

线阵 CCD 测量技术及其在马钢连轧坯测量中的应用

邵德奇 王 伟

(马 鞍山 钢铁 股份 有限 公司 钢铁 研究 所 马 鞍山 243000)

摘要 论述线阵 CCD 技术及其在几何尺寸测量中的应用, 对线阵 CCD 的特点和信号的处理方法给予较为详细的论述。特别是 CCD 信号的二值化问题, 提出自己的实现方法。并结合这一技术在马钢初轧厂连轧坯测长和配尺应用的实例, 进一步论述这一技术在大尺寸测量中的具体应用。

关键词 电荷耦合器件 二值化

1 概 述

CCD(Charge Coupled Device) 即电荷耦合器件是一种新型的固体成像器件, 它是在大规模硅集成电路工艺基础上研制而成的模拟集成电子芯片, 它既具有光电转换的功能, 又具有信号电荷的存储、转移和读出的功能。

CCD 从结构上讲, 可分为面阵 CCD 和线阵 CCD。目前, 在绝大多数领域里面阵 CCD 已取代了普通的光导摄像管。面阵 CCD 主机用于图像记录、储存等方面, 线阵 CCD 主要用于产品外部尺寸的非接触检测、控制和分类、产品表面质量评定、自动化及机器人视觉中的精确定位等。本文主要讨论线阵 CCD 技术及其在几何尺寸测量中的应用。

2 线阵 CCD 技术及数据处理方法

近十年来, 各种线阵 CCD 测量系统大量出现, 并迅速应用于各个工业部门, 这是一项重大的技术突破。由于 CCD 传感器具有自扫描、高灵敏、低噪声、长寿命、低功耗和高可靠等优点。因而一直受到人们的高度重视, 发展十分迅速。CCD 的像元尺寸小, 几何精度高, 配置适当的

光学系统,可以获得很高的空间分辨率,特别适用于各种精密图像传感器和无接触工件尺寸的在线检测。由于 CCD 是以时间积分方式工作的,光积分时间可以在很宽的范围内调节,因而使用方便灵活,适应性强。CCD 输出信号易于数字化处理,容易与计算机连接组成实时自动化测量控制系统,便于扩大应用功能和使用范围。这些优点使线阵 CCD 摄像系统具有广泛的应用前景。

线阵 CCD 测量系统主要由光源、线阵 CCD 摄像机、采样接口板、计算机显示和打印系统组成,其原理框图如图1所示。

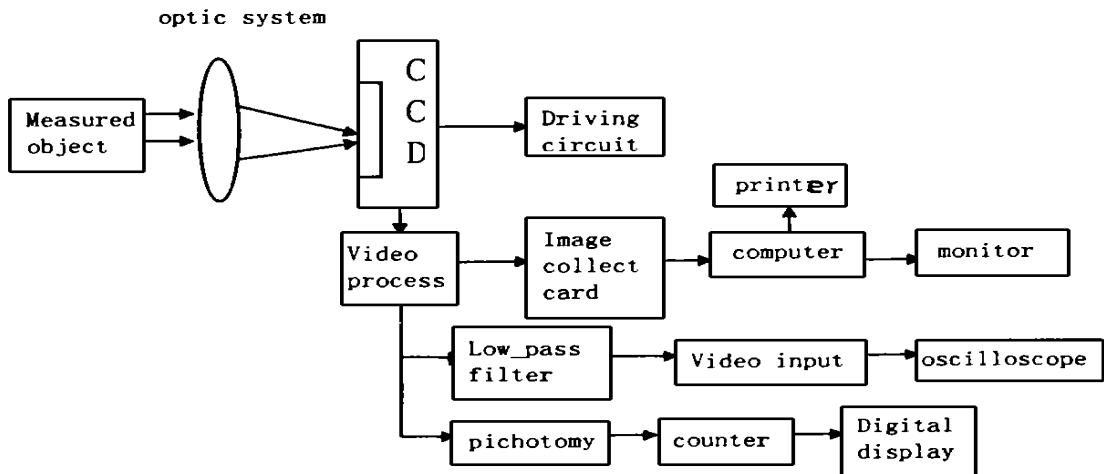


Fig. 1 The principle of line array CCD measure system

在图1中, CCD 输出的信号比较特殊, CCD 载运的采样信号就其振幅来讲是模拟信号,其振幅反映为信号电荷包或感测电压的大小,它们都是模拟量,信号输入和感测过程中的非线性以及信号转移过程中的损失,都说明了 CCD 作为模拟元件的特点。但是,在时间关系上,这些信号受精确、稳定的时钟脉冲控制,因而又类似于数字移位寄存器。这就是说 CCD 信号既有模拟性又有数字性^[1]。因而对 CCD 信号的处理就具有其特殊性。我们这里主要讨论线阵 CCD 信号在几何尺寸测量中的应用。其关键是如何将 CCD 信号二值化的问题。

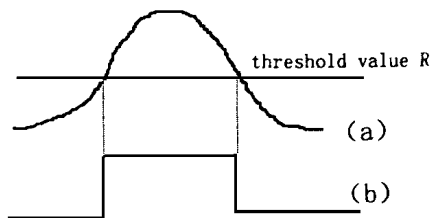


Fig. 2 The simple dichotomy diagrammatic sketch of CCD signal

目前,我们处理的方法主要有以下几种:

方法1 根据经验和反复实验选择合适的阈值电平,使 CCD 的信号输出二值化。过程如图2所示。

(a)图是 CCD 输出的信号,经阈值电平 R 二值化后得(b)图的方波。

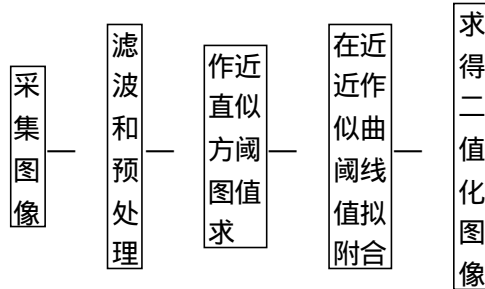
在(b)图中用计数器统计 '1' 的个数,即可得到感光像素的个数,这种方法比较简单,也比较常用。

方法2 用直方图法求阈值电平,使 CCD 输出图像二值化。首先用图像采集卡对被测对象

进行采集,经滤波处理后得到一帧图像的数据,再作出这帧图像的直方图,从直方图上可找出合适的域值电平。我们知道在线阵 CCD 信号上升沿或下降沿处像素的个数最少,因此,可找出此处对应的像素值,作为阈值电平。再用方法1进行二值化处理。

方法3 用数据拟合求拐点的方法使图像二值化。首先,通过图像采集卡采集几帧数据,经过滤波处理后,用方法2粗略得到上升沿或下降沿的大概位置,再将该位置前后的若干个数据按某一曲线拟合,并对拟合曲线求出拐点的位置,这一拐点的位置即为阈值电平。再按方法1完成二值化处理。

二值化处理过程是:



3 线阵 CCD 技术在马钢初轧厂钢坯测长的配尺中的应用

在马钢初轧厂被测对象为 130×130 连轧坯,这种坯的总长在 $30 \sim 40\text{m}$ 之间,温度在 1000 左右。要求实时测量出总长,再用计算机实时对此进行最佳配尺并指导剪切。此外,还要记录剪切后的段长结果。针对上述要求,我们采用图3所示的测量方案。

图中: k_1 和 k_2 是两组光电开关, CCD1 用来测量钢坯的总长, CCD2 用来测量钢坯的段长,当钢坯切头后碰到光电开关 k_1 时,用 CCD1 相机测出钢坯的尾部长为 x_0 。假设 k_1 到 CCD1 相机测量视场的左边缘为 L_0 ,则总长为 $L_0 + x_0$ 。测出总长后,经过计算机配尺后,由 CCD2 控制剪切长度,通过 CCD2 测出段长,当钢坯的头部碰上 k_2 时, CCD2 开始测量。假设 CCD2 测出的长度为 x_1 , k_2 和剪口之间的距离为 L_1 ,则段长即为 $L_1 + x_1$,段长是在线实时测量、实时显示的。当段长满足配尺长度时,控制剪刀进行剪切,并记录剪切下来段长的长度。

实现上述思想的计算机控制模块如图4所示。

测量 x_0, x_1 , 的过程是这样的:

由于测量对象为热轧钢坯,温度在 1000 左右,本身就是一个发光体。因此测量对象无需

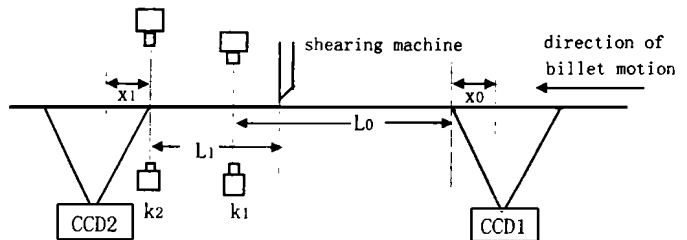


Fig. 3 The diagrammatic sketch of measurement and size allocation system for Maanshan Iron and Steel Corp

外用光源照明, 光电开关采用主动式工作, 当钢坯运行挡住光电开发射的信号, 光电开关信号就通过测量控制板产生外部中断信号, 向计算机申请外部中断, 控制 CCD 摄像机进行数据采集, 对采集结果进行滤波后, 再按前述的方法进行二值化处理, 并进行一系列的标定、处理, 即可得到被测钢坯的长度。

标定的过程是这样的, 先把一个已知尺寸为 L_p 的标准模块放在被测目标位置, 然后通过计数脉冲, 得到该模块的像所占有的 CCD 像元数 N_p , 由此可得到系统的脉冲当量值 $K = L_p/N_p$, 然后再对被测目标进行测量, 测出对应的脉冲计数 N_x , 由下式可计算出 $L_x = KN_x$ 。

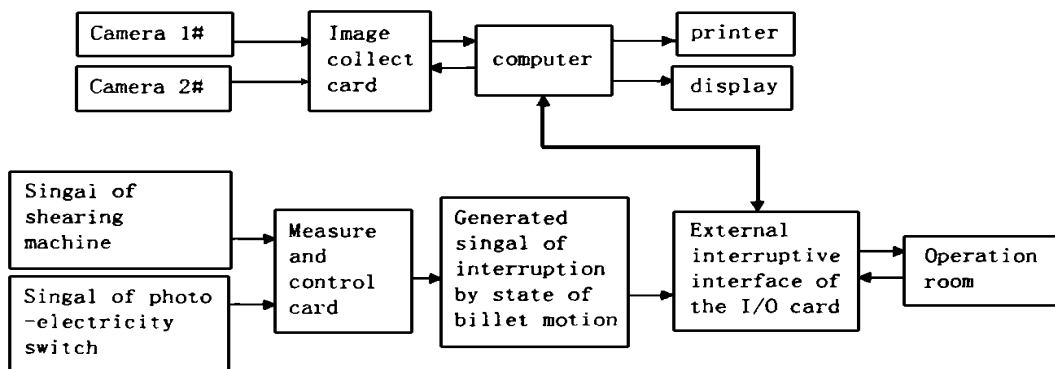


Fig. 4 The control sketch of CCD measurement and size allocation system for Maanshan Iron and Steel Corp.

为了去掉系统误差, 可以采用二次标定法, 来确定系统的脉冲当量值 K , 实验表明, 被测物体的实际尺寸 L_x 和对应的像元脉冲数 N_x 间满足下列关系, 即:

$$L_x = KN_x + b$$

b 就是测量中的系统误差, 通过两次标定就可以确定 K 和 b 值。其方法是先在被测位置上放一已知尺寸为 L_1 的标准块。通过计数电路得到相应的脉冲数 N_1 , 当得到被测尺寸 L_x 所对应的脉冲 N_x 时, 经过运算可推出

$$L_x = K(N_x - N_1) + L_1$$

采用二次标定法可消除系统误差对测量精度的影响。因而普遍适用于一般工业测量系统。

通过上述方法测出 X_0 和 X_1 后, 即可得到被测钢坯的总长和各段长。目前这一系统实验室工作已全部完成, 室内运行结果良好, 已进入初轧现场阶段, 有望近期投入生产运行。

参 考 文 献

- 1 王以铭著, 电荷耦合器件原理与应用. 北京: 科学出版社, 1987
- 2 蔡文贵等著, CCD 技术及应用. 北京: 电子工业出版社, 1992

Line Array CCD Measure Technology and Application in Continuous Roolled Base Measure of Maanshan Iron and Steel Corp.

SHAO De-Qi, WANG Wei

(Iron and Steel Research Institute of Maanshan

Iron and Steel Corp, Auhui Maanshan 243000)

Abstract

This paper discusses the line array CCD technology and the application in geometric measure, and discusses characteristic of the line array CCD and the method of signal process. The paper puts forward the practical method of the CCD signal dichotomy. Combining the CCD technology with the application of measurement and size allocation for Maanshan Iron and Steel Corp., it discusses the practical application of this technology in big size measurement.

Key words: CCD(Charge Coupled Devices), Dichotomy

邵德奇 男, 1965年生, 1992年中国科学院长春光机所硕士研究生毕业, 现从事光电信号处理。