

第一推动丛书
宇宙系列

【珍藏本】

08

FRED HOYLE THE PHYSICS-ASTRONOMY



物理天文学前沿

[英]F·霍伊尔/著 [印]J·纳里卡/著

Fred Hoyle

英国著名天文学家，宇宙稳恒态学说创始人。

J.Narlikar

印度著名天文学家。

何香涛 赵君亮/译

第一推动

CS 湖南科学技术出版社



The Physics-Astronomy Frontier

物理天文学前沿

[英]F·霍伊尔/著 [印]J·纳里卡/著 何香涛 赵君亮/译



第一推
FIRST

CS

湖南科学

The Physics-Astronomy Frontier

by Fred Hoyle Jayant Narlikar

本书中文版由作者 Jayant Narlikar 授权翻译出版。

本书根据 Freeman 公司 1980 年版本译出。

总 序

科学，特别是自然科学，最重要的目标之一，就是追寻科学本身的原动力，或曰追寻其第一推动。同时，科学的这种追求精神本身，又成为社会发展和人类进步的一种最基本的推动。

科学总是寻求发现和了解客观世界的新现象，研究和掌握新规律，总是在不懈地追求真理。科学是认真的、严谨的、实事求是的，同时，科学又是创造的。科学的最基本态度之一就是疑问，科学的最基本精神之一就是批判。

的确，科学活动，特别是自然科学活动，比较起其他的人类活动来，其最基本特征就是不断进步。哪怕在其他方面倒退的时候，科学却总是进步着，即使是缓慢而艰难地进步，这表明，自然科学活动中包含着人类的最进步因素。

正是在这个意义上，科学堪称为人类进步的“第一推动”。

科学教育，特别是自然科学的教育，是提高人们素质的重要因素，是现代教育的一个核心。科学教育不仅使人获得生活和工作所需的知识和技能，更重要的是使人获得科学思想、科



学精神、科学态度以及科学方法的熏陶和培养，使人获得非生物本能的智慧，获得非与生俱来的灵魂。可以这样说，没有科学的“教育”，只是培养信仰，而不是教育。没有受过科学教育的人，只能称为受过训练，而非受过教育。

正是在这个意义上，科学堪称为使人进化为现代人的“第一推动”。

近百年来，无数仁人志士意识到，强国富民再造中国离不开科学技术，他们为摆脱愚昧与无知作了艰苦卓绝的奋斗。中国的科学先贤们代代相传，不遗余力地为中国的进步献身于科学启蒙运动，以图完成国人的强国梦。然而应该说，这个目标远未达到。今日的中国需要新的科学启蒙，需要现代科学教育。只有全社会的人具备较高的科学素质，以科学的精神和思想、科学的态度和方法作为探讨和解决各类问题的共同基础和出发点，社会才能更好地向前发展和进步。因此，中国的进步离不开科学，是毋庸置疑的。

正是在这个意义上，似乎可以说，科学已被公认是中国进步所必不可少的推动。

然而，这并不意味着，科学的精神也同样地被公认和接受。虽然，科学已渗透到社会的各个领域和层面，科学的价值和地位也更高了，但是毋庸讳言，在一定的范围内，或某些特定时候，人们只是承认“科学是有用的”，只停留在对科学所带来的后果的接受和承认，而不是对科学的原动力、科学的精神的接受和承认。此种现象的存在也是不能忽视的。

科学的精神之一，是它自身就是自身的“第一推动”。也就是说，科学活动在原则上是不隶属于服务于神学的，不隶属于服务于儒学的，科学活动在原则上也不隶属于服务于任何哲学。科学是超越宗教差别的，超越民族差别的，超越党派差别的，超越文化的地域的差别的，科学是普适的、独立的，它自

身就是自身的主宰。

湖南科学技术出版社精选了一批关于科学思想和科学精神的世界名著，请有关学者译成中文出版，其目的就是为了传播科学的精神，科学的思想，特别是自然科学的精神和思想，从而起到倡导科学精神，推动科技发展，对全民进行新的科学启蒙和科学教育的作用，为中国的进步作一点推动。丛书定名为《第一推动》，当然并非说其中每一册都是第一推动，但是可以肯定，蕴含在每一册中的科学的内容、观点、思想和精神，都会使你或多或少地更接近第一推动，或多或少地发现，自身如何成为自身的主宰。

《第一推动丛书》编委会

前 言

宇宙就其现象范围来说，必然比我们在地球上所能期望经历的任何事物都要广泛，人类过去一直在观测天空，寻找了解世界本质和规律的各种线索，直到今天依然如此。物理学家在研究支配我们世界的自然规律时也转向天文学和宇宙学，寻找支持其理论的证据；而天文学家又依据物理学家在地面实验室中的物理实验去理解天空中的现象。物理学和天文学之间这种根本性的相互联系，促使我们编著了这本《物理天文学前沿》。

本书从物理学观点出发来阐述天文学的问题，因此，一开始我们便讨论了诸如原子性质、量子力学以及辐射等概念。遗憾的是日常生活与这些概念并不密切相关，要了解原子的结构，必须付出很大的精力和代价，而量子力学的研究也只是在现代微电子学出现之后才普遍发展起来。但是，不掌握物理学的这些比较深奥的部分，对天文学的理解就几乎寸步难行。

规律通常通过所谓“因果关系”而存在于世界之中。因果关系通过粒子间的相互作用体现出来，这种相互作用有四种类型——电磁相互作用、强相互作用、弱相互作用和引力相互作用



用。这四种相互作用都在开头一章中作了讨论；随后本书共分三篇分别论述属于一种或两种相互作用范畴的现象。第一篇阐述电磁相互作用，描述由辐射波谱获得的天文知识，包括光学天文学、射电天文学、毫米波天文学、红外天文学和 X 射线天文学；第二篇论述强相互作用和弱相互作用，着重讨论恒星内部的特性；第三篇阐述引力相互作用，讨论牛顿理论和爱因斯坦理论，并以此为基础去认识黑洞和宇宙学的各种问题。在每一篇中都是以物理学的基本发现为基础去理解各种天文现象。我们期望，这种叙述方式会使天文学面目为之一新；不像大多数天文书籍那样，或者着眼于发现的顺序，或者按天体到地球的距离，由近及远地去讨论。我们着眼于在宇宙中起作用的各种基本力，从而为理解各种天文现象提供了一个基础，而不只是简单地描述它们。

本书中我们几乎完全局限于用非数学方法去论述。最困难的数学也只不过是第十一章中出现的一些简单的代数运算。离开这些代数运算，我们发现在讨论黑洞物理学时很难做到意义确切。在一般科学常识方面有扎实的中学水平的读者，在阅读本书时应该没有什么困难。

我们衷心地感谢福克纳 (J. Faulkner) 博士，他细心地阅读了手稿，提出了建设性的评价，同时提出了许多改进意见。

F·霍伊尔

J·纳里卡

中译本序言

我们很高兴《物理天文学前沿》即将以中文出版。

自从本书的初稿问世之后，天文学和物理学都有了长足的进展，尽管如此，许多新的发展仍被认为处于推测和研究阶段。其中，应该提到的是粒子物理学家们试图将所有已知的物理相互作用构造成一幅统一的图像，而宇宙学家们则应用这些观念来研究宇宙的早期历史。

虽然这些进展目前相当令人鼓舞，但对于研究这一领域的新人来说，会被不断变化着的各式各样的方案搞得迷惑不解。出于这种原因，我们认为把这类内容包括在一本实质上属于导引性的教科书中是不合适的。

我们祝贺何香涛先生和赵君亮先生完成了将本书译成中文的艰巨任务，并希望他们杰出的译著会激励我们的中国科学界同事们在天文学和物理学的前沿领域里努力工作。

F·霍尔

J·纳里卡

译者的话

翻译《物理天文学前沿》一书的想法始于 20 世纪 80 年代，当时译者在英国皇家爱丁堡天文台进修。天文台的图书馆里摆满着各种天文书籍和杂志，其中最引人注目的一类图书便是霍伊尔的各种天文著作。尤其是他的科普著作，被誉为当今世界上最流行的天文读物。

霍伊尔虽然早就是一位蜚声全球的天文学家，但对于中国的读者来说却显得陌生，他的著作迄今尚未系统地介绍到中国。霍伊尔于 1915 年生于英国的约克郡宾利，1939 年获剑桥大学硕士学位，1957 年当选为英国皇家学会会员。霍伊尔在天文学研究领域里的成就是多方面的。2001 年，美国天体物理学杂志主编阿伯特 (Abt) 访华，送给译者之一 (何香涛) 一本 20 世纪最有价值的天体物理学领域的论文集，共收录 53 篇文章，霍伊尔为第一作者的论文竟有 3 篇。霍伊尔对恒星演化过程中的元素合成理论作出过重要贡献，是著名的 B²FH 理论 (四位作者名字的第一个字母拼写而成) 的参加者。其中的福勒曾获 1982 年度诺贝尔奖。霍伊尔思想十分活跃，对地球



上生命的起源、引力的本质等问题都有自己独到的见解。他是宇宙稳恒态学说的创始人。虽然他的稳恒态学说一直被人们质疑，甚至遭到批判，但是，近年来的天文观测却证实了“暗能量”的存在。宇宙中的暗能量占据了宇宙的70%物质总量。暗能量存在于真空之中，和霍伊尔的“无中生有”产生物质的思想有异曲同工之妙。

霍伊尔写过大量的天文科普著作，在当代天文学家中堪称翘楚。我们选择的这本《物理天文学前沿》，构思新颖，以物理学中的四种作用力（强相互作用力、弱相互作用力、电磁相互作用力和引力相互作用）为框架，系统地介绍了天文学和天体物理学的知识。书中包括了近代天文学的最新研究成果以及作者自己创立的学说。

霍伊尔于2001年8月20日在英国逝世，享年86岁。译者之一（何香涛）专门写了一篇纪念文章，《天文界的一代枭雄——霍伊尔》，刊登在《天文爱好者》杂志上（2002年第4期）。

本书的另一位作者纳里卡是印度的著名天体物理学家，印度总理的科学顾问。他与霍伊尔长期合作，在量子宇宙学和红移的本质等问题上进行过广泛的研究。

翻译这样一本内容丰富的天文著作，我们深感知识水平和英文能力的不足。不当之处，敬希读者不吝指正。

何香涛
赵君亮

目 录

>	前言	(1)
	中译本序言	(3)
	译者的话	(5)
>	第一章 时空图和物质结构	(1)
>	第一篇 电磁相互作用	(19)
	第二章 辐射、量子力学和谱线	(21)
	§ 2-1 宏观粒子的辐射	(21)
	§ 2-2 时间的方向性和因果律	(28)
	§ 2-3 量子力学	(33)
	§ 2-4 名称、单位和测量	(48)
	第三章 黑体、恒星光谱和赫罗图	(58)
	§ 3-1 温度和绝对温标	(58)



§ 3-2	黑体	(61)
§ 3-3	恒星光谱	(66)
§ 3-4	赫罗图	(72)
§ 3-5	天空中的恒星	(81)
第四章	射电天文学	(95)
§ 4-1	历史简况	(95)
§ 4-2	蟹状星云	(110)
§ 4-3	个人的回忆	(118)
§ 4-4	脉冲星	(121)
§ 4-5	射电星系	(128)
§ 4-6	类星体	(133)
第五章	毫米波天文学	(143)
§ 5-1	分子	(143)
§ 5-2	星际空间中的分子	(150)
§ 5-3	巨分子云	(154)
第六章	星际微粒和红外天文学	(159)
§ 6-1	一门新学科的诞生	(159)
§ 6-2	星际尘埃	(169)
§ 6-3	星际有机分子的起源	(176)
第七章	X 射线天文学	(179)
§ 7-1	技术	(179)
§ 7-2	来自太阳的 X 射线	(191)
§ 7-3	天蠊 X-1——太阳系之外所发现的第一个 X 射线源	(199)
§ 7-4	蟹状星云和其他的一些 X 射线源	(202)
§ 7-5	第一个 X 射线星系	(210)

§ 7-6	自由号巡天观测	(213)
§ 7-7	密近双星和食双星	(220)
§ 7-8	X 射线双星和黑洞	(227)
>	第二篇 强相互作用和弱相互作用	(235)
	第八章 原子、原子核和恒星的演化	(237)
	§ 8-1 恒星的能源需求	(237)
	§ 8-2 放射性	(239)
	§ 8-3 是天然放射性, 还是核聚变	(242)
	§ 8-4 原子核和各种粒子	(243)
	§ 8-5 核能和恒星的能量	(252)
	§ 8-6 恒星的演化	(260)
	§ 8-7 恒星的终极问题	(265)
	§ 8-8 物质的历史	(278)
	第九章 天体距离的测定	(280)
	§ 9-1 毕星团主序	(280)
	§ 9-2 毕星团主序的利用	(285)
	§ 9-3 造父变星	(288)
	§ 9-4 距离范围的延伸	(296)
>	第三篇 引力相互作用	(301)
	第十章 运动定律和万有引力定律	(303)
	§ 10-1 引言	(303)
	§ 10-2 运动	(307)
	§ 10-3 动力学	(310)
	§ 10-4 万有引力定律	(315)



§ 10-5	从牛顿到爱因斯坦	(321)
§ 10-6	狭义相对论	(323)
§ 10-7	广义相对论	(332)
§ 10-8	爱因斯坦的引力论	(336)
§ 10-9	万有引力与天文学的关系	(342)
第十一章	黑洞	(343)
§ 11-1	引言	(343)
§ 11-2	逃逸速度	(344)
§ 11-3	牛顿引力框架中的引力坍缩	(346)
§ 11-4	广义相对论框架中的引力坍缩	(349)
§ 11-5	黑洞是怎样形成的	(358)
§ 11-6	黑洞没有“发”	(361)
§ 11-7	克尔-纽曼黑洞	(364)
§ 11-8	黑洞物理学定律	(369)
§ 11-9	黑洞的检测	(376)
§ 11-10	白洞	(379)
第十二章	宇宙学简介	(382)
§ 12-1	什么是宇宙学	(382)
§ 12-2	哈勃定律	(390)
§ 12-3	膨胀着的宇宙	(397)
§ 12-4	宇宙的对称性	(401)
§ 12-5	奥伯斯佯谬	(407)
第十三章	大爆炸宇宙论	(411)
§ 13-1	宇宙学模型	(411)
§ 13-2	弗里德曼模型	(413)
§ 13-3	哈勃定律的推广	(418)

§ 13-4	射电源计数	(426)
§ 13-5	角大小检验	(433)
§ 13-6	早期宇宙	(439)
§ 13-7	热大爆炸	(444)
§ 13-8	微波背景辐射	(448)
§ 13-9	氦和氘的原始丰度问题	(453)
§ 13-10	宇宙的年龄	(455)
§ 13-11	再论奥伯斯佯谬	(456)
第十四章	惯性和宇宙学	(458)
§ 14-1	引言	(458)
§ 14-2	马赫原理	(460)
§ 14-3	单位和量纲	(467)
§ 14-4	星系系统膨胀的含义	(472)
§ 14-5	宇宙膨胀的另一种解释	(475)
§ 14-6	哈勃和哈曼逊的红移-星等关系	(484)
§ 14-7	早期宇宙	(488)
§ 14-8	当前宇宙学中的难题	(489)
§ 14-9	质量相互作用的一般形式	(496)
§ 14-10	黑洞和白洞	(504)
>	附录 A 稳恒态宇宙模型	(510)
	附录 B 表格	(517)