

真空抓取系统的设计及计算



姓名 秦绪前
Festo 技术支持
2020 年 11 月 23 日

关键词:

真空，吸盘，抓取系统

摘要:

本文介绍真空抓取系统吸盘选型的相关计算，以及真空抓取系统的安全问题。

目标群体:

本文仅针对费斯托真空元件的销售人员和真空抓取系统的设计人员。

声明:

本文档为技术工程师根据官方资料和测试结果编写，旨在指导用户快速上手使用 Festo 产品，如果发现描述与官方正式出版物冲突，请以正式出版物为准。

我们尽量罗列了实验室测试的软、硬件环境，但现场设备型号可能不同，软件/固件版本可能有差异，请务必在理解文档内容和确保安全的前提下执行测试。

我们会持续更正和更新文档内容，恕不另行通知。

目录

1	真空抓取力的计算	3
1.1	单个吸盘吸附力的计算	3
1.2	工件所需抓取力的计算	3
1.3	吸盘数量的确定	3
2	多吸盘真空抓取系统的安全问题	
2.1	采用真空安全 阀	4
2.2	对吸盘分组	4
2.3	真空发生器进气采用常开阀控制	5
2.4	采用真空罐	5

1 吸盘抓取力的计算

真空吸盘是用于真空抓取的元件，吸盘选型时，抓取力的计算也是一个很重要的内容。确定了吸盘的吸附力，才能确定选用吸盘的尺寸和数量。下面就真空抓取力方面的计算作介绍。

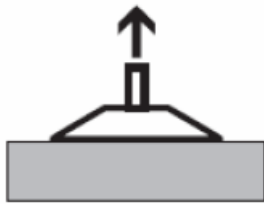
1.1 单个吸盘吸附力的计算

在费斯托吸盘资料里提供了每种吸盘在-0.7Bar 的真空压力下的抓取力。标准大气压约为 1013mbar,-0.7bar 相当于绝对气压为 313mbar。

因为海拔的不同，不同地区的环境大气压并不一样。一般来说，在海拔 0-1500 米这个区间内，大气压随海拔的升高呈线性下降。海拔每升高 100 米，大气压下降 11.8mbar。在海拔 1000 米的地区，大气压约为 895mbar。在真空压力为绝压 313mbar 时，其真空压力只有-0.582Bar，其真空吸附力也会下降 15%左右。在吸盘吸附力的计算时，需要考虑使用地点的海拔的影响。根据产品使用地区的大气压，对样本中提供的抓取力作修正。

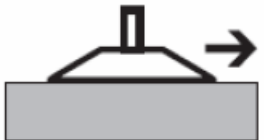
1.2 工件所需抓取力的计算

水平方向抓取，只做上下运动的抓取力计算：



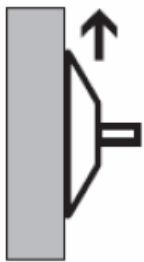
$$F_H = m \times (g + a) \times S$$

水平方向抓取，需要水平，垂直方向运动：



$$F_H = m \times (g + a / \mu) \times S$$

垂直方向抓取，需要水平，垂直方向运动：



$$F_H = m / \mu \times (g + a) \times S$$

其中 F_H 为抓取工件所需抓取力，单位为 N。

m 为工件质量，单位为 Kg。

g 为重力加速度，值为 9.8 m/s^2 。

a 为工件承受的运动加速度，一般丝杠传动取 6 m/s^2 。齿形带传动取 20 m/s^2 。气缸驱动工件取 30 m/s^2 。摆动气缸驱动取 40 m/s^2 。

μ 为工件于吸盘间的摩擦系数。如果工件带油，摩擦系数取 0.1；工件表面潮湿，摩擦系数取 0.2~0.3。工件表面粗糙，摩擦系数取 0.6。诸如金属块，玻璃，木块，石头，摩擦系数取 0.5。

S 为安全系数，水平垂直方向运动取 1.5；旋转运动取 2。

1.3 吸盘数量的确定

在工件尺寸较大，形状不规则，或者需要的抓取力比较大，重心偏心严重的时候，往往一个吸盘是无法满足抓取的需求的，需要选多个吸盘来抓取工件。

对于尺寸较大，形状规则的工件，在抓取力能够满足的情况下，尽量减少吸盘数量，选择 2-4 个吸盘完成工件的抓取为宜。这样可以减小真空系统的气容，提升系统的抓取节拍。

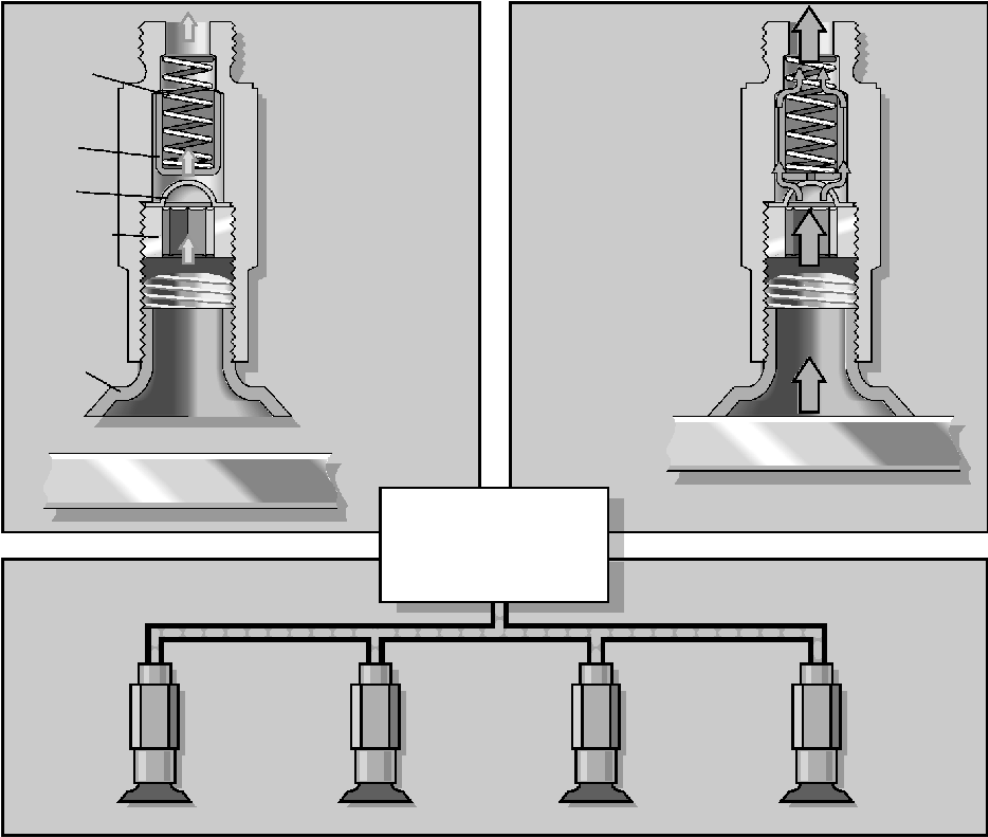
对于形状不规则，重心偏心的工件，除满足抓取力的要求外，在偏心部位需要追加吸盘。防止局部吸盘过力，或者发生吸盘边沿受力撕开，发生脱落。吸盘数量需要有余量，吸盘架设计时也需要考虑吸盘位置可调整。以便根据现场情况合理分布吸盘。

2. 多吸盘真空抓取系统的安全问题

当用真空发生器带多个吸盘时，当其中一个吸盘脱开，就会影响其他吸盘的真空度，导致整体的抓取力大幅下降，工件脱落。现场也存在断气断电的风险，导致真空消失，工件脱落。应对相关风险可以采用如下的一些方法。

2.1 采用真空安全阀

真空安全阀安装于真空发生器和吸盘之间。在真空抓取时，一个吸盘没有附着或仅是部分附着，则真空安全阀会自动停止进气。当吸盘紧紧吸附住表面，就会重新产生真空。这样在多吸盘抓取有个别吸盘脱开时，减小对系统真空度的影响。其工作原理如下图：



当吸盘暴露在大气下，浮子就会被向后吸附在壳体上。在这个位置，气流只能穿过浮子末端的小孔。当物体接触到吸盘时，流量就会减少，弹簧就会把浮子向前推。气密性随之被打破，在吸盘中产生完全真空。

从真空安全阀工作原理可以看出，吸盘和工件脱开时，真空安全阀并不会完全关闭，不同尺寸喷嘴的单级真空发生器只能带一定数量的真空安全阀。否则真空无法保证。真空发生器 喷嘴尺寸所对应的最大真空安全阀数量见下表：

真空安全 阀型号	ISV-M5			ISV-1/8			ISV-1/4			ISV-3/8			
	喷嘴尺寸 (mm)	-0.5	-0.6	-0.7	-0.5	-0.6	-0.7	-0.5	-0.6	-0.7	-0.5	-0.6	-0.7
0.5	2	1	\	1	1	\	1	\	\	\	\	\	\
0.8	4	2	1	2	1	\	2	1	\	\	\	\	\
1	8	6	3	4	3	1	4	3	1	\	\	\	\
1.5	8	8	7	7	6	3	7	6	3	\	2	1	
2	16	16	14	14	12	6	14	12	6	6	4	2	
3	32	32	28	28	24	12	28	14	12	12	8	4	

2.2 对吸盘分组

当一个真空发生器带的吸盘数量超过 4 个，大尺寸的吸盘就无法选用真空安全阀了。在抓取大尺寸工件时，吸盘数量会更多。这种情况可以考虑对吸盘交叉分组，用多个真空发生器为不同的吸盘组提供真空。当吸盘数量有足够余量时，其中一组的真空度降低，并不会导致工件脱落。从而提升真空抓取系统的安全性。

2.3 真空发生器进气采用常开阀控制

在断电，有供气的情况下，真空发生器进气采用常开电磁阀控制，可以维持真空。但在正常断电后，真空发生器也会持续工作，造成浪费。因此这样的应用，需要增设手动切断气源的设计。

2.4 采用真空罐

用真空罐储存一定量的真空，在断电断气时维持一段时间的真空度，保证有时间将工件放置到安全的位置。真空罐的容积根据需保持真空的时间和系统真空的泄漏量来确认。但实际的保持时间很难通过计算得到，一般需要根据不同的工况做测试。来获取相关的时间数据。