

Roboter ist nicht gleich Roboter

Linearachssysteme im Vergleich mit Scara-Robotern

Ein geeignetes und häufig genutztes Mittel zur direkten Rationalisierung von Produktionsprozessen ist die Automatisierung. Um Automatisierungsmaßnahmen jedoch sinnvoll realisieren zu können, muss der Anwender sowohl die Vorteile als auch die Nachteile der verschiedenen Automatisierungskomponenten klar vor Augen haben.

Freiprogrammierbare Linearachsensysteme werden in der Regel als Baukastensystem angeboten. Das heißt, der Anwender kann sich aus einer Reihe von Achsmodellen das passende System zusammenstellen. Dabei sind die Anzahl der Achsen, Hublängen, Geschwindigkeit, Handhabungsgewicht und Positioniergenauigkeit die Auswahlkriterien. Es werden auch unterschiedliche Antriebskonzepte angeboten wie Spindel, Zahnriemen, Zahnstange oder Linearmotor. Die meisten Achsen haben einen steifen rohr- oder kastenförmigen Querschnitt. Die Form und die Verrippung des Profils entscheidet dabei über die Steifigkeit des Systems. Bei Anbietern, die auch Scara-Roboter im Programm haben, ist die Z-/W-Achsenheit in der Regel für die Linearachsen- und die Scara-Roboter gleich. Die Führung von Kabeln und Schläuchen innerhalb der Robotermechanik erfolgt über Energieketten oder freitragende Kabelschläuche.

Baukastenprinzip

Beim Kostenvergleich zwischen Linearachsen- und Scara-Robotern wird vorausgesetzt, dass die Roboter in etwa den gleichen Arbeitsbereich überstreichen und mit der gleichen Antriebstechnologie arbeiten. Aufgrund des Baukastenprinzips hat das Linearachsensystem bei einer ein- und zweiachsigen Kinematik einen deutlichen Preisvorteil. Bei drei- und vierachsigen Modellen nähert sich der Preis relativ schnell an den eines Scara-Roboters an. Nur bei sehr kleinen Hüben um 300 mm×300 mm ist der Linearachsenroboter noch günstiger, darüber bietet der Scara-Roboter den besseren Preis. In Sachen Betriebskosten hat der Scara die wartungsärmere Antriebsmechanik. Die beiden Hauptachsen sind wartungsfrei, während bei dem Linearachsensystem die Spindel und die Führungen regelmäßig gefettet werden müssen. Die Z-/W-Achse, die aus einer Kombination aus Keilschaftwelle und eingeschliffener Kugelumlaufspindel

Bild 1: Scara-Roboter erreichen im Vergleich zu Linearachsenrobotern bei größeren Strecken eine höhere Geschwindigkeit

besteht, unterliegen bei beiden Kinematiken der Wartung.

Zyklus- und Taktzeiten sind beim Linearachsensystem abhängig vom Antriebskonzept. Zahnriemengetriebene Achsen sind sehr schnell, haben aber in punkto Positionier- und Wiederholgenauigkeit schlechtere Kennwerte. Achsen mit Linearmotorantrieb weisen eine hohe Dynamik und Genauigkeit auf, sind jedoch im Vergleich zu üblichen Rotationsmotoren und Spindelantrieben erheblich teurer. Bei einem herkömmlichen Spindelantrieb können Geschwindigkeiten von bis zu 2000 m/s erreicht werden, die Positionier- und Wiederholgenauigkeiten sind vergleichbar mit denen von Linearmotoren. Bei kurzen horizontalen Verfahrwegen von weniger als 100 mm sind Linearachsenroboter mit Spindelantrieb und Scara-Roboter etwa gleich schnell. Erst bei großen Strecken hat der Scara-Roboter die Nase vorn (Bild 1).

Ein- und zweiachsige Linearachsensysteme können in der Regel höhere Handhabungsgewichte verkraften als ein zweiachsiger Scara-Roboter. Erst bei drei- und vierachsigen Linearachssystemen sinkt unter Umständen das nutzbare Handhabungsgewicht rapide. Der Grund liegt darin, dass als Z-/W-Achsenheit meistens die gleiche Einheit wie bei den Scara-Robotern verwendet wird. Daher ist bei der Gestaltung des Greifersystems und dessen Anbringung an der Z-Achse des Roboters einiges zu beachten. Das Handhabungsgewicht wirkt sich hauptsächlich auf das Beschleunigungs- und Verzögerungsverhalten der X- und Y-Achse aus und hat auch einen wesentlichen Einfluss auf die Vertikalachse.

Massenträgheitsmoment

Doch viel entscheidender ist das Massenträgheitsmoment des Greifers, das auf die Hand-Achse des Roboters wirkt. Die Leistung des W-Achsenmotors ist meistens nicht besonders groß, da aus Gründen einer optimalen Dynamik das Gewicht und die Größe des Motors klein gehalten wird. Bei der Drehung des Greifersystems um die W-Achse beeinflusst das Massenträgheitsmoment die Lageregelung. Solange das Greifersystem konzentrisch zum Mittelpunkt der





Bild 2: Die an einer Seite des Linearachsensystems angeordnete feststehende X-Achse macht die Zugänglichkeit im Vergleich zu Scara-Robotern schwieriger

W-Achse angebracht ist, hält sich das Trägheitsmoment in verträglichen Grenzen. Wird der Greifer jedoch asymmetrisch zum W-Achsendrehpunkt angebracht, nimmt das Massenträgheitsmoment aufgrund des Steinerischen Satzes quadratisch mit dem Abstand zu. Werden noch zusätzlich steife Kabel und Pneumatikschläuche an das Greifersystem herangeführt, kann das erlaubte Trägheitsmoment schnell überschritten werden. Die Folge ist ein Überspringen oder Vibrieren der W-Achse.

Untergestellkonstruktion

Bei der Konstruktion des Untergestells hinsichtlich Struktur, Größe und Gewicht sollten die Angaben der Hersteller beachtet werden. Im Vergleich zum Untergestell für einen Scara-Roboter muss das Untergestell für ein Linearachsensystem aus zwei Gründen wesentlich stabiler ausgeführt werden. Erstens wird eine größere Masse bewegt und zweitens liegt der Schwerpunkt eines Linearachsensystems bzw. -roboters höher als beim Scara-Roboter. Am besten eignet sich eine Rahmenkonstruktion, die in ihren horizontalen Abmessungen etwa dem Arbeitsbereich des Linearachsensystems entspricht. Geschweißte Untergestelle mit einer 20 bis 30 mm starken Stahlplatte und einem Gewicht von 500 bis 600 kg bieten in der Regel genügend Masse, um die dynamischen Kräfte, die bei den Horizontalbewegungen entstehen, aufzunehmen. Bei Aluminiumprofilkonstruktionen sollten vertikale Profile mit Querschnitten von mindestens 100 mm x 100 mm eingesetzt werden. Außerdem ist darauf zu achten, dass die verwendeten Profil-Verbinder die dynamischen Kräfte auf Dauer übertragen können, ohne sich zu lockern. Wird eine Aluplatte verwendet, auf die der Roboter aufgeschraubt wird, sollte diese eine Stärke von 30 mm aufweisen. Bei Alu-Gestellen emp-

fehlt es sich, das Gestell an mindestens zwei diagonal liegenden Punkten mit dem Boden zu befestigen. Ist dies aus baulichen Gründen nicht möglich, muss gegebenenfalls eine zusätzliche Stahlplatte im unteren Bereich des Gestells eingebaut werden. Stabile und schwingungsdämpfende Maschinengestellfüße sind ebenfalls zu empfehlen.

Im Gegensatz zum Scara-Roboter ist die Zugänglichkeit bei einem Linearachsensystem bzw. -roboter eingeschränkt. Denn an einer Seite der Anlage befindet sich die feststehende X-Achse, die am Untergestell befestigt ist (Bild 2). Bei der Planung sollte darauf Rücksicht genommen werden. Um einen Maschinenstillstand beim Nachfüllen von Teilen zu vermeiden, sollte sich z. B. der Nachfüllbunker bzw. Sortiertopf außerhalb der Schutzumzäunung des Roboters befinden und die Bedienseite der feststehenden X-Achse gegenüber liegen. Im Gegensatz zum Scara-Roboter bewegt sich ein Linearachsensystem zwangsläufig geradlinig. Dadurch ist die Bahnsteuerung mit linearer und zirkularer Interpolation steuerungstechnisch wesentlich einfacher zu beherrschen. Dadurch sind Bahntreue und Bahngeschwindigkeit in allen Bereichen des Arbeitsraumes konstant. Daher eignet sich der Linearachsenroboter auch gut zum Be- und Entladen von Pressen, Werkzeug- und Spritzgussmaschinen sowie anderen Vorrichtungen, wenn der Roboterarm geradlinig horizontal in Maschinenöffnungen hinein- und herausfahren muss und es dabei auf kurze Taktzeiten ankommt.

Weitere Informationen erhalten Sie über die nachfolgende Kennziffer.

HIRATA

314