

# 电气控制与信息处理九十年代 在长春光机所的发展

于前洋 邢忠宝

(中国科学院长春光学精密机械研究所, 长春 130022)

**摘要** 评述了进入九十年代以来, 电气控制、信息处理和计算机应用技术在长春光机所的进展, 以及它们在推动本所研制的现代光学仪器与装备的性能提高方面所起的作用。

**关键词:** 自动控制; 信息处理; 计算机

## 1 引言

在现代光学仪器与设备中, 在现代光电工程的研制过程里, 电气控制与信息处理的理论与技术, 已日益广泛深入地渗透进来, 其重要性与地位正在大幅度提高。随着微电子、计算机、光电器件等方面的飞速发展, 九十年代以来, 上述趋势更为明显, 发展更加迅猛。

作为“我国应用光学研究与光学仪器研制的摇篮”的长春光机所<sup>[1]</sup>, 自进入九十年代以来, 在发挥“光机电算”诸学科与技术的综合优势方面, 电气控制、信息处理及计算机应用技术有了哪些进展, 它们在推动现代光学仪器与设备的性能提高上起了什么作用, 本文将作一个概略而具体的评述。

本文评述的范围, 为1990年至1996上半年的“光学机械”或“光学精密工程”。为省篇幅, 参考文献中将省略上述刊名。未以上述刊物上的论文形式表述的成果, 均不在本评述范围之内。

## 2 电气控制与控制系统

### 2.1 摄影机快门控制系统

自从 1965 年长春光机所研制成我国第一台大型电影经纬仪以来,摄影机的快门控制就是一套重要的电气控制系统。它是一套典型的位置伺服系统。由于其间歇工作和多变的动态负载状态,特别是随工作频率、环境温度和胶片性能等多种时变因素的影响,此系统曾长期困扰着研制和使用人员。那指示“不同步”状态的青蛙叫声,使实战中的操作手十分头疼!现在,这种状况已有了根本改变。陈涛、翟林培、冯钢等人在[2,3,4]中总结了这方面的工作,工作频率从 1—80 Hz 连续可调,同步时间小于 3 秒(对 4—80 Hz),同步精度  $\pm 2^\circ$ 。冯钢采用了恒电流启动,将同步时间缩短到 2 秒(对 2—80 Hz)。葛文奇等人则将工作频率扩展到 240 Hz<sup>[5]</sup>,只是同步误差相应增加为  $\pm 4^\circ$ 。此文还从理论角度指出,采用变结构滑模控制,使系统对参数变化和外界扰动有很强的适应能力,是这种非线性控制方法的一大特点。

### 2.2 跟踪伺服系统

引导光轴指向目标的两轴或多轴跟踪伺服系统,作为现代光电测量和跟踪设备的主控系统,进入九十年代以来,在我所已日趋成熟,在机械谐振抑制、跟踪精度提高、驱动功率增大以及鲁棒性增强方面,均有了重大进展。

李继勋、王毅、刘辉等人在[6]、[9]、[12]中总结了 260A、260M 跟踪伺服系统研制中的理论和工程问题。王毅指出,采用双陷波串联谐振补偿以加大阻尼系统的方法,可以使整机结构谐振频率为 22 Hz 时,速度回路带宽达到 12 Hz。使用  $\alpha=3.5$  的速度滞后补偿,可以在  $7^{(0)}/s^2$  加速度时跟踪误差最大值为  $1'36''$ 。李继勋总结了用光电轴角编码器取代直流测速机的工程经验。在 200 Hz 采样频率下,使用 23 位编码器和线性回归及数值外推,  $K_v$ 、 $K_a$  分别能作到 2900 1/s、500 1/s<sup>2</sup>。徐佑军在[8]中提出的双模算法,有助于解决中大型设备的快速调转与高精度跟踪对线性系统提出的相互制约的要求。使用数字方法控制切换线,克服了由于延时产生的自激振荡。结果对重达吨级的设备,  $180^\circ$  调转时间仅 5.15",定位误差仅只  $1'$ 。

要将大型光电设备的跟踪误差缩小到角秒级,采用复合轴是一种较好的方案。RCG441 在两轴伺服的基础上,附加反射镜跟踪来微调光轴,使跟踪误差从几分减小到 20 角秒。王毅等人提出<sup>[14]</sup>,采用双重复合轴伺服方案,可望进一步将这一误差缩小到 1—2 角秒。其核心是构建一个驱动精密微调反射镜的宽带快响应子伺服系统,以减小母伺服系统(也是一套复合轴控制系统)跟踪误差中的随机分量。

马士学在[10]中使用模型参考自适应控制(MRAC)原理,来解决变负载条件下直流电动机的驱动问题。他选择具有临界相对阻尼系数的二阶系统为模型,获得了突加负载时无振荡的良好实验结果。

刘新群对于离散系统中实施变结构滑模控制时,由于变换延时引入而产生波动的问题作了研究<sup>[13]</sup>,提出了准滑模控制的思想。其优点之一是只需获得系统偏差的当前值和过去值,无需其各项导数,即可实现控制器的控制。

### 2.3 微位移控制

近年来,以光盘刻槽机、角度基准和精密工作台为代表的精密转速和二维微位移控制,得

到了较快地发展<sup>[16—21]</sup>。

刘玉章等人在[16]中报告的光盘刻槽机,主轴转速在120—300 rpm范围内,稳速精度达到 $5 \times 10^{-5}$ (凌砚则称达到了 $5 \times 10^{-6}$ <sup>[17]</sup>)。径向微进给速率为3—10  $\mu\text{m/s}$ 时,位置误差为0.05  $\mu\text{m}$ 。周世红将角位移当量为20角秒的莫尔条纹,细分到20,000份,获得了0.001角秒的分辨率<sup>[19]</sup>。荆涛指出<sup>[20]</sup>,以压电陶瓷为驱动元件的主从式粗精两级微位移工作台,位置控制误差优于0.05  $\mu\text{m}$ ,而不用压电陶瓷的粗动台,定位误差为1  $\mu\text{m}$ 。

## 2.4 电气控制在其它方面的应用

可以列举三个巧妙地利用电气控制的成功事例。一个是刘杰、米宝永报告的LSI离子刻蚀过程的终点监测仪<sup>[22,23]</sup>。该仪器中使用的锁相放大器,总动态范围达到138 dB,即接近 $10^7$ 量级!这其中,利用了由八个开关电容构成的中心频率可调的带通滤波器,实现了对参考频率微小变化的自动跟踪。这对于抑制信号通道中的噪声,提高仪器的总动态范围起到了重要作用。

陈淑媛论述了可调谐激光器的主动稳频方法<sup>[24]</sup>,用了对检流计板和反射镜的控制来实现光频稳定。反射镜由压电陶瓷驱动,以达到微调腔长的目的。最终达到在激光波长为570—620 nm的范围内可连续调谐,频率短时稳定度为1 MHz的水平。

李平辉等人报告了一种巧妙的减影仪结构。它使用自动控制曝光量技术,将脑血管的造影过程,控制在胶片感光特性曲线的灰雾段和趾部<sup>[25]</sup>。这样一来,脑血管减影图就可在一次曝光中获得,省去了复杂的模拟或数字图象相减,以及诸如摄像、显示等方面的硬软件工作。

## 3 信号与信息处理

九十年代前期的研究进展表明,以电子方式进行的信号与信息处理,对于现代光学仪器和设备的重要性,正与日俱增。作为整机重要部件的信号与信息处理器性能的提高,将使同样体积、重量和造价的设备,获得更好的总体性能;或者是在确保原有指标的前提下,大幅度地减小整机硬件的体积、重量、造价。

田铁印在[66]中试图对典型光学跟踪测量设备中的光学系统,开展总体研究。他指出,在确定相对孔径时,接收器和电学系统的调制度下降因子 $M_J, M_T$ 均起重要作用。后者正是指信号与信息处理器。正如作者所说,此文的“工作需不断发展与完善。”如果能组织不同专业人员进行系统而协调的工作,这种总体研究能取得事半功倍的效果。

用电子细分去辅助机械刻划,可使编码器、光栅等的制造与应用更有成效。线阵、面阵CCD传感器要获得亚像元的分辨率,也依赖于电子细分方法。微弱信号检测、视频信息处理对现代光学仪器和设备的灵敏、精确、智能化,更是必不可少的。

### 3.1 光电位移传感器的信号处理

这种传感器将线位移或角位移用光电方法转换成一维电信号后,信号处理的技术与质量就在极大程度上决定了整个传感器的主要性能。熊经武等在[27]中指出,分辨率0.15°,测角精度优于0.6°的23位绝对式编码器,其最精码道为刻线16,384对线的园光栅。这种刻线密度,只相当于14位码盘,每对线对应的转角为79°。这里使用电子幅度细分方法,获得了 $79/0.15 = 512$ 的插补系数。如果不用电细分,而直接用一对刻线来测最小角位移,则必须刻出8,388,608对线,才能得到23位的角分辨率。这种将高精度刻划转移到电子细分的趋势,充分体

现了电子信号处理的重要与威力。

张玉茹使用 12 位 A/D 变换器和 5 片 8031 单片机, 将莫尔条纹的电细分数提高到 8192, 使高精度测角仪的角分辨率做到优于  $0.01''^{[26]}$ 。周世红报告了角度基准研制中, 使用高达 20,000 的电细分, 得到了  $0.001''$  的分辨率<sup>[19]</sup>。他采用载波调制式的相位细分技术, 其原理发表于 1983, NO. 2 的“光学机械”上。

上述工作中产生莫尔条纹的光源, 均使用非相干光。刘岩、龙科慧等人, 为了对长光栅尺精度进行动态检测, 使用稳频激光作光源, 用这种激光的波长作为长度基准。他们研制的外差式激光干涉仪<sup>[69][28]</sup>, 测量 2.2 m 长的光栅尺, 分辨率为  $0.08 \mu\text{m}$ 。值得注意的是, 这里的电细分数仅为 4, 可见潜力还很大。

### 3.2 微弱信号检测

在信噪比远小于 1 (例如  $S/N < 10^3$ ) 的情况下, 探测深埋在噪声背景内的有用信号的微弱信号检测技术, 被米宝永、刘杰成功地用到大规模集成电路 (LSI) 刻蚀过程的在线监测上<sup>[22][23]</sup>。为了监测刻蚀过程中反应室的粒子浓度, 他们使用等离子发射光谱法, 并采用锁相放大器检测亚微伏级信号。通过信号通道中插入开关电容式跟踪滤波器, 使锁相放大器的总动态范围达到 138 dB。即在过载电平为 200 mV 时, 最小可探测信号电平为 25 nV。这一指标, 超过了国产锁相放大器 FS-4 8 dB, 接近国外同类仪器的先进水平。他们在此基础上研制了国内第一台 LSI 离子刻蚀终点监测仪, 已可靠运行四年, 得到了电子部有关用户的好评。

### 3.3 视频信息处理与图像跟踪测量

人类从客观世界获取的信息中, 70% 是通过视觉得到的。因此, 现代光学仪器与设备的智能化, 以至精度、抗干扰等性能的大幅度改进, 无不借助模仿视觉器官的图像传感器, 以及后续的视频信息处理技术。这里的“视频”, 是指以不低于 25 帧/秒的速率处理图象信息所需的信号处理频率。

基于图像信息的目标跟踪与测量, 是这种技术在现代光学测量跟踪设备中的典型应用。长春光机所靶场光测设备中使用电视跟踪测量, 经各专业人员的共同努力, 八十年代后期业已达到成熟阶段。于前洋、宋建中等人在[52—56]中作了简要总结, 并报告了在 260 A, 260 M 中的应用结果。跟踪误差为  $1'36''$ ,  $2'38''$ ; 跟踪距离为 36.7 km (掠海靶弹), 50 km (高空飞机)。王毅等人报告了最新出厂的小型光电跟踪仪的外场实验情况<sup>[67]</sup>。该设备第一天进场就位, 第二天通电, 第三天就扑获跟踪了小型赖斯顿拖靶。这种快速展开能力, 连研制者也始料不及, 难怪上百名同时参试的其他单位人员为之惊奇。它独特俊俏的球形结构, 陀螺自稳定瞄准线和微光电视跟踪等性能, 使得在中小水面舰艇的光电火控设备列装中, 具有很强的竞争能力。

图像跟踪与测量中使用的视频信息处理技术, 包括图像预处理、目标提取、特征抽取、目标识别等方面。进入九十年代以来, 由于 DSP、VLSI 等技术的发展, 上述诸方面在长光所有长足的进展。

在噪声过滤方面, 王和春提出了一种基于局域统计特性的非线性自适应滤波器的设想<sup>[29]</sup>, 郭作敏分析了中值滤波器的快速算法, 并作了实验研究<sup>[34]</sup>。

在目标提取方面, 刘洵对实时图像分类的硬件结构和时间要求进行了分析, 指出位片式微处理器和数字信号处理器 (DSP) 的适用性, 介绍了用它们组成的视频处理器, 展望了使用传输计算机 (Transputer) 做实时图像处理的发展前景<sup>[30]</sup>。朱明应用矩不变原理建立图像分割的阈

值<sup>[31]</sup>。王延杰用门阵列做成直方图累积电路,使这种“保矩切割”技术实用化<sup>[40]</sup>。张涛提出用梯度值修正直方图的设想,使其具有鲜明的双峰特性<sup>[51]</sup>。王和春等人试探了用模糊聚类算法对图像分类<sup>[32]</sup>。虽然此类算法计算量大,不能用于视频图像处理,但它在无足够先验知识时的非监督图像分割思想却是可取的。宋建中等人还报告了涂消杂光漆和窄带滤光片插入以减弱背景电平,提取低对比目标的应用实例<sup>[33]</sup>。

在特征抽取和目标识别方面,张渤琳介绍了基于投影计算原理的形心处理器的设计与应用<sup>[44]</sup>。王延杰等在[36]中给出了硬件统计像元数再用 $1.3\text{ ms}$ 即可给出重心坐标的快速方法。宋建中等用投影向量相减来探测目标的运动,以捕获运动目标<sup>[35]</sup>。朱明介绍了一种识别目标前端(例如导弹头部)的方法<sup>[41]</sup>。

在多目标跟踪算法研究中,朱进用目标间的最小边缘距离,增加一个运动方向参数,使用5场重心位置估计运动方向,可以跟踪四个交叉运动的目标<sup>[45]</sup>。王延杰利用目标行信号的边缘,用双端口RAM和TMS320C25构成了处理器,具有对1024个目标的重心、大小、长宽比实时统计的多目标编批功能。

为适应对电视系统灵敏度和带宽不断提高的要求,韩德贵对微光电视、戴明对高帧频电视应用中的问题进行了探讨<sup>[43][37]</sup>。

### 3.4 图像信息处理在其他方面的应用

激光激发的荧光图像很微弱,付强使用多帧累加,在几毫瓦激光照射下,积累一秒钟后得到了可用的荧光图像<sup>[57]</sup>。刘聪探讨了用相关匹配技术自动判读摄影胶片的可能性<sup>[38]</sup>。刘栋斌成功地将相关方法用于测量线阵CCD的像元位置<sup>[39]</sup>。章民驹用时间选通技术,由SEC管得到了脉冲激光激发的时间分辨荧光图像<sup>[61]</sup>。郑石波探讨了激光雕刻图像的实施方法<sup>[62]</sup>。黄廉卿等人介绍了线阵CCD探测的SAR图像显示系统<sup>[58]</sup>,以及图像的编码压缩方案<sup>[65]</sup>。张渤琳等人研制成带光盘驱动器的图像存贮检索系统<sup>[59]</sup>。

## 4 计算机应用

在“光机电算”多学科综合应用中,计算机技术与应用,既是发展最快的,又是至关重要的。进入九十年代后,用户对整机技术指标和操作功能不断提出日益增高的要求,LSI和微计算机的效费比大幅度升高给这些要求的实现提供了可能。近几年来,在精密数控、误差检测及补偿、指挥控制中使用的C<sup>3</sup>I、数字接口与通信,单片机应用和多媒体技术诸方面,长光所都取得了显著进展。分述如下。

### 4.1 精密数控及过程控制系统

邢忠宝、凌砚等人论述了光盘母盘刻划机中伺服槽的刻划、检测与控制<sup>[70][71]</sup>,刻划槽的螺距精度为 $1.6 \pm 0.03\ \mu\text{m}$ 。李树秋报告了用8031单片机控制的两维工作台,使用光栅干涉仪检测,在 $120 \times 120\ \text{mm}^2$ 的行程内,得到 $0.8\ \mu\text{m}$ 的单路定位精度<sup>[73]</sup>。李继勋等人介绍了移动式光电捕获跟踪定位测量设备,使用两块8086单板机构成多微机数控系统的硬件设计原理<sup>[71]</sup>。姜韬研究过程控制系统中实现CRT实时显示的一些技巧和方法<sup>[72]</sup>。郑万波叙述了用激光作图像雕刻和微机控制系统<sup>[62]</sup>,可在三分钟刻蚀一张面积 $100 \times 100\ \text{mm}^2$ 的 $256 \times 256$ 像元的16灰级图像。汤建华提出一种航迹数据的折半压缩方法,使多目标航迹显示能够实时完成<sup>[74]</sup>。

## 4.2 误差检测与补偿

王一凡等人介绍了微机控制的高精度机械传动链传动误差检测系统,不确定度为  $8.4 \times 10^{-3} \mu\text{m}$ 。由此构成的光栅式光电检测系统,用于检测光盘上的阿基米德螺线和螺距误差<sup>[75]</sup>。李建国等人从理论上分析了小型精密工作台和各种误差。介绍了用两台 8098 单片机构成的闭环系统,对这些误差进行有效地补偿,使综合检测误差缩小为  $0.2 \mu\text{m}$ 。工作台自身的定位误差有  $3.96 \mu\text{m}$ <sup>[76]</sup>。

## 4.3 指挥控制系统

张伟在[77]中系统论述了分布式控制系统的概念、原理及构成,提出了全互连网络结构和增加链路冗余以便于系统重构和高可靠工作的设计思想。韩冬梅提出了作为指挥控制系统决策软件的多级分布式专家系统<sup>[78]</sup>。何红对指挥控制系统的软件分析和设计,进行了结构化研究<sup>[79]</sup>。

## 4.4 数字接口与通信技术

韩毅等人采用共享存贮体的数据通信方式,设计了分布式指挥控制中心的高速高可靠并行接口,使通信速率比通常并行方式提到 12 倍以上,且出错后重发还可提高可靠性<sup>[80]</sup>。李闯研究了用智能串行通信卡,通过共享存贮体与主机相连系的方案<sup>[81]</sup>。李哲明早在 1992 年,就说明了使用共享存贮体作快速并行传输,要比中断和 DMA 方式优越得多<sup>[82]</sup>。

在具有不同的操作速率的数字系统之间传输数据,钱神恩等人提出了“数据缓冲隧道”的概念<sup>[83]</sup>。实质上,它是一种 FIFO 暂存接口,可保证传输数据次序的不变性。文中还给出了不溢出应满足的数据速率和暂存器容量之间的关系。

熊文卓介绍了一种具有通道切换功能的 RS422 接口板<sup>[84]</sup>,其中靠控制 3487 的使能端,完成两主机对同一外设的通信切换,用以提高整机工作的可靠性。

## 4.5 单片机应用

单片机已广泛应用,其论述大多包含在专用系统(如同服、调光、图像处理等系统)的论述中。这期间以单片机为题发表的论文,仅以下三篇。

王弘钰论述了 8098 单片机在光谱感光仪上的应用<sup>[86]</sup>。李庆民讨论了由 MCS98 单片机构成的全数字式脉冲宽度调制伺服系统<sup>[87]</sup>。肖文礼介绍采用 8098 单片机的单杆数据传送系统<sup>[88]</sup>。

## 4.6 多媒体技术

在计算机通常的文本、图形方式的基础上,增加了声音、图像工作方式的多媒体计算机技术,近几年得到飞速发展。杨洪波等人提出了多媒体激光加工仿真系统的设想<sup>[89]</sup>,即在建立激光加工多媒体数据库的基础上,实现激光加工过程的计算机模拟(“虚拟激光加工”)。这样,不但可以实现工艺参数的优化选择,而且可以将实际加工过程中可能出现的现象和问题,事先在计算机上预演出来。邢忠宝等人 1996 年在评述计算机新技术发展动态时,专写了一章介绍多媒体计算机技术的发展现状,关键技术和应用前景<sup>[90]</sup>。

# 5 结 论

以上各章,评述了进入九十年代以来,电气控制和信息处理在长春光机所的进展,看到了

它们在推动现代光学仪器与装备的性能提高上所起的重要作用。与六十年代相比,的确取得了不小的进步;与国内同行相比,则尚有不少差距;与先进国家比较,差距就更大了。在即将进入新世纪的前夜,长光所如果仍想在‘国家队’中据一席之地,在军民光学仪器和工程的市场上占一定份额,以下诸方面恐怕是要花些气力研究开发一番的。它们是:交流控制系统、模糊控制、图像信息的并行处理、非冯计算机结构与应用、非线性大系统、人工神经网络及其应用、多微机系统的可靠性等等。

### 参 考 文 献

- [1] 陈星旦. 庆祝王大珩教授从事科研活动五十五周年学术论文集, 长春市: 吉林科学技术出版社, 1992
- [2] 陈 涛. 摄影机同步控制系统的研究, 光学机械, 1990, (1): 56~59
- [3] 翟林培等. 一种新型间歇式同步摄影机控制系统. 光学精密工程, 1993, 1(3): 72~77
- [4] 冯 钢等. 摄影机同步控制系统的研究. 光学精密工程, 1995, 3(4): 54~61
- [5] 葛文奇. 全数字化高速同步摄影控制系统. 光学精密工程, 1995, 3(5): 75~79
- [6] 李继勋等. 全计算机化红外电视电影经纬仪总体研制报告. 光学精密工程, 3(5): 20~28
- [7] 葛文奇等. 数字调宽的原理与实现. 光学机械, 1990, (3): 51~55
- [8] 徐佑军. 跟瞄伺服快速调转的数字控制. 光学机械, 1992, (2): 87~90
- [9] 王 毅. 260A 激光电视电影经纬仪跟踪伺服系统的工程研制. 光学精密工程, 1993, 1(1): 37~46
- [10] 马士学. 变负载直流电机的离散时间自适应控制的研究与设计. 光学精密工程, 1993, 1(5): 105~108
- [11] 杨玉新. 利用状态反馈提高伺服系统性能的研究与仿真. 光学精密工程, 1993, 1(5): 126~132
- [12] 刘 辉. 全数字伺服控制系统. 光学精密工程, 1995, 3(5): 60~64
- [13] 刘新群. 一种基于输入—输出模型的离散变结构准滑模控制器及应用. 光学精密工程, 1996, 4(2): 62~66
- [14] 王 毅等. 光电精密跟踪的双重复合轴伺服系统. 光学精密工程, 1996, 4(5): 58~61
- [16] 刘玉章等. 光盘刻槽机伺服控制系统的研究. 光学机械, 1990, (5): 65~72
- [17] 凌 砚. 激光光盘伺服槽及预制格式刻划机控制系统设计与研究. 光学机械, (2): 69~71
- [18] 王晓林. 光栅机分度误差的实时测量与研究. 光学机械, 1991, (2): 96~99
- [19] 周世红. 园光栅用于角度基准研究的电子学设计与实践. 光学机械, 1992, (3): 43~48
- [20] 荆 涛. 压电陶瓷微位移驱动器在精密工件台上的应用研究. 光学精密工程, 1994, 2(4): 64~68
- [21] 李树秋. 双维精密定位工件台数控系统的研究. 光学精密工程, 2(4): 93~100
- [22] 刘 杰. LSI 离子刻蚀过程中的微弱信号提取及刻蚀过程的在线监测. 光学精密工程, 1994, 2(4): 131~139
- [23] 米宝永. 大规模集成电路刻蚀过程和终点的在线监测—等离子发射光谱法. 光学精密工程, 1996, 4(3): 75~80
- [24] 陈淑媛等. 主动稳频连续波可调谐环形染料激光器电子学控制系统. 光学机械, 1992, (3): 77~83
- [25] 李平辉等. 脑血管造影一次减影仪. 光学精密工程, 1993, (2): 32~36
- [26] 张玉茹. 高精度测角仪的电信号处理系统. 光学机械, 1990, (1): 72~75
- [27] 熊经武等. 23 位绝对式光电轴角编码器. 光学机械, 1990, (2): 52~65
- [28] 龙科慧等. 光栅尺动态测量仪数据处理系统. 光学精密工程, 1994, 2(3): 89~93
- [29] 王和春. 基于局部统计特性的非线性自适应滤波器及其性能评价. 光学机械, 1990, (1): 53~55
- [30] 刘 洵. 实时图象分类在工程上的应用. 光学机械, 1990, (4): 62~66
- [31] 朱 明. 利用不变矩原理进行图象分割的研究. 光学机械, 1991, (2): 72~76
- [32] 王和春等. 用模糊聚类 FUZZY C-Means 算法实现图象分割. 光学机械, 1991, (4): 65~70

- [ 33] 宋建中等. 复杂背景中低对比目标的提取. 光学机械, 1991, ( 6): 64 ~ 67
- [ 34] 郭作敏. 中值滤波在实时电视跟踪系统中的应用. 光学机械, 1992, ( 2): 96 ~ 99
- [ 35] 宋建中等. 自动捕获复杂背景中的运动目标. 光学机械, 1992, ( 6): 29 ~ 34
- [ 36] 王延杰等. 一种快速求运动目标重心的方法. 光学机械, 1992, ( 6): 42 ~ 46
- [ 37] 戴 明. 高帧频电视跟踪器. 光学精密工程, 1993, ( 5): 83 ~ 87
- [ 38] 刘 聪. 图象识别技术在自动判读仪中的应用. 光学精密工程, 1993, 1(5): 109 ~ 111
- [ 39] 刘栋斌. 用数字图象相关法测量线阵 CCD 的象元位置. 光学精密工程, 1993, 1(5): 154 ~ 160
- [ 40] 王延杰等. 一种实时自适应图象二值化方法. 光学精密工程, 1994, 2(5): 17 ~ 21
- [ 41] 朱 明. 一种自动识别目标前端的方法. 光学精密工程, 1994, 2(5): 22 ~ 27
- [ 43] 韩德贵等. 微光电视在测试设备中应用的若干问题. 光学精密工程, 1994, 2(5): 35 ~ 41
- [ 44] 张渤琳. 电视跟踪器中形心处理器的设计与实施. 光学精密工程, 1994, 2(5): 42 ~ 47
- [ 45] 朱 进. 交叉运动多目标电视跟踪算法. 光学精密工程, 1994, 2(5): 59 ~ 64
- [ 46] 王延杰. 利用图象的边缘信息进行多目标的编批数据的统计. 光学精密工程, 1994, 2(5): 53 ~ 58
- [ 51] 张 涛. 用修正的直方图法进行实时视频图象分割. 光学精密工程, 1994, 2(5): 93 ~ 97
- [ 52] 于前洋等. 形心测量跟踪电视系统. 光学精密工程, 1995, 3(5): 38 ~ 43
- [ 53] 宋建中. 跟踪测量电视系统. 光学精密工程, 1995, 3(5): 44 ~ 52
- [ 54] 宋建中. 跟踪测量电视系统的新近发展. 光学精密工程, 1993, 1(1): 29 ~ 36
- [ 55] 宋建中. 三维电视测量. 光学精密工程, 1994, 5(5): 1 ~ 7
- [ 56] 于前洋. 作为图象传感器的 CCD、ICCD 及 IRCCD. 光学精密工程, 1994, 2(5): 8 ~ 16
- [ 57] 付 强. 低照度图像存贮及微机数据处理系统. 光学机械, 1990, ( 1): 68 ~ 71
- [ 58] 黄廉卿等. SAR 用微机控制 CCD 图象显示系统. 光学机械, 1990, ( 4): 49 ~ 55
- [ 59] 张渤琳等. 光库在遥感图象库中的应用. 光学机械, 1990, ( 4): 56 ~ 61
- [ 60] 张明辉. 用面阵探测器测量激光光束质量. 光学机械, 1991, ( 4): 60 ~ 63
- [ 61] 章民驹. 激光荧光光电成像系统及其应用研究. 光学精密工程, 1993, 1(5): 59 ~ 63
- [ 62] 郑万波. 实时图象激光雕刻的微机控制. 光学精密工程, 1994, 2(4): 36 ~ 43
- [ 63] 权石柱. 线阵列硅探测器多通道光谱仪性能评价研究. 光学精密工程, 1994, 2(4): 86 ~ 92
- [ 64] 钱神恩等. 差值“基础比特+ 溢出比特”编码方法. 光学机械, 1992, ( 1): 179 ~ 185
- [ 65] 黄廉卿等. 合成孔径雷达(SAR) 图象编码压缩系统. 光学精密工程, 1994, 2(5): 98 ~ 102
- [ 66] 田铁印. 典型光学系统总体研究及结构分析. 光学精密工程, 1994, 2(4): 15 ~ 19
- [ 67] 王 毅等. 舰载轻小球型光电跟踪仪. 光学精密工程, 长光所第八届学术会议文集, 1996
- [ 68] 周宏伟. 用模拟方法实现视频信号的背景抵消. 光学机械, 1991, ( 2): 23 ~ 26
- [ 69] 刘 岩等. 光栅动态测量仪. 光学精密工程, 1994, 2(2): 25 ~ 29
- [ 70] 邢忠宝等. 光槽伺服槽间距的控制与检测. 光学机械, 1992, ( 3): 70 ~ 76
- [ 71] 李继勋等. 多微机数字控制系统. 光学精密工程, 1995, 3(5): 109 ~ 115
- [ 72] 姜 韬. 过程控制的实时显示. 光学精密工程, 1994, 2(1): 54 ~ 60
- [ 73] 李树秋. 双维精密定位工件台数控系统的研究. 光学精密工程, 1994, 2(4): 93 ~ 100
- [ 74] 汤建华. 多目标航迹显示数据的动态实时压缩系统. 光学精密工程, 1996, 4(3): 58 ~ 61
- [ 75] 王一凡等. 一种高精度机械传动链传动误差的检测系统. 光学机械, 1991, ( 6): 42 ~ 48
- [ 76] 李江国等. 小型精密  $x-y$  工作台误差的理论分析与补偿. 光学精密工程, 1995, 3(4): 87 ~ 92
- [ 77] 张 伟. 分布式指挥控制系统网络结构的研究与设计. 光学精密工程, 1993, 1(5): 133 ~ 140
- [ 78] 韩冬梅. 指挥控制系统决策软件研究与设计. 光学精密工程, 1993, 1(5): 118 ~ 125
- [ 79] 何 红. 指挥控制系统软件结构化分析与设计. 光学机械, 1992, ( 2): 91 ~ 95

- [ 80] 韩毅. 高速高可靠性并行通信接口设计. 光学精密工程, 1995, 3(4): 115 ~ 118
- [ 81] 李闯. 分布式计算机网络数字通信方法的研究与设计. 光学精密工程, 1994, 2(4): 150 ~ 152
- [ 82] 王哲明. 分布式控制系统快速通讯技术的研究. 光学机械, 1992, ( 2 ): 84 ~ 86
- [ 83] 钱神恩等. 不同操作速率数字系统间的数据传输. 光学机械, 1992, ( 1 ): 179 ~ 185
- [ 84] 熊文卓. 一种具有通道切换功能的智能串行通信接口. 光学精密工程, 1996, 4(1): 73 ~ 77
- [ 86] 王弘钰. 8098 单片机在光谱感光仪上的应用研究. 光学机械, 1991, ( 2 ): 120 ~ 123
- [ 87] 李庆民. M CS 98 单片机全数字 PWM 伺服系统. 光学机械, 1991, ( 2 ): 81 ~ 86
- [ 88] 肖文礼. 单杆数据采集专用系统的软硬件设计. 光学精密工程, 1996, 4(3): 62 ~ 67
- [ 89] 杨洪波等. 多媒体激光加工仿真系统. 光学精密工程, 1995, 3(6): 18 ~ 22
- [ 90] 邢忠宝等. 计算机新技术发展动态及多媒体技术. 1996, 4( 3 ): 6 ~ 10

## 90's Progress of the Electrical Control and Information Processing in the Changchun Institute of Optics & Fine Mechanics( CIOM)

Yu Qianyang Xing Zhongbao

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

### Abstract

The 90's progress of the electrical control, information processing and computer technology in the CIOM is reviewed in this paper, an important role in the performance optimization of the modern optical instrument and equipment by CIOM manufacture is pointed out.

**Keywords:** Automatic control, Information processing, Computer

于前洋 1941 年 3 月生, 1962 年毕业于华中理工大学电机电器专业。研究员, 博士生导师。从事电气传动、伺服系统、胶片阅读、弱信号检测, 视频图象处理等方面的研究, 获中科院科技进步特、一、二、三等奖五次, 发表 'SAR 光学处理器中的电子控制与显示系统'、'用热释电摄像机探测脉冲 CO<sub>2</sub> 激光辐射的方向' 等论文 17 篇。