

## 1 真空吸附方式的特长 P.5

## 2 真空吸盘的选定方法 P.5

- 真空吸盘的选定顺序
- 真空吸盘选定时的要点
  - A. 真空吸盘的剪切力和力矩
  - B. 理论吸吊力
- 求吸吊力和真空吸盘的直径
- 真空吸盘的形状
- 真空吸盘的材质
- 橡胶材质与特性
- 缓冲器的有无
- 工件对应例
- 真空吸盘的耐久性

## 3 真空发生器、真空切换阀的选定方法 P.12

- 根据计算式选取真空发生器和真空切换阀的尺寸

## 4 工件吸附时泄漏量的计算方法 P.12

- 已知工件的流导，求泄漏量
- 根据吸附试验测得泄漏量

## 5 吸附响应时间的计算方法 P.13

- 供给阀(切换阀)动作后真空压力和响应时间的关系
- 根据计算公式，求得吸附响应时间
- 根据选定图表，求得吸附响应时间

## 6 真空元件选型注意事项及本公司提案 P.15

- 安全对策
- 真空元件选定的注意
- 真空发生器、泵以及真空吸盘的数量
- 真空发生器的选定及使用注意事项
- 真空发生器的供给压力
- 真空发生的时间及吸附确认
  - A. 真空发生的时间
  - B. 关于吸附确认
  - C. 真空压力开关的设定压力
- 真空元件的防尘除杂处理

## 7 真空元件的选型示例 P.19

- 半导体芯片的搬运

## 8 资料 P.20

- 选定用图表
- 真空元件用语
- 真空吸附系统中问题点的对策(故障分析)
- 不合理案例
- 关于真空吸盘的更换时间

## 1 真空吸附方式的特长

作为夹持工件的方法，真空吸附系统有以下特点。

- 与机械式夹爪等类似产品相比，移动部分减少，结构简单。
- 若有吸附面，任何形状都可对应。
- 无需精确定位。
- 可对应柔软、易变形的工件。

但是，在下述条件时请特别注意。

- 在特定搬运条件(加速度、振动、冲击)下，请注意工件，防止掉落。
- 若吸入工件附近的液体或粉尘，配管可能会堵塞。
- 搬运重物时，需要将吸盘合理排布。
- 考虑到使用环境和条件的变化，需要注意真空吸盘(橡胶)的劣化。
- 产品的使用寿命(更换时间)依据客户使用条件有所不同，因此无法提前预估。

选定产品型号时，推荐先对实际元件进行吸附确认(试验)。

请充分了解上述特长和注意事项，定期维护，依据使用条件正确操作。

## 2 真空吸盘的选定方法

### 真空吸盘的选定顺序

- 1) 充分考虑工件的平衡，明确吸附位置、吸盘的数量以及合适的吸盘直径(或吸盘面积)。  
※若基于产品重量选定型号，可能由于使用条件(工件平衡、搬运加速度、搬运时对工件的压力、摩擦力等)，无法吸附工件，或发生工件掉落的情况。
- 2) 由已知的吸附面积(吸盘的面积×个数)与真空压力，求得理论吸吊力。实际的吸吊力应考虑通过吸吊方法、移动条件确认的安全系数。  
※计算值作为大致值(参考值)，必要时请进行吸附试验确认实际值。
- 3) 比较工件的重量和吸吊力，确定必要且充分的吸盘直径(吸盘面积)和吸附位置(工件平衡)，使“吸吊力>工件重量”。
- 4) 依据使用环境、工件的形状、材质，确定吸盘的形状和材质、以及缓冲器的有无。
- 5) 本产品无真空保持。
- 6) 请对实际元件进行吸附试验(确认)，确定产品是否可用。

上述顺序表示一般的真空吸盘的选定顺序，故无法全部适用。建议客户最后测试，并基于此结果，选定适合的吸附条件和吸盘。

### 真空吸盘选定时的要点

#### A. 真空吸盘的剪切力和力矩

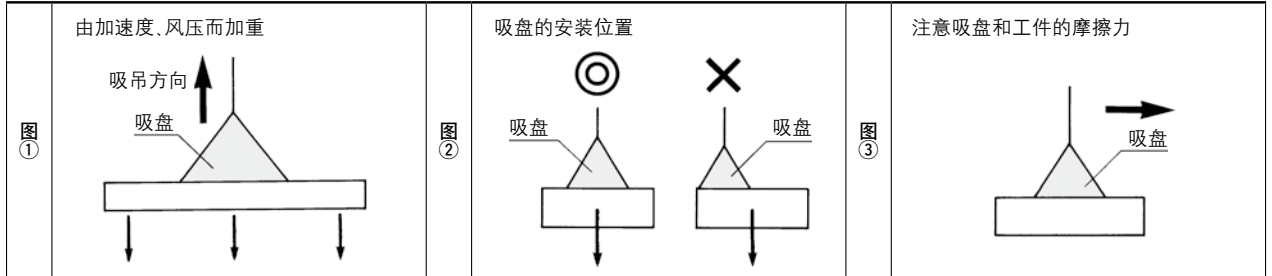
- a) 真空吸盘的剪切力(与吸附力平行方向的力)与力矩都不强。
- b) 考虑工件的重心位置，使真空吸盘受到的力矩最小。
- c) 尽可能减小移动时的加速度，也需要考虑风压和冲击力。若采取降低移动时的加速度的方法，将提高吸附搬运的安全性。
- d) 请避免用真空吸盘垂直方向的面来提吊工件(垂直吸吊)。  
无法避免时，必须选取足够大的安全系数保证足够安全。

### 吸吊力、力矩、水平力

(参照图①)垂直向上吸吊的场合，除工件重量外，请考虑加速度、风压、冲击等。

(参照图②)由于吸盘抗力矩性弱，安装吸盘时请勿使工件产生力矩。

(参照图③)水平吸吊作业的场合，横向移动时，由于加速度大小、吸盘与工件间的摩擦系数的大小情况不一，工件可能会发生偏移。因此，请合理设定横向移动的加速度。



### 吸盘和工件的平衡

1) 吸盘的吸附面积请勿超过工件的表面。以免发生真空泄漏，吸附不稳。

2) 面积大的板状物体使用多个吸盘搬运的场合，请合理分配吸盘位置，保持平衡。特别是周边部分，请合理配置以免边缘脱离。



此外，若有需要，请设置防止工件落下的辅助工具(例：防止落下用导轨)。

※安装防止掉落用导轨，不要对工件施加负载(不向上推压工件)。若施加负载，卸除防止掉落用导轨时，负载会施加到吸盘上，可能导致工件掉落。

3) 由于吸附平衡，某些地方负载可能增加，请注意。

#### 横梁的公式例(参考)

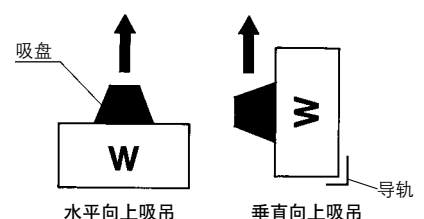
负载、形状条件			
公式 (反作用力：R 全负载：W)	$RA=RB=P/2$ $W=P$	$RA=Pb/L$ $RB=Pa/L$ $W=P$	$RA=RC=5Pb/16$ $RB=11P/8$

### 安装方式

基本方式为水平吸吊。

请勿倾斜吸附、垂直吸附、固定用吸附(吸盘会受到工件的负载)等。无法避免的场合，需要使用导轨并确保完全安全。

此外，真空吸盘的设计是从上方吸附搬运工件。从下方吸附工件，用其它元件进行定位再用吸盘固定的场合，请通过实际元件进行吸附试验(确认)，确定是否可使用。



## B. 理论吸吊力

- 理论吸吊力由真空压力和真空吸盘的接触面积决定。
- 由于理论吸吊力是在静止条件下得出的数值，实际使用的场合，根据使用状态，需要确保安全率。
- 真空压力不是“越高越好”。真空压力过高可能引发问题。
  - 真空压力高于所需压力时，很容易出现吸盘摩擦量增加、龟裂、吸盘和工件粘连、吸盘粘连(风琴吸盘)等现象，缩短吸盘使用寿命。
  - 真空压力为2倍，理论吸吊力为2倍。吸盘直径为2倍，理论吸吊力为4倍。
  - 真空压力(设定压力)高时，不但响应时间会变长，发生真空所需要的能量也会增加。

例)理论吸吊力=压力×面积

吸盘口径	面积(cm <sup>2</sup> )	2倍	
		真空压力 [-40kPa]	真空压力 [-80kPa]
φ20	3.14	理论吸吊力 12N	理论吸吊力 25N
φ40	12.56	理论吸吊力 50N	理论吸吊力 100N

4倍

### 理论吸吊力和真空吸盘直径的计算方法

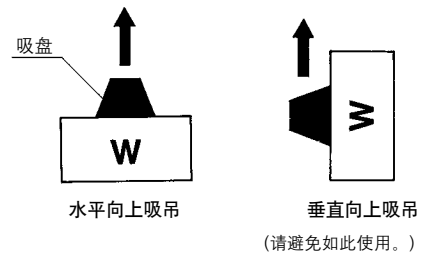
- 请将真空压力设定在吸附后稳定的压力之下。  
但是，在工件通气的场合、工件表面不平滑的场合下，由于工件吸入空气，请注意真空压力的下降。在这种场合下，请进行吸附试验，确认吸附时能够达到真空压力。
- 使用发生器的场合，真空压力的大致值为-40~-60kPa。

吸盘的吸吊力，可以根据计算式和理论吸吊力求出。

#### 计算方法

$$W = P \times S \times 0.1 \times \frac{1}{t}$$

W : 吸吊力(N)  
P : 真空压力(kPa)  
S : 吸盘面积(cm<sup>2</sup>)  
t : 安全率 水平吸吊 : 4以上  
垂直吸吊 : 8以上



#### 理论吸吊力

根据吸盘直径和真空压力求得不含安全率的理论吸吊力。  
再用理论吸吊力除以安全率t，求出吸吊力。

$$\text{吸吊力} = \text{理论吸吊力} \div t$$

#### 理论吸吊力表(理论吸吊力 = P × S × 0.1)

吸盘直径(φ1.5~φ50)

单位 : N

吸盘直径(mm)	φ1.5	φ2	φ3.5	φ4	φ6	φ8	φ10	φ13	φ16	φ20	φ25	φ32	φ40	φ50
S : 吸盘面积[cm <sup>2</sup> ]	0.02	0.03	0.10	0.13	0.28	0.50	0.79	1.33	2.01	3.14	4.91	8.04	12.6	19.6
真空压力 [kPa]	-85	0.15	0.27	0.82	1.07	2.40	4.2	6.6	11	17	26	41	68	106
	-80	0.14	0.25	0.77	1.00	2.26	4.0	6.2	10	16	25	39	64	100
	-75	0.13	0.24	0.72	0.94	2.12	3.7	5.8	10	15	23	36	60	94
	-70	0.12	0.22	0.67	0.88	1.98	3.5	5.5	9.3	14	22	34	56	87
	-65	0.11	0.20	0.63	0.82	1.84	3.2	5.1	8.6	13	20	31	52	81
	-60	0.11	0.19	0.58	0.75	1.70	3.0	4.7	8.0	12	18	29	48	75
	-55	0.10	0.17	0.53	0.69	1.55	2.7	4.3	7.3	11	17	27	44	69
	-50	0.09	0.16	0.48	0.63	1.41	2.5	3.9	6.7	10	15	24	40	62
	-45	0.08	0.14	0.43	0.57	1.27	2.2	3.5	6.0	9.0	14	22	36	56
-40	0.07	0.13	0.38	0.50	1.13	2.0	3.1	5.3	8.0	12	19	32	50	

吸盘直径(φ63~φ340)

单位：N

吸盘直径(mm)		φ63	φ80	φ100	φ125	φ150	φ200	φ250	φ300	φ340
S：吸盘面积[cm <sup>2</sup> ]		31.2	50.2	78.5	122.7	176.6	314.0	490.6	706.5	907.5
真空压力 kPa	-85	265	427	667	1043	1501	2669	4170	6005	7714
	-80	250	402	628	982	1413	2512	3925	5652	7260
	-75	234	377	589	920	1325	2355	3680	5299	6806
	-70	218	351	550	859	1236	2198	3434	4946	6353
	-65	203	326	510	798	1148	2041	3189	4592	5899
	-60	187	301	471	736	1060	1884	2944	4239	5445
	-55	172	276	432	675	971	1727	2698	3886	4991
	-50	156	251	393	614	883	1570	2453	3533	4538
	-45	140	226	353	552	795	1413	2208	3179	4084
-40	125	201	314	491	706	1256	1962	2826	3630	

椭圆型吸盘(2×4~8×30, 30×50)

单位：N

吸盘直径(mm)		2×4	3.5×7	4×10	5×10	6×10	4×20	5×20	6×20	8×20	4×30	5×30	6×30	8×30	30×50
S：吸盘面积[cm <sup>2</sup> ]		0.07	0.21	0.36	0.44	0.52	0.76	0.94	1.12	1.46	1.16	1.44	1.72	2.26	13.07
真空压力 kPa	-85	0.60	1.79	3.0	3.7	4.4	6.4	7.9	9.5	12.4	9.8	12.2	14.6	19.2	112
	-80	0.56	1.68	2.8	3.5	4.1	6.0	7.5	8.9	11.6	9.2	11.5	13.7	18.0	105
	-75	0.53	1.58	2.7	3.3	3.9	5.7	7.0	8.4	10.9	8.7	10.8	12.9	16.9	98
	-70	0.49	1.47	2.5	3.0	3.6	5.3	6.5	7.8	10.2	8.1	10.0	12.0	15.8	92
	-65	0.46	1.37	2.3	2.8	3.3	4.9	6.1	7.2	9.4	7.5	9.3	11.1	14.6	85
	-60	0.42	1.26	2.1	2.6	3.1	4.5	5.6	6.7	8.7	6.9	8.6	10.3	13.5	79
	-55	0.39	1.16	1.9	2.4	2.8	4.1	5.1	6.1	8.0	6.3	7.9	9.4	12.4	72
	-50	0.35	1.05	1.8	2.2	2.6	3.8	4.7	5.6	7.3	5.8	7.2	8.6	11.3	66
	-45	0.32	0.95	1.6	1.9	2.3	3.4	4.2	5.0	6.5	5.2	6.4	7.7	10.1	59
-40	0.28	0.84	1.4	1.7	2.0	3.0	3.7	4.4	5.8	4.6	5.7	6.8	9.0	53	

## 真空吸盘的形状

- 真空吸盘有平型、深型、风琴型、薄型、带肋平型、椭圆型等。请根据工件以及使用环境选择最合适的形状。另外，关于样本上没有记录的形状，请咨询本公司。

### 形状类别

吸盘形状	用途
平型 平型带沟 	工件表面平整不变形的场合。
平型带肋 	工件易变形的场合，想进行工件彻底脱离的场合。
深型 	工件呈曲面形状的场所。
风琴型 风琴型带沟 	没有安装缓冲的空间，工件吸附面倾斜的场合。
椭圆型吸盘 	吸附面少的工件，以及长工件上要进行定位的场合。

吸盘形状	用途
头可摆动型 	工件的吸附面不水平的场合。
导电性吸盘 	作为静电对策的一种方式，使用了电阻率下降的橡胶。防止带静电。
薄膜吸附用 	薄膜包装工件。
喷嘴型 	IC芯片等小型工件。
海绵型 	有凹凸的工件。

## 真空吸盘的材质

- 根据工件的形状、使用环境和对适合性、吸附痕迹的影响、导电性等各方面考虑后，有必要确定真空吸盘的材质。
- 参考各类材质的搬运工件示例，确认橡胶的特性(适合性)后再选择。

材质类别 真空吸盘 / 搬运工件例

材质	用途
NBR、导电性NBR	瓦楞纸板、胶合板、铁板以及其他一般性的工件
硅橡胶、导电性硅橡胶	半导体、金属模具的取出/薄型工件、食品相关
聚氨酯橡胶	瓦楞纸板、铁板、胶合板
FKM	化学性的工件

- 下述材质不适用于特定环境，因此请从推荐材质中选择。

材质	特定环境	不适当示例	推荐材质
NBR、导电性NBR	●臭氧环境 (臭氧环境示例) 洁净室内 除静电装置周边 电机元件周边	特别是在施加应力的场所早期发生龟裂	硅橡胶 聚氨酯橡胶 FKM 导电性硅橡胶
聚氨酯橡胶	●高温、高湿环境	变形、变色、龟裂、增稠等发生	NBR 硅橡胶 FKM 导电性硅橡胶

## 橡胶材质与特性

◎ = 优…完全或几乎没有影响。

○ = 良…有若干影响，根据条件可充分使用。

△ = 可…尽量不要使用。

× = 不可…有强烈的影响，不适合使用。

一般名	NBR (丁腈橡胶)		硅橡胶			聚氨酯 橡胶	FKM (氟橡胶)	CR (氯丁橡胶)	EPDM (三元乙丙 橡胶)	导电性 EPDM海绵 (乙丙海绵)	
	—	导电性	—	半导电性	导电性						
主要特点	由于优异的耐油性，可广泛用于一般用途。		由于产品灵活性强，工件表面吸附能力强。 由于优异的耐热性与耐寒性，可用于广泛的温度范围。 耐臭氧性优 符合FDA和食品卫生法(除导电性硅橡胶外)			机械强度高，耐磨耗性优。 耐臭氧性优。	多用途材料，在多种用途中表现出优异的性能，耐磨耗性、耐热性、耐臭氧性、耐化学品、耐油性优。	由于耐臭氧性优，可广泛用于一般用途。	耐酒精性、耐酮性良。 耐臭氧性优。	由于产品灵活性强，凹凸工件的表面吸附能力良。 由于优异的耐臭氧性，可广泛用于一般用途。	
纯橡胶的性质(比重)	1.00-1.20		0.95-0.98			1.00-1.30	1.80-1.82	1.15-1.25	0.86-0.87	0.12g/cm <sup>3</sup>	
配合橡胶的物理性质	回弹性	○	◎			◎	△	◎	○	×	
	耐磨耗性	◎	×~△			◎	◎	◎	○	×	
	撕裂阻抗	○	×~△			◎	○	○	△	×	
	耐弯曲龟裂性	○	×~○			◎	○	○	○	×	
	最高使用温度℃	120	100	200			60	250	150	150	80
	最低使用温度℃	0		-30	-10		0	0	-40	-20	-20
	体积固有阻抗(Ωcm)	—	10 <sup>4</sup> 以下	—	—	10 <sup>4</sup> 以下	—	—	—	—	10 <sup>2</sup> ~10 <sup>4</sup>
	表面阻抗值(Ω)	—		—	10 <sup>6</sup> ~10 <sup>9</sup>		—	—	—	—	—
	热老化性	○		◎			△	◎	◎	○	○
耐候性	×		◎			◎	◎	◎	○	○	
耐臭氧性	×		◎			◎	◎	○	◎	○	
耐气体透过性	○		×~△			×~△	×~△	○	×~△	×	
耐油性	汽油、轻油	◎		×~△			◎	◎	○	×	×
	苯、甲苯	×~△		×			×~△	◎	×~△	×	×
	乙醇	◎		◎			△	△~◎	◎	◎	○
	乙醚	×~△		×~△			×	×~△	×~△	○	△
	酮(MEK)	×		○			×	×	△~○	◎	△
	醋酸乙基	×~△		△			×~△	×	×~△	◎	△
耐酸性	水	◎		○			×	◎	◎	◎	◎
	有机酸	×~△		○			×	△~○	×~△	×	×
	高浓度有机酸	△~○		△			×	◎	○	○	×
	低浓度有机酸	○		○			△	◎	◎	◎	△
	强碱	○		◎			×	○	◎	◎	×
弱碱	○		◎			×	○	◎	◎	△	

※记载的物性、耐化学性及其它数值仅为参考值，并非保证值。

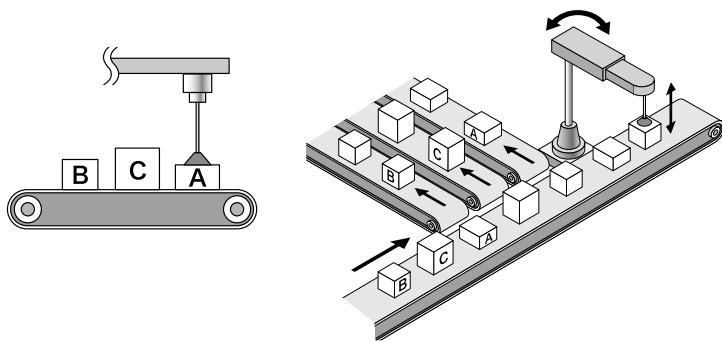
- 根据使用条件及环境，上述的一般特性可能会发生变化。
- 决定材质时，请事先进行充分确认及验证。
- SMC对此资料的正确性及由此资料引发的损坏不承担责任。

## 缓冲的有无

- 工件高低不一的场合、吸附易坏的工件的场合(对工件的缓冲)、需缓和对吸盘的冲击的场合, 请配缓冲。此外, 需要限制回转方向的场合, 请选择带防回转的缓冲。
- 缓冲器是以对吸盘与工件接触时的缓冲(保护吸盘不受冲击)为目的制作出来的。  
因安装姿势、配管(管子)等对缓冲器施加负载(偏负载), 或者未按照安装缓冲器时的合适紧固力矩进行安装等, 都可能会导致滑动不良或寿命降低。  
另外, 请将横向的力降到最低。
- 请勿因配管(管子)等对缓冲器施加负载(偏负载)。  
配管时请在接头延长线上延伸并保持一定的自由度。  
另外, 配管长度过长、捆扎, 或因管子材质等都会产生负载, 请进行调整。
- 请在行程内使用缓冲器。

## 吸盘和工件间的距离不固定的场合

工件高度不固定的场合, 请使用内置弹簧型的带缓冲吸盘。弹簧可在吸盘和工件之间进行缓冲。需要限制回转方向的场合, 请选择带防回转的缓冲。

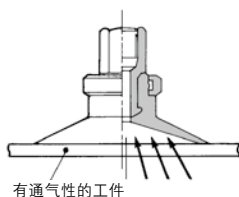


## 工件对应例

- 以下所示工件的场合请注意。

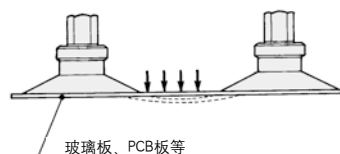
### ① 工件具有通气性或有孔的场合

吸附多孔质的工件或纸等有通气性工件的场合, 请选择能够吸起工件的直径较小的吸盘。此外, 空气泄漏量多的场合, 吸附力会降低, 需要提高真空发生器和真空泵的抽吸能力, 扩大配管通路的流通能力。



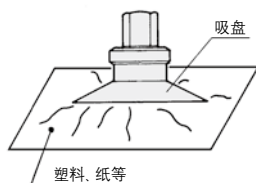
### ② 平板工件的场合

面积较大的玻璃板、PCB板等吊起的场合, 由于风压施加较大的力或受到冲击, 会出现起波形变。因此, 需要考虑吸盘的配置和大小。



### ③ 柔软工件的场合

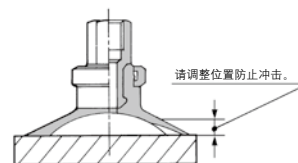
吸附塑料、纸、薄板等柔软工件时, 由于真空压力, 工件会变形, 或产生褶皱。请使用小型吸盘或带肋吸盘, 并需要降低真空压力。



### ④ 关于吸盘所受冲击

吸盘在工件上压紧的场合, 请勿施加冲击和过大的外力, 以免造成吸盘过早地变形、龟裂、磨损。吸盘压紧工件应在裙边部变形范围内, 或肋部轻触工件。

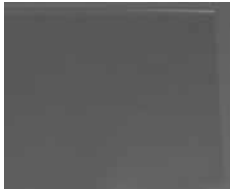



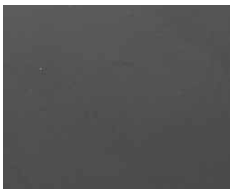

特别是使用较小的吸盘, 请确保定位正确。



## ■ 工件对应示例

### ⑤ 吸附痕迹

主要的吸附痕迹如下所示。

	吸附前	吸附后	对策
由于工件变形(有衬里)产生痕迹。			1) 降低真空压力。 提升力不足の場合，增加吸盘数量。 2) 请选择中间空间(面积)小的吸盘。
由于吸盘中包含的橡胶材料向工件移动产生的痕迹。			请使用下列产品。 1) 吸附痕迹对策NBR 2) ZP2系列 ・带镀氟树脂吸盘 ・树脂附件
由于工件表面不平，吸盘的橡胶材料会磨损，在工件凹凸不平的表面留下的痕迹。			请使用下列产品。 1) ZP2系列 ・带镀氟树脂吸盘 ・树脂附件

## ■ 真空吸盘的耐久性

- 需要注意真空吸盘(橡胶)的劣化。
  - 持续使用真空吸盘时，可能出现如下问题。
    - 1) 吸附面的磨损。  
吸盘外形缩小、橡胶材质接触部分粘连(风琴型吸盘)
    - 2) 橡胶部分劣化(吸附面的裙边部、弯曲部等)
- ※与发生时期有关，根据使用条件(高真空压力、吸附时间(真空保持)等，可能出现在早期的场合。
- 吸盘的更换，请参考由磨损造成的外观变化、预定真空压力的下降、搬运周期的延迟等，并结合客户使用状况确定真空吸盘的更换期。

### 3 真空发生器、真空切换阀的选定方法

#### 根据计算式求得真空发生器和真空切换阀的尺寸

达到吸附响应时间所需的平均吸入流量

$$Q = \frac{V \times 60}{T_1} + Q_L$$

$$T_2 = 3 \times T_1$$

$Q$  : 平均吸入流量L/min(ANR)  
 $V$  : 配管容积(L)  
 $T_1$  : 到达吸附后稳定压力Pv的63%时的时间(sec)  
 $T_2$  : 到达吸附后稳定压力Pv的95%时的时间(sec)  
 $Q_L$  : 工件吸附时的泄漏量L/min(ANR)…(注1)

最大吸入流量

$$Q_{max} = (2 \sim 3) \times Q_L / \text{min(ANR)}$$

〈选定顺序〉

- 真空发生器的场合  
选定最大吸入流量比上述 $Q_{max}$ 还大的真空发生器。

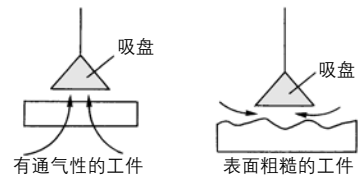
- 直动式切换阀的场合  
流导  $C = \frac{Q_{max}}{55.5}$  [(dm<sup>3</sup>/(s·bar))]

※由关联元件(产品目录)选定比上式流导C大的流导阀(电磁阀)。

- 注1)  $Q_L$  : 工件吸附时无泄漏的场合为0。  
工件吸附时有泄漏的场合, 请根据“4.工件吸附时泄漏量的计算方法”求得泄漏量。
- 注2) 管子的配管容积, 可根据“8 资料”不同管子的配管容积(选定表②)”求得。
- 注3) 选择ZL系列的多段发生器的场合, 不适用这些内容。请参考样本中的“真空到达时间表”了解相应内容。

### 4 工件吸附时泄漏量的计算方法

根据工件的种类, 吸盘吸附工件时也会吸入大气。因此, 吸盘内真空压力下降, 可能会有达不到所需吸附压力的情况。  
吸附此类工件的场合, 需要考虑工件的泄漏量来选定真空发生器、真空切换阀的尺寸。

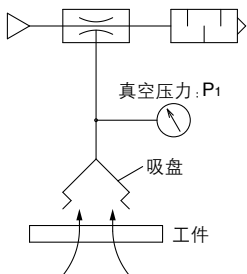


已知工件流导的场合, 求泄漏量的方法

泄漏量  $Q_L = 55.5 \times C_L$

$Q_L$  : 泄漏量L/min(ANR)  
 $C_L$  : 工件和吸盘间的间隙, 以及工件开口处的流导[(dm<sup>3</sup>/(s·bar))]

根据吸附试验求泄漏量



如左图所示, 使用真空发生器、吸盘和真空表, 用真空发生器吸附。此时, 读出真空压力 $P_1$ , 根据所用真空发生器的流量特性表, 求出吸入流量, 该值为工件的泄漏量。

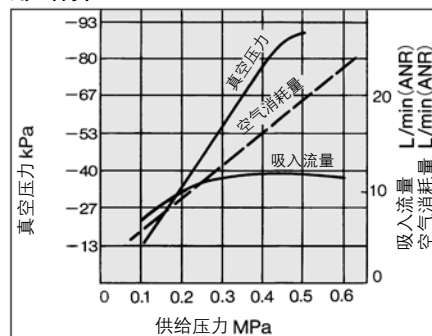
例题: 供给压力0.45MPa时, 真空发生器(ZH07□S)吸附有泄漏的工件的场合, 真空压力表的压力为-53kPa, 求工件的泄漏量。

〈选定顺序〉  
根据ZH07DS的流量特性表, 求真空压力为-53kPa的吸入流量为5L/min(ANR)。(A)→(B)→(C)

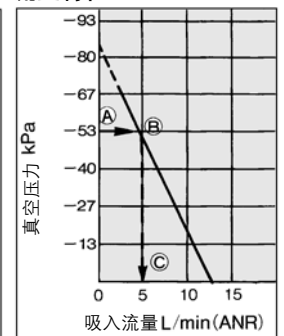
泄漏量 = 吸入流量5L/min(ANR)

#### ZH07BS、ZH07DS

排气特性



流量特性(供给压力{0.45MPa})



## 5 吸附响应时间的计算方法

用真空吸盘吸附搬送工件的场合，可求出吸附响应时间(供给阀或真空切换阀动作后，吸盘内真空压力达到所需吸附真空压力的时间)的大致值。

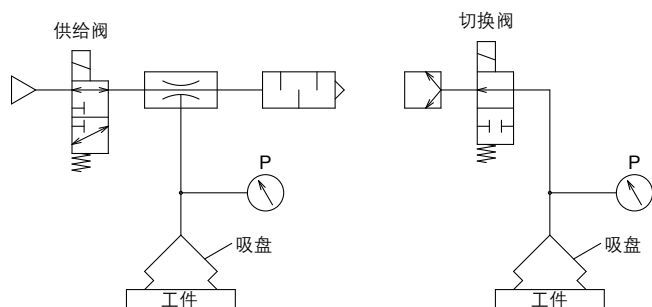
吸附响应时间的大致值，可根据计算式或选定图表求出。

但是，选择ZL系列的多段发生器的场合，不适用这些内容。请参考样本中的“真空到达时间表”了解相应内容。

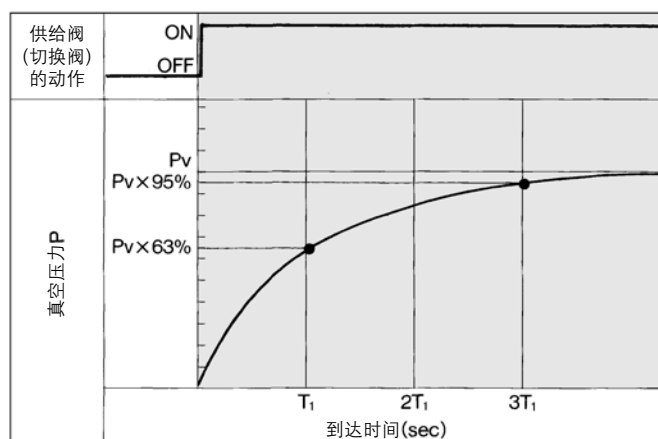
### 供给阀(切换阀)动作后真空压力和响应时间的关系

供给阀(切换阀)动作后的真空压力和响应时间的关系如下所示。

#### 真空系统回路



#### 供给阀(切换阀)动作后的真空压力和响应时间



Pv : 最终真空压力  
 T<sub>1</sub> : 到达最终真空压力Pv的63%的时间  
 T<sub>2</sub> : 到达最终真空压力Pv的95%的时间

### 根据计算式，求得吸附响应时间

吸附响应时间T<sub>1</sub>和T<sub>2</sub>可由下式求出。

$$\text{吸附响应时间 } T_1 = \frac{V \times 60}{Q}$$

$$\text{吸附响应时间 } T_2 = 3 \times T_1$$

$$\text{配管容积 } V = \frac{3.14}{4} D^2 \times L \times \frac{1}{1000} \text{ (L)}$$

T<sub>1</sub> : 到达最终真空压力Pv的63%的时间(sec)

T<sub>2</sub> : 到达最终真空压力Pv的95%的时间(sec)

Q<sub>1</sub> : 平均吸入流量L/min(ANR)

平均吸入流量的求法

● 真空发生器的场合

$$Q_1 = (1/2 \sim 1/3) \times \text{真空发生器最大吸入流量L/min(ANR)}$$

● 真空泵的场合

$$Q_1 = (1/2 \sim 1/3) \times 55.5 \times \text{切换阀的流导}[\text{dm}^3/(\text{s} \cdot \text{bar})]$$

D : 配管内径(mm)

L : 从真空发生器或切换阀到吸盘的长度(m)

V : 从真空发生器或切换阀到吸盘的配管容积(L)

Q<sub>2</sub> : 从真空发生器或切换阀到吸盘之间配管系统的最大流量

$$Q_2 = C \times 55.5 \text{ L/min(ANR)}$$

Q : Q<sub>1</sub>和Q<sub>2</sub>中的小流量 L/min(ANR)

C : 配管的流导[dm<sup>3</sup>/(s·bar)]

关于配管的流导，可由 **③** 资料“不同管子的内径流导(选定表③)”求出相当流导。

## 根据选定图表，求得吸附响应时间

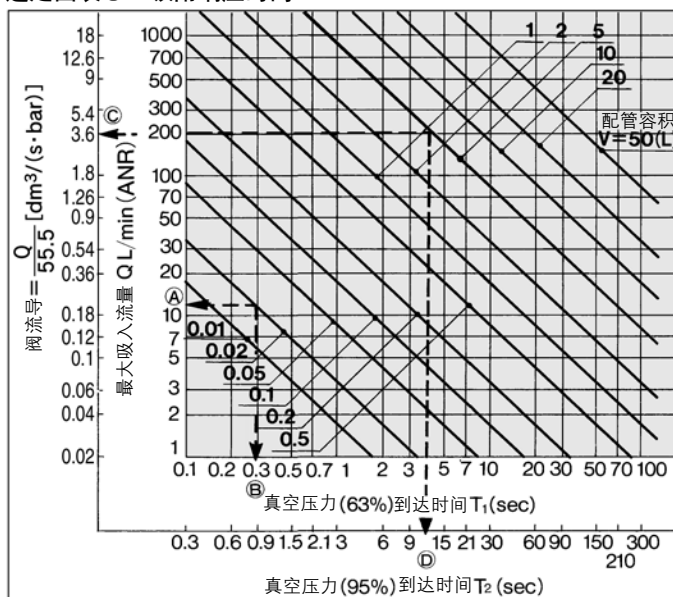
### 1. 求配管容积

真空发生器和真空泵侧切换阀到吸盘之间的配管容积，可由 **3** 资料“不同管子的配管容积(选定表②)”求得。

### 2. 求吸附响应时间

使控制真空发生器(真空泵)的供给阀(切换阀)动作，可由选定图表①求出达到指定的真空压力的吸附响应时间 $T_1, T_2$ 。

选定图表① 吸附响应时间



※根据吸附响应时间，相反地，也能求出真空发生器的尺寸或真空泵系统的切换阀尺寸。

#### 读图方法

例1：真空发生器ZH07□S最大吸入流量为12L/min(ANR)，求配管系统的配管容积为0.02L，达到最终真空压力的63%( $T_1$ )排气场合的吸附响应时间。

〈选定顺序〉

由真空发生器最大吸入流量12L/min(ANR)和配管容积0.02L的交点，求出达到最终真空压力的63%的吸附响应时间 $T_1$ 。

(选定图表①的(A)→(B)的顺序)  $T_1 \approx 0.3$ 秒

例2：使用流导为3.6[ $\text{dm}^3/(\text{s}\cdot\text{bar})$ ]的阀，求5L的气罐内压力达到最终真空压力的95%( $T_2$ )时的排气响应时间。

〈选定顺序〉

由阀流导3.6[ $\text{dm}^3/(\text{s}\cdot\text{bar})$ ]和配管容积5L的交点，求出达到最终真空压力的95%时的排气响应时间( $T_2$ )。

(选定图表①的(C)→(D)的顺序)  $T_2 \approx 12$ 秒

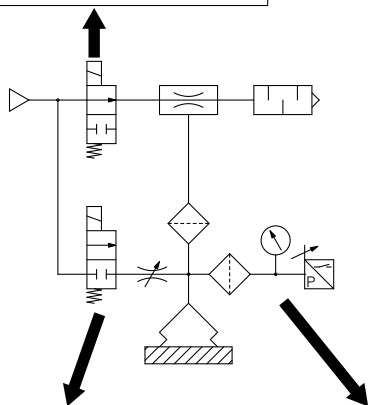
## 6 真空元件选型注意事项及本公司提案

### 安全对策

- 请实施由于停电、空气源停止造成的真空压力下降的安全对策。  
特别要考虑到工件落下导致危险的场合，请务必采用防止落下的对策。

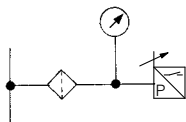
### 真空元件选定的注意

作为停电对策，请选择常开型或带自我保持功能的供给阀。

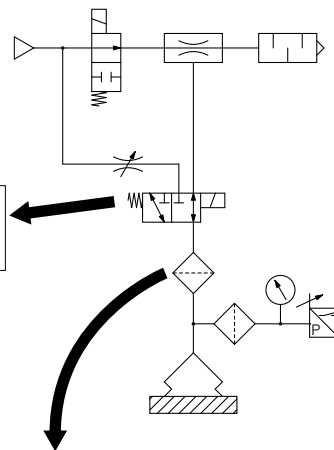


关于破坏阀，请选择低真空规格的2、3通阀。此外，为了调节破坏流量，请使用针阀。

- 工件吸附和搬运时，推荐由真空压力开关确认。
- 吸吊重物、危险物的场合，请并用压力表目视确认。
- 使用环境恶劣时，请在压力开关前安装过滤器(ZFA、ZFB、ZFC)系列。



请选择比吸盘和真空发生器之间的合成流导大的真空切换阀。



为了保护切换阀、防止真空发生器堵塞，请使用真空过滤器(ZFA、ZFB、ZFC系列)。此外，在灰尘多的环境中使用的场合，请与真空过滤器并用。仅使用组件滤芯，会过早发生阻塞。

### 真空发生器、泵以及真空吸盘的数量

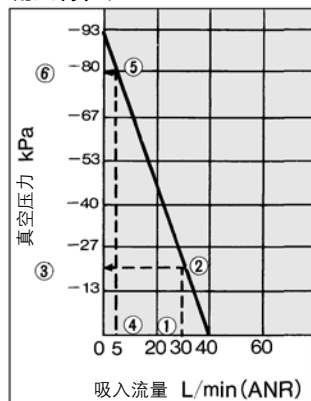
真空发生器和吸盘数量		真空泵和吸盘数量	
一个真空发生器对一个吸盘是理想情况。	一个真空发生器连接多个吸盘的场合，若1个工件脱落，真空压力将下降，导致其它工件脱落。因此，请采用下述对策。 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 通过针阀，使吸附和非吸附的变化压力减小。</li> <li>• 每个吸盘都配置真空切换阀，吸附失效时通过切换抑制对其它吸盘的影响。</li> </ul>	一个吸盘对一条管路是理想情况。	一条真空管路连接多个吸盘的场合，请采用下述对策。 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 通过针阀，使吸附和非吸附的变化压力减小。</li> <li>• 利用真空罐和真空减压阀(真空调压阀)来稳定气源压力。</li> <li>• 每个吸盘都配置真空切换阀，吸附失效时通过切换抑制对其它吸盘的影响。</li> </ul>

## 真空发生器的选定以及使用注意事项

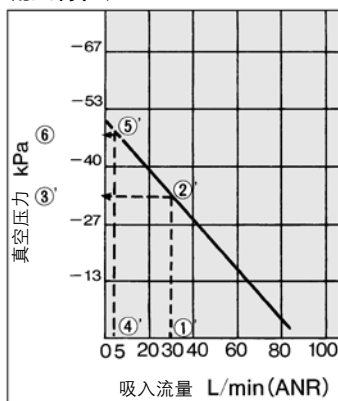
### 真空发生器选定注意事项

真空发生器的流量特性,高真空型(S型)和大流量型(L型)不同。特别是吸附有泄漏量的工件的场合,请在考虑所需真空压力的基础上选定。

高真空型  
流量特性 / ZH13□S

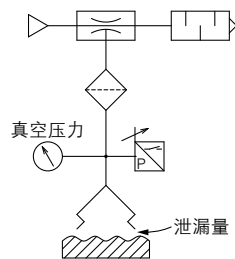


大流量型  
流量特性 / ZH13□L



根据上图所示泄漏量,真空压力有所不同。泄漏量为30L/min(ANR)的场合,S型真空压力-20kPa(①→②→③)、L型的为-33kPa(①'→②'→③')。泄漏量为5L/min(ANR)的场合,S型真空压力-80kPa(④→⑤→⑥)、L型的为-47kPa(④'→⑤'→⑥')。泄漏量为30L/min(ANR)时,L型的真空压力高,泄漏量为5L/min(ANR)时,S型的真空压力高。因此,选型时,请在确认高真空型(S型)和大流量型(L型)的流量特性的基础上,选择最适合的型号。

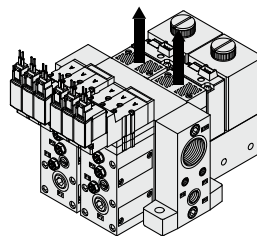
### 真空发生器喷嘴口径选定注意事项



工件和吸盘之间的泄漏量大导致吸附不完全的场合、需要缩短吸附搬运时间的场合,请从真空发生器喷嘴口径大的ZH、ZR、ZL系列选择。

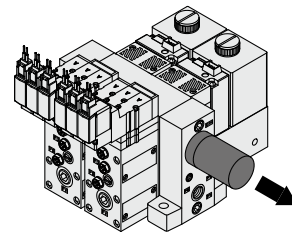
### 集装式使用注意事项

#### 单独排气的场合



真空发生器集装式同时动作位数多的场合,请使用内置型消声器或通口排气型消声器。

#### 集中排气的场合



真空发生器集装式位数多、集中排气的场合,请在两侧安装消声器。通过配管向室外等排气的场合,请使用口径大的配管,使其背压小于5kPa,这样不会影响真空发生器动作。

- 真空发生器在一定的供给压力下,由于排气产生间歇音(异音),真空压力将不稳定。即使在这种状态下使用,真空发生器的功能也没有问题。但是,对于被间歇音影响的场合或对真空压力开关的动作有影响的场合,请稍微降低或调高真空发生器的供给压力,在不发生间歇音的供给压力范围内使用即可。

## 真空发生器的供给压力

- 请在标准供给压力下使用真空发生器。真空发生器在标准供给压力时可得到最高真空压力和最大吸入流量,由此可提高吸附响应时间。从省能的角度看,在标准供给压力下使用,效率也最高。由于在过大的供给压力下使用真空发生器的性能会降低,因此请勿超过标准供给压力使用。

## 真空发生的时间及吸附确认

### A. 真空发生的时间

若真空吸盘下降接触到工件后再产生真空，要加上阀的开闭时间。此外，由于真空吸盘的下降检测用开关的动作时间有偏差，因此产生真空的时间可能会延迟。

为了解决这个问题，不推荐真空吸盘下降后产生真空，推荐在真空吸盘开始下降前产生真空，靠近工件后吸附工件。工件特别轻的场合，由于会发生位置偏移，请加以确认。

### B. 关于吸附确认

吸附工件后，真空吸盘提吊的场合，接到真空压力开关检测反馈的吸附确认信号之后，再用真空吸盘提吊。若根据计时器等按时间进行真空吸盘上升动作，有工件掉落的风险。

关于一般的吸附搬运，由于真空吸盘和工件的位置在每次动作后变化，吸附工件的时间也会有略微变化。因此，请按照使用真空压力开关等进行吸附完成确认之后再下一个动作的顺序，设定吸附后的动作。

### C. 真空压力开关的设定压力

真空压力开关的压力设定值，应在算出吊起工件所需的真空压力后，再设定合适的值。

若设定压力高于所需压力，即使工件处于吸附状态，也不能确认吸附。否则会导致吸附错误。

此外，真空压力开关的设定值，需要充分考虑工件移动时的加速度和振动，推荐在实际能吸附工件的范围内，设置较低的值。

真空压力开关的设定值下降，将缩短确认吸附可靠的时间，驱动部分可提早上升。另外，由于开关检测是否可靠吸附工件，因此确认能判别该项目的压力很重要。

真空压力开关(ZSE系列)  
流量传感器(PFMV系列)  
真空压力表(GZ系列)

吸附和搬运工件时，尽可能通过真空压力开关确认(特别是重物、危险物品的场合，并用压力表进行目视确认)。

#### 吸附喷嘴 $\phi 1$ 的场合

依据真空发生器和真空泵的能力，ON/OFF的迟滞变小。这种场合下，需要使用能够检测小的迟滞的ZSE10、ZSE30A或流量开关。

注) ●吸引能力大的真空发生器的场合，也有不能检测的场合，因此需要选择适合的元件。

- 由于迟滞小，因此真空压力需要稳定。



真空压力开关  
ZSE10、ZSE30A



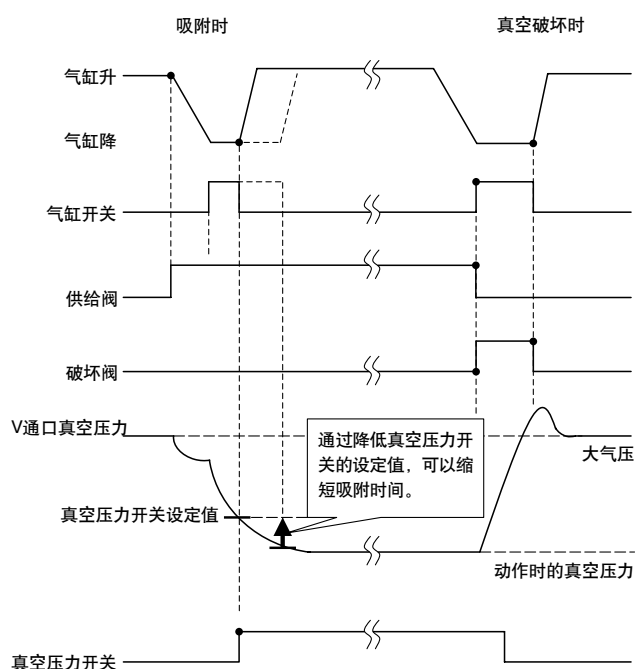
流量传感器  
PFMV



真空压力表  
GZ46

详情请参见产品目录。

### 时序图例



## 真空元件的防尘处理

- 真空元件不仅吸附件，周围的灰尘等也会吸入元件内部。因此，比其它空气压元件更需要防尘。本公司的部分真空元件带过滤器，但是大量灰尘等的场合下，需要另外追加过滤器。
- 此外，若吸入油、粘接剂等蒸发物质，可能会在元件内部积聚，产生问题。
- 需要尽可能防止真空元件内进入灰尘。
  - ① 为了不吸入灰尘，请保持环境及工件附近洁净。
  - ② 实际使用前，请检查灰尘量和其种类，必要时在配管中设置过滤器等。
  - ③ 使用前进行试验，确认明确使用条件后再使用。
  - ④ 根据污垢情况对过滤器进行定期维护。
  - ⑤ 需特别注意，若过滤器堵塞，则吸附部分和真空发生器部分产生压力差。导致不能吸附确认。

### 真空过滤器(ZFA、ZFB、ZFC系列)

- 在真空侧回路，为了保护切换阀、防止真空发生器孔眼堵塞，建议使用真空过滤器。
- 在灰尘多的环境使用的场合，由于组件的过滤器会过早堵塞，推荐并用ZFA、ZFB、ZFC系列。

### 真空管路元件选定注意事项

结合真空发生器、真空泵的最大吸入流量，确定真空过滤器的规格、切换阀等的流导。流导应在下式求出的值以上。(真空管路中，元件串接的场合，请合并流导。)

$$C = \frac{Q_{\max}}{55.5} \quad \begin{array}{l} C : \text{流导}[\text{dm}^3/(\text{s}\cdot\text{bar})] \\ Q_{\max} : \text{最大吸入流量L/min (ANR)} \end{array}$$

## 7 真空元件的选型示例

### ■ 半导体芯片的搬运

选定条件

- ①工件：半导体芯片尺寸：8mm×8mm×1mm、重量：1g
- ②真空侧配管长度：1m
- ③吸附响应时间：300msec以下

#### 1. 真空吸盘的选定

①根据工件的大小，吸盘的直径选4mm(1个)。

②由P.7的计算式，确认吸吊力。

$$W = P \times S \times 0.1 \times 1/t$$

$$0.0098 = P \times 0.13 \times 0.1 \times 1/4$$

$$P = 3.0\text{kPa}$$

$$W = 1\text{g} = 0.0098\text{N}$$

$$S = \pi/4 \times (0.4)^2 = 0.13\text{cm}^2$$

$$t = 4 \text{ (水平吸吊)}$$

根据计算结果，若真空压力在-3.0kPa以上，则可确定能吸附工件。

③根据工件的形状、种类选择：

吸盘形状：平型带沟

吸盘材质：硅橡胶

④根据以上结果，选择真空吸盘的型号ZP3-04UMS。

#### 2. 真空发生器的选定

①求真空侧配管容积。

假设管子内径为2mm，配管容积如下。

$$V = \pi/4 \times D^2 \times L \times 1/1000 = \pi/4 \times 2^2 \times 1 \times 1/1000$$

$$= 0.0031\text{L}$$

②若吸附时无泄漏(Q<sub>L</sub>)，根据P.12的计算式，求达到吸附响应时间的平均吸入流量。

$$Q = (V \times 60)/T_1 + Q_L = (0.0031 \times 60)/0.3 + 0 = 0.62\text{L}$$

根据P.12的计算式，最大吸入流量Q<sub>max</sub>为

$$Q_{\max} = (2 \sim 3) \times Q = (2 \sim 3) \times 0.62$$

$$= 1.24 \sim 1.86\text{L/min(ANR)}$$

由真空发生器的最大吸入流量，可判断可使用喷嘴直径0.5。

使用真空发生器为ZX系列时，可选择代表型号ZX105□。

(请基于使用条件，决定所用真空发生器的完整型号。)

#### 3. 吸附响应时间的确认

基于所选真空发生器的特性，确认响应时间。

①真空发生器ZX105□的最大吸入流量为5L/min(ANR)。

故根据P.13的计算式，平均吸入流量Q<sub>1</sub>如下：

$$Q_1 = (1/2 \sim 1/3) \times \text{真空发生器的最大吸入流量}$$

$$= (1/2 \sim 1/3) \times 5 = 2.5 \sim 1.7\text{L/min(ANR)}$$

②其次，求配管的最大流量Q<sub>2</sub>。由选定图③求配管的流导C为0.22。

根据P.13的计算式，配管的最大吸入流量如下。

$$Q_2 = C \times 55.5 = 0.22 \times 55.5 = 12.2\text{L/min(ANR)}$$

③由于Q<sub>2</sub>比Q<sub>1</sub>大，所以选Q=Q<sub>1</sub>。

因此，吸附响应时间由P.13的计算式得出：

$$T = (V \times 60)/Q = (0.0031 \times 60)/1.7 = 0.109\text{秒}$$

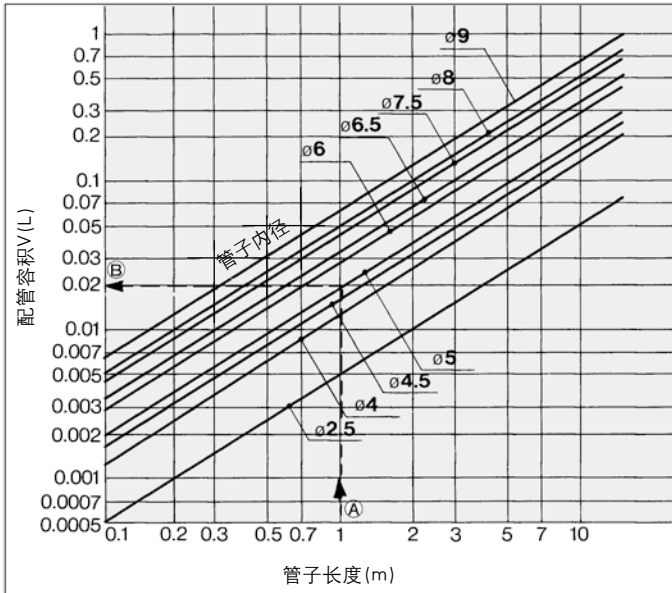
$$= 109\text{msec}$$

可确认计算结果满足要求规格300msec。

# 8 资料

## 选型图表

选定图 ② 不同管子的配管容积



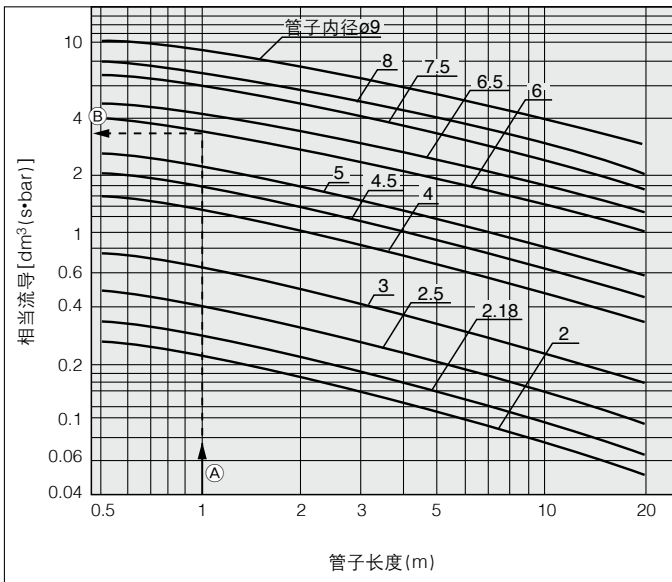
读图方法

例：求内径φ5、管长1m的管子容积。

〈选定顺序〉

从横轴管长1m和内径φ5的线的交点，向左延长，纵轴的配管容积≈0.02 L。  
配管容积 ≈ 0.02 L

选定图 ③ 不同管子的流导



读图方法

例：管子尺寸φ8/φ6, 1m的场合

〈选定顺序〉

从横轴管长1m和内径φ6的线的交点，向左延长，纵轴的配管容积≈3.6 [dm³/(s·bar)]。  
相当流导 ≈ 3.6 [dm³/(s·bar)]

## 真空元件术语

术语	内容
(最大)吸入流量	真空发生器吸入的空气流量。最大吸入流量是指真空口无任何连接的状态下，吸入大气的流量。
最高真空压力	真空发生器所产生的真空压力的最大值。
空气消耗量	真空发生器消耗的压缩空气的流量。
标准供给压力	真空发生器使用的最适合的供给压力。
排气特性	真空发生器的供给压力变化时，真空压力与吸入流量的关系。
流量特性	真空发生器的标准供给压力时的真空压力与吸入流量的关系。
真空用压力开关	确认工件吸着用的压力开关。
(空气)供给阀	向真空发生器供给压缩空气的阀。
(真空)破坏阀	为解除吸着吸盘等的真空状态，供给正压力或大气的阀。
流量调整阀	进行真空破坏时，调节供给空气量的阀。
先导压力	操作真空发生器的阀的压力。
外部破坏	不是从真空发生器组件，而是从外部供给空气进行真空破坏。
真空通口	产生真空的通口。
排气通口	真空发生器使用的空气和从真空通口吸入的空气中的排放通口。
供给通口	真空发生器供给使用空气的通口。
背压	排气通口内部的压力。
泄漏	从工件和吸盘、管接头和管子之间等，空气流入真空通路侧。若发生泄漏，会导致真空压力下降。
响应时间	从给供给阀或破坏阀施加额定电压开始，到V通口压力达到规定的压力的时间。
平均吸入流量	求响应速度时使用。真空发生器或真空泵的吸入流量。最大吸入流量的1/2 ~ 1/3。
导电性吸盘	为抗静电，电阻低的吸盘。
真空压力	指大气压力以下的压力。关于压力的表示，以大气压为基准时，用-kPa (G)表示。以绝对压力为基准时，用kPa(abs)表示。 一般情况下，真空发生器等的真空元件上用-kPa表示。
真空发生器	压缩空气通过喷嘴以高速喷射，利用吸引喷嘴周围的空气、使压力降低的现象，产生真空的元件。
真空过滤器	在真空发生器、真空泵以及周围元件上，为防止灰尘侵入，在真空通路中设置的真空过滤器。

## 真空吸附系统中问题点的对策(故障分析)

状态、改善内容	要因	对策
初期的吸附不良 (试运转时)	吸附面积小 (与工件的重量比, 吸吊力小)	再次确认工件的重量与吸吊力的关系 •使用吸附面积大的真空吸盘 •增加真空吸盘的个数
	真空压力低 (从吸附面泄漏) (有通气性的工件)	使吸附面无泄漏(减少) •重新评估真空吸盘的形状 确认真空发生器的吸入流量和到达压力的关系 •使用吸入流量大的真空发生器 •增加吸附面积
	真空压力低 (从真空配管泄漏)	修理泄漏处
	真空回路的内部容积大	确认真空回路的内部容积和真空发生器的吸入流量的关系 •减小真空回路的内部容积 •使用吸入流量大的真空发生器
	真空配管的压力降大	重新评估真空配管 •管子变短、变粗(适合的管径)
	真空发生器的供给压力不足	真空发生状态时测定供给压力 •使用标准供给压力 •重新评估压缩空气回路(管路)
	喷嘴或扩压段的孔眼堵塞 (配管时的异物混入)	除去异物
	供给阀(切换阀)不动作	使用测量表, 测定电磁阀的供给电压 •重新评估电气回路、配线、插座 •在额定电压范围内使用
	吸附时工件变形	由于工件薄, 变形会导致泄漏 •使用薄物吸附吸盘
真空到达时间慢 (响应时间缩短)	真空回路的内部容积大	确认真空回路的内部容积和真空发生器的吸入流量的关系 •减小真空回路的内部容积 •使用吸入流量大的真空发生器
	真空配管的压力降大	重新评估真空配管 •管子变短、变粗(适合的管径)
	所需真空压力过高	通过吸盘直径最适合化等, 将真空压力设定为所需最低值。 真空发生器等真空度与吸入流量成反比关系, 一方面选用喷嘴口径更大的真空发生器。 另一方面, 使吸盘直径大一个尺寸, 从而降低所需真空压力, 增加吸入量。
	真空压力开关的设定过高	调至适合的设定压力
真空压力的波动	供给压力的波动	重新评估压缩空气回路(管路) (追加气罐等)
	由于真空发生器的特性, 在一定条件下, 真空压力会变动	使供给压力稍微下降或上升, 在真空压力不变动的供给压力范围内使用。
真空发生器的排气会有异音 (间歇音)发生	由于真空发生器的特性, 在一定条件下, 会发出间歇音	使供给压力稍微下降或上升, 在不发生间歇音的供给压力范围内使用。
集装式的真空发生器上, 从真空通气漏气	从真空发生器排出的空气, 流入停止中的其它的真空发生器的真空通气	使用带单向阀规格的真空发生器 (带单向阀的真空发生器的型号, 请咨询本公司)

真空吸附系统中问题点的对策(故障分析)

状态、改善内容	要因	对策
长时间吸附不良 (试运转时吸附正常)	真空过滤器的孔眼阻塞	更换过滤器 改善设置环境
	吸音材料的孔眼阻塞	更换吸音材料 供给(压缩)空气回路上追加过滤器 追加设置真空过滤器
	喷嘴或扩压段的孔眼堵塞	除去异物 供给(压缩)空气回路上追加过滤器 追加设置真空过滤器
	真空吸盘(橡胶)的劣化、磨损	更换真空吸盘 确认真空吸盘材质和工件的适合性
工件不能脱离	破坏流量不足	打开破坏流量调整针阀
	真空压力高 真空压力和按压力施加在吸盘(橡胶)部	降低真空压力。 吸吊力不足造成工件搬运问题的场合，请重新评估，增加吸盘数量等。
	由于静电有影响	使用导电性吸盘
	由于使用环境或吸盘的磨损，橡胶的粘着性增加 •橡胶都有粘着性 •由于真空吸盘(橡胶)的磨损，粘着性增加	更换吸盘 重新评估吸盘材质，确认吸盘材质和工件的适合性 重新评估吸盘的形状 (变为带肋、带沟、带喷砂) 重新评估吸盘口径和使用数量

## ■ 不适合事例

问题	原因	对策
调试时没有问题，开始运行后吸附变得不稳定。	<ul style="list-style-type: none"> <li>真空开关的设定不适合。供给压力不稳定，真空压力不能达到设定值。</li> <li>工件和吸盘之间有泄漏。</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 工件吸附时，将真空元件的压力(真空发生器的场合、供给压力)设定为所需的真空压力。且真空开关的设定压力，也请设定为吸附所需的真空压力。</li> <li>2) 调试时存在泄漏，但不会引起吸附故障，请注意。重新评估真空发生器、真空吸盘形状、口径、材质等。重新评估真空吸盘。</li> </ol>
更换吸盘后，吸附变得不稳定。	<ul style="list-style-type: none"> <li>初期的设定条件(真空压力、真空开关的设定、吸盘的高度方向的位置等)变更。根据使用环境，由于吸盘磨损、失效等，变更设定。</li> <li>更换吸盘时，螺纹连接部、吸盘与连接件的连接部产生漏气。</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 请重新评估使用条件(真空压力、真空开关的设定压力、吸盘高度方向设定位置等)。</li> <li>2) 再次，对连接部进行重新评估。</li> </ol>
使用相同吸盘吸附相同工件，但有不能吸附的场合。	<ul style="list-style-type: none"> <li>工件和真空吸盘之间有泄漏。</li> <li>对于气动回路，真空发生器的供给回路与气缸、电磁阀等为同一系统。同时使用时，供给压力降低。(真空压力达不到)</li> <li>螺纹连接部、吸盘与连接件的连接部产生漏气。</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) 请重新评估吸盘直径、形状、材质、真空发生器(吸入流量)等。</li> <li>2) 重新评估气动回路。</li> <li>3) 再次，对连接部进行重新评估。</li> </ol>
风琴型吸盘的波纹部粘附、反复延迟。 (在早期阶段出现)	真空吸盘(风琴型)接近使用寿命时，会发生弯曲部劣化、磨损、橡胶粘附等。	使用条件决定产品寿命。 请进行充分检验，设定更换周期。 <ul style="list-style-type: none"> <li>更换吸盘</li> <li>重新评估真空吸盘直径、形状、材质等。</li> <li>重新评估真空吸盘的使用数量。</li> </ul>
	使用所需以上的真空压力，真空压力和按压力施加在吸盘(橡胶)部分。	降低真空压力。 由于真空压力下降，吸吊力不足造成工件搬运问题的场合，请重新评估，增加吸盘数量。
	由于如下动作，对波纹弯曲部施加负载，会导致橡胶的粘附、吸盘恢复力的降低。 <ul style="list-style-type: none"> <li>吸盘变位量(使用范围)以上按压、外部负载。</li> <li>工件保持、待机动作                工件保持状态时，10秒以上的待机动作。                ※即使在10秒以内，由于使用环境和使用方法不同，在早期也会出现粘附现象或复原延迟。此外，若工件保持状态时间较长，会使恢复时间变长，导致寿命缩短。</li> </ul>	降低吸盘的负载。 <ul style="list-style-type: none"> <li>重新评估设备，使外部负载不超过吸盘的变位量(使用范围)。</li> <li>避免工件保持、待机动作。</li> </ul> 客户的使用条件决定产品寿命。请进行充分检验，设定更换周期。
产品(吸盘、缓冲器等)更换后，比之前的产品寿命要短。	<ul style="list-style-type: none"> <li>产品的设定改变。</li> <li>拉扯管子。 不均衡负载(回转方向)增加。</li> <li>搬运速度增加。</li> <li>搬运工件改变。 (形状、重心、重量等)</li> <li>安装方向倾斜。</li> <li>使用环境变化。</li> <li>缓冲器(安装螺母)没有用适合的力矩拧紧。</li> </ul>	使用开始时没有问题(不能吸附)的场合，由于客户规格条件，可能接近产品使用寿命。 请重新评估配管和使用(规格)。 此外，所选型号可能不适合所用的搬运工件、规格。 再选定产品，重新评估吸盘形状、直径、数量、吸附平衡。

## ■ 不适合事例

问题	原因	对策
正使用时，从连接器拔出吸盘。吸盘上发生开裂。	由于以下因素，对吸盘(橡胶部)施加负载。 ●吸吊力不足。 ●吸附平衡不当。 ●选定时，未考虑搬运时的加速度产生的负载。	所选型号可能不适合所用的搬运工件/规格。 再选定产品，重新评估吸盘形状、直径、数量、吸附平衡。
橡胶(NBR、导电性NBR)开裂。 	●在臭氧环境中使用。 ●使用离子发生器。 ※由于按压、使用真空压力较高，在早期容易发生这种现象。	重新评估使用环境。 重新评估使用材料。
即使使用吸附痕迹对策吸盘，吸盘的前端部分也会容易磨损。(产生吸附痕迹)	吸附洁净度高的工件的场合，不易发生滑动现象，吸盘的前端部分施加负载(冲击)。	请使用下列产品。 ●带氟树脂的吸盘 ●洁净附件
即使使用吸附痕迹对策吸盘，也会带吸附痕迹。	●使用目的不正确。 (由于变形产生痕迹) ●安装设备时吸盘的污垢(清洁不足)、工作环境中的灰尘等	确认工件上产生的痕迹。 1) 由于工件变形(有衬里)产生痕迹。 请重新评估吸盘直径、形状、材质、真空发生器(吸入流量)等。 2) 由于橡胶磨损产生痕迹。 请重新评估吸盘直径、形状、材质、真空发生器(吸入流量)等。 3) 由于移动产生痕迹。 用布、废布等擦拭(不使用溶剂)后，痕迹消失(变小)的场合，可能是吸盘有污垢，请进行清洗。 请参照本样本记载的“吸附痕迹对策吸盘”的清洗方法。
缓冲的动作不顺畅，或缓冲部无滑动	●安装缓冲器时的紧固力矩值超过允许值。	请用推荐紧固力矩进行安装。 请使用单独注意事项(请参见P.165、198、246、359)
	●在摆动部，有灰尘附着或伤痕。	请重新评估周围环境。
	●活塞杆上施加横向负载，产生偏磨损。	请重新检查是否有配管等施加径向负载。

## ■ 关于真空吸盘的更换周期

### ● 真空吸盘是消耗品，请定期更换。

真空吸盘的持续使用会导致吸附面磨损，唇边部分越来越小。由于吸盘直径变小，吸吊力也会减小，但仍可吸附。

很难推测真空吸盘的更换期。因为受表面粗糙度、使用环境(温度、湿度、臭氧、溶剂等)、使用条件(真空压力、工件重量、真空吸盘对工件的压紧力、缓冲的有无等)等的影响。

(对于风琴型，会发生弯曲部的劣化、磨损，或橡胶部的粘附的情况。)

因此，真空吸盘的更换周期，根据初次使用的情况，由客户自行测试。

根据使用条件、使用环境，有螺栓松动的场合。请定期维护。