



# 使用说明书 INSTRUCTION MANUAL



## KTP-0090i磁悬浮分子泵 KTP-0090i Magnetic levitation molecular pump

在使用前, 请仔细阅读本说明书; 请将此说明书妥善保管, 以便您随时查阅。

Please read this instruction manual carefully before use, keep this manual in a safe place for easy reference at any time.

## 前 言

在安装与使用本产品前，安装与操作人员应仔细阅读本说明书，并按照说明书中规定的条款安装与操作，以免造成人员伤害与设备损坏。

因产品技术改进或说明书改版等原因导致的内容更新，本公司不另行通知，敬请谅解。相关信息可登录昆泰磁悬浮官方网站查询，或与本公司联系！

本说明书版权及由本说明书引起、产生和包含的与昆泰相关知识产权归杭州昆泰磁悬浮技术股份有限公司所有，任何单位或个人未经授权不得擅自使用。

### 免责声明

当用户严格遵照本说明书中的规定进行安装和使用时，本产品是安全、方便和有效的。操作人员必须仔细阅读并严格遵守本说明书中的条款。由于用户没有仔细阅读说明书或未按照使用说明书的要求操作而造成的任何伤害和损失，昆泰将不承担任何责任。

## 目 录

一、 总体说明 .....	1
1.1 产品简介 .....	1
1.2 产品配置 .....	1
1.2.1 分子泵 .....	1
1.2.2 分子泵控制器 .....	5
1.2.3 控制器接口说明 .....	5
1.2.4 指示灯说明 .....	6
1.3 电源&通讯接口 .....	6
1.3.1 电源 .....	9
1.3.2 输入 .....	9
1.3.3 输出 .....	9
1.3.4 RS-485 /RS232 .....	10
1.4 贮存方式和安装环境要求 .....	10
二、 技术参数 .....	11
2.1 分子泵性能参数 .....	11
2.2 控制器参数 .....	12
2.3 分子泵详细性能参数 .....	13
2.3.1 KTP-0090i 抽速曲线 .....	13
2.3.2 KTP-0090i 流量-压力曲线 .....	14
三、 安装与调试 .....	14
3.1 安装前的检查工作 .....	14
3.2 安装流程 .....	15
四、 分子泵运行操作说明 .....	16
4.1 开机前确认 .....	16
4.2 主要运行步骤 .....	16

五、安全使用注意事项 .....	17
5.1 常规情况的安全使用方法 .....	17
5.2 常见错误的使用方式 .....	18
5.3 异常情况下的紧急处理措施 .....	19
六、故障说明 .....	19
6.1 分级预警 .....	20
6.2 严重警报 .....	25
6.3 处理方式 .....	25
七、维护保养 .....	26

## 分子泵系列型号命名规则

KTP - XXX - X - XXXXX

例: KTP-0090i

KTP-0090i

标志	符号	含义	
抽速型号	(3 位数字)	氮气抽速近似为 (数字)*10 L/s	009 代表 90L/s 的氮气抽速
系列	(1 位数字)	迭代次数	0 代表第 0 次迭代
特征(特定字母)	i (小写)	集成一体控制器	i: 代表集成一体式控制器的
	F	强制风冷	
	W	水冷	
	T	温控功能(加热)	
	C	抗腐蚀	
	L (大写)	低振动	

---

## 一、 总体说明

涡轮分子泵用于获得超高真空环境，主要用于半导体生产中镀膜、刻蚀与离子注入工艺，光伏发电中太阳能薄膜电池的制造以及高分辨率质谱仪等科学仪器。

本文档介绍了 KTP-0090i 磁悬浮涡轮分子泵的标准规范。

### 1.1 产品简介

KTP-0090i 系列分子泵是一种磁悬浮涡轮分子泵，主要具有以下特点：

- ◆ 一体化结构设计
- ◆ 外型尺寸标准化
- ◆ 一体驱动控制箱
- ◆ 多功能远程通讯
- ◆ 五自由度全悬浮
- ◆ 可任意角度安装

### 1.2 产品配置

表 1.1 分子泵整产品配置表

组成部分	数量	描述
分子泵	1	依据客户需求选择泵型和出入口法兰尺寸、吹扫口尺寸。
分子泵控制器	1	控制器具有和客户机台的通信功能。控制器接收启动/停止命令，并提供泵的运行状态（悬浮，正常，报警等）。
控制箱外接线	1	控制箱外接线为控制器提供直流电源和通讯连接。长度接受定制。

#### 1.2.1 分子泵

KTP-0090i 型磁悬浮分子泵外观如图 1.1 所示，主要包括分子泵本体、控制器及风扇（选配），风扇共有两种尺寸（可选），分别为 9.2cm\*9.2cm\*3.8cm 和 6cm\*6cm\*2.5cm，

分布在出气口对侧。分子泵本体部件包括：泵壳、涡轮、静片、主轴装配、定子装配、底座、冷却单元等。分子泵整机剖面图如图 1.1 所示。

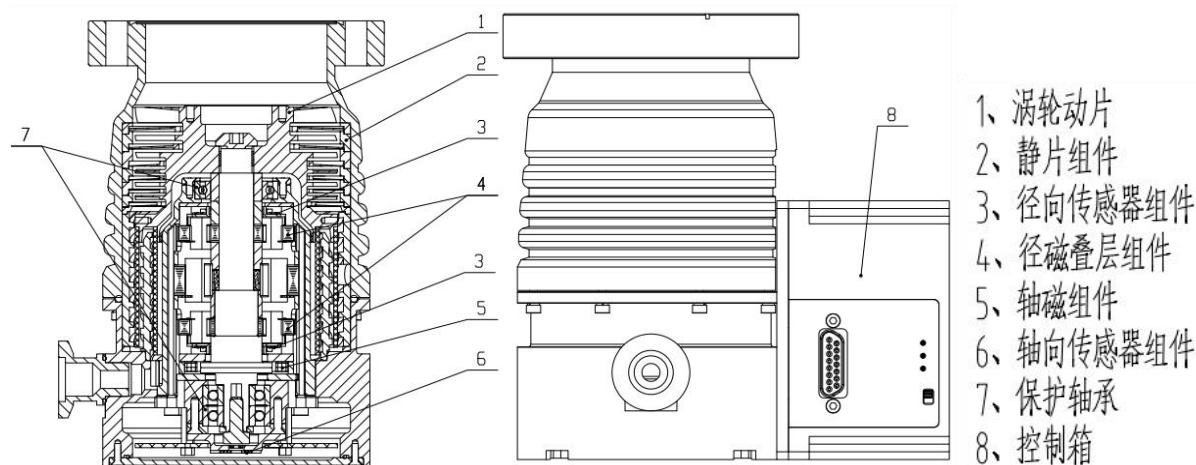


图 1.1 分子泵整机剖面图

分子泵部件通过高速旋转的多级涡轮转子叶片和静止叶片的组合进行抽气，在分子流区域内对被抽气体产生很高的压缩比，从而获得密闭腔体所需的高、超高真空环境。KTP-0090i 型磁悬浮分子泵顶视图与底视图分别如图 1.2、图 1.4、图 1.6、图 1.8 所示；KTP-0090i 型磁悬浮分子泵主要外形尺寸分别如图 1.3、图 1.5、图 1.7、图 1.9 所示。

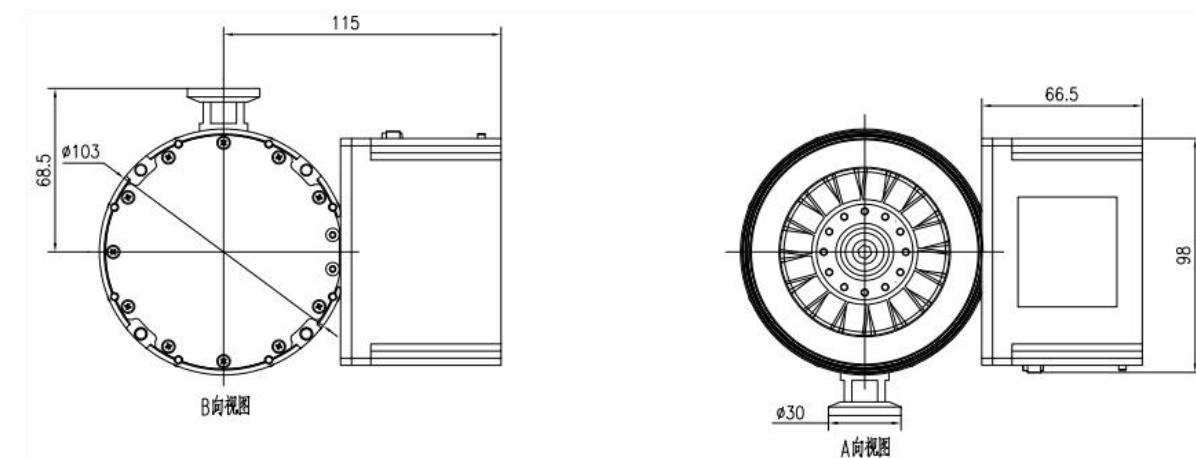


图 1.2 KTP-0090i 型磁悬浮分子泵 ISO-K63 顶视图及底视图

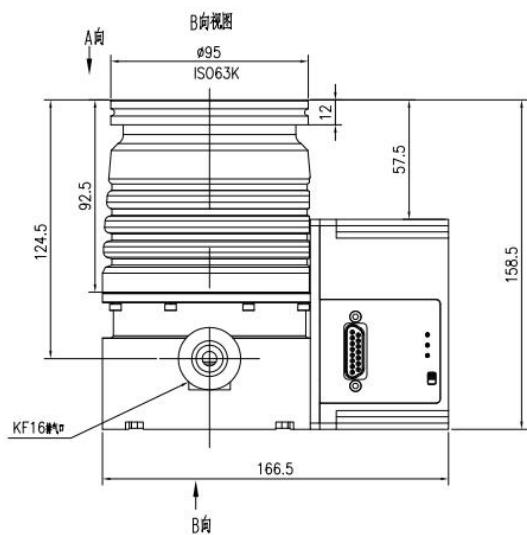


图 1.3 KTP-0090i 型磁悬浮分子泵 ISO-K63 主要外形尺寸图

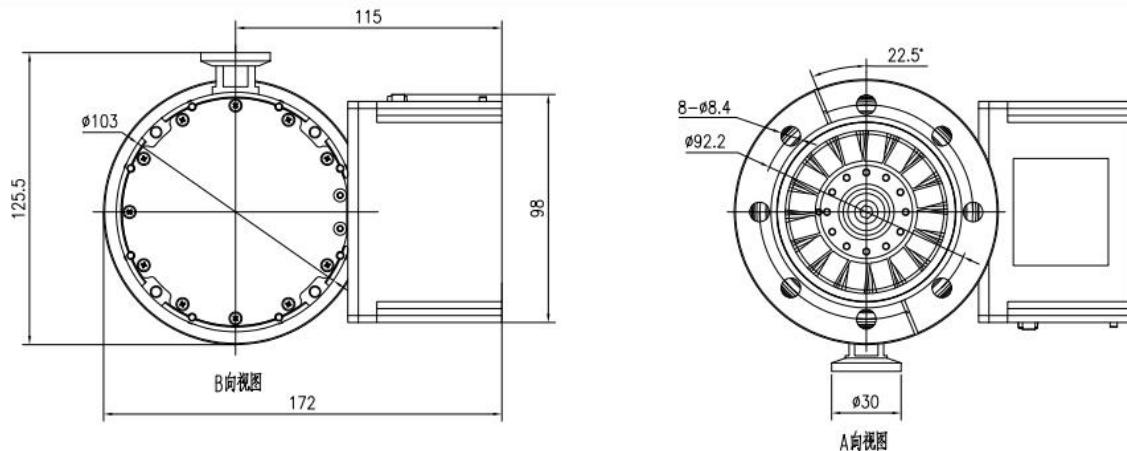


图 1.4 KTP-0090i 型磁悬浮分子泵 CF63 顶视图及底视图

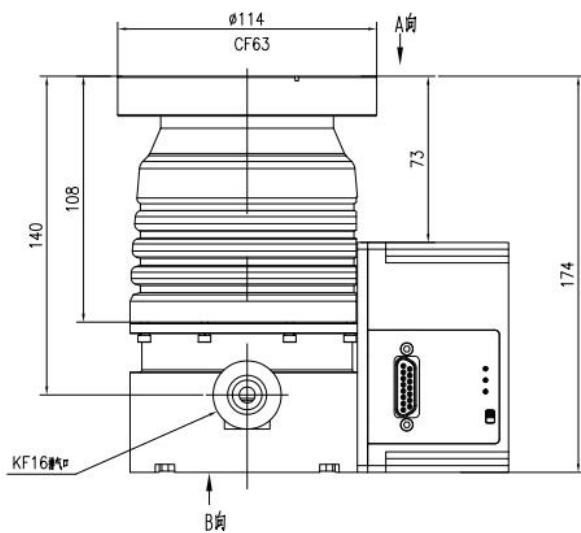


图 1.5 KTP-0090i 型磁悬浮分子泵 CF63 主要外形尺寸图

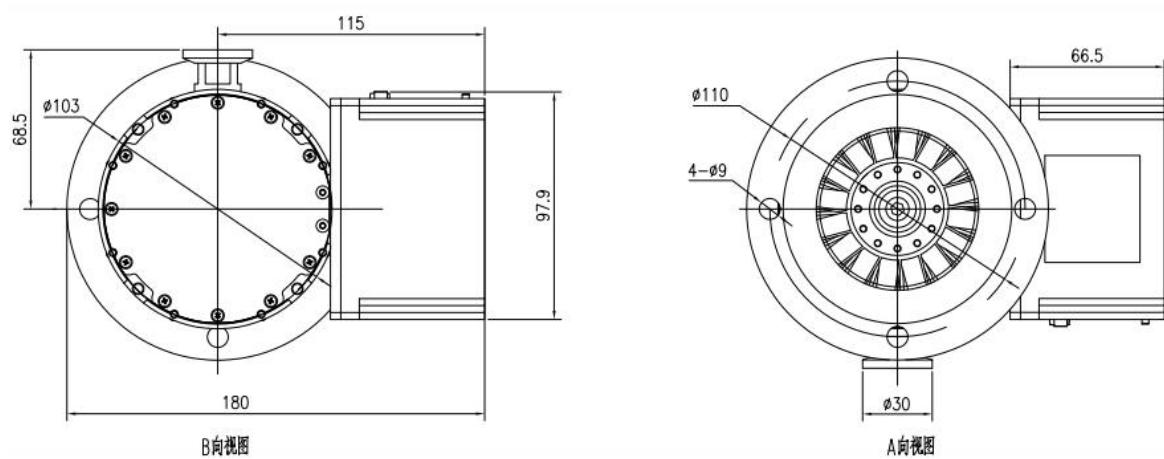


图 1.6 KTP-0090i 型磁悬浮分子泵 ISO-F63 顶视图及底视图

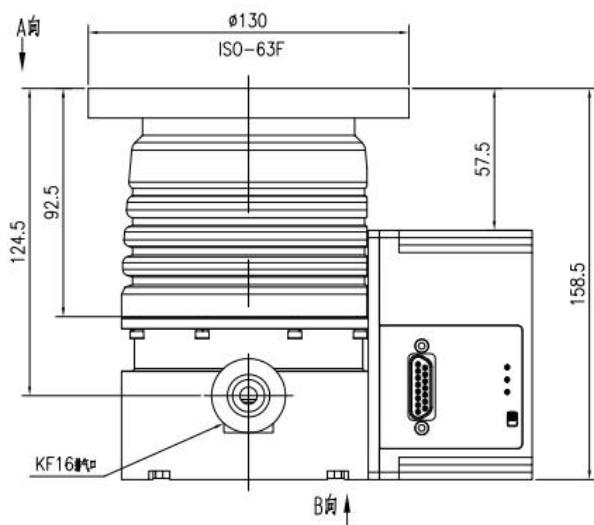


图 1.7 KTP-0090i 型磁悬浮分子泵 ISO-F63 主要外形尺寸图

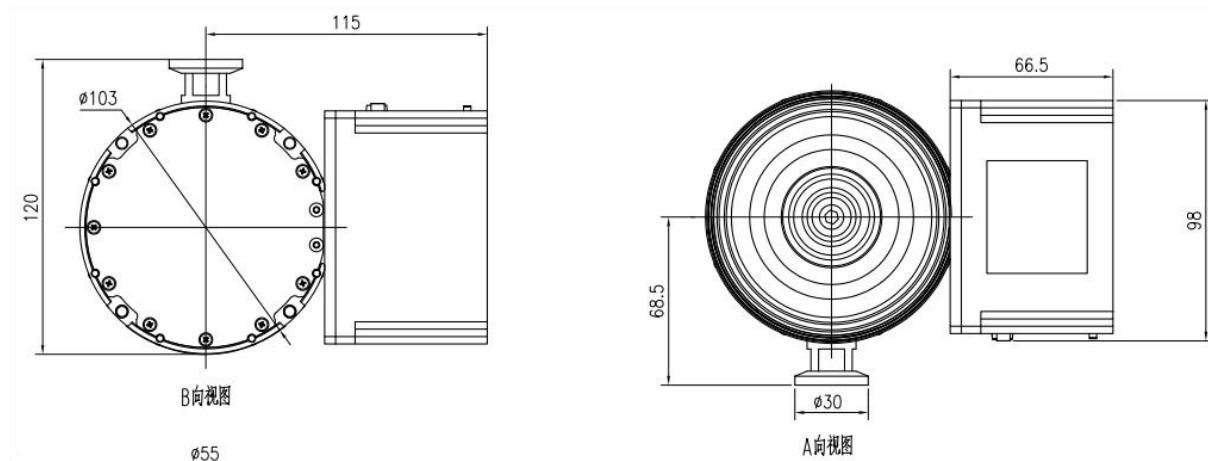


图 1.8 KTP-0090i 型磁悬浮分子泵 KF40 顶视图及底视图

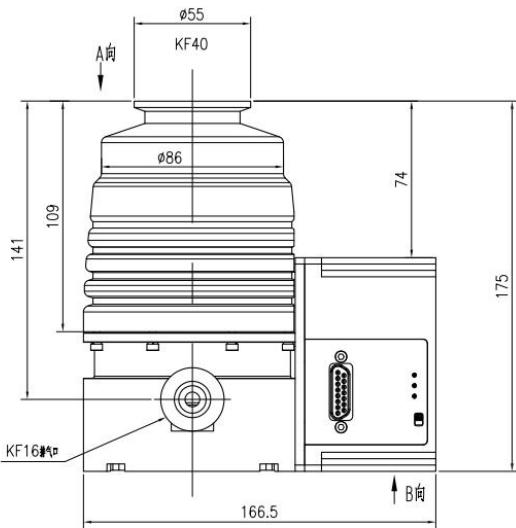


图 1.9 KTP-0090i 型磁悬浮分子泵 KF40 主要外形尺寸图

### 1.2.2 分子泵控制器

控制器部件主要包括系统供电、控制及通讯等。控制器部件负责分子泵部件的运动控制及其与外界的信号通讯。

### 1.2.3 控制器接口说明

本型号分子泵支持 RS232 和 RS485 双通讯协议，可通过控制盒面板拨码开关进行切换，如图 1.10 所示。

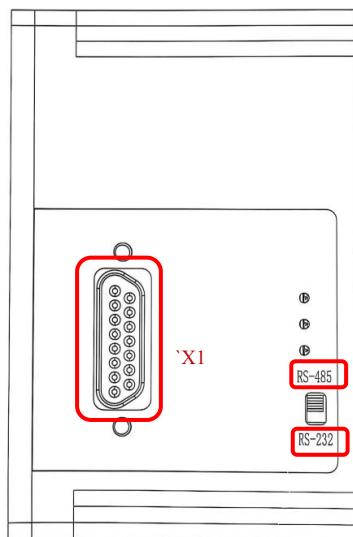


图 1.10 KTP-0090i 型磁悬浮分子泵控制盒面板

---

“X1”连接器---控制器总电源输入、通讯连接接口。

注意
<p><b>电子产品财产损毁</b></p> <p>在接通电源的情况下分离“X1”插头和插座连接可能会导致电子元器件损坏。</p> <p>在断开“X1”连接器之前，务必中断电源电压。</p> <p>► 切断电源。</p> <p>► 切断电源后，等待残余负载完全消失，然后再断开插头和插座的连接</p>

#### 1.2.4 指示灯说明

表 1.2 控制器指示灯说明

LED颜色	LED描述	LED状态	LED含义
	运行指示	灭	未运行
		快速闪烁	分子泵处于升速状态(2Hz)
		慢速闪烁	分子泵处于降速状态(0.5Hz)
		常亮	分子泵处于稳速状态
	警告指示	灭	无报警
		常亮	发生报警
	故障指示	灭	无故障
		常亮	发生故障

#### 1.3 电源&通讯接口

磁悬浮泵控制器面板 DB15 接口如图 1.11 所示，引脚分配定义如表 1.3 所示。主要分为电源接口和信号接口，电源接口采用专用线缆与 24V DC 电源连接，给控制箱和分子泵供电；信号接口通过专用线束与通信卡通讯。

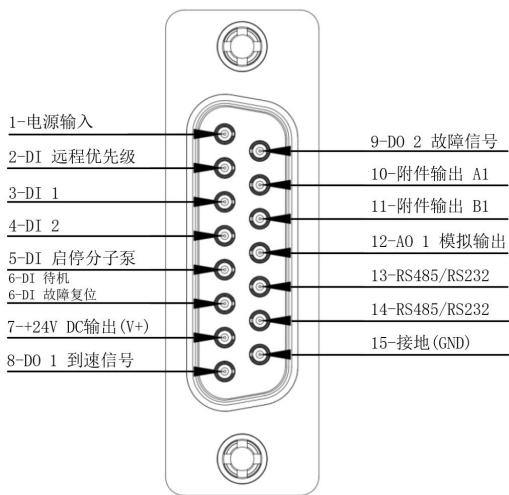


图 1.11 磁悬浮泵接口面板及引脚定义

表 1.3 引脚分配定义表

引脚	引脚名称	引脚说明	备注
1	电源输入	电子驱动单元的电源; 风扇正极	参考电压: 24V
2	DI 远程优先级	远程IO控制的优先 (开路:功能关闭, V+: 功能打开)	
3	DI 1	/	
4	DI 2	/	
5	DI 启停分子泵	控制分子泵的启动与停止 (开路:功能关闭, V+: 功能打开)	
6	DI 待机 DI 故障复位	待机模式开关: V+ 保持时间大于2秒; 故障复位: V+ 脉冲 (0.5~2秒) (开路:功能关闭, V+: 功能打开)	
7	+24V DC 输出 (V+)	用于所有数字输入(DI)的参考电压	
8	DO 1 到速信号	分子泵是否到达额定转速(开路: 未到速, V+: 到速) ( $I_{max} = 50 \text{ mA}/24 \text{ V}$ )	
9	DO 2 故障信号	分子泵是否发生故障(开路: 有故障, V+: 无故障) ( $I_{max} = 50 \text{ mA}/24 \text{ V}$ )	
10	附件输出 A1	/	
11	附件输出 B1	/	
12	AO 1 模拟输出	实际速度:0 至 10 V DC 对应于转速 0% 至 100%; $R > 10 \text{ k}\Omega$	
13	RS-485/RS232	D+/RS232_IN	
14	RS-485/RS232	D-/RS232_OUT	
15	接地(GND)	电源电压的参考接地; 所有数字输入和输出的参考接地	

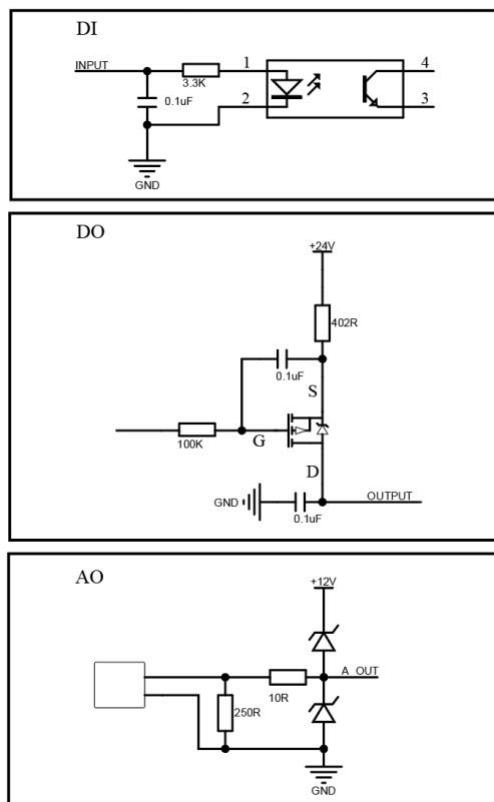


图 1.12 部分接口电路

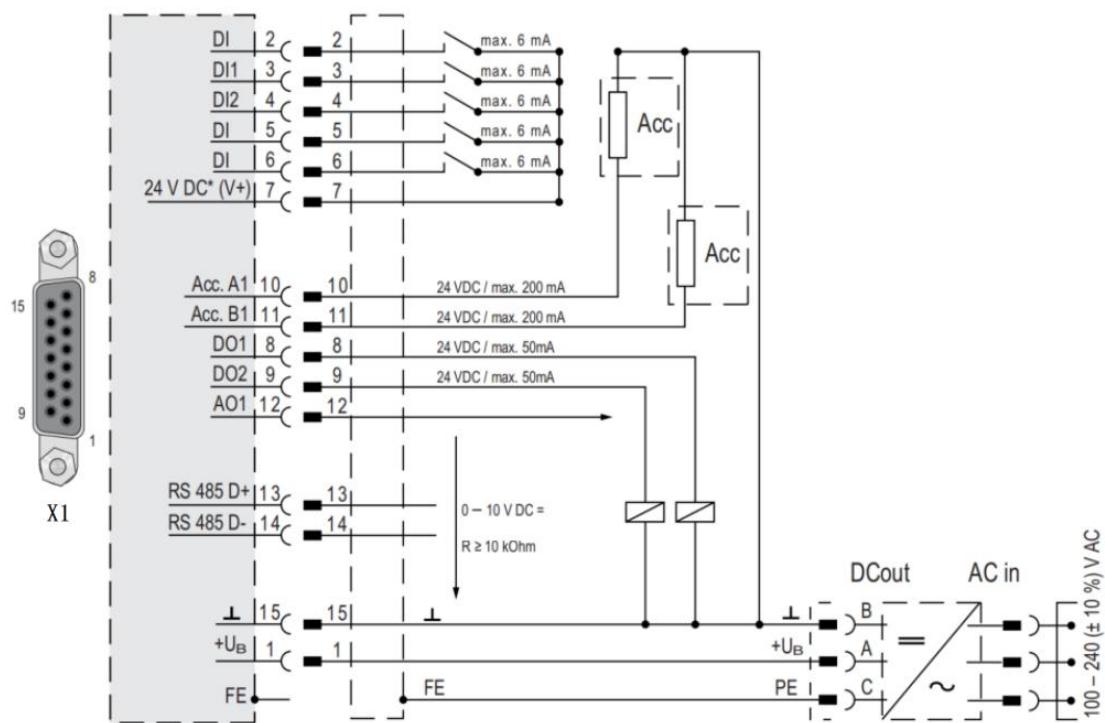


图 1.13 外部连接接线示意图

---

### 1.3.1 电源

#### 输入/针 1

使用昆泰磁悬浮科技提供的方案或客户的电缆连接“X1”的针 1 和针 15。

#### +24V DC 输出/引脚 7

使用+24 V DC 连接至针 7（启动高电平），可启用输入针 2 至针 6。另外，可通过外部 PLC 启用。“PLC 高电平”启用功能，“PLC 低电平”停用功能。

### 1.3.2 输入

“X1”接口的数字输入用于开关电子驱动单元的各种功能。

#### DI 远程优先级/针 2

V+: 远程 IO 控制具有优先于所有其他数字输入的操作优先权。

开路: 远程 IO 优先级降低。

#### DI 启停分子泵/针 5

用于控制分子泵的启动和停止。

V+: 分子泵启动。

开路: 分子泵关闭。

#### DI 待机、故障复位/针 6

在待机模式，涡轮分子泵将采用小于额定转速的指定转子速度运转。出厂设置以及推荐操作以额定转速的 66.7 %运行。

V+: 已激活待机模式。

V+: 对于待处理的故障，在其原因得到消除后用一个时长为 500 至 2000 ms 的脉冲对故障进行复位。

开路: 关闭待机，采用额定转速运转。

### 1.3.3 输出

对于接口“X1”的数字输出，每个输出的最大负载为 24 V / 50 mA。所有下列输出

---

都可采用昆泰真空参数组通过 RS-485 接口进行配置（基于出厂设置的说明）。

### **DO 1 到速信号/针 8**

激活高电平：达到额定转速开关点。转速开关点的出厂设置是额定转速的 80%。  
例如，这可用于"涡轮泵准备就绪"消息。

### **DO 2 故障信号/针 9**

控制器供电后，数字输出 DO2 若持续输出 24 V DC，其含义为"无故障"。

激活低电平：其含义为"有故障"（故障信息可通过 RS485 通信获取）。

### **AO 1 模拟输出/针 12**

通过模拟输出（AO 1）（负载  $R \geq 10 \text{ k}\Omega$ ）可读取一个与速度成正比的电压（0 至 10V DC 等于 0 至 100%×额定值）。

## 1.3.4 RS-485 /RS232

通过电子驱动单元 D-Sub 接口的针 13 和针 14 连接昆泰真空控制单元或外部电脑。

## 1.4 贮存方式和安装环境要求

磁悬浮分子泵的贮存需要注意以下几点：

- (1) 将分子泵垂直放置；
- (2) 将分子泵进气口密封；
- (3) 从分子泵的排气口或吹扫口充入干燥氮气或干燥空气；
- (4) 将排气口和吹扫口密封；
- (5) 如果分子泵为水冷散热，应确保水冷管内无积水；
- (6) 禁止将分子泵储存在以下地方：高湿环境(如果必须储存在高湿环境，则应注意除湿)；极端温度环境（温度应不低于 -25°C，不超过 +55°C）；存在腐蚀性气体的环境；灰尘过多的环境；易受强磁场、强电场或强辐射的环境；高振动环境。

---

表 1.4 磁悬浮分子泵安装环境要求

参数	详细信息
安装位置	室内
防触电保护等级	Class I
环境温度	0~40°C
相对湿度	40%-80%
环境压力	0.75-1.06个标准大气压
磁场环境	泵壳表面径向和轴向磁场强度均≤3mT
辐射环境	≤105rad

## 二、技术参数

### 2.1 分子泵性能参数

表 2.1 磁悬浮分子泵主要性能参数

主要性能参数	
分子泵型号	KTP-0090i
法兰尺寸	进气端 ISO-K63 / ISO-F63 / KF40 / CF63
	出气端 KF10
额定转速 (r/min)	90000 (允许转速范围45000-90000)
抽速 (L/s)	N2 116
	He 87
	Ar 124
压缩比	N2 $3.45 \times 10^8$
	He $8.44 \times 10^3$
	Ar $6.62 \times 10^8$
极限压强 (Pa)	$\leq 2 \times 10^{-6}$
最大瞬时入口压力 (Pa)	2
最大瞬时出口压力 (Pa)	1200
最大前级压力 (Pa)	500
跌落转速 (krpm)	14
额定功率 (W)	120

---

启动压力 (Pa)	<500
升速时间 (min)	<4min
降速时间 (min)	<5min
安装角度 (°)	任意角度
冷却方式	自然冷却 / 风冷
振动 (um)	<0.01
噪声 (dB)	<50
控制器类型	一体式
控制线长度	任意可选
质量 (kg)	3.8

## 2.2 控制器参数

表 2.2 控制器主要性能参数

功能描述	规格指标	备注
控制器型号	KTC-i0103F	
输入电压	24VDC	
输入功率	最大200W	
电机类型	三相永磁同步电机	
输出频率	750Hz~1500Hz	
面板指示灯	指示灯4: 运行指示灯	
	指示灯5: 警告指示灯	
	指示灯6: 故障指示灯	
通讯设置方式	控制箱拨码开关	
	RS232/485通信接口	可选
	REMOTE 接口	可选
安全保护	磁轴承失效检测	
	不平衡振动检测	
	泵体过热保护	

---

	驱动过载保护	
	控制器过热保护	
	掉电保护	
操作温度	0~40°C	
存储温度	-25~55°C	

## 2.3 分子泵详细性能参数

### 2.3.1 KTP-0090i 抽速曲线

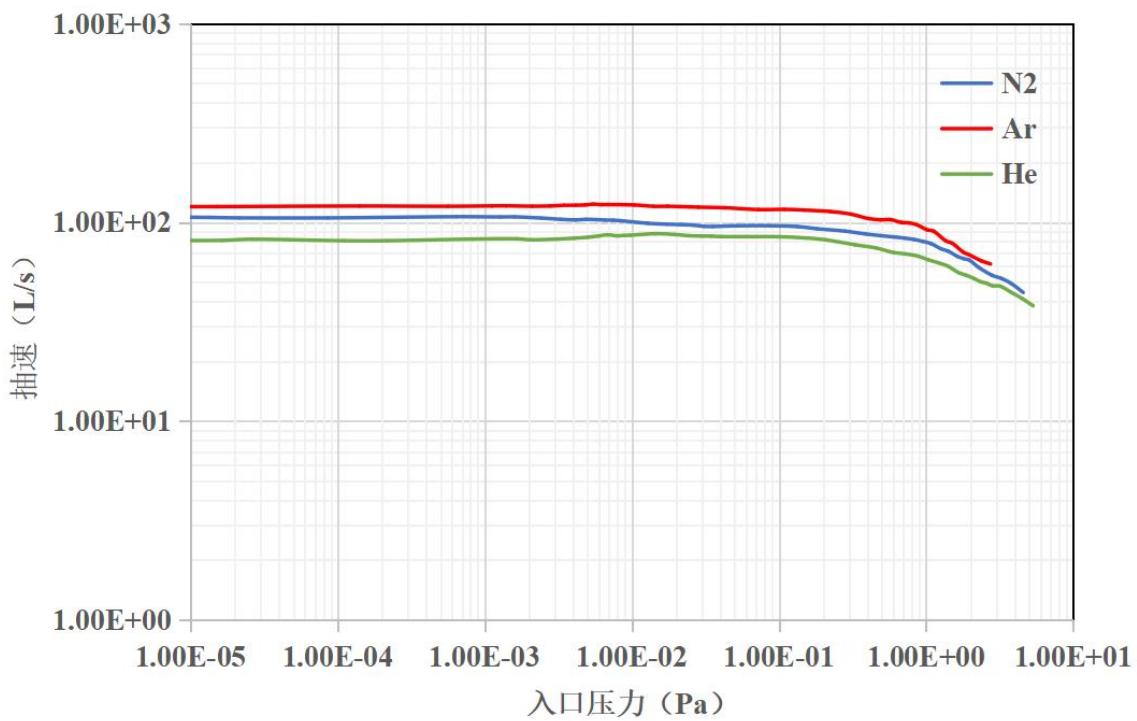


图 2.1 KTP-0090i 抽速曲线

### 2.3.2 KTP-0090i 流量-压力曲线

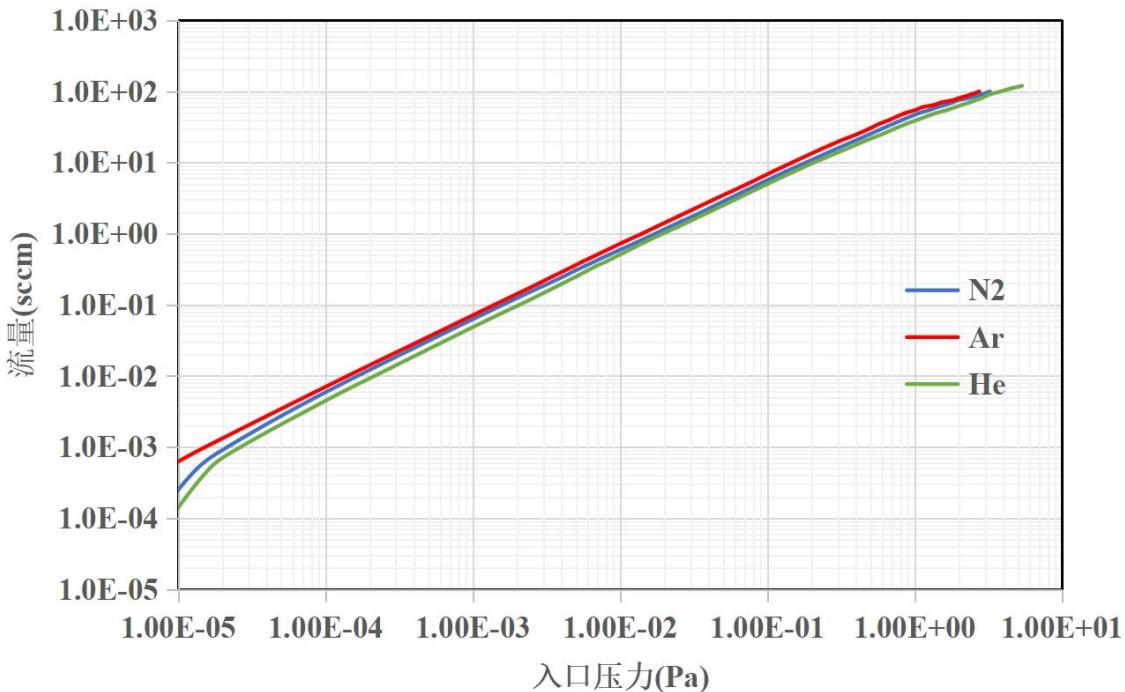


图 2.2 KTP-0090i 流量-压力曲线

## 三、安装与调试

### 3.1 安装前的检查工作

安装前请仔细阅读本说明书内容。

首先需确认磁悬浮分子泵的安装环境符合本说明书的要求，具体要求见表 1.3。

确认分子泵的使用环境。分子泵不能用于抽除液体或者带有粉尘、固体颗粒等特殊气体；除耐腐蚀磁悬浮分子泵外，其它任何磁悬浮分子泵都不能用于抽除腐蚀性气体；耐腐蚀磁悬浮分子泵在抽除腐蚀性气体时，必须给分子泵的保护气体入口连续通惰性保护气体，如氮气等。

检查分子泵与控制器是否配套。确认分子泵与控制器型号配套，各型号的分子泵都只能使用本说明书中规定的与之匹配的控制器使用。

安装前，应检查确认：

- ◆ 分子泵是否被损坏：打开泵高真空端法兰盖板，戴上洁净手套，拨动涡轮转

---

子。涡轮转子应转动灵活，无异常现象。

- ◆ 确保装箱单物品齐套，并检查确保保安装配件（如卡箍、螺栓等）及工装工具齐全，并根据实际洁净度要求，着净化服及配备相应的防护措施（如防滑手套等）。
- ◆ 确认真空腔室已经放气至与大气平衡状态。
- ◆ 确认分子泵的安装位置、角度，注意检查及预留分子泵前级管道、冷却水和各电源线、通信缆线等的安装空间。
- ◆ 确认分子泵的防护网安装坚固可靠。

确认完以上内容即可开始安装磁悬浮分子泵。

本说明书所述磁悬浮分子泵安装遵从一切国家及本地的标准和安全规范。

此外，磁悬浮分子泵在使用过程中必须避免大的振动和冲击，建议做好以下抗振防护措施：

- ◆ 系统设备整体应该有减振结构，避免不同设备之间相互影响；
- ◆ 系统设备里面的振动源（例如气动插板阀、机械泵等）应该做好单独的减振、隔振措施；
- ◆ 磁悬浮分子泵应该尽量远离振动源；
- ◆ 磁悬浮分子泵前级连接应该采用具有减振/隔振功效的液压或焊接波纹管；
- ◆ 尽量选用振动（尤其是冲击振动）较小的设备，例如建议使用电动插板阀，尽量不使用气动插板阀。
- ◆ 检查搬运和安装过程的工具是否齐全，搬运时请使用吊环螺钉或类似螺钉连接，可靠地固定于泵入口法兰。

## 3.2 安装流程

水平安装分子泵时，应使用承重装置或其他安全可靠装置，通过支撑泵体和泵座进行搬运和安装；千万不可支撑泵上零部件，例如水管及水管接头、插头、前级法兰和保护气接口等处，因为易导致泵掉落。

竖直安装分子泵时，应使用升降装置或其它安全可靠装置，通过支撑泵座进行升降和安装；注意升降装置必须能够完全承受分子泵整体重量的 5 倍以上的重量，且要求升降过程稳定可靠；分子泵需要通过分子泵控制器底面可靠地固定在升降装置的平台上

---

(平台需要大于泵底面)。移动装置、升降和安装分子泵等过程应小心缓慢，确保安全。千万不可支撑泵上零部件，例如水管及水管接头、插头、前级法兰和保护气接口等处，因为易导致泵掉落、零部件损坏。

分子泵有一个高速转子，失稳情况下，旋转力矩可能会急剧上升，造成人身伤害或设备损坏。设计并固定分子泵在机台上的安装，以承受这种破坏性扭矩。推荐螺栓型号见表。所有法兰螺栓尺寸应符合法兰标准规定的尺寸，并且为了确保分子泵的安全安装和使用，必须使用所有的法兰孔。

表 3.1 安装螺栓推荐表

入口法兰		ISO-F63	ISO-K63	KF40	CF63
固定工 具	尺寸	M8*45螺钉	ISO真空C型卡钳 M8	KF40卡箍	M8*45螺钉
	安装扭矩	40N	/	/	40N
	数量	4	6	1	8
	材质	碳钢镀镍	铝合金	不锈钢	碳钢镀镍

## 四、分子泵运行操作说明

### 4.1 开机前确认

- (1) 确保分子泵安装牢固；
- (2) 确保与前级泵连接的波纹管接口牢固；
- (3) 需对真空系统进行检漏，确保没有气体泄漏点；
- (4) 需打开前级泵预抽真空；
- (5) 需开启冷却系统；
- (6) 确保控制器各电缆连接正确、牢固；

### 4.2 主要运行步骤

- (1) 开启冷却系统、前级泵，抽真空室至所需的真程度。
- (2) 通过控制面板的拨码开关选择通讯方式，连接总电源，指示灯全亮。
- (3) 通过通用远程 I/O 接口或上位机，向分子泵发送“启动”指令，转子起浮，

---

悬浮稳定后分子泵开始加速，控制器的运行指示灯开始快速闪烁，上位机显示变化的转速、电流、电压与温度；当显示转速到“90000”（默认额定转速）时，数字不再上升，分子泵加速完成达到额定转速，此时运行指示灯常亮。

(4) 需停机时，通过通用远程 I/O 接口或上位机，向分子泵发送“停止”指令，分子泵开始降速，控制器的运行指示灯开始慢速闪烁；当到达一定转速时，转子下落，当上位机显示转速到“0”时，分子泵完全停止，此时绿色 LED 指示灯熄灭。

(5) 最后关闭总电源开关，电源指示灯熄。

## 五、安全使用注意事项

### 5.1 常规情况的安全使用方法

常规情况下指的是满足正常工作环境和工作条件，进行完说明书中安装调试之后的情况。在安装、运行、操作、维护检查前，必须仔细阅读本说明书内容，必须熟知一切有关安全注意事项，以保证正确使用。

- ◆ 磁悬浮分子泵只能用于获得高/超高真空。
- ◆ 磁悬浮分子泵必须配合符合标准的前级泵和配套的控制器使用。
- ◆ 确保供电符合分子泵要求。
- ◆ 确保分子泵与其专用控制器配套，且二者均良好接地。否则可能造成产品损坏、人身伤害、触电事故或干扰。
- ◆ 当手潮湿时，不能操作开关。否则可能造成触电事故。
- ◆ 不能在带电状态时接触分子泵及控制器的接线及端子。否则可能造成产品损坏或触电事故。
- ◆ 确保导线、电缆等远离热源（尤其是表面温度大于 70℃ 的热源）。否则可能降低导线、电缆等的电气性能和使用寿命并由此引发产品故障或损坏。
- ◆ 分子泵启动前，必须保证水冷系统打开、前级泵开启后再启动。
- ◆ 气体进气口未密封或气路不正确连接时，不得启动分子泵。否则可能造成产品污染、产品损坏。
- ◆ 分子泵运转过程中，不得对其进行猛烈冲撞或震动。否则可能造成碎泵事故，

---

并有可能造成其它损坏。

- ◆ 分子泵运转过程中，不得拔插任何插头、连接。否则可能造成产品损坏或触电事故。
- ◆ 分子泵停机状态时，分子泵电源必须断开电源 2 分钟以上，才能对其进行检查或接线。否则可能造成触电事故。
- ◆ 请勿将身体任何部位暴露在真空环境中。否则可能造成人身伤害。
- ◆ 分子泵的日常维护必须确认分子泵停止转动、电源断开、泵内气压与大气平衡后方可进行。否则可能造成产品损坏、人身伤害或触电事故。
- ◆ 对分子泵定期检查，防止在振动异常情况下运转。否则可能造成产品故障、产品损坏或人身伤害。
- ◆ 分子泵及配套控制器的维修必须返回昆泰公司由专业人员进行，严禁私自拆改分子泵与控制器的连接。否则可能造成产品损坏、人身伤害或触电事故。
- ◆ 严禁私自拆解或改装磁悬浮分子泵。否则可能造成产品故障、产品损坏，在使用过程中还有可能发生碎泵事故及人身伤害，且由此导致的一切后果昆泰不承担责任。
- ◆ 进入降速模式后，不可再打开启停开关继续升速，降速完成后，才可重新打开启停开关，启动分子泵。
- ◆ 故障停机时，请排除相关故障后再启动开机，否则还会造成报警故障。
- ◆ 系统停止时，请等待运行频率变为“0”后再关闭电源。
- ◆ 虽然说明书列出了详细的通讯协议，但分子泵运行参数不可随意修改，否则会造成分子泵无法正常运行。
- ◆ 分子泵由精密零部件构成，若任何异物进入会导致分子泵损坏，连接真空系统之前禁止拆除进出口处防尘盖。

## 5.2 常见错误的使用方式

常见错误的使用方式有：

- ◆ 磁悬浮分子泵驱动、磁悬浮分子泵控制器等的供电或操作不正确。
- ◆ 在泵的运输、安装和运行过程中，泵的放置、使用方向、固定方式等不正确。

- 
- ◆ 未使用防腐型号分子泵抽取腐蚀性气体。
  - ◆ 保护性气体流量不恰当。
  - ◆ 抽取具有爆炸性的物质。
  - ◆ 抽取液体。
  - ◆ 抽取冷凝的蒸汽。
  - ◆ 超负载运转。
  - ◆ 在前级压力过高情况下长时间运转。
  - ◆ 在隔热密封环境中使用。
  - ◆ 在强磁场下使用。
  - ◆ 在电离辐射环境中使用。
  - ◆ 在具有潜在的爆炸性环境中使用。
  - ◆ 外界装置对磁悬浮分子泵有冲击、振动或者周期性作用力的作用。
  - ◆ 使用非本说明书中所列的组件或配件。
  - ◆ 没有按照说明书要求配置冷却装置。
  - ◆ 在移动过程中使用分子泵。

由于用户操作不当而造成的任何伤害和损失，本公司将不负任何责任。

### 5.3 异常情况下的紧急处理措施

#### 发生停电（即供电失效）时的紧急处理：

不要切断供电电源，应在排除供电失效原因后尽快恢复供电。因为供电失效后，电机会将转子机械能转换为磁悬浮轴承的耗能，当转子机械能降低一定程度后，会不足以维持磁悬浮轴承耗能，此时转子会失去悬浮能力而发生失稳跌落，可能会导致泵的损坏。

出现溅水时，应停机检查、排除溅水、清洁干燥，确保各电气连接的绝缘安全和连接可靠、密封可靠后才可启动运行。

## S 六、故障说明

控制面板橘色或红色指示灯亮，指示分子泵发生报警信号或故障信号，可根据通讯协议中的状态信息及时排除相关问题，或停机后自检，指示灯熄灭后再恢复运行。

## 6.1 分级预警

磁悬浮分子泵采用两级预警，一级报警说明分子泵发生严重故障，此时红色指示灯亮起，已不能正常工作，需立即停机，联系厂商进行维修；二级报警时橘色指示灯亮起，应在工况允许条件下，及时降速停机，排除问题，采用重启或自检消除报警后，可恢复正常运行。

表 6.1 一级故障报警状态

故障代码	故障名称	故障原因	处理方式	复位方式
6	Phase Overcurrent	电机运行相电流过流	自由降速	重新上电后复位
11	TD Counter Limit	高速（转速大于100Hz=6000rpm）触地次数计数器的计数值超过了规定次数（10 次） （记录分子泵运行过程中出现轴承异常的次数，计数器高速降落计数+MB 警告计数 $\geq 10$ 次）	不允许启动	无法复位
12	PF Counter Limit	运行中（转速大于跌落转速）出现停电或欠压触地次数计数器的计数值超过了规定次数（100 次） （记录分子泵运行过程中出现欠压总次数）	不允许启动	无法复位
13	WRONG TMP MODEL	泵和控制器连接故障(只有上电初始化阶段检测)	不允许启动	连接正常后，重新上电后复位
15	BUS Undervoltage	母线欠压，出现停电或电压设置有误	制动降速	1、电机系统使能关闭后自动复位 2、电机复位后，泵停止或者转速低于跌落转速时，进行复位操作可复位
16	Motor Overload	电机过载	制动降速	1、电机系统使能关闭后自动复位 2、电机复位后，泵停止或者转速低于跌落转速时，进行复位操作可复位
24	Motor	电机过温，温度超过设定	制动降速	恢复正常后，泵停止或者

故障代码	故障名称	故障原因	处理方式	复位方式
	OverTemp	值 $\geq 130^{\circ}\text{C}$		转速低于跌落转速时, 进行复位操作可复位
32	CB1 OverTemp Fault	控制箱 1 过温, 温度超过设定值 $\geq 75^{\circ}\text{C}$	自由降速	恢复正常后, 泵停止或者转速低于跌落转速时, 进行复位操作可复位
33	CB OverTemp Fault	控制箱过温, 温度超过设定值 $\geq 58^{\circ}\text{C}$	自由降速	恢复正常后, 泵停止或者转速低于跌落转速时, 点击进行复位操作可复位
34	BUS Overcurrent	电机母线电流过流	自由降速	重新上电后复位
35	Bus Overvoltage	电机母线电压过压	自由降速	1、电机系统使能关闭后自动复位 2、电机自动复位后, 泵停止或者转速低于跌落转速时, 进行复位操作可复位
43	Param Err	内部存储参数无效 (EEPROM 里面的数据异常)	不再允许启动	无法复位, 原厂返修
44	Motor Comm Fail	电机无法通讯 (5s) 没有收到消息	运行时: 制动降速 停止时: 不允许启动	恢复正常后, 泵停止或者转速低于跌落转速时, 进行复位操作可复位
45	Braking Timeout	停止操作后, 泵未在规定时间内停止	自由降速	完成降速后, 泵停止或者转速低于跌落转速时, 进行复位操作可复位
46	Motor Overspeed	超过最高转速 10hz	自由降速	完成降速后, 泵停止或者转速低于跌落转速时, 进行复位操作可复位
47	MotorCon Anomaly	电机控制异常	自由降速	重新上电后复位
48	Acceleration Timeout	启动操作后, 泵未在规定时间内加速至规定转速	制动降速	完成降速后, 泵停止或者转速低于跌落转速时, 进行复位操作可复位
49	Start Failed	启动失败, 电机无法正常启动	自由降速	完成降速后, 泵停止或者转速低于跌落转速时, 进行复位操作可复位
51	AMB Vibration Alarm	1、磁力轴承持续过度振动 (高速) 2、轴承转子失稳故障 (低速)	制动降速	完成降速后, 轴承恢复, 泵停止或者转速低于跌落转速时, 进行复位操作可复位

故障代码	故障名称	故障原因	处理方式	复位方式
52	AX Pk Grade Level 1	轴振动等级一级故障 轴承检测振动过大, 处于故障区间	制动降速	完成降速后, 轴承恢复, 泵停止或者转速低于跌落转速时, 进行复位操作 可复位
53	AY Pk Grade Level 1	轴振动等级一级故障 轴承检测振动过大, 处于故障区间	制动降速	完成降速后, 轴承恢复, 泵停止或者转速低于跌落转速时, 进行复位操作 可复位
54	BX Pk Grade Level 1	轴振动等级一级故障 轴承检测振动过大, 处于故障区间	制动降速	完成降速后, 轴承恢复, 泵停止或者转速低于跌落转速时, 进行复位操作 可复位
55	BY Pk Grade Level 1	轴振动等级一级故障 轴承检测振动过大, 处于故障区间	制动降速	完成降速后, 轴承恢复, 泵停止或者转速低于跌落转速时, 进行复位操作 可复位
56	Z Pk Grade Level 1	轴振动等级一级故障 轴承检测振动过大, 处于故障区间	制动降速	完成降速后, 轴承恢复, 泵停止或者转速低于跌落转速时, 进行复位操作 可复位
61	AMB Uncon Fail	磁力轴非常规预警	制动降速	完成降速后, 轴承恢复, 泵停止或者转速低于跌落转速时, 进行复位操作 可复位
62	AMB Floa Fail	磁力轴承起浮异常	制动降速	完成降速后, 轴承恢复, 泵停止或者转速低于跌落转速时, 进行复位操作 可复位
63	AMB OverTemp	轴承过温	制动降速	恢复正常后, 泵停止或者转速低于跌落转速时, 进行复位操作 可复位
66	AMB Comm Fail	磁轴承通讯异常	制动降速	恢复正常后, 泵停止或者转速低于跌落转速时, 进行复位操作 可复位

表 6.2 二级警告报警状态

警告代码	故障名称	故障原因	处理方式	复位方式
70	AMB Vibration Warn	1、磁力轴承持续过度振动(高速) 2、轴承转子失稳故障（低速）	可继续使用,但请尽快联系厂商维护	恢复正常后, 泵停止或者转速低于跌落转速时, 进行复位操作可复位
71	AX Pk Grade Level 2	轴振动等级二级警告 轴承检测振动过大, 处于警报区间	可继续使用,但请尽快联系厂商维护	恢复正常后, 泵停止或者转速低于跌落转速时, 进行复位操作可复位
72	AY Pk Grade Level 2	轴振动等级二级警告 轴承检测振动过大, 处于警报区间	可继续使用,但请尽快联系厂商维护	恢复正常后, 泵停止或者转速低于跌落转速时, 进行复位操作可复位
73	BX Pk Grade Level 2	轴振动等级二级警告 轴承检测振动过大, 处于警报区间	可继续使用,但请尽快联系厂商维护	恢复正常后, 泵停止或者转速低于跌落转速时, 进行复位操作可复位
74	BY Pk Grade Level 2	轴振动等级二级警告 轴承检测振动过大, 处于警报区间	可继续使用,但请尽快联系厂商维护	恢复正常后, 泵停止或者转速低于跌落转速时, 进行复位操作可复位
75	Z Pk Grade Level 2	轴振动等级二级警告 轴承检测振动过大, 处于警报区间	可继续使用,但请尽快联系厂商维护	恢复正常后, 泵停止或者转速低于跌落转速时, 进行复位操作可复位
79	Excessive Humidity	控制箱湿度过高	可继续使用	恢复正常后, 泵停止或者转速低于跌落转速时, 进行复位操作可复位
80	Motor Undertemp	电机温度低温警告温度<0℃	可继续使用	恢复正常后, 泵停止或者转速低于跌落转速时,

警告代码	故障名称	故障原因	处理方式	复位方式
				进行复位操作可复位
81	Motor OverTemp Warn	电机温度过温警告温度 $\geq 120^{\circ}\text{C}$	可继续使用	恢复正常后，泵停止或者转速低于跌落转速时，进行复位操作可复位
82	LOG Mode Err	LOG 模块异常：存储日志的模块工作异常(通讯超时、挂载失败、写入数据失败)	可继续使用	恢复正常后，泵停止或者转速低于跌落转速时，进行复位操作可复位
83	RH Mode Err	温湿度传感器初始化异常	可继续使用,但请尽快联系厂商维护	重新上电，尝试复位
84	AMB:BAL ANCE A Over	A 轴失衡监视量过高 ( $>25\%$ )	可继续使用,但请尽快联系厂商维护	泵停止后，重新上电，尝试复位
85	AMB:BAL ANCE B Over	B 轴失衡监视量过高 ( $>25\%$ )	可继续使用,但请尽快联系厂商维护	泵停止后，重新上电，尝试复位
86	AMB:BAL ANCE Z Over	Z 轴失衡监视量过高 ( $>25\%$ )	可继续使用,但请尽快联系厂商维护	泵停止后，重新上电，尝试复位
87	CB1 OverTemp Warn	控制箱 1 温度 高温，警告温度 $\geq 60^{\circ}\text{C}$	可继续使用	恢复正常后，泵停止或者转速低于跌落转速时，进行复位操作可复位
88	CB1 Undertemp Warn	控制箱 1 温度 低温，警告温度 $\leq 0^{\circ}\text{C}$	可继续使用	恢复正常后，泵停止或者转速低于跌落转速时，进行复位操作可复位
89	CB OverTemp Warn	控制箱温度 高温警告，警告温度 $\geq 55^{\circ}\text{C}$	可继续使用	恢复正常后，泵停止或者转速低于跌落转速时，进行复位操作可复位
90	CB	控制箱温度 低温警告，警告温度	可继续使用	恢复正常后，泵

警告代码	故障名称	故障原因	处理方式	复位方式
	Undertemp Warn	<=0°C		停止或者转速低于跌落转速时，进行复位操作可复位
91	AMB OverTemp Warn	轴承温度过温警告, 温度大于过温警告阈值	可继续使用	恢复正常后, 泵停止或者转速低于跌落转速时, 进行复位操作可复位
93	Aberrant Accel	畸变加速(警告)	可继续使用	完成降速后, 泵停止或者转速低于跌落转速时, 进行复位操作可复位
98	RTC Time Err	RTC 时间错误-初始化时会检测	可继续使用	恢复正常后, 泵停止或者转速低于跌落转速时, 进行复位操作可复位

## 6.2 严重警报

对于磁悬浮分子泵自动检测电源失效，在外部电源掉电后，故障灯亮起，同时通讯报文发送一级报警电源故障，自动启动减速处理，转速低于 14000 rpm，转子跌落保护轴承旋转；待外部电源恢复，故障灯消除，需通过控制上位机重新启动磁悬浮分子泵。

对于磁悬浮分子泵在高速运行过程中严重意外，例如动静片发生碰撞、磁轴承失效、电机控制失效等，除故障灯亮、通讯报文发生一级报警外，磁悬浮分子泵启动自动紧急减速，应及时更换该分子泵，并联系厂商进行维护，避免进一步损失。

## 6.3 处理方式

对于磁悬浮分子泵在运行过程中会出现一些异常的情况，为保证人员及设备的安全，在现有以下现象时应采取措施处理。处理规则如下：

---

故障现象 1：磁悬浮分子泵系统在运转过程出现声音异常（如：动静片摩擦、声音尖锐刺耳）

应对措施：降速停机，联系厂商分析异常原因并制定解决方案。

故障现象 2：运转中突然降速停机

应对措施：检查控制器供电电源、通讯线路是否正常。

故障现象 3：若测试过程中出现卡死、噪声变大或性能突然下降等现象

应对措施：请及时停机按上述方法进行检查，并与厂商联系。

## 七、维护保养

磁悬浮分子泵应该定期联系厂商，由厂商指定售后进行专业保养维护。由于实际工况差异性，除推荐固定保养周期外，磁悬浮分子泵自带不平衡振动检测，在二级报警轴径向振动过大后，应及时进行维护保养。

(1) 磁悬浮分子泵保养清洗，在离线断电后进行，需拆卸泵体外壳，对动静片进行酒精清洗；泵体真空管道清洗；对散热风扇与控制器浮尘进行清扫；控制盒内接插件进行清洗。

(2) 在磁悬浮分子泵发生跌落碰撞故障后，建议更换保护轴承，并由专业售后维修人员检查转子受损情况，可能需要更换转子轴。

(3) 在磁悬浮分子泵用于金属腐蚀气体环境中，建议每 1 年检查动静叶片状况，视叶片受损与预计泵体运行时长情况，及时更换动静叶片。



## 半导体级系列磁悬浮分子泵

