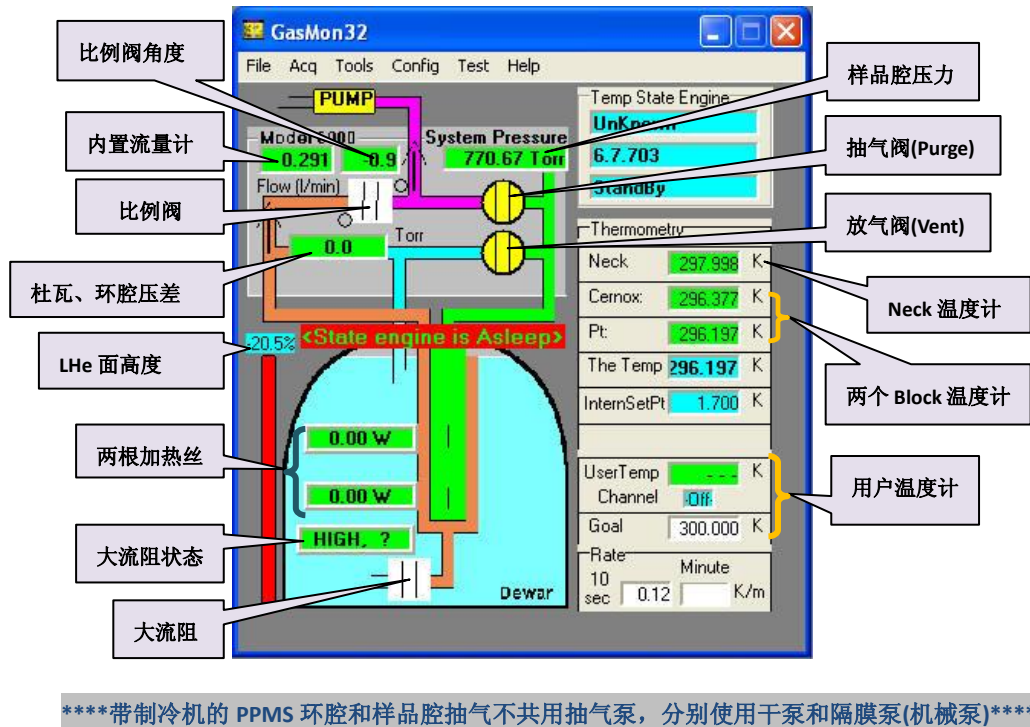


# PPMS 基系统温度控制故障检查

PPMS 基系统的温度控制由液氦在环腔减压蒸发为冷源，样品腔上的加热丝为热源，以样品腔上的温度计为反馈，通过 PID 算法来实现的，如下面的气路图所示。运行桌面 `ppms32bittool` 文件夹下的软件 `GasMon32.exe` (`C:\QdPpms\Tools`)，如下图所示(此图不包括制冷机部分的气路)。



## PPMS 基系统的结构示意图

温度控制常见故障主要有以下几种：

(1) 温度难以在 10K 之上快速稳定。可能的原因是降温前没有 purge 样品腔，样品腔内压力过高。对于 VSM、水平旋转杆或多功能杆选件，也有可能是降温速度太快，因为这三种选件导致样品腔内增加了较多的部件，从样品腔顶部向下漏热较快。

(2) 系统的状态栏显示 **Temperature Failure**。这种状况通常是由于 neck thermometer, Cernox thermometer (block), Platinum thermometer (block) 发生故障引起的，需要 log 系统数据。如果发现有温度计没有显示数据，或者 stable 状态下 Neck 温度计和 Block 温度计的示数相差大于 5K，(Platinum 温度计和 Cernox 温度计分别适用于 80K 以上和 100K 以下)，则需要确认是温度计损坏还是配置文件出错导致的，可以通过关机后检查样品腔的温度计的电阻或者重新发送系统的配置文件来解决。

(2) 系统不能正常升温。系统升温是在一定流量的氦气保护下通过控制加热丝的功率来实现的。如果流阻堵塞，出于系统的自保护目的，系统会阻止加热丝的加热。系统给加热丝供电的 **system bridge** 有问题，这可以通过手动设定加热功率来看（最大值 20W），如果设置不到所设的功率，要断开系统检查加热丝的电阻。

(3) 系统降温速率慢或者不能达到预设温度。系统降温时加热丝停止加热，通过控制比例阀角度及大流阻的状态来控制进入环腔的液氦量。比例阀角度为 0 代表关闭，90 度代表最大。角度越大，环腔的压力越低，杜瓦与环腔的压差越大，LHe 流量也越大。大流阻有三种状态 **warm**、**high** 和 **cool**，**high** 状态下流量最小，**cool** 状态下流量最大，这是因为液氦的流阻小而氦气的流阻大。

如果比例阀为 90 度而环腔与杜瓦的压差仍然很小(90 度时的参考值为 700~844 torr)，则需要检查环腔的粗软管是否完全插入环腔，以及干泵是否断电或损坏。

如果杜瓦和环腔压差正常，仍不能正常降温，需要做流阻检测，方法是接上外置的浮球流量计（对于制冷机系统应先将系统设置到排气状态），然后将比例阀设置到 90 度（**wide open**），将流阻设置到 **off** 状态，几分钟后浮球流量计的示数显示为大于 2.0L/min，若低于该值说明流阻堵塞。疏通流阻的一个可行的办法是进入 **Advanced** 功能后先关闭比例阀，再将流阻的状态设置到 **high** 状态，几分钟以后流阻到达 **high** 状态，再将比例阀设置到 90 度，几分钟后再将流阻设置到 **off** 状态。如果流量还是偏小，按照步骤重复上述操作。流阻堵塞通常是由于杂质气体造成，反复加热抽可能让杂质气体挥发。如果还是不行，退出手动控温状态，系统设置到 350K，然后在 350K 重复上面的操作。如果流量恢复退出手动控温，对于制冷机系统重新设定到循环状态。

小流阻未画在气路图上，它始终处于 **Open** 状态。大流阻在 10K 以下自动变成 **high** 状态，即关闭状态。如果系统需要长时间保持在 10K 以下，必须先让其在 10K 时基本达到热平衡，这样 10K 以下小流阻的流量才能保证系统温度稳定，否则温度会向上飘移。通常的做法是系统在 10K 等待温度稳定不少 0.5 小时，然后再降温到 10K 以下，或者在 10K 以上时以很低的速率（如 1K/min）降温。

如果如上操作仍难以降到 10K 以下，需要检测小流阻的流量。检测小流阻的流量是通过大流阻处于 **high** 关闭状态同时比例阀为 90 度时外置浮球流量计的流量来判断的，流量的参考值为 500-750ml/min（关闭大流阻必须先将比例阀关闭，然后将大流阻设到 **high** 状态）。（详见《小流阻检查》）若小流阻堵塞，根本的解决办法只有耗尽 LHe 后系统完全热起来。

另外一个可选的办法是，将系统设定到 **potfill** 控温模式，这种模式每次只能在 10K 下保持三四十分钟，然后温度上升到 30K 左右后又降温到 10K 以下，不能在 10K 下连续保持，其操作方法是在 **MultiVu** 里面的 **Utilities >> Send GPIB Command** 菜单里面

发送命令 **shutdown 2**，参见说明书。

如果上述操作都正常仍有降温问题，需要检查样品腔是否漏气，或者低温下取放样品导致样品腔内部凝结水，同时检查样品腔的压力。常温下 **purge/seal** 后非制冷机系统的参考压力 **4.5Torr** 左右，制冷机的为 **10 Torr** 左右。另外测量电阻等样品必需放入防辐射杆才能降温到 **2.3K** 以下。