

# 光电检测技术课程论文



学生姓名: \_\_\_\_\_

班 级: \_\_\_\_\_

学 号: \_\_\_\_\_

指导老师：\_\_\_\_\_

# 光电检测技术在工业中的应用现状与发展趋势

【摘要】:本文明确了光电式传感器的工作机理,简要论述了光电检测技术在工业自动化技术中的地位 and 作用,列举了其在现代工业生产中的应用实例,介绍了光电检测系统的发展趋势及近年来研究热点,分析光电产业现状并展望了其应用景。

【关键词】:光电检测 光电传感器 工业应用

## 0 引言

光电传感器由于反映速度快,能实现非接触测量,并且精度高、分辨力高、可靠性好,加之半导体光敏器件具有体积小、重量轻、功耗低、便于集成等优点,因而广泛应用于军事、宇航、通信、检测与工业自动化控制等多种领域中。当前,世界上光电传感领域的发展可分为两大方向:原理性研究与应用开发。随着光电技术的日趋成熟,对光电传感器实用化的开发成为整个领域发展的热点和关键。从上述分析可知,现代信息技术的主体是光子技术与微电子技术,而光子技术与微电子技术结合,它们互相交叉、互相渗透与补充,就形成了光电信息技术,光电信息技术的重要

内容是电—光信息转换和光—电信息的转换及其应用,是现代信息技术的基础和核心。

## 1 光电产业发展现状

### 1.1 光电产业概况

光电产业被认为是21世纪全球经济发展的“战略性行业”之一,是一个比较庞大的产业,它涉及到了社会的方方面面。按综合传统习惯和近年来细分产业发展趋势,产业可以具体分为以下几方面:

1) 液晶产业液晶产业的市场规模日益增长, TFT2LCD下游应用设备中液晶显示屏,笔记本电脑、液晶电视、手机需求都呈现出强劲的增长势头。

2) 发光二极管显示屏产业LED显示屏行业是一个新兴的阳光产业。作为重要的现代信息发布媒体之一，它在证券交易、金融，交通、体育、舞台、广告等领域得到广泛应用。

3) 光电器件及照明产业LED照明器件也许是继煤油灯，电灯之后照明的第三次革命。LED原材料、外延、芯片、封装、应用及相关配套件，设备仪器仪表等已形成完整的产业链。但是目前，白光LED要真正进入家庭照明及商业场合照明还要一段时间，还要克服技术性能和成本两大障碍。

4) 激光产业，国内从事激光器及激光应用设备生产的单位约500多家。激光及应用的销售集中体现在光存储，激光测距和准直、激光医疗设备以及激光加工设备等方面。激光行业正面临极好的发展时期。提倡技术创新和振兴现代制造业的科技兴国战略将带动激光加工设备、激光测量仪器、激光检测设备以及激光元器件等产品的研制和生产。

5) 光学产业由于发达国家已基本退出光学冷加工行业，向现代光电技术和光学设计领域集中，因此全球光学冷加工产业向中国转移的格局已基本形成，大多聚集于珠三角和长三角地区。冷光学工业重要技术发展趋势有塑胶镜

片、非球面镜技术，低熔点光学玻璃透镜模压成型技术。

## 1.2 全球光电产业的发展现状

美国政府历来以科技发展作为经济增长和军事发展，早已将光电子技术列入“美国国家关键技术”、“商务部新兴技术”和“国防部关键技术”的研究计划。1998年美国在亚利桑那州南部的Tucson，以亚利桑那大学为中心建立了“光谷”，“光谷”内公司约150余家，主要从事精密电子零件、电子设计软件研发和定位系统等。

以三星公司为首的平板显示器供应商，在积极地扩大产能，建立新的生产线以满足市场的需求，LED显示器已转向家用电视机，不断扩大屏幕尺寸、减少成本和提高亮度。世界光电产业中，光存储、光显示和光电子应用日益活跃，半导体发光二极管在全色显示和手机背光照明灯产品中将会大量应用。光伏发电将在21世纪前半期成为重要的能源之一，世界光伏产业将以每年30%以上的增长率保持高速展。到2023年前后，半导体照明的跨越式发展即将来临。在光电产业，哪个国家或地区取得了积极权，它就会在21世纪的尖端科技的较量中魁。

## 2 光电检测技术

### 2.1 光电检测技术的特性

光电检测术是光电信息技术的重要技术之一。它重要涉及光电变换技术、光信息获取与光信息测量技术以及测量信息的光电解决技术等。如用光电方法实现各种物理量的测量，微光、弱光测量，红外测量，光扫描、光跟踪测量，激光测量，光纤测量，图象像测量等。

光电检测技术将光学技术与电子技术相结合实现对各种量的测量。它具有如下特点：

1) 高精度。光电测量的精度是各种测量技术中精度最高的一种。如用激光干涉法测量长度的精度可达 $0.05 \mu\text{m}/\text{m}$ 。

2) 高速度。光电测量以光为媒介，而光是各种物质中传播速度最快的。无疑用光学方法获取和传递信息是最快的。

3) 远距离、大量程。光是最便于远距的介质，特别合用于遥控和遥测。如武器制导、光电跟踪、电视遥测等。

4) 非接触测量。光照到被测物体上可以认为是没有测量力的，因此也无摩擦。可以实现动态测量。是各种测量方法中效率最高的一种。

5) 寿命长。在理论上光波是永不磨损的，只要复现性做得好，可以永久的使用。

6) 具有很强的信息解决和运算能力，可将复杂信息并行解决。用光电方法还便于信息的控

制和存储，易于实现自动化，易于与计算机连接。易于实现智能化。

## 2.2 设计方法

光电传感器是通过把光强度的变化转换成电信号的变化来实现控制的。它的基本结构是一方面把被测量的变化转换成光信号的变化。然后借助光电元件进一步将光信号转换成电信号。光电传感器一般由光源、光学通路和光电元件三部分组成。由于被测对象复杂多样。故检测系统的结构也不尽相同。一般电子检测系统是由传感器、信号调理器和输出环节三部分组成。

光电传感器处在被测对象与检测系统的接口处。是一个信号变换器。它直接从被测对象中提取被测量的信息。感受其变化。并转化成便于测量的电参数。

传感器检测到的信号一般为电信号。它不能直接满足输出的规定。需要进一步的变换、解决和分析，即通过信号调理电路将其转换为标准的电信号。输出给输出环节。

根据检测系统输出的目的和形式的不同。输出环节重要显示与记录装置、数据通信接口和控制装置。传感器的信号调理电路是由传感器的类型和对输出信号的规定决定的。不同的传感器具有不同的输出信号。能量控制型传感器输出的是电参数的变化。需采用电桥电路将其转换成电压的变化。而电桥电路输出的电压信号幅度较小。共模电压又很大。需要用仪表放大器进行放大。在能量转换型传感器输出的电压、电流信号中一般都具有较大的噪声信号。需加滤波电路提取有用的信号。而滤波出无用的噪声信号。并且，一般能量型传感器输出的电压信号幅度都很低。也许才用仪表放大器进行放大。与电子系统载波相比。光电系统载波的频率提高了几个数量级。这种频率量级上的变化使光电系统在实现方法上发生了质变。在功能上也发生了质的奔腾。重要表现在载波容量、角分辨率、距离分辨率和光谱分辨率大为提高，因此，在信道、雷达、通信、精导、导航、测量等领域获得广泛应用。

### 3 光电检测技术在现代工业中的应用

#### 3.1 光电带材跑偏检测仪

冷轧带钢厂的某些生产工艺采用连续生产方式，如连续酸洗、连续退火和连续镀锡等。在这些生产线中，带钢在运送过程中容易在传送带

上发生跑偏，致使其边沿与传送机械发生碰撞和摩擦，从而产生卷边和断裂，导致废品，同时，也会使传送机械损坏；所以，在自动生产过程中，检测带钢的跑偏量并随时给予纠偏，才干使生产线高速运营。光电带材跑偏检测仪用来检测带材在加工中偏离对的位置的大小及方向，是为纠偏控制电路提供纠偏信号而设计的。光电带材跑偏检测仪的工作原理如图1所示，由光电式边沿位置传感器和测量电桥放大电路组成。

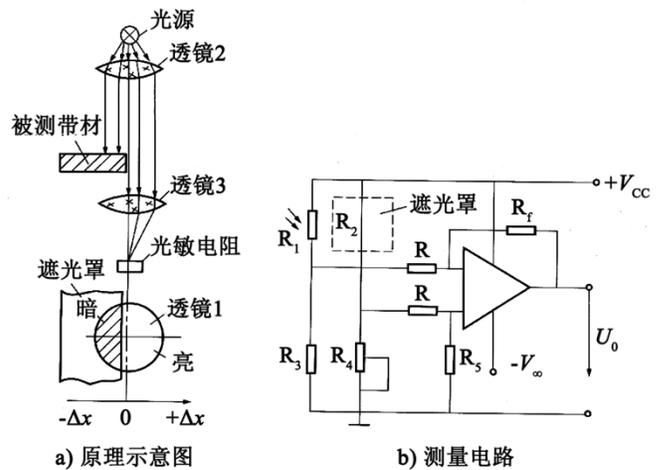


图1 光电带材跑偏检测仪工作原理图

从图1可以看出，光源发出的光通过透镜2汇聚成平行光束后，再经透镜3汇聚入射到光敏电阻R1上，透镜2、3分别安顿在带材相关位置的上、下方，在平行光束到达透镜3的途中，将有部分光线被带材遮挡，从而使光敏电阻受照的光通量减少。R1和R2是同型号的光敏电阻，R1作为测量元件安顿在带材下方，R2作为温度补偿元件，将其用遮光罩覆盖，R1~R4组成1个电桥电路，当带材处在中间位置时，通过预调电桥平衡，

使放大器输出电压 $U_0$ 为零。假如带材在运送过程中左偏时,遮光面积减小,光敏电阻的光照增长,阻值变小,电桥失衡,放大器输出电压 $U_0$

为负值;若带材在运送过程中右偏,则遮光面积增大,光敏电阻的光照减弱,阻值变大,电桥失衡,放大器输出电压 $U_0$ 为正值。输出电压 $U_0$ 的正负及大小反映了带材走偏的方向及大小。一方面,输出电压 $U_0$ 由显示器显示出来;另一方面,由纠偏控制系统作为驱动执行机构,产生纠偏动作的控制信号。

### 3.2 光电式烟尘浓度计

工厂烟囱烟尘的排放是环境污染的重要来源,为了控制和减少烟尘的排放量,对烟尘的监测是必要的。如图2所示为光电式烟尘浓度计的工作原理图。

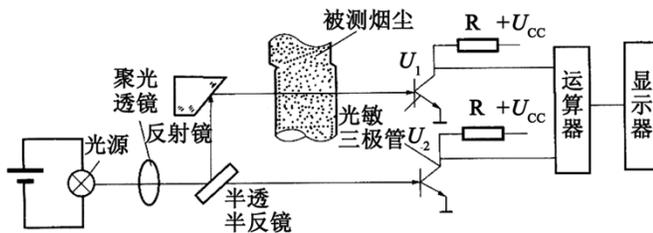


图2 光电式烟尘浓度计工作原理图

光源发出的光线经半透半反镜提成2路发光强度相等的光线。一路光线直接到达光敏三极管上,产生作为被测烟尘浓度的参比信号;另一路光线穿过被测烟尘到达光敏三极管上,其中一部分光线被烟尘吸取或折射,烟尘浓度越高,光线的衰减量越大,到达光敏三极管的光通量就小。2路光线均转换成电压信号 $U_1$ 、 $U_2$ ,由运算器计算出 $U_1$ 和 $U_2$ 的比值,从而进一步计算出被测烟尘的浓度。

采用半透半反镜及光敏三极管作为参比通道的好处是,单光源的光通量由于种种因素有所变化,或因环境温度变化,引起光敏三极管灵敏度发生变化时,由于2个通道结构完全同样,所以在最后运算 $U_1/U_2$ 时,上述误差可自动抵消,从而减小测量误差。根据这种测量原理也可以制作烟雾报警器,以及时发现火灾隐患。

### 3.3 光电开关

光电开关通常都是由光电式传感器和控制器组成,控制器对光电式传感器输出的电信号进行解决,并做出相应的开关响应。光电开关可以分为透射型和反射型。透射型光电开关的发射器和接受器相对安放,轴线严格对准,当有物体在其间通过时,红外光束被遮断,接受器因接受不到红外光束而产生1个电脉冲信号。反射型光电开关又分为2种类型:反射镜反射型和被测物体反射型(散射型)。反射镜反射型的光电式传感器单侧安装,需要调整反射镜的角度,以取得最佳的反射效果,其检测距离不如散射型;散射型安装最为方便,并且可以根据被检测物上的黑白标记来检测,但散射型的检测距离较小,只有几百微米。

光电开关可用于生产流水线记录产量,检测装配件到位与否及装配质量(如瓶盖是否压合上等),并且可以根据被测物的特定标记,发出自动控制信号。目前,已经广泛应用于自动包装机、自动灌装机和装配流水线等自动化机械装中。

几种不同类型的光电开关如图3所示。



图3 光电开关

### 3.4 光电式转速仪

光电式转速仪运用光电式传感器将旋转体的转速转换成相应频率的电信号,通过放大整形电路加工成方波信号,采用转速相应的频率及电路测出方波信号频率,经解决后,由显示器显示旋转体每分钟转动的圈数,即转速。采用上述方法进行转速测量时,所需传感器结构简朴,测量精度高。与机械式转速表和接触式电子转速表相比,其可实现非接触测量;因此,不会影响被测物体的旋转状态。由于光电元器件的反映速度快,动态性较好;因此,特别适合高转速的测量。

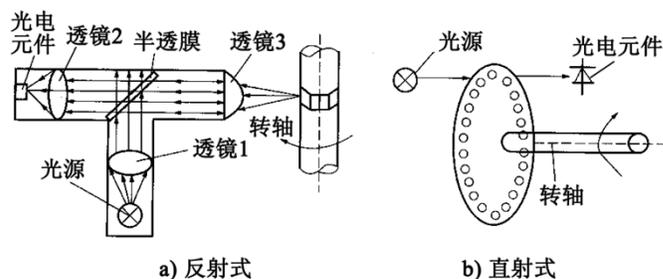


图4 光电式转速仪工作原理图

光电式转速仪分为缠绕反射式和直射式2种。反射式光电转速仪的工作原理如图4a所示。用金属箔或反射纸缠绕在转轴上,贴出一圈黑白相间的反射面,光源发射的光线经透镜1、半透膜和聚焦透镜3投射在转轴反射面上,反射光经聚焦透镜2汇聚后,照射在光电元件上,产生光流。该转轴旋转时,黑白相间的反射面导致反射光的强弱变化,形成频率与转速及黑白间隔数有关的光脉冲,使光电元件产生相应电脉冲。当黑白间隔数一定期,电脉冲的频率便与转速成正比。此脉冲经测量电路解决后,就可以得到转轴的速。

直射式光电转速仪的工作原理如图4b所示。转轴上装有带孔的圆盘,圆盘的一边设立光源,另一边设立光电元件。圆盘随转轴转动,当光线通过圆盘上的小孔时,将使光电元件产生一个电脉冲,转轴连续转动,光电元件就输出一列与转速及圆盘上孔数成正比的电脉冲数,在孔数一定期,电脉冲数和转速成正比。电脉冲输入测量电路后被放大和整形,再送入频率及进行显示,也可专门设计一个计数器进行计数和显示。

光电式转速仪实物如图5所示。



图5 光电式转速仪

### 3.5 清洁玻璃检测

散射型光电传感器最困难的应用之一就是检测透明材料。由于散射型光眼是依靠目的的反射光实现检测的,所以象清洁玻璃或透明塑料类材料就很难检测到。如今的光电传感器由于技术的进步,检测清洁玻璃已不再是不也许的了。

一种用于传送玻璃板的空吸杯自动系统工作过程如下:机械手把迭在一起的玻璃板一次一块地搬运到传送带上。假如玻璃出现,则超

声装置启动空吸杯,之后的任务就交给了光电传感器。当机械手抓起玻璃磨,光眼连续监测空吸杯下面的玻璃位置,直到机械手将玻璃传送给等待中的传送机为止。这种系统可靠性是关键,假如光眼没有检测到玻璃片,则空吸杯会立即停吸,玻璃将落地摔碎。

当玻璃堆的玻璃运空时,最后只剩下一块尺寸与玻璃板同样大小的碳板。超声传感器无法区分玻璃和碳板,但是带微解决器的光眼却能辨认出玻璃的反射性,而拒绝碳板,防止搬起非玻璃材料和导致误动作。因此,这里超声和光电传感器都需要。由于带微解决器而不是用电位器控制的,所以这种装置自身不用对,也没有振动引起的漂移。

### 3.6 光电检测技术在光纤通信与光纤传感领域的应用

#### 3.6.1 概述

近年来光电检测技术已在光纤通信与光纤传感领域得到了广泛的应用。它对整个系统的信号解决影响极大,起着连接传感光路与电路的桥梁作用。光电检测出来的信号通常很薄弱M。一般处在纳瓦级,甚至皮瓦级。由于外部光路的扰动、光电二极管的固有噪声,前置放大器的自身噪声等因素的影响,很难将有用信

号从这些噪声中分开。这对提高光电检测系统的精度和保持信号的完整性带来了一定的难。

### 3.6.2 光电检测中的噪声分析及电路设计

由于光电探测器自身检测到的光信号非常薄弱，所以将其转化后的电信号也非常薄弱。这样就规定光电检测的电路部分应选择噪声小、偏置电流小、增益大的运放。为了能减小光电二极管的暗电流影响。提高电路的精度，光电检测电路部分的电阻应选择高精度的金属膜电阻，电容应选择漏电流小的电容。前置运放与光电二极管的节点处需要用保护环保护起来。为了减少系统噪声，放大器输入输出要避免交叉布线，光电二极管要进行屏蔽以防止互相耦合。运放的供电电源需要有效的滤波并且供电电源不宜过大，以防止由于系统温度过高增长的热噪声。此外在设计转换电路时，应选择较大的反馈电阻，反馈电阻上应并联小电容，构成滤波器，滤除高频噪声，进一步提高系统的信噪比。

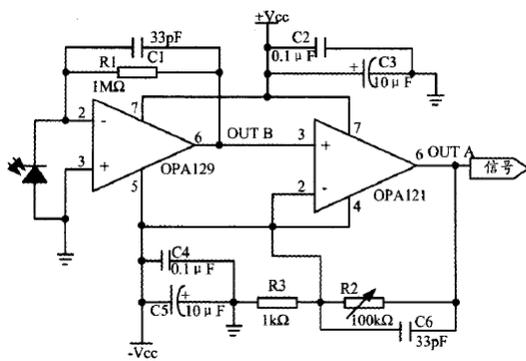


图6 光电转换放大电路

前置运放为高精度、低偏置芯片OPA129U进行反相放大。以完毕光生电流到电压的转换。光电探测器相称于一个电流源，完毕光功率到

电流的转化。后级运放选用了低噪声芯片OPA121KU作为第二级放大。此外，对整个电路进行了有效的屏蔽和滤波，并使用高性能的稳压电源给系统供电。光电转换与放大电路如图6所示。

### 3.6.3 系统设计和实验结果分析

系统如图7所示。该系统重要由宽带光源、FFP—TF和ARM解决器等器件够成。宽带光源发出的光通过FFP—TF滤波后形成窄带光源。FFP—TF工作在扫描状态，ARM发出的锯齿波扫描电压加在其中的压电组件上调节FFP—TF的腔长，使其窄带在一定范围内扫描。当窄带光扫过某个Bragg波长时，则有相应传感光栅反射的光信号输出。输出的光一部分进入光谱仪进行监测；另一部分通过光探测模块后转化为电信号，电信号通过放大、滤波后一部分进入示波器进行显示；另一部分通过模数转换器转换为数字信号后送入ARM系统进行数字信号解决。然后，ARM将解决完的数据转换成温度值送到上位机显示。若此温度值超过了警戒温度。ARM则驱动蜂鸣器报警。数模转换器和低通滤波器辅助ARM产生锯齿波扫描电压，同时ARM还对模数转换器和数模转换器进行逻辑控制，使之保持一定的同步。

以上内容仅为本文档的试下载部分，  
为可阅读页数的一半内容。如要下载  
或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/908056132007006076>