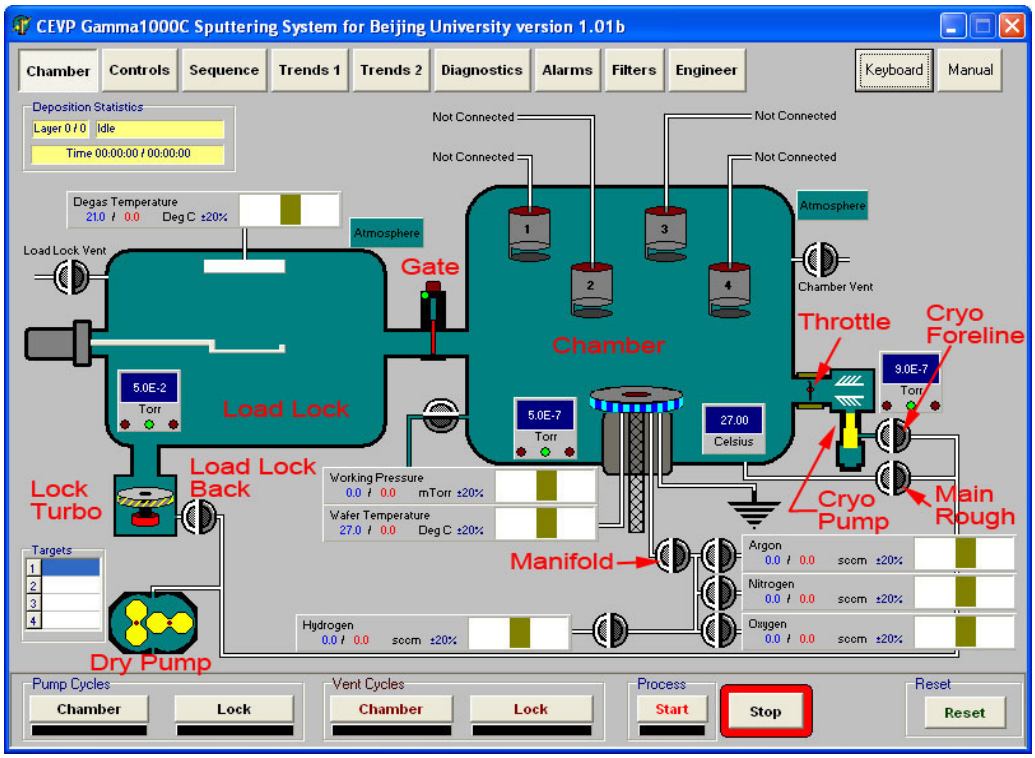
磁控溅射系统使用说明

一、 概述

真空系统（工作室 Chamber、隔离室 Load Lock、低温泵 Cryo Pump、分子泵 Lock Turbo、干泵 Dry Pump、阀门）



磁控溅射系统（磁控管及靶材、挡板、DC 电源、RF 电源及匹配器）

工作气路（Ar、O_2、N_2、H_2 及充气气路 N_2、质量流量控制器）

控制系统（压力控制、温度控制、程序控制等）

安全应急

二、 附属设备

空气压缩机、冷却循环水机、5 路气体（工作气体 Ar、O_2、N_2、H_2，充气 N_2）

待机状态：附属设备空气压缩机和冷却循环水机正常工作，“Cryo”和“Open Throttle”键按下，低温泵正常工作，保持对工作腔抽真空，其它功能操作均关闭。

三、 开机程序

1. 打开空气压缩机，确认压缩空气压力达标（0.45～0.75MPa），打开冷却循环水机，检查水温、水压正常（18～22℃，0.4MPa），打开各路气体及检查气瓶气压。
2. 打开配电箱电源开关，确认机体面板上红色安全开关弹出，旋转控制柜总开关至开“1”，按蓝色启动开关钮。设备启动后检查屏幕和各个面板状态是否正常。
3. 操作触摸屏启动“Gamma1000C.exe”程序，进入程序界面，按触摸屏上“Reset”键复位，检查是否存在报警，消除报警原因。
4. 按触摸屏上“Controls”键，进入控制界面。按 Manual Trending 的“Enable”键，开始相关工作参数的记录。按“Dry Pump” 键开启干泵（Roots 泵）

5. 按触摸屏上“Main Rough”键，工作腔抽预真空，至真空度优于 5×10^{-2}torr，按触摸屏上“Main Rough”键关阀；按触摸屏上“LoadLock Back”键，隔离室抽预真空，至真空度优于 5×10^{-2}torr，按触摸屏上“LoadLock Back”键关阀；按触摸屏上“Cryo Foreline”键，低温泵抽预真空，至真空度优于 5×10^{-2}torr，“Cryo Foreline”阀自动关闭。同时检查上述腔体气密性是否良好。
6. 按触摸屏上“Cryo”键，启动低温泵。低温泵降温至工作温度通常需要 3 小时左右，此时低温泵真空度优于 5×10^{-6}torr。
7. 按触摸屏上“Main Rough”键，工作腔抽真空至优于 5×10^{-2}torr，真空度尽可能高，按触摸屏上“Main Rough”键关阀。按“Dry Pump” 键关闭干泵。按触摸屏上“Open Throttle”键开阀，低温泵对工作腔抽真空直至真空度优于 5×10^{-7}torr。完成开机保持待机状态。

四、 更换靶材及靶材清洗

1. 靶材规格：圆柱形靶材，材料纯度通常≧99.99%，较佳的纯度应为 5N～6N。
   烧结靶材相对密度：＞99%
   直径：Φ76.2(+0/-0.2)mm
   高度：①6.0(+0/-0.2)mm，配 0.2mm 厚度薄型无氧铜背板
   ②3.0(+0/-0.2)mm，配 3mm 厚度厚型无氧铜背板
2. 靶材清洗：
   1) 有机试剂、去离子水超声清洗
   2) 烘箱 100℃烘干
   3) 真空烘箱或磁控溅射台隔离室真空去气
   4) 靶材用少量银胶粘接到对应厚度的背板上，
3. 更换靶材
   1) 在待机状态，按触摸屏上“Open Throttle”键关阀，确认“Main Rough”阀、“Manifold”阀、“Gate”阀、各气路阀门和系统控制柜上控制 DC 及 HF 溅射电源的电闸是否均已关闭，触摸屏上操作控制键除“Cyro”外，应均为关闭或停止状态。按触摸屏上 Vent Valves 的“Chamber”键充气。按触摸屏左上方“Chamber”键，进入系统状态显示界面，此时显示“Chamber Vent”阀打开，工作腔充 N2 气，气压上升。直至右侧工作腔 N2 气充满，“Atmosphere”变黄，“Chamber Vent”阀自动关闭。
   2) 为使低温泵在暂停后还可恢复工作，以下操作时间尽量短。按触摸屏上“Controls”键，回到控制界面，按触摸屏上“Cryo”键，关闭低温泵；关闭冷却循环水机开关，将需换靶的磁控管对应的冷却水出、入管在接头处断开，并对供水端两管短接，确保换靶磁控管断水且不影响循环水系统工作；打开冷却循环水机开关。触摸屏上“Reset”键复位，按触摸屏上“Cryo”键，打开低温泵。
   3) 按触摸屏上 Lid Access 的“Open”键掀起工作腔上盖，用覆盖物盖住工作腔开口，并把覆盖物固定住，防止滑入工作腔中；用 3.0 内六角扳手拧松磁控管前面挡板的 2 颗固定螺钉，取下挡板，逐一取下腔中全部 4 个挡板。
   4) 如果必要在用手托住隔板部件情况下，活扳手或 M8 扳手拧松工作腔上盖内中心顶端的螺钉，取下用于屏蔽 4 个磁控管的隔板部件。
   5) 用 2.5 内六角扳手拧松固定磁控管屏蔽罩上的 3 颗螺钉，取下屏蔽罩；用 3.0 内六角扳手拧下靶材固定环上的 6 颗螺钉，取下靶材和固定环，有少量积存冷却水流出，用专用的洁净布擦干磁控管、靶材和固定环的水迹，磁控管密封胶

圈需要可涂少量真空脂。注意拧下最后一颗螺钉时，必须手扶住靶材和固定环，防止跌落砸坏腔中的部件。

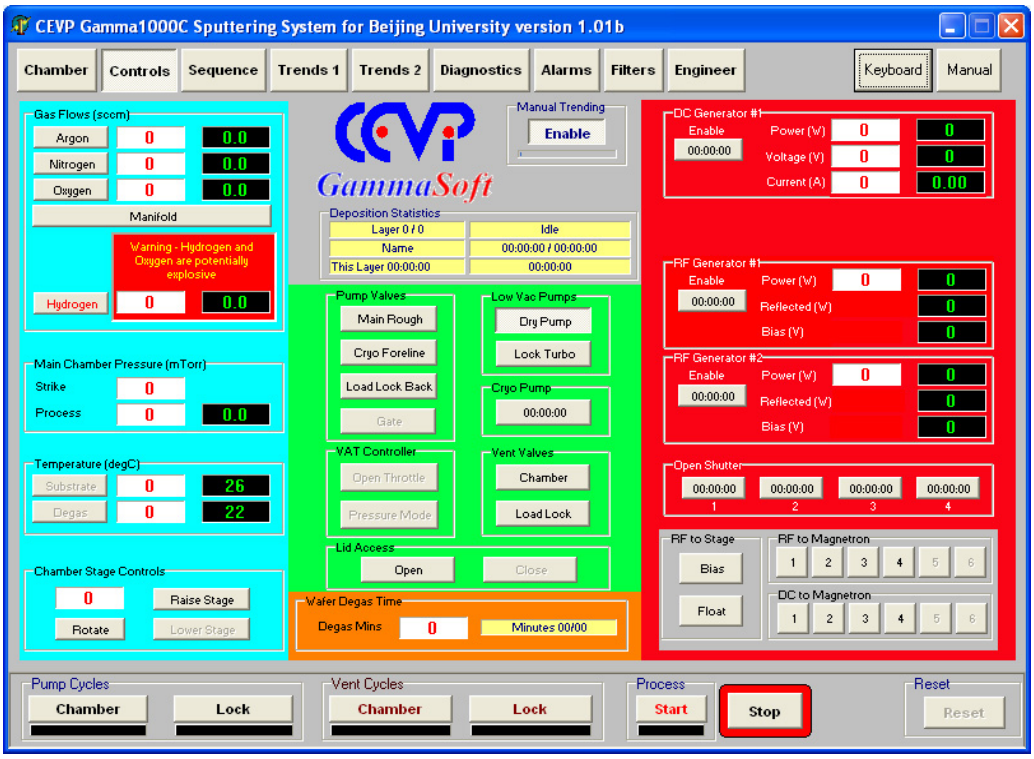
6) 检查将换上的靶材与背板粘接是否良好，松脱则靶材用少量银胶粘接到背板上，将靶材和固定环装好对齐，用螺钉固定到磁控管上。注意拧 6 颗螺钉应采用对称施力，逐级拧紧方法，直至 6 颗螺钉完全拧紧为止。

7) 待所需更换的靶材全部安装固定在对应磁控管上，在控制界面上，按触摸屏上“Cryo”键，关闭低温泵；关闭冷却循环水机开关，将已换完靶材的磁控管对应的被断开的冷却水出、入管按正常工作状态复原；打开冷却循环水机开关，检查靶材和磁控管各密封圈是否漏水，漏水则关闭循环水机重新安装靶材；检查冷却水管接头处是否漏水，微漏时在水管接头处左右旋转一下；触摸屏上“Reset”键复位，按触摸屏上“Cryo”键，打开低温泵。

8) 装上屏蔽罩，用 2.5 内六角扳手拧紧固定磁控管屏蔽罩上的 3 颗螺钉；如果取下了屏蔽磁控管的隔板部件，需装回隔板部件，用手托住隔板部件，活扳手或 M8 扳手拧紧工作腔上盖中心顶端的固定螺钉；装上挡板，挡板与磁控管间距 2cm 左右，位置对中，用 3.0 内六角扳手拧紧固定挡板的 2 颗螺丝。逐一装上腔中全部 4 个挡板。

9) 在控制界面上，逐一按触摸屏上 Open Shutter 的“1”、“2”、“3”、“4”键，测试 4 个挡板打开是否正常，复按一次关闭 4 个挡板；按触摸屏上 Lid Access 的“Close”键闭合工作腔上盖，闭合过程中用手扶正上盖，同时微调上盖左右位置，确保盖正密闭。

10) 按“Dry Pump” 键开启干泵（Roots 泵），按触摸屏上“Main Rough”键，工作腔抽预真空，至真空度优于 5×10^{-2}torr，真空度尽可能高；按触摸屏上“Main Rough”键关阀；按“Dry Pump” 键关闭干泵。按触摸屏上“Open Throttle”键开阀，低温泵对工作腔抽真空直至真空度优于 5×10^{-7}torr。



4. 靶材处理

1) 检查系统各参数是否正常，真空是否达到工作真空度（优于 5×10^{-7}torr），根据需要闭合系统控制柜上控制 DC 及 RF 溅射电源的电闸，

2) 触摸屏设置 Ar 流量 20sccm~30sccm，按触摸屏上“Argon”和 Manifold”键开阀。

3) 触摸屏 Main Chamber Pressure 设置 Process 气压为 14mTorr 或需要值，按触摸屏上 VAT Controller 的“Pressure Mode”键，系统自动调节 Throttle 阀控制工作腔气压为设定值。

4) 根据处理靶材所需溅射电源，按RF to Magnetron或DC to Magnetron的“1”、“2”、“3”或“4”键，连接DC或RF溅射电源到相应的靶上。设置DC Generator或RF Generator的功率（Power）为100w或需要值，DC溅射则设置DC Generator的电压（Voltage）为1000V和电流（Current）为 1A。按对应“Enable”键启动溅射电源。对于RF溅射通常需按触摸屏上Open Shutter对应溅射靶的挡板控制键两次，打开再关闭挡板以便RF溅射靶起辉。

5) 打开观察窗的挡板，确认相应的磁控管起辉正常，而后关闭观察窗的挡板。根据靶材表面清洁程度，对需处理靶材溅射10min~30min，溅射时间显示在各个电源“Enable”键的方框内。

6) 处理结束按触摸屏上对应溅射电源的“Enable”键关闭电源，按触摸屏上 VAT Controller 的“Open Throttle”键开阀，按触摸屏上“Argon”和 Manifold”键关阀。清零屏幕数据，关闭不用设备及阀门，通常只保留“Open Throttle”和“Cryo”为开启工作状态，关闭系统控制柜上控制 DC 及 HF 溅射电源的电闸，系统进入待机状态。

五、 溅射沉积操作

1. 放样品抽真空，

检查溅射系统状态和石墨样品盘位置。

❄ 石墨盘在隔离室中，进入 Control 界面按触摸屏上 Vent Cycles 的“Lock”键充气；

❄ 在工作腔中，按移送取样品步骤，将石墨样品盘移至隔离室后，按触摸屏上 Vent Cycles 的“Lock”键充气。

直至隔离室 N_2 气充满，Chamber 界面左侧隔离室“Atmosphere”变黄，“Load Lock Vent”阀自动关闭。打开隔离室舱门，从传送叉臂上取出石墨样品盘，放样品，石墨样品盘放回传送叉臂上，靠紧叉臂上两个定位销，关闭隔离室舱门，（需稍稍抬起舱门对正），Control 界面按“Dry Pump” 键开干泵，Pump Cycles 按“lock” 键开始抽真空程序，直至隔离室真空度优于 1×10^{-5}torr 时，Pump Cycles 的“lock”键下的指示由黄变绿为止。

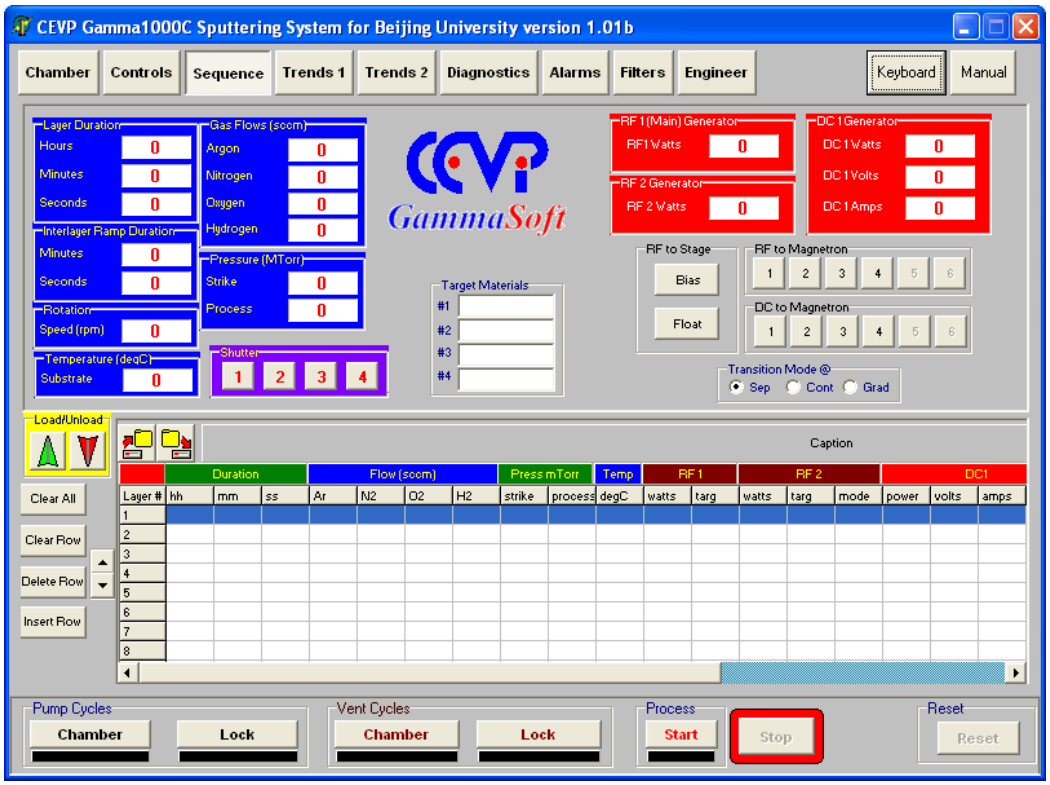
2. 样品去气及石墨盘传送至工作腔

1) Pump Cycles 的“lock”键下的指示变绿表示真空度已满足，按“Manual”键恢复手动操作，在“Degas”键右侧设置框中输入去气温度（不超过 150℃），Degas Mins 右侧设置框中输入去气时间（通常 10～15 分钟），按“Degas”键开始去气。去气结束后继续抽真空直至真空度优于 5×10^{-6}torr。

2) 按“Gate”键，打开 Gate 阀门，按所需方向旋转旋钮移动叉臂至工作腔，通过观察窗确认石墨盘基本对中，而后旋钮刻度调到指定的数值，使石墨样品盘到位，按“Raise Stage”键，升起石墨盘，按反方向旋转旋钮退回叉臂到最左

端，按“Lower Stage”键，降下石墨盘到溅射位置，按“Gate”键，关闭 Gate 阀门。

3) 按“Lock Turbo”键关分子泵，待分子泵转速降低到 10000 转以下，按“LoadLock Back”键关 LoadLock Back 隔离室低真空阀，按“Dry Pump”键关干泵。



3. 编程

1) 按触摸屏上“Sequence”键，进入编程界面。

2) 屏幕上半部分是参数设置区域，根据溅射沉积需要，在白色框中输入当前对应这层的数值，该层的数值设置完成，按 Load/Unlod 的红色下箭头转移至屏幕下方的程序列表中。

3) 各层数值逐一输入到上半部分参数设置区域中，并按层转移至屏幕下方的程序列表中。

4) 检查程序各层数值正确与否。

5) 按程序列表左上方保存键图标，输入文件名保存。

6) 也可按程序列表左上方打开键图标，调用以前保存的文件，逐一选择程序列表中需修改的行，按 Load/Unlod 的绿色上箭头转移至屏幕上方的参数设置区域修改参数，数值修改完成，按 Load/Unlod 的红色下箭头再转移至屏幕下方的程序列表中，各层参数均修改完成后保存文件。

4. 运行程序，闭合系统控制柜上控制 DC 及 HF 溅射电源的电闸，溅射电源通过自检，检查系统各参数是否正常，真空是否达到工作真空度（优于 5×10^{-7}torr），按 Process 的“Start”键，启动程序，系统开始按程序溅射沉积。在 Chamber 屏幕左上方和 Control 屏幕上方均有黄色的 Deposition Statistics 栏显示当前沉积运行的步骤和时间。根据记录本的格式填写实验记录及实验数据。溅射沉积结束，系统退出溅射程序，保持在程序结束时所设定的状态。溅射中途出现意外或异常，按 Process 的“Stop”键，退出程序。

5. 移送石墨盘至隔离室和放气取样品

1) 进入 Control 界面，检查溅射电源、气路等是否正常关闭，按“Dry Pump”键开干泵，抽低真空，按“LoadLock Back”键开 LoadLock Back 隔离室低真空阀，待隔离室真空度优于 5×10^{-2}torr，按“Lock Turbo”键关分子泵，开分子泵，抽高真空直至 5×10^{-6}torr。

2) 按“Gate”键，打开 Gate 阀门，按“Raise Stage”键，升起石墨盘，按所需方向旋转旋钮移动叉臂至工作腔，通过观察窗确认叉臂上定位销十分接近石墨盘的边缘，而后旋钮刻度调到指定的数值，使叉臂到位，按“Lower Stage”键，下降石墨盘到叉臂上，定位销刚好接触石墨盘边缘，按反方向旋转旋钮退回叉臂到最左端，石墨样品盘移至隔离室。按“Gate”键，关闭 Gate 阀门。

3) 按触摸屏上 Vent Cycles 的“Lock”键充气，直至隔离室 N_2 气充满，Chamber 界面左侧隔离室“Atmosphere”变黄，“Load Lock Vent”阀自动关闭。打开隔离室舱门，从传送叉臂上取出石墨样品盘，移走盘上样品。石墨样品盘放回传送叉臂上，靠紧叉臂上两个定位销，关闭隔离室舱门，（需稍稍抬起舱门对正），按“Manual”键恢复手动操作，Control 界面按“Dry Pump” 键开干泵，按“LoadLock Back”键，开 LoadLock Back 隔离室低真空阀，待隔离室真空度优于 5×10^{-2}torr，按“LoadLock Back”键关 LoadLock Back 隔离室低真空阀，按“Dry Pump”键关干泵。

6. 完成溅射过程，清零屏幕数据，关闭不用设备及阀门，通常只保留“Open Throttle”和“Cryo”为开启工作状态，关闭系统控制柜上控制 DC 及 HF 溅射电源的电闸，系统进入待机状态。

六、 关机程序

1. 在溅射系统待机状态，按触摸屏上“Open Throttle”和“Cyro”键关阀和低温泵，在控制界面下确认所有阀门、气路、溅射电源、真空泵均已关闭；连接均已断开；系统控制柜上控制 DC 及 HF 溅射电源的电闸已关闭。触摸屏上操作控制键均为关闭或停止状态，Manual Trending 的“Enable”键可以保持按下状态，记录过程参数。
2. 按触摸屏左上方“Chamber”键，进入系统状态显示界面，等待低温泵逐渐升温，观察触摸屏右侧的真空计显示数值，直至真空度下降进入 10^{-1}torr 范围。回到控制界面，按“Dry Pump”键开启干泵（Roots 泵），按“Cryo Foreline”键，对低温泵抽真空，直至真空度优于 5×10^{-2}torr，“Cryo Foreline”阀自动关闭。如果低温泵尚未回升到室温，须再次等待真空度下降进入 10^{-1}torr 范围时，按触摸屏上“Cryo Foreline”键，对低温泵抽真空，直至真空度优于 5×10^{-2}torr，“Cryo Foreline”阀自动关闭。
3. 按“Dry Pump” 键关闭干泵（Roots 泵），退出“Gamma1000C.exe”程序，关闭 Windows，旋转总开关至开“0”，必要时关闭配电箱电源开关，关闭空气压缩机、冷却循环水机、各气瓶阀门。