



理解科学丛书·张邦宁科普著作

The road
to heaven

MISTY SKY

迷蒙星空

探天之路

张邦宁◎编著

从古至今，宇宙科学与航天科技经历了怎样的过程？

发生过哪些大的、著名事件？

人们是如何来看待和认识这些的？对人类自身又产生了何种影响？

特别是时至今日，

人类对我们身在其中的宇宙本质究竟了解到何种程度？

有哪些重要的研究理论和成果？根据国内外众多专著的论述和历史书籍的记载，
本书会对这些一一予以讲述。



清华大学出版社



理解科学丛书

MISTY SKY

The road to heaven

迷蒙星空

探天之路

张邦宁◎编著

清华大学出版社
北京

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

迷蒙星空:探天之路/张邦宁编著. --北京:清华大学出版社,2015
(理解科学丛书)

ISBN 978-7-302-40729-4

I. ①迷… II. ①张… III. ①宇宙—青少年读物 IV. ①P159-49

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 161919 号



责任编辑:朱红莲 主 审

封面设计:蔡小波

责任校对:刘玉霞

责任印制:沈 露

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:三河市金元印装有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:165mm×240mm 印 张:15.25 字 数:215 千字

版 次:2015 年 8 月第 1 版

印 次:2015 年 8 月第 1 次印刷

定 价:39.00 元

产品编号:064998-01



前言

THE MISTY UNIVERSE
THE SKY OF THE ROAD

“宇宙、宇宙学、航天、航天科技”这些词汇已为人们耳熟能详。宇宙大爆炸、黑洞的观测确认；宇宙微波背景辐射和恒星光谱红移的测定；人造卫星，飞船，探月、探火星的飞行器，飞离太阳系、飞向更遥远太空等航天活动，为越来越多的人所知晓，引起各个年龄层人们的好奇与兴趣。那么，从古至今，宇宙科学与航天科技经历了怎样的过程？发生过哪些大的著名事件？人们是如何看待和认识这些的？这些事件对人类自身又产生了何种影响？特别是时至今日，人类对我们身在其中的宇宙本质究竟了解到何种程度，有哪些重要的研究理论和成果？根据国内外众多专著的论述和历史书籍的记载，本书会对这些内容一一予以讲述。

记得多年前，夏日晴朗夜晚，仰望星空，无限深邃，天穹广阔，繁星璀璨，给人以无尽的遐想；看到夜空中流星的

划过，人造航天器的移行，感叹人生之短暂，宇宙之浩渺。又经历了多少岁月，随着时代的变迁，科学的进步，技术的发展，思想的解放，使人类有了更深切的感悟：宇宙处于永恒的变化、运动中。除此之外，世上不存在绝对之物。任何理论、任何思想，都应该受到宇宙不断变化、运动的检验并加以修正，使之趋于完善。从本书讲述的宇宙、航天发展历史中的诸多事件充分证明了这点。至于某些利益权贵集团，像西方中世纪教廷，为了维持宗教统治，墨守成规，残酷镇压那些勇于探索、敢于提出新理论的学者，对他们进行宗教审判、迫害，甚至将他们火刑烧死，使西方社会坠入黑暗世纪。这是很为现代文明社会所不齿的。随着科技的进步，探测水平的提高，人们对宇宙的理解会更加符合宇宙的真实，并相信：宇宙的规律是可以逐步把握的。顺应宇宙的发展方向、破除各种陈旧之束缚、确立对宇宙真实的认知、应用于周围的世界，会使我们的社会、生活和思想趋向科学与和谐。具有宇宙之精神，对真理的自由探索与不断追求，正是我们共同的宇宙观、理念与信仰。

按照宇宙科学和航天科技发展的历史进程，我们划分为五个大的时期来顺序讲述：

远古时代关于宇宙的众多神话传说可称为宇宙学说的启蒙阶段，我国史书上有关的天象记录和天文历法记载是其中亮点。这是第一时期。

从公元前 6 世纪到公元 3 世纪，在中国，关于早期宇宙科学的各项内容大体已经完备，一个富有特色的初级体系已经建立起来；而古希腊、罗马的学者在宇宙的本源和结构理论上则出现了激烈争斗，此后西方进入黑暗的中世纪。宇宙学沦入了神学深渊，地心说主宰了宇宙学。这是第二时期。

从公元 3 世纪到 17 世纪，在中国，在宇宙观念、仪器制造、历法编算和大地测量等方面取得了许多成就，达到高峰，但后来逐渐衰败下来，经历了从繁荣发展一鼎盛一衰落的过程。而西方，熬过了漫长的黑暗世纪后，16 世纪哥白尼倡导的日心说，开始把宇宙学从神学中解放出来；17 世纪牛顿开辟了以力学方法研究宇宙学的新途径，诞生了经典宇宙学，他发明了天文望远镜并用于天文观测，取得了众多成果。这是第三时期。

十八九世纪,西方学者创立了星云学说;确立了天体演化学科;对恒星进行了大量观测;把以前只限于太阳系的研究扩大到银河系和河外星系;发明了分光镜;宇宙天文观测的设备、技术和方法取得了大的进展,这些工作为现代宇宙学开拓了道路。中国的宇宙科学受到西学的影响,逐步与其融合。这是第四时期。

20 世纪到目前,宇宙科学与航天科技有了极大的发展。量子力学和爱因斯坦相对论的创立;哈勃宇宙膨胀理论和宇宙大爆炸理论的重要证实;河外星系谱线红移和微波背景辐射的发现、证实;中国学者恒星演化模型的建立和对宇宙运动现象的有力诠释;航天理论的奠定和众多航天活动实践;航天遥感、遥测技术和空间飞行技术的发明及应用;展现着宇宙科学和航天科技无穷的魅力。现代宇宙学正在充满活力地发展着。这是第五时期。

需要指出,尽管分为五个时期来讲述,但是各个时期是有密切联系的,会有交织、融汇之处,不能把它们截然分开、孤立看待。时期的年代划分也是粗略的。

经过千百年来一代又一代脑力和体力劳动者不懈的发现、发明、研究、探索和创造,灿烂辉煌的宇宙学和航天大厦已经基本建造起来,但仍有一些不解之谜等待人们去破解。如果通过本书引起诸位的兴趣,进而加入探求宇宙和航天奥秘的行列中,并在此过程中陶冶情操,那么笔者会由衷地感到欣慰。

宇宙学问题涉及的学科范围广泛,特别是与天文学紧密关联,而按传统学科划分仅是天文学的一个分支,本书则基本用宇宙学来统一涵盖了。

张邦宁

2015 年 3 月

1 启蒙时期,迈出推测宇宙第一步 // 001

1.1 古代中国的宇宙及天文学 // 002

1.1.1 天象观测和记录 // 002

1.1.2 历法制定 // 005

1.1.3 宇宙观念及思想 // 005

1.1.4 神话传说 // 017

1.1.5 小结 // 020

1.2 古埃及、美索不达米亚和古印度的宇宙及天文学 // 020

1.2.1 古埃及 // 020

1.2.2 美索不达米亚 // 024

1.2.3 古印度 // 025

1.2.4 小结 // 028

1.3 古希腊、罗马的宇宙及天文学 // 029

1.3.1 创世神话与传说 // 029

1.3.2 关于宇宙的理论 // 030

1.3.3 天象观测和天文历法 // 039

1.3.4 小结 // 040

参考文献 // 040

2 宇宙及天文学的继续发展 // 042

2.1 中国的宇宙及天文学的进展 // 042

2.1.1 宇宙观念 // 042

2.1.2 宇宙思想认识 // 045

2.1.3 飞天的神话传说、牛郎织女和嫦娥奔月 // 051

2.1.4 天文星图、历法和观测仪器 // 055

2.1.5 小结 // 065

2.2 埃及、美索不达米亚、印度的宇宙及天文学进展 // 065

2.2.1 埃及 // 065

2.2.2 美索不达米亚 // 068

2.2.3 印度 // 069

2.2.4 小结 // 070

2.3 希腊、罗马的宇宙及天文学进展 // 071

2.3.1 中心火焰说 // 071

2.3.2 日心说的先驱 // 071

2.3.3 物性论 // 074

2.3.4 地心说 // 076

2.3.5 历法编制、天象观测、记录和天文测量 // 079

2.3.6 小结 // 080

参考文献 // 080

3 宇宙及天文学挣脱桎梏迈入科学 // 082

3.1 中国的宇宙及天文学从鼎盛滑向衰落 // 082

3.1.1 天文历法和测量 // 082

3.1.2 宇宙观念和思想 // 092

3.1.3 世界上的首次航天实践 // 101

3.1.4 小结 // 103

3.2	西方的宇宙及天文学挣脱桎梏,走入科学轨道	// 103
3.2.1	中世纪的宗教神学扼杀宇宙及天文学的发展	// 103
3.2.2	复兴的前奏	// 105
3.2.3	欧洲及周边阿拉伯地区的宇宙、天文学的复兴	// 107
3.2.4	哥白尼日心体系的创立和发展	// 109
3.2.5	为确立哥白尼日心说继续斗争	// 115
3.2.6	牛顿与经典宇宙学的创立	// 122
3.2.7	万有引力定律的证实	// 125
3.2.8	17世纪的天文望远镜及其观测成就	// 126
3.2.9	小结	// 130
	参考文献	// 130
4	天文观测新科技与宇宙、天文学新进展	// 132
4.1	天文观察和测试新科技	// 132
4.1.1	天文望远镜技术快速发展	// 132
4.1.2	分光学、光度学、光谱学和照相术应用于宇宙、天文领域	// 145
4.1.3	天体距离的测量	// 150
4.2	经典宇宙理论的创立与发展	// 152
4.2.1	经典宇宙理论的力学和数学基础	// 152
4.2.2	太阳系起源说及康德和拉普拉斯的星云说	// 160
4.2.3	银河系概念的初步确立	// 162
4.2.4	恒星天文学之父——英国天文学家威廉·赫歇尔	// 165

- 4.2.5 儒勒·凡尔纳的航天科幻小说《从地球到月球》和
《环绕月球》 // 169

- 4.2.6 小结 // 171

参考文献 // 172

5 现代宇宙、天文学理论与宇宙实验观测证实 // 174

- 5.1 银河系之争及河外星系的确认 // 174

- 5.1.1 天体距离的观测技术和分析方法 // 174

- 5.1.2 银河系之争 // 177

- 5.1.3 河外星系的确认 // 179

- 5.2 现代宇宙学理论和观测证实的发展 // 181

- 5.2.1 宇宙膨胀说的提出 // 181

- 5.2.2 赫罗图和恒星坍塌理论 // 184

- 5.2.3 相对论与量子力学的发展 // 190

- 5.2.4 宇宙大爆炸理论 // 200

- 5.2.5 黑洞理论 // 209

- 5.3 天体观测的进展 // 215

- 5.3.1 射电天文学的诞生 // 215

- 5.3.2 银河系结构的射电探测 // 216

- 5.3.3 20世纪60年代的四大天文发现 // 216

- 5.3.4 射电天文学的新进展 // 218

- 5.4 宇航时代到来 // 220

- 5.4.1 空间探测手段的发展 // 220

- 5.4.2 开展空间探测 // 221

- 5.4.3 载人航天 // 225

- 5.5 小结 // 229

参考文献 // 230

1 启蒙时期,迈出推测宇宙第一步

远古时代,人类的祖先在日常生活和从事农牧业生产过程中,逐渐意识到日月运行、昼夜交替、寒来暑往这些天象变化对他们影响很大,与他们密切相关,并且变化是有一定规律的。人们通过对天文现象的长期观察、忠实记录,形成了早期的信息积累;并结合实际需要,制定出了历法。天象的观察、记录和历法的订立构成天文学的第1章,也是认识宇宙的开端。与此同时,壮丽的、有规律的、有时却变幻多端的天象也引起了人们的赞叹、惊恐、信服和崇敬,从而产生了对自然力的崇拜。占星术受到统治阶层的重视,他们想要以此来了解上天。智者在久久思索后,作出对宇宙的推测,努力解开各种疑团。在史前考古和古岩画中,发现了有类似飞行器和日月星辰的图形,由此可以看到人类思想的活跃。由于实证极少,这里仅点到为止。经过上述因素综合作用,早期的宇宙学说出现,同时也有了远古的神话和宗教。

1.1 古代中国的宇宙及天文学

1.1.1 天象观测和记录

据《尚书》记载，早在尧舜时代，“乃命羲和，钦若昊天，历象日月星辰，敬授人时”。即按照《尚书》所言，在四千多年前的尧舜时代就已经设立专门的天文官职，任命羲和来观天象，记录日月星辰之变动情况，使人们把握农时季节。

在古代，观测、记录并解释天象，是统治者的特权，是垄断性的，“绝地通天”，普通百姓不得参与。统治者以此表示自己是受命于天，是能够与上天沟通的，是得到上天保护的，自己的一切行动都是符合天意的，百姓必须服从。统治者每年都要举行几次大典，祭祀上天、昭告四方自己是正统，以期继续受到上天保佑。如果观测到凶兆，统治者要想方设法来化解，严重的要下“罪己诏”来检讨。每当军事行动之前，必得观天象、占卜吉凶，期望顺应天意，获取胜利。不过常见的是为农事，以确认季节时令。

《尚书·尧典》，“期三百有六旬有六日，以闰月定四时成岁”。当时确定平年 12 朔，若干年后加闰月，年平均长度 366 天。

通过观测“昏中星”判断季节。

夏朝后期(公元前 18 世纪—前 16 世纪)，还观测“旦中星”和北斗星斗柄的指向变化，以便更准确地掌握节令。“斗柄东指，天下皆春；斗柄南指，天下皆夏；斗柄西指，天下皆秋；斗柄北指，天下皆冬。”



商代(公元前 16 世纪—前 11 世纪)后期盘庚定都于殷，有大量甲骨记载各种天象：日食、月食、新星和干支纪日等。

西周时期(公元前 11 世纪—前 8 世纪)。把黄道和赤道区域划分为二十八宿，后来进而分为东、南、西、北四宫，并与“四象”相配：

东宫苍龙：角、亢、氐、房、心、尾、箕

南宫朱雀：井、鬼、柳、星、张、翼、轸

西宫白虎：奎、娄、胃、昂、毕、觜、参

北宫玄武：斗、牛、女、虚、危、室、壁

开始用仪器进行天文观测，已发明圭表。西周初期周公在阳城（今河南省登封市告城镇）设立测景台。

关于日月星辰的记载：

1. 日食和月食

殷商甲骨文有日月食记载，留存的甲骨卜辞中，至少有三条被认为描述了日食现象，有五条被证实是可靠的月食记录。最早的记载为《尚书·胤征》记录夏仲康元年（约公元前 2000 年）“乃季秋月朔，辰弗集于房”。

日食分为“日全食”、“日环食”和“日偏食”3 种。除了食分很少的日偏食不易引起人们注意外，日食总体来讲是一种非常显著的天象变化。月食分为“月全食”和“月偏食”2 种，其中月偏食不易引人注意。中国古代有世界上最完整的日食及月食记录。

《诗·小雅·十月之交》中记载了一次日食和一次月食，大致确定发生在公元前 8 世纪前期。

《逸周书·小开解》中记载：“维三十有五祀，五念曰：正月丙子，拜里食无时。”即文王三十五年正月丙子发生了一次月食。据认为这次月食也是在商纣王三十八年，故将这次月食作为联系殷、周年代的确证。

《春秋》中记载的日食和月食大都可考。《春秋》以后的日食和月食都有史可查。中国古代史籍中关于日食的记载共计 1600 多项，月食为 1100 多项。这是中国古代宇宙、天文学遗产的宝贵组成部分。

2. 太阳黑子

最早记录为汉成帝河平元年（公元前 28 年）：“汉成帝河平元年三月乙未，日出黄，有黑气大如钱，居中央。”

从此以后直至清代，共有 200 多次黑子记录。

3. 彗星

最早记录为殷末(公元前 11 世纪)武王伐纣时所见的彗星,《淮南子·兵略训》:“武王伐纣,……彗星出而授殷人其柄。”

从此以后直至清代,彗星记录共有 2000 余次。

关于哈雷彗星的最早记录是春秋鲁文公十四年(公元前 613 年)。自秦始皇七年(公元前 240 年)至公元 1910 年,共 29 次回归,每次都有记录。并且详细记录了数次周期彗星的回归。

4. 新星和超星

从公元前 1300 年至公元 1700 年中国记录新星或新星爆发 68 次。

关于公元 1054 年发现的超新星,《宋会要》记载:“至和元年五月,晨出东方,守天关。昼见如太白,芒角四出,色赤白,凡见二十三日。”1054 年 7 月 4 日爆发的超新星在金牛座附近,一直到 1056 年 4 月 6 日才肉眼不可见。

5. 流星、流星雨和陨石

从西周至清代共 5000 余条这类关于流星和流星雨的记录,约 500 次关于陨石降落。

最早的流星雨记载在《春秋》:“鲁庄公七年四月辛卯(公元前 687 年 3 月 23 日)夜,恒星不见,夜中星陨如雨。”

最早陨石降落记载在《春秋》里:“僖公十有六年春正月戊申朔(公元前 645 年 12 月 24 日),陨石于宋(今河南商丘),五。”

6. 掩星

掩星大致可分为 4 种情况:月掩恒星、月掩行星、行星掩恒星和行星互掩等,其中月掩恒星最为常见,而月掩行星最为古天文学家所重视,所称掩星是指月掩行星。《中国古代天象记录总集》记载历史上的月掩行星共有 200 多次。这些记录对验证现代宇宙学的某些理论,如地球自转速度的长期变化是有意义的。

7. 星表和星图

战国时代魏国的石申和齐国的甘德各编星表,后人合称《甘石星经》。其

中记载了 121 颗恒星的坐标, 这是已知的我国最早的星表。

1.1.2 历法制定

据《汉书·艺文志》中记载: “黄帝五家历三十三卷, 颛顼历二十一卷, 夏殷周鲁历十四卷。”这就是古六历。结合考古发现, 4000 多年前就已经有了历法。

春秋时期的历法: 一年分为十二个月; 正月、二月和三月为春季; 每 3 个月为一季, 春夏秋冬, 以此类推。规定以日月合朔的那天为初一, 称为朔日; 每个月最后一天(二十九日或三十日)称为晦日。因为十二个月共 354 天或 355 天, 短于一个回归年(当时认为是 365. 2423 天一个回归年)。为了使月份和冷暖季节大致相对应, 所以每隔 2 年或 3 年就必须插入一个闰年, 这被称作阴阳历。

中国古代历法的主要特点:

(1) 用干支纪日、岁星纪年和干支纪年法。

从商代已实行干支纪日法。从春秋鲁隐公元年(公元前 722 年)二月己巳日起日干支从未间断。

(2) 用二十四节气。

(3) 非常重视朔的推算。

(4) 涉及内容十分广泛。

古代中国天象观测和历法的发展是中国天文学史的一条主线。

1.1.3 宇宙观念及思想

盖天说是中国古代最早的一种宇宙学说, 这一学说大约源于公元前 11 世纪的殷末周初, 有“旧盖天说”与“新盖天说”之分。旧盖天说认为“天圆如张盖, 地方如棋局”, 穹隆状的天幕盖在正方形的平直大地上。新盖天说则认为“天似盖笠, 地法覆盘”, “以《周髀算经》为基本纲领性文献, 提出了自成体系的定量化天地结构。”这一学说流传至今, 被当作是中国古代天文学说的鼻祖。但是, 它的错误是明显的, 经不起推敲的, 当时就有学者对其提出质疑。然而

它是最早的，是历史逐步演变发展过程，故作一简单介绍。

《晋书·天文志》中记载有《周髀算经》中的观点：“其言天似盖笠，地法覆盘，天地各中高外下。北极之下为天地之中，其地最高，而滂沲四环，三光隐映，以为昼夜。天中高于外衡冬至日之所在六万里。北极下地高于外衡下地亦六万里，外衡高于北极下地二万里。天地隆高相从，日去地恒八万里。”

大概意思是：天是一个穹形，地也是一个穹形，二者如同同心半球一般。两个穹球的间距是八万里。北极是天穹的最高中央，日月星辰周转不息，成为白天黑夜。日月星辰的出没，不过是距离远近使然。

约 2500 年前的春秋战国时期，思想家老子在其著作《老子》（也称《道德经》）中就提出了以“道”（即规律）解释宇宙万物的演变，认为“道生一，一生二，二生三，三生万物”，“道”乃“夫莫之命而常自然”，因而“人法地，地法天，天法道，道法自然”的自发的唯物主义观点。《老子》一书中还包含有大量朴素辩证法观点，如认为一切事物均具有正反两面，“反者道之动”，并能由对立而转化。“天地无人推而自行，日月无人燃而自明，星辰无人列而自序，禽兽无人造而自生，此乃自然为之也，何劳人为乎？”



老子

“天长地久。天地所以能长且久者，以其不自生，故能长生。是以圣人后其身而身先；外其身而身存。非以其无私邪？故能成其私。”

“上善若水。水善利万物而不争，处众人之所恶，故几于道。”

“居善地，心善渊，与善仁，言善信，政善治，事善能，动善时。夫唯不争，故无尤。”

“持而盈之，不如其已；揣而锐之，不可长保。金玉满堂，莫之能守；富贵而骄，自遗其咎。功遂身退，天之道也。”

“三十辐，共一毂，当其无，有车之用。埴埴以为器，当其无，有器之用。凿户牖以为室，当其无，有室之用。故有之以为利，无之以为用。”

“五色令人目盲；五音令人耳聋；五味令人口爽；驰骋畋猎，令人心发狂；难得之货，令人行妨。是以圣人为腹不为目，故去彼取此。”

“宠辱若惊，贵大患若身。”

“大道废，有仁义；智慧出，有大伪；六亲不和，有孝慈；国家昏乱，有忠臣。”

“绝圣弃智，民利百倍；绝仁弃义，民复孝慈；绝巧弃利，盗贼无有。此三者以为文，不足。故令有所属：见素抱朴，少思寡欲，绝学无忧。”

“人之所畏，不可不畏。”

“俗人昭昭，我独昏昏。俗人察察，我独闷闷。”

“曲则全，枉则直，洼则盈，敝则新，少则多，多则惑。是以圣人抱一为天下式。不自见，故明；不自是，故彰；不自伐，故有功；不自矜，故长。夫唯不争，故天下莫能与之争。”

“希言自然。故飘风不终朝，骤雨不终日。”

“企者不立；跨者不行；自见者不明；自是者不彰；自伐者无功；自矜者不长。”

“有物混成，先天地生。寂兮寥兮，独立而不改，周行而不殆，可以为天地母。吾不知其名，强字之曰道，强为之名曰大。大曰逝，逝曰远，远曰反。”

“故道大，天大，地大，人亦大。域中有四大，而人居其一焉。”

这些书中的经典名言，体现着老子远远超出那个时代的宇宙思想，至今仍能给人们以启迪、值得我们认真研究、继承。

老子，姓李名耳，字聃，华夏族，楚国苦县厉乡曲仁里（今河南省鹿邑县太清宫镇）人，大约生活于公元前 571 年至公元前 471 年之间，是我国古代伟大的哲学家、思想家，是道家学派创始人，世界百位历史名人之一。老子的著作、思想早已成为世界历史文化遗产中的宝贵财富。欧洲从 19 世纪初就开始了对《道德经》的研究，到 20 世纪的四五十年代，欧洲共有 60 多种《道德经》译文。在当下的德国、法国、英国、美国、日本等发达国家相继兴起了“老子热”，《老子》一书在这些国家被一版再版。20 世纪 80 年代，据联合国教科文组织