



走向太空 - 记 21 世纪太空科学技术的兴起

Zouxiang Taikong JI 21 SHIJI TAIKONG KEXUE JI SHUDEXINGQI

宇宙科学

孙彤 石雨祺 编著



山东出版集团 WWW.SDPRESS.COM.CN



山东科学技术出版社 WWW.LKJ.OOM.CN

按需印刷服务

为了更好地服务广大读者，山东科学技术出版社对于本社出版的网络版图书提供“按需印刷”服务。所谓按需印刷是指出版社根据读者的需求，利用先进的数字印刷技术为读者提供网络版图书的少量的印刷纸质版本。

详情请垂询：

联系信箱：wang_wei@sdpress.com.cn

联系电话：086-531-82098090

通信地址：中国·济南·玉函路16号

邮政编码：250002

走向太空——记21世纪太空科学的兴起 宇宙科学

孙彤 石雨祺 编著

出版者：山东出版集团

山东科学技术出版社

地址：济南市玉函路16号

邮编：250002 电话：(0531) 82098090

网址：www.lkj.com.cn

电子邮件：sdkj@sdpress.com.cn

发行者：山东科学技术出版社

地址：济南市玉函路16号

邮编：250002 电话：(0531) 82098090

网址：www.lkj.com.cn

电子邮件：sdkj@sdpress.com.cn

开本：130mm×184mm B5

字数：50千

版次：2007年3月第1版第1次制作

图书编号：SDPH-04-P1-20070002

定价：8.00元

走向太空——记 21 世纪太空科学的兴起

宇宙科学

孙彤 石雨祺 编著

山东出版集团 WWW.SDPRESS.COM.CN

山东科学技术出版社 WWW.LKJ.COM.CN

目 录

第一章 想看你最初的样子——宇宙第一代结构与宇宙再电离 2

在第一代宇宙结构形成的时候,宇宙中没有尘埃,这样在形成恒星或者星系的时候就不用考虑到辐射压(辐射压主要是由于尘埃的热辐射引起的压强)。这样恒星就可以突破太阳质量的限制,不断地吸收周围的物质使自己变得更加壮大。由于这个原因,宇宙在第一代结构形成的时候,出现了超大质量恒星和超大质量的星系。据估计,这些大质量恒星好多超过了 1000 个太阳质量.....

第二章 隐秘的无形天体——暗能量与暗物质 18

一直到 20 世纪 80 年代,人们都普遍认为宇宙的大多数物质可以利用它发出的光或者其他形式的电磁辐射来研究。可是现在已经清楚,明亮物质形态的质量远远不到宇宙质量的之半。也就是说在宇宙中还存在着大量我们无法看到的物质.....

第三章 宇宙中的“黑势力”——宇宙大尺度结构中的暗世界 27

宇宙大尺度结构中的暗物质与暗能量研究使人们明白,原来我们人类对于宇宙的认识简直是处于小学生阶段,关于这“黑暗双煞”还有很多谜团没有破解。这主宰着宇宙的神秘物质到底是什么?他们对于宇宙的存在有什么样的意义和影响?更现实的是,人类在认识了暗物质和暗能量之后,这对自身的文明又将产生什么样的影响?我们的人类社会,经历了蒸汽时代、电气时代、信息时代,紧接着又会迎来一个什么样的时代?(有人说是太空时代).....

第四章 宇宙中三朵金花——宇宙磁场、法拉第旋光与塞曼效应 ... 37

宇宙中有无数个天体,而天体间有又有很多种作用形式,但是发生在它们之间的力却只有简单的 4 种。而这 4 种最基本的力我们在经典物理学中就已熟悉,弱相互作用力,强相互作用力,电磁力和引力。因此,宇宙磁场的研究在宇宙学中占有重要地位。探索宇宙的奥秘是人类与生俱来的欲望,而宇宙磁场的起源和演化是物理和天体物理学

中长期没有解决的重大问题之一。今天我们就进入宇宙磁场的世界，看一看宇宙中的电磁奥秘……

第五章 最激烈的太空表演——伽马射线暴 47

伽马射线爆的发现是戏剧性的。冷战时期，美国曾发射了一系列的军事卫星来监测全球的核爆炸试验，在这些卫星上安装有伽马射线探测器，用于监视核爆炸所产生的的大量的高能射线。伽马射线是波长小于 0.1 纳米的电磁波，是比 X 射线能量还高的一种辐射，它的能量非常高……

第六章 太空中的弹跳——引力波探测 57

根据爱因斯坦的理论，引力波是一种辐射波。任何一种物体周围都存在引力场，如果物体运动，引力场就会受到一个扰动，形成引力波。引力波与别的波的不同之处在于它不会被物质吸收，所以即使来自很遥远的地方的引力波也能到达地球并被探测到……

第七章 镜面背后的另一个世界——宇宙中的正物质与反物质 67

在这个世界上总有一些问题强烈地勾起我们的好奇心，如外星生命问题、超光速、黑洞、虫洞等。反物质就是这其中的一种，它吸引着很多人去思考，去想象……

第八章 黑洞非洞——从黑洞到全息宇宙 77

刚听说黑洞的时候很容易让人将其望文生义地想象成一个“大黑窟窿”，其实不然。所谓“黑洞”，就是这样一种天体，它的引力场是如此之强，就连光也不能逃脱出来。对于人类来说，“黑洞”二字本身就显得神秘莫测，那么它究竟是什么呢？而当“黑洞”和“全息”这两个词语组合在一起又有什么深刻的含义，会给我们带来什么新知识和新结果呢……

大科学家史蒂芬·霍金在他的《时间简史》一书中，对宇宙的图像做了一个十分完整而生动的描述。人类探索宇宙的历史跃然纸上，宇宙神秘的面貌也渐渐撩开面纱，求知的深切愿望激励着一代又一代的科学家去思考这些问题。科学家用广义相对论和量子力学来描述宇宙，在 20 世纪取得了巨大的成就。广义相对论描述了引力和宇宙的大尺度结构，量子力学则从微观解释了极小尺度的现象。这两个理论对宇宙的描述是人类智慧的一次飞跃。然而，这两个理论并不是相互协调的，需要进一步的物理学理论的突破，那就是引力的量子化。当代学物理的学生把它视为 21 世纪物理学新的挑战，而那些物理天才们则称此科学难题为“Final theory”（最终理论）。

宇宙学在 21 世纪初即成为一门相当活跃的科学，新发现如雨后春笋般出现。关于宇宙微波背景、第一代机构形成、宇宙大尺度结构等研究都有了迅速的发展。宇宙中一系列问题等待着科学研究给出答案：宇宙的组成、宇宙大尺度机构、宇宙再电离、暗物质、暗能量、宇宙微波背景、引力波、宇宙第一缕曙光、宇宙磁场、宇宙的演化、伽马射线暴等。这些问题在学术上是科学家们广泛关注的问题，在生活中对人们也有着很大的吸引力，特别是青少年朋友们。新世纪的宇宙学已经揭开了她崭新的一页，宇宙学究竟能够告诉我们一些什么呢？

本书将分为以下几个章节：宇宙第一代结构形成与再电离历史；宇宙大尺度结构中的暗物质与暗能量问题；宇宙中隐秘无形天体暗物质和暗能量；最激烈的太空表演——伽马射线暴；太空中的引力波探测；镜面背后的神秘世界——宇宙中的物质与反物质；从黑洞物理到全息宇宙。这几个章节涉及的是宇宙学最前沿的研究，能够帮助我们理解宇宙最为激荡人心的问题，同时也是最有挑战和希望的问题。宇宙学在中国走向太空、世界走向太空的 21 世纪，在强大的技术和经济力量推动之下，势必会取得比 20 世纪更加辉煌灿烂的成就。21 世纪是中国人走向太空的世纪，我们希望宇宙科学的种子能够广播在亿万中国人的心中！

第一章 想看你最初的样子——宇宙第一代

结构与宇宙再电离

本章科学人物

宇宙是由无到有，被创造而来，所有天文学的观测数据都支持这一点。

彭齐亚斯



彭齐亚斯是著名的美籍德裔射电天文学家，犹太人，1978年诺贝尔物理学奖得主。1964年与威尔逊一起发现了宇宙微波背景辐射，为宇宙大爆炸提供了有力的证据。

他1933年出生于德国的慕尼黑，后移居美国。他是1939年二战爆发前最后一批逃离纳粹德国的难民。到达美国后就读于纽约市高等专科学校，1954年从物理系毕业。毕业后在陆军通讯兵团服役。两年后，彭齐亚斯进入哥伦比亚大学就读，1958年获得硕士学位，1962年获得博士学位，后任职于贝尔实验室。

1964年曾与威尔逊为早期通讯卫星设计天线，在调试的时候，发现天线总有个很小的噪音。通过反复检查，最后发现了

这个噪声怎么也去不掉，而且这个信号在天空中各个方向都有。通过与普林斯顿大学天体物理学家的交流，最后证实这正是天体物理学家寻找的宇宙微波背景辐射，是宇宙大爆炸理论的重要证据。

彭齐亚斯和威尔逊获得 1978 年诺贝尔物理学奖并不是偶然的。如果没有严谨的工作态度，没有孜孜以求的求索精神就不会有这样的成就。

我们小时候都听过一个著名传说：在很久很久以前，我们生活的地球完全就是黑暗混沌的一大团，那时候没有天与地的分别，当然更没有我们今天所熟悉的生命形式存在了。那时候的世间只有一个生命，也就是盘古。只不过他一直在这片混沌中沉睡着，像一个婴孩，没有知觉地蜷缩在狭小的空间中。在这样一片混沌中，状态是单调而凝固的，时间却在飞快地流逝，也许过多少天都是一样的。不知不觉中，这样的混沌状态持续了一万八千年，突然某一天，随着一声巨响，混沌的世界从中裂开了。正在此时，沉睡的盘古也醒了过来，他想站起来伸个懒腰，手一伸却正好托住了天，脚一踏也正好踩到了地。于是他慢慢地站了起来，天地便在他的身躯间分开了。其中轻而清的东西上升变成了天，一些重而浊的东西则下沉变成了地。苏醒的盘古有着旺盛的生命力，他的身体每天长高一丈，于是天也跟着每天升高一丈，地也每天跟着加厚一丈。又是一万八千年过去了，让我们算一算，盘古的身高已经有足足九万里高了。他仍然立在天地当中，于是天地距离也有了九万里远，再也无法重新合拢了。天地之间的人间也不再笼罩黑暗，我们今天的生存环境就这样形成了。这是我们熟知的盘古开天辟地的故事，虽然它在很久以前就得以流传，但其中讨论的实质问题却直到现在都属于科学界的一级讨论课题——宇宙最初的结构和形成。

人类已有的大多数学科，研究的基本方式都是从学科所研究的对象的时间起点梳理根源，在其基础上建立学科体系并逐渐完善。这就像画一棵大树，先要搞清其错综复杂的根系，然后再描绘树干和树枝，最后再一片一片地把叶子补齐。对于很多学科来说，这种方法是很有效的方法，但是对于神秘博大的宇宙科学来说，探寻其源头却恰恰是整个学科最难的一件事。在空间上，相对于辽阔无边的宇宙来说，居住在地球上的人类简直微小的可以忽略不计了；在时间上，与不知已经历多少春

秋的太空相比，人类存在的岁月短暂到几乎是一瞬间。人类对于宇宙的起源有着太多的好奇，尽管现在的科技水平已经大为提高，但是很多问题至今仍然没有满意的答案。不过在新世纪的开始，在人类航天技术取得一个个突破的时候，有些此前不敢奢望的研究现在也得以进行，我们的科学家还准备去月球上观测宇宙呢！宇宙第一代结构形成和宇宙再电离是研究宇宙起源所面临的最具有挑战性的课题，也只有空间探测技术发展到现在这样的水平，人类才有机会去寻找课题的答案。

从古至今，人类一直没有放下对宇宙起源的好奇，盘古的故事显然就是古人望天时所做出的一种“宇宙形成说”。在古代，高高的蓝天是那样的神秘莫测，而遥远的宇宙更是还未被人类所知晓，于是人们主要依靠丰富的想象来描摹自己心目中宇宙的模样。早在古希腊和古罗马，从公元前 6 世纪到公元 1 世纪，关于宇宙的构造和本原就已经有过许多学说。古代很多著名的哲学家，诸如毕达哥拉斯、赫拉克利特和柏拉图，都对宇宙的形成有过自己的猜想。流传于中非的一个传说则更加有趣，它认为世界上最初只有黑暗、水和伟大的 Bumba 上帝。有一天，Bumba 胃痛发作，先后呕吐出太阳、土地、月亮、鳄鱼、乌龟和人。可以说古代产生的宇宙学说虽然并不科学，但很有意思，因为人类毕竟在思考着。进入中世纪后，情况就大不一样了。当时所有科学都完全是为了宗教而存在的，它们的观点也要与教会所主张的完全一致，因此当时“地心说”占据了完全统治地位。这个学说认为宇宙是一个分为天地两层的球体，而地球位于其中心，日、月等所有天体都围绕地球运行。地球之外有 9 个等距天层，各个天层都是静止的。而人居住的地球是上帝的宠儿，也将永远是宇宙的正中心。整个宇宙的运转是因为被全能的上帝推动了一下才带动了所有的天层运动。这个错误的学说在 16 世纪才被哥白尼提出的日心说所打破。到了 17 世纪，牛顿开辟了以力学方法研究宇宙学的途径，建

立了经典宇宙学，人类的宇宙研究开始向着更加光明的方向迈进！

总结宇宙学研究的历史，作为宇宙学研究对象的天体系统，随着时代发展，在深度和广度上不断扩展。古代自然哲学家所讨论的天文学的宇宙，不外乎大地和天空。哥白尼在《天体运行论》一书中说“太阳是宇宙的中心”，意味着宇宙实质上也就是太阳系。发展到18世纪，科学家引进了“星系”一词，当时这个词在一定意义上说只不过是宇宙的同义语。20世纪以来，天文观测的尺度大大扩展，达到了上百亿年和上百亿光年的时空区域。这样我们的研究就更为广阔，认识的宇宙就更大，其结构也更加复杂。现代宇宙学所研究的课题，就是现今直接或间接观测所及的整个天区的大尺度特征，即大尺度时空的性质、物质运动的形态和规律。大尺度的研究，展示给我们一个全面的宇宙，更真实的宇宙。

现代宇宙学研究包括密切联系的两个方面，即观测宇宙学和理论宇宙学。前者侧重于发现大尺度的观测特征，后者侧重于研究宇宙的运动学和动力学以及建立宇宙模型。观测是理论研究和总结的基础，同时又要对已经存在的理论进行验证。人类在对宇宙的研究上早已脱离了最初的那种单纯依靠猜想的状态，迈入了科学化、系统化的大门，这也是新时代宇宙学的最大特征，宇宙研究也发展为一门更加严谨的科学。

具有足够确证力的科学是足以颠覆一切偏信的。在很长一段时间里，人们根据感官上的认识固执地相信宇宙是静止不动的。20世纪20年代，美国天文学家斯莱弗在研究远处的旋涡星云发出的光谱时，首先发现了光谱的红移并认识到了旋涡星云每时每刻都在远离人们而去。1929年哈勃把这种退行红移的测量与星系的距离的测量结合起来，总结出了著名的哈勃定

律，即星系的退行速度 v 与它的距离 r 成正比，即 $v = Hr$ 。根据哈勃定律和后来更多天体红移的测定，人们终于相信宇宙在长时间内一直在膨胀，物质密度一直在变稀。由此反推，宇宙的结构在某一时刻前是不存在的，它也是演化的产物，于是人们的研究的精力便集中到了宇宙演化的过程上。

20 世纪宇宙学最重要的推论之一就是宇宙大爆炸理论。20 世纪 40 年代美国天体物理学家伽莫夫等人正式提出了宇宙大爆炸理论。这个理论认为，宇宙在遥远的过去曾处于一种极度高温和极大密度的状态，这种状态被形象地称为“原始火球”。之后，这个火球发生大爆炸，宇宙就从这次爆炸开始膨胀。宇宙中的物质密度逐渐变稀，温度也逐渐降低，直到今天的状态。这个理论能够很好地说明宇宙中河外天体的谱线红移现象，同时也能解释许多其他的天体物理学问题。然而，现代科学是需要事实予以确证的，宇宙大爆炸学说虽然很吸引人，可是在很长时间内没有足够的证据使人们相信它。直到 1965 年，在美国贝尔实验室工作的彭齐亚斯与他的同事威尔逊很意外地探测到了宇宙中的一种均匀辐射干扰。后来经过反复研究，他们认为这种微波背景辐射正是宇宙大爆炸后在空间留下的热量。这个宇宙学的新发现成为宇宙大爆炸理论最有力的支持证据之一，发现者彭齐亚斯和威尔逊也因此获得了 1978 年诺贝尔物理学奖。自彭齐亚斯和威尔逊的发现开始，20 世纪最后的 30 多年是宇宙学发展史上获得辉煌成就的年代。由于科学家们多年的不懈探索，对于宇宙深处的了解已经取得了很大成绩。人们在最初的“宇宙大爆炸”理论的基础上又对其做了进一步的丰富和完善。

过去的宇宙研究已经取得了辉煌，随着人类的脚步跨入新世纪，关于宇宙起源的学说又有了新发展。宇宙第一代结构的形成问题以及宇宙最初再电离历史的研究成为人们关注的焦

点。因为这个研究已经涉及比较深层次的问题，这些问题的回答能够直接帮助我们了解宇宙的真相。在人类走向太空的时代，宇宙、生命和人类文明的起源是我们研究的重点。那么第一代结构形成与宇宙的再电离到底是怎么一回事呢？下面让我们慢慢地揭开谜底。

我们先来谈一谈宇宙的第一代结构的形成。首先，宇宙早期曾经有一个时刻非常之热并且是难以想象的小，这个就像宇宙大爆炸理论中描述的那样，宇宙是从一个点的爆炸开始的。其次，当宇宙很年轻时，我们推测它是均匀的，或者是不知何故，任何一个大的不规则在暴涨时期被平滑掉了。但不管整个宇宙如何地匀称，其中一定点缀着星系祖先的微小种子。在过去年代的某一时刻，简单的原子形成了，宇宙辐射能自由地在空间传播，新产生的原子及时地聚集在宇宙较密集的区域。与此同时，更大的宇宙结构，如宇宙气泡、纤维和空洞以及突出的宇宙长城开始成形。当宇宙不断地膨胀时，这些天体也不断地相距越来越远，而背景辐射也越来越冷。很快，恒星在星系中诞生，这就是第一代恒星——星族 II，它们主要由氦气组成。科学家们有相当的理由确信上面叙述的这些事件中的大多数确实曾经发生过。基于 30 多年来天文学家和物理学家所搜集到的证据，特别是关于宇宙微波背景的信息以及关于今天已知基本粒子数的数据，可以说人类对于宇宙创生大爆炸的情景已经有了相当的了解。

宇宙的结构实际上是时间和空间的结构，普通人很难想象。不过科学家提出了一个衡量宇宙结构的标准：如果两束平行光线越来越近，那么宇宙结构是球形的；如果两束平行光线越来越远，那么宇宙结构是马鞍形的；如果两束平行光线永远平行下去，那么宇宙结构则是平坦的。如果宇宙总质量大于某一临界质量，那么宇宙总有一天会在引力作用下收缩；如果宇

宙总质量小于临界质量，那么宇宙内部的引力无法抵消宇宙膨胀的速度而会使宇宙一直膨胀下去；如果宇宙总质量恰好等于临界质量，那么宇宙也将像现在这样一直膨胀下去。

在第一代宇宙结构形成的时候，宇宙中没有尘埃，这样在形成恒星或者星系的时候就不用考虑到辐射压（辐射压主要是由于尘埃的热辐射引起的压强）。这样恒星就可以突破太阳质量的限制，不断地吸收周围的物质使自己变得更加壮大。由于这个原因，宇宙在第一代结构形成的时候，出现了超大质量恒星和超大质量的星系。据估计，这些大质量恒星好多超过了1000个太阳质量！这在今天是不可想象的。而这些异常活跃的超大质量恒星与超大质量星系中，蕴藏着无数的超大质量黑洞。

现在我们来了解宇宙再电离的历史。根据“大爆炸理论”，宇宙大爆炸开始时非常热，经过一个冷却过程新的元素物质才慢慢形成，例如恒星等天体的形成就主要是依赖其冷却机制的。初期的宇宙主要是由均匀的气体组成。这里我们先来介绍一下金斯不稳定性这个概念。金斯不稳定性是由万有引力产生的一种不稳定性，因金斯在20世纪初最先研究而得名。对于一个自引力体系，如果它的基态是均匀的或准均匀的，密度为 ρ_0 ，则存在一个临界波长 λ_J ，亦称金斯波长。式中 G 为万有引力常数； f_0 为声速。 λ_J 的基本性质是：尺度小于 λ_J 的密度扰动，只能在体系中传播而不能增长；尺度大于 λ_J 的密度扰动将随时间而增长，即密度大的地方将变得更密，这就是不稳定性。这个不稳定性判据称为金斯判据。对于一个无转动的体系，临界波长 λ_J 与整个体系的尺度为同一量级，因此，对于尺度为 λ_J 的扰动来说，体系不能看做是均匀或准均匀的，上述结论就不适用。对于一个有转动的体系， λ_J 可能小于体系的尺度，可以应用上述结论。尽管金斯不稳定性在定量的应用上有这些局限性，但金斯的论证方法是简单而富有启发性的，它体现了在自

引力介质中的两个主要的物理因素——引力和压力之间的对抗。因此，即使在基态不满足准均匀性条件时，金斯不稳定性的定性结果仍然是有价值的。由于金斯不稳定性大于金斯临界密度的气体，会发生涨落塌缩而形成较密的核，这些核最终会成为向外发光的光源。这样，这些发光的核产生的热量再次电离周围的气体，产生热辐射。在这个过程中，需要深入探讨的是其冷却机制。

在第一代结构形成的时候，冷却首先是由氢分子在起作用的。在这里我们要遇到红移这个概念。红移的概念是从宇宙大爆炸理论得来的。天文学家哈勃通过长期的观测，发现恒星都离我们远去，这样我们接收到的光谱会由于多普勒效应而移向红端，这种现象就是宇宙红移，离我们越远的恒星红移越大，红移越大的恒星也离我们越远。大约当红移值（表示红移的大小）等于 30 的时候，分子氢开始冷却，环境温度降低，恒星产生，这时温度约是 100K 到 10^4 K，气体密度约为 10^{-4} /立方厘米，形成大约有 200 个太阳质量的大质量恒星。这样第一代超大质量恒星就被制造出来。第一代恒星的质量一般都比较大，如前面所提到的，这是由于开始没有尘埃的热辐射，稠密冷却了的气体可以塌缩成这样大质量的恒星。紧接着是当红移到 15 的时候，原子氢开始起冷却的作用。在这个时候暗物质晕的温度在大约 10^4 K 到 2×10^6 K。后来就是当红移值等于 10 的时候的电离冷却了。这个时候宇宙再电离使微波背景放射产生一个微扰，引起微 K 程度或者更低的信号。这个信号可以用大口径的射电望远镜以及空间望远镜接收到。已经开展的宇宙微波各向异性探测，使我们可以充分地研究再电离时期自由电子的密度扰动与温度方向非一致性的四极成分耦合的第二次宇宙背景放射极化效应，了解宇宙极早期的情况，为宇宙起源问题研究提供了珍贵资料。

目前，对于宇宙再电离历史的探索，人们已经付出了巨大的努力。首先是 WMAP 威金森宇宙微波背景各向异性探测器发射升空，通过微波背景中的偏振模式得到第一代恒星形成的大致时间，也同时确定宇宙再电离时间。这个时候，第一道星光使得宇宙在“黑暗时代”冷却下来的中性氢再次被电离。这道星光，也就是我们常说的“宇宙的第一缕曙光”。

说起宇宙的第一缕曙光，这里不得不提到我们中国科学家正在新疆建设的宇宙第一缕曙光探测项目。该项目计划建成一个目前世界上最大的 21cm 射电望远镜专用阵列，探测宇宙第一代天体发出的第一缕曙光，研究宇宙再电离历史，以及自微波背景以来最遥远的信号。阵列东—西走向基线 2 公里，南—北走向基线 3 公里 各 40 个射电阵列。每组阵列由 127 只对数周期天线组成并布成宽度为 20 米的正六边形，所有天线指向北极，经地球自转围绕北极形成 100 平方度的视场。工作频率在 70~200MHz，对应的宇宙再电离时期红移是 6~20。

宇宙再电离其实也是一个很复杂的问题。从数字巡天所得遥远类星体的数据以及 WMAP 卫星所得宇宙微波背景数据表明，大多数星系际中性氢在宇宙才几亿岁的时候就已经被电离了，但电离过程持续了 10 亿年的大部分时间终止，而且不同天区之间的再电离速率也有差别。这些问题的存在使得关于宇宙再电离历史的研究更富有挑战性。

根据现有的知识，我们知道宇宙大爆炸不久后宇宙经历了一个漫长的黑暗时期，在这个时期光和物质没有分开，宇宙看起来一片漆黑，然后逐渐终止，第一代结构形成，发出宇宙第一缕曙光，照亮了宇宙。紧接着第一缕曙光电离黑暗时期冷却下来的氢，使宇宙的演化又进入到了一个全新的时期。

总体来说，是发生在大约 137 亿年前的大爆炸创造了宇宙。而大约 1 亿年后，氢原子开始结合燃烧从而产生了明亮燃烧的恒星。这些恒星究竟是个什么样子却一直使人们费解。2005 年美国天文学家利用美国宇航局斯皮策太空望远镜上携带的红外线阵列照相机，对天龙座星云进行了 10 小时的拍摄，捕捉到了正在扩散的红外光。这些资料经过后期图像分离处理后，研究人员成功获得了该区域弥漫着红外辐射的高清晰实景图像。这些被认为是第一代恒星发出的光，也就是前面我们提到的宇宙第一缕曙光。宇宙学家表示，宇宙出现的第一批恒星可能比地球和太阳的质量大一百倍以上，而且温度极高，也非常亮，只是都很短命，每一颗恒星只能燃烧几百万年，这是由于早期的宇宙中没有足够的尘埃辐射压来克服吸积塌缩。随着宇宙的不断膨胀，天龙星座第三星族的恒星发出的紫外线光，将被红移或伸展成低能量的光，这些光现在是可以由高灵敏度的红外线观测仪探测到的。科学家们认为利用斯皮策太空望远镜探测到的这些光线可能来自天龙星座的第三星族——一个目前还是天文学家假定的恒星家族。天文学家认为，这个第三星族形成的时间比其他星族都要早。虽然这些早期的恒星到今天早已经在宇宙中衰亡消失了，但是它们发出的光和能量却仍在宇宙中穿行，可以被拍摄到。美国宇航局驻马里兰的戈达德太空飞行中心的研究人员已经确认捕捉到了早已消失了的恒星的辐射痕迹，而这些恒星就是在宇宙的婴儿时期诞生的。如果有足够的证据可以证明上述发现是正确的，人类就可以由此推演出宇宙 130 亿年前刚诞生时的模样。

宇宙第一代结构形成和再电离历史研究目前还处于一个相当初级的阶段，人类对于宇宙的第一代结构还远没有达到完全了解的程度。这主要是由于宇宙早期观测上十分困难，需要大口径的射电望远镜，以及高分辨率空间望远镜，特别是红外望远镜。让科学家充满希望的是，大量的空间高分辨率探测设