气缸驱动系统
全行程时间及终端速度

查图方法

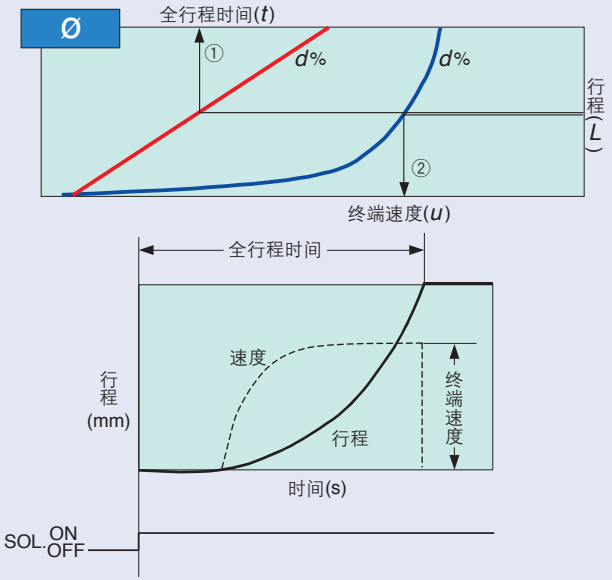
气缸驱动系统由最适合的元件组成的情况下，表示全行程时间及终端速度的用图。
以下图形表示在不同缸径时，对应不同负载率和行程的条件下的全行程时间和终端速度。

条件

压力		0.5MPa
配管长度	1m	CJ2系列、CM2系列、CQ2系列
	2m	MB系列、CQ2系列
	3m	CS1系列、CS2系列
气缸朝向		垂直向上
速度控制阀		排气节流、针阀全开、直接装在气缸上
负载率		((负载质量×9.8)/理论输出力)×100%

例

缸径为Ø、行程为*L*、负载率为*d*%时，由纵坐标*L*作水平线，与*d*%的全行程时间线(虚线)的交点向上通过箭头①，与横坐标的交点便可求得全行程时间*t*。由纵坐标*L*作水平线，与*d*%的终端速度线(实线)的交点，向下通过箭头②，与横坐标的交点便可求得终端速度*U*。



关于气缸动作特性的用语说明

(1) **活塞始动时间**(start up time)
从电磁阀通电(断电)起，至气缸的活塞(杆)开始启动的时间。正确的判定是按加速度曲线竖直向上来进行。

(2) **全行程时间**(full stroke time)
从电磁阀通电(断电)起，至气缸的活塞(杆)到达行程终端的时间。

(3) **达90%的输出力的时间**(90% force time)
从电磁阀通电(断电)起，至气缸的输出力到达理论输出力的90%的时间。

(4) **平均速度**(mean velocity)
平均速度是行程除以全行程时间。时序图上可代表全行程时间。

(5) **最大速度**(max. velocity)
在行程中的活塞速度的最大值，图1的场合，与[终端速度]相等。如图2所示，发生急速伸出和爬行的场合，表示最大的值。

(6) **终端速度**(stroke end velocity)
气缸的活塞(杆)到达行程终端时的活塞速度。对可调式气缓冲气缸，是指刚进入缓冲之前的活塞速度。在判定缓冲能力及选定缓冲机构时使用。

(7) **冲击速度**(impact velocity)
气缸的活塞(杆)撞击行程终端或者撞击在任意位置上的外部限位器上时的活塞速度。

(参考)
平衡速度：对很长行程的气缸，以排气节流驱动时，在行程的后半段，出现等速运动状态时的速度。这时的活塞速度仅取决于排气回路的有效截面积S[mm²]和活塞面积A[mm²]，而不计及供气压力及负载大小。大致是平衡速度＝$1.9\times10^5\times(S/A)$[mm/s]。

注) 这些定义与本公司的[元件选定程序]是一致的。

图1

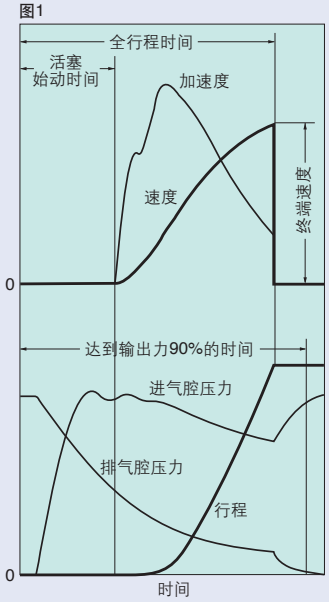
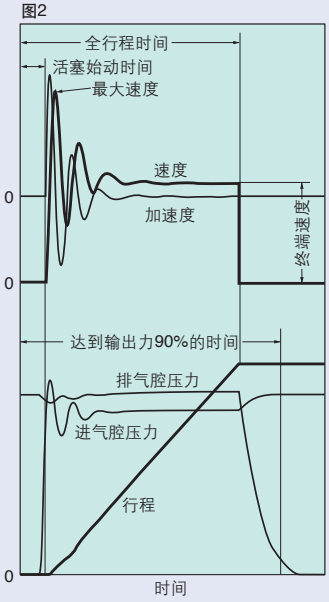


图2

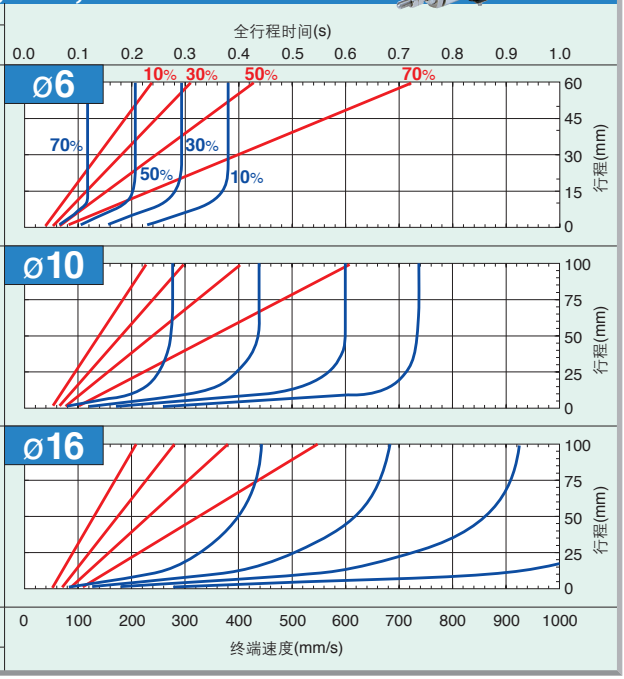


气缸驱动系统

全行程时间及终端速度

CJ2系列 / 缸径: ø6,ø10,ø16

相关适合元件				
消声器	管子	电磁阀 (2位置)	速度控制阀	
AN120-M5 AN120-M3	TU0425	**SY3120-M5** **SYJ3120-M3** **VQD1121-M5**	AS1201F-M5-04 AS1200-M5	ø6
AN120-M5	TU0425	**SY3120-M5** **SYJ512□-M5** **VQZ1120-M5**	AS1201F-M5-04 AS1200-M5	ø10
AN120-M5	TU0425	**SY3120-M5** **SYJ512□-M5** **VQZ1120-M5**	AS1201F-M5-04 AS1200-M5	ø16
消声器	管子	电磁阀 (2位置)	速度控制阀	
相关适合元件				



关于针对各种条件的详细情况，可利用本公司元件选定程序来判断。

查图方法

在气缸驱动系统由最合适的元件组成的情况下，表示全行程时间及终端速度的特性曲线图。

右图形表示在不同缸径时，对应不同负载率和行程的条件下的全行程时间和终端速度。

条件

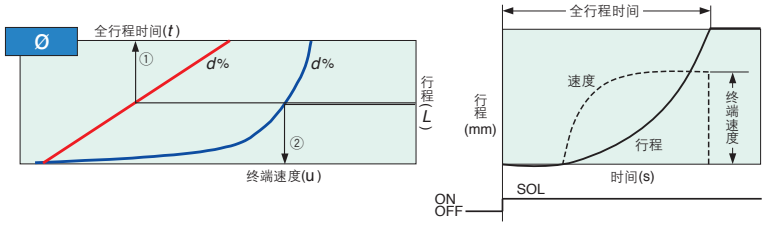
压力	0.5MPa
配管长度	1m
气缸朝向	垂直向上
速度控制阀	排气节流、针阀全开、直接装在气缸上
负载率	((负载质量×9.8)/理论输出力)×100%

CM2系列 / 缸径: ø20,ø25,ø32,ø40

相关适合元件				全行程时间(s) 0.0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0
消声器	管子	电磁阀 (2位置)	速度控制阀	
AN120 -M5	TU0425	**SY3120-M5 SYJ5120-M5 VQ1160-M5**	AS2201F -01-04 AS2200 -01	ø20
AN120 -M5	TU0425	**SY3120-M5 SYJ5120-M5 VQ1160-M5**	AS2201F -01-04 AS2200 -01	ø25
ANB1 -01 AN101 -01	TU0604	**SY5120-01 SX5120-01**	AS2201F -01-06 AS2200 -01	ø32
ANB1 -01 AN101 -01	TU0604	**SY5120-01 SX5120-01**	AS2201F -02-06 AS2200 -02	ø40
消声器	管子	电磁阀 (2位置)	速度控制阀	0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 终端速度(mm/s)
相关适合元件				

关于针对各种条件的详细情况，可利用本公司元件选定程序来判断。

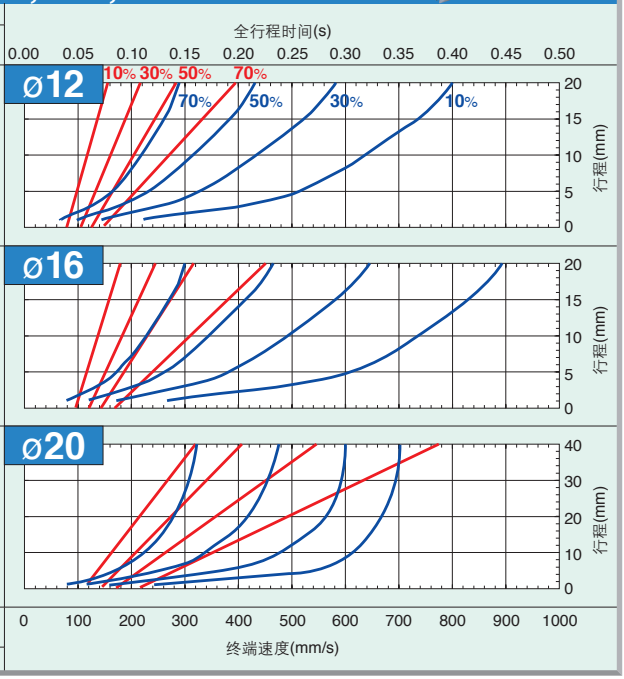
例 缸径为ø、行程为*L*、负载率为*d*%时，由纵坐标*L*作水平线，与*d*%的全行程时间线(虚线)的交点向上通过箭头①，与横坐标的交点便可求得全行程时间*t*。由纵坐标*L*作水平线，与*d*%的终端速度线(实线)的交点，向下通过箭头②，与横坐标的交点便可求得终端速度*U*。



气缸驱动系统
全行程时间及终端速度

CQ2系列 / 缸径: ø12,ø16,ø20

相关适合元件				
消声器	管子	电磁阀 (2位置)	速度控制阀	
AN120 -M5	TU0425	**SY3120-M5 SYJ5120-M5 VQ1160-M5**	AS1201F -M5-04 AS1200 -M5	ø12
AN120 -M5	TU0425	**SY3120-M5 SYJ5120-M5 VQ1160-M5**	AS1201F -M5-04 AS1200 -M5	ø16
AN120 -M5	TU0425	**SY3120-M5 SYJ5120-M5 VQ1160-M5**	AS1201F -M5-04 AS1200 -M5	ø20
消声器	管子	电磁阀 (2位置)	速度控制阀	
相关适合元件				



关于针对各种条件的详细情况，可利用本公司元件选定程序来判断。

查图方法

在气缸驱动系统由最合适的元件组成的情况下，表示全行程时间及终端速度的特性曲线图。

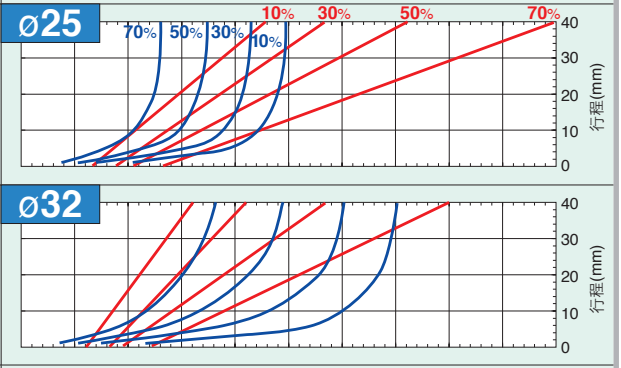
右图形表示在不同缸径时，对应不同负载率和行程的条件下的全行程时间和终端速度。

条件

压力	0.5MPa
配管长度	1m
气缸朝向	垂直向上
速度控制阀	排气节流、针阀全开、直接装在气缸上
负载率	((负载质量×9.8)/理论输出力)×100%

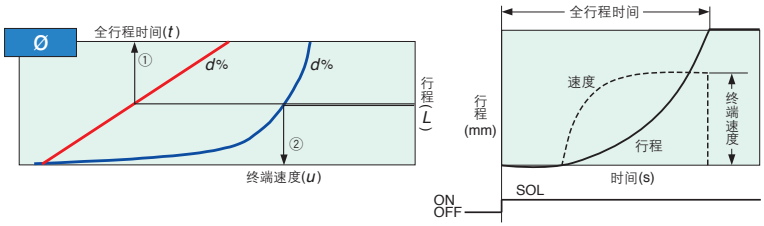
CQ2系列 / 缸径: ø25,ø32

相关适合元件				全行程时间(s)
消声器	管子	电磁阀 (2位置)	速度控制阀	0.00 0.05 0.10 0.15 0.20 0.25 0.30 0.35 0.40 0.45 0.50
AN120 -M5	TU0425	**SY3120-M5 SYJ5120-M5 VQ1160-M5**	AS1201F -M5-04 AS1200 -M5	ø25
AN120 -M5	TU0604	**SY3120-M5 SYJ5120-M5 VQ1160-M5**	AS2201F -01-06 AS2200 -01	ø32
消声器	管子	电磁阀 (2位置)	速度控制阀	0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000
相关适合元件				终端速度(mm/s)



关于针对各种条件的详细情况，可利用本公司元件选定程序来判断。

例 缸径为ø、行程为*L*、负载率为*d*%时，由纵坐标*L*作水平线，与*d*%的全行程时间线(虚线)的交点向上通过箭头①，与横坐标的交点便可求得全行程时间*t*。由纵坐标*L*作水平线，与*d*%的终端速度线(实线)的交点，向下通过箭头②，与横坐标的交点便可求得终端速度*U*。

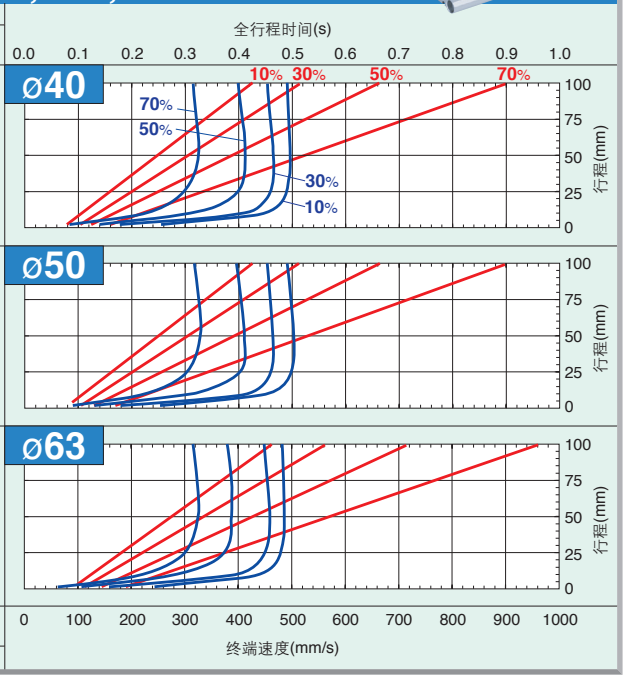


气缸驱动系统

全行程时间及终端速度

CQ2系列 / 缸径: ø40,ø50,ø63

相关适合元件				
消声器	管子	电磁阀 (2位置)	速度控制阀	
AN101-01	TU0604	**SY5120-01**	AS2201F-01-06 AS2200-01	ø40
AN101-01	TU0604	**SY5120-01**	AS2201F-02-06 AS2200-02	ø50
AN101-01	TU0805	**SY5120-01**	AS3201F-02-08 AS3000-02	ø63
消声器	管子	电磁阀 (2位置)	速度控制阀	
相关适合元件				



关于针对各种条件的详细情况，可利用本公司元件选定程序来判断。

查图方法

在气缸驱动系统由最合适的元件组成的情况下，表示全行程时间及终端速度的特性曲线图。

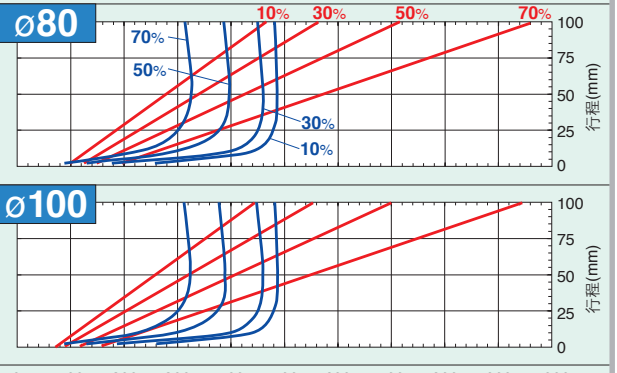
右图形表示在不同缸径时，对应不同负载率和行程的条件下的全行程时间和终端速度。

条件

压力	0.5MPa
配管长度	2m
气缸朝向	垂直向上
速度控制阀	排气节流、针阀全开、直接装在气缸上
负载率	((负载质量×9.8)/理论输出力)×100%

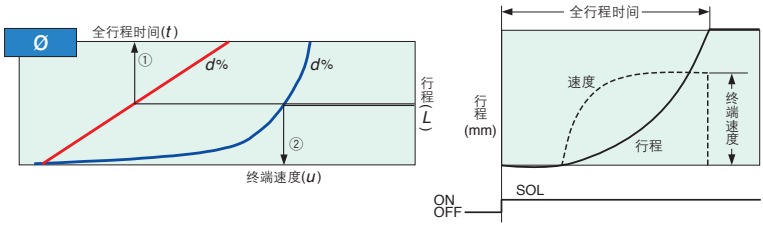
CQ2系列 / 缸径: ø80,ø100

相关适合元件				全行程时间(s)
消声器	管子	电磁阀 (2位置)	速度控制阀	0.0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.6 0.7 0.8 0.9 1.0
AN110-01 AN101-01	TU1065	**SY7120-02** **SX7120-01**	AS4000-03	ø80
ANB1-03 AN30-03	TU1208	**VFS41□□-03** **VFR41□□-03**	AS5000-03 AS420-03	ø100
消声器	管子	电磁阀 (2位置)	速度控制阀	0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000
相关适合元件				终端速度(mm/s)



关于针对各种条件的详细情况，可利用本公司元件选定程序来判断。

例 缸径为ø、行程为*L*、负载率为*d*%时，由纵坐标*L*作水平线，与*d*%的全行程时间线(虚线)的交点向上通过箭头①，与横坐标的交点便可求得全行程时间*t*，由纵坐标*L*作水平线，与*d*%的终端速度线(实线)的交点，向下通过箭头②，与横坐标的交点便可求得终端速度*U*。

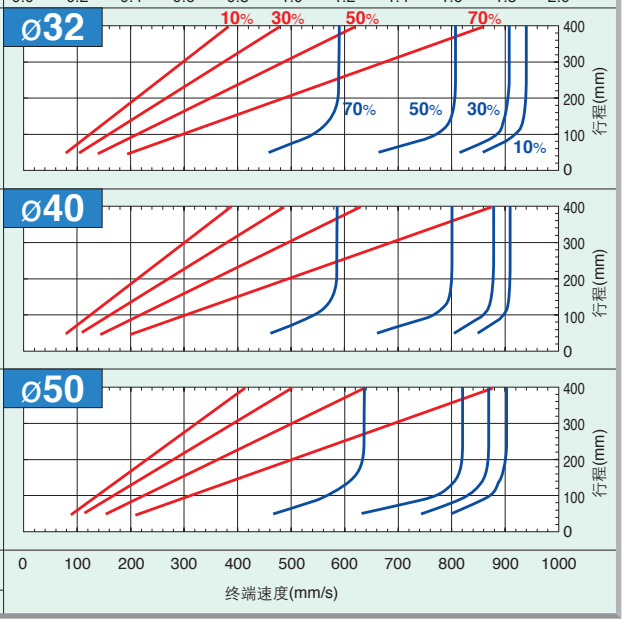


气缸驱动系统

全行程时间及终端速度

MB系列 / 缸径: ø32,ø40,ø50

相关适合元件				全行程时间(s)
消声器	管子	电磁阀 (2位置)	速度控制阀	0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0 1.2 1.4 1.6 1.8 2.0
ANB1 -01 AN101 -01	TU0604	**SY5120-01 SX5120-01**	AS2201F -01-06 AS2200 -01	ø32
ANB1 -01 AN101 -01	TU0604	**SY5120-01 SX5120-01**	AS2201F -02-06 AS2200 -02	ø40
ANB1 -01 AN101 -01	TU0805	**SY5120-01 SX5120-01**	AS3201F -02-08 AS3000 -02	ø50
消声器	管子	电磁阀 (2位置)	速度控制阀	0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000
相关适合元件				终端速度(mm/s)



关于针对各种条件的详细情况，可利用本公司元件选定程序来判断。

查图方法

在气缸驱动系统由最合适的元件组成的情况下，表示全行程时间及终端速度的特性曲线图。

右图形表示在不同缸径时，对应不同负载率和行程的条件下的全行程时间和终端速度。

条件

压力	0.5MPa
配管长度	2m
气缸朝向	垂直向上
速度控制阀	排气节流、针阀全开、直接装在气缸上
负载率	((负载质量×9.8)/理论输出力)×100%

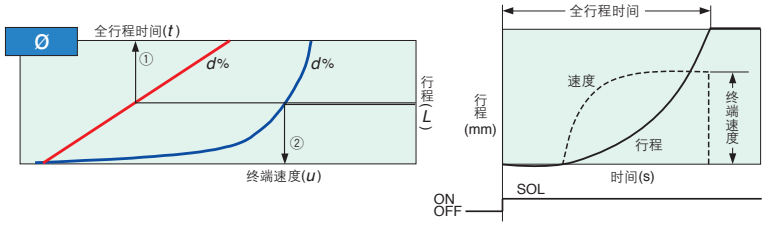
MB系列 / 缸径: ø63,ø80,ø100

相关适合元件				全行程时间(s) 0.0 0.2 0.4 0.6 0.8 1.0 1.2 1.4 1.6 1.8 2.0
消声器	管子	电磁阀 (2位置)	速度控制阀	
AN110-01 AN101-01	TU1065	**SY7120-02** **SX7120-02**	AS4000-03	ø63 10% 30% 50% 70% / 70% 50% 30% 10%
ANB1-02 AN20-02	TU1065	**VFS31□□-02** **VFR31□□-02**	AS5000-02 AS420-02	ø80
ANB1-03 AN30-03	TU1208	**VFS41□□-03** **VFR41□□-03**	AS5000-03 AS420-03	ø100
消声器	管子	电磁阀 (2位置)	速度控制阀	0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000 终端速度(mm/s)
相关适合元件				

行程(mm) 0 100 200 300 400

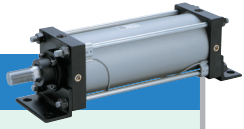
关于针对各种条件的详细情况，可利用本公司元件选定程序来判断。

例 缸径为ø、行程为*L*、负载率为*d*%时，由纵坐标*L*作水平线，与*d*%的全行程时间线(虚线)的交点向上通过箭头①，与横坐标的交点便可求得全行程时间*t*，由纵坐标*L*作水平线，与*d*%的终端速度线(实线)的交点，向下通过箭头②，与横坐标的交点便可求得终端速度*U*。

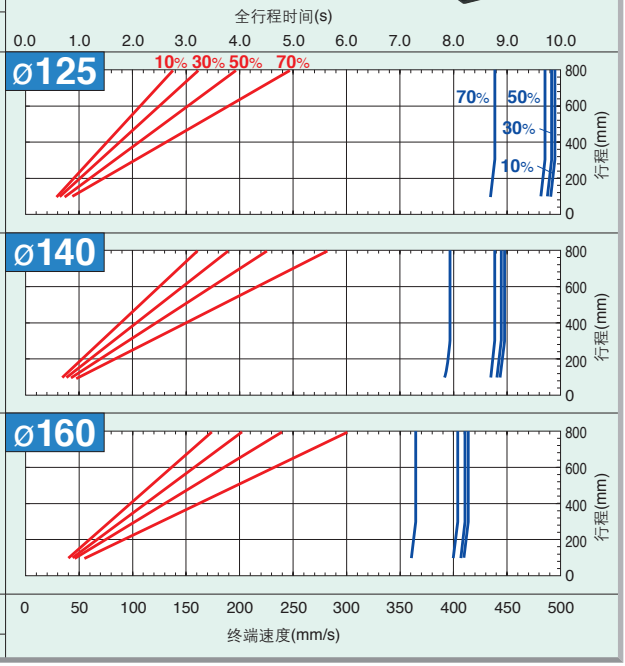


气缸驱动系统
全行程时间及终端速度

CS1, CS2系列 / 缸径: ø125,ø140,ø160



相关适合元件				
消声器	管子	电磁阀 (2位置)	速度控制阀	
ANB1 -03 AN30 -03	SGP10A	**VFR3100-03 VEX3320-03**	AS420 -02 AS5000 -02	ø125
ANB1 -03 AN30 -03	SGP10A	**VFR3100-03 VEX3320-03**	AS420 -03 AS5000 -03	ø140
ANB1 -04 AN40 -04	SGP10A	**VFR4100-04 VEX3320-04**	AS420 -03	ø160
消声器	管子	电磁阀 (2位置)	速度控制阀	
相关适合元件				



关于针对各种条件的详细情况，可利用本公司元件选定程序来判断。

查图方法

在气缸驱动系统由最合适的元件组成的情况下，表示全行程时间及终端速度的特性曲线图。

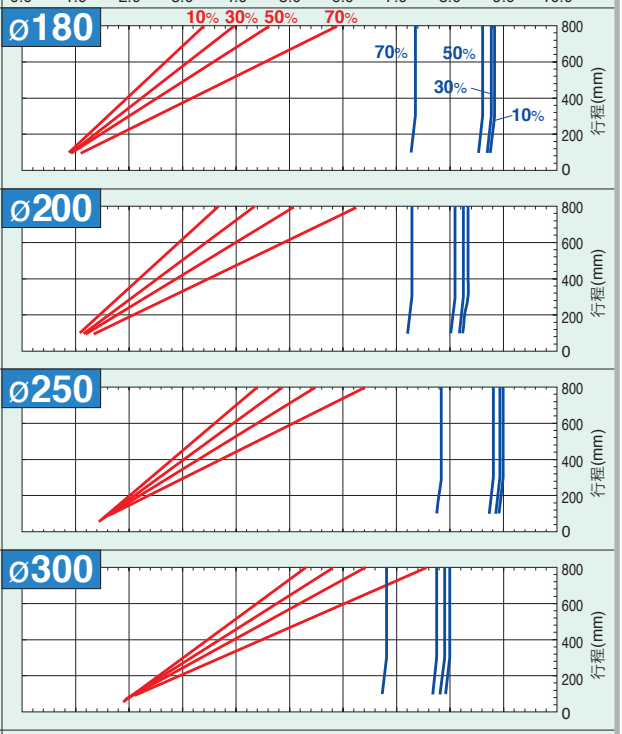
右图形表示在不同缸径时，对应不同负载率和行程的条件下的全行程时间和终端速度。

条件

压力	0.5MPa
配管长度	3m
气缸朝向	垂直向上
速度控制阀	排气节流、针阀全开、直接装在气缸上
负载率	((负载质量×9.8)/理论输出力)×100%

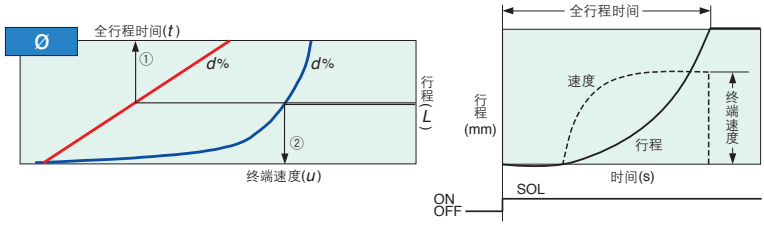
CS1系列 / 缸径: ø180,ø200,ø250,ø300

相关适合元件				全行程时间(s) 0.0 1.0 2.0 3.0 4.0 5.0 6.0 7.0 8.0 9.0 10.0
消声器	管子	电磁阀 (2位置)	速度控制阀	
ANB1-04 AN40-04	SGP15A	**VEX3500-04 VP3145-03**	AS420-03	ø180
ANB1-04 AN40-04	SGP15A	**VEX3500-04 VP3145-03**	AS420-04	ø200
ANB1-06 AN500-06	SGP20A	**VEX3500-06 VP3145-04**	AS600-10	ø250
ANB1-10 AN600-10	SGP20A	**VEX3500-10 VP3145-06**	AS600-10	ø300
消声器	管子	电磁阀 (2位置)	速度控制阀	0 50 100 150 200 250 300 350 400 450 500 终端速度(mm/s)
相关适合元件				



关于针对各种条件的详细情况，可利用本公司元件选定程序来判断。

例 缸径为ø、行程为*L*、负载率为*d*%时，由纵坐标*L*作水平线，与*d*%的全行程时间线(虚线)的交点向上通过箭头①，与横坐标的交点便可求得全行程时间*t*，由纵坐标*L*作水平线，与*d*%的终端速度线(实线)的交点，向下通过箭头②，与横坐标的交点便可求得终端速度*U*。



电磁阀流量特性
(流量特性的表示方法)

1. 流量特性的表示

在电磁阀等元件的规格栏内，流量特性的表示如表1所示。

表1.流量特性的表示

元件对象	按国际标准表示	其它表示	依据标准
空气压用元件	*C*、*b*		ISO 6358:1989 JIS B 8390:2000
		S	JIS B 8390：2000 气动元件: JIS B 8373、8374、8379、8381
		Cv	ANSI/(NFPA)T3.21.3:1990

2. 空气压用元件

2.1按国际标准表示

(1)依据标准

ISO 6358:1989 ：Pneumatic fluid power - Components using compressible fluids- Determination of flow-rate characteristics

JIS B 8390:2000：空气压−压缩性流体用元件−流量特性的试验方法

(2)流量特性的定义

用声速流导*C*和临界压力比*b*来表示流量特性。

声速流导 *C*：元件内处于壅塞流动状态下通过元件的质量流量除以上游绝对压力和标准状态的密度的乘积的值。(sonic conductance)

临界压力比*b*：小于此值就成为壅塞流动的压力比(下游压力／上游压力)。(critical pressure ratio)

壅塞流动：上游压力高于下游压力的元件内某处的速度达到声速的流动。气体的质量流量与上游压力成正比例与下游压力无关的流动。(choked flow)

亚声速流动：在临界压力比以上的流动。(subsonic flow)

标准状态：温度20℃、绝对压力0.1MPa(=100kPa=1bar)、相对湿度65%空气的状态。在空气量的单位后面加(ANR)来表示。(standard reference atmosphere)
依据标准: ISO 8778:1990 Pneumatic fluid power - Standard reference atmosphere、JIS B 8393:2000: 空气压−标准参考空气

(3)流量计算式

下面用实用单位来表示。

$\frac{P_2+0.1}{P_1+0.1} \leqslant b$时，为**壅塞流动**

$$Q=600\times C(P_1+0.1)\sqrt{\frac{293}{273+t}} \quad \cdots\cdots(1)$$

$\frac{P_2+0.1}{P_1+0.1} > b$时，为**亚声速流动**

$$Q=600\times C(P_1+0.1)\sqrt{1-\left[\frac{\frac{P_2+0.1}{P_1+0.1}-b}{1-b}\right]^2}\sqrt{\frac{293}{273+t}} \quad \cdots\cdots(2)$$

Q：空气流量[dm³/min(ANR)]、SI单位的dm³(立方分米)与L(升)的关系是1dm³＝1L。

C：声速流导[dm³/(s·bar)]

b：临界压力比[–]

P_1：上游压力[MPa]

P_2：下游压力[MPa]

t：温度[℃]

注) 亚声速流动的公式近似椭圆曲线。

流量特性线图如图1所示。详细情况利用本公司的「节能程序」。

例)

C＝2[dm³/(s·bar)]、b＝0.3的电磁阀P_1＝0.4[MPa]、P_2＝0.3[MPa]、t＝20[℃]时，求空气流量。

由式(1)，最大流量$=600\times2\times(0.4+0.1)\times\sqrt{\frac{293}{273+20}}=600$[dm³/min(ANR)]

压力比$=\frac{0.3+0.1}{0.4+0.1}=0.8$

从图1，压力比0.8、b＝0.3的流量比可读出为0.7。

流量＝最大流量×流量比＝600×0.7＝420[dm³/min(ANR)]

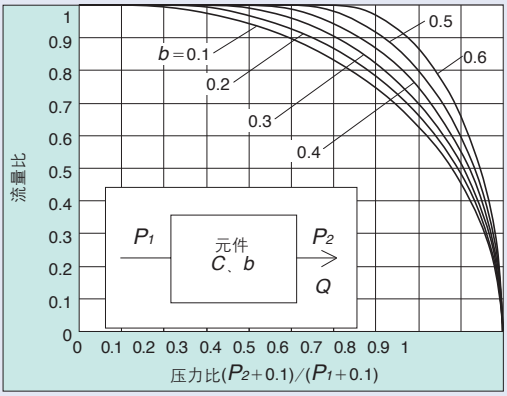


图1. 流量特性线图

电磁阀流量特性
(流量特性的表示方法)

2.1按国际标准表示

(4)试验方法

在图2所示的试验回路上，把被测元件与配管连接，让上游压力维持不变(不低于0.3MPa)，首先测出达饱和的最大流量。再测定最大流量的80%、60%、40%、20%点的流量时的上游压力、下游压力。然后，按最大流量算出声速流导。按其他数据根据亚声速流动公式计算出b值，并求出这些b值的平均值作为临界压力比的b值。

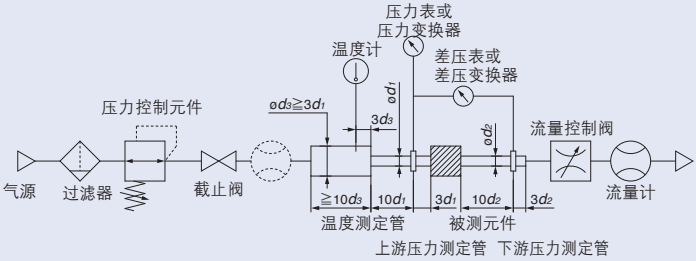


图2. ISO6358、JIS B 8390的试验回路

2.2有效截面积S

(1)依据标准

JIS B 8390:2000:空气压−压缩性流体用元件－流量特性的试验方法

元件标准：JIS B 8373:空气压用2通电磁阀
JIS B 8374:空气压用3通电磁阀
JIS B 8379:空气压用消声器
JIS B 8381:空气压用软管的管接头

(2)流量特性的定义

有效截面积S：从装在气罐上的元件，以壅塞流动状态放出压缩空气时，由气罐内的压力变化，按理想绝热流动导出的公式计算出的节流孔的面积称为有效截面积。与声速流导C属于相同的概念。(effective area)

(3)流量计算式

$\frac{P_2+0.1}{P_1+0.1} \leqq 0.5$时为壅塞流动

$$Q=120\times S(P_1+0.1)\sqrt{\frac{293}{273+t}} \quad \cdots\cdots(3)$$

$\frac{P_2+0.1}{P_1+0.1} > 0.5$时为亚声速流动

$$Q=240\times S\sqrt{(P_2+0.1)(P_1-P_2)}\sqrt{\frac{293}{273+t}} \quad \cdots\cdots(4)$$

与声速流导C的换算:

$$S=5.0\times C \quad \cdots\cdots(5)$$

Q：空气流量[dm³/min(ANR)]、SI单位的dm³(立方分米)与L(升)的关系是1dm³＝1L。

S：有效截面积[mm²]

P_1：上游压力[MPa]

P_2：下游压力[MPa]

t ：温度[℃]

注) 亚声速流动公式(4)与按声速流导C的公式(2)在b=0.5时是相同的。

(4)试验方法

在图3所示的试验回路上，把被测元件连接在配管上、以不低于0.6MPa的一定压力的压缩空气充入气罐后，再将气罐内压缩空气排入大气，使气罐内压力降至0.25MPa(0.2MPa)左右。让这个放出时间为定值。放置一定时间后测定气罐内的残存压力，按下式计算出截面积S。气罐的容积按被测元件的有效截面积，在规定的范围内选定。

JIS B 8373,8374,8379,8381的场合、压力值P_s为0.5MPa时，公式的系数改为12.9。

$$S=12.1\frac{V}{t}\log_{10}\left(\frac{P_s+0.1}{P+0.1}\right)\sqrt{\frac{293}{T}} \quad \cdots\cdots(6)$$

S：有效截面积[mm²]

V：气罐容积[dm³]

t ：放出时间[s]

P_s：放出前的气罐内压力[MPa]

P：放出后的气罐内残存压力[MPa]

T ：放出前的气罐内温度[K]

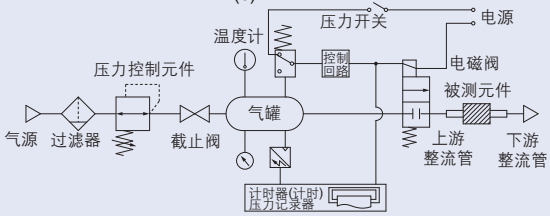


图3. JIS B 8390 的试验回路

2.3流通能力Cv值

美国标准ANSI/(NFPA)T3.21.3:1990:Pneumatic fluid power - Flow rating test procedure and reporting method - For fixed orifice components

用与ISO6358类似的试验回路进行试验，流通能力(flow coefficient)Cv值按下式定义。

$$Cv=\frac{Q}{114.5\sqrt{\frac{\triangle P(P_2+P_a)}{T_1}}} \quad \cdots\cdots(7)$$

$\triangle P$：静压取出口间的压力降[bar]

P_1：上游取出口的压力[bar表压]

P_2：下游取出口的压力[bar表压]:$P_2=P_1-\triangle P$

Q ：流量[dm³/s标准状态]

P_a：大气压[bar绝对]

T_1：上游绝对温度[K]

试验条件：P_1+P_a=6.5±0.2bar绝对、T_1=297±5K、0.07bar≦$\triangle P$≦0.14bar。

这里压力降相对于上游压力是较小，仅适合空气的压缩性不必考虑的场合，与ISO6358记载的有效流路面积(effective area)A是同样的概念。