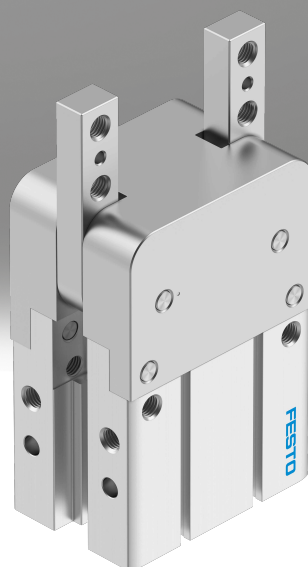


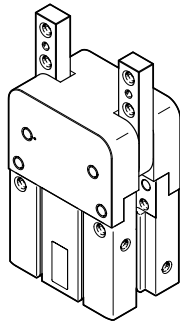
摆动气爪 DHWC

FESTO



主要特性

一览



- 侧向夹爪支撑，用于大扭矩负载
- 夹爪定位选项
- 重复精度很高
- 接近开关，用于感测终端位置上的活塞位置；位置变送器用于感测任意位置上的活塞位置
- 有多种驱动器转接安装选项
- 灵活的应用选项：可被用作双作用和单作用抓手

位置感测

[A] 通过接近开关
用接近开关感测任意所需的位置。

抓手功能

[] 双作用
接通气源压力后打开或合拢

[S] 单作用，常开
未接通压力时打开。接通压力时合拢。

抓取力保持

[N/O] 常开
未接通压力时，通过弹簧力打开

 - 注意

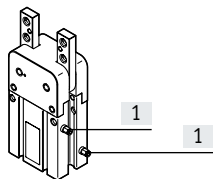
选型软件

抓手选型

→ www.festo.com

主要特性

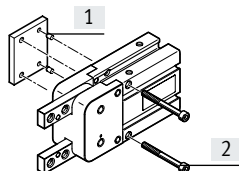
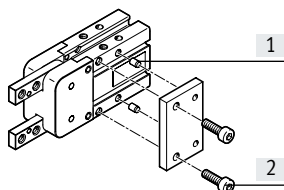
气源口



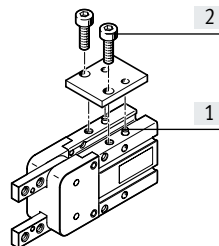
[1] 气源口

安装选项

从侧面安装

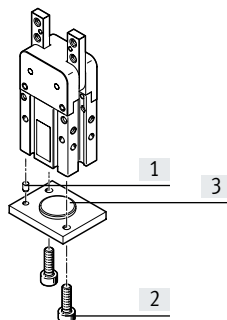
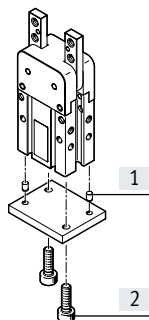


垂直安装



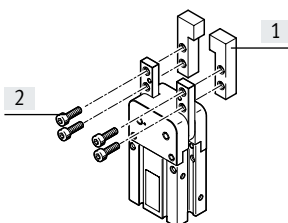
[1] 定位套
[2] 固定螺丝

从底部安装



[1] 定位套
[2] 固定螺丝
[3] 固定螺丝

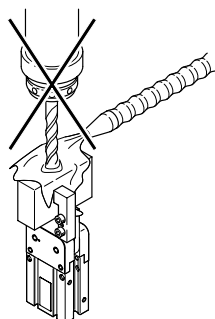
安装外部手指



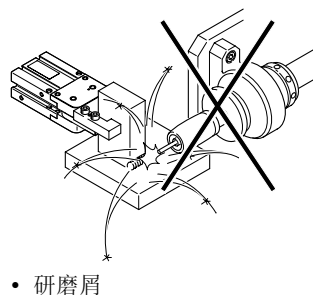
[1] 外部手指
[2] 固定螺丝

注意

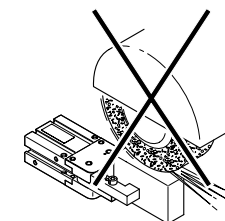
该型抓手不适用于以下或类似应用场合：



- 机加工
- 腐蚀性介质



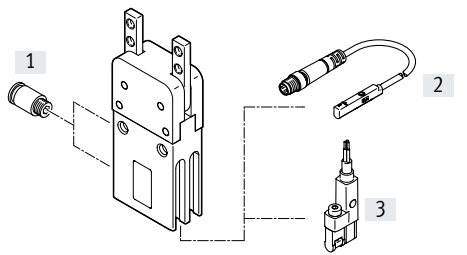
- 研磨屑



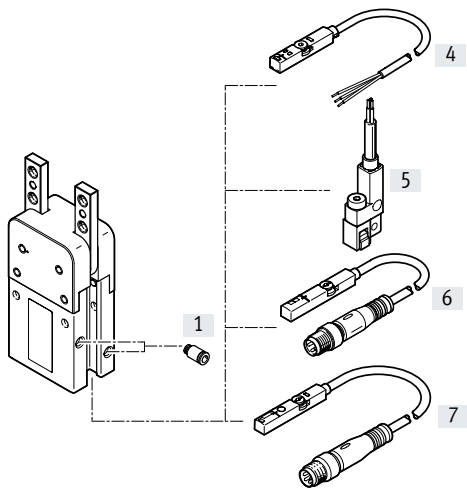
- 焊渣

外围元件一览

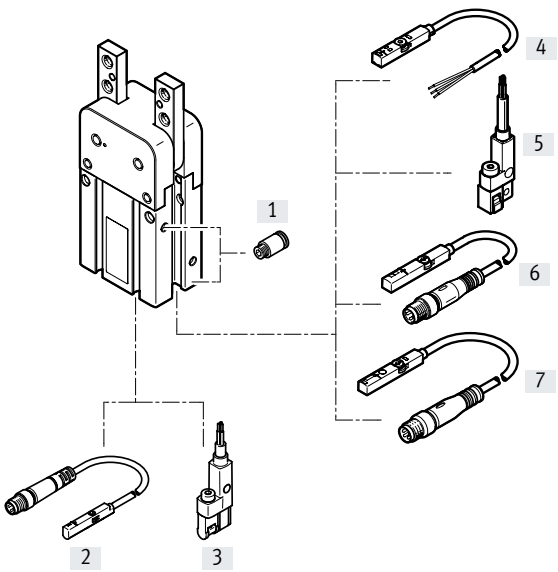
外围元件一览
规格 6



规格 10



规格 16 ... 32



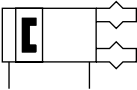
附件		型号/订货代码	适用规格	简要说明	→ 页码/Internet
[1]	快插接头	QS	6 ... 32	用于连接标准外径气管	qs
[2]	接近开关	SMT-10M	6, 16 ... 32	用于感测终端位置上的活塞位置	21
[3]	接近开关	SMT-10G	6, 16 ... 32	用于感测终端位置上的活塞位置	21
[4]	接近开关	SMT-8M	10 ... 32	用于感测终端位置上的活塞位置	21
[5]	接近开关	SMT-8G	10 ... 32	用于感测终端位置上的活塞位置	21
[6]	位置变送器	SMAT-8M	10 ... 32	用于感测任意位置上的活塞位置	22
[7]	位置变送器	SDAS-MHS	10 ... 32	用于感测任意位置上的活塞位置	22

型号代码

001	系列		003	位置感测	
DHWC	摆动气爪		A	通过接近开关	
002	规格 [mm]		004	抓手功能	
6	6			双作用	
10	10		S	单作用，常开	
16	16		005	抓取力支持	
20	20			无	
25	25		NO	常开	
32	32				

技术参数

功能
双作用
DHWC-...-A

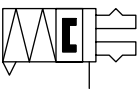


- Ø - 规格
6 ... 32 mm

- | - 打开角度
30°

 www.festo.com

功能派生型
单作用
常开 DHWC-...-NO



主要技术参数						
规格	6	10	16	20	25	32
结构特点	侧面连接, 力导向运动顺序					
工作方式	双作用		双作用, 单作用, 常开			
抓手功能	摆动					
夹爪数量	2					
最大打开角度	30 deg					
气接口	M3			M5		
抓手重复精度 ¹⁾	≤0.1 mm					
旋转对称	≤0.2 mm					
最大可互换性	≤0.2 mm					
抓手最大工作频率	≤3 Hz			≤2 Hz		
位置感测	通过接近开关					
安装方式	可选: 通过通孔直接安装, 通过螺纹直接安装		可选: 通过通孔直接安装, 通过螺纹直接安装, 通过通孔和燕尾销, 通过内螺纹和燕尾销			
安装位置	任意					

恒定暴露在工作环境中, 100 次连续行程后夹爪运动方向上的终端位置偏移量。

工作和环境条件						
规格	6	10	16	20	25	32
工作介质	压缩空气, 符合 ISO 8573-1:2010 [7:4:4]					
工作/先导介质注意事项	可用润滑介质工作 (今后须始终用润滑介质工作)					
环境温度 ¹⁾	-10 ... 60°C					
耐腐蚀等级 CRC ²⁾	0 - 无耐腐蚀能力					

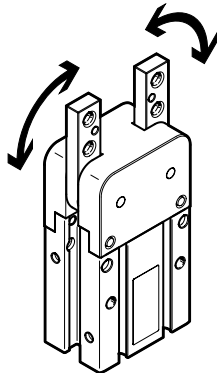
1) 注意接近开关工作范围
2) 耐腐蚀等级 CRC 0, 符合 Festo FN 940070 标准
无耐腐蚀能力。适用于小而不起眼的标准件, 诸如通常磷酸化或经抛光螺纹销、卡簧和夹紧套, 也适用于滚珠轴承 (用于元件 CRC 3) 和滑动轴承。

技术参数

工作压力 DHWC-...						
规格	6	10	16	20	25	32
工作压力	0.25 ... 0.8 MPa		0.1 ... 0.8 MPa			
	36.25 ... 116 psi		14.5 ... 116 psi			
	2.5 ... 8 bar		1 ... 8 bar			
工作压力 DHWC-...-NO						
规格	10	16	20	25	32	
工作压力	0.2 ... 0.8 MPa		0.15 ... 0.8 MPa			
	29 ... 116 psi		21.75 ... 116 psi			
	2 ... 8 bar		1.5 ... 8 bar			
重量 DHWC-...						
规格	6	10	16	20	25	32
产品重量	22 g	48 g	97 g	189.3 g	362 g	639 g
重量 DHWC-...-NO						
规格	10	16	20	25	32	
产品重量	53.5 g	97.5 g	190.5 g	363.5 g	642 g	
材料						
规格	6	10	16	20	25	32
壳体	阳极氧化精制铝合金					
夹爪	高合金钢					
顶盖	阳极氧化精制铝合金					
材料注意事项	不含铜和聚四氟乙烯, RoHS合规					

技术参数

打开与合拢时间



表中所示的打开与合拢时间 [ms] 的测量条件：室温下，工作压力为 6 bar，抓手水平安装，不带附加手指（所示为均值）。
用于更大的应用负载时，抓手必须节流。而打开与合拢时间也必须作相应调整。

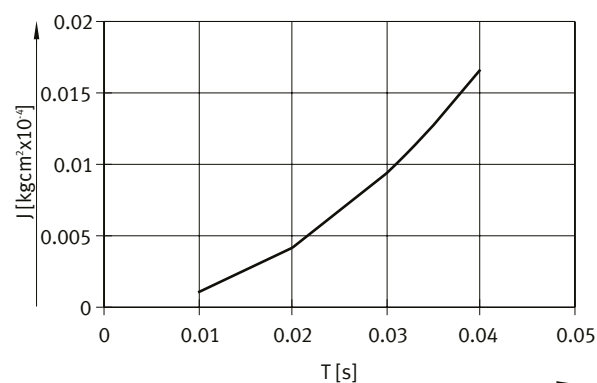
打开与合拢时间 DHWC-...						
规格	6	10	16	20	25	32
6 bar 时，最小打开时间	4 ms	8 ms	4 ms	6 ms	38 ms	22 ms
6 bar 时，最小合拢时间	7 ms	8 ms	12 ms	16 ms	50 ms	34 ms

打开与合拢时间 DHWC-...-NO					
规格	10	16	20	25	32
6 bar 时，最小打开时间	6 ms	20 ms	13 ms	51 ms	43 ms
6 bar 时，最小合拢时间	12 ms	14 ms	10 ms	15 ms	16 ms

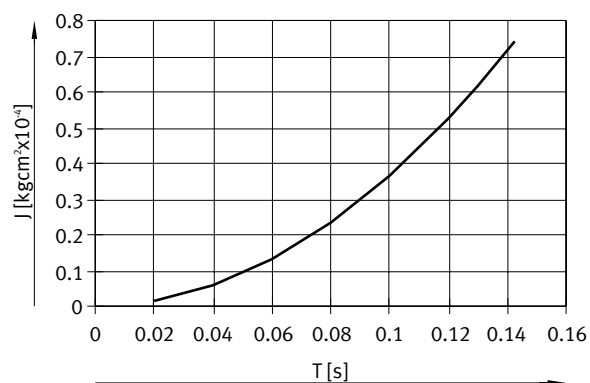
技术参数

6 bar 时待设定打开与合拢时间 t 与手指转动惯量的关系

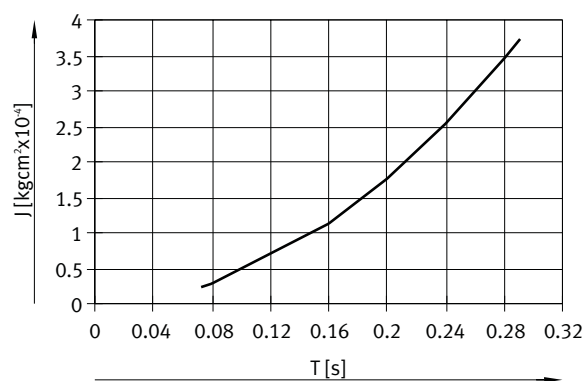
DHWC-6



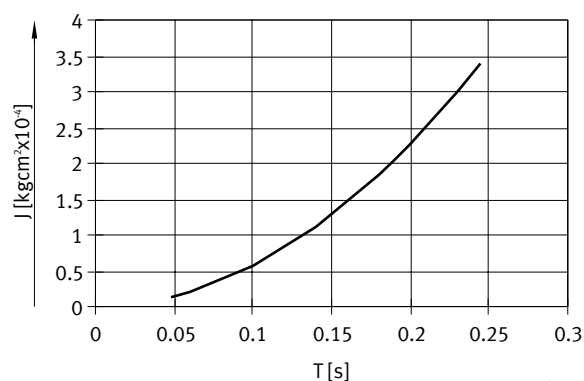
DHWC-10



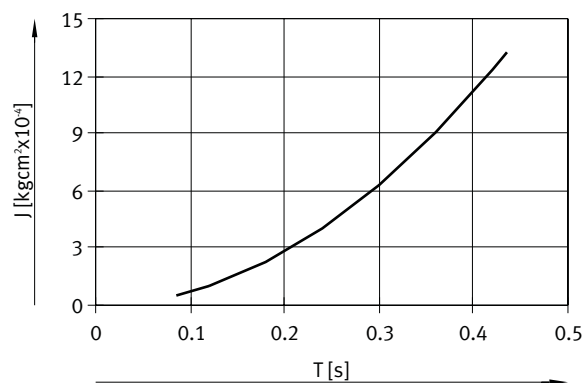
DHWC-16



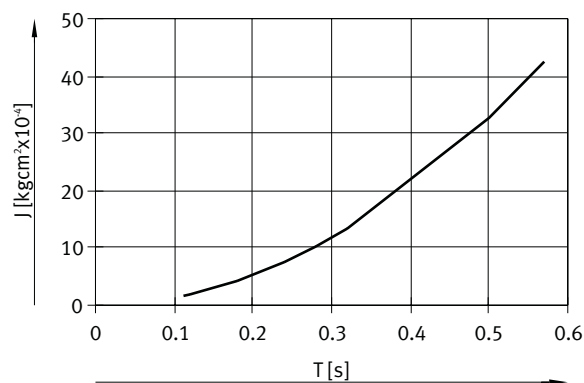
DHWC-20



DHWC-25

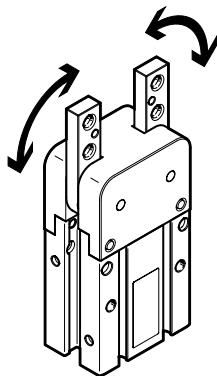


DHWC-32



技术参数

总抓取扭矩

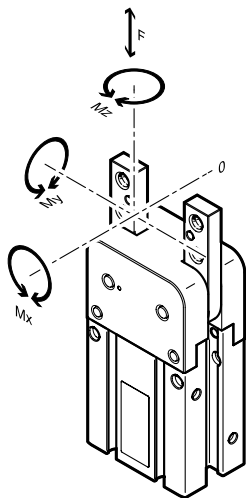


在打开角度范围内，抓取扭矩并不恒定 → 页码 15

总抓取扭矩 DHWC-... 规格	6	10	16	20	25	32
6 bar 时，总抓取扭矩，打 开	7.3 Ncm	25.1 Ncm	78.2 Ncm	173.5 Ncm	322.6 Ncm	687.6 Ncm
6 bar 时，总抓取扭矩，合 拢	5.4 Ncm	20.6 Ncm	65.7 Ncm	142.9 Ncm	265.1 Ncm	578.6 Ncm

总抓取扭矩 DHWC-...-NO 规格	10	16	20	25	32
6 bar 时，总抓取扭矩，合 拢	15.9 Ncm	53.3 Ncm	120.9 Ncm	233.9 Ncm	550.7 Ncm

夹爪上的静态特性负载值

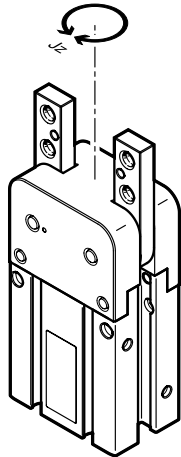


表中所示许用力和扭矩适用于单个夹爪。包括了杠杆臂、工件或外部手指造成的附加重力和运动时的加速度力。计算扭矩时必须考虑零坐标线（夹爪导轨）。

夹爪上的静态特性负载值 规格	6	10	16	20	25	32
夹爪上最大作用力 Fz, 静态	18 N	40 N	60 N	100 N	140 N	210 N
夹爪上最大扭矩 Mx, 静态	0.3 Nm	0.4 Nm	1.2 Nm	1.5 Nm	2.2 Nm	5 Nm
夹爪上最大扭矩 My, 静态	0.3 Nm	0.5 Nm	0.9 Nm	2.2 Nm		5 Nm
夹爪上最大扭矩 Mz, 静态	0.3 Nm	0.5 Nm	0.9 Nm	2.2 Nm		5 Nm

技术参数

转动惯量



摆动抓手的转动惯量与中心轴的关系（不带手指和负载）。

转动惯量 DHWC-...						
规格	6	10	16	20	25	32
转动惯量	0.009 kgcm2	0.035 kgcm2	0.115 kgcm2	0.253 kgcm2	1.083 kgcm2	2.769 kgcm2

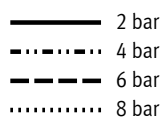
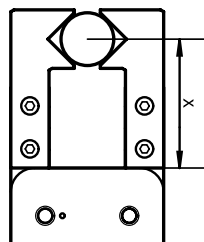
转动惯量 DHWC-...-NO						
规格	10	16	20	25	32	
转动惯量	0.039 kgcm2	0.116 kgcm2	0.255 kgcm2	1.087 kgcm2	2.782 kgcm2	

技术参数

每个夹爪的抓取力 F_{Gr} 与工作压力和杠杆臂 x 的关系

用以下图表能确定抓取力与工作
压力和杠杆臂的关系。

在打开角度范围内，抓取扭矩并
不恒定 → 页码 15

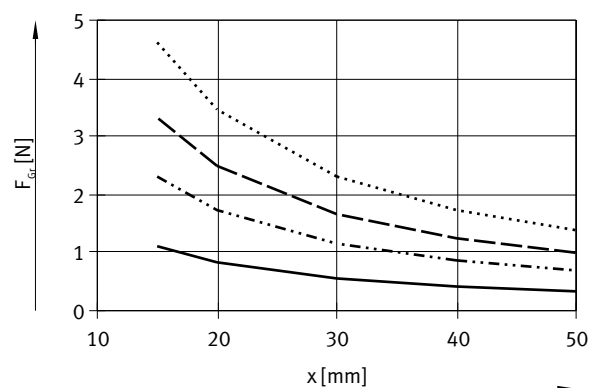


注意
选型软件
抓手选型
→ www.festo.com

外部抓取（合拢）

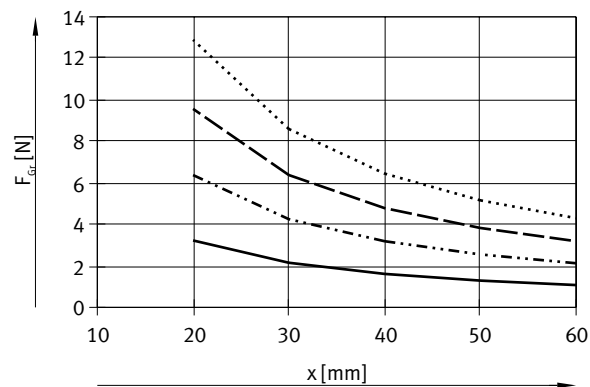
双作用

DHWC-6-A

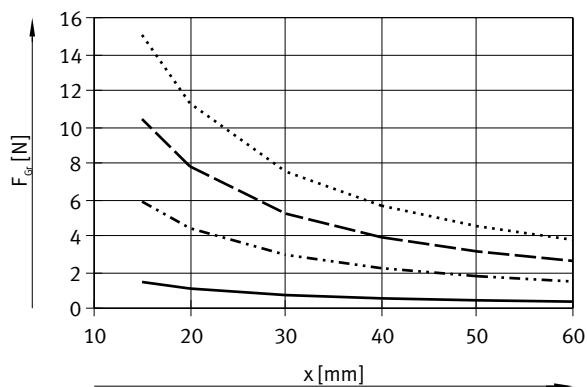


单作用

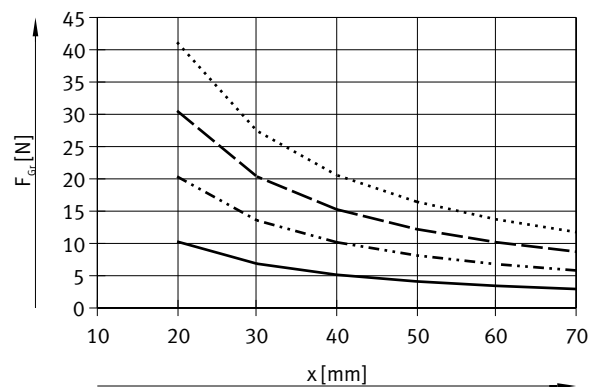
DHWC-10-A



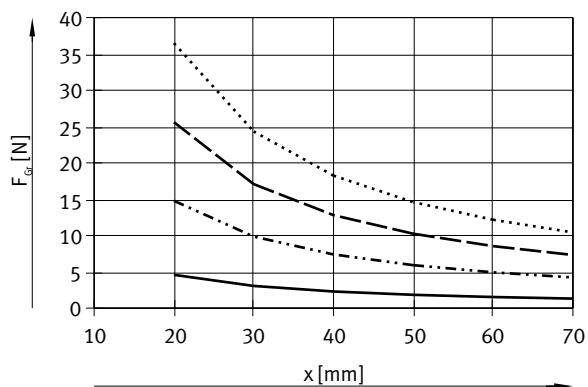
DHWC-10-AS-NO



DHWC-16-A



DHWC-16-AS-NO

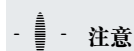
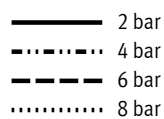
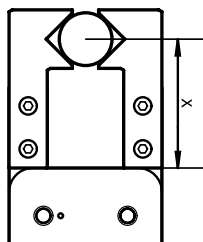


技术参数

每个夹爪的抓取力 F_{Gr} 与工作压力和杠杆臂 x 的关系

用以下图表能确定抓取力与工作
压力和杠杆臂的关系。

在打开角度范围内，抓取扭矩并
不恒定 → 页码 15



选型软件

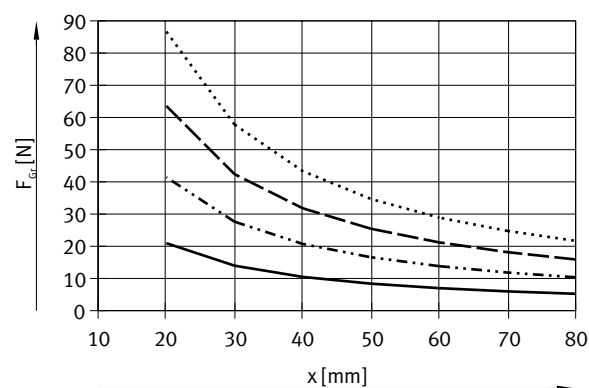
抓手选型

→ www.festo.com

外部抓取（合拢）

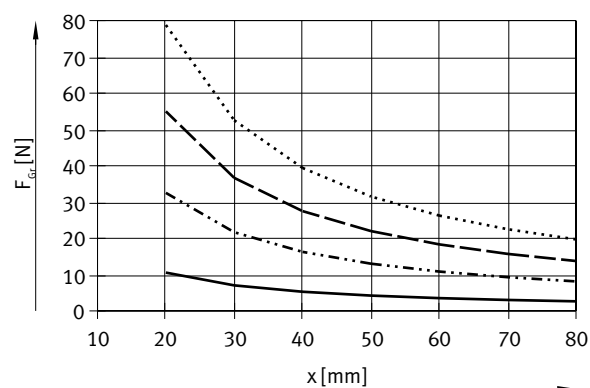
双作用

DHWC-20-A

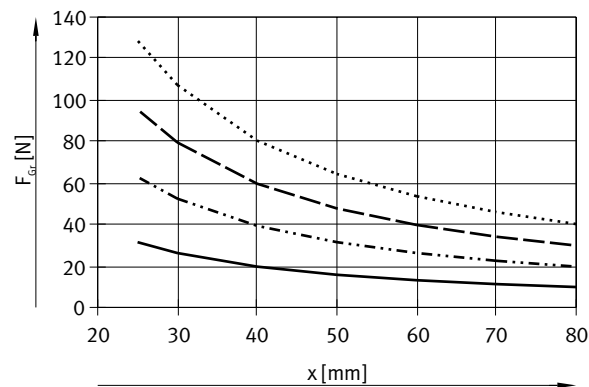


单作用

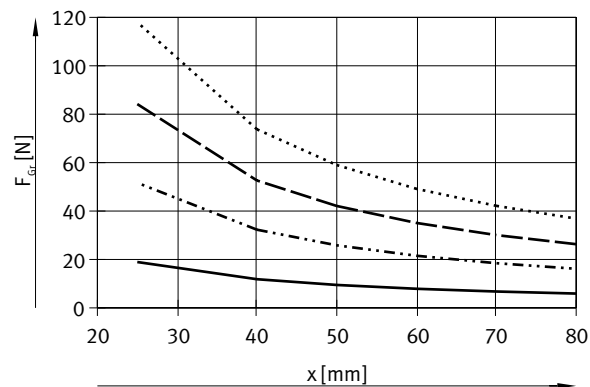
DHWC-20-A-S-NO



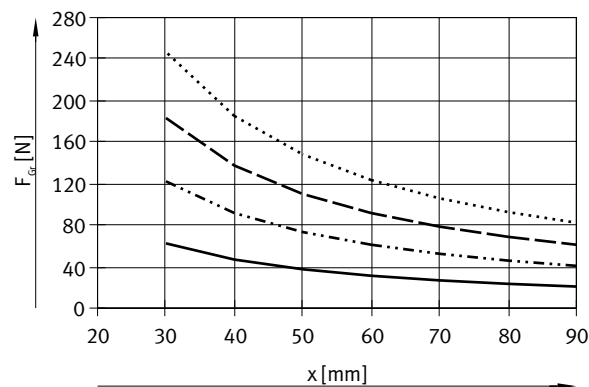
DHWC-25-A



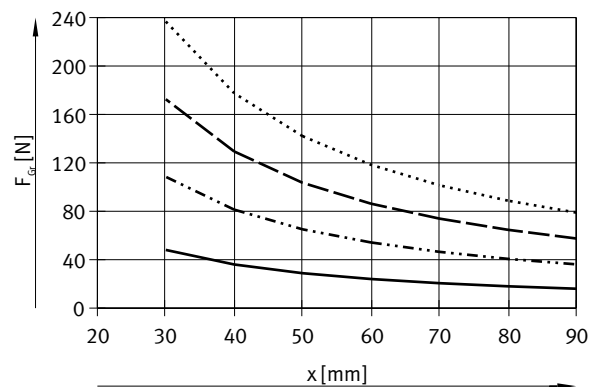
DHWC-25-A-S-NO



DHWC-32-A



DHWC-32-A-S-NO

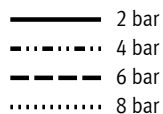
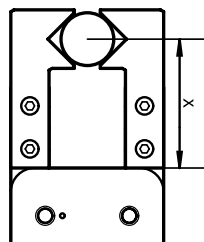


技术参数

每个夹爪的抓取力 F_{Gr} 与工作压力和杠杆臂 x 的关系

用以下图表能确定抓取力与工作
压力和杠杆臂的关系。

在打开角度范围内，抓取扭矩并
不恒定 → 页码 15

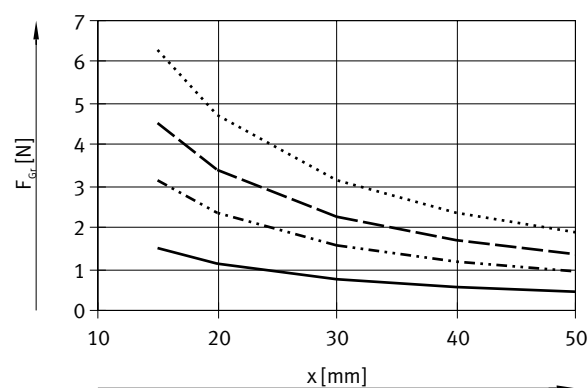


注意
选型软件
抓手选型
→ www.festo.com

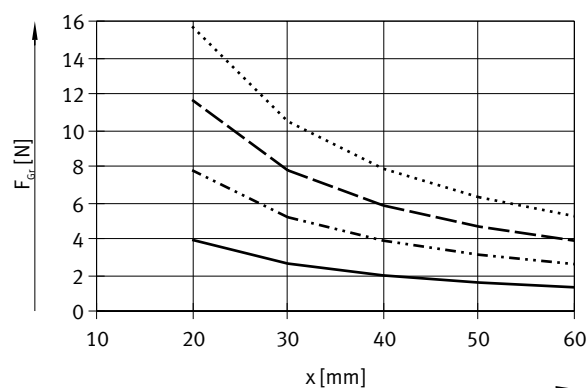
内部抓取（打开）

双作用

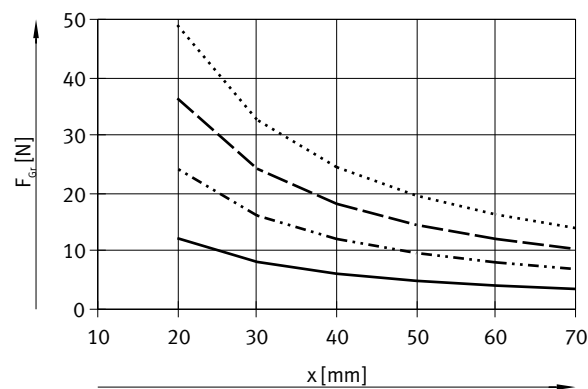
DHWC-6-A



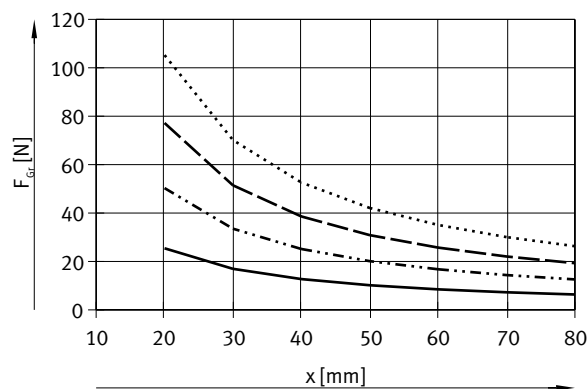
DHWC-10-A



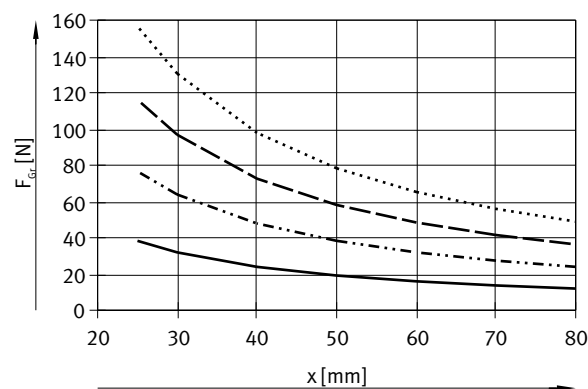
DHWC-16-A



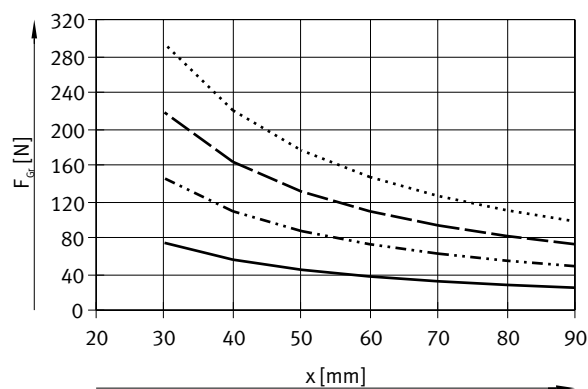
DHWC-20-A



DHWC-25-A



DHWC-32-A



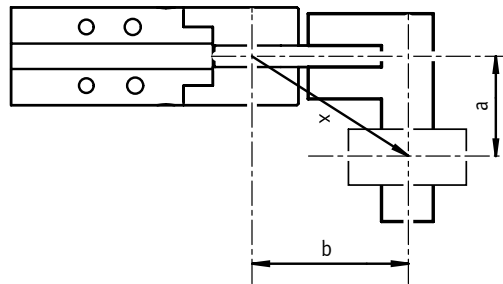
技术参数

6 bar 时，每个夹爪的抓取力 F_{Gr} 与杠杆臂 x 和偏心度 a 和 b 的关系

必须用以下公式计算偏心抓取时的杠杆臂 x ：

$$x = \sqrt{a^2 + b^2}$$

计算得出的数值 x 可以用于从以下图表 (→ 页码 12/??/??) 确定抓取力 F_{Gr} 。



计算实例

假设：

距离 $a = 20 \text{ mm}$

距离 $b = 25 \text{ mm}$

求解：

6 bar 时，DHWC-16-A 用作外部抓取抓手时的抓取力

解：

计算杠杆臂 x

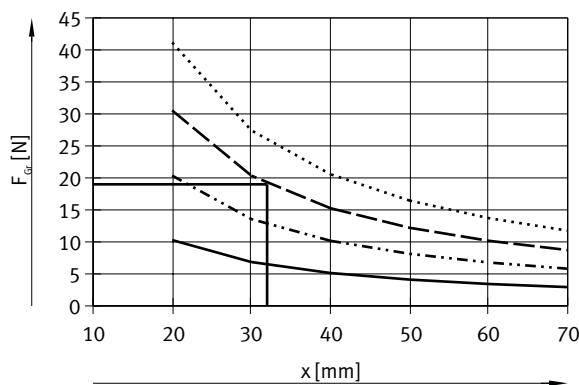
$$x = \sqrt{20^2 + 25^2}$$

$$x = 32 \text{ mm}$$

以下图表

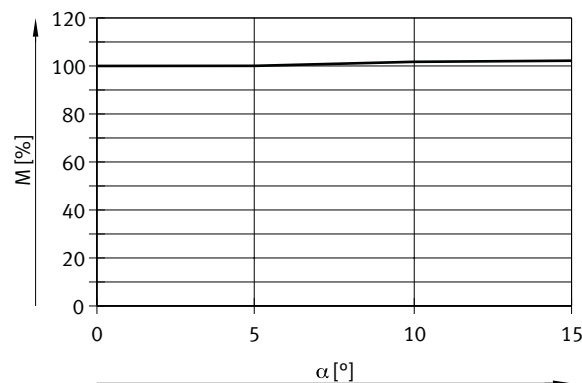
(→ 页码 12) 给出的抓取力值

$$F_{Gr} = 20 \text{ N}$$

扭矩曲线 M 与打开角度 α 的关系

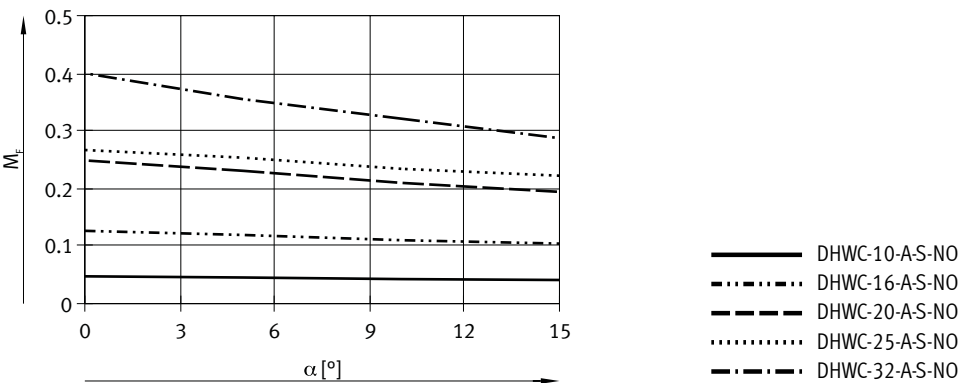
夹爪的驱动原理意味着，在打开角度范围内扭矩并不恒定。从图表中可确定每种情况下可用扭矩的百分比。

打开角度 0° 意为：平行夹爪位置。



技术参数

弹簧扭矩 M_F 与打开角度 α 的关系



计算实际抓取力 $M_{Gr_{ges}}$ (DHWC-...-NO) 与应用的关系

带集成弹簧的摆动抓手 DHWC-...-NO (打开抓取力保持) 可被用作:

- 单作用抓手
- 带抓取力保持的抓手

要计算可用抓取扭矩 $M_{Gr_{ges}}$ (每个夹爪), 必须用图表中的数据: 抓取力 F_{Gr} (→ 页码 12/<?>/<?>),

$M_{Gr} = F_{Gr} \cdot x \cdot M$ [%]

扭矩曲线 M (→ 页码 15) 和弹簧扭矩 M_F (→ 页码 16) 进行组合计算。

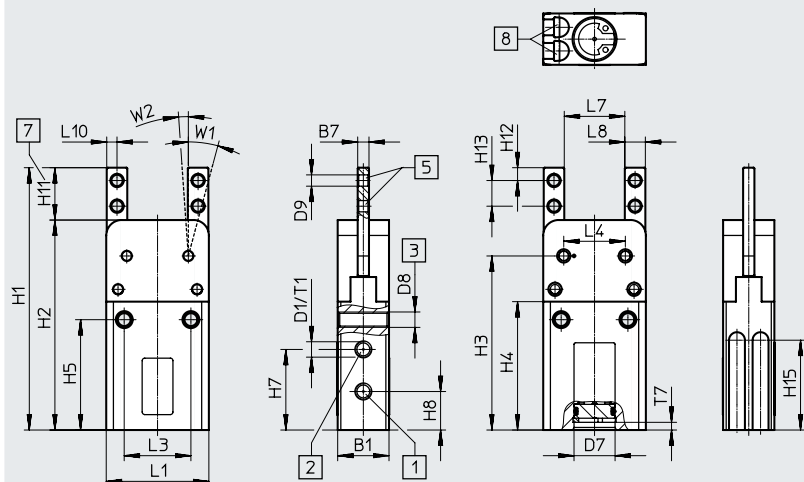
- M_{Gr} 抓取扭矩
- F_{Gr} 每个夹爪的抓取力
- x 杠杆臂
- M 扭矩曲线

技术参数

尺寸

CAD 相关数据 → www.festo.com

DHWC-6



- [1] 气口, 打开
 [2] 气口, 合拢
 [3] 螺纹孔, 用于安装气爪
 [5] 螺纹孔, 用于安装气爪手指
 [7] 用于安装气爪手指的区域
 [8] C 型槽, 用于接近开关

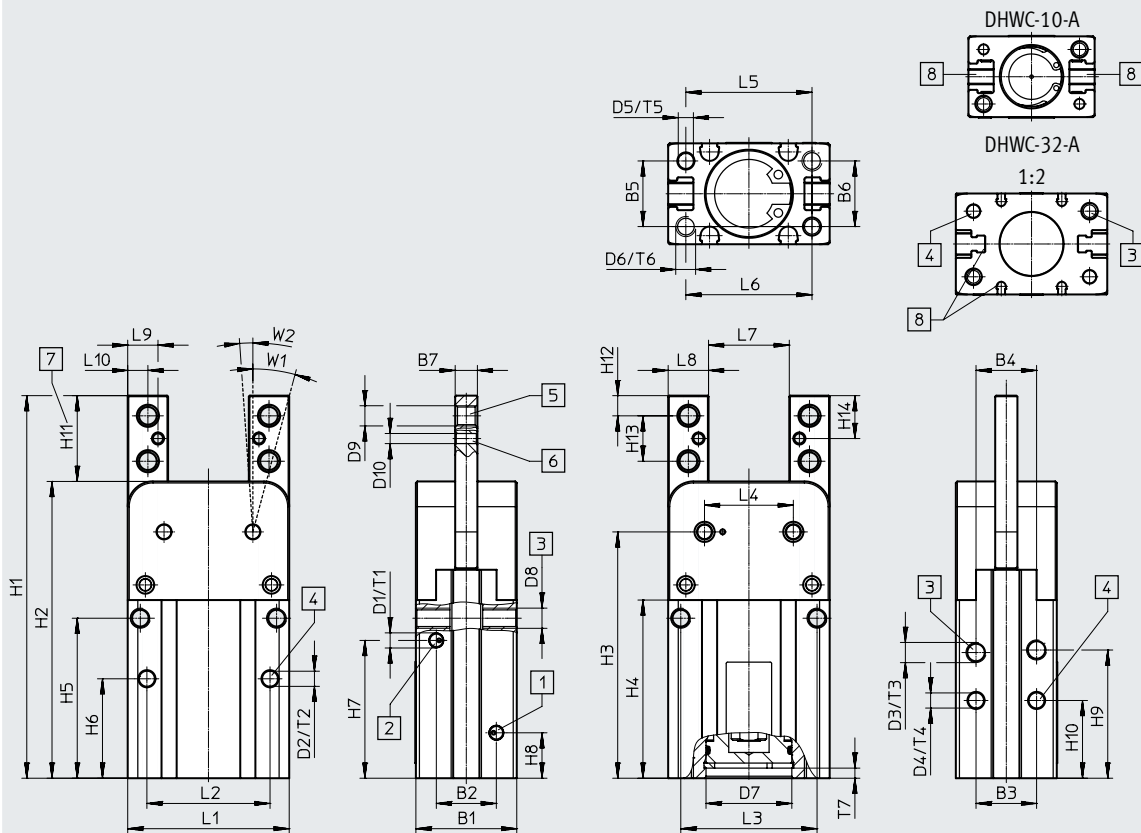
规格	B1	B7	D1	D7 ∅ H8	D8	D9	H1	H2	H3	H4	H5	H7	H8	H11
[mm]	+0,3	-0,01 -0,05												
DHWC-6-A	10	2,2	M3	8	M3	2,2 ^{+0,1}	51,1	40,9	33,9	25	21,5	15,7	7,5	10,2

规格	H12	H13	H15	L1	L3	L4	L7	L8	L10	T1	T7	W1	W2
[mm]				+0,3								±2°	+3°
DHWC-6-A	2,5	5	17,5	20	13	12	11,8	4	2	4,5	1,5	15°	2°

技术参数

尺寸

DHWC-10 ... 32

CAD 相关数据 → www.festo.com

- [1] 气口, 打开
- [2] 气口, 合拢
- [3] 螺纹孔, 用于安装气爪
- [4] 定位孔
- [5] 螺纹孔, 用于安装气爪手指
- [7] 用于安装气爪手指的区域
- [8] DHWC-10: T 型槽, 用于接近开关
DHWC-16 ... 32: C 型槽和 T 型槽, 用于接近开关

技术参数

规格	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
[mm]	+0,3		±0,02			±0,02	-0,01 -0,05		∅ H9		∅ H9	∅ H9		∅ H8			∅ +0,02
DHWC-10-A	16	10,8	10,8	10,8	10,8	10,8	3	M3	2	M3	2	2	M3	12	M3	3,2 ^{+0,1}	2
DHWC-10-A-S-NO																	
DHWC-16-A	20	11,9	12	12	13	13	4,4		3	M4	3	3	M4	17	M4	M4	
DHWC-16-A-S-NO																	
DHWC-20-A	26	15,6	16	14	16,6	17	5,6	M5	4	M5	4	4	M5	21	M5	3	
DHWC-20-A-S-NO																	
DHWC-25-A	33	20,4	21	21	20	20	6,6		M6	5	5	M6	26	M6	M5		
DHWC-25-A-S-NO																	
DHWC-32-A	40	24	26	26	26	26	8,6		5		5	5		25		M6	
DHWC-32-A-S-NO																	

规格	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10	H11	H12	H13	H14	L1	L2	L3
[mm]						+0,1				+0,1					+0,3	±0,02	
DHWC-10-A	62,4	46,8	38,1	-	21,6	11,6	15,6	7	16,1	8,5	15,6	3,5	8,6	7,8	25	18	18,6
DHWC-10-A-S-NO	68,3	52,7	44		27,5	17,5	21,5		22	14,4							
DHWC-16-A	75,8	58,8	48,8	35,3	31,7	19,7	27,3	9	25,4	15,4	17	4	9	8,5	32	24,4	27
DHWC-16-A-S-NO																	
DHWC-20-A	87,4	68,4	55,9	39,9	35,9	21,9	30	10,2	28,8	16,8	19	5		9,5	40	28,4	31,6
DHWC-20-A-S-NO																	
DHWC-25-A	103,2	80,2	65	46,2	41,5	25,8	34,5	10,5	32,9	20,9	23	5,5	12	11,5	50	37,2	37,4
DHWC-25-A-S-NO																	
DHWC-32-A	117	89,3	69,3	46,7	42,2	25,2	34,2	11	33,2	20,2	27,7	6	16	14	60	46	46
DHWC-32-A-S-NO																	

规格	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	W1	W2
[mm]		±0,02				±0,025									±2°	+3°
DHWC-10-A	14	19	19	13	6	3	3	4	3	4	3	3	4	1,5	15°	2°
DHWC-10-A-S-NO																
DHWC-16-A	17,6	25	25	16	8	6	4	4,5	4	4,5	4	6	2			
DHWC-16-A-S-NO																
DHWC-20-A	24,8	31	30	22	9	4,5	6	4	8	4	4	10				
DHWC-20-A-S-NO																
DHWC-25-A	31	38	38	30	10	5	5	7,5	4	10	4	4	12			
DHWC-25-A-S-NO																
DHWC-32-A	38	46	46	36	12	6	6	5	5	5	5	13				
DHWC-32-A-S-NO																

订货数据

订货数据				
规格	双作用		单作用，带抓取力保持	
[mm]	订货号	型号	订货号	型号
6	8125286	DHWC-6-A	-	
10	8125481	DHWC-10-A	8133476	DHWC-10-A-S-NO
16	8128711	DHWC-16-A	8128709	DHWC-16-A-S-NO
20	8128701	DHWC-20-A	8128702	DHWC-20-A-S-NO
25	8128136	DHWC-25-A	8133477	DHWC-25-A-S-NO
32	8128105	DHWC-32-A	8133475	DHWC-32-A-S-NO

附件

接近开关，用于规格 6, 16 ... 32

订货数据 – 接近开关，用于 C 型槽，磁阻式							技术参数 → Internet: smt
	安装方式	电接口 连接方向	开关输出	电缆长度 [m]	订货号	型号	
常开触点							
	可从上方插入槽内	电缆, 3芯, 同轴向	PNP	2.5	551373	SMT-10M-PS-24V-E-2.5-L-OE	
		插头 M8x1, 3针, 同轴向		0.3	551375	SMT-10M-PS-24V-E-0.3-L-M8D	
		电缆, 3芯, 横向	PNP	2.5	551374	SMT-10M-PS-24V-E-2.5-Q-OE	
		插头 M8x1, 3针, 横向		0.3	551376	SMT-10M-PS-24V-E-0.3-Q-M8D	

订货数据 – 接近开关，用于 C 型槽，磁阻式							技术参数 → Internet: smt
	安装方式	电接口 连接方向	开关输出	电缆长度 [m]	订货号	型号	
常开触点							
	可从端部插入槽内	电缆, 3芯, 横向	PNP	2.5	547862	SMT-10G-PS-24V-E-2.5Q-OE	
		插头 M8x1, 3针, 横向		0.3	547863	SMT-10G-PS-24V-E-0.3Q-M8D	
		电缆, 3芯, 纵向	NPN	2.5	8065030	SMT-10G-NS-24V-E-2.5Q-OE	
		插头 M8x1, 3针, 纵向		0.3	8065029	SMT-10G-NS-24V-E-0.3Q-M8D	

接近开关，用于规格 10 ... 32

订货数据 – 接近开关，用于 T 型槽，磁阻式						技术参数 → Internet: smt
	安装方式	电接口 连接方向	开关输出	电缆长度 [m]	订货号	型号
常开触点						
	可从上方插入槽内， 短型	电缆, 3芯, 同轴向	PNP	2.5	574335	SMT-8M-A-PS-24V-E-2.5-OE
		插头 M8x1, 3针, 同轴向		0.3	574334	SMT-8M-A-PS-24V-E-0.3-M8D
		插头 M12x1, 3针, 同轴向		0.3	574337	SMT-8M-A-PS-24V-E-0.3-M12
		电缆, 3芯, 同轴向	NPN	2.5	574338	SMT-8M-A-NS-24V-E-2.5-OE
		插头 M8x1, 3针, 同轴向		0.3	574339	SMT-8M-A-NS-24V-E-0.3-M8D
常闭触点						
	可从上方插入槽内， 短型	电缆, 3芯, 同轴向	PNP	7.5	574340	SMT-8M-A-PO-24V-E-7.5-OE

订货数据 – 接近开关，用于 T 型槽，磁阻式							技术参数 → Internet: smt
	安装方式	电接口 连接方向	开关输出	电缆长度 [m]	订货号	型号	
常开触点							
	可从端部插入槽内	电缆, 3芯, 横向	PNP	2.5	547859	SMT-8G-PS-24V-E-2.5Q-OE	
		插头 M8x1, 3针, 横向		0.3	547860	SMT-8G-PS-24V-E-0.3Q-M8D	
		电缆, 3芯, 纵向	NPN	2.5	8065028	SMT-8G-NS-24V-E-2.5Q-OE	
		插头 M8x1, 3针, 纵向		0.3	8065027	SMT-8G-NS-24V-E-0.3Q-M8D	

订货数据 – 连接电缆							技术参数 → Internet: nebu
	电接口，左侧	电接口，右侧	电缆长度 [m]	订货号	型号		
	直列式插座, M8x1, 3针	电缆, 开放式, 3芯	2.5	541333	NEBU-M8G3-K-2.5-LE3		
			5	541334	NEBU-M8G3-K-5-LE3		
	直列式插座, M12x1, 5针	电缆, 开放式, 3芯	2.5	541363	NEBU-M12G5-K-2.5-LE3		
			5	541364	NEBU-M12G5-K-5-LE3		
	直角式插座, M8x1, 3针	电缆, 开放式, 3芯	2.5	541338	NEBU-M8W3-K-2.5-LE3		
			5	541341	NEBU-M8W3-K-5-LE3		
	直角式插座, M12x1, 5针	电缆, 开放式, 3芯	2.5	541367	NEBU-M12W5-K-2.5-LE3		
			5	541370	NEBU-M12W5-K-5-LE3		

附件

位置变送器，用于规格 10 ... 32

位置变送器持续感测活塞位置。
其模拟量输出信号与活塞位置成正比。

订货数据 - 位置变送器，用于 T 型槽

技术参数 → Internet: position transmitter

	位置感测范围	模拟量输出 [V] [mA]		安装方式	电接口	电缆长度 [m]	订货号	型号
	0 ... 40	0 ... 10	-	可从上方插入槽内	插头 M8x1, 4针, 同轴向	0.3	553744	SMAT-8M-U-E-0.3-M8D

订货数据 - 位置变送器，用于 T 型槽

技术参数 → Internet: sdas

	简要说明	安装方式	电接口	电缆长度 [m]	订货号	型号
	两种工作模式可选: • 两个可调节开关输出 • IO-Link	可从上方插入槽内	插头 M8x1, 4针, 同轴向	0.3	8063974	SDAS-MHS-M40-1L-PNLK-PN-E-0.3-M8
			电缆, 开放式	2.5	8063975	SDAS-MHS-M40-1L-PNLK-PN-E-2.5-LE

订货数据 - 连接电缆

技术参数 → Internet: nebu

	电接口, 左侧	电接口, 右侧	电缆长度 [m]	订货号	型号
	直列式插座, M8x1, 4针	电缆, 开放式, 4芯	2.5	541342	NEBU-M8G4-K-2.5-LE4
			5	541343	NEBU-M8G4-K-5-LE4
	直角式插座, M8x1, 4针	电缆, 开放式, 4芯	2.5	541344	NEBU-M8W4-K-2.5-LE4
			5	541345	NEBU-M8W4-K-5-LE4