

# 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

1. 设备组成与功能说明
2. 核心操作流程
3. 安全操作注意事项
4. 故障处理与状态监控
5. 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**: 监测腔体全范围真程度，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

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

## 2.3 手动操作模式

- 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）
- 操作前需查看真空规读数，确保压差平衡，避免设备冲击
- 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

- 前置条件：所有分子泵闸板阀完全关闭，泵组已停机
- 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. 阀件操作禁忌

- 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)