

真空系统操作手册

版本：V1.0

适用场景：本手册基于真空系统设备交流内容编制，适用于系统操作人员开展日常启停、状态监控及基础故障处理

目录

- 设备组成与功能说明
- 核心操作流程
- 安全操作注意事项
- 故障处理与状态监控
- 系统维护基础要求

一、设备组成与功能说明

1.1 核心泵组

设备名称	数量	功能	关键要求
分子泵	3 台	实现高真空环境抽取	仅 45Pa 以下可启动，需满转速（518Hz），依赖冷却水散热
螺杆泵	1 台	低真空阶段主抽设备	启动前需通水，需配合罗茨泵 / 分子泵协同工作
罗茨泵	1 台	中真空阶段增压抽气	仅 7000Pa - 分子泵满转速区间工作

1.2 阀类组件

- **旁通阀**：4 条抽气管路之一，大气状态下初始抽气通道，5 万 Pa 时关闭
- **分子泵闸板阀**：3 个，5 万 Pa 后开启，为分子泵提供抽气通路，气动控制

(主抽真空管路)

- **放气阀**：共 2 个（腔体 + 机组前级），用于压力平衡，抽真空前需完全关闭
- **电磁阀**：含双控型，控制气路通断，保护闸板阀与分子泵，防止压差冲击
- **手动阀**：备用防护部件，防止真空规故障时腔体失压

1.3 检测与辅助设备

- **全量程真空规**：监测腔体全范围真空度，支持超低真空检测
- **电阻真空规**：**仅监测前级管道气压**（量程至 10^{-1}Pa ）
- **变频器**：分子泵自带，控制泵体转速
- **冷却水回路**：为螺杆泵、分子泵散热，罗茨泵依赖自身电机风冷
- **压缩机**：为气动闸板阀提供气源
- **PLC 与 WinCC**：PLC 实现控制逻辑，WinCC 为操作界面（**与博途 16 专业版**不兼容，需虚拟机部署）

二、核心操作流程

2.1 一键自动抽真空流程

1. 初始条件确认

- 腔体默认大气状态，放气阀、大闸板阀均已关闭，无**尾气**止逆阀
- 螺杆泵已通水，各阀反馈信号正常

2. 低真空阶段（大气→5 万 Pa）

- 开启旁通阀，关闭 3 个分子泵闸板阀
- 启动螺杆泵，抽至 5 万 Pa 时关闭旁通阀**（避免压差过大对闸板阀损伤）**

3. 中真空阶段（5 万 Pa→45Pa）

- 打开 3 个分子泵闸板阀，7000Pa 时启动罗茨泵，与螺杆泵协同抽气
- 持续抽至 45Pa（分子泵启动阈值）

4. 高真空阶段（45Pa 以下）

- 启动分子泵，待其达到 518Hz 满转速（约 10 分钟，停分子泵需 30 分钟）

- 分子泵稳定后，关闭罗茨泵，由螺杆泵和分子泵维持高真空

2.2 一键停机流程

1. 优先关闭所有分子泵闸板阀
2. 停止分子泵运行，待其转速降至安全范围
3. 关闭分子泵管路各电磁阀
4. 依次关闭罗茨泵、螺杆泵
5. 确认所有泵组、阀件状态，完成停机

2.3 手动操作模式

1. 可单独启停泵组、开关阀件，但受 PLC 逻辑限制（未达阈值操作无效）
2. 操作前需查看真空规读数，确保压差平衡，避免设备冲击
3. 禁止在分子泵工作时直接关闭电磁阀或开启放气阀

2.4 放气操作流程

1. 前置条件：所有分子泵闸板阀完全关闭，泵组已停机
2. 确认阀件关闭状态无误后，方可启动放气阀，实现腔体压力

恢复

三、安全操作注意事项

1. 压差保护

- 启动前需通过电阻规与全量程规比对压差，压差过大时先开放气阀平衡压力
- 禁止大气状态下直接开启分子泵闸板阀，防止阀件与泵体损坏

2. 设备启停限制

- 分子泵不可在 45Pa 以上启动，罗茨泵仅在 7000Pa - 分子泵满转速区间工作
- 螺杆泵启动前必须通水，分子泵需持续接入冷却水

• 罗茨泵启停必须在真空度达到7000Pa以下启动（对于泵的保护）

3. 件操作禁忌

- 泵组运行时，禁止直接开关电磁阀、放气阀，避免气路憋压或设备冲击
- 双控电磁阀需确认“开 / 关”信号反馈，防止误动作

4. 远程控制要求

- 远程控制通过 IP+OPC UA 协议实现，操作前需测试链路稳定性，确保与本地逻辑一致

四、故障处理与状态监控

1. 故障复位

- 可复位缺水报警、分子泵通讯异常等故障，本质为设备重启，不可恢复的故障需专业检修

2. 状态监控

- WinCC 界面可查看真空规（全量程 + 电阻规）压力数据、泵组转速及阀件状态
- PLC 记录故障点，WinCC 留存压力历史曲线与操作记录，便于故障追溯

3. 异常处置

- 若真空度无法达标，优先排查密封圈、阀件密封性，必要时更换密封件
- 泵组过热时，检查冷却水回路，罗茨泵需确认电机风冷系统正常

五、系统维护基础要求

1. 冷却水维护

- 定期检查冷却水通路，确保无堵塞、无泄漏，保障螺杆泵与分子泵散热

2. 泵组保养

- 螺杆泵需定期检查水质与泵体状态，分子泵需按厂家要求进行氮气吹扫清洁

3. 阀件检查

- 定期校验电磁阀、闸板阀密封性，手动阀需保持灵活，备用状态下定期启停

4. 软件维护

- WinCC 与博途 16 需分开部署，定期备份 PLC 程序与 WinCC 配置，防止数据丢失

我可以帮你将这份手册进一步精简成**现场快速操作卡**，方便贴在设备旁供操作人员随时查阅，需要吗？

（注：文档部分内容可能由 AI 生成）