

## 基于虚拟仪器的视觉定位磁场分布检测系统设计

作者：刘今越

职务：硕士研究生

单位：河北工业大学

**应用领域：**产品测试

**挑战：**在较短时间内根据雷达电子调速系统的特殊结构开发一套高性价比的磁场分布自动检测系统，实现对雷达电子调速系统上各个通孔沿轴心方向的磁场分布情况做出快速、准确的自动检测，自动生成检测报告。

**应用方案：**使用National Instruments公司的IMAQ 可视化软件、LabVIEW 视觉开发模块、报表生成工具包、执行程序生成器和LabVIEW来开发一个经济、稳定、灵活的基于PC的磁场分布自动检测系统。

**使用的产品：**LabVIEW 6.1, LabVIEW Vision Development Module, LabVIEW Report Generation Toolkit for Microsoft Office, NI PCI-1407, NI PCI-6013

### 介绍

雷达电子调速系统的外观如图1所示。在其轴心附近（图中红色区域内部的凹陷处）分布有19个直径7mm、长500mm的通孔，检测过程中要求探头沿通孔轴心方向测量，检测距离为500mm左右，探头直径为5mm。本系统利用LabVIEW和IMAQ Vision开发视觉定位模块获取调速系统上各个通孔的轴心坐标，然后通过串行通讯控制由直线运动单元组建的三维直角坐标机器人拖动探头对每一个通孔进行自动检测，自动生成报表。与传统检测方式相比大大提高了检测精度和检测效率。

### 序言

雷达在国防、气象、交通等领域有着至关重要的作用，而雷达电子调速

系统又是雷达的重要组成部分。因此，雷达电子调速系统的质量直接影响着雷达的性能。

雷达电子调速系统磁场分布的传统检测方式主要为手动。首先人工将探头根据肉眼观察移动到通孔轴心处，然后手动驱动丝杠按检测间隔移动探头进行测量。检测过程中由操作人员读取检测数据然后人工记录，需要对数据进行分析时还要将记录数据输入到计算机中。人工检测不仅工作量大、效率低，而且精度很难保证，直接影响着雷达电子调速系统的质量。

本系统融合了 NI 公司的机器视觉、数据采集、信号处理以及串行通讯等先进技术：用机器视觉实现雷达电子调速系统上通孔轴心位置的精密测量、用串行通讯技术实现对由直线运动单元构建的三坐标直角机器人的运动控制以保证探头检测位置的准确性、用数据采集及信号处理实现对雷达电子调速系统磁场分布的检测和分

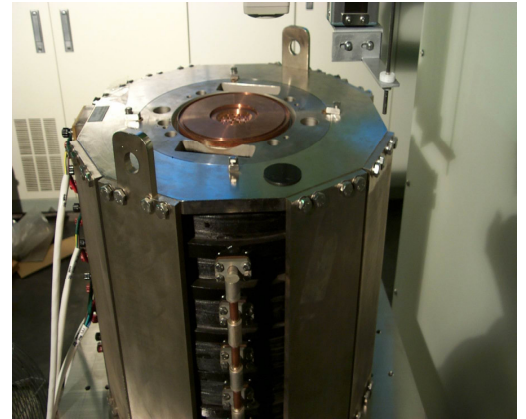


图1 雷达电子调速系统的外观结构

析功能，实现了对雷达电子调速系统磁场分布的自动检测要求，并具有测量精确、快速、扩展性强和性价比高等特点。

### 系统组成：

本系统的硬件结构框图如图2所示，主要包括一体化工作站、特斯拉计、PCI-6013 多功能数据采集卡、一体化摄像机和 PCI-1407 图像采集卡、高精度直线运动单元、高速 RS232C 串行通信扩展卡。

系统软件采用 NI 公司的

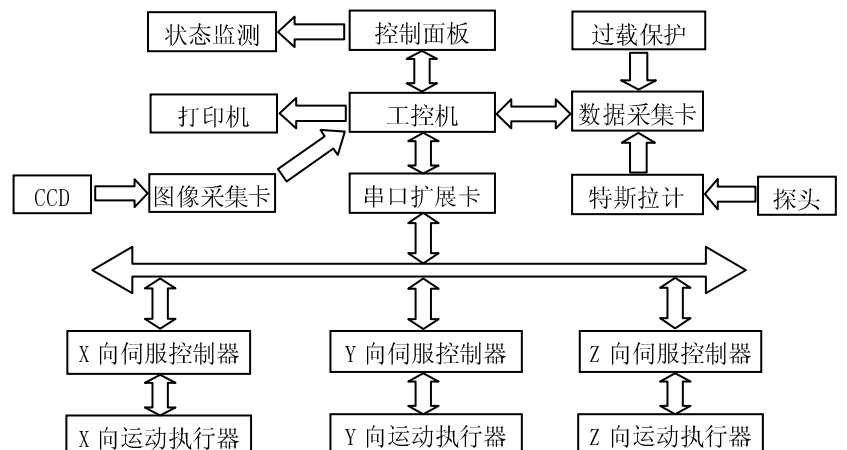


图2 系统硬件结构框图

LabVIEW 6.1, LabVIEW Vision Development Module 和 LabVIEW Report Generation Toolkit for Microsoft Office开发。软件设计采用模块化方式, 将不同测试内容设计成单独的功能模块。软件结构框图如

进行计算的, 为了实现以像素为单位的测量结果与标准尺寸(公制单位)的一致性, 需要将测量结果转换成以毫米为单位的实际长度, 因此要对视觉定位系统进行标定。在试验过程中发现, 摄像头的光轴与雷达电子调速

进行校正, 然后利用阈值分割将通孔图像与背景分离, 用开运算消除孤立噪声, 用闭运算填充微小空洞, 通过粒子分析获取各通孔轴心像素坐标值, 最后再次利用标定结果将测量所得各个通孔轴心的像素坐标转换为相对视野左上角的实际坐标值。

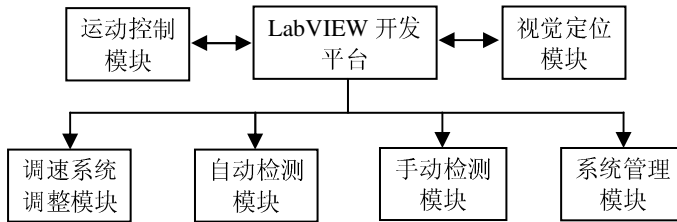


图3 系统软件结构框图

图3所示, 主要包括运动控制模块、雷达电子调速系统调平模块、视觉定位模块、磁场分布自动检测模块、磁场分布手动检测模块、系统管理模块六部分。每个模块集成在同一个主程序框架中, 这样既可以灵活实现功能的扩充、升级和维护, 又有利于移植用于其它场合。

### 视觉定位

视觉定位模块是磁场分布检测系统的关键部分, 硬件部分主要包括摄像头、图像采集卡和光源。由于磁场分布检测要求沿通孔轴心方向进行, 因此视觉定位的精度直接影响着检测数据的可靠性。

图像处理通常是以像素为单位

系统的上表面不垂直以及摄像头的非线性畸变对试验结果都会带来较大的误差影响, 因此必须对系统进行非线性标定。

在如图4所示的“磁场分布视觉定位系统”界面上点击“摄像头移动粗定位”按钮使摄像头移动到雷达电子调速系统的轴心附近, 利用位置控制框的按钮微调摄像头位置。将尺寸已知的点阵标定板置于调速系统之上, 点击“标定”按钮, 系统将采集标定板的图像, 计算出视野内各个位置的长度/像素比, 随后的通孔轴心测量结果都是根据这个比例进行。

对于调速系统上通孔轴心坐标的测量首先要根据标定结果对图像

### 磁场分布检测

磁场分布检测模块是磁场分布自动检测系统的核心部分, 硬件部分主要包括探头、特斯拉计和PCI-6013多功能数据采集卡。为了减小外界的噪声干扰, 将特斯拉计的输出信号用双绞线以差分方式接入数据采集卡。信号屏蔽、连接测试信号用屏蔽电缆和附件以及数据采集卡的良好接地也是很重要的, 这将从硬件上确保系统检测数据的可靠性。

系统首先将视觉定位模块获取的各个通孔轴心相对其视野左上角的坐标值转换到由直线运动单元构建的三维直角坐标系中, 然后根据坐标转换结果通过串行通讯控制直线运动单元拖动探头移动至某通孔上方, 随后根据由用户设置的检测步长沿轴心方向检测磁场分布情况。

由于特斯拉计在工作过程中要求有一定的稳定时间, 因此系统采用了静止测量的检测方式, 即探头运动到每一个检测位置都要停下来并保持一定的时间间隔以保证特斯拉计输出信号的可靠性。系统主要通过低通滤波和均值滤波两种方式减小随机噪声对检测结果所带来的影响。同时, 系统针对测量数据对磁场分布情况进行分析, 并给出相应结果。磁场分布检测系统的界面如图5所示。

测量结束后, 系统将磁场分布测量数据、磁场分布曲线以及其他相关信息自动生成检测报告, 用户

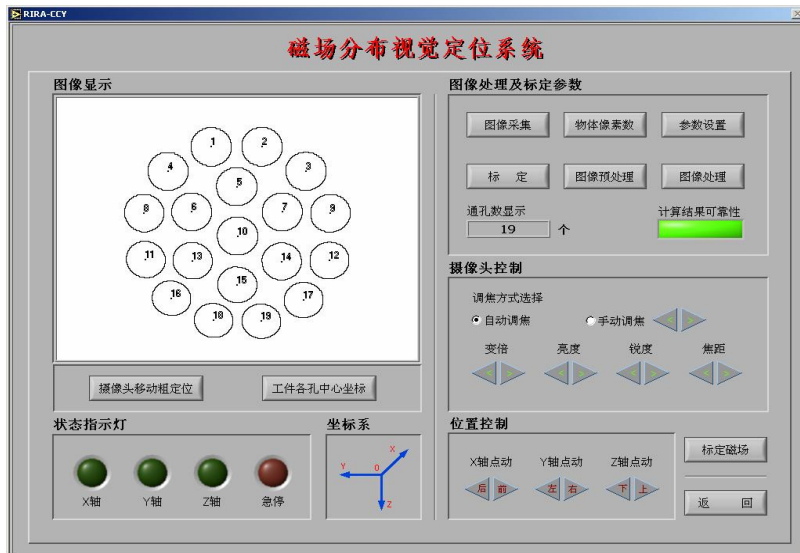


图4 磁场分布视觉定位系统界面

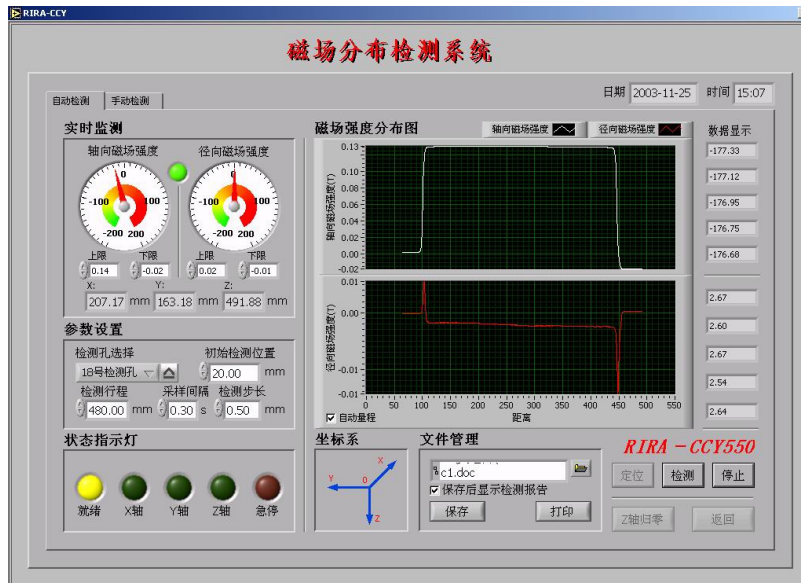


图5 磁场分布检测系统界面

可以根据自己的实际需要选择存储或打印功能。

## 结论

视觉定位磁场分布检测系统的开发过程和现场应用情况表明，本系统完全满足磁场分布检测工艺要求的各项内容，实现了快速、准确测试的需求。与传统的人工检测方法相比，本系统大幅度提高了雷达电子调速系统磁场分布的检测精度和检测效率、有效地保证了雷达电子调速系统的检测质量，同时也大大降低了工作人员的劳动强度和产品检测成本。

使用NI公司的LabVIEW及其提供的工具包和相关硬件产品，使本系统的开发周期明显缩短，同时还使产品测试的品质得以可靠保证。利用虚拟仪器技术开发自动测试系统，不但能够提高系统的自动化程度和可维护性，而且还具有结构灵活、开发成本低、开发周期短和功能扩展性强等优点。人机界面多样灵活、易于操作等特点与传统测试仪器相比也有着较大的优势。