

GONGYE
JIXIESHOU
TUCE

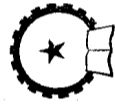


工业机械手图册

机械工业出版社

工业机械手图册

《工业机械手图册》编写组 编



机械工业出版社

本图册由《工业机械手图册》编写组在北京、天津、上海、辽宁、吉林等地调查研究，搜集了第一机械工业部等所属工厂的工业机械手革新资料，经推荐选编而成。内容包括工业机械手概述、十种工业机械手、工业机械手部分机械结构和附录等四部分。可供设计工业机械手的工人、技术人员参考。

工业机械手图册

《工业机械手图册》编写组 编

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)
(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092¹/₈·印张 17¹/₂·字数 418 千字
1978年9月北京第一版·1978年9月北京第一次印刷
印数 00,001—65,000·定价1.50元

*

统一书号: 15033·4560

前

言

当前，全国军民在党的十一大精神的鼓舞下，精神振奋，决心为实现四个现代化的宏伟目标而努力奋斗。

作为四个现代化之一的工业现代化，其重要内容之一，就是生产过程的自动化。而工业机械手，则是实现生产过程自动化的重要手段之一。

工业机械手的用途十分广泛，它对于实现生产过程自动化，提高劳动生产率，减轻工人的劳动强度，保证工人的安全都具有重要意义，尤其对于那些有毒、危险、多粉尘、深水作业和放射性等恶劣环境和条件下的作业，使用工业机械手更具有显著的优越性。因此，工业机械手一出现就引起人们的重视。目前已在机械加工、铸造、锻造、冲压生产和某些操作作业中得到比较广泛的应用。在热处理、焊接、涂漆和装配等生产中也开始研制和应用。随着机械工业的发展，工业机械手的应用范围将越来越广。

为了进一步普及与推广工业机械手技术，一九七六年初，由第一机械工业部工业机械手行业组及有关单位组成了《工业机械手图册》编写组。通过广泛的调查，搜集了近几年来技术革新、技改群众运动中研制成功的，经过生产考验确实好用的工业机械手，结合各地推荐，最

后选取了十种工业机械手和部分机械结构，汇编成本图册。

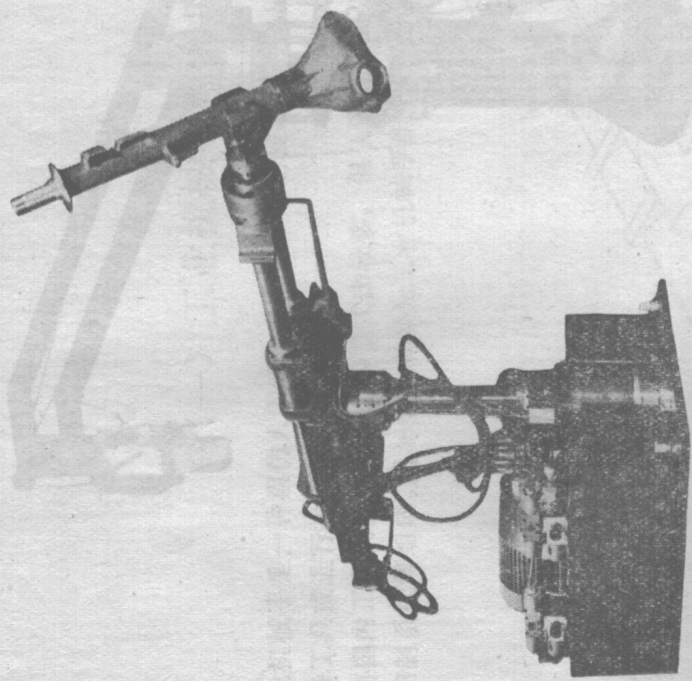
本图册在选编过程中，基本上以各地提供的蓝图和资料为基础，在提供单位的协助和支持下，对其中某些视图和文稿，作了必要的修改，但对原有机械结构均未改动。

工业机械手技术在我国的发展还刚刚开始，编写《工业机械手图册》还是初次尝试。收入本图册的项目，涉及地区和行业的面还不够广泛，加以我们政治思想、业务水平不高，时间仓促，图册中一定会有不少缺点和错误，对此诚恳希望读者批评指正。

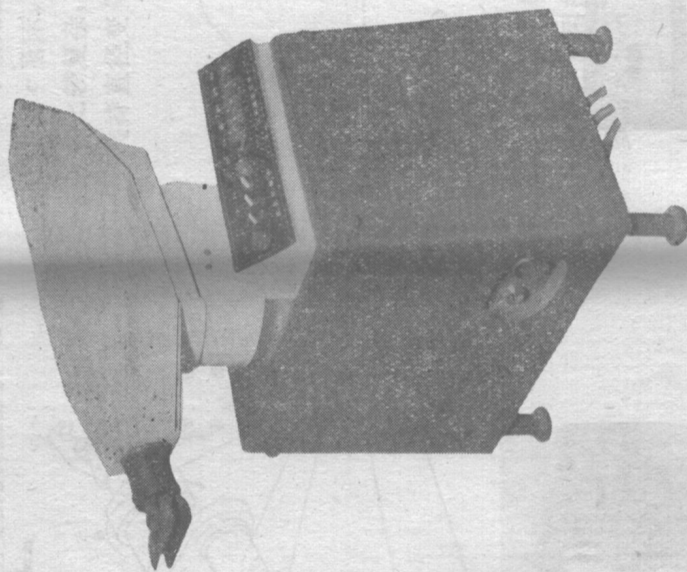
参加本图册编写工作的主编单位有：天津大学、吉林工业大学和第一机械工业部机械研究院机械工业自动化研究所；编委单位有：长春第一汽车制造厂、北京市机械研究所、天津市机械研究所、上海电动工具研究所、大连组合机床研究所、第一机械工业部洛阳设计院、第一机械工业部技术情报所、哈尔滨工业大学等。

在编写本图册期间，曾得到吉林机械工业设计研究所等单位的热情支持和帮助，在此谨致谢意。

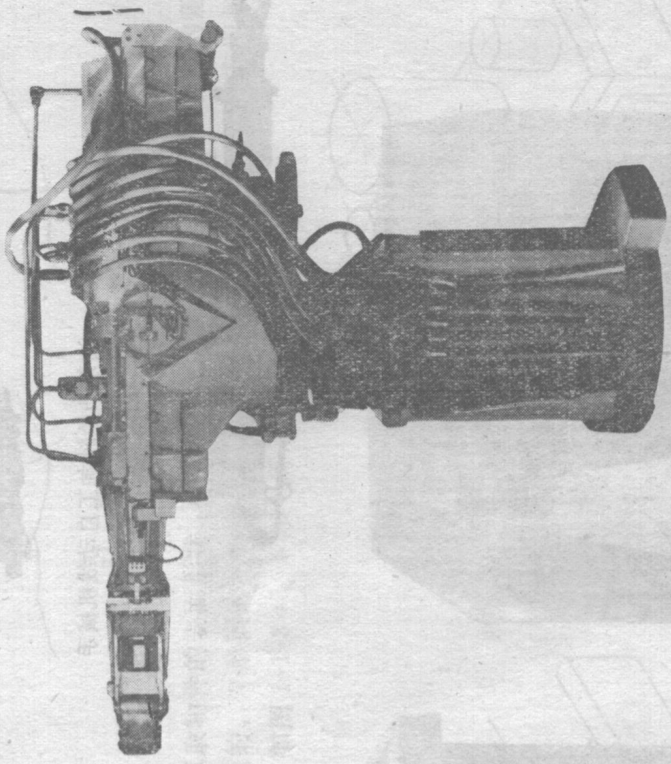
《工业机械手图册》编写组



程控通用机械手



缝纫机针抛光自动线机械手

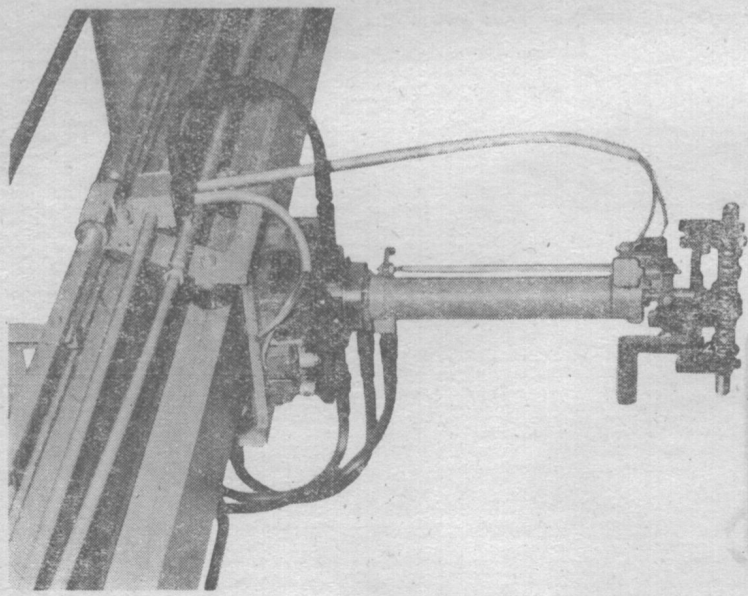


立式精锻机自动上料机械手

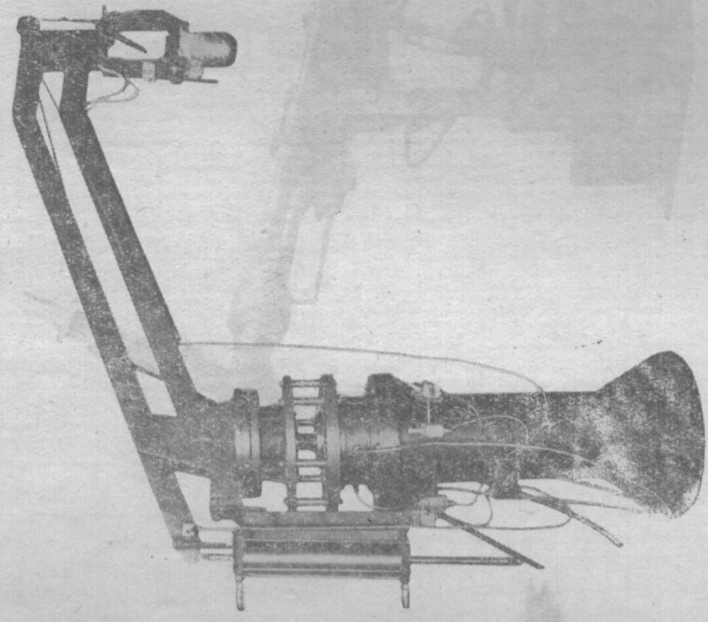
平煤集团机械部

平煤集团机械部

平煤集团机械部



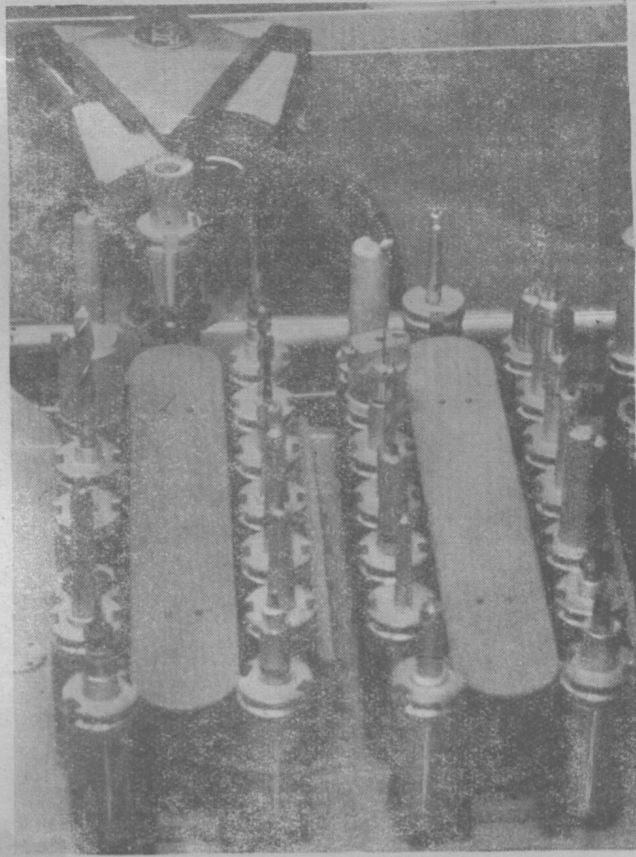
油泵凸轮轴加工自动线机械手



630吨压机自动浇铸机械手



气动通用机械手



数控卧式镗铣床自动换刀机械手

目 录

| | |
|--------------------|-----|
| 前 言 | 114 |
| 一、工业机械手概述 | 1 |
| (一) 工业机械手的组成 | 1 |
| (二) 工业机械手的分类 | 3 |
| (三) 工业机械手的自由度及座标型式 | 3 |
| (四) 工业机械手的规格参数 | 4 |
| 二、十种工业机械手 | 5 |
| (一) 油泵凸轮轴加工自动线机械手 | 5 |
| (二) 电动机座加工自动线卸料机械手 | 17 |
| (三) 数控卧式镗铣床自动换刀机械手 | 26 |
| (四) 立式精锻机自动上料机械手 | 35 |
| (五) 气动通用机械手 | 50 |
| (六) 60吨冲床上料机械手 | 69 |
| (七) 多工位冲床专用机械手 | 73 |
| (八) 程控通用机械手 | 80 |
| (九) 630吨压铸机自动浇铸机械手 | 95 |
| (十) 缝纫机针抛光自动线机械手 | 99 |
| 三、工业机械手部分机械结构 | 112 |
| (一) 手臂等部分结构 | 112 |
| 1. 注塑机下料机械手臂 | 112 |
| 2. C 615车床上料机械手 | 113 |
| 3. 摩擦压力机模锻出模机械手 | 114 |
| 4. 10吨锤装卸料机械手 | 115 |
| 5. 冲床上料机械手 | 116 |
| 6. 车床上下料机械手 | 117 |
| 7. 摇臂式气动卸料机械手 | 118 |
| 8. 仿形车床上(或下)料机械手 | 119 |
| 9. 冷挤齿轮机床上下料机械手 | 120 |
| (二) 夹持式及吸附式手部结构 | 123 |
| 1. 滑槽杠杆外夹式手部 | 123 |
| 2. 弹簧外夹式手部 | 124 |
| 3. 簧片外夹式手部 | 124 |
| 4. 弹簧内撑式手部 | 125 |
| 5. 弹簧外夹式手部 | 125 |
| 6. 三指回转型外夹式手部 | 126 |
| 7. 单指平移型外夹式手部 | 126 |
| 8. 两指平移型外夹式手部 | 127 |
| 9. 重力外夹式手部 | 128 |
| 10. 气流负压吸盘吸附式手部 | 129 |
| 11. 真空吸盘吸附式手部 | 130 |
| 12. 电磁吸盘吸附式手部 | 131 |
| 四、附录 夹持式手部驱动力计算 | 132 |
| (一) 理论驱动力的计算 | 132 |
| (二) 实际驱动力的计算 | 132 |

传力机构型式较多,常用的有:滑槽杠杆式、连杆杠杆式、斜楔杠杆式、齿轮齿条式、丝杠螺母式、弹簧式和重力式等,其具体结构见十种工业机械手和工业机械手部分机械结构有关内容。

吸附式手部有负压吸盘和电磁吸盘两类。

对于轻小片状零件、光滑薄板材料等,通常用负压吸盘(如图1-1-4 a所示)吸料。造成负压的方式有气流负压式和真空泵式。

对于导磁性的环类和带孔的盘类零件,以及有网孔状的板料等,通常用电磁吸盘(如图1-1-4 b所示)吸料。电磁吸盘的吸力由直流电磁铁和交流电磁铁产生。

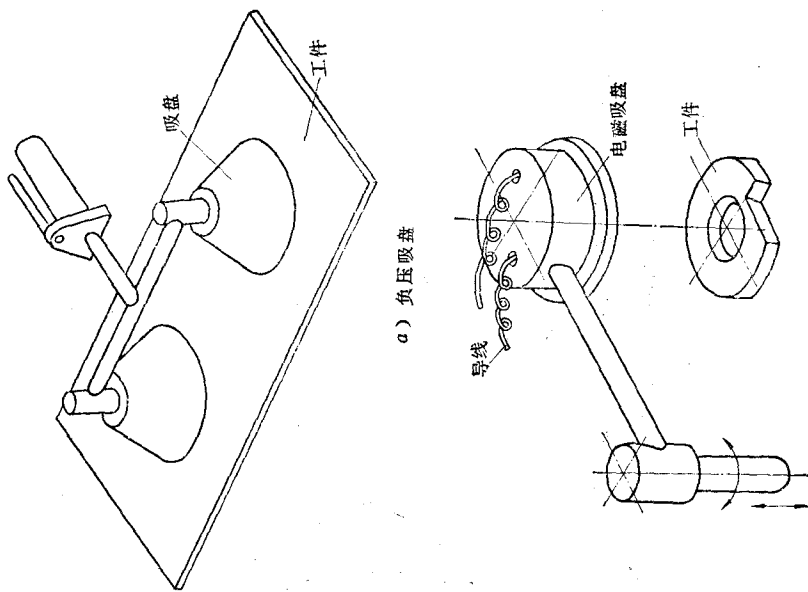


图1-1-4 吸附式手部示意图

用负压吸盘和电磁吸盘吸料,其吸盘的形状、数量、吸附力大小,根据被吸附的物件形状、尺寸和重量大小而定。

此外,根据特殊需要,手部还有勺式(如浇铸机械手的浇包部分)、托式(如冷挤齿轮机床上下料机械手的手部)等型式。

(2) 手腕 是连接手部和手臂的部件,并可用来调整被抓取物件的方位(即姿势)。如图1-1-5所示,它可以有上下摆动、左右摆动和绕自身轴线的回转三个运动,如有特殊要求(将轴类零件放在顶尖上,将筒类、盘类零件卡在卡盘上等),手腕还可以有一个小距离的横移。也有的工业机械手没有手腕。

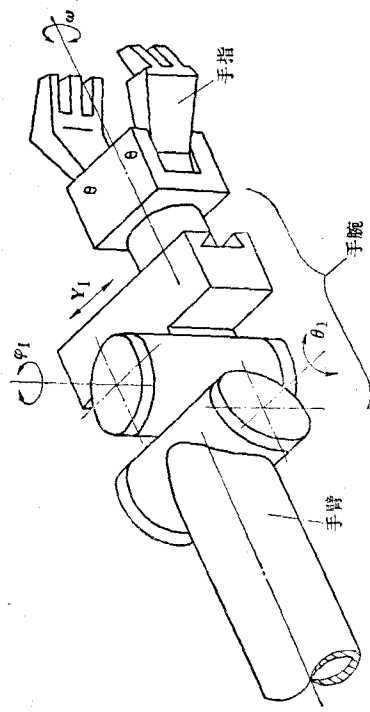


图1-1-5 手腕运动和结构示意图

①—绕自身轴线回转 ϕ_1 —左右摆动 θ_1 —上下摆动 Y_1 —小距离横移

(3) 手臂 手臂是支承被抓物件、手部、手腕的重要部件。手臂的作用是带动手指去抓取物件,并按预定要求将其搬运到设定的位置。

工业机械手的手臂通常由驱动手臂运动的部件(如油缸、气缸、齿轮齿条机构、连杆机构、螺旋机构和凸轮机构等)与驱动源(如液压、气压或电机等)相配合,以实现手臂的各種运动。

手臂可能实现的运动如下:

| | | |
|------|------------------|--------------------------|
| 手臂运动 | 基本运动 | 直线运动: 如伸缩、升降、横移运动。 |
| | | 回转运动: 如水平回转、上下摆动(即俯仰)运动。 |
| 复合运动 | 两直线运动的组合(即螺旋运动)。 | 直线运动与回转运动的组合(即螺旋运动)。 |
| | | 两回转运动的组合(即空间曲面运动)。 |

手臂在进行伸缩或升降运动时,为了防止绕其轴线的转动,都需要有导向装置(见图1-1-1),以保证手指按正确方向运动。此外,导向装置还能承担手臂所受的弯曲力矩和扭转力矩以及手臂作回转运动时在启动、制动瞬间所产生的惯性力矩,使运动部件受力状态简单。

导向装置结构型式,常用的有:单圆柱、双圆柱、四圆柱和V形槽、燕尾槽等导向型式。

(4) 行走机构 当工业机械手需要完成较远距离的操作时,可在机座上安装滚轮、轨道等行走机构,以实现工业机械手的整机运动。

2. 驱动系统

驱动系统是驱动工业机械手执行机构运动的动力装置。通常由动力源、控制调节装置和辅助装置组成。

3. 控制系统

它是支配着工业机械手按规定的要求运动的系统。目前工业机械手的控制系统一般由程序控制系统和电气定位(或机械挡块定位)系统组成。

(二) 工业机械手的分类

工业机械手的种类很多，关于分类的问题，目前在国内尚无统一的分类标准，在此暂按使用范围、驱动方式和控制系统等进行分类。

| 按使用范围 | 按驱动方式 | 按控制系统 |
|---|--|---|
| <p>专用机械手： 一般附属于工作机器设备，动作程序固定，驱动系统和控制系统可以独立，亦可附属于工作机器设备。</p> <p>通用机械手： 独立工作的自动化机械装置。在规格性能范围内，其动作程序是可变的，通过调整可在不同场合使用，驱动系统和控制系统是独立的。</p> | <p>液压机械手： 输出力大，传动平稳。如采用电液伺服机构，可实现连续轨迹控制。液压系统的密封要求严格，油温对油的粘度影响较大。</p> <p>气压机械手： 气源方便，输出力小，气压传动速度快，结构简单，成本低。但工作不太稳定，冲击大，在同样抓重条件下它比液压机械手的结构大。</p> <p>电动机械手： 直接用直线电机、功率步进电机和具有特殊结构的感应电动机等来驱动，动力源简单，不需要能量转换机构，维护使用方便。目前这种工业机械手尚在发展中。</p> | <p>机械式机械手： 由工作机械带动机械手运动，工作可靠，动作频率高，结构简单，成本低。但动作固定不可变。</p> <p>点位控制： 只能控制工业机械手运动的几个点的位置，运动轨迹不受控制。目前使用的专用和通用工业机械手均属于此类。</p> <p>连续控制： 工业机械手按给定的速度沿给定的线路(轨迹)实现平稳准确的运动。特点是设定点是无限的，整个运动过程都要处在控制之下。这类工业机械手一般采用小型计算机进行控制。</p> |

工业机械手

(三) 工业机械手的自由度及座标型式

1. 工业机械手的自由度

所谓工业机械手的自由度就是整机、手臂和手腕相对于固定座标所具有的独立运动。有几个独立运动就有几个自由度。手指的抓取动作或吸盘的吸放动作不计在自由度数目内。

工业机械手自由度的多少，决定着工业机械手动作多样化的程度。一般为了确定被抓取对象在空间的位置和方位(即姿势)，需要有六个自由度，即沿空间座标轴的三个移动和绕三个轴的转动，但实际上由于有些工件或工具有对称性或放置状态一定，往往并不需要工业机械手都具有六个自由度。

工业机械手的自由度越多，它的动作越灵活，应用越广，但同时也使控制系统和机械

结构越复杂，定位精度难以保证，整机的造价高，自重。所以，在设计工业机械手时，应按生产实际需要选用最少的自由度。目前国内现有的工业机械手的自由度数目多数为2~5个。

2. 工业机械手臂的座标型式

按照工业机械手臂所具有的运动及其组合情况，若以座标型式表示可分为下述四种：

(1) 直角座标式 如图1-2-1所示。手臂的运动是由三个直线运动组合而成的。图册中凸轮轴加工自动线上用的送料机械手就是直角座标式悬挂型的。

(2) 圆柱座标式 如图1-2-2所示。手臂的运动是由两个直线运动和一个回转运动组合而成的。如图册中立式精锻机自动上料机械手和程控通用机械手等。

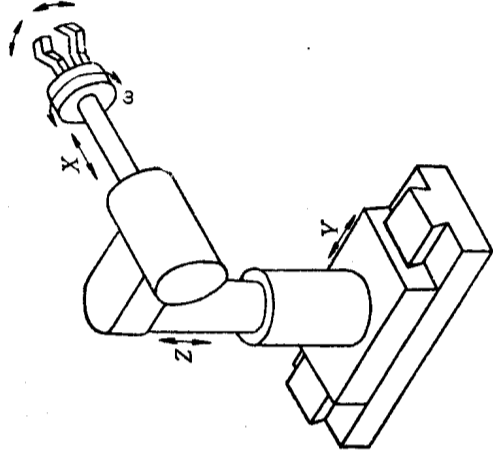


图1-2-1 直角座标式

手臂运动：X—伸缩，Y—横移；Z—升降。

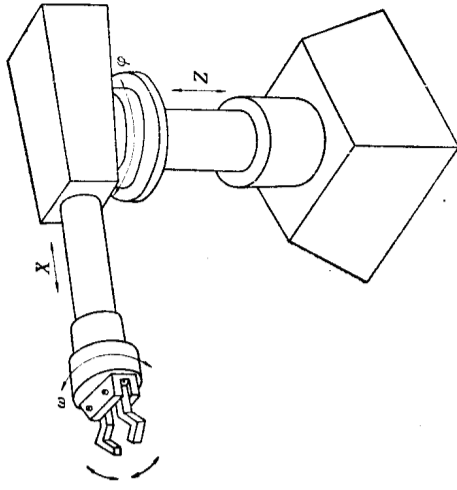


图1-2-2 圆柱座标式

手臂运动：φ—水平回转

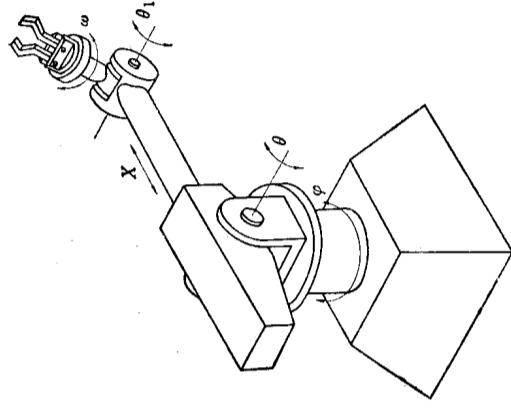


图1-2-3 球座标式

手臂运动：θ—俯仰(或大臂上下摆动)

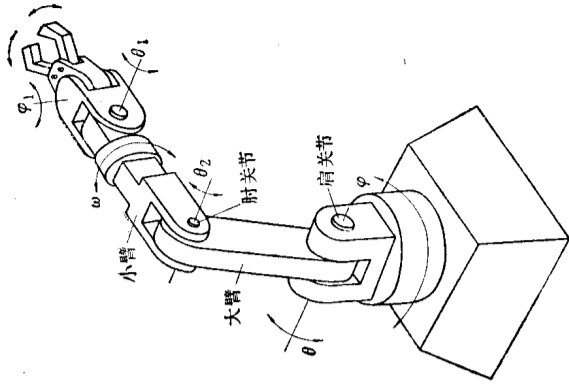


图1-2-4 关节式

手臂运动：θ₁—小臂上下摆动

(3) 球座标式 如图 1-2-3 所示。手臂的运动是由一个直线运动和两个回转运动组合成的。如图册中的缝纫机针抛机械手基本属于此种座标型式。

(4) 关节式 如图 1-2-4 所示。手臂的运动是由三个回转运动组合成的。关节式的手臂类似人的手臂，有大臂和小臂之分，并用“肘关节”联结，大臂和机座用“肩关节”联结。它是通过增加铰链（即关节）实现多个自由度的。

以上介绍的四种座标型式，主要是根据手臂的运动来确定的。手腕在图中只画出了1~3个运动，在设计时根据生产的需要，可增减手腕的运动。

四种座标型式的比较如表所示。

手臂座标型式的比较

| 座标型式 | 工作范围 | 灵活程度 | 占地面积 | 结构 | 定位精度及其实现的难易程度 |
|-------|-------------------------|------|------|------------|---------------|
| 直角座标式 | 小 | 差 | 大 | 简单 | 较高 容易达到 |
| 圆柱座标式 | 稍大 | 稍高 | 较小 | 较简单 | 较高 较难达到 |
| 球座标式 | 稍大 | 稍高 | 较小 | 较简单 | 稍低 难达到 |
| 关节式 | 大、能绕过机体和工作机械之间的障碍物去抓取物件 | 高 | 小 | 结构和控制系统较复杂 | 低 不易达到 |

(四) 工业机械手的规格参数

为了说明工业机械手的工作性能、使用范围、规格大小，应将工业机械手的规格参数标注出来。现以通用机械手为例列于下面：

- 1) 抓重（又称臂力）：额定抓取重量或称额定负荷，单位为公斤（必要时注明限定运动速度下的抓重）。
- 2) 自由度数目和座标型式：整机、手臂和手腕等运动共有几个自由度，并说明座标型式。
- 3) 定位方式：固定机械挡块、可调机械挡块、行程开关、电位器及其他各种位置设定和检测装置；各自由度所设定的位置数目或位置信息容量；点位控制或连续轨迹控制。
- 4) 驱动方式：液压、气动、电动和机械。

5) 手臂运动参数：可列成下表形式。

| 运动名称 | 符号 | 行程范围 (毫米或度) | 速度 (毫米/秒或度/秒) |
|------|-----------|-------------|---------------|
| 伸 | X | | |
| 升 | Z | | |
| 横 | Y | | |
| 回 | φ | | |
| 俯 | θ | | |

注：行程范围按手指中心为名义端点计算。速度按全行程上平均运动速度，必要时注明限定的抓重。

6) 手腕运动参数：可列成下表形式。

| 运动名称 | 符号 | 行程范围 (度或毫米) | 速度 (度/秒或毫米/秒) |
|------|-------------|-------------|---------------|
| 回 | ω | | |
| 上 | θ_1 | | |
| 左 | φ_1 | | |
| 横 | Y_1 | | |

7) 手指夹持范围 (毫米) 和握力 (即夹紧力或吸力) (公斤力)。

8) 定位精度：位置设定精度及重复定位精度 (±毫米)。

9) 程序编制方法及程序容量：如插销板、二极管矩阵插销板、凸轮转鼓、穿孔纸带、穿孔卡以及示教存储器等等。

对于程控类型的要说明输入、输出点数与程序步数。

10) 受信、发信数目，联锁控制信号数目。

11) 控制系统动力：电、气。

12) 驱动源：气动的气压大小；液压的使用压力、油泵规格、电动机功率；电动的电动机类型、规格。

13) 轮廓尺寸：长×宽×高 (毫米)。

14) 重量：整机重量 (公斤)。如驱动源、控制箱与工业机械手机体分开时，则分别注明。

二、十种工业机械手

(一) 油泵凸轮轴加工自动线机械手

设计单位：上海柴油机厂
制造与使用单位：上海柴油机厂

1. 用途

油泵凸轮轴自动线用于加工 135 系列油泵凸轮轴，完成淬火前所有加工工序，包括铣二端面、打中心孔、割槽、车外圆及粗、精车凸轮外形等工序。使用机械手来完成零件的上、下料及工序间的输送等工作。

2. 规格参数

抓重：3 公斤
自由度数：3 个
座标型式：直角座标，悬挂式
手臂运动参数：

前后移动：

上下升降：

横移：

定位方式：

驱动方式：

控制方式：

1800 毫米

350 毫米

最大 50 毫米

机械挡块

液压

继电线路固定程序

3. 机械手的配置及工作原理

该自动线各机械手在自动线上的配置如图 2-1-1 所示。由上料装置 1、上料机械手 2、送料机械手 3 (六只)、拉杆 4、前后移动油缸 5、下料装置 6 和专用机床 7、8 (各两台) 9、10 (各一台) 等组成。

自动线共备有七只机械手。第一只为上料机械手 2，它能作前后移动和升降运动，是单独传动的。其余六只为送料机械手 3，其结构 (见图 2-1-2 至 2-1-5) 完全相同，这六只机械手能作前后、升降和横移运动，其前后运动是同步动作的，由一个伸缩油缸带动，升降和横移运动是由各自的油缸带动。自动线的各工序是从右 (即前) 往左 (即后) 依次排列的。

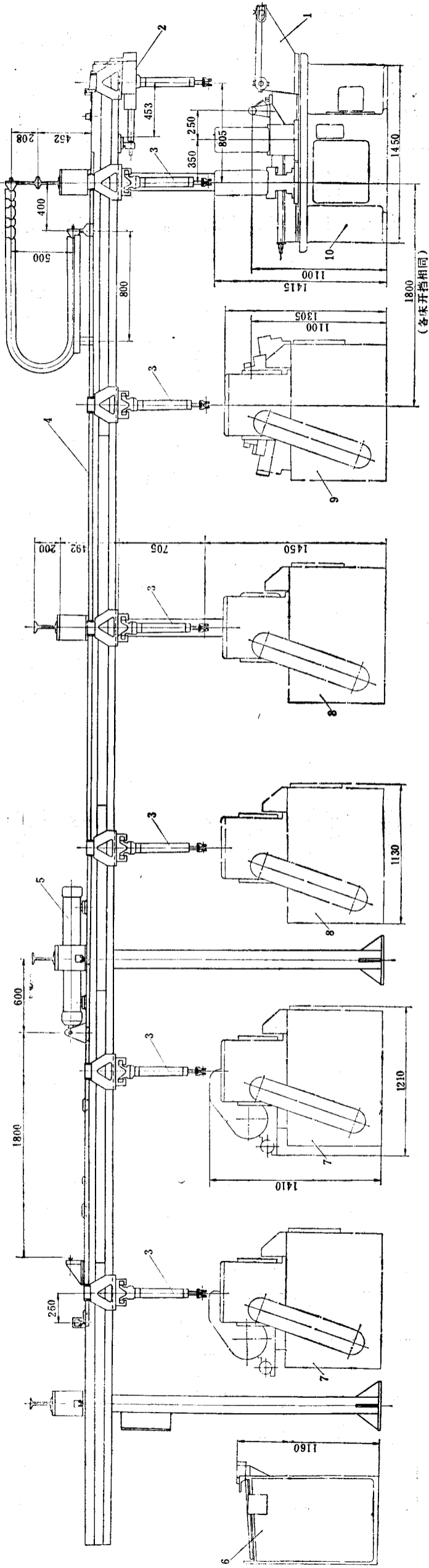


图 2-1-1 油泵凸轮轴自动线机械手配置图

4. 送料机械手的结构

送料机械手由前后行走机构1(带滚轮的三角形支架)、横移油缸及滚轮机构2、升降油缸3、手部支承板4、两个夹持式手部5、定位手部6和定向块7等组成,如图2-1-2所示。

送料机械手的升降油缸和横移油缸用螺栓联接,横移油缸带着滚轮(四个)被支承在滚道上,滚道通过联接板固定安装在前后行走机构1上,前后行走机构的滚轮装在悬挂支架横梁的滚道上,使机械手成悬挂式。前后行走机构的三角形支架与拉杆用螺纹联接成一体,当机械手工作时,由前后移动油缸的活塞杆,通过支架和拉杆(两者固定连接)带动六只送料机械手的前后行走机构,同步地实现各工序间的前后移动,其行程为1800毫米。

送料机械手的升降和横移运动是由升降油缸3和横移油缸2来实现的,以便将工件送到机床顶尖处。在升降油缸活塞杆的端部固定安装着手部支承板4,其上装有两对弹簧夹持式手部5及弹簧式定位手部6,以便夹紧工件,并保证手部和凸轮外表面的相对位置。当机械手往机床主轴处安装凸轮轴时,用定向块7保证定位凸轮轮廓对称面与机床主轴铅垂线在同一平面内。

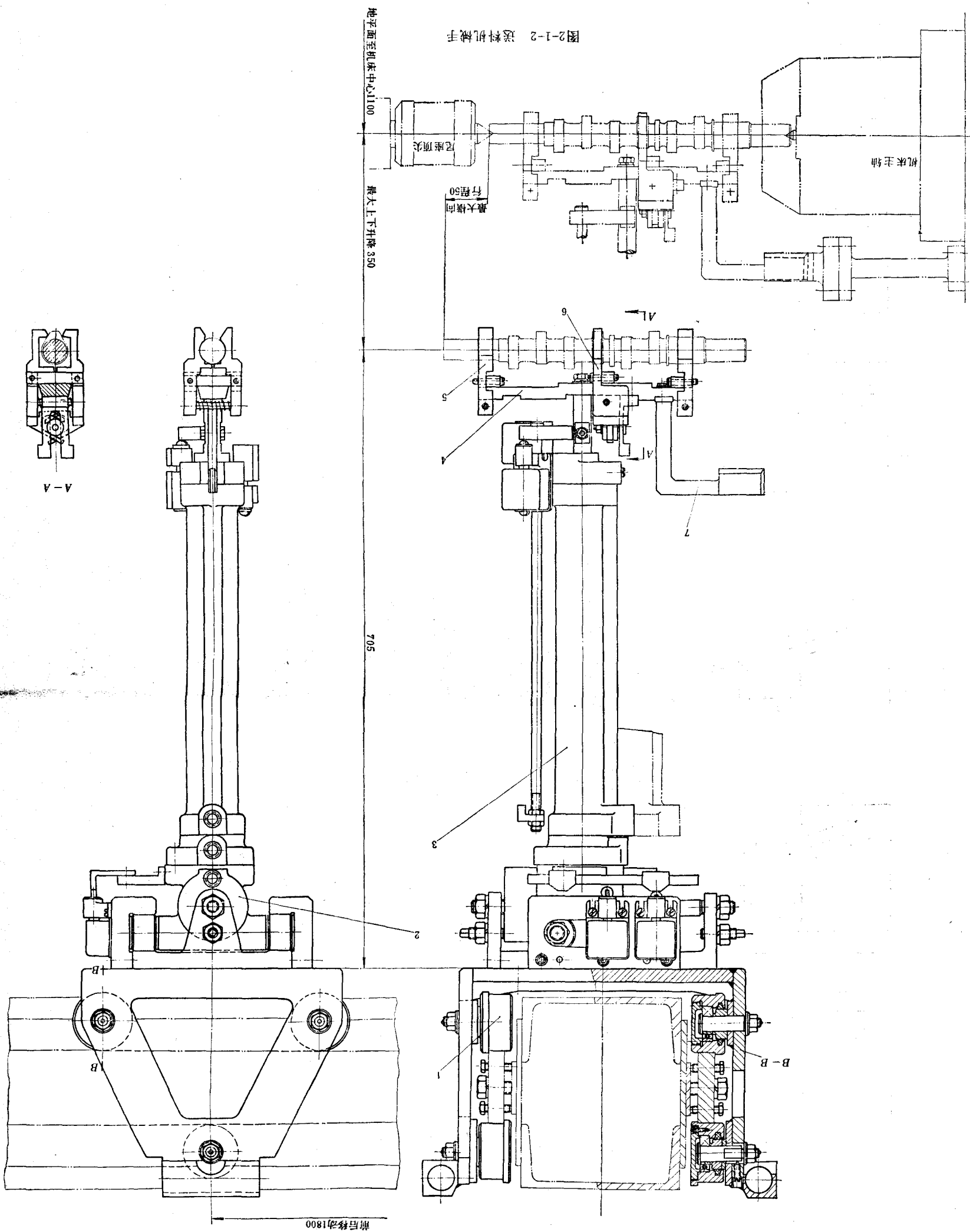
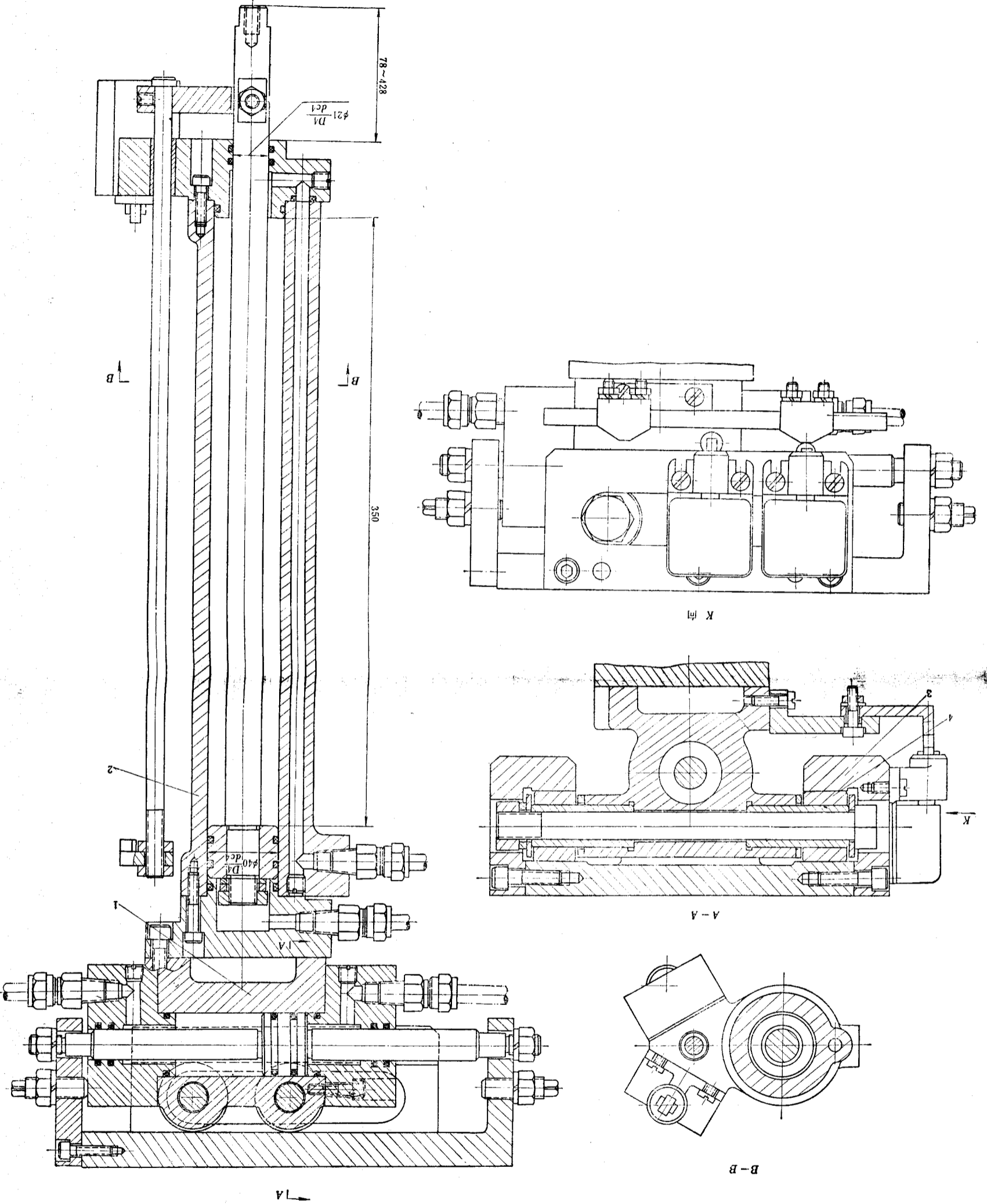


图2-1-2 送料机械手

图2-1-3 送料机械手的升降、横移油缸



(1) 送料机械手的升降和横移油缸 其结构如图 2-1-3 所示。横移油缸 1 通过滚轮 4 (四个) 支承在滚道 3 上, 升降油缸 2 固定联接在横移油缸的下面。当机械手抓住工件到达机床上方时, 升降油缸的活塞杆带动手部向下运动到行程终点, 碰触行程开关发信, 使横移油缸 1 运动, 即送料机械手向机床主轴方向移动, 当机床主轴和尾座的顶尖将工件支撑住后, 升降油缸活塞杆即向上运动, 使手部从凸轮轴上滑脱, 当到达上行行程终点后, 机床开始加工零件。

当内缸套碰到端盖 4 后，压力油再推动活塞杆 3 继续运动，直到活塞杆碰到可调定位挡块为止。当压力油进入缸体 1 的左腔时，内缸套 2 和活塞杆 3 均向右运动而复位。

(2) 送料机械手的前后移动油缸 前后移动油缸固定在悬挂支架的横梁上，由油缸活塞杆通过拉杆带动六只送料机械手作前后移动。由于行程较长，故油缸做成双节伸缩缸，其结构如图 2-1-4 所示。当压力油进入缸体 1 的右腔后，先推动内缸套 2 和活塞杆 3 一起向左运动，

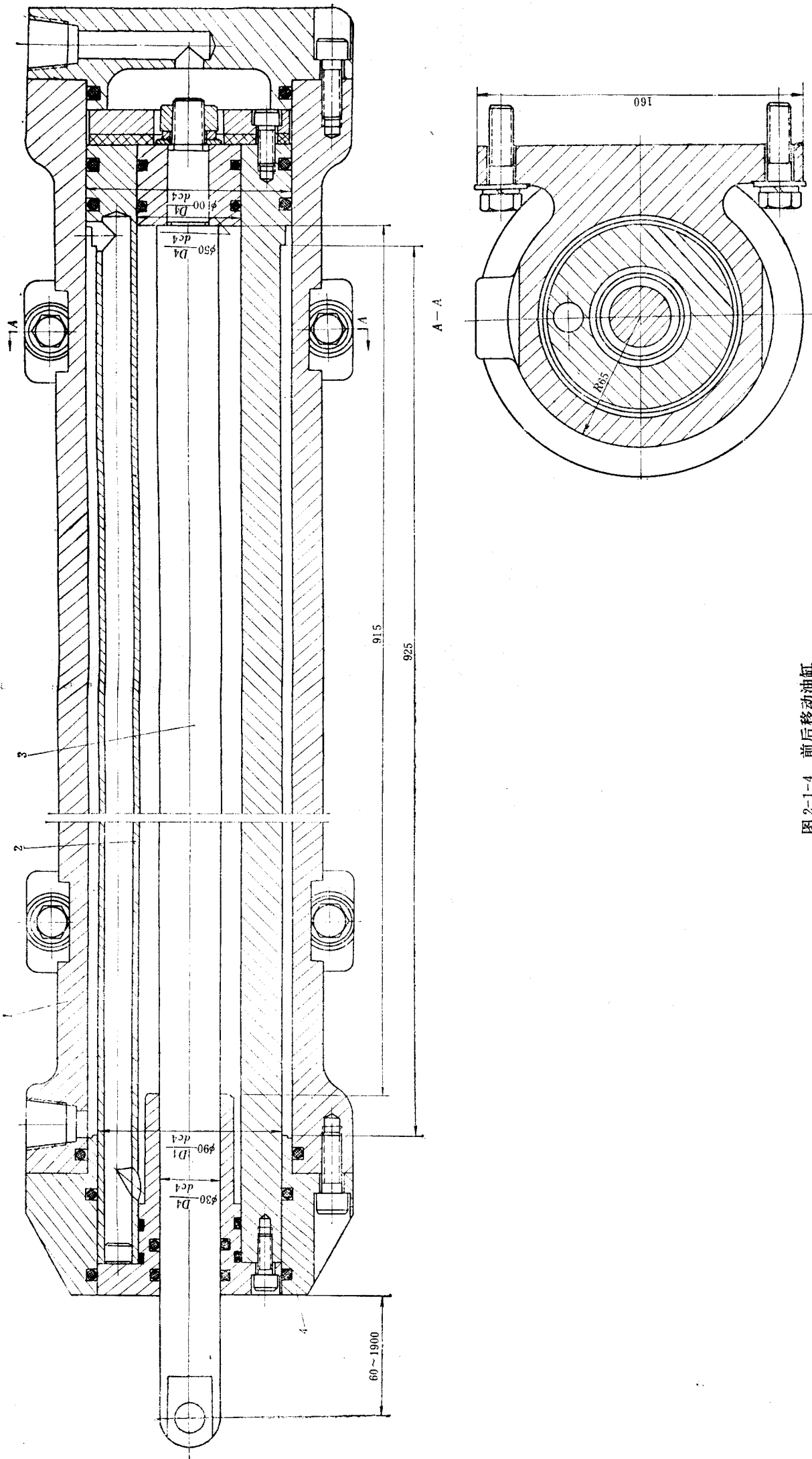


图 2-1-4 前后移动油缸

(3) 手部结构 手部包括定位和夹紧用的两种, 如图 2-1-5 a 和 b 所示。因工件较长, 故夹紧用手部采用双手双指式手指夹持工件的两端 (参见图 2-1-2)。当机械手向下运动时, 手指内侧的斜面碰触工件外表面而使手指张开, 工件进入手指上的圆弧面处, 靠弹簧的张

力将工件夹紧。定位手部的夹紧和松开原理与夹紧用手部的动作原理相同, 所不同的, 它是利用滚轮架 4、5 及滚轮 9 使两只手指 1 同时闭合或张开, 以保证工件上的第三挡凸轮凸起部分保持朝下, 靠弹簧的张力使其保持一定位置。

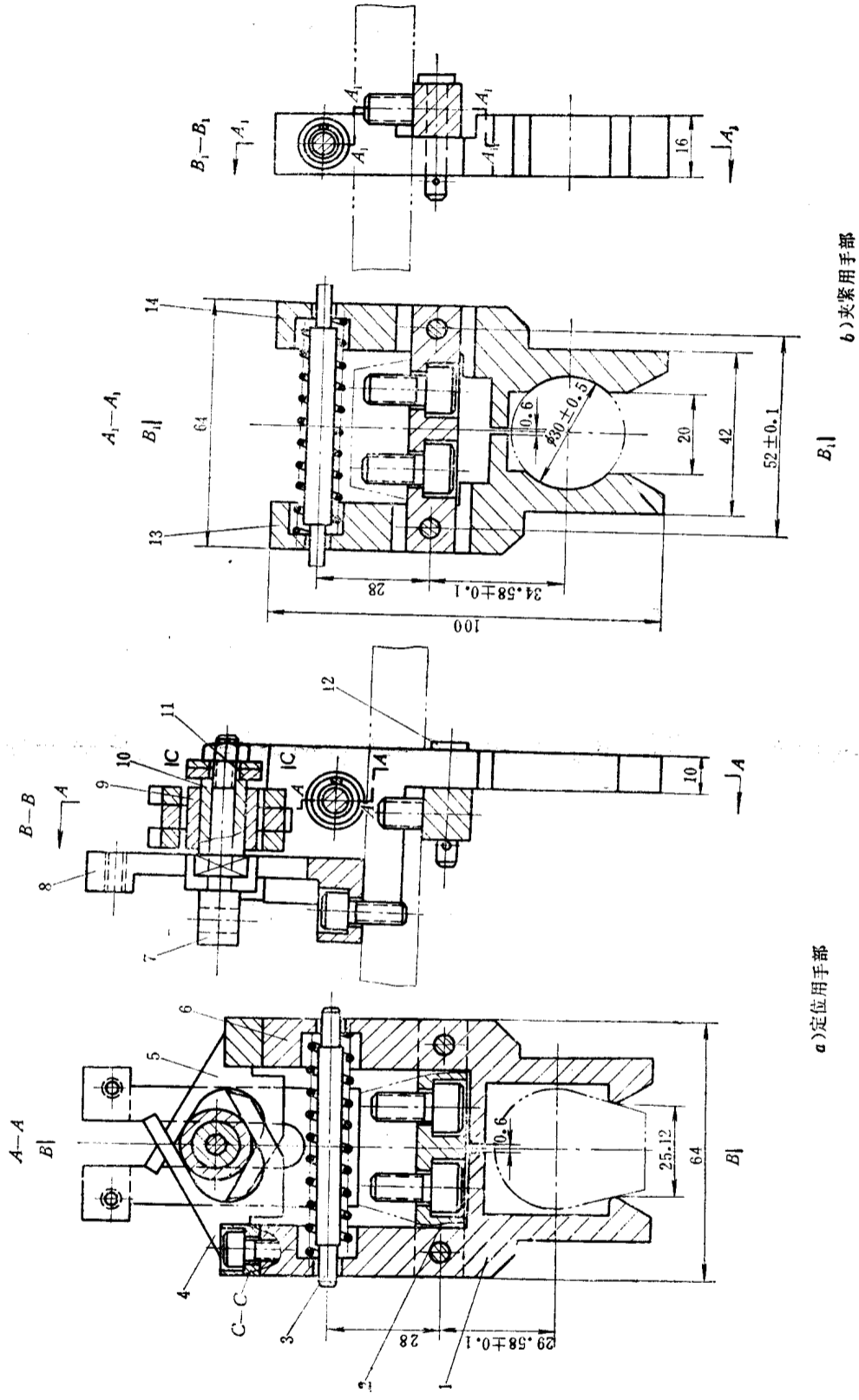
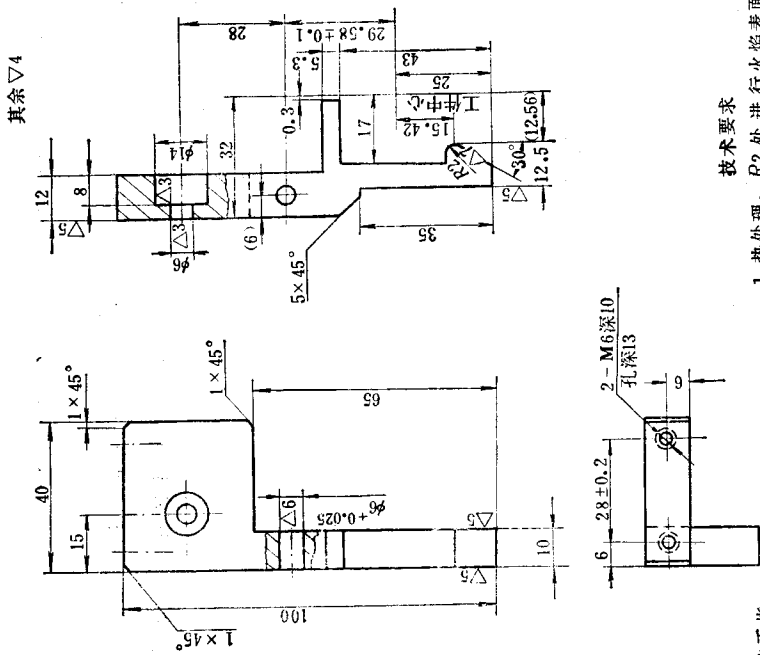
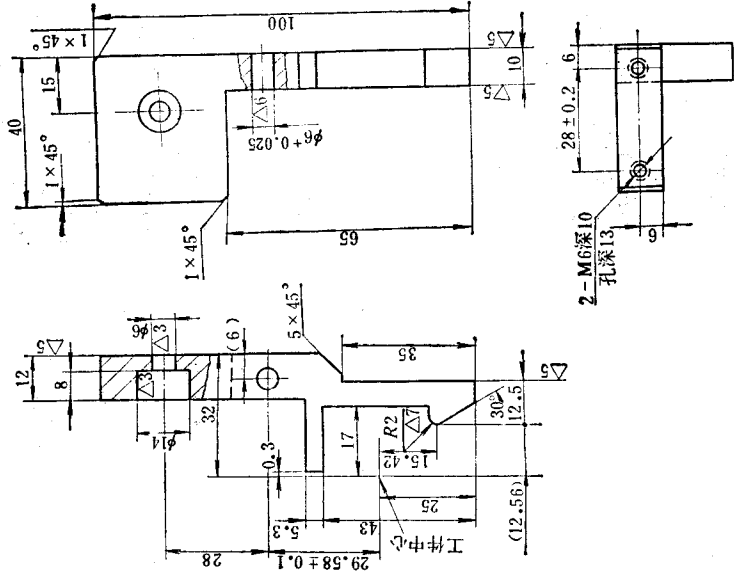


图 2-1-5 手部结构



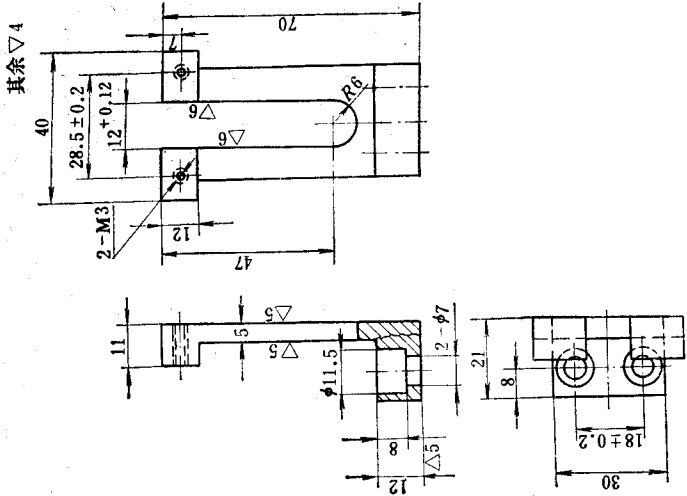
件号: 1
 名称: 定位手指
 材料: 45
 数量: 1

技术要求
 1. 热处理: R2处进行火焰表面淬火, 硬度HRC50;
 2. 锐边去毛刺。



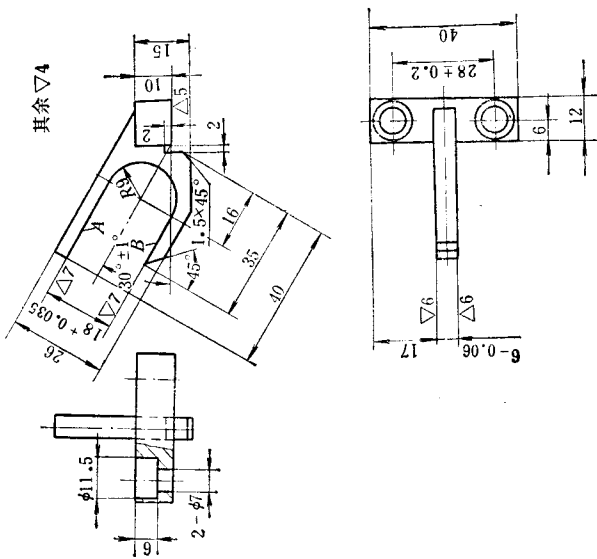
件号: 6
 名称: 定位手指
 材料: 45
 数量: 1

技术要求
 1. 热处理: R2处进行火焰表面淬火, 硬度HRC50;
 2. 锐边去毛刺。



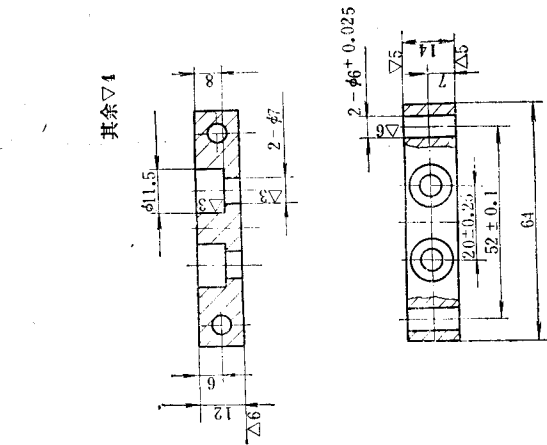
件号: 8
 名称: 固定板
 材料: 45
 数量: 1

技术要求
 锐边去毛刺。



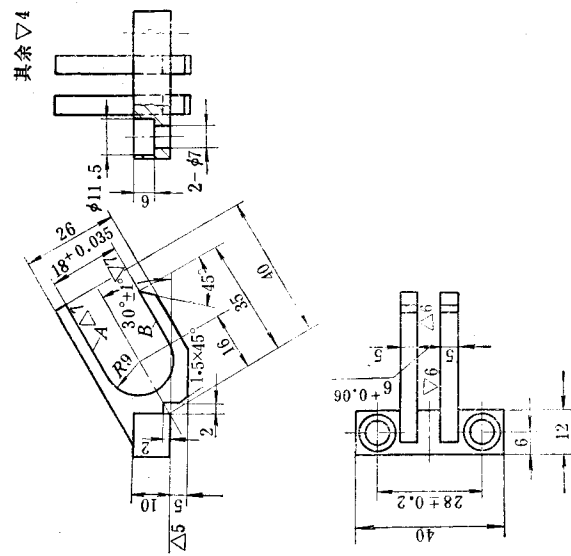
件号: 5
 名称: 滚轮架
 材料: 45
 数量: 1

技术要求
 1. 热处理: A、B表面进行火焰淬火, 硬度HRC50以上;
 2. 锐边去毛刺。



件号: 4
 名称: 滚轮架
 材料: 45
 数量: 1

技术要求
 1. 热处理: A、B表面进行火焰淬火, 硬度HRC50以上;
 2. 锐边去毛刺。



件号: 4
 名称: 滚轮架
 材料: 45
 数量: 1

技术要求
 1. 热处理: A、B表面进行火焰淬火, 硬度HRC50以上;
 2. 锐边去毛刺。