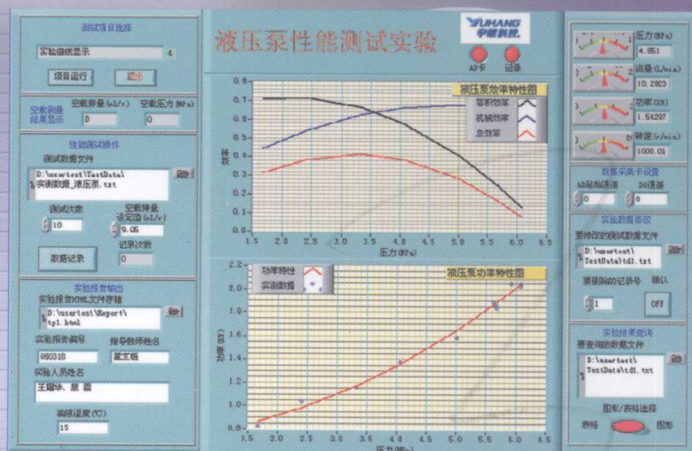




高等学校实验实训规划教材

液压与气压传动 实验教程

韩学军 宋锦春 陈立新 编著



冶金工业出版社

<http://www.cnmp.com.cn>

液压与气压传动 实验教程

陈平军 张福春 陈士康 编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

高等学校实验实训规划教材

液压与气压传动 实验教程

韩学军 宋锦春 陈立新 编著

北 京

冶金工业出版社

2008

内 容 提 要

本书为高等学校机械类专业实验课教学用书。全书分为液压实验、气动实验和实验报告三个部分,并针对目前液压与气动实验教学的先进方法和设备,分基础性实验、综合性实验及设计性实验三个层次介绍液压和气动的45项典型实验。书中详细介绍了每项实验的实验目的、实验原理及方法步骤,对各项实验使用的设备做了详细介绍,并附有每项实验的实验报告。本书采用目前先进的实验教学理念,突出实验的综合性、设计性,其中设计性实验只给出实验条件及实验设备,实验方案及过程由学生独立完成,以达到提高学生创新能力的目的。

本书除可用作学校教学用书外,也可供相关专业的实验技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

液压与气压传动实验教程/韩学军,宋锦春,陈立新编著.

—北京:冶金工业出版社,2008.6

高等学校实验实训规划教材

ISBN 978-7-5024-4575-1

I. 液… II. ①韩… ②宋… ③陈… III. ①液压传动—实验—高等学校—教材 ②气压传动—实验—高等学校—教材 IV. TH137-33 TH138-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第085184号

出 版 人 曹胜利

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷39号,邮编100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 postmaster@cnmip.com.cn

责任编辑 宋 良 美术编辑 张媛媛 版式设计 张 青

责任校对 石 静 责任印制 丁小晶

ISBN 978-7-5024-4575-1

北京兴华印刷厂印刷;冶金工业出版社发行;各地新华书店经销

2008年6月第1版,2008年6月第1次印刷

787mm×1092mm 1/16;13印张;343千字;197页;1-3000册

25.00元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

冶金书店 地址:北京东四西大街46号(100711) 电话:(010)65289081

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

前 言

实验教学是培养学生实践能力和创新能力的必要环节，先进的实验教学理念和一流的实验设备是培养高素质人才的必要条件。针对原有培养模式和教学内容体系中实验多为单一性、验证性、简单化的情况，我们总结了多年来的实验教学经验，对液压与气动实验课程的教学内容进行全面改革，更新了实验设备，大力开发综合性、设计性实验项目，实现实验内容由“单一型”向“综合型”转变，实验方法由“示范型”、“验证型”向“参与型”、“开发型”、“研究型”转变。在此基础上，我们编写了本书。

本书内容包括液压实验、气动实验及实验报告三个部分。

液压实验中的综合性实验和设计性实验，主要在 YCS-C 型智能液压实验台上进行。YCS-C 型智能液压综合实验台是具有多种控制形式及快速组装性能的综合性液压实验台，是目前国内较先进的液压综合教学实验设备。油液污染度检测实验在 ABAKUS 型油液污染度检测仪上进行。气动实验在 QD-A 型气动 PLC 控制综合教学实验台上进行。QD-A 型气动综合教学实验台是由东北大学液压与气动实验室自行设计制造，具有继电器控制、PLC 控制、触摸屏操作、快速组装性能的综合性气动实验台，是目前国内较先进的气动综合教学实验台。这三种实验设备为综合性、设计性实验的教学提供了硬件保证。

由于水平所限，书中不妥之处，欢迎读者批评指正。

编 者
2008 年 3 月

目 录

第 I 部分 液 压 实 验

1 液压基础实验	1
1.1 液压泵拆装与结构分析实验	1
1.2 液压阀拆装与结构分析实验	3
2 液压综合实验	6
2.1 YCS-C 型智能液压实验台简介	6
2.1.1 实验台性能及特点	6
2.1.2 控制测试系统功能特点	7
2.1.3 控制测试系统说明	7
2.1.4 控制面板说明	13
2.1.5 液压站说明	13
2.2 液压综合实验 I ——性能测试实验	15
2.2.1 液压泵性能测试实验	16
2.2.2 薄壁小孔液阻特性实验	18
2.2.3 细长孔液阻特性实验	20
2.2.4 环形缝隙液阻特性实验	22
2.2.5 溢流阀静态性能实验	24
2.2.6 溢流阀动态性能实验	28
2.2.7 减压阀静态性能实验	31
2.2.8 减压阀动态性能实验	34
2.2.9 节流调速回路性能实验	37
2.2.10 液压缸性能测试实验	40
2.2.11 液压马达性能测试实验	43
2.3 液压综合实验 II ——回路实验	45
2.3.1 差动回路实验	46
2.3.2 二位四通换向回路实验	47
2.3.3 节流阀速度换接回路实验	48
2.3.4 节流阀控制的同步回路实验	49
2.3.5 进油节流调速回路实验	51
2.3.6 两级调压回路实验	52

2.3.7 旁路节流调速回路实验	53
2.3.8 三位四通换向回路实验	54
2.3.9 顺序阀控制的顺序回路实验	56
2.3.10 压力继电器控制的顺序动作回路实验	57
2.3.11 行程开关控制的顺序动作回路实验	58
2.4 液压综合实验Ⅲ——油液污染度检测实验	60
2.4.1 ABAKUS 油液污染度检测仪简介	60
2.4.2 ABAKUS 油液污染度检测仪使用说明	61
2.4.3 油液污染度检测实验	65
3 液压设计型实验	68
3.1 液压锁紧实验	68
3.2 蓄能器稳压实验	69
第Ⅱ部分 气 动 实 验	
4 QD-A 型气动综合实验台简介	71
5 气动基础实验	73
5.1 单作用气缸的换向回路实验	74
5.2 双作用气缸的换向回路实验	75
5.3 单作用气缸的速度调节回路实验	76
5.4 双作用气缸的速度调节回路实验	78
5.5 速度换接回路实验	80
5.6 缓冲回路实验	81
5.7 互锁回路实验	82
5.8 过载保护回路实验	83
5.9 单缸单往复控制回路实验	84
5.10 单缸连续往复控制回路实验	85
5.11 双缸顺序动作回路实验	86
5.12 三缸联动回路实验	88
5.13 二次压力控制回路实验	89
5.14 高低压转换回路实验	90
5.15 计数回路实验	91
5.16 延时回路实验	92
5.17 梭阀的运用回路实验	93
5.18 双手操作回路实验	94
6 气动综合型实验和设计型实验	96
6.1 同步动作回路实验	96

6.2 气动搬运机械手实验	97
---------------------	----

第Ⅲ部分 实 验 报 告

1.1 液压泵拆装与结构分析实验报告	101
1.2 液压阀拆装与结构分析实验报告	103
2.2.1 液压泵性能测试实验报告	105
2.2.2 薄壁小孔液阻特性实验报告	107
2.2.3 细长孔液阻特性实验报告	109
2.2.4 环形缝隙液阻特性实验报告	111
2.2.5 溢流阀静态性能实验报告	113
2.2.6 溢流阀动态性能实验报告	115
2.2.7 减压阀静态性能实验报告	117
2.2.8 减压阀动态性能实验报告	119
2.2.9 节流调速回路性能实验报告	121
2.2.10 液压缸性能测试实验报告	123
2.2.11 液压马达性能测试实验报告	125
2.3.1 差动回路实验报告	127
2.3.2 二位四通换向回路实验报告	129
2.3.3 节流阀速度换接回路实验报告	131
2.3.4 节流阀控制的同步回路实验报告	133
2.3.5 进油节流调速回路实验报告	135
2.3.6 两级调压回路实验报告	137
2.3.7 旁路节流调速回路实验报告	139
2.3.8 三位四通换向回路实验报告	141
2.3.9 顺序阀控制的顺序回路实验报告	143
2.3.10 压力继电器控制的顺序动作回路实验报告	145
2.3.11 行程开关控制的顺序动作回路实验报告	147
2.4.3 油液污染度检测实验报告	149
3.1 液压锁紧实验报告	151
3.2 蓄能器稳压实验报告	153
5.1 单作用气缸的换向回路实验报告	155
5.2 双作用气缸的换向回路实验报告	157
5.3 单作用气缸的速度调节回路实验报告	159
5.4 双作用气缸的速度调节回路实验报告	161
5.5 速度换接回路实验报告	163
5.6 缓冲回路实验报告	165
5.7 互锁回路实验报告	167
5.8 过载保护回路实验报告	169
5.9 单缸单往复控制回路实验报告	171

5.10	单缸连续往复控制回路实验报告	173
5.11	双缸顺序动作回路实验报告	175
5.12	三缸联动回路实验报告	177
5.13	二次压力控制回路实验报告	179
5.14	高低压转换回路实验报告	181
5.15	计数回路实验报告	183
5.16	延时回路实验报告	185
5.17	梭阀的运用回路实验报告	187
5.18	双手操作回路实验报告	189
6.1	同步动作回路实验报告	191
6.2	气动搬运机械手实验报告	193
附 录		195
附录1	液压传动实验注意事项	195
附录2	气压传动实验注意事项	196
参考文献		197

第 I 部分 液 压 实 验

1 液 压 基 础 实 验

1.1 液压泵拆装与结构分析实验

1.1.1 实验目的

通过对各种液压泵进行拆装,使学生对各个液压泵的结构深入了解,并能依据流体力学的基本概念和定律来分析总结容积式泵的特性,掌握各种液压泵的工作原理、结构特点、使用性能等。同时锻炼学生的实际动手能力。

1.1.2 实验任务

- (1) 了解液压泵的种类及分类方法;
- (2) 通过对液压泵的实际拆装操作,掌握各种液压泵的工作原理和结构;
- (3) 掌握典型液压泵的结构特点、应用范围及设计选型;
- (4) 按要求完成实验报告。

1.1.3 实验设备

设备名称:拆装实验台(包括拆装工具一套)。

拆装的液压泵名称(见图 1-1):

- (1) CB 型(低压)、CBD1 型(中压)齿轮泵;
- (2) YB、YB1 型双作用定量叶片泵、YBX 型单作用变量叶片泵;
- (3) YCY 型变量、MCY 型定量轴向柱塞泵等。

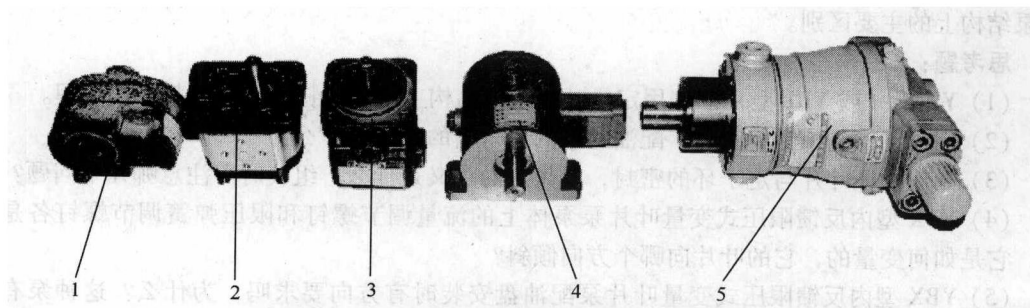


图 1-1 部分型号液压泵

1—CB 型齿轮泵; 2—CBD1 型齿轮泵; 3—YB 型叶片泵; 4—YBX 型叶片泵; 5—轴向柱塞泵

1.1.4 实验内容

本实验包括三类液压泵，即齿轮泵（低压、中高压外啮合）、叶片泵（定量、变量）和轴向柱塞泵（各种变量形式）的拆装和结构分析。

由实验教师对以上各种液压泵的结构、工作原理及性能，结合实物、剖开的实物、泵透明模型及示教板等进行讲解，要求学生自己动手拆卸各种泵，在充分理解掌握课堂内容和如下内容的基础上，将拆开的液压泵正确组装。

本实验要求掌握的内容如下。

1.1.4.1 齿轮泵

齿轮泵具有结构简单，制造方便，成本低；价格低廉，体积小，重量轻，工艺性好，自吸能力强，对油液污染不敏感，工作可靠等优点，广泛应用于各种液压系统中。

(1) 掌握 CB 型、CBD1 型外啮合齿轮泵的结构和工作原理，并能正确拆装。

(2) 掌握外啮合齿轮泵产生困油、泄漏、径向力不平衡等现象的原因、危害及解决方法。

(3) CBD1 型齿轮泵典型结构：CBD1 系列齿轮泵额定工作压力达到了 20MPa。这种泵采用浮动轴套液压补偿轴向间隙的方法，使轴向间隙泄漏明显减少，有效地提高了工作压力。仔细观察其结构，找出补偿间隙的配件，分析其工作原理。

思考题：

(1) 齿轮泵的困油是怎样形成的，有何危害，如何解决？

(2) 如何提高外啮合齿轮泵的压力，典型结构有哪些？

(3) 为什么齿轮泵一般做成吸油口大，出油口小？

(4) 齿轮泵在结构上存在哪些问题？

(5) 如何理解“液压泵压力升高会使流量减小”这句话？

1.1.4.2 叶片泵

叶片泵具有结构紧凑，流量均匀，噪声小，运动平稳等特点，因而被广泛应用于低、中压系统中。本实验拆装的叶片泵有双作用定量叶片泵和单作用变量叶片泵两种。

(1) 主要掌握两种叶片泵的结构，理解其工作原理，使用性能，并能正确拆装。

(2) 观察 YB（或 YB1）型双作用定量叶片泵的结构特点：定子环内表面曲线形状，配油盘的作用及尺寸角度要求，转子上叶片槽的倾角。

(3) 观察限压式变量叶片泵的结构特点：转子上叶片槽的倾角，定子环的形状，配油盘的结构，泵体上调压弹簧及流量调节螺钉的位置。

(4) 理解单作用变量叶片泵的使用性能。能够绘制其性能曲线。双作用叶片泵与单作用叶片泵结构上的主要区别。

思考题：

(1) YB 型（或 YB1 型）双作用定量叶片泵的结构上有什么特点？叙述其工作原理。

(2) 困油问题是怎样解决的，配油盘上的三角槽的作用是什么？

(3) 如何保证叶片与定子环的密封，双作用的含义是什么，组装时需注意哪几个问题？

(4) YBX 型内反馈限压式变量叶片泵泵体上的流量调节螺钉和限压弹簧调节螺钉各是哪个，它是如何变量的，它的叶片向哪个方向倾斜？

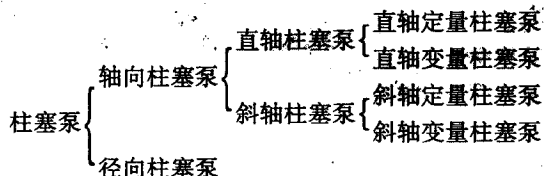
(5) YBX 型内反馈限压式变量叶片泵配油盘安装时有方向要求吗，为什么？这种泵有困油问题吗，性能曲线上的拐点标志什么？简述这种泵的优点及应用场合。

(6) 内反馈和外反馈的含义是什么？

1.1.4.3 柱塞泵

柱塞泵具有额定压力高, 结构紧凑, 效率高及流量调节方便等优点, 常用于高压、大流量和流量需要调节的场合。

柱塞泵按结构形式分成以下几类, 如下所示:



要求掌握轴向柱塞泵中直轴柱塞泵的结构和工作原理, 以及变量柱塞泵中变量机构的种类和原理。

典型结构: YCY 型压力补偿式轴向变量柱塞泵。观察其结构特点, 柱塞的构造、数量; 斜盘的结构; 变量机构的构造和作用。

思考题:

- (1) 简述直轴轴向柱塞泵的结构和工作原理。
- (2) 压力补偿变量柱塞泵是恒功率输出吗?
- (3) 柱塞泵的应用特点有哪些?

1.1.5 实验报告

按本书第Ⅲ部分中对本实验的具体要求完成实验报告。

1.2 液压阀拆装与结构分析实验

1.2.1 实验目的

通过对力士乐系列各种液压阀进行拆卸和安装, 使学生对各种液压阀的结构深入了解, 从而掌握各种阀的工作原理、结构特点、使用性能等, 锻炼学生实际动手能力。

1.2.2 实验任务

- (1) 了解液压阀的种类及分类方法;
- (2) 通过对液压阀的实际拆装操作, 掌握各种液压阀的工作原理和结构;
- (3) 掌握典型液压阀的结构特点、应用范围及设计选型;
- (4) 按要求完成实验报告。

1.2.3 实验设备

设备名称: 拆装实验台 (包括拆装工具一套)。

拆装的部分液压阀名称 (见图 1-2):

- (1) 方向控制阀: 力士乐系列 WMM 型手动换向阀、WE 型电磁换向阀、WEH 型电液换向阀及单向阀等;
- (2) 压力控制阀: 力士乐系列 DB 型溢流阀、DR 型减压阀、DZ 型顺序阀;
- (3) 流量控制阀: 力士乐系列 MK 型单向节流阀、Z2FS 双单向节流阀、2FRM 型调速阀等。

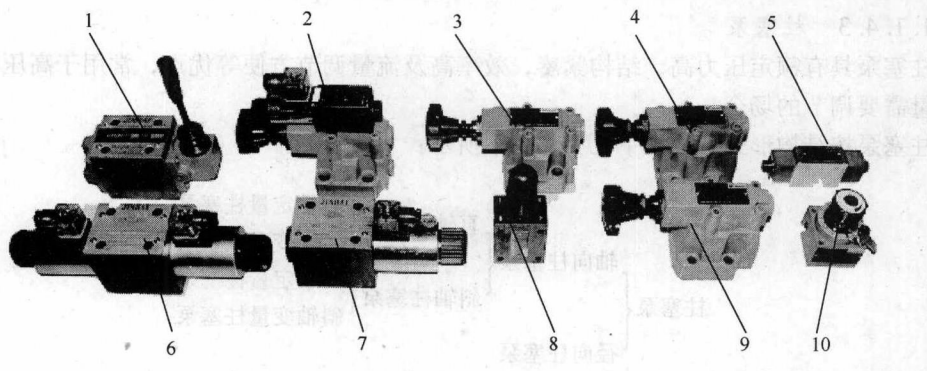


图 1-2 液压阀

- 1—WMM 型手动换向阀；2—DBW 型电磁溢流阀；3—DB 型先导式溢流阀；4—DR 型减压阀；
5—Z2FS 型双向节流阀；6, 7—WE 型电磁换向阀；8—DBD 型直动式溢流阀；
9—DZ 型顺序阀；10—2FRM 型调速阀

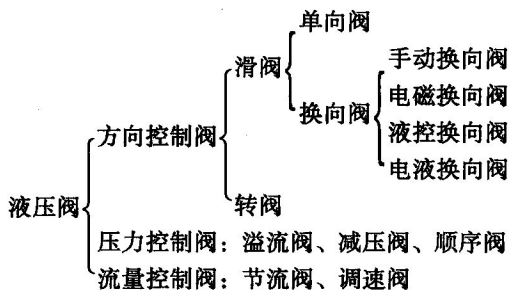
1.2.4 实验内容

由实验教师对以上各种液压阀的结构、工作原理及性能, 结合实物、剖开的实物、各种阀模型及示教板等进行讲解, 要求学生自己动手拆卸各种阀, 在充分理解掌握课堂内容和实验内容的基础上, 将拆开的液压阀正确组装起来。

本实验要求掌握的内容如下。

1.2.4.1 液压阀的分类

液压阀按功能分类如下:



1.2.4.2 方向控制阀

控制液压系统中液流方向的阀。其工作原理是利用阀芯和阀体之间相对位置的改变来实现通道的接通和断开, 以满足系统对通道的不同要求。方向控制阀主要分单向阀和换向阀两大类。主要了解 WMM 型手动换向阀、WE 型电磁换向阀、WEH 型电液换向阀的结构组成, 工作原理, 控制形式。能够正确拆装。了解换向阀的中位机能及应用。

思考题:

- (1) 换向阀的控制形式有哪几种?
- (2) 选择三位换向阀的中位机能时, 从对液压系统工作性能的影响方面要考虑哪几方面的问题?
- (3) 滑阀的液压卡紧现象是怎样产生的, 从结构上分析是如何解决的?
- (4) 电液换向阀的先导阀的中位机能是什么?

1.2.4.3 压力控制阀

用于实现系统压力控制的阀统称压力控制阀。它们都是利用流体压力与阀内的弹簧力平衡的原理来工作的。常用的压力控制阀有溢流阀、减压阀、顺序阀和压力继电器等。掌握 DB 型溢流阀、DR 型减压阀、DZ 型顺序阀的结构组成和工作原理。

思考题：

(1) 溢流阀：

- 1) 溢流阀在系统中起什么作用，它有哪些形式？
- 2) 在先导式溢流阀中先导阀和主阀各起什么作用？
- 3) 溢流阀调压的原理是什么？
- 4) 如图 1-3 所示的原理图中，(a)、(b) 系统中压力 p 各为多少？

(2) 减压阀：

- 1) 减压阀在系统中起什么作用，它是如何减压的？
- 2) 它与溢流阀有什么区别，能实现远程控制吗？

(3) 顺序阀：

- 1) 顺序阀的工作原理是什么，与溢流阀的本质区别，它在系统中起的作用是什么？

- 2) DZ 型先导式顺序阀的控制油有哪几种形式，泄漏油有哪几种形式，整个阀可以组合成几种形式？

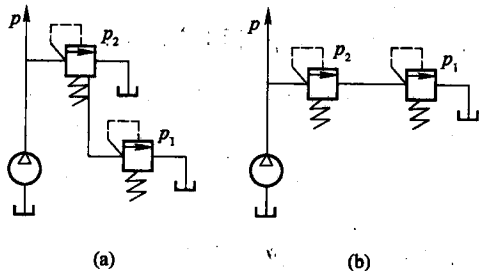


图 1-3 液压原理图

1.2.4.4 流量控制阀

流量控制阀包括节流阀和调速阀等。它们在系统中用来调节流量，以便控制执行元件的运动速度。掌握 MK 型单向节流阀、Z2FS 型双单向节流阀、2FRM 型调速阀等的结构组成及工作原理。

思考题：

- (1) 简述节流阀的结构特点。由于它存在的缺点，其适用于什么场合？
- (2) 调速阀是由哪两个阀组成的？简述它的工作原理。
- (3) 调速阀中的减压阀是定差的还是定值的，最小压差是多大？
- (4) 在定量泵供油的节流调速系统中，必须选择什么样的阀配合使用？

1.2.5 实验报告

按本书第Ⅲ部分中对本实验的具体要求完成实验报告。

2 液 压 综 合 实 验

液压综合实验的目的是培养学生学习液压课程的兴趣,提高实际动手能力,拓宽知识面,增强创新意识,提高知识的综合运用能力。

由于采用不同的软件编程和不同的设备,液压综合实验分为性能测试实验、回路实验及油液污染度检测实验三部分。前两部分实验在 YCS-C 型智能液压综合教学实验台上进行。

下面对该实验设备的结构和操作进行说明。

2.1 YCS-C 型智能液压实验台简介

YCS-C 型智能液压综合实验台是具有多种控制形式、快速组装性能的综合性液压实验台,由主操作台、辅助平台、电脑桌三大部分组成。主操作台包括液压站、T 形槽板、电器控制面板等。液压站为液压系统提供压力油;在 T 形槽板上可以快速安装液压元件(液压元件事先安装在有快速接头的过渡板上),用带快速接头的油管连接液压元件。电器控制面板包括各种控制按钮、开关、仪表及接口等。本实验台有多种控制形式,包括继电器控制、可编程控制器(PLC)控制、计算机控制等。实验台结构如图 2-1 所示。

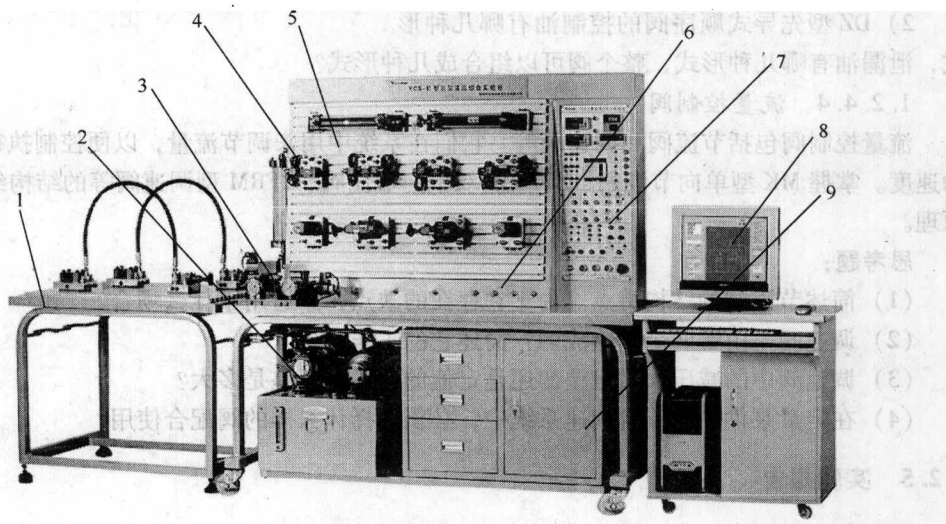


图 2-1 YCS-C 型智能液压实验台结构图

1—辅助平台; 2—液压站; 3—液压泵调压阀组; 4—带过渡底板和快速接头的液压元件;

5—主操作台 T 形槽板; 6—输出、输入油口; 7—电器控制面板;

8—计算机; 9—液压元件柜

2.1.1 实验台性能及特点

YCS-C 型智能液压实验台具有以下的性能特点:

(1) 液压泵站采用定量齿轮泵、变量叶片泵与电器控制相结合,能控制工作介质温度。回路中有多个滤油器,根据滤芯的型号、过滤精度的不同,能较精确地控制油液污染度。

(2) 实验操作台采用立式结构,操作面采用 T 形铝合金型材制作,安装面积大,能进行

快速拼装实验,可根据实验项目原理图,选用相应的元件快速组成液压实验回路,通过电磁换向阀动作的控制和相关液压阀的调节进行实验。

(3) 实验台旁边配置一套辅助平台,平台操作面采用 T 形铝型材制作,可以在平台上做扩展性实验。

(4) 液压系统采用双泵系统,采用风冷却器冷却,控制油温。

(5) 电器控制系统不但具有继电器基本控制功能,而且有 PLC 控制、计算机控制等多种控制方式。

(6) 电源模块带三相漏电保护、输出电压 380V/220V,对地漏电电流超过 30mA 即切断电源;电气控制采用直流 24V 电源,并带有过压保护,防止误操作损坏设备。

(7) 控制柜设计人性化,测试软件具有强大的测试功能及多种帮助功能。

(8) 配置了各类型传感器,如压力传感器、流量传感器、温度传感器、位移传感器等,以满足各项实验参数测试的需要。

2.1.2 控制测试系统功能特点

实验台的控制测试系统的功能特点包括:

(1) 实验台的计算机控制测试系统由计算机、数据采集卡、接口板、传感器和电磁阀等组成。

(2) 系统软件开发采用美国 NI 公司的 LabVIEW,软件界面直观性强,操作方便,功能齐全,交互性好,除具有实测功能以外,还具有虚拟教学的功能,教师可以利用界面提供的数据窗口输入不同的数据,得出不同的分析曲线,从而完成多种配置的理论分析。

(3) 控制测试系统实现实验室参数(压力、流量、转速、温度、位移等)的自动数据检测,自动处理、存储、自动生成实验报告和打印输出等功能。

(4) 系统能实现回路电磁阀的自动控制,提高了实验台操作的自动化和智能化水平。

(5) 系统可同时进行 16 路实验数据的采集和 6 个二位电磁阀的控制。

2.1.3 控制测试系统说明

实验台的计算机控制测试系统由计算机、数据采集卡、接口板、传感器和电磁阀等组成,如图 2-2 所示。

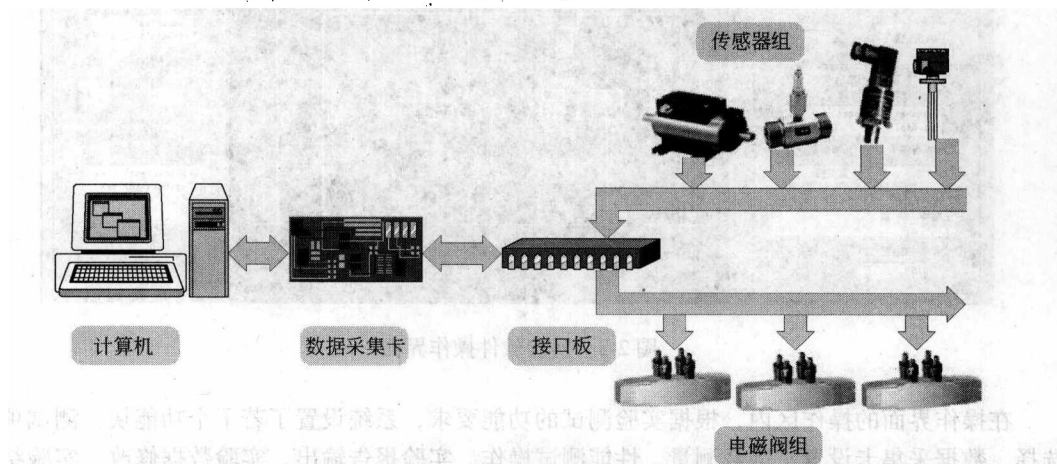


图 2-2 计算机控制测试系统

实验台配置了各种类型传感器,包括压力传感器、流量传感器、转速传感器、功率传感器和位移传感器等,以满足各项实验参数测试的需要。实验台是采用快速拼装结构,实验人员可根据实验项目原理图,选用相应的液压元件快速组成液压实验回路,通过电磁换向阀动作的控制及相关液压阀的调节进行实验。

实验台计算机测试控制系统实现实验参数(压力、流量、转速、功率、位移等)的自动数据检测、自动处理计算和存储等,还能实现回路电磁阀的自动控制,提高了实验台操作的自动化和智能化水平。实验台可以同时进行 16 路实验数据的采集和 8 个二位电磁阀的控制。

实验台的计算机控制测试软件是用美国 NI 公司的 LabVIEW 开发的,软件界面直观性强、操作方便、功能齐全、交互性好。

软件安装完成后,只要点击计算机桌面上的图标,进入 YCS-C 型智能液压综合实验台测试控制系统的主界面,点击【进入】进入软件的实验项目选择界面。YCS-C 型智能液压综合实验台软件可完成 11 项液压综合实验:液压泵性能实验、细长孔液阻特性实验、薄壁小孔液阻特性实验、同心环形缝隙液阻特性实验、溢流阀静态性能实验、溢流阀动态性能实验、减压阀静态性能测试、节流调速回路性能测试、液压缸性能测试、液压马达性能测试等。

点击一个实验项目图标时(如液压泵性能测试),界面下栏框内显示该项实验的目的和操作功能。双击该实验项目图标时,立刻弹出该实验项目的操作界面(以下以“液压泵性能测试实验”为例),如图 2-3 所示。界面可分为三个区:左右两侧为操作区,中间为图形表格显示区。

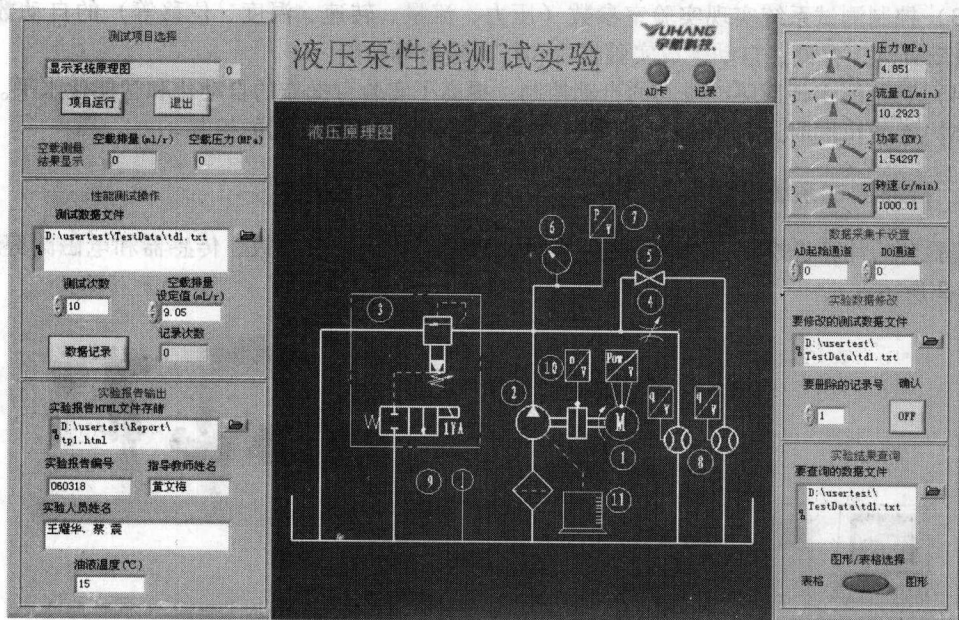


图 2-3 实验软件操作界面

在操作界面的操作区内,根据实验测试的功能要求,系统设置了若干个功能块:测试项目选择、数据采集卡设置、空载测量、性能测试操作、实验报告输出、实验数据修改、实验结果查询、电机效率查询等。