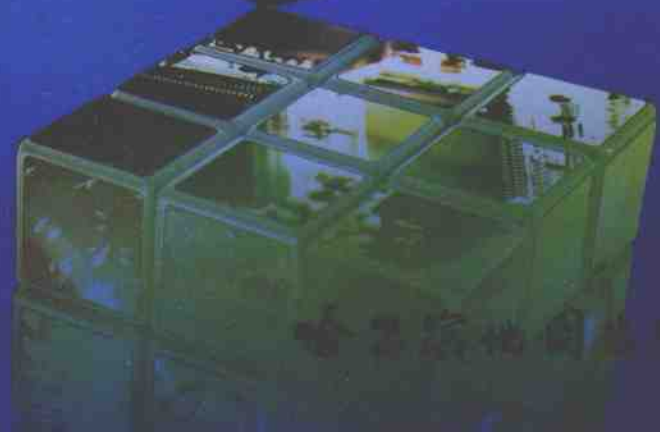


智能光电检测技术

ZHINENG GUANGDIAN JIANCE JISHU

王立刚 著



智能光电检测技术

ZHINENG GUANGDIAN JIANCE JISHU

王立刚 著

哈尔滨地图出版社

· 哈尔滨 ·

内 容 简 介

智能光电检测技术是许多传统学科和现代理论与技术相结合而产生的一个新的前沿技术领域,是现代信息系统的重要组成部分,本书是我国第一本关于智能光电检测技术的专著。

全书共6章,第1章分析了光电检测电路的现状,给出了智能光电检测电路的定义、特点、结构、功能及研究的内容等;第2章介绍了常用的信号调理器件和ARM微处理器功能;第3章简单描述了智能光电检测电路所用到的智能理论;第4章研究了智能光电检测中的数据处理技术;第5章介绍了接口与总线技术;第6章设计了基于光电二极管的智能光电检测电路。

本书可作为电子科学与技术、应用物理、测控技术与仪器仪表、光电信息工程及光机电一体化等专业的本科生或研究生的教材,也可作为相关专业的研究生的教学参考书,亦可供相关工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

智能光电检测技术/王立刚著. —哈尔滨: 哈尔滨地图出版社, 2009.7

ISBN 978-7-5465-0116-1

I. 智… II. 王… III. 光电检测 IV. TN206

中国版本图书馆CIP数据核字(2009)第131892号

哈尔滨地图出版社出版发行

(地址: 哈尔滨市南岗区测绘路2号 邮政编码: 150086)

哈尔滨海天印刷设计有限公司

开本: 787 mm×1 092 mm 1/16 印张: 9.5 字数: 243 千字

2009年7月第1版 2009年7月第1次印刷

ISBN 978-7-5465-0116-1

印数: 1~1 000 定价: 25.00 元

前 言

智能光电检测是多学科相互交叉、相互渗透,形成的一门新兴的高新技术学科,将成为现代信息科学的一个极为重要的组成部分。它主要研究光电检测电路的智能性,涉及微电子技术、微处理器技术、激光技术、数据融合技术、智能技术及光电转换技术等,实现光电信息的变换、获取、传输、处理的智能性,它是多方面技术相结合的产物,将广泛应用于工业、农业、家庭、医学、军事和空间科学等领域。

在本书中,作者分析了目前智能光电检测电路的不足,给出了智能光电检测的定义及相应的结构框图,对其性能进行了分析,并对每一部分的功能进行了研究,对实现智能光电检测所需要的主要知识与技术进行了介绍,并运用这些知识设计了基于光敏二极管的智能光电检测电路,部分地实现了智能光电检测的功能。但有些方面还需要进一步研究和完善,如:(1)如何对噪声、温度、电压波动及光源的变化进行修正,并建立相应的数据库;(2)数值分析和处理,如何应用智能技术,让系统具有自学习功能;(3)网络通信实现其智能化;(4)实时性问题。总之,智能光电检测电路的性能将随着智能、光学、微电子及微处理器等诸多方面技术的发展而得到提高。

智能光电检测电路的实现,降低了光电检测电路对环境的要求,提高了检测精确度,扩大了光电检测技术的应用范围。

目前,微电子技术、微处理器技术、数据融合技术、智能技术、接口技术及光电转换技术等处在不断发展当中。本文提出的智能光电检测的相关概念、定义及功能一定存在不完善的地方,希望广大读者提出宝贵意见!

王立刚
2009年5月22日

目 录

第 1 章 智能光电检测技术概述	(1)
1.1 引言	(1)
1.2 智能光电检测技术的定义及特点	(1)
1.3 一般结构及功能	(1)
1.4 数据处理单元	(3)
1.5 智能光电检测技术的可行性研究	(3)
1.6 智能光电检测电路的开发步骤	(4)
1.7 智能光电检测电路的优点	(5)
1.8 常用光电检测器件的性能比较和选择	(6)
1.9 智能光电检测技术研究的主要内容	(9)
第 2 章 常用的信号调理器件及 ARM 微处理器概述	(10)
2.1 ARM 微处理器概述	(10)
2.2 ARM 微处理器系列	(10)
2.3 ARM 微处理器的结构	(13)
2.4 选择 ARM 微处理器	(15)
2.5 ARM 微处理器指令简述	(15)
第 3 章 智能光电检测的基本原理	(19)
3.1 人工智能原理	(19)
3.2 基于人工神经网络的检测	(36)
第 4 章 数据处理方法	(45)
4.1 测量误差分析基础	(45)
4.2 数据融合技术	(50)
4.3 常用的数据处理方法	(57)
第 5 章 接口与总线技术	(69)
5.1 接口技术简介	(69)
5.2 现场总线	(77)
5.3 CAN 总线的 LSI 器件	(96)
第 6 章 智能光电检测电路的设计实例	(106)
6.1 总体框图	(106)
6.2 智能控制模块	(107)
6.3 智能光电检测电路的硬件设计	(108)
6.4 温度检测电路	(115)
6.5 A/D 转换	(116)

6.6	模拟输出	(117)
6.7	量程切换电路	(118)
6.8	电子电路抗干扰性设计	(119)
6.9	智能光电传感器前置检测电路的设计	(120)
6.10	智能模块的设计	(124)
6.11	任务模块的划分	(127)
6.12	温度检测任务	(128)
6.13	量程切换任务	(129)
6.14	光功率检测任务	(131)
6.15	数据处理	(132)
6.16	按键任务	(142)
参考文献		(144)

第1章 智能光电检测技术概述

1.1 引言

目前一些光电检测电路一般都是用传感器 + 调理器 + 单片机组成的,有关光电检测电路书籍(资料)和论文也只介绍传感器和单片机之间的接口、数据处理、显示、总线类型、编程方法等,对智能部分介绍得很少,并没有系统地介绍智能光电检测技术。笔者把嵌入式微处理器和智能技术相结合,提出了智能光电检测技术的概念并进行了研究。

1.2 智能光电检测技术的定义及特点

智能光电检测是以智能信号处理单元为核心,集成了光电采集、信号调理及外围接口单元,能够完成信号探测、变换处理、逻辑推理、自学习及通信功能,可实现自检、自校、自调整、自补偿及自诊断等功能的光电检测系统。

智能光电检测技术是用嵌入式微处理器(如 ARM 芯片)、智能理论和光电传感器相融合而成的。它具有综合处理多种传感器信息的能力;具有智能思维、判断、推理、自学习、信息综合、记忆存储、检测、网络通信及整个传感器电路的调理等功能;兼有自动选择检测方式,能对测量值进行修正、误差补偿,可提高测量精度;根据需要可进行自诊断和自校准,提高数据的可靠性;对测量数据进行存取、使用方便,有数据通信接口,能与微型计算机及其他设备直接通信,实现远程控制;可在网上传送数据并实现远程监测控制,可实现无线传输。智能的实现主要由嵌入式微处理器和软件组成,大部分功能由软件实现,可减少硬件的使用数量,克服硬件多、故障率大等缺点。

1.3 一般结构及功能

一个完整的智能光电检测系统等同于传感器系统 + 调理电路 + 微处理器 + 数据处理 + 智能模块(人工智能技术、神经网络技术及模糊技术),如图 1-1。智能模块是一个智能程序(核心),它具有光电检测领域专家大量的知识,它可以模仿光电检测专家解决问题的思维过程,能处理模糊信息,具有一定的获得知识及自学习能力,解决实际问题的能力不低于光电检测专家。该系统能进行有效的推理,总的功能在某些方面可远远超过人类专家的思维能力;具有灵活性、透明性、交互性,有一定的复杂性和难度。智能模块通常由知识库、推理机、综合数据库和知识获取程序 4 部分组成,并存放在微处理器的 FlashROM(闪速存储器)EEPROM(电可擦除存储器)中;见图 1-2。

交互接口单元用于外界对嵌入式智能传感器系统进行交互,包括对数据修改、添加、删

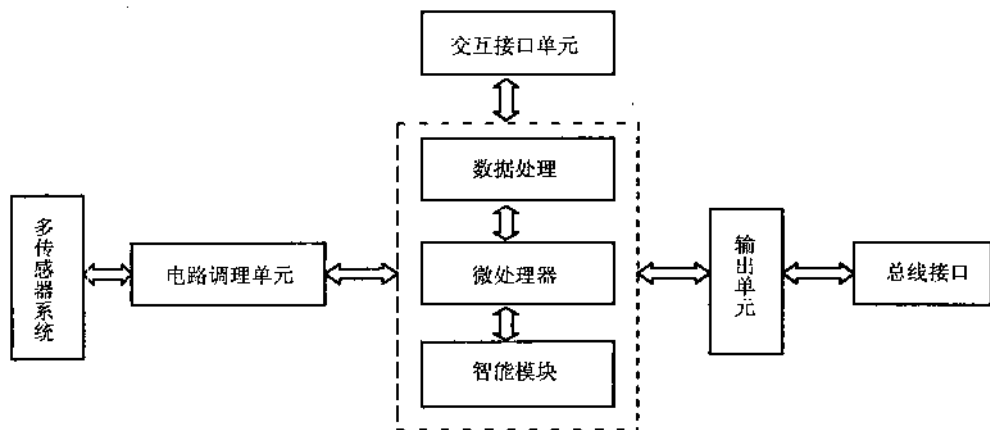


图 1-1 智能光电检测的结构框图

除,进行一致性、完整性的维护等功能。多传感器系统模块由各种类型的传感器组成或由集成传感器组成,负责对外界信息的采集转换等工作。向智能模块传送信息,一般是多输入系统。输出单元用于输出经过智能模块确认正确的传感器信息,供用户使用,一般是多输出系统。微处理器负责对数据的采集、处理、存储、管理、传送信息等任务,它的性能的高低直接影响到智能光电检测的性能,一般由高性能的单片机或嵌入式微处理器组成。外部接口单元提供总线接口功能,如 GP-IB 仪器、RS-232、网络接口等,方便与其他仪器设备互联,实现信息共享。数据处理单元主要对所采集的数据进行滤波、极值、平均值、方差、均方差、均方根值、数据融合及各种补偿算法等数据处理。

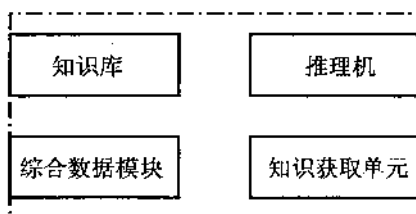


图 1-2 智能模块框图

智能模块是智能光电检测的核心,其中知识的多少、综合数据是否齐全、推理能力及自学习能力的强弱直接影响到智能光电检测智能程度的高低。随着智能技术、嵌入式微处理器的不断发展,智能光电检测智能程度也不断提高,智能光电检测必将成为光电检测发展的一个重要方向。

1.3.1 知识库

用于存放智能光电检测系统运行过程中所需要的知识,知识库中的知识是推理机发出命令的依据,是智能光电检测智能高低的体现。

1.3.2 综合数据模块

用于存放智能光电检测系统的原始数据、经验值及电路的基本参数、各种常用数据及性能参数,推理过程中所用的事实数据,也可用于存放推理过程中得到的中间数据。

1.3.3 推理机

用于存放推理策略、规划、方法(正向推理、逆向推理、双向推理等)及一些相应的算法,为推理提供支持,根据传感器及综合数据模块中的数据,利用知识库中的知识进行思维、推理后做出判断,并对嵌入式智能传感器的各种参数进行修改,以适应环境的变化。

1.3.4 知识获取单元

负责建立、扩充知识,并对现有的知识进行一致性、完整性的维护等。

1.4 数据处理单元

主要对所采集的数据进行滤波、极值、平均值、方差、均方差、均方根值、各种误差及各种补偿等数据处理,可以对多传感器信息进行数据融合。

1.5 智能光电检测技术的可行性研究

1.5.1 嵌入式微处理器及相关软件的性能

目前,嵌入式微处理器和嵌入式软件都达到一定的技术水平。

硬件方面:

目前,嵌入式微处理器体积小、低功耗、低成本、高性能;可以实现网上控制;支持 Thumb(16位)/ARM(32位)双指令集;Flash存储器容量大,成本低,可以存储大量的智能程序,运行速度更快;寻址方式灵活简单,执行效率高,指令长度固定。

软件方面:

目前,嵌入式软件都是与嵌入式微处理器相配套的,功能比较完善,虽然还没通用的嵌入式系统软件,但并不影响开发专家智能传感器;也可以用通用计算机语言(如 VC++等)进行开发。

另外各种总线与接口技术发展得也比较快,为实现智能光电检测也提供了技术支持。

因此,开发智能光电检测电路在硬件和软件方面已具备了条件,完全可行。

1.5.2 智能理论

人工智能技术、神经网络技术、模糊技术在很多方面得到了成功的应用,常用的理论相对完备。

以模糊数学为基础的模糊控制技术,主要完成对输入数据的模糊化处理,进行模糊关系运算、模糊决策,对决策结果进行精确化处理等。

以人工智能技术为基础的智能控制,是指那种无需(或需要尽可能少的)人的干预就能独立地对仪器进行自动控制,它是一种把人工智能技术与经典控制理论(频域法)及现代控制理论(时域法)相结合,实施智能控制的技术。

以神经网络技术为基础的神经网络控制技术,有表示任意非线性关系和自学习等能力,

对解决一些非线性控制问题提供了新的思路和方法。

所以,实现智能光电检测从硬件、智能理论和软件方面是完全可行的。

1.6 智能光电检测电路的开发步骤

智能光电检测的开发大致分9步:

(1) 明确设计任务

根据最终要实现的检测目标、智能光电检测应具备的功能和应达到的检测指标,编写设计任务说明书。设计任务说明书是设计人员设计的基础,应力求准确简洁。

(2) 拟订总体方案

设计者应首先依据设计的要求和一些约束条件,提出几种可能的检测方案。每个方案应包括光电检测电路的工作原理、采用的智能理论、传感器的性能等;接着要对各种方案进行可行性论证,包括对理论分析与计算及做一些相关的模拟实验,来验证方案是否能达到设计的要求;最后再兼顾各方面因素选择其中之一作为光电检测电路的设计方案。

(3) 确定智能光电检测电路的总体框图

当光电检测电路总体方案确定之后,就应该采用自上而下的方法,把光电检测电路划分成若干个便于实现的功能模块,并分别绘制出相应的硬件和软件工作框图。需要指出的是光电检测电路有些功能模块既可以用硬件来实现,也可以用软件来实现;应该根据光电检测电路性能价格比、研制周期等因素合理地选择做出安排。

(4) 首先按要求选择光电传感器,根据光电传感器的类型及特点设计其输出信号放大、数据类型转换、滤波及噪声处理等电路,使传感器系统的输出信号便于嵌入式微处理器的数据采集与控制。

(5) 微处理器系统的设计。目前微处理器种类很多,本着够用的原则,按要求选择即可,其外围电路的设计主要为嵌入式微处理器提供工作环境,主要包括接口电路、电源、调理电路、驱动电路及工作频率电路的设计等;软件的设计比较复杂,主要包括数据采集、处理、驱动及控制程序等。

(6) 智能模块设计。按要求建立知识库、综合数据库、推理机及与嵌入式微处理器接口程序,主要有知识表示、推理方式的选择、搜索方式的选择、数据的收集整理、编程实现等。

(7) 人机交互程序的设计,建立人-机输入数据、修改数据与参数、删除无用数据及监测数据变化窗口等。

(8) 硬件电路和软件的设计与调试

在进行搭接电路之前,应首先利用电路仿真技术和软件仿真技术对其进行仿真,根据仿真结果对硬件和软件进行修正,最后进行电路的焊接和联机调试。

当智能光电检测电路工作总框图确定之后,硬件电路和软件的设计可同时进行。

硬件电路设计的一般过程是:先根据智能光电检测电路硬件框图按模块分别对各单元电路进行电路设计;然后再进行硬件合成,即将各单元电路按硬件框图将各部分电路组合在一起,构成一个完整的整机硬件电路图。在完成电路设计之后,即可仿真和绘制印刷电路板,然后进行装配与调试。

软件设计一般按下列步骤进行:即先分析智能光电检测电路系统对软件的性能要求;然

后进行软件总体设计,分为程序总体结构设计和程序的模块化设计。模块化设计即将程序划分为若干个相对独立的单元模块;接着画出每一个专用程序模块的详细流程图,并选择合适的语言编写程序;最后按照软件总体设计时给出的结构框图,将各模块连接成一个完整的程序。在主程序的设计中要合理地调用各模块程序,特别注意各程序模块入口、出口及对硬件资源的占用情况。

软件调试也是先按模块分别调试,然后再连接起来进行总调试。这里的软件不同于一般的计算和管理软件,智能光电检测电路的软件和硬件是一个密切相关的整体,因此只能在对应的硬件系统中调试,才能最后确定其正确性。

(9) 联机联调

在硬件、软件分别装配调试成功后,就要对硬件和软件进行整体调试。调试中可能会遇到各种问题,若属于硬件故障,应修改硬件电路的设计;若属于软件问题,应修改相应程序;若属于系统问题,则应对软件、硬件同时给以修改,如此往返,直至合格。

智能光电检测电路的设计涉及传感器、调理电路、嵌入式微处理器、智能理论、软件编程等多学科的知识,它的优点是目目前光电检测电路无法比拟的,可以联合相关专家共同开发,缩短开发周期、提高开发效率。

1.7 智能光电检测电路的优点

(1)智能光电检测电路的功能较目前的光电检测电路有了极大的提高。许多原来用硬件电路难以解决或根本无法解决的问题,由于利用软件而获得较好的解决。采用微处理器的智能光电检测电路可进行滤波、极值、平均值、方差、均方差、均方根值、各种补偿算法等数据处理,可以检测多传感器信息并进行数据融合,根据融合结果再对数据进行修正。

(2)智能光电检测电路可以通过数据处理进行自动校正、非线性补偿、数字滤波等修正和克服由各种传感器、变换器、放大器等引起的误差和干扰,还可以进行电路参数的调整,从而提高了检测的精度和其他性能指标。

(3)智能光电检测电路一般都具有很高的自动化水平。微处理器能控制光电检测的整个测量过程,如键盘扫描,量程选择,数据采集、传输、处理及显示记录输出等,实现了检测过程的自动化。

(4)智能光电检测电路具有对外接口能力,通常都具备多种接口功能,能很方便地通过接口组成多功能、大范围自动检测系统。

(5)智能光电检测电路由于采用高性能的微处理器,从而可以用软件代替许多硬件电路工作,并具有时实可变性。这样,光电检测电路可以简化电路结构、减小体积、降低成本和提高可靠性。

(6)智能光电检测电路通常都具有自测试和自诊断功能。它能自行测试光电检测电路是否正常,自行诊断光电检测电路是否存在故障及故障的部位,提高了光电检测电路的可靠性。

1.8 常用光电检测器件的性能比较和选择

在进行光电检测电路设计时,根据设计系统的要求选择相应的光转换器件很重要。因此,把常用光电器件的性能进行比较和总结,供进行电路设计时参考。

1.8.1 光电器件性能的比较与选择

1.8.1.1 接收光信号的形式

在应用光电检测器件的测量仪器和系统中,光电器件接收光信号的方式有以下几种。

(1) 光信号的有无

即被测对象造成投射到光电器件上的光信号截断或通过,如光电开关、光电报警等。这时的光电器件不考虑线性,但要考虑灵敏度。

(2) 光信号按一定频率交替变化

这种光信号的输入是有一定频率的,必须使所选器件的上限截止频率(最好是最佳工作频率)大于输入信号的频率才能测出输入信号的变化。

(3) 光信号的幅度大小

当被测对象因对光的反射率、透过率变化或是被测对象本身光辐射的强度变化,此时的光信号幅度大小亦改变。为准确测出幅度大小的变化,必须选用线性好、响应快的器件,如 PMT 或光电二极管等。

(4) 光信号的色度差异

当被测对象本身光辐射的色温存在差异或表面颜色变化时,必须选择合适的光谱特性的光电器件。

1.8.1.2 各种光电检测器件的性能比较

(1) 动态特性方面(即频率响应与时间响应)

光电倍增管和光电二极管(尤其是 PIN 管与雪崩管)最好。

(2) 光电特性方面(直线性)

光电二极管、光电池及光电倍增管为最好。

(3) 灵敏度方面

光电倍增管、雪崩管、光敏电阻及光电三极管为最好。

(4) 输出电流大的器件

大面积光电池、光敏电阻、雪崩光电二极管与光电三极管。

(5) 外加电压最低

是光电二、三极管,光电池不需加电源。

(6) 暗电流小

光电倍增管与光电二极管最小;光电池不加电源时无暗流,加反压后 I_d 也比 PMT 与光电二极管大。

(7) 长期工作的稳定性方面

以光电二极管、光电池为最好,其次是 PMT 与光电三极管。

(8) 光谱响应方面

以光电倍增管和 CdSe 光敏电阻为最宽,但 PMT 响应偏紫外光方面,而光敏电阻响应偏红外光方面。

1.8.2 常用光电器件的主要特性参数的比较小结

(1) 光电变换的线性

光电二极管(包括 PIN 管与雪崩管)的线性最好,其他依次为零伏或反向偏置状态的光电池、光电三极管、复合光电三极管等,光敏电阻的光电变换的线性最差。

(2) 动态范围

动态范围分为线性动态范围与非线性动态范围。在线性动态范围方面,反向偏置状态的光电二极管动态范围最好,光电池、光电三极管、复合光电三极管较好,光敏电阻最差。光敏电阻的非线性动态范围要比其他光电器件宽。

(3) 灵敏度

光敏电阻的灵敏度最高,其他依次为雪崩光电二极管、复合光电三极管和光电三极管,光电二极管的灵敏度最低。

(4) 时间响应

PIN 与雪崩光电二极管的时间响应最快,其他依次为光电三极管、复合光电三极管和光电池,时间响应最慢的是光敏电阻,它不但惯性大,而且还具有很强的前历效应。

(5) 光谱响应

光谱响应主要与光电器件的材料有关,要视具体情况而言。一般来讲光敏电阻的光谱响应要比光生伏特器件的光谱响应范围宽,尤其在红外波段光敏电阻的光谱响应更为突出。

(6) 供电电源与应用的灵活性

光敏电阻没有极性,可用于交/直流电源。光电池不需外加电源就能进行光电变换,但线性很差,其他光生伏特器件必须在直流偏置电源下才能工作。因此,光电池的应用灵活性较高,光敏电阻与其他光生伏特器件的应用灵活性较差,但它们都适用于低压下工作。

(7) 暗电流与噪声

光电二极管的暗电流最低,光敏电阻、光电三极管、复合光电三极管和光电池的暗电流较大,尤其是放大倍率大的多极复合光电三极管及大面积光电池的暗电流更大。

光敏电阻的噪声源有三种,而其他光电器件的噪声源只考虑一种。但是,这并不能说明光敏电阻的噪声最大。具有高放大倍率的复合光电三极管与光敏面积较大的光电池的噪声最大。

1.8.3 光电检测器件的应用选择

现将光电检测器件的应用选择要点归纳如下:

(1) 光电检测器件必须和辐射信号源及光学系统在光谱特性上匹配。如测量波长是紫外波段,则选 PMT 或专门的紫外光电半导体器件;如果信号是可见光,则可选 PMT、光敏电阻与 Si 的光电器件;如是红外信号,则选光敏电阻;近红外信号选 Si 的光电器件或 PMT。

(2) 光电检测器件的光电转换特性必须和入射辐射能量相匹配

首先要注意的是器件的感光面要和照射光匹配好。因光源必须照到器件的有效位置,如发生变化,则光电灵敏度将发生变化。如太阳电池具有大的感光面,一般用于杂散光或者

没有达到聚焦状态的光束的接收。

光敏电阻是一个可变电阻。有光照的部分电阻就降低,必须设计光线照在两电极间的全部电阻体上,以便有效地利用全部感光面。

光电二、三极管的感光面只是结附近的一个极小的面积,故一般把透镜作为光的人射窗,要把透镜的焦点与感光的灵敏点对准。

光电池的光电流比其他器件因照射光的晃动要小些。一般要使人射通量的变化中心处于检测器件光电特性的线性范围内,以确保获得良好的线性检测。

对微弱的光信号,器件必须有合适的灵敏度,以确保一定的信噪比与输出足够强的电信号。

(3)光电检测器件必须和光信号的调制形式、信号频率及波形相匹配,以保证得到没有频率失真的输出波形和良好的时间响应。这种情况下主要是选择响应时间短或上限频率高的器件,但在电路上也注意匹配好动态参数。

(4)光电检测器件必须和输入电路在电特性上良好地匹配,以保证有足够大的转换系数、线性范围、信噪比及快速的动态响应等。

(5)为使器件具有长期工作的可靠性,必须注意选好器件的规格和使用的环境条件。

一般要求在长时间的连续使用中,能保证在低于最大限额状态下正常工作。当工作条件超过最大限额时,器件的特性会急剧劣化,特别是超过电流容限值后,其损坏往往是永久性的。使用的环境温度和电流容限一样,当超过温度的容限值后,一般将引起缓慢的特性劣化。总之,要使器件在额定条件下使用,才能保证其稳定、可靠地工作。

由于光电检测系统应具有非接触、高灵敏、高准确度的特点,能够实现三维、相关性和实时性测量。在信息科学、生命科学、工农业生产和制造业、航天航空、国防军事以及科学研究和人们的日常生活等领域得到广泛的应用,成为一种无法取代的检测技术,是当代先进检测技术之一。

光电检测系统的设计内容一般应包括检测方法的选择、光信号变换、光信号的频率特性分析、选取光电传感器、输入电路设计、前置放大电路设计及微处理接口电路设计等。

1.8.4 一般光电检测系统的设计步骤

(1)根据要求选择相应的检测方法,如选择直接光电检测方法,还是光外差检测方法等;

(2)选择光信号的变换形式,如辐射源形、透过形、反射形、遮挡形、光信息量化形及光传输信息形式等;

(3)研究入射光信号的频率特性,进行傅立叶频谱分析,确定光电检测电路带宽;

(4)研究光电传感器的伏安特性,根据光信号的形式确定输入电路的静态工作点以及动态工作点以及相应的调理电路;

(5)由入射光信号的带宽、光电传感器的噪声特点及系统要求,设计后继放大电路;

(6)微处理器接口电路设计;

(7)选择相应的修正方法对检测电路或数据进行调整或修正。

光电检测电路的设计应根据光电信号的性质、强弱、器件的噪声电平以及输出电平和通频带等技术要求来确定电路的连接形式和电路参数,保证光电器件和后续电路最佳的工作状态。

1.8.5 对一般检测电路的要求

(1)灵敏的光电转换能力。使给定的输入光信号在允许的非线性失真条件下有最佳的信号传输系数得到最大的功率、电压或电流输出。

(2)快速的动态响应能力。满足信号通道所要求的频率选择性或对瞬变信号的快速响应。

(3)最佳的信号检测能力。具有保证可靠检测所必需的信噪比或最小可检测信号功率。

(4)长期工作的稳定性和可靠性。

1.9 智能光电检测技术研究的主要内容

智能光电检测电路是目前功能最先进的光电检测电路,代表着当今光电检测技术发展的重要方向,它的实现使区域或全球信息一体化成为可能,随着电子技术、智能技术、网络技术的发展,它的功能将更加完善。为了实现智能光电检测电路设计,本书主要介绍了如下内容:智能光电检测技术的基本概念;常用的信号调理器件及 ARM 微处理器概述;智能光电检测技术的基本原理;数据处理方法;总线技术;智能光电检测设计实例。

第2章 常用的信号调理器件及 ARM 微处理器概述

本章介绍的常用信号调理器是设计智能光电检测电路常用的器件。主要包括常用运算放大器、仪用放大器、可变增益放大器及信号变换器等。嵌入 ARM 微处理器是实现智能光电检测电路的核心器件,在这里只作了简单的介绍,详细地掌握这部分内容需要学习有关 ARM 微处理器的系统知识。

2.1 ARM 微处理器概述

ARM(Advanced RISC Machines)是一个公司的名字,也是一类微处理器的通称。1991年 ARM 公司成立于英国剑桥,主要出售芯片设计技术的授权。目前采用 ARM 技术知识产权(IP核)的微处理器,即是我们通常所说的 ARM 微处理器。ARM 现在已遍及工业控制、消费类电子产品、通信系统、网络系统、无线系统等各类产品市场,基于 ARM 技术的微处理器应用约占据了 32 位 RISC 微处理器 75% 以上的市场,ARM 技术正在逐步渗入到我们生活的各个方面。

ARM 公司是专门从事基于 RISC 技术芯片设计开发的公司,作为知识产权供货商,本身不直接从事芯片生产,靠转让设计许可,由合作公司生产各具特色的芯片,世界各大半导体生产商从 ARM 公司购买其设计的 ARM 微处理器核,根据各自不同的应用领域,加入适当的外围电路,从而形成自己的 ARM 微处理器芯片。目前,全世界有几十家大的半导体公司都使用 ARM 公司的产品,因此 ARM 技术获得了更多的第三方开发工具和软件等的支持,又使整个系统成本降低,使产品更容易进入市场被消费者所接受,更具有竞争力。采用 RISC 架构的 ARM 微处理器一般具有如下特点:

体积小、低功耗、低成本、高性能。

支持 Thumb(16 位)/ARM(32 位)双指令集,能很好地兼容 8 位/16 位器件。

大量使用寄存器,指令执行速度更快。

大多数数据操作都在寄存器中完成。

寻址方式灵活简单,执行效率高。

指令长度固定。

2.2 ARM 微处理器系列

ARM 微处理器目前包括下面几个系列,其他厂商基于 ARM 架构的处理器,除了具有 ARM 架构的共同特点以外,每一个系列的 ARM 微处理器都有各自的特点和应用领域。

微处理器主要有 ARM7 系列、ARM9 系列、ARM9E 系列、ARM10E 系列、SecurCore 系列、Inter 的 Xscale、Inter 的 StrongARM 等。其中,ARM7,ARM9,ARM9E 和 ARM10E 为 4 个通用

处理器系列,每一个系列提供一套相对独特的性能来满足不同应用领域的需求。其中 SecurCore 系列是专门为安全要求较高的应用而设计的。以下我们来详细了解一下各种处理器的特点及应用领域。

(1) ARM7 微处理器系列

ARM7 系列微处理器为低功耗的 32 位 RISC 处理器,最适合于对价位和功耗要求较高的消费类产品,ARM7 微处理器系列具有如下特点:

- ①具有嵌入式 ICE - RT 逻辑,调试开发比较方便。
- ②极低的功耗,适合对功耗要求较高的产品,如便携式产品。
- ③能够提供 0.9MIPS/MHz 的三级流水线结构。
- ④程序代码密度高并兼容 16 位的 Thumb 指令集。
- ⑤对操作系统的支持广泛,包括 Windows CE, Linux, Palm OS 等。
- ⑥指令系统与 ARM9 系列、ARM9E 系列和 ARM10E 系列兼容,便于用户的产品升级换代。

⑦主频最高可达 130MIPS,高速的运算处理能力能胜任绝大多数的复杂应用。

ARM7 系列微处理器的主要应用领域为:工业控制、Internet 设备、网络和数据设备、移动电话等多种多媒体和嵌入式应用。ARM7 系列微处理器包括如下几种类型的核: ARM7TDMI, ARM7TDMI - S, ARM720T, ARM7EJ。其中,ARM7TDMI 是目前使用最广泛的 32 位嵌入式 RISC 处理器,属低端 ARM 处理器。本书所介绍的 Samsung 公司的即属于该系列的处理器。TDMI 的基本含义为:

- ①T:支持 16 位压缩指令集 Thumb。
- ②D:支持片上 Debug。
- ③M:内嵌硬件乘法器(Multiplier)。
- ④I:嵌入式 ICE,支持片上断点和除错点。

(2) ARM9 微处理器系列

ARM9 系列微处理器在高性能和低功耗特性方面提供最佳的性能。具有以下特点:

- ①5 级流水线结构,指令执行效率更高。
- ②提供 1.1MIPS/MHz 的哈佛结构。
- ③支持 32 位 ARM 指令集和 16 位 Thumb 指令集。
- ④支持 32 位的高速 AMBA 总线接口。
- ⑤全性能的 MMU,支持 Windows CE, Linux, Palm OS 等多种主流嵌入式操作系统。
- ⑥MPU 支持实时操作系统。
- ⑦支持数据 Cache 和指令 Cache,具有更高的指令和数据处理能力。

ARM9 系列微处理器主要应用于无线设备、仪器仪表、安全系统、机顶盒、数字照相机和数字摄像机等。ARM9 系列微处理器包含 ARM920T, ARM922T 和 ARM940T 三种类型,以便用于不同的产品中。

(3) ARM9E 微处理器系列

ARM9E 系列微处理器为可综合处理器,使用单一的处理器核心,提供了微处理器、DSP、Java 应用系统的解决方案,极大地减少了芯片的面积和系统的复杂程度。ARM9E 系列微处理器提供了增强的 DSP 处理能力,很适合于那些需要同时使用 DSP 和微处理器的应用场