

静压导轨系统

和滚动直线导轨系统具有相同的安装尺寸

SCHAEFFLER

静压导轨系统

	页
产品概览	静压导轨系统 2
特性	通过静压油膜阻尼振动 3
	X-life 3
	功能 4
	这种方案的优势 4
	现有设计 5
	运行条件 5
	密封 5
	耐腐蚀保护 5
	工作温度 5
设计与安全指南	互换性 6
	预载 6
	摩擦 6
	刚度 7
	静压导轨系统的安装 7
	液压配置 8
	导轨固定孔布置形式 13
	相邻结构设计 14
精度	定位台阶高度和圆角半径 16
	精度等级 16
	导轨固定孔的位置公差和导轨的长度公差 18
订货举例、订货号	安装孔对称 19
尺寸表	静压导轨系统 20

产品概览 静压导轨系统

和滚柱直线导轨
具有相同的安装尺寸

HLE45-A-XL



00085D7E

静压导轨系统

特性

标准直线导轨的滑块不能阻尼振动。为了有效阻尼振动，滚柱直线导轨系统 RUE-E 需要使用额外的阻尼滑块 RUDS-D，阻尼滑块布置在承载滑块中间。但是为了最有效的阻尼振动，阻尼滑块必须布置在振幅最大的位置，因此需要很好的掌握振动的形式。

通过静压油膜阻尼振动

对于阻尼、动态刚度和承载能力要求非常高的应用，现在可以使用静压导轨系统，基于已经验证的滚柱直线导轨系统 RUE...E，尺寸 45。

带有预载的静压导轨系统是一个完整的单元，本身带有很好的阻尼能力，不需要额外的阻尼部件。

X-life

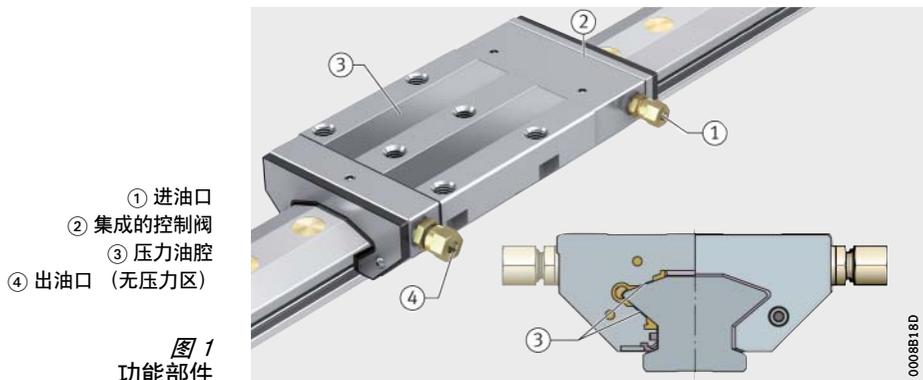
静压导轨系统 HLE45-A-XL 具有 X-life 的品质。

静压导轨系统阻尼值高达 470 000 kg/s 同时，它具有与对应型号的滚动导引系统几乎一样高的拉伸和压缩刚度。当静压导轨系统用在机床上时，可以使机床具有更高的切削量、更好的表面加工质量和更长的使用寿命。

滑块鞍板承载油腔中特殊的青铜涂层，可以保证静压导轨系统具有优良的安全运行特性，这意味着在过载和供油压力不足的工作条件下静压导轨系统不会被损坏。

静压导轨系统

功能 滑块的承载油腔内充满液压油，进油口要求持续稳定的压力，*图 1*，集成的控制阀用来保证滑块承载油腔中有着均匀的压力。最后，液压油从静压导轨系统的出油口抽回至液压回路中。



这种方案的优势

只需要一种机床设计方案

由于集成了液压控制阀，静压导轨系统是即装即用型设计，和直线导轨系统具有相同的安装尺寸。

由于静压导轨设计符合直线导轨的 DIN 标准设计空间和 DIN 标准安装尺寸（和直线导轨具有相同的安装尺寸和外形尺寸），因此一种机床设计方案，可以得到几种不同性能等级。作为结果，一种机床设计方案就可以满足不同的加工要求。

根据以上的观点，举例说明下面的可行性：

- 标准加工时，得到极好的表面质量和精度
- 大功率加工时，提高切削深度和金属去除率，得到较好的加工质量和精度。

性能特点

导轨和滑块之间几乎没有摩擦，参见第 6 页，章节 摩擦。压方向的静态刚度和直线导轨系统 RUE-E 相当。

在机床中的承载能力和标准直线导轨系统相当。静压导轨系统可以支撑各个方向的力和力矩，除了运动方向。

加速度可以达到 100 m/s^2 ，速度可以达到 120 m/min 。

现有设计	<p>一个静压导轨系统至少有两根导轨 TSH45-XL，每根导轨有两个滑块（1×HLW45-A-SR-XL 和 1×HLW45-A-SL-XL）导轨的固定孔采用铜塞片 KA20-M 密封。在对密封要求很高的应用场合，Schaeffler 提供一种圆锥形的特殊铜塞片 KA20-M-FA512.7；遇到这种情况请联系我们。</p> <p>静压导轨不能拼接，单根最大长度 2 940 mm。如果需要更长的导轨，可以向我们咨询。</p>
工作条件	<p>静压导轨正常运行的条件是： 液压油 HLP 46，符合 DIN 51524-2，液压油的粘度为 ISO VG 46，必须采用 10 μm 过滤器过滤。</p>
密封	<p>滑块两端的弹性密封和下部的密封条保护系统免受污染，防止滑块内液压油的泄露。</p>
耐腐蚀保护	<p>没有耐腐蚀设计。</p>
工作温度	<p>静压导轨系统的油液介质为 HLP46，工作温度为 +40 °C。并且需要保持恒温，例如可以通过利用冷却系统来维持油液温度。</p>

静压导轨系统

设计与安全指南 互换性

导轨和滑块是可以相互替换的，因此可以非常方便任意组合导轨和滑块。

承载油腔的间隙已经事先设定。



静压导轨系统使用时，至少 2 根导轨，每根导轨 2 个滑块，图 2。只有一根导轨或者一个滑块的系统是不能使用的。

- ① 滑块 HLW45-A-SL-XL
- ② 滑块 HLW45-A-SR-XL
- ③ 导轨 TSH45-XL

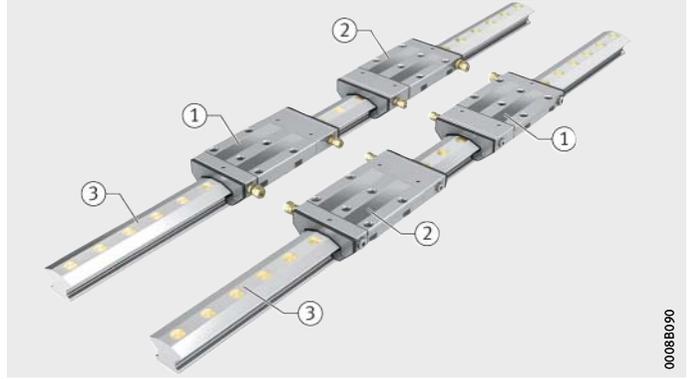


图 2
静压导轨系统

预载

静压滑块 HLE45-A-XL 通过滑块和导轨之间的压力油腔进行液压预紧，预紧压力大约为 5 MPa。预载通过集成的控制阀在工厂设定，不能改变。

预载对于静压导轨系统的影响

增加预载则增加刚度。但是，预载不会影响静压导轨系统的移动摩擦力和寿命。

摩擦

在承载能力范围内，摩擦力和载荷大小无关。由于封闭式密封，摩擦阻力是一个恒定值，每个滑块大约为 20 N。

刚度 每个滑块的刚度（温度约为 +40 °C）如下所示：

- 压力方向 = 1200 N/μm
- 拉力方向 = 900 N/μm
- 侧方向 = 500 N/μm。

以上刚度数值基于静压导轨系统（HLE45），两根导轨（TSH45），四个滑块（HLW45），安装于一个平板，工作压力 10 MPa。刚度数值包括静压导轨系统 HLE 的变形，也包括连接螺钉和周边结构的变形。



刚度数值仅适用于六根螺栓都连接，并且采用正确的液压站，参见第 8 页，液压配置部分。

静压导轨系统的安装



在没有油的情况下，不要在导轨上移动滑块。否则，密封将被破坏。

导轨必须校直，拧紧固定螺钉，必须使用铜填塞片封闭沉孔。

使用静压导轨时，导轨两端和滑块一端需要安装挡块。

安装导轨和滑块之前，必须遵守安装手册 MON 50 上的安装步骤和注意事项。

安装 按照下面的步骤进行安装：

- 把已经涂抹液压油的滑块推上导轨，在没有载荷的情况下移动到安装位置。
 - 连接液压管路（如果需要，滑块的进油和出油接头可以从滑块的一侧换到另外一侧）。
 - 开启液压站，进行供油。
 - 将工作台轻放在滑块上。
 - 固定滑块的螺钉（从上面）。
 - 首先拧紧外面四个螺钉，再拧紧中间螺钉，注意螺钉长度。
- 静压导轨系统已经准备好了，可以进行工作了。

静压导轨系统

液压配置	每个滑块的供油流量必须达 1.3 l/min。
液压系统的进油口和出油口管路要求	选择尽可能大直径的管路。
进油管路	<p>为了尽量减少因管道阻力造成的沿程压力损失，进油管路在尽可能接近滑块处，通径减小为 4 mm。滑块上的液压接头型号为 L6 M12×1.5（滑块上的螺纹为 M10×1）。</p> <p>进油管路上需要安装一个断流阀，当回油管路压力过大（大于 2 bar）时，切断滑块进油管路的供油。</p>
出油管路	<p>在出油管路上，为了能保证所有滑块的抽油量相等，从抽油泵到所有连接滑块的管路阻力都必须相同，且应尽可能保证最低。滑块上的液压接头型号为 L8 M12×1.5（滑块上的螺纹为 M12×1.5）。</p> <p>为了降低管路压力损失，从滑块出油口后 300 mm，液压管路应该转换为通径为 16 mm。</p> <p>如果出油管路大于 (> 2 m)，抽油单元必须就近直接安装在相应的进给轴系上。通过运用抽油单元，可以减小管路通径。</p> <p>为了减少导轨系统的摩擦和泄露，滑块出油口的压力必须小于 0.2 bar。当系统对泄露和摩擦具有很高的要求时，滑块出油口应该设为负压（为 0 到 -0.5 bar）。</p>
	<p>设计时，需要计算抽油管路和供油管路的阻力；如果有需要，请向我们咨询。</p> <p>液压系统应该具有一个压力开关，反馈压力信息到控制器，保证系统具有足够的压力。</p> <p>只有在液压系统可用的情况下，静压导轨系统才可以运作（尽管其具有优良的紧急运行特性）。</p>

例如：
供导轨系统 HLE45-A-XL 用的
液压单元
(该液压单元来自 Hydac 公司)

和 Hydac 公司进行合作，采用了下面的液压单元。
这个液压单元设计为 3 种不同功率等级，分别适用于滑块数为
4，8 和 12 的导轨系统。为了使静压导轨系统具有一定的冷却
功能，该液压单元可以结合冷却器一起使用，图 3。

- ① 液压单元 HLE45-A-XL
- ② 液压单元 HLE45-A-XL 带有冷却器

图 3
液压单元



特征

由 Hydac 公司生产的液压单元具有如下特点：

- 根据滑块数为 4，8 和 12 的导轨系统，分别配有相对应的功率等级的液压单元。
- 电子监测：
 - 进油路油液污染检测
 - 回油路油液污染检测
 - 油位
 - 油温
 - 进油路油液压力
 - 回油路油液压力
 - 冷却回路油液压力
- 过滤进油路和出油路的油液
- 在环境温度偏离具体指定的温度范围（参见第 10 页，表）的情况下，必要时需要采取特殊冷却措施。

当液压单元的回油管路很长时，为了帮助系统回油，建议在回油路上额外安装一个抽油单元。

静压导轨系统

不同滑块数量的导轨系统所对应的液压单元技术参数，
请见下表。

液压单元的技术参数 (HYDAC)

特征		设计		
		滑块数量		
		4	8	12
电机				
额定频率	Hz	50		
额定转速	min ⁻¹	1 420		
连接电压 (三相交流)	V	400		
额定功率	kW	2.2	4	5
泵				
流量	l/min	5.2	10.4	15.6
带有抽油单元的流量	l/min	6.7	13.4	20.1
控制器				
压力设定	bar	115		
占空比				
连续工作	bar	适合		
油箱				
容积	l	80	100	120
安装方位	-	水平		
环境温度				
- 最小值	°C	-10		
- 最大值	°C	+30		
冷却系统				
压缩制冷机的功率	kW	1.5	3.3	5.8
冷却器	-	HYDAC HEX S610		
液压介质				
矿物油 HL/HLP	-	HLP 46, DIN 51524-2		
油温 最小值	°C	+20		
油温 最大值	°C	+40		

尺寸 不带和带有冷却系统的液压单元的外部尺寸只是在高度上有差别，图 4 和图 5。

图 4
不带冷却系统的 HLE45-A-XL 的
液压单元

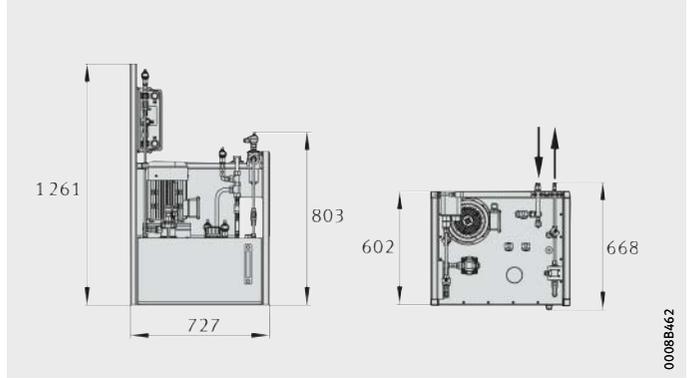
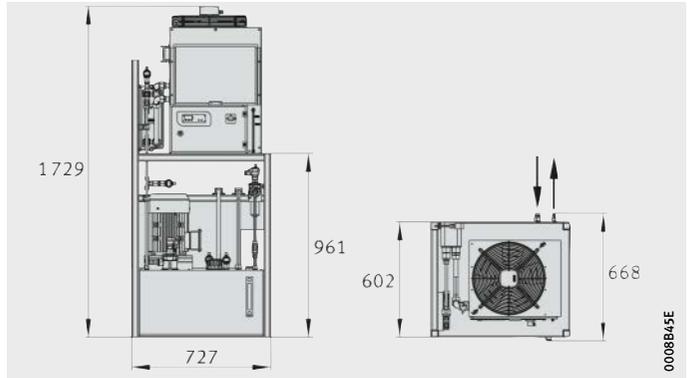


图 5
带有冷却系统的 HLE45-A-XL 的
液压单元



液压管接头的尺寸与液压单元所供导轨系统上的滑块数量有关，请见下表。

液压管路接头

滑块数量 HLW45-A	液压管路接头	
	出油口	进油口
4	10L	15L
8	12L	18L
12	15L	22L

静压导轨系统

抽油单元

抽油单元在抽油时具有非常大的优势：

- 出油管路上的背压容易增加滑块内油液的消耗量。在抽油单元的辅助作用下，可以允许回油路背压提高到 2.5 bar。
- 抽油单元的使用，可以大大减小软管直径的尺寸。这也就意味着可以减小液压回路占用的空间。
- 通过使用抽油单元，液压系统将对管路压力波动和空气渗入不那么敏感。

一个抽油单元可以同时作用在 4 个滑块（HLW45-A）上。

每个抽油单元需要额外 1.5 l/min 的流量。

抽油单元的尺寸，图 6。

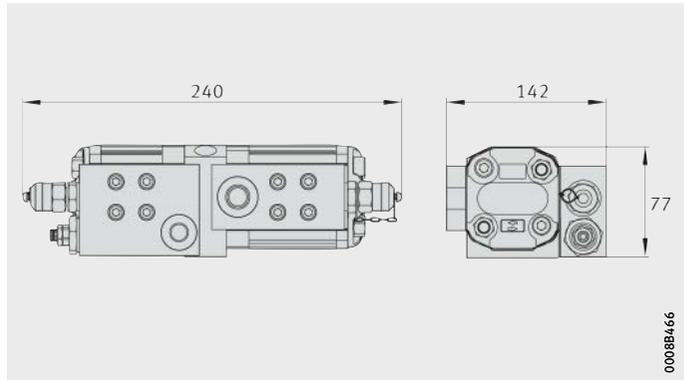


图 6
抽油单元

导轨的固定孔布置形式

除了特殊要求，导轨具有对称的螺栓孔，图 7。
根据客户的要求，我们可以提供非对称的固定孔形式。
在这里， $a_L \cong a_{L \min}$ 和 $a_R \cong a_{R \min}$ ，图 7。

- ① 定位面
- ② 对称螺栓孔形式
- ③ 非对称螺栓孔形式

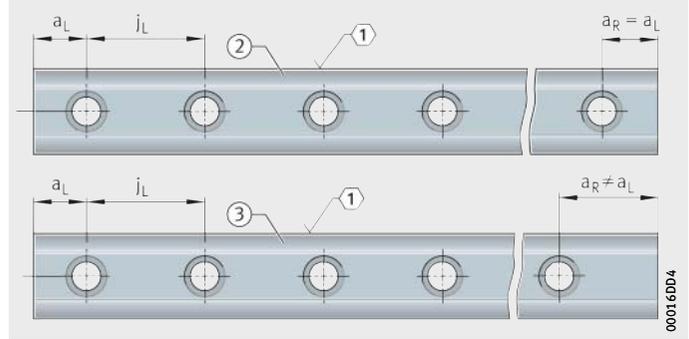


图 7
导轨螺栓孔形式单列螺栓孔

固定孔间距数量的最大值

孔间距数等于下列数值的整数数值：

$$n = \frac{l - 2 \cdot a_{L \min}}{j_L}$$

距离 a_L 和 a_R 通常取决于：

$$a_L + a_R = l - n \cdot j_L$$

对于对称螺栓孔布置形式的导轨：

$$a_L = a_R = \frac{1}{2} \cdot (l - n \cdot j_L)$$

固定孔的数量：

$$x = n + 1$$

n
固定孔间距的最大数量

l
轨道长度 mm

$a_{L \min}, a_{R \min}$ mm

a_L, a_R 最小值，参见尺寸表

j_L mm

固定孔间距

a_L, a_R mm

导轨首端和末端与最近的螺栓孔之间的距离

x
固定孔的数量。



如果不遵守 a_L 和 a_R 的最小值，沉孔可能会被切割。

拼接导轨

静压导轨是不能拼接的。

静压导轨系统

相邻结构设计

导轨的运行精度主要取决于安装配合面的直线度、精度和刚度。系统的直线度只有在导轨完全压紧到基准面上时才能得到保证。

安装表面的形位精度

导引系统的精度及运行平稳度要求越高，则越要注意安装表面的形位精度。



公差要求第 15 页，图 8。

表面必须经过磨削或精密铣削使其达到平均粗糙度 Ra1.6。

如果相邻结构的加工超出公差要求范围，将会影响整体精度，改变预载，导致故障。

高度偏差 ΔH

对于 ΔH ，允许值通过下面的公式计算。如果存在大的偏差，请联系我们。

$$\Delta H = a \cdot b$$

ΔH 理论上允许的最大高度偏差，第 15 页，图 8

a 基于预载等级的系数，在此：0.075

b 导轨的中心间距。

导轨平行度

对于平行布置的导轨，平行度公差 t，第 15 页，图 8 和下表。

导轨的平行度公差 t

订货号	平行度公差 t μm
TSH45-XL	< 10



如果使用最大值，可能会增加移动阻力。

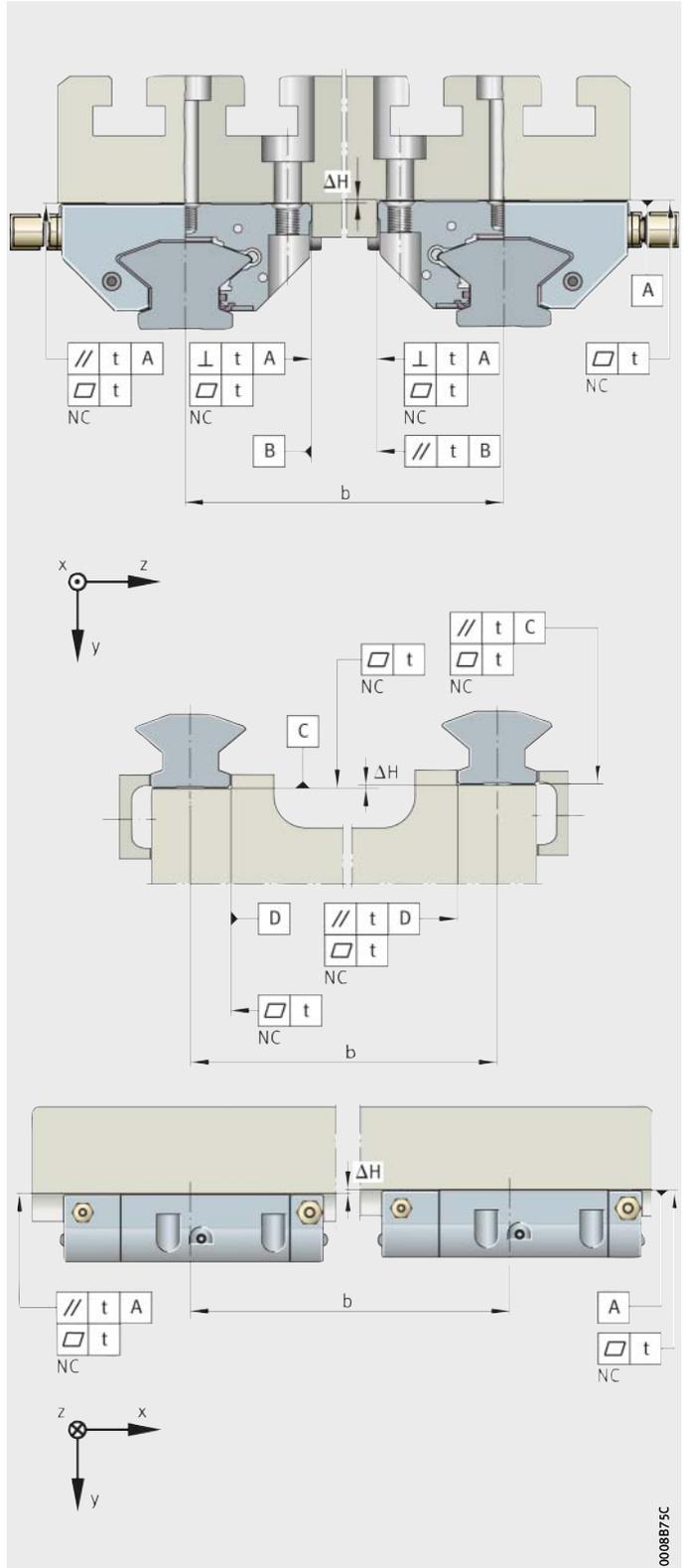


图 8
安装表面的公差和
安装后导轨的平行度

静压导轨系统

精度

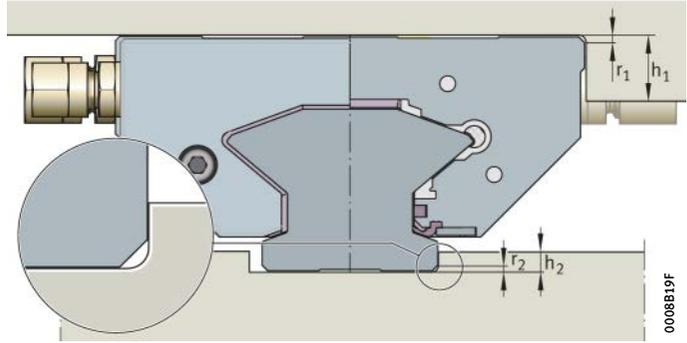
定位台阶高度和圆角半径

定位台阶高度和圆角半径必须符合静压导轨的要求，参见下表和图9。

相邻结构必须设计凹坑，留出滑块上的封口螺钉和进出油口的位置，图9。

定位台阶高度和圆角半径

订货号	h_1 mm	h_2 max. mm	r_1 max. mm	r_2 max. mm
HLE45-A-XL	10	8	1	0.8



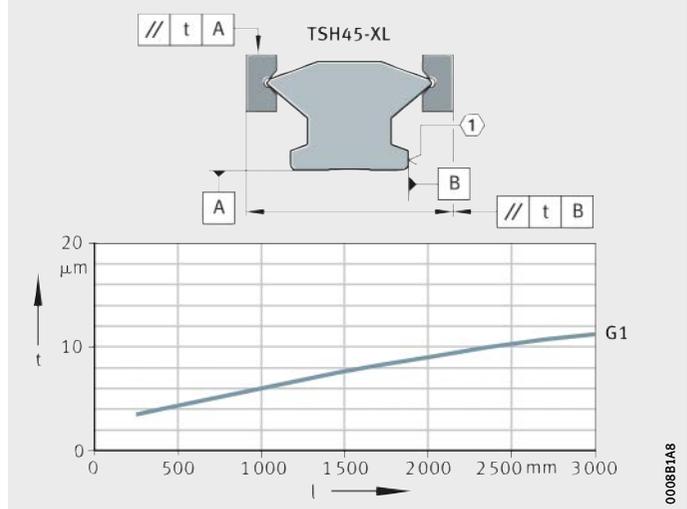
① 相邻结构的凹坑设计

图9

定位台阶高度和边角半径

精度等级

静压导轨系统 HLE45-A-XL 现有精度等级为 G1，图10。



t = 不同测量方向下的平行度公差
 l = 导轨总长度

① 定位面

图10

导轨的平行度公差

滚道对定位面的平行度 导轨的平行度公差，精度等级为 G1，第 16 页，图 10。

公差 公差值是代数平均值。它们与滑块安装螺纹的中心点或定位面相关。

尺寸 H 和 A_1 必须始终在公差范围之内，与滑块在导轨上的位置无关，见下表。

尺寸 H 和 A_1 ，参见图 11。

运行精度 运行精度会受相邻结构精度的影响。

精度公差

公差	精度 G1 μm
高度公差 $H^{1)}$	± 10
高度差 2) ΔH	5
宽度公差 $A_1^{1)}$	15 -5
宽度差 2) ΔA_1	5

1) 生产中使用的理论值。

2) 在一根导轨同一点上测量不同滑块之间的尺寸差。

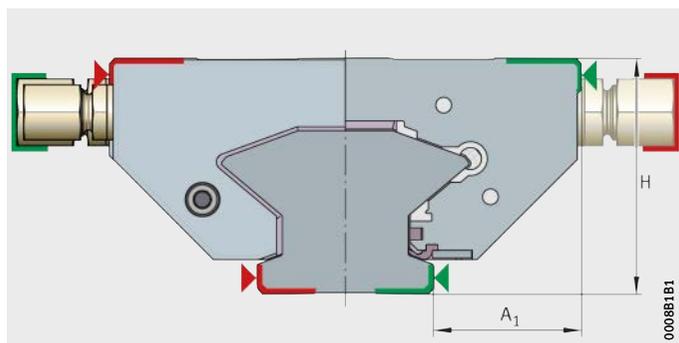


图 11
精度参考尺寸

静压导轨系统

导轨固定孔的位置公差和 导轨的长度公差

导轨固定孔的位置公差和导轨的长度公差参见图 12 和下表。
固定孔的形式根据 DIN ISO 1101。

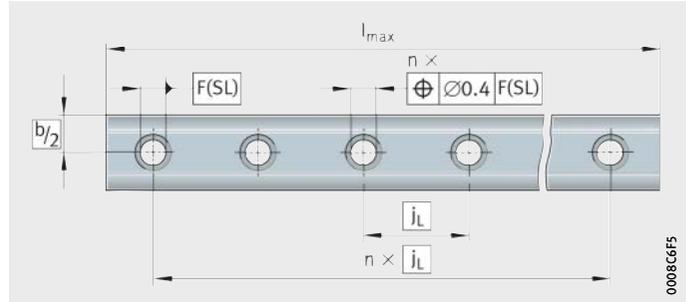


图 12
导轨固定孔的位置公差和
导轨的长度公差

导轨的长度公差

订货号	导轨长度公差为最大长度 l_{max1} 的函数	
	$\leq 1\,000\text{ mm}$	$> 1\,000\text{ mm}$ $< 2\,940\text{ mm}$
TSH45-XL	-1 mm	-1.5 mm

1) 长度 l_{max} 参见 尺寸表。

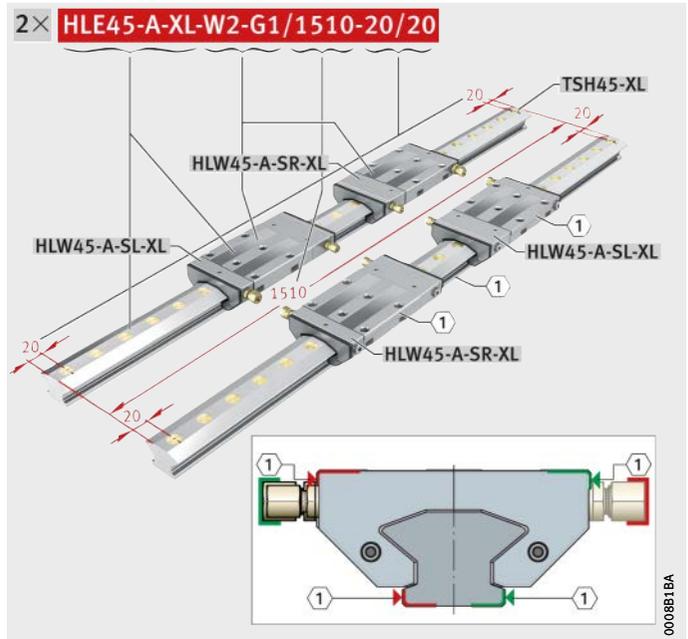
订货举例、订货号
固定孔对称

标准系统设计：	
静压导轨系统	HLE45-A-XL
尺寸	45
每根导轨上的滑块数量	W2
精度等级	G1
导轨长度	1 510 mm
a_L	20 mm
a_R	20 mm

订货号 2×HLE45-A-XL-W2-G1, 图 13

组成：

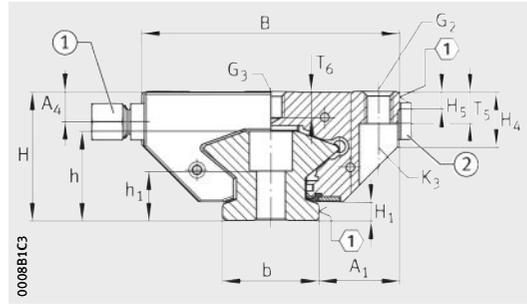
- 2×TSH45-XL-G1/1510-20/20
- 2×HLW45-A-SR-XL
- 2×HLW45-A-SL-XL。



① 定位面

图 13
 订货举例、订货号

静压导轨系统



HLE45-A-XL



尺寸表 · 单位：mm

型号	滑块		导轨			尺寸				安装尺寸				
	型号	质量 m ≈kg	型号	质量 m ≈kg	填塞片	$l_{max}^{1)}$	H	B	L	A_1	J_B	b -0.005 -0.035	L_1	L_5
HLE45-A-XL	HLW45-A-SR-XL ³⁾	6	TSH45-XL	12.4	KA20-M	2 940	60	120	226.5	37.5	100	45	134.2	2.2
	HLW45-A-SL-XL ⁴⁾													

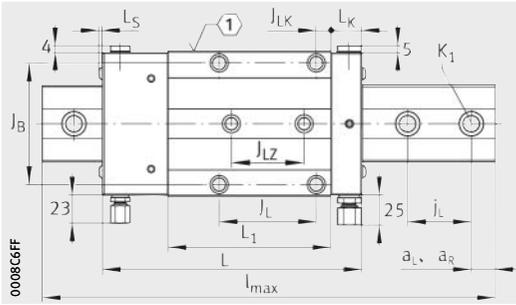
① 液压油管接头， ② 油口封闭螺钉
 液压油管接头和油口封闭螺钉的位置可以进行更换。

① 定位面。

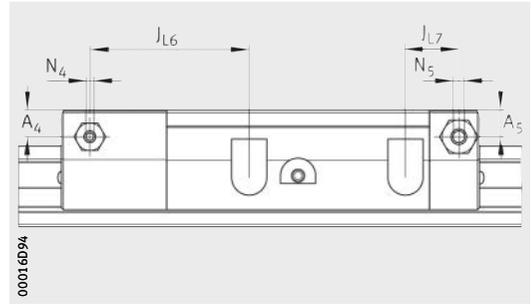
- 1) 只能单根使用，最大长度 2 940 mm。
需要更长的长度，请向我们咨询。
- 2) a_L 和 a_R 根据导轨长度计算。
- 3) 安装定位面在右侧。
- 4) 安装定位面在左侧。

尺寸表 (续) · 单位：mm

型号	固定螺栓								润滑连接头的尺寸					
	G_2		G_3		K_1		K_3		A_4	N_4	J_{L6}	A_5	N_5	J_{L7}
	M_A Nm													
HLE45-A-XL	M12	83	M12	60	M12	140	M10	83	13.8	4	81.6	13.8	6	27.3

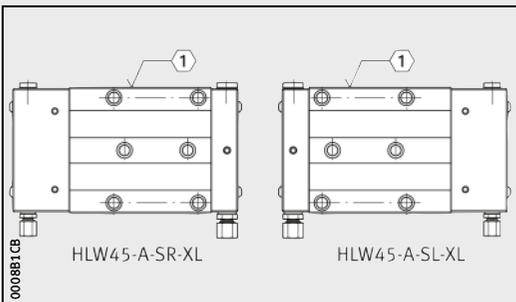


HLE45-A-XL · 视图旋转 90°



侧面液压油接头

													承载能力在 10 MPa			
L _K	J _L	J _{LK}	J _{LZ}	j _L	a _L , a _R 2)		H ₁	H ₅	H ₄	T ₅	T ₆	h	h ₁	压力方向	拉力方向	侧方向
					min.	max.								N	N	N
31	80	12.1	60	52.5	20	41	8.7	8	25.8	15	10	41.5	±0.5 23	22 000	17 400	7 500



HLW45-A-SL-XL (SL-XL)

舍弗勒贸易 (上海) 有限公司

上海嘉定区安亭镇安拓路 1 号
邮编 201804

电话: +86 21 3957 6500

传真: +86 21 3957 6600

为保证资料的正确性, 书中每部分都经过了仔细的审核。但本公司不对任何不正确或不完整的数据承担责任。我们保留做技术修改的权利。

© Schaeffler Technologies AG & Co. KG

版本: 2015 年4 月

没有本公司的正式授权, 严禁复制本书或其部分内容。

TPI 149 CN-CN