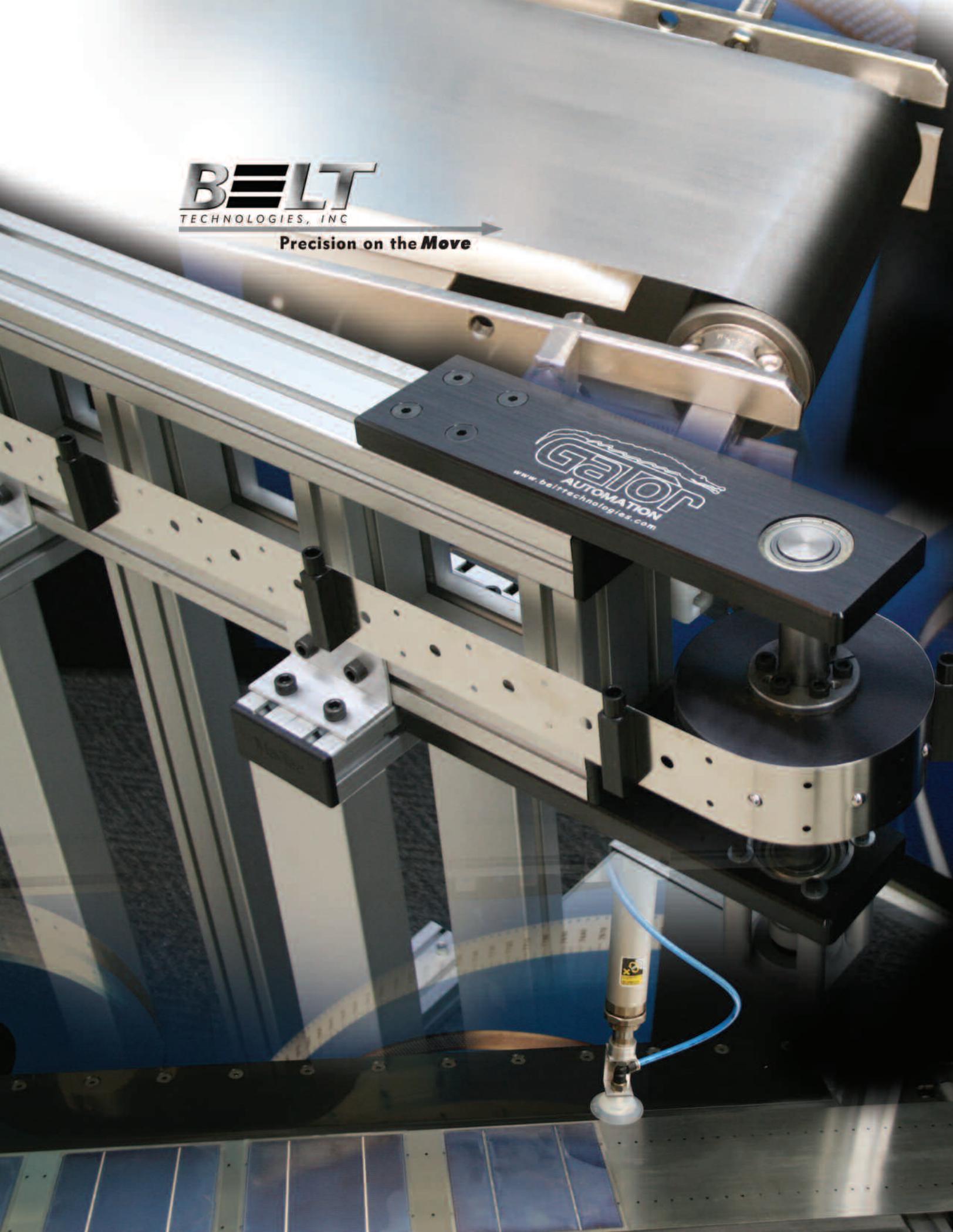


**BELT**  
TECHNOLOGIES, INC

Precision on the *Move*

**Gallop**  
AUTOMATION  
[www.belttechnologies.com](http://www.belttechnologies.com)



# 简介

Belt 技术公司编写的本设计指南旨在为工程师提供参考资料，详细介绍金属带设计和应用的基本原理，其中包括以下主题：

- 为什么要考虑在您的应用中使用金属带
- 金属带、驱动带及其应用
  - 皮带轮
  - 表面加工
  - 设计注意事项
  - 传送带使用寿命
- 金属带材料（附录）

我们希望此处提供的信息能够帮助您理解金属带的多种益处，并向您提供确定需要使用的金属带所需的知识。

因为任何两家客户都不会有完全相同的需求，Belt 技术公司按照独特的规格设计每一种产品。因此，请记住本设计指南无法包括每一种可能存在的应用。可能存在本设计指南未叙述的一流的金属带应用（可能包括贵方的应用）。

请与 Belt 技术公司联系，与我们工程设计人员讨论您的想法。请使用背面内封页上的设计核查单帮助我们了解您的项目。本公司的长期成功在很大程度上取决于我们不断改进金属带技术和开发新解决方案的能力。

## 目录

3  
为什么要考虑在您的应用中使用金属带

4  
金属带、驱动带及其应用

5 - 6  
皮带轮  
设计  
材料  
公差  
皮带轮类型

7  
表面加工  
特氟龙  
聚氨酯或氯丁橡胶  
硅树脂  
硬质涂层阳极化处理  
选择

8 - 14  
设计注意事项  
系统设计指南  
负载  
精密度  
定位精密度  
可重复性  
传送带偏移控制  
同步  
张力  
系统框架硬度  
反向弯曲  
悬臂轴  
磁渗透性  
传送带下垂  
高温  
传送带蠕变  
设计产生的限制  
传送带使用寿命

15  
附录：  
金属带材料

16 - 24  
皮带轮设计指南  
使用金属带之皮带轮基本设计理念

金属带设计核查单  
背面封底内页

工程师具体说明金属带具有使用其他产品或材料所不具备的多种选择。以下是其中一些重要的特征与益处。

- **高强度与重量比：**

这对几乎每一种要求高强度、轻重量或二者均要求的应用都是一种有利的条件。

- **耐久性：**

金属带能够在极端的温度、严酷的环境和真空中长期存放。可使用多种合金，每一种合金都具有对化学品、湿度和侵蚀的独特抵抗能力。工程师通常按照传送带的物理属性、可用性和费用选择传送带材料。

- **无润滑剂：**

不像炼条中的炼节，金属带是一个单一组件，因此不会产生任何因部件摩擦所需的润滑。从而可减少系统维护工作，提高可靠性和保持系统清洁。

- **无伸缩性：**

与其他传送带类型和链条相比，具有很高弹性系数的弹簧钢使金属带基本上无伸缩性。这种优异性能使金属带特别适合要求精密定位的应用。

- **平稳的操作：**

金属带不会出现其他类型传送带和链条经常出现的弦线运动跳动，从而导致控制系统运动剖面的精确转换。

- **精确性和可重复性：**

金属同步带可加工为使不同位置之间的节距精度达到 $\pm 0.013$ 毫米。这种高度的精密性对于设计分度、定位或加工设备极为宝贵。

- **良好的热传导和电传导性能：**

金属带可以热、冷和电流形式传送能量。

- **无静电聚积：**

金属带可放射静电，这是制造电子部件（例如集成电路和表面安装设备）所需的至关重要的性能。

- **清洁：**

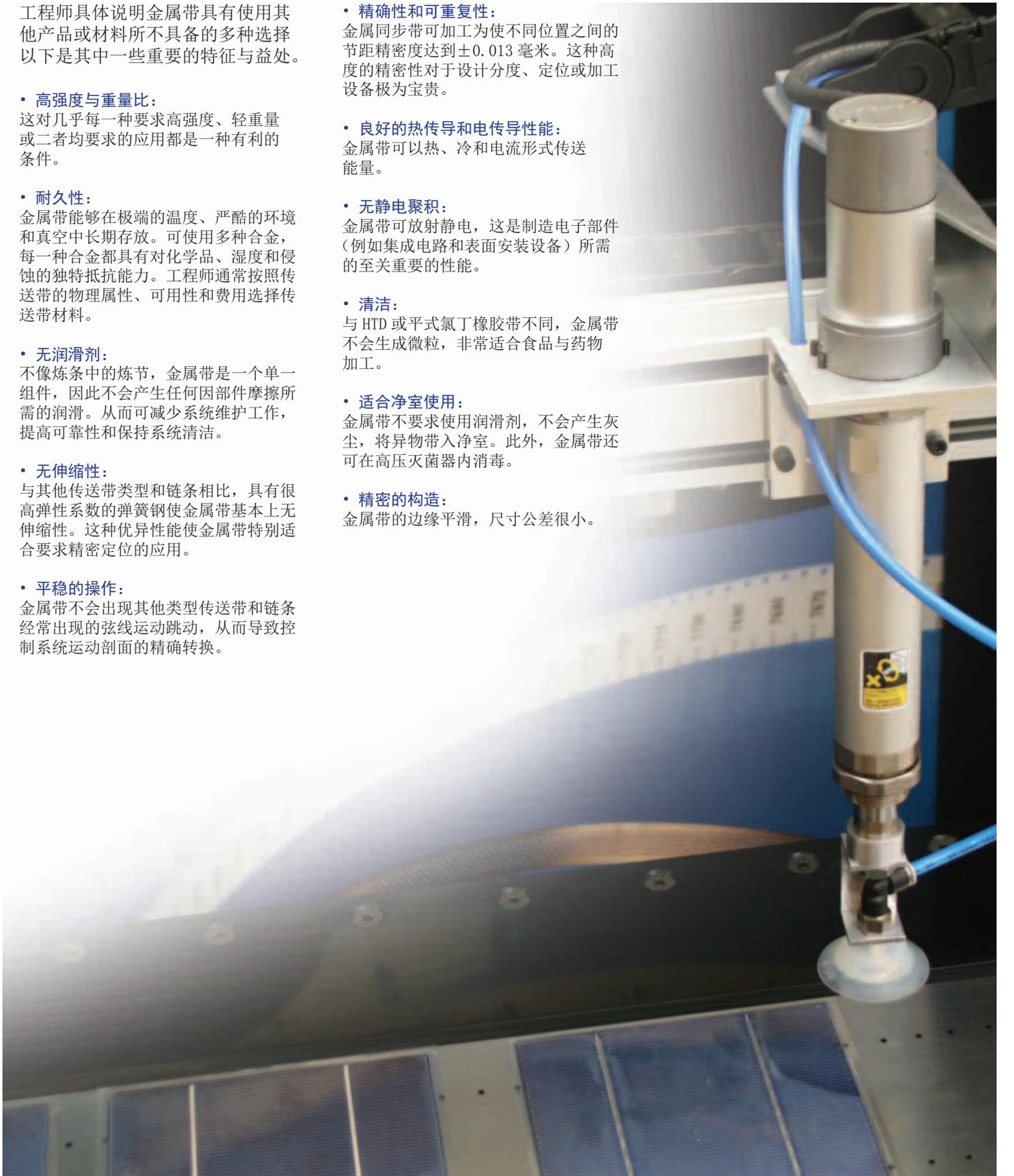
与HTD或平式氯丁橡胶带不同，金属带不会生成微粒，非常适合食品与药物加工。

- **适合净室使用：**

金属带不要求使用润滑剂，不会产生灰尘，将异物带入净室。此外，金属带还可在高压灭菌器内消毒。

- **精密的构造：**

金属带的边缘平滑，尺寸公差很小。



**平面带：**

平面金属带是用焊接方法将金属带的两端焊接在一起，形成一个带环。在太空项目中首先使用的高能量光束焊接技术形成极为平整的对接焊缝，非常坚固和光滑。平面金属带的一些主要应用包括：

- 传送
- 热封
- 薄片成型
- 成像

**穿孔带：**

穿孔带是用精密穿孔方法制造的平面金属带，可采用机械方法或非冲击式方法打孔。穿孔带可用于以下应用：

- 同步
- 定位输送
- 真空传送
- 网孔式传送
- 分度

图 1 平面带

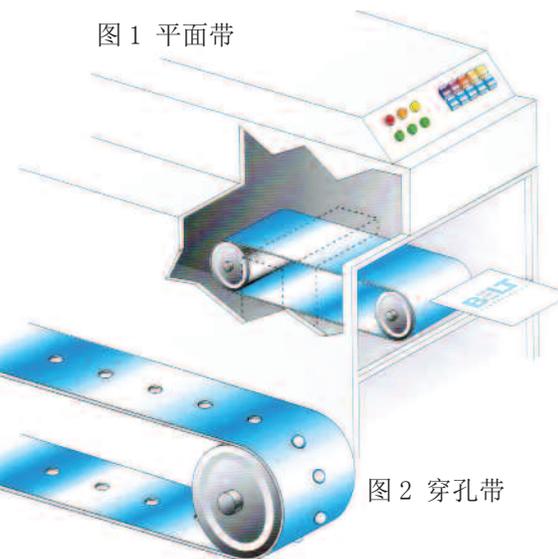


图 2 穿孔带

**带附件传送带：**

穿孔金属带上还可以装配精密机械加工、浇铸或铸造的附件，提供无与伦比的定位精确性和可重复性，用作产品传送装置或控制制造程序的具体阶段。具体应用包括：

- 用于自动化装配的精密定位分度
- 引线框架驱动
- 定时传送线路
- 包装系统

**驱动带：**

金属驱动带是用同样优质的金属条作为金属带，但是与传送带的不同之处是，驱动带不是环形。驱动带装配有专门的终端附件或穿孔。驱动带的后冲力可达到零或接近零的水平，具体应用包括：

- 定位输送
- 绘图器
- 机械手
- 读/写头定位
- 光学组件驱动

图 3 带附件金属带

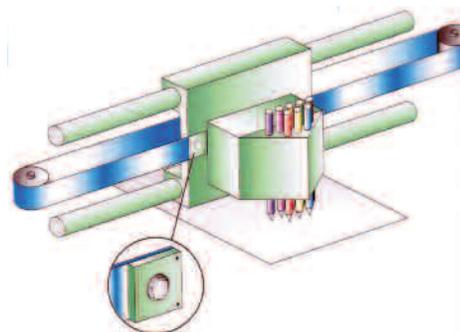
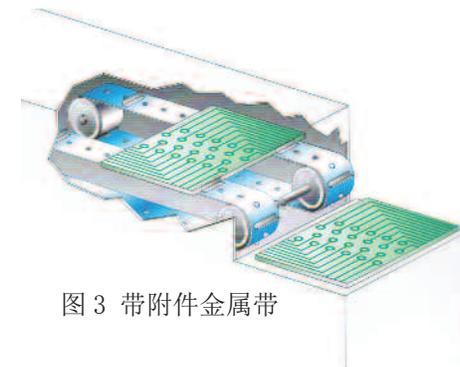


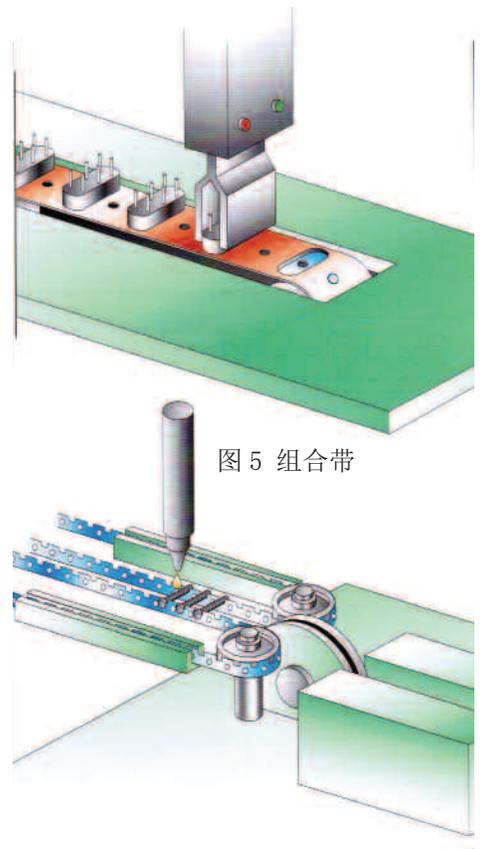
图 4. 驱动带

**组合带：**

为了达到系统目标，经常需要采用传送带组合的方法。可使用附件或穴槽的方法为部件定位，同时通过金属带的孔眼抽吸真空，在传送过程中固定部件。亦可使用特殊的几何形状的边缘，使之符合部件的外形，同时经由附件为部件定位，使之符合定时要求。具体应用包括：

- 定时部件嵌套
- 部件定向和传送
- 自动尺寸/电气检查
- 高速包装
- 切割

图 5 组合带



所有的金属带和驱动带均须围绕皮带轮运行。Belt 技术公司设计和制造优化金属带独特性能皮带轮。

### 设计:

传送带系统的大多数皮带轮都采用以下三种形式之一：圆形、工字形或加盖管形。任何此类皮带轮均可设计为带有驱动凸缘定时穴槽、凸形沟槽、传统的定时齿或 Belt 技术公司的专利滚珠轴承定时齿。

### 圆形

由于圆形皮带轮成本较低，大多数系统设计采用圆形皮带轮。通常，圆形皮带轮的尺寸最大外径为 152 毫米，最宽为 102 毫米。

### 工字形

随着直径和宽度增加，旋转惯性的问题可能要求皮带轮带有工字形截面。将工字形剖面加工后放入圆形皮带轮，既要保持皮带轮的完整性，又要大量减轻重量，从而降低旋转惯性的效果。在工字梁板上加工圆孔可进一步减轻重量。

### 加盖管形空心轮

此类皮带轮在管材两端附加端盖，以便管道壁有足够的厚度，保证适当的强度。然后，对该加盖组件进行加工，使之达到圆度和同心度的严格规格。减轻重量但不影响强度至关重要。

### ISP - 独立可转向皮带轮

这种皮带轮设计能自动追踪皮带，藉由更改皮带相关宽度且调整皮带和皮带轮的角度，从而将皮带的偏移控制自动化。ISP 的设计是让可转向套环和密封轴承组装到皮带轮本身，而不是经由枕块来左/右或上/下移动皮带轮轴。这个系统可以结合到工字形、圆形或加盖管形皮带轮设计中。

### 材料:

为了满足您的具体应用需求，可用各种不同的材料制造皮带轮。

### 铝

经过硬质涂层阳极化处理的铝是常用的材料。这种组合具有牢固、重量轻、耐磨、成本低和效率高的特点。但是，极端温度可能是一个限制因素，在真空环境中排气可能会成为问题。

### 不锈钢

在腐蚀性操作环境中，不锈钢是一种良好的选择。不锈钢还具有优异的耐磨性和强度等特点。

有多种不同的合金可供使用，每一种都具有特殊的优越性。

### 非金属材料

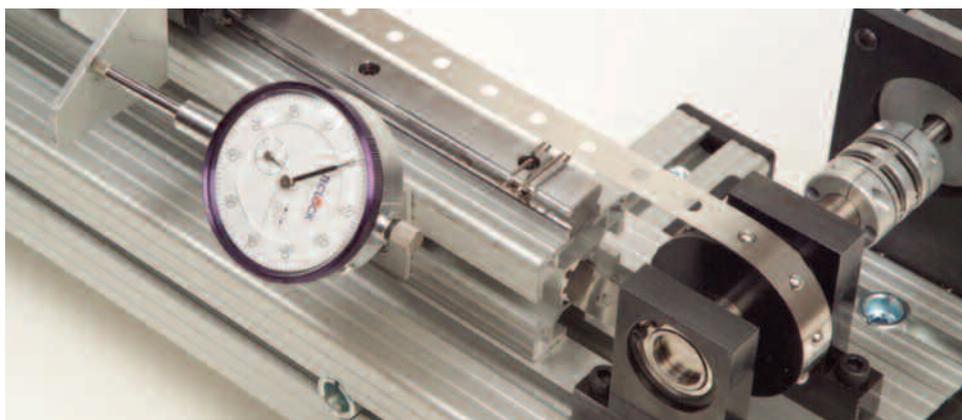
某些塑料具有优异的耐磨性和强度。在某些应用中和大量应用时，塑料比金属皮带轮成本低。

### 公差:

表 1 显示定时和摩擦驱动轮的主要设计尺寸的典型公差。这些公差适用于三种皮带轮体设计：圆形、工字形和加盖管形。

表 1 皮带轮公差（直径最大为 355 毫米）

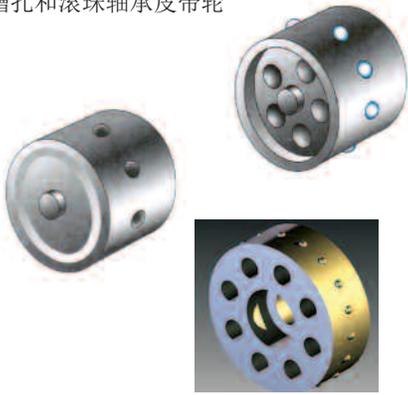
	同步轮 英寸（毫米）	摩擦轮 英寸（毫米）
传动带支撑直径(外径)	±.0015" (.038)	±.002 (.051)
正面宽度	±.010" (.254)	±.010" (.254)
孔直径	+.001"/-0.0000" (+.025/-0.00)	+.002"/-0.0000" (+.051/-0.00)
同心度	.002" (.051)	.002" (.051)
同步位置	±10 弧度秒	不适用



皮带轮类型:

尽管皮带轮具有各种不同的形式、材料和设计特征，皮带轮通常用于以下两种目的之一：摩擦驱动或定时。

图 6. 槽孔和滚珠轴承皮带轮



摩擦驱动

摩擦驱动轮通常是平面且不具有定时组件。

通常建议不要使用凸面皮带轮。如需讨论具体原因，请洽 Belt 技术公司熟悉金属带动力学的工程师。如需使用凸面皮带轮，可使用两种几何图形：鼓形和梯形。鼓形凸面对金属带的压力较小，但加工难度较大，成本更高。梯形凸面成本较低、效率较高、性能良好，但应避免较高传送带张力负荷的应用，因会升高凸面和斜面临界点之间的应力。弯曲这些点会有所帮助，但无法消除大幅升高的应力。

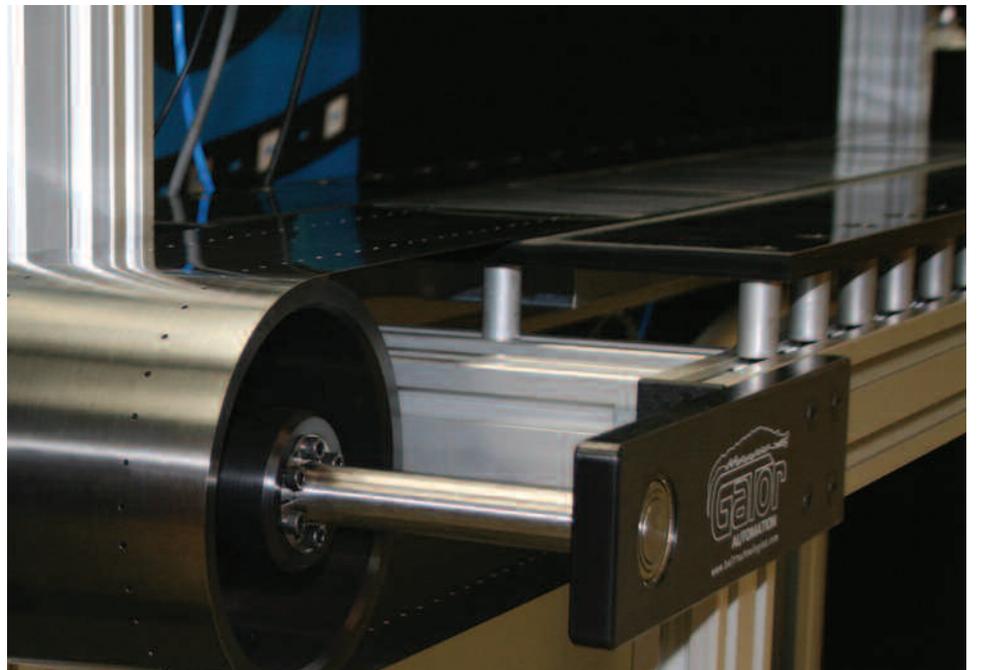
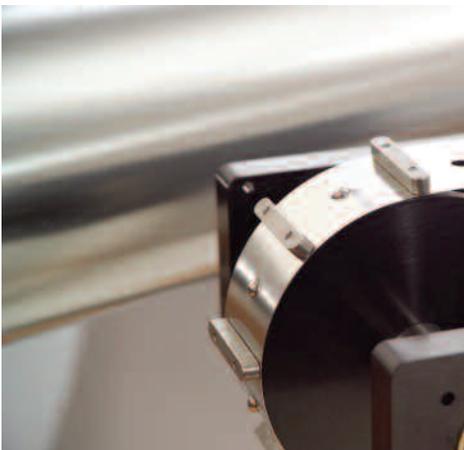
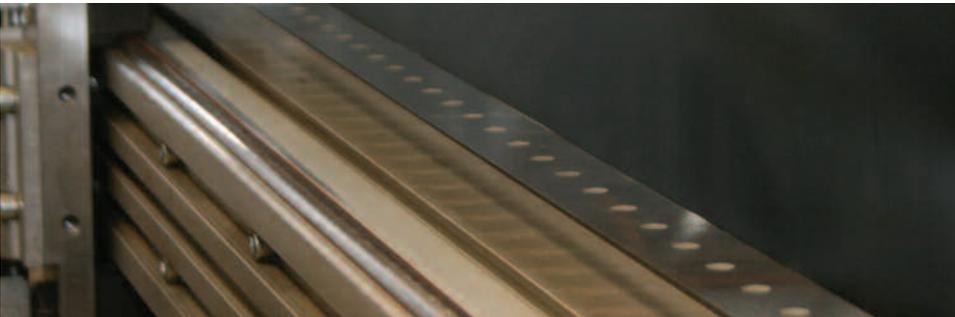
同步

同步轮带有轮齿或穴槽，以放射形状分布在皮带轮体的外径周围。轮齿使定时孔固定在金属带上；穴槽使驱动凸缘固定在金属带的内径上。值得注意的是，即使在此类皮带轮中，驱动也是由扁平传送带与皮带轮表面之间生成的摩擦力完成的。轮齿或穴槽仅用于定时，并非用于动力传输。

同步组件（尤其是同步轮齿）必须坚硬。硬度对于确保将连续使用传送带和皮带轮产生的磨损降低至最低限度至关重要。例如，Belt 技术公司的专利皮带轮使用坚硬的滚珠轴承作为轮齿。

在设计双轮定时系统时，驱动轮应当定时，而闲置轮（或从动轮）应当是摩擦驱动轮，在必要时应有供凸缘使用的凸缘沟槽。

注释：摩擦和同步轮均可设计为窄小滚轮。窄小滚轮基本上是一种皮带轮宽度比在皮带轮上运行的传送带宽度窄的皮带轮。此类皮带轮更便于导正传送带运行，从而减少总体皮带轮重量和成本。皮带轮正面通常不得小于传送带宽度的1/2。



表面加工使工程师有机会改变金属带、条带或皮带轮的本身表面属性。表面加工可用于传送带或条带的一面或两面，或用于皮带轮。应用方法包括涂层、电镀、层压和黏合。

取决于所选的方法，表面加工的厚度最少可为 0.013 毫米。表面可以均匀处理，或使传送带表面带有穴槽，用于传送冲孔或冲切小部件。真空孔可与穴槽合并使用，以便在传送过程中更确定精密部件的方向和定位。

有关常用表面加工的主要机械和物理特性，请参阅表 2。

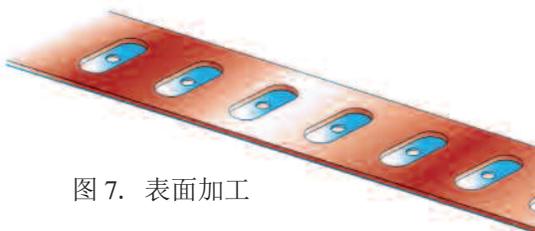


图 7. 表面加工

#### (TEFLON®) 特氟龙:

是否應為作为炊具的不粘涂层已成为日常用语。特氟龙实际上有各种不同的配方，每种配方在离型性能、润滑性、耐磨性、温度范围和色彩方面具有截然不同的操作属性。

#### GATORCOAT®:

符合 FDA 的 BTRMC 涂层具有高释放性能和极强的耐磨性能。其内部强化的金属材料的独特三层涂覆系统具有高度硬化的不粘表面，可提供 10 倍于特氟龙的耐磨性能。具有日常化学品抵抗能力，并拥有高不粘属性、抗锈蚀能力和高温性能。与其他所有不粘涂层均不相同，其基础涂层中使用了精心选择和混合的树脂组合。

其中间涂层实际上是其他强化系统使用的基础涂层，同样含有特殊的强化元素，而其表面层则富含聚氟树脂，专为提供完美的离型属性（不粘性）而制作。

#### 聚氨酯或氯丁橡胶:

聚氨酯和开孔或未开孔氯丁橡胶不仅能够改变金属带的表面摩擦系数，而且能够用作精密部件的穴槽。此类材料能够牢固地粘接在金属带上。粘接前，如果此类材料须带有几何形穴槽，可采用冲切的方式获得。

#### 硅树脂:

当环境不适合使用其他涂层，硅树脂可能是一种很好的选择。硅树脂具有独特的属性，包括高摩擦力表面、离型性能、耐高温的能力以及极好的弹性。将硅树脂粘接到金属带上很困难，但是有可行的解决方法。

#### 硬质涂层阳极化处理:

硬质涂层阳极化处理是一种电解加工程序，用于提高铝制轮的硬度、耐磨性和防腐性能。该程序生成一层氧化铝，并使之成为金属的一部分，二者渗入皮带轮，并在皮带轮的所有表面聚积。涂层的厚度一致，并反映皮带轮本身的精密度。

#### 选择:

表面加工的选择范围很大，本指南无法全面记载。不常用的表面加工包括碳氟化合物、铜覆层、金镀层和钻石粉末粘接。适当的规格将成为应用和技术的功能。

Belt 技术公司的工程设计人员将很乐意讨论与您的具体需求相关的问题。

表 2 表面加工特性

涂层材料	主要特征	操作温度	厚度 英寸 (毫米)	颜色
TEFLON® TFE	防粘	最高 500° F 最高 315° C	.001" (.025)	黑色 綠色
TEFLON® FEP	防腐 低温	最高 428° F 最高 220° C 最低 -328° C 最低 -200° F	.001" 至 .030" (.025 至 .75 毫米)	银灰色
GATORCOAT®	经批准可接触食品	最高 600° F 最高 315° C	.001" 至 .006" (.025 至 0.15 毫米)	银灰色
硅树脂橡胶	极好的离型性 高摩擦力	最高 392° F 最高 200° C	.004" 至 .125" (0.1 至 3.175 毫米)	各种颜色
聚氨酯	高摩擦力	最高 158° F 最高 70° C	.008" 至 .125" (.203 至 3.175 毫米)	各种颜色
氯丁橡胶	可压缩性 冲切穴槽	最高 158° F 最高 70° C	.016" 至 .250" (0.40 至 6.4 毫米)	黑色

**设计人员请注意：**

阅读了前面章节的资料后，您可能已经开始考虑设计您自己的金属带。本节在前面章节的基础上，增加了可帮助您优化系统性能的内容。由于每一种设计都具有独特性，我们无法讨论每一种设计的注意事项。请与 Belt 技术公司的工程师一起审查您的设计观点、数字和方法。

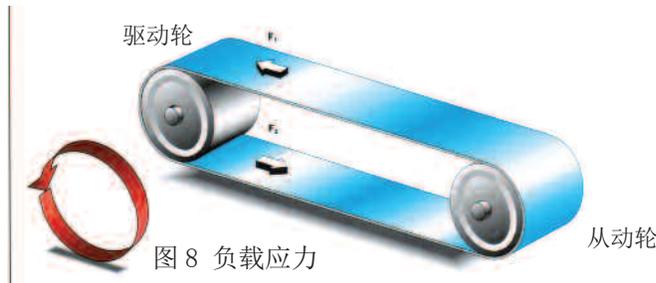


图 8 负载应力

**系统设计指南：**

任何使用金属带的系统均可遵循以下指南的方法得到增强：

- 使用尽量少的皮带轮。
- 使用大直径的皮带轮。
- 使用避免回弯的皮带轮系统。
- 使用长度大于宽度比率的皮带。

**负载：**

适当的系统设计包括对正在使用的传送带上的各种不同负载进行检查。除稳定状态操作条件外，还必须考虑所有不寻常的或间歇性的状况，例如可能出现的堵塞负载、高启动负载或指数。通常，传送带的设计应当确保能承受可能发生的高负载不应超过传送带的最大强度。

如需确定任何特定传送带的应力因素，请遵循以下四个步骤进行计算：

**1. 确定传送带上的工作负载(F<sub>w</sub>)。**

工作负载可经由驱动马达转矩率、需移动或加速的负载或分析系统的要求而确定。对于图 8 显示的简单的双皮带轮系统，传动带上的工作负载(F<sub>w</sub>)是 F<sub>w</sub> = F<sub>1</sub> - F<sub>2</sub>，其中：

D<sub>1</sub> 和 D<sub>2</sub> = 皮带轮直径

τ<sub>1</sub> 和 τ<sub>2</sub> = 皮带轮各自的转矩作用

F<sub>1</sub> 和 F<sub>2</sub> = f 每个皮带轮上对传送带产生的作用力（以牛顿为单位）

F<sub>w</sub> 转矩的关系可用以下公式表示

$$F_w = \frac{\tau_1}{1/2D_1} = \frac{\tau_2}{1/2D_2}$$

与功率的关系为

$$F_w = \frac{33000 \times HP}{V}$$

其中：V= 速度（以英尺/分钟为单位）

与加速度的关系为：

$$F_w = ma = (L/g) \times a$$

其中：

L = 传送带上的负载，

以磅(lbs)为单位

g = 32.2 英尺/秒平方

a = 负载的加速度

(以英尺/秒平方为单位)

**2. 确定传送带上的工作负载(F<sub>1</sub>)**

如第 1 步中的双皮带轮范例所示，因为 F<sub>w</sub> = F<sub>1</sub> - F<sub>2</sub>，F<sub>1</sub> 是传送带上的最大作用力为了设计因该作用力导致的应力条件，我们需要计算该作用力数值。

为了使摩擦驱动系统在没有滑移的情况下操作，两个作用力 F<sub>1</sub> 和 F<sub>2</sub> 之间的关系如以下公式所示：

$$\frac{F_1 - F_c}{F_2 - F_c} = e^{\mu\theta}$$

其中：

e = 2.71828

μ = 传动带与皮带轮之间的摩擦系数

θ = 皮带轮上传送带弧度的包角

F<sub>c</sub> = 对传送带产生的离心力

对于在加工金属轮上操作、带有标准涂层（例如 0.4 微米）的金属带，经验显示 μ 值在 0.25-0.45 之间。

薄金属带的一个优越性是 F<sub>c</sub> 通常很小，可忽略不计。因此，在大多数情况下，该公式可简化为：

$$\frac{F_1}{F_2} = e^{\mu\theta}$$

取代 F<sub>2</sub> 后得出 F<sub>1</sub>：

$$F_1 = \frac{F_w e^{\mu\theta}}{e^{\mu\theta} - 1}$$



### 3. 确定传送带上的弯曲应力 ( $S_b$ )。

由于金属带不断在皮带轮上弯曲, 因此产生很大的弯曲应力。必须计算该应力, 并将数值加入工作应力  $S_w$  (请参阅第 4 步), 计算传送带上的总应力  $S_t$ 。

计算弯曲应力的公式为:

$$S_b = \frac{Et}{(1-u^2)D}$$

其中:

E = 弹性系数 (单位 psi)

t = 传送带厚度 (单位英寸)

D = 皮带轮最小直径 (单位英寸)

u = 横向变形系数 (泊松比 Poisson's ratio)

该计算公式要求假设传送带的厚度和皮带轮的直径。由于空间的限制或其他设计要求, 皮带轮直径可能最容易确定。如果如此, 选择可能使用的最大皮带轮直径, 然后按照表 3 计算适当的皮带厚度。

### 4. 确定传送带上的总应力 ( $S_t$ )。

传送带上的总应力是工作应力 ( $S_w$ ) 与弯曲应力 ( $S_b$ ) 的总和。

$$S_t = S_w + S_b$$

$$S_w = \frac{F_t}{b \times t}$$

其中:

其中:

b = 传送带宽度

t = 传送带厚度

Belt 技术公司建议,  $S_t$  不应当超过传送带材料抗屈强度的三分之一。详情请向 Belt 技术公司工程师咨询。

Belt 技术公司建议同步带每条带的张力为 1000 psi (6.9 N/mm<sup>2</sup>), 平面带每条带的张力为 2000 - 5000 psi (13.8 - 34.5 N/mm<sup>2</sup>)。

### 典型尺寸和规格

金属带的典型厚度范围为 0.002"(0.051 毫米)至 0.032+(0.8 毫米), 从而皮带轮的直径范围 2"(50 毫米)至 10"(254 毫米)。厚度为 0.005"(0.127 毫米), 厚度为 1,000,000 次循环的典型金属带应需要直径为 3.125"(79.4 mm)的皮带轮。尺寸范围随应用和负荷因素而不同, 因而请咨询 Belt 技术公司应用销售工程师, 请其为您的设计观点提供帮助。

现在需要选择各种不同的参数, 重新进行所有的计算, 找到满足设计要求的组合。显然, 使用较宽的传送带可降低工作应力, 而不改变弯曲应力。较大的皮带轮直径可降低弯曲应力, 或者使用较厚的传送带, 也可降低工作应力。

表 3 传送带使用寿命

皮带轮直径与 传送带厚度比	传送带 预计使用寿命
625:1	1,000,000 次 循环或以上
400:1	500,000
333:1	165,000
200:1	85,000

二者的关系基于双皮带轮  
摩擦驱动系统。



**传送带长度的精密度：**

金属带的一个最重要的优越性是总体精密度。穿孔带或带附件的传送带可加工为节距精密度达 $\pm 0.013$ 毫米。平面带和驱动带也可加工为具有高度精密度。

**传送带长度：**

要计算出金属带的长度，使用下面的公式。重要的是要在计算金属带长度之前知道您的系统的理想设计包络范围。较大的皮带轮直径通常可以提供最佳金属带使用寿命，并且皮带轮直径可以用于预估金属带的厚度。预期皮带使用寿命参见表 3。一旦最大皮带轮直径已知，用其除以表 3 中给出的皮带轮直径与金属带厚度配比，即可得到金属带在您的应用中的最佳使用寿命。典型金属带厚度为 0.002" [0.05 毫米] 至 0.032" [0.813 毫米]，而典型皮带轮直径范围为从 2" 以上。

$$L = (2 \times C) + (D + t) \pi$$

其中：

L = 传送带长度

C = 两个皮带轮之间的中心距

D = 皮带轮直径

t = 传送带厚度

$\pi = 3.14159$

这样便定义了采用等直径双带轮的金属带系统的合适长度。对于具有多个皮带轮的系统及皮带轮直径不同的系统，请联系 Belt 技术公司销售工程师。联系信息已在背面内封页中列出。

**传送带的伸展：**

金属带比较特殊，在正常操作中，获得正常的预载张力后即不会再伸展。要计算出金属带的预载拉伸，使用下面的公式。关于穿孔带，请联系 Belt 技术公司销售工程师。

$$\Delta L = PL/AE$$

其中

$\Delta L$  = 伸展 (单位：英寸)

P = 张力负荷 (单位：磅)

L = 皮带的初始长度 (单位：英寸)

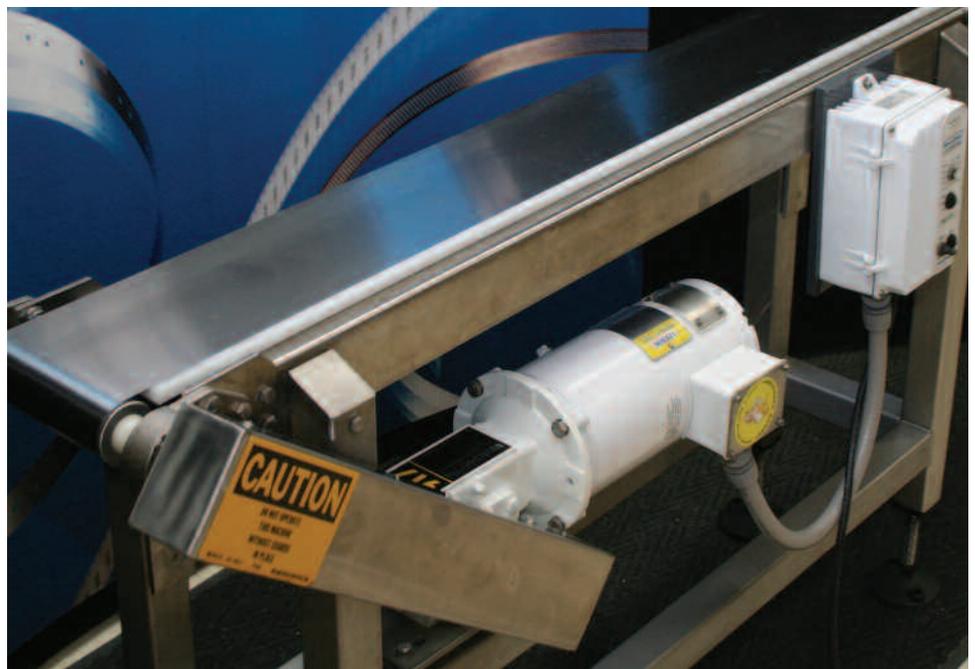
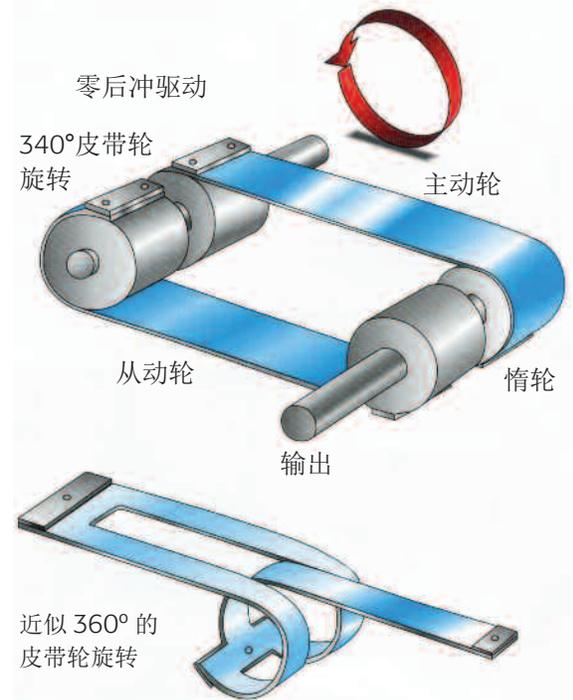
A = 皮带的横截面 (单位：英寸)

E = 杨氏模量

(参见第 15 页的材料表)

**零后冲：**

零或接近零的后冲定位系统可通过使用金属带获得。成对使用或使用创新性的设计观点，这种驱动可以用于任何对前向和后向定位精度要求较高的精密公差应用中。下图提供了两个典型的零后冲驱动方案。



**定位精度:**

定位精度与传送带的节距公差直接相关，金属同步带的节距公差通常为 0.013 毫米。使用特殊的加工工具，可使节距间距正数累积（如图 9 中的 PI）或节距间距负数累积（如图 9 中的 Ps）。可就您的要求联系 Belt 技术公司工程师。

**可重复性:**

可重复性是单个孔在传送带连续旋转的过程中在指定的公差内返回原位的能力。

因为金属带不会伸展，传送带孔的可重复性通常在 0.051 毫米到 0.127 毫米范围内。

如果是平面带或穿孔带、带有附件的传送带或驱动带，可用高精度计算准确的运动。请与 Belt 技术公司销售工程师联系，请求为您的系统确定规格提供协助。

**传送带偏移控制:**

由于金属带不会在张力下大幅伸展，因此金属带偏移控制比其他类型传送带更困难。金属带不会用伸展的方法做为补偿：

- 缺少垂直度或校正系统
- 未受控制的轮轴偏斜
- 差异负载
- 传送带弯度

在所有这些问题中，设计工程师可能对传送带弯度问题最不熟悉。弯度（亦称为边缘弓形）是传送带边缘偏离直线的状况。每一种传送带都存在一些弯度问题。金属带弯度通常很小，2.44 米长的金属带，弯度为 1.27 毫米。如果将传送带装入成直角的双轮系统内并拉紧，因为传送带一边的周长比另一边短，因此一边会比另一边更紧。这会使传送带在旋转时从张力紧的一边朝张力力松的一边偏移。

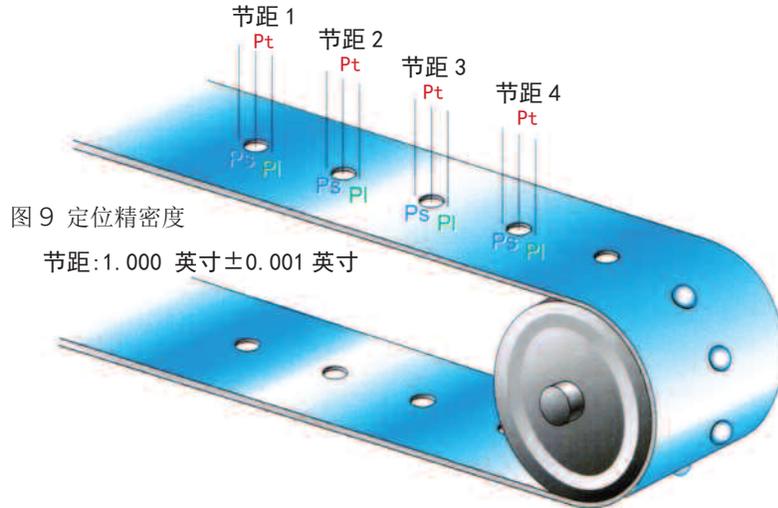


图 9 定位精度

节距: 1.000 英寸 ± 0.001 英寸

	短节距 (Ps)	真实节距 (Pt)	长节距 (PI)
节距 1	0.999	1.000	1.001
节距 2	1.998	2.000	2.002
节距 3	2.997	3.000	3.003
节距 4	3.996	4.000	4.004

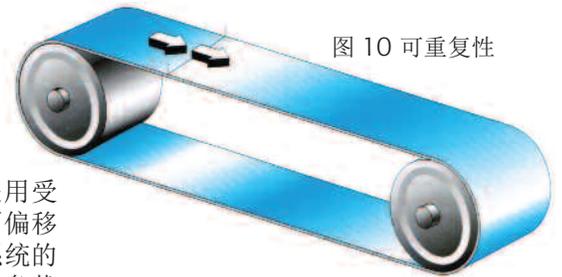


图 10 可重复性

任何偏移控制技术的主要目标都是用受控的应力和作用力抵消累积的负面偏移应力和作用力的影响（以前定义为系统的垂直度、未受控制的轮轴偏斜、差异负载以及传送带弯度），从而调整传送带，使之在系统中运行。

**可调皮带轮:**

Belt 技术公司具有专利技术的独立可转向皮带轮 (ISP) 可用于协助包括金属带在内的所有扁平带的偏移控制。在自动化系统中，ISP 可以安装传感器和伺服电机组合，提供金属带的免手动自动化偏移控制。关于独立可转向皮带轮的补充工程论文以及其如何使您的应用受益，请联系 Belt 技术公司销售工程师



图 11 弯度

用于传送带偏移控制系统的三种基本技术使用摩擦轮、同步轮或二者并用：

- 轮轴调整
- 凸面摩擦驱动轮
- 强行偏移控制

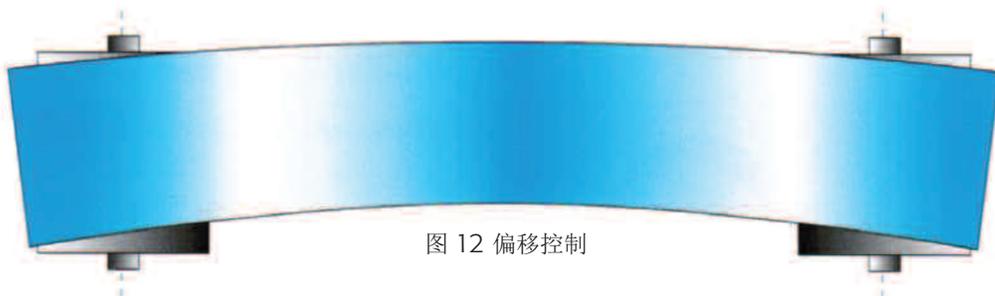


图 12 偏移控制

### 轮轴调整:

如图 13 所示, 调整金属带系统中的轮轴是金属带偏移控制的最有效方法。用控制的方法改变传送带边缘张力, 从而调整传送带的方向。这种方法对平面轮和鼓形轮均适用。

最好驱动轮和闲置轮均有可调轮轴。但是, 在实际应用中, 只有闲置轮能够调整。由于驱动轮与马达或其他动力传输设备之间的界面, 通常很难调整驱动轮。

### 鼓形摩擦驱动轮

如果必须使用鼓形摩擦驱动轮, 则应与轮轴调整一起使用, 而不是取代轮轴调整。这是因为鼓形轮无法自动使金属带居中。鼓形轮最适合用于薄皮带, 因为薄金属带必须与皮带轮的凸面一致。尽管可以用提高张力的方法使传送带与皮带轮表面一致, 但张力不能过大, 张力过大会造成传送带永久性变形。鼓形轮的最佳表面几何形状是圆弧面, 鼓形高度不超过传送带的厚度。

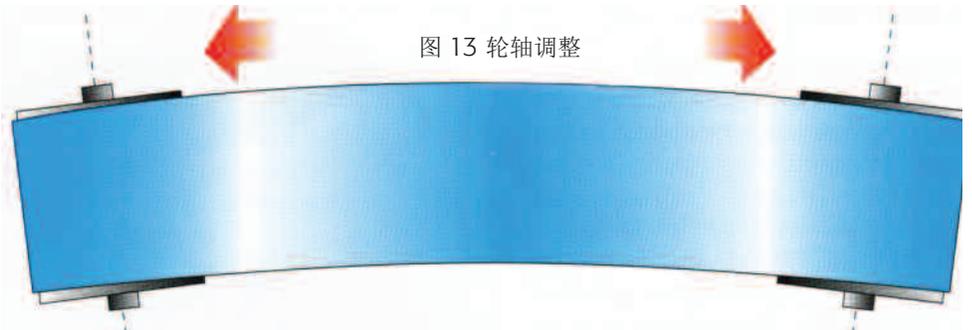


图 13 轮轴调整

### 强行偏移控制

如果单轴调整无法完全排除不适当的偏移状况, 可能有必要采用强行偏移控制 (例如从动凸轮或玻璃纤维灌注特氟龙凸缘轮) 是可接受的方法。可能需要改变系统设计关系, 例如采用比建议使用的厚度更厚的传送带, 因为强行偏移控制技术可能会导致传送带预计使用寿命缩短。

对较宽的传送带采用的另一种强行偏移控制技术采用粘接在金属带内周上的 V 形导向条。这种由两种成分构成的传送带 (Belt 技术公司称为 Metrakc<sup>®</sup>) 在 V 形导向条上分布偏移控制应力 (而不是在金属带上), 从而最大限度地延长强行偏移控制系统中的传送带使用寿命 (图 14)。

下一节讨论的同步轮齿仅用于定时, 不应当作偏移控制技术。

### 同步

金属带的同步轮带有轮齿或穴槽两种类型, 每一种都用于固定各自的带孔或驱动凸缘。

在设计同步轮时应始终注意确保所有的同步组件均呈球形或渐开线辐射形。这样可确保传送带与皮带轮的平稳接合和脱离。为了避免因累积公差带来的问题, 驱动部件与从动部件之间的直径差通常应当至少为  $\pm 0.127 - \pm 0.178$  毫米。零或接近零的后冲应用是一种特殊的情况。

在制造带有轮齿的皮带轮时, 每一个同步轮齿被插入轮体上加工的一个孔内。应当特别注意每个轮齿的辐射位置, 以确保总体节距的精密度。

在设计同步轮时, 使节距的直径位于传送带的中性轴上 (若薄平面带时, 需为传送带厚度的一半), 而不是位于底部至关重要。因为金属带通常较薄, 在计算皮带轮传送带支撑直径时, 往往会忽略金属带的厚度。在此类计算中不包括传送带的厚度会导致定时组件的错误匹配。传送带支撑直径可用以下公式确定。

传送带支撑直径可用以下公式确定:

$$D = \frac{NP}{\pi} - t$$

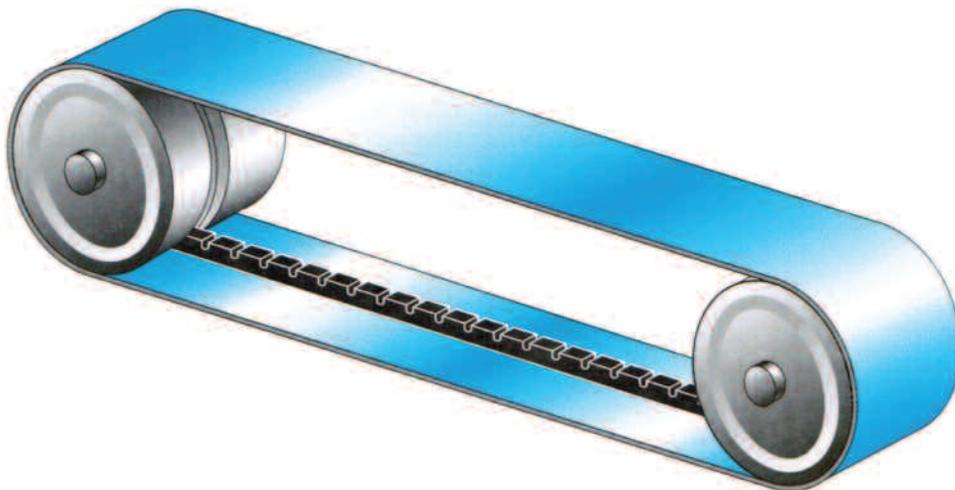
其中:

N = 皮带轮上的节距长度或齿数

P = 孔距

t = 传送带厚度

图 14 强行偏移控制



**张力:**

摩擦驱动系统的操作张力可像自行车链条一样松弛，也可像吉他弦一样绷紧。传送带张力在定时系统中极为重要，应当尽量保持在最低的张力。通常，较低的传送带张力可延长传送带使用寿命，并降低其他系统部件的磨损。

不应当用提高传送带张力的方法降低皮带轮之间的下垂状况（请参阅第 13 页的“传送带下垂”一节）。张力过大的传送带可能会形成横弓，与卷尺上的横弓很相似。除横弓外，张力过大还会导致不均匀的运动，降低可重复性，并缩短传送带使用寿命。

应当用操作系统和选择尽可能低的有效张力的方法确定传送带的张力。可通过使用气缸、弹簧或螺杆的方法保持张力。

Belt 技术公司建议摩擦系统采用 6.9 至 34.5 牛顿每平方毫米的张力，同步系统采用 6.9 牛顿每平方毫米的张力。

**系统框架硬度:**

需要有坚硬的系统框架才能对定时和传送带偏移控制进行精密的调整。如果系统框架中存在未受控制的伸缩性，当传送带拉紧时，系统就会出现弓形。用另一种作用力（系统伸缩性）抵消一种作用力（轮轴调整）无法获得受控系统，并可能导致偏移问题。为了确保所有轮轴调整均可得到控制，为系统设计足够的硬度十分重要。

**反向弯曲:**

传送带系统设计使用两种皮带轮。在系统中增加反向弯曲会增加弯曲应力，缩短传送带的使用寿命。因为每一种皮带轮都会产生转向影响，从而导致偏移问题。

**悬臂轴:**

最好轮轴的每一端都是实心末端。悬臂轴可产生支点。出现张力时，轮轴可能偏斜，并造成偏移问题。如果必需使用悬臂轴，就必须确保达到框架设计和轮轴的硬度要求。

**磁渗透性:**

磁渗透性通常被定义和渗透性为 1 的空气相比，当作物质传送磁性能力的测量单位。

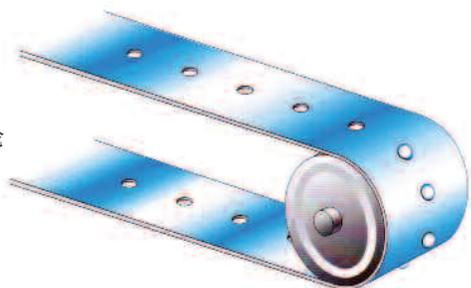
三百系列不锈钢被视为非磁性，但是用于生成弹簧韧度和高张力强度的冷加工会导致磁渗透性增加。因此，301 号全淬硬钢比 301 号半淬硬钢的磁渗透性强。通常，316 号不锈钢的磁渗透性最弱。

请参阅附录中常用金属带合金的定级磁渗透性属性。

**传送带下垂:**

当皮带轮之间的跨距很长时，传送带可能下垂。即使在张力紧的一面，也会出现下垂的现象。为了确保适当的张力和预防下垂，将传送带的工作面从固定的支撑面（例如超高分子量材料（UHMW））上通过。

图 15 同步轮



**高温：**

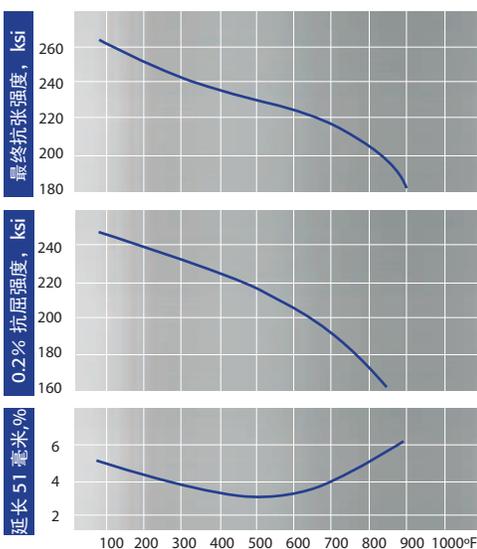
如果金属带将接触高温，选择必须能够经受住高温的传送带材料以及任何附件或表面加工至关重要。还必须考虑温度变化时材料的膨胀和收缩。温度变化会影响定时、偏移、张力、平面度和其他因素。

表 4 列出了在具体温度范围内使用的主要合金以及相应的热膨胀系数和抗屈服强度。表 5 显示 17-7 CH-900 的物理属性作为温度的一个函数的变化状况。

合金	溫度範圍 °F (°C)	熱膨脹平均系數 10 <sup>-6</sup> IN/IN/°F (cm/cm/°C×10 <sup>-6</sup> )	溫度範圍平 均抗屈強 度(單位 N/mm <sup>2</sup> )
301/302 全淬硬鋼	68° 至 400° (20° 至 205°)	9.8 (17.6)	160 至 135 (1100 至 930)
17-7 CH-900	400° 至 800° (205° 至 425°)	6.6 (11.9)	220 至 170 (1500 至 1170)
退火和熱處理 的 Inconel®718 號 溶液	800° 至 1,000° (425 至 540)	8.4 (15.1)	157 至 15 (1080 至 1070)

表 4 主要合金的高温特征

表 5 物理属性与温度变化 (17-7 CH-900)



**传送带蠕变：**

传送带蠕变是一种驱动轮和传送带张力部件之间的功率传输相关的现象。由于摩擦驱动系统中的蠕变，皮带轮实际上会比传送带的移动速度略快

请看图 16。驱动轮与传送带之间的 180° 的弯度被分为两个弧形：

- 无效弧 (无功率传输)
- 有效弧，亦称为蠕变角 (有功率传输)

在无效弧中，传送带与皮带轮表面处于静态接触的状态，无功率传输。传送带在皮带轮上运行，拉紧一侧的张力为 T1，速度为 V1，V1 与驱动轮的表面速度 V1 相同。随着继续接触无效弧，两种速度和张力均保持不变。

在有效弧上，传送带与皮带轮表面以滑行的方式接触，皮带轮的表面速度大于传送带的速度。这种现象是由于传送带在皮带轮上运行时定向压力作用于传送带，使传送带产生尺寸变化所致。在滑动接触中会产生摩擦力，与传送带张力和传输的功率相符。

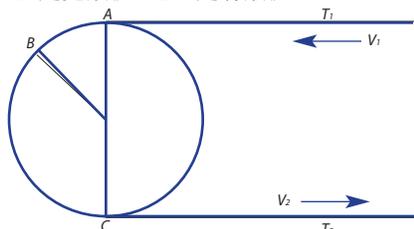
由于金属带的张力部分是具有相关高弹性系数的金属带，金属带的蠕变比用大多数其他材料制造的传送带小得多。

但是，如果不受控制，摩擦驱动金属带的蠕变会导致可重复性丧失。值得庆幸的是，金属带的蠕变很容易控制。

同步轮齿或凸棒是矫正蠕变最常用的方法。同步定位点的数目应当尽量少，这样可防止发生蠕变。在很多系统中，皮带轮圆周上的同步定位点可以减少到六到八个。

图 16. 蠕变理论

AB 是无效弧。BC 是有效弧。



## 附录：金属带材料

要求特别高的应用（例如涉及高温、极具腐蚀性的环境或不寻常的电力或磁性要求）可能无法将某些合金用作金属带和驱动带。以下总结重要材料的选择标准。

### 設計產生的限制：

应用限制（例如空间限制或不寻常的化学、热、电力或系统要求）可能要求在设计中作出折衷选择。请看以下范例：

- 金属带可以在直径为 6.35 毫米的皮带轮上运行，但是金属带的使用寿命会缩短。

- 传送带可在温度高达 590°C 的烤箱内操作，但是由于传送带的强度大部分来自冷加工或特殊热处理，这样高的温度会降低传送带的强度。请参阅表 6。

- 刮刀能够沿传送带横向产生凹凸效果。以适当方式设计的刮刀（例如用 UHMW 制造的刮刀）能够最大限度地减少这种不良效果。

### 传送带使用寿命：

传送带使用寿命对不同的人 and 不同的程序具有不同的含义。10,000 次旋转的传送带使用寿命对于一种应用可能已经很好；而另一种传送带可能每小时旋转 10,000 次。

因此，您预计您的金属带能够使用多长时间呢？尽管我们不是在避免回答一个合理的问题，最好的答案是：取决于具体情形。

这取决于系统设计、材料强度、环境、应力、张力、表面加工、附件等因素。对您的系统设计和金属带产生影响的因素也会影响传送带的使用寿命。

鉴于以上这些因素，我们完全有理由认为金属带具有比其他类型的传送带和传送链使用寿命长得多的潜能。金属带还具有更准确、更容易重复、重量更轻、速度更快、成本更低和效率更高的潜能。

与我们的工程设计人员讨论能够帮助您评估在您的具体应用中预计传送带的使用寿命。

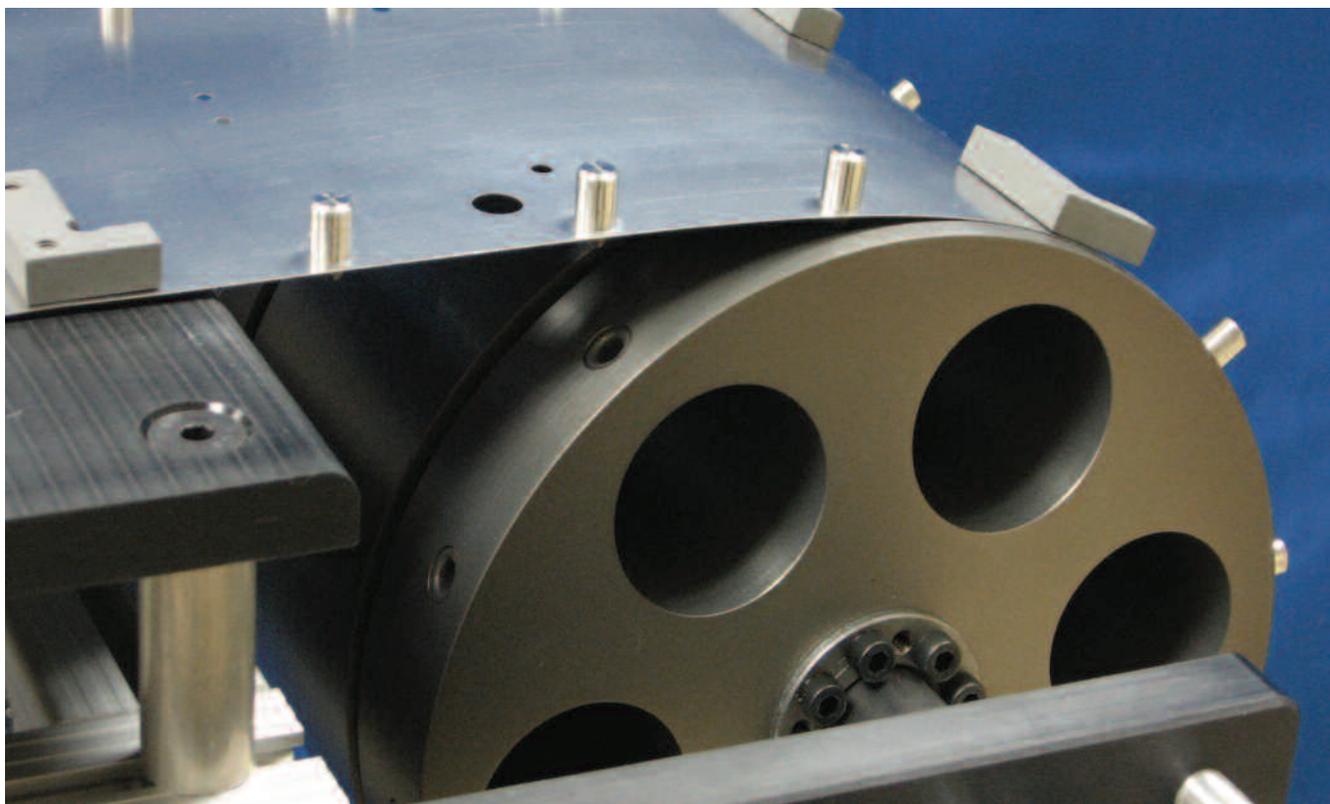
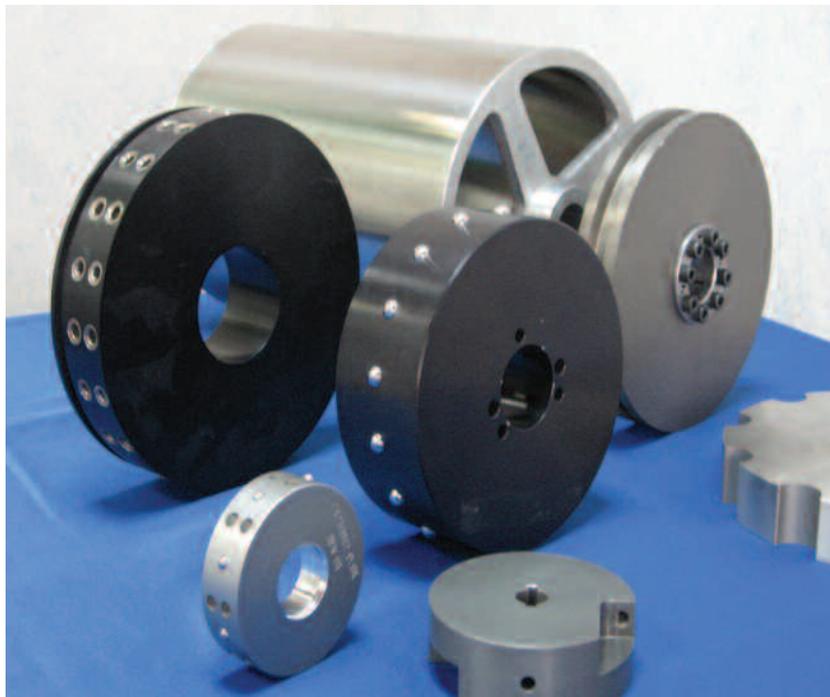
表 6 一些最常用的金属带合金及其室温工程设计属性

合金	抗屈服强度 (0.2% 偏移) 1000 PSI (N/mm <sup>2</sup> )	抗拉强度 1000 PSI (N/mm <sup>2</sup> )	延伸率 51 毫米 %	硬度	弹性张力 系数 IN 10 <sup>6</sup> PSI (in 10 <sup>5</sup> n/mm <sup>2</sup> )	泊松比	密度 #/IN <sup>3</sup> cal/cm <sup>3</sup> /sec/°C/cm	热传导性 (32° 至 212°F) BTU/FT <sup>2</sup> /HR/°F/IN cm/cm <sup>2</sup> /C x 10 <sup>-6</sup> (0° 至 100°C)	热扩张系数 (32° 至 212°F) in/in/°F cm/cm/°C x 10 <sup>-6</sup> (0° 至 100°C)	磁渗透性	与本表中的 其他材料相 比防腐能力
301 号全淬硬钢	160 (1100)	180 (1240)	5-15	RC40-45	28 (1.93)	.285	0.29 (7.9)	113 (.039)	9.4 16.9	L-M	M
301 号 高抗屈服强度	260 (1790)	280 (1930)	1	N/A	26 (1.79)	.285	0.29 (7.9)	113 (.039)	9.4 16.9	M-H	M
302 号全淬硬钢	160 (1100)	180 (1240)	1-5	RC40-45	26 (1.93)	.285	0.29 (7.9)	113 (.039)	9.6 17.3	L-M	M-H
304 号全淬硬钢	160 (1100)	180 (1240)	1-5	RC40-45	26 (1.93)	.285	0.29 (7.9)	113 (.039)	9.6 17.3	L-M	M-H
316 号全淬硬钢	175 (1200)	190 (1310)	1-2	RC35-45	28 (1.93)	.285	0.28 (7.9)	97 (.036)	8.9 16.0	L	H
716 号全淬硬钢	210 (1450)	260 (1790)	5-10	RC52	32 (2.20)	.285	0.28 (7.9)	170 (.059)	5.9 10.6	H	L-M
17-7 CONDITION C	185 (1275)	215 (1480)	5	RC43	28 (1.93)	.305	0.28 (7.8)	114 (.037)	8.5 15.3	M-H	M-H
17-7 CH-900	240 (1655)	250 (1720)	2	RC49	29 (2.00)	.305	0.28 (7.8)	114 (.037)	6.1 10.9	M-H	M-H
INCONEL® 718 碳钢	175 (1200)	210 (1450)	17	RC41	29 (2.00)	.284	0.29 (7.9)	86 (.030)	6.6 11.9	L	H
碳钢 SAE 1095	240 (1650)	260 (1790)	7-10	RC50-55	30 (2.07)	.287	0.29 (7.9)	360 (.124)	5.8 10.5	H	L
钛 15V-3CR-3Al-3SN	150 (1030)	165 (1140)	11	RC35	15 (1.03)	.300	0.17 (4.7)	56 (.019)	5.5 9.7	L	H
INVAR 36	50 (340)	75 (520)	30	RB80	20 (1.38)	.317	0.30 (7.9)	120	2.1 1.2	L	M-H

### 金属带用皮带轮基本设计理念

•凸面和/或凸缘皮带轮通常不是所有情况下都建议使用金属带的应用。这两种设计可选择性使用，并且只能在联系了熟悉两种金属带动力学特性和应用特点的 Belt 技术公司工程师后加以利用。

•采用金属带的精密系统的摩擦驱动轮或同步轮的制造并不仅是一个简单的圆柱体旋转问题。金属带的精度和可重复性与其所属皮带轮的精度同等重要。



### 皮带轮体的材料：

一旦确定了皮带轮直径，设计工程师即需要评估皮带轮体的最佳材料，评估中应考虑皮带轮的重量、防腐性、耐磨性、摩擦系数以及成本。Belt 技术公司指定和制造的绝大多数皮带轮使用带有硬质阳极化处理表面的 6061-T6 铝材制造。铝材重量轻、便于机器加工，并且在负荷下稳定。在对表面进行阳极化硬化处理后，皮带轮便具备驱动金属带所需正确摩擦系数的耐磨表面。对于同步轮，可将硬化的同步组件压入装配到铝制皮带轮体内。带轮齿的皮带轮基于 Belt 技术公司专利设计（美国专利编号 5,129,865）制造，该设计中使用轴承钢珠（图 1）作为同步轮齿。还有一种替代同步设计是使用经过修改的钻孔套管（图 2），将其压入皮带轮的 TSD 面中。这种套管起同步齿轮的作用，与带上的同步凸棒啮合。

不锈钢可选择用作金属带应用中的皮带轮体材料。可选择 304 类以利用其防腐性，而在防腐性要求较低的应用中，可将 440-C 类用于要求硬度位于 RC50 级别的应用中。这种选择会以重量和成本的大幅提升为代价。对于 304 类的情况，由于皮带轮机器加工过程中的温度升高因而导致的热膨胀，精密公差更难以保持。

塑料和合成材料也可以用作皮带轮体材料。这些材料重量轻，但成本未必最低。而对于铝，硬化的同步组件可以压入装配到皮带轮体内。内孔、链槽、螺塞，可由 QD® 来衬套。藉由正确选择材料，可以获得完美的耐磨性，不会产生颗粒物，并且摩擦系数也可以符合金属带系统所需。

下面是近似计算使用所述材料制造的固体圆形皮带轮重量（单位：磅）的公式：

不锈钢	$(.223 \times D^2) \times \text{宽度}$
铝	$(.077 \times D^2) \times \text{宽度}$
塑料	$(.040 \times D^2) \times \text{宽度}$

将皮带订定尺寸，对皮带轮很重要。绝大多数金属带所用皮带轮的正面宽度是金属带宽度的 3/4。应用销售工程师和设计工程师可根据应用、偏移控制要求、重量和所选择皮带轮配置类型来推荐正确的皮带轮尺寸与金属带宽度配比。

图 1 - 轴承钢珠同步轮

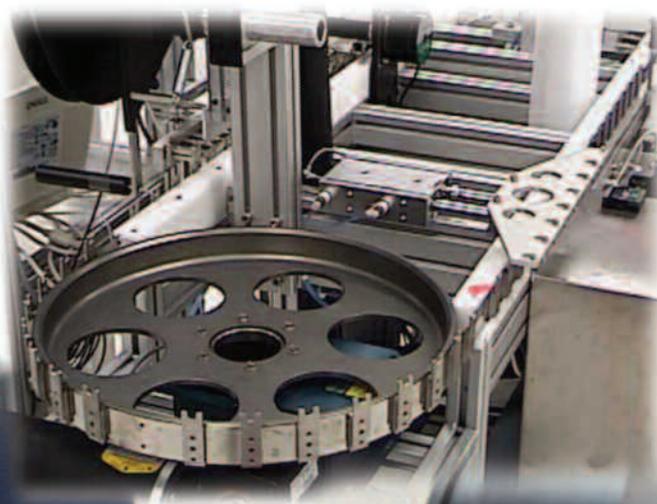


图 2 - 钻孔套管同步轮

**直径:**

在为金属带应用设计皮带轮时,关键设计因素是皮带轮的直径。确定直径时有两种考虑因素:适合于系统所有约束条件的最佳直径,以及最佳控制金属带之弯曲应力,以确保最佳性能和寿命的直径。

规定应用中的正确皮带轮直径是采用皮带轮直径与皮带厚度之比率来定义。这个比率值在理想情况下为 625:1 或更大。这种关系所产生的总应力一般为金属带屈服强度的三分之一(总应力定义为弯曲应力、工作应力和负载应力的总和)。

直径厚度比率越小,金属带的弯曲应力越大,金属带的使用寿命越短。根据 Belt 技术公司进行的弯曲应力使用寿命试验,下表中详细列出了选定皮带轮直径与金属带厚度之比的摩擦驱动系统中金属带的预期使用寿命,其中没有考虑其他可能影响金属带使用寿命的应力。



表 1 不同皮带轮直径与金属带厚度比率的摩擦驱动系统中金属带的预期使用寿命

直径/金属带厚度比	传送带使用寿命
625:1	最低 1,000,000 次循环
400:1	500,000 次循环
333:1	165,000 次循环
200:1	85,000 次循环
(其中:一次循环定义为金属带绕两个皮带轮组成的系统旋转一周)	

使用金属带的同步轮在设计时必须指定外径(或被称作传送带支撑直径,即 TSD)从而使得金属同步带由其中性轴驱动。这将确保金属带与皮带轮之间平稳地啮合和分离。

对于绝大多数系统,中性轴已被确定为传送带厚度的一半。可使传送带由其中性轴驱动皮带轮的 TSD 可使用下面的公式确定:

$$TSD = \frac{N \times P - t}{\pi}$$

其中:

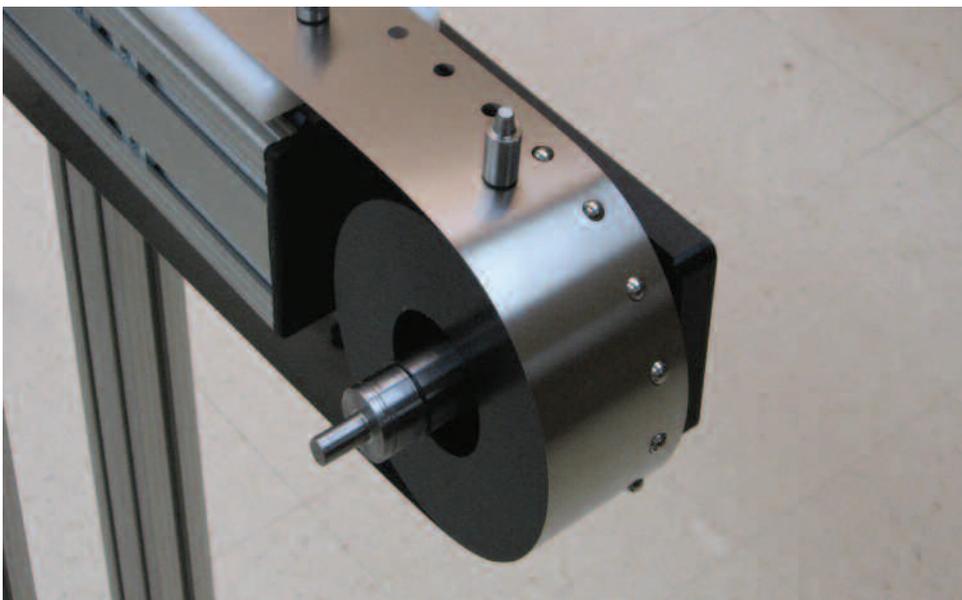
TSD = 传送带支撑直径

N = 同步组件的个数

P = 同步节距

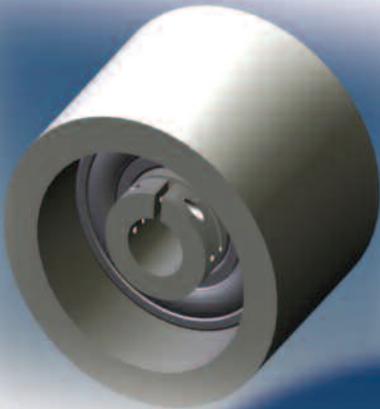
t = 传送带厚度

同步轮的 TSD 大约经由首选 625:1 的皮带轮直径与传送带厚度比率取得,然后进行调整以获得同步组件个数、同步节距以及传送带厚度之间的平衡,从而获得合适的 TSD。



**皮带轮体的几何形状：**

自动化总成和检验系统的高生产量和精密定位分度要求皮带轮具有较小的重量和旋转惯性。当系统分度剖面集成在传送带/皮带轮系统中时，可以发现实心圆形皮带轮不是合适的设计。替代皮带轮体设计应为工字形或加盖管形。工字形设计用于正面宽度 8 英寸以内的皮带轮，而在其后，加盖管形成为首选设计。两种选项的造价均相对较高，因为工字形需要大量的机械加工，而加盖管形则需要大量的装配工作。

**ISP / 工字形皮带轮****偏移控制：**

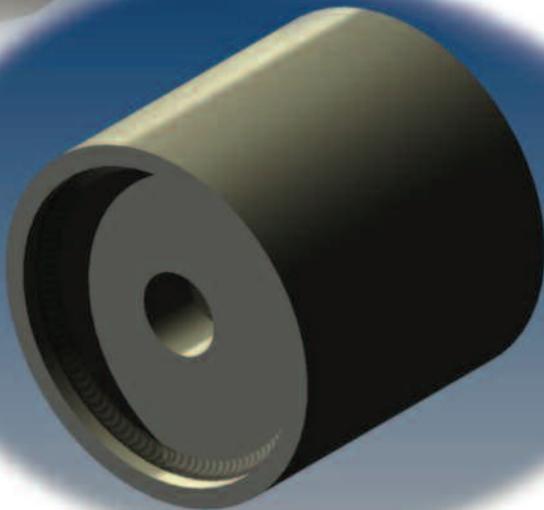
在考虑皮带轮的设计时，设计工程师应考虑如何对金属带进行偏移控制。传统的弹性传送带偏移控制设计，例如在皮带轮的正面加装鼓形面或使用凸缘轮等，只能选择性地用于协助金属带的偏移控制。鼓形轮有助于将金属带偏移特性稳定，但是不会使金属带自动回归正中。而凸缘轮，下文将要详细描述的特氟龙凸缘轮外，需以传送带的使用寿命为代价。

传送带的偏移特性是不受控的应力和带上压力所表现的作用。Belt 技术公司建议将这些应力和作用力的控制成为设计工程师的优势。传送带和皮带轮之间的相对关系可以通过轮轴的调整加以精确调节。传送带可引导至稳定偏移状态，而传送带宽度位于皮带轮宽度的中心。

按传统方式，可藉由上/下和左/右调整皮带轮轴底部的枕块，重复调整来实行。使用 Belt 技术公司的独立可转向皮带轮（美国专利号 5,427,581）便会容易很多。这个设计以其所使用的转向套环和轴承总成为基础，这两个组件压装到惰轮体中。轮轴的旋转带动转向套环转动，从而改变皮带轮正面相对于轴的角度。这种对应力和作用力可迅速动力地控制传送带的偏移。

对于凸缘轮的应用，Belt 技术公司建议不要使用金属凸缘轮，因为凸缘轮对传送带的边缘的旋转刮擦作用会大幅度缩短传送带的使用寿命。我们已经使用玻璃纤维灌注的特氟龙®获得了完美的设计，该设计可与 0.005 英寸厚度的金属带一起工作。特氟龙凸缘环绕附加在皮带轮上，使用螺栓与皮带轮连接在一起。

这种设计指南的平衡使得主要皮带轮类型和皮带轮体风格的设计标准得以具体化。预计可用于：摩擦驱动、I 类和 II 类同步、工字形、加盖管形和 Belt 技术公司专利（美国专利号 5,427,581）独立可转向皮带轮。

**加盖管形皮带轮****特氟龙凸缘皮带轮**

**摩擦轮的设计：**

为了获得最长的传送带使用寿命，摩擦轮无论如何都应使用金属带。当要求同步或可重复性时，可将同步轮用于系统的驱动轮，将摩擦引导轮用于系统的从动轮。

下面的图和表详细描述了摩擦轮设计的典型尺寸和对应公差。为了将偏移控制的困扰最小化，Belt 技术公司将这些皮带轮加工至 0.002 英寸的同心率公差。

Belt 技术公司为各种应用定制生产皮带轮。表中所指出的 TSD 尺寸仅用于图解目的，意在描绘尺寸的范围以及与其他设计准则之间的相互关系。

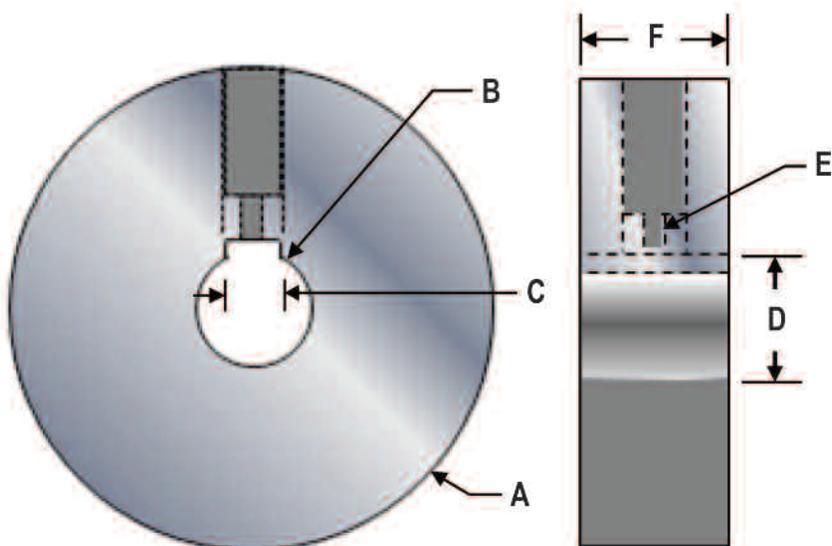


表 3 同步轮设计的典型尺寸和对应公差

A TSE +0.0015 (+.050 毫米) -0.0000 (-.050 毫米) (毫米)	B 孔径 +0.0015 (+.0381毫米) -0.0000 (毫米)	C 键槽宽度 +0.002 (+.050毫米) -0.0000 (毫米)	D 键槽高度 +0.010 (+.254毫米) -0.0000 (毫米)	E UNF TAP 不适用 不适用	F 最小宽度 +0.010 (+.254毫米) -0.010 (毫米)	F 最大宽度 +0.010 (+.254毫米) -0.010 (毫米)
2.000 (50.80)	0.7500 (19.05)	0.188 (4.775)	0.837 (21.259)	1/4 - 28 (M6 x 1.0)	0.250 (6.35)	6.000 (154.40)
3.000 (72.20)	1.0000 (25.40)	0.250 (6.350)	1.114 (28.295)	5/16 - 24 (M8 x 1.25)	0.375 (9.52)	6.000 (154.40)
4.000 (101.60)	1.0000 (25.40)	0.250 (6.350)	1.114 (28.295)	5/16 - 24 (M8 x 1.25)	0.500 (12.70)	6.000 (154.40)
6.000 (154.40)	1.2500 (31.75)	0.313 (7.950)	1.178 (29.921)	3/8 - 24 (M10 x 1.50)	0.500 (12.70)	4.000 (101.60)
8.000 (203.20)	1.2500 (31.75)	0.313 (7.950)	1.178 (29.921)	3/8 - 24 (M10 x 1.50)	0.500 (12.70)	3.000 (72.20)
10.000 (254.60)	1.2500 (31.75)	0.313 (7.950)	1.178 (29.921)	3/8 - 24 (M10 x 1.50)	0.500 (12.70)	2.000 (50.80)
14.000 (355.60)	1.2500 (31.75)	0.313 (7.950)	1.178 (29.921)	3/8 - 24 (M10 x 1.50)	0.500 (12.70)	2.000 (50.80)



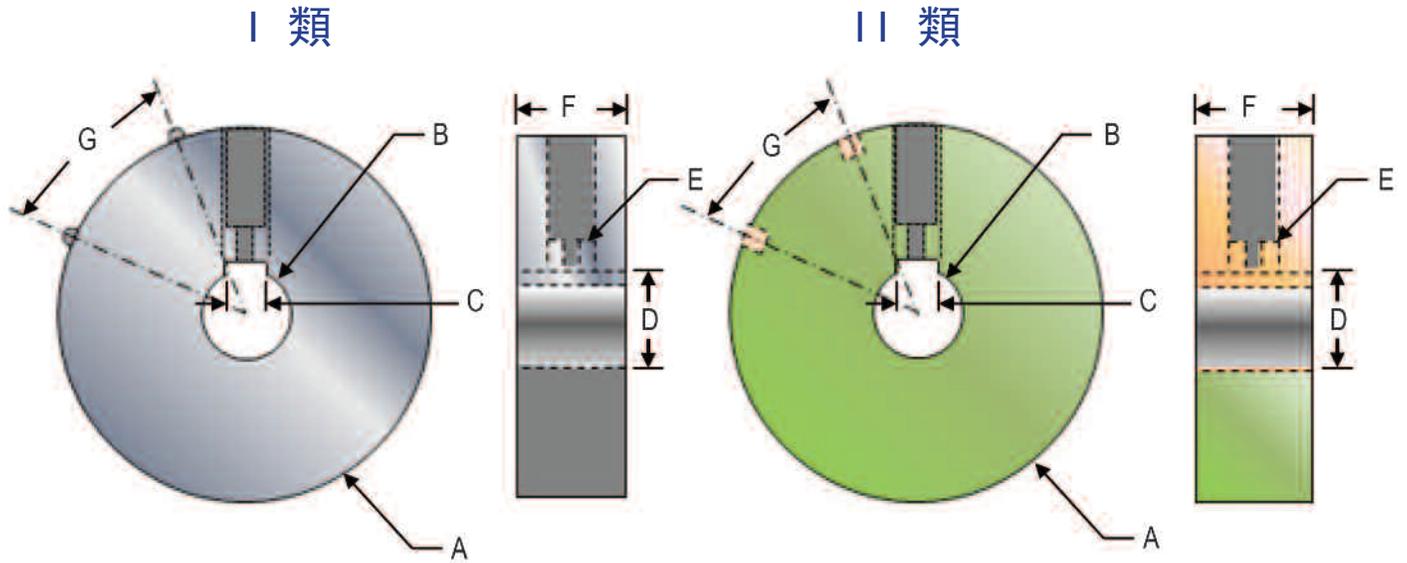


表 3 同步轮设计的典型尺寸和对应公差

A TSE +0.0015 (+.0381毫米) -0.0015 (-.0381毫米) (毫米)	B 孔径 +0.0015 (+.0381毫米) -0.0000 (毫米)	C 键槽宽度 +0.002 (+.050毫米) -0.0000 (毫米)	D 键槽高度 +0.010 (+.254毫米) -0.0000 (毫米)	E UNF TAP 不适用 不适用	F 最小宽度 +0.010 (+.254毫米) -0.010 (毫米)	F 最大宽度 +0.010 (+.254毫米) -0.010 (毫米)
2.860 (72.644)	1.0000 (25.40)	0.250 (6.35)	1.114 (28.295)	5/16 - 28 (M8 x 1.25)	0.500 (12.700)	6.000 (154.40)
3.815 (96.901)	1.0000 (25.40)	0.250 (6.35)	1.114 (28.295)	5/16 - 24 (M8 x 1.25)	0.500 (12.700)	6.000 (154.40)
5.725 (145.415)	1.2500 (31.75)	0.313 (7.950)	1.178 (29.921)	3/8 - 24 (M10 x 1.50)	0.500 (12.700)	4.000 (101.60)
7.634 (193.904)	1.2500 (31.75)	0.313 (7.950)	1.178 (29.921)	3/8 - 24 (M10 x 1.50)	0.500 (12.700)	3.000 (72.20)
9.544 (242.419)	1.2500 (31.75)	0.313 (7.950)	1.178 (29.921)	3/8 - 24 (M10 x 1.50)	0.500 (12.700)	2.000 (50.80)
10.000 (323.266)	1.2500 (31.75)	0.313 (7.950)	1.178 (29.921)	3/8 - 24 (M10 x 1.50)	0.500 (12.700)	2.000 (50.80)

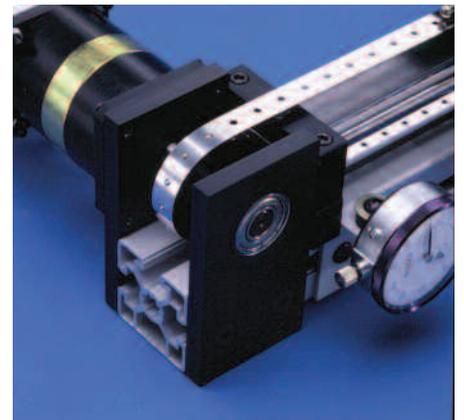
### 同步轮设计

Belt 技术公司的同步轮设计中采用了硬质阳极氧化铝表层，硬化同步组件压入装配在皮带轮体内。

在上面所示的 I 类同步轮中，压入装配在皮带轮体中的硬化轮齿与传送带上的孔啮合。在 II 类同步轮中，经过修改的钻孔套管与金属带上的同步凸棒啮合。

由于同步轮的直径必须设计为能使传送带由其中性轴驱动，所有表中所示的 TSD 基于 1.000 英寸的同步节距和 0.005 英寸厚度的金属带。

对于摩擦驱动设计，Belt 技术公司的同步轮制造为 0.002 英寸的同心度公差。同步轮中的其他重要公差包括两种皮带轮的径向位置公差(G)为  $\pm 10$  秒，以及 I 类设计的轮齿高度公差为两齿之间真实位置 0.003 英寸范围内。



工字形和加盖管形：

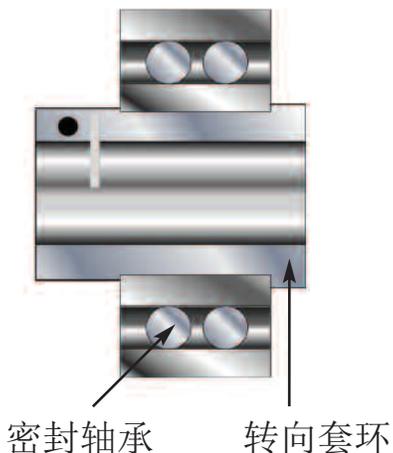
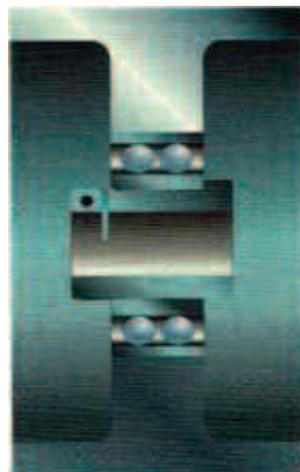
设计皮带轮时，最基本的考虑因素是确定其用作摩擦轮还是同步轮。一旦确定，设计工程师即可加入最适合于具体应用的其它设计特性。如果实心圆形皮带轮设计不适用于系统总体目标（主要是极其精密的位置分度运动剖面所要求的低旋转惯性要求），则皮带轮体可更改为工字形或加盖管形等类型的结构。

两种类型的皮带轮均经由各种固定组件连接在轮轴上，例如 QD®套管、Tran-Torque®套环、Ringfeder®固定组件，或 Belt 技术公司的独立可转向皮带轮设计。

这些设计具有比实心圆形皮带轮更复杂的特性，其具体设计指南不在本文讨论范围。上图可用作设计概念，Belt 技术公司工程师可依据其为您提供您的应用所需要的具体帮助。

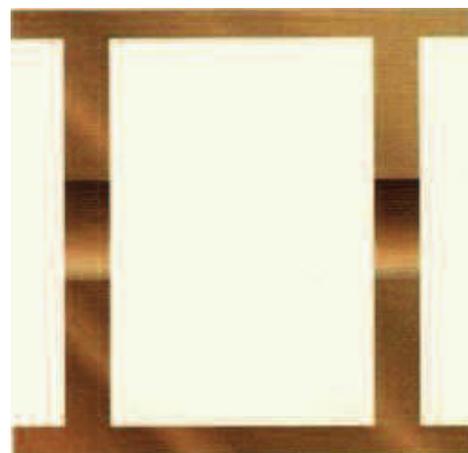
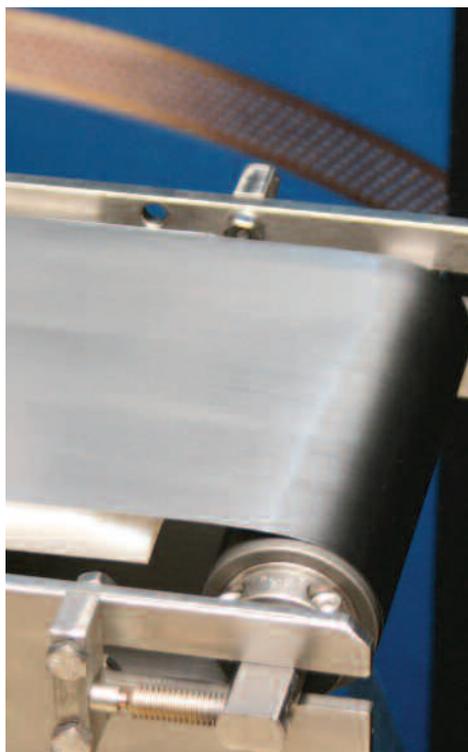
具有转向套环的工字形

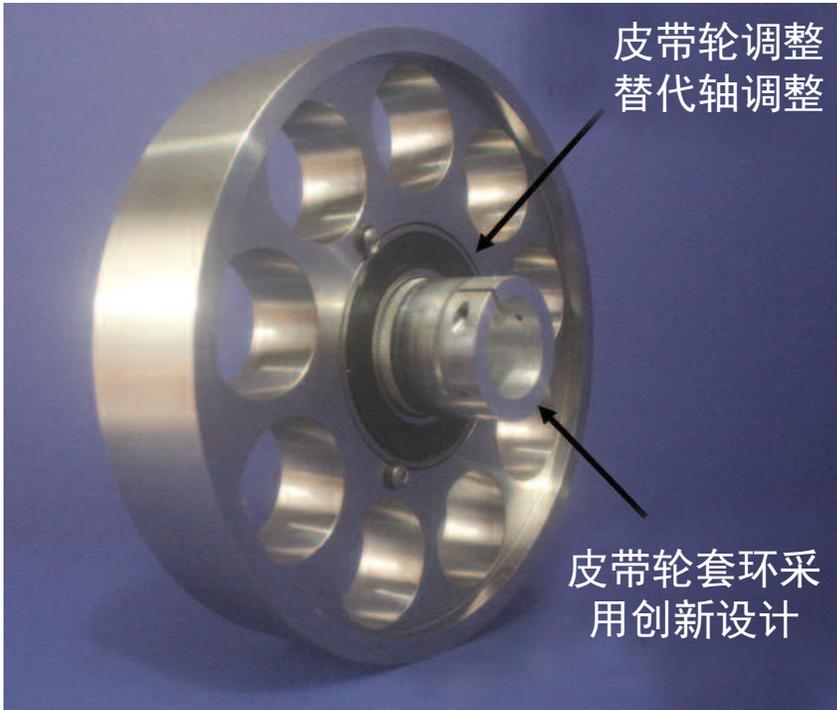
皮带轮最小直径	4.00 (10.16 厘米)
正面最小宽度	3.00 (7.62 厘米)
正面最大宽度	8.00 (20.32 厘米)



加盖管形

皮带轮最小直径	4.00 (10.16 厘米)
正面最小宽度	6.00 (15.24 厘米)



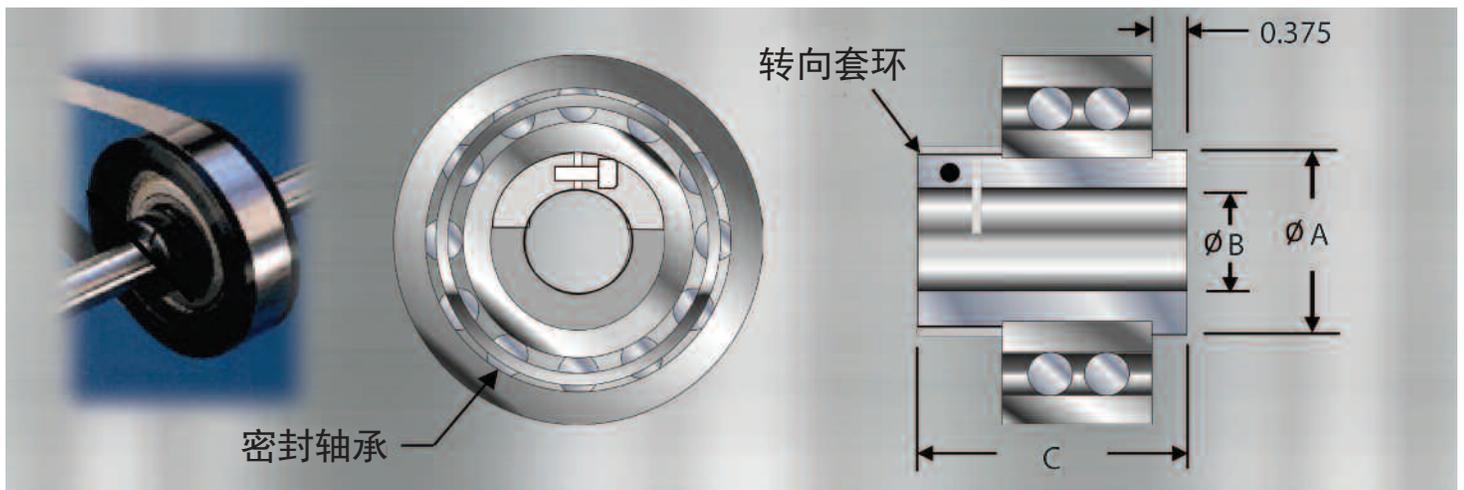


### 独立可转向皮带轮

转向套环-轴承总成压入装配在实心圆形或工字形结构的摩擦驱动惰轮内。转向套环起两个作用，既是皮带轮在轮轴上的连接方式，同时还借助其实现传送带的动态偏移控制。关于更多详情，请参考 Belt 技术公司独立可转向皮带轮新产品数据表。

为帮助设计工程师为系统确定皮带轮组件的尺寸，下面的图和零件列表详细列出了组件的转向套环的总体设计尺寸。

加盖空心皮带轮使用设计理念的一个变动。详情请联系 Belt 技术公司工程师。



### 总结：

由于使用金属带的摩擦轮和同步轮设计和制造的所有精密技术、特点，要求具有设计经验和制造专业知识。Belt 技术公司邀请您在金属带和皮带轮设计中使用本文件，然后联系我们的应用销售工程师，以确保在您的项目所在地成功地加以规划。

	A	B +0.001(+.025毫米) -0.000	C
-1	1.20 (30.48)	.500 (12.70)	1.956 (49.682)
-2	1.50 (38.10)	.750 (19.05)	2.331 (59.207)
-3	2.50 (63.50)	1.000 (25.40)	2.393 (60.782)
-4	2.50 (63.50)	1.250 (31.75)	2.893 (73.482)
-5	3.00 (76.20)	1.500 (38.10)	3.456 (87.782)

(毫米)



我们希望这份金属带技术简介能够帮助您理解重要的设计事项，并帮助您使您的应用合乎规格。我们的独特金属带技术已经为很多客户带来了各种不同的解决方案，我们的客户对此感到非常满意，这份客户名单还在不断扩大。我们可应您的请求提供这些公司的名单。

如果您要求获得进一步协助和设计审查，请洽 Belt 技术公司的工程师：

请将对页中的设计核查单以及您的应用资讯传真给我们。感谢您对 Belt 技术公司表示兴趣。

