



计算机视觉控制系统在显象管灯丝二次绕线机中的应用

徐守义 齐容刚 于东刚 刘军 王承训

(大连理工大学电子系, 大连 116024)

摘 要

本文介绍一种基于图象处理和识别技术的计算机视觉控制系统。装有此系统的半自动化显象管灯丝二次绕线机,改造成全自动化的二次绕线机。这是机器视觉系统应用于工业生产的一个极好例子。

关键词: 显象管,灯丝,绕线机,计算机视觉。

一、引 言

经过一次绕线机加工后的显象管灯丝,是用直径0.02mm的钨丝,在直径为0.2mm的钼丝上绕成疏密相间的线圈。半自动化二次绕线机再将经一次绕线后的灯丝分切,把每个灯丝加工成如图1所示的形状,疏密线圈分界点之差(称为段差)不得大于0.3mm。使用半自动化的二次绕线机,操作人员必须通过显微镜观察很细的灯丝,手调灯丝到标志位置,再由成形刀加工成形。生产一个灯丝约需4秒钟(其中机械动作时间约用3秒钟),工人眼睛极易疲劳,产品质量不易保证。

目前国外使用基于精密机械手原理的显象管灯丝二次绕线机,虽然实现了灯丝二次绕线自动化,但由于存在机械累积误差,工作一段时间后需要调整。本文介绍的基于计算机视觉原理的全自动化显象管灯丝二次绕线机,前后两次独立识别灯丝位置,不存在累积误差,性能达到国际上同类设备的先进水平。

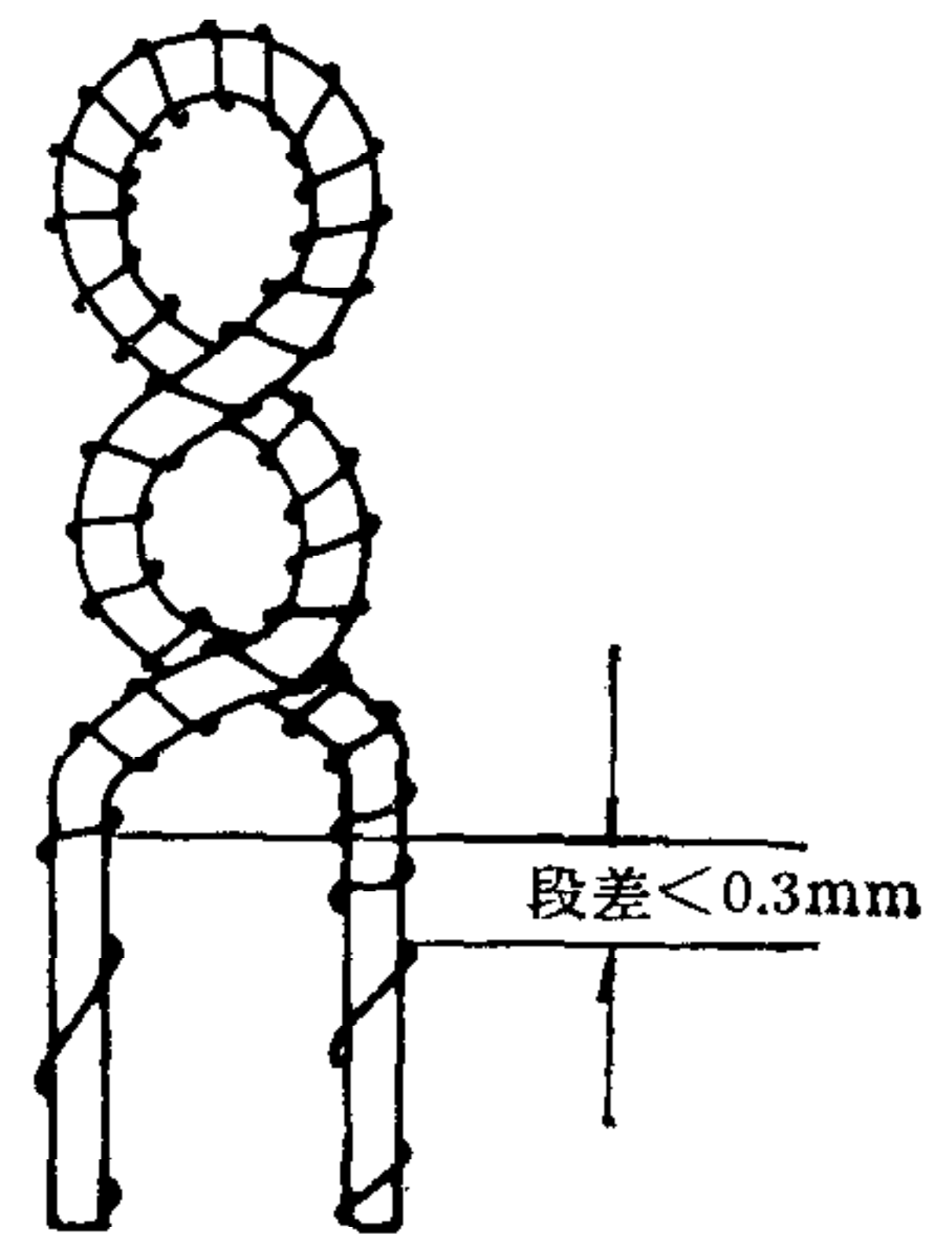


图1 两次绕线后的灯丝示意图

二、计算机视觉控制系统的基本原理

系统的原理框图如图2所示。经一次绕线后的显象管灯丝,在步进电机的驱动下,经

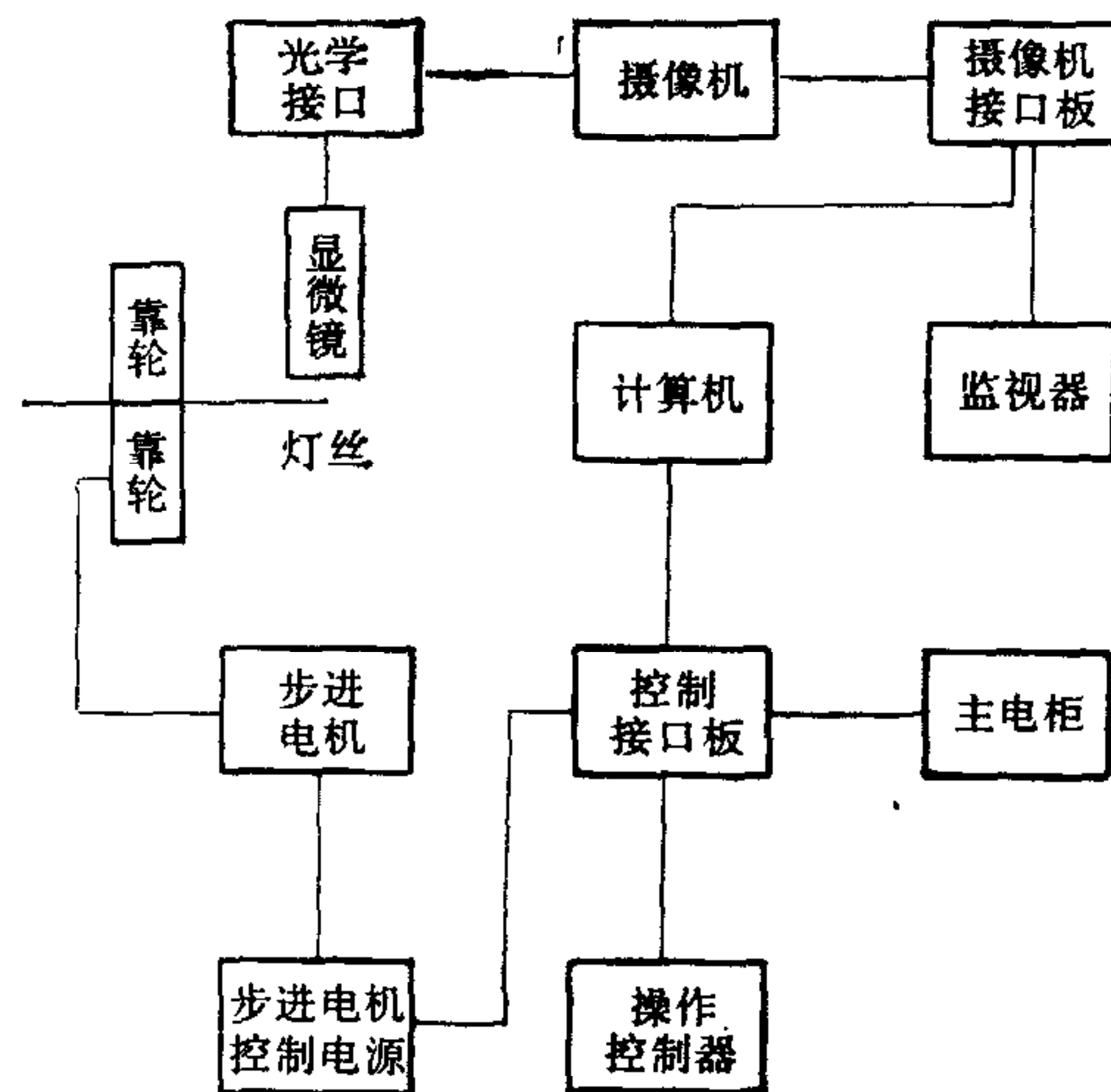


图2 系统的原理框图

靠轮进入显微镜视场。由显微镜放大,摄像机摄取灯丝图象,经图象板输入计算机。计算机作必要的处理和识别后,计算出疏密线圈分界点与标志位置的偏差。然后,计算机控制步进电机旋转,带动靠轮使灯丝前进或后退消除偏差,并发下刀成形信号使灯丝加工成形。之后,计算机再次通过步进电机驱动靠轮,将下一个灯丝送到显微镜视场内。如此周而复始自动地连续工作,更详细的工作原理见文献[1]。

三、灯丝图象处理和疏密线圈分界点的识别

1. 开窗及二值化处理

为满足实时要求,加快处理速度,采用开窗技术压缩数据量。在图象两端横坐标 $x = x_1$ 和 $x = x_2$ 处,垂直方向上搜索到正向灰度最大点坐标 y_{ld} 和 y_{rd} ,及反向灰度最大点坐标 y_{lu} 和 y_{ru} ,由此得到在 $x = x_1$ 和 $x = x_2$ 处的灯丝中心轴坐标为

$$y_{lm} = \frac{1}{2} (y_{ld} + y_{lu}), \quad (1)$$

$$y_{rm} = \frac{1}{2} (y_{rd} + y_{ru}), \quad (2)$$

从而得到条形窗口的上下边界为

$$y_u = \min(y_{lm}, y_{rm}) - b, \quad (3)$$

$$y_d = \max(y_{lm}, y_{rm}) + b, \quad (4)$$

常数 b 与所允许的灯丝倾斜度有关,并根据所需要的条形窗口宽度确定。

为克服由于照明不均匀而引起的图象畸变,采用了动态门限局域二值化方法,且二值化仅限于窗口内。二值化后的灯丝图象如图 3(a) 所示。

2. 形态学滤波处理

为有利于灯丝疏密线圈分界点的识别,对二值化图象进行数学形态学滤波处理^[2]。设

线圈密部的螺距为 n_1 个像素, 线圈疏部的螺距为 n_2 个像素, 且显著地 $n_2 > n_1$. 处理分两步进行:

1) 令 A 为二值化后的灯丝图象, 在 x 轴方向上选择彼此相距 n_1 个像素点的三个像素作为结构元素 B , 对 A 作开运算得

$$A_B = (A \ominus B) \oplus B, \quad (5)$$

如图 3(b) 所示的图象. 它删掉了线圈疏部的凸点处, 而保留了线圈密部的凸点处, 并可去掉线圈密部凸处和凹处的噪声干扰点.

2) 令经开运算后灯丝图象图 3(b) 为 A , 在 x 轴方向上选择 $2n_1 + 1$ 个像素点作为结构元素 B , 对 A 进行膨胀运算得

$$C = A \oplus B, \quad (6)$$

如图 3(c) 所示, 它填平了线圈密部的凹处. 基于这个图象, 就比较容易识别疏密线圈的分界点了.

机器正常工作时, 灯丝倾斜角很小, 且仅约 2 mm 长度的灯丝进入显微镜视场. 在实际运行中, 本文采用的形态学滤波方法, 当灯丝倾斜角小于 6.5 度时, 均可得到正确的结果. 故在滤波时, 不必考虑灯丝倾斜加以修正.

3. 疏密线圈分界点的识别和调整

经过预处理的灯丝图象, 只要根据直径大小, 就可以识别出疏密线圈的分界点了. 但考虑到疏密线圈部分的直径仅相差 4 个像素点, 易受噪声干扰. 为增加识别的准确性, 本文采用了“组直径”判别法, 即以连续测得的 5 个直径之和大于某一门限为判据. 若“组直径”大于门限, 判为密线圈段, 反之判为疏线圈段. 为识别疏密线圈分界点, 采用了二对分搜索技术. 先从图象两端开始, 进行“粗搜索”. 大约经过 4 次搜索即可初步确定分界点. 然后, 再以“粗搜索”所得结果为依据, 进行“细搜索”. 具体做法是从“粗搜索”所得分界点向右逐点扫描 20 条线, 找到每次所得“组直径”与其左边相距 10 个像素点处的“组直径”之差为最大的“组直径”处, 即为“细搜索”所得疏密线圈分界点的精确位置.

找到疏密线圈分界点后, 即可计算出该分界点与标志点的坐标差, 坐标差的正负决定一次绕线的调整方向(前进或后退). 从而确定步进电机的调整步数为

$$N = K \times |\text{坐标差}|, \quad (7)$$

K 为适当选取的比例因子, 与系统结构有关. 然后, 步进电机再以给定步数将灯丝馈送到显微镜的视场内, 对下一个灯丝进行处理和识别.

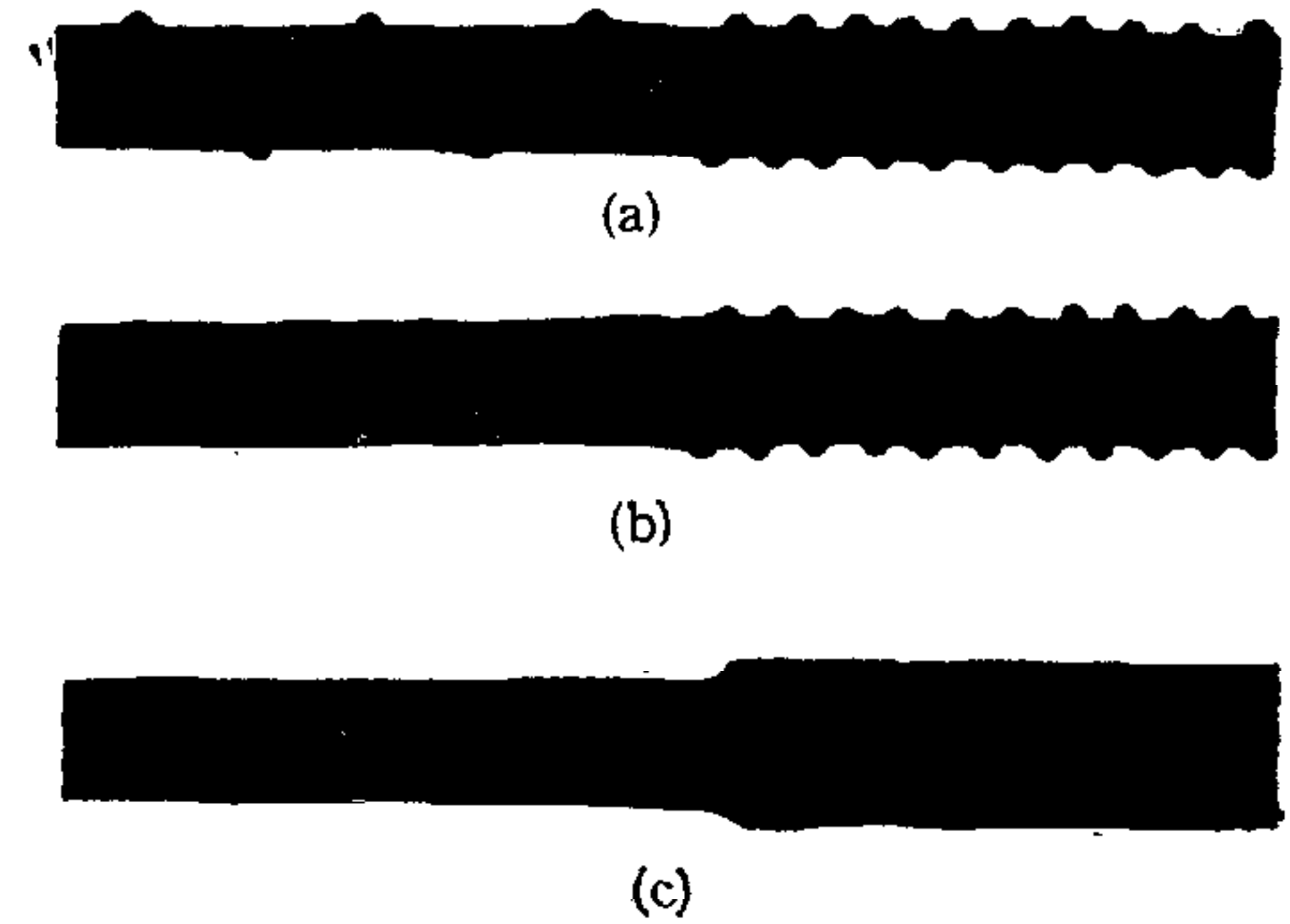


图 3: 灯丝图象形态学处理示意图

四、生产运行结果

具有计算机视觉控制系统的全自动化显象管灯丝二次绕线机, 自一九九〇年四月已先后有两台投入生产运行. 系统稳定可靠, 生产中无需操作人员参与, 不仅解除了操作人员的繁重劳动, 而且产品质量得到了保证. 生产的灯丝段差合格率 99% 以上, 灯丝合格

率由 90% 提高到 96% 以上,质量达到国际同类产品的先进水平。

参 考 文 献

- [1] 于东刚等,显象管灯丝二次绕线机视觉监控系统,大连理工大学学报,32(1992),(5),590—594.
[2] 吴健康,数字图象分析,人民邮电出版社,北京,1989.

APPLICATION OF COMPUTER VISION CONTROL SYSTEM TO THE SECOND COIL WINDER MAKING KINESCOPE FILAMENT

XU SHOUYI QI RONGGANG YU DONGGANG LIU JUN WANG CHENGXUN

(Dept. of Electronic Engineering, Dalian University of Technology, Dalian 116024)

ABSTRACT

In this paper the computer vision control system, based on the principle of image processing and recognition, is introduced. With the system, semi-automatic second coil winder making kinescope filament is reformed into a full-automatic one. It is an excellent example of the application of machine vision to industrial production.

Key words : Kinescope, filament, winder, computer vision.