

---

# TỪ TRUYỀN TỐI KHOA

600 TCN-1550

---

---

# THUYẾT HỌC

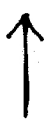
---

**Anaximander xứ Miletus** là một trong những người đầu tiên tìm cách giải thích vũ trụ từ góc độ khoa học.



**KH.550 TCN**

Trong tác phẩm *Về bầu trời*, **Aristotle** phác họa một **mô hình vũ trụ với Trái Đất là trung tâm**. Nhiều quan điểm của ông tiếp tục thống lĩnh tư duy trong 2.000 năm sau đó.



**350 TCN**

Tại Alexandria, **Eratosthenes** đo **chu vi Trái Đất** và ước tính khoảng cách đến Mặt Trời.



**KH.200 TCN**

**KH.530 TCN**



**Pythagoras** mở một trường học ở Croton, nơi ông thúc đẩy quan điểm về một vũ trụ trong đó các vật thể chuyển động theo những **vòng tròn hoàn hảo**.

**KH.220 TCN**



**Aristarchus xứ Samos** đề xuất một **mô hình vũ trụ với Mặt Trời là trung tâm**, nhưng ý tưởng của ông không được chấp thuận rộng rãi.

**KH.150**



**Ptolemy** viết cuốn *Đại luận*, đưa ra một **mô hình vũ trụ với Trái Đất là trung tâm** và đã được chấp thuận rộng rãi.

**C**ác di sản đặt nền móng cho thiên văn học hiện đại bắt nguồn từ Hy Lạp cổ đại và các thuộc địa. Tại khu vực Luông Hà, mặc dù người Babylon rất thành thục trong các dự báo thiên văn sử dụng số học phức tạp, thiên văn học của họ lại dựa vào các truyền thuyết và chỉ bận tâm tới việc tiên đoán tương lai. Đối với họ, bầu trời là cõi thần thánh, nằm ngoài phạm vi nghiên cứu của lý trí con người.

Ngược lại, người Hy Lạp lại cố gắng lý giải những điều họ quan sát được trên bầu trời. Thales xứ Miletus (kh.624–546 TCN) được coi là người đầu tiên trong hàng ngũ các triết gia cho rằng những nguyên tắc bất biến trong tự nhiên có thể được hé mở thông qua suy luận logic. Các ý tưởng mang tính giả thuyết được đưa ra hai thế kỷ sau đó bởi Aristotle (384–322 TCN) đã trở thành nền

tảng cho toàn bộ ngành thiên văn học cho đến tận thế kỷ XVI.

### Niềm tin của Aristotle

Aristotle là học trò của Plato. Cả hai đều bị ảnh hưởng bởi tư tưởng của Pythagoras và những người theo chân ông. Họ cho rằng thế giới tự nhiên là một "vũ trụ trật tự" chứ không phải một "bóng tối hỗn loạn". Điều này có nghĩa là thế giới được sắp xếp một cách hợp lý chứ không phải không thể lý giải được.

Aristotle tuyên bố thiên đàng là bất biến và hoàn hảo, khác với thế giới mà con người trải nghiệm, song ông cũng thúc đẩy những quan điểm nhất quán với "lẽ thường". Một trong số đó là việc Trái Đất đứng yên ở trung tâm của vũ trụ. Dù còn những điểm chưa nhất quán, nhưng triết lý của ông đã trở thành một khuôn khổ tổng thể được chấp nhận rộng

rãi nhất trong các tư tưởng khoa học và sau đó được đưa vào thần học Kitô giáo.

### Trật tự hình học

Về mặt toán học, phần lớn thiên văn học Hy Lạp được dựa trên hình học, đặc biệt là các chuyển động vòng tròn, vốn được coi là hình dạng hoàn hảo nhất. Các lược đồ hình học chi tiết được lập nên để phán đoán vị trí của các hành tinh, trong đó các chuyển động tròn được kết hợp với nhau. Năm 150 TCN, khi làm việc tại Alexandria, nhà thiên văn học người Ai Cập gốc Hy Lạp Ptolemy đã tổng hợp một bản tóm tắt căn bản về thiên văn học Hy Lạp. Tuy nhiên, đến năm 500 TCN, cách tiếp cận thiên văn học của người Hy Lạp đã bị chững lại. Trên thực tế sau Ptolemy, thiên văn học Hy Lạp không có ý tưởng mới nào đáng kể

Trong cuốn *Aryabhatiya*, nhà thiên văn học người Ấn Độ **Aryabhata** cho rằng các ngôi sao dịch chuyển trên bầu trời là do Trái Đất đang quay.



499

Học giả người Ý **Gerard xứ Cremona** giúp châu Âu tiếp cận với các tài liệu tiếng Ả Rập, bao gồm cả cuốn *Đại luận* của Ptolemy bằng cách **dịch chúng sang tiếng Latinh**.



KH.1180

Thủ lĩnh Mông Cổ **Ulugh Beg** điều chỉnh nhiều **vị trí của các ngôi sao** trong cuốn *Đại luận*.



1437

1025



Học giả người Ả Rập **Ibn al-Haytham** đã viết một tác phẩm **chỉ trích mô hình Ptolemy** về vũ trụ vì nó quá phức tạp.

1279



Nhà thiên văn học người Trung Quốc **Quách Thủ Kính** đưa ra một phép đo chính xác về độ dài của **năm dương lịch**.

1543



Cuốn sách *Về chuyển động quay của các thiên thể* của **Nicolaus Copernicus** được xuất bản, phác họa **vũ trụ với Mặt Trời là trung tâm**.

trong suốt gần 1.400 năm. Trong nhiều thế kỷ khi thiên văn học châu Âu không có nhiều tiến bộ, các nền văn hóa lớn ở Trung Quốc, Ấn Độ và thế giới Hồi giáo đã phát triển những hệ tư tưởng của riêng mình. Các nhà thiên văn học Trung Quốc, Ả Rập và Nhật Bản

đã ghi nhận siêu tân tinh năm 1054 trong chòm sao Kim Nguu, tàn tích của nó chính là tinh vân Cự Giải nổi tiếng. Dù sáng hơn Sao Kim rất nhiều nhưng sự xuất hiện của siêu tân tinh này lại không được ghi nhận trong bất cứ tài liệu nào ở châu Âu.

### Sự lan tỏa của kiến thức

Rốt cục, khoa học Hy Lạp cũng trở lại châu Âu sau một chặng đường vòng vèo. Từ năm 740, Baghdad trở thành trung tâm học thuật vĩ đại của thế giới Hồi giáo. Bản trích yếu vĩ đại của Ptolemy đã được dịch sang tiếng Ả Rập và được biết đến qua tiêu đề tiếng Ả Rập là *Almagest* (*Đại luận*). Vào thế kỷ XII, nhiều văn bản bằng tiếng Ả Rập đã được dịch sang tiếng Latinh, nhờ vậy di sản của các triết gia Hy Lạp cũng như nhiều tác phẩm của các học giả Hồi giáo đã đến được Tây Âu.

Phát minh máy in ép vào giữa thế kỷ XV đã mở rộng phạm vi tiếp cận của sách vở. Sinh năm 1473, Nicolaus Copernicus đã dành cả cuộc đời để sưu tầm sách, trong đó có các tác phẩm của Ptolemy. Đối với Copernicus, các công trình hình học của Ptolemy đã không đạt được mục tiêu mà các triết gia Hy Lạp chính gốc đặt ra: mô tả tự nhiên bằng cách tìm ra những nguyên tắc căn bản đơn giản. Copernicus đã nhận thức được rằng phương thức lấy Mặt Trời làm trung tâm sẽ tạo ra một hệ thống đơn giản hơn nhiều, nhưng rốt cục chưa thể đạt được thành công thực sự do vẫn không từ bỏ chuyển động tròn. Tuy vậy, thông điệp của ông rằng tư duy thiên văn học phải dựa trên cơ sở hiện thực vật lý đã đến ở một thời điểm then chốt, đặt nền móng cho cuộc cách mạng kính viễn vọng. ■



Nhiệm vụ của một nhà thiên văn học là biên soạn lịch sử chuyển động thiên văn thông qua những nghiên cứu tỉ mỉ và chuyên nghiệp.

**Nicolaus Copernicus**





## BỐI CẢNH

NHÀ THIÊN VĂN HỌC  
CHỦ CHỐT  
**Aristotle** (384–322 TCN)

TRƯỚC ĐÓ

**465 TCN** Triết gia Hy Lạp Empedocles cho rằng có bốn nguyên tố: đất, nước, khí và lửa. Aristotle phản bác rằng các ngôi sao và hành tinh được tạo thành từ nguyên tố thứ năm là aether (hậu thiên khí).

**387 TCN** Môn đệ Eudoxus của Plato cho rằng các hành tinh nằm trong những mặt cầu quay trong suốt.

SAU ĐÓ

**355 TCN** Nhà tu tưởng Hy Lạp Heraclides tuyên bố bầu trời đứng yên còn Trái Đất quay.

**Thế kỷ XII** Linh mục Công giáo người Ý Thomas Aquinas bắt đầu giảng dạy lý thuyết của Aristotle.

**1577** Tycho Brahe chỉ ra rằng sao chổi Lớn ở cách xa Trái Đất hơn Mặt Trăng.

**1687** Isaac Newton lý giải lực trong cuốn *Những nguyên lý toán học của triết học tự nhiên*.

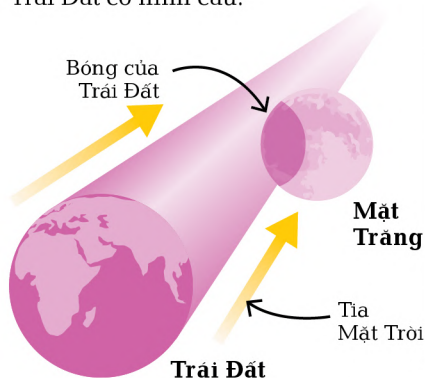
# RÕ RÀNG TRÁI ĐẤT KHÔNG CHUYỂN ĐỘNG

## THUYẾT ĐỊA TÂM

**A**ristotle, một trong các triết gia có ảnh hưởng nhất ở phương Tây, sinh ra ở vùng Macedonia thuộc miền bắc Hy Lạp, tin rằng vũ trụ được điều hành bởi các quy luật vật lý. Ông đã nỗ lực lý giải điều này thông qua suy luận, triết học và logic.

Aristotle quan sát thấy có vẻ như vị trí tương đối giữa các ngôi sao là cố định và độ sáng của chúng không bao giờ thay đổi. Các chòm sao luôn giữ nguyên và quay hằng ngày

**Khi nguyệt thực**, Trái Đất tạo ra một cái bóng hình tròn trên Mặt Trăng. Điều này khiến Aristotle tin rằng Trái Đất có hình cầu.

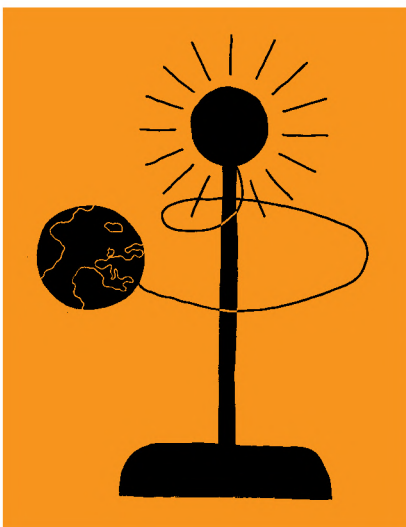


quanh Trái Đất. Mặt Trăng, Mặt Trời và các hành tinh có vẻ như cũng chuyển động theo các quỹ đạo không đổi quanh Trái Đất. Ông tin rằng chuyển động đó có hình tròn và vận tốc không đổi.

Trong một lần nguyệt thực, Aristotle đã quan sát cái bóng của Trái Đất hiện lên trên bề mặt của Mặt Trăng và tin rằng Trái Đất có hình cầu. Ông kết luận rằng Trái Đất hình cầu ấy đứng yên trong không gian, không bao giờ quay hay thay đổi vị trí, trong khi cả vũ trụ vĩnh viễn quay quanh nó. Trái Đất là một vật thể bất động ở trung tâm của vũ trụ.

Aristotle tin rằng bầu khí quyển của Trái Đất cũng đứng yên. Trên đỉnh của bầu khí quyển, ma sát xảy ra giữa các khí của khí quyển với bầu trời đang quay phía trên. Các luồng khí phát ra từng đợt từ núi lửa sẽ bay lên đỉnh của bầu khí quyển. Khi bị ma sát kích hoạt, các luồng khí này tạo ra sao chổi, và nếu bị kích hoạt nhanh, chúng sẽ tạo ra sao băng. Lập luận của ông được chấp thuận rộng rãi cho đến thế kỷ XVI. ■

**Xem thêm:** Tổng hợp kiến thức 24–25 ■ Mô hình Copernicus 32–39 ■ Mô hình Tycho 44–47 ■ Thuyết hấp dẫn 66–73



# TRÁI ĐẤT QUAY QUANH MẶT TRỜI THEO MỘT VÒNG TRÒN

## THUYẾT NHẬT TÂM SƠ KHỞI

### BỐI CẢNH

NHÀ THIÊN VĂN HỌC CHỦ CHỐT

**Aristarchus** (310–230 TCN)

TRƯỚC ĐÓ

**430 TCN** Philolalus xứ Craton cho rằng có một ngọn lửa khổng lồ ở trung tâm của vũ trụ, quay quanh đó là Mặt Trời, Mặt Trăng, Trái Đất, năm hành tinh và các ngôi sao.

**350 TCN** Aristotle nói rằng Trái Đất là trung tâm của vũ trụ và mọi vật khác đều chuyển động xung quanh nó.

SAU ĐÓ

**150** Ptolemy xuất bản cuốn *Đại luận*, mô tả một mô hình vũ trụ với Trái Đất là trung tâm (thuyết địa tâm).

**1453** Nicolaus Copernicus đề xuất giả thuyết về một vũ trụ lấy Mặt Trời làm trung tâm (thuyết nhật tâm).

**1838** Nhà thiên văn học người Đức Friedrich Bessel là người đầu tiên đo được khoảng cách chính xác đến một ngôi sao bằng cách sử dụng một phương pháp gọi là thị sai.

**A**ristarchus, một nhà thiên văn học và toán học ở đảo Samos, Hy Lạp, được biết tới là người đầu tiên cho rằng Mặt Trời, chứ không phải Trái Đất, nằm ở trung tâm của vũ trụ, và Trái Đất đó quay quanh Mặt Trời.

Tu duy của Aristarchus về vấn đề này được một nhà toán học người Hy Lạp khác là Archimedes nhắc đến trong cuốn *Người đếm cát* rằng Aristarchus đã đề ra giả thuyết rằng “các ngôi sao cố định và Mặt Trời không chuyển động” và “Trái Đất quay quanh Mặt Trời”.

### Ý tưởng không hợp thời

Aristarchus đã thuyết phục được ít nhất một nhà thiên văn học hậu thế – Seleukos xứ Seleucia, một người sống ở thế kỷ II TCN – về chân lý của quan điểm nhật tâm (lấy Mặt Trời làm trung tâm vũ trụ), nhưng có vẻ như ý tưởng của ông đã không nhận được sự chấp thuận rộng rãi. Đến thời Ptolemy vào khoảng năm 150, quan điểm thịnh hành vẫn là quan điểm địa tâm (lấy Trái Đất làm trung tâm), và điều này vẫn được giữ vững cho đến thế kỷ XV,

“

Aristarchus là người khởi xướng đích thực của giả thuyết Copernicus.

**Sir Thomas Heath**

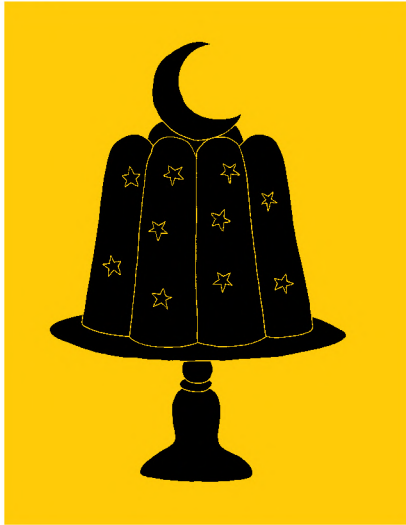
*Nhà toán học và học giả nghiên cứu thời cổ đại*

”

khi quan điểm nhật tâm được Nicolaus Copernicus phục hồi.

Aristarchus cũng tin rằng các ngôi sao ở xa hơn nhiều so với những gì mà trước đó con người từng tưởng tượng. Ông đã ước tính khoảng cách tới Mặt Trời và Mặt Trăng và kích thước của chúng so với Trái Đất. Các ước tính của ông về Mặt Trăng là tương đối chính xác nhưng ông đã đánh giá thấp khoảng cách đến Mặt Trời, chủ yếu là do sự thiếu chính xác của một trong các phép đo. ■

**Xem thêm:** Thuyết địa tâm 20 ■ Tổng hợp kiến thức 24–25 ■ Mô hình Copernicus 32–39 ■ Thị sai sao 102



## BỐI CẢNH

NHÀ THIÊN VĂN HỌC  
CHỦ CHỐT

**Hipparchus** (190–120 TCN)

TRƯỚC ĐÓ

**280 TCN** Nhà thiên văn học người Hy Lạp Timocharis ghi lại rằng ngôi sao Spica cách điểm thu phân  $8^\circ$  về phía tây.

SAU ĐÓ

**Thế kỷ IV** Nhà thiên văn học người Trung Quốc Ngu Hi ghi nhận và đo đạc tiến động.

**1543** Nicolaus Copernicus lý giải tiến động như một chuyển động của trục Trái Đất.

**1687** Isaac Newton chứng minh tiến động là hệ quả của lực hấp dẫn.

**1718** Edmond Halley phát hiện ra rằng ngoại trừ chuyển động tương đối giữa ngôi sao và các điểm tham chiếu trên thiên cầu, các ngôi sao từ từ chuyển dịch vị trí so với nhau. Điều này là do chúng đang di chuyển theo các hướng khác nhau và với vận tốc khác nhau.

# CÁC ĐIỂM PHÂN DI CHUYỂN THEO THỜI GIAN NHỮNG NGÔI SAO CHUYỂN DỊCH

**K**hoảng năm 130 TCN, nhà thiên văn học kiêm toán học người Hy Lạp Hipparchus xứ Nicaea nhận thấy một ngôi sao tên là Spica di chuyển  $2^\circ$  về phía đông của một điểm trên thiên cầu, được gọi là điểm thu phân, so với vị trí được ghi nhận trước đó 150 năm. Các nghiên cứu sâu hơn của ông cho thấy vị trí của tất cả các ngôi sao đã chuyển dịch, gọi là “tiến động của các điểm phân”.

Thiên cầu là một hình cầu tưởng tượng bao quanh Trái Đất, trong đó các ngôi sao được tìm thấy tại các điểm cụ thể. Các nhà thiên văn học sử dụng các điểm và đường cong

được xác định một cách chính xác trên bề mặt của quả cầu này làm tham chiếu để định vị các ngôi sao và thiên thể khác. Thiên cầu có thiên cực bắc, thiên cực nam và một đường xích đạo thiên cầu – một vòng tròn nằm phía trên đường xích đạo của Trái Đất. Đường hoàng đạo là một vòng tròn quan trọng khác trên thiên cầu. Nó đánh dấu đường đi biểu kiến của Mặt Trời trên nền các ngôi sao trong suốt cả năm. Đường hoàng đạo cắt xích đạo thiên cầu tại hai điểm: điểm xuân phân và điểm thu phân. Chúng đánh dấu các vị trí Mặt Trời đi qua điểm phân trên thiên cầu vào tháng 3 và tháng 9. Tiến động của điểm phân dùng để chỉ sự trôi dạt từ từ của hai điểm này so với vị trí của các ngôi sao.

Hipparchus cho rằng tiến động này xảy ra do có “sự lắc lư” trong chuyển động của thiên cầu. Ông tin rằng thiên cầu là có thật và quay quanh Trái Đất. Ngày nay, chúng ta đã biết sự lắc lư đó thực ra nằm ở hướng nghiêng trục quay của Trái Đất, gây ra bởi tác động hấp dẫn của Mặt Trời và Mặt Trăng. ■



Một người cần cù  
và yêu sự thật.

**Ptolemy**  
*mô tả Hipparchus*



**Xem thêm:** Thuyết hấp dẫn 66–73 ■ Sao chổi Halley 74–77



# ÁNH SÁNG CỦA MẶT TRĂNG ĐƯỢC TẠO RA DO BỨC XẠ MẶT TRỜI

## CÁC GIẢ THUYẾT VỀ MẶT TRĂNG

### BỐI CẢNH

NHÀ THIÊN VĂN HỌC  
CHỦ CHỐT

**Trương Hành** (78–139)

TRƯỚC ĐÓ

**140 TCN** Hipparchus phát hiện ra cách dự báo thiên thực.

**Thế kỷ I TCN** Kinh Phòng thúc đẩy giả thuyết “ánh hưởng bức xạ”, khẳng định ánh sáng Mặt Trăng phản chiếu ánh sáng của Mặt Trời.

SAU ĐÓ

**150** Ptolemy lập các bảng biểu để tính toán vị trí của các thiên thể.

**Thế kỷ XI** *Mộng Khê bút đàm* của Thẩm Quát diễn giải rằng các thiên thể có hình tròn như quả bóng chứ không phẳng lì.

**1543** Cuốn *Về chuyển động quay của các thiên thể* của Nicolaus Copernicus mô tả một hệ thống nhật tâm.

**1609** Johannes Kepler giải thích chuyển động của các hành tinh cũng giống như các thiên thể trời nói theo quỹ đạo hình elip.

**G** iữ chức thái sử lệnh dưới thời Hán An Đế, Trương Hành là một nhà toán học lão luyện và một nhà quan sát tỉ mỉ. Ông lập danh mục 2.500 ngôi sao “sáng rõ” và ước tính rằng có thêm 11.520 ngôi sao “rất bé” khác.

Là một nhà thơ xuất chúng, ông thường thể hiện những quan điểm thiên văn học của mình thông qua các phép so sánh và ẩn dụ. Trong tác phẩm *Linh hiến*, ông đã đặt Trái Đất ở trung tâm của vũ trụ và viết rằng “Trời giống trứng gà, tròn nhu đạn nỏ; Đất như lòng đỏ, một mình nằm giữa trung tâm”.

### Có hình dạng nhưng không có ánh sáng

Trương Hành đã kết luận rằng Mặt Trăng không có ánh sáng riêng mà “nhu nước” phản chiếu ánh sáng Mặt Trời. Ông tiếp thu các giả thuyết của một người Trung Quốc khác là Kinh Phòng, người mà trước đó một thế kỷ đã tuyên bố rằng “Mặt Trăng và các hành tinh là Âm, có hình dạng mà không có ánh sáng”. Trương Hành cũng thấy rằng “mặt đối diện với Mặt Trời sẽ được thấp

“

Mặt Trời như lửa,  
Mặt Trăng như nước.  
Ánh sáng của Mặt Trăng  
là do phản chiếu từ Mặt Trời.  
**Trương Hành**

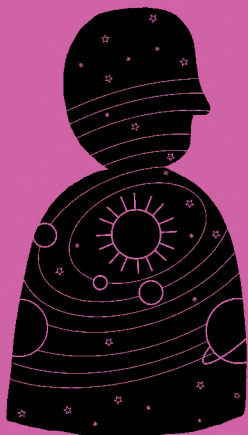
”

sáng hoàn toàn, còn mặt bên kia thì tối”. Ông cũng đã mô tả nguyệt thực, quá trình xảy ra khi ánh sáng Mặt Trời không thể chiếu tới Mặt Trăng vì bị Trái Đất cản đường. Ông ghi nhận rằng các hành tinh cũng chịu những hiện tượng thiên thực tương tự.

Công trình nghiên cứu của Trương Hành đã được phát triển sâu hơn vào thế kỷ XI bởi một nhà thiên văn học Trung Quốc khác là Thẩm Quát. Thẩm Quát đã khẳng định rằng sự tròn khuyết của Mặt Trăng là minh chứng cho việc Mặt Trăng và Mặt Trời có hình cầu. ■

**Xem thêm:** Mô hình Copernicus 32–39 ■ Các quỹ đạo hình elip 50–55





# TẤT CẢ NHỮNG GÌ ĐÓNG GÓP VÀO CÁC GIẢ THUYẾT VỀ BẦU TRỜI TỔNG HỢP KIẾN THỨC

## BỐI CẢNH

NHÀ THIÊN VĂN HỌC CHỦ CHỐT  
**Ptolemy (85–165)**

### TRƯỚC ĐÓ

**Thế kỷ XII TCN** Người Babylon sắp xếp các ngôi sao thành các chòm sao.

**350 TCN** Aristotle khẳng định các ngôi sao đều cố định tại một chỗ và Trái Đất đứng yên.

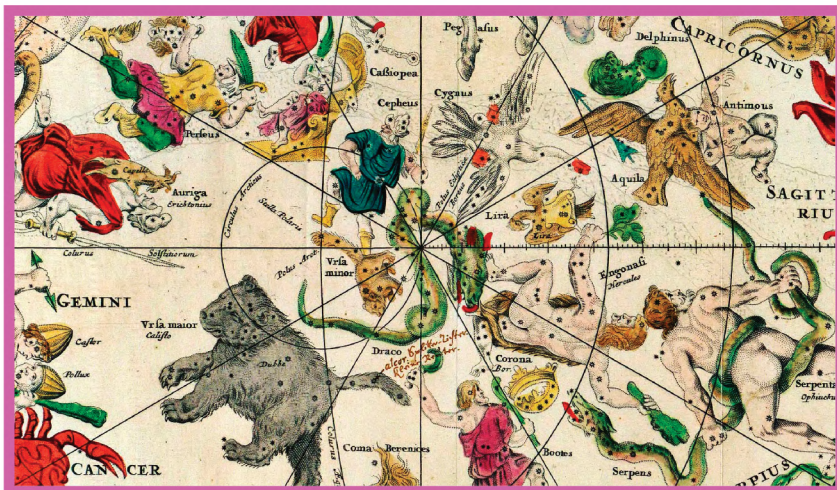
**135 TCN** Hipparchus lập một danh mục gồm hơn 850 vị trí và độ sáng của các ngôi sao.

### SAU ĐÓ

**964** Nhà thiên văn học người Ba Tư al-Sufi cập nhật danh mục sao của Ptolemy.

**1252** Bảng Alfonsine được xuất bản ở Toledo, Tây Ban Nha, liệt kê vị trí của Mặt Trời, Mặt Trăng và các hành tinh dựa trên giả thuyết của Ptolemy.

**1543** Copernicus chỉ ra rằng việc dự đoán chuyển động của các hành tinh sẽ dễ dàng hơn rất nhiều nếu lấy Mặt Trời ở trung tâm của vũ trụ thay vì Trái Đất.



**T**rong tác phẩm vĩ đại nhất của mình là *Đại luận*, nhà thiên văn người Ai Cập gốc Hy Lạp Ptolemy đã đưa ra một bản tóm tắt tất cả kiến thức thiên văn trong thời đại của ông. Thay vì thiết lập các quan điểm mới hoàn toàn, Ptolemy chủ yếu tổng hợp và xây dựng dựa trên kiến thức trước đó, đặc biệt là các công trình nghiên cứu của nhà thiên văn học Hy Lạp Hipparchus, người đã tạo ra một danh mục sao là cơ sở cho hầu hết các tính toán trong *Đại luận*. Ptolemy cũng trình bày chi tiết các nội dung toán học cần thiết để tính toán vị trí các hành tinh trong tương lai. Hệ thống của ông sau đó đã được

Các chòm sao do Ptolemy lập ra được sử dụng trong bản đồ sao thế kỷ XVII này. Số lượng sao trong mỗi chòm sao nằm trong khoảng từ 2 (Tiểu Khuyển) đến 42 (Báo Bình).

nhiều thế hệ các nhà chiêm tinh học sử dụng.

Mô hình Hệ Mặt Trời của Ptolemy có Trái Đất đứng yên ở trung tâm, bầu trời quay quanh Trái Đất hằng ngày. Mô hình của ông cần nhiều bổ sung phức tạp để khớp với dữ liệu và vận dụng vào việc tính toán vị trí của các hành tinh. Tuy nhiên, nó hầu như không bị thách thức cho đến khi Copernicus đặt Mặt Trời ở trung tâm của vũ trụ vào thế kỷ XVI.

**Xem thêm:** Thuyết địa tâm 20 ▪ Những ngôi sao chuyển dịch 22 ▪ Mô hình Copernicus 32–39 ▪ Mô hình Tycho 44–47 ▪ Các quỹ đạo hình elip 50–55

Ptolemy đã thiết lập một danh mục gồm 1.022 vị trí sao và liệt kê 48 chòm sao trong phần thiên cầu mà người Hy Lạp biết đến, tức là tất cả những gì có thể được nhìn thấy từ khoảng 32° vĩ bắc. Các chòm sao của Ptolemy vẫn được sử dụng cho đến ngày nay. Nhiều cái tên được bắt nguồn từ người Babylon cổ đại, bao gồm Song Tử, Cự Giải, Sư Tử, Bọ Cạp và Kim Ngưu. Các chòm sao Babylon được đặt tên trên một bảng chữ hình nêm gọi là *Mul Apin*, có niên đại từ thế kỷ VII TCN. Tuy nhiên, người ta cho rằng chúng được biên soạn từ khoảng 300 năm trước đó.

**Thuốc đo góc phân tu sơ khởi**

Để cải thiện việc đo lường của mình, Ptolemy đã chế tạo một chiếc bệ đá. Là một trong những mô hình sớm nhất của thuốc đo góc, chiếc bệ của ông là một khối đá lớn hình chữ nhật, có một trong các mặt đứng được căn thẳng hàng tuyệt đối với mặt phẳng bắc-nam. Một thanh ngang nhỏ từ đỉnh của phiên đá. Bóng của thanh ngang này cho biết chính xác độ cao của

Mặt Trời vào buổi trưa. Ptolemy thực hiện các phép đo hàng ngày để có được ước tính chính xác về thời gian của các điểm chí và điểm phân. Kết quả của ông đã kiểm chứng các phép đo trước đó và cho thấy các mùa có độ dài khác nhau. Ông tin rằng Mặt Trời quay quanh Trái Đất theo quỹ đạo vòng tròn, nhưng các tính toán đã đưa ông đến kết luận rằng Trái Đất không thể nằm chính xác ở tâm của quỹ đạo đó.

**Nhà chiêm tinh học Ptolemy**

Giống như hầu hết các nhà tu tướng cùng thời đại, Ptolemy tin rằng chuyển động của các thiên thể có ảnh hưởng sâu sắc đến các sự kiện trên Trái Đất. Tác phẩm chiêm tinh học *Tetrabiblos (Tứ thư)* của ông được ưa chuộng rộng rãi ngang hàng với cuốn *Đại luận* trong suốt 1.000 năm sau đó. Ptolemy đã không chỉ cung cấp một phương tiện để tính toán vị trí của các hành tinh mà còn đưa ra một cách giải thích toàn diện về cách thức mà những chuyển động đó ảnh hưởng đến con người. ■



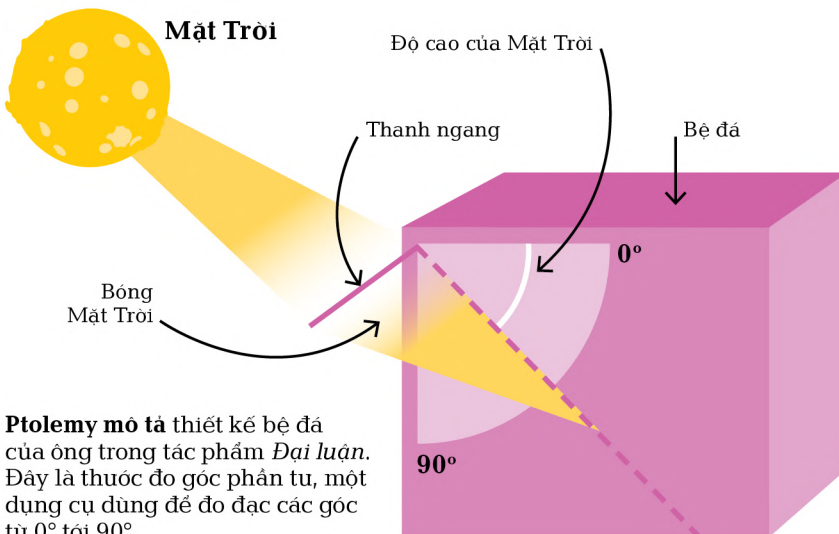
**Claudius Ptolemy**

Ptolemy là một nhà bác học đã viết các tác phẩm về nhiều chủ đề, bao gồm thiên văn học, chiêm tinh học, địa lý, âm nhạc, quang học và toán học.

Đời tu của ông ít được biết đến, nhưng có lẽ ông đã dành trọn đời mình ở Alexandria, một cảng biển ở Ai Cập nổi tiếng hiếu học và là nơi tọa lạc của một thư viện vĩ đại, nơi ông đã theo học nhà toán học trứ danh Theon xứ Smyrna. Phần nhiều trong lượng tác phẩm đồ sộ của ông vẫn tồn tại. Chúng được dịch sang tiếng Ả Rập và tiếng Latinh, giúp lan tỏa tri thức của ông khắp thế giới Trung cổ. Cuốn *Địa lý* liệt kê vị trí của hầu hết các địa điểm được biết đến trên thế giới và đã được Christopher Columbus mang theo trong hành trình thám hiểm vào thế kỷ XV. Cuốn *Đại luận* vẫn được sử dụng liên tục trong học thuật cho đến khoảng năm 1643, một thế kỷ sau khi mô hình vũ trụ của Ptolemy bị Copernicus thách thức.

**Tác phẩm chính**

- Kh.150 TCN *Địa lý*
- Kh.150 TCN *Đại luận*
- Kh.150 TCN *Tứ thư*



**Ptolemy mô tả** thiết kế bệ đá của ông trong tác phẩm *Đại luận*. Đây là thuốc đo góc phân tu, một dụng cụ dùng để đo đạc các góc từ 0° tới 90°.



## BỐI CẢNH

NHÀ THIÊN VĂN HỌC  
CHỦ CHỐT

**Aryabhata** (476–550)

TRƯỚC ĐÓ

**350 TCN** Heraclides Ponticus, một học trò của Plato, cho rằng Trái Đất tự quay quanh trục mỗi ngày. Ý tưởng này không được phổ biến rộng rãi vì nó mâu thuẫn với Aristotle, người được coi là có uy tín hơn.

**Thế kỷ IV TCN** Aristotle khẳng định Trái Đất đứng yên trong không gian.

SAU ĐÓ

**950** Nhà thiên văn học người Iran al-Sijzi ủng hộ quan điểm cho rằng Trái Đất quay.

**1543** Nicolaus Copernicus nói rằng Trái Đất quay như một phần của mô hình vũ trụ nhật tâm của ông.

**1851** Thí nghiệm con lắc đầu tiên của Léon Foucault ở Paris cung cấp bằng chứng khoa học chung cuộc chứng minh rằng Trái Đất đang quay.

# CÁC NGÔI SAO BẤT ĐỘNG ĐANG ĐỒNG LOẠT DẠT VỀ HƯỚNG TÂY

## SỰ QUAY CỦA TRÁI ĐẤT

**T**ừ thế kỷ IV TCN cho đến thế kỷ XVI, quan điểm phổ biến trên khắp thế giới phương Tây cho rằng Trái Đất đứng yên và nằm ở trung tâm của vũ trụ. Các đề xuất về việc Trái Đất có thể đang quay đã bị bác bỏ với lý do điều này sẽ khiến các vật thể trên bề mặt Trái Đất bị hất bay vào không gian. Tuy nhiên, ở Ấn Độ, một nhà thiên văn học tên là Aryabhata lại tin chắc rằng chuyển động của các ngôi sao trên bầu trời đêm không phải do chúng đang quay trong một mặt cầu xa xôi bao quanh Trái Đất, mà là do chính Trái Đất đang quay.

### Chuyển động ảo giác

Theo như Aryabhata, các ngôi sao đứng yên và chuyển động biểu kiến của chúng về phía Tây là một ảo ảnh. Quan niệm của ông về một Trái Đất quay đã không được chấp thuận rộng rãi cho đến giữa thế kỷ XVII – một thế kỷ sau khi Nicolaus Copernicus tán thành ý tưởng này.

Thành tựu của Aryabhata là rất đáng kể. Cuốn sách *Aryabhatiya* của ông là tác phẩm thiên văn học quan trọng nhất trong thế kỷ VI.

“

Ông là cha đẻ của ngành thiên văn học chu kỳ của Ấn Độ... nơi đã xác định vị trí và khoảng cách thực của các hành tinh một cách chính xác hơn.

**Helaine Selin**

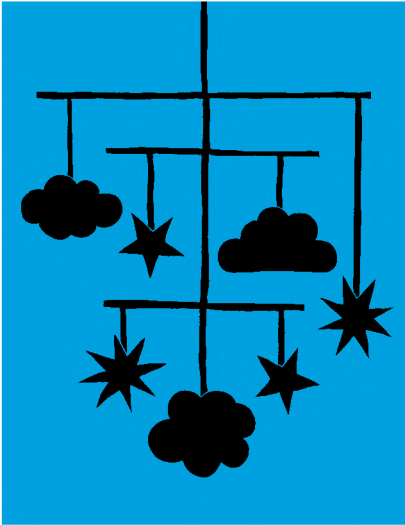
*Sứ giả về thiên văn học*

”

Về cơ bản, đây là một cuốn sách trích yếu các nguyên tắc cơ bản của thiên văn học và toán học liên quan, có ảnh hưởng lớn đến nền thiên văn học Ả Rập.

Những thành tựu của Aryabhata bao gồm việc ông đã tính toán được độ dài của một ngày thiên văn (thời gian Trái Đất quay một vòng so với các ngôi sao) với độ chính xác cao và sáng tạo ra các cách tổng hợp bảng thiên văn độc đáo và chính xác. ■

**Xem thêm:** Thuyết địa tâm 20 ■ Mô hình Copernicus 32–39  
■ Mô hình Tycho 44–47 ■ Các quỹ đạo hình elip 50–55



# ĐÁM MÂY NHỎ TRÊN BẦU TRỜI ĐÊM

## VẼ BẢN ĐỒ CÁC THIÊN HÀ

### BỐI CẢNH

NHÀ THIÊN VĂN HỌC  
CHỦ CHỐT

**Abd al-Rahman al-Sufi**  
(903–986)

#### TRƯỚC ĐÓ

**400 TCN** Democritus cho rằng Dải Ngân Hà được hình thành bởi một khối dày đặc các ngôi sao.

**150** Ptolemy ghi nhận một số tinh vân (hay các vật thể giống mây) trong cuốn *Đại luận*.

#### SAU ĐÓ

**1610** Galileo nhìn thấy các ngôi sao trong Dải Ngân Hà khi dùng kính viễn vọng, qua đó kiểm chứng giả thuyết của Democritus.

**1845** Bá tước xứ Rosse lần đầu tiên quan sát rõ một tinh vân xoắn ốc mà ngày nay gọi là thiên hà Xoáy Nước.

**1917** Vesto Slipher phát hiện ra rằng các tinh vân xoắn ốc đang quay một cách độc lập với Dải Ngân Hà.

**1929** Edwin Hubble chỉ ra rằng có nhiều tinh vân xoắn ốc nằm cách xa Dải Ngân Hà và chúng chính là các thiên hà.

**A**bd al-Rahman al-Sufi, được biết đến nhiều hơn ở phương Tây với cái tên Azophi, là nhà thiên văn học người Ba Tư đã thực hiện ghi chép đầu tiên về những gì ngày nay được hiểu là các thiên hà. Đối với al-Sufi, những vật thể mờ ảo, mỏng lung này trông giống như những đám mây trên bầu trời đêm.

Al-Sufi đã thực hiện hầu hết các quan sát ở Isfahan và Shiraz, nay là miền trung Iran, đồng thời tham khảo ý kiến của các thương lái Ả Rập,



**Đám mây Magellan lớn** trên Đài thiên văn Paranal tại Chile, có thể dễ dàng quan sát bằng mắt thường từ Nam bán cầu.

những người đã đi đến phía nam và phía đông và nhìn thấy được nhiều góc trời hơn. Ông tập trung vào việc dịch cuốn *Đại luận* của Ptolemy sang tiếng Ả Rập. Trong quá trình này, al-Sufi đã cố gắng hợp nhất các chòm sao Hy Lạp (chiếm đa số trên bản đồ sao ngày nay) với các chòm sao Ả Rập, trong khi chúng hầu như khác hẳn nhau.

Thành quả lao động của ông là cuốn *Kitab suwar al-kawakib* (*Sách về các định tinh*), xuất bản năm 964. Tác phẩm bao gồm một hình ảnh minh họa về “một đám mây nhỏ” mà ngày nay được biết là thiên hà Andromeda. Vật thể này có thể đã được các nhà thiên văn học Ba Tư biết đến trước đó, nhưng al-Sufi là người có ghi chép sớm nhất về thiên hà này. Tương tự, *Sách về các định tinh* bao gồm một vật thể giống mây gọi là Bò Trắng. Hiện nay nó được đặt tên là đám mây Magellan lớn và là một thiên hà nhỏ quay quanh Dải Ngân Hà. Bản thân al-Sufi sẽ không thể quan sát được vật thể này nhưng ông nhận được thông tin về nó từ các nhà thiên văn học ở Yemen và các thủy thủ đã vượt biển Ả Rập. ■

**Xem thêm:** Tổng hợp kiến thức 24–25 ■ Nghiên cứu các tinh vân 104–105  
■ Các thiên hà xoắn ốc 156–161 ■ Phía ngoài Dải Ngân Hà 172–177



## BỐI CẢNH

NHÀ THIÊN VĂN HỌC  
CHỦ CHỐT

**Quách Thủ Kính** (1231–1314)

TRƯỚC ĐÓ

**100 TCN** Hán Vũ Đế thiết lập lịch Trung Quốc dựa trên năm dương lịch.

**46 TCN** Julius Caesar cải cách lịch La Mã với độ dài một năm là 365 ngày và 6 giờ, và thêm một ngày nhuận sau mỗi bốn năm.

SAU ĐÓ

**1437** Nhà thiên văn học thuộc triều đại Timur – Ulugh Beg – dùng cột đỡ bóng cao 50 m (cột nằm ở tâm của đồng hồ Mặt Trời) tính ra một năm dương lịch là 365 ngày, 5 giờ, 49 phút và 15 giây.

**1582** Giáo hoàng Gregory áp dụng lịch Gregorius là phiên bản cải tiến của lịch Julius có đại bằng cách sử dụng một năm dài 365,25 ngày, cùng năm với lịch Thụy Sĩ của Quách Thủ Kính.

# TRUNG QUỐC CÓ LỊCH MỚI

## NĂM DƯƠNG LỊCH

**L**ịch truyền thống của Trung Quốc là sự pha trộn phức tạp giữa các chu kỳ Mặt Trăng và Mặt Trời, với 12 hoặc 13 tháng âm lịch tương ứng với các mùa bắt nguồn từ Mặt Trời. Lịch này được chính thức áp dụng lần đầu tiên vào thế kỷ I TCN dưới thời nhà Hán, và sử dụng một năm dương lịch dài 365,25 ngày (365 ngày và 6 giờ).



**Là một kỹ sư lành nghề**, Quách Thủ Kính đã phát minh ra một phiên bản chạy bằng thủy năng của hỗn thiên nghi, một công cụ được dùng để mô phỏng vị trí của các thiên thể.

Các tính toán của Trung Quốc đã đi trước phương Tây: 50 năm sau, Julius Caesar đã sử dụng chính khoảng thời gian này để tạo ra hệ thống Julius của Đế chế La Mã.

Một biến thể của lịch gốc, lịch Đại Minh, đã được sử dụng mãi cho tới khi thủ lĩnh Mông Cổ Hốt Tất Liệt chiếm đóng phần lớn Trung Quốc vào năm 1276. Nhưng lịch này đã có tuổi đời hàng thế kỷ và cần được chỉnh sửa. Vị Đại Hãn quyết định áp đặt quyền lực của mình bằng việc thiết lập một loại lịch mới, chính xác hơn, gọi là lịch Thụy Sĩ ("được sắp xếp hợp lý"). Nhiệm vụ xây dựng bộ lịch này được giao cho Quách Thủ Kính, một vị quan thiên văn học người Trung Quốc xuất sắc của Đại Hãn.

## Đo lường năm

Nhiệm vụ của Quách Thủ Kính là đo độ dài của năm dương lịch và để thực hiện điều này, ông đã thiết lập một đài thiên văn ở Khanbaliq, một kinh đô mới sau này được biết tới với cái tên Bắc Kinh. Đây có thể là đài thiên văn lớn nhất trên toàn thế giới vào thời điểm đó.

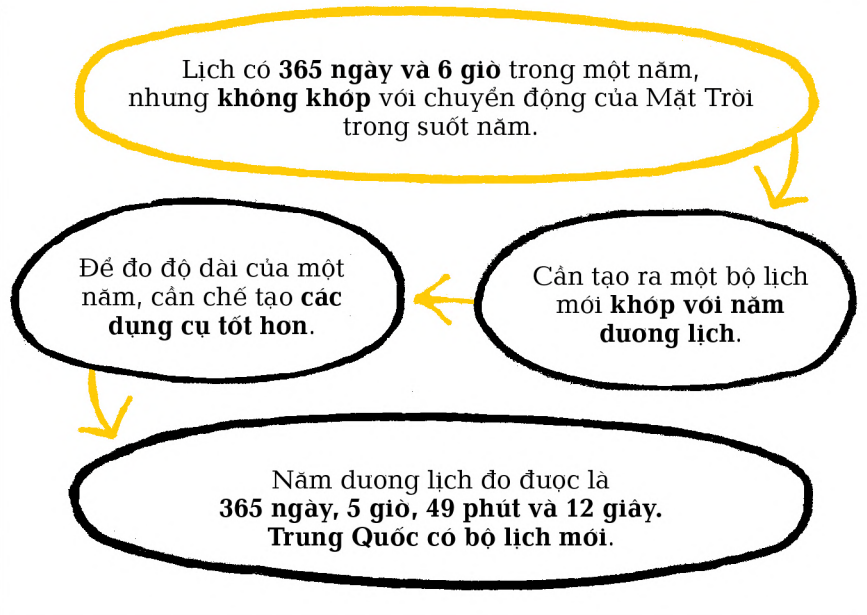
Quách Thủ Kính đã phối hợp cùng nhà toán học Vương Tuấn để bắt đầu thực hiện một loạt các quan sát theo dõi chuyển động của Mặt Trời trong suốt cả năm.

**Xem thêm:** Những ngôi sao chuyển dịch 22 ▪ Các thiết bị cải tiến 30–31 ▪ Tố Xung Chi (Phụ lục) 334

Hai ông đã đi nhiều nơi, thiết lập thêm 26 đài thiên văn khác trên khắp Trung Quốc. Vào năm 1279, hai ông tuyên bố rằng có 29,530593 ngày trong một tháng, và năm dương lịch thực sự dài 365,2524 ngày (365 ngày, 5 giờ, 49 phút và 12 giây). Con số này chỉ dài hơn 26 giây so với phép đo được chấp nhận ngày nay. Một lần nữa, Trung Quốc đã đi trước phương Tây. Mãi đến tận 300 năm sau đó, con số tương tự mới được đo lường và áp dụng một cách độc lập cho lịch Gregorius phổ quát ở châu Âu.

### Bộ lịch lâu bền

Là một nhà sáng tạo công nghệ vĩ đại, Quách Thủ Kính đã phát minh ra một số thiết bị quan sát mới và cải tiến một thiết bị của Ba Tu được du nhập trước đó vào Trung Quốc dưới thời Hốt Tất Liệt. Quan trọng hơn cả, ông đã chế tạo một cột đồng hồ Mặt Trời khổng lồ cao tới 13,3 m, gấp năm lần so với thiết kế trước đó của người Ba Tu và có một xà ngang được đánh dấu với các số đo. Điều này cho phép Quách Thủ Kính đo góc của Mặt Trời với độ chính xác cao hơn hẳn.



Lịch Thu Thi được nhiều người xem là lịch chính xác nhất trên thế giới vào thời điểm đó. Nhu cầu minh chứng cho sự thành công của mình, lịch này tiếp tục được sử dụng trong 363 năm, trở thành lịch chính thống được sử dụng lâu nhất trong lịch sử Trung Quốc. Nước này chính thức áp dụng lịch

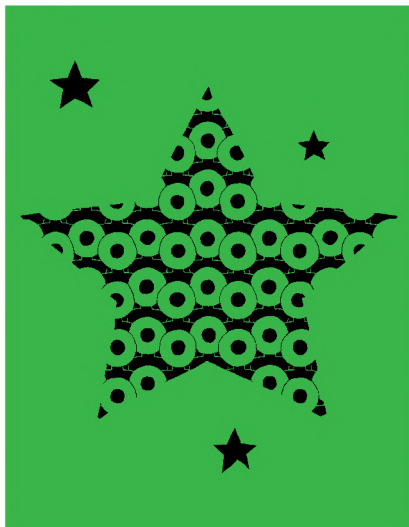
Gregorius vào năm 1912. Nhưng lịch truyền thống, ngày nay được gọi là nông lịch hoặc cổ lịch, vẫn đóng vai trò quan trọng trong văn hóa Trung Quốc. Người ta dùng lịch này để xác định những ngày lành tháng tốt để tổ chức đám cưới, lễ kỷ niệm gia đình và các ngày nghỉ lễ. ■

### Quách Thủ Kính



Quách Thủ Kính sinh ra trong một gia đình nghèo tại miền bắc Trung Quốc, trong những năm quân Mông Cổ đang củng cố quyền kiểm soát trong khu vực. Là một thần đồng chế tạo được cả một chiếc đồng hồ nước tiên tiến trước khi bước sang tuổi 14, Quách Thủ Kính được ông nội dạy toán, thiên văn và thủy lục học. Ông trở thành kỹ sư, làm việc cho Lưu Bình Trung – kiến trúc sư trưởng của hoàng đế. Cuối thập niên 1250, Hốt Tất Liệt lên ngôi và chọn khu vực xung quanh thị trấn Đại Đô cạnh sông Hoàng Hà để xây dựng kinh đô mới Khanbaliq, nay được gọi là Bắc Kinh.

Quách Thủ Kính được giao nhiệm vụ xây dựng một con kênh dẫn nước suối từ núi về thành phố mới. Thập niên 1290, ông là quan cố vấn về khoa học kỹ thuật của nhà Nguyên và đã kết nối Khanbaliq với hệ thống Đại Vận Hà có đại liên kết sông Trường Giang với các dòng sông lớn khác. Vua tiếp tục công việc thiên văn học, Quách Thủ Kính còn giám sát các dự án thủy lợi và kênh mương tuong tự trên khắp Trung Quốc. Các sáng tạo về lý thuyết và công nghệ của ông tiếp tục ảnh hưởng đến xã hội Trung Quốc trong nhiều thế kỷ sau khi ông qua đời.



## BỐI CẢNH

NHÀ THIÊN VĂN HỌC  
CHỦ CHỐT

**Ulugh Beg** (1394–1449)

TRƯỚC ĐÓ

**Kh.130 TCN** Hipparchus xuất bản một danh mục sao, xác định vị trí của hơn 850 ngôi sao.

**150** Ptolemy xuất bản một danh mục sao trong cuốn *Đại luận*, tác phẩm được xây dựng dựa trên công trình nghiên cứu của Hipparchus và được xem là hướng dẫn thiên văn học chuẩn mực nhất trong suốt hơn một thiên niên kỷ.

**964** Abd al-Rahman al-Sufi lần đầu tiên đề cập tới các thiên hà trong danh mục sao của ông.

SAU ĐÓ

**1543** Nicolaus Copernicus đặt Mặt Trời làm trung tâm của vũ trụ thay vì Trái Đất.

**1577** Danh mục sao của Tycho Brahe ghi nhận một tân tinh, chỉ ra rằng "các định tinh" không vĩnh cửu mà có thay đổi.

# CHÚNG TA ĐÃ QUAN SÁT LẠI TẤT CẢ CÁC NGÔI SAO TRONG DANH MỤC CỦA PTOLEMY

## CÁC THIẾT BỊ CẢI TIẾN

**T**rong hơn 1.000 năm, *Đại luận* của Ptolemy chính là "sách giáo khoa" của thế giới về vị trí của các ngôi sao. Tác phẩm của Ptolemy khi được dịch ra tiếng Ả Rập cũng đã có tầm ảnh hưởng lớn trong thế giới Hồi giáo cho đến thế kỷ XV, khi thủ lĩnh Mông Cổ Ulugh Beg chứng minh rằng các thông số trong *Đại luận* là sai.

Là cháu trai của nhà chinh phạt Thiệp Mộc Nhi người Mông Cổ, Ulugh Beg chỉ mới 16 tuổi khi thừa kế ngôi vị tổ tiên làm thủ lĩnh vùng Samarkand (thuộc Uzbekistan ngày nay) vào năm 1409. Quyết tâm

biến thành phố này thành một trung tâm học thuật đáng kính, Ulugh Beg đã mời các học giả thuộc nhiều lĩnh vực khác nhau từ khắp nơi tới nghiên cứu tại "madrasa", một cơ sở giáo dục do ông mới thiết lập.

Sở thích của Ulugh Beg là thiên văn học, và có thể chính việc phát hiện ra những sai sót nghiêm trọng về vị trí các ngôi sao trong cuốn *Đại luận* đã thôi thúc ông ra lệnh xây dựng một đài thiên văn khổng lồ, lớn nhất thế giới vào thời điểm đó. Nằm trên một ngọn đồi ở phía bắc thành phố, đài thiên văn này

## Ulugh Beg

Cái tên Ulugh Beg có nghĩa là "nhà lãnh đạo vĩ đại". Vị Sultan kiêm nhà thiên văn học này có tên khai sinh là Mirza Muhammad Taraghay bin Shahrukh. Ông được sinh ra trong lúc quân đội của Thiệp Mộc Nhi đang hành quân qua Ba Tư.

Việc Thiệp Mộc Nhi qua đời năm 1405 đã buộc đại quân phải dừng bước ở phía tây Trung Quốc. Cuộc chiến tranh giành những vùng đất do Thiệp Mộc Nhi để lại kết thúc với phần thắng thuộc về cha của Ulugh Beg là Shah Rukh. Năm 1409, Ulugh Beg

được cử đến Samarkand với tư cách là nhiếp chính của cha mình. Đến năm 1411, khi ông 17 tuổi, quyền cai trị của ông đối với thành phố được mở rộng và bao gồm các khu vực xung quanh.

Tài năng của Ulugh Beg về toán học và thiên văn học không tương xứng với năng lực lãnh đạo của ông. Khi Shah Rukh qua đời vào năm 1447, Ulugh Beg lên nối ngôi nhưng lại không có đủ quyền uy để nắm giữ nó. Năm 1449, ông bị chinh con trai mình chém đầu.

## Tác phẩm chính

**1437** *Zij-i Sultani*

**Xem thêm:** Những ngôi sao chuyển dịch 22 ▪ Tổng hợp kiến thức 24–25 ▪ Vẽ bản đồ các thiên hà 27  
▪ Mô hình Copernicus 32–39 ▪ Mô hình Tycho 44–47

Hiểu biết về thiên văn học được dựa trên việc nghiên cứu tác phẩm của các học giả đi trước.

Kinh lục phân được chế tạo một cách tinh xảo ở một khu vực được bảo vệ sẽ cho các số đo chính xác hơn.

Những dụng cụ tốt hơn đã giúp tìm thấy các sai sót trong tác phẩm của các nhà thiên văn đi trước.

mất năm năm để xây dựng và được hoàn thành vào năm 1429. Chính tại đây, cùng với nhóm các nhà thiên văn học và toán học của mình, ông đã bắt tay vào việc biên soạn một danh mục sao mới.

### Các dụng cụ khổng lồ

Danh mục của Ptolemy phần lớn được bắt nguồn từ công trình của Hipparchus, và nhiều vị trí ngôi sao trong đó không dựa trên những quan sát trực tiếp.

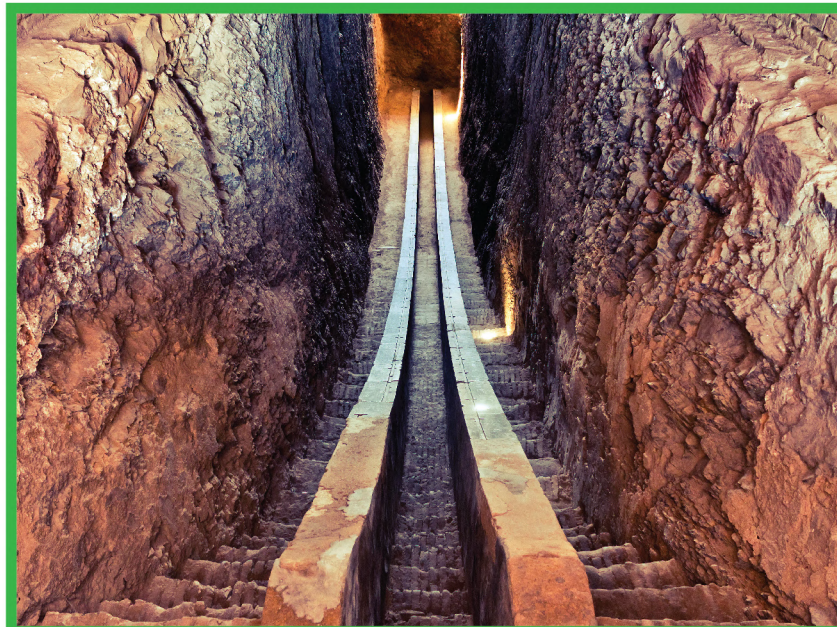
Để đo lường chính xác, Ulugh Beg đã xây dựng đài thiên văn với quy mô rộng lớn. Dụng cụ ấn tượng nhất của đài thiên văn là kinh lục

phân Fakhri. Trong thực tế, nó nhìn giống một thước đo góc phân tu (một phân tu thay vì một phân sáu vòng tròn), ước tính có bán kính hơn 40 m và cao khoảng ba tầng. Dụng cụ này được giữ dưới lòng đất để bảo vệ nó khỏi động đất và nằm yên trong một rãnh cong dọc theo kinh tuyến bắc-nam. Khi Mặt Trời và Mặt Trăng đi qua phía trên, ánh sáng của chúng hội tụ vào rãnh tối và vị trí của chúng có thể được

đo chi tiết tới vài phần trăm độ. Vị trí của các ngôi sao cũng như vậy.

Năm 1437, *Zij-i Sultani* (Danh mục các ngôi sao của Sultan) được xuất bản. Trong số 1.022 ngôi sao có trong *Đại luận*, Ulugh Beg đã sửa lại vị trí của 922 ngôi sao. *Zij-i Sultani* cũng bao gồm các phép đo mới cho năm dương lịch, chuyển động của các hành tinh và độ nghiêng của trục Trái Đất. Những dữ liệu này trở nên rất quan trọng, cho phép dự đoán thiên thực, thời gian Mặt Trời mọc, Mặt Trời lặn cũng như độ cao của các thiên thể, những thông tin cần thiết để định vị. Công trình của Ulugh Beg vẫn là danh mục sao chuẩn mực cho đến khi danh mục của Tycho Brahe xuất hiện sau đó gần 200 năm. ■

**Tất cả tan tích** của kinh lục phân Fakhri là một cái rãnh rộng 2 m khoét trên một sườn đồi. Đài thiên văn đã bị phá hủy sau cái chết của Ulugh Beg vào năm 1449 và mãi tới năm 1908 mới được phát hiện.



Tôn giáo rồi cũng tan rã, vương quốc rồi cũng diệt vong, nhưng những thành tựu khoa học sẽ trường tồn qua mọi thời đại.

**Ulugh Beg**

