

感谢您购买我公司的系列分子泵产品。该产品属于高真空和超高真空的真空获得设备。

在使用前请仔细阅读和理解本说明书的各项内容，以便正确使用。不正确的使用，将可能造成运行不正常、设备故障、寿命降低，甚至危及人身安全。泵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，我公司将不承担任何责任。

使用本资料后，务必进行妥善保管，以备使用。

凡购买我公司生产的分子泵，从发货之日起，用户凭保修单可保修一年。外地用户可延长一个月。在保修期内不收修理费，如需更换零件，一般核收半费，不超过半年可免费。

凡属下列情况之一的，不予保修：

- 1) 用户未经授权对产品私自拆卸；
- 2) 用户保管或使用不当（如雨淋、曝晒、进入杂物、撞击、强腐蚀环境、强放射性环境、强磁场环境等）；
- 3) 属于用户其他原因造成的损坏。

本说明书仅作为信息使用，如遇改版，恕不另行通知。如本说明书与实际产品有所出入，本公司拥有最终解释权。由本说明书引起、产生和包含的知识产权均属本公司所有。

1. 安全注意事项

在安装、运行、操作、维护检查前，必须熟悉本说明书内容，以保证正确使用。使用前也必须熟知一切有关安全注意事项。

- 1) 分子泵必须与其专用电源配套，同时与分子泵配套电源必须良好接地。
否则可能发生产品损坏、人员受伤、触电或干扰。
- 2) 分子泵及配套电源的维修必须返回公司由专业人员进行。
否则可能发生产品损坏、人员受伤或触电事故。
- 3) 分子泵的日常维护必须确认分子泵已停止转动、电源已断开、泵内气压已经与大气平衡后方可进行换油、查水等日常维护。
否则可能发生产品损坏、人员受伤或触电事故。
- 4) 湿手不能操作开关。
否则可能发生触电事故。
- 5) 不能带电接触电源后面板的接线及端子。
否则可能发生产品损坏或触电事故。
- 6) 分子泵运转过程中，不得对其进行猛烈冲撞或震动。
否则可能发生碎泵事故，并有可能造成其他损坏。
- 7) 分子泵启动前必须检查是否满足分子泵启动要求。
否则可能引起故障或造成分子泵损坏。
- 8) 分子泵电源必须断开电源15分钟以上，才能对其进行检查或接线。
否则可能发生触电事故。

2. 使用前有关事项

2.1 收货检查

检查收货的品名和数量是否和发货数量一致，包装箱有没有破损。

2.2 搬运

搬运时必须提取包装箱的底部，轻拿轻放，否则可能造成分子泵受损。对于较大的分子泵可用叉车进行搬运，搬运时注意不要碰撞底盘上的水、电、前级口的接口零部件，以防撞击后产生漏气或损坏。

2.3 保管

2.3.1 短期保管

短期保管的环境条件

周围温度：-10~ +50℃

相对湿度：5~85%

环境：不要放在会发生温度急剧变化而结露和冰冻的地方。不能受阳光直射，不能放置于有腐蚀性气体、可燃气体、油雾、蒸汽或潮湿的环境中，不得在震动过大的环境中。

2.3.2 长期保管

购置分子泵后长期不使用的保管方法，随存放环境而不同。

一般按如下所述保管

首先满足短时保管要求但是保管期超三个月时，要求周围温度不得高于30℃，这是因为考虑到电器元件不通电存放，温度高时其特性易变坏。

为了防止潮气影响，应严格封存，还要在封存时放入干燥剂，使封装内部的相对湿度约在70%以下。

3. 分子泵应用简介

分子泵是一种获得高真空和超高真空机械式真空泵，其分为涡轮分子泵、牵引分子泵和复合分子泵三大类。涡轮分子泵是通过高速旋转的多级涡轮转子叶片和静止涡轮叶片的组合进行抽气的，在分子流区域内对被抽气体产生很高的压缩比，从而获得所需要的真空性能；牵引分子泵是利用高速旋转的转子表面带动气体分子沿着一定形状的槽隙运动，从而实现压缩气体，其在分子流到混合流之间有很高的压缩比，从而获得所需的真空性能；复合分子泵结合了二者的优点，利用了两种结构的有机结合和合理过渡，实现了分子流、混合流的高压缩比，从而获得所需的真空性能。分子泵对被抽气体无选择性、无记忆效应、操作简单、使用方便。由于对分子量大的气体具有很高的压缩比，因此在运转过程中，高真空区域不会受到油蒸汽的污染，该泵不需要冷阱和油挡板，即可获得清洁的高真空和超高真空环境。因此，它广泛应用于如下工业生产和探索研究的各个领域。

物理表面分析仪器的真空获得；

加速器技术的真空获得；

等离子体技术的真空获得；

航空航天模拟环境的真空获得；

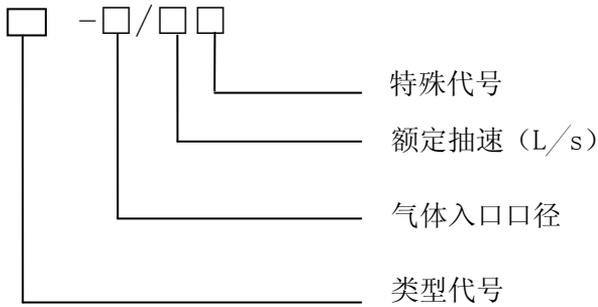
电子、电器元件制造的真空获得；

各种表面镀膜的真空获得等。

4. 分子泵型号、配件、适配电源

4.1 分子泵型号说明

我公司生产的分子泵的型号使用一串字母数字和符号共同组成，具体说明如下：



说明：

- 类型代号： FB——涡轮分子泵；
 FF——复合分子泵。
- 特殊代号： 无字符——油润滑水冷却分子泵
 F——风冷分子泵
 Z——脂润滑分子泵
 N——耐腐蚀分子泵

4.2 分子泵适配电源

每种型号分子泵必须配用其专用电源，否则可能造成分子泵损坏。若由此引起的损失本公司概不负责。适配电源见表1。

表1 分子泵适配电源表

序号	分子泵型号	适配电源
1	FF-160/620、FF-160/620F	FK-620
2	FF-160/750、FF-160/750Z	FK-750
3	FF-200/1200	FK-1200
4	FB-250/1600、FF-250/1600	FK-1600
5	FB-400/4200	FK-4200

4.3 分子泵、配件及资料

表2 分子泵、配件及资料表

序号	名称	单位	数量	备注
1	分子泵	台	1	
2	防护网	个	1	
3	使用说明书	份	1	
4	检验合格证	份	1	
5	保修卡	份	1	
6	CF铜垫圈	个	2	金属密封CF接口专用
7	排气口盲板、卡箍	套	1	在分子泵的前级口上
8	分子泵润滑油	瓶	1	
9	O型密封圈	个	1	胶圈密封LF接口专用
10	卡钳（LF专用）	个	4	FF-160/750中LF接口分子泵
			5	FF-200/1200中LF接口分子泵
			6	FB-250/1600中LF接口分子泵
			10	FB-400/4200

4.4 分子泵选购件

表3 选购配件表

序号	名称	单位	规格	数量	备注
1	分子泵泵体加热器	套		1	FF-160/750专用
					FF-200/1200专用
					FB-250/1600专用
2	螺栓、螺母、垫圈	套	M8×55	16	FF-160/750（CF高真空接口）专用

注：用户可以根据自己的使用情况，如：要获得超高及以上真空、泵壳必须烘烤等，另外单独选购配件。

5. 分子泵技术说明及简图

分子泵技术说明包括技术数据、抽速曲线、压缩比曲线、安装简图、排气口简图五部分。

5.1 分子泵技术数据

表 4 分子泵技术数据表

分子泵型号	FF-160/750 FF-160/750Z		FF-200/1200		FB-250/1600		FB-400/4200
进气口法兰	LF160	CF160	LF200	CF200	LF250	CF250	LF400
抽气速率	750升/秒		1200升/秒		1600升/秒		4200升/秒
压缩比	N ₂ 10 ⁹		N ₂ 10 ⁹		N ₂ 10 ⁸		N ₂ 10 ⁸
	H ₂ 5×10 ³		H ₂ 5×10 ³		H ₂ 5×10 ²		H ₂ 5×10 ²
极限压强 pa	≤2×10 ⁻⁶	≤2×10 ⁻⁷	≤2×10 ⁻⁶	≤2×10 ⁻⁷	≤2×10 ⁻⁶	≤2×10 ⁻⁷	≤2×10 ⁻⁶
排气口法兰	KF40		KF40		KF40		LF100
启动时间	≤6分钟		≤7分钟		≤8分钟		≤18分钟
额定转速	36000转/分		27000转/分		24000转/分		16200转/分
振动值	≤0.1μm		≤0.1μm		≤0.1μm		≤0.2μm
建议采用 前级泵	8升/秒		12升/秒		15升/秒		30升/秒
充油量	110ml		110ml		110ml		320ml
安装方式	竖直±5°		竖直±5°		竖直±5°		竖直±5°
冷却方式及 温度	水冷、水温≤25℃		水冷、水温≤25℃		水冷、水温≤25℃		水冷、水温≤25℃
泵体烘烤 温度	<120℃		<120℃		<120℃		<120℃
环境温度	5℃~40℃		5℃~40℃		5℃~40℃		5℃~40℃
重量	21kg	21.6kg	31kg	32kg	38kg	39kg	108kg

注：

1. 分子泵极限压强的获得, 是按国家标准规定的测试规程, 对泵体和测试罩进行充分烘烤(48小时), 在测试罩内得到的最低压强, 即测试罩内所有残余气体压强的总和。分子泵的极限压强与其所使用的前级泵的工作压强、有效抽速及分子泵高真空端的进气口法兰密封形式有关。

5.2 抽速曲线图

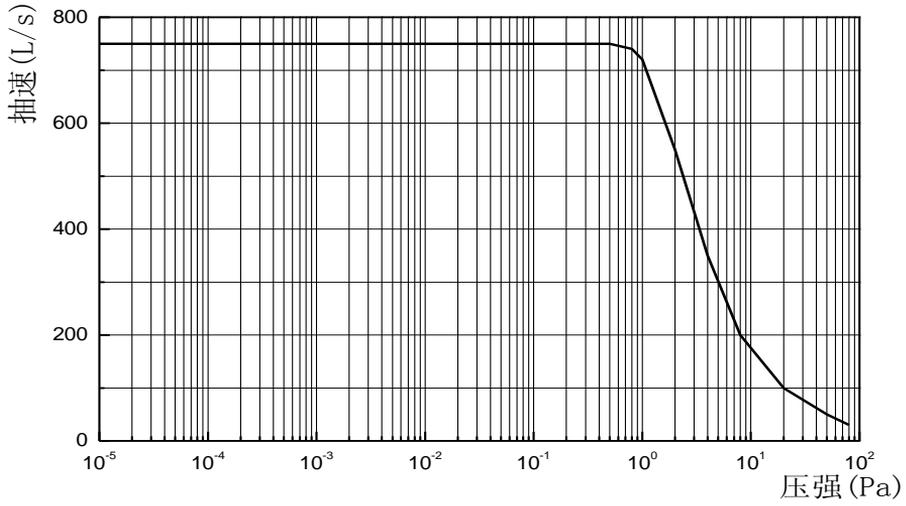


图 1 FF-160/750 对氮气抽速曲线

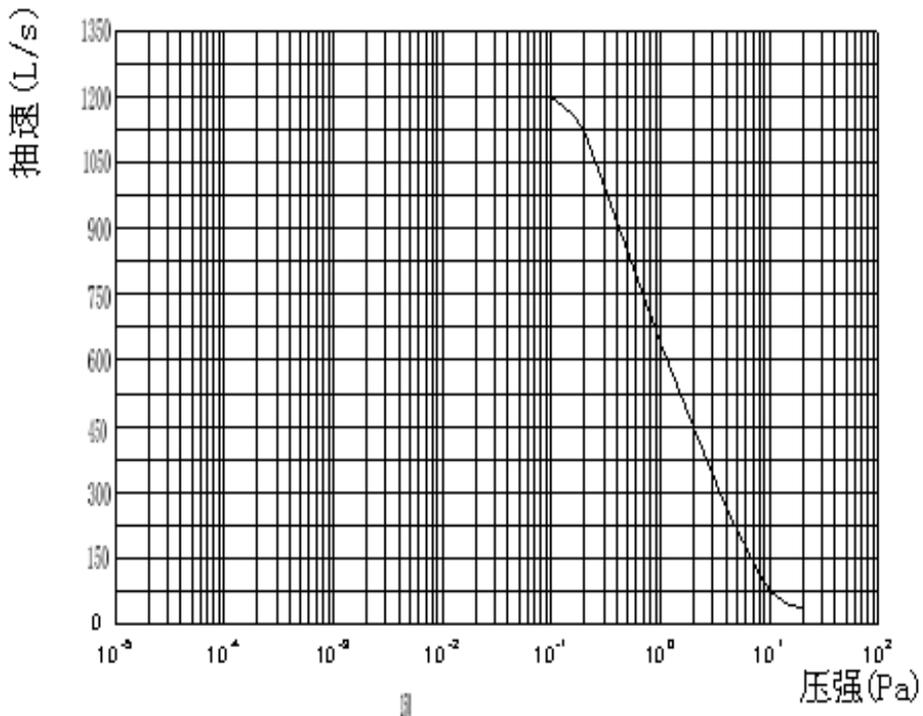


图 2 FF-200/1200 对氮气抽速曲线

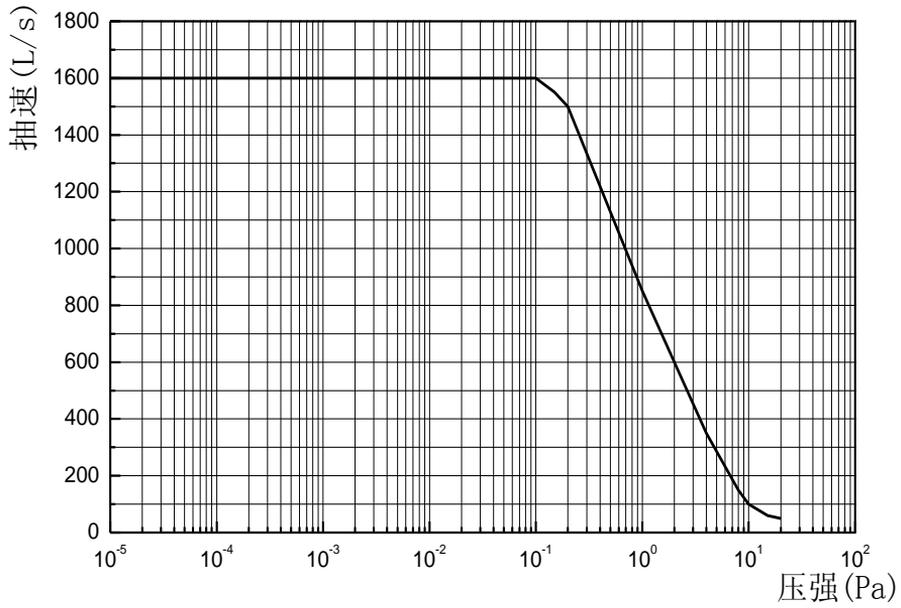


图 3 FB-250/1600 对氮气抽速曲线

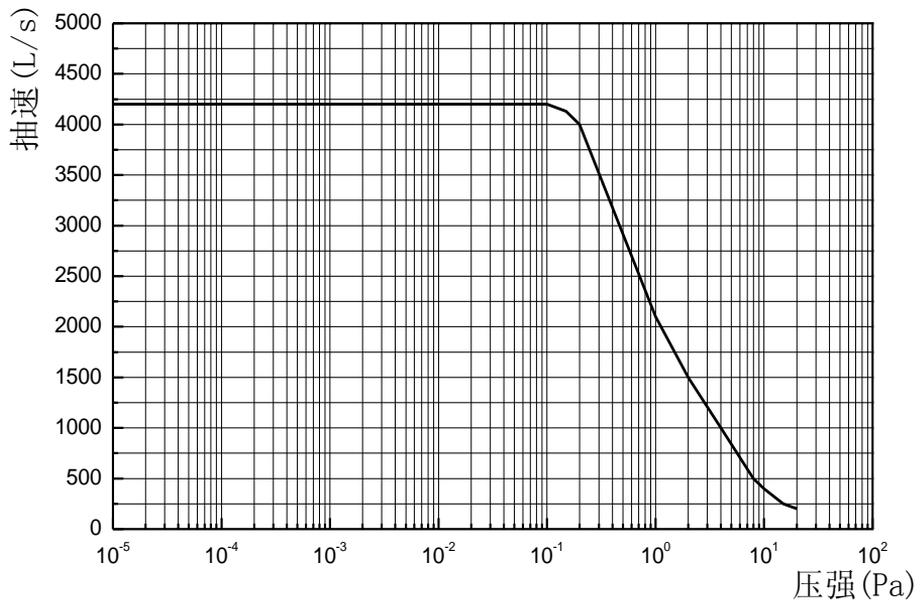


图 4 FB-400/4200 对氮气抽速曲线

5.3 压缩比曲线图

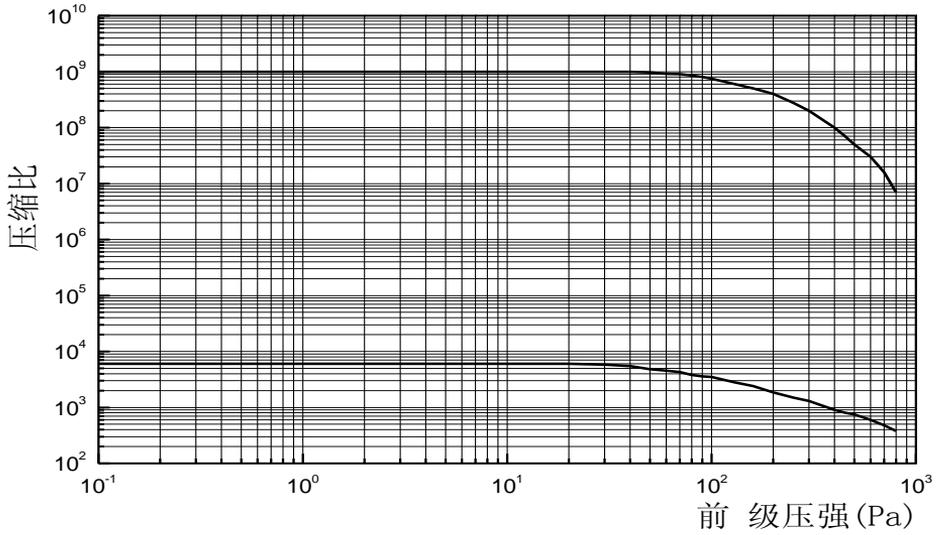


图 5 FF-160/750、FF-200/1200 对氮气及氢气的压缩比曲线

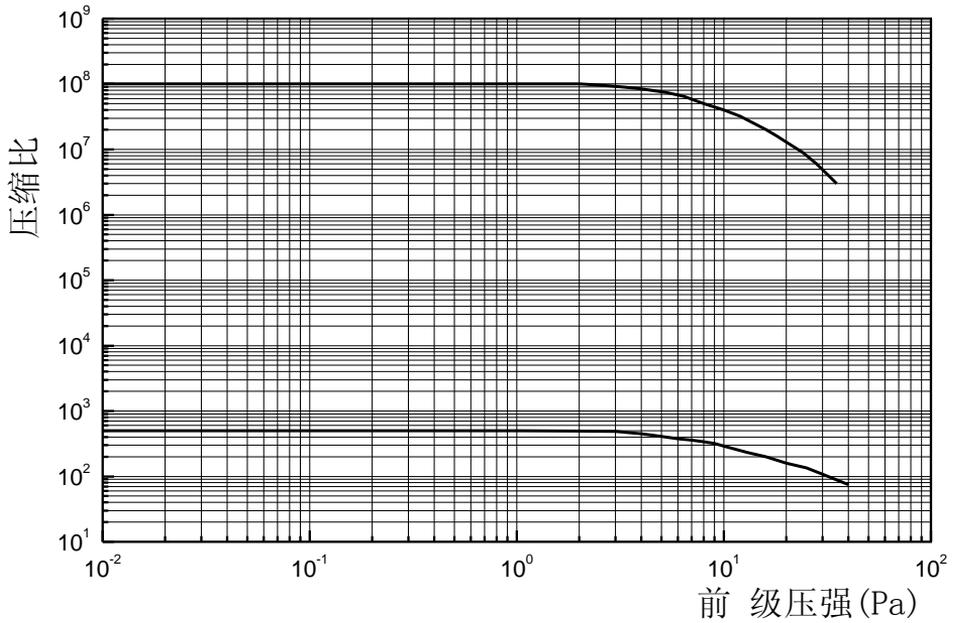


图 6 FB-250/1600、FB-400/4200 对氮气及氢气的压缩比曲线

5.4 分子泵安装简图

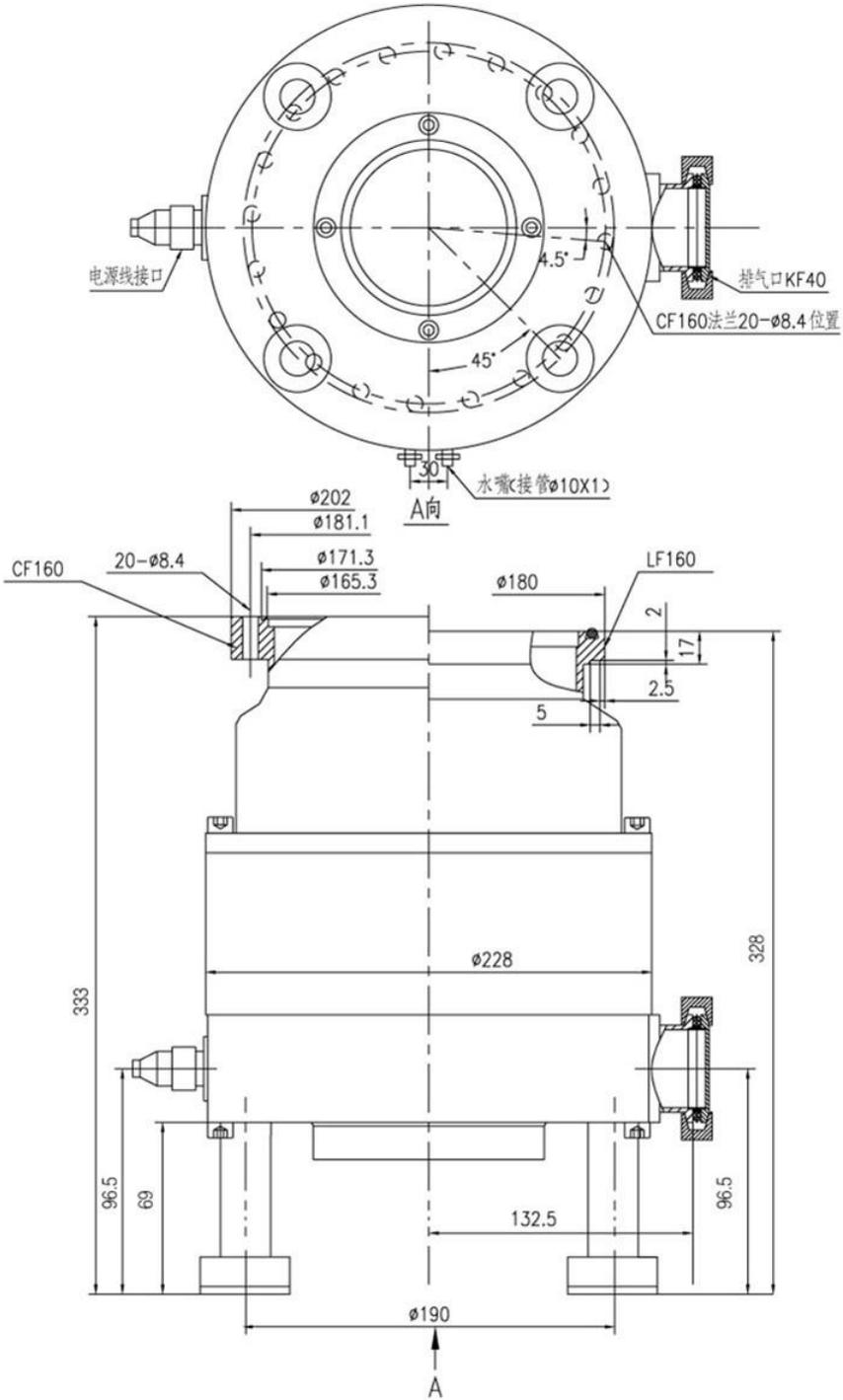


图 7、FF-160/750Z 安装简图

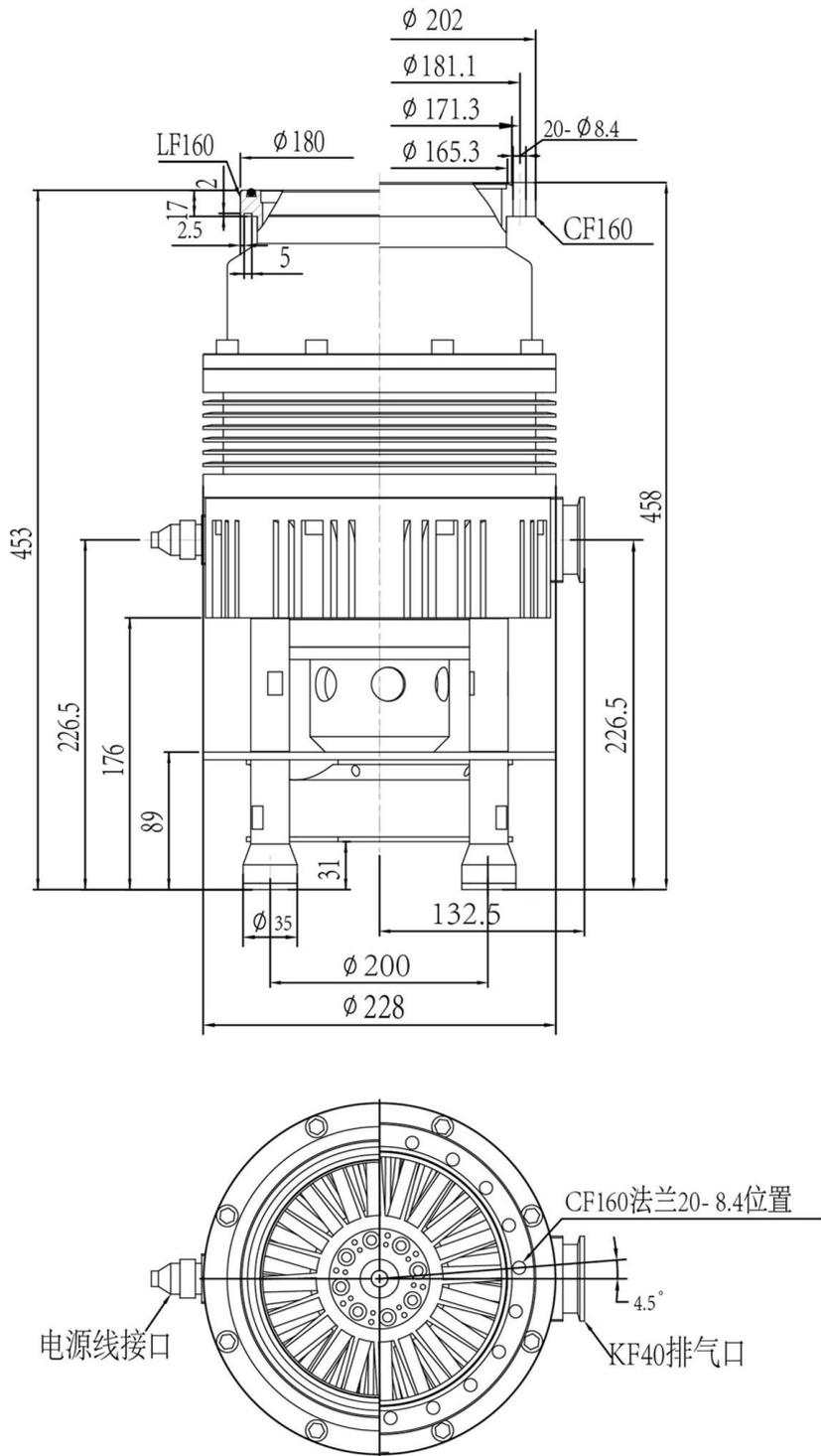


图 8、FF-160/620F 安装简图

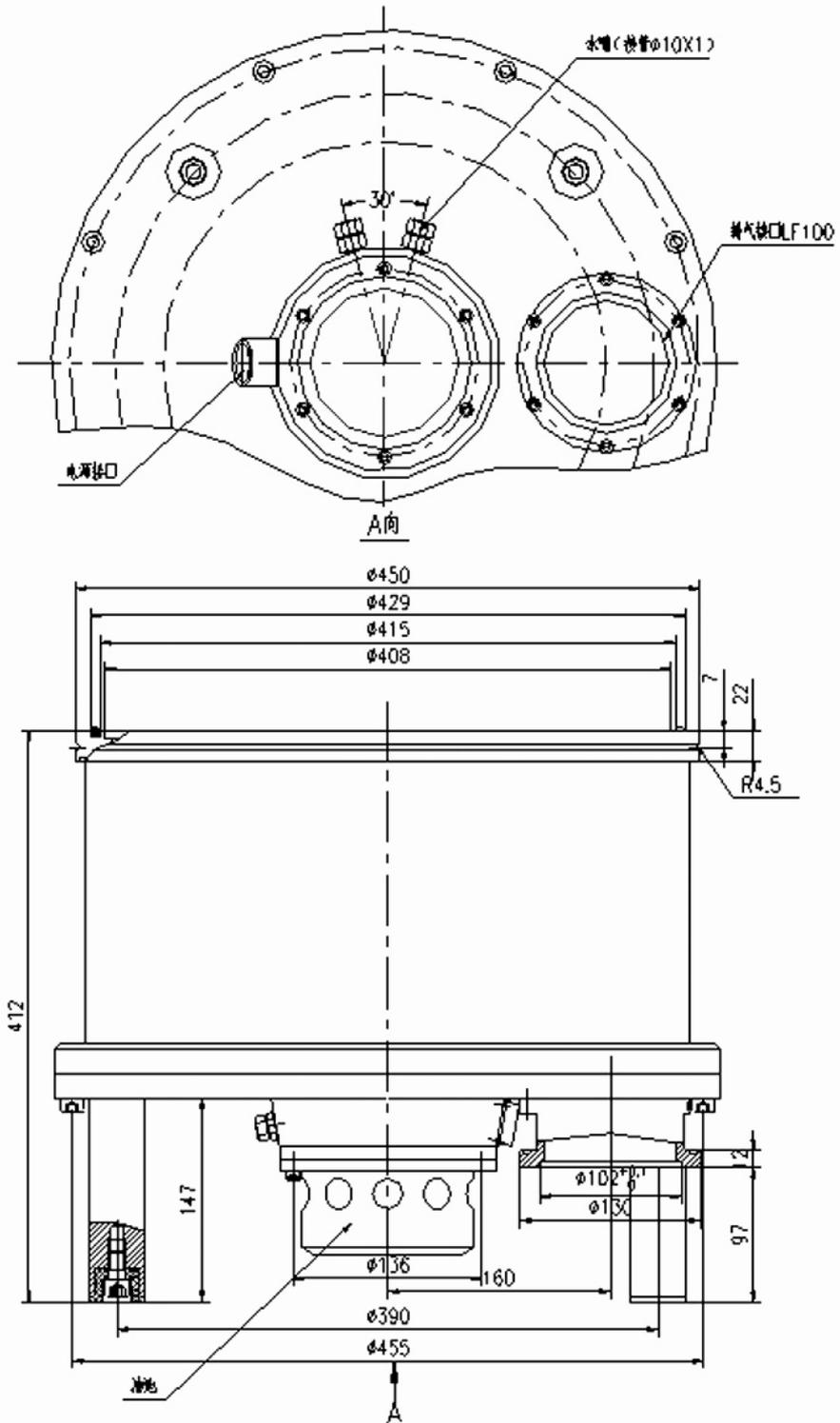


图 12、FB-400/4200 安装简图

5.5 分子泵排气口筒图

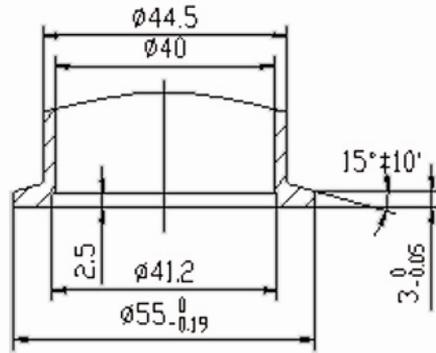


图 13 KF40 接口

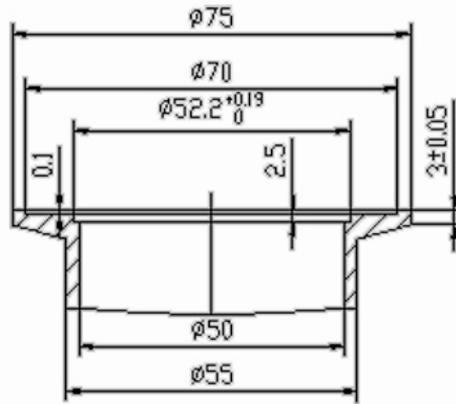


图 14 KF50 接口

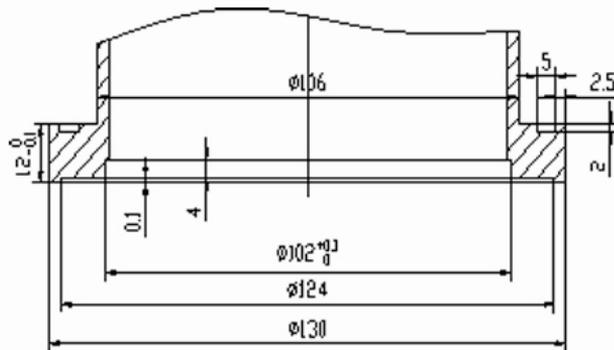


图 15 LF100 接口

6. 安装

6.1 注意事项

分子泵不能用于抽除液体或者带有粉尘、固体颗粒的气体；

除了耐腐蚀型泵以外，其他任何分子泵不能用于抽除腐蚀性气体，耐腐蚀型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，且泵油使用我公司提供的专用耐腐蚀分子泵油。

确认分子泵与电源相配套。每种泵都只能使用本说明书中规定的与之匹配的电源供电，否则造成的损失，本公司概不负责。

确认安装环境必须满足如下条件：

- 1) 泵体表面径向和轴向磁场强度均不得大于 3mT(30Gs)；
- 2) 环境放射性强度 $<10^5$ rad；
- 3) 环境温度为 5~40℃；
- 4) 空气相对湿度： $\leq 85\%$ ；
- 5) 电压：220 \pm 22V，频率：50 \pm 1Hz；
- 6) 海拔： ≤ 3000 米。

安装前应检查分子泵运输中是否被损坏：打开泵高真空端法兰盖板，戴好手套，拨动涡轮转子，应转动灵活，无异常现象。若存在异常现象，应及时通知我公司，不得自行处理，否则由此带来损失我公司概不负责。

不允许将分子泵长期置于大气状态下存放，在打开进气口和排气口盲板时，应注意真空卫生要求，严禁杂物、灰尘等落入泵内。

安装环境应符合技术要求和真空卫生要求。

6.2 连接安装

6.2.1 真空联接

分子泵的进气口和排气口法兰采用国际标准见表 4 分子泵技术数据表, 尺寸见分子泵安装简图和分子泵排气口简图。注意：法兰密封面不得有划痕、刀口不得磕碰。

泵的联接可利用进气口法兰吊装或将泵置于基座平面上, 但 F-400/4200 不建议吊装, 若一定要吊装必须用活套法兰（订货时单独订购）固定。

分子泵的进气口法兰通过金属波纹管与系统联接时，分子泵必须固定。

为保护分子泵转子，防止外界物质落入泵内，可在泵口装上防护网，但装入此网后，抽速约降低 15% 左右。

前级泵与分子泵的联接应采用具有减震效应的金属波纹管，管路上应装有隔断放气阀，作为停机时对前级机械泵放气。放气阀可选用手动阀或电磁阀。放气过程的操作请参照停机部分。为保护泵体真空卫生，防止潮湿，放气时，可通氮气或干燥空气。

注意！！

分子泵吊装时，气体入口与真空腔体之间的连接管道不得长于 200mm，否则可能产生焊缝拉裂、振动放大效应，对真空系统和分子泵产生危害；

法兰刀口不得磕碰划伤、密封面不得有径向划痕，否则会降低抽气效果。

6.2.2 冷却水连接

采用清洁低沉淀的自来水，也可采用冷却水系统。对于高沉淀或腐蚀性水建议采用循环水系统，以防水管堵塞或腐蚀。冷却水流量不应低于 1 升/分，冷却水入口压力为 0.1~0.2MPa，温度不应高于 25℃，温度较高时，应加大冷却水流量。水嘴所接的水管为 ϕ 10x1mm，分子泵的工作环境温度为不大于 40℃。

6.2.3 加入润滑油

该泵出厂时为了运输中的安全，已把润滑油卸去。

注意!!

用户在初次使用分子泵时必须先加入润滑油。

操作过程如下：

- a. 用扳手将紧固油池的螺钉松开，取下油池。
- b. 从滤网外向油池中注入规定量的分子泵润滑油，即油面应处于油标上下限之间，不得低于油标下限，以保证轴承的良好润滑，油标为无色标志线。
- c. 将油池紧固到泵体上。安装时注意胶圈的位置和卫生，螺钉对称拧紧，否则容易漏气。

注意!!

装油池时，要注意对称上紧，避免漏气。

分子泵润滑油采用不易裂变的低饱和蒸汽压的专用分子泵润滑油，不得用其他油品代替。润滑油应洁净，严禁污物、杂质和尘埃落入。必要时应对润滑油进行过滤。

注意!!

禁止使用其它的代用润滑油，违规操作的任何后果，用户自行承担。

6.2.4 电缆联接

电源电缆插头与分子泵下部的电源插座联接。联接时注意对准槽口方向插入，然后利用螺纹拧紧到位，请不要过分用力，以防插针弯折。

7 运行

7.1 运行前注意事项

电源必须是分子泵配套电源；

各项安装都已严格完成；

检查各种连接无误。

7.2 分子泵启动

7.2.1 分子泵启动方式确定

分子泵启动方式是指分子泵与前级泵的启动顺序，可分为同时启动和定压力启动两种。

一般情况下，分子泵和前级泵可同时启动，以防前级泵油上返。如果真空系统容

积过大,应先启动前级泵,在真空系统压强 P 达到 200 帕时,即启动分子泵。判定标准如下:被抽系统为 $V[\text{m}^3]$,前级泵抽速为 $S_r[\text{m}^3/\text{h}]$

同时启动: $S_r/V > 40[\text{h}^{-1}]$

定压力启动: $S_r/V \leq 40[\text{h}^{-1}]$

定压力启动压力: $P = e^{(S_r/6V)} \times 100[\text{Pa}]$

7.2.2 启动冷却水系统

开启冷却水系统,并检查出水质量、水压、流量、温度等参数以及管路连接是否有漏水现象,如不合格及时调整和处理。

7.2.3 启动分子泵

根据 7.2.1 确定启动方式后,启动前级泵,同时确认前级泵与真空系统无误后,按动分子泵电源的“电源”按钮,指示灯亮,等显示屏显示红色数字后,按下“启动”按钮,该按钮指示灯亮,分子泵开始启动。

注意!!

当分子泵“电源”指示灯和“外控”指示灯同时亮时,分子泵启停不受“启动”按钮控制,由远程控制分子泵。

正常情况下,分子泵启动时间不应大于分子泵技术数据表中的启动时间。由于轴承的磨损或真空系统有漏等原因会造成负载加大从而使加速时间加长,用户在使用中应注意观察加速时间,从而判断泵的使用情况。

7.3 烘烤

对于获得 10^{-4}Pa 的真空,原则上不必烘烤(湿度较大地区需要烘烤);对于获得 10^{-5}Pa 的真空,只烘烤真空系统本身就足够了;对于获得超高真空,真空系统和分子泵通常需要同时烘烤。测量系统的烘烤应充分,否则会由于其放气而影响测量数据的准确性。

烘烤应在真空度低于 0.5Pa 、分子泵运转情况下进行。

泵体的烘烤温度参见分子泵技术数据表,如果超过烘烤温度,可能会造成分子泵的损坏,真空系统的烘烤温度一般小于 300°C 。

烘烤的时间长短,根据系统及泵的污染程度和预期达到的极限工作压强而定,但最短不得少于 4 小时。

7.4 停机

按一下亮着的“启动”按钮,松开后自动弹开“启动”按钮,同时该按钮的指示灯熄灭,分子泵开始在电源的刹车作用下逐渐停止转动。

注意:停机时不要马上切断电源,否则停机时间很长。

真空系统停止工作时,一般应将分子泵充气到大气状态,以免前级对分子泵及真空室造成污染。

停机后,若要保持真空室的真空,则应用分子泵与真空室之间的阀门来实现,不宜使分子泵长时间保持真空,以至前级机械泵油蒸汽反扩散入真空室。

分子泵停转后,关闭冷却水,以防在泵内形成冷凝水。

8 特殊情况应用说明

8.1 可能存在冲击的情况下

分子泵是高速旋转机械, 动静片间间隙很小, 不能抗过大的冲击, 应对与之接触的运动载体的速度、加速度提出限制。另外, 分子泵运转中突然的大气量的冲击和外界坚硬物体掉入分子泵中, 也会造成分子泵严重的破坏。因此, 对于各种冲击必须防护。

防护的方法可针对具体情况分别采用不同方法: 对于外部冲击可以加挡板或固定罩或缓冲层的办法解决; 对于气体冲击可采用系统阀门自锁控制方法解决; 对于传递的冲击可采用加装波纹管或隔振垫等方法解决。

8.2 在强磁场环境中使用

旋转的转子在磁场中产生涡电流, 将使转子发热, 由于发热会减弱铝材料的强度。因此, 分子泵在磁场中的应用受到限制。

分子泵在磁场中运转时, 分子泵外表面径向和轴向磁场强度均不得大于 3mT (30Gs)。原则上, 大于 3mT 应用导磁材料屏蔽。

8.3 对电磁干扰要求很高的情况下

分子泵及电源属于中频仪器, 可能对周围环境产生很小的电磁干扰, 但完全满足国际标准的要求。如果应用场合对电磁干扰有特殊的要求, 应出具相应的证明, 提前为您作出建议。

8.4 对于强放射性环境中应用

大多数材料在强放射性环境下, 都改变其性能, 尤其是有机材料 (如泵油、密封圈), 以及半导体元件。分子泵可抗放射性强度为 10^5 rad, 如果超过该范围, 请及时通知我们, 以便进行合适的结构调整满足使用要求。

9 日常维护与保养

9.1 更换润滑油

新泵初次运行 1000 小时后, 即应更换润滑油;

常规运行中, 分子泵一年内运行时间少于 4000 小时的, 一年更换一次; 一年内运行时间多于 4000 小时的, 每运行 4000 小时必须换油一次。

如果泵经常烘烤或大负载工作或耐腐泵, 观察到润滑油混浊或明显变色, 则需立即更换润滑油;

更换润滑油的方法:

- 松开泵底部紧固油池的固定螺钉, 取下油池, 倒出油池内的废油;
- 使用中性洗涤剂泡洗油池, 清理干净后, 充分晾干, 不得有水气;
- 从滤网外向油池中注入规定量的分子泵润滑油, 即油面应处于油标上下限之

间，不得低于油标下线；

d 油池紧固到泵体上。安装时注意胶圈的位置和卫生，螺钉对称拧紧，否则容易漏气。

注意!!

装油池时，要注意对称上紧，避免漏气。

分子泵润滑油采用不易裂变的低饱和蒸汽压的专用分子泵润滑油，不得用其他油品代替。润滑油应洁净，严禁污物、杂质和尘埃落入。必要时应对润滑油进行过滤。

注意!!

禁止使用其它的代用润滑油，违规操作的任何后果，用户自行承担。

9.2 清洗

分子泵使用一定时间后，在系统漏率和系统卫生没有变化的情况下，真空性能下降很多，甚至长时间烘烤也不能恢复其真空性能。这时应对泵进行清洗。

注意!!

分子泵如果污染严重，则必须完全拆开，由专业技术人员处理。严禁未经培训和授权的人员私自拆泵。

9.3 轴承、减震维护

随着分子泵使用时间延长，分子泵轴承在高速运转中受到的磨损越来越严重，减震系统的减震能力越来越差，到一定程度后必须进行更换，否则可能出现更大程度的损坏。

判断标准：分子泵的振动突然增大，声音出现异常；分子泵启动时间增长或无法达到正常转速。

分子泵轴承、减震系统的更换必须返回本公司进行。因为分子泵是经过整机平衡，所以不能由用户自行更换轴承。

注意!!

在没有经过技术培训的情况下，对泵进行拆装极易造成损坏。由此产生的损失本公司概不负责。

9.4 前级泵监测

前级泵的性能直接影响到分子泵的性能。分子泵入口压强从几百帕开始到分子泵极限真空，共十个数量级左右。随着入口压力的增加，分子平均自由程变小，抽气作用开始变差，因此，在高压强区内，前级泵性能越好，分子泵的抽速越大。同时，前级泵随着使用时间加长，其性能会逐渐降低，因此，必须对前级泵进行监测，及时进行更换前级泵润滑油等日常维护的工作。

10 常见故障及排除

故障现象	故障原因	排除措施
泵不启动	插座接触不好	检查电缆线联上时插头、插座是否到位
	联接电缆不通	用万用表查联接电缆
	电源故障	见电源说明书
	其他原因	请咨询厂家
达不到额定转速或停转	真空系统泄漏	应检漏、堵漏；
	前级压强太高	应低于10Pa
	油污染或不足	更换润滑油
	轴承损坏	从系统拆下泵，用手检查转子转动是否灵活，是否有转动噪声。若存在此现象，需返回公司更换轴承。
振动和噪声大	共振频率影响	应改变装配位置及联接尺寸，并使活动件固定或加减振橡胶垫；
	振动放大	分子泵入口连接管道垂直距离过长或悬臂太长。改变结构
	振动传递影响	检查与前级泵连接是否硬连接，加减振节或波纹管。
	油污染或不足	更换润滑油
	轴承损坏	从系统拆下泵，用手检查转子转动是否灵活，是否有转动噪声。若存在此现象，需返回公司更换轴承。
	动平衡破坏	分子泵入口盖盲板，单独对泵进行试转，振动、噪声仍很大应送回返修；
真空度低	前级真空泵工作不正常	应检查前级真空泵工作情况，测量前级管道真空度，予以排除。
	前级管道漏气	检查前级真空管道密封
	高真空漏	检漏，检查密封件，或修复或更换
	规管出气量大	应对规管阴极去气，规管玻壳烘烤200℃，2小时
烘烤后达不到极限真空指标	运转频率不够	输出频率误差应在额定频率的±1%内，否则检修电源
	前级压强过高	前级压强应低于5Pa，更换前级泵
	前级抽速不够	前级泵对有效抽速应大于技术参数表的推荐值，前级管道不得小于分子泵前级口直径
	环境温度太高	环境温度应该在20±5℃
	冷却水不足	应为水压0.1~0.2MPa、流量大于1l/min、水温20±5℃
	测试系统不标准	应按照国家标准测试
	测试系统有漏	漏率应小于 $1 \times 10^{-9} \text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{S}$
	真空规未除气	极限真空前5小时应除气
泵污染	应对泵进行清洗	