

國立中山大學通識教育博雅課程跨領域類

古中國科技與文明 天文學

程啟正
國立中山大學機械與機電工程學系

中國天文的發展背景

- 「受命於天，既壽永昌」—傳國玉璽
- 以農立國，掌握季節變化
- 天象觀測，占星預知吉凶治亂
- 制訂曆法，敬授民時，頒告正朔

傳國璽插圖



《輟耕錄》卷第二十六 元末陶宗儀著

最早的天文著作

《甘石星經》
戰國時齊人甘德所著《天文星占》八卷
與魏人石申（一作石申夫）所著《天文》八卷合稱。

西元前四世紀

最古老的星表

石氏星表《石氏星經》

- 八百顆恆星名稱
- 一百二十一顆恆星位置
- 五大行星的運行情況和出沒規律
- 二十八宿

大唐開元占經

- 由印度裔天文學家瞿曇悉達撰著於唐朝開元年間
- 乃唐代以前至唐代前期天文星占的總結性著作
- 曾一度失傳，至明神宗萬曆四十四年(西元1616年)由安徽歙縣程明善意外於一尊佛像腹中發現《開元占經》抄本，此巨著終得以流傳

西元七百多年

西方最早的星表

- 古希臘天文學家依巴谷 (Hipparchus)
- 1025顆恆星的位置
- 以「星等」區分星星亮度
- 發現「歲差」現象

西元前二世紀

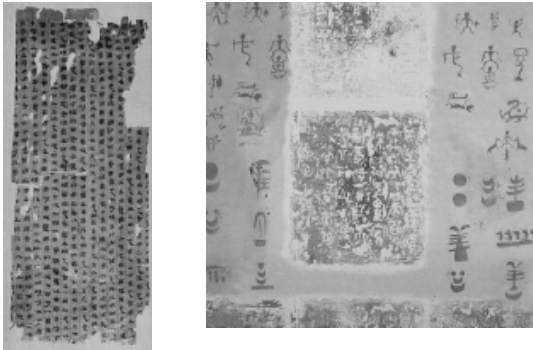
中國現存最早的天文學專書

五星占

- 1973年於長沙馬王堆漢墓出土的帛書
- 記錄了五大行星運動的觀察數字
- 記載土星繞太陽一周需時三十年，比現今的觀測數據只大0.54年

西元元年

馬王堆帛書



馬王堆漢墓

從1972年至1974年間，陸續從馬王堆出土了三座漢墓。最早出土是一號墓—軟侯夫人辛追，其次是三號墓—軟侯之子，最後才在二號墓發現軟侯利蒼



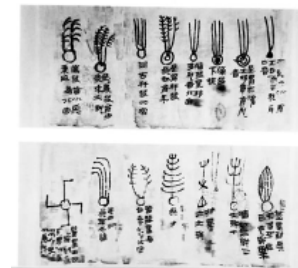
馬王堆

馬王堆乃位於長沙東郊五公里處土丘上的兩個土塚。馬王堆之名和五代時的楚王馬殷有關，或推測純只因兩塚相連的形狀像馬鞍，就由「馬鞍堆」變成「馬王堆」

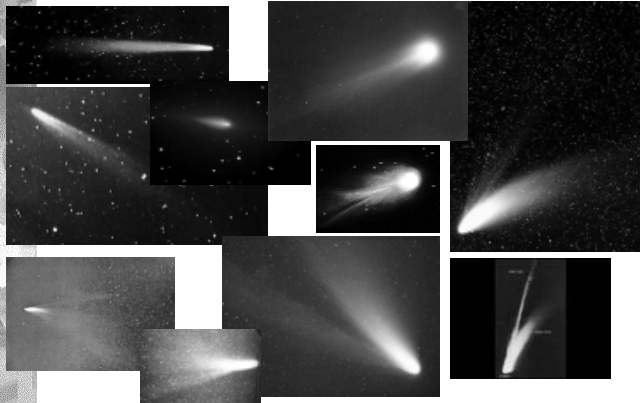


《天文氣象雜占》

繪有二十多幅彗星圖象，是世界上有關彗星的最早著作，不但觀測出彗髮、彗尾和彗核，且完全符合彗尾總是背著太陽的科學規律



近代彗星觀測



最早的彗星記載

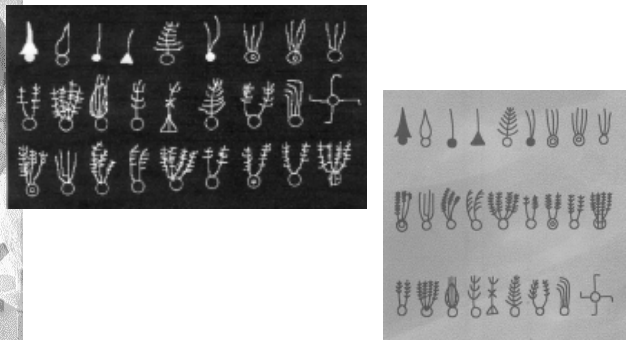
《淮南子 兵略訓》 西漢淮南王劉安

「武王伐紂，東面而迎歲，至汜而水，至共頭而墜，彗星出而授殷人其柄。」

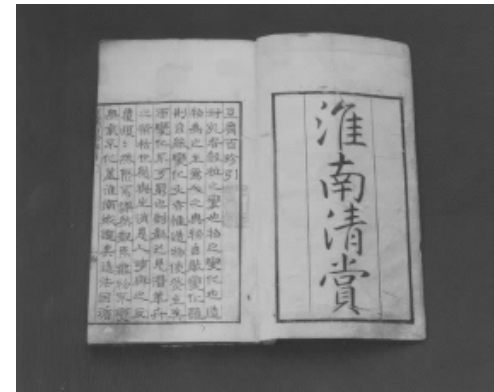
西元前十一世紀



馬王堆帛書中之彗星圖



淮南清賞



自然時間計量的尺度-曆法

- 回歸年 - 季節變化規律(陽曆)
一回歸年為365.2422日
- 朔望月 - 月貌變化規律(陰曆)
一朔望月為29.530588日
一年長度約354日左右，較太陽年約短11日左右
- 太陽日 - 晝夜變化規律

此三種計量單位並用的曆法，則稱為陰陽曆，如中國農曆即屬之

古中國的曆法-四分曆

- 夏、殷、周、魯、黃帝、顓頊曆，統稱古六曆
- 自春秋末年(西元前五世紀)至漢初以前通用的曆法
- 干支紀日
- 陰(朔望月)陽(二十四節氣)合曆
- 以365.25日為回歸年長度(古稱歲實)
- 大月三十日，小月二十九日(平年354日)
- 周期為十九年加七個閏月，平均一朔望月為29.53085日

$$n * \text{回歸年} = m * \text{朔望月}$$

陽曆置閏

- 陽曆訂地球繞太陽公轉一周為一年，365日
- 實際上地球繞日公轉一周平均為365.2422日
- 因此每四年就會多出約0.9688日，當西元年數是四的倍數時，即增加一天，是為閏年。
- 然每四年又會多0.03日，故再規定每四百年需減3天，當西元年數逢百年的倍數時，必需是400的倍數才是閏年

殷商甲骨文之天干地支



明代圭表

- 明正統二至七年(西元1437-1442)間製造，位於南京紫金山天文台
- 冬至乃一年之中日影最長的一天
- 夏至則是一年中日影最短的一天
- 測定冬至時刻以推算回歸年長度



大明曆

- 南北朝宋大明六年祖沖之創制（西元142年）
- 每391年置144個閏月
- 一月的日數為 29.53 天
- 一年的日數是 365.2428 天



太初曆

- 漢武帝太初元年（即元封七年，西元前104年）落下閎等人創制
- 中國歷史上第一部比較完整的曆法
- 以干支紀年
- 改以正（寅）月為一歲之首
- 一月的日數為 29.530593 天
- 一年的日數是 365.25 天



授時曆

- 元至元十八年（西元1281年）郭守敬等人創制
- 一月的日數為 29.53 天
- 一年的日數是 365.2425 天
- 創造了景符的儀器，解決日影邊界模糊不清的問題



河南登封觀星台石圭

- 座落於河南登封縣城東南十五公里處的告成鎮，古代著名的陽城固地，歷史上第一位農民起義領袖陳勝的故鄉
- 建于元朝初年
- 郭守敬曾在此進行天象觀測



中國天文學的赤道座標系統

- 星官
- 三垣
 - 紫微垣 --> 皇室
 - 太微垣 --> 達官貴人
 - 天市垣 --> 平民
- 二十八宿
- 四方
- 七耀

二十四節氣

- 完整記載於西漢《淮南子 天文訓》
- 節氣（位於月首）：
立春、驚蟄、清明、立夏、芒種、小暑、
立秋、白露、寒露、立冬、大雪、小寒
- 中氣（位於月中）：
雨水、春分、穀雨、小滿、夏至、大暑、
處暑、秋分、霜降、小雪、冬至、大寒

二十八星宿

- 東方七宿
角、亢、氐、房、心、尾、箕
- 西方七宿
奎、婁、胃、昴、畢、觜、參
- 南方七宿
井、鬼、柳、星、張、翼、軫
- 北方七宿
斗、牛、女、虛、危、室、壁

四方

- 東方，青，蒼龍
- 西方，白，白虎
- 南方，紅，朱雀
- 北方，黑，玄武

青紅皂白

四方二十八 星宿圖



七耀

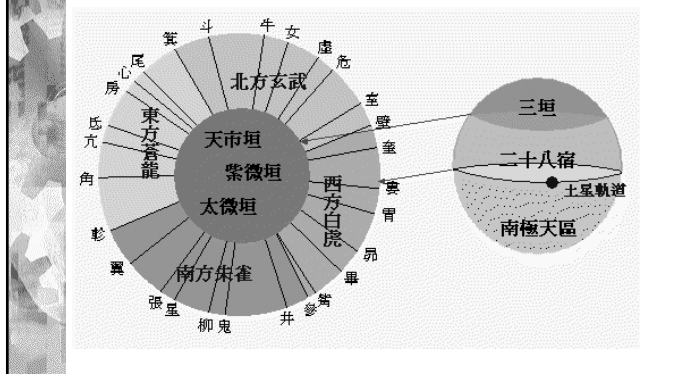
- 辰星，水星
- 太白，金星
- 熒惑，火星
- 歲星，木星(繞日一周約十二年)
- 填星，土星
- 日
- 月

二十八星宿分野圖

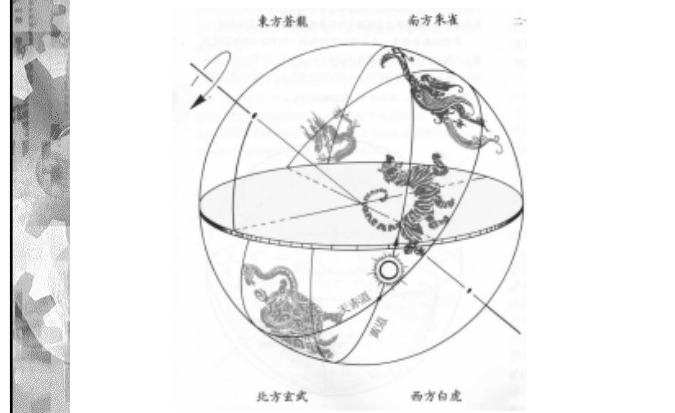


各宿距度的總和均為三百六十五又四分之一度，即一年的平均日數。

三垣二十八宿



渾天與四方



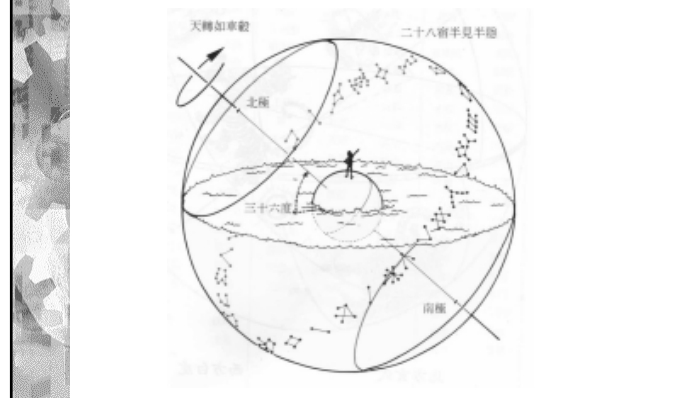
張衡與渾天說

《渾天儀圖註》

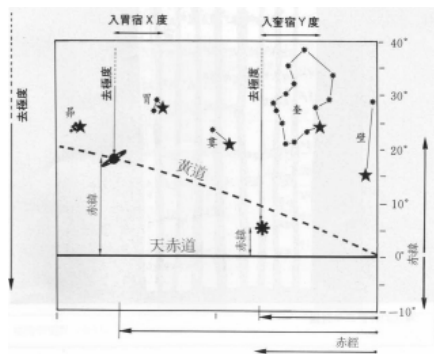
東漢張衡

「渾天如雞子，天體圓如彈丸，地如雞子中黃。孤居於內。天大而地小。天表裏有水。天之包地。猶殼之裹黃。天地各乘氣而立，載水而浮。周天三百六十五度又四分之一；又中分之，則一百八十二度八分度之五。復地上。一百八十二度八分度之五。統地下。故二十八宿半見半隱。其兩端謂之南北極，北極乃天之中也，在正北出地上三十六度。然則北極上規經七十二度，常見不隱，南極天之中也。在正南入地三十六度。南極下規七十二度，常伏不見。兩極相去一百八十二度半強。天轉如車轂之運也。」

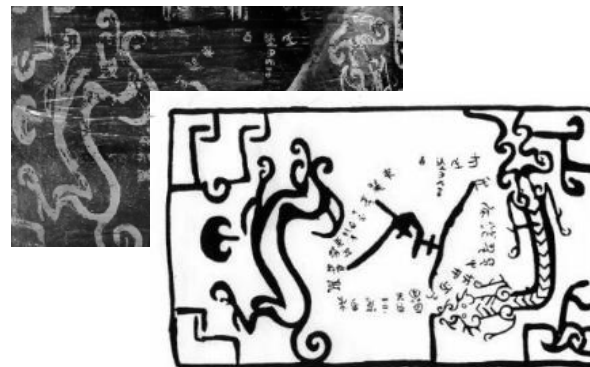
渾天與二十八宿



中國式赤道座標系



戰國木質漆箱



最早的完整二十八星宿記錄

戰國木質漆箱

1978年出土於湖北隨縣曾侯乙墓，現藏湖北省博物館

西元前五世紀

曾侯乙墓



古中國石刻畫像北斗星圖

《史記·天官書》

「斗為帝車，運於中央。」

西元前五世紀



山東嘉祥武梁祠東漢石刻畫像中的帝王乘車巡狩圖

世界現存最古老的全天星圖

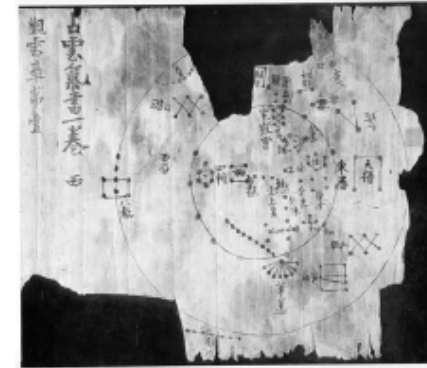
敦煌星圖

- 繪製於初唐時間，約西元705~710年間
- 共一千三百五十多個星
- 於1907年被英國考古學家斯坦因 (Mark Aural Stein) 從敦煌莫高窟藏經洞中盜走，現存於英國倫敦博物館



敦煌古星圖

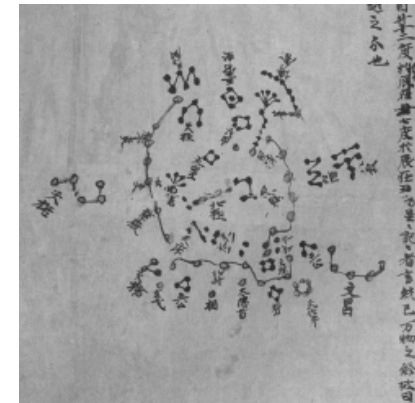
- 北極附近的紫微垣以北極為中心，投影到一張圓形的平面圖
- 按照每月太陽所在的位置把赤道帶附近的天區分成十二份，每一分投影到一張長方形的平面圖



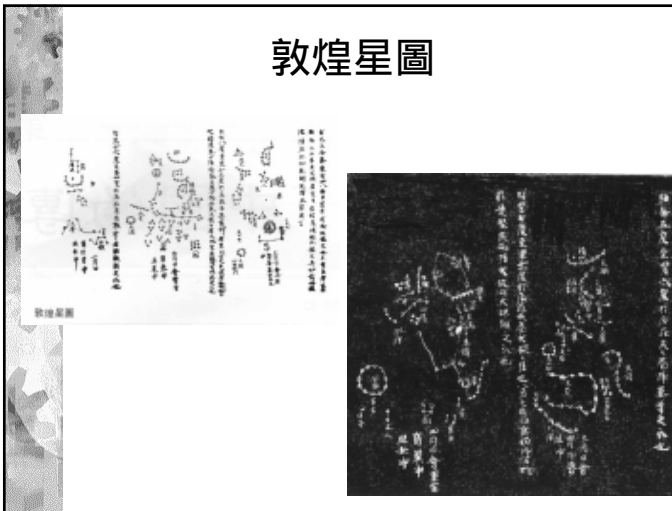
斯坦因拍攝之藏經洞



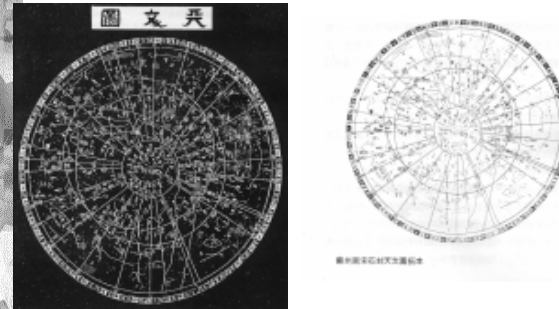
敦煌星圖



敦煌星圖



蘇州石刻天文圖



星圖直徑約91.5公分，含三個同心圓（內規、赤道、外規）與一個偏心圓（黃道）

蘇州石刻天文圖

- 南宋王致遠於淳祐七年（西元1247年）依據西元1190年黃裳繪製的星圖所刻
- 共刻1434顆星
- 星圖下方有二千多字的說明
- 原豎立於蘇州孔廟戟門前，現存放於蘇州碑刻博物館

杭州吳越墓石刻星圖

- 五代吳越文穆王錢元瓘石刻星象圖，建造於西元941~960間
- 星象用陰紋勾刻，星與星之間用線連接
- 比蘇州石刻天文圖早三百多年
- 尺寸約比蘇州石刻天文圖大一倍

杭州吳越墓石刻星圖



《新儀象法要》

- 北宋蘇頌為所設計製作的水運儀象台撰著的一部專書，相當於現代的儀器設計說明書
- 約在西元1090年左右

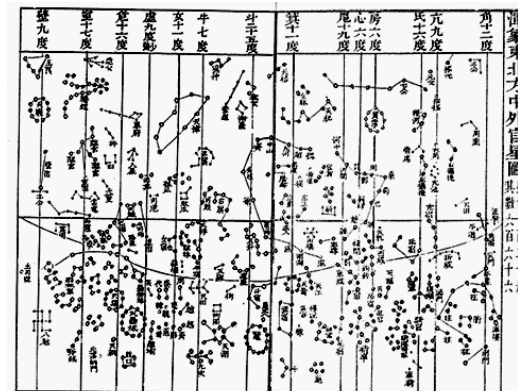


清蒙文石刻星圖

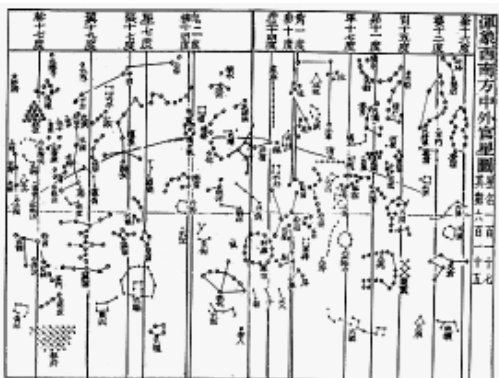


- 在內蒙古自治區呼和浩特市五塔寺(清廷命名慈燈寺)「金剛座舍利寶塔」塔座的後牆上
- 此寺建於清雍正五至十年間(西元1727-1732年)
- 直徑144.5公分，圖下有蒙文「欽天監繪制天文圖」
- 註記均用蒙文，但度數用藏碼標示

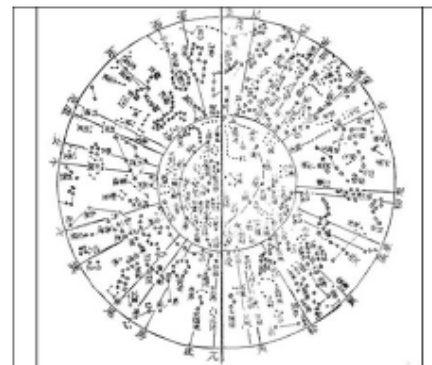
《新儀象法要》之渾象東北方星圖



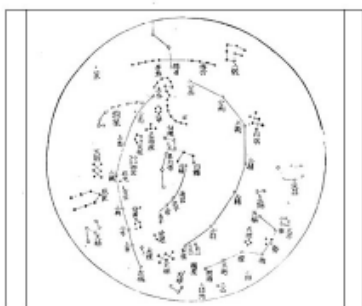
《新儀象法要》之渾象西南方星圖



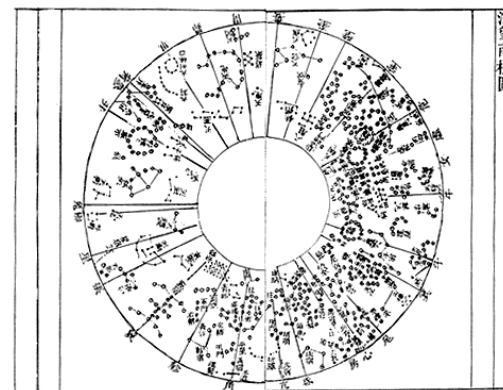
《新儀象法要》之渾象北極星圖



《新儀象法要》之渾象紫微垣星圖



《新儀象法要》之渾象南極星圖



世界上最早的哈雷彗星記錄

《春秋》
魯文公十四年



「秋七月，有星孛，入于北斗」

西元前六一三年

●比西歐公元66年的最早紀錄早了六百多年

●西元1705年英國天文學家哈雷 (Edmund Halley) 發現其平均週期為76年



對彗星的見解

《晉書 天文志》

唐貞觀年間
約西元630年

「史臣案，彗體無光，傳日而為光，故夕見則東指，晨見則西指，皆隨日光而指，頓挫其芒，或長或短。」

類似的認識直至西元1532年方在歐洲出現

中國的哈雷彗星記錄

- 自春秋戰國至清末，哈雷彗星共出現三十一次，每次均有詳細的記載
- 最詳細的要屬《漢書 五行志》元延元年（西元前十二年）之記載：

●「元延元年七月辛未，有星孛於東井，踐五諸侯，出河戍北，率行軒轅、太微，後日六度有餘，晨出東方。十三日夕見西方，犯次妃、長秋、斗、填，蜂炎再貫紫宮中。大火當後，達天河，除於妃後之域。南逝度犯大角、攝提，至天市而按節徐行，炎入市，中旬而後西去，五十六日與倉龍俱伏。」

世界最早的流星雨記載

《竹書記年》

周代史書

「夏帝癸十五年，夜中星隕如雨。」

約西元前16世紀

世界最早的天琴座流星雨記載

《春秋》
魯莊公七年

「夏四月辛卯，恆星不見，夜中星隕如雨。」

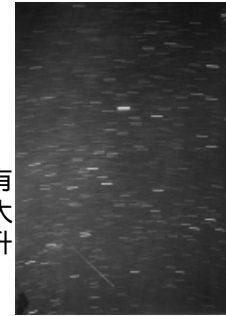
西元前687年

獅子座流星雨之歷史記錄

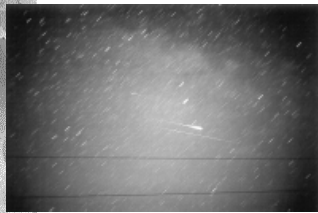
《宋史·天文志》
元順帝至正年間

「咸平五年九月丙申，有星出東方，西南行，大如斗，有聲若牛吼，小星數十隨之而隕。戊戌又有星數十，入與鬼，至中台，凡一大星偕小星數十隨之。其間兩星如升器，一至狼，一至南斗滅。」

西元1002年



2003年天琴座之流星雨



英仙座流星雨之歷史記錄

《新唐書·天文志》
宋仁宗嘉祐年間

「開元二年五月乙卯晦，有星西北流，或如甕，或如斗，貫北極，小者不可勝數，天星盡搖，至曙乃止。」

西元714年

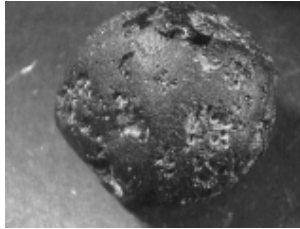


隕石的認識

《史記·天官書》

「星墜至地，則石也。」

西元前一百年



在歐洲直到西元1803年以後，人們才認識到隕石是流星體墜落到地面的殘留部份

生動的隕石描述

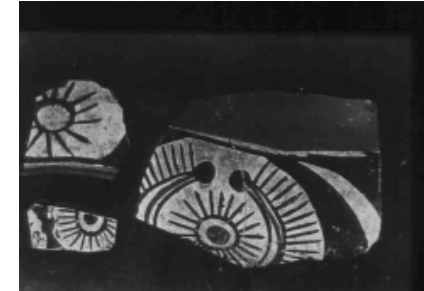
《夢溪筆談》

宋朝沈括

「治平元年，常州日禺時，天有大聲如雷，乃一大星，幾如月，見於東南。少時而又震一聲，移著西南，又一震而墜，在宜興縣民許氏園中，遠近皆見，火光赫然照天，許氏藩籬皆為所焚。是時火息，視地中只有一竅如柘大，極深，下視之，星在其中熒熒然。良久漸暗，尚熱不可近。又久之，發其竅，深三尺餘，乃得一圓石，猶熱，其大如拳，一頭微銳，色如鐵，重亦如之。」

西元1064年

古中國的太陽形象刻畫



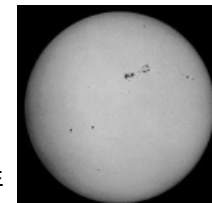
仰韶文化彩陶上的太陽紋圖案。1972年在河南鄭州出土，距今約5000年的仰韶文化遺物。

世界最早的太陽黑子記載

《漢書·五行志》

「元帝河平元年，三月乙未，日出黃，有黑氣大如錢，居日中央。」

西元前二十八年



西方最早發現太陽黑子的為義大利著名天文學家伽利略，他於1610年，利用自製的望遠鏡注意到太陽盤面上的黑子現象

中國更早的太陽黑子記錄

《漢書·五行志》

「元帝永光元年四月，……，日居黑仄，大如彈丸。」

西元前43年

《淮南子·精神訓》

西漢淮南王劉安

「日中有踰烏。」

西元前140年

世界最早的新星記載

《漢書·天文志》

「元光元年六月，客星見於房」

西元前134年

這是中外歷史上都有記錄的第一顆新星，然西方並沒有記載月份，也未註明方位。

對於太陽黑子的認識

《後漢書·五行志》

南朝宋范曄

「中平五年正月，日色赤黃，中有黑氣如飛鵲，數月乃銷。」

西元188年

《宋史·天文志》

元順帝至正年間

「政和二年四月辛卯，日中有黑子，乍二乍三，如粟大。」

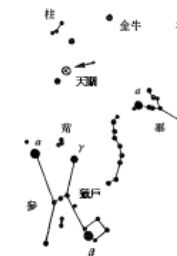
西元1112年

天觀客星

《宋會要》

清徐松


「嘉祐元年(西元1056年)三月，司天監言客星沒，客去之兆也。初，至和元年(西元1054年)五月，晨出東方，守天關(天關是指金牛座星)。晝如太白，芒角四出，色赤白，凡見二十三日。」



殷商甲骨文記載的日食


殷墟甲骨文名凡述本凡系殷商時期天子日食記載釋文四全頁
貞日夕有食佳若 癸酉貞日夕有食非若 二〇〇三年春鄭書澤書

「癸酉貞日夕又食，佳若？
癸酉貞日夕又食，非若？」



渾象（渾天儀）

- 最早製造的為西漢宣帝的大司農耿壽昌（西元前七十至五十年間）
- 圖像則最早見於東漢張衡的《渾天儀圖註》（西元132年）



清代依張儀圖樣製作之渾象

渾象與渾儀

- 渾象：演示天象的儀器，亦就是天體運動模擬器，又稱渾天儀
- 渾儀：觀測天象的儀器

清製天體儀（渾象）



- 比利時傳教士南懷仁於清康熙十二年（西元1673年）設計製造
- 位於北京古觀象台上

北京古觀象台



渾儀的發展

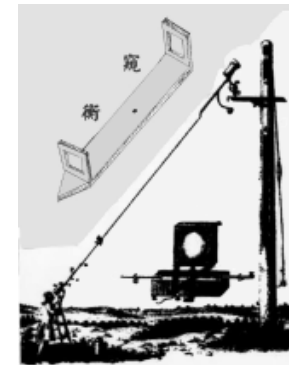
- 最原始的渾儀可能只有兩道環：赤道環與四遊環（即赤經環）
- 東漢中期的傅安與賈逵加裝了黃道環
- 東漢張衡則又加上了地平環和子午環
- 後魏斛蘭在底座添置了十字水趺，用以校正儀器之水準
- 唐李淳風：六合儀（地平環、子午環、赤道環），四遊儀（四遊環、窺管），三辰儀（黃道環、白道環、赤道環）

渾儀



- 明正統四年(1439)，仿製宋代的渾儀鑄造
- 原藏於北京，民國二十年(1931)運往南京紫金山天文台

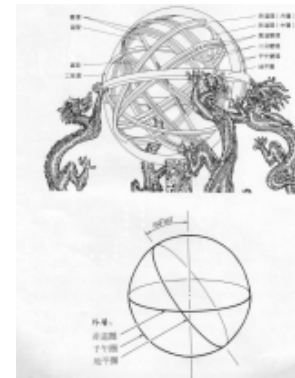
窺管或窺衡



渾儀的詳細結構

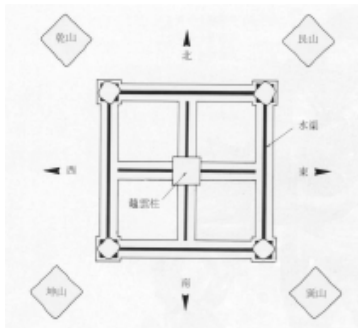


渾儀的詳細結構-外層



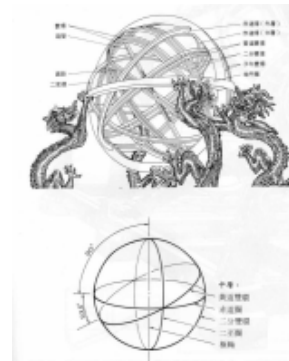
六合儀：地平環、子午環、赤道環

渾儀的詳細結構-基層



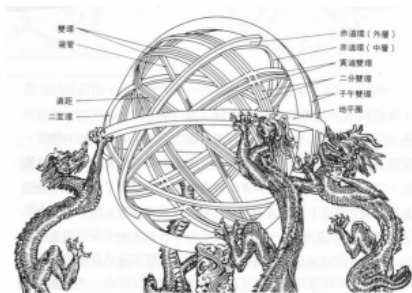
田形框(水趺)、四條飛龍柱、四座銅山

渾儀的詳細結構-中層



三辰儀：二至環、二分環、赤道環、黃道環

渾儀的詳細結構-內層



四遊儀：並立雙環、窺管

簡儀

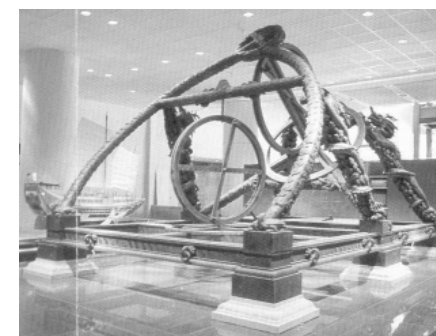


- 明正統四年(1439)，仿製元代簡儀鑄造，保存於北京觀象台
- 清光緒二十六年(1900)，八國聯軍入侵，被法國奪走，歸還後又被德國運至波茲坦，第一次世界大戰後方歸還我國，現置於南京紫金山天文台

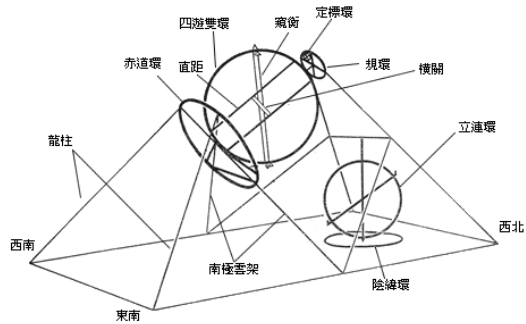
化繁而簡之簡儀

- 化繁而簡，減少妨礙視線的圓環，便於天象之觀測
- 元代至正十三年（西元1276年）郭守敬創製，後於清康熙五十四年（西元1715年）被傳教士紀理安(Bernard Kilain Stumpf)當作廢鐵給熔化了
- 取消黃道環與白道環
- 將地平環與赤道環分別安裝
- 西元1598年丹麥天文學家第谷(Tycho Brahe)才發明了可以比擬的天文儀器

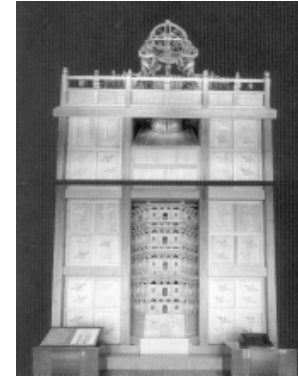
台中自然科學博物館之簡儀



簡儀之詳細構造



水運儀象台之復原



展示於台中自然科學博物館中國科學廳內

水運儀象台

● 北宋吏部尚書蘇頌於元祐三年至七年(1088~1092)設計製作

● 包括渾儀(上層)、渾象(中層)、與司辰(即報時器,位於下層)三部份

