

# 氦质谱检漏仪 EMC 解决方案

Helium mass spectrometer leak detector EMC solution



## 第一部分：氦质谱检漏仪行业产品判断

氦质谱检漏仪不是单纯的单机仪器，而是由精密检测、真空系统、自动化控制和多接口通信共同组成的系统设备，通常分四个级别：

1. 单机设备是指便携式/移动式氦质谱检漏仪，面向实验室、维修、现场服务、单工位检测，接口较少，但 HMI、供电和传感口仍有防护需求

2. 模块设备是指模块式氦质谱检漏仪，易嵌入自动线或专机系统，外部通信、IO、供电、屏蔽接地更关键

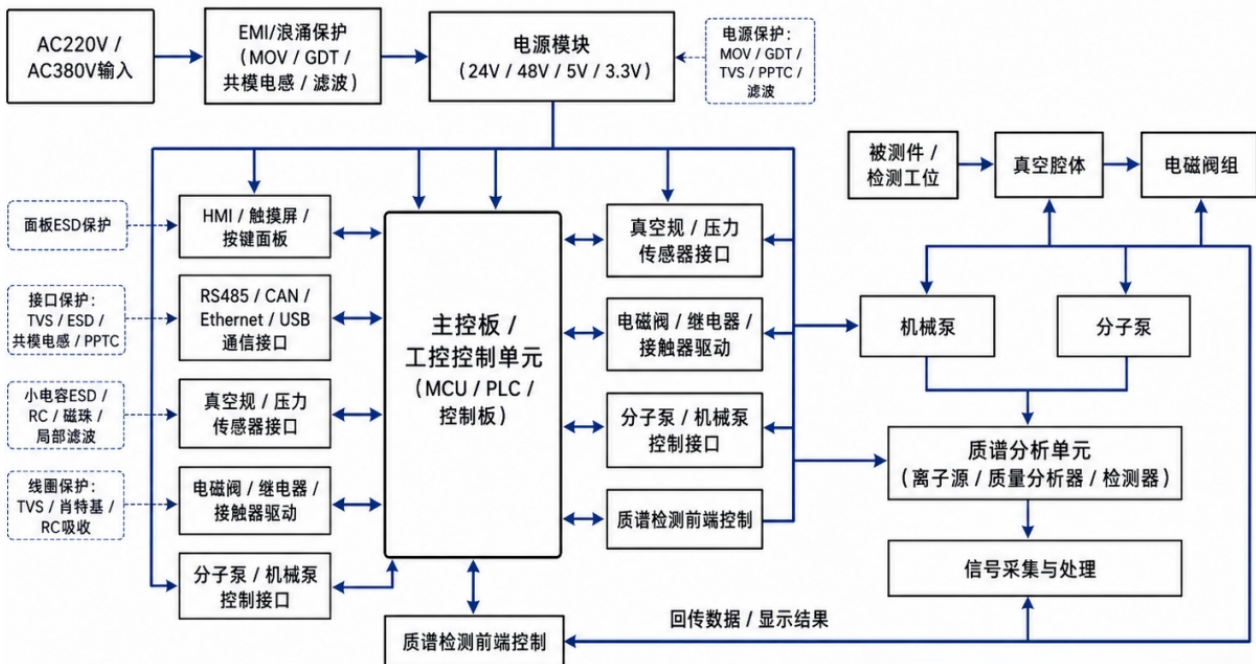
3. 系统设备是指真空箱检漏系统，面向大工件、复杂工件、批量自动化工艺，泵阀、治具、联锁、上位机接口较多

4. 行业专机是指半导体封装、电池、电力、汽车专用检漏系统，与治具、产线、数据库、联锁系统深度耦合，EMC 问题常体现为误判、漂移和重复性下降

对于 EMC 工程师来说，首先是解决电源入口、外部通信、外部 IO、传感器接口等可标准化接点，其次解决阀、继电器、泵等感性执行支路的瞬态抑制与回流路径，最后重点分析模拟前端辅助电源与局部滤波，但不建议在未掌握原理图和噪声预算前直接介入检测信号链

## 第二部分：典型系统拓扑图及关键分析

### 2.1 氦质谱检漏仪的系统是以电源路径、执行路径、检测路径、通信路径、接地与屏蔽路径



## 2.2 与客户工程师关键分析

排序	场景与对象	分析内容
1	应用场景	单机、模块、真空箱系统或产线专机
2	系统结构	主控、供电、执行、检测、通信、HMI、外部工艺
3	电源路径	AC 入口、24V/48V 工业电源、低压逻辑电源、模拟前端辅源
4	信号/通信路径	RS485、CAN、Ethernet、USB、DI/DO、传感器接口
5	接地与屏蔽路径	PE、机壳地、信号地、模拟地、屏蔽层连接
6	干扰源	泵、阀、继电器、接触器、变频驱动、电源入口、长线接口
7	耦合路径	传导、辐射、共模、地弹、屏蔽层泄放、电源回灌
8	受扰对象	检测前端、真空规、AD 参考、主控、通信收发器、HMI
9	验证方法	ESD、EFT、Surge、传导/辐射抗扰度、现场触发复现
10	器件方向	最后才确定 TVS、ESD、CMC、MOV、PPTC、磁珠、吸收网络

## 第三部分：行业前五大痛点

排序	痛点	机理及解释
1	高灵敏检测前端极易受噪声影响	受扰对象包括质谱检测前端、真空规、模拟采样、AD 参考，常见表现不是重启，而是本底波动、零点漂移、误报、重复性差
2	泵、阀、继电器等感性执行部件是强干扰源	分子泵、机械泵、干泵、电磁阀、继电器和接触器会产生 EFT、反灌、尖峰、共模噪声和地弹
3	自动化集成导致接口复杂度提升	RS485、CAN、Ethernet、DI/DO、压力/真空传感器、治具反馈和联锁接口带来长线缆耦合、地电位差、误码、误动作
4	机壳地、PE、信号地、模拟地关系复杂	屏蔽层接法不当、地回路和共模电流无明确泄放路径，会导致模拟前端参考漂移和通信不稳定
5	客户更关注“稳定性和误判控制”而非单纯过标	该行业的 EMC 价值不只是通过标准测试，更是让漏率曲线、零点、重复性和误报警稳定可控

## 第四部分：氮质谱检漏仪相关 EMC 标准

氮质谱检漏仪通常兼具测量仪器、实验室/工业过程控制设备、自动化机器电气设备等属性，标准选择应根据具体产品形态、客户测试要求确认

排序	标准/测试项目	适用含义	对本产品的约束
1	IEC 61326-1	测量、控制和实验室用途电气设备的 EMC 要求，适用于氮质谱检漏仪作为测量/控制/实验室或工业过程设备的 EMC 基础参考	关注 ESD、EFT、Surge、传导/辐射骚扰与抗扰度，以及设备在干扰下的性能判据
2	IEC 61010-1	测量、控制和实验室用途电气设备的安全要求，适用于安全边界、供电、绝缘、保护接地等基础约束	帮助判断 AC 入口、PE/机壳、危险电压、保护接地等安全相关接口
3	IEC 60204-1	机器电气设备要求，适用于非手持移动机器及协同工作的机器组的电气、电子和可编程电子系统	当氮检设备接入真空箱、自动线、治具、联锁和工控系统时，应考虑机器电气设备属性
4	IEC 61000-4-2	静电放电抗扰度测试方法	重点关联 HMI、面板、USB、调试口、Ethernet、外部通信口和可触及金属/屏蔽件
5	IEC 61000-4-4	电快速瞬变脉冲群抗扰度测试方法	重点关联电磁阀、继电器、接触器、24V 工业电源、长线 IO 和电源入口
6	IEC 61000-4-5	浪涌抗扰度测试方法	重点关联 AC 入口、DC 电源入口、长线通信、室外线缆和雷击感应环境

## 第五部分：硬件设计建议

表将氮质谱检漏仪的系统位置与相关标准/测试约束、主要干扰源、受扰对象和测试或硬件工程师快速判断

排序	系统位置	相关标准/测试约束	主要干扰源	受扰对象	常见现象	优先检查项
1	AC 电源入口	IEC 61326-1 IEC 61010-1 IEC 61000-4-5 IEC 61000-4-4	市电浪涌、EFT、 传导骚扰、雷击 感应	电源模块、主控、 采样系统	重启、死机、漏 率波动、本底不 稳	MOV/SPD、共模 滤波、PE 接地、 线缆布置
2	24V/48V DC 电源入口	IEC 61326-1 IEC 61000-4-4 IEC 61000-4-5	泵阀回灌、工业 电源扰动、长线 耦合	主控板、IO 板、传 感器供电、模拟前 端辅源	漂移、误报、阀 动作后曲线跳变	TVS、PPTC、磁珠、 分区供电、回流路 径
3	分子泵/机械 泵支路	IEC 60204-1 IEC 61326-1 EFT/传导骚扰相关测试	启停瞬态、变频 驱动噪声、共模 电流、地弹	主控、模拟采样、 真空规、通信链路	曲线跳变、误动 作、重复性变差	驱动线束、屏蔽、 地回流、供电隔 离、共模路径
4	电磁阀/继电 器/接触器	IEC 60204-1 IEC 61000-4-4 感性负载关断瞬态	线圈关断尖峰、 反灌、触点干扰	IO 口、采样口、主 控、通信口	误触发、误报警、 通信报码	线圈 TVS、RC 吸 收、续流路径、布 线分层
5	RS485 /CAN 接口	IEC 61326-1 IEC 61000-4-2 IEC 61000-4-4 工业长线共模约束	长线耦合、地电 位差、ESD、 EFT、共模骚扰	通信收发器、主控、 上位机接口	丢包、误码、掉 线、误动作	TVS、CMC、 PPTC、终端匹配、 屏蔽接地
6	Ethernet/上 位机网口	IEC 61326-1 IEC 61000-4-2 EFT 传导/辐射骚扰约束	ESD、EFT、共 模噪声、屏蔽层 泄放不良	PHY、网口变压器、 工控机连接	掉线、通信异常、 上位机连接不稳	低电容 ESD、共模 电感、壳地泄放、 屏蔽处理
7	USB/调试口 /HMI 外设	IEC 61326-1 IEC 61000-4-2	人体静电、热插 拔、面板放电	MCU、USB 接口、 HMI、触摸屏	花屏、死机、误 动作、调试口损 坏	接口侧 ESD、壳地 泄放、屏蔽、走线 回流
8	真空规/压力 传感器接口	IEC 61326-1 EFT/ESD/传导抗扰度 约束	长线 EFT、地差、 泵阀串扰、传感 器线受扰	真空规、压力采样、 ADC、参考电压	数据漂移、误判、 零点不稳	小电容保护、RC、 磁珠、屏蔽、参考 地
9	模拟前端辅 助电源	IEC 61326-1 仪器测量稳定性约束	开关电源噪声、 地弹、泵阀动作 导致辅源波动	检测前端、AD 参 考、弱信号链路	本底不稳、重复 性变差、漏率漂 移	局部 LDO、磁珠、 低噪声滤波、地隔 离
10	机壳/P/屏蔽 层	IEC 61010-1 IEC 61326-1 IEC 60204-1	共模电流、屏蔽 层电流、地回路	模拟地、信号地、 主控、通信口	漂移、误报、ESD 泄放异常、通信 不稳	PE、机壳、信号地、 屏蔽层连接策略

## 第六部分：接口与物料对应表

排序	接口	典型问题	可考虑型号 / 系列	参考建议
1	AC 电源入口	浪涌、EFT、雷击感应	14D/20D MOV、2R/3R GDT、DA 系列 SPD、共模电感	必须确认 AC110/220/380、浪涌等级、接地结构
2	24V 工业电源入口	EFT、Surge、泵阀回灌	SMDJ24CA、1.5KE35CA、PPTC、磁珠	适合 24V 工业电源入口，需确认容差与浪涌目标
3	48V 电源入口	高能量瞬态、长线耦合	NR5.0SMDJ75CA、NR5.0SMDJ78CA、20D820K、PPTC	需确认 48V 上限、电池/工业电源属性
4	RS485 接口	长线共模、误码、ESD/EFT	ESDSM712 + CML3225A-510T + PPTC SMD1812-010-60V	适合工业长线 RS485，需确认接口电平与线缆长度
5	CAN 接口	共模、静电、总线误码	ESDCANFD24VAPB、ESD24VAPB、CMLA/CML 系列	需确认 CAN/CAN FD、速率、总线环境
6	Ethernet	ESD、EFT、掉线	ESDLC3V3D3B、ESDSLUV2.8-4、ESDSRVL05-4、CMZ 系列	需区分 100M/1G/10G、是否 POE
7	USB/调试口	ESD、热插拔	ESDSRVL05-4、ESDSR05、ESD5V0D3B、NRESDLLC5V0D25B	高速口优先低电容，VBUS 与数据线分开
8	HMI/触摸/按键	面板静电、花屏、死机	ESD5V0D5B、ESD5V0D8B、ESD0524P、NRESDLLC5V0D25B	需结合面板壳地泄放路径
9	真空规/压力传感器	漂移、误采样、地差	ESD5V0D3B、ESDLC5V0APB、NRESDLLC5V0D25B、磁珠	不宜粗暴使用大电容器件
10	电磁阀/继电器	关断尖峰、反灌、误触发	SMAJ/SMBJ/SMDJ TVS、肖特基/整流二极管方向	需确认线圈电压、电流、释放速度要求
11	分子泵/机械泵支路	共模、地弹、曲线跳变	SMDJ/SMBJ、MOV、CMC、磁珠	应先查源头与回流路径，不只在主控板补料
12	模拟前端辅助电源	本底不稳、噪声耦合	磁珠、ESD3V3D3B、ESD5V0D3B	不直接介入核心检测信号链



## 第六部分：接口与物料对应表

排序	客户现象	可能原因	优先检查点
1	漏率漂移/零点不稳	模拟前端受电源噪声、地弹、共模干扰影响	模拟前端辅源、泵阀动作时序、地参考
2	启泵瞬间曲线跳变	泵驱动启停瞬态、共模回流	泵供电、驱动线束、接地回路
3	阀动作时误报警	电磁阀关断尖峰、线圈反灌	阀线圈、IO板、24V辅源
4	RS485掉线/误码	长线共模、地差、ESD/EFT	接口保护、屏蔽、终端匹配
5	CAN通信异常	共模干扰、ESD、总线过冲	CANH/CANL、共模电感、TVS
6	网口掉线	ESD、EFT、共模干扰	PHY侧、网口变压器、壳地
7	HMI花屏/死机	面板ESD泄放路径差	触摸屏、按键、壳地
8	传感器读数跳变	传感器线受EFT/地差影响	真空规、压力传感器、屏蔽线
9	设备EMC过不了EFT	泵阀、电源入口、长线接口耦合	AC/DC入口、阀线、通信线
10	雷雨季异常增多	长线或AC入口雷击感应	AC入口、外部通信、传感器长线

总结：未来氦质谱检漏仪在 EMC 方向的核心难点，不是简单的“过 ESD、过 EFT、过 Surge”，而是在泵阀执行、真空控制、自动化通信和高灵敏质谱检测同时存在的复杂系统中，保证漏率数据稳定、误判率低、通信可靠、现场集成不受干扰

### 附录：参考标准与资料来源

1. IEC 61326-1:2020, Electrical equipment for measurement, control and laboratory use - EMC requirements - Part 1: General requirements
2. IEC 61010-1:2010+A1:2016, Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use - Part 1: General requirements
3. IEC 60204-1:2016, Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 1: General requirements
4. IEC 61000-4-2:2025, Electromagnetic compatibility (EMC) - Testing and measurement techniques - Electrostatic discharge immunity test
5. IEC 61000-4-4 / IEC 61000-4-5, 电快速瞬变脉冲群和浪涌抗扰度测试相关标准
6. 内部资料：《氦质谱检漏仪 Product FAE FAE 工程版 V1》及音特电子器件选型规则库



### 公司总部(华东地区)

中国上海市松江区广富林东路 199 号启迪漕河泾(中山)科技园水木园 9 幢 4 层  
Floor 4, No.9 Building, Tus-Caohejing (Zhongshan) Science Park No.199, East Guangfulin Road Songjiang District, Shanghai, China  
Tel: +86-21-22817269  
Fax: +86-21-67689607  
Email: sales@yint.com.cn



### 工厂地址

安徽省芜湖市湾沚区科创二路 17 号  
No.17 Kechuang 2nd Road, Wanzhi District, Wuhu, Anhui Province, China



### 华北地区

北京市昌平区黄平路 19 号院龙旗广场 D 座 10 层 1001 室  
Room 1001, 10/F, Building D, No.19 Longqi Plaza, Huangping Road, Changping District, Beijing



### 西南地区

重庆市南岸区同景路 5 号同景国际广场 A2 栋 23-1  
Room 23-1, Building A2, Tongjing International Plaza, No.5 Tongjing Road, Chayuan Area, Nanan District, Chongqing



### Office in Poland

ul. Rdestowa 53d, 81-577 Gdynia, Poland