

文章编号: 2095-4980(2014)05-0745-05

基于数据采集卡的开关阀性能测试系统设计

王 蕾, 王 军, 李代生

(中国工程物理研究院 总体工程研究所, 四川 绵阳 621999)

摘 要: 为实现汽车发动机用零配件可变行程技术(VVL)开关阀性能测试的自动化, 设计了一种基于 NI6221 数据采集卡的 VVL 开关阀性能测试系统, 该系统能够提供油路压力为 250 kPa 和 1 MPa、机油温度为 $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的测试环境, 对开关阀的流量特性、耐压特性、工作电压以及响应时间等参数进行检测, 并判定零件合格与否。通过实际应用表明, 该系统只需一次手工装夹即可实现开关阀 50 s/件的自动检测效率, 具有稳定性和可靠性。

关键词: 开关阀; 性能测试; 数据采集卡

中图分类号: TN721

文献标识码: A

doi: 10.11805/TKYDA201405.0745

Design of VVL on-off valve performance test system based on NI data acquisition card

WANG Lei, WANG Jun, LI Dai-sheng

(Institute of Systems Engineering, China Academy of Engineering Physics, Mianyang Sichuan 621999, China)

Abstract: To achieve the automation of a kind of Variable Valve Lift(VVL) on-off valve used for the automobile engine, a performance test system based on NI6221 data acquisition card is designed. The system is able to provide the test environment of fuel supply pressure of 250 kPa and 1 MPa and the temperature of $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$. The valves can be judged qualified or not by testing the parameters of flow characteristic, voltage endurance, working voltage and response time. The test items, indexes, hardware and the software are described in this paper. The practical application indicates that the system can execute the test of on-off valves automatically at the efficiency of 50 s/unit with manual clamping for only one time, and it can keep steady and reliable performance as well.

Key words: on-off valve; performance test; data acquisition card

普通的发动机上凸轮轴的转角长度固定, 气门行程也是固定不变的。而采用了可变行程技术(VVL)的发动机, 气门行程能随发动机转速的变化而改变。在高转速时, 采用长行程来提高进气效率; 在低速时采用短行程, 能产生更大的进气负压及更多的涡流, 让空气和燃油充分混合, 因而提高低转速时的扭力输出。

汽车零配件某型号开关阀是一种可变气门行程发动机的重要部件之一, 它的性能好坏直接影响了发动机的性能和质量^[1]。本文提出的 VVL 开关阀性能测试系统只需经过一次手工装夹即可实现配件的流量特性、工作电压、响应时间和耐压特性的自动化性能测试, 提高了检测的自动化水平。

1 系统设计

VVL 开关阀的结构如图 1 所示, 它由电磁阀(锥阀)、机械式开关阀组合而成。当开关阀不通电时, 其电磁阀无激励, 锥阀关闭, 机械式开关阀处于复位状态。当开关阀通电时, 其电磁阀得到激励, 锥阀打开, 在进油压力的作用下使机械式开关阀处于开启状态。

VVL 性能测试台系统^[2]由测控柜和试验台 2 部分组成, 测控柜是该系统的测试控制部分, 内含工控机、数据采集卡、测试与控制电路及仪表、开关控制继电器等。试验台台面设置了 2 个工位, 每个工位安装了 VVL 试验夹具、一维升降机构、供油系统、管路、各类阀门、指示灯以及测试传感器等。台面下安装了恒温油槽, 以实现

试验机油的恒温控制。其结构概况如图 2 所示。

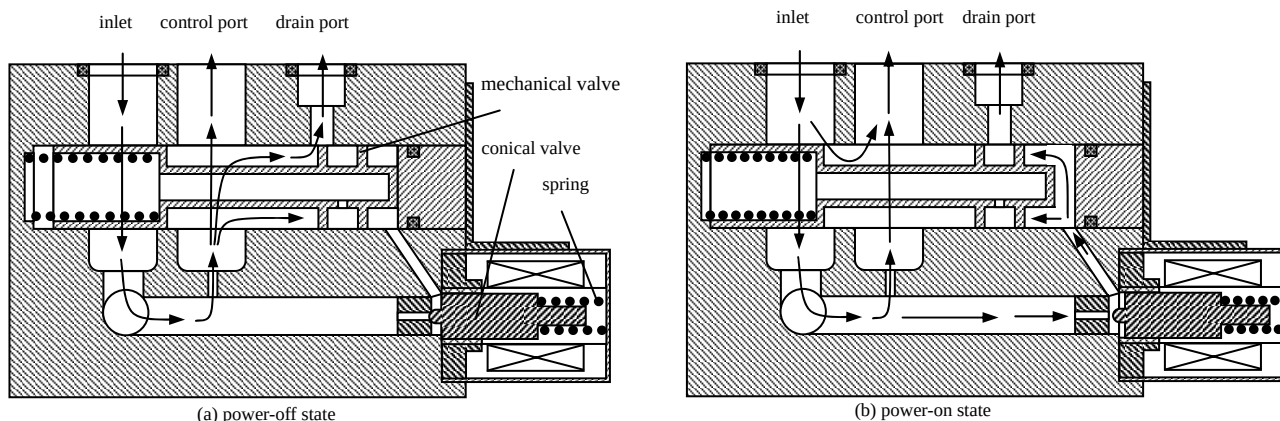


Fig.1 Structure of the VVL on-off valve
图 1 VVL 开关阀结构图

供油系统为试验提供温度、油压的试验条件。通过程控实现油路分流通道的开启和关闭，油路结构原理如图 3 所示。一维升降机构由步进电机、质量块、丝杠、导轨和支撑座组成，为了保证试验油压在规定范围内，先用油泵升压至接近要求压力值，再通过步进电机驱动丝杠螺母机构来完成质量块上下移动的方式将油压调节到要求压力值。

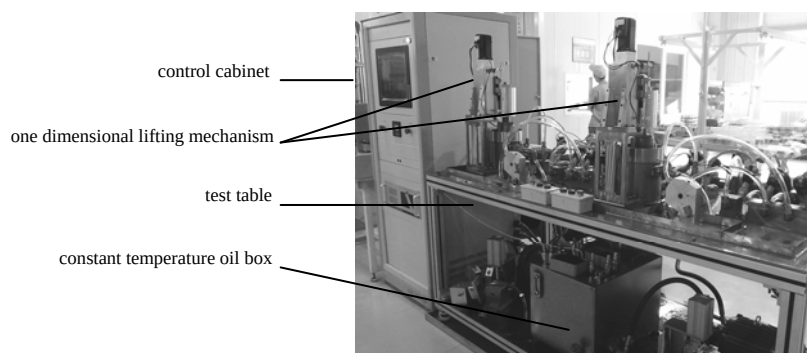


Fig.2 Product picture of the test system
图 2 测试系统实物图

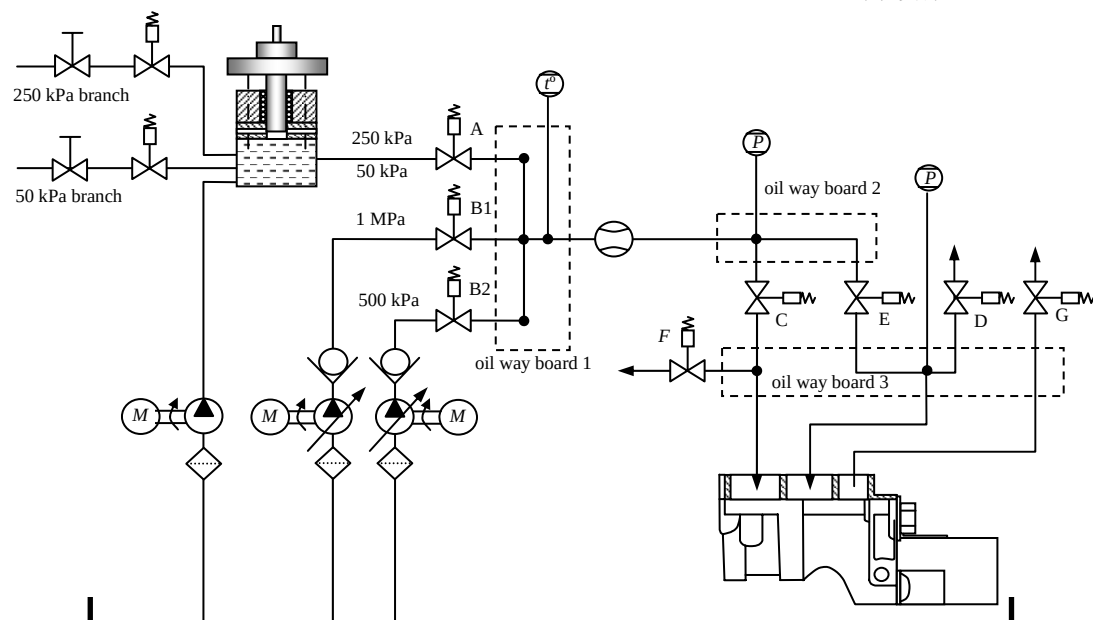


Fig.3 Diagram of the fuel system
图 3 供油系统原理图

2 硬件组成

测试台的硬件部分^[3-4]由工控机结合 NI6221 数据采集卡为核心，配合传感器、控制电路、阀等实现系统的控制，如图 4 所示。NI6221 数据采集卡具有强大的数据采集能力，分辨力为 16 bit，内含 16 路模拟量输入通道、2

路模拟量输出通道和 24 路数字 I/O 通道。

工控机上显示操作界面和采集到的试验数据^[5],并负责试验结果的存储。NI6221 数据采集卡通过 PCI 插槽和工控机相连,其中数字量 I/O 控制端口连接驱动放大板^[6],将板卡的原始输出 5 V 电压放大为 24 V,再通过电磁继电器控制三相电机、步进电机、开关阀、指示灯(合格/不合格)的开启和关闭;数字量 I/O 采集启动按钮的状态;模拟量 D/A 通道用来控制程控稳压电源的输出,为检测提供需要的电压;模拟量 A/D 通道用于温度传感器^[7]、压力传感器和流量传感器的数据采集转换。

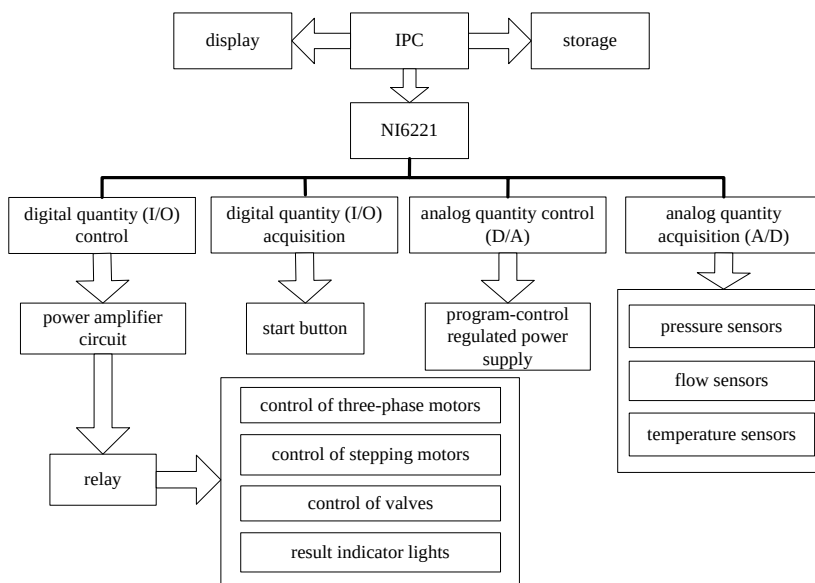


Fig.4 Diagram of system hardware

图 4 系统硬件图

3 软件设计

利用 LabVIEW 作为开发平台,通过程序控制进行各测试参数的采集处理、模拟量驱动输出控制、开关量驱动输出控制及生成测试报告^[8],其原理框图如图 5 所示。

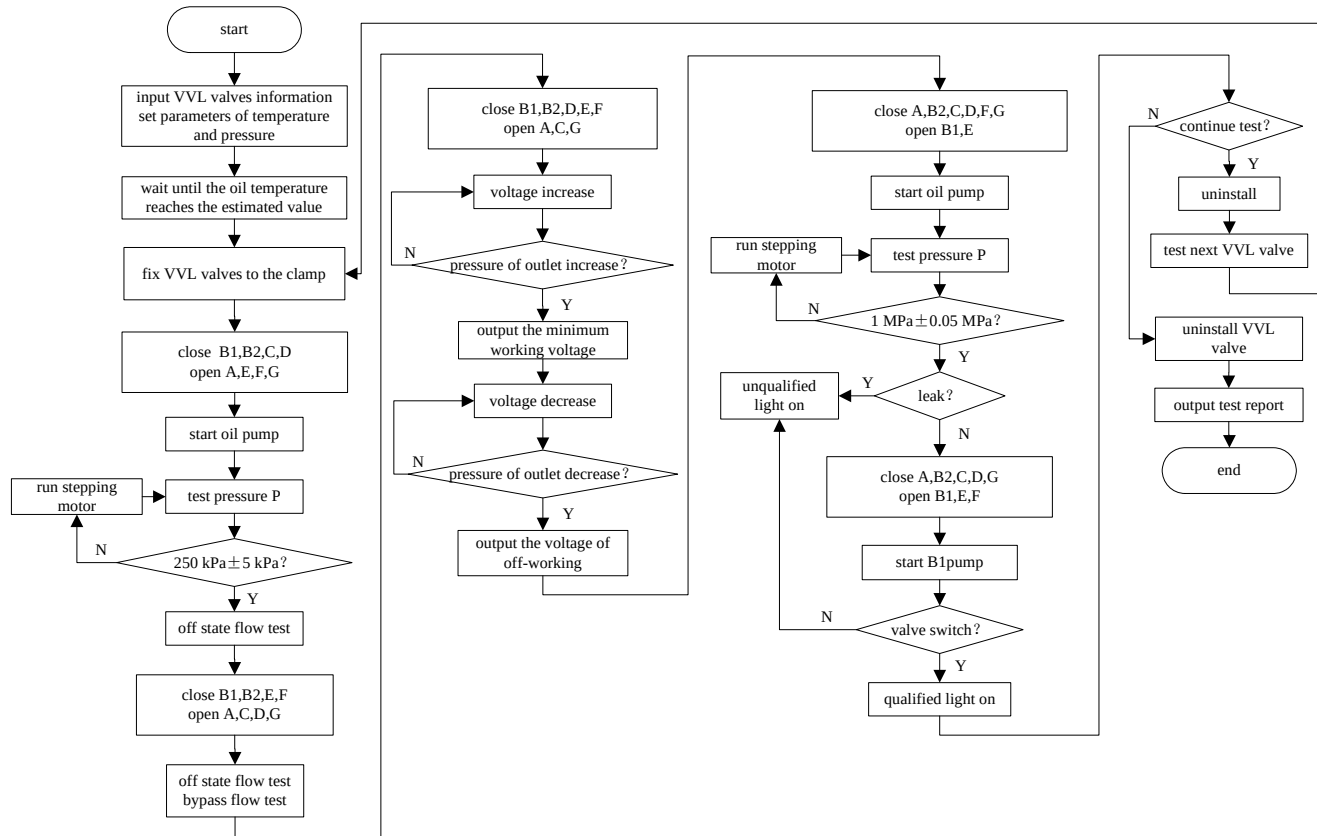


Fig.5 Flow diagram of test software

图 5 测试软件流程框图

VVL 开关阀的检测项目分为 4 个方面:

1) 在供油压力为 $250\text{ kPa}\pm 5\text{ kPa}$, 机油温度 $35\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 环境条件下, 分别检测以下 3 个状态的流量特征:

OFF 时流量: VVL 电源电压为直流 0 V , 控制油口供油, 进油口、泄油口开放排放机油, 流量计检测供油流量值, 流量在 $4.5\text{ L/min}\sim 6.5\text{ L/min}$ 范围内为合格。

ON 时流量: VVL 电源电压为直流 14 V , 进油口供油, 控制油口、泄油口开放排放机油, 流量计检测供油流量值, 流量在 $13\text{ L/min}\sim 15\text{ L/min}$ 范围内为合格。

旁通流量: VVL 电源电压为直流 0 V , 进油口供油, 控制油口、泄油口开放排放机油, 流量计检测供油流量值, 流量在 $1.7\text{ L/min}\sim 2.1\text{ L/min}$ 范围内为合格。

2) 在供油压力为 $250\text{ kPa}\pm 5\text{ kPa}$, 机油温度 $35\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 环境条件下, 通过程序控制使得加载在 VVL 开关阀上的电源电压从直流 0 V 到 24 V 扫描, 分别检测以下 2 个电压:

最低工作电压: 进油口供油, 关闭控制油口, 泄油口开放排放机油。用压力传感器检测输出口压力值。经设定, VVL 电源以一定步长、间隔时间自起始电压逐渐升高电压, 检测输出口压力向上突变时的 VVL 电源电压。

工作解除电压: 进油口供油, 关闭控制油口, 泄油口开放排放机油。用压力传感器检测控制油口压力值。VVL 电源以一定步长、间隔时间自起始电压逐渐降低电压, 检测输出口压力向下突变时的 VVL 电源电压。

3) 在供油压力为 $250\text{ kPa}\pm 5\text{ kPa}$, 机油温度为 $35\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 环境条件下, 通过程序控制使得加载在 VVL 开关阀上的电源电压从直流 0 V 到 24 V 扫描, 分别检测以下 2 个时间:

工作时间: 进油口供油, 关闭控制油口, 泄油口开放排放机油。用压力传感器检测控制油口压力值。VVL 电源自 0 V DC 直接跳变至 14 V DC , 检测 14 V DC 电压施加时刻至输出口压力向上突变时的时间间隔。

工作解除时间: 进油口供油, 关闭控制油口, 泄油口开放排放机油。用压力传感器检测控制油口压力值。VVL 电源自 14 V DC 直接跳变至 0 V DC , 检测 0 V DC 电压施加时刻至输出口压力向下突变时的时间间隔。

4) 在供油压力 $1\text{ MPa}\pm 0.05\text{ MPa}$, 机油温度 $35\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, VVL 电源电压 0 V DC 环境条件下, 进行耐压特性检测:

耐压特性: 控制油口供油, 泄油口关闭, 关闭进油口电磁阀, 目测开关阀是否泄漏。开启进油口电磁阀使其开放排放机油, 用流量计检测供油流量值, 通过比较流量是否大于旁通流量判断开关阀是否动作。

4 结论

为实现一种汽车零部件 VVL 的性能自动化测试, 提出了基于 NI6221 数据采集卡的 VVL 性能测试台设计。该测控系统经用户使用后, 工作稳定正常, 能实现 50 s/件 的生产节拍(含人工装夹时间), 提高了生产效率和经济效益。

参考文献:

- [1] 葛正, 王维锐. 汽车零部件可重构力学试验台测控系统设计[J]. 轻工机械, 2011, 29(5): 68-71. (GE Zheng, WANG Wei-rui. Design of the measurement and control system of reconfigurable mechanical test platform of automobile parts and components[J]. Light Industry Machinery, 2011, 29(5): 68-71.)
- [2] 浦昭邦, 王宝光. 测控仪器设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 2001. (PU Zhao-bang, WANG Bao-guang. Measure and Control Instrument Design[M]. Beijing: China Machine Press, 2001.)
- [3] 赵玉龙, 房立清, 陈冬根. 某型装备液压试验测控系统设计[J]. 机床与液压, 2006(3): 185-187. (ZHAO Yu-long, FANG Li-qing, CHEN Dong-gen. The design of test and control system for gun hydraulic experiment[J]. Machine Tool & Hydraulics, 2006(3): 185-187.)
- [4] 周海良, 姜周曙, 丁强. 用于制冷性能测试的电子膨胀阀测控系统[J]. 机电工程, 2012, 29(12): 1405-1409. (ZHOU Hai-liang, JIANG Zhou-shu, DING Qiang. Measurement and control system by electronic expansion valve for refrigeration performance test[J]. Journal of Mechanical & Electrical Engineering, 2012, 29(12): 1405-1409.)
- [5] 黄惟一, 胡生清. 控制技术与系统[M]. 北京: 机械工业出版社, 2002. (HUANG Wei-yi, HU Sheng-qing. Control Technology and System[M]. Beijing: China Machine Press, 2002.)
- [6] 崔志军. 一种磁通门传感器的选频放大电路设计[J]. 太赫兹科学与电子信息学报, 2012, 10(2): 213-216. (CUI Zhi-jun. Design of a frequency selective amplifier circuit used in fluxgate[J]. Journal of Terahertz Science and Electronic Information Technology, 2012, 10(2): 213-216.)
- [7] 葛萍, 方勇, 解本政, 等. 温度测试系统中的误差分析与控制方法[J]. 太赫兹科学与电子信息学报, 2011, 9(6): 790-794. (GE Ping, FANG Yong, XIE Ben-zheng. Error analysis and control in the temperature measuring system[J]. Journal of

Terahertz Science and Electronic Information Technology, 2011,9(6):790-794.)

- [8] 朱善同,周萍,孙跃东. 基于 LabVIEW 的汽车 ABS 试验台测控系统[J]. 制造业自动化, 2012,34(2):38-42. (ZHU Shan-tong,ZHOU Ping,SUN Yue-dong. Measurement and control system of automobile anti-lock braking test bench based on LabVIEW[J]. Manufacturing Automation, 2012,34(2):38-42.)

作者简介:



王 蕾(1985-),女,河北省张家口市人,硕士,助理工程师,主要研究方向为机电一体化、智能机器人技术、数字化信息化技术.email:405wangl@caep.cn.

王 军(1974-),男,四川省简阳市人,本科,高级工程师,主要研究方向为机械设计与制造.

李代生(1964-),男,重庆市人,硕士,研究员,主要研究方向为液压与控制系统.

(上接第 739 页)

作者简介:



魏 竹(1982-),女,成都市人,工程师,主要研究方向为微波计量测试技术.email:691592622@qq.com.

张翠翠(1984-),女,山东省赵庄市人,硕士,主要研究方向为微波计量测试技术.

王建忠(1973-),男,成都市人,硕士,高级工程师,主要研究方向为微波计量测试技术.