

SUTTER 公司 P-97 微电极拉制仪使用说明**一. 前后面板 (按钮、开关、旋钮) 控制的功能及作用****1. 前面板**

LCD Display: 显示程序参数

Reset: 初始化复位控制

Air Pressure: 在控制周期的有效制冷状态期间设置空气压力的值

Keypad: 用于设置程序参数值和执行程序

0~9: 用于选择所要的程序或控制功能, 当程序设计时输入数字值和作决定是/否 (Yes/No) (1/0)

CLR: 进入某个程序后本键用于删除程序或数值, 也用于作坡度测试 (RAMP TEST) 的入口

ENTER: 回车, 确定新数值或程序

NEXT: 编辑时移动到程序的下一行

LAST: 编辑时移动到程序的上一行

PULL: 开始执行程序

STOP: 终止执行程序

LED Display 显示:

Program(0-9): 一个程序由一行 (Cycle) 或多行组成 (一个 Cycle 包括 4 个程序参数: HEAT、PULL、VELOCITY、TIME, 一个 Cycle 相当于一行程序代码)。当执行拉制一支嵌入仪器的毛细玻璃管时, 一个程序能连续拉 16Cycles 长度。

HEAT: HEAT 是控制一个供给加热片的电流水平, 设置加热片的功能, 使之能熔化特定的玻璃管 (组成物质及大小), 在操作部分讨论坡度测试的相对值很重要, 它就是你所要的加热 (HEAT) 值。

PULL: Pull 控制强加给的拉力, 一般较高的 pull 值会产生较小的和较长的锥形尖端。

VELOCITY: 拉制杆移动速度达到一定程度, 拉断电极。

TIME: TIME 控制有效的制冷空气时间长度。

2. 后面板说明

1) 电压转换器, 国内使用 220V, 应使Δ对准 220V。

2) 电源接口及保险丝 (电源开关在左侧面)。

二. 安装及使用

1. 使电压对准 220V, 并插上电源线。

2. 打开左侧的开关。

3. 安装玻璃管。

4. 运行 RAMP TEST 坡度测试, 这测试是让你确定加热值, 加热值能够熔化玻璃但又不至于烧断加热片。当你第一次使用拉制仪或更换加热丝、更换不同型号的玻璃时, 都应该作 RAMP TEST 坡度测试, 然后把 RAMP TEST 的值当做你的新编辑的程序的 HEAT 值。下面是运行 RAMP TEST 的步骤:

* 进入任一程序 (按 0-9 Enter 回车) 。

*按清除键<CLR>进入控制功能。

*按<0>不要清除参数数值。

*按<1>即能运行 RAMP TEST 坡度测试。

*安装玻璃管和按<PULL>。

* 记录 RAMP TEST 值, 将用于设置 HEAT。

运行 RAMP TEST 时, 将有以下现象发生:

*HEAT 值逐一增加。

*当加热值达到一定程度开始软化玻璃时, 拉制杆将有小的移动;

*当移动速度达到一定程度, 加热关闭。

*RAMP TEST 值也不再增加并显示出来。

做完 RAMP TEST 后记下它的值按 RESET。

5. 进入<0>显示程序 0, 光标将闪烁在 HEAT, 检查参数是否符合 RAMP TEST 值, 否则改变它, 按 PULL。

6. 松开夹子旋钮拿出微玻璃管。

*按 RESET 退出程序 0;

*按<1>进入程序 1 再做测试。

三. 注意事项

1, 安放加热片要在吹气孔的正中间, 不能和微玻管有任何接触。

2, 程序 0、程序 1 是系统设置的程序, 配合随机器的微玻管作显示用, 用户要根据自己的需要先通过 RAMP TEST 确定 HEAT 值, 再不断调整 PULL、VELOCITY、TIME 值, 使之做一步二步甚至多步拉制达到自己的应用目的。

(详细使用请查阅英文使用说明书)

电极拉制手册 (1) ——目录

目录

- 1) 玻璃微管的选择
- 2) 拉制仪的结构与拉制原理
- 3) P-97 电极拉制过程
- 4) 功能参数设置
- 5) 膜片钳电极的拉制
- 6) P-97 的日常维护
 - a. 铂金片的更换
 - b. 干燥剂的更换

玻璃微管的选择

我们一般都是选用 Sutter 公司生产的硼硅酸盐硬质玻璃管。我们现在选用的是：

BF120-69-15: 这是产品货号其中 B 为 Borosilicate（硼硅酸盐）的缩写表示硬质玻璃、F 为 Filament 的缩写表示为有芯的玻璃毛胚管、120 为外径 1.2mm、69 为内径 0.69mm、15 为玻璃管的长度 15cm。

选用 15cm 的玻璃管是最为划算的，这是在中科院神经所了解到的。Sutter 的电极有三种长度分别为 15, 10, 7.5cm 他们的价格相差不多但 15cm 的点击可以截为两段也就能让其成本降低了一半。但这样存在一个问题！Sutter 的玻璃管两端是经过加热处理的，所以很光滑。我们使用砂轮在玻璃管正中磨一下然后轻轻将玻璃管掰开，经过联系可以让断口较平整。但断口就会非常的锋利，在使用是会将记录电极银丝上的 AgCl 镀层刮掉。为了解决这一问题我们使用酒精灯适度加热断口断口微微烧红后就可以让其变得光滑了。

在做脑片膜片钳的实验时，我推荐使用外径 1.2 的玻璃管。因为脑片膜片钳要使用正置显微镜工作空间狭小选用细一些的电极可以略微的弥补空间狭小的问题。

在单细胞的试验中也可以选用 BF150-86-15 外径 1.5 的玻璃管，具体就要看你自己的喜好了。

此外我们还是用过 WPI 的玻璃管，其也有规格同 Sutter 相似的，使用起来没有什么明显区别。

※ 严重推荐上面所提供的厚壁玻璃管，Sutter 还有相应的薄壁玻璃管十分的不好用，很难拉出理想的电极。

※ 不推荐国产的玻璃管（如南京六和，北京正天易等），它们的玻璃管内壁没有经过妥善的清洗会有污染致使拉出的电极封接成功率比较低。虽然它们的比较便宜但电极损耗大综合起来成本并没有优势，并会严重影响你的实验效率和心情！

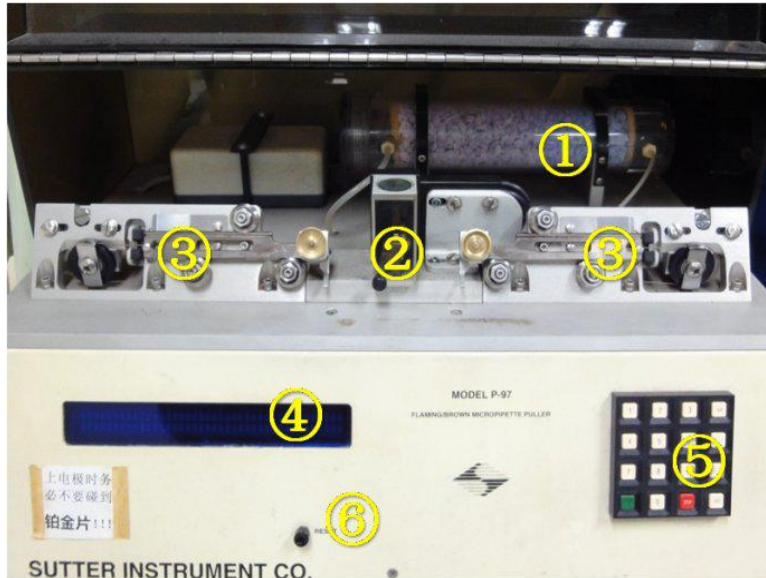
拉制仪的结构与拉制原理

www.gowebrother.com

Gowe-brother@foxmail.com

香港长沙湾青山道 688-690 号，嘉名工业大厦 H 座 5 楼 11 室

Sutter 公司的 P97 拉制仪是现今十分常用的电极拉制仪，它的电源开关在机身的左侧面的前部，使用起来还是蛮方便的。其结构如图：



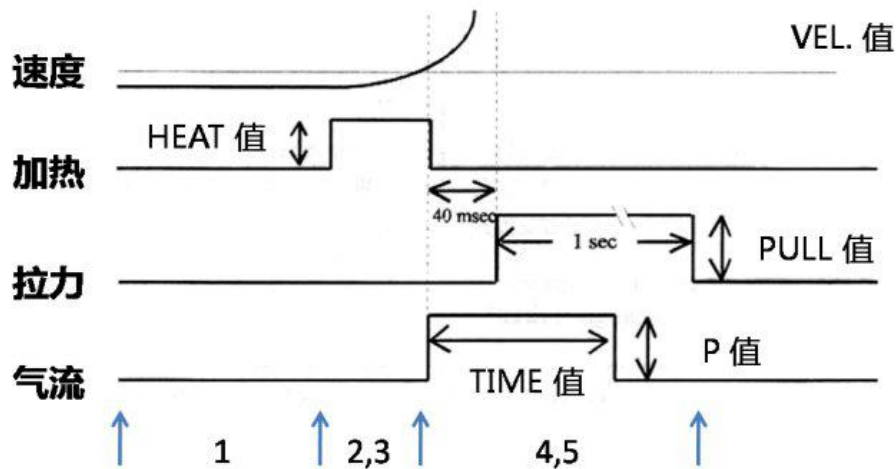
1, 干燥罐 2, 电极加热室 3, 牵拉臂 4, 显示屏 5, 数字操作键盘 6, 复位按钮

其可大体分为四个系统：

1. **加热系统**，在电极加热室（2）中有铂金片通电后用来融化玻璃管。
2. **空气冷却系统**，压缩的空气进入干燥罐（2）然后再通过管道从铂金片下的小孔吹出用于冷却铂金片。干燥的空气可以电极加热室中的湿度降低以减少空气湿度对拉制的影响。
3. **机械拉制系统**，两侧牵拉臂（3）可以控制拉制时的力度和速度。
4. **电子控制系统**，（4. 5）用于控制拉制时的各种参数。

四个系统相互配合以完成精密的拉直过程见下篇。

P-97 电极拉制过程



拉制仪控制着四个物理量（如上图）。（1）两臂拉开电极的速度，（2）铂金片加热电极（HEAT 的值只是一个代表并不代表温度，往往同是 P97 不同机器之间会有较大的差异所以都要以 Ramp 为标准）。（3）拉力表示两臂拉开电极用力的大小。（4）气流用于冷却铂金片以使融化的电极凝固断裂。下面将整个电极拉制的过程描述如下，编号与图下方的数字相对应：

1. 启动拉制后首先你会听到有喷气声，这是 P97 给加热盒喷入一定时间的气体，干燥后的气体由铂金片下的小孔吹入目的是让拉制空间干燥（空气的湿度会影响电极拉制）。
2. 喷气持续一段时间后铂金片开始加热，加热的温度就是你所设定的 HEAT 值，这是你可以看到铂金片慢慢的变红发热，一会之后毛配管就会开始融化。
3. 由于固定电极的两臂有一定的拉力（这个拉力并不是你所设定的 PULL 值，你可以认为这是本底的拉力）所以两臂会将电极拉开并且有一个加速的过程，当拉开的速度达到你所设定的 VEL. 值是铂金片就会停止加热并开始吹气冷却。
4. 吹气的压力是在功能菜单中所设定的 pressure 大小，也就是显示面板上方所显示的 P 值。吹气的时程如图也就是你所设定的 TIME 值。

www.gowebrother.com

Gowe-brother@foxmail.com

香港长沙湾青山道 688-690 号，嘉名工业大厦 H 座 5 楼 11 室

5. 在加热停止后 40 毫秒（如图加热轨迹）与吹气的同时两臂还会给与以持续一秒力度是你所设定的 PULL 值的拉力拉开电极。

经过上述的五个步骤就完成了一步的拉制。P97 中称为一个 line。一个完整的拉直过程往往包括多个 line 并称之为一个 Loop。

当拉直过程完成后会显示如下的内容：

THE PROGRAM LOOPED 01 TIMES. THE LAST
LINE USED WAS 01. HEAT ON SEC. = 6.05

上面的显示表示，一步拉制（第二行）一次（第一行）加热时间 6.05 秒。

功能参数设置

P97 有多个功能参数可供设置。开机后进入任何一个拉制程序然后按<CLR>按钮，屏幕显示如下内容：

DO YOU WISH TO CLEAR ALL VALUES FROM THE
PRESENT CYCLE TO THE END? NO=0 YES=1

按<0>按钮后就进入了 P-97 的功能菜单，屏幕第二行会滚动显示 8 个功能，点击相应的数字就可以进入相应的功能设置，各功能列表如下：

功能编号	功能名称	功能描述
1	RAMP TEST	Ramp 测试用于测量融化玻璃管的 HEAT 值
2	CHANGE AIR PRESSURE	设置气体压强，也就是 P 值
3	AIR MODE	设置控制喷气的方式
4	AIR TIME AT START OF	电极拉制前喷气时间

www.gowebrother.com

Gowe-brother@foxmail.com

香港长沙湾青山道 688-690 号，嘉名工业大厦 H 座 5 楼 11 室

PULL

5	AIR TIME AT END OF PULL	电极拉制后喷气时间
6	RESET TIME AND DATE	时间日期设置
7	WRITE-PROTECT THE PROGRAM	锁定拉制程序
8	MEMORY TEST	内存检测

其中第一项最长用到，第二有时也会用到，我将分述如下，其他的都不用管保留默认值就好了。

1. RAMP TEST

此功能用于测量玻璃管的熔点，当启动之后你可以看到 RAMP 值以 1 为步进不断的上升，同时你还可以看到铂金片逐渐变红发亮。当玻璃管受热融化在牵拉臂的作用下向两边拉开这时候拉制仪就会停止加热，这是所显示的值就是玻璃管的熔点。这一 RAMP 值用于确定拉制参数中的 HEAT 值。HEAT 值的测定根据你选用的铂金片而有所不同。

建议：

梯形铂金片：HEAT=RAMP+15

方形铂金片：HEAT=RAMP

※ 但大家要注意这个值只是一个相对的值不是真实的温度，而且不同一台拉制仪的数值也是不相同的！

当每次更换铂金片或者是更换了不同型号不同品牌的玻璃管时都要从新测量 RAMP 值。

2. CHANGE AIR PRESSURE

此功能用于设置喷气的压强，就是第一行中显示的 P 值。可在 1 到 999 之间设置。对与不同的玻璃管推荐如下

厚壁玻璃管：500

薄壁玻璃管：300

※ 处理以上的拉制模式还有另一种成为延时模式（DELAY）这种方式不常用。启动这种模式的标志就是四个参数最后一个的 TIME 显示为 DELAY。这是你可以通过功能三 AIR MODE 将其切换回 TIME 模式

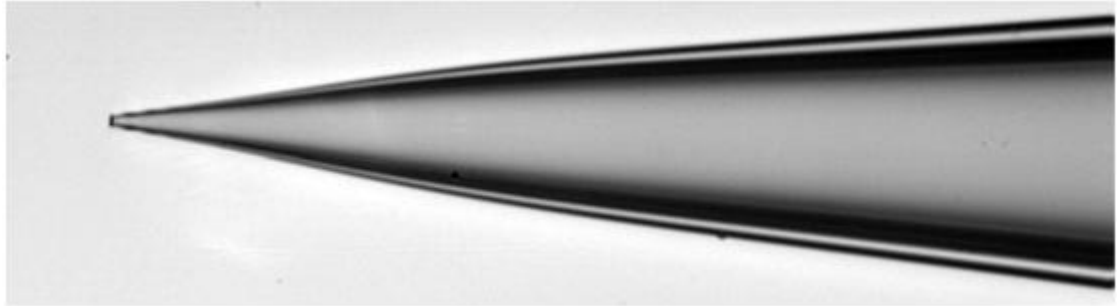
www.gowebrother.com

Gowe-brother@foxmail.com

香港长沙湾青山道 688-690 号，嘉名工业大厦 H 座 5 楼 11 室

膜片钳电极的拉制

下图是一个理想的膜片钳试验中所使用的电极尖端：



使用胖一些（就是肚子比较大尖端比较小）的电极可以有更好的封接效果，至于其原因可以由下图来说明：



可以看到左侧是较胖的电极，其相对于右侧较瘦（尖端陡峭）的电极在尖端内有较大的体积，所以当胞膜吸入电极尖端后胞膜与电极尖端内壁有较大的接触面积。因此以此类电极有较好的封接效果。

当你了解了何种电极才是好电极后，下一步就是如何使用 P-97 制作理想的电极。

首先将 pressure 设为 500（一般默认就是 500），其次对与不同的铂金片要使用不同的参数。我实验室常用的是梯形铂金片，此外还有一种方形的铂金片。首先使用 RAMP 功能测量玻璃管熔点（此熔点用 RAMP 表示）。两种铂金片对应的参数列表如下：

铂金片类型	HEAT	PULL	VELOCITY	TIME
梯形	RAMP+15	0	40	200

www.gowebrother.com

Gowe-brother@foxmail.com

香港长沙湾青山道 688-690 号，嘉名工业大厦 H 座 5 楼 11 室

方形	RAMP	0	40	200
----	------	---	----	-----

先使用上述的参数设置一步。开始拉制！往往这样一步是不能拉断电极的，所以 P-97 就会自动循环执行程序直到拉断电极。比如这时拉制程序循环三次也就是通过三步拉断了电极。然后使用抛光仪（或者显微镜）观察点击尖端，**往往三步拉断的电极会比较瘦尖端很陡而且开口太小**，这样的电极是不理想的电极。接下来我们只调节拉制速度，减少拉制速度可以让电极变胖。你可以以“3”步进逐步减少拉制速度并可以做如下的记录。例如：

拉制速度	40	37	34	31	28	25	22
拉制步数	3	3	4	4	4	4	5

你会发现以**同样的步数拉断的电极形状是相似的，但不同步数之间差异就比较大了**。一般而言**四步拉断的电极就已经比较理想了**。在上面的例子中你不要设置拉制速度为 34 或 25 以为他们处在步数变化的临界值。由于拉制仪每次拉制多少都有一些波动，你设置为临界值就很有可能在拉制的过程中出现拉制步数的变化而使拉制失败。你应该设置拉直速度为 31 或 28 这样就会比较稳定了。

如果这是已经拉制出了理想的电极，那么拉制仪的设置就到此为止，以后使用这一参数拉制即可。如果你发现使用四步拉出的点击太细，然而使用五步拉出的点击太粗的话，这就说明每一不使用同样的参数拉制已经不能满足你的要求了。这时你就需要使用有差异的参数设置了。好比是想上面的情况四步太细五步太粗，首先你要在一个程序中设置四步参数（假设 RAMP=285 使用梯形铂金片）如下表：

HEAT	PULL	VELOCITY	TIME
300	0	28	200
300	0	28	200
300	0	28	200
300	0	23	200

注意最后一步，你通过适当减少最后一步的速度可以拉出较胖的理想电极。