

Chương 1

KHÁI NIỆM VỀ MÁY ĐIỀU KHIỂN THEO CHƯƠNG TRÌNH SỐ

1.1 Sơ lược lịch sử phát triển công nghệ gia công chi tiết trong ngành cơ khí chế tạo máy

NC = Numerical Control

CNC = Computer Numerical Control

CAD = Computer Aided Design

CAM = Computer Aided Manufacturing

Lịch sử phát triển của máy CNC.

Máy CNC là một hệ thống máy móc chuyên gia công cơ khí tự động, hoạt động dựa trên nguyên tắc sử dụng các chương trình viết bằng ký hiệu chuyên biệt theo tiêu chuẩn EIA-274-D, (thường gọi là mã G, M).

Dựa trên những chương trình được thiết lập sẵn này, máy CNC sẽ gia công, sản xuất ra sản phẩm theo sự điều khiển và giám sát của hệ thống máy vi tính.

Quá trình phát triển máy CNC:

- 1725 – Phiếu đục lỗ được dùng để tạo mẫu quần áo
- 1808 – Phiếu đục lỗ trên lá kim loại được dùng để điều khiển tự động máy thêu
- 1863 – Tự động điều khiển chơi nhạc trên piano nhờ băng lỗ
- 1940 – John Parsons thiết kế máy CNC hiện đại.
- 1952 – Ra đời máy công cụ NC điều khiển số đầu tiên
- 1959 - Ngôn ngữ APT được đưa vào sử dụng
- 1960s – Điều khiển số trực tiếp (DNC)
- 1963 - Đồ họa máy tính
- 1970s - Máy CNC được đưa vào sử dụng
- 1980s – Điều khiển số phân phối được đưa vào sử dụng
- Máy điều khiển số cổ điển chủ yếu dựa trên công trình của một người có tên là John Parsons. Từ những năm 1940 Parsons đã sáng chế ra phương pháp dùng phiếu đục lỗ để ghi các dữ liệu về vị trí tọa độ để điều khiển máy công cụ. Máy được điều khiển để chuyển động theo từng tọa độ, nhờ đó tạo ra được bề mặt cần thiết của cánh máy bay.
- Năm 1948 J. Parson giới thiệu hiểu biết của mình cho không lực Hoa Kỳ. Cơ quan này sau đó đã tài trợ cho một loạt các đề tài nghiên cứu ở phòng thí nghiệm Servomechanism của trường Đại học kỹ thuật Massachusetts (MIT).
- Công trình đầu tiên tại MIT là phát triển một mẫu máy phay NC bằng cách điều khiển chuyển động của đầu dao theo 3 trục tọa độ. Mẫu máy NC đầu tiên được triển lãm vào năm 1952. Từ 1953 khả năng của máy NC đã được chứng minh.

- Một thời gian ngắn sau, các nhà chế tạo máy bắt đầu chế tạo các máy NC để bán, và các nhà công nghiệp, đặc biệt là các nhà chế tạo máy bay đã dùng máy NC để chế tạo các chi tiết cần thiết cho họ.
- Mỹ tiếp tục cố gắng phát triển NC bằng cách tiếp tục tài trợ cho MIT nghiên cứu ngôn ngữ lập trình để điều khiển máy NC. Kết quả của việc này là sự ra đời của ngôn ngữ APT: Automatically Programmed Tools vào năm 1959
- Mục tiêu của việc nghiên cứu APT là đảm bảo một phương tiện để người lập trình gia công có thể nhập các câu lệnh vào máy NC. Mặc dù APT bị chỉ trích là thứ ngôn ngữ quá đồ sộ đối với nhiều máy tính, nó vẫn là công cụ chính yếu và vẫn được dùng rộng rãi trong công nghiệp ngày nay và nhiều ngôn ngữ lập trình mới là dựa trên APT.
- Các máy CNC hiện đại hoạt động bằng cách đọc hàng nghìn bit thông tin được lưu trữ trong bộ nhớ máy tính chương trình. Bộ điều khiển cũng giúp nhân viên lập trình tăng tốc độ sử dụng máy.
- Từ các máy công cụ sơ khai với các cơ cấu cơ khí, ngày nay máy CNC hoạt động dưới sự điều khiển của hệ điều hành được lập trình tinh vi, có thể thực hiện chức năng chuyên biệt với các dòng máy phay đứng, phay ngang, máy phay giường, máy tiện đứng, máy phay, tiện 3 trục rồi 5 trục gia công các bề mặt phức tạp, máy xung, máy cắt dây EDM, đột dập liên hoàn, cắt khắc laser kim loại.....Hiện nay, các Trung tâm gia công thực hiện nhiều nguyên công liên tiếp như tiện, phay, khoan, mài, trên một máy chỉ với một lần gá đặt.

1.2 Khái niệm về máy CNC

Máy CNC (computer numerical control) là một dạng máy điều khiển tự động có sự trợ giúp của máy tính, mà trong đó các bộ phận tự động được lập trình để hoạt động theo các sự kiện tiếp nối nhau với tốc độ được xác định trước để có thể tạo ra được mẫu vật với hình dạng và kích thước yêu cầu, vì được lập trình và điều khiển bằng máy tính nên độ chính xác của máy gia công CNC là khá cao, tạo ra các sản phẩm được cắt gọt rất sắc sảo và đẹp mắt. Tuy nhiên, sự chính xác của máy CNC cũng bị phụ thuộc bởi một vài yếu tố, ví dụ: chất lượng máy, nhập liệu của người đứng máy, chất lượng của vật liệu...

Máy CNC có nhiều loại như máy khoan CNC, máy phay CNC, máy tiện CNC, máy cắt dây,...và các trung tâm gia công CNC. Các trung tâm CNC có khả năng thực hiện gia công nhiều loại bề mặt và sử dụng nhiều loại dụng cụ khác nhau.

1.3 Đặc điểm cấu trúc của máy

Nhìn chung, một máy CNC đều phải có những bộ phận cơ bản gồm 2 phần chính:

- Phần chấp hành: Đế máy, thân máy, bàn máy, bàn xoay, trục vít me bi, ổ tích dụng cụ, cụm trục chính và băng dẫn hướng.
- Phần điều khiển: các loại động cơ, các hệ thống điều khiển và máy tính trung tâm.

a/ Phần chấp hành.**- Thân máy và đế máy**

Thường được chế tạo bằng các chi tiết gang vì gang có độ bền nén cao gấp 10 lần so với thép và

đều được kiểm tra sau khi đúc để đảm bảo không có khuyết tật đúc. Bên trong thân máy chứa hệ thống điều khiển, động cơ của trục chính và rất nhiều hệ thống khác.

- Bàn máy

Bàn máy là nơi để gá đặt chi tiết gia công hay đồ gá. Nhờ có sự chuyển động linh hoạt và chính xác của bàn máy mà khả năng gia công của máy CNC được tăng lên rất cao, có khả năng gia công được những chi tiết có biên dạng phức tạp.

Đa số trên các máy CNC hay trung tâm gia công hiện đại thì bàn máy đều là dạng bàn máy xoay được, nó có ý nghĩa như trục thứ 4, thứ 5 của máy.

- Cụm trục chính

Là nơi lắp dụng cụ, chuyển động quay của trục chính sẽ sinh ra lực cắt để cắt gọt phôi trong quá trình gia công. Trục chính được điều khiển bởi các động cơ. Thường sử dụng động cơ Servo theo chế độ vòng lặp kín, bằng công nghệ số để tạo ra tốc độ điều khiển chính xác và hiệu quả cao dưới chế độ tải nặng.

Hệ thống điều khiển chính xác góc giữa phần quay và phần tĩnh của động cơ trục chính để tăng momen xoắn và gia tốc nhanh. Hệ thống điều khiển này cho phép người sử dụng có thể tăng tốc độ của trục chính lên rất nhanh.

- Băng dẫn hướng

Hệ thống thanh trượt dẫn hướng có nhiệm vụ dẫn hướng cho các chuyển động của bàn theo X,Y và chuyển động theo trục Z của trục chính.

- Trục vít me, đai ốc

Trong máy công cụ điều khiển số người ta thường sử dụng hai dạng vít me cơ bản đó là: vít me đai ốc thường và vít me đai ốc bi:

- Vít me đai ốc thường: là loại vít me và đai ốc có dạng tiếp xúc mặt
- Vít me đai ốc bi: là loại mà vít me và đai ốc có dạng tiếp xúc lăn

- Ổ chứa dụng cụ

Dùng để tích chứa nhiều dao phục vụ cho quá trình gia công. Nhờ có ổ tích dao mà máy CNC có thể thực hiện được nhiều nguyên công cắt gọt khác nhau liên tiếp với nhiều loại dao cắt khác nhau.

Do đó quá trình gia công nhanh hơn và mang tính tự động hoá cao.

- Các xích động của máy

Tất cả các đường chuyển động đến từng cơ cấu chấp hành của máy công cụ điều khiển số đều dùng những nguồn động lực riêng biệt, bởi vậy các xích động học chỉ còn 2 loại cơ bản sau:

- Xích động học tốc độ cắt gọt
- Xích động học của chuyển động chạy dao

b/ Kết cấu phần điều khiển.

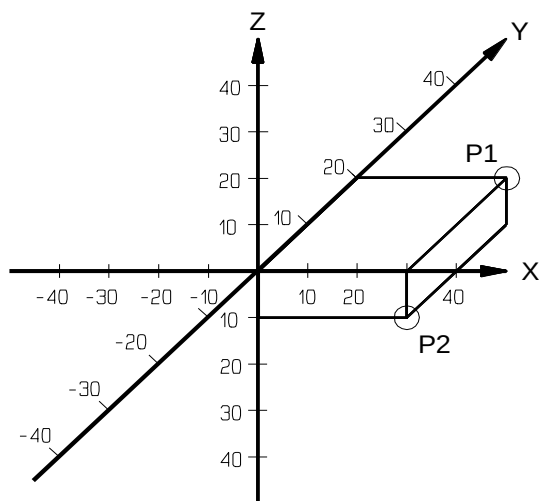
Các cụm điều khiển chính trên máy CNC

Cụm điều khiển máy MCU (Machine Control Unit) được hình thành trên cơ sở thiết bị điều khiển điện tử, thiết bị vào ra và các thiết bị số. Nó được coi là trái tim của máy công cụ điều khiển số CNC. Lệnh CNC thực hiện bên trong bộ điều khiển sẽ thông báo cho mô tơ chuyển động quay đúng số vòng cần thiết → trục vít me bị quay đúng số vòng quay tương ứng → kéo theo chuyển động thẳng của bàn máy và dao. Thiết bị phản hồi ở đầu kia của vít me bị cho phép kiểm soát kết thúc lệnh đúng khi số vòng quay cần thiết được thực hiện.

Cụm dẫn động(Driving Unit): là tập hợp những động cơ, sensor phản hồi, phần tử điều khiển, khuếch đại và các hệ dẫn động

1.4 Hệ thống tọa độ của máy CNC

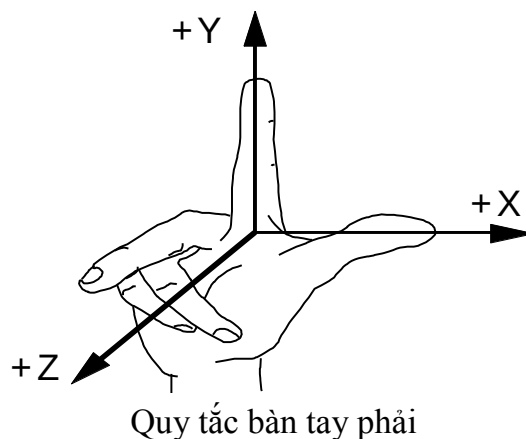
Các trục tọa độ của máy CNC cho phép ta xác định chiều chuyển động của các cơ cấu máy và dụng cụ cắt. Các trục tọa độ đó là X, Y, Z. Chiều dương của các trục được xác định theo quy tắc bàn tay phải. Theo qui tắc này thì ngón tay cái chỉ chiều dương của trục X, ngón tay giữa chỉ chiều dương của trục Z, ngón tay trỏ chỉ chiều dương của trục Y. Các trục quay tương ứng với trục X, Y, Z được ký hiệu bằng các chữ A, B, C. Chiều quay dương là chiều quay theo chiều kim đồng hồ nếu nhìn theo chiều dương của các trục X, Y, Z.



Ví dụ:

P1 X = 30 Y = 20 Z = 0

P2 X = 30 Y = 0 Z = -10



a/ Trục Z

Nhìn chung ở các máy trục Z luôn song song với trục chính của máy.

- Máy tiện: trục Z song song với trục chính của máy và có chiều dương chạy từ mâm cặp tới dụng cụ (chạy xa khỏi chi tiết gia công được cặp trên mâm cặp). hay nói cách khác thì chiều dương của trục Z chạy từ trái sang phải.
- Máy khoan đứng, máy phay đứng, máy khoan cần: trục Z song song với các trục chính và có chiều dương hướng từ bàn máy lên phía trục chính.
- Máy bào : trục Z vuông góc với bàn máy và có chiều dương hướng từ bàn máy lên phía trên.
- Các máy phay có nhiều trục chính: trục Z song song với đường tâm của trục chính vuông góc với bàn máy (chọn trục chính có đường tâm vuông góc với bàn máy làm trục Z). Chiều dương của trục Z trong trường hợp này hướng từ bàn máy tới trục chính.

b/ Trục X

Trục X là trục nằm trên mặt bàn máy và thông thường nó được xác định theo phương nằm ngang. Chiều của trục X được xác định theo quy tắc bàn tay phải (ngón cái chỉ chiều dương của trục X).

- Máy phay đứng, máy khoan đứng: nếu đứng ngoài nhìn vào trục chính thì chiều dương của trục X hướng về bên phải.
- Máy khoan cần: nếu đứng ở vị trí điều khiển máy ta có chiều dương của trục X hướng vào trụ máy.
- Máy phay ngang: nếu đứng ngoài nhìn thẳng vào trục chính thì ta có chiều dương của trục X hướng về bên trái, còn nếu đứng ở phía trục chính để nhìn vào chi tiết thì ta có chiều dương của trục X hướng về phía bên phải.
- Máy tiện: trục X vuông góc với trục máy và có chiều dương hướng về phía bàn kẹp dao (hướng về phía dụng cụ cắt). Như vậy nếu bàn kẹp dao ở phía trước trục chính thì chiều dương của X hướng vào người thợ, còn nếu bàn kẹp dao ở phía sau trục chính thì chiều dương đi ra khỏi người thợ.
- Máy bào: trục X nằm song song với mặt định vị chi tiết trên bàn máy và chiều dương hướng từ bàn máy tới thân máy.

c/ Trục Y

Trục Y được xác định sau khi các trục X, Z đã được xác định theo quy tắc bàn tay phải. Ngón tay trở chỉ chiều dương của trục Y.

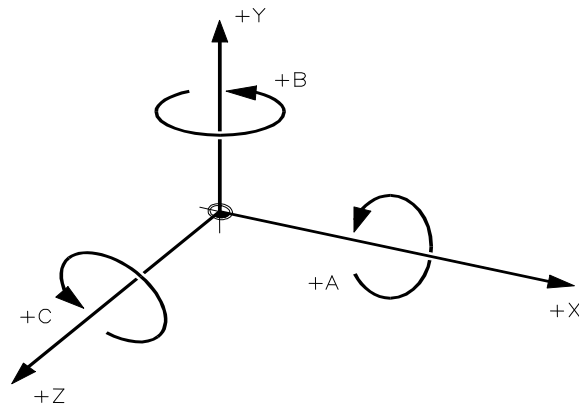
d/ Các trục phụ

Trên các máy CNC, ngoài các trục X, Y, Z còn có các trục khác song song với chúng (các bộ phận máy dịch chuyển song song với các trục X, Y, Z). Các trục này được ký hiệu là U, V, W, trong đó U//X, V//Y, W//Z. Nếu có các trục khác nữa song song với tọa độ chính X, Y, Z thì các trục này được ký hiệu là P, Q, R trong đó P//X, Q//Y, R//Z. Các trục U, V, W được gọi là các trục thứ hai, còn các trục P, Q, R được gọi là các trục thứ ba.

Khi chi tiết gia công cùng bàn máy tham gia chuyển động thay cho dụng cụ cắt thì các chuyển động ấy (chuyển động tịnh tiến theo 3 trục và chuyển động quay quanh

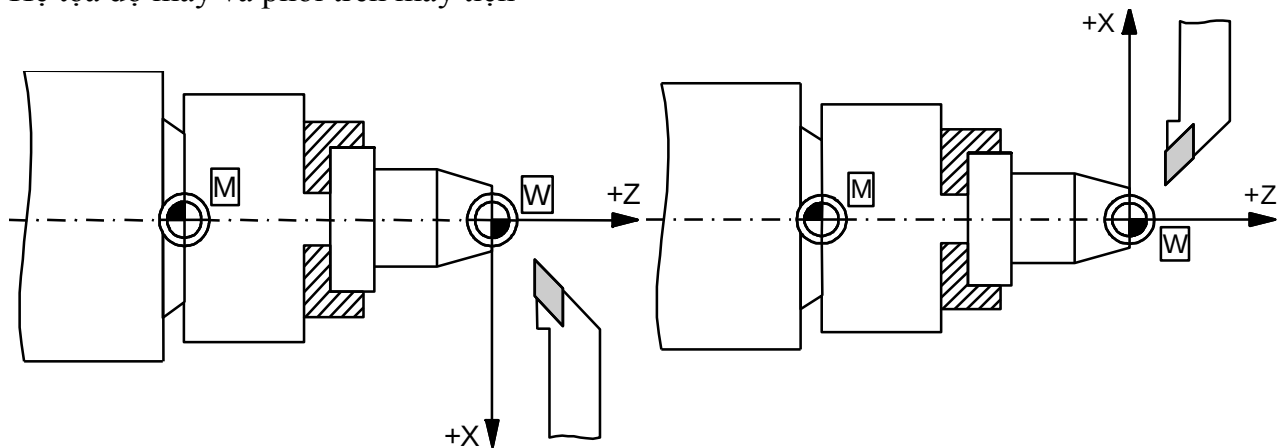
3 trục) được ký hiệu bằng các chữ X', Y', Z' và A', B', C'. Các chiều chuyển động này ngược với chiều chuyển động của dụng cụ.

Các trục quay trong hệ tọa độ DeCart



Góc và hướng quay của trục

Hệ tọa độ máy và phôi trên máy tiện



Chi tiết gia công tiện, đặt trong hệ tọa độ Đề-các 2 trục với dụng cụ cắt nằm phía trước tâm quay

Chi tiết gia công tiện, đặt trong hệ tọa độ Đề-các 2 trục với dụng cụ cắt nằm phía sau tâm quay

1.5 Các chuẩn trên máy CNC

Một số ký hiệu các điểm chuẩn trên máy CNC

	M	Điểm không “0” của máy
	W	Điểm không “0” của chi tiết
	R	Điểm tham chiếu
	E	Điểm chuẩn của dụng cụ cắt
	B	Điểm hiệu chỉnh dụng cụ cắt
	A	Điểm chuẩn cán dao
	N	Điểm thay dao

a/ Điểm chuẩn của máy M (điểm gốc 0 của máy)

Điểm gốc 0 của máy là điểm gốc của hệ tọa độ của máy. Điểm M được các nhà chế tạo quy định theo kết cấu của từng loại máy. Điểm M là điểm giới hạn của vùng làm việc của máy. Điều đó có nghĩa là trong phạm vi vùng làm việc của máy các dịch chuyển của các cơ cấu máy có thể thực hiện theo chiều dương của các tọa độ. Ở các máy phay điểm M thường nằm ở điểm giới hạn dịch chuyển của bàn máy.

b/ Điểm 0 của chi tiết (điểm W)

Điểm W của chi tiết là gốc tọa độ của chi tiết. Vị trí điểm W phụ thuộc vào sự lựa chọn của người lập trình.

Đối với các chi tiết tiện thì điểm W của chi tiết nằm trên đường tâm của chi tiết hoặc ở mặt đầu bên trái hoặc mặt đầu bên phải.

Đối với các chi tiết phay chọn điểm W tại điểm góc ngoài đường viền chi tiết

c/ Điểm chuẩn của dao P

Các dao tiện, dao khoan có điểm chuẩn là đỉnh dao. Các dao khoét, dao doa hoặc dao phay thì điểm P là tâm của mặt đầu của dao. Điểm P được dùng khi tính các quỹ đạo chuyển động của dao.

d/ Điểm tham chiếu của máy R:

Là một điểm trong vùng làm việc của máy được xác định bởi các công tắc giới hạn hành trình. Vị trí của các bàn trượt được báo tới bộ điều khiển khi nó tiếp cận điểm R. Điểm R phải được tiếp cận sau tất cả các lần bật máy, mỗi lần mở khóa công tắc dừng khẩn cấp để kết nối chính xác khoảng cách giữa điểm M và điểm N trong hệ thống điều khiển.

e/ Điểm chuẩn của giá dao T và điểm gá dao N

Điểm T được dùng để xác định hệ trục tọa độ của dao. Điểm T phụ thuộc vào việc gá dao trên máy. Thông thường khi gá dao trên máy thì điểm T trùng với điểm gá dao N

f/ Điểm điều chỉnh dao E

Khi gia công ta phải sử dụng nhiều dao, như vậy các kích thước của chúng phải được xác định bằng cơ cấu điều chỉnh dao.

Mục đích của việc điều chỉnh dao là để có thông tin chính xác cho hệ thống điều khiển về kích thước dao

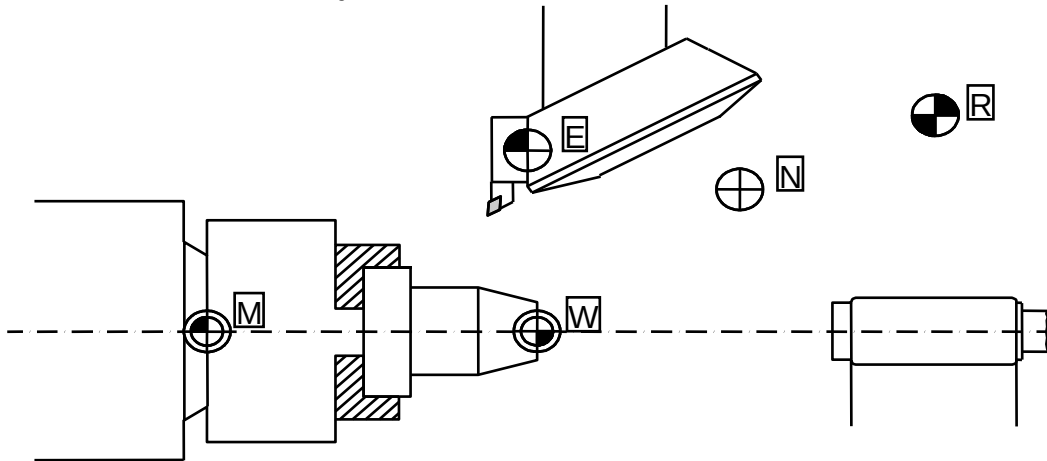
Khi dao được lắp vào giá dao thì điểm E và điểm N trùng nhau.

g/ Điểm 0 của chương trình

Điểm 0 của chương trình (chính xác hơn là điểm P của dụng cụ cắt) là điểm trước khi gia công dụng cụ cắt nằm ở đó. Điểm 0 của chương trình phải xác định sao cho khi thay dao không bị ảnh hưởng của chi tiết hoặc đồ gá.

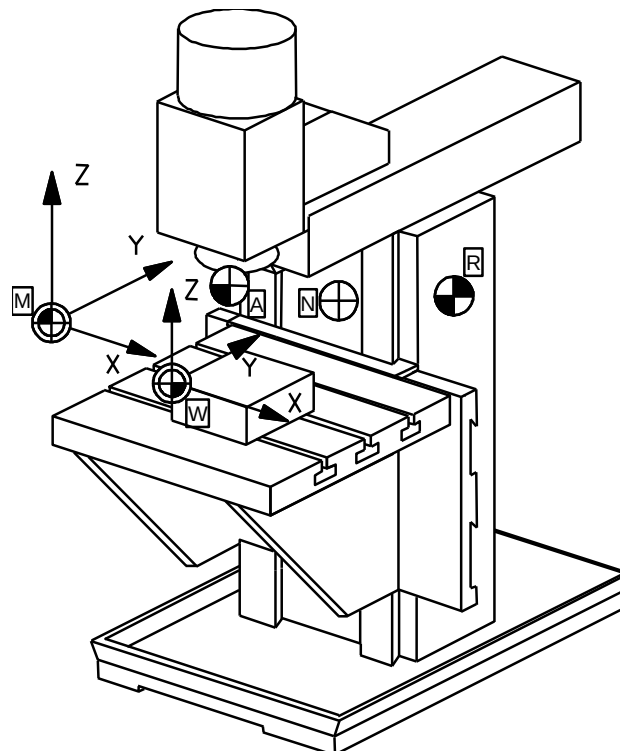
Ngoài các điểm chuẩn trên, khi nghiên cứu các hệ trục tọa độ, người ta còn dùng các điểm chuẩn khác như điểm A, F, K ... để xác định các kích thước liên quan.

Các điểm chuẩn của máy tiện



Vị trí của các điểm không “0” và điểm chuẩn trong gia công tiện

Các điểm chuẩn trên máy phay



1.6 Cấu trúc chương trình

Chương trình NC (Numerical Control) là tập hợp toàn bộ các lệnh cần thiết để gia công một chi tiết trên máy công cụ CNC. Cấu trúc 1 chương trình NC đã được tiêu chuẩn hóa. Cấu trúc của 1 chương trình NC bao giờ cũng có 3 phần:

- Đầu chương trình: bao gồm các lệnh như: tên chương trình, khai báo điểm bắt đầu của dụng cụ cắt, chọn dụng cụ cắt, chọn tốc độ của trục chính, dung dịch trơn nguội
- Thân chương trình: bao gồm một tập hợp lệnh về thông tin kích thước phôi và các chế độ gia công
- Cuối chương trình: gồm các lệnh trở về điểm gốc chương trình, tắt dung dịch tưới nguội, dừng trục chính, dừng chương trình...
- **a. Chương trình điều khiển**

Là tập hợp những câu lệnh điều khiển máy. Các lệnh này được mã hóa ở dạng số và ký hiệu mà thiết bị điều khiển có thể nhận dạng được. Câu lệnh

Cấu trúc của dòng lệnh

Nxx Gxx X... Y... Z... I... J... K... T... S... F... M... ;

Nxx : Số thứ tự của dòng lệnh

Gxx: Lệnh chuẩn bị

X... Y... Z... I... J... K... : Lệnh kích thước hoặc vị trí dao di chuyển đến

T...: Lệnh gọi dao

S...: Lệnh tốc độ quay trục chính

F...: Bước tiến của dao

M...: Lệnh phụ

Dấu (;) Lệnh kết thúc chương trình

Chú ý : Một dòng lệnh còn gọi là một Block. Dấu “ / ” có nghĩa là bỏ quá dòng lệnh hay khối Block đó.

Thí dụ chương trình gia công:

```
%
O0001
M06 T0101 M03 S1000 F0.3
G0 X50 Z3
G20 X48 Z-30
X46
X44
X42
X40
G0 X80
G0 Z80
M5
M30
```

%

- Chương trình được chuẩn bị bởi lập trình viên, trong đó người lập trình vạch ra từng bước theo trình tự công nghệ. Đối với máy công cụ, các bước công nghệ là các chuyển động tương đối giữa dụng cụ cắt và phôi.

- **b. Các phương pháp lập trình**

- Có 2 phương pháp lập trình:

- - Tự viết chương trình (lập trình căn bản)

- - Lập trình dùng phần mềm (dùng phần mềm CAD/CAM tạo ra chương trình)

- *Tự viết chương trình (lập trình căn bản)*: Người lập trình căn cứ vào bản vẽ của chi tiết để viết chương trình và nhập từng lệnh vào máy. Việc lập trình này tốn nhiều thời gian, dễ nhầm lẫn, đặc biệt là đối với các chi tiết phức tạp. Phương pháp này thường dùng cho các chi tiết có quy trình công nghệ đơn giản hoặc để hiệu chỉnh những chương trình sẵn có.

- *Lập trình dùng phần mềm (lập trình có sự trợ giúp của máy tính dùng phần mềm CAD/CAM, lập trình tự động)*:

Người lập trình thiết kế hình dáng hình học của chi tiết gia công (vẽ chi tiết bằng các phần mềm CAD), dùng các phần mềm CAM để biên dịch ra chương trình gia công

1.7 Hệ điều khiển máy CNC

Máy CNC được điều khiển tự động bằng máy tính. Vì vậy, hệ điều hành có chức năng biên dịch từ ngôn ngữ của con người sang hệ nhị phân để máy tính có thể hiểu và làm việc được. Bên cạnh đó, hệ điều hành máy CNC còn có thể hỗ trợ cho quá trình vận hành máy như mô phỏng cắt gọt, quản lý hệ thống dao,... Và nói chung thì các hệ điều hành khác nhau trên máy CNC cũng đều có chung một chức năng như vậy. Tuy nhiên, mỗi hệ điều hành lại có các mã lệnh khác nhau.

Hệ điều hành phổ biến và thông dụng nhất là Fanuc, ngoài ra còn có các hệ điều hành khác như Fagor , Heidenhain , Mazatrol , Sinumerik ...

Nhìn chung thì các hệ điều hành trên cũng đều có chung một mục đích là hỗ trợ quá trình cắt gọt với các đường đi dao gần như giống hệt nhau tuy nhiên các mã lệnh giữa các hệ điều hành này khá khác nhau , đơn cử như hệ thống mã lệnh của hệ điều hành Heidenhain rất khác biệt so với các hệ điều hành khác mặc dù thực hiện các công việc cũng tương tự.

Tuy nhiên, ta không nhất thiết phải học hết các hệ điều hành này mà chỉ nên học hệ điều hành Fanuc, sau này khi làm việc ở các máy sử dụng các hệ điều hành khác. Ta vẫn có thể tiếp cận dễ dàng được.

Hệ điều hành Fanuc: Là hệ điều hành phổ biến và thông dụng nhất hiện nay Gồm có các đời sau: 6M, 10T, F-M2/50 hoặc MV-40M...

Cần phân biệt rõ hai loại là T (Tiện), M là phay. Các đời cũ sẽ chỉ có T hoặc M phía trước, còn hệ mới sẽ có Oi kèm theo, OiT hoặc OiM, số càng lớn thì đời càng mới.

Hệ điều hành Sinumerik

Sinumerik là hệ điều khiển trên các máy CNC. Hệ điều khiển Sinumerik để thực hiện các công việc tiện, phay chi tiết với các lệnh chu trình đặc trưng giúp người có thể thực hiện nhanh và dễ dàng một số nguyên công như phay hốc vuông, tròn, khoan lỗ....

Hệ điều hành Heidenhain

Đây là 1 hệ điều hành mạnh thường dùng cho các trung tâm gia công, thường được dùng cho các máy có độ chính xác cao