



上海出版基金项目
Shanghai Publishing Fund

“十三五”国家重点出版物出版规划项目

天 · 文

THE HISTORY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY IN CHINA
中国科技史话 · 插画本

王渝生 主编
邓可卉 —— 编著



一部包罗万象的天文科普必读本。

史 · 话



上海科学技术文献出版社
Shanghai Scientific and Technological Literature Press



上海出版资金项目
Shanghai Publishing Funds

天文史话

THE HISTORY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY IN CHINA
中国科技史话·插图本



王渝生 主编
邓可卉——编著



上海科学技术文献出版社
Shanghai Scientific and Technological Literature Press

图书在版编目 (CIP) 数据

天文史话 / 邓可卉编著. —上海: 上海科学技术文献出版社, 2019

(中国科技史话丛书)

ISBN 978-7-5439-7812-6

I. ①天… II. ①邓… III. ①天文学史—中国—普及读物 IV. ①P1-092

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 298945 号

“十三五”国家重点出版物出版规划项目

选题策划: 张 树

责任编辑: 王倍倍 杨怡君

封面设计: 周 婧

封面插图: 方梦涵 肖斯盛

天文史话

TIANWEN SHIHUA

王渝生 主编 邓可卉 编著

出版发行: 上海科学技术文献出版社

地 址: 上海市长乐路 746 号

邮政编码: 200040

经 销: 全国新华书店

印 刷: 昆山市亭林印刷有限责任公司

开 本: 720×1000 1/16

印 张: 8

字 数: 111 000

版 次: 2019 年 4 月第 1 版 2019 年 4 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5439-7812-6

定 价: 38.00 元

<http://www.sstlp.com>



目录

Contents

第一章 三垣、二十八宿 / 1

星官与星图 / 1

《步天歌》 / 2

二十八宿 / 4

第二章 星表与星图 / 6

石氏星表 / 6

星图 / 7

第三章 异常天象的观测 / 11

中国古代对日食、新星及超新星的观测 / 11

关于1054年的天关客星 / 13

彗星的观测 / 14

中国古代对太阳黑子的观测 / 16

流星雨、陨星及极光的观测 / 17

第四章 天球坐标系与黄赤交角 / 18

赤道坐标系——“入宿度”和“去极度” / 18

黄道坐标系 / 19

黄赤道坐标系的变换 / 20

地平坐标系 / 21

黄赤交角 / 22

第五章 冬至时刻的测定和回归年长度的确定 / 24

冬至时刻的测定 / 24

中国古代对回归年长度的测定 / 25

第六章 历法的安排 / 28

阴阳历 / 28

历法的制定 / 28

第七章 二十四节气 / 32

第八章 时刻制度 / 35

日的划分和记法 / 35

时刻 / 36

第九章 圭表 / 40

定方向 / 40

定节气 / 41

定时刻 / 44

定地域 / 44

定回归年长度 / 46

第十章 中国古代漏刻 / 47

单壶泄水型沉箭漏 / 48

多级补偿型浮箭漏 / 49

秤漏 / 50

漫流型浮箭漏 / 51

漫流补偿混合型浮箭漏 / 51

- 其他漏刻 / 52
- 小型民用漏刻 / 53

第十一章 中国古代日晷 / 54

- 明朝以前的日晷 / 54
- 明清时期的日晷 / 58

第十二章 浑仪与浑象 / 60

- 浑仪 / 60
- 浑象 / 63

第十三章 论天三家——盖天说、浑天说与宣夜说 / 65

第十四章 岁差的发现 / 70

第十五章 刘焯与《皇极历》 / 74

第十六章 一行及其《大衍历》 / 78

第十七章 唐朝的中印天文学交流 / 83

第十八章 沈括的《十二气历》——一部中国自己的阳历 / 87

第十九章 郭守敬与《授时历》 / 90

第二十章 元朝的中阿天文学交流 / 95

第二十一章 利玛窦与徐光启 / 98

第二十二章 明朝的历法改革 / 102

历法改革的背景 / 102

《崇祯历书》的编撰 / 103

从历法改革中取得的一些思想成果 / 104

《崇祯历书》的重要影响 / 106

第二十三章 清初天文仪器的制造 / 108

黄道经纬仪 / 110

赤道经纬仪 / 111

地平经仪 / 111

象限仪 / 112

纪限仪 / 113

天体仪 / 114

第二十四章 《谈天》的翻译 / 116



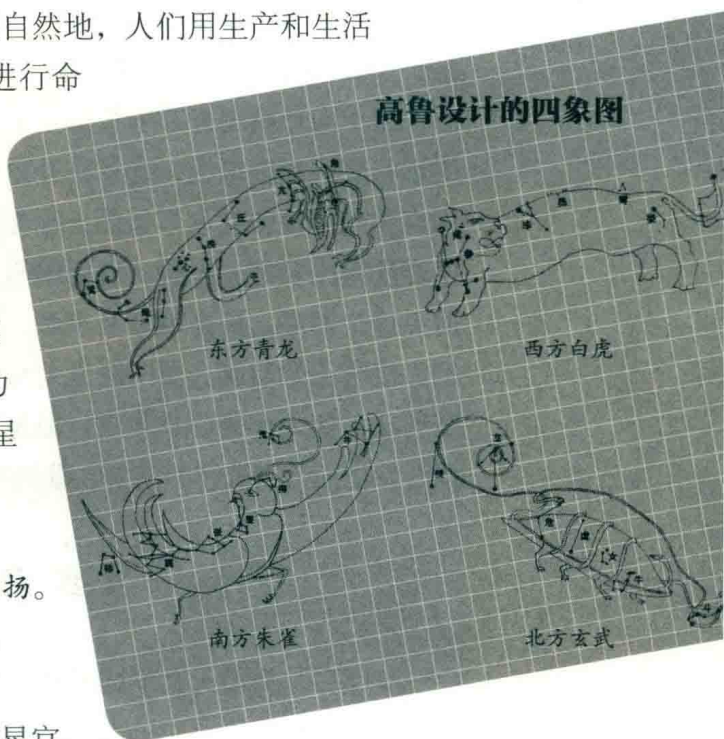
三垣、二十八宿

星官与星图

由于对星空的不断观测，人们对星星逐渐熟悉起来。为了方便观测和记忆，人们逐渐把它们划分成群，各群的星数多寡不等，多到几十颗，少的只有一颗。把一群之内的星用各种假想的线联系起来，可以组成各种图形。于是很自然地，人们用生产和生活中所接触到的物品对这些图形进行命名。这样的群，古代称为星官。例如，连接北斗七星，构成一只长把的勺，和古代的酒斗——“斗”很相似，所以就取了“北斗”这个名字。又如箕宿四星，可连成一个簸箕的形状，所以起名为“箕”。古代的诗歌中就有对这些星群的形象比喻：

“维南有箕，不可以簸扬。
维北有斗，不可以挹酒浆。”

一般来讲，一些早期命名的星官，大都和当时人们生产和生活中较多接触的事物有关。例如，箕、定之类农具；弧矢、毕之类猎具；车、船、斗等生活用具；鼈、狼等动物；老人、织女等人物。



据统计，在先秦著作中所记载的星官数大约有 38 个，包括的恒星数目大约有二百余颗。战国时期的著名天文学家石申（又被称为石申夫）所撰的《天文》八卷虽已佚失，但是，在唐朝瞿昙悉达编的《开元占经》中摘引有“石氏曰……”的条文，这个石氏应该就是石申及其学派。这些“石氏曰”的条文中涉及的星座，连二十八宿在内共有一百二十官，组合星数五百余颗，现在一般认为，这些星官中至少有一部分是石申时代留下来的。

司马迁著的《史记·天官书》是最早系统地描述了全天星官的著作。司马迁写该书的时候请教过当时的天文学家唐都等人，同时也参考了当时还留存的战国时期甘德、石申、尹皋、唐昧等星占家的著作。

把全天的星按照某种投影原理，画在平面上就是星图。古代刻画星图的载体有丝帛、纸张、石板等。许多星图发掘于古代墓室。隋唐时期出现了以赤极为中心的圆形星图，这种星图中，赤道当然是个正圆，而不与赤极等距的黄道则是一个扁圆。

由于圆形星图存在着投影上的缺点，即星图上赤道以南的星官的形状变形程度很大，为了弥补这个缺点，在隋朝前后出现了一种用直角坐标投影的卷形星图，称作横图，横图对赤道附近的星官可以表现得比较好，但是，表现赤极附近的星官又发生了困难。为了避免这个困难，后来就分开来画，把赤道附近的星画在横图上，而把赤极附近的星画在另一张以北极为中心的圆形图上。星图的优点是形象，使人容易辨认星官。但是星图复杂，难以记忆。于是人们便开始借用带有韵律的诗文、歌诀来描述全天星宿。

《步天歌》

汉以后，随着天文学的发展与传播，人们感到需要一种能够帮助辨认和记忆全天星官的工具，于是有些人使用韵文、诗歌的形式介绍全天星斗。

约到 7 世纪末学者王希明著《丹元子步天歌》。这部书是用七字一句的诗句介绍包括陈卓所总结的 283 官 1 464 星，诗句有韵，歌词

简洁,描绘生动形象并配有星图,易于记诵。人们读它时就好像是沿着天上的星官,漫步在天空的繁星之间一样。因此它很快就流传开来,使人们在辨认和记忆星官上得到很大的帮助。《丹元子步天歌》后来成了天文学家们开始学习天文时的必读之书。这本书在古代天文知识的传习上起了很大的作用。

《丹元子步天歌》中,对星空的分区方法上也和以往所流传的各种天文书不太相同。它把全部天空分作三十一个天区,即后世流传的所谓“三垣二十八宿”的分区法。把三垣、二十八宿作为划分天区的主体,是《丹元子步天歌》的创造。这种划分法一直沿用到近代,也是我国古代天文学中别具一格的特色。

知识链接

王希明与丹元子的关系

关于《丹元子步天歌》的成书年代有隋朝和唐朝两种说法;而关于其作者有的认为是隋朝丹元子,而有的认为是唐朝王希明(自号丹元子)两种说法。这些问题目前尚有争议。《新唐书·艺文志》载有“王希明《丹元子步天歌》一卷”;郑樵《通志·天文略》卷六则称:“隋有丹元子者,隐者之流也;不知名氏,作《步天歌》,见者可以观象焉。王希明纂汉、晋志以释之,《唐书》误以为王希明也。”但就丹元子这一称号来分析,此乃典型道门道号,所以,不管《丹元子步天歌》的作者是否真为王希明,我们都可以判定,《丹元子步天歌》肯定出自隋唐道徒之手,是道教天文学的珍贵文献。

这种采用三垣、二十八宿作为全天星空的划分主体,将整个星空划分为既有区别又有联系的三十一个区域系统的方法,始于道门中人丹元子,无疑是《丹元子步天歌》中又一独到的天文学思想。这种分区方法使得每个区域都有一个主体,范围得当。正是由于这种星空划分方法较为合理且又十分形象,例如,三垣中每垣都有若干颗星作为框架,如同围墙一般界限出这三个天区的范围。故一直被历代所沿用,直至近代。

知识链接

《丹元子步天歌》部分内容释例

东方角宿:

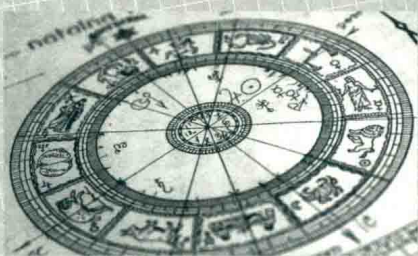
南北两星正直悬,中有平道上天田,总是黑星两相连,别有一鸟名进贤。平道右畔独渊然,最上三星周鼎形,角下天门左平星,双双横于库楼上。库楼十星屈曲明,楼中柱有十五星,三三相著如鼎形。其中四星别名衡,南门楼外两星横。

我们对东方七宿略加说明。角宿有十一个星座,分别为:角(又名辰角,共二星),平道(共二星),天田(共二星),进贤(一星),周鼎(共三星),天门(共二星),平(共二星),库楼(又名天楼,共十星),柱(又称五柱,共十一星),衡(共四星),南门(共二星)。

知识链接

公元前1400年，亚述人在美索不达米亚建立了古亚述帝国（公元前1400—前1070）。黄道十二宫是把黄道均匀地分为十二部分，并用十二个黄道星座分别命名。它们依次是：白羊宫、金牛宫、双子宫、巨蟹宫、狮子宫、室子宫、天秤宫、天蝎宫、人马宫、摩羯宫、宝瓶宫、双鱼宫。黄道十二宫在西方天文学中具有基本坐标系统的意义。

亚述人建立黄道十二宫概念



这是中国天文学史中至今没有明确定论的问题之一。主要是由于缺乏早期的证据。目前学术界主要有两种看法。日本学者新城新藏曾提出西周初年就已形成了二十八宿体系。他的理由是在《尚书》《夏小正》等书中，已经出现二十八宿的个别星名。但是，二十八宿个别星名的出现和二十八宿体系的形成终究是两回事，不能相提并论。所以这个推论并未被人们所接受。中国考古学家夏鼐曾进行综合讨论认为，二十八宿体系确立的年代，就文献而言，最早是战国中期，见于甘德、石申的著作。

关于二十八宿体系确立的时代

二十八宿

二十八宿，“宿”在此读为xiù，次也，也称二十八舍，其含义与月亮在天空的行径有关，即月亮的二十八处宿舍。这是因为二十八这个数字与月亮运动周期有关。月亮自某恒星起，运行一周又回到该恒星处，所需的时间称为恒星月，为27.32日。取其整数，便为27或28日。若将月亮每晚行经的星座看成一个星宿，那么，月亮绕行一周，便为27或28个星宿。这便是二十八宿的来历。中国习惯使用二十八宿，印度习惯使用二十七宿。但是，印度也有二十八宿的说法，中国早期也有二十七宿。使用二十七宿时，就将室、壁二宿合在一起，称为营室。

二十八宿分作四方或四陆，每方七宿，与四象相配，即：东方苍龙，配以角、亢、氐、房、心、尾、箕；西方白虎，配以奎、娄、胃、昂、毕、觜、参；南方朱雀，配以井、鬼、柳、星、张、翼、轸；北方玄武，配以斗、女、牛、虚、危、室、壁等。

由于二十八宿星官在天上的分布疏密并不均匀，所以这二十八个区域的大小也相差很大。最大的井宿所占的赤经范围达三十多度，而最小的觜宿、鬼宿则只有几度。由于岁差的影响，各

宿的距度在不同时代也有些变化。

二十八宿中某些宿的宿名起源很早，西周文献中就有二十八星的概念和粗略的划分方法，也开始出现了二十八宿的个别星名。湖北随州擂鼓墩1号墓曾侯乙墓发掘中，出土了一件漆箱，在它的箱

盖上围绕北斗的“斗”字，出现了完整的二十八宿星名。在两端还绘有苍龙与白虎，他们位置与二十八宿是相配的。这个墓的时代大约是在公元前 430 年。这件器物的出土，把关于二十八宿及四象记载的可靠凭证，提前到了 5 世纪，也就是春秋末年到战国初年。

二十八宿体系的产生，最初就是为了标志日、月、五星的运动位置，后来人们用它们作为划分星空区域的基本系统。

垣，本义为墙垣。古人将北极周围邻近的星座，用想象的虚拟线条连为三个星空区，各区都以东西两藩的星绕成墙垣形式，故取名为三垣，紫微垣、太微垣和天市垣，作为天宫中天帝的官署。作为星官来说这些名称的起源也是比较早的，但定型却稍晚，而且并没有把他们直接作为划分天区的主体。以三垣作为三个天区的主体，要到《丹元子步天歌》中才完全确立。

紫微垣所在的天区是北极周围，包括在我国黄河流域一带常见不没的天区部分。把二十八宿星官与紫微垣天区之间空隙较大的区域又划出了二垣，即星宿、张宿、翼宿和轸宿以北的天区称作太微垣；房宿、心宿、尾宿、箕宿和斗宿等以北的天区称作天市垣。三垣中每垣都有若干颗星作为框架，界限出这三个天区的范围，它们就好像是围墙一样。把这些星官称作垣，的确是很形象的。

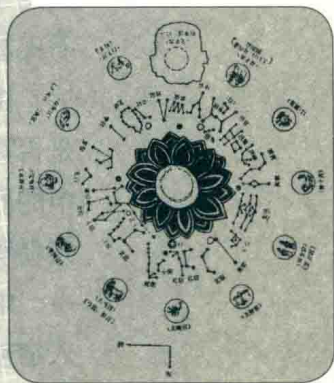
河北宣化出土辽朝
星象图（摹本）

知识链接

唐与辽朝的两幅墓葬出土星图

1973 年，在新疆吐鲁番阿斯塔那唐墓中发现一幅星图。图绘在墓室的四壁上部和室顶部。四壁上部绘的是二十八宿，星点间用细线相连，构成二十八宿示意图像。东北壁星宿图像上部还用红色绘一圆形，内画一金乌，以示太阳。西南壁上部则用白色绘一圆形，内有桂树和持杵玉兔图形，这是表示月亮。在月亮边上画有一弯月，象征月相。横贯墓顶有一束白色线条，这是象征银河。这幅示意星图描绘的是中原地区的星象知识和神话传说，也反映了新疆地区和中原地区的交往与联系。

另一幅星图是 1971 年在河北宣化的一座辽墓中发现的。墓葬距今已八百余年。星图在墓后室顶部，图的中心嵌铜镜一面，四周绘昌莲花，莲花之外绘日、月、五星及北斗。再外就是二十八宿星官图形，最外圈画十二个小圆，圆中绘黄道十二宫图形。





星表与星图

石氏星表

在唐朝的著作《开元占经》中记载了一份古代观测恒星位置的星表，内容包括二十八宿及石氏星官的距星共 121 颗星的赤道坐标，其中有“石氏曰……”的字样。但是今本《开元占经》中丢失了石氏中星官共六官，因此现在只剩下 115 颗星的坐标位置。现在认为“石氏”就是指战国时期魏国的石申——又作石申夫，约前 4 世纪，他著有《天文》八卷，另外还著有《浑天图》等。石申的这些著作现在均已散佚，但是从《开元占经》的引文中，可以看到有关星占方面的内容，以及这个“石氏星表”。

各星官之间的相对位置以定性方法描述。经过长期的天象观测，石申得 121 官 809 星，甘德得 118 官 511 星，两者之间互有异同。大约于公元前 70 年，石申完成了包含有 121 颗恒星的赤道坐标值的石氏星表。

由于《开元占经》是唐朝的著作，它所引的这份“石氏星表”是否真是战国时期所测，人们对此是有疑虑的。学术界对《开元占经》中的石氏星表进行了研究，得到截然不同的两种结论，有人认为是汉朝所测，也有人认为是战国时期所测。

中国宋朝杨惟德等人对周天星官进行测量，得到 341 颗恒星的入宿度、去极度及其在赤道内外的度值等赤道坐标值，编成星表，即为“杨惟德星表”。

中国宋朝周琮等人对周天星官重新测量，测得 360 颗恒星的去极度和入宿度新值，编成星表，是为“周琮星表”。

中国郭守敬对周天恒星位置进行测量，编成星表。至今该星表还留存 739 颗恒星的入宿度和去极度值，其平均误差分别为 $15.7'$ 和 $13.5'$ 。该星表近年被发现载于明抄本《天文汇抄·三垣列舍入宿去极集》中，现存北京图书馆。现又有一说，认为该星表是明朝初期的作品。

星 图

中国古代有大量的星图，其中一些墓葬出土的星图一般只具有示意作用，绘制比较粗略，内容常常不完整，用来反映古代墓葬的习俗、等级等社会意义。但是，另外一种古代天文学家所绘制和利用的星图，很好地反映了古代天文学的发展水平。有如下五种重要的星图。

1. 汉朝及汉以前的星图

我国的星图起源于盖天说的演示仪器——盖图，据《周髀算经》记载，盖图系由两块丝绢构成，下面的一块染成黄色，其上画了七个等距的同心圆。圆心是天北极，画上全天星官和恒星，最小的圆是夏至圈，最大的是冬至圈，第四个圆是天赤道，还有一个分别和冬、夏至圈相切的圆，它就是黄道，黄道附近画有二十八宿；上面的一块是半透明的青色丝绢，其上画一个表示人目所见范围的圆圈，把它蒙在黄绢上，把黄绢绕天极逆时针方向转动，就可反映出一天内和一年内所见星空的大概情况。

迄今为止还没有发现任何汉朝的星图实物，但是研究人员从汉朝的《月令章句》中复原了一幅星图，复原的星图如图，《月令章句》中的原文如下：

“天左旋，出地上而西，入地下而东，其绕北极径七十二度常见不伏，图内赤小规是也。绕南极径七十二度常伏不见，图外赤大规是也。据天地之中而察东西，则天半见半不见，图中赤规截娄、角者是也。”

2. 陈卓星图

圆形盖天式星图是我国古代星图的一种主要形式，星图所记录的星辰数目亦逐渐增多。约 280 年，曾先后担任孙吴、西晋太史令的陈卓“总甘、石、巫咸三家所著星图”，绘制了圆形盖天式星图。图中收有 283 官，1 464 颗星。陈卓的工作成果，一直为后人所沿用。刘宋元嘉年间，钱乐之所铸小浑仪，以朱、黑、白三色来分别甘、石、巫咸三家的星象，采用的就是陈卓的工作成果。陈卓对星官划分的总结性工作，对后世影响巨大，成为中国古代星官划分与构成的经典模式。

3. 隋唐星图

由于古代不懂投影原理，在一幅以赤极为中心的圆形星图上，赤道应该是个正圆，而不与赤极等距的黄道应该是一个扁圆形，但是古人也画出一个正圆。这是不对的。直到唐朝的一行才发现了这个缺点。但是一行提议的这种方法，在后世圆形星图的绘制中并未引起注意。

圆形星图存在着投影上的缺点，就是使星图上赤道以南星官的形状变形很大。为了弥补这个缺点，在隋朝前后出现了一种用直角坐标投影的卷形星图，称作横图，《隋书·经籍志》中就列有：“《天文横图》一卷高文洪撰”。横图对赤道附近星官的形状描绘得比较符合实际，但是，对赤极附近的星官的描绘又发生了困难。为了避免这个困难，后世采用分开来画的方法，即把赤道附近的星画在横图上，而把赤极附近的星画在另一张以北极为中心的圆形图上。现存于敦煌卷子中的一幅唐朝绘制的星图就是这种画法，这种星图已是近代星图的先声了。

唐朝敦煌星图约绘制于 8 世纪初。图上有 1 350 颗星。这卷图的画法是从十二月开始，按照每月太阳位置的所在，分十二段把赤道带附近的星，用圆筒投影的方法画出来，最后再把紫微垣画在以北极为中心的圆形图上。

敦煌卷子中这卷唐朝星图，是世界上现存星图中星数最多而且是最古老的一个，它在 1907 年被英国考古学家斯坦因盗走，现在保

存在英国伦敦博物馆内。

4. 五代和两宋星图

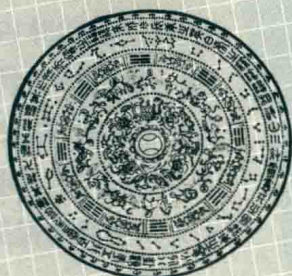
我国现在保存有两块五代的星图石刻。这是我国现存最早的石刻天文图。一块发现于吴越国文穆王钱元瓘墓的后室顶部；另一块发现于钱元瓘的次妃吴汉月墓，也在墓的后室顶部。前者死于 941 年，后者死于 952 年。这两幅石刻星图的直径约为 1.9 米，比著名的南宋石刻天文图大了一倍。这两幅图上刻的星都不多，主要是二十八宿和若干北极附近的星，各约 180 颗左右。还画有内、外规及赤道。星数虽少，但是星的位置刻画得比较逼真、准确，是两件珍贵的文物。

现今贮藏在苏州的石刻天文图是最重要的星图之一，它是南宋王致远在淳祐七年（1247）所刻。王致远在与天文图同时刻石的地理图上记载说，天文图的底本得之于四川，是南宋嘉王赵扩（后来成了南宋的第四代皇帝宁宗）的教师黄裳于 1190 年前后画的。

南宋石刻星图总高 2.67 米，宽 1.17 米，是一幅圆形全天星图，以天球北极为中心，绘有三个同心圆，分别表示恒显圈、天球赤道和观测地点可见的星空边界线。星图上还绘有与赤道相交的偏心



苏颂浑象南极星图



湖南唐朝天象铜镜（摹本）



苏州石刻星图

圆，以表示黄道，又绘出通过北极和二十八宿距星的二十八条辐射线。在星图上计绘出恒星 1 436 颗，星官的划分采用中国传统的三垣二十八宿系统，还描出了银河的走向与界线。下部刻有天文知识的文字简介。该星图保存于苏州文庙，故称作苏州石刻星图，它是一幅具有重要价值的科学星图。

这幅图上二十八宿距度和下面介绍的苏颂星图一样，采取的数值也是元丰年间（1078—1085）所测的结果。

苏颂的《新仪象法要》中所附的星图是另一份重要的宋朝星图，图共两套五幅，第一套是两幅横图和一幅圆图。横图一幅为东方、北方，自角宿到壁宿；一幅为西方、南方，自奎宿到轸宿。第二套是两幅圆图，它们都以赤道为最外界的圆，一幅北天、一幅南天。这套图的主要特点是优于单张的圆图或单张的横图。

5. 其他古代文物中的星图和星象示意图

除了上述重要的一些全天星图外，中国古代文物中保留了不少单个或若干个星官的星图，以及具有星象示意性质的星图。例如：汉朝武梁祠石刻中的北斗图，唐朝绘有二十八宿星官及四象图的铜镜等。自汉朝到宋、辽之间的墓室中也常常可以发现各种星象图的壁画等。