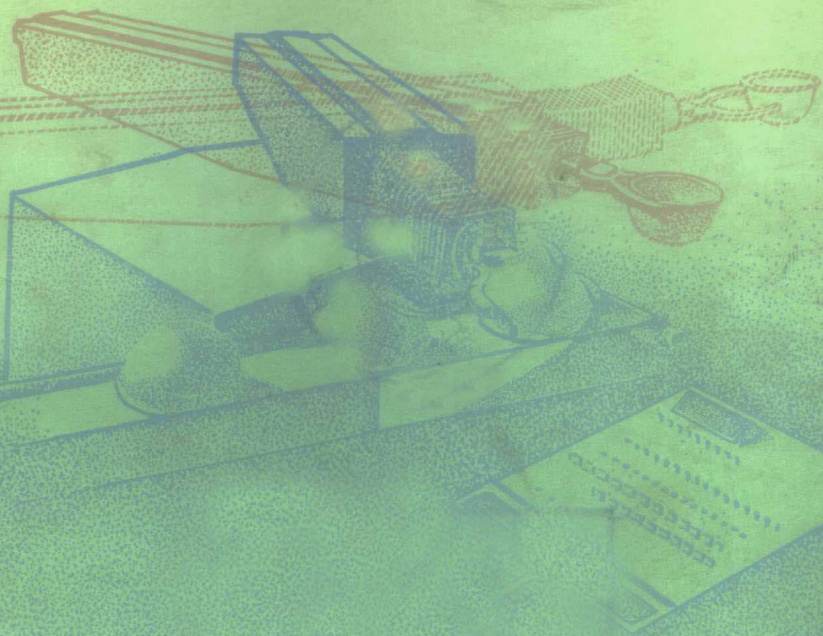


# 工业机械手

\* 上册 \*

——机械结构

《工业机械手》编写组



上海科学技术出版社

G  
O  
N  
G  
Y  
E  
  
J  
I  
X  
I  
E  
S  
H

# 工业机械手

(上册)

## 机械结构

《工业机械手》编写组

---

上海科学技术出版社

## 内 容 提 要

本书共八章,分上、下两册。上册主要分析工业机械手的手部、腕部、臂部和机身的机械结构,介绍各部结构的基本原理与应用。

内容力求通俗易懂,图文并茂。可供有关制造、使用和从事工业机械手的工人、干部和技术人员参考。

## 工 业 机 械 手

(上 册)

### 机 械 结 构

《工业机械手》编写组

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路 450 号)

新华书店上海发行所发行 上海市印刷四厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 7.5 插页 1 字数 164,000

1978 年 12 月第 1 版 1978 年 12 月第 1 次印刷

印数 1—60,000

书号: 15119·1952 定价: 0.64 元

## 前 言

工业机械手是工业生产中一种较新的技术装备，它能模仿人体上肢的某些动作，在生产过程中起传递工件或操作工具的作用。工业生产中应用机械手，有利于改善工人劳动条件，降低工人操作劳动强度，提高劳动生产率，保证产品质量，实现生产自动化。

为了响应英明领袖华主席的号召，尽快实现伟大领袖和导师毛主席与敬爱的周总理关于在本世纪内实现四个现代化的遗愿，我们编写了《工业机械手》一书。全书共八章，分上、下两册，分别叙述工业机械手的基本原理与应用。上册着重分析机械手的手部、腕部和臂部的机械结构；下册介绍机械手的液压和气压驱动以及电气控制，并附机械手的设计实例。本书可供有关制造、使用和从事工业机械手的工人、干部和技术人员参考。

本书编写组由上海电动工具研究所、郑州工学院、上海市业余工业大学、上海市轻工业局七·二一工人大学、上海市机械制造工艺研究所、上海柴油机厂、上海汽车配件二厂、上海无线电九厂等单位有关同志组成。上海电动工具研究所负责主编。最后，由上海电动工具研究所、郑州工学院、上海市业余工业大学、上海市轻工业局七·二一工人大学等单位会同定稿。

本书在编写过程中，得到上海市科学技术协会的大力支持，此外还得到了其他单位的帮助，我们在此一并表示感谢。

由于我们水平有限,书中有错误与不当之处,请同志们批评指正。

本书编写组

1978年2月

# 目 录

## 第 1 章 工业机械手及其应用

第一节 概述 .....	1
一、引言 .....	1
二、工业机械手在生产中的应用 .....	2
第二节 工业机械手的组成、分类和运动 .....	15
一、工业机械手的组成 .....	15
二、工业机械手的运动 .....	17
三、工业机械手的分类 .....	27
第三节 工业机械手的技术参数 .....	31
一、提取重量 .....	31
二、活动度 .....	32
三、运动行程 .....	32
四、运动速度 .....	33
五、位置精度 .....	34
六、程序编制及存储容量 .....	34
第四节 工业机械手的发展趋向 .....	34
一、扩大机械手的应用范围 .....	35
二、实现组合式结构 .....	35
三、改善机械手的工作性能 .....	36
四、研制多功能机械手 .....	36

## 第 2 章 手 部

第一节 概述 .....	38
--------------	----

<b>第二节 夹钳式手部</b> .....	<b>40</b>
一、简介.....	40
二、手指.....	47
三、传动机构.....	51
四、驱动装置和夹紧力的确定.....	80
五、手指的夹持误差.....	89
<b>第三节 钩托式和弹簧式手部</b> .....	<b>97</b>
一、钩托式手部.....	97
二、弹簧式手部.....	101
<b>第四节 气吸式手部</b> .....	<b>102</b>
一、简介.....	102
二、挤气式.....	107
三、喷吸式.....	109
四、真空式.....	111
五、气吸薄片工件的分片问题.....	113
<b>第五节 磁吸式手部</b> .....	<b>115</b>
一、简介.....	115
二、直流电磁铁设计.....	120

### 第 3 章 腕 部

<b>第一节 概述</b> .....	<b>129</b>
一、腕部的作用.....	129
二、腕部设计应注意事项.....	129
三、腕部的运动.....	130
<b>第二节 腕部的结构</b> .....	<b>139</b>
一、油(气)缸驱动的腕部结构.....	139
二、机械传动的腕部结构.....	147
三、平移运动的腕部结构.....	153

## 第4章 臂部和机身

第一节 概述 .....	157
一、臂部和机身的作用 .....	157
二、臂部和机身设计应注意的问题 .....	158
第二节 臂部和机身的配置形式 .....	170
一、横梁式 .....	171
二、立柱式 .....	176
三、机座式 .....	178
四、屈伸式 .....	183
第三节 臂部结构 .....	185
一、油(气)缸驱动的伸缩型臂部结构 .....	185
二、机械传动和直线电机驱动的伸缩型臂部结构 .....	195
三、转动伸缩型臂部结构 .....	201
四、屈伸型臂部结构 .....	204
五、其他机械传动的臂部结构 .....	205
第四节 机身结构 .....	211
一、回转型机身结构 .....	212
二、俯仰型机身结构 .....	223
三、直移型机身结构 .....	228



# 第 1 章

## 工业机械手及其应用

### 第一节 概 述

#### 一、引言

在英明领袖华主席抓纲治国战略决策的指引下，在深入开展的工业学大庆和技术革新、技术革命的群众运动中，广大工人、干部和技术人员高举毛主席的伟大旗帜，破除迷信，解放思想，群策群力，不断创制了许多工业机械手，广泛应用于工业生产的各个部门。

工业机械手是工业生产发展中的必然产物。它是一种模仿人体上肢的部分功能，按照预定要求输送工件或握持工具进行操作的自动化技术装备。这种新颖技术装备的出现和应用，对实现工业生产自动化，推动工业生产的进一步发展起着重要作用，因而具有强大的生命力，受到人们的广泛重视和欢迎。

工业生产上应用的机械手，由于使用场合和工作要求的不同，其结构型式亦各不相同，技术复杂程度也有很大差别。但它们都有类似人的手臂、手腕和手的部分动作及功能，一般都能按预定程序，自动地、重复循环地进行工作。此外，还有些非自动化的装备，具有与人体上肢类似的部分动作，结构上与工业机械手是一致的，亦可归属于工业机械手的范畴。例如，早期就有一种由人直接用绳索牵引进行操作的随动机械

手和近期发展起来的由人工进行操纵的机械手(如平衡吊), 以及一些就近按钮控制或遥控的非全自动的单循环的机械手等。

实践证明: 工业机械手可以代替人手的繁重劳动, 显著减轻工人的劳动强度, 改善劳动条件, 提高劳动生产率和生产自动化水平。工业生产中经常出现的笨重工件的搬运和长期、频繁、单调的操作, 采用机械手是有效的; 此外, 它能在高温、低温、深水、宇宙、放射性和其他有毒、污染环境条件下进行操作, 更显示其优越性, 有着广阔的发展前途。

## 二、工业机械手在生产中的应用

机械手在工业生产中的应用, 几乎遍及各行各业。归纳起来, 大致有如下几个方面:

### (一) 配合单机实现自动化

生产上出现的许多高效专用加工设备(如各种专用机床等), 如果工件的装卸等辅助作业, 继续由人工操作, 不仅会增加工人劳动强度, 同时亦不能充分发挥专用设备的效能, 必然会影响劳动生产率的提高。若采用机械手代替人工上、下料, 则可改变上述不相适应的情况, 实现单机自动化生产, 并为实现多机床看管提供了条件。

图 1-1 为一种自动车床及其上下料机械手。图示机械手有两个手臂, 可同时升降并在水平面内一起作  $90^\circ$  回转运动, 其中一个手臂用于上料, 另一个手臂用于下料; 装在手臂前端的手, 可作夹紧或松开工件的开闭动作。机械手工作时, 通过手臂的升降、回转和手的开闭, 上料手可以完成从上料架上提取待加工的工件并安装到车床上; 同时, 下料手则将车床上已加工好的工件卸下并送到下料架上。整个动作程序周而复始

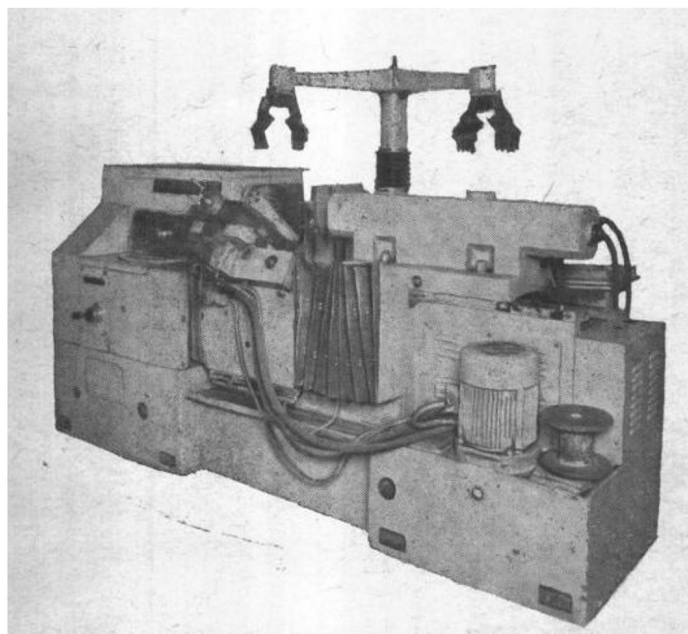


图 1-1 自动车床及其机械手

地自动循环,实现了单机自动化生产。

图 1-2 为一种冲压机械手。自动冲床是操作动作频繁、重复、生产节拍很快的机床,人工上下料容易发生事故。若在冲床上配置上下料机械手代替人工操作,则可防止工伤事故,提高生产效率,实现冲压过程自动化。

图 1-3 为注塑机及其取料机械手。注塑机本身是自动循环工作的,唯下料尚须人工操作,尽管这类工件轻小,可是这种工作简单重复,极易疲劳。装上机械手后,则可实现加工过程的全部自动化。机械手工作时,手臂水平前伸并下降,到达预定位置提取工件,然后手臂上升将工件从模中取出,再缩回、回转,放下工件,最后手臂反向回转复位。这样,可实现多

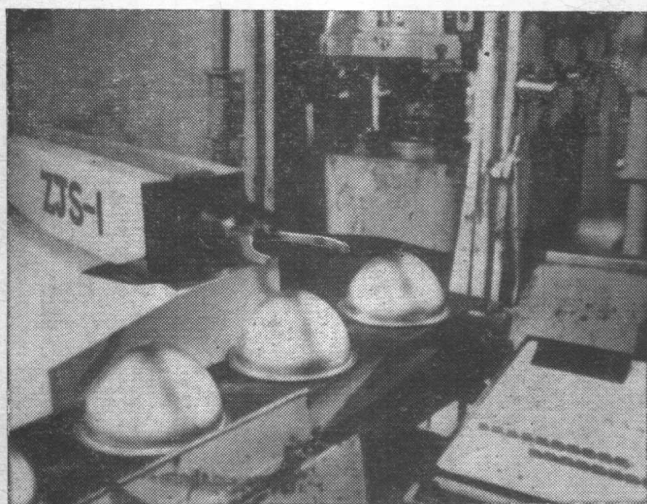


图 1-2 冲压用机械手

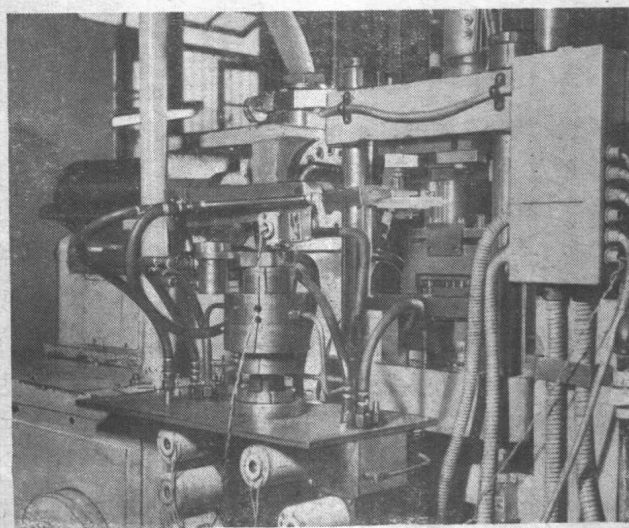


图 1-3 注塑机及其机械手

机床看管,解放劳动力。

## (二)组成自动生产线

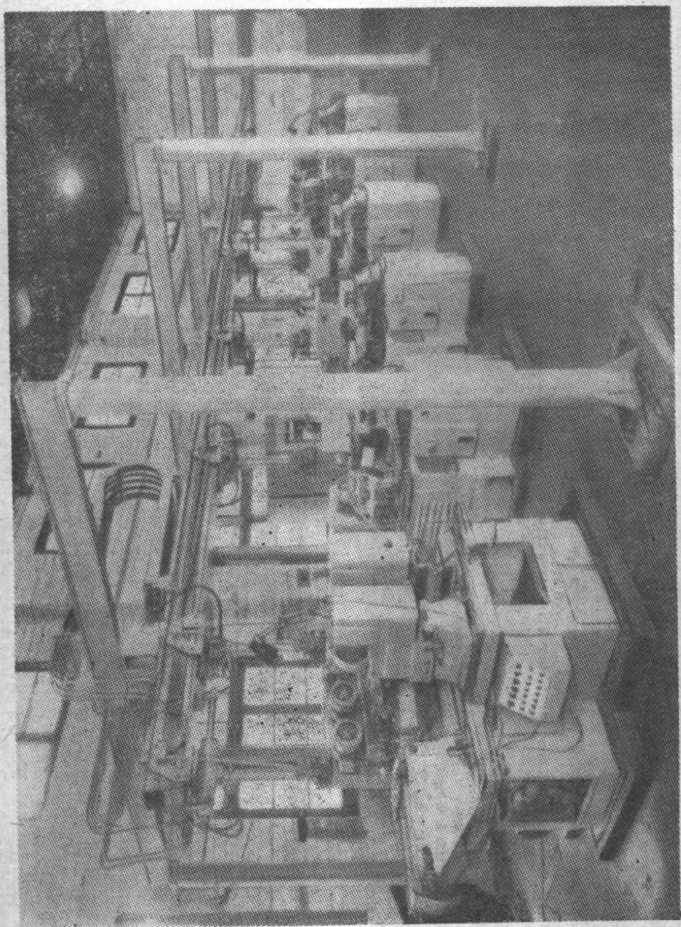
在单机自动化的基础上,若采用机械手自动装卸和输送工件,可使一些单机连接成自动生产线。目前在轴类和盘类工件的生产线上,采用机械手来实现自动化生产尤为广泛。

图 1-4 为轴类加工自动生产线及其上下料机械手。如图所示,整个自动线由六台专用自动机床组成,在机床上方的轨道上并列悬挂着机械手的七个手臂,这种悬挂式机械手臂的动作均为直线运动,用它来完成上下料和工件在工位间的传送。各工位加工完毕时,所有手臂同时下伸取料,然后缩回并沿轨道同步地移动一个工位间的距离,再将工件放在夹具上(上料),最后复位。整个过程自动循环,实现了轴类加工的全线自动化生产。

图 1-5 为盘类加工自动生产线及其机械手,这是一条柔性连接的自动生产线,由自动化单机、机械手和料道组成。工件的上下料及工位间的传送是由一个双臂回转的机械手同料道一起完成的。这样机械手的结构相应较简单。

图 1-6 为齿轮加工机床的上下料机械手。本来齿轮加工机床是自动化程度比较高的机床,除了上下料外基本上实现了加工过程自动化。该机械手配合直线排列的若干台滚齿机组成自动生产线,可进一步提高自动化程度。图示的一台双臂机械手分别承担上下料任务。

图 1-7 为钢针抛光自动线及其机械手。这条自动线由四台相同的机械手配合四台抛光机组成,用于钢针的两头进行粗、精抛光,这是机械手直接夹持工件进行操作的实例。这种机械手可同时夹持几十根钢针。工作时,第一台机械手从料台上取料后,向右回转  $90^\circ$ ,对着抛光轮,手臂作俯仰运动,



(a)

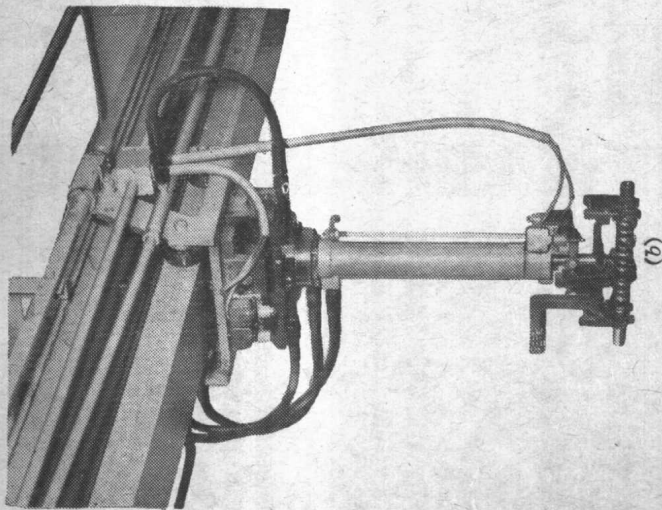
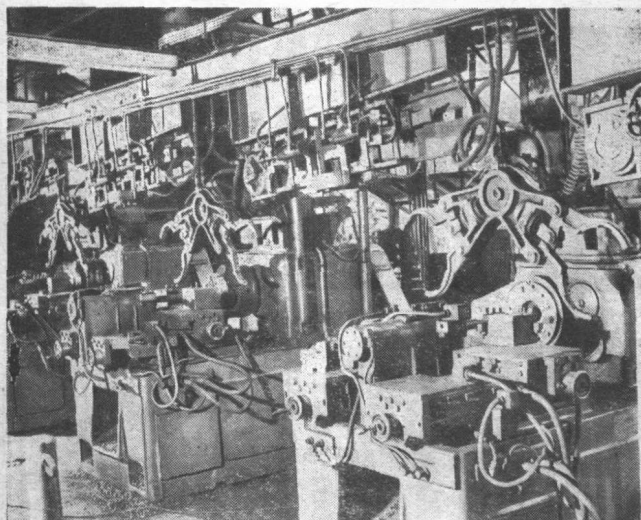
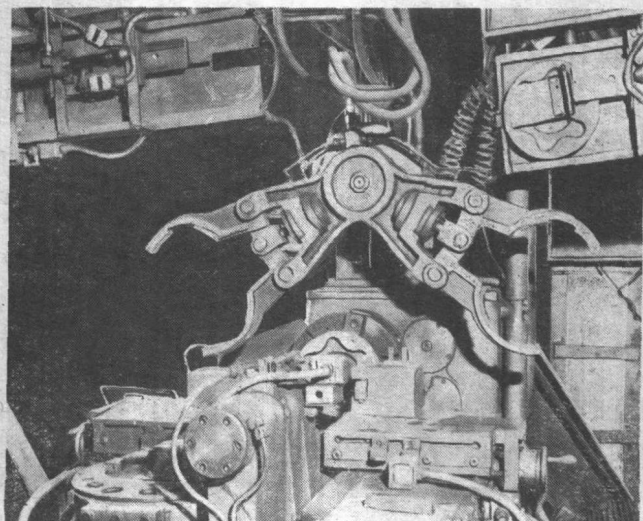


图 1-4 轴类加工自动生产线及其机械手  
a—轴类加工自动生产线；b—机械手





(a)



(b)

图 1-5 盘类加工自动生产线及其机械手  
a—盘类加工自动生产线；b—机械手



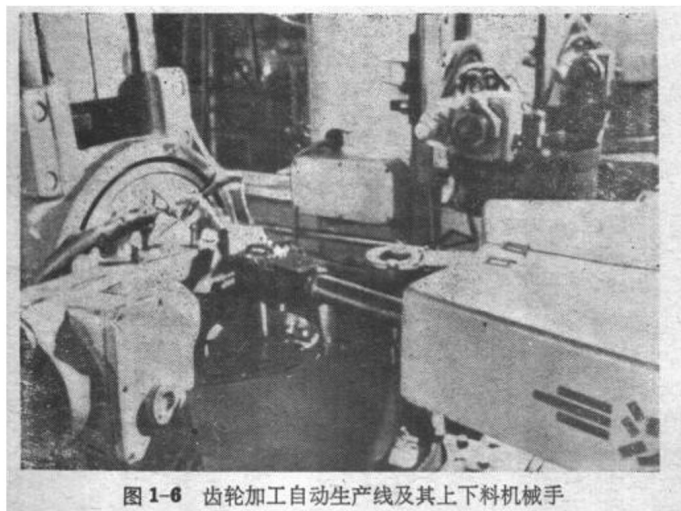


图 1-6 齿轮加工自动生产线及其上下料机械手

进行钢针的单面粗抛光；继而手腕转动  $180^\circ$  使钢针翻身，手臂再作俯仰运动，对另一面进行粗抛光；然后手臂继续向右回转  $90^\circ$ ，将工件交给第二台机械手对另一头进行粗抛光；接着依次将工件传给第三、第四台机械手进行精抛光。使用这种自动线，不仅使劳动强度大为减轻，还可节省劳动力，提高生产效率，并保证了产品质量。

图 1-8 所示为玻璃杯套色印花自动线及其机械手。由于印花玻璃杯需要经过多次套色，要求在一次装夹条件下完成多次套色，故自动线采用多臂机械手配合多个套色印花装置，使生产过程实现自动化，机械手绕固定轴连续回转，手臂在圆周上均布，每个手臂均有一只吸盘，每只吸盘可吸取一只玻璃杯，各臂在同步回转的同时，还可分别作俯仰运动，并在经过各个套色印花工位时，各手臂还可带动工件旋转，使杯的外表面都能按需要印上要求的图案。各臂从吸取玻璃杯，经各工位套色印花，至放下印好花的杯子，全是在一次吸持下，连续