

THIẾT LẬP PHƯƠNG TRÌNH BIÊN DẠNG CAM

Phạm Huy Hoàng - Lê Khánh Điền - Nguyễn Tuấn Kiệt

Trường Đại học Kỹ thuật
(Bài nhận ngày 14/03/2000)

TÓM TẮT: Khi gia công cam bằng máy công cụ được điều khiển theo chương trình số (CNC), chúng ta cần có phương trình biên dạng. Bài báo này nghiên cứu việc thiết lập phương trình biên dạng cam dựa trên cơ sở của phương pháp đổi giá và lý thuyết bao hình.

Ký hiệu :

φ : góc quay cam

θ : góc quay của điểm tạo biên dạng con lăn đáy cần nếu có

r_0 : bán kính nhỏ nhất của cam cần đẩy đáy bằng

r_1 : bán kính con lăn

A : khoảng cách tâm cam và tâm cần

l : chiều dài cần lắc

S : hành trình của cần đẩy

Ψ : góc lắc của cần lắc

e : tâm sai cam cần đẩy

\dot{H}, \ddot{H} : đạo hàm bậc một và bậc hai theo φ của H

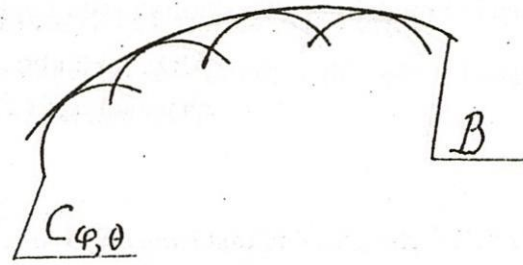
1. Nguyên lý chung để xác định phương trình biên dạng cam phẳng

- Theo các tài liệu [2] và [3], phương pháp đổi giá sẽ cung cấp cho ta một họ đường cong đáy cần có phương trình tham số :

$$(C_{\varphi, \theta}) : \begin{cases} x = x(\varphi, \theta) \\ y = y(\varphi, \theta) \end{cases} \quad (1)$$

- Khi này biên dạng cam chính là đường cong bao hình của họ đường cong đáy cần ở trên. Đường cong bao hình chính là tập hợp các tiếp điểm và theo tài liệu [1] thì nó có phương trình như sau :

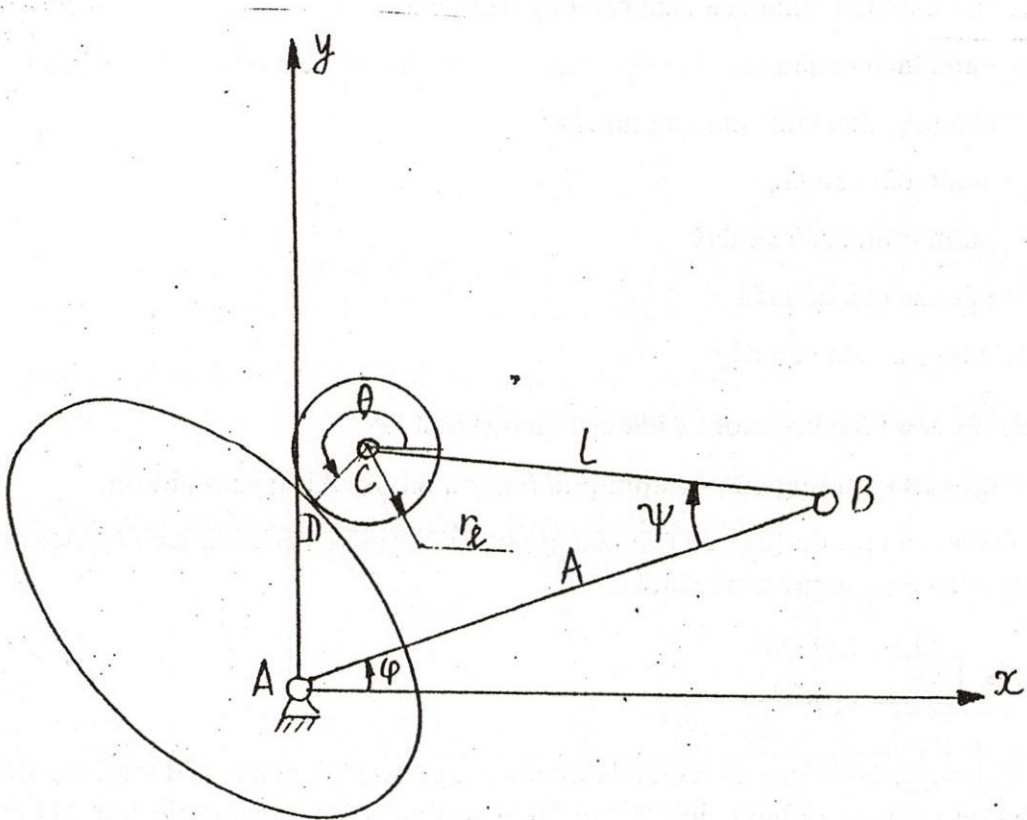
$$(B): \begin{cases} x = x(\varphi, \theta) \\ y = y(\varphi, \theta) \\ \begin{bmatrix} \frac{\partial x}{\partial \varphi} & \frac{\partial y}{\partial \varphi} \\ \frac{\partial x}{\partial \theta} & \frac{\partial y}{\partial \theta} \end{bmatrix} = 0 \end{cases} \quad (2)$$



Hình 1

2. Cam cần lắc đáy con lăn

Xét cơ cấu cam cần lắc đáy con lăn với khoảng cách trục A , chiều dài cần l , bán kính con lăn r_1 và cũng đã biết quy luật chuyển vị $\Psi(\varphi)$.



Hình 2

Phương trình tham số của họ đường cong đáy cần là :

$$(C_{\varphi, \theta}): \begin{cases} x = A \cos \varphi + l \cos(\Psi + \varphi) + r_1 \cos \theta \\ y = A \sin \varphi + l \sin(\Psi + \varphi) + r_1 \sin \theta \end{cases} \quad (3)$$

Với φ, θ là hai tham số.

Áp dụng (3) vào (2) ta có phương trình tham số của biên dạng cam là :

$$(B): \left\{ P(x, y): \begin{cases} P \in (C_{\varphi, \theta}) \\ \begin{bmatrix} \frac{\partial x}{\partial \varphi} & \frac{\partial y}{\partial \varphi} \\ \frac{\partial x}{\partial \theta} & \frac{\partial y}{\partial \theta} \end{bmatrix} = 0 \end{cases} \right\}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} x = A \cos \varphi + l \cos(\Psi + \varphi) + r_1 \cos \theta \\ y = A \sin \varphi + l \sin(\Psi + \varphi) + r_1 \sin \theta \\ \begin{bmatrix} -A \sin \varphi - l(\dot{\Psi} + 1) \sin(\Psi + \varphi) & A \cos \varphi + l(\dot{\Psi} + 1) \cos(\Psi + \varphi) \\ -r_1 \sin \theta & r_1 \cos \theta \end{bmatrix} = 0 \end{cases}$$

$$\Leftrightarrow \begin{cases} x = A \cos \varphi + l \cos(\Psi + \varphi) + r_1 \cos \theta \\ y = A \sin \varphi + l \sin(\Psi + \varphi) + r_1 \sin \theta \\ \theta = \arctg \left[\frac{-A \sin \varphi - l(\dot{\Psi} + 1) \sin(\Psi + \varphi)}{A \cos \varphi + l(\dot{\Psi} + 1) \cos(\Psi + \varphi)} \right] \end{cases} \quad (4)$$

Đây là phương trình biên dạng cần tìm của cam cần lắc đáy con lăn, tuy nhiên cần lưu ý rằng thông thường quy luật chuyển vị $\Psi(\varphi)$ được cho ở một trong các dạng bảng số hay đồ thị hay một hàm phức tạp, vì vậy phương trình ở trên sẽ được biểu diễn ở bảng số hay biểu thức rất phức tạp. Để thuận tiện cho người gia công, chúng ta chỉ cần cung cấp cho họ phương trình biên dạng ở dạng tập hợp các điểm bao gồm tọa độ, vector tiếp và hệ số góc :

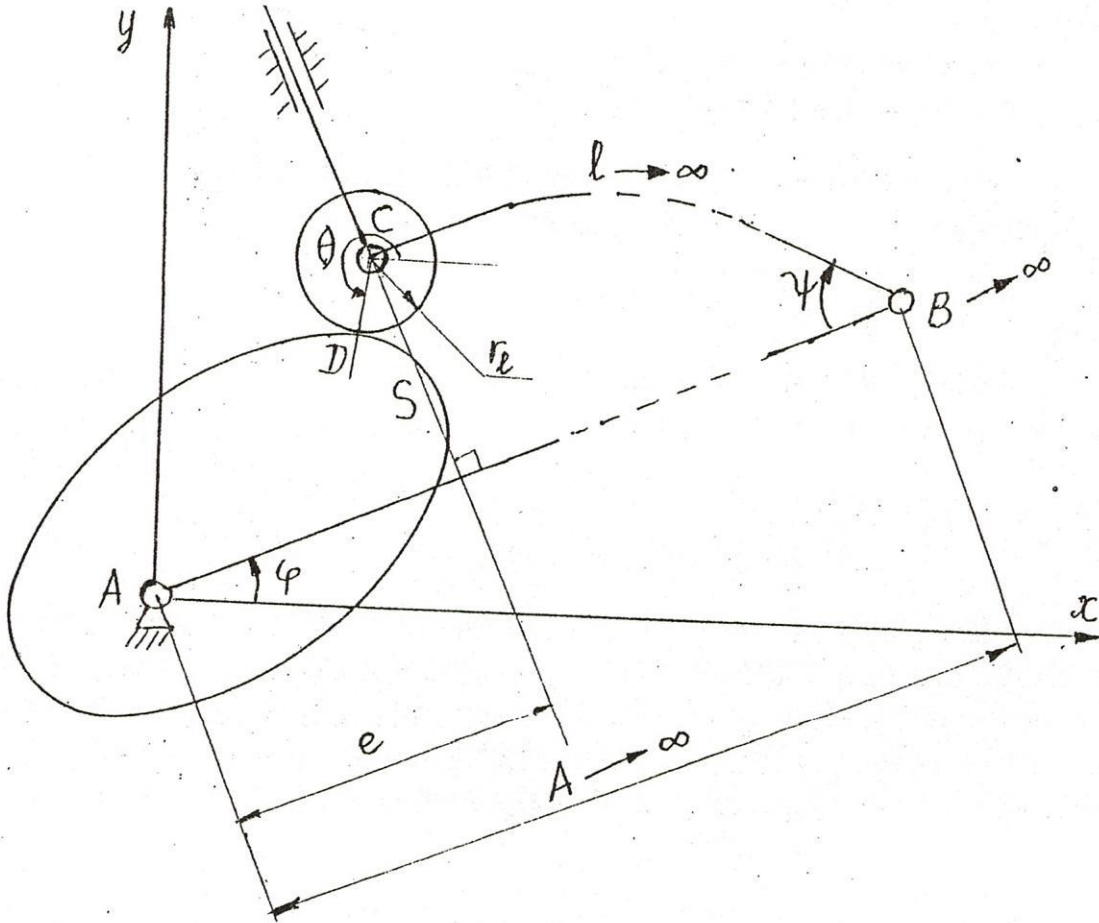
$$\text{Vector tiếp tuyến : } \vec{t} = \frac{\dot{x}\vec{i} + \dot{y}\vec{j}}{\sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2}} \text{ và hệ số góc } y'_x = \frac{\dot{y}}{\dot{x}} \quad (5)$$

$$\text{Với : } \begin{cases} \dot{x} = -A \sin \varphi - l(\dot{\Psi} + 1) \sin(\Psi + \varphi) - r_1 \dot{\theta} \sin \theta \\ \dot{y} = A \cos \varphi + l(\dot{\Psi} + 1) \cos(\Psi + \varphi) + r_1 \dot{\theta} \cos \theta \\ \dot{\theta} = \frac{-A^2 - Al(\dot{\Psi} + 1) \cos \Psi - Al\ddot{\Psi} \sin \Psi - Al\dot{\Psi}(\dot{\Psi} + 1) \cos \Psi}{A^2 + l^2(\dot{\Psi} + 1)^2 + 2Al(\dot{\Psi} + 1) \cos \Psi} \end{cases}$$

3. Cơ cấu cam cần đẩy đẩy con lăn

Có thể xem cơ cấu cam cần đẩy là một biến thể của cơ cấu cam cần lắc khi chiều dài cần lắc vô cùng lớn và tâm quay cần lắc tiến ra vô tận theo hướng vuông góc với phương chuyển vị của cần đẩy. Khi này ta có :

$$\begin{cases} A \approx e - l \cos \Psi \\ S \approx l \sin(\pi - \Psi) = l \sin \Psi \quad (6) \\ \dot{S} = \dot{\Psi} l \cos \Psi \end{cases}$$



Hình 3

Từ (4) và (6), ta có hệ phương trình tham số của biên dạng cam cần đẩy đẩy con lăn là:

$$\begin{cases} x = e \cos \varphi - S \sin \varphi + r_l \cos \theta \\ y = e \sin \varphi + S \cos \varphi + r_l \sin \theta \\ \theta = \arctg \left(\frac{-e \sin \varphi - S \cos \varphi - \dot{S} \sin \varphi}{e \cos \varphi - S \sin \varphi + \dot{S} \cos \varphi} \right) \end{cases} \quad (7)$$

$$\begin{cases} x = (r_0 + S \cos \alpha) \sin(\varphi - \alpha) - \dot{S} \cos \alpha \cos(\varphi - \alpha) \\ y = (r_0 + S \cos \alpha) \cos(\varphi - \alpha) - \dot{S} \cos \alpha \sin(\varphi - \alpha) \end{cases} \quad (9)$$

và :

$$\text{Vector tiếp tuyến : } \vec{t} = \frac{\dot{x} \vec{i} + \dot{y} \vec{j}}{\sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2}} \text{ và hệ số góc } y'_x = \frac{\dot{y}}{\dot{x}} \quad (10)$$

$$\text{Với : } \begin{cases} \dot{x} = (r_0 + S \cos \alpha) \cos(\varphi - \alpha) + 2 \dot{S} \cos \alpha \sin(\varphi - \alpha) - \ddot{S} \cos \alpha \cos(\varphi - \alpha) \\ \dot{y} = -(r_0 + S \cos \alpha) \sin(\varphi - \alpha) - \ddot{S} \cos \alpha \sin(\varphi - \alpha) \end{cases}$$

KẾT LUẬN

Biên dạng cam cần được gia công chính xác để cơ cấu cam hoạt động tốt, việc cung cấp tập hợp các điểm biên dạng và các thông số về tiếp tuyến và hệ số góc tại từng điểm sẽ giúp cho người sử dụng máy CNC gia công biên dạng cam hiệu quả hơn.

DETERMINATION OF CAM PROFILE'S EQUATION

Pham Huy Hoang - Le Khanh Dien - Nguyen Tuan Kiet

ABSTRACT : Cam manufacturing by CNC needs the profile equation. In this paper, we study the determination of this equation, basing on the assumption method (fixed link change method : assuming that the cam remains stationary while the fixed link rotates about the cam in the opposite direction) and the envelope theory.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] GS. TS KH Bùi Song Cầu, Bài giảng Lý thuyết Tạo hình Cao học khoá 7, Ngành Chế tạo máy, 1997.
- [2] Charles E. Wilson, J. Peter Sadler and Walter J. Michels, Kinematics and Dynamics of Machinery, Harper Collins Publishers, 1987.
- [3] TS. Lại Khắc Liễm, Giáo trình Cơ học máy, Trường Đại học Kỹ thuật Tp.Hồ Chí Minh, 1998.