

# 工业机器人手部

- 工业机器人的手部也叫**末端操作器**，它直接装在工业机器人的手腕上用于夹持工件或让工具按照规定的程序完成指定的工作。

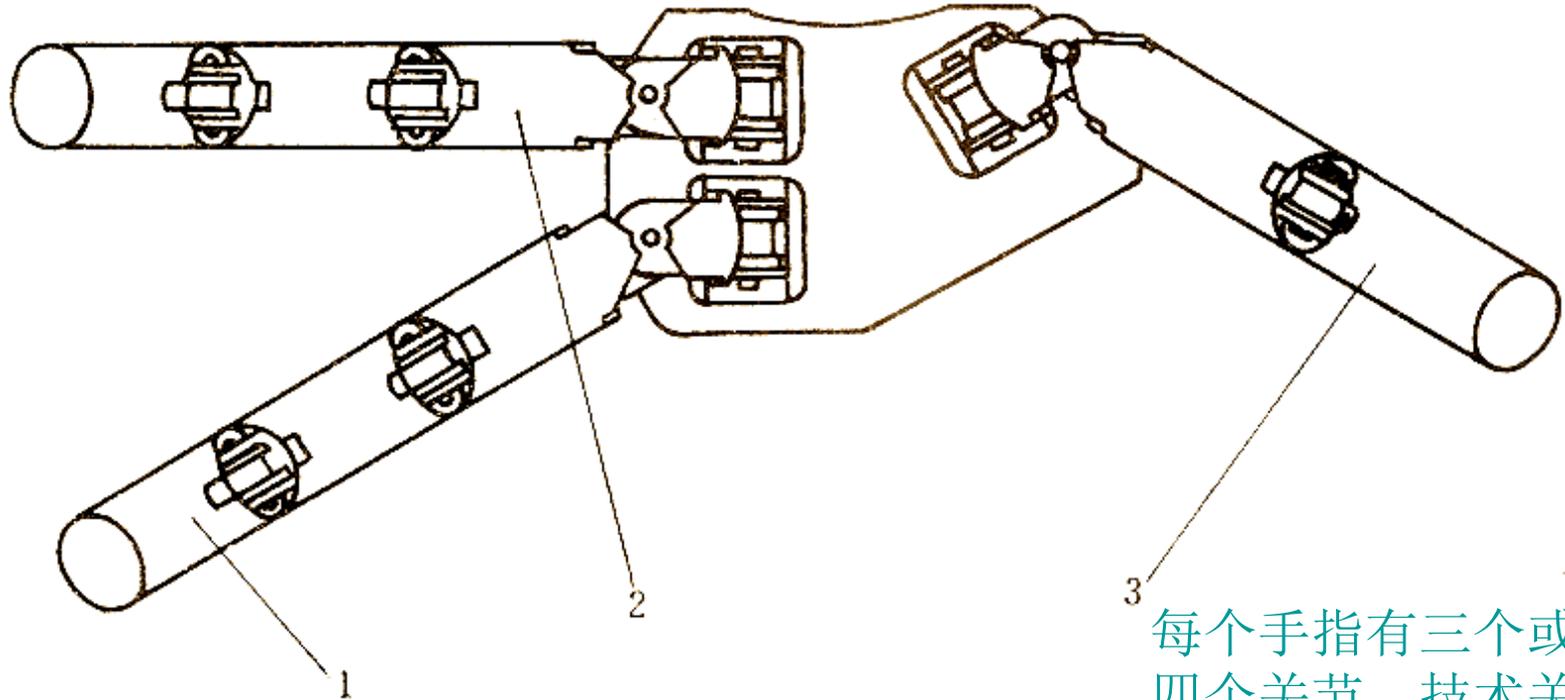
# 一、手部的特点

## 1. 手部与手腕相连处可拆卸：

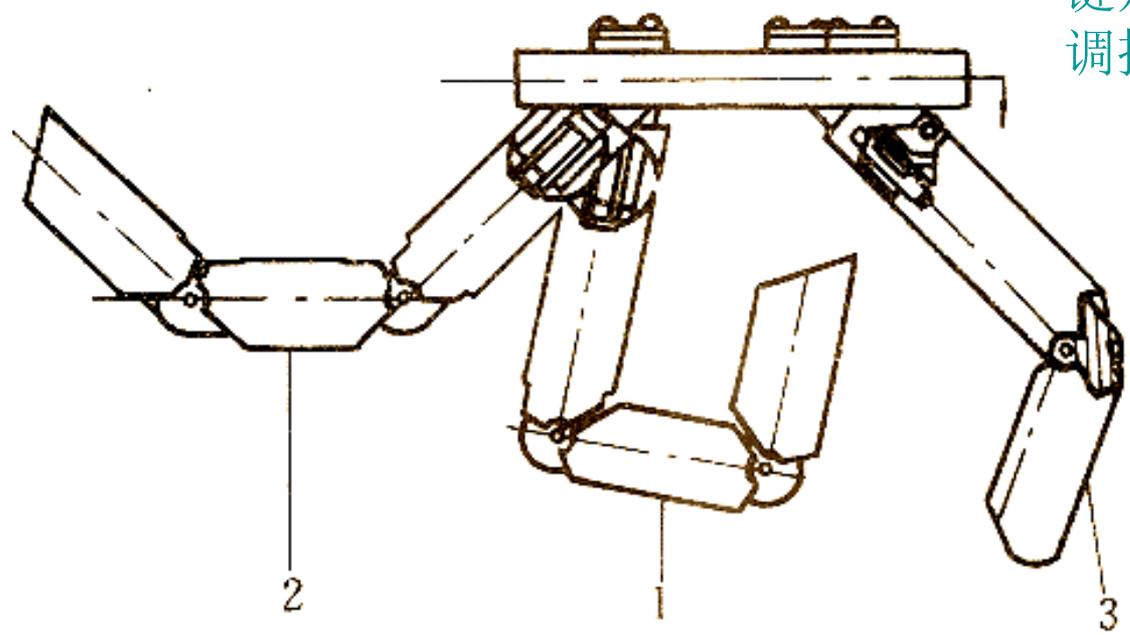
- 手部与手腕处有可拆卸的机械接口：根据夹持对象的不同，手部结构会有差异，通常一个机器人配有多个手部装置或工具，因此要求手部与手腕处的接头具有通用性和互换性。
- 手部可能还有一些电、气、液的接口：由于手部的驱动方式不同造成。对这些部件的接口一定要求具有互换性。

## 2. 手部是末端操作器:

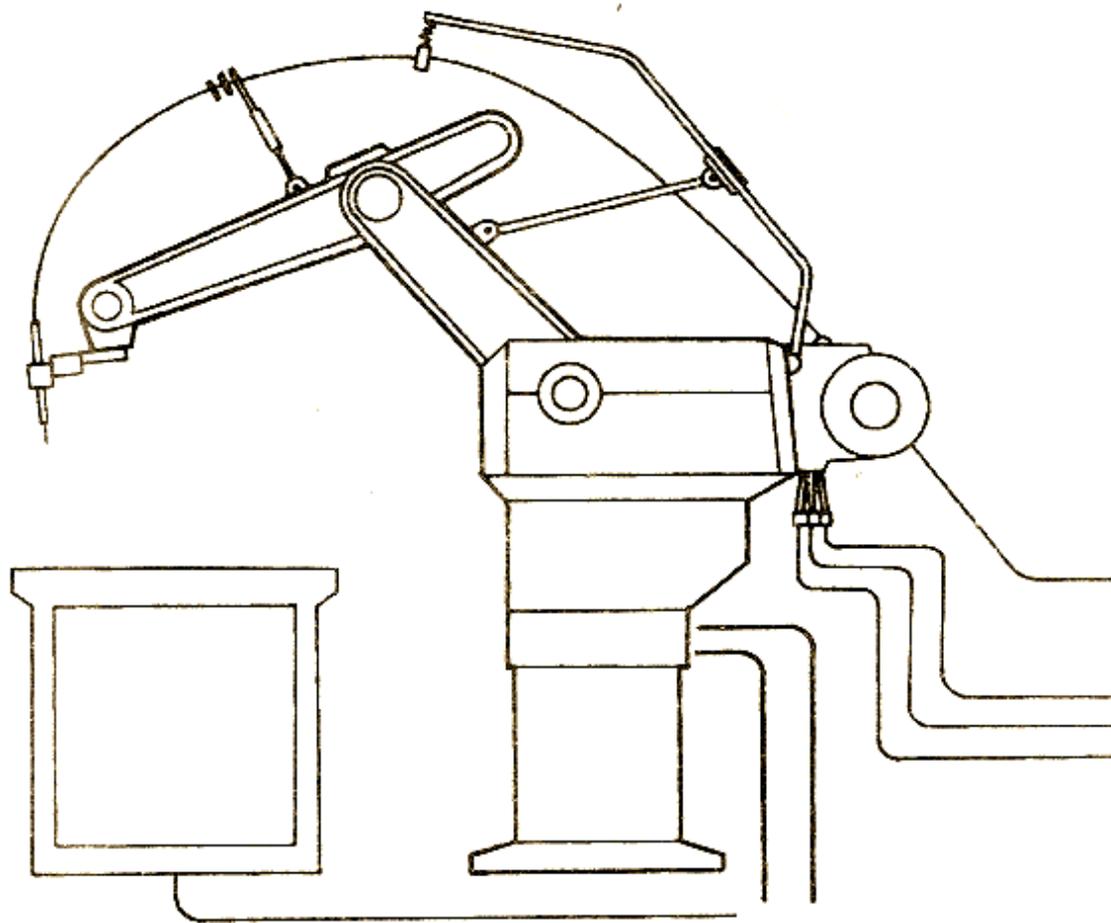
- 可以具有手指，也可以不具有手指；  
可以有手爪，也可以是专用工具。



每个手指有三个或四个关节。技术关键是手指之间的协调控制。



# 末端操作器图例（2）：



### 3. 手部是一个独立的部件：

- 工业机器人通常分为三个大的部件：  
机身、手臂（含手腕）、手部。手部对整个机器人完成任务的好坏起着关键的作用，它直接关系到夹持工件时的定位精度、夹持力的大小等。

## 4. 手部的通用性比较差:

- 工业机器人的手部通常是专用装置：一种手爪往往只能抓住一种或几种在形状、尺寸、重量等方面相近的工件；一种工具只能执行一种作业任务。

## 二、手部的设计要求

- 具有足够的夹持力。
- 保证适当的夹持精度：
  - 手指应能顺应被夹持工件的形状，应对被夹持工件形成所要求的约束。
- 考虑手部自身的大小、形状、机构和运动自由度：
  - 主要是根据作业对象的大小、形状、位置、姿态、重量、硬度和表面质量等来综合考虑。
- 智能化手部还应配有相应的传感器：
  - 由于感知手爪和物体之间的接触状态、物体表面状况和夹持力的大小等，以便根据实际工况进行调整等。

# 三、手部的构成

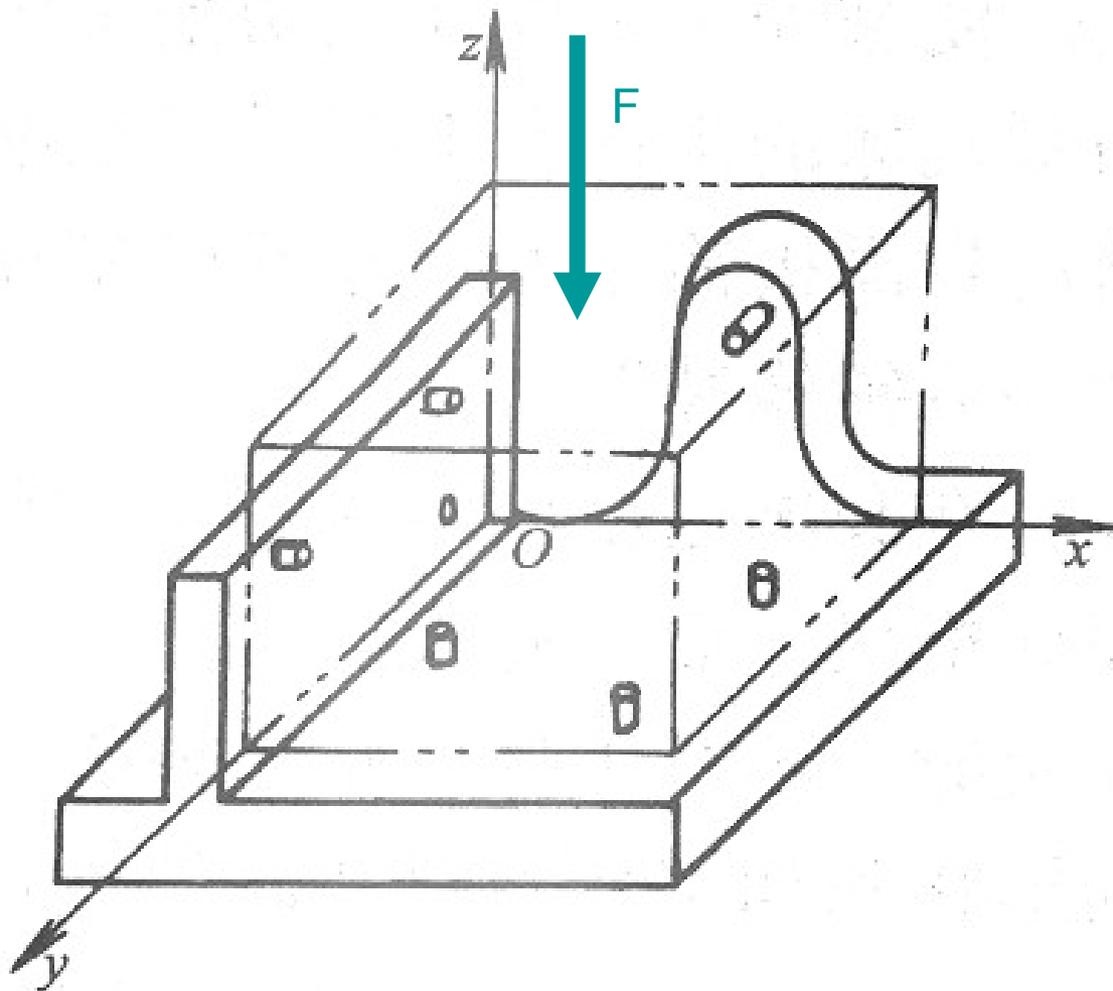
主要有手指、驱动机构和传动机构、承接支架组成。

# 四、手部的分类

## 1. 按用途分：

- **手爪**：具有一定的通用性。主要功能是：抓住工件、握持工件、释放工件。
  - **抓住**：在给定的目标位置和期望姿态上抓住工件，工件必须有**可靠的定位**，保持工件和手爪之间的准确的相对位置关系，以保持机器人后续作业的准确性。
  - **握住**：确保工件在搬运过程中或零件装配过程中定义了的位置和姿态的准确性。
  - **释放**：在指定位置结束手部和工件之间的约束关系。
- **工具**：进行作业的专用工具。

# 工件的定位和夹紧：



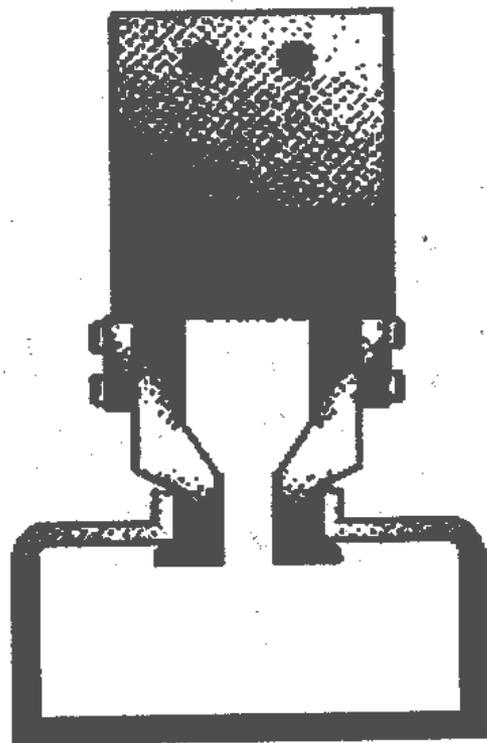
## 2. 按夹持方式分:

- **外夹式:**
  - 手部与被夹件的外表面相接触。
- **内撑式:**
  - 手部与工件的内表面相接触。
- **内外夹持式:**
  - 手部与工件的内、外表面相接触。

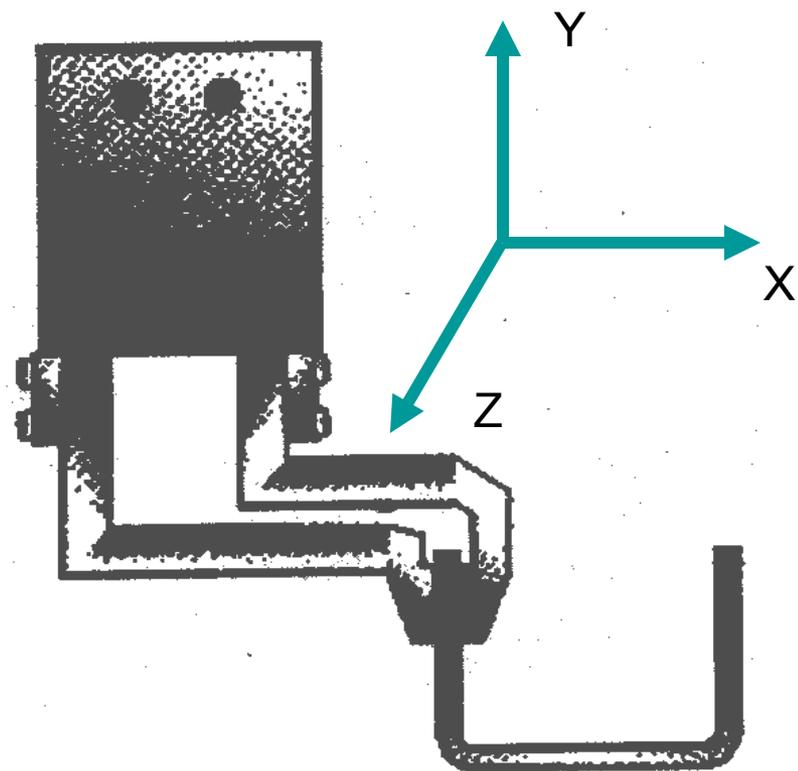
# 夹持方式图例：



(a) 外夹式



(b) 内撑式



(c) 内外夹持式



## 3. 按手爪的运动形式分:

- 回转型:

- 当手爪夹紧和松开物体时, 手指作回转运动。当被抓物体的直径大小变化时, 需要调整手爪的位置才能保持物体的中心位置不变。

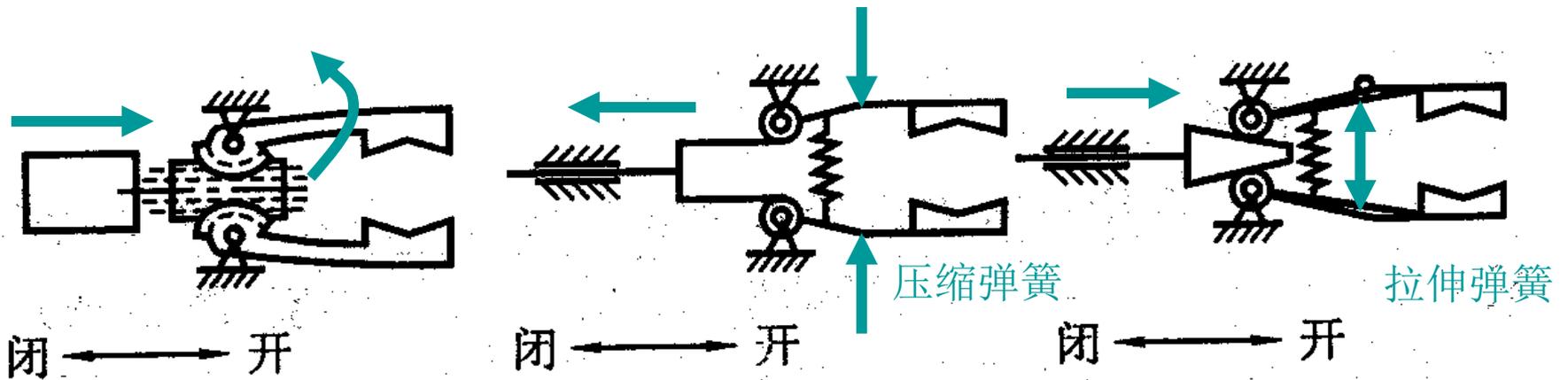
- 平动型:

- 手指由平行四杆机构传动, 当手爪夹紧和松开物体时, 手指姿态不变, 作平动。

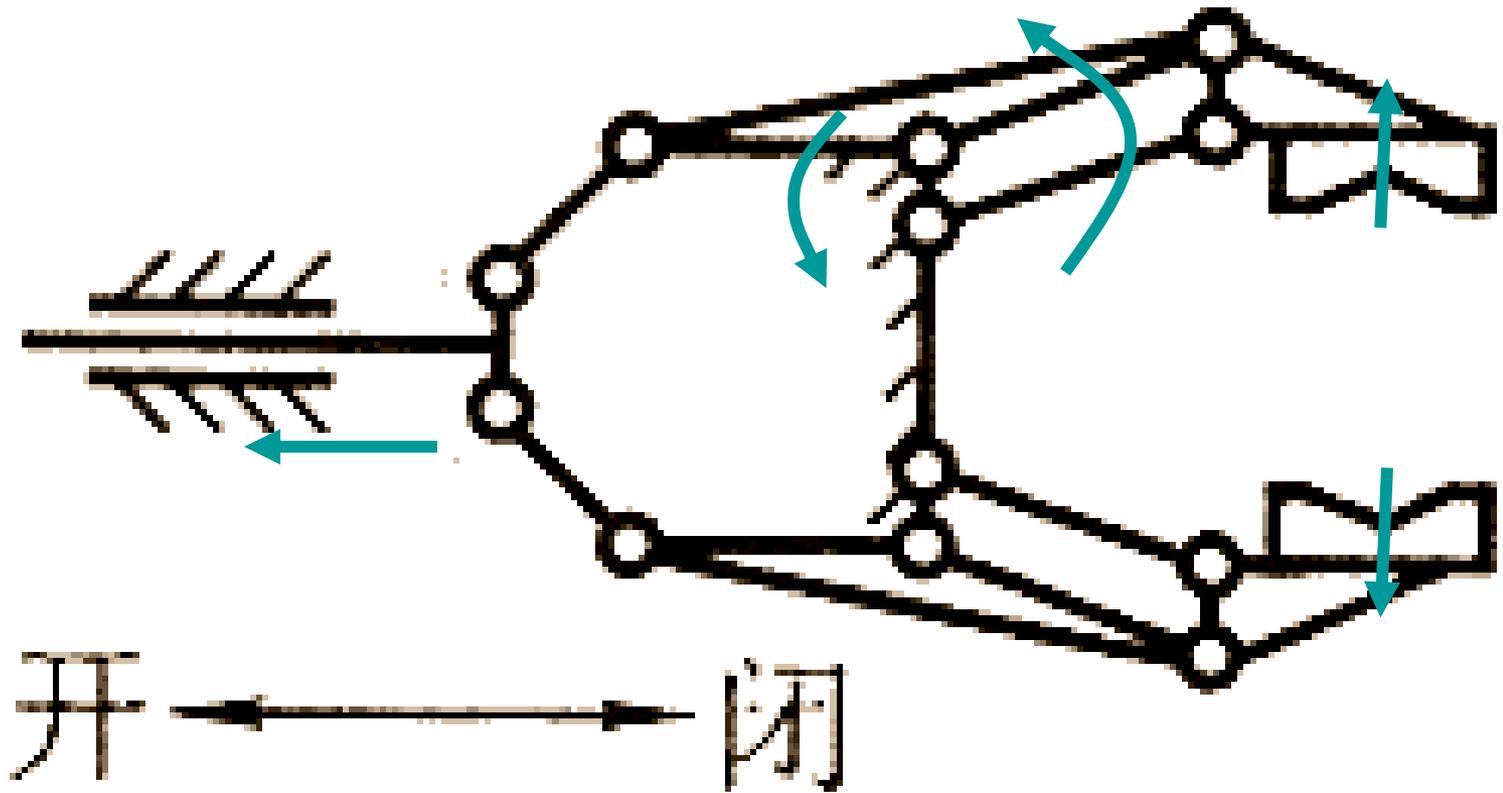
- 平移型:

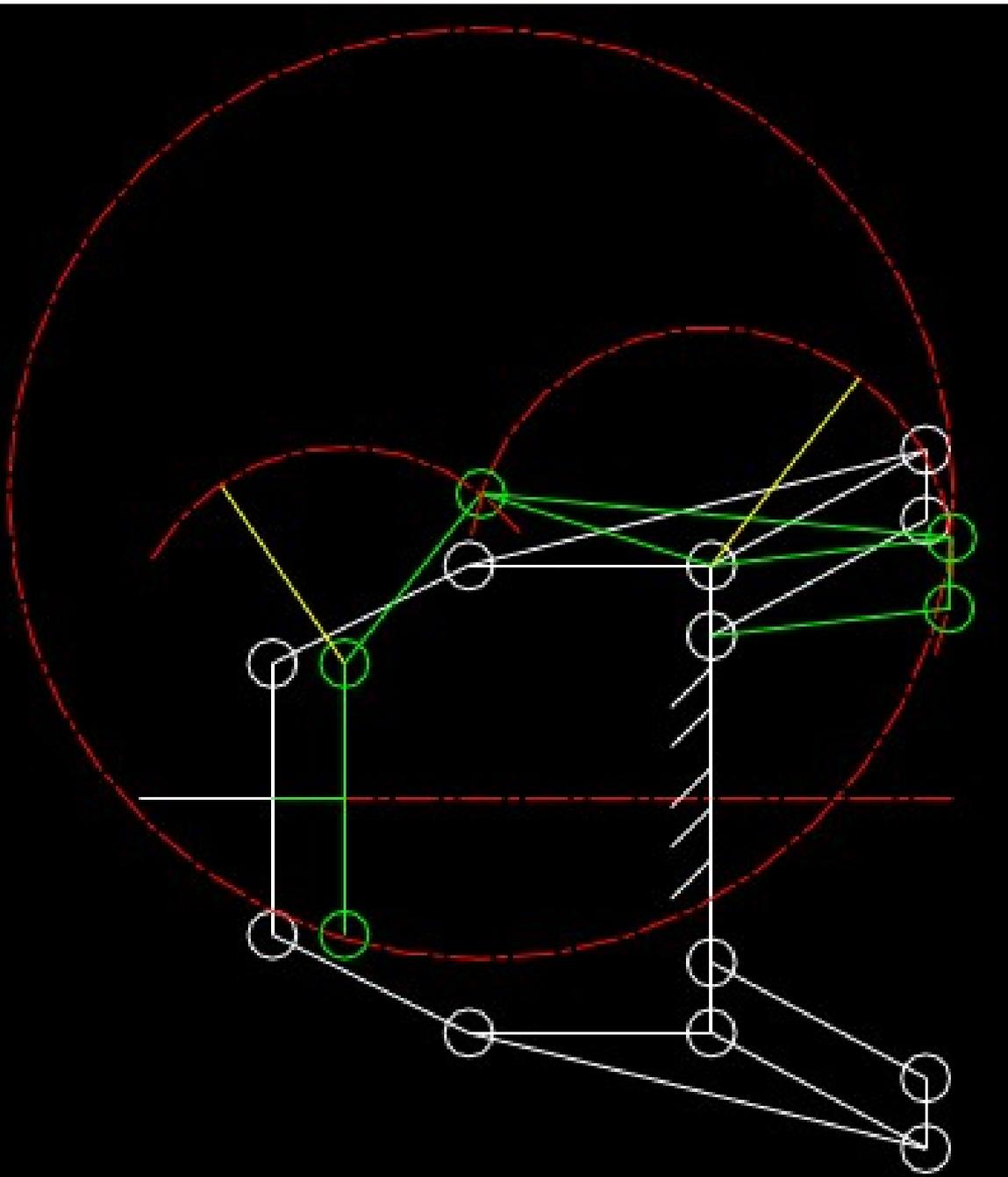
- 当手爪夹紧和松开工件时, 手指作平移运动, 并保持夹持中心的固定不变, 不受工件直径变化的影响。

# 回转型图例：



# 平动型图例：

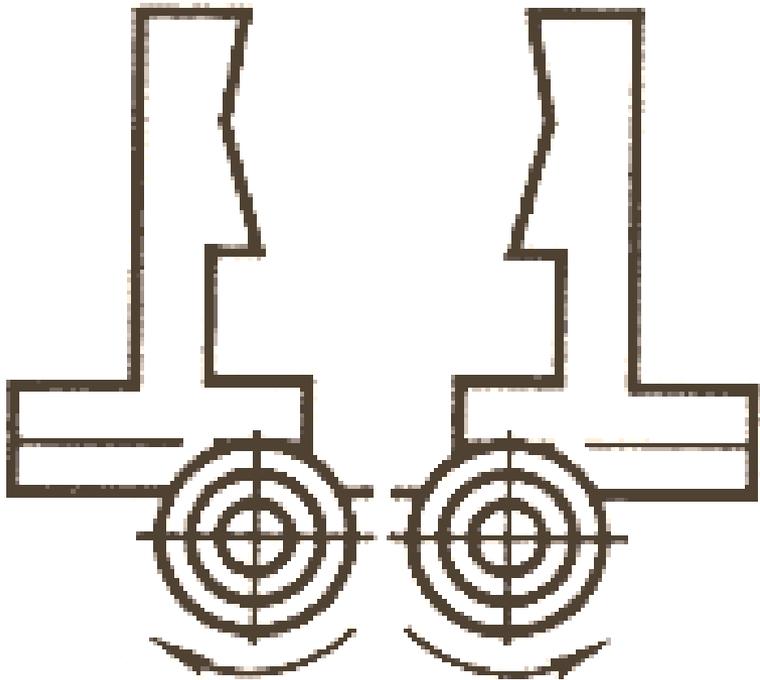




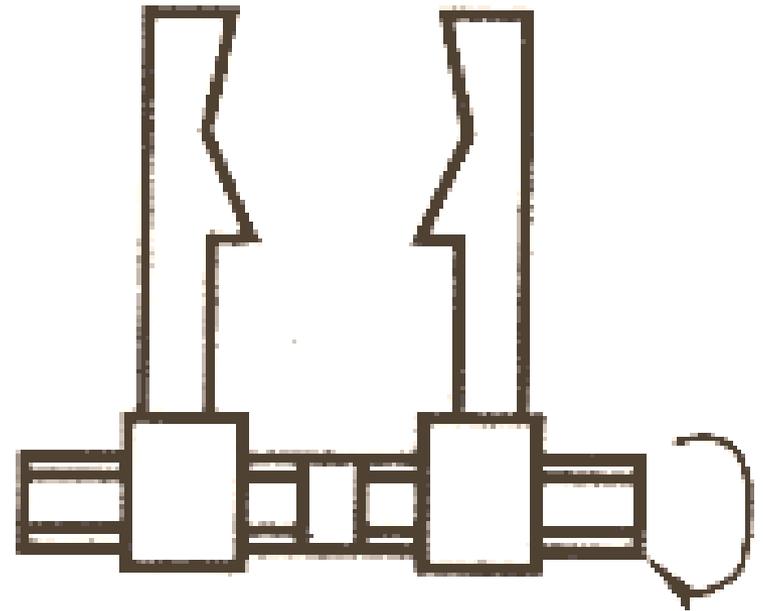
## 作业:

用作图法分析当主动件左移才处于某个位置时，手指所处的位置。

# 平移型图例：



此时手部是张开还是合拢？



该丝杆的螺纹具有什么特点？



## 4 . 按夹持原理分:

- 手指式:

- 外夹式、内撑式、内外夹持式。
- 平移式、平动式、旋转式。
- 二指式、多指式。
- 单关节式、多关节式。

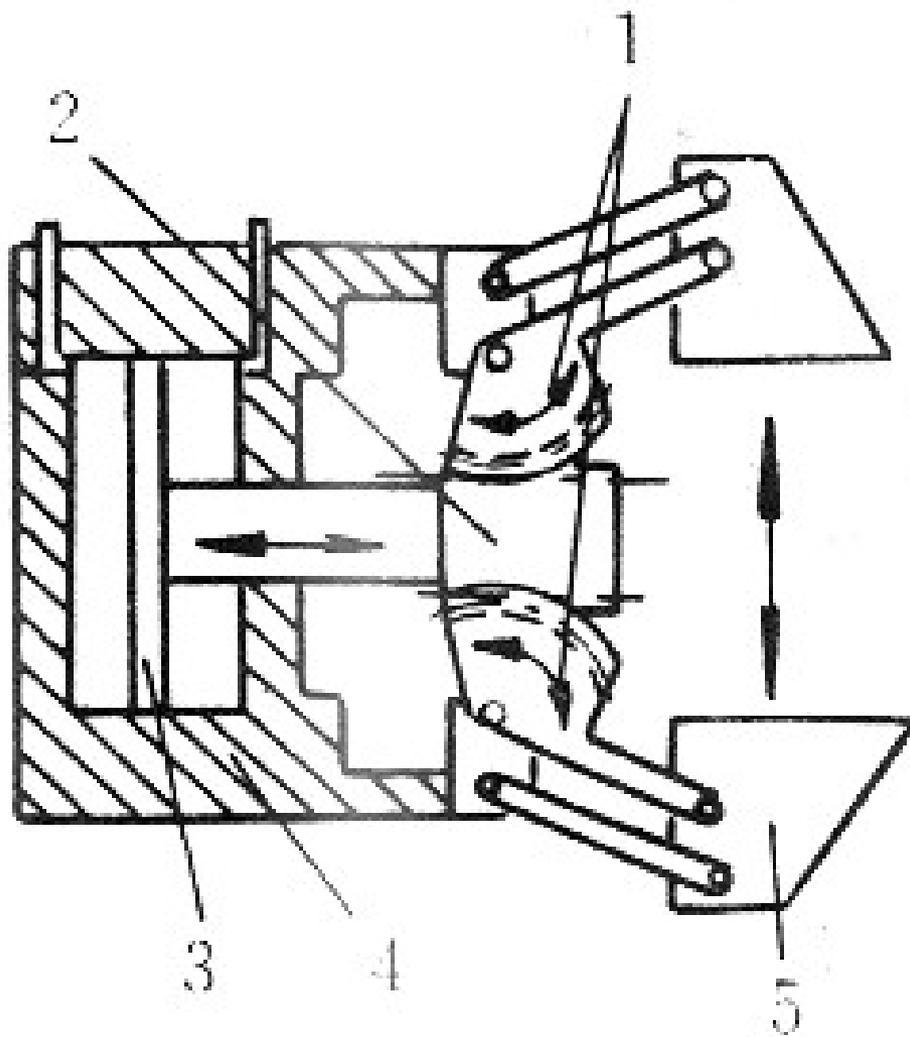
- 吸盘式:

- 负压吸盘: 真空式、喷气式、挤气式。
- 磁力吸盘: 永磁吸盘、电磁吸盘。

# 五、典型结构

- # 1. 机械式手爪结构:
- 气动驱动手爪:
    - 气缸驱动活塞平移 → 齿条移动 → 扇形齿轮摆动  
→ 连杆机构摆动 → 手爪平动
  - 其它四种机械式手爪机构:

# 气动手爪图例：



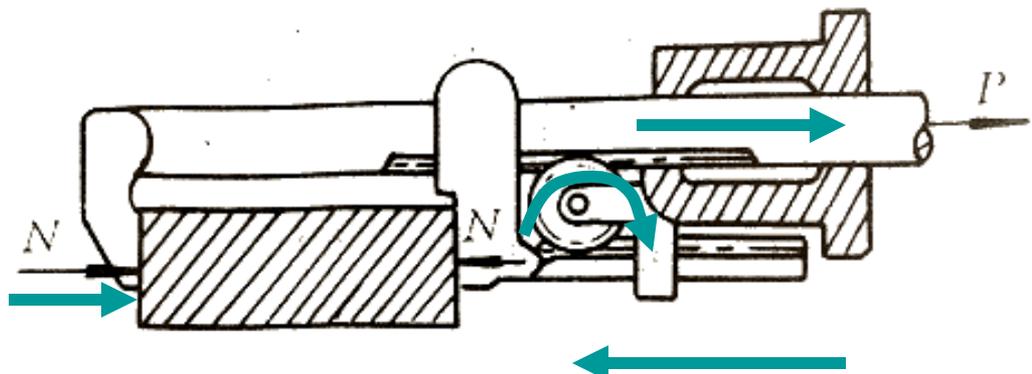
1—扇形齿轮； 2—齿条； 3—活塞；  
4—气缸； 5—爪钳

问题：

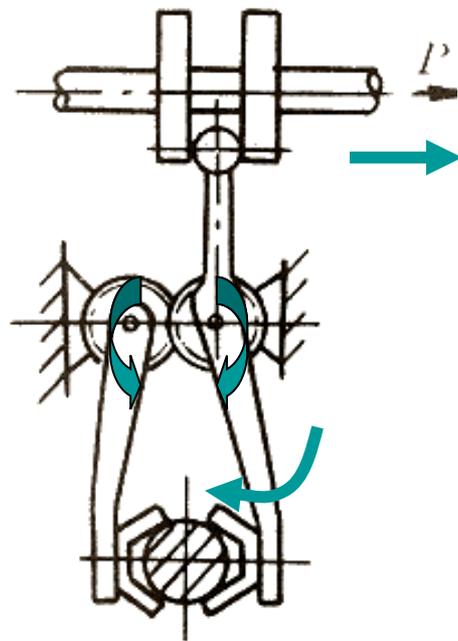
- 1、分析手部的运动。
- 2、手部作的是什么类型运动？



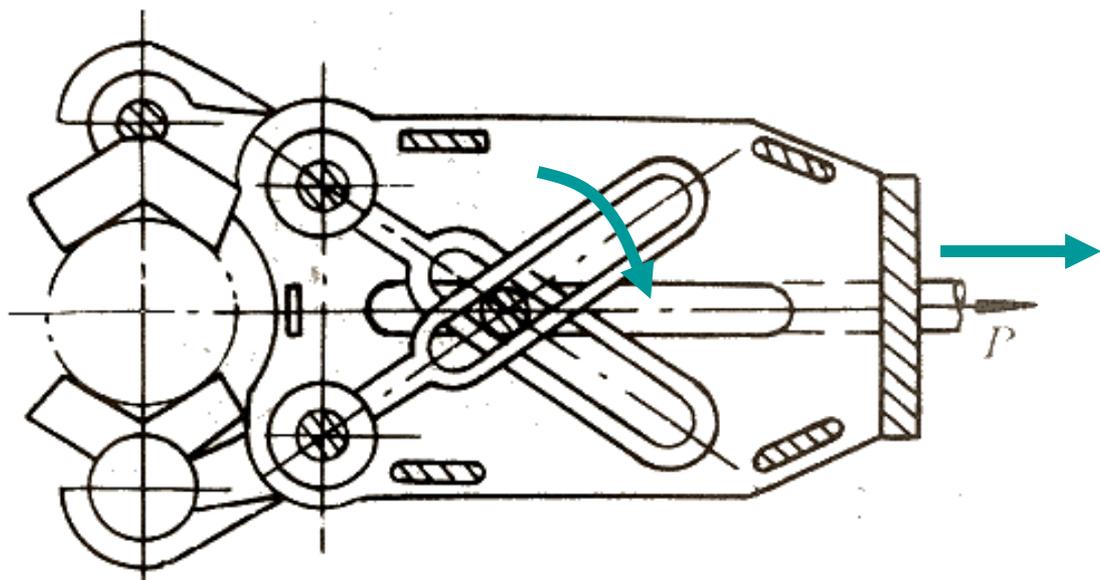
例：



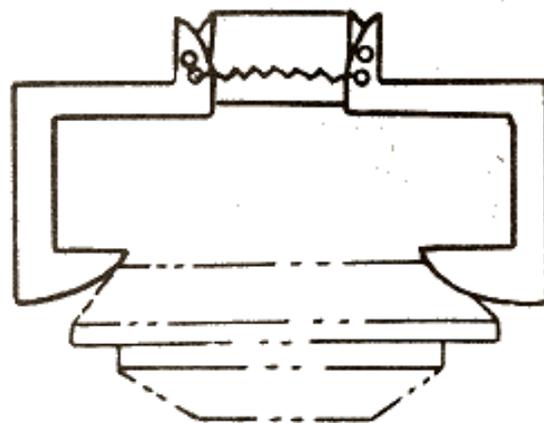
齿轮齿条式手爪



拨杆杠杆式手爪



滑槽式手爪



重力式手爪

## 2. 电磁吸盘 (1) :

- 电磁吸盘的结构:

- 主要由磁盘、防尘盖、线圈、壳体等组成。

- 工作原理:

- 夹持工件:

- 线圈通电→空气间隙的存在→线圈产生大的电感和启动电流→周围产生磁场（通电导体一定会在周围产生磁场）→吸附工件

- 放开工件:

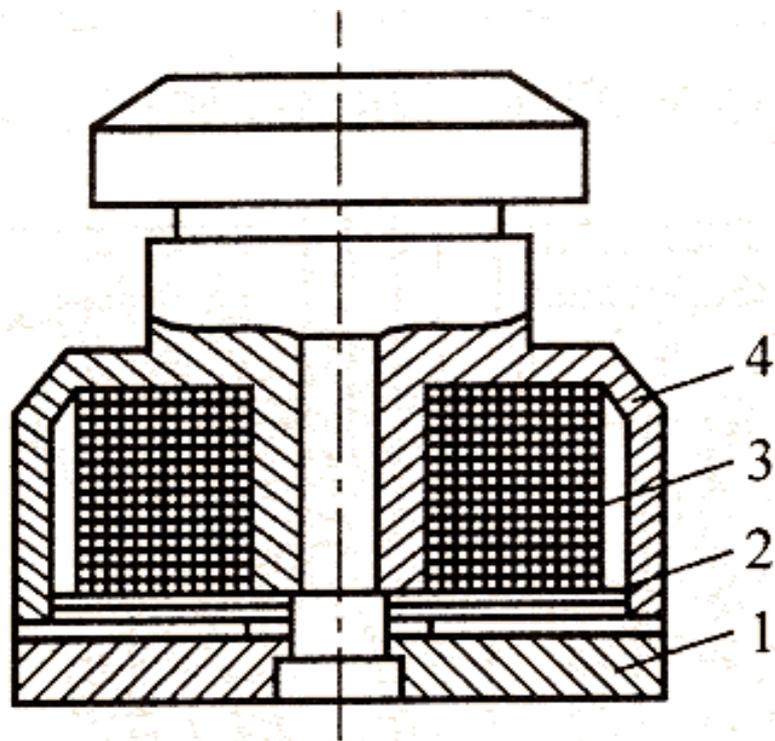
- 线圈断电→磁吸力消失→工件落位

## 2. 电磁吸盘 (2) :

- 适用范围:

- 适用于用铁磁材料做成的工件；不适合于由有色金属和非金属材料制成的工件。
- 适合于被吸附工件上有剩磁也不影响其工作性能的工件。
- 适合于定位精度要求不高的工件。
- 适合于常温状况下工作。铁磁材料高温下的磁性会消失。

# 电磁吸盘图例：



1—磁盘 2—防尘盖 3—线圈 4—外壳体



# 3 . 真空式吸盘:

- 构成:

- 由真空泵、电磁阀、电机和吸盘等构成。

- 工作原理:

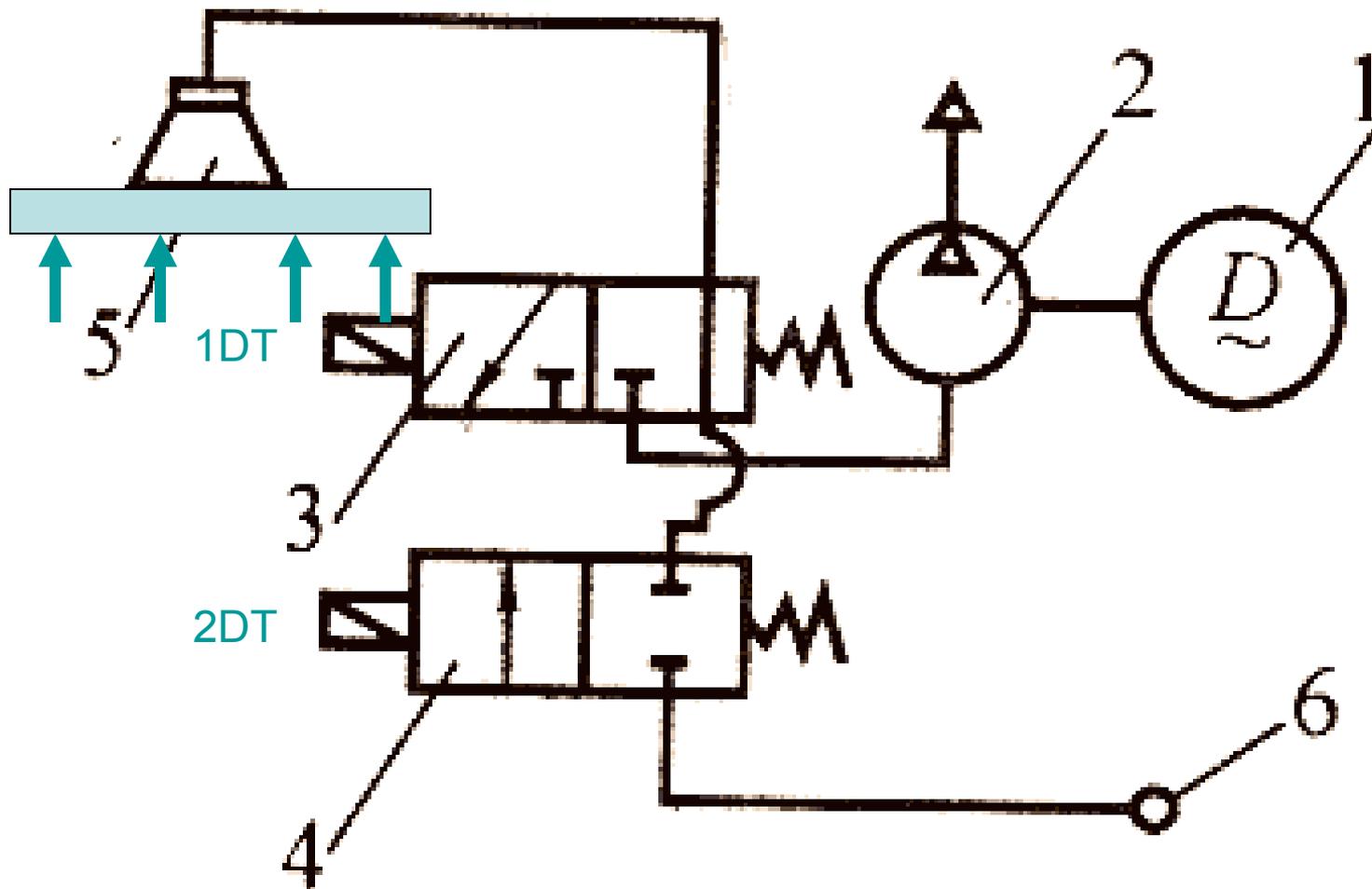
- 形成真空吸附工件:

- 电机→真空泵→3 #电磁阀左侧→从吸盘5处抽气

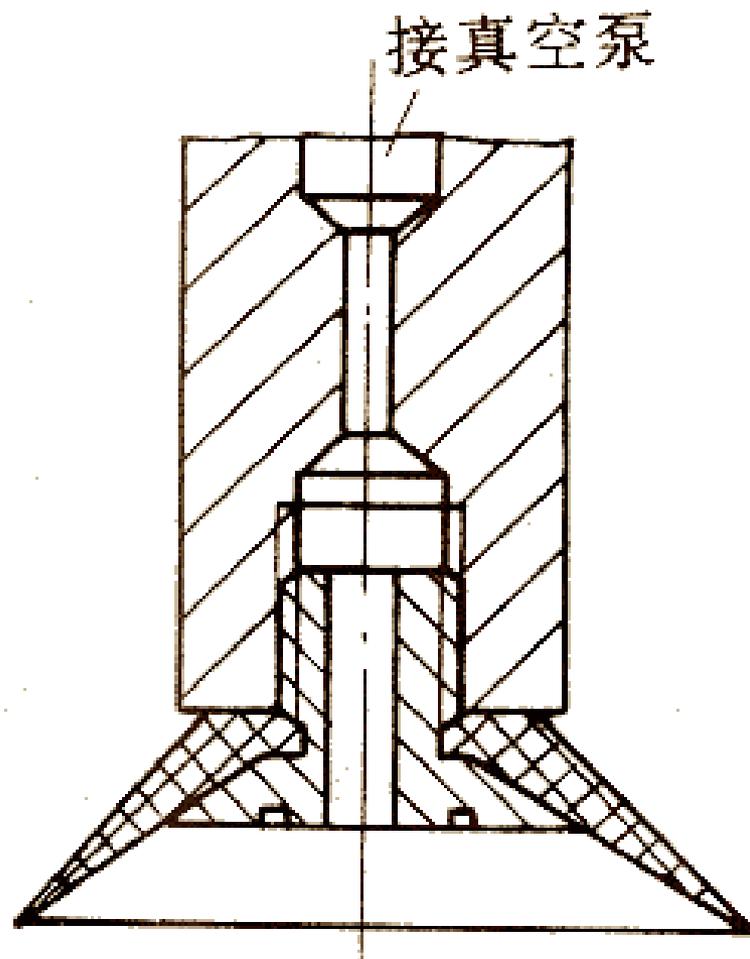
- 释放工件:

- 电机、泵停转→大气经6 #口→4 #电磁阀左侧→3 #电磁阀右侧→送气至吸盘5处

# 真空吸盘控制系统图例：



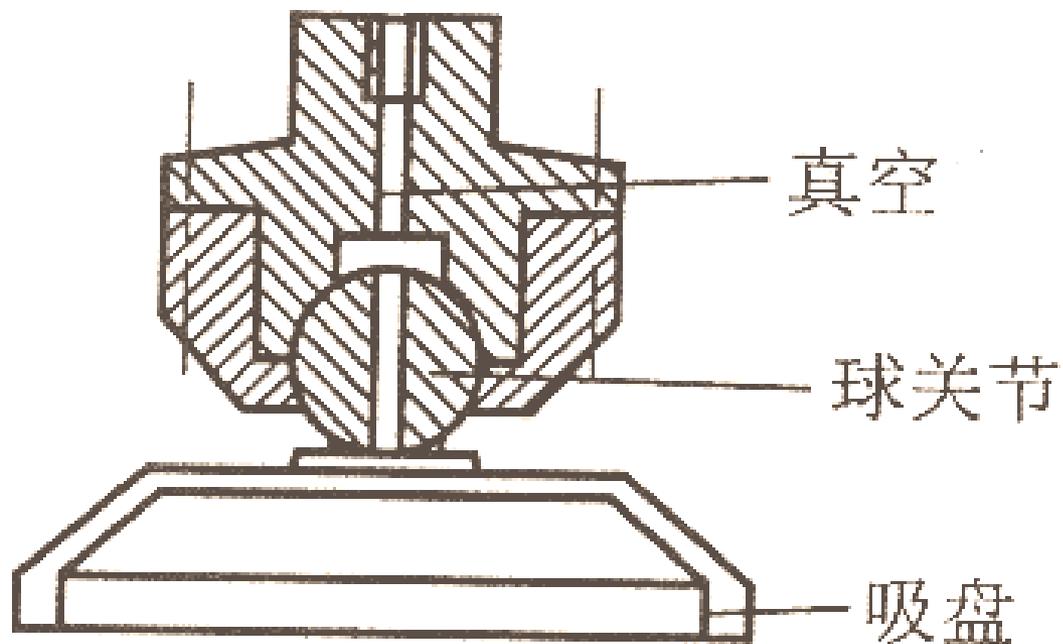
# 真空吸盘结构图例：



## 4. 自适应吸盘:

- 结构特点:

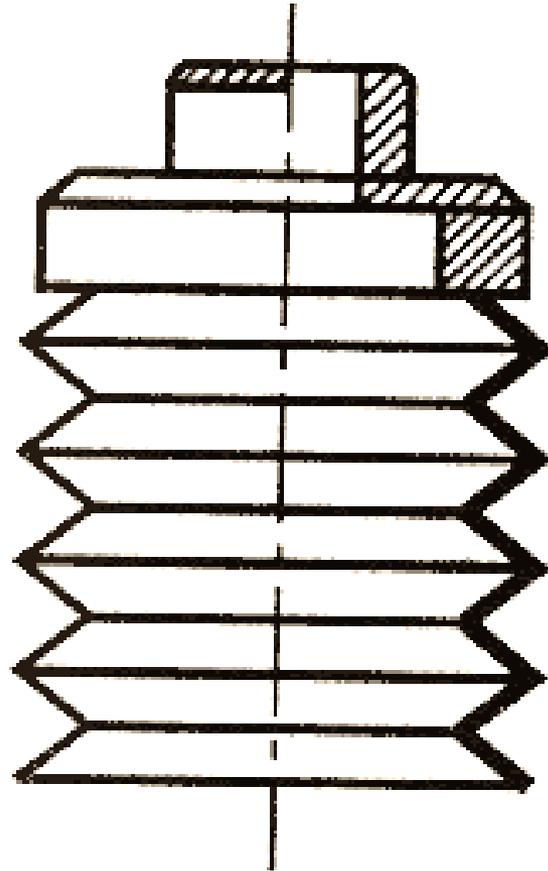
该吸盘具有一个球关节，使吸盘能倾斜自如，适应工件表面倾角的变化。



## 5. 异形吸盘:

- 结构特点:

可用来吸附鸡蛋、锥颈瓶等物件。扩大了真空吸盘在机器人上的应用。



# 6 . 喷气式吸盘:

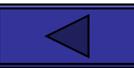
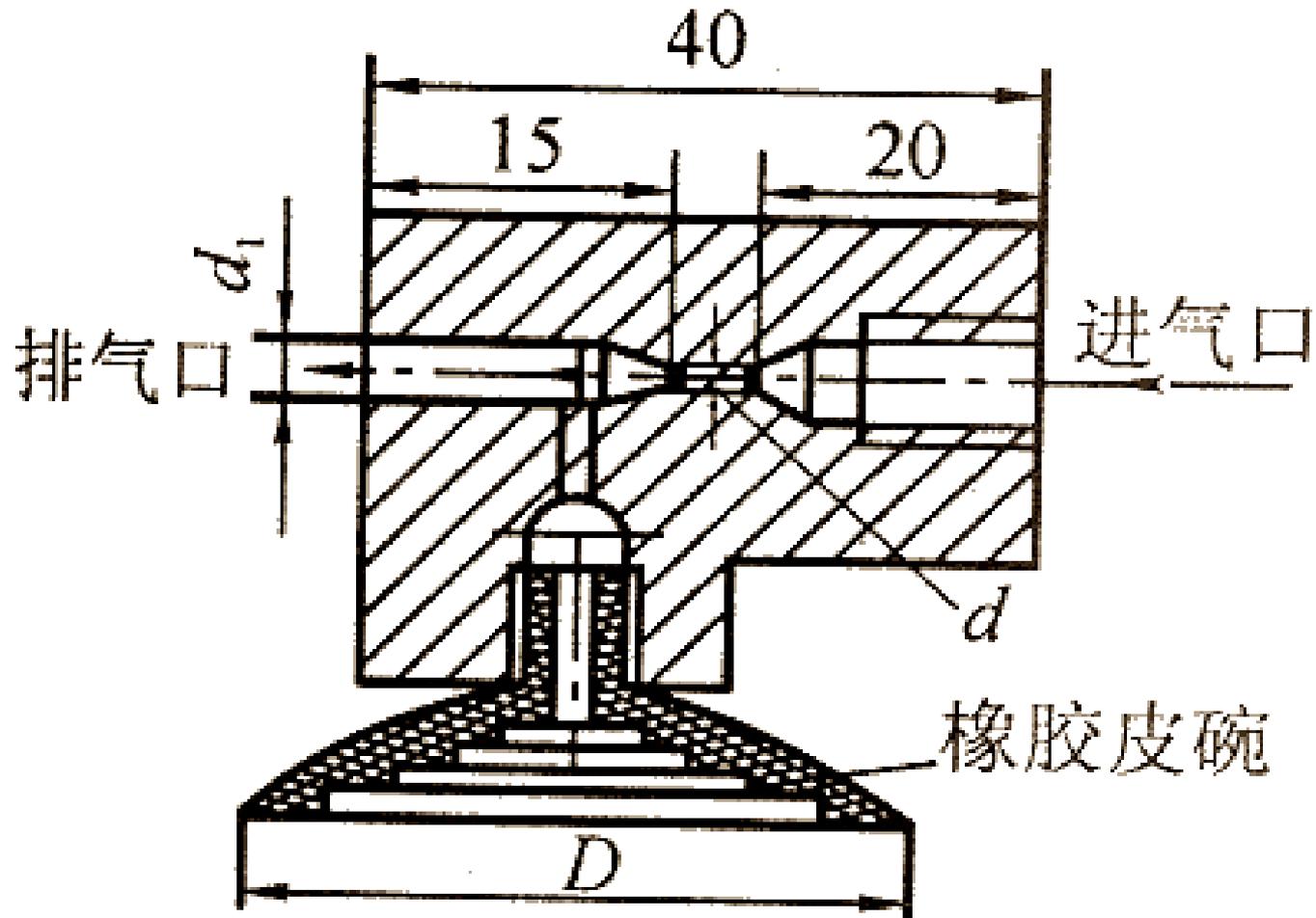
- 工作原理:

- 压缩空气进入喷嘴后, 利用伯努利效应, 当压缩空气刚进入时, 由于喷嘴口逐渐缩小, 致使气流速度逐渐增加。当管路截面收缩到最小处时, 气流速度达到临界速度, 然后喷嘴管路的截面逐渐增加, 使与橡胶皮碗相连的吸气口处, 造成很高的气流速度而形成负压。

- 应用:

- 在工厂一般都有空压站, 喷气式吸盘在工厂得到广泛的应用。

# 喷气式吸盘图例：



# 7. 挤气式吸盘:

- 主要构成:

- 吸盘架、压盖、密封垫、吸盘

- 工作原理:

