

# 基于机器视觉的试验筛自动测量系统

□苏翼雄 廖文军 周波 陈晓冬

试验筛是符合某项标准规范的用于对颗粒物料作筛分粒度分析的筛具。它广泛应用于地质勘探、冶金、化工、建材、磨料等行业及科研院所进行的粒度分析和筛分试验。

以往的试验筛校准设备为游标卡尺、投影仪、工具显微镜等测量仪器,其特点是设备简单。但由于这些检测方式均依靠人眼进行观测、校准,所以速度较慢、准确度不高,且人眼容易疲劳。为此,本文设计了一个基于面阵CCD的机器视觉检测系统,将被检测的试验筛通过CCD相机成像,经图像处理提取其特性参数,实现试验筛的自动检测。

## 一、系统概述

基于CCD的试验筛自动校准系统的依据是JJF1175-2007《试验筛校准规范》,其中规定试验筛筛孔的基本尺寸为 $\omega$ ,任意网孔最大尺寸偏差为 $X$ 、平均尺寸偏差为 $Y$ 、中间偏差为 $Z$ 。根据要求,筛网网孔尺寸在极限尺寸 $(\omega+X)$ 到中间尺寸 $(\omega+Z)$ 之间的数量不得超过网孔

总数的6%。如果网孔总数少于50个,则不得超过3个。

系统结构如图1所示,由光源、支架、CCD相机、图像采集卡、计算机及打印机等辅助设备组成。

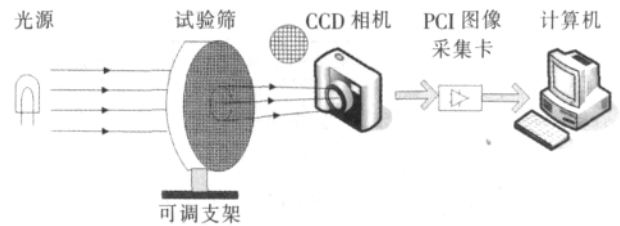


图1 试验筛自动检测系统结构示意图

系统采用柯拉照明方式,光源发出的光均匀地投射到待检测的试验筛上。安放试验筛的可调支架具有二维导轨,试验筛的位置可在二维平面内调整。CCD取得试验筛的图像后,图像采集卡将模拟图像信号转换为数字信号传送给计算机进行显示,计算机同时处理该图像数据,并提取试验筛的尺寸信息 $\omega'$ ,根据数据库中已知的 $\omega$ 、 $X$ 、 $Y$ 、 $Z$ 判断其是否合格。检测结果可以通过菜单实

## 五、建议

根据以上分析,笔者针对国内湿气计量技术的研究和标准的制、修订提出以下建议:

1.由于国家“十五”能源开发规划以及“西气东输”等重点工程的实施等都对天然气资源的合理开发与利用提出了更高的要求,而湿气计量技术又处于天然气开发的最前端,采用湿气计量可以避免在每个单井站均使用昂贵笨重的传统气液分离测量装置,并且对添加水合物抑制剂的确定等具有直接的参考价值。因此,我国的计量工作者及相关管理部门应充分意识到保障湿气计量准确、可靠的重要性。

2.通过近10年的努力,目前我国天然气单向流量的相关系列标准体系(国家标准或行业标准)已基本建立并与国际接轨,其技术水平与国际标准或国际先进标准一致。但上游湿气计量技术标准和规范还是空白,为了进一步提高湿气计量的准确性和可靠性,推进湿气计量技术的发展、编制湿气计量相应的技术规范或

技术建议的需求也越来越迫切。这对于进一步保证湿气计量的规范性、准确性和可靠性,更好地进行气藏控制和净化处理、输送管理,对企业节能降耗管理具有重要的意义。

3.积极跟踪国际湿气计量技术的最新动态和发展趋势,参与相关计量技术论坛研讨和国际标准的起草,开展湿气计量技术试验研究是推进我国湿气计量技术发展的一种有效手段。同时,也可为我国湿气计量技术标准的起草做好技术准备,最终与国际接轨,进一步完善我国的天然气计量标准体系。目前,中国石油天然气集团公司已着手开展这方面的实验研究准备工作。2008年,中国石油天然气集团公司已选派两名技术人员加入ISO TC193 SC3/WG2“湿气测量”工作组,为进一步推动我国湿气计量技术发展做好技术支撑。

作者单位【穆剑 中国石油天然气集团公司勘探与生产分公司、何敏 任佳 李大勇 中国石油天然气集团公司西南油气田分公司】

现查询和打印功能。

## 二、系统软件设计

图像采集卡将试验筛图像数据送入计算机后,图像的后续处理工作便全部交由软件来完成。软件是系统的核心部分,其作用是对图像数据进行各种处理,进而提取出试验筛网孔的尺寸,并根据JJF1175-2007判断试验筛的合格性。系统软件的功能如图2所示,包括定标、测量、打印、查询等。

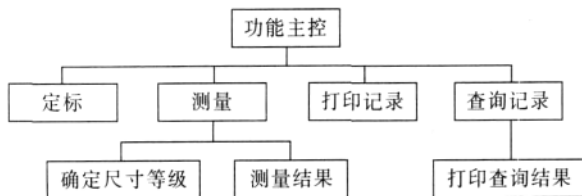


图2 软件功能

### 1.定标

定标的目的是获得图像中每个像素所代表的实际物理尺寸。通过对已知长度为 $L_1$ 的标准物(如标尺)成像,获得其在图像中对应的像素点数 $L_2$ ,就可以得到定标值 $m$ :

$$m=L_2/L_1$$

它是将物体在图像中的长度与实际物理尺寸联系起来的纽带。

### 2.测量

测量过程由确定筛网网孔尺寸等级和检测筛网合格性两部分组成。

为方便各种场合使用,软件实现了手动和自动两种模式确定筛网网孔尺寸等级。在手动模式下,用户可在列表中直接选择待试验筛网孔的基本尺寸;使用自动

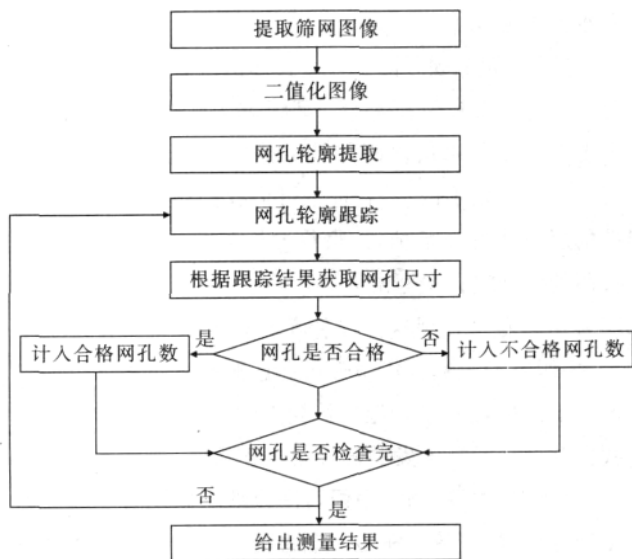


图3 检测流程

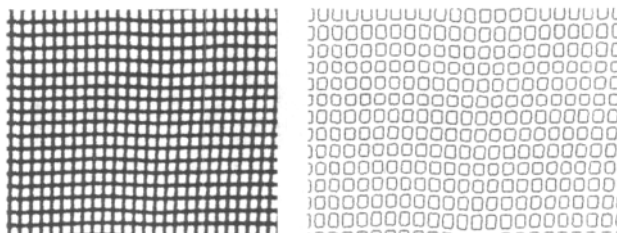


图4 二值化和轮廓提取后的图像

模式时,系统自动获取当前筛网图像,对其进行一系列处理后,取得多个网孔的尺寸,将其平均值与各尺寸等级相比较,取最接近该平均值的一个作为当前筛网网孔的基本尺寸。自动方式适用于多个不同尺寸等级的筛网交替检测的场合,省去了人工输入基本尺寸的过程,节省了时间,实现了自动化。

试验筛检测流程如图3所示。送入计算机的数据经畸变校正、二值化和轮廓提取,提取出全部筛网网孔的轮廓,如图4所示。轮廓跟踪用于获得网孔的尺寸,该尺寸按照JJF1175-2007的要求与基本尺寸进行比对,根据比对结果判断网孔合格与否。当图像中的所有网孔全部处理完毕,则根据JJF1175-2007给出测量结果。

### 3.查询和打印

为了方便用户对检测结果进行操作,系统中加入了以往记录的查询和打印功能,用户可以依据不同的查询条目(基本尺寸、任意网孔最大尺寸偏差、平均尺寸偏差、中间偏差、检测时间、送检方等)对记录进行分类查询并打印,也可以直接打印全部记录信息。

### 三、校准结果

使用本系统对1mm的筛网进行校准,测量不确定度为 $U=5\mu\text{m}(k=2)$ 。通过计算机的运行处理,可迅速得到测量网孔的最大尺寸偏差、平均尺寸偏差,并判断是否符合JJF1175-2007的要求,同时统计出网孔尺寸在最大尺寸和中间尺寸之间的网孔数量,整个过程计算机自动处理完成,无需检验人员参与。与常规靠人眼进行观测的检测方法相比,该系统在检测网孔数量、数据处理速度等方面具有明显优势。

### 四、结论

本文介绍了基于CCD的试验筛自动校准系统,结果证实了该系统的准确度和可行性。它的使用将筛网检测从人工转为自动,在提高准确度的同时提升了检测效率,降低了劳动强度,对计量技术的发展具有重要意义。

作者单位【苏翼雄 廖文军 周波 广西壮族自治区计量检测研究院、陈晓冬 天津大学精密仪器与光电子工程学院】