



TIANWENLIFAYANJIU

ZhongguoKejiShihua

中国科技史话

科技普及读物

天文历法 研究

〈上〉



辽海出版社

中国科技史话

天文历法研究

(上册)

邢春如 主编

辽海出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中国科技史话. 2/邢春如主编. —沈阳: 辽海出版社,
2007. 5

ISBN 978 - 7 - 80711 - 701 - 8

I. 中… II. 邢… III. 自然科学史—中国—青少年读物
IV. N092 - 49

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 072477 号

目 录

一、天文历法史

- 中国古代天文学思想..... (1)
- 古历法..... (6)
- 天文仪器..... (8)
- 天象记录 (10)
- 宇宙理论 (12)
- 二十四史中天文律历诸志 (13)
- 《周髀算经》中的天文学 (20)
- 《灵宪》 (23)
- 《乙巳占》 (25)
- 《开元占经》 (27)
- 《观象玩占》 (29)
- 《甘石星经》 (30)
- 《步天歌》 (31)

| | |
|-----------------|-------|
| 《灵台秘苑》 | (32) |
| 《浑天仪图注》 | (33) |
| 《新仪象法要》 | (35) |
| 《畴人传》 | (37) |
| 表和圭 | (38) |
| 漏和刻 | (43) |
| 浑仪 | (52) |
| 简仪 | (59) |
| 仰仪 | (62) |
| 浑象 | (64) |
| 晷仪 | (68) |
| 复矩 | (71) |
| 牵星板 | (73) |
| 古历的沿革 | (76) |
| 古历的分期 | (83) |
| 日躔 | (85) |
| 月离 | (89) |
| 晷漏和中星 | (95) |
| 宇宙无限和天地成亡 | (99) |
| 星名 | (102) |
| 古日食与地球自转 | (106) |
| 彗星记录 | (112) |
| 流星记录 | (118) |
| 陨石记录 | (120) |
| 太阳黑子和极光 | (122) |

| | |
|---------------------|-------|
| 行星现象和太阳变化····· | (125) |
| 古代客星····· | (133) |
| 《崇祯历书》和第谷体系····· | (139) |
| 北京古观象台及《灵台仪象志》····· | (143) |
| 《仪象考成》····· | (149) |
| 《历象考成》····· | (151) |

二、古代天文学家

| | |
|-----------|-------|
| 刘歆····· | (153) |
| 贾逵····· | (156) |
| 张衡····· | (158) |
| 何承天····· | (160) |
| 祖冲之····· | (163) |
| 刘焯····· | (165) |
| 李淳风····· | (167) |
| 瞿昙家族····· | (169) |
| 一行····· | (171) |
| 沈括····· | (173) |
| 郭守敬····· | (175) |
| 贝琳····· | (177) |
| 徐光启····· | (178) |
| 梅文鼎····· | (180) |
| 明安图····· | (182) |

三、天文历法理论

| | |
|-------------|-------|
| 三垣二十八宿····· | (184) |
| 星表与星图····· | (187) |
| 变星····· | (191) |
| 新星和超新星····· | (192) |
| 天文分野占····· | (194) |

一、天文历法史

中国古代天文学思想

天文学思想是对天文学家的思维逻辑和研究方法长期起主导作用的一种意识。在中国古代，它同统治中国思想界的儒家思想，以及与之互相渗透的佛教、道教思想都有着密切的联系。天空区划、星官命名、星占术的理论和方法、编制历法的原理、宇宙结构的探讨等等，无不受其支配，从而形成一套带有鲜明特色的中国古代天文学。

泛神论无疑是人们最早产生的一种意识，天地山川、风雹雨电，乃至树木花草都有神，而其中以天神最为崇高，主宰一切，它以无声的巨力改变着天空景象。季节交替，草木荣枯，动物回归出没是这样有节奏地变化，原始时代的人们既无知识能去解释自然，更无力量征服自然，这种崇拜意识的产生是可以理解的。但是，正是这种意识成了星占术得以产生和流行的思想基础。而中国奴隶制和封建制的统治者都

一、天文历法史

声称他们是天子，是替天行道的，为了上承天意，下达民情，必须有一套破译天意的秘诀，这就成了中国星占术产生的社会基础。

中国星占术有三大理论支柱，这就是天人感应论、阴阳五行说和分野说。天人感应论认为天象与人事密切相关，所谓“天垂象，见吉凶”，“观乎天文以察时变”（易经）。阴阳五行说把阴阳和五行二类朴素自然观与天象变化和“天命论”联系起来，以为天象的变化乃阴阳作用而生，王朝更替相应于五德循环。分野说是将天区与地域建立联系，发生于某一天区的天象对应于某一地域的事变。这些理论和方法的建立，决定了中国星占术的政治意味和宫廷星占性质。正由于这种星占术在政权活动中的重要作用，天象观察就成了官方必须坚持的日常活动，这造就了中国古代天文学的官办性质，从而有巨大的财力和物力保证，促使天象观察和天文仪器研制得以发展。

在具有原始意味的天神崇拜和唯心主义的星占术流行的时代，甚至在占主导地位的时候，反天命论的一些唯物主义思想也在发展，那些美丽的神话传说，如“开天辟地”、“后羿射日”、“嫦娥奔月”等都反映了人们力图征服自然改造自然的向往和追求。后来，不少思想家提出了反天命、反天人感应的观点，如“天行有常，不为尧存、不为桀亡”（《荀子·天论》）、“天人交相胜，还相用”（《刘禹锡·天论》）、“天地与人，了不相关”（王安石语，引自《司马温公传家集》）等等，这些健康思想指导人们在探求天体本身的规律，研讨与神无关的客观的宇宙。

历法作为中国古代天文学的基本内容，它反映了中国古代天文学的实用性和实践第一思想。这两点也是中国古代科学共同的特色。中国天文学家通过观察和计算寻找天体运动的规律，并以符合这些规律作为制定历法的指导思想。“历之验，本在于天”（《后汉书·律历志》），“历法疏密，验在交食”（《元史·历志》）。为了使历法符合天象，遂有不断改历，改历的过程是使历法精密化的过程。中国天文学家运用特有的代数学方法，如调日法、内插法、剩余定理、逐步逼近等方法，解决了编制历法，预告天体位置，日月交食等任务，并以实际天象作出检验，满足了人民对农时季节的需要，也在认识天体运动规律方面做出了贡献。

关于天地关系、宇宙的结构，自古就引起人们的思考，在原始的“天高地厚”认识之后又出现了多种说法，最后以盖天说与浑天说的争论最为持久。在长期争论中，以实际天象作为检验的唯物主义思想原则再次得到了尊重。由于浑天说不借人为的假说就能很圆满地解释一些基本天象，因而为多数人和历法家们所接受；而盖天说的天动地静、天在上地在下观点为天命观所利用，成为天尊地卑、君高臣低等儒家伦理观点的依据，长期占据统治地位而被流传下来。尽管与传统的地静观点相反，中国古代也有大量地动观点的记载，但这一观点始终未能得到发展。这反映了各种思想意识对科学探索的影响。

在恒星命名和天空区划方面，各种思想意识的影响就更加明显。古代星名中有一部分是生产生活用具和一些物质名词，如斗、箕、毕（捕鸟的网）、杵、臼、斛、仑、廩（粮

仓)、津(渡口)、龟、鳖、鱼、狗、人、子、孙等等,这可能是早期的产物。大量的古星名是人间社会里各种官阶、人物、国家的名称,可能是随着奴隶制和封建制的建立和完善,以及诸侯割据的局面而逐渐形成的。天空区划的三垣二十八宿,其二十八宿的名称与三垣名称显然是二种体系,它们所占天区的位置也不同。这都反映了不同的思想意识的影响。

应该提及的是中国古代天文学家探求原理的思想。西方耶稣会传教士入华以后,为了站稳脚跟以达到传教的目的,一方面介绍一些西方科学知识,一方面否定中国的传统科学。有一种说法认为中国古代天文学只求知其然,不求知其所以然,而一些有崇西非中思想的人也附合这种看法。其实这是一种偏见,中国古代科学很早就努力探索天体运动的原理。孟子曰:“天之高也,星辰之远也,苟求其故,千岁之日至可坐而致也。”苟求其故就是探求所以然的思想,这一思想不断被后来的学者所接受,如沈括对不是每次朔都发生食的解释,郭守敬对日月运动追求三次差四次差的改正,明清学者对中西会通的研究,都体现了苟求其故的思想。

在近代科学诞生之前,对于东西方古代天文学家来说,都没有近代科学和万有引力定律的理论武装,要探求天体运动的原理都不会成功的。古希腊学者用几何系统推演法,设想出天体绕转的具体形状,以预告它们的位置,而设想的那些水晶球天层或后来的本轮均轮,为什么会转,乃归之于宗动天的带动,至于宗动天的动力从何而来,也是无法交代的,只能归之于上帝。中国古代天文学家通过观测,取得大量数据,通过这些数据设计出一套代数学的计算方法,目的也是

预告天体的位置，其运动原因乃归之于气的作用，“其行其止，皆须气焉。”（《晋书·天文志》）拿物质性的气同宗动天来比较，中国古代天文学家的看法还包含着唯物主义的成分。他们均按各自的方法解释天体的运动，结果只能是某种程度上的近似，甚至是一些思辨的形式，这是古代科学性质决定了的。怎么能说用几何模型形象地描述了天体的运动轨迹就是知其所以然，而以数学计算法求得相似的结果就不是知其所以然呢？星图和星表都能描述天体的位置，几何作图法和解析法都能求出一条线段的垂直平分线，方法不同，结果一致，我们怎能扬此抑彼呢？事实上，中国古代历法中许多表格及计算方法都可以找到几何学上的解释。日本蕞内清教授和刘金沂曾分别以几何学方法和代数学方法对中国历法中求合朔时日月到交点距离的计算方法做过解释，结果是相通的。

此外，中国古代天文学家对许多天象都有深刻的思考并力图给予解释。屈原在《天问》中提出了天地如何起源，月亮为何圆缺，昼夜怎样形成等大量问题；盖天说和浑天说都努力设法解释昼夜、四季、天体周日和周年视运动的成因，对日月不均匀运动也曾以感召向背的理由给予解释；后代学者对气的讨论，右旋，左旋的争论，地游和地转的设想，天地起源和衰亡的思辨等等，都反映了探求原理的思想。尽管他们是不成功的或缺乏科学根据的，但不能因为不成功而否定他们的努力。探索原理的思想几千年来一直在指导中国古代科学家的工作。如同西方科学家一样，只有当近代天体力学理论出现之后，对于天体运动之原理才算最终找到了“所以然”——万有引力的作用。

古历法

中国古历法，几乎包括天文学的全部内容，带动了古代天文学的全面发展。从一开始，它就担负起“历象日月星辰、敬授民时”的重要任务。早在游牧时代，狩猎和采撷都需要掌握动植物活动和成熟的规律。后来农业发展起来，对于以农立国的我国来说，掌握天时季节就是至关重要的，人们从观察天象、物候开始，渐渐建立起年月日的概念，为制定历法奠定了基础。历法从物候历走向阴阳合历，又经过不断改革，达到了相当精确的程度，满足了农耕和日常生活的需要。在发展过程中，又把推算交食、行星位置、昼夜漏刻、昏旦中星等内容包括进来，可以说创立了中国式的天文年历。

我国古历法在漫长的岁月中保持了纪日制度的延续性，使我国历史从公元前 841 年至今有确切的时日可考。此前虽无确切的时日记录，但通过其他天文、历史、考古等方法仍可大体确定某些重大历史事件的年代。在世界上有如此延续不断的时日记录是绝无仅有的，中国古历法对历史年代学的贡献由此可见。

阴阳合历是我国古历的特色，它既考虑了太阳视运动同气候变化的内在联系，又考虑了月亮视运动、月相变化同人们的夜间生产活动、潮汐规律的关系，创立了大小月和闰月

的方法，使两种周期巧妙地结合起来。为了表达季节气候的变化，又创立 24 节气，指导农业生产活动，这在世界上也是独有的。

历经多次改革的中国古历，先后编撰出百余种，在编历过程中逐步建立起一套工作程序，这就是从研制仪器开始，坚持观测取得数据，按各种数学方法处理后建立一套计算公式，又推算出过去某年之日食，以兹跟事实比较，再作出修改。这无疑是一整套科学的工作方法，是我国科学思想宝库中的一件珍品。

最后应该提到，中国古历善于运用天文学、数学研究的最新成果，尽量采用最新的天文数据和数学方法，使历法的编算逐渐精确。我国古历采用的回归年、朔望月、交点月、行星会合周期等等天文数据都相当精确，在世界上处于领先地位。当岁差、日月运动不均匀等现象发现后立即在编历中加以应用，数学上的剩余定理、内插法等方法都首先应用于编历计算中。

上述这些特色和成就，使中国古历在世界上影响深远，我国周围的邻国和地区受中国古历影响很大，有的国家甚至长期使用中国历法，在其天文学的发展中深深地印有中国背景。

天文仪器

天文仪器的研制是天文学发展的基础，历代天文学家都很重视。我国古代天文仪器种类多、制作精、构思巧、用途广、装饰美、规模大，在世界天文仪器发展史上有重要地位，现分述如下：

种类多 我国古代天文仪器有测角类的，如表、圆仪、浑仪、简仪、仰仪等；有测时类的，如圭表、晷仪、日晷等；有守时类的，如漏壶、更香、称漏等；有演示性的，如浑象、假天等。此外还有综合型的，集测时、守时、报时、演示于一体，如开元水运浑天、水运仪象台等，显示了多样性。

制作精 历代制作天文仪器多为皇室所差，创制者多为国内名家，由皇室征召来京制作。工艺精湛，选料考究，无论是木制、铁制、铜制，都采用国内最新的技艺，刻度、分划、尺寸大小无不通过计算事先确定。漏壶中所用的水，其温度、洁度等都有特别要求，甚至代之以水银，这种一丝不苟的态度造就了精美的仪器。

构思巧 这更是中国古代天文仪器的一大特色。多表并用，窥管中央置横丝，黄道在赤道上可移动的黄道游仪，应用小孔成像原理制作的仰仪、景符，仪器座基上的水平槽等，无不显示其巧夺天工。至于漏刻系统中采用的漫流装置、虹吸装置，刻箭随季节的变化，水运浑天系统中采用的

擒纵器，可掀开的屋顶等等，更显示其巧妙的创造性。

用途广 单从种类齐全就可以看出此点，更有甚者，一种仪器可有多种用途。简单的一根表可测时间，亦可定方向，再加一根游表又可测角度；正方案就是一块画有若干同心圆的方板，平置可当圭表使用，侧立又可测角度；仰仪既可测太阳坐标，又可供观测日食用，可观亏起方位和食分大小；安装有几种坐标系统的浑仪，可测天体的赤道坐标，亦可测黄道坐标（一种以赤极为极的假黄道坐标），甚至还可以测地平坐标，通过计算求其白道位置等。至于综合性的仪象台，更是集多种用途于一身。由于构思的精巧，致使用途多样而广泛。

装饰美 这一点使我国的古代天文仪器成为东方文明的象征之一。著名的浑仪和浑象，不仅是举世闻名的科学仪器，亦是精美的工艺制品，仪器座基和支承架上装配的云龙图饰，栩栩如生，精美绝伦，即使到现在，仍使国内外参观者叹为观止。以现代工艺仿古代浑象制作的珠玉浑天象在国际展览中引起轰动；我国传统科学技术展览会上展示的浑仪和浑象模型使多少人以跟它们合照一张相为荣。这些装饰成为研究我国古代铸造技艺和东方传统工艺美术的好材料。

规模大 由于有皇室的主持，大规模仪器的制造有了物力和财力的保证，单宋代制作的四件大型浑仪，每台都重约1万公斤，加工过程中使用的铜更不计在内。元初建造大都天文台，铸造了十几件一套的大型天文仪器，成为当时世界上规模最大、仪器最齐全最先进的天文台，可见其制作规模。

天象记录

天象记录，是中国古代天文学留给我们的一份珍贵遗产，它内容丰富，系统性强，延续时间长，观察和记录详细，这无疑像延长了我们的寿命，使我们看到了古代的天空，为我们追踪天体的变化提供了无可替代的历史信息。可以说这份古天象记录的整理、发掘和研究，为天文学史的研究开拓了新的领域。

由于编制历法和宫廷星占的需要，正常天象和异常天象都成为古代天象记录的内容，特别是后者的出现更引起关注，观测记录尤为详细，正是这类异常天象为现代天文学提供了历史上天体变化的信息。而正常天象遂成为检验现代天文理论的历史观测资料。本世纪以来，它们逐渐为世界天文学界认识和重视，利用这批古记录已取得了不少研究成果。

综观目前收集整理的资料，计有日食约 1000 次，最早为公元前 8 世纪；月食 900 多次，时间相当；太阳黑子约 100 次，最早为公元前 1 世纪；彗星 500 多次，最早为公元前 613 年，其中对哈雷彗星从公元前 240 年到 1910 年共 31 次回归，每次都有记录；流星雨约 180 次，最早为公元前 687 年，至于流星和陨石，更是不绝于书；新星和超新星约 90 次，最早为公元前 134 年；五星联珠 10 多次；太白昼见约 1000 次。此外，还有极光、黄道光、变光星、变色星及