



Trung tâm Khoa học Saint Louis, Mỹ - Công trình có thiết kế mới độc đáo với hình dạng mặt Hyperboloid một tầng tròn xoay

MẶT HÌNH HỌC HYPERBOLOID MỘT TẦNG TRÒN XOAY VÀ KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG TRONG KIẾN TRÚC

THS.KTS PHAN THỊ HOÀNG YẾN

Tóm tắt

Bài báo này trình bày quá trình nghiên cứu về mặt hình học Hyperboloid một tầng tròn xoay và khả năng ứng dụng của nó trong kiến trúc. Mục đích nghiên cứu nhằm cung cấp khái niệm, các cách tạo mặt và phân loại các dạng mặt cắt của mặt Hyperboloid một tầng tròn xoay, từ đó đề xuất những gợi ý ứng dụng mặt Hyperboloid một tầng tròn xoay trong kiến trúc. Phương pháp phân tích, phân loại, tổng hợp và hệ thống hóa lý thuyết đã được sử dụng trong quá trình nghiên cứu. Kết quả nghiên cứu cho thấy mặt Hyperboloid một tầng tròn xoay là một mặt cong có tính ứng dụng cao trong kiến trúc. Ngoài hình thức là những đường cong mềm mại đem lại hiệu quả về mặt thẩm mỹ thì nó còn là một cấu trúc mạnh mẽ bởi mặt Hyperboloid một tầng tròn xoay có thể được xây dựng bởi những dầm thép thẳng, thuận lợi cho quá trình thi công với chi phí thấp hơn so với các loại mặt cong khác.

Abstract

This paper presents the process of studying the Hyperboloid of revolution of one sheet and its applicability in architecture. The purpose of this study is to provide the concept, ways of creating surfaces, and classifying cross-sections of Hyperboloid of revolution of one sheet, thereby proposing suggestions for the application of Hyperboloid of revolution of one sheet in architecture. Analysis, classification, synthesis, and systematic review are methodologies used in the research process. The research result shows that the Hyperboloid of revolution of one sheet is a curved surface with high application in architecture. In addition to the form of softly curved surfaces for aesthetic effect, it is also a strong structure because the Hyperboloid of revolution of one sheet can be built by straight steel beams, facilitating the construction process at a lower cost than other types of curved surfaces.



Tháp nước Hyperboloid - công trình kiến trúc bằng lưới đường chéo thép đầu tiên trên thế giới của kỹ sư và nhà khoa học vĩ đại người Nga Vladimir Shukhov (1853-1939) - Triển lãm nghệ thuật và công nghiệp toàn Nga năm 1896 tại Nizhny Novgorod

MỞ ĐẦU

Hình học là một phân nhánh của Toán học, nó có nguồn gốc là một môn khoa học thực tiễn liên quan đến hình dạng, kích thước, vị trí tương đối của các hình khối, và các tính chất của không gian. Trải qua quá trình phát triển kéo dài hơn 2 thiên niên kỷ, các thành tựu của hình học mang dấu ấn và đóng vai trò quan trọng trong nhiều lĩnh vực, đặc biệt trong kiến trúc. Kiến trúc có thể nói là bắt đầu với hình học. KTS sử dụng hình học vì nó xác định dạng không gian của một công trình, sử dụng hình học để thiết kế các hình thức kiến trúc và trang trí. Hình học với các phương pháp biểu diễn của nó còn giúp kiến trúc sư tạo nên các bản vẽ cho bộ hồ sơ thiết kế công trình của mình. Lịch sử kiến trúc trải qua nhiều giai đoạn với các phong cách kiến trúc khác nhau. Dù ở giai đoạn nào và với phong cách kiến trúc nào thì hình học và kiến trúc luôn có mối liên hệ mật thiết. Đặc biệt, một thành tựu của hình học có khi tạo nên một trào lưu kiến trúc.

Vào thế kỷ XIX, Toán học phát triển nhanh chóng và trở nên trừu tượng. Thế kỷ này chứng kiến sự phát triển của các loại hình học phi Euclid. Hình học hyperbol phi Euclid được ứng dụng trong kiến trúc và xây dựng từ cuối thế kỷ XIX với tên gọi là "cấu trúc hyperboloid". Các cấu trúc hyperboloid là các cấu trúc kiến trúc được thiết kế bằng cách sử dụng một mặt hyperboloid một tầng. Thông thường đây là những cấu trúc cao dạng tháp,

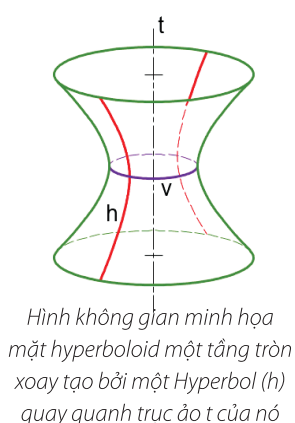
sức mạnh cấu trúc của mặt hyperboloid một tầng hay được sử dụng để nâng đỡ một vật thể cao trên mặt đất, mặt hyperboloid một tầng cũng thường được sử dụng để trang trí hoặc để đảm bảo tính kinh tế của kết cấu. Các cấu trúc hyperboloid đầu tiên được phát minh bởi kỹ sư người Nga Vladimir Shukhov (1853-1939).

Sau phát minh của Shukhov, các cấu trúc hyperboloid tương tự dần xuất hiện ở nhiều nơi trên thế giới. Cấu trúc hyperboloid ban đầu được sử dụng chủ yếu trong mục đích hướng đến kiến trúc công nghiệp như các công trình tháp giải nhiệt, tháp nước, tháp hải đăng, tháp quan sát, tháp phát thanh truyền hình, ... Sau đó, cấu trúc này được phát triển và ứng dụng rộng rãi trong nhiều loại công trình kiến trúc khác nhau như Trung tâm Khoa học Saint Louis ở Mỹ, Nhà thờ Brasília ở Brazil, Cầu đi bộ Corporation ở Anh, Tháp cảng Kobe ở Nhật Bản, Hội trường Roy Thomson ở Canada, Tháp Tordano ở Qatar, Tháp Sydney ở Úc, ...

KHÁI NIỆM VỀ MẶT HYPERBOLOID MỘT TẦNG TRÒN XOAY

Mặt Hyperboloid một tầng tròn xoay là một mặt cong được tạo ra bằng cách quay một hyperbol (h) quanh trục ảo t của nó.

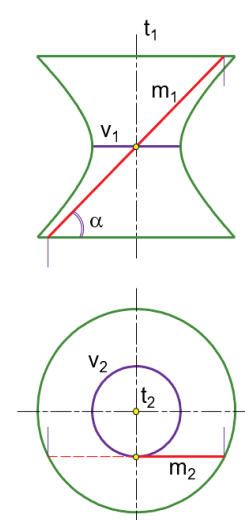
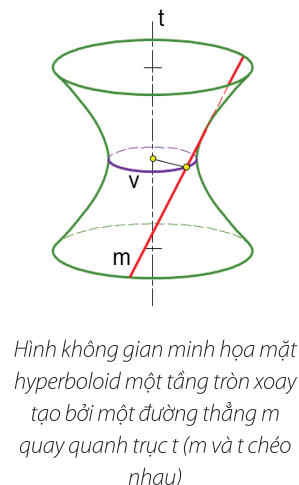
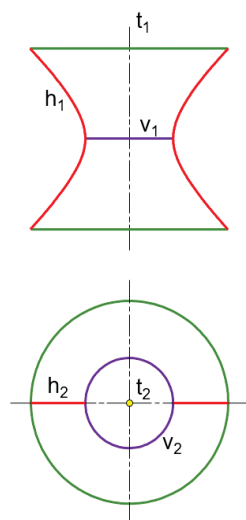
Ngoài ra, mặt Hyperboloid một tầng tròn xoay cũng là một mặt kẻ, ta có thể xác định mặt bằng cách quay một đường thẳng m xung quanh một trục t, trong đó: m và t chéo nhau.



Kí hiệu:

v : vòng tròn hợm

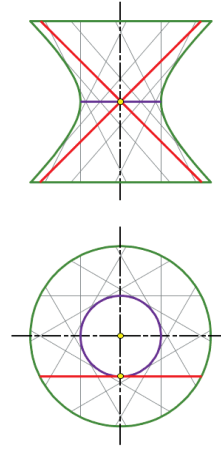
 độ dốc của đường sinh (góc nghiêng giữa đường sinh m và mặt phẳng vuông góc với trục quay



CÁC TÍNH CHẤT CỦA MẶT HYPERBOLOID MỘT TẦNG TRÒN XOAY

Các cấu trúc hyperboloid có độ cong Gauss âm, nghĩa là chúng cong vào trong chứ không cong ra ngoài hoặc thẳng nên có độ ổn định cao hơn đối với các lực từ bên ngoài so với các cấu trúc thẳng.

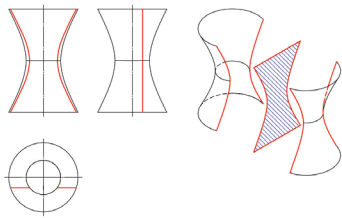
Mặt hyperboloid một tầng tròn xoay là một mặt kẻ kép - qua mỗi điểm của nó có 2 đường thẳng thuộc mặt, nên chúng có thể được tạo ra với một mạng lưới các đường thẳng, do đó dễ xây dựng hơn các mặt cong không phải mặt kẻ - phải được xây dựng bằng các dầm cong.



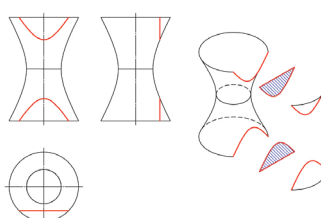
CÁC DẠNG THIẾT DIỆN CỦA MẶT HYPERBOLOID MỘT TẦNG TRÒN XOAY

Hyperbol

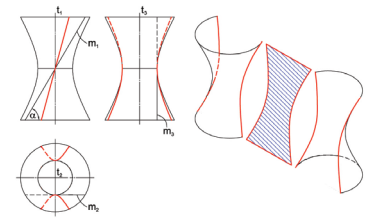
Các mặt phẳng không tiếp xúc và có độ dốc lớn hơn $\frac{1}{2}$ sẽ cắt mặt hyperboloid một tầng tròn xoay theo giao tuyến là một hyperbol.



Giao của mặt phẳng với mặt hyperboloid một tầng tròn xoay trong trường hợp mặt phẳng chứa trục quay hoặc song song với trục quay (độ dốc 90°) và cách trục một khoảng nhỏ hơn bán kính vòng tròn họng.



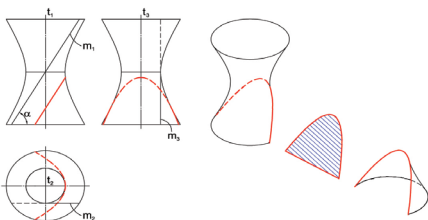
Giao của mặt phẳng với mặt hyperboloid một tầng tròn xoay trong trường hợp mặt phẳng song song với trục quay (độ dốc 90°) và cách trục một khoảng lớn hơn bán kính vòng tròn họng



Giao của mặt phẳng với mặt hyperboloid một tầng tròn xoay trong trường hợp mặt phẳng xiên góc với trục quay và có độ dốc lớn hơn $\frac{1}{2}$. Kí hiệu: m - đường sinh, t - trục quay, $\frac{1}{2}$ - độ dốc của đường sinh.

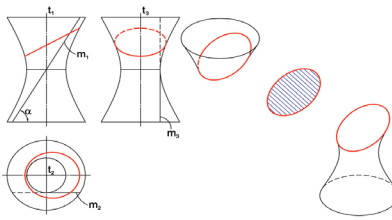
Parabol

Các mặt phẳng có độ dốc bằng $\frac{1}{2}$ và không chứa tâm đối xứng của mặt hyperboloid một tầng tròn xoay sẽ cắt mặt hyperboloid một tầng tròn xoay theo giao tuyến là một parabol.



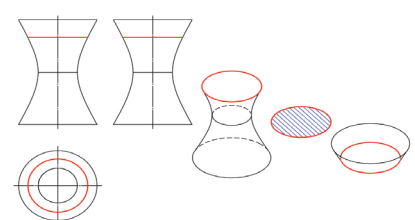
Elip

Các mặt phẳng có độ dốc nhỏ hơn $\frac{1}{2}$ sẽ cắt mặt hyperboloid một tầng tròn xoay theo giao tuyến là một hình elip.



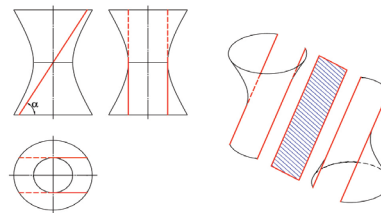
Tròn

Các mặt phẳng vuông góc với trục của mặt hyperboloid một tầng tròn xoay sẽ cắt mặt hyperboloid một tầng tròn xoay theo giao tuyến là một đường tròn.



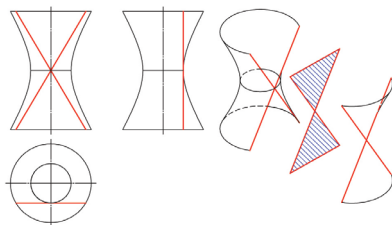
Chữ nhật

Các mặt phẳng có độ dốc bằng $\frac{1}{2}$ và chứa tâm đối xứng của mặt hyperboloid một tầng tròn xoay sẽ cắt mặt hyperboloid một tầng tròn xoay theo giao tuyến là một cặp đường thẳng song song - cặp đường sinh - tạo ra thiết diện hình chữ nhật.

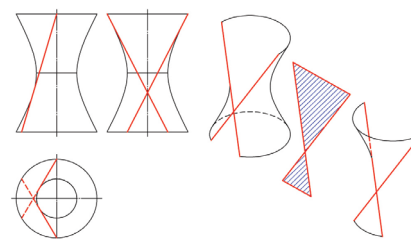


Tam giác

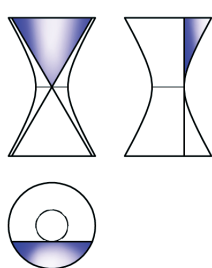
Các mặt phẳng tiếp xúc mặt hyperboloid một tầng tròn xoay sẽ cắt mặt hyperboloid một tầng tròn xoay theo giao tuyến là một cặp đường thẳng cắt nhau, tạo ra thiết diện hình tam giác.



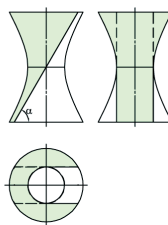
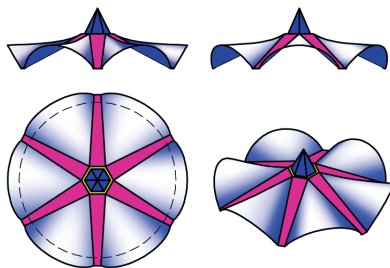
Giao của mặt phẳng với mặt hyperboloid một tầng tròn xoay trong trường hợp mặt phẳng song song với trục quay và cách trục một khoảng bằng bán kính vòng tròn họng - mặt phẳng tiếp xúc với mặt hyperboloid một tầng tròn xoay tại một điểm nằm trên vòng tròn họng.



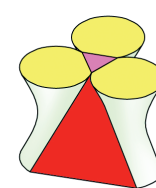
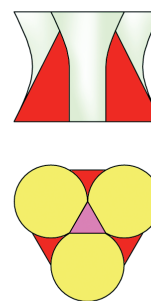
Giao của mặt phẳng với mặt hyperboloid một tầng tròn xoay trong trường hợp mặt phẳng bất kì chứa 2 đường sinh của mặt hyperboloid một tầng tròn xoay.



A



B



KHẢ NĂNG ỨNG DỤNG CỦA MẶT HYPERBOLOID MỘT TẦNG TRÒN XOAY TRONG KIẾN TRÚC

Các mặt hình học nói chung và mặt hyperboloid một tầng tròn xoay nói riêng đều có thể dùng ở dạng nguyên thủy để tạo thành hình khối các công trình. Ta thấy rất nhiều công trình có dạng hình lập phương, hình chóp, hình trụ, hình cầu, hình hyperboloid một tầng tròn xoay... trong đó, mặt hyperboloid một tầng tròn xoay là một mặt đặc biệt khi nó có hình dạng mềm mại của mặt cong nhưng lại có thể tạo nên mặt từ những đường thẳng, giúp cho công trình kiến trúc vừa có tính thẩm mỹ, vừa thuận lợi cho quá trình thi công và đảm bảo được tính kinh tế.

Ngoài việc sử dụng thuần túy hình dạng nguyên thủy của mặt hyperboloid một tầng tròn xoay, dựa trên các dạng thiết diện trên ta có thể cắt ghép nhiều mảnh của nó để tạo ra một hình thức kiến trúc mới có tính nghệ thuật cao, biểu đạt được ý tưởng và phù hợp với từng dạng công năng cụ thể.

Hình A trình bày ví dụ một mái che được tạo ra từ mặt hyperboloid một tầng tròn xoay che phủ một diện tích có dạng hình

tròn bằng cách cắt ghép các mảnh của nó theo thiết diện tam giác kết hợp với các tấm phẳng đa giác.

Hình B trình bày ví dụ một hình thức công trình được tạo ra từ mặt hyperboloid một tầng tròn xoay che phủ một diện tích có dạng hình tam giác bằng cách cắt ghép các mảnh của nó theo thiết diện chữ nhật kết hợp với các tấm phẳng đa giác.

KẾT LUẬN

Mặt cong là mặt hình học được ứng dụng rất rộng rãi trong kiến trúc. Các loại mặt cong từ đơn giản đến phức tạp được dùng làm cơ sở cho việc thiết kế các mái che và tạo hình khối trong nhiều công trình kiến trúc từ cổ điển đến hiện đại. Mặt cong với hình dáng đẹp mềm mại đặc trưng của nó khi được sử dụng một cách phù hợp đem lại nét đẹp thẩm mỹ cho công trình kiến trúc và tạo nên tính biểu tượng riêng cho công trình. Trong thực tiễn kiến trúc và xây dựng, việc lựa chọn loại mặt cong đưa vào trong thiết kế rất quan trọng, nó không những ảnh hưởng đến vẻ đẹp của công trình mà ảnh hưởng trực tiếp đến khả năng thi công và kinh phí xây dựng công trình. Mặt cong càng phức tạp thì càng khó thi công và chi phí xây dựng càng cao.

Mặt Hyperboloid một tầng tròn xoay là một mặt cong, đồng thời cũng là một mặt kẻ, do đó, nó có thể được xây dựng với các dầm thép thẳng, tạo ra một cấu trúc mạnh mẽ với chi phí thấp hơn các loại mặt cong khác mà vẫn đem lại sự thú vị về mặt thẩm mỹ với hình dạng nổi bật. Tuy nhiên, để có thể ứng dụng một mặt cong nói chung hay mặt Hyperboloid một tầng tròn xoay nói riêng, người thiết kế cần có hiểu biết nhất định về loại mặt hình học này: cách cấu tạo mặt, các tính chất hình học, cách biểu diễn trên bản vẽ bằng các hình chiếu.../.

Tài liệu tham khảo

1. Dave Maitry, Sompura Heetharth: Hyperboloid structure.
2. Đoàn Như Kim: Một số khái niệm về hình học trong kiến trúc, 2005.
3. Feray Maden, Koray Korkmaz: Geometric and Kinematic Analysis of Deployable Doubly Ruled Hyperboloids, 2017.
4. Horacio Caminos: Theme center for world's fair two surfaces of revolution, hyperboloid of revolution of one sheet-circular open ring torus.
5. Magdalena Dragovic, Aleksandar Cucakovic, Luka Lazarevic: Modelling shape of architectural structure - elliptic hyperboloid of one sheet, 2014.
6. Erich Hartmann: Computerunterstützte darstellende und konstruktive geometrie.
7. <https://www.architectmagazine.com>