

## 摘 要

随着国民经济的发展,运用罐车进行运输在铁路货运中所占的比重越来越大,为保证罐车在运输生产中的安全,在罐车中加装有各种阀类。目前我国铁路罐车各种阀类的性能试验基本上是采用手动试验的方法,只有少数单位自制了阀类试验装备,但各阀类分散试验,且不具备微机控制功能,工作稳定性和可靠性不高。阀类的试验质量与操作者的工作能力和技术水平有直接的联系,不便于现场阀类检修后试验质量的控制。因此,为了便于铁路罐车阀类检修质量的现场控制,提高铁路罐车各阀的检修质量,保障罐车的运行安全,降低工人的劳动强度。所以必须严格按照铁路货车厂修、段修规程,并结合现场检修的实际情况,研制出能够对铁路罐车蝶阀、下卸阀、呼吸式安全阀(轻油罐车)、呼吸式安全阀(食油、粘油罐车)的性能试验进行自动化、微机化控制的“微机控制铁路罐车阀类试验台”。

本文详细地介绍了系统的总体方案、硬件设计、控制运算、软件设计以及安装和调试的全过程。系统采用了前后台的工作方式,可独立完成控制测试试验过程。同时系统可按给定的工作流程自动完成测试过程或手动单步完成测试试验过程。

本系统在研制后,经过初步运用,消除了铁路罐车在试验过程中的误分解和误检修,同时大幅度提高阀类试验的准确性,减少了不必要的检修和更换,有相当的经济效益和社会效益。

试验台具备整体系统的自检功能,保证试验台开始工作前各部零件正常可靠,整体性能良好,从而保障阀类试验的准确、可靠,实现了阀类检修测试试验有人控到机控的转变。保证了铁路罐车阀类试验数据的准确性,提高了检修质量,从而保障了行车安全,减轻了工人的劳动强度。另外,该试验台有完善的数据存取功能、数据报表打印功能,同时预留了 HMIS 接口,能够实现远程数据查询和管理,有利于现场管理和质量控制,从而为车辆运行安全提供了保证,便于现场管理及质量控制。

**关键词:** 微机控制, 试验, 阀类, 检修

---

---

## Abstract

Along with the development of national economy, it is taking a larger and larger proportion in the railroad freight to use the tank car for transportation, and various valves have been installed in the tank car to ensure the safety in the transportation. At present the manual experimental method is mainly adopted in the performance test for various valves in the railroad tank car in our country; only a few units fabricated the experimental facility, but the experiment on the valves is separate, has no microcomputer control function and less stability and reliability. The experiment quality on the valves has direct relation with the working ability and the technical level of the operator, and is not convenient for the control of the experiment quality after the overhaul of valves. Therefore, in order to make the control of quality easier, to enhance the quality of overhauling, to ensure the safe movement of the tank car and reduce the worker's labor intensity, we need to develop "the microcomputer-controlled valves test platform in railroad tanker " that can have the automatic and microcomputer control of the performance test for the railroad tank car reed valve, under unload the valve, the respiration styles safety valve (light oil tanker) and the respiration styles safety valve (cooking oil, sticks oil truck) strictly according to the railroad freight cart yard section, regulations, and the actual situation of the field overhaul.

This article introduces overall plan for the system, the hardware design, the control operation, the software design as well as the entire installment and debugging process. Adopting the front and backstage operate mode, the system can complete the control test independently and the test process automatically or manually according to the given work flow.

With the preliminary utilization, this system proves to avoid any mistake in discomposing and overhauling in the test process of the railroad tank car, and at the same time it enhances the accuracy for the valves experiment considerably, reduces the nonessential overhaul and replacement, and thus has considerable economic efficiency and social efficiency.

The test platform has the integrated system self-checking function, which guarantees the reliability of each component before the work, the high overall

---

---

The test platform has the integrated system self-checking function, which guarantees the reliability of each component before the work, the high overall performance, ensures the accuracy and reliable of the valves experiment, and realizes the transformation from the human control to the machine control. It also guarantees the accuracy of experimental data of railroad tank car valves, improves the overhaul quality, and thus ensures the traffic safety and reduces worker's labor intensity. Moreover, this test platform has the perfect data access facility, the data report printing function, and reserves the HMIS connection to realize the long range data inquiry and management, and help the field management and quality control, thus it guarantees the safe vehicle movement helps the field management and quality control.

**Key word:** Microcomputer control; Experiment; Valves; Overhaul

---

## 第 1 章 绪论

### 1.1 选题的意义

在铁路列车全面提速和铁道部以科技创新保安全的新形势下,铁道部加强了对铁路车辆的大、中、小修的工艺验收,以确保行车安全。我国铁路技术装备正处在全面升级换代的阶段,运用计算机控制技术实现生产一线检测试验设备自动化、智能化是新形势下铁路行业生存发展的需要,这样可以更有效地保证行车主要设备的质量和状态,消除人为主观因素影响,保证铁路行车安全。

根据铁道部要求,货车检修必须“以工装保工艺,以工艺保质量”的方针,近几年来各段都完成了货车检修八条基础工艺线的改造,通过大量使用高技术含量的设备,极大地提高了检修质量。

根据对各货车车辆段和部分货车厂的调查发现,长期以来,各货车罐车检修单位(车辆段)和部分货车厂对铁路罐车的重要部件如排油阀、蝶阀、呼吸式安全阀等阀的检修和试验上并无成熟的设备,目前我国铁路罐车各种阀类的性能试验基本上是采用手动试验的方法,阀类的试验质量与操作者的工作能力和技术水平有直接的联系,不便于现场阀类检修后质量的控制。只有少数单位自制了阀类试验装备(沈阳局通辽车辆段),单个阀类分散试验,这些装备结构简单,不具备微机控制功能,工作稳定性和可靠性不高,性能落后,试验数据和结果的人为因素影响较大,效率低下,不适应运输安全的需要。因此,经过充分的调查和比较,认为有必要研制一种综合性的铁路罐车阀类试验设备实现各阀的集中试验,并对试验过程控制、数据采集、结果的判断上采用微机自动控制,以提高试验的精度,减少人为因素对结果的影响,提高各阀检修质量。

基于以上情况,严格按照货车厂段、修规程,并结合现场检修的实际情况,研制出了能够对铁路罐车蝶阀、下卸阀、呼吸式安全阀(轻油罐车)、呼吸式安全阀(食油、粘油罐车)进行性能试验的“微机控制铁路罐车阀类试验台”。

### 1.2 阀类试验台技术及其发展现状分析

早期铁路罐车阀类试验一直采用人工操作试验和人工记录试验数据的方式进行,一般在车辆段罐修所阀类检修组由技术熟练的工人承担试验任务。车辆段罐车呼吸阀试验台示意图如图 1-1 所示,可以看出,早期的试验台先由手动控制检修阀的卡装,再由手动塞门控制气路的通断从而完成试验内容。整个试验台手

动塞门数量较多,检修阀的卡装和试验过程完全由人工操作。这使得在人工进行罐车阀的试验时,试验步骤多,操作过程繁杂,劳动强度大,而且操作过程中人为因素较多,使试验结果准确度差,因人而异,另外有时为了尽快完成任务而不同程度简化、丢掉试验步骤的现象,因此,试验本身对试验人员的技术水平和熟练程度要求较高,须专门由技术熟练的工人来完成试验。

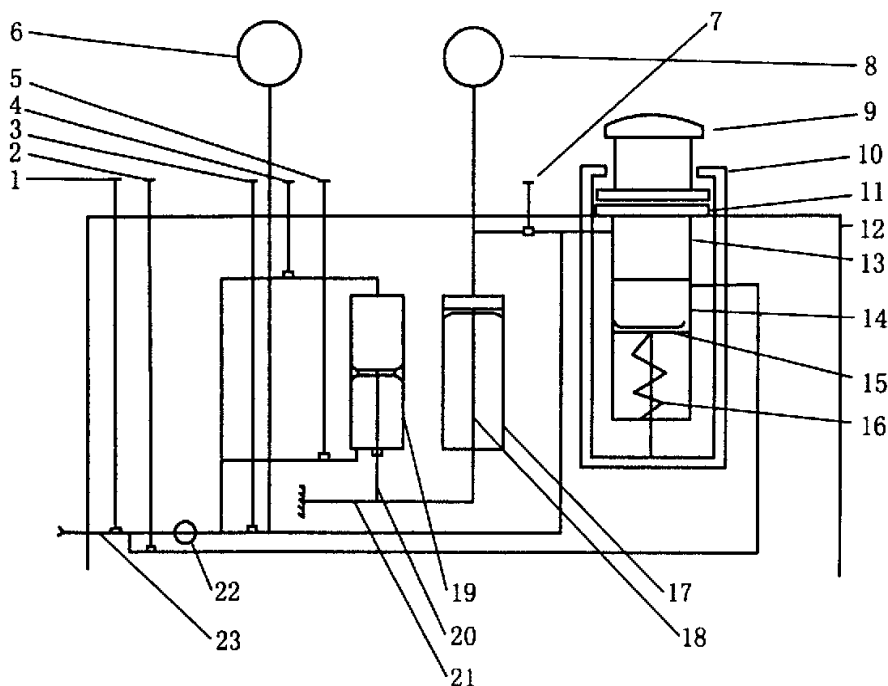


图 1-1 呼吸式安全阀试验台示意图

1—1 号塞门;2—2 号带孔塞门;3—3 号带孔塞门;4—4 号带孔塞门;5—5 号带孔塞门;6—空气压力表;7—6 号塞门;8—真空压力表;9—呼吸式安全阀;10—卡具;11—安全阀安装座;12—工作台;13—安全阀下部气室;14—卡具风缸;15—活塞;16—活塞弹簧;17—真空缸;18—活塞;19—工作风缸;20—双向活塞;21—作用杠杆;22—风压调整器;23—进风管路。

随着铁路提速战略的实施,我国铁路技术装备正处在全面升级换代的阶段,运用计算机控制技术实现生产一线检测、试验设备自动化、智能化是新形势下铁路行业生存发展的需要,可以更有效地保证行车主要设备的质量和状态,消除人为主观因素影响,保证铁路行车安全。

为了改变铁路罐车阀类试验这种人工试验状况,增加试验结果的客观性和可

靠性, 严格按照试验步骤进行试验, 确保罐车阀工作性能良好。过去几年里, 一些检修单位、科研部门相继研制了阀类试验装备(江岸车辆段、襄樊车辆段), 其控制系统各有特点, 但这些装备结构简单, 有一些是改装为电动控制, 并不具备微机控制功能, 工作稳定性和可靠性不高。性能落后, 试验数据和结果人为因素影响较大, 效率低下, 不适应运输安全的需要, 虽然也有的是用微机进行数据采集和记录试验结果, 但试验过程仍然需要手工操作, 没有自动控制部分(襄樊车辆段)。因此经过充分的调查和比较, 认为有必要研制一种综合性的铁路罐车阀类试验设备实现各阀的集中试验, 并对试验过程控制、数据采集、结果的判断上采用微机自动控制, 以提高试验的精度, 减少人为因素对结果的影响, 提高各阀检修质量, 为此, 研制了“微机控制铁路罐车阀类试验台”。

### 1.3 本文研究的主要内容、目标与方法

#### 1.3.1 研究的主要内容

随着铁路的多次提速, 国民经济的突飞猛进, 货车的检修量越来越多。罐车阀类试验仅仅依靠简单的人工方式已不适应要求。在这种背景下, 联合多方力量, 成立了研究小组, 经过一年多的辛苦工作, 开发出了这套微机控制铁路罐车阀类试验台。该试验台使用了高精度的传感器, 使得计算机采集到的数据准确可靠。工作效率大为提高, 方便了质量管理。

在微机控制罐车阀类试验台的研制中, 需要解决的几个主要问题是:

1. 研制开发多功能卡具。因为铁路罐车各阀外观尺寸不同, 为了保证试验台适用于铁路罐车的各型阀在试验台上的试验, 需要设计一种多功能卡具, 实现各种类型罐车阀体在试验台上的装卸;

2. 能够实现呼吸式安全阀的呼气、吸气试验;

3. 根据试验过程要求, 设计合理的电路, 开发试验软件, 实现对试验过程、数据采集及试验结果判定的自动化控制, 对试验结果能够自动存储和查询, 并预留 HMIS 接口。

4. 压力检测及压力传感器采集后的物理量转化为电量后的 A/D 转换及相应的软件支持, 实现试验的自动控制;

5. 较好的人机对话界面及 I/O 控制, 便于各种试验程序化。

#### 1.3.2 研究目标

根据以上研究内容, 确定在该设备研究方面的目标, 微机控制罐车试验台应

具有以下功能:

1. 能够对铁路罐车用蝶阀、下卸阀、呼吸式安全阀（轻油罐车）、呼吸式安全阀（食油、粘油罐车）进行试验。
  2. 具备整体系统的自检功能，保证试验台开始工作前各部件正常可靠，整体性能良好，从而保障阀类试验的准确、可靠。
  3. 试验台采用高精度的传感器，测量数据准确、可靠。
  4. 控制软件设计合理，能够实现阀类的计算机控制自动试验，也能实现单步试验，且在试验过程中每步均有提示，操作简便，适合现场使用。
  5. 采用性能可靠的工控机，内部采用集成电路板和模块化的设计，因此性能稳定可靠，且维修方便。
  6. 有完善的数据存取功能，且具有打印功能，便于数据管理。
  7. 试验台预留了 HMIS 接口，能够实现远程数据查询和管理，有利于质量控制，为车辆运行安全提供保证。
  8. 具有手动、自动两用的功能。使用时，用户可根据需要随意选择手动或者自动操作，切换方便，操作简单，适合现场使用。
-

## 第 2 章 微机控制铁路罐车阀类试验台的方案设计

### 2.1 微机控制铁路罐车阀类试验台的总体方案

该试验台采用微机来控制铁路罐车各种阀的试验过程。Windows 操作系统下的人机对话方式，使操作人员根据界面提示即可完成多种阀型的试验；计算机自动采集记录试验数据，判断试验结果，并可将试验数据存储、打印，便于日后查询。预留 HMIS 接口，可实现远程数据查询和管理。

该试验台具有手动、自动两用的功能。手动试验时，由工作台上的各开关控制，接通相应电磁阀进行试验，可以脱离计算机系统独立工作。自动试验时，由计算机按试验流程自动控制系统工作。用户可依据现场实际需要随意选择手动或者自动操作方式，简单方便。自动和手动试验方式的切换仅需使用工作台上的切换开关即可，方便实用。

### 2.2 微机控制铁路罐车阀类试验台的总体组成

微机控制铁路罐车试验台主要由机械部分、硬件控制部分、软件部分三部分组成。

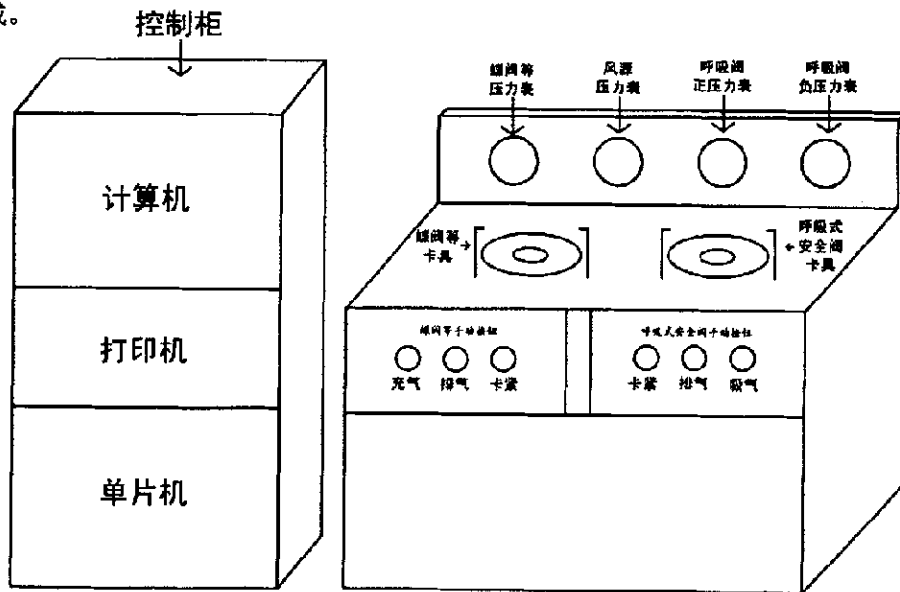


图 2-1 铁路罐车阀类试验台总体组成示意图

图 2-1 铁路罐车阀类试验台总体组成示意图



### 2.2.1 机械部分

机械部分具有在计算机硬件、软件的控制下完成关紧阀门、充气、保压、开阀门、放气等功能。机械部分包括多功能卡具、工作台、负压泵、电磁阀、风压表、风管路及各手动按钮等。多功能卡具实现对各种类型阀的卡装固定，工作台上主要放置各种被测试阀类，负压泵通过风路管给呼吸式安全阀抽气，电磁阀控制气路的开关工作方式。

### 2.2.2 硬件控制部分

硬件控制部分包括电磁阀驱动部分、传感器部分、A/D 转换、I/O 板、串行接口电路，单片机、电源板、计算机等。单片机组成了下位机，接受上位机的控制及给上位机传送采集到的压力数据。具体作用是：通过 I/O 板控制电磁阀的关闭和开启；通过压力传感器将风压信号转换为电信号，通过 A/D 转换板进行 A/D 转换后，获取压力传感器上的量值，再将数据经 RS-232C 接口传入计算机，通过计算机程序进行计算处理后，再将处理后的信号通过 RS-232C 接口传回单片机，经 I/O 通道板，传入控制箱，控制试验台的电磁阀动作。完成全部试验项目并自动记录保存试验数据。控制系统原理图如图 2-2 所示。

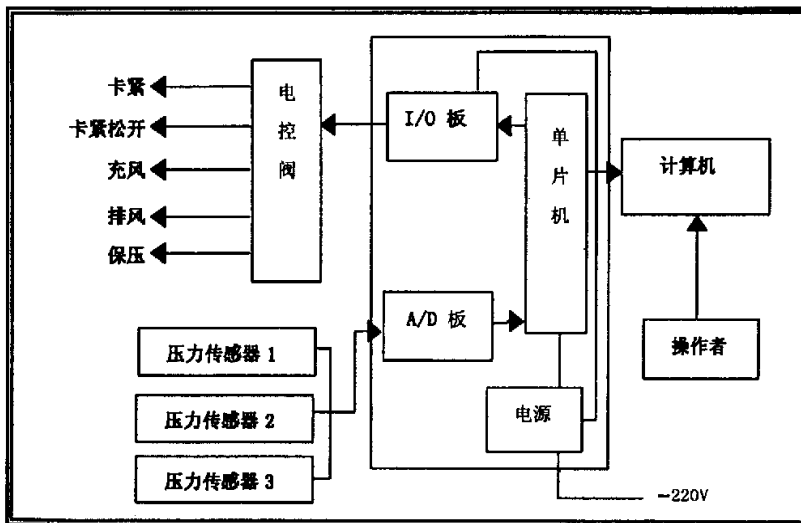


图 2-2 控制系统原理图

### 2.2.3 软件部分

上位机的软件部分是在 windows 系统下采用 VB6.0 这种面向对象的语言编制

而成。使操作人员只需通过点击鼠标即可控制试验台的操作过程，并可将测试数据打印记录。具有界面简单直观，操作方便，符合操作者习惯，方便易学等优点。同时功能强大，可进行数据分析，报表统计，远程管理等优势。下位机软件由汇编语言实现，选择从上而下，模块化的设计，使得软件具有可维护性、易读性、可靠性等优点。

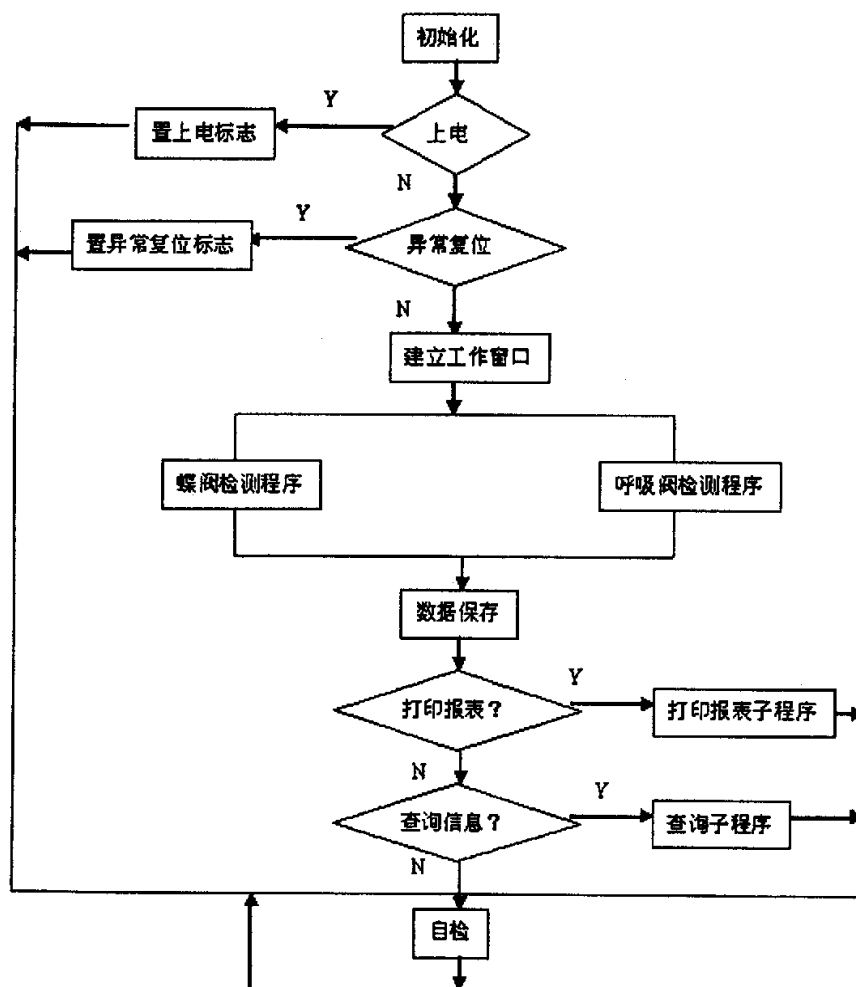


图 2-3 主程序软件框图

### 2.3 微机控制铁路罐车阀类试验台的气路设计

图 2-4 为采用电磁阀控制的微机控制铁路罐车阀类试验台气路图。试验台根据试验的阀类不同，分别由 DT1 或 DT4 控制卡具卡装待测阀。试验时，如果是蝶阀、球阀、安全阀、下卸阀、改进型下卸阀则由电磁阀 DT2 和 DT3 的得失电来控制气路的通断，如果是呼吸式安全阀则由电磁阀 DT5-DT8 来控制气路的通断，从而实现充气、保压和排气作用。电磁阀的得失电可由手动或自动完成。三个压力表分别用来检测蝶阀的试验压力、呼吸式安全阀的正压力和负压力。

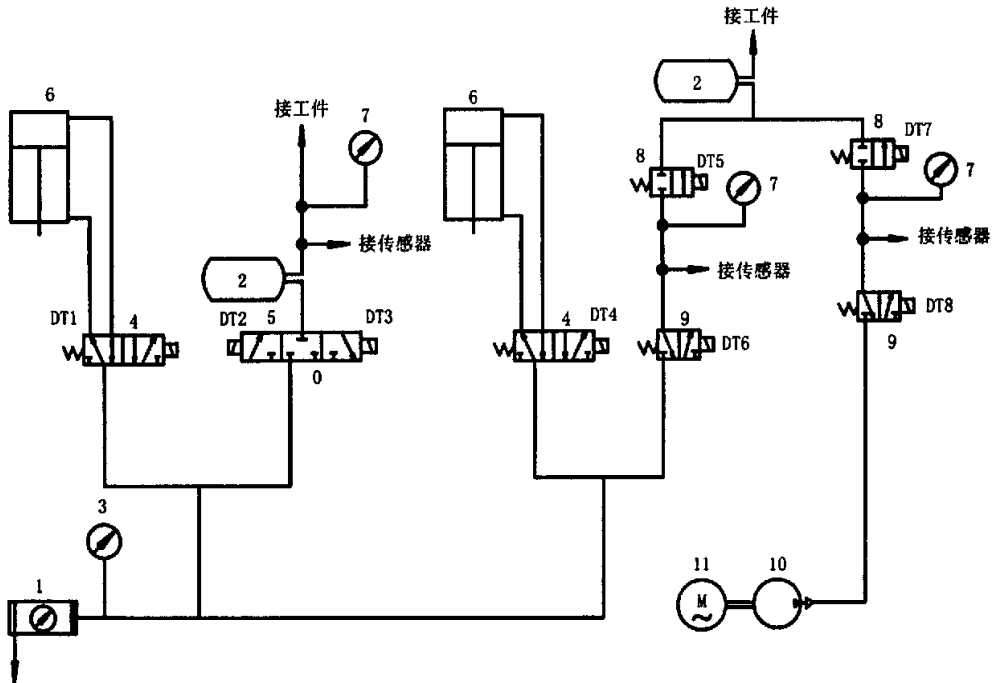


图 2-4 微机控制铁路罐车阀类试验台气路图

1—气源三联体;2—储风缸;3—电接点压力表;4—二位五通电磁阀;5—三位五通电磁阀;  
6—卡紧缸;7—压力表;8—二位二通电磁阀;9—二位三通电磁阀;10—真空泵;11—电机。

### 2.4 微机控制铁路罐车阀类试验台手动控制的电路设计

微机控制铁路罐车阀类试验台手动控制电路如图 2-5 所示，图中，由手动按钮 SB1、SB2、SB3 分别控制电磁阀 DT1、DT2、DT3 的得失电。手动按钮 SA1 控制 DT4 得失电，SA2 控制电磁阀 DT5、DT6 得失电，进行呼吸式安全阀的呼气试验。

SA3 控制电磁阀 DT7、DT8 得失电，进行呼吸式安全阀的吸气试验。时间继电器 KT 控制呼气试验结束后，延时一段时间后方可进行吸气试验，以防冲坏负压表。继电器 KA 使呼气试验和吸气试验互锁。

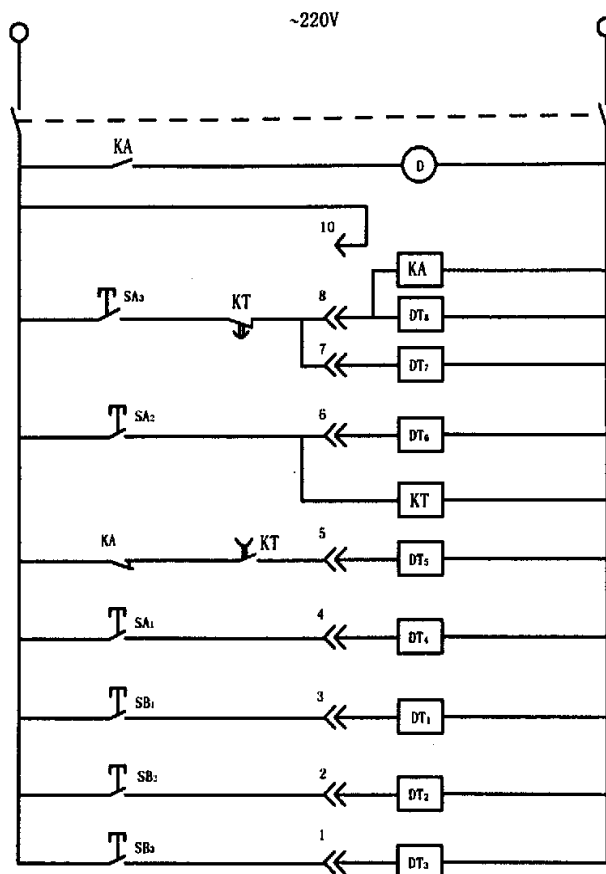


图 2-5 微机控制铁路罐车阀类试验台手动控制电路图

## 2.5 控制系统方案的设计、比选

在设计初期，并无相应的资料或设备可作为参考，我们对控制系统设计了两种方案。

方案一：对各种阀类进行试验时，采用风缸抽真空，经过压力传感器采集压力信号，通过 A/D 转换后送入单片机处理，由单片机控制，将压力数据经过 LED 数码管显示出来。其优点是价格便宜，系统简单，但抽真空时压力不稳定，容易

冲坏压力表, 且不具有数据储存, 描述压力曲线, 远程分析数据等功能。

方案二、采用上位机和下位机传输相应的控制信号和数据, 由下位机控制完成检测和命令的执行。在抽真空上采用点击带动真空泵的方式。上位机进行数据的处理和管理功能, 能够实时的储存处理相应的数据, 并通过网络和 HMIS 系统连接。其优点是抽真空时压力稳定, 具备数据存储、查询等功能; 并且操作界面美观, 每步操作均有提示, 操作直观, 简便, 符合操作者习惯, 功能强大。缺点是设计、制作较复杂, 造价高。

对以上两种方案的比较如表 2-1 所示:

表 2-1 控制系统设计方案比较

	优	劣
方案一	设计、制作简单, 造价低。	抽真空时压力不稳定, 容易冲坏负压表; 不具备数据存储功能, 无 HMIS 接口。
方案二	抽真空时压力稳定; 具备数据存储、查询等功能; 预留 HMIS 接口, 能够实现远程查询和管理; 且操作界面美观, 每步操作均有提示, 操作直观、简便。	设计、制作较复杂, 造价高。

通过对比, 我们认为方案二试验台能够更好地完成阀类的试验, 性能稳定可靠, 功能齐全, 操作简便, 能够满足当前铁路罐车阀类检修的需要和长期发展的需要。因此, 选用方案二。

## 2.6 对系统可靠性、稳定性、安全性所采取的技术措施

1. 在可靠性方面: 为系统加装了稳压电源, 避免电压波动对试验数据准确性的影响。

2. 在稳定性方面: 对压力表进行校验, 对压力传感器进行标定, 提高系统的可靠性。

3. 在安全性方面: 在呼吸式安全阀呼气试验及吸气试验系统的控制电路上加装互锁装置和时间继电器。使呼吸式安全阀呼气试验时, 系统管路中的风压排完后, 方可启动呼吸式安全阀吸气试验按钮, 从根本上避免了呼吸式安全阀试验时系统管路中的风压易冲坏负压表的现象。

## 2.7 研制过程中的改进

试验初期, 由于气动控制方面的设计与单片机设计不适应, 导致计算机采集的数据和压力表显示的数据不一致。对气动控制元件布局进行适当调整后, 计算机采集的数据和压力表显示的数据相符。

研制中期, 曾出现计算机发出保压指令后, 压力继续小幅上升后或者是压力小幅下降后才能保持稳定的情况。对此进行了系统的分析后发现, 一方面由于节流阀调的过大或过小, 另一方面由于气动元件布局不太合理。对气动元件进行了布局调整, 并把节流阀调节到适当的位置后, 这一问题得以解决。

原设计单片机采集呼吸式安全阀排气压力的最大值, 不太切合实际情况。后改为采集排气压力的峰—峰值, 更符合实际情况, 且缩短了试验时间(从原来的 60s 缩短为现在的 20s)。

## 2.8 技术创新点及技术关键

### 2.8.1 微机控制

该试验台采用微机控制各种阀的试验过程, WIN98/WIN2000/XP 操作系统下的人机对话界面, 使操作人员一次接线即可根据界面提示完成多种阀型的试验。计算机自动记录试验数据, 自动判断试验结果, 并具备测试数据存储、查询和打印功能。

### 2.8.2 HMIS 接口

试验台预留了 HMIS 接口, 能够实现远程数据查询和管理, 有利于质量控制, 为车辆运行安全提供保证。

---

## 第 3 章 微机控制铁路罐车试验台的数据采集与处理

数据采集和控制系统主要由传感器、滤波器、放大器和 A/D 转换器等构成了数据采集部分；有被控对象、执行机构、检测器和控制器等构成了控制系统。这些元件各自有本身的动态和静态特性，当将他们结合在一起构成一个控制系统时，整个系统的控制特性取决于特性、控制方案和干扰的形式和幅值。一般来说，当控制系统的各种元件一旦选定后，其特性也就固定下来了，成为了系统中的不可变部分。所以，控制系统的设计主要工作就是要确定控制规律。合理的选择控制器的形式及其参数，以获得最佳的质量。

本系统主要为数据采集系统，其控制部分为开环控制系统，所以控制相对来说简单一些。但在数据采集部分，本系统主要进行的是压力测量，压力是变化非常缓慢的变量，存在各种干扰信号和测试点数据的合理性等问题，需要对采集的数据进行有效性检查、数字滤波、线性化、工程量转换，上下限检查和其他必要的运算处理等才能完成。

### 3.1 采样序列

连续时间信号可以在符合要求的整个时间区间内变化，而对数字处理系统而言，需要将连续的时间信号离散化，也就是在等时间间隔  $T_s$  内对连续信号(模拟信号)进行取值，称之为采样。从而得到一系列的时间序列采样值  $x(nT_s)$ ，其中， $T_s$  为采样间隔， $f_s=1/T_s$  为采样频率。为了数学处理方便，将  $T_s$  定义为 1，采样序列就成为了  $x(n)$ 。

如正弦函数  $x(t)=A\sin(\omega t + \vartheta)$  经过离散后就成为： $x(n)=\sin(2\pi N + \vartheta)$

### 3.2 香农采样定理

对于一个时间上连续的信号，当要求计算机处理时，需变成离散的时间序列(数字信号)，这就要求有一个离散的系统来处理二者之间的转换关系，即数字信号处理系统。

模拟信号通过采样保持电路(S/H)和模数转换(ADC)后，在每个间隔时间  $T_s$  中，采样电路采集一次模拟信号，再由 A/D 转换成为数字量，一系列的数字量就构成了等时间间隔的离散的时间序列。

采样的时间间隔  $T_s$  决定着采样的质量和数据处理的总时间。 $T_s$  过小将会使

采集到的数据量过大，增加了数据处理的工作量，对计算机的性能提出了较高的要求。当  $T_s$  过大时，会在原始数据中引起低频及高频分量的混淆和瞬时数据的丢失，不能真实地反映原信号。所以必须选用一个合理采样时间间隔，以便在能够反映原信号的同时，又使采集的数据量较小。这个准则就是香农采样定理。

采样定理：设有时间函数  $x(t)$ ，如果对大于某一频率  $f_c$  的所有频率，函数  $x(t)$  的傅里叶变换为零。那么当采样时间间隔  $T_s$  满足

$$T_s \leq 1/2f_c$$

则连续函数

$$x(t) = \frac{T_s}{\pi} \sum_{n=-\infty}^{\infty} x(nT_s) \frac{\sin \frac{\pi}{T_s}(t-nT_s)}{t-nT_s}$$

唯一确定。 $f_c$  就是在采样时间间隔下所能辨认的最高频率，称为截止频率。因此  $f_s = 1/T_s \geq 2f_c$  就叫采样定理，它提供了选择采样间隔的准则。

在实际中为了保证采集到的数据能够准确的描述模拟信号，采样频率  $f$  一般要大于模拟信号的最高频率的 3~5 倍。

### 3.3 压力和压强

压力是力的一种，是国际七个标准单位中的一个，在物理意义上，当压力  $F$  作用于面积为  $s$  的平面上时，则单位面积上所受到的垂直压力为压强  $P$ 。

即： $P = F/S \cdot \sin \alpha$

式中， $F$  为压力， $S$  为受压力面积， $\alpha$  为压力和平面的夹角。

当在一个密闭容器中充满某种气体时，在容器中的任何一处的压力均为气压  $p$ ，在容器的某一位置安装上一个压力表或者压力传感器，通过其数据就可得知容器内气体在某一时刻的压力或压强。

为了能够测试出阀类的密封特性，在装有压力表的密闭容器上开口处安装上被测阀，在保证安装处和容器的密闭情况下，给容器充入一定压力的空气，然后进行保压试验。通过压力表的读数变化情况可知阀类的密封情况。

### 3.4 数据处理

在微机控制铁路罐车试验台控制系统中，模拟量经 A/D 转换器转换后变成数字量送入计算机，这些数字量在计算机发出控制命令之前，还必须根据需要进行一些加工处理，数据采集系统对采集到的数据处理有：输入数据的有效性检查、



数字滤波、线性化、工程量转换，上下限检查和其他必要的运算处理等。只有通过数据处理后才能由计算机使用。

### 3.4.1 有效性检查

为了避免测量元件、变送器的故障和信号传送电路的开路，导致计算机采集到错误的数 据，通常都要对传送的数据进行有效性的检查。这是保证系统可靠性的重要措施之一。

在本系统中，输入的模拟信号为 0~5v，所以系统所测试的范围也在其中，当信号线开路时，所测量到的模拟信号就会超出其下限或者上限，当系统读到的数据超出下限或者上限时就会发出报警，表明系统出现故障。

### 3.4.2 数字滤波

作为计算机的数据采集系统，由于被控对象所处环境比较恶劣，现场存在各种各样的干扰信号。其中有系统自身的波动和内外的电磁干扰，使得有用的信号上附加了无用的干扰信号，改变了信号的真实性。尽管在信号输入过程中采用了低通滤波器，但对低频干扰也无法消除。所以通过一定的计算程序，对多次采样信号构成的数据系列进行平滑加工，以提高其有用信号在采样值中所占的比例，减少乃至消除各种干扰及噪音，从而保证系统工作的可靠性。这在系统中无须增加硬件电路，只需在程序中执行一段数字滤波程序来完成。数字滤波器与模拟 RC 滤波器相比，具有无需增加任何硬设备，系统可靠性高，不存在阻抗匹配问题，成本低廉，可以对频率很低(如 0.01Hz)的信号进行滤波，具有灵活、方便 的优点，所以在计算机控制系统中得到广泛的应用。

用来完成上述数据处理任务主要靠软件。随着应用范围的不断扩大，软件技术也得到了很大的发展。在工业过程控制系统中，最常用的软件设计方法有：汇编语言、C 语言、及工业控制组态软件。以下，主要介绍微机控制系统最常用的数据处理方法，即数字滤波技术。

## 3.5 数字滤波技术

数字滤波的方法有很多种，可以根据不同的测量参数进行选择。下面介绍几种常用的数字滤波方法。

### 3.5.1 限幅滤波

考虑到压力的变换缓慢性，在两次或多次采样中，被测参数的最大变化值总是在一定的范围中，如果前后两次采样到的实际增量  $|X_n - X_{n-1}| \leq \Delta x$ ，则认为采集到的数据是可靠的，否则认为是干扰形成的错误数据。同时采用上次采集到的数据来代替本次数据。由此得到限幅滤波的算法为：

$$y_n = \begin{cases} x_n, & \text{当 } |x_n - x_{n-1}| \leq \Delta x \\ x_{n-1}, & \text{当 } |x_n - x_{n-1}| \geq \Delta x \end{cases}$$

### 3.5.2 限速滤波:

该方法是设定前后两次采样的最大允许增量 $\Delta x$ ，用本次采样 $x_n$ 相对上次采样的增量 $|\Delta x_n|$ 与其比较，若 $|\Delta x_n| \leq \Delta x$ ，则认为本次采样 $x_n$ 有效，否则重新采样一次，得到 $x_{n+1}$ ，如果 $|x_{n+1} - x_n| \leq \Delta x$ ，说明 $x_{n+1}$ 之值接近 $x_n$ 的值， $x_n$ 是可信的，同时用最近一个采样值 $x_{n+1}$ 叫作为滤波输出，相反，就以 $(x_{n+1} - x_n) / 2$ 的值作为滤波输出。该方法既保证了采样的实时性，也考虑到了采样值变化的连续性。

### 3.5.3 算术平均滤波:

算术平均值滤波是要寻找一个 $Y(n)$ ，使该值与各采样值间误差的平方和为最小，即 $y_n = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i$

$$y_n = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i$$

式中， $y_n$ 为滤波输出， $x_i$ 为第 $i$ 个采样值( $i=1, 2, \dots, N$ )

由此可见，算术平均值法滤波的实质即把一个采样周期内 $N$ 次采样值相加，然后再除以采样次数 $N$ ，得到该周期的采样值。

算术平均滤波主要用于对压力、流量等周期脉动的参数采样值进行平滑加工，但对脉冲性干扰的平滑作用尚不理想，因而它不适用于脉冲性干扰比较严重的场合。采样次数 $N$ ，取决于对参数平滑度和灵敏度的要求。 $N$ 取得越大，则其平滑程度越好，精确值也越高，但系统的灵敏度会下降。

### 3.5.4 中值滤波:

中值滤波是在连续3个采样周期中采样三个值 $x_1$ ， $x_2$ 和 $x_3$ ，在选取的时候，程序将选择居中的一个作为本次采样的有效值。该滤波方法可滤除偶然因素引起的采样值波动的脉冲干扰，特别适合于变化缓慢过程参数的采集。

由以上的讨论可以看出，限幅滤波和限速滤波这两种方法对抑制随机性的干扰较为有效，但涉及 $\Delta x$ 值如何确定的问题，本系统主要用来采集压力数据，由于高压空气的产生使用了活塞式压力泵，导致压力值出现周期性的波动；同时如果阀类的密封效果很差时，就会导致漏气，同时也会导致压力值发生波动。所以对压力的测量如果仅仅采用一个采样来代表当前的测量值，肯定是不很精确的，综合比较考虑各种数字滤波技术的优劣后，本方案对数据的采集采用了算术平均滤波。为了兼顾平滑度和精确度这两个指标，该方案选取了 $N=10$ 。方法就是连续取10个采样值，然后对这10个值用算术平均法进行平滑加工。通过以上措施，保证了采集数据的可靠性。

## 第 4 章 微机控制铁路罐车阀类试验台硬件控制系统

微机控制铁路罐车阀类试验台实现微机自动控制的工作过程是：通过压力传感器检测管路中的气体压力变化，经 A/D 转换器转换后送入计算机，计算机经过计算、比较后向电磁阀发出控制命令，控制电磁阀的开闭，从而完成试验内容。分析可知，实现微机自动控制的关键是管路气体压力数据的采集，因此，本设计方案的硬件控制系统主要由数据采集系统构成，其次是电磁阀的隔离、驱动控制电路，第三部分则是单片机与计算机的通讯接口。

### 4.1 传感器压力值采集电路。

在本控制系统中，共采用了三个压力传感器分别作为蝶阀正压力、呼吸式安全阀正压力、负压力变化的采样信号，这些压力信号分别接 A/D 转换板的三个通道送入主机，主机就可以根据这些压力的变化适时控制电磁阀的得失电。

#### 4.1.1 压力传感器的工作原理

本设计方案压力信号的采集采用压阻式压力传感器。压阻式压力传感器是用集成电路工艺技术，在硅片上制造出四个等值的薄膜电阻，并组成惠斯登电桥，当不受外力作用时，电桥处于平衡状态，无电压输出；当受到压力作用时，电桥失去平衡，电桥输出电压。这样，电桥输出的电压与压力形成一一对应比例关系。集成信号放大转换线路将敏感芯片比例关系初始信号依照国标标准放大处理，转换输出工业标准信号，再通过 A/D 电路与计算机联网工作。压力传感器的压力采集电路如图 4-1 所示。

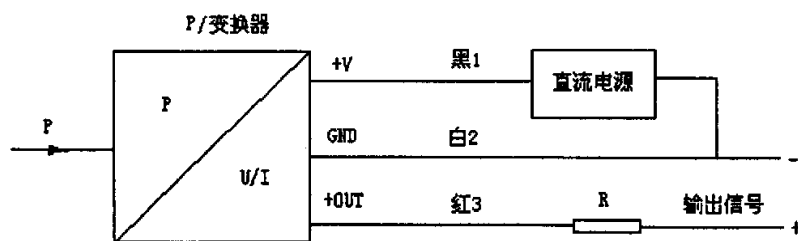


图 4-1 传感器压力采集电路

#### 4.1.2 压力传感器的选择

为了使测量的数据更准确, 试验台选用不锈钢隔离膜片的压阻式 OEM 压力传感器 MPM480 系列作为蝶阀压力、呼吸阀正压力和负压力的测量、放大元件, 该型传感器用激光调阻工艺进行了宽温度范围的零点和灵敏度温度补偿。放大电路位于不锈钢壳体内, 将传感器信号转换为标准输出信号。具有体积小, 安装使用方便, 量程覆盖宽, 适用范围广, 多种标准信号输出, 接插件和电缆型式可选, 性能稳定可靠的特点。其中, 呼吸式安全阀负压试验选用的 MPM480 量程为 0~-30kPa。呼吸式安全阀正压试验选用的 MPM480 量程为 0~500kPa, 蝶阀等试验选用量程为 0~800KPa。

#### 4.1.3 传感器技术指标

测量范围:	-0.1~100MPa
过载能力:	1.5 倍满量程压力(其中 100MPa 的产品过压为 1.1 倍满量程压力)
精度:	$\pm 0.25\%FS$
长期稳定性:	$\pm 0.1\%FS$
零点温度漂移:	$0.03\%FS/^{\circ}C (\leq 100kPa)$
满度温度漂移:	$0.03\%FS/^{\circ}C (\leq 100kPa)$
工作温度:	-30~80 $^{\circ}C$
供电范围:	15~28VDC
信号输出:	0~5VDC
传输方式:	三线

#### 4.2 A/D 转换电路

在对试验台的压力采集电路中, 压力变换器 MPM480 输出的电压是一个模拟量, 而单片机只能接收数字量, 所以在单片机控制系统中, 必须首先把这些模拟量转换成数字量, 即经模/数转换(Analog to Digital, 简称 A/D 转换), 然后再送到单片机中进行数据处理, 以便实现控制。

在 A/D 转换电路中, 根据试验台采集压力数据的特点, 本设计方案决定采用目前应用比较广泛的 A/D 转换器 ADC0809, ADC0809 是带有 8 位 A/D 转换器、8 路多路开关以及与微型计算机兼容的控制逻辑的 CMOS 组件, 其转换方法为逐次逼近型。在 A/D 转换器内部含有一个高阻抗斩波稳定比较器, 一个带有模拟开关数组的 256 电阻分压器, 以及一个逐次逼近型寄存器。8 路的模拟开关由地址锁存器和译码器控制, 可以在 8 个通道中任意访问一个通道的模拟信号。

ADC0809 无需进行零位和满量程调整。由于多路开关的地址输入部分能够进行锁存和译码，而且其三态 TTL 输出也可以锁存，易于与单片机接口。所以常用在单片机输入通道的接口电路中。

#### 4.2.1 模/数转换器 ADC0809 的主要性能:

分辨率: 8 位

功耗: 15mW

转换时间 (fCLK=500KHz): 128us

转换精度:  $\pm 0.4\%$

贮存温度:  $-65^{\circ}\text{C}\sim+150^{\circ}\text{C}$

电源电压: 5V

控制端输入电压:  $-0.3\text{V}\sim+15\text{V}$

其他输入和输出端电压:  $-0.3\text{V}\sim\text{VCC}+0.3\text{V}$

#### 4.2.2 I/O 接口电路

##### 1. 模拟量输入信号的连接

来自 MPM480 压力传感器的 3 路 0~5V 输入模拟压力信号直接连接到 ADC0809 的 IN0—IN2 引脚上。

##### 2. 数字量输出引脚的连接

在 ADC0809 转换器内部含有三态输出锁存器，所以可以将转换后的 8 位数据直接接到单片机的数据总线上。

##### 3. ADC0809 的启动方式

ADC0809 转换器在开始转换前，必须加一个启动信号，才能开始工作。ADC0809 属于脉冲启动转换芯片，所以采用  $\overline{WR}$  信号与 P2.0 经或非门后连接到转换器的启动信号引脚 START 和地址锁存引脚 ALE 上。

##### 4. 转换结束信号的处理方法

在 ADC0809 转换器中，当 CPU 向转换器发出一个启动信号后，转换器便开始转换，经过一段时间以后，当 A/D 完成转换后，A/D 转换器的 EOC 置高电平，发出转换结束标志信号，通知单片机，A/D 转换已经完成，可以进行读数。检查判断 A/D 转换是否结束采用定时中断方式，每隔 1S 采集一次压力。A/D 转换器的接口电路如图 4-2 所示。

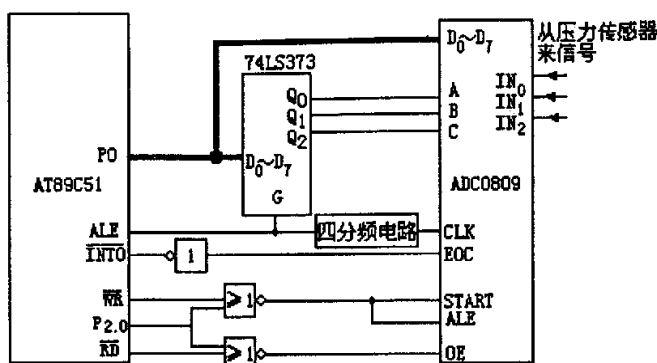


图 4-2 A/D 转换器与单片机的接口电路

### 4.3 电磁阀的接口电路

微机控制铁路罐车阀类试验台上共采用了七个电磁阀（其中有一个电磁阀为双气动，分别由 DT2 和 DT3 来控制阀的动作），分别用来控制多功能卡具的卡紧与松开，两种类型试验阀的充气、保压和排气。电磁阀 DT1-DT8 分别由 8 个继电器控制得失电，而各继电器分别由单片机 P1 口的 8 个口线控制。对于电磁阀与单片机的接口主要考虑两个方面的问题：一是将单片机输出的信号进行功率放大，以满足对驱动继电器动作的功率要求。二是防止继电器驱动系统通过信号通道、电源以及空间电源对计算机系统的干扰。对继电器的驱动本文根据方案比较决定采用带光电隔离的功率晶体管驱动电路。

电磁阀选用济南华能生产的二位二通、二位三通和三位五通电磁阀。电磁阀的控制电压使用交流 220V，而控制继电器选取用直流 24V。对电磁阀的控制及继电器驱动原理如图 4-3 所示。由图可以看出，此控制系统主要由四部分组成：7407、光电隔离器 TIL117；9013 晶体管驱动电路及电磁阀控制电路。

当 P1.0 为低电平时，继电器吸合，电磁阀得电；当 P1.0 为高电平时，继电器断开，电磁阀失电；采用这种控制逻辑可以使电磁阀在上电复位或单片机受控复位时不吸合。继电器由普通晶体管 9013 驱动，可以提供 300mA 的驱动电流，适用于继电器线圈工作电流小于 300mA 的场合。继电器的电压为 24V。光电耦合器使用 TIL117，其电流传输比不低于 50%。晶体管 9013 的电流放大倍数大于 50。当继电器线圈工作电流为 300mA 时，光电耦合器需要输出大于 6.8mA 的电流。其中，晶体管 9013 基极对地电阻分流约为 0.8mA。输入光电耦合器的电流必须大于 13.6mA，才能保证向继电器提供 300mA 的电流。图中光电耦合器的电流由 7407

提供, 约 20mA。二极管 D 的作用是保护晶体管 9013, 防止 9013 关闭时继电器线圈产生感应电势对晶体管造成破坏。

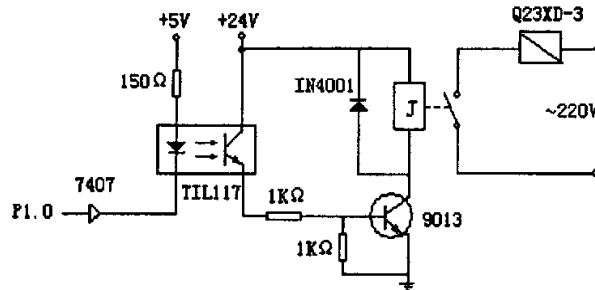


图 4-3 电磁阀控制驱动

#### 4.4 系统控制方式

该系统采用上位机-下位机的控制方式。为了系统能可靠的工作, 防止干扰。选用工控机为上位机。同时采用单片机为下位机。

下位机由 89C51 单片机组成, 其作用是实现控制任务和数据的采集工作, 具有实时性的特点。具体过程为: 计算机在初始化后, 根据操作者的指令, 将控制信号传输到下位机, 下位机经过对相应的控制命令的处理, 通过 I/O 板将控制信号编程相应的开关信号, 经过光电耦合器、放大板后控制相应的电磁阀, 开始给被测试阀关闭, 充气、保压、放气等处理。然后, 压力传感器上的模拟压力信号经过放大、滤波后通过 A/D 转换板转换为电信号, 进行模数转换后, 再将电信号转换为计算机可以识别的数字信号, 经过下位机的处理后, 变成串行数据, 通过通信电缆传入上位计算机的 RS-232 接口。

上位机选用 P2-500 以上计算机, 内存 128M 以上, 15 吋以上彩色显示器, 要求无干扰及噪声。软件系统为 Window98 以上系统。

上位机通过串行口接受下位机采集到的压力数据, 进行压力曲线的绘制工作, 同时根据下位机所采集到的压力数据对所检测阀的合格与否进行判断, 并根据判断结果, 将处理信息反馈给单片机, 单片机接收到处理信息后, 发送控制指令进一步控制试验台上的电磁阀动作, 从而完成阀的试验过程。系统控制过程如图 4-4 所示。

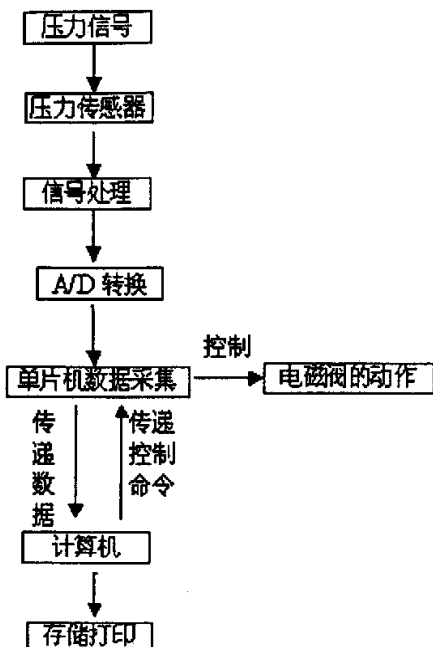


图 4-4 系统控制过程图

## 4.5 通讯接口

单片机引脚一般输入/输出使用TTL电平，而TTL电平的“1”和“0”的特征电压分别为2.4V和0.4V，它适用于板内数据传输。若用TTL电平将数据传输到5米之外，需要采用RS-232C等串行接口电路，RS-232C是美国电子工业协会EIA（Electronic Industry Association）制订的串行物理接口标准。RS-232C采用负逻辑，-3V~-15V为逻辑“1”，+3V~+15V为逻辑“0”。RS-232C最大的传输距离是30m，通信速率一般低于20Kbps。RS-232C总线标准最初是为远程数据通信制订的，但目前主要用于几米到几十米范围内的近距离通信。目前一般的PC机均带有1到2个串行通信接口，早期的标准串行通信接口是25芯插头，这是RS-232C规定的标准连接器（其中：2条地线，4条数据线，11条控制线，3条定时信号，其余5条线备用或未定义）。后来逐渐改为使用9芯串行接口。目前几乎所有计算机上的串行口都是9芯接口。图4-5给出了9芯串行接口的排列位置，相应引脚含义见表4-1。



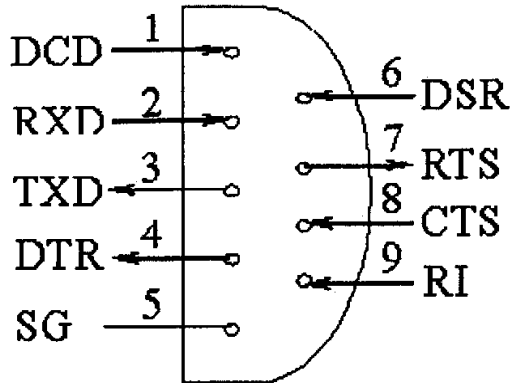


图4-5 9芯串行接口引脚

表4-1 9芯串行接口引脚含义表

引脚号	功 能	引脚号	功 能
1	接收线信号检测 (载波检测 DCD)	6	数据通信设备准备就绪 (DSR)
2	接收数据线 (RXD)	7	请求发送 (RTS)
3	发送数据线 (TXD)	8	清除发送
4	数据终端准备就绪 (DTR)	9	振铃指示
5	信号地 (SG)		

在单片机中,若用RS-232C总线进行串行通信,则需外接电路实现电平转换。在发送端需要用驱动电路将TTL电平转换成RS-232C电平,在接收端需要用接收电路将RS-232C电平转换为TTL电平。电平转换器不仅可以由晶体管分立元件构成,也可以直接使用集成电路。目前使用MAX232芯片较多。本方案采用MAX232芯片作为单片机与PC机之间的串行通信接口芯片。

#### 4.5.1 串行接口芯片 MAX232 的主要性能

- 单5V电源
- CMOS工艺
- 两个驱动器和两个接收器
- ±30V的输入电平
- 低工作电流: 8mA典型值
- 满足和超过ANSI EIA/TIA-232-E和ITU推荐标准V. 28

#### 4.5.2 RS-232C 串行接口电路

MAX232 输入输出引脚分两组,基本含义见表 4-2。在实际使用时,若只需要一路,可以使用其中的任何一组。

表 4-2 MAX232 芯片输入输出引脚分类与基本接法

组别	TTL 电平引脚	方向	典型接口	232 电平引脚	方向	典型接口
1	11	输入	接 MCU 的 TxD	13	输入	连接到接口与其它设备通过 232 相接
	12	输出	接 MCU 的 RxD	14	输出	
2	10	输入	同上	8	输入	同上
	9	输出		7	输出	

利用 MAX232 芯片实现单片机与微机之间的串行通讯接口电路如图 4-6 所示。

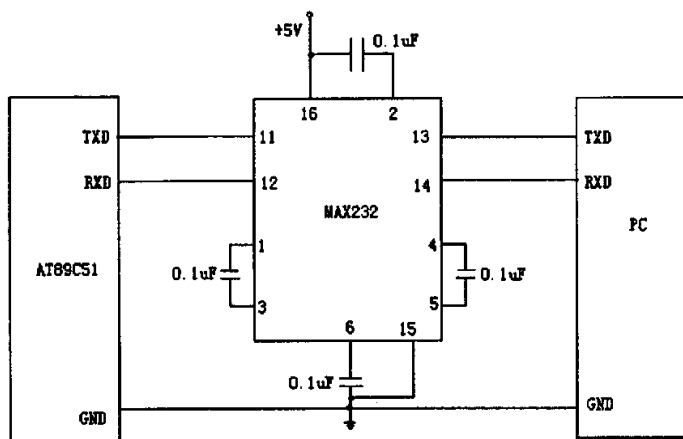


图 4-6 单片机与微机之间的串行通讯接口电路

#### 4.5.3 计算机与单片机之间通讯软件

##### 1. 计算机与单片机之间的通讯过程

整个传输过程：由单片机发握手信号 (FFH)，PC 机收到后发应答信号 (00H)，并准备接收数据，单片机收到应答信号后，准备发送数据，并说明整个挂钩过程成功，然后发送总的测量次数和测量值，发送完后发累加校验后，发现传输出错重发，直至结束。

PC 机与单片机通信时，发送和接收工作状态，由于两机同时工作，需要考虑延时和等待，以达到两机之间的最佳配合，所以，一般在本机发送信号之前，让接收机处于接收等待状态。

如图 4-7 所示为单片机与 PC 机的通信流程图

下面给出 PC 机和 89C51 单片机通信时挂钩部分的程序清单，PC 机用 BIOS 中断调用编写，89C51 单片机用 MCS-51 汇编语言编写。

---

8051 通信程序	PC 机通信程序
MOV SCON, 52H; 初始化串行口	MOV DX, 00H; 8250 初始化
MOV TMOD, #20H	MOV AL, E3H
MOV TH1, #0FDH; 波特率设置	MOV AH, 00H
MOV TL1, #0FDH;	INT 21H
SETB TR1	LOOP1:MOV AH, 02H
AGIN: MOV A, #0FFH	INT 14H
LCALL OUT;	MOV BX, AX
LCALL IN	MOV AL, AH
CJNE A, #00H, AGIN	TEST AL, 80H
...	JNZ LOOP1
开始发送测量数据	MOV AL, BL
...	CMP AL, FFH
OUT: MOV SBUF, A	JNE LOOP3
JBC TI, ENDI	LOOP2:MOV AH, 03H
SJMP OUT	INT 14H
END1:RET	MOV AL, AH
	TEST AL, 20H
IN: JBC RI, END2	MOV AL, 00H
SJMP IN	MOV AH, 01H
END2: MOV A, SBUF	INT 14H
RET	JMP LOOP4
	LOOP3:MOV AH, 03H
	INT 14H
	MOV AL, AH
	TEST AL, 20H
	JZ LOOP3
	MOV AL, EEH
	MOV AH, 01H
	INT 14H
	JMP LOOP1
	LOOP4:
	...

---

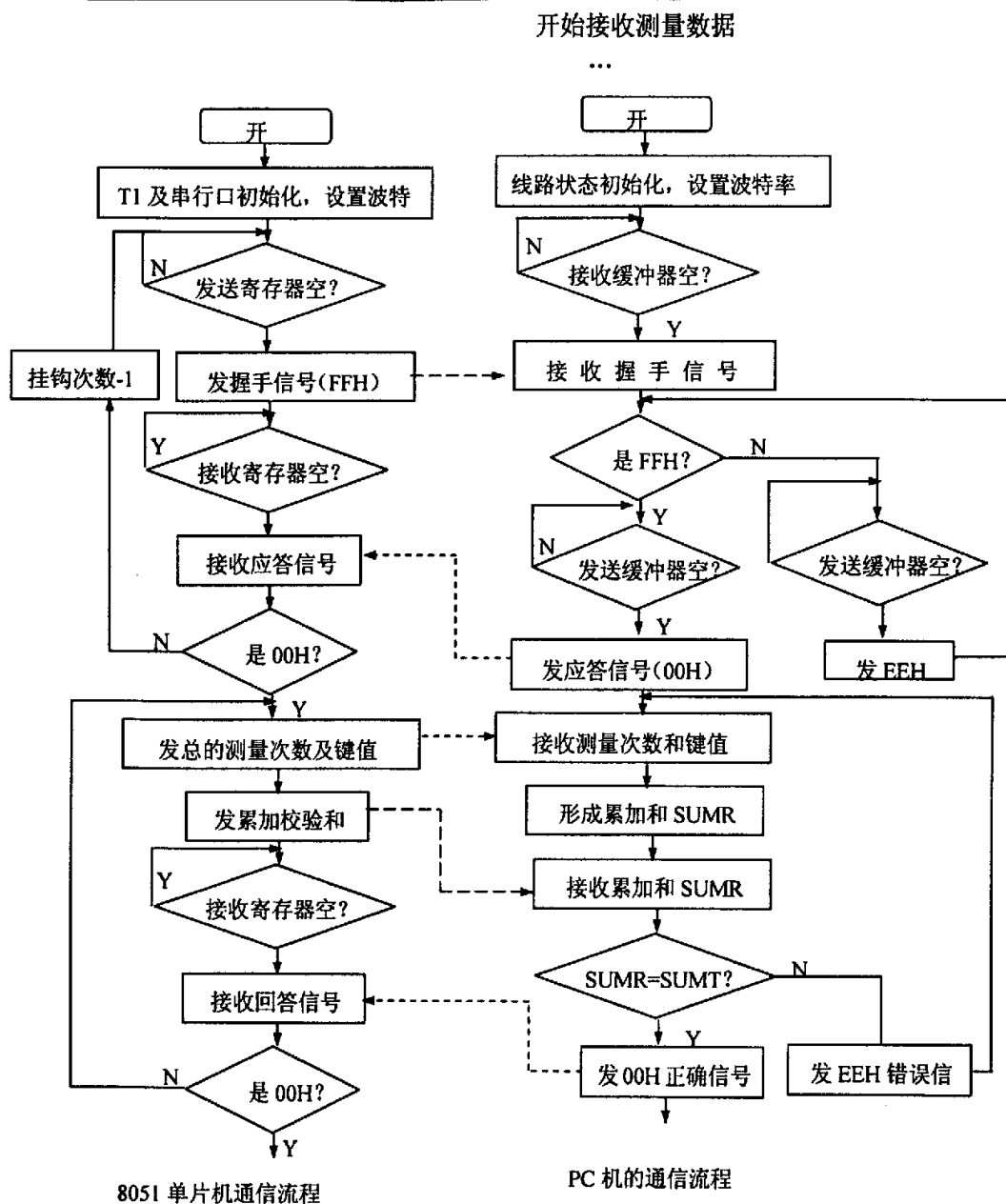


图 4-7 单片机与 PC 机的通信流程图

## 2. 89C51 单片机通信软件

89C51 单片机通过中断方式接收 PC 机发送过来的字符, 并回送给主机。程序约定: 波特率设置: T1 方式 2 工作, 计数常数 F3H, SMOD=1, 波特率为 2400b/s; 串行口初始化: 方式 1, 允许接收; 中断服务程序入口: 0023H。通信软件框图如图 4-8 所示。

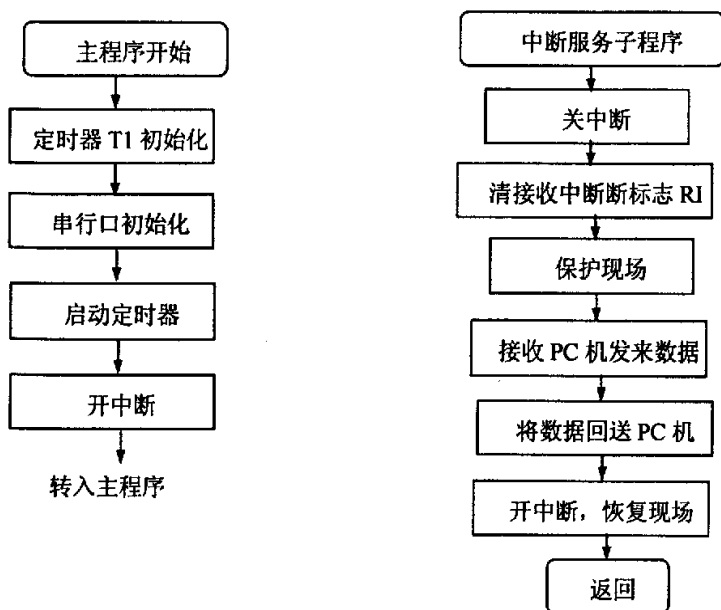


图 4-8 89C51 单片机通信软件框图

```

ORG 0000H
LJMP INITOUT      ; 转到初始化程序
ORG 0023H
LJMP SERVE       ; 串行口中断服务程序入口
ORG 0050H
INITOUT: MOV TMOD, #20H ; 定时器 T1 初始化
          MOV TH1, #0F3H
          MOV TL1, #0F3H
          MOV SCON, 350H ; 串行口初始化
          MOV PCON, #80H ; SMOD=1
          SETB TR1      ; 启动定时器 T1
  
```

---

```
SETB EA           ; 开中断
SETB ES           ; 允许串行口中断
LJMP MAIN         ; 转主程序,
.....
SERVE: CLR EA     ; 关中断
CLR RI           ; 清接收中断标志
PUSH DPH         ; 保护现场
PUSH DPL
PUSH A
RECEIVE: MOV A, SBUF ; 接收 PC 发过来的数据
SENDBACK: MOV SBUF, A ; 将数据回送给 PC 机
WAIT: JNB TI, WAIT ; 发送器不空则循环等待
CLR TI
RETURN: POP A     ; 恢复现场
POP DPL
POP DPH
SETB EA           ; 开中断
RETI             ; 返回
```

---

## 第 5 章 微机控制铁路罐车试验台软件系统的设计

在一个数字控制系统中, 软件占相当重要的地位。各种控制任务的实现, 人机界面的操作, 最终是靠软件来实现的。一个软件的优劣, 不仅体现了是否高效的实现设计要求和任务, 同时体现在软件的可靠性及可维护性上, 本系统有双机(上位机和下位机)组成。前台负责具体任务的操作, 后台负责人机对话、数据分析等管理功能。

### 5.1 下位机(又称前台机)控制软件

从完成任务来看, 控制软件是整个系统的核心。其可靠性、安全性、准确性至关重要, 将会影响到整个系统能否能够可靠、准确地工作。本控制系统采用 89C51 单片机, 在设计时为了保证软件的可靠性、可维护性、易读性。采用自上而下、逐步求精的模块化设计。各模块以子程序功能实现。

### 5.2 上位机(又称后台机)管理软件

后台机直接面向使用者, 其关键任务是人机对话及各种功能的实现。而一个软件的简便使用性, 易学性和符合操作者的习惯性是软件操作界面的重要一方面。该软件以 Window 系统软件包, 使用面向对象的语言 VB6.0 开发而成, 具有界面易读, 简便实用等优点。软件各种功能以菜单和命令按钮实现, 无需输入字符或数字, 使操作者无需专业知识就可熟练的使用。从软件的各种功能来分析, 该软件分为以下几大类功能。

1. 用户登陆: 在此窗口中要求用户输入用户名及密码, 保证数据的来源及操作者, 以便进行合法的测量。

2. 不同类型阀的检测选择: 当用户登陆后, 可选择蝶阀、下卸阀、呼吸式安全阀(轻油罐车)和呼吸式安全阀(食油、粘油)的选择。

3. 试验阀的基本信息: 当选择好要测试的阀类后, 则出现信息输入窗口, 在该窗口中给对应框内输入检修编号、操作方式、检修人、收入车号、支出车号等数据, 操作者和操作日期根据登陆用户及系统时间可自动生成。

4. 阀类试验检测界面: 该界面中有检测步骤、检验内容、检验结果及基本信

---

息。可进行手动和自动检测的切换。同时在检测中绘制出充气压力曲线和吸气压力曲线图，自动判断结果合格与否。有蝶阀、下卸阀、呼吸式安全阀（轻油罐车）和呼吸式安全阀（食油、粘油）的检测。

5. 保存试验数据：当试验结束后或强制停止时可进行数据保存，系统会自动弹出保存窗口。并将保存的数据存入数据库，以供查询、生成报表等使用。

6. 报表打印：选择“打印报表”，便出现打印预览窗口，自动生成报表。

7. 信息查询：选择“检测结果查询”菜单，可打开信息查询窗口，在结果查询窗口中，可选择要查询的检索词和关键词进行查询。

8. 新用户的添加：可添加新用户及修改密码。同时可在用户权限设置中修改参数。

9. HMIS 接口：能够实现远程数据查询及管理。

10. 手动与自动切换：在试验中可根据实际情况选择手动或自动测量。

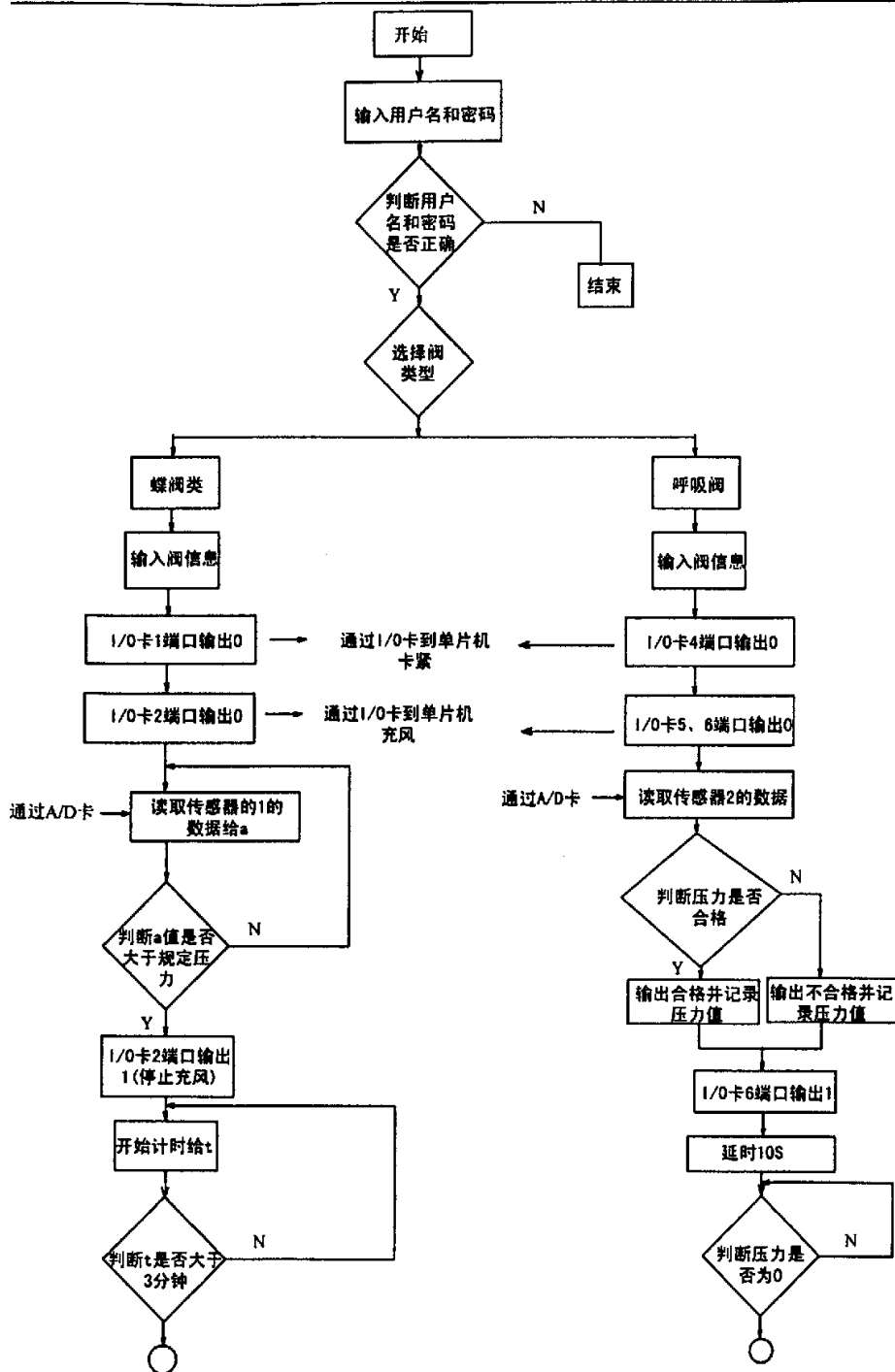
11. 系统自检功能：在系统开始工作前进行自检，以保证系统和整体运行良好，保证阀类试验的准确、可靠。

### 5.3 系统软件

软件部分包括单片机汇编程序和以 VB 语言编制开发的试验程序。具有界面易读，简便实用等优点。软件各种功能以菜单和命令按钮实现，无需输入字符或数字，使操作者无需专业知识就可熟练的使用。从软件的各种功能来分析，该软件分为界面程序、通讯程序等，程序的实现方法为 1.根据通讯协议与单片机进行通讯，发送控制字，控制试验过程中各控制电磁阀的动作。2.各试验过程中针对各种待试验阀型，控制字不同，采用将卡紧、充气、保压、排气、松开、吸气过程用 timer 控件实现的方法，通过 timer 的 enable 属性来控制现场的试验过程，然后根据压力值进行判断是否可进行下一步骤。

#### 5.3.1 程序流程图





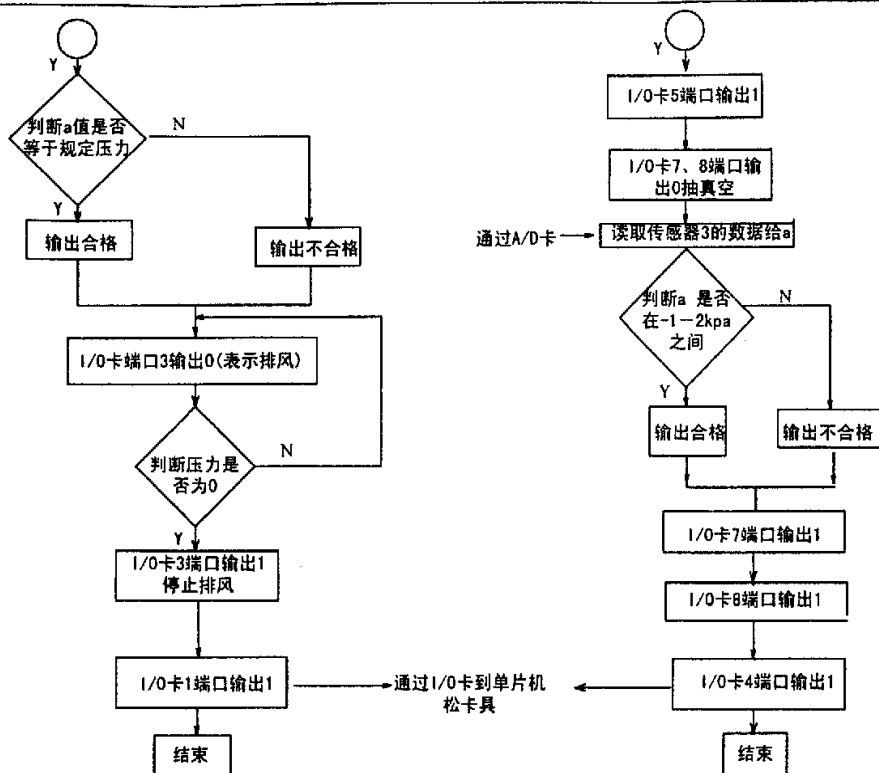


图 5-1 阀类试验主程序流程图

### 5.3.2 主窗口

双击应用程序图标，则显示登陆窗口，输入用户名及密码，点击“确定”按钮。出现程序主界面，见图 5-2，该窗口提供了系统管理、查询、统计报表、系统数据管理及帮助五个菜单。

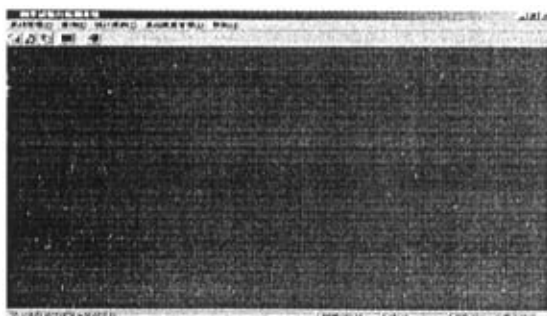


图 5-2 程序主窗口

### 5.3.3 系统管理

系统管理菜单内含系统用户、修改口令、系统自检和选择阀型四个子菜单。

#### 5.3.3.1 添加用户

选择系统管理菜单中的“添加用户”命令,打开“添加用户”窗口,分别输入用户名、密码并确认后,点击“确定”按钮,即可完成用户添加功能。

#### 5.3.3.2 修改口令

选择“系统管理”菜单中的“修改口令”,则打开“修改用户口令”窗口,输入用户名、旧密码、新密码并确认新密码后,点击“确定”按钮,即可修改用户密码。

#### 5.3.3.3 系统自检

选择“系统管理”菜单中的“系统自检”,可进行系统自检,检查系统风管路及各控制电磁阀是否状态良好,微机控制部分通讯是否正常。如图 5-3 所示。

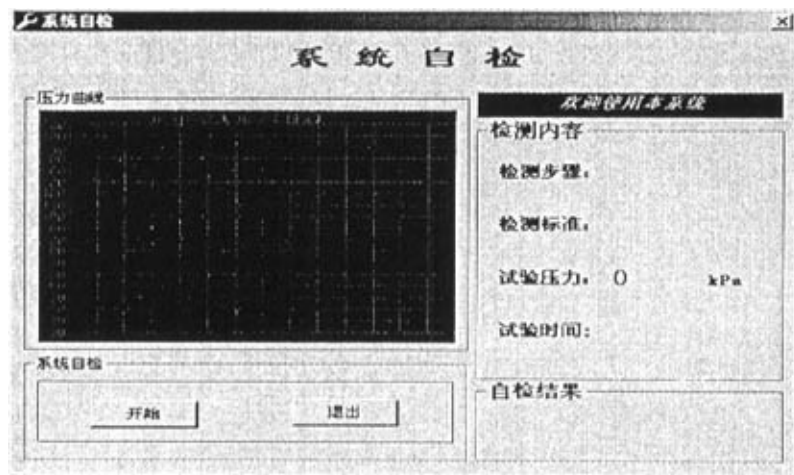


图 5-3 系统自检窗口

点击“开始”按钮即可开始进行系统自检,该自检过程采取用盲板将工作台上的阀座盖住,然后充风至 600kPa,保压 30s,若压力不下降,则系统管路无漏泄,自检合格,否则需停机检修。

#### 5.3.3.4 选择阀型

选择“系统管理”中“选择阀型”,即可选择要试验的阀类型。如图 5-4 所示。

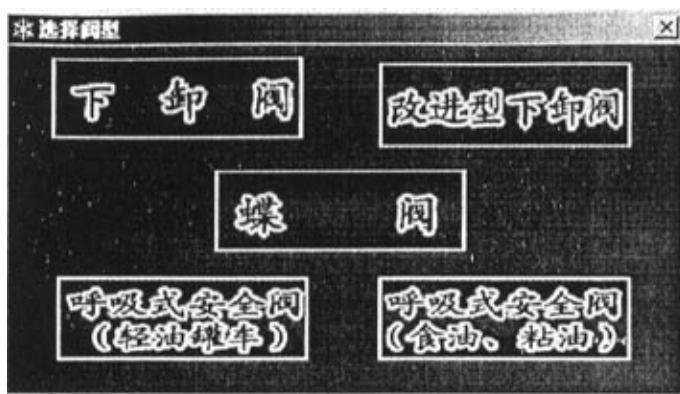


图 5-4 选择阀型窗口

点击各阀型名称, 可选择将要试验的阀型并出现信息输入窗口, 提示用户输入该阀信息。如图 5-5 所示。

图 5-5 试验阀基本信息窗口

在该窗口中各对应框内输入检修编号、操作方式、检修人、收入车号、支出车号等数据, 操作者和操作日期根据登录用户及系统时间可自动生成, 数据输入完毕后确认无误可按“确定”按钮, 即可进入试验界面。否则可按“取消”按钮取消上述输入。

### 5.3.3.5 试验窗口

进入试验界面后, 默认试验方式为自动, 也可选择“自动控制”或者“手动控制”。若选择“自动方式”, 可点击“开始”按钮, 即可开始试验过程, 检测步骤框内可显示正在进行的试验过程, 试验数据可自动实时显示, 并在左侧显示压力曲线图, 清晰直观。系统可以自动根据各种阀试验要求不同, 分析试验数据,

得出试验结果，并在检测结果栏中显示结果并存储。如图 5-6 所示。

自动试验过程中，若需要临时停止正在进行的试验过程，可在自动试验过程中按“强制停止”按钮，则系统自动停止当前正在进行的试验过程，并退出当前阀的试验，用户可根据需要重新选择对其他阀型进行试验。正常运行中，请谨慎使用。

试验完成后，自动弹出“是否保存”对话框。可选择保存试验结果，则试验数据及结果会自动保存到数据库中，并将试验过程界面以图片形式保存，以备查询。系统自动进入选择阀型窗体中，即可进入下一个阀的试验过程。

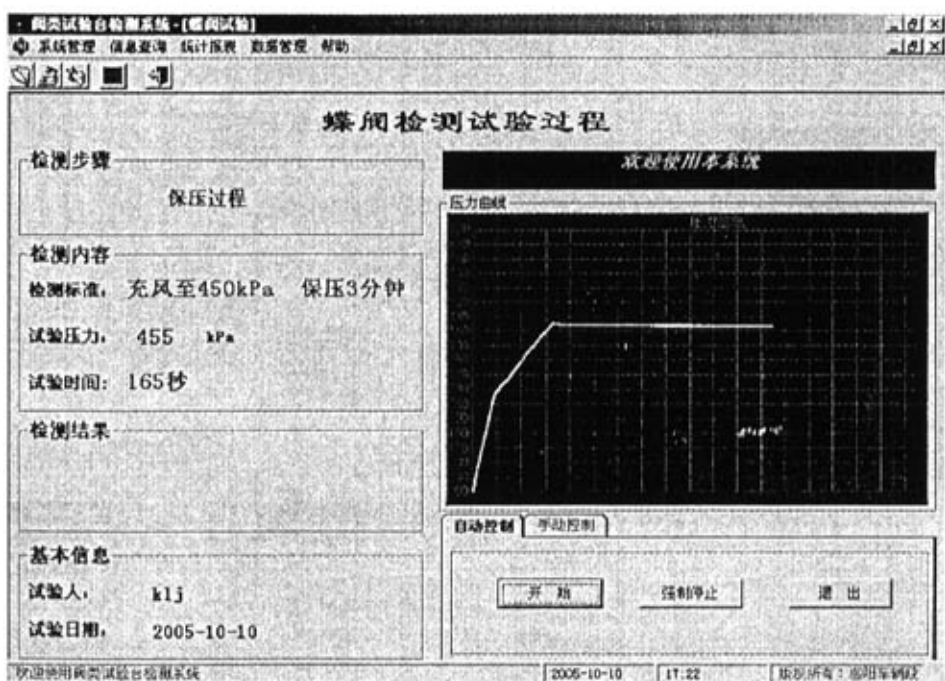


图 5-6 蝶阀检测试验过程窗口

### 5.3.4 查询窗口

查询窗口内含测试流程查询、检测结果查询、自检信息查询和组合查询四个子菜单。

#### 5.3.4.1 测试流程查询

试验完毕后，选择“查询”菜单中的测试流程查询，即可打开信息查询窗口，如图 5-7 所示。

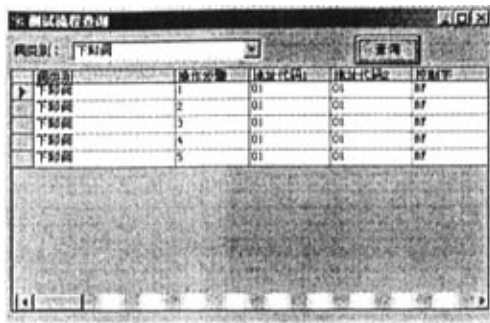


图 5-7 流程查询窗口

选择不同的阀型，即可查看该阀的试验流程。切记该流程不可随意更改，否则试验过程不可预料。

#### 5.3.4.2 检测结果查询

选择查询菜单中的检测结果查询，即可对已经试验的各阀试验情况进行查询，如图 5-8 所示。

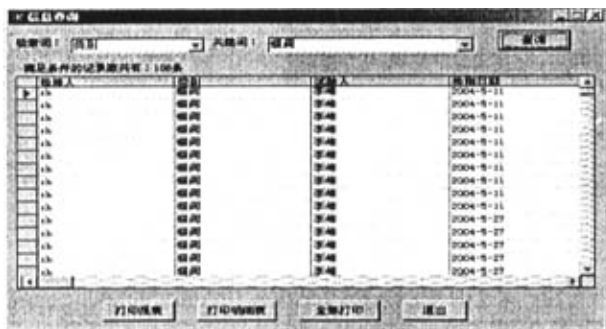


图 5-8 检测结果查询窗口

在结果查询窗口中，可选择要查询的检索词和关键词，然后点击“查询”按钮进行结果查询，查询出的结果显示在下面的表格中，并可查询结果以报表或者明细表的形式打印出来。

选择“打印报表”，出现打印预览窗口，即可打印。

选择“打印明细表”，可打印所有符合条件阀的明细表。

#### 5.3.4.3 自检信息查询

选择查询菜单中的自检信息查询命令，可以查询系统自检信息，如图 5-9。

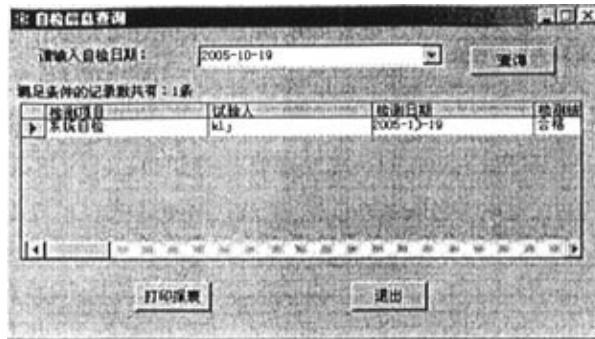


图 5-9 自检信息查询窗口

选择“打印报表”，出现打印预览窗口，即可打印。

#### 5.3.4.4 组合查询

选择查询菜单中的组合查询命令，可以查询满足多个条件的阀信息，如图 5-10。



图 5-10 组合查询窗口

#### 5.3.5 统计报表窗口

选择“统计报表”菜单，即可查询指定时间段内各种阀的试验结果及数量。如图 5-11 所示。

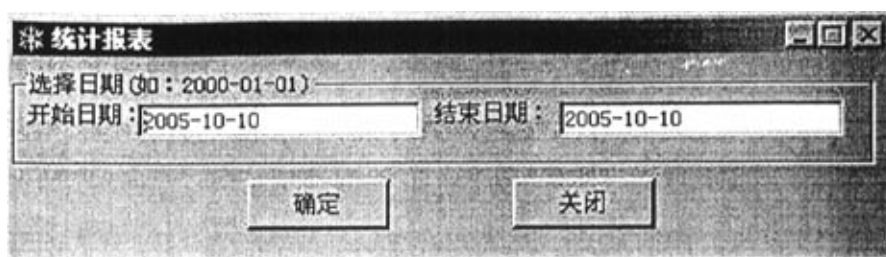


图 5-11 统计报表窗口

输入开始日期和结束日期后，点击“确定”，即可显示统计出的报表，如图 5-12。

检测项	检测结果	数量
检测		1
检测	不合格	32
检测	合格	75
检测项下检测	不合格	3
检测项下检测	合格	11
检测项下检测(合格)	不合格	43
检测项下检测(合格)	合格	80
检测项下检测(合格、不合格)	不合格	3
下检测	合格	2

图 5-12 检测结果统计报表

### 5.3.6 系统数据管理窗口

在“系统数据管理”菜单中，内含“上报 HMIS 数据”和“系统数据备份”两个子菜单。

#### 5.3.6.1 上报 HMIS 数据

选择上报 HMIS 数据命令后，出现图 5-13 所示窗口，该部分内容需根据各段不同情况分别设置。



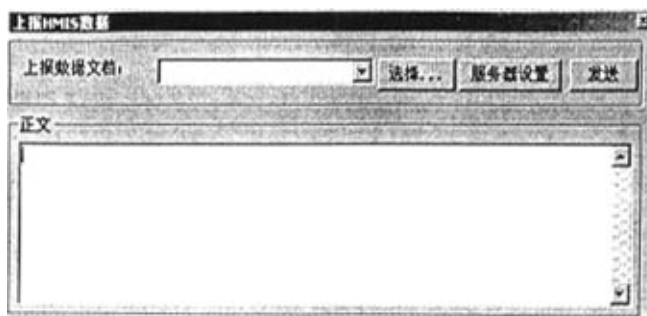


图 5- 13 上报 HMIS 数据窗口

### 5.3.6.2 系统数据备份

选择系统数据备份命令后，可出现图 5-14 所示窗口，选中备份数据库文件或者备份图片库文件前的复选框，即可备份数据，备份的数据默认存储在该程序目录中的 DATABAK 文件夹下，用户可根据需要转存到其他目录。

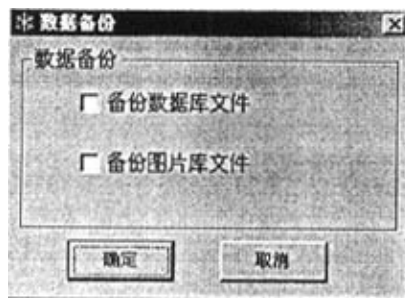


图 5-14 系统数据备份窗口

### 5.3.7 退出

试验完毕后，可点击“退出”，则退出系统。

## 第 6 章 使用方法及注意事项

### 6.1 系统介绍

#### 6.1.1 试验台主要技术参数:

输入电源电压:	交流 220±20V
功    耗:	≤1.5kw
输入风源压力:	≥600kPa
传感器参数:	精度: ±0.25%FS, 零点温度漂移: 0.03%FS/℃ (≤100kPa), 量程分别为-30Kpa、500Kpa、800Kpa
压力表参数:	精度等级: 2.5 级, 量程分别为: 0~-4Kpa、0~1Mpa、 0~1Mpa、0~1Mpa
计算机操作系统:	WIN98/WIN2000/XP
试验台外形尺寸:	机械控制台: 1200×740×1200mm 微机控制柜: 700×600×1600mm

#### 6.1.2 试验台结构

微机控制铁路罐车阀类试验台主要由机械部分、计算机硬件控制部分、软件部分组成。机械部分包括工作台、负压泵、电磁阀、风管路等; 计算机硬件控制部分包括压力传感器、A/D 板、I/O 板、电源板、单片机、计算机; 软件部分主要包括采用 VB 语言编制的控制主程序及汇编程序。

#### 6.1.3 试验台用途及功能

该试验台可完成以下试验过程:

1. 蝶阀保压试验。
2. 下卸阀保压试验。
3. 改进型下卸阀保压试验。
4. 呼吸式安全阀(含轻油罐车, 粘油、食油罐车)性能试验。

### 6.2 试验台操作使用说明

---

该试验台可分别进行手动和自动试验，手动方式不需启动计算机，直接操作试验台上相应开关即可完成，自动部分使用计算机进行人机对话操作方式，只需操作键盘和鼠标即可按标准完成各类阀型的试验过程。自动和手动试验方式的切换仅需使用工作台子上的切换开关即可，方便实用。

每日试验前进行系统自检，确认工作台风管路及各控制电磁阀工作正常。

### 6.2.1 自动试验

计算机开机自检后，将工件放置在工作台上，确认卡具位置良好，即可开始试验。具体操作方法见第五章软件使用方法。

### 6.2.2 手动试验

1. 手动试验项目：蝶阀保压试验、下卸阀保压试验、改进型下卸阀保压试验、呼吸式安全阀性能试验。

2. 手动试验操作过程：

#### 2.1 蝶阀保压试验

首先确认蝶阀在手动试验台上且卡具位置良好，然后旋转“卡紧”转换开关到卡紧位，则电磁阀动作卡紧蝶阀，旋转“充气”开关到充气位置，开始进行充气试验，当风压达到 450kPa 时将“充气”开关旋转至停止位，开始进行保压试验，保压 3min。观察压力表显示值，如果压力不下降，合格，否则不合格。试验完毕后，将开关旋转至排气位置，待阀内气体排完后，再将开关旋转至停止位，将“卡紧”开关转到松开位以松开工件，取下后涂打标记。

#### 2.2 下卸阀保压试验

首先确认下卸阀在手动试验台上且卡具位置良好，然后旋转“卡紧”转换开关到卡紧位，则电磁阀动作卡紧蝶阀，旋转“充气”开关到充气位置，开始进行充气试验，当风压达到 300kPa 时将“充气”开关旋转至停止位，开始进行保压试验，保压 3min。观察压力表显示值，如果压力不下降，合格，否则不合格。试验完毕后，将开关旋转至排气位置，待阀内气体排完后，再将开关旋转至停止位，将“卡紧”开关转到松开位以松开工件，取下后涂打标记。

#### 2.3 改进型下卸阀保压试验

手把关闭位置试验：首先确认改进型下卸阀在手动试验台上且卡具位置良好，并将改进型下卸阀手把置于关闭位置，然后旋转“卡紧”转换开关到卡紧位，则电磁阀动作卡紧蝶阀，旋转“充气”开关到充气位置，开始进行充气试验，当

风压达到 25kPa 时将“充气”开关旋转至停止位，开始进行保压试验，保压 30 秒，观察压力表显示值，如果压力不下降，合格，否则不合格。然后再将“充气”开关旋转至充气位置，继续进行充气试验，当风压达到 600kPa 时将“充气”开关旋转至停止位，开始进行保压试验，保压 30 秒，观察压力表显示值，如果压力不下降，合格，否则不合格。试验完毕后，将开关旋转至排气位置，待阀内气体排完后，再将开关旋转至停止位，将“卡紧”开关转到松开位以松开工件。

45 度位置试验：首先确认改进型下卸阀在手动试验台上且卡具位置良好，将改进型下卸阀手把置于 45 度位置，然后旋转“卡紧”转换开关到卡紧位，则电磁阀动作卡紧蝶阀，旋转“充气”开关到充气位置，开始进行充气试验，当风压达到 600kPa 时将“充气”开关旋转至停止位，开始进行保压试验，保压 60 秒，观察压力表显示值，如果压力不下降，合格，否则不合格。

#### 2.4 呼吸式安全阀性能试验

轻油罐车：首先确认呼吸式安全阀在手动试验台卡具上位置良好，然后旋转“卡紧”转换开关到卡紧位，则电磁阀动作卡紧工件，旋转“排气”转换开关到充气位，开始充气，当安全阀排风时记录风压，旋转“排气”转换开关到排气位，将阀内气排完；然后旋转“吸气”转换开关到吸气位，开始测试负压，记录阀吸气压力，然后旋转“吸气”转换开关到排气位，泄压，如果排气压力在  $150 \pm 20\text{kPa}$ ，吸气压力为  $-1 \sim -2\text{kPa}$  时合格，否则不合格。完毕后，旋转“卡紧”转换开关到松开位以松开工件，取下后涂打标记。

粘油、食油罐车：试验过程与轻油罐车相同，试验结果判断标准为：如果排气压力在  $100 \pm 20\text{kPa}$ ，吸气压力为  $-1 \sim -2\text{kPa}$  时合格，否则不合格。

## 6.3 系统安装、调试及维护

### 6.3.1 安装技术要求

1. 系统供电电压稳定，配备 1000W 精密稳压电源，
2. 风源稳定，压力 600kPa。
3. 设备使用周围环境无强磁场，无振动、噪声。
4. 本机安装不需基础，设备需室内水平放置，防止灰尘、日晒雨淋。

### 6.3.2 调试

1. 先将系统各连接线按正确的方法连接好。
-

2. 将转换开关转到手动试验台上，接好电源和风源后，开始进行手动试验，检查各电磁阀动作是否正常，系统有无漏泄。
3. 试验时，调整节流阀以控制流量的大小到合适位置。
4. 用标准阀先进行试验，以校准试验台的准确度。
5. 将转换开关转到微控，并将控制箱和计算机连接，确认连线正确后，启动计算机。计算机应运行正常，无死机现象。
6. 确认待试验的阀在机械台子上位置良好，卡具正常，启动阀类试验台应用程序，即可开始各种阀的试验。
7. 测试应用程序的各项功能，确保准确无误。

### 6.3.3 维护

1. 压力表定期校验。
2. 计算机定期杀毒。

### 6.4 常见故障及排除方法

序号	常见故障	排除方法
1	电磁阀线圈烧损	更换电磁阀线圈
2	管路漏风	更换接头，加装垫圈
3	负压表表针不回零	校验或更换负压表
4	计算机死机或系统无响应	重新启动
5		

### 6.5 注意事项

1. 手动试验时，要严格按照要求的操作顺序进行，手动试验和自动试验方式切换时，一定要先确认试验台当前状态，当系统正在充风或保压时不可直接切换，否则易发生危险。
2. 做呼吸式安全阀吸气试验前，要排空阀体内的压力，否则易损坏负压表。
3. 为保证充风流量适当，需调整节流阀到合适位置。一旦调整完毕，不能随意改动，需报请维修人员进行调整。

## 第 7 章 微机控制铁路罐车阀类试验台运用试验报告

“微机控制铁路罐车阀类试验台”研制成功后，在洛阳车辆段配件车间制动室投入试运用，时间为六个月。经过试运用，该设备性能稳定可靠，试验结果准确率高，现场操作简便。现将试运用情况报告如下：

一、时间： 2004 年 3 月 20 日至 2004 年 9 月 20 日

二、地点： 洛阳车辆段配件车间制动室

三、试验阀数量：

蝶阀、呼吸式安全阀（轻油罐车）各 50 个。

四、运用效果

1. 试验初期，由于气动控制方面的设计与单片机设计不适应，导致计算机采集的数据和压力表显示的数据不一致。对气动控制元件布局进行适当调整后，计算机采集的数据和压力表显示的数据相符。

2. 该设备的试验结果准确率达到了 100%。

3. 该设备的微机控制部分采用了工控机，内部采用集成电路板和模块化的设计，因此微控系统性能稳定可靠，使用方便。

4. 该设备具备微机控制、打印、系统自检和手动微控的转换等功能，能够更加灵活地适应现场试验的需要。

5. 控制软件采用 VB 编程，界面美观，全鼠标操作，操作简便。

6. 具备 HMIS 接口，便于远程查询和管理。

五、改进完善的建议：

和手动试验台相比，微机控制试验时间偏长，希望能缩短微机控制试验时间。

六、附试验数据

洛阳车辆段（盖章）

2004 年 9 月 22 日

## 呼吸式安全阀（轻油罐车）试验数据

试验地点：洛阳车辆段段修车间制动室

序号	阀名称	检修 编号	试验 方式	试验压力		试验 结果	试验人	试验日期
				排气压力 (单位: kPa)	吸气压力 (单位: kPa)			
1	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	511011	自动	161	1.67	合格	李峰	04-5-11
2	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	513001	自动	162	1.64	合格	李峰	04-5-13
3	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	513002	自动	161	1.65	合格	李峰	04-5-13
4	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	513004	自动	163	1.66	合格	李峰	04-5-13
5	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	622001	自动	161	1.64	合格	李峰	04-6-22
6	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	622002	自动	157	1.63	合格	李峰	04-6-22
7	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	622003	自动	158	1.64	合格	李峰	04-6-22
8	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	622004	自动	157	1.65	合格	李峰	04-6-22
9	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	622005	自动	157	1.65	合格	李峰	04-6-22
10	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	622006	自动	156	1.67	合格	李峰	04-6-22
11	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	625002	自动	174	1.62	不合格	李峰	04-6-25
12	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	625003	自动	159	1.65	合格	李峰	04-6-25
13	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	625004	自动	162	1.65	合格	李峰	04-6-25

14	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	625006	自动	163	1.66	合格	李峰	04-6-25
15	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	720001	自动	155	3.03	不合格	李峰	04-7-20
16	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	720002	自动	157	3.01	不合格	李峰	04-7-20
17	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	720003	自动	155	3.04	不合格	李峰	04-7-20
18	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	720004	自动	155	3.06	不合格	李峰	04-7-20
19	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	720005	自动	156	3.02	不合格	李峰	04-7-20
20	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	720006	自动	156	3	不合格	李峰	04-7-20
21	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	720007	自动	156	3.05	不合格	李峰	04-7-20
22	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	720008	自动	157	3.07	不合格	李峰	04-7-20
23	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	720010	自动	164	2.18	不合格	李峰	04-7-20
24	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	720011	自动	162	2.23	不合格	李峰	04-7-20
25	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	721001	自动	171	2.28	不合格	李峰	04-7-21
26	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	721002	自动	139	2.09	不合格	李峰	04-7-21
27	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	721003	自动	158	2.21	不合格	李峰	04-7-21
28	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	721004	自动	160	2.25	不合格	李峰	04-7-21
29	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	721005	自动	116	1.57	不合格	李峰	04-7-21



30	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	721006	自动	144	0.86	不合格	李峰	04-7-21
31	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	721007	自动	129	0.31	不合格	李峰	04-7-21
32	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	721008	自动	145	1.67	合格	李峰	04-7-21
33	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	721009	自动	148	1.72	合格	李峰	04-7-21
34	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	721010	自动	145	1.79	合格	李峰	04-7-21
35	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	721011	自动	152	1.83	合格	李峰	04-7-21
36	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	722001	自动	155	3.02	不合格	李峰	04-7-22
37	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	722002	自动	160	2.3	不合格	李峰	04-7-22
38	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	726004	自动	170	2.26	不合格	李峰	04-7-26
39	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	726005	自动	157	2.21	不合格	李峰	04-7-26
40	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	726007	自动	163	2.32	不合格	李峰	04-7-26
41	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	727003	自动	168	2.28	不合格	李峰	04-7-27
42	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	727006	自动	163	2.37	不合格	李峰	04-7-27
43	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	727008	自动	164	2.37	不合格	李峰	04-7-27
44	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	809004	自动	160	1.65	合格	李峰	04-8-9
45	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	809005	自动	167	1.65	合格	李峰	04-8-9

46	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	809006	自动	158	1.76	合格	李峰	04-8-9
47	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	809007	自动	159	1.8	合格	李峰	04-8-9
48	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	809008	自动	160	1.78	合格	李峰	04-8-9
49	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	810002	自动	166	1.62	合格	李峰	04-8-10
50	呼吸式安全阀 (轻油罐车)	810005	自动	165	1.61	合格	李峰	04-8-10

### 蝶阀试验数据表

试验地点：洛阳车辆段段修车间制动室

序号	阀名称	检修 编号	试验 方式	试验压力 (单位: kPa)	试验 结果	试验人	试验日 期
1	蝶阀	511002	自动	442	合格	李峰	04-5-11
2	蝶阀	511003	自动	444	合格	李峰	04-5-11
3	蝶阀	511004	自动	445	合格	李峰	04-5-11
4	蝶阀	511005	自动	450	不合格	李峰	04-5-11
5	蝶阀	511006	自动	474	不合格	李峰	04-5-11
6	蝶阀	511007	自动	461	合格	李峰	04-5-11
7	蝶阀	511008	自动	450	合格	李峰	04-5-11
8	蝶阀	511009	自动	455	合格	李峰	04-5-11
9	蝶阀	511010	自动	450	合格	李峰	04-5-11
10	蝶阀	527001	自动	451	合格	李峰	04-5-27

11	蝶阀	527002	自动	444	合格	李峰	04-5-27
12	蝶阀	527003	自动	445	合格	李峰	04-5-27
13	蝶阀	527004	自动	443	不合格	李峰	04-5-27
14	蝶阀	527005	自动	438	合格	李峰	04-5-27
15	蝶阀	609001	自动	443	合格	李峰	04-6-9
16	蝶阀	609002	自动	450	合格	李峰	04-6-9
17	蝶阀	609003	自动	451	不合格	李峰	04-6-9
18	蝶阀	609004	自动	433	不合格	李峰	04-6-9
19	蝶阀	609005	自动	420	合格	李峰	04-6-9
20	蝶阀	609006	自动	450	合格	李峰	04-6-9
21	蝶阀	609007	自动	452	合格	李峰	04-6-9
22	蝶阀	609008	自动	443	不合格	李峰	04-6-9
23	蝶阀	609009	自动	395	合格	李峰	04-6-9
24	蝶阀	609010	自动	448	合格	李峰	04-6-9
25	蝶阀	609011	自动	445	合格	李峰	04-6-9
26	蝶阀	609012	自动	461	合格	李峰	04-6-9
27	蝶阀	615001	自动	449	合格	李峰	04-6-15
28	蝶阀	615002	自动	451	不合格	李峰	04-6-15
29	蝶阀	615003	自动	411	合格	李峰	04-6-15
30	蝶阀	615004	自动	445	合格	李峰	04-6-15
31	蝶阀	615005	自动	458	合格	李峰	04-6-15
32	蝶阀	615006	自动	445	合格	李峰	04-6-15
33	蝶阀	615007	自动	445	合格	李峰	04-6-15
34	蝶阀	615008	自动	447	合格	李峰	04-6-15

35	蝶阀	615009	自动	443	不合格	李峰	04-6-15
36	蝶阀	625001	自动	399	不合格	李峰	04-6-25
37	蝶阀	625005	自动	501	不合格	李峰	04-6-25
38	蝶阀	708001	自动	423	合格	李峰	04-7-8
39	蝶阀	708002	自动	447	合格	李峰	04-7-8
40	蝶阀	708003	自动	445	合格	李峰	04-7-8
41	蝶阀	708004	自动	445	合格	李峰	04-7-8
42	蝶阀	708005	自动	445	合格	李峰	04-7-8
43	蝶阀	708006	自动	445	合格	李峰	04-7-8
44	蝶阀	713001	自动	443	合格	李峰	04-7-13
45	蝶阀	713002	自动	445	合格	李峰	04-7-13
46	蝶阀	713003	自动	445	合格	李峰	04-7-13
47	蝶阀	713004	自动	447	合格	李峰	04-7-13
48	蝶阀	713005	自动	443	不合格	李峰	04-7-13
49	蝶阀	720009	自动	421	合格	李峰	04-7-20
50	蝶阀	720012	自动	445	合格	李峰	04-7-20

## 第 8 章 微机控制阀类试验台的技术经济分析

微机控制阀类试验台在研制过程中,按照铁路罐车检修技术质量要求,吸收了国内外同类产品的设计经验,采用了先进的自动化检测技术及自动控制技术。产品可以满足铁路罐车试验自动控制的需求。对提高铁路罐车检修技术水平,提高铁路信息化水平都将产生积极推动作用。

该产品研制成功后,经过现场车辆段一段时间的运用,使用效果良好。取得了明显的社会效益和经济效益。现对其分析如下:

### 8.1 社会效益分析

#### 8.1.1 提高铁路罐车阀类试验质量,保障行车安全

试验台具备整体系统的自检功能,保证试验台开始工作前各部件正常可靠,整体性能良好,从而为阀类试验的准确性提供了可靠的设备保障。

采用高精度的传感器、性能可靠的工控机、集成电路板和模块化的设计,测量数据准确、可靠,避免了人为测量中的误判及波动,以及误检、错检等弊端。提高了铁路罐车阀类试验的准确性,提高了检修质量,从而保障了行车安全。

#### 8.1.2 减轻工人劳动强度

该试验台控制软件设计合理,能够实现阀类的自动试验,也能进行单步试验,且在试验过程中每步均有提示,操作简便,减轻了工人的劳动强度。

#### 8.1.3 便于现场管理和质量控制

该试验台有完善的数据存取功能、数据报表打印功能,能够实现远程数据查询和管理,有利于现场管理和质量控制,从而为车辆运行安全提供保证。

#### 8.1.4 推进了企业信息化建设

预留了 HMIS 接口,可以实现数据网络共享。

### 8.2 经济效益分析

以洛阳车辆段为例,该段在使用手动阀类试验台时,试验精确度较低,每月误分解、检修阀类在 20 个左右。采用微机控制后,不存在误分解、检修,可以大幅度提高阀类试验的准确性,减少不必要的检修和更换,有利于节约维修成本,

提高经济效益。

如果在郑州铁路局有铁路罐车检修资质的 6 个车辆段推广，每个车辆段推广 2 台，全局推广 12 台市场即可达到饱和；如果在全路 14 个铁路局推广，按照郑州铁路局的标准，全路推广 168 台市场就会达到饱和。

该试验台通过鉴定后，如果在郑州铁路局有铁路罐车检修资质的 6 个车辆段推广，以洛阳车辆段每月减少误分解、检修阀类 40 个为参考标准，每个阀平均节约检修费用 200 元计算，每年产生的直接经济效益如下：

$$6 \times 40 \times 200 \times 12 = 576000 \text{ (元)}$$

如果在全路 14 个铁路局推广，以郑州铁路局为参考标准，每年产生的直接经济效益如下：

$$576000 \times 14 = 8064000 \text{ (元)}$$

### 8.3 间接经济效益分析

微机控制铁路罐车试验台技术水平高，可靠性高，通过运用必将促进铁路检修工艺水平提高的同时，并不断提高管理人员和操作人员技术水平，和设备维护保养水平的提高，可大幅度降低维修费用，提高出厂(段)合格率，因此间接经济效益相当可观。

### 8.4 推广应用前景与内容

随着我国经济的快速发展，特别是对原油的需求量逐年增加，铁路罐车在铁路运输中的比重越来越大。罐车各种阀类的检修作业量逐年增大，目前我国铁路罐车各种阀类的性能试验基本上是采用手动试验的方法，只有少数单位自制了阀类试验装备，但各阀类分散试验，且不具备微机控制功能，工作稳定性和可靠性不高。阀类的试验质量与操作者的工作能力和技术水平有直接的联系，不便于现场阀类检修后试验质量的控制。因此，在目前的形式下，推广应用“微机控制铁路罐车阀类试验台”非常必要。推广改进措施和应用步骤可分二步走，即：

第一步在郑州局的各车辆段，先进行示范性推广应用，提高试验台的试验准确性和可靠性，总结出设备安装、使用、维护、管理的经验，进一步完善产品的性能。在此基础上，实施第二步，在全路车辆段罐修所推广应用。

## 第 9 章 微机控制铁路罐车阀类试验台查新报告



查新项目 名称	中文：微机控制铁路罐车阀类试验台			
	英文：			
查新机构	名称	河南省科学技术情报研究所		
	通信地址	河南省郑州市政六街 3 号	邮政编码	450003
	联系人	李爱琴	电话	5995164
一、查新目的：		成果鉴定		
二、查新项目的科学技术要点				
<p>1. 采用微机控制完成对铁路罐车阀类的试验，实现对铁路罐车的呼吸式安全阀、球阀、蝶阀、改进型下卸阀的性能试验，特别是对铁路罐车呼吸式安全阀的性能试验。</p> <p>2. 采用内部集成电路板和模块化设计的工控机、高精度的传感器，测试数据准确可靠，性能稳定。</p> <p>3. 采用 VB 语言编制的控制软件，较好的人机对话界面，并有完备的数据存取、查询、打印等功能；且操作简便，适合现场使用。</p> <p>4. 系统具有自检功能；具有手动和自动试验两种模式；预留 HMIS 接口，能够实现远程数据查询和管理。</p>				



### 三、查新要求

通过查新, 证明在所查范围内国内有无相同研究。

### 四、文献检索范围及检索策略:

- |                         |                 |
|-------------------------|-----------------|
| (1) 中文科技期刊 (PSTP)       | (1989—2004. 02) |
| (2) 中国专利 (PATENT)       | (1985—2004. 03) |
| (3) 中国科技经济新闻数据库         | (1992—2004. 04) |
| (4) 中国学术会议论文 (CACP)     | (1986—2003. 11) |
| (5) 中国学位论文 (CDDB)       | (1986—2003. 07) |
| (6) 河南省科学技术研究成果公报       |                 |
| (7) 中国重大科技成果 (ZDCG)     |                 |
| (8) 中国科技成果库 (CSTAD)     |                 |
| (9) 全国科技成果交易 (NDSTRTI)  |                 |
| (10) 科技论文 (CSTP)        |                 |
| (11) 科技引文 (CSTY)        |                 |
| (12) 中国机械工程文摘 (JIXIE)   |                 |
| (13) 中国计算机文献数据库 (JSJWX) |                 |

检索词: 铁路、罐车、微机控制、试验台、试验装置

检索策略: ①罐车 and(试验台 or 试验装置)

② ①and 微机控制

③ ②and 铁路

## 五、检索结果

参照委托人提供的检索词, 在以上数据库和文献时限内, 通过检索发现有相关文献报道(详见附件), 文献摘述如下:

1. 罐车呼吸式安全阀试验台/丁广伟(大官屯车辆段)//机车车辆工艺. -2001, (3). -22-23

[摘要]介绍了段修罐车呼吸式安全阀试验台的工作原理, 实践证明, 该试验台性能可靠, 经其检修的安全阀能够满足段修的工艺要求。

2. 液化气体铁路罐车内置全启式安全阀的校验/景永鸿等(山西省劳动厅锅炉压力容器检验所)//锅炉压力容器安全技术. -2002, (4). -32-33

3. 罐车呼吸式安全阀试验器/杨青年//铁道车辆. -1994, (6). -57-58

4. 罐车呼吸式安全阀试验器简介/杨青年//铁道机车车辆工人. -1994, (7). -16-17

## 六、重新结论

经对以上相关文献进行对比、分析,可得结论如下:

国内关于铁路罐车阀类试验台的研制已有文献报道。相关文献分别介绍了铁路罐车呼吸式安全阀试验台和试验器的工作原理及性能,但这些文献均未显示微机控制试验台工作、实现对多种阀进行试验等技术特点。而本项目研制的铁路罐车阀类试验台是采用微机控制技术,实现对铁路罐车的呼吸式安全阀、球阀、蝶阀、改进型下卸阀的性能试验,特别是对铁路罐车呼吸式安全阀的性能试验;系统具有自检功能、具有手动和自动试验两种模式;试验台预留 I/O 接口,能够实现远程数据查询和管理。由此可见,相关文献与本项目的技术特点不同。

综上所述,具有与本项目技术特点相同的微机控制铁路罐车阀类试验台,国内未见文献报道。

查新员(签字):

查新员职称:副译审

审核员(签字):

审核员职称:高工

(科技查新专用章)

2004年03月03日

七、查新员、审核员声明

1. 查新委托人提供“查新项目科学技术要点”，并对其准确性负完全责任。
2. 我们按照科技查新规范进行查新、文献分析和审核，并作出上述查新结论。
3. 此报告仅限于成果鉴定使用。

查新员（签字）：

2004年08月03日

审核员（签字）：

2004年08月03日

八、附件清单

相关文献（题录、摘要）检索单

九、备注

## 结 论

微机控制铁路罐车阀类试验台经过试验验证, 该试验台能够实现对铁路罐车的蝶阀、下卸阀、呼吸式安全阀(轻油罐车)、呼吸式安全阀(食油、粘油罐车)等的微机控制自动试验和手动试验的功能, 预留了HMIS接口, 且操作简便, 数据采集准确, 本系统采用工业控制计算机和单片机工作, I/O接口采用光电耦合器进行隔离, 系统具有较强的抗干扰能力。试验台的稳定性和可靠性高, 能够满足现场铁路罐车阀类的试验。

微机控制铁路罐车阀类试验台的研制成功, 有效地解决了车辆段罐修所检修设备的现代化改造, 同时通过试验实现自动化, 降低了劳动强度, 提高了生产效率, 有效地保证阀类试验的准确性, 消除人为主观因素影响。微机控制铁路罐车阀类试验台的开发和应用对新形势下铁路罐车试验检测手段现代化、保证行车安全都具有积极的意义。

微机控制铁路罐车阀类试验台在研制和开发过程中得到了运用单位的密切配合, 经过反复调试和试验, 然后不断地进行改进和完善, 现已进入应用、推广阶段, 目前该型试验台已在郑州铁路局的多个车辆罐修所得到应用。

然而, 由于在软件及硬件开发方面经验不多, 研制时间也比较紧张, 所以系统难免存在一些不完善的地方。因此, 需要进一步听取一线应用人员的建议和意见进行改进和完善, 目前存在的问题主要有: 1. 在运用中经常发生电磁阀烧坏的情况, 分析原因是电磁阀工作在交流 220V 电压的情况下, 通电时间过长或频繁动作时就会发生这种情况。建议改用直流 24V 电压; 2. 压力传感器的性能有待优化。在系统调试和使用中发现, 同型号的压力传感器的性能相差比较大, 应选用线性度基本一致的传感器作为系统的三路压力传感器, 从而保证试验的准确性和真实性。3. 计算机有时会发生死机现象, 考虑在整个系统的设计中, 仍存在着干扰, 建议从外部电源、内部电源、印制板自制干扰、空中周围电磁场干扰方面着手, 增加抗干扰措施。

## 致 谢

首先十分感谢我的导师肖守讷教授给予我的悉心指导和帮助。在完成论文过程中，肖守讷教授就论文的结构、论文重点、研究方法和内容等方面给予了悉心的指导，他的治学严谨和科学研究的精神也是我学习的榜样，并将积极影响我今后的学习和工作。同时感谢几年来对我辛勤培养和教育的西南交大机械学院的各位老师，他们严谨的治学态度给了我很大的动力和教育，谨在论文完成之际向他们一并表示衷心的感谢和崇高的敬意！

还要感谢导师郑州铁路局车辆处涂富田高工，在我完成论文过程中给予的指导，为我顺利完成学业和论文给予了很大的帮助。

最后感谢郑州铁路局车辆处和洛阳车辆段的同志们，在我完成论文过程中进行了大量的技术指导。

---

## 参考文献

1. 侯光溪. 车辆构造及检修. 中国铁道出版社, 1997
2. 刘惠民主编. 铁道车辆构造检修及装备(上册). 北京: 中国铁道出版社, 2001
3. 葛立美. 国产铁路货车(上、下册修订版). 中国铁道出版社, 1997
4. 中华人民共和国铁道部. 铁路技术管理规程. 北京: 中国铁道出版社, 1999
5. 中华人民共和国铁道部. 铁路货车段修规程. 北京: 中国铁道出版社, 2003
6. 葛立美主编. 国产铁路货车(上、下册). 北京: 中国铁道出版社, 1997
7. 曲波, 肖圣兵, 吕建平编著. 工业常用传感器选型指南. 清华大学出版社, 2002. 1
8. 李科杰主编. 新编传感器技术手册. 北京: 国防工业出版社, 2002. 1
9. 常建生. 检测与转换技术. 机械工业出版社, 2002
10. 余成波, 胡新宇, 赵勇. 传感器与自动检测技术. 高等教育出版社, 2003
11. 王家桢等编著. 传感器与变送器. 清华大学出版社, 1996
12. 张宝芬等编著. 自动检测技术及仪表控制系统. 化学工业出版社, 2000
13. 冯博琴. 软件技术基础. 人民邮电出版社, 2000
14. 何立民. MCS-51 系列单片机应用系统设计. 北京航空航天大学出版社. 北京, 2001
15. 王幸之等. AT89 系列单片机原理与接口技术. 北京航空航天大学出版社. 北京, 2004
16. 王福瑞. 单片微机测控系统设计大全. 北京航空航天大学出版社. 北京, 1998
17. 顾淑平. 微机原理 MCS-51 单片机应用. 煤炭工业出版社. 北京, 1991
18. 周明德. 微型计算机硬件软件及应用. 清华大学出版社. 北京, 1991
19. 聂丽文等. 微型计算机接口技术. 电子工业出版社, 2000
20. 王荣本. 微机的工程测试技术. 机械工业出版社. 北京, 1991
21. 赵景林. 微机接口技术. 高等教育出版社, 2000
22. 陈致明等. 计算机硬件基础. 电子工业出版社, 1995
23. 孙得辉, 杨宁. 微型计算机控制技术. 冶金工业出版社. 北京, 1998
24. 张松春等. 电子控制设备抗干扰技术及其应用. 北京: 机械工业出版社. 1989

## 攻读工程硕士学位期间的研究成果和发表论文

### 研究成果

1. 《铁道车辆专业教学改革方案》  
2001 年 7 月获铁道部优秀教育教学成果一等奖
2. 《构建具有高等职业教育特色的实践教学体系》  
2002 年度获河南省教育厅人文社会科学研究优秀成果三等奖
3. 《车辆制动装置》精品课程  
2005 年 9 月通过省级精品课程评定

### 科研项目:

1. 新型客车制动、电气装置模拟教学设备的控制  
2003 年 4 月 28 日通过铁道部永济电机厂职工技协技术交流站的验收

### 发表论文

1. 《我国铁路货车空重车调整装置的现状与分析》  
2004 年 6 期《铁道车辆》，CN 37-1152/U（核心期刊）
  2. 《转 8A 型转向架减振装置各磨损面磨损限度的分析》  
2004 年 2 期《机车车辆工艺》，CN 32-1181/U（专业权威期刊）
  3. 《120 型货车控制阀存在问题分析及改进》  
2004 年 3 期《郑州铁路职业技术学院学报》CN 41-1299/Z
  4. 《线路不平顺对车辆直线脱轨的影响》  
2004 年 5 期《电力机车与城轨车辆》，CN 32-1181/U（专业权威期刊）
  5. 《新型客车制动、电气装置教学系统的研制》  
2005 年 3 期《九江职业技术学院学报》，CN 36-1247/Z
  6. 《KZW-4G 型空重车调整装置常见故障分析》  
2005 年 9 期《铁道车辆》，CN 37-1152/U（核心期刊）
  7. 《车辆轴温检测报警器技术改造》  
2005 年 4 期《郑州铁路职业技术学院学报》CN 41-1299/Z
  8. 《货车制动装置的现状与改进建议》  
2006 年 1 期《机车车辆工艺》，CN 32-1181/U（专业权威期刊）
  9. 《转 8A 型制动梁支柱裂纹原因分析及改进建议》  
2006 年 2 期《机车车辆工艺》，CN 32-1181/U（专业权威期刊）
-