



板式滚柱链

THK 综合产品目录

A 产品解说

特长与类型	A 11-2
板式滚柱链的特长	A 11-2
• 结构与特长	A 11-2
板式滚柱链的类型	A 11-3
• 种类与特长	A 11-3
选择的要点	A 11-4
额定载荷与额定寿命	A 11-4
精度规格	A 11-7
尺寸图、尺寸表	
FT型	A 11-8
FTW型	A 11-9
设计的要点	A 11-10
滚动面	A 11-10
安装板式滚柱链	A 11-11
公称型号	A 11-13
• 公称型号的构成例	A 11-13
使用注意事项	A 11-14

B 辅助手册(别册)

特长与类型	B 11-2
板式滚柱链的特长	B 11-2
• 结构与特长	B 11-2
板式滚柱链的类型	B 11-3
• 种类与特长	B 11-3
选择的要点	B 11-4
额定载荷与额定寿命	B 11-4
安装步骤	B 11-8
公称型号	B 11-10
• 公称型号的构成例	B 11-10
使用注意事项	B 11-11

板式滚柱链的特长

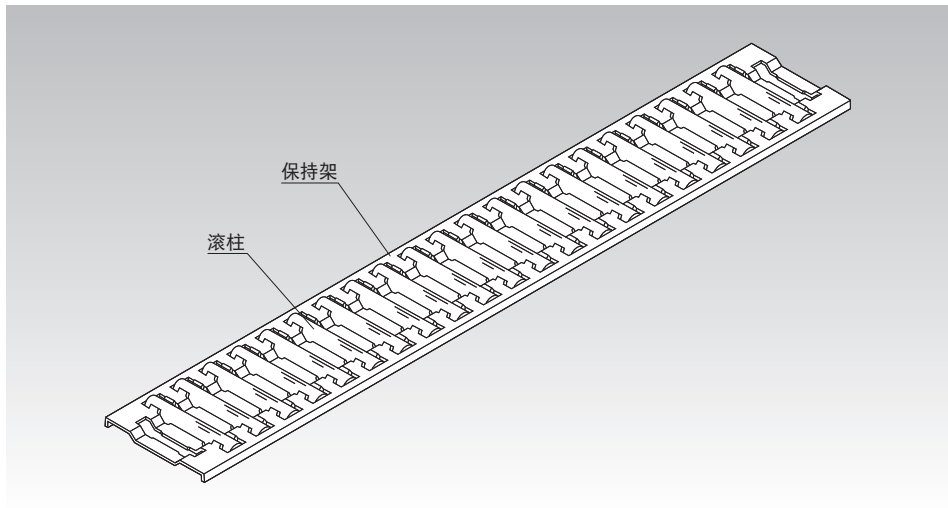


图1 板式滚柱链FT型的结构

结构与特长

对于板式滚柱链, 在保持架内腔中安装了符合JIS B 1506标准的精密滚柱, 保持架则是由薄钢板冲压成M形(在剖面上)制成, 这样可提高其刚性并实现轻量化。由于在结构设计上, 滚柱被保持于保持架内腔中, 因而不会脱落。板式滚柱链夹在两个滚动面之间使用, 因此当工作台移动时, 板式滚柱链将在相同的方向上移动, 距离为工作台所移动距离的一半。例如, 如果工作台移动500mm, 板式滚柱链将在相同的方向上移动250mm。

板式滚柱链对于大型机床, 例如刨床、龙门铣床和外圆磨床, 以及需要高精密度的地方, 例如平面磨床、圆筒磨床和光学测量设备, 均是最佳的选择。

【耐负荷性能优异】

由于滚柱以较短的间距安装, 因此板式滚柱链具有较大的负荷容量; 并且根据情况, 它还可以在未经过硬化淬火的铸件滚动面上使用。此外, 工作台与滑动面的挠曲刚度也几乎相同。

【90°V形面和平面用的组合精度进行标准化】

板式滚柱链的设计结构,使它可安装到90°的V形滑动表面上,该滑动表面是在具有窄型导轨和滑动座架的机床中最常用的结构。这允许产品在使用时无需作重大设计上的变动。

【滚柱型直线运动系统中摩擦最低】

由于滚柱在重量轻而且刚性好的保持架中均匀排列,因而消除了滚柱之间的摩擦并且将滚柱的侧倒亦降低到最低程度。因此,达到了较小的摩擦系数($\mu=0.001$ 至 0.0025);并且对于滑动表面十分不利的粘滞滑动也不会发生。

【保持架的连接快速方便】

在大型机床上安装板式滚柱链时,很容易在床身上连接,因此在无论何种大尺寸的机床上都可很方便地安装。

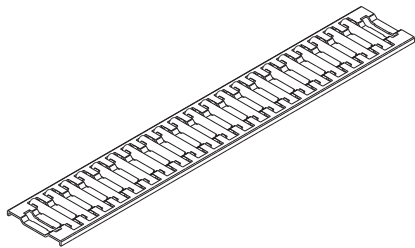
板式滚柱链的类型

种类与特长

FT、FT-V型

尺寸表⇒ A 11-8

这些型号拥有单排滚柱,主要用于平面上。

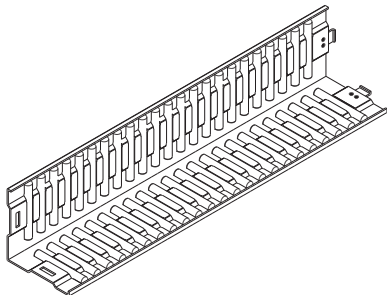


FT、FT-V型

FTW、FTW-V型

尺寸表⇒ A 11-9

这些型号拥有2排或更多排的滚柱,并且它们的保持架的形状为弯曲90°。每个型号使用的滚柱的直径为平面上的滚柱直径的0.7071倍,因此如果在平表面上使用FT型或FT-V型,它们就能够安装在具有相同高度的90°V形表面上。



FTW、FTW-V型

额定载荷与额定寿命

【静态安全系数 f_s 】

板式滚柱链在静止或运行时,可能受到因振动、冲击或启动停止所造成的惯性力等意想不到的外力作用,对于此类作用负荷有必要考虑其静态安全系数。

$$f_s = \frac{f_H \cdot f_T \cdot f_C \cdot C_0}{P_c}$$

- f_s : 静态安全系数
- f_H : 硬度系数(参照 A 11-6图1)
- f_T : 温度系数(参照 A 11-7图2)
- f_C : 接触系数(参照 A 11-5上的【额定载荷】和【额定寿命】)
- C_0 : 基本静额定载荷 (kN)
- P_c : 径向载荷计算值 (kN)

● 静态安全系数的基准值

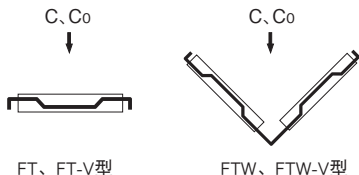
表1中所示的是各使用条件下的静态安全系数的基准值下限。

表1 静态安全系数(f_s)的基准值

使用机械	负荷条件	f_s 的下限
一般工业机械	无振动或冲击时	1~1.3
	有振动或冲击时	2~3
工具机	无振动或冲击时	1~1.5
	有振动或冲击时	2.5~7

【额定载荷】

尺寸表中记载的额定载荷, 表示为单体长度 (ℓ) 的右图所示方向上的值。



当所使用的板式滚柱链有效负荷范围长度与单体长度 (ℓ) 不同时, 可利用下式求出额定载荷 (C_ℓ 和 $C_{0\ell}$) 的近似值。

$$C_\ell = \left(\frac{\ell_0}{\ell} \right)^{\frac{3}{4}} \times C$$

$$C_{0\ell} = \frac{\ell_0}{\ell} \cdot C_0$$

C_ℓ : 在有效负荷范围的基本动额定载荷 (kN)

ℓ_0 : 有效负荷范围的长度 (mm)

ℓ : 单体长度 (参照尺寸表) (mm)

$C_{0\ell}$: 在有效负荷范围的基本静额定载荷 (kN)

C : 基本动额定载荷 (kN)

C_0 : 基本静额定载荷 (kN)

注) 如果滚动面的硬度比58HRC低时, 额定载荷会降低, 请加以注意。(参照 A 11-6图1)

【额定寿命】

从上式求得有效负荷范围内板式滚柱链的基本动额定载荷 (C_ℓ) 后, 可按下式计算额定寿命。

● 计算额定寿命

在THK, 板式滚柱链的额定寿命定义为100km, 额定寿命 (L_{10}) 可根据基本额定动载荷 (C) 及作用在板式滚柱链的载荷 (P_c), 由下式计算得出。

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P_c} \right)^{\frac{10}{3}} \times 100 \quad \cdots \cdots (1)$$

L_{10} : 额定寿命 (km)

C : 基本动额定载荷 (N)

P_c : 计算径向载荷 (N)

对额定寿命 (L_{10}) 进行比较时, 需要考虑到基本额定动载荷按50km、100km中的哪一项定义, 并根据需要按 ISO 14728-1 对基本额定动载荷进行换算。

ISO中规定的基本额定动载荷换算公式:

$$C_{100} = \frac{C_{50}}{1.23}$$

C_{50} : 额定寿命为50km的基本额定动载荷

C_{100} : 额定寿命为100km的基本额定动载荷

● 考虑使用条件时的额定寿命的计算

在实际使用中,由于在运转时大都伴随振动和冲击,导致作用在板式滚柱链的负荷不断变化,因此很难正确掌握。此外,滚动面的硬度及使用环境温度、在紧靠状态下使用板式滚柱链时也会对寿命造成很大影响。

考虑到这些条件,可以由以下公式(2)计算出考虑到使用条件的额定寿命(L_{10m})。

● 考虑到使用条件的系数 α

$$\alpha = \frac{f_H \cdot f_T \cdot f_C}{f_W}$$

α : 考虑到使用条件的系数

f_H : 硬度系数 (参照图1)

f_T : 温度系数 (参照 A 11-7图2)

f_C : 接触系数^(注)

f_W : 负荷系数 (参照 A 11-7表2)

● 考虑到使用条件的额定寿命 L_{10m}

$$L_{10m} = \left(\alpha \times \frac{C}{P_C} \right)^{\frac{10}{3}} \times 100 \quad \cdots \cdots (2)$$

L_{10m} : 考虑到使用条件的额定寿命 (km)

C : 基本动额定载荷 (N)

P_C : 计算径向载荷 (N)

注)接触系数根据滚柱运行的2个平面的接触状态来决定。2个平面的接触比率是50%时,因安全的缘故,将额定载荷设定为 $f_C=0.5$ 。

【计算寿命时间】

已经求得额定寿命(L_{10})后,如果行程长度和每分钟往返次数固定不变,则可使用以下公式计算工作寿命时间。

$$L_h = \frac{L_{10} \times 10^6}{2 \times l_s \times n_1 \times 60}$$

L_h : 工作寿命时间 (h)

l_s : 行程长度 (mm)

n_1 : 每分钟往返次数 (min^{-1})

● f_H : 硬度系数

要最大程度地提高板式滚柱链的负荷容量,滚动面的硬度应在58~64HRC之间。如果硬度低于此范围,则基本动额定载荷及基本静额定载荷均会下降。因此,有必要将各额定值分别乘以各自的硬度系数(f_H)。

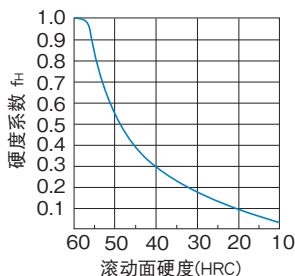


图1 硬度系数(f_H)

● f_T : 温度系数

如果板式滚柱链的使用环境温度超过100℃时,就要考虑高温的不良影响,将基本额定载荷乘以图2中表示的温度系数。

注)如果环境温度超过100℃, 请向THK咨询。

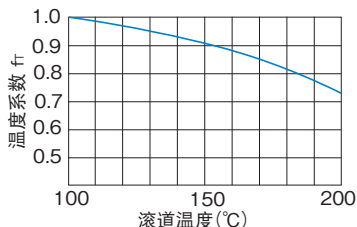


图2 温度系数 (f_T)

● f_w : 负荷系数

通常作往复运动的机械在运转中大都伴随振动或冲击,特别是要正确计算在高速运转时所产生的振动以及频繁启动与停止所导致的所有冲击则尤为困难。因此,在不能得到实际作用的负荷时,或者速度和振动的影响很大时,请将基本额定动载荷(C)除以表2中根据经验得到的负荷系数。

表2 负荷系数 (f_w)

振动、冲击	速度 (V)	f_w
微小	微速时 $V \leq 0.25\text{m/s}$	1~1.2
小	低速时 $0.25 < V \leq 1\text{m/s}$	1.2~1.5
中	中速时 $1 < V \leq 2\text{m/s}$	1.5~2
大	高速时 $V > 2\text{m/s}$	2~3.5

精度规格

板式滚柱链的精度根据单个保持架中装配的滚柱直径的相互公差,分为普通级、高级和精密级。因要求的精度或组合的原因有必要指定滚柱直径的容许尺寸公差时,请从表3中选择要求的精度,并指定相应的精度标记。

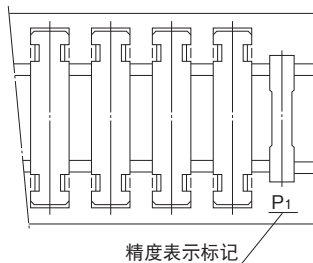


图3

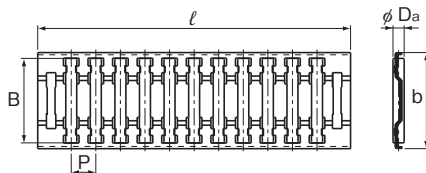
表3 滚柱直径的选择分类

单位: μm

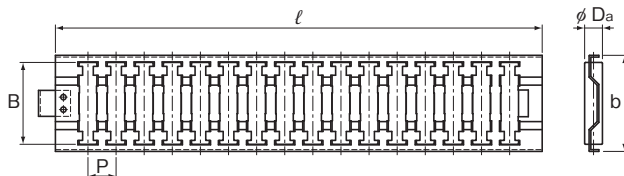
精度等级	直径的相互公差	直径的容许尺寸公差	精度表示标记
普通级	3	0~3	无标记
高级	2	0~2	H2
		-2~-4	H4
		-4~-6	H6
精密级	1	0~-1	P1

注)精度表示标记如图3所示, 标记在保持架的端部。

FT型



FT2010-32~FT5030V-250
FT10060V-500



FT10054-400
FT10080-500

单位: mm

公称型号	主要尺寸		滚柱尺寸				基本动 额定载荷	基本静 额定载荷	质量
	宽度 b	长度 ℓ	直径 D_s	长度 B	滚柱数量 Z	孔距 P	C kN	C_0 kN	g
FT 2010-32	10	32	2	7.8	7	4	5.2	10.4	1.9
FT 2515-45	15	45	2.5	11.8	7	4.75	10.9	25.2	5.6
FT 3020-60	20	60	3	15.8	8	5.51	17.4	42.8	12.5
FT 3525-75	25	75	3.5	19.8	8	7	27.4	72.7	23
FT 4030-150	30	150	4	25.8	18	7.3	55.7	176	73
FT 4035-150	35	150	4	30.8	18	7.3	64.2	212	86
FT 4026V-150	26	150	2.828	22.8	22	6	45.1	155	45
FT 5038-250	38	250	5	32.8	21	11	109	387	195
FT 5043-250	43	250	5	37.8	21	11	122	449	200
FT 5030V-250	30	250	3.535	26.8	33	7	78	290	103
FT 10054-400	54	400	10	46	24	15.8	279	1000	870
FT 10080-500	80	500	10	71.8	30	16	459	1900	1610
FT 10060V-500	60	500	7.071	52.8	35	13.5	301	1270	870

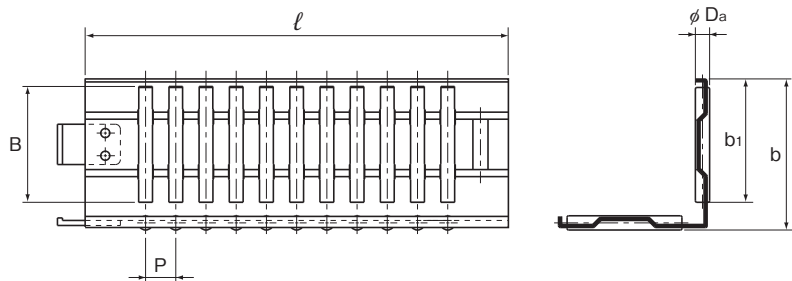
公称型号的构成例

FT5038 P1 -750L

公称型号 精度表示 保持架总长度
标记(※1) (单位mm)

(※1) 参照 A 11-7。

FTW型



单位: mm

公称型号	主要尺寸			滚柱尺寸				基本动 额定载荷	基本静 额定载荷	质量
	宽度 b	b_1	长度 ℓ	直径 D_s	长度 B	滚柱数量 Z	孔距 P	C kN	C_0 kN	g
FTW 4030V-150	30	24.5	150	2.828	22.8	22×2	6	59	220	94
FTW 5045-250	45	35.5	250	5	32.8	21×2	11.1	142	548	410
FTW 5050-250	50	40.5	250	5	37.8	23×2	10	160	634	460
FTW 5035V-250	35	29	250	3.535	26.8	33×2	7	102	411	220
FTW 6022.4-320	22.4	14.4	320	6	12.8	16×2	19	53	141	180
FTW 10036V-380	36	26.6	380	7.071	25	23×2	16	149	507	700
FTW 10043.5V-380	43.5	34	380	7.071	31.8	23×2	16	182	660	845
FTW 10070V-500	70	56.5	500	7.071	52.8	35×2	13.5	394	1804	1790

公称型号的构成例

FTW5050 P1 -750L

公称型号

精度表示
标记(※1)保持架总长度
(单位mm)

(※1) 参照 A11-7。

设计的要点

板式滚柱链

滚动面

为了最大程度地发挥板式滚柱链的性能,必须十分注意制造时滚柱直接滚动的滚动面的硬度、表面粗糙度及表面精度。特别是,因硬度对寿命有很大影响,请对材料、热处理方法等进行充分地探讨。

【硬度】

建议表面硬度为58HRC($\approx$ 653HV)或更高。硬化层的深度应根据板式滚柱链的尺寸来确定,建议通常为大约2mm。滚动面的硬度较低时,或不能淬火时,请在额定载荷上乘以相应的硬度系数(参照 A 11-6 图1)。

【材质】

下列材料通常被用作通过感应淬火和火焰淬火进行表面硬化的材料。

- SUJ2(JIS G 4805 : 高碳铬轴承钢)
- SK3~6(JIS G 4401 : 碳素工具钢)
- S55C(JIS G 4051 : 机械结构用碳钢)

此外,如果机器主体是铸件时,根据使用条件,可能会不使用淬火钢板,而对铸件本身进行表面淬火。

【表面粗糙度】

为了实现顺畅的滚动,滚动面的表面粗糙度最好是Ra0.4或更低。如果容许轻微的初期磨损,表面粗糙度为Ra0.8左右也可使用。

【精度】

需要高精度时,如果将淬火钢板用螺栓拧紧在机器主体上,滚动面会产生弯曲起伏。为了避免弯曲起伏,可以对淬火钢板进行研磨加工时,用与安装时同样的螺栓加以拧紧,或者将淬火钢板固定在机器主体上后,再进行研磨精加工,也能获得良好的结果。

安装板式滚柱链

【90°V形面和平面的组合】

板式滚柱链可直接安装到90°V形面和平面上的导轨面上。表1表示它们的组合实例。

注) 在公称型号末尾有V标记的滚柱直径(Da), 为无此标记的相同型号滚柱直径的 $\frac{1}{\sqrt{2}}$ 倍。

与90°V形面组合使用的滚柱直径, 为平面上的滚柱直径的 $\frac{1}{\sqrt{2}}$ 倍。

例如, 在平面上使用的FT4035型(滚柱直径 $\phi 4$)可与在V形表面上使用的FTW4030V型(滚柱直径 $\phi 2.828$)组合在一起使用。此外, 板式滚柱链的性能, 受到上滚动面和下滚动面接触状态的极大影响。通过如图1所示设计滚动面, 从而可在安装板式滚柱链之前, 检查其配合。

表1 组合例

90°V形面		平面	
公称型号	滚柱直径Da	公称型号	滚柱直径Da
FTW 4030V	2. 828	FT 4030	4
FTW 4030V	2. 828	FT 4035	4
FTW 5035V	3. 535	FT 5038	5
FTW 5035V	3. 535	FT 5043	5
FTW 5045	5	FT 10060V	7. 071
FTW 5050	5	FT 10060V	7. 071
FTW 10070V	7. 071	FT 10080	10

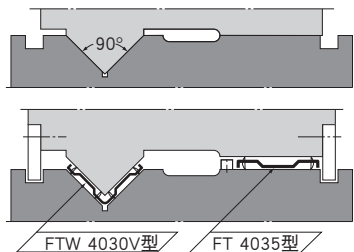


图1 组合例

【其它安装例】

在应用提升负荷或悬臂负荷的部位, 可如图2所示安装板式滚柱链。

关于从侧面进行间隙调整的详细内容, 请参照A 7-29上关于交叉滚柱导轨的间隙调节例。

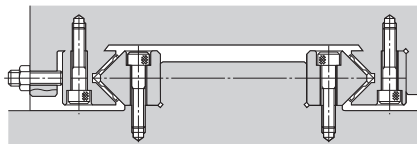


图2 承受提升负荷的部位

【决定板式滚柱链的长度】

板式滚柱链移动的距离是工作台所移动距离的1/2, 方向相同。因此, 可按如下所示计算行程长度和板式滚柱链的长度。

为保持板式滚柱链位于工作台之下, 按下式求板式滚柱链长度 ℓ_s 。

$$\ell_s \leq L_B - L_T$$

板式滚柱链长度(ℓ)：

$$\ell = L_T + \frac{\ell_s}{2} = 0.5(L_B + L_T)$$

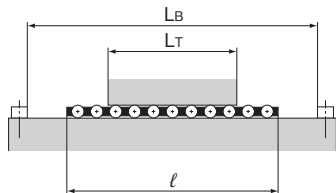


图3

【板式滚柱链的连接方法】

当必须连接2个或2个以上的板式滚柱链单元时, 使用如图4所示的拼接板在基座上将它们连接在一起。在订购时指明实际使用时的总长度。

FT10054型、FT10080型和FTW型的连接部件安装在主体上, 因此不需要拼接板。

但请注意, FT2010型单元无法连接在一起。

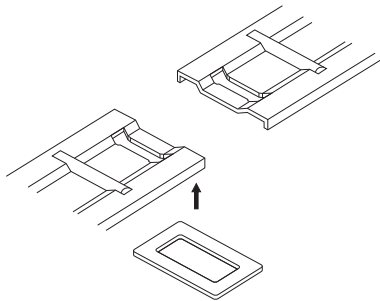
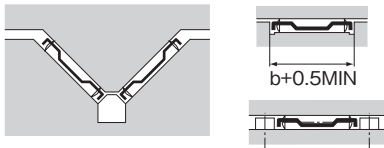


图4 FT型的连接

【引导板式滚柱链】

为引导FT型或FT-V型, 请遵循图5所示的说明。



关于b, 请参照尺寸表。

图5 引导板式滚柱链

公称型号

板式滚柱链

公称型号的构成例

公称型号的构成因各型号的特点而异, 因此请参考对应的公称型号的构成例。

【板式滚柱链】

● FT、FT-V、FTW和FTW-V型

FT5038	P1	-750L
公称型号	精度标记 标记(※1)	保持架总长度 (单位mm)

(※1) 参照 A 11-7。

使用注意事项

板式滚柱链

【使用】

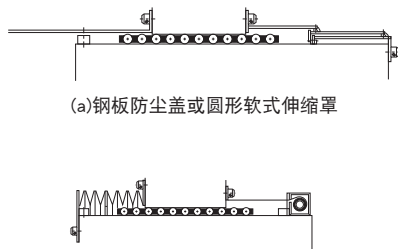
- (1) 请不要分解各部分。可能导致功能损坏。
- (2) 请不要让板式滚柱链掉落或者敲击。否则, 可能导致划伤、破损。另外, 受到冲击时, 即使外观上看不见破损, 也可能导致功能损坏。
- (3) 接触产品时, 请根据需要使用防护手套、安全鞋等防护用具, 以确保安全。

【使用注意事项】

- (1) 请注意防止切屑、冷却液等异物的进入。否则可能导致破损。
- (2) 在切屑、冷却液、带腐蚀性溶剂、水等可能进入产品内部的环境下使用时, 请使用伸缩护罩或防护罩等避免其进入产品内部。
- (3) 附着有切屑等异物时, 请在清洗后重新封入润滑剂。
- (4) 请避免在超过100°C的条件下使用。
- (5) 板式滚柱链不能用作滚柱传输装置。
- (6) 力矩、垂直安装、不均匀接触以及机器振动会引起保持架滑动。如果保持架的滑动不可避免, 建议使用为无限运动所设计的LM滚动导轨系统。
- (7) 安装构件的刚性及精度不足时, 轴承载荷在局部集中, 造成轴承性能显著降低。同时, 关于支承座及底座的刚性·精度、固定螺栓的强度, 请进行充分探讨。

【防尘和润滑】

- (1) 因防尘不充分而侵入板式滚柱链滚动面的异物很难排除出去, 会严重损伤滚动面或板式滚柱链上的滚柱体, 因此在防尘上要特别注意。通常板式滚柱链的防尘, 如图1所示, 适合采用覆盖全滚动表面的伸缩护罩或圆形软式伸缩罩。
- (2) 需要的润滑剂量比滑动金属更少, 很容易进行润滑管理。
板式滚柱链由于其保持架具有很好的润滑剂保持性, 适合于油脂润滑。最好使用锂皂基润滑脂2号、较高粘性滑动面油或涡轮油。



(a) 钢板防尘盖或圆形软式伸缩罩

(b) 伸缩防尘罩或卷帘

图1 防尘方法

- (3) 润滑产品时, 将润滑剂直接涂抹到滚动面上, 请以行程为单位, 进行数次跑合运转。
- (4) 请避免将不同的润滑剂混合使用。即使增稠剂相同的润滑脂, 由于添加剂等不同, 也可能相互之间产生不良影响。

- (5) 微小行程时, 滚动面和滚动体的接触面难以形成油膜, 可能造成微动磨损, 请使用耐微动磨损性优良的润滑脂。此外, 建议定期地进行长行程移动, 使滚动面和滚动体之间形成油膜。
- (6) 要在经常产生振动的场所、无尘室、真空、低温、高温等特殊环境下使用时, 请使用与规格·环境相匹配的润滑脂。
- (7) 润滑脂的稠度随温度而变化。板式滚柱链的滑动阻力随稠度而变化, 请注意。
- (8) 加脂后由于润滑脂的搅拌阻力, 可能导致板式滚柱链的滑动阻力增大。请务必进行跑合运转, 将润滑脂进行充分跑合后, 运转机械。
- (9) 加脂完成后, 多余的润滑脂有可能向周围飞溅, 请根据需要进行擦拭。
- (10) 润滑脂随着使用时间的增长, 性状劣化, 润滑性能降低, 所以需要根据使用频率点检并补充润滑脂。
- (11) 使用条件和使用环境不同润滑时间间隔不同。请根据实际设备, 确定最终的加脂时间间隔和加脂量。

【安装挡块】

虽然板式滚柱链进行极其精确的运动, 但由于不均匀的负荷分布或不规则的停止, 也会引起运行误差。因此, 建议在基座或工作台的一端装上挡块。

【工作台端面的倒角】

如果板式滚柱链比总工作台长度更长, 请仔细地将工作台端面倒角, 以保证滚柱能够方便地进给至工作台。

【安装精度】

为了最大限度地发挥板式滚柱链的性能, 安装时必须使滚柱的负荷尽量均匀。关于图2所示的容许倾斜量, 建议对于每1000mm在0.1mm以下。



图2 安装精度

【储存】

存放板式滚柱链时, 请将其在THK的出厂包装的状态下水平存放在室内, 并避免高温、低温和高度潮湿的环境。

【废弃】

请将产品作为工业废弃物进行恰当的废弃处理。



板式滚柱链

THK 综合产品目录

B 辅助手册

特长与类型	B 11-2
板式滚柱链的特长	B 11-2
• 结构与特长	B 11-2
板式滚柱链的类型	B 11-3
• 种类与特长	B 11-3
选择的要点	B 11-4
额定载荷与额定寿命	B 11-4
安装步骤	B 11-8
公称型号	B 11-10
• 公称型号的构成例	B 11-10
使用注意事项	B 11-11

A 产品解说(别册)

特长与类型	A 11-2
板式滚柱链的特长	A 11-2
• 结构与特长	A 11-2
板式滚柱链的类型	A 11-3
• 种类与特长	A 11-3
选择的要点	A 11-4
额定载荷与额定寿命	A 11-4
精度规格	A 11-7
尺寸图、尺寸表	
FT型	A 11-8
FTW型	A 11-9
设计的要点	A 11-10
滚动面	A 11-10
安装板式滚柱链	A 11-11
公称型号	A 11-13
• 公称型号的构成例	A 11-13
使用注意事项	A 11-14

板式滚柱链的特长

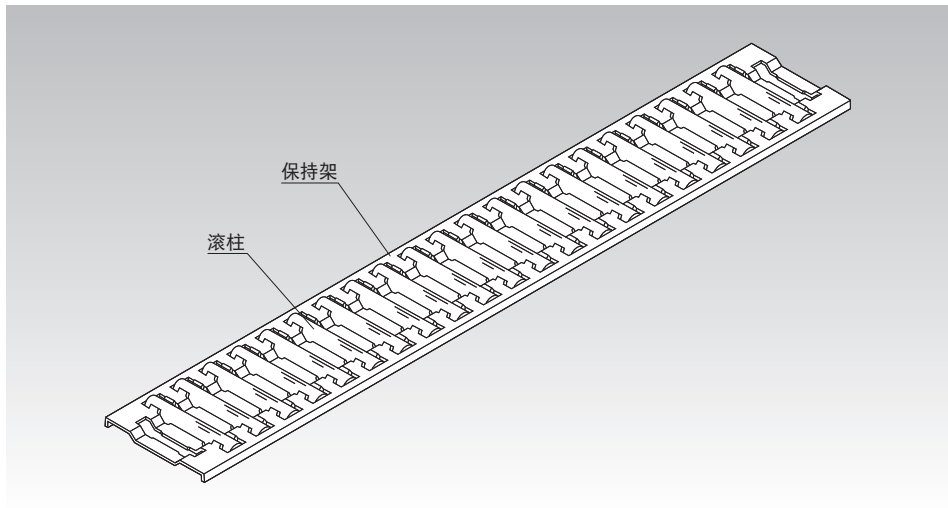


图1 板式滚柱链FT型的结构

结构与特长

对于板式滚柱链, 在保持架内腔中安装了符合JIS B 1506标准的精密滚柱, 保持架则是由薄钢板冲压成M形(在剖面上)制成, 这样可提高其刚性并实现轻量化。由于在结构设计上, 滚柱被保持于保持架内腔中, 因而不会脱落。板式滚柱链夹在两个滚动面之间使用, 因此当工作台移动时, 板式滚柱链将在相同的方向上移动, 距离为工作台所移动距离的一半。例如, 如果工作台移动500mm, 板式滚柱链将在相同的方向上移动250mm。

板式滚柱链对于大型机床, 例如刨床、龙门铣床和外圆磨床, 以及需要高精密度的地方, 例如平面磨床、圆筒磨床和光学测量设备, 均是最佳的选择。

【耐负荷性能优异】

由于滚柱以较短的间距安装, 因此板式滚柱链具有较大的负荷容量; 并且根据情况, 它还可以在未经过硬化淬火的铸件滚动面上使用。此外, 工作台与滑动面的挠曲刚度也几乎相同。

【90°V形面和平面用的组合精度进行标准化】

板式滚柱链的设计结构,使它可安装到90°的V形滑动表面上,该滑动表面是在具有窄型导轨和滑动座架的机床中最常用的结构。这允许产品在使用时无需作重大设计上的变动。

【滚柱型直线运动系统中摩擦最低】

由于滚柱在重量轻而且刚性好的保持架中均匀排列,因而消除了滚柱之间的摩擦并且将滚柱的侧倒亦降低到最低程度。因此,达到了较小的摩擦系数($\mu=0.001$ 至 0.0025);并且对于滑动表面十分不利的粘滞滑动也不会发生。

【保持架的连接快速方便】

在大型机床上安装板式滚柱链时,很容易在床身上连接,因此在无论何种大尺寸的机床上都可很方便地安装。

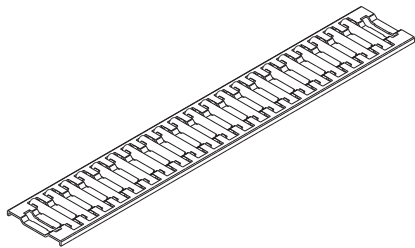
板式滚柱链的类型

种类与特长

FT、FT-V型

尺寸表⇒ A 11-8

这些型号拥有单排滚柱,主要用于平面上。

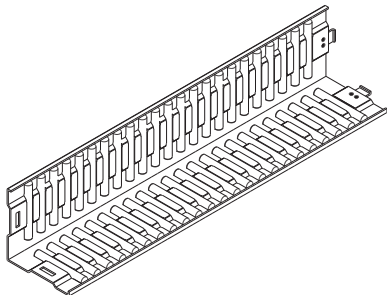


FT、FT-V型

FTW、FTW-V型

尺寸表⇒ A 11-9

这些型号拥有2排或更多排的滚柱,并且它们的保持架的形状为弯曲90°。每个型号使用的滚柱的直径为平面上的滚柱直径的0.7071倍,因此如果在平表面上使用FT型或FT-V型,它们就能够安装在具有相同高度的90°V形表面上。



FTW、FTW-V型

选择的要点

板式滚柱链

额定载荷与额定寿命

【静态安全系数 f_s 】

板式滚柱链在静止或运行时,可能受到因振动、冲击或启动停止所造成的惯性力等意想不到的外力作用,对于此类作用负荷有必要考虑其静态安全系数。

$$f_s = \frac{f_H \cdot f_T \cdot f_C \cdot C_0}{P_c}$$

f_s : 静态安全系数

f_H : 硬度系数(参照 B 11-6图1)

f_T : 温度系数(参照 B 11-7图2)

f_C : 接触系数(参照 B 11-5上的【额定载荷】和【额定寿命】)

C_0 : 基本静额定载荷 (kN)

P_c : 径向载荷计算值 (kN)

● 静态安全系数的基准值

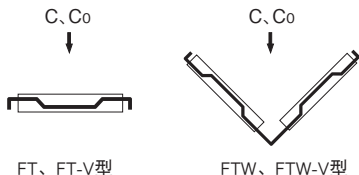
表1中所示的是各使用条件下的静态安全系数的基准值下限。

表1 静态安全系数(f_s)的基准值

使用机械	负荷条件	f_s 的下限
一般工业机械	无振动或冲击时	1~1.3
	有振动或冲击时	2~3
工具机	无振动或冲击时	1~1.5
	有振动或冲击时	2.5~7

【额定载荷】

尺寸表中记载的额定载荷, 表示为单体长度 (ℓ) 的右图所示方向上的值。



当所使用的板式滚柱链有效负荷范围长度与单体长度 (ℓ) 不同时, 可利用下式求出额定载荷 (C_ℓ 和 $C_{0\ell}$) 的近似值。

$$C_\ell = \left(\frac{\ell_0}{\ell} \right)^{\frac{3}{4}} \times C$$

$$C_{0\ell} = \frac{\ell_0}{\ell} \cdot C_0$$

C_ℓ : 在有效负荷范围的基本动额定载荷 (kN)

ℓ_0 : 有效负荷范围的长度 (mm)

ℓ : 单体长度 (参照尺寸表) (mm)

$C_{0\ell}$: 在有效负荷范围的基本静额定载荷 (kN)

C : 基本动额定载荷 (kN)

C_0 : 基本静额定载荷 (kN)

注) 如果滚动面的硬度比58HRC低时, 额定载荷会降低, 请加以注意。(参照 B 11-6图1)

【额定寿命】

从上式求得有效负荷范围内板式滚柱链的基本动额定载荷 (C_ℓ) 后, 可按下式计算额定寿命。

● 计算额定寿命

在THK, 板式滚柱链的额定寿命定义为100km, 额定寿命 (L_{10}) 可根据基本额定动载荷 (C) 及作用在板式滚柱链的载荷 (P_c), 由下式计算得出。

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P_c} \right)^{\frac{10}{3}} \times 100 \quad \cdots \cdots (1)$$

L_{10} : 额定寿命 (km)

C : 基本动额定载荷 (N)

P_c : 计算径向载荷 (N)

对额定寿命 (L_{10}) 进行比较时, 需要考虑到基本额定动载荷按50km、100km中的哪一项定义, 并根据需要按 ISO 14728-1 对基本额定动载荷进行换算。

ISO中规定的基本额定动载荷换算公式:

$$C_{100} = \frac{C_{50}}{1.23}$$

C_{50} : 额定寿命为50km的基本额定动载荷

C_{100} : 额定寿命为100km的基本额定动载荷

● 考虑使用条件时的额定寿命的计算

在实际使用中,由于在运转时大都伴随振动和冲击,导致作用在板式滚柱链的负荷不断变化,因此很难正确掌握。此外,滚动面的硬度及使用环境温度、在紧靠状态下使用板式滚柱链时也会对寿命造成很大影响。

考虑到这些条件,可以由以下公式(2)计算出考虑到使用条件的额定寿命(L_{10m})。

● 考虑到使用条件的系数 α

$$\alpha = \frac{f_H \cdot f_T \cdot f_C}{f_W}$$

α : 考虑到使用条件的系数

f_H : 硬度系数 (参照图1)

f_T : 温度系数 (参照 B 11-7图2)

f_C : 接触系数^{注)}

f_W : 负荷系数 (参照 B 11-7表2)

● 考虑到使用条件的额定寿命 L_{10m}

$$L_{10m} = \left(\alpha \times \frac{C}{P_C} \right)^{\frac{10}{3}} \times 100 \quad \cdots \cdots (2)$$

L_{10m} : 考虑到使用条件的额定寿命 (km)

C : 基本动额定载荷 (N)

P_C : 计算径向载荷 (N)

注)接触系数根据滚柱运行的2个平面的接触状态来决定。2个平面的接触比率是50%时,因安全的缘故,将额定载荷设定为 $f_C=0.5$ 。

【计算寿命时间】

已经求得额定寿命(L_{10})后,如果行程长度和每分钟往返次数固定不变,则可使用以下公式计算工作寿命时间。

$$L_h = \frac{L_{10} \times 10^6}{2 \times \ell_s \times n_1 \times 60}$$

L_h : 工作寿命时间 (h)

ℓ_s : 行程长度 (mm)

n_1 : 每分钟往返次数 (min^{-1})

● f_H : 硬度系数

要最大程度地提高板式滚柱链的负荷容量,滚动面的硬度应在58~64HRC之间。如果硬度低于此范围,则基本动额定载荷及基本静额定载荷均会下降。因此,有必要将各额定值分别乘以各自的硬度系数(f_H)。

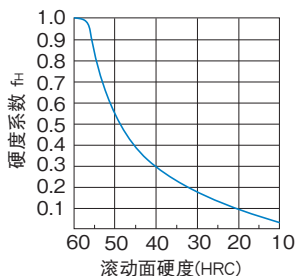


图1 硬度系数 (f_H)

● f_T ：温度系数

如果板式滚柱链的使用环境温度超过100℃时,就要考虑高温的不良影响,将基本额定载荷乘以图2中表示的温度系数。

注)如果环境温度超过100℃, 请向THK咨询。

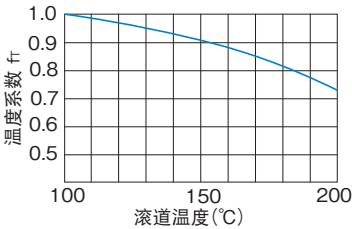


图2 温度系数 (f_T)

● f_w ：负荷系数

通常作往复运动的机械在运转中大都伴随振动或冲击,特别是要正确计算在高速运转时所产生的振动以及频繁启动与停止所导致的所有冲击则尤为困难。因此,在不能得到实际作用的负荷时,或者速度和振动的影响很大时,请将基本额定动载荷(C)除以表2中根据经验得到的负荷系数。

表2 负荷系数 (f_w)

振动、冲击	速度 (V)	f_w
微小	微速时 $V \leq 0.25\text{m/s}$	1~1.2
小	低速时 $0.25 < V \leq 1\text{m/s}$	1.2~1.5
中	中速时 $1 < V \leq 2\text{m/s}$	1.5~2
大	高速时 $V > 2\text{m/s}$	2~3.5

安装步骤

板式滚柱链

【90°V形面和平面的组合】

板式滚柱链可直接安装到90°V形面和平面上的导轨面上。表1表示它们的组合实例。

注) 在公称型号末尾有V标记的滚柱直径(Da)，为无此标记的相同型号滚柱直径的 $\frac{1}{\sqrt{2}}$ 倍。

与90°V形面组合使用的滚柱直径，为平面上的滚柱直径的 $\frac{1}{\sqrt{2}}$ 倍。

例如，在平面上使用的FT4035型（滚柱直径 $\phi 4$ ）可与在V形表面上使用的FTW4030V型（滚柱直径 $\phi 2.828$ ）组合在一起使用。此外，板式滚柱链的性能，受到上滚动面和下滚动面接触状态的极大影响。通过如图1所示设计滚动面，从而可在安装板式滚柱链之前，检查其配合。

表1 组合例

90°V形面		平面	
公称型号	滚柱直径Da	公称型号	滚柱直径Da
FTW 4030V	2.828	FT 4030	4
FTW 4030V	2.828	FT 4035	4
FTW 5035V	3.535	FT 5038	5
FTW 5035V	3.535	FT 5043	5
FTW 5045	5	FT 10060V	7.071
FTW 5050	5	FT 10060V	7.071
FTW 10070V	7.071	FT 10080	10

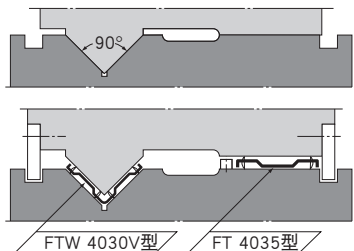


图1 组合例

【其它安装例】

在应用提升负荷或悬臂负荷的部位，可如图2所示安装板式滚柱链。

关于从侧面进行间隙调整的详细内容，请参照A 7-29上关于交叉滚柱导轨的间隙调节例。

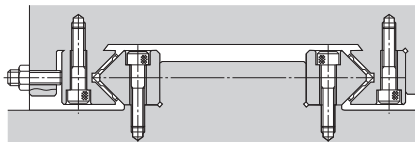


图2 承受提升负荷的部位

【决定板式滚柱链的长度】

板式滚柱链移动的距离是工作台所移动距离的1/2, 方向相同。因此, 可按如下所示计算行程长度和板式滚柱链的长度。

为保持板式滚柱链位于工作台之下, 按下式求板式滚柱链长度 ℓ_s 。

$$\ell_s \leq L_B - L_T$$

板式滚柱链长度(ℓ):

$$\ell = L_T + \frac{\ell_s}{2} = 0.5(L_B + L_T)$$

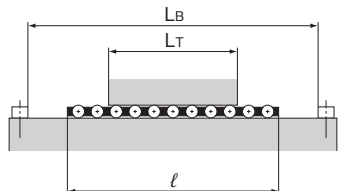


图3

【板式滚柱链的连接方法】

当必须连接2个或2个以上的板式滚柱链单元时, 使用如图4所示的拼接板在基座上将它们连接在一起。在订购时指明实际使用时的总长度。

FT10054型、FT10080型和FTW型的连接部件安装在主体上, 因此不需要拼接板。

但请注意, FT2010型单元无法连接在一起。

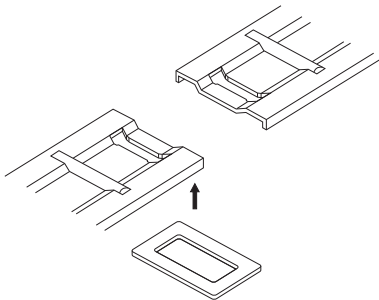
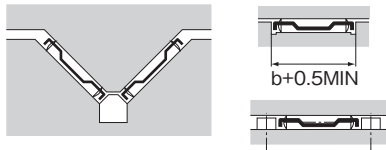


图4 FT型的连接

【引导板式滚柱链】

为引导FT型或FT-V型, 请遵循图5所示的说明。



关于b, 请参照尺寸表。

图5 引导板式滚柱链

公称型号

板式滚柱链

公称型号的构成例

公称型号的构成因各型号的特点而异, 因此请参考对应的公称型号的构成例。

【板式滚柱链】

● FT、FT-V、FTW和FTW-V型

FT5038	P1	-750L
公称型号	精度标记 标记(※1)	保持架总长度 (单位mm)

(※1) 参照 A 11-7。

使用注意事项

板式滚柱链

【使用】

- (1) 请不要分解各部分。可能导致功能损坏。
- (2) 请不要让板式滚柱链掉落或者敲击。否则, 可能导致划伤、破损。另外, 受到冲击时, 即使外观上看不见破损, 也可能导致功能损坏。
- (3) 接触产品时, 请根据需要使用防护手套、安全鞋等防护用具, 以确保安全。

【使用注意事项】

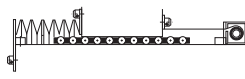
- (1) 请注意防止切屑、冷却液等异物的进入。否则可能导致破损。
- (2) 在切屑、冷却液、带腐蚀性溶剂、水等可能进入产品内部的环境下使用时, 请使用伸缩护罩或防护罩等避免其进入产品内部。
- (3) 附着有切屑等异物时, 请在清洗后重新封入润滑剂。
- (4) 请避免在超过 100°C 的条件下使用。
- (5) 板式滚柱链不能用作滚柱传输装置。
- (6) 力矩、垂直安装、不均匀接触以及机器振动会引起保持架滑动。如果保持架的滑动不可避免, 建议使用为无限运动所设计的LM滚动导轨系统。
- (7) 安装构件的刚性及精度不足时, 轴承载荷在局部集中, 造成轴承性能显著降低。同时, 关于支承座及底座的刚性·精度、固定螺栓的强度, 请进行充分探讨。

【防尘和润滑】

- (1) 因防尘不充分而侵入板式滚柱链滚动面的异物很难排除出去, 会严重损伤滚动面或板式滚柱链上的滚柱体, 因此在防尘上要特别注意。通常板式滚柱链的防尘, 如图1所示, 适合采用覆盖全滚动表面的伸缩护罩或圆形软式伸缩罩。
- (2) 需要的润滑剂量比滑动金属更少, 很容易进行润滑管理。
板式滚柱链由于其保持架具有很好的润滑剂保持性, 适合于油脂润滑。最好使用锂皂基润滑脂2号、较高粘性滑动面油或涡轮油。



(a) 钢板防尘盖或圆形软式伸缩罩



(b) 伸缩防尘罩或卷帘

图1 防尘方法

- (3) 润滑产品时, 将润滑剂直接涂抹到滚动面上, 请以行程为单位, 进行数次跑合运转。
- (4) 请避免将不同的润滑剂混合使用。即使增稠剂相同的润滑脂, 由于添加剂等不同, 也可能相互之间产生不良影响。

- (5) 微小行程时, 滚动面和滚动体的接触面难以形成油膜, 可能造成微动磨损, 请使用耐微动磨损性优良的润滑脂。此外, 建议定期地进行长行程移动, 使滚动面和滚动体之间形成油膜。
- (6) 要在经常产生振动的场所、无尘室、真空、低温、高温等特殊环境下使用时, 请使用与规格·环境相匹配的润滑脂。
- (7) 润滑脂的稠度随温度而变化。板式滚柱链的滑动阻力随稠度而变化, 请注意。
- (8) 加脂后由于润滑脂的搅拌阻力, 可能导致板式滚柱链的滑动阻力增大。请务必进行跑合运转, 将润滑脂进行充分跑合后, 运转机械。
- (9) 加脂完成后, 多余的润滑脂有可能向周围飞溅, 请根据需要进行擦拭。
- (10) 润滑脂随着使用时间的增长, 性状劣化, 润滑性能降低, 所以需要根据使用频率点检并补充润滑脂。
- (11) 使用条件和使用环境不同润滑时间间隔不同。请根据实际设备, 确定最终的加脂时间间隔和加脂量。

【安装挡块】

虽然板式滚柱链进行极其精确的运动, 但由于不均匀的负荷分布或不规则的停止, 也会引起运行误差。因此, 建议在基座或工作台的一端装上挡板。

【工作台端面的倒角】

如果板式滚柱链比总工作台长度更长, 请仔细地將工作台端面倒角, 以保证滚柱能够方便地进给至工作台。

【安装精度】

为了最大限度地发挥板式滚柱链的性能, 安装时必须使滚柱的负荷尽量均匀。关于图2所示的容许倾斜量, 建议对于每1000mm在0.1mm以下。

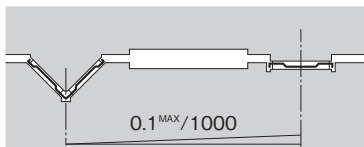


图2 安装精度

【储存】

存放板式滚柱链时, 请将其在THK的出厂包装的状态下水平存放在室内, 并避免高温、低温和高度潮湿的环境。

【废弃】

请将产品作为工业废弃物进行恰当的废弃处理。