

EWELLIX

MAKERS IN MOTION

精密导轨



目录

1 简介	4	2.7 带涂层的精密导轨的技术数据	44
1.1 概述	5	2.7.1 表面压力	44
1.2 产品概述	6	2.7.2 磨损	44
1.3 ACS概述	8	2.7.3 摩擦性质	45
1.4 Ewellix精密导轨标准套装	10	2.7.4 温度范围	45
1.5 特点和优势	11	2.7.5 耐化学性和防潮性	45
2 选择指南	12	2.8 说明	46
2.1 技术参数	13	3 产品范围	48
2.1.1 材料	13	3.1 LWR / LWRB	49
2.1.2 涂层	13	3.2 LWRE	54
2.1.3 许用运行温度	13	3.3 LWRE ACS	59
2.1.4 许用速度和加速度	13	3.4 LWRE / LWRB ACSM	63
2.1.5 许用最小负载	14	3.5 LWRM / LWRV	67
2.1.6 许用最大负载	14	3.6 LWM / LWV	71
2.1.7 摩擦	14	3.7 LWM / LWV ACSZ	75
2.1.8 刚度性能概述	14	3.8 LWRPM / LWRPV	79
2.1.9 导轨精度等级	15	3.9 其它产品	82
2.1.10 滚动体的精度	15	3.9.1 LWML / LWV	82
2.1.11 尺寸精度	16	3.9.2 LWN / LWO	82
2.1.12 分选	16	3.9.3 LWJ / LWS平面精密导轨	82
2.1.13 连接的导轨	16	3.10 GCL / GCLA标准滑台	83
2.2 精密导轨系统的尺寸选定	17	4 安装说明和手册	88
2.2.1 静态安全系数计算概念	17	4.1 设计规则	89
2.2.2 静态安全系数计算方法	18	4.1.1 指定用途	89
2.2.3 额定寿命	18	4.1.2 典型安装 - 夹紧布置	89
2.2.4 额定寿命计算	19	4.1.3 安装表面的精度	89
2.2.5 使用寿命	19	4.1.4 端部挡片使用条件	90
2.2.6 相关参考章节	19	4.1.5 精密导轨端面的倒角	91
2.2.7 选型计算工具	19	4.1.6 安装孔之间的距离公差	91
2.3 计算有效额定载荷	20	4.1.7 J,尺寸计算	91
2.3.1 样册中的标准静态和动态载荷额定值	20	4.1.8 专用锁紧螺钉LWGD	92
2.3.2 硬度的影响	21	4.1.9 预紧	92
2.3.3 运行温度的影响	21	4.1.10 锁紧螺钉的拧紧力矩	94
2.3.4 精密导轨系统布置	22	4.2 安装	95
2.3.5 精密导轨运动状态	23	4.2.1 重要要求	95
2.3.6 滚动体的数量 z 和 z_1	25	4.2.2 一般安装规则	95
2.3.7 精密导轨系统的几何外形	26	4.2.3 不带防滑动系统的精密导轨的安装	95
2.4 导轨载荷计算	27	4.2.4 带防滑系统的精密导轨的安装	96
2.4.1 将外部载荷转换为 F_y, F_z, M_x, M_y, M_z	27	4.3 维护	97
2.4.2 预紧力	28	4.3.1 润滑	97
2.4.3 将 F_y, F_z, M_x, M_y, M_z 转换为一个载荷	28	4.3.2 补充润滑间隔	97
2.4.4 行程长度对等效动态载荷的影响	29	4.3.3 维修	97
2.4.5 等效动态当量载荷	29	4.3.4 稳态振动 / 运输 / 存储	97
2.4.6 最大合成载荷	30	5 订购代码	98
2.4.7 静态安全系数的完整计算方法	30	6 选型参数表	103
2.4.8 额定寿命的完整计算方法	30		
2.5 尺寸计算示例	31		
2.6 刚度计算	36		
2.6.1 利用坐标图确定弹性变形	36		
2.6.2 确定精密导轨系统的合成变形	42		
2.6.3 合成变形的计算示例	43		

创新传承

Ewellix伊维莱是全球线性运动及驱动解决方案制造商及领导者。今天，我们采用最先进的直线解决方案来提高机器的性能，最大限度地延长正常运行时间，减少维护工作，提高安全性，并节约能源。

技术领先

Ewellix伊维莱始于1968年，源自SKF斯凯孚线性驱动技术事业部。这段历史让伊维莱获得了持续**开发新技术的专业知识及能力**。利用这些专业知识与能力，我们开发了许多尖端产品，进一步为我们的客户提供竞争优势。

2019年，我们从SKF独立出来，将希腊语“直线”“运动”两个单词合并，命名了Ewellix伊维莱。我们为技术的传承感到无比自豪，这为伊维莱建立以卓越工程和创新为核心优势的业务提供了独特的基础。

全球业务和本地支持

伊维莱凭借其**全球影响力**，将定位确立为提供标准组件和定制解决方案，并在全球范围内**提供全面的技术和应用支持**。伊维莱与经销商具有长期伙伴关系，这样我们能够为各行各业的客户提供支持。伊维莱不仅能够提供产品，更提供各种**综合解决方案**，帮助客户实现他们的理想。



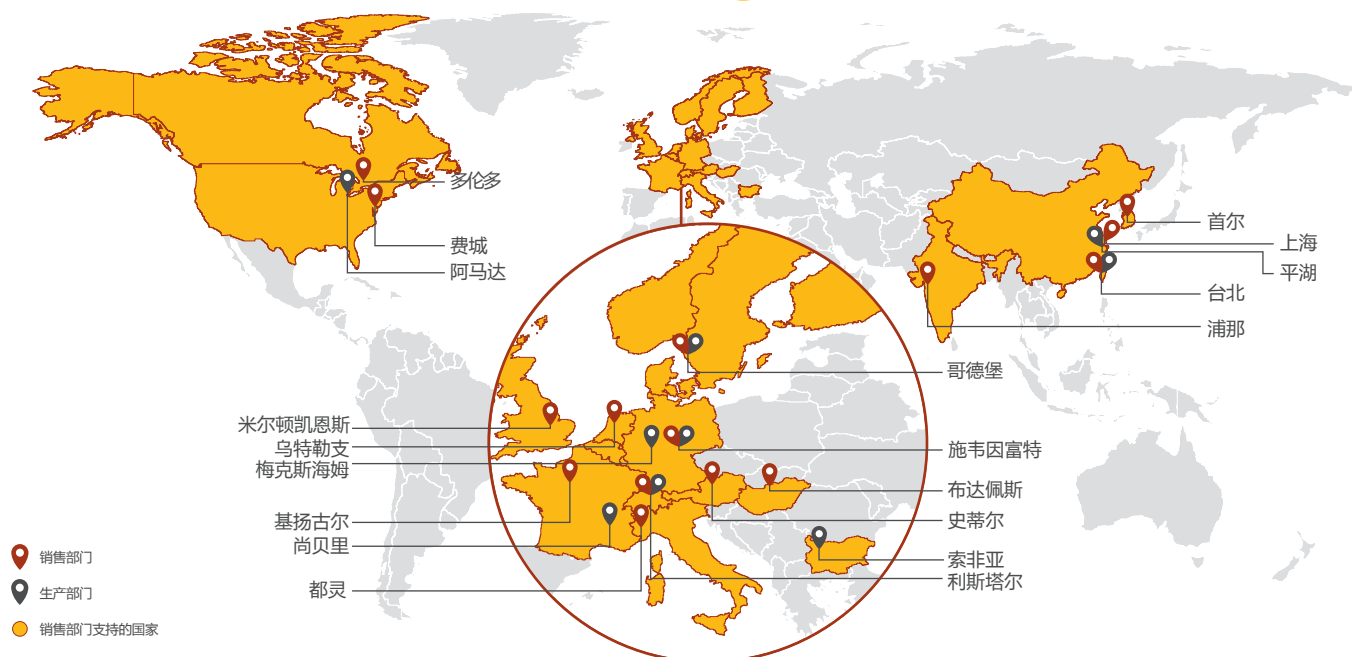
1200名员工



16个销售单位



8座工厂



值得信赖的工程技术

我们的行业在不断地发展变化,这推动着我们在开发解决方案的同时也注重新技术和减少环境影响的协同发展。对于客户所面临的各种挑战,我们提供的专业知识和制造技术。

面向未来的工程

我们服务于**广泛的行业**,在这些行业领域,我们的解决方案为业务关键型应用提供了关键功能。

对于**医疗行业**,我们提供用于核心医疗设备的精密部件。

我们对**工业自动化系统**独特的理解是基于我们几十年来对先进的自动化部件和技术的深入研究。

我们对**移动机械**了解深入,可为恶劣条件下工作提供强大而可靠的机电解决方案。在**工业配销**场景下,我们为合作伙伴提供直线技术,使他们以更高的效率为客户服务。

卓越服务

我们对**线性设备**以及如何将线性设备集成到客户的应用中具有独到的见解,从而提供最佳的机器性能和机器效率。

我们通过开发运行速度更快、使用时间更长、性能更安全和更可持续的设备来**为客户提供支持**。

我们提供备种各样的**线性运动部件和机电执行器**,且适配于各种自动化应用中,可**减少客户的设备占地面积,减少能源消耗,降低维护量**。

我们推行低能耗方式,即**提高生产率和减少环境影响**。

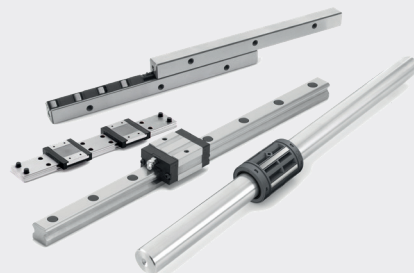
驱动系统



滚珠丝杠和滚柱丝杠

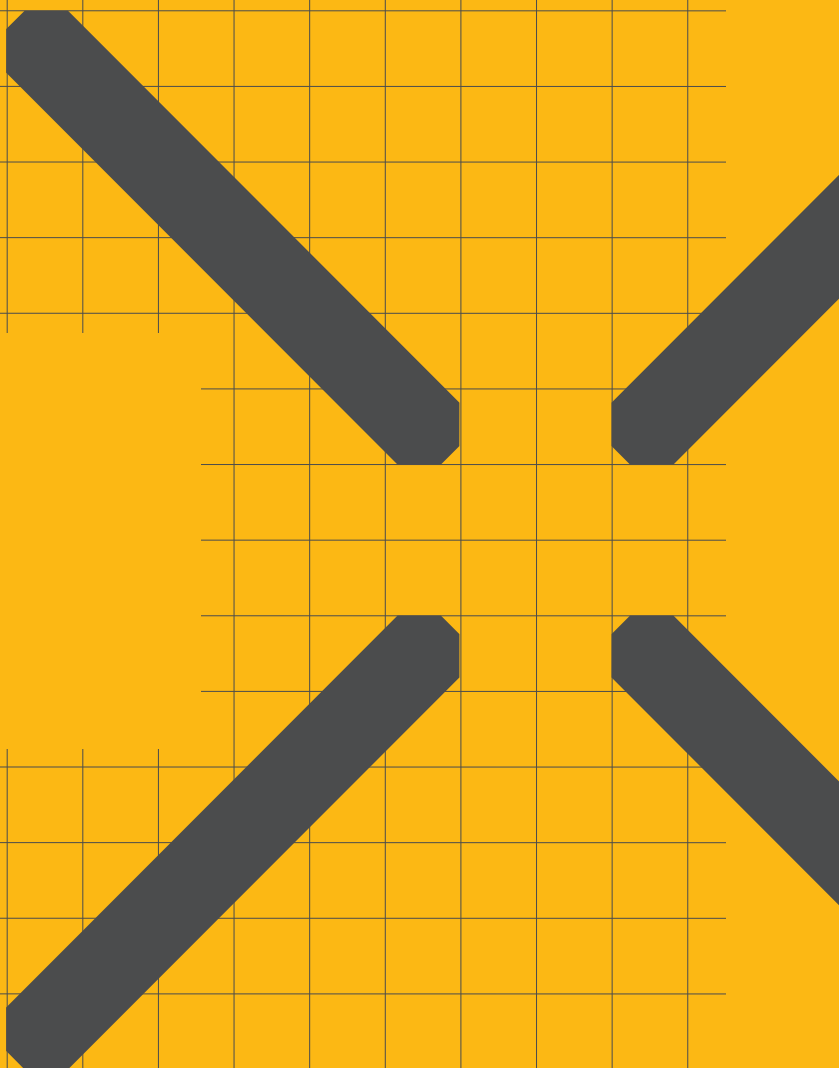


直线导轨和系统



1

简介



1.1 概述

作为直线运动和为驱动系统解决方案的全球创新者和制造商，Ewellix的产品技术和经济效益足以满足几乎所有客户的要求。

本目录涵盖了全系列的Ewellix精密导轨和配件。Ewellix精密导轨是用于直线运动的高精度产品，适用于各种机床、加工中心、搬运系统和特殊机械，以及测量和测试设备和半导体生产机器。

Ewellix精密导轨提供多种不同的设计，尺寸和标准长度，根据应用要求包含滚珠、滚子或滚针组件和导轨涂层。配备了锁紧和密封所需的配件。类似积木组合原理，使用Ewellix精密导轨可以构建几乎任何类型和长度、满足成本要求且无间隙的导向系统。

精密导轨的特点包括：

- 运行角度误差小且稳定
- 运行时摩擦小，无爬行
- 高速
- 低发热
- 低磨损和高可靠性
- 高刚性
- 负荷承载能力优异

如果可能发生保持架打滑，尤其是当导轨垂直安装时，那么可以选择带防打滑系统(ACS)的精密导轨，这个问题就不复存在了。这种设计几乎适用于所有类型的滚动体保持架。

对于具有高加速度或高频率短行程的应用，建议使用带导轨涂层的Ewellix导轨。这些导轨也适用于某些机床应用，其对阻尼性质要求比滚动体低摩擦更重要。对于不适合使用精密导轨的应用(例如由于其行程受限)，Ewellix可以提供直线导向系统的替代品，比如直线导轨或线性滑轨滚珠轴承。

精密导轨系统还提供便利的套件包装适应快销。这可确保所有组件的完整交付，包括将端部挡片和螺钉装在一个包装中。

该目录汇集了我们认为对客户至关重要的所有基本数据。如需获取更多专业建议，请联系您最近的Ewellix营业部。

1.2 产品概述

Ewellix提供各种不同版本的精密导轨(见 表1).不同版本的区别主要在于所使用的滚动体类型,如下所示:

- LWRB系列的滚珠组件
- 带LWRB ACSM系列防打滑系统的滚珠组件
- 标准LWR系列交叉滚子组件
- 优化LWRE系列交叉滚子组件
- 带LWRE ACS系列防打滑系统的交叉滚子组件
- 带LWRE ACSM系列防打滑系统的交叉滚子组件
- LWRM/LWRV系列滚针组件
- LWM/LWV系列滚针组件
- 带LWM/LWV ACSZ系列防打滑系统的滚针组件
- LWRPM/LWRPV系列导轨涂层



表1显示了Ewellix精密导轨的完整范围,以及所有的可用尺寸。蓝色阴影区域表示“模块化系列”中包含的尺寸。与目前市场内缺乏一致性的现状相反,“模块化系列”的可互换精密导轨全部具有相同的外部尺寸(→图1)。

如需快速交货,请参阅套件包装中提供的导轨。

图1

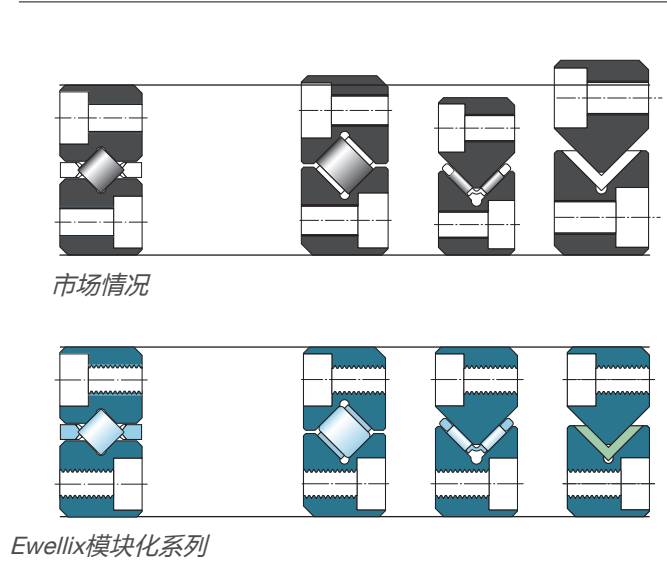


表1

产品概述

类型		尺寸 (A × B mm)														
		1 8,5×4	2 12×6	3 18×8	2211 22×11	4 25×12	6 30×15	31×15	9 40×20	44×22	12 50×25	58×28	60×35	15 70×40	71×36	80×50
LWRB		X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LWRB ACSM		-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LWR		-	-	X	-	-	-	X	-	X	-	○	-	-	-	-
LWRE		-	-	X	○	X	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-
LWRE ACS		-	-	X	○	○	-	X	-	○	-	-	-	-	-	-
LWRE ACSM		-	-	X	○	○	-	X	-	○	-	-	-	-	-	-
LWRM / V		-	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-
LWM / V		-	-	-	-	-	X	-	X	-	X	-	○	○	-	○
LWM / V ACSZ		-	-	-	-	-	○	-	○	-	○	-	○	○	-	○
LWRPM / V		-	-	X	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-

X = 按照标准长度快速交货 (见具体的产品表)
 ○ = 交货时间根据要求而定
 - = 不可用

= 模块化系列

1.3 ACS概述

很多用户的传统精密导轨,经常会发生“保持架打滑”。当保持架从其预期位置移出时会发生这种情况,这会对性能产生不利影响,并且可能需要维修。高加速度、载荷分布不均匀或垂直安装可能导致这样的情况的发生。Ewellix独有的防打滑系统(ACS)就很好解决了这个问题,并且在大多数Ewellix精密导轨上都已经运用。

优点:

- 消除了保持架打滑的问题
- 适用于高加速度、垂直安装和不均匀的载荷分布
- 由于保持架的位置固定不变,因此精度有所提高
- 可与标准的精密导轨轻松互换,因为二者的尺寸相同
- 减少了停机时间和维护

配备ACS的LWRE

适用于所有类型的LWRE导轨的初代防打滑系统。

配备ACSM的LWRE

我们对自己的ACS解决方案进行了改进,开发了用于最大长度400 mm的LWRE导轨的ACSM。滚动体总成具有黄铜制成的渐开线控制齿轮和直接成形到轨道上的齿条,特别适用于高加速度。

配备ACSZ的LWM/LWV

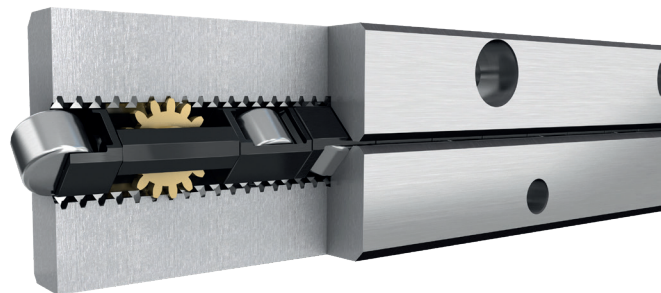
对于带滚针组件的精密导轨, Ewellix提供ACSZ版本。

两根导轨都配有钢制齿条。保持架带有两个钢制齿轮机构,有助于确保保持架处于正确位置。

配备ACS的LWRE



配备ACSM的LWRE



配备ACSZ的LWM/LWV



用于防打滑保持架的导轨

用于防打滑保持架的所有导轨在其整个长度内标配齿条。为了节约成本,可以为ACS和ACSZ导轨指定一个可在导轨中相应产生轮齿条的行程(图2和3)。

对于具有指定行程的导轨,必须在后缀AC或ACSZ后面以毫米表示与该导轨对应的行程长度。

ACS和ACSZ保持架必须仅沿指定的行程长度运行,以确保控制机构不会损坏。因此,建议使用理论上可能的行程为指定行程。根据“无刮刷板时不超程”的运动情况,该最大行程由订购的保持架长度和导轨长度决定。

订购示例 - 标准:

4x LWRE 6500 ACS

2x WAKE 6x30 ACS

8x LWERE 6

订购示例 - 指定行程340 mm:

4x LWRE 6500 ACS 340

2x WAKE 6x30 ACS

8x LWERE 6

订购示例 - 套件包:

LWRE 6200 ACSM-KIT

图2

LWRE ACS标准行程

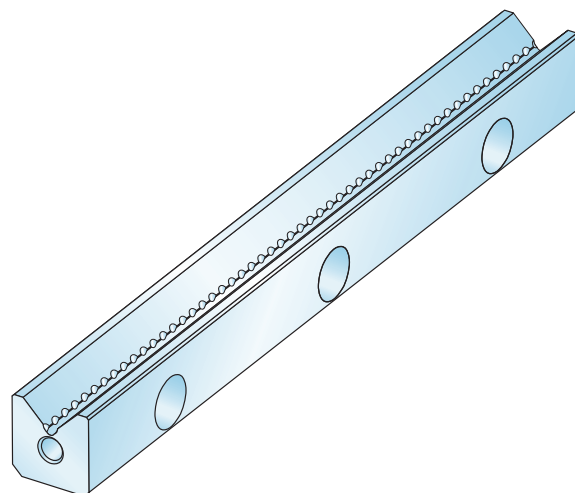
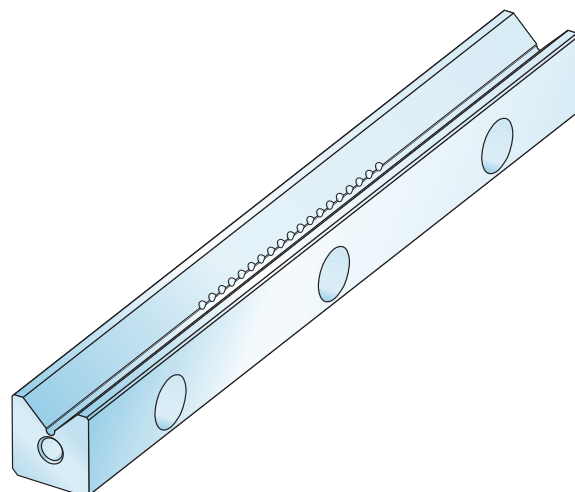


图3

LWRE ACS指定行程



1.4 Ewellix精密导轨套件包

为了简化客户的订购过程和库存管理, Ewellix在预定义套件中提供精密导轨。每个套件包括4个精密级P10导轨、2个滚动保持架组件和8个挡片(ACSM套件没有挡片)。可在特定的导轨章节中找到可用的套件。根据要求交付时间,也可以订购一个套件,其中两个导轨为标准长度,两个较短导轨带端部倒角。运动“超程”(↪ 第2.3.5章)。对于运动“带刮刷板”的导轨和后缀为E7的导轨,这两根短导轨将配备用于紧固刮刷板的螺纹。另外,滚动体的数量可以改变,请参阅订购代码。

也可以根据要求提供完全定制的精密切导轨。

导轨套件的优点

需要的所有组件均以随时可用于安装的形式提供,可以通过同一个订货号订购。

- 大多数套件可由库存提供。
- 滚动保持架组件的长度易于调节。¹⁾
- 已经计算了套件的载荷能力。²⁾
- 提供ACS或ACSM,以有效预防保持架打滑。
- 用于ACS或ACSM保持架的导轨在整个长度范围内带有齿条。



¹⁾ 请勿将保持架切割到小于导轨总长度的2/3。

²⁾ 产品表中提供了夹紧布置($C_{0, \text{eff slide}}$, $C_{\text{eff slide}}$)中的4个导轨和2个滚动保持架组件以及标准行程的载荷能力。

1.5 特点和优势

防打滑系统

Ewellix开发了业内首个保持架防打滑解决方案。它使滚动体组件的移动保持在载荷区所需的位置，避免保持架由于高的运行速度和加速度以及不均匀的载荷分布和相邻部件形变而发生打滑，防止意外停机和额外维护。

此外，由于保持架的位置固定，带有防打滑系统（或称ACS）的Ewellix精密导轨能够提高精度，获得更高的加速度（经测试可达 160 m/s^2 ）和更可靠的垂直安装。

更高的额定载荷和刚度

与传统的LWR精密导轨相比，Ewellix优化了内部几何形状，开发了适用于需要可靠性能的应用的LWRE精密导轨。作为我们“模块化系列”的一部分，LWRE精密导轨的滚子直径比LWR导轨大33%，并利用了整个滚子长度。与LWR导轨相比，LWRE导轨的额定载荷提高了五倍，刚度提高了两倍。在运行中，更高的额定载荷和刚度有助于提高过程稳定性和可靠性，最终延长设备的使用寿命并降低总体拥有成本。

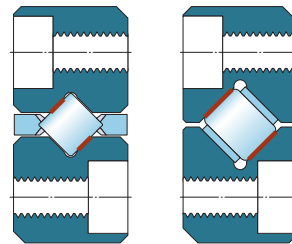
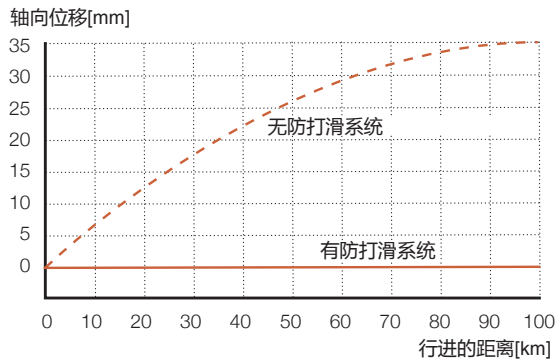
极高的精度和定位可重复性

与其他直线导向产品相比，精密导轨可提供最高的直线导向精度。Ewellix的精密导轨提供三种不同的精度等级，可满足各种精度要求。更高的精度和可重复性有助于在不同的应用（如半导体、机床、测量和测试设备以及医疗设备）中实现更高的生产率和产品质量。

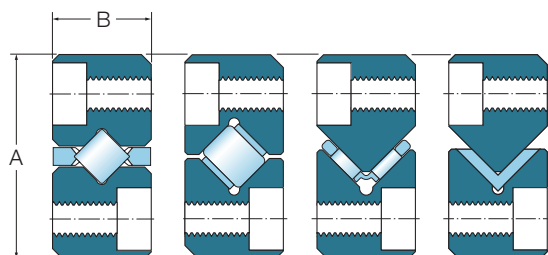
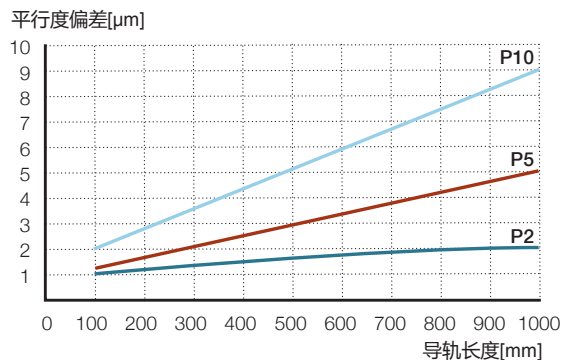
模块化系列

有了Ewellix模块化系列的精密导轨，外轨尺寸保持不变，但滚动体可以互换，从而可以最好地满足应用需求。通过这种设计模块化，客户可轻松提高额定载荷或延长额定寿命，而无需重新设计设备。Ewellix模块化系列的精密导轨的尺寸覆盖了市场上的80%种类。此外，客户可以选择滚珠组件、交叉滚子组件、带ACS/ACSM的交叉滚子组件、滚针组件和导轨涂层。

保持架打滑测试结果

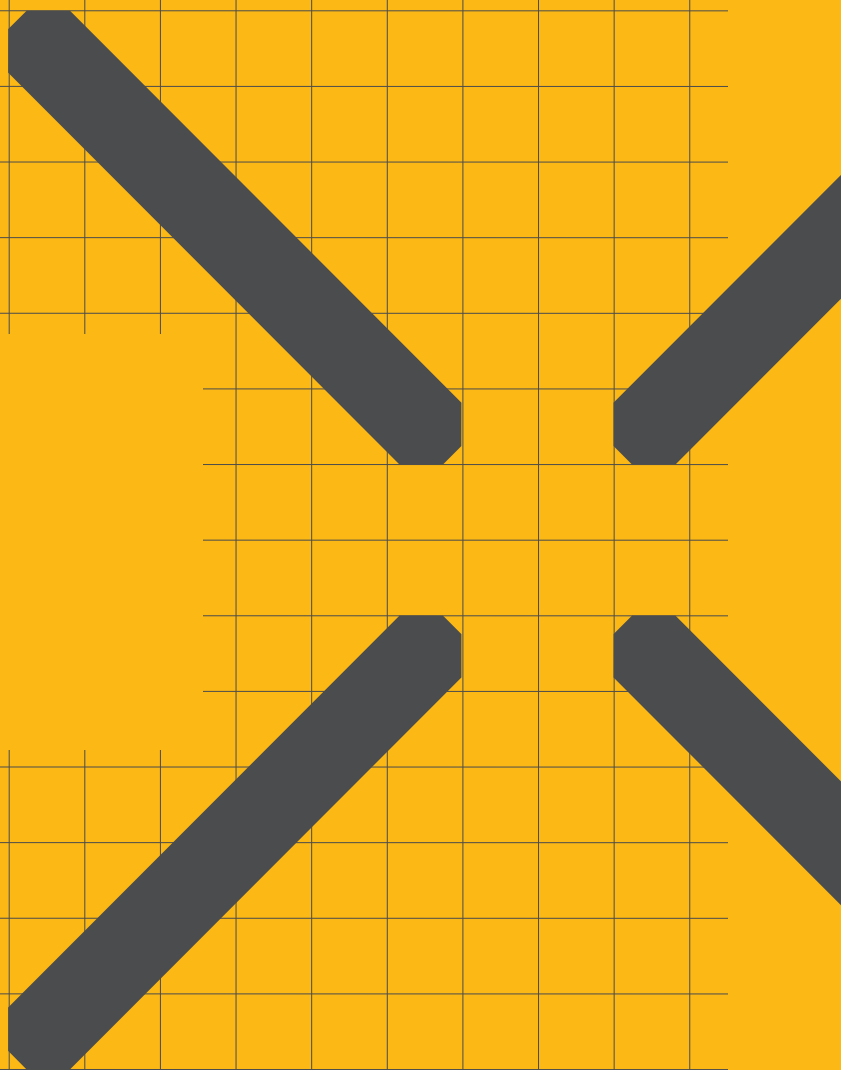


基准面和滚道之间平行度的允许偏差



2

选择指南



2.1 技术参数

2.1.1 材料

精密导轨统一由硬度在58和62 HRC之间的90MnCrV8 (1.2842) 合金工具钢制造。可按一定交货期,且后缀标记为“/HV”,提供不锈钢材质的导轨,例如X90CrMoV18 (1.4112)。LWRE ACSM系列的所有导轨都由不锈钢X46Cr13 (1.4034) 或X65Cr13 (1.4037) 制成。不锈钢导轨的硬度在54至58HRC之间。

标准滚动体由硬度在58和65 HRC之间的铬合金钢100Cr6 (1.3505) 制成。可按一定交货期根据要求提供不锈钢滚动体。

Ewellix 滚动体组件的保持架由硬塑料或铝制成。LWAKE交叉滚子单元的材料是POM,所有其他滚动体组件的材料是PA 12或同等材料,有时用玻璃纤维加固。铝制保持架的材料是AlMgSi0.5 (EN AW-6060)。如需其他保持架材料(如PEEK、钢、黄铜)等,请联系Ewellix。

标准挡片由发黑钢片制成。此外,当订购带有后缀“/HV”时,标准挡片会以镀铬挡片的形式提供。

带刮刷板的挡片由毛毡、热塑性聚氨酯(TPUR)或热塑性聚酯弹性体(TPC-ET)制成。

2.1.2 涂层

如果是腐蚀性环境,导轨可以用特殊的TDC(薄型高密度铬)涂层进行保护,交货时间根据实际而定。涂层的层硬度为900至1300 HV,大幅改善了耐腐蚀性,从而提高在关键工作条件下的耐磨性。盐雾测试结果符合DIN EN ISO 9227,可提供72小时的腐蚀保护。该涂层为亚光灰色,符合RoHs要求。载荷能力不受涂层的影响。由于存在电解过程,安装孔和其他凹槽或钻孔可能不会被完全覆盖。订购时的后缀为“/HD”。

2.1.3 允许运行温度

Ewellix精密导轨的工作温度范围主要取决于所使用的具体保持架类型。带金属保持架且不带无刮刷板的导轨一般可以承受最高+120°C的温度。而带有塑料部件的导轨,工作温度范围为-30°C至+80°C。请注意,还必须考虑到所用润滑剂的温度限值。

不含塑料部件的精密导轨可以永久承受高工作温度,但材料的硬度和承载能力会下降。关于高温对承载能力(系数 f_t)的影响的详细说明,见第2.3.3章。由于材料结构的变化和尺寸的变化,导轨的精度会随着温度的升高而降低。

对于配备ACSZ齿条的导轨,最高工作温度被限制在180°C。

2.1.4 允许速度和加速度

正确安装和预紧的Ewellix精密导轨可承受最高25 m/s²的加速度。滚针组件可以以最高100 m/s²的加速度进行加速。带ACSM的滚动体组件,最大加速度为160 m/s²,带ACSZ的滚动体组件,最大加速度为100 m/s²。根据导轨布局设计、导轨尺寸规格、施加的外部载荷、润滑剂和导轨预紧力,有可能承受更高的加速度。详情请向Ewellix咨询。上述的最大加速度和运动行程的限制(↪ 2.3.5章)决定了最大运行速度。

2.1.5 要求的最小负载

为了防止滚动体在高速或高加速度运行时在滚道上滑动，精密导轨系统必须在任何时候都有至少加载2%的额定动态载荷。这对以高动态循环为特征的应用尤为重要。根据表“安装螺钉的拧紧扭矩”（↳ 第4.1.10章），预紧的精密导轨系统通常能够满足规定的最小载荷要求。

2.1.6 允许的最大负载

ISO 14728第1部分规定，只有当精密导轨的等效动态均布载荷 P_m 不超过额定动态载荷C的50%时，导轨寿命的计算才有效。任何更高的载荷都会导致应力分布的不平衡，从而对导轨寿命产生负面影响。正如ISO 14728第2部分所述，最大载荷不应超过额定静态载荷 C_0 的50%。

2.1.7 摩擦

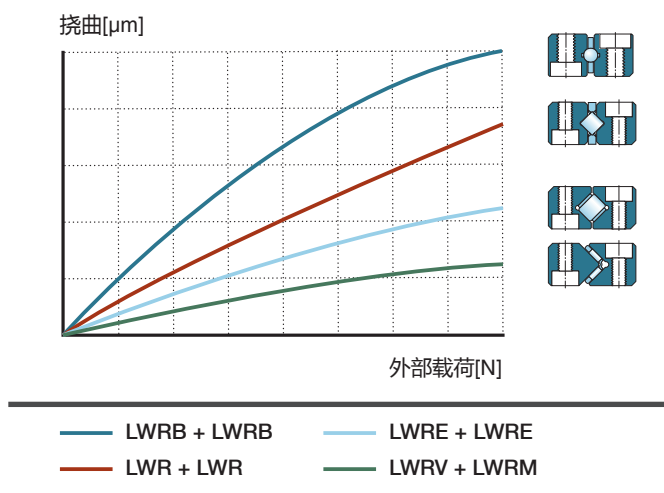
带滚动体的精密导轨的摩擦不仅取决于载荷，还取决于其他一些因素，尤其是导轨的类型和尺寸规格、运行速度和润滑剂的特性。导轨的累积运行阻力由滚动体接触区的滚动和滑动摩擦、滚动体和保持架之间的滑动接触点的摩擦、润滑剂内的搅动以及密封件或刮刷板的摩擦组成。在正常工作条件下，在有润滑脂润滑和良好的安装精度下，摩擦系数在0.0005和0.004之间。对于装有刮刷板的导轨，由于刮刷板本身的摩擦力，摩擦系数和起始摩擦力要高得多。

2.1.8 总体刚度表现

精密导轨的刚度（以 $N/\mu m$ 表示）是作用在导轨上的外部载荷和产生的弹性挠曲之间的比率。除了承载能力，刚度是精密导轨系统最重要的选择标准之一。系统的弹性挠曲取决于外部载荷的大小和方向、预载、导轨的类型，包括滚动体组件的尺寸和长度，以及邻近支撑结构的机械性能，包括部件之间的螺钉和其它连接件。在预紧的导轨系统上，在给定的载荷范围内，载荷下的挠曲会比没有预紧的导轨小。接触形状的变化是造成不同滚动体组件总体刚度表现的主要因素（↳ 图3）。详情将在第2.6章解释。

图3

不同滚动体的总体刚度表现



2.1.9 导轨精密等级

为了满足导轨系统的精度要求，Ewellix生产的导轨提供三种不同的精度等级。这些等级根据滚道和基准面A（如Ewellix标签背面所示）与B之间的平行度来划分。见表2和图4。

P10

这是标准精度等级，符合一般机械的要求。长度1000 mm的导轨，平行度公差最大为9 μm。

P5

精度等级P5满足通常对机床应用对运行精度要求。长度1000 mm的导轨，平行度公差最大为5 μm。

P2

精度等级P2适用于最严格的要求。只有当相关部件的制造达到相应的高精度时，才可以使用这种精度等级的导轨。精度等级为P2的导轨将由Ewellix根据特殊订单生产。如果订单上没有指定所需的精度，将提供具有标准P10公差的导轨。

2.1.10 滚动体的精度

用于精密导轨保持架的滚动体具有极高的质量，其规格符合表3。除了标准类型外，如果订购后缀为/G1的滚针组件，也可以提供G1级的滚针组件。

表2

与基准面平行度的公差t

导轨长度		精度等级		
> mm	≤ μm	P10	P5	P2
0	100	2	1	1
100	200	3	2	1
200	300	4	2	1
300	400	5	2	2
400	500	6	3	2
500	600	6	3	2
600	700	7	4	2
700	800	8	4	2
800	900	8	5	2
900	1 000	9	5	2
1 000	1 200	10	6	3
1 200	1 400	11	6	3
1 400	1 600 ¹⁾	12	7	3

¹⁾对于>1600 mm的导轨长度，请咨询Ewellix公司

图4

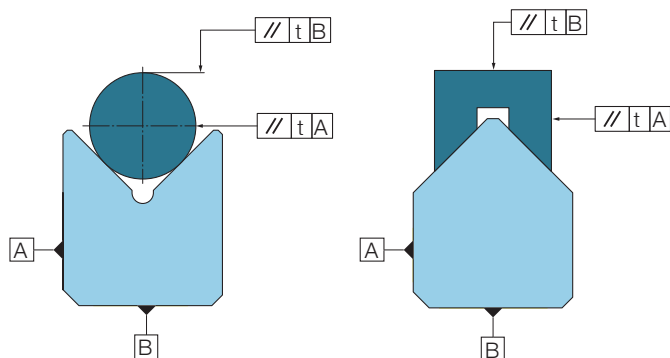


表3

滚动体的精度

	滚珠	圆柱滚子	滚针	
标准	- DIN 5401-1	DIN 5402-1	DIN 5402-3	在DIN中未提及
等级	- G10	G1	G2	G1
圆度	μm 0,25	0,5	1	0,5
分选	μm 1	1	2	1
注释	- 标准	标准	标准	可提供
订购代码中的型号	- 无代码	无代码	无代码	G1

2.1.11 尺寸精度

Ewellix精密导轨 以如下公差制造 (↳ 图5):

宽度A:	+0 / -0,3 mm
高度B:	+0 / -0,2 mm
中心高度 H1 = H2:	± 5 μm ¹⁾
装配高度	
T = H1 + H2:	± 10 μm ¹⁾
导轨长度L _{rail} :	
L _{rail} ≤ 300:	± 0,3 mm
L _{rail} > 300:	± 0,001 mm × L _{rail}

¹⁾ L_{rail} < 1 000 mm的导轨长度

2.1.12 分选

典型的“夹紧”布置需要四根精密导轨。为了在使用寿命、刚度和运行性能方面达到最佳,四根导轨的中心高度必须在很小的公差范围内。因此Ewellix导轨要按照以下规则进行分选和包装。

用于交叉滚子或滚珠组件的导轨:

四根导轨相互匹配,成套包装。

用于滚针组件或导轨涂层的导轨:

两根M型和两根V型导轨相互匹配,成对包装。

由于中心高度的标准公差极小,必要时也可以为普通应用(精度等级P10)的导轨任意配对。

2.1.13 拼接导轨

可按要求提供拼接的导轨,并始终由Ewellix分选和整理组合,以确保顺利运行。它们在交付时带有图6所示的标记。对于由两段或多段组成的导轨,总长度的公差为±2 mm。

LWRE ACS和LWRE ACSM系列的精密导轨不能进行拼接。

图5

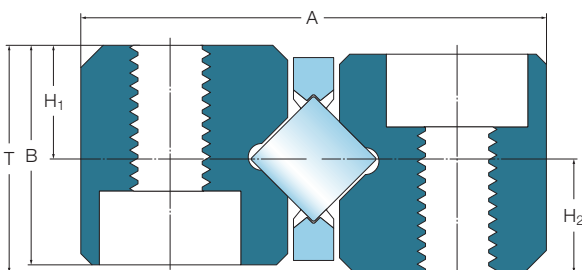


图6

拼接导轨的标记

	1	1	A
套件编号			
导轨			
连接			

套件1

1 - 1A	1 - 1A	1 - 1B	1 - 1B
1 - 2A	1 - 2A	1 - 2B	1 - 2B
1 - 3A	1 - 3A	1 - 3B	1 - 3B
1 - 4A	1 - 4A	1 - 4B	1 - 4B

2.2 精密导轨系统的规格选定

要确定哪种规格的直线导轨最适合您的应用,我们建议进行以下计算:

- 计算额定寿命
- 计算静态安全系数

这两种成熟的计算方法必须考虑作用在精密导轨系统上的所有载荷和力。需要有描述整个载荷情况的作用载荷的计算表达式。这些表达式必须结合所有的力、杠杆臂和扭矩载荷(可能因时间或行程而变化)。载荷计算的细节和不同的公式见**第2.4章**。带滚动体的精密导轨的额定寿命是在一个滚道和/或滚动体出现第一个材料疲劳迹象之前,导轨所行进的总直线距离。要根据额定寿命计算来选择导轨(↪ **第2.2.3章**),使用**第2.3章**中定义的动态额定载荷C。它表示为达到100公里导轨寿命的载荷。

2.2.1 静态安全系数计算概念

选择精密导轨时,如果出现以下情况之一,必须考虑静态安全系数的计算:

- 以很低的速度在载荷下运行。
- 在正常条件下运行,但必须承受沉重的冲击载荷。
- 长期处于静止载荷下。
- 承受 $P > 50\%$ 的额定动态载荷C,此时额定寿命的计算理论不再有效。

在上述所有这些情况下,允许的载荷不是通过材料疲劳,而是通过滚动体和滚道接触区的永久物理变形来确定。在静止时或在极低的运行速度下施加的载荷,以及沉重的冲击载荷,会导致滚动体被压扁,并导致滚道的损坏。损坏可能呈不均匀分布,也可能沿着滚道以与滚动体相应的间隔而排列。这种永久变形会导致导轨的振动、运行噪音和摩擦增加,甚至可能导致预紧力的下降,从而在后期导致间隙增加。随着持续的运行,这种永久变形在产生的峰值载荷下可能成为疲劳损伤的起点。这些现象的严重性将取决于具体的导轨应用。

2.2.2 静态安全系数计算方法

根据额定静态载荷确定轴承尺寸时(见第2.3章),必须考虑额定静态载荷 C_0 和最大静态载荷 P_0 之间的特定关系,即所谓的静态安全系数 s_0 。静态安全系数 s_0 决定了可防止滚动体和滚道发生过度永久变形的安全度。额定静态载荷 C_0 是产生达到滚动体直径0.0001倍的永久变形时的静态载荷。经验表明,根据接触条件,在不影响导轨运行的情况下,在最大载荷区允许有4000 MPa的最大赫兹压力。请参阅ISO 14728-2。

计算静态安全系数

对于选定的精密导轨和确定的载荷情况,可以按以下方法计算静态安全系数 s_0 :

如果最大载荷发生在静止状态下:

$$s_0 = \frac{C_{0, \text{eff slide}}}{P_0}$$

如果最大载荷发生在导轨移动时:

$$s_0 = \frac{C_{0, \text{eff slide}}}{F_{\text{res max}}}$$

其中,

s_0 = 静态安全系数

$C_{0, \text{eff slide}}$ = 导轨系统的有效额定静态载荷[N]

P_0 = 最大静态载荷[N]

$F_{\text{res max}}$ = 最大合成载荷[N]

根据操作条件,建议使用表4规定的静态安全系数 s_0 。

例如,如果精密导轨系统会遭受邻近机器的外部振动,应采用更高的安全系数。此外,应考虑到精密导轨系统和其支撑结构之间的载荷传递路径。尤其是必须检查螺钉连接是否足够安全。对于高空安装的精密导轨,应采用更高的安全系数。

注释:还必须遵守相应工业部门的一般技术规则 and 标准。

必要的额定静态载荷

基于具体的运行条件,以及相关的推荐静态安全系数和确定的载荷情况,可以通过以下公式计算出必要的额定静态载荷 C_0 :

如果最大载荷发生在静止状态下:

$$C_{0, \text{eff slide}} = s_0 P_0$$

如果最大载荷发生在导轨移动时:

$$C_{0, \text{eff slide}} = s_0 F_{\text{res max}}$$

其中

$C_{0, \text{eff slide}}$ = 导轨系统的有效额定静态载荷[N]

P_0 = 最大静态载荷[N]

s_0 = 静态安全系数

$F_{\text{res max}}$ = 最大合成载荷[N]

2.2.3 额定寿命

在实验室测试和实践中,我们发现在完全相同的运行条件下,看起来相似的导轨的额定寿命也会有所不同。因此,计算适用的导轨尺寸需要充分了解导轨额定寿命的概念。所有提到的Ewellix精密导轨额定动态载荷都适用于ISO定义(ISO 14728-1)涵盖的基本额定寿命,其中额定寿命是指一大组同等导轨中达到或超过90%的寿命。大多数的导轨达到了更长的额定寿命,导轨总数的一半达到了基本额定寿命的至少五倍。

表4

静态安全系数取决于运行条件

运行条件	s_0
正常条件	> 1-2
平稳、无振动的运行	> 2-4
中度的振动或冲击载荷	3-5
很高的振动或冲击载荷	> 5
高空安装	必须遵守相应工业部门的一般技术规则 and 标准。如果应用有造成严重人身伤害的风险,用户必须采取适当的设计和安全措施,以防止所有导轨从底座上脱落(例如由于滚动体掉出或螺钉连接失效)。

2.2.4 额定寿命计算

可以用以下公式计算精密导轨的额定寿命 L_{ns} ，以km为单位表示：

$$L_{ns} = c_1 100 \left(\frac{C_{\text{eff slide}}}{P} \right)^p$$

在行程长度和行程频率恒定的载荷情况下，通常用以下公式计算以工作时间为单位表示的额定寿命 L_{nh} 更为有效：

$$L_{nh} = c_1 \frac{5 \cdot 10^7}{S_{\text{sin}} n 60} \left(\frac{C_{\text{eff slide}}}{P} \right)^p$$

其中

- L_{ns} = 修正后的基本额定寿命[km]
- L_{nh} = 修正后的基本额定寿命[h]
- c_1 = 可靠性系数
- $C_{\text{eff slide}}$ = 导轨系统的有效额定动态载荷[N]
- P = 等效动态载荷[N]
- p = 寿命指数；对于滚珠， $p = 3$ ，对于滚子， $p = 10/3$
- n = 行程频率
[双倍行程/分钟]
- S_{sin} = 单倍行程长度[mm]。

注释：额定寿命计算的概念只适用于等效动态载荷 P 不超过额定动态载荷 C 的50%的情况。另见第2.2.1章中对静态计算的说明。

注释：关于载荷情况和已知或可计算的运行条件的信息越正确，导轨寿命计算的准确性越高。

注释：寿命计算与材料疲劳的物理效应有关。疲劳是作用于承载表面下方周期出现的剪切应力导致的结果。一段时间后，这些应力导致裂纹逐渐延伸到表面。当滚动体经过时，会有材料碎片会崩落。这个过程被称为剥落或剥裂。这种剥落会逐渐增加，最终导致导轨无法使用。

可靠性系数 c_1

在可靠性的预测必须超过90%时，将系数 c_1 用于导轨寿命的计算。表5中给出了 c_1 的相应值。

表5

可靠性系数 c_1		
可靠性百分比 %	L_{ns}	c_1
90	L_{10s}	1
95	L_{5s}	0,62
96	L_{4s}	0,53
97	L_{3s}	0,44
98	L_{2s}	0,33
99	L_{1s}	0,21

2.2.5 使用寿命

除了额定寿命之外，还存在“使用寿命”的概念。该术语表示一个给定的直线导轨在给定的工作条件下保持可正常使用的长度。因此，导轨的使用寿命不一定取决于疲劳，还取决于

- 磨损
- 腐蚀
- 密封失效
- 润滑间隔（润滑脂寿命）
- 导轨间的偏心
- 静止状态下的振动
- 等等

通常情况下，使用寿命只能在实际运行条件下进行测试，或通过类似应用进行比较来量化。

2.2.6 对相关章节的交叉引用

对于本章提出的两个选定规格概念，静态安全系数和基本额定寿命，需要以下输入数据：

- 作用于精密导轨系统的载荷。此类载荷的计算在第2.4章中有详细解释
- 对一个特定精密导轨系统的有效额定静态和动态载荷。其计算将在第2.3章中介绍

2.2.7 规格选定工具

第2.2-2.4章中描述的选定规格计算程序以自助指导、基于浏览器的工具形式提供，网址为www.ewellix.com/en/global/product-selectors/linear-guide-select。该工具将自动生成一份报告，包括计算结果、所有相关的订购信息，以及相关的3D-CAD文件的链接。

2.3 计算有效额定载荷

对于配备四根精密导轨的一个滑台和带有指定数量滚动体的两个滚动体组件 (↳ 图11), 有效额定静态和动态载荷的计算如下:

$$C_{0, \text{eff slide}} = f_{h0} f_t C_{0,10} \frac{2z_T}{10 f_1}$$

$$C_{\text{eff slide}} = f_h f_t C_{10} \left(\frac{2z_T}{10 f_1} \right)^w$$

其中

- $C_{0, \text{eff slide}}$ = 滑台的有效额定静态载荷[N]
- $C_{0,10}$ = 带有指定数量滚动体的导轨的基本额定静态载荷[N]
- f_{h0} = 硬度系数, 静态
- f_t = 工作温度系数
- z_T = 承载滚动体的数量 (每根保持架或每排 (对滚针而言))
- f_1 = 载荷方向系数
- $C_{\text{eff slide}}$ = 滑台的有效额定动态载荷[N]
- C_{10} = 带有指定数量滚动体的导轨的基本额定动态载荷[N]
- f_h = 硬度系数, 动态系数
- w = 滚动体指数;
- $w = 0,7$ (滚珠),
- $w = 7/9$ (滚子)

2.3.1 样本中提供的静态和动态载荷额定值

滚动体组件的产品数据表中引用的基本额定载荷 C_{10} 和 $C_{0,10}$ 是针对在图7所示方向上加载的一组导轨和以下数量的滚动体而定义的:

- 10个承载的滚珠 (↳ 图8)
- 10个承载的交叉滚子 (↳ 图9)
- 20个承载的滚针 (每行 2×10 个滚针) (↳ 图10)

图7

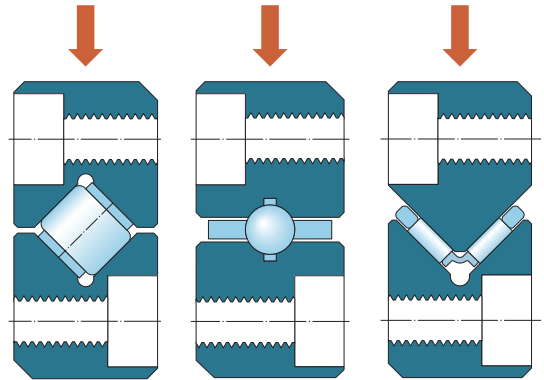


图8

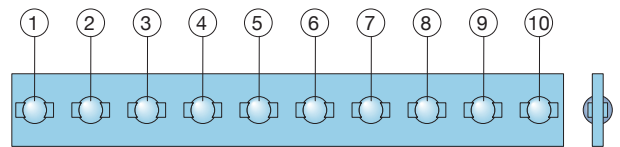


图9

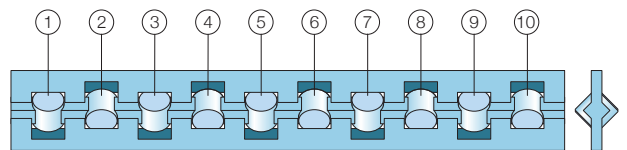
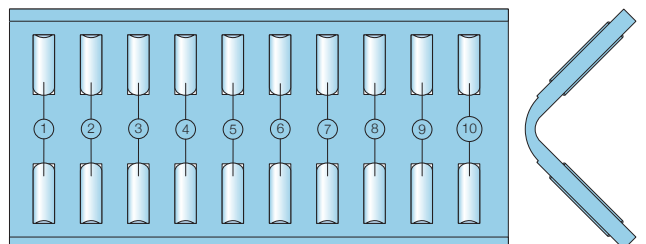


图10



2.3.2 硬度的影响

只有当滚道的表面硬度至少为58 HRC时,才能完全利用滚动体组件的全部额定载荷(两个系数都等于1)。如果使用不锈钢或耐酸材质钢的导轨,其滚道硬度没有达到要求的限值,系数 f_h 和 f_{h0} 的值可从图4获取。如果使用硬度较低的滚动体(如不锈钢制成的滚动体),必须考虑采用相同的系数。

注释: 产品表中提供的带ACSM的滚动体组件的额定静态和动态载荷已经降低。根据标准,相应的导轨由不锈钢制成。鉴于这种特性,不需要额外利用系数 $f_{h0} < 1$ 和 $f_h < 1$ 。

2.3.3 运行温度的影响

当不带塑料保持架的精密导轨永久性地在+120°C以上的工作温度下使用时,额定载荷会有一定的减少。在此类情况下,必须考虑温度系数 f_t 。系数 f_t 的值见图5,它与工作温度相关。

图4

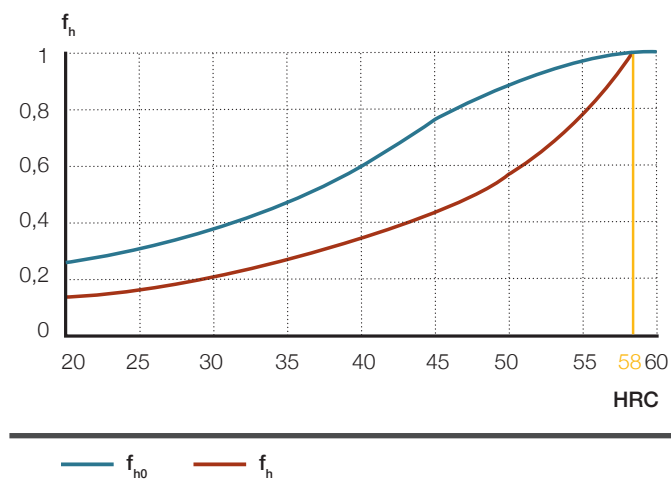
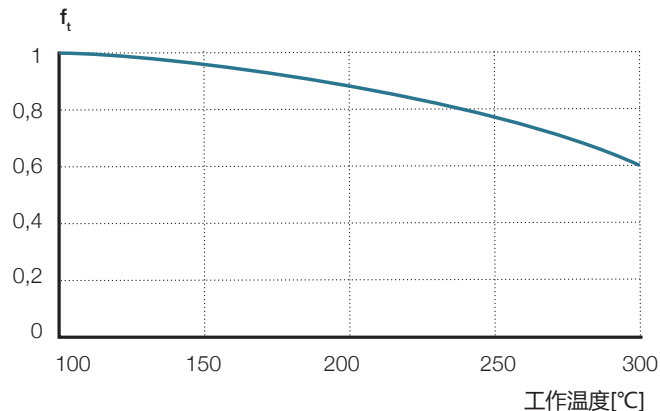
硬度影响系数 f_h 

图5

工作温度影响系数 f_t 

2.3.4 导轨的布置

精密导轨的安装方式有多种,以适应特定应用的要求。下面将介绍其中的两种。这两种布置方式对额定载荷的影响以载荷方向的系数 f_1 表示(↪图11)。

夹紧布置

精密导轨系统最常见的设计是夹紧布置,它有以下几个优点:

- 导轨可以预紧,以满足对刚度和运行精度的要求
- 该系统可以适应任何方向的载荷和力矩
- 它的横截面小,结构紧凑

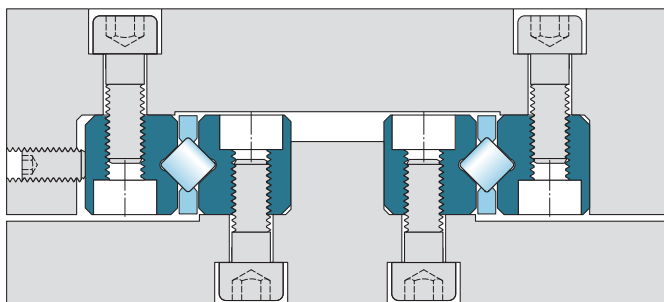
通常情况下,采用夹紧布置的导轨系统由两个相同的精密导轨组成,如图11所示。对于这种布置的导轨,甚至可以使用紧定螺钉来调整预紧力,如第4.1.10章所述。

浮动布置

采用浮动布置的导轨系统包括一个“基准”导轨,例如LWR导轨,它在纵向和横向上提供导向,另一个导轨有两个平面滚道,作为“非基准”导轨(↪图11)。在这种装布置中,应注意确保两个系统具有相似的额定载荷和刚度。浮动布置的导轨系统能够承担以垂直方向为主的载荷。不过,它们可以支撑重物,而且安装简单。它们可以在以下情况下发挥优势:

- 需要对热膨胀进行补偿
- 支承跨距较大时需要增加浮动支承

夹紧布置 $f_1 = 2$



浮动布置 $f_1 = 1$

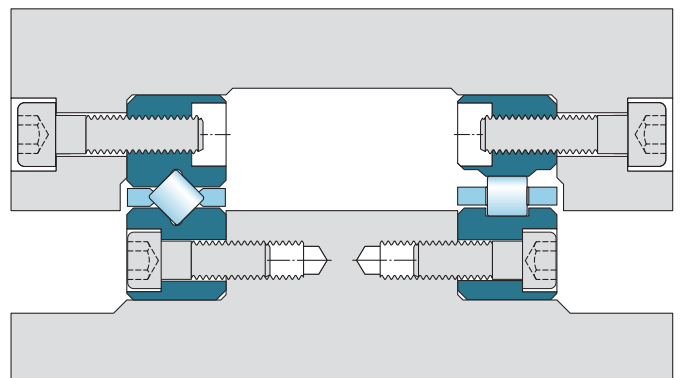


图11

2.3.5 导轨运动

根据具体的应用,并考虑可用的空间、行程和环境条件,精密导轨系统可以以各种不同的方式来设计。可能的运动及其各自的特点将在后续章节中描述。

选择导轨和滚动体组件的规格时,与几何形状和安装空间有关的要求或与额定载荷和刚度有关的要求最为重要。在第一种情况下,根据导轨的行程和长度计算出适用的最大保持架长度。如果载荷能力或刚度要求决定了滚动体组件的长度,使用的公式就会发生变化。在这种情况下,根据保持架的长度和行程来计算导轨的长度。

无刮刷板的无超程系统

滚动体组件始终移动距离为运动的导轨所行进距离的一半,并保持在运动导轨与静止导轨之间(↪ 图12)。

在给定几何形状的情况下

$$L_{cage, max} = L_{rail} - 0,5 S - t_4$$

或额定寿命/刚度决定了滚动体组件的长度

$$L_{rail, min} = L_{cage} + t_4 + 0,5 S$$

其中

$L_{cage, max}$ = 如果导轨长度和行程已预先确定[mm], 则 $L_{cage, max}$ = 滚动体组件的最大长度。

L_{rail} = 导轨的长度[mm]

$L_{rail, min}$ = 导轨的最小长度, 如果滚动体组件的长度和行程已预先确定[mm]

L_{cage} = 滚动体组件的长度[mm]

S = 预定行程长度[mm]

t_4 = 防打滑齿轮的不对称导致的保持架的延长[mm]

带刮刷板的精密导轨系统

如果导轨必须用刮刷板密封,必须确保刮刷板的唇口部位在整个行程中密封隔离对侧导轨的滚道。通常情况下,导轨的布置由两根不同长度的导轨组成。刮刷板安装在较短的导轨上,其长度根据上述“无刮刷板的无超程系统”标题下提供的公式确定(↪ 图12)。

长导轨的最小长度是(↪ 图13)

$$L_{rail, long, min} = L_{cage} + t_4 + 1,5 S + 2 L_1$$

或者在给定几何形状的情况下

$$L_{cage, max} = L_{rail, long} - 1,5 S - 2 L_1 - t_4$$

其中

$L_{rail, long, min}$ = 如果滚动体组件的长度和行程已预先确定[mm], 则 $L_{rail, long, min}$ = 长导轨的最小长度

L_{cage} = 滚动体组件的长度[mm]

L_1 = 带刮刷板的挡片厚度[mm]

$L_{cage, max}$ = 如果导轨长度和行程已预先确定[mm], 则 $L_{cage, max}$ = 滚动体组件的最大长度

$L_{rail, long}$ = 长导轨的长度[mm]

S = 预定行程长度[mm]

t_4 = 防打滑齿轮的不对称导致的保持架的延长[mm]

图12

“无刮刷板的无超程系统”运动

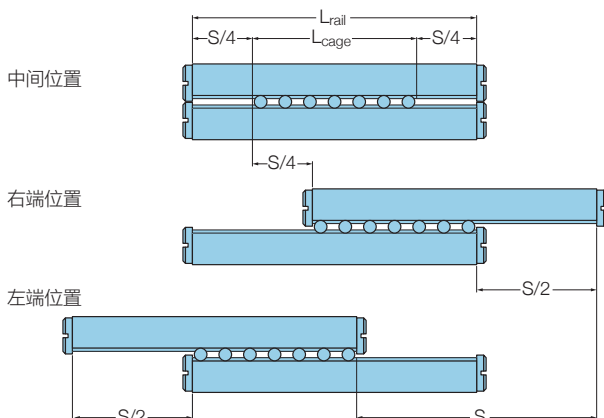
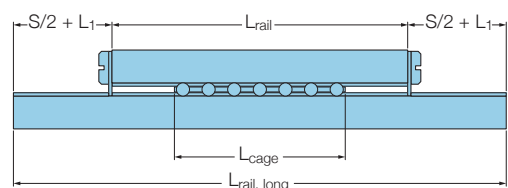


图13

“带刮刷板”运动



无刮刷板的超程系统

如果是短的精密切导轨在长导轨上移动,则使用超程滚动体组件。短轨的两端都有导向圆角(订购时带后缀“EG”),以便超程的滚动体组件引起的振动尽可能小。不是每个保持架都适合这种应用。

保持架最大超程(保持架的“自由长度”)取决于导轨的方向和保持架的材料。在安装空间优先考虑的情况下,组件的长度计算如下(↪图14)。

$$L_{\text{cage, max}} = L_{\text{rail, long}} - 0,5 S - t_4$$

以及

$$L_{\text{rail, short}} = L_{\text{rail, long}} - S$$

如果刚度或额定载荷更重要

$$L_{\text{rail, long}} = L_{\text{cage}} + t_4 + 0,5 S$$

以及

$$L_{\text{rail, short}} = L_{\text{rail, long}} - S$$

其中

$L_{\text{cage, max}}$ = 如果导轨长度和行程已预先确定[mm],则 $L_{\text{cage, max}}$ = 滚动体组件的最大长度

$L_{\text{rail, long}}$ = 长导轨的长度[mm]

$L_{\text{rail, short}}$ = 超程系统中的短轨长度[mm]

L_{cage} = 滚动体组件的长度[mm]

S = 预定行程长度[mm]

t_4 = 防打滑齿轮的不对称导致的保持架的延长[mm]

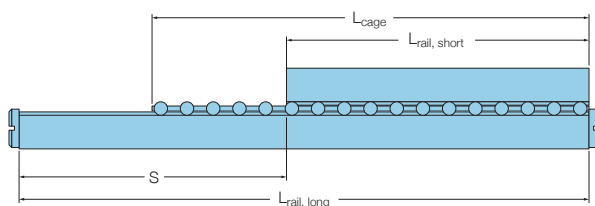
防打滑齿条在导轨上的具体位置有所差异。如果两根带有防打滑齿条的导轨相对布置,可能会出现以下情况

- 两个齿条的两个齿彼此相对
- 两个齿条的一个齿和一个间隙彼此相对
- 或介于这两种极值之间的任何情况

为考虑防打滑齿轮的不对称,在导轨的尺寸计算公式中使用了尺寸 t_4 。对于没有ACS(x)的导向: $t_4 = 0$

图14

“无刮刷板的超程系统”运动

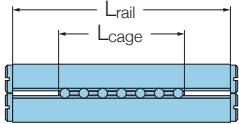
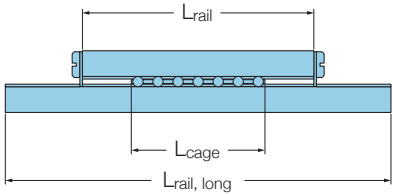
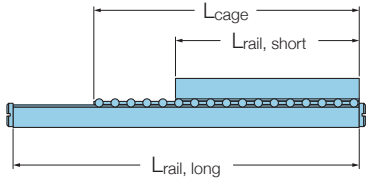
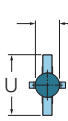
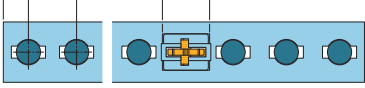
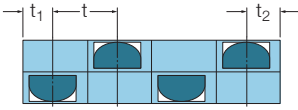
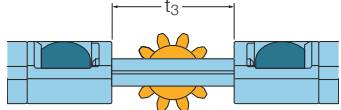


2.3.6 滚动体z和z_T的数量

在根据要求的几何形状计算了保持架的最大长度L_{cage, max}和导轨长度后, 必须计算滚动体的数量z, 以订购合适长度的滚动体组件。根据不同的运动类型, 必须确定承载滚动体的数量z_T以便计算额定寿命。下方概览显示了z和z_T的计算公式。对于运动类型, 如果滚动体组件始终保持在导轨之间(无刮刷板的非超程导轨和有刮刷板的导轨), 且所有滚动体都承载负荷, 则z=z_T有效。

在超程系统中, 只有短轨下方的滚动体可以承载载荷, 且必须以不同的方式计算z_T。

公式中使用了“取整”函数来得出滚动体的整数。这样, 就可以计算出用于订购的滚动体组件的实际长度L_{cage}和承载长度L_T, 承载长度是从第一个承载滚动体中心到最后一个承载滚动体中心的距离。此外, 还提供了安装长度L_{install}的计算公式。

无刮刷板的无超程导轨 (标准版本)	带刮刷板的导轨	无刮刷板的超程导轨
		
 		
<p>不同类型的滚动体组件的t、t₁、t₂和t₃的值见产品范围第3.1-3.7章。 如果没有给出t₂的值: t₂ = t₁ 如果没有给出t₃的值: t₃ = 0</p>		
$z = \text{TRUNC} \left(\frac{L_{\text{cage, max}} - t_1 - t_2 - t_3}{t} \right) + 1$		
$z_T = \text{TRUNC} \left(\frac{L_{\text{cage, max}} - t_1 - t_2 - t_3}{t} \right) + 1$	$z_T = \text{TRUNC} \left(\frac{L_{\text{rail, short}} - t_3 - 2EG}{t} \right) + 1$	
$L_{\text{cage}} = (z - 1)t + t_1 + t_2 + t_3$		
$L_T = (z_T - 1)t + t_3$		
$L_{\text{install}} = L_{\text{rail}} + S + 2L$	$L_{\text{install}} = L_{\text{rail, long}}$	$L_{\text{install}} = L_{\text{rail, long}} + 2L$

说明

- z = 滚动体的数量 (每个保持架或每列 (对滚针而言))
- z_T = 承载滚动体的数量 (每个保持架或每列 (对滚针而言))
- L_{cage} = 滚动体组件的长度[mm]
- L_{cage, max} = 滚动体组件的最大长度[mm]
- L_T = 承载长度[mm]
- L_{rail, short} = 超程系统中较短导轨的长度[mm]
- L_{rail, long} = 长导轨的长度[mm]
- t = 滚动体在保持架中的间距[mm]
- t₁, t₂ = 外侧滚动体到保持架末端的距离[mm]
- t₃ = 防打滑系统的长度[mm]
- EG = 每一侧的导向圆角长度, 一般为1-2 mm[mm]
- L_{install} = 完整安装空间的长度[mm]
- L = 挡片的厚度[mm]

注释: “TRUNC” 是通过去除数字的小数部分而将数字截断为整数的数学函数。

2.3.7 导轨系统的完整几何形状

作为一般建议,可以用以下准则来选择滚动体组件的长度:

“夹紧”布置 $L_{\text{cage}} = S$

“浮动”布置 $L_{\text{cage}} = 1,5 S$

其中

L_{cage} = 滚动体组件的长度[mm]

S = 预定行程长度[mm]

但应记住,当载荷很重、以偏离中心的方式加载或包括扭矩载荷时,应选择尽可能长的滚动体组件,以实现均匀的载荷分布和高刚性。

另一个建议是,滚动体组件之间的中心距离 B_1 不应超过承载长度 L_T (↪ 图15):

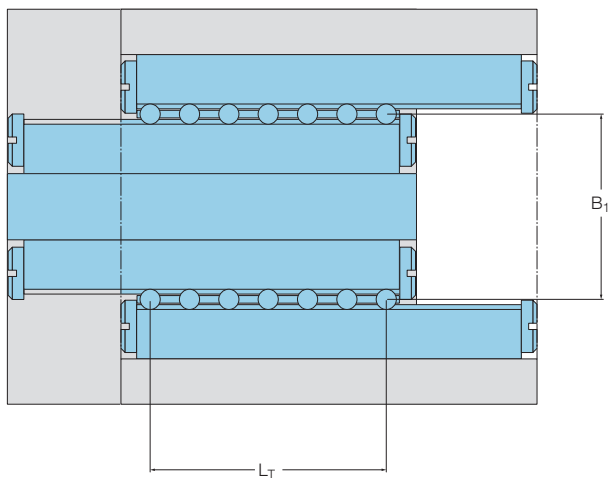
$$L_T > B_1$$

其中

B_1 = 滚动体组件之间的中心距离[mm]

L_T = 承载长度[mm]

图15



2.4 导轨载荷计算

如果作用在导轨上的载荷F在大小、位置和方向上都恒定，且垂直作用于并穿过滚动面中心，则该载荷可以直接插入额定寿命公式和静态安全系数公式中。在所有其他情况下，首先需要计算最大合成载荷 $F_{res, max}$ 和等效动态载荷P。这些等效载荷是对额定寿命和静态安全系数 s_0 具有与实际载荷相同影响的载荷。

对不垂直作用于且不穿过导轨系统中心的载荷的处理方式，见第2.4.1和2.4.3章。对时间或位置变化的载荷的处理方式，见第2.4.5章。

2.4.1 将外部载荷转移到 F_y , F_z , M_x , M_y , M_z

首先，必须定义所选布局的坐标系。最好将移动方向定义为X轴。坐标系的原点被设置在滚动体组件的中间，所有X方向的杠杆臂都从这里开始测量。这意味着坐标系会移动，且杠杆臂随着坐标的移动而改变（见 图16）。在其它方向上，原点应以对称方式位于 $B_1/2$ 处的滚动体组件之间和导轨中心高度上（见 第2.1.11章）。

其次，必须收集所有对导轨系统有影响的工作载荷。不能忽视载荷方向和杠杆臂。单一的外部载荷被归纳为一组五个值。 F_y 、 F_z 、 M_x 、 M_y 、 M_z 。这五个值的计算方法如下：

$$F_y = \sum_{i=1}^U F_{y,i}$$

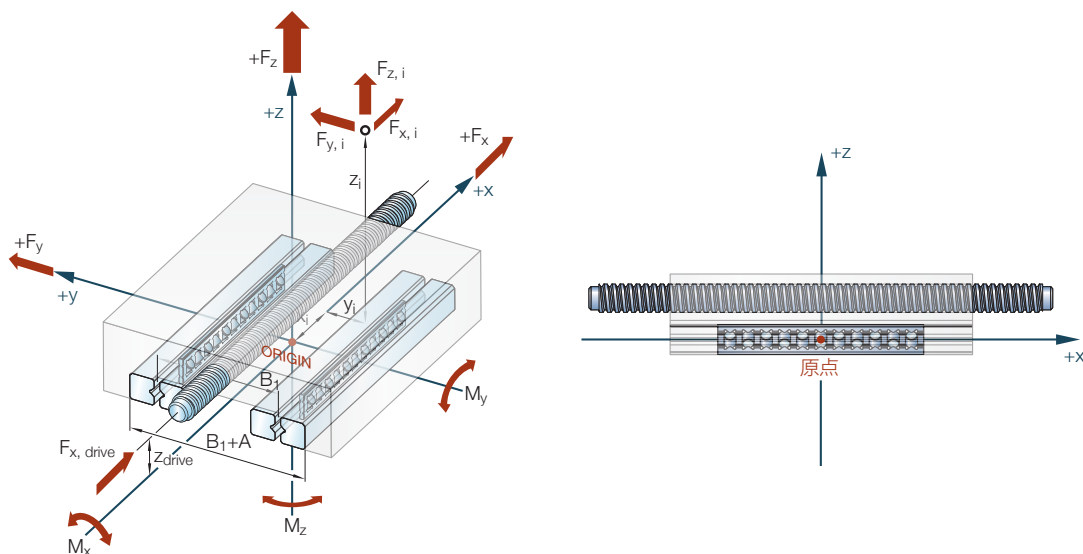
$$F_z = \sum_{i=1}^U F_{z,i}$$

$$M_x = - \sum_{i=1}^U F_{y,i} z_i + \sum_{i=1}^U F_{z,i} y_i$$

$$M_y = \sum_{i=1}^U F_{x,i} z_i - \sum_{i=1}^U F_{z,i} x_i$$

$$M_z = - \sum_{i=1}^U F_{x,i} y_i + \sum_{i=1}^U F_{y,i} x_i$$

图16



其中

- $F_{x,i}, F_{y,i}, F_{z,i}$ = 从x、y或z方向同时作用在导轨系统上的单一载荷[N]
- F_y, F_z = y或z方向上的汇合力(载荷)[N]
- M_x, M_y, M_z = x、y或z方向上的扭矩载荷汇总[Nm]
- x_i, y_i, z_i = 与单一载荷有关的杠杆臂[m]
- i = x、y或z方向上同时作用的单一载荷的序号
- U = 同时作用的载荷数量

注释: 给定的五个值, F_y, F_z, M_x, M_y, M_z 与导轨系统的具体几何形状无关。

后续计算步骤的前提条件是选择滚动体组件的类型和长度, 并定义相关的特征值 C, C_0 和 L_T 。此外, 需要定义滚动体组件之间的中心距离 B_1 (\hookrightarrow 第2.3.7章)。

2.4.2 预紧力

在规格计算中, 必须考虑到夹紧布置中的预紧力产生的附加载荷。预紧力系数 f_{Pr} 取决于滚动体组件的类型(\hookrightarrow 第4.1.9章)。这个所谓的预紧力的计算方法是:

$$F_{Pr} = C_{eff} f_{Pr}$$

$$C_{eff} = C_{eff slide} \quad \text{对于夹紧布置,}$$

其中

- F_{Pr} = 预紧力[N]
- C_{eff} = 一个滚动体组件的有效动态载荷能力[N]
- f_{Pr} = 预紧力系数, %

2.4.3 将 F_y, F_z, M_x, M_y, M_z 转移到一个载荷

一组五个载荷值 F_y, F_z, M_x, M_y, M_z 加起来就是导轨的组合载荷

$$F_{comb} = |F_y| + |F_z| + \left(\left| \frac{2\,000 M_x}{B_1} \right| + \left| \frac{6\,000 M_y}{L_T} \right| + \left| \frac{6\,000 M_z}{L_T} \right| \right)$$

使用包括预紧力 F_{Pr} 的合成载荷 F_{res} , 进行静态尺寸计算。

$$F_{res} = F_{Pr} + F_{comb} = F_{Pr} + |F_y| + |F_z| + \left(\left| \frac{2\,000 M_x}{B_1} \right| + \left| \frac{6\,000 M_y}{L_T} \right| + \left| \frac{6\,000 M_z}{L_T} \right| \right)$$

使用考虑了行程长度系数 f_s 的等效动态载荷 P 进行动态规格计算。

$$P = f_s F_{res} = f_s \left[F_{Pr} + |F_y| + |F_z| + \left(\left| \frac{2\,000 M_x}{B_1} \right| + \left| \frac{6\,000 M_y}{L_T} \right| + \left| \frac{6\,000 M_z}{L_T} \right| \right) \right]$$

其中

- F_{comb} = 导轨的组合载荷[N]
- F_{res} = 合成载荷[N]
- F_{Pr} = 预紧力[N]
- F_y, F_z = y或z方向上的汇合力(载荷)[N]
- M_x, M_y, M_z = x、y或z方向上的扭矩载荷汇总[Nm]
- B_1 = 滚动体组件之间的中心距离[mm]
- L_T = 导轨承载长度[mm]
- P = 等效动态载荷[N]
- f_s = 行程长度系数

2.4.4 行程长度对等效动态载荷的影响

在确定计算基本额定寿命的操作条件时,假定精密导轨的参考行程长度等于滚动体组件的长度。但很少适用于精密导轨应用中。大量的寿命测试表明,精密导轨以短行程长度运行时,其寿命会减少。图6显示了单个行程长度对滚动体长度的影响。如果有多个移动方向相同的载荷阶段,必须对各个行程进行求和。

$$\sum_{j=A}^B S_j / (L_T - t_3)$$

其中

- S_j = 单个行程长度[mm]
- j = 载荷阶段的序号 (A, A+1, A+2, , B)
- A = 一个方向上的运动起点
- B = 下一个换向点
- L_T = 导轨承载长度[mm]
- t_3 = 防打滑系统的长度[mm]

注释: 若比值大于0.6, 额定寿命的减少不明显, 但对于更低的比值, 系数 f_s 会修改等效动态载荷。当比值低于0.1时, 不良的摩擦学条件使导轨寿命的理论计算不切实际。在这种条件下, 额定寿命主要由接触区的滑动条件决定。

2.4.5 等效动态平均载荷

额定寿命的计算公式假定载荷和速度恒定。在现实中, 外部载荷、位置和速度在大多数情况下是变化的, 工作流程必须分开到在各自行程上保持条件恒定或近似恒定的载荷阶段。由于X方向的杠杆臂随着导轨的移动而变化, 因此等效动态载荷也在不断变化, 对于没有模拟软件的计算, 必须进行力简化(见 图7)。所有的单一载荷阶段都根据各自的行程长度汇总为等效动态平均载荷 P_m :

$$P_m = \sqrt[p]{\frac{\sum_{j=1}^V |P_j|^p S_j}{S_{tot}}}$$

$$S_{tot} = S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_V$$

其中

- P_m = 等效动态平均载荷[N]
- P = 等效动态载荷[N]
- p = 寿命指数;
 - 滚珠, $p = 3$,
 - 滚子, $p = 10/3$
- j = 载荷阶段的序号
- V = 载荷阶段的数量
- S_j = 单个行程长度[mm]
- S_{tot} = 总行程长度[mm]



图6

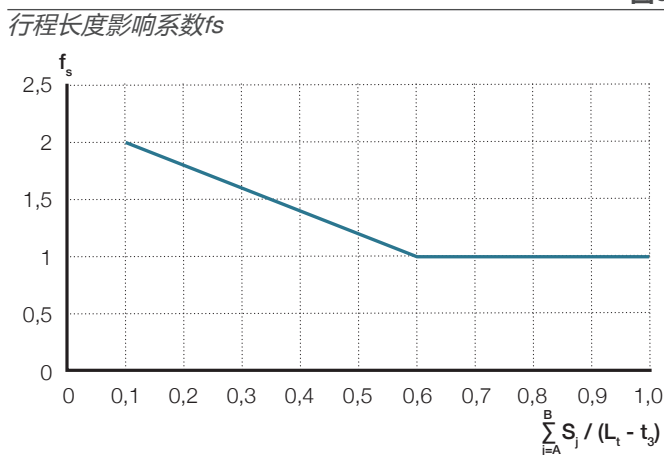
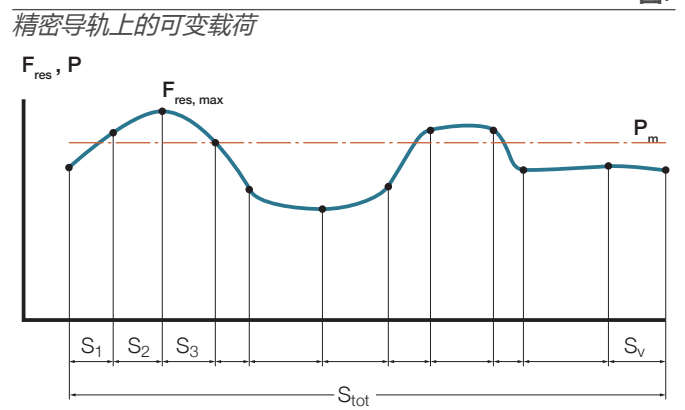


图7



2.4.6 最大合成载荷

如果最大载荷发生在导轨移动时,在计算静态安全系数 s_0 时需要用 F_{res} 的最大值。为此,必须计算各个行程长度的所有载荷。有了这些数字,可以计算出最大合成载荷 $F_{res, max}$,然后应用于 s_0 的方程式中。

$$F_{res, max} = \max_{j=1}^v |F_{res, j}|$$

$$F_{res, max} = \max_{j=1}^v \left[F_{Pr} + |F_{y,j}| + |F_{z,j}| + \left(\left| \frac{2000 M_{x,j}}{B_1} \right| + \left| \frac{6000 M_{y,j}}{L_T} \right| + \left| \frac{6000 M_{z,j}}{L_T} \right| \right) \right]$$

静止时的最大静态载荷 P_0 通过类似的公式计算。 P_0 和 $F_{res, max}$ 的最大值必须被插入静态安全系数 s_0 的公式中。

2.4.7 静态安全系数完整计算方式

所有给定的与静态安全系数有关的方程式都可以整合到一个公式中:

$$s_0 = \frac{C_{0, eff slide}}{F_{res, max}} = \frac{f_h f_t C_{0,10} \frac{2z_T}{10 f_1}}{\max_{j=1}^v \left[F_{Pr} + |F_{y,j}| + |F_{z,j}| + \left(\left| \frac{2000 M_{x,j}}{B_1} \right| + \left| \frac{6000 M_{y,j}}{L_T} \right| + \left| \frac{6000 M_{z,j}}{L_T} \right| \right) \right]} \quad \text{or} \quad s_0 = \frac{C_{0, eff slide}}{P_0}$$

2.4.8 额定寿命的完整计算方式

所有给定的与额定寿命计算有关的公式都可以整合到一个公式中:

$$L_{ns} = c_1 100 \left(\frac{C_{eff slide}}{P} \right)^p = c_1 100 \frac{f_h f_t C_{10} \left(\frac{2z_T}{10 f_1} \right)^w}{\sqrt[p]{\sum_{j=1}^v \frac{|P_j|^p S_j}{S_{tot}}}}$$

$$L_{ns} = c_1 100 \frac{f_h f_t C_{10} \left(\frac{2z_T}{10 f_1} \right)^w}{\sqrt[p]{\sum_{j=1}^v \frac{|f_{s,j}|^p \left[F_{Pr} + |F_{y,j}| + |F_{z,j}| + \left(\left| \frac{2000 M_{x,j}}{B_1} \right| + \left| \frac{6000 M_{y,j}}{L_T} \right| + \left| \frac{6000 M_{z,j}}{L_T} \right| \right) \right]^p S_j}{S_{tot}}}}$$

$$L_{ns} = c_1 100 \frac{f_h f_t C_{10} \left(\frac{2z_T}{10 f_1} \right)^w S_{tot}}{\sum_{j=1}^v |f_{s,j}|^p \left[F_{Pr} + |F_{y,j}| + |F_{z,j}| + \left(\left| \frac{2000 M_{x,j}}{B_1} \right| + \left| \frac{6000 M_{y,j}}{L_T} \right| + \left| \frac{6000 M_{z,j}}{L_T} \right| \right) \right]^p S_j}$$

2.5 规格计算示例

本例中使用的定制Ewellix精密导轨滑台配备一台具有高速度恒定性的无铁芯直线电机作为驱动装置，并配有密封良好的光学编码器和机械限位。所示的设计是典型的精密导轨滑台（[图 17](#)）。

应用描述

要一次测量过程中，一个工件（质量40 kg，长150 mm，宽100 mm，高90 mm）必须要在几个工艺步骤下移动。第一步是在其整个长度上进行极为精确的移动。测量可以在1 m/s²的最大加速度下进行，并在22°C的恒定室温下运行。下一个过程步骤在静止状态下进行，在以对称方式位于精密导轨之间的Z方向和工件内20 mm

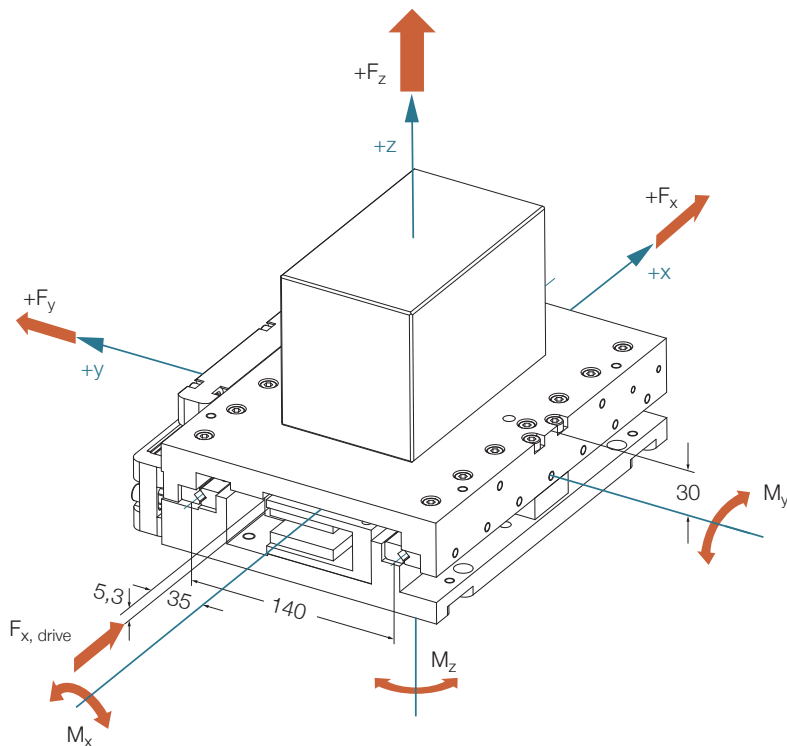
的x方向上产生一个600 N的向下载荷。可用的工作空间将L_{rail}限制为250 mm。为预留一定的空间，滑块的预定行程为160 mm。对于向前和向后的行程，加速和减速的数值相等。由于对高度和侧向的运行精度的可重复性要求很高，所以需要防打滑系统。因此必须使用带有ACSM的精密导轨。

需要回答的问题：

- 哪种精密导轨（规格，L_{cage}）能满足这种应用的要求？
- 可能达到的最大行程？
- 可以达到怎样的静态安全系数和以公里数的额定寿命？

图17

带有坐标系的精密滑台



滚动体组件的最大长度

在该示例中,几何尺寸由结构空间和要求的行程决定。根据第2.4.5章,必须使用以下公式:

$$L_{\text{cage, max}} = L_{\text{rail}} - 0,5 S$$

$$L_{\text{cage, max}} = 250 \text{ mm} - 0,5 \times 160 \text{ mm}$$

$$= 170 \text{ mm}$$

滚动体z和z_T的数量

由于所选择的运动 - 无刮刷板无保持架超程--所有滚动体都永久带有载荷,且z=z_T。要计算出z的实际值,必须选择特定类型和规格的滚动体组件。因为在该示例中,质量和外部载荷相对较轻,我们从可能满足要求的最小滚动体组件类型LWJK 2 ACSM开始计算。检查LWRB2的最大导轨长度时,我们发现200 mm不能满足需要,LWRE 3 ACSM是可能的最小的导轨如第2.3.6章所述,必须使用以下公式。需要的数值见相关的产品章节。

$$z = z_T = \text{TRUNC} \left(\frac{L_{\text{cage, max}} - t_1 - t_2 - t_3}{t} \right) + 1$$

$$z = z_T = \text{TRUNC} \left(\frac{170 \text{ mm} - 2,65 \text{ mm} - 3,6 \text{ mm} - 9 \text{ mm}}{6,25 \text{ mm}} \right) + 1 = 25$$

使用滚动体的数量来计算订购时需要的L_{cage}:

$$L_{\text{cage}} = (z - 1) t + t_1 + t_2 + t_3$$

$$L_{\text{cage}} = (25 - 1) \times 6,25 \text{ mm} + 2,65 \text{ mm}$$

$$+ 3,6 \text{ mm} + 9 \text{ mm} = 165,25 \text{ mm}$$

使用滚动体的数量来计算承载长度 L_T:

$$L_T = (z_T - 1) t + t_3$$

$$L_T = (25 - 1) \times 6,25 \text{ mm} + 9 \text{ mm} = 159 \text{ mm}$$

有了滚动体组件的准确长度,就可以计算出产生的最大行程。

$$S = (L_{\text{rail}} - L_{\text{cage}}) 2$$

$$S = (250 \text{ mm} - 165,25 \text{ mm}) \times 2 = 169,5 \text{ mm}$$

遵守“夹紧”布置的一般规则L_{cage} = S和L_T > B₁。

计算有效额定载荷

要计算静态安全系数和额定寿命,必须知道有效额定载荷。必须知道表6中所示的几个决定性因素。此外,必须在产品章节中收集所选滚动体组件的C_{0,10}和C₁₀值。

$$C_{0, \text{eff slide}} = f_{h0} f_t C_{0,10} \frac{2z_T}{10 f_1}$$

$$C_{0, \text{eff slide}} = 1 \times 1 \times 8160 \text{ N} \times \frac{2 \times 25}{10 \times 2} = 20400 \text{ N}$$

$$C_{\text{eff slide}} = f_h f_t C_{10} \left(\frac{2z_T}{10 f_1} \right)^w$$

$$C_{\text{eff slide}} = 1 \times 1 \times 5040 \text{ N} \left(\frac{2 \times 25}{10 \times 2} \right)^{\frac{7}{9}} = 10279 \text{ N}$$

表6

描述	数值	决定的原因
f _{h0} 硬度系数,静态	1	比较第2.4.2章
f _h 硬度系数,动态	1	比较第2.4.2章
f _t 工作温度系数	1	工作温度远低于120 °C
f ₁ 载荷方向系数	2	夹紧布置
w 滚动体指数	7/9	交叉滚子组件
C _{0,10} 10个滚子的基本额定静态载荷	8160 N	LWAKE 3 ACSM
C ₁₀ 10个滚子的基本额定动态载荷	5040 N	LWAKE 3 ACSM

导轨载荷计算

除了有效额定载荷外,还必须计算最大的合成载荷 $F_{res, max}$ 和应用的等效动态平均载荷 P_m 。为此,必须了解应用的工作流程,以及载荷作用的位置和时间。在大多数情况下,有必要将工作流程分成多个具有恒定或接近恒定条件的载荷阶段。

一般坐标系的定义见本章开头第31页的图17。图18显示了示例中载荷阶段6的X方向上的杠杆臂。关于如何设置坐标系的说明,另见第2.4章。

对于每个载荷阶段,工作载荷必须汇总为一组五个值: F_y 、 F_z 、 M_x 、 M_y 、 M_z 。之后,将这五个值和预紧力转移到相应载荷阶段的一个合成载荷上。该应用的工作流程及其单一的载荷阶段和作用载荷(包括示例中的杠杆臂)见下文中的系统性概述(↪ **载荷计算表,第34和35页**)。其中还提供必要的公式和计算方法。由于加速度和减速度的值在前进和后退行程中相等,这里只需要计算前进行程的载荷阶段的 P_m 。

行程长度系数必须参阅第2.4.4章的图6来确定。

$$\frac{S}{L_{cage}} = \frac{150 \text{ mm}}{165,25 \text{ mm}} = 0,91 \quad f_s = 1$$

须计算出预紧力。预紧力系数 f_{pr} 取决于滚动体组件的类型(↪ **第4.1.10章**)。

$$F_{Pr} = f_{Pr} C_{eff slide}$$

$$F_{Pr} = 0,07 \times 10\,279 \text{ N} = 719,5 \text{ N}$$

最大合成载荷

最大合成载荷出现在载荷阶段6。

$$F_{res, max} = \text{MAX}_{j=1}^v |F_{res, j}|$$

$$F_{res, max} = 4\,362 \text{ N}$$

计算静态安全系数

现在可以计算出所选的精密导轨和具有最高合成载荷的阶段的静态安全系数 s_0 。

$$s_0 = \frac{C_{0, eff slid}}{F_{res, max}}$$

$$s_0 = \frac{20\,400 \text{ N}}{4\,362 \text{ N}} = 4,68$$

等效动态平均载荷

要计算额定寿命,需要知道等效动态平均载荷。单一数值、所需的公式和计算方法见第34和35页的载荷计算表。

结果

$$P_m = \sqrt[p]{\frac{\sum_{j=1}^v |P_j^p| s_j}{S_{tot}}} = 1489 \text{ N}$$

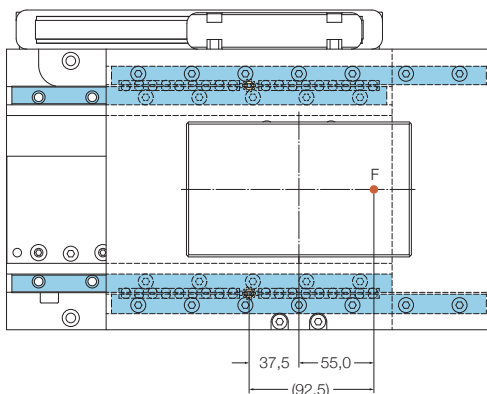
额定寿命计算

现在可以用以下公式计算精密导轨的额定寿命 L_{ns} ,以km为单位表示:

$$L_{ns} = c_1 100 \text{ km} \frac{C_{eff slide}^p}{P_m^p}$$

$$L_{10s} = 1 \times 100 \text{ km} \times \frac{10279 \text{ N}}{1489 \text{ N}}^{\frac{10}{3}} = 62640 \text{ km}$$

图18



载荷计算

工作流程划分为多个载荷阶段	载荷阶段1 加速度, 从左侧位置开始			载荷阶段2 恒定速度													
单个行程长度 S_i :	5 mm			40 mm													
加速度:	1 m/s ²			0 m/s ²													
速度:	增加			0,1 m/s													
载荷阶段开始时的位置:	-75 mm			-70 mm													
注释: 力的单位是牛[N] 杠杆臂的单位是米[m] 扭矩载荷的单位是牛米[Nm]				杠杆臂在降低。作为假设, 在整个载荷阶段选择最坏情况。													
	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">杠杆臂</th> </tr> <tr> <th>x</th> <th>y</th> <th>z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			杠杆臂			x	y	z				<table border="1"> <thead> <tr> <th>杠杆臂</th> </tr> <tr> <th>x</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> </tr> </tbody> </table>		杠杆臂	x	
杠杆臂																	
x	y	z															
杠杆臂																	
x																	
x方向上的力的名称	力 F_x				力 F_x												
驱动力	40	X	0,035	-0,0053	X												
惯性力	-40		0	0,075													
z方向上的力的名称	力 F_z				力 F_z												
结构件	-392,4	-0,0375	0	X	-392,4												
附加载荷					-0,035												
$F_y = \sum_{i=1}^U F_{y,i}$	0				0												
$F_z = \sum_{i=1}^U F_{z,i}$	-392,4				-392,4												
$M_x = - \sum_{i=1}^U F_{y,i} z_i + \sum_{i=1}^U F_{z,i} y_i$	0				0												
$M_y = \sum_{i=1}^U F_{x,i} z_i - \sum_{i=1}^U F_{z,i} x_i$	-17,93				-13,73												
$M_z = - \sum_{i=1}^U F_{x,i} y_i + \sum_{i=1}^U F_{y,i} x_i$	-1,4				0												
$F_{res} = F_{Pr} + F_y + F_z + \left(\left \frac{2\,000 M_x}{B_1} \right + \left \frac{6\,000 M_y}{L_T} \right + \left \frac{6\,000 M_z}{L_T} \right \right)$	1 841,3				1 630,0												
$P = f_s F_{res} = f_s \left[F_{Pr} + F_y + F_z + \left(\left \frac{2\,000 M_x}{B_1} \right + \left \frac{6\,000 M_y}{L_T} \right + \left \frac{6\,000 M_z}{L_T} \right \right) \right]$	1 841,3				1 630,0												
$P_m = \sqrt[3]{\frac{\sum_{j=1}^v P_j^p S_j}{S_{tot}}}$																	

载荷阶段3 恒定速度		载荷阶段4 恒定速度		载荷阶段5 减速			载荷阶段6 载荷静止时的正确位置																																																																	
60 mm		40 mm		5 mm			0 mm																																																																	
0 m/s ²		0 m/s ²		-1 m/s ²			0 m/s ²																																																																	
0,1 m/s		0,1 m/s		降低			0 m/s																																																																	
0 mm		70 mm		70 mm			75 mm																																																																	
杠杆臂在降低, 变成零, 然后增加。作为假设, 杠杆臂被设置为在整个载荷阶段为零。		杠杆臂在增加。作为假设, 选择了该载荷阶段结束时的杠杆臂 (最坏情况)。																																																																						
<table border="1"> <tr><th colspan="2">杠杆臂</th></tr> <tr><th colspan="2">x</th></tr> <tr><td>力F_x</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>		杠杆臂		x		力F _x								<table border="1"> <tr><th colspan="2">杠杆臂</th></tr> <tr><th colspan="2">x</th></tr> <tr><td>力F_x</td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>		杠杆臂		x		力F _x								<table border="1"> <tr><th colspan="3">杠杆臂</th></tr> <tr><th>x</th><th>y</th><th>z</th></tr> <tr><td>力F_x</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>-40</td><td>0,035</td><td>-0,0053</td></tr> <tr><td>40</td><td>0</td><td>0,075</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> </table>			杠杆臂			x	y	z	力F _x			-40	0,035	-0,0053	40	0	0,075							<table border="1"> <tr><th colspan="3">杠杆臂</th></tr> <tr><th>x</th><th>y</th><th>z</th></tr> <tr><td>力F_x</td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> </table>			杠杆臂			x	y	z	力F _x											
杠杆臂																																																																								
x																																																																								
力F _x																																																																								
杠杆臂																																																																								
x																																																																								
力F _x																																																																								
杠杆臂																																																																								
x	y	z																																																																						
力F _x																																																																								
-40	0,035	-0,0053																																																																						
40	0	0,075																																																																						
杠杆臂																																																																								
x	y	z																																																																						
力F _x																																																																								
<table border="1"> <tr><td>力F_z</td><td></td></tr> <tr><td>-392,4</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>		力F _z		-392,4	0					<table border="1"> <tr><td>力F_z</td><td></td></tr> <tr><td>-392,4</td><td>0,035</td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td></tr> </table>		力F _z		-392,4	0,035					<table border="1"> <tr><td>力F_z</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>-392,4</td><td>0,035</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> </table>			力F _z			-392,4	0,035	0							<table border="1"> <tr><td>力F_z</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>-392,4</td><td>0,0375</td><td>0</td></tr> <tr><td>-600</td><td>0,0925</td><td>0</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td></tr> </table>			力F _z			-392,4	0,0375	0	-600	0,0925	0																										
力F _z																																																																								
-392,4	0																																																																							
力F _z																																																																								
-392,4	0,035																																																																							
力F _z																																																																								
-392,4	0,035	0																																																																						
力F _z																																																																								
-392,4	0,0375	0																																																																						
-600	0,0925	0																																																																						
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																															
-392,4	-392,4	-392,4	-392,4	-392,4	-392,4	-392,4	-392,4	-392,4	-392,4																																																															
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																															
0	13,73	16,95	16,95	16,95	16,95	16,95	16,95	16,95	16,95																																																															
0	0	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4																																																															
1 111,9	1 630,0	1 804,4	1 804,4	1 804,4	1 804,4	1 804,4	1 804,4	1 804,4	1 804,4																																																															
1 111,9	1 630,0	1 804,4	1 804,4	1 804,4	1 804,4	1 804,4	1 804,4	1 804,4	1 804,4																																																															

$$P_m = \sqrt[10]{\frac{1841,3 \text{ N}^{10/3} \times 5 \text{ mm} + 1630 \text{ N}^{10/3} \times 40 \text{ mm} + 1111,9 \text{ N}^{10/3} \times 60 \text{ mm} + 1630 \text{ N}^{10/3} \times 40 \text{ mm} + 1804,4 \text{ N}^{10/3} \times 5 \text{ mm}}{5 \text{ mm} + 40 \text{ mm} + 60 \text{ mm} + 40 \text{ mm} + 5 \text{ mm}}} = 1489 \text{ N}$$

2.6 刚度计算

对于精密导轨系统的使用者,必须能够计算出施加载荷点的弹性挠曲。要得到该数字的近似值,首先必须通过使用图8-11中的来确定滚动体在导轨上引起的弹性变形 δ 。该值必须乘以系数 f_k ,以获得一个精密导轨系统(包括钢制的相邻部件)将具有的合成挠曲 δ 的近似值。下文中的两个章节将介绍这一程序。

- 图8: 带交叉滚子组件的LWR导轨
 - 图9: 带滚珠组件的LWR导轨
 - 图10: 带交叉滚子组件的LWRE导轨
 - 图11: 带滚针组件的LWRM/LWRV和LWM/LWV导轨
- 第2.6.3章中提供了一个计算例子,图8和图10已经包含了该示例的数值和线条。

2.6.1 利用坐标图测定弹性变形

使用图8-11的坐标图时,首先需要确立与机械尺寸相关的载荷条件,并确定应计算弹性变形是哪个载荷阶段和其Z方向上的主要载荷。图19显示了该计算所需的必要参数。

滚动体的直径 D_w 和滚动体的接触长度 $L_{w\text{eff}}$ 可从表7中获取。经过这些计算后,可以从坐标图中读出施加载荷点的弹性变形。坐标图基于“夹紧”导轨(→第2.3.4章),并与不同类型的精密导轨有如下关联。

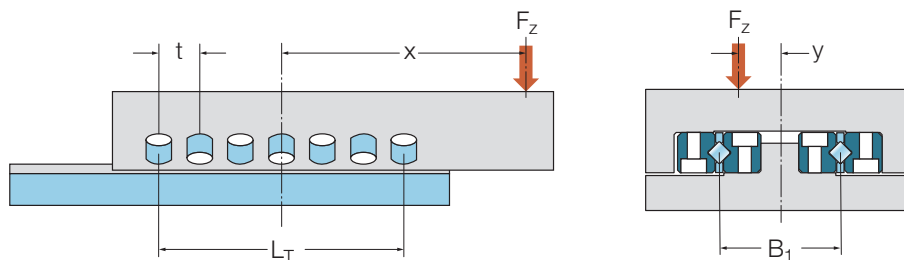
表7

接触长度

滚动体组件	滚动体直径 D_w mm	滚动体的接触长度 $L_{w\text{eff}}$ mm	产品系列
-	-	-	
LWJK 1,588	1,588	-	LWR
LWJK 2	2	-	
LWAK 3	3	1,1	
LWAL 6	6	2,4	
LWAL 9	9	3,6	
LWAL 12	12	5,4	LWRE
LWAKE 3	4	2,3	
LWAKE 4	6,5	3,2	
LWAKE 6	8	4,7	
LWAKE 9	12	8,2	LWRM/V LWM/V
LWHV 10	2	4,4	
LWHW 10	2	4,4	
LWHV 15	2	7,4	
LWHW 15	2	6,4	
LWHV 20	2,5	11,4	
LWHW 20	2,5	9,4	
LWHW 25	3	13,4	
LWHW 30	3,5	17,4	

图19

杠杆率1



准备工作

确定作为坐标图控制参数的承载滚动体数量：

交叉滚子组件：

$$z_{T_{\text{nomo}}} = 2 \left(\frac{L_T}{t} + 1 \right)$$

滚珠和滚针组件。

$$z_{T_{\text{nomo}}} = \frac{L_T}{t} + 1$$

计算以下组件的平均滚动体载荷：

交叉滚子组件：

$$Q = \frac{2 F_z}{z_{T_{\text{nomo}}}}$$

滚珠和滚针组件：

$$Q = \frac{F_z}{2 z_{T_{\text{nomo}}}}$$

杠杆率 R_x 的计算 R_x ：

$$R_x = \frac{x}{t}$$

杠杆率 R_y 的计算 R_y ：

$$R_y = \frac{y}{B_1}$$

其中

- $z_{T_{\text{nomo}}}$ = 作为坐标图控制参数的 滚动体数量
- L_T = 承载长度[mm]
- t = 滚动体在保持架中的间距[mm]
- Q = 每个滚动体的平均载荷[N]
- F_z = Z方向的单一载荷[N]
- x = 从滚动体组件中心到施加载荷点的距离[mm]
- y = 从导轨中心到施加载荷点的距离[mm]
- B_1 = 滚动体组件之间的平均距离[mm]。
- D_w = 滚动体直径[mm]
- $L_{w \text{ eff}}$ = 滚动体的接触长度[mm]

确定坐标图中的弹性变形

现在需要根据“准备”部分计算的值来最终确定坐标图中的弹性变形 δ (↪ 图8-11)。

图8

带交叉滚子组件的LWR导轨

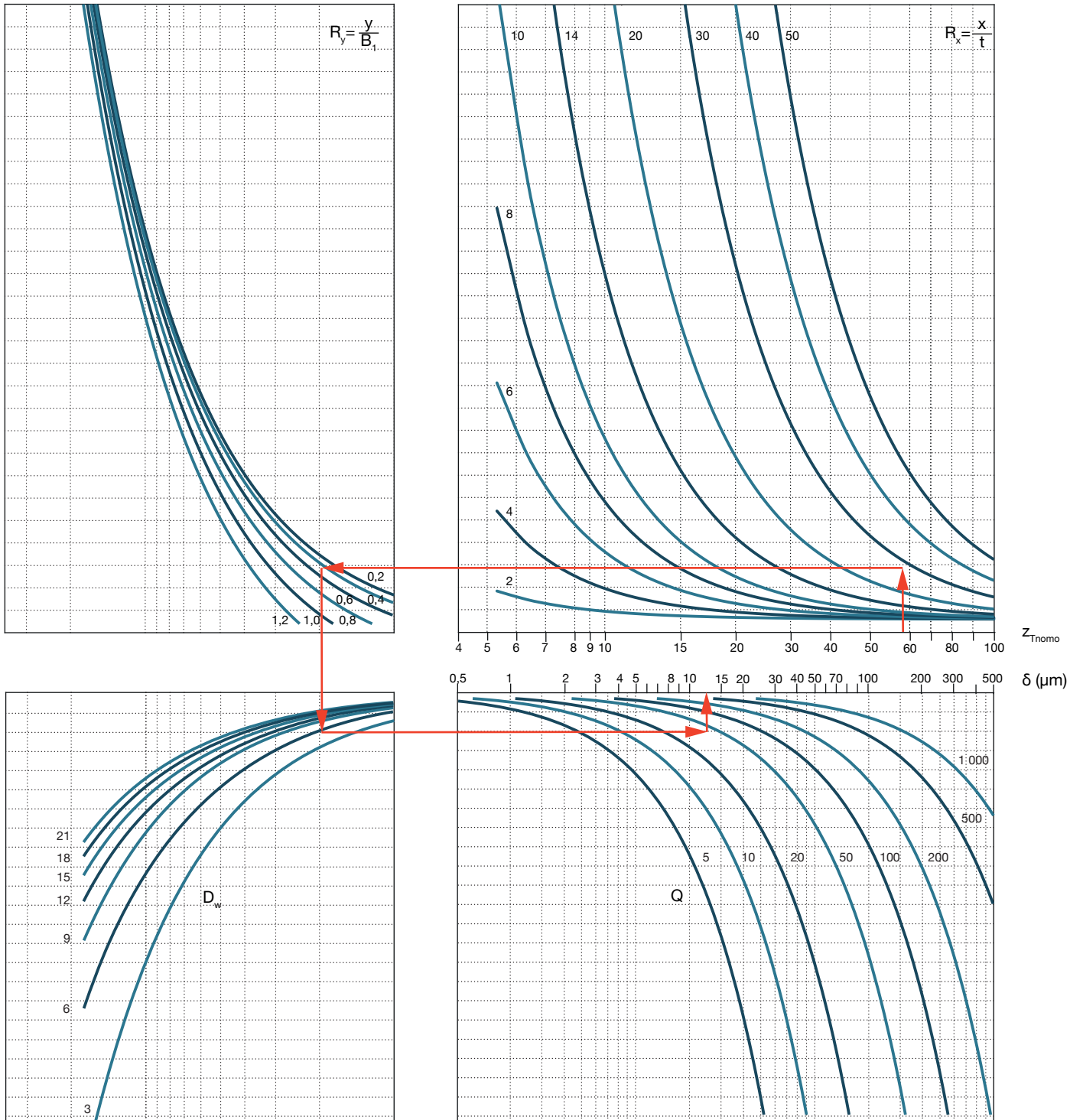
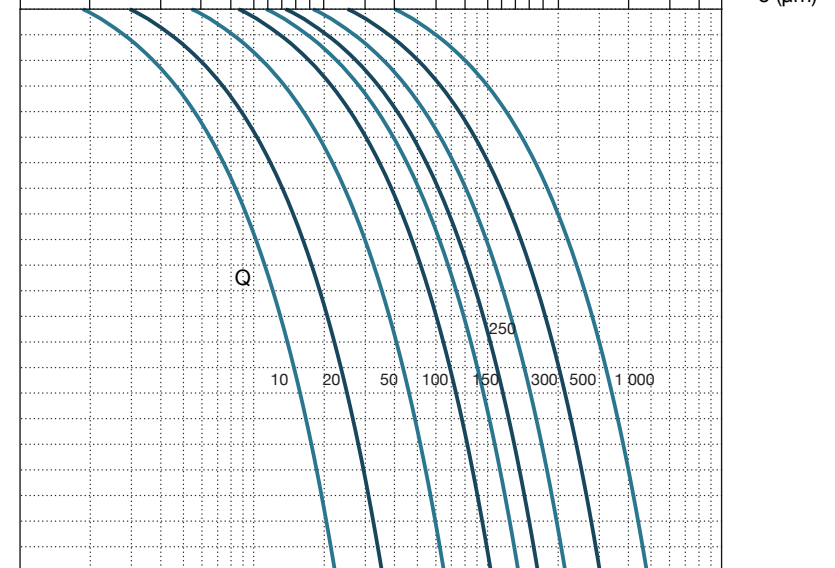
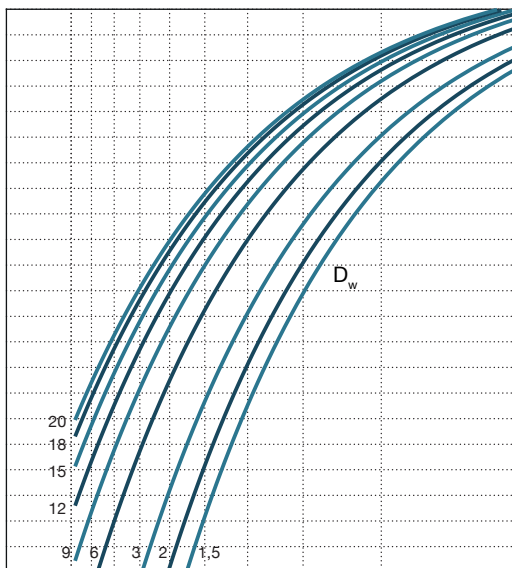
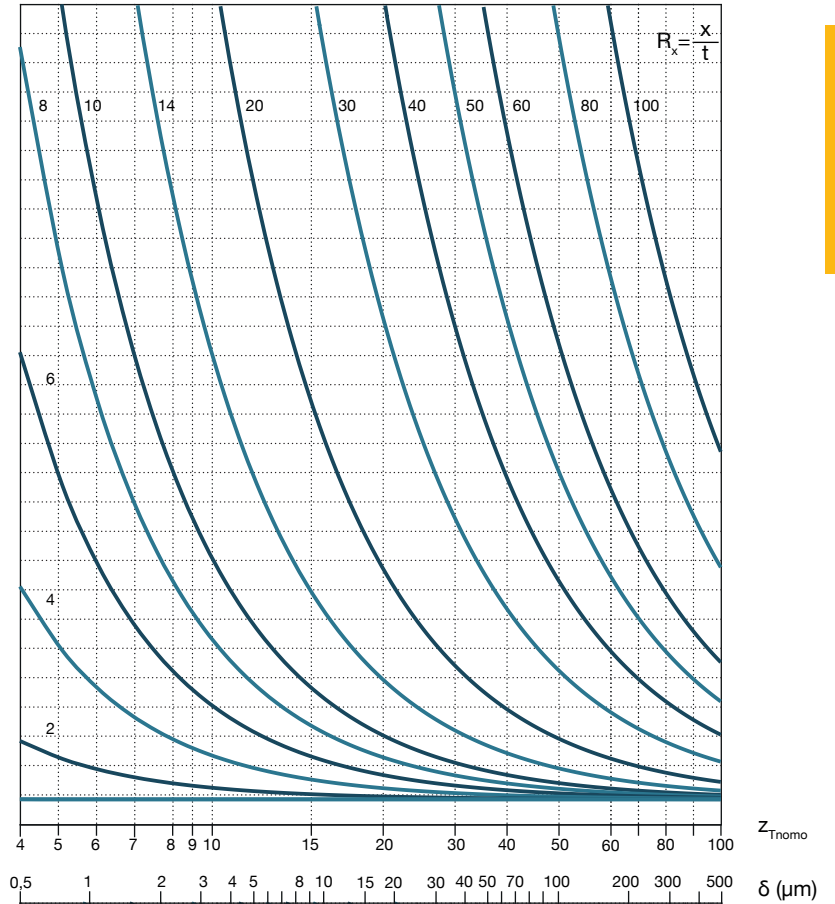
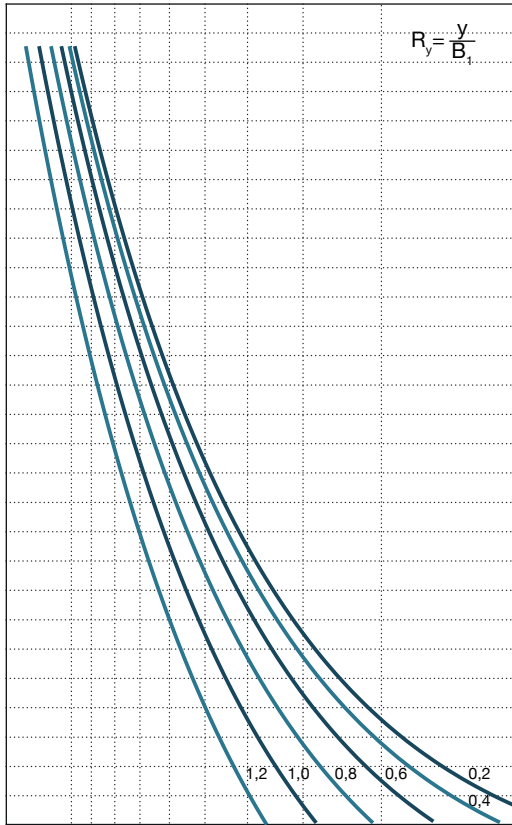


图9

带滚珠组件的LWR导轨的弹性变形坐标图



2

图10

有高负载交叉滚子组件的LWRE导轨的弹性变形坐标图

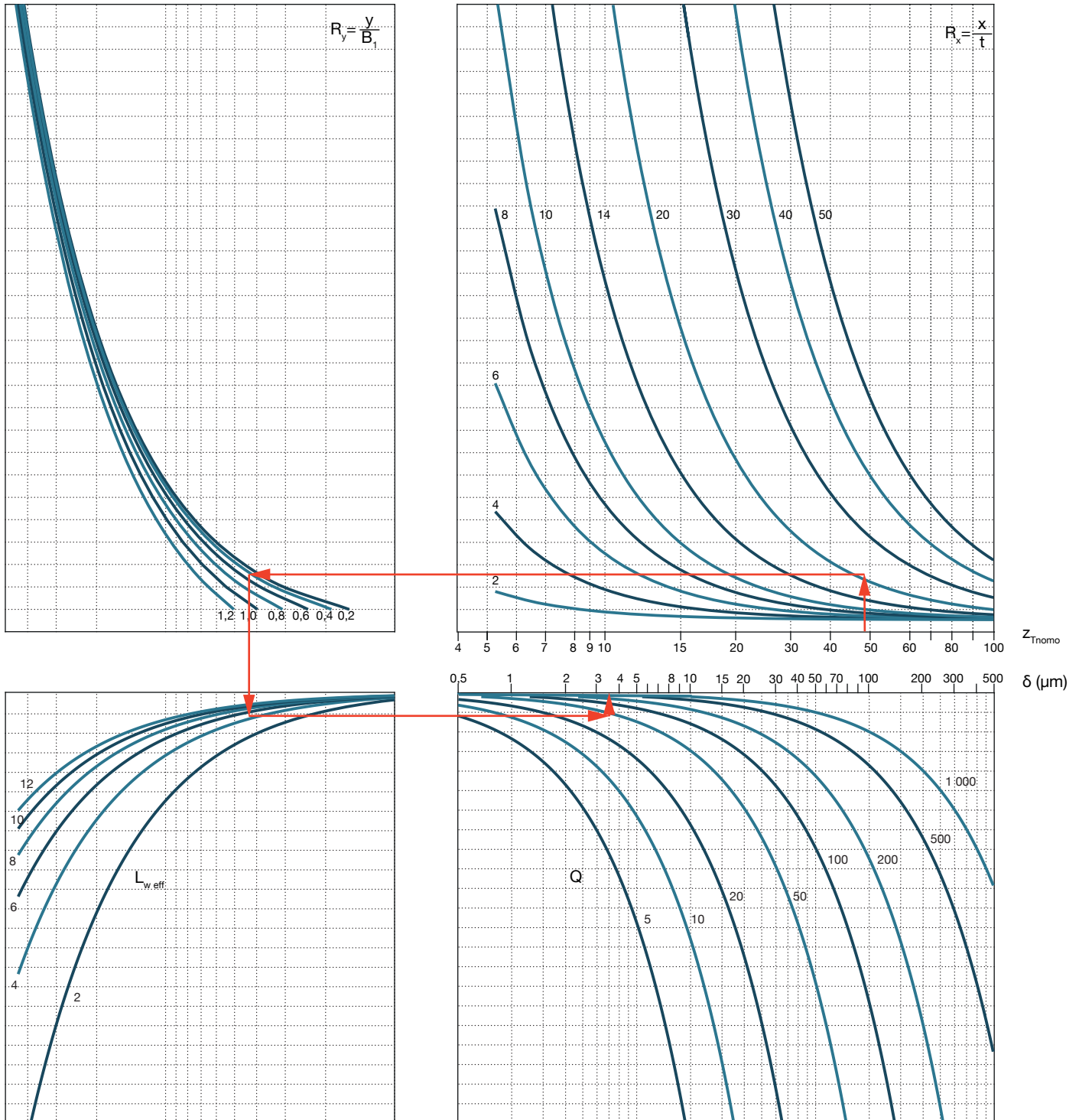
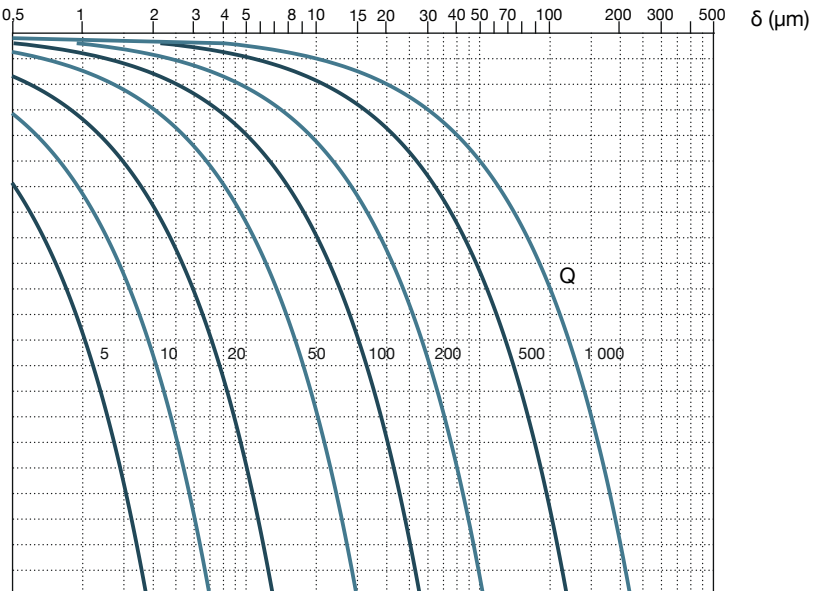
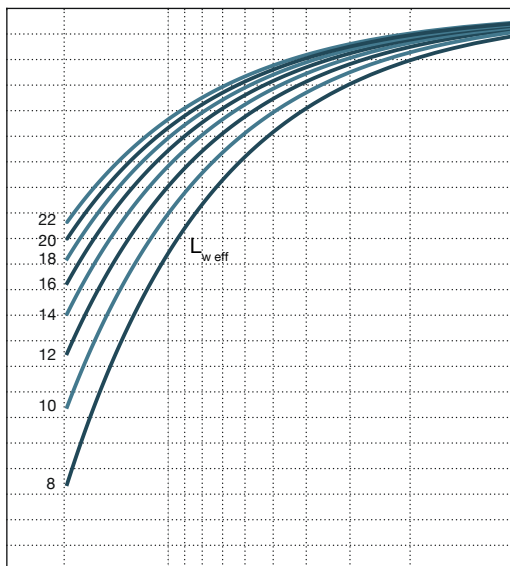
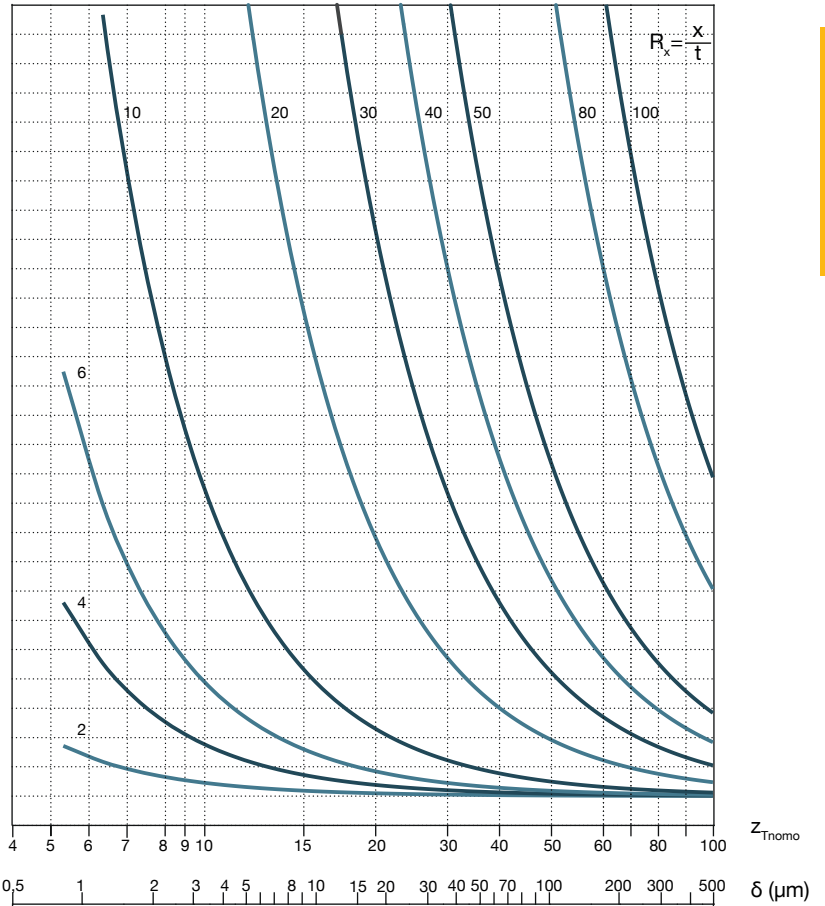
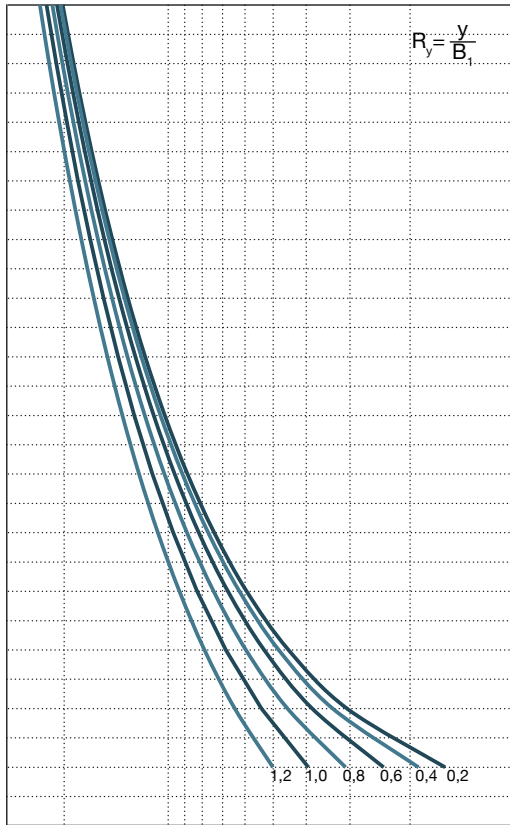


图11

带滚针组件的LWRM/LWRV和LWM/LWV导轨的弹性变形坐标图



2

2.6.2 导轨系统的合成变形测定

在比较对完整滑台系统测量的弹性变形和坐标图的数值时,可以看出完整滑台系统的刚度明显更低。这种差异主要是由于沿导轨的载荷分布不均匀而导致。发生这种情况的原因是形状不准确、平行度偏差、安装不当等,可导致单个滚动体沿导轨的载荷变化。通过使用基于控制参数 z_{Tnomo} 和滚动体 k 上的单位载荷的系数 f_k ,可以考虑到这些情况。对于带交叉滚子组件的 L_{WRE} 导轨和LWRM/LWRV导轨或带滚针组件的LWM/LWV导轨, f_k 的相关值可见图12。计算LWR导轨的弹性变形时,必须从图13中获得校正系数 f_k 。使用带滚珠组件的LWR导轨时,计算值与测量值一致,不需要系数 f_k 。

对于第2.6.3章中的计算示例,两张图都已包含了数值和线条。

测定每个滚动体的单位载荷:

对于LWR交叉滚子组件:

$$k = \frac{2 F_z}{z_{Tnomo} D_w^2}$$

对于LWRE交叉滚子组件:

$$k = \frac{2 F_z}{z_{Tnomo} D_w L_{w\ eff}}$$

对于滚针组件:

$$k = \frac{F_z}{2 z_{Tnomo} D_w L_{w\ eff}}$$

其中

- k = 每个滚动体的单位载荷[N/mm²]
- F_z = Z方向的单一载荷[N]
- z_{Tnomo} = 作为坐标图控制参数的滚动体数量
- D_w = 滚动体直径[mm]
- $L_{w\ eff}$ = 滚动体的接触长度[mm]

合成变形计算:

$$\delta_{res} = f_k \delta$$

其中

- δ_{res} = 合成变形[μm]
- δ = 弹性变形(在坐标图中确定)[μm]
- f_k = 校正系数

图12

LWRE、LWRM/LWRV和LWM/LWV导轨的校正系数 f_k

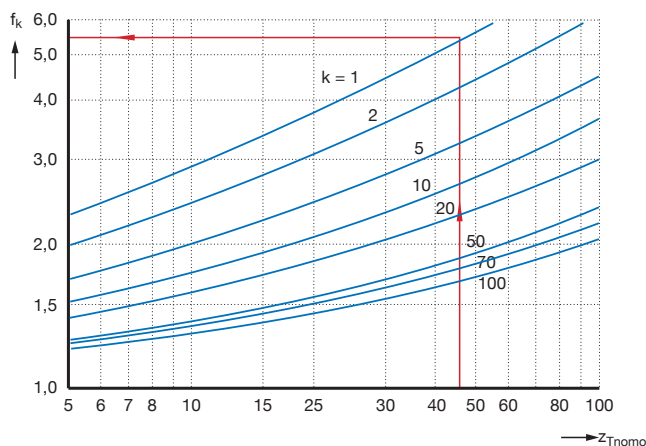
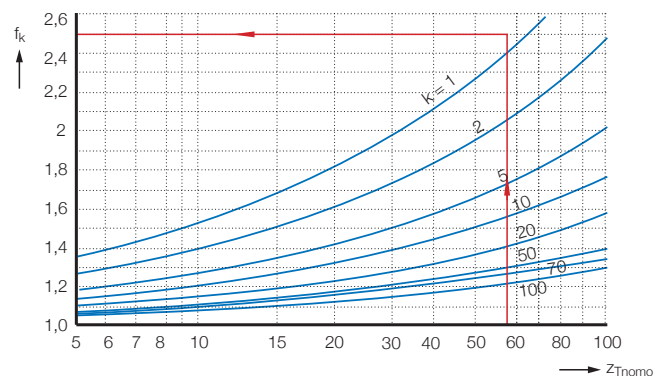


图13

LWR导轨的校正系数 f_k



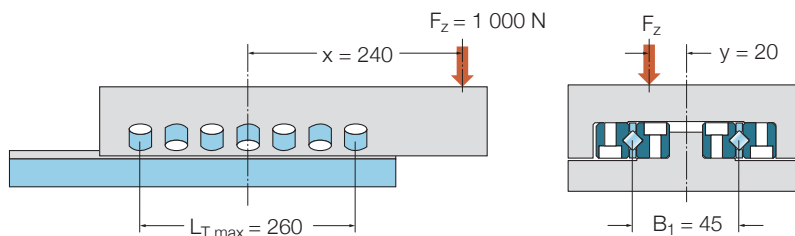
2.6.3 合成变形的计算示例

如表8所示, 标准的Ewellix GCL 6400滑台在伸长位置被加载 1000 N的载荷。在这种情况下, LWR6导轨 在施加载荷位置产生的合成变形是多少? 对于LWRE6导轨来说, 这将是多大?

必须要测定以下数值(↳ 表8)。

表8

合成变形的计算示例



参数	单位	LWR	LWRE
载荷长度 L_T	mm	252	253
滚动体组件的节距 t	mm	9	11
作为坐标图控制参数 z_{Tnomo} 的滚动体数量		58	48
杠杆率 $R_x = x/t$		26,7	21,8
杠杆率 $R_y = y/B_1$		0,44	0,44
滚动体直径 D_w	mm	6	8
滚动体的接触长度 $L_{w\,eff}$	mm	2,4	4,7
每个滚动体的平均载荷 Q	N	34,5	41,7
弹性变形 δ (在坐标图中确定)	μm	13	3,5
每个滚动体的单位载荷 k	N/mm^2	0,96	1,1
校正系数 f_k		2,5	5,4
合成变形 δ_{res}	μm	32,5	18,9

2.7 带导轨涂层的精密导轨的技术数据

2.7.1 表面压力

要获得合理的接触变形值，滑动轴承或导轨的表面压力通常在0.2到1 N/mm²之间。图14显示了Turcite-B导轨的表面变形与表面压力的关系。发生过载时（最高可达6 N/mm²），接触变形上升到5 μm，但当载荷解除后又恢复到原来的尺寸。

2.7.2 磨损

LWRPM/LWRPV导轨的特点是高抗磨性。LWRPV的研磨表面与Turcite-B相匹配，因此磨损程度保持在最低限度。甚至可以容忍一定量的污染而不影响滑动质量，因为滑动材料能够允许小颗粒嵌入表面。

但为了获得最佳性能，建议对LWRPM/LWRPV导轨进行润滑。从图15中可以看出，与无润滑的（曲线2）相比，有油润滑的（曲线1）沿行程长度的磨损较小。所示的数值对应于0.4 N/mm²的平均表面压力。

图14

接触变形与表面压力的关系

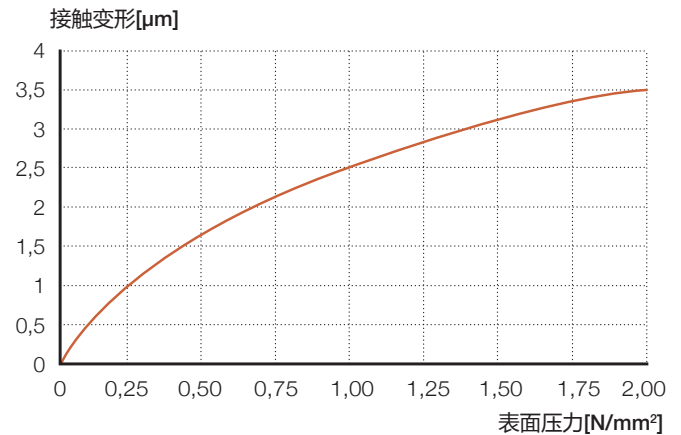
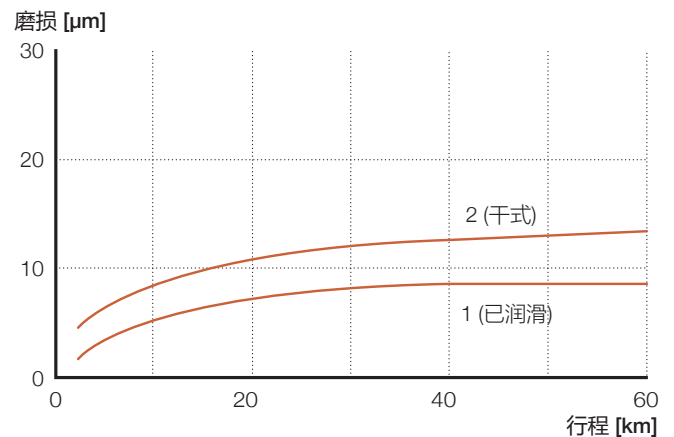


图15

磨损与行程长度的关系



2.7.3 摩擦性质

由于Turcite-B具有良好的摩擦特性,干式滑动导轨的运行速度对摩擦系数的影响相对较小,而且“爬行”现象几乎被消除。

图16显示了LWRPM/LWRPV导轨的摩擦系数与滑动速度之间的关系。曲线1适用于有油润滑的,曲线2适用于无油润滑的。进入“平稳运行”阶段,摩擦程度下降,然后保持相对稳定。所示的数值对应于0.2 N/mm²的平均表面压力。

图17显示了有油润滑的LWRPM/LWRPV导轨的摩擦系数与表面压力的关系。这里可以看出,低载荷条件下的摩擦系数相对较高,但当表面压力达到0.2 N/mm²时,摩擦系数降到最低,并保持不变。

2.7.4 温度范围

直线滑动导轨的工作温度应该在-40 °C和+80 °C的范围内。高于该温度往往会降低耐压性。在很多情况下使用润滑油可以改善散热。

2.7.5 耐化学性和防潮性

Turcite-B具有良好的耐化学性。吸湿性最大为0.01%,对尺寸没有明显影响。因此,Turcite-B的滑动表面对冷却剂和润滑剂有很强的耐受性。

图16

摩擦系数与滑动速度的关系

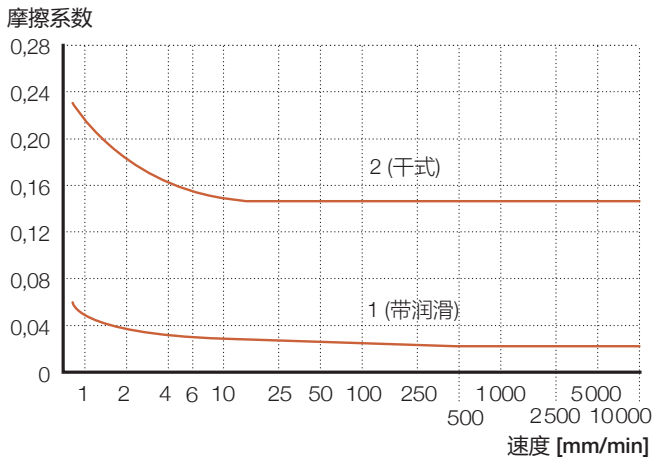
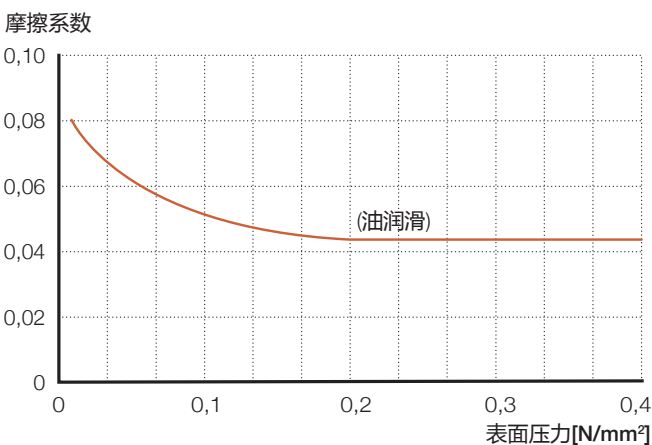


图17

摩擦系数与表面压力的关系



2.8 说明

表9

说明		
B_1	滚动体组件之间的中心距离	[mm]
C	额定动态载荷	[N]
C_0	额定静态载荷	[N]
C_{10}	带有10个滚动体(滚珠、滚子)或带有2排10个滚针的滚动体组件的基本额定动态载荷	[N]
$C_{0,10}$	带有10个滚动体(滚珠、滚子)或带有2排10个滚针的滚动体组件的基本额定静态载荷	[N]
C_{eff}	一个滚动体组件的有效额定动态载荷	[N]
$C_{eff\ slide}$	滑台的有效额定动态载荷	[N]
$C_{0, eff\ slide}$	滑台的有效额定静态载荷	[N]
C_1	可靠性系数	
δ	弹性变形(在坐标图中确定)	[μm]
δ_{res}	合成变形	[μm]
E_G	每一侧的圆角长度	[mm]
f_1	载荷方向系数	
f_h	硬度系数, 动态	
f_{h0}	硬度系数, 静态	
f_k	校正系数	
f_{Pr}	预紧力系数	[%]
$f_s, f_{s,j}$	行程长度系数	
f_t	工作温度系数	
F_{Pr}	预紧力	[N]
F_{res}	合成载荷	[N]
$F_{res, max}$	最大合成载荷	[N]
$F_{x,i}, F_{y,i}, F_{z,i}$	从x、y或z方向同时作用在导轨系统上的单一载荷	[N]
F_y, F_z	在y或z方向上的汇总力(载荷)	[N]
k	每个滚动体的单位载荷	[N/mm ²]
L_{10h}	基本额定寿命	[h]
L_{10s}	基本额定寿命	[km]
L_{ns}	修正后的基本额定寿命	[km]
L_{cage}	滚动体组件的长度	[mm]
$L_{cage, max}$	当导轨和行程的长度预先确定时, 滚动体组件的最大长度	[mm]
$L_{install}$	完整的安装长度	[mm]
L_{rail}	导轨的长度	[mm]
$L_{rail, min}$	当滚动体组件的长度和行程是预定长度时, 导轨的最小长度	[mm]
$L_{rail, long}$	长导轨的长度	[mm]
$L_{rail, long, min}$	当滚动体组件的长度和行程是预定时, 长导轨的最小长度	[mm]
$L_{rail, short}$	超程运动下短导轨的长度	[mm]
L_T	承载长度	[mm]
$L_{w\ eff}$	滚动体的接触长度	[mm]
M_x, M_y, M_z	在x、y或z方向上的扭矩载荷汇总	[Nm]
n	行程频率	[双次行程/分钟]
p	寿命计算指数; 对于滚珠, $p = 3$, 对于滚子, $p = 10/3$	
P	等效动态载荷	[N]
P_m	等效动态均布载荷	[N]
P_0	最大静态载荷	[N]
Q	每个滚动体的平均载荷	[N]
R_x	x方向上的杠杆率	
R_y	y方向上的杠杆率	
s_0	静态安全系数	
S	预定行程长度	[mm]
S_i	单个行程长度	[mm]
S_{sin}	单个行程长度	[mm]
S_{tot}	总行程长度	[mm]
x_i, y_i, z_i	与单个载荷有关的杠杆臂	[m]
w	滚动体指数; 对于滚珠, $p = 0.7$, 对于滚子, $p = 7/9$	
z	滚动体的数量(每个保持架或每列(对滚针而言))	
z_T	承载滚动体的数量(每个保持架或每列(对滚针而言))	
z_{Tnomo}	作为坐标图控制参数的滚动体数量	

来自产品数据的尺寸:

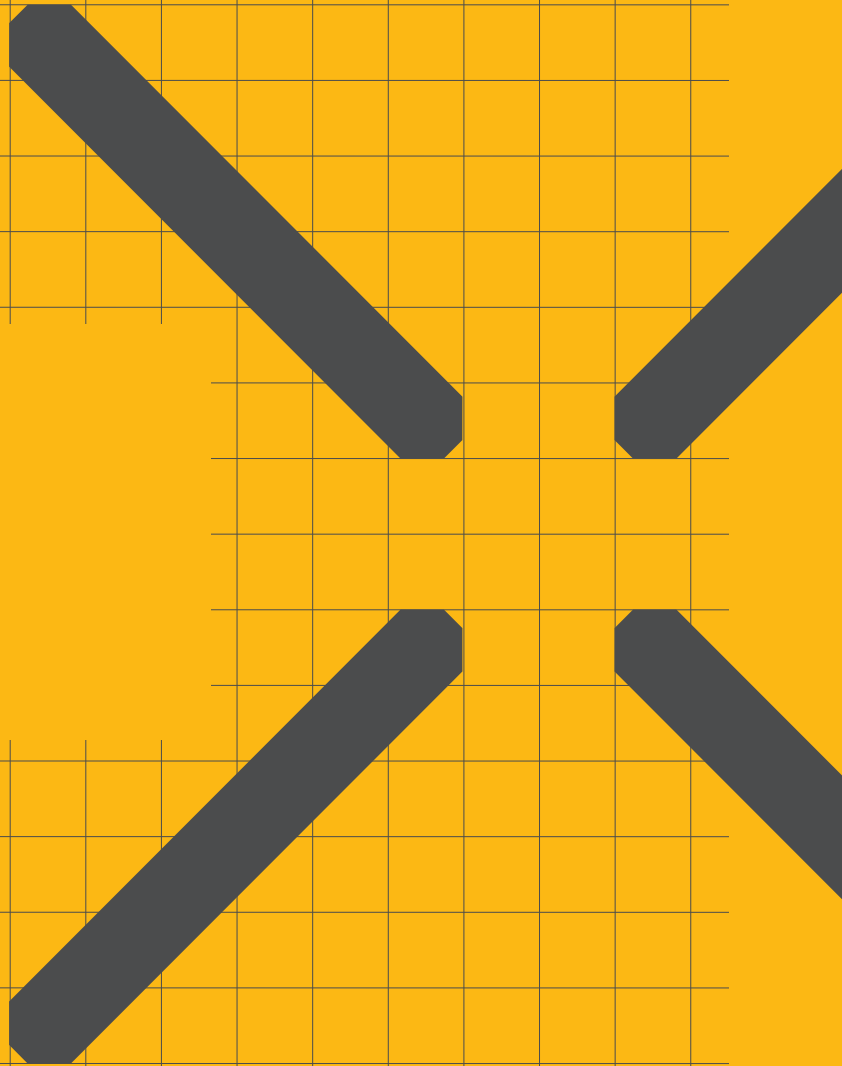
A	精密导轨的宽度	[mm]
L	挡片的厚度	[mm]
L ₁	带刮刷板的挡片厚度	[mm]
t	滚动体在保持架内的间距	[mm]
t ₁ , t ₂	外侧滚动体到保持架末端的距离	[mm]
t ₃	防打滑系统的长度	[mm]
t ₄	防打滑齿轮的偏心导致的保持架长度增加	[mm]
J ₁	导轨端面与第一个安装孔之间的距离	[mm]

指数

i	x、y或z方向上同时作用的单一载荷的序号
U	同时作用的载荷数量
j	载荷阶段的序号
V	载荷阶段的数量

3

产品范围



3.1 LWR / LWRB

导轨

LWR和LWRB导轨是经过完美验证的有限行程直线导轨,可广泛用于各种应用。根据不同的应用,它们可以与交叉滚子组件或滚珠组件结合使用。带交叉滚子组件的LWR导轨因其高承载能力和良好的刚度表现而备受青睐。带滚珠组件的LWRB导轨可用于载荷较轻和/或要求平滑运转的场合。LWRB的小截面非常适合于空间有限的应用。

滚动体组件

与LWRB导轨结合使用的LWJK滚珠组件配有对滚珠进行固定的塑料保持架。尺寸1和2均可提供。

LWAK交叉滚子组件包括对圆柱滚子进行固定的塑料保持架,该保持架可作为尺寸3的标配。

LWAL交叉滚子组件包括一个对滚子进行固定的铝制保持架,尺寸6至12均可提供。

端部挡片

端部挡片可以防止滚动体组件偏离承载区。提供LWERA和LWERB作为标准端部挡片,以及LWERC作为带刮刷板的端部挡片。所有端部挡片都配有相应的安装螺钉。

订购示例:

4x LWR 9600

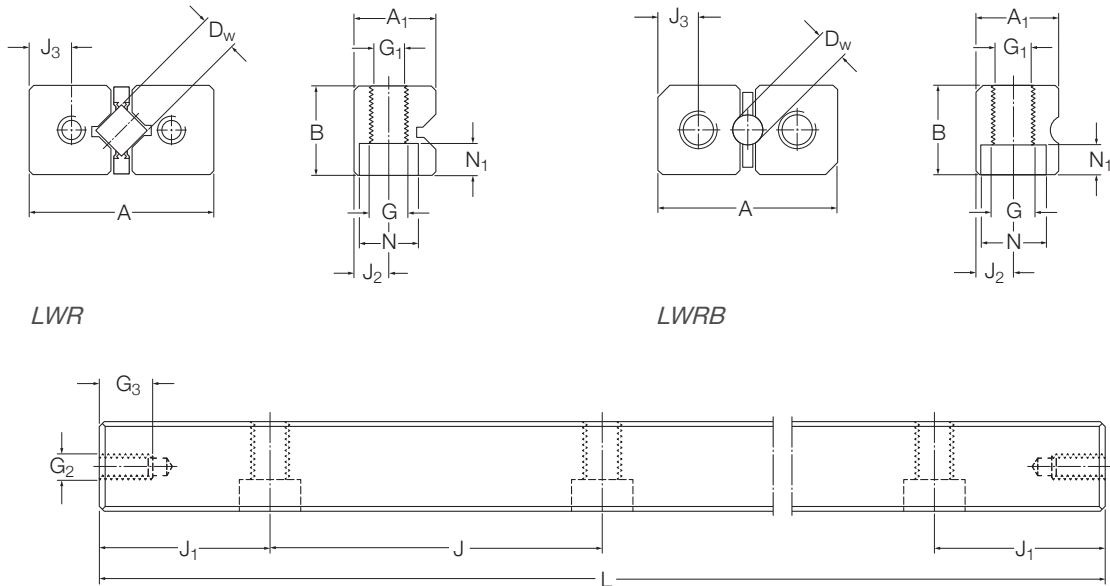
2x LWAL 9x25

8x LWERA 9



LWR精密导轨

尺寸图



技术参数

型号 ¹⁾	尺寸				重量 kg/m	安装孔						端面孔				
	A mm	B	A ₁	D _w		J mm	J ₁	J _{1min}	J ₂	G -	G ₁ mm	N	N ₁	J ₃ mm	G ₂ -	G ₃ mm
LWRB 1	8,5	4	3,9	1,588	0,11	10	5	5	1,8	M2	1,65	3	1,4	1,9	M1,6	2
LWRB 2	12	6	5,5	2	0,23	15	7,5	7,5	2,5	M3	2,55	4,4	2	2,7	M2,5	3

型号 ¹⁾	尺寸				重量 kg/m	安装孔						端面孔				
	A mm	B	A ₁	D _w		J mm	J ₁	J _{1min}	J ₂	G -	G ₁ mm	N	N ₁	J ₃ mm	G ₂ -	G ₃ mm
LWR 3	18	8	8,2	3	0,45	25	12,5	12,5	3,5	M4	3,3	6	3,1	4	M3	6
LWR 6	31	15	13,9	6	1,46	50	25	20	6	M6	5,2	9,5	5,2	7	M5	9
LWR 9	44	22	19,7	9	3,14	100	50	20	9	M8	6,8	10,5	6,2	10	M6	9
LWR 12	58	28	25,9	12	5,23	100	50	25	12	M10	8,5	13,5	8,2	13	M8	12

¹⁾ 可提供尺寸LWR 15、18和24, 交货时间视要求而定。

LWR导轨套件包

型号	额定载荷 ¹⁾		行程 ²⁾ mm	导轨类型 4件	滚动体组件的类型 2件	端部挡片类型 8件
	动态 C N	静态 C ₀				
LWR 3050 - 套件	999	1 120	26	LWR 3050	LWAK 3×7	LWERA 3
LWR 3075 - 套件	1 422	1 760	36	LWR 3075	LWAK 3×11	LWERA 3
LWR 3100 - 套件	1 811	2 400	46	LWR 3100	LWAK 3×15	LWERA 3
LWR 3125 - 套件	2 088	2 880	66	LWR 3125	LWAK 3×18	LWERA 3
LWR 3150 - 套件	2 442	3 520	76	LWR 3150	LWAK 3×22	LWERA 3
LWR 3175 - 套件	2 781	4 160	86	LWR 3175	LWAK 3×26	LWERA 3
LWR 3200 - 套件	3 110	4 800	96	LWR 3200	LWAK 3×30	LWERA 3
LWR 6100 - 套件	4 915	5 440	50	LWR 6100	LWAL 6×8	LWERA 6
LWR 6150 - 套件	6 744	8 160	78	LWR 6150	LWAL 6×12	LWERA 6
LWR 6200 - 套件	8 441	10 880	106	LWR 6200	LWAL 6×16	LWERA 6
LWR 6250 - 套件	10 045	13 600	134	LWR 6250	LWAL 6×20	LWERA 6
LWR 6300 - 套件	11 955	17 000	144	LWR 6300	LWAL 6×25	LWERA 6
LWR 6350 - 套件	13 422	19 720	172	LWR 6350	LWAL 6×29	LWERA 6
LWR 6400 - 套件	14 846	22 440	200	LWR 6400	LWAL 6×33	LWERA 6

¹⁾ 提供了一套采用夹紧布置和标准行程的4根导轨和2个滚动体组件的额定载荷。

²⁾ 滚动体组件的长度可调整。缩短保持架会减少滚动体，降低额定载荷 (↳ 第2.4.5章)。对于最大行程，保持架的长度不能短于导轨长度的2/3。

标准长度 ¹⁾ L mm	20	30	40	45	50	60	70	75	80	90	100	105	120	135	150	最大导轨长度 mm
●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	150
●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	200

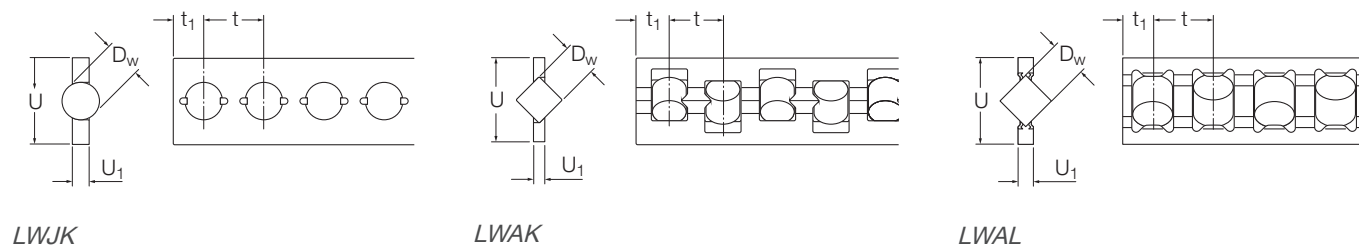
标准长度 ¹⁾ L mm	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500	550	600	650	700	800	900	1 000	最大导轨长度 mm	
●	●	●	●	●	●	●	○	○	●	○	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	400
●	●	●	○	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	○	1 200
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	1 500
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	1 500

¹⁾ 可按要求提供其他导轨长度，但新的J_r尺寸必须按照第4.1.7章的规定计算。

- 快速交货
- 交货时间根据要求而定

滚珠和交叉滚子组件

尺寸图

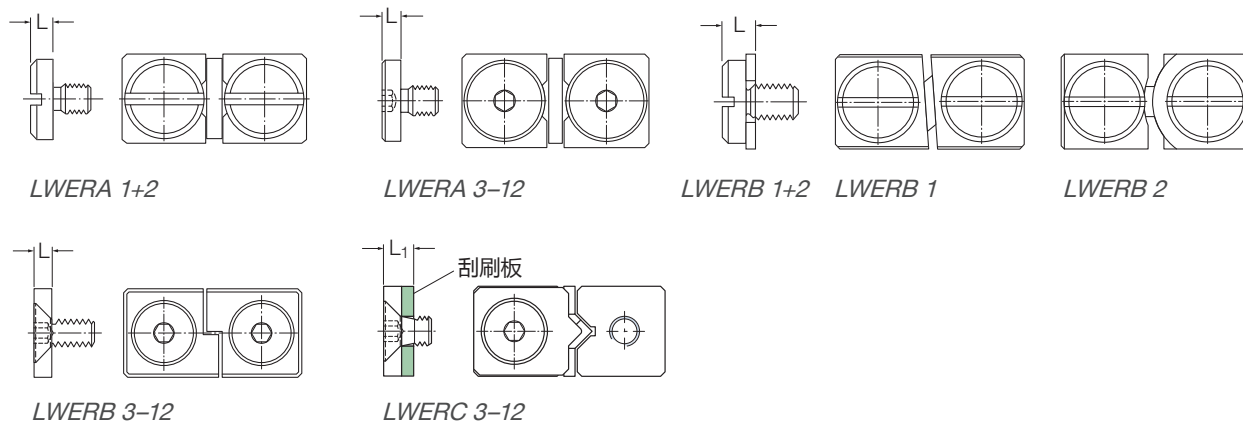


技术参数

型号	尺寸					10个滚动体的额定载荷		最大保持架长度 (滚动体数量)	重量 g/滚子	适用的导轨
	D_w mm	U	U_1	t	t_1	动态 C_{10} N	静态 $C_{0.10}$			
-	-	-	-	-	-	-	-	滚珠/滚子	-	-
LWJK 1,588	1,588	3,5	0,5	2,2	1,4	410	580	38	0,02	LWRB 1
LWJK 2	2	5	0,75	3,9	2,9	640	720	25	0,05	LWRB 2
LWAK 3	3	7,5	1	5	3,5	1 320	1 600	200	0,17	LWR 3
LWAL 6	6	14,8	2,7	9	6	5 850	6 800	166	2	LWR 6
LWAL 9	9	20	4	14	9,4	17 000	18 300	106	6	LWR 9
LWAL 12	12	25	5	18	12	30 000	30 500	83	14	LWR 12

LWR端部挡片

尺寸图



技术参数

型号 端部挡片	带刮刷板的 端部挡片	尺寸		连接螺钉		适用的导轨	刮刷板材料
		L mm	L ₁	ISO 1580	ISO 10642		
LWERA 1		1				LWRB 1	
LWERB 1		1,8		M 1,6			
LWERA 2		1,5				LWRB 2	
LWERB 2		2		M 2,5			
LWERA 3		2,5				LWR 3	
LWERB 3		2			M 3		
	LWERC 3		5		M 3		毛毡
LWERA 6		3				LWR 6	
LWERB 6		3			M 5		
	LWERC 6		6		M 5		毛毡
LWERA 9		4				LWR 9	
LWERB 9		4			M 6		
	LWERC 9		7		M 6		毛毡
LWERA 12		5				LWR 12	
LWERB 12		5			M 8		
	LWERC 12		8		M 8		毛毡

3.2 LWRE

导轨

LWRE导轨是在一个经过验证过的LWR导轨产品基础上开发出来的。除了具有LWR系列的主要特征外，LWRE导轨的额定载荷提升了五倍，刚度提升一倍。这意味着与标准的LWR导轨相比，在相同的载荷能力下轴承尺寸可以减少50%（↪图1）。另外，在相同的外形尺寸下，静态安全性和使用寿命也大大增加。

这些改进是通过优化内部几何形状和加大滚子直径来实现。此外，LWRE导轨完全利用了整个滚子长度，因此不会出现倾斜力矩或边缘应力（↪图2）。LWRE导轨的安装和连接尺寸与本目录中的所有Ewellix模块化系列导轨一致。

滚动体组件

LWAKE交叉滚子组件由独立的塑料元件组成。在LWAKE 3、6和9保持架中，这些元件是通过“卡扣式”技术来组装的，每个元件可以手动旋转90°（↪图3）。通过在主载荷的方向上转动滚子，可以提高额定载荷和刚度。作为标准，滚子相对于彼此的方向不同（↪图3，上图）。保持架对滚子进行固定，同时几乎填满了导轨之间的自由空间，从而提供良好的保护，防止灰尘进入。LWAKE 4保持架根据客户的具体长度要求安装在多个滚子段组成。尺寸4不提供单独旋转功能。

端部挡片

端部挡片可以防止滚动体组件偏离载荷区。LWRE端部挡片一般用于水平和垂直应用。可提供带刮刷板的端部挡片LWREEC。所有端部挡片都配有相应的安装螺钉。

订购示例：

4x LWRE 6200
2x LWAKE 6x13
8x LWERE 6



图1

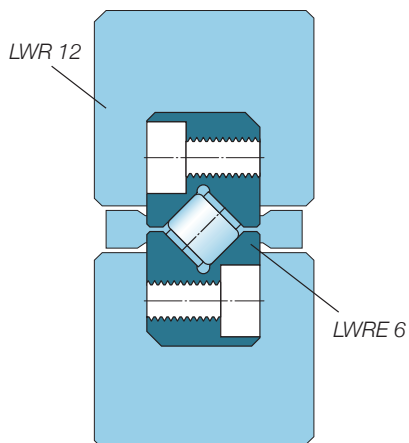


图2

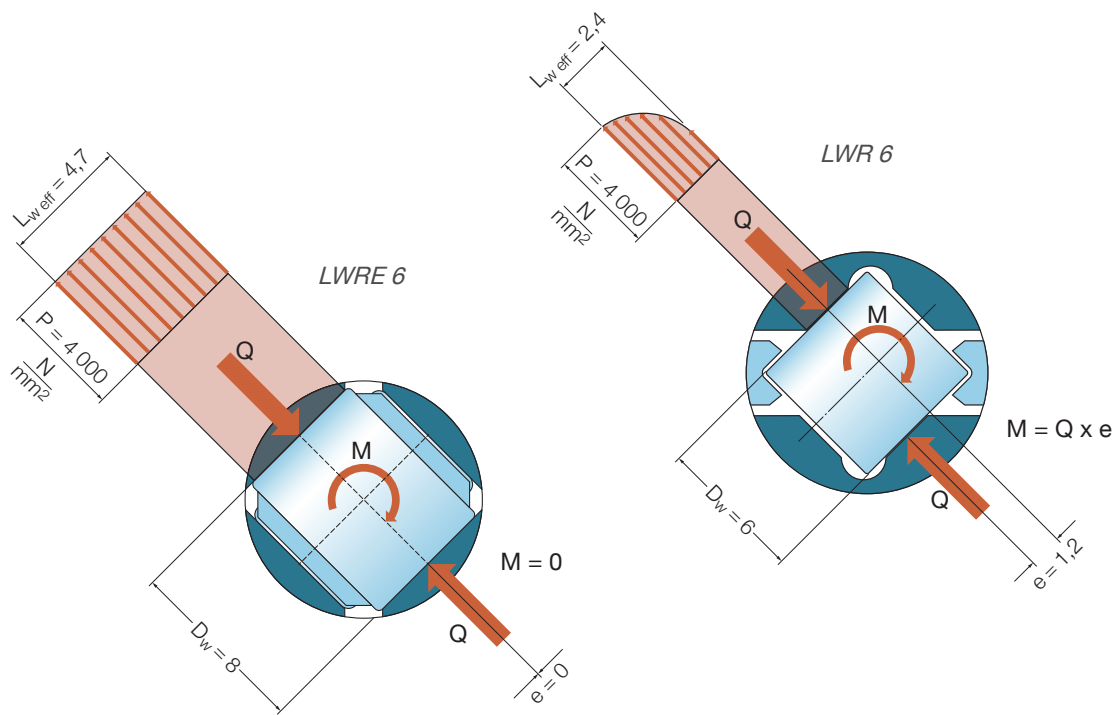
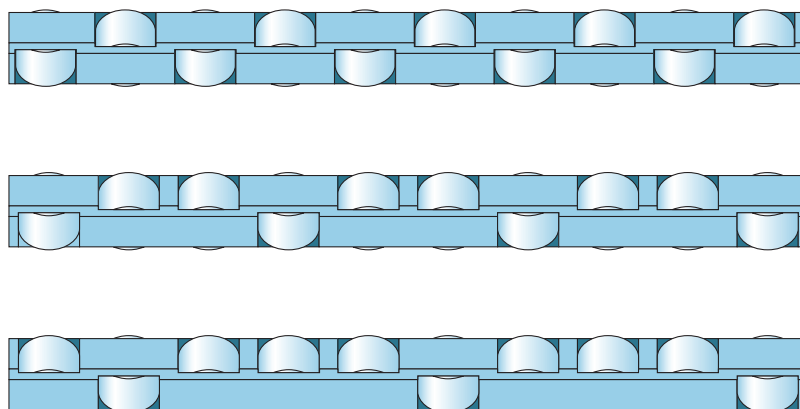
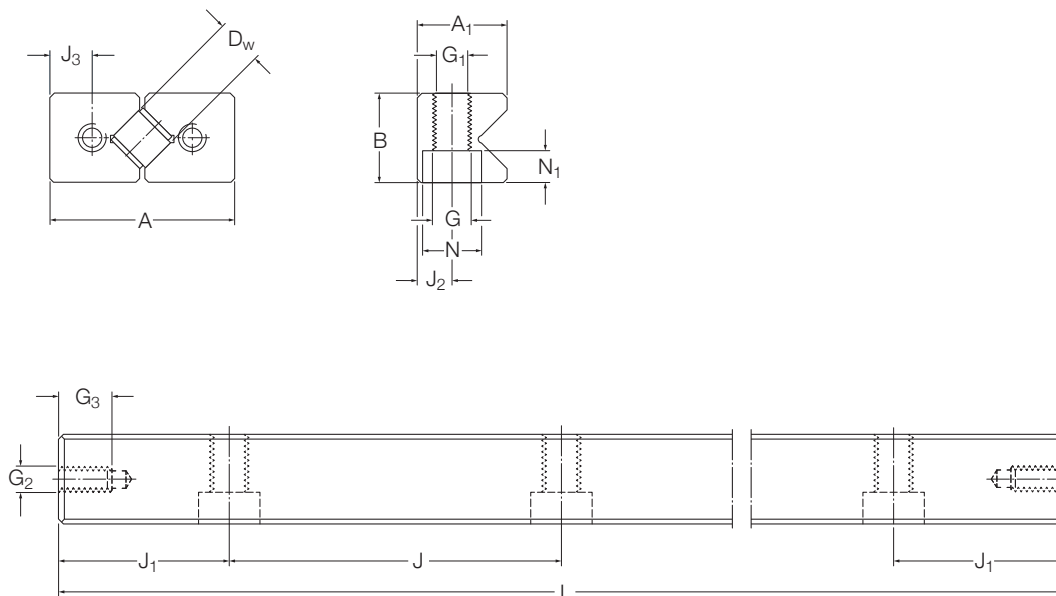


图3



LWRE精密导轨

尺寸图



技术参数

型号	尺寸				重量	安装孔					端面孔					
	A	B	A ₁	D _w		J	J ₁	J _{1min}	J ₂	G	G ₁	N	N ₁	J ₃	G ₂	G ₃
-	mm				kg/m	mm				-	mm			mm	-	mm
LWRE 3	18	8	8,7	4	0,44	25	12,5	12,5	3,5	M 4	3,3	6	3	4	M 3	6
LWRE 4	25	12	12	6,5	0,93	25	12,5	12,5	5	M 4	3,3	6	3,2	5	M 3	6
LWRE 6	31	15	15,2	8	1,44	50	25	20	6	M 6	5,2	9,5	5,2	6,75	M 5	9
LWRE 9	44	22	21,7	12	3,09	100	50	20	9	M 8	6,8	10,5	6,2	9,75	M 6	9

型号	尺寸				重量	安装孔					端面孔					
	A	B	A ₁	D _w		J	J ₁	J _{1min}	J ₂	G	G ₁	N	N ₁	J ₃	G ₂	G ₃
-	mm				kg/m	mm				-	mm			mm	-	mm
LWRE 2211	22	11	10,7	4	0,8	40	20	15	4,5	M 5	4,3	7,5	4,1	6	M 3	6

LWRE导轨套件包

型号	额定载荷 ¹⁾		行程 ²⁾ mm	导轨类型 4件	滚动体组件的类型 2件	端部挡片类型 8件
	动态 C N	静态 C ₀				
LWRE 3050 – 套件	4 230	5 100	25	LWRE 3050	LWAKE 3×6	LWERE 3
LWRE 3075 – 套件	5 803	7 650	37,5	LWRE 3075	LWAKE 3×9	LWERE 3
LWRE 3100 – 套件	7 263	10 200	50	LWRE 3100	LWAKE 3×12	LWERE 3
LWRE 3125 – 套件	8 644	12 750	62,5	LWRE 3125	LWAKE 3×15	LWERE 3
LWRE 3150 – 套件	9 964	15 300	75	LWRE 3150	LWAKE 3×18	LWERE 3
LWRE 3175 – 套件	11 238	17 850	87,5	LWRE 3175	LWAKE 3×21	LWERE 3
LWRE 3200 – 套件	12 471	20 400	100	LWRE 3200	LWAKE 3×24	LWERE 3
LWRE 4100 – 套件	17 300	20 800	38,8	LWRE 4100	LWAKE 4×10	LWERE 4
LWRE 4150 – 套件	23 735	31 200	58,8	LWRE 4150	LWAKE 4×15	LWERE 4
LWRE 4200 – 套件	28 541	39 520	94,8	LWRE 4200	LWAKE 4×19	LWERE 4
LWRE 4250 – 套件	34 246	49 920	114,8	LWRE 4250	LWAKE 4×24	LWERE 4
LWRE 4300 – 套件	38 622	58 240	150,8	LWRE 4300	LWAKE 4×28	LWERE 4
LWRE 4350 – 套件	43 902	68 640	170,8	LWRE 4350	LWAKE 4×33	LWERE 4
LWRE 4400 – 套件	49 009	79 040	190,8	LWRE 4400	LWAKE 4×38	LWERE 4
LWRE 6100 – 套件	25 743	27 300	46	LWRE 6100	LWAKE 6×7	LWERE 6
LWRE 6150 – 套件	34 000	39 000	80	LWRE 6150	LWAKE 6×10	LWERE 6
LWRE 6200 – 套件	44 204	54 600	92	LWRE 6200	LWAKE 6×14	LWERE 6
LWRE 6250 – 套件	51 431	66 300	126	LWRE 6250	LWAKE 6×17	LWERE 6
LWRE 6300 – 套件	58 382	78 000	160	LWRE 6300	LWAKE 6×20	LWERE 6
LWRE 6350 – 套件	67 304	93 600	172	LWRE 6350	LWAKE 6×24	LWERE 6
LWRE 6400 – 套件	73 781	105 300	206	LWRE 6400	LWAKE 6×27	LWERE 6

¹⁾ 提供了一套采用夹紧布置和标准行程的4根导轨和2个滚动体组件的额定载荷。

²⁾ 滚动体组件的长度可调整。缩短保持架会减少滚动体，降低额定载荷 (L 第2.4.5章)。对于最大行程，保持架的长度不能短于导轨长度的2/3。

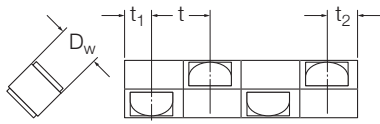
标准长度 ¹⁾																			最大导轨长度				
50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500	550	600	650	700		800	900	1 000	
●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○												400	
		●		●		●		●		●		●	○	○	○	○		○					700
		●		●		●		●		●	○	●	○	○	○	○	○	○					1 200
						●		●		●		●	●	●		○	○	○	○	○	○	○	1 500

标准长度 ¹⁾										最大导轨长度
80	120	160	200	240	280	320	360	400		
○	○	○	○	○	○	○	○	○		500

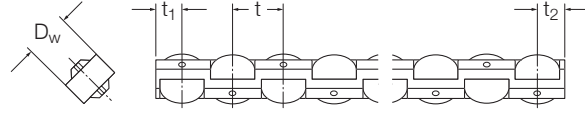
¹⁾ 可按要求提供其他导轨长度，但新的J_r尺寸必须按照第4.1.7章的规定计算。

- 快速交货
- 交货时间根据要求而定

交叉滚子组件



LWAKE 3, 6, 9

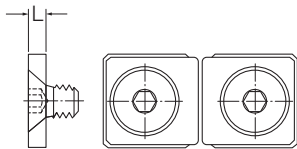


LWAKE 4

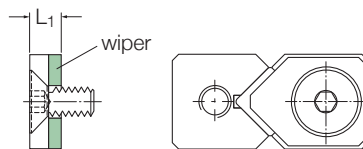
型号	尺寸				10个滚动体的额定载荷		最大保持架长度 ¹⁾ mm	重量 g/滚子	适用的导轨
	D _w mm	t	t ₁	t ₂	动态 C ₁₀ N	静态 C _{0,10}			
LWAKE 3	4	6,25	2,65	3,6	6 300	8 500	400	0,4	LWRE 3, LWRE 2211
LWAKE 4	6,5	8	4,3	4,3	17 300	20 800	700	1,2	LWRE 4
LWAKE 6	8	11	5	6	34 000	39 000	1 000	2,6	LWRE 6
LWAKE 9	12	16	7,35	8,65	78 000	78 000	1 000	9,2	LWRE 9

¹⁾ 可根据要求提供更长的保持架。

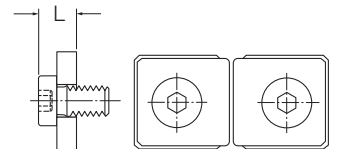
LWRE端部挡片



LWERE 3, 6, 9



LWEREC 3, 6, 9



LWERE 4

型号	尺寸	连接螺钉	适用的导轨	刮刷板材料
端部挡片	带刮刷板的端部挡片	ISO 10642		
-	L mm	L ₁	-	-
LWERE 3	2	M 3	LWRE 3, LWRE 2211	
LWEREC 3	4	M 3	LWRE 3, LWRE 2212	TPUR
LWERE 4	4	M 3 (DIN 7984)	LWRE 4	
LWERE 6	3	M 5	LWRE 6	
LWEREC 6	5	M 5	LWRE 6	TPUR
LWERE 9	3	M 6	LWRE 9	
LWEREC 9	6	M 6	LWRE 9	TPUR

3.3 LWRE ACS

导轨

LWRE ACS导轨虽然与LWRE导轨在外形上一样,但其被设计和抗打滑的LWAKE ACS保持架一起使用。防滑功能是通过一个装在保持架里获得专利的齿轮控制机构来实现的,该机构在运行过程中啮合在LWRE ACS导轨之间,从而将滚动体组件保持在规定的位置。作为标准,导轨在整个导轨长度上都配备了齿条(↳ **第1.3章**)。

滚动体组件

LWAKE ACS保持架与LWAKE保持架大体相同,但LWAKE ACS交叉滚子组件在保持架的中心加入了一个额外的控制机构。假设LWAKE ACS交叉滚子组件由相同数量的滚子组成,其承载能力也与LWAKE标准交叉滚子组件的承载能力完全相同。然而,考虑到LWAKE ACS保持架有一个额外的控制机构,即使滚子的数量相同,它也比相应的LWAKE保持架更长。超限的滚动体组件须在咨询Ewellix后再使用。

端部挡片

一般不需要端部挡片,客户自行决定安装与否,导轨端面的螺钉孔是标准螺钉孔,可以安装端部挡片。LWRE端部挡片一般用于水平和垂直应用。可提供带刮刷板的端部挡片LWEREC。所有端部挡片都配有相应的安装螺钉。

用于LWRE导轨的端部挡片也适用于LWRE ACS导轨。

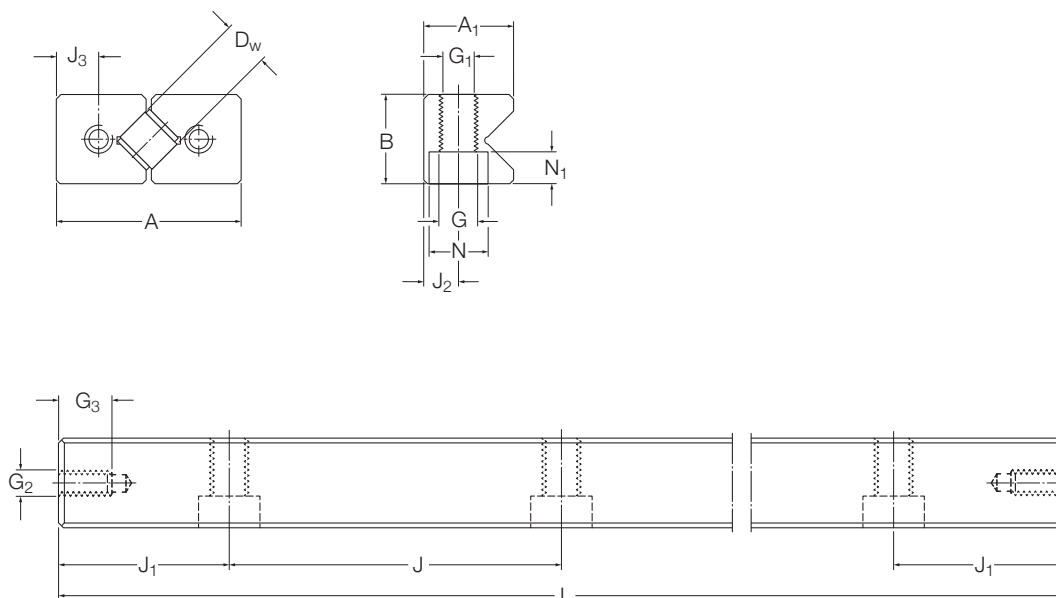
订购示例:

4x LWRE 6200 ACS
2x LWAKE 6x12 ACS
8x LWERE 6



LWRE ACS精密导轨

尺寸图

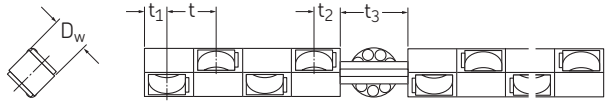


技术参数

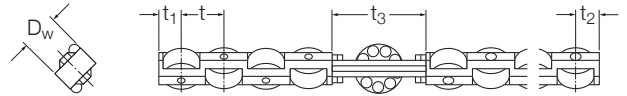
型号	尺寸				重量	安装孔								端面孔		
	A	B	A ₁	D _w		J	J ₁	J _{1min}	J ₂	G	G ₁	N	N ₁	J ₃	G ₂	G ₃
-	mm				kg/m	mm				-	mm			mm	-	mm
LWRE 3 ACS	18	8	8,7	4	0,44	25	12,5	12,5	3,5	M 4	3,3	6	3	4	M 3	6
LWRE 4 ACS	25	12	12	6,5	0,92	25	12,5	12,5	5	M 4	3,3	6	3,2	5	M 3	6
LWRE 6 ACS	31	15	15,2	8	1,44	50	25	20	6	M 6	5,2	9,5	5,2	6,75	M 5	9
LWRE 9 ACS	44	22	21,7	12	3,08	100	50	20	9	M 8	6,8	10,5	6,2	9,75	M 6	9

型号	尺寸				重量	安装孔								端面孔		
	A	B	A ₁	D _w		J	J ₁	J _{1min}	J ₂	G	G ₁	N	N ₁	J ₃	G ₂	G ₃
-	mm				kg/m	mm				-	mm			mm	-	mm
LWRE 2211 ACS	22	11	10,7	4	0,8	40	20	15	4,5	M 5	4,3	7,5	4,1	6	M 3	6

交叉滚子组件



LWAKE 3, 6, 9 ACS

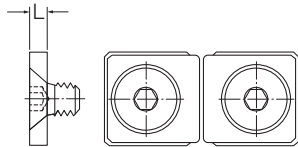


LWAKE 4 ACS

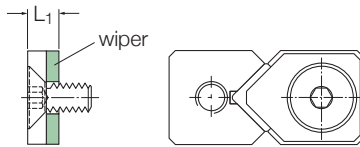
型号	尺寸						10个滚动体的额定载荷		最大保持架长度 ¹⁾ mm	重量 g/滚子	重量ACS 单元 g	适用的导轨
	D _w mm	t	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	动态 C ₁₀ N	静态 C _{0.10}				
LWAKE 3 ACS	4	6,25	2,65	3,6	9	0,9	6 300	8 500	400	0,4	<1	LWRE 3 ACS, LWRE 2211 ACS
LWAKE 4 ACS	6,5	8	4,3	4,3	17	1,4	17 300	20 800	700	1,2	<1	LWRE 4 ACS
LWAKE 6 ACS	8	11	5	6	15	1,8	34 000	39 000	1 000	2,6	1	LWRE 6 ACS
LWAKE 9 ACS	12	16	7,35	8,65	21,5	2,5	78 000	78 000	1 000	9,2	3	LWRE 9 ACS

¹⁾ 可根据要求提供更长的保持架。

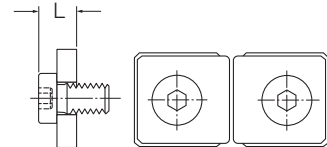
LWRE ACS端部挡片



LWERE 3, 6, 9



LWEREC 3, 6, 9



LWERE 4

型号	尺寸	连接螺钉	适用的导轨	刮刷板材料
端部挡片	带刮刷板的端部挡片	ISO 10642		
-	L mm	L ₁	-	-
LWERE 3	2	M 3	LWRE 3, LWRE 2211	
LWEREC 3	4	M 3	LWRE 3, LWRE 2212	TPUR
LWERE 4	4	M 3 (DIN 7984)	LWRE 4	
LWERE 6	3	M 5	LWRE 6	
LWEREC 6	5	M 5	LWRE 6	TPUR
LWERE 9	3	M 6	LWRE 9	
LWEREC 9	6	M 6	LWRE 9	TPUR

3.4 LWRE / LWRB ACSM

导轨

我们对已有的ACS解决方案进行细化,形成了LWRE和LWRB ACSM导轨版本。LWRE和LWRB ACSM导轨的外部尺寸与不含ACSM的导轨相同,但用于结合抗打滑的LWAKE ACSM保持架使用。该保持架配备一个由黄铜制成的渐开线控制齿轮和一个直接加工在导轨上的齿条,可以极为有效地防止保持架打滑,特别适合于高加速度的应用(↳ 第1.3章)。这些导轨标配采用不锈钢制造。

滚动体组件

LWAKE ACSM保持架与LWAKE保持架大体相同,但LWAKE ACSM交叉滚子组件在保持架的中心额外加入了一个用黄铜制造的控制机构。确定滚动体组件的长度时,应考虑该控制机构的额外长度。超程滚动体组件须在咨询Ewellix后再使用。给出的载荷能力针对不锈钢导轨计算,这意味着系数 f_n 在计算寿命时保持为1。

端部挡片

LWRE ACSM导轨一般不与端部挡片结合使用。但如果需要与端部挡片结合使用,必须在导轨的订购代码中单独说明(选项E7)。用于LWRE导轨的端部挡片也适用于LWRE ACSM导轨。

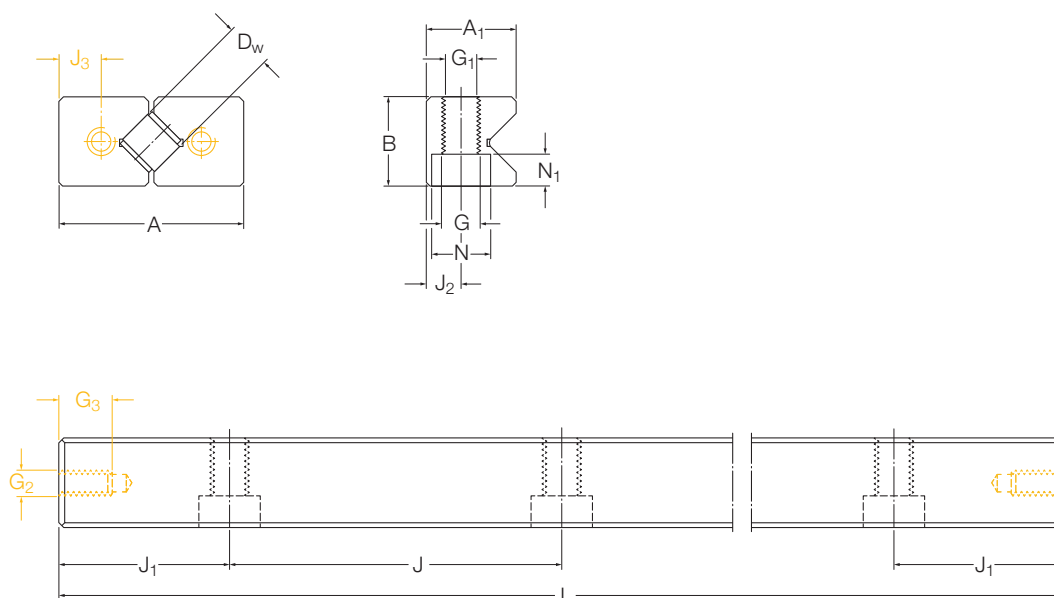
订购示例:

4x LWRE 3150 ACSM
2x LWAKE 3x16 ACSM



LWRE ACSM精密导轨

尺寸图



技术参数

型号	尺寸				重量 kg/m	安装孔								端面孔 ^{1) 2)}		
	A mm	B	A ₁	D _w		J mm	J ₁	J _{1min}	J ₂	G	G ₁ mm	N	N ₁	J ₃ mm	G ₂ -	G ₃ mm
LWRB 2 ACSM	12	6	5,5	2	0,23	15	7,5	7,5	2,5	M 3	2,55	4,4	2	2,7	M 2,5	3
LWRE 3 ACSM	18	8	8,7	4	0,44	25	12,5	12,5	3,5	M 4	3,3	6	3	4	M 3	6
LWRE 4 ACSM	25	12	12	6,5	0,91	25	12,5	12,5	5	M 4	3,3	6	3,2	5	M 3	6
LWRE 6 ACSM	31	15	15,2	8	1,42	50	25	20	6	M 6	5,2	9,5	5,2	6,75	M 5	9
LWRE 9 ACSM	44	22	21,7	12	3,05	100	50	20	9	M 8	6,8	10,5	6,2	9,75	M 6	9

型号	尺寸				重量 kg/m	安装孔								端面孔 ^{1) 2)}		
	A mm	B	A ₁	D _w		J mm	J ₁	J _{1min}	J ₂	G	G ₁ mm	N	N ₁	J ₃ mm	G ₂ -	G ₃ mm
LWRE 2211 ACSM	22	11	10,7	4	0,79	40	20	15	4,5	M 5	4,3	7,5	4,1	6	M 3	6

¹⁾ 标配不带端面孔；选项E7表示带端面孔(黄线)

²⁾ 标配不带端面孔，因此，如果满足一定的条件，这些ACSM导轨可以根据客户要求配备一个额外的安装孔。如果有此类要求，请在订购码中指定长度J1。如果选择了该选项，它们就不兼容为端部挡片设计的导轨。

LWRE ACSM导轨套件包

型号	额定载荷 ^{1), 2)}		行程 ³⁾ mm	导轨类型 4件	滚动体组件的类型 2件
	动态 C N	静态 C ₀			
LWRE 3050 ACSM – 套件	2 940	4 080	17,9	LWRE 3050 ACSM	LWAKE 3×5 ACSM
LWRE 3075 ACSM – 套件	3 380	4 900	55,4	LWRE 3075 ACSM	LWAKE 3×6 ACSM
LWRE 3100 ACSM – 套件	5 040	8 160	55,4	LWRE 3100 ACSM	LWAKE 3×10 ACSM
LWRE 3125 ACSM – 套件	6 180	10 610	67,9	LWRE 3125 ACSM	LWAKE 3×13 ACSM
LWRE 3150 ACSM – 套件	7 270	13 060	80,4	LWRE 3150 ACSM	LWAKE 3×16 ACSM
LWRE 3175 ACSM – 套件	7 970	14 690	105,4	LWRE 3175 ACSM	LWAKE 3×18 ACSM
LWRE 3200 ACSM – 套件	9 320	17 950	105,4	LWRE 3200 ACSM	LWAKE 3×22 ACSM
LWRE 6100 ACSM – 套件	18 260	22 460	35,8	LWRE 6100 ACSM	LWAKE 6×6 ACSM
LWRE 6150 ACSM – 套件	25 050	33 700	69,8	LWRE 6150 ACSM	LWAKE 6×9 ACSM
LWRE 6200 ACSM – 套件	31 360	44 930	103,8	LWRE 6200 ACSM	LWAKE 6×12 ACSM
LWRE 6250 ACSM – 套件	39 240	59 900	115,8	LWRE 6250 ACSM	LWAKE 6×16 ACSM
LWRE 6300 ACSM – 套件	44 870	71 140	149,8	LWRE 6300 ACSM	LWAKE 6×19 ACSM
LWRE 6350 ACSM – 套件	52 090	86 110	161,8	LWRE 6350 ACSM	LWAKE 6×23 ACSM
LWRE 6400 ACSM – 套件	57 310	97 340	195,8	LWRE 6400 ACSM	LWAKE 6×26 ACSM

¹⁾ 提供了一套采用夹紧布置和标准行程的4根导轨和2个滚动体组件的额定载荷。

²⁾ 由于是不锈钢导轨，因此用HRC 55计算。

³⁾ 滚动体组件的长度可调整。缩短保持架会减少滚动体，降低额定载荷 (L> 第2.4.5章)。对于最大行程，保持架的长度不能短于导轨长度的2/3。

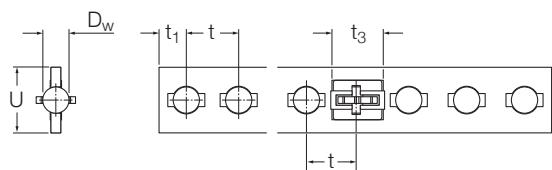
标准长度 ¹⁾ L mm	30	45	50	60	75	90	100	105	120	125	135	150	175	200	225	250	275	300	350	400	最大导轨 长度 mm		
○	○			○	○	○		○	○		○	○										200	
			●		●		●			●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	400
							○					○		○		○		○		○		400	
							●					●		●		●		●	●	●	●	400	
														○				○		●		400	

标准长度 ¹⁾ L mm	80	120	160	200	240	280	320	360	400	最大导轨 长度 mm
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	400

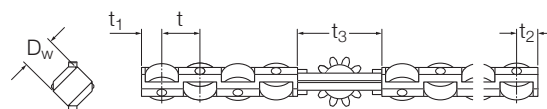
¹⁾ 可按要求提供其他导轨长度，但新的J_r尺寸必须按照第4.1.7章的规定计算。

- 快速交货
- 交货时间根据要求而定

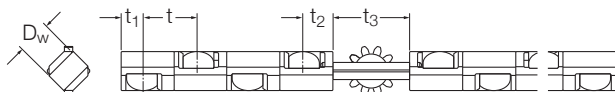
滚珠和交叉滚子组件



LWJK 2 ACSM



LWAKE 4 ACSM



LWAKE 3, 6, 9 ACSM

型号	尺寸						10个滚动体的额定载荷		最大保持架长度 ¹⁾	重量	重量ACSM单元	适用的导轨
	D _w mm	t	t ₁	t ₂	t ₃	t ₄	动态 C ₁₀ N	静态 C _{0.10}				
-										g/滚子	g	
LWJK 2 ACSM	2	3,9	2,9	-	3,9	0,5	510	650	24 balls	0,05	<1	LWRB 2 ACSM
LWAKE 3 ACSM	4	6,25	2,65	3,6	9	0,8	5 040	8 160	400	0,4	<1	LWRE 3 ACSM, LWRE 2211 ACSM
LWAKE 4 ACSM	6,5	8	4,3	4,3	17	1,1	13 840	19 968	400	1,2	1	LWRE 4 ACSM
LWAKE 6 ACSM	8	11	5	6	15	1,1	27 200	37 440	400	2,6	3	LWRE 6 ACSM
LWAKE 9 ACSM	12	16	7,35	8,65	21,5	1,1	62 400	74 880	400	9,2	5	LWRE 9 ACSM

¹⁾ 可根据要求提供更长的保持架。

3.5 LWRM/LWRV

导轨

LWRM/LWRV导轨可提供具有高承载能力和最大刚度的导向系统。

LWRM/LWRV导轨的安装和接口尺寸与本目录中所有Ewellix模块化系列导轨一致。

滚动体组件

LWHW滚针组件有铝制保持架，对进行滚针固定。LWHV滚针组件包括用于固定滚针的塑料保持架。

尺寸6和9提供该保持架。订购时，应在滚动体组件的型号后注明适当的保持架长度（mm），例如：LWHW 10x225。

端部挡片

端部挡片的作用是防止滚动体组件偏离载荷区。由于LWRM/LWRV导轨和相应端部挡片的设计，只有一根导轨（即M型或V型）需要配备端部挡片。LWEARM和LWEARV端部挡片有一个带密封唇口的塑料刮刷板，可以确保滚道几乎不受污染。所有端部挡片都配有相应的安装螺钉。

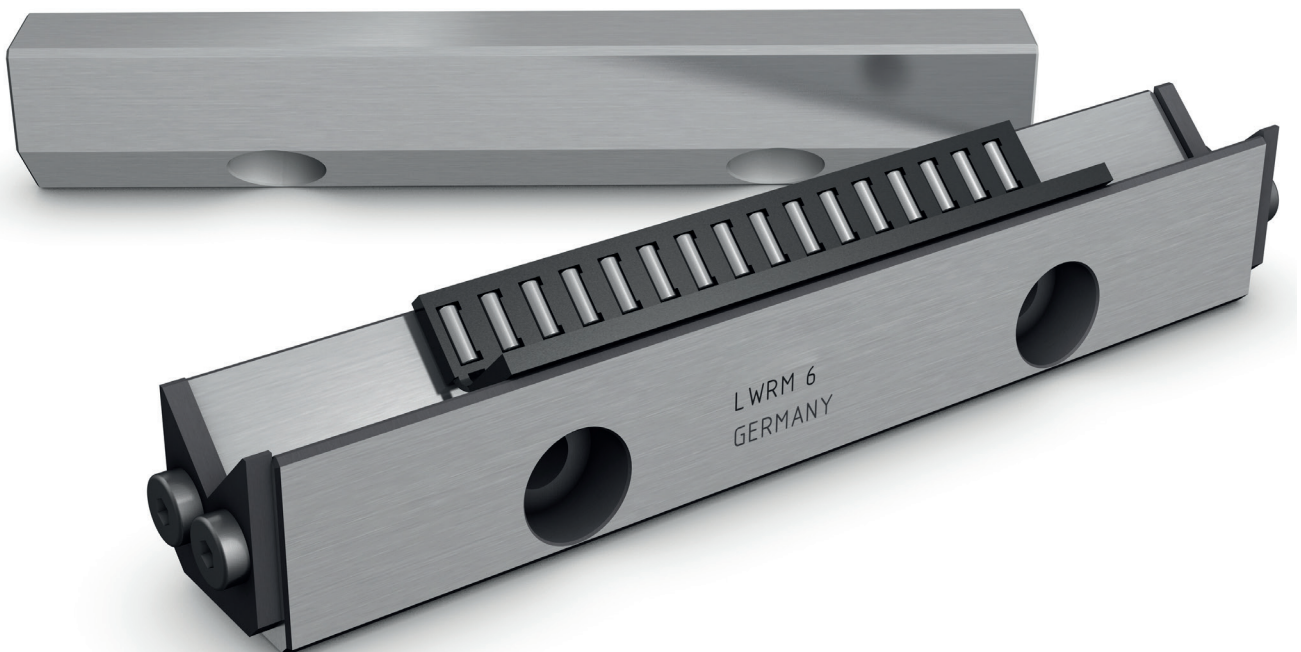
订购示例：

2x LWRM 9400

2x LWRV 9400

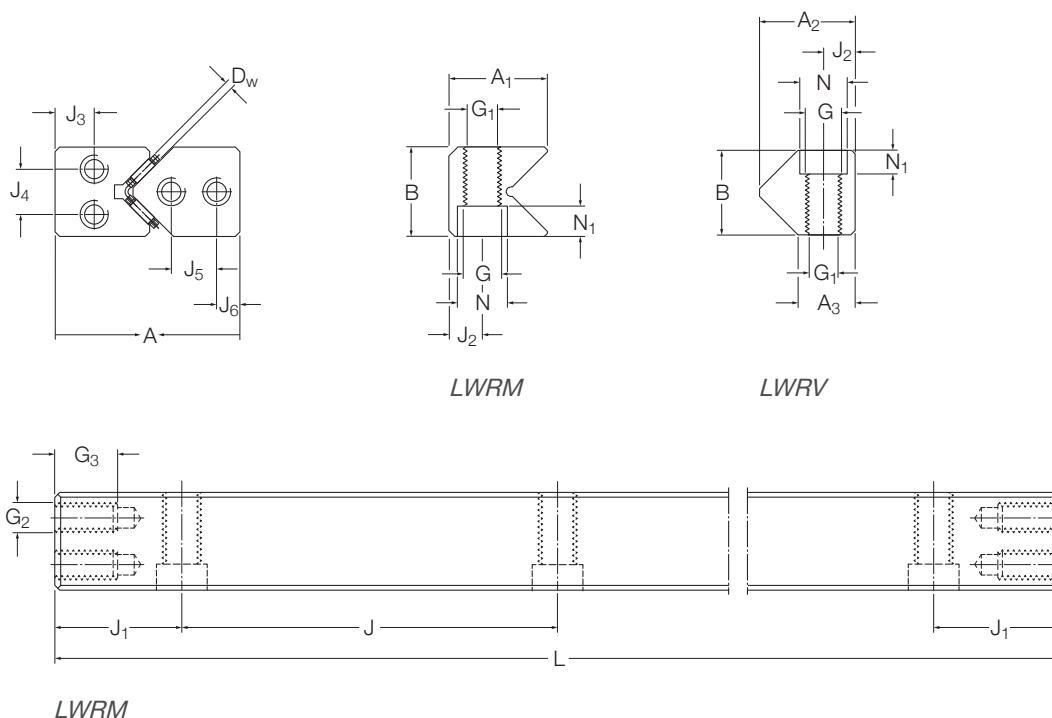
2x LWHW 15x358

4x LWERM 9



LWRM/LWRV精密导轨

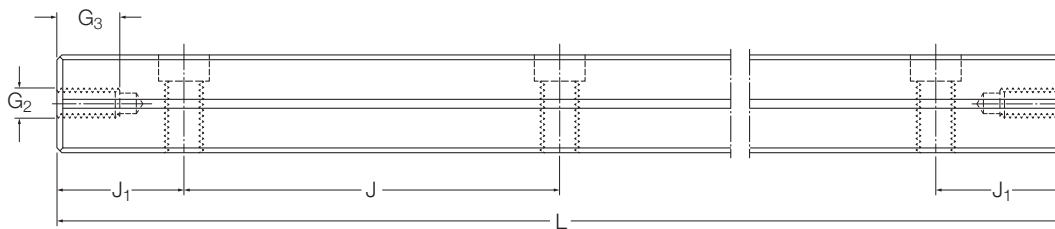
尺寸图



技术参数

型号 ¹⁾	尺寸						重量 kg/m	安装孔						端面孔							
	A	B	A ₁	A ₂	A ₃	D _w		J	J ₁	J _{1min}	J ₂	G	G ₁	N	N ₁	J ₃	J ₄	J ₅	J ₆	G ₂	G ₃
-	mm						-	mm						mm							
LWRM 6	31	15	16,5	-	-	2	1,48	50	25	20	6	M 6	5,2	9,5	5,2	8,5	7	-	-	M 3	6
LWRV 6	31	15	-	17,8	10,8	2	1,61	50	25	20	6	M 6	5,2	9,5	5,2	-	7	6	-	M 3	6
LWRM 9	44	22	23,1	-	-	2	3,14	100	50	20	9	M 8	6,8	10,5	6,2	10	11	-	-	M 5	8
LWRV 9	44	22	-	26,9	16,6	2	3,71	100	50	20	9	M 8	6,8	10,5	6,2	-	10	6	-	M 5	8

¹⁾ 可提供尺寸LWRM/LWRV 12和15, 交货时间根据要求而定。



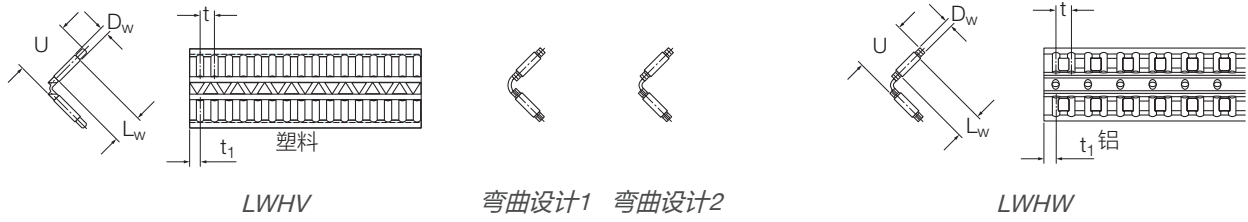
LWRV

标准长度 ¹⁾														最大导轨长度
100	150	200	250	300	350	400	500	600	700	800	900	1 000	L	
mm														mm
●	●	●	●	●	○	●	○	○	○					1 000
●	●	●	●	●	○	●	○	○	○					1 000
		●	●		●	●	●	○	○	○	○	○	○	1 700
		●	●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	1 700

¹⁾ 可按要求提供其他导轨长度,但新的J_i尺寸必须按照第4.1.7章的规定计算。

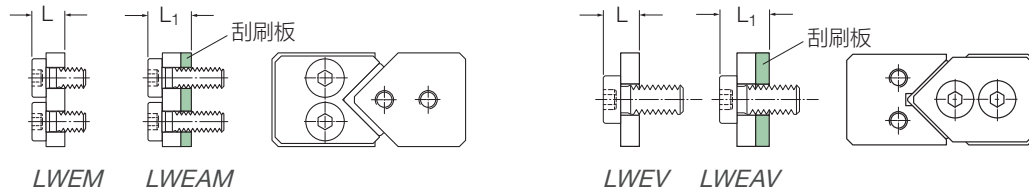
- 快速交货
- 交货时间根据要求而定

滚针组件



型号	尺寸					带2排10个滚针的保持架 额定载荷		最大保持架 长度	重量	弯曲设计	适用的导轨
	D _w mm	L _w	U	t	t ¹	动态 C ¹⁰ N	静态 C ^{0.10}				
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LWHV 10	2	4,8	10	3,75	2,7	10 400	25 500	50 000	76	1	LWRM 6/LWRV 6
LWHW 10	2	4,8	10	4	2,7	10 400	25 500	2 000	105	-	LWRM 6/LWRV 6
LWHV 15	2	7,8	15	3,75	2,7	16 300	45 000	50 000	120	2	LWRM 9/LWRV 9
LWHW 15	2	6,8	15	4,5	3,5	14 600	42 500	2 000	138	-	LWRM 9/LWRV 9

LWM/LWV端部挡片



型号	端部挡片 带刮刷板	尺寸		连接螺钉 DIN 7984	适用的导轨	刮刷板材料
		L	L ₁			
-	-	mm		-	-	-
LWERM 6		4		M 3	LWRM 6	
LWERV 6		4		M 3	LWRM 6	
	LWEARM 6	6		M 3	LWRM 6	TPC-ET
	LWEARV 6	6		M 3	LWRM 6	TPC-ET
LWERM 9		6,5		M 5	LWRM 9	
LWERM 9		6,5		M 5	LWRM 9	
	LWEARM 9	8,5		M 5	LWRM 9	TPC-ET
	LWEARM 9	8,5		M 5	LWRM 9	TPC-ET

3.6 LWM/LWV

导轨

LWM/LWV导轨 能使直线导轨 系统具有重载荷和最高刚度。其内部几何形状与LWRM/LWRV模块化系列导轨相同。由于使用的是相同的滚针组件,所以额定载荷也相同。LWM/LWV导轨的外部尺寸与LWRM/LWRV模块化系列的尺寸略有不同。LWM/LWV导轨的使用非常广泛,尤其是在机床行业。其标配的安装孔为15型(带埋头孔的通孔),见下页图纸。

如果需要带螺纹G的安装孔,可提供2种选择:

- 13型孔,相应的螺纹嵌件粘在导轨中
- 03型孔,直接加工的螺纹,交货时间根据要求而定

进行新的设计时,推荐使用LWRM/LWRV导轨,其优点是可以与模块化系列的其他导轨互换。

滚动体组件

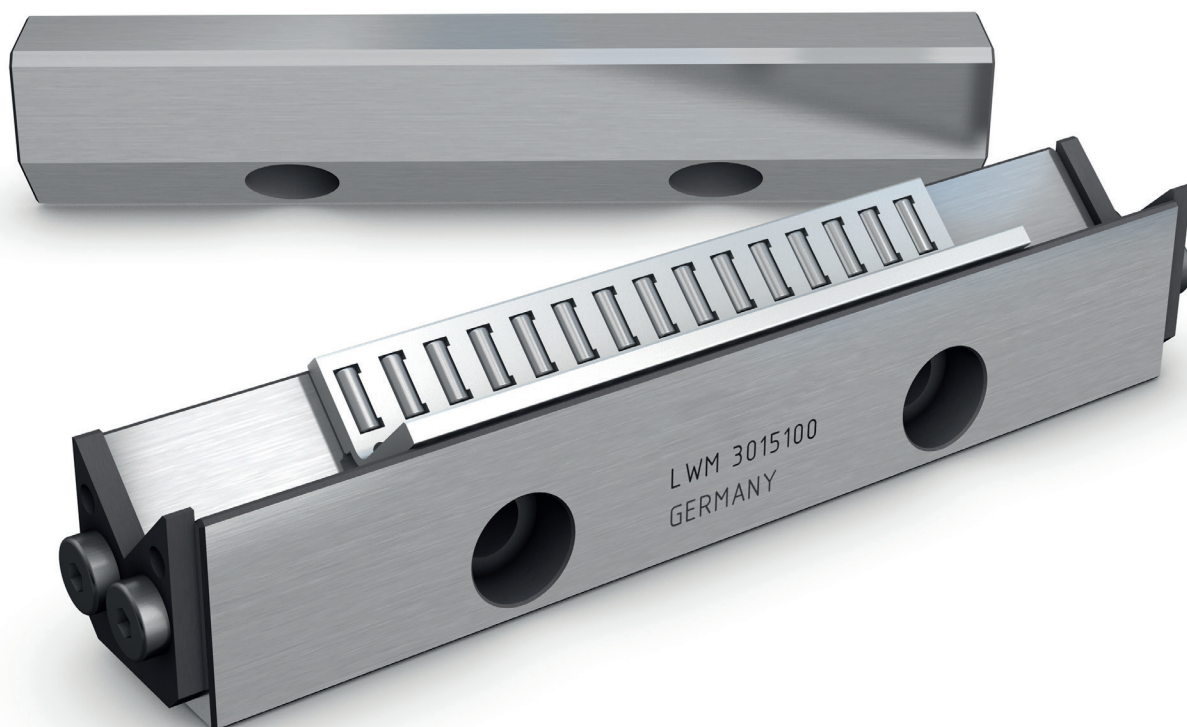
LWHW滚针组件包括一个铝制保持架,带有彼此以直角排列的滚针。滚针被固定在保持架上。LWHV滚针组件由一个带有固定滚针的塑料保持架组成,尺寸为LWHV10、LWHV15和LWHV20。

用于LWM/LWV导轨 的挡片

挡片的作用是防止滚动体组件偏离载荷区。由于LWM/LWV导轨和相应挡片的设计,只有一根导轨(即M型或V型)必须配备挡片。LWEAM和LWEAV挡片增加了一个带密封唇口的塑料刮刷板,确保滚道上几乎没有灰尘。所有的挡片都与安装螺钉一同提供。

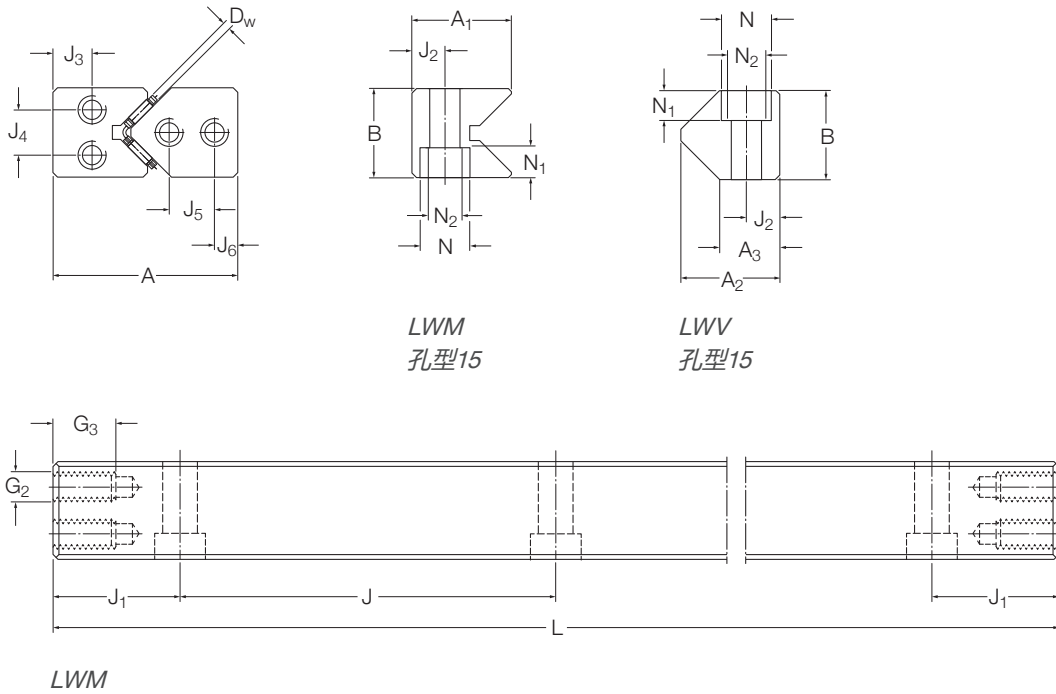
订购示例

2x LWM 4020200
2x LWV 4020200
2x LWHW 15x130
4x LWEM 4020



LWM/LWV精密导轨

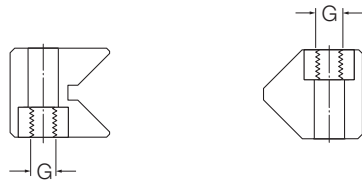
尺寸图



技术参数

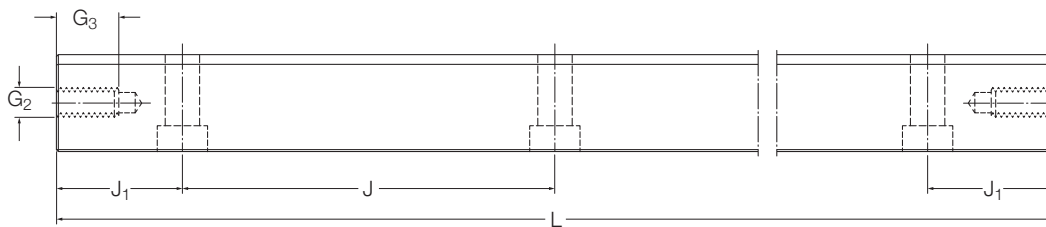
型号	尺寸						重量 kg/m	安装孔				端面孔									
	A mm	B	A ₁	A ₂	A ₃	D _w		J ¹⁾ mm	J _{1min} ²⁾	J ₂	G	N	N ₁	N ₂	J ₃ mm	J ₄	J ₅	J ₆	G ₂	G ₃ mm	G ₃ mm
LWM 3015	30	15	16			2	1,4	40	15	5,5	M 4	8,5	4,5	5,25	8	7			M 3	6	6
LWV 3015	30	15		17,2	10,5	2	1,57	40	15	5,5	M 4	8,5	4,5	5,25		7	5,5		M 3	6	6
LWM 4020	40	20	22,3			2	2,75	80	20	7,5	M 6	11,5	6,8	7,5	10	11			M 5	7	8
LWV 4020	40	20		22	13,5	2	2,74	80	20	7,5	M 6	11,5	6,8	7,5		10,5	5,5		M 5	7	8
LWM 5025	50	25	28			2	4,39	80	20	10	M 6	11,5	6,8	7,5	12	13			M 6	8	8
LWV 5025	50	25		28	17	2	4,37	80	20	10	M 6	11,5	6,8	7,5		13	7		M 6	8	8
LWM 6035	60	35	35			2,5	7,23	100	25	11	M 8	15	9	10	14	20			M 6	8	8
LWV 6035	60	35		36	20	2,5	7,57	100	25	11	M 8	15	9	10		18	8		M 6	8	8
LWM 7040	70	40	40			3	9,3	100	25	13	M 10	18,5	11	12,5	16	20			M 6	8	8
LWV 7040	70	40		42	24	3	10,1	100	25	13	M 10	18,5	11	12,5		20	10		M 6	8	8
LWM 8050	80	50	45			3,5	13,4	100	25	14	M 12	20	13	14	20	30			M 6	8	8
LWV 8050	80	50		48,5	26	3,5	14,3	100	25	14	M 12	20	13	14		25	10		M 6	8	8

¹⁾ 对于LWM/LWV 3015: 如果长度L < 110 mm: J = 35 mm
 对于LWM/LWV 4020和5025: 如果长度L < 120 mm: J = 50 mm
 对于LWM/LWV 6035, 7040和8050: 如果长度L < 150 mm: J = 50 mm
²⁾ J₁ = (L - ΣJ)/2
 如果L < 65 mm, 请要求提供定制解决方案
 如果L < 90 mm, 请要求提供定制解决方案
 如果L < 100 mm, 请要求提供定制解决方案



LWM
孔型13

LWV
孔型13



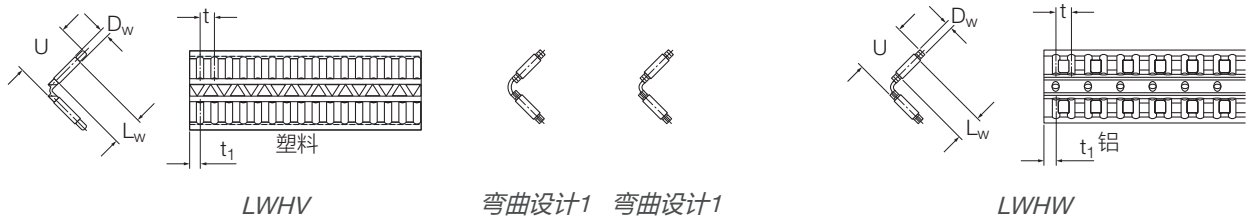
LWV

3

可选长度 ¹⁾											最大导轨长度	
100	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1 000		mm
L												
mm												
●	●	●	●	●	○	○						1 000
●	●	●	●	●	○	○						1 000
●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	1 700
●	●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	○	1 700
●		●	●	●	●	○	○	○	○	○	○	1 700
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	1 700
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	1 700
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	1 700
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	1 700
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	1 700

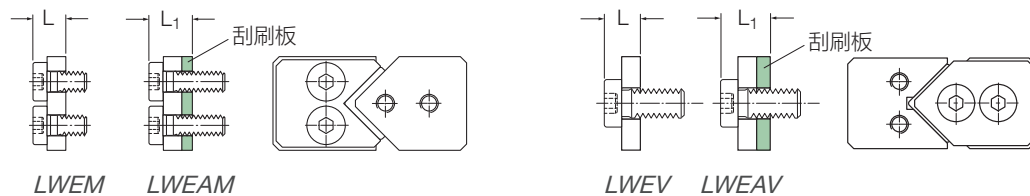
¹⁾ 可根据要求提供其他导轨长度
 ● 快速交货
 ○ 交货时间根据要求而定

滚针组件



型号	尺寸					带2排10个滚针的保持架的额定载荷		最大保持架长度	重量	弯曲设计	适用的导轨
	D _w mm	L _w	U	t	t ₁	动态 C ₁₀ N	静态 C _{0.10}				
-	-	-	-	-	-	-	-	mm	g/m	-	-
LWHV 10	2	4,8	10	3,75	2,7	10 400	25 500	50 000	76	1	LWM/LWV 3015
LWHW 10	2	4,8	10	4	2,7	10 400	25 500	2 000	105	-	LWM/LWV 3015
LWHV 15	2	7,8	15	3,75	2,7	16 300	45 000	50 000	120	1	LWM/LWV 4020
LWHV 15	2	7,8	15	3,75	2,7	16 300	45 000	50 000	120	2	LWM/LWV 5025
LWHW 15	2	6,8	15	4,5	3,5	14 600	42 500	2 000	138	-	LWM/LWV 4020 + 5025
LWHV 20	2,5	11,8	20	5	3,7	32 000	88 000	50 000	210	2	LWM/LWV 6035
LWHW 20	2,5	9,8	20	5,5	4	26 000	76 550	2 000	239	-	LWM/LWV 6035
LWHW 25	3	13,8	25	6	4,5	43 100	129 400	2 000	408	-	LWM/LWV 7040
LWHW 30	3,5	17,8	30	7	5	64 500	195 000	2 000	598	-	LWM/LWV 8050

LWM/LWV挡片



型号 挡片	带刮刷板的 挡片	尺寸		连接螺钉 DIN 7984	适用的导轨	刮刷板材 料
		L	L ₁			
-	-	-	-	-	-	-
LWEM 3015	-	4	-	M 3	LWM 3015	-
LWEV 3015	-	4	-	M 3	LWV 3015	-
	LWEAM 3015	-	6	M 3	LWM 3015	TPC-ET
	LWEAV 3015	-	6	M 3	LWV 3015	TPC-ET
LWEM 4020	-	6,5	-	M 5	LWM 4020	-
LWEV 4020	-	6,5	-	M 5	LWV 4020	-
	LWEAM 4020	-	8,5	M 5	LWM 4020	TPC-ET
	LWEAV 4020	-	8,5	M 5	LWV 4020	TPC-ET
LWEM/LWEV 5025至8050	-	7	-	M 6	LWM/LWV 5025至8050	-
	LWEAM/LWEAV 5025至8050	-	9	M 6	LWM/LWV 5025至8050	TPC-ET

3.7 LWM/LWV ACSZ

导轨

LWM/LWV ACSZ导轨与LWM/LWV导轨相同,但用于结合防滑动的LWHW ACSZ保持架使用。为此,两种导轨都配备了钢制齿条。该保持架上有两个钢制控制机构,在运行过程中始终与齿条啮合,并有助于确保滚动体组件处于正确的位置。作为标准,导轨在整个导轨长度上都配备了齿条(↳ 第1.3章)。

滚动体组件

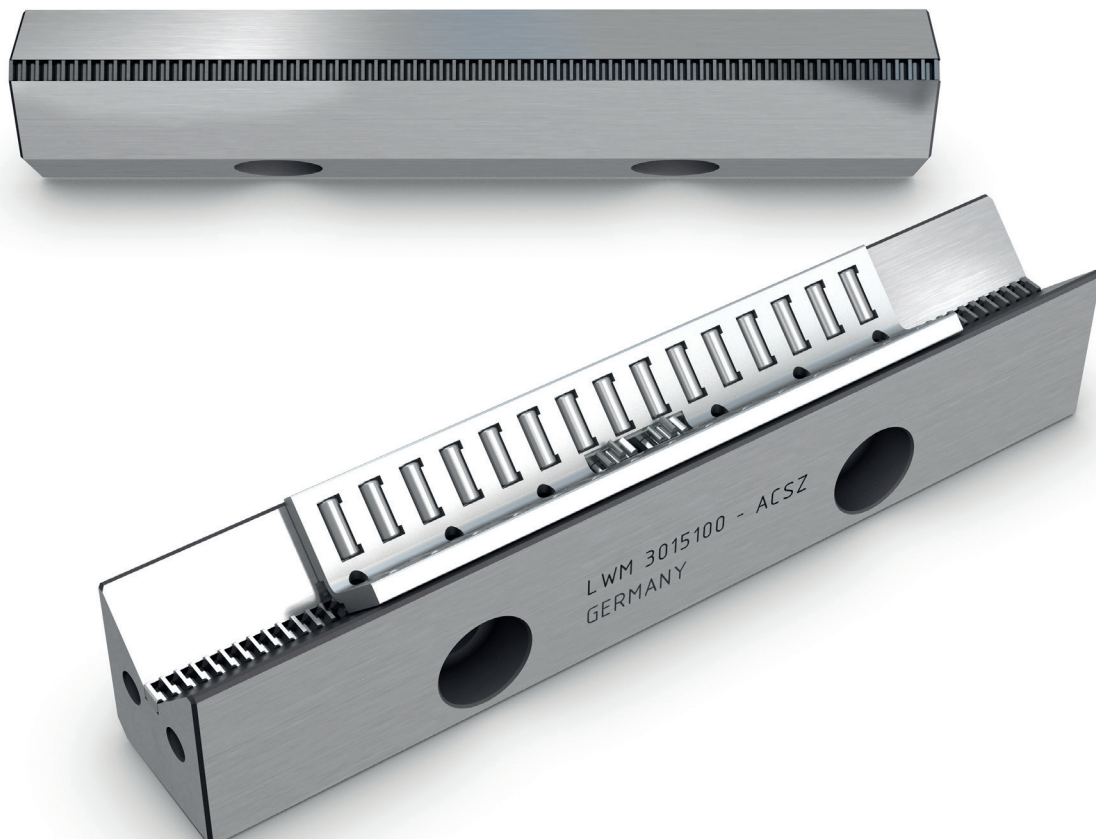
LWHW ACSZ保持架与LWHW保持架大体相同,但LWHW ACSZ滚针组件在保持架的中心加入了两个额外的钢制控制机构。LWHW ACSZ滚针组件的承载能力也与LWHW标准滚针组件的承载能力相同。ACSZ不会增加保持架长度。LWHW ACSZ滚针组件包括一个用于固定滚针的铝制保持架。

挡片

一般来说,LWM/LWV ACSZ导轨不需要使用挡片,因为ACSZ可以防止保持架滑动。出于生产原因,导轨端面的螺钉孔是标准螺钉孔,除了LWEAV外,大多数挡片都可用于LWM/LWV导轨。如果不需要端面的螺钉孔,应在订购导轨选择选项“E1”。

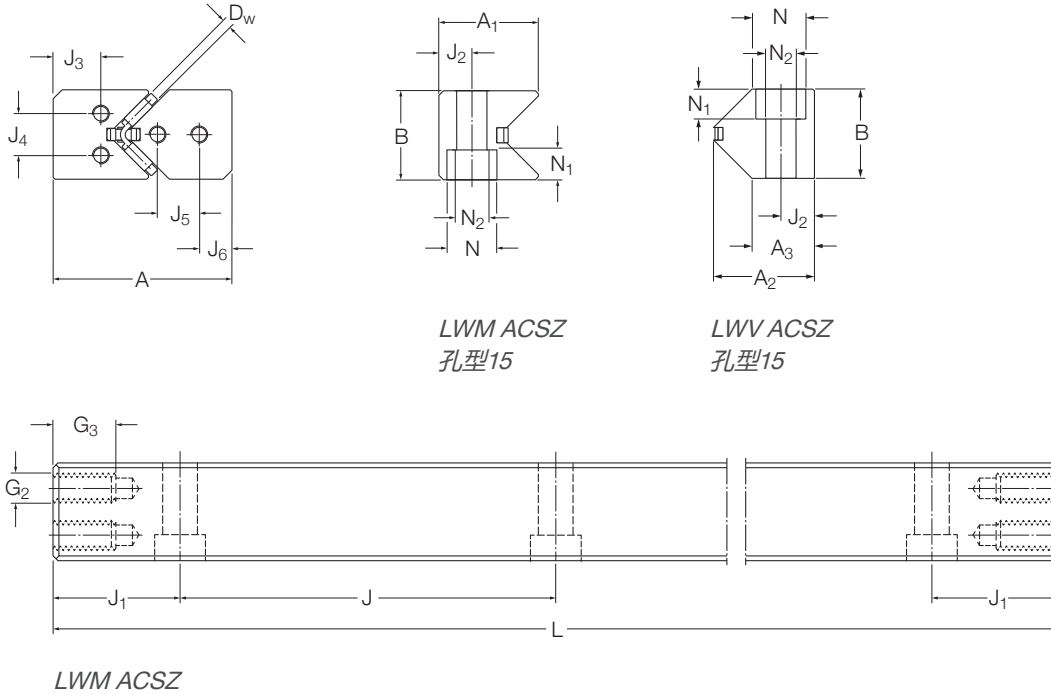
订购示例

2x LWM 6035300 ACSZ
2x LWV 6035300 ACSZ
2x LWHW 20x220 ACSZ



LWM/LWV ACSZ精密导轨

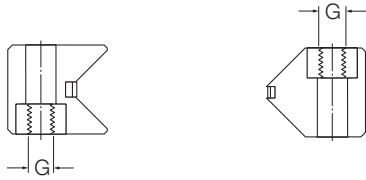
尺寸图



技术参数

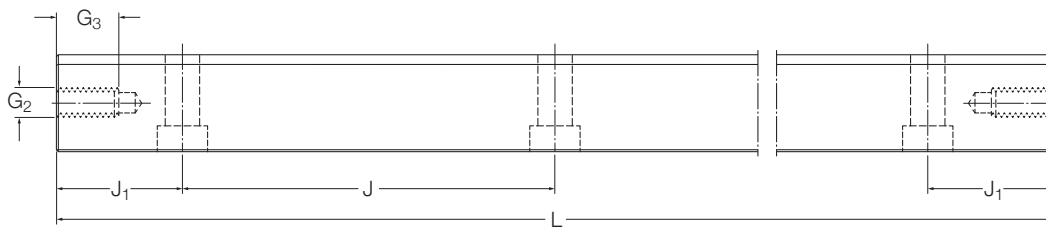
型号	尺寸						重量	安装孔					端面孔							
	A	B	A ₁	A ₂	A ₃	D _w		J ¹⁾	J _{1 min} ²⁾	J ₂	G	N	N ₁	N ₂	J ₃	J ₄	J ₅	J ₆	G ₂	G ₃
-	mm						kg/m	mm					mm							
LWM 3015 ACSZ	30	15	16			2	1,4	40	15	5,5	M 4	8,5	4,5	5,25	8	7			M 3	6
LWV 3015 ACSZ	30	15		17,2	10,5	2	1,6	40	15	5,5	M 4	8,5	4,5	5,25		7	5,5	M 3	6	
LWM 4020 ACSZ	40	20	22,3			2	2,8	80	20	7,5	M 6	11,5	6,8	7,5	10	11			M 5	7
LWV 4020 ACSZ	40	20		22	13,5	2	2,8	80	20	7,5	M 6	11,5	6,8	7,5		10,5	5,5	M 5	7	
LWM 5025 ACSZ	50	25	28			2	4,5	80	20	10	M 6	11,5	6,8	7,5	12	13			M 6	8
LWV 5025 ACSZ	50	25		28	17	2	4,4	80	20	10	M 6	11,5	6,8	7,5		13	7	M 6	8	
LWM 6035 ACSZ	60	35	35			2,5	7,3	100	25	11	M 8	15	9	10	14	20			M 6	8
LWV 6035 ACSZ	60	35		36	20	2,5	7,6	100	25	11	M 8	15	9	10		18	8	M 6	8	
LWM 7040 ACSZ	70	40	40			3	9,4	100	25	13	M 10	18,5	11	12,5	16	20			M 6	8
LWV 7040 ACSZ	70	40		42	24	3	10,2	100	25	13	M 10	18,5	11	12,5		20	10	M 6	8	
LWM 8050 ACSZ	80	50	45			3,5	13,5	100	25	14	M 12	20	13	14	20	30			M 6	8
LWV 8050 ACSZ	80	50		48,5	26	3,5	14,4	100	25	14	M 12	20	13	14		25	10	M 6	8	

¹⁾ 对于LWM/LWV 3015: 如果长度 < 110 mm: J = 35 mm 如果L < 65 mm, 请要求提供定制解决方案
 对于LWM/LWV 4020和5025: 如果长度 < 120 mm: J = 50 mm 如果L < 90 mm, 请要求提供定制解决方案
 对于LWM/LWV 6035, 7040和8050: 如果长度 < 150 mm: J = 50 mm 如果L < 100 mm, 请要求提供定制解决方案
²⁾ J₁ = (L - ΣJ)/2



LWM ACSZ
孔型13

LWV ACSZ
孔型13



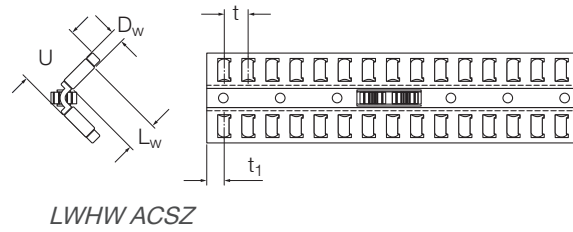
LWV ACSZ

3

可选长度 ¹⁾											最大导轨长度
100	150	200	300	400	500	600	700	800	900	1 000	
L											mm
mm											
○	○	○	○	○	○	○					1 000
○	○	○	○	○	○	○					1 000
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	1 700
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	1 700
○		○	○	○	○	○	○	○	○	○	1 700
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	1 700
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	1 700
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	1 700
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	1 700
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	1 700
		○	○	○	○	○	○	○	○	○	1 700

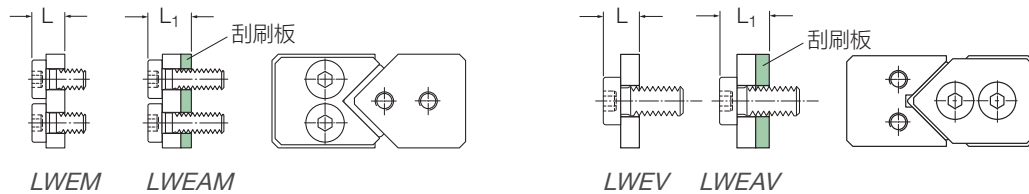
¹⁾ 可根据要求提供其他导轨长度
 ● 快速交货
 ○ 交货时间根据要求而定

滚针组件



型号	尺寸							带2排10个滚针的保持架的 额定载荷		最大保持架 长度	重量	适合的导轨适
	D _w mm	L _w	U	t	t ₁	t ₄	动态 C ₁₀ N	静态 C _{0.10}	mm			
LWHW 10 ACSZ	2	4,8	10	4	2,7	0,7	10 400	25 500	2 000	106	LWM/LWV 3015 ACSZ	
LWHW 15 ACSZ	2	6,8	15	4,5	3,5	0,8	14 600	42 500	2 000	139	LWM/LWV 4020 + 5025 ACSZ	
LWHW 20 ACSZ	2,5	9,8	20	5,5	4	0,8	26 000	76 550	2 000	240	LWM/LWV 6035 ACSZ	
LWHW 25 ACSZ	3	13,8	25	6	4,5	1,1	43 100	129 400	2 000	412	LWM/LWV 7040 ACSZ	
LWHW 30 ACSZ	3,5	17,8	30	7	5	1,1	64 500	195 000	2 000	602	LWM/LWV 8050 ACSZ	

LWM/LWV ACSZ挡片



型号 挡片	带刮刷板的挡片	尺寸		连接螺钉 DIN 7984	适用的导轨	刮刷板材料
		L	L ₁			
LWEM 3015		4		M 3	LWM 3015 ACSZ	
LWEV 3015		4		M 3	LWV 3015 ACSZ	
	LWEAM 3015		6	M 3	LWM 3015 ACSZ	TPC-ET
LWEM 4020		6,5		M 5	LWM 4020 ACSZ	
LWEV 4020		6,5		M 5	LWV 4020 ACSZ	
	LWEAM 4020		8,5	M 5	LWM 4020 ACSZ	TPC-ET
LWEM/LWEV 5025至8050		7		M 6	LWM/LWV 5025至8050 ACSZ	
	LWEAM 5025至8050		9	M 6	LWM/LWV 5025至8050 ACSZ	TPC-ET

3.8 LWRPM/LWRPV

导轨

LWRPM/LWRPV导轨是用于有限行程的直线导轨，涂有Turcite-B滑动涂层。该材料以PTFE为基础，具有自润滑性，可提供出色的滑动性能。涂层粘结在非硬化的LWRPM导轨上，随后被研磨成一定的尺寸。滑动涂层不需要单独订购。LWRPV导轨经过硬化和研磨。为了避免损坏LWRPM导轨的滑动表面，LWRPV导轨标配了圆角。此类导轨只能提供P10精度等级。

当因外部影响（例如极短的行程、高冲击载荷或多尘环境）而不适合使用带滚动体组件的导轨时，应使用LWRPM/LWRPV导轨。LWRPM/LWRPV导轨的安装和接口尺寸与本目录中所有Ewellix模块化系列导轨一致。更多详情见第2.7章。

LWRPM/LWRPV导轨的特点是：

- 运行无粘滑
- 运行平稳
- 紧急运行性能良好
- 低磨损和高可靠性
- 抗污染性
- 减震性能出色

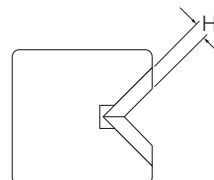
挡片

LWRPM/LWRPV导轨通常不需要挡片。因此，也无需端面上的螺钉孔。但由于生产的原因，在某些情况下LWRPV导轨会提供螺钉孔。

订购示例：

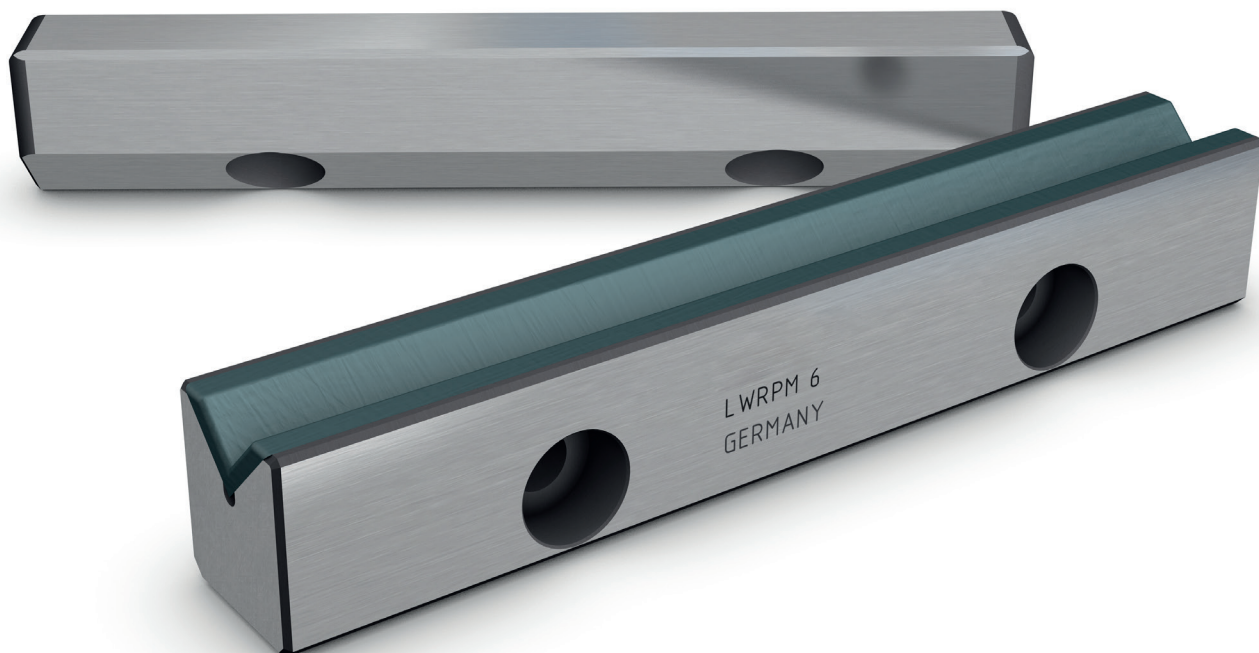
- 2 × LWRPM 6300
- 2 × LWRPV 6300

LWRPM/LWRPV滑动涂层



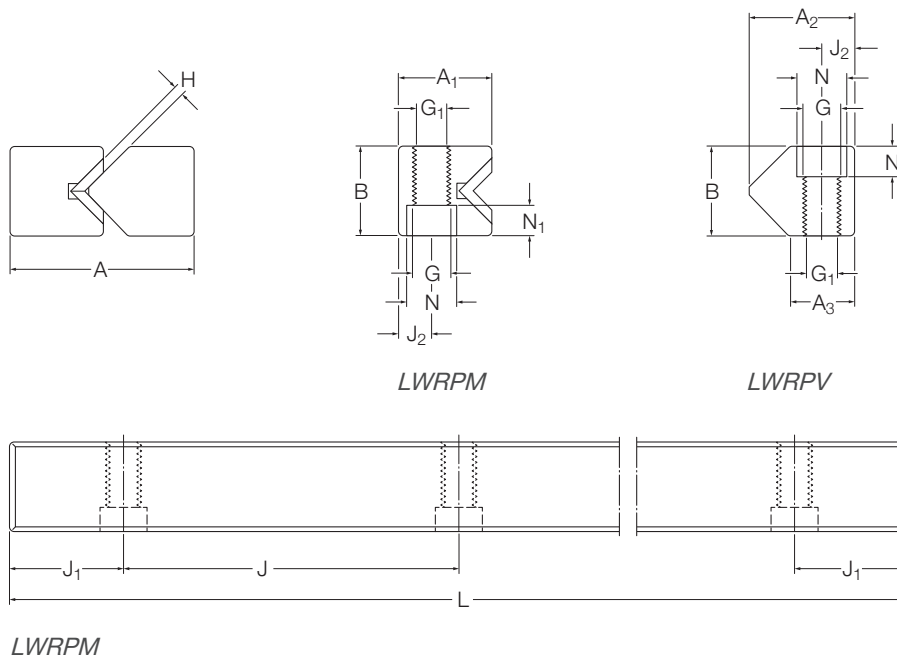
型号 ¹⁾	尺寸	载荷能力 ²⁾
导轨	H mm	C N / 100 mm
LWRPM 3	0,7	300
LWRPM 6	1,7	700
LWRPM 9	1,7	1 200

¹⁾ 滑动涂层是LWRPM导轨的组成部分，不需要单独订购。
²⁾ 适用于约1 N/mm²的表面载荷（最高允许6 N/mm²的瞬间载荷）。



LWRPM/LWRPV精密导轨

尺寸图

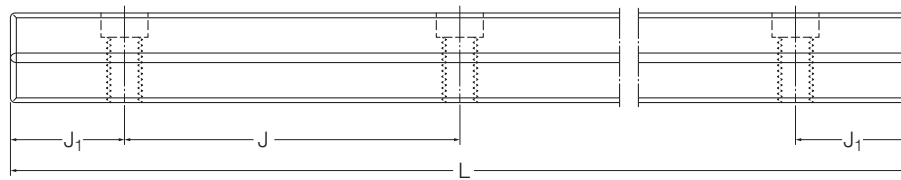


技术参数

型号 ¹⁾	尺寸					重量 kg/m	安装孔							
	A mm	B	A ₁	A ₂	A ₃		J mm	J ₁	J _{1 min} ²⁾	J ₂	G -	G ₁ mm	N	N ₁
LWRPM 3	18	8	9,5			0,49	25	12,5	12,5	3,5	M 4	3,3	6	3,2
LWRPV 3	18	8		9,6	6,45	0,48	25	12,5	12,5	3,5	M 4	3,3	6	3,2
LWRPM 6	31	15	16,6			1,6	50	25	20	6	M 6	5,2	9,5	5,2
LWRPV 6	31	15		17,8	10,8	1,61	50	25	20	6	M 6	5,2	9,5	5,2
LWRPM 9	44	22	23,1			3,35	100	50	20	9	M 8	6,8	10,5	6,2
LWRPV 9	44	22		26,9	16,6	3,71	100	50	20	9	M 8	6,8	10,5	6,2

¹⁾ 可提供尺寸LWRPM/LWRPV 12和LWRPM/LWRPV 15, 交货时间根据要求而定。

²⁾ LWRPM/LWRPV导轨不需要挡片, 因此如果满足一定的条件, 这些导轨可以根据客户要求配备一个额外的安装孔。如果有此类要求, 请在订购代码中指定长度J₁。如果选择了该选项, 它们与标准的导轨不兼容。



LWRPV

可选长度 ¹⁾																	最大导轨长度					
50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	350	400	450	500	550	600	650	700	800	900	1 000	
L																					mm	
																					mm	
●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○												400
●	●	●	●	●	●	●	○	○	○	○												400
	○	●		●		●		●		●	○	○	○	○	○	○	○	○				1 200
		●		●		●		●		●	○	●	○	○	○	○	○	○				1 200
						●		●		●		●		●		○	○	○	○	○	○	1 700
						●		●		●		●		○		○	○	○	○	○	○	1 700

¹⁾ 可根据要求提供其他导轨长度,但新的 J_1 尺寸必须按照第4.1.7章“ J_1 尺寸的计算”进行计算。

- 快速交货
- 交货时间根据要求而定

3.9 其他产品

除了标准产品系列, 根据要求, Ewellix还可提供其他类型的滚动体组件和导轨, 如平面导轨或环绕式导轨。此外, 对于不允许使用标准产品的应用, 可以制造完全定制的导轨。

3.9.1 LWML/LWV

LWML导轨是经LWM导轨改动而成, 增加了一个集成的调整楔(↪第4.1.10章, 图6)。与LWV和滚针组件结合使用, 可提供预紧力可调的导轨系统。楔块表面的倾斜度为1.5%, 因此, 楔块位移1 mm, 高度会有15 μm的变化。LWML导轨提供P10和P5等级。在订购时, 应说明沉头孔位于右侧还是左侧。请联系Ewellix公司了解详情。

3.9.2 LWN/LWO

LWN/LWO导轨与LWM/LWV导轨的区别仅在于高度、宽度和连接孔。这两个导轨系列的内部几何形状相同, 它们的额定载荷也相同。LWN/LWO导轨提供的精度等级为P10、P5和P2。

3.9.3 LWJ/LWS 平面导轨

LWJ/LWS平面导轨与LWRM/LWRV、LWM/LWV或LWN/LWO导轨结合使用, 作为非基准导轨。它们安装在浮动滑台中。可根据要求提供LWJ/LWS平面导轨, 以及相应的滚动体组件和挡片。

定制的精密切叉导轨

依靠内部现有的知识和制造能力, Ewellix能够生产完全定制的导轨或其他精密零件。

3.10 GCL/GCLA标准滑台

GCL和GCLA 是由钢或铝制基座与精密交叉滚子导轨预组装的滑台,用于需要最大精度和刚度的应用。典型的应用是工厂自动化、印刷、包装和一般机械。

GCL和GCLA标准滑台的交货时间根据要求而定。

优点:

- GCLA的顶板和底板由铝制成, GCL的顶板和底板由以下材料制成
 - 发黑钢板 (尺寸3以下) 或
 - 铸铁 (从尺寸6开始)。
 根据客户要求,顶板和底板可以用1.4305不锈钢或镀镍钢制成。
- 标准式样的连接孔,便于安装
- 上部和下部的安装表面都经过研磨,以达到高运行精度
- 安装基面与滑台轴线平行 (在预紧螺钉的对侧)
- 用于限制行程的内部终点限位
- 导轨的摩擦力极低
- 补充润滑与精密导轨相同 (↳ 第4.3章)



GCL/GCLA数据

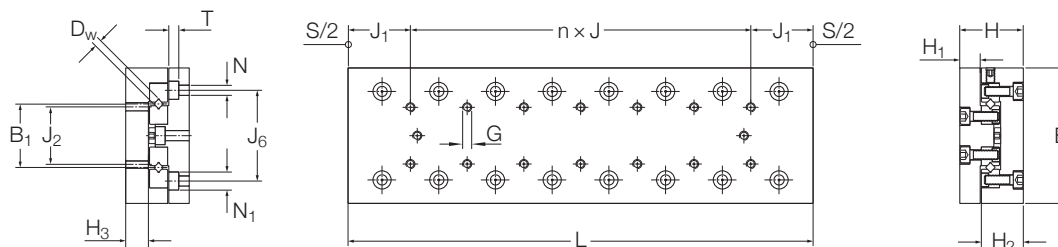
滑台	
GCL / GCLA 2	带LWJK 2的LWRB 2
GCL / GCLA 3	配备LWAK 3的LWR 3
GCL / GCLA 6	配备LWAL 6的LWR 6
GCL / GCLA 9	配备LWAL 9的LWR 9 可选择带防滑动解决方案ACS/ACSM和/或涂层
工作温度	-30至+80 °C
最大速度	2 m/s
最大加速度	25 m/s ²
摩擦系数	0.003-0.005 (在正常、轻度的润滑情况下)
预紧力	在工厂以标准值预紧
精度等级	P10 (其他精度等级的产品,交货时间根据要求而定)
润滑	装配时轻度润滑
可选	可提供定制的方案

GCL/GCLA运行精度

	行程(mm)	25	50	100	200	300
GCL	直线高度 T_z	2 μ m	2 μ m	3 μ m	3 μ m	4 μ m
	直线侧 T_y	2 μ m	2 μ m	2 μ m	3 μ m	3 μ m
GCLA	直线高度 T_z	4 μ m	4 μ m	6 μ m	7 μ m	8 μ m
	直线侧 T_y	4 μ m	4 μ m	5 μ m	6 μ m	7 μ m

GCL

尺寸图



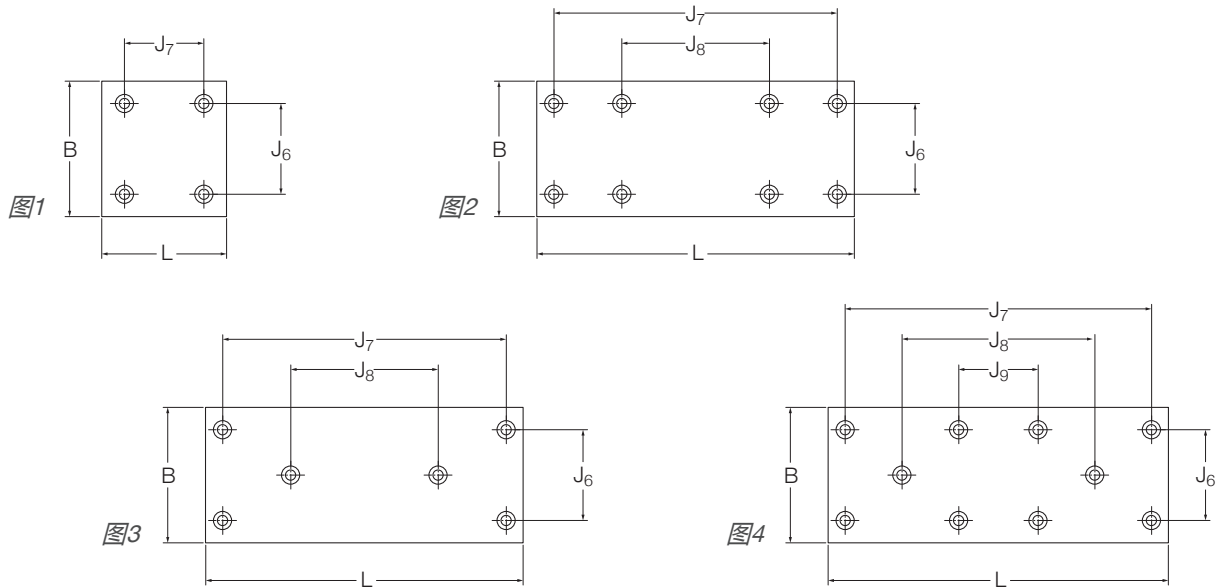
技术参数

型号 ¹⁾	尺寸			行程 ²⁾											
	-0,2 -0,4 B mm	±0,1 H	L	S ₁	S ₂	B ₁	D _w	G	H ₁ mm	H ₂	H ₃	n × J	J ₁	J ₂	
GCL 2030	40	21	35	18		18	2	M3	6,5	14	7,5		17,5	15	
GCL 2045			50	30								1 × 15			
GCL 2060			65	40	46							2 × 15			
GCL 2075			80	50	60							3 × 15			
GCL 2090			95	60	75							4 × 15			
GCL 2105			110	70	90							5 × 15			
GCL 2120			125	80	105							6 × 15			
GCL 3050	60	28	55	30		28	3	M4	9	18,5	10		27,5	25	
GCL 3075			80	45	55							1 × 25			
GCL 3100			105	60	80							2 × 25			
GCL 3125			130	75	105							3 × 25			
GCL 3150			155	90	130							4 × 25			
GCL 3175			180	105	155							5 × 25			
GCL 3200			205	130	180							6 × 25			
GCL 6100	100	45	110	60	70	45	6	M6	13	31	15,5		55	50	
GCL 6150			160	95	120							1 × 50			
GCL 6200			210	130	170							2 × 50			
GCL 6250			260	165	220							3 × 50			
GCL 6300			310	200	270							4 × 50			
GCL 6400			410	280	370							6 × 50			
GCL 9200	145	60	210	130		72	9	M8	16	43	20,5		105	80	
GCL 9300			310	180								1 × 100			
GCL 9400			410	350								2 × 100			
GCL 9500			510	450								3 × 100			

¹⁾ 交货时间一般根据要求而定

²⁾ S₁标准行程订单型号, 如GCL 2060,
S₂扩展行程订单型号, 如GCL 2060/L

³⁾ 请参阅第2.3.2章。

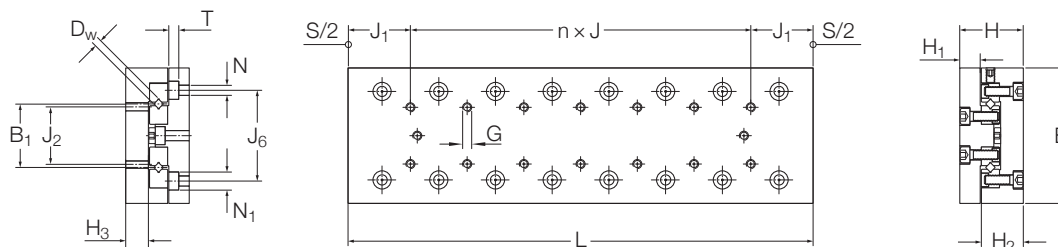


3

J ₆ mm	J ₇	J ₈	J ₉	Fig.	N	N ₁	T	滑台的有效额定 动态载荷		滑台的有效额定 静态载荷 ³⁾		重量 kg
								行程S ₁ C _{eff slide} N	行程S ₂	行程S ₁ C _{0 eff slide} N	行程S ₂	
30	25			1	3,4	6	3,4	394		360		0,18
	40			1				499		504		0,26
	55			1				640	594	720	648	0,34
	70	40		2				769	684	936	792	0,42
	85	55		2				850	769	1 080	936	0,5
40	100	70		2				966	850	1 296	1 080	0,58
	115	85		2				1 040	928	1 440	1 224	0,68
	35			1	4,5	8	4,6	886		960		0,57
	60			1				1 320	1 216	1 600	1 440	0,8
	85			1				1 620	1 422	2 080	1 760	1
60	110			1				1 997	1 716	2 720	2 240	1,3
	135	85		3				2 267	1 905	3 200	2 560	1,5
	160	110		3				2 613	2 178	3 840	3 040	1,7
	185	135	85	4				2 781	2 355	4 160	3 360	2
	90			1	6,6	11	6,8	4 429	3 927	4 760	4 080	3,1
90	140			1				6 301	5 388	7 480	6 120	4,5
	190	90		3				7 606	6 744	9 520	8 160	5,9
	240	140		3				9 253	8 026	12 240	10 200	7,2
	290	190		3				10 435	9 253	14 280	12 240	8,6
	390	290		3				13 060	11 202	19 040	15 640	11,4
300	100			1	9	15	9	15 659		16 470		11,8
	200			1				22 102		25 620		17,3
	300	100		3				23 324		27 450		22,8
	400	200		3				28 046		34 770		28,3

GCLA

尺寸图



技术参数

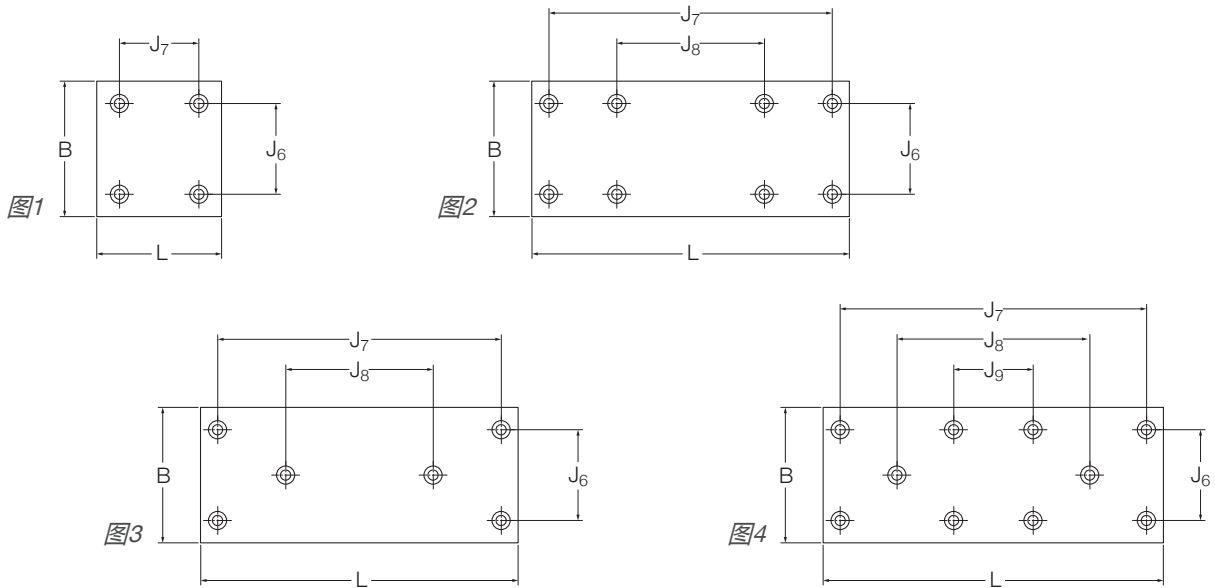
型号 ¹⁾	尺寸			行程 ²⁾												
	-0,2 -0,4 B mm	±0,1 H	L	S ₁	S ₂	B ₁	D _w	G	H ₁ mm	H ₂	H ₃	n x J	J ₁	J ₂		
GCLA 2030	40	21	35	18		18	2	M3	6,5	14	7,5		17,5	15		
GCLA 2045			50	30								1 x 15				
GCLA 2060			65	40	46							2 x 15				
GCLA 2075			80	50	60							3 x 15				
GCLA 2090			95	60	75							4 x 15				
GCLA 2105			110	70	90							5 x 15				
GCLA 2120			125	80	105							6 x 15				
GCLA 3050	60	25	55	30		28	3	M4	8	16,5	8		27,5	25		
GCLA 3075			80	45	55							1 x 25				
GCLA 3100			105	60	80							2 x 25				
GCLA 3125			130	75	105							3 x 25				
GCLA 3150			155	90	130							4 x 25				
GCLA 3175			180	105	155							5 x 25				
GCLA 3200			205	130	180							6 x 25				
GCLA 6100	100	40	110	60	70	45	6	M6	11,5	28	12,5		55	50		
GCLA 6150			160	95	120							1 x 50				
GCLA 6200			210	130	170							2 x 50				
GCLA 6250			260	165	220							3 x 50				
GCLA 6300			310	200	270							4 x 50				
GCLA 6400			410	280	370							6 x 50				
GCLA 9200	145	50	210	130		72	9	M8	14	35	12,5		105	80		
GCLA 9300			310	180								1 x 100				
GCLA 9400			410	350								2 x 100				
GCLA 9500			510	450								3 x 100				

¹⁾ 交货时间一般根据要求而定

²⁾ S₁标准行程订单型号, 如GCLA 2060,

S₂扩展行程订单型号, 如GCLA 2060/L

³⁾ 请参阅第2.3.2章。

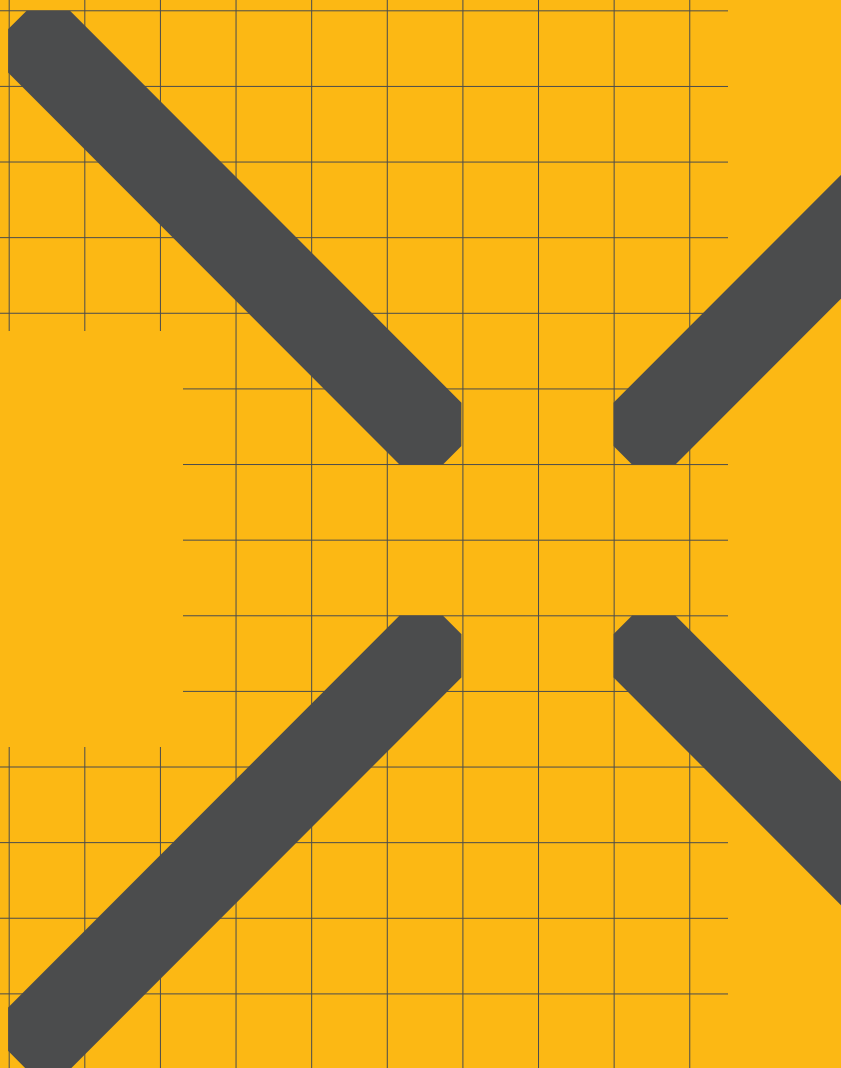


3

J ₆ mm	J ₇	J ₈	J ₉	Fig.	N	N ₁	T	滑台的有效额定 动态载荷		滑台的有效额定 静态载荷 ³⁾		重量 kg
								行程S ₁ C _{eff slide} N	行程S ₂	行程S ₁ C _{0 eff slide} N	行程S ₂	
30	25			1	3,4	6	3,4	394		360		0,11
	40			1				499		504		0,15
	55			1				640	594	720	648	0,19
	70	40		2				769	684	936	792	0,23
	85	55		2				850	769	1 080	936	0,27
40	100	70		2				966	850	1 296	1 080	0,31
	115	85		2				1 040	928	1 440	1 224	0,35
	35			1	4,5	8	4,6	886		960		0,29
	60			1				1 320	1 216	1 600	1 440	0,42
	85			1				1 620	1 422	2 080	1 760	0,55
60	110			1				1 997	1 716	2 720	2 240	0,68
	135	85		3				2 267	1 905	3 200	2 560	0,81
	160	110		3				2 613	2 178	3 840	3 040	0,94
	185	135	85	4				2 781	2 355	4 160	3 360	1,1
	90			1	6,6	11	6,8	4 429	3 927	4 760	4 080	1,5
90	140			1				6 301	5 388	7 480	6 120	2,3
	190	90		3				7 606	6 744	9 520	8 160	3
	240	140		3				9 253	8 026	12 240	10 200	3,8
	290	190		3				10 435	9 253	14 280	12 240	4,5
	390	290		3				13 060	11 202	19 040	15 640	6
300	100			1	9	15	9	15 659		16 470		5,9
	200			1				22 102		25 620		8,7
	300	100		3				23 324		27 450		11,4
	400	200		3				28 046		34 770		14,2

4

安装说明和 手册



4.1 设计规则

4.1.1 指定用途

- Ewellix精密导轨只能用于不存在影响导轨运行的其它杂质污染物,也不会使导轨过载的直线运动。
- 不得将Ewellix精密导轨系统用于户外、潮湿或易爆区域。
- 不得使用挡片作为导轨系统的机械行程限制,否则可能导致保持架损坏。

$$\Delta h = 0,1 \times B_1$$

其中

Δh = 最大高度偏差[μm]

B_1 = 滚动体组件之间的平均距离[mm]

4.1.2 典型安装 - 夹紧布置

精密导轨系统最常见的设计方式是夹紧布置,因为它有多个优点。有些设计也可以采用浮动布置。这两个版本的详细解释见第2.3.4章。

4.1.3 安装表面的精度

导轨系统正常发挥性能的一个重要前提是安装面的精度。对导轨的精度要求越高,运行越流畅,对对应部件的形状和位置的精度要求就越高。

图1和表1显示了各精度等级的表面粗糙度、垂直度和平行度数值。垂直度数值根据安装面的相关高度给出。为了确保滚动体整个长度上的载荷分布均匀,安装面的最大高度差不应该超过 Δh 。

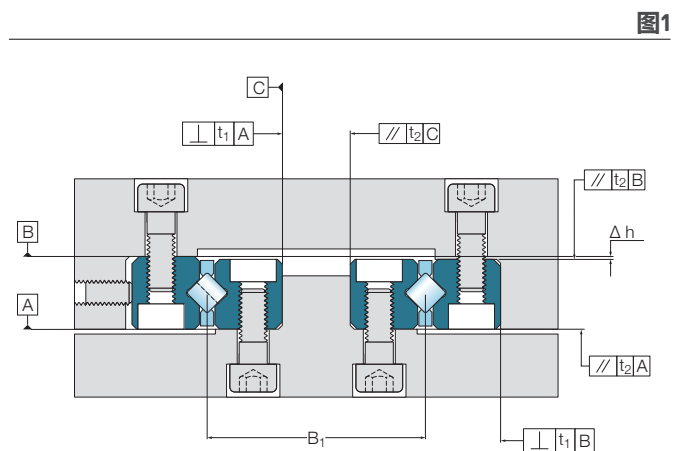


图1

表1

安装面的形位精度

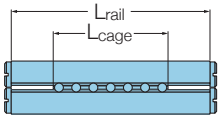
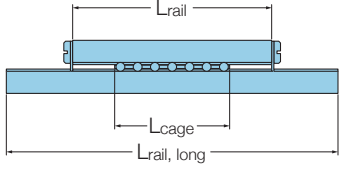
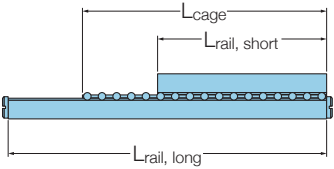
特点	符号	公差	尺寸	精度等级的允许形状偏差		
				P10	P5	P2
粗糙度R ^a	√		μm	1,6	0,8	0,2
垂直度	⊥					
对于交叉滚子和滚珠		t ₁	$\mu\text{m}/\text{mm}$	0,3	0,3	0,3
对于滚针		t ₁	$\mu\text{m}/\text{mm}$	0,1	0,1	0,1
平行度	//					
导轨长度 ≤ 200 mm		t ₂	μm	3	2	1
导轨长度 ≤ 500 mm		t ₂	μm	6	4	2
导轨长度 ≤ 1 000 mm		t ₂	μm	12	7	3
导轨长度 ≤ 1 600 mm		t ₂	μm	10	6	3

4.1.4 挡片逻辑

根据导轨配置的不同,也必须相应地选择挡片。
表2显示了这种逻辑。

表2

挡片逻辑

导轨配置描述		无刮刷器的非超程导轨 (标准)	带刮刷器的导轨		无刮刷器的超程导轨	
						
导轨类型	ACS的类型		长导轨	短导轨	长导轨	短导轨
LWR LWRB LWRE	无	带挡片	无挡片	带挡片和刮刷器	带挡片	无挡片
LWRE	ACS	不需要挡片,但导轨的前端配有安装螺纹。所以挡片可由客户安装。	无挡片	带挡片和刮刷器	不需要挡片,但导轨的前端配有安装螺纹。所以挡片可由客户安装。	无挡片
LWRB LWRE	ACSM	无挡片	无挡片	带挡片和刮刷器	无挡片	无挡片
LWM/V LWRM/V	无	仅在—根导轨上(在M型或V型导轨上)有挡片。	无挡片	带挡片和刮刷器	带挡片	无挡片
LWM/V	ACSZ	不需要挡片,但导轨的前端配有安装螺纹。所以挡片可由客户安装。	无挡片	导轨上装有挡片和刮刷器 — M形截面:可行 — V形截面:不可行	不需要挡片,但导轨的前端配有安装螺纹。所以挡片可由客户安装。	无挡片

无法更改
可以根据要求更改

4.1.5 精密导轨上的倒角

设计周边部件时,必须考虑精密导轨两个基准面之间倒角的公差。c值取决于导轨宽度B (↪ 图2)。

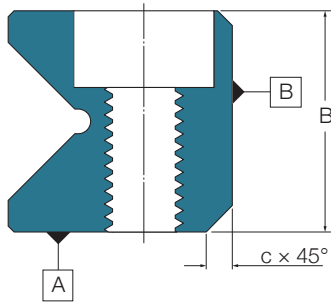
- 导轨宽度 $B \leq 8 \text{ mm}$: $c \geq 0,3 \text{ mm}$
- 导轨宽度 $B > 8 \text{ mm}$: $c \geq 0,9 \text{ mm}$

4.1.6 安装孔之间的距离公差

安装孔之间的距离公差取决于导轨长度 L_{rail} 。下面显示的数值对沿导轨的所有安装孔都有效。可以根据要求提供孔间距离公差更小的导轨。对于长导轨,建议使用特殊的安装螺钉(LWGD) (↪ 图3)。

- $L_{\text{rail}} \leq 300$: $t = 0,6 \text{ mm}$
- $L_{\text{rail}} > 300$: $t = 0,0016 \text{ mm} \times L_{\text{rail}}$

图2



4.1.7 J₁尺寸计算

通常情况下,尺寸 J_1 在导轨两端以对称方式选择。如果是这样,则可以用以下公式计算对称的尺寸 J_1 。

因此必须考虑 J_1 的最小值,见产品表中的 $J_{1\text{min}}$ 值。

$$J_1 = \frac{L - \sum J}{2}$$

如果需要非对称尺寸 J_1 ,可以使用图4所示的 J_1 定义在订购代码中说明。

图3

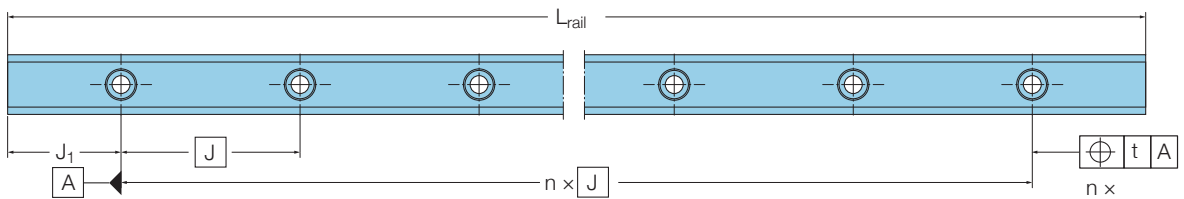
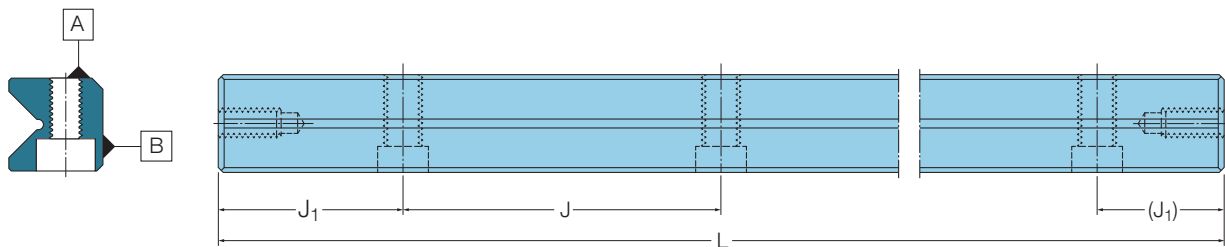


图4

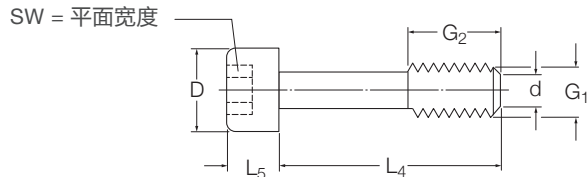


4.1.8 专用锁紧螺钉LWGD

特殊的安装螺钉LWGD有助于补偿制造公差。螺钉的强度等级至少为8.8。所有尺寸列在表3中。

表3

LWGD专用锁紧螺钉



名称	尺寸 G1	G2 mm	L4	L5	D	d	SW	适用的导轨	尺寸
-									
LWGD 3	M3	5	12	3	5	2,3	2,5	LWR LWRE LWRM, LWRV LWRPM, LWRPV	
LWGD 4	M3	5	16	3	5	2,3	2,5		4
LWGD 2211	M4	5	14	4	6	3	3		2211
LWGD 6	M5	8	20	5	8	3,9	4		6
LWGD 9	M6	12	30	6	8,5	4,6	5		9
LWGD 12	M8	17	40	8	11,3	6,25	6		12
LWGD 4020 ¹⁾	M6	10	25	6	9,4	4,6	5	LWM, LWV	4020
LWGD 5025 ¹⁾	M6	10	30	6	9,4	4,6	5	LWM, LWV	5025
LWGD 6035 ¹⁾	M8	12	40	8	12,5	6,3	6	LWM, LWV	6035
LWGD 7040 ¹⁾	M10	17	50	10	15,2	7,9	8	LWM, LWV	7040
LWGD 8050 ¹⁾	M12	20	60	12	17,2	9,6	10	LWM, LWV	8050

¹⁾可按要求提供。

4.1.9 预紧

带有滚动体且处于夹紧布置的精密导轨在安装时应始终保持无间隙，因此要有一定的预紧。预紧可以提高系统的刚度和运行精度。由扭矩载荷 M_y 和 M_z 引起的滚动体组件末端的载荷峰值会因此而减少。

可调预紧力的大小取决于实际应用，最高可达到导轨动态承载能力的20%。这就意味着作用在滚动体上的载荷必须减少，当工作条件需要高预紧力时，应考虑到这一点。相关的部件需要相应的刚度。

导轨可以通过多种方式进行预紧。部分示例见(→图5至7)。最常见的方法是使用紧定螺钉进行调整。这些螺钉的数量至少应等于导轨上的安装孔数量。

要成功使用该方法，需要有经验，以避免“卡住”导轨组件。表4给出了平稳运行的精密导轨系统的近似值，其刚度和摩擦力达到了平衡。

使用相同的数值对带任何ACS系统的滚动组件进行了预紧。

在需要大的预紧力或对运行精度有要求时，建议使用过渡板或调整楔块。对于滚针组件，Ewellix可以提供LWML导轨，它配备了一个内置的调整楔块。

图5 使用紧定螺钉进行的预紧

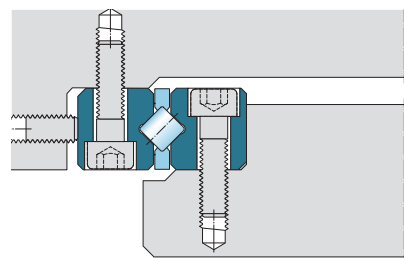


图6 用LWML导轨进行的预紧

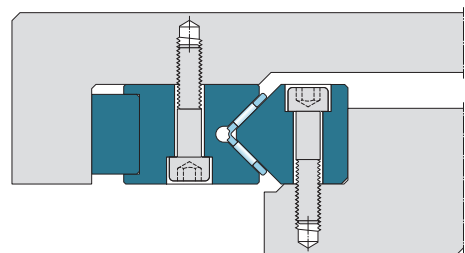


图7

用侧向楔块进行的预紧

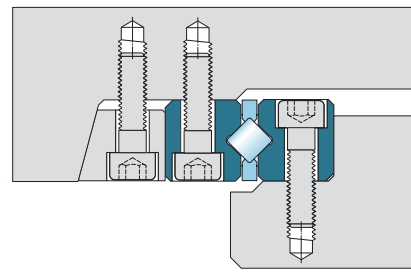


表4

紧定螺钉的拧紧扭矩

导轨类型 ¹⁾	滚动物组件的类型	紧定螺钉距离 mm	紧定螺钉	预紧力系数 %	拧紧扭矩 ²⁾ Ncm
-	-	mm	-	%	Ncm
LWRB 1	LWJK 1,588	10	M2	20	1,8
LWRB 2	LWJK 2	15	M3	10	1,7
LWR 3	LWAK3	25	M3	13	3
LWR 3	LWAK3	25	M4	13	4
LWR 6	LWAL6	50	M5	9	17
LWR 6	LWAL6	50	M6	9	20,4
LWR 9	LWAL9	100	M6	8	67,9
LWR 9	LWAL9	100	M8	8	90
LWR 12	LWAL12	100	M10	8	153,6
LWRE 3	LWAKE3	25	M3	7	6,2
LWRE 3	LWAKE3	25	M4	7	8,3
LWRE 2211	LWAKE3	40	M3	7	9,9
LWRE 2211	LWAKE3	40	M4	7	13,2
LWRE 4	LWAKE4	25	M3	5	9,5
LWRE 4	LWAKE4	25	M4	5	12,7
LWRE 6	LWAKE6	50	M5	3	26,9
LWRE 6	LWAKE6	50	M6	3	32,4
LWRE 9	LWAKE9	100	M6	3	102,2
LWRE 9	LWAKE9	100	M8	3	135,4
LWRM / LWRV 6	LWHV10	50	M6	5	96,9
LWRM / LWRV 6	LWHW10	50	M6	5	96,9
LWRM / LWRV 9	LWHV15	100	M8	2	161
LWRM / LWRV 9	LWHW15	100	M8	2	120,2
LWM / LWV 3015	LWHV10	40	M6	5	77,5
LWM / LWV 3015	LWHW10	40	M6	5	77,5
LWM / LWV 4020	LWHV15	80	M8	2	128,8
LWM / LWV 4020	LWHW15	80	M8	2	96,1
LWM / LWV 5025	LWHV15	80	M8	2	128,8
LWM / LWV 5025	LWHW15	80	M8	2	96,1
LWM / LWV 6035	LWHV20	100	M10	2	294,9
LWM / LWV 6035	LWHW20	100	M10	2	217,8
LWM / LWV 7040	LWHW25	100	M12	2	395,9
LWM / LWV 8050	LWHW30	100	M12	2	507,9

¹⁾ 带有滑动涂层的精密导轨不应预紧。

²⁾ 拧紧扭矩针对干燥、未润滑过的紧定螺钉。

4.1.10 锁紧螺钉的拧紧力矩

根据相邻部件的材料和螺钉的大小, 安装精密导轨时必须使用不同的拧紧力矩值(↳ 表5)。给出的数值也适用于特殊的安装螺钉LWGD。

表5

锁紧螺钉的拧紧扭矩

强度等级为8.8的锁紧螺钉的数据

材料	螺钉尺寸	M2	M2,5	M3	M3,5	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M14	
铝	拧紧扭矩	[Nm]	0,21	0,44	0,77	1,2	1,7	3,4	6	15	29	50	80
	最小拧入长度	[mm]	3,2	4	4,8	5,6	6,4	8	10	13	16	19	22
铸铁	拧紧扭矩	[Nm]	0,25	0,52	0,92	1,4	2,1	4,1	7	17	34	60	94
	最小拧入长度	[mm]	3	3,8	4,5	5,3	6	7,5	9	12	15	18	21
钢	拧紧扭矩	[Nm]	0,3	0,61	1,1	1,6	2,4	4,8	8	20	40	69	110
	最小拧入长度	[mm]	2,4	3	3,6	4,2	4,8	6	7,2	10	12	14	17

4.2 安装

4.2.1 重要要求

以下说明描述了Ewellix精密导轨系统的安装程序。在开始安装过程之前,请仔细阅读这些说明。要获得最佳的性能并避免安装引起的导轨故障,方法和清洁度是安装精密导轨时的核心。安装应在干燥、无尘的室内进行,远离金属加工机和其他会产生切屑或灰尘的机器。在安装导轨之前,应该准备好所有必要的零件和设备。务必使用适当的工具和测量装置。导轨是精密产品,应谨慎处理。不遵守说明可能会缩短系统的使用寿命或造成安全风险。

4.2.2 一般安装规则

直线导向系统的所有部件都应仔细清洗、去毛刺并消磁,并根据规格检查所有相邻部件的形状和尺寸的准确性(↳ 第4.1.3章)。导轨在安装前不应该从原包装中取出,以减少受污染的风险。拆开包装后,必须去除防锈油。当使用SKF LGEP2润滑脂时,缓蚀剂可以保持在滚道上。导轨的基准面和相邻部件的安装面应仔细清洁,并略微上油,以防止运行中的接触腐蚀。基准面A一般在Ewellix标签的反面。在安装之前,将选择的润滑剂涂在滚道和滚动体组件上。

注释: 为了保持精密导轨的高性能,建议不要将不同包装的导轨混合(↳ 第2.1.12章)。

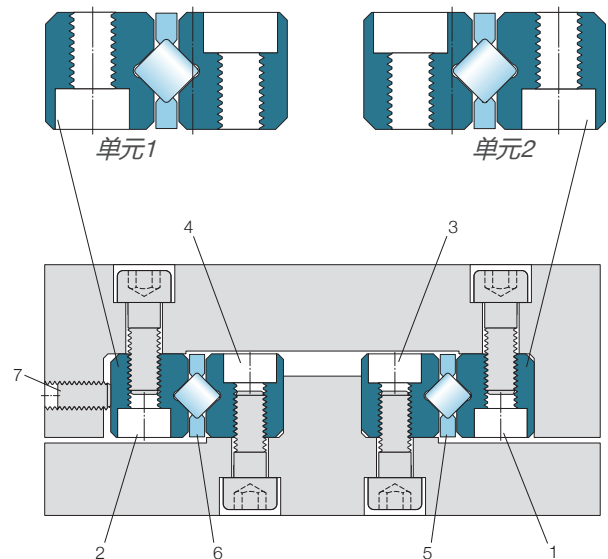
4.2.3 不带防滑系统的导轨的安装

安装采用夹紧布置的导轨时,应按以下顺序进行(图8)。

1. 将内轨3和4压在安装面,用螺栓固定,并施加规定的扭矩。
2. 将固定的导轨1压在配合的安装面上,用螺栓固定,并施加规定的扭矩。
3. 将外轨2压在其对应的位置上,用螺栓略微固定。
4. 将润滑后的滚动体组件5和6移动到其预期位置(通常是中心位置)。
5. 外轨2用于预紧力调整,因为根据应用情况,夹紧布置必须在零间隙或预紧的情况下运行。使用扭矩扳手通过紧定螺钉7调整预紧力。正确的调整顺序见紧定螺钉上的数字,如图9中所述。确保从内到外拧紧紧定螺钉,并将滚动体置于相应的紧定螺钉下方。第4.1.9章的表4提供了推荐的拧紧扭矩,这些值只应作为近似值考虑。



图8 安装顺序



- 6. 外轨2上的固定螺栓要用规定的扭矩拧紧。
- 7. 检查导轨系统的运行精度。
- 8. 应采取措施,确保紧定螺钉不会因自行解锁而丢失。有可行性的几种选择:
 - 8.1 用粘合剂固定。
 - 8.2 护盖可以防止紧定螺钉丢失。
- 9. 若适用,安装挡片。
- 10. 安装导轨系统的外部终点限位。滚动体组件不应作为终点限位的对应部件。

- 8. 外轨2上的固定螺栓要用规定的扭矩拧紧。
- 9. 检查导轨系统的运行精度
- 10. 应采取措施,确保紧定螺钉不会因自行解锁而丢失。有可行性的几种选择:
 - 10.1 可以用粘合剂固定。
 - 10.2 盖上盖子,防止紧定螺钉丢失。
- 11. 若适用,安装挡片。
- 12. 安装导轨系统的外部终点限位。滚动体组件不应作为终点限位的对应部件。

4.2.4 带防打滑系统的导轨的安装

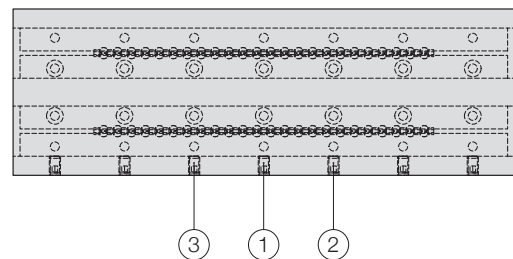
为了避免造成防打滑系统的损坏,导轨必须作为预装配单元进行安装,并正确定位滚动体组件。任何施加在ACS控制机构上的力都会导致其损坏。

以下说明适用于所有类型的防打滑系统(ACS、ACSM、ACSZ)。

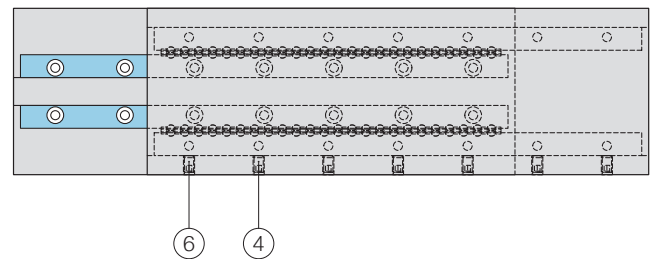
- 1. 外轨1、内轨3和经过润滑的滚动体组件5共同作为单元1,滚动体组件置于正确的位置--通常是中心位置。
- 2. 单元2应以同样的方式准备,使用内轨4、外轨2和滚动体组件6。
- 3. 两个单元都从正面推入到底部部件和顶部部件之间的理想位置。
- 4. 将单元1压在安装面上,用螺栓固定,施加规定的扭矩。
- 5. 将内轨4压在配合的安装面上,用螺栓固定,并施加规定的扭矩。
- 6. 将外轨2安装到其对应的部件上,并用螺栓略微固定。
- 7. 外轨2用于预紧力调整,因为根据应用情况,夹紧布置必须在零间隙或预紧的情况下运行。使用扭矩扳手通过紧定螺钉7调整预紧力。正确的调整顺序见紧定螺钉上的数字,如图9中所述。确保从内到外拧紧紧定螺钉并将滚动体置于相应的紧定螺钉下方。第4.1.9章的表4提供了推荐的拧紧扭矩,这些值只应作为近似值考虑。

图9 预紧顺序

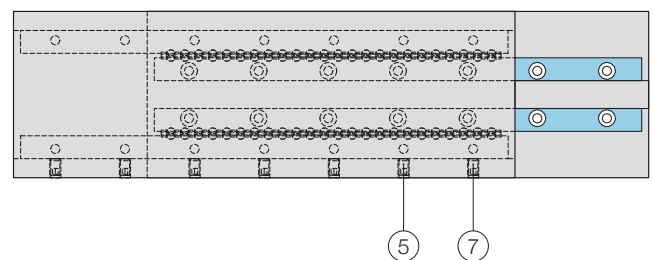
中心位置的运动部件;螺钉1、2、3



端部位置的运动部件;螺钉4、6



另一个端部位置的运动部件,螺钉5、7



4.3 维护

4.3.1 润滑

Ewellix精密导轨通常需要极少量的润滑剂。润滑脂和油都可以使用。不适用含有固体添加剂的润滑剂，或研磨乳剂和冷却剂。

在正常工作条件下，一般使用润滑脂进行导轨的润滑。与油相比，润滑脂更容易保留在导轨装置中，尤其是当导轨安装在倾斜或垂直位置时。润滑脂还有助于防止污染物和水分进入。

由于导轨几乎都是在边界或混合摩擦条件下运行（特别是在低速应用中），因此建议使用含有极压（EP）添加剂的润滑脂。Ewellix推荐使用SKF导轨润滑脂LGEP2。这种润滑脂以锂皂和矿物油为基础。它具有优良的防水和抗腐蚀性性能，可在-20°C至+110°C的温度范围内使用。

如果相邻机器部件采用油润滑，或者涉及高速行进，通常采用油润滑。一种简单的油润滑方法是油滴法。适合使用含有EP添加剂且粘度在ISO VG 45至200范围内的普通矿物油。

润滑油可以利用导轨之间的横向间隙轻松提供给导轨。如果由于装置设计的原因无法做到这一点，可以提供带有润滑孔的导轨，在这种情况下应向Ewellix提供图纸，说明孔的大小和位置。也可以连接中央润滑装置（可由Ewellix提供）。请注意，ACS的齿轮及其轴也必须进行润滑。

4.3.2 补充润滑间隔

关于精密导轨的再润滑间隔没有一般规则，必须根据每个应用单独确定。但我们建议至少每年重新润滑一次。

4.3.3 维修

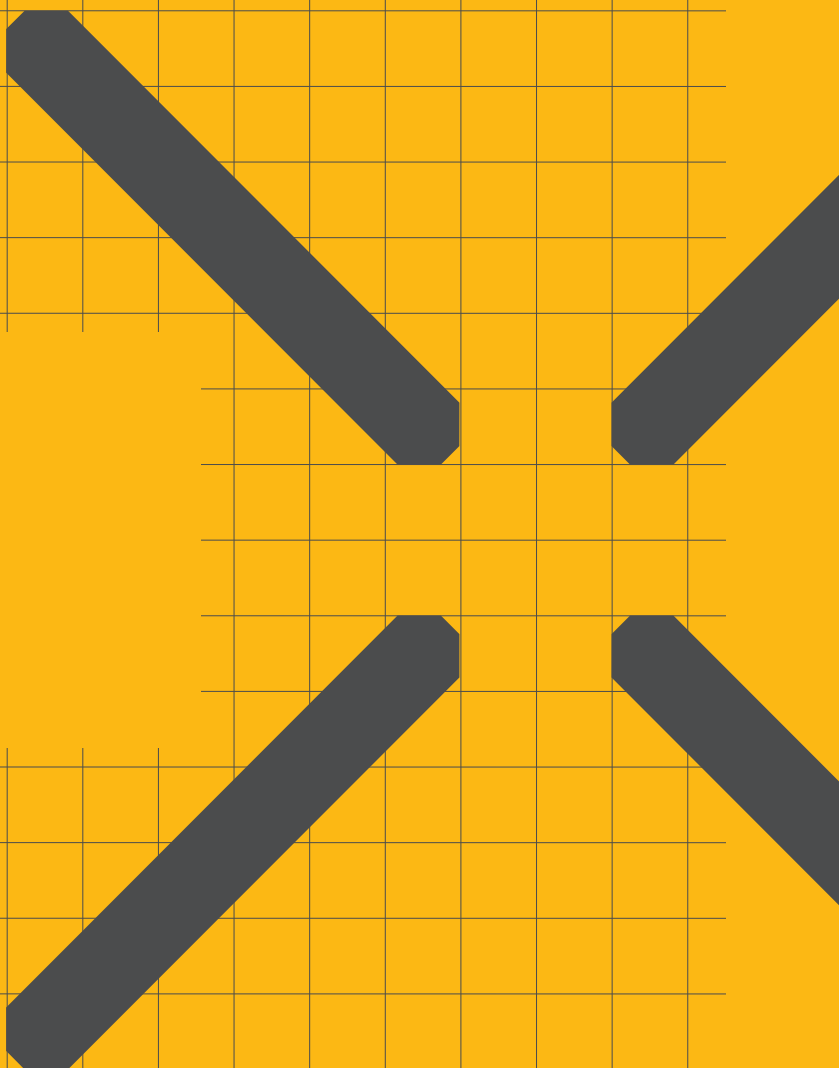
如果精密导轨系统已达到其使用寿命并需要更换，Ewellix建议更换整个系统。重新订购时，请确定尺寸、导轨长度、J₁尺寸（从导轨端部到第一个安装孔的距离）、孔的类型和行程或滚动体组件的长度。

4.3.4 稳态振动/运输/存储

如果精密导轨长期静止并受到来自外部的振动，滚动体和滚道之间接触区的微动将导致这些表面的损坏。这种损坏会导致振动显著增加，从而产生运行噪音，并因材料疲劳而过早失效。应不惜一切代价避免这种损坏，例如将导轨与外部振动隔离，并在运输过程中采取适当的预防措施。

5

订购代码



精密导轨的订购代码

	LW	RE	9	0300	ACS	50	/	P5	/		/		/		/		/	J ₁ = 25
--	----	----	---	------	-----	----	---	----	---	--	---	--	---	--	---	--	---	---------------------

LWRE90300 ACS 50/P5/J₁=25

类型 _____

RB
R
RE
RM
RV
M
V
RPM¹⁾
RPV¹⁾

尺寸 _____

例如6、9或6035, 取决于类型

长度单位: mm _____

对于尺寸1、2、3、4、6、2211和3015: 3位数字
对于尺寸9和4020至8050: 4位数字

防打滑系统 _____

无代码, 无任何ACS
用于LWRE的ACS
用于LWRB和LWRE的ACSM
用于LWM/LWV的ACSZ

防打滑系统的行程, 单位mm _____

(↳ **第1.3章**)
无代码标准, 在整个长度上有齿
对ACS和ACSZ而言可能, 但对ACSM不可能的值; 始终对称

精度等级 _____

P10 标准 (不需要代码)
P5 中
P2 高

圆角 _____

无代码, 无
EG 两端的圆角

材料/涂层 _____

无代码 标准, 如**2.1.1章**所述
HV 不锈钢导轨 (ACSM的标准)²⁾
HD 薄而密的铬涂层²⁾

端面孔 _____

无代码标准, 如**第3章**中的尺寸图所示
E1 无螺纹端面孔 (ACSM、LWRPM和LWRPV的标配)
E7 带螺纹端面孔 (ACSM、LWRPM和LWRPV)

安装孔选项 (根据要求) _____

无代码标准, 如产品表中所述
03 螺孔²⁾
10 通孔²⁾
13 集成在导轨上的螺纹嵌件 (仅适用于LWM和LWV)
15 带埋头孔的通孔 (LWM和LWV的标准, 不需要代码)²⁾

J₁尺寸 (mm) _____

无代码 标准, 两端对称的J₁
值 非对称的J₁ (mm); 定义 (↳ **第4.1.7章**)。

¹⁾ 仅在精度等级P10中
²⁾ 交货时间根据要求而定

滚动体组件的订购代码

LW AKE 9 x 13 ACS /

LWAKE9x13 ACS

类型

- LWRB JK
- LWR AL, AK
- LWRE AKE
- LWRM/V和LWM/V HV, HW

尺寸

- LWJK 1, 2
- LWAK 3
- LWAL 6, 9, 12
- LWAKE 3, 4, 6, 9
- LWHW 10, 15
- LWHW 10, 15, 20, 25, 30

长度

滚珠和滚子组件的滚动体数量
滚针组件的长度 (mm)

防打滑系统

- 无代码 无任何ACS
- LWAKE ACS
- LWJK和LWAKE ACSM
- LWHW ACSZ

精度等级

- 无代码 标准, 如产品表中所述
- G1 高 (仅适用于滚针组件)

专用锁紧螺钉的订购代码

LWGD 9

LWGD 9

尺寸

- 3, 4, 6, 9, 12, 2211 用于模块化系列的所有导轨和尺寸2211
- LWM/V 4020¹⁾, 5025¹⁾, 6035¹⁾, 7040¹⁾, 8050¹⁾

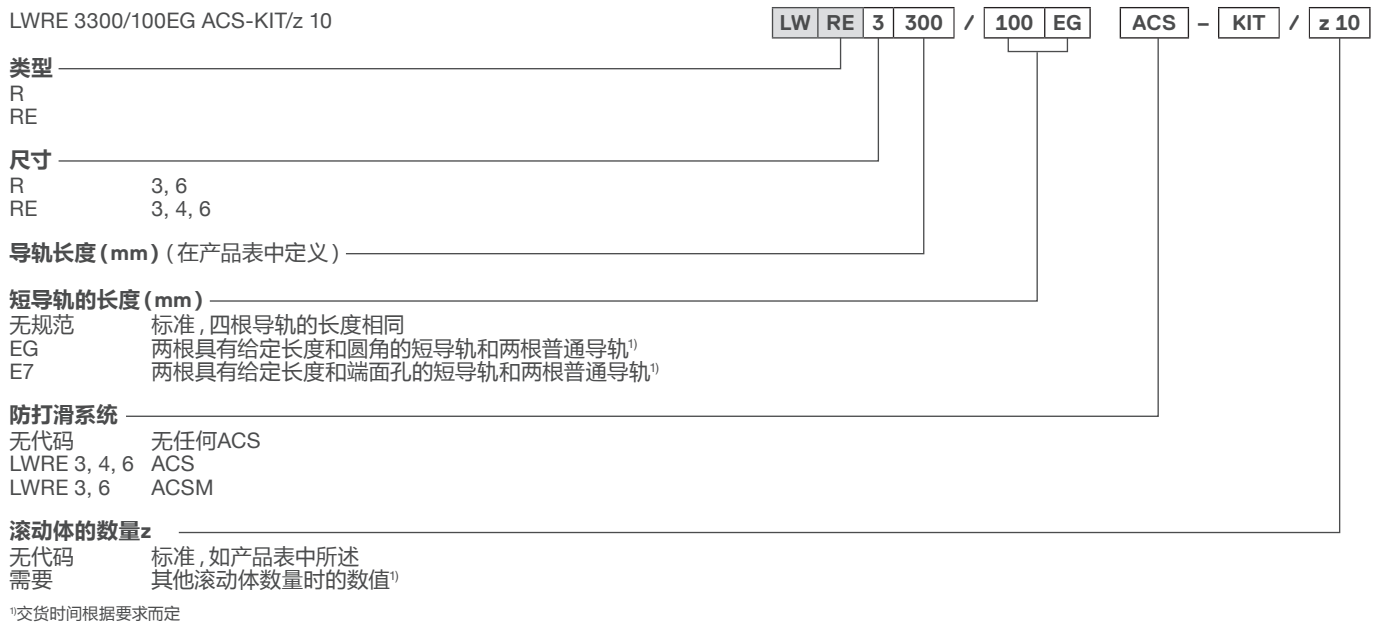
一般来说, 必须输入与导轨相同的尺寸。

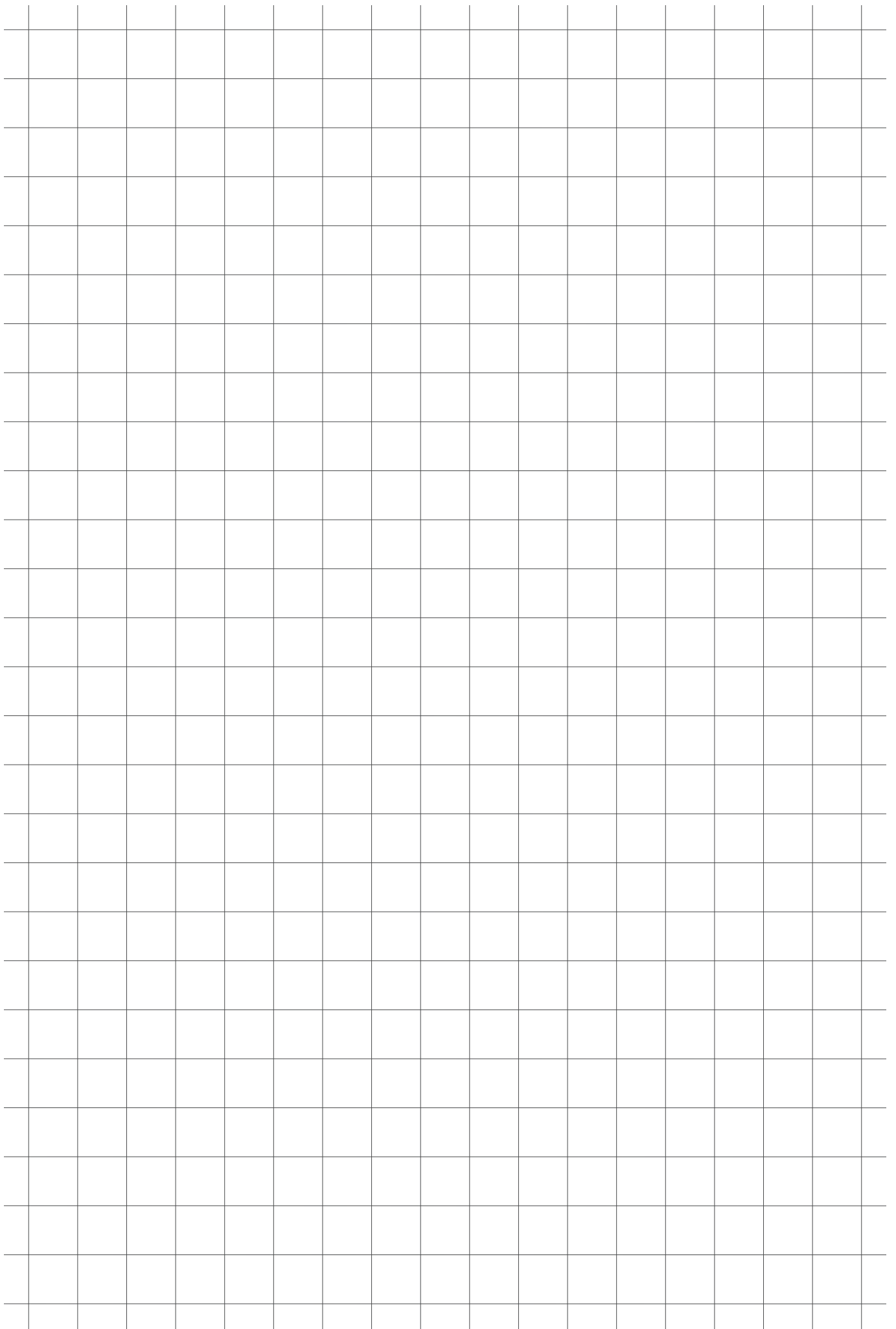
¹⁾可按要求提供

挡片的订购代码



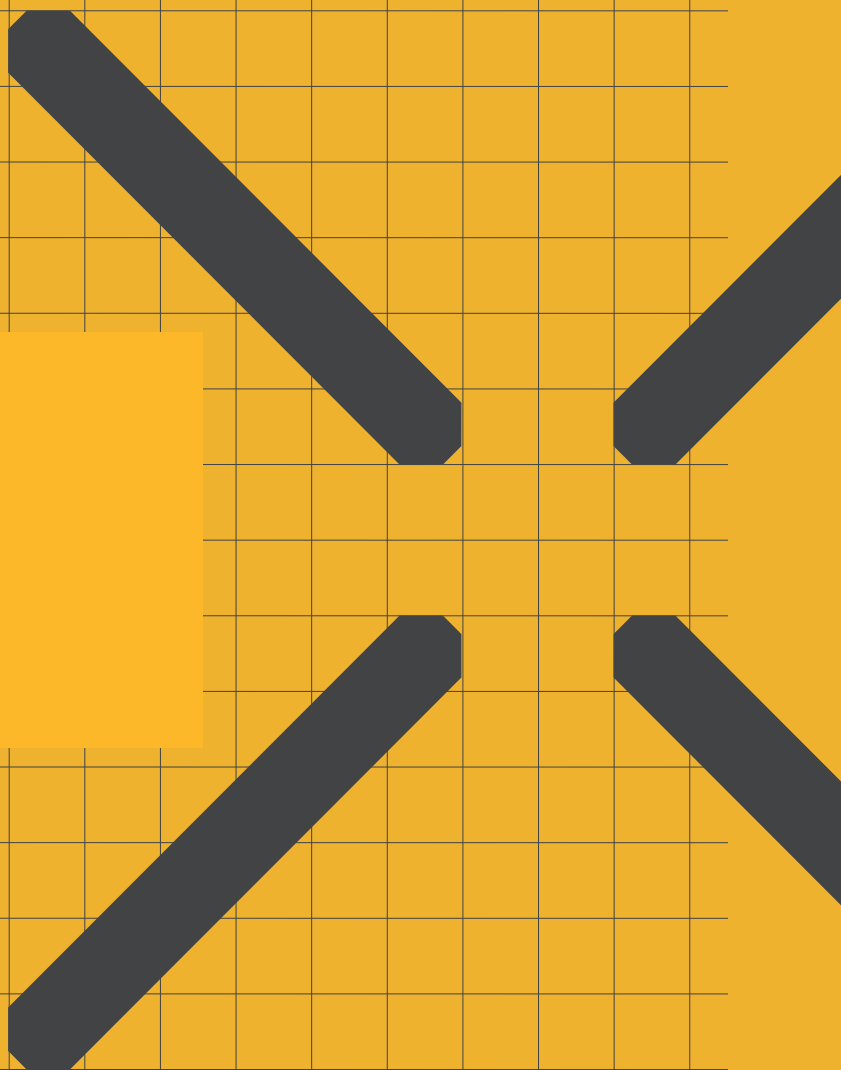
套件包中的精密导轨订购代码





6

规格表



规格表 - 精密导轨

请在表格中填写所有可用信息，并将其发送给您的Ewellix代表或授权经销商，以便进行产品选择。

Ewellix联系人	日期
------------	----

概述

顾客			联系信息	
公司			联系人姓名	
地址1			工作职位	
地址2			部门	
邮政编码/邮政编码	城市	州	电话 (包括国家代码)	手机 (包括国家代码)
国家			邮件	
项目名称				

请求的原因

当前产品/品牌	描述
<input type="radio"/> 替换	<input type="radio"/> 新设计
	<input type="radio"/> 其他

应用/行业

<input type="radio"/> 工厂自动化	<input type="radio"/> 食品和饮料	<input type="radio"/> 机床	描述
<input type="radio"/> 医疗	<input type="radio"/> 半导体	<input type="radio"/> 其他	

出口管制和Ewellix政策 (必须标记)

<input type="radio"/> 该应用不是国防和/或核工业的附属或组成部分 (也不附带详细的功能)。该应用为民用应用。

商业信息

概况	数量, 件	批量, 件	供应的开始时间, YYYY MM DD	目标价格/每件	货币
<input type="radio"/> 一次性业务					
<input type="radio"/> 每年重复的业务					

应用描述

产品详情

产品名称 (如已知)

导轨的精度等级

 P10 (标准) P5 (中) P2 (高)

滚动体组件的名称 (如已知)

需要防打滑系统 (建议用于高加速度或垂直系统)

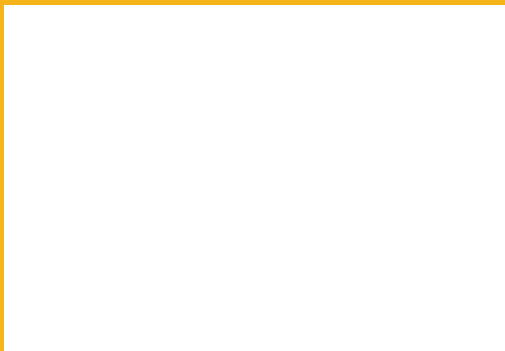
 是 否

需要的配件

 挡片 名称 带刮刷板的挡片 名称
(需要长、短导轨) 特殊安装螺钉 - LWGD

安装到完整系统中的精密导轨

 GCL GCLA 带驱动装置的系统, 如滚柱丝杠



ewellix.cn

© Ewellix

本出版物的所有内容均归伊维莱所有，未经许可，不得复制或提供给第三方（即使仅是摘录）。因印刷遗漏或错误造成的损坏或其他损失，伊维莱不承担任何责任。实际产品的外观可能与照片略有不同。由于我们的产品不断改进，产品的外观和规格请以实物为准，如有更改，恕不另行通知。

PUB IL-06001/3 CN-April2021

使用的某些图片经Shutterstock.com授权。
SKF和SKF标志是SKF集团的商标