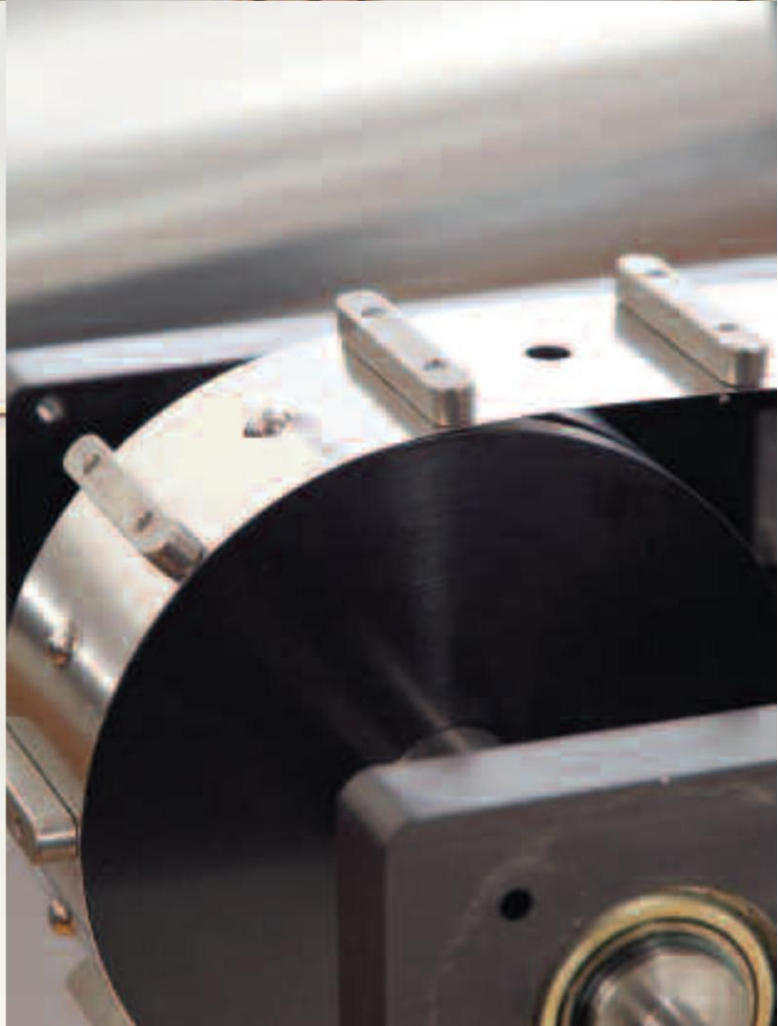
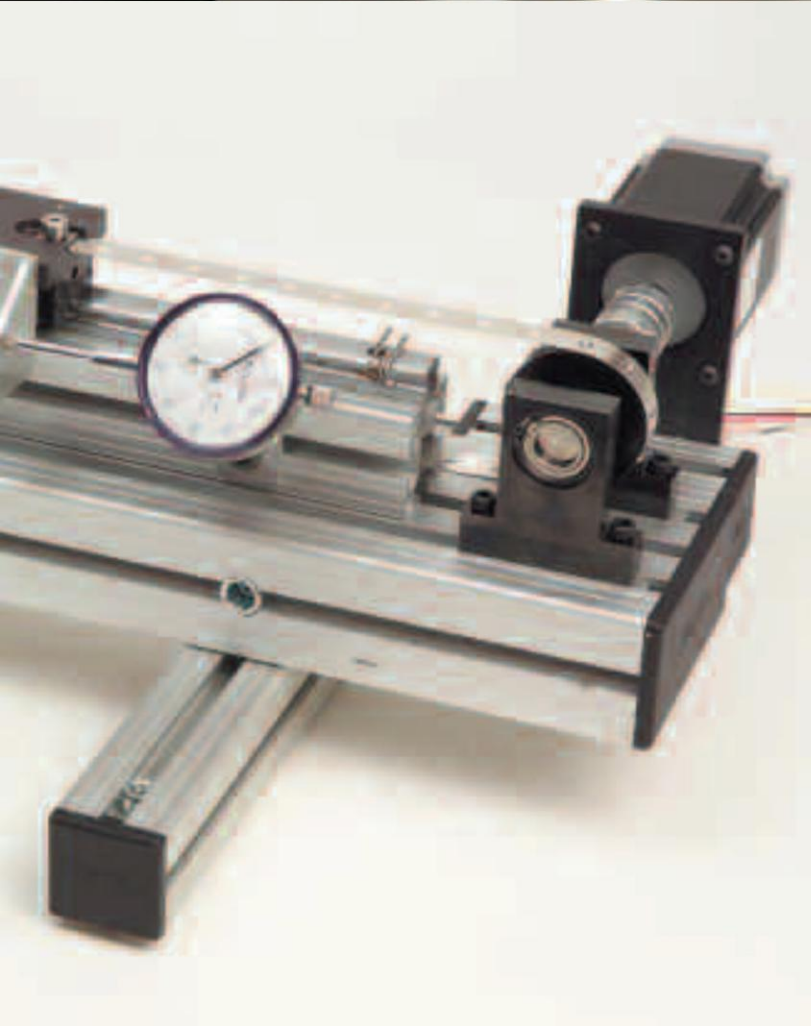




# 目录

|                             |         |
|-----------------------------|---------|
| 为什么要考虑在您的<br>应用中使用金属带 ..... | 4       |
| 金属带、驱动带及其应用 ..              | 5 — 7   |
| 皮带轮 .....                   | 8 — 9   |
| 设计                          |         |
| 材料                          |         |
| 公差                          |         |
| 皮带轮类型                       |         |
| 表面处理剂 .....                 | 10 — 11 |
| 特氟纶                         |         |
| 聚氨酯或氯丁橡胶                    |         |
| 硅树脂                         |         |
| 硬质涂层阳极化处理                   |         |
| 选择                          |         |
| 设计注意事项 .....                | 12 — 23 |
| 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                     |         |
| 传送带使用期                      |         |
| 附录：材料 .....                 | 22, 23  |

## 第一章

# 为什么要考虑 在您的应用中 使用金属带

工程师在确定所需的金属带时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：与链条中的链接不同，金属带是一个整体成分，因此不会产生任何要求润滑的部件摩擦。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。这种性能使金属带特别适合要求精密定位的优异性能应用。
- 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：金属调速带可加工为使不同位置之间的仰俯角精密度达到 $\pm 0.013$ 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，不会生成灰尘，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。

## 第二章

### 金属带、驱动带及其应用

#### 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

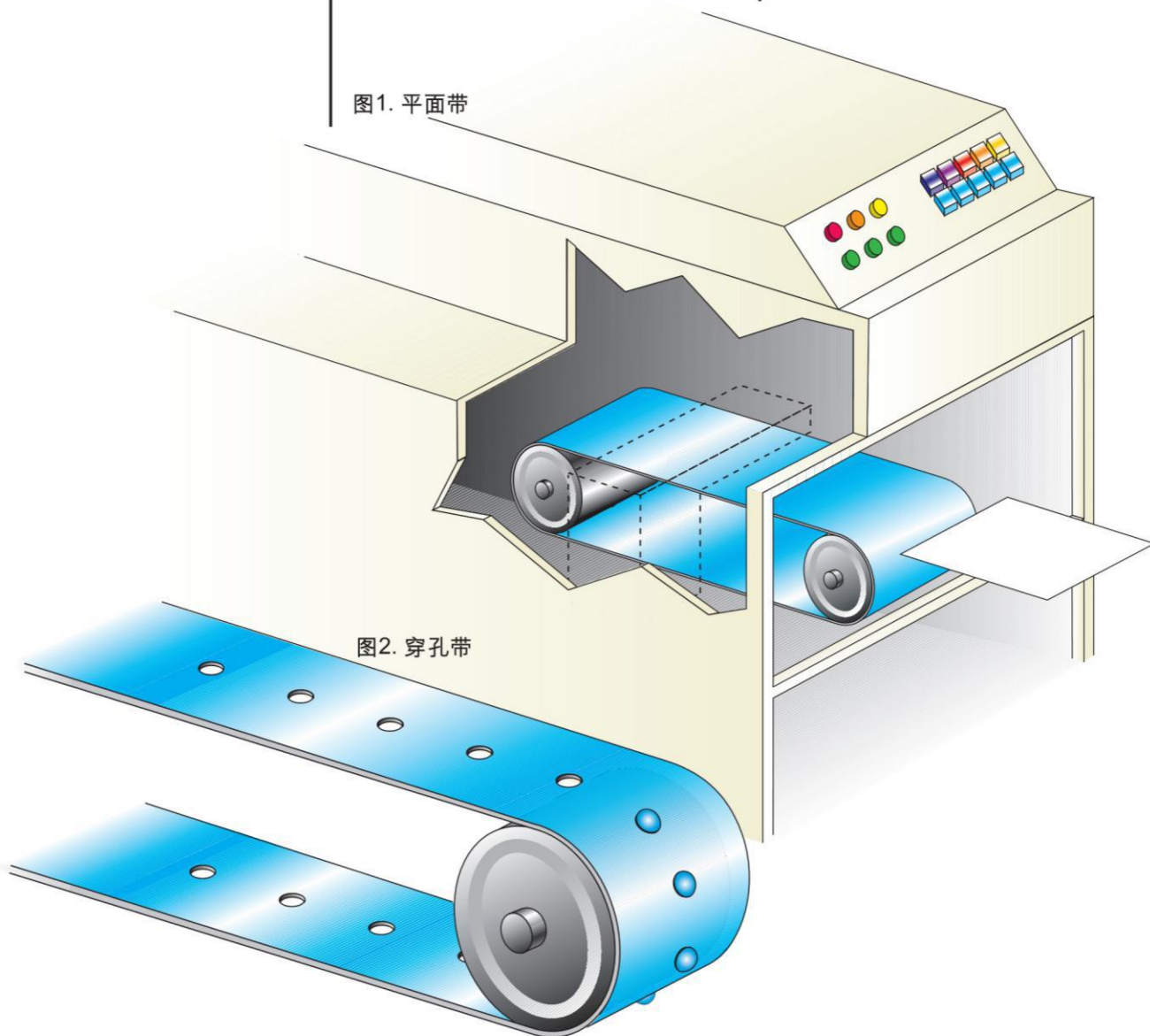
#### 穿孔带：

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
- 韦伯传送
- 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
- 光学元件驱动

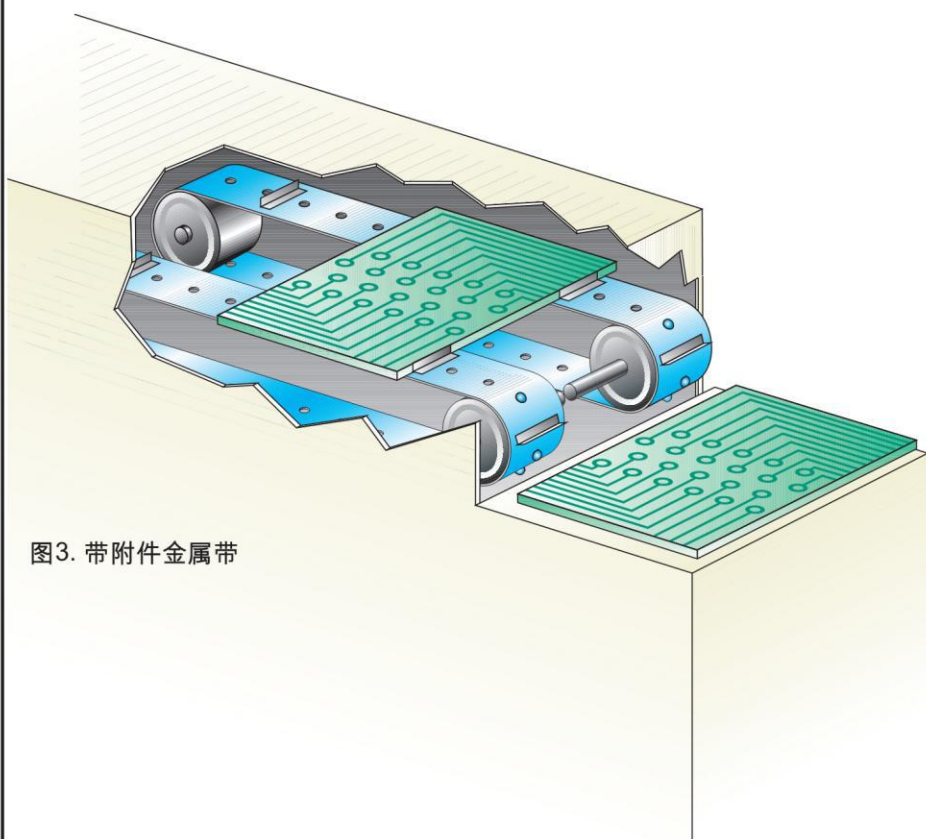


图3. 带附件金属带

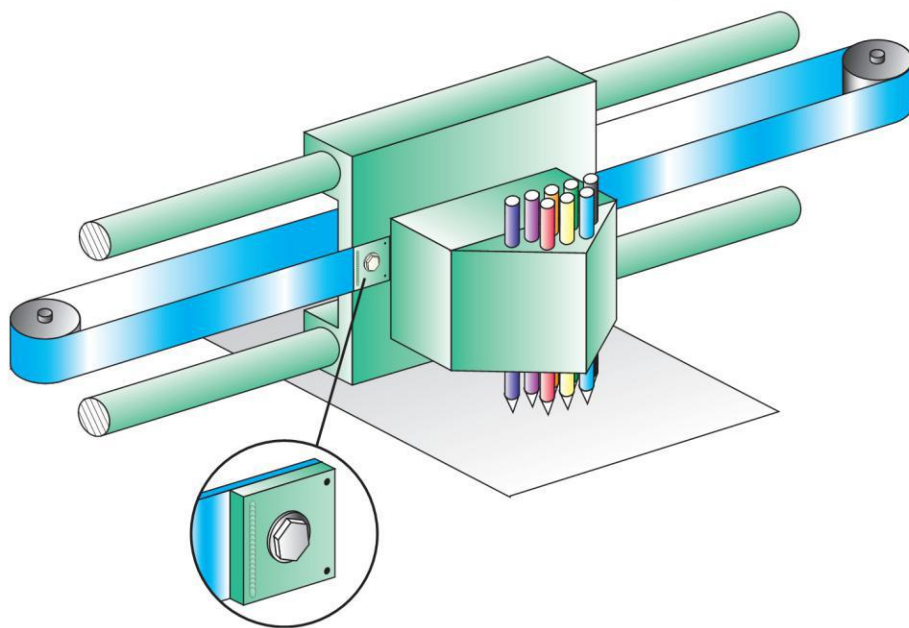


图4. 驱动带

## 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，同时通过附件为部件定位，使之符合定时要求。具体应用包括：

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

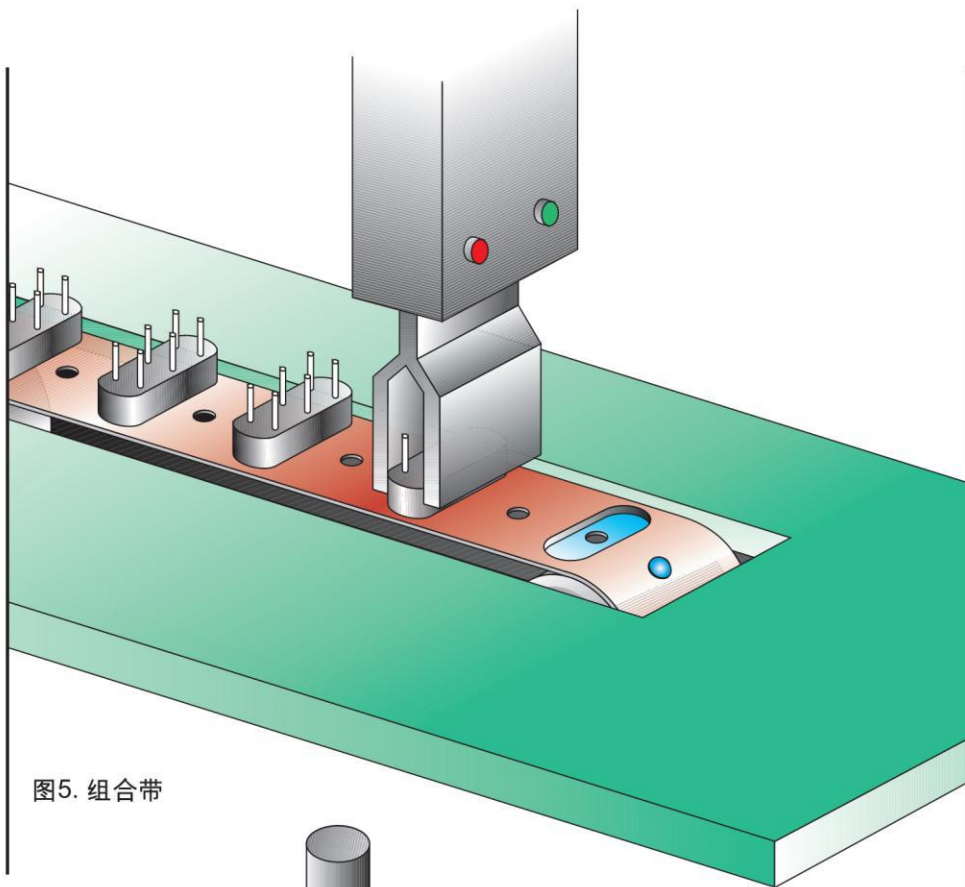
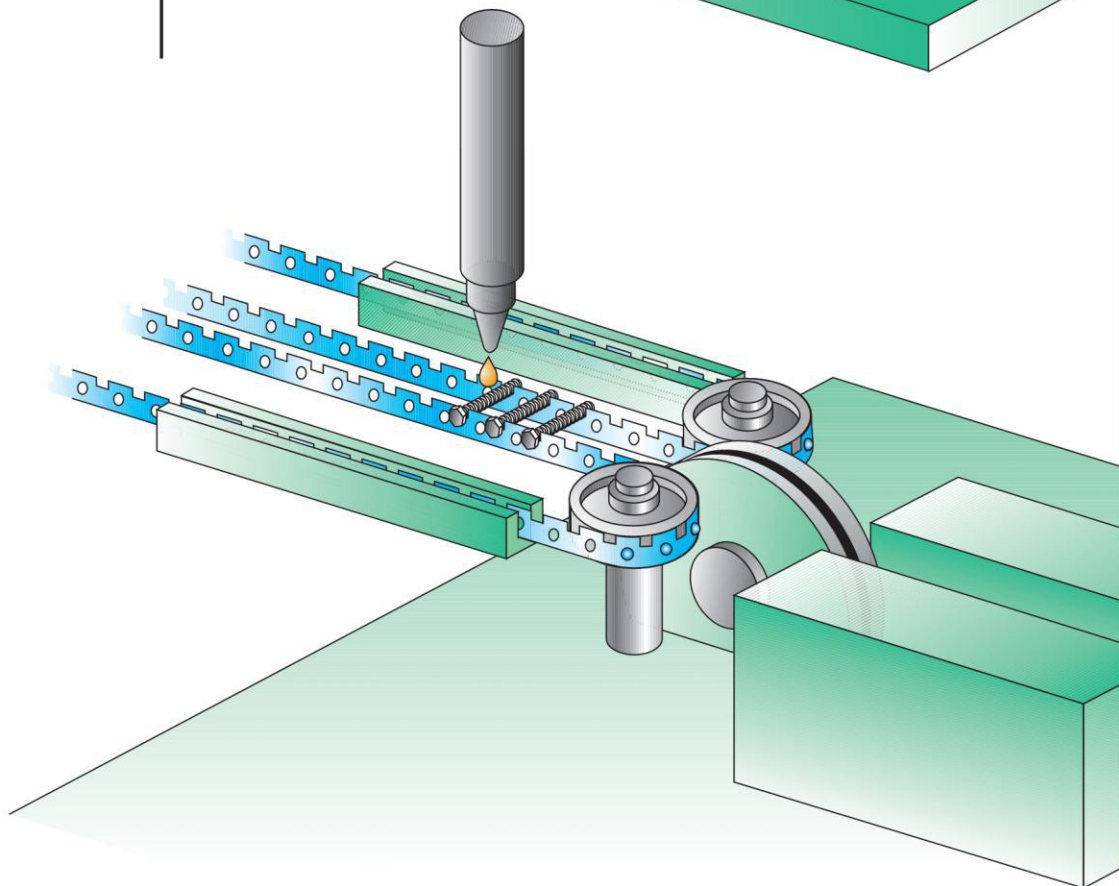


图5. 组合带



## 第三章

### 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、凸纹通道、传统的定时齿。

#### 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150毫米，最宽为100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。在工字梁腹板上加工孔眼可进一步减轻重量。

#### 加盖管形

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。

#### 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。

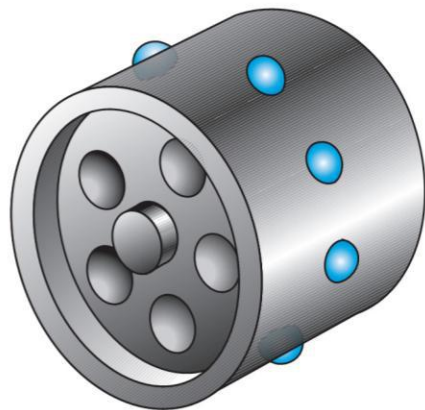
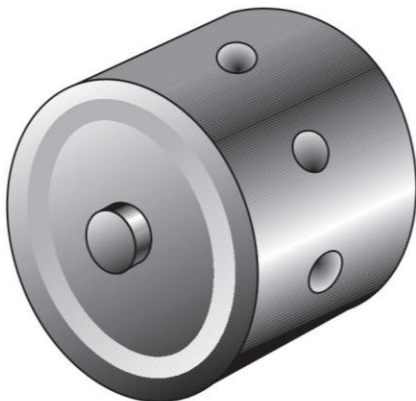
#### 铝

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。

图6. 带穴槽和滚珠轴承皮带轮



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                | 同步轮                 |
|-------------|--------------------|---------------------|
| 传动带支撑直径（外径） | ± 0.025毫米          | ± 0.051毫米           |
| 正面宽度        | ± 0.127毫米          | ± 0.127毫米           |
| 钻孔直径        | +0 .025mm/-0.000毫米 | +0 .050mm/-0.0000毫米 |
| 同心度         | 0.025毫米            | 0.025毫米             |
| 同步位置        | 25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。

摩擦驱动

摩擦驱动轮通常具有不带定时元件的平面。

通常建议不要使用鼓形皮带轮。如需使用鼓形皮带轮，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，但应避免用于斜角平面之间凸面交界点因压力升高而具有较高传送带张力负荷的应用。

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；穴槽使驱动凸片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。

同步元件（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。

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，在必要时应带有供凸片使用的凸纹通道。

注释：摩擦和同步轮均可设计为窄体卷筒形。窄体卷筒形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。

## 第四章

### 表面处理剂

表面处理剂使工程师有机会改变金属带、条带或皮带轮的自然表面属性。表面处理剂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、层压和焊接。

取决于所选的方法，表面处理剂的厚度最少可为0.025毫米。表面可以带有均匀的处理剂，或使传送带表面带有穴槽，用于传送穿孔或冲切小部件。真空孔可与穴槽合并使用，以便在传送过程中更好地确定精密部件的方向和定位。

有关常用表面处理剂的主要机械和物理特性，请参阅表2。

### 特氟纶 (TEFLON®) :

特氟纶作为炊具的不粘涂层已成为日常用语。特氟纶实际上有各种不同的配方，每种配方在释放性能、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。

表2.  
表面处理剂特征

| 涂层材料                | 主要特征            | 操作温度                | 厚度                  | 色彩    |
|---------------------|-----------------|---------------------|---------------------|-------|
| TEFLON® TFE         | 防粘              | 最高315°C             | 0.025毫米             | 黑色、绿色 |
| TEFLON® FEP         | 防腐<br>低温        | 最高220°C<br>最低-200°C | 0.025毫米<br>至0.076毫米 | 黑色、绿色 |
| TEFLON® SILVERSTONE | 经批准可接触食品        | 最高315°C             | 0.025毫米<br>至0.15毫米  | 银灰色   |
| 暗色处理                | 经批准可接触食品<br>耐磨损 | 最高315°C             | 0.025毫米             | 黑色    |
| TEFLON®-S 550       | 耐磨硬特氟纶          | 最高230°C             | 0.025毫米<br>至0.038毫米 | 黑色    |
| 硅树脂橡胶               | 极好的释放性<br>高摩擦力  | 最高200°C             | 0.15毫米<br>至0.8毫米    | 各种色彩  |
| 聚亚安酯                | 高摩擦力<br>可模压     | 最高70°C              | 0.203毫米<br>至3.175毫米 | 各种色彩  |
| 氯丁橡胶                | 可压缩性<br>冲切穴槽    | 最高70°C              | 0.40毫米<br>至6.4毫米    | 黑色    |

## 聚氨酯或氯丁橡胶：

聚氨酯和开孔或闭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。

## 硬质涂层阳极化处理：

硬质涂层阳极化处理是一种电气化学程序，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。

图7.  
表面处理剂

## 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、释放性能、经受住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。

## 选择：

表面处理剂的选择范围很大，本指南无法全面记载。不常用的表面处理剂包括碳氟化合物、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一部分。

## 第五章

### 设计注意事项

设计人员请注意：阅读了前面章节的信息后，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。

### 系统设计指南：

任何使用金属带的系统均可用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。
- 使用较大的长度与宽度比。

### 负载：

适当的系统设计包括对传输至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、高启动负载或分度。通常，传送带的设计应当保证高负载（如出现）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：

- 确定传送带上的工作负载。
- 确定传送带上的最大负载。
- 确定传送带上的弯曲应力。
- 确定传送带上的总应力。

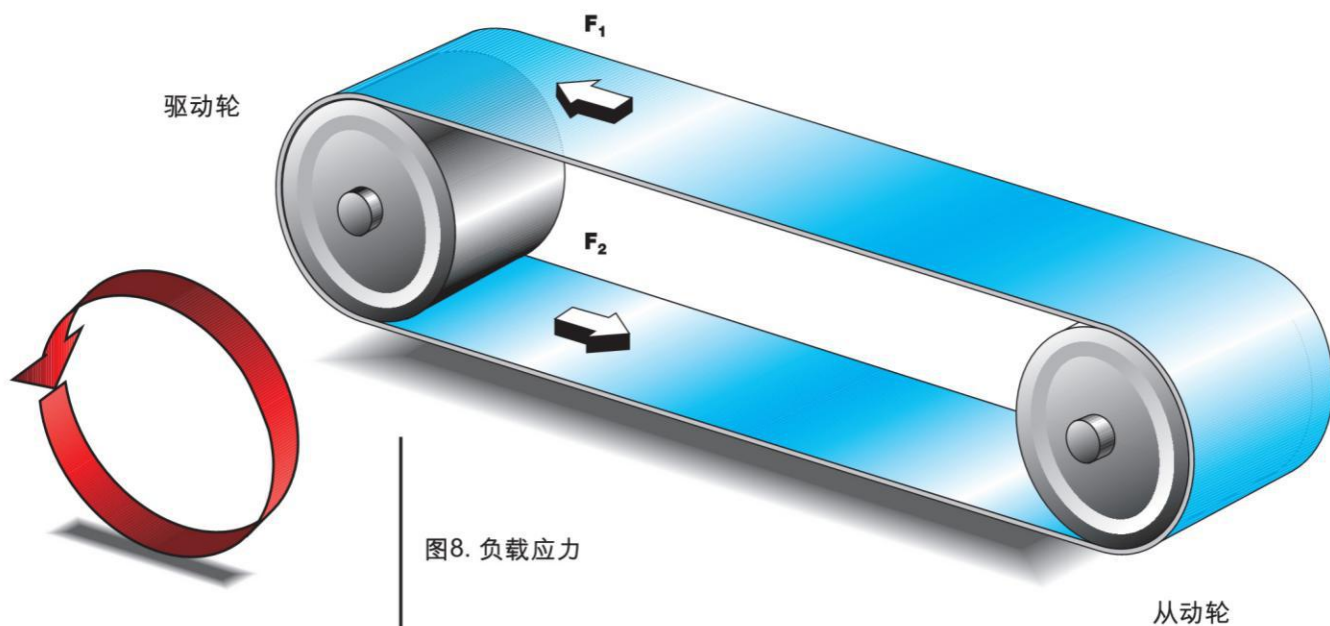


图8. 负载应力

## 1. 确定传送带上的工作负载 ( $F_w$ )。

可以通过驱动马达额定转矩、需要移动或加速的负载或分析系统的要求确定工作负载。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 ( $F_w$ ) 是  $F_w = F_1 - F_2$ ，其中：

D1和D2 = 皮带轮直径

$\tau_1$ 和 $\tau_2$  = 皮带轮各自的转矩作用

F1和F2 = 每个皮带轮上对传送带产生的作用力（以牛顿为单位）

$F_w$ 与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：

$$F_w = \frac{P}{V}$$

其中：V = 速度（以米/秒为单位）

P = 功率（以瓦特为单位）

与加速度的关系为：

$$F = ma$$

其中：

m = 质量（以公斤为单位）

a = 负载的加速度（以米/秒<sup>2</sup>为单位）

## 2. 确定传送带上的最高负载 ( $F_1$ )。

如第1步中的双皮带轮范例所示，因为  $F_w = F_1 - F_2$ ， $F_1$ 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程的情况下操作，两个作用力 $F_1$ 和 $F_2$ 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：

$$e = 2.71828$$

$\mu$  = 传动带与皮带轮之间的摩擦系数

$\theta$  = 皮带轮上传送带弧度的包角

$F_c$  = 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 $m$ 值在0.25–0.45之间。

薄金属带的一个优越性是 $F_c$ 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 $F_2$ 后得出 $F_1$ ：

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

## 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

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。

表3. 传送带使用期

| 皮带轮直径<br>与传送带厚度比   | 传送带预计<br>使用期            |
|--------------------|-------------------------|
| 625:1              | 1,000,000<br>次循环<br>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。 |                         |

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。

$$S_t = S_w + S_b$$

$$S_w = \frac{F_1}{b \times t}$$

其中：

$b$  = 传送带宽度

$t$  = 传送带厚度

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。

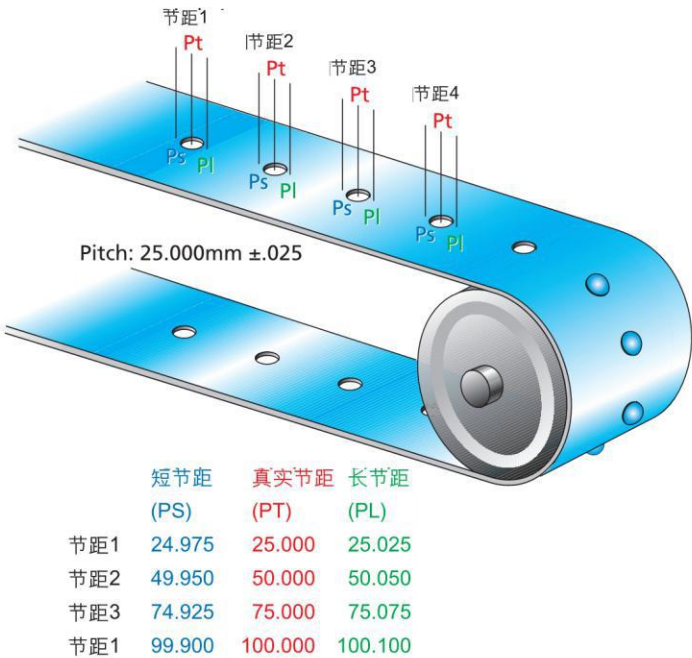
传送带长度的精密度：

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±0.013毫米。平面带和驱动带还可加工为具有高度的精密度。

## 定位精度:

定位紧密度与传送带的节距公差直接相关，金属定时带的节距公差通常为0.013毫米。使用特殊的加工工具，可使节距正向积聚（如图9中的PI）或负向积聚（如图9中的Ps）。

图9. 定位精度

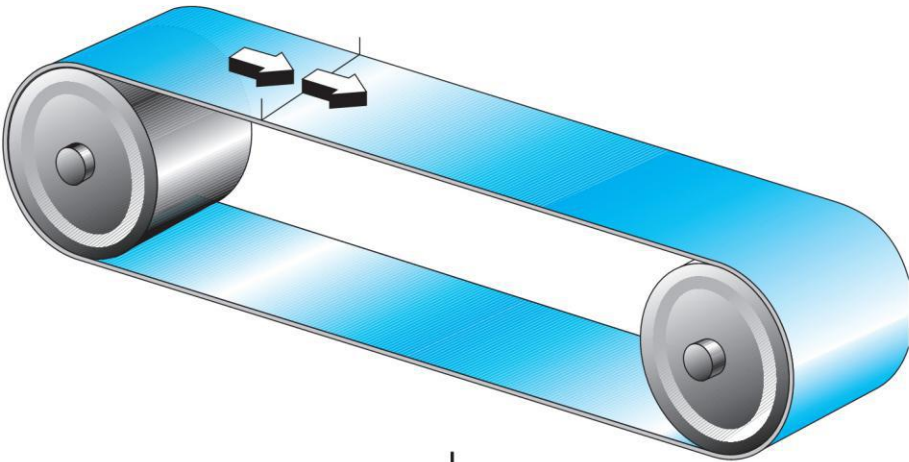


## 可重复性:

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，我们的客户的传送带孔的可重复性达到0.025毫米。

图10. 可重复性



## 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补偿：

- 缺少系统垂直度或校正
- 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，1米金属带的弯度为0.2—0.5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松的一边偏移。

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。

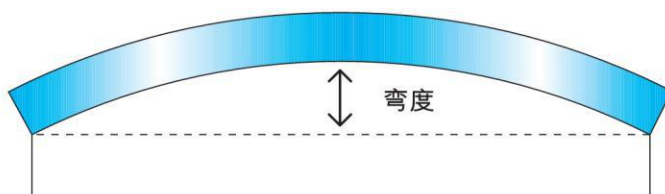


图11. 弯度

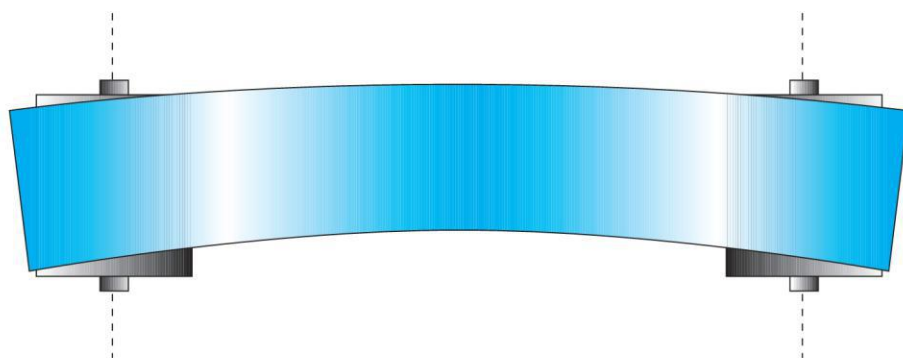


图12. 偏移控制

用于系统传送带偏移控制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

## 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。

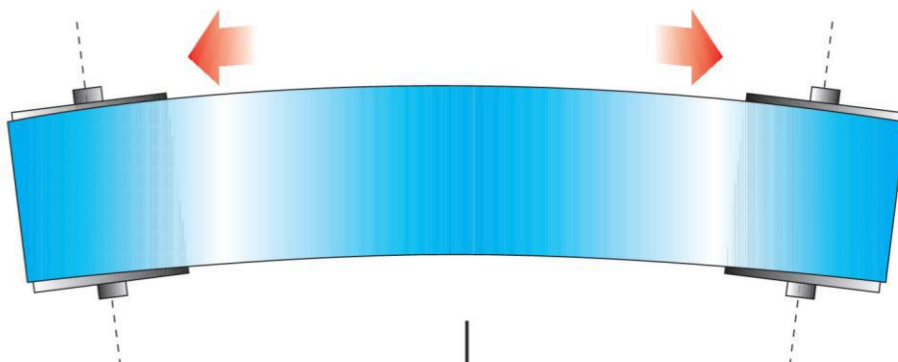


图13. 轮轴调整

## 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。鼓形轮最适合用于同步带，因为带网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的效果，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端面，鼓形高度不超过传送带的厚度。

## 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（例如凸轮从动或玻璃填充特氟纶凸缘）这种可接受的方法。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造成传送带预计使用期缩短。

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在V形导向条上（而不是在金属带上）分布偏移控制应力，从而最大限度地延长强行偏移控制系统中的传送带使用期（图14）。

下一节讨论的同步轮齿仅用于定时，不应当作为偏移控制技术。

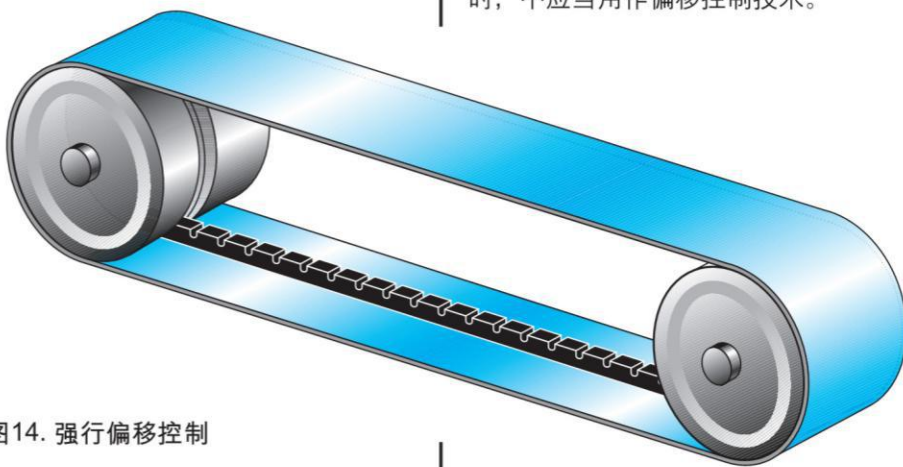


图14. 强行偏移控制

## 同步:

金属带的同步轮有带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片。

在设计同步轮时应始终注意确保所有的同步元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0.152–0.203毫米。零或接近零的后冲应用是一种特殊的情况。

在制造带轮齿的皮带轮时，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，使节径位于传送带的中性轴上（薄平面带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元件的错误匹配。

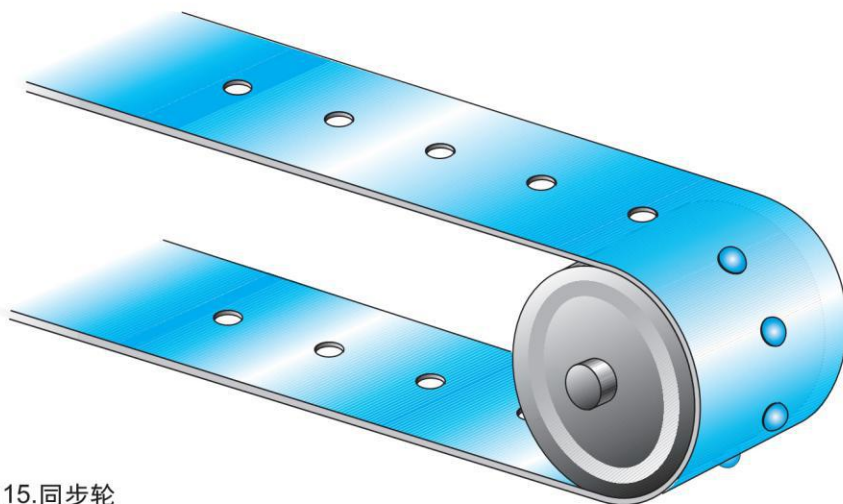


图15.同步轮

传送带支撑直径可用以下公式确定:

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

其中:

N = 皮带轮上的节长数或齿数

P = 孔距

t = 传送带厚度

## 张力:

摩擦驱动系统的操作张力可象自行车链条一样松弛，也可象吉他弦一样绷紧。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水平。通常，较低的传送带张力可延长传送带使用期，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19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，并缩短传送带使用期。

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、弹簧或起重螺杆的方法保持张力。

## 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（轮轴调整）抵消一种作用力（系统伸缩性）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，缩短传送带的使用期。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端点。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。如果需要使用悬臂轴，必须通过框架设计和轮轴的硬度确保悬臂轴的硬度。

## 磁渗透性：

磁渗透性通常被定义为与渗透性为1的空气相比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，但是很难获得此种不锈钢的全淬硬钢产品。

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：

当皮带轮之间的跨度很长时，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））上拉过。避免旋转面，因为旋转面可能导致轴移动，造成偏移问题。将传送带滑过或拉过固定的支撑面对偏移或传送带使用期的影响可忽略不计。

高温:

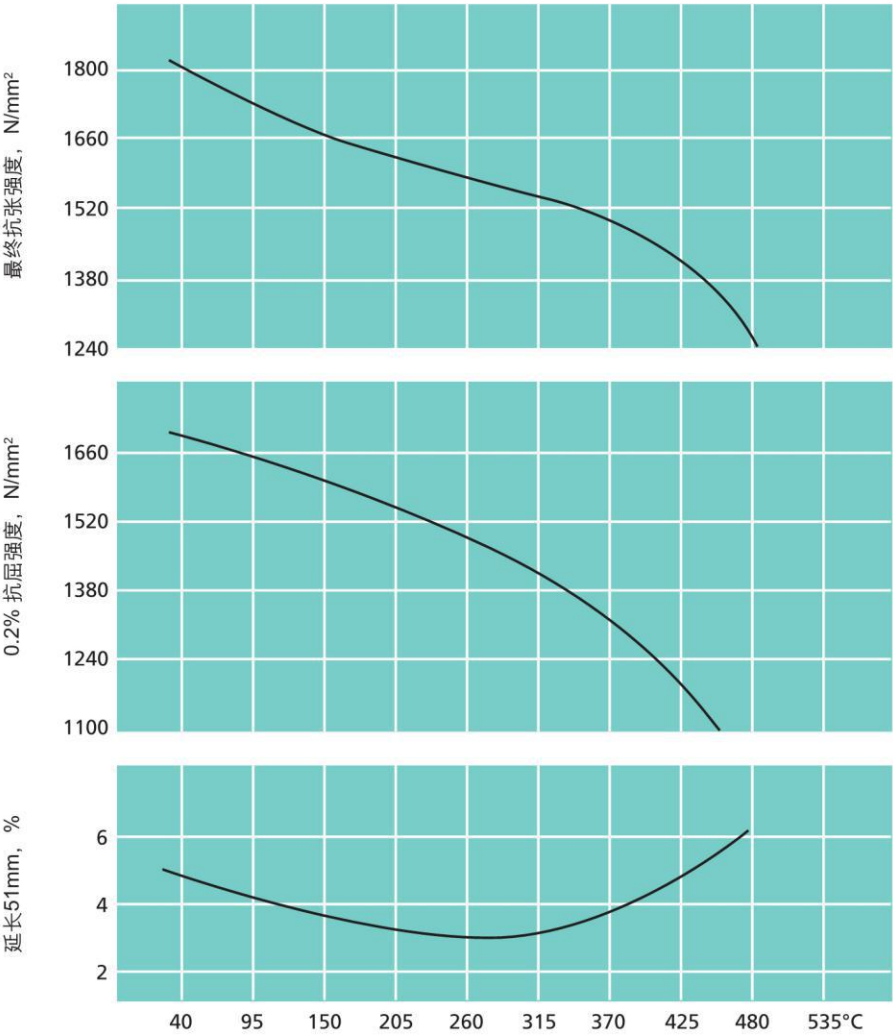
如果金属带将接触高温，选择必须能够经受住高温的传送带材料以及任何附件或表面处理剂至关重要。还必须考虑温度变化时材料的膨胀和收缩。温度导致的变化会影响定时、偏移、张力、平面度和其他因素。

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。

表4. 主要合金的高温特征

| 合金                      | 温度范围<br>°C  | 热膨胀平均系数<br>10 <sup>-6</sup> cm/cm/°C | 温度范围<br>平均抗屈强度<br>(单位N/mm <sup>2</sup> ) |
|-------------------------|-------------|--------------------------------------|------------------------------------------|
| 301/302<br>全淬硬钢         | 20° 至 205°  | 17.6                                 | 1100 至 930                               |
| 17-7 CH-900             | 205° 至 425° | 11.8                                 | 1515 至 1170                              |
| 退火和热处理的<br>Inco® 718号溶液 | 425° 至 535° | 15.1                                 | 1080 至 1070                              |

表5. 物理属性与温度变化 (17-7 CH-900)



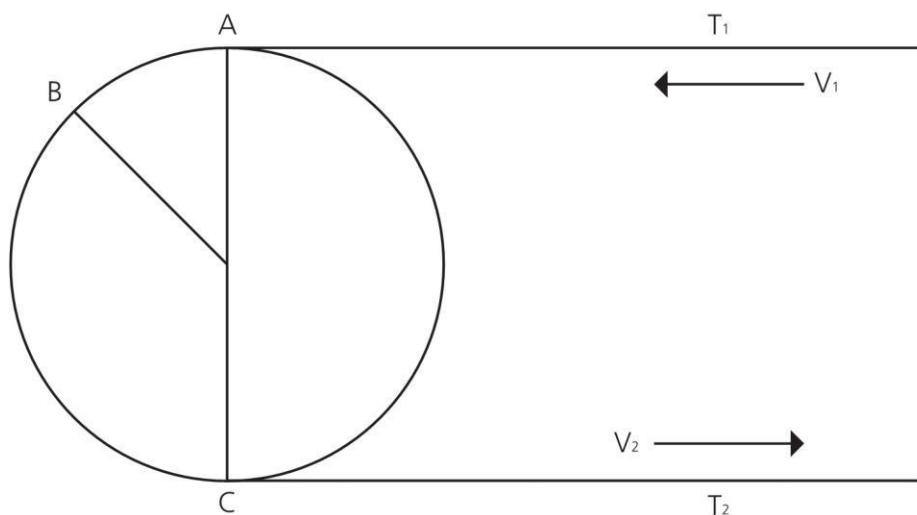


图16. 蠕变理论

AB是无效弧。BC是有效弧。

## 传送带蠕变：

传送带蠕变是一种与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。传送带向皮带轮上运行，拉紧一侧的张力为 $T_1$ ，速度为 $V_1$ ， $V_1$ 与驱动轮的表面速度 $V_1$ 相同。随着继续通过无效弧接触，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。

同步轮齿或凸片是矫正蠕变最常用的方法。同步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点可以减少至六至八个。

## 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。以下材料表总结了重要的材料选择标准。

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                   | 抗屈强度<br>(0.2%偏移)<br>N/mm <sup>2</sup> | 抗拉强度<br>N/mm <sup>2</sup> | 延伸率<br>51mm<br>% | 硬度      |
|----------------------|---------------------------------------|---------------------------|------------------|---------|
| 301 号全淬硬钢            | 1100                                  | 1240                      | 5-15             | RC40-45 |
| 301 号高抗屈强度           | 1790                                  | 1930                      | 1                | 不适用     |
| 302 号全淬硬钢            | 1100                                  | 1240                      | 1-5              | RC40-45 |
| 304 号全淬硬钢            | 1100                                  | 1240                      | 1-5              | RC40-45 |
| 316 号全淬硬钢            | 1200                                  | 1310                      | 1-2              | RC35-45 |
| 716 号全淬硬钢            | 1450                                  | 1790                      | 5-10             | RC52    |
| 17-7 CONDITION C     | 1275                                  | 1480                      | 5                | RC43    |
| 17-7 CH-900          | 1655                                  | 1720                      | 2                | RC49    |
| INCONEL® 718         | 1200                                  | 1450                      | 17               | RC41    |
| 碳钢<br>SAE 1095       | 1650                                  | 1790                      | 7-10             | RC50-55 |
| 钛<br>15V-3CR-3Al-3SN | 1030                                  | 1140                      | 11               | RC35    |

## 设计产生的限制：

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，但是金属带的使用期会缩短。
- 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

殊热处理剂，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。

| 弹性<br>张力系数<br>105 N/mm <sup>2</sup> | 泊松比  | 密度<br>g/cm <sup>3</sup> | 热传导性<br>(0° — 100°C)<br>Cal/cm <sup>2</sup> /sec/°C/cm | 热扩张系数<br>(0° — 100°C)<br>cm/cm/°C x 10 <sup>-6</sup> | H—高<br>M—中<br>L—低<br>磁渗透性 | 与本表中的<br>其他材料相比<br>防腐能力 |
|-------------------------------------|------|-------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------|
| 1.93                                | .285 | 7.9                     | 0.039                                                  | 16.9                                                 | L-M                       | M                       |
| 1.79                                | .285 | 7.9                     | 0.039                                                  | 16.9                                                 | M-H                       | M                       |
| 1.93                                | .285 | 7.9                     | 0.039                                                  | 17.3                                                 | L-M                       | M-H                     |
| 1.93                                | .285 | 7.9                     | 0.039                                                  | 17.3                                                 | L-M                       | M-H                     |
| 1.93                                | .285 | 7.9                     | 0.036                                                  | 16.0                                                 | L                         | H                       |
| 2.20                                | .285 | 7.9                     | 0.059                                                  | 10.6                                                 | H                         | L-M                     |
| 1.93                                | .305 | 7.8                     | 0.037                                                  | 15.3                                                 | M-H                       | M-H                     |
| 2.00                                | .305 | 7.8                     | 0.037                                                  | 10.9                                                 | M-H                       | M-H                     |
| 2.00                                | .284 | 7.9                     | 0.030                                                  | 11.9                                                 | L                         | H                       |
| 2.07                                | .287 | 7.9                     | 0.124                                                  | 10.5                                                 | H                         | L                       |
| 1.03                                | .300 | 4.7                     | 0.019                                                  | 9.7                                                  | L                         | H                       |

## 传送带使用期:

传送带使用期对不同的人 and 不同的程序具有不同的含义。10,000次旋转的传送带使用期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、表面处理剂、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期。

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期长得多的潜能。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。