



普通高等教育“十一五”规划教材

液压与气压传动

主 编 游有鹏
副主编 李成刚 缪群华
主 审 朱兴龙



科学出版社
www.sciencep.com

普通高等教育“十一五”规划教材

液压与气压传动

主 编 游有鹏

副主编 李成刚 缪群华

主 审 朱兴龙

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书系统、全面地介绍了液压与气压传动方面的知识,分为液压传动与气压传动两篇,共16章。第一篇液压传动内容包括:液压传动基础知识、液压力元件、液压执行元件、液压控制元件、液压辅助装置、液压传动系统基本回路、典型液压系统、液压系统的设计与计算、液压伺服与电液比例控制。第二篇气压传动内容包括:气压传动基础知识、气源装置及气动辅助元件、气动执行元件、气动控制元件、气压传动基本回路、气压传动系统设计、气压传动系统实例。

本书深入浅出、内容丰富、系统性强。在注重基本原理和基本方法的同时,突出其应用,旨在培养学生的工程应用与设计能力。

本书可作为高等工科院校机械工程及自动化、机电一体化、模具设计与制造工程和材料成形等机械工程类专业的本科生教材,也可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

液压与气压传动/游有鹏主编. —北京:科学出版社,2008

普通高等教育“十一五”规划教材

ISBN 978-7-03-022494-1

I. 液… II. 游… III. ①液压传动-高等学校-教材 ②气压传动-高等学校-教材 IV. TH137 TH138

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第102463号

责任编辑:段博原 贾瑞娜 / 责任校对:陈玉凤

责任印制:张克忠 / 封面设计:陈敬

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008年9月第一版 开本:B5(720×1000)

2008年9月第一次印刷 印张:22

印数:1—3 500 字数:417 000

定价:32.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈双青〉)

前 言

本书是为高等工科院校机械工程及自动化、机电一体化、模具设计与制造工程等机械工程类专业编写的《液压与气压传动》教材。

本书的内容组织注重基础性、系统性,同时兼顾应用性、先进性。在编写过程中,贯彻少而精、理论联系实际、学以致用原则,着重从元件、回路和系统各不同层次讲解其基本原理和基本方法,并注重通过各种典型回路和系统实例分析,使学生掌握液压与气压传动系统的分析和设计方法。在较全面地介绍液压与气压传动基本内容的基础上,增添了与液压与气压传动有关的新技术和发展趋势,如二次调节原理、电液伺服与比例控制、液压系统节能设计等,以拓展学生的知识面。在内容编排上,液压与气压独立成篇,既考虑到它们的共性,又保持了二者的完整性和独立性,便于读者的理解和掌握。

本书共分两篇。第一篇共9章,介绍液压传动基本知识,第二篇共7章,介绍气压传动基本知识。第1章概述液压传动基础知识;第2~5章分别介绍液压传动系统常用的动力元件、执行元件、控制元件和辅助装置;第6~8章介绍液压基本回路、典型液压系统分析、液压系统的设计与计算;第9章介绍液压伺服与电液比例控制系统;第10章介绍气压传动基础知识;第11~14章分别介绍气压传动系统的气源及气动辅助元件、气动执行元件、气动控制元件、气地压传动基本回路;第15章介绍气压传动控制系统设计;第16章介绍气压传动系统实例。

本书绪论、第1章由游有鹏编写,第2~4、14、15章由李成刚编写,第5~8、11、13章由缪群华编写,第9、10章由陈柏编写,第12、16章由袁祖强编写。全书由游有鹏统稿。

朱兴龙教授、雷玉亮教授对全书进行了仔细审阅,并提出了许多宝贵意见和建议,在此表示衷心感谢。

另外,本书编写时参阅了大量相关文献和教材,在此向相关作者、编者表示感谢。

由于编者水平所限,且成书时间仓促,书中难免有不妥和缺陷之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

2008年5月

目 录

前言	
绪论	1

第一篇 液 压 传 动

第 1 章 液压传动基础知识	11
1.1 液压油	11
1.1.1 液压油的性质	11
1.1.2 对液压油的要求和选用	15
1.1.3 液压系统的污染控制	16
1.2 液体静力学	18
1.2.1 静压力及其特性	18
1.2.2 静压力基本方程	18
1.2.3 压力的表示法及单位	19
1.2.4 帕斯卡原理	20
1.2.5 静压力对固体壁面的作用力	20
1.3 流体动力学	21
1.3.1 基本概念	21
1.3.2 连续性方程	22
1.3.3 伯努利方程	23
1.3.4 动量方程	25
1.4 管道中的液流特性	26
1.4.1 流态与雷诺数	26
1.4.2 沿程压力损失	28
1.4.3 局部压力损失	30
1.4.4 管路系统中总压力损失	30
1.5 孔口和缝隙流动	31
1.5.1 孔口流量公式	31
1.5.2 缝隙流动	33
1.6 液压冲击和空穴现象	35
1.6.1 液压冲击	35

1.6.2 空穴现象	37
习题	38
第2章 液压动力元件	41
2.1 液压泵概述	41
2.1.1 液压泵的工作原理	41
2.1.2 液压泵的基本性能参数	42
2.1.3 液压泵的类型	45
2.1.4 液压泵的图形符号	45
2.2 齿轮泵	46
2.2.1 外啮合齿轮泵	46
2.2.2 内啮合齿轮泵	50
2.2.3 螺杆泵	51
2.3 叶片泵	52
2.3.1 双作用叶片泵	52
2.3.2 单作用叶片泵	58
2.3.3 限压式变量叶片泵	60
2.4 柱塞泵	62
2.4.1 径向柱塞泵	63
2.4.2 轴向柱塞泵	64
2.5 液压泵的使用	69
2.5.1 液压泵类型的选用	69
2.5.2 液压泵参数的确定	70
2.5.3 液压泵的噪声	71
习题	72
第3章 液压执行元件	74
3.1 液压马达	74
3.1.1 液压马达概述	74
3.1.2 液压马达的工作原理	75
3.1.3 液压马达的基本参数和性能	77
3.1.4 液压马达的图形符号	79
3.2 液压缸	80
3.2.1 液压缸的基本类型和特点	80
3.2.2 液压缸的结构	87
3.2.3 液压缸的设计计算	90
习题	92

第 4 章 液压控制元件	94
4.1 概述	94
4.1.1 液压阀的结构、工作原理及基本要求	94
4.1.2 液压阀的分类	94
4.1.3 控制阀的性能参数	95
4.2 方向控制阀	95
4.2.1 单向阀	96
4.2.2 换向阀	97
4.3 压力控制阀	107
4.3.1 溢流阀	107
4.3.2 减压阀	114
4.3.3 顺序阀	118
4.3.4 压力继电器	120
4.4 流量控制阀	120
4.4.1 常用的节流口形式及特点	120
4.4.2 节流口的流量特性及影响流量稳定的因素	122
4.4.3 普通节流阀	124
4.4.4 节流阀的压力和温度补偿	125
4.5 插装阀	128
4.5.1 插装阀(插装单元)的结构和工作原理	128
4.5.2 插装阀用作方向控制阀	129
4.5.3 插装阀用作压力控制阀	131
4.5.4 插装阀用作流量控制阀	132
4.6 液压阀的连接	132
习题	135
第 5 章 液压辅助装置	139
5.1 油箱和热交换器	139
5.1.1 油箱	139
5.1.2 热交换器	140
5.2 蓄能器	142
5.2.1 蓄能器的功用	142
5.2.2 蓄能器的类型	142
5.2.3 蓄能器的容量计算	144
5.2.4 蓄能器的使用和安装	145
5.3 过滤器	146

5.3.1	过滤器的功用和基本要求	146
5.3.2	过滤器的分类	146
5.3.3	过滤器的安装	148
5.4	管件及压力表辅件	148
5.4.1	管件	148
5.4.2	压力表辅件	151
5.5	密封装置	152
5.5.1	密封装置的作用和对密封装置的要求	152
5.5.2	密封装置的类型和特点	153
	习题	156
第6章	液压传动系统基本回路	157
6.1	压力控制回路	157
6.1.1	调压回路	157
6.1.2	减压回路	157
6.1.3	增压回路	158
6.1.4	卸荷回路	159
6.1.5	保压回路	160
6.1.6	平衡回路	162
6.1.7	锁紧回路	163
6.2	速度控制回路	164
6.2.1	调速回路	164
6.2.2	快速运动回路	177
6.2.3	速度换接回路	179
6.3	方向控制回路	181
6.4	多执行元件控制回路	183
6.4.1	顺序动作回路	183
6.4.2	同步回路	185
6.4.3	互不干扰回路	187
6.5	节能回路	188
6.5.1	功率适应回路	188
6.5.2	二次调节回路	189
6.5.3	负载感应调速回路	190
6.5.4	能量回收回路	191
	习题	191

第 7 章 典型液压系统	196
7.1 组合机床动力滑台液压系统	197
7.1.1 概述	197
7.1.2 YT4543 型动力滑台液压系统的工作原理	197
7.1.3 YT4543 型动力滑台液压系统的特点	199
7.2 M1432A 型万能外圆磨床的液压系统	200
7.2.1 概述	200
7.2.2 M1432 型外圆磨床液压系统工作原理	200
7.2.3 M1432A 万能外圆磨床液压系统的特点	203
7.3 压力机液压系统	203
7.3.1 概述	203
7.3.2 3150kN 通用液压机液压系统工作原理及特点	204
7.3.3 3150kN 液压机插装阀集成系统原理	208
7.4 机械手液压系统	210
7.4.1 概述	210
7.4.2 JS01 工业机械手液压系统工作原理及特点	211
习题.....	215
第 8 章 液压系统的设计与计算	217
8.1 液压系统设计步骤	217
8.1.1 明确设计要求,进行工况分析	217
8.1.2 液压系统主要参数的确定	219
8.1.3 拟定液压系统原理图	221
8.1.4 液压元件的计算和选择	222
8.1.5 验算液压系统的性能	224
8.1.6 绘制工作图,编制技术文件	226
8.2 液压系统的节能设计	227
8.3 液压系统的设计计算举例	228
8.3.1 设计要求及工况分析	228
8.3.2 确定液压系统主要参数	230
8.3.3 拟定液压系统原理图	231
8.3.4 选择液压元件	232
8.3.5 验算液压系统的性能	235
习题.....	238
第 9 章 液压伺服与电液比例控制	239
9.1 液压伺服控制	239

9.1.1 液压伺服系统的工作原理与基本组成	239
9.1.2 电液伺服阀	242
9.1.3 电液伺服系统应用举例	245
9.2 电液比例控制	246
9.2.1 电液比例阀的特点及分类	246
9.2.2 电液比例压力阀	247
9.2.3 电液比例流量阀	249
9.2.4 电液比例换向阀	250
9.2.5 电液比例控制系统实例	251
习题	252

第二篇 气压传动

第10章 气压传动基础知识	255
10.1 空气的物理性质	255
10.1.1 空气的组成	255
10.1.2 空气的性质	255
10.1.3 湿空气及其特性参数	256
10.2 气体的流动规律	258
10.2.1 气体流动的基本方程	258
10.2.2 声速和马赫数	258
10.2.3 气体在管道中的流动特性	259
10.2.4 气体管道的阻力计算	260
10.3 气动元件的通流能力	260
10.3.1 有效截面积 S 值	260
10.3.2 通流能力 C 值	261
10.3.3 流量 q	262
10.4 充、放气参数计算	263
10.4.1 定容容器充气后的温度和充气时间	263
10.4.2 定容容器放气后的温度和放气时间	265
习题	266
第11章 气源装置及气动辅助元件	267
11.1 气源装置	267
11.1.1 气动系统对压缩空气品质的要求	267
11.1.2 气源装置的组成和布置	267
11.1.3 气压发生装置	268

11.2 压缩空气净化、储存装置	269
11.2.1 后冷却器	269
11.2.2 油水分离器	270
11.2.3 储气罐	271
11.2.4 干燥器	271
11.3 气动三联件	272
11.3.1 分水过滤器	272
11.3.2 油雾器	273
11.4 气动系统的管道设计	274
11.5 气动辅助元件	276
11.5.1 消声器	276
11.5.2 转换器	277
11.5.3 程序器	278
11.5.4 延时器	279
习题	280
第12章 气动执行元件	281
12.1 气缸	281
12.1.1 气缸分类	281
12.1.2 普通气缸	282
12.1.3 特殊气缸	283
12.2 气动马达	285
习题	286
第13章 气动控制元件	287
13.1 方向控制阀	287
13.1.1 方向控制阀的类型及主要特点	287
13.1.2 单向型控制阀	287
13.1.3 换向型控制阀	290
13.2 压力控制阀	294
13.2.1 减压阀	294
13.2.2 溢流阀(安全阀)	297
13.2.3 顺序阀	297
13.3 流量控制阀	298
13.3.1 节流阀和单向节流阀	298
13.3.2 排气节流阀	299
13.3.3 柔性节流阀	299

13.4 气动逻辑元件	300
13.4.1 气动逻辑元件的分类及主要特点	300
13.4.2 高压截止式逻辑元件	301
13.4.3 高压膜片式逻辑元件	303
13.4.4 气动逻辑元件的选用	303
习题	304
第14章 气压传动基本回路	305
14.1 方向控制回路	305
14.2 压力控制回路	306
14.3 速度控制回路	307
14.4 其他回路	309
14.4.1 气液联动回路	309
14.4.2 位置控制回路	311
14.4.3 计数、延时回路	312
14.4.4 安全保护回路	313
14.4.5 顺序动作回路	314
习题	316
第15章 气压传动系统设计	317
15.1 气动控制气压系统设计	317
15.1.1 多缸单往复行程程序控制系统设计	317
15.1.2 多缸多往复行程程序控制系统设计	325
15.2 电气控制气压系统设计	328
15.2.1 PLC控制的行程程序系统设计步骤	329
15.2.2 PLC控制的多缸单往复行程程序系统设计	329
习题	331
第16章 气压传动系统实例	332
16.1 气动机械手气压传动系统	332
16.2 气动钻床气压传动系统	335
16.3 气液动力滑台气压传动系统	337
习题	339
参考文献	340

绪 论

液压与气压传动是以流体(液压油或压缩空气)为工作介质进行能量传递和控制的一种传动形式,又称为流体传动。它们都是利用各种元件组成不同功能的基本回路,再由若干基本回路有机地组合成具有一定控制功能的传动系统来实现能量的传递、转换与控制。

近年来,随着机电一体化技术的发展,液压与气压传动与微电子、计算机技术相结合,进入了一个新的发展阶段,已成为机械设备中发展最快的技术之一。

1. 液压与气压传动的工作原理

液压与气压传动的基本工作原理是相似的,现以图 1 所示的液压千斤顶为例,简述液压传动的工作原理。当向上提起手柄使小液压缸 1 的活塞上移时,小液压缸下腔容积增大而形成局部真空,单向阀 2 关闭,油箱 4 的油液在大气压作用下经吸油管顶开单向阀 3 进入小液压缸下腔。当向下压动手柄使小液压缸的活塞下移时,小液压缸下腔容积减小,油液受挤压而压力升高,单向阀 3 关闭,单向阀 2 打开,小缸下腔的油液经排油管进入大液压缸 6 下腔,推动大活塞上移顶起重物。如此不断扳动手柄,油液就不断进入大液压缸下腔,将重物逐渐举起。如果打开截止阀 5,大液压缸下腔油液在重物作用下排回油箱,重物下移回到原始位置。

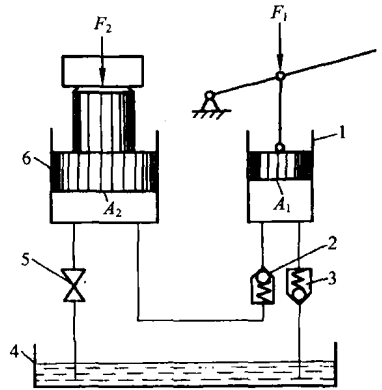


图 1 液压千斤顶原理图

1-小液压缸;2、3-单向阀;4-油箱;

5-截止阀;6-大液压缸

其中,手柄、小液压缸 1、单向阀 2 和 3 一起完成吸油与排油,将手柄杠杆的机械能转换为油液的压力能输出,称为(手动)液压泵。大液压缸 6 将液压能转换为机械能输出,举起重物,称为(举升)液压缸。它们组成了最简单的液压传动系统,实现了力、运动和功率的传递。

1) 力比例关系

在图 1 中,设大液压缸活塞面积为 A_2 ,重物作用在活塞上的负载为 F_2 ,则该力在大液压缸下腔产生的压力为 $p = F_2/A_2$ 。根据帕斯卡原理:“在密闭容器内,施加于静止液体上的压力可以等值地传递到液体各点”,此压力将以同样大小传给

作用面积为 A_1 的小液压缸活塞。为了克服负载使重物上升,作用在小液压缸活塞上的力应为

$$F_1 = pA_1 = F_2 \frac{A_1}{A_2} \quad (1)$$

由式(1)可知,如果 A_2 很大, A_1 很小,则只需很小的力 F_1 便能克服很大的负载 F_2 而举起重物。可见这是一个力的放大机构,即液压传动具有增力效应。

由式(1)还可以看出, F_2 越大,即负载越大,则油腔的压力 p 也就越大;反之亦然。这说明,系统中的工作压力取决于负载,这是液压与气压传动的一个重要特征。

2) 运动关系

如果不考虑液体的可压缩性、泄漏和缸体、管路的变形,小液压缸排出的液体体积应等于进入大液压缸的液体体积。设小液压缸活塞的位移为 h_1 ,大液压缸活塞的位移为 h_2 ,则

$$h_1 A_1 = h_2 A_2 \quad (2)$$

两边同除时间 t ,整理后得

$$q_2 = v_2 A_2 = v_1 A_1 = q_1 \quad (3)$$

式中, v_1 、 v_2 ——小液压缸活塞的速度和大液压缸活塞的速度;

q_1 、 q_2 ——小液压缸输出的流量和大液压缸输入的流量。

由此可见,这又是一个速度变换机构,其速度的变换和传递是靠液体容积变化相等的原则进行的。式(3)还表明,活塞的运动速度只取决于输入流量的大小,而与负载无关,这是液压与气压传动的又一个重要特征。

3) 功率关系

由式(1)和式(3)得

$$F_1 v_1 = F_2 v_2 \quad (4)$$

式(4)左端为输入功率,右端为输出功率,这说明在不计损失的情况下,输入功率等于输出功率。由式(1)和式(4)得

$$P = F_1 v_1 = pA_1 v_1 = pq_1 = pq_2 = pA_2 v_2 = F_2 v_2 \quad (5)$$

从式(5)可以看出,小液压缸将扳动手柄的机械功率 $F_1 v_1$ 转换成液压功率 pq_1 输入系统,经系统传递后变为液压功率 pq_2 ,再由大液压缸将液压功率 pq_2 转换为机械功率 $F_2 v_2$ 输出。

可见,液压与气压传动是以流体的压力能来传递动力的,系统中功率是压力和流量之积,压力和流量是流体传动中两个最基本、最重要的参数。

2. 液压与气压传动系统的组成

工程实际中的液压传动系统,除了液压泵和液压执行元件外,还需设置控制元

件来控制执行元件的运动方向、运动速度和最大推力,设置辅助元件以保证系统正常工作。现以图 2 所示的机床工作台驱动液压传动系统为例,说明液压传动系统的组成。

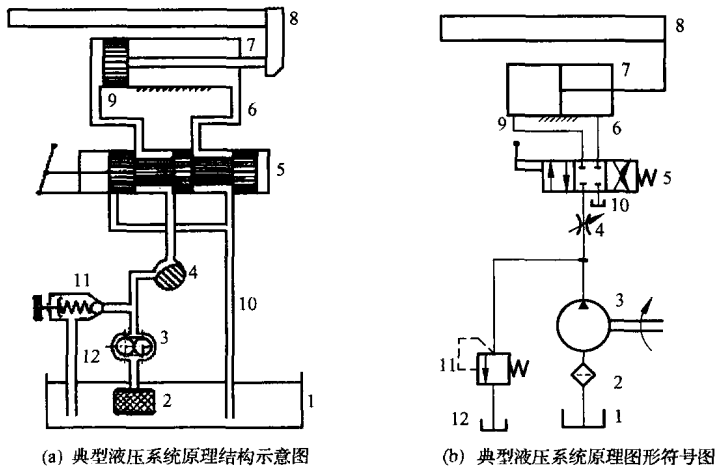


图 2 典型液压系统原理图

1-油箱; 2-过滤器; 3-液压泵; 4-节流阀; 5-换向阀; 6、9、10、12-管道;
7-液压缸; 8-工作台; 11-溢流阀

系统的工作原理是:液压泵 3 由电动机带动旋转后,从油箱 1 经过过滤器 2 吸油,并经液压泵输出进入压力油路。当换向阀 5 阀芯处于图 2 所示右端位置时,压力油经节流阀 4、换向阀 5 和管道 9 进入液压缸 7 的左腔,推动活塞向右运动。液压缸右腔的油液经管道 6、换向阀 5 和管道 10 流回油箱。若换向阀阀芯处于左端位置,液压缸活塞就反向运动。若换向阀阀芯停在中间位置,压力油不能进入液压缸,液压缸活塞就停止不动。

改变节流阀 4 的开口,可以改变进入液压缸的流量,从而控制液压缸活塞的运动速度。液压泵排出的多余油液经溢流阀 11 和管道 12 流回油箱。

液压缸的工作压力是由负载决定的。液压泵出口压力由溢流阀 11 调定,其调定值为液压缸的最大工作压力与油液流经各阀和管道进入液压缸的压力损失之总和。溢流阀的调定值决定了液压缸的最大推力,因此,溢流阀对系统具有过载保护作用。

由上例可以看出,液压传动系统主要由以下四部分组成:

(1) 能源装置。把机械能转换成液压能的装置。最常见的是液压泵,它为液压系统提供压力油。

(2) 执行元件。把油液的液压能转换成机械能输出的装置,包括做直线运动

的液压缸、做回转运动的液压马达。

(3) 控制元件。对系统中油液压力、流量和流动方向进行控制或调节的装置,如上例中的溢流阀、节流阀和换向阀等。

(4) 辅助元件。保证系统正常工作所需的上述三种以外的其他装置,如油箱、过滤器、油管、蓄能器等。

气压传动系统与液压传动系统的组成相似,除了能源装置为输出压缩空气的气源装置,执行元件是气缸或气马达,控制元件是气动阀,辅助元件是分水过滤器、油雾器、消声器、管件等外,常常还装有完成逻辑功能的逻辑元件等。

图 2(a)是一种半结构式的系统原理结构示意图,它直观性强,容易理解,但绘制起来比较麻烦。为了简化液压与气压传动系统的表示方法,通常采用图形符号来绘制系统原理图。图形符号脱离了元件的具体结构,只表示元件的具体职能,用它表达元件的作用和整个系统的原理简单明了,便于绘制。我国已制定出《液压与气动图形符号标准》(GB/T 786.1—93)。图 2(b)就是按该标准绘制的图 2(a)所示系统的原理图形符号图。

3. 液压与气压传动的优缺点

与机械传动和电气传动相比,液压传动具有以下优点:

(1) 功率质量比大。在同等功率下,液压装置的体积小、质量轻,即功率密度大。例如,液压马达的质量约为同等功率电动机的 12%~20%。当液压系统采用高压时,则更容易获得很大的力或力矩。

(2) 工作平稳。液压油几乎不可压缩,且具有吸振能力,因此执行元件运动平稳。同时,因其惯性小、反应快,所以易于快速启动、制动和频繁换向。

(3) 无级调速。能在运行过程中进行无级调速,调速方便,调速范围大。

(4) 自动控制。与电气、电子或气动控制相配合,易于对液体压力、流量和方向进行调节或控制,实现系统的远程操纵和自动控制。

(5) 过载保护。可方便地利用压力阀控制系统的压力,从而防止过载,避免事故发生。

(6) 元件寿命长。液压系统中使用的介质大多为矿物油,它对液压元件产生润滑作用,因而元件寿命较长。

(7) 标准化、系列化和通用化。液压元件标准化、系列化和通用化程度较高,有利于缩短液压系统的设计、制造周期,并可降低制造成本。

液压传动的缺点主要有以下几点:

(1) 易出现泄漏。液压系统的油压较高,液压油容易通过密封或间隙产生泄漏,引起液压介质消耗,并引起环境污染。

(2) 传动效率低。液压传动在能量传递过程中,常存在较多的能量损失(压力

损失和流量损失等),使传动效率较低。

(3) 传动比不准确。由于传动介质的可压缩性、泄漏和管路弹性变形等因素影响,液压系统不能严格保证定比传动。

(4) 对温度敏感。油液的黏度随温度而变,黏度变化引起流量、泄漏量和阻力变化,容易引起工作机构运动不稳定。

(5) 制造成本高。为了减少泄漏,对液压元件的制造精度要求较高,从而提高了制造成本。

气压传动与液压传动相比,有一些独特的优点:

(1) 空气可以从大气中取之不竭,无传动介质成本问题。传动介质泄漏后,除引起部分功率损失外,不会污染环境。

(2) 空气的黏度很小,在管路中的压力损失远远小于液压传动系统,因此压缩空气便于集中供应和远程传输。

(3) 压缩空气的工作压力较低(一般 1.0MPa 以下),因此对元件材料和制造精度的要求较低。

(4) 维护简单,使用安全,没有防爆问题,并且便于实现过载保护。

(5) 气动元件可以根据不同场合,采用相应材料,使其能够在恶劣的环境(如强振动、强冲击、强腐蚀和强辐射等)下正常工作。

气压传动与电气传动、液压传动相比有以下缺点:

(1) 气压传动装置的信号传递较慢,仅限制在声速范围内,所以它的工作频率和响应速度远不如电子装置,并且信号会产生较大的失真和迟滞,因此不便于构成较复杂的回路。

(2) 空气的压缩性远远大于液压油的压缩性,所以在动作的响应能力、速度的平稳性上不如液压传动。

(3) 气压传动出力较小,且传动效率较低。

总的来说,液压传动与气压传动的优点是主要的,它们的缺点将随着科学技术的进步,逐步得到克服或改善。

4. 液压与气压传动的应用及发展概况

液压与气压传动在国民经济各个部门中的应用广泛,出发点不尽相同。例如,工程机械、矿山机械、压力机械和航空工业中采用液压传动主要是取其结构简单、体积小、质量轻、输出力大;机床上采用液压传动主要因其运动平稳、易于实现无级调速、易于实现频繁换向、易于实现自动化;在电子工业、印刷机械、包装机械、食品机械等行业应用气压传动主要是取其操作方便,且无油、无污染的特点。

液压传动技术的发展是与流体力学理论的发展密切相关的。1650年帕斯卡提出了静止液体的压力传递规律——帕斯卡原理,1686年牛顿揭示了黏性液体的