

ZX-02

高压静电纺丝装置

Zhongxing high voltage power supply

ZX-02 型静电纺丝机

使用说明书

大连众兴电子科技有限公司



ZX-02 型全貌



大连众兴电子科技有限公司
Dalian Zhongxing Electronic Technology Co., Ltd

电话: 0411-87617069 QQ:1456958885
手机: 15242500803 (微信同步) 15242500807 (微信同步)
网址: www.dlzxhv.com

静电纺丝仪控制程序使用及操作说明

用途及主要技术参数

一、主要用途及适用范围

静电纺丝法（电纺丝）是一种利用高压电场的作用，将聚合物溶液或熔体纺丝成尺度在微米到纳米级的细

纤维的简单而有效的加工工艺，即聚合物喷射静电拉伸纺丝法。由于静电纺丝制备的纤维比传统的纺丝方法细得多，直径一般在几纳米到上千纳米，并且由电纺加工方法制备的互联孔纳米纤维材料具有极大的比表面积，同时纤维表面还会形成很多微小的二次结构，因此有很强的吸附力以及良好的过滤性、阻隔性、粘合性和保温性等。这些特殊的性质结构使得电纺制备的无纺布结构与细胞外基质胶原蛋白的结构类似，并且更接近于生物体的结构尺度，因此电纺加工方法制备纳米纤维膜材料特别适用于生物医用领域，例如生物膜、伤口包敷材料、止血材料、人造血管、药物及基因输送、组织工程的支架材料等。

应用领域：生物高分子、通用高分子、预聚体纳米纤维制备；高分子共混物纳米纤维的制备；具有纳米孔洞、纳米颗粒、纳米珠串结构的表面或薄膜的制备。

二、基本结构

本机由：1、高压电源，2、推进泵，3、箱体和箱内的各种收集装置三大部分构成。

1、高压电源：

一个正高压电源和一个负高压电源都位于机箱右下方。正高压电源引入箱内喷头架上，通过两个小鳄鱼夹将正高压电加予喷头（使高分子溶液带电，通常为 15-30kv）。而负高压并不起纺丝的作用，它的作用主要是让收集器带负电，从带正电的喷头喷出来的溶液容易被负电吸引，接收集装置电压通常为 1-5kv。

2、推进泵：

位于箱体左右两侧（见图 1 和图 2）。安装时，先将左右推进泵的桌板用自带的六颗螺钉（通过两根斜撑）固定在箱体左右两侧，然后将左右推进泵（通过两颗自带 30mm 长内六角螺钉）固定在各自的桌板上。



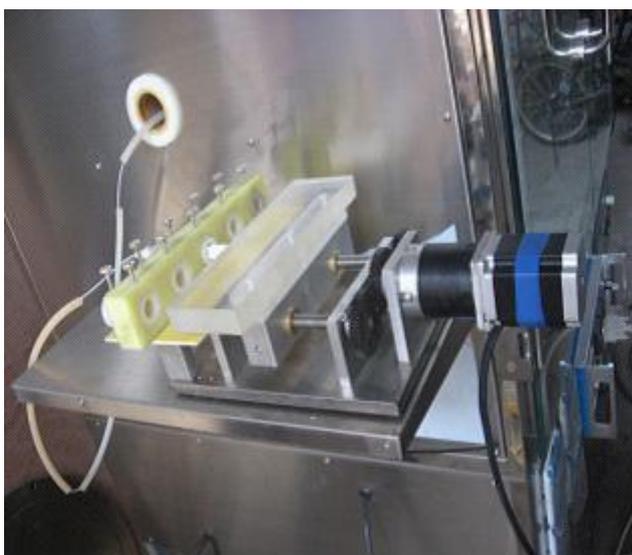


图 1 左推进泵

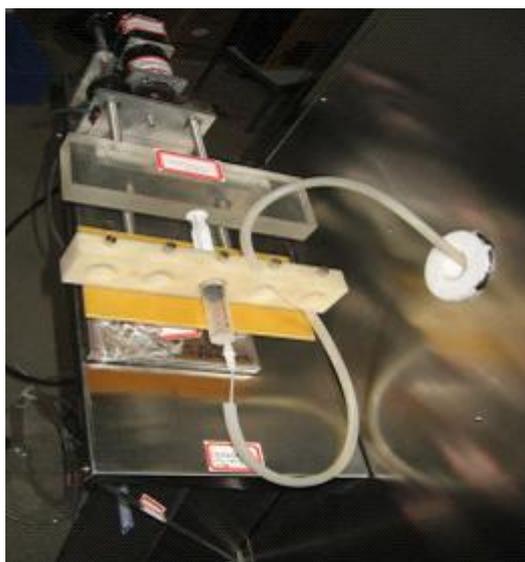


图 2 右推进器

推进泵上的步进电机（X 轴、Y 轴）在计算机控制下，通过三个齿轮和两根丝杆传动，使推进杆前进，将注射器内的溶液通过泵前管输送到喷头（纺丝时前进推进速度很慢约 0.001—0.005mm/s，因为高分子溶液在喷头处变成纳米丝这样一个“消化过程”很慢，推太快来不及消化，溶液容易滴下污染样品）。而装样品或更换新的溶液时，需要推进杆快速后退。方法是

使用“高级测试程序”：使 Y 轴或 Z 轴快速正转或反转。

3、箱体和箱内的各种收集装置：

由于喷出的纳米丝带正电，收集装置必须接地或带负电否则液体就不会被吸引。注意：收集装置带负电时一定要绝缘。

三、主要技术参数

项目	技术参数
高压电源电压	0-50KV(常用正 15-30kv, 负 1-3kv)
喷头（针头）直径	0.6-1.6 mm（常用 8#或 9#针头）
喷头扫描（移动）速度	0.1-100 mm/min
液体推进器推进速度	0.0001-10 mm/min
收集鼓（飞轮、转架和人工血管收集器等）转速	200-2000rpm（改变皮带罩内塔轮位置，来调整转速范围）。
温度范围	Rt-80℃
温控精度	±1℃
电源	220V、380V

参考：如用 20ml 注射器，推进器速度约 0.001 mm/min。



静电纺丝机附件清单

1、（注射器）推进泵：两个。

推进泵（位于机箱左右两侧），在计算机控制下推动 1-5 只注射器。注射器暂定为 2ml、5ml、10ml 和 20ml 等 4 种。使用时配相应的注射器套。

2、计算机（19 英寸液晶屏）配置：

盒装 速龙 3200+，致铭主板 NVIDIA GA-M51GM-S2G，

金士顿 1G DDR2667，鼠标键盘 LG 刀锋套装，希捷 250G SATA 硬盘，

先锋 DVD 刻录机。机箱电源 鑫谷额定 300W。

3、直流正负高压专用电源各一台（大连产）

输出电压 0-50kV、输出电流 0-2mA、输出功率：0-0.3kW 之内任选。

电压值从 5%—100%额定值连续可调，输入电压：单相 220V \pm 10% 50Hz \pm 10%

显示方式 电压表为 4 位半 LED 数码管显示 电流表为 3 或 4 位半 LED 数码管显示。

显示精度：电压表 0.1V 电流表 1mA。

显示误差：电压表 \leq 1% \pm 1 个字 电流表 \leq 1% \pm 1 个字。

4、收集装置：

A、收集金属板装置：不锈钢桌面 1 个。

B、胶木-金属丝收集架：1 个（电纺箱内）。

C、收集筒：直径 70mm 长度 230mm 的不锈钢管 1 只（电纺箱内）。

D、旋转架：1 套，在电纺箱内与收集筒连接。

E、旋转收集盘：1 个，直径 100mm 厚 8mm 不锈钢圆盘与直流调速电机连接，转速 300-2000RPM（在电纺箱内水平放置，可人工更换）。

F、磁场收集装置 1 套，可收集含磁性物质的定向纤维。

5、配件金属针（喷丝头）：内径为 0.5-1.6mm 多种规格医用金属针头各 10 只；不锈钢 3mm 四氟管喷头 10 套；同轴核壳结构双组分喷头 10 套。

6、可调角度的双喷头架：1 套。针头在双喷头架上可垂直排列，也可作 0-30 \pm 1 $^{\circ}$ 倾斜排列。

7、保温箱，1 个。已安装在纺丝机上部。长宽高=1150x830x800 毫米，铝合金、不锈钢框架组合结构，箱内不锈钢板，箱外不锈钢板，其中间填充轻质耐高温材料。保温箱外的步进电机通过蜗轮蜗杆减速，带动钢丝绳使移动台在 800 毫米长的直线轴承杆上作往复直线运动。



8、正面为两扇钢化玻璃门。

系统需求

Windows-xp 系统，需安装 NI Labview Run-time Engine 8.5 或 NI Labview 8.5，以及 NI Visa Run-time Engine 或者 NI Visa。

软件界面

一、静电纺丝仪控制程序软件界面

软件界面说明：

1、X 轴—喷头架扫描（针头的左右移动，步进电机在箱体后面）。

①选择喷头移动的起点：

点“移动 X 轴”（正值向右移动，负值向左移动。输入 50 喷头架向右移动 50mm，-50 则向左移动 50mm）。

②选择喷头移动的距离(终点)：正值向右移动，负值向左移动。移动距离够用就行，不要太大以免碰到限位开关。

③选择喷头移动速度：通常在 10-50mm/s。

问题: 想让两个泵同时工作而不让喷头移动怎么办？将 X 轴速度设很小比如 0 即可。

2、Y 轴—左推进泵（箱体左边）。

3、Z 轴—右推进泵（箱体右边）。

2、导轨：显示喷头在导轨（X 轴）上的移动。大指针代表喷头，小指针代表移动区间。

3、注射器 A 和注射器 B：显示左右注射器的推进状态。

4、扫描行程、注射器行程：喷头和注射器各自的移动总长度，仅用来参考，实际情况需人为避免二者运行到一端碰到限位开关，导致步进电机卡死。

5、X 轴步长、Y 轴步长、Z 轴步长：由仪器本身决定的步进电机每步对应的喷头移动距离和注射器推进长度。使用时不需更改。

6、X 轴速度、Y 轴速度、Z 轴速度（输入）：“移动 X 轴”、“移动 Y 轴”、“移动 Z 轴”和纺丝时喷头和注射器移动的速度。

7、X 轴前进距离、Y 轴前进距离、Z 轴前进距离：“移动 X 轴”、“移动 Y 轴”功能对应的喷头和注射器的移动距离，可为正值或负值。

8、X 轴速度、Y 轴速度（输出）：显示喷头和注射器的实际移动速度。

9、X 轴当前位置、Y 轴当前位置、z 轴当前位置（输出）：显示喷头和注射器当前的位置（相对值）。



10、移动 X 轴、移动 Y 轴、移动 Z 轴：单独移动喷头或注射器。移动距离和速度可设置。

11、计数器清零：将“X 轴当前位置”和“Y 轴当前位置”显示清零。

12、X 轴、Y 轴、Z 轴（指示灯）：显示喷头和注射器的移动状态。



13、开始：开始推进注射器同时往返运动喷头。注射器推进到位后，喷头将走完一个周期再停止。

14、暂停：在“开始”的状态下暂停两个轴的运动。再次按下可继续。

15、退出：停止程序运行。

二、阿尔法高级测试及演示程序软件界面（调试设备时用，电纺时不用）。

（一）系统参数的配置：

1、在系统参数设置框中设置方式、倍率、轴号、模式、初始速度、驱动速度、加速度、减速度和转动方向

① 方式：有单轴、双轴直线（S 曲线）、双轴插补运动三种提示模式，选择“单轴”，对一个轴进行设置，启动时只有一个轴驱动。



参数设置

方式	双轴插补运动	倍率	10	<input type="radio"/> 正转
轴号	单轴 双轴直线(S曲线) 双轴插补运动	模式	CW/CCW	<input type="radio"/> 反转
初始速度	50	1~8000	驱动速度	4000
加速度	50000	125~ 1000000	减速度	50000
				125~ 1000000

② 倍率、轴号、初始速度、驱动速度、加速度、减速度和转动方向直接在上面设置。

注意：实际的初始速度、驱动速度、加速度、减速度是设定的值与倍率的乘积。例如要设定实际初始速度为 1KPPS、驱动速度是 80KPPS、加/减速度都是 50KPPS/SEC、倍率为 10，则应当这样设定：初始速度=100、驱动速度=8000、加/减速度=5000、倍率=10。

2、线性运动控制框：

当在参数设置框选择单轴直线方式时，线性运动控制框有效，能够对直线进行参数设置。

(1) 运动方式：选择直线运动方式。

(2) 脉冲方式：有连续驱动方式和定长脉冲驱动方式。当选择定长驱动方式时，定长脉冲数框有效，

必须对输出脉冲数设置。

(3) 启动：点“启动”，则启动该方式下的直线运动。

(4) 外部点动：当设定的是连续驱动方式，点外部点动按钮，当指定轴的 EXPP 处于低电平时，启动该轴按照设定的参数正方向驱动，当指定轴的 EXPM 处于低电平时，启动该轴按照设定的参数反方向驱动；当设定的是定长驱动方式，点外部点动按钮，指定轴 EXPP 处于低电平一瞬间（即出现一个下降沿），启动该轴按照设定的参数正方向定长驱动；指定轴 EXPM 处于低电平一瞬间（即出现一个下降沿），启动该轴按照设定的参数反方向定长驱动。

(5) 减速停止、立即停止、复位。在运动过程中可以随时用减速停止，立即停止。

线性运动控制

运动方式	直线运动	启动	减速停止
脉冲方式	定长脉冲驱动	外部点动	立即停止
定长脉冲数	30000	0~1000000	复位
加速度变华率	1000	954~ 62500000	

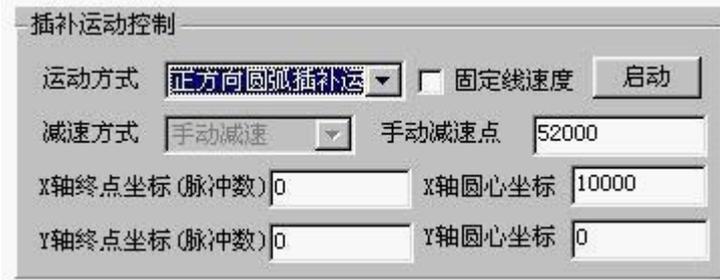


3、插补运动控制框：

当参数设置框选择双轴插补运动方式，则插补运动控制框有效，因此，对于电纺实际运动中的单轴直线运动方式，本插补运动控制框不设置。

减速方式：直线插补和固定线速度直线插补是自动减速，圆弧插补不能使用自动减速，必须使用手动减速。在手动减速点框设置手动减速点。

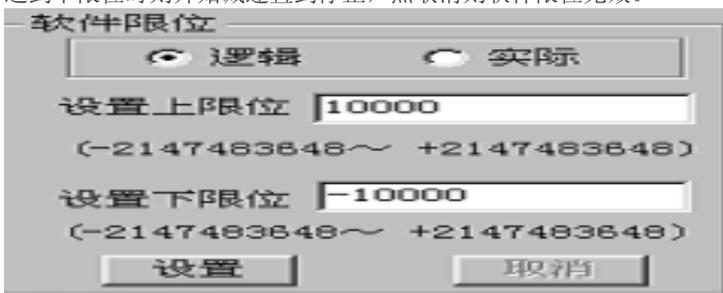
终点坐标、Y轴终点坐标、X轴圆心坐标、Y轴圆心坐标。选择直线插补运动时只需要设定X、Y轴终点坐标，是相对当前位置而言的。例如：设定X轴终点坐标：10000，Y轴终点坐标：10000。则运动后X轴电机发10000个脉冲，Y轴电机也发10000个脉冲。如果是2轴电机带动物体在X、Y轴的2维坐标下，物体在起点为坐标原点(0,0)，做一条直线运动，在X轴运动10000步，Y轴运动10000步。（电机是一个脉冲转动一步，不同电机转动一步的角度因电机而异）



4、软件限位：

① 逻辑、实际。选择逻辑寄存器还是实际寄存器。

② 设置上限位和设置下限位。当设置时，如果是正方向转动，当输出脉冲数达到上限位时则开始减速直到停止。如果是反方向转动，当输出脉冲数达到下限位时则开始减速直到停止，点取消则软件限位无效。



5、设置外部限位信号有效无效：

① 硬件限位：可以选择立即停止和减速停止两轴停止方式。点设置按钮设置为有效。选择好停止方式后，如果是正方向转动，当指定轴的LMTF出现一个低电平（下降沿），电机按照设定的停止方式停止。如果是反方向转动，当指定轴的LMTM出现一个低电平（下降沿），电机按照设定的停止方式停止(9)

② 外部停止信号 STOP0, STOP1：选择停止号后点设置按钮，则为有效，点取消按钮则无效，有效时，指定轴的STOPN信号出现一个低电平（下降沿）时，电机立即减速停止



③ 报警信号：点设置设为有效，点取消设为无效。当有效时，指定轴的 ALARM 信号出现一个低电平（下降沿）时，电机立即停止

④ 伺服惦记到位信号：点设置设定为有效，点取消设为无效。当有效时，INPOS 信号出现一个低电平（下降沿）时，状态框的定位信号变为红色。表示有效。

硬件限位

停止方式

外部停止信号

停止号

报警信号

伺服电机到位信号

负载 限位	定位 信号	中止 状态	加速 状态	常速 状态	减速 状态

6、开关量测试

① 点开始测试按钮，可以用鼠标改变 X, Y 轴的输出 0, 1。

② X, Y 轴的 IN0, 1 信号为 24V 时为高电平，0V 时为低电平。

开关量测试

	输出0	输出1	输入0	输入1	
X	高	低	高	低	<input type="button" value="开始测试"/> <input type="button" value="停止测试"/>
Y	低	高	低	高	

7、状态显示

① 显示驱动中的速度、加速度、输出脉冲数（逻辑位置计数器）、输入脉冲数（实位计数器）

状态显示

	速度 (Hz)	加速度 (Hz)	脉冲数 (逻辑位置计数器)	脉冲数 (实位计数器)
X	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="50000"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="-6"/>
Y	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="12500"/>	<input type="text" value="-14476"/>	<input type="text" value="14464"/>



计数器清零

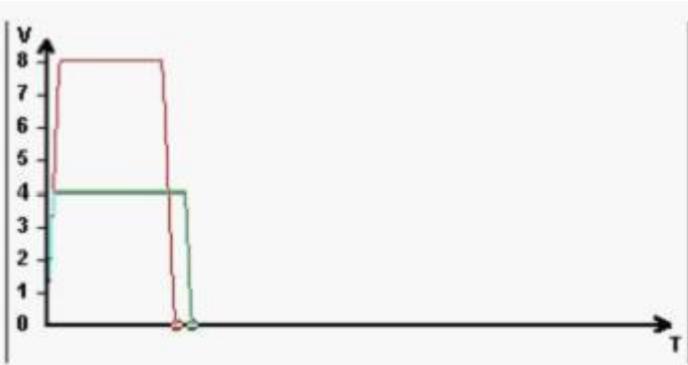
正向点动 负向点动 正硬限位 负硬限位 紧急制动 报警状态 正软限位 负软限位 定位信号 中止状态 加速状态 常速状态 减速状态



② 驱动中的限位状态和运动状态

8、速度时间图

红色线代表 X 轴电机的速度时间图，绿色线代表 Y 轴电机速度时间图。只能够显示直线运动的速度时间关系。



9、“移动 X 轴”、“移动 Y 轴”和“开始”进行中都可以中途停止。“暂停”只有在“开始”按下后即纺丝状态下才有效。

10、面板左上角有四个按钮，分别为“运行”，“反复运行”，“停止”和“暂停”。程序打开后即处于“运行”状态。程序中的“退出”须在纺丝和移动结束后（待机状态）才能停止运行程序，而面板上的“停止”按钮可以在任何状态下停止程序。

使用方法及注意事项

1、使用方法

(1) 使用前先进行正确的接线（图 6 为电纺机线路连接示意图，现场接线以实物为准）。

(2) 电脑主机及显示屏按照计算机的正确对应接口进行线路连接。



(3) 进行电脑、电纺机及与外部的正确线路连接，连接时注意插口的大小及插接方向，切勿损坏插口。特别注意：电纺控制箱接 220V 电源，计算机接 220V 电源。

(4) 检查并确认所有接线正确无误后，方可进行阿尔法高级测试及演示程序、电纺机控制程序与电纺机的联调。封面为接线完成后的电纺外观图。

(5) 打开电纺箱中部的照明、加温及抽风开关，确认箱内照明、加温及抽风系统是否正常工作。

(6) 高压电源的联接及检查。使用前检查高压输出线与喷头架上的导电金属板是否接好接牢，极性是

否正确（见图 6）。第一次使用时电压调节钮逆时针调到头。接通电源顺时针转动调节钮增大电压，此时面板上的数显表头分别显示当前的电压和电流值。

(7) 进行阿尔法高级测试及演示程序与电纺机的联调。当启动测试程序后，确认 X、Y、Z 轴的正、反转方向。程序启动时，用手拨 Z 轴、Y 轴、箱内的 X 轴的限位开关，高级测试程序能立即停止工作，X、Y、Z 轴运动停止。

(8) 注射器推进泵的调试。打开阿尔法高级测试及演示程序，进行 Y 轴的正、反转时，注意推进器上步进电机轴缺口的运转方向。若 5

只注射器直径相同，则流速相同。若 5 只注射器直径不同，则流速比等于直径平方比。

(9) 装电纺液。选择合适的注射器（2ml，5ml，10ml 和 20ml 等）和注射器管套，手工吸满溶液后将注射器放入管套。



图 3 推进器





图4 收集器

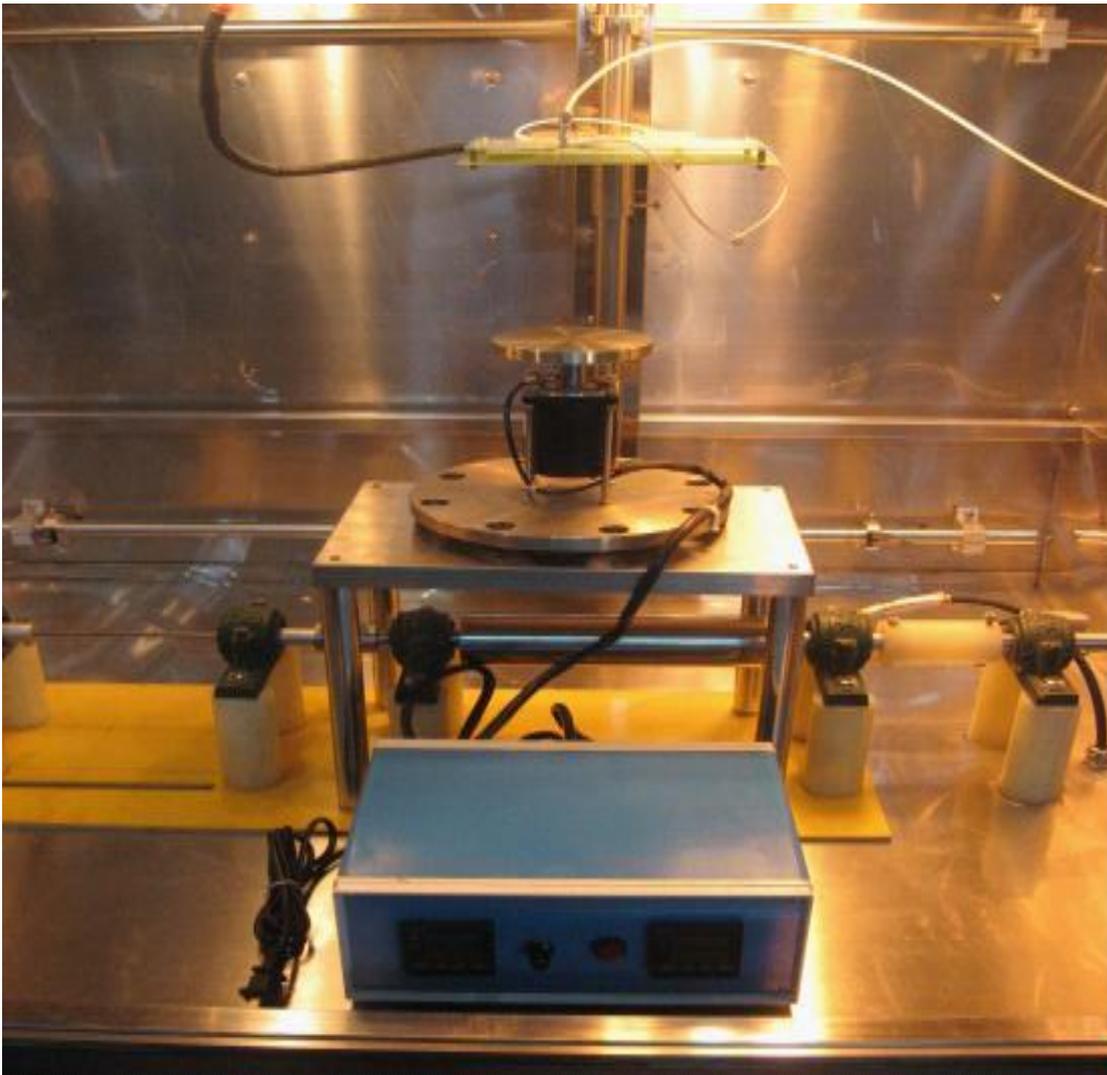


图5 旋转收集器



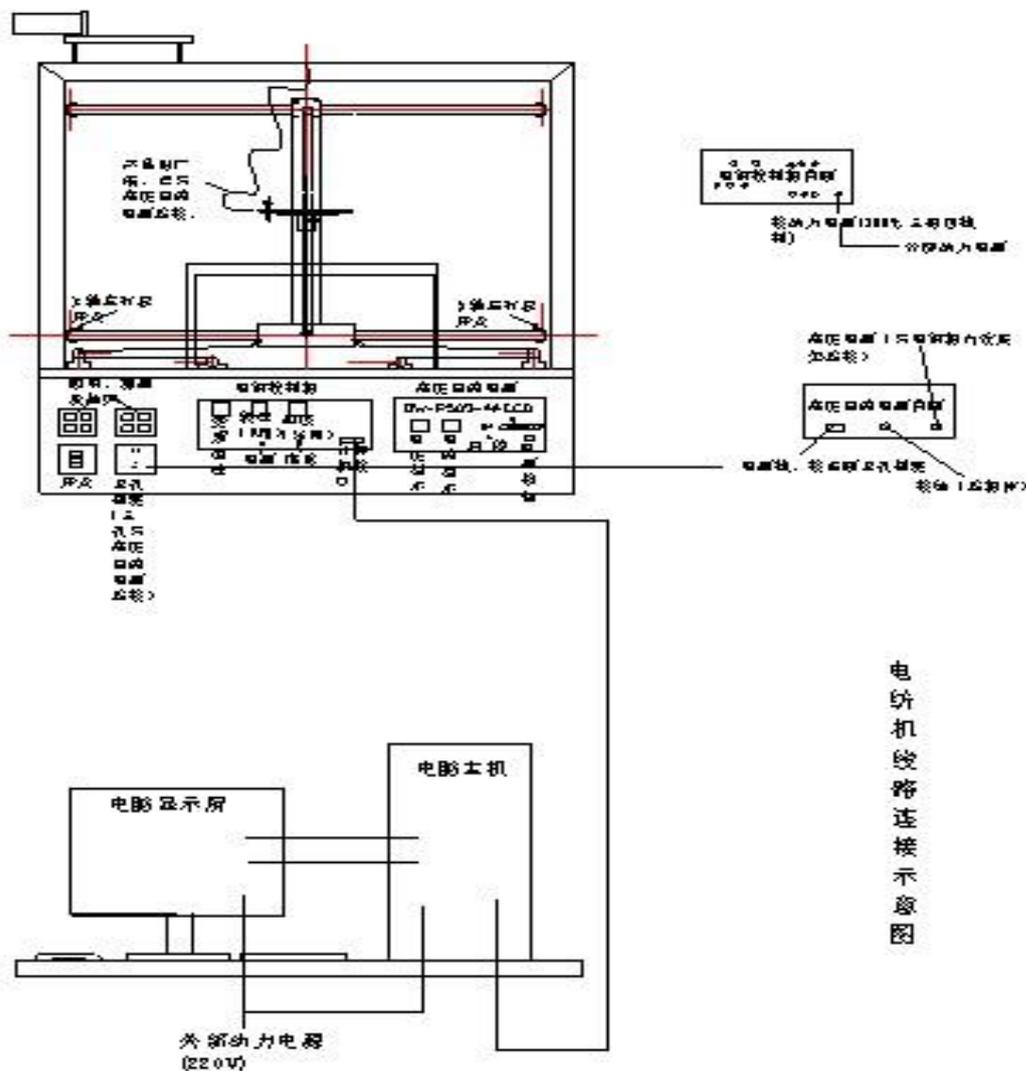


图 6

为了安全起见，须将电压调至 0 并关闭电源后再进行样品的收集处理和推进泵的拆卸更换样品溶液等操作。

图 5 为注射器推进泵装电纺液后的位置关系。

(10) 喷头架高度调整。根据实验需要选择合适的收集方式（旋转收集和静止收集）。选用旋转收集方式时，顺时针旋转调速钮至适当转速（数显转速表及时显示当前转速）。选择静止时，先将专用不锈钢桌面放入箱内作为实验平台，支撑收集板或收集架。调整喷头架高度使喷头（针头）与收集器上端距离在 150-300mm 范围。

喷头架高度与收集金属板位置见图 6（注：收集金属板装置上的电胶木板、铁丝收集架可以移开）。

(11) 选择收集方式

1、静止收集方式：

① 收集金属板装置：



30cm x30cm 收集装置可以配两个电极用来控制电纺丝纤维的方向。根据需要将金属箔板铺垫在收集金属装置上面，电纺针头的正下方。

② 电胶木板、铝丝收集架（图 6 收集金属板上面）：

铁丝通过电胶木绝缘座，等间距平行排列。丝挂在架上只是小部分与铁丝接触，大部分悬空。铁丝接地（0 电位）或高压负极。

2、旋转收集方式：

① 收集筒（图 4 右侧）：

直径 80mm 长度 320mm 的不锈钢管，用大功率电机减速驱动，可进行调速，转速 200-2000 转/分，用霍尔测速器可精确测定转速。特点：收集到的丝较多且较均匀，高转速有取向，低转速一般无取向。

② 旋转架：

两只直径 80mm 厚度 20mm 的铝圆盘之间绷紧连接等距平行排列的铜丝。转速 10-100 转/分，并可调速，用霍尔测速器可精确测定转速。特点：可在水槽中使用，用水或其他凝固浴将溶剂和电荷带走。收集到的丝较多且较均匀，一般无取向。

3、可调角度的双喷头架：

针头在双喷头架上可垂直排列，也可作 $0-30\pm 1$ 度倾斜排列。主要用于互不/难相容体系的复合丝的制备，参见图 7。

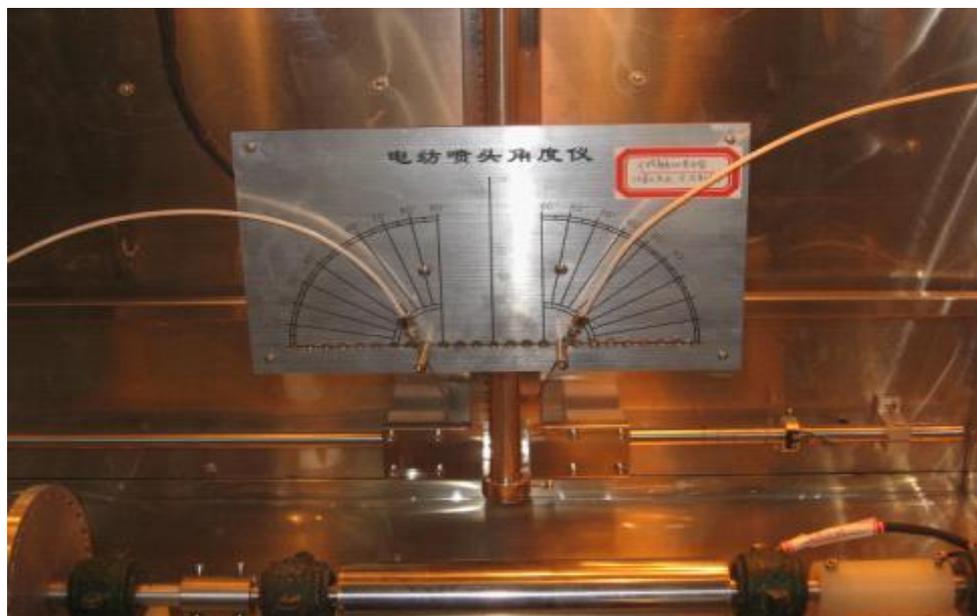


图 7 角度仪

（1 2）喷丝头：配件金属针

内径为 0.2-1.5mm 多种规格医用金属针头，用小鳄鱼夹夹注针头将高压电引入，用四氟软管连接针头。

用带有内径为 0.2-2.0mm 排孔的 1mm 厚铝板作为针头支架并将高压电引入。用四氟软管或硅橡胶或透明聚氨酯管连接针头和容量分配器出口。



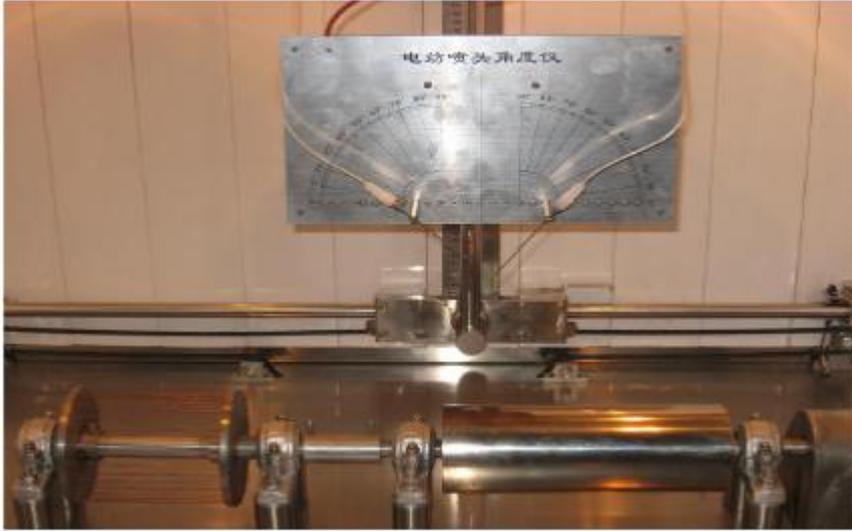


图 8 双喷头角度仪

流速控制。通过步进电机-计算机自动控制。最大流速: 127 ml/hr(10 ml), 519 ml/hr(60 ml), 最小流速: 0.1 μ l/hr。精确度: $\pm < 1\%$, 再现性: $\pm 0.1\%$ 。

推荐两种金属针喷丝头的自制作:

- 1、双组份同心喷丝头: 内管(油组份)内径为 0.5-1mm, 由 A 推进器供给油组份; 外管(有效组份)内径为 1-2mm, 由 B 推进器供给有效组份。
- 2、三组份同心喷丝头: 内管内径为 0.5-1mm, 由 A 推进器供给油组份; 中管内径为 1-1.5mm, 由 B 推进器供给有效组份; 外管内径为 1.5-2mm, 由 C 推进器供给有效组份。

(1 3) 箱内温度调控

设定加热温度, 根据所需温度高低选择开启加热灯的个数(四分之一开, 半开和全开等)。待温度恒定后, 才能开启计算机, 进行纺丝操作。

(1 4) 电纺机“湿度%RH”仪表盘调节

1、仪表盘上字符:

显示窗口: “AH”——Alarm High 上限报警

“AL”——Alarm Low 下限报警

(例如设定湿度范围为 50%—55%, 50%为下限, 55%为上限)

2、按键: “SET”、“<”、“^”、“v”

3、操作说明



- ① 首先按“SET”键，大约 5 秒后，仪表出现 AH，按“<”键，出现闪烁数字，此时，通过“^”、“v”键可对此闪烁数字进行修改。
- ② 再按“SET”键，出现 AL。先按“<”键，再按“^”键或“v”键，数字递增或递减，若达到设定值，修改完毕，按“SET”键，停止修改，此数字为下限设定值。
- ③ 查看“AH”、“AL”上下限值，通过移位键“<”停留在需查看位置，再通过“^”键往上，通过“v”键往下。
- ④ 显示窗口出现“oR”字符，此时为待机状态，30 秒后自动恢复。若待机时间过长，可关闭面板上“电源”开关，重新启动，仪表盘窗口显示已设定数字。

（1 5）电纺机“变频调速”仪表盘调节说明

- ① 运行按“RUN”键。
- ② 按仪表盘上调速旋钮，按仪表盘上旋钮标示方向，向顺时针或逆时针转动，可调节转速大小。

（1 6）当拨动高压直流电源面板上的 0~+50kV 电压旋钮时，会在左侧面板上“电压显示”、“电流显示”框中显示出当前电压、电流值，此数值为电纺需要设置的主参数。

（1 7）打开静电纺丝仪控制程序，进行程序输入后，启动程序，观察 X、Y、Z 轴运动后停止。

（1 8）关闭钢化玻璃门，接通高压直流电源，打开静电纺丝控制程序进行电纺。本机有自动保护装置（门开电断-门关电通）

2、注意事项

（1）进行电纺作业时，严禁未切断高压直流电源而打开钢化玻璃门，用手接触电纺喷丝头金属针及下面的金属铝薄，造成高压直流电源对人体的伤害。确实因电纺作业需要而不切断高压直流电源时，必须用绝缘体材料拨动金属针下面的铝薄。

（2）电纺机工作异常时，应立即关闭高压直流电源，由专业技术人员进行检查，排除故障后方可进行正常的电纺工作。

（3）进行 0~+50kV 电压调节时，由先将旋钮逆时针旋到头（至 0 位置），再顺时针缓慢调节到所需要电压值。

（4）为电纺箱顶部的推进器换装电纺液时，必须先关闭好高压直流电源。

（5）关闭高压直流电源时，应先按下高压直流电源面板上启、停按钮右侧的“停”，再按下高压直流电源面板上的“电源”按钮，安全关闭高压直流电源。必要时，可取下高压直流电源与电纺机中部右侧三孔插座上的三相插座。

质量保证

用户在遵守正确的使用规则条件下，从使用日起 1 年内，静电纺丝仪因制造质量不良而不能正常工作，本公司免费为用户修理。1 年后加收成本费和人工费。

本机有预留窗口，可进行录象和采集，(ccD+显微系统放大)用户可定制。

