

新一代光电式电子清纱器的分析与研究应用

袁 文 明

(常州第二电子仪器厂)

【摘要】 本文对国际九十年代的新型光电式电子清纱器光电传感器进行了解剖分析;由研究试制的国产光电传感器与创新设计的信号处理电路组成了新一代光电式电子清纱器,中试取得了显著的使用效果和经济效益。

关键词: 电子清纱器 光电式 分析 研究 应用

中图分类号: TS 103.62

电子清纱器按照检测方式可分为电容式和光电式两大类。这两种检测方式在国内外都是同时存在、发展的。国内电容式电子清纱器已达到国外八十年代末的先进水平;而光电式电子清纱器还停留在国外七十年代初的水平。随着科学技术的发展,国外光电式清纱器技术上有了新的突破,从根本上解决了光电式清纱器存在的弊病。其光电传感器对红外发光二极管脉冲交流供电,全方位立体检测纱疵;信号处理技术采用 AGC 自动增益控制。新的设计思想使新一代光电式清纱器的技术水平上升到新的台阶。

一、国外光电传感器的分析

1. 瑞士 Peyer 公司 PI 系列电子清纱器光电传感器(见图 1)

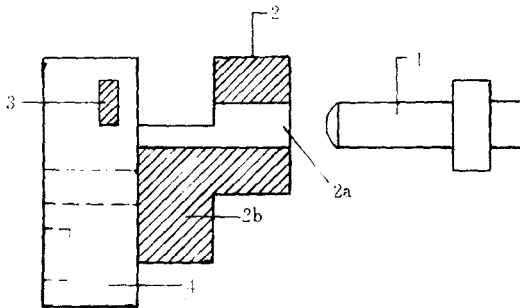


图 1 PI-150 电子清纱器光电传感器示意图

(1)红外发光二极管;(2)光路片,2a 与发光管垂直部分为主光路,与发光管平行部分为辅助光路,2b 为起支撑 2a 作用;(3)硅光电池;(4)硅光电池座。

在 PI 系列电子清纱器的控制箱内有一脉冲调制信号,频率 $f=16\text{kHz}$,幅度 2.9V,脉宽

6 μs ,周期 60 μs ,占空比 1:10。分别送到各链放大器,经过变换电路对发光管交流供电。2a 为颗粒状结构,脉冲调制光照到颗粒状结构上面,向各个方向漫散射。由于互相垂直的光路片为一整体,红外管发出的光能射到每一部分的颗粒上。主光路作用扩大了发光管的发散角增加有效检测区;辅助光路作用使红外管发出的光从 2a 水平端面反射到小颗粒上,再向各个方向漫散射,探测平行双纱和扁平纱疵。两部分光路的合成把纱线或纱疵投影在硅光路电池上,纱疵在检测区的方向、位置均能可靠地检测出来。

2. 瑞士 Loepfe 公司 YM 系列电子清纱器光电传感器

该系列电子清纱器用 2 只硅化镓发光二极管作为光源(用 50kHz 脉冲供电,脉宽 5 μs ,占空比 1:4),以光电池作为接收元件,将纱线或纱疵转换成电信号,示意图见图 2。

YM 系列电子清纱器有两个光源,主光源 M 发出的光经过光路片折射、漫散射,透过薄膜照到光电池上;辅助光源 R 发出的光在薄膜上反射到光电池上。用双踪示波可以看到两个脉冲光源轮流发光波形如图 3 所示。

通过解剖分析国外样机,相比之下,PI 系列清纱器的光学系统较切合实际,有参考价值。

二、国产新一代光电式电子清纱器的研制

1. 光电传感器的研制

要达到上述技术指标,如何合理选择红外

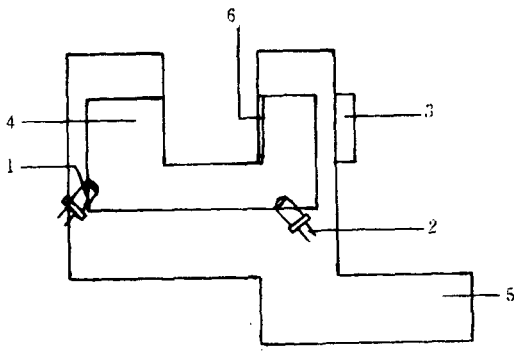


图 2 YM 系列电清光电传感器示意图

(1)主光源;(2)辅助光源;(3)光路池;(4)光路片;(5)光电器件座;(6)镀膜。

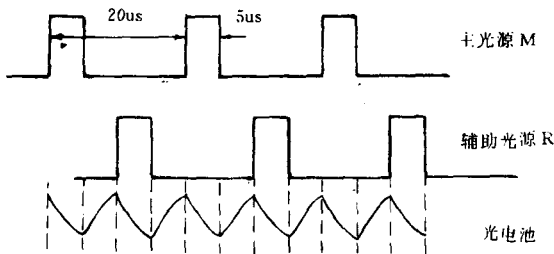


图 3 YM 系列电清波形图

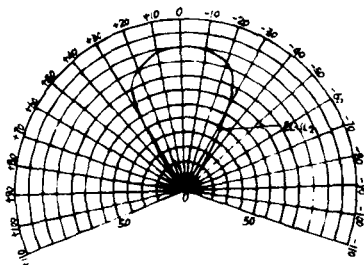


图 4 现选用的线长曲线

发光二极管、硅光电池以及研制光路片。我们首先对国内、外电子清纱器所用红外发光二极管进行了测试对比分析。进口发光管的光斑大,光斑均匀,而国产发光管光斑小,光斑中间有暗环和暗斑。用特制的红外变象显示仪把肉眼不可见的红外光,转换成可见的黄绿色光斑。在相同的测试条件下,进口管的光斑约为 15mm,国产管的光斑约为 5mm。

光斑的大小取决于红外发光二极管发散角

的大小。红外发光二极管的发光是有方向性的,衡量其方向性大小的标准是发散角(半光通量角),即相对于光轴上的光通量(设为 100%),减弱到 50%时的夹角。图 4 是现在选用的红外发光二极管的指向特性曲线和相对强度~波长曲线,其发散角为 $\pm 30^\circ$ 。图 4 中从里向外的第 4 条。

具有漫散射效应光路片的分析、设计、加工国内大面积推广使用的光电式电子清纱器都是单方向检测纱疵,对于平行双纱和扁平纱疵无法检测和清除的。要全方位立体检测纱疵必须在发光管和接收管之间用具有漫散射效应的光路片。

为了保证光路片的光学性能一致性和稳定性,决定走创新设计的道路,充分利用工厂光、机、电一体化的优势,设计对特殊的光学玻璃采取特殊的加工工艺试制光路片。用氦氖激光器发出的可见光射到光路片上,验证内部的颗粒状结构,如图 5 所示。测试证明由此材料制成的光路片其光学性能的一致性和稳定性得到了可靠的保障,新设计的光电传感器

达到了预期的技术指标:(1)透光率:80~90%;(2)转换特性线性相对误差: $\gamma \leq 10\%$;(3)对平行铝丝的补偿率: $\geq 60\%$ 。

2. AGC 自动增益控制电路的设计

AGC 自动增益控制电路是信号处理单元中的核心,对光电式电子清纱器而言,光电传感器和信号处理单元的工作稳定性是极其关键的。我们设计的 AGC 自动增益控制电路既能对光电信号灵敏度进行有效补偿,同时又是一个同步解调器,原理框图见图 6。

振荡频率为 50kc 的脉冲源推动红外发光二极管,光敏器件采用 $6 \times 6\text{mm}^2$ 的硅光电池,前置放大器将硅光电池上的微信号预放,然后进行调解滤波,检出调制在 50kc 上的纱线增量。这一增量经主放大器按一定比例放大后送短粗

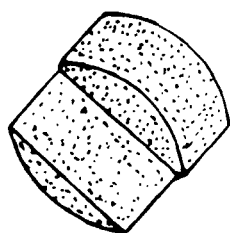


图 5

通道、长粗通道、长细通道进行判别。检零比较器、延时电路、滤波器和偏置量控制电路对主放大器的输出进行判别,由判别的结果控制前置放大器的放大量,从而保证由于光电传感器的老化或其它原因引

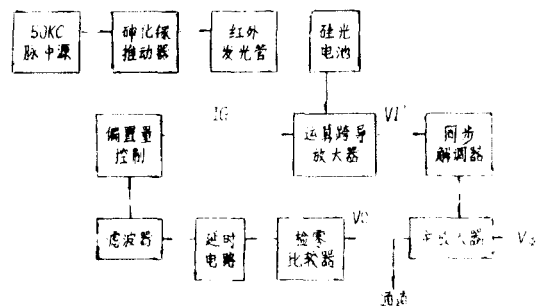


图 6 AGC 原理框图

起的灵敏度变化得到有效的控制。

此放大器采用“信号规一法”,在 $6^{\circ} \sim 100^{\circ}\text{Ne}$ 纱支范围内的任意纱线,直径每增加一倍,主放大器的输出电压增加 2V。把纱支电压调整与实际运行纱线的纱线直径转换电平相等,这样既提高纱疵鉴别精度,又能保证整机纱支定标的正确性。运算放大器和同步解调器的原理图见图 7。

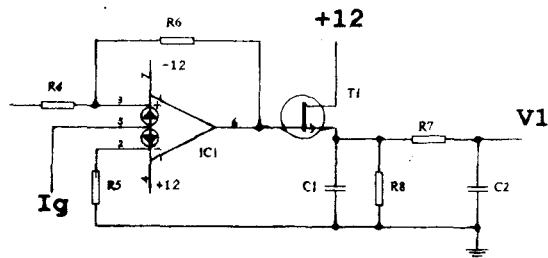


图 7 运算放大器

IC1 运算跨导放大器将硅光电电池接收到的调制信号进行放大,利用场效应管 GS 结的非线性对调整信号进行检波,取出其包络线波形(即纱疵信号),C1 为高频旁路电容,R8 为检波

器负载电阻,R7 和 C2 组成的积分电路主要是为了取出载波脉冲(50kHz)的直流分量供主放大器进行自动调零用。IC1 的跨导(增益)由偏置量控制电路输出 I_0 控制。

主放大器是将同步解调器取出的纱疵信号进行放大,其放大后的纱疵信号被送入各通道鉴别电路。而载波的直流分量与纱支电压在 V_0 相加后送入 IC2 放大器,经过零比较器、延时、滤波、偏移置控制电路,再去控制运算跨导放大器的增益。

该系统在无纱时和有纱运动但不出现纱疵时,均能使主放大器自动调整至 0V。保证主放大器的长期稳定性和动态检测纱疵的正确性。

三、检测验证

1. 电性能检测验证

由国家电子仪器质量监督检验测试中心对新型光电式电子清纱器 LP-900 正样样机进行电性能测试,见表 1。

表 1 LP-900 型电性能测试记录

测试项目	企业标准	实测数据
转换特性线性相对误差%	≤ 10	4.6
检测灵敏度相对误差%	≤ 10	4.5
鉴别误差相对误差%	≤ 10	3.5
信噪比 dB	≥ 25	41.6
对平行双丝的补偿率%	≥ 60	77.8
平均无故障工作时间 h	≥ 15000	>15000

由表 1 可看出,我们开发的国产新一代光电式电子清纱器关键特性的技术指标达到了预期的设计目标。尤其是漫散射多维光源和 AGC 自动增益控制电路的研制成功,对平行双丝的补偿率达到 70% 以上,是光电式清纱器上的重大突破。

2. 现场使用工艺性能检测验证

(1) 目测法

镇纺集团将 100 锭安装在镇纺二分厂的 $14^{\#}$ 1332 型络筒机上,运行九个月,之后相继在气流纺分厂和二分厂又各装 100 锭 LP-900 型电子清纱器。于 1997 年 7 月 24~25 日按

FZ/T98003-94《电子清纱器》标准,进行技术性能考核(见表2);9月9~11日又进行了定长试验。

表2 PL-900型技术性能测试记录

项 目	国家标准	企业标准	实测
正切率(%)	>70	>75	87.9
清除效率(%)	>70	>75	89.1
品质因数(%)	≥55	≥60	78.3
空切率(%)	<4.5	<4	0
正切率不一致系数(%)	<20	<20	10.6
清除效率不一致系数(%)	<20	<15	4.9
长粗清除效率	>90	>92	100
长细清除效率(%)	>90	>92	100
定长重量不一致系数(%)		<1.35	0.802

(2) 仪器考核

用瑞士Uster公司的CLASSIMIT-Ⅱ型纱疵分级仪及用瑞士Loepfe公司的YM-740型清纱器的筒子纱进行了十万里纱疵数的对比测试,试验数据见表3。

表3 定长测试对比

项 目	企业标准	QS-5型	YH-5型	LP-900型
试验锭数(锭)		6	6	6
试验长度(km)		81	99	89
折合十万里纱疵数 $A_3+B_3+C_3+D_2$ (个)	55	60.9	42.0	24.7

四、经济效益分析

1. 工厂创造的直接经济效益

新一代光电式电子清纱器是目前国产光电式电子清纱器的升级换代产品,预测市场需求量为每年1000套,销售价2万元/套,销售额为2000万元,工厂直接经济效益300万元;纺织厂产生的社会效益为1050万元。经济效益和社会效益均很显著。经国家一级咨询查新单位——江苏省科技情报所查新结论:“本产品单光源转漫散射多维光、AGC自动增益控制、无级支数自动定标等技术应用达到YM-800电子清纱器水平”。(YM-800电子清纱器为瑞士LOEPFE公司九十年代产品)YM-800型电子清纱器价格为2万美元/套,以市场需求量为每

年1000套计算,每年可为国家节约外汇2000万美元。

2. 用户厂创造的社会效益分析

常州二棉和镇纺集团使用LP-900型电子清纱器之后,不但有效清除了各类有害纱疵,而且把它作为质量信息反馈工具,反馈到前道工序和原料的质量上去,分析纱疵产生的原因,采取措施改善前道的机械状况和工艺条件及采购原料的质量,使产生的纱疵大为减少(见表4)。

表4 织物下机质量对比

项 目	常州二棉		镇纺集团	
	未用电清	用LP-900	用YH-5	用LP-900
纱疵疵布率(%)	7.82	2.71	11.1	0
纱疵正分(分)	6.76	2.58	3.11	2.63

LP-900型电子清纱器主要用于45°涤棉、40°精梳、30°纯棉、32°化纤等纱支,由于该型清纱器性能优良,防疵清疵效果显著,给工厂带来了显著的经济效益。使用LP-900型清纱器的出口纱,外贸提价111.64元,以每台络筒机(100锭)年产188吨纱计算,可为国家增加利润2.1万元,折合为每套清纱器每年增加利润1.05万元。

五、结束语

1. 经过七个月的中试试验表明:LP-900型电子清纱器主要性能指标已达到和超过中华人民共和国纺织行业标准FZ/J98003-94《电子清纱器》中规定的技术指标。

2. 选用LP-900型电子清纱器后,在改善纱线品质的同时,误切显著减少,络筒生产效率提高6.9%。

3. 在信号处理技术中采用AGC自动增益控制,放大器采用“信号归一法”,提高了动态纱疵鉴别精度,保证整机纱支定标的正确性。

4. LP-900型电子清纱器品种适应范围广。在镇江纺织厂的实际使用的支数范围为N。为7°~80°,低支、高支品种的纱疵水平都能在

十万里纱疵规定的范围内得到保证,十万里纱疵数和生产效率明显优于国内其它品牌的光电式电子清纱器,而且误切率明显降低。

5. 定长试验的结果很理想。T/JC 60^s 定长的精确程度基本接近意大利自动络筒机的定长水平。而且设定长度方便,修正精度高。可以大大地降低挡车工的劳动强度,提高生产效率,提高成纱的成形质量水平,很受挡车工的欢迎。

6. LP-900 型电子清纱器于 96 年 8 月通过省级设计定型。专家鉴定意见为:LP-900 型电子清纱器是一种光电式提高型电子清纱器,它采用漫散射多维调制光,全方位立体检测新技术,并采用了无级纱支连续自动标定技术,在

国内的光电式电子清纱器方面有重大突破。其主要性能达到了国际上九十年代光电式清纱器同类产品先进水平。

新一代光电式电子清纱器的研制成功为国产电子清纱器上水平、上等级起到了重要的推进作用。

参 考 资 料

- [1] LOEPFE 公司的 YARN MASTER 系列电子清纱器,《纺织导报》,94,(5)P122。
- [2] 《装有中央控制单元用于自动络筒机之光学电子清纱器》,PEYER 电子服务样本介绍。
- [3] OPTO ELECTRONIC COMPONENTS.
- [4] 《引进电子清纱器消化吸收分析报告》,纺织工业部科技司。
- [5] FZ/T 98003-94 中华人民共和国纺织行业标准《电子清纱器》。