



微型真空泵气路系统

设计指南


文档版本 01
发布日期 2019-05-06

Hilintec

版权所有 © 成都海霖科技有限公司 2018。 保留一切权利。

非经本公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。

商标声明

 商标为成都海霖科技有限公司的商标。

本文档提及的其他所有商标或注册商标，由各自的所有人拥有。

注意

您购买的产品、服务或特性等应受成都海霖科技有限公司相关合同和条款的约束，本文档中描述的全部或部分产品、服务或特性可能未包含在您的购买或使用范围之内。除非合同另有约定，成都海霖科技有限公司对本文档内容不做任何明示或默示的声明或保证。

由于产品版本升级或其他原因，本文档内容会不定期进行更新。除非另有约定，本文档仅作为使用指导，本文档中的所有陈述、信息和建议不构成任何明示或暗示的担保。

成都海霖科技有限公司

地址：成都市双流区牧华路二段杰邦孵化谷 邮编：610000

网址：<http://www.hilintec.com>

电话：028-62567958

前 言

摘要

本文为微型真空泵气路系统设计指南，帮助设计人员在应用微型真空泵设计产品时更好地设计气路系统。

读者对象

本文档适用于负责产品研发的技术人员，您应该非常了解真空系统基本知识

关键字

微型真空泵、气路设计、注意事项

修改记录

修改记录累积了每次文档更新的说明。最新版本的文档包含以前所有文档版本的更新内容。

文档版本	发布日期	产品版本	发布人	修改说明
01	2019.05.06	01	LXH	真空泵气路连接方案
02				
03				
04				
05				

目 录

目录

前 言.....	1
修改记录.....	2
目 录.....	3
1 背景介绍.....	5
1.1 背景介绍.....	5
1.2 基础知识.....	5
1.3 流量脉动性.....	6
2 流量调节回路.....	9
2.1 流量调节回路设计.....	9
2.2 通过调速功能调节流量.....	10
2.3 导致流量衰减的因素和解决方案.....	11
2.3.1 几种常用的流量衰减的原因:	11
2.3.2 解决方案:	11
3 真空度调节回路.....	12
3.1 真空度调节回路设计.....	12
3.2 导致真空度衰减的因素和解决方案.....	13
3.2.1 导致真空度衰减的因素:	13
3.2.2 解决方案:	13
4 压力调节回路.....	14
4.1 压力调节回路设计.....	14
4.2 导致压力衰减的因素和解决方案.....	15
4.2.1 导致压力衰减的因素:	15
4.2.2 解决方案:	15
5 进排气切换回路.....	16
5.1 采用二位四通阀实现进排气切换.....	16
6 流量脉动性消除方案.....	18

6.1 通过缓冲气室消除流量脉动性.....	18
6.2 其他替代方案.....	19

1 背景介绍

1.1 背景介绍

近年来随着工业仪器仪表控制技术、微型机械系统的不断发展，现如今在很多工况下需求体积更小巧、功能更集成、性能更优异、长寿命、无油环保的微型真空泵、微型真空抽打气泵、微型真空水泵等产品得到越来越多的广泛使用。如：医疗器械设备成套、实验室抽真空添加试剂、汽车配件运用、环保采样、食品饮料灌装、工厂吸附设备主要气源、一般应用气路系统设计等领域有着巨大的应用前景。

微型泵作为微流量控制系统的核心执行部件，可广泛应用于医疗供药系统、DNA 合成系统、化学分析系统和微卫星等，已成为微机电领域的研究热点之一。

1.2 基础知识

- 1、真空的定义：**真空系统是指低于该地区大气压的稀薄气体状态。
- 2、真空度：**处于真空状态下的气体稀薄程度，通常用“高真空度”和“低真空度”来表示。真空度高表示真空度“好”的意思，真空度“低”表示真空度“差”的意思。
- 3、真空度单位：**通常用托（Torr）为单位，近年国际上取用（pa）作为单位。（1 托=1/760 大气压=1 毫米汞柱）
- 4、托与帕的转换：**1 托=133.322
- 5、流量：**单位时间流过任意截面的气体量，符号用“Q”表示，单位为帕·升/秒（pa·L/S）或托·升/分（Toor·L/min）。

6、**压力或压强**：气体分子作用于容器壁的单位面积上的力，用“P”表示。

7、**标准大气压**：压强的每平方厘米 101325 达因的气压，符号 (Atm)。

8、**极限真空**：真空容器经过充分抽气后，稳定在某一个真空度，此真空度称为极限真空。

9、**抽气速率**：在一定的压强和温度下，单位时间内由泵进气口处抽走的气体称为抽气速率，简称抽速。即 $S_p=Q/(P-P_0)$

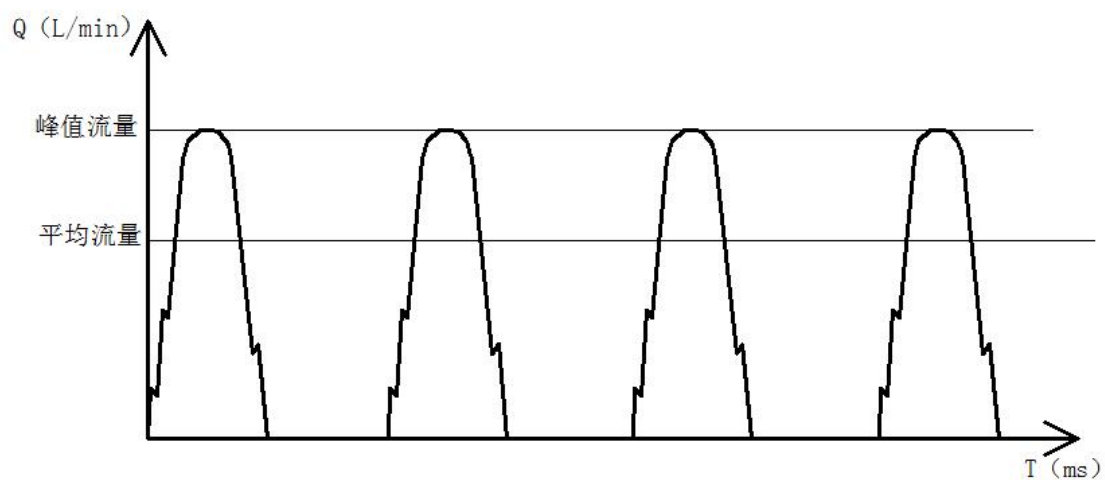
1.3 流量脉动性

流量的脉动性可以用玻璃转子流量计测量观察比较直观的反应出来。测量前，根据真空泵的型号选择适合测量量程的玻璃转子流量计和硅橡胶软管。按真空泵所标示的额定电压供，电待微型泵工作稳定后，观察玻璃转子流量计的读数。根据真空泵内部结构腔室数量不同，双腔室的比单腔室的流量脉动性要小，而三腔室的比双腔室的流量脉动性更小。

成都海霖科技有限公司生产的微型泵产品型号规格有很多。从内部泵腔结构上可以分为：单腔泵、双腔泵、三腔泵几种类型。微型泵的内部泵腔个数不同输出的流量脉动性也完全不同。通过高频响应的流量传感器，我们可以从微观上看到气流波形，非常直观的展现了气流的脉动性。

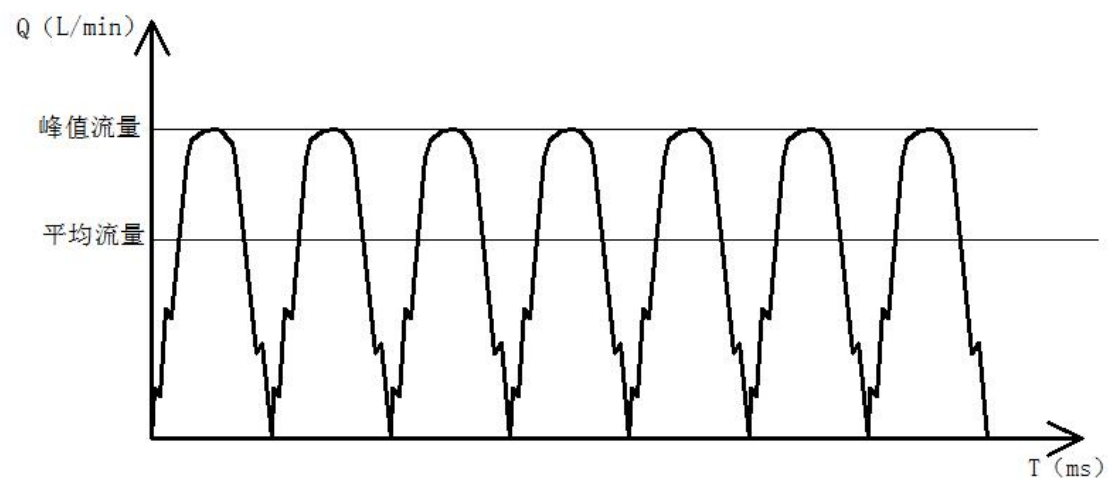
单腔泵

主要产品系列：FML、FNY、FKY、FCY、FAT、VLC、VLK、VML、VAY（采用双腔串联，效果类似于单腔）、VBY、VAK、VCY、VKY、VAT、WNY、WKY、WPY、WAT 和 C13、C15、C09、C26、C30、D50、D15、D23、D35、D50、S23。



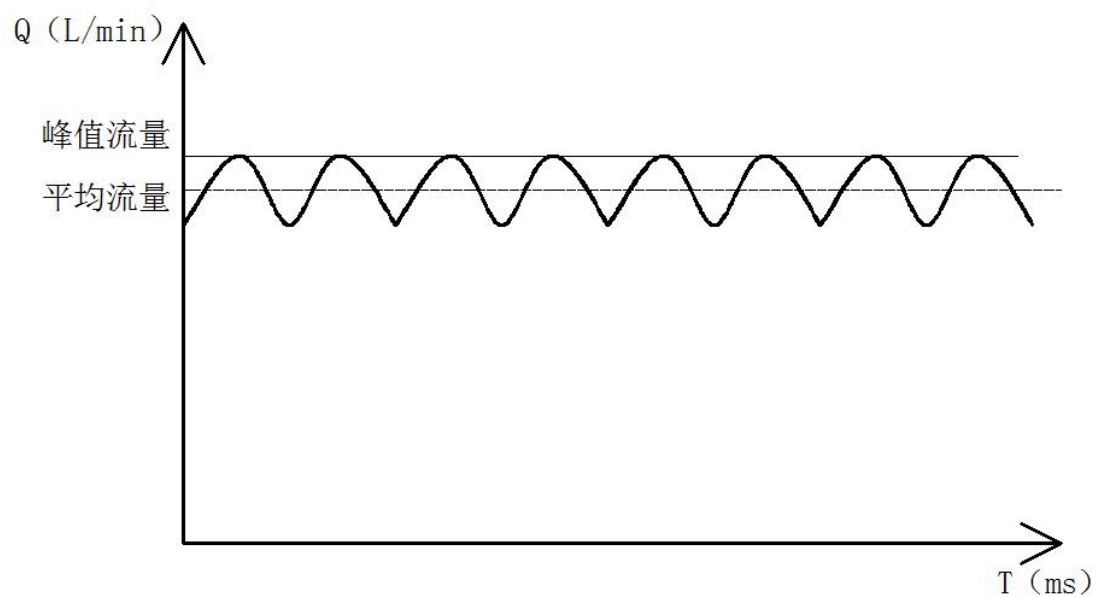
双腔泵

主要产品：FQY、VQY、WJY 和 C60、D60、S36 系列。



三腔泵

主要产品：VUY、VJY、VAJ、WQY、WUY、WAJ 和 C09 系列。



特别说明：

- 1、以上示意图仅供参考，也完全反应了泵的流量脉动性。
- 2、泵在不同的管路系统中的流量输出特性会有所变化，以上示意图仅是泵在空载时的输出特性，不作为验收依据。

总结：泵的工作腔室越多输出流量越平稳，但同时导致结构更加复杂、成本更高。

2 流量调节回路

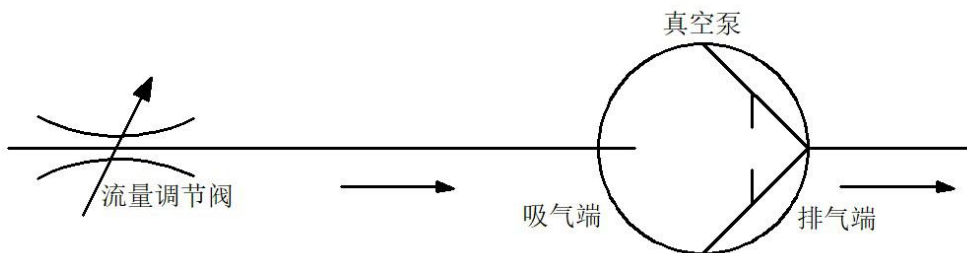
2.1 流量调节回路设计

调节泵的输出流量，可以采用两种调节方法：

1、调节泵内部电机的转速可以改变泵的输出流量。

特别注意：改变电机电压的方法调节泵的输出流量仅适用于轻负载的情况下，泵能够在低电压下正常启动，如：气体采样。如果降压时，泵工作电流大于标称值，则可能烧毁电机！

2、在气路中加入流量调节阀调节气路中的流量。（如下图所示）



微型真空抽气泵：VML、VUY、VLC、VLK、VBY、VKY、VCY、VAY、VQY、VJY 和 C 系列，流量调节阀只能布置在泵的抽吸端。

微型真空抽打气泵：FML、FAY、FNY、FKY、FCY、FQY 和 D 系列，流量调节阀可以布置在泵的任意一段（抽吸端、排气端均可）。但任何产品

都应优先考虑调节阀加装在泵的抽吸端。（如果只用打气功能流量调节阀应加装在排气端）

海霖公司的精密调节阀具有流量调节细腻、调节幅度大、体积小、便于安装、多用途、使用简单等特点。有不锈钢、PBT 及铜合金两种不同型号规格材质根据现场情况任意选择。主要与微型泵配套使用，适用于希望大幅度、细腻的调节管路系统流量或真空度、正压的场景。

一般在市场上买到的流量调节阀体积小，往往都是单向节流阀，它的安装有方向性；选购时应特别注意！

特别说明：我们不保证其他品牌的泵产品也具有相同性能！

2.2 通过调速功能调节流量

海霖科技所有产品系列，均有可以通过调节电机转速实现流量调节的型号，对于需要灵活调节泵的抽气打气或抽水流量的客户，可以根据需求，选择对应型号实现流量调节的需求。

1、内置调速控制电路的泵

目前海霖科技研制 C 系列、D 系列和 S 系列产品，大部分型号都具备内置的调速控制电路，可以通过液晶触摸屏、调速旋钮开关或者转速控制信号实现电机的转速控制，从而调节泵的输出流量。对于具备流量控制电路的产品可以根据应用场景，选取触控型、顶配型、旋钮调速型或者频率调速型产品型号，实现灵活方便的调节。

2、支持 PWM 信号调速的泵

海霖科技大部分产品都提供支持 PWM 信号调速的产品，可以通过 PLC、单片机等上位控制器生成 PWM 信号来实现转速控制；对于不具备编程能力或者不便于通过信号来控制的客户，我公司提供 TS 系列微型泵专用调速器搭配泵使用，通过调速器来实现转速控制。TS 系列专用调速器通过液晶触摸屏控制泵的开关机和转速控制，使用方便，不需要太高的技术门槛，可以实现即插即用。

3、有刷电机驱动的产品

部分采用有刷电机驱动的产品，可以通过在额定电压内调整供电电压的方式实现转速调整。

4、出厂标定好流量无法调速的产品

对于有特殊需求的客户，需要订购特殊的流量，但是又不需要对流量进行经常调整的需求，可以订购出厂表定好流量不带调速功能的型号，并增购流量定制选项，我公司可以再出厂前对产品流量进行定制化标定，以满足客户对特殊流量的需求，详情请联系我公司售前工程师。

2.3 导致流量衰减的因素和解决方案

2.3.1 几种常用的流量衰减的原因：

气路中有大阻尼器件导致流量衰减。

气路中堵塞导致的流量衰减；如：颗粒杂质吸入堵塞。

气体介质中有微量粘性物质，长时间使用导致泵腔单向阀开启和闭合不严密，导致流量衰减抽真空和打气效率降低。

气路中连接管路密封性能差，如：硅胶管本身泄露、连接端口经常拔插密封不严密，泄漏导致流量衰减。

2.3.2 解决方案：

选型时选择更大流量的泵，留足余量。

考虑采用管路上加装过滤器或者液体容器储罐过滤方案。

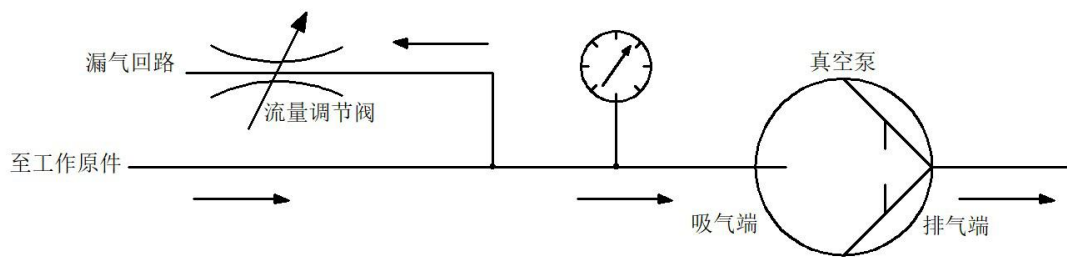
考虑采用液体容器储罐过滤方案。

定期检查硅胶管密封性；管道连接处采用快换接头方式连接。

3 真空度调节回路

3.1 真空度调节回路设计

调节回路中的真空度方法：气路系统如下图连接：



通过调节漏气回路中的流量调节阀可以改变气体泄漏量，从而改变吸气端回路的真空度，当然流量也会改变。

海霖公司的精密调节阀具有流量调节细腻、调节幅度大、体积小、便于安装、多用途、使用简单等特点。有不锈钢、PBT 及铜合金两种不同型号规格材质根据现场情况任意选择。主要与微型泵配套使用，适用于希望大幅度、细腻的调节管路系统流量或真空度、正压的场景。

特别说明：

漏气回路一定要放在抽气口一端！

市场上容易买到的小巧的调节阀往往是单向节流阀，它的安装有方向性，请购买和使用特别注意！

3.2 导致真空度衰减的因素和解决方案

决定真空度大小有两个因素:一个是真空泵本身能达到的极限真空度和抽速,一个是整个系统的泄漏量。

3.2.1 导致真空度衰减的因素:

- 1、气路系统的连接管道有泄漏量导致真空度衰减。
- 2、真空泵内部泵腔里面的伞阀受吸入的杂质影响吸气和排气时不能完全正常的打开和关闭导致真空度衰减。
- 3、真空泵内部泵腔里面的隔膜有破损,吸气和排气时有气体泄漏量导致真空度衰减。

3.2.2 解决方案:

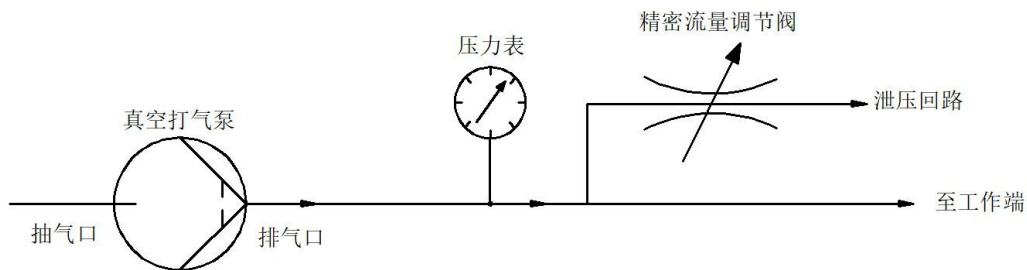
- 1、重新更换连接气路管道。
- 2、返厂维修重新跟换新的伞阀。
- 3、返厂维修重新更换新的隔膜片。

4 压力调节回路

4.1 压力调节回路设计

输出压力调节回路

当我们需要对打气泵的输出压力调节时，可以参考如下气路图。本质上就是在泵的排气端口添加一路排气的泄压回路，通过精确的控制漏气量来改变管路的实际压力。其中，只用一只精密流量调节阀来控制排气量。当然泵的输出流量同时也会变化。



特别注意：气路图中所示的“打气泵”必须选用有打气功能的泵（微型泵产品中以D或F字母开头的系列产品），其它系列真空泵是不能这样使用的。

特别说明：我们不保证其他品牌的泵产品也具有相同性能！

4.2 导致压力衰减的因素和解决方案

4.2.1 导致压力衰减的因素：

- 1、气路系统太长。
- 2、气路系统上有大阻尼器件。
- 3、气路系统有泄漏存在。

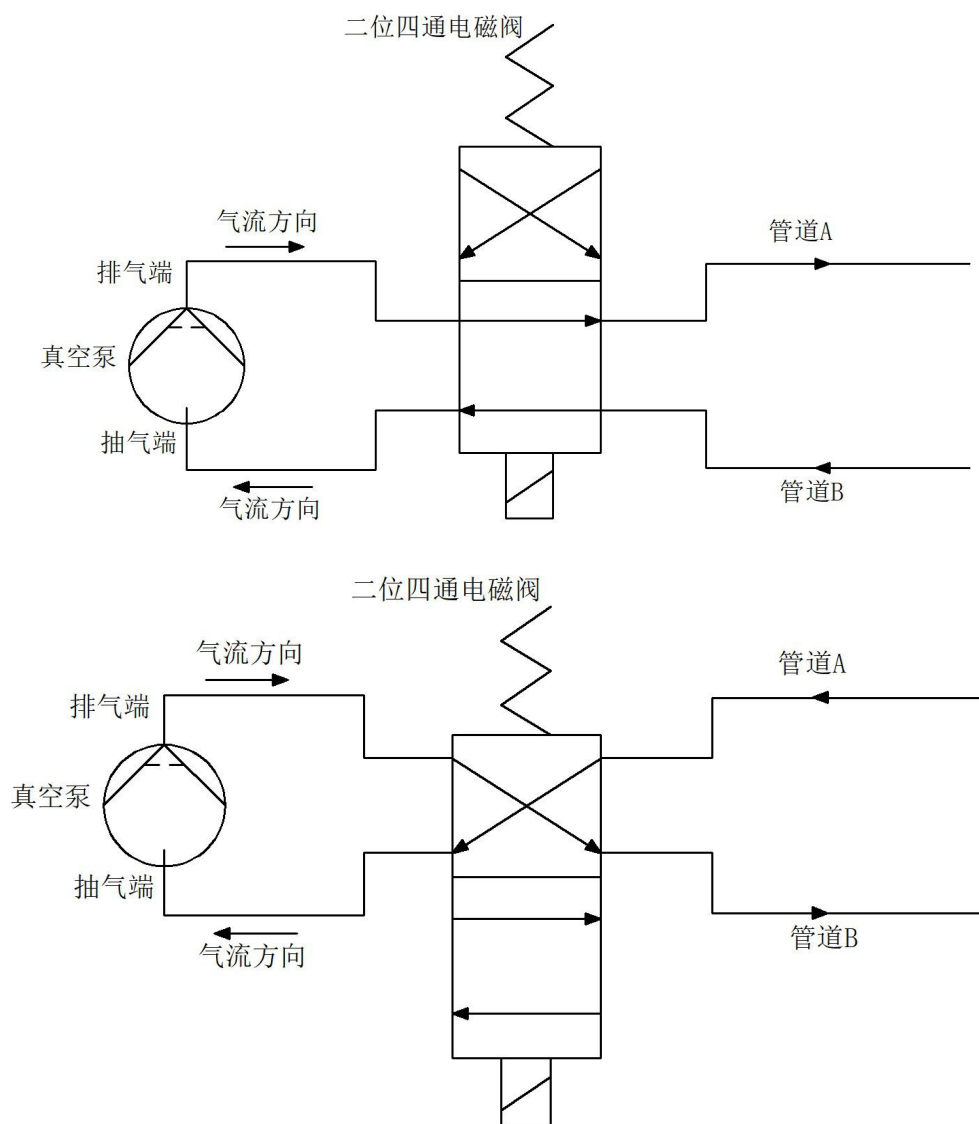
4.2.2 解决方案：

- 1、缩短气路管道连接距离。
- 2、减少大阻尼器件。
- 3、检测泄漏点重新更换连接气路系统。

5 进排气切换回路

5.1 采用二位四通阀实现进排气切换

实际应用当中如果需要在不同时间段中改变同一气路管道中的气流方向，则可以通过以下气路连接实现：管道 A、管道 B 中的气流方向将会通过二位四通电磁阀方位切换实现控制。



特别说明：

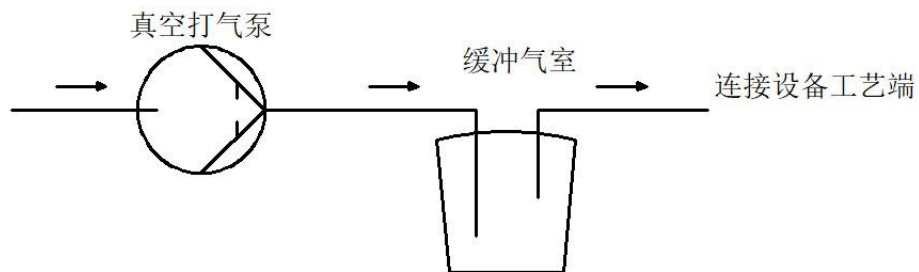
当电气系统控制电磁阀通断电时，电磁阀将变换工位，在图一、图二之间切换气路从而实现管道 A、管道 B 内气流方向的改变。

特别提醒：电磁阀有一定的压力损失将衰减一部分的压力和流量。根据不同的电磁阀甚至可能衰减很大，气路设计时候应该考虑全面。

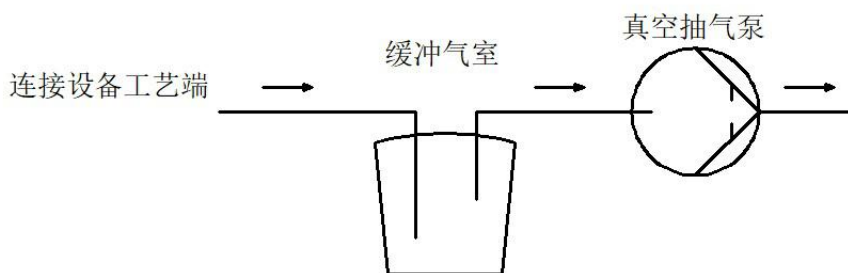
6 流量脉动性消除方案

6.1 通过缓冲气室消除流量脉动性

微型真空隔膜泵自身的吸气、排气间断性工作会形成气流脉动。使用玻璃转子流量计观测气流状态，当泵腔吸气、排气频率越低的时候转子波动幅度越大，当泵腔吸气、排气频率越高的时候转子波动幅度越小。针对这种现象可以通过在气路中增加缓冲气室来消除流量的脉动性。如下图1、图2。海霖真空泵系列中V系列、F系列、W系列、C系列、D系列、S系列产品选用的缓冲气室耐正压能力 $\geq 350\text{Kpa}$ ，产品选用的缓冲气室耐负压能力 $\geq -150\text{Kpa}$ 。



采用打气功能的气路图1



采用抽气功能的气路图2

6.2 其他替代方案

1、气路系统中增加消音器。

如果我们选用流量比较小的真空泵产品，如：VML、FML、C09、C13、C15、D15、D23 系列时，我们可以简单的采用消音器充当缓冲室的效果连接在真空泵的进气口或者是排气口气路系统当中。（消音器安装位置根据具体使用哪种真空泵功能而定）

特别注意：另外如果采用海霖其他系列较大的真空泵采用气路系统中增加消音器的方法效果不会特别明显！

2、增长气路系统长度。

一般情况下真空泵的连接气路系统越长管道内的气体流量和压力都会衰减越多。但是我们采用增长气路系统降低管道内的气体流量和压力也可以降低管道内的气流脉动性，相当于是让气体在气路系统中缓冲时间更长达到气流的平稳性。（但如果现场对气路系统长度和能量衰减度有严格要求的情况请慎重考虑采用此种方案）

3、气路系统中增加整流器件。

在气路系统中增加整流器件其实也是延长气流在管道中的缓冲时间达到气流的平稳性。但是因为整流器件实际是比较大的阻尼器件，在实际运用中会降低气路系统中气体的流量和压力。（如果现场对气路系统中的气体能量衰减度有严格要求的情况请慎重考虑采用此种方案）

4、设计复杂气路系统。

根据现场工况条件设计复杂气路系统增加适当的阻尼器件，以致于气路系统中气体缓冲时间增长达到气流平稳性。