

# TẠO HÌNH MẶT CONG DẠNG YÊN NGỰA VÀ ỨNG DỤNG TRONG THIẾT KẾ MÁI CÔNG TRÌNH

TS.KTS LÊ THỊ PHƯƠNG CHI | KHOA KIẾN TRÚC VÀ QUY HOẠCH, TRƯỜNG ĐẠI HỌC XÂY DỰNG HÀ NỘI

## Tóm tắt

Hình học là nền tảng của tạo hình kiến trúc. Sự phát triển của hình học là cơ sở cho các sáng tạo hình khối trong thiết kế, đảm bảo tính khoa học về cấu trúc và tính khả thi trong xây dựng. Tạo hình mặt cong dạng yên ngựa trong hình học được biết tới với tên gọi Hyperbolic paraboloid là một trong những cấu trúc hình học đã đang được các KTS, kỹ sư kết cấu và học thuật trên thế giới sử dụng cho thiết kế hiện đại. Tác giả Tyler S. Spague (đại học Washington, Hoa Kỳ) đã từng mô tả về cấu trúc hyperbolic paraboloid là: "Đẹp, Linh hoạt, Thực tiễn". Bài báo này giới thiệu về nguyên lý tạo hình cấu trúc mặt cong dạng yên ngựa hyperbolic paraboloid và ứng dụng trong thiết kế hiện đại.

## Summary

Geometry is the foundation of architectural shaping. The development of geometry is the basis for the creation of shaping in design, ensuring the scientificness of structure and feasibility in construction. The saddle shape in geometry known as the hyperbolic paraboloid is one of the geometric structures that have been used by architects, construction engineers and academics around the world for design. Author Tyler S. Spague (University of Washington, USA) once described the hyperbolic paraboloid structure as: "Beauty, Versatility, Practicality". This article introduces the principle of shaping the hyperbolic paraboloid saddles surface and its applications in modern works.

## TẠO HÌNH MẶT YÊN NGỰA HYPERBOLIC PARABOLOID

Cấu trúc hay mặt hyperbolic paraboloid trong hình học là dạng mặt cong gھnھ như hình yên ngựa, nghĩa là nó có dạng lõm dọc theo một trục và dạng lồi dọc theo trục kia. Các mặt cắt ngang đi qua bề mặt có dạng hyperbol và các mặt cắt dọc có dạng parabol. (Hình 1)

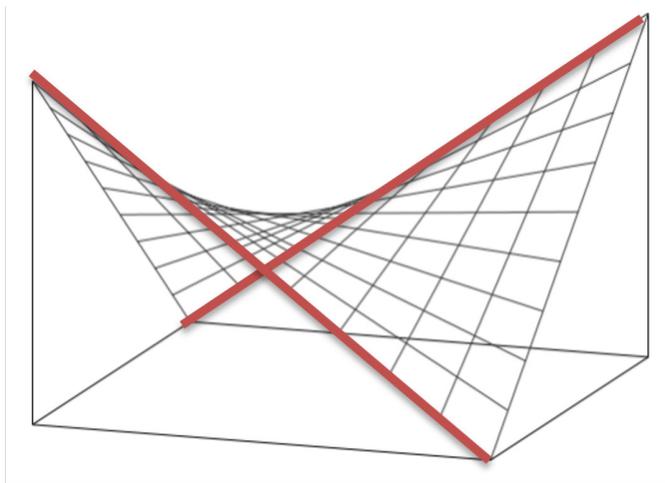
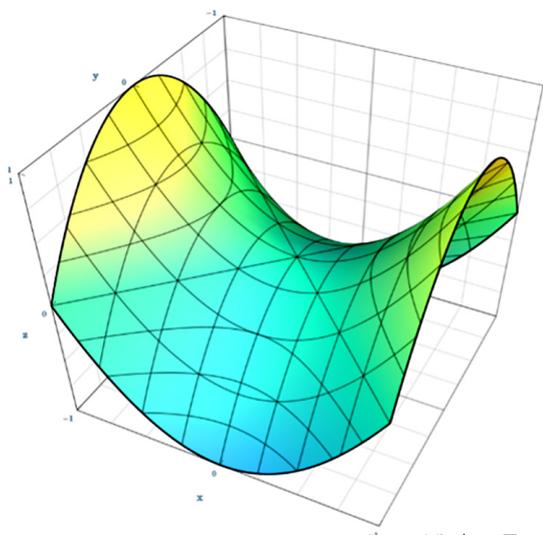
Mặt hyperbolic paraboloid có thể dễ dàng được tạo nên bởi một đường thẳng chuyển động, luôn cắt hai đường thẳng chéo nhau và song song với một mặt phẳng định hướng (S). (Hình 1)

## ỨNG DỤNG TRONG THIẾT KẾ MÁI CÔNG TRÌNH

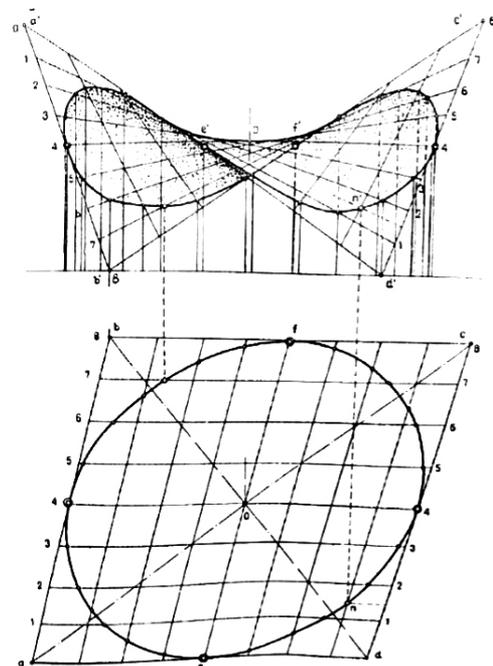
Mặt hyperbolic paraboloid được xếp vào loại mặt kẻ do có đường sinh (đường

thẳng chuyển động tạo mặt) là dạng đường thẳng.

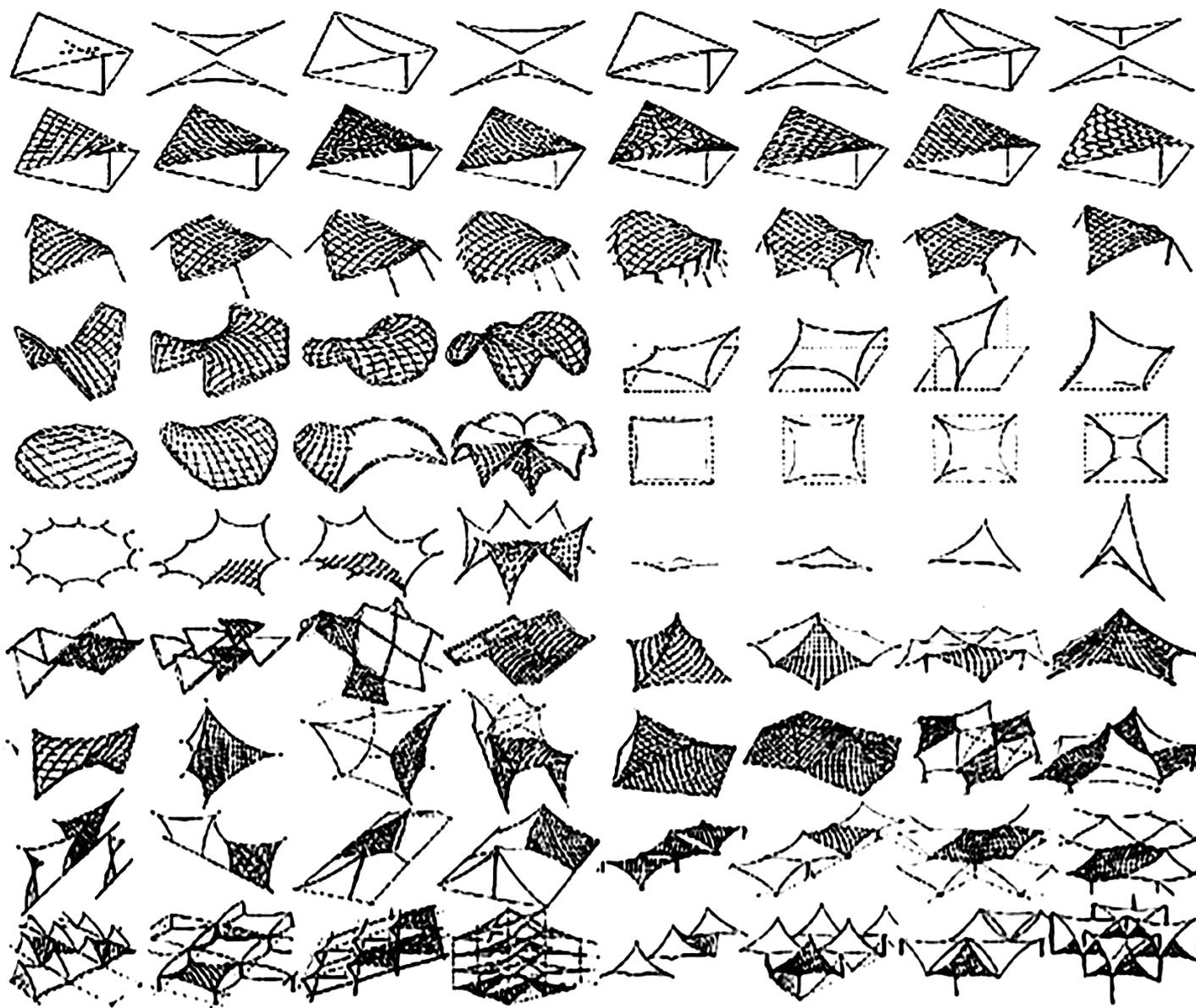
Do cấu trúc đơn giản như vậy, các tạo hình hyperbolic paraboloid phù hợp sử dụng để xây dựng mái "vỏ" mỏng. Chúng có thể được hình thành bằng cách sử dụng các phần gỗ hoặc thép, sau đó được phủ hoặc chúng có thể được xây dựng bằng bê tông. Thay vì lấy sức mạnh từ khối lượng, giống như nhiều mái nhà thông thường, mái vỏ



Hình 1. Tạo hình mặt Hyperbolic Paraboloid



Hình 2. Mặt hyperbolic paraboloid che phủ bình đồ hình Elip



Hình 3. Một số phương án ghép mảnh để tạo mái với các múi

mỏng có được sức mạnh thông qua hình dạng của chúng. Độ cong của hình dạng làm giảm xu hướng oằn xuống khi nén (như một mặt phẳng sẽ làm), có nghĩa là chúng có thể đạt được độ cứng đặc biệt. Được giằng theo hai hướng, chúng không bị uốn cong và có thể chịu được tải trọng không đồng đều, cho dù là tải trọng tĩnh (thiết bị treo trên trần nhà) hay tải trọng trực tiếp (gió). Mái vòm hyperbolic paraboloid có thể được xây dựng bằng bê tông cốt thép với độ dày vỏ chỉ 50mm cho các nhịp chéo lên đến 35m<sup>2</sup>.

Người ta có thể dùng mặt hyperbolic paraboloid để che một bình đồ có dạng không phải là một tứ diện mà là một hình có đường bao bất kỳ. Khi đó, phải giải quyết bài toán tìm giao giữa mặt hyperbolic paraboloid và mặt trụ thẳng đứng. Hình 2 trình bày ứng dụng mặt hyperbolic paraboloid che một bình đồ dạng Elip.

Ngoài ra, mặt hyperbolic paraboloid còn được cắt ra thành các mảnh và ghép lại để tạo thành một mặt mới với các múi. (Hình 3)

### MỘT SỐ CÔNG TRÌNH THỰC TIỄN ỨNG DỤNG TẠO HÌNH HYPERBOLIC PARABOLOID CHO THIẾT KẾ MÁI

#### *Gian hàng Philips tại hội chợ triển lãm Expo 58, Brussels (Hình 4)*

Le Corbusier và Iannis Xenakis được công ty điện tử Phillips giao nhiệm vụ thiết kế gian hàng cho hội chợ triển lãm Thế giới năm 1958 được tổ chức tại Brussels. Đây là Hội chợ Thế giới đầu tiên được tổ chức kể từ khi kết thúc Thế chiến II kỷ niệm



Hình 4. Gian hàng Philips tại hội chợ triển lãm Expo 58, Brussels



Hình 5. Nhà nguyện Quân đội của Nhà thờ tại Công viên Vanbrugh, London



Hình 6. Nhà hàng Los Manteles

sự hồi sinh của nền văn minh khỏi sự tàn phá của chiến tranh thông qua việc sử dụng công nghệ. Corbusier hứa sẽ cung cấp cho Phillips một cấu trúc thể hiện hình tượng tương lai của điện tử và công nghệ. Màn hình trong tác phẩm sắp đặt là một cảnh tượng nghệ thuật đa ngành thể hiện tác động của chiến tranh hạt nhân và tiến trình sau chiến tranh. Dựa trên các yêu cầu về âm thanh và sự tương tác trực quan của khán giả, yên cầu về một hình thức độc đáo được đặt ra. Sau khi thử nghiệm rộng rãi, Xenakis đã đưa ra một cấu trúc giống một chiếc lều ba ngành, được xây dựng bằng các tấm bê tông vỏ mỏng có hình hyperbolic paraboloid. Việc thực hiện thiết kế liên quan đến một cấu trúc chịu kéo của dây cáp thép căng từ các cột thép ở cuối lều để tạo thành các paraboloid hypebol. Hình dạng phức tạp của gian hàng khiến việc xây dựng một cấu trúc bê tông đổ thông thường là không thể, giải pháp mà Xenakis và kỹ sư của ông Hoyte Duyster đạt được là tạo ra một hệ thống các tấm bê tông đúc sẵn được treo bằng dây cáp.

### **Nhà nguyện Quân đội của Nhà thờ tại Công viên Vanbrugh, London (Hình 5)**

Nhà nguyện Quân đội Nhà thờ ở London được thiết kế bởi Earnest Trevor Spashtet. Đó là một công trình có ý nghĩa kiến trúc nổi bật được xếp hạng tại địa phương và đáng chú ý vì có ngọn tháp bằng nhôm cao nhất và là một trong những nhà nguyện đầu tiên có thiết kế hiện đại vào giữa thế kỷ 20. Cấu

trúc mái có hình yên ngựa - mặt cong hyperbolic paraboloid được xây dựng bằng các dầm thẳng. Mái nhà được kiến trúc sư thiết kế sau khi lấy cảm hứng từ tỷ lệ người đàn ông Modulor của Corbusier. Các cột giữa các cửa sổ dường như không chạm vào mái nhà khi nhìn từ bên dưới: điều này tạo ra hiệu ứng mái nổi. Mặc dù các đỉnh của bức tường gạch trắng ở độ cao phía đông và phía tây được cố định vào mái nhà để ổn định nó, nhưng hiệu ứng mái nổi vẫn được tiếp tục với một hàng trên cùng bằng gạch kỹ thuật màu xanh đậm với các đường chỉ sẫm màu.

### **Los Mantiles, thành phố Mexico (Hình 6)**

Los Mantiles là một nhà hàng được thiết kế bởi Felix Candela - một kiến trúc sư nổi tiếng thông thạo về cấu trúc bê tông vỏ mỏng. Sau khi thử nghiệm rộng rãi với các hình thức, ông đã đưa ra một cấu trúc bao gồm các mặt hyperbolic paraboloid giao nhau. Bề mặt mái với cấu trúc vỏ cực kỳ mỏng tạo ra không gian ăn uống ấn tượng và năng động. Mái nhà là một mảng hình tròn gồm bốn hyperbolic paraboloid cạnh cong giao nhau tại điểm trung tâm, tạo thành một mái vòm có rãnh tám cạnh đối xứng. Các mái vòm được bố trí theo hình bông hoa và các lỗ hờ trên mỗi cánh hoa thấp sáng mái yên ngựa và không gian liên tục bên dưới. Với tư cách là một trong những tòa nhà bê tông vỏ mỏng tiên phong, ông đã chứng minh cho thế giới thấy sự kết hợp bậc thầy giữa nghệ thuật và kỹ thuật điêu luyện của mình.

## **KẾT LUẬN**

Việc sử dụng các hyperbolic paraboloid như một hình thức xây dựng vỏ mỏng đã được tiên phong trong thời kỳ hậu chiến ở Mỹ và châu Âu (khoảng từ thập niên 60), như một sự kết hợp giữa kiến trúc hiện đại và kỹ thuật kết cấu. Vừa nhẹ vừa hiệu quả, hình thức mái dạng này được sử dụng như một phương tiện để giảm thiểu vật liệu và tăng hiệu suất cấu trúc đồng thời tạo ra các thiết kế ấn tượng và có vẻ phức tạp cho đến tận ngày nay./

### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Đoàn Như Kim (2005), "Một số khái niệm về hình học trong kiến trúc", Nhà xuất bản Xây Dựng.
2. Hoàng Văn Thân, Đoàn Như Kim, Dương Tiến Thọ (2005), "Hình học họa hình", Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật.
3. Frei Otto. *Casabella* 301 1966, 35
4. Tyler S. Sprague (2013), "Beauty, Versatility, Practicality": the Rise of Hyperbolic Paraboloids in post-war America (1950-1962), *Construction History*, Vol. 28, No. 1 (2013), pp. 165-184
5. [https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Hyperbolic\\_paraboloid\\_in\\_construction](https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/Hyperbolic_paraboloid_in_construction)
6. <https://www.re-thinkingthefuture.com/2020/12/04/a2294-what-are-hyperbolic-paraboloid-shells/>
7. [http://www.arch.ttu.edu/courses/2008/fall/3501perl/montfort/project1/hyperbolic\\_paraboloid.html](http://www.arch.ttu.edu/courses/2008/fall/3501perl/montfort/project1/hyperbolic_paraboloid.html)
8. <https://mathstrology.com/pringle.html>
9. <http://architectuul.com/architecture/the-church-army-chapel>
10. <https://www.archdaily.com/157658/ad-classics-expo-58-philips-pavilion-le-corbusier-and-iannis-xenakis>
11. <https://www.archdaily.com/496202/ad-classics-los-manantiales-felix-candela>