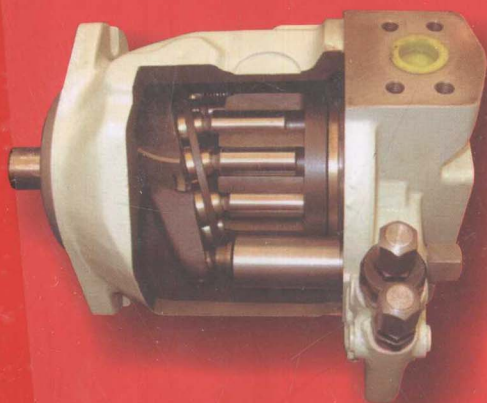


卓越系列 · 21世纪高职高专精品规划教材



液压与气动系统 安装与调试

主 编 王秋敏 赵秀华



框 架 设 计

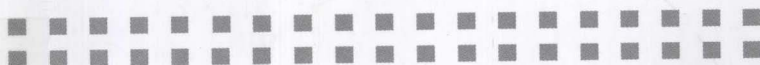
创新课程体系，优化课程内容，编写形式新颖！

专 业 针 对 性

强化核心技能，适应工程需求，引进实际案例！

内 容 实 例

提供系统分析，重视实操训练，紧贴企业实际！



天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

卓越系列·21 世纪高职高专精品规划教材

液压与气动系统 安装与调试

主 编 王秋敏 赵秀华
副主编 徐晓丹 张 娜
邵东波 马汝彩
主 审 刘延俊

 天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

内 容 摘 要

本书是高等职业院校机电类专业基础课教材。本教材突出现场实用性,引入现代企业实用技术。内容包括9个学习项目,分别为液压与气动技术基础,工作介质——液压油,液压泵站,液压缸和液压马达的拆装与选用,液压阀组的拆装与元件选用,液压基本回路的安装与调试,液压系统的安装调试与故障分析,气动回路的设计、安装与调试、自动化生产线气动系统的安装调试与故障分析。教材的每个项目均包括做中学和理论知识两部分,将理论讲授和实践训练等教学环节有机结合,实现“做中学、做中教、教学做一体”,真正体现高职教育的特色。

本书可作为高职高专院校机电类专业的通用教材,也可作为液压与气动技术相关培训的培训教材及有关工程技术人员工作的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

液压与气动系统安装与调试/王秋敏,赵秀华主编. —天津:天津大学出版社,2013.8

(卓越系列)

21 世纪高职高专精品规划教材

ISBN 978-7-5618-4773-2

I. ①液… II. ①王… ②赵… III. ①液压系统—设备安装—高等职业教育—教材 ②气动设备—设备安装—高等职业教育—教材 ③液压系统—调试方法—高等职业教育—教材 ④气动设备—调试方法—高等职业教育—教材 IV. ①TH137 ②TH138

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 201146 号

出版发行 天津大学出版社

出 版 人 杨欢

地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)

电 话 发行部:022-27403647

网 址 publish.tju.edu.cn

印 刷 河间市新诚印刷有限公司

经 销 全国各地新华书店

开 本 185mm×260mm

印 张 15.75

字 数 393 千

版 次 2013 年 9 月第 1 版

印 次 2013 年 9 月第 1 次

定 价 30.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

前 言

随着工业经济的发展和科学技术的进步,生产领域的自动化技术在不断提高,液压与气压传动技术得到越来越广泛的应用。为了满足新时期相关液压气动工作岗位对技术应用型人才的需要,我们根据国家教育部高职高专“液压与气动系统安装与调试”教学大纲的要求,结合高等职业教育的特点及机电类专业的人才培养目标和职业教育教学改革实践经验,本着“理论知识必需够用为度、培养实践技能、重在技术应用”的原则,编写了本书。本书的编写是以切实培养和提高高等职业院校机电类专业学生的职业技能为目的,突出实用性和针对性,不拘泥于理论研究,注重理论与实际应用相结合,强调应用能力的培养。本书可作为高职高专院校机电类专业的通用教材,也可作为液压与气动技术相关培训的培训教材及有关工程技术人员工作的参考书。

本书共分为9个学习项目,分别为液压与气动技术基础,工作介质——液压油,液压泵站,液压缸和液压马达的拆装与选用,液压阀组的拆装与元件选用,液压基本回路的安装与调试,液压系统的安装调试与故障分析,气动回路的设计、安装与调试,自动化生产线气动系统的安装调试与故障分析。教材的每个项目均包括做中学和理论知识两部分,做中学部分下分若干个任务,理论知识部分下分若干个知识点。每个项目下都有思考和练习及相关专业英语词汇。

本书是在前期通过对液压与气动企业深入调研,与山东拓普液压气动有限公司合作,与山东大学教授、企业高工共同确定“液压与气动系统安装与调试”课程对应的主要岗位,针对现场实际应用,由简到繁、由部件到系统进行教学项目的设计,突出了项目的可操作性,加强了学做一体的教学效果。本书突出现场实用性,引入现代企业实用技术,从工业案例入手,用真实的元部件作为教学载体,并采用企业真实的连接方式进行安装,注重培养学生的安装与调试能力。

本书在总体框架上体现实用性、趣味性、引导性的特点,遵循高职高专教育教学规律,内容深入浅出,通俗易懂;在实用技术方面,增加了工作现场中较多用到的新型液压元件、现代液压技术、液压气动系统安装调试及故障分析与排除方法等内容,拓展了实际液压气动设备安装调试与维护等现场实用知识,使理论知识与工作实际密切结合。

本书由刘延俊担任主审,王秋敏、赵秀华担任主编,徐晓丹、张娜、邵东波、马汝彩担任副主编。其中王秋敏编写项目7,赵秀华编写项目4、项目5,徐晓丹编写项目2、项目3,张娜编写项目8、项目9,邵东波编写项目6,马汝彩编写项目1。全书由刘延俊、王秋敏负责统稿。在本书编写过程中臧贻娟、张莹莹、谢玉东等提出了宝贵意见和建议,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,本书难免存在错误和不足之处,在此恳请广大读者批评指正。

编者

2013年5月

目 录

项目 1 液压与气动技术基础	(1)
1.1 做中学	(3)
任务 1 观察液压平面磨床的工作过程	(3)
任务 2 观察气动剪切机的工作过程	(5)
1.2 理论知识	(6)
知识点 1 液压与气动系统的工作原理	(6)
知识点 2 液压与气动系统的特点及应用发展	(8)
知识点 3 流体力学基础知识	(10)
知识点 4 管道内流动液体的压力损失	(16)
知识点 5 液压传动系统的常见问题	(18)
思考与练习	(21)
相关专业英语词汇	(22)
项目 2 工作介质——液压油	(23)
2.1 做中学	(23)
任务 1 辨识液压油	(23)
任务 2 液压油的选用	(24)
2.2 理论知识	(27)
知识点 1 液压油的性质	(27)
知识点 2 液压油的污染与控制	(31)
思考与练习	(32)
相关专业英语词汇及语句	(32)
项目 3 液压泵站	(33)
3.1 做中学	(34)
任务 1 液压泵站的安装调试与维护	(34)
任务 2 拆装齿轮泵	(37)
任务 3 拆装叶片泵	(39)
任务 4 拆装柱塞泵	(40)
3.2 理论知识	(42)
知识点 1 液压泵概述	(42)
知识点 2 齿轮泵结构原理及特点	(45)
知识点 3 叶片泵结构原理及特点	(48)

液压与气动系统安装与调试

知识点 4 柱塞泵结构原理及特点	(51)
知识点 5 液压泵的选用	(54)
知识点 6 辅助元件的类型特点及应用	(56)
思考与练习	(70)
相关专业英语词汇	(71)
项目 4 液压缸和液压马达的拆装与选用	(73)
4.1 做中学	(73)
任务 1 液压缸拆装与选用	(73)
任务 2 液压马达拆装与选用	(76)
4.2 理论知识	(77)
知识点 1 液压缸的分类与结构特点	(77)
知识点 2 液压马达的分类与结构特点	(89)
思考与练习	(91)
相关专业英语词汇	(92)
项目 5 液压阀组的拆装与元件选用	(94)
5.1 做中学	(95)
任务 1 方向控制阀的结构认知与拆装	(95)
任务 2 压力控制阀的结构认知与拆装	(97)
任务 3 流量控制阀的结构认知与拆装	(99)
任务 4 液压叠加阀组的安装与调试	(101)
任务 5 液压叠加阀块的设计	(105)
5.2 理论知识	(108)
知识点 1 方向控制阀的原理与结构特点	(109)
知识点 2 压力控制阀的原理与结构特点	(118)
知识点 3 流量控制阀的原理与结构特点	(128)
思考与练习	(132)
相关专业英语词汇	(136)
项目 6 液压基本回路的安装与调试	(138)
6.1 做中学	(138)
任务 1 输送带方向校正装置液压回路的设计、安装与调试	(138)
任务 2 平面磨床液压回路的设计、安装与调试	(140)
任务 3 钻床夹紧装置液压回路的设计、安装与调试	(141)
任务 4 装配设备液压回路的设计、安装与调试	(142)
任务 5 自卸料斗液压回路的设计、安装与调试	(143)

6.2 理论知识	(144)
(知识点1 压力控制回路	(144)
(知识点2 速度控制回路	(149)
(知识点3 方向控制回路	(158)
(知识点4 动作回路	(160)
思考与练习	(163)
相关专业英语词汇	(167)
项目7 液压系统的安装调试与故障分析	(169)
7.1 做中学	(169)
任务1 液压比例综合控制系统的安装与调试	(169)
任务2 液压系统的故障诊断与排除	(178)
7.2 理论知识	(183)
知识点1 电液比例阀	(183)
知识点2 位移传感器	(185)
知识拓展 典型液压系统分析	(186)
思考与练习	(191)
相关专业英语词汇	(192)
项目8 气动回路的设计、安装与调试	(194)
8.1 做中学	(194)
任务1 分配装置气动回路的设计、安装与调试	(194)
任务2 记号装置气动回路的设计、安装与调试	(195)
任务3 圆柱工件分离装置气动回路的设计、安装与调试	(196)
任务4 夹紧装置气动回路的设计、安装与调试	(197)
8.2 理论知识	(198)
知识点1 气源装置及辅助元件	(198)
知识点2 气动执行元件	(208)
知识点3 气动控制元件	(214)
知识点4 气动基本回路	(221)
思考与练习	(227)
相关专业英语词汇	(227)
项目9 自动化生产线气动系统的安装调试与故障分析	(228)
9.1 做中学	(229)
任务1 自动化生产线供料单元气动系统的安装与调试	(229)
任务2 自动化生产线供料单元气动系统的 PLC 控制与调试	(231)

IV

9.2	理论知识	(233)
	知识点 1 自动化生产线供料单元气动系统	(233)
	知识点 2 气动系统的安装、调试与故障诊断	(238)
	思考与练习	(242)
	相关专业英语词汇	(243)
	参考文献	(244)

项目1 液压与气动技术基础

【教学要求】

- (1)了解液压与气动(气压传动)的优缺点及应用。
- (2)掌握液压与气动的工作原理,建立压力的形成和流量的概念,掌握压力的表示方法。
- (3)通过观摩液压平面磨床和气动剪切机的工作过程,能够叙述液压气动系统的基本组成及各部分的作用。
- (4)了解液体静压力的性质及静力学方程。
- (5)掌握液体的动力学方程及其应用。
- (6)了解液压传动系统运行中的常见问题及解决方法。

【重点与难点】

- (1)液压与气动的工作原理、系统组成,压力的形成及表示方法,流量的概念,液体动力学方程的应用。
- (2)液体压力的形成和动力学方程的应用。

【问题引领】

在现代化生产和生活中,人们广泛地应用着各种各样的机器设备,如汽车、飞机、金属切削机床等。尽管种类繁多,结构、性能和功用也各不相同,但从功能来看,一部完整的机器通常都是由原动机、传动机构和工作机三部分组成。而传动的方式多种多样,有机械传动、电气传动、流体传动,如图1-1所示。本项目要学习的是流体传动——液压与气动技术的基础

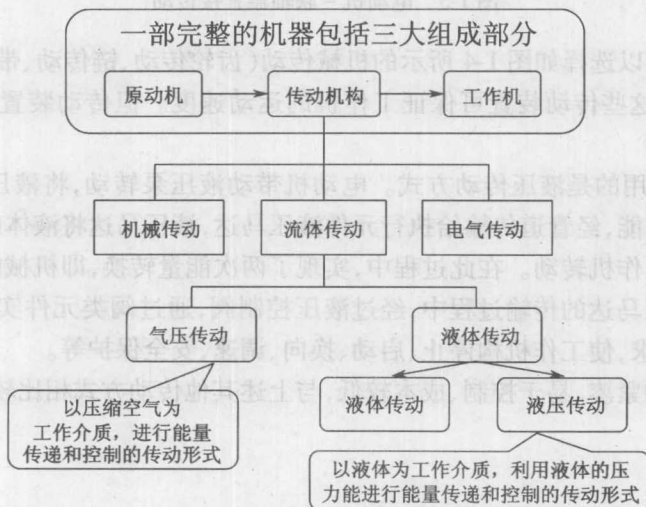


图 1-1 传动的形式

知识。

下面举例说明几种传动方式的应用。

一娱乐设施如图 1-2 所示,它由电动机(原动机)、传动装置及工作机三部分组成。其中电动机是机器的动力源,将电能转换为机械能;工作机利用机械能做功,实现旋转运动;传动装置将电动机输出的机械能传输给工作机,起控制和传递动力的作用。

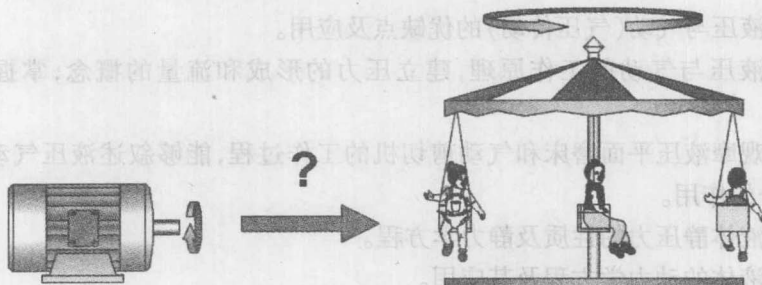


图 1-2 娱乐设施

传动装置可以选用电动机-联轴器直接传动,如图 1-3 所示,由于直接驱动,电动机转速高且不可调节,这种传动方式很危险,是不可取的。

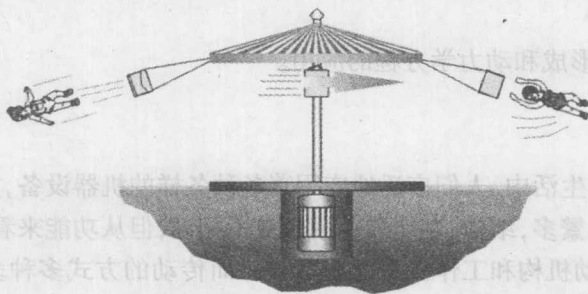


图 1-3 电动机-联轴器直接传动

传动装置也可以选择如图 1-4 所示的机械传动(齿轮传动、链传动、带传动、偏心机构传动)、液力传动等,这些传动装置可保证工作机的运动速度。但传动装置种类多、占用空间大,也不可取。

图 1-5 所示采用的是液压传动方式。电动机带动液压泵转动,将液压泵旋转的机械能转化为液体的压力能,经管道传输给执行元件液压马达,液压马达将液体的压力能转换为旋转的机械能带动工作机转动。在此过程中,实现了两次能量转换,即机械能→液压能→机械能。液压泵到液压马达的传输过程中,经过液压控制阀,通过阀类元件实现对系统压力、流量、方向的控制要求,使工作机构停止、启动、换向、调速、安全保护等。

液压传动结构紧凑、易于控制、成本较低,与上述其他传动方式相比较是最优的。

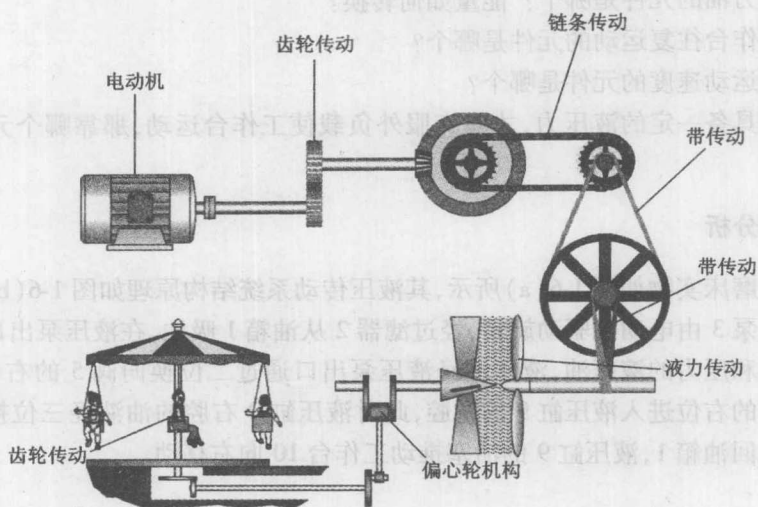


图 1-4 机械-液力传动装置

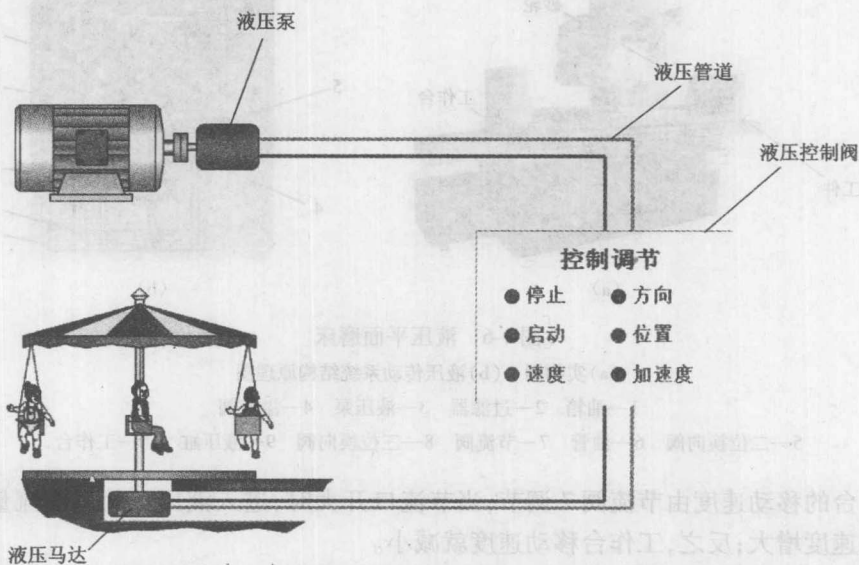


图 1-5 液压传动

1.1 做中学

任务1 观察液压平面磨床的工作过程

任务导入

◇图 1-6 中哪个元件直接带动工作台运动？能量如何转换？

液压与气动系统安装与调试

◇提供压力油的元件是哪个？能量如何转换？

◇控制工作台往复运动的元件是哪个？

◇控制其运动速度的元件是哪个？

◇系统须具备一定的液压力，才能克服外负载使工作台运动，那靠哪个元件来调定压力呢？

观摩分析

液压平面磨床实物如图 1-6(a) 所示，其液压传动系统结构原理如图 1-6(b) 所示。其工作原理是液压泵 3 由电动机驱动旋转，经过滤器 2 从油箱 1 吸油，在液压泵出口向系统提供具有一定流量和压力的液压油，液压油经液压泵出口通过二位换向阀 5 的右位、节流阀 7、三位换向阀 8 的右位进入液压缸 9 的左腔，此时液压缸 9 右腔的油液经三位换向阀 8 的右位和回油管排回油箱 1，液压缸 9 的活塞推动工作台 10 向右移动。

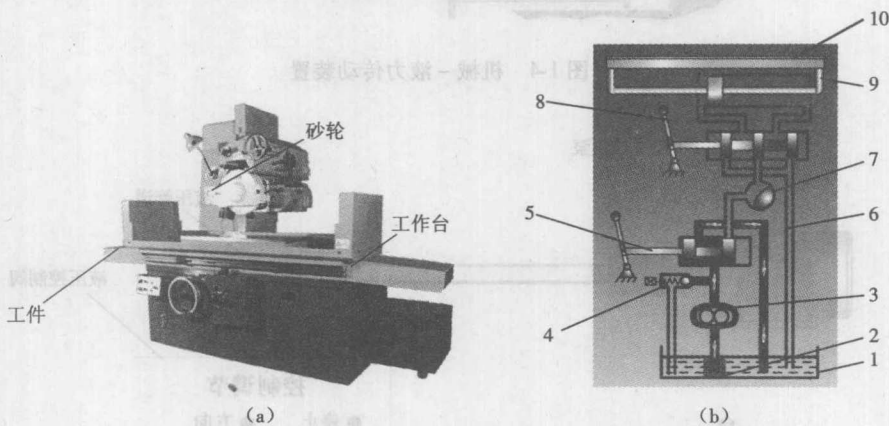


图 1-6 液压平面磨床

(a) 实物图 (b) 液压传动系统结构原理图

1—油箱 2—过滤器 3—液压泵 4—溢流阀

5—二位换向阀 6—油管 7—节流阀 8—三位换向阀 9—液压缸 10—工作台

工作台的移动速度由节流阀 7 调节，当节流口开大时，进入液压缸的油液流量增大，工作台移动速度增大；反之，工作台移动速度就减小。

工作台运动时必须克服各种阻力，如切削力和摩擦力等，要求液压缸必须产生足够大的推力，而推力的大小由液压缸内油液压力保证，因此液压油的压力应根据克服负载的大小进行调节，这主要由溢流阀 4 调定。同时，当节流阀 7 阀口一定时，多余的油液需经溢流阀 4 流回油箱。此时溢流阀起溢流稳压作用。

综上所述，系统中换向阀、节流阀、溢流阀分别满足了工作台对方向、速度和动力的要求。



思考一下 二位换向阀 5 和三位换向阀 8 在图 1-6 所示位置，工作台能运动吗？

油液路线如何走向？如果液压缸 9 要向左运动，该如何实现？三位换向阀 8 应该工作在哪个位置？二位换向阀 5 为何又称为开停阀？

任务2 观察气动剪切机的工作过程

任务导入

- ◇提供压缩空气的元件是哪个？相当于液压系统中的哪个元件？能量如何转换？
- ◇控制剪刀往复运动的元件是哪个？
- ◇气动三联件是指哪三个元件？有何作用？
- ◇机动换向阀的动作靠什么来实现？

观摩分析

气动剪板机的结构原理和图形符号如图1-7所示。电动机驱动空压机1,空压机1将电动机的机械能转化为气体的压力能,输出的压缩空气经由后冷却器2冷却,再由油水分离器3进行净化后由储气罐4储存。分水滤气器5、减压阀6、油雾器7为气动三联件,分水滤气器5将气体进行过滤净化,由减压阀6将气体压力调节至系统所需压力,并保持稳定,油雾器7将润滑油喷成雾状,悬浮于压缩空气内,使后续控制阀和气缸得到润滑。由图中可以看出,当工件11运行至使机动换向阀8动作位置时,气控换向阀9的阀芯处于下位,此时压缩空气经气控换向阀9进入气缸10的下腔,气缸上腔排气,活塞带动剪刀上行,完成工件的剪切。

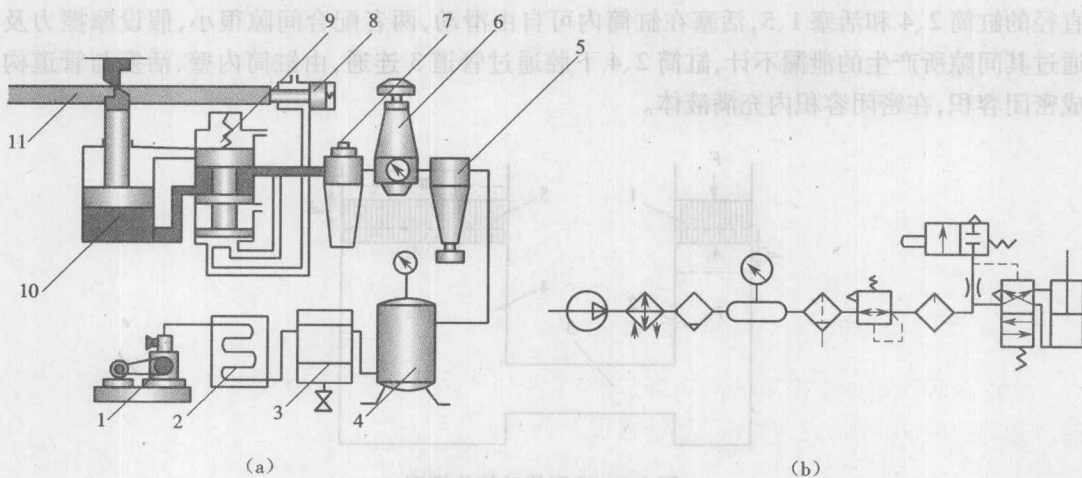


图1-7 气动剪板机

(a) 结构原理图 (b) 图形符号图

1—空压机 2—后冷却器 3—油水分离器 4—储气罐 5—分水滤气器

6—减压阀 7—油雾器 8—机动换向阀 9—气控换向阀 10—气缸 11—工件



小结 通过观摩液压平面磨床和气动剪切机的工作过程,总结液压与气动系统的组成及作用,如表1-1所示。

表 1-1 液压与气动系统的组成及作用

系统组成	举例	作用	比喻
动力装置	液压泵、空压机	将机械能转换为压力能	心脏
执行装置	液压/气缸、液压/气马达	将压力能转换为机械能	四肢、五官
控制调节装置	液压/气动控制阀(方向阀、压力阀、流量阀)	控制流体(液体、气体)的压力、方向、流量	大脑、神经
辅助装置	管道、管接头、油箱、过滤器、压力表、蓄能器、冷却器、净化装置等	储存、输送、净化介质及监控系统等是保证液压/气动系统正常工作必不可少的部分	骨骼、皮肤、肌肉等
工作介质	液压油、压缩空气	传递能量的载体	血液

1.2 理论知识

知识点 1 液压与气动系统的工作原理

在密闭容积内,施加在静止液体边界上的压力,在液体内部可以向所有方向等值地传递到液体各点,这就是帕斯卡原理。

1. 简化模型

液压传动的原理即为帕斯卡原理。帕斯卡原理简化模型如图 1-8 所示。图中两个不同直径的缸筒 2、4 和活塞 1、5,活塞在缸筒内可自由滑动,两者配合间隙很小,假设摩擦力及通过其间隙所产生的泄漏不计,缸筒 2、4 下腔通过管道 3 连通,由缸筒内壁、活塞与管道构成密闭容积,在密闭容积内充满液体。

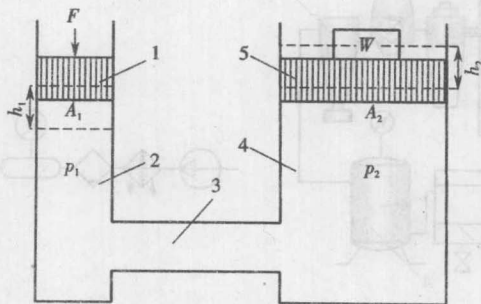


图 1-8 液压传动简化模型

1、5—活塞 2、4—缸筒 3—管道

2. 液压传动能量的转换及传递

1) 液压传动传递力

将重量为 W 的重物放在活塞 5 上,为了提升重物,必须在活塞 1 上施加力 F ,此时 W 是工作负载, F 是主动力。不计活塞重力,可得活塞 5 下腔的压力 $p_2 = W/A_2$ (A_2 为活塞 5 的面积)。根据帕斯卡原理,该压力等值地传递并作用到活塞 1 上,即 p_1 (活塞 1 下腔的压力,且 $p_1 = F/A_1$, A_1 为活塞 1 的面积) = $p_2 = p$,则作用在活塞 1 上的主动力

$$F = pA_1 = WA_1/A_2 \quad (1-1)$$

由式(1-1)可以看出以下几点。

(1) 当给活塞1上施加的力 $F = WA_1/A_2$ 时,就能阻止活塞5上的重物下降,力是通过密闭容积中的液体传递的。

(2) 当 $A_2 > A_1$ 时,则 $F < W$,即用一个小的力就可以驱动一个大的负载,力得到了放大。

(3) 当 $W=0$ 时, $p=0$, $F=0$,即当外负载为零时,不可能在密闭容积内形成压力;只有当 $W \neq 0$ 时,才可能施加力 F ,并在密闭容积内形成压力 p 。在不考虑泄漏的条件下,液压传动中的工作压力取决于外负载。

2) 液压传动传递运动

当在活塞1上施加一定的力使其下移 h_1 时,活塞5将克服外负载并上升 h_2 ,由于不存在泄漏及忽略液体的可压缩性,在 Δt 时间内从缸筒2中排出的液体体积 V_1 与通过管道3排入缸筒4内的液体体积 V_2 相等,即

$$V_1 = V_2$$

或

$$A_1 h_1 = A_2 h_2 \quad (1-2)$$

式(1-2)表明两活塞的位移与其面积成反比。将式(1-2)两边同时除以 Δt ,得

$$A_1 h_1 / \Delta t = A_2 h_2 / \Delta t$$

即

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

式中: v_1 、 v_2 ——活塞1、5运动的平均速度。

下面介绍一个十分重要的概念——流量。流量即单位时间内流过某一过流截面的液体体积,记作 q ,则 $q = V/t$,即 $q = vA$,单位为 m^3/s 。

由 $q_1 = v_1 A_1$, $q_2 = v_2 A_2$,式(1-3)可写作 $q_1 = q_2 = q$,即

$$v_2 = q/A_2 \quad (1-4)$$

由式(1-4)可见,液压传动可以传递运动。在液压传动中,液压执行机构的运动速度取决于输入流量的大小,而与外负载无关(在忽略泄漏、液体的压缩性及容器和管路变形的条件下)。



思考一下 水流量不变,如果用一细管从大的水箱中抽吸水,当水从水箱液面到细管中时,水流速会发生怎样的变化?这说明流量不变时,流速与什么因素有关?

3) 液压传动传递动力

在上述简化模型中,输入的机械功率 $P_i = Fv_1$,输出的机械功率 $P_o = Wv_2$ 。在不计任意损失时, $P_i = P_o$,即

$$P_i = Fv_1 = pq = Wv_2 = P_o \quad (1-5)$$



小结

(1) 在液压传动中,工作压力 p 取决于负载 W ,而与流入或排出一侧缸筒的液体体积 V 的多少无关。

(2) 活塞移动速度 v 正比于流入液压缸中油液的流量 q ,与负载 W 无关,液压传动可以实现无级调速。

(3) 能量发生两次转换传递: 机械能转化为压力能, 再转化为机械能。

知识点2 液压与气动系统的特点及应用发展

1. 液压传动的特点

1) 液压传动的优点

(1) 液压传动装置重量轻、结构紧凑、惯性小。例如, 相同功率液压马达的体积为电动机的12%~13%, 如图1-9所示。



图1-9 同功率时内燃机、电动机、液压马达的重量

(2) 液压传动是油管连接, 可以方便灵活地布置传动机构, 这是比机械传动优越的地方。例如, 因液压缸的推力很大, 且容易布置, 在挖掘机等重型工程机械上, 已基本取代了老式的机械传动, 不仅操作方便且外形美观大方。

(3) 可在大范围内实现无级调速。借助阀或变量泵、变量马达, 可以实现无级调速, 调速范围可达100:1~2 000:1, 并可在液压装置运行过程中实现调速。

(4) 传动均匀平稳, 负载变化时速度较稳定。为此, 金属切削机床中的磨床传动现在几乎都采用液压传动。

(5) 易于实现过载保护。系统设置安全阀——溢流阀, 可实现过载保护。

(6) 易于实现自动化。借助于各种控制阀, 采用液压控制和电气控制相结合, 易实现复杂的自动工作循环, 且可远程控制。

(7) 液压元件实现标准化、系列化和通用化, 便于设计、制造和推广使用。

2) 液压传动的缺点

(1) 液压系统中漏油以及液压油本身的可压缩性等因素, 影响运动的平稳性, 使液压传动不能保证严格的传动比。

(2) 液压传动对油温的变化比较敏感, 不宜在温度变化很大的环境条件下使用。

(3) 为了减少泄漏以及满足某些性能上的要求, 液压元件的配合件制造精度要求较高, 加工工艺较复杂。

(4) 液压传动要求有单独的能源, 不像电源那样使用方便。

(5) 液压系统发生故障不易检查和排除。

2. 液压传动的应用

下面介绍的液压传动方式具有许多突出的优点, 在国民经济中得到了广泛的应用, 如图1-10所示。其应用领域详见表1-2。

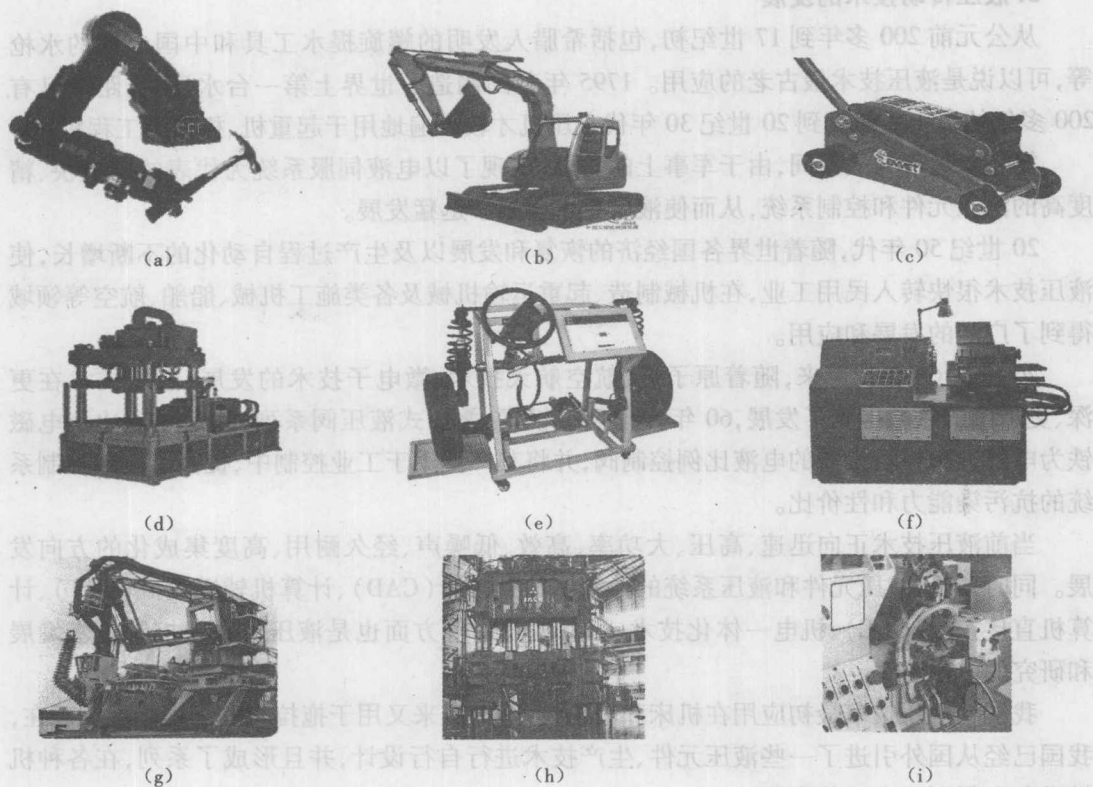


图 1-10 液压传动在各行业中的应用

(a) 液压机械手 (b) 液压挖掘机 (c) 液压千斤顶 (d) 液压注塑机 (e) 汽车液压刹车系统
(f) 液压卡盘多刀车床 (g) 在港口机械中的应用 (h) 在锻压机械中的应用 (i) 在精密机床中的应用

表 1-2 液压传动的应用领域

行业名称	应用领域
工程机械	液压挖掘机、液压装载机、推土机、全液压振动压路机、液压铲运机等
起重运输机械	轮胎吊、岸边(或堆场)集装箱起重机、叉车(或集装箱叉车)、集装箱正面吊运机、带运输机等
矿山机械	凿岩机、全断面液压掘进机、开采机、破碎机、提升机、液压支架等
建筑机械	打桩机、液压千斤顶、平地机、混凝土泵车、回转窑液压系统等
农业机械	联合收割机、拖拉机、农机悬挂系统等
冶金机械	电炉炉顶及电极升降器、轧钢机、压力机等
轻工机械	打包机、注塑机、校直机、橡胶硫化机、造纸机、浆纱机液压系统等
汽车机械	自卸式汽车、平板车、高空作业车、汽车中的转向器和减振器等
智能机械	折臂式小汽车装卸器、数字式体育锻炼机、模拟驾驶舱、机器人(机械手)等
机床工业	磨床、车床、龙门刨床及铣床等
军事工业	火炮瞄准系统、坦克火炮控制系统、战略飞行器液压系统等
船舶及海洋工程	舰船舵机液压系统、工程船舶(如挖泥船、打桩船)、舱盖启闭液压系统、海洋石油钻探平台等