

# 编码器高低温电性能检测系统设计

穆如传 梁龙营 吴凡 高虎

连云港杰瑞电子有限公司 江苏 连云港 222006

**摘要:** 本文设计并实现了一个集成化的编码器高低温电性能测试系统,使编码器在高低温环境下具备了批量测试手段,该系统集成了编码器数据采集、驱动电机控制、温控箱及程控电源控制等功能,通过自动化数据采集与处理减少了人为误差,提升了数据可靠性。同时,系统实现自动化测试,根据编码器类型加载各测试项目标准及判据,通过多只编码器数据同步采集与对比来判定测试项目的合格性,明显提高检测效率。

**关键词:** 编码器;高低温;自动化检测

## 前言

编码器是将信号(如比特流)或数据进行编制、转换为可用于通信、传输和存储的信号形式的设备,以其高精度、高分辨力、高可靠性被广泛应用于各种位移测量,其将复杂的机械位置快速精确的转化为计算机或其他数字系统易于识别与处理的数字信号<sup>[1]</sup>,其在实际应用中会面临复杂多变的环境条件,特别是极端温度的变化,编码器的整体工作状态相较于常温环境将产生较大偏差。

鉴于上述问题,要求检测装置能够在一定恶劣环境(高低温等)中实现编码器的性能检测,以保证编码器可靠性,因此,一种能够在恶劣环境中工作的检测装置是急需的<sup>[2]</sup>,其有助于提前发现并解决潜在的性能问题,还能制定更为科学合理的产品标准提供数据支持。

## 1 设计思路

### 1.1 设计理念

为了全面优化编码器的低温和高温试验过程,确保其在整个温度谱系下的角精度、工作正确性及其他关键电性能参数的可靠性,需要构建一个自动化的测试系统。该系统实现测试指令的精准分发至各测试单元,通过闭环控制策略,确保测试过程中处于预定的运动状态,同时自动采集编码器响应信号的相关数据,采用软件计算评估被测编码器动态性能<sup>[3]</sup>。

### 1.2 系统硬件组成

硬件平台主要包括编码器数据采集系统、驱动电机系统、温控箱及上位机,见图1,各部分间协同工作,支撑整个测试流程。编码器数据采集系统包括编码器总控卡及数据采集卡,实现编码器输出信号的实时采集与转换;驱动电机系统包括运动控制卡、伺服电机及驱动器,是系统运动测试部分的基础,通过闭环控制为编码器测试提供

稳定的旋转基准;温控箱作为模拟极端温度环境的关键设备,通过改进内部结构设计合理,确保编码器有足够空间安装,测试过程中无外界振动干扰;上位机作为整个测试系统的中心,上位机通过软件界面实现对测试流程的全面监控与管理,它负责发送控制指令至编码器总控卡与运动控制卡,接收实时数据并进行实时分析。

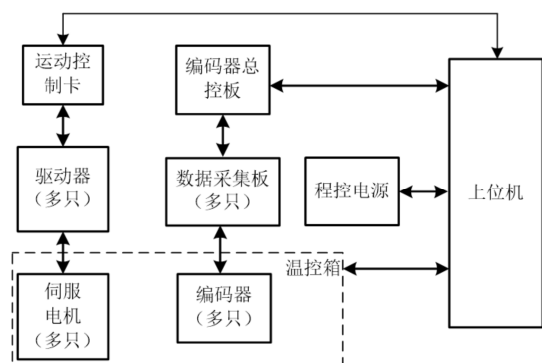


图1 系统结构图

### 1.3 系统整体控制流程

控制流程的核心在于对测试设备中各关键组件,即编码器数据采集系统、驱动电机系统、供电电源以及温控箱进行精确的通讯控制和状态监测,通过预定义的通讯协议,上位机软件向编码器数据采集系统、驱动电机系统、供电电源及温控箱发送控制指令,并实时读取其返回的状态信息,通过对电压、电流、温度等关键参数的实时监测,系统能够及时发现并处理任何异常状态。

在高低温测试环境中,编码器的工作状态会受到影响,为了全面评估其性能,需在高低温条件下自动采集编码器的运行状态数据,测试项目为电压电流指标、走码正确性指标、通断电正确性指标以及静止状态正确性指标。

## 2 系统硬件设计

### 2.1 编码器总控卡

编码器总控卡作为数据采集系统的中枢,通过RS485

**作者简介:** 穆如传(1995-),男,工程师,学士,从事角度编码方向工作。

串口与各个数据采集卡建立连接。在接收到上位机发送的编码器类型信息后，总控卡接口将数据处理指令分发至相应的数据采集卡，确保了数据采集卡能够针对不同类型的编码器，配置工作参数。同时，采用RS485接口具有长距离传输、高抗干扰性，确保了复杂环境中通信的稳定性和可靠性。

## 2.2 编码数据采集卡

数据采集卡作为关键组件，其性能与功能直接影响到测试结果的准确性与可靠性。为了确保数据采集过程的高效与严谨，数据采集卡被设计为在数据检测模式下，能够持续对编码器输出的数据进行连续采集与实时对比，以监测数据异常并即时反馈错误信息，有效提升了测试的自动化程度与错误识别能力。

编码器采集卡实现了对多种通信接口的灵活切换，包括但不限于CAN、SSI、RS422、RS485以及增量接口，这种设计使得采集卡能够广泛兼容不同型号的编码器，满足多样化的测试需求。

## 2.3 被测编码器

被测编码器一般为传感器设备，通过较精密的机械结构与电子元件组合设计，实现了机械旋转角度到信号的直接转换，输出包含物体位置、运动方向及速度等信息，是测试系统处理数据过程的基础。

## 2.4 运动控制卡

控制卡是一种专门应用于常规的精确运动的控制卡，该卡简化了步进和脉冲伺服运动控制，可以显著的提高电机的运动性能，可以实现多轴控制，线性及圆周内插，功能强大的位置管理，速度控制，位样式内插，连续内插，定速向量控制，位置控制，实现了对驱动器的并行控制<sup>[4]</sup>，提升测试效率。

## 2.5 驱动器

驱动器负责驱动伺服电机的运动，通过精细调节其运行速度、运行加速度、绝对位置以及步进角度等参数，实现了对编码器测试环境的精确控制。

## 2.6 伺服电机

伺服电机作为提供位移基准的关键组件，置于温控箱体的内部，通过结构工装进行固定，以确保其在测试过程中的稳定旋转。为了满足机械设备对高精度、快速响应的要求，伺服电机应具有较小的转动惯量和大的堵转转矩，并具有合适的时间常数和启动电压，还应具有较长时间的过载能力，以满足低速大转矩的要求，能够承受频繁启动、制动和正、反转<sup>[5]</sup>。伺服电机采用了宽范围温度定制化设计，选用了低温专用轴承和低温润滑油脂，应对极端温度环境。同时，采用高密封设计，以隔

绝外部环境对电机内部的影响，能够有效防止水汽、尘埃等杂质进入电机内部。

## 2.7 温控箱

温控箱与上位机之间通过RS232转USB串口建立便捷、可靠的通信连接，实时获取温控箱内部的温度信息，同时，发送功能指令，能够向温控箱发送温度设置指令，实现对测试环境温度的精确控制。双向通信机制使得上位机能够实时监控温控箱的工作状态，并根据需要调整温度设置。

## 2.8 程控电源

程控电源能够设置并输出电压、电流状态，根据测试需求，实现对电源输出电压的精确调节和通电时长的严格控制，确保按照用户设定的电压值稳定输出电能，满足测试过程中电源电压电流的精度要求。

# 3 软件系统设计

## 3.1 测试需求

在编码器批量高低温环境电性能检测系统中，为了确保测试的全面性与准确性，进行动态测量<sup>[6]</sup>，系统实时监控编码器运行过程中的实时电流、角位置量以及电机驱动系统的实时状态，并按要求进行功能测试，完成对各系统中各设备的协同控制。

## 3.2 测试功能及流程设计

依据测试功能需求，指定测试流程如下：

(1) 编码器安装与校准：首先，将编码器通过高精度联轴器精确安装至电机的旋转台面上，确保两者之间的同轴度与紧固度，减少因安装不当导致的误差，确保编码器与电机旋转轴之间的同步性。

(2) 测试参数配置：上位机软件根据待测试编码器的型号、编号等信息，自动填充相应的测试参数，包括测试电压范围、转速设置、测试时间、合格判据等，同时明确具体的测试项目及每项测试的预期结果。

(3) 系统连接与测试准备：上位机通过专用接口连接编码器的总控卡，进入测试模式，实现对编码器的全面控制。同时，连接运动控制卡，通过软件指令控制电机的使能状态，确保电机能够按照预设参数进行旋转。

(4) 常温正确性检测：在编码器产品安装并校准完成后，进行常温环境下的正确性检测。通过检测编码器的角度数据输出，判断其安装可靠性及整个测试系统的运行稳定性。

(5) 温控箱温度设置与监控：上位机实时采集温控箱内部温度数据，并根据测试需求设置目标温度及详细的升降温曲线。当温控箱内部温度达到目标温度后，执行保温操作，确保测试环境稳定在预定温度范围内。

