

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

中国古代科技成就



内容提要

本书初版于1978年，曾获1980年“新长征优秀科普作品奖”。这次重版，除对原有各篇根据近十多年来我国科技史研究方面的新发展作较大修订补充外，还增加五篇。本书按科学分类列题，比较全面地介绍中国历史上的科学技术成就，让读者了解中国往昔在科学技术上作出过哪些贡献，以增强我们的民族自信心，而且如茅以升氏为本书初版所写序言中所说，“还能古为今用”，读者可从我国古代科技成就中得到启迪，加以发扬光大为今天的我国科技发展和经济建设服务。各篇由对各专题有研究的专家学者撰写，具有相当高的学术性，但写法上力求通俗易懂，真正做到深入浅出。

初版序言

茅以升

正当全国人民努力奋斗、争取在本世纪末实现四个现代化、赶超世界科学技术先进水平的时候，出版这本介绍我国古代科学技术成就的书，是否会有不急之务的感想或疑问呢？水有源，树有根，科学技术也有继承发展的问題。毛泽东说：“中国的长期封建社会中，创造了灿烂的古代文化。清理古代文化的发展过程，剔除其封建性的糟粕，吸收其民主性的精华，是发展民族新文化提高民族自信心的必要条件”^毛。列宁也说：“马克思主义……并没有抛弃资产阶级时代最宝贵的成就，相反地却吸收和改造了两千多年来人类思想和文化发展中一切有价值的东西。”^列因此，这本书的出版，正是为了鉴古知今，来加强我们当前为了那宏伟目标而奋斗的信心。从这本书的内容来看，我国古代的科学技術，长时期处于世界上的前列，有过惊人的辉煌历史，只是在近二二百年前，才开始走下坡路。正如英国学者李约瑟在他所著的《中国科学技术史》的序言中所说：“中国的这些发明和发现往往远远超过同时代的欧洲，特别是在十五世纪之前更是如此（关于这一点可以毫不费力地加以证明）。”^李

科学技术的成就，并非纸上谈兵，而应该是确实无疑地表现在活生生的各种事实上。如果一项科学创见或技术发明不能最终反应到人民生活上来推动历史前进，那就不能算是成就。这本书所介绍的成就，都可以在我国历史上得到验证，都可以算是当之无愧的成就。

首先，几千年来，我国除短暂时期外，政治上始终统一，尽管民族众多而未分裂成欧洲那样；更不像罗马帝国或蒙古帝国，只是盛极一时，以后就衰亡下去。我们中国和它们不同。我们中华民族上下四千年，屹立于大地，而且日益繁荣昌盛。主要原因之一，正如本书的内容所体现的，就是由于我们有自己的科学文化的辉煌成就。

在今天的世界上，我国国土并非最大，但是人口最多。这不能说只是由于地理条件如气候、土地、资源等比较优越的缘故，因为有同样优越条件的国家，人口都比我国少得多。这应当主要归功于我国古代的农业和医药科学的成就。当然，其他文化和经济方面也有重大影响。

在国内人口增长的同时，海外华侨人数也很多，到今天已有三四千万人，散布在世界各地，主要在东南亚一带，在当地作出多方面的贡献。他们依靠祖国的文化，形成团结的力量，这文化里就有科学技术，是华侨立足海外的一种凭借。

说到华侨，不由地想到两千年来我国科学技术在国际文化交流中的地位和影响。汉代张骞使西域，开辟了“丝绸之路”，通往中亚、西亚各国；唐代鉴真和尚去日本；明代郑和“下西洋”。不少的探险先驱，都带去了祖国的科学技术。当然，这也同时开辟了我国吸收外国文化的途径。

从十七世纪耶稣会传教士来到北京以后，“西方”的科学技术开始输入我国。到了清代末期，封建统治者崇洋媚外，五四运动后又有人提倡“全

^毛 泽东：《新民主主义论》，《毛泽东选集》，人民出版社1991年第二版，第二卷，第707、708页。

^列 宁：《论无产阶级文化》，《列宁选集》，人民出版社1972年第二版，第四卷，第36页。

^李 约瑟：《中国科学技术史》，科学出版社、上海古籍出版社1990年版，第一卷，第2页。

盘欧化论”，结果西方的科学技术就逐渐占领了我国的文化阵地。直到解放以后，由于毛泽东主席和周恩来总理的关怀，我国古代科学技术才逐步恢复到它应有的地位。因而全国各地都特别重视出土文物的发掘、整理、研究、展览等工作，并对古代遗留下来的建筑、桥梁、古迹等贯彻执行由国家重点保护的方针。从大量的古代文物中，可以验证我国古代的科学技术对我国悠久文化所起的重大作用。

建国不久，1950年，我中央人民政府就颁布法令，规定古迹、珍贵文物图书和稀有生物保护办法，并且颁发古文化遗址的调查发掘暂行办法。二十八年来，出土文物的数量之多，价值之高，都非常惊人，使我们对我国各民族的文化遗产有了广泛和深切的认识，特别是对古代科学技术，能亲眼看到它成就的伟大。比如：河北满城西汉刘胜墓中的“金缕玉衣”；湖北江陵凤凰山西汉文帝年间的古墓里有非常完整的男尸一具，外形和内脏的保存都胜过长沙马王堆汉墓里的女尸；陕西岐山、扶风交界处发掘出西周大型建筑遗迹；陕西咸阳发掘出秦始皇时代宫殿遗址；广州市发掘出秦汉造船工场遗址；等等。数不胜数的两千年前的遗物中，哪一项里没有科学技术的贡献呢！

当然，从这许多文物和遗址中，首先接触到的是当时手工艺的水平，在某些方面，两千年前劳动人民的技巧，竟可以同今天的技巧相比。手工艺表现在物质上的成品，必定牵涉到各种材料的生产和利用，如铜铁、玉石、木材等等。在材料的制成和使用中，结构和装配等等里面，就都有技术，有属于冶金工程的，有属于采矿工程、土木工程、机械工程的，甚至还有化学工程。我国两千年前就有了这样的技术，这是很可以引为自豪的。至于科学水平，这是表现在技术上的，技术之所以成功，必定暗含科学道理，这就证明了，当时劳动人民的生产实践已经掌握了自然界里物质运动的一些规律。

在秦汉以后的文化高潮推动下，我国的科学技术逐步发展，如本书中所介绍。更可贵的是，在自然科学方面，如天文、数学、物理、化学、地学、生物学、医学、药理学等等，有的成就超过西方一千年，如祖冲之的圆周率；以及气象学、地震学方面，也处于世界的最前列。至于技术，对人类的贡献就更多了。如造纸、指南针、火药、印刷术等等都是我们祖先发明的。在各种工程上的成就更是数不胜数。所有古代科学技术的成就，都是我国人民几千年来勤劳勇敢、机智奋斗的结果。我国人民有无穷的智慧和力量，富于创造性，不但表现在政治、经济、军事、文艺方面，也表现在科学技术方面。

由于长期的封建统治，我国人民的聪明才智几千年来并未得到充分发展，特别表现在科学技术上，否则成就一定会更加伟大。也因为这个缘故，古代科学技术上有过特殊贡献的学者、技师和劳动人民，大都是没无闻的。然而名虽不传，他们的功绩是不朽的。他们的辛勤成果，犹能重见于今日。

现在看来，我国古代的科学技术，是否都已经陈旧、不值一顾了呢？如果把今天的新科学、新技术好好分析一下，往往可以看到旧科学旧技术的痕迹，因为新的总是从旧的发展而来的。从整体看来，当然已经面目全非，但是从它组成的部分或零件来深究，穷源探本，往往能看出它的脉络所在。即使是从西方传来的东西，也会发现有的部分原来是从我们传过去

的旧东西里继承来的。从实践来的旧技术，有的形成传统，到今天还有它一定的价值，所以还能古为今用。最突出的例子，河北省的赵州桥可以算一个。它已经有一千三百多年的历史，但是它的“敞肩拱”技术，今天桥梁工程上还在广泛应用，并且在它的基础上，发展出新型的“双曲拱”。由此可见，在科学技术上，优良传统是很可宝贵的。我国古代的科学技术，在当时的世界上是领先的。在科学技术的竞赛场上，我国是得过锦标的。我国有过这样的历史，在今天的同一竞赛场上，对世界的先进水平，我们是能够赶上并且超过的。我们不但有信心，而且有能力。这本书就是有力的鉴证。

1978年一月

一 天文学

中国古代的天文学名著简介

自然科学史研究所 刘金沂

具有辉煌成就的中国古代天文学孕育了丰富的天文典籍，古代天文学家以他们饱蘸知识的笔墨写下了许多著名的篇章，给我们留下了十分珍贵的天文学遗产。

历法著作

历法是中国古代天文学的重要内容，它不仅包括年、月、日、时、节气的安排，还包括日、月、行星运动，交食，彗影，漏刻，恒星出没，天空分区，等等。因此，中国古代历法有现天文年历的性质。

现在保留下来最古老的典籍之一《夏小正》相传是夏代(约公元前二十一世纪到公元前十六世纪)的历书。其中记载有人们由观察天象和物候决定农时季节的知识。它原是《大戴礼记》中的一篇，后来单独成册流传。据考证，正文只有四百多字。就天文知识来说，它按十二个月的顺序记述了每月的星象，如早晨和黄昏出现在南方的星星，北斗柄的指向，银河在天空的位置，太阳到了恒星间什么地方等。此外还有每月的气象、物候以及应该做的农事和政治活动。例如：“正月，启蛰，……鞠则见，初昏参中，斗柄悬在下，……”这里“鞠”和“参”都是星名，“斗柄”就是北斗七星组成勺子形的把子。这部书是否夏代的历书，学术界还没有定论，但它至迟在春秋时期(公元前770年到公元前476年)已经成书，而且根据书中反映的天象等情况，说明有更早时代的资料。

自汉代(公元前205年到公元后220年)起，就有完整系统的历法著作留传到现在，包括在各历史朝代中颁行过的和没有颁行过的历法共约一百种，绝大部分收集在《二十四史》的《律历志》中，这是研究中国历法的资料宝库。现择要略作介绍。

《三统历》，西汉刘歆(?—23)作，一般认为是根据汉武帝太初元年(公元前104年)邓平、落下闳等人创作的《太初历》稍加修改而成。这是现存最早的一部完整历法，后世历法的基本内容这时大体都已具备。《三统历》共有七节：统母，纪母，五步，统术，纪术，岁术，世经。统母和统术讲日月运动的基本常数和推算方法，包括回归年、朔望月长度、一年的月数、交食周期、计算朔日和节气的方法等；纪母、纪术和五步讲行星的基本常数和推算方法，包括五大行星的会合周期、运行动态、出没规律、预告行星位置等；岁术讲星岁纪年的推算方法；世经讲考古年代学。《三统历》还明确规定，以无中气的月份置闰，并选取一个“上元”作为历法的起算点。《三统历》的这些内容，对后代历法影响极大，有的沿用至今。清代学者钱大昕(1728—1804)、李锐(1773—1817)、董佑诚(1791—1823)等人都曾对《三统历》做过详细研究，日本、法国学者还把它译成日文和西方文字。

《乾象历》，汉献帝建安十一年(公元206年)刘洪(约135—210)作。它对月亮运动的研究有了新进展，首次提出月亮近地点的移动(过周分)，

从而算出近点月长度，并在一近点月里逐日编出月离表，又首次提出黄白交角是六度（兼数），首次提出交食计算中推算食限的方法，这些都对后代历法影响很大。

《皇极历》，隋文帝仁寿四年（公元604年）刘焯（544—610）作，未颁行。《皇极历》考虑太阳和月亮视运动不均匀来计算日月合朔的时刻，创立了等间距二次差内插法^③。为了求得任意时刻的定期改正值，又创立了任意间隔二次差内插法的公式。这在中国天文学史和数学史上都有重要地位，后代历法计算日月五星运动使用的内插法多继承《皇极历》的方法并继续发展。

《大衍历》，唐玄宗开元十五年（公元727年）僧一行（683—727）作，后经张说（667—730）和陈玄景整理成文，开元十七年（公元729年）颁行，使用到天宝十年（公元751年）。开元二十一年（公元733年）传入日本，在日本使用近百年。《大衍历》结构严谨，条理分明，共有历术七篇，讲具体计算方法。另有历议十二篇（其中略例三篇），讲历法的理论问题，是一行为《大衍历》写的论文，通称《大衍历议》。《大衍历》的制定是从制造仪器开始的，经过实际观测确定基本天文数据，这是科学的方法。经过《大衍历》的制定，对太阳月亮运动不均匀现象有了正确全面的了解。通过实际观测，破除了二千年来流传的“寸差千里”的谬说。在计算方法上，《大衍历》创不等间距二次差内插法的公式，比起《皇极历》来又是一个进步。

《授时历》，元世祖至元十七年（公元1280年）郭守敬（1231—1316）作，次年颁行。明代《大统历》继续用它的方法，前后共使用三百六十多年，是古历法中行用最久的，也是在天文数据、计算方法各方面发展到高峰的一种历法。中国古典系统的历法到此为止，以后就有西方天文知识传入并影响到历法的编算。现存《元史·历志》里的《授时历经》上下篇是郭守敬在王恂（1225—1281）初稿基础上重新编定的。当时《授时历》虽已颁行，但各种数据用表、推步算法没有定稿。元至元十八年（公元1281年）王恂不幸去世，由郭守敬一人主持完成。他“比类编次，整齐分秒，裁为二卷”。《授时历》共有七部分，内容相似于《大衍历》；但采用等间距三次差内插法计算日月五星位置，又用弧矢割圆术和类似球面三角的方法根据太阳黄经求它的赤经赤纬，这两种方法在天文学史和数学史上都具有重要地位。目前，有许多中外学者在对《授时历》进行研究。

《崇祯历书》，明末徐光启（1562—1633）主编，李天经（1579—1659）续成，从崇祯二年到七年（公元1629年到1634年）前后共用五年时间完成。它从多方面引进了欧洲古典天文学知识，内容包括天文学基本理论，三角学，几何学，天文仪器，日月和五大行星的运动、交食，全天星图，中西单位换算等，共四十六种，一百三十七卷，采用第谷（1546—1601）的太阳系结构系统，计算方法中翻译了哥白尼（1473—1543）《天体运行论》中的许多章节，还有开普勒（1571—1630）《论火星的运动》一书中的材料，历法计算中不用中国传统的代数学方法而改成几何学方法，这是中国天文学史和历法史上一个重要的转折。中国古代天文学体系开始向近代天文学转变。明末未能根据《崇祯历书》来编算民用历书，清代开始使用根据《崇

^③ 关于内插法，参看本书第126—130页。

祜历书》编算的历书——《时究历》，直到清末。在《四库全书》中有一百卷本的《西洋新法算书》是传教士汤若望(1591—1666)根据《崇祜历书》删改而成的。

天文星占著作

在中国古代天文学的发展过程中，星占术曾起过它独有的作用。正是因为星占术的需要，古代许多星占家大量观测记录天空现象，编写星象著作，其中包括许多天文知识。所以中国古代不少天文著作都同星占术结合在一起。

《石氏星经》是现在见到的最早的一本天文星占著作，战国时期(公元前475年到公元前221年)魏国石申所著。书的原名叫《天文》，内容涉及太阳、月亮、行星、交食、恒星、古代天文名词、宇宙概念等多方面，尤其是恒星部分价值更高。《五星占》是1973年在长沙马王堆汉墓中出土的一份帛书，专讲五大行星运动和一些天文知识，共有九部分，八千字。书大约写于汉文帝前元年间(公元前179年到公元前164年)，书中对五大行星运动有详细的描述，成为后代历法中“步五星”工作的先驱。书中对金星、土星的会合周期定得比较准确，对秦始皇元年(公元前246年)到汉文帝前元三年(公元前177年)七十年间木、土、金三星的动态有逐年的记载，这是研究古代行星问题的一份重要资料，受到了中外学者的广泛注意。

汉代还有两本重要的天文著作应该提到，这就是《天官书》和《周髀算经》。《天官书》是《史记》中的一篇，公元前一世纪司马迁(前145或前135—?)著，可算是当时有关天文知识的总结。尤其是恒星部分记录了当时所认识到的全天恒星，共九十多组名称，五百多颗星，是关于全天恒星的最早一篇完整文献。后来许多恒星的命名都受它影响。《天官书》内容除恒星外，还有行星、分野、日月占候、奇异天象、云气、岁星纪年、天象记录和占验等，是研究秦汉天文学乃至先秦天文学的一篇权威性文献。《史记·天官书》开创了后代史书中撰写天文志的传统。《二十四史》中有十几篇天文志，为研究中国天文学史提供了系统全面的资料。其中李淳风(602—670)所撰《晋书·天文志》，内容丰富全面，已被翻译成英文，在巴黎出版。

《周髀算经》，成书于西汉后期公元前一世纪，作者不可考，是《算经十书》中的一部，名曰算书，实际上主要是一部天文学著作。书有上下两卷，重点讲述当时的一种宇宙结构学说——盖天说，详细阐述盖天说计算天地结构、太阳视轨道大小、周天里数、北极璇玑的方法，还有圆形盖天式星图的制作等等，是有关盖天说的一本系统详尽的典籍。

《步天歌》是一本以诗歌形式介绍全天恒星名称、数目、位置的天文学著作，相传是唐代王希明撰，丹元子是他的号，所以有时也称《丹元子步天歌》^①。诗文七字一句，有韵，把全天恒星按三垣二十八宿的分区法编在诗句中，读着诗句就好像漫步在点点繁星之间。“句中有图，言下见象”，便于辨认和记忆全天恒星，是古人学习天文学的必读书。在宋代重修的《灵

^① 参见本书第21页。

^② 有人认为丹元子是隋代隐士，跟王希明没有关系。

台秘苑》一书中又把步天歌配上星图，星空景象更加清晰明了。

《灵台秘苑》原是北周庾季才撰，据《隋书·经籍志》载，共有一百二十卷，现在见到的只有二十卷，北宋王安礼等人重修。书中有三百四十五颗恒星的赤道坐标值，是我国现存第二份星表，它的观测年代是北宋仁宗皇祐年间(公元 1049 年到 1053 年)，这对研究宋代的恒星观测很有帮助。

《开元占经》，一百二十卷，唐代瞿昙悉达撰，成书于唐玄宗开元六年到十四年(公元 718 年到 726 年)，所以又称《大唐开元占经》。唐以后失传，明神宗万历四十四年(公元 1616 年)，安徽歙县人程明善在古佛像腹中偶然发现，始得再次流传至今。它是一本唐以前天文星占著作大全，把当时能见到的古代七十多种天文星占书按内容分别摘录编撰，内容涉及天文星象、气候、奇异现象等各方面。天文方面有名词解释，宇宙理论，日月行星运动，二十八宿距度，甘德、石申、巫咸三家对全天恒星名称、星数、位置的描述和占验，包括有石氏的恒星星表。此外还有当时使用的《麟德历》、作者翻译的印度《九执历》和其他十六种古代著名历法的基本数据。这一著作作为我们提供了唐代以前天文学史的重要资料。由于《开元占经》的辑录，许多古代失传了的天文星占著作的内容得以保存下来，就凭这一点，《开元占经》也是一本极有价值的书。

唐代另一本天文星占著作《乙巳占》是李淳风所著，也摘编了许多现已失传的古代星占著作的片断，包括天文、气象、星占，内容也很广泛。明代还有一本《观象玩占》，作者不可考，也是天文星占书中一本有价值的著作。

天文星占著作有一些迷信的成分夹杂在中间，作为糟粕固然应当扬弃，但透过大量的天文现象和奇异天象的记载，使我们可以了解历史上许多有价值的天文事件，如新星超新星的爆发，彗星的出现和分裂，流星雨的变迁，变星的光变，日食景象，黑子日珥日冕在历史年代中的变化，行星运动，地月系的变迁等，这对现代天文学的理论研究有很大的价值。在《二十四史》天文志和其他天文星占书中保留了大量古代天象记录，为现代天文学研究提供了不可代替的古代信息，全世界的天文学家都非常珍视它，由于这些古代资料的现代利用而形成了一门新的天文学分支——历史天文学。这也是中国古代天文学现在特别受到全世界科学界重视的原因之一。

天文仪器著作

天文仪器是进行观测的工具，在古代天文学的发展中起了重要作用。中国古代创制了多种精巧的天文仪器，如圭表、漏壶、浑仪、浑象等，不仅有实物保留到今天，还有一些专门著作，描写它们的结构和原理。这不仅在天文学上，而且在机械设计技术上，都有重要价值。

汉代大科学家张衡(78—139)是水运浑象的制造者。他的《浑天仪注》既是浑天说的重要著作，也是制作浑象的一本说明书。清代洪颐煊辑录的《经典集林》卷二十七中辑有全文，并附漏壶部分的结构说明。它提供了浑天说的基本观点、浑象的制作、多级漏壶的结构等古代资料。

《新仪象法要》是宋代苏颂(1020—1101)为水运仪象台所作的设计说明书，成书于宋哲宗绍圣元年到三年(公元 1094 年到 1096 年)间，是有关

水力运转天文仪器的一本专著。书中共有图六十种，详细介绍北宋水运仪象台的总体和各部结构、尺寸。卷首有《进仪象状》，说明这种仪器的建造缘起、经过和它的特点。卷上介绍浑仪，卷中介绍浑象，卷下介绍仪象台总体、台内各原动和传动机械、报时系统，最后还有一段介绍整个仪象台动作起来的过程，是中国现存最古的机械设计图纸。根据这部书的描述，中国历史博物馆在王振铎(1912—1992)的主持下复原了水运仪象台。在复原研究过程中证明，书中一点一线都有根据，尺寸大小准确无误，反映了公元十一世纪中国天文学和机械制造技术的成就。《新仪象法要》还记述了水运仪象台的三项重要发明：活动屋顶，自动转仪装置，钟表擒纵器。这几项都比欧洲同类发明早几百年。此外，书中还有星图两套五幅，是两种全天星图的表示法。一种是北极圆图加赤道带横图，共三幅；一种是以赤道为界、以两极为中心的半天球圆图，共二幅，南极附近天区在中国看不到，图中是空白，这种星图画法在中国还是首创。

有关中国古代的几种重要天文仪器，在《宋史·天文志》中可以看到沈括(1031—1095)的三篇论文，是他在宋神宗熙宁七年(公元1074年)写的《浑仪议》、《浮漏议》和《景表议》。这三篇论文可算是有关仪器的专门著作。《浑仪议》讲到了浑仪和浑象的制造历史，指出浑仪和浑象是两类不同的仪器，接着讲到各代所制浑仪的结构，他对制作浑仪的心得体会。《浮漏议》讲到了在他之前的燕肃对平水壶的最新发明，详细记录漏壶的结构和尺寸、漏壶用水的选择等等。《景表议》讲述了多表测景的方法 and 景表安装制造问题，讨论了大气能见度的影响。这些使我们对古代天文仪器的认识提高了一步。

郭守敬对天文仪器的重要发明都记载在《元史·天文志》中，他对简仪、仰仪、正方案、景符、窥几等都有详细介绍，包括它们的结构、尺寸和用法。这些仪器都在天文仪器史上有重要地位，元代之后没有专文给以介绍，因而《元史·天文志》的有关部分实在是天文仪器的又一篇名著。

《灵台仪象志》是清代初年为现象台制造六件大型天文仪器的设计使用说明书，由比利时来华的耶稣会士南怀仁(1623—1688)主编，完成于清圣祖康熙十三年(公元1674年)。这六件天文仪器现仍保存在北京建国门古观象台上，它们是天体仪(浑象)、黄道经纬仪、赤道经纬仪、地平经仪、地平纬仪(象限仪)、纪限仪(距度仪)。

除了上述介绍的天文学名著，中国古代还有许多有价值的天文著作，这里特别应该提到《畴人传》，这是一本天文、数学家的传记集，收集了几百位天文、数学家的生平和科学业绩，是研究中国天文学史的重要资料集。它同其他许多著作一起系统地反映了中国古代天文学的成就，它的本身也是这成就的一部分。

中国古代的天象记录

北京天文馆 陈晓中

我国是世界上天文学发达最早的国家之一。早在四千年前就有可考的文字星象记载。我国古代的天象记录，不但年代连续，而且相当丰富；其中有一些，在现代天文学问题的研究中起着重要的作用。这里，我们介绍有关古代太阳黑子、彗星、流星雨和客星的记载。

日中有“黑气”

太阳，是我们地球上光和热的源泉。我们祖先善于实践，勤于观测，对太阳上的细节都进行详细描述，精确记载，见于史书。现今世界公认的最早的黑子记事，是西汉成帝河平元年（公元前 28 年）三月所见的太阳黑子现象，载于《汉书·五行志》：“成帝河平元年……三月己未，日出黄，有黑气大如钱，居日中央。”这一记录把黑子的位置和时间都叙述得很详尽。

事实上，在这以前，我国还有更早的黑子记载。在约成书于汉武帝建元元年（公元前 140 年）的《淮南子》这一著作的卷七《精神训》中，就有“日中有踬乌”的叙述。踬乌，也就是黑子的现象。而比这稍后的，还有：汉“元帝永光元年四月，……日黑居仄，大如弹丸。”（《汉书·五行志》引京房（前 77—前 37）《易传》）。这表明太阳边侧有黑子成倾斜形状，大小和弹丸差不多。永光元年是公元前 43 年，所以这个记载也比前面的记录为早。

太阳黑子

黑子，在太阳表面表现为发黑的区域，由于物质的激烈运动，经常处于变化之中。有的存在不到一天，有的可到一月以上，个别长达半年。这种现象，我们祖先也都精心观察，并且反映在记录上。《后汉书·五行志》有这样的记载：“中平……五年正月，日色亦黄，中有黑气如飞鹤，数月乃销。”灵帝中平五年是公元 188 年。《宋史·天文志》也记有宋高宗“绍兴元年二月己卯，日中有黑子，如李大，三日乃伏。六年十月壬戌，日中有黑子，如李大，至十一月丙寅始消。七年二月庚子，日中有黑子，如李大，旬日始消。四月戊申，日中有黑子，至五月乃消。”绍兴元年是公元 1131 年。

黑子，不但有存在时间，也有消长过程中的不同形态。最初出现在太阳边缘的只是圆形黑点，随后逐渐增大，以致成为分裂开的两大黑子群，中间杂有无数小黑子。这种现象，也为古代观测者所注意到。《宋史·天文志》记有宋徽宗政和二年（公元 1112 年）“四月辛卯，日中有黑子，乍二乍三，如粟大。”这一记载，就是属于极大黑子群的写照。

我们祖先观测天象，全靠目力。对于太阳只有利用日赤无光、烟幕蔽日之际，或太阳近于地平、蒙气朦胧之中，以及利用“盆油观日”方法，始可观望记录。从汉代到明代共一千六百多年间，黑子记载超过一百次。

上述史书所载的黑子“如钱”、“如粟”、“如飞鹊”、……都是表示黑子的形状；至于“数月乃销”、“三日乃伏”等等，是表明黑子的消长过程的。因为黑子大小相间，此生彼灭，存在时间长短不一，在望远镜未发明之前，史书所载的一定是大而易见的，所以至多不过二三枚，存在几天或几月而灭，这是和近代精密观测结果相符合的。至于“日赤无光”、“昼昏日晡”等等，乃是描写观测时候的情景。这些都是合乎科学的。对于前人精察天象的实践，外国学者也多有赞扬。美国天文学家海耳(1868—1938)就曾经指出：“中国古人测天的精勤，十分惊人。黑子的观测，远在西人之前大约二千年。历史记载不绝，而且相传颇确实，自然是可以征信的。”

欧洲发现太阳黑子，时间比较晚。他们最早的黑子记事是公元807年八月十九日。这已经是公元九世纪了：但是还被误认为是水星凌日。太阳黑子的发现是伽利略(1564—1642)使用望远镜完成的天文学进展之一；他在公元1610年才看到黑子，直到1613年才把结果公开发表。

黑子的消长，有它的盛衰周期。平均周期十一年这数字是1843年德国业余天文学家施瓦贝(1789—1875)首先得到的。但是，如果引用我国古代太阳黑子的记录加以分析，也完全能够得到相同的结果。

1975年，我国云南天文台编集我国从公元前43年到公元1638年的黑子记录，共一百零六条，进行计算，得出周期是一〇·六±〇·四三年；同时还存在六十二年 and 二百五十年的长周期。这一重要结果，是研究我国古代黑子记录、探索它的规律的良好收获。

历代古记录已经表明：黑子出现最多的年月，也是极光出现频繁的时期。黑子和极光互有关系。1977年七月，云南天文台又利用我国黑子和极光古记录，同时进行分析得出：极光和黑子都存在约十一年的周期；并且得出结论：太阳活动和极光的约十一年周期，并不是近三百年才有的暂时现象。这对于研究地球物理学和天文学的一系列问题，将是很有益的启示。这同时也说明我国古代黑子资料是相当宝贵的

彗星记事

我国很早就有彗星记事，并给彗星以孛星、长星、蓬星等名称。古书《竹书纪年》上就有“周昭王十九年春，有星孛于紫微”的记载。但是因为这本书真实年代有待考证，对这件事暂且存疑。最可靠的记录，开始见于《春秋》：“鲁文公十四年秋七月，有星孛入于北斗。”鲁文公十四年是公元前613年，这是世界上最早的一次哈雷彗星^①记录。《史记·六国表》载：“秦厉共公十年彗星见。”秦厉共公十年就是周贞定王二年，也就是公元前467年。这是哈雷彗星的又一次出现，不过《史记》没有记载它出现的时间。

哈雷彗星

哈雷彗星绕太阳运行平均周期是七十六年，出现的时候形态庞然，明

^① 哈雷彗星是英国天文学家哈雷(1656—1742)于1705年预报出回归年份的第一颗彗星，指出它的回归周期是七十六年。

亮易见。从春秋战国时期到清末的二千多年，共出现并记录的有三十一次。其中以《汉书·五行志》汉成帝元延元年(公元前12年)记载的最详细。

“元延元年七月辛未，有星孛于东井，践五诸侯，出河戍北，率行轩辕、太微，后日六度一有余，晨出东方。十三日，夕见西方，……锋炎再贯紫宫中。……南逝度犯大角、摄提。至天市而按节徐行，炎入市中，旬而后西去；五十六日与苍龙俱伏。”

这样生动而又简洁的语言，把气势雄壮的彗星运行路线、视行快慢以及出现时间，描绘得栩栩如生。其他的每次哈雷彗星出现的记录，也相当明晰精确，分见于历代天文志等史书。在西洋关于哈雷彗星记载，一般书籍认为最早是在公元66年，但是还可上溯到公元前11年，欧洲已有哈雷彗星的观测记载。不过，也还比我国《春秋》可靠记载晚了几百年。

我国古代的彗星记事，并不限于哈雷彗星。据初步统计，从古代到公元1910年，记录不少于五百次，这充分证明古人观测的辛勤。

哈雷彗星的来临，姿态固然十分雄伟，但是其他彗星的出现，气势也相当壮观。《新唐书·天文志》：“上元……三年七月丁亥，有彗星于东井，指北河，长三尺余，东北行，光芒益盛，长三丈，扫中台，指文昌。”唐高宗上元三年是公元676年。这种记录，不但形象描绘逼真，而且位置准确，所经过的亮星都加注记，这正是我国古代气象记录的优点。

在古代，我们祖先不仅观测彗星的形态和位置，对彗星的成因也有见解。《晋书·天文志》载有：“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。”这种解释也是正确的。《晋书》修于唐太宗贞观十八年到二十年，就是公元644年到646年。而在欧洲直到公元1532年才有类似的认识。

在我国古代，还记录到彗星分裂现象。《新唐书·天文志》就有：“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，状如鬥^①，经三日而二小星没，其大星后没。”唐昭宗乾宁三年是公元896年。像这样的观测记录是很细致的。在这里所说的客星，指的是已经分裂的彗星。

我们祖先重视彗孛，有些虽然不免泥于占卜，但是观测勤劳，记录不断，使后人得以查询。欧洲学者常常借助我国典籍来推算彗星的行径和周期，以探索它们的回归等问题。哈雷彗星就是明显一例。

二十世纪初，英国的克罗梅林(1865—1939)和考威耳(1870—1949)曾利用我国古代哈雷彗星记录，跟计算所得的每次过近日点时间和周期相比较，最古记录上推到公元前240年。对照结果都比较符合，足证古代记录的可靠。前人辛劳记录的功绩未可泯灭！

近年来美国学者勃勒德，研究从1682年到二十世纪的哈雷彗星运动，曾经引用我国有关古代记录，来探索1986年哈雷彗星的回归，并且研究太阳系中是否还存在第十颗大行星在对哈雷彗星的运动施加影响。在爱尔兰天文台工作的中国天文学家江涛，也研究哈雷彗星的运动，并且在1971年发表《哈雷彗星的从前轨道》一文。1977年，我国天文学家张钰哲(1902—1986)，利用我国古代的哈雷彗星记录，上推到公元前1057年，通过电子计算机进行运算，发表《哈雷彗星的轨道演变趋势和它的古代历史》一

^① 这一“鬥”字只能保留繁体字，如简化作“斗”，会发生误解。

文，所得结果，比较理想。他解决了我国历史界关于“武王伐纣”的准确年代的疑问；初步得出这日期是公元前1057年，丰富了史学年代学的论证内容。可见我国古代的彗星记录到现代仍然焕发出它的光辉！

法国人巴耳代在本世纪五十年代研究一千四百二十八颗的《彗星轨道总表》之后断定说：“彗星记载最好的（除极少数例外），当推中国的记载。”这种评语，无疑是公允的！

星陨如雨

流星雨的发展和记载，也是我国最早，《竹书纪年》中就有“夏帝癸十五年，夜中星陨如雨”的记载。最详细的记录见于《左传》：“鲁庄公七年夏四月辛卯夜，恒星不见，夜中星陨如雨。”鲁庄公七年是公元前687年，这是世界上天琴座流星雨的最早记录。

我国古代关于流星雨的记录，大约有一百八十次之多。其中天琴座流星雨记录大约有九次，英仙座流星雨大约十二次，狮子座流星雨记录有七次。这些记录，对于研究流星群轨道的演变，也将是重要的资料。

流星雨的出现，场面相当动人。我国古记录也很精彩。试举天琴座流星雨的一次记录为例：

南北朝时期刘宋孝武帝“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。”（《宋书·天文志》）这是在公元461年。当然，这里的所谓“数千万”并非确数，而是“为数极多”的泛称。

而英仙座流星雨出现时的情景，从古记录上看来，也令人难以忘怀。请看：

唐玄宗“开元二年五月乙卯晦，有星西北流，或如瓮，或如斗，贯北极，小者不可胜数，天星尽摇，至曙乃止。”（《新唐书·天文志》）开元二年是公元714年。

流星体坠落到地面便成为陨石或陨铁，这一事实，我国也有记载。《史记·天官书》中就有“星陨至地，则石也”的解释。到了北宋，沈括更发现陨石中有以铁为主要成分的。他在《梦溪笔谈》卷二十里就写着：“治平元年，常州日禺时，天有大声如雷，乃一大星，几如月，见于东南。少时而又震一声，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，……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。”宋英宗治平元年是公元1064年。沈括已经注意到陨石的成分了。

在欧洲直到1803年以后，人们才认识到陨石是流星体坠落到地面的残留部分。

在我国现在保存的最古年代的陨铁是四川隆川陨铁，大约是在明代陨落的，清康熙五十五年（公元1716年）掘出，重五八·五千克。现在保存在成都地质学院。

“客星见于房”

有些星原来很暗弱，多数是人目所看不见的。但是在某个时候它的亮度突然增强几千到几百万倍(叫做新星)，有的增强到一亿到几亿倍(叫做超新星)，以后慢慢减弱，在几年或十几年后才恢复原来亮度，好像是在星空作客似的，因此给以“客星”的名字。在我国古代，彗星也偶尔列为客星；但是对“客星”记录进行分析整理之后，凡称“客星”的，绝大多数是指新星和超新星。

我国殷代甲骨文中，就有新星的记载。见于典籍的系统记录是从汉代才开始的。《汉书·天文志》中就有：“元光元年六月，客星见于房。”房就是二十八宿里面的房宿，相当于现在天蝎星座的头部。汉武帝元光元年是公元前134年，这是中外历史上都有记录的第一颗新星。但是西洋没有记载月日，也没有注明方位，远不如《汉书》详细。在上世纪，法国的比奥编《新星汇编》，就把《汉书》这颗新星列为第一颗。

自殷代到公元1700年为止，我国共记录了大约九十颗新星和超新星。

其中最引人注意的是宋仁宗至和元年(公元1054年)出现在金牛座 ζ 星(天关星)附近的超新星，两年以后(嘉祐元年，公元1056年)变暗。《宋会要》这部史书中就这样写着：“嘉祐元年三月，司天监言客星没，客去之兆也。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。”



蟹状星云。

十八世纪末，有人通过望远镜观测，在天关星附近，发现一块外形像螃蟹的星云，取名叫蟹状星云。1921年发现这星云在不断向外膨胀，根据膨胀速度可以反回推算出，这星云物质大约是在九百年前形成的，是超新星爆发的产物。这星云既有光学脉冲，也有射电脉冲，同时又发射X射线和Y射线。这些辐射都有一个周期极短(大约是千分之三十三秒)的稳定脉冲。对这现象进行多方面研究之后，人们普遍认为：它的来源就是过去理论上所预言的一种超新星爆发后的残留核心，也就是中子星。这已经是恒星演化到晚期的阶段了。这颗超新星就是我国《宋会要》所记载的公元1054年的“客星”。

明穆宗隆庆六年(公元1572年)出现在仙后座的超新星，最亮的时候在当时的中午肉眼都可以看见。《明实录》载有：“隆庆六年十月初三日丙辰，客星见东北方，如弹丸，……历十九日壬申夜，其星赤黄色，大如盖，光芒四出，……十月以来，客星当日而见。”我国的记录，比当时丹麦天文学家第谷还早发现三天，而且多观测了约两个月。

至于明神宗万历三十二年(公元1604年)的超新星，出现的时候亮度不比金星逊色。《明史·天文志》记载：“万历……三十二年九月乙丑，尾分有星如弹丸，色赤黄，见西南方，至十月而隐；十二月辛酉，转出东南方，仍尾分。明年二月渐暗，八月丁卯始灭。”

现代由于射电天文学的飞跃发展，世界上有关学者都以极大兴趣研究我国古代的新星和超新星记录，他们的目的在于寻找银河系内射电源和超新星的对应关系。我国天文工作者在五十年代以后，先后把我国古代新星记录整理发表，在国际上获得好评。其中分析我国古代十二个超新星记录中，有八九个对应于射电源。这应该看成是我国古代在恒星观测上的一项重大成就，同时也是对现代天文学问题的探索的一项卓越贡献。

岁月推移，天象更迭。我们祖先辛勤劳动，留下宝贵的天象记录，无一不反映出先人孜孜不倦、勤于观测的严谨态度，无一不闪烁着我们民族智慧的光辉。这些，是我国古代丰富的文化宝库中的一份珍贵遗产。

观测唯勤，探微唯精；前人记实，后人求真。在今后更深刻的认识宇宙、探索规律的过程中，我国古代天象记录将起到应有的作用。

中国古代在天体测量方面的成就

自然科学史研究所 薄树人

天体测量是研究怎样测定天体的位置和天体到达某个位置的时间(包括使用的仪器、工具和方法)来为各种实用的和科学的目的服务的一门科学。它是天文学中最古老、也是最基本的一个分支。恩格斯(1820—1895)在《自然辩证法》一书中指出,自然科学中最先发展的天文学起源于游牧民族和农业民族定季节的需要^①。而决定季节的科学方法,最早就是从观测天体的位置和到达某个位置的时间开始的。在我国,在很古很古的时候设有“火正”这样的专门人员,他的任务是观测“大火”星(就是心宿二)的出没来向人们预告时令。

我国古代在天体测量方面的成就是极其辉煌的。

世界最古老的星表之一——石氏星表

星表是把测量出的若干恒星的坐标(常常还连同其他特性)汇编而成的。它是天文学上一种很重要的工具。我国古代曾经多次测编过星表。其中最早的一次是在战国时期。它的观测者叫石申,是魏国人。他的活动年代大约在公元前四世纪。

石申编过一部书,叫《天文》,共八卷。因为这部书有很高的价值,所以被后人尊称为《石氏星经》。《石氏星经》这部书已经在宋代以后失传,今天我们只能从一部唐代的天文学书籍《开元占经》里见到《石氏星经》的一些片断摘录。从这些片断中我们可以辑录出一份石氏星表来。其中有二十八宿距星(每一宿中取作定位置的标志星叫做这一宿的距星)和其他一些恒星共一百十五颗的赤道坐标位置^②。

石氏星表的赤道坐标有两种表达方式。一种是二十八宿距星的,叫做距度和去极度。距度就是本宿距星和下宿距星之间的赤经差;去极度就是距星赤纬的余角。还有一种是二十八宿之外的其他星,叫做入宿度和去极度。所谓入宿度就是这颗星离本宿距星的赤经差。不论哪一种方式,它的实质和现代天文学上广泛使用的赤道坐标系是一致的。而在欧洲,赤道坐标系的广泛使用却是在十六世纪开始的。

我国古代天体赤道坐示意图。I 是赤道圈, II 是地平圈, P 是天北极。A、B 是相邻的甲、乙两宿的距星, a、b 表示甲宿的距度。S 是某一天体, a_θ 表示它的入宿度, SP 表示它的去极度。

恒星的赤道坐标会作缓慢的变动,这种变动的绝大部分是岁差造成的。因此,按照岁差规律,比较一颗恒星古今坐标的变化,可以推求出这个古赤道坐标的测定年代。

运用这个方法对石氏星表的数据进行推算,结果表明:其中有一部分

^① 参见《马克思恩格斯选集》,人民出版社1972年版,第三卷,第523页。

^② 按《开元占经》所编星号看,《石氏星经》原文应该有星一百二十一颗,但是其中六颗在今本《开元占经》中缺失了。