

棉论—15

引进技术消化、移植学术讨论会论文

Zinser 720 / 2

并条机自调匀整装置的剖析

作者 杭谷栋 葛树义 曹 诚 陆永嘉

单位 南通第一棉纺织厂 南通纺织专科学校

1985年11月印



TS112/06

TS112/06

Zinser 720/2 并条机自调匀整装置的剖析

内 容 提 要

本文分别从机械、工艺、电系统等方面对 Z i n s e r 7 2 0 / 2 并条机自调匀整装置进行了剖析和研讨。用数学推导的方法, 对这种匀整方式的匀整基本牵伸、控制范围、调节时间、匀整片段及系统动静态特征作了较详细的理论分析, 并用工艺试验数据进行了验证。表明了该装置设计和结构上的先进性, 和改善条子的重量不匀率及重量偏差等指标的积极作用。并根据我国国情分析了移植应用这类装置的必要性和可行性。

几年来, 我国先后引进了多台青 泽 (Z i n s e r) 7 2 0 / 2 并条机。该机系西德 1 9 7 9 年的产品。主机为双眼输出, 可作为头~末道并条之用。最高输出速度设计为 3 8 0 米/分, 实际使用速度在 2 5 0 米/分左右。适纺纤维长度 2 5 ~ 8 0 毫米。牵伸型式为五上三下的多皮辊曲线牵伸。摇臂弹簧加压。条子喂入根数 6 ~ 8 根。该机配有称为 L E V - A - M A T 的闭环控制自调匀整装置。装于主机牵伸区的喂入侧。其位置尺寸请参见图一。

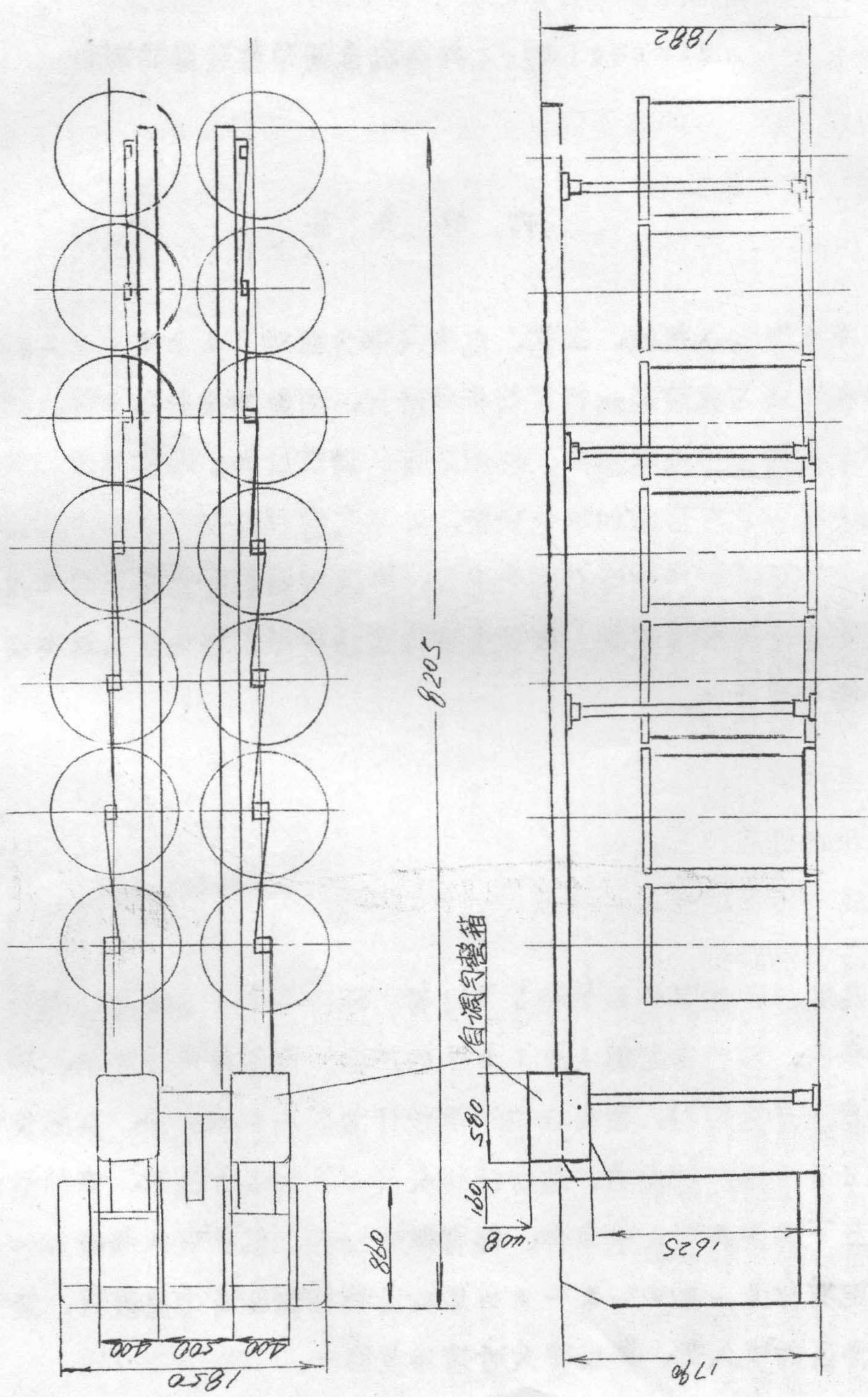


图1、青萍 720/2 饼条机外形图

该装置用凹凸检测罗拉对输入条子的线密度进行检测。通过机电调节系统对6~8根喂入条子中的2~3根自动调节，使经过匀整而达到规定线密度的条子喂入主机牵伸区。从而降低输出条子的重量不匀率和重量偏差，实现对成纱质量有关指标的改善。其工艺流程请见图2。现分别对该装置的机械、工艺、电子系统等部分作如下剖析：

一、机构分析：

1. 传动机构

该机的传动系统见图3。主机由4千瓦电动机拖动。喂入台及匀整控制箱的传动，经中间过桥轴通过链轮向机后作三条

路线的传动。一路传凹凸检测罗拉，一路传匀整牵伸区的前罗拉，还有一路传不经匀整的导条辊。由80瓦直流伺服电机通过同步齿形带轮变

速传动匀整牵伸区的后罗拉及匀整条子的导条辊。由图3可以看出，与自调匀整有关的传动，采用的传动构件有链轮、园柱螺旋齿轮、伞齿轮及同步齿形带轮，构成了传动特性较硬的传动链，对自动控制系

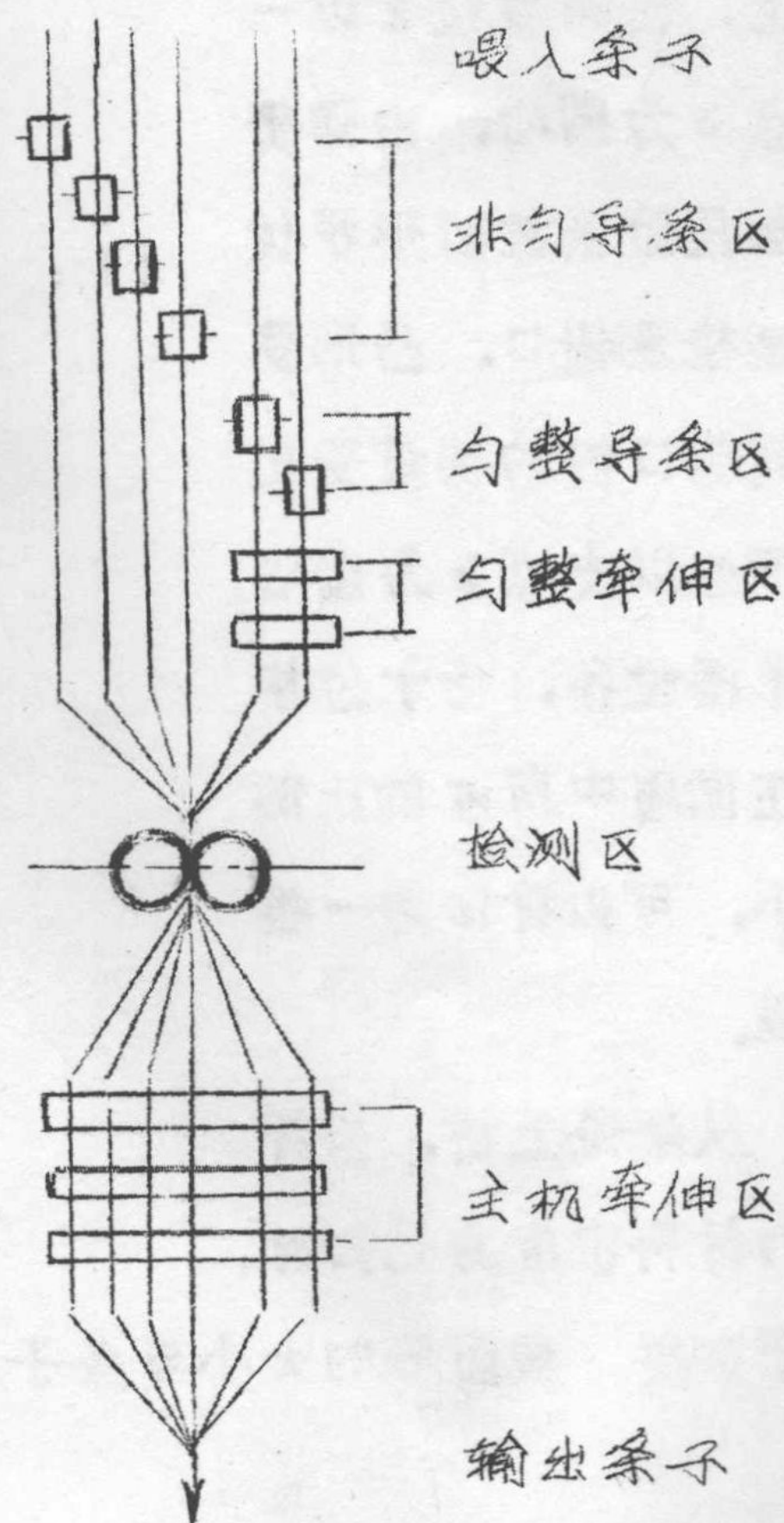


图2 工艺流程示意图

就不会造成传动干扰。

2. 检测机构

该装置的检测机构如图4所示为一组一凹一凸的罗拉。其中凹形罗拉1的轴承固定在箱体上，凸形罗拉2以一支点3为园心，由弹簧4加压而紧靠凹形罗拉形成检测钳口。凸形罗拉随钳口内的棉量变化而产生以支点3为园心的单摆位移。由于位移量在园周中所占的比例极小，可以看作为一根直线。

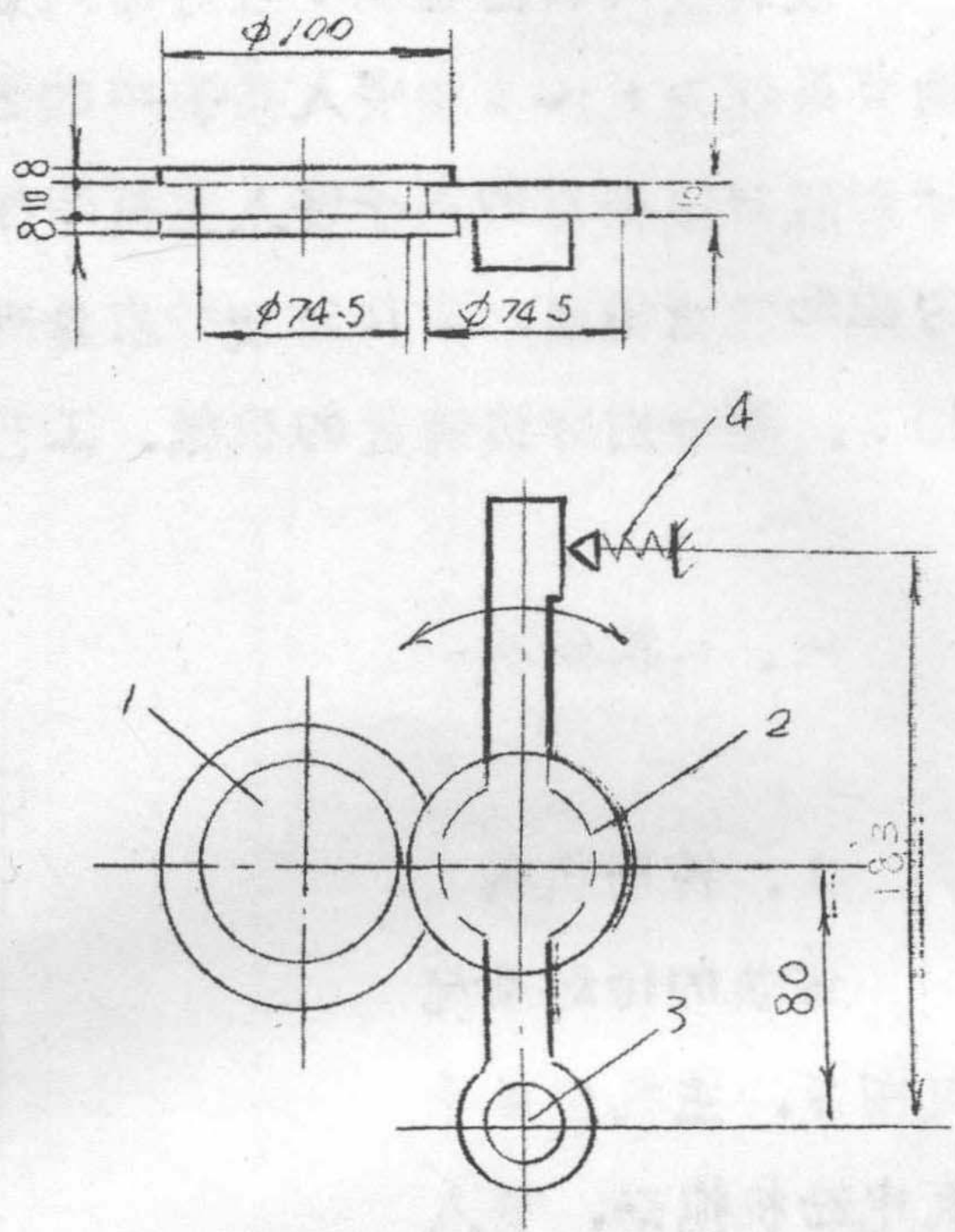


图4 检测罗拉示意

从理论上讲，当纤维的材料密度为已知时，

条子实质 截面积的大小与条子的线密度成正比，可用下式表示：

$$S_s = \frac{m}{l \cdot \rho} = \frac{Q}{\rho} \quad (1)$$

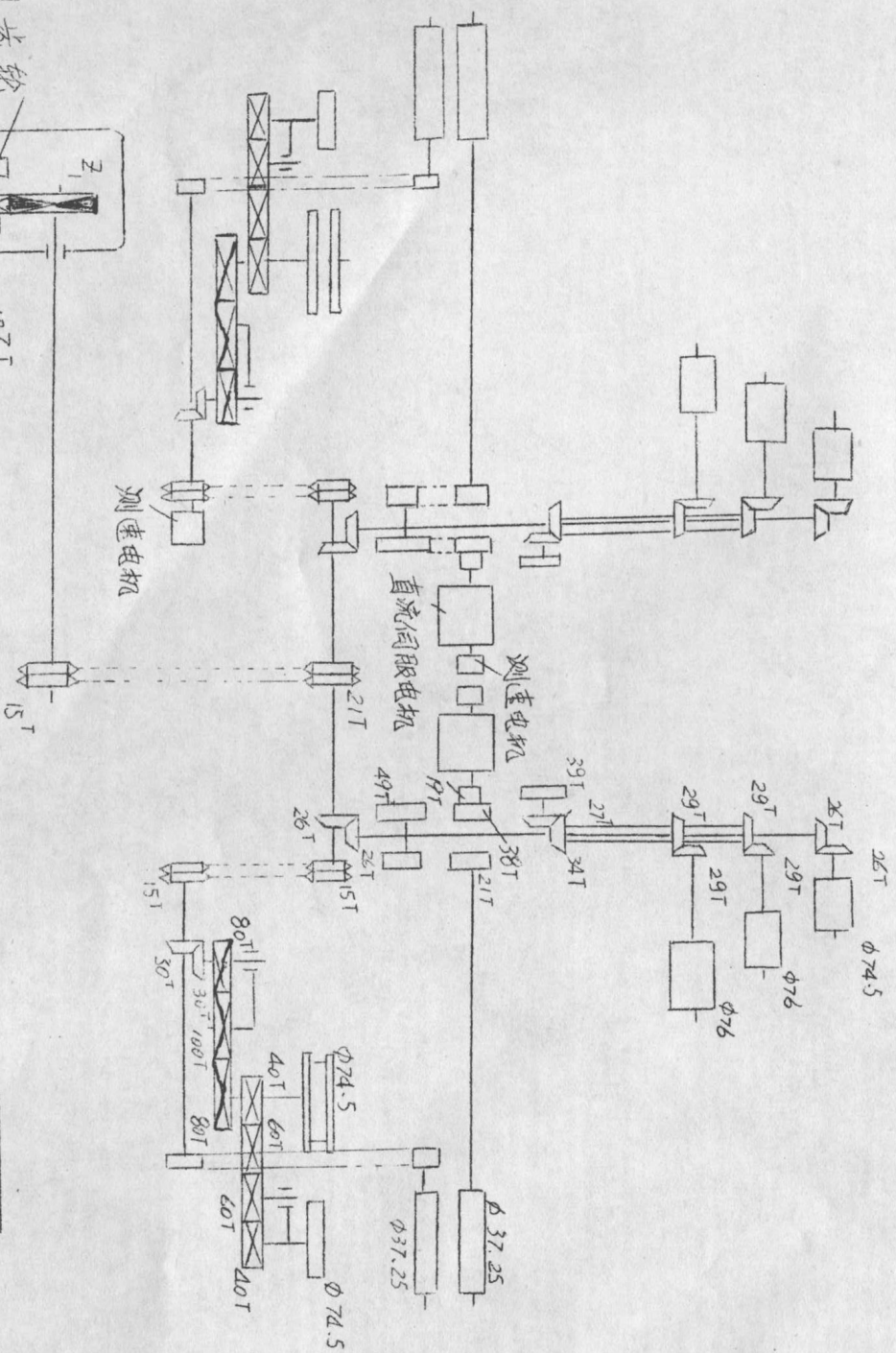
式中： S_s ——条子的理论实质截面积（厘米²）

m ——条子的质量（克）

l ——条子的长度（厘米）

ρ ——纤维的密度（克/厘米³）

〔4〕



考用齒輪
根併合79T
根併合101T
六八

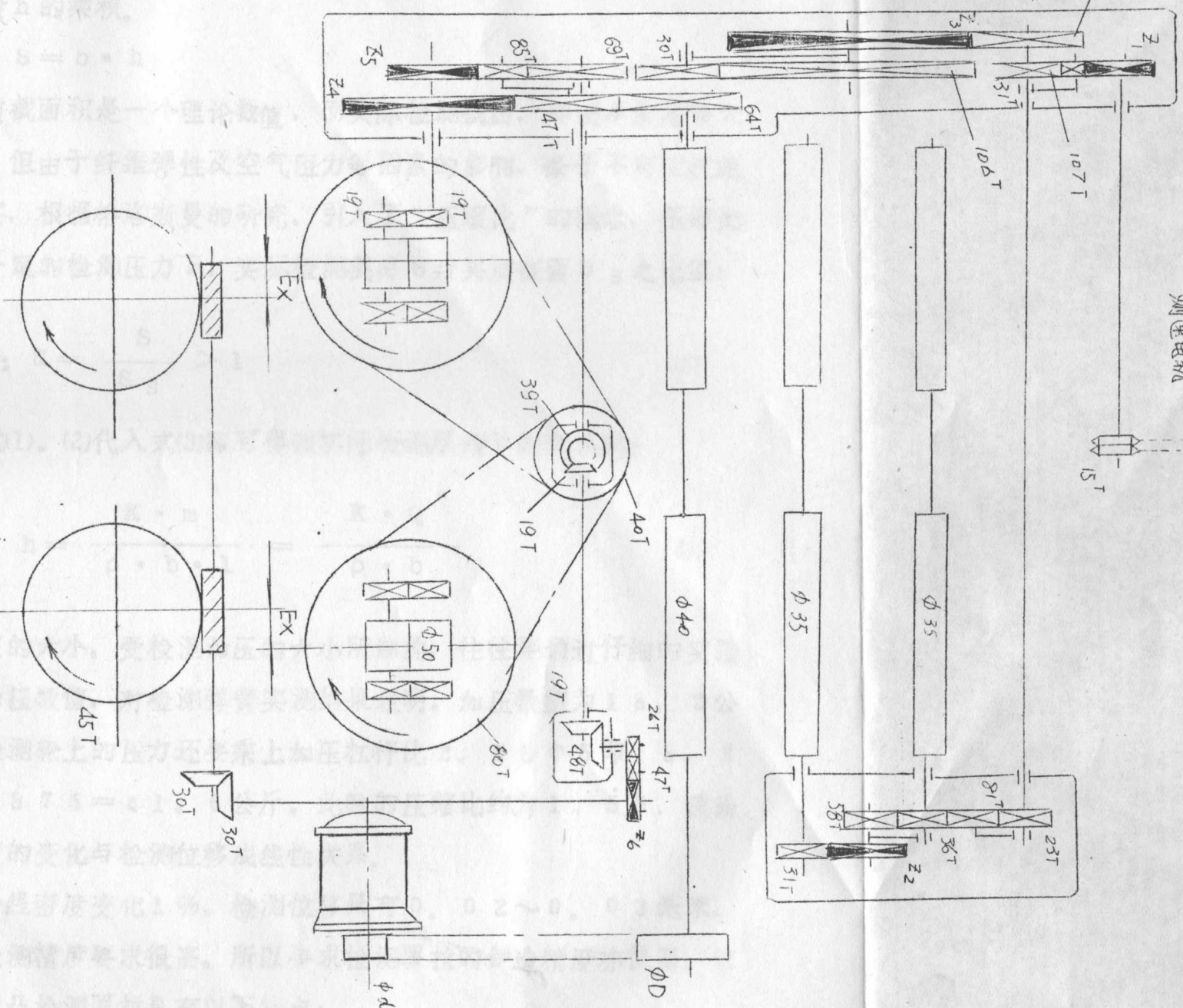


图3 青泽720 $\frac{1}{2}$ 并条机传动图

轮齿变换台架喂入紧压Z4

齿轮 变换齿 变换伸 牵伸区 后圈 Z2 Z5

Z₃ 齿条
Z₅ 齿条

$$Q = \frac{m}{l} \quad \text{即条子线密度 (克/厘米)}$$

在该检测机构中，条子的实际检测截面积 S 就是检测沟槽宽度 b 与检测厚度 h 的乘积。

$$\text{即：} S = b \cdot h \quad (2)$$

实质截面积是一个理论数值，而实际检测截面，即使承受足够大的压力，但由于纤维弹性及空气阻力等因素的影响，条子不可能被绝对的压实。根据格洛斯曼的研究，引入了“压缩比”的概念，压缩比 K 为在一定的检测压力下，实际检测截面 S 与实质截面 S_s 之比值：

$$\text{故：} K = \frac{S}{S_s} > 1 \quad (3)$$

将式(1)、(2)代入式(3)即可得到实际检测厚度 h 的计算式：

$$h = \frac{K \cdot m}{\rho \cdot b \cdot l} = \frac{K \cdot Q}{\rho \cdot b} \quad (4)$$

K 值的大小，受检测加压的大小所制约，往往要通过仔细的实验来确定加压数值。对检测弹簧实测结果表明，加压数值为 1.6，2 公斤加在检测轮上的压力还要乘上加压杠杆比 2.2875 即 1.6，2 $\times$ 2.2875 = 4.1，6 公斤。此时的压缩比约为 1.55，使条子线密度的变化与检测位移成线性关系。

条子线密度变化 1%，检测位移只有 0.02~0.03 毫米。可见，检测精度要求很高。所以要求检测罗拉的制造精度亦很高。该装置的凹凸检测罗拉具有以下特点：

(1) 光滑。凡与纤维接触的工作面均经研磨加工。

(2) 耐磨。材料为优质钢材，经过高频淬硬。

(3) 尺寸精确。凹凸检测轮的工作尺寸公差小于 0.02 毫米。凹凸罗拉合上后，0.03 毫米的测微片插不入；检测轮工作部分的径向跳动和端面跳动均小于 0.02 毫米。

3. 匀整牵伸区

该装置匀整牵伸区设置于检测罗拉的喂入侧，由两对 $\varnothing 37.25$ 毫米的罗拉组成一个简单的可变牵伸区，采用摇架弹簧加压，加压数值为 14 公斤。该牵伸区配有与主机吸风系统相联的刮圈式吸风清洁装置，可不断改善匀整箱内清洁状况，减少对检测讯号的干扰。

Zinsler 公司提供的说明书表明，该装置在 6 根输入匀整 2 根的情况下，对条子线密度波动的最大控制范围为 $\pm 1.4\%$ ，匀整基本牵伸为 1.72 倍。根据推导，其关系式如下：

$$e_0 = \frac{n_1}{n_1 - H \cdot n} \quad (5)$$

式中： e_0 ——匀整基本牵伸倍数。

n ——喂入条子总根数。

n_1 ——经过匀整条子的根数。

H ——条子线密度波动控制范围。

在匀整基本牵伸已确定的前提下，条子线密度发生变化时，匀整牵伸倍数随之变化，这时的实际匀整牵伸倍数 e 可按下式计算：

$$e = \frac{n_1 (1+H)}{n_1 / e_0 - (n - n_1) H} \quad (6)$$

根据(6)式可以算出当匀整基本牵伸 e_0 为 1.72 倍，控制范围

为±1.4%时，匀整区的实际牵伸约在1.05~4倍之间变化，控制电路设有极限控制，将匀整牵伸限制在这个幅度内。

该机可采用6~8根喂入，匀整根数可在2~3根之内选用，由于匀整基本牵伸倍数定为1.72倍，匀整牵伸倍数又限制在1.05~4倍之间变化，因此喂入根数和匀整根数的不同，条子线密度的波动控制范围也是不同的，通过(5)式的变换，匀整范围可按式计算：

$$H = \frac{n_1 - n_2 / e_0}{n} \tag{7}$$

通过(7)式计算，各种不同的喂入和匀整根数，其匀整范围见表1。

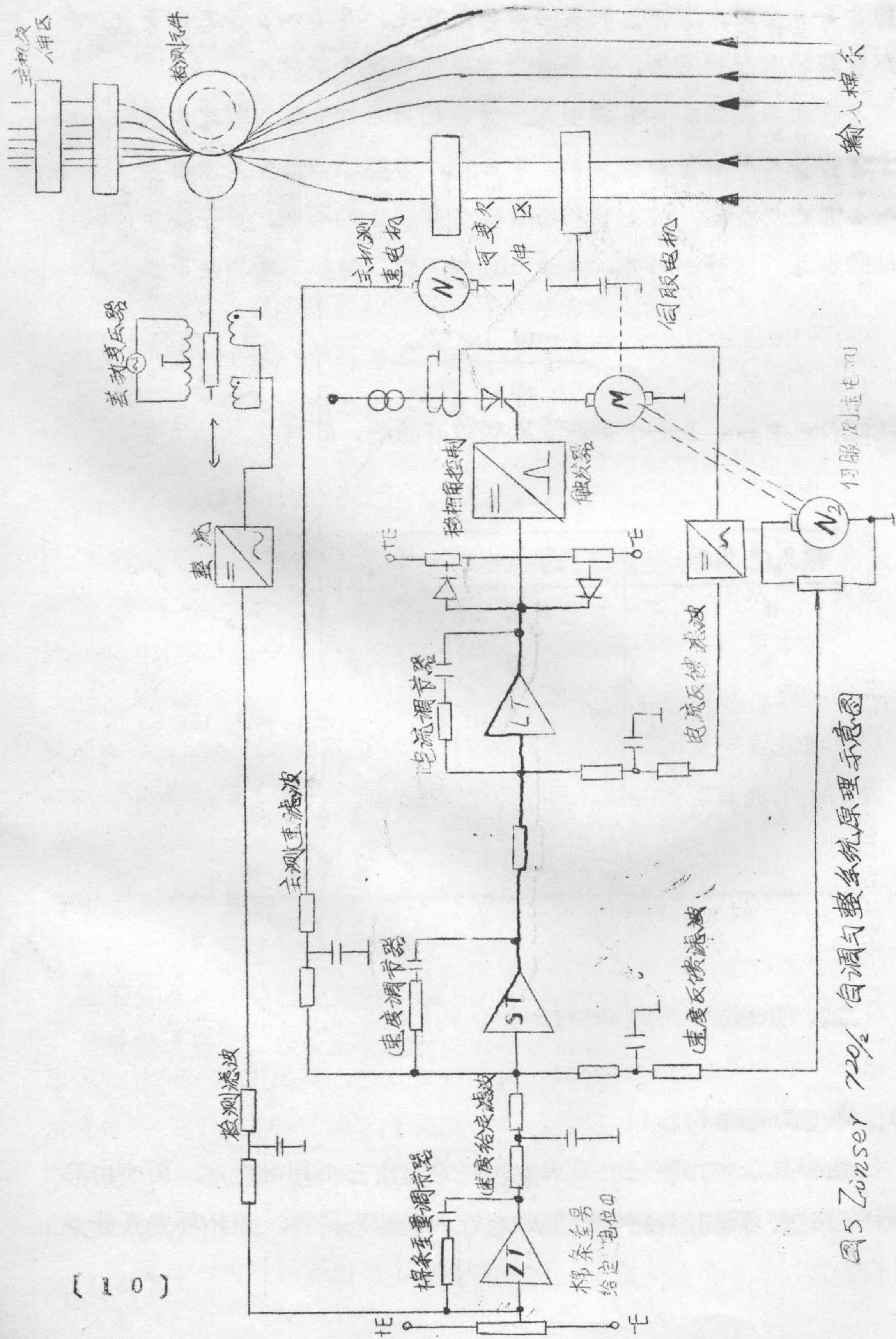
表1

喂入总根数	匀整根数	匀整范围
6	2	1.4 %
6	3	2.1 %
7	2	1.2 %
7	3	1.8 %
8	2	1.05 %
8	3	1.57 %

二、自动控制系统的分析

1. 系统动态结构图

由系统工作原理图5可以看出该系统由三个闭环组成，两个内环是可控硅直流调速系统中常见的电流、转速双闭环，而外环是条子线



密度调节环，这是整个自调匀整系统的主环。该系统实质是电流、转速、条子线密度三环串级控制系统。

图6 (a)所示，是系统所有元件的结构框图，各个元件的特性由方框旁的波形表示。此波形为输入阶跃讯号后所产生的输出讯号波形。可以比较直观地看出各环节的动态特性。凡是比例环节则不再在图中标出。通过对各个元件及其电路的理论分析和动静态测量，求得各个环节的传递函数。为了便于对照，图6 (b)一一对应地画出了图6 (a)所示各个环节的传递函数。

2. 系统内环——电流、转速环简介

由于系统是通过频繁调速来实现可变牵伸的，所以运用可控硅直流调速装置是很必要的。而根据系统可控硅的调速特性的需要，一般总是采用双闭环形式。转速调节器采用PI调节器，转速稳态无静差。

对于电网电压等电流环内的扰动变化，电流环有迅速及时加以调节的功能，对电流环外的扰动则由转速环加以抑制。

该装置中双闭环系统与同类系统的校正原则有所不同。以电流环为例，电流调节器的传递函数为 $1.2 \frac{1+0.103S}{0.103S}$ 而从电流环中

的 $\frac{1}{1+0.005S}$ $\frac{1}{1+0.0235S}$ $\frac{1}{1+0.0198S}$ 等几个惯性环节

的传递函数看，调节器的积分时常数0.103秒比常规设计要大得多。我们知道，PI调节器中的比例作用是迅速反馈来抑制干扰，而积分作用则是逐渐的起作用。积分时常数大，相应于扰动讯号的反应就慢。根据调节对象的特点，系统对条子匀整的调节过程，要求变化平稳，以减少对条子均匀度的破坏。所以，对电流调节的快速性并不十分注重。同理，转速调节器的积分时常数为0.18秒，也是在同

一思想下设计的。本系统未采用目前国内常用的双闭环系统的工程最佳化或典 I 典 II 系统的设计原则。这就是本系统内环的与众不同之处

3. 主环开环特性分析

由系统的动态结构图经过简化及等效，可以得到系统的开环传递函数 $GK(S)$ 为：

$$GK(S) = 1.93 \frac{(1+0.185S)(1+0.15S)(1+0.069S)(1+0.0293S)(1+0.052S)(1+0.02S)e^{-0.42S}}{S(1+0.007S)(1+0.012S)(1+0.07S+0.00145S^2)(1+0.3S+0.025S^2)} \quad (8)$$

其开环幅频特性如图 7 所示。

由图 7 可以看出穿越频率： $\omega_c = 1.93$ 将 $\omega_c = 1.93$ 代入 $GK(j\omega)$ 求得系统的相位裕量 $r(\omega_c) = 53^\circ$ 。

求调节时间 t_s ：

先由下式求系数 K ：

$$K = 2 + 1.5 \left(\frac{1}{\sin r} - 1 \right) + 2.15 \left(\frac{1}{\sin r} - 1 \right)^2 \quad (9)$$

将 $r = 53^\circ$ 代入(9)式，则：

$$K = 2 + 1.5 \left(\frac{1}{\sin 53^\circ} - 1 \right) + 2.15 \left(\frac{1}{\sin 53^\circ} - 1 \right)^2$$

$$\doteq 2.537$$

$$\text{求 } t_s \text{ 的近似公式为：} t_s = \frac{K\pi}{\omega_c} \quad (10)$$

将 $K \doteq 2.537$ ， $\omega_c = 1.93$ 代入式(10)得：

$$t_s \doteq \frac{2.537 \times 3.1416}{1.93} \doteq 4.13 \text{ (秒)}$$

求超调量 $\sigma\%$;

$$\sigma\% = [0.16 + 0.4 \left(\frac{1}{\sin nr} - 1 \right)] \times 100\% \quad (11)$$

将 $r = 53^\circ$ 代入 (11) 式, 得

$$\begin{aligned} \sigma\% &= [0.16 + 0.4 \left(\frac{1}{\sin 53^\circ} - 1 \right)] \times 100\% \\ &= 26\% \end{aligned}$$

4. 关于调节时间的讨论

以上分析得出系统理论上调节时间 t_s 为 4.13 秒。这可以通过实验结合以下简化系统框图 8 来加以说明和验证。

如图 8 所示, 我们一般所说 t_s 是指 U_{gd} 有阶跃输入时而引起输出 ΔQ_1 的响应进入了误差带内的时间, 见图 9。而当输入条子经

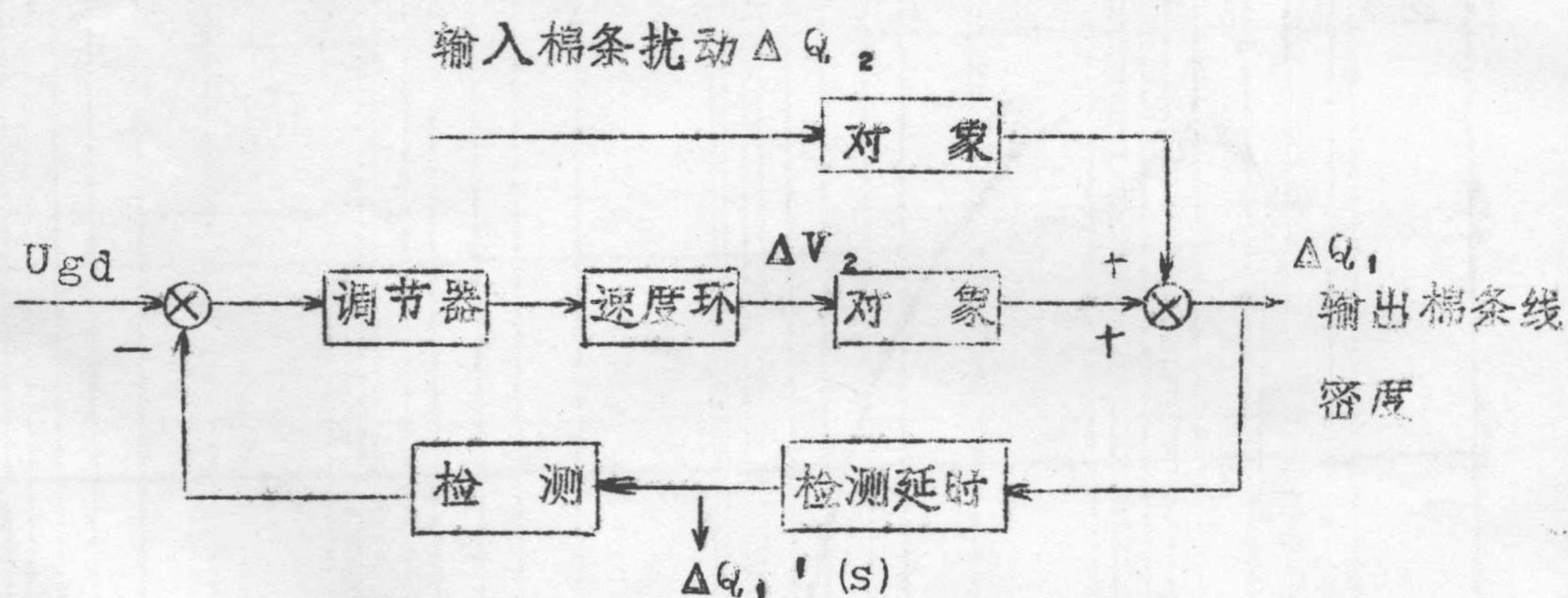
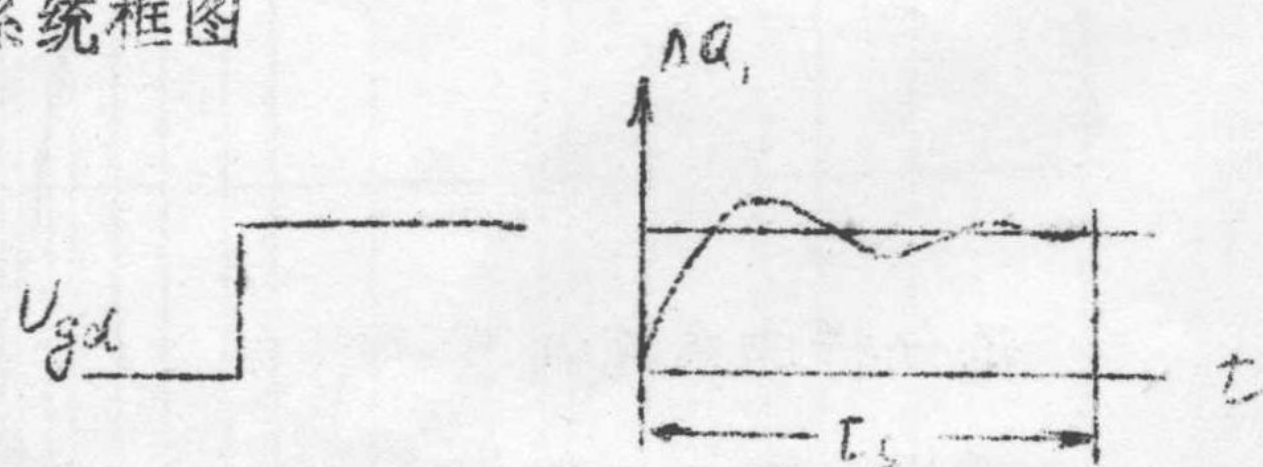


图 8 简化系统框图

图 9

U_{gd} 输入阶跃讯号, 系统
调节时间

[14]





密度有阶跃扰动时，至 ΔQ_1 ，' (s) 输出的调节时间应由二部分组成：第一部分是检测延迟时间 τ (约为 0.42 秒)，这是条子通过“死区”长度的时间，这段时间内输出的条子未能得到匀整。第二部分，经过时间 τ 后，反馈讯号到达调节器输入端，匀整开始，直到输出条子线密度达到标准值的调节过程时间即为 t_s 见图 10。当在输

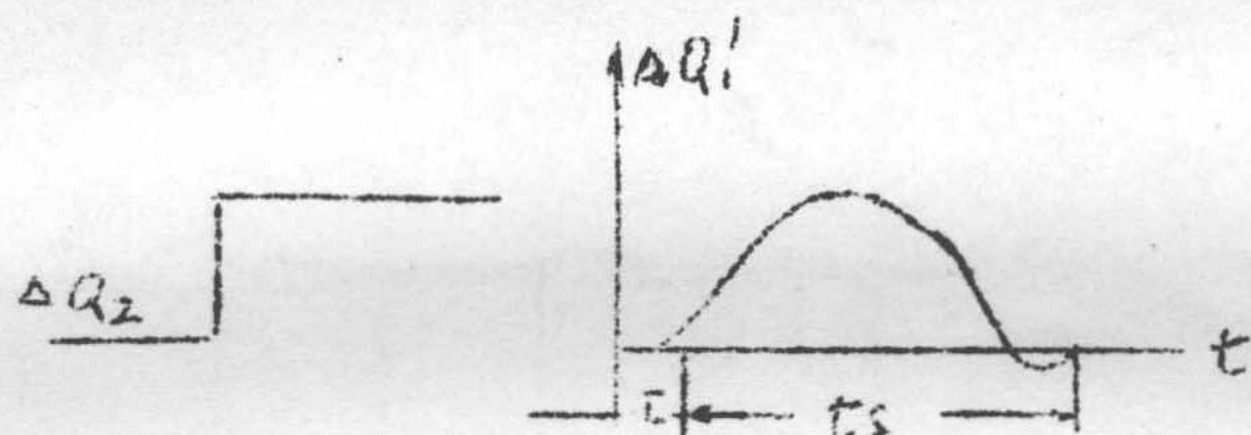


图 10 条子输入阶跃讯号系统调节时间

入条子中加入一段一定长度的条子 (即相当于条子线密度扰动)，由萨氏条干仪记录其输出条子线密度的变化情况。萨氏条干曲线示意图见图 11。萨氏条干曲线上的 BC 段对应着调节时间约为 4 秒左右与理

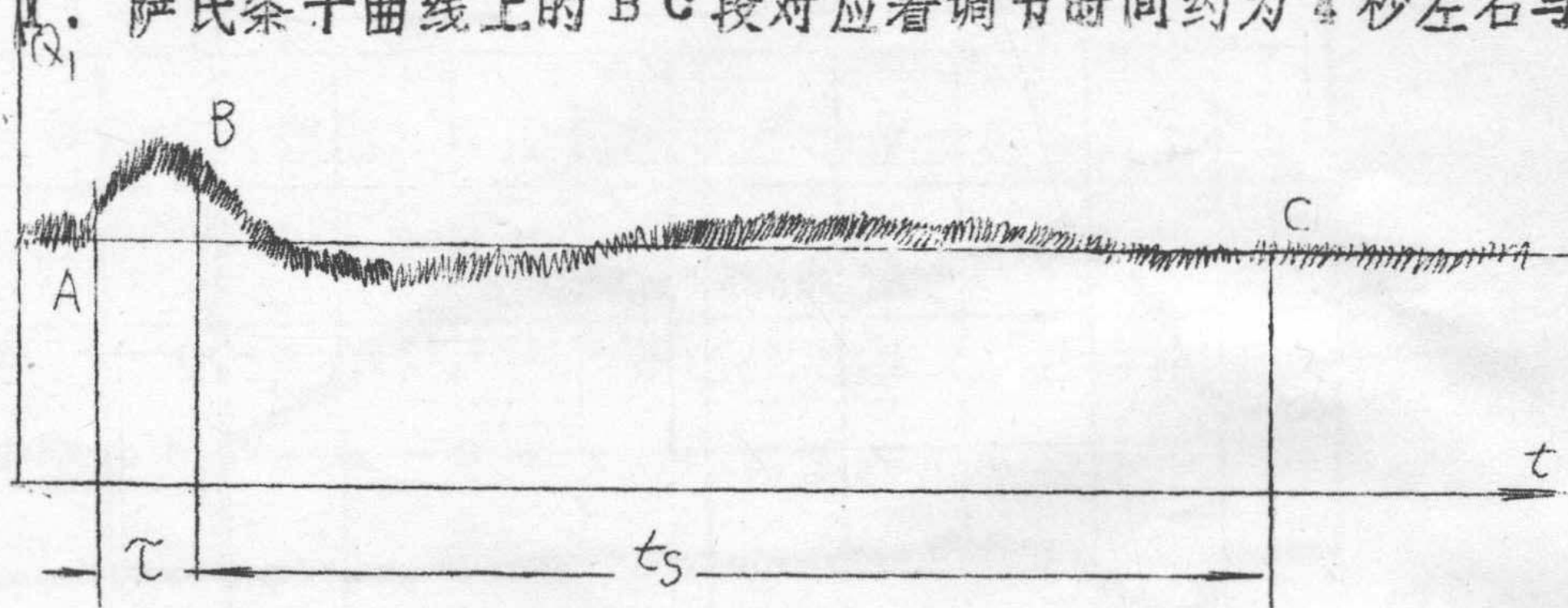


图 11 加入扰动条子后输出条子萨氏条干曲线示意图

论分析的系统调节时间 4.13 秒接近。图中 AB 段为“死区”长度延迟时间 τ 。约为 0.4 秒，亦与理论计算的 0.42 秒相符。另外

用Sc-16光线示波仪拍摄的照片见图12。这是一张完整的从启动→6根输入匀整→7根输入匀整→恢复为6根输入匀整→停车的全过程照片。

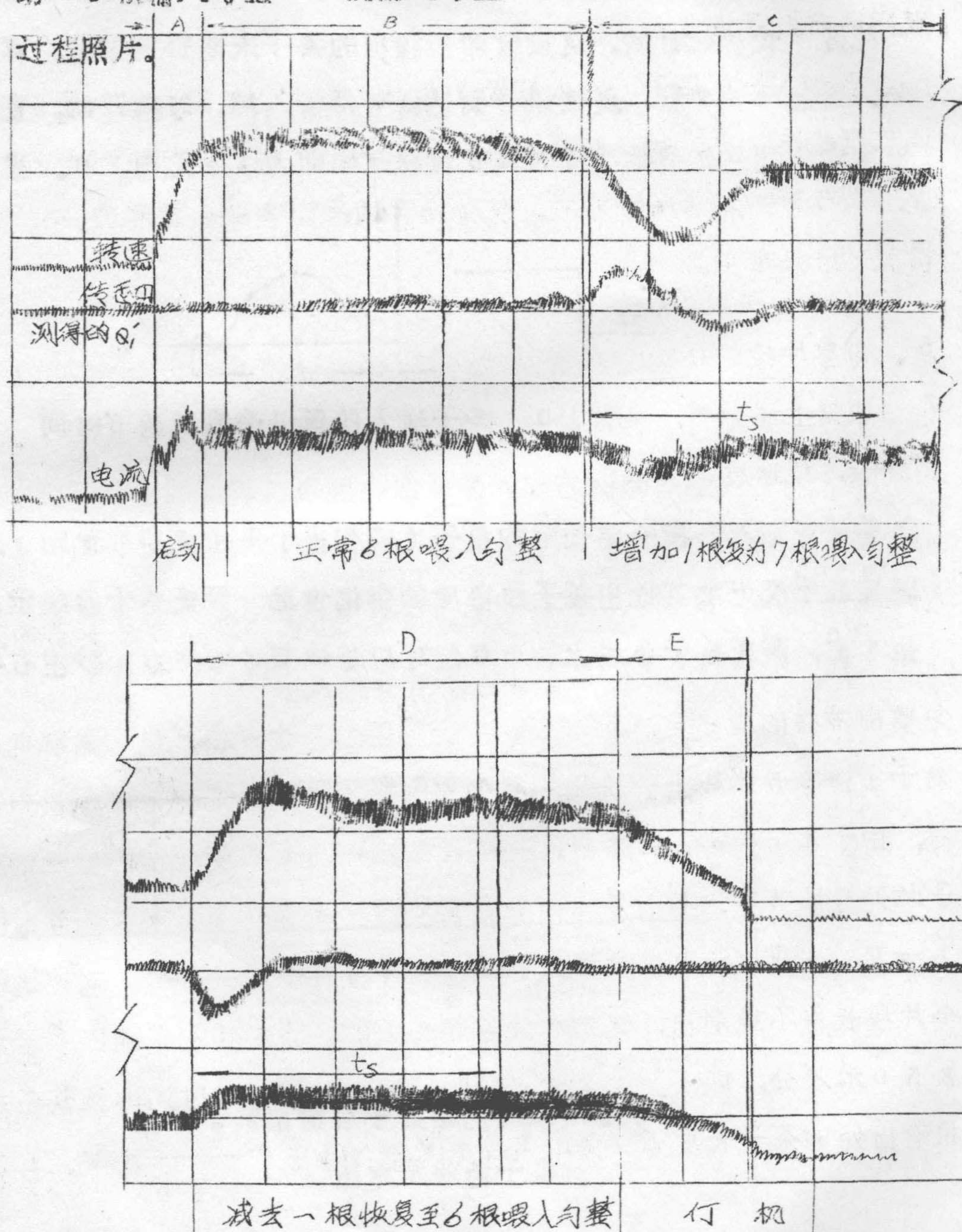


图12 系统对输入条子扰动的响应过程

(Sc-16拍摄记录曲线)