

# 液压与气压传动学习笔记

## 摘 要

液压传动和气压传动是两种不同的动力传动方式。液压传动使用液压油作为介质，适用于负载重、精度要求高的场合。气压传动使用空气作为介质，适用于一般的动作。液压传动具有更高的压力和动力，以及更多样的动作方式。液压与气压传动是机械类及其相近专业的一门专业基础课，包括液气压动力元件、执行元件、控制与调节元件、辅助元件、基本回路和典型传动系统。

**关键词** 液压传动，液压元件，气压传动

# **Hydraulic & Pneumatic Transmission Study Notes**

## **ABSTRACT**

Hydraulic transmission and pneumatic transmission are two different types of power transmission. Hydraulic transmission uses hydraulic oil as the medium, which is suitable for occasions with heavy load and high precision requirements. Pneumatic transmission uses air as a medium and is suitable for general movements. Hydraulic transmission has higher pressure and power, as well as more diverse ways of action. Hydraulic and pneumatic transmission is a professional basic course of mechanical and related majors, including hydraulic power components, actuators, control and regulation components, auxiliary components, basic circuits and typical transmission systems.

**KEY WORDS** Hydraulic transmission, hydraulic components, pneumatic transmission

# 目 录

摘 要.....	I
ABSTRACT.....	II
第 1 章 液压传动.....	1
1.1 液压传动的定义.....	1
1.2 液压传动的基本原理.....	1
1.3 液压传动的组成.....	1
1.4 液压油的作用.....	2
1.5 液压动力元件.....	2
1.6 外啮合齿轮泵.....	3
1.7 困油现象.....	3
1.8 叶片泵.....	3
1.8.1 单作用叶片泵.....	3
1.8.2 双作用叶片泵.....	3
1.9 柱塞泵.....	4
1.9.1 轴向柱塞泵.....	4
1.9.2 径向柱塞泵.....	4
1.10 执行元件.....	4
1.11 单杆式双作用缸和双杆式双作用缸.....	4
1.12 液控单向阀的结构与工作原理.....	4
1.13 直动式溢流阀的结构与工作原理.....	4
1.14 先导式溢流阀的结构与工作原理.....	5
1.15 直动式减压阀的结构与工作原理.....	5
1.16 先导式减压阀的结构与工作原理.....	5
1.17 直动式顺序阀的结构与工作原理.....	6
1.18 先导式顺序阀的结构与工作原理.....	6
第 2 章 气压传动.....	6
2.1 气压传动的定义.....	6
2.2 气压传动的工作原理和工作特点.....	6
2.3 气压传动的应用特点.....	7
2.3.1 优点.....	7
2.3.2 缺点.....	7

2.4 气动马达 .....8

参考文献.....9

致谢.....9

# 第1章 液压传动

## 1.1 液压传动的定义

液压传动是指以液体为工作介质进行能量传递和控制的一种传动方式。在液体传动中，根据其能量传递形式不同，又分为液力传动和液压传动。液力传动主要是利用液体动能进行能量转换的传动方式，如液力耦合器和液力变矩器。液压传动是利用液体压力能进行能量转换的传动方式。在机械上采用液压传动技术，可以简化机器的结构，减轻机器质量，减少材料消耗，降低制造成本，减轻劳动强度，提高工作效率和工作的可靠性<sup>[1]</sup>。

## 1.2 液压传动的基本原理

液压传动的基本原理：液压系统利用液压泵将原动机的机械能转换为液体的压力能，通过液体压力能的变化来传递能量，经过各种控制阀和管路的传递，借助于液压执行元件(液压缸或马达)把液体压力能转换为机械能，从而驱动工作机构，实现直线往复运动和回转运动。其中的液体称为工作介质，一般为矿物油，它的作用和机械传动中的皮带、链条和齿轮等传动元件相类似。

## 1.3 液压传动的组成

液压传动系统主要由 5 部分组成。

### (1) 动力元件

动力元件是把原动机输入的机械能转换为油液压力能的能量转换装置。其作用是为液压系统提供压力油。动力元件为各种液压泵。

### (2) 执行元件

执行元件是将油液的压力能转换为机械能的能量转换装置。其作用是在压力油的推动下输出力和速度（直线运动），或力矩和转速（回转运动）。这类元件包括各类液压缸和液压马达。

### (3) 控制调节元件

控制调节元件是用来控制或调节液压系统中油液的压力、流量和方向，以保证执行元件完成预期工作的元件。这类元件主要包括各种溢流阀、节流阀以及换向阀等。这些元件的不同组合便形成了不同功能的液压传动系统。

### (4) 辅助元件

辅助元件是指油箱、油管、油管接头、蓄能器、滤油器、压力表、流量计以及各种密封元件等。这些元件分别起散热贮油、输油、连接、蓄能、过滤、测量压力、测量流量和密封等

作用，以保证系统正常工作，是液压系统不可缺少的组成部分。

(5) 工作介质

工作介质在液压传动及控制中起传递运动、动力及信号的作用。T 作介质为液压油或其他合成液体。

液压传动原理图如图 1-1 液压传动原理图所示，以及各元件如图 1-2 液压元件图所示。

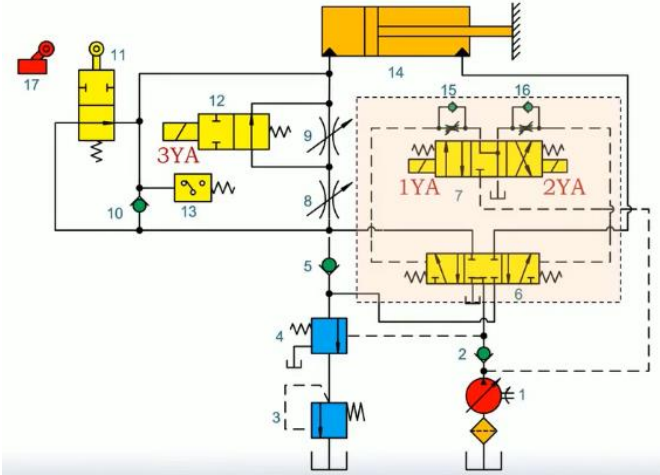


图 1-1 液压传动原理图

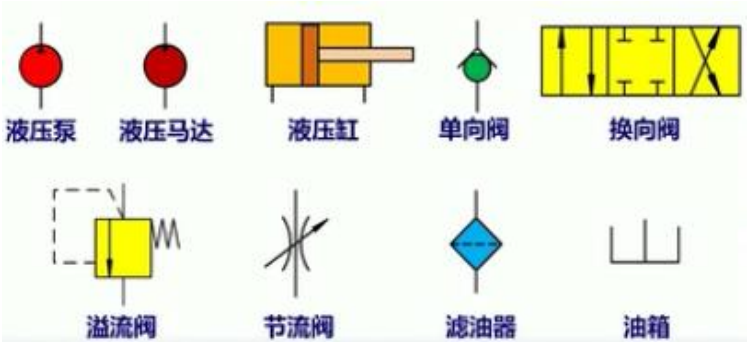


图 1-2 液压元件图

1.4 液压油的作用

液压油具有传递运动和动力、润滑、冷却、防锈、净化液压系统的作用。

1.5 液压动力元件

液压动力元件是一种能量转换装置，在工作时将原动机输出的机械能转换为液压油的压力能，起着向液压系统提供动力的作用，是液压系统中必不可少的核心元件。在液压系统中，液压动力元件通常是指液压泵。

## 1.6 外啮合齿轮泵

### （1）齿轮泵的定义与分类

齿轮泵是一种通过齿轮相互啮合将原动机机械能转换为液压油压力能的能量转换装置。按内部啮合方式的不同，分为外啮合齿轮系和内合齿轮泵。

### （2）外啮合齿轮泵组成

外啮合齿轮泵主要由泵体、啮合齿轮对、主动轴、从动轴以及两端端盖等部分组成。

### （3）外啮合齿轮泵的工作原理

轮齿分离，容积增大，产生真空度而吸油；轮齿啮合，容积减小，油液受挤压而压油。啮合点沿啮合线移动，把这两区分开起配流作用。

## 1.7 困油现象

危害：困油现象使困油区的压力急剧升高，远远超过了齿轮泵的输出压力，使齿轮、轴承等零件也受到很大附加冲击载荷的作用，降低了齿轮和轴承的使用寿命，同时产生功率损失及油液发热等不良现象。

如何消除：最常用的方法是在与齿轮端面接触的端盖上或轴承坐圈上开矩形的困油卸荷槽。

## 1.8 叶片泵

由泵体、配油盘、定子、转子、叶片以及两端端盖等部分组成。

### 1.8.1 单作用叶片泵

①结构：叶片放置在叶片槽中，能够沿转子的径向方向在滑槽内做往复运动；两相邻叶片、定子内表面、转子外表面以及两端端盖相配合形成了密闭工作空间。

②工作原理：偏心量导致转子外表面与定子内表面的距离不一致。密闭空间体积增大，吸油过程；密闭空间体积减小，压油过程。

### 1.8.2 双作用叶片泵

①结构：叶片转到过渡曲线和圆弧段交接点处的加速度突变不大，以减小冲击和噪声，系的瞬时流量的脉动最小。

②工作原理：引起密闭空间体积变化的原因不一样；双作用叶片泵可以看作两个单作用叶片泵的叠加。

## 1.9 柱塞泵

### 1.9.1 轴向柱塞泵

结构：可分斜盘式和斜轴式两类。斜盘式轴向柱塞泵主要由斜盘、柱塞、泵体、传动轴、配油盘以及两端端盖等部分组成。

工作原理：密闭空间体积增大，吸油过程；密闭空间体积减小，压油过程。

### 1.9.2 径向柱塞泵

结构：径向柱塞泵主要由泵体、柱塞、配油轴、定子、衬套以及两端端盖等部分组成。

工作原理：密闭空间体积增大，吸油过程；密闭空间体积减小，压油过程。

## 1.10 执行元件

液压执行元件是将液压泵提供的压力能转变为机械能的能量转换装置，依据输出方式的不同可分为液压缸和液压马达两类，液压缸是指输出直线运动(包括摆动)的液压执行元件，液压马达是指输出旋转运动的液压执行元件。

### 1.11 单杆式双作用缸和双杆式双作用缸

工作原理：

(1) 通压力油的油口进油，未通压力油的油口出油。

(2) 活塞会受到与压力油相连工作腔的作用力，向未通压力油的工作腔方向移动。

固定方式：缸筒固定方式实现较为简单，是常用的固定方式。因此在未说明固定方式的情况下，都默认为缸筒固定方式。

### 1.12 液控单向阀的结构与工作原理

换向阀处于上位时，液压缸无法缩回。对该元件的要求是：(1) 一种工作状态和普通单向阀相同：单向流动。(2) 另一种工作状态：一直导通。

### 1.13 直动式溢流阀的结构与工作原理

直动式溢流阀主要由阀体、阀芯、弹簧和调节螺钉等部分组成。

阀芯形式：球形、锥形、滑阀式。

(1) 阀芯常态位置：受弹簧预紧力作用，阀口常闭。(2) 进油口作用力小于弹簧预紧力：阀芯不动，阀口无法打开，进油口压力可以继续升高。(3) 进油口作用力大于弹簧预紧力：阀芯向上运动，阀口打开，液压油从出油口流向油箱，完成溢流。



## 1.14 先导式溢流阀的结构与工作原理

先导式溢流阀由主阀和先导阀两大部分组成。先导式溢流阀主要由阀体，调压手柄、调压弹簧、导阀芯、主阀弹簧和主阀芯等部分组成。

工作原理：当系统压力上升，导致先导阀内部液压压力大于弹簧预调压力，先导阀开启，在阻尼孔的降压作用下，主阀芯上、下产生压力差，因此主阀芯上抬，原本密封的进油路以及出油路相通，压力油直接从进油口到出油口，实现卸荷。先导式溢流阀根据使用环境的要求，可以选择内控内泄，内控外泄，外控内泄，外控外泄等多种控制形式

## 1.15 直动式减压阀的结构与工作原理

主要由阀体、阀芯弹簧和调节螺钉等部分组成。

进口压力较小时，出口压力也较小，阀芯在弹簧预紧力的作用下保持在底部不动，通流面积很大，两端压差几乎没有，出口压力与进口压力相同。进口压力增大，出口压力也随之增大。当出口压力大于弹簧预紧力时，阀芯上移，通流面积减小，两端压差增大。出口压力不再增加。出口压力取决于弹簧预紧力的大小。进口压力进一步增大，出口压力仍有随之增大趋势。但阀芯将进一步上移，通流面积进一步减小，两端压差进一步增大，直到阀芯完全关闭，出口压力都不再增加。调定压力取决于弹簧的预紧力的大小。通过调整调节螺钉可以改变调定压力。

## 1.16 先导式减压阀的结构与工作原理

先导式减压阀由主阀和先导阀两大部分组成，主要由阀体调压手柄、调压弹簧、导阀芯、主阀弹簧和主阀芯等部分组成。

（1）先导阶段：当流体通过先导式减压阀时，流体压力作用在导阀上，通过导阀与阀瓣相连，导阀的移动会带动阀瓣的开启或关闭。当流体压力较低时，导阀会向上移动，阀瓣打开，流体可以顺畅地通过阀门。当流体压力较高时，导阀会向下移动，阀瓣关闭，流体无法通过阀门。

（2）减压阶段：当流体压力较高时，导阀向下移动，阀瓣关闭，流体无法通过阀门。此时，流体通过阀门上方的导流孔进入上腔，上腔的压力通过导流孔和阀瓣上方的空腔与导阀下方的空腔相平衡。当上腔的压力达到一定数值时，导阀会向上移动，阀瓣打开，流体可以通过阀门。流体从阀门下方的流通孔流出，流出的流量和压力通过阀门下方的节流孔和阀瓣上方的空腔与导阀上方的空腔相平衡。通过调节弹簧的压缩程度，可以改变上腔和下腔之间的压力差，从而实现对流出流量的控制。

### 1.17 直动式顺序阀的结构与工作原理

直动式顺序阀主要由阀体、阀芯、弹簧和调节螺钉等部分组成。

(1) 阀芯常态位置：受弹簧预紧力作用，阀口常闭。

(2) 进油口作用力小于弹簧预紧力：阀芯不动，阀口无法打开，进油口压力可以继续升高。

(3) 进油口作用力大于弹簧预紧力：阀芯向上运动，阀口打开，液压油直接进入出油口流出，出口压力不降低。

### 1.18 先导式顺序阀的结构与工作原理

由主阀和先导阀两大部分组成，主要由阀体调压手柄、调压弹簧、导阀心主阀弹簧和主阀芯等部分组成。

先导阀感应压力信号并控制主阀的开启和关闭，从而调节液压系统的流量和压力。先导式顺序阀的工作原理基于压力平衡原理，通过感应压力变化来控制液压系统的参数。

## 第2章 气压传动

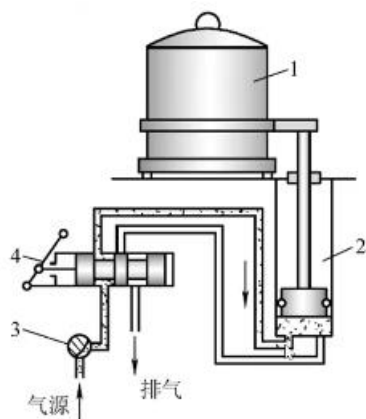
### 2.1 气压传动的定义

气压传动是指以压缩空气为动力源来驱动和控制各种机械设备以实现生产过程机械化和自动化的一种技术。随着工业机械化自动化的发展，气动技术越来越广泛地应用于各个领域。

### 2.2 气压传动的工作原理和工作特点

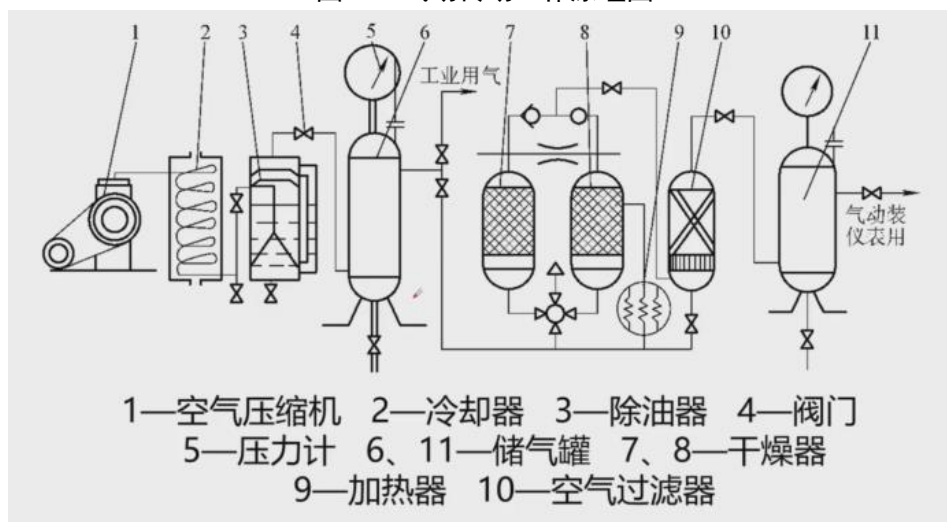
气动系统工作时要经过压力能与机械能之间的转换，其工作原理是利用空气压缩机使空气介质产生压力能，并在控制元件的控制下，把气体压力能传输给执行元件，而使执行元件(气缸或气马达)完成直线运动和旋转运动。

气动传动工作原理图如图 2-1 气动传动工作原理图所示，气源装置及气动辅助元件如图 2-2 气源装置及气动辅助元件所示。



1 - 机罩 2 - 气缸 3 - 节流阀  
4 - 手动换向阀

图 2-1 气动传动工作原理图



1—空气压缩机 2—冷却器 3—除油器 4—阀门  
5—压力计 6、11—储气罐 7、8—干燥器  
9—加热器 10—空气过滤器

图 2-2 气源装置及气动辅助元件

## 2.3 气压传动的应用特点

### 2.3.1 优点

- (1) 工作介质是空气，排放方便，不污染环境，经济性好
- (2) 空气的黏度小，便于远距离输送，能源损失小。
- (3) 气压传动反应快，维护简单，不存在介质维护及补充问题，安装方便。
- (4) 蓄能方便，可用储气筒获得气压能。
- (5) 工作环境适应性好，允许工作温度范围宽
- (6) 有过载保护作用。

### 2.3.2 缺点

- (1) 由于空气具有可压缩性，因此工作速度稳定性较

差。

(2) 工作压力较低。

(3) 工作介质无润滑性能，需设润滑辅助元件。

(4) 噪声大。

## 2.4 气动马达

气马达是以压缩空气为工作介质的原动机，它是采用压缩气体的膨胀作用，把压力能转换为机械能的动力装置。其作用相当于电动机或液压马达，它输出转矩，驱动执行机构作旋转运动。在气压传动中使用广泛的是叶片式、活塞式和齿轮式气动马达。

## 参考文献

- [1] 路甬祥.液压气动技术手册[M].北京:机械工业出版社, 2002.

## 致谢

感谢师兄和同门们的帮助!