


# 郭守敬

國史教育中心（香港）

Centre of National History Education ( Hong Kong )

贊助： 明曦公益基金會  
MINGXI CHARITY FOUNDATION ASSOCIATION

國史教育中心(香港)



# 郭守敬何許人也？

- A：哲學家
- B：科學家
- C：歷史學家
- D：守城專家

# 郭守敬何許人也？

- A : 哲學家
- B : 科學家
- C : 歷史學家
- D : 守城專家

# 郭守敬人物小檔案

- 姓名：郭守敬，字若思
- 祖籍：邢州邢台人（今河北省邢台市）
- 出生年份：元太宗三年（西歷1231年）
- 所屬朝代：元朝
- 享年86歲（1231-1316）
- 學歷：邢州紫金山某神秘學府畢業
- 好友：劉秉忠，張易，張文謙，王恂，（合稱紫金山五傑）





# 紫金山五傑

# 郭守敬所處年代——元朝簡介

- ▶ 元朝，蒙古語： $\text{ᠶᠡᠨ ᠤᠯᠤᠰ}$
- ▶ 漢語國號為「大元」
- ▶ 首都為 漢地——大都（今北京市）
- ▶ 是一個由蒙古人所建立的朝代
- ▶ 擁有中國歷史上最廣闊的疆土
- ▶ 1271年，忽必烈取《周易》「乾元」之語，建立元朝
- ▶ 1279年，元軍攻滅南宋，統一中國，結束40年蒙宋戰爭
- ▶ 郭守敬出生地邢台於1231年已為元朝領土，故郭守敬是正式的元朝人
- ▶ 因戰亂影響，元朝初年，受戰亂摧殘，百業凋零，民不聊生



元世祖—忽必烈

# 郭守敬的幼年時期

- 郭守敬年幼時受其祖父影響，刻苦又聰穎好學
- 祖父郭榮，為當地有名的數學家、天文學家和水利專家，精通算術和水利工程
- 郭守敬自幼便隨祖父學習各類技藝，並表現出驚人的天賦
- 他曾根據蓮花刻漏圖的圖紙描繪，便能理解並分析其運作原理
- 小故事：  
郭某曾意外獲得一個《尚書璇璣圖》，並成功利用竹片將其中記載的渾儀大致還原，此時他尚不足十六歲
- 可見郭榮對郭守敬有巨大的啟蒙作用
- 其徒弟讚揚他「生有異操，不為嬉戲事」，意即他有「異常」的操守，不像一般小孩喜歡嬉戲玩耍（然而後人多認為此言差矣）

# 重大成就

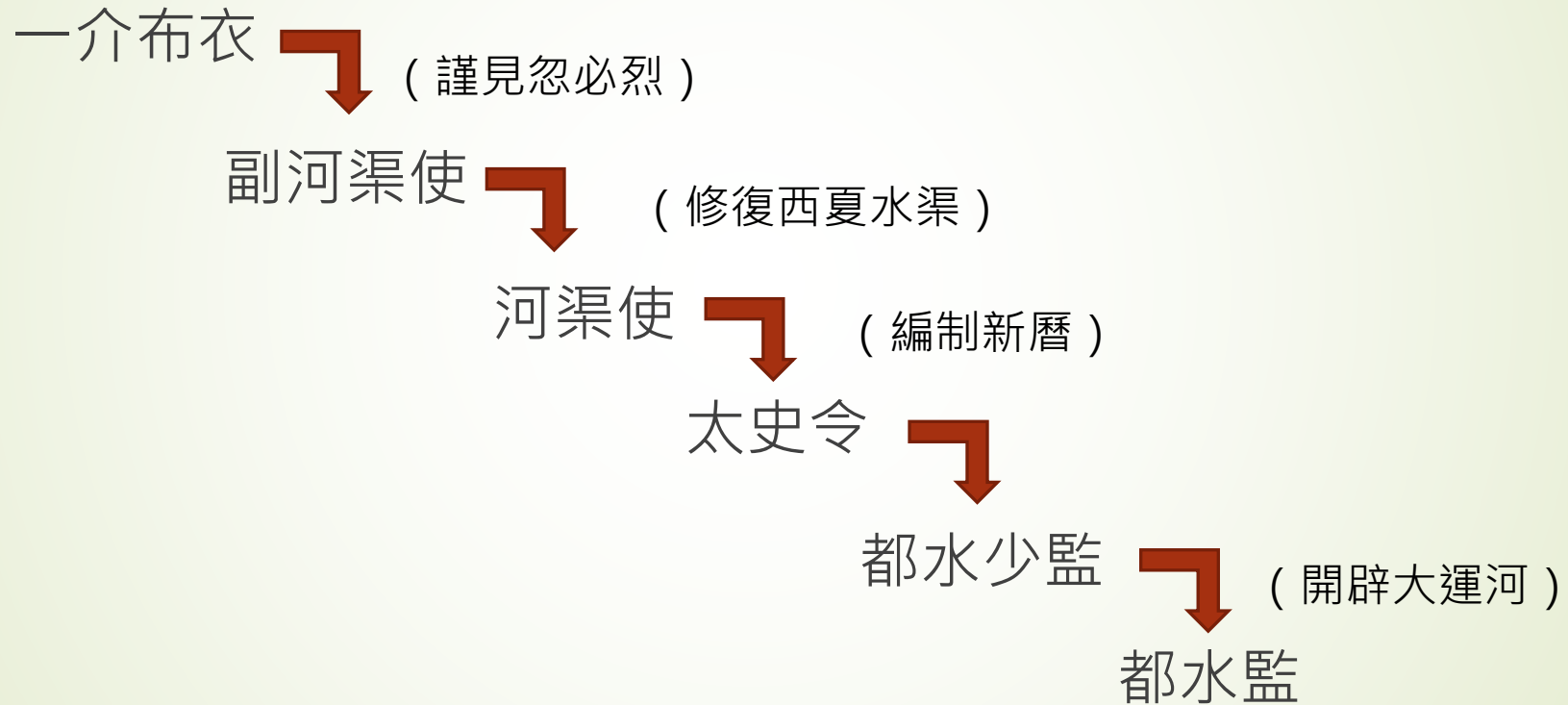
( 僅列舉數例 )

1. 製造了七寶燈漏，為全球最早的計時裝置
2. 創立「授時曆」，通行使用了三百六十餘年，精度領先西方諸國三個世紀
3. 優化了「三次內插計算法」和「會圓術」，並提出「孤矢割圓術」
4. 修復西夏（今寧夏）舊有水渠十餘條，每條長度均長於200華里
5. 創立了水壩的基礎構思（泄水和節水思想）
6. 開通了元朝京城——大都附近的水路，為古代北京提供了大量水源
7. 開辟通州至大都的大運河，徹底打通南北運河網絡
8. 探索黃河河源，為第一個考察黃河河源的古人
9. 改良舊朝代眾多天文儀器
10. 製造了太陽觀察裝置——仰儀
11. 重測黃道與赤道交角（與現代測量結果相比，誤差值 $<1$ 度）



# 仕途

( 用現代術語來說，就是官場生涯 )



# 古人評價

- 其徒弟齊履謙稱讚他「生有異操，不為嬉戲事」。
- 史書稱其「不可及者有三，一曰水利之學，二曰曆數之學，三曰儀象制度之學」，即是說他在水利工程，天文曆法以及儀象制度這三方面的領域都是前無古人後無來者，難以企及的。
- 德國傳教士湯若望稱其為「中國的弟谷」\*（弟谷為歐洲著名天文學家）
- 明代科學家徐光啟稱讚其技術為「絕學」
- 其好友劉秉忠評價他「習知水利，巧思絕人」
- 元代詩人王惲稱讚他「善推步算數，隱德君子也。」

\*事實上，因為郭守敬早於弟谷，不少人認為應把弟谷稱為「歐洲的郭守敬」

# 現代紀念形式

- 河北省邢台市將其中一條主要街道命名為「守敬路」
- 小行星2012以郭守敬的名字命名
- 1981年，國際天文學會將月球上一座環形山命名為「郭守敬環形山」
- 2010年，LAMOST望遠鏡被正式冠名為「郭守敬望遠鏡」

# LAMOST望遠鏡 (又名郭守敬望遠鏡)



# 郭守敬詳細生平 事跡介紹

1. 年輕事跡
2. 水利工程貢獻
3. 天文學貢獻
4. 晚年生涯

# 年輕事跡

- 郭守敬在得到元世祖賞識前已聞名於邢州。
- 金·元好問《邢州新石橋記》中記載了這麼一則故事：
  - 邢州自宋朝時曾有三條河流，並有一座石橋用以橫跨三條河條，然而因為遼金之間的連年戰爭，石橋早已被戰荒破壞，又被河水沖毀，被汙泥淹沒，百姓們只得架起獨木橋作過河之用，但獨木橋十分危險且經常損壞，百姓苦不堪言
  - 時任地方官張文謙命郭守敬擔任測量師勘測石橋舊址。郭守敬經考察後，指出其中一個地方應該是石橋遺址。官員命工匠發挖，果然發現有殘破石橋遺址埋藏在下。
  - 消息傳開後，郭守敬為時人所傳頌

郭守敬

水利工程貢獻

# 走進歷史的第一步：謹見元世祖

- ▶ 公元1262年，元世祖（忽必烈）聞劉秉忠的大名，召其入京諮以政事
- ▶ 劉秉忠遂攜同郭守敬及其好友王恂共同進京面聖，並向忽必烈推薦年僅31歲的郭守敬
- ▶ 郭守敬向元世祖提出了共計六條分別涉及邢州流域，中都等地的水利建議
- ▶ 他更預言元朝遷都大都（今北京）後將會面臨開發和調配水資源的問題
- ▶ 元世祖深以為然，提出不少問題，郭守敬對答如流，得到元世祖賞識
- ▶ 元世祖即場任命其為「提舉諸路河渠」，負責整修及管理各地河渠
- ▶ 不久後，西夏地區河渠問題嚴重影響農業發展，他以河渠副使身份，前往西夏地區重修舊有黃河灌渠



# 鋒芒初露：西夏修渠篇

- ▶ 郭守敬走馬上任後的第一個工作，就是修繕地處西夏地區的眾多荒廢水渠
- ▶ 西夏地區本來就屬荒蕪之地，再加上連年戰亂，幾乎所有的水渠都已汙塞，無法發揮引水的作用
- ▶ 當地農民賴以為生的農田全部荒廢，引發饑荒，居民流離失所，生活困苦
- ▶ 郭守敬經視察後，發現寧夏兩大幹渠的淤廢對地方民生的影響最大，決心從這兩條渠入手，爭取在最短時間內使寧夏農業復蘇

## 西夏修渠·續

- 郭守敬經過研究後，提出了「固舊圖新」的做法
- 他一方面命人疏通舊渠，另一方面又命令開挖新渠，雙管齊下
- 同一時間，由於西夏地區雨量極不穩定，供水的穩定性也成為非常嚴峻的問題
- 有見及此，郭守敬提出了建立水閘，築起水壩的構思，以水量過多時「泄水」及水源稀缺時「節水」的做法鞏固供水的穩定性
- 這就是水壩的構思



三峽大壩

## 西夏修渠·續·再續

- ▶ 寧夏區當時擁有兩條大型水渠以及附近四州合計十餘水渠
- ▶ 唐徠渠——全長四百華里
- ▶ 漢延渠——全長二百五十華里
- ▶ 其餘水渠各二百余華里
- ▶ 合計二千六百餘里的水渠，在郭守敬的指揮下，竟然在兩年內便逐漸發揮作用
- ▶ 兩年之內，西夏區農業便開始復蘇，流離失所的居民紛紛遷回舊居務農
- ▶ 當郭守敬完成任務回京覆命時，西夏區已是一片繁榮，煥然一新
- ▶ 寧夏百姓為了紀念他，為他建立了一個祠堂
- ▶ 時至今天，寧夏唐萊公園仍有一尊郭守敬像

# 北京的前身：大都治水篇

## （背景資料）

- 現今中國的首都——北京，最早為元朝時期的國都。
- 元軍攻陷南宋國都汴京後，忽必烈把國都從上都搬遷至大都，方便管治中原
- 金朝時期，金朝統治者便已看中大都的地理位置，著力發展大都，至元朝時大都規模已不下於開封等地
- 但是，與開封、汴京和長安等數朝古都不同的地方是，大都附近並沒有大型的河流能夠為城鎮提供源源不絕的水源，以及更重要的航運交通
- 古代陸運技術遠遠落後於水運，因而只有船隻能到達的城鎮才擁有高速發展的資本
- 而當時的北京城，也就是大都，並不符合這種條件
- 商船的貨物若要進京，需在通州卸貨後，改用陸運，即利用人力及馬車運送入京，非常不方便

# 大都治水篇

- ▶ 金朝年間，統治者曾下令開挖通州至京都（這個京都是北京，不是日本京都）的運河，試圖接駁通州港口以及通往南方富庶地區的商船航道。
- ▶ 然而，時任負責人某某顯然沒有勝任這工作的才能，他命令從京都西部的河流——渾河（今永定河）引水東下灌水進運河
- ▶ 渾河河如其名，河水渾濁，夾雜眾多泥沙，如同黃河的水很黃一般。很遺憾當時的那位負責人顯然不知道黃河的故事
- ▶ 結果就是運河常常淤塞，航路不順，商船難以正常航行
- ▶ 金朝時期，曾經有一次發大水，運河溢水泛濫，竟將京都淹沒，損失慘重
- ▶ 最終金朝統治者只得填堵運河棄置，運河計劃以失敗告終

# 大都治水篇

- 郭守敬到任後，認為引永定河之水灌河不可取
- 他改為引玉泉山的清泉之水至通州，因為玉泉山清泉清澈而少泥沙，清泉的水不夠
- 連通京都的大運河，必須提供能讓大型商船行駛的高水流量
- 在有限的供水下，運河的漕運量完全不能滿足需求
- 大型的商船甚至根本無法駛進該運河

# 大都治水篇

- 萬般無奈之下，郭守敬只得又打起了永定河的主意
- 他滿懷自信地按照在西夏治水時的套路，建立了水壩套餐，企圖依靠水壩的功效來解決發大水的問題
- 忽必烈當時甚至為此河取名為「會通河」（因水壩的設計，又名壩河）
- 想一想，因為泥沙淤積導致了容易河水泛濫，而水壩專治河水泛濫，也許真的有效？
- 然而，這只是治標不治本的方法
- 過了不到一年，因為泥沙量太多，沙石竟堵死了水閘，水閘失去作用
- 最終，水閘計劃也宣告失敗，郭守敬放棄了依靠壩河單獨支撐大都的需求

# 大都治水篇

- 經過多次碰壁，郭守敬下定決心，遍尋大都附近地形，找尋能滿足需求的水源
- 皇天不負有心人，他終於在大都以北三十里的神山上，找到了白浮泉——一個水量充沛，水質清澈的泉眼
- 由於白浮泉與大都之間相隔了兩座大河谷，直接向南引水肯定是不可能的
- 注：兩座河谷的地勢比大都更低，若經河谷引水進大都將會面臨由低向高引水的困難
- 郭守敬精心設計了一條路線，向西南方引水，借道河谷西南部取道大都，中途甚至能匯合西山群其他清澈的泉水，提供更多的水源
- 最後將匯合而成的水流引向大都，如此一來便能為大都運河的建設提供充足的條件





# 大都治水篇

- ▶ 忽必烈聽到計劃後眼睛發亮，立即下令調動數萬軍民投入工程，由郭守敬全權指揮
- ▶ 工程於元29年（1292年）動工
- ▶ 全長160華里的山道運河工程，在郭守敬的指揮下，竟在一年半內便正式竣工
- ▶ 從此，從江南富庶之地遠途而來的商船，能經新建成的運河，直達大都，在大都內一處名為「積水潭」的水塘卸貨
- ▶ 忽必烈後來遇然經過積水潭，看見商船數量之多甚至把河水都遮掩了（史書記載當時的場景為「舳艫蔽水」），大喜過望，將運河賜名「通惠河」

# 大都治水篇

- 通惠河不但解決了大都的水源以及漕運問題，更徹底打通了中國南北的航運通道
- 它實現了從西北方引河入城的構思，在提供航道的同時，又能給大都提供北方寶貴的水資源
- 它奠定了大都的供水格局，而這格局直至現代，仍被北京城所沿用着
- 元朝之後的明朝、清朝，均極度依賴通惠河維繫北京城的糧食和物資供應，也正是因為通惠河帶來的方便，北京城才會被之後的朝代選為國都並大力發展
- 今天北京城最重要的兩條排水乾渠，就是郭守敬當年規劃的壩河和通惠河
- 現代著名的中國運河——京杭大運河，最重要的發展階段，便是在元代年間，在郭守敬的指揮下得以成型
- 可以說，郭守敬可能是現今天北京城繁華的最大功臣之一

京杭大运河



元朝以前，此線以北並無運河  
商船需從海路入京

# 京杭大運河小知識

- ▶ 京杭大運河於2014年被列入世界文化遺產，全長1794公里
- ▶ 其發展大可劃分為三個階段
  - ▶ 第一階段為春秋時期吳國修建的邗溝和胥浦
  - ▶ 第二階段為隋唐代所開通及連接起來的：廣通渠，通濟渠，山陽瀆，永濟渠，江南河。至此，南北運河已成雛形，但南北航道目前僅北上接通至洛陽而已
  - ▶ 第三階段便為元代年間郭守敬規劃的運河計劃，包括了壩河和通惠河兩條主要北方航道
- ▶ 最終，北方海河，南宋核心區域的黃河及淮河，加上江南地區的長江和錢塘江，自此南北航道全面貫通
- ▶ 此時，全長1700多公里的京杭大運河已經大致完成。在陸運技術（即鐵路）成熟以前，京杭大運河負責全國三分之二的貨運量，幾乎支撐起整個中國早前的經濟發展

# 隋代運河構造圖



第二階段的京杭大運河珍貴圖像

元代京杭大運河示意图



# 第三階段的 京杭大運河 珍貴圖像



走在世界的最前端  
天文學貢獻



# 領先全球三百年的大天文學家 新曆法的編制

- 它是中國史上引用時間最長久的本土曆法，被元明兩代使用了三百六十年之久
- 它的準確度不下於陽曆，卻比其早出現三個世紀
- 它是郭守敬一生的心血結晶
- 它的誕生造就了中國史上至今最大規模的天文觀測
- 即便數百年後，歐洲的天文學家仍然對它嘆為觀止，並常被引用
- 它就是**授時曆**

# 授時曆的編制

- 忽必烈遷都建立元朝後，因為從宋朝時期傳承下來的舊曆時隔過於久遠，誤差十分嚴重，經常誤導農民，令他們錯過農耕時節，對農業收成造成不少的影響
- 郭守敬的老師兼好友劉秉忠生前曾向忽必烈建議編製新曆法，卻沒有結果
- 後來，元朝遷都大都後，郭守敬等人上書忽必烈，再次建議編製全新的天文曆法
- 忽必烈也覺得此事勢在必行，便於至元十三年（1276年）宣佈開始改製新曆，並任命張文謙全權負責此事，張文謙又找來了郭守敬和王恂等人協助
- 郭守敬準備大展身手，製作出完美的新曆法
- 編製曆法可不是說寫就寫的，光是準備功夫，便花了他四年以上的時間
- 郭守敬就在這時候提出了「曆之本在於測驗，而測驗之器莫先於儀錶」的著名理論

# 授時曆的準備—儀器篇

- 創造了玲瓏儀，用途未能考究，推測與星象有關
- 改良了自漢朝傳承下來的日晷儀，改名星晷定時儀，利用日影來測量時間
- 改良蓮花漏，制成寶山漏，用來計算時間
- 還有高表，候極儀，立渾儀，景符等等
- 創造了世界上首個水動計時裝置——七寶燈漏（又稱大明殿燈漏）
- 著名科技史專家李約瑟博士在研究了七寶燈漏與歐洲天文鐘後，斷言七寶燈漏是歐洲天文鐘的祖先
- 遺憾的是，除了七寶燈漏，其他所有儀器均已失傳，但唯一流傳下來的儀器，已足以轟動整個天文學界

## 珍貴文物鑑賞（圖片）



# 大明殿燈漏

又稱七寶燈漏

# 授時曆的準備—數學篇

- 天文曆法與數學息息相關
- 郭守敬發現當時的數學公式在計算曆法時間上有諸多限制，他又改良了數學公式，其中較為著名的例子是：
  - 改良了「三次內插計算法」
  - 提出了「孤矢割圓術」（現在稱為「三角公式」），可用於「日食三限」和「月食無限」的計算，也在計算黃道赤道交角起了重要作用
- 事實上郭守敬還「順便」重測了黃道赤道的交角，其誤差值與現代科技的測量結果相差不到一度，可見其精確度之高

\*\*關於以上數學公式用法則不在此作解析，有興趣了解可自行搜索

# 授時曆的準備—測量篇

- ▶ 上文有提到，授時曆造就了中國史上最大規模的天文觀測
- ▶ 郭守敬在他提出的理論裏，強調了編制曆法的兩大重點，儀表和測驗
- ▶ 經過了三年的準備後，儀器工具等均已被齊備，此時只剩下測驗來蒐集資料了
- ▶ 郭守敬非常清楚，以元朝的疆域之廣，再加上宋朝以前的數據已經存在大量缺陷，如果要制作一個通用於整個元朝廣大疆土的準確曆法，一個超大規模的大型觀測是必須的
- ▶ 元十六年（1279年），郭守敬向忽必烈提出在元朝全國進行大規模的天文測量，以獲得準確的數據編制新曆
- ▶ 忽必烈非常贊同，當場批准實拖，任命郭守敬全權負責測量事項
- ▶ 這次測量，就是著名的「**四海測驗**」

# 授時曆的準備—四海測驗

- 縱觀中國歷史，再上一次的大型天文測驗，已是唐朝開元年間（唐玄宗早期）由天文學家僧一行與南宮說主持的測驗
- 一行官員在大唐疆土內設立了**十三**個天文觀測點
- 而元朝的疆土甚至比唐朝巔峰之時更廣大
- 郭守敬在元朝國土內，設立了共計**二十七**天文觀測點
- 觀測點的分佈極廣：
  - 東至朝鮮半島
  - 西至河西走廊和滇池
  - 南至南海黃岩島（南海範圍，比海南半島更南）
  - 北至西伯利亞
- 郭守敬為此設立了一十四個監候官來統籌龐大的測量工程

# 到底測量範圍有多大？



## 元代疆域圖



# 授時曆的準備—四海測驗

- 二十七處觀測點均各設置了一個觀星台
- 郭守敬本人親自監建了位於河南的「登封觀星台」
- 以下為沉悶的觀星台詳細介紹（僅供參考）：
  - 觀星台由兩部分組成，第一部份是梯台體建築，第二部份是臺身北壁凹槽向北方平鋪於地上的石圭。
  - 梯臺體建築高8.9米，連台頂觀測室通高11.96米，台底東西長16.85米，南北長16.37米，台頂東西長8.05米，南北長7.55米。台頂可放置天文儀器，如簡儀、仰儀等，以觀測日、月、星辰。兩觀測室之間水準放置一根長1.97米，直徑為0.08米的銅棒，又叫橫樑。橫樑下方有一石圭，長31.39米，寬0.53米，高出地面0.4米，由36塊青石拼接而成。
  - 石圭的圭面有刻度，因而石圭又叫量天尺。石圭、凹槽、橫樑組成圭表，可以觀測日影。中午太陽升到上中天，也就是正南方時，橫樑影子就投在圭面上某一刻度。連續觀測橫樑影子的長度，就可以推算出回歸年長度和二十四節氣時刻等。



# 觀星台

# 四海測驗—資料補充

二十七個觀測點具體位置（紅字為現今位置）

- ◆ 南海（中沙群島）、衡陽（南岳衡山）、岳台（開封南部）、和林（蒙古額爾德尼桑圖）、鐵勒（俄羅斯貝加爾河西部）、北海（俄羅斯通古斯卡河）、上都（內蒙古自治區兆乃曼蘇默）、大都（北京市）、北京（內蒙古自治區寧城縣西北大明城）、益州（山東益都縣）、登州（山東蓬萊）、高麗（朝鮮開城）、西京（山西大同）、太原（山西太原）、安西府（陝西西安）、興元（陝西漢中）、成都（四川成都）、西涼州（甘肅武威）、東平（山東東平）、大名（河北大名東）、南京（河南開封）、陽城（登封告成鎮北）、揚州（江蘇揚州）、鄂州（湖北武漢）、吉州（江西吉安）、雷州（廣東海康）、琼州（廣東海口）

# 完美的授時曆

- 元十八年（1280年），郭守敬等人經常充分的準備和計算，於該年春季正式頒佈全新的曆法——「授時曆」
- 授時曆提出一年的長度為365.2425天，即一年總時間為365天5小時49分鐘20秒，一個月有29.530593日。
- 這與現代曆法的測量時間差距**僅有26秒鐘**
- 授時曆提倡的周期更與現代使用的「格里高利曆」（即陽曆）完全一致
- 而授時曆的發佈時間較格里高利曆早**302年**
- 西曆由1582年開始發行並通用

晚年生涯

郭守敬

# 晚年

- 忽必烈死後，元朝後繼的統治者們迅速腐敗下來
- 他們展開了一場又一場的政治鬥爭，爭權逐利
- 郭守敬雖然沒有被卷入政治鬥爭，卻對朝廷大為失望
- 同時，年事已高的他也失去了年輕時的熱血之心
- 他沒有再推行各種的大型工程，而是專心著書立說

# 郭守敬的作品

- 《推步》
- 《轉神選擇》
- 《上中下三曆注式》
- 《曆議擬稿》
- 《立成》
- 《月離考》
- 等等.....
- 前後共十四本作品，均為後世參研天文學提供大量根據和參考資料

# 總 結

- 他自幼深受祖父啟蒙，年紀輕輕就成就非凡
- 他從小便得以從眾資深學者學習，從小就有卓越見解
- 他得貴人相助，科研究生涯一帆風順
- 他一生均未被卷入政治風波，不像其他歷史人物有跌宕起伏的人生
- 他一直得到朝代最高統治者的信任和重視
- 他大部分的計劃都得到朝廷的大力支持
- 他有著眾多志同道合且能力不凡的同窗好友



# 總 結

- 他在天文曆法，水利工程和儀象器具方面均有卓越傑出的成就
- 他主力編制的授時曆，成為中國史上流通最長久的曆法
- 他使中國的天文學技術遙遙領先於同時期的眾歐洲文明
- 他完成了京杭大運河最關鍵的工程階段，為現代北京的繁榮發展打下牢固的基礎
- 他制作的大明殿燈漏被譽為天文鐘的祖先
- 他發明及改良的儀器足以與現代精密儀器媲美
- 他測量的天文數字精確度不下於現代科技的計算

他

就是中國史上最偉大的天文學家

郭守敬

完

贊助： 明曦公益基金會  
MINGXI CHARITY FOUNDATION ASSOCIATION

國史教育中心(香港)