

Tổng Quan Các Loại Cánh Tay Robot Công Nghiệp Phổ Biến

Cánh tay robot (Robotic Arm) không còn là hình ảnh xa lạ trong các nhà máy thông minh. Chúng đóng vai trò là "xương sống" của dây chuyền sản xuất, giúp nâng cao năng suất, đảm bảo độ chính xác tuyệt đối và giải phóng con người khỏi những môi trường làm việc độc hại. Mặc dù có hàng nghìn mẫu mã từ các nhà sản xuất khác nhau, nhưng về cơ bản, thiết kế của chúng thường dựa trên các nguyên lý cơ học cốt lõi.

Dưới đây là phân tích chi tiết về 8 loại cánh tay robot công nghiệp phổ biến nhất hiện nay.



1. Cánh tay Robot có khớp nối

Đây là loại robot phổ biến nhất và được coi là "biểu tượng" của tự động hóa công nghiệp. Thiết kế của nó mô phỏng cấu trúc cánh tay người với các khớp quay nối tiếp nhau.

Đặc điểm cấu tạo

Robot khớp nối thường có từ 2 đến 10 khớp quay. Phổ biến nhất là loại 6 trục (6-axis robot), cho phép robot di chuyển linh hoạt trong không gian 3 chiều và thay đổi hướng của công cụ đầu cuối (End-effector) một cách dễ dàng.

- Trục 1, 2, 3: Xác định vị trí của robot trong không gian.
- Trục 4, 5, 6: Xác định hướng (độ nghiêng, xoay) của công cụ.

Ưu điểm và Ứng dụng

- Sự linh hoạt: Khả năng tiếp cận vật thể từ nhiều góc độ khác nhau, kể cả những vị trí khuất.
- Tiết kiệm diện tích: Với chân đế nhỏ nhưng tầm với xa, chúng có thể bao phủ một vùng không gian làm việc rộng lớn.
- Ứng dụng: Đặc biệt ưu việt trong các công việc đòi hỏi sự khéo léo như hàn hồ quang, sơn phun, lắp ráp linh kiện ô tô và gấp đặt pallet (palletizing).

2. Cánh tay Robot Cartesian

Robot Cartesian hoạt động dựa trên hệ tọa độ Descartes, di chuyển theo 3 trục tuyến tính vuông góc với nhau (X, Y, Z).

Nguyên lý hoạt động

Thay vì sử dụng các khớp quay như robot khớp nối, robot Cartesian sử dụng các thanh trượt tuyến tính. Chuyển động của nó là chuyển động tịnh tiến, tạo ra một vùng làm việc hình hộp chữ nhật.

Ưu điểm và Ứng dụng

- Độ chính xác cao: Do cấu trúc cơ khí vững chãi, robot này cực kỳ ổn định.
- Dễ lập trình: Vì chuyển động dựa trên trục tọa độ thẳng, việc tính toán quỹ đạo đơn giản hơn nhiều so với các loại robot khác.
- Ứng dụng: Thường thấy trong các máy in 3D, máy cắt CNC, các hệ thống gấp đặt (pick-and-place) trên băng chuyền rộng, hoặc đóng gói sản phẩm quy mô lớn.

3. Cánh tay Robot SCARA

SCARA là loại robot được thiết kế chuyên biệt cho các thao tác trên một mặt phẳng song song.

Đặc điểm thiết kế

Cấu tạo của SCARA gồm hai khớp xoay nằm trên cùng một mặt phẳng ngang, cho phép cánh tay mở rộng hoặc thu gọn giống như cánh tay người đang đặt trên bàn. Tuy nhiên, trục cuối cùng lại là một trục thẳng đứng (Z) để thực hiện thao tác nhấc hoặc hạ.

Tại sao nên chọn SCARA?

- Tốc độ cực nhanh: SCARA thường nhanh hơn robot khớp nối trong các tác vụ lắp lại đơn giản.
- Độ cứng vững theo phương thẳng đứng: Nó rất "li" khi thực hiện các thao tác ấn, nén nhưng lại linh hoạt (compliance) ở phương ngang, giúp việc lắp ráp các linh kiện vào lỗ trở nên dễ dàng hơn mà không bị gãy hay kẹt.
- Ứng dụng: Thông trị trong ngành sản xuất điện tử, lắp ráp bảng mạch (PCB), và dược phẩm.

4. Cánh tay Robot hình trụ

Đúng như tên gọi, không gian làm việc của loại robot này có dạng hình trụ tròn.

Cấu tạo

Nó bao gồm ít nhất một khớp quay ở chân đế và hai khớp tịnh tiến (một trục lên xuống và một trục ra vào). Sự kết hợp này tạo ra một quỹ đạo chuyển động tròn xung quanh trục trung tâm.

Ưu điểm và Ứng dụng

- Tiết kiệm không gian: Robot này hoạt động hiệu quả trong các không gian hẹp nhờ thiết kế gọn gàng.
- Ứng dụng: Thường được sử dụng để nạp/dỡ phôi cho máy công cụ, vận chuyển vật liệu trong các bồn chứa hoặc lắp ráp các cụm chi tiết đơn giản có tính chất đối xứng tâm.

5. Robot song song

Robot Delta nổi bật với vẻ ngoài giống như một con nhện treo ngược trên trần nhà.

Cơ chế hoạt động

Thay vì một cánh tay duy nhất, robot Delta có 3 hoặc 4 cánh tay mảnh nối chung vào một đế di động ở phía dưới. Các động cơ được đặt ở phần đế cố định phía trên, giúp giảm trọng lượng của phần di động xuống mức tối thiểu.

Ưu điểm và Ứng dụng

- Tốc độ phi thường: Nhờ trọng lượng nhẹ, robot Delta có thể thực hiện hàng trăm chu kỳ gấp - đặt mỗi phút.
- Độ chính xác: Các cánh tay song song giúp duy trì định hướng của công cụ đầu cuối cực tốt.
- Ứng dụng: Chủ yếu trong ngành chế biến thực phẩm (xếp bánh kẹo vào hộp), đóng gói dược phẩm và phân loại linh kiện siêu nhỏ.

6. Cánh tay Robot hình cầu

Đây là một trong những thiết kế robot công nghiệp đời đầu (điển hình là robot Unimate).

Đặc điểm

Hệ thống kết hợp một khớp quay ở đế, một khớp quay ở thân (để nâng/hạ góc) và một khớp tịnh tiến (để đưa cánh tay ra xa hoặc thu lại). Không gian làm việc của nó tạo thành một phần của hình cầu.

Ưu điểm và Ứng dụng

- Tầm với linh hoạt: Có khả năng tiếp cận các vị trí ở xa và thay đổi độ cao nhanh chóng.
- Ứng dụng: Mặc dù hiện nay ít phổ biến hơn robot khớp nối 6 trục, nhưng chúng vẫn được dùng trong đúc áp lực, dập kim loại và các công việc xử lý vật liệu nóng chảy.

7. Robot cộng tác (Cobots - Collaborative Robots)

[Cobot](#) là một bước tiến mới, thay đổi hoàn toàn tư duy về an toàn trong nhà máy.

Sự khác biệt so với Robot truyền thống

Nếu robot công nghiệp thông thường phải đặt trong lồng kính để tránh gây thương tích cho con người, thì Cobot được thiết kế để làm việc cạnh con người. Chúng có các cảm biến lực siêu nhạy; nếu vô tình chạm vào người, robot sẽ dừng lại ngay lập tức.

Ưu điểm và Ứng dụng

- Dễ sử dụng: Đa số Cobot có tính năng "dạy học bằng tay" (lead-through programming) – bạn chỉ cần cầm tay robot đưa đi theo quỹ đạo, nó sẽ tự ghi nhớ.
- Tính linh động: Nhẹ, dễ dàng di chuyển từ dây chuyền này sang dây chuyền khác.
- Ứng dụng: Kiểm tra chất lượng (QC), hỗ trợ công nhân lắp ráp các chi tiết nhỏ, hoặc đóng gói sản phẩm ở các doanh nghiệp vừa và nhỏ.

Robot hình người

Dù hiện tại đa số vẫn đang trong giai đoạn nghiên cứu hoặc thử nghiệm, nhưng tiềm năng của robot hình người trong công nghiệp là rất lớn.

Đặc điểm

Chúng có cấu trúc gồm đầu, thân và đặc biệt là hai cánh tay có độ khéo léo cực cao, đôi khi có cả bàn tay với 5 ngón.

Triển vọng tương lai

Robot hình người không cần thay đổi cấu trúc nhà máy (vì chúng có thể đi lại trên sàn, leo cầu thang và sử dụng các công cụ dành cho người). Trong tương lai, chúng sẽ đảm nhận các vai trò logistics trong kho bãi phức tạp hoặc các nhiệm vụ đòi hỏi sự tương tác xã hội và thao tác kỹ thuật tinh vi.

Kết luận

Việc lựa chọn loại cánh tay robot nào phụ thuộc hoàn toàn vào nhu cầu cụ thể của doanh nghiệp: từ tốc độ, tải trọng, độ chính xác đến ngân sách đầu tư. Với sự phát triển của trí tuệ nhân tạo (AI), các cánh tay robot này đang ngày càng trở nên thông minh hơn, có khả năng tự học hỏi và tối ưu hóa quy trình sản xuất, đưa nền công nghiệp toàn cầu lên một tầm cao mới.

Xem thêm:

- [Ứng dụng các loại robot công nghiệp](#)
- [Các loại Robot bốc xếp hàng tự động](#)
- [Các loại Robot tự hành AGV](#)
- [Ứng dụng của Robot Shuttle](#)