

南京信息职业技术学院

# 毕业设计论文

作者： 夏厚发          学号： 21632D11

系部： 机电学院

专业： 工业机器人技术

题目： 水平多关节 SCARA 机器人的设计与典型应用

指导教师： 赵海峰

评阅教师： \_\_\_\_\_

完成时间： 2019 年 4 月 27 号

# 毕业设计(论文)中文摘要

(题目)：水平多关节 SCARA 机器人的设计与典型应用

**摘要：**如今，SCARA 机器人因为它的高生产率、高灵活性和高稳定性在电子产品、码垛、搬运、汽车、药业、食品等工业领域被广泛运用，SCARA 机器人可以节省人力物力的同时还节省空间所以成为当下一种最受研究的一门技术。因此，更多的人开始关注和重视它。本文旨在通过研究和分析水平多关节 SCARA 机器人的典型案例和设计，在三轴水平多关节 SCARA 机器人的情景之下，分析 SCARA 机器人的结构设计，在诸多应用中拓展重点研究码垛程序的设计和调试，讲述操作机器人的前期准备、注意事项，最后优化设计出一个完整的程序编写，进一步掌握工业机器人的基本知识和实践技能。

**关键词：**SCARA 机器人 典型应用 程序设计



## 毕业设计(论文)外文摘要

**Title** :Design and Typical Application of Horizontal Multi-Joint SCARA Robot

**Abstract**: Nowadays, because of its high productivity, high flexibility and high stability, SCARA robots widely used in electronic products, palletizing, handling, automotive, pharmaceutical, food and other industrial fields. SCARA robots can save many power and material resources as well as space, SO it has become one of the most studied technologies. Therefore, more and more people begin to pay attention to it. The purpose of this paper is to study and analyze typical cases and designs of horizontal multi-joint SCARA robots. In the case of three-axis horizontal multi-joint SCARA robots, the structural design of SCARA robots is analyzed. In many applications, the design and debugging of palletizing programs are expanded, and the preparations and precautions for the operation of the robots are described. Finally, a complete process is optimized. The basic knowledge and practical skills of industrial robots can be further mastered through the compilation of the program.



**Key words:** SCARA robot Typical response Program design

## 目录

1	绪论.....	1
1.1	水平多关节 SCARA 机器人的背景.....	1
1.2	水平多关节 SCARA 机器人简介.....	2
2	水平多关节 SCARA 机器人典型类型.....	3
2.1	汇川 SCARA 机器人.....	3
2.2	SCARA 机器人典型应用案例.....	4
3	水平多关节 SCARA 机器人设计.....	5
3.1	基本结构设计.....	6
3.2	SCARA 机器人工作干扰区域.....	8
4	SCARA 机器人典型任务.....	9
4.1	常规机器人操作.....	9
4.2	机器人的示教盒注意事项.....	13
4.3	机器人程序调试.....	13
	致谢.....	18



结论.....	19
参考文献.....	20



# 1 绪论

在 1945 年，乔治·德沃尔便发明了一台可编程的机器人，全世界第一台可编程机器人诞生，迄今 74 年。在最初的时候，机器人大多为存储式机器人，机器人在点和点之间运动。在六十年代，一款圆柱坐标形式的机器人在美国 AFM 公司诞生，是世界上最早工业机器人问世的标志。随着机器人产业的发展，在汽车、食品、电子制造等行业应用广泛。当今，随着科技的不断进步，机器人产业蓬勃发展，但是相对于国外还处于发展中。随着机器人行业的流行，很多工业机器人都运用 SCARA 设计方案，水平多关节 SCARA 机器人更是在性能上表现出好的灵活性和结构紧凑性。所以，本文将深入研究水平多关节 SCARA 机器人，从水平多关节 SCARA 机器人的现状去展望其发展趋势，完成典型实训任务，学习和掌握码垛机器人的程序设计和调试。

## 1.1 水平多关节 SCARA 机器人的背景

SCARA 机器人 (Selective Compliance Assembly Robot Arm)，又称为水平多关节机器人。目前比较流行的一款机器人就是 SCARA 机器人，主要职责就是搬运和装配零件。迄今为止，在很多行业比如汽车行业、食品行业、电子产品制造行业都被广泛运用。SCARA 机器人有四个轴，第一二轴表现良好的旋转型，第三四轴表现出多态性，更具所要求改变形态去满足工作的需要。除此之外，前者转动特性好，后者线性移动特性好。如图 1.1 所示。SCARA 机器人由于固定在水平面上，工作在垂直方向上，工作区域局限在一个扇形区域，呈现出一个特定的工作状态。所以短距离表现出响应快、灵敏度。有的 SCARA 机器人类似于 Adept1 型的，它的工作速度就可以高达 10m/s。相对于普通的水平多关节机器人，速度是它们的几倍。



图 1\_1 SCARA 机器人

相对于其他机器人，SCARA 机器人在负载和速度方面优势，所以在很多行业广泛运用，比如在集成电路生产工业中，利用水平多关节 SCARA 机器人来完成对晶元和面板的处理，在插入电子元器件和之后的运输电路板中也被运用。国内主要生产水平多关节机器人的厂家有爱普生、IAI、电装等。

随着水平多关节 SCARA 机器人的飞速发展，许多制造商竞争激烈，抓住高性价比的 SCARA 机器人这一商机，研究开发的同时也促进了国内机器人产业。

## 1.2 水平多关节 SCARA 机器人简介

### 1.2.1 水平多关节机器人的定义

水平多关节机器人也叫选择顺应性装配机器手臂。SCARA 是一种水平多关节机器人，是一种四轴四自由度水平多关节机器人。X, Y, Z 方向的平动自由度和绕 Z 轴的转动自由度。X 和 Y 方向的顺从度好，Z 轴方向的刚度良好。上臂和下臂是两个串联的杆式结构，类似于人的手臂，可以延伸到有限的操作空间，然后再缩回。

Scara 机器人包括手臂、手腕、爪和底座。他们互相配合，很好地完成了机器人的运动。关节决定了两个相邻的连杆对之间的连接，这可以成为一对运动副：一种叫高副，另一种叫低副。当连杆之间发生相对运动时，如果是表面接触，则称为低运动副机构；如果是线接触或点接触，则称为高运动副机构。

### 1.2.2 水平多关节 SCARA 机器人的优点

SCARA 机器人具有负载小、速度快的特点。主要应用于 3C 工业、食品工业等快速分拣、精密装配等领域。SCARA 机器人可以制造各种尺寸，最常见的操作半径从 100 毫米到 1000 毫米不等。这种 SCARA 机器人的净负载在 1 公斤到 200 公斤之间。SCARA 系统在 X 轴和 Y 轴方向都是兼容的，在 Z 轴方向具有良好的刚度。这一特性特别适用于装配工作。例如，圆销插入圆孔中，因此 SCARA 系统用于组装印刷电路板和电子元件。SCARA 机器人的另一个特点是它的两杆串联结构，类似于人的手臂，可以在有限的空间中工作，然后再取回。它适用于移动和放置物体，如集成电路板。

### 1.2.3 水平多关节机器人的作用

#### (1) 适合垂直作业

有许多旋转关节，它们的轴彼此平行，在平面上定位和定向。另一个关节是移动关节，用于完成与平面垂直的端件运动。手腕参考点的位置由两个旋转关节的角位移和移动关节的位移决定。这种机器人结构轻巧，响应速度快。例如，一些特殊的机器人可以高速移动，比一般的关节机器人快几倍。最适合平面定位和垂直装配。

#### (2) 可用于装配工作

该系统在系统方向上具有柔度，在 Z 轴方向具有良好的刚度。这一特性特别适用于装配工作。例如，将圆销插入圆孔中。因此，SCARA 系统首先被广泛用于组装印刷电路板和电子元件。一个高质量的 SCARA 机器人甚至可以用于各种中间和高级装配工作，可以部分或全部更换。人力搬运和组装。

#### (3) 可以搬动取放物件

另一个特点是它的两杆串联结构，类似于人的手臂，可以在有限的空间内工作，然后检索，适合移动和放置物体，如集成电路板。广泛应用于塑料、汽车、电子产品、医药、食品等行业。各种 SCARA 机器人为许多行业带来了新的、方便的处理方法。

这种独特的设计使得四轴机器人非常刚性，因此它们能够胜任高速和高重复性的工作。在包装应用中，四轴机器人擅长高速取放料等材料加工任务。

## 2 水平多关节 SCARA 机器人典型类型

### 2.1 汇川 SCARA 机器人

随着精密柔性生产的发展，工业机器人正经历着革命性的变化。汇川技术代表了中国著名工业机器人的先进技术水平，为工业机器人系统提供了真正安全的核心部件和解决方案。

IRB1000 系列 SCARA 机器人正装系列有 IRB100-3、IRB1000-6、IRB1000-10、IRB1000-20。如图 2.1 所示。

广泛用于上下料、精密装配、搬运、点胶、涂胶、锁螺丝、贴标、插件、分拣等应用场合。属于一种高速、高精、易用水平多关节工业机器人。



图 2\_1IRB1000 系列机器人

IRB1000-6 主要应用于如 3C 电子、电子玩具、通讯设备、家用电器、仪器、螺丝的高效装配、仪表等行业。

IRB300 系列六关节机器人，结构紧凑、轻巧、柔性化高、重复定位精度高、运动速度快，可以广泛应用于装配、分拣、搬运、打磨等领域。

## 2.2 SCARA 机器人典型应用案例

### 2.2.1 食品包装分拣

利用汇川 SCARA (IRS100-6) 和汇通编码器 (EL38S6-2500-E3D5Y3) 再结合镜反射光电传感器，进行食品的包装。

以多代少等效率取代食品包装行业 Delta 机器人的常规应用，传感器形式动态，抓取稳定可靠，大大缩减成本，节省安装空间。

### 2.2.2 3C 电池 PCB 电路板贴合

利用汇川 SCARA600 和 500W 相机组成，实现汇川 SCARA600 和 500W 相机。主要用在锂电行业。

工作效率高，可达 100UPH；贴合精度高，可达 $\pm 0.05\text{mm}$ ；掉电状态下手动移动机器人，仍可保留当前位置参数，无需回原点操作。

### 2.2.3 转子装配

利用汇川 SCARA(IRS100-6)和 INOVISION 结合机器人视觉控制器 (IR VC-C5300-X) 相结合。

转子装配中转轴与磁钢精确定位的上下料、装配前转轴配合面涂胶检测的视觉应用，均采用汇川全套产品解决方案，运作稳定高效（整个周期约 11s，行业要求为 16s）。

### 2.2.4 CG 盖板丝印

将汇川 AM600 PLC 控制器和汇川 SCARA400 与汇川视觉系统结合起来，应用在手机前面板及后盖板丝印段的玻璃上下料。

针对转盘式丝印机可提供整套解决方案，产品统一，便于维护；基于 AM600 控制器组网，易编程；EtherCAT 的伺服运动控制，易接线，节省调试周期；运作高效，边框丝印可达 1500UPH，满盘丝印可达 1200UPH；丝印机精度高，无视觉系统可达 $\pm 0.04\text{mm}$ ，带视觉系统可达 $\pm 0.02\text{mm}$ ；兼容性好，根据上料位结构设计，可兼容多种规格尺寸玻璃。

### 2.2.5 通信功率模块组装

在通行行业，通过汇川 SCARA600 和 500W 相机相结合的机器人，柯应用于 5G 通信基站功率模块。

优势：（1）高效率，可达 260UPH（4 个产品组合+3 个螺丝锁附）

（2）多夹具组合，工具末端快速标定，双相机快速标定

（3）机器人二次开发平台做夹具控制，与 RC 系统高效交互、协控

### 2.2.6 螺丝锁附

通过汇川 SCARA600 和 500W 相机相结合的机器人，在 3C 行业，应用于汽车控制器底板（M3\*10）。

优势：（1）高效率，UPH 可达 2250，锁附成功率可达 $\pm 99.97\%$

(2) 锁附界面支持 HMI 及 PC，运动结构与锁附工艺高度集成，实现锁附数据上传

(3) 支持滑牙，可在线设置拧螺丝工艺

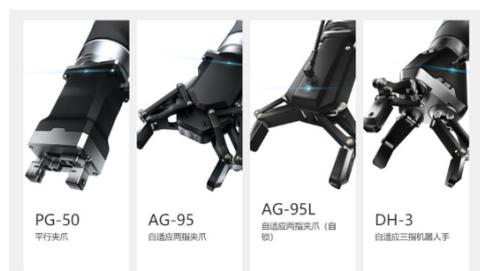
### 3 水平多关节 SCARA 机器人设计

本文就一个微型的三自由度的 SCARA 工业机器人的结构进行分析设计，从而优化机器人结构设计。

#### 3.1 基本结构设计

##### 3.1.1 末端操作器设计

末端执行器（如图）是机器人手部的重要组成部分，是机器人的关键部件。主要用于识别和抓取物体。正是由于机器人的存在，机器人才能根据计算机发出的“命令”执行相应的动作。机器人的末端执行器不仅是一种命令执行机构，而且是一种识别功能。机器人的末端执行器通常由方形手掌和打结的手指组成。机器人的末端执行器主要包括夹紧式送料机、吸附式送料机、专用机械手和转换器、仿生多指灵巧手。



如图 3\_1 末端执行器

夹持式收料手与手型收料手相似，是工业机器人广泛使用的一种手型。它一般由指（爪）和驱动机构、传动机构和连接支撑元件组成。它可以通过爪的开闭动作夹紧物体。吸附式取料机适用于大平面（单面接触不能抓握）、易碎、小型物体。机器人是一种通用的自动化设备，能根据操作需要完成各种动作，并具有各种特殊的末端执行器，即专用操作器和转换器，能完成各种动作。仿生多指灵巧手是最完美的机械爪和手腕。仿生多指灵巧手有多个手指，每个手指有三个旋转关节，每个关节的自由度是独立控制的。因此，它可以模仿几乎所有可以用手指完成的复杂动作。由于夹持式取料机与人的手相似，可以通过夹持器的开闭动作来夹持物体，因此在机器人设计过程中选择了夹持式取料机。

### 3.1.2 手臂设计

机械手（如图 3.2 所示）是应急机器人执行机构的重要组成部分。其功能是将捕获的工件传送到给定位置。因此，一般机器人的手臂有三个自由度，即手臂的伸缩、左右旋转和升降（或俯仰）运动。臂的旋转和提升由机座的立柱实现，立柱的横向移动是臂的横向移动。

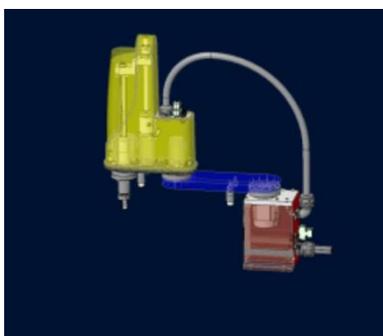


图 3\_2 手臂

手臂的各种运动通常由驱动机构和各种传动机构实现，因此它不仅能承受被抓取工件的质量，而且能承受末端执行器、手腕和手臂本身的重量。机器人的结构、工作范围、柔性、握力大小（臂力）和定位精度直接影响机器人的性能。

### 3.1.3 手腕的设计

机器人的手腕(如图 3.3)是连接末端执行器和手臂的组件。其作用是调整或改变工作方向。因此，使机器人末端执行器适应复杂的动作要求具有独立的自由

度。工业机器人通常需要六个自由度来达到所需的手的位置和位置。机器人手腕主要用于确定被抓物体的姿态。三自由度多关节机构一般由旋转关节和摆动关节组成。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。

如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/187041124136006120>