

# 一种新型视频判读方法的辨析与探讨

李清军 金新一

(中国科学院长春光学精密机械研究所, 长春130022)

**摘要** 利用录像和视频处理技术以及单片机原理,设计了一种新型智能判读系统,提出了一种新型的判读方法,即通过录像测量靶场光测仪器脱靶量的先进方法(简称视频判读)。它把电视实时测量和事后判读的优点结合起来,代替了当前通用的胶片半自动判读仪。新型判读方法的研究成功,是胶片半自动判读的重要补充和发展,提高了靶场光电测量的效率,改变了靶场数据处理的面貌,推动电视测量的发展及新一代光电自动经纬仪的诞生。

**关键词:** 视频判读; 数据处理; 脱靶量

## 1 引言

靶场电影经纬仪自诞生起,就一直沿用摄影测量、半自动事后判读的传统测量方式,从洗印到大量数据处理,工作人员负担非常繁重。随着 CCD 图像传感器和视频图像处理技术的发展,电视实时测量和精密跟踪已成为靶场光测仪器的一个重要的测量手段。目前,电视实时测量的发展水平,尚不能满足各种复杂条件下自动跟踪测量的要求。例如在低对比或复杂背景下,电视实时测量的精度和可靠性还不如事后处理高。针对这种情况,本文提出了一种新型判读方法,即通过录像测量靶场光测仪器脱靶量的先进方法,简称视频判读。它把电视实时测量和事后判读的优点结合起来,以代替当前通用的胶片半自动判读仪,解除因判读大量胶片带来的沉重负担。通过实况录像用半自动判读方式来补充电视自动测量不满足使用要求的部份。

所谓判读,是经纬仪测量结果的事后处理。视频判读,是应用磁记录技术,把电视经纬仪的测量结果记录在录像磁带上;事后,重放录像,编辑测量结果,找到测量不准确区段,用一判读十字丝来标定目标中心(或特征点),计算机根据主光学十字丝到目标中心(或特征点)距离,计算出脱靶量。若有没有跟踪上目标的一帧或几帧图像的情况,计算机利用插值技术计算脱靶量。

用图1具体描述视频判读的过程。

视频判读系统是应用微机控制的全新智能系统,与传统摄影判读相比,具有以下特点:

(1) 判读方便直观,精度高。应用现代录像技术和微电子技术发展新成果,直接在监视器上完成判决,所以判读起来方便直观,并能使系统的判读精度指标达到0.03~0.05mm。

(2) 数据处理速度快。用8098CPU作主控芯片,其晶振频率可达12MHz。同时,8098CPU可进行8位、16位、甚至32位的加减乘除等运算,用它计算判读脱靶量,速度是很快。

(3) 控制功能强,操纵灵活。有连接录像机、经纬仪、计算机之间的专用I/O接口,来模拟系统的控制指令,灵活控制系统采样、编辑、判读等功能。

另外,成功实现8098CPU与鼠标器(操纵杆)之间快速串行通讯,可方便灵活地操纵判读十字丝满视场自由移动,借以选择判读基准点。

(4) 可连续判读。

目前,关于这方面的研究,国内没有资料可寻,国外也未见报导,并且,其适用性强,发展前景远大。

## 2 原理分析

**操纵控制原理:**高级录放像机一般都采用微处理器来对指令、伺服和定时系统进行控制。它一方面扫描自身的电键矩阵,一方面接收外面的输入命令,本文就是利用微处理器之间相互通讯的原理来实现的。在文章中设计有控制接口,单片机通过控制接口向录放像机发送各种工作状态的控制指令,控制录放像机快进、快退、放像、录像、有级变速(Shuttle)、无级变速(Jog)、搜索等动作。

**编辑原理:**编辑过程是把磁带上的测量不准确区段的入点及出点时间记录下来,以保证判读过程中快速搜索。录像机是采用时间码编辑原理记录信息的。具体如下:磁带上记录的每帧信息都分别对应一个地址信号,该地址信号用时间(XX小时XX分XX秒XX帧)表示,这种地址信号被转换成二进制数字信号后记录在一条专用的纵向地址磁迹上或插入视频信号场消隐间隔内。由于磁头旋转,即使录像机处于静像状态(磁带速度为0),根据电磁感应原理,磁头仍能拾起帧时间码信号,并且带速对拾起的信号幅度没有影响。

**判读原理:**判读是为了把测量不准确的结果修正于趋向正确。在编辑时,把入点和出点的帧时间码记录下来,放像时,一边放像,一边查询是否放像到编辑出入点,若到,就暂停等待判读。

判读有两种方式,单帧判读和连续判读。综合各种情况看,需要判读的有两种情况:一个是有测量结果,但结果不准确;另一个是经纬仪测量时,目标丢失一帧或几帧。下面具体探讨这两

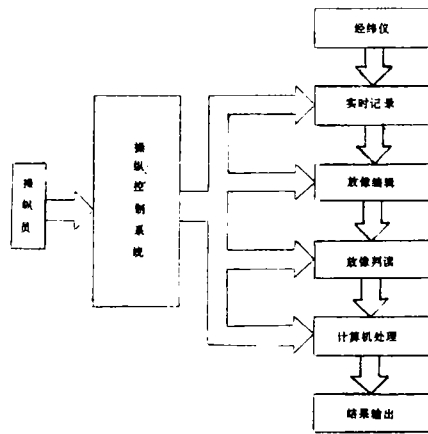


图1 工作过程框图

种情况下的判读实现。

### 2.1 有测量结果,但结果不准确。

在测量过程中由于特殊情况(例如大目标),使测量结果不准确。假设图2是一帧测量不准确图像,图中阴影部份为跟踪目标, $B$ 点为光学十字中心, $A$ 点为目标的中心(或特征点)。

本来,跟踪十字丝应该标定于 $A$ 点,但由于干扰,没有跟踪在 $A$ 点。判读时,把 $B$ 点作为坐标原点来选定笛卡尔坐标系,移动光标,标定 $A$ 点,根据移动操纵杆(鼠标)位移量值,计算 $A$ 点坐标为 $(X,Y)$ ,这样 $A$ 点判读结果就已知了。

### 2.2 在特殊情况下,跟踪目标丢失。

由于干扰,目标丢失几帧,我们可用插值方法把丢失目标的脱靶量计算出来。

假设目标在同一平面上运动,已知在测量过程 $n$ 帧脱靶量,而求丢失一帧即第 $n+1$ 帧情况下的脱靶量,把脱靶量 $X,Y$ 写成以帧为变量的函数:

$$\left. \begin{aligned} x &= a_1 + a_2t + a_3t^2 + \dots + a_nt^{n-1} \\ y &= b_1 + b_2t + b_3t^2 + \dots + b_nt^{n-1} \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

其中:

$t$  代表帧参变量, $a,b$  为变量系数。

设已知 $n$ 点脱靶量坐标值为 $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ 则由方程组(1)可得方程组(2)。

$$\left. \begin{aligned} x_1 &= a_1 + a_2t_1 + a_3t_1^2 + \dots + a_nt_1^{n-1} \\ x_2 &= a_1 + a_2t_2 + a_3t_2^2 + \dots + a_nt_2^{n-1} \\ &\vdots \\ x_n &= a_1 + a_2t_n + a_3t_n^2 + \dots + a_nt_n^{n-1} \\ y_1 &= b_1 + b_2t_1 + b_3t_1^2 + \dots + b_nt_1^{n-1} \\ y_2 &= b_1 + b_2t_2 + b_3t_2^2 + \dots + b_nt_2^{n-1} \\ &\vdots \\ y_n &= b_1 + b_2t_n + b_3t_n^2 + \dots + b_nt_n^{n-1} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

变成矩阵方程(3)。

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} 1 & t_1 \cdots t_1^{n-1} \\ 1 & t_2 \cdots t_2^{n-1} \\ \vdots & \vdots \\ 1 & t_n \cdots t_n^{n-1} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_n \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} 1 & t_1 \cdots t_1^{n-1} \\ 1 & t_2 \cdots t_2^{n-1} \\ \vdots & \vdots \\ 1 & t_n \cdots t_n^{n-1} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \vdots \\ b_n \end{bmatrix} \end{aligned} \quad (3)$$

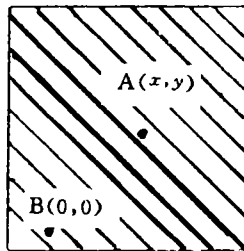


图2 一帧测量结果的图像

当  $X_i, Y_i$  互异时, 矩阵方程组的解存在且唯一, 这说明  $n+1$  个点的  $n$  次插值多项式存在而且唯一。

由矩阵方程(3)可求解系数矩阵  $a, b$

$$\begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \cdot \\ a_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & t_1 \cdots t_1^{n-1} \\ 1 & t_2 \cdots t_2^{n-1} \\ \cdot & \cdot \\ 1 & t_n \cdots t_n^{n-1} \end{bmatrix} (x_1, x_2, \cdots, x_n)^T$$

$$\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ \cdot \\ b_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & t_1 \cdots t_1^{n-1} \\ 1 & t_2 \cdots t_2^{n-1} \\ \cdot & \cdot \\ 1 & t_n \cdots t_n^{n-1} \end{bmatrix} (y_1, y_2, \cdots, y_n)^T$$

$a, b$  值求出后, 方程(1)就成为已知系数的参变量方程组, 变成矩阵方式为:

$$x = (1 \quad t \cdots t^{n-1})a$$

$$y = (1 \quad t \cdots t^{n-1})b$$

其中  $y = (y_1, y_2, \cdots, y_n), x = (x_1, x_2, \cdots, x_n)$

$$a = (a_1, a_2, \cdots, a_n), b = (b_1, b_2, \cdots, b_n)$$

当然, 上述是缺一帧情况, 同样, 无论缺几帧的情况, 都用这种插值方法来计算, 效果是一样的。

### 3 结构分析

视频判读系统的结构框图如图3

这里具体解释操纵控制系统。它是由操纵控制器和搜索盘组成的, 能产生控制录放像机的录放、搜索、编辑等判读指令的操纵控制系统。

操纵控制器是由一套模拟键盘组成, 包括记录、发送、编辑、判读、放像、暂停、快退、快进、入点、出点、退1、进1、退带、修改、键入等按键组成。

搜索盘是用来控制录像机走带速度和方向。

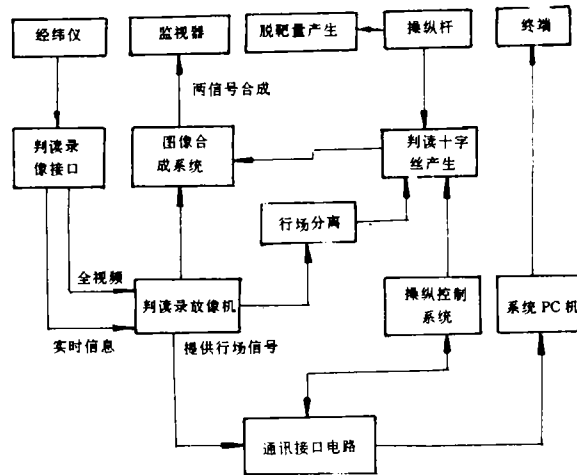


图3 系统结构框图

## 4 串行通讯

视频判读系统中,单片机与经纬仪、单片机与录像机、单片机与PC机及鼠标(操纵杆)之间都采用了串行通讯方式。由于8098单片机串行口的输入输出为TTL电平,高电平为3.8V—5V,低电平为0.3V左右,它的传输距离只能在1.5m左右,并且抗干扰性较差,故为了提高串行通讯的可靠性,采用RS—232接口电路和RS—422接口电路,因为标准串行接口的电气特性都有满足可靠传输时的最大通信速度和传递距离等指标。

### 4.1 RS—232接口介绍

EIA(Electronic Industries Association) RS—232是异步串行通信中应用最广的标准总线,它包括了按位串行传输的电气和机械方面的规定。适用于数据终端设备(DTE)与数据通信设备(DCE)之间的接口。由于发送器与接收器之间具有公共信号地,因此共模噪声会耦合到信号系统中,这是迫使RS—232使用较高传输电压主要原因。通常RS—232接口的通信速度可达20kb/s,最大传送距离可达15m,RS—232电气的逻辑电平规定:逻辑0电平规定为+5~+15V之间,逻辑1电平规定为-5~-15V之间。

### 4.2 RS—422接口介绍

RS—422标准是平衡方式的。在平衡方式中传送一个信号要用两条线,如图4中AA'BB'。AA'线电平比BB'电平低于-2V时表示逻辑“1”,AA'线电平比BB'线电平高于+2V时表示逻辑“0”。由于采用了双线传输,抗共模干扰的能力增强了,传输的距离和速度都相应地提高了。例如,在10m距离时,其速度可达10Mbps,距离增长为1000m时,仍可达到100kbps。

## 5 系统精度分析

做一项实验,其计算值或观测值与真值之间有一定的偏差,把这种偏差称为误差。误差有两种:系统误差和随机误差。

系统误差是由于设备标定不准或者观察者的偏倚引起的反复出现的误差,可以对数据进行校正或对由这些误差造成的不确定度进行估计。

随机误差是观测值的涨落,减小随机误差的方法主要依靠改进实验方法和改革测量技术。

根据实践得知,录像机的质量是引起判读误差的重要因素,其次是对正误差。

### 5.1 录像机录放综合误差。

设经纬仪的靶面尺寸为2/3寸,即 $8.8 \times 6.6\text{mm}^2$ ,而录像机造成的录放误差综合反映在录放分辨率上,一般录放像机的分辨率为300电视行,则录放综合误差为:

$$\delta_1 = 8.8/300 = 0.029\text{mm}$$

### 5.2 判读对正误差。

由于主光学十字丝中心(零点)的标定是靠操作手移动判读十字丝来标定的。由经验得知,

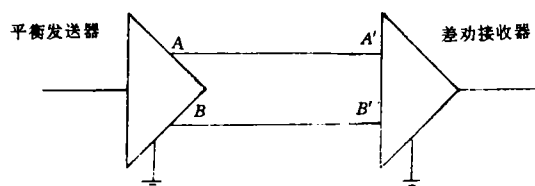


图4 RS—422接口方式

三次标定的均方根值为一个像元,系统透镜的焦距为1m,CCD像元尺寸为 $11 \times 13 \mu\text{m}^2$ ,则零点标定误差均方根值为:

$$\delta_2 = 0.013\text{mm}$$

因为采用的 CCD 摄像机为2/3寸,对角线为11mm,与14寸监视器比较图像放大32倍,则判读对正误差:

$$\delta_3 = 0.013 \times 32 = 0.416\text{mm}$$

综合考虑其它情况,视频判读的综合判读精度可达到0.03~0.05mm。

## 6 展望与应用

根据实验充分证明本文所论述的视频判读方法的可行性。它能快速准确的判读电视测量结果,而且通过零点和分辨率的标定,可以消除由于录放误差和磁带变化使原视频图像产生变化而带来的系统误差,提高判读精度。同时为我们提供了继续研究的方向,随着科学技术水平的提高,视频判读系统的性能和精度将进一步提高。

随着发展,CCD像元数逐渐增多,分辨率也越来越高。现代计算机向着速度快,存贮量大的方向发展。故此,不远的将来如像元插值等高精度的判读是可以实现的,其速度将更快,精度更高。

现在数字图像处理系统从以计算机为中心的设计方案,向以外存储器为中心的方案发展。采用图像存储器来存储图像信息或在计算机外,设计一个起缓冲作用的帧存储器可以快速处理丰富的 CCD 视频信息。数字信号处理的方法越来越先进,如 FFT 等算法也愈来愈多。现在数字信号处理从软件方式向硬件固化方式发展,这样,其处理速度逐渐提高,使视频实时处理成为可能。这些都对视频判读系统的发展起促进作用。

随着图像处理技术和模式识别技术水平的日益提高,视频判读系统的功能也益多,益全新。以后的视频判读系统,不仅能对单一目标情况下的测量结果进行判读,亦可对复杂背景,多目标等情况下的测量结果,进行自动判读。

视频判读仪不仅仅能对经纬仪测量结果进行判读,它也可应用于体育运动、精密机械、生物工程等运动分析领域,如在体育运动中,分析运动员身体素质,设计适合于运动员的最佳训练方法和方式,测量运动员潜能的发挥等。因此视频判读系统应用范围广、前景远大。本系统的研究成功,为推动光电经纬仪的发展,具有现实而深远意义。

### 参 考 文 献

- [1]徐萃薇编,计算方法引论.北京:高等教育出版社
- [2]王庆有,孙学珠主编,CCD应用技术.天津大学出版社
- [3]周明德,白晓笛,田开亮编著,微型计算机接口电路及应用.清华大学出版社
- [4]〔英〕约瑟夫·弗·鲁宾逊著,磁带录像—理论实践—,国防工业出版社
- [5]木村英纪著,デジタル信号处理と制御.昭晃堂株式会社
- [6]远峰达郎/高野政道共著,テレビジョン受像机—原理から实际回路まで—.启学出版社

## Analysis and Search of method for a New type of Video Recording Tape Reading

Li Qingjun, Jin Xinyi

(*Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics,*  
*Chinese Academy of Sciences, Changchun 130022*)

### Abstract

A new kind of intelligent recording tape reading system was designed by using advantage of recording and video processing technology as well as single-chip microprocessor principle, advanced a new kind of reading method to measure the quantity of missing a target of range's optical measurement through real-time recording. This method combine the advantage of TV-measurement with reading after the event to replace the current film semiautomatic reading. The success of this new kind reading's study is important complement and development for film semiautomatic reading. It promoted the efficiency of range's optical-electrical measurement, changed the face of range's data processing, forwarded development of TV-measurement and emergence of a new generation of optical-electrical automatic theodoliteo.

**Key words:** Video recording tape reading, Data processing, The quantity of missing a target