

文章编号: 1003-7837(2005)04-0048-03

# 应用机器视觉技术测量单晶铜线材的直径\*

吕文阁, 杜建辉, 刘建群

(广东工业大学机电工程学院, 广东 广州 510090)

**摘要:**单晶铜线材主要是采用拉模拉丝方式生产, 很难在生产现场实时测量其直径. 本文介绍了基于一种机器视觉技术设备来检测单晶铜线材直径的方法, 其直径由尺寸的像素数和尺寸与像素数之间的转换关系确定, 实现了对单晶铜线材直径的非接触测量.

**关键词:**机器视觉; 单晶铜线材; 直径尺寸

**中图分类号:** TF3      **文献标识码:** A

单晶铜线材主要是采用拉模拉丝方式生产, 在加工过程中需实时测量线材直径, 以及时调整生产设备. 刚刚拉拔出来的单晶铜线材的温度较高, 使用一般的接触式方法难以完成现场测量. 本文介绍了基于一种机器视觉技术设备来测量单晶铜线材直径的方法. 其原理是首先用 CCD 摄取单晶铜线材标准样品图像, 获得直径尺寸所对应的像素数, 确定尺寸和像素数之间的转换关系<sup>[1,2]</sup>. 在检测过程中, CCD 对单晶铜线材进行连续不断地高速摄像, 由直径尺寸所对应的像素数和尺寸与像素数之间的转换关系, 确定单晶铜线材的直径, 实现了对单晶铜线材尺寸的非接触测量.

## 1 系统组成

系统组成如图 1 所示. 系统使用 WATEC 公司的 WAT-902B B/W 摄像头. WAT-902B B/W 摄像头内部用 1/2" CCD 图像传感器, 采集图像的水平像元数为 768, 垂直像元数为 494, 水平分辨率为 8.4  $\mu\text{m}$ , 垂直分辨率为 9.8  $\mu\text{m}$ .

CCD 摄像头与计算机之间采用天敏 2000 视频捕捉卡连接. 为了减少照明的不均匀性, 提高测量精

度和抗干扰能力, 系统使用红色的平行光照明. 选择红色高亮度 LED 作为点光源, 将 LED 放置在凸透镜的焦点处, 通过凸透镜的折射作用产生平行光. 为了降低外界的干扰, 提高测量系统的稳定性, 使铜线材通过一个直径 80 mm, 长度 150 mm 的圆筒, 圆筒的内表面涂成黑色以加大目标与背景之间的反差. 检测窗口见图 2.

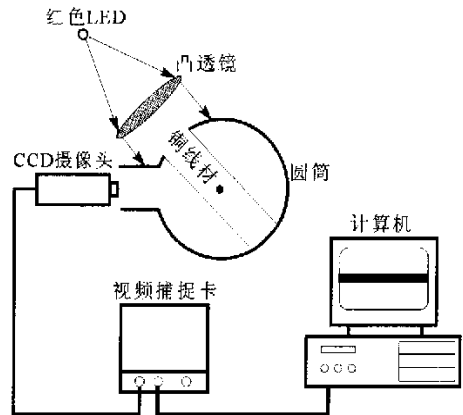


图 1 系统组成

Fig. 1 Constituent of system

收稿日期: 2005-03-23

\* 基金项目: 国家自然科学基金资助项目(10272033)

作者简介: 吕文阁(1966-), 男, 辽宁朝阳人, 副教授, 博士.

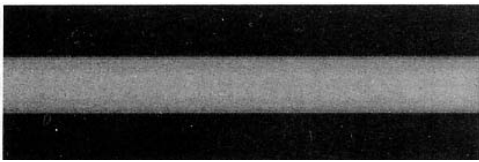


图 2 检测窗口

Fig.2 Measuring window

## 2 测量原理及方法

首先将多灰度转换成二值图像. 由于采用良好而稳定的照明, 检测中采用固定阈值. 经阈值分割后, 获得二值图像. 由于在本系统的分辨率条件下, 图像目标边缘区域至少占有 4 个以上像素, 需要处理边缘因素对测量精度的影响. 因此计算尺寸前需使用标准样品确定尺寸和像素数之间的转换关系<sup>[3,4]</sup>. 转换系数由式(1)给出

$$d = Kn \tag{1}$$

式中,  $d$ —测量尺寸,  $K$ —转换系数,  $n$ —测量像素数.

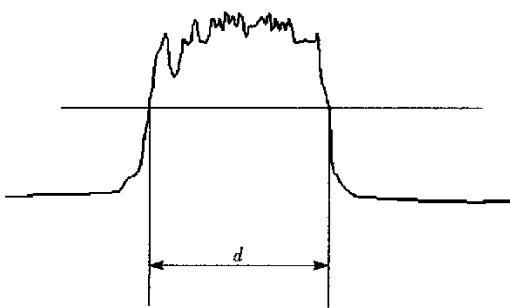


图 3 目标边缘灰度梯度变化

Fig.3 Variation of the grey scale gradient in object edge

分别对几种已知直径的线材进行测量, 数据列于表 1. 直径与像素数的关系如图 4 所示, 拟合结果表明符合正态分布. 由表 1 可以确定转换系数  $K = 0.00460$ .

使用本系统和千分尺测量同一段单晶铜线材的直径, 测量结果列于表 2. 由表 2 可见, 两者之间的绝对误差  $\leq 0.0025$  mm, 相对误差  $< 1\%$ , 本系统的测量精度较高.

表 1 标定数据

Table 1 Calibrated data

序号	直径 $d$ /mm	像素数 $n$ /个	转换系数 $K$ / (mm · 个)
1	0.252	47	0.00536
2	0.271	56	0.00483
3	0.294	69	0.00426
4	0.287	64	0.00448
5	0.276	61	0.00452
6	0.278	62	0.00448
7	0.284	66	0.00430
8	0.265	54	0.00491
9	0.290	68	0.00426

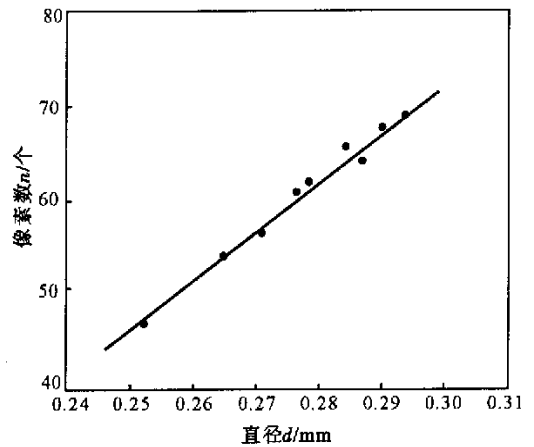


图 4 直径与像素数的关系及拟合结果

Fig.4 Fitting of the relationship between diameter dimensions and pixel numbers

表 2 测量结果对比

Table 2 Comparison of measuring dimensions

序号	千分尺测量值/mm	本系统测量值/mm	绝对误差 /mm	相对误差 /%
1	0.272	0.2698	-0.0022	0.801
2	0.268	0.2675	-0.0005	0.190
3	0.270	0.2703	-0.0003	0.111
4	0.274	0.2719	-0.0021	0.766
5	0.266	0.2684	0.0024	0.902
6	0.265	0.2675	0.0025	0.943
7	0.271	0.2698	-0.0012	0.442
8	0.274	0.2721	-0.0019	0.693

## 3 结 论

本文介绍了基于一种机器视觉技术设备来测量

单晶铜线材直径的方法。根据标准样品的直径所对应的像素数和尺寸与像素数之间的转换关系,由图像中单晶铜线材所占据的像素数确定线材的直径。测量结果表明,该方法达到了较高的测量精度。

#### 参考文献:

- [1] 王庆有. CCD 技术应用[M]. 天津:天津大学出版社, 1992.
- [2] 王化祥,徐英,李瑞,等. 漆包线计算机在线监测系统[J]. 自动化仪表,2000,21(2):31-32,46.
- [3] 陆勤. CCD在零件几何尺寸测量方面应用的研究[J]. 南昌航空工业学院学报,1998,12(4):74-77.
- [4] 陈岳林. CCD在线测量小尺寸的误差分析与校正[J]. 桂林电子工业学院学报,1998,18(9):49-52.
- [5] 陈乐,吕文阁,丁少华. 角点检测技术研究进展[J]. 自动化技术与应用,2005,24(5):1-4,8.
- [6] 吕文阁,刘建群,陈泽宇. 应用数字图象处理技术的物位测控系统的研究[J]. 机床与液压,2005,(11):106-107.

## Application of machine vision on measuring diameter size of single-crystal copper wire

LV Wen-ge, DU Jian-hui, LIU Jian-qun

(Faculty of Electronmechanical Engineering, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510090, China)

**Abstract:** The main manufacturing technique of single-crystal copper wire is drawn-bench by draw die, it is considerably difficult to measure the diameter size. In this paper, a method based on machine vision technology is introduced to measure the diameter size of single-crystal copper wire, the diameter size is determined according to the conversion relationship and the number of image pixels, and the non-contact measure method of diameter of single-crystal copper wire is realized.

**Key words:** machine vision; single-crystal copper wire; diameter