

炎黄文化漫游丛书

追踪

·中国古代天文学·中国古代天文学

日月星辰

崔石竹 肖军 林巧 季东生 著

炎黄文化漫游丛书

人民

之七

P1-092
:

90416

《炎黄文化漫游》丛书



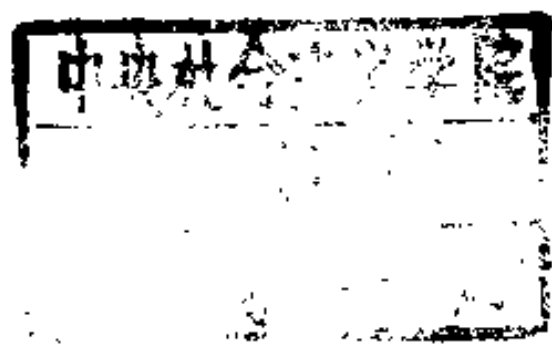
200259291

追踪日月星辰

——中国古代天文学

D190/04

崔石竹 肖 军 著
林 巧 李东生



人民日报出版社

图书在版编目(CIP)数据

追踪日月星辰/崔石竹等著. —北京:人民日报出版社,
1995. 1

(炎黄文化漫游丛书/炎黄文化研究会宣传委员会主编)

ISBN 7-80002-695-7

I. 中…

I. 崔…

Ⅱ. 天文学史-中国-古代

IV. P1-092

中国版本图书馆 CIP 数据核字(94)第 12984 号

《炎黄文化漫游》丛书

编委会

主 编：李耐因

编 委：翟志瑞 吕桂申
程宝昌 陈伟光

执行编委：翟志瑞

序

戴逸

中国是具有五千年历史的文明古国，中华民族创造了优秀的民族文化。中华传统文化以其源远流长、博大精深以及对人类历史作出的巨大贡献而著称于世界。我们的祖先创造的物质文化包括农业、手工业、水利事业、医药、冶金、陶瓷、织造、建筑等许多发明创造，曾经领先于世界；我们的祖先在政治学、经济学、文化学、军事学、哲学、历史学、文学、教育及伦理道德方面，也创造了光辉的思想理论。这是中华民族的骄傲，世界上一切炎黄子孙的骄傲。

中华炎黄文化，是中国各族人民共同创造的。在漫长的历史年代里，我国境内的各族人民密切交往，学术文化相互渗透，犹如千河百溪，终于汇聚成巨川，形成以炎黄文化为主体的、丰富多采和波澜壮阔的中华民族文化。中华民族牢固的稳定性和巨大的凝聚力、创造力，可以说正是根植于这

种优秀文化传统的基石和沃土之上。

中华炎黄文化，随着中华民族的发展而不断发展，反过来又对中华民族的繁衍、统一和进步以巨大的影响。今天，我们从事的事业，是我国历史上空前伟大的事业。我们建设有中国特色社会主义，也必然有中国特色的社会主义文化这一重要内容，必然继承和发扬中国传统文化中优秀的因子。弘扬中华民族优秀文化，把民族精神振奋起来，把炎黄子孙最大限度地团结起来，振兴我们的国家，这是当代中国人以及今后几代炎黄子孙的神圣职责。

弘扬中华炎黄文化，必须认识、了解、普及中华炎黄文化的基础知识和重要内容。中华炎黄文化研究会和人民日报出版社合作出版的这一套包括20分册的《炎黄文化漫游丛书》，正是为此目的而编著的。这是一套普及读物，基本上包括了传统文化的各重要领域。为了适应青年读者的需要，这套丛书编写过程中注意了通俗、精要、准确和趣味性，以便读者在轻松、有趣的“漫游”中，获得炎黄文化的一些基础知识。

目 录

引言

- 一 珍奇多彩的天象纪事····· (1)
 - (一)天文学溯源····· (1)
 - (二)日月食——君臣之鉴····· (10)
 - (三)太阳黑子的古代描绘····· (15)
 - (四)彗星纪事与哈雷彗星····· (21)
 - (五)从客星纪事到超新星爆发····· (26)
 - (六)流星与陨星纪事····· (31)
- 二 神秘星象世界巡礼····· (36)
 - (一)三垣、四象和二十八宿····· (36)
 - (二)甘石巫三家星官····· (48)
 - (三)丰富多彩的星图····· (51)
 - (四)中西星象体系比照····· (58)
- 三 优良历法创新不断····· (62)
 - (一)历法的产生和演进····· (62)
 - (二)历法知识略述····· (64)
 - (三)历代精良历法····· (71)
 - (四)少数民族历法····· (80)
- 四 灵台仪象话沧桑····· (85)

(一)灵台综述	(85)
(二)北京古观象台纵横	(90)
(三)从圭表到登封观星台	(93)
(四)晷影漏刻定时间	(96)
(五)中国古代文明的象征——浑仪.....	(101)
五 古人谈天说地	(105)
(一)天地分形的盖天说.....	(105)
(二)地在天内的浑天说.....	(108)
(三)宇宙无限的宣夜说.....	(111)
(四)天地的起源.....	(112)
(五)地动思想的诞生.....	(116)
六 中西天文学交融	(119)
(一)《崇祯历书》中的宇宙体系.....	(119)
(二)西方传教士入华与清代仪象.....	(123)
(三)古文献中的开普勒定律.....	(128)
(四)日心说在中国.....	(130)
(五)望远镜的曲折经历.....	(132)
(六)《谈天》——中国天文学的近代转折	(134)
七 古代著名天文学家	(137)
(一)张衡.....	(137)
(二)祖冲之.....	(139)
(三)一行.....	(140)
(四)苏颂.....	(142)

(五)沈括·····	(143)
(六)郭守敬·····	(144)
(七)徐光启·····	(146)
八 天文博物信箱·····	(148)
(一)星期·····	(148)
(二)属相·····	(149)
(三)春节·····	(150)
(四)元宵节·····	(151)
(五)三伏·····	(152)
(六)中秋节·····	(153)
(七)冬九九·····	(154)
(八)腊八节·····	(155)

引 言

中国是四大文明古国之一。中国天文学的萌芽距今至少已有五千多年的历史。在漫长的岁月里,古人勤奋观天,勇于探索,取得了令世人瞩目的辉煌成就,为后人留下极为丰富的天象记录史料。中国有世界上最早的太阳黑子记录,最早的日月食记录,最早的彗星记录等等,中国天文学史的许多成果,大概也可列为世界之最。为观天所需,朝朝代代都创立了天象观测台,历史上称之为灵台、天台、候台、观星台和观象台等名称。观测台随朝代更换,规模愈发展愈大,目前存留下来的河南登封观星台和北京古观象台,是闻名于世的古老天文台。元代著名天文学家郭守敬说“测验之器莫先仪表”。在中国古天文发展的显赫时期,我国先人创造了观天仪器,浑仪就是中国古代著名的传统观天仪器。自它诞生起,代代革新,凝聚了天文学家们的智慧和心血。在天文学繁荣的宋代,单单是巨型铜制浑仪,就制造出五架,架架达数吨之重。简仪是浑仪革新的产物,是具有世界意义的发明创造,代表着当时世界天文仪器的最高水平,比西方第谷发明的同类仪器早 300 多年,郭守敬由此被誉为“中国的第谷”。中国是农业古国,为适应

农业生产,编制历法是中国古代天文学的一个重要的领域,历代王朝都十分重视历法制定。自秦汉以来,中国古历有一百余种,实属世界罕见,其中以南北朝祖冲之的《大明历》,唐朝僧一行的《大衍历》和元朝郭守敬的《授时历》最为杰出。我们祖先观天必然论天。中国古代宇宙论有三种:盖天说、浑天说和宣夜说。明末清初之际,西方传教士入华,西方古典天文学开始渗入中国,徐光启主编的天文学巨著《崇祯历书》是中西天文学交融的代表作。



中国古代天文学以其古老而辉煌闻名海内外,在中华五千多年的文明发展史中,古天文学为世界天文学的发展作出了璀璨卓绝的贡献,这是我们中华民族的骄傲。

一 珍奇多彩的天象纪事

(一)天文学溯源

天文学是人类最早发展和建立起来的一门科学。它的产生和发展都具有鲜明的地域性和民族特色。远古时代,我们祖先过着原始群居的渔猎游牧生活。他们在与大自然斗争中,对昼夜交替,寒来暑往,月亮圆亏,植物生长等,积累了一定的知识。当人类逐渐进入以农牧业为生的时代时,天文学,这门科学最早地诞生了。放牧需要水源、牧草,这就需要辨别方向,掌握时令;牧畜的繁殖,农作

物的生长,要求人们掌握季节的变化。通过长期观察动物的蛰伏,候鸟的迁徙,植物的枯荣等等,人们发现了季节的变化规律。在经年累月的劳动实践中,人们又发现,物候与太阳出没的方位,中午日影长短及恒星的出没变化有关。于是人们开始注意观察星象,天文学就这样渐渐地产生了。

由于太阳给人类带来了光明和温暖,因此,远古人类首先观测的目标就是太阳。1972年河南郑州大河村仰韶文化遗址出土的彩陶片上绘有太阳纹图案。1963年在山东莒县大汶口文化遗址出土了一个公元前2500年左右所制的灰色陶尊,绘有图形。图形上部“○”代表太阳,中间的“△”为云气,下部的“”像山有五峰。这个图形生动地描绘出一轮红日穿过彩云,爬上山头普照大地的壮观情景,反映了古代人们对太阳、云气和山峰的观察。考古发掘还发现在新石器时代遗址中房屋建筑都有一定方向,特别是当时的墓穴都有一定的形式和方向,说明当时人们已经开始用天象观测来定方向了。

古代传说颛顼帝命南正重司天以属神,火正黎司地以属民,这可能是关于古代观察天象最早的传说。根据推算,大约在公元前2400年左右,“大火”星(心宿二)黄昏时分从东方地平线上升起时,恰巧在春分前后。我们的祖先日出而作,日人

而息,通过长期的观察,注意到每年寒尽春回时,“大火”星又会在黄昏时重新出现于东方的地平线上。“春”五谷始生,“秋”五谷大熟,春分是农业上的重要季节。我们的祖先就是这样年复一年地观察“大火”星的昏见,来定季节。

而后,我们的祖先又逐渐觉得以一颗星来确定季节不够严密,便选定四颗星来确定春、夏、秋、冬四季。《尚书》记载:“日中星鸟,以殷仲春;日永星火,以正仲夏;宵中星虚,以殷仲秋;日短星昴,以正仲冬。”意思是说,黄昏时在正南方天空看到鸟星(星宿一)时,为昼夜长短相等的春分日;当大火星(心宿二)黄昏时出现在正南方天空时,此时为白天最长的夏至日;当虚星(宝瓶座 β)黄昏时出现在南方天空时,为昼夜长短又相等的秋分日;当黄昏昴星高悬于南方天空时,则为白天最短的冬至日。这表明,当时已能根据黄昏时正南方天空所看到的不同恒星来判断季节了。由此可以证明,商末周初,我们的祖先就能测定分至了。

中国古代用来预报季节的另一重要星象是北斗星。北斗星是由七颗显著而明亮的星组成。在距今四千多年前,它位于北极附近,因此,对于北半球的观测者来说,它永远位于地平线以上,永不降落,在夜间任何时间都能看到它。远在夏代,人们就已经发现并利用北斗星的斗柄在傍晚时的指

向来确定冬夏至，然后发展到用它来确定四季。《鹞冠子》中写道：“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。”这种依靠观测斗柄或某些确定恒星的出没、南中来决定时令季节，制定历法的方法，称之为观象授时。它是天文学发展必然要经历的一个重要阶段。有了观象授时的宝贵经验，才能进入制定科学历法的阶段，而制定科学的历法则标志天文学发展到一个新的阶段。

中国古代天文学内容十分丰富，有许多出色的成就，主要包括历法、天象记录、天文仪器和宇宙理论等方面。中国古代天文学发展到战国时代，上述各方面都已有了相当的发展。以阴阳合历为特色的古代历法基本形成，属于阳历的二十四节气和属于阴历的朔望月广泛使用。为了使两种周期巧妙地结合起来，找到了19年7闰月的规律，发明了圭表来测定一年的长度，漏壶来计量时间。将星空分成二十八宿及12次来研究太阳、月亮、行星的运动，逐渐形成了世界上最早的甘石巫三家星表；观测并记录了日月食、彗星、新星和流星等天象。因此，战国时代是中国古代天文学发展的重要时期。

秦汉时代可以说是中国古代天文学发展的黄金时代，基本上奠定了中国古代天文学的体系。汉

《太初历》是流传至今最早的一部较完备的历法，它具备了后世历法的各项主要内容，如二十四节气、朔晦、闰法、交食周期等。汉代发现了月亮运动的不均匀性，第一次正确解释了月食的成因，留下许多重要的天象记录。太阳黑子记录和准确的极光、新星爆发记录，以汉代为最早。仪器方面，落下闳造出了比较完善的浑天仪；耿寿昌铸造了模拟天球运行的浑天象。张衡创制了水运浑象，首次将浑象的传动机械和漏壶相联接，为后代水运仪器的创造开辟了新途径；再加上原有的圭表，形成了中国天文仪器体系。对宇宙结构的认识，以浑天说和盖天说两家影响最大，但宣夜说异军突起，令人耳目一新。《史记》有《天官书》一卷，专述天象；《历书》一卷，专记历法，开创了天文学载入国史的先河。

魏晋南北朝时期的重大发现是岁差。它使人们把回归年与恒星年区别开来，揭示了星空缓慢移动的奥秘，使历法推算的起点——冬至点建立在实测的基础上。到了祖冲之的《大明历》才正式将岁差引入历法中，使历法计算前进了一大步。北齐时代的张子信，坚持天文观测 30 年，发现了太阳周年视运动的不均匀性，使日月食研究进入新阶段。三国时陈卓将历史上甘石巫三家所命名的星官合并归纳，完成了一幅全天星图，为恒星观测

提供了重要工具。图含 283 个星官,1464 颗星,这个数字一直保持到明末。

隋唐时代中国古代天文学出现了综合性成就。唐代天文学家一行等围绕编制《大衍历》进行了一系列天文工作:制造了黄道游仪和水运浑天俯视图;进行了地球子午线长度的第一次测定;重新测定了二十八宿及其他许多恒星的位置,编制了《大衍历》。

宋代的天文学则以多次制造大型天文仪器和进行全天恒星观测而著称。北宋制造了四大浑仪:公元 995—997 年韩显符制成至道铜浑仪;1049—1053 年舒易简制成皇祐新浑仪;1068—1077 年沈括作熙宁浑仪;1086—1093 年苏颂、韩公廉造元祐浑仪。宋代最具有代表性的仪器是 1088 年苏颂、韩公廉制造的水运仪象台,它综合了古代仪器制造的成就,把浑仪、浑象、计时三部分有机地结合成一体,并用水力推动,含测时、守时、报时功能,是 11 世纪初世界上最杰出的天文仪器。众多精良仪器的出现,推动了恒星位置的观测。宋代进行了五次系统的恒星位置测量,其中元丰年间(公元 1078—1085 年)的观测结果被绘成星图保留下来,它就是世界闻名的“苏州石刻天文图”,是世界上最早的全天星图之一。辛勤的天文观测,不仅留下了星图、星表,也留下了不朽的天象纪事。公元

1006年的豺狼座超新星和公元1054年金牛座超新星,都留下了详尽的记录,引起全世界天文界的注意。

中国古代天文学发展到元代达到鼎盛时期。为了编制《授时历》,郭守敬等人制造了大批新天文仪器。他在浑仪的基础上发明了简仪,设计制造了仰仪、玲珑仪、正方案等仪器。高表的建造,以及为配合高表而使用的景符、窥几等的发明,把圭表的制造和使用推到了顶峰。元代的天文大地测量比唐代的规模更大,精度更高。郭守敬重新测定了二十八宿距度和黄赤交角等数据,在实测基础上,使用精确的天文数据和先进的数学知识而编制的《授时历》是中国古历法的最高峰。郭守敬在恒星位置的观测方面,还测量了二十八宿中杂坐诸星的入宿度、去极度,并编有星表。对前人未命名的无名星也进行了一系列的观测,编了星表。

明代,中国古代天文学继续发展。明代末期不少懂天文历法的西方传教士进入中国,带进许多欧洲天文学知识,出现了西学东进的局面。当时的天文学家研究和吸收了欧洲的天文学知识,逐步实现了传统天文学向近代天文学的过渡。

中国古代天文学经历了一个发生、发展、繁荣和衰落的过程。

中国古代对特殊天象的观测极为重视。历代

帝王都称自己为“天子”，是按“天意”来治理天下的。特殊的天文现象，被视为“天意”的反映。观测特殊天象，然后进行星占，被认为是破译“天意”奥秘的主要途径。因此，历代王朝都设专门机构，从事天象观测，从而留下了极其丰富、详尽的日食、月食、太阳黑子、极光、新星与超新星、彗星、流星、陨石等特殊天象的记录。这些记录的连续性和准确性在世界上是罕见的，是我们祖先留下的极为珍贵的遗产。

（二）日月食——君臣之鉴

白天，阳光普照大地。忽然，太阳被一个庞大的黑影遮盖了，大地一片漆黑，人兽皆惊。一会儿，太阳又逐渐显露，大地重现光明。这对古人来说是个不解之谜。

月食虽没有日食那样令天地变色的惊人现象，但令人惊奇。夜晚，皎洁的月亮，忽然被一个庞大的黑影遮住，使它的光亮消失，一会儿又恢复了原状。这也使古人不解。

古时候，因为人们不了解日月食发生的道理，难免产生许多荒诞乃至超自然的解释。中国古代传说，月食是因为蛤蟆把月亮吃了，日食是由于天

狗把太阳吃掉了。因而，每当日食发生时，人们总是惊恐万状，纷纷鸣锣击鼓，呐喊狂呼，胁迫“天狗”吐出太阳。

传说中国最早的天文官叫羲和，他不但没有预报日食，而在发生日食时，喝得烂醉，没有去营救，而被革职杀头。从那时起，中国天文官的眼睛一刻也没有离开过天空。但是，这种辛勤观测，不是把日食作为自然现象来加以科学研究，而是因为“日”是帝王的象征，日食则被认为上天“谴责”帝王“失德”的重要标志。因此，中国历代帝王都对日食非常重视，从远古的时代起就没有专人从事这项工作。记载观测的人叫史官，后来在司天监或司天台内观测，故观测人员叫台官或日官。观测后作出的记录，叫“注记”或“候簿”。观测方法也日益改进。公元前1世纪，天文学家京房，已采用水盆照映的方法，以避免强烈日光耀眼。由于水面的反光能力差，后来又改用油盆，这种用油盆照映的方法甚至可以观测到食分仅十分之一的偏食。到了元代，郭守敬制造了仰仪，观测日食就更方便了。由于采用了这些观测方法，中国古代所留下的观测记录往往极为详细。

世界最古的日食记载，见于我国的《书经·胤征篇》。“乃季秋月朔，辰弗集于房，……瞽奏鼓，啬夫驰，遮人走……”据考证，这次日食大概发生于

夏代仲康元年。晚些的日月食记录，就是出土的商代甲骨卜辞了。其中日食记载有四次，月食有五次。这些记录虽不能确定确切的年月，但可以确信，这是发生在公元前 12—14 世纪之间的日月食。

在《诗经·小雅》中还有以诗歌形式记载的日食：“十月之交，朔日辛卯，日有食之。”这是发生于公元前八世纪的一次日食。

我国典籍对日食的记载很多，仅《春秋》一书就有 37 次日食，其中 33 次被认为是可靠的。《春秋》以后，中国古代的史书，把日食记录作为一项重要的内容。据统计，从春秋时代至清乾隆年间，中国史书记载的日食大约近千次，月食记载约九百次，不愧为世界上最完整的日月食记录。

日食记录在汉代有了很大进步，它不只是简单地记录日食发生的时间，而是对日食时的太阳位置、日食的起讫时刻和全部见食时间，日食的食分以及日食初亏所起的方位等，都有明确的记录。如发生于汉征和四年八月辛酉晦（公元前 89 年 9 月 29 日）的日食，《汉书·五行志》中写道：“不尽如钩，在亢二度，晡时食，从西北，日下晡时复。”这说明日食时太阳位于亢宿二度，食分很大，光亮的太阳圆面只剩下一个钩形了。日食从西北方向开始，食甚到复圆的时刻是从晡时到下晡时。

在月食记录中主要包括起、讫时刻和月亮位置。如刘宋元嘉十三年十二月十六日望(公元437年1月9日)月食,《宋书·天文志》载:“月食加时在西,到亥初始食,到一更三唱食既,在鬼四度。”

日食、月食是怎样发生的呢?这个问题不能不引起古人的思考。通过千百年来持续地观测记录,古人发现了日食月食的成因。成书于西汉中期(公元前一百年)的《周髀算经》中就曾明确指出:“日兆月,月光乃出”。这说明我们的祖先已认识到月亮本身是不发光的,月面上的光亮是太阳光照上后反射出来的,而月面本身不发光是发生月食的先决条件之一。《易·圭卦》中则有“月盈则食”的话;《诗经·小雅》有“朔月辛卯,日有食之”,这说明至迟到公元前八世纪,人们已经认识到月食发生在满月,日食发生在朔日。因为合朔正是日月同度,所以从日食在朔,人们自然会想到日食是月亮遮掩太阳的缘故。西汉刘向的著作《五经通义》中说:“日蚀者,月往蔽之。”东汉天文学家张衡有了更进一步的认识。他在《灵宪》中指出:“月光生于日光之所照……当日之冲,光常不合者,蔽于地也,是谓闾虚……月过则食。”所谓闾虚,是指地球背向太阳方向投射出的影子。当月球经过地球影子的时候,就有月食发生。宋代科学家沈括在《梦溪笔谈》中则提出“黄道与月道,如二环相叠而小

差”的看法，把太阳的视运动轨道和月亮的轨道看作两个交叠的圆环，日食就发生在两环的交点上或其附近。

由于日、月、地三者都在不停地运动，日食时月亮锥在地面上迅速移动，所经过的地区就是食带。其中月亮本影所经地区能见到全食，其他地区只能见到不同食分的偏食。对于这一点中国古代也早有认识。唐代天文学家一行在大规模的天文观测中发现同一次日食在不同的地点所见到的情况（如时刻、食分等）都不一样，比如在首都长安（今西安）看见全食，在南方只能见到遮住一半的偏食，如果是“月外反观”，则不见食。《南齐书·天文志》中记述了日、月食发生的亏起方位，“日食皆从西，月食皆从东，无上下中央者。”就是说日食总是从西边缘开始，逐渐向东；月食总是从东边缘开始，逐渐向西，没有从正南北或中央开始的。这种建立在长期观测基础上的记述是很真实的。

日月食的发生是有一定的周期性的。因为太阳、地球和月亮三者的运动是有规律的，经过一段时间后，它们三者又大致回到了原先的相对位置，于是一个周期以前相继出现的日月食又再次相继出现，我们称这种周期为交食周期。对交食周期的认识及逐步精密，是中国天文学史上一项重大成就。成书于公元前100年左右的《史记》，就已经有

了日月食周期的初步认识,此后历代在编制历法的过程中都对这个问题进行了研究和改进。西汉末年刘歆总结出一种周期,即 135 个月有 23 次日食。过去在国内外的一些著作中,一提交食周期就推崇巴比伦的沙罗周期和美国 19 世纪的纽康周期,其实中国古代也独立地得出了这两种周期。特别是纽康周期,在中国唐代五纪历(762 年)中就提出了,比纽康要早 1100 年。因此中国也是世界上较早发现交食周期的国家之一。

人们一旦掌握了日月食现象中的具体规律,就尝试进行日月食的预报工作。中国古代在日月食预报方面已有了较高的水平,日月食预报历来都是中国历法中的一项重要内容。大约从公元三世纪起,中国就能预报日食初亏和复圆的方向,到了唐代对于日月食的预报已经比较完全了。

中国古代对日月食的认识和研究,形成了一套独特的方法和理论,留下了丰富的观测记录。这些珍贵的史料,对研究地球自转的不均匀性有着十分重要的价值。

(三) 太阳黑子的古代描绘

传说远古的时候,有十个太阳生活栖息在东

方汤谷一棵巨大无比的扶桑树上。他们由金乌背负着,轮流到人间巡行。当一个太阳回来时,就有另外一个太阳出去,从来没有错乱过。但到了尧帝当政时,不知什么缘故,这十个太阳不愿再独自出巡,天空中一下子出现了十个太阳。炽热的日光烧烤着大地,江河干涸,草木枯焦,百姓们又饥又渴,奄奄待毙。在这种危难时刻,尧帝命令神箭手后羿把天上的太阳射下来。后羿奉命一口气射下九个太阳,这样天空中又剩下一个太阳了。当那九个太阳被射中时,只见一团团火球无声地爆裂开来,满天流火,数不清的羽毛纷纷扬扬地从空中落下,三只脚的乌鸦也一只只坠落下来……河南南阳博物馆至今仍保存着一块汉代画像石,上面刻的图画就是这个故事。

这个神话告诉我们:太阳中有一只乌鸦——黑色的鸟。日中鸟神话在中国流传很广,在出土的汉代的帛画、画像石、壁画等中有不少精美之作反映着这个神话。河南南阳博物馆有一块汉代石刻画上,在代表太阳的圆圈中,画了一只三只腿的鸟。1972年在长沙马王堆2号墓中,出土了一幅珍贵的彩绘帛画,在帛画的右上端,画着一轮金色的太阳,中间站着一只乌鸦。这些所谓太阳之中有乌鸦的神话传说,实际上是古代人肉眼所见的太阳现象,就是太阳黑子。

太阳黑子是太阳光球上出现的斑点，因而又叫“日斑”，它是太阳表面上的一种“风暴”，由于“风暴”的温度略低于其附近的日面温度，所以它的光芒也就显得幽暗些。黑子的出现是正常现象，用望远镜观测几乎每天都可以看到。可是远古时代并没有望远镜，古人怎么能看到太阳黑子呢？这大概由于中国古代建都西北，而西北地区多黄土，遇到刮风，黄沙漫天，日光暗淡，容易看到黑子。所以史志用“日赤无光”或“日无光”等来说明看到黑子时的天空情况。在日出、日落时往往能看到黄颜色的太阳或红颜色的太阳。这时的太阳不刺眼睛，也容易看到黑子。所以史志有“日出黄”、“日出入时”等来说明看到黑子的时间。古人对太阳的祭祀，恰巧在日出日落时举行，这正是发现太阳黑子的最好时机。因此，早在远古的新石器时代，太阳黑子就已受到古人的注意和重视，并以原始图画的形象表现出它的形态。1972年在河南郑州大河村出土的仰韶文化彩陶图片上，绘有极其醒目的太阳图案：圆圆的太阳光芒四射，普照大地。然而，在大多数日轮圆面中心，画着一个大黑点。1977年在河姆渡文化遗址第二次发掘中，又发现一块有六个钻孔的象牙片，中心刻的是一轮从大海中刚刚升起的朝阳，光芒四射，如一个火球喷薄而出，两侧有两只昂首的大鸟相向而立，太阳中心

左下方也刻着一个黑点。这个黑点和两只鸟眼都未凿穿,与六个钻孔截然不同,这表示它们是与画中情景直接有关的。从上面两例新石器时代的太阳图像,说明太阳中的黑点绝不是随意涂刻的,而是对他们所观察到的太阳形象的直接描绘。可以肯定地说,早在距今6千年前的新石器时代,中华民族的祖先就已经发现了太阳黑子。

世界上公认的太阳黑子最早的记录在《汉书·五行志》中有过记载:“汉成帝河平元年三月乙未,日出黄,有黑气大如钱,居日中”,是指公元前28年,太阳出来是黄色的,在日面中央有如钱币大小的黑子。短短几句话,就把黑子出现的时间以及黑子的形状、大小和位置都生动地记录下来。可见,中国古代对天文现象的观察多么重视,记载得多么准确完整。其实,中国早在战国时代和汉代就有不少有关太阳黑子的记载,如《开元占经》卷六中有“日中有立人之象”,《汉书·五行志》中有“……日黑居仄,大如弹丸”等等形象的描述。

中国古代对太阳黑子形状的描述,大致分成三类:

第一类:黑子为圆形,可能是刚出现的黑子,最为稳定,变化较小,出现的时间也比较长。古人常用如环、如桃、如李、如粟、如钱等来形容黑子。

第二类:黑子为椭圆形,可能是双极黑子。常

常成双出现，前后两群并列，而且非常靠近。前面的叫前导黑子，比较暗，常为圆形；后面的叫后随黑子，大而淡，不一定是圆形。在它们之间还有无数小黑子填充其中。古人长用如鸡卵、鸭卵、鹅卵、瓜枣等来形容。

第三类：黑子为不规则形，是大的黑子群。古人常用如飞鹊、如飞燕、如人、如飞鸟等来形容。

黑子的存在寿命是长短不一的，有的黑子寿命不到一天，有的却可以存在一个月，极个别的黑子寿命可能长达半年之久。中国古代对太阳黑子的这种现象也观察得人细入微。《后汉·五行志》对公元188年出现的黑子的记载，“日色赤黄，中有黑气如飞鹊，数月乃销”；《宋史·天文志》记载“二月己卯，日中有黑子，如李大，三日乃伏。”

中国古代也注意到了黑子的分裂现象。如唐代李淳风在《乙巳占》卷一中说：“日中有黑子、黑云，若青若赤，乍二乍三。”《明史·天文志》里的一条记载，说得更清楚，“熹宗天启四年（公元1624年）正月癸未，日赤无光，有黑子二、三荡于旁，渐至百许，凡四日”，这里描述由一个黑子分裂成两三个黑子，并逐渐变成上百个黑子的分裂现象。

中国古代不仅对太阳黑子的形状进行了形象的描述，而且对太阳黑子的形态及其运动、变化进行了分类。如在唐《开元占经》卷六所引《太公阴

秘》一书中，就把太阳黑子分为六类：乌见者，双乌见者，入斗者，乌动者，黑气若一若二至四、五者，有黑气。所谓“乌见者”相当于某一黑子活动周期开始时，日面上存在单个半影黑子时的情形；“双乌见者”是指日面上存在着有半影的双极黑子；“入斗者”则指双极黑子形态发生变化，若即若离，好像双乌相斗一样；“乌动者”是对这种变化越来越强烈，黑子结构十分复杂时的逼真描述；“黑气若一若二至四、五者”则指黑子的分裂现象；“有黑气”则指黑子将要消失时的景象。这里所叙述的太阳黑子的六种不同形态，实际上就是太阳黑子从开始出现到消失，所经历的一系列发展阶段中的六个特定阶段。这与西方近代提出的太阳黑子群苏黎七分类基本相似。

中国古代典籍中所记载的黑子出现次数，在世界上是首屈一指的。从汉河平元年到明末，共有一百余次，不但记录了黑子出现的时间，而且还记录了黑子的形状、大小、位置及其变化情况。而欧洲关于黑子记事的最早时间是公元807年8月，但被误认为是水星凌日现象。直到公元1610年天文学家伽利略发明了望远镜后，才确认太阳黑子的存在。

(四) 彗星纪事与哈雷彗星

明朗的夜晚,繁星点点,景色宜人。忽然间闯进来一颗云雾状的天体,有时还拖着一条明亮的尾巴。它不像流星那样一驰而过,瞬即消逝,而是在群星间缓慢移动,好像一把扫帚倒悬在星空中。人们根据它的形状给起了个名字叫彗星,中国民间称它为扫帚星。

由于彗星是罕见的天体,再加上它那扫帚似的古怪的相貌,长期以来,给人留下了不好的印象。在科学不发达的古代,这位天空中的怪客往往引起人们的惊慌和恐惧,误认为是灾难来临的先兆。世界上最早最可靠的彗星记录见于《春秋》,“鲁文公十四年秋七月,有星孛于北斗”。

据初步统计,从殷商时代起至清末,中国的彗星记录多达4000次。在长期观测的基础上,绘制了彗星形态图。1973年在长沙马王堆3号汉墓出土的彗星图29幅,而且每幅图都有各自的名称,较真实地反映了中国古代对彗尾的不同形状和特征的认识。这是迄今为止所发现的世界最早的彗星临摹图。图中彗头画成一个圆圈或圆点,其中有几幅图中,在彗头的圆圈之中又有一个小的圆

点或圈圈,可能是中国古代就认为彗星存在着彗核这个事实。彗尾则画成具有不同弯曲程度的弧线或画成如树枝或竹枝的形状,这表明中国古代早已注意到彗尾的不同形态。此外,还有一些图可以看出逆向尾或者指向太阳的非常短而细小尾巴。这充分说明中国古代人民对彗星的观测十分仔细,积累了比较丰富的经验。这些彗星图是古人长期不断地认真观测的结果。

在中国古代的彗星记录中,对彗星的运动及位置的描述十分详尽,从彗星出现时起往往跟踪到看不见为止。有的一连观测几十天,甚至几个月直到彗星消失为止。如《旧唐书》中关于唐大历五年(公元770年)出现的一颗彗星就是这样记录的:“四月己未夜,彗星出五车,光芒蓬勃长三丈。五月己卯夜,彗星见于北方,色白,癸未夜,彗随天东行,近八谷中星。甲申,西北方白气竟天。六月癸卯,彗去三公二尺。甲寅,白气出西北方竟天,己未,彗星灭。”这是说彗星从四月己未(5月26日)开始出现于五车宿,五月己卯(6月16日)已运行到北部天空,颜色变白,癸未(6月20日)拐往东行,接近八谷宿中间的一颗星,到六月癸卯(7月9日),彗星接近三公宿,一直跟踪到己未(7月25日),彗星看不见为止,前后共观测了60天。

彗星的最大特征便是它有大小不一、形状各

异的尾巴——彗尾。有的几乎是笔直的一条直线，有的宛如弯弓，有的酷似一把打开的折扇……每颗彗星彗尾的数目也各不相同：少数彗星始终没有尾巴，大多数是一彗一尾，但也有不少彗星同时有两条或两条以上的彗尾。这些在中国古代的彗星记录中都有详细的描述。如北魏正光元年（公元520年）出现的彗星尾长只有一尺三寸，而唐天祐二年四月甲辰（公元905年5月9日）出现的彗星，尾长由三丈到六七丈，最后：“光猛怒，其长竟天。”有些彗星的尾巴形态奇特，如唐开成二年（公元837年）二月，天上出现了一颗彗星，初见时长七尺余，到三月时长达五丈。尤其少见的是尾巴分成两个：一个指氐宿，一个指房宿。据考证，这颗彗星就是著名的哈雷彗星。英国发现这颗星比中国晚了670年。还有的彗星末端呈钩状，如明万历四十七年（公元1619年）正月在东南方出现的一颗彗星，有长为数百尺的尾巴，“光芒下射末曲而锐”。有的彗星尾巴有变化，如北魏天和三年（公元568年）七月出现的彗星，开始时不见有尾，只是“白如粉絮，大如斗”。可是到八月，却出现了“长如匹所”的尾巴。还有多尾彗星，“唐天复元年八月己亥（公元901年10月5日），西方有白云如履底，中出白气如匹练，长五丈，上冲天，分为三，彗头下垂”，这可能也是世界上最早的多尾彗星记录。

彗星的分裂现象是比较少见的,但从中国古代彗星记录来看,这种现象也早为古人所注意。如《新唐书·天文志》中记载:“唐昭宗乾宁三年十月有客星三,一大二小,在虚、危间,乍合乍离,相随东行,状如斗。经三日而二小星先没,其大星后没虚、危。”这段记录是说公元896年在虚宿(宝瓶座)、危宿(小马座)附近观测到一颗彗星已经分裂成一颗大的,两颗小的,相随一起在天穹中向东移动,有时合在一起,有时分开。隔了三天,两颗小的彗星先在视野中消失,接着那颗大的彗星也消失在虚宿与危宿之间了。记载十分清楚,这是世界上最早的彗星分裂记录。

到南北朝时代,中国古代人民对彗星的本质有了进一步认识。《晋书·天文志》说:“彗体无光,傅日而为光;故夕见则东指,晨见则西指。在日南北皆随日光而指,顿挫其芒,或长或短。”这段精彩的记载是说,彗星本身并不发光,是由于太阳的照射才有光,所以傍晚看到的彗星尾巴指向东方,黎明看到的彗星尾巴则指向西方。出现在太阳南、北两面的彗星尾巴指向,也是由太阳所处的位置来决定的。彗星的尾巴是长短不一的。这里不仅说明了彗星明亮的本质,而且把彗尾延伸的方向与太阳之间存在的内在联系说得很清楚。在欧洲,直到公元1532年才有类似的认识。

1682年,天空中出现了一颗明亮的彗星,拖着长长的尾巴。英国天文学家哈雷仔细地观测了它的位置和横跨星空的路线,收集了从1337—1698年间的24颗亮彗星的有关资料。经过长达20多年的研究,发现有3颗彗星的轨道很相似,亮度也不相上下,周期是76年左右,并预言这颗彗星将于1758年再一次出现。然而,哈雷本人没有能活到亲眼看见这颗彗星的归来。1758年12月25日夜,人们终于找到了这颗彗星,为了纪念哈雷,这颗彗星被命名为哈雷彗星。

现在公认的世界最早的哈雷彗星记载是中国春秋时代鲁文公十四年对哈雷彗星的记载,《史记·秦始皇本纪》中记载的秦始皇七年(公元前240年)出现的亮彗星,公认是世界上第一个最确切的哈雷彗星回归记录。从鲁文公十四年(公元前613年)开始到清代宣统二年(公元1910年)的二千多年间,哈雷彗星出现过31次,每次出现,中国都有详细的记载。这样长期而连续的观测资料是中国所独有的。而欧洲对哈雷彗星最早记载是公元66年,比中国的最早记载迟了670余年。中国历史典籍为世界提供了完整而详尽的哈雷彗星古代记录,一直为中外天文学家所重视。英国天文学家欣德根据这些资料计算了哈雷彗星的轨道根数,从而得出一个重要结果:哈雷彗星的轨道和黄

道交角在逐渐变化。美国加利福尼亚大学的勃莱特等人和在爱尔兰的华侨天文学家江涛,利用中国丰富而详尽的哈雷彗星观测来探讨冥外行星是否存在;法国天文学家巴尔代根据他对中国古代的天象记录的研究,于1950年断言:中国古代关于彗星的记录是全世界彗星记录中最好的。

(五)从客星纪事到超新星爆发

新星和超新星并非指新诞生的星,而是指那些原来便存在,只是很暗弱,多数是人眼所不能直接看到的星。有时,新星的亮度在几天内,突然增强了几千到几百万倍;超新星甚至可达几千万乃至几亿倍。过了一段时间,它们又渐渐暗下去,回到原先的亮度,在星空中“消失”了,像来星空作客一样。因此,古人称它们为“客星”。彗星也有类似的现象。所以,在古代的“客星”记录中,有一部分指的是彗星。分辨一颗客星究竟是彗星还是新星或超新星,主要方法是看它从出现到消失的过程中的位置是否有移动。移动的是彗星,不移动的是新星或超新星。

中国历史上最早的一颗新星,记载于公元前14世纪的殷商时代的甲骨文中。“七月己巳夕彗

“新大星并火”，意思是说黄昏时在心宿二附近爆发了一颗很亮的新星。但是，把天空中出现的“客星”作为天文学家进行观测和记录的一项重要内容却是从汉代开始的。自汉代起，天文学家们就陆续不断地对每颗“客星”出现的时间、位置和亮度作了比较可靠而系统的记录。

西方大都以公元前 134 年依巴谷所发现的新星，作为世界第一颗新星。其实中国《汉书·天文志》中早有这颗新星的记载，“元光元年五月，客星见于房”。这既说明了它出现的时间（公元 134 年 7 月），又说明了它在天空中的位置（天蝎座）。而西方的记载简单，既无月份，又无方位。法国天文学家比奥，在他的《新星汇编》中把《汉书·天文志》中所记载的这颗新星列为首位。

自商代到 17 世纪末，中国历史上系统地记载了 90 多颗新星、超新星，在世界上是首屈一指的。

中国历史上对于超新星的记录，引起了全世界天文学家们的极大关注。这不仅是因为超新星爆发是迄今为止已知的恒星世界中最激烈、最壮观、最引人注目的景象之一，而且因为它们爆发于现今所知的不平常天体。超新星是某些质量大的恒星演化到晚期发生爆发的现象。经过爆发或者将物质全部抛出成为一团星云，结束其生命，或者其核心部分留下一些残骸，成为白矮星、中子星或

黑洞,从而进入恒星的晚期演化阶段或终结阶段。这些超新星爆发留下的遗迹都是强烈的射电源、X射线源或宇宙线源,也是星际重元素的主要源泉。因此,超新星的记录是研究天体演化的重要依据。

超新星比新星出现的频率要小得多。中国在90余颗新星记录中只有10颗属于亮度变化特别大的超新星爆发。按时间顺序,依次出现于公元185年,386年,393年,437年,1006年,1054年,1181年,1203年,1572年和1604年。其中185年和393年出现的两颗超新星,只在中国有记载。

最早的一颗超新星记载也是在汉代,《后汉书·天文志》说:“中平二年十月癸亥,客星出南门中,大如半筵,五色喜怒,稍小,至后年六月消。”这颗超新星出现的时间,为公元185年12月7日,位置在半人马座 α 、 β 两星之间,于公元186年7月左右消失,时间延续了一年半。在这颗超新星的记录位置上,已被证认出有一个射电源。1006年(宋景德三年)4月豺狼座超新星,中国古书上称它为“周伯星”,位于豺狼座 β 星附近。宋史记载,1006年超新星爆发时,形状像半轮明月,有芒角,明亮得可以在夜间照见东西。这是有史以来记录到的最亮超新星,观测期为两年。1181年(宋淳熙八年)8月仙后座超新星,中国叫它“传舍客星”,

只有中国和日本有记载。它最亮时和织女星亮度差不多。1572年(明隆庆六年)11月仙后座超新星,位于仙后座K星附近,中国称它为“阁道客星”。丹麦天文学家第谷曾对它进行过长期观测,欧洲称之为“第谷新星”。中国明代史书中所记载的1572年超新星比第谷早发现了三天,而且还多观测了一个多月。1604年(明万历三十二年)10月蛇夫座超新星,位于蛇夫座λ星附近,中国称它为“尾分客星”,欧洲则称它为“开普勒新星”,因为德国著名天文学家开普勒曾对它作过观测。以上几颗超新星,均找到了与它们相对应的射电源。

在这些超新星的记录中,最令人瞩目的莫过于1054年出现的那颗超新星。《宋会要》中记载:“初,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。”这一罕见的奇特天象震动了全国,当时的天文学家观测并记录了这个令人惊奇的天象。直到嘉祐元年(公元1056年4月6日)这颗新星才在人们肉眼中消失。在长达643天的时间里,中国天文工作者从未间断过观测。由于它位于天关星附近,所以古人称它为“天关客星”。这颗超新星爆发持续的时间之长,亮度的变化之大都是超群的。更引人注意的,是在它爆发后的670余年(公元1731年),有人在它的位置上发现了一个弥漫星云。这个星云的形

状看上去像一只螃蟹，所以取名为蟹状星云。又过了二百年即 1921 年，有人发现这个蟹状星云在不断地向外膨胀。根据其膨胀速度，可以反推回去算出，这块星云物质是大约在九百年前，从一个中心飞散出来的，它的位置和形成时间与《宋会要》中记录的“天关客星”爆发时间很相符。于是人们很自然地联想到，蟹状星云可能就是 1054 年超新星爆发时，抛射出的外壳逐渐扩散而形成的。这个结论到了本世纪四十年代初，得到了全世界天文学家的公认。

以后，随着射电望远镜和其他观测手段的发展，人们发现蟹状星云有许多奇特的现象。从它的中心发射出 γ 射线、X 射线、可见光和无线电波段的各种波长的电磁辐射，这些辐射都有一个周期极短（约 $1/30$ 秒）的稳定脉冲。天文学家对这些现象进行多方面研究之后认为：1054 年超新星的爆发，不仅产生了蟹状星云，而且还产生了快速自转的中子星。

20 世纪 30 年代射电天文学问世后，世界上不少学者为了寻找银河系中射电源和超新星的对应关系，无不对中国古代的超新星记录作详细研究。研究表明，中国古代的十次超新星记录中，有 7 个以上对应于射电源。这充分说明中国古代的新星和超新星记录，对现代天文学研究的重要作

用。

(六)流星与陨石纪事

在晴朗的夜晚,仰望繁星密布的星空,常常看到一道白光飞流而过,这就是流星。通常人们也叫它“贼星”。有时也可以看到那些闪亮的星星像雨点似地从天空中的某一点倾泻而下,令人眼花缭乱。这种壮观的景象就是流星雨。流星或流星雨都是些天体小块,闯进了地球大气层,与大气摩擦燃烧而发出的光亮。其中大部分都在空中被烧成灰烬,也有些没有烧完,落到了地面上,这便是陨石。

引人入胜的流星雨,其特征是不仅数量众多,而且都是从空中同一点向四外辐射的,酷似节日的礼花。为此,流星雨通常以它起始的辐射点所在的星座来命名,如天琴座流星雨、狮子座流星雨、仙女座流星雨等等。当流星雨出现的时候,人们可以看到四方流星,大小纵横,不胜其数的绚丽景象。因此古人常用“星陨如雨”、“星流如织”或“众星交流如织”等形容词加以形容。

中国古代关于流星、流星雨的记录丰富多采,也早于其他国家。世界公认的最早的流星雨纪事

是《春秋》中记载的鲁庄公七年(公元前 687 年)发生的一次天琴座流星雨：“鲁庄公七年夏四月辛卯夜，恒星不见，夜中，星陨如雨。”南北朝时代(公元 461 年)出现的一次令人惊心动魄的天琴座流星雨，《宋书·天文志》作了十分精彩的记述：“大明五年，……三月，月掩轩辕。……有流星数千万，或长或短，或大或小，并西行，至晓而止。”

《新唐书·天文志》中记录了唐玄宗开元二年五月(公元 714 年 7 月 15 日)的一次英仙座流星雨：“五月乙卯，晦，有星西北流，或如翁，或如斗，贯北极，小者不可胜数，天星尽摇，至曙乃止。”

中国古代的流星雨记录多达 180 余次，其中天琴座流星雨的记录约 10 次，英仙座流星雨的记录约 12 次，狮子座流星雨的记录约 7 次。有些流星雨的记录很全面，很完整，包括出现和消失的时刻、方位、持续的时间、流星的数目、颜色、亮度和声响等。例如《宋书》记载：“有流星大如桃，出天津，入紫宫，须臾有细流星，或五或三相续。又有一大流星从紫宫出，入北斗魁。须臾又一大流星出贯索中，经天市垣，诸流星并向北行，至晓不可胜数。”这是宝瓶座 η 流星雨的观测记录，发生在刘宋元嘉二十年二月乙未(公元 443 年 4 月 9 日)的夜晚，记述详尽，描写生动，令人难忘。又如《旧五代史》中所记录的狮子座流星雨：“后唐明宗长兴

二年九月丙戌夜，二鼓初，东北方有小流星入北斗魁灭。至五鼓初，西北方有流星，状如半升器，初小后大，速流入奎灭，……又东北有流星如大桃，出下台星，向西北速流而斗柄第三星旁灭。五鼓后至明，中天及四方有小流星百余，流注交横。”意思是说，公元931年10月15日夜晚10点钟，东北方向有小流星流入北斗附近后消失。到了第二天凌晨4点钟时，西北方向又出现流星，形状大小如半升量器的样子，开始小后来逐渐变大，迅速流到奎宿而消失……又有像桃子形状的流星出现在下台星的西北部，消失在北斗柄第三星附近。从凌晨4点至天明，中天和四方有一百多颗小流星，穿梭般地在天空奔驰。这些流星雨记录为确定流星雨的辐射点，研究流星雨的周期，运行轨道的变迁，查明流星雨和彗星的关系等问题，提供了可贵的资料。

中国古代约有500次的陨石降落史料，是世界各国中记录古代陨石最为详尽而系统的资料。最早的可靠记载是《春秋》中所载的公元前645年12月24日在今河南商丘县出现的一次陨石降落：“僖公十有六年春，正月戊申朔，陨石于宋五。”《左传》解释说：“十六年春，陨石于宋五，陨星也。”《史记·天官书》中说得更明白：“星坠至地，则石也。”与此相反，在欧洲，公元1768年曾发现三块

陨石，人们莫名其妙。巴黎科学院推举拉瓦锡对它们进行研究。他研究后说：“石在地面，没入土中，电击雷鸣，破土而出，非自天降。”直到1803年，欧洲人才知道了陨石的来历。这说明中国古代对于陨石的观测和认识都已经达到了相当的水平，远远走在欧洲人的前面。

到了宋代，中国著名科学家沈括进一步发现了陨石中有以铁为主要成分的铁陨石。他在《梦溪笔谈》中写道：“治平元年（公元1064年），常州日昃时，天有大声如雷，乃一大星几如月，见于东南；少时又震一声，移著西南；又一震而坠在宜兴县民许氏园中。远近皆见，火光赫然照天，许氏藩篱皆为所焚。是时火息，视地中只有一窍如杯大，极深，下视之，星在其中荧荧然，良久渐暗，尚热不可近。又久之，发其窍，深三尺余，乃得一圆石，犹热，其大如拳，一头微锐，色如铁，重亦如之……”这段记载包括陨石降落的全过程。从摩擦生热发光，光球的大小，陨石飞行的方向，陨石的形状、大小直到陨石的性质都作了详细的记述，成为重要的科学记录。

我们的祖先不仅最早发现了陨石，而且很早便利用这种天赐之物，做成劳动工具和御敌武器。考古学家在河北藁城县的一个商代墓中发掘出一件铁刃铜钺（一种形状有些像现在斧子那样的兵

器),研究证明是由铁陨石锻制而成的。

二 神秘莫测的世界巡礼

(一) 三垣、四象和二十八宿

星象是指星空的现象，它表示恒星分布的情况。古人为了观象授时的需要，首先认识的就是星象。由于对星空的不断观测，古人对星星逐渐熟悉起来。为了便于辨认星星，进行天象的观测、记录和研究，中国古代把星空中若干相邻的恒星，组合在一起，给以某个地面事物的名称，这样的恒星组合就称之为星官，星官中所含的星数多少不等，多的有几十颗，少的只有一颗。

汉代以前,人们命名的星官只有 38 官,包括的恒星数约 200 余颗。汉以后,我国第一部系统地描述全天星官的著作是《史记·天官书》。其中记载的星官数为 91 官,约 500 多颗星。《汉书·天文志》载“经星常宿中外官凡一百一十八名,积数七百八十三星”。东汉张衡著《灵宪》记载,“中外之官,常明者百有二十四,可名者三百二十,为星二千五百”。

自战国以来,广泛地流传甘石巫三个天文学派,各派对星官的认识都不够完整,三国时的吴国太史令陈卓,把这三家流派的星官做了总结,编成了一个具有 283 官、共有 1464 颗星的星表。遗憾的是陈卓的著述没有保存下来,只能从唐《开元占经》中,零星地找到一些材料。陈卓所综合的全天星官名数经过《晋书·天文志》和唐《步天歌》的继承和发展,使中国的星空划分体系趋于成熟,一直沿用了一千多年。从《步天歌》开始,中国古代把全部天空分为三十一个大区,即后世流传的所谓“三垣二十八宿”的分区法。这种划分体系是中国古代天文学的一大特色。

三垣即紫微垣、太微垣和天市垣三个较大的星区。“垣”即墙垣的意思。每个星区都有东西两藩的星,围绕成墙垣的形状,故称作垣。至于紫微、太微、天市的含义,则可以在地上找到对应。三垣

的划分从史料来看,并不是一次完成的。紫微垣、天市垣的名称,最早出现于唐代《开元占经》辑录的春秋战国时代的《石氏星经》中,太微垣的名称出现较晚,直到唐代《立录诗》中才见到。它们成为分划星空的主体是从《步天歌》开始的。

紫微垣是指以北天极为中心的一片天区,相当于现今国际通用的大熊座、小熊座、天龙座、猎犬座、牧夫座、武仙座、仙天座、仙后座、英仙座、鹿豹座等星座。由于它居于北天的中央位置,是三垣的中央,又称它为中宫或紫微宫。

紫微垣即皇宫的意思,各星给以适当的宫名和其它名称,它以北极为中枢,东西两藩(区)主要由十五颗星组成。东藩八颗星,西藩七颗星,成为屏藩的形状而环抱成垣。东西两藩从南端起各称为“左枢”和“右枢”,中间好像是关闭的形状,故起名为“闾阖门”。每当五月黄昏之后,北斗七星出现于南边,左枢等星在东,右枢等星在西;冬至之后,则北斗七星位于北极星之下,左枢在西,右枢在东,如两弓相合,紧紧地贴在北斗七星的斗口之上,整个紫微垣据宋皇祐年间的观测记录,共含 37 个星座,附座 2 个,正星 163 颗,增星 181 颗。垣内有些星曾充当过北极星。如下所示:

右枢 公元前 2824 年前后(三皇时代)

天乙 公元前 2608 年前后(五帝时代)

太乙 公元前 2263 年前后(帝尧时代)

少尉 公元前 1357 年前后(殷商时代)

帝 公元前 1097 年前后(周代)

勾陈 公元前 2105 年(即今小熊座 α)

太微垣是三垣的上垣,它在紫微垣的东北方向,位于北斗七星的南方,横跨辰巳午三宫,北起常陈,南到明堂;西自上将,东至上台;下临翼、轸、角、亢四宿。约占天区 63 度范围。相当于现今国际通用的室女座、后发座、狮子座等星座的一部分,共包含 20 个星座,正星 78 颗,增星 100 颗。它以五帝座为中枢,左右两垣由 10 颗星组成,形成屏藩。

太微就是政府的意思,星名亦多用官名命名。如左执法即廷尉,右执法即御史大夫。东、西藩的星,则用丞相、次丞相、上将军、次将军等名称。

天市垣是三垣的下垣,位于紫微宫的东南方向,它北起七公,南到南海;东起巴蜀,西至吴越,约占东南天空 57 度的范围。大体相当于现今通用的武仙座、巨蛇座、蛇夫座等星座的一部分。总计 19 个星座,正星 87 颗,增星 137 颗。天市垣两藩主要由 22 颗星组成,以帝座为中枢,成屏藩的形状。

天市即集贸市场。《晋书·天文志》称“天子率诸侯幸都市也”。所以东、西两藩的星都用春秋战

国时期的诸侯各国的国名命名。天市垣中其他星名则用货物、器具、经营内容的市场命名。如《晋书·天文志》所载，帝座是“主伺阴阳”的。帝座右边的“斛”四星和“斗”五星，象征量具，斛是量固体用的，斗则是量液体的。“列肆”二星则代表专营珠宝的宝玉市场；“车肆”则象征屠畜市场；“市楼”则为主管贸易的政府机关。

古人为了农牧业生产的需要，很早就注意到，季节的变化和太阳所处的位置有关；星象在四季中出没时刻的变化，反映着太阳在天空中的运动。但是直接测定太阳在星空中的位置又难以做到。古人在长期辛勤的观测过程中发现：每当满月时，太阳与月亮的位置相差 180 度，而在朔日时，日、月位置则恰好相合。根据这种规律，古人想出一个非常巧妙的办法，即每月初三前后，新月出现时，首先测定它相对于某些星象的位置，然后再根据日月关系，推算出朔日时太阳在星空中的位置，这样也就知道了太阳的位置。

采用这种方法，就必须掌握月亮的运行规律。因为月亮对于恒星而言，渐渐地由西向东运动，大约 27.30 天绕地球一周（即一个恒星月）又回到它的初始位置。由于月亮大体是沿着黄道运行的，所以古人就沿黄道、赤道自西向东把周天划分成二十八个大小不等的区域，每一区域叫做一宿，共二

十八宿。而月亮正好每晚停留一处，通过二十八宿后，又回到原来的地方。所以二十八宿又称为二十八舍或直接叫做月站。

二十八宿的名称，按照日、月视运的方向，自西向东的排列顺序是：

东方七宿：角、亢、氐、房、心、尾、箕

北方七宿：斗、牛、女、虚、危、室、壁

西方七宿：奎、娄、胃、昂、毕、觜、参

南方七宿：井、鬼、柳、星、张、翼、轸

二十八宿创设的初始，是为判断季节的。随着天文学的发展，其作用也不断扩大。在现代天文学体系没有形成以前，它在编制历法，划分二十四节气，乃至归算太阳、月亮、五大行星、流星、彗星的位置等方面，起到了不可磨灭的重要作用。由于古人全凭肉眼直接观测，为了测定天体的位置，必然在每一宿中选取一颗较亮的星作为测量的标准，这颗被选定的星叫“距星”。某一宿的距星与下一宿的距星的赤经差，叫做某一宿的赤道距度，简称距度。天体的位置是用去极度与入宿度表示的。所谓去极度是指被测天体距离北天极的度数。而入宿度则是该天体距离其西而相邻一宿距星的赤经差。而各宿距星距离冬至点的位置是已知的，测知入宿度以后，该天体距冬至点的赤经也就确定了。入宿度和去极度这两个赤道坐标分量，就是中国

古代天文学家们所创立的赤道坐标系。因此也可以说,二十八宿是中国古代天文学家们的一项重大创造。英国李约瑟博士在《中国科学技术史》中评论道:“二十八宿的界线一经划定,不论星群离开赤道的远近如何,中国人都能够知道它们的准确位置。甚至当星群在地平线以下时,只要观测和它们联系在一起的正在头顶的拱极星,就可知道了。”法国天文学家德尔普,在评价二十八宿的意义时说:“二十八宿的星区划分已明确地预示了今日划分星空区域的精密方法。”可见中国二十八宿的划分,不仅在中国天文学发展史上,而且在世界天文学发展史上,都有着重要意义。

古代对二十八宿距星的选择,汉代以前和汉代以后是有差异的。如1977年在安徽省阜阳地区出土了一件西汉初年的圆形漆盘,上面刻有二十八宿,因此被叫做“二十八宿漆盘”。经研究发现,这个漆盘上所绘出的二十八宿距度数值,与汉代以后的距度数值差异很大,其原因就是由于距星的选取不同所造成的。

二十八宿作为观象授时的产物,它不是一朝一夕形成的,而是在观象授时的过程中,逐步发展、完善起来。从历史文献可知,二十八宿中的部分星宿很早就出现了。如《尚书·尧典》中提及的鸟、火、虚、昴四星就是后来二十八宿的重要组成

星。《诗经》中有火、箕、斗、牵牛、织女、昴、毕、参等宿的名称，这些都是天上很显眼的星星。但二十八宿作为一个总称，从史书来看，最早见于战国时代的作品《周礼》。而二十八宿的具体名称，最早却见于成书于战国末年的《吕氏春秋·圆道篇》。据唐《开元占经》记载，战国时代的石申编制星表时，已有了二十八宿的全部名称，但原著早已失传。《淮南子·天文训》中详细叙述了二十八宿的全部名称及其各宿的距离数值。《史记·律书》中也有二十八宿的全部名称，但两者互有不同，公元1973年年底在长沙马王堆三号汉墓出土的帛书中也有二十八宿的全部名称，与现今通用的一致。

二十八宿作为一个完整体系，究竟出现于何时，古今中外无数学者进行了多方面详尽的考察和探索。有人认为创始于周代初期，有人认为可能更早，有人认为创于春秋时期，也有人认为不会早于战国中期，如此等等。值得庆幸的是，1978年在湖北省随县擂鼓墩发掘的战国早期曾侯乙墓中，出土了一件漆箱。在漆箱盖面中央有一个很大的篆文粗体“斗”字，周围是古代二十八宿的名称，并依中间“斗”字的形状，围成一个中间大、两头小的橄榄形。盖面两端绘有头尾方向正好相反的青龙与白虎。它们的位置与二十八宿是相配的。据考证，曾侯乙墓的墓葬年代是公元前433年或

稍晚一些年代,因而把关于二十八宿的可靠记载,提前到了公元前5世纪,也就是春秋末年到战国初年。如果再考虑到,曾国在当时只是一个小国,而二十八宿又是作为装饰图案绘画在漆箱盖上的,就不难想象出二十八宿体系在当时已相当普及了。由此判断,二十八宿创始年代应该比战国初期更早些。

二十八宿的划分体系,不但中国有,古代的印度、阿拉伯也有。印度称“纳沙特拉”,阿拉伯称“马纳吉尔”(即为月站)。这三种体系都是沿黄道或赤道把天空划分为二十八或二十七个部分。它们虽有不同,但却同出一源,究竟二十八宿体系起源于哪一国呢?近一百多年来,各国学者争论不休,众说纷纭。甚至有人认为,二十八宿起源于巴比伦,然后传入阿拉伯、印度和中国。但到目前为止,还没有发现古代巴比伦有二十八宿的痕迹,因此,这种观点不能成立。阿拉伯的“月站”使用年代,据推算不会早于西汉,无法同中国的二十八宿相比。而印度的二十八宿体系与中国的二十八宿,既有相同之处,又有不同之点,夏鼐先生指出,印度有二十八宿和二十七宿两种体系,而且一直是以二十七宿体系为主,而中国自古以来,只有二十八宿体系,没有二十七宿一说。印度的二十八宿的广度是相同的,就是说,印度的二十八宿是等分黄道度数

的,每一宿都占 $13^{\circ}20'$,总和为 360° ,而中国的二十八宿距度宽狭很悬殊,最大的井宿所占的赤经范围达三十多度,最小的觜宿、鬼宿,则只有几度。印度的二十八宿体系,每宿中也选一颗亮星作为代表,叫作主星或联络星。它只是标志而已,没有中国二十八宿距星的作用。竺可桢曾指出,印度二十八宿体系中的主星中采用了很多亮星:一等星以上者达十颗之多,四等星以下的只有三颗。而中国二十八宿的距星却大多数是暗星,只有一颗一等星,而四等以下的竟达八颗。鬼宿一甚至是一颗肉眼勉强能看到的六等星。尽管这两种体系各具特点,但多数学者认为两种体系同出一源。最初主张起源于印度,现在许多学者主张起源于中国。

讲到二十八宿,就必然要说一说四象,因为两者密切相关。中国古代将二十八宿分成四组,每组七宿,分别以东、南、西、北四个方位,青、红、白、黑四种颜色以及龙、鸟、虎、玄武几种动物形象相配,称作四象,又称四陆、四维等。这就是将东方角、亢、氐、房、心、尾、箕七宿用一条假想的线把它们联系起来,宛如一条张牙舞爪的龙飞腾在春季和初夏的夜空中,即所谓东方苍龙(青色);将北方斗、牛、女、虚、危、室、壁七宿联系起来,好像相互缠绕的龟蛇出现于夏天和初秋的夜空中,这就是北方玄武(黑色);把西方奎、娄、胃、昂、毕、觜、参

七宿联系起来,好像一只猛虎在深秋初冬的夜空中吼叫,即所谓西方白虎(白色);把南方井、鬼、柳、星、张、翼、轸联系起来,就如一只展翅飞翔的朱雀出现于寒冬早春的天空中,则为南方朱雀(红色)。在唐代一些铜镜的背面,形象逼真地铸造四象图,说明二十八宿在中国民间流传很广。

中国古代将二十八宿分为四象,又以飞禽走兽来命名,是由于古人观察星象以判定季节的需要而形成的。典籍《尧典》记载,“日中星鸟,以殷仲星;日永星火,以正仲夏;宵中星虚,以殷仲秋;日短星昴,以正仲冬。”这里提及的鸟、火、虚、昴四星,就是后来所创二十八宿中的四宿。古人在长期观测中发现,以鸟、火、虚、昴星团为基础加以扩展,用线勾画一下,就分别如雀、如虎、如龙、如龟蛇相互缠绕的几种禽兽的形态,而每一形态又大致相当于七宿的范围,于是古人就将二十八宿和四象联系起来。

那么四象又怎样与东、南、西、北四个方向联系在一起的呢?这是由于构成四象的恒星群,是连绵不断地经过南方天空的。中国古代是以春天的黄昏,作为观测基础的。恰巧在这个季节,朱雀七宿出现于南中天,它的东面是苍龙七宿,西面为白虎七宿。与它遥相对应的北方天空,则是玄武七宿。这种星群分布方式在古书中多有描述。如《鹞

冠子》中说“前张后极，左角右钺”。张，代表朱雀七宿，角，为苍龙七宿的代表角宿，钺，则为白虎七宿的参宿。当朱雀七宿位于坐北朝南的人的正前方时，后面是北天极，左面（东面）是苍龙七宿，右面（西面）是白虎七宿。东汉著名天文学家张衡的描述则更为生动，“苍龙连蜷于左，白虎猛踞于右，朱雀奋翼于前，灵龟圜首于后”。《书·传》中说，“四方皆有七宿，可成一形，东方成龙形，西方成虎形，皆南首北尾；南方成鸟形，北方成龟形，皆西首而东尾”，把四象的形图，都描述出来了。《说文》中说“龙鳞虫之者也，春分而登天，秋分而潜渊”。这是说，作为天象的苍龙七宿，春分时节黄昏之后，出现于东方的地平线上；秋分的黄昏之后，则落到东方的地平线以下了。所以直到现在，中国民间仍有“二月二，龙抬头”之说，龙即指苍龙，龙头则是苍龙七宿的第一宿——角宿。每年二月初二前后的傍晚，龙头就出现在东方地平线以上。

现代天文学家高鲁，在《星象统筹》中以《史记·天官书》为依据，设计了二十八宿与四象的关系图，堪为精彩。

就现代国际通用的八十八星座而言，东方苍龙约占室女、长蛇、半人马、牧夫、天秤、天蝎、豺狼、蛇夫等座；北方玄武约占人马、摩羯、宝瓶、飞马、天鹅、仙女、双角、鲸鱼等座；西方白虎约占仙

后、白羊、黄仙、金牛、波江、猎户、天兔等座；南方朱雀约占双子、御夫、巨蟹、大犬、南船、狮子、长蛇等座。

(二)甘石巫三家星官

隋唐之前，广泛地流传着三家星官，即石氏星官、甘氏星官和巫咸氏星官，至三国时期，吴国太史令陈卓综合了三家星官，并求同存异，形成了全天 283 星官、1464 颗星的系统，并将它们绘成星图，长期流传。从此以后，中国古代星空便由三个天文学派即甘、石、巫三家的星官组成。

陈卓在总结三家星官的同时，也总结了三家星官的全天划分体系，那就是将全天分成三大块，一为中官，即黄赤道带以北的星；二为黄赤道带附近的星；三为外官，包括黄赤道带以南诸星。这种全天分划体系早于三垣二十八宿的全天分划体系。由于三家星官产生的时代较早，所以对它进行研究，可以了解早期对恒星的认知情况。

石申是战国时代魏国的天文占星家。他的主要天文著作有《天文》八卷和《浑天图》。其学说曾被许多著作所引用。唐代瞿昙悉达所撰的《开元占经》，记载了一份古代观测恒星位置的星表，即所

谓《石氏星经》，内容包括二十八宿及石氏星官的距星共 121 颗星的坐标，这些坐标前都冠以“石氏曰”的字样，是世界上第一部星表。

《开元占经》中所引石氏中官六十二（紫微垣已包括在内），369 星，外官三十，257 星，再加上二十八宿，182 星，共计星官一百二十座，808 颗星。在《开元占经》所载的《石氏星表》中，还载有 120 颗恒星的入宿度、去极度和黄道内外度，黄道内外度，不是黄纬，而是一种所谓极黄纬的特殊量。它是中国独自测定的，是沿着赤经方向度量的恒星至黄道圈的距离，星在黄道以北为内度，在黄道以南为外度。星表中的所有数值，度以下都以少、半、太、强、弱来表示。

由于《开元占经》为唐代的著作，它所引用的这份《石氏星表》是否确实为战国时代的石申所测呢？阜阳夏侯灶墓出土的圆盘上有二十八宿距度值，用实物证实了我国在先秦时就建立起一套天体坐标的测量系统。

甘德也是战国时代著名的天文学家。他曾著有《天文星占》八卷和《甘氏四七法》一卷。在《开元占经》中摘录有甘氏占星术条文，通常以“甘氏曰”、“甘氏星经曰”、“甘德曰”或“甘氏星占曰”开头。经陈卓整理后的甘氏星官为中官 59 座、201 星，外官 39 座，209 星，紫微垣 20 座、101 星，共计

118 座星官,511 星。

巫咸,传说是殷代的大臣。陈卓整理后有 44 个星官,约 144 颗星是属于巫咸氏的。这和石氏星官、甘氏星官相比显得很不相称。石氏和甘氏星官自身的系统很明显,而巫咸氏仅有这 44 个,那几乎没有什么系统可言。《史记正义》讲巫咸本是吴国人,葬于今江苏常熟县北海虞山上。陈卓也是吴国人,在吴国当过多年太史令,巫咸星官能流传下来可能同他有很大的关系。

甘石巫三家星官并不是像《开元占经》标题中那样界线分明,各自仅观测记录了这些星官和星数。其实这些星官数也并不能代表三家原有的星官数,因为它们之间还互相重复。

甘石巫三家星官大约均起源于战国时代,流行于不同地域,代表着不同学派。甘氏星官代表齐鲁,石氏星官代表晋魏,巫咸氏星官则代表宋郑。既然全天星官来源于不同的学派,总结成一体就必然留下各学派的痕迹。陈卓以不同颜色表示三家星官,南北朝时代所制浑象和星图也以不同颜色表示三家星官。《步天歌》的歌词中则用不同词汇来区分,唐敦煌星图以不同颜色表示。直到宋代《新仪象法要》一书中的星图,也还有实圈与空圈的不同,这说明三家星官对中国星图和浑象的影响。

(三)丰富多彩的星图

星图是人们认识星空的记录和查找恒星的工具。中国古代的星图,尤其是全天星图,是重要的天文资料,反映了古代天文学家在测量天体方面所取得的成果。这类星图的绘制是比较准确的,反映的天象也比较完整。研究这些星图,可以了解中国古代天文学家对恒星观测和认识的水平。

中国古代有着悠久的星图绘制史,可以上溯到秦汉之前。最早的星图是配合盖天说而出现的,因此称为盖图,它类似于现代教学中使用的活动星图。

到了汉代,盖图有了改进。盖图上画有三个大小不等的等距离同心圆。最小的叫上规,又称为内规,它以观测地的地理纬度为半径。在上规内的恒星,一年四季都在地平线之上,永不下落,每天夜晚都能够看到它们,所以上规又称作恒显圈。中间的圆圈表示赤道圈。最外面的大圆叫下规,又叫外规。下规之外的恒星终年在地平线之下,一年四季都看不到。所以下规又称作恒隐圈。在恒显圈与恒隐圈之间的恒星都有升落现象。这种星图是以北天极为坐标原点的极坐标式星图,也可称为圆

图,在汉代就已经比较完备了。

到现在为止,还没有发现任何汉代的全天星图实物,只发现了不少有关星图的文字记载。东汉末蔡邕所著的《月令章句》中就有一段记叙当时天文官所使用的星图。

在星图发展史上,三国时代的吴国太史令陈卓有着重要的贡献。他把当时主要的甘、石、巫三家星官汇集起来,得到 283 星官、1464 星,并绘成全天星图。陈卓星图是对中国古代星官的总结。

由于古代不懂投影的原理,在一幅以北天极为中心的圆形星图上,赤道是个正圆,而与赤道成一交角的黄道应该是一个扁圆形,但古人也画成一个正圆。这样一来夏冬至点的位置准确了,但春秋分点的位置却不准了。直到唐代,天文学家一行为了研究月亮出入黄道的情况,天文学家画了 36 幅星图,从中发觉了这一缺点。针对这一缺点,创造了指点法,即根据实测数据,把黄道分成 72 等份,在星图上按每个分点的真实位置画一个点,把这 72 个点用平滑曲线联接起来,得出一条正确的黄道。

由于圆形星图采用极投影的方式在平面上显示球形天穹上的星象,而球面又不能展成平面,所以必然会有失真之处。为了弥补这个缺点,在隋代前后出现了一种横图。它采用直角坐标系,以纬度

方向的量作纵轴,以经度方向的量作横轴。后来又创造了圆、横兼用的星图,把上规以内的恒星画成圆圈,把上、下规之间的恒星画成横图。这种圆、横结合的画法,开创了现代星图画法的先河。

唐代敦煌星图约绘制于公元8世纪初,内容相当丰富,文字部分采用了《礼记》和《汉书》中的材料。图形的画法则按古代十二次的顺序,从十二月份开始,按照太阳每月所在的位置把赤道附近的星分为十二段,连续绘成十二幅横图。紫微垣则画在一幅以北天极为中心的圆图上。敦煌星图共绘1350颗星。国外使用类似的方法要比敦煌星图晚六百余年,所以敦煌星图是世界上现存的星图中星数最多而且是最古老的星图。它于1907年被英国考古学家斯坦因盗走,现保存于英国伦敦博物馆内。

沿着这种星图形式的发展,到宋代又出现了一种半球式星图。它将天球沿赤道分成南北两半球,分别以北天极和南天极为中心,绘画两幅大型圆图。这种星图首见于苏颂所撰《新仪象法要》一书中。苏颂星图是一份重要的宋代星图,它的画法和敦煌星图的画法相似,只是前者画得更加细致、准确。星图共二套,分五幅绘画。第一套是一幅圆图和两幅横图。圆图是以北极为中心的紫微垣星图;赤道南北的星画成横图二幅,一幅为东方、北

方,自角宿到壁宿;一幅为西方、南方,自奎宿到轸宿,这样就完整地表达了全天星空。第二套是二幅圆图。它们都以赤道为界,分别以南北天极为中心,把两半个天球表现在二幅圆图上。由于我国地处北半球,南极附近一部分星永不升起,所以北半球的观测者看不到,故这幅南半球星图上在南极附近恒隐圈内是一片空白。苏颂图上标的二十八宿距度的数值和北宋元丰(公元1078—1085年)年间的观测记录相同。这次观测离苏颂著书的时间不远,可以说,苏颂在《新仪象法要》中所绘的星图,是目前中国流传下来的全天星图中最古老的星图之一。

尽管北宋时代已出现了各种形式的星图,但古老的盖图式全天星图仍在继续流传,其中最具代表性的就是江苏苏州宋淳祐石刻天文图。它是世界上最古老的石刻天文图之一,是南宋王致远在淳祐七年(公元1247年)刻的。石刻天文图总高约2.45米,宽约1.17米,上部刻着一圆形天文图,直径约85厘米,下部刻有两千多字的天文知识说明文字。天文图以北天极为中心,画了三个同心圆。第一个圆直径为19.9厘米,代表北纬三十五度地方的恒显圈;第二个圆直径为52.5厘米,代表天赤道;最外面的圆直径为85厘米,是该地的恒隐圈界线。图中还有一个与赤道相交的圆,代

表黄道。黄赤交角约为 24 度。在内圈和外圈之间画了二十八条间隔大小不等的放射状经线,这就是通过二十八宿距星的宿度线。再外边还有两个十分贴近的圆圈,圈内交叉刻有辰、次和分野各十二个名称。整个星图共刻 1430 颗星。从刻石到现在已 700 余年,仍保存完好,实属世界古星图中的一件珍品。

在明代的星图中发现了一幅与苏州石刻星图极为相似的石刻星图。碑高 2 米,宽约 1 米,厚 24 厘米。碑的外形、大小和上半部以北极为中心的天文图以及下半部的《天文图跋》的文字说明,都相似于苏州石刻星图。此图刻于明正德元年(公元 1506 年),现藏于江苏常熟县博物馆内。

明代另一幅星图是在福建莆田县的天妃宫中发现的。它残长 1.5 米,宽 90 厘米,中央绘一星图,上下为文字说明。图中用红、黄线分别画两个相交而不同心的圆,圆的直径均为 35.7 厘米,交角为 24 度,无疑是分别代表黄道和赤道的。这幅星图上的北斗形式,紫微垣部分,赤道、黄道以及一些星官的形式等与苏州石刻星图相同。但由于此图绘制于明末清初,也具有西方传教士来华后所画星图的某些特点,如画出红标尺,用大小表示星等,用带毛的星来表示“气”等。因此,莆田星图可谓中西文化交流的历史见证。

1977 年在北京隆福寺修建活动中，发现了另一幅明代星图，它置于正觉殿的藻井顶部，用传统的盖图式样画在藻井天花板上。图上还有二十八宿分界经线，边缘有星度分野，这同苏州石刻星图相似，绘制于明景泰四年（公元 1453 年）。除此之外，中国还发现了大量示意性或装饰性的星图，如南阳出土的汉画像石中，有金乌、蟾蜍和日月合璧的图象；有白虎、苍龙和牛郎织女的图象。山东武梁祠汉代石刻中，还有北斗七星图以及唐代铸造的四象二十八宿铜镜等。

这类星图，可以帮助我们了解古代人认识的星空形象。中国浙江省杭州市博物馆内，还保存有两块五代时的石刻星图。一块发现于吴越国文穆王钱元瓘墓的后室顶部，另一块发现于吴越国文穆王次妃吴汉月墓的后室顶部。这两幅石刻星图，面积较大，直径均为 1.9 米，比著名的苏州石刻星图大了一倍。这两幅星图，既是中国现存最早的石刻星图，又是中国目前发现的最早的盖图式星图实物。

1974 年在河南洛阳市以北朝阳乡向阳村，发掘了一座北魏墓。这座古墓墓室穹窿顶上有一幅星象图。图中银河纵贯南北，清晰细致，一目了然，共有 300 余颗星。整个星图直径达 7 米。这幅星图是中国目前考古发现中时代较早，幅度较大，星

数较多的一幅星象图。它比苏州石刻天文图早约 700 年,比新仪象法要星图早约 500 年,比唐代敦煌星图要早 400 年。

还有两幅星图也是墓葬中出土的,反映了中国少数民族的天文知识和中外交流的情况。一幅是 1973 年出土于新疆吐鲁番阿斯塔那的唐代墓中。该墓是一座大型双室墓,主室顶部及其四壁上均绘有天文图。图中用白点表示二十八宿。另一幅是 1971 年在河北省张家口市宣化区发掘的辽代墓葬中发现的。它是一幅彩色星象图。星象图中央嵌着一面直径为 35 厘米的铜镜,象征着天空的中心,四周有莲花瓣形状的图案。在星图内层即中心莲花周围,东北绘画北斗七星,正东偏南方位朱色星表示太阳。四颗红色大星,直径约 4 厘米,分布于东、西、南、北四个方向。还有四颗与红星同样大小的蓝色大星,分别绘于东北、东南、西北、西南的偏斜方位上。

星象图的第二层,直径为 1.67—1.8 米,按周天方位绘画二十八宿星象。各星宿、星数的组成与有关史料所载基本相符,星象图中包括红、蓝八星,太阳,北斗,二十八宿等,共有星 186 颗。

星象图中最外层,直径为 2.17 米,绘有 12 个圆圈,内画黄道十二宫所代表的图形。西北为白羊宫,正西为金牛宫,西南为双子宫,这三宫属于春

季。西南、正南、东南分别绘画巨蟹宫、狮子宫和室女宫,属于夏季。在东南、正东和东北分别绘的是属于秋季的天秤宫、天蝎宫和人马宫。属于冬季的摩羯宫、宝瓶宫和双鱼宫,分别绘在星象图的东北、正北和西北三个方位。

中国古代星图有黄道十二宫是从宣化星图开始的,它以中国二十八宿为主,吸取了巴比伦黄道十二宫。像这样综合中外天文学成果的星象图,在中国还是首次发现。所以 800 多年前的这幅辽墓星象图,对研究中外天文学交流很有价值。

(四)中西星象体系比照

远在人类世界的摇篮时代,中国、巴比伦、希腊和埃及等文明古国的人民,为了生产劳动和生活的需要,便发展了天文学。其中以中国古代天文学为代表的东方天文学和以古希腊天文学为代表的西方天文学形成了两大流派。

由于天空中恒星很多,肉眼可见的将近六千颗。为了便于认识和研究星空,古人将天空分为许多区域。巴比伦人称它为“星座”,中国人称它为“星官”。“星座”指由许多恒星组成的视觉图案;

“星官”除包括许多颗星组成的图案外,还包括单颗的星。古希腊人在公元前 270 年前后,把能见到的部分天空分成 48 个星座(共 1022 颗星),用假想的线条将星座内的主要亮星连接起来,并把它们想象为动物或人物的形象。在中国,据三国时代的吴国太史令陈卓的总结归纳,已有 1464 颗星,283 个星官。以人(神)名、官衔、国家名称以及与人的生活有关的器物命名的占 90% 左右。中国的星官系统,宛如一个完整的封建社会。

古希腊的星象体系是一个五彩缤纷的神话世界。在不同的季节,不同的时间,可以看到天空上出现各种图案:有左手拿着狮皮盾,右手高举木棒,向着迎面冲来的金牛挥舞而去的猎人;有搭救美丽的仙女性命的英雄;有希腊最著名的英雄赫刺克勒斯的宝座;有母子相偎,绕北极旋转的大、小二熊;有展翅飞翔在银河之中的天鹅;还有善良的海豚,友爱的兄弟,凶猛的狮子,可怖的巨龙,蜿蜒的长蛇,神骏的飞马,奇异的摩羯……因此,希腊体系素有“空中动物园”之称。

希腊的星象体系是由一些浪漫而又富有艺术魅力的神话故事组成的。它没有一个核心人物,仙王、仙后只不过是人间某一国家的肉眼凡胎的国王和王后,在大神们的恩准下升到天空,在天空中是一个无足轻重的普通星座。所以,诸星座之间的

关系是松懈的，全天星象呈现一种未经组织的自然状态。

与此相反，中国的天界是一个以“帝星”为中心，以三垣、四象、二十八宿为主干的组织严密、等级森严的庞大的空中社会。“帝星”所居住的紫微垣是最庄严、是神圣的府第。它被古人想象成为天空中的皇宫。皇宫中除“帝星”外，还有准备继承皇位的“太子”，辅弼皇帝或辅导太子的“三师”、“三公”，协助皇帝处理政务的“尚书”以及天庭的大法官“大理”等高级臣僚。宫中还设有征收和保管黍、稷、稻、粱、麦等谷物的官员——“八谷”。“后宫”是后妃居住的宫室；“御女”是天宫中的侍女；“华盖”是天帝及后妃出入时用以遮阳的伞盖。天帝出巡时，有“北斗帝车”可乘坐，左右由宰、弼、卫、丞、尉、辅等两班文武形成坚固的防卫屏障，保护着天帝，同时也象征着天界紫微宫牢不可破的城垣。外围则由二十八宿组成的“四象”镇守东西南北四方。东方七宿组成一条张牙舞爪的苍龙，西方七宿组成一只威风凛凛的白虎，南方七宿组成一只展翅飞翔的朱雀，北方七宿则组成一只龟蛇相互缠绕的玄武。二十八宿又像二十八位天将拱卫着北极帝星，帝星是宇宙万物的本源。

从上述可以看出，希腊的星象体系是一个尊崇“人”的体系。在希腊神话中，人与神几乎取得了

平等的地位。人和神都是不可战胜的。而中国的星象体系却是一个尊崇“天”的体系。“天”被神化为有意志的、世间万物的主宰，它高高地凌驾于宇宙万物之上，连天子也只不过是“天的儿子”。“天”则用异常天象来向天子和人民告示吉凶。

三 优良历法创新不新

(一) 历法的产生和演进

远古时代,中华民族的祖先在集体狩猎和采集野果的过程中,对自然界寒来暑往、月亮圆缺、昼夜交替以及野兽出没和植物生长的规律有了初步的认识。当人类进入农耕社会以后,在长期的生产实践中,人们体会到大自然寒来暑往的季节变化与农作物的播种与收获关系极大。只有正确地掌握季节时令,才能不误农时,及时耕种,保证丰收。于是人们利用植物的枯荣,候鸟的迁徙,动物

的蛰伏等物候变化来推测时间,确定农时。比如,贵州省瑶族只要听到布谷鸟的叫声,就开始播种;处于原始社会状态的云南省拉祜族一看到蒿子花开就开始翻地;而傈僳族则以山顶积雪的变化来预报农时。由于人们对寒来暑往、季节交替的认识,产生了年、月、日的概念,诞生了最原始、粗糙、简单的历法。

古老的中国从殷商时代就出现了有文字记载的历日。到辛亥革命为止,在三四千年的时间里,一直沿用自己独特的历法系统。其间大致可分为四个时期,即准备时期:从夏、商、周——春秋战国初期为观象授时,制定科学历法的准备时期;古历时期:汉武帝太初元年以前所采用的历法;中法时期:从汉太初历始至明大统历为止。在一千五百年的历史时期内,制定的历法就有七十多种;中西合法时期:从明末徐光启主持历局,编纂崇祯历书始,到辛亥革命止。历法中虽然是采用的西欧方法和数据,但却将其纳入了中国传统历法的模式,故被称为中西合法时期。

中国古代历法具有鲜明的特点,它不像西方历法那样仅仅包括年、月、日和一些重要日期的安排,而且涉猎范围很广。不仅需要推算年、月、日,设置闰月、闰日,还要将日、月、五星各种天体的运动考虑进去,测定昏旦中星时刻和日食、月食,推

算二十四节气以及各节气晷影的长度等。中国历法有些类似于现代编算的天文年历。因此中国古代的历法改革不可能像欧洲十六世纪儒略历改为格里高历那样,仅仅对年、月、日进行调整就行,而是要对日、月、五星等天体的各种运动进行全面考虑。中国历代帝王,都声称自己是“真龙天子”,是奉上天旨意来统治臣民的,要根据天象来占卜国家的政治命运,所以天文观测就成为头等重要的大事。因此,天文历法的颁布,就不仅仅是为满足农业生产和人们日常生活的需要了,而成为皇权的象征。每当改朝换代时都要颁布新的历法,自战国时期的古六历至清末就达一百余部。

(二) 历法知识略述

所谓历法,就是根据天象变化的规律来计量时间,判别气候,划分季节的一种法则。人们通过长期对日月星辰的观测,逐渐了解和掌握了地球、月亮和太阳的运行规律,测出了真太阳日、朔望月和回归年这三个自然的时间单位。但是历法中所采用的年、月、日,并不能准确地等于天然的时间单位,因为真太阳日忽长忽短,无一定数,回归年和朔望月都不是日的整倍数。

历法的根本任务在于科学地安排年、月、日，使它们既符合天体运行的规律，又适合人们日常生活的习惯。古今中外所有历法，从基本原理上看，不外三种类型，即阴历、阳历和阴阳合历。

阴历：它是根据月相的圆缺变化周期（即朔望月）制定的。在古代，月亮又称作太阴，所以这种历法又称作太阴历或阴历，它与朔望月有紧密关系。

月亮是地球的天然卫星，围绕着地球，终日不息地旋转。它在绕地球公转的同时也在自转，而且自转与公转的周期相同、方向相同，因此月亮总是以同一面对地球。月亮本身并不发光，它只反射太阳的光线，对于地球上的观测者而言，随着太阳、月亮、地球三者相对位置的变化，在不同的日期里，就会看到不同的月相。月亮经历了朔、上弦、满月、下弦的月相演变周期。天文学上规定，从朔到朔，或从望到望的时间间隔称为“朔望月”，一个朔望月的平均长度为 29.5306 日。

为使阴历中每一个历月都近似地等于朔望月的平均长度，天文学家们的确费尽了脑筋。朔望月的平均长度大约为 29.5306 日，并不是一个整天数。如果两月取 29 天，则要短于朔望月大约半天，新月出现的时间每月要向后推迟半天；如果历月取 30 天，则又要长于朔望月半天左右，新月出现的时间又要逐月提前，时间一长就会出现一个历

月中出现两次新月现象。为了解决这个矛盾,制历家们巧妙地采用历月长度为 29 日和 30 日交替使用的方法,这样每月的平均长度为 29.5 天,不仅十分接近于朔望月长度,又能保证每月的初一在朔日,使得月相与日期相对固定。

阴历的历年长度接近回归年的长度,才能真实地反映出春、夏、秋、冬四季的变化。经过长期的观测实践,人们发现十二个朔望月加起来的天数最接近回归年的天数。如下计算:

$$29.5(\text{日}) \times 11 = 324.5(\text{日})$$

比回归年约少 41 天

$$29.5(\text{日}) \times 12 = 354(\text{日})$$

比回归年约少 11 天

$$29.5(\text{日}) \times 13 = 383.5(\text{日})$$

比回归年约多 18 天

由这三个数据可知,354 日与回归年的长度仅差 11 天左右,于是制历家将一年规定为 12 个朔望月,一阴历年的长度为 354 天。

由于朔望月的平均长度为 29.5306 日,阴历历年的实际长度应为 354.3672 日,这多出的 0.3672 日如何处理呢?制历家们又将第三年 12 月的 29 日改为 30 日,称这一年为闰年,这就是阴历历年平年为 354 日,闰年为 355 日的由来。

阳历:阳历就是目前全世界通用的日历——

格里历,又称公历。中国自公元 1912 年开始正式采用格里历,日历牌上醒目的年、月、日指的就是公历。

阳历是以地球绕太阳公转作为依据制定的历法,它的基本运行周期为一回归年。回归年实际是春、夏、秋、冬四季循环变化的周期,也就是地球上太阳直射点从赤道开始徘徊于南北回归线之间的周期。根据长期的天文观测结果得知,一回归年长度为 365.2422 日,即 365 天 5 小时 48 分 46 秒。若把这一数值直接应用于历法计算,就会出现每年新年向后推移的现象。天文学家经过缜密的运算之后,做出了一条规定:即每满一百年少置一次闰,到第四百年再闰,也就是说每四百年中共有 97 个闰年。这样一来历年的平均长度为 365 日 5 小时 49 分 12 秒,与回归年长度仅有 26 秒之差,累积 3300 年才会差一日,精度是相当高了。

阳历的历月数目沿袭了阴历的办法,将一年分为 12 个月。历月的平均长度为 30.4368 日,为取整天数就要有大小月之分。大月 31 日,小月 30 日,平年 5 个大月,7 个小月。闰年 6 个大月,6 个小月。目前国际通用的公历历月为一、三、五、七、八、十、十二月为大月,31 天;四、六、九、十一为小月,30 天,唯有二月份平年为 28 天、闰年为 29 天。

阴阳历,就是兼顾太阳、月亮两种运动而制定的历法。中国自殷商时代起就采用简单粗糙的阴阳合历。由于它与农业生产的紧密联系,又被称作农历。该历以月亮绕地球运行一周的时间(朔望月)纪月,又以地球围绕太阳运行一周的时间(回归年)纪年。阴阳历中任何历月的每一个日期都有月相上的意义,如初一在朔,满月在望等。历年的平均长度因与回归年相去不远,则春、夏、秋、冬四季在一年中相对固定。这样的历法看起来应该是很理想的了,其实阴阳历也有其欠缺之处。朔望月的周期是 29.5306 日,回归年的周期是 365.2422 日,两个周期间没有整数倍数关系,互相不能除尽。如何调整它们之间的关系,一年中到底安排几个月最为合理,成为历法中的老、大、难问题。对此,中国古代先人们在长期观测和精密计算的基础上,到春秋战国时代,制订了“十九年七闰法”,即在十九个阴历年中设置十二个平年、七个闰年。这样,十九个历年的长度就与十九个回归年大略相同了。如下式:

十九年中共有: $12 \times 19 + 7 = 235$ (个朔望月)

1 个朔望月 = 29.5306 日

235 个朔望月 = 6939.69 日

另一方面: 1 个回归年 = 365.2422 日

19 个回归年 = 6939.60 日

从上式中可以看出,19个回归年的天数与235个朔望月的天数仅有0.09日的差别。依照“十九年七闰法”可以把阳历和阴历较好地协调起来,使得阴阳历既能反映太阳的运动,又能反映月亮的运动,我国对这一规律的发现,要比希腊早160多年。

南北朝时期,著名天文学家祖冲之又创立了比“十九年七闰”更加准确的“三百九十一年一百四十四闰”,即在391个阴历年中插入144个闰月的办法。其后历代又有所创新,直到唐代李淳风编纂《麟德历》时,才彻底废除了闰周。

二十四节气,也是中国历法的一个独特创造和发明。早在春秋战国时期就有了冬至、夏至、春分、秋分四个节气的概念。其余二十个节气到秦汉之际,也逐渐完备。二十四节气的全部名称首见于《淮南子·天文训》。我国农村,广为流传着记忆二十四节气的歌谣:

春雨惊春清谷天,
夏满芒夏暑相连。
秋处露秋寒霜降,
冬雪雪冬小大寒。

自从有了节气概念以后,人们就能准确地知道该干什么农活了。虽然公历在我国已实行八十多年了,但“清明下种,谷雨插秧”等谚语和歌谣在

农民中仍广为流传,可见二十四节气的生命力。

二十四节气是节气和中气的总称。其中以立春、惊蛰、清明、立夏、芒种、小暑、立秋、白露、寒露、立冬、大雪、小寒为节气,雨水、春分、谷雨、小满、夏至、大暑、处暑、秋分、霜降、小雪、冬至、大寒为中气。节气置于月初,中气置于月中。农历中规定以十二个中气,作为十二个月的标志,每个月都要有一个固定的中气。如含雨水的月为正月,含春分的月为二月,含冬至的月为十一月等等。

二十四节气是人们在长期生产实践中总结出来的,它综合了天文、物候、农业和气象等多方面的内容。其中表示寒来暑往变化的有立春、春分、立夏、夏至、立秋、秋分、立冬、冬至八节;表示气温变化的有小暑、大暑、处暑、小寒、大寒五节;反映降水量的有雨水、谷雨、白露、寒露、霜降、小雪、大雪七节;有关物候与农事活动的有惊蛰、清明、小满、芒种四节。

二十四节气是根据地球绕太阳公转的运动规律制定的,因此每一个节气都能真实地反映太阳所在的位置。地球绕太阳运行的轨道,也就是太阳在天空中周年视运动的轨道称为黄道,分圆周为360度。二十四节气以春分点为0点,将黄道等分为二十四段,每段为15度,太阳每移行15度就表示到了一个节气。由于太阳走完每段所用的时间

大致相同，因此二十四节气在公历中的日期基本变化不大，上半年的十二个节气一般都在每月的六日和二十一日左右；下半年的十二个节气在每月八日和二十三左右，前后最多相差一、二天。

每月两节日期定，
最多相差一、二天；
上半年是六、二一，
下半年是八、二三。

前后一、二日出入是由于太阳周年视运动的不均匀性造成的。

由于中国地域广大，幅员辽阔，不同地区气候差异很大，二十四节气并不适合于每一个地区，主要适用于长江和黄河中下游地区。

(三) 历代精良历法

中国有文字记载的科学历法，自战国时代的古六历开始，至清朝末年共编撰了一百余部。现介绍几部具有代表性的精良历法。

太初历：它是自有科学历法以来，第一部资料完整的传世历法。汉初仍采用秦代的颛顼历。由于误差渐大，给人们的生产和农事活动带来了极大的不便，因此改历的呼声日渐高涨。

元封七年，十一月，甲子日，夜半正好是合朔，冬至，这是古人制历选择的理想起算点，即一天的起点——夜半，一月的起点——朔旦，一年的起点——十一月，六十干支的起点——甲子日，二十四节气的起点——冬至，这五个周期的共同起点。当时的大中大夫公孙卿、壶遂，太史令司马迁等上奏皇帝，要求乘此千载难逢之机改革历法，汉武帝采纳了他们的建议，下诏修改历法。

改历伊始，太史令司马迁等作了许多准备工作，首先要制造天文仪器，测量天体的确切位置；其次又聘请和招募了民间天文学家二十余人专门从事历法的计算工作。他们共收集民间提供上来的十几部历法，对各种历法的方案进行讨论和比较。最后汉武帝拍板定案，批准采用邓平、落下闳提出的“八十一分律历”，即太初历，将元封七年（公元前104年）改为太初元年。

太初历在以下几个方面具有先进性：

一、它规定以正月为岁首，解决了秦汉之际采用的颛顼历以十月为岁首与人们劳动生产和生活习惯不合的矛盾；

二、历中首次引入了中国独创的二十四节气，并且规定以无中气之月为闰月。在此之前的历法一般采用年终置闰的方法。

三、历中所采用的行星会合周期数值均较为

准确,如

水星为 115.91 日	比今测值 115.88 日	只大 0.03 日
金星为 584.13 日	比今测值 583.92 日	只大 0.21 日
火星为 780.53 日	比今测值 779.94 日	只大 0.59 日
木星为 398.71 日	比今测值 398.88 日	只小 0.17 日
土星为 377.94 日	比今测值 378.09 日	只小 0.15 日

四、太初历还首次计算了交食周期,即日月食发生的周期,得出 135 个朔望月中,有 23 个食季,每个食季中可能发生一至三次日月食的结论。明确指出日月食的发生,具有一定的规律性。这是科学战胜迷信的开始。

太初历从太初元年(公元前 104 年),到后汉章帝元和二年(公元 85 年),共计行用达 188 年之久。

大明历:该历是由祖冲之于刘宋孝武帝大明六年(公元 462 年)编撰完成的,是南北朝时期一部相当有影响的历法。它在天文历法方面的成就,用祖冲之自己的话说,就是“改易之意有二,设法之情有三”。“改易”是指在历法中引入岁差和改革闰周;“设法”则与“上元积年”的推算有关。

在历法中引入岁差的概念是祖冲之的一个重大举措。岁差是指由于日月和行星的吸引,地球自转轴产生进动,使得冬至点(春分点)缓慢西移的现象(每年 50.24 角秒)。

大明历的又一重大改革是修改了闰法。中国古代历来采用阴阳合历，即以回归年长度纪年，以朔望月长度纪月。但一年和一月的数都不是整数，而且一年的日数也不等于 12 个朔望月的总日数，需要设置闰月来调整。我国早在春秋中叶，就采用十九年七闰的置闰方法。但闰数仍然偏大。东晋时人赵歊在编制元始历时，提出 600 年中设置 221 个闰月的新闰法，但未被采纳。祖冲之汲取了赵歊的先进成果，经过反复测量，提出在 391 年中设置 144 个闰月的新闰法，这在当时是较精确的闰周。

大明历中还首次引入了交点月的数值，所谓交点月就是月亮沿白道（月亮绕地球运转的轨道）运行时，由一个黄白交点（即黄道与白道的交点）运行至下一个黄白交点所需要的时间，历中交点月数值为 27.21223 日，与现代理论值 27.21222 日相比只差十万分之一日。交点月的数值极为重要，因为只有当朔或望发生在交点附近时才有可能发生交食，若能较好地掌握交点月的规律，历法中就能准确地预报日、月食时刻。

大明六年（公元 462 年）祖冲之编写了《上大明历表》给刘宋孝武帝，奏请颁行新历。但大明历的颁行却横遭朝廷显贵、皇帝宠臣们的反对。祖冲之则用自己实测的冬至数据来证明不能再教条地

沿用元嘉历十九年七闰的闰周，而应当减闰才对。

祖冲之的《驳议》通篇阐明科学道理，是一篇科学战胜迷信的檄文。尽管如此，由于朝廷中真正懂得历法原理的人寥寥无几，且众人又惧怕皇帝宠臣戴法兴的权势而随声附和，大明历还是被打入冷宫，在祖冲之生前始终未能颁行。直到梁武帝天监九年（公元 510 年），祖冲之之子祖暅，反复奏明朝廷，才予以颁行，共施用了八十余年。

大衍历：大衍历为唐代著名天文学家一行（本名张遂）所撰。从开元十三年（公元 725 年）开始历时二年，新历草成，定名为大衍历。而就在这一年，一行不幸病逝。大衍历后经历官陈玄景等人整理成书，于开元十七年（公元 729 年）正式颁行全国。中国古代历法中有关日、月、五星各种运动周期的天文常数，计算日、月、五星运动的方法以及根据这些常数和推算出的一系列天体运动的表格，在大衍历中得到了阐述和体现。

大衍历首创了九服晷漏计算法，在历法中一行列出了阳城二十四节气正午日影长度和昼夜漏刻的长度的数值表（晷漏表），根据太阳视赤纬的变化与昼夜漏刻长度变化成正比的假设，进而推导出不同纬度地区晷漏长度的数值。

一行在大衍历中为解决太阳运动不均匀性的改正值以及食差值的计算问题，创造性地发明了

不等间距二次差内插法,进一步发展和完善了刘焯创造的等间距二次差内插法的计算公式,对中国古代数学史的发展作出了杰出的贡献。

还需要提及的是,一行为解决历法中九服晷漏和食差等计算问题,所发起的天文大地的测量工作的成果已远远超出了历法的范畴。

总之,大衍历的成就是多方面的,但它也存在着一些缺欠。一行本人对阴阳五行和易经象数学深信不疑,因此他在历法中用易辞中的数字大衍之数来附会天文数据,这必然会影响到天文数据的精度,使得整个历法弥漫上一层浓厚的神秘色彩。

十二气历和天历;十二气历是北宋时期科学家沈括在《梦溪笔谈》中提出来的。它最大的特点是采用了纯阳历。中国传统历法将春、夏、秋、冬四季,每季定为三个月,如遇闰月,则所含闰月之季为四个月。而天文学上又以立春、立夏、立秋、立冬四个节令,作为春、夏、秋、冬四季的开始。这两者间的矛盾一直难以统一。由于采用阴阳合历,需要用闰月来调整季节,使得节气与月份之间的关系不十分面定。针对这一问题,沈括主张废除阴阳历,采用完全按节气来制定历法的十二气历。

十二气历将一年分为十二气(而不是十二月)。一年又分四季,每季分孟、仲、季三个月,按照

节气来规定月份。以立春为孟春(正月)初一,惊蛰为仲春(二月)初一,其余依此类推。大月三十一天,小月三十天,一般大小月相间。一年最多发生一次“两小相并”即二个小月相连的情况,有二个小月相连的年定为三百六十五天;没有二个小月相连的年定为三百六十六天。由于月亮的圆缺变化与寒来暑往的季节无关,因此只在历书上注明“朔”、“望”作为参考。八百年后的太平天国历法和目前世界各国通用的公历都采用纯阳历,沈括的科学预言得到了证实。

天历:天历是太平天国革命运动的产物。在天历颁布之初,就十分明确地指出其指导思想是“便民耕种兴作”,以“农时为正”。天历于咸丰元年(公元1851年)颁行,至太平天国亡,共用了十四年。

天历规定每年为三百六十六日,分为十二个月。单月三十一日,双月三十日。大小月相间排列,不设闰月,不计朔望。节气居于每月的月首,中气居于月中。大月中气从每月的十七日开始,小月从十六日开始。

授时历:授时历是中国古代最为精良的一部历法,是中国古代天文学达到巅峰时期的一个重要标志。授时历由元代著名天文学家王恂、郭守敬等人编撰,于至元十八年(公元1281年)起颁行。明代颁行的《大统历》实际上就是授时历,只是改

变了历元和体例而已。因此授时历前后共施行了364年之久，是中国古代颁用时间最长的一部历法。

元初一直袭用金朝杨级的大明历。由于大明历行用多年，累积误差已经很大。公元1276年元世祖忽必烈诏令编制新历法，并令郭守敬等负责。

郭守敬先后研制了简仪、仰仪、圭表、景符等17种天文仪器，他们在南起南海（北纬 15° ），北至北海（北纬 65° ），南北长11000里，东西绵延6000余里的广阔地带，建立了27个观测站，分别测量该地的北极出地高度，冬夏至晷影长度和昼夜漏刻长度。按现代天文学理论计算，除个别有疑问的地点外，北极出地高度（即当地地理纬度）测量的平均误差只有 0.35° ，而郭守敬亲自负责观测的北京、河南登封等处的北极出地高度平均误差只有 0.23° ，足见其精度之高。

除了亲自研制天文仪器，从事实际观测获得第一手材料外，郭守敬等还仔细研究分析了自汉以来四十多家历法。历经三年半的时间，完成了这部划时代的新历法，忽必烈亲自命名为“授时历”。于至元十八年（公元1281年）颁布实行。

郭守敬还潜心整理编纂了《推步》七卷，《立成》二卷，《历议拟稿》三卷，《转神选择》二卷和《上中下三历注式》十二卷，共五编二十六卷有关授时

历的历法著作。郭守敬对天文历法工作的总结，内容包括有关历史源流的考证、天文仪器的制造以及恒星位置的测定等最新成果，是一批极为珍贵难得的史料。可惜其中大部分已经佚失。

授时历的成就是多方面的：

首先，授时历所采用的主要天文数据几乎都是历史上最先进的，其中一部分是根据实际观测而得，另一部分则为古代历法中的最精确者。回归年长度值取为 365.2425 日。郭守敬对这一数据进行考证和实测，用了三年半的时间。经过 198 次晷影测量，定出至元十四年到十七年的冬至时刻。这一回归年长度值与理论值仅差 26 秒，要经过 3320 年才差一日，与目前国际通用的格里高历完全相同，但却要比格里高历早 300 年。

授时历还彻底废除了繁复无用的上元积年。“上元”，是指历法的起算点，是太阳运动周期、月亮运动等若干天文周期的共同起点。“积年”，是指从这个“上元”日往下算到制历那年冬至的年数。

在授时历中，为计算太阳、月亮和五星运动不均匀性，创立了新的数学方法——三次差内插法和类似球面三角的公式——弧矢割圆法。这是对中国数学史的杰出贡献。

(四)少数民族历法

在中国历法编撰史上，一直以汉族的阴阳合历为主体。但在地域辽阔的少数民族聚居地，因宗教信仰和风俗习惯的不同，各个民族在长期的历史发展过程中，都创造了具有本民族特色的天文历法。例如：

回历：回历又称作回回历，相传是伊斯兰教祖穆罕默德于公元622年创制的。迄今仍然是全世界伊斯兰民族统一行用的历法。

在中国历法史上，回历曾占有一定的地位。元朝初年，忽必烈曾颁行过回回历，并设回回司天台；明代司天监中，专设回回历科；清初，钦天监中仍设回回历科。

回历，分太阴年（月分年）和太阳年（宫分年）两种年法。“太阴年”主要供历史纪年和宗教祭祀之用；“太阳年”则主要用来表示耕种收获的日程。

太阴年以月亮圆缺一次纪月，并以新月的那天作为月首，常常要比朔日迟一至二天。也就是说，“朔”、“望”并不在“初一”和“十五”，要想准确地知道月相，需要查找历书记载的具体日期。每月的月份为大小月相间。每逢单月为大月，三十天；

双月为小月，二十九天。平年十二个月，计三百五十四日，闰年在十二月末增加一日，为三百五十五日。每三十年中置闰十一次。平均历年长度为 354 天 8 小时 48 分 33.6 秒，累计 30864 个太阴月（朔望月）才相差一日，置闰精度极高。

伊斯兰的两个重大节日，开斋节和宰牲节，定于太阳年中的十月初一和十二月初一。

回历太阳年的平均历年长度为 365.24218 日。平年为 365 日，闰年为 366 日，每 128 年中置闰 31 次。这种置闰方法要比儒略历和目前行用的格里高历还要精确。

藏历：藏历与汉族农历有很长的历史渊源。公元七世纪初，松赞干布统一了藏族各个部落，在拉萨建立了奴隶制，创造了统一的文字和度量衡，同时也加强了同唐王朝的交往。随着唐文成公主和金城公主的相继进藏，中原地区的汉族历法也随之流入藏族地区，使得藏历逐渐发展和完善起来。藏历至今仍在沿用。

藏历的纪元为公元 1027 年。在古代西藏将一年分为四季，一季分为大、中、小三个月。公元 7 世纪以后，则仿照汉族历法，采用数序纪月，如一月，二月，三月等等。公元 11 世纪后，由于受到印度历法的影响又采用望夜月球所在二十八宿作为月名表示。

藏历是以汉族农历为基本模式的。因此它亦采用干支纪年法,只不过变换了形式而已。藏历以“阴阳”与“木、火、土、金、水”五行相配,来代替十个天干,以十二生肖代替十二地支。

藏历采用的阴阳合历,以太阳年纪年,朔望月纪月。每年分为十二个月,大月三十天,小月二十九天,以寅月(正月)为岁首。其置闰方法为平均三十二个半月置闰一次,因此在月序上与汉族农历常有一月之差。

藏历重视“定望”,而不重视“定朔”,要求“十五”这一天月面一定是圆圆的满月(望日),而朔日却不一定在每月的初一,因此在每月的日序上有时也与农历相差一日。

傣历:傣历以公元638年3月22日为历元(汉历唐贞观十二年戊戌闰二月二日辛巳),称为傣历的零年。

傣历的岁首(元旦)为著名的泼水节。这是傣族人民一年中最为隆重盛大的传统节日,时间要延续三至四天。泼水节的第一天为除夕,最后一天为“日子之王到来之日”,中间一天或两天为空日。空日不归属于那一年,实际上还是归属于旧年。因此确切地说傣历的新年,是泼水节的最后一天。

傣历的岁首(元旦)不像汉历那样固定在正月初一日,而是徘徊于傣历的六月六日至七月六日

之间。上一年的岁首与下一年都不一样。但为了历表的整齐、简明,在傣历表中规定,不管岁首是在六月还是在七月,一律将六月排在第一格,其顺序依次为六月、七月、八月、九月(闰九月)、十月、十一月、十二月、一月(正月)、二月、三月、四月、五月。平年十二个月,闰年十三个月,岁首的具体日期只在表格下面注明而已。这样一来,傣历的正月相当于农历的十月,傣历的六月相当于农历的三月。

现在傣族的泼水节,已不在春分日这一天,而是在清明过后十天,即4月15日左右了。这主要是由于傣历所定年长度要比回归年长度多出0.01655日。从建元之初公元638年3月22日到现在大约过了一千三百多年,这个“累积差数”使得傣历的岁首(元旦)在节气中推迟了二十多天。

傣历中也以干支纪年和纪日,即以十天干(甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸)与十二地支(子、丑、寅、卯、辰、巳、午、未、申、酉、戌、亥)相互搭配的六十个数字,形成一个循环周期。

根据傣族人聚居地多在南方亚热带地区,气候热而多雨的特点,傣历将一年分为冷、热、雨三季。

彝历:在广大的彝族地区,大都采用以汉族农历为模式的阴阳合历。但它又与农历略有差别,比

如彝族的阴阳历中纪年、纪月、纪日、纪时都以十二生肖作为循环周期,且又都以鼠字当先,有民谚称:“年以鼠年首,月以鼠月首,日以鼠日首,时以鼠时首。”

1949年以前,彝族曾使用过十月太阳历。每年分为十个月,每月分为36天整。不分大月小月,一年共计360天,剩下的五至六天不算在十个月份之内,称为“过年日”,安排在年尾。过完这几天后,新的一年就开始了。

作为彝族一个分支的傣傣族,亦曾有过类似的十月历。每个月都有专门的名称,即过年月(约为公历一月)、盖房月(二月)、花开月(三月)、鸟叫月(四月)、烧山月(五月)、饥饿月(六月)、采集月(七、八月)、收获月(九、十月)、酒醉月(十一月)、狩猎月(十二月)等。

彝历中还有两个重要的传统节日,火把节和星回节。前者定于六月二十四日(或六月二十五日),后者定于十二月十六日。这两个节日都是彝族的新年。若将农历十二月十六日往后推五个阳历月(每月36天),加上五天过年日,共计一百八十五天,便正好是六月二十四日火把节;若遇阳历闰年则把五天过年日改为六天,六月二十五日过火把节。因此,火把节和星回节之间有着密切的内在联系,是与彝族十月太阳历相互对应的。

四 灵台仪象话沧桑

(一) 灵台综述

自古以来,天象观测就是天文学发展中不可缺少的重要组成部分。要进行天象观测,就需要一定的观测场所,这个场所的现代化名字称为天文台。例如我国现有五大天文台——北京天文台、上海天文台、南京紫金山天文台、云南天文台和陕西天文台。在中国古代,观测场所被称为灵台、清台、天台、云台、候台、观星台、瞻星台、司天台和观象台等,在中国数千年天文学发展的历史长河中,历

代天文台曾为中国古代天文学的发展作出过卓越的贡献。然而，随着更朝换代，岁月流逝，加之战争迭起，风化摧残，存留至今的天文台已是寥寥无几了。

古代天文台选址也是有一定要求的。它首先保证能清楚地观测到地平以上的整个星空，而不受地面房屋、树木以及灯光等方面的妨碍和干扰。最古的天文台一般都建在旷野里，建筑十分简单，只是修出一个高出周围房屋建筑的土台。

相传西周建都镐京（今陕西省宝鸡市附近），地处偏远，交通不便。周公想迁都到中原（今河南登封县告成），因此地交通发达，物产丰富，文化昌荣。为了迁都，周公亲自去过告成，主持过一次日影测量。测影当然要建台立表。据史书考证，周公测景台在唐代尚有遗址可寻，后魏时有“周公以土圭测日景处”的记载。周公测景台毁于何时已无从考证。唐开元十一年（公元723年），南宫说在周公测景的遗址上，立石表以纪念周公测景这一史实。石表高196.5厘米，石表上雕刻着“周公测景台”五个字。这是目前已知的一座最早的古天文台。

在奴隶社会里，为了表明最高统治阶级是“受命于天”来统治人间，天文台只建在中央都城，诸侯不得设灵台观天。到了春秋时代，天子权力渐弱，各诸侯才可建台。诸侯设立的天文台，称为观

台。早期的天文台只有土圭等极为简单的天文仪器，主要是观天象和做祭祀。

汉代以后，天文台的规模愈建愈大，台上仪器设备逐渐增多，有的朝代同时在不同地点修建几座天文台。目前，我国发现最早的大天文台遗址是东汉灵台遗址。这是世界上最古老的天文台遗址之一。

东汉把首都从长安迁到洛阳，汉光武中元元年（公元 56 年），在洛阳南部（今河南偃师）建筑了一座规模宏大的天文台，这就是东汉灵台。该台占地约 40000 平方米，东西各有围墙，其中心是一座方形的高台，台高约 20 米，台基宽约 50 米，全部用夯土筑成。台的四周有上下平台两层，平台间有坡道，两层平台内共筑屋 10 余间。据史料记载，灵台顶部为观测场所，下面房屋为办公室。灵台隶属太史令管辖，台内最高领导名为“灵台丞”，主持全台工作。下设十四人候星，二人候日，三人候晷影，七人候钟律，三人候风，十二人候气。另外还设一人叫做“舍人”，掌管行政后勤工作。从上述中可略见汉代洛阳灵台当时繁荣昌盛的景象。东汉天文台，从建立一直沿用到西晋，达 250 年之久，为我国汉代天文学的发展作出过杰出的贡献。

东汉著名天文学家张衡曾在该台工作过，并两次担任太史令，直接领导灵台的天文观测工作。

他亲自动手设计制造了浑象和候风地动仪等优良的科学仪器，用于灵台的天文观测，并写出《灵宪》等天文著作，流芳后世。中国社会科学院考古研究所洛阳工作队，挖掘考证了灵台遗址。挖掘时，灵台遗址只留下一个高出地面 8 米有余的大土堆，外形已面目全非，东、西、南三面回廊全部毁坏，未留任何痕迹，只有北回廊还保存着。

东汉以后，各割据政权都建立过天文台。前赵在长安，北魏在大同，刘宋在建康（今南京）均修造了天文台，可是没有一台为后人留下遗址。

唐代是中国历史上的昌盛时期，不但在首都建立了天文台，而且在皇宫内也设立了宫内天文台。唐代天文台称为“仰观台”或“司天台”。白居易写道，“仰观俯察天人际，安知台高百尺为”，可见唐代天文台规模之大。据历史记载，唐代建立天文台为数不少，盛唐时期，单是国都一处就造台三四座。但唐代天文台全部毁掉。

宋元两代是我国天文学发展的高峰时期，尤其是北宋，在汴京（今河南开封）先后建立了四座天文台，主要是司天监的岳台和禁城内翰林天文院的候台。还有一个浑仪漏刻测验所和称作合台的天文台。可惜这些天文台现今毫无遗址可寻。

元代建立了历史上最著名的元司天台，规模之大，人才之众，观测仪器之多，成果之辉煌，是历

代天文台无法比拟的。这个天文台也是元王朝的天文管理机构太史院的办公地址。

元灭金、西夏和南宋以后，元世祖忽必烈统一中国，定都北京。至元十六年（公元1279年），在都城的“东墉下”（今建国门附近）建立了元大都司天台。台体工程由段贞和尼泊尔建筑家阿尼哥负责，大批天文仪器是由元代著名天文学家郭守敬主持研制的。

元末明初，战争频繁，再加上城市变迁，元司天台早已荡然无存。依据考古挖掘和杨桓所作的《太史院铭》，可以复原出这座古代宏伟建筑。

元司天台周围有院墙，长约123米，宽约92米，长方形的大院中央便是七丈高的司天台。在台基上有三层建筑。下层是太史院天文研究和管理机构的办公用房。太史院下设三个局：推算局、测验局和漏刻局，共有工作人员70人。中层按离、巽、坤、震、兑、坎、乾、艮分成八个房间，分别供列日、月、五星神位和奉祀太岁神位，摆设仪器等。台的周围还有附属建筑群。

元代除在大都建司天台外，至元四年（公元1267年），又在上都（今内蒙古自治区正蓝旗）修建了一座回回司天台，也称为北司天台。台长（古称“提点”）是西域的天文学家扎马鲁丁。台上安装了多种阿拉伯式的天文仪器。仪器的名字也很怪

异,《元史·天文志》中称它们为西域仪象。回回天文台每年由西域天文学家用这些阿拉伯式天文仪器进行天文观测,并每年定期编制回回历书,供中国信奉伊斯兰教的兄弟民族使用。

元代伟大的天文学家郭守敬为制定“授时历”,亲自主持了全国规模的天文大地测量。全国设置了 27 个天文观测点,其中之一是河南登封阳城(今告成镇)观测点。在此观测处筑造了一座永久性的观测台,称为登封观星台。

明初定都南京,在南京设立司天监和回回司天监,后把司天监又改称为钦天监。明政府把元大都天文台的简仪、仰仪等都运到南京,在南京鸡鸣山上建立了观象台。明永乐十九年(公元 1421 年),迁都北京,南京钦天监机构仍然保留,鸡鸣山上的天文观测继续进行。永乐二十二年,在紫微城内建立了宫廷观星台,但未有大型观天仪器。明正统七年(公元 1442 年),倚元大都城墙建造了大型观象台,这就是当今仍然矗立在北京建国门的闻名于世的北京古观象台。

(二)北京古观象台纵横

世界瞩目的北京古观象台,是世界古天文台

遗址中一颗璀璨的明珠。它以历史悠久,仪器配套,建筑完整和明清之际东西方文化交流中的特殊地位而闻名于世。台上陈列着气势磅礴、精美雄浑的八架古天文仪器,台下是幽雅古朴、景致迷人的附属建筑群,这里曾是明清两代的皇家天文台,现在是国家级重点文物保护单位。时至今日,作为历史的遗珍,世界上许多著名的天文学家,甚至还有一些国家和地区的国家元首、政府首脑慕名来台参观,一睹这座凝聚着中华五千年文明的天文宫阙。

北京古观象台建于明正统七年(公元1442年),距今已有500多年的历史。它比世界天文中心英国格林尼治皇家天文台还早200多年。北京古观象台的前身是齐化门(现朝阳门附近)的城墙。明灭元,先定都南京,宋元两代的天文仪器全部南迁。明永乐年间又迁都北京,但天文仪器留在南京鸡鸣山北极阁观星台。明王朝刚迁都北京,忙于朝政事务,还来不及建立天文台,而是先设立“行在钦天监”(随从皇帝的临时性天文机构)。到了明正统七年(公元1442年),利用元大都齐化门的城墙旧址,建成明皇家天文台,当时称为观星台。底南北长24.7米,东西宽17.6米,台高约14米。台面18米见方。明嘉靖年间,曾对台体进行过一次大修,据说是中国北方强烈地震造成的破

坏。

清代,观星台改称为观象台。

辛亥革命后,北洋政府接管了观象台,主要作天文气象、地磁工作。1933年,改为国立天文陈列馆,主要做气象工作。至此,北京古观象台结束了历时500多年连续天文观测的历史。新中国成立后,在党中央和国务院的关怀下,于1956年5月1日,以“北京古代天文仪器陈列馆”的名义对外开放,供国内外学者旅游参观。

明正统年间建台时,台上只有浑仪、简仪和浑象,台下有圭表和漏壶。清康熙八年至十二年(公元1669--1673年),采用当时欧洲各国通用的天文学度量制和仪器结构,由比利时天文学家南怀仁设计、监造六架新仪。康熙五十二年(公元1713年)台上又增设了一架地平经纬仪,解决了测一个天体的地平坐标需要两架仪器的不便。乾隆九年(公元1744年),开始设计制造玑衡抚辰仪,工期长达十年,是清代观象台上安装的第八件仪器,也是历史上我国最后的一架大型铜铸天文仪器。

清光绪二十六年(公元1900年),八国联军入侵北京。德法侵略者占领了古观象台。并瓜分了仪器,法国将仪器藏在大使馆内,后迫于世界舆论,法将所抢劫的五架古仪于1902年归还中国。

而德国抢走的仪器，直到第一次世界大战结束，才根据凡尔赛和约第 131 条款，归还北京。

抗战前夕，为了保护这批珍贵文物，我国天文工作者于 1932 年将浑仪、简仪、小地平经纬仪、折半天体仪等七件天文仪器迁往南京，现仍陈列在南京紫金山天文台。清制八架古仪没有南迁。

（三）从圭表到登封观星台

古人早就发现，太阳的影子有规律地变化，冬日影长，夏日影短，寒暑交替，周而复始。在漫长的岁月里，这种自然现象启迪了我们的祖先，在地而上立起一根竿了，细心观察它的影长方位和长短的变化，能够知道一天时间的变化和一年四季的变化。这算是最古老最简单的天文仪器诞生了。这根竿子后来演变为两种古仪，一种叫日晷，另一种叫圭表。古书中出现的竿、桀、臬、髀、棊等等，都是“表”的不同名称，只是它们采用了不同的材料：或竹、或木、或石、或铜。表的作用是产生影长。

表影长短的度量需要一种工具，这就是土圭。《考工记·玉人之事》中记载：“土圭。尺有五寸。以致日，以土地。”“土”就是“度”，“土地”就是“度地”，“致日”就是测量日中时，表影的长度。这段记

载,说明古代是用土圭度量正午影长。土圭是石制或玉制的一种古尺子,长度为周尺一尺五寸。早期,古人立竿为表,用土圭测量影长。经过长期的演变,土圭由刻着尺寸的平板取代。为使用方便,人们把表与平板安装在一起,被称为圭表。

圭表的主要作用是通过测量正午时的表影长度来定节气和回归年长度等天文数据。通过圭表的测量,我们的祖先很早就认识到,一年中正午表影最短的那日为夏至日,最长的那日为冬至日。甲骨文中对“日至”的记载,距今已有数千年的历史。利用圭表测影定出的回归年长度为 365.25 日,这是中国古代制历中十分重要的天文数据。公元前五世纪前后诞生的四分历,使用的回归年数据就是 365.25 日,可见圭表在中国天文学发展史上起着何等重要的作用。

古代的圭表,多是高 8 尺(1 尺相当于 24.525 厘米)。有人认为,也许是取自古代人的身高值。因为人站在地上就相当于一个表立于地面,时常看看人影的长度,也会知道日影长度在发生变化。北京古观象台内的圭表,石座上平卧着铜圭,长一丈六尺二寸,宽二尺七寸;周围设有水渠,以校水平。南端立铜表八尺。历史上也曾出现过九尺表和十尺表。八尺圭表由于表低,所得表影短,日影测量误差较大。为了改进测影精度,元代天文学家郭守

敬大胆地把表高增到四丈，高于旧表五倍，误差大大降低。但是四丈高表投射到圭面上的表影模糊。为了进一步提高观测精度，郭守敬又发明了另一种附属仪器——景符。它利用小孔成像原理测量日影，大大提高了测影精度。利用高表和景符测出的冬至前后数日的对称日影长度值，可以推算出冬至时刻。郭守敬当年测定的一回归年长度为365.2425日，与现在以精密天文仪器测出的365.2422日，仅差0.0003日。其精度之高，令人叹为观止。古代圭表测影及其计算方法，至今仍有一定的实用价值。

郭守敬为了研制“授时历”，提倡“历之本在于测验，而测验之器莫先仪表”，他在三年间创制出十多种新式天文仪器。在河南还建筑了一座登封观星台，郭守敬十分巧妙地把四丈高表移植到这里。

登封观星台是现存的最古老的天文台之一，创建于元代，距今已有700多年的历史，现为国家级重点文物保护单位。

这座外貌怪异的高台实际上就是直立于地面的高表。台体正中北部有一上下直通的凹槽，凹槽南壁上下垂直，上方两小屋正对的两个窗口下沿，放置横梁，从横梁到圭面的垂直高度正好四丈，恰是四丈铜表的高度。直壁向北的地面上平铺着石

圭，像一座长长的大堤。

登封观星台已经历了 700 多年的风风雨雨。解放后，党和政府又修缮了观星台。现在它不仅是参观旅游胜地，而且还是研究祖国天文学史的重要实物。

明代天文学家邢云路还建造过木质六丈高表，是我国历史上最高的圭表。邢云路的六丈表测影精度更高，推算出回归年长度为 365.242190 天，与现代回归年采用值只差 5 秒。

(四) 晷影漏刻定时间

日晷，在中国古代，是利用日影的方向变化，来预报时间的一种古老的“钟表”。太阳每天从东方升起，从西方降落，周而复始，经久不变。人们逐渐发现，观察物体影子的方向，可以估算出每天不同段的时间，这就是日晷计时的基本原理。

日晷主要是由晷面和晷针组成。刻有计时线的石盘，称为晷面，晷针是立于盘中央的那根铁针。日晷按晷面放置的位置不同，可分为不同类型的日晷，最主要的是赤道式日晷和地平式日晷。

地平式日晷，晷面水平放置，晷针呈倾斜状，指向北天极，晷针与晷面之间的夹角为当地的地

理纬度。

1897年在今内蒙古自治区的托克托城出土一块晷面为方板式的日晷，现保存于中国历史博物馆内。1932年在洛阳金村南的古墓里又出土了一块同样的日晷，现藏于加拿大安大略皇家博物馆。这两架日晷产生秦汉时期，形制类同，晷面均呈方形，奇怪的是上面刻线呈均匀分布，其中心有一个圆孔，可立晷针。出土时没有发现晷针，估计当时可能采用易于朽蚀的材料制成。这两架日晷可能是最早的地平式日晷。以后地平式日晷逐渐演进到晷面时间刻线呈不均匀分布。

中国传统式日晷是赤道式日晷。石盘放置在赤道平面上，两面都有刻度，上面均匀刻着十二时辰，即我国古代用子、丑、寅、卯……十二地支的名称。

盘上端晷针指向北天极方向，下端晷针指向南天极方向。在正午时，晷针的影子正好落在正北方向上，这就是正午当地真太阳时十二时正。每年春分以后，看盘上面的日影，秋分以后看盘下面的日影，来读出当地真太阳时间。

赤道式日晷比地平式日晷优越得多，后来还流传到国外。我国古代赤道式日晷多安放于宫殿、庙宇乃至园林公园之中，有些日晷一直保存至今。

北京古观象台晷影堂前，矗立着一座古代巨

型日晷。高高的基座上面斜立着一个圆形石盘，盘上有均匀刻度，盘中心竖着一根铁针。

除日晷外，中国古代还创制了星晷和月晷，它们是夜间观测恒星和月亮以决定时间的。

日晷、星晷和月晷计时需要晴朗天气。如果遇到连绵的阴雨天，古人又是如何计量时间呢？这就得借助于古代另一种计时仪器——漏刻。

漏，指的是漏壶；刻，指的是刻箭。漏刻也叫铜壶滴漏和水钟。漏刻计时不受阴天下雨的限制，能随时预告时间。但漏壶不是一种可以完全独立计时的仪器，它需要使用其他天文测时仪器，对太阳或其它天体进行观测，来校正漏壶。史书上有关于用日晷测定正午时刻，来校正漏壶的记载。也可以说，漏壶实际上是早期的守时仪器。

根据史料记载和考古发现，最早使用的漏刻为单壶式泄水型漏壶，漏壶就是一只带提梁的壶。在壶接近底部的边沿钻一小孔；壶中放一只箭杆，箭杆上有刻度，看水下降到的刻度，就可以读出即刻的时间。这种叫淹箭漏。由于水对箭杆的附着力，要准确读出水淹到哪一刻度是十分困难的。后又发明了沉箭漏，把箭杆安装在浮于水面上的木托上，随着漏壶中水的流出，箭杆不断下沉，使箭杆上的刻度标志依次隐入壶内。观看箭杆与漏壶上沿相平处的时刻标志，便可知当时的时刻。沉箭

漏与淹箭漏的箭杆上的时刻标志分布正好相反。还有一种漏壶叫浮箭漏。漏壶装满水，水从这只漏壶中漏出，将漏出的水收集在一只容器里。漏水越积越多，安有木托的箭杆慢慢浮起，也是以刻度计时。只是与沉箭漏的箭杆上的刻度正好相反。

提高漏刻的计时精度，就要解决漏水的均匀性，漏水的均匀必须保持漏壶里的水位恒定，以使水压不变。为解决这一问题，人们创造了二级漏壶，即在漏壶之上再加一把漏壶，随时补充漏出的水量。晋代又发明了三级漏壶，唐代发明了四级漏壶。现北京故宫博物院保存着清乾隆年间的三级漏壶。

在漏壶的沿革中，除加置漏壶外，一项重要的改进是发明平水壶。平水壶，就是使水位保持恒定的壶。北京故宫博物院交泰殿里保存着的那座清代漏壶，只要正午依据日影来校准一下，连续使用时，每天的时刻误差只不过几分钟。

在中国古代，除漏壶外，在民间还流传着一些简单实用的计时工具，其中使用较多的是“孟漏”和“更香”。

清代《古今图书集成》第九十卷《无名氏漏刻经》中，较详细地介绍了孟漏的原理、构造及其使用方法。孟漏是由大小两只不同的铜孟组成，小孟可以装入大孟之中。使用时，大孟里装满水，小孟

则放在大盂的水面上。小盂的底部有个小孔，由于小盂本身的重量作用，水从小孔涌入盂内，使小盂逐渐下沉，盂内的水位逐渐升高，直至小盂沉没水下为止。如果小盂的大小重量适中，正好一个时辰沉浮一次，这样就可以粗略地知道时间。盂漏的产生可以追溯到晋代。

“更香”。“更”为“换”之意，“香”就是香料做成的棍状物，像当今人们生活中使用的卫生香。“更香”是利用香在稳定空气中的燃烧来计量时间的一种民间计时工具。为了使更香有更大的实用价值，古人常把香制造得很长，并把它盘成各种形状，有的香甚至可以连续燃烧数天。如果主人在某时某刻有要事需要提醒，在香的相应位置上，挂一个小金属球，香烧到此处，小球便掉到下面的金属盘中，发出“叮当”的响声。这实际上具有现代闹钟的作用。

与中国古代天文仪器有联系的还有古机械计时仪器——苏颂水运仪象台中的报时装置。英国著名科学家李约瑟认为，水运仪象台报时装置中的擒纵器，“可能是欧洲中世纪天文钟的直接祖先”。

水运仪象台由北宋著名天文学家苏颂等人主持制造。整台仪器高约12米、宽约7米，是一座上狭下宽的呈四方台形的木结构建筑。整台仪器以

流水作动力,仪器各部分均匀运转,浑仪、浑象和报时系统各自完成各自的任务。报时是由 254 个神态不一、栩栩如生的古装小人承担报时职能。他们或敲钟、或击鼓、或摇铃、或示牌,有条不紊地工作着。

古代采用的计时制与现今不同。古代把一昼夜平分为十二时辰,共计九十六刻。一辰等于现在二小时,即为八刻,每辰又分时初与时正,各占一小时。晚间还有五更的说法,一更为 19 时至 21 时,二更为 21 时至 23 时……依次类推,五更就是第二天凌晨 3 时至 5 时。另外还规定日出前二刻半为“旦”,日入后二刻半为“昏”。

(五)中国古代文明的象征——浑仪

浑仪是中国古代创制的典型的大型天文观天仪器,居古代天文仪器之首,是中国古代文明的象征。它驰名全世界。

北京古观象台上,陈列着八架清代大型观天仪器,气势磅礴,造型精美。在台东北角部位上屹立着历史上最后一架大型浑仪——玑衡抚辰仪。乾隆皇帝登台视察时,认为观天仪器唯有浑仪最古最具中华民族之特色。钦天监遵旨,重新制造新

浑仪。新浑仪完成后,依据《尚书·尧典》“璇玑玉衡以齐七政”之意,取名为玑衡抚辰仪。这架仪器结构坚固,设计奇巧,铸造精细,实属罕见的艺术珍品。为铸该仪,耗铜约14吨,工期长达10年之久。制成后安放于观象台上。

在古观象台的东南角部位立着一架赤道经纬仪,造于清康熙十二年(公元1673年),也是一架大型赤道式装置的浑仪。在西南角部位立着一架黄道经纬仪,完成年代与赤道经纬仪一样,是一架黄道式装置的浑仪,这是西方天文学在清代传入中国的产物。由于坐标系统与中国不同,从未用它进行过天文观测。现存的最古老的一架浑仪是陈列于南京紫金山天文台的明制仿宋浑仪。浑仪结构是典型的赤道式装置,观测方便易行,目前世界各国天文台现代天文望远镜,基本上都采用这种装置。

浑仪创于何时,已无法考证。根据目前存留的各种天文史料推断,最迟在战国时期就应当有类似于浑仪这样的天文仪器出现,距今约2400年。西汉末年,杨雄在《法言·重黎》一文中曰:“或问浑天。曰:落下闳营,鲜于妄人度之……”文中说的是,落下闳制造一架浑仪,鲜于妄人用它进行天文观测。

东汉中期,傅安和贾逵于永元十五年(公元

103年)制造出名为“太史黄道铜仪”的浑仪;东晋时期,前赵史官丞南阳孔挺于前赵光初六年(公元323年)又造一架浑天铜仪;这是至今为止有史书记载浑仪详细结构的最早一架浑仪。到后魏永兴四年(公元412年),太史丞斛造出一架浑仪,名为“太史侯部铁仪”。仪是铁质的,其结构与孔挺浑仪无异。这架仪器一直沿用了200多年。唐朝初年,天文学家李淳风于贞观七年(公元633年)再次制出新浑仪。

唐玄宗开元九年(公元721年),著名天文学家一行受诏制新历,与梁令瓚共同研制出又一架浑仪,名为黄道游仪。一行用黄道游仪做了大量的观测工作,为编纂大衍历,提供了可靠的天文数据。

宋代造浑仪为历代王朝之冠。从宋太平兴国四年至元祐七年,不到百年之内,共造五架巨型浑仪。宋至道元年(公元995年),韩显符又造至道铜候仪;皇祐三年(公元1051年),舒易简等人制造了皇祐新浑仪;熙宁三年(公元1070年),著名科学家沈括铸造了熙宁浑仪。

元代郭守敬完成了浑仪的革命,创造性地研制出世界闻名的简仪。

简仪是浑仪最终革新的产物。英国科学家约翰逊认为:“无论是亚历山大里亚城或马拉加天文

台,都没有一件仪器能像郭守敬的简仪那样完善、有效而简单。”的确,简仪的出现代表了当时世界天文观测仪器方面的最高水平。比第谷创造的仪器早300多年,因而西方传教士汤若望曾称郭守敬为“中国的第谷”。郭守敬创制的简仪已佚失,现存于南京紫金山天文台的一台简仪是明代的仿制品。

简仪的结构,摒弃了浑仪测量天体三种不同坐标系统的圆环聚集在一起的做法,而是把它们分别安装成两个相互独立的体系——赤道装置和地平装置。

简仪上的刻度最小分划到 $1/36$ 度,比唐宋浑仪的刻度精密得多。简仪通高约2.5米,长约4.4米,宽2.9米,雄伟壮观,工艺极其精美,是中国极其珍贵的国家级文物。

五 古人谈天说地

(一)天地分形的盖天说

人居天地之间。天有多高？地有多厚？古人对此涌起过种种遐想，魏晋时期已形成了以盖天、浑天、宣夜三家为主的宇宙结构学说。

盖天说是中国最早的一种宇宙学说，大概起源于殷末周初。它形象地把天看作是一个大盖子。盖子是圆形的，笼罩着苍茫的四野。“敕勒川，阴山下。天似穹庐，笼盖四野”，这首南北朝时期的民歌，形象地唱出了古人对天地的直观认识。

公元前 1 世纪的《周髀算经》一书，对天圆地方说作了如下的描绘：天是一个巨大的半球形圆盖，笼罩在长为 81 万华里的方形大地上。天顶距离地面的高度是 8 万华里。天以北极为中心而旋转，大地则是静止不动的。日月星辰都附着在天盖上，随着天盖的运转而自东向西运行。

古人为什么言天距离地的高度是 8 万华里？这个数据是凭空臆想出的？还是确有观测根据？周髀家主要的观测手段是勾股测量法，也就是古人立表测影的方法。“髀者表也，此数望之自周，故曰周髀。”意思是说在周王城（洛阳）立一根测量日影的竿，来测量附着于天盖之上的太阳的高度。现在河南登封县告成镇还存有一唐代南宫说所立的表高八尺的纪念石表，表南面刻有“周公测景台”五字。

周髀测量日高的基本方法是：“周髀长八尺，夏至之日，晷一尺六寸。髀者股也，正晷者勾也，正南千里，勾一尺五寸；正北千里，勾一尺七寸。”“从髀至日下万六千里而髀无影，从此以上至日则八万里。”意思是在周王城立一高八尺的表，测量出夏至日正午立表的影长为一尺六寸。“晷”即髀的日中时的影子，以之为勾，以立表为股，这就是古人的勾股测量法。《周髀算经》中的日高 8 万里的数据确是古人通过实测得出的结果。固盖天说认

为日、月、星辰都附于天盖上，所以日地距离，就是天地间的距离。

随着人类对天地认识的不断深入，古人开始对天圆地方说产生了疑问。《大戴礼记·天圆篇》中说：“单居离问曾子曰：‘天圆而地方，诚有之乎？’曾子曰：‘如天圆而地方，则四角之不揜也。’”曾子认为如果天是圆的，地是方的，天与地在四角处就不能吻合了。之后古人对天圆地方说进行了修改。说天像一把大伞，高高地悬在大地的上空，有八根大柱子支撑着，并用绳子缚住。天地的结构像一圆拱形的八柱亭子。到了战国时代，伟大的爱国诗人屈原在《天问》中对此提出了疑难：“斡维焉系？天极焉加？八柱何当？东南何亏？”

随后在《周髀算经》下卷中，盖天说又作了进一步的发展，将平面大地改为拱形的大地。说天像一顶头戴的圆形斗笠，地像一倒扣的圆盘。天以北极为最高点，地以极下为最高点，互相对应。天与地相离而又相互平行。此在天文学中被称为第二次盖天说。

随着历史的发展，人们对盖天说的天地结构理论提出了许多疑问。例如据《周髀算经》记载，外衡周长 142.8 万华里，内衡周长 71.4 万华里。外衡的周长是内衡周长的 2 倍，因此冬至日太阳沿外衡轨道运行的速度应是夏至日太阳运行速度的

2倍,这是难以自圆其说的。另外,盖天说认为太阳绕着天中北极旋转,既没有上升也没有下落,日出、日落只是由于太阳进入和离开可观测范围时所显示出的现象。对此,晋代葛洪提出了疑问:既然太阳绕到北极之北就看不见了,那为什么恒星绕到北极以北还能看得见呢?

问题的提出,迫使古人去探索和发现更能有效地解释天体运行规律的宇宙学说。于是浑天说在汉代逐渐取代了盖天说。

(二)地在天内的浑天说

浑天说也是一种起源很早的有关天地结构的宇宙学说。早在战国时代,中国古代哲学家慎到在《慎子》一书中就说:“天体如弹丸,其势斜倚”,认为天是一个整球形,不同于盖天说的天如半球形的圆盖。地在天中,天球的一半在地上,一半在地下,日月星辰都处在天球上,可以随着天球的旋转而上升下落。

汉末的落下闳创立了浑天说,并制造了浑仪。鲜于妄人用浑仪对天体进行了测量工作。任职中丞的耿寿昌制造了可以模拟天象运行的浑象,即最早的天球仪。杨雄认为浑天理论非常精密,完全

能与天象运动相吻合。

时至东汉，浑天说在著名天文学家张衡手中形成了一套完整的理论体系。张衡在《浑天仪图注》和《灵宪》中系统明确地论述了浑天说理论。这两篇文章流传至今已成为论述浑天说理论的经典著作。《浑天仪图注》是张衡为他制造的浑象写的说明书。浑天仪与浑象为同一天文仪器。它们与浑仪不同，浑仪用于观测，浑象用以演示。

张衡形象地用鸡蛋的结构来比喻天地的关系。说天如浑圆之球，不停地运转，地在其中，天动而地静。

浑天说比盖天说进步之处，在于其所想象的天球结构，几乎与现代球面天文学中的天球完全一样。只是现在我们已经沿用了西方的 360° 划分圆周的度制，与传统的 $365\frac{1}{4}$ 的周天划分不同。

浑天说利用天球的旋转来解释一年中昼夜的长短和太阳出入方向的变化。赤道而垂直于南北极轴，居于两极中间，黄道是太阳周年视运动的运行轨道。黄赤道的交点即春秋分点。古制二十四度合今度 $23^\circ 39'$ 。依现代天文学方法上推至张衡制作浑天仪的年代(约公元117年)黄赤交角为 $23^\circ 40' 50''$ ，可见张衡用数之精确。

浑天说证实，太阳在夏至的周日运行轨道(夏至日道)平行赤道面北 24 度，故日出东北，日没西

北,昼长夜短;冬至日道在赤道南 24 度,故日出东南,日没西南,昼短夜长;春秋分时,太阳的周日运行轨道正在赤道上,昼夜平分,日出正东,日没正西。人们对盖天说提出的问题,在浑天说中得到了正确的解答。

在《灵宪》一文中张衡已经认识到,月食的原因是因为月球进入了地影之中。但他并没有从月食的弧形阴影想到地是球形的。元朝和阿拉伯在天文学领域进行了广泛的交流,西域天文学家扎马鲁丁制做了一架七分水面三分陆地的地球仪,并标有网状的经纬线,这是地球仪首次进入中国。但到了明清时期还有人对此提出激烈的反对,说如果地是圆的,那么站在下半球的人不是会掉下去吗?

在《灵宪》中张衡对“平以静”的地体做了进一步的说明。他认为天地是一偏心率极小的椭球体。地是一个上平下圆的半球体,地之深同天之高相等。

日月星辰随着天球旋转,但当它们运行到地平以下时,又是如何从水中通过的呢?宋朝张载在《正蒙·参两篇》中说“地在气中”。他将“载水而浮”的地,改为浮在气中,认识又向前推进了一步。张衡的浑天说已认识到“宇之表无极,宙之端无穷”,天地之外还有天地,宇宙在时空中都是无限

的。已知的天地和天球之外的未知的天地，组成了一个无穷无极的宇宙。这个认识已相当于现代科学的认识，是了不起的进步。

(三)宇宙无限的宣夜说

宣夜说是古人论天的一种宇宙理论。迄今能够找到的最早的文献记载，出于《晋书·天文志》。书中说天“仰而瞻之，高远无极，……苍苍然也。……俯察千仞之深谷而窈黑。夫青非真色，而黑非有体也。日月众星，自然浮生虚空之中，其行其止皆须气焉。”宣夜说与盖天说和浑天说的最大区别，在于它打破了有形的天盖和天球说。日月五星（七曜）不是依附在球壳形的天上，随着天球的旋转而升落运行。它们都有各自不同的运行轨迹，而且日月众星都是悬浮在无限的虚空之中的。这样先进的宇宙观是令人难以想象的。在西方天文学史中，在天界之外给上帝和诸神留下了广阔的生存空间。直到布鲁诺方才在思想上打破了“水晶天球”的束缚，提出了在无限的宇宙之中，存在着无数世界的卓越见解。时至1838年，德国天文学家贝塞尔首次测量出了天鹅座61星的 $0''.31$ 的视差，才真正实证了恒星距离我们是有远有近的。

宣夜说能在汉以前提出“日月众星，自然浮生虚空之中”的观点，其先进性是无可质疑的。但在言及日、月和五大行星的运行现象时，将行星的“或顺或逆，伏见无常，进退不同”归因于无所根系则是不对的。直到牛顿发现万有引力定律和力学三大定律才在根本上解决了这一问题。“宣夜”一词的含义究竟是什么呢？东晋天文学家虞喜言：“宣，明也；夜，幽也。幽明之数，其术兼之，故曰宣夜。”宣夜，实际上是指昼夜。

在宣夜说中只言天而未论地。天为什么在明朗的白天是蔚蓝色的，而在幽暗的夜晚又是黑青色的呢？宣夜说未能对此现象做出解释。今天我们知道，天蓝色是由于大气层对太阳光蓝波段光的散射而呈现的；而夜是地球自转时，运行到背对太阳时所形成的现象。但夜晚的天空为什么是黑色的？既然宇宙中存在着近乎无数的发光星体，那么这些星光的总和，理应照亮没有日光的暗夜，为什么不能呢？直到今天，这“幽明之数”仍然是科学家努力探索的问题。

(四)天地的起源

在中国历史上很多哲人学者都曾对天地起源

的问题进行过探讨,留下了丰富多彩的文献记载。春秋时期的老子,在他西去阳关时所著的《道德经》中提出了“有物混成,先天地生”的观点,即“天下万物生于有,有生于无”,“道生一,一生二,二生三,三生万物”。他的思想对后来的学者产生了很大的影响。

在西汉淮南王刘安主编的《淮南子·天文训》中对天地和日月星辰的起源和演化做了形象系统的描绘。他把道做为宇宙的本原,宇宙、气、阴阳、天地和日月星辰都是在虚空中依道的运作而逐步产生的。在天地生成之前,虚廓、宇宙都是无形无象的,直到气从宇宙中生出,宇宙中才出现了可见的有形的事物。而气的清阴和重浊的划分就是天地形成的初始,“清阴者薄靡而为天,重浊者凝滞而为地”。这个观点,与德国哲学家康德的星云假说非常相似。用物理语言来说,重浊者在引力的作用下逐渐地运转凝结,而清轻的物质则在它的外围摩荡上升。早在古希腊时期,西方学者也曾有过世界是从浑沌的初始状态逐渐生成的思想。

到了东汉,张衡在《灵宪》一文中对天地万物的生成做了阶段性的划分。第一阶段,在宇宙的初始,物质处于惟虚惟无的了无形质的状态。这种清静幽冥的状态逐渐向浑沌不分的太素阶段发展,如同树的枝干开始从地下的根区生长出来。第二

阶段，宇宙开始从无形的物质状态向有形的物质状态发展，但气态的浑沌还没有形色上的分别。第三阶段，万物渐渐有了形体，元气开始有了刚柔、清浊的区别。万物开始在天地之间，由于阴阳的动静合化而孕育生成。

宋朝理学家朱熹对天地形成时的运动过程作了更加细微的描绘：“天地初间，只是阴阳之气。这一个气运行，磨来磨去，磨得急了，……渣滓在里面无处出，便结成了个地在中央。气之清者为天，为日月，为星辰，只在外常周环运转。地便只在中央不动，不是在下。”

这种思想也许是从观察江河中的旋涡水流，将物体卷入旋涡中心的现象而领悟出来的。据清朝来华的美国传教士了慧良说，朱熹的理论传到欧洲，曾对十七世纪的英国哲学家笛卡儿提出天体演化的旋涡假说产生过影响。

从古人对天地演化的探索中可以看出，大部分学者都是从现在的天地向前推演，认识在发展中不断地系统条理起来。但是到了元朝，有一位名不见经传的学者伊世珍，在他所著的《琅环记》一书中，却突发奇想地从“天地之毁”来论天地的生成，打破了常人的思维模式。

姑射谪女问九天先生曰：“天地毁乎？”

曰：“天地亦物也，若物有毁，则天地焉独不毁

乎？”

曰：“既有毀也，何当复成？”

曰：“人亡于此，焉知不生于彼？天地毀于此，焉知不成于彼也？”

曰：“人物无穷，天地亦无穷也。譬如烟居人腹，不知是人之外，更有人也；人在天地腹，不知天地之外，更有天地也。故至人坐观天地，一成一毀，如林花之开谢，宁有既乎？”

伊世珍深刻地认识到了天地是物质性的，同人和器物一样都要经历从生成到毁灭的演化过程。而成与毀，作为对应的两极是可以互相转化的，所谓“天地毀于此，焉知不成于彼”。这与现代天文学中对恒星演化到最后，大中质量的恒星在引发超新星爆发时，会向周围空间发出巨大能量的激波辐射，从而推动新的恒星从原始星云中诞生的思想极为相近。而爆发后的超新星遗迹又会成为新的原始星云，成为另一颗恒星诞生之前的早期物质状态。在无限的宇宙空间，有的天地正在生成，有的天地正在毁灭，“一成一毀，如林花之开谢”。花开花落，岁岁不已。这是一幅多么优美的演化图啊！

（五）地动思想的诞生

人类对于自身居住的大地的认识经历了漫长的探索思维。“天动地静”是人类对于天地的一种直观认识。而天为什么是动的，地为什么是静止的呢？

早在战国时期，中国伟大哲学家庄子就在《庄子·天运篇》中提出了这一问题。天是运动的吗？地是静止的吗？日月竞相奔走于何方？谁无事推动其运行？想来其运行的机制是什么？为什么它们一直运转而不能自止？这一系列的问题有如屈原的“天问”，其思想从外在的现象直入问题的本质。

汉代《春秋纬·元命苞》中言：“天左旋，地右动。”所谓天左旋是指日月星辰东升西落的现象。文中提天左旋的原因是因为地右动。《春秋纬·运斗枢》中又言：“地动则见于象”，提出了天象的运动，实际上是地动的表相。从天的运动领悟到了天地运动的相对性，从而诞生了朴素的地动思想。在西汉末年的《尚书纬·考灵曜》一书中更加明确地提出了“地有四游”的地动思想，将四季的形成归因于地之运动。其文曰：

“地有四游，冬至地上北而西三万里，夏至地下南而东三万里，春秋二分其中矣。地恒动不止，而人不知，譬如人在大舟中，闭牖而坐，舟行而不觉也。”

这段话是用地的运动来解释太阳每天在正南方时高度的周年变化，比上而对天体周日运行的认识又进了一步。但终因古人对地体球形认识上的缺陷，和从未建立天体运行的几何模式，从而不能得出地球绕日运行，同时自转的真实图象。现在我们知道地球的自转形成了昼夜和天体的周日视运动；地球的公转形成了四季和天体的周年视运动。在西方日心地动说源于古希腊的天文学家阿里斯塔克(公元前 270 年)，哥白尼用科学的方法作了证明。而《尚书·考灵曜》中的“舟行而人不觉”的比喻，竟与哥白尼在《天体运行论》中的论述完全一样。可惜《尚书·考灵曜》中有关地动的思想没有人再去进行更深一步的研究探讨。到了宋代哲学家张载才从元气论的角度讨论了大地为什么会产生游动的问题。

他认为天是一团“浮阳”之气，恒星随之而运行，其自东向西进行较快的左旋运动；而地和日月五星虽然亦随之“顺天左旋”，但速度慢于恒星和天的运转，而且各自的运行速度也有所不同。

他用地在气中的升降来说明寒暑的变化。从

中可以看到中国人对于地动的认识未能像西方人那样,建立起行星绕地或绕月的几何模式,用天体的轨道参数来解释在地面上所观测到的日月五星的运动现象。直到明清之际西学东渐,中国人才如梦初醒,渐渐认识到了自己对天地宇宙的认识已经是落后于西方的科学认识了。

六 中西天文学交融

(一)《崇祯历书》中的宇宙体系

1271年元朝建立后,元世祖忽必烈把金、宋两个司天监的天文工作者集中到大都(北京),由郭守敬和王恂等人组织建立了元司天监。为了编制新历,在短短的5年时间里(1276—1280年),制造了简仪、仰仪、高表等十多架新天文仪器,并在全国范围内设立了27个观测点,进行了一次规模空前的天文实测。在此基础上,于至元十七年(公元1280年)编制了著名的《授时历》,把中国古

典天文学推向了顶峰。而此时的欧洲，仍然处在中世纪的黑暗之中。但文艺复兴的曙光即将萌发，欧洲封建社会的文化已处在了没落的边缘。

从公元14世纪起至17世纪上半期为止，欧洲文艺复兴持续发展了300余年，推动欧洲从中世纪的封建社会走向了近代资本主义社会。这期间，在西方的天文学领域中出现了哥白尼、第谷、开普勒、布鲁诺、伽利略等科学巨人。而此时的中国天文学却处在了发展的低潮，明王朝的封建统治者曾明令禁止民间私习天文历法，大大阻碍了中国天文学的发展。

天文学是一门极富有实用意义的科学，古人观象授时、编制历法就是其最重要的一部分内容。历法中对日月五星的运行和日月交食的推算都力求与实际天象相吻合。一部历法的好坏，古人就是利用其对日月交食预报的准确程度来测验的。

明崇祯二年五月乙酉朔（公元1629年6月21日）日食，钦天监的预报发生明显错误，明政府方下决心修改历法。崇祯帝命礼部侍郎徐光启在北京宣武门内组织百人的历局。在此之前徐光启与最初来华的意大利传教士利玛窦共同翻译了欧几里德《几何原本》的前6卷，并介绍了古希腊天文学家托勒密的九重天宇宙结构和地为圆球形的地圆说（地球观）。他们翻译了许多改历计算上所

必需的西欧数学和天文学书籍。从崇祯二年九月至崇祯七年十一月，历经5年的时间，编译完成了137卷的《崇祯历书》。从此将古希腊天文学家创立的行星运动的轨道模式，引入了中国，改变了中国人的传统宇宙观念。

在对日月行星运动的推算过程中，《崇祯历书》采用了丹麦天文学家第谷所创立的宇宙体系。这个体系是继古希腊哲学家亚里士多德的“水晶球”体系、托勒玫的地心体系和哥白尼的日心体系之后，在欧洲出现的第四种影响很大的古典天文学中的几何宇宙体系。它介于哥白尼的日心体系和托勒玫的地心体系之间，认为地球居于宇宙的中心静止不动，月亮、太阳和恒星依次在不同的轨道上绕着地球运行。五颗行星在太阳的周围依次向外排列的顺序是水星、金星、火星、木星和土星。水星和金星的轨道小于太阳轨道，火星的轨道大于太阳轨道，但同水星和金星的轨道一样仍与太阳轨道两次相割，而木星和土星的轨道较大，以致太阳轨道包在其内不再与之相割。在第谷的宇宙体系中考虑到了彗星的运行，认为彗星也是绕日运行，只是运行的轨道不像行星那样，沿着正圆形的轨道，而是沿着近似椭圆的卵形轨道。在《崇祯历书》中《五纬历指》卷一中绘有“七政序次新图”，描绘出了第谷的宇宙体系。

《崇祯历书》虽然是以第谷的宇宙体系为基础的，但同时也向中国人介绍出了托勒玫的宇宙体系。在此书的行星运动理论部分，有一幅“七政序次古图”，即为该体系的示意图。中国天文学中的代数体系，是用平均运动附加各项改正值的方法来推算行星的实际位置。而人类对于行星运动规律的把握是在哥白尼把太阳回归到了太阳系的中心，开普勒将圆形轨道改为椭圆，牛顿发现万有引力定律之后方才真正得以实现。

《崇祯历书》更加明确地引入了地球的概念。介绍了有关经度、纬度的测定和计算的方法。对提高日、月食的预测精度有很大的帮助，比中国的传统方法前进了一大步。这也是徐光启在万历三十八年用西法准确预报日食的一个主要原因。

西方的地圆说包括两个要点：一是地为球形；二是地球的大小与天相比非常小。在《崇祯历书》中绘出的日地距离是地球半径的 1180 倍，恒星距离地球约为 14000 地球半径之遥，太阳半径是地球半径的 151 倍。这些数值在现代看来虽有很大的误差，却明白地描述出了地与天的尺度相距甚大。而在中国古代的宇宙图象中天与地是同一数量级的，天地之相对正如阴阳之分化，它们是矛盾的两极，在任何情况下，地相对于天是不可能忽略为点的。元初的哲学家邓牧在《伯牙琴》中虽有：

“天地大也，其在虚空中不过一粟耳”的卓越见解，但地与天相比却不能化为沧海之一粟。天地是一对对立中的统一体，做为一个整体它可在虚空中只占极小的一部分，虚空中还存在着许多其它的天地。所以，在天地相对的中国传统的天地观中，天是不可能过大于地的，它与西方地圆说中天即是地球之外虚空宇宙的认识是有区别的。

《崇祯历书》在 1634 年完成，清朝更名为《西洋新法历书》。其实就是《崇祯历书》的正式颁布。徐光启的规划至此得以达成，参加编纂《崇祯历书》的德国传教士汤若望，也因此成为首任钦天监监正(相当于皇家天文台台长)的外国人。

(二)西方传教士入华与清代仪象

十六世纪初德国神学家马丁·路德(1483—1546 年)点燃了德国宗教改革运动的火炬。他否定天主教会的权威，提出了个人信仰决定一切的思想。这正与当时文艺复兴中提倡的个性解放的人文主义思潮相吻合，从而成为新教的创始人之一。1540 年后，罗马教皇保罗二世开始派遣耶稣教传教士陆续来华。直到 1582 年，意大利耶稣会传教士利玛窦来华，方才为耶稣会在中国的传教

奠定基础。当他们了解到天文历法一向为中国统治者所重视的时候,为了进入中国的上层宫廷社会,在华的耶稣会士开始请求教会派遣懂得西方天文数学的传教士来华传教。虽然在方法上是用西方的近代科学作为传教的手段,来引起中国朝廷和文人学者对他们的重视,但在客观上却开创了西方古典和近代科学在中国的传播,从而架起了中国与世界科学相通的桥梁。

正是在这种形势下,年方而立的德国传教士汤若望(1592—1666年)于明朝天启二年(1622年)随法国传教士金尼阁来华。1629年,徐光启组织历局修改历法,汤若望奉调进京参加《崇祯历书》的编辑工作,受命负责制造天文仪器推演历算和翻译西方天文学原著的工作。在《西洋新法历书》中,由汤若望编写的部分,比他在《崇祯历书》中撰写部分所占的比例更大,并于1638年制作了一架折叠式日晷,对西方天文学在中国的传播做了大量的工作。他并且把欧洲新式的天文望远镜带入中国。

在汤若望平步青云、西洋历法获得了皇权“钦定”地位的同时,新法与从明代沿续下来的中国传统历法大统历和回回历的矛盾也逐渐日益加深。1657年,钦天监中的革职回回科官员吴明烜首先发难,两次上书言汤若望推算舛谬。后经大臣测

验，其言多不符实，吴明烜因而获罪。汤若望被授通政使，晋一品。次年复授其光禄大夫，并恩赏其先世三代一品封典。随着汤若望在华地位的巩固，身在中国的西方传教士备受礼遇，因此也推动了西方科学文化在中国的传播。汤若望一直得到清政府的信任。但是到了康熙三年（1664年），杨光先再次上书《请诛邪教术》，控告汤若望传造妖书和潜谋造反，将历法之争移向了激烈的政治舞台。此时以辅政大臣鳌拜为代表的守旧势力与西方传教士不合，于是汤若望经过7个月的几轮审理，于1665年4月被判凌迟处死。政府同时决定废除新法，恢复旧历。宣判之前彗星出现，宣判之后北京五次地震。后经顺治生母孝庄太皇太后出面干预，汤若望方减刑免处。

汤若望被革职之后，清钦天监由杨光先和吴明烜任正副监正。他们沿用的《大统历》和《回回历法》年久失修，经常出现错误。1667年7月初康熙帝亲政，对西方传教士的态度有所缓和。次年十一月南怀仁上疏指责杨光先、吴明烜颁行《七政民历》与实际天象不合。于康熙七年（1668年）冬，命礼部及有关大臣会同杨光先、吴明烜和南怀仁一起到观象台测验1669年立春、雨水的时刻，以及月亮和火星、木星的位置。结果南怀仁预测推算的时刻和位置与实际天象相符，而吴明烜等人的推

算逐款皆错。康熙帝遂命恢复使用新法时宪历，将杨光先、吴明烜革职查办，并恢复了汤若望的原有职衔和通微教师的称号。

南怀仁任职钦天监之后，从 1669 年至 1673 年，共铸成了 6 件大型青铜制天文仪器：黄道经纬仪、赤道经纬仪、地平经仪、象限仪、经限仪和天体仪。并于康熙十三年（1674 年）将这些仪器安装在观象台上。中国传统的天文学，赤道坐标系统一直处于主导地位。其实作为望远镜赤道装置的开创，第谷制做的赤道经纬仪，被认为是西方文艺复兴时期天文学进步的一大标志。这与元朝郭守敬在创制简仪时，突出赤道装置的做法不谋而合，只是郭守敬的简仪，比第谷赤道经纬仪在时间上早了 300 多年。这种东边赤道仪，西边黄道仪的安放，正反映出历史上中国人注重赤道系统而西方人重视黄道坐标系统的传统。但不论赤道经纬仪和黄道经纬仪如何变换位置，而球形天体仪却始终保持着优先的中心位置，这也体现了中国礼制传统中“天南地北”的习惯方位。用来观测天体地平坐标系统的地平经仪和象限仪（地平纬仪）也正是安放在观象台的西北角。

黄道经纬仪是中国第一架采用独立的黄道坐标系统的观测仪器。《灵台仪象志》讲述的黄道经纬仪，用途有十一项之多，但其主要是用来测量天

体的黄道经度、纬度和测定节气。

对于太阳和行星的观测,使用黄道坐标系统要比使用赤道坐标系统方便得多,这是西方一直沿用黄道经纬仪的原因。而在中国的浑仪黄道圈固定在赤道圈上,在实际测量上无法直接用它测量天体的黄道经纬度。所以这架黄道经纬仪是中国历史上唯一脱离传统赤道坐标系统的大型青铜式天文仪器。

上述七仪均属于古典仪器,其设计思想源于欧洲第谷式的天文仪器,均以肉眼观测,没有安装望远镜系统。比较当时世界上已经装有望远镜头的天文仪器,上述仪器已属落后。

乾隆九年(1744年)十月二十七日,乾隆御驾观象台,看到台上的仪器都是西洋的构造和制度,遂下令钦天监按照浑仪的制度、西法的刻度铸造一架新仪。由当时任职钦天监的德国传教士戴进贤设计监制,历经十年,于乾隆十九年(1754年)竣工。乾隆帝为其命名为:“玑衡抚辰仪”,玑衡抚辰仪实际上是用西洋法改进的一种浑仪。在用法上与赤道经纬仪几乎完全一样。它在简便了观测的同时,减少了观测误差。

玑衡抚辰仪在根本上仍未超出古典仪器范畴,不能与当时世界上先进的安有望远镜头的天文仪器相比。只是在制作工艺上更为精细而已。

它代表了清代鼎盛时期的工艺技术水平。

上述八件青铜制的天文仪器，古人称之为仪象，其原义就是用仪器的构造制度来显示天象，同时又可以用它去观测天象。这些清代仪象的历史意义，是不可忽视的。从康熙十二年(1673年)到本世纪初，中国天文学者和任钦天监的西方传教士用它们进行了三百余年的连续天文观测。编制了以乾隆九年(1744年)为历元的《仪象考成》星表和以道光二十四年(1844年)为历元的《仪象考成续编》星表。现在沿用的恒星的中文名称，就源于这两部星表。

(三)古文献中的开普勒定律

在早期入华的西方传教士中，还有一位在中西科学文化交流中起重要作用的人物，他就是曾两度来华的比利时传教士金尼阁。他于1610年首次来华。与他偕行来华的还有一批在西方天文、数学、物理方面颇有造诣的耶稣会传教士。其后在我国天文历法中起过重要作用的人物有：瑞士传教士邓玉函，意大利传教士罗雅谷和德国传教士汤若望。

金尼阁带入中国的哥白尼的《天体运行论》、

开普勒的《哥白尼天文学概要》和伽利略的部分著作,对于《崇祯历书》的编译,起过重要作用。

身为第谷学生的开普勒,在宇宙体系的认识上并未继承第谷的“准地心体系”,而是赞同哥白尼的日心体系。开普勒用了很长时间对第谷遗留下来的有关火星的观测资料进行了充分的研究分析,发现无论是用哥白尼的体系还是用托勒玫或第谷的体系,都不能推算出与第谷的观测相合的结果。于是他改变传统的圆形行星轨道,用不同的几何曲线来描绘火星的运动轨迹,发现了“火星沿椭圆轨道绕太阳运行,太阳处于焦点之一的位置”的规律。这是被后人推广到所有太阳系行星的开普勒行星第一定律。后来他又发现火星在椭圆轨道上的运动速度是不均匀的,但是在单位时间里,火星的向径(行星与太阳的连续)所扫过的面积却是不变的。这就是开普勒发现的关于行星运动的第二定律。十年后,开普勒又发现行星围绕太阳运动的公转周期的第三定律。

开普勒的行星运动三大定律后在《哥白尼天文概要》中与哥白尼的日心说一起得到了系统的阐述。开普勒行星运动定律的发现,彻底抛弃从托勒玫开始到哥白尼仍然沿用的小轮体系,将哥白尼的日心体系向前推进了一大步。《哥白尼天文概要》一书的出版历经4年,第一卷于1617年出版,

最后一卷于 1621 年完成。

虽然开普勒的《哥白尼天文概要》一书已于 1620 年由金尼阁带入了中国,但是直到百余年后的乾隆七年(1742 年),开普勒的行星运动第一和第二定律,才在《历象考成后编》一书用来处理有关日、月的运行问题。

(四)日心说在中国

日心说是波兰天文学家哥白尼经过毕生的努力所研究创立的宇宙体系。他把地球从宇宙的中心移开,而将太阳放到了宇宙的中心位置。对宇宙的总体结构,日、月、行星的运动规律,及其在天球上的视运动现象作了论据充分的严格数学论证和定量描述,并可依此推算出预告日月行星位置的星历表。

哥白尼的《天体运行论》于 1620 年被传教士带入中国,并且在汤若望、罗雅谷等人编著的《崇祯历书》中引用了该书的许多资料和观测记录。其中已言及了地动之说,但未能完整地介绍哥白尼的日心体系。

当时,第谷等人也未能接受哥白尼的日心体系,因为他通过多年的精心观测,始终未能发现恒

星的视差。如果地球是在绕日的轨道上运行,那么在地球运行到轨道相对的两点时,观测同一颗恒星理应观测到其视差。如同你分别闭上左右眼来看你伸在面前某一不动的手指,会发现在远处的背景上,手指的位置发生了移动。

历史上对于地动说的证明,完全是从另一个方面得到解决的。即1727年英国天文学家布鲁拉德雷在企图找到恒星微小视差的观测中,发现了光行差(就如同垂直落下的雨,在行驶的车窗上看就成了斜着落下的原理一样)。由于地球的运动,星光的进入方向发生了变化。因此光行说的发现,首次对哥白尼日心地动说提供了观测证据,哥白尼的日心说,开始在欧洲的社会中为人们普遍接受。乾隆九年(1744年)入华的法国耶稣会传教士蒋友仁,在参与修建圆明园中西洋楼建筑群时向乾隆皇帝进献了一幅手绘的名为《坤輿全图》的世界地图。它的四周配有各种天文图和文字说明,其中描绘了哥白尼日心体系的示意图,并正确介绍了开普勒的行星运动三大定律,还提到了为法国大地测量学家所发现的地球是一椭圆体的新学说。

在此前后,由英国人制造的演示哥白尼太阳系运动的仪器也传入了中国。一架是七政仪,可以自动演示地球和行星绕太阳环行的运动。另一架

是浑天七政仪。它们对推动日心说在中国的传播曾经起过积极的历史作用。

但是清朝的一些学者,未能真正理解哥白尼和开普勒宇宙理论的开创性意义。直到1859年李普兰翻译英国著名天文学家约翰·赫歇耳的《天文学纲要》一书时,哥白尼日心体系的真相,方才真正显露在中国人面前。

(五)望远镜的曲折经历

17世纪初天文望远镜在欧洲诞生了,它对天文学在近现代的发展起了决定性的作用。

望远镜出世不久,就随着西方传教士来到了中国。这令许多中国人,通过望远镜观看到了一个奇异的新世界。

但伽利略之前,人们用旧式望远镜对天体的观测是很粗略的,远不及伽利略用新式望远镜精细观测的规模。并且伽利略在《星际镜者》一书中详细描绘了他用望远镜对月亮、恒星、银河、行星等天体观测的新发现,具有划时代的历史意义。伽利略用望远镜观看月亮时,发现月面上粗糙不平,是一个不平坦不完美的世界,打破了亚里士多德创立的天体都是完美无缺、天上地下分属不同世

界的正与基督教义相吻合的传统思想。他称密布月面的环形山为“小斑点”，将大片的看上去较暗的平坦区域认为是“海”。后来发现月面上的海，实际上是较平坦的陆地，这一误称一直延续至今。

人们在观看恒星世界时，发现了望远镜中增加了许多原来用肉眼直接观测不到的恒星。而且所有的恒星都没有圆面，只是亮了许多，恒星在镜中的形象仍与肉眼所见的一样，还是一个个亮点。这表明恒星距离我们确实非常遥远，因此支持了哥白尼以恒星之遥远来解释人们难以发现测到恒星视差的说法。在对行星的观测时，发现了木星的四颗卫星。这四个木星的周围的小亮点，在慢慢地绕着木星转动。这一发现，证明了维护托勒玫地心论的错误。1615年，耶稣会士阳玛诺在中国著作了《天问略》一书，首次引用伽利略用望远镜观测月亮、木星、金星以及银河时所发现的一系列天文新成果。《天问略》后由李之藻收录于《天学初函》中。1622年，在汤若望应召进入历局之前，于明天启六年（1626年）完成了《远镜说》一书的编译。望远镜来华之初，曾被称为千里镜、窥筭远镜、远镜、远窥镜、望远之镜等多种名称。

望远镜于明朝传入中国之后，引起了中国学者的极大关注。1631年10月25日徐光启率历局人员首次用望远镜进行了日食观测。他说：“若不

用此法，只凭目力，则眩耀不真。”同年 11 月 3 日又用望远镜观测了月食。汤若望等传教士对西方天文望远镜引入中国起了巨大的作用，在中西科学技术的交流中做出了贡献。1634 年汤若望和罗雅谷向崇祯皇帝进献了一架从欧洲带来的望远镜，崇祯皇帝因此特准他们进入紫禁城为他安装这架望远镜。同时由汤若望监制的中国第一架望远镜亦安装于宫廷之内。

清朝，汤若望在进献给清廷的仪器中还有远窥镜一架。但望远镜在清代未能继续改进和发展。

(六)《谈天》——中国天文学的近代转折

从明朝末年以利玛竇为代表的西方传教士进入中国，到清乾隆四十年(1775 年)驱逐传教士的两百多年间，西方古典天文学通过传教士的手笔在中国获得了传播。但由于中国自身的条件限制和传教士在思想上的局限性，西方古典天文学理论进入中国从整体上看是混乱的，缺乏科学的条理性。未能使中国天文学在理论上完成从地心体系向日心体系的近代转化。在观测技术上，也未能用望远镜代替古典的青铜仪象。

直到 1859 年中国天文学家李普兰与英国传

教士伟烈亚力合译《谈天》一书，中国天文学才在理论上完成了向近代天文学的转折。该书系统总结了当时西方天文学的最新成就，全面介绍了建立在哥白尼、开普勒、牛顿等人的理论基础之上的近代天文学。

从哥白尼《天体运行论》(1543年)的出版到约翰·赫歇耳《天文学纲要》的问世，人类整整走过了300余年的历史。就在这300年的时间里，西方的科学技术获得了突飞猛进的发展。开普勒发现了行星运动的三大定律，牛顿创立了万有引力学说和微积分理论，伽利略和牛顿完成了经典力学中运动学与动力学的理论基础的奠定，经典天体力学体系也由此而建立。望远镜的诞生，大大开阔了人类的眼界，推动了天体测量学的飞速发展。为了使中国人能够容易理解该书的理论内容，李普兰为该书题写了一篇序言。在序言中他对历史上阮元和钱大昕等人的错误观点进行了有力的批判，并称用力学原理和观测事实来证明日心地动说和行星沿椭圆轨道运行是“定论如山，不可移”的。中国古典天文学始终未能从天体视运动的表相中找出天体运动的内在规律，未能独立地从方位和实用天文学的领域中突破出来。所以只能无条件地引进西方的天文学来改变明末清初停滞不前的中国古典天文学。《谈天》的出版，标志着西方

近代天文学正式传入中国,终于使中国天文学开始步入与世界天文学共同发展的轨道之中,具有划时代的历史意义。但鸦片战争之后,连绵不断的战乱阻碍了中国天文学的长足进步,直到1949年新中国诞生之后,中国天文学方才真正走上迅速发展的道路。

《谈天》一扫过去本轮均轮的小轮体系,直接以完善后的哥白尼的日心体系立论。同时正确阐述了包括开普勒行星运动之定律和牛顿万有引力定律的天体运动定律和经典力学原理。

《谈天》重点论述了太阳系的全貌,以及各大行星运动力学的原理和诸太阳系中天体的物理状况,描述了除了当时还未发现的冥王星之外的八大行星的运动情况,以及小行星、彗星、流星绕日运行的规律。《谈天》的翻译出版,为近代天文学在中国的发展打下了理论基础,在传播西方近代天文学的同时,中国的天文学开始从古典天文学的体系中解脱出来。1877年法国天主教会,在上海徐家汇创建了中国第一个装备近代天文仪器的天文台。这些都为日后中国近现代天文学的独立发展奠定了基础。

七 古代著名天文学家

(一)张衡

张衡,字平子,南阳西鄂(今河南省南阳石桥镇)人。生于东汉章帝建初三年(公元78年),卒于顺帝永和四年(公元139年),是东汉时期杰出的天文学家。

和帝永元十二年(公元100年)张衡应南阳太守鲍德之请,回乡作主簿,掌管文书工作。后辞官居家,专心致思于天文、阴阳、历算等学问,并开始精读西汉杨雄著作的《太玄经》。

永初五年(公元111年)张衡应召进京,授任郎中与尚书郎。3年后任太史令,职掌天时、星、历,前后达14年。他在西汉耿寿昌制造的浑天仪的基础上,研制了漏水转浑天仪,并为之著作《浑天仪图注》一文。《浑天仪图注》和《灵宪》是张衡在天文学方面的两篇代表作,集汉代天文学之大成,系统阐述了当时先进的浑天说理论。在文中对宇宙的起源、天地的结构以及月食的成因和五星运行,都作了卓有见识的论述。在实测方面,他测量了太阳和月亮的角直径为 $29'24''$,同现代值相差不多,并统计出了中原地区可观测到的恒星数约2500颗。他的研究和实测成果代表了当时的天文学的最高成就。

张衡的学术成就是多方面的。在数学方面,他著作了《算罔论》,并定出圆周率值为 $\sqrt{10}$,是首次从理论上求得的 π 值。在地理学方面,他发明震撼古今的候风地动仪,成为世界上第一架地震仪。在木制机械方面,他制造了“三轮自动车”、“自飞木雕”、“指南车”和“土圭”等器具。他在文学和绘画方面也表现出了非凡的才华。在重道贱器的中国社会,张衡能够在学术实践中,道器并重,对中国天文学在理论、观测和仪器制造诸方面,系统地完成了开创性的工作,堪称是一位出类拔萃的科学巨匠。

(二)祖冲之

祖冲之,字文远,祖籍范阳郡道县(今河北涿源县),由于战乱,先世由河北迁居江南。南北朝刘宋元嘉六年(公元429年)生于当时政治、经济、文化的中心建康(今南京),卒于萧齐永元二年(公元500年)。是中国南北朝时期杰出的数学家和天文学家。

祖冲之自青少年时代,就对天文学和数学产生了浓厚的兴趣。他“专攻数术,搜炼古今”,对刘歆、张衡、郑玄、阚泽、王蕃、刘徽等人的学术成果作了认真的研究。

在天文学方面,33岁时他创制了《大明历》,首次将岁差改正引入了历法,是中国历法史上的一次重大改革。他在《大明历》中采用了391年中设置144个闰月的闰周,打破了19年7闰的旧率法,使新历更为精密。他还研究了圭表日影长度的变化规律,发明了利用冬至日前后若干天影长对称的关系推算冬至日时刻的新方法,这个方法为后世长期采用。《大明历》中使用的回归年、交点月和五大行星会合周期等数据大多相当精确。

宋孝武帝大明六年(公元462年),祖冲之上

书刘宋政府请求颁行《大明历》，但遭到了皇帝刘骏的宠臣戴法兴的反对。直到祖冲之死后 10 年，其子祖暅三次上书梁朝政府，《大明历》才于梁武帝天监九年（公元 510 年）得到正式颁行。

祖冲之的学术成就是多方面的，他的数学著作《缀术》曾作为唐代国子监的数学教科书流行于世。在机械方面他曾设计制造了水碓磨、铜铸指南车和能日行百里的千里船。他在音乐、哲学和文学方面亦有很深的造诣。

（三）一行

一行，原名张遂。魏州昌乐（今河南南乐）人。生于唐弘道元年（公元 683 年），卒于玄宗开元十五年（公元 727 年）。是中国唐代著名的天文学家和佛教高僧。

一行青年时博览经史，尤精历象、阴阳五行之学。曾研读西汉杨雄的《太玄经》，撰写了《大衍玄图》和《义决》一卷。道士尹崇言其是“后生颜子”，以渊博的学识闻名于长安城。武则天的侄子武三思慕名结交，一行不愿与之伍，离家到河南嵩山，削发为僧，拜禅宗北派六世祖神秀的徒弟普寂禅师为师，先后隐居嵩山和天台山，研习禅教和天

文数学。武则天退位(中宗神龙元年〔705年〕)之后,朝廷多次征召未应。直到开元五年(公元717年),唐玄宗李隆基派其族叔张浚专程去接,他才回到京城长安。后在长安随从印度来华的密宗祖师善无畏、金刚智习学密法,助译了密宗经典《大日经》,并于开元八年受密宗灌顶。

开元九年(721年)奉召修编新历。他认为修历之初必须进行天象的实际观测。遂与梁令瓚一起创造了黄道游仪和水运浑象。新制黄道游仪中的黄道不是固定的,可以在赤道上移动,以对应岁差的变化。一行用它实测了日月五星的运动,并重新测定了150余颗恒星的位置。从开元十二年(724年)起,他发起了全国范围的天文测量工作,在北起北纬 40° ,南达北纬 17° 的地区内设置了十二个观测站。他与南宫说等人通过在河南四个地点的测算,得出了北极高度差1度,两地距离相差351里80步的数据结果。这实际上是测量出了地球子午线一度的长度,同时否定了古来“寸差千里”的说法。在实际测验的基础上,一行从开元十三年(725年)起,历经两年编成了《大衍历》初稿二十卷。此时一行逝世,赐谥大慧禅师。《大衍历》后经张说和陈玄景等人继续编辑,于开元十七年(729年)正式颁行全国。

在《大衍历》中,一行基本正确地掌握了太阳

周年视运动不均匀的规律。并在数学上发明了不等间距二次差内插法,对太阳视运动的不均匀性加以改正。还以定气为基准编算了太阳运动表。这是中国历法史上又一次重大的改革。

(四) 苏颂

苏颂,字子容,福建泉州同安人。生于宋真宗天禧四年(1020年),卒于徽宗建中靖国元年(1101年),是宋代杰出的政治家、天文学家和药物学家。

苏颂出身官宦世家,仁宗庆历二年(1042年)与王安石同榜进士。先任地方官,后于仁宗皇祐五年(1053年)调任馆阁校勘,从事皇家藏书的校勘整理工作,得以阅览到许多皇家秘藏的典籍。

元祐元年(1086年)他奉命检验太史局使用的新旧浑仪,趁汇报结果之便,提出了制造水运仪象台的建议。他用铜来铸造水运仪象台,后于元祐七年(1092年)六月竣工。这是一座将浑仪、浑象和报时装置集于一体的高达12米的自动化天文台。后又和韩公廉共同设计制做了一架人能在浑天象内观察星宿运行的假天仪,为现代天文馆天象表演的先驱。

绍圣初年(约 1094—1096 年间)苏颂著作了《新仪象法要》一书。系统介绍了水运仪象台的结构和运转方法,并附有 47 幅仪器构造图和 5 幅星图。

(五)沈括

沈括,字存中,钱塘(今杭州市)人。生于宋仁宗天圣九年(1031 年),卒于宋哲宗绍圣二年(1095 年),是北宋时期著名的科学家,同时还是一位杰出的政治家和军事家,曾积极参与了王安石的变法运动。

沈括出身士大夫家庭,曾任职沭阳县主簿。任职期间,认识到了观天仪器对于历法精疏的重要性,故于熙宁六年(1073 年)提出了制造新的浑仪、浮漏和圭表的建议。后于熙宁七年(1074 年)制成了上述仪器。他进行了 10 余年的观测和研究,首次在理论上得出了冬至日长度“百刻有余”,而夏至日长度“不及百刻”的结论。

沈括根据二十四节气制订了一种名为“十二气历”的历法,它不同于中国传统的阴阳合历的历法,而是一种纯阳历。传统的农事一直是按节气安排的,故“十二气历”简单明了,实用于农业。它是

中国历法史上一次革命性的创新,但未能颁行。

沈括博学多才,晚年时于元祐三年(1088年)迁居润州(今镇江)梦溪园,著作了北宋时期重要的科学著作《梦溪笔谈》。全书共600余篇,其中三分之一的内容属于自然科学,涉及数学、天文、气象、地质、地理、地图、物理、化学、冶金、水利、建筑、生物、农学和医药等学科。

(六)郭守敬

郭守敬,字若思,顺德邢台(今河北邢台)人。生于元太宗三年(1231年),卒于元仁宗延祐二年(1316年),是中国元代杰出的天文学家、水利专家和仪器制造家。他承祖父家学,攻读《五经》、天文算术和水利等学。

至元十三年(1276年)元世祖忽必烈下令编制新历法,由张文谦等人主持建立新的制历机构太史局,任命王恂负责具体事务和历法的推算。经王恂推荐,调郭守敬参加修历,负责制仪和观测。至元十五年,太史局改称太史院,王恂任太史令,郭守敬为同知太史院事,建立了规模宏大的皇家司天台。

制历之初,郭守敬提出了“历之本在于测验,

而测验之器莫先仪表”的远见。因此他创制了简仪、仰仪、高表等十几种天文仪器，并主持进行了历史上规模最大的天文大地测量工作。在全国 27 个地方进行了日影、北极出地高度和二分二至昼夜时刻的测定，重测了全天恒星的位置，编出了星数最多的星表。精确推算出了回归年的长度为 365.2425 日，与现今世界通用的公历值相同；并重新测定了黄赤交角（古称黄赤大距），打破了从汉代以来一直沿用的 24 度的传统数值，定值为 $23^{\circ}33'23''$ ，与现代推算值 $23^{\circ}31'58''$ 仅差 1.4'。

经过四年的努力，新历于至元十七年编制完成，经忽必烈定名为《授时历》。《授时历》是中国古代最优秀的一部历法，代表了中国古典天文学发展的最高成就。它在元、明两代共沿用了 364 年，是中国历法史上行用时间最长的一部历法。

《授时历》完成后，郭守敬与王恂着手整理观测资料，编制各种数据用表。他先后编纂了《推步》、《立成》、《转神选择》和《上中下历注式》，完成了对《授时历》的整理完善工作。后于至元二十三年（1286 年）升任太史令，继续天文历法的观测和研究工作，又先后著作了一批有关仪器和天文历法的书籍。前后著书共 14 部、105 卷，构成了一套严密完整的天文历法巨著。

(七)徐光启

徐光启,字子光,号元扈,上海人。生于嘉靖四十一年(1562年),卒于崇祯六年(1633年),是明末著名的科学家,在天文、数学和农学等领域中都卓有贡献,是中西文化科学交流的积极推动者。

万历三十一年,他在南京受洗,加入天主教。次年考中进士,开始步入仕途,任职翰林院。自此他摒弃了过去所喜爱的诗赋书法,专攻天文、兵法、农业等实用之学,开始走上了经世致用,崇尚实学的道路。万历三十九年,他与意大利传教士熊三拔合译了《简平仪说》,次年又合译了《泰西水法》。崇祯元年五月朔的日食,徐光启用西法推算,其结果比钦天监用传统方法精确。九月崇祯接受礼部修改历法的建议,授权徐光启组织历局,修编历法。在改历过程中他主张参用西法改革中国的传统历法。引进欧洲式象限仪和纪限仪等古典天文仪器和伽利略改进过的望远镜后,他亲自观测,勤于笔书。自崇祯四年(1631年)起,编译的历书分五次进呈,共137卷。前三次是徐光启亲自进呈的,共75卷。经他“释义演文,讲究润色,校勘试验”的图书共105卷。并亲自参加了《测天约说》、

《大测》、《日缠历指》、《测量全义》、《日缠表》等书的编译工作。

《崇祯历书》是中国古典天文学向近代世界天文学转折的开端。由徐光启主持的中西学术交流的明末改历,对中国天文学乃至整个中国科学的发展产生了巨大的影响。

天文博物信笈

本书由于篇幅有限,中国古代天文历法方面的成就只能简单地向读者介绍。然而,在日常生活中,还存在着一些与古历法相关,又沿袭至今日的有趣的历法问题,在此,我们有选择地再做些补充,以飨读者。

(一) 星期

在日历中,星期是人们十分熟悉的名词。它以七天为一循环周期,不管年月日如何变换,它都自成一体地循环着,可以说,这是一种特殊的纪日

法。其实，星期纪日法产生在目前世界通用的公历之前，可见其久远历史。中国古代有朔望月的四分法，每一份为七天，用来纪日，中国天文学家认为是当今星期制的原形。

在东方不少国家(如印度、朝鲜、日本等)将星期称作“曜日”。中国古书中也有明确记载：“日月五星，皆照天下，故谓之七曜。”其中日曜日为星期日，月曜日为星期一，火曜日为星期二，水曜日为星期三……有兴趣的读者可以注意一下在中国的日本外企中使用的日本历。

也许有人会问，为什么有人称星期几为礼拜几，其渊源出于宗教。基督教徒信奉上帝，在星期日这天举行“参拜上帝”的仪式，所以他们把星期日称为礼拜日。

(二) 属相

人人都知道自己的年龄和属相，但未必人人都清楚年龄与属相相配的来历。

民间流传的“十二属相”或“十二生肖”，是十二种动物，即鼠、牛、虎、兔、龙、蛇、马、羊、猴、鸡、狗和猪。十二生肖产生何时，众说不一。东汉时代的王充在《论衡》这部书中，明确地叙述了十二生

肖与十二地支的关系。应该说，十二生肖至迟产生于东汉，已有二千多年的历史。

中国古代农历采用干支纪年法。干支是由天干地支组成。天干是甲、乙、丙、丁、戊、己、庚、辛、壬、癸，共 10 个字；地支是子、丑、寅、卯、辰、巳、午、未、申、酉、戌、亥，共 12 个字。天干地支相配用来纪年，正好 60 年一循环，人称“一甲子”。人们把 60 岁老人称为“花甲之年”就是由此而来。后来古人用十二种动物来表示十二地支，如：“鼠”代表“子”，“牛”代表“丑”，依次为寅虎、卯兔、辰龙、巳蛇、午马、未羊、申猴、酉鸡、戌狗、亥猪。用十二种动物表示十二地支，这使得十二生肖与纪年发生了关系。当一个人知道自己出生的农历年份时，自然就得到了自己的属相。

十二生肖的习俗，不独在我国流行，在印度、希腊、埃及等文明古国里也有，只是由于国家不同，十二种动物有所不同罢了。如希腊十二生肖为：牡牛、山羊、狮子、驴、蟹、蛇、犬、鼠、鳄、红鹤、狼和鹰。

（三）春节

春节是中国民间历史最悠久、最隆重的传统

佳节,其历史大约已有 3000 多年。古代先农们经过一年的辛勤耕作,在岁尾年初的农闲季节,用收获物祭祀众神,祈盼来年丰收,并开展各种喜庆活动,尽情欢娱和享受。春节习俗一直沿至今日。

春节实际是指农历元旦,即正月初一,与现行的公历毫无相关,在公历中日期也不固定。农历在中国影响深远,至今仍是公历和农历并用,在日历上,农历日期同样标出。公历新年元旦,中国人不十分重视,然而过春节却要隆重得多了。

(四)元宵节

元宵节是中国民间的一个重要节日。中国传统把每年农历的正月十五日、七月十五日、十月十五日分别称为上元、中元和下元。元宵节又称上元节,是在正月十五日(上元日)的那天夜间进行的庆祝活动。元宵节之夜,家家户户都要吃元宵,不少地方还要举行大型花灯会和灯谜会,各电视台也要为百姓组织一台欢庆的文艺晚会。

据《史记》载:西汉初年,平定诸吕叛乱即在元月十五日,所以汉文帝(公元前 180 年—公元前 140 年)将正月十五日定为元宵节。在汉武帝时期,正月十五日也称为上元燃灯节,此晚灯火通

宵，用于祭祀太一天神，在天文学上，太一曾专指北极星。自唐朝中期以后，上元灯会逐渐演变为元宵节。元宵节吃元宵，含合家团圆之意。

（五）三伏

炎热的夏季，在大暑和小暑之间，民间流传着“三伏”的说法。据《史记·秦本纪》记述，三伏创于春秋时代的秦德公二年（公元前 676 年），距今已 2600 多年。农谚说：“小暑不算热，大暑三伏天”，从中可以看出在华北地区，一年中最热的时期为三伏日。古代三伏天，民间百姓大多要多休息不外出，以避暑气，富贵人家还外游，选择荫凉地方消暑纳凉。

三伏含初伏、中伏和三伏（也称末伏）。年年过伏日，伏日是如何计算的，知道的人不多。《阴阳书》中叙述了三伏的计算方法：“夏至后第三庚日为初伏，第四庚日为中伏，立秋后第一庚日为末伏。”从这段文字可以看出，三伏的日期是按节气的日期和干支日期相配合来计算的。按农历规定，夏至后第三庚日（干支纪法中，带“庚”字的日期为庚日，如庚午日、庚寅日等）定为初伏第一日，也称为头伏。夏至日与初伏之间的天数是不固定的，在

20日至30日之间。第四庚日为中伏(也称二伏)第一日,因按干支纪日法,庚日到下一庚日之间相隔10日,所以初伏距中伏之间的日期固定为10日。立秋后的第一庚日进入三伏。从二伏到三伏的日数也不固定,有10天或20天之分,这取决于夏至到立秋有4个庚日还是5个庚日。如果有4个庚日,则有10天间隔;如有5个庚日,则有20天间隔。

三伏与农业生产有密切关系,自古以来流传着:“头伏萝卜,二伏菜,末伏有雨种荞麦。”“初伏种胡麻,中伏种粟”等谚语,至今一些华北地区偏远农村还用着这些谚语来劳作。

(六)中秋节

中秋节是我国传统的最富诗意情趣的喜庆节日。中秋节之夜阖家团聚,观赏明月,品尝月饼,历史上不少文人墨客为中秋佳节写下了许多美丽的诗篇。

中国历史上,中秋节又称仲秋节,是在秋分基础上发展起来的。上古时代,只有仲秋节(即秋分节),无中秋节。但秋分在八月十五日前后,由于农历有闰月关系,秋分日可以在八月初至八月末的

任何一天。古时秋分节是祭月节，无明月，就失去了祭祀的意义，故后人把中秋节由秋分固定为八月十五日，以使中秋节之夜，通宵能望见明月。历法规定秋季为七月、八月和九月。八月十五日正好为秋季的正中，称为中秋节最恰当了。

中秋节始于何时已无从考证。唐朝已有仲秋赏月活动，宋代较为盛行，明清已发展成中国传统佳节。中秋祭月是古老习俗，现今北京留存的四座祭坛遗址中，月坛就是古代专门祭月的场所。

(七)冬九九

冬九九至今仍流传于我国北方，尤其是黄河中下游地区。所谓冬九九，它是从冬至这一天算起，每九天为一九，顺序往下排列，共9个九天，合计81天。当自冬至日经过81天后，春天就来了。数九九按各地区农事与风俗的差异，编排出九九歌略有不同。如元朝《吴下田家志》一书中记载的现今仍流传于民间的一首“九九”歌：“一九、二九不出手，三九、四九冰上走，五九、六九沿河看柳，七九河开，八九雁来，九九加一九，耕牛遍地走。”“九九”与“二十四节气”大致相应，故有“春打六九头”的说法。“九九”大约起源于宋代，数九九据说

与中国传统文化有关。九是阳数，又是数中之最大。冬至过后，古人认为阳气开始上升，大地回暖，用阳数九来数九消寒，是祈盼来年丰收的好兆头。

（八）腊八节

古代称农历十二月为腊月，腊月初八是民间的腊八节。时至今日，每逢腊月初八，中国人还沿袭着喝腊八粥的习俗。腊八粥一般由江米、红枣、花生、栗子、红小豆、芸豆和莲子等若干杂粮为原料，加水熬制而成，在不同的地域，腊八粥的原料组成略有不同。

古时“腊”是一种祭礼，岁末年终时，古人用打来的猎物祭祀天地、神灵和祖先，以求吉祥平安，这种祭祀活动也称为“腊祭”。佛教传入中国后，“腊祭”与佛祖释迦牟尼纪念日结合起来，随之产生了“腊八节”。相传释迦牟尼出家修行，有一天饥饿昏倒。幸好一牧女用粘米杂粮熬粥相救，后终在腊月初八悟道成佛。以后适逢腊月初八，寺院都要举行诵经，熬制五谷杂粮等多种原料配成的粥。这种粥称为“佛粥”，传到民间，就叫“腊八粥”了。

[G e n e r a l I n f o r m a t i o n]

书名 = 追踪日月星辰——中国古代天文学

作者 =

页数 = 1 5 5

S S 号 = 0

出版日期 =

封面
书名
版权
前言
目录
正文