

## 爱德华真空泵的维修与改进

丁军平<sup>1</sup>, 刘学博<sup>1</sup>, 王怀玲<sup>1</sup>, 卢基贵<sup>2</sup>

(1. 航天医学工程研究所, 北京 100094; 2. 北京康林科技有限责任公司, 北京 100089)

**摘要:** 爱德华真空泵是属于油封旋片式机械真空泵, 日常维护检查的内容为观察泵油颜色, 查看油位, 检查进、出气口的过滤器。真空泵的常见故障是漏油、不能达到极限真空度和不能启动。判定故障后, 维修方法是更换老化的密封部件, 添加和更换新油, 清洗油路, 更换老化的配油器、旋片和弹簧, 更换损坏的电源器件和电机线圈等。最后给出真空泵的性能改造位置和方法。

**关键词:** 真空技术; 爱德华真空泵; 维修; 改进

**中图分类号:** O 657. 63; TH 326 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-2997(2004)03-189-04

## Maintenance and Improvement of Edwards Rotary Vacuum Pump

DING Jun-ping<sup>1</sup>, LIU Xue-bo<sup>1</sup>, WANG Huai-ling<sup>1</sup>, LU Ji-gui<sup>2</sup>

(1. Institute of Space Medical-Engineering, Beijing 100094, China;

2 Beijing Kanglin Science and Technology Co Ltd, Beijing 100089, China)

**Abstract** Edwards rotary vacuum pump is a two-stage, oil-sealed rotary vane pump operating according to the rotary vane principle. In this paper, the working theory of Edwards rotary vacuum pump was described. On the base of practical use and maintaining, the contents required to check for maintenance daily were summarized. How to judge their familiar trouble and how to resolve them are described. Finally how to improve and at where to improve for the vacuum pump were discussed in greater detail.

**Key words:** vacuum technology; edwards vacuum pump; maintenance; improvement

目前, 爱德华旋片式机械真空泵是我国分析实验室中常见的真空泵之一, 一般用作质谱仪真空系统的前级真空泵, 用作色谱仪的进样真空泵以及其它真空系统, 广泛应用于生物、医学、法医、石化、农林、生命科学、航空航天等领域。爱德华旋片式机械真空泵以其优异的性能受到用户的青睐。但是, 随着使用时间的增加, 某些部件出现老化、磨损或损坏, 使其性能下降甚至不能正常运转, 影响工作进展。这时需要对真空泵进行

及时维修。本文根据对爱德华旋片式机械真空泵的长期使用和维修经验, 对维护维修、故障排除、性能改造方面的经验做出总结, 以供参考。

### 1 基本原理

顾名思义, 从工作原理而言, 爱德华旋片式机械真空泵属于油封旋片式机械真空泵, 为获得较高的真空度, 它一般采用双级结构, 其工作原理示于图 1。真空泵由两个工作室组成, 两室前

后串联, 偏心转子带动其上的旋片在各自腔室内同向等速旋转, 旋片在弹簧的压力及自身离心力作用下, 紧贴腔壁滑动。I 室是低真空级, II 室是高真空级, I 室是 II 室的前级。I 级与 II 级略有不同, I 级的泵腔比 II 级大, 工作时, 被抽气体由进气管道进入 II 室, 当进入气体压强较高时, 气体在 II 室内被压缩, 被压缩气体除经通道进入 I 室外, 由于排气压高于 0.1 MPa, 可使一部分气体未进入 I 室而直接推开高真空级排气阀和油封排到大气中。当工作一段时间后, II 室内被压缩的气体压力低于 1 MPa, 无法推开高真空排气阀, 而使气体全部完全从前级排出。抽气时间一长, 后级进口的压强大大下降, 泵出口的压强也很小, 进出口的压强差也就变小而使被抽气体返回量相应减少。同时后级中易蒸发的油分子不断被前级泵抽去, 使油蒸汽的分压减少, 而有利于提高泵的极限真空度。

同时, 双级旋片真空泵转子和泵体之间, 转子与端盖之间的间隙使用油封密封, 以防漏气。

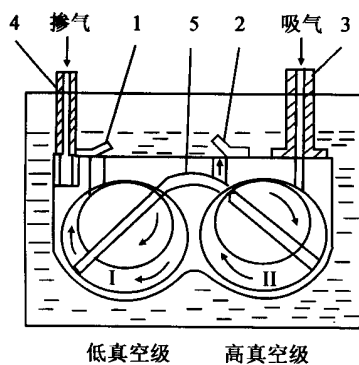


图 1 双级旋片真空泵的工作原理

Fig 1 Sketch map of vacuum pump

- 1—低真空级排气阀 (low vacuum drain tap);  
2—高真空级排气阀 (high vacuum drain tap);  
3—进气管 (venthole); 4—掺气阀 (aerification valve);  
5—中间管 (middle pipe)

## 2 检查维护

为延长真空泵的使用寿命和无故障工作时间, 应当对爱德华旋片真空泵进行日常检查维护, 建议按表 1 进行定期检查维护, 表中的维护频次可根据维修经验进行适当调整。

### 2.1 检查泵油油位

泵启动前, 应先从油窗检查油位是否可见并在“M N”刻线以上, 只有达到这个位置, 真空泵才能正常运转。另外, 启动新泵或真空泵有相当

一段时间没有运行时, 还应在泵启动后检查油位是否有轻微下降 (3~5 mm), 这个下降表明泵是带油启动。当发现油位不在工作刻线范围内时, 应及时注油至工作刻线范围内。

表 1 检查维护一览表

Table 1 Contents of the check and maintenance

频次 frequency	项目 content
1. 日常 frequent	检查泵油油位和颜色 oil position and colour
2. 初始运行 100 小时; 每 6 个月; 大修后 100 h	* 换油 changing oil
3. 6 个月 6 months	* 清洗内部油过滤器 clearing filter
4. 12 个月 12 months	检查排气阀和 O 形圈, 必要时 更换 checking or changing draintap and "O"
5. 12 个月 12 months	检查配油器橡胶封, 必要时 更换 checking or changing rubber washer on distributor
6. 12 个月 12 months	检查马达部件防泄露油封 checking sealing gland

\* 如果泵使用在易污染的、脏的系统时, 应加大换油、清洗过滤器的频次。(The frequency of the cleared filter and changed oil has to increasing during pump works in the easy contamination.)

### 2.2 观察泵油颜色

应定期在油窗内观察泵油颜色, 油应当清澈透明, 呈焦黄色, 如若发现泵油变色或出现浑浊, 应当及时更换泵油, 否则会影响真空泵的使用寿命和抽真空效果, 建议使用爱德华泵油。排油时建议让泵运行 15 min, 使泵油变热, 以利于泵油流出。

### 2.3 检查进气口、排气口的过滤器或阱

当进气口、排气口安装有过滤器或阱, 如捕捉罐、灰尘过滤器、干燥阱、化学阱、油雾过滤器等时, 应当定期检查, 以确保进气口和排气口畅通。进气口或排气口堵塞时, 容易造成真空系统真空抽不上去, 严重时, 可引起真空泵内压力上升, 这将导致密封破坏和油箱破裂, 引起物理损伤。

## 2.4 检查是否漏油

应当经常检查油窗、油箱密封垫处、电机轴承盘处以及泵的其他部位是否有泵油渗出,发现有漏油时应及时进行维修。

## 3 常见故障与维修

### 3.1 漏油

漏油是爱德华旋片式机械真空泵的最常见故障之一,主要发生在真空泵的油窗、油箱密封垫、电机轴承轴封三个位置上,其主要原因是真空泵使用时间过长而引起这些部位老化、密封失效,从而导致漏油。

油窗漏油,是因为真空泵使用时间过长而使油窗老化,引起破裂,或油窗与油箱的粘合剂老化失效,从而导致泵油渗出;电机轴上有前油封和后油封两个油封,任何一个老化失效都回引起漏油;油箱通过适配器与电机相连,油箱与适配器的结合处有一个密封圈,起到油箱的密封作用,如果它老化同样可以引起真空泵漏油。另外,在适配器上还有一个毛毡垫,它起回收泵油的作用,如果它吸油已满,真空泵也会发生渗油。

解决漏油的办法是更换老化的油窗、轴封、密封垫和已吸满泵油的毛毡垫。维修完成后,注油前应用爱德华真空泵泵油冲洗真空泵,并用溶剂清洗注油口处的滤网,保持油箱的清洁。

### 3.2 抽不到真空泵的极限真空度

当该故障发生时,应当首先检查真空系统的气密性,看是否有轻微漏气。其次,应当打开气镇,让泵运行 30 min 左右,来抽干非泵油污染引起的可压缩蒸汽,排除可压缩蒸汽对极限真空度的影响。

在排除以上两个因素后,引起真空泵抽不到极限真空度的主要原因有以下几个方面:泵油污染,需要换油;泵内油过滤器堵塞,引起压缩注油系统油路不畅,供油不足,导致泵体密封不严,这时需要清洗内部油过滤器;配油器阀门变形,磨损或损坏,也可导致供油不足,这时应检查更换配油器阀门;长时间使用引起真空泵的旋片磨损或转子内的弹簧张力不足,导致吸气室和排气室隔离不严,从而引起真空泵的抽真空性能下降,这时应当更换旋片和弹簧,并清洗转子和泵腔;检查排气阀门,观看其动作是否失灵,导致排气不畅,必要时更换排气阀门。

### 3.3 真空泵不能启动

真空泵不能启动主要表现为真空泵加电后不能启动运转。首先应检查真空泵的电路部分,如保险管是否烧毁,电路部分有没有元气件烧坏。在排除电路部分的故障后,应考虑以下两个因素:

(1) 电机烧坏。主要为电机定子线圈烧毁,引起原因较多,如瞬间电流过大,电机轴承使用时间过长后磨损,致使轴承摩擦阻力变大,电机功率加大,引起温度上升,导致电机烧毁。这时应先检查电机轴承,再检查电机线圈。轴承损坏时,更换轴承;电机线圈烧毁时,应维修电机,重新绕制定子线圈。轴承和线圈损坏严重时,应更换电机。

(2) 旋片卡阻。主要表现为旋片与泵腔内表面的摩擦阻力过大,致使电机无法带动转子(旋片)。其原因是旋片变形,转子内的弹簧张开后不能复位,或弹簧压力和旋片自身离心力的合力过大,导致旋片与泵腔内表面的摩擦阻力过大。这时应当修复旋片和弹簧,不能修复时,更换二者。

## 4 性能改造

爱德华旋片式机械真空泵的性能改造和改良主要从以下三方面考虑。

### 4.1 保护真空泵

当真空线路上可能存在冷凝蒸汽并不断流向泵时,应当使用入口捕捉器;当可能存在水蒸气,并要求快速抽到低压力时,推荐使用入口干燥阱。

当用真空泵抽化学侵蚀或腐蚀性蒸气或气体时,气镇的流量不能完全保护真空泵,这时应使用化学入口阱或化学惰性真空泵油;当抽油性蒸气时,泵油的污染不可避免,这时可采用热绝缘泵外壳来提高泵温或增加气镇数量,以降低泵油污染。在抽完腐蚀性或油性蒸气之后,应将泵与系统分离,在气镇流量最大时让泵工作至少 30 分钟,这将有益于泵的保护。

为防止任何固体颗粒从真空系统进入真空泵,应当安装入口过滤器。

### 4.2 保护真空系统

当系统中有大量冷凝蒸气时,应打开气镇,与真空泵相连通,气镇阀一定要完全打开。这时可在气镇上安装气镇控制电磁阀,以提高气镇控制的自动化和远程控制能力。

使用中,经常发现真空泵与真空系统连接的透明塑料管内壁发黄或焦黄,其原因是真空泵返油或油蒸气冷凝所导致,这只是表面现象,更深一层大家看不到的是所返油蒸气进入分析仪器,如质谱仪的分析场和离子源,这将导致分析仪器的性能下降,甚至不能工作,需要清洗维修。为防患于未然,应当在真空泵入口与真空系统之间安装电磁阀,在真空泵关闭时,电磁阀自动打开,往真空泵送入大气,减小负压,防止返油发生。

### 4.3 保护环境

当真空泵从高压系统中长时间抽真空时,或者使用气镇时,为减少泵油雾的排出,避免污染环境,应当在排气口安装油雾过滤器。也可以将排气口接至室外,排出废气。另外,由于油雾过滤器对有毒物质无防护作用,当从系统抽出的气体含有毒物质时,应采取其它措施,以避免有毒物质排入大气,污染环境。

### 4.4 改造措施

改造部件在真空泵上的具体安装部位示于图 2,图中序号与表 2 序号对应。爱德华旋片式机械真空泵的具体改造措施列于表 2。

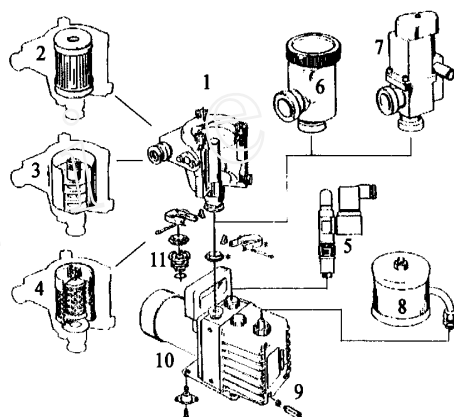


图 2 改造部件安装位置图

Fig 2 Installation position of modified parts

表 2 爱德华旋片式机械真空泵改造部件表

Table 2 Description of modified parts of Edwards rotary vacuum pump

序号 No.	名称 name	描述 description
1	入口捕捉罐	捕捉液体小滴,防止水蒸气进入真空泵
2	入口灰尘过滤器	防止粗糙的灰尘进入真空泵,包括一个尼龙过滤器,用于普通灰尘含量
3	入口干燥阱	适用于要求将有限量水蒸气迁移到低蒸汽压的系统。P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> 干燥容纳在四层托盘附件内
4	入口化学阱	防止化学活性气体,包括一个容纳捕捉对应功能物质的笼;例如活性炭捕捉重蒸汽等
5	气镇控制电磁阀	用于气镇的遥控或自动控制开关,可以连接成泵关闭时自动关闭气镇;防止空气倒流入系统
6	前置阱	用于清洁抽气系统,利用活性氧化铝对油蒸汽的捕捉特性,防止旋转真空泵油蒸汽回流到真空系统
7	电磁控制阀	与泵入口直接相连,关闭泵而气镇阀打开时,对系统提供保护
8	排气口油雾过滤器	利用它来捕获油雾,否则废气将排放到大气环境中,当气镇工作或抽大量气体时
9	排油导管	便于油箱排油,也利于远程排油
10	减振器	橡胶柱脚,用于泵的安装,降低噪音,减轻受压
11	NW 25 套件	用于 1-2-3-4-6 件的安装,使用 NW 25 法兰

### 参考文献:

[1] 樊丽秋 真空设备设计[M]. 上海:上海科学技术出版社,1990

[2] Edwards High Vacuum E2M 1.5 Rotary Vacuum Pump[M]. Edwards High Vacuum, 1986