

气密真空冷热台的真空度精密控制

Precise Control of Vacuum of Cold and Hot Stage

摘要：针对气密真空冷热台目前存在的真空度控制精度差和配套控制系统价格昂贵的问题，本文介绍采用国产产品的解决方案，介绍了采用数控针阀进行上游和下游双向控制模式的详细实施过程。此方案已经得到了应用和验证，可实现宽范围内的真空度精密控制，真空度波动可控制在 $\pm 1\%$ 以内，整个控制系统具有很高的性价比。

一、问题的提出

气密真空冷热台是同时可用于真空和气密环境的精密温控冷热平台，具有加热和制冷功能，适合显微镜和光谱仪等应用对样品在可控的真空度环境下进行精确加热或制冷。根据用户要求，针对目前的各种气密真空冷热台，在真空度控制方面，还需要解决以下几方面的问题：

(1) 无论是进口还是国产真空冷热台，真空度测量和控制还采用皮拉尼真空计，使得配套的控制无法实现真空度的精密控制，如无法满足研究和模拟冷冻干燥过程的精度要求。

(2) 气密真空冷热台普遍体积较小，在宽泛的真空度范围内，实现精确控制一直存在较大难度，真空度的波动性较大，而真空度的波动性又反过来影响温度的稳定性。

(3) 进口配套的真空度控制系统，不仅控制精度达不到要求，而且价格昂贵。

针对气密真空冷热台存在的上述问题，本文将介绍采用国产产品并具有高性价比的解决方案，并介绍了详细的实施过程。

二、解决方案

气密真空冷热台真空度精密控制系统的整体结构如图1所示，整个系统主要包括真空计、数控针阀、PID控制器和真空泵。

为提高真空度测控精度，采用了测量精度更高（可达满量程0.2%）的电容式真空计，可覆盖0.01~760Torr的真空度区间。如果需要更高真空度环境，也可以同时采用皮拉尼真空计进行测控。

为实现全宽量的真空度控制，将两只数控针阀分别安装在冷热台的进气口和排气口。通过分别采用上游和下游控制模式，可实现全量程波动率小于 $\pm 1\%$ 的精密控制。

控制器是精密控制的关键，方案中采用了24位A/D和16位D/A的高精度PID控制器，独立的双通道便于进行上游和下游气体流量调节和控制。

总之，通过此经过验证的真空度控制方案，可实现高性价比的精密控制。

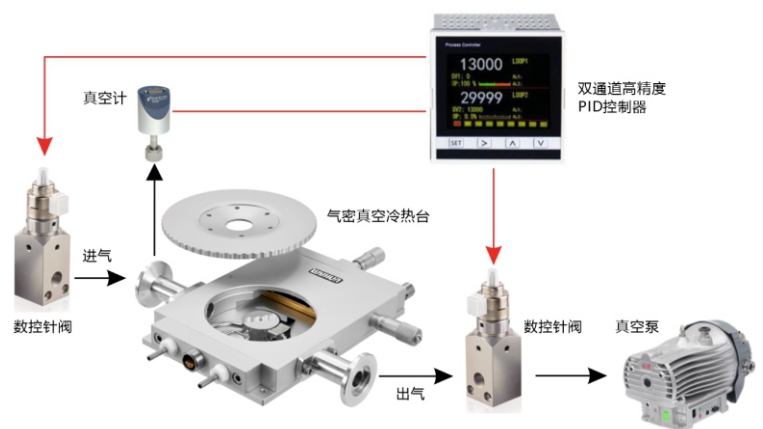


图1 冷热台真空度精密控制系统结构示意图