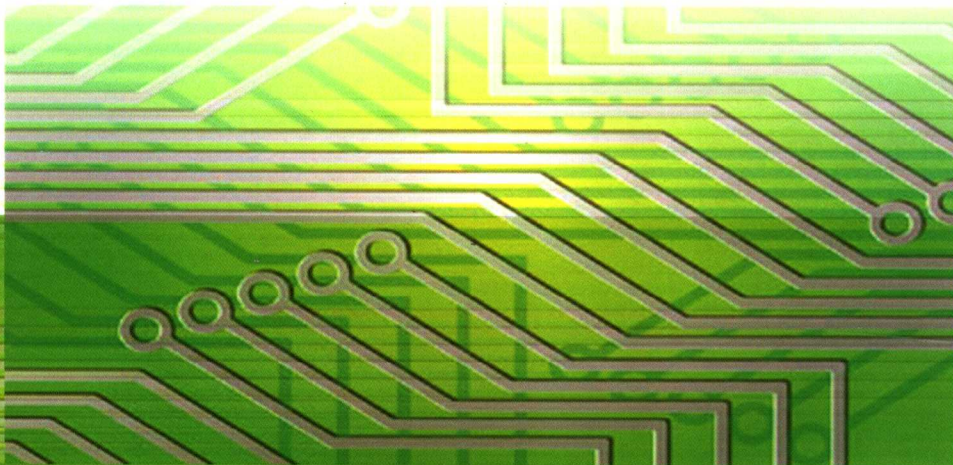


应用电子技术

◎ 瞿安连 / 编著



科学出版社
www.sciencep.com

应用电子技术

瞿安连 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书从现代电子技术应用的角度出发,讨论了模拟和数字电路的基本原理及其分析与设计方法,并介绍了多种类型集成电路的工作原理、使用方法和典型应用电路。

全书共分九章,具体安排如下:第一章绪论;第二章电路及元器件;第三章基本放大电路;第四章模拟功能电路;第五章专用模拟集成电路及其应用;第六章逻辑约定与逻辑图;第七章基本逻辑电路;第八章逻辑功能电路及其应用;第九章模拟与数字的接口电路。

本书内容丰富,体系新颖,深入浅出,实用性强。可作为大专院校师生有关电子技术课程的教学参考读物,或作为科技工作者自学现代电子技术的教材,亦可供从事电子技术工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

应用电子技术/瞿安连编著. —北京:科学出版社,2003

ISBN 7-03-011243-1

I. 应… II. 瞿… III. 电子技术 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 016384 号

责任编辑:李 宇 钟 谊/责任校对:包志虹

责任印制:刘秀平/封面设计:高海英

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

西 源 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2003年8月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2003年8月第一次印刷 印张:29

印数:1—3 000 字数:568 000

定价:48.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

前 言

本书可作为大专院校“电子技术”课程的教学参考读物,作为基本教学内容的补充。内容既包括理论基础知识,又包括大量电路实例。笔者作为高校教师一直主张学生不应只读一本教材,多接触一些不同风格、不同体系的著作,对知识的掌握和素质的培养是十分有益的。

本书在选材和安排上注意了以下几点:

一、采用新体系。本书虽然仍把电子技术分为模拟和数字两部分,但顺序编排与一般电子技术教材不同,主要从尽快使读者掌握电子技术应用的角度考虑。每部分首先讨论基本原理及其分析与设计方法,侧重于集成电路的输入、输出特性;然后介绍各种典型集成电路的应用方法,期望读者能从这些应用电路实例中举一反三,学会分析和应用各类集成电路的技巧。

二、注重实用性。全书列举了百余个应用实例,这些电路大部分来自笔者近四十年从事电子技术科研、教学、工程设计的成功实例;有些来自研究工作中阅读的国内外文献和维修的各类电子仪器和装置;还有一些则摘自国际各大器件公司在互联网站上提供的最新器件数据。这些风格迥异的电路也许稍作修改就能应用到读者的电子设计中去,希望本书能在电子技术理论学习和应用实践之间建立起一座桥梁。

三、具备先进性。本书在理论基础的讨论上吸取了国内外的新思想、新理论以及笔者长期从事教学、科研工作的经验。书中把目前应用广泛的 MOS 电路(包括模拟电路和数字电路)置于更突出的位置,在运算放大器及其应用、反馈稳定性分析、基本逻辑电路讨论等方面提出了一些新的见解。全书的讨论着重于各种常用集成电路,部分章节中涉及的晶体管和分立元件电路,也是为了有利于读者进一步理解相应集成电路的原理和应用。本书所精选的集成电路,有很多是近十年来的新产品,全部是世界上处于领先地位的著名公司产品。笔者在写作过程中,曾在互联网站上进行查询,在实例中剔除了已停产的产品而改换了新一代芯片。此外,还参考了一些网站公布的产品最新动向的介绍。

知识本是一个整体,为了研究方便才把它们分成学科,所以各学科知识永远是相互交叉的。电子技术经常服务于其他学科,自然经常与应用者的背景知识交织在一起,特别是与信息处理、控制、计算机等学科联系较紧,而本书无法一一详述这些背景知识。读者在遇到具体电路问题时,若对特定的背景知识不够了解,可以将这部分内容暂时搁置,先读熟悉的内容(常常也是读者急需用到的内容),以后有时

间再参考相关资料,解决这部分问题。灵活应用是学习的灵魂。

本书是由电子学著名学者康华光教授首先倡导提出的,在写作中笔者一直承蒙康老的关心和指导,他在 76 岁高龄,冒着武汉的酷暑阅读了大部分书稿,并提出了宝贵的建议。在此谨向我的导师康华光教授致以深切的感谢。

感谢 Analog Devices、National Semiconductor、Texas Instruments、Philips Semiconductors、Motorola、Maxim Integrated Products 等公司在互联网站提供了集成电路产品的详细数据。

个人的知识是很有限的,本书定会存在谬误和不足,敬请读者指正。笔者的电子邮箱为 alqu@mail.hust.edu.cn,热切地期待着与读者和同行们的交流!

瞿安连

武汉华中科技大学

2002 年 11 月

目 录

前言

第一章 绪论	1
1.1 电子技术的应用	1
1.1.1 电子电路的分析实例	1
1.1.2 电子电路的分析步骤	2
1.1.3 电子电路的设计实例	3
1.1.4 电子电路的设计步骤	7
1.2 电子系统与信号	12
1.2.1 电子电路与系统	12
1.2.2 信号及其表达	14
1.2.3 模拟信号和数字信号	16
第二章 电路及元器件	21
2.1 元件	21
2.1.1 供能元件	22
2.1.2 无源元件	23
2.2 电路的基本定律和定理	25
2.2.1 直流电路	25
2.2.2 广义欧姆定律	28
2.2.3 RLC 电路	30
2.3 半导体二极管	35
2.3.1 PN 结	35
2.3.2 二极管及其主要特性	36
2.3.3 二极管电路的分析方法	40
2.3.4 特殊性能的二极管	47
2.4 单极晶体管	53
2.4.1 场效应管的结构和特性	53
2.4.2 场效应管的模型	59
2.5 双极晶体管	64
2.5.1 双极晶体管的结构和特性	64
2.5.2 双极晶体管的模型	68

2.6 集成电路的制造工艺和电路特点	73
第三章 基本放大电路	77
3.1 放大电路基本知识	77
3.1.1 放大电路模型	77
3.1.2 放大电路的主要性能指标	80
3.2 晶体管单管放大电路	85
3.2.1 共源极和共射极放大电路	85
3.2.2 其他连接组态的单管放大电路	88
3.3 模拟集成电路中常见的电路组态	93
3.3.1 复合结构电路	93
3.3.2 电流源电路	97
3.3.3 基本差分放大电路	100
3.3.4 输出电路	109
3.4 集成运算放大器	112
3.4.1 集成运算放大器的结构和电路	112
3.4.2 运算放大器应用电路的基本构型	118
3.5 反馈放大电路原理	121
3.5.1 反馈的基本概念	121
3.5.2 四种负反馈放大电路组态	125
3.5.3 负反馈对放大电路性能的影响	137
3.6 反馈放大电路的稳定性	141
3.6.1 多级放大电路的波特图	141
3.6.2 反馈环路增益 AF 的波特图	142
3.6.3 反馈放大电路稳定工作条件	143
3.6.4 反馈电路中的频响校正	143
3.6.5 运放中的频响校正	146
3.6.6 放大电路自激问题的解决方法	148
第四章 模拟功能电路	151
4.1 运算电路	151
4.1.1 基本运算电路	151
4.1.2 传递函数运算电路	158
4.2 有源滤波电路	159
4.2.1 滤波电路的基础知识	159
4.2.2 巴特沃斯低通滤波电路	162
4.2.3 切比雪夫和贝塞尔低通滤波电路	168
4.2.4 高通滤波电路	172

4.2.5	带通滤波电路	176
4.2.6	带阻滤波电路	178
4.2.7	全通恒时延滤波电路	180
4.3	信号产生电路	182
4.3.1	正弦波振荡电路基础知识	182
4.3.2	RC 正弦波振荡电路	185
4.3.3	LC 正弦波振荡电路	191
4.3.4	比较器	200
4.3.5	矩形波产生电路	203
4.3.6	三角波和锯齿波产生电路	204
第五章	专用模拟集成电路及其应用	208
5.1	测量放大电路	208
5.1.1	仪表放大器	208
5.1.2	隔离放大器	214
5.1.3	对数放大器	220
5.1.4	D类低频功率放大器	227
5.2	信号处理电路	235
5.2.1	模拟计算电路	235
5.2.2	变跨导乘法器	242
5.3	电源电路	257
5.3.1	线性稳压电路	257
5.3.2	直流变换电路	264
5.3.3	隔离电源	276
第六章	逻辑约定与逻辑图	279
6.1	逻辑约定	279
6.1.1	二值逻辑单元图形符号	279
6.1.2	单一逻辑约定	280
6.1.3	极性指示符逻辑约定	282
6.2	数字逻辑电路图	283
6.2.1	逻辑框图及其内部符号	284
6.2.2	逻辑图的绘制规则	289
6.2.3	逻辑图的绘制步骤	292
第七章	基本逻辑电路	294
7.1	开关电路	294
7.1.1	机械开关电路	294
7.1.2	晶体管开关电路	297

7.1.3 用互补开关模型构成的基本逻辑门	298
7.2 CMOS 集成电路	300
7.2.1 CMOS 集成电路的一般结构	300
7.2.2 CMOS 基本逻辑门电路	301
7.2.3 CMOS 输入电路	306
7.2.4 CMOS 输出电路	308
7.2.5 CMOS 集成电路应用中的实际问题	315
7.3 其他类型的 MOS 集成电路	319
7.4 TTL 集成电路	321
7.4.1 TTL 输入电路	323
7.4.2 TTL 输出电路	324
7.4.3 TTL 基本逻辑门电路	328
7.5 逻辑电路的接口	329
7.5.1 不同系列逻辑电路之间的接口	329
7.5.2 集成逻辑电路对外部负载的驱动	331
7.6 基本逻辑门的反演符号及其应用	334
7.6.1 反演符号	334
7.6.2 反演符号的应用	334
第八章 逻辑功能电路及其应用	338
8.1 数字信号传送电路	339
8.1.1 总线驱动器	339
8.1.2 施密特电路	341
8.1.3 数据选择器	344
8.1.4 数据分配器	351
8.2 代码变换电路	352
8.2.1 二进制译码器	353
8.2.2 七段数码显示译码器	355
8.2.3 二进制编码器	359
8.3 算术运算电路	363
8.3.1 加法器	363
8.3.2 数值比较器	366
8.3.3 算术逻辑单元 ALU	367
8.4 锁存器和触发器	369
8.4.1 锁存器	369
8.4.2 触发器	376
8.5 计数器和移位寄存器	380

8.5.1 异步计数器	380
8.5.2 同步计数器	382
8.5.3 移位寄存器	387
8.6 数字信号产生电路	392
8.6.1 单稳态触发器	392
8.6.2 无稳态多谐振荡器	397
8.7 逻辑电路中的竞争-冒险现象	400
8.7.1 竞争-冒险现象及其成因	401
8.7.2 消除竞争-冒险现象的方法	404
第九章 模拟与数字的接口电路	407
9.1 数模转换器	407
9.1.1 数模转换器的基本原理	407
9.1.2 数模转换器的主要参数	413
9.1.3 数模转换器的应用	416
9.2 直接比较型模数转换器	423
9.2.1 模数转换器的基本原理	423
9.2.2 模数转换器的主要参数	426
9.2.3 分级比较型和逐次渐近型模数转换器	427
9.3 积分型模数转换器	432
9.3.1 双积分型模数转换器	432
9.3.2 V-F 变换型模数转换器	438
9.4 单片数据采集系统	443
9.4.1 MAX127 数据采集系统	443
9.4.2 LM12458 数据采集系统	445
9.5 模拟与数字接口电路应用中应注意的问题	447
参考文献	451

第一章 绪 论

由于物理学的重大突破,电子技术在 20 世纪取得了惊人的进步,特别是近 40 年来,微电子技术和其他高新技术的飞速发展,已使工业、农业、科技、国防领域以及人们的社会生活发生了令人瞩目的变革。如今,电子技术的应用几乎无处不在,生活中的各种家用电器、工作中的办公用具、通讯设施、现代化的生产设备……,无不用到电子技术。即使在一个似乎与电子技术无关的生物学实验室中,也能看到许多电子设备,示波器、信号发生器等电子仪器已成为这些实验室的必需设备。

本书将讨论一些常用基本电路的分析与设计方法,并列举一些集成电路的应用实例。所涉及的基本电路,有些过去曾是用分立元件(即分离的晶体管和其他元件)实现的,但现在大多数已有小规模和中规模集成电路产品。它们也是构成各种功能完善的大规模集成电路的基本电路模块。世界上集成电路日益更新,新产品层出不穷,读者在掌握基本电子电路的工作原理、主要特性以及电路之间的互联匹配等基本知识之后,就可以对已有电子设备的电路进行分析;也可以根据要求,通过阅读厂家提供的器件产品手册,以最少量的集成电路芯片,设计出性能可靠、成本低廉的应用电子电路,乃至构成某种功能完善的电子系统。

本章将首先以实例介绍电子电路的分析与设计方法,以期使读者了解电子技术应用的概貌,然后讨论电子系统与信号的基本概念,以作为后续各章的背景知识。

1.1 电子技术的应用

实践性强是电子技术的突出特点之一。除了掌握各种基本电路的原理之外,多读电路图、多动手、多做实验是学习电子技术的捷径和诀窍。下面将从电子技术应用的角度切入正题。

电子技术的基本应用可分为电子电路的分析和电子电路的设计两个方面。下面分别通过实例,介绍这两方面的应用,并归纳其基本步骤。

1.1.1 电子电路的分析实例

电子电路的分析是从已有电路出发,研究它们的功能和主要性能参数,这实际是个学习过程,形象地说,是对电路图的“读图”过程。当我们接手使用或维护、修理某个电子设备时,一般先要对其电路进行仔细分析,以了解各部分电路的结构、

功能,估算电路的性能参数。在学习电子技术知识时,往往也是从分析某个具体电路开始的。下面就以某仪器中的“噪声显示”部件为例,说明电子电路的分析方法。

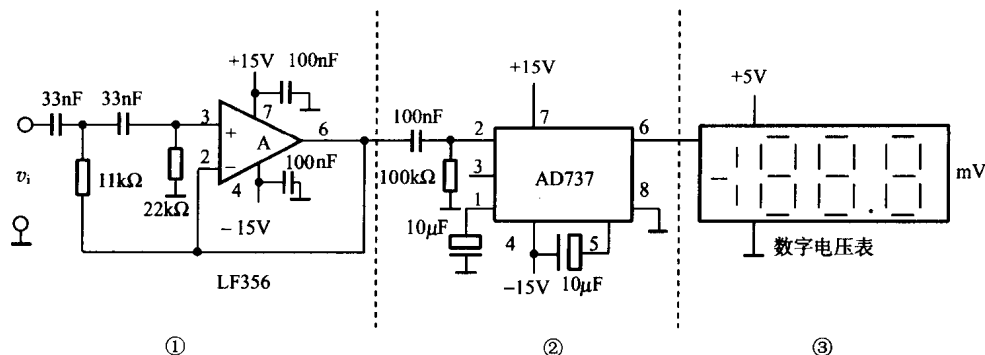


图 1.1.1 某仪器的“噪声显示”电路

该仪器的“噪声显示”电路如图 1.1.1 所示。为了便于分析,可把电路按图中虚线分为三部分,或称为三个模块。左边的模块是用集成运算放大器 LF356 构成的高通有源滤波器(见本书 4.2 节)。通过对电路参数的计算可知,该滤波器允许输入信号 v_i 中 300Hz 以上的成分通过,电压增益为 1,300Hz 以下的信号成分被阻断。图 1.1.1 中间模块的 AD737 是美国 AD (Analog Devices)公司产品,可从该公司的产品手册或网站(<http://www.analog.com>)上找到它的使用说明。经查阅,它是均方根值(Root Mean Square, RMS,即有效值)转换电路。当在 AD737 的信号输入端(引脚 2)加入交变或直流电压信号时,输出端(引脚 6)则产生一定的直流电压,其值等于输入信号的均方根值。AD 公司在使用说明中所列举的典型应用实例与图 1.1.1 的中间模块的电路基本相同。图中右边的模块是一个成品数字电压表,量程为 0~199.9mV。AD737 的输出信号直接输入电压表,则该表的数字显示值必是 AD737 输入信号的均方根值。

综合上述分析可以确定,图 1.1.1 所示电路的功能是测量 300Hz 以上噪声的均方根值,量程范围是 0~199.9mV,最小电压分辨率为 0.1mV。

我们知道,噪声往往是不可预知的随机信号,用它的峰值或平均值都难以准确表征其能量的大小,而均方根值则与噪声能量相关,因而通常用它来表达噪声的大小。集成电路产品 AD737 的出现,为我们提供了准确测量噪声电平的方便条件。

1.1.2 电子电路的分析步骤

从上述实例,可以归纳出电子电路分析的基本步骤:

(1)把复杂的电子系统按功能层层分块。例如,把图 1.1.1 所示某仪器的噪声显示电路作为总电子系统中的一个子系统分离出来。

(2)把子系统的电路进一步分割成以单个集成电路芯片为中心的电路模块。

(3)根据所掌握的电子技术知识以及相应的集成电路手册和电路的元件参数,确定各个电路模块的功能并计算其关键参数。例如在上例中逐步确定滤波器通频带、AD737 的信号转换关系等等,这时把集成电路(如 LF356、AD737)或部件(如直流数字电压表)看成是“黑盒子”,即只关心其整体功能及外部各引脚的功能、特性和连接方法,暂时忽略各集成电路和部件内部的具体工作原理和电路结构。

(4)根据对各电路模块的分析结果,可以对子系统电路,进而对整个电子系统的工作原理、性能指标和其他特性参数进行判断和计算。

1.1.3 电子电路的设计实例

简单地讲,电子电路的设计就是“画”电路图的过程,需要根据实际情况的不同条件和要求,确定电路的结构,计算电路的输入、输出参数和确定所有元、器件的型号和参数,通常还包括电路的安装和调试。

一般来说,电子电路的设计不是一个简单的、一次能完成的过程,而是一个逐步试探的过程。它除了需要掌握更多的电子技术知识外,还需要熟悉具体工程应用对象的背景知识,需要更丰富的想像力和创造性,因而比分析电路难度更大一些。

下面是一个线材收线轴驱动电机控制电路的设计实例。

1. 提出任务

一些线材,如金属线(丝)、塑胶导线、光导纤维以至通信电缆、光缆等,生产出来时都要整齐地收绕在线轴上,以利储存、运输和使用。这些产品生产线末端的收线装置除了要将线材排列整齐(一般可用机械装置实现)外,还要随时调整收线轴的转速。这—是由于生产线运行速度是变化的,二—是由于收线轴由空轴到绕满,绕线直径越来越大,必须及时调整转速。假定你是一位基层技术人员,你的“老板”(可能是你的上级技术领导、导师、课题负责人……)要求你设计上述收线轴的转速控制电路。“老板”已经决定,收线轴的驱动电机是外购部件,电机上已附带有功率驱动电路,只要输入 $0 \sim +10\text{V}$ 范围的控制电压,电机转速的相应变化范围就能完全满足要求。

2. 画出结构方案的方框图

根据上面的描述可知,需要你设计的是一个电子控制装置。它的输入信号应是线材生产线放线速度和收线轴收线速度之差,当放线速度高于收线速度时,电机转动应加速,反之则减速,当放/收线速度相等时,电机转速应保持不变。该电路的输出电压范围应在 $0 \sim +10\text{V}$ 之间,以适应功率驱动电路的输入要求。于是可以画出这个电子装置的结构方案方框图,如图 1.1.2 所示。为了表达清楚,图中把电机的功率驱动电路也包括在内。

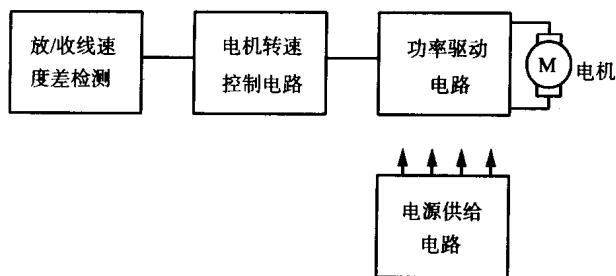


图 1.1.2 电机转速控制的方框图

3. 电路设计

方案确定之后,就可以按方框图逐个进行细化的电路设计。

(1) 放/收线速度差检测

首先要把放/收线速度差的机械信号检测出来,并把它转换为相应的电信号,才能被后面的转速控制电路所接收,并对信号进行处理。这种把非电物理量转换为电量信号的装置通常被称为**传感器**。图 1.1.3 示出实现这种转换的一个方案,它是一个电气元件和机械配合的装置。由图可以看出,当放线速度快于收线速度时,摇臂就会下垂,带动电位器的滑动端向 -10V 电压一端移动,使其输出负电压,驱动电机加速;反之,摇臂上抬,电位器滑动端输出正电压,使电机减速;当放/收线速度相等时,电位器滑动端位于中央,输出电压为零,电机保持转速不变。这样就放/收线速度之差的信号检测出来,并转换成电压信号^①。

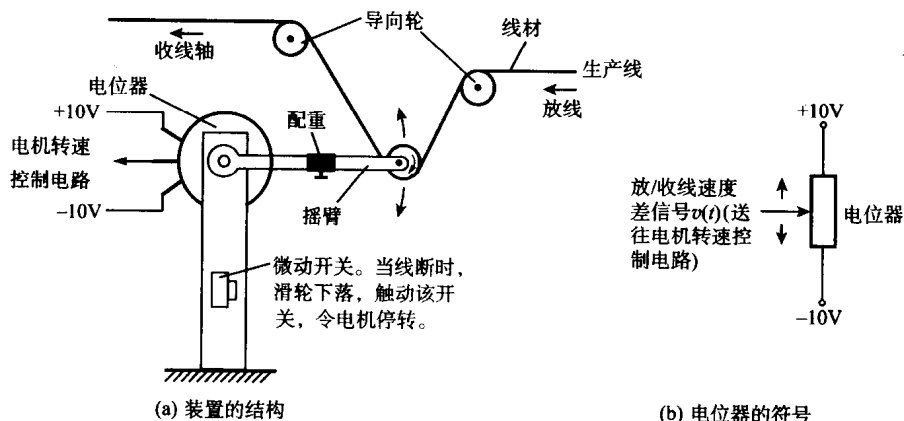


图 1.1.3 速度差检测装置

^① 实际上,电位器滑动端的输出电压 $v(t)$ 与放/收线速度差对时间的积分成比例,即 $v(t) = k \int (v_r - v_s) dt$, v_s 和 v_r 分别为放、收线速度, k 为比例系数,单位为 V/m 。

(2) 转速控制电路

上述测量装置的输出电压仅仅反映了放/收线速度之差的变化信息。作为转速控制,电路必须“记忆”住原有转速,并在原有转速基础上作出调整。储能元件电容具有“记忆”作用,从本书 4.1.1 节可以了解到。如图 1.1.4 所示的积分电路正好可实现上述功能。当放线速度快于收线速度时,电位器滑动端输出负电压,图中的积分电路输出电压逐渐上升,使电机加速。收线速度的提高,使线材张紧,带动电位器滑臂向中间移动,直到电位器输出为零。这时,放/收线速度相等,积分电路输出电压保持不变,使收线电机转速稳定在某一值。反之亦然。只要积分电路输出电压调整的速度适当,最终都能使放/收线速度趋于平衡。

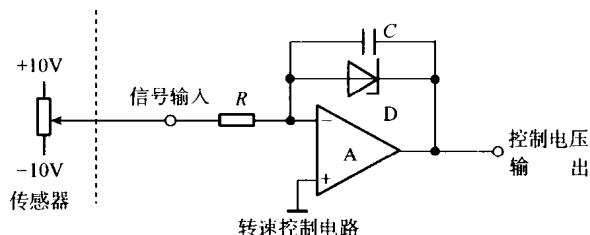


图 1.1.4 积分电路

积分电路输出的调整速度取决于电路中 R 、 C 的时间常数,该电路的时间常数必须小于整个生产线运行的惯性常数,才能起到有效的控制作用,但也不能过小,过小会造成系统运行不稳定。严格地说,在电路参数确定之前,应首先建立控制系统的数学模型,然后再确定电路参数,但这涉及控制理论问题,此处不再详述。电路中的稳压二极管 D 是为了限制积分电路的输出电压幅度,使之不超过电动机功率驱动电路的输入电压范围。为了使系统正常工作,还需根据工艺条件设计启动、停止控制电路,而电源供给电路可以根据电路所需的电压和功耗,直接选用厂家的系列产品,也可以选择适当的元器件自行设计。

电路设计完毕,下一步就是进行组装。关于电路组装的一些原则,本书在后续各章将只作粗略地讨论,经常需要靠设计者工作经验的支持。电路组装的工艺水平,将很大程度上决定着电路的实际性能。

4. 电路的调试

(1) 电气仿真调试

电路组装完成后,可首先逐级在实验室进行电气仿真调试。对于此例,可将电位器滑动端输出电压加在积分电路上,旋转电位器轴,积分电路的输出电压应符合上述工作原理的变化规律,即积分电路输入负电压时,输出电压应升高,反之则下降。由于该电路的时间常数较大(与机械系统相适应),用指针式万用表测量输出电压,应看到它的变化过程。电气仿真调试实际上也是对电路的检查排错过程。

(2) 现场调试

即把全部机械装置、电机和电子电路安装到工业现场进行统调。如果前期工作做得好,方案选择考虑得充分、全面,那么现场调试将不会遇到很大困难。现场调试中最容易出现的问题是:前期设计中对实际对象的背景了解不够,对实际条件估计不足,或者电路性能设计得过于临界,造成系统达不到预期指标,有时甚至会严重到需要推翻原有设计。图 1.1.4 的控制电路对于一般线材收线已能满足要求,但在有些应用场合就会发现,系统控制的过渡过程不够理想,这是由于设计中没有充分考虑控制对象的机械性能。如果将积分电路改进为 PID(proportional-integral-differential)控制电路,则可改善系统的控制质量。

上述放/收线速度差传感器必须使用耐磨的长寿命电位器(例如美国 BOURNS 公司的 6539S 系列电位器)。即使如此,其使用寿命也是有限的。此外,电位器滑动端移动过程中会产生无法避免的噪声,这也会影响系统的控制性能。在某些要求较高的场合(如光导纤维生产),上述系统的控制特性就难以满足要求。下面介绍一种使用无触点传感器的收线控制系统,它采用现代数字技术实现。

5. 高性能控制电路

现代通信中广泛使用的光导纤维在高温拉制、树脂涂覆完成后,需要在一定张力(如 4.5N)下进行一次或若干次“复绕”工序,去除内部不均匀的应力,才能长期保证其光学传导性能。光纤复绕机同样需要类似上述线材收线的控制系统,但性能要求高得多。图 1.1.5 是将图 1.1.3 的电位器传感改为光电传感的一个设计方案,系统框图如图 1.1.6 所示。图 1.1.5 中的配重轮使光纤在复绕过程中保持固定张力,放/收线速度差的传感则由一组红外光电耦合传感器实现。与配重轮相连的遮光板宽度应稍大于相邻两个光电耦合器的间距。如果某一光电耦合器的红外

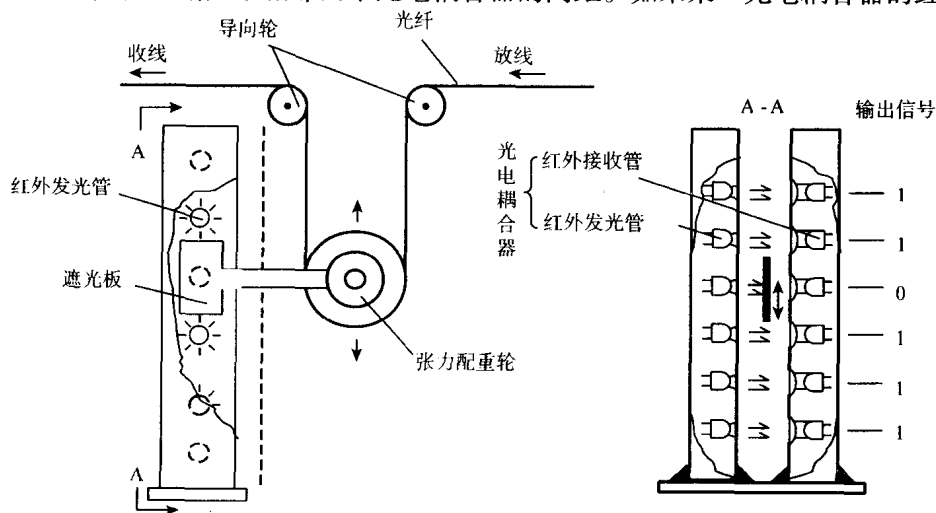


图 1.1.5 光/电耦合传感器示意图

发光管被遮光板挡住,相应接收管则收不到红外光,输出状态为0。反之,未被遮光板挡住的那些光电耦合器的接收管输出状态为1。假定遮光板位置如图1.1.5所示,则光电耦合器输出编码为110111(从上至下),当收线速度慢于放线速度时,配重轮下移,则输出编码转为110011。图1.1.6中的微处理机系统在程序控制下,不断读入这些编码信号后,则可判定配重轮的位置和移动方向,然后再按预定程序计算出相应的控制编码,输出到数模转换电路中产生一定的模拟电压,去控制收线轴驱动电机的转速。

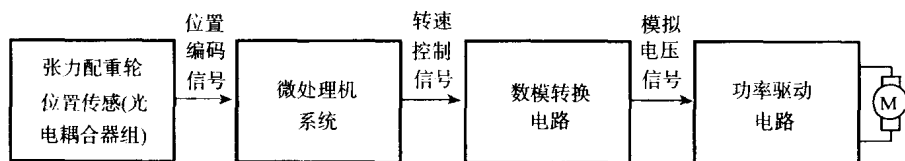


图 1.1.6 光纤复绕机收线控制电路方框图

该系统的优点在于:① 和电位器相比,它的传感器是无磨损的,运行中故障率极低,可维护性相当好;② 控制系统中使用了微处理机,可以运用一些模拟电路难以实现的高级控制算法,从而大大提高了控制的质量和稳定性,而且通过修改软件(程序),就能改变其控制性能,具有较高的灵活性和可改进性。

1.1.4 电子电路的设计步骤

由1.1.3节的实例,可以进一步归纳出电子电路设计过程的流程图,如图1.1.7所示。下面按照该图的流程顺序作较详细的说明。

1. 提出任务

一项电路设计任务可能是以“老板”下达设计任务书的形式提出。在任务书中需要明确以下内容:① 电路功能的描述;② 技术指标;③ 经济指标。

电路功能的描述实际是明确应用的对象和说明工作的背景。有时设计工作的失败,问题就出在设计者对应用对象的背景知识了解不足。所以设计工作开始前的调查研究工作必不可少,这可能影响到整个设计工作的成败。

电子电路的技术指标一般可分为四类。第一类是电气指标,其中有些在设计任务书中可能已明确给出,而有些则隐含在“老板”给出的其他指标之内,需经推算确定,另有一些则在设计过程中方能确定。例如,在1.1.3节的实例中,控制电路输出信号电压变化的动态范围就可能隐含在“老板”给出的生产线最高运行速度的参数内,必须通过该参数与其他一些参数来推算确定;而控制电路的直流供电电源的电压则需在设计中根据信号电压的动态范围确定。技术指标中的第二类属于设备条件的约束,如系统的体积、重量、功耗等。第三类技术指标与环境相关,如工作温度、环境湿度、耐振动和冲击强度以及电磁兼容性(即系统对外界的电磁辐射和