|  |
| --- |
| I. Nguồn gốc và sự tiến hoá địa chất. |

## I.1 Giả thuyết phân đôi

#### Nghiên cứu ban đầu cho rằng Moon đã vỡ ra từ vỏ Trái Đất bởi các lực ly tâm, để lại một vùng trũng – được cho là Thái Bình Dương – [39]. Tuy nhiên, ý tưởng này đòi hỏi Trái Đất phải có một tốc độ quay ban đầu rất lớn, thậm chí nếu điều này có thể xảy ra, quá trình đó sẽ khiến Moon phải quay theo mặt phẳng xích đạo của Trái Đất, nhưng thực tế lại không phải như vậy

## I.2 Giả thuyết bắt giữ

#### Nghiên cứu khác lại cho rằng Moon đã được hình thành ở đâu đó và cuối cùng bị lực hấp dẫn của Trái Đất bắt giữ[40]. Tuy nhiên, các điều kiện được cho là cần thiết để một cơ cấu như vậy hoạt động, như một khí quyển mở rộng của Trái Đất nhằm tiêu diệt năng lượng của Moon đi ngang qua, là không thể xảy ra.

## I.3 Giả thuyết cùng hình thành

#### Giả thuyết cùng hình thành cho rằng Trái Đất và Moon cùng hình thành ở một thời điểm và vị trí từ đĩa bồi đắp nguyên thuỷ. Moon đã được hình thành từ vật chất bao quanh Tiền Trái Đất, tương tự sự hình thành của các hành tinh xung quanh Mặt Trời. Một số người cho rằng giả thuyết này không giải thích thỏa đáng sự suy kiệt của sắt kim loại trên Moon.

## I.4 Giả thuyết vụ va chạm lớn

#### Giả thuyết ưu thế nhất hiện tại là hệ Trái Đất-Moon đã được hình thành như kết quả của một vụ va chạm lớn. Một vật thể cỡ sao Hỏa (được gọi là "Theia") được cho là đã đâm vào Tiền Trái Đất, đẩy bắn ra lượng vật chất đủ vào trong quỹ đạo Tiền Trái Đất để hình thành nên Moon qua quá trình bồi tụ[1]. Bởi bồi tụ là quá trình mà mọi hành tinh được cho là đều phải trải qua để hình thành, các vụ va chạm lớn được cho là đã ảnh hưởng tới hầu hết, nếu không phải toàn bộ quá trình hình thành hành tinh. Các mô hình giả lập máy tính về một vụ va chạm lớn phù hợp với các đo đạc về động lượng góc của hệ Trái Đất-Moon, cũng như kích thước nhỏ của lõi Moon[42]. Các câu hỏi vẫn chưa được giải đáp của giả thuyết này liên quan tới việc xác định tương quan kích thước của Tiền Trái Đất và Theia và bao nhiêu vật liệu từ hai thiên thể trên đã góp phần hình thành nên Moon.

# Các đặc điểm vật lý

## II. 1. Cấu trúc bên trong

#### Moon là một vật thể phân dị, về mặt địa hoá học gồm một lớp vỏ, một lớp phủ, và lõi. Cấu trúc này được cho là kết quả của sự kết tinh phân đoạn của một biển macma chỉ một thời gian ngắn sau khi nó hình thành khoảng 4,5 tỷ năm trước. Năng lượng cần thiết để làm tan chảy phần phía ngoài của Moon thường được cho là xuất phát từ một sự kiện va chạm lớn được cho là đã hình thành nên hệ thống Trái Đất-Moon, và sự bồi đắp sau đó của vật chất trong quỹ đạo Trái Đất. Sự kết tinh của biển macma khiến xuất hiện lớp phủ mafic và một lớp vỏ giàu plagiocla (xem Nguồn gốc và tiến hoá địa chất bên dưới).

#### Moon có mật độ trung bình 3.346,4 kg/m³, khiến nó trở thành vệ tinh có mật độ lớn thứ hai trong Hệ Mặt Trời sau Io. Tuy nhiên, nhiều bằng chứng cho thấy có thể lõi Moon nhỏ, với bán kính khoảng 350 km hay nhỏ hơn[26]. Nó chỉ bằng khoảng 20% kích thước Moon, trái ngược so với 50% của đa số các thiên thể khác. Thành phần lõi Moon không đặc chắc, nhưng phần lớn tin rằng nó gồm một lõi sắt kim loại với một lượng nhỏ lưu huỳnh và niken. Các phân tích về sự khác biệt trong thời gian tự quay của Moon cho thấy ít nhất lõi Moon cũng nóng chảy một phần[27].

## II.2. Địa hình

#### Địa hình Moon đã được đo đạc bằng các biện pháp đo độ cao laser và phân tích hình lập thể, đa số được thực hiện gần đây từ các dữ liệu thu thập được trong phi vụ Clementine. Đặc điểm địa hình dễ nhận thấy nhất là Vùng trũng Nam cực-Aitken phía bề mặt không nhìn thấy, nơi có những điểm thấp nhất của Moon. Các điểm cao nhất ở ngay phía đông bắc vùng trũng này, và nó cho thấy vùng này có thể có những trầm tích vật phóng núi lửa dày đã xuất hiện trong sự kiện va chạm xiên vào vùng trũng Nam cực-Aitken. Các vùng trũng do va chạm lớn khác, như Imbrium, Serenitatis, Crisium, Smythii và Orientale, cũng có địa hình vùng khá thấp và các gờ tròn nổi. Một đặc điểm phân biệt khác của hình dáng Moon là cao độ trung bình ở phía không nhìn thấy khoảng 1,9 km cao hơn so với phía nhìn thấy[26].

## II.3. Trường hấp dẫn

### II.3.1. Sự dị thường hấp dẫn xuyên tâm trên bề mặt Moon

#### Đặc điểm chính của trường hấp dẫn Moon là sự hiện diện của các mascon (tập trung khối lượng), là những dị thường hấp dẫn dương gắn liền với một số vùng trũng va chạm lớn[29]. Những dị thường này ảnh hưởng lớn tới quỹ đạo của các tàu vũ trụ quay xung quanh Moon, và một mô hình hấp dẫn chính xác là cần thiết để lập kế hoạch cho các phi vụ tàu vũ trụ có và không có người lái. Các mascon một phần xuất hiện bởi sự hiện diện của các dòng chảy dung nham bazan vào một số vùng trũng va chạm. Tuy nhiên, các dòng chảy dung nham chính chúng lại không thể giải thích toàn bộ trường hấp dẫn, và phay nghịch của mặt phân giới lớp vỏ-lớp phủ cũng là điều cần thiết. Dựa trên các mô hình hấp dẫn Lunar Prospector, người ta thấy rằng một số mascon tồn tại nhưng không cho thấy bằng chứng cho thuyết núi lửa biển bazan[30]. Sự mở rộng to lớn của núi lửa biển bazan gắn liền với Oceanus Procellarum không chỉ ra sự bất thường hấp dẫn dương.

### II.3.2. Từ trường

#### Tổng cường độ từ trường tại bề mặt Moon, kết quả từ cuộc thí nghiệm đo phản xạ electron của Lunar Prospector

#### Moon có một từ trường bên ngoài trong khoảng một tới một trăm nanotesla— chưa bằng 1 % từ trường Trái Đất (khoảng 30-60 microtesla). Các khác biệt chính khác là Moon hiện tại không có một từ trường lưỡng cực (lẽ ra phải được tạo ra bởi địa động lực trong lõi của nó), và sự từ hóa hiện diện hầu như đều có nguồn gốc từ lớp vỏ[31]. Một giả thuyết cho rằng sự từ hóa ở lớp vỏ đã xuất hiện ngay từ buổi đầu lịch sử Moon khi địa động lực đang hoạt động. Tuy nhiên, kích thước nhỏ của lõi Moon là một yếu tố cản trở tiềm tàng cho giả thuyết này. Một giả thuyết khác, có thể trên một vật thể không có không khí như Moon, các từ trường tạm thời có thể xuất hiện trong những sự kiện va chạm lớn. Ủng hộ giả thuyết này, cần lưu ý rằng sự từ hóa lớp vỏ lớn nhất là ở gần các vùng đối chân của những vùng trũng do va chạm lớn. Người ta đề xuất rằng một hiện tượng như vậy có thể xảy ra từ sự mở rộng tự do của một đám mây plasma sinh ra từ va chạm bao quanh Moon với sự hiện diện của một từ trường bao quanh[32].

## II.4. Khí quyển

#### Moon có khí quyển mỏng đến nỗi hầu như không đáng kể, với tổng khối lượng khí quyển chưa tới 104 kg[33]. Một nguồn gốc hình thành khí quyển Moon chính là hiện tượng tự phun khí—sự phun các loại khí như radon hình thành bởi quá trình phân rã phóng xạ bên trong lớp vỏ và lớp phủ[34]. Một nguồn quan trọng khác hình thành trong quá trình tiên xạ, liên quan tới sự bắn phá của vi thiên thạch, các ion, electron của gió Mặt Trời và ánh sáng Mặt Trời[25]. Các loại khí phát sinh từ quá trình tiên xạ hoặc chui vào trong regolith vì lực hấp dẫn của Moon, hoặc có thể lại rơi vào vũ trụ vì áp suất bức xạ của Mặt Trời hay bị quét sạch bởi từ trường gió Mặt Trời nếu chúng đã bị ion hoá. Các nguyên tố natri và kali đã được phát hiện bằng cách phương pháp quang phổ trên Trái Đất, trong khi nguyên tố radon–222 (222Rn) và poloni-210 (210Po) đã được suy ra từ máy quang phổ hạt alpha của Lunar Prospector[35]. Agon–40 (40Ar), heli-4 (4He), ôxy (O2) và/hay metan (CH4), nitơ (N2) và/hay mônôxít cacbon (CO), và điôxít cacbon (CO2) đã được phát hiện tại chỗ bởi các máy do các nhà du hành vũ trụ chương trình Apollo để lại[36].

Tiến Hóa mặt đất

[I. Nguồn gốc và sự tiến hoá địa chất. 1](#_Toc47027548)

[I.1 Giả thuyết phân đôi 1](#_Toc47027549)

[I.2 Giả thuyết bắt giữ 1](#_Toc47027550)

[I.3 Giả thuyết cùng hình thành 1](#_Toc47027551)

[I.4 Giả thuyết vụ va chạm lớn 1](#_Toc47027552)

[II. Các đặc điểm vật lý 1](#_Toc47027553)

[II. 1. Cấu trúc bên trong 1](#_Toc47027554)

[II.2. Địa hình 2](#_Toc47027555)

[II.3. Trường hấp dẫn 2](#_Toc47027556)

[II.3.1. Sự dị thường hấp dẫn xuyên tâm trên bề mặt Moon 2](#_Toc47027557)

[II.3.2. Từ trường 2](#_Toc47027558)

[II.4. Khí quyển 3](#_Toc47027559)