

气路配管的能耗影响分析



姓名：刘福高
Festo 技术支持
2020年12月12日

关键词:

气路，气管，能耗，节能

摘要:

本文介绍了气路中配管对于能耗的影响，比如气管管径的大小，气管长度等因素对于气路中所产生能耗的关系

目标群体:

本文仅针对有一定自动化基础的工程师或销售同事和客户，需要对气路和配管有一定的基本了解

声明:

本文档为技术工程师根据自身经验总结而成，不代表 Festo 官方意见
我们后续可能会持续更正和更新文档内容，恕不另行通知。

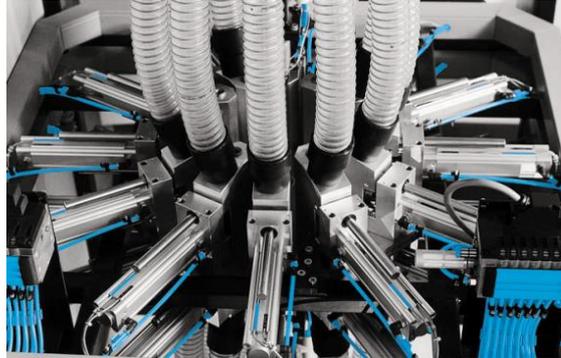
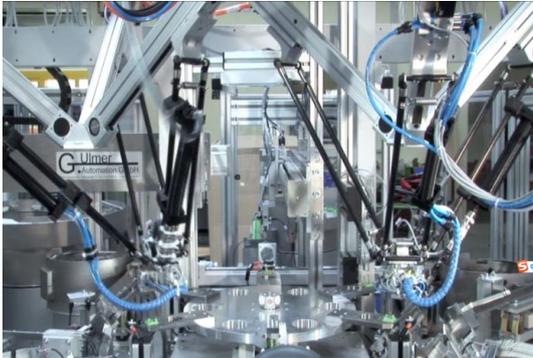
目录

1	气路配管简述.....	4
2	常见不合理配管及其优化建议	4
2.1	配管过大.....	4
2.2	配管过长.....	Error! Bookmark not defined.
2.3	配管转接转径过多	6

1 气路配管简述

在气动系统中，各个气动元件之间都需要通过气管来进行压缩空气的输入和排出，随着气动元件数量和尺寸规格的变化，气路中所使用的气管也需要进行相应的选配，以使气动系统能达到最佳的使用效果。

但由于受限于理念或者经验，我们也可经常见到许多不合理的配管方式，比如配管管径过大，配管长度过长等，不仅会对气动元件的动作造成影响，更会导致能源的损失浪费。以下便从常见的不合理配管现象中进行能耗角度的分析。



2 常见不合理配管及其优化建议

2.1 配管过大

比如一些客户现场发现的 $\Phi 10$, $\Phi 12$ 缸径圆形缸配了 $\Phi 6$ 甚至 $\Phi 8$ 的气管，或者 $\Phi 32$ 的气缸配了 $\Phi 10$ 的气管等，都属于平常可以遇到的配管过大现象。之所以说配管过大，是因为 $\Phi 12$ 缸径的圆形缸（比如 DSNU 系列）仅为 M5 的气接口螺纹，即便配了 $\Phi 6$ 甚至 $\Phi 8$ 的气管，但是受限于气接口通气孔径，大管径也并不能充分发挥其作用。反倒会由于配管过大，导致气缸动作所产生的压缩空气损耗增加（比如气缸伸出时，压缩空气经由后端盖气管充入气缸腔体，气缸缩回时，压缩空气再经由气管排出，因此气管管径越大，气缸动作时需要充入和排出的压缩空气就越多）

以下举例说明气管管径对于气动系统能耗的影响。

一个 $\Phi 32$ 缸径的气缸，每分钟 20 次来回，电磁阀与气缸间的气管长度为 1.5m，每年 300 个工作日，每日 24 小时三班倒生产。当选用 $\Phi 8$ 气管时，每年耗气成本为 7442.7 元，当改为 $\Phi 6$ 气管后，每年耗气成本为 7076.2 元，可见，选用 $\Phi 6$ 气管后，每年可节省能耗 366.5 元。

$\Phi 32$ 缸径气缸，每分钟20次来回，气管长1.5m

节省366.5元/年

操作模式: 双作用 循环数: 20 1/min
规格: 32 mm 行程长度: 500 mm
注意: 采用预设的流量杆直径, 单位 mm.
 能源节省 开启能源节省功能, 以区别对待工作行程和回程行程
气管内径: 6 mm 长度: 1500 mm

选中的气缸和它们的空气消耗						
元件模式	规格 [mm]	行程长度 [mm]	压力 [bar]	循环数 [1/min]	每次循环耗气 [ml]	空气消耗 [ml/min]
双作用	32	500	6.0	20	5.2339	104.6779
单个气管 (单作用)	6	1500	6.0	20	0.2545	5.0894
单个气管 (单作用)	6	1500	6.0	20	0.2545	5.0894

利用率: 工作压力 6 bar 每天的工作数 24 h 每年的工作日 300 d
空气消耗: 每分钟 0.115 m³ 已节约 185.394 m³ 每年 49618.063 m³
能源成本: 价格 0.02 €/m³ 已节约 3.368 €

操作模式: 双作用 循环数: 20 1/min
规格: 32 mm 行程长度: 500 mm
注意: 采用预设的流量杆直径, 单位 mm.
 能源节省 开启能源节省功能, 以区别对待工作行程和回程行程
气管内径: 4 mm 长度: 1500 mm

选中的气缸和它们的空气消耗						
元件模式	规格 [mm]	行程长度 [mm]	压力 [bar]	循环数 [1/min]	每次循环耗气 [ml]	空气消耗 [ml/min]
双作用	32	500	6.0	20	5.2339	104.6779
单个气管 (单作用)	4	1500	6.0	20	0.1131	2.2619
单个气管 (单作用)	4	1500	6.0	20	0.1131	2.2619

利用率: 工作压力 6 bar 每天的工作数 24 h 每年的工作日 300 d
空气消耗: 每分钟 0.109 m³ 已节约 157.251 m³ 每年 47175.161 m³
能源成本: 价格 0.02 €/m³ 已节约 3.145 €

$\Phi 8$ 气管耗气成本: $49618 \times 0.15 = 7442.7$ 元

$\Phi 6$ 气管耗气成本: $47175 \times 0.15 = 7076.2$ 元

备注: 此处计算耗气成本的 0.15 元为 1m³ 6bar 压缩空气的综合成本

建议在为气动元件选型配管时, 尽量匹配恰当的管径, 以避免额外的能耗浪费。

以下为建议的气缸常规配管管径：

有杆气缸配管

接头螺纹	标配管径	适配气缸缸径	备注
M3	Φ3	Φ4, Φ6 (针型气缸和薄型缸)	若气缸动作频率较高且行程较长, 按照标配管径可能导致气缸响应速度不满足要求, 此时可考虑适当增大管径
M5	Φ4	Φ6, Φ8, Φ10, Φ12, Φ16, Φ20, Φ25 (标准圆形缸和薄型缸)	
G 1/8, R 1/8	Φ6	Φ32, Φ40, Φ50, Φ63, Φ80, Φ100 (标准圆形缸和薄型缸) Φ32 (标准方形缸)	
G 1/4, R 1/4	Φ8	Φ125 (薄型缸) Φ40, Φ50 (标准方形缸)	
G 3/8, R 3/8	Φ10	Φ63, Φ80 (标准方形缸)	
G 1/2, R 1/2	Φ12	Φ100, Φ125	
G 3/4, R 3/4	Φ16	Φ160, Φ200	



标准方形缸



标准圆形缸



薄型缸 (短行程紧凑缸)

无杆气缸配管

接头螺纹	标配管径	适配气缸缸径	推荐应用
M5	Φ4	Φ8, Φ12, Φ18	行程500 mm以内
	Φ6	Φ8, Φ12, Φ18	行程500 mm以上, 平均速度≥0.5 m/s
G 1/8, R 1/8	Φ6	Φ25, Φ32	行程500 mm以内
	Φ8	Φ25, Φ32	行程500 mm以上, 平均速度≥0.5 m/s
G 1/4, R 1/4	Φ8	Φ40, Φ50	行程500 mm以内
	Φ10	Φ40, Φ50	行程500 mm以上, 平均速度≥0.5 m/s
G 3/8, R 3/8	Φ10	Φ63	行程500 mm以内
	Φ12	Φ63	行程500 mm以上, 平均速度≥0.5 m/s



2.2 配管过长

在很多客户的生产线上, 经常可以见到很多气动元件配管过长的现象, 比如电磁阀和气缸之间距离 0.5m 左右, 但是配的气管长度超过 1m 以上, 从而导致很多气管弯曲, 气管卷绕的情况。这种情况不仅会导致气动元件的响应时间增加, 管道内流量损失增多, 气压损耗增加等问题, 而且也会导致气驱动元件动作过程中的额外能耗损失。

部分客户现场配管过长的现象如下图所示：



下面举例说明气管长度对于气动系统的能耗影响。

某客户车间气管平均长度 2.5 m，预估总共 200 根气管，实际由于多数气管都存在卷绕过长的情况，将每根气管截短 0.5m 左右，气管内径 6mm。现场气缸每分钟动作 20 个来回，车间总共 100 个气缸

气缸空气消耗

运行模式	<input checked="" type="checkbox"/> 双作用		循环数	20	1/min			
规格	32 mm		行程/长度	100	mm			
注意：采用预设的活塞杆直径，单位 mm。								
<input type="checkbox"/> 能源节省 开启能源节省功能，以区别对待工作行程和回程行程								
气管内径	6	mm	长度	2500	mm			
选中的气缸和它们的空气消耗								
运行模式	规格 [mm]	行程/长度 [mm]	压力	循环数 [1/min]	空气消耗			
					每次循环 [l]	每分钟 [l]		
<input checked="" type="checkbox"/> 双作用	32	100	6.0	20	1.0468	20.9356		
<input type="checkbox"/> 单个气管 (单作用)	6	2500	6.0	20	0.4241	8.4823		
<input type="checkbox"/> 多个气管 (单作用)	6	2500	6.0	20	0.4241	8.4823		
利用率	工作压力	6	bar	空气消耗	每分钟	0.036	m³	
每天的工作时间	12	h	总节约	27.288	m³	价格	0.02	€/m³
每年的工作日	280	d	每年	7094.913	m³	总节约	0.55	€

气缸空气消耗

运行模式	<input checked="" type="checkbox"/> 双作用		循环数	20	1/min			
规格	32 mm		行程/长度	100	mm			
注意：采用预设的活塞杆直径，单位 mm。								
<input type="checkbox"/> 能源节省 开启能源节省功能，以区别对待工作行程和回程行程								
气管内径	6	mm	长度	2000	mm			
选中的气缸和它们的空气消耗								
运行模式	规格 [mm]	行程/长度 [mm]	压力	循环数 [1/min]	空气消耗			
					每次循环 [l]	每分钟 [l]		
<input checked="" type="checkbox"/> 双作用	32	100	6.0	20	1.0468	20.9356		
<input type="checkbox"/> 单个气管 (单作用)	6	2000	6.0	20	0.3393	6.7865		
<input type="checkbox"/> 多个气管 (单作用)	6	2000	6.0	20	0.3393	6.7865		
利用率	工作压力	6	bar	空气消耗	每分钟	0.035	m³	
每天的工作时间	12	h	总节约	24.845	m³	价格	0.02	€/m³
每年的工作日	280	d	每年	6459.758	m³	总节约	0.50	€

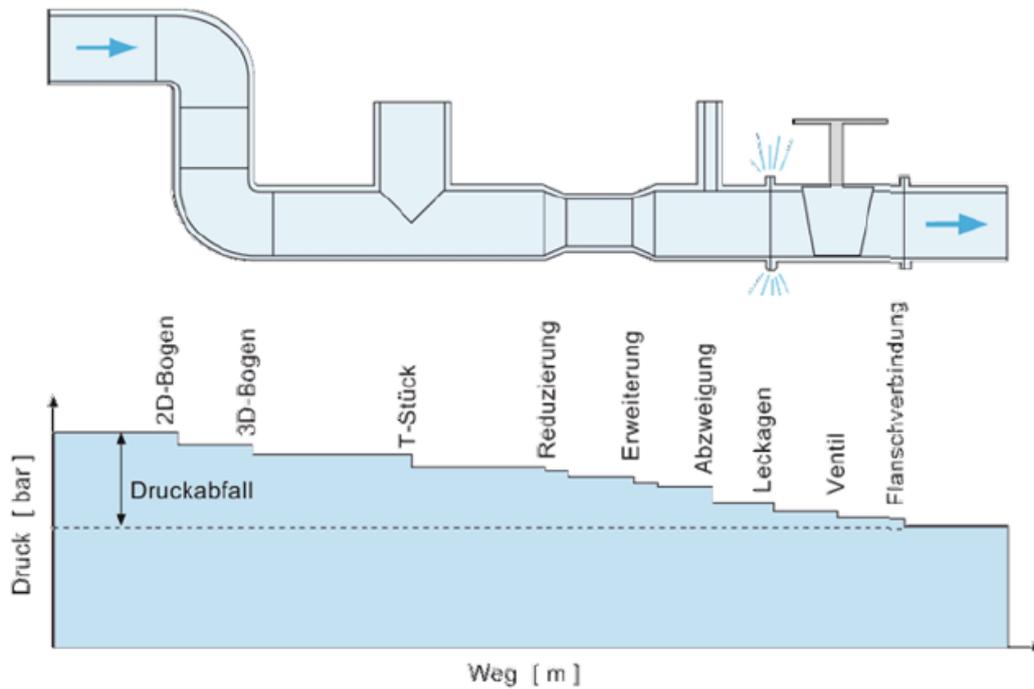
气管截短0.5m后每个气缸每年节省耗气量： $7094.9 - 6459.7 = 635.2 \text{ m}^3$ ，则100个气缸节省63520 m³，约合每年节省人民币 $63520 \times 0.15 = 9528 \text{ 元}$

将原来 2.5m 长的气管截短 0.5m 后，100 个气缸的气管每年总共可节省能耗 9528 元。

因此在现场的排线布管中，应该尽量缩短气管的长度，避免弯曲卷绕等情况，造成无谓的损耗。

2.3 配管转接转径过多

在一些客户的设备现场时常可以见到很多各类转接转径的应用，比如通过减径接头将 $\Phi 10$ 的气管转为 $\Phi 8$ ，然后再将 $\Phi 8$ 转为 $\Phi 6$ ，或者用减径螺纹接头，将 G3/8 螺纹转为 G1/8 螺纹等等，这些转径有部分情况是确实无法避免，但也有很多是由于设备前期的选型设计不合理或者对于配管管径不够重视所导致的，很多客户认为用一些转径接头转接一下比较方便，而且也常用，但是却并未考虑到转径过多会对压缩空气的流量和压力造成负面影响。



由上图我们可以看出，在气管管道的转弯处，在分接处以及转径处，气压均产生了一定程度的压降，也就是说这些影响因素越多，越会导致气路中压力的损失，从而导致气动系统中额外的压力降，进而影响压缩空气的通气质量。

综合以上几点我们可以看出，无论是气管的管径，长度还是转径分支等因素，最终都会对气动系统的能耗产生一定的影响，因此需要我们提高对它们的认识和重视程度，在实际选型应用中，尽可能做到优化选型，避免额外的能源损失。