发电卫星。利用月球地面资源,建立研究基地和太空探测中转站,并以月球为地面基础建立连接至其他星球的太空因特网。

十多年前,笔者就已开始关注宇宙与航天领域的新收获,先后在《国外发明创造信息概述》《八大工业国创新信息》等书中,特意安排一定章节,专门介绍国外在宇宙与航天领域取得的创新进展。近日,笔者在原有基础上,继续推进这项研究,从已经搜集到的大量太空探测和航天开发信息中,细加考辨,取精用宏,抽绎出典型材料,精心安排框架结构,撰写成《国外宇宙与航天领域研究的新进展》。

本书由 8 章内容组成,前 6 章以考察宇宙天文成果为主,分析探测宇宙、银河系、太阳系、恒星与超新星、黑洞、外行星与星系等方面的新信息,后 2 章以考察航空航天事业成果为主,分析研制航天仪器设备、太空开发利用等方面的进展状况。本书密切跟踪国外宇航事业发展的前沿信息,所选内容限于 21 世纪以来的探测和开发成果,其中 90% 以上集中在近十年期间。本书披露了大量鲜为人知的宇航进展信息,可为遴选宇航方面研究开发项目和制定相关科技政策提供重要参考。

张明龙 张琼妮

2017 年 8 月 25 日

目 录

前 言

第一章 探测宇宙的新进展	1
第一节 宇宙概貌研究的新成果	1
一、探测宇宙物质与宇宙结构的新发现	1
二、宇宙及其内含天体研究的新成果	6
三、宇宙学理论研究的新进展	10
第二节 宇宙射线与宇宙粒子研究的新成果	15
一、研究宇宙射线与射电暴的新进展	15
二、研究和探测宇宙中微子的新进展	20
三、研究其他宇宙粒子的新进展	26
第三节 宇宙引力研究的新成果	36
一、探索宇宙引力获得的新信息	36
二、探测引力波获得的新信息	40
第四节 宇宙暗物质研究的新成果	42
一、研究分析宇宙暗物质的新进展	42
二、探测搜寻宇宙暗物质的新进展	46
第五节 宇宙暗能量研究的新成果	52
一、探索宇宙暗能量本质与强度的新进展	52
二、探索暗能量与宇宙膨胀关系的新进展	55
第二章 探测银河系的新进展	59
第一节 银河系概貌研究的新成果	59
一、探索银河系性质与成因的新见解	59
二、研究银河系氢气与磁场的新进展	62
三、研究银河系暗物质与黑洞的新进展	64
第二节 银河系星系探索的新成果	67

一、探测银河系及相邻星系与相似星系团	67
二、研究银河系恒星与行星的新进展	69
三、探测银河系周边星系的新进展	73
第三章 探测太阳系的新进展	77
第一节 太阳概貌研究的新成果	77
一、研究太阳黑子与太阳耀斑的新信息	77
二、研究太阳风暴与太阳雨的新信息	82
三、与太阳有关研究的其他新信息	85
第二节 地球研究的新成果	89
一、探索地球物质要素的新信息	89
二、研究地球磁场与宇宙射线影响的新进展	94
三、研究宇宙天体撞击地球现象的新进展	97
第三节 月球研究的新成果	101
一、月球概貌研究的新进展	101
二、月球成因与月球年龄研究的新进展	107
第四节 火星研究的新成果	111
一、研究火星地貌环境的新信息	111
二、探索火星大气组成成分的新信息	117
三、研究火星水与水体的新信息	122
四、研究火星生命迹象的新信息	128
第五节 土星研究的新成果	132
一、研究土星特征及其卫星诞生的新信息	132
二、探索土星最大卫星泰坦的新信息	135
三、研究土星其他卫星的新信息	140
第六节 其他大行星研究的新成果	144
一、水星与金星研究的新进展	144
二、木星及其卫星研究的新进展	149
三、太阳系大行星研究的其他新进展	153
第七节 矮行星研究的新成果	155
一、探测研究冥王星的新信息	155
二、探测研究卡戎星的新信息	163
三、探测研究谷神星的新信息	164
四、研究灶神星与未知矮行星的新信息	169
第八节 小行星与陨星研究的新成果	172

一、探测研究小行星的新进展	172
二、研究陨星及其撞击事件的新进展	178
第九节 彗星研究的新成果	182
一、彗星探测器的收获及动向	182
二、搜寻与研究彗星的新信息	189
第四章 探测恒星与超新星的新进展	195
第一节 观测和研究恒星的新成果	195
一、恒星和恒星系搜索工作的新进展	195
二、恒星周围物质构成要素研究的新发现	201
三、恒星演化机理研究的新发现	204
四、恒星特有功能研究的新发现	206
五、恒星探测方法和图谱研究的新信息	208
第二节 探测矮星与超新星的新成果	212
一、观测研究矮星的新发现	212
二、观测研究超新星的新发现	218
第五章 探测黑洞的新进展	224
第一节 搜寻与模拟黑洞的新成果	224
一、寻找太空未知黑洞的新信息	224
二、模拟黑洞活动的新信息	230
第二节 黑洞演化及影响研究的新成果	232
一、黑洞生长与活动研究的新信息	232
二、黑洞双星系演化探索的新信息	239
三、黑洞引力效应与黑洞影响的研究信息	242
第六章 探测系外行星与星系的新进展	246
第一节 观测太阳系外行星的新发现	246
一、搜寻太阳系外行星的新收获	246
二、寻找宜居或类地系外行星的新收获	252
三、观测研究太阳系外行星的新信息	259
四、观测系外小行星与卫星的新信息	267
第二节 观测研究星云与星系的新成果	270
一、观测气体云与星云的新进展	270
二、探索星系与星系团的新进展	272
第七章 研制航天仪器设备的新进展	280
第一节 航天工具与航天平台研究的新成果	280

一、研究开发宇宙飞船的新进展	280
二、研究开发航天飞机的新进展	284
三、研制航天器配套设备的新进展	287
四、研究开发航天平台的新信息	293
第二节 太空探测器研究的新成果	300
一、研究开发火星探测器的新进展	300
二、研发其他星球探测器的新进展	309
三、研发星球探测机器人与探测工具的新进展	314
第三节 人造卫星研究的新成果	316
一、研究开发人造卫星的新信息	316
二、开发人造卫星配件和制造设备的新信息	323
第四节 运载火箭研究的新成果	325
一、研制开发运载火箭的新信息	325
二、开发火箭配件与燃料的新信息	332
第五节 天文仪器研究的新成果	335
一、研制各种类型的天文望远镜	335
二、研制太空摄像机与天文照相机	342
第八章 太空开发利用的新进展	346
第一节 利用太空进行科技研究的新成果	346
一、利用太空验证科学原理	346
二、利用太空开发新产品与新技术	348
三、利用太空开展生命科学与健康研究	350
第二节 利用太空加强通信系统的新成果	358
一、利用太空建设全球卫星导航系统	358
二、利用太空推进通信网络系统建设	361
第三节 通过太空加强环境保护的新成果	364
一、通过太空卫星监测保护地球环境	364
二、通过清理太空垃圾保护地球周围环境	369
第四节 太空资源开发研究的新成果	374
一、开发月球资源的新信息	374
二、开发火星与太空旅游资源的新信息	379
三、开发太空资源的其他新信息	382
参考文献和资料来源	386
后 记	390

第一章 探测宇宙的新进展

我国古籍《淮南子》对宇宙作过经典的解释：“往古来今谓之宙，四方上下谓之宇。”它表明宇宙是一个时间与空间相统一的概念，当然也暗含着时空条件下的必有物质，如星系、云团，甚至风霜雨露。西方宇宙观有类似的定义，也是指时空总和，只是更加强调其中的物质存在及作用。21 世纪以来，国外对宇宙及其内含物质的形成与演变，进行了深入的研究，涌现出大量的创新信息。本章仅考察宇宙概貌及基础性理论的研究成果，对于星系物质与航天技术等内容，留待后面各章分析。21 世纪以来，国外在宇宙概貌领域的研究，主要集中在宇宙物质与宇宙结构、宇宙本身及内在天体演化、宇宙学理论及模型。在宇宙射线与宇宙粒子领域的研究，主要集中在探测和利用宇宙射线，揭示宇宙射电暴来源，研究捕获宇宙中微子，探索希格斯玻色子、原子与反物质原子、轴子与质子、B 介子与 μ 子、夸克及其相关新粒子。在宇宙引力领域的研究，主要集中在探索宇宙引力性质和效应，运用引力理论建立宇宙模式，制订探测引力波的新计划，分析已经探测到的引力波信号。在宇宙暗物质领域的研究，主要集中在探索宇宙暗物质的表现及原因，通过宇宙粒子分析暗物质，模拟和探测宇宙暗物质。在宇宙暗能量领域的研究，主要集中在探索宇宙暗能量的本质与强度，研究暗能量与宇宙膨胀的关系。

第一节 宇宙概貌研究的新成果

一、探测宇宙物质与宇宙结构的新发现

(一) 研究宇宙物质要素与捕捉星际尘埃的新进展

1. 发现宇宙早期的物质构成要素

(1) 发现宇宙诞生初期大质量星的构成元素及合成线索。2014 年 8 月 22 日，日本国立天文台和美国新墨西哥州立大学等机构组成的一个研究小组，在《科学》杂志上发表论文称，以往研究曾从理论上推测宇宙诞生初期存在大质量星，但一直没有发现证据。现在，他们发现了这种巨大恒星留下的元素痕迹，其质量约相当于 140 个太阳。这一发现，有望成为了解初期宇宙的形成和恒星进化的线索。

大爆炸之后的宇宙，首先从只有氢和氦的气体云中诞生了恒星，然后形成了作为恒星集团的星系。星系中不断诞生新的恒星并发生超新星爆发，从而产生新

元素,形成了多样的物质世界。因此,第一代恒星,对宇宙中的天体形成和元素合成来说,都是重要的第一步。

研究人员利用位于美国夏威夷的“昴星团”望远镜观测时,发现在鲸鱼座方向距离地球约 1000 光年的位置,存在一颗质量相当于太阳一半的恒星。

研究人员利用“昴星团”望远镜上的高色散摄谱仪,详细调查这颗恒星的光谱后,发现其铁的构成相当于太阳的 $1/300$ 左右,而比较轻的碳和镁的构成则不到太阳的千分之一。

由于铁以外的元素构成极低,研究人员认为这颗恒星是第二代恒星,也就是从第一代恒星释放的元素与周围的氢气混合后形成的气体云中生成的。新发现的这颗恒星,有可能记录了第一代恒星制造的元素。

此前,研究人员一直通过计算机模拟演算第一代恒星诞生的情形,认为当时应该有很多相当于太阳质量数十倍的大质量星诞生,而且有一部分是相当于太阳质量 100 多倍的巨大恒星,这种巨大恒星爆发时会大量释放铁等比较重的元素。

此次的观测结果,证实了宇宙诞生初期曾存在巨大质量星,而且获得了其进化和构成元素及合成的线索,还有助于弄清巨大黑洞的起源。

(2)探测到宇宙构成要素中最古老的氧。2016 年 6 月 16 日,日本大阪产业大学副教授井上昭雄负责,他的同事,以及美国和欧洲相关专家参与的一个国际天文学研究小组,在《科学》杂志上发表研究报告说,他们探测到了宇宙中最古老氧的清晰信号,它来自于距地球约 131 亿光年的一个星系,这说明宇宙诞生仅 7 亿年就在其构成要素中出现了氧。

研究人员说,他们借助在智利的大型射电望远镜阵“阿塔卡马大型毫米波/亚毫米波天线阵”,在一个名为“SXDF-NB1006-2”的星系中,发现了电离氧的信号。这个星系,是日本研究人员在 2012 年首先观测到的,是当时发现的距离地球最遥远的星系。

研究人员说,电离氧信号表明,这个星系中已经有很多质量为太阳数十倍的巨大恒星形成,它们发出强烈的紫外光,使氧原子发生电离。这项新发现,为研究“宇宙再电离”时期打开一扇新窗户。

一般认为,宇宙诞生于距今约 138 亿年前的大爆炸。紧接着大爆炸后的一段时期,物质粒子全部以高温离子形态存在,但随着宇宙不断膨胀和冷却,质子和电子会结合形成不带电的氢原子,宇宙由此进入平静的“黑暗时期”。之后,宇宙再次发生电离,合成氧和碳等重元素,最终形成了现在的宇宙。但再电离是怎么发生的,一直没有明确答案。

研究人员说,他们在这个星系中没有发现碳存在的信号,由重元素形成的尘埃也很少。井上昭雄据此猜测,可能有“不同寻常的事件”,导致这个星系的所有气体高度电离化。研究人员表示,接下来计划进一步观测这个星系,以了解电离氧在其中的分布与运动情况。

2. 推测宇宙空间可能存在液态水和生命分子

(1) 推测宇宙中可能存在低温高密度液态水。2013年10月,奥地利因斯布鲁克大学物理化学研究所托马斯·吕尔廷教授领导的团队,与德国同行一起,在美国《国家科学院学报》上发表论文说,他们发现在零下 157°C 的超低温环境下,水也能够呈现液态。这一发现,或将为科学家探索宇宙有机分子甚至生命的形成打开新思路。研究人员说,他们是在实验室发现了这种现象。吕尔廷认为,这种现象在宇宙中可能广泛存在。

水在常温下处于液态,其密度会随着外界条件而变化。正常压力下,水在 4°C 时密度最大,在 0°C 结冰时密度降低,这也是冰能浮在水面的原因。然而,冰与冰又有不同,目前已发现16种不同的结晶冰和3种非晶体冰。在地球环境下水结冰时,分子排列成六边形形成结晶冰。但在某些极端条件如超低温下,水会出现非结晶现象,即虽然为固态却没有晶体结构。科学家认为,水在宇宙中很可能以非结晶冰形态存在。

研究人员几年前曾发现一种密度非常高的非结晶冰。他们报告说,经过特殊处理,这种高密度非结晶冰在零下 157°C 下,在正常压力或真空条件可由固态转为一种高密度的液体,比蜂蜜还黏稠。

研究人员解释说,这一发现不是为了猎奇。由于构成生命的主要物质是液态水,这一发现可能有助于拓宽科学家在宇宙中寻找有机物的思路。吕尔廷说:“如果在比迄今所认知的更低温度条件下,水能够以液态形式存在,那无疑是照亮(寻找宇宙生命)进程的一束新曙光。”他同时表示,这一切仅仅是个开始,对低温高密度液态水的研究还有大量工作要做。

(2) 实验证明宇宙星际空间能形成组成生命的分子。2016年4月,法国尼斯大学的科尼利亚·梅内尔特领导,他的同事和丹麦科学家参与一个国际研究小组,在《科学》杂志上发表论文称,他们通过实验证明,大量组成生命的分子,能在类似宇宙星际空间的环境内生成。因此,宇宙星际空间或是一切生命的开始之处。

太空生物学者,一直想厘清氨基酸和糖等组成生命的分子的起源。在这篇论文中,研究人员通过重现宇宙星际空间的恶劣环境证明,大量此种分子能在宇宙星际空间生成。在研究中,研究人员首先获得了一些类似宇宙星际空间环境的样本,这些样本仅包含有简单的冰水、甲烷和氨,他们将混合物暴露在低温、低压以及紫外线辐射(就像遥远恒星发出的光)之下,结果发现,这些混合物形成了几个复杂的分子,其中包括地球上广泛应用于多个领域(从泻药到肥皂,再到保湿剂等)的甘油,以及真正令人兴奋的核糖。核糖是DNA和RNA的基本组成部分,而DNA和RNA是组成生命最基本的物质。

研究人员表示,一旦这些分子离开寒冷的环境,它们也能溶于水。这意味着,它们实际上能被人类所用。当然,像核糖这样的分子本身还不足以单凭一己之力

就制造出生命,它们必须处于合适的环境中,并与其他重要成分携手才行。此外,其他研究人员正致力于揭开生命之谜拼图上的其他谜团。比如,美国国家航空航天局和加州理工学院的科学家 2015 年就曾证明,对生命至关重要的电脉冲能通过化学作用生成。

(二)研究宇宙结构的新进展

1.探索宇宙结构最大跨度的新发现

认为宇宙结构最大跨度可达 50 亿光年。2015 年 8 月 8 日,英国《每日邮报》报道,美国航空航天局“雨燕”和“费米”卫星项目组成员,与匈牙利康科利天文台的拉耶斯·巴拉泽斯等人组成的一个研究团队,在《皇家天文学会月报》上发表研究报告称,他们最近发现由 9 个星系的 9 个伽马射线暴组成的环状结构,其距离地球 70 亿光年,总跨度达 50 亿光年。相对而言,银河系的跨度仅为 10 万光年。研究人员表示,现有理论认为,宇宙最大的结构应该不超过 12 亿光年,最新研究一旦获得证实,将颠覆现有的宇宙理论。

伽马射线暴是宇宙间最亮的物体,在数秒钟内释放出的能量相当于太阳在 100 亿年内释放能量的总和。据报道,美国卫星项目组最近提供的证据表明,伽马射线暴的能量是物质塌缩成黑洞释放出的,其发出的耀眼光芒,可以帮助科学家们标示出遥远星系的位置。该研究团队利用其中的某些信息,发现了这个环状结构。研究人员使用太空和地面观测相结合的方法,发现了组成新宇宙环的伽马射线暴。这些伽马射线暴与我们之间的距离约为 70 亿光年,在天空形成一个 36° 的环,其直径为满月的 70 多倍。这表明,这个环的跨度为 50 亿光年。巴拉泽斯认为,出现这种情况的概率为两万分之一。

现代天体物理学模型认为,宇宙结构最大的跨度为 12 亿光年,但新发现的环的跨度为 50 亿光年,大了 4 倍多。另外,这一结构也颠覆了一个被广泛接受的天文学原则:在最大尺度上观察时,宇宙看起来是整齐划一的。

巴拉泽斯说:“这个环也可能只是某个球体的投影。如果这个环的确是真实存在的宇宙结构,那么,这一结构违背了目前宇宙学模型,这将是一个令人惊异的发现,我们现在也无法理解它是如何出现的。”

该研究团队打算对这个环进行更进一步的研究,并弄清楚已知的星系和大尺度结构的形成过程,是否有可能导致这种结构的形成。他们认为,天文学家或许要修改宇宙进化理论。

2.探索宇宙内部结构演变的新发现

(1)发现宇宙中有一个横跨 18 亿光年的超级空洞结构。2015 年 4 月 21 日,英国《卫报》报道,美国夏威夷大学天文学家伊斯特凡·扎普迪负责,匈牙利罗兰大学的翁德拉什·科瓦奇等参与的研究小组,在英国《皇家天文学会月报》上发表研究成果称,他们发现宇宙中存在一个超级空洞,这是一团横跨 18 亿光年的球状物质,其中的星系密度远远低于正常区域。扎普迪称,这团物质“可能是人类发现

的最大的结构”。

早在 2007 年,天文学家就发现一个直径为 10 亿光年的宇宙超级空洞结构。与之相比,新发现的宇宙超级空洞结构要大得多。最新研究,使用坐落于夏威夷哈雷阿卡拉火山的泛星 1 号望远镜,以及美国国家航空航天局(NASA)的宽视场探测器卫星,测量了 30 亿光年以外太空区域的星系数量。当然,从宇宙的角度来看,这还是一段相当近的距离。值得注意的是,宇宙超级空洞并不完全是真空的,它比我们所在的宇宙中的物质少 20%。科瓦奇说:“它只是密度超低而已。”

这团物质,可能听起来没什么不寻常,甚至几乎不像一个单独存在的物质,但鉴于这种规模的宇宙超级空洞的分布情况,科学家认为它的发现是史无前例的。

英国杜伦大学宇宙学家卡洛斯·弗朗克教授把新发现的宇宙超级空洞比作宇宙空洞中的“珠峰”。他认为,肯定存在一个比其余宇宙超级空洞都大的超级宇宙空洞。科瓦奇认为:“这是目前科学家发现的最大的宇宙超级空洞。”综合它的规模以及空洞性,新发现的宇宙超级空洞十分罕见,在可观测的宇宙中,这样大的超级空洞可能屈指可数。

宇宙超级空洞的发现得益于先前的天文学研究结果:大约一万个星系正在从太空中消失。扎普迪研究小组有意去寻找宇宙超级空洞,因为他们相信,它可以解释先前研究所发现的事实——太空的一部分超乎寻常的低温。

这个所谓的宇宙“冷区”在 10 年前被发现,它为解释大爆炸后宇宙进化过程的最佳理论模型提供了关键支撑。弗朗克说,宇宙冷区引起了众多争议,最关键的问题在于,它是如何产生的,它是否会挑战传统理论。新发现的宇宙超级空洞,就位于宇宙冷区的中心。科学家认为,宇宙超级空洞可以为宇宙冷区提供部分解释:这个巨大而空洞的区域,吸走了从其中穿过的光的能量。因为假设宇宙在加速扩张,光子在穿越一个空洞区域时会慢下来,温度也会降下来。

在此之前,观测宇宙冷区的天文学家确认,在那片太空区域的更远处,并不存在宇宙超级空洞,但是后来,更近的太空区域一直没有得到研究。最新研究则发现,更近处确实存在一个宇宙空洞,而且是超级空洞。

尽管如此,这一发现非但没有完全破解已有的疑团,反而让科学家更为困惑。弗朗克认为,宇宙超级空洞只能部分解释宇宙冷区的温度下降问题,无法为宇宙冷区提供全部答案,这是科学家依旧困惑的地方。

宇宙超级空洞从侧面证明了“奇异物理学”的存在:总是存在科学家也搞不明白的奇异现象。不过,它的发现还有另外一层意义。宇宙冷区与宇宙超级空洞的观测结果互相吻合,这符合宇宙正在加速扩张的理论——科学家把这种现象归因于暗能量。弗朗克说:“如果有人质疑暗能量存在的话,宇宙超级空洞可以作为暗能量存在的独立证据。”

(2)宇宙初期存在超大气体结构。2017 年 4 月,日本大阪产业大学、东北大学和日本宇宙航空研究开发机构组成的研究团队,在英国《皇家天文学会月刊》网络