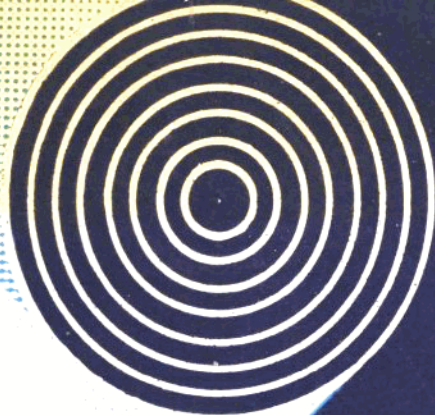




● 莫方灿 王德志 编

# 纸页定量水分的 微型计算机控制

# 纸页定量水分的微型 计算机控制

莫方灿 王德志 编

轻工业出版社

## 内 容 提 要

本书分七章较详细地叙述了纸页定量和水分的检测和以微型计算机为基础的控制问题。内容新颖,数据和资料比较齐全。可供从事制浆造纸工业自动化的科研、设计、生产等技术人员和工人以及有关院校师生参考。

## 纸页定量水分的微型计算机控制

莫方灿 王德志 编

轻工业出版社出版

(北京广安门内滨河路25号)

轻工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

787×1092毫米1/32 印张: 77/8; 字数: 159千字

1989年9月 第一版第一次印刷

印数: 1—3,200 定价: 5.90元

ISBN7-5019-0375-1/TS·0245

## 前 言

纸页定量和水分是表征纸页质量参数的最重要指标之一，对它进行精确地在线测量和控制稳定，能收到增产、优质、节能和节约原材料的显著经济效益。最近十年来，随着微型计算机的广泛应用，国外差不多所有造纸机上都安装使用了这种控制系统。近几年来，随着我国对外开放政策的实施和纸厂技术改造的深入开展，我国已经从美国、日本和联邦德国等国家引进了以微型计算机为基础的纸页定量水分控制系统约20多套；有几家纸厂引进的这种控制系统已取得了良好的经济效益。还有一些纸厂和单位也正在开展这方面的研制工作。为了适应这一新形势发展的需要，我们收集了国内外有关资料，分七章介绍了该系统的主要内容，供参考采用。

由于我们掌握的资料还不够全面，水平也有限，缺点和错误在所难免，敬请读者批评指正。

编者

1985年3月

## 目 录

|                                    |         |
|------------------------------------|---------|
| <b>第一章 纸页定量测量仪</b> .....           | ( 1 )   |
| 第一节 测量原理.....                      | ( 1 )   |
| 第二节 结构与规格.....                     | ( 3 )   |
| <b>第二章 纸页水分测量仪</b> .....           | ( 22 )  |
| 第一节 微波水分计.....                     | ( 22 )  |
| 第二节 红外线水分计.....                    | ( 31 )  |
| <b>第三章 扫描装置及定量阀</b> .....          | ( 44 )  |
| 第一节 扫描装置.....                      | ( 44 )  |
| 第二节 定量阀.....                       | ( 56 )  |
| <b>第四章 信号的采样与处理</b> .....          | ( 73 )  |
| 第一节 信号采样周期的选择.....                 | ( 73 )  |
| 第二节 信号处理.....                      | ( 80 )  |
| 第三节 数字滤波.....                      | ( 87 )  |
| <b>第五章 标准试样的准备和标定</b> .....        | ( 95 )  |
| 第一节 取样.....                        | ( 95 )  |
| 第二节 检定方法及数据整理.....                 | ( 109 ) |
| <b>第六章 控制系统的硬件</b> .....           | ( 120 ) |
| 第一节 美国Measurex公司控制系统硬件.....        | ( 120 ) |
| 第二节 美国AccuRay公司控制系统硬件.....         | ( 139 ) |
| 第三节 日本横河北辰电机 (YEW) 控制<br>系统硬件..... | ( 148 ) |
| <b>第七章 控制系统的“软件”</b> .....         | ( 157 ) |

|     |                     |       |
|-----|---------------------|-------|
| 第一节 | 定值控制系统.....         | (157) |
| 第二节 | 纸页定量和水分的解耦控制系统..... | (185) |
| 第三节 | 自适应控制系统.....        | (205) |

## 第一章 纸页定量测量仪

纸页定量，如同纸页水分一样，都是表示纸页产品质量的重要指标，也是电子计算机控制纸机生产过程必不可少的重要参数。多年来，美国、日本、加拿大和联邦德国等国均致力于研制这种特殊仪表，我国有的科研及生产厂也进行了这方面的研制工作，有的样机在生产中试用；有的小批量生产。在这里，简要叙述这种仪表的测量原理、结构和技术规格。

### 第一节 测量原理

当放射线透过物料（纸页）时，由于散乱、吸收等的作用而衰减。利用这种衰减特性而研制成的工业用非接触法测量纸页定量的仪表，早在50年代初已在欧美等国开始使用。

这种仪表采用了穿过纸页或从纸页反射的 $\beta$ 粒子流的减弱的原理，如下式所示：

$$I = I_0 e^{-\mu \rho x} \quad (1-1)$$

式中  $I$ ——射线穿过纸页后变送器的输出值；

$I_0$ ——射线没穿过纸页前的强度；

$\mu$ ——根据射线能量与被穿透的纸页来决定纸页固有的质量吸收系数 ( $\text{m}^2/\text{g}$ )；

$\rho$ ——被穿透的纸页密度 ( $\text{g}/\text{m}^3$ )，

$x$ ——纸页厚度 ( $\text{m}$ )。

即  $\rho x$  —— 纸页定量。

通常，使用的射源种类与定量的关系如图 1-1 所示。射源的技术数据如表 1-1 所示。

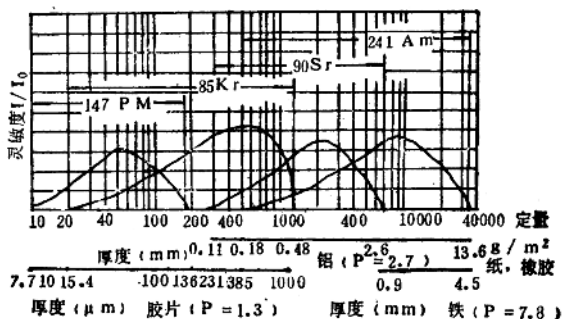


图 1-1 各种射线源测量范围与最大灵敏度的关系

表 1-1

| 射 源                           | 氪 85 ( $^{85}\text{Kr}$ ) | 锶 90 ( $^{90}\text{Sr}$ ) | 镅 241 ( $^{241}\text{Am}$ ) | 钷 147 ( $^{147}\text{Pm}$ ) |
|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 半衰期 [年]                       | 10.6                      | 29                        | 456                         | 2.5                         |
| 使用年限 [年]                      | 15                        | 4                         | $\infty$                    | 5                           |
| 射线型式                          | $\beta$                   | $\beta$                   | $\gamma$                    | $\beta$                     |
| 气隙 (cm)                       | 1.27                      | 3.8                       | 2.5                         | 1.5~2.0                     |
| 测量面积<br>(直径 cm)               | 5.1                       | 6.1                       | 2.5                         | 0.23                        |
| 能量电平<br>(meV <sub>max</sub> ) | 0.61                      | 2.24                      | 0.0596                      | 0.21                        |
| 衰减率 (PPT/月)                   | 3.38                      | 1.94                      | 0.1                         |                             |
| 射源强度 (mc)                     | 500                       | 70                        |                             | 100~350                     |

注, PPT/月——每月千分之几

由于铯90对人体有害，故很少采用而；镅241可用于纸机湿部很厚的纸板定量测量之用，它是在加速器内生产出来的，能量小，但穿透力强，实际上很少用它。

现在世界上很多国家都广泛采用氪85作为测量纸页定量用的射源。我国由于目前氪85的来源很少，故多采用铯147射源。

为什么测量纸页定量时采用 $\beta$ 射线而不采用 $X$ 射线或 $\gamma$ 射线呢？这是因为，

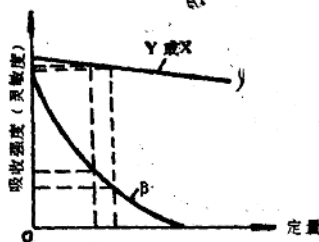


图 1-2

- (1)  $\beta$ 射线穿透力比较小，灵敏度较高；如图1-2所示。
- (2)  $\beta$ 射线对纸页的其他成分不灵敏，因为由(1-1)式看出： $\mu$ 是 $A/Z$ （原子量/原子数）的函数。例如在纸页中大多数物质的 $\mu$ 为 $A/Z=Z$ ，所以用 $\beta$ 射线测量纸页定量是最适宜的；而 $X$ 射线或 $\gamma$ 射线对纸页的其他成分是灵敏的，其 $\mu$ 是 $(A/Z)^4$ 函数，所以在测量纸页灰分含量时，则要选择用 $X$ 射线。

## 第二节 结构与规格

纸页定量测量仪有各种各样的结构和规格，现按照国内外有关公司或生产厂家的产品介绍如下。

### 一、美国AccuRay公司

表1-2所示为美国AccuRay公司生产的纸页定量变送器的种类和规格，图1-3为该公司的纸页定量变送器的结构图。

表 1-2

| 性 能                    |  | 变 送 器 型 式                          |                              |
|------------------------|--|------------------------------------|------------------------------|
|                        |  | TLK-5L                             | TLK-5                        |
|                        |  | 射源钋85, 500mci,<br>测量气隙1.27cm       | 射源钋90, 70mci,<br>测量气隙3.81cm  |
| 定量测量范围g/m <sup>3</sup> |  | 8~1050                             | 32~1050                      |
| 精度                     |  | ±0.1%以内                            |                              |
| 稳定性                    |  | ±0.001%以内/°F                       |                              |
| 通道变动                   |  | 可忽略                                |                              |
| 变送器的粘污                 |  | 可忽略, 每30min自动校正一次, 清除粘污的影响         |                              |
| 组成                     |  | 可忽略                                |                              |
| 测量气隙温度变化               |  | 可忽略。由于采用特殊的通风机, 可将测量气隙温度保持在±1.7℃以内 | 可忽略。用变送器内部温度变送器, 调整到与周围温度相适应 |

外 扰 影 响

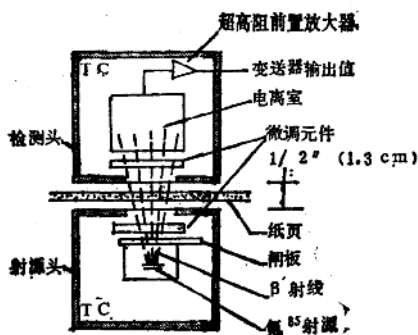


图 1-3

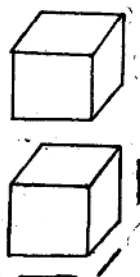


图 1-4

几个具体问题，

### 1. 电离室

电离室的设计是一个比较困难的问题，因为它一方面吸收射线，产生电离电流；另一方面又要防止它很快碰撞，产生二次电流。电离室一般测量信号的最大电流是  $2 \times 10^{-9} \text{ A}$ ，该电流通过高阻  $5 \times 10^9 \Omega$ ，产生电压降为：

$$E = IR = 2 \times 10^{-9} \times 5 \times 10^9 = 10 \text{ V (直流)}$$

然后，信号电压 (E) 送至金属氧化物半导体 (MOS) → 前置放大器 → 缓冲放大器 → 微型计算机。

### 2. 微调元件 (Tunning)

如图1-4所示，由于上下两个变送器盒不能完全对齐 (有错位)，则使一些射线跑到旁边。解决办法是缩小射线的范围 (约2.5cm)，但这不是好的设计。

由于射源具有统计涨落现象而不是平稳的，有冲击，所以使上部变送器盒有噪音。我们要求  $S$  (信号)  $N$  (噪音) =  $R$  (比值)，该值越大越好，

$$\therefore S \approx K \cdot G \quad (G \text{ 为计数率, } K \text{ 为比例常数})$$

$$N \approx C \sqrt{G} \quad (C \text{ 为比例常数})$$

$$\therefore \frac{S}{N} \approx \frac{K}{C} \sqrt{G} \quad (1-2)$$

要提高 $G$ ，有三种方法：

(1) 放射源的强度要大，但这不是好的设计，因为提高放射源强度，变送器下部盒子要大；

(2) 把变送器盒开口增大，则面积也大，这个方法也不好；

(3) 用微调元件，如图1-5所示。

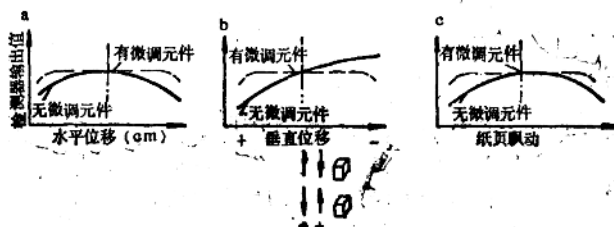


图 1-5

如图1-5c所示，说明了另一个影响定量测量精度的因素是纸页的飘动，因为对每条射线来说，通过纸页后都会有一个扩散立体角度，因而在检测时其值受影响，故也应用微调元件进行补偿。

### 3. 温度影响

由于射源与变送器电离室中心之间的距离为100mm，所以气柱的密度与温度变化有关。如果气柱温度不加控制，则相当于纸页定量在变化。

为了控制温度一定，该公司考虑了在变送器上下盒子内

均安装有温度控制器 $T_0$ 。

如果在控制薄页纸时，则在测量气隙内放一个温度敏感元件。

#### 4. 变送器输出值的线性化

如(1-1)式所示，它不是线性的图形，故很难用电子仪表控制，而我们的任务就是要使这条曲线加以线性化，如图1-6所示。

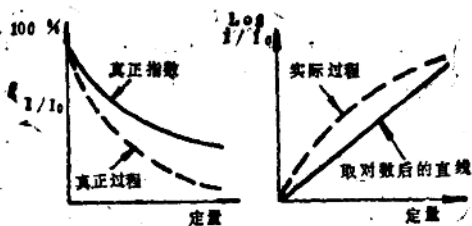


图 1-6

由此可得下列公式：

基本对数式：

$$BW(\text{定量}) = \log I - \log I_0 \quad (1-3)$$

经校正后得：

$$BW(\text{定量}) = BW_{\text{理论}} \cdot \left( A - \frac{B}{C + BW_{\text{理论}}} \right) \quad (1-4)$$

式中 A、B、C 为变送器常数

变送器与微型计算机相连，这些数据都存贮在计算机的存贮器中。每秒 8 次按上述公式进行计算。

#### 5. 所有点标准化技术

如图 1-7 所示。该公司采用测量值是相对值，故确定

A、B点之后就可以自动标准化了。但实际的测量值是受射源的衰减、尘埃积聚和电子组件零点漂移所影响的。例如，A点是当零定量时的变送器输出值，它是受射源衰减、尘埃积聚和电子组件零点飘移的影响，而B、C点也受这三因素的影响，故该公司用微型计算机算出这几个因素的影响并将它减去，使之标准化，这样就可实现所有点的标准化技术。

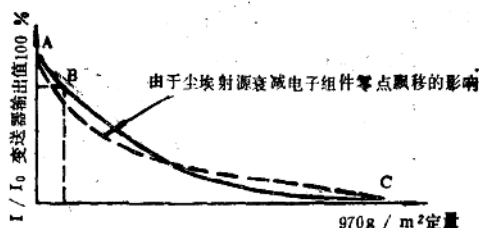


图 1-7

## 二 美国Measurex公司

美国Measurex 2262 Digitector II型定量变送器测量系统如图1-8所示。Measurex系统计算机把变送器输出值变换成定量测量值并自动进行标准化。

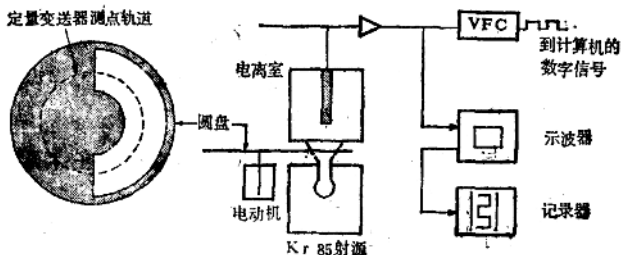


图 1-8

## 1. 特点

(1) Unical 通用刻度值可以用一条单独刻度曲线适合于所有变送器测量范围和所有纸种;

(2) 设计特点为它对粘土、二氧化钛 ( $\text{TiO}_2$ ) 和碳酸钙 ( $\text{CaCO}_3$ ) 的变化不敏感;

(3) 测点面积小, 变送器反应快, 在高速扫描时具有优良的信号处理能力;

(4) 浓缩氮85给变送器提供了良好性能;

(5) 改良的几何形状提高信噪比12倍并扩大了操作范围;

(6) 对扫描装置变形进行动态Z轴校正, 提高了横向变化曲线测量精度, 提高其控制效果, 并改进了扫描装置测量精度;

(7) 具有专利权的精确的三点标准化, 并能自动补偿灰尘污染的影响, 如图1-9所示;

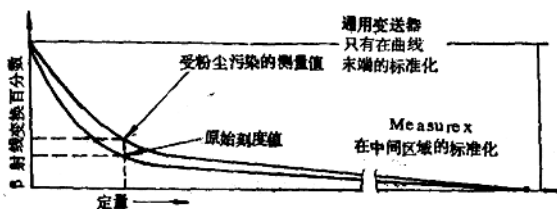


图 1-9

(8) 具有四区预置气隙温度校正, 消除了由于空气密度变化所引起的影响。如图1-10、图1-11和图1-12所示。

## 2. 规格

(1) 重复性 ( $2\sigma$ ), 按Measurex内部专利标准, 读数为0.1%;

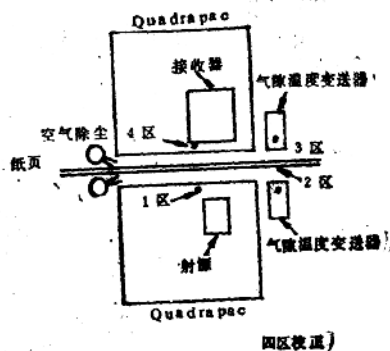


图 1-10

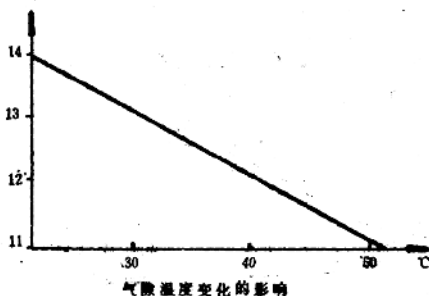


图 1-11

(2) 精度 ( $2\sigma$ )：按外面标准 (Mylar)，为读数的  $0.1\text{g}/\text{m}^2$  或  $0.25\%$  以上；

(3) 动态校正 ( $2\sigma$ )：产品重量的  $0.25\%$ ；

(4) 灰分灵敏度：当粘土、 $\text{TiO}_2$  或  $\text{CaCO}_3$  重量变化  $1\%$  时在  $0.005\%$  以内；

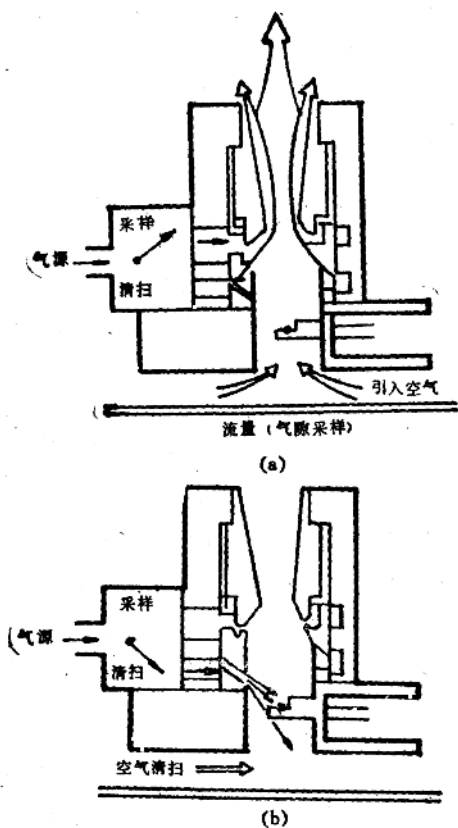


图 1-12

- (5) 测量范围：射源为氪85时， $3 \sim 1000 \text{g/m}^3$ ；
- (6) 测量值反应时间：时间常数在10ms以内；
- (7) 最高介质温度：100℃；
- (8) 自动标准化：有专利权的三点标准化；