

2步、3步式叶片式摆动气缸。

- 停止角度可自由设定。
- 角度可微调。
- 轴振精度得以提高。
- 集约式设计。



本体规格

项 目	叶片类型	摆动角度范围		摆动起点	连接口径	注1) 实效扭矩 N·m		使用压力范围 MPa	耐压力 MPa	内部容积 cm ³			允许轴负荷		重量	
		内侧叶片	外侧叶片			内侧	外侧			内侧	外侧	允许能量 J	径向负荷 N	轴向负荷 N	基本型 kg	底脚型 kg
TRD-5S	单	30°~180°	30°~180°	90°	M5×0.8	0.48	2.27	0.3~0.7	1.05	7	28	0.02	59	29	0.5	0.56
TRD-20S					Rc1/8	1.95	5.75	0.3~1	1.5	23	72	0.088	255	126	1.13	1.22
TRD-5D	双	30°~90°	30°~180°	90°	M5×0.8	0.96	2.31	0.3~0.7	1.05	5	28	0.02	59	29	0.51	0.57
TRD-20D					Rc1/8	3.9	5.75	0.3~1	1.5	19	72	0.088	255	126	1.1	1.19

注1) 实效扭矩为使用压力 0.5MPa 时的数值。请按内侧的实效扭矩进行选定。

注2) 关于带开关, 请参照开关规格。

通用规格

- 使用流体: 空气
- 供油: 不需要 (也可供油)
- 环境温度: -5~+60°C (不结冰)

外部挡块规格

本体	TRD-5S	TRD-20S	TRD-5D	TRD-20D
最小设定角度	内侧叶片	30°	30°	30°
	外侧叶片	30°	30°	30°
最大设定角度	内侧叶片	180°	180°	90°
	外侧叶片	180°	180°	180°
角度设定间距	内侧叶片	15°	15°	15°
	外侧叶片	10°	10°	10°
角度微调幅度	内侧叶片	-9°~+6°		
	外侧叶片	-6°~+4°		
摆动起点的微调幅度	±5°			

摆动时间的设定

单位: S

型号	TRD-5S, 5D	TRD-20S, 20D
摆动角度	90°	90°
内侧叶片	0.05~0.5	0.08~0.8
外侧叶片	0.08~0.8	0.11~1.1

- 上表中的摆动时间是指从开始移动至到达摆动末端的时间。
- 摆动时间请在上表的范围内使用。如在此范围以外使用, 可能因爬行现象等, 使得运转不畅。90°以外请以该值为基准进行计算。

轴振精度

型号	TRD-5S, 5D	TRD-20S, 20D
轴振精度	0.06mm (T.I.R)	0.05mm (T.I.R)
停止角度精度	±3°	

注) ● 轴振精度为轴顶端的精度。

- 停止角度精度为重复停止精度, 即角度设定后的初始状态值。

开关规格

型号	导线长度 1m	PB8F · PB8F1
适用机型	TRD-5 · 20	
开关构造	铁片接近型 / 无接点	
负载电压范围	DC: 12~24V	
负载电流范围	100mA 以下	
断开时耗电流	15mA 以下	
最大漏电流	5mA 以下	
平均动作时间	1ms	
抗冲击	980m/s ²	
保护结构	IP67 (IEC 规格)	
导线	0.08mm ² × 3 芯, 长 1m (耐油厚橡胶软电缆)	
指示灯	发光二极管 (ON 时点亮)	
电路		

注) 如果使用感应负载 (继电器等), 请务必在负载上连接保护回路 SK-100。关于各开关的使用, 请务必阅读使用要领。

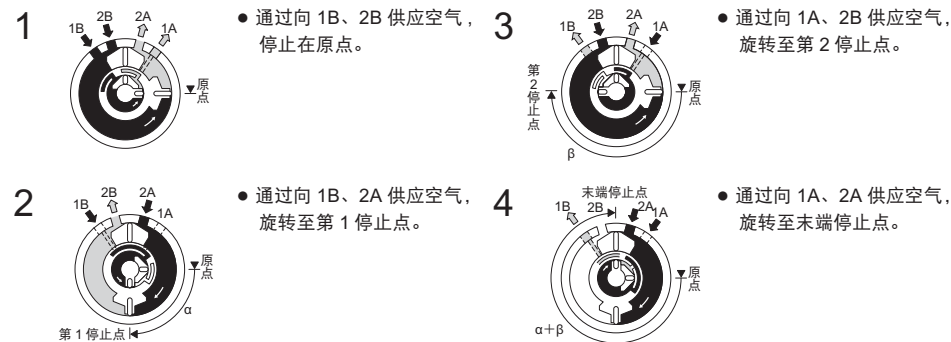
输出表 (实效扭矩)

型号		使用压力 (MPa)							
		0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
TRD-5S	内侧叶片	0.22	0.34	0.48	0.59	0.74	—	—	—
	外侧叶片	1.21	1.71	2.27	2.73	3.73	—	—	—
TRD-5D	内侧叶片	0.44	0.68	0.96	1.18	1.48	—	—	—
	外侧叶片	1.18	1.71	2.31	2.73	3.73	—	—	—
TRD-20S	内侧叶片	1.05	1.45	1.95	2.35	2.8	3.2	3.7	4.15
	外侧叶片	2.79	4.4	5.75	7.2	8.5	10.1	11.4	12.8
TRD-20D	内侧叶片	2.1	2.9	3.9	4.7	5.6	6.4	7.4	8.29
	外侧叶片	2.79	4.4	5.75	7.2	8.5	10.1	11.4	12.8

注) 由于内侧叶片的输出比外侧叶片的输出小, 因此负载的选定应以内侧叶片为基准进行。

工作原理

3步动作时 (内侧叶片 180°, 外侧叶片 90°)



注) 详情请参照使用要领。

选定资料

■Step 1 选定大小

夹持等只需要静力的情况

①确定必要作用力F、距离步进式摆动气缸的臂长l, 以及使用压力P。

必要作用力	F (N)
距离步进式摆动气缸的臂长	l (cm)
使用压力	P (MPa)

②计算出必要的扭矩Ts

$T_s = F \times l$	(N · cm)
F: 必要作用力	(N)
l: 距离步进式摆动气缸的臂长	(cm)

③根据《输出(实效扭矩)表》(参照各系列规格页面), 比较使用压力P中内侧气缸的输出扭矩TH和必要扭矩Ts, 选定满足以下公式的步进式摆动气缸。

$T_s \leq T_H$	
Ts: 必要扭矩	(N · cm)
TH: 内侧气缸的输出扭矩	(N · cm)

驱动负载的情况

驱动负载时所需的扭矩为阻力扭矩和加速扭矩的合计数。

阻力扭矩是指克服摩擦力、重力等其他外力产生的阻力负荷的扭矩。

加速扭矩是指克服转动负载时产生的惯性负荷, 使负载加速至恒定速度的扭矩。

①阻力扭矩的计算

③确定必要作用力F、距离步进式摆动气缸的臂长l, 以及使用压力P。

必要作用力	F (N)
距离步进式摆动气缸的臂长	l (cm)
使用压力	P (MPa)


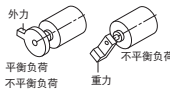
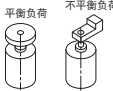

④阻力扭矩TR的计算

$$T_R = K \times F \times l \quad (\text{N} \cdot \text{cm})$$

K: 余量系数 无负荷变动时 K=2
有负荷变动时 K=5

(重力产生的阻力负荷产生作用的情况)

注) 有负荷变动时如果K<5, 角速度的变化将增大, 进而无法顺畅运转。

阻力扭矩的计算	水平负荷	垂直负荷
需要	有阻力负荷 	有阻力负荷 
不需要	无阻力负荷 	无阻力负荷 

■Step 2 摆动时间的检查

摆动时间根据机型设定了上限和下限, 请在该范围以内使用。

①根据《摆动时间设定表》, 确认内侧气缸以及外侧气缸各自的摆动时间是否在Step 1中选定的步进式摆动气缸的规格范围内。

摆动时间的设定

型号	SH5S, SH5D	SH20S, SH20D
摆动角度	90°	90°
内侧气缸	0.05~0.5s	0.08~0.8s
外侧气缸	0.08~0.8s	0.11~1.1s

摆动时间请在上表的范围内使用。如果在该范围以外使用, 可能出现爬行现象等, 导致无法顺畅运转。90°以外的情况下请以该值为基准进行计算。

■Step 3 允许能量的检查

惯性负荷的条件下, 使用时应确保负载的惯性能量在步进式摆动气缸的允许能量以下。

因此, 请按以下步骤对内侧气缸以及外侧气缸分别检查允许能量。

①平均角速度ω的计算

$$\omega = \theta / t \quad (\text{rad/s})$$

θ: 摆动角度 (rad)

t: 摆动时间 (s)

同时驱动内侧及外侧气缸时, $\theta = \theta_1 + \theta_2$

t 按照 $t_1 > t_2 \Rightarrow t = t_2$

$t_1 < t_2 \Rightarrow t = t_1$ 进行计算。

θ₁: 内侧气缸的摆动角度 (rad)

θ₂: 外侧气缸的摆动角度 (rad)

t₁: 内侧气缸的摆动时间 (s)

t₂: 外侧气缸的摆动时间 (s)

②负载的惯性能量E的计算

$$E = \frac{1}{2} \times I \times \omega^2 \times 10^{-1} \quad (\text{mJ})$$

I: 负载的惯性力矩 (kg · cm²)

ω: 平均角速度 (rad/s)

③确认负载的惯性能量E在允许能量以下。

注) 如果惯性能量超过允许能量, 可能损坏步进式摆动气缸。因此, 当惯性能量超过允许能量时, 请实施以下对策。

- 重新选定惯性能量在允许能量以下的步进式摆动气缸。
- 减慢摆动时间。
- 在负载侧安装缓冲垫等减震装置。

惯性力矩计算表

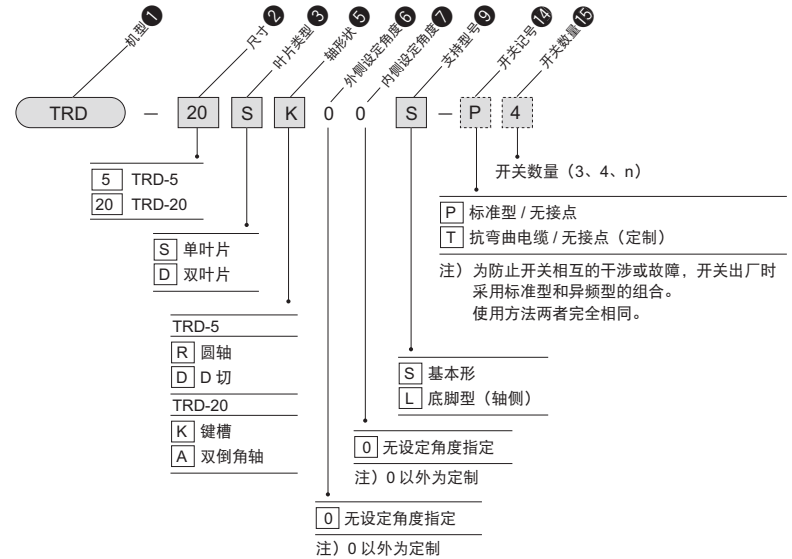
形状	略图	必要事项	惯性力矩 I (kg·m ²)	旋转半径 K _i ²	备注
圆盘		直径 d(cm) 重量 M(kg)	$I = M \cdot \frac{d^2}{8}$	$\frac{d^2}{8}$	
阶梯圆盘		直径 d ₁ (cm) d ₂ (cm) 重量 d ₁ 部分 M ₁ (kg) d ₂ 部分 M ₂ (kg)	$I = M_1 \cdot \frac{d_1^2}{8} + M_2 \cdot \frac{d_2^2}{8}$	—	与 d ₁ 部分相比, d ₂ 部分非常小的情况下忽略即可
棒 (旋转中心在一端)		棒长 l(cm) 重量 M(kg)	$I = M \cdot \frac{l^2}{3}$	$\frac{l^2}{3}$	棒的宽度超过长度 (l) 的 30% 时按长方体计算
长方体		边长 a(cm) b(cm) 到达重心的距离 l(cm) 重量 M(kg)	$I = M \left(l^2 + \frac{a^2 + b^2}{12} \right)$	$l^2 + \frac{a^2 + b^2}{12}$	
棒 (旋转中心为中心)		棒长 l(cm) 重量 M(kg)	$I = M \cdot \frac{l^2}{12}$	$\frac{l^2}{12}$	棒的宽度超过长度 (l) 的 30% 时按长方体计算
长方体		边长 a(cm) b(cm) 重量 M(kg)	$I = M \cdot \frac{a^2 + b^2}{12}$	$\frac{a^2 + b^2}{12}$	
集中负荷		集中负荷的形状 圆盘 圆盘直径 d(cm) 臂长 l(cm) 集中负荷的重量 M ₁ (kg) 臂的重量 M ₂ (kg)	$I = M_1 \cdot l^2 + M_1 \cdot K_i^2 + M_2 \cdot \frac{l^2}{3}$ 圆盘时 $K_i^2 = \frac{d^2}{8}$	关于其他形状, 请参照上述 K _i ²	M ₂ 与 M ₁ 相比非常小的情况下按 M ₂ =0 计算即可

经由齿轮运转时将负荷 I_L 换算为摆动气缸轴旋转的方法

齿轮	齿数 摆动气缸侧 a 负载侧 b 负载的惯性力矩 I _L (kg·cm ²)	负载的摆动气缸轴旋转的惯性力矩 $I_H = \left(\frac{a}{b}\right)^2 \cdot I_L$	如齿轮形状变大, 需要考虑齿轮的惯性力矩。

标准型

虚线部分不需要的情况下不填写



指定设定角度时 (定制)

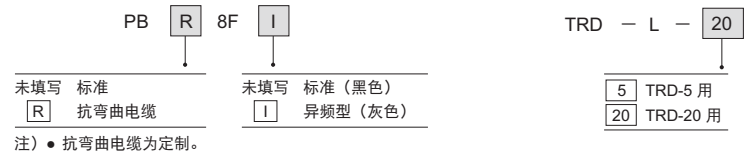
- 请填写入下表中外部挡块规格中的任意角度。但角度设定仅设定了大致角度, 使用时务必通过微调螺钉进行最终调节。(关于角度设定, 请参照使用要领。)
- 注) ● 内侧气缸与外侧气缸的设定角度不同时, 请将两者中较大的角度设定为内侧叶片。

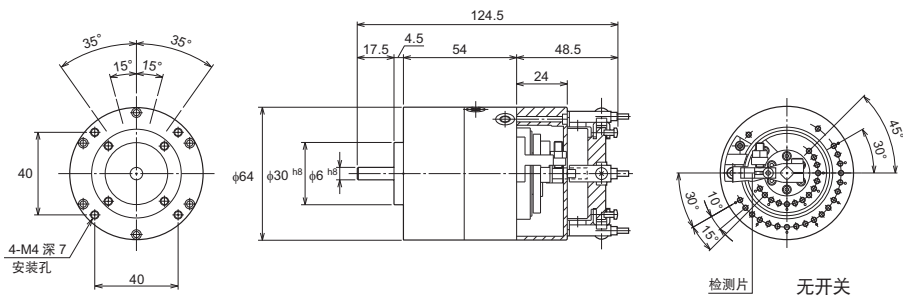
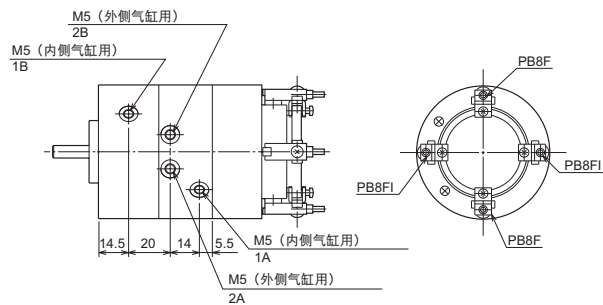
外部挡块规格

本体型号		TRD-5S	TRD-20S	TRD-5D	TRD-20D
最小设定角度	内侧叶片	30°	30°	30°	30°
	外侧叶片	30°	30°	30°	30°
最大设定角度	内侧叶片	180°	180°	90°	90°
	外侧叶片	180°	180°	180°	180°
角度设定间距	内侧叶片	15°	15°	15°	15°
	外侧叶片	10°	10°	10°	10°
角度微调幅度	内侧叶片	-9°~+6°			
	外侧叶片	-6°~+4°			
摆动起点的微调幅度		±5°			

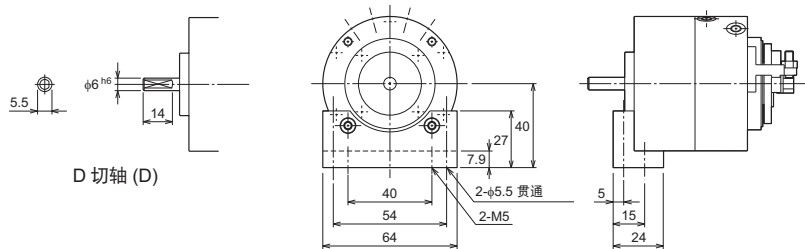
● 开关单体配置型号

● 底脚配件单体配置型号

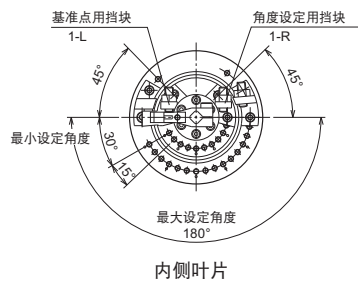
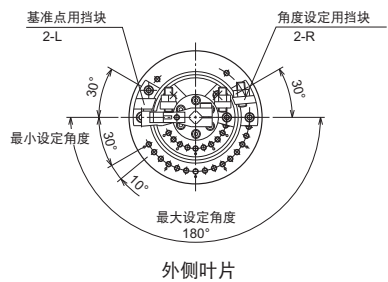


TRD-5S
单叶片
圆轴 (R)

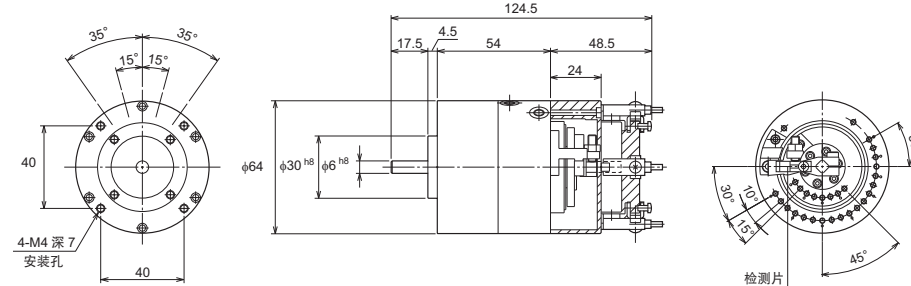
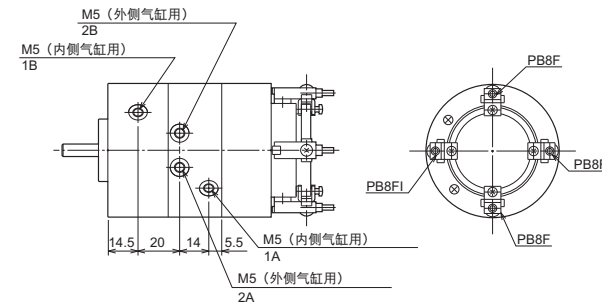
底脚型



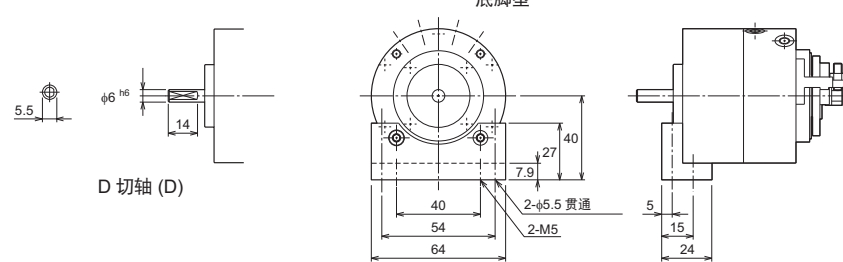
注) ● 底脚配件可以每次旋转 90° 安装。



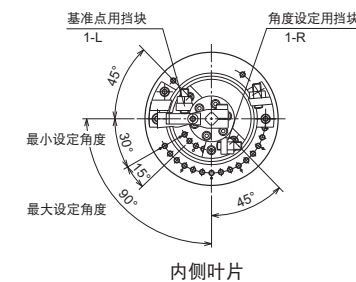
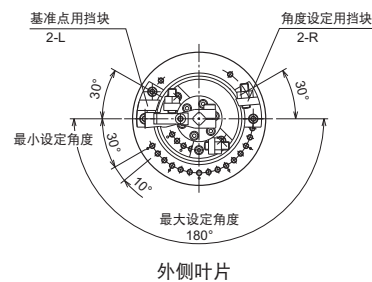
外部挡块设定范围

TRD-5D
双叶片
圆轴 (R)

底脚型

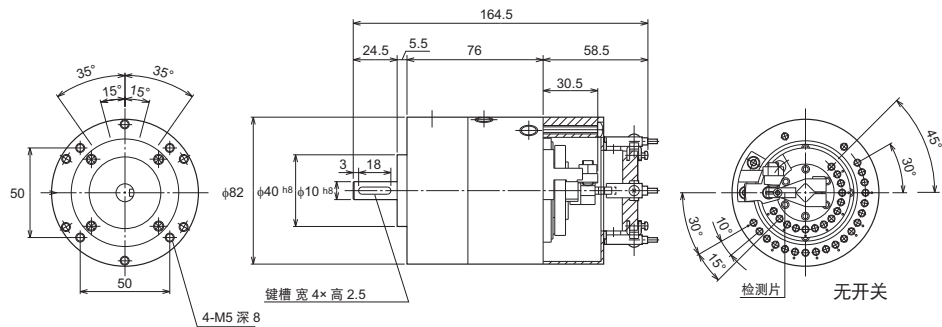
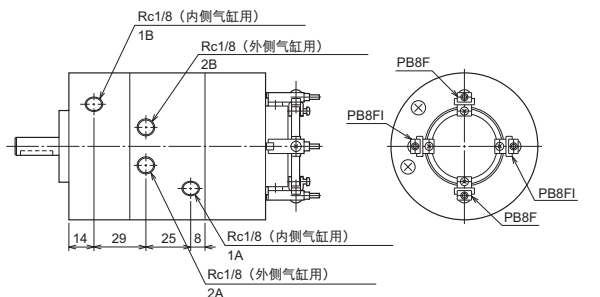


注) ● 底脚配件可以每次旋转 90° 安装。



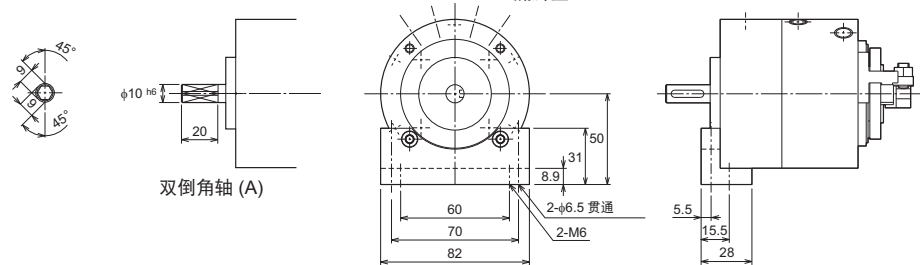
外部挡块设定范围

TRD-20S
单叶片
键槽 (K)

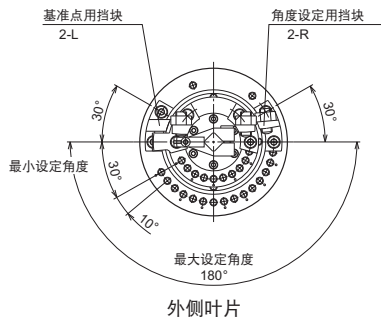


注) 随附有键。键尺寸请参照第 164 页。

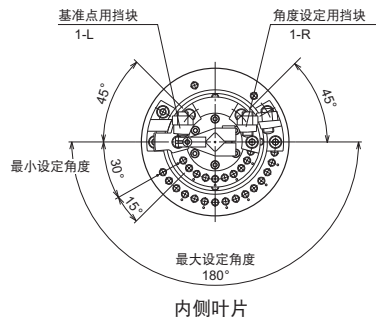
底脚型



注) ●底脚配件可以每次旋转 90° 安装。

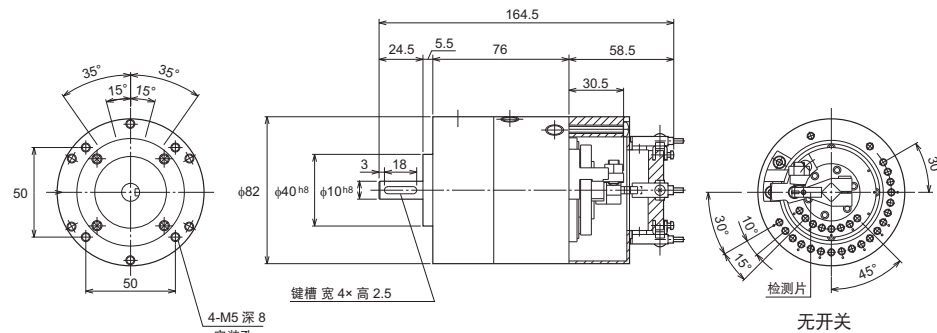
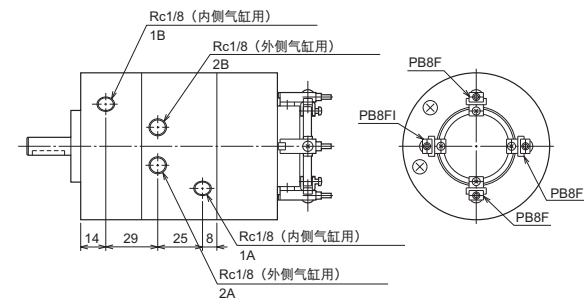


外部挡块设定范围



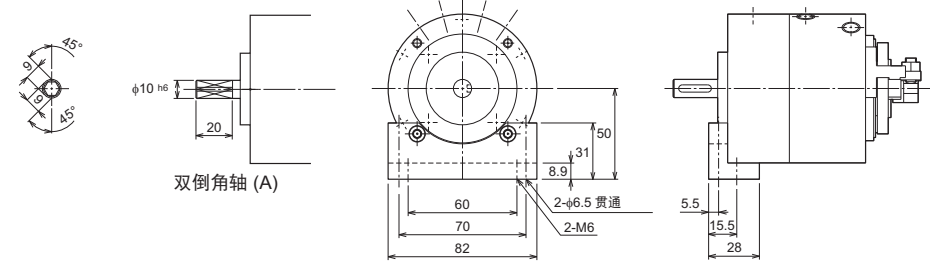
内侧叶片

TRD-20D
双叶片
键槽 (K)

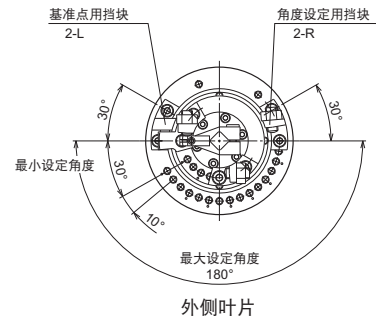


注) 随附有键。键尺寸请参照第 164 页。

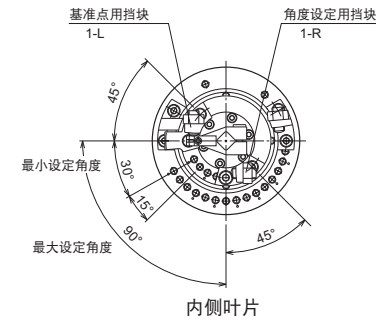
底脚型



注) ●底脚配件可以每次旋转 90° 安装。



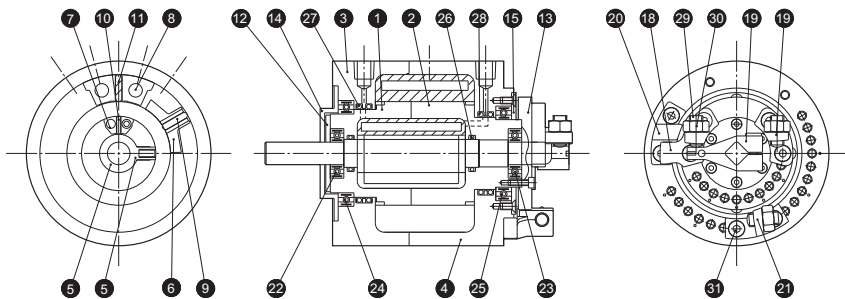
外部挡块设定范围



内侧叶片

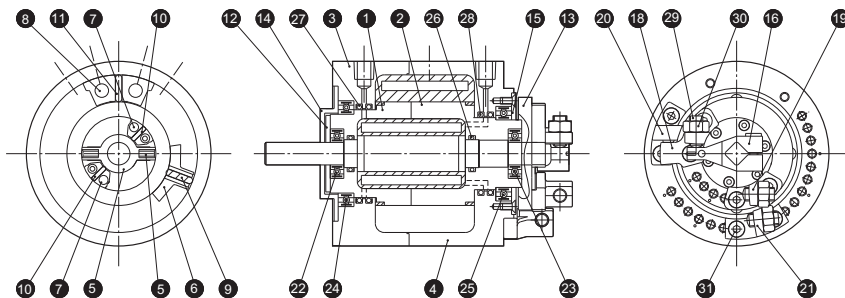
单叶片

TRD-5S · 20S



双叶片

TRD-5D · 20D



零件表

No.	零件名	材质
①	机身1-A	铝合金
②	机身1-B	铝合金
③	机身2-A	铝合金
④	机身2-B	铝合金
⑤	叶片轴	合金结构钢
⑥	叶片	合成树脂
⑦	蹄块1	合成树脂
⑧	蹄块2	合成树脂
⑫	盖板1-A	铝合金
⑬	盖板1-B	铝合金
⑭	盖板2-A	铝合金
⑮	盖板2-B	铝合金
⑯	卡爪1	碳素结构钢
⑰	基准点用挡块1-L	碳素结构钢
⑱	角度设定用挡块1-R	碳素结构钢
⑳	基准点用挡块2-L	碳素结构钢
㉑	角度设定用挡块2-R	碳素结构钢
㉒	轴承	轴承钢
㉓	轴承	轴承钢
㉔	轴承	轴承钢
㉕	轴承	轴承钢
㉖	微调螺钉	合金结构钢
㉗	锁紧螺母	软钢
㉘	挡块安装螺栓	合金结构钢

密封件列表

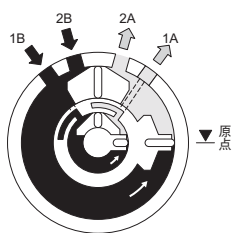
No.	零件名	材质	数量	
			单	双
⑤	叶片密封1	丁腈橡胶	1	1
⑨	叶片密封2	丁腈橡胶	1	1
⑩	蹄块密封1	丁腈橡胶	1	2
⑪	蹄块密封2	丁腈橡胶	1	1
㉒	O形圈	丁腈橡胶	2	2
㉔	O形圈	丁腈橡胶	2	2
㉕	O形圈	丁腈橡胶	2	2

注) ⑤叶片轴与叶片密封1为一体型。

工作原理

3步动作时（内侧叶片 180°，外侧叶片 90°）

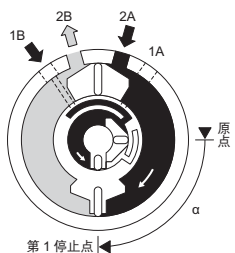
1



• 原点 (0°)

如果从 1B、2B 端口供应气压（从 1A、2A 端口排气），内侧叶片和外侧叶片（内侧摆动气缸本体）将分别向由外部挡块设定的原点转动并停止。

2

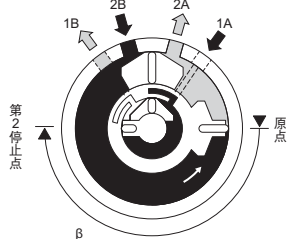


• 第 1 停止点 (α)

如果保持向 1B 端口供应气压，然后从 2A 端口供应气压（从 2B 端口排气），则只有外侧叶片（内侧摆动气缸本体）按照外部挡块设定的角度转动并停止。

因此，将只转动外侧叶片的设定角度 (α) 然后停止。

3



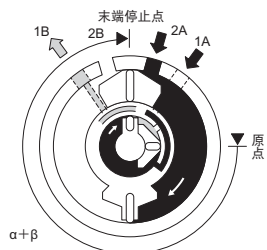
• 第 2 停止点 (β)

如果向 2B 端口与 1A 端口供应气压（从 1B、2A 端口排气），外侧叶片（内侧摆动气缸本体）将向原点转动，同时内侧叶片将按照由外部挡块设定的角度转动并停止。

因此，将只转动内侧叶片的设定角度 (β) 然后停止。

注) 从第 1 停止点向第 2 停止点执行步进动作时，根据内侧及外侧叶片的速度调节情况，轴在第 2 停止点停止之前的过渡状态中，请注意动作可能超过（正）设定角度，或小于（负）设定角度。

4

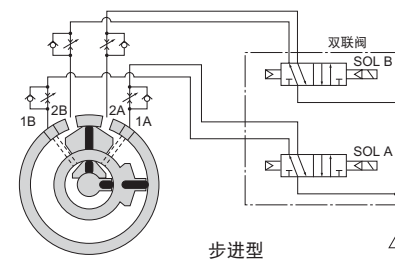


• 末端停止点 (α+β)

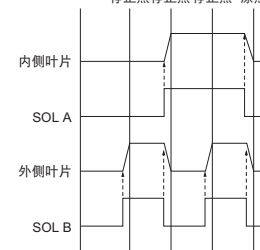
如果保持向 1A 端口供应气压，然后从 2A 端口供应气压（从 2B 端口排气），则只有外侧叶片（内侧摆动气缸本体）按照外部挡块设定的角度转动并停止。

因此，将转动内侧叶片的设定角度 (β) 加上外侧叶片的设定角度 (α) 的角度 (α+β) 然后停止。

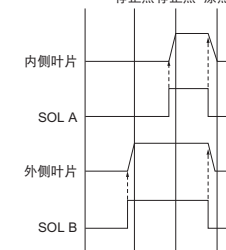
控制例



3步

第1 第2 末端
停止点停止点停止点 原点

2步

第1 末端
停止点停止点 原点

2步动作的情况

如果将外侧叶片与内侧叶片的设定角度设为 (α)(β)，与 3 步的情况相同，动作为 1、2、4 或 1、3、4，分别为第 1 停止点 (α) 或 (β)、第 2 停止点 (α+β)。

开关总成组装及开关调节方法

带开关时，通过接近开关检测内侧叶片的输出轴的卡爪上安装的检测片的位置。运转时输出轴的停止位置有4处（3处），因此开关也有4个（3个）。

■开关总成本体的安装

①请拧松开关总成安装螺丝，拆下开关总成。

②接下来转动基准点挡块及角度设定用挡块上的微调螺钉进行微调，设定为正确的角度。设定结束后，请务必拧紧锁紧螺母。

参照角度的设定方法（使用要领）

③请使用开关总成安装螺丝重新安装，避免中心与步进式本体的中心错位。如果出现与本体的中心错位，可能出现开关的检测故障以及盖板破损等。安装时螺丝的紧固扭矩如下表。

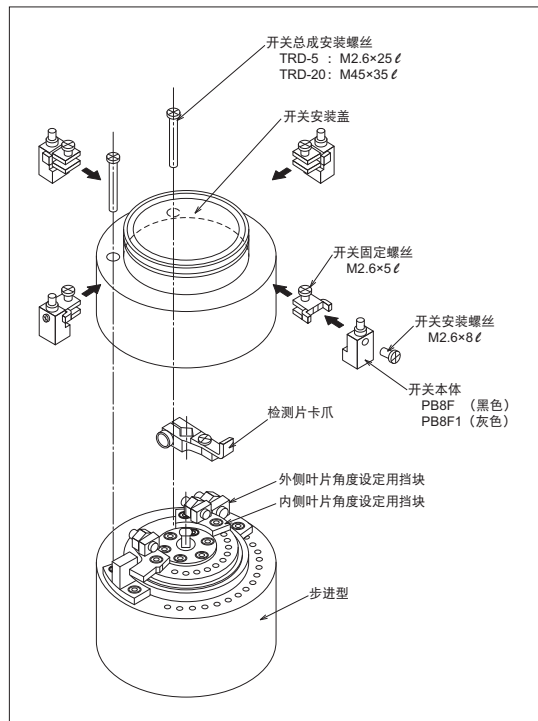
■开关的位置调节

①开关在出厂时只是临时组装，请拧松开关固定用螺丝，滑动配件和开关，确认检测位置，在此基础上拧紧开关固定用螺丝进行固定。紧固扭矩请采用下表数值。如果拧得过紧，可能导致装置破损。检测位置请确认LED是否点亮，然后进行最终调节。

②开关之间的最小角度间隔为30°。为防止相互干涉，开关应交互采用标准型（PB8F：黑色）和异频型（PB8F1：灰色）。

■开关的更换

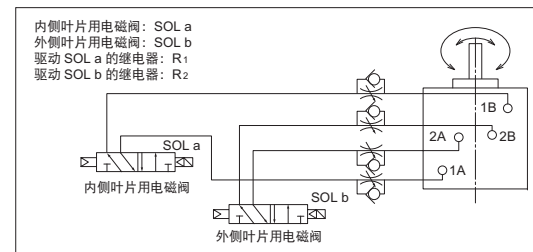
请拆下开关安装螺丝，然后更换开关。组装时，请通过开关安装螺丝将开关安装到配件上。紧固扭矩请采用右表数值。此时，请务必根据LED的亮灯确认检测位置。



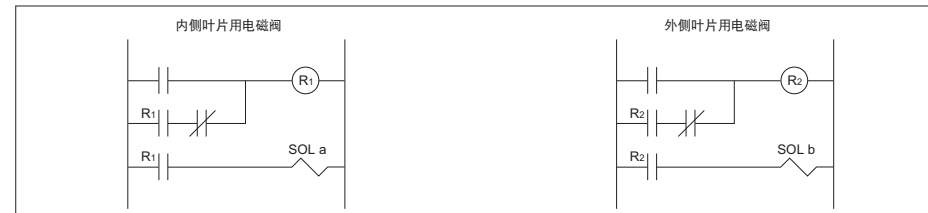
螺丝尺寸		紧固扭矩
开关总成安装螺丝	TRD-5 M2.6×25 ℓ	0.4N·m
	TRD-20 M4×35 ℓ	0.5N·m
开关安装螺丝	M2.6×8 ℓ	0.3N·m
开关固定螺丝	M2.6×5 ℓ	0.2N·m

开关的回路实例

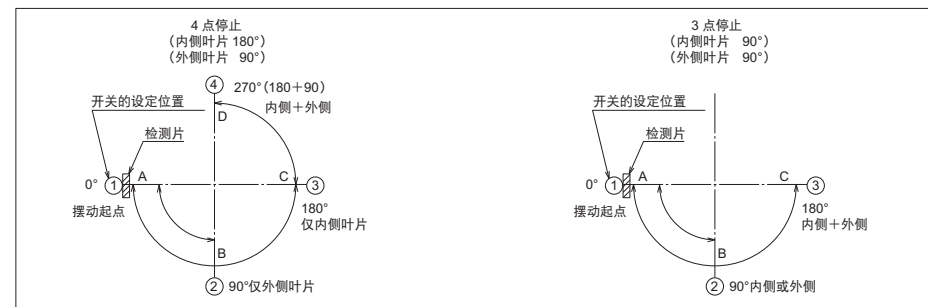
气压回路



电磁阀用梯形图



步进式的动作状态与开关的位置



步进式的动作状态与开关的梯形图（例）

① 内侧叶片 180°，外侧叶片 90°时

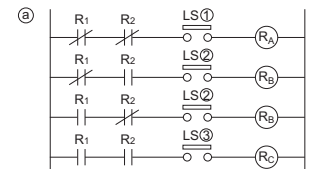
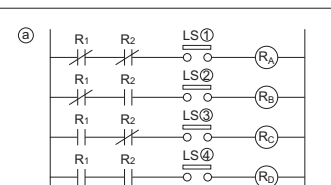
检测片的位置	开关编号	内侧摆动角度 (R1)	外侧摆动角度 (R2)	整体摆动角度
A	①	0°	0°	0°
B	②	0°	90°	90°
C	③	180°	0°	180°
D	④	180°	90°	270°

② 内侧叶片 90°，外侧叶片 90°时

检测片的位置	开关编号	内侧摆动角度 (R1)	外侧摆动角度 (R2)	整体摆动角度
A	①	0°	0°	0°
B	②	0°	90°	90°
B	②	90°	0°	90°
C	③	90°	90°	180°

信号保持

本开关只获取动作地点的信号，因此，发送至其他装置的信号请使用继电器 R_A~R_D 的信号，继电器 R 的自我保持请另行采用 PLC 回路进行设计。



使用要领

关于挡块

警告

- 请务必安装好基准点挡块及角度设定用挡块之后再启动步进式摆动气缸。
- 关于设定为摆动起点及最大摆动角度的挡块，如果超过调节范围设置在正向侧，叶片可能碰压内部挡块，造成内部挡块破损等故障，因此请务必进行适当的角度调节，使卡爪在外部挡块上停止。
- 基准点挡块固定，因而无法移动。
- 停止角度通过卡爪接触各挡块的微调螺丝进行设定。停止角度精度不包含运转动作引起的磨损。停止角度因磨损发生变化时，请使用微调螺丝重新调节。

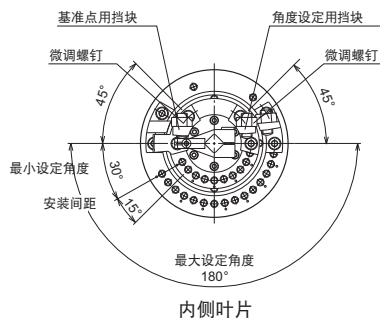
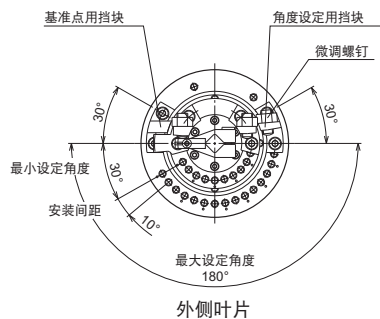
关于摆动角度设定

注意

- 无设定角度指定（标准）的情况
仅固定基准点挡块，角度设定用挡块出厂时随附。因此使用时，需要将角度设定用挡块安装到可以获得设定角度的位置。安装间距为外侧型 10°，内侧叶片 15°。安装请参照摆动角度的设定方法。
- 有设定角度指定（定制）的情况
出厂时已事先将基准点及角度设定用挡块安装到指定的角度。但是，使用时务必转动各挡块上的微调螺钉进行微调，设定为正确的角度。

摆动角度可变机构的结构

在步进式摆动气缸的机身上设置的螺孔中安装外部挡块进行使用。挡块包括基准点用挡块和角度设定用挡块，基准点用挡块固定在恒定位置（摆动起点）；角度设定用挡块固定在所需设定角度的位置。轴上安装的卡爪碰到挡块将在设定角度停止。可通过挡块上安装的调节螺钉进行微调。



关于角度设定

步进式的步进动作是交互或同时驱动外侧叶片和内侧叶片，因此，步进动作由外侧叶片、内侧叶片的最大摆动角度范围内的角度组合构成，如果分别将设定角度外侧叶片设为 α ，内侧叶片设为 β ，则组合包括 α 、 β 、 $\alpha+\beta$ 。

【例 1】需要设定 60°、120°、180° 的 3 步时

- 第 1 步 $\alpha=60^\circ$ (仅外侧叶片运转)
 - 第 2 步 $\beta=120^\circ$ (仅内侧叶片运转)
 - 第 3 步 $\alpha+\beta=180^\circ$ (外侧、内侧叶片同时运转)
- 外侧高速旋转体 $\alpha=60^\circ$
内侧高速旋转体 $\alpha=120^\circ$

【例 2】需要设定 60°和 120°的 2 步时

- 第 1 步 $\alpha=60^\circ$ (仅外侧叶片运转)
 - 第 2 步 $\alpha+\beta=180^\circ$ (外侧、内侧叶片同时运转)
- 外侧高速旋转体 $\alpha=60^\circ$
内侧高速旋转体 $\alpha=60^\circ$

摆动角度的设定方法

注意

- ① 将挡块安装到对应设定角度的螺孔中，然后固定。
安装挡块时，螺孔旁边按 30°间距标有角度设定用标记，请以此作为参考进行安装。

TRD-5S, TRD-20S

	设定角度 (°)
内侧叶片	30、45、60、75、90、105、120、 135、150、165、180
外侧叶片	30、40、50、60、70、80、90、 100、110、120、130、140、150、 160、170、180

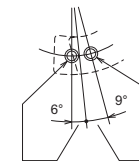
TRD-5D、TRD-20D

	设定角度 (°)
内侧叶片	30、45、60、75、90
外侧叶片	30、40、50、60、70、80、90、 100、110、120、130、140、150、 160、170、180

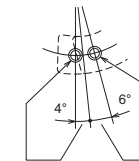
摆动角度的设定方法

注意

- ② 设定角度在安装间距的下图范围内时，请分别在箭头的安装螺丝上固定挡块。



内侧叶片的情况
安装时，挡块安装间距 (15°) 之间靠前 6° 的范围内，使挡块的基准侧位于靠前的安装螺丝上；后 9° 的范围内，使挡块的基准侧位于靠后的安装螺丝上。



外侧叶片的情况
安装时，挡块安装间距 (10°) 之间靠前 4° 的范围内，使挡块的基准侧位于靠前的安装螺丝上；后 6° 的范围内，使挡块的基准侧位于靠后的安装螺丝上。

- ③ 下一步请转动挡块上附带的微调螺丝，设定为设定角度。
设定结束后，请务必拧紧锁紧螺母。

