

# 计算机在检测装置、仪器仪表中的应用

张久荣

(中国林科院木材工业研究所)

各种物理量和过程参数的检测是科学研究与生产过程控制最基本的条件。例如,木材干燥过程中,如果不能测得窑内的温度,风速和木材含水率等参数,就无法了解干燥过程进行的情况,更谈不上控制,也无法研究,并实现以最短的时间,最小的能耗,使木材达到满意的干燥质量。又如,在刨花和纤维施胶过程中,如不能测出刨花、纤维的流量和胶液的流量,就无法使施胶比例控制在工艺要求的范围内。

检测技术、检测装置的发展与生产的发展紧密相联。由于生产规模不断扩大,生产速度不断提高,为搞好生产管理,需要集中在操作室对整个过程的各个参量都能进行监视,要求安装在现场的测量仪表能将数据及时地送到操作室,这就促成了自动检测装置的产生和发展。

自动检测装置可实现:1.自动测量,不需人去插置测量元件;2.连续测量,连续显示结果;3.测量结果可以传送一段距离;4.进行一定的换算,累积处理等。

本文讨论的检测装置即指自动检测装置。对自动检测装置的要求是“准确”,即当被测参数相对稳定不变时,检测装置能正确地显示其读数,而当被测参数变化时能很快地反应出来。同时,不应受外界因素的影响(如电源波动、环境温度、电磁感应等)。

自动检测装置由以下几部分组成:1.测量变换元件,它直接测取物理参量的值,并把它变成便于传送的量,一般都是变成电学量;2.测量电路;3.放大器,当信号过于微弱时,可用放大器放大;4.显示仪表,用来显示检测结果。以上几部分之间的关系如图1所示<sup>[1]</sup>

被测参数 → 测量变换元件 → 测量电路 → 放大器 → 显示仪表

图1 自动检测装置

随着科学技术的发展,各种检测装置的发展表现在检测精度的提高,检测参数范围的扩大和测量时间的缩短;从容易测量的参数的检测,离线检测,接触式检测,发展到包括难于测量的参数的检测,并实现在线、非接触式测量。检测装置的构成,在五十年代经过一次电子化的飞跃。近年来,计算机技术的发展,使检测技术,检测装置发生深刻变化。计算机的高速度、高精度的数学、逻辑运算功能为检测过程中的各种参数的控制、计算、处理提供了极其有利的条件,促使检测装置精度提高,功能完善,体积缩小,调整、维修方便。

计算机在检测装置中的作用表现在以下几方面。

## 一、信号处理

在检测装置中,测量变换元件(或称传感器)输出的信号与被测参数之间存在某一规律,两者之间存在一定的数学关系。但这种规律和数学关系一般并不很精确。例如热电偶输出电势随温度升高而升高,近似线性关系,但两者之间并不是严格的线性关系。两者的实际关系如图2所示。如想得到一个随温度而线性变化的输出电压,用于显示,需有如图2所示<sup>[2]</sup>的补偿功能。这种补偿曲线可以用图中所示的几节短线段来实现。利用计算机可以很容易地完成这项工作。同时,随着输入的变化不断地从一个数转入另一个数。计算机能以任何适当的精确度来完成这个任务。计算机一般可存贮64节线段的数值表,使非线性误差小于0.1%。

不论传感器测出的数据与实际参数之间的函数

(3) Абиляситов Г.А., 1988, Применение лазеров В Деревообрабатывающей Промышленности, Мех. Обработка Дровесины, Озв.Инф.

(4) Бирюков М.В., ..., 1986, Лазерная Установка Для Резания Дровесины И Прит, Деревообрабатывающая Промышленность.

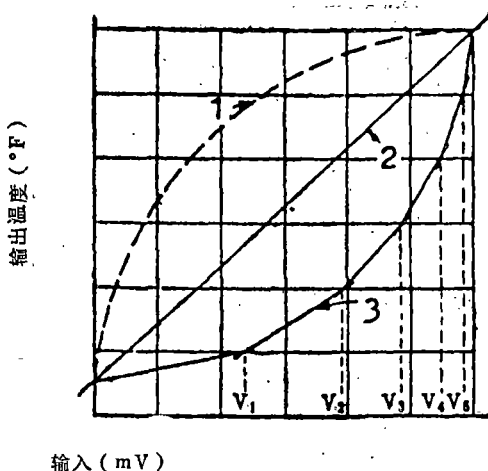


图2 过程变量线性化

- 1—未处理的过程变化 (PV)
- 2—经线性化的过程变化 (PV)
- 3—线性化曲线

关系怎样复杂,总可以采用多项式来进行线性化变换,并满足一定的精度要求。而由计算机完成数学运算是很方便的。

## 二、计算导出量

在工业控制和测量系统中,经常需要由测量出的参数计算各种新的物理量。例如,由刨花流量和胶液流量计算施胶比例,由胶和刨花的流量计算材料累计消耗等。这些可以由电子电路来完成。但是,对这些具有某种静态数学模型的过程,使用计算机通过软件实现导出量的计算,不仅可省去硬件电路,而且方便,灵活,准确,经济。

## 三、偏移和增益误差的自动校准

### 1. 自动调零

由模拟电路构成的检测装置,当其输入为零时,其输出往往不为零。这是因为组成模拟电路的各电子器件的特性不是恒定不变的。例如,放大电路的增益会随着环境温度的变化而变化。而且电子元件的性能还会随时间增长而衰退。检测装置通常由数模转换和放大电路组成,由于电路元件特性的变化逐级累积,严重地影响测量结果的准确性,因此需要校正零点。如果由模拟电路本身解决调零问题,势必使硬件电路增加,而且必须挑选稳定性高的电子元件,势必增加成本,调整也困难。

在检测装置中使用计算机,则可实现数字调零。如图3所示,模拟输入为传感器输出信号。在测量时,由程序控制先将多路开关接到需要测量的一组信号,测出这时的输入值为 $X_1$ ,然后再使多

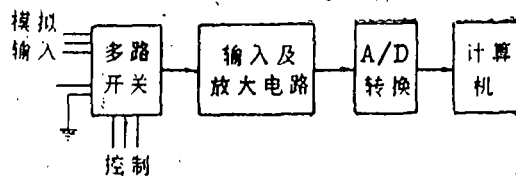


图3 数字调零电路

路开关的输入接地,测出此时的输入为 $X_0$ 。把 $X_1$ 减去 $X_0$ ,即为实际输入信号 $X$ 。采用这种方法,可去掉输入电路、放大电路及A/D转换器本身的偏移及随时间和温度而发生的各种漂移的影响。这种调零可由程序安排自动完成。

### 2. 自动校准

除数字调零外,还可以采用偏移和增益误差的自动校准。在系统开机后,或每隔一定时间自动测量基准参数,例如基准电压和零电压(即地电压),然后计算误差模型,获得并存储误差补偿因子。在正式测量时,根据测量结果和误差补偿因子,计算校准方程,从而消除误差。

## 四、数字滤波

除零点的漂移和偏移引起的静态误差外,在检测系统的信号中均会有种种噪音和干扰。它们来自被测信号源本身,传感器,外界干扰等。为了进行准确的测量和控制,必须消除被测信号中的噪音和干扰。在模拟电路中,是采用硬件电路(各种滤波电路)完成滤波的。采用计算机,可以用软件对信号中的周期性的和随机干扰有效地抑制。计算机通过一定的计算和判断程序减少干扰在有用信号中的比例,这就是数字滤波或程序滤波。

与模拟滤波器相比,由计算机进行数字滤波,具有以下优点:

1. 数字滤波是用程序实现的,不需要增加硬件设备,所以可靠性高,稳定性好;
2. 数字滤波器可以对频率很低(如0.01Hz)的信号实现滤波,克服了模拟滤波器的缺陷;
3. 数字滤波器可以根据信号的不同,采用不同的滤波方法或滤波参数,因而灵活、方便、功能强。

## 五、实现具有特殊性能的PID和模糊控制算法

按偏差的比例、积分、微分(简称PID)控制,是过程控制中应用最广泛的一种控制。在七十年代以前,由硬件电路组成的各种PID调节器,例如电动调节器(DDZ)和气动调节器(QDZ),大量用

于工业生产。为获得理想的调节效果,必须根据生产线的动态特性设置适宜的比例范围,积分时间和微分时间,即P、I、D的数值。但是由于人们对生产对象的动态特性往往不能完全掌握,所建立的数学模型就不够精确。因此在决定系统参数时还要靠经验和现场调试。如果由计算机完成调节作用,其程序是按照一定的算法来编制的,这就满足了PID调节器在决定系统参数时的适应性和灵活性,可以方便地调整参数。而且,只要在程序上稍加改变,就可以达到改善控制质量的目的。例如实现:

### 1. 带有死区的PID控制

在控制精度要求不太高,控制作用尽可能少变动的场合,采用带死区的PID控制是适合的。

### 2. 积分分离的PID控制

当启动、停机或大幅度改变给定值时,往往会使得调节器第 $n$ 次输出值 $\Delta\mu_n$ 很大,以致造成系统在消除偏差时出现较大的超调和长时间的振荡。在由计算机进行PID调节运算时,采用适当算法,可以构成适于纯滞后系统的数字调节器。

### 3. 模糊控制

现有的控制理论(包括经典调节和现代控制理论)有一个基本的共同点,就是控制器的设计都要建立在被控制对象精确数学模型(传递函数和状态方程)的基础之上。实际上,多数系统极其复杂,很难确定其传递函数和状态方程。对于这些系统,可以模仿操作人员感觉,对系统的状态作出反应,实现控制。例如,可以通过传感器测得系统的各种参数,之后,人们根据获得的信息,对照自己已有的经验来进行分析判断,从而判定应该对输入量进行何种调整。把操作人员的经验总结成若干条规则,经过一定的数学处理,存放在计算机中,这些规则称为模糊控制规则。仿照人脑的模糊推理过程,确定推理法则,作出模糊决策,并根据已决定的模糊决策去执行具体的动作。

## 六、在检测装置、仪器、仪表中使用计算机,使信息的显示和贮存得到根本改善

为了对生产过程进行分析,常常需要将主要的参数记录下来。最初,人们是通过定期观察,人工记录。后来有了记录仪,可以将参数随时间的变化,记录为曲线。传统的记录仪虽然可以起到自动记录的作用,但是,1. 一台记录仪只能记录一、二个参数;2. 记录仪具有走纸机构,体积比较大。如需记录若干参数,则数台记录仪要占据庞大的空间;3. 消耗记录纸,成年累月用纸,增加运

行成本;4. 仅能单纯作记录,不能作必要的数据处理。采用计算机系统,通过接口接收来自传感器的信号,由编制的程序完成各种处理、运算,给出各种导出量,并将信息存贮在存贮器中,需要时可调出在CRT上显示,或打印出来。存贮器可反复使用,方便,经济。

计算机可以在极短的时间内采样并存储大量数据,就可以在测量中引入统计技术,使检测技术发生了根本的变化,推动了信息科学的发展,为人们深入研究各种现象和过程创造了条件。使用计算机大大扩展了检测装置、仪器仪表在时间和空间方面的功能。

使用计算机的另一突出特点是便于实现数据的传输和通讯。在大型的、复杂的生产线上。通常有多个过程参数需要显示和记录。使用常规仪表,只能通过记录仪记录数据。生产管理部门难于在短时间内了解全线的情况。采用计算机的仪器仪表,可以采取与主计算机间的通讯,将各种参数随时输送到主计算机,由主计算机编制成所需的全部生产报表,便于统计和作出决策。

## 七、带有计算机的检测装置、仪器仪表在木材工业中的应用

如同其它工业部门一样,带有计算机的检测装置、仪器仪表,在木材工业中得到日益广泛的应用,取得良好的效果。下面仅举几个例子加以说明。

### 1. 干燥过程中的数据采集

目前,刨花板、纤维板生产过程中,常使用管道干燥。刨花或纤维在通过管道的运动过程中,在高温气流作用下,使其含水率达到预定的要求。火灾是这种干燥方式最主要的危险。为研究防火措施,西德弗劳霍夫木材研究所(WKI)采用计算机控制的数据采集系统,可采集干燥机中不同点的温度,露点温度,CO<sub>2</sub>含量,O<sub>2</sub>含量等参数。通过对这些参数的分析,找出最容易发生火情的状态,各种因素的影响,加深了对干燥过程的了解,为防火设施的研制提供了可靠的数据。图4为刨花干燥过程检测系统方框图<sup>[5]</sup>。

### 2. 在线测量板厚

板的厚度是板的质量的重要指标之一。起初在生产过程中,是对生产出的成品进行人工测量。这种测量要花费一定时间。如果发现厚度不符合要求,采用某种措施,也会因延迟了时间,造成一些废品。西德GreCon公司生产的TMNC型激光测厚

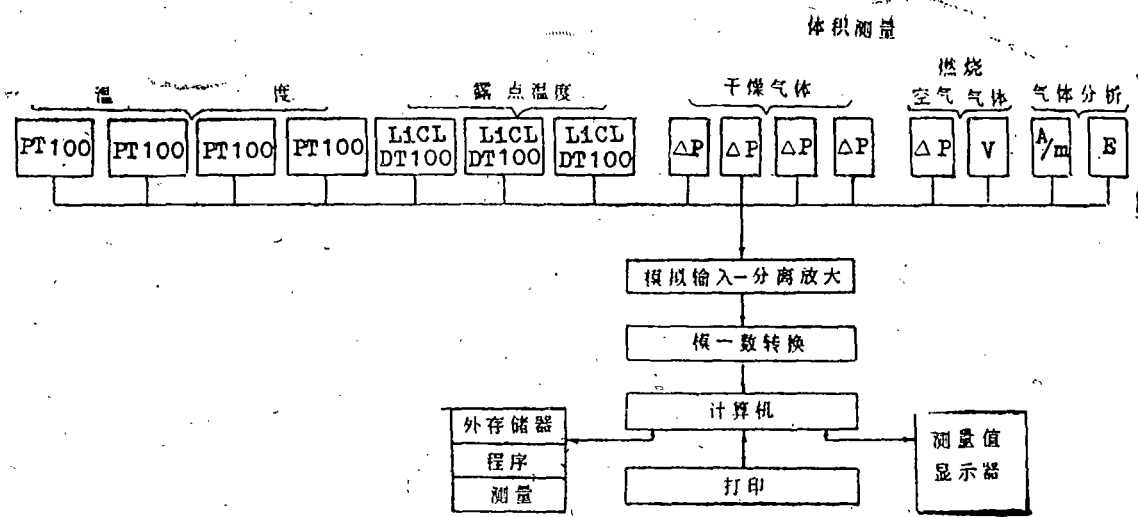


图4 刨花干燥过程研究中检测系统方框图

仪,是一种可以实现在线非接触检测的计算机化检测装置,其系统如图5所示<sup>[6]</sup>。

该装置采用模块式设计的多处理机系统,使系统功能易于扩展,易于维修。可以方便地修改和增补各种功能软件。处理机计算厚度的平均值,进行统计分析,超差时发出报警。在CRT上,可以清楚地看到三对测试头测得的板厚分布情况。如图6所示,图中虚线内为允许的偏差范围,打号的为超差部分。在图形的上方表示出各种数据,例如被测板的序号,生产时间,最大最小厚度,平均厚度等指标。该装置可以方便地存贮数据,需要时按要求打印报告。系统采用菜单式操作方式,通过键盘,可以调阅不同的屏幕显示内容。检测精度为 $\pm 0.1\text{mm}$ 。

### 3. 板坯铺装量的检测与控制

刨花板和纤维板生产中,板的容重是板的质量的重要指标之一。要在满足标准要求的前提下,以最少的原材料和能耗生产出合格的产品,就要在生产过程中随时测知板坯的铺装量(指板坯的单位面积重量),并加以控制。西德GreCon公司生产的5100装置,是一种计算机化的 $\gamma$ 射线单位面积重量测试仪,该测试仪的传感器由放射源和电离室组成,装在C型架上,可沿被测板坯的横向扫描。系统的软件功能,包括有计算平均值和确定铺装量沿板坯横向的分布,可在屏幕上显示,可储存400条板坯铺装量的横向分布曲线,操作人员可以随时调用,进行比较,以便观察铺装机运转的趋向。还可根据测到的板厚(由厚度传感器测量)计算板的密度。在有垫板的生产线上,可在铺装机前装设一套检测装置,测出垫板的单位面积重量,并将数据贮存起

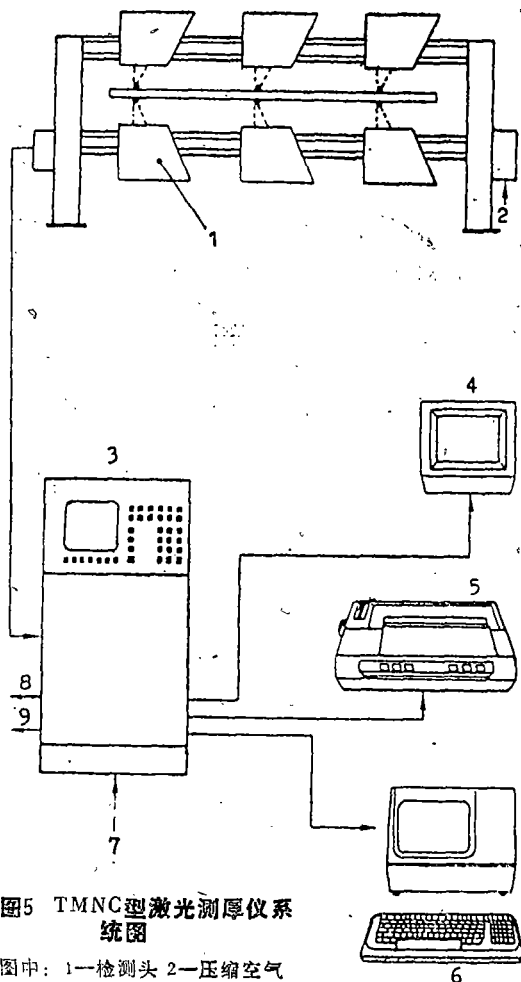


图5 TMNC型激光测厚仪系统图

图中: 1—检测头 2—压缩空气  
3—微处理机 4—显示器 5—打

印机 6—主计算机 7—电波 8—压机控制 9—容差继电器

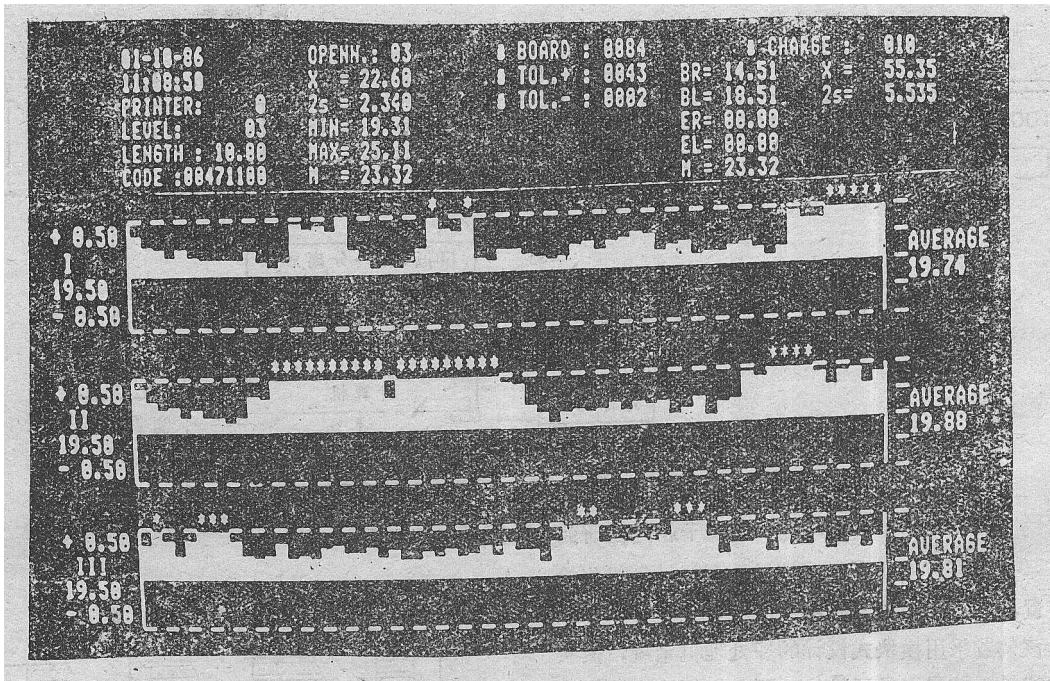


图6 在CRT上显示的图形

来。这样可消除垫板引起的偏差。在使用常规仪表时,要消除垫板的影响是很困难的。

#### 4. 材料分析

为了研究和开发新材料,经常要用到各种分析仪器,例如光谱仪,色谱仪和质谱仪。在这类仪器中,使用计算机取得很大效果。下面仅以色谱仪为例说明。色谱法是一种用以分离和分析多组分的复杂化学混合物的方法。当混合物通过吸附剂硅胶晶粒的色谱柱时,各化学组分由于在此吸附剂上的吸附力不同而形成不同的色层。在传统方法中,从色谱柱分离出来的各组分,分别由模拟传感器测出。输出的电信号由记录仪记录,并可对这些信号进行数据处理。各分离后的组分在图上产生相应的分离峰。通过对试样和标准样品的峰与时间的相对位置进行比较来鉴定试样。峰的面积正比于该组分的相对或绝对含量。在传统办法中,由于受检测器性能的限制,有些色谱峰常常全部消失,从而形成肩状或马鞍形,并且存在基线偏移,易受干扰。操作人员要在这些不确定因素的影响下,对记录图上的色谱峰进行人工定量,以产生色谱图。这种工作需要有很高的技术和判断能力,并且很费时间。此外,由于常规记录仪的机电特性和动态范围不够,严重地影响了分析精度的提高。

六十年代将集成电路的数字积分器用于色谱仪,使仪器具有较高的精度,较宽的动态范围,且

不受记录器的技术条件的限制。采用数字积分器带打印输出,也是一种可取的记录格式。但是,由于分离资料要求把视觉对比和校验工作作为分析过程的一个组成部分,所以操作过程很费时间,也易于出错<sup>[2]</sup>。

计算机在色谱仪中,可以对模拟检测器的数字化信号进行平滑,对基线、流出峰开始的时间、最大峰高、保留时间和峰结束(基线再现)进行检测;对峰下面积进行积分( $\mu V \cdot s$ );对基线漂移面积进行校正;对交叠峰和鞍形峰进行分解;对这些峰的面积加以分离并作出有效配置;经过上述操作而收集、存贮、打印出的峰值数据,和存贮在文件中的数据结合,经过计算机处理,打印出最终的分析报告。

计算机的高度的算术与逻辑运算功能,大存贮容量,给分析仪器领域的工艺水平带来巨大的利益和全新的处理能力。新式的智能仪器可以在最低程度的操作人员干预下,完成从试样到最后报告的全部操作过程。这无疑会促进人们对各种新材料,例如木材工业中需要的各种胶粘剂、防腐剂的开发。而且,由于智能分析仪器可在很短时间内得到结果,因而可以实现对生产过程的在线检测与控制。

#### 八、单片微机在仪器仪表中得到广泛应用

计算机技术迅速发展,不断地推出体积小、价

# 矿渣刨花板基本特性的研究

华毓坤 洪中立 张 洋

(南京林业大学)

## 一、前言

矿渣刨花板是国外近几年才出现的一种无机胶合刨花板。它是用矿渣粉末和木质刨花作原料,加上少量活性剂和水,经搅拌、成型、热压而成的一种新型刨花板。其物理力学性能与水泥刨花板相似,是一种理想的建筑材料。与水泥刨花板相比,矿渣刨花板具有以下一些优点:

1.原料来源广。矿渣刨花板不象水泥刨花板那样对树种有一定的要求,几乎所有适宜做普通刨花板的树种均可以作为矿渣刨花板的原料,而不需要作特殊处理<sup>[1,2]</sup>。作为胶凝材料的矿渣,来源也极为丰富。例如南京钢铁厂,一天的排渣量达几千吨,就可以供一个年产5000m<sup>3</sup>的矿渣刨花板车间

格低廉、性能优异的新产品。使计算机不仅在复杂的检测装置中(例如各种分析仪器)得到广泛的应用,而且在较简单的测试仪中得到大量应用。尤其是近年来发展的单片微机,不仅价格低廉,体积小,而且可靠性高。由于单片微机的系统总线全部或大部是在芯片内部集成,因此与多片机相比,不易受到干扰。并且由于其硬件接插件仅为系统机的几分之一或几十分之一,易于屏蔽。目前,单片微机在智能仪表中占有重要地位。国外应用十分普遍。仪器仪表中应用单片微机,不仅能大幅度地降低了成本,而且突破了传统的设计思想。例如美国KEITHLEY公司生产的191、192等数字多用表应用了Motorola的芯片作主控,使仪表焕然一新。191作为一个5位数字多用表,灵敏度可达1 $\mu$ V和1m $\Omega$ ,分辨率为0.005%<sup>[7]</sup>。使用微机使该仪表同时具有高精度,高转换速度和很短的稳定时间这些在传统仪表中互相矛盾不可兼得的性能。

纵观检测装置和检测技术的发展,可以看到,测量中应用的主要技术从机械学、热力学、电工学、电子学发展到今天的自动控制技术、计算机技术、信息处理技术。测量中用的基础元件相应地从变换器、放大器、发展到反馈闭环系统、电子计算机、

生产一年。类似南钢这样的中型企业,全国共有一百多家。

2.成本较低。矿渣是高炉炼铁的废渣,因此几乎只要花费运费和粉碎费就可得到生产用的矿渣粉末。活性剂的用量不多,价格只有脲醛树脂的1/3~1/2。

3.生产周期短。矿渣刨花板可以采用热压的方法,其生产周期要比水泥刨花板短得多。

4.易于推广。一般的普通刨花板车间只要进行适当改造,就可以用来生产矿渣刨花板。

我校从1987年开始对矿渣刨花板进行研制。目前已完成了实验室阶段的工作,并着手进行中试。

## 二、矿渣刨花板的物理力学性能

微处理机。测量的概念也从比较、定量化、变换、放大等概念发展到控制、计算、信息等概念。可以预计,随着计算机技术的高速发展,计算机在检测装置,仪器仪表中的应用必将日益广泛,并促使其出现新的飞跃。

## 参考文献

- [1] 杨德礼编著,1988,微型计算机在过程控制中的应用,科学技术文献出版社。
- [2] [美] R.J.比伯罗著,汪汉春译,1984,微处理机在仪器与控制系统中的应用,国防工业出版社。
- [3] 涂时亮等编著,1988,单片微机软件设计技术,科学技术文献出版社重庆分社。
- [4] 翁樟等著,1983,数字控制系统,清华大学自控系。
- [5] May, H.A., Untersuchung physikalischer, chemischer und themischen Vorgaenge den Spantrocknung, WKI-Mitteilung 308/1980。
- [6] GreCom Thickness Gauges
- [7] 戚有奕,1984,单片微计算机在仪器仪表中的应用,冶金工业部建筑研究总院。