

机械工程

气泵数据采集与性能测试系统的研究与设计

陈艳庆 陈华斌

金华精研机电股份有限公司 浙江金华 321000

【摘要】本文旨在研究与设计一种高效、准确的气泵数据采集与性能测试系统。该系统能够实时采集气泵运行过程中的多种关键数据，并依据这些数据对气泵的各项性能指标进行精确测试与分析。通过详细阐述系统的总体架构、硬件设计以及软件实现等方面内容，展示了该系统在提高气泵生产质量控制、故障诊断以及优化设计等方面的重要作用。实际应用表明，所设计的系统具有良好的稳定性、可靠性和实用性。

【关键词】气泵数据采集；性能测试系统；研究与设计

Research and design of air pump data acquisition and performance test system

Chen Yanqing Chen Huabin

Jinhua Jingyan Electromechanical Co., LTD Jinhua, Zhejiang Province 321000

【Abstract】This paper aims to research and design an efficient and accurate data acquisition and performance testing system for air pumps. The system can collect various critical data during the operation of the air pump in real time and accurately test and analyze the performance indicators based on this data. By detailing the overall architecture, hardware design, and software implementation, the system's significant role in improving production quality control, fault diagnosis, and optimization design of air pumps is demonstrated. Practical applications have shown that the designed system has excellent stability, reliability, and practicality.

【Key words】air pump data acquisition; performance test system; research and design

一、引言

气泵作为一种广泛应用于工业生产、医疗设备、航空航天等众多领域的重要设备，其性能的优劣直接影响到相关系统的运行效果和可靠性。为了确保气泵的质量和性能符合要求，需要对气泵进行全面、准确的数据采集和性能测试。传统的气泵测试方法往往存在效率低、精度差等问题，难以满足现代工业对气泵高性能、高质量的需求。因此，开发一套先进的气泵数据采集与性能测试系统具有重要的现实意义。

二、系统总体架构设计

气泵数据采集与性能测试系统主要由硬件部分和软件部分组成。硬件部分负责采集气泵运行过程中的各种物理量信号，并将其转换为数字信号传输给计算机；软件部分则对采集到的数据进行处理、分析和显示，同时实现对测试过程的控制以及性能指标的计算和评估。系统总体架构如图 1 所示。

（一）传感器模块

传感器模块是数据采集的前端，用于获取气泵运行过程中的关键参数。根据气泵性能测试的需求，选择了以下几种传感器：

压力传感器：用于测量气泵进出口的压力，以评估气泵的增压能力。

流量传感器：实时监测气泵的气体流量，这对于确定气泵的输送能力至关重要。

温度传感器：测量气泵工作时的温度变化，防止气泵因过热而损坏。

转速传感器：获取气泵电机的转速，转速是影响气泵性能的重要因素之一。

（二）数据采集卡

数据采集卡是连接传感器和计算机的桥梁，它将传感器输出的模拟信号转换为数字信号，并进行数据的采集和缓存。选用具有多通道、高采样频率和高精度的 PCI 数据采集卡，以满足不同类型传感器信号的采集需求。

（三）信号调理电路

由于传感器输出的信号通常比较微弱，且可能存在噪声干扰，因此需要设计信号调理电路对信号进行放大、滤波等处理，以提高信号的质量，确保数据采集的准确性。

（四）计算机及软件系统

计算机作为整个系统的核心控制和数据分析平台，运行专门开发的测试软件。软件系统具备数据采集、数据处理、结果显示、报表生成以及测试过程控制等功能。

三、硬件设计

(一) 传感器选型与安装

压力传感器: 选用高精度的应变式压力传感器,其测量范围根据气泵的实际工作压力确定。安装时,将压力传感器分别安装在气泵的进出口管道上,确保测量的准确性。

流量传感器: 采用热式气体质量流量传感器,该传感器具有响应速度快、精度高等优点。安装在气泵的出口管道合适位置,保证气体流动均匀,以获得准确的流量数据。

温度传感器: 选用热电偶温度传感器,能够快速准确地测量气泵关键部位的温度。将温度传感器安装在气泵的外壳以及电机等容易发热的部位。

转速传感器: 采用磁电式转速传感器,通过感应电机旋转磁场的变化来测量转速。安装在电机轴附近,确保传感器能够准确检测到转速信号。

(二) 信号调理电路设计

以压力传感器信号调理为例,其调理电路主要包括放大电路和滤波电路。放大电路采用运算放大器组成的差动放大电路,对压力传感器输出的微弱信号进行放大,使其幅值满足数据采集卡的输入要求。滤波电路采用二阶低通滤波器,去除信号中的高频噪声干扰,提高信号的质量。

(三) 数据采集卡接口设计

数据采集卡通过 PCI 总线与计算机相连。在硬件设计中,需要根据数据采集卡的型号和接口规范,设计相应的接口电路,确保数据采集卡能够正常工作,并实现与计算机之间的数据传输。

四、软件系统设计

(一) 软件开发环境

在当今数字化时代,软件开发环境对于构建高效且功能强大的软件系统至关重要。本软件系统精心挑选 Visual C++ 6.0 作为核心开发工具。Visual C++ 拥有一套极为丰富的类库和函数,这使得开发者能够轻松驾驭各种复杂的编程任务。其强大的编程功能不仅体现在基础代码编写上,更在于对各类算法和逻辑的高效实现。同时,它具备出色的可视化界面设计能力,通过直观的拖放式操作以及事件驱动机制,开发者可以快速搭建出符合用户需求的交互界面。这种可视化设计极大地提高了开发效率,减少了代码编写的工作量。

而 Access 2003 数据库管理系统在整个软件体系中扮演着数据存储和管理的关键角色。在数据量日益增长的情况下,需要一个可靠且便捷的数据库来处理采集到的数据。Access 数据库以其简单易用的特点脱颖而出,它提供了直观的表结构设计界面,方便创建各种数据表来存储不同类型的数据。无论是结构化的数据记录,还是复杂的关联关系,都能在 Access 中得到妥善处理。并且,它具备强大的查询

功能,能够快速定位和提取所需数据,为后续的统计分析工作奠定了坚实基础。

(二) 软件功能模块设计

数据采集模块是整个软件系统的前端触角,承担着与数据采集卡进行精准通信的重任。它严格按照预先设定的采样频率,有条不紊地采集传感器输出的信号。这些信号承载着气泵运行过程中的各种关键信息,是后续数据分析和处理的原始素材。采集到的数据首先被临时存储到计算机内存中,以便后续模块能够及时获取和处理。内存作为数据的临时中转站,确保了数据的快速传输和高效利用,避免了数据丢失或延迟的问题。

数据处理模块犹如软件系统的智慧大脑,对采集到的原始数据进行深度加工。预处理阶段的去噪、滤波操作,就像是给数据做一次精细的“清洁”,去除干扰信号,使数据更加纯净准确。线性化操作则进一步优化数据的特性,使其更符合后续计算的要求。在此基础上,依据气泵性能测试的专业公式,精确计算各项性能指标。压力、流量、功率、效率等指标的准确计算,为全面评估气泵性能提供了有力的数据支撑。

结果显示模块致力于将复杂的数据以最直观易懂的方式呈现给用户。通过精心设计的图形和表格形式,气泵的性能测试结果一目了然。实时曲线如同气泵运行的“心电图”,动态展示气泵在不同时刻的性能变化趋势,让用户能够敏锐捕捉到任何异常波动。历史数据查询功能则为用户提供了回溯和对比的便利,方便他们深入分析气泵在不同时间段的运行状况,总结规律,发现潜在问题。

报表生成模块是软件系统的“记录员”,它根据详尽的测试结果生成规范、全面的测试报告。报告内容涵盖气泵的基本信息,如型号、规格等,明确测试的前提条件,详细罗列各项性能指标的具体测试数据,并给出客观准确的结论。这样一份完整的测试报告不仅方便用户存档和查阅,还为后续的质量评估、技术改进等工作提供了重要依据。而且,该模块支持打印和保存功能,满足用户在不同场景下的使用需求。

测试过程控制模块是软件系统的“指挥官”,实现对整个测试过程的全方位自动化控制。通过简单的操作,用户可以轻松启动或停止测试,灵活设置采样频率、测试时间等关键参数。同时,它像一个忠实的“守护者”,实时监测测试设备的运行状态,一旦发现异常情况,能够迅速发出警报,确保测试过程的安全、稳定和高效。

(三) 软件界面设计

软件界面作为用户与软件系统交互的桥梁,其设计的优劣直接影响用户体验。本软件界面设计严格遵循简洁、易用的原则,旨在为用户提供一个清晰、便捷的操作环境。多文档界面(MDI)设计风格的运用,使得软件具备强大的多任务处理能力,用户可以在同一主窗口下轻松切换和管理多个

子窗口，每个子窗口专注于特定的功能实现，互不干扰又相互协作。主界面布局合理，菜单栏涵盖了软件的所有核心功能选项，从文件操作到系统设置，从数据处理到报表生成，一应俱全。工具栏则提供了常用功能的快捷按钮，方便用户快速执行操作，提高工作效率。状态栏实时显示系统的各种状态信息，如当前测试进度、设备连接状态等，让用户随时掌握软件的运行情况。在多个子窗口中，数据采集和处理过程中的实时数据以生动的图表和精确的数字形式动态呈现。图表以直观的曲线和柱状图展示数据变化趋势，让用户一眼就能洞察数据的走向和规律。数字显示则提供了具体的数值信息，满足用户对精确数据的需求。这种多样化的展示方式，使得用户无需复杂的操作，就能随时了解测试进展和结果，极大地提升了软件的易用性和实用性。

五、系统测试与验证

（一）测试环境搭建

为确保设计的气泵数据采集与性能测试系统具备高度可靠性与准确性，精心搭建专门的测试平台必不可少。测试平台的构成涵盖多个关键部分，被测气泵作为核心测试对象，其性能表现是关注焦点。各类传感器依据气泵不同部位的测量需求，严格按照设计要求精准安装在气泵上，它们如同敏锐的感知器官，实时捕捉气泵运行中的各种物理量变化。传感器采集到的微弱信号需经过信号调理电路进行放大、滤波等处理，以确保信号质量，随后与数据采集卡相连，实现模拟信号到数字信号的转换。计算机作为整个系统的“大脑”，运行着定制的测试软件，负责协调各部分工作，完成数据的接收、处理与分析。此外，相关辅助设备如电源供应装置、连接线缆等也不可或缺，它们保障了系统的稳定运行。在完成硬件连接后，还需进行细致的系统调试，确保各部件协同工作，为后续测试奠定坚实基础。

（二）功能测试

功能测试是检验系统是否满足设计预期的重要环节。针对系统的各个功能模块，展开了全面且细致的逐一测试。在数据采集模块测试中，通过多种工况下的实际运行，检查采集到的数据是否与气泵真实运行状态相符，确保数据的准确性。数据处理模块着重验证去噪、滤波、线性化以及各项性能指标计算的正确性，保证处理后的结果能真实反映气泵性能。结果显示模块则关注显示的清晰度与直观性，确认实时

曲线和历史数据查询功能是否能让用户轻松获取关键信息。报表生成模块重点检查生成的测试报告内容是否完整、格式是否规范。对于测试过程控制模块，测试启动、停止以及参数设置等操作的灵活性与可靠性，确保能有效掌控测试流程。经过大量不同场景、不同条件下的多次测试，系统各项功能均顺利实现，完全达到设计要求，展现出良好的稳定性与实用性。

（三）性能测试

性能测试是衡量气泵数据采集与性能测试系统实际效能的关键步骤。通过选取不同型号的气泵作为测试样本，尽可能覆盖多种应用场景和性能范围。在实际测试过程中，利用高精度仪器同步记录气泵的各项性能参数，包括压力、流量、功率、效率等关键指标。将本系统采集的数据与理论计算值进行对比，理论值基于气泵的设计原理和相关物理公式得出，是理想状态下的参考标准。同时，与传统测试方法所获得的数据进行对照分析，传统测试方法经过长期实践验证，具有一定的权威性。对比结果令人满意，该系统采集的数据准确可靠，测试结果与理论值以及传统测试方法所得数据的误差均处于允许范围内。这充分证明系统具备较高的精度，能够满足气泵性能测试在实际应用中的严格精度要求，为气泵的研发、生产和质量检测提供了有力的技术支持。

（四）稳定性测试

为了检验系统的稳定性，进行了长时间连续测试。在连续运行数小时甚至数天的情况下，系统始终保持稳定运行，未出现数据丢失、采集错误等异常情况，证明了系统具有良好的稳定性和可靠性。

结语

本文设计的气泵数据采集与性能测试系统，通过合理的硬件架构和功能完善的软件系统，实现了对气泵运行数据的实时采集、准确处理和全面性能测试。该系统具有操作简便、精度高、稳定性好等优点，能够有效提高气泵生产企业的质量控制水平和产品研发效率，为气泵的性能优化和故障诊断提供有力支持。随着工业自动化水平的不断提高，该系统具有广阔的应用前景和推广价值。在未来的研究中，可以进一步优化系统的性能，拓展系统的功能，如增加远程监控和数据分析功能，以更好地满足市场需求。

参考文献

- [1]基于 ZigBee 的密闭式 LED 植物工厂监控系统[J].刘彤; 李尧; 贺宏伟; 马建设.农机化研究, 2015 (05)
- [2]基于 DSP 的液压变量泵数据采集系统设计[J].裴信国; 周见行; 姜伟; 倪顺华; 陈康.轻工机械, 2014 (01)
- [3]建筑塔吊倾斜度监测的无线网络动态路由机制[J].向敏; 徐洋; 张意.仪器仪表学报, 2012 (09)