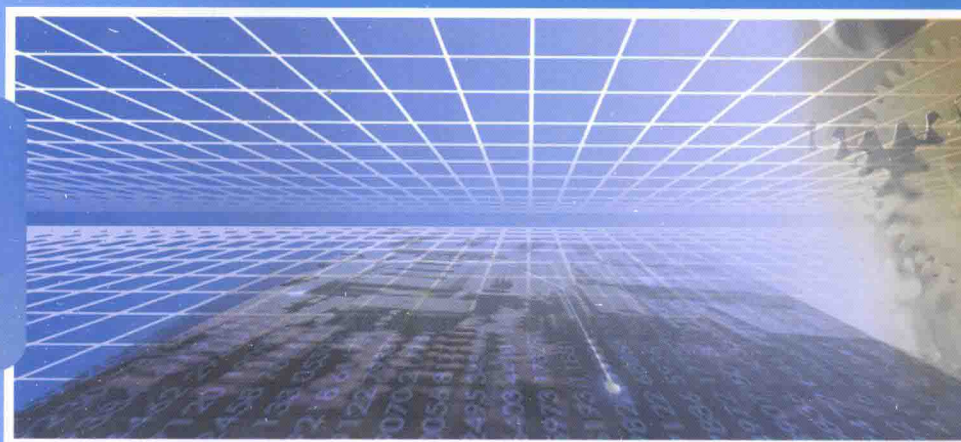




D-K-YT005-0D  
空军航空机务系统教材

# 飞机系统原理

沈燕良 主编



国防工业出版社

National Defense Industry Press

D-K-YT005-0D

空军航空机务系统教材

# 飞机系统原理

沈燕良 主编



国防工业出版社

·北京·

## 内 容 简 介

本书包括飞机液压与气压传动系统、飞机操纵与飞行控制系统、飞机燃油系统和飞机环境控制系统四个部分,分别阐述了各系统的工作原理和设计特点,并以新装备为切入点,以第三代飞机为主,兼顾第二代、第四代飞机,着重介绍了新技术、新成果在新装备上的应用。

本书内容丰富、理论结合实际,可作为航空院校飞机设计专业或其他有关专业的教材或参考书,也可供从事飞机设计、制造、维护和管理,或相关专业的科研和工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

飞机系统原理 / 沈燕良主编. —北京:国防工业出版社,  
2007.6

(空军航空机务系统教材)

ISBN 978 - 7 - 118 - 05037 - 0

I. 飞... II. 沈... III. 飞机 - 构造 - 教材 IV. V22

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 024332 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

四季青印刷厂印刷

新华书店经售

\*

开本 787 × 1092 1/16 印张 17¼ 字数 409 千字  
2007 年 6 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—5000 册 定价 36.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

## 总 序

发生在世纪之交的几场局部战争表明,脱胎于20世纪工业文明的机械化战争正在被迅猛发展的信息文明催生的信息化战争所取代。信息化战争的一个显著特点,就是知识和技术密集,战争的成败越来越取决于各类高技术、高层次人才的质量和数量,以及人与武器的最佳配合。因此,作为人才培养基础工作的教材建设,就显得格外重要和十分紧迫。为了加快推进中国特色军事变革,贯彻执行军队人才战略工程规划,培养造就高素质新型航空机务人才,空军从2003年开始实施了航空机务系统教材体系工程。

实施航空机务系统教材体系工程是空军航空装备事业继往开来的大事,它是空军装备建设的一个重要组成部分,是航空装备保障人才培养的一个重要方面,也是体现空军航空装备技术保障水平的一个重要标志。两年来,空军航空机务系统近千名专家、教授和广大干部、教员积极参与教材编修工作,付出了艰辛的劳动,部分教材已经印发使用,效果显著。实践证明,实施教材体系工程,对于提高空军航空机务人才的现代科学文化水平和综合素质,进而提升航空机务保障力和战斗力,必将发挥重要作用和产生深远影响,是一项具有战略意义的工程。

空军航空机务系统教材体系工程,以邓小平理论和“三个代表”的重要思想为指导,以新时期军事战备方针为依据,以培养高素质新型航空机务人才为目标,着眼空军向攻防兼备型转变和航空装备发展需要,按照整体对应、系统配套、紧贴实际、适应发展,突出重点,解决急需的思路构建了一个较为完整的教材体系。教材体系的结构由部队、院校、训练机构教育训练教材三部分组成,分为航空机务军官教育训练教材和航空机务士兵教育训练教材两个系列十六个类别的教材组成。规划教材按照新编、修编、再版等不同方式组织编修。新编和修编的教材,充实了新技术、新装备的内容,吸收了近年来航空维修理论研究的新成果,对高技术战争条件下航空机务保障的特点和规律进行了有益探索,院校的专业训练教材与国家人才培养规格接轨并具有鲜明的军事特色,部队训练教材与总参颁布的《空军军事训练与考核大纲》配套,能够适应不同层次、不同专业航空机务人员的教育训练需要,教材的系统性、先进性、科学性、针对性和实践性与原有教材相比有了明显提高。

此次大规模教材编修工作,系统整理总结了空军航空机务事业创业50多年来的宝贵经验,将诸多专家、教授、骨干的学识见解和实践经验总结继承下来,优化了航空机务保障教材体系,为装备保障人员提供了一套系统、全面的教科书,满足了人才培养对教材的急需。全航空机务系统一定要认真学习新教材,使其真正发挥对航空机务工作的指导作用。

同时,教材建设又是一项学术性很强的工作,教材反映的学术理论内容是随实践的发展而发展的。当前我军建设正处在一个跨越式发展的历史关键时期,航空装备的飞速发展和空军作战样式的深刻变化,使航空机务人才培养呈现出许多新特点,给航空机务系统教材建设带来许多新问题。因此,必须十分关注航空装备的发展和航空机务教育训练的改革创新,不断发展和完善具有时代特征和我军特色的航空机务系统教材体系,为航空机务人才建设提供知识信息和开发智力资源。

**魏 钢**

二〇〇五年十二月

## 空军航空机务系统教材体系工程编委会

主任	魏 钢				
副主任	周 迈	毕雁翎	王凤银	袁 强	韩云涛
	吴辉建	王洪国	王晓朝	常 远	蔡风震
	李绍敏	李瑞迁	张凤鸣	张建华	许志良
委员	刘千里	陆阿坤	李 明	郦 卫	沙云松
	关相春	吴 鸿	朱小军	许家闻	夏利民
	陈 涛	谢 军	严利华	高 俊	戴震球
	王力军	曾庆阳	王培森	杜元海	

## 空军航空机务系统教材体系工程总编审组

组 长	刘桂茂				
副组长	刘千里	郦 卫	张凤鸣		
成 员	孙海涛	陈廷楠	周志刚	杨 军	陈德煌
	韩跃敏	谢先觉	高 虹	彭家荣	富 强
	郭汉堂	呼万丰	童止戈	张 弘	

空军航空机务系统教材体系工程  
机械专业编审组

组 长 陈廷楠

成 员 王行江 陈柏松 王献军 赵 斌 高 虹  
呼万丰 邱炳辉

# 前 言

随着航空事业的高速发展,飞机系统设计技术及与其相关的控制理论和计算机应用等学科也得到迅速发展。飞机各系统的设计越来越复杂,其在飞机设计过程中所占的地位越来越重要,因此,作为培养从事飞机与发动机的维修、论证、监造、研究和管理的高级工程技术人才的飞机与发动机工程专业,为拓宽学员的知识面,适应飞机设计和使用发展的需要,必须使学员充分了解飞机各系统的相关知识。

本书是飞机与发动机工程专业的一门必修专业课,是从飞机系统总体出发,研究系统及其主要元件的工作原理、工作性能的课程。与课程教学要求相适应,本书具有鲜明的专业特色。首先是内容涵盖面宽,包括了液压和气压传动、操纵、燃油、环境控制等飞机各主要系统的内容,包含了地方院校液压、飞控、环控等多个专业的教学内容。其次是面向部队、面向使用,充分体现了系统的使用特性,突出了军校特色和使用保障特色。第三是适应军事变革需要,以新装备为切入点,以第三代飞机为主,兼顾第二代、第四代飞机,强化了新技术、新成果在新装备上的应用,充分反映了教学内容的先进性。

本书包括飞机液压与气压传动系统、飞机操纵与飞行控制系统、飞机燃油系统和飞机环境控制系统四个部分,分别阐述各系统的工作原理和设计特点,为学员从事飞机与发动机的维修、论证、监造、研究和管理工作打下一个良好的基础。本书内容丰富、理论结合实际,可作为航空院校飞机设计专业或其他有关专业的教材或参考书,也可供从事飞机设计、制造、维护和管理,或相关专业的科研和工程技术人员参考。

本书共 11 章。第 1、5、6、7 章由王建平编写,第 2、3、10、11 章由沈燕良编写,第 4、8、9 章由曹克强编写。本书由空军工程大学林国华教授、王平军副教授初审;航空一集团第一飞机设计院陈一坚院士、空军工程大学陈廷楠教授审查。在此,对各位专家的支持一并表示感谢。

由于编者水平有限,教材中难免有不足及疏漏之处,请读者批评指正。

编者  
2006 年 7 月



# 目 录

## 第 1 篇 飞机液压与气压传动系统

第 1 章 液压与气压传动概论	1
1.1 液压与气压传动简述	1
1.1.1 液压与气压传动的工作原理	1
1.1.2 液压与气压传动系统的组成	2
1.1.3 液压与气压传动的特点	3
1.1.4 液压与气压传动技术的发展	4
1.2 液压与气压传动的图形符号	6
1.3 液压与气压传动工作介质的性质和选择	7
1.3.1 液压传动工作介质的种类	7
1.3.2 液压传动工作介质的性质	9
1.3.3 对液压传动工作介质的要求	12
1.3.4 液压传动工作介质的选择	12
1.3.5 气压传动工作介质	12
1.3.6 空气的性质	13
1.4 液压与气压传动工作介质的污染及控制	14
1.4.1 工作介质污染的原因	15
1.4.2 工作介质污染的危害	15
1.4.3 工作介质污染的控制	16
第 2 章 流体力学基础	17
2.1 液体静力学	17
2.1.1 液体静压力	17
2.1.2 液体静压力基本方程	17
2.1.3 静压力基本方程的应用	18
2.1.4 帕斯卡原理	18
2.2 液体动力学	19
2.2.1 液体的流动状态	19
2.2.2 连续性方程	19
2.2.3 伯努利方程	20
2.2.4 动量方程	20

2.3	液体流动的压力损失	21
2.3.1	沿程损失	22
2.3.2	局部损失	23
2.3.3	管路系统总压力损失	24
2.4	节流流动与间隙流动	25
2.4.1	节流原理	25
2.4.2	液体在间隙中的流动	28
2.5	气体静力学	31
2.5.1	理想气体状态方程	31
2.5.2	热力学第一定律	31
2.5.3	静止气体状态变化	32
2.6	气体动力学	33
2.6.1	气体流动的基本概念	33
2.6.2	气体流动的基本方程	33
2.6.3	声速和气体在管道中的流动特性	34
2.6.4	气体管道的阻力计算	37
2.6.5	气体的通流能力	37
2.6.6	充放气参数的计算	37
2.7	液压撞击和气穴	39
2.7.1	液压撞击	39
2.7.2	气泡与气穴	41
<b>第3章</b>	<b>液压传动系统</b>	<b>43</b>
3.1	液压泵	43
3.1.1	轴向式柱塞泵的工作原理	43
3.1.2	轴向式柱塞泵性能分析	46
3.1.3	齿轮泵	53
3.2	液压控制阀	55
3.2.1	方向控制阀	55
3.2.2	压力控制阀	59
3.2.3	流量控制阀	62
3.3	执行元件及液压辅助元件	65
3.3.1	作动筒	65
3.3.2	液压马达	69
3.3.3	液压导管与管接头	70
3.3.4	蓄压器	71
3.3.5	油滤	73
3.4	液压基本回路与典型液压系统	74

3.4.1	液压基本回路	74
3.4.2	飞机液压系统总体设计概念	79
3.4.3	典型飞机液压系统	81
<b>第4章</b>	<b>液压伺服控制系统</b>	<b>83</b>
4.1	液压控制元件	83
4.1.1	滑阀	83
4.1.2	喷嘴挡板阀和射流管阀	92
4.2	机液位置伺服机构	101
4.2.1	机液位置伺服机构的基本组成原理和结构特点	101
4.2.2	液压助力器的静态特性	104
4.2.3	助力器的动特性方程及传递函数	108
4.2.4	助力器的动态性能分析	110
4.3	电液伺服阀	119
4.3.1	电液伺服阀的组成及工作原理	120
4.3.2	电液伺服阀性能分析	123
4.4	电液位置伺服机构	135
4.4.1	电液位置伺服机构的基本组成原理及应用	135
4.4.2	典型液压舵机的结构特点	137
4.4.3	液压舵机的静态特性	139
4.4.4	液压舵机的动态特性	140
4.4.5	液压舵机的主要技术要求及使用特点	142
4.5	复合式液压舵机	143
4.5.1	典型复合舵机的结构特点	143
4.5.2	复合舵机的连接及反传	144
4.6	余度电液伺服系统	145
4.6.1	余度系统概念	145
4.6.2	平行工作方式余度系统	147
4.6.3	工作/备用方式余度系统	148
<b>第5章</b>	<b>气压传动系统</b>	<b>150</b>
5.1	供气装置	150
5.1.1	供气装置的组成和工作原理	150
5.1.2	空气压缩机	151
5.1.3	气体净化与储存装置	153
5.2	气动执行装置	154
5.2.1	气压作动筒	154
5.2.2	缓冲装置与速度控制	155
5.2.3	气压马达	156
5.3	气动控制阀	156
5.3.1	压力控制阀	157

5.3.2	流量控制阀 .....	160
5.3.3	方向控制阀 .....	160
5.4	典型飞机气动系统 .....	161

## 第 2 篇 飞机操纵与飞行控制系统

<b>第 6 章</b>	<b>飞机操纵系统 .....</b>	<b>166</b>
6.1	飞机操纵系统的组成和基本工作原理 .....	166
6.1.1	对飞机操纵系统的要求 .....	166
6.1.2	飞机操纵系统的组成和传动关系 .....	167
6.1.3	飞机操纵系统的构造形式和特点 .....	170
6.2	不可逆助力操纵系统 .....	177
6.2.1	不可逆助力操纵系统组成 .....	177
6.2.2	液压助力器 .....	177
6.2.3	载荷感觉器 .....	177
6.2.4	调整片效应机构 .....	179
6.2.5	力臂调节器 .....	179
6.3	操纵系统的特殊机械传动装置 .....	182
6.3.1	非线性机构 .....	183
6.3.2	机械复合装置 .....	183
6.4	操纵系统运动分析 .....	185
6.4.1	操纵系统运动分析的内容和方法 .....	185
6.4.2	操纵系统运动仿真与干涉分析 .....	185
<b>第 7 章</b>	<b>飞机飞行控制系统 .....</b>	<b>187</b>
7.1	引言 .....	187
7.2	飞机飞行控制系统中的主要部件 .....	188
7.2.1	敏感元件 .....	188
7.2.2	液压舵机 .....	190
7.2.3	大气数据系统 .....	190
7.3	含阻尼器的飞行操纵系统 .....	190
7.3.1	飞行阻尼器的作用 .....	190
7.3.2	飞行阻尼器的组成和工作原理 .....	191
7.4	增稳和控制增稳飞行操纵系统 .....	193
7.4.1	过载稳定器 .....	193
7.4.2	增稳飞行操纵系统 .....	194
7.4.3	控制增稳飞行操纵系统 .....	195
7.5	电传操纵系统和光传操纵系统 .....	196
7.5.1	电传操纵系统 .....	196
7.5.2	光传操纵系统 .....	201

## 第3篇 飞机燃油系统

第8章 飞机燃油系统	204
8.1 飞机燃油系统的功用及组成	204
8.2 航空燃油特性及其对系统的影响	204
8.2.1 燃油的蒸发性	204
8.2.2 燃油的低温性能	205
8.2.3 燃油的热稳定性	205
8.2.4 燃油内的微粒杂质污染	205
8.2.5 燃油内的微生物污染	205
8.2.6 燃油的燃爆性	205
8.3 供油系统	206
8.3.1 燃油储存及其在飞机上的配置	206
8.3.2 供油方案	206
8.3.3 飞机燃油系统的供油动力	207
8.3.4 飞机燃油系统的输油线路	207
8.3.5 燃油系统的高空性	208
8.3.6 在过载和失重条件下的供油	211
8.4 输油系统	212
8.4.1 飞机用油顺序及重心	212
8.4.2 输油系统的顺序控制	212
8.4.3 燃油系统的比例输油	214
8.4.4 燃油系统的平衡输油	215
8.5 通气与增压系统	215
8.5.1 通气与增压系统的功用	215
8.5.2 通气与增压系统的方案	216
8.5.3 通气与增压系统设计中的两个问题	217
8.6 加油与放油系统	217
8.6.1 加油系统	217
8.6.2 空中加油系统	218
8.6.3 放油系统	220
第9章 飞机燃油系统的主要附件	221
9.1 燃油控制系统附件	221
9.1.1 电容式油量表	221
9.1.2 浮子式油量表	221
9.1.3 应用放射性元素的油量表	222
9.1.4 超声波油量表	223
9.1.5 叶轮—转速表式油量表	224

9.2 燃油泵 .....	224
9.2.1 电动叶片泵 .....	225
9.2.2 液动涡轮驱动的燃油泵 .....	225
9.2.3 液压马达驱动的燃油泵 .....	226
9.2.4 射流泵 .....	226

## 第 4 篇 飞机环境控制系统

<b>第 10 章 大气特性与气密座舱</b> .....	229
10.1 大气特性与人体的关系 .....	229
10.1.1 大气压力和温度 .....	229
10.1.2 大气压力和人体的关系 .....	230
10.1.3 温度、湿度和人体的关系 .....	231
10.1.4 臭氧和宇宙辐射 .....	232
10.1.5 噪声与人体的关系 .....	232
10.1.6 高空飞行的技术措施 .....	232
10.2 气密座舱概述 .....	233
10.2.1 对气密座舱的空气参数要求 .....	233
10.2.2 座舱气密性的要求 .....	234
10.2.3 气密座舱的形式 .....	234
<b>第 11 章 座舱环境控制系统</b> .....	236
11.1 座舱供气调节装置 .....	236
11.1.1 供气调节原理 .....	236
11.1.2 典型供气调节附件 .....	236
11.2 座舱温度调节装置 .....	239
11.2.1 座舱热状态的变化 .....	239
11.2.2 制冷设备 .....	240
11.2.3 自动调温装置 .....	242
11.3 座舱压力调节系统 .....	245
11.3.1 座舱压力制度 .....	245
11.3.2 压力调节器 .....	248
11.4 典型飞机的座舱环境控制系统 .....	253
11.4.1 战斗机座舱环境控制系统之一 .....	253
11.4.2 战斗机座舱环境控制系统之二 .....	253
<b>附录 部分常用液压气动图形符号</b> .....	256
<b>参考文献</b> .....	262

# 第 1 篇 飞机液压与气压传动系统

## 第 1 章 液压与气压传动概论

### 1.1 液压与气压传动简述

液压与气压传动是以流体(液体或气体)作为工作介质对能量进行传递和控制的一种传动形式。它是一门既古老又新兴的技术。从 17 世纪末帕斯卡提出静压传递原理,18 世纪末英国制成世界上第一台水压机算起,已有 300 多年的历史了。在 20 世纪中叶以后,液压与气压传动在各工业领域得到广泛应用,随着微电子技术与液压、气压传动技术的密切结合,液压与气压传动已成为一个高新技术领域。

从 20 世纪 40 年代开始,液压与气压传动技术在航空领域得到广泛应用。目前,飞机部件收放、舵面操纵、机轮刹车等大功率传动几乎都采用液压或气压传动。

飞机液压传动系统(简称液压系统)和气压传动系统(简称气动系统)在飞机维护工作中占有重要地位。据统计,当前我军装备的歼击机和强击机液压系统的故障约占机械总故障的 30%,液压系统的维护工作量占机械维护工作量的 1/3。可见,保持飞机液压系统和气动系统的性能良好,是飞机维护工作的重要内容。

#### 1.1.1 液压与气压传动的工作原理

液压系统以液体作为工作介质,而气动系统以气体作为工作介质。两种工作介质的不同在于液体几乎不可压缩,气体却具有较大的可压缩性。液压与气压传动在基本工作原理、元件的工作机理以及回路的构成等诸方面是极为相似的。下面以图 1-1 所示的液压千斤顶原理图来说明其工作原理。

由图可见,当向上提手柄 5 使小缸 4 内的活塞上移时,小缸下腔因容积增大而产生真空,油液从油箱 1 通过吸油阀 2 被吸入并充满小缸。当按压手柄使小缸活塞下移时,则刚才被吸入的油液通过压油阀 3 输到大缸 7 的下腔,油液被压缩,压力立即升高,当油液的压力升高到能克服作用在大活塞上的负载 6(重物)所需的压力值时,重物就随手柄的下按而同时上升,此时吸油阀是关闭的。为把重物从举高的位置放下,系统中专门设置了截止阀 8(放油螺塞)。

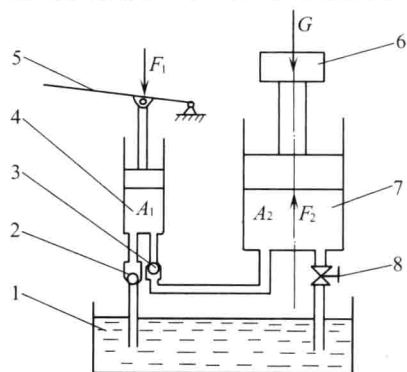


图 1-1 液压千斤顶示意图

- 1—油箱; 2—吸油阀; 3—压油阀;
- 4—小缸; 5—手柄; 6—负载(重物);
- 7—大缸; 8—截止阀(放油螺塞)。

图 1-1 中两根通油箱的管路如通大气,则图 1-1 变成气动系统的原理图。

上述系统不能对重物的上升速度进行调节,也没有防止压力过高的安全措施,但从这一简单的系统,可以得出有关液压与气压传动的一些重要概念。

设大、小活塞的面积为  $A_2$ 、 $A_1$ ,当作用在大活塞上的负载和作用在小活塞上的作用力分别为  $G$  和  $F_1$  时,依帕斯卡原理,大、小活塞下腔以及连接导管构成的密闭容积内的油液具有相等的压力值,设为  $p$ ,如忽略活塞运动时的摩擦阻力,有

$$p = \frac{G}{A_2} = \frac{F_2}{A_2} = \frac{F_1}{A_1} \quad (1-1)$$

或

$$F_2 = F_1 \frac{A_2}{A_1} \quad (1-2)$$

式中  $F_2$ ——油液作用在大活塞上的作用力,  $F_2 = G$ 。

式(1-1)表明,系统的压力  $p$  取决于作用负载的大小。这是第一个重要概念。

式(1-2)表明,当  $A_2/A_1 \gg 1$  时,作用在小活塞上一个很小的力  $F_1$ ,便可在大活塞上产生一个很大的力  $F_2$  以举起负载(重物)。这就是液压千斤顶的原理。

另外,设大、小活塞移动的速度为  $v_2$  和  $v_1$ ,在不考虑泄漏情况下稳态工作时,有

$$v_1 A_1 = v_2 A_2 = Q \quad (1-3)$$

或

$$v_2 = v_1 \frac{A_1}{A_2} = \frac{Q}{A_2} \quad (1-4)$$

式中  $Q$ ——流量,定义为单位时间内输出(或输入)的液体体积。

式(1-4)表明,大缸活塞运动的速度,在缸的结构尺寸一定时,取决于输入的流量。这是第二个重要概念。

使大活塞上的负载上升所需的功率为

$$N = F_2 v_2 = p A_2 \frac{Q}{A_2} = p Q \quad (1-5)$$

式中:  $p$  的单位为 Pa;  $Q$  的单位为  $\text{m}^3/\text{s}$ ;  $N$  的单位为 W。

由此可见,液压系统的压力和流量之积就是功率,称之为液压功率。这是第三个重要概念。

由这个例子也可清楚地看到,在小缸中,手按动小活塞所做的机械能变成了排出流体的压力能;而在大缸中,进入大缸的流体压力能可通过大活塞转变成为驱动负载所需的机械能。所以,在液压与气压传动系统中,要发生两次能量的转变。通常,把机械能转变为流体压力能的元件或装置称为泵或能源装置,而把流体压力能转变为机械能的元件称为执行元件。

### 1.1.2 液压与气压传动系统的组成

液压系统主要由以下四部分组成。

(1) 能源装置——把机械能转换成液体压力能的装置。最常见的形式是液压泵。

(2) 执行元件——把液体的液压能转换成机械能的元件。有作直线运动的液压缸(又称为液压作动筒),或作回转运动的液压马达。

(3) 控制调节元件——对系统中液体压力、流量或流动方向进行控制或调节的元件。例



如溢流阀、节流阀、换向阀等。这些元件的不同组合形成了不同功能的液压系统。

(4) 辅助元件——上述三部分以外的其他元件,例如油箱、过滤器、导管等。它们对保证系统正常工作有重要作用。

气压传动系统除了能源装置——供气装置,执行元件——气缸(又称为气压作动筒)、气压马达,控制元件——气动阀,辅助元件——导管、接头、消声器外,常常还装有一些完成逻辑功能的逻辑元件等。

### 1.1.3 液压与气压传动的特点

液压传动有以下一些优点。

(1) 在同等的体积下,液压装置比电气装置产生出更多的动力。在同等的功率下,液压装置的体积小,质量小,功率密度大,结构紧凑。液压马达的体积和质量只有同等功率电动机的12%左右。

(2) 液压装置工作比较平稳。由于质量小、惯性小、反应快,液压装置易于实现快速启动、制动和频繁的换向。

(3) 液压装置能在大范围内实现无级调速。

(4) 液压传动易于实现自动化,对液体压力、流量或流动方向易于进行调节或控制。当将液压控制和电气控制、电子控制或气动控制结合起来使用时,整个传动装置能实现很复杂的顺序动作,也能方便地实现远程控制。

(5) 液压装置易于实现过载保护。液压作动筒和液压马达都能长期在堵转状态下工作而不会过热,这是电气传动装置和机械传动装置无法办到的。

(6) 由于液压元件已实现了标准化、系列化和通用化,液压系统的设计、制造和使用都比较方便。

(7) 用液压传动实现直线运动远比用机械传动简单。

液压传动的缺点如下。

(1) 液压传动在工作过程中常有较多的能量损失(摩擦损失、泄漏损失等),长距离传动时更是如此。

(2) 液压传动对油温变化比较敏感,它的工作稳定性很容易受到温度的影响,因此它不宜在很高或很低的温度条件下工作。

(3) 为了减少泄漏,液压元件在制造精度上的要求较高,因此它的造价较贵,而且对工作介质的污染比较敏感。

(4) 液压传动出现故障时不易找出原因。

气压传动具有以下一些独特的优点。

(1) 空气可以从大气中取得,同时,用过的空气可直接排放到大气中去,处理方便,万一空气管路有泄漏,除引起部分功率损失外,不致产生不利于工作的严重影响,也不会污染环境。

(2) 空气的黏度很小,在管道中的压力损失较小,因此压缩空气便于集中供应(空压站)和远距离输送。

(3) 因压缩空气的工作压力较低(一般为0.3MPa~0.8MPa),因此,气动元件对材料和制造精度上的要求较低。

(4) 气动系统维护简单,管道不易堵塞,也不存在介质变质、补充、更换等问题。

(5) 使用安全,没有防爆的问题,并且便于实现过载自动保护。