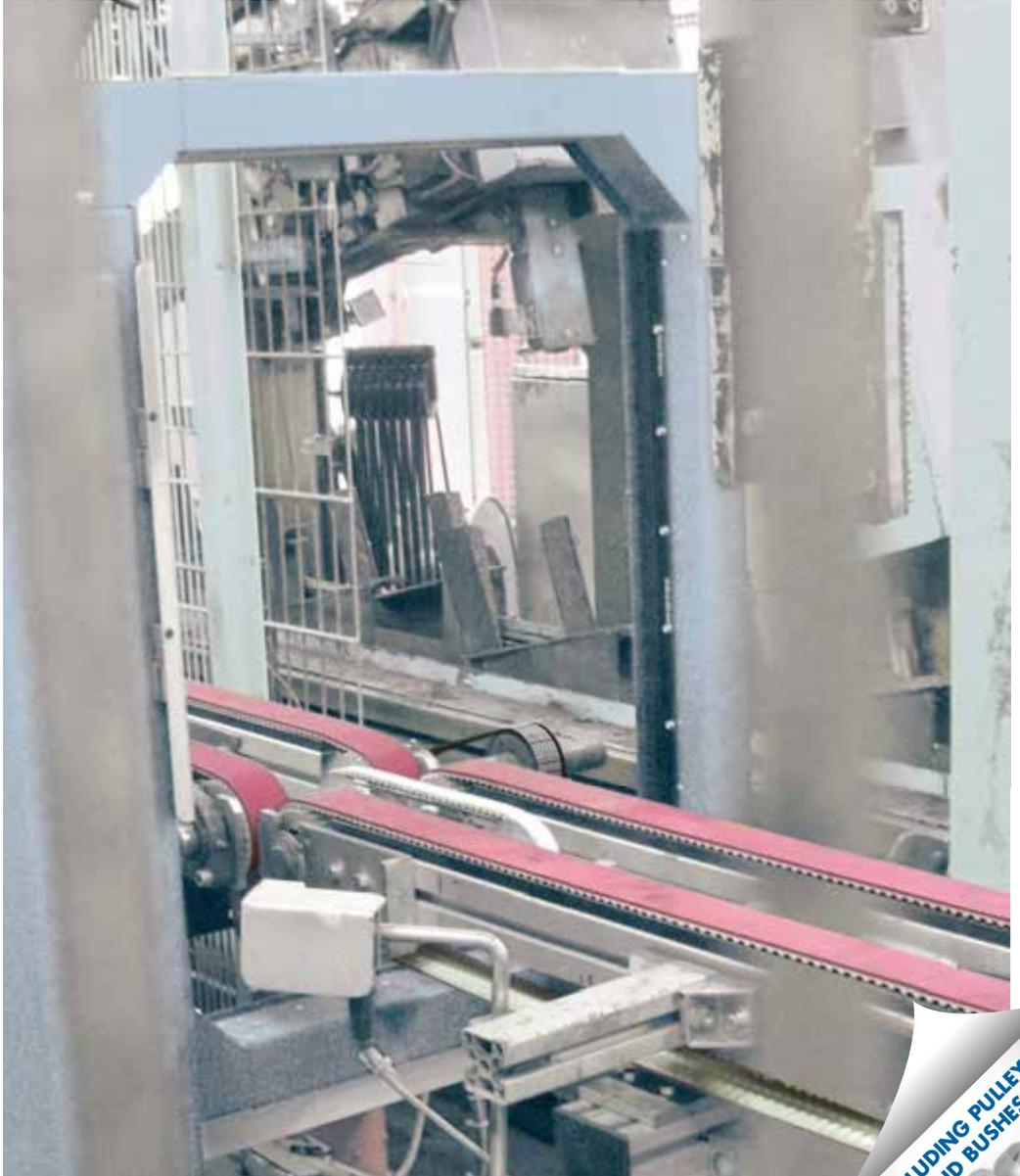




OPTIBELT

**聚氨酯同步带
技术手册**



**INCLUDING PULLEYS
AND BUSHES**





optibelt ALPHA同步带由钢丝或芳纶增强纤维以及聚氨酯材料制成，其中聚氨酯材料的耐溶剂性比橡胶材料要高。且该材料可作为热塑材料进行焊接。

环形ALPHA TORQUE/POWRE型聚氨酯模制同步带及optibelt ALPHA FLEX同步带可实现无滑移同步传动达几百千瓦的动力。

为确保线性传动系统的精密定位，开口optibelt ALPHA LINEAR同步带是最合适的。这些类型的同步带以及optibelt ALPHA FLEX同步带都可采用热塑性聚氨酯材料挤压和模制而成。

可对端部为手指形状的热塑聚氨酯同步带进行焊接，以生产出适用于传输传动系统中使用的环形optibelt ALPHA三角同步带。

如果涂上顶层或装上夹板的话将可满足较高的传输要求。如果采用了基带的话，则涂层或夹板可在几何形状上进行调整。对于这类修改过的带，在其名称上应加上“专用”字样。用于传输的热塑基带，通过对其齿和顶面的调整可实现最佳的经济性。可利用顶面经过调整的铸造同步带的小或中等轴距离进行补偿，例如optibelt ALPHA SRP带型。

OPTIBELT聚氨酯同步带的所有重要信息及传动计算方法请参考当前的技术手册。补偿技术文档还包括传送带和带轮的OPTIBELT产品谱系、optibelt ALPHA同步带的技术参数手册、用于传动设计的optibelt CAP软件、带轮的CAD图纸、夹板选择器、以及通过OPBIBELT网络及时进行更新的其他OPTIBELT文档。

如有疑问，请通过免费服务电话致电我们的应用工程师。

OPTIBELT 欧皮特在全球分布





www.optibelt.com



- | | |
|---|---|
|  OPTIBELT GmbH
www.optibelt.de |  OPTIBELT ÖSTERREICH GmbH
www.optibelt.at |
|  OPTIBELT (UK) LTD.
www.optibelt.co.uk |  OPTIBELT POLSKA SP. Z O.O.
www.optibelt.pl |
|  OPTIBELT NEDERLAND B.V.
www.optibelt.nl |  OOO "OPTIBELT POWER TRANSMISSION"
www.optibelt.ru |
|  OPTIBELT FINLAND OY
www.optibelt.fi |  OPTIBELT HUNGARY KFT.
www.optibelt.hu |
|  OPTIBELT SKANDINAVISKA AB
www.optibelt.se |  OPTIBELT CORPORATION
www.optibelt.us |
|  SALES DENMARK
www.optibelt.dk |  OPTIBELT (CANADA) INC.
www.optibelt.ca |
|  SALES NORWAY
www.optibelt.no |  OPTIBELT DO BRASIL LTDA.
www.optibelt-br.com |
|  OPTIBELT FRANCE SAS
www.optibelt.fr |  OPTIBELT ASIA PACIFIC PTE. LTD.
www.optibelt.sg |
|  OPTIBELT AG
www.optibelt.ch |  OPTIBELT POWER TRANSMISSION
www.optibelt.cn |
|  OPTIBELT GmbH
www.optibelt.be |  OPTIBELT POWER TRANSMISSION INDIA PVT. LTD.
www.optibelt.in |
|  OPTIBELT ESPAÑA, S.A.
www.optibelt.es |  OPTIBELT AUSTRALIA PTY. LTD.
www.optibelt.com.au |
|  OPTIBELT AG
www.optibelt.it |  OPTIBELT INDONESIA
www.optibelt.id |
|  OPTIBELT PHILIPPINES
www.optibelt.ph |  OPTIBELT MEXICO
www.optibelt.mx |
|  OPTIBELT VIETNAM
www.optibelt.vn |  OPTIBELT THAILAND
www.optibelt.th |



聚氨酯同步带技术手册.....	1
Arntz optibelt 集团全球销售网络.....	2

1 产品描述

1.1 传动类型和一般特性.....	8
1.2 基带的生产过程及特点.....	10
生产过程：铸造.....	10
生产过程：挤压.....	11
生产过程：焊接.....	12
生产过程和特点的概述.....	13
1.3 基带的结构、涂层、夹板及类型.....	14
同步带结构、简单外形设计.....	14
同步带结构、两侧处的齿.....	14
带型变化、单侧带齿.....	15
涂层变化，作为基带的一部分.....	16
作为基带不可分割一部分的夹板.....	17
1.4 类型、特点、尺寸和标准.....	18
英制类型.....	18
T类型.....	18
TK类型，带有切槽V型导轨.....	19
AT类型.....	20
ATK类型，带有切槽V型导轨.....	20
ATL类型.....	21
HTD类型.....	21
F类型.....	22
标准.....	22
产品组、基本型号、型号和张力线.....	22
1.5 张力线材料和设计、带轮齿系统.....	24
张力线材料：标准设计为钢材料，ST.....	24
张力线材料：不锈钢，RF.....	24
张力线材料：高柔性结构钢，HF.....	24
张力线材料：芳纶，AR.....	25
抗拉增强张力线：聚酯纤维，PES.....	25
1.6 措施.....	25
齿啮合和节距、易匹配.....	25
双轮动力传动系统中的力.....	27

2 传动设计基础

2.1 齿轮传动几何结构、重要参数和公式.....	28
带形状、重要参数.....	28
带轮功能、术语和齿数.....	29
外部载荷、额定容量和几何形状的一般公式.....	30
周向力和运动类型.....	31
直线和传输驱动：倾斜式输送机 and 提升驱动机.....	32
加载和卸载传动系统的静态带张力，建议的带张力.....	33
2.2 传动运行系数、公差和公式.....	36
总传动运行系数 C_v	36
基本传动运行系数 C_0	37
带轮和惰轮公差系数 C_g 及起动频率公差 C_g	37
长度系数 C_g	37
2.3 公式符号.....	38

3 动力传动

3.1 概述	39
3.2 变量	41
3.3 传动设计基础	42
3.4 同步带预选择	42
齿系统的选择	42
最大带速	43
类型和宽度的预选择	43
3.5 传动设计	45
要求	45
计算方法	45
总传动运行系数 C_2	45
设计功率 P_b	46
齿系统的选择	46
带型和宽度的预选择 - 基于上述计算	46
同步带轮	46
有效输出速度和传动	47
有效长度	47
传动中心距	48
推荐的传动中心距和碰撞检查	48
同步带及带轮宽度	49
静态带张力及周向力	50
静态轴负载	51
采购示例	51
通过测量频率来调整带张力	51
通过测量伸长率来调整带张力	52
张紧和安装允差	53
3.6 技术参数表	54

4 线性传动

4.1 概述	55
4.2 类型	57
带有固定式电机的线性传动	57
带有移动式电机的线性驱动器	57
4.3 同步带的预选择	58
齿系统的选择	58
型号和带宽的预选择	59
4.4 传动设计基础	61
加速度、速度、距离和时间	61
4.5 传动设计	63
要求	63
计算方法	63
通过传动力矩负载 M_{90} 来计算周向力 F_{90}	63
如果已知设计周向力 F_{90} 时，则可直接从皮带的预选开始	64
齿系统的选择	65
带型号和宽度的预选择	65
皮带和带轮几何尺寸的计算	65
额定拉力	66
静态和最大带张力	67
静态轴负载	68
带长度及采购示例	68
通过频率测量来调整带张力	68
通过测量延伸率来调整带张力	69
张紧和安装允差	70
4.6 重复和定位精度	72
4.7 技术参数表	76



5 输送传动

5.1 概述	77
5.2 类型	78
5.3 同步带预选	79
齿系统的选择	79
带型和带宽的预选	80
5.4 传动设计基础	82
5.5 传动设计	83
要求	83
计算方法	83
通过传动扭矩 M_n 计算周向力 F_{BU}	83
通过摩擦力计算周向力设计值 F_{BU}	84
齿系统的选择	85
带型和带宽的预选	85
皮带和带轮几何尺寸的计算	86
额定拉力	87
静态和最大带张力	88
静态轴负载	89
带长及订购名称	89
通过频率测量来调整带张力	89
通过测量延伸率来进行带张力调整	90
张紧和安装允差	91
5.6 技术参数表	93

6 涂层、夹板和调整

6.1 锦纶纤维涂层	94
齿系统上的锦纶纤维 (PAZ)	94
顶表面上的锦纶纤维 (PAR)	94
6.2 随后实施的涂层	96
特点和设计工具	96
聚氨酯 (PU)、橡胶及聚氯乙烯 (PVC) 涂层的预选	98
聚氨酯涂层材料 (PU)	100
橡胶涂层材料	105
聚氯乙烯涂层材料 (PVC)	109
满足特殊要求的涂层	114
价格指数概述	116
6.3 铸造涂层及基带	117
optibelt ALPHA SRP、ALPHA TORQUE / ALPHA POWER型	117
optibelt ALPHA TORQUE / ALPHA POWER特殊设计	117
optibelt ALPHA SRP设计	117
生产工艺	117
轮廓成型	118
表面公差	118

6 涂层、夹板和调整

6.4 随后安装的夹板.....	119
应用例子.....	119
夹板材料.....	120
聚氨酯夹板的生产.....	122
聚氨酯夹板组及非拆卸固定方法.....	125
相对于齿的位置、带轮上的齿数量及固定强度.....	130
位置和节距公差.....	131
带长和夹板节距.....	131
6.5 铸造夹板和基带, optibelt ALPHA SRP型.....	132
铸造生产工艺.....	132
形状和成型.....	134
设计指南、位置和尺寸公差.....	135
6.6 通过机械加工进行的调整.....	136
通过机械加工后的带进行输送.....	136
制造工艺.....	137

7 设计工具、尺寸和公差

7.1 带张力: 测量方法及调整.....	140
条件和说明.....	140
测量方法、应用和测量仪器.....	142
通过频率测量来进行带张力调整.....	142
通过测量延伸率来调整带张力.....	144
7.2 轴/轮毂连接.....	146
7.3 设计工具.....	147
同步带轮.....	147
同步带轮公差.....	147
最小直径.....	148
惰轮.....	149
法兰、横向导向装置.....	150
夹紧板.....	151
7.4 皮带公差.....	152
长度测量条件.....	152
长度公差.....	153
宽度公差.....	153
7.5 允差.....	153
7.6 物质稳定性.....	154
7.7 操作、安装及维护、储存及输送期间的影响.....	157
安全操作说明.....	157
运行期间物质和温度的影响.....	157
驱动器的安装.....	157
成套同步带.....	159
维护和检查.....	159
储存和安装.....	160
一般条件.....	160
储存.....	160
清洁.....	160
7.8 损坏类型、原因和措施.....	161

1 产品描述

1.1 传动类型和一般特征



1.1 传动类型和一般特征

聚氨酯同步带的应用范围涵盖了动力传动系统、线性传动系统以及运输传动系统。对于每种应用，引言中所述的同步带产品组都进行了相应的开发。这些产品在一定程度上相辅相成。

适用于传动类型的单独产品组件表1.1.1。根据特征和类型要求，产品组可在不同的应用领域内相互交替使用。

表1.1.1：传动类型和应用

动力传动		线性传动	运输传动	
ALPHA TORQUE ALPHA POWER	ALPHA FLEX	ALPHA LINEAR	ALPHA V	ALPHA V SPECIAL ALPHA SRP
环形		开口型	焊接环形	焊接开口型
应用例子		应用例子	应用例子	
机床 纺织机械 打印机 包装机械 办公设备 医疗器械 机器人 装卸装置		定位装置 提升装置 装卸装置 门和闸驱动装置 清洗站 绘图仪 包装机械 门式机器人	平行或同步传送带 倾斜式传送带 聚集输送带 真空传送带 撤回装置 分离器或工具定位器	
交替		交替	交替	
ALPHA V¹		ALPHA TORQUE ALPHA POWER ALPHA FLEX	ALPHA TORQUE SPECIAL ALPHA POWER SPECIAL ALPHA FLEX SPECIAL	

¹ 例如，在异常情况下，停机时如需要，快换optibelt ALPHA V可更换大动力optibelt ALPHA FLEX。

1 产品描述

1.1 传动类型和一般特征



由于在中间40s内引入了第一个同步带，该传动件的连续运行对同步力、扭矩和动力传输就显得非常重要了。已经证明无滑移同步带可用在许多应用中，且给机械工程领域提供了经济的解决方案。

当前同步带的重要性取决于许多因素，其中包括持续改进的齿形以及带结构设计等。这些改进中的重要一点就是OPTIBELT同步带和双面齿同步带都采用了聚氨酯材料。聚氨酯材料的优点为：

- 较高的耐磨性
- 耐油性、耐油脂性以及耐许多腐蚀性化学品、符合EU食品/FDA规范
- 无变形
- 热塑性聚氨酯具有非常好的焊接性
- 齿抗剪强度高
- 工作温度范围为-30°C至+80°C
根据需要也可提供工作范围在-30°C至-20°C或+60°C至+80°C的热塑性聚氨酯材料
- 与芳纶抗拉增强纤维一起使用时，聚氨酯将具有较高的电绝缘性
- 良好的抗老化性
- 较高的抗臭氧和UV性

此外，技术标准设计中带有形状配合的同步带具有的所有典型优点都是由于采用了聚氨酯材料：

- ALPHA齿形AT或ATL类型都通过低延伸率抗拉增强层和配合形状对同速传输、较高的角度和定位精度进行了优化
- 通过双形齿可实现多轮传动装置的反转同步操作
- 高速度比以及小空间占据都确保了高度的灵活性
- 重量轻、圆周速度大
- 具有非常低的延伸率的钢抗拉增强层可限制了芳纶张力线的延伸；免维护
- 由于防滑移设计以及高的灵活性，因此效率非常高
- 由于带张力低，因此轴承成本低

除了具有标准的同步运行外，OPTIBELT聚氨酯同步带非常适合作为一种经济的解决方案还由于采用了聚氨酯作为基材。

1 产品描述

1.2 基带的生产过程及特点



1.2 基带的生产过程及特点

OPTIBELT 同步带

- 铸造聚氨酯：ALPHA TORQUE、ALPHA POWER及ALPHA SRP带型；或
- 热塑性聚氨酯：ALPHA FLEX、ALPHA LINEAR及ALPHA V带型

上述带型都具有耐磨性和抗剪性。此外，它们还具有耐化学品如油和油脂的腐蚀性以及由于可抵抗臭氧和UV辐射，因此还具有较高的抗老化性。

生产过程

- 铸造
- 挤压成型，及
- 可焊接

可适用于不同的产品组，例子如下。

用于运输目的的经过所需生产过程生产出的基带的调整见第6章“涂层、夹板和调整”。

生产过程：铸造

optibelt ALPHA TORQUE、ALPHA POWER及ALPHA SRP同步带

环形optibelt ALPHA TORQUE、ALPHA POWER及ALPHA SRP同步带由聚氨酯材料铸造而成，且在大多数情况下都在圆柱形铸造模具中加入了抗拉钢筋。在铸造同步带护套之前，通常在内部模芯周围螺旋缠绕高强度柔性抗拉钢筋，如图1.2.1所示。抗拉钢筋放在较窄的生产端处，以使其能位于同步带上的指定位置。铸造聚氨酯是位于模芯和圆柱形外部模具之间的铸件。对于双面齿系统或带有夹板或涂层的optibelt ALPHA SRP同步带，它们的外部形状应根据尺寸和几何形状进行调整，也可参照第6.3和6.5节。从所生产的脱模护套中剪断所需宽度的同步带。从两侧处突出的未切断抗拉钢筋可手动分离，以使其两端位于机架上且不会从两侧突出。在齿之间的网状区，小的护套嘴仍可见。

如果采用了铸造生产过程的话，则广泛用于挤压同步带的芳纶纤维将无法被使用了。该纤维材料只能在带背面。在铸造聚氨酯上将无法将夹板直接焊接到带顶面。铸造聚氨酯不满足EU食品符合性/食品接触的FDA批准要求。

环形铸造聚氨酯同步带具有以下特点：

- 齿距精度高
- optibelt ALPHA POWER具有高于30%的性能
- 有效护套宽度可高达380mm
- 带长高达2250mm
- 轮廓线好，如铸造夹板
- 铸造双型设计
- 公差范围区可稍微变化，如轴线距离
- 不可直接焊接夹板
- 齿上和顶面应无芳纶纤维材料
- 芳纶纤维只能随后施加到顶面上
- 不符合EU食品符合性/FDA要求

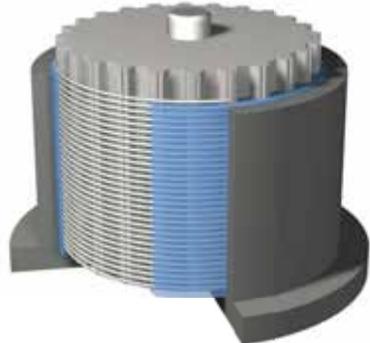


图1.2.1：带有螺旋缠绕的抗拉钢筋的铸造模具

1 产品描述

1.2 基带的生产过程及特点



生产过程：挤压

对于挤压同步带optibelt ALPHA FIEX及ALPHA LINEA，可使用热塑性聚氨酯材料，这是由于这种材料的硬度高且相比于标准铸造聚氨酯具有变形小的优点。不同于铸造聚氨酯的是，热塑性聚氨酯可直接焊接。

根据需要，optibelt ALPHA LINEAR同步带以及ALPHA V同步带可焊接到齿侧以及带有芳纶纤维层的顶面上。在齿侧，可安装optibelt ALPHA FLEX环形同步带。

optibelt ALPHA FLEX同步带

按照客户的长度规格，通过热塑性聚氨酯的挤压过程来挤压成型环形optibelt ALPHA FLEXA同步带，且不会断开抗拉钢筋。

在开始制模过程之前，两个抗拉钢筋应缠绕到两个制模轮的生产端口处，以使它们能位于同步带上的指定位置处。之后，开始挤压和制模热塑性聚氨酯，如图1.2.2所示。也可通过同时运行外辊或钢带来进行制模，这些部件都未在图1.2.2上所示。如果加固背面的话，则需要提高挤压聚氨酯的使用量以及调整好外辊和钢带的位置。冷却后，由于材料集聚在了接头处，因此需要重新打磨顶面。在齿的网站区，护套嘴应仍可见，如铸造过程一样。

从生产出的护套上，按照宽度要求截断同步带。从两侧处突出的未切断抗拉钢筋可手动分离，以使其两端位于机架上且不会从两侧突出来。

双面齿带的顶面齿系统应采用机械方法逐步地被集成到加固顶面上。应看不到护套嘴。

环形挤压聚氨酯同步带具有下列特点：

- 分离长度约为1000至24000mm
- 生产宽度为100mm或150mm
- S或Z形双缠绕
- 双型设计
- 用在齿系统中的RAZ机芳纶纤维材料
- 芳纶纤维只能隔层施加到顶面上。
- 夹板和V型导轨可直接焊接
- 符合PU EU食品符合性/FDA要求



图1.2.2：抗拉钢筋螺旋缠绕的挤压和制模聚氨酯

optibelt ALPHA LINEAR同步带

开口optibelt ALPHA LINEAR同步带由挤压热塑性聚氨酯和钢或平行于边缘的芳纶抗拉钢筋制成。

相比于optibelt ALPHA FLEXA同步带，在开始制模过程前，单个抗拉钢筋应逐步放在制模轮上并保持与随后的带边缘平行。之后，热塑性聚氨酯开始被挤压成型和制模，如图1.2.3所示。此外制模也可通过同时运行钢带来实现，此钢带未在图1.2.3上显示出来。对于增强型顶面，应增加加压聚氨酯使用量且应改变钢带的位置。带的顶面不得进行研磨处理。与optibelt ALPHA FLEX带型不同的是，聚氨酯纤维不仅能用在齿侧面处而且还可以用在顶面上。根据所要求的宽度，在无抗拉钢筋区截断传送带，且在冷却过程后应缠绕50m或100m的轨道。

1 产品描述

1.2 基带的生产过程及特点



在附加的随后挤压过程中，硬度为85邵氏A的透明聚氨酯以及黄色T2或PU泡沫材料、以及其他材料和设计如PVC箔可直接施加到带上，来作为顶层的加固层。

在前面的过程中，抗拉钢筋位于窄的生产端口处，以使张力线层位于带上的指定位置处。对于T10带型，在如食品行业或清洗线的潮湿区的应用中，可制造一个无护套嘴的连续网带来覆盖在特殊成型轮的张力线。

开口挤压成型聚氨酯同步带具有下述特点：

- 较高的抗拉性、低伸长率
- 较高的定位精度
- 平行于边缘的S和Z型抗拉钢筋
- 在T10带型中，基带上无护套嘴
- 可作为F带型中的平带
- 可在齿侧和顶面上采用PAZ/PAR、锦纶纤维材料
- 可选PU，符合EU符合性声明/FDA要求，请登录www.optibelt.com
- 可采用增强型顶面、T2、PU黄色泡沫及其他合适的材料
- 辊道长度为50m或100m



图1.2.3：带有平行于边缘的抗拉钢筋的挤压和模制聚氨酯

生产过程：焊接

optibelt ALPHA V同步带

热塑性聚氨酯同步带optibelt ALPHA V型可通过环形焊接开口挤压型optibelt ALPHA LINEAR同步带来制成。

如图1.2.4所示，optibelt ALPHA LINEAR同步带的两端在焊接前都应冲压成手指形状或通过喷水器切割成手指形状。按照类型和宽度要求，将带端放在平滑的齿形模具中。在一定压力和温度下，带端在模具中被焊接在一起。一旦热塑性聚氨酯伸展开时，则可进行模具冷却了且可拉出环形连接的optibelt ALPHA V传送带了。

由于热塑性聚氨酯的强度非常高，尽管抗拉钢筋被断开了，但焊接后的同步带的手指形状的连接点处仍显示了较高的连接抗拉力。该抗拉力至少为带有无中断张力线的抗拉强度的50%。

基带增强型顶面上的PU涂层、T2、PU黄色泡沫以及APL都可与无接头的基带焊接在一起。

铸造聚氨酯开口同步带具有下述特点：

- 最短长度取决于具体类型；宽度至少为450mm
- 在单个生产过程中也可生产很长长度的传送带
- 可实现短期交货
- 运输传送带的理想选择
- 齿侧和顶面都可采用PAZ/PAR、芳纶纤维材料
- 满足PU EU食品符合性/FDA要求
- 需要时，可将加固型顶面、T2、PU黄色泡沫以及APL焊接在一起。
- 夹板和V型导轨可直接焊接
- 在T10带型中，无护套嘴
- 在F带型中，可作为焊接平带



图1.2.4：在带端冲压出手指状以及焊接后的ALPHA V同步带

1 产品描述

1.2 基带的生产过程及特点



生产过程和特点的概述

表1.2.1：生产过程、材料、硬度、颜色、产品组、长度、芳纶纤维

生产过程材料	铸造 铸造聚氨酯	挤压 热塑性聚氨酯		
标准硬度	86 Shore A ¹ 88 Shore A ¹	92 Shore A		
标准颜色	透明 ¹ 灰色 ¹	白色		
PU (FDA): 硬度、颜色	-	85Shore A、蓝色、可选透明、ALPHA LINEAR：符合EU符合性声明/FDA要求；见www.optibelt.com		
特殊硬度	60-95 Shore A	65, 85, 98 Shore A		
特殊颜色	根据需要提供符合RAL No.要求颜色	如：黑色、蓝色或根据需要提供符合RAL No.要求颜色		
对于特殊硬度和颜色， 最低订购数量	两个衬套	不少于200m；最大生产宽度		
产品组	ALPHA TORQUE ALPHA POWER ALPHA SRP 环形	ALPHA FLEX 环形	ALPHA LINEAR 开口	ALPHA V 焊接环形
最短长度	53 mm ² , 60.96 mm ³	长度范围，部分取决于带型和宽度		
非标准长度	见产品范围	1000 mm	分段表示	450 -1200 mm ⁴
最长长度	900 mm ⁵ , 2250 mm	分段表示	分段表示	分段表示
		24 000 mm	50m、100m辊道， 或更长 ⁶	任何布置情况下都可焊接
		传动设计		
承载能力	100 %, 130 % ⁷	100 %	100 %	50 %
齿轮的齿数 ⁸	12	12	12	6
		基带，带有可选芳纶纤维：PAZ/PAR		
在齿系统上，PAZ ⁹	-	+	+	+
在顶部上，PAR	-	-	+	+

¹ optibelt ALPHA TORQUE、86 Shore A；透明；optibelt ALPHA POWER、88 Shore A、灰色、每个±2 Shore A

² 例如：花键连接的optibelt ALPHA POWER同步带，齿距1.5mm；如用于后视镜的调整

³ MXL型、齿距2.032mm；对于T5型，不小于120mm

⁴ 最小长度：取决于带型和宽度；见技术参数表

⁵ SpinCast中的optibelt SRP；optibelt ALPHA TORQUE；ALPHA POWER；ALPHA SRP，不大于2250mm

⁶ 根据需要提供长于100m的辊道长度；受限于辊道处理

⁷ optibelt ALPHA TORQUE 100%；optibelt ALPHA POWER 130%；optibelt ALPHA SRP：100%至130%

⁸ 计算的最大齿数

⁹ 双面齿optibelt ALPHA LINEAR/V，只在一侧带有PA织物

1 产品描述

1.3 基带的结构、涂层、夹板及类型



1.3 基带的结构、涂层、夹板及类型

同步带结构、简单外形设计

顶部

对于聚氨酯带顶部，应采用张力线来支撑。耐磨、薄的柔性顶层也可避免张力线受到外部影响和磨损，例如顶表面辊道同时运行时。

张力线

环形optibelt ALPHA TORQUE、ALPHA POWER、ALPHA SRP及ALPHA FLEX同步带采用了钢带。该钢带在带上螺旋布置。顶部以及齿和网格属于一个单元，因此张力线可嵌入到聚氨酯中。

由于张力线的横截面小以及采用了特殊的设计结构，因此其具有较高的韧性。除此之外，由于其抗拉能力强，因此其抗拉伸能力也较强。

相比于该类型的张力线，开口optibelt ALPHA LINEAR大量布置了与边缘平行的刚张力线或芳纶张力线。这也适用于环形焊接optibelt ALPHA V同步带。

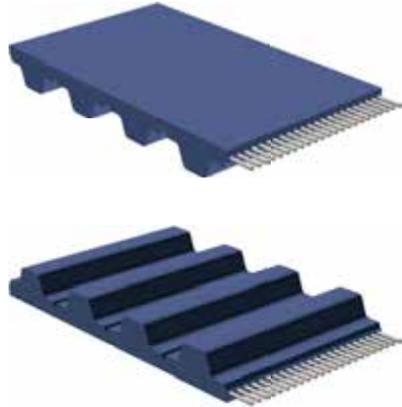


图1.3.1：聚氨酯同步带，单一带型

齿和网带

聚氨酯带齿用于在张力线和同步带带轮齿侧之间传输力，而聚氨酯网带，根据不同的带型，将用于支撑张力线使其抵抗来自带轮齿夹板上的力，见图1.6.1所述的T型带。

抗剪切和坚固齿的形状和布置应确保齿轮正好进入到相关带轮的齿空间中。如果，在小型滑轮上的齿轮上，对于optibelt ALPHA V同步带有六个齿啮合或对于optibelt ALPHA TORQUE、ALPHA POWER、ALPHA SRP、ALPHA FLEX及ALPHA LINEAR同步带则有不少于十二个齿的啮合，则同步带的允许的最大周向力可实现被完全传输。

同步带结构、两侧处的齿

双面齿同步带可用于在动力传动系统中的速度逆转。双面齿同步带的结构基本上类似于单面齿带。在T型带上，齿系统布置在相互偏移的上下侧，且具有相等的齿距，见图1.3.2。对于AT和HTD带型，齿系统应相互相对布置，以实现单面齿带的灵活性。

对这两种设计，张力线类型以及网带和齿在带上的位置都没有区别。双面齿同步带的整体动力不会是单面齿同步带的双倍。被传输的动力可根据从动侧齿轮上的齿的数量被自由分配到两侧齿上。

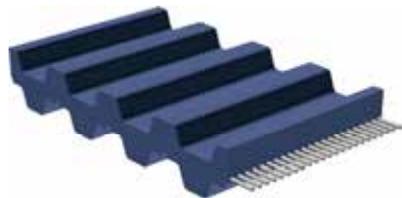


图1.3.2：聚氨酯同步带，两侧带齿

不同的带型、特性、尺寸和标准，请参考第1.4章。

1 产品描述

1.3 基带的结构、涂层、夹板及类型



带型变化、单侧带齿

利用切槽V型架跟踪同步带

通过齿侧处的切槽V型架可实现optibelt ALPHA 三角传送带的侧向引导，可选择法兰和U型支撑轨来作为引导装置。

跟踪同步带时需要相应地同步带调整带轮和带有键槽的支撑轨道。将不再需要不带切槽的V型架进行切槽和焊接处理了。为此，可选择价格比带有焊接V型架的同步带低的带有一个中央切槽V型架和标准宽度为100mm的optibelt ALPHA V跟踪同步带。



图1.3.3：带有模制V型架的聚氨酯跟踪同步带

1 产品描述

1.3 基带的结构、涂层、夹板及类型



涂层变化，作为基带的一部分

芳纶纤维PAZ、PAR、PAZ/PAR

在热塑性同步带optibelt ALPHA LINEAR/V及optibelt ALPHA FLEX上，芳纶（PA）纤维具有最小摩擦力和最低噪音的特点。

作为同步带的一部分，这些产品组中的芳纶纤维可在成型轮上的齿制模期间自由移动。如图1.3.4所示，齿上的芳纶纤维标有绿色。该设计被称为PAZ。



图1.3.4：齿系统上的芳纶纤维，PAZ

在图1.3.5中，在整个平面上都显示了绿色的芳纶纤维织物 - 被称为PAR - 属于optibelt ALPHA LINEAR同步带的一部分。该芳纶纤维材料也可在制模过程中自由移动，然而，只能是在顶面上移动。

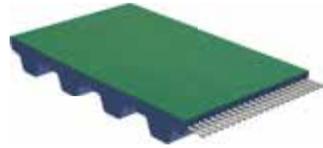


图1.3.5：顶面上的聚氨酯纤维，PAR

此外，optibelt ALPHA LINEAR/V同步带也可在两侧采用芳纶纤维材料

- 缩写语 PAZ/PAR - 见图1.3.6。

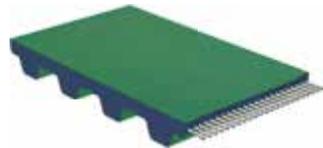


图1.3.6：在齿系统和顶面上的芳纶纤维，PAZ/PAR

optibelt ALPHA FLEX型传送带的平滑顶面在生产时不能铺设芳纶纤维。该要求也通常适用于顶面上的齿。只有在PAZ设计中可提供双面齿热塑同步带，如图1.3.7所示。

芳纶纤维的详细内容请参考6.1节。

表1.2.1中给出了根据不同的产品组作为基带不可分割的一部分的芳纶纤维的生产概述。



图1.3.7：双面齿带上某一齿侧带有芳纶纤维

1 产品描述

1.3 基带的结构、涂层、夹板及类型



增强顶面

用于传输目的时，optibelt ALPHA V、ALPHA FLEX及ALPHA SRP可直接采用聚氨酯的增强顶面，见图1.3.8。这将使热塑聚氨酯同步带的涂层带设计中最简单和最经济的设计。

对于6.3节所述的铸造optibelt ALPHA SRP带型，增强聚氨酯顶面的硬度可不同于基带的硬度。



图1.3.8：增强顶面设计的聚氨酯同步带

T2、PU黄色泡沫和APL plus

开口optibelt ALPHA LINEAR同步带可在生产期间在顶面上直接进行：

- 平滑的聚氨酯涂层T2，见图1.3.9或
- PU型涂层、纵向细槽，见6.2节中的图
- PU黄色泡沫涂层，见图1.3.10
- 平滑的聚氯乙烯涂层APL plus，见图5.2.5

以及环形optibelt ALPHA V带型可采用其他材料和设计，并可对涂层进行焊接处理。

因此，随后的涂层不再需要了。因此，这些带的价格通常后涂层的ALPHA V特制同步带便宜。

聚氨酯同步带之外的在基带组上的涂层要求和大量的后涂层要求请参考6.2节。



图1.3.9：带有T2涂层的聚氨酯同步带



图1.3.10：带有黄色PU泡沫涂层的聚氨酯同步带

作为基带不可分割一部分的夹板

与双面齿铸造ALPHA TORQUE同步带和ALPHA POWER的顶面上的齿设计一样，对于optibelt ALPHA SRP型，专制夹板可与顶面上的齿一起模制。图1.3.11给出了夹板设计示例。

对于optibelt ALPHA SRP型，聚合物夹板的硬度可与基带硬度不同。详细内容请参考第6.5节。

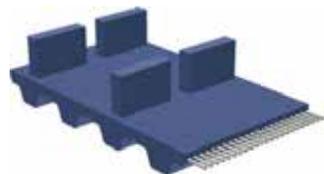


图1.3.11：带有聚氨酯夹板的聚氨酯同步带

1 产品描述

1.4 类型、特点、尺寸和标准



1.4 类型、特点、尺寸和标准

第一根同步带具有梯形状和英制节距，且适用于同步动力传动系统。梯形形状非常适用于带有支撑轨道的传送带，这样平齿头可放在上面。此同步带还适用用作在支撑轨道上接触面非常小的圆形传送带。由于改进的圆形HTD带型具有较高的防滑性能以及运行噪音低的特点，因此特别适用于动力传动和线性传动。然而，进一步开发的梯形AT型是定位精度要求高的线性传动系统的最佳选择 – 主要是因为带和带轮之间的间隙非常小。

用于反向旋转式，除了单面齿同步带外，还可采用双面齿同步带。类似于单面齿同步带，通常一侧只有一个衬套。根据不同的产品组和带型，下表中给出的顶齿宽度可能与实际稍微不同。

英制类型

目前，在新设计中很少用到imperial和梯形类型了，特别是在欧洲地区。但有些类型如H齿距类型可作为输送链的备用解决方案。

具有英制齿距的OPTIBELT聚氨酯同步带可替代具有相同齿距的聚丁二烯同步带，其中后者对化学品的抵抗性较高。

表1.4.1：英制类型的尺寸

带型	齿距	整体高度	齿高	齿宽	牙侧角
	t [mm]	h [mm]	h _i [mm]	s [mm]	β [°]
MXL	2.032	1.14	0.51	0.77	40
XL	5.080	2.30	1.27	1.39	50
L	9.525	3.60	1.91	3.26	40
H	12.700	4.30	2.29	4.45	40
XH	22.225	11.20	6.35	7.95	40

底齿宽度[mm]: MXL: 1.14; XL: 2.57; L: 4.65; H: 6.12; XH: 12.57

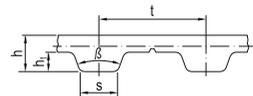


图1.4.1：英制类型

T 类型

最普通的公制T类型具有与英制类型一样的梯形形状。在新设计中，该类型可被低载传动系统所采用。相比于AT和HTD类型，该类型具有较细的张力线直径以及较小的齿，因此具有更大的柔韧性，以及可用在小直径同步带带轮上。

其齿隙和负载下的带延伸率将会比具有相同齿距的AT同步带大些。齿之间的网格位于滑轮齿系统上齿头部。例如在多尘环境中，相比于AT类型，可减小带和带轮之间较大的齿隙和间隙，以减少灰尘积聚。

1 产品描述

1.4 类型、特点、尺寸和标准



表1.4.2: T型传送带的尺寸

带型	齿距	整体高度	齿高	齿宽	牙侧角
	t [mm]	h [mm]	h_i [mm]	s [mm]	β [°]
T2.5	2.5	1.3	0.7	0.99	40
T5	5.0	2.2	1.2	1.78	40
T10	10.0	4.5	2.5	3.48	40
T20	20.0	8.0	5.0	6.51	40

底齿宽度[mm]: T2.5: 1.50; T5: 2.65; T10: 5.30; T20: 10.15

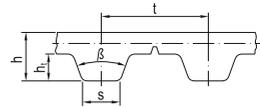


图1.4.2: T类型

表1.4.3: DT类型、双面齿类型的尺寸

带型	齿距	整体高度	齿高	齿宽	牙侧角
	t [mm]	h [mm]	h_i [mm]	s [mm]	β [°]
DT5	5.0	3.4	1.2	1.78	40
DT10	10.0	7.0	2.5	3.48	40
DT20	20.0	13.0	5.0	6.51	40

底齿宽度[mm]: 见表1.4.2

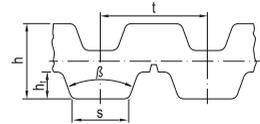


图1.4.3: DT类型

TK类型, 带有切槽V型导轨

对于T类型, 用于传输传动系统中时可采用5mm和10mm的齿距; 而对于TK类型, 可带有一个V型导轨。中央V型导轨可确保同步传送带在同步带带轮和支撑轨道上的槽中横向移动。相比于带有全楔的跟踪同步带, 为减少带轮直径, 则V型导轨上应有切槽。

在一些应用中如偏心导向槽中, 全形V型导轨可随后焊接到纵向槽型齿系统上。

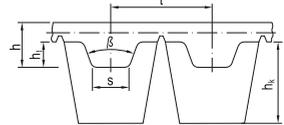


图1.4.4: 从一侧看带有切槽V型导轨的TK类型

表1.4.4: TK类型的尺寸

带型	外形尺寸	楔宽度	楔高度	楔角度
	见	b_K [mm]	h_K [mm]	β_K [°]
T5K6	T5	6	4	38
T10K6	T10	6	4	38
T10K13	T10	13	6.5	38

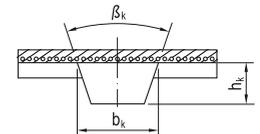


图1.4.5: 横截面带有切槽V型导轨的TK类型

1 产品描述

1.4 类型、特点、尺寸和标准



AT 类型

AT类型是基于梯形T类型开发而来的，且通常被新设计的动力传输系统所采用。AT名称代表了先进的T类型。

AT同步带具有最宽的齿宽度，因此其齿抗剪能力最高或对于所有梯形类型来讲齿力最高。由于AT类型的齿变形较低，因此在线性传动装置中张力线强度相对较高、齿隙相对较低、以及在负载下定位精度高。

相比于其他梯形类型，AT类型的齿位于滑轮齿系统的齿间隙内的齿顶区。AT齿系统的大齿顶的另一个优点由于在带和支撑轨道之间的表面压力较低，因此传送带上的齿具有低摩擦或高承载能力。

表1.4.5: AT类型的尺寸

带型	齿距	整体高度	齿高	齿宽	牙侧角
	t [mm]	h [mm]	h_i [mm]	s [mm]	β [°]
AT5	5.0	2.7	1.2	2.5	50
AT10	10.0	4,5*	2.5	5.0	50
AT20	20.0	8.0	5.0	10.0	50

底齿宽度[mm]: AT5: 3.62; AT10: 7.33; AT20: 14.66

* 对于ALPHA TORQUE和ALPHA POWER同步带: 5.0mm

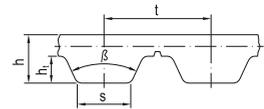


图1.4.6: AT类型

ATK类型, 带有切槽V型导轨

当AT类型用于传输传动装置中时可采用5mm和10mm的齿距，或对于ATK类型，也可配有一个V型导轨。中央V型导轨可横向引导在同步带滑轮和支撑轨道槽中的同步传送带。为了使比带有全型楔的跟踪同步带带轮直径小，V型导轨上应进行切槽。

在带宽不大于75mm的应用中，例如偏心导向槽以及带宽为10mm的应用中，全型V型导轨可随后焊接到相应的带有纵向槽的齿系统上。

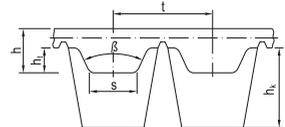


图1.4.7: 从侧面看带有切口V型槽的ATK类型

表1.4.6: ATK类型的尺寸

带型	外形尺寸	楔宽度	楔高度	楔角度
	见	b_K [mm]	h_K [mm]	β_K [°]
AT5K6	AT5	6	4	38
AT10K6	AT10	6	4	38
AT10K13	AT10	13	6.5	38

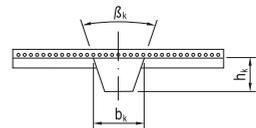


图1.4.8: 横截面带有切槽V型导轨的ATK类型

1 产品描述

1.4 类型、特点、尺寸和标准



ATL 类型

为确保线性技术中的更精确定位，增大了张力线直径，因此张力线的张紧强度较高。ATL类型传送带采用了该类型的张力线。生产鼻高度减小了的ATL类型的形状可使与AT类型的增强张力线的张力线中心具有相同的位置，因此，它们都可用在AT滑轮中。因此，为确保无偏离，则需要采用有效直径经过了调整的专用同步带滑轮。

此外，传送带应能够平衡微小偏差中的较高预紧力。

AT类型的参数见表1.4.5。

HTD 类型

HTD类型属于拱圆类型，其相比于梯形齿，运行更平稳；且由于齿高度较高，因此具有较高的防滑性能。类型名称代表了“高扭矩传动”。该类型是专为动力传动系统的当前新设计中的高负载传动而开发的，其中动力传动系统由于例如化学负载而无法在HTD或OWEGA类型中配有聚丁橡胶同步带。对于HTD类型，齿根的齿宽较大，因此具有高的抗剪能力以及较高的齿力。此外，在对运行噪音要求较高的线性传动系统中也可采用HTD类型的同步带，尽管动力传动装置中稍微增大了齿隙。齿之间的网带可位于滑轮齿系统的齿顶。根据不同的产品组也可采用D5M和D8M类型的双面同步带。

1 产品描述

1.4 类型、特点、尺寸和标准



由于是圆齿形以及接触面积非常小，因此运输期间当接触到支撑轨时将会产生非常高的表面压力。因此，对于运输重型货物的传送装置，不建议采用HTD型，这是因为将会磨损齿顶。

表1.4.7: HTD型号的尺寸

带型	节距	总高	齿高	齿宽	牙侧角
	t [mm]	h [mm]	h _i [mm]	s [mm]	β [°]
5M	5.0	3.6	2.06	—	—
8M	8.0	5.6	3.38	—	—
14M/ML	14.0	10.0	6.00	—	—

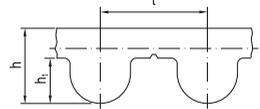


图1.4.9: HTD型

F 型

F型为平带型。该型号可用在节距为10mm且带有生产鼻的圆柱形形状上，类似于同步带。

表1.4.8: F型号的尺寸

带型	节距	总高	齿高	齿宽	牙侧角
	t [mm]	h [mm]	h _i [mm]	s [mm]	β [°]
F2	—	2	—	—	—
F2.5	—	2.5	—	—	—
F3, FL3	—	3	—	—	—



图1.4.10: F型号

标准

表1.4.9: 标准

标准	AT型	T型	Imperial型	HTD型
同步带标准	符合DIN 7721 第1部分的要求	符合DIN 7721 第1部分的要求	符合DIN ISO 5296 第1部分的要求	ISO 13050 5M: 公司标准
同步带轮标准	符合DIN 7721 第2部分的要求	符合DIN 7721 第2部分的要求	符合DIN ISO 5294 的要求	ISO 13050 5M: 公司标准

对于开口和环形同步带及具有AT和T型齿的带轮，应遵守当前适用的ISO（国家标准化组织）技术委员会发布的ISO/FDIS 17396规范要求。其目的是集T型现有标准和原来的带有AT型齿的非标同步带于同一标准。将5M型号包括在ISO 13050规范中也正在进行中。

产品组、基本型号、型号和张张力线

表1.4.10中给出了具有合适型齿以及先进基本型号和张力线的产品组的概述。

在产品组optibelt ALPHA TORQUE、ALPHA POWER及ALPHA SRP中，根据要求可注明M和AT型如T2、T20、AT3、AT20或节距为1.0mm和1.5mm的深槽同步带TR10和TR15的节距。

1 产品描述

1.4 类型、特点、尺寸和标准



表1.4.10: 产品组、基本型号、型号和张力线

基本型号	产品组			
	ALPHA TORQUE、 ALPHA POWER 及ALPHA SRP 铸造、环形	ALPHA FLEX 挤压成型、环形	ALPHA LINEAR 挤压成型、开口型	ALPHA V 焊接成型、环形
Imperial型	MXL, XL, L (ALPHA TORQUE)	H	XL, L, H, XH	L, H, XH
T型	T2.5, T5, T10, DT5, DT10	T5, T10, T20, DT5, DT10	T5, T10, T20	T5, T10, T20, DT5 ¹ , DT10 ¹
TK型、V型导向轮				T5K6, T10K6, T10K13
AT型	AT5, AT10	AT5, AT10, AT20, DAT5, DAT10	AT5, AT10, AT20	AT5, AT10, AT20, DAT5 ¹ , DAT10 ¹
TTK型、V型导向轮				AT5K6, AT10K6, AT10K13
ATL型			ATL5, ATL10, ATL20	
HTD型		5M, 8M, 14M, D5M, D8M	5M, 8M, 14M, 14ML	5M, 8M, 14M, D5M ¹ , D8M ¹
F型、平带			F2, F2.5, F3, FL3	F2, F2.5, F3, FL3
标准张力线 ²	钢	钢	钢 芳纶	
专用张力线 ² 见第1.5节	芳纶 高柔性钢 不锈钢 聚芳酯纤维 聚酯纤维	芳纶 高柔性钢 不锈钢	高柔性钢 不锈钢	
选项, 无套筒口	—	—	+ ³	

¹ 根据要求可提供双齿型

² 根据要求可提供芳纶和特殊张力线

³ T10型无套筒口；而其他型号可根据要求配有该套筒口。

1 产品描述

1.5 张力线材料和设计、带轮齿系统



1.5 张力线材料和设计、带轮齿系统

所有产品组的聚氨酯同步带通常都配有一个镀锌钢张力线。由于标准设计中都带有钢制张力线，因此几乎所有应用从动力传动至直线和传输传动都采用了该材料的张力线。

根据不同的产品组，也可采用芳纶张力线或高柔性和不锈钢张力线。

每个类型的同步带都指定了张力线的直径，因此可根据该指定的直径来设计相应的审查模具和合适的同步带轮。对于具有大直径的强张力线，如果采用标准带轮的话通常需要调整模具的几何形状。如果强张力线用在根据标准直径张力线设计出的模具上的话，则必须修改同步带轮直径。因此，对于非标准型号带同步带，通常应采用专用带轮。

对于第1.4节中OPTIBELT聚氨酯同步带的所有型号，都应采用与同步带轮齿系统相匹配的标准齿系统。在这种情况下，通常无需特殊齿系统。

张力线材料：标准设计为钢材料，ST

钢张力线通常由拧成线股的薄的镀锌细丝组成。这些线股可进一步拧成张力线。柔性和强度主要取决于金属截面形状和张力线直径。

图1.5.1给出了直径为0.9mm标准设计的钢张力线截面图，如AT10型；在该标准设计中，每束包括三个线丝而七个线束组成一张力线，也就是说，张力线中共有21根线丝。

由于镀锌层不会给钢材材料提供永久保护，因此长期运行时间后在高湿度环境下将会发生腐蚀现象。

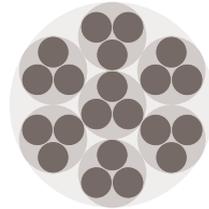


图1.5.1：抗拉增强型结构7×3型

张力线材料：不锈钢、RF

为了避免张力线在湿或潮湿环境中发生腐蚀，建议使用不锈钢张力线。应一些行业中如食品和制药行业都需要用到防锈张力线。防锈张力线的结构与标准钢张力线的结构相同。相比于标准设计的刚张力线，不锈钢张力线的强度更低。因此，在设计传动系统时，应考虑最小带轮直径将会增大以及允许的张力将会减小等问题。

张力线材料：高柔性结构钢，HF

通过采用比标准钢张力线更细的线丝以及调整了张力线结构，则施加到线丝上的负载可能会大大减少。

图1.5.2中为直径为0.9mm的高柔性钢张力线，如AT10型；在该张力线中，三个线丝拧成的线束位于中心位置而五个由七个线丝拧成的线束分布在外围。

高柔性结构张力线的直径与相应的标准张力线直径相同。由于金属横截面较大，因此张力线的强度也将提高。

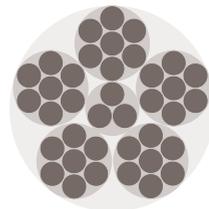


图1.5.2：抗拉增强型结构3+5×7型

1 产品描述

1.6 措施



由于具有较高的弯曲柔性，因此与相应张力线相匹配的同步带轮的最小直径可减少约20%。理想的应用是配有背面惰轮的传动系统。相比于标准钢张力线，由于采用了镀锌涂层因此将无法提供永久性的防腐保护。

张力线材料：芳纶、AR

芳纶张力线比钢张力线耐冲击性强，因此需要暴露在冲击负载的传动系统中通常采用该材料的张力线。此外，芳纶张力线经常用在食品和制药行业中。

由于芳纶张力线的弯曲柔性高，因此可采用直径非常小的同步带轮。同时芳纶的反弯曲强度将较低。

相比而言，芳纶张力线具有较高的延伸性。带有芳纶张力线的同步带因此不属于免维护的且不适用于固定式传动距的传动系统。芳纶材料在高度潮湿和接触水的环境中易膨胀且将提高带张力。

抗拉增强张力线：聚酯纤维、PES

在腐蚀环境中，如氯含量较高的水中，可采用聚酯纤维抗拉增强张力线。由于聚酯张力线相比于上述材料的张力线具有教导的弹性延伸性，因此该材料张力线适用于低负载和大直径带轮的场合。

1.6 措施

齿啮合和节距、易匹配

同步带和带轮的齿系统应彼此进行调整以使接触处都能啮合，见图1.6.1。

传动带轮的啮合齿将把通过齿传动力的带齿上的力传递到抗拉增强层中。在带轮之间，直的带跨度上的齿将处于未啮合状态。抗拉增强层上只能施加动力传动系统中传递的拉力，见图2.1.1；在从动带轮上将通过齿反向将力传递到其齿系统中。在直线传动系统中，相反地拉力将被传递到张力板的齿系统上。

在直线位置，节距 t 超出了带高度。为方便测量直线传输同步带的节距，例如，两个相邻齿的两个左侧或右侧边缘都放入到梯形齿中。只有对超过七个齿的测量才更精确，例如超过十个齿距和十一个齿。当然，测量结果也将相应地除以十。

通过一个测量仪器就可实现对optibelt ALPHA LINEAR / V和部分ALPHA FLEX同步带的节距和长度进行准确测量。按照标准要求，optibelt ALPHA TORQUE和ALPHA POWER型号的节距和长度的精密测量则需要一个双带轮测量仪器。标准见表1.4.9。传动带和带轮的公差见第7章。

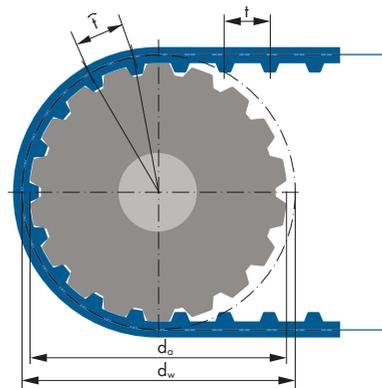


图1.6.1：正常啮合的同步带和同步带轮

1 产品描述

1.6 措施



在带弯曲位置，节距 t 为有效直线下从齿中心之间的弧长。该有效直线位于抗拉增强中心线的高度处。在有效直径 d_w 处同步带和带轮的节距是相等的。因此，同步带轮的有效直径 d_w 位于带轮的外侧，因此大于带轮的外直径 d_o 。

$$d_w > d_o \quad \text{宽度 } d_w [\text{mm}], \quad d_o [\text{mm}]$$

有效直径 d_w 及节距或弧长通常不能直接被测量，例如，通过无法通过卡尺进行直接测量。如果同步带轮的齿节距无法通过一个相当简单的方法进行直接测量出的话，则直线测量出的节距将比实际的弯曲节距长度短一些。导致测量值小的另一个原因是必须在有效线下面进行测量。约靠近带轮中心进行测量，得出的值约比弧度长度小。如图1.6.1所示，有效线高度处传送带和带轮之间的节距必须尽可能等于有效线的高度。这将确保带齿在最小摩擦和变形的情况下进出齿系统。这将需要低延伸率抗拉增强层将周向力均匀分布到尽可能多的啮合齿上。此外，为确保较高的节距精度，张力线的中心线必须准确地位于指定的有效线高度处。正如第1.5节所述，对于与齿系统有关的1.4节所述的OPTIBELT聚氨酯同步带的所有型号，标准分类的几乎所有同步带都适用。

在OPTIBELT分类列表中，对于许多型号的标准同步带轮，都需要注明齿数为 z 、外径为 d_o 以及有效直径为 d_w 。第7.3节还对外径公差进行了描述。如上所述，同步带轮节距的粗测量值应通过外径的测量值以及分类列表中规定的相应外径值进行验证。

1 产品描述

1.6 措施



双轮动力传动系统中的力

在所有类型的传动系统中，同步带传动力都被描述为动力传动力。有关单个传动类型的动力、直线和传输动力的详细内容，请参考第2章、第3-5章。

图1.6.2显示了双轮运行传动系统中同步带上的拉力分布情况。区域高度与下面所示力合成的拉力大小相适应。相等跨度长度下传输的周向力平均分布在负载和卸载跨度中。

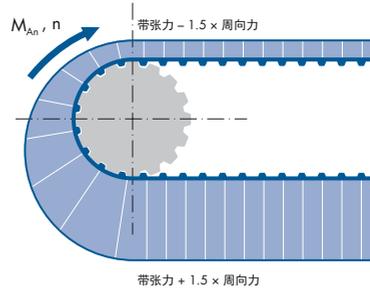


图1.6.2：同步带上的拉力分布

周向力

通过同步带传输的周向力 F_U 主要取决于齿和抗拉层的承载能力。

通过齿的承载能力得到的额定功率值 P_N 或额定拉力值 F_N 或额定扭矩值 M_N 请参考同步带相应的技术参数表。

这同样适用于抗拉增强层或张力线的允许拉力 F_{allowed} 。

额定承载能力主要取决于传动带轮（根据具体的传动类型）的直径和转速。此外，必须考虑单个传动系统的外部负载和传动形状。

带张力

卸载跨度上计算和调整的同步带静态带张力 F_T 应确保始终保持较小的残余带张力，即使在负载增加的情况下。为简化起见，同步带中静态预张力的分量力周向力通常不予考虑，这是因为相对于三角带这些力的值非常小。需要被传输的周向力被分布在相等的跨度长度上，且在承载和卸载跨度上均匀分布。剩余的带张力可避免同步带出现齿滑现象。在低载振动下轴力几乎是不变的。

离心力

速度提高将会使带的离心力增加，从而也相应地增加了轴力。如上所述，为简化起见，通常不考虑同步带上的离心力。

齿力

啮合的带齿将会把周向力从滑轮齿上成比例地传递到张力线上，反之亦然。齿的承载能力将由其耐磨强度和抗剪强度确定。同步带的性能主要取决于其宽度 b 和啮合齿总数量 Z 。这仅限于最多十二个齿的计算，或对于焊接optibelt ALPHA V同步带，仅限于六个齿的计算。

张力

张力线可将传动带轮齿上的周向力传递出去。在从动轮上，张力线将通过齿啮合的方式来重新释放其周向力。此外，带张力施加到张力线上，其施加方式与跨度上以及接触区施加方式相同，其中接触区上应无作为静态带张力的外负载。

2 传动设计基础

2.1 齿轮传动几何形状、重要参数和公式



2.1 齿轮传动几何形状、重要参数和公式

带形状、重要参数

图2.1.1显示了速度比 $i > 1$ 的动力传动系统中同步带传动装置的主要几何参数，该系统由一根同步带和具有相同节距和具有适当齿形的两个同步带轮组成。

对于该速度比 i ，齿数为 z_1 的小型滑轮为功率为 P_{A_1} 及转速为 n_1 电机轴上的驱动轮 - 直径为 d 。传动系统、传动带和从动侧处的带有相应指数的几何参数见表2.1.1。

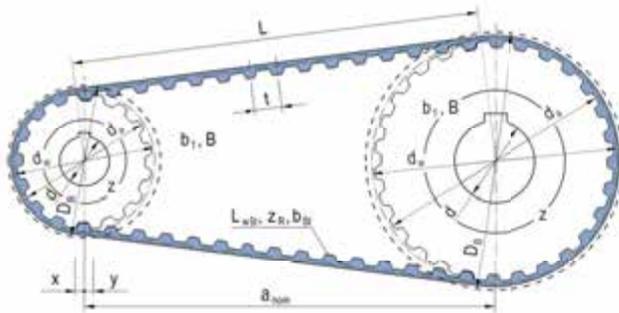


图2.1.1: 齿轮传动系统的几何形状: 皮带和带轮

表2.1.1中所规定的参数基本上全部适用，除了 P_{output} 和 M_{output} 适用于直线和传输传动装置外。

表2.1.1: 带有实际单元上述动力传动装置的基本参数

同步带传动系统的动力传动, $i > 1$		
传动 传动机、带轮 指数: 输入、1、...	皮带 指数: St、R、nom、...	从动侧 从动机、滑轮 指数: Output、2、...
P_{input} [kW], M_{input} [Nm]	F_U [N], v [m/s]	P_{output} [kW], M_{output} [Nm]
P_N [kW], M_N [Nm], F_N [N]	$P_{N\ spec}$ [W/mm], $M_{N\ spec}$ [Nm/mm], $F_{N\ spec}$ [N/mm]	P_N [kW], M_N [Nm], F_N [N]
$F_{a\ st}$ [N], $F_{a\ dyn}$ [N]	F_T [N]	$F_{a\ st}$ [N], $F_{a\ dyn}$ [N]
n_1 [1/mm], d_{w1} [mm] and t [mm]	i , t [mm]	n_2 [1/mm], d_{w2} [mm] and t [mm]
z_1 , z_k with z_e (or z_g at $i < 1$)	L [mm], L_{wSt} [mm], z_R , a_{nom} [mm]	z_2 , z_g (or z_k with z_e at $i < 1$)
d_1 [mm], d_{a1} [mm], D_{B1} [mm]		d_2 [mm], d_{a2} [mm], D_{B2} [mm]
b_{11} [mm], B_1 [mm]	b_{St} [mm]	b_{12} [mm], B_2 [mm]
x [mm], y [mm]		or x [mm], y [mm]

其中 $d_{w1} = d_{wk}$ 及 $d_{w2} = d_{wg}$, b_1 为齿宽; B总宽 = 轮毂长度 (N轮毂长度仅适用于具有TB齿形的ZRS型)

2 传动设计基础

2.1 齿轮传动几何形状、重要参数和公式



如果传动比 $i < 1$ ，且从动速度 n_2 超过了传动速度 n_1 时，对于快速传动，传动速度 n_1 应参考大带轮 z_g ，其偏差见图2.1.1及表2.1.1。

带轮功能、术语和齿数

在动力传动系统中，小带轮 z_k 对于传动设计和啮合齿数 z_e 的确定是非常重要的。图2.1.1中显示了带有16个齿的传动带轮：

$z_1 = z_k = 16$ 。如果 $i = 1$ 及 $z_1 = z_2$ ，则应啮合八个齿： $z_e = 8$ 。

当选择了图2.1.1所示的第二个带轮 $z_2 = z_g = 32$ 时，接触面积和啮合齿数将稍微少于较小的带轮，但也与当前的传动中心距 a_{nom} ： $z_e = 7$ 有关。

对于安装了聚氨酯同步带的传动装置，用于计算的允许的最大啮合齿数为12；而对于optibelt ALPHA V同步带则为6个，见表2.1.2。相比于动力传动，传动带轮 z_1 和啮合齿数 z_e 通常用在直线和运输传动设计中。第二个带轮主要作为同步带的反向惰轮，且不会承受任何周向力。

在大多数情况下，第二个带轮 z_2 可功能上可作为惰轮，且具有与传动带轮相同的尺寸： $z_1 = z_2$ 。

表2.1.2: 啮合齿数、最大齿数或计的齿数 z_e 、 z_{emax} 、 z_{eB}

动力传动		直线传动		传输传动	
ALPHA TORQUE ALPHA POWER ALPHA FLEX		ALPHA LINEAR		ALPHA V	
$z_{\text{emax}} = 12$		$z_{\text{emax}} = 12$		$z_{\text{emax}} = 6$	
同步带轮功能		同步带轮功能		同步带轮功能	
传动电机	输出机	传动电机	反向惰轮	传动电机	反向惰轮
$z_e = f(z_k, z_g, a_{\text{nom}})$	-	$z_e = z_1 / 2$	-	$z_e = z_1 / 2$	-
输出机	传动电机	反向惰轮	传动电机	反向惰轮	传动电机
$z_e = f(z_k, z_g, a_{\text{nom}})$	-	-	$z_e = z_1 / 2$	-	$z_e = z_1 / 2$
1. $z_{\text{eB}} = z_e$ $i = 1: z_e = z_k / 2$ 2. $z_{\text{eB}} \leq z_{\text{emax}}$		1. $z_{\text{eB}} = z_e$ 2. $z_{\text{eB}} \leq z_{\text{emax}}$		1. $z_{\text{eB}} = z_e$ 2. $z_{\text{eB}} \leq z_{\text{emax}}$	
$f(z_k, z_g, a_{\text{nom}})$ 见第3.2章节		z_1 不等于 z_2 的情况非常少见 如果 $z_1 = z_k$ ，则 z_e 请参考第3.5节 如果 $z_1 = z_g$ ，则 z_e 简化为 $z_e = z_g / 2$			

2 传动设计基础

2.1 齿轮传动几何形状、重要参数和公式



外部载荷、额定容量和几何形状的一般公式

带传动系统通常通过电机设计在传动侧来作为外负载。该数据是适用的。通常，如果考虑了第2.2节所述的特殊功能的话，则应采用具有安全尺寸的带传动系统。

如果从动侧已知了施加负载，则可通过传动系统来设计带传动装置和选择电机。这对于采用较多数量传动装置的系统来讲是特别经济的。

表2.1.3: 带传动装置外部载荷和额定功率的公式

功率 P [kW]	扭矩 M [Nm]	周向力 F ₀ [N]
外部载荷 传动和从动侧的力分布请参考表2.1.1至2.1.6		
$P = \frac{M \cdot n}{9.55 \cdot 10^3}$	$M = \frac{P \cdot 9.55 \cdot 10^3}{n}$	
$P = \frac{2 \cdot M \cdot v}{d}$	$M = \frac{P \cdot d}{2 \cdot v}$	
$P = \frac{F_0 \cdot d \cdot n}{19.1 \cdot 10^6}$		$F_0 = \frac{P \cdot 19.1 \cdot 10^6}{d \cdot n}$
$P = \frac{F_0 \cdot v}{10^3}$		$F_0 = \frac{P \cdot 10^3}{v}$
	$M = \frac{F_0 \cdot d}{2 \cdot 10^3}$	$F_0 = \frac{M \cdot 2 \cdot 10^3}{d}$
额定功率 对于公式和具体参数P _{N spec} 和F _{N spec} ，也可参考相关产品组和型号的数据表。		
$P_N = \frac{P_{N \text{ spec}} \cdot z_k \cdot z_{eB} \cdot b}{10^3}$	$M_N = \frac{P_N \cdot 9.55 \cdot 10^3}{n_k}$	$F_N = F_{N \text{ spec}} \cdot z_{eB} \cdot b$
$P_{N \text{ spec}} = \frac{F_{N \text{ spec}} \cdot n_k \cdot t}{6 \cdot 10^4}$	$M_N = \frac{F_N \cdot d_k}{2 \cdot 10^3}$	$F_{N \text{ spec}} = \frac{P_{N \text{ spec}} \cdot 6 \cdot 10^4}{n_k \cdot t}$

对于b [mm], d [mm], d_k [mm], F [N], F_N [N], F_{N spec} [N/mm], F₀ [N], M [Nm], M_N [Nm], n [min⁻¹], n_k [min⁻¹], P [kW], P_N [kW], P_{N spec} [W/mm], t [mm], v [m/s], 请参考表2.3.1: 公式符号。

表2.1.4: 有效直径d_w、有效传动比i_{eff}、带速/滑轮转速v的公式

同步带传动系统		
传动轮	皮带	从动轮/惰轮
$d_{w1} = \frac{z_1 \cdot t}{\pi} \quad z_1 = \frac{d_{w1} \cdot \pi}{t}$	$i_{\text{eff}} = \frac{d_{w2}}{d_{w1}} = \frac{z_2}{z_1}$	$d_{w2} = \frac{z_2 \cdot t}{\pi} \quad z_2 = \frac{d_{w2} \cdot \pi}{t}$
	$i_{\text{eff}} = \frac{n_1}{n_{2\text{eff}}}$	
$v = \frac{d_{w1} \cdot n_1}{19.1 \cdot 10^3} = \frac{z_1 \cdot t \cdot n_1}{6 \cdot 10^4}$		$v = \frac{d_{w2} \cdot n_{2\text{eff}}}{19.1 \cdot 10^3} = \frac{z_2 \cdot t \cdot n_{2\text{eff}}}{6 \cdot 10^4}$

对于d_{w1} [mm], d_{w2} [mm], i_{eff} [-], n₁ [min⁻¹], n_{2eff} [min⁻¹], t [mm], v [m/s], z₁ [-], z₂ [-], 请参考表2.3.1: 公式符号。

指数w表示通过张力线位置确定的有效线。

2 传动设计基础

2.1 齿轮传动几何形状、重要参数和公式



周向力和运动类型

下文对表2.1.5中简化的标注在左侧的单个传动系统进行了描述。

带传动系统将电机的张力传输到不同的从动输出装置中，以作为牵引传动装置。

该张力或周向力 F_U 基本上可克服：

- 动力驱动系统中的输出扭矩 M_{output} ，
- 卧式直线驱动系统中的加速度 F_a ，及
- 卧式传输驱动系统中的摩擦力 F_f 。

在动力驱动系统中，驱动轴的旋转运动将在从动轴上也产生一个旋转运动。与此相反地是，直线和传输驱动系统驱动轴的旋转运动将在距离 s 上产生一个直线运动。在传输驱动系统中，最大传输距离 s 等于跨度长度 L 或标称传动中心距 a_{nom} 。

由于连接到带端的滑动装置或夹紧板的空间限制，直线传动装置的现象滑移距离 s 应位于下面。

表2.1.5: 外负载的分配、质量参数 m 、加速度 a 及摩擦系数 μ

动力传动		直线传动		运输传动	
驱动电机 旋转运动	输出机 旋转运动	驱动电机 旋转运动	直线滑动装置 直线运动	驱动电机 旋转运动	货物输送 直线运动
通常在一个方向上 及匀速/恒速		通常方向可变及 非匀速/启动 - 停止时		通常在一个方向上及 匀速/恒速	
$F_U = \frac{M_{output} \cdot 2 \cdot 10^3}{d_{w2}}$		$F_{U1} = F_{a1} = m \cdot a_1$ $F_{U2} = F_{a2} = m \cdot a_2$		$F_U = F_R = (\mu_1 + \mu_2) \cdot m \cdot g$	
$P_{input} (P_N)$ $M_{input} (M_N), n_1$	P_{output} M_{output}, n_2	$P_{input} (P_N)$ $M_{input} (M_N), n_1$	m a_1, a_2	$P_{input} (P_N)$ $M_{input} (M_N), n_1$	m μ_1, μ_2
对于启动 - 停止及在 负载下的启动: 适用 M_A		滑动: 通常 $\mu=0$		加速度: 通常 $a=0$ 无积累输送 $\mu_1 = 0$	

对于 a [m/s^2], a_1 [m/s^2], a_2 [m/s^2], d_{w2} [mm], F_{a1} [N], F_{a2} [N], F_U [N], F_{U1} [N], F_{U2} [N], m [kg], M_A [Nm], M_{output} [Nm], M_{input} [Nm], M_N [Nm], n_1 [min⁻¹], n_2 [min⁻¹], P_{output} [kW], P_{input} [kW], P_N [kW], s [mm], v [m/s], μ [,], μ_1 [,], μ_2 [,], 请参考表2.3.1: 表格符号。

2 传动设计基础

2.1 齿轮传动几何形状、重要参数和公式



动力传动和输送传动系统在启动后都将在恒速 n 及带速或输送速度 v 下被驱动。对于外部负载，惯性力或惯性力矩不起作用或起到很少的作用，因此通常利用基本负载系数 c_0 进行简化，见第2.2节。

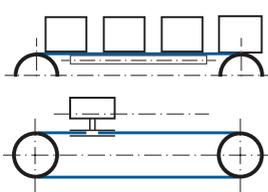
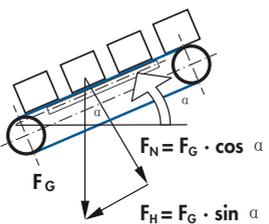
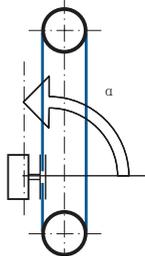
在动力传动系统中，通过输出扭矩 M_{output} 和杠杆臂的尺寸来确定与从动轮半径相对应的外部载荷。带轮越小，在恒定输出力矩下所需的周向力越大。

在运输传动系统中，被输送物品的质量利用摩擦系数 F_f 通过皮带和支撑轨之间的摩擦系数 μ_2 来确定外部负载。对于堆积式输送机，必须加上被运输物品和皮带之间摩擦系数 μ_1 。

在直线传动系统中，外部负载将通过速度 V 时的连续加速度 a_1 和达到恒定移动质量 m 时的随后加速度 a_2 来预先确定。为简化起见，只考虑了直线滑动装置和有效负载。带轮和皮带的惯性力矩可通过基本传动运行系数 c_0 进行简化。直线滑动装置和导向装置之间的低摩擦系数 μ 可忽略不计。

直线和传输驱动：倾斜式输送机和提升驱动机

表2.1.6：水平、倾斜式和立式运动的质量和摩擦力

水平运动	倾斜运动	垂直（提升）运动
 <p>$\alpha = 0^\circ$</p>	 <p>$F_N = F_G \cdot \cos \alpha$ $F_H = F_G \cdot \sin \alpha$</p> <p>$0^\circ < \alpha < 90^\circ$</p>	 <p>$\alpha = 90^\circ$</p>
直线驱动 $\mu \approx 0$		
$F_U = F_{U1} = m \cdot a_1$ $\sin 0^\circ = 0$ $a_1 > a_2$	$F_U = F_{U1} = m \cdot (a_1 + g \cdot \sin \alpha)$ $a_2 < 2g + a_1$	$F_U = F_{U1} = m \cdot (a_1 + g)$ $\sin 90^\circ = 1$ $a_2 < 2g + a_1$
输送驱动 $\alpha \approx 0$		
$F_U = (\mu_1 + \mu_2) m \cdot g$ $\sin 0^\circ = 0, \cos 0^\circ = 1$	$F_U = m \cdot g \cdot \sin \alpha$ $+ (\mu_1 + \mu_2) m \cdot g \cdot \cos \alpha$ 关于启动—停止， 也表参见上面提到的 a_1, F_{U1} 值。	$F_U = m \cdot g$ $\sin 90^\circ = 1, \cos 90^\circ = 0$

对于参数和单位，请参考表2.1.5和表2.3.1：公式符号

2 传动设计基础

2.1 齿轮传动几何形状、重要参数和公式



在传输传动系统中，区别在于所采用的卧式、倾斜式和立式输送机。立式直线驱动也被称为提升驱动。

在克服了高度差的直线和输送传动系统中，额外的施加力为向下力 F_H 。倾斜角 α 越大，向下力 F_H 也越大，当倾斜角为 90° 时，也将达到全重力 F_G 。

$$F_H = F_G \cdot \sin\alpha = m \cdot g \cdot \sin\alpha \quad \text{其中} \sin(0^\circ \dots 90^\circ) = 0 \dots 1, \text{见表} 2.1.6 \text{中的图例。}$$

倾斜角越大，正交力 F_N 越小，因此摩擦力 F_R 也越小，见表2.1.6。

$$F_N = F_G \cdot \cos\alpha = m \cdot g \cdot \cos\alpha \quad \text{其中} \cos(0^\circ \dots 90^\circ) = 0 \dots 1, \text{见表} 2.1.6 \text{中的图例。}$$

$$F_R = \mu \cdot F_N = (\mu_1 + \mu_2) \cdot m \cdot g \cdot \cos\alpha$$

输送传动系统的切向力见表2.1.6，其中该切向力简化为一个单一输送件的质量和。

加载和卸载传动系统的静态带张力，建议的带张力

表2.1.7中顶部和中间处的图片为力在动力、直线和输送传动系统中负载下的带传动装置的分布情况。其中，在表格底部清楚地给出了不同的力分布，这些力不同于单个静态带张力 F_t 的静态带张力建议值。

在表2.1.7中，传动轮上标记的圆形箭头只表示运动方向。在启动和匀速移动期间，传动轮的运动方向应与电机上的传动扭矩相一致。

然而加速时，制动扭矩抵消了运动方向。在这种情况下，表2.1.7中中间图所示的加速度 a_2 只适用于直线驱动，其中该负载条件是恒定不变的。对于动力和传输传动装置，无需单独考虑低的制动扭矩，因此该扭矩可忽略不计。对于高于驱动力矩的制动力矩，特别是当需要紧急停机和最小超程时间时，应至少在最终传动设计时考虑该制动力矩。

2 传动设计基础

2.1 齿轮传动几何形状、重要参数和公式



为确保带传动系统的安全运行以及最大可能的使用寿命，卸载跨距必须留有残余力。因此，力传输时通常需使尽可能多的齿进行啮合以及在高负载下应避免滑移现象。所谓的松边在经受了紧边拉伸之后，其并没有完全被卸载。因此还要避免或减少该边的翘起现象。静态带张力将与周向力成比例的增加；而卸载侧将与加载侧成比例地缩短。

在双轮动力传动系统中，加载侧，也称为紧边，通常与卸载侧的长度相等。不管选择了何种类型的驱动轮以及不管其旋转方向如何，上述要求同样适用，见顶部和中间的图例。

在直线传动系统中，加载和卸载侧的长度将不断变化。此外，两侧将不断交替进行加载和卸载。相比于动力传输系统，直线传动系统有时会出现最短的卸载侧。因此，建议的最高带张力应与周向力成一定的比例。

在运输传动系统中，加载和卸载侧的长度取决于在皮带上的负载分布。但是驱动轮的布置也是很重要的。顶部给出了长的加载侧和相对较短的卸载侧的图例。该驱动轮的布置被称为后驱动。

相应地，中间处给出了相对较短的加载侧和相对较长的卸载侧的图例。该驱动轮的布置被称为前驱动。

对于尺寸过大以及选择了传动运行系数 $c_2 \geq 2.5$ 的情况，由于额外增加了带张力系数 c_v ，因此建议提高中等带张力，这是由于在所选的较宽同步带或较大同步带的可能动力势下通常不进行静态带张力的计算了，但在外部负载或所产生的周向力 F_U 下将进行计算。这将无法确保在实际条件下是否能够提供安全启动所需的足够带张力；也就是说，皮带不处于张力下。对于比如五折叠式大尺寸皮带（ $c_2=5$ ），带张力 c_v 在理论上可能远远高于表2.1.7中通过简化公式计算的 $c_v=1.4$ 至系数 $c_v=5$ 。如果轴和轴承尺寸允许的话，则经验表明，对于大型或较大型传动中心距，可提高同步带的系数至如 $c_v=c_2/2$ 。

当电机被关闭时才能调整所建议的静态带张力，且必须在无外部负载的情况下进行调整。只有在该情况下，在停止期间所产生的静态带张力才能被均匀分布到所有侧，如表2.1.7底部图片所示。动力传动系统带轮之间及驱动轮和被输送件或直线滑动件之间的张力将会自动导致测量误差以及使带张力过高或过低。每次控制测量前，同步带可能需要再移动一下，以确保均匀的力分布并对使带轮能进行首次设置，特别是对于新传动带。

2 传动设计基础

2.1 齿轮传动几何形状、重要参数和公式



表2.1.7: 加载和卸载传动系统的静态带张力, 静态带张力的建议值

动力传动	直线传动	输送传动
<p>松边</p> <p>紧边</p>	<p>加载侧的带张力</p> <p>松边</p> <p>α_1</p> <p>紧边</p>	<p>紧边, 越来越松弛</p> <p>后驱动</p> <p>紧边</p>
<p>新传动系统, 更换了驱动轮但旋转方向未变</p> <p>紧边</p> <p>松边</p>	<p>同一传动系统, 起动α_1更换为停止/制动α_2, 但旋转方向未变</p> <p>紧边</p> <p>α_2</p> <p>松边</p>	<p>新传动系统, 更换了驱动轮, 但旋转方向未变</p> <p>紧边 越来越松</p> <p>前驱动</p> <p>松边</p>
<p>静态带张力系数F_T, 卸载、张力传动系统</p>		
<p>$F_T = 0.55 \cdot c_v \cdot F_U$</p> <p>具有相同的跨度长度, 见顶部和中间图</p>	<p>$F_T = 1.0 \cdot c_v \cdot F_U$</p> <p>非常短的卸载跨度长度, 移动例子见右侧和顶部图例</p>	<p>$F_T = 0.75 \cdot c_v \cdot F_U$ $F_T = 0.5 \cdot c_v \cdot F_U$</p> <p>短的卸载跨度长度, 见顶部图 长的卸载跨度长度, 见中间图</p>
<p>通常带张力系数$c_v = 1.0$; 对于尺寸过大的情况, 如$c_2 \geq 2.5$, 则建议提高带张力。这同样适用于传动中心距非常大的情况。</p>		
$c_v \geq \frac{c_2 - 1}{10} + 1$		

2 传动设计基础

2.2 传动运行系数、公差和公式



2.2 传动运行系数、公差和公式

总传动运行系数 c_2

总传动运行系数 c_2 由基本传动运行系数 c_0 和两个另外的公差组成。

$$c_2 = c_0 + c_6 + c_8 \quad [—]$$

$$c_2 \geq \frac{M_A}{M_N}, \quad c_2 \geq \frac{M_{Br}}{M_N} \quad [—] \quad \text{在传动侧, 带有 } M_A \text{ [Nm], } M_N \text{ [Nm] 和 } M_{Br} \text{ [Nm]}$$

$$c_2 \geq \frac{M_{Br}}{M_N \cdot i} \quad [—] \quad \text{在输出侧, 带有 } M_N \text{ [Nm], } M_{Br} \text{ [Nm] 和 } i \text{ [—]}$$

总传动运行系数 c_2 也可被视为传动侧处的高起动力负载 M_A 及高制动负载 M_{Br} 或视为输出侧处的高制动负载, 且该系数与传动机的额定负载 M_N 成一定的比例。

频繁开关操作和高起动或制动负载将成为主负载 – 动力传输本身将逐步退出 – 额外的安全公差必须加到确定的最大系数上。

表2.2.1: 基本传动运行系数 C_0

<div style="font-size: 48px; font-weight: bold; text-align: center;">C₀</div>	负载类型及传动机的示例			
	连续运行 电机 快移涡轮机 配有多个气缸的 活塞式机		间歇运行 液压电机 慢移涡轮机 带有较少缸的 活塞式机	
	适用于日常运行时间的基本传动运行系数 c_0			
基本负载的类型和从动机示例	不大于 16 h	大于 16 h	不大于 16 h	大于 16 h
轻型传动、无接口且均匀运行 测量仪器 胶片机 办公设备 带式输送机 (轻型输送物)	1.3	1.4	1.4	1.5
中等传动、在小至中等冲击负载下的 间歇运行 搅拌机 食品加工机 印刷机 纺织机 包装机 带式输送机 (重型输送物)	1.6	1.7	1.8	1.9
重型传动、在中等至大冲击负载下的 间歇运行 机床 木材加工机 偏心传动机械 输送系统 (重型输送件)	1.8	1.9	2.0	2.1
非常重型传动, 大冲击负载下的连续运行 磨床 压延机 挤压机 活塞泵和压缩机 起重装置	2.0	2.1	2.2	2.3

2 传动设计基础

2.2 传动运行系数、公差和公式



基本传动运行系数 c_0

基本传动系数 c_0 在基于一般经验值的基础上并考虑了日常运行时间和传动机和从动机的类型而定的。表2.2.1所规定的值仅作为参考值。

所选的基本传动运行系数 c_0 的值必须高于

- 较高的惯性质量或惯性矩；
- 传动侧平稳运行时的低值，或非均匀运行时的高值；
- 输出侧平稳运行时的低值，或非均匀运行时的高值；
- 较长的日常运行时间

根据低温或高温时的环境条件及气体、液体和固定影响，可能会需要额外增加基本传动运行系数 c_0 。特别是当具体的环境条件直接影响到带传动系统时，则需要进行实际测试。

带轮和惰轮公差系数 c_g 及起动频率公差 c_g

带轮和惰轮公差系数 c_g 和负载下的起动频率公差系数 c_g （见表2.2.2）作为基本传动运行系数 c_0 的简化参考值，因此必要时要将这些系数加到系数 c_0 上。

公差系数 c_g 也适用于从动轮，但根据设计的输出参数必要时必须进行单独测量。特别是对于多带轮传动系统，建议采用optibelt CAP程序进行设计。

表2.2.2：带轮和惰轮公差系数、起动频率系数

运行条件的类型	公差系数的代码和参考值	备注
使用张力轮和惰轮	$c_g = 0.2$	每个惰轮为0.2 最高为1.0
在负载下运行 (接通/关闭) 及/或反向运行	$c_g = 0.1 \dots 0.3$	取决于不大于约 1.5倍正常运行 负载的起动负载 下的起动频次 (如：星形-三角 形起动)
	$c_g = 0.3 \dots 0.5$	取决于大于约1.5 倍正常运行负载的 高起动负载下的起 动频次

长度系数 c_3

长度系数 c_3 的参数值见表2.2.3；该系数值只适用于配有optibelt ALPHA TORQUE、ALPHA POWER或ALPHA FLEX同步带的高负载旋转式动力传动系统。

当通过相对较短或较长的同步带来提高或减少弯曲变化或齿负载时，需要考虑到长度系数 c_3 。

表2.2.3：带长修正系数

带型	有效长度 L_w [mm]	长度系数 c_3
MXL, T2.5	≤ 190	0.8
	$> 190 \leq 260$	0.9
	$> 260 \leq 400$	1.0
	> 400	1.1
XL, T5, AT5	≤ 440	0.8
	$> 440 \leq 555$	0.9
	$> 555 \leq 800$	1.0
	> 800	1.1
L, T10, AT10	≤ 600	0.8
	$> 600 \leq 920$	0.9
	$> 920 \leq 1500$	1.0
	> 1500	1.1
T20, AT20	≤ 1260	0.8
	$> 1260 \leq 1880$	0.9
	$> 1880 \leq 3000$	1.0
	> 3000	1.1

2 传动设计基础

2.3 公式符号



2.3 公式符号

表2.3.1中给出了本技术手册中的公式所用到的基本参数及相关单位。

表2.3.1：公式符号

公式符号 说明	单位	公式符号 说明	单位
a 传动中心距	[mm]	L_{vth} 初始理论有效长度	[mm]
a_{nom} 使用标准皮带长度计算的中心距	[mm]	m 质量	[kg]
a_1, a_2 加速度	[m/s ²]	M_A 起动负载	[Nm]
B_1, B_2 同步带轮的轮毂长度	[mm]	M_{output} 带输出负载	[Nm]
b_{11}, b_{12} 齿系统中同步带轮的宽度	[mm]	M_{input} 传动扭矩	[Nm]
b 同步带宽度	[mm]	M_{tN} 计算的传动扭矩, 包括 c_2	[Nm]
b_{St} 标准同步带宽度	[mm]	M_N 同步带/传动系统的正常运行负载	[Nm]
b_B 所需的(计算的)同步带的宽度	[mm]	n_k 小同步带轮的转速	[min ⁻¹]
c 弹簧刚度	[N]	n_1 传动同步带轮的转速	[min ⁻¹]
c_0 基本传动运行系数	[-]	n_2 从动同步带轮的转速	[min ⁻¹]
c_2 总传动运行系数	[-]	n_{2eff} 与带轮上的齿数相应的从动轮的转速	[min ⁻¹]
$c_{2actual}$ 当前总传动运行系数	[-]	P_{input} 传动功率	[kW]
c_3 长度系数	[-]	P_{output} 输出功率	[kW]
c_6 带轮和惰轮公差系数	[-]	P_B 设计功率, 包括总传动运行系数	[kW]
c_8 负载下起动频次的公差系数	[-]	P_N 同步带/传动系统的额定功率	[kW]
c_{spec} 同步带的弹簧比刚度	[N]	P_{Nspec} 同步带每个传输出齿的额定功率系数	[W/mm]
c_v 带轮张力	[-]	s 传动跨度长度	[mm]
d_a 带轮的外径	[mm]	s_v 恒速下的传动跨度长度	[mm]
D_B 法兰外径	[mm]	s_b 加速度/减速长度	[mm]
d_{wg} 大同步带轮的有效直径	[mm]	t 齿距	[mm]
d_{wk} 小同步带轮的有效直径	[mm]	t_v 恒速下的传动跨度时间	[s]
d_{w1} 驱动轮的有效直径	[mm]	t_b 加速/减速时间	[s]
d_{w1th} 驱动轮的初始有效直径	[mm]	v 带速	[m/s]
d_{w2} 从动轮的有效直径	[mm]	v_{eff} 有效速度	[m/s]
f 振荡跨距侧处的频率	[1/s]	x, x_{cp} 轴和夹板的张力公差	[mm]
F_a 加速度系数	[N]	x_v, x_{vcp} 确保正确带张力的张力长度	[mm]
$F_{a sta}$ 静态带张力下的静态轴负载	[N]	y 装配公差	[mm]
F_{Br} 同步带张力线的断裂负载	[N]	z_e 小带轮上啮合齿的数量	[-]
F_H 提升或向下力	[N]	z_{eB} 小带轮上用于计算的啮合齿的数量	[-]
F_N 同步带的额定拉力	[N]	z_{eBmax} 小带轮上用于计算的啮合齿的最大数量	[-]
$F_{N spec}$ 每个传输出齿的同步带的具体额定拉力	[N/mm]	z_k 小带轮上的齿数	[-]
F_R 摩擦力	[N]	z_g 大带轮上的齿数	[-]
F_U 周向力或输出力	[N]	z_R 同步带上的齿数	[-]
F_{BU} 设计的周向力, 包括 c_2	[N]	z_1 驱动轮上的齿数	[-]
$F_{allowed}$ 带张力线所允许的拉力	[N]	z_2 从动轮上的齿数	[-]
i 速度比	[-]		
i_{eff} 与带轮上的齿数相对应的速度比	[-]		
L 跨度长度	[mm]		
L_v 卸载同步带的标记基本长度	[mm]		
ΔL_v 正确带张力下的拉伸率	[mm]		
L_w 同步带的有效长度	[mm]		
L_{wSt} 环形同步带ALPHA TORQUE/POWER型的标准有效长度	[mm]		

3 动力传动

3.1 概述



3.1 概述

第1.1至1.3节对聚氨酯同步带的所有产品组的例如应用、特性、生产过程、以及结构进行了描述。在本节中对动力传动及其相应产品组optibelt ALPHA TORQUE、ALPHA POWER及ALPHA FLEX型进行了概述。

产品组optibelt ALPHA TORQUE、ALPHA POWER及ALPHA FLEX型都配有 Shore A为86、88和92的聚氨酯同步带，这些产品都能安全地传递动力，无需在齿侧另外再加物质 – 见图3.1.1。要求时，optibelt ALPHA FLEX同步带也可配有一个薄的齿侧织物，以减少摩擦和噪音，见图1.3.4。但是，通常这些聚氨酯同步带不会达到高性能橡胶同步带的性能等级，如optibelt OMEGA HP或HL型橡胶同步带。

相比于橡胶同步带，聚氨酯同步带的主要优点如下：

- 具有较高的耐磨性
- 耐油性、耐油脂性、以及耐腐蚀化学品的腐蚀等
- 不染色
- 高的耐臭氧和UV性

产品组optibelt ALPHA FLEX型的应用范围可扩大至额外配有HTD型的大型传动系统：

- 长度范围从约1000至24000mm
- 长度范围可在分离阶段生产

对于不大于2250mm的长度，铸造型optibelt ALPHA TORQUE及ALPHA POWER同步带的生产方式要比optibelt ALPHA FLEX同步带的生产方式更经济。由于optibelt ALPHA POWER的性能比optibelt ALPHA TORQUE及ALPHA FLEX型高30%，因此狭窄的低价传动系统可采用该型号。

产品组	性能
ALPHA POWER	130 %
ALPHA TORQUE ALPHA FLEX	100 %

由于铸造聚氨酯具有良好的可铸造性，因此小型型号如T2和AT3以及大型型号如T20和AT20都可采用该铸造材料，此外，根据要求，节距为1.0mm和1.5mm的非常小型的槽齿型号如T10和TR15也可采用该铸造材料。如果传动系统在速度变化频繁的情况下运行时，则T和AT型上可采用比imperial和HTD铸造带轮轻的标准铝带轮上，并可进一步降低整个传动系统的重量。

表3.1.1：产品组和应用

动力传动	
ALPHA TORQUE ALPHA POWER	ALPHA FLEX
环形	
应用实例	
机床 纺织机械 打印机 包装机 办公设备 医疗器械 机器人 装卸机构	



图3.1.1：optibelt ALPHA TORQUE / POWER及ALPHA FLEX、单型号和双型号

3 动力传动

3.1 概述



optibelt ALPHA TORQUE和ALPHA POWER同步带具有下述特点:

- 采用铸造方式、大部分采用螺旋缠绕的钢制张力线;
- 高的分离精度
- 聚氨酯层与张力线的结合坚固
- optibelt ALPHA POWER机械性能高
- 有用的衬套宽度高达380mm
- 带长高达2250mm
- 具有良好的轮廓, 如配有铸造夹板
- 可从两个衬套中自由选择颜色
- 双型号设计
- 公差区稍有变化, 例如对于固定式传动中心距
- 夹板没有被直接焊接连接
- 齿和顶层上无可选的聚酰胺纤维
- 无EU食品符合性/FDA



图 3.1.2: 铸造成型, 带有螺旋缠绕的抗拉增强层

optibelt ALPHA FLEX皮带具有下述特性:

- 挤压成型和铸模成型的聚氨酯带, 带有钢制螺旋缠绕抗拉增强层
- 双缠绕, 一个S形和Z形张力线
- 长度范围从约1000至24000 mm
- 长度范围可在分离阶段生产。
- 生产宽度为100mm或150mm
- 双型号设计
- 在齿系统上可增加PAZ、锦纶纤维层
- 在顶层上无锦纶纤维层
- 夹板和V型导向装置可直接进行焊接
- 符合EU符合性声明/FDA的PU选项, 请登录 www.optibelt.com
- 高柔性张力线设计



图 3.1.3: 挤压和模具成型聚氨酯带, 带有螺旋缠绕张力增强层

表 3.1.2: 产品组、长度、型号和特性

	产品线	
	ALPHA TORQUE ALPHA POWER	ALPHA FLEX
	铸造、环形	挤压型、环形
最长长度 中等长度	2250 mm 见分类清单	24 000 mm 索引步骤
基本带型	带型	
Imperial型	MXL, XL, L (ALPHA TORQUE)	H
T 型	T2.5, T5, T10 DT5, DT10	T5, T10, T20 DT5, DT10
AT 型	AT5, AT10	AT5, AT10, AT20, DAT5, DAT10
HAD 型		5M, 8M, 14M, D5M, D8M
标准颜色	透明 ¹ 灰色 ¹	白色
标准硬度	86 Shore A ¹ 88 Shore A ¹	92 Shore A
标准张力线	钢	钢
PAZ、在齿系统上 PAR、在顶层	- -	+ 可选 -
特殊硬度	60-95 Shore A	85 Shore A
特殊颜色	根据要求也可 提供符合RAL No. 要求的其他颜色	如: 黑色、蓝色; 根据 要求也可提供符合RAL No.要求的其他颜色
特殊硬度和颜色 的最小订购量	两个衬套	在最大生产宽度 下不小于200m
根据要求可提供 符合第1.6节要求的 特殊张力线	芳纶 高柔性钢 不锈钢 Vectran 聚酯纤维	芳纶 高柔性钢 不锈钢
无衬套嘴	-	-
PU (FDA): 硬度、颜色	-	85Shore A、蓝色、 透明可选

¹ optibelt ALPHA TORQUE、86Shore A、透明
optibelt ALPHA POWER、88Shore A、灰色、每个±2Shore A

3 动力传动

3.2 变量



3.2 变量

产品组optibelt ALPHA TORQUE/POWER及ALPHA FLEX的聚氨酯同步带的主要作用是在机械工程及其他领域实现动力和速度的同步传输。由于该材料的同步带功能强大，因此也可与其他传动元件或橡胶同步带配合使用来执行其设计之外或低成本传动。

动力传动的主要部件为双轮传动装置。由于带轮直径比较小，因此可实现无滑移和免维护的大速比传动。此外，可用作同步带和同步带轮的OPTIBELT产品范围较广。图3.2.1中所示的未速度比 i 不等于1的双轮传动装置，其中位于两侧的带有法兰小型同步带轮也可对同步带起到所需的横向引导作用，也可参照第7章。

应至少通过一个调整轴来张紧同步带。但是，也有传动系统无需张紧的，一般情况下这种传动系统的性能较低且长度公差受限。

由于皮带具有高柔性，因此可实现多轴或蛇形传动，但这些传动则需要带轮要在其内侧或外侧额外增加惰轮。为了保持平稳的带顶面，这些传动系统可设计为圆柱形和平滑形。内侧惰轮也可采用圆柱-平滑形状或适用于AT型-如：作为位于顶侧处的同步带轮。

如果速度需要反向的话，应相应的同步带轮必须在双型同步带的外侧啮合，其中一个或两个带两轮的典型例子见图3.2.2和3.2.3。

张紧、导向或惰轮带轮的可能布置情况可参照图3.2.1至3.2.3。

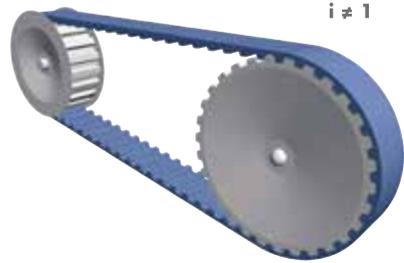


图3.2.1: i 不等于1的双轮传动系统



图3.2.2: 带有内侧平滑圆柱形轮的惰轮传动系统

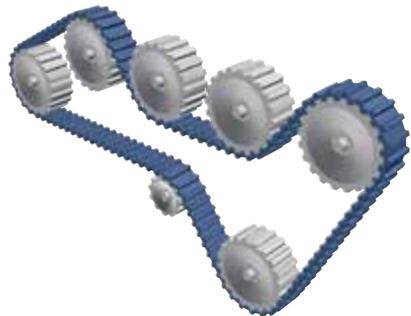


图3.2.3: 带有外部同步带轮的惰轮传动系统

3 动力传动

3.3 传动设计基础

3.4 同步带预选择



3.3 传动设计基础

基本物理变量如功率P、扭矩M及周向力 F_{\perp} 的一般公式计算请参考2.1节。

传动运行系数和公差参考值请参阅第2.2节。

一般公式符号见2.3节。

对于一些应用如直线或输送传动，其传动设计请参阅4.5和5.5节。此外，物理变量如速度v和加速度a的公式请参阅4.4节。

3.4 同步带预选择

齿系统的选择

产品组optibelt ALPHA TORQUE/POWER及ALPHA FLEX同步带的所有适用型号都可用于动力传动。

下文对这些型号的齿系统的基本特性进行了概述说明。

HTD 型

- ALPHA FLEX同步带的HTD型为圆弧型，其特点是相比于梯形齿运行平稳。
- 在所有齿系统中，齿高越高就需要越高的齿跳动保护。
- 该型号代码表示“高扭矩传动”。该型号适用于高载荷传动，因此目前用在动力传动设计中。
- HDT型的齿根宽度较大，因此具有较高的抗剪强度和高的特殊齿力。齿之间的网带位于带轮齿系统的齿顶处。
- 相比于铝制带轮，灰铸铁或钢铸造的标准同步带轮具有更高的耐磨性。

AT 型

- 在梯形齿类型中，AT型同步带具有最高的齿抗剪强度或具有最高的齿力。
- 相比于其他梯形齿类型，该型号的齿可支撑在带轮齿系统齿隙中的齿顶区。
- 相比于灰铸铁带轮，标准铝制同步带轮的使用寿命较短。

T 型

- 正如imperial型一样，应用最广泛的制T型具有梯形齿。在新设计中，需要暴露在低载荷下的传动系统将会选择该型号。
- 由于相比于AT和HTD型号其张力线直径较小以及齿也较小，因此该类型带具有较高的灵活性，可安装在小直径齿带轮上。
- 齿之间的网带被支撑在带轮齿系统的齿顶处。例如在严重多尘负载环境中，相比于AT型，该型号的齿隙较大或皮带和带轮之间间隙较大，因此可减少灰尘的集聚。
- 相比于铝制带轮，灰铸铁或钢铸造的标准同步带轮具有更高的耐磨性。

Imperial 型

- 当今，imperial梯形型号几乎不用再新设计中了，特别是欧洲地区。该型号的特点几乎与T型号相同。

3 动力传动

3.4 同步带预选择



最大带速

表3.4.1中所规定的带速为参考值，因此传动设计使不要超出所规定的值。

表3.4.1: 标准宽度和最大带速

带型	MXL	XL	L	H	XH	T2.5	T5	T10	T20	AT5, 5M	AT10, 8M	AT20, 14M
b^1 [mm]	6.4	9.5	25.4	76.2	101.6	6	25	50	100	25	50	100
v_{max} [m/s]	80	80	60	60	40	80	80	60	40	80	60	40

¹ 标准同步带和标准同步带轮的最大宽度，请参阅OPTIBELT产品清单或简化宽度。

根据在参考值范围内的带速，则运行噪音可预先确定了，因此根据具体环境条件可选择是否需要安装防护罩了。

此外，可能会需要提高静态带张力 F_T 。

对于约30m/s的带速，可能会需要对同步带轮进行动态平衡，也可参阅7.3节。

类型和宽度的预选择

在这些图表中单个同步带类型的与速度有关的性能上限应基于带有60个齿的同步带轮（对于optibelt ALPHA TORQUE和ALPHA FLEX型）或带有46个齿的同步带轮（对于ALPHA POWER型）而定。相比于同一产品组中的其他型号，optibelt APHAL POWER型传输的动力要高出30%。由于图表3.4.1和3.4.2中进行了对数表示，因此该提高的输出部分无需单独输入了。

此外，标准同步带和标准同步带轮组合的表3.4.1所示的各自最大宽度应作为基础宽度。

如果采用了特殊同步带轮，则也可采用较宽的平带。因此，动力传输能力将可能会提高。

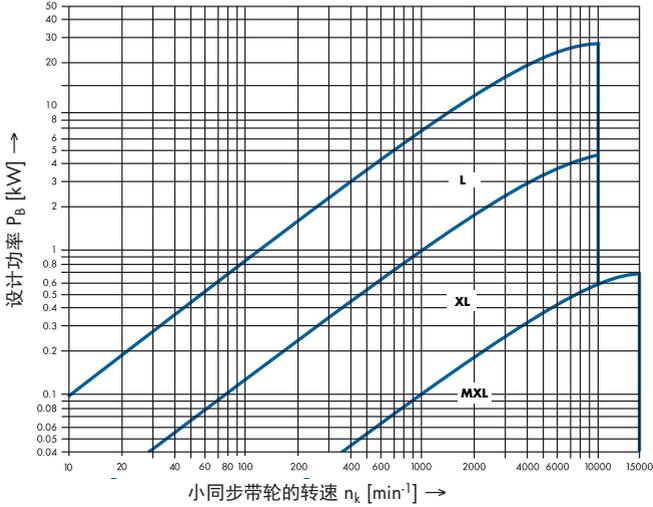
对于小直径带轮，如果齿轮上齿的数量超过了十二个或采用了较窄的同步带，则功率上限将会相应的提高。

3 动力传动

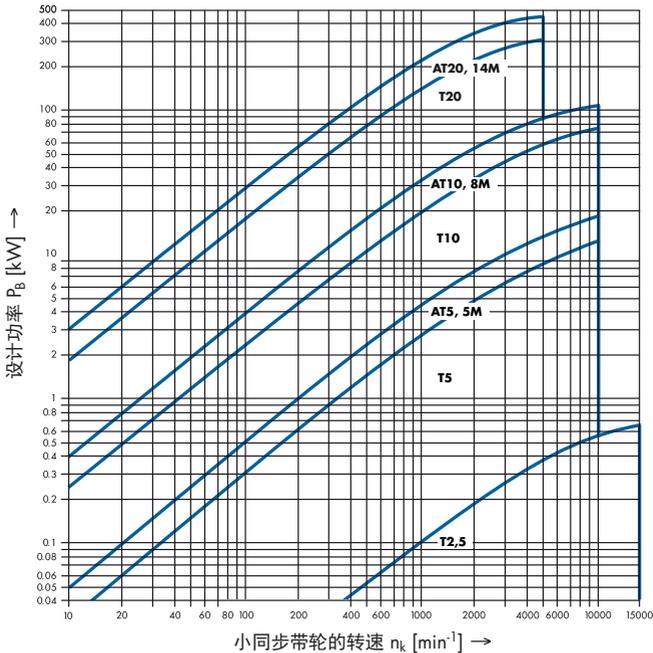
3.4 同步带选择



图表3.4.1: imperial型的功率图



图表3.4.2: T和AT型、HTD型的功率图



3 动力传动

3.5 传动设计



3.5 传动设计

要求

在下面的计算例子中，将会用到钻机。由于设计原因需要在传动系统上使用切削油和减少摩擦的润滑油，因此该类传动系统应采用聚氨酯同步带。

由于在运行期间无法避免被阻塞，因此，应通过一个滑动离合器将施加到传动侧的最大扭矩减少至三倍正常运行负载下扭矩值处。

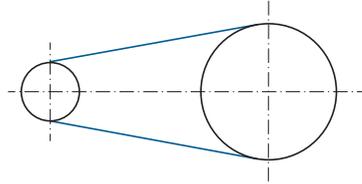


图3.5.1：双轮传动系统

原动机		传动条件		从动机	
传动：	电机	运行时间/天	不大于16个小时	输出：	钻机
功率：	$P_{\text{input}} = P_N = 4.5 \text{ kW}$	启动次数/天：	约150	功率：	$P_{\text{output}} = 2 \text{ kW}$
速度：	$n_1 = 1450 \text{ min}^{-1}$	环境条件：	室温、受到切削液、润滑油的影响	速度：	$n_2 = 600 \pm 10 \text{ min}^{-1}$
启动扭矩：	$M_A = 2 \cdot M_N$	负载类型：	中等冲击负载	启动：	无负载
总高：	可自由选择	特殊特点：	被滑动离合器阻塞： $3 \cdot M_N$	总高：	< 300 mm
总宽：	$b_1, B < 100 \text{ mm}$	传动中心距：	$a = 410 \pm 20 \text{ mm}$	总宽：	b_1 和B可自由选择

计算方法

通过确定设计功率来进行传动设计。这将基于：

- 驱动机的驱动功率 P_{input} ，或
- 从动机的驱动功率 P_{output} ，或
- 驱动机或从动机的最大扭矩。

在大多数情况下，应通过驱动功率 P_{input} 进行计算，这是因为相比于输出功率，当选择了电机后该功率值就已知了。如果输出功率 P_{output} 也已知的話，则计算也可利用该功率值进行，因为可使同步带传动系统的设计更经济。

设计时还必须考虑高的启动负载，这是因为同步带的短时超负载不受超负载滑移的限制，且将会使皮带产生无法缩回的伸长。

总传动运行系数 C_2

总传动运行系数 C_2 为该类型基本传动运行系数 c_0 、滑轮所引起的额外负载系数 c_6 以及启动频次系数 c_8 之和，见第2.2节。

$$C_2 = C_0 + C_6 + C_8 \quad \text{见表2.2.1和2.2.2}$$

如果从动机无阻塞趋势的话，则基本传动运行系数 c_0 可选择小于2.0的值，1.7，见表2.2.1。在 c_0 等于2.0的情况下如果证明启动时无负载时，则相比于惯性力矩，启动负载可忽略不计。

3 动力传动

3.5 传动设计



$$c_2 = 1.7 + 0 + 0 = 1.7 \quad c_0: \text{中等传动} \quad c_6: \text{无情轮} \quad c_8: \text{无负载}$$

如果需要考虑钻机的偶尔阻塞时，则必须提高基本传动运行系数 c_0 ，以确保持久的功能可靠性。利用滑动离合器可使电机负载限制为三倍正常运行负载。

如果偶尔阻塞时的运行条件相比于如惰轮的影响不重要时，则基本传动运行系数 c_0 可等于总传动运行系数 c_2 。

$$c_2 = 3.0 + 0 + 0 = 3.0 \quad \text{但必须满足 } c_2 \geq \frac{M_{Br}}{M_N} \text{ 的条件。}$$

设计功率 P_B

设计功率 P_B 可通过输出功率和总传动有耐力系数 c_2 推导出来。如果输出功率未知的話，则在本例子中可采用传动功率来计算该设计功率。

$$P_B = P_{input} \cdot c_2 \quad [kW] \quad \text{以及} \quad P_{output} [kW] = P_N [kW] \text{ 和 } c_2 [-]$$

$$P_B = 4.5 \text{ kW} \cdot 3.0 = 13.5 \text{ kW}$$

齿系统的选择

由于AT齿型具有较高的齿承载能力和强张力线，因此应用在相对较低的总高度和宽度场合。

带型和宽度的预选择 – 基于上述计算

根据图表4.3.2，应选择optibelt ALPHA TORQUE 50 AT10同步带。在图表中例如相对较大的同步带轮，额定齿数 $z=60$ 个齿。如果性能要求较高的话，则也可选择optibelt ALPHA POWER同步带。

同步带轮

带轮最大直径的选择主要取决于现有安装空间。此外，必须保留足够的皮带安装和拆卸空间。皮带高度请参阅3.6章中的技术参数表；而所选同步带轮的外径 d_o 或现有法兰直径 D_b 请参阅OPTIBELT产品范围列表。同时也给出了相关轮毂和齿宽或同步带轮的设计等信息。

带轮最大直径的选择将由所需的轴直径和轴/轮毂连接所确定，请参阅分类清单。轴/轮毂连接的主要特点请参阅7.2节。

一旦选择了带型及其技术设计信息的话，则相应的最小齿数 Z_{min} 及同步带轮的最小直径 d_{wmin} 也将随之确定下来，请参阅技术参数表。带有钢张力线的带轮的的最小直径请参阅第7.3节及表7.3.4。首次评估时，其简化值可参阅OPTIBELT产品范围列表。

标准带轮上齿的数量选择请参阅产品范围列表。作为另一种选择方法，对于特殊同步带轮，齿数量 z 可基于所选带型的节距 t 及相应的带轮直径来计算得出。

传动轮的初始有效直径一般为 $d_w = 80\text{mm}$ ，示例如下。

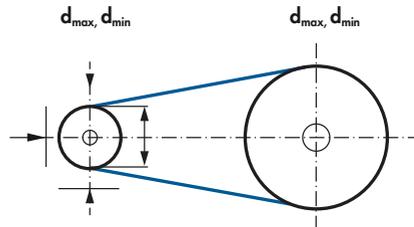


图3.5.2: 由例如安装空间和轴/轮毂连接所确定的布置结构

3 动力传动

3.5 传动设计



$$z_1 = \frac{d_w \cdot \pi}{f} \quad [-] \quad \text{其中对于每种带型, } d_w [\text{mm}] < d_{\max}$$

$$z_1 = \frac{80 \text{ mm} \cdot \pi}{10 \text{ mm}} = 25.13$$

选择 $z_1 = 25$; $z_1 > z_{\min} = 15$, 也可参考技术参数表。

$$d_{w1} + 2 \cdot h \text{ 或 } D_8 + 2 \cdot h = 83 \text{ mm} + 2 \cdot 5.0 \text{ mm} = 93 \text{ mm} < 100 \text{ mm}$$

从标准产品规格中, 可选择齿数 $z = 25$ 及有效直径 $d_w = 79.58 \text{ mm}$ 的传动同步带轮以及直径 $D_8 = 83 \text{ mm}$ 的两个法兰。

$$z_2 = z_1 \cdot i = z_1 \cdot \frac{n_1}{n_2} \quad [-] \quad \text{包含 } z_1 [-] \text{ 及 } i [-],$$

$$i = \frac{n_1}{n_2} \text{ 包含 } n_1 [\text{min}^{-1}] \text{ 及 } n_2 [\text{min}^{-1}]$$

$$z_2 = 25 \cdot 2.42 = 60.5 \text{ 选择 } z_2 = 60$$

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{1450 \text{ min}^{-1}}{600 \text{ min}^{-1}} = 2.42$$

有效输出速度和传动

$$n_{2\text{eff}} = n_1 \cdot \frac{1}{i_{\text{eff}}} = n_1 \cdot \frac{z_1}{z_2} \quad [\text{min}^{-1}] \text{ 包含 } n_1 [\text{min}^{-1}] \text{ 及 } i_{\text{eff}} [-],$$

$$i_{\text{eff}} = \frac{z_2}{z_1} \quad [-] \text{ 包含 } z_1 [-] \text{ 及 } z_2 [-]$$

$$n_{2\text{eff}} = 1450 \text{ min}^{-1} \cdot \frac{25}{60} = 604.16 \text{ min}^{-1}$$

$$i_{\text{eff}} = \frac{60}{25} = 2.4$$

输出时, 可选择齿数 $z = 60$ 及有效直径 $d_w = 190.98 \text{ mm}$ 、不带法兰的同步带轮。应满足总高度 $< 300 \text{ mm}$ 的前提条件。

保护同步带的两侧, 以避免从一个同步带轮上的运行偏离。

如果传动中心距 $a > 8 d_w$, 所有同步带轮都必须带有法兰。

为得到快速“近似”带型性能图表, 应进行同步带及带轮宽度的计算。

有效长度

通过已知同步带轮的有效直径 d_{wg} 及 d_{wk} 以及预期的传动中心距 a , 可得到同步带轮的理論有效长度。通过该方法, 可得到所选产品组及AT10带型的最接近标准有效长度 L_{wst} 。

$$L_{wth} = 2 \cdot a + \frac{\pi}{2} \cdot (d_{wg} + d_{wk}) + \frac{(d_{wg} - d_{wk})^2}{4a} \quad [\text{mm}] \quad \text{包含 } a [\text{mm}]、d_{wg} [\text{mm}] \text{ 及 } d_{wk} [\text{mm}]$$

$$L_{wth} = 2 \cdot 410 \text{ mm} + \frac{\pi}{2} \cdot (190.98 \text{ mm} + 78.58 \text{ mm}) + \frac{(190.98 \text{ mm} - 79.58 \text{ mm})^2}{4 \cdot 410 \text{ mm}}$$

$$L_{wth} = 1252.60 \text{ mm}, \text{ 选择 } L_{wst} = 1250 \text{ mm}; \text{ OPTIBELT产品规格: At10带型的optibelt ALPHA TORQUE型。}$$

3 动力传动

3.5 传动设计



传动中心距

根据所选的标准长度及带轮直径，可推出传动装置的精确传动中心距 α_{nom} 。该中心距的许可范围为390mm至430mm。必要时，必须将安装公差 y 及张紧公差 x 包括在内，详细内容请参考本节的最后带型说明内容中的图表。

$$\alpha_{nom} = K + \sqrt{K^2 - \frac{(d_{wg} - d_{wk})^2}{8}} \quad [\text{mm}] \quad \text{包含 } K [\text{mm}]、d_{wg} [\text{mm}] \text{ 及 } d_{wk} [\text{mm}]$$

$$\alpha_{nom} = 206.25 \text{ mm} + \sqrt{206.25^2 \text{ mm}^2 - \frac{(190.98 \text{ mm} - 79.58 \text{ mm})^2}{8}} = 408.71 \text{ mm}$$

$$\text{包含 } K = \frac{L_{wSt} - \frac{\pi}{8}(d_{wg} + d_{wk})}{4} \quad [\text{mm}], \text{ 及 } L_{wSt} [\text{mm}]、d_{wg} [\text{mm}] \text{ 及 } d_{wk} [\text{mm}]$$

$$K = \frac{1250 \text{ mm}}{4} - \frac{\pi}{8}(190.98 \text{ mm} + 79.58 \text{ mm}) = 206.25 \text{ mm}$$

推荐的传动中心距和碰撞检查

只考虑了小型传动中心距和给定带轮执行的简化建议公式为：

$$0,7 \cdot (d_{wg} + d_{wk}) < \alpha \quad [\text{mm}], \text{ 包含 } d_{wg} [\text{mm}] \text{ 及 } d_{wk} [\text{mm}]$$

$$0,7 \cdot (190.98 \text{ mm} + 79.58 \text{ mm}) = 189,4 \text{ mm}, \text{ 满足 } \alpha = \alpha_{nom} = 408,71 \text{ mm} \text{ 的前提条件。}$$

必须指出的是，通常自由宽度的长度及与同步带轮接触的皮带长度越长，则所有组件及安装的精度要求则越高。此外，大直径带轮通常比宽的小直径带轮价格贵。

在受限空间内，可选择直径比上述建议值小的带轮。在这种情况下，必须进行碰撞检查，其中带轮发生碰撞的传动中心距 α_{col} 应基于具体的法兰布置情况而定。当传动装置的带轮在轴上滑动时不能相互接触。此外，安装皮带时，应尽可能移动带轮轴以使松弛带安装到法兰上，见图3.5.3。

$$\alpha_{col} < \alpha_{nom} \text{ 包含 } \alpha_{nom} [\text{mm}]$$

在本部分的最后一节中定义了安装距离。根据法兰布置情况，通常可得出以下中心距：

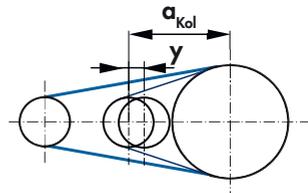


图3.5.3：受限空间的碰撞检查

$$\alpha_{col} = 0,5 \cdot (D_{Bk} + d_{wg}) + y \quad [\text{mm}], \text{ 包含 } D_{Bk} [\text{mm}]、d_{wg} [\text{mm}] \text{ 及 } y [\text{mm}]; \text{ 也可参阅7.5章。}$$

$$\alpha_{col} = 0,5 \cdot (83 + 190,98) + 10 = 147 \text{ mm}, \text{ 这也需要满足 } \alpha = \alpha_{nom} = 408,71 \text{ mm} \text{ 的前提条件。}$$

对于不同的法兰布置情况，该公式也将进行相应地调整。

如果皮带安装时移动距离较短的话，则可将带有已安装皮带的带轮一起安装到轴上。

3 动力传动

3.5 传动设计



对于未安装张紧器的固定传动距，必须注明基于测量负载而定的长度允差负值 α_{tol} ，也可见第7.4节。该情况通常被限制使用。一般建议使用固定传动中心距相应的具体长度允差。

$$\alpha_{\text{col}} = 0.5 \cdot (D_{\text{Bk}} + d_{\text{wg}}) + \alpha_{\text{Ltol}} \quad [\text{mm}], \text{ 包含 } D_{\text{Bk}} [\text{mm}], d_{\text{wg}} [\text{mm}] \text{ 及 } y [\text{mm}]; \text{ 也可参阅 7.4 章。}$$

法兰布置不同时，则上述公式也要进行相应地调整。为简便起见，可使用精度较高的小外径 d_e 来替代有效直径 d_w 。

对于大传动中心距，图3.5.4中给出了具有相同传动中心距及传动比的两个传动装置，但是，系数为3时带轮直径较小。

对于配有大带轮的传动装置，接触长度与传动中心距成正比，示例如下：

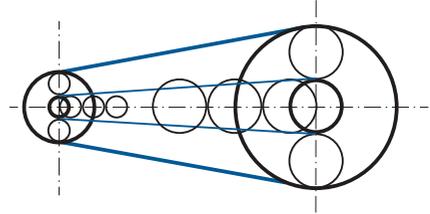


图3.5.4：具有相同传动中心距的带轮直径

$$\alpha < 2 \cdot (d_{\text{wg}} + d_{\text{wk}}) \quad [\text{mm}], \text{ 包含 } d_{\text{wg}} [\text{mm}] \text{ 及 } d_{\text{wk}} [\text{mm}]$$

例如：下面的尺寸将根据上述公式计算得出：

$$2 \cdot (190.98 \text{ mm} + 79.58 \text{ mm}) = 541 \text{ mm}, \text{ 建议 } \alpha = \alpha_{\text{nom}} = 408.71 \text{ mm}.$$

为确保无故障运行，跨侧应确保平稳运行。

相应地，配有较小带轮的传动装置的带与带轮的接触长度较短，因此通过带轮之间的自由跨度长度时安全性较低，见图3.5.4。从带轮之间的小带轮可以看出，该传动装置不满足建议要求。传动中心距应约为 $3.3 \cdot (d_{\text{wg}} + d_{\text{wk}})$ 。

然而，在平稳运行或只有偶尔的碰撞负载情况下，该传动装置也可不设置敲击跨侧。然则将可能出现敲击跨侧的现象，从而传动装置达不到预期的使用寿命。

对于任何几何形状的传动装置，可通过验证测试来使跨侧的振动行为限制在建议范围内。

同步带及带轮宽度

计算标称功率值时，必须考虑齿数 z_{eB} ，包括小带轮啮合齿的齿数 z_e 及带轮的总齿数 z_1 。对于允许的最大齿数 z_{eBmax} ，也可参阅表2.1.2。

$$z_{\text{eB}} = z_e \text{ 及 } z_{\text{eB}} \leq z_{\text{eBmax}}, \text{ 其中对于 optibelt ALPHA TORQUE/POWER, 及 ALPHA FLEX 型, } z_{\text{eBmax}} = 12.$$

$$z_e = \frac{z_1}{6} \left(3 - \frac{d_{\text{wg}} - d_{\text{wk}}}{\alpha_{\text{nom}}} \right) \quad [-]$$

$$z_e = \frac{25}{6} \left(3 - \frac{190.98 \text{ mm} - 79.58 \text{ mm}}{408.71 \text{ mm}} \right) = 11.36 \quad z_{\text{eB}} = z_e = 11$$

3 动力传动

3.5 传动设计



计算所需的理论同步带宽度 b_{th} 。对于设计功率 P_B 及具体的额定功率 $P_{N\ spec}$ 的系数，可通过技术参数表中的插值法获得以及长度系数 c_3 可通过查表2.2.3获得。

$$b_{th} = \frac{P_B \cdot 10^3}{P_{N\ spec} \cdot z_k \cdot z_{dB} \cdot c_3} \quad [\text{mm}], \text{ 包含 } P_B [\text{KW}], P_{N\ spec} [\text{W/mm}], z [-] \text{ 及 } c_3 [-].$$

$$b_{th} = \frac{13.5 \text{ kW} \cdot 10^3}{1.082 \frac{\text{W}}{\text{mm}} \cdot 25 \cdot 11 \cdot 1.0} = 45.4 \text{ mm}, \text{ 包含 } b_{St} = 50 \text{ mm}.$$

如果所需的宽度 b_{th} 稍大于下一个较小标准宽度 b_{St} 时，应考虑降低至可接受范围内较小值的所选总传动运行系数 c_2 。这将避免不必要的成本损失（适用时）。

作为一种替代方法，通过提高带轮直径来减少安装空间时，则减少所需宽度是允许的。

当前安全系数 $c_{2\ actual}$ 为：

$$c_{2\ actual} = c_2 \frac{b_{St}}{b_{th}} \quad c_{2\ actual} = 3 \frac{50 \text{ mm}}{45.4 \text{ mm}} = 3.3$$

如果对于optibelt ALPHA TORQUE同步带当前安全系数不够的话，则可选择产品组的另一个型号optibelt ALPHA POWER。

静态带张力和周向力

在利用周向力 F_U 及带张力 C_v 计算静态带张力的公式中，通常包含一个动力传动系统的从第2.1章表2.1.7中查到的1.0值。

由于所选的基本传动运行系数较大，因此通过带张力 c_v 计算得出的静态带张力 F_T 也可能较大。此外，对于传动运行系数 c_2 ，可选择值稍微大一些的当前传动运行系数 $c_{2\ actual}$ 。

特别是在带有长的optibelt ALPHA FLEX同步带的动力传动装置中，可根据运行的平稳性来相应地增减静态带张力，例如从动机的静态带张力。

静态带张力 F_T 基本上取决于将要运输的周向力 F_U 。

$$F_T = 0.55 \cdot c_v \cdot F_U \quad [\text{N}], \text{ 包含 } c_v [-] \text{ 及 } F_U [\text{N}];$$

$$c_v = \frac{c_{2\ actual} - 1}{10} + 1 [-], \text{ 包含 } c_{2\ actual} [-]$$

$$F_T = 0.55 \cdot 1.23 \cdot 745 \text{ N} = 504 \text{ N}$$

$$c_v = \frac{3.3 - 1}{10} + 1 = 1.23$$

可利用功率 P 、额定功率 P_N 及有效周向速度 v_{eff} 或传动速度 n_1 及传动轮的有效直径 d_w 来计算将要运输的周向力 F_U 。

$$F_U = \frac{P \cdot 1000}{v_{eff}} \quad [\text{N}], \text{ 包含 } P [\text{kW}], P = P_N;$$

$$v_{eff} = \frac{d_w \cdot n_1}{19.1 \cdot 10^3} \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right], \text{ 包含 } d_w [\text{mm}] \text{ 及 } n [\text{min}^{-1}]$$

$$F_U = \frac{4.5 \text{ kW} \cdot 1000}{6.04 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 745 \text{ N}$$

$$v_{eff} = \frac{79.58 \text{ mm} \cdot 1450 \text{ min}^{-1}}{19100} = 60.4 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

3 动力传动

3.5 传动设计



静态轴负载

静态轴负载 F_o 将通过双作用静态带张力 F_T 得出。当速度比 i 不等于1且当传动中心距增大及速度比增大时，静态轴负载将降低。

$$F_o = 2 \cdot F_T \quad [\text{N}], \text{ 包含 } F_T \quad [\text{N}], i=1; \quad F_o = 2 \cdot F_T \cdot \frac{L}{\alpha_{\text{nom}}} \quad [\text{N}], \text{ 包含 } F_T \quad [\text{N}] \text{ 及 } \alpha_{\text{nom}} \quad [\text{mm}], \text{ 对于 } i \neq 1 \text{ 时}$$

$$F_o = 2 \cdot 504 \text{ N} = 1008 \text{ N} \qquad F_o = 2 \cdot 504 \text{ N} \cdot \frac{401 \text{ mm}}{408.71 \text{ mm}} = 989 \text{ N}$$

跨度长度 L 取决于传动装置的几何形状。带轮的直径差越大，在固定传动中心距下的跨度长度越小。

$$L = \alpha_{\text{nom}} \quad [\text{mm}], \text{ 对于 } i = 1, L = \alpha_{\text{nom}} = 408.71 \text{ mm}, \text{ 见上文}$$

$$L = \sqrt{\alpha_{\text{nom}}^2 - \frac{(d_{wg} - d_{wk})^2}{4}} \quad [\text{mm}], \text{ 对于 } i \neq 1, \alpha_{\text{nom}} \quad [\text{mm}] \text{ 及 } d_w \quad [\text{mm}], \text{ 见上文}$$

$$L = \sqrt{408.71^2 \text{ mm}^2 - \frac{(190.98 \text{ mm} - 79.58 \text{ mm})^2}{4}} = 401 \text{ mm}$$

$i \neq 1$ 的精确计算结果表明，对于大致确定静态轴负载 F_o 的中等速度比，计算方法 $i=1$ 就足够了。

采购示例

同步带及同步带轮的名称

1件optibelt ALPHA TORQUE 50 AT10/1250-ST

1件optibelt ZRS 66 AT10/25-2

1件optibelt ZRS 66 AT10/60-0

当同步带轮的轴/轮毂需要连接时，应作为特殊带轮来订购。

通过测量频率来调整带张力

根据所选皮带的自由振荡跨度长度 L 及每米重量 m_k 计算出的频率测量值来调整静态带张力 F_T 。每米重量 m_k 可参考相关的技术参数表。

有关频率测量的详细信息，可参阅7.1章。

图3.5.5中显示，对于相同的静态带张力 F_T 及相同的跨度长度 L ，两个跨侧的自然频率 f 也是相同的。

有关频率测量的详细信息，可参阅7.1章。

$$f = \sqrt{\frac{F_T \cdot 10^6}{4 \cdot m_k \cdot L^2}} \quad [\text{Hz}]$$

包含, F_T [N]、 m_k [kg/m] 或 [g/m] 及 L [mm]

$$f = \sqrt{\frac{504 \text{ N} \cdot 10^6}{4 \cdot 0.325 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \cdot 401^2 \text{ mm}^2}} = 49.1 \text{ Hz}$$

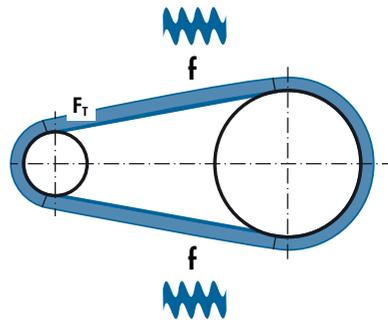


图3.5.5: 静态带张力 F_T 、跨度长度 L 及频率 f

3 动力传动

3.5 传动设计



由于小于1000mm的跨度长度通常通过测量频率来调整，因此结果将与表7.1.2中的一般建议值一致。

通过测量伸长率来调整带张力

对于较长的带长度，optibelt ALPHA FLEX同步带的跨度长度可长于1000mm。如果无法通过频率测量值来调整带张力时，则建议利用测量伸长率来调整带张力。这将无法达到通过测量自由振荡跨侧的自然频率所得到的调整精度。通过测量延伸率来进行带张力调整的详细说明请参阅第7.1章。

通常情况下，动力传动装置的静态跨度延伸率 ϵ_{FT} 的最大参考值为：

参考值 $\epsilon_{FT} \leq 0.2\%$

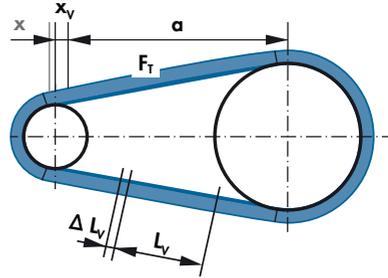


图3.5.6: 带张力长度 x_v 及延伸率 ΔL_v

假定传动中心距 $a=1000\text{mm}$ ，当带张紧长度 $x_v \leq 2\text{mm}$ 时，可通过移动无负载轴来进行带的张紧，例如张紧长度为1.3mm，见图3.5.6。

$$x_v \leq \epsilon_{FT} \cdot L_v \quad [\text{mm}], \text{ 包含 } \epsilon_{FT} [\%], a [\text{mm}]; \text{ 例如 } x_v \leq 0.002 \cdot 1000 \text{ mm} = 2.0 \text{ mm}$$

相应地，对于例如 $L_v=2000\text{mm}$ 的标记长度，可通过下列公式来精确计算延伸率 ΔL_v ：

$$\Delta L_v \leq \epsilon_{FT} \cdot L_v \quad [\text{mm}], \text{ 包含 } \epsilon_{FT} [\%], L_v [\text{mm}]; \text{ 例如 } \Delta L_v \leq 0.002 \cdot 2000 \text{ mm} = 4.0 \text{ mm}$$

在实际情况下，由于同步带通常是按照不小于1.6的传动运行系数 c_2 进行设计的，因此在大多数情况下，采用较低值如 $\Delta L_v=2.6\text{mm}$ 就能起到保护轴承和轴的作用了。

通过传动装置的静态带张力 F_T 及具体的弹簧刚度系数 C_{spec} 可计算得到延伸率的精确值 ϵ_{FT} ，具体取决于产品组、带型、技术设计及宽度。

$$\epsilon_{FT} = \frac{F_T}{C_{\text{spec}}} = \frac{F_T}{F_{\text{allowed}}} \cdot \epsilon_{\text{allowed}} \quad [\%], \text{ 包含 } F_T [\text{N}] \text{ 及 } C_{\text{spec}} [\text{N}]$$

$$C_{\text{spec}} = \frac{F_{\text{allowed}}}{\epsilon_{FT}} \quad [\text{N}], \text{ 其中 } F_{\text{allowed}} [\text{N}] \text{ 可从技术参数表中查得而 } \epsilon_{\text{allowed}} [\%] \text{ 见表4.5.1.}$$

通过optibelt ALPHA LINEAR同步带标准张力线设计ST的相关型号可从表4.5.1中查到允许延伸率 $\epsilon_{\text{allowed}}$ 的更精确值。为简化起见，对于所有带型和设计，都可采用 $\epsilon_{\text{allowed}} = 0.5\%$ 。

在相关技术参数表中，根据不同的宽度列出了许可的周向力 F_{allowed} ，例如optibelt ALPHA FLEX同步带。线性传动装置的应用例子见第4.5节。

3 动力传动

3.5 传动设计



张紧和安装允差

有关允差要求见7.1和7.5节。在表7.5.1和7.5.2中，列出了关系式及相应最小允差的参考值。

可通过简便方法来计算用于张紧optibelt ALPHA TORQUE/POWER型皮带的允差，见表7.5.1。

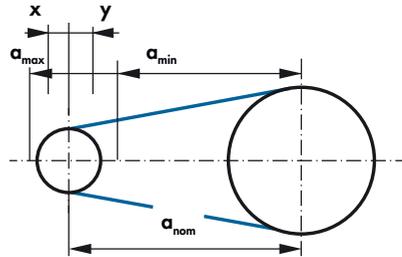


图3.5.7：张紧允差x及安装允差y

$x = a_{tol} + 0.0030 \cdot a_{nom}$ [mm]，其中 a_{tol} [mm]可从表7.4.3中查的； a_{nom} [mm]

$$x = 0.32 \text{ mm} + 0.0030 \cdot 408.71 \text{ mm} = 1.54 \text{ mm}$$

optibelt ALPHA TORQUE/POWER的安装允差见表7.5.1：

$$y = 10 \text{ mm}$$

optibelt ALPHA FLEX同步带的相关信息请参考表7.5.2。

图3.5.7中所示的传动中心距 a_{min} 至 a_{max} 的具体范围必须与确定的标称传动中心距 a_{nom} 及允差值 a_{nmin} 及 a_{nmax} 相一致。

$$a_{nmin} = a_{nom} - y \text{ [mm]}，包含 a_{nom} \text{ [mm]}及y \text{ [mm]}$$

$$a_{nmax} = a_{nom} + x \text{ [mm]}，包含 a_{nom} \text{ [mm]}及x \text{ [mm]}$$

$$a_{nmin} = 408.71 \text{ mm} - 10 \text{ mm} = 398.71 \text{ mm} > 390 \text{ mm}$$

$$a_{nmax} = 408.71 + 1.54 = 410.25 \text{ mm} < 430 \text{ mm}$$

在计算示例中，如果无法满足 a_{min} 或 a_{max} 要求时，应通过不同的长度或带轮上不同的齿数来查找OPTIBELT产品规范内合适的解决方法。作为一种替代方法，也可提供具有不同齿数的专用带轮，其中为经济原因较小带轮通常作为特殊带轮来进行设计。

必要时，根据所选的长度可来选择产品组ALPHA TORQUE/POWER同步带的特殊长度。使用量大时，为节约成本，可以自己铸造这些皮带。

长度大于1000mm时，可提供长度步为一个节距的optibelt ALPHA FLEX同步带，见第3.1节。如果需要确定更精确允差时，可采用上文所述的相关公式，并要考虑相关长度允差。

相关线性图和输送传动装置及其公式和示例等内容可见相关章节。

3 动力传动

3.6 技术参数表



3.6 技术参数表

设计动力传动装置时，应参考产品组optibelt ALPHA TORQUE、ALPHA POWER及ALPHA FLEX同步带的技术参数表、本技术手册及当前OPTIBELT产品规格表中所涉及的相关信息。在3.5节中，通常采用ST标准设计的AT10型号中的optibelt ALPHA TORQUE同步带进行设计。

相关更新的技术参数表请登录www.optibelt.com。你可以免费下载动力传动设计的optibelt CAP软件，以获得运行和产品的当前信息。

技术参数表

optibelt ALPHA TORQUE AT10-ST

聚氨酯同步带、热固性PU、环形



尺寸和允差

型号:	AT10
齿距t:	10 mm
总厚度:	5 mm
齿高度:	2,5 mm
齿尖宽度:	5 mm
齿侧角:	50°
长度允差:	See table
宽度允差, b ≤ 50 mm:	±0.5 mm
厚度允差:	±0.3 mm

结构

聚氨酯: 热固性、86Shore A、透明
 张力线: 钢材料, φ 0.9 mm



每个齿的标称运输功率

小带 轮转速 n _k [1/min]	具体 标称功率 P _{N spez} [W/mm]	小带 轮转速 n _k [1/min]	具体 标称功率 P _{N spez} [W/mm]	小带 轮转速 n _k [1/min]	具体 标称功率 P _{N spez} ₁ [W/mm]
0 ¹	0.000	1200	0.947	3600	1.898
20	0.025	1300	1.002	3800	1.952
40 ²	0.048	1400	1.056	4000	2.003
60	0.072	1500	1.108	4500	2.119
80 ³	0.094	1600 ⁴	1.158	5000	2.220
100	0.116	1700	1.207	5500	2.308
200 ⁴	0.220	1800	1.253	6000	2.383
300	0.314	1900	1.299	6500	2.447
400 ⁵	0.401	2000	1.343	7000	2.500
500	0.482	2200	1.427	7500	2.545
600	0.559	2400	1.506	8000	2.580
700	0.631	2600	1.581	8500	2.606
800 ⁵	0.700	2800	1.652	9000	2.625
900	0.766	3000	1.718	9500	2.636
1000	0.828	3200 ⁵	1.782	10000	2.640
1100	0.889	3400	1.842	v _{max} = 60 m/s	

标称功率P_N

$$P_N = P_{N\text{ spez}} \cdot z_k \cdot z_{\alpha B} \cdot b / 10^3 \quad [\text{kW}]$$

- P_{N spez} 每个齿的具体标称运输功率 [W/mm]
- z_k 小带轮上的齿数
- z_{αB} 小带轮上的啮合齿数, 不大于 z_{d, max}
- z_{d, max} 12, 允许的最大齿数
- b 带宽 [mm]

标称扭矩M_N

$$M_N = P_N \cdot 9.55 \cdot 10^3 / n_k \quad [\text{Nm}]$$

- n_k 小带轮转速

标称拉力F_N

$$F_N = F_{N\text{ spez}} \cdot z_{\alpha B} \cdot b \quad [\text{N}]$$

$$F_{N\text{ spez}} = P_{N\text{ spez}} \cdot 6 \cdot 10^4 / (n_k \cdot t) \quad [\text{N/mm}]$$

- F_{N spez} 每个齿上的具体标称运输拉力 [N/mm]
- t 齿距 [mm]

¹F_{N spez} [N/mm] 7.500 ²7.273 ³7.073 ⁴6.590 ⁵6.012 ⁶5.250 ⁷4.343 ⁸3.341

张力线拉力, 带重量

带宽 ¹ b [mm]	10	12	16	20	25	32	50	75	100
允许的张力 ² F _{zul} [N]	1190	1425	2140	2625	3575	4525	7375	11400	15500
抗断强度 F ₀ [N]	4760	5700	8560	10500	14300	18100	29500	45600	62000
每米的重量 [kg/m]	0.065	0.078	0.104	0.130	0.163	0.208	0.325	0.488	0.650

¹可能的其他带宽和中等带宽 ²等于张力线25%抗断强度 F₀的允许张力 F_{zul}

同步带轮, 内侧和外侧轮



- 齿数: z_{min} = 15
- 节距: d_{w min} = 47.75 mm
- 平惰轮及圆柱形惰轮: 节距: d_{min} = 42 mm
- 内侧惰轮: d_{min} = 42 mm
- 外侧惰轮: d_{min} = 100 mm

长度允差, 见中心距允差

长度 L _w [mm]	允差 α _{Lw} [mm]	长度 L _w [mm]	允差 α _{Lw} [mm]
≤ 305	± 0.14	> 780 ≤ 990	± 0.28
≥ 305 ≤ 390	± 0.16	> 990 ≤ 1250	± 0.32
> 390 ≤ 525	± 0.18	> 1250 ≤ 1560	± 0.38
> 525 ≤ 630	± 0.21	> 1560 ≤ 1960	± 0.44
> 630 ≤ 780	± 0.24	> 1960 ≤ 2350	± 0.52

我们将很乐意为您提供有关技术特性、传动设计及其他特殊要求的相关建议。预知详情, 请参考OPTIBELT文件。© OPTIBELT有限公司 03/2013。将持续进行技术改进和更改, 错误和遗漏不包括在内。

4 线性传动

4.1 概述



4.1 概述

1.1至1.3节中包含了例如聚氨酯同步带所有产品组的应用、特性、生产工艺及结构等内容。本节对线性传动及相关的产品组optibelt ALPHA LINEAR型进行了概述。

对于标准型号的产品组optibelt ALPHA LINEAR型，由于带有一个硬度为92Shore A的硬聚氨酯弹性体，因此无需在齿侧另外增加一层织物层就能实现动力的可靠传送 - 见图4.1.1。为减少摩擦和降低噪音，可在optibelt ALPHA LINEAR同步带的齿侧增加薄的织物层，见图4.1.2。可以在顶层施加织物层。相比于带有玻璃纤维张力线的橡胶开口同步带，optibelt ALPHA LINEAR同步带可实现不论采用哪种形状都能确保稳定运行以及实现更精确的定位。

聚氨酯同步的基本特点或优点为：

- 带有高强度钢或芳纶张力线
- 低的齿变形
- 较高的耐磨强度
- 可实现较长的带长
- 耐臭氧和UV性高
- 对油、油脂及大量侵蚀化学品具有非常高的抵抗性
- 对于带有EU符合性声明/FDA的PU选项，请登录www.optibelt.com。

产品组optibelt ALPHA LINEAR应用范围广，因此可实现非常长的传动中心距的传动：

- 节距小于14mm的辊道上的标准长度：100 m
- 节距不小于14mm的辊道上的标准长度：50 m
- 大于卷轴上的标准长度的长度，例如对于8M型号和10mm宽度为300m

简易开口optibelt ALPHA LINEAR同步带可用需要较高的定位和重复精度的线性传动装置上。

总重复和定位精度的主要影响因素为：

- 张力线的延伸率
- 齿变形
- 齿间隙

其他影响因素还包括例如带长变化、轴和带轮的精度、及线性单元的整体刚度和轴承间隙。

表4.1.1：产品组和应用

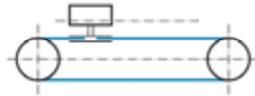
线性传动

optibelt ALPHA LINEAR
开口
应用例子
定位装置 提升装置 装卸装置 门和门驱动器 清洗站 绘图仪 包装机械 门式机器人



图4.1.1：optibelt ALPHA LINEAR



图4.1.2：齿侧带有锦纶纤维RAZ的optibelt ALPHA LINEAR型

4 线性传动

4.1 概述



采用具有低弹性和低弯曲柔性的高强度钢或芳纶张力线可大大减少总偏离。

为实现线性传动，对配有AT滑轮和标准齿系统且长度允差为负值的ATL型同步带的张力线进行了特殊增强处理。相比于采用了标准技术进行设计的同步带，该类型同步带刚性更强且定位精度高于平均值。

具有较高标准92 Shore A的耐磨聚氨酯材料，其特点是随着硬度的减少形状稳定性也降低而随着硬度的提高，形状稳定性将增加。如果齿条采用该材料的话，则硬度值可为98 Shore A，但该硬度值不适合同步带轮的计算。

由于齿隙受限或与齿隙需要带齿尺寸和轮廓相匹配而导致齿隙减少的同步带轮，也称为零间隙，将会进一步提高精度；可以参考第4.6节。

生产产品组ALPHA LINEAR型开口聚氨酯同步带时，为了减少长传动中心距情况下的噪音及支撑跨侧的力损失，在齿侧和/或顶部可覆盖一层锦纶纤维层。PA纤维的特点见6.1节。

对于线性传动，通常采用形状刚度比小型梯形T或英制型形状刚度高的AT和HDT型。

开口挤压型聚氨酯同步带具有下列特点：

- 高抗拉力及低延伸率
- 高定位精度
- 采用与边缘平行的S和Z型抗拉钢筋
- 采用了例如具有高柔性和/或增强型张力线
- 某些类型基带上无套管嘴，如T10型
- 在齿系统和/或带顶部带有PAZ/PAR锦纶纤维层
- 辊道长度为50m或100m，要求时也可提供二者之间的中间值。

表4.1.2: 产品组、长度、型号和特点

挤压型开口optibelt ALPHA LINEAR型	
辊道长度	50 m, 100 m
辊道中间长度	按照一定的长度步增减
英制型 T型 AT型 ATL型 HTD型 平带	XL, L, H, XH T5, T10, T20 AT5, AT10, AT20 ATL5, ATL10, ATL20 5M, 8M, 14M, 14ML F2, F2.5, F3, FL3
标准颜色	白色
标准硬度	92 Shore A
标准张力线 ¹	钢 芳纶
PA齿侧, PAZ PA顶部, PAR	+ 选项 + 选项
特殊硬度	65, 85, 98 Shore A
特殊颜色	如: 黑色、蓝色; 要求时 也可提供RAL No. 中规定 的其他颜色
特殊硬度和颜色的最低 订购量	最大生产宽度下不低 于200米
特殊张力线 ¹ 见第1.6节	高柔性钢 不锈钢
无套管嘴	T10型, 选项
PU (FDA): 硬度、颜色	85Shore A, 蓝色 可选透明型

¹ 根据需要，每种型号都可配有芳纶张力线和特殊张力线



图4.1.3: 抗拉钢筋与边缘平行的挤压成型聚氨酯带

4 线性传动

4.2 类型



4.2 类型

线性传动装置的主要作用是将旋转运动（旋转）转化为直线运动（运输）。在本节中，通过区分两种类型电机来移动直线滑块：

带有固定式电机的线性传动

对于带有固定式电机的线性传动，通过两个夹紧板来将线性导向侧固定到同步带上。

通过调整传动中心或滑动某一夹紧板来产生带张力。在该设计中不需要背面惰轮，这是因为无变化的弯曲负载施加到皮带上。

除了输出负载外，基本上只有滑动块在进行加速。

同步带端部最好使用夹紧板将它们固定到导向滑动块上。在标准产品规格中还配有optibelt CP夹紧套管来安全夹紧标准同步带，以能够达到相应的断裂极限值。

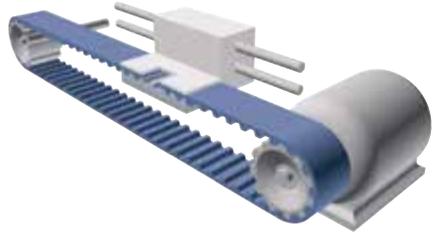


图4.2.1: 带有固定式电机的线性驱动器

由于用于具有较大加速度的线性驱动器时成本较高，该传动类型被验证适合于小型和中等线性驱动器。

带有移动式电机的线性驱动器

对于带有移动式电机的线性驱动器，线性导向滑块将与驱动电机一起加速。直线滑块也被成为运输器。该类型线性驱动器最好用于非常长的距离的场合，适用范围不如带有固定式电机的线性驱动器广。

通过位于顶部通过直线滑块支撑的两个圆柱形带轮来实现同步带于驱动滑轮之间的接触。为此，该类型也被成为Omega驱动器。同步带受到一个柔性负载的作用。

通过两个夹紧板分别固定同步带两端。

除了输出负载外，滑块必须与相对较重的电机一起加速。该设计的优点是确保了皮带被安全支撑，特别适用于比带有固定式电机的驱动器更长的传动距离和长张紧侧长度为最小极限值的场合，以确保在负载下能够提高刚性以及提高定位精度。

也可以固定该直线滑块，以使通过例如一个桌子就能移动固定架。



图4.2.2: 带有移动式电机的线性驱动器

4 线性传动

4.3 同步带的预选择



4.3 同步带的预选择

齿系统的选择

产品组Optibelt ALPHA LINEAR的所有适用型号都可用于线性传动。

下文对这些型号的齿系统的基本特点进行了概述说明。

AT 型

- 在所有梯形型号中，AT同步带具有最高的齿抗剪强度或允许的最高齿力。
- 由于AT型齿变形较小，因此可实现高强度张力线、低侧隙、及高定位精度等。
- 相比于其他梯形型号，齿可被支撑在带轮齿系统的齿隙内的齿顶区。
- ATL型号具有张力线直径大及低延伸率的优点，因此可适用于标准AT标准带。
- 在恒加速度下，铝制标准同步带轮可降低质量惯性矩。

HTD 型

- 相比于梯形齿，该HDT型具有圆形弯曲齿型，因此运行更平稳；且齿较高，可提供较高的防跳保护。
- HTD表示“高扭矩驱动器”。其适用于高负载传动，目前主要用在动力传动的新设计中。
- HDT型齿根宽度较大，因此具有较高的抗剪强度和允许的齿力。齿之间的网带位于带轮齿系统的齿顶处。
- 侧隙比AT型大，因此定位精度有所下降。
- 14ML型具有张力线直径大及延伸率低的特点，适用于标准14M同步带轮。
- 相比于铝制带轮，灰铸铁或钢制标准同步带轮具有较高的耐磨性，但在连续加速期间质量惯性力矩将增加。

T 型

- 公制T型应用最广，其梯形齿类似于英制型。在新设计中，需要暴露在低负载环境中的驱动器将采用此类型。
- 由于相比于AT和HDT型具有较小的张力线直径和较小的齿形，因此该类型皮带较灵活，并可安装在小直径齿形带轮上。
- 侧隙和带延伸率比具有相同节距的AT同步带大。
- 齿之间的网带位于带轮齿系统的齿顶上。例如在多尘环境中，带和带轮之间的侧隙和间隙应比AT型大一些，以避免皮带从带轮上滑移出来。

英制型

- 当今，在新设计皮带中很少用到英制梯形齿型号了，特别是在欧洲地区。该类型的特点基本与T型相同。

4 线性传动

4.3 同步带的预选择

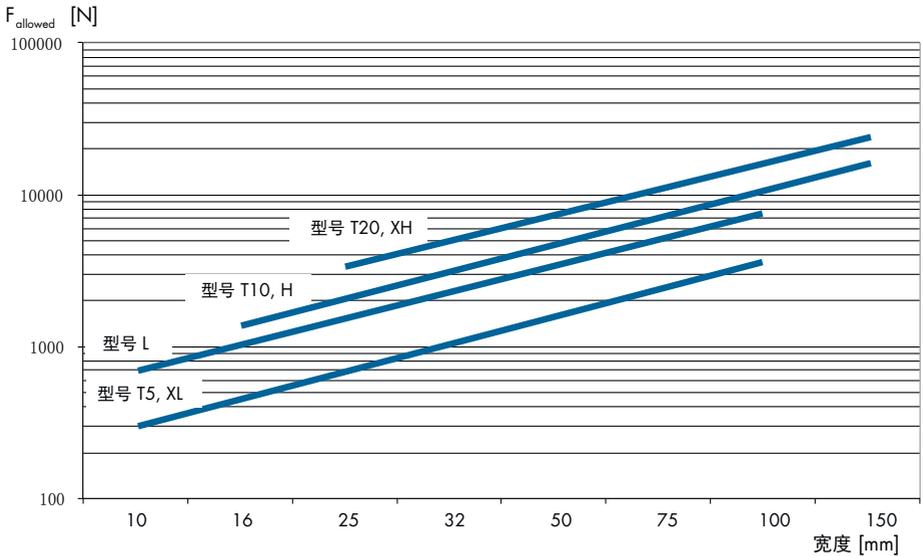


型号和带宽的预选择

根据所选的齿系统，例如选择了AT型，通过下面的图表可容易地选择具有合适带宽的类型了。所示值请参考带张力线规定的最大张力。

对同步带的精确传动设计同样重要及可通过相关技术参数表计算出的额定拉力 F_N ，可参考低一级皮带齿系统的张力线，特别是在高速情况下。

图表4.3.1：T和英制型，为简化表示，允许的张力 F_{allowed} 取决于型号和宽度

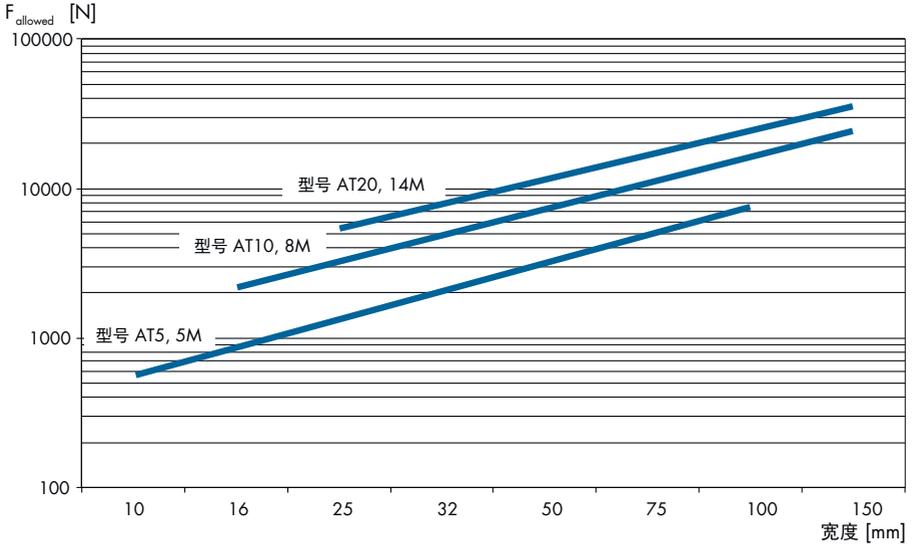


4 线性传动

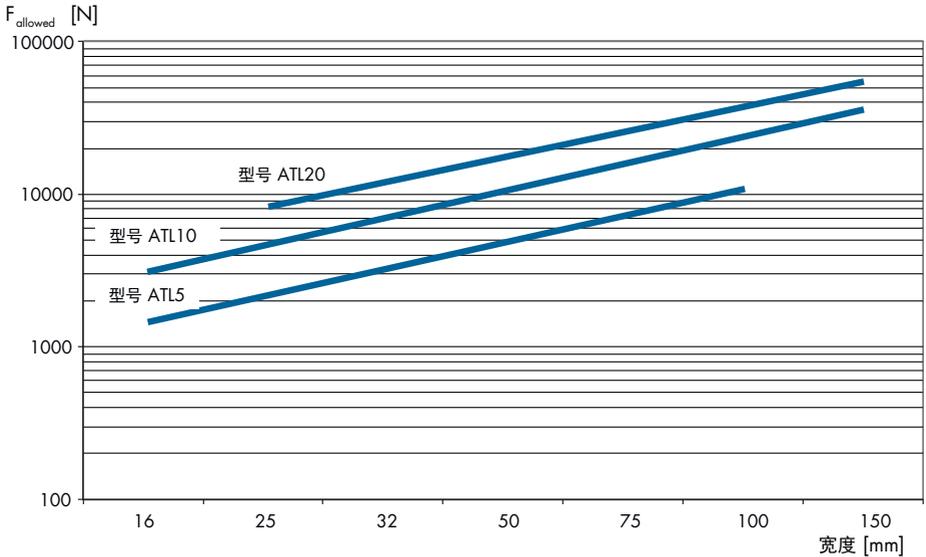
4.3 同步带的预选择



图表4.3.2: AT和HTD型, 为简化表示, 允许的张力 F_{allowed} 取决于型号和宽度



图表4.3.3: ATL型, 为简化表示, 允许的张力 F_{allowed} 取决于型号和宽度



4 线性传动

4.4 传动设计基础



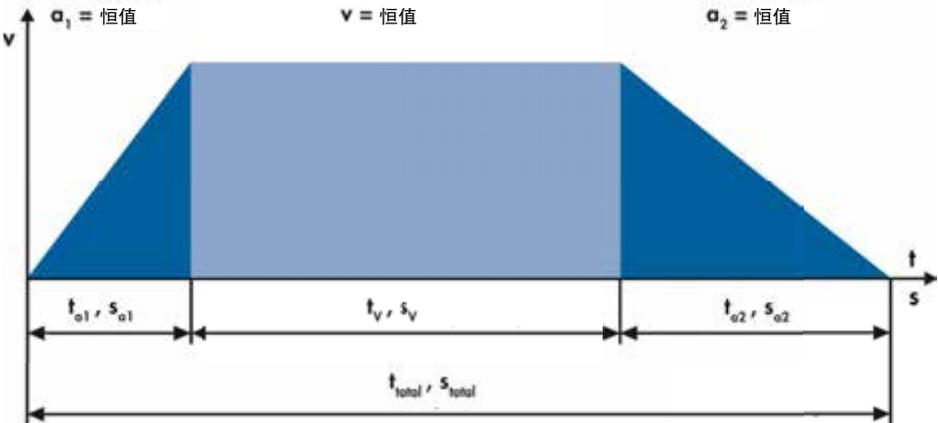
4.4 传动设计基础

基本物理变量如功率P、扭矩M及周向力 F_U 的一般公式，请参考2.1节。传动运行系数及允差的参考值，请参考2.2节。公式符号及物理单位见2.3节。

加速度、速度、距离和时间

加速和减速期间同步带上施加的负载最大。恒速运行期间，皮带上的负载在整个运动过程中最小。在该情况下，线性驱动器中取决于布置的摩擦力、向下力或提升力通常非常低。

图表4.4.1：速度和加速度图



RPM n及速度v

$$n = \frac{19.1 \cdot 10^3 \cdot v}{d_w} \quad \left[\frac{1}{\text{min}} \right] \quad \text{包含 } v \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right], d_w [\text{mm}]$$

$$v = \frac{d_w \cdot n}{19.1 \cdot 10^3} \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right] \quad \text{包含 } d_w [\text{mm}], n \left[\frac{1}{\text{min}} \right]$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot s_0 \cdot a}{10^3}} \quad \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right] \quad \text{包含 } s_0 [\text{mm}], a \left[\frac{\text{m}}{\text{s}^2} \right]$$

4 线性传动

4.4 传动设计基础



加速时间 t_a 取决于加速度 a

$$t_a = \frac{v}{a} \quad [s] \quad \text{包含 } v \left[\frac{m}{s} \right], a \left[\frac{m}{s^2} \right]$$

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot s_a}{a \cdot 10^3}} \quad \left[\frac{m}{s} \right] \quad \text{包含 } s_a [mm], a \left[\frac{m}{s^2} \right]$$

加速距离 s_a 取决于加速度 a

$$s_a = \frac{a \cdot t_a^2 \cdot 10^3}{2} \quad [mm] \quad \text{包含 } a \left[\frac{m}{s^2} \right], t_a [s]$$

$$s_a = \frac{v^2 \cdot 10^3}{2 \cdot a} \quad [mm] \quad \text{包含 } a \left[\frac{m}{s^2} \right], v \left[\frac{m}{s} \right]$$

在恒速 v 下的移动时间 t_v

$$t_v = \frac{s_v}{v \cdot 10^3} \quad [s] \quad \text{包含 } s_v [mm], v \left[\frac{m}{s} \right]$$

在恒速 v 下的移动距离 s_v

$$s_v = v \cdot t_v \cdot 10^3 \quad [mm] \quad \text{包含 } t_v [s], v \left[\frac{m}{s} \right]$$

总时间 t_{total}

$$t_{total} = t_{a1} + t_v + t_{a2} \quad [s] \quad \text{包含 } t_{a1} [s], t_v [s] \text{ 和 } t_{a2} [s]$$

总距离 s_{total}

$$s_{total} = s_{a1} + s_v + s_{a2} \quad [mm] \quad \text{包含 } s_{a1} [mm], s_v [mm], s_{a2} [mm]$$

4 线性传动

4.5 传动设计



4.5 传动设计

要求

在下列计算示例汇总，在与水平线呈一定的角度的斜坡上上下移动质量 m 。在上移运动中，向下的重力分力将与加速度抵消，或在下移运动中，减速将会在线性驱动器上产生最大负载力。

根据适用的安装空间，通过最大负载来确定合适的皮带和带轮组合。

给出了下列值：

移动物体的质量 $m_1 = 85\text{kg}$

直线滑块的质量 $m_2 = 15\text{kg}$

加速度 $\alpha_1 = 3\text{ m/s}^2$

减速度 $\alpha_2 = 11\text{ m/s}^2$

移动速度 $v = 4\text{ m/s}$

滑块移动的摩擦系数 $\mu=0.1$

倾斜角 $\alpha = 30^\circ$

预期传动中心距 $\alpha = 2600\text{ mm}$

移动距离 $s = 2100\text{ mm}$

滑块长度 $l_s = 200\text{ mm}$

安装高度：直径 $d_{\max} < 150\text{mm}$, $d_{w1} = d_{w2}$

安装宽度：未指定轮毂宽度 b_1 及带轮宽度 B

轴直径 d ：未指定

在三班倒制度下，每天的启动次数：约300次

环境条件：室温；无任何有害物质或辐射

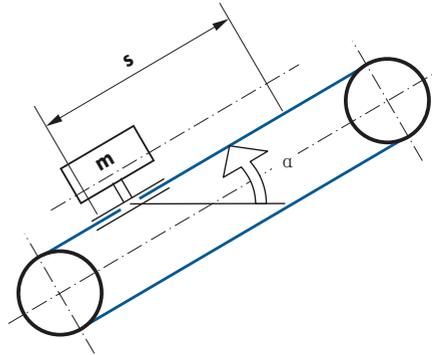


图4.5.1：线性驱动器，倾斜布置

计算方法

通过计算周向力 F_{\perp} 来进行传动设计。设计基础为：

- 传动机械的传动扭矩 M_N ，及
- 加速度和摩擦力

在这个例子中，选择通过加速度和摩擦力来计算的方法，所选的传动机必须随后包括在传动设计中。

计算周向力 F_{BU} 及传动扭矩 M_{BN} 时应考虑施加到皮带上的所有负载。

通过传动力矩负载 M_N 来计算周向力 F_{BU}

计算方法如下所述。当计算电机驱动扭矩时考虑了混凝土规格的示例见3.5节。

可基于所实施的驱动扭矩 M_N 及计算的驱动扭矩 M_{BN} 来进行设计。

$$M_{BN} = \frac{c_2 \cdot M_N}{\text{皮带数量}} \quad [\text{Nm}] \quad \text{包含 } M_N [\text{Nm}]$$

总传动运行系数 c_2 由基本传动运行系数、通过例如惰轮施加的额外负载及启动频次组成，请参考2.2节。

4 线性传动

4.5 传动设计



初始设计周向力取决于同步带轮的设计及预计直径，该直径值可根据安装空间规格被推导出。重新计算时，必须采用精确的直径值。

$$F_{BU} = M_{BN} \cdot \frac{2 \cdot 10^3}{d_w} \quad [\text{N}], \text{ 包含 } M_{BN} [\text{Nm}], d_w [\text{mm}]$$

如果已知设计周向力 F_{BU} 时，则可直接从皮带的预选开始。

如果已知设计周向力 F_{BU} 时，则可直接从皮带的预选开始。

用于传动设计的质量 m 应为移动物体质量 m_1 及直线滑块质量 m_2 的和。

皮带质量、夹紧板的质量及同时移动的辅助同步带轮质量惯性矩表示额外负载。由于这些额外负载要比施加到输送物体上的力要小得多，因此在大多数情况下可忽略不计。总传动运行系数 c_0 将考虑这些额外力。只有当移动距离非常长及采用了大型、重载带轮时，才必须精确计算该质量值或质量惯性矩。

$$m = m_1 + m_2 \quad [\text{kg}], \text{ 包含 } m_1 [\text{kg}] \text{ 及 } m_2 [\text{kg}]$$

$$m = 85 \text{ kg} + 15 \text{ kg} = 100 \text{ kg}$$

利用外部负载确定周向力 F_U 的基本公式见表2.1.4和2.1.5。为确保完整性，下面的示例中利用加速度力 F_a 及向下的输出力 F_H 计算 F_U 的公式中又添加了摩擦力 F_R 。

在本示例中，往下移动及同时制动力 a_2 时出现了最大负载。摩擦力的方向通常与移动方向相反。制动期间，摩擦力支持减速度并减轻皮带上的负载。周向力应减去这些力的组合值。

总之，加速和制动时可采用简化结果：

$$F_U = F_{U2} = F_{a2} + F_H + F_R \quad [\text{N}], \text{ 包含 } F_{a2} [\text{N}], F_H [\text{N}] \text{ 及 } F_R [\text{N}]$$

$$F_U = 1100 \text{ N} + 491 \text{ N} + (-85 \text{ N}) = 1506 \text{ N}$$

$$F_U = m_{\text{total}} (a_2 + g \cdot \sin\alpha) + \mu \cdot m_{\text{total}} \cdot g \cdot \cos\alpha \quad [\text{N}]$$

$$F_U = 100 \text{ kg} \cdot \left(11 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} + 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \sin 30^\circ \right) + (-0.1 \cdot 100 \text{ kg} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \cos 30^\circ) = 1506 \text{ N}$$

如果在示例中有几个皮带平行运行时，则计算周向力 F_{BU} 时应考虑总传动运行系数 c_2 及每个单独皮带的外部负载。

当最大负载始终在皮带齿系统的同一区域处重复出现时，当选择总传动运行系数时应考虑这一情况。其他移动距离有关的较低负载对总系数的选择不会造成影响。

4 线性传动

4.5 传动设计



总传动运行系数 c_2 由基本传动运行系数 c_0 、惰轮附加负载 c_6 及气动频次 c_8 组成，见2.2节。

$c_2 = c_0 + c_6 + c_8$ ，见表2.2.1及2.2.2。

$c_2 = 1.7 + 0 + 0.3 = 2.0$ ， c_0 : 中间传动 c_6 : 无Omega传动 c_8 : 高频

$$F_{BU} = \frac{c_2 \cdot F_U}{\text{皮带数量}} \quad [\text{N}], \text{ 包含 } c_2 [-] \text{ 及 } F_U [\text{N}]$$

$$F_{BU} = \frac{2.0 \cdot 1506 \text{ N}}{1} = 3012 \text{ N}$$

齿系统的选择

选择的AT型的齿系统应能确保在高的齿承载能力及最小侧隙下还能提供最高的定位精度。此外，可使用通过低质量惯性矩来调整轴/轮毂连接的轻型铝制标准同步带轮。

如果使用了相同同步带轮的话，则ATL型可提供更高的定位精度。

带型号和宽度的预选择

利用图表4.3.2可选择optibelt ALPHA LINEAR 50 AT10同步带。

皮带和带轮几何尺寸的计算

带轮直径基本上通过规定的安装空间来确定。此外，必须提供皮带安装和拆卸的充分空间。线性驱动器的开口皮带可通过外壳和带轮外径之间，且通常不用拆卸带轮。同步带轮外径 d_o 、法兰直径 D_f 、及皮带高度可参考技术参数表中相关OPTIBELT产品规范表或1.4节中的表1.4.5。带轮直径的最小值的选择将由所需的轴直径及轴/轮毂的连接确定，见产品规范表。轴/轮毂连接的主要特点见7.2节。

一旦选定了带型及其技术设计参数，则最低齿数 z_{\min} 及同步带轮的最小直径 $d_{w\min}$ 将被确定了，见技术参数表。此外，带有钢张力线的皮带的最小带轮直径也可见7.3节及表7.3.4。对于首次评估时，请参考OPTIBELT产品规格表中的简化值。

所选的标准皮带轮的齿数见产品规格表。此外对于特殊同步带轮，齿数 z 可利用所选皮带的节距 t 及预选带轮直径进行计算。

4 线性传动

4.5 传动设计



在本例子中，将利用 $d_w = 100$ mm来确定初步有效直径。

$$z = \frac{d_w \cdot \pi}{t} = z_1 = z_2 \quad [-], \text{ 包含 } d_w [\text{mm}] < d_{\max} \cdot t [\text{mm}], \text{ 取决于带型}$$

$$z_1 = \frac{100 \text{ mm} \cdot \pi}{10 \text{ mm}} = 31.416, \quad z=32; \text{ 其中 } z_1 > z_{\min} = 15, \text{ 例如, 见技术参数表, 其中 } d_w + 2h \text{ 或 } D_B < 150 \text{ mm}$$

从标准产品规格中，已经选定了齿数 $z = 32$ 及有效直径 $d_w = 101.86$ mm的同步带轮optibelt ZRS 66 AT10 / 32 - 2及直径 $D_B = 106$ mm的两个法兰。保护好同步带两侧使其至少不会从一个同步带轮上滑移出来。传动中心距 $a > 8 d_w$ 时，所有同步带轮都应配有法兰，见7.3节。

额定拉力

在4.7节中的选定皮带的技术参数表中，带型和宽度预选图表4.3.1至4.3.3中单一宽度下的许可的精确拉力 F_{allowed} 也包括在内。
以下是适用的：

$$F_{\text{BU}} < F_{\text{allowed}} \quad \text{对于optibelt ALPHA LINEAR 50 AT10型开口同步带, } F_{\text{allowed}} = 7350 \text{ N.}$$

应满足 $F_{\text{BU}} = 3012$ N的要求。

额定拉力 F_N 取决于皮带的齿系统。随着速度 n 的增加，齿面的承载能力将降低。请参考标题为“每个齿上所能运输具体的标称拉力”的技术数据表。通过带宽 b 及计算的齿数 z_{eB} 可计算额定拉力 F_N ，见技术参数表或表2.1.3。该结果由齿啮合数 z_e （最大数量为 $z_{\text{eB max}} = 12$ ），也可参考表2.1.2：

$$F_N = F_{N \text{ spec}} \cdot z_{\text{eB}} \cdot b \quad [\text{N}], \text{ 其中 } F_{N \text{ spec}} [\text{N/mm}] \text{ 通过在技术参数表中插值来获得, } z_{\text{eB}} [-] \text{ 及 } b [\text{mm}]$$

$$F_N = 5.34 \frac{\text{N}}{\text{mm}} \cdot 12 \cdot 50 \text{ mm} = 3204 \text{ N}$$

$$n = \frac{19.1 \cdot 10^3 \cdot v}{d_w} \quad \left[\frac{1}{\text{min}} \right] \quad \text{包含 } v \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right], d_w [\text{mm}]$$

$$n = \frac{19.1 \cdot 10^3 \cdot 4 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{101.86 \text{ mm}} = 750 \frac{1}{\text{min}}$$

$$z_e = \frac{z_1}{2} \quad z_{\text{eB}} = z_e \text{ 和 } z_{\text{eB}} \leq z_{\text{eB max}}, \text{ 其中对于optibelt ALPHA LINEAR型, } z_{\text{eB max}} = 12$$

$$z_e = \frac{32}{2} = 16 \quad z_{\text{eB}} = 12$$

与齿系统上负载有关的当前安全系数 $c_{2\text{actual}}$ 为：

$$c_{2\text{actual}} = \frac{F_N \cdot \text{皮带数量}}{F_U} \quad [-] \quad \text{包含 } F_N [\text{N}], F_U [\text{N}] \text{ 及 } c_{2\text{actual}} \geq c_2$$

$$c_{2\text{actual}} = \frac{3204 \text{ N} \cdot 1}{1506 \text{ N}} = 2.12 \geq 2.0$$

4 线性传动

4.5 传动设计



此外也可通过下列公式计算出所需宽度 b_{th} 。

$$b_{th} = b \cdot \frac{c_2}{c_{2actual}} \quad [\text{mm}], \text{ 包含 } b \text{ [mm]}$$

$$b_{th} = 50 \text{ mm} \cdot \frac{2}{2.12} = 47 \text{ mm}$$

如果所需宽度 b_{th} 稍大于所选同步带及同步带轮的最小标准宽度时，应考虑将所选的总传动运行系数 c_2 减少至仍允许的较小值。这将避免不必要的成本增加。在带有相当高额定拉力的缓慢运行线性驱动器中，为满足高精度要求，选择宽度时应考虑下述章节及有关定位精度的章节中的内容。

对于驱动扭矩驱动设计，在例如安装空间许可的情况下 – 可通过增加带轮直径的方法来减少宽度。

静态和最大带张力

静态带张力的计算公式见2.1节中表2.1.7，其应适用于中等传动中心距的线性驱动器。

$$F_T = \frac{1.0 \cdot c_v \cdot F_U}{\text{皮带数量}} \quad [\text{N}], \text{ 包含 } F_U \text{ [N]} \text{ 及 } c_v \text{ [-]}$$

$$F_T = \frac{1.0 \cdot 1.0 \cdot 1506 \text{ N}}{1} = 1506 \text{ N}$$

线性驱动器的移动距离及传动中心距比所选型号的标准值大时，周向力 F_U 将会增大静态带张力。则 $F_T > F_U$ 。

标准技术设计中的optibelt ALPHA LINEAR同步带的张力线的选择通常要与齿系统及可能的最大额定拉力相匹配，因此无需通过 F_{max} 及 $F_{allowed}$ 对设计的线性驱动器进行额外验证了。

当垂直布置或几乎垂直布置并在直线滑块的对面配有配重的线性驱动器不在上述范围内。

对于上述具有长颤动中心距及 $F_T > F_U$ 的线性驱动器，可进行验证。由于只有负载跨侧长度非常短以及同时可能施加了最大周向力 F_U ，因此相对于张力线而非齿系统具有相对较高的带张力。此外，还增加了静态带张力 F_T 及周向力 F_U 。为简便起见，可采用下列公式：

$$F_{max} = F_T + \frac{F_U}{\text{皮带数量}} \quad [\text{N}], \text{ 包含 } F_T \text{ [N]}, F_U \text{ [N]}$$

对所选的设计例子无任何要求，带入值的示例如下：

$$F_{max} = 1506 \text{ N} + \frac{1506 \text{ N}}{1} = 3012 \text{ N}$$

要求：

$$F_{max} \leq F_{allowed}, \text{ 其中对于50 AT10型号, } F_{allowed} = 7350 \text{ N}$$

如果定位精度要求较高时，则可通过所选同步带的弹性延伸率采用简化的方式来确定。计算方法及有关定位精度的示例见本节的结果部分。

4 线性传动

4.5 传动设计



静态轴负载

$$F_{\alpha, sta} = 2 \cdot F_T \quad [\text{N}], \text{ 针对每条皮带, 其中 } F_T [\text{N}]$$

$$F_{\alpha, sta} = 2 \cdot 1506 \text{ N} = 3012 \text{ N}, \text{ 针对每条皮带}$$

如果上述静态负载施加到具有长传动中心距的线性驱动器上时, 则动态轴负载可临时为 $2 \cdot F_T + F_U$ 。

带长度及采购示例

$$L_w = 2 \cdot a + z \cdot t \quad [\text{mm}], \text{ 包含 } a [\text{mm}], t [\text{mm}]$$

$$L_w = 2 \cdot 2600 \text{ mm} + 32 \cdot 10 \text{ mm} = 5520 \text{ mm}, \text{ 采用 } 5510 \text{ mm}$$

适用时, 可从直线滑块的带端之间的带计算长度中减去一个节距长度。上述公式中, $t = 10 \text{ mm}$ 。

如果额外对定位精度有要求的话, 请参考4.6节。同步带、同步带轮及夹紧板的采购示例如下:

1 件optibelt ALPHA LINEAR 50 AT10/5510-ST

2 件optibelt ZRS 66 AT10/32-2

2 件optibelt CP-50 AT10

根据传动轮的轴/轮毂连接情况及导向轮轴承, 同步带轮也可作为特殊带轮来订购。

同步带与夹紧板啮合的最低齿数 $z_{cp, min}$ 可参考相关技术参数表或7.3节中有关夹紧板的内容。

通过频率测量来调整带张力

可根据自由振荡跨度长度 L 及所选皮带的每米重量 m_k 来确定如何通过频率测量来调整静态带张力。其中每米重量 m_k 可从相关技术参数表中查的。图4.5.2显示随着自然频率 f 的降低跨度长度 L 将增加。

频率测量的详细信息可参阅7.1节。

$$f = \sqrt{\frac{F_T \cdot 10^6}{4 \cdot m_k \cdot L^2}} \quad [\text{Hz}], \text{ 包含 } F_T [\text{N}], m_k \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}} \right] \text{ 或 } \left[\frac{\text{g}}{\text{mm}} \right], L [\text{mm}]$$

$$f = \sqrt{\frac{1506 \text{ N} \cdot 10^6}{4 \cdot 0.300 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \cdot (1000 \text{ mm})^2}} = 35.4 \text{ Hz}, \text{ 对于可移动式直线滑块, } L = 1000 \text{ mm}$$

对于线性驱动器及可自由自动的直线滑块, 可调整任何滑块夹紧长度及同步带轮之间大于1000mm的跨长度, 以达到例如频率 $f \geq 10 \text{ Hz}$ 的规定值 (参考optibelt TT系列测量仪器的测量范围)。

直线滑块对面长跨侧 $L = a$ 的自然频率规格的确定见面的例子, 其中测量到的频率值小于10Hz。因此长跨侧不适用于频率的测量。

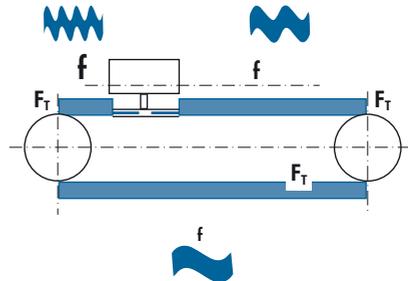


图4.5.2: 频率 f 取决于静态带张力 F_T 及跨距 L

4 线性传动

4.5 传动设计



$$f = \sqrt{\frac{1506 \text{ N} \cdot 10^6}{4 \cdot 0.300 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \cdot (2600 \text{ mm})^2}} = 4.8 \text{ Hz} \quad L = a = 2600 \text{ mm}$$

对于倾斜或垂直移动的线性驱动器，必须支撑好直线滑块以调整静态带张力，并与将要移动的物体分开。如果直线滑块质量相对于移动物体的质量较小时，则可忽略不计。要尽可能在皮带水平时调整带张力 F_T 。

通过测量延伸率来调整带张力

相对于通过自有振荡跨侧的自然频率的测量来调整带张力的精度，通过测量延伸率来调整带张力的精度通常较低。通过测量延伸率来调整带张力的说明见第7.1节。

线性驱动器静态跨度延伸率 ϵ_{FT} 的适用最大参考值为：

参考值 $\epsilon_{FT} \leq 0.2 \%$

假定传动距 $a=1000\text{mm}$ ，张紧长度 $x_v \leq 2\text{mm}$ 时轴可
从无负载侧移动以张紧皮带。

当延伸率 $\Delta L_v \leq 2\text{mm}$ 时，长度 $L_v=1000\text{mm}$ 的跨侧可
从无负载侧开始伸长。对于较长的跨距，为实现无负载
侧较高的调整精度，建议在易接近跨侧标记上 1000mm
的倍数，如 3000mm ，因此延伸率 $\Delta L_v \leq 6\text{mm}$ ，从而最
大张紧长度为 $3000\text{mm} + 6\text{mm} = 3006\text{mm}$ 。通常采用如
 3004mm 比较合适。

夹紧板的张紧长度 x_{VCP} 见图4.5.3，对于例如
 3000mm 带长时该值为 12mm 。

同步带的特别高的弹簧刚度可确保相对于轴的精确
带张紧长度 x_v 或相对于原来处于静态带张力 F_T 下的无负
载跨侧的标记长度 L_v 的精确延伸率 ΔL_v 。这同样适用于
张紧长度 x_{VCP} 。

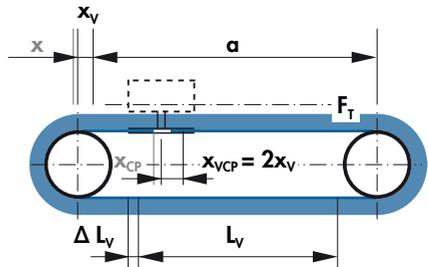


图4.5.3：通过延伸率 ΔL_v 的测量值调整带张力

$$x_v = \epsilon_{FT} \cdot a \quad [\text{mm}] \quad \text{包含 } \epsilon_{FT} [\%], a [\text{mm}] \quad \text{其中 } x_v = 0.00113 \cdot 2600 \text{ mm} = 2.9 \text{ mm}$$

$$\epsilon_{FT} = \frac{F_T}{c_{\text{spec}}} \quad [\%] \quad \text{包含 } F_T [\text{N}], c_{\text{spec}} [\text{N}] \quad \text{其中 } \epsilon_{FT} = \frac{1506 \text{ N}}{1336364 \text{ N}} = 0.001127 = 0.113 \%$$

$$c_{\text{spec}} = \frac{F_{\text{allowed}}}{\epsilon_{\text{allowed}}} \quad [\text{N}] \quad \text{包含 } F_{\text{allowed}} [\text{N}], \epsilon_{\text{allowed}} [\%] \quad \text{其中 } c_{\text{spec}} = \frac{7350 \text{ N}}{0.55 \%} = 1336364 \text{ N}$$

允许延伸率 $\epsilon_{\text{allowed}}$ 的更精确值见表4.5.1；在标准张力线设计中采用了 $\epsilon_{\text{allowed}}=0.55\%$ 的具有代表性的AT10
型。为简化起见，确定所有带型和设计时都采用 $\epsilon_{\text{allowed}}=0.5\%$ 。

4 线性传动

4.5 传动设计



可进一步精确地确定张紧长度 x_v :

$$x_v = \varepsilon_{FT} \cdot \frac{L_1 + L_2}{2} \quad [\text{mm}] \quad \text{包含 } \varepsilon_{FT} [\%], L_1 [\text{mm}], L_2 [\text{mm}] \quad x_v = 0.00113 \cdot \frac{5320 \text{ mm}}{2} = 3.0 \text{ mm}$$

长度 L_1 及 L_2 的总和为未缩短带长 L_w 计算值减去滑块长度 L_s 的差值。

$$L_1 + L_2 = L_w - L_s \quad [\text{mm}] \quad \text{包含 } L_w [\text{mm}], L_s [\text{mm}] \quad L_1 + L_2 = 5520 \text{ mm} - 200 \text{ mm} = 5320 \text{ mm}$$

如标记长度例如 $L_v = 2000\text{mm}$ 时, 则可采用下面的公式来获得精确延伸率 ΔL_v :

$$\Delta L_v = \varepsilon_{FT} \cdot L_v \quad [\text{mm}] \quad \text{包含 } \varepsilon_{FT} [\%], L_v [\text{mm}] \quad \Delta L_v = 0.00113 \cdot 2000 \text{ mm} = 2.3 \text{ mm}$$

上述公式适用于非移动式轴的可调optibelt CP夹紧板的带张紧长度 x_{CPV} 及静态带张力 F_T , 但计算这些值需要考虑总带长, 因此需要乘以系数2来获得最终值。该公式还适用于带有下列部件且无改动的线性驱动器:

- 直线滑块
- 输送机

或线性平台。公式中涉及了 ε_{FT} 、 F_T 、 F_{allowed} 及 $\varepsilon_{\text{allowed}}$ 等参数:

$$x_{CPV} = \varepsilon_{FT} \cdot (L_1 + L_2) = \frac{F_T}{F_{\text{allowed}}} \cdot \varepsilon_{\text{allowed}} \cdot (L_1 + L_2) \quad [\text{mm}] \quad \text{包含 } \varepsilon [\%], L [\text{mm}] \text{ and } F [\text{N}]$$

$$x_{CPV} = 0.00113 \cdot 5320 \text{ mm} = \frac{1506 \text{ N}}{7350 \text{ N}} \cdot 0.0055 \cdot 5320 \text{ mm} = 6.0 \text{ mm}$$

张紧和安装允差

一般允差说明见7.5节及最小允差的计算公式及参考值见表7.5.2。

如果直线滑块上的optibelt CP夹紧板为固定式的话, 则可通过简便方法来确定用于张紧optibelt ALPHA LINEAR同步带的单轴的允差 x 。

$$x = 0.0035 \cdot a \quad [\text{mm}] \quad \text{包含 } a [\text{mm}]$$

$$x = 0.0035 \cdot 2600 \text{ mm} = 9.1 \text{ mm}$$

用于安装optibelt ALPHA LINEAR开口同步带的单轴的允差 y 可通过长度允差推导出来:

$$y = 0.0005 \cdot a \quad [\text{mm}] \quad \text{包含 } a [\text{mm}]$$

$$y = 0.0005 \cdot 2600 \text{ mm} = 1.3 \text{ mm}$$

尽管采用了法兰, 但由于法兰之间的空间较大因此开口同步带可很容易被穿过和安装好, 因此仍可根据表7.5.2中规定的间隙空间来选择公式。

此外, 还可以简便的方法来确定可移动optibelt CP夹紧板的允差 x_{CP} , 也可参考表7.1.4:

$$x_{CP} = 2 \cdot x \quad [\text{mm}], \text{ 包含 } x[\text{mm}], \text{ 或为得到更精确值} \quad x_{CP} = 0.0035 \cdot L_w [\text{mm}] \quad \text{包含 } L_w [\text{mm}]$$

$$x_{CP} = 2 \cdot 9.1 \text{ mm} = 18.2 \text{ mm} \quad x_{CP} = 0.0035 \cdot 5510 \text{ mm} = 19.3 \text{ mm}$$

4 线性传动

4.5 传动设计



同样地，也可以简便方法通过下列公式来计算安装允差 y_{cp} ：

$$y_{CP} = 2 \cdot y \quad [\text{mm}] \quad , \quad \text{包含 } y \text{ [mm]} \quad , \quad \text{或为得到更精确值} \quad y_{CP} = 0.0005 \cdot L_w \quad [\text{mm}] \quad \text{包含 } L_w \text{ [mm]}$$

$$y_{CP} = 2 \cdot 1.3 \text{ mm} = 2.6 \text{ mm} \qquad \qquad \qquad x_{CP} = 0.0005 \cdot 5510 \text{ mm} = 2.8 \text{ mm}$$

需要时，也可用 L_1 及 L_2 的和来替代公式中的 L_w 来获得更精确值，如下：

如果必须减小允差 x 或 x_{cp} 时，可采用下面更精确的公式。

在下面的公式中，添加了上文所述的允差 x_v 及考虑了每米长度允差的允差 ε_{Ltol+} 。有关 ε_{FT} 、 L_1 、 L_2 值也可包含在上述带型中。

$$x = x_v + x_{Ltol+} = (\varepsilon_{FT} + \varepsilon_{Ltol+}) \cdot \frac{L_1 + L_2}{2} \quad [\text{mm}] \quad , \quad \text{包含 } \varepsilon_{FT} \text{ [%]} \text{ 及 } \varepsilon_{Ltol+} \text{ [%]} \quad - \text{见下文} \quad , \quad L \text{ [mm]}$$

$$x = 3.0 \text{ mm} + 1.3 \text{ mm} = (0.00113 + 0.0005) \cdot \frac{5320 \text{ mm}}{2} = 4.3 \text{ mm}$$

长度允差可参考相关技术参数表或 7.4 节。对于带有标准钢张力线 ST 及采用了标准技术设计的 optibelt ALPHA LINEAR 同步带，长度允差值始终为 $\pm 0.5 \text{ mm/m}$ ，因此正允差 $L_{tol+} = 0.5 \text{ mm/m}$ 。

该值应与延伸率 $\varepsilon_{Ltol+} = 0.0005$ 或 0.05% 相一致。通常适用下列公式：

$$x_{Ltol+} = \varepsilon_{Ltol+} \cdot \frac{L_w + L_s}{2} \quad [\text{mm}] \quad , \quad \text{包含 } \varepsilon_{Ltol+} \text{ [%]} \quad , \quad L_w \text{ [N]} \quad , \quad L_s \text{ [N]}$$

$$x_{Ltol+} = 0.0005 \cdot \frac{5320 \text{ mm}}{2} = 1.3 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_{Ltol+} = \frac{L_{tol+}}{1000} \quad [\%] \quad , \quad \text{包含 } L_{tol+} \text{ [mm/m]} \quad \text{其中 } \varepsilon_{Ltol+} = \frac{0.5 \text{ mm/m}}{1000} = 0.0005 = 0.05 \%$$

如果直接采用了延伸率和跨长度的话，则应适用下面的公式：

$$x = \left(\frac{F_T}{F_{\text{allowed}}} \cdot \varepsilon_{\text{allowed}} + \frac{L_{tol+}}{1000} \right) \cdot \frac{L_w \cdot L_s}{2} \quad [\text{mm}]$$

$$x = \left(\frac{1506 \text{ N}}{7350 \text{ N}} \cdot 0.0055 + \frac{0.5 \text{ mm/m}}{1000} \right) \cdot \frac{5520 \text{ mm} - 200 \text{ mm}}{2} = 4.3 \text{ mm}$$

为计算 optibelt CP 可调夹紧板的允差 x_{CP} ，对于带有直线滑块、线性平台或输送机及固定式轴的线性驱动器，将采用下面的公式：

$$x_{CP} = (\varepsilon_{FT} + \varepsilon_{Ltol+}) \cdot (L_1 + L_2) \quad [\text{mm}] \quad \text{包含 } \varepsilon_{FT} \text{ [%]} \quad , \quad \varepsilon_{Ltol+} \text{ [%]} \quad , \quad L_1 \text{ [mm]} \quad , \quad L_2 \text{ [mm]} \quad \text{见上文}$$

$$x_{CP} = \left(\frac{F_T}{F_{\text{allowed}}} \cdot \varepsilon_{\text{allowed}} + \frac{L_{tol+}}{1000} \right) \cdot (L_w - L_s) \quad [\text{mm}]$$

$$x_{CP} = \left(\frac{1506 \text{ N}}{7350 \text{ N}} \cdot 0.0055 + \frac{0.5 \text{ mm/m}}{1000} \right) \cdot (5520 \text{ mm} - 200 \text{ mm}) = 8.6 \text{ mm}$$

4 线性传动

4.6 重复和定位精度



对于公差负值区，ATL型号通常提供一个额外的优化项，但在本例子AT10型号则无需提供。

optibelt ALPHA LINEAR同步带的延伸率 $\epsilon_{\text{allowed}}$ 及张力线允许的拉力 F_{allowed} 见表4.5.1。与带宽有关的允许张紧力取决于带型和张力线，其最新值请参考相关技术参数表。

表4.5.1：允许拉紧力下的延伸率

带型	张力线 ¹	在 F_{allowed} 下的延伸率 $\epsilon_{\text{allowed}}$ ²	带型	张力线 ¹	在 F_{allowed} 下的延伸率 $\epsilon_{\text{allowed}}$ ²
AT5, 5M	ST	0.47 %	T5, XL	ST	0.44 %
AT5, 5M	HF	0.55 %	L	ST	0.47 %
AT10, 8M	ST	0.55 %	L	HF	0.55 %
AT10, 8M	HF	0.52 %	T10, H	ST	0.45 %
AT20, 14M	ST	0.50 %	T10, H	HF	0.54 %
ATL5	ST	0.45 %	T20	ST	0.55 %
ATL5	HF	0.54 %	XH	ST	0.40 %
ATL10	ST	0.50 %	T20	HF	0.52 %
ATL20, 14ML	ST	0.65 %			

¹ ST：钢张力线；标准技术设计；HF：钢张力线、高柔性。

² F_{allowed} ：与带宽有关的值，具体型号的值请参考技术参数表。

4.6 重复和定位精度

重复精度定义了通过直线滑块在相同条件下重复动作确定的公差区。对于各种尺寸的线性驱动器，重复精度通常只有一毫米的十分之几；而对于小型线性驱动器，值会更低。

定位精度表示位置偏差。该偏差指的是当通过理想同步带将理想同步带轮的旋转运动转为直线运动时所产生的位置偏差。在带张力被正确调整好的情况下，理想位置的偏差基本上是由于传动元件的生产公差及皮带的弹性延伸率而导致的。

理想位置的公差取决于：

- 带轮公差，如
 - 带轮或惰轮的跳动精度：
由于偏心钻孔使 d_o 和 d_w 超过圆周线，
 - 同步带轮的节距误差：
 d_o 及 d_w 偏离理想值（平均值）
- 同步带的公差，如
 - 同步带的平均节距误差：
皮带的有效直径 d_w 偏离理想同步带轮的理想值（平均值）
 - 带长偏差
带长的实际节距偏离实际节距值
- 当反向旋转时皮带和带轮之间的侧隙

4 线性传动

4.6 重复和定位精度



也可提供较小公差范围或较小的侧隙尺寸，但会使系统比较复杂且增加额外的成本。这意味着为满足定位精度的高要求T和AT型应配有零间隙带轮，同时带传动系统的承载能力要求也较高。如选定了节距，则采用远远大于最小带轮直径的大带轮可大大降低侧隙和无法避免的生产公差（特别是同步带）的影响。

T型产品的小型optibelt ZRS标准同步带轮通常配有一个侧隙受限且齿数小于 $z=21$ 的SE齿系统。AT型的侧隙通常较小。特殊应用时，应采用配有零隙齿系统的HTD 8M型。

相对于生产公差，偏离程度更多地取决于皮带弹性延伸的理想位置。在负载下同步带及其张力线在纵向方向上的移动与随着拉力增加而伸长的弹簧相同，其详细说明见7.1节中有关具体型号的带张力调整及允差内容。

在下述情况下弹簧或同步带的弹性延伸率 ϵ 通常比较小：

- 相对于周向力 F_U ，带型、带宽及额定拉力 F_N 较大。

换句话说，相同负载下皮带的弹性延伸率 ϵ 越小，具体的弹簧比 c_{spec} 越大。

在相同负载下弹性变形 Δs 较小，

- 因此，对于弹簧负载带跨侧长度 L_1 较短。相比于具有较远移动距离和长传动中心距的同尺寸线性驱动器，在相同负载下具有较近移动距离和短传动中心距的驱动器的弹簧刚性较高以及位置偏差较小。

在线性驱动器中，弹簧刚性的变化主要取决于负载跨侧长度。图4.6.1中显示了往左移动的质量块减速时的线性驱动器。质量惯性主要出现在相对较长的跨侧 L_1 ，而力 F_U 将会产生相对较大的弹簧行程 Δs 。当质量块继续往左移动式，则恒定制动力 F_U - 未在图示显示 - 其产生的主负载跨侧 L_1 的延伸长度将会使弹簧行程 Δs 进一步增加。

图4.6.2中给出了图4.6.1所示力 F_U 的反方向。当往驱动轮处加速时会出现该情况。由于与滑块在同一位置，且目前主张紧侧长度 L_1 非常短，因此弹簧行程 Δs 将比图4.6.1中所长的长张紧侧长度 L_1 的行程 Δs 短。

制动后的定位精度基本上取决于：

- 运动的原方向，或
- 负载该变量和方向。

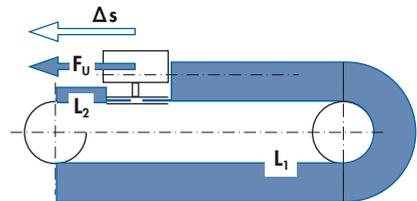


图4.6.1：长负载跨侧长度 L_1

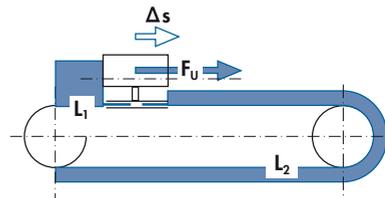


图4.6.2：短负载跨侧长度 L_1

4 线性传动

4.6 重复和定位精度



由于制动期间的质量惯性比恒速v下的持续运动或无加速度力 F_{oz} 施加的静止状态下的质量惯性大，因此皮带伸长长度较长。在制动结束时，直线滑块可使弹簧超过无加速力的位置，以使弹簧回到最终位置。在此弹簧返回过程中只有摩擦力起到阻碍作用。因此，弹簧所返回到的最终位置在可能会与预期位置两个方向上都有所偏离。

相反方向时如果相同位置较接近的话，则由于加载跨侧长度 L_1 的跨距变化了，弹簧刚度也将变化，见图4.6.1及4.6.2。由于弹簧返回过程中出现了反方向的摩擦力，因此将会使弹簧偏离最终位置。为简便起见，相对于理想额外负载位置，可计算出一个或两个方向上的只由处于负载下带的弹性延伸长度所产生的偏离位置。

$$\Delta s = 0.5 \cdot \left(\frac{F}{c_{spec}} \right) \cdot L_1 \cdot \left(1 + \left(\frac{L_1 - L_2}{L_1 \cdot L_2} \right)^2 \right) \quad [\text{mm}], \text{ 包括 } F [\text{N}], c_{spec} [\text{N}], L_1 [\text{mm}], L_2 [\text{mm}]$$

在 $\alpha=2600\text{mm}$ 的例子中，通过滑块长度 $L_s=200\text{mm}$ 、调整距离 2100mm 及滑块和滑轮之间相同的距离可计算出最终位置左侧跨长度 L_l 和右侧跨长度 L_r ：

$$L_l = (\alpha - (s + L_s)) \cdot \frac{1}{2} \quad [\text{mm}]$$

$$L_l = (2600 \text{ mm} - (150 \text{ mm} + 200 \text{ mm})) \cdot \frac{1}{2} = 150 \text{ mm}$$

$$L_r = \alpha - (L_l + L_s) \quad [\text{mm}]$$

$$L_r = 2600 \text{ mm} - (150 \text{ mm} + 200 \text{ mm}) = 2250 \text{ mm}$$

计算负载和无负载跨侧长度 L_1 和 L_2 时，传动轮上的接触长度的示意图见图4.6.1和4.6.2。为确保更精确的计算，传动轮接触长度的四分之一可假定为额外的自由跨长度。

如果线性驱动器示例中的驱动器位于左侧而滑块位于终端位置 P_1 的左侧，则短跨侧长度 L_{kp1} 和长跨侧长度 L_{gp1} 为：

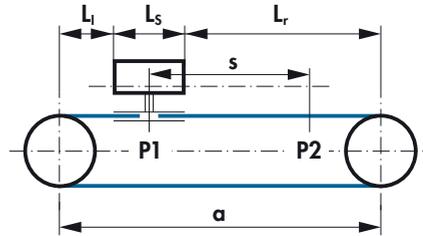


图4.6.3：滑块左右侧处的跨长度

$$L_{kp1} = L_l \quad [\text{mm}] \quad L_{kp1} = 150 \text{ mm}$$

制动期间，在向向下力的作用下，该计算值为无负载跨侧长度 L_{2P1} 。

$$L_{gp1} = 2 \cdot \alpha + \frac{z}{2} \cdot t - (L_{kp1} + L_s) \quad [\text{mm}], \text{ 包含 } \alpha [\text{mm}], z [-], t [\text{mm}] \text{ 及 } L [\text{mm}]$$

$$L_{gp1} = 2 \cdot 2600 \text{ mm} + \frac{32}{2} \cdot 10 \text{ mm} - (150 \text{ mm} + 200 \text{ mm}) = 5010 \text{ mm}$$

制动期间，在向向下力的作用下，该计算值为负载跨侧长度 L_{1P1} 。

4 线性传动

4.6 重复和定位精度



相应地在位置P2, 如果延长跨侧长度 $L_1=2250\text{mm}$ (原来为 l_1), 则适用下面的公式:

$$L_{kP2} = l_1 \quad [\text{mm}] \quad \text{其中 } L_{kP2} = 2250 \text{ mm}$$

在向下力作用下, 该公式还适用于无载跨侧 L_{zP2} 。

$$L_{gP1} = 2 \cdot 2600 \text{ mm} + \frac{32}{2} \cdot 10 \text{ mm} - (2250 \text{ mm} + 200 \text{ mm}) = 2910 \text{ mm}$$

在向下力作用下, 该公式还适用于无载跨侧 L_{1P2} 。

因此由于向下力和摩擦力的抵消, P1和P2位置的弹性变形计算公式如下:

$$\Delta s_{P1} = 0.5 \cdot \left(\frac{F_H + F_R}{c_{\text{spec}}} \right) \cdot L_{1P1} \cdot \left(1 + \left(\frac{L_{1P1} - L_{2P1}}{L_{1P1} \cdot L_{2P1}} \right)^2 \right)$$

$$\Delta s_{P1} = 0.5 \cdot \left(\frac{491 \text{ N} + (-85 \text{ N})}{1336364 \text{ N}} \right) \cdot 5010 \text{ mm} \cdot \left(1 + \left(\frac{5010 \text{ mm} - 150 \text{ mm}}{5010 \text{ mm} \cdot 150 \text{ mm}} \right)^2 \right) = 0.76 \text{ mm}$$

$$\Delta s_{P2} = 0.5 \cdot \left(\frac{F_H + F_R}{c_{\text{spec}}} \right) \cdot L_{1P2} \cdot \left(1 + \left(\frac{L_{1P2} - L_{2P2}}{L_{1P2} \cdot L_{2P2}} \right)^2 \right)$$

$$\Delta s_{P2} = 0.5 \cdot \left(\frac{491 \text{ N} + (-85 \text{ N})}{1336364 \text{ N}} \right) \cdot 2910 \text{ mm} \cdot \left(1 + \left(\frac{2910 \text{ mm} - 2250 \text{ mm}}{2910 \text{ mm} \cdot 2250 \text{ mm}} \right)^2 \right) = 0.44 \text{ mm}$$

从上式可以看出, P2位置的弹性变量几乎是P1位置的两倍。

如果在相反方向上施加了相同的力, 则将会出现较小的弹性变量, 见图4.6.4:

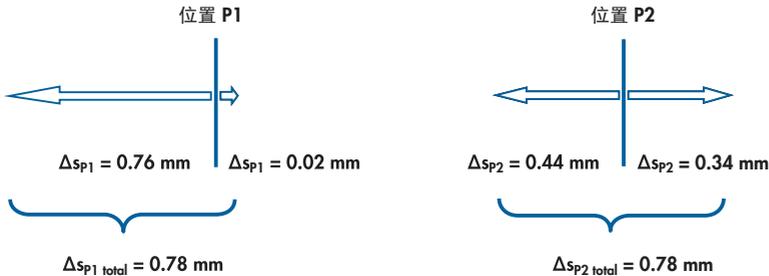


图4.6.4: 在相反方向上施加相同的负载时与位置有关的皮带弹性变量

每个位置处皮带的弹性变量的整个长度都相同。在带有线性驱动器的传动系统中, 在各自无载位置周围弹性变形通常不对称。这仅适用于带有运行电机及滑块或输送机布置在中心位置的驱动器。

如果位置偏离伸长带太远的话, 则应选择较宽的皮带或ATL型带有增强张力线的同步带。

4 线性传动

4.7 技术参数表



4.7 技术参数表

设计线性传动时，请参考产品组optibelt ALPHA LINEAR同步带的技术参数表、本技术手册及当前OPTIBELT产品规格中的信息。在4.5节中给出了ST标准设计的AT10型optibelt ALPHA LINEAR同步带的设计例子。

相关的最新技术参数表可登陆www.optibelt.com查看。当进行动力传动设计时或为获得进一步的运行和产品信息，你可以免费从该网站下载optibelt CAP软件。

技术参数表 optibelt ALPHA LINEAR AT10-ST

聚氨酯同步带，带有或不带有纤维PAZ/PAR
热固性PU、开口/环形

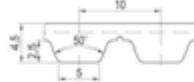


尺寸和允差

型号:	AT10
齿距:	10 mm
总厚度:	4.5 mm
齿高度:	2.5 mm
齿尖宽度:	5.0 mm
齿侧角:	50°
长度允差:	± 0.5 mm/m
宽度允差:	± 0.5 mm
厚度允差:	± 0.3 mm

结构

聚氨酯：热塑性、92Shore A、白色
张力线：钢， $\phi 0.9$ mm
织物，可选项：涤纶、齿和背面
(PAZ/PAR)、绿色



每个齿的标称运输功率

输入速度 n_1 [1/min]	具体 标称拉力 $F_{N\ spez}$ [N/mm]	输入速度 n_1 [1/min]	具体 标称拉力 $F_{N\ spez}$ [N/mm]	输入速度 n_1 [1/min]	具体 标称拉力 $F_{N\ spez}$ [N/mm]
0	7.500	1200	4.734	3600	3.164
20	7.382	1300	4.627	3800	3.083
40	7.273	1400	4.527	4000	3.005
60	7.170	1500	4.432	4500	2.826
80	7.073	1600	4.343	5000	2.664
100	6.982	1700	4.259	5500	2.518
200	6.590	1800	4.178	6000	2.383
300	6.275	1900	4.102	6500	2.259
400	6.012	2000	4.029	7000	2.143
500	5.785	2200	3.892	7500	2.036
600	5.586	2400	3.766	8000	1.935
700	5.409	2600	3.649	8500	1.840
800	5.250	2800	3.540	9000	1.750
900	5.104	3000	3.437	9500	1.665
1000	4.971	3200	3.341	10000	1.584
1100	4.848	3400	3.250	$v_{max} = 60$ m/s	

标称拉力 F_N

$$F_N = F_{N\ spez} \cdot z_{\alpha b} \cdot b \quad [N]$$

$F_{N\ spez}$ 每个齿的具体标称运输拉力[N/mm]

$z_{\alpha b}$ 从动轮上的啮合齿数，不大于 $z_{\alpha b\ max}$

$z_{\alpha b\ max}$ 对于ALPHA LINEAR型：12；对于ALPHA V：6

b 带宽[mm]

标称扭矩 M_N

$$M_N = F_N \cdot d_{w1} / (2 \cdot 10^3) \quad [Nm]$$

$$d_{w1} = z_1 \cdot t / \pi \quad [mm]$$

d_{w1} 从动轮节径 [mm]

z_1 从动轮上的齿数

t 齿节距[mm]

标称功率 P_N

$$P_N = F_N \cdot z_1 \cdot t \cdot n_1 / (6 \cdot 10^3) \quad [kW]$$

n_1 从动轮转速[1/min]

张力线拉力，最小带长、带重量

带宽 b [mm]	16	25	32	50	75	100	150
F_{b0} [N], ALPHA LINEAR	7600	12320	17080	28480	43680	60800	91200
F_{zul} [N] ² , ALPHA LINEAR, $\epsilon_{zul} = 0.55\%$	1900	3080	4270	7120	10920	15200	22800
F_{zul} [N] ² , ALPHA V	950	1540	2135	3560	5460	7600	11400
最短带长 [mm]	700	700	700	700	900	900	1100
每米的重量 [kg/m]	0.096	0.150	0.192	0.300	0.450	0.600	0.900

可能的小和中等带宽²允许张力 F_{zul} =张力线抗断裂强度 F_{b0} 的25%/12.5% (ALPHA LINEAR/V型) $C_{zul} = F_{zul} / \epsilon_{zul}$ [N]

同步带轮，惰轮及张紧板



带轮上的最小齿数:

带轮的最小节径:

张紧板上啮合齿的最小数量:

内侧平惰轮的最小直径:

外侧平惰轮的最小直径:

$$Z_{min} = 15$$

$$d_{w\ min} = 47.75 \text{ mm}$$

$$Z_{CP\ min} = 6$$

$$d_{min} = 42 \text{ mm}$$

$$d_{min} = 100 \text{ mm}$$

我们将很乐意为您提供有关技术特性、传动设计及其他特殊要求的相关建议。预知详情，请参考OPTIBELT文件。© OPTIBELT有限公司 03/2013。将持续进行技术改进和更改，错误和遗漏不包括在内。

5 输送传动

5.1 概述



5.1 概述

1.1至1.3节中包含了例如聚氨酯同步带所有产品组的应用、特性、生产工艺及结构等内容。本节对输送传动及相关的包括直接涂层基带的产品组optibelt ALPHA V型进行了概述。

具有短传动中心距的适用于非常简单输送任务的铸造聚氨酯带见第3章。适用于特殊运输传动的聚氨酯铸造的optibelt ALPHA V SPECIAL及ALPHA SRP产品组的专用同步带的说明见第6章。optibelt ALPHA V同步带可与挤压成型optibelt ALPHA LINEAR同步带焊接在一起，以获得所需的长度。

如图5.1.1所示，optibelt ALPHA LINEAR同步带的两端在焊接前都应冲压成手指形状或通过喷水器切割成手指形状。按照类型和宽度要求，将带端放在平滑的齿形模具中。在一定压力和温度下，带端在模具中被焊接在一起。一旦热塑性聚氨酯伸展时，则可进行模具冷却且可拉出环形连接的optibelt ALPHA V传送带。

由于热塑性聚氨酯的强度非常高，尽管抗拉钢筋被断开了，但焊接后的同步带的手指形状的连接点处仍显示出了较高的连接抗拉力。该抗拉力至少为带有无中断张力线的抗拉强度的50%。

当焊接带有锦纶纤维层的聚氨酯皮带时，该锦纶纤维层在端部未连接起来，但形成了一个节点。基带增强型顶面上的PU涂层、T2、PU黄色泡沫以及APL都可与无接头的基带焊接在一起。

焊接聚氨酯同步带的基本特点或优点为：

- 最短长度范围450mm至1200mm，取决于带宽和节距；
- 长度，其中长度步距为一个节距长
- 可焊接长于100m的皮带
- 可实现短期交货
- 运输传动系统的理想选择
- 在齿系统和/或皮带顶层上可施加PAZ/PAR及锦纶纤维材料
- 可选的PU EU食品认证/FDA
- 需要时，可将加固型顶面、T2、PU黄色泡沫以及APL无缝焊接在一起
- 夹板和V型导轨可直接焊接
- 无套管嘴；与带型有关，例如T10型

表5.1.1：产品组和应用

运输传动	
	
ALPHA V	ALPHA V SPECIAL ALPHA SRP
焊接环形	焊接环形 环形
应用例子	
平行或同步传送带 倾斜式传送带 储运带 真空输送机 抽取器 分离器或工件定位器	



图5.1.1：在带端冲压出手指状以及焊接后的ALPHA V同步带

5 输送传动

5.2 类型



5.2 类型

作为带轮侧法兰和/或侧面支撑轨道的U型侧面的一种替代方法，可通过齿侧的V型导轨来实现optibelt ALPHA 传送带的横向移动。轨道同步带需要能在键槽中进行调整的同步带轮和支撑轨。高度太高的法兰或侧翼不适用于用于传输任务。

随后将optibelt ALPHA V SPECIAL皮带的焊接V型导轨任意定位在带宽范围内，其中带宽与带的数量和位置有关。相比于这些V型导轨，集成式V型导轨布置在带宽的中间位置，而对于具有最小直径的小带轮，导轨上应由凹槽。由于随后无需对V型导轨进行焊接了，因此optibelt ALPHA V track同步带的价格相对比较较低。



图5.2.1：带有模制V型导轨的聚氨酯track同步带

用于输送目的时，optibelt ALPHA V同步带可直接带有一层聚氨酯增强顶层，见图5.2.2。在所有热塑聚氨酯同步带的涂层带设计中，这是最简单最经济的方式了。

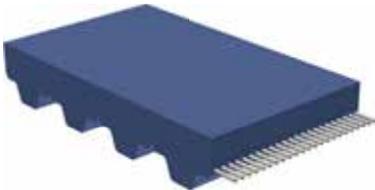


图5.2.2：带有增强顶层设计的聚氨酯同步带

表5.2.1：产品组、长度、型号及特点

optibelt ALPHA V焊接环形	
最小长度 长度	450 mm – 1200 mm 长度步
英制型号 T 型 TK 型 AT 型 ATK 型 HTD 型 平带	XL, L, H, XH T5, T10, T20 T5K6, T10K6, T10K13 AT5, AT10, AT20 AT5K6, AT10K6, AT10K13 5M, 8M, 14M, 14ML F2, F2.5, F3, FL3
标准颜色	白色
标准硬度	92 Shore A
标准张力线 ¹	钢 芳纶
PA齿侧, PAZ PA顶层, PAR	+ 选项 + 选项
特殊拥堵	65, 85 Shore A
特殊颜色	如：黑色、蓝色；要求时也可提供RAL No.中规定的其他颜色
特殊硬度和颜色的 最低订购量	最大生产宽度下 不低于200米
特殊张力线 ¹ 见第1.5节	高柔性钢 不锈钢
无套管嘴	T10型, 选项
PU (FDA): 硬度、颜色	85 Shore A, 蓝色 可选透明型

¹ 根据需要，每种型号都可配有芳纶张力线和特殊张力线。

对于铸造型optibelt ALPHA SRP同步带，正如6.3节所述，可采用硬度不同于基带的增强聚氨酯顶层。

5 输送传动

5.3 同步带预选



optibelt ALPHA LINEAR开口同步带制造时可直接覆盖下列材料的顶层：

- 光滑的聚氨酯涂层T2，见5.2.3，或
- 具有纵向细沟的压型PU涂层，见第6.2节中的图
- 泡沫PU黄色涂层，见5.2.4，或
- 光滑的PVC涂层及APL，见图5.2.5

并与涂层一起焊接到optibelt ALPHA V环形带上。

随后将不再需要涂层了。因此这些设计带通常比随后需要涂层的ALPHA V SPECIAL同步带价格低。

即使在基带生产数量少的情况，增强顶面涂层、T2、APL plus及PU黄色泡沫通常也应施加到基带上

聚氨酯同步带之外的其他需要随后涂层的特点见第6.2节。

表5.2.1所列的有关可焊接同步带和平带的详细信息，请参考1.4节。



图5.2.3：带有透明T2涂层的聚氨酯同步带



图5.2.4：带有黄色PU泡沫涂层的聚氨酯同步带

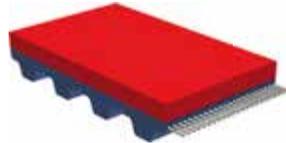


图5.2.5：带有PVC APL plus红色涂层的聚氨酯同步带

5.3 同步带预选

齿系统的选择

产品组ALPHA LINEAR（除了ATL型外）型通常也适用于传输驱动器，且可与optibelt ALPHA V型焊接在一起。应根据传输任务并考虑同步带及相关同步带轮的特点来选择同步带。主要特点包括，例如重载输送物品的负载水平、环境温度如灰尘污染物、以及定位精度要求。

5 输送传动

5.3 同步带预选



下述描述有助于传输驱动器的带型选择。

AT 型

- 在所有梯形齿型号中，AT同步带具有最高的齿抗剪强度或最高的齿承受力。
- 由于AT型的齿变形较小、张力线强度相对较高以及侧隙相对较小，因此其定位精度较高。
- 相比于其他梯形齿型号，该型号的齿位于带轮齿系统的齿隙内的齿顶上。
- AT齿系统的大型齿顶的优点：由于皮带和支撑轨之间的表面压力小，因此具有低的齿磨损或传输驱动器中的齿具有较高的承载能力。此外，可提供插槽以实现可拆卸连接。

HTD 型

- 相比于梯形齿，该HTD型具有圆形弯曲齿型，因此运行更平稳；且齿较高，可提供较高的防跳保护。
- HTD表示“高扭矩驱动器”。其适用于高负载传动，目前主要用在动力传动的新设计中。
- HTD型齿根宽度较大，因此具有较高的抗剪强度和允许的齿力。齿之间的网带位于带轮齿系统的齿顶处。
- 由于齿为圆形且接触面积非常小，因此在传输应用中与支撑辊接触区产生了较高的表面压力。对于具有高传输负载的输送机，不建议使用HTD型号，这是因为其齿顶易磨损。

T 型

- 公制T型应用最广，其梯形齿类似于英制型。在新设计中，需要暴露在低负载环境中的驱动器将采用此类型。
- 由于相比于AT和HDT型具有较小的张力线直径和较小的齿形，因此该类型皮带较灵活，并可安装在小直径齿形带轮上。
- 侧隙和带延伸率比具有相同节距的AT同步带大。
- 齿之间的网带位于带轮齿系统的齿顶上。例如在多尘环境中，带和带轮之间的侧隙和间隙应比AT型大一些，以避免皮带从带轮上滑移出来。

英制型

- 当今，在新设计皮带中很少用到英制梯形齿型号了，特别是在欧洲地区。该类型的特点基本与T型相同。
- 验证后，可使用带有英制齿的同步带驱动器来替代英制传动链驱动器。
- 当需要用在具有高抗化学性场合时，带有英制节距的OPTIBELT聚氨酯同步带可提高具有相同节距的聚丁橡胶同步带。

带型和带宽的预选

根据所选的齿系统，例如选择了AT型，通过下面的图表可容易地选择具有合适带宽的类型了。

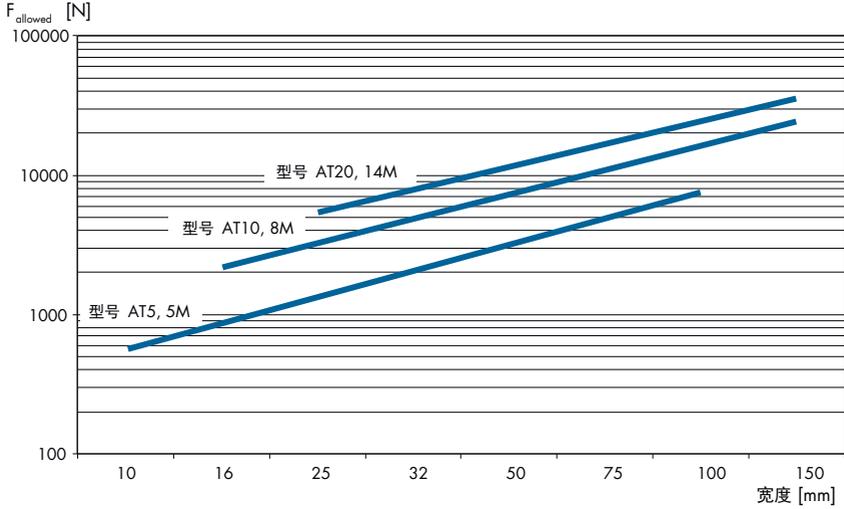
焊接optibelt ALPHA V同步带的指示值 F_{allowed} 可参考位于焊接点同步带的最大拉力。该拉力 F_{allowed} 为optibelt ALPHA LINEAR同步带及其张力线的规定拉力的50%。

5 输送传动

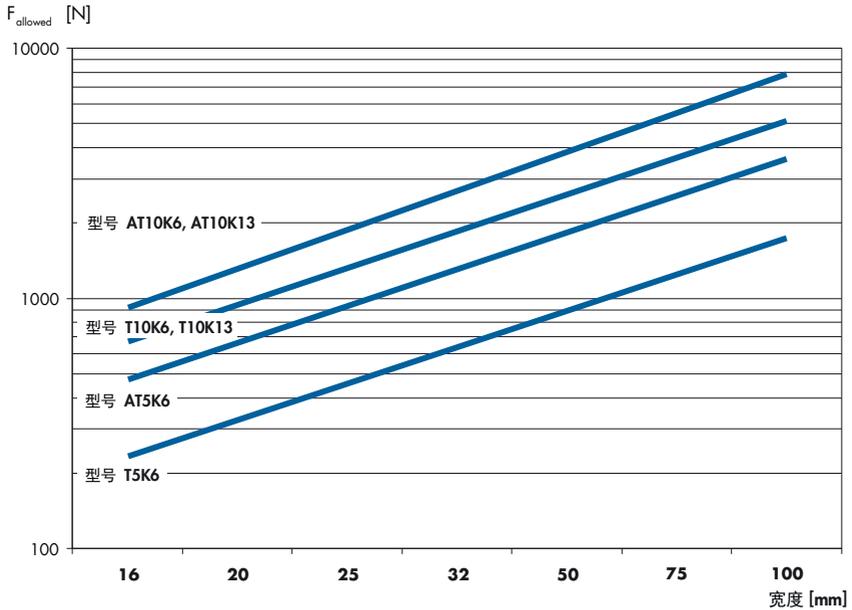
5.3 同步带预选



图表5.3.1: 带有标准钢张力线的AT和HTD型的预选择



图表5.3.2: 带有标准钢张力线的ATK和TK型的预选择

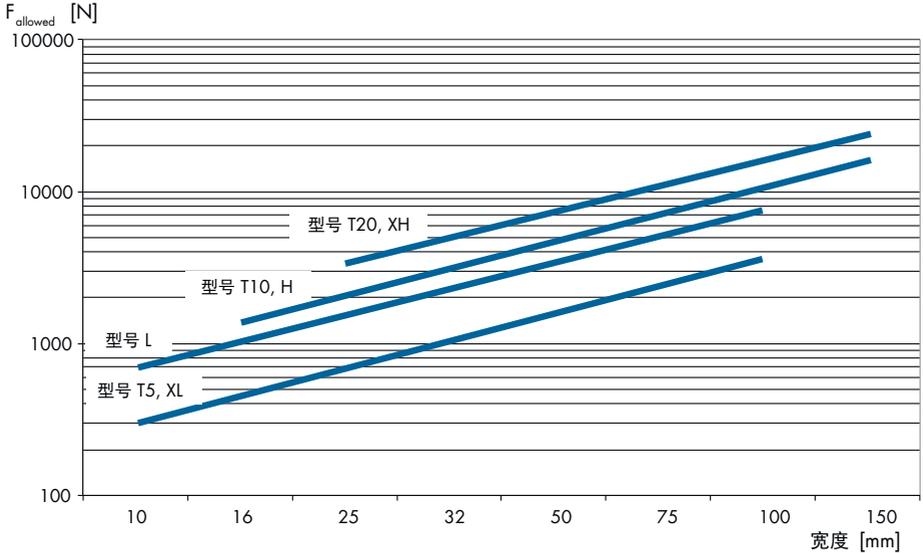


5 输送传动

5.4 传动设计基础



图表5.3.3: 带有标准钢张力线的T型和英制型的预选择



同样对同步带的精确传动设计重要的额定拉力 F_N 的计算请参考该带型相应的技术参数表，该计算值不同于较弱带齿系统中的张力线的 F_{allowed} ，特别是在高速下。

5.4 传动设计基础

基本物理变量如功率 P 、扭矩 M 及周向力 F_U 的一般公式，请参考2.1节。速度 v 及加速度 a 请参考4.4节。传动运行系数及允差的参考值，请参考2.2节。公式符号及物理单位见2.3节。

5 输送传动

5.5 传动设计



5.5 传动设计

要求

在下面的计算示例中，同步传送带在水平方向上输送装有质量块 m 的四个输送箱。

输送装置上的主负载可通过安装钢导向柜和织物涂层之间的摩擦力推送到。电机安装在右转运点。本文未涉及缓冲输送。在转运点处可能会产生小至中等冲击负载。

在给定的安装空间下，通过最大负载可确定适合的皮带和带轮组合。

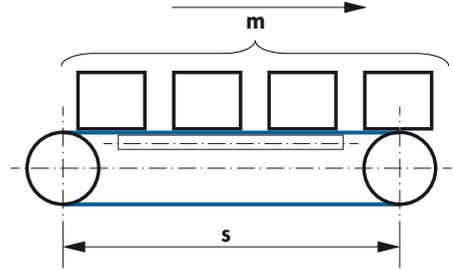


图5.5.1: 输送带, 水平布置, $d_{w1} = d_{w2}$

给定了下列值:

每个容器中输送物品的质量 $m_1 = 25\text{kg}$

容器质量 $m_2 = 5\text{kg}$

容器的底面积 $L \times W: 300 \times 400 \text{ mm}$

皮带中心距近似值: 250 mm

运输速度 $v = 0.4 \text{ m/s}$

倾斜角 $\alpha = 0^\circ$

总高度: 直径 $d_{\text{max}} < 70\text{mm}$, $d_{w1} = d_{w2}$

输送距离 $s = 2500\text{mm}$

每侧的输送长度: 50mm

涂层: 2mm NG 红色

启动次数: $1\text{-}2\text{次/天}$

工作时间: 18h/天

环境条件: 室温; 无有害物质或射线

计算方法

通过计算周向力 F_U 可进行传动设计。通过下列参数推导出周向力:

- 驱动机的传动扭矩负载 M_{N1} , 及
- 运输侧处的摩擦力

在本例子中如果选择了摩擦力计算方法, 则传动设计时必须考虑所选驱动机。

周向力 F_{BU} 及设计扭矩 M_{BN} 的计算应考虑皮带上的所有负载。

通过传动扭矩 M_{N1} 计算周向力 F_{BU}

本部分所述的计算方法没有附带计算示例。其计算示例及用于计算电机传动扭矩的混凝土规格可参阅3.5节。

通过实际传动扭矩 M_{N1} 及计算的传动扭矩 M_{BN} 可进行传动设计。

$$M_{BN} = \frac{c_2 \cdot M_{N1}}{\text{皮带数量}} \quad [\text{Nm}] \quad \text{包含 } M_{N1} \quad [\text{Nm}]$$

5 输送传动

5.5 传动设计



总传动运行系数 c_2 由基本传动运行系数、通过带轮施加的额外负载及启动频次组成，请参考2.2节。通过例如安装空间可确定同步带轮的预计和评估直径，而通过带轮直径可计算出周向力的初步设计值。当然，以后要用重新计算后的精确直径值来替代上述值。

$$F_{BU} = M_{BN} \frac{2 \cdot 10^3}{d_w} \quad [\text{N}], \text{ 包括 } M_{BN} [\text{Nm}], d_w [\text{mm}]$$

如果已确定了周向力设计值 F_{BU} ，可直接进行皮带的预选了。

通过摩擦力计算周向力设计值 F_{BU}

通过摩擦力确定周向力时，通常可忽略加速度力。然而，这并不适用于例如频繁启动/停止的传送带。在这里，可考虑线性驱动器周向力的设计值，见4.5节。

重量非常轻的输送质量块所产生的周向力非常低。在这种情况下，可直接利用输送质量块和输送驱动器的几何尺寸来进行直接设计。可从带型和带宽预选中的带型开始进行设计。

传动设计所需的质量块 m 应由输送物体质量 m_1 、输送容器质量 m_2 及容器数量组成，在本例子中容器数量为4。

在频繁启动及频繁加速情况下，同时移动的辅助同步带轮的皮带质量及质量惯性扭矩可作为附加负载。由于该附加负载通常要比质量块的输送力要小得多，因此在大多数情况下将忽略不计。但总传动运行系数 c_0 包括这些附加力。只有在长输送距离及大型重型带轮的情况下，才考虑该质量或质量惯性扭矩的精确值。

$$m = \text{数量} \cdot (m_1 + m_2) \quad [\text{kg}], \text{ 包括数量 } [-], m_1 [\text{kg}] \text{ 及 } m_2 [\text{kg}]$$

$$m = 4 \cdot (5 \text{ kg} + 25 \text{ kg}) = 120 \text{ kg}$$

周向力 F_U 应与带轮和支撑轨之间的摩擦力相一致，其取决于质量和摩擦系数 μ ，见本文表6.1。在水平方向上，皮带上施加的法向力 F_N 与全重量一致，见表2.1.6。

对于缓冲传送带，还必须考虑摩擦系数 μ_1 。在本文没有考虑缓冲输送，因此 $\mu_1=0$ 。

$$F_U = m \cdot (\mu_1 + \mu_2) \cdot g \cdot \cos \alpha \quad [\text{N}], \text{ 其中 } m [\text{kg}] \text{ 及 } \mu [-] \text{ 查自表6.1; } g [\text{m/s}^2], \alpha [^\circ]$$

$$F_U = 120 \text{ kg} \cdot (0 + 0.4) \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \cos 0^\circ = 470.9 \text{ N}$$

5 输送传动

5.5 传动设计



计算周向力 F_{BU} 时应考虑总传动运行系数 c_2 及每根皮带上的外部负载。

总传动运行系数 c_2 由基本传动运行系数 c_0 、带轮上的额外负载系数 c_6 及启动频率系数 c_8 组成，见2.2.2节。

$c_2 = c_0 + c_6 + c_8$ ，见表2.2.1和2.2.2

$$c_2 = 1.7 + 0 + 0.1 = 1.8$$

c_0 : 选择中等传动及平均冲击运输负载下的值

c_6 : 双轮输送传动

c_8 : 假定低启动频次及低启动负载情况

$$F_{BU} = \frac{c_2 \cdot F_U}{\text{皮带数量}} \quad [\text{N}], \text{ 式子中涉及了 } c_2 [-] \text{ 及 } F_U [\text{N}] \text{ 参数}$$

$$F_{BU} = \frac{1.8 \cdot 470.9 \text{ N}}{2} = 423.8 \text{ N}$$

齿系统的选择

相对而言，AT型齿系统减少了皮带和支撑轨之间的表面压力，因此齿磨损最低或在输送驱动器中具有最高的齿承载能力。由此，我们选择了AT型。

带型和带宽的预选择

按照图表5.3.1要求，我们选择了两条optibelt ALPHA LINEAR 25 AT5-ST型皮带。相比于T5型只有2.2mm的总高度，该类型的总高度 h 为2.7，因此在支撑轨的侧齿作用下具有较好的横向导向功能。与梯形齿optibelt ALPHA V同步带总高的区别在于节距为5mm，而不是10mm或20mm。

带预选择后，根据重量必须确定出每个输送单元和皮带的齿顶和支撑轨之间的表面压力 σ 。

随着相对速度的提高，齿顶摩擦将加剧以及允许的表面压力将降低。

$$\sigma_{\text{allowed}} \leq 0.5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}, \text{ 为简化起见, } v \text{ 参考值} = 0.5 \text{ m/s}$$

其他影响因素包括支撑轨的表面粗糙度、环境温度及其他影响摩擦力的物质。

在理想条件及低带速 $v < 0.1 \text{ m/s}$ 情况下，可大于该参考值。如果带速为 1 m/s ，则应低于该参考值。

$$\sigma = \frac{F_N}{A} \quad \left[\frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \right], \text{ 包括 } F_N [\text{N}] \text{ 及 } A [\text{mm}^2]$$

$$\sigma = \frac{147.15 \text{ N}}{3750 \text{ mm}^2} = 0.04 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 0.5 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}, \text{ 应满足 } \sigma \leq \sigma_{\text{allowed}} \text{ 条件。}$$

5 输送传动

5.5 传动设计



法向力 F_N 可通过表2.1.6中的公式计算出:

$$F_N = \frac{(m_1 + m_2) \cdot g \cdot \cos \alpha}{\text{皮带数量}} \quad [\text{N}] \quad \text{包含 } m \text{ [kg], } g \text{ [m/s}^2] \text{ 及 } \alpha [^\circ]$$

$$F_N = \frac{(5 \text{ kg} + 25 \text{ kg}) \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot \cos 0^\circ}{2} = 147.15 \text{ N}$$

轴承齿顶面积 A 及节距 t 和齿顶宽度（见例如OPTIBELT产品规格表）及带宽 b :

$$A = \frac{\text{输送盒长度}}{t} \cdot b \cdot \text{齿顶宽度 [mm}^2] \text{ 其中单位为 [mm]}$$

$$A = \frac{300 \text{ mm}}{5 \text{ mm}} \cdot 25 \text{ mm} \cdot 2.5 \text{ mm} = 3750 \text{ mm}^2$$

皮带和带轮几何尺寸的计算

带轮直径最大值的选择不取决于现有安装和拆卸空间。带高请参考如相关技术参数表。所选同步带轮外径 d_o 或现有法兰直径 D_o 请参考例如OPTIBELT产品规格表。在这里，同样给出了相关轮毂和齿宽或同步带轮的设计。

在输送驱动器中，涂层厚度、或夹板（如有）高度或焊接厚度确定了最大安装空间中的同步带轮的最大直径，见第6章。

带轮直径最大值的选择取决于所需的轴颈及轴/轮毂的连接，见产品规格表。轴/轮毂连接的主要特点见7.2节。

一旦选择了带型及其技术设计参数后，则相关的最小齿数 z_{\min} 及同步带轮的最小直径 $d_{w\min}$ 也将确定下来了，见技术参数表。包含钢张力线的皮带的最小带轮直径也可参照7.3节和表7.3.4。首次评估时，可采用OPTIBELT产品规格表中的简化数值。

在传输驱动器中，建议最小带轮直径时还需考虑夹板（如有）的涂层厚度，见6.2和6.4节。

标准带轮的所选齿数见产品规格表。此外对于特殊同步带轮，齿数 z 可利用所选带型和预期的带轮直径进行计算。

在本例子中，初步有效直径 $d_w = 50\text{mm}$ 。

$$z = \frac{d_w \cdot \pi}{t} = z_1 = z_2 \quad [-] \quad \text{其中 } d_w \text{ [mm]} < d_{\max}, t \text{ [mm]} \text{ 取决于带型}$$

$$z_1 = \frac{50 \text{ mm} \cdot \pi}{5 \text{ mm}} = 31.416 \quad \text{选择 } z=32, z_1 > z_{\min} = 12, \text{ 见技术参数表}$$

$$d_w + 2 \cdot h \text{ 或 } D_o + 2 \cdot h = 54 \text{ mm} + 2 \cdot 2.7 \text{ mm} = 59.4 \text{ mm} < 70 \text{ mm}$$

从标准产品规格表中，可选择齿数 $z=32$ 、有效直径 $d_w=50.94\text{mm}$ 并带有直径 $D_o=54\text{mm}$ 的两个法兰的下一个标准同步带轮optibelt ZRS 36 AT5/32-2型。

5 输送传动

5.5 传动设计



所选带轮应满足在涂层厚度2mm时带轮直径最小为40mm的条件，见6.2节。

应通过支撑轨或法兰来必须保护好同步带的两侧，以防止从带轮上滑移出来。

如果采用了法兰，则必须检查当法兰处于转移站时是否由于其涂层 h_{sB} 过高而接触到输送盒。这取决于涂层厚度 s 、同步带高度 h 、齿高 h_t 及法兰直径 D_B 。

$$h_{sB} = \frac{(d_a + 2 \cdot (s + (h - h_t)) - D_B)}{2} \quad [\text{mm}], \text{ 包含 } d_a [\text{mm}], s [\text{mm}], h [\text{mm}], h_t [\text{mm}], D_B [\text{mm}]$$

$$h_{sB} = \frac{(49.7 \text{ mm} + 2 \cdot (2 \text{ mm} + (2.7 \text{ mm} - 1.2 \text{ mm})) - 54 \text{ mm})}{2} = 1.35 \text{ mm}$$

当输送箱下侧采用平面设计时，则可采用带法兰的标准带轮。然而，一旦超过了运行寿命，涂层磨损将加剧，因此建议采用无法兰设计。

如果采用了无法兰同步带轮，则必须提供穿过支撑轨侧齿的皮带横向导向装置，也可见7.3节。

额定拉力

在5.7节中所选皮带的相应技术参数表中，重复给出了带型和带宽预选图表5.3.1至5.3.3中带宽对应的精确拉力 F_{allowed} °

$F_{\text{BU}} < F_{\text{allowed}}$ 对于optibelt ALPHA V 25 AT5-ST型环形焊接同步带， $F_{\text{allowed}} = 775\text{N}$ 。应满足 $F_{\text{BU}} = 266.8\text{N}$ 的条件。

额定拉力 F_N 请参考皮带的齿系统。随着带速 n 的提高，齿侧的承载能力将下降。请参考标题为“每个齿上的具体标称拉力”的技术参数表。可通过带宽 b 及计算的齿数 z_{eB} 可计算出额定拉力 F_N ，见技术参数表或表2.1.3。对于焊接皮带，计算 F_N 时应采用啮合齿数 z_e （不得超过 $z_{eB \text{ max}} = 6$ ），也可见表2.1.2：

$$F_N = F_{N \text{ spec}} \cdot z_{eB} \cdot b \quad [\text{N}] \quad F_{N \text{ spec}} [\text{N/mm}] \text{ 在技术参数表中利用插值法来获得、} z_{eB} [-] \text{ 及 } b [\text{mm}]$$

$$F_N = 3.321 \frac{\text{N}}{\text{mm}} \cdot 6 \cdot 25 \text{ mm} = 498.2 \text{ N}$$

$$n = \frac{19.1 \cdot 10^3 \cdot v}{d_w} \quad \left[\frac{1}{\text{min}} \right] \text{ 包含 } v \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right], d_w [\text{mm}]$$

$$n = \frac{19.1 \cdot 10^3 \cdot 0.4 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{50.94 \text{ mm}} = 150 \frac{1}{\text{min}}$$

啮合齿数 $z_1 = z_2$ ，也可见表2.1.2：

$$z_e = \frac{z_1}{2} \quad z_{eB} = z_e \quad \text{及} \quad z_{eB} \leq z_{eB \text{ max}} \text{ 对于optibelt ALPHA V型, } z_{eB \text{ max}} = 6.$$

$$z_e = \frac{32}{2} = 16 \quad z_{eB} = 6$$

5 输送传动

5.5 传动设计



相对于齿系统上负载的当前安全系数 $c_{2actual}$ 为:

$$c_{2actual} = \frac{F_N \cdot \text{皮带数量}}{F_U} \quad [-] \quad \text{包含 } F_N [N], F_U [N] \text{ 及 } c_{2actual} \geq c_2$$

$$c_{2actual} = \frac{498.2 \text{ N} \cdot 2}{470.9 \text{ N}} = 2.12 \quad \geq 1.8$$

此外也可计算出所需的带宽 b_{th} 。

$$b_{th} = b \cdot \frac{c_2}{c_{2actual}} \quad [mm] \quad \text{包含 } b [mm], c_2 [-] \text{ 及 } c_{2actual} [-]$$

$$b_{th} = 25 \text{ mm} \cdot \frac{1.8}{2.12} = 21.3 \text{ mm}$$

如果所需的宽度 b_{th} 稍大于所选同步带及同步带轮的最小标准宽度时, 应考虑降低至可接受范围内较小值的所选总传动运行系数 c_2 。这将避免不必要的成本损失(适用时)。

对于传动扭矩设计, 当带轮直径增大时, 则所需宽度 – 例如安装空间所需的宽度 – 将会减少。

静态和最大带张力

静态带张力 F_T 的计算公式见2.1节中的表2.1.7; 通过采用合适的无载跨侧的长度或驱动器的布置情况, 其可被传输传动装置所采用。

$$F_T = \frac{0.5 \cdot c_v \cdot F_U}{\text{皮带数量}} \quad [N] \quad \text{包含 } F_U [N] \text{ 及 } c_v [-] \text{ 参数; 前驱动式}$$

$$F_T = \frac{0.5 \cdot 1.0 \cdot 470.9 \text{ N}}{2} = 117.75 \text{ N}$$

在本例子中, 可指定前驱动。带拉力 c_v 为1.0, 而计算出的总传动运行系数 $c_2 \leq 2.5$ 。如果清楚地注明大尺寸时例如 $c_2 \geq 2.5$, 则建议提高带张力。这通常适用于非常长的传动中心距, 见2.1节。此外, 还可通过表2.1.7中的公式进行计算:

$$c_v \geq \frac{c_2 - 1}{10} + 1 \quad [-] \quad \text{包含 } c_2 [-]$$

通常应根据齿系统及最高额定拉力来选择标准技术设计的optibelt ALPHA V同步带中的张力线, 无需通过 F_{max} 的计算及通过 $F_{allowed}$ 的校准来额外验证传输驱动器的设计。

当如果前驱式输送驱动器只输送一个单质量块时, 将需要上述验证。因此, 负载跨侧可能会暂时非常短。此外, 必须选择低速及较低的总传动运行系数 $c_2 \leq 1.3$ 。

对于此例外情况 – 只是为确保完整性的情况下才予以描述 – 下列公式适用该例外情况:

$$F_{max} = F_T + \frac{F_U}{\text{皮带数量}} \quad [N] \quad \text{包含 } F_T [N], F_U [N] \quad \text{适用该条件: } F_{max} \leq F_{allowed}$$

5 输送传动

5.5 传动设计



示例:

$$F_{\max} = 117.75 \text{ N} + \frac{470.9 \text{ N}}{2} = 353.2 \text{ N}$$

其中 $F_{\text{allowed}} = 775 \text{ N}$, 见optibelt ALPHA V 25 AT5-ST型的相应技术参数表。对于只使用一个输送箱来运输所有质量块的情况, 也应满足上述条件。

如果输送步进和定位精度要求高的话, 则可通过所选同步带的弹性伸长率来简单确定。有关单个质量块的计算方法和定位精度说明可参考第4章线性传动内容。

静态轴负载

$$F_{\alpha \text{ sta}} = 2 \cdot F_T \quad [\text{N}] \quad \text{每根带 } F_T \text{ [N]}$$

$$F_{\alpha \text{ sta}} = 2 \cdot 117.75 \text{ N} = 235.5 \text{ N} \quad \text{每根带}$$

在上述情况下, 动态轴负载可临时为 $2 F_T + F_U$ 。

带长及订购名称

$$L_w = 2 \cdot a + z \cdot t \quad [\text{mm}] \quad \text{包含 } a \text{ [mm], } z[-] \text{ 及 } t \text{ [mm]}$$

其中 $a = s + 2 \cdot \text{传输长度} = 2500 \text{ mm} + 2 \cdot 50 \text{ mm} = 2600 \text{ mm}$

$$L_w = 2 \cdot 2600 \text{ mm} + 32 \cdot 5 \text{ mm} = 5360 \text{ mm}$$

由于无需满足输送传动要求, 因此皮带和带轮的订购名称为:

2 根optibelt ALPHA V SPECIAL 25 AT5/5360-ST, 带有 2m NG红色皮带

4 根optibelt ZRS 36 AT5/32-0型皮带

根据驱动轮的轴/轮毂连接情况以及两个导向轮的承载能力, 可作为无法兰的特殊带轮来订购。

通过频率测量来调整带张力

在给定自由振荡跨侧长度 L 及所选皮带的每米重量 m_k 的情况下, 可通过频率测量来调整静态带张力。有关频率测量的详细信息请参考第7.1节。图5.5.2中显示了当跨侧长度 L 提高时, 自然频率 f 将降低。

在传输驱动器中, 应尽可能获得指定值, 例如必须得到频率 $f \geq 10 \text{ Hz}$ (参考optibelt TT系列测量仪器的测量范围)。

正如7.1节所述, 在下列的例子中将无法测量频率 f , 这是因为:

- 跨长度大于1000mm, 因此频率低于10Hz
- 假设在自由振荡侧的涂层具有阻尼效应

为确认该假设, 对于无涂层皮带, 应以简便的方法来测定频率。

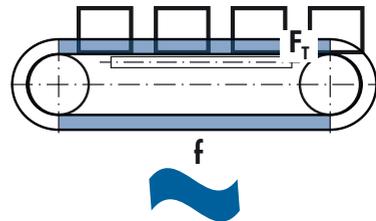


图5.5.2: 通过频率测量来调整带张力

5 输送传动

5.5 传动设计



$$f = \sqrt{\frac{F_T \cdot 10^6}{4 \cdot m_k \cdot L^2}} \quad [\text{Hz}]$$

包含 F_T [N], $m_k \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}} \right]$ 或 $\left[\frac{\text{g}}{\text{mm}} \right]$, L [mm]

$$f = \sqrt{\frac{117.75 \text{ N} \cdot 10^6}{4 \cdot 0.083 \frac{\text{kg}}{\text{m}} \cdot (2600 \text{ mm})^2}} = 7.24 \text{ Hz}$$

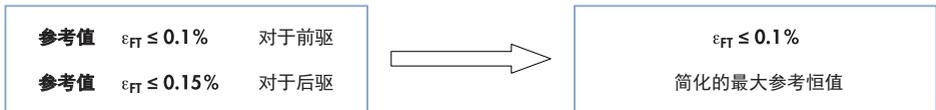
m_k 见技术参数表。

这说明根据optibelt TT系列的测量范围，利用测量仪器将无法获得精确的频率测量值。因此，必须通过测量延伸率来确定带张力。

通过测量延伸率来进行带张力调整

通过测量延伸率来调整带张力通常无法获得通过测量自由振荡跨侧的自然频率所调整的高精度。通过测量延伸率来调整带张力的说明见7.1节。

通常具有前驱或后驱输送驱动机的静态跨延伸率 ϵ_{FT} 的最大使用参考值为：



实际中在设计安全系数>1.5的输送驱动器时，应假定配有optibelt ALPHA V同步带的所有输送驱动器的静态跨延伸率 ϵ_{FT} 参考值为简化值。对于配有optibelt ALPHA TORQUE/POWER、ALPHA SRP及ALPHA FLEX同步带的输送驱动器，通常应采用双倍上述值。

当传动中心距 $a=2600\text{mm}$ 或标记的跨长度 $L_v=2600\text{mm}$ 时，当在带张紧长度 $x_s \leq 2.6\text{mm}$ 的作用下可移动或拉伸轴，例如 2.0mm ；或在跨侧通过延伸率 $\Delta L_s \leq 2.6\text{mm}$ 来移动或拉伸轴，例如 2.0mm ，这些都应在无载条件下来拉伸，见图5.5.3。跨长度越长，无载条件下的调整精度越高。

在静态带张力 F_T 下，相对于轴的精确带张紧长度 x_s ，或相对于原来无载跨侧处标记的长度 L_v 的精确延伸长度 ΔL_s 都可通过基带的弹簧刚度计算得出。为简化起见，可假定皮带带有涂层或夹板。

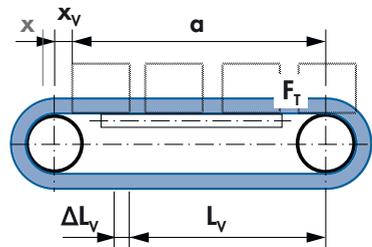


图5.5.3：通过测量延伸率 ΔL_s 来调整带张力

5 输送传动

5.5 传动设计



$$x_v = \varepsilon_{FT} \cdot a \quad [\text{mm}] \quad \text{包含 } \varepsilon_{FT} [\%], a [\text{mm}] \quad \text{或 } \Delta L_v = \varepsilon_{FT} \cdot L_v \quad [\text{mm}] \quad \text{包含 } \varepsilon_{FT} [\%], L_v [\text{mm}]$$

$$x_v = 0.000357 \cdot 2600 \text{ mm} = 0.93 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_{FT} = \frac{F_T}{c_{\text{spec}}} \quad [\%] \quad \text{包含 } F_T [\text{N}], c_{\text{spec}} [\text{N}] \quad \text{其中}$$

$$\varepsilon_{FT} = \frac{117.75 \text{ N}}{329788 \text{ N}} = 0.000357 = 0.036 \%$$

$$c_{\text{spec}} = \frac{F_{\text{allowed ALPHA V}}}{\varepsilon_{\text{allowed ALPHA LINEAR}}} \cdot 2 \quad [\text{N}] \quad \text{包含表4.5.1中的 } F_{\text{allowed ALPHA V}} [\text{N}], \varepsilon_{\text{allowed ALPHA LINEAR}} [\%]$$

$$c_{\text{spec}} = \frac{775 \text{ N}}{0.47 \%} \cdot 2 = 329788 \text{ N}$$

允许的延伸率 $\varepsilon_{\text{allowed}}$ 更精确值请参考表4.5.1, 例如在标准张力线设计ST情况下, 对于AT5型号, $\varepsilon_{\text{allowed}} = 0.47\%$ 。为简化起见, 所有型号和设计都可采用 $\varepsilon_{\text{allowed}} = 0.5\%$ 进行计算。

对于整个带长 $L_v = L_v = 5360 \text{ mm}$, 同样地, 可采用下列公式计算延伸率 ΔL_v :

$$\Delta L_v = \varepsilon_{FT} \cdot L_v \quad [\text{N}] \quad \text{包含 } \varepsilon_{FT} [\%], L_v [\text{mm}]$$

$$\Delta L_v = 0.000357 \cdot 5360 \text{ mm} = 1.91 \text{ mm}$$

张紧和安装允差

一般允差要求见7.5节。在表7.5.2中, 列出了关系式及相应最小允差的参考值。

可通过简便方法来计算用于张紧optibelt ALPHA TORQUE/POWER型皮带的单个轴允差x:

$$x = 0.0020 \cdot a \quad [\text{mm}] \quad \text{包含 } a [\text{mm}]$$

$$x = 0.0020 \cdot 2600 \text{ mm} = 5.2 \text{ mm}$$

通过带有无法兰同步带轮的驱动器可得出用于安装optibelt ALPHA V同步带的单轴的允差y, 如下所述:

$$y = 0.0005 \cdot a \quad [\text{mm}] \quad \text{包含 } a [\text{mm}]$$

$$y = 0.0005 \cdot 2600 \text{ mm} = 1.3 \text{ mm}$$

如果需要缩小公差x范围时, 则可采用下列更精确的公式。采用下述公式时, 应考虑在静态带张力 F_T 下通过弹性延伸率计算出的带张紧长度 x_v 、每米最大可能的正长度公差 $L_{\text{tol},+}$ 以及总长度 L_w 。

长度公差可参考相关数据参数表或7.4节。对于带有标准钢张力线ST的标准技术设计的optibelt ALPHA V同步带, 该长度公差值为 $\pm 0.5 \text{ mm/m}$ 恒值, 因此公差正范围 $L_{\text{tol},+} = 0.5 \text{ mm/m}$ 。则相应的延伸率 $\varepsilon_{L_{\text{tol},+}} = 0.0005$ 或 0.05% 。

5 输送传动

5.5 传动设计



通常采用下列公式：

$$x_{L_{tol+}} = \varepsilon_{L_{tol+}} \cdot \frac{L_w}{2} \quad [\text{mm}] \quad \text{包含 } \varepsilon_{L_{tol+}} [\%] \text{ 和 } L_w [\text{mm}]$$

$$x_{L_{tol+}} = 0.0005 \cdot \frac{5360 \text{ mm}}{2} = 1.34 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_{L_{tol+}} = \frac{L_{tol+}}{1000} \quad [\%] \quad \text{包含 } L_{tol+} [\text{mm/m}]$$

$$\varepsilon_{L_{tol+}} = \frac{0.5 \text{ mm/m}}{1000} = 0.0005 = 0.05 \%$$

如果公式直接采用了延伸率和跨长度参数时，则适用下列公式：

$$x = \left(\frac{F_T}{F_{\text{allowed}}} \cdot \varepsilon_{\text{allowed}} + \frac{L_{tol+}}{1000} \right) \cdot \frac{L_w}{2} \quad [\text{mm}]$$

$$x = \left(\frac{117.75 \text{ N}}{775 \text{ N}} \cdot 0.0047 + \frac{0.5 \text{ mm/m}}{1000} \right) \cdot \frac{5360 \text{ mm}}{2} = 3.25 \text{ mm}$$

5 输送传动

5.6 技术参数表



5.6 技术参数表

设计传输驱动器时，应参考产品组optibelt ALPHA TORQUE型、ALPHA POWER型、ALPHA FLEX型及ALPHA V型同步带的相应技术参数表、本技术手册以及当前OPTIBELT产品规格表。

在5.5节，通过了带有ST标准设计的AT5齿型的optibelt ALPHA V同步带来进行传输设计说明。

相关的最新技术参数表可登陆www.optibelt.com查看。当进行动力传动设计时或为获得进一步的运行和产品信息，你可以免费从该网站下载optibelt CAP软件。

技术参数表 optibelt ALPHA LINEAR / V AT5-ST

聚氨酯同步带，带有或不带有纤维PAZ/PAR
热固性PU、开口/环形

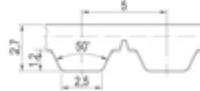


尺寸和允差

型号:	AT5
齿距:	5mm
总厚度:	2.7 mm
齿高:	1.2 mm
齿尖宽度:	2.5 mm
齿侧角:	50°
长度允差:	± 0.5 mm/m
宽度允差:	± 0.5 mm
厚度允差:	± 0.30 mm

结构

聚氨酯：热塑性，92Shore A、白色
张力线：钢、ø 0.5 mm
织物，可选项：涤纶、齿和背面
(PAZ/PAR)、绿色



每个齿的标称运输功率

输入速度 n_1 [1/min]	具体标称拉力 $F_{N, spez}$ [N/mm]	输入速度 n_1 [1/min]	具体标称拉力 $F_{N, spez}$ [N/mm]	输入速度 n_1 [1/min]	具体标称拉力 $F_{N, spez}$ [N/mm]
0	3.600	1200	2.478	3600	1.814
20	3.555	1300	2.433	3800	1.779
40	3.513	1400	2.391	4000	1.746
60	3.473	1500	2.351	4500	1.670
80	3.435	1600	2.314	5000	1.601
100	3.399	1700	2.278	5500	1.538
200	3.243	1800	2.244	6000	1.481
300	3.116	1900	2.212	6500	1.427
400	3.009	2000	2.181	7000	1.378
500	2.916	2200	2.123	7500	1.332
600	2.834	2400	2.070	8000	1.289
700	2.761	2600	2.020	8500	1.248
800	2.694	2800	1.973	9000	1.210
900	2.634	3000	1.930	9500	1.173
1000	2.578	3200	1.889	10000	1.139
1100	2.526	3400	1.850	$v_{max} = 80$ m/s	

标称拉力 F_N

$$F_N = F_{N, spez} \cdot z_{GB} \cdot b \quad [N]$$

$F_{N, spez}$ 每个齿的具体标称运输拉力[N/mm]

z_{GB} 从动轮上的啮合齿数，不大于 $z_{GB, max}$

$z_{GB, max}$ 对于ALPHA LINEAR型：12；对于ALPHA V：6

b 带宽[mm]

标称扭矩 M_N

$$M_N = F_N \cdot d_{w1} / (2 \cdot 10^3) \quad [Nm]$$

$$d_{w1} = z_1 \cdot t / \pi \quad [mm]$$

d_{w1} 从动轮节径 [mm]

z_1 从动轮上的齿数

t 齿节距[mm]

标称功率 P_N

$$P_N = F_N \cdot z_1 \cdot t \cdot n_1 / (6 \cdot 10^2) \quad [kW]$$

n_1 从动轮转速[1/min]

张力线拉力，最小带长、带重量

带宽 b [mm]	10	16	25	32	50	75	100
F_B [N], ALPHA LINEAR	1880	3480	5880	7760	13120	20600	28120
F_{zul} [N]², ALPHA LINEAR, $\epsilon_{zul} = 0.47\%$	470	870	1470	1940	3280	5150	7030
F_{zul} [N]², ALPHA V	235	435	735	970	1640	2575	3515
最短带长 [mm]	700	700	700	700	700	900	900
每米的重量 [kg/m]	0.033	0.053	0.083	0.106	0.165	0.248	0.330

可能的小和中等带宽²允许张力 F_{zul} = 张力线抗断强度 F_B 的25%/12.5% (ALPHA LINEAR/V型) $C_{zul} = F_{zul} / \epsilon_{zul} [N]$.

同步带轮，惰轮及张紧板



带轮上的最小齿数:

带轮的最小节径:

夹紧板上啮合齿的最小数量:

内侧平惰轮的最小直径:

外侧平惰轮的最小直径:

$$z_{min} = 15$$

$$d_{w, min} = 23.87 \text{ mm}$$

$$z_{CP, min} = 6$$

$$d_{min} = 25 \text{ mm}$$

$$d_{min} = 60 \text{ mm}$$

我们将很乐意为您提供有关技术特性、传动设计及其他特殊要求的相关建议。预知详情，请参考OPTIBELT文件。© OPTIBELT有限公司 03/2013。将持续进行技术改进和更改。错误和遗漏不包括在内。

6 涂层、夹板和调整



6.1 锦纶纤维涂层

环形或环形连接皮带的所有产品组都可用于输送目的。应用例子为：平行或同步传送带、倾斜式传送带、储运带、真空输送机、抽取器、分离器或工件定位器。

要求时，对于每个输送任务，基带都可配有专用涂层/夹板调整装置。单涂层的价格高低E-A取决于涂层的标准宽度，宽度越大，价格越贵。

通过机加工过程可调整基带、涂层及夹板的尺寸和形状。这个经过加工的特殊带应在各自的产品组名称后面加上“特殊”二字。例如，如果环形焊接optibelt ALPHA V聚氨酯同步带的涂层进行了加工处理时，则在其产品名称应改为optibelt ALPHA V SPECIAL。

平涂层时依靠摩擦力或配合力来输送物品。夹板应起到形状配合的作用。作为替代夹板的方法，可采用具有坚固加过的涂层或在平涂层上设置一定的轮廓形状，可确保形状配合输送。尽管我们在设计皮带传输方面具有丰富的经验和标准化设计，但用户仍要在使用前检查每条传送带是否适用使用用途。

6.1 锦纶纤维涂层

齿系统上的锦纶纤维（PAZ）

在中等和长距离和/或高输送重量的整个输送长度中，需要额外增加支撑轨来支撑传送带并起到导向的作用。应采用合适的材料组合，例如，在齿系统（PAZ）中采用带有锦纶纤维的皮带，可降低同步带和支撑轨之间的摩擦系数。当皮带在支撑轨上运行时，锦纶纤维材料还可提高耐磨性。齿系统上的锦纶纤维可作为基带不可分割的一部分，因此只能在optibelt ALPHA LINER及ALPHA FLEX型传动带的生产过程覆盖到基带上。不能在同步带的齿系统生产后覆盖锦纶纤维材料，但是在齿侧的平滑表面上例如可在生产后进行纵向挖槽处理。

顶表面上的锦纶纤维（PAR）

频繁在顶表面（PAR）上使用锦纶纤维材料将会降低皮带和输送物品之间的摩擦值，特别是在储运带上以及在中等至重型质量块的强烈的相对运动情况下。

图6.1.1为带有PAR和PAZ的储运带，在该储运带上，将箱子从前部输送至后部，然后在后部处储存箱子。可通过顶表面处的PA纤维来降低储存输送货物和连续运行皮带之间的摩擦热。齿系统上的PA纤维材料可降低支撑轨与输送货物下面传送带之间的摩擦力。此外，皮带耐磨性好，因此减少了带的磨损。

锦纶纤维在相对运动中不会使皮带被染色，且具有相对较高的抗剪能力。

在optibelt ALPHA LINEAR聚氨酯同步带生产过程中，可同时锦纶纤维涂覆到顶表面上。相对于在顶表面上随后进行的涂层，该生产方法可节省成本。而对于optibelt ALPHA TORQUE / POWER及ALPHA FLEX同步带，锦纶纤维材料可在同步带生产后涂覆。

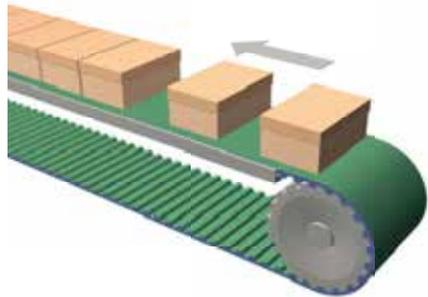
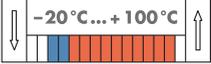


图6.1.1：带有PAZ / PAR及支撑轨的储运带

6 涂层、夹板和调整

6.1 锦纶纤维涂层



涂层图片	名称、颜色、标准材料 厚度s[mm]、最小带轮 直径[mm]	硬度或密度	耐温性
		夹持程度	耐磨性
	PA纤维、绿色、锦纶纤维 $\frac{s}{\varnothing} \begin{array}{ c c c c c c } \hline -^* & 0.5^{**} & & & & \\ \hline -^* & 25^{**} & & & & \\ \hline \end{array}$		
			

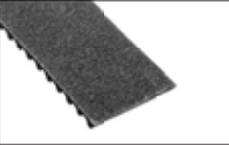
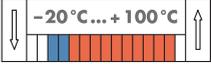
* 生产基带期间可直接施加PAR和/或PAZ；PA纤维应融入在带轮廓中，不能够堆积在齿侧或顶部；应采用每个型号的最小带轮直径。对于标准PAZ/PAR，无需EU食品认证/FDA。

PAZ：位于带有支撑轨的传送带以及带有压棒的拾取带的齿侧；对于低和中等负载只建议采用聚氨酯支撑轨；而对于高负载，建议采用钢支撑轨。

PAR：位于储运带的顶表面；在相对运动中：适用于平稳运行的货物表面；不大适用于结构或压型输送货物表面。

** PAR随后施加：要求时，可在生产完成后进行施加。

耐油性、耐油脂以及一般化学性能应大致与热塑基本材料保持一致。摩擦系数的参考值见表6.1.1；价格指数：*A、**D。

	PA纤维、将经典、无烟煤 $\frac{s}{\varnothing} \begin{array}{ c c c c c c } \hline -^* & 0.5^{**} & & & & \\ \hline -^* & 25^{**} & & & & \\ \hline \end{array}$		
			

*/** 见PA纤维，绿色；对于*：符合标准9563要求的具有抗静电特性的PAZ/PAR同步带；标准T5型的总厚度为2.55mm；无EU食品认证/FDA；价格指数：C

表6.1.1中给出了摩擦系数的参考值。根据负载的静摩擦力或滑动摩擦力分量来考虑相应的摩擦系数。摩擦系数适用于新带和干燥运行条件，其根据不同的带速及相关的热增长量、热散耗及摩擦材料的表面特性将会有所不同。表中所示的滑动摩擦系统的上下限与带速范围0.1-1.0m/s有关。

根据不同的污染程度、磨损程度或特殊的环境影响，实际摩擦值将与参考值有所不同。

表6.1.1：摩擦系数的参考值

摩擦材料	摩擦系数的参考值			
	聚氨酯		锦纶纤维	
	静摩擦力 μ_0	滑动摩擦力 μ	静摩擦力 μ_0	滑动摩擦力 μ
钢	0.7	0.4 ... 0.7	0.5	0.2 ... 0.5
铝	0.6	0.4 ... 0.6	0.4	0.2 ... 0.4
聚氨酯	0.5	0.3 ... 0.5	0.3	0.2 ... 0.3
光滑玻璃	1.0	0.7* ... 1,0*	0.5	0.3 ... 0.5
木材，在 纤维方向上	0.6	0.4 ... 0.6	0.4	0.2 ... 0.4

* 主要为滑动运行的应用中建议采用锦纶纤维。

6 涂层、夹板和调整

6.2 随后实施的涂层



6.2 随后实施的涂层

在本节中包括下列标题内容：

- 聚氨酯涂层材料（PU）
- 橡胶涂层材料
- 聚氯乙烯涂层材料（PVC）
- 适用于特殊要求的涂层

在第二生产步中挤压成型的T2、PU大致纵向布置的槽、黄色PU泡沫及APL涂层应作为PA纤维进行测试，并成为基带的一部分，该涂层代表特殊涂层。

本节对这些涂层以及名称后没有附带“Special”的optibelt ALPHA LINEAR / V产品组的“增强顶表面”进行了描述。而与涂层铸造成一体的optibelt ALPHA SRP型皮带见6.3节。

顶表面上的涂层为聚氨酯同步带以及OPTIBELT其他传送带，如三角带、多楔带或氯丁橡胶同步带，提供了特殊性能，并打开了在输送技术应用中的宽广范围。顶表面涂层的主要任务是提高或降低皮带和输送物品顶表面之间的摩擦。涂层的另一个任务就是可防止带顶部被磨损或损坏，以确保长时间输送。

此外，还可利用其它涂层特点：

- 特殊的耐化学性，如用在食品行业中
- 耐磨损，如用在储运带上
- 耐高温，如用于输送热部件
- 良好的抗切割性，如用于输送带有尖边的货物
- 不粘附，如可接触粘附剂
- 抗静电性，如用于输送电子元件
- 吸附振动，如其上可放置敏感性物品

上述特性是在部分基于应用技术中长期经验而得出的。影响因素不同，下述所列信息也将发生较大改变，因此建议用户要进行适用性检查。

特点和设计工具

夹持程度和摩擦力

由于温度的影响摩擦系数也将变化。温度升高，摩擦系数也随之增加；相应地，温度降低摩擦系数也将减少。在光滑、平的干净表面上彼此接触时，可能会发生粘附或附着现象。然后将会超出一般摩擦系数。随着涂层老化程度加剧，摩擦系数将会降低。该原理同样适用于污染物和/或磨损。

抵抗性

化学抵抗性和物理特性取决于涂层的原材料，见下面的表格。应用时必须考虑基带类型。例如，在食品行业中应用时，即使作为皮带和/或涂层原材料的聚氨酯通过了EU食品认证/FDA认证，但并不代表optibelt ALPHA V SPECIAL整个涂层的同步带满足这些认证要求。涂层基本材料的EU食品认证/FDA认证应被单独标识出。评估环境温度时，必须考虑基带、粘附剂（如有）以及涂层的耐温性。

输送高于80°C的热物品时 – 在聚氨酯的耐温性范围内 – 必须考虑与输送质量和涂层厚度有关的接触时间。还必须考虑冷却阶段。如果涂层上施加了粘附剂的话，则热量将通过涂层从输送货物上被传递或渗入到粘附剂上，因此在任何时间段期间温度都不得高于约90°C。

6 涂层、夹板和调整

6.2 随后实施的涂层



最小带轮直径

与涂层材料和厚度有关的内部带轮的最小直径 – 而不是所选基带的直径 – 可参考下表。在下表中还包含了涂层说明。所选直径值不得小于建议值，否则将会导致涂层分离或断裂以及接口开缝。随着带轮直径的增加，转弯处涂层上的负载将降低。

如果需要表格所列标准厚度之外的其他涂层厚度时，则可采用下列公式来大致确定最小带轮直径 $d_{s, \min}$ ，以作为参考值。

$$d_{s, \min} \geq 20 \cdot s \quad [\text{mm}] \quad \text{包含 } s \text{ [mm]}$$

$$d_{s, \min} \geq d_w (z_{\min}) \quad [\text{mm}] \quad \text{包含 } d_w \text{ [mm]}$$

确定传动几何尺寸时，必须考虑带轮上最小齿数 z_{\min} 、与带型有关的相应有效直径 d_w 以及相关基带的技术设计。也可参考基带的技术数据表。

如果采用了顶层导向或张紧惰轮，则应使用硬度大于/等于85 Shore A的应涂层。所选的外部惰轮最小直径应至少大于50%的最小带轮直径 $d_{s, \min}$ 的50%。在这种情况下，还必须遵守基带的最小带轮直径 d_{\min} 。较软材料、泡沫、结构和成型涂层不适用于带有后惰轮的运行，这是因为这些涂层可能会发生过载现象，从而使传输带的带张力不受控。

涂层厚度、公差

按照下述要求来选择涂层厚度：

- 特殊环境条件，如灰尘可能会影响到成型或结构涂层的厚度定义
- 耐磨性，如在相对运动中
- 将运输物品放在皮带上时具有的吸振性
- 运输货物时的高度补偿
- 运输货物高度的公差补偿
- 槽和凹槽深度
- 法兰及支撑导轨向板的防护
- 带轮直径
- 涂层的材料成本

评估法兰涂层的防护效果时，应考虑同步带轮的外径、网带高度、以及所选的涂层厚度。评估支撑轨侧板的防护时，应考虑包括带高和涂层厚度的传送带总高。

由于不同涂层的厚度和平面度公差不同，因此传送带公差也可能会变化。当传送带随后进行研磨后，则总高和平面度公差也可能减少。在给定传送带总高公差的情况下，可得出基带高度和涂层厚度的单一公差。详细内容请参考第6.6节。

6 涂层、夹板和调整

6.2 随后实施的涂层



聚氨酯（PU）、橡胶及聚氯乙烯（PVC）涂层的预选

表6.2.1：根据输送物品和条件来预选涂层特点

输送物品特点			
建议	可能	不建议	
低、中等、高重量	低、中等、高重量	低、中等、高重量	低、中等、高重量
光滑、结构和成型区	光滑、结构和成型区	光滑、结构和成型区	光滑、结构和成型区
干燥、潮湿、多尘	干燥、潮湿、多尘	干燥、潮湿、多尘	干燥、潮湿、多尘
不耐冲击、耐冲击	不耐冲击、耐冲击	不耐冲击、耐冲击	不耐冲击、耐冲击
输送物品			
涂层			
泡沫	成型或结构型	平滑或略结构化	
Porol、闭孔橡胶、sylomer及聚氨酯	Supergrip, PVC Minigrip, PVC	防锈胶液、橡胶PVC深蓝色	PU铝箔、聚氨酯及PU
软的细孔表面	中等硬度成型或结构型	中等硬度略成型或结构型	高硬度、光滑表面
相对移动高磨损	相对移动高磨损	相对移动中等磨损	相对移动低磨损
涂层			

6 涂层、夹板和调整

6.2 随后实施的涂层



表6.2.2: 涂层材料和表面特性

泡沫	压型 或结构型	光滑型 或略结构化	泡沫 成型 光滑
聚氨酯 (PU) <ul style="list-style-type: none"> - Sylomer R (见图示) - Sylomer L - Celloflex - Sylomer M - PU 泡沫, 黄色 - PU 06 			  
橡胶 <ul style="list-style-type: none"> - EPDM - Porol (见图示) 	<ul style="list-style-type: none"> - Supergrip, 黑色 (见图示) - Supergrip, 蓝色 	<ul style="list-style-type: none"> - RP 400 (见图示) - Linatex - Linaplus FGL, FDA - Correx beige - NG 红色 - Linatrilite - 弹性纤维, 绿色 	  
聚氯乙烯 (PVC) <ul style="list-style-type: none"> - PVC 鲨鱼齿 (见图示) - PVC纵向槽 - Supergrip petrol, 蓝色 - Supergrip, 绿色 - PVC夹板, FDA - Minigrip petrol, 蓝色 - Minigrip, 绿色 - 圆润锥形, FDA - Supergrip, 白色, FDA (见图示) - PVC鱼骨形, FDA - PVC锯齿, FDA - PVC三角形, FDA 			  
特殊/PA 织物 <ul style="list-style-type: none"> - PTFE (见图示) - TT60 - Para fleece - 猪革 (见图示) - Viton - PA 纤维 (见图示) - PA 防静电纤维 			  

6 涂层、夹板和调整

6.2 随后实施的涂层聚氨酯涂层材料 (PU)



聚氨酯涂层材料 (PU)

相比于其他涂层材料,光滑的聚氨酯涂层由于具有最高的抗切割能力以及耐磨性,因此主要用作防磨损保护层。聚氨酯基带的摩擦系数变化很小或几乎无变化。

除了可粘附外,在随后的生产工艺中可将聚氨酯箔与optibelt ALPHA LINEAR / V及ALPHA FLEX皮带焊接在一起。也可通过挤压方式将聚氨酯箔施加到optibelt ALPHA LINEAR同步带上。

成型聚氨酯箔PU纵向槽可避免光滑输送物品的粘附,如平的玻璃,特别是在线性支撑情况下的潮湿环境中。

具有低密度的聚氨酯泡沫在输送易脆部件起到减震作用。

具有高密度的泡沫聚氨酯涂层主要用于适用于机械加工,如加工出固定输送货物的凹槽。由于采用了开孔结构,因此软聚氨酯泡沫具有低磨损性。

表6.2.3: 已知特性和应用的聚氨酯涂层

PU	物理和化学特性	橡胶	PVC
+/-*	聚氨酯弹性体具有中等程度的抓持力; * 表示高抓持力,通过粘附在光滑、干净的摩擦副。	++	+
++	PU泡沫,适用于轻型不耐冲击的部件;成型和光滑PU表面,适用于低或高重量。	+	+
+/-	耐温性不包括高或低温,并要与聚氨酯同步带相匹配。	++	+
++	相对运行期间聚氨酯弹性体不会受到污染;光滑PU具有高耐磨性及耐切割性能。	+/-	+
++	相比于其他涂层,耐油性、耐油脂和一般化学品性最高;部分通过了EU食品认证/FDA认证	+/-	++
应用范围	通过光滑的聚氨酯涂层来进行磨损和切割保护;输送用途中所有输送或卸料带;部分通过了EU食品认证/FDA认证		

++ 性能非常好; + 性能好; +/- 比较满意 + 不满意

泡沫	成型 或结构型	光滑 或略结构化
例如, PU泡沫, 黄色	例如, PU纵向槽	例如, T2
		

6 涂层、夹板和调整

6.2 随后实施的涂层聚氨酯涂层材料 (PU)



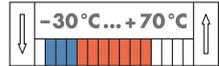
涂层图片	名称、颜色、材料 标准厚度s[mm]、 最小带轮直径[mm]	硬度或密度	耐高温性
		夹持程度	耐磨性

泡沫



Sylomer R, 蓝色, PU泡沫

s	6.0	12.0				
∅	120	240				

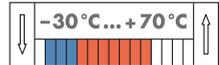
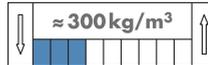


硬度: ≈ 10Shore A; 高的抗动态负载能力; 适合运输轻质易脆部件; 具有低负载的卸料输送带; 例如用在造纸和纺织行业中; 用于顶部压力带; 价格指数: C和D



Sylomer L, 绿色, PU泡沫

s	6.0	12.0	15.0	20.0	25.0
∅	120	240	300	400	500

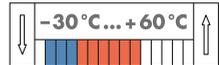
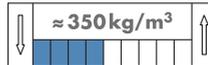


硬度: ≈ 15Shore A; 应用广泛; 与蓝色Sylomer R型应用范围相同, 但硬度提高了; 价格指数: D



Celloflex, beige, microcell PU

s	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0
∅	40	60	70	90	110	140

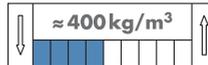


应用广泛; 属于具有中等硬度的泡沫材料, 例如具有非常高的动态负载能力以及具有良好的耐磨性; 例如用于铝箔、纺织和包装行业; 价格指数: B-D



Sylomer M, 褐色, PU泡沫

s	6.0	12.0			
∅	120	240			

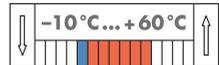


硬度: ≈ 22Shore A; 与蓝色Sylomer R型应用范围相同, 但硬度提高了, 类似于Sylomer L型的硬度; 价格指数: D、E



黄色PU泡沫, 细孔PU

s	2.0	3.0	6.0	8.0	10.0	12.0
∅	60	70	120	160	200	240



同PU O6的应用范围相同, 但价格较低; 比PU O6型的耐磨性较差; 不同于PU O6型的是该涂层可作为标准涂层被直接挤压成型到optibelt ALPHA LINEAR AT10皮带上, 厚度为3mm; 根据需要也可提供其他型号; ALPHA V型与涂层一起制造成型了, 因此无接头出现, 即使在较长长度情况下; 例如, 需要在造纸和玻璃行业中使用时, 应具有良好的机械加工性能, 例如切割真空输送袋; 价格指数: C-E

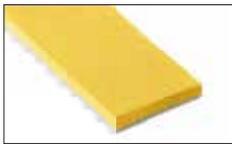
6 涂层、夹板和调整

6.2 随后实施的涂层聚氨酯涂层材料 (PU)



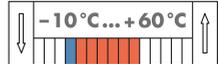
涂层图片	名称、颜色、材料 标准厚度s[mm]、 最小带轮直径[mm]	硬度或密度	耐高温性
		夹持程度	耐磨性

泡沫



PU 06、黄色、细孔PU

s	2.0	3.0	5.0	6.0	8.0	10.0
∅	60	70	100	120	160	200



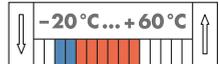
应用广泛；属于高耐磨性泡沫材料，例如用在造纸和玻璃行业中；易进行机械加工，例如切割真空输送袋；在短和中等长度范围可实现无接头喷涂；价格指数：D、E

成型或结构型



PU纵向槽、透明、PU

s	2.0					
∅	60					

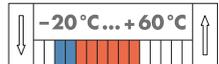


三角带，带有略微圆头；节距约为2.3mm；降低了光滑和干燥运行物品的粘附性，例如平玻璃；可实现液体的排放；价格指数：C



尖锥形、蓝色、聚氨酯 (FDA)

s	2.5					
∅	30					



通过了EU食品认证/FDA认证；例如输送冷冻食品；对于窄输送带，只能采用带有尖锥的单锥型；锥形体之间的线距离约为8.5mm；锥形体高度约2.0mm；锥形体直径约3.5mm；白色；价格指数：E



PU纵向细槽、透明、PU

s	3.5					
∅	70					



带有梯形端的三角楔；节距约为2mm；降低了光滑和干燥运行物品的粘附性，例如平玻璃；可用于液体的排放；相比于硬度为65Shore A的PU纵向槽，该涂层可作为标准配件直接被挤压成型在optibelt ALPHA LINEAR型皮带上；可实现ALPHA V型皮带与涂层的无缝焊接；连续的粘附性；根据需要也可提供其他型号和硬度；价格指数：A

6 涂层、夹板和调整

6.2 随后实施的涂层聚氨酯涂层材料 (PU)



涂层图片	名称、颜色、材料 标准厚度s[mm]、 最小带轮直径[mm]	硬度或密度	耐温性
		夹持程度	耐磨性

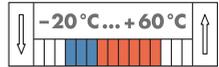
成型或结构型



**PU spike型、beige、
PU (FDA)**

s | 5.3 | | | | |

∅ | 60 | | | | |



通过EU食品认证/FDA；例如输送冷冻食品；对于窄带，只提供了一种带有尖头的单辊型；辊道间距约为8.5mm；尖头、圆锥形；圆锥高度约为4.0mm；圆锥直径约为3.3mm；总高度5.3mm；价格指数：E

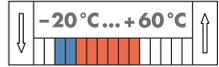
光滑或略结构型



**PU箔, 65Shore A、
透明、PU**

s | 2.0 | 3.0 | 4.0 | | |

∅ | 60 | 80 | 100 | | |



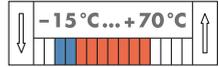
对于光滑干燥表面具有较高的粘附性；例如输送玻璃；由于可能会出现压痕，因此不大适用于输送轻型物品，如铝箔，见硬度为85Shore A的PU箔；价格指数：D



**聚氨酯D15、透明/黄色、
PU**

s | 2.0 | 3.0 | 5.0 | | |

∅ | 60 | 80 | 120 | | |



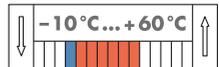
被称为“Festvulkan”；不管硬度多低及抗动态负载能力强，该类型都具有高的耐磨性及高的耐撕裂性；例如，适用于卸料输送带；价格指数：C-E



**聚氨酯D44、透明/褐色、
PU**

s | 2.0 | 3.0 | 5.0 | | |

∅ | 60 | 80 | 120 | | |



特性类似于聚氨酯D15；然而，其耐撕裂性；价格指数：A-D



**PU箔, 蓝色、聚氨酯
(FDA)**

s | 2.0 | 3.0 | | | |

∅ | 60 | 80 | | | |



PU基本材料通过了EU食品认证/FDA认证；也可用在制药行业中；相比于其他光滑FDA材料，其硬度高耐磨性强；价格指数：C、D

6 涂层、夹板和调整

6.2 随后实施的涂层聚氨酯涂层材料 (PU)

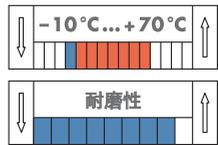


涂层图片	名称、颜色、材料 标准厚度s[mm]、 最小带轮直径[mm]	硬度或密度	耐高温
		夹持程度	耐磨性
光滑或略结构型			



PU箔、85Shore A、透明、PU

s	2.0	3.0	4.0		
∅	60	80	100		

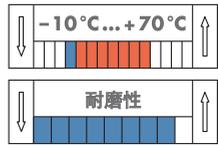
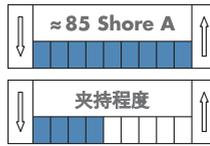


应用广泛；特别适用于重型、尖边物品，例如在金属板和玻璃生产中；相比于硬度为65Shore A的PU箔，其粘附性稍弱一些；也可参考T2型；价格指数：C、D



T2、透明、PU

s	2.0 (T/AT10, H)				
∅	60				

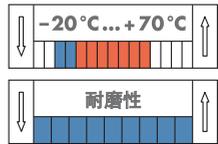


T2:2mm高、85Shore A；相比于硬度为85Shore A的PU箔，该涂层可直接挤压成型在optibelt ALPHA LINEAR T10、AT10或H型皮带上；可通过焊接方式连接ALPHA V型皮带和涂层；根据要求也可提供其他型号、高度和硬度范围；价格指数：A



硬度为92Shore A的PU箔、白色、聚氨酯

s	2.0	3.0	4.0 ¹⁾		
∅	80	100	120		

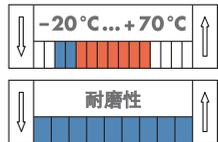


化合物成分与optibelt ALPHA LINEAR / V的成分相同；应用同硬度为85Shore A的PU箔，其抓持力降低了但提高了耐磨性；价格指数：C、D



增强顶层、白色、聚氨酯

s	1.3 (T/AT5)	2.5 (T/AT10)			
∅	35	80			



化合物成分与optibelt ALPHA LINEAR / V的成分相同；应用同硬度为85Shore A的PU箔，其抓持力降低了但提高了耐磨性；相比于硬度为92Shore A的PU箔，对于T5/AT5，s=1.3mm及T10/AT10，s=2.5mm型，增强顶层作为基带的一部分；可实现与ALPHA V的无缝焊接连接、具有持续粘性；根据要求可提供其他型号、高度、硬度及optibelt ALPHA FLEX型；价格指数：A

¹⁾ 该涂层厚度：无规定，具体看库存

根据要求也可通过其他涂层厚度和聚氨酯设计；预选说明见表6.2.1；特点和应用见表6.2.3；假定：“夹持程度”指的是略结构输送物品所需的夹持力，“耐磨性”指的是相对运动时的耐磨性；价格指数：A（价格最低）至E（价格最高），其分别对应着最小和最大标准厚度。

6 涂层、夹板和调整

6.2 随后实施的涂层聚氨酯涂层材料



橡胶涂层材料

相比于具有相同密度或硬度的其他涂层，在干燥和湿度条件下橡胶涂层具有最高的摩擦系数。该涂层通常具有较低的耐磨强度。

相比于其他涂层材料，通过不同的橡胶成分组合可适用于较低或较高的温度场合。具有耐高温的氟橡胶见“满足特殊要求的涂层”章节。材料成分主要确定了耐油性、耐油脂和其他化合物性，但这些特性都不如聚氨酯和聚氯乙烯材料。

由于其独特的形状，橡胶涂层（黑色Supergrip）具有较好的抓持力，特别适用于轻物品的输送。这也适用于专用在轻型、易脆输送物品中的橡胶泡沫。

表6.2.4：橡胶涂层的特点和应用

橡胶	物理和化学特性	PU	PVC
++	橡胶在干燥和潮湿环境中都具有最高的摩擦系数和较高的抓持力。	+/-	+
+	泡沫，适用于轻型不耐冲击的部件；成型和光滑橡胶表面，适用于低至中等重量。	++	+
++	相比于其他许多涂层材料，其适用于低温和高温环境。	+/-	+
+/-	相对移动时橡胶会稍微受到污染；其具有中等耐磨性和较高的抗切割性能。	++	+
+/-	耐油性、耐油脂和一般化学品性相对较低；可通过NBR来改进；涂层通过了EU食品认证/FDA认证	++	++
应用范围	对于清洁度和在表面上局部可见自由条纹等现象具有中等要求的所有输送物品，例如木头、硬纸板、金属、玻璃、以及建筑材料等；不大适用于对清洁度及耐化学性要求较高的场合；几乎不大用于食品行业，例外：Linaplus FGL		

++ 性能非常好；+ 性能好；+/- 比较满意 + 不满意

泡沫	成型 或结构型	光滑 或略结构化
例如，Porol	例如，黑色Supergrip	例如，Linatex
		

6 涂层、夹板和调整

6.2 随后实施的涂层聚氨酯涂层材料



涂层图片	名称、颜色、材料 标准厚度s[mm]、 最小带轮直径[mm]	硬度或密度	耐高温性
		夹持程度	耐磨性
泡沫			



EPDM、黑色、合成橡胶

s	2 ¹	3 ¹	4 ¹	5 ¹	6 ¹
∅	40	40	50	60	80



EPDM: 乙烯 - 丙烯 - 聚合酶; 泡沫, 例如用于热玻璃或金属产品; 提高了耐化学性和老化性; 提高了耐磨性; 相比于自然橡胶, 耐油性和耐油脂性没有改进; 价格指数: C、D



Porol、黑色、闭孔橡胶

s	5	12	15		
∅	60	150	200		



应用广泛; 例如, 适用于纺织和造纸行业; 高度调整时, 应结合更薄和弹性保护的涂层如Linatex; 价格指数: A - C

成型或结构型

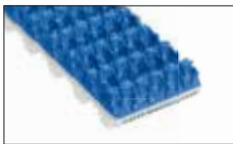


Supergrip、黑色、橡胶

s	4.0				
∅	60				



用于轻微的高度补偿; 由于其形状而使吸振性差及将会出现轻微的相对移动; 提高了夹持力, 即使在潮湿和灰尘环境中; 例如, 当例如PVC可能会发生收缩时, 用于在高真空环境中输送尖边石头或平玻璃; 价格指数: C



Supergrip、蓝色、丁腈橡胶

s	4.0				
∅	60				



特点类似于黑色Supergrip; 相比于自然橡胶, 提高了耐高温性、耐油性、耐油脂性、以及耐老化性。例如用于输送包装食品; 价格指数: E

¹该涂层厚度: 非标, 取决于库存产品

6 涂层、夹板和调整

6.2 随后实施的涂层聚氨酯涂层材料



涂层图片	名称、颜色、材料 标准厚度s[mm]、 最小带轮直径[mm]	硬度或密度	耐高温性
		夹持程度	耐磨性

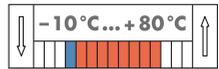
光滑或略结构化



**RP 400、黄色、
自然橡胶**

s | 2.0 | 3.0 | 5.0 | 6.0 | 8.0 | 10.0

∅ | 40 | 60 | 100 | 130 | 180 | 220



细织物结构；特点类似于Linatex，但其具有较高的耐磨性；用于例如电缆牵引系统中；价格指数：B - D



**Linatex、红色、
自然橡胶**

s | 1.5 | 2.4 | 3.2 | 5.0 | 6.4 | 8.0

∅ | 30 | 50 | 65 | 100 | 140 | 180



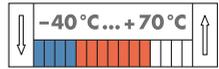
应用广泛；普通应用，由于可研磨表面，因此提高了夹持力；在潮湿条件下，摩擦系数高；应用：例如卸料输送带、真空输送或潮湿的平玻璃的输送；价格指数：B - E



**Linaplus FGL、白色、
自然橡胶 (FDA)**

s | 2.0 | 3.0 | 6.0 | | | |

∅ | 50 | 65 | 130 | | | |



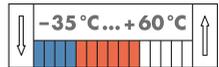
通过了EU食品认证/FDA；用于输送例如潮湿和/或不耐压食品；价格指数：C



**Correx beige.
自然橡胶**

s | 4.0 | 6.0 | 10.0 | | | |

∅ | 80 | 130 | 220 | | | |



一般应用；特点类似于Linatex；在对接头区可看到粘附层；用于例如铝产品的输送；价格指数：C、D



**NG红色
自然橡胶**

s | 1.6 | 2.0 | 3.0 | 5.0 | 6.0 | 8.0

∅ | 30 | 40 | 60 | 100 | 140 | 180



NG = 自然橡胶；细织物结构；相比于Linatex型，在潮湿和湿润条件下具有经济性的磨损防护性及较低的夹持力，以及具有较弱的加工性能；价格指数：A - D

该涂层厚度：非标，取决于库存产品

6 涂层、夹板和调整

6.2 随后实施的涂层聚氨酯涂层材料

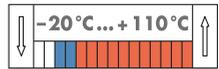


涂层图片	名称、颜色、材料 标准厚度s[mm]、 最小带轮直径[mm]	硬度或密度	耐温性
		夹持程度	耐磨性
光滑或略结构化			



Linatril、橙色、
聚合物NBR

s	3.0	6.0	10.0			
∅	65	140	220			

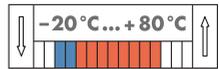


NBR: 丁腈橡胶; 相比于自然橡胶, 改进了耐油性、耐油脂性及耐老化性; 机械加工性能好; 用于例如油盖板的真空输送中; 价格指数: D



弹性纤维、绿色、橡胶

s	2.0					
∅	60					



细纤维结构; 高的抗切割性; 用于输送例如无涂层木头、尖边木板包装物或轻型尖边石头; 价格指数: E

¹该涂层厚度: 非标, 取决于库存产品

根据要求可提供其他涂层厚度及橡胶设计; 预选见表6.2.1; 特点和应用见表6.2.4; 假定: “夹持程度”指的是略结构输送物品所需的夹持力, “耐磨性”指的是相对运动时的耐磨性; 价格指数: A(价格最低)至E(价格最高), 其分别对应着最小和最大标准厚度。

6 涂层、夹板和调整

6.2 随后实施的涂层

聚氯乙烯 (PVC) 涂层材料



聚氯乙烯涂层材料 (PVC)

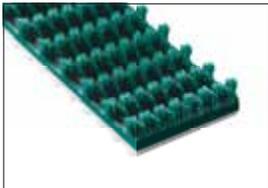
聚氯乙烯箔具有较高的耐化学性及较高的摩擦系数，但其中摩擦系数不会超过橡胶涂层的系数值。带有平滑表面的PVC箔具有粘合作用，因此最好用于铝箔的输送。由于具有良好的耐磨性，因此PVC涂层可用于其他许多领域。在EU食品认证/FDA认证中，允许该类型的涂层用于食品行业。

相比于光滑箔，成型PVC涂层具有较高的夹持力。此外，各种型号都通过了EU食品认证/FDA认证。

表6.2.5：聚氯乙烯涂层的特点和应用

PVC	物理和化学特性	橡胶	PU
+	聚氯乙烯热塑材料具有相对中等至较高的夹持力。	++	+/-
+	成型的光滑PVC适用于输送低至中等重量的物品；无PVC泡沫。	+	++
+	耐温性不包含低温情况，因此只针对高温	++	+/-
+	相对移动时无痕迹；具有高耐磨性和中等耐切割强度。	+/-	++
++	耐油性、耐油脂性、耐一般化合物性较高； 涂层相对最大的部分通过而来EU食品认证/FDA认证；	+/-	++
应用范围	适用于对耐化学性或清洁度要求较高的场合，如铝箔、纺织物、纸张；部分通过了EU食品认证/FDA认证；形状设计特别适用于湿润和潮湿环境中；不适用于或几乎不适用于不耐冲击或重型尖边物品的输送。		

++ 性能非常好；+ 性能好；+/- 比较满意 + 不满意

泡沫	成型 或结构型	光滑 或略结构化
—	例如，绿色Supergrip	例如，白色PVC铝箔
—		

6 涂层、夹板和调整

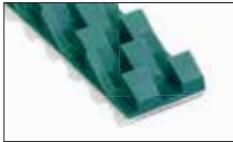


6.2 随后实施的涂层

聚氯乙烯 (PVC) 涂层材料

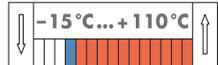
涂层图片	名称、颜色、材料 标准厚度s[mm]、 最小带轮直径[mm]	硬度或密度	耐温性
		夹持程度	耐磨性

成型或结构型



PVC鲨鱼齿、深蓝色、PVC

s	6.0				
∅	55				



夹持程度取决于输送方向：往齿相反方向输送重型物品、而在齿方向上由于可紧紧夹持输送物品因此可输送光滑或略结构化物品；对输送货物高度公差具有良好的补偿性，特别是在卸料输送带上，例如，输送瓶子；价格指数：D

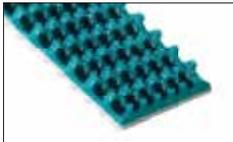


PVC纵向槽、黑色、PVC

s	2.0				
∅	30				

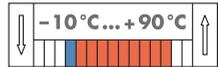


具有平顶的三角楔；在多尘条件下提高了夹持性能；可排放液体；价格指数：B



Supergrip petrol、蓝色、聚氯乙烯

s	4.0				
∅	60				

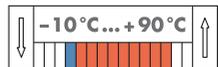


常用/应用广泛；应用于高度的稍微补偿；具有低吸振性及可能会出现稍微的相对移动；提高了在潮湿和多尘环境中的夹持力；用于例如木材、玻璃和包装工业；价格指数：A



Supergrip、绿色、聚氯乙烯

s	4.0				
∅	60				

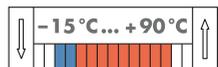


特点和应用与蓝色Supergrip petrol型相同；由于夹板之间的距离大，因此具有稍高的柔性；价格指数：C



PVC夹板、白色、PVC (FDA)

s	1.5				
∅	60				



通过了EU食品认证/FDA；提高了夹持力的薄型，甚至在潮湿环境中；用于输送食品行业中的包装物；价格指数：C

6 涂层、夹板和调整

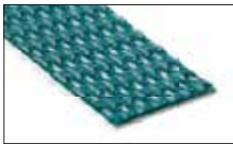
6.2 随后实施的涂层

聚氯乙烯 (PVC) 涂层材料



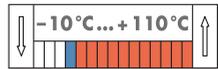
涂层图片	名称、颜色、材料 标准厚度s[mm]、 最小带轮直径[mm]	硬度或密度	耐温性
		夹持程度	耐磨性

成型或结构型



**Minigrip petrol、蓝色、
聚氯乙烯**

s	1.0				
∅	30				

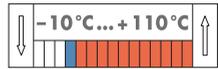


提高了夹持力的薄型，甚至在潮湿或多尘环境中；减少了光滑和干燥输送物品的粘附性；用于例如平玻璃；价格指数：C

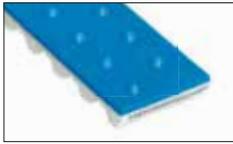


**Minigrip、绿色、
聚氯乙烯**

s	1.0				
∅	30				

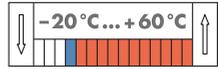


特点和应用与蓝色Minigrip petrol型相同；价格指数：B



**圆鹅卵石锥形形、蓝色、
PVC (FDA)**

s	2.5				
∅	30				

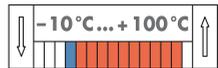


通过了EU食品认证/FDA认证；用于例如输送香肠和奶酪；用于只有单轨且带有圆锥体的窄带；线距离约8.5mm；圆锥高度约1mm；圆锥直径约3.5mm；还可提供白色；价格指数：E



**Supergrip、白色、
PVC (FDA)**

s	4.0				
∅	60				

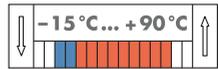


通过了EU食品认证/FDA认证；特点与蓝色Supergrip petrol型相同；带型与绿色Supergrip型相同；但柔性较低；用于例如食品输送；价格指数：D



**PVC鱼骨形、白色、
PVC (FDA)**

s	3.0				
∅	60				



通过了EU食品认证/FDA认证；形状特殊；无流道，提高了潮湿环境中的夹持力；小型带可能只有一个斜切形状的单轨；根据要求可提供带有流道的型号；用于输送例如潮湿的平玻璃；价格指数：E

6 涂层、夹板和调整



6.2 随后实施的涂层

聚氯乙烯 (PVC) 涂层材料

涂层图片	名称、颜色、材料 标准厚度s[mm]、 最小带轮直径[mm]	硬度或密度	耐高温性
		夹持程度	耐磨性

成型或结构型



PVC锯齿、白色、PVC (FDA)

s	3.0						
∅	60						

↓	≈ 65 Shore A	↑
↓	夹持程度	↑

↓	-15°C... +90°C	↑
↓	耐磨性	↑

通过了EU食品认证/FDA认证；由于形状特殊，提高了潮湿和湿润环境中的夹持力；线性接触；价格指数：D



PVC三角形、白色、PVC (FDA)

s	3.0						
∅	60						

↓	≈ 65 Shore A	↑
↓	夹持程度	↑

↓	-15°C... +90°C	↑
↓	耐磨性	↑

通过了EU食品认证/FDA认证；中等尺寸型号，提高了再潮湿环境中的夹持力；线性接触；价格指数：D

光滑或略结构化



PVC Pepita、灰色、PVC

s	1.0 ¹						
∅	30						

↓	≈ 35 Shore A	↑
↓	夹持程度	↑

↓	-25°C... +70°C	↑
↓	耐磨性	↑

略结构化；用于输送轻型物品，例如邮政行业；价格指数：B



PVC箱、绿色、聚氯乙烯

s	2.0						
∅	60						

↓	≈ 65 Shore A	↑
↓	夹持程度	↑

↓	-15°C... +90°C	↑
↓	耐磨性	↑

特点和应用于蓝色PVC箱petrol型相同；但耐油性和耐油脂性稍微好一些；价格指数：C



PVC箱、蓝色、PVC (FDA)

s	3.0						
∅	80						

↓	≈ 65 Shore A	↑
↓	夹持程度	↑

↓	-20°C... +100°C	↑
↓	耐磨性	↑

通过了EU食品认证/FDA认证；用于输送中等负载；其他特点与蓝色PVC箱petrol型相同；价格指数：D

¹ 该涂层厚度：非标，取决于库存产品

6 涂层、夹板和调整

6.2 随后实施的涂层

聚氯乙烯 (PVC) 涂层材料

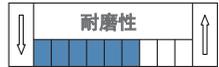


涂层图片	名称、颜色、材料 标准厚度s[mm]、 最小带轮直径[mm]	硬度或密度	耐高温性
		夹持程度	耐磨性
光滑型或略结构型			



PVC箔、白色、PVC (FDA)

s	2.0	3.0					
∅	60	80					



通过了EU食品认证/FDA认证；用于输送中等负载；其他特点与蓝色PVC箔petrol型相同；价格指数：B - D



APL plus、红色、弹性PVC

s	2.0	3.0					
∅	60	80					



相比于其他PVC箔，作为标准配置，本涂层可在生产过程中直接施加上到optibelt ALPHA LINEAR皮带上；可实现ALPHA V皮带和涂层的直接无缝焊接；具有持续的粘附性；该输送涂层结构简单且价格低；根据要求也可提供其他型号和高度；价格指数：A



PVC箔petrol；蓝色、聚氯乙烯

s	1.0						
∅	30						



由于其具有非常光滑表面且粘附性好，因此用于例如纸张和铝箔的输送；用于输送木头和塑料材料；适用于包装行业；中等载荷的卸料输送带；价格指数：A

¹ 该涂层厚度：非标，取决于库存产品

根据要求可提供其他涂层厚度及PVC设计；预选见表6.2.1；特点和应用见表6.2.5；假定：“夹持程度”指的是略结构输送物品所需的夹持力，“耐磨性”指的是相对运动时的耐磨性；价格指数：A（价格最低）至E（价格最高），其分别对应着最小和最大标准厚度。

6 涂层、夹板和调整



6.2 随后实施的涂层 满足特殊要求的涂层

满足特殊要求的涂层

通过其独特的优良性能，下列涂层材料大大拓宽了涂层传送带的应用范围，而这些应用是带有PA、PU、橡胶或PVC涂层的传送带无法实现的。

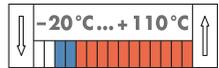
涂层图片	名称、颜色、材料 标准厚度s[mm]、 最小带轮直径[mm]	硬度或密度	耐温性
		夹持程度	耐磨性

光滑型或略结构型



**PTFE、灰色、
rafluorethylene**

s	0.3						
∅	200						

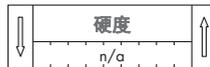


无粘性，用于输送例如在表面上涂了新胶水的部件；具有较高的耐高温型及耐油性、适用于输送热物品；但基带耐温性较差且其粘合性不允许出现高温；注意短时间接触和冷却时间；夹持性能非常低；光敏表面，因此必须避免相对移动；开放式接头增加了最小带轮直径；价格指数：C和D。



TT60、灰色、聚酯纤维

s	3.0						
∅	120						

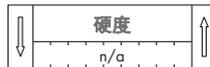


电子元件具有抗静电性；耐高温，因此可输送热物品；但基带耐温性较差且其粘合性不允许出现高温；注意短时间接触和冷却时间；价格指数：D。



**Para fleece、米黄色、
聚酯纤维**

s	2.0						
∅	120						

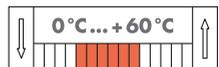
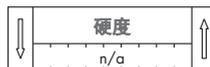


抛光表面的输送；耐高温性，因此可输送热物品；但基带耐温性较差且其粘合性不允许出现高温；注意短时间接触和冷却时间；价格指数：C。



铭革、灰色、天然皮革

s	2.0	3.0					
∅	80	100					



表面粗糙，因此较软；具有良好的耐切割性；高的耐油性和耐油脂性；良好的夹持性能；用于输送例如尖边、油脂部件；价格指数：C、D

6 涂层、夹板和调整

6.2 随后实施的涂层

满足特殊要求的涂层

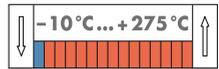


涂层图片	名称、颜色、材料 标准厚度s[mm]、 最小带轮直径[mm]	硬度或密度	耐温性
		夹持程度	耐磨性
光滑型或略结构型			



Viton、黑色、氟橡胶

s	2.0	3.0				
∅	80	100				



具有非常高的耐热性及耐油性，适用于输送热物品；例如用于太阳能电池生产中；但基带耐温性较差且其粘合性不允许出现高温；注意短时间和冷却时间；价格指数：E。

¹ 本涂层厚度：非标，主要取决于库存产品

根据要求可提供其他涂层厚度和材料；预选见表6.2.1；

价格指数：A（价格最低）至E（价格最高），其分别对应着最小和最大标准厚度

6 涂层、夹板和调整

6.2 随后实施的涂层



价格指数概述

表6.2.6: 价格指数概述

价格指数				
A (低价格)	B	C	D	E (高价格)
橡胶				
PAZ				
PAR				
	PAZ/PAR			
		PAZ/PAR 防静电		
			PAR 随后施加	
聚氨酯				
增强顶表面				
T2				
PU 纵向细槽				
	2.0mm - 聚氨酯 D44 - 6.0mm			
		2.0 mm - Celloflex - 8.0 mm		
		PU 纵向槽沟		
		2.0mm - PU箔, 85Shore A - 4.0mm		
		2.0mm - 蓝色PU箔 - 3.0mm		
		6.0 mm - Sylomer R - 12.0 mm		
		2.0mm - PU箔, 92Shore A - 4.0mm		
			2.0mm - 聚氨酯 D15 - 5.0mm	
			PU箔, 65Shore A	
			Sylomer L	
			2.0mm - PU黄色泡沫 - 12.0mm	
			2.0 mm - PU O6 - 8.0 mm	
			6.0 mm - Sylomer M - 12.0 mm	
				尖头锥体
				Spike profile
橡胶				
	1.6mm - NG 红色 - 8.0mm			
	3.0 mm - Porol - 15.0 mm			
		1.0 mm - RP 400 - 8.0 mm		
		1.5 mm - Linatex - 12.5 mm		
		Linaplus FGL		
		Supergrip black		
		4.0 mm - Correx beige - 12.0 mm		
		2.0 mm - EPDM - 6.0 mm		
			Linatrilite	
				绿色弹性纤维
				蓝色Supergrip
聚氨酯				
APL plus				
蓝色PVC箔petrol				
蓝色Supergrip箔petrol				
	PVC纵向槽沟			
	PVC Pepita			
	绿色Minigrip			
		2.0mm - PVC白色 箔 - 3.0mm		
		蓝色Minigrip petrol		
		绿色PVC箔		
		PVC夹板		
		绿色Supergrip		
			PVC三角形	
			PVC锯齿	
			白色Supergrip	
			PVC鲨鱼齿	
			蓝色PVC箔	
				PVC鱼骨形
				鹅卵石圆锥体
满足其他特殊要求的涂层				
	Para fleece			
		2.0mm - 铬革 - 3mm		
		PTFE		
			TT60	
				氟橡胶

6 涂层、夹板和调整

6.3 铸造涂层及基带

optibelt ALPHA SRP、ALPHA TORQUE / ALPHA POEWR 型



6.3 铸造涂层及基带

optibelt ALPHA SRP、ALPHA TORQUE / ALPHA POEWR 型

optibelt ALPHA SRP同步带类型与optibelt ALPHA TORQUE/POWER型不同，这是因为该同步带为适应输送应用采用了聚氨酯涂层，因此修改了铸造模具，且其长度可长至900mm或2250mm（取决于设计）。由于无需随后施加涂层但模具成本增加，因此optibelt ALPHA SRP型特别适用于相对较小传送带的大量生产。optibelt ALPHA SRP型也可设计为平带。

带有铸造聚氨酯层的optibelt ALPHA SRP型的特点和应用基本上与带有随后施加聚氨酯涂层的optibelt ALPHA SPECIAL同步带相同，见6.2节。

铸造聚氨酯涂层和/或聚氨酯基带的硬度范围从60Shore A至95Shore A。耐温性与optibelt ALPHA TORQUE/POWER同步带相同：-20°C至+70°C。硬度增加，则最佳温度范围将改变，趋于低温，反之亦然。optibelt ALPHA SRP同步带不像optibelt ALPHA TORQUE/POWER同步带，可直接与锦纶纤维和/或通过EU食品认证/FDA认证的聚氨酯一起生产制造。

optibelt ALPHA TORQUE / POWER 特殊设计

需要时，通过更改硬度但无需增加额外涂层的情况下，可使适用于动力传输的皮带改为符合输送任务要求的用于输送目的的皮带。

对于optibelt ALPHA TORQUE型，其带轮直径相对较大及对夹持程度要求较低，因此其铸造聚氨酯的硬度可从86Shore A提高至95Shore A，以提高薄顶层的耐磨性。如果对磨损防护及输送力要求较低时例如输送非常轻的物品，则可通过选择软的铸造聚氨酯如硬度为75Shore A来提高基带夹持力，例如输送铝箔。也可使硬度低于60Shore A，但不建议采用这么低的硬度，这是因为将会降低基带齿系统的承载能力。

optibelt ALPHA SRP 设计

相对于带有随后实施聚氨酯涂层的其他同步带，带有铸造聚氨酯涂层optibelt ALPHA SRP设计的主要优点为：

- 尽管有一定的模具成本，但由于生产一直采用这个模具，因此单位成本低及适合大量生产；完成的套管必须只能切开。
- 通过模具可生产小型涂层同步带或平带。
- 涂层无缝、无粘剂接缝。
- 具有高一致性的生产精度。
- 通过交叉连接可使涂层和基带之间具有较高的连接强度。

适用时，可生产随后涂层的optibelt ALPHA TORQUE/POWER基带试样。

应考虑长度极限和接头。

生产工艺

optibelt ALPHA SRP的生产工艺基本上与optibelt ALPHA TORQUE/POWER相同，且可使用现有模芯。

在铸造同步带套管之前，具有高强度柔性抗拉增强层应螺旋式缠绕到内部模芯上。该抗拉增强层被支撑在小生产鼻上。

对于optibelt ALPHA TORQUE/POWER，铸造后，可从生产的铸造套管处按照一定的宽度要求切割同步带。应手动分离伸出两侧的未切割钢抗拉增强层，以使其两端位于支架上而不是从两侧伸出。在齿的带网区，小型套管口仍目视可见。

6 涂层、夹板和调整

6.3 铸造涂层及基带

optibelt ALPHA SRP、ALPHA TORQUE / ALPHA POEWR 型



涂层：带有增强顶层的基带

铸造聚氨酯可在模芯和提高了内径的专用外部模具之间一次铸造成型。根据下列参数必须调整聚氨酯的硬度：

- 涂层厚度及驱动器的带轮直径；
- 齿系统中的传输力；
- 夹持程度，及
- 磨损行为。

需要增强背面时，则需要一个单独的专用外部模具，其尺寸和几何形状可根据要求改变。外部模具或增强顶层如图6.3.1所示，见蓝色外部夹套。相比于离心铸造，两个模具都应被固定好（见下图）。最长带长为2250mm。optibelt ALPHA SRP的颜色可自由选择。



图6.3.1：带有增强顶层的ALPHA SRP同步带

离心铸造：带有聚氨酯涂层的基带

在生产带有聚氨酯涂层的optibelt ALPHA SRP过程中，由内部模具和外部模具组成的整个模具应环绕在中心轴处。

在离心力作用下聚氨酯涂层先成型，见图6.3.2所示的绿色部分。在生产涂层的圆柱形外侧模具和模芯之间，图中蓝色部分所示的基带将被铸造成型出来。涂层上所施加聚氨酯和基带的硬度可彼此各自选择，因此可分别调至各自所需的硬度值。

最长带长为900mm。涂层和基带颜色可自由选择。

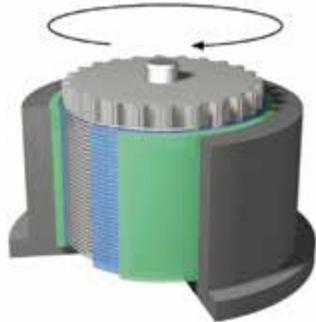


图6.3.2：离心铸造成型 - 带有涂层的ALPHA SRP同步带

轮廓成型

通过可调整外侧模具，涂层表面可自由成型，例如制作编织状。此外，涂层上也可进行垂直偏移例如凹槽，见第6.6章。但需要注意可脱模性。按照6.6节所述的工艺要求，也可实现其他几何形状和尺寸的调整。

表面公差

带有涂层的optibelt ALPHA SRP的总厚度公差为 $\pm 0.3\text{mm}$ 。通过研磨，可满足总厚度公差的高要求，见6.6节。此外，研磨还可改进表面的粗糙度。长度和宽度公差与optibelt ALPHA TORQUE/POWER同步带相同，见7.1节。

6 涂层、夹板和调整

6.4 随后安装的夹板



6.4 随后安装的夹板

在传输驱动器中，夹板可使输送物品被适形夹持在具有类似形状的涂层上，其适用范围如下：

- 在纵向方向和/或两侧处引导，必要时进行校准
- 定位在输送带上
- 分离
- 确保较高的加速度和/或速度
- 实现输送物品和基带的同步传输

根据应用要求可实施夹板的这些功能，也可通过调整涂层厚度来满足相应的应用要求，其中涂层厚度在随后的步骤中例如通过交叉槽已经进行了调整。输送带的尺寸和几何形状的调整见6.6节。

在控制任务中，可使用夹板来触发机械或光学开关。

夹板形状取决于输送任务和输送物品的形状。

OPTIBELT夹板规格可提供大量的铸造毛坯及可直接用于许多应用中的夹板。所有目前使用的标准夹板的详细信息可登陆OPTIBELT网站来查看夹板内容。如果这些夹板都不满足您的要求时，我们也可提供其他适合您的夹板：

- 通过切割一个或几个铸造毛坯
- 通过机械加工现有夹板
- 通过特殊制造的注塑模具

生产中等产量的简单形状的夹板和生产较少数量的复杂形状的夹板时，注塑模具是最理想的了。

作为一个特殊情况，当基带和夹板在一个模具中一次成型时，optibelt ALHPA SRP的长度将相对较短，见6.5节。

应用例子

带有形状配合夹板带的输送驱动器的例子如下节所述。

平行输送带

平行输送带最适合输送较宽的物品。在这种情况下，无需额外的横向导轨了。相比于中心布置的输送带，该平行横向布置的单输送带可采用总带宽减少了的带型。

输送带之间的安装空间可用于例如其他平行输送带的装料和/或卸料，或用于布置测量传感器。

此外，可使用支撑平台来输送具有下述特点的物品：

- 重型
- 弯曲
- 形状不匹配
- 柔性

以例如从基带上卸下来和/或确保接收物品后确保一定的平行导向性。

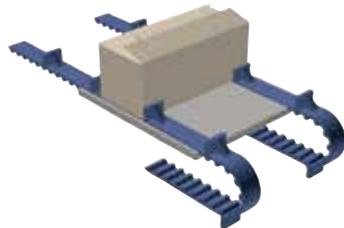


图6.4.1：带有支撑台的平行输送带

6 涂层、夹板和调整

6.4 随后安装的夹板



输送重型物品时，基带可尽可能嵌入到支撑台上，如图6.4.1所示，以使只有夹板与输送物品接触。一方面，这将增加夹板上的负载；但另一方面，减少了基带磨损及热量产生。

对于非常宽和/或重型输送物品，可采用带有或不带额外支撑台的两天以上的输送带。在顶部支撑的作用下，可额外增强夹板以提高承载能力。

索引传送带

索引传送带可实现步进式移动。如图6.4.2所示，第一步皮带先加载。在中间站处，在停止时间内可执行加工和/或装配活动。在最后一步，从皮带上拿下工件。站之间的距离越短越能降低循环时间，从而优化生产时间降低生产节拍。索引传送带可配有夹板，这些夹板可直接作为传送带的部件随带移动。通过调整集成式销和/或轮廓可使工件被精确定位到夹板上。

聚氨酯材料通常无法满足随带移动部件的设计和精度 - 非位置度 - 高要求。在这种情况下为获得更精确随带移动动作，可举例如金属片附带到夹板上。

如果随带移动的部件通过其他部件被固定到夹板上，则例如应使用带孔夹板。如果随带移动的部件的支撑通过螺纹直接连接到夹板上时，则建议使用带有嵌入式金属插件的玻璃纤增强型聚氨酯夹板。

图6.4.3中给出了通过其他部件将随带移动的部件安装到两个带孔夹板上，其中夹板上的孔系平行、串联或相互相邻布置。设计时，固定相互紧靠的两个夹板时，其中一个夹板应有一个长孔，以留有一定的夹板定位空间。

如果元件通过例如夹紧爪被额外固定到指定位置时，则可进行机械加工操作了。此外，元件可更精确地沿着索引带定位。

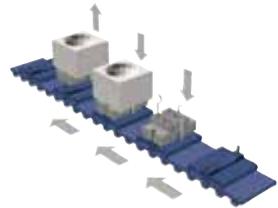


图6.4.2：作为工件载体的夹板

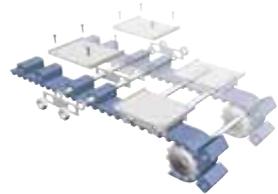


图6.4.3：带孔、连接部件及工件载体的夹板

夹板材料

用于永久性固定的聚氨酯夹板材料

通常使用硬度为92Shore A的可焊接和化学性连接的热塑性聚氨酯作为夹板材料。该采用通常用于生产optibelt ALPHA LINEAR / V及ALPHA FLEX同步带。此外，为提高对易脆物品例如薄壁罐头的保护能力，输送夹板材料可使用硬度为65或85Shore A的材料。具有较低硬度的薄聚氨酯夹板具有一定的柔性，因此一旦出现过载现象时该夹板可进行一定的偏斜，而不会被损坏。

如果需要较硬的耐磨夹板时，可采用硬度为98Shore A的灰-白聚氨酯材料。而玻璃纤维增强聚氨酯材料科实现较高的切割能力和耐磨性。

6 涂层、夹板和调整

6.4 随后安装的夹板



金属插件可以防撕裂和防扭曲的方式被嵌入到刚性玻璃纤维增强聚氨酯中。玻璃纤维增强聚氨酯只能焊接不能进行化学性连接。

其他夹板材料，如通过了EU食品认证/FDA认证的硬度为85Shore A的蓝色或透明聚氨酯可在食品和制造行业中。由于蓝色聚氨酯基带通过了EU食品认证/FDA认证，因此可食品行业中最好使用蓝色。

在较低环境温度下，聚氨酯将发硬。为此，低温下建议使用低硬度材料。相应地，高温环境中建议使用高硬度材料。

通常情况下，当给出了RAL号的话，也可生产与标准颜色不同的其他颜色的夹板。不同批次之间可能会有稍微的颜色差。玻璃纤维增强夹板中由于含有玻璃纤维，因此通常出现淡灰色部分。小批量生产其他颜色的夹板时，用于加色的挤出机成本将提高。

表6.4.1: 标准聚氨酯夹板材料

材料	硬度	颜色	代码 *	特点	应用示例
PU	92 Shore A	白色	P1	标准材料；与optibelt ALPHA V / FLEX基带特点完全相同	占有90%应用比例；应用广泛
PU	85 Shore A	透明	P2	相比于标准型，更柔软更柔性	保护易脆物品；可使用弹性夹板
PU	65 Shore A	透明	P3	相比于标准型，更柔软更柔性；提高了在寒冷环境中的柔性	保护易脆物品；可使用弹性夹板；最好用在低温环境中
PU	98 Shore A	灰-白	P4	相比于标准型，刚性更好、形状温度、且耐切割和磨损	用于输送卡纸和铝箔；最好用在高温环境中
PU (FDA)	85 Shore A 85 Shore A	蓝色 透明	F1 F2	基材PU (FDA) 通过了EU食品认证/FDA认证； 最佳颜色：蓝色	用于食品行业中的包装或无包装物品；最好用在制药行业中
GFK (PU)	—	浅灰色	G1	在PU上施加玻璃纤维增强塑料；非常硬，具有耐切割和磨损性；不能进行化学性连接	输送纸张；用于六角形夹板；用于插件；最好用在高温环境中
用于 PU			见上文	$0^{\circ}\text{C} \leq t \leq 50^{\circ}\text{C}$ 负载下的建议温度范围	$-15^{\circ}\text{C} \leq t < 0^{\circ}\text{C}$ and $50^{\circ}\text{C} < t \leq 80^{\circ}\text{C}$ 在低负载下允许的温度范围

* 材料代码

6 涂层、夹板和调整

6.4 随后安装的夹板



用于可拆卸固定的夹板材料

热塑性聚合物、塑料或其他无法焊接或化学性连接的材料如铝、钢或不锈钢，可用作可拆卸连接的夹板材料。螺纹连接的夹板和插件或金属齿可作为插件被直接拧入到基带上。因此，基带无需采用热塑性聚氨酯材料了。用户可直接紧固和拆卸连接件。

所有重要的详细内容请参考标题为“可拆卸紧固方法”章节。

聚氨酯夹板的生产

可采用注塑模具工艺或采用机械加工和连接方法来生产夹板毛坯和夹板。

将基板和夹板切割成所需的几何尺寸

简单夹板的经济和简单生产方法为直接对夹板毛坯进行切割成型。图6.4.4中所示的作为夹板毛坯的基板的适用厚度为2、3、4、5、6、8、10和12mm。

连续切割将制造出具有简单形状的夹板，如矩形夹板。

图6.4.5中给出了固定在基带上的带有尺寸的矩形夹板。

- 夹板宽度为32mm
- 夹板高度为10mm
- 夹板厚度为5mm

在同一平面上符合基带尺寸要求的夹板的尺寸为：

- 夹板宽度，测量方向与带宽测量方向相同
- 夹板高度，测量方向与皮带高度测量方向相同
- 夹板厚度，测量方向与带长测量方向相同



图6.4.4：作为夹板毛坯的基板切割成夹板

制备夹板焊接区和连接区

当夹板焊接到基带上时，聚氨酯高度约为0.7mm。该体积或高度的损失被称为烧蚀。

图6.4.6中给出了所选焊接区及最大夹板尺寸有关的烧蚀量，其中最大尺寸如下：

- 100 mm宽及49.3 mm高，或
- 50 mm宽及99.3 mm高

制造夹板时，由于会出现烧蚀现象，因此必须提供材料余量。相应地，客户要求时，必须指定可焊接夹板的焊接区。

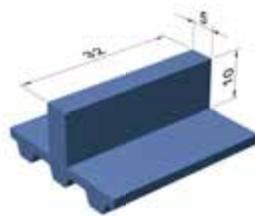


图6.4.5：尺寸夹板

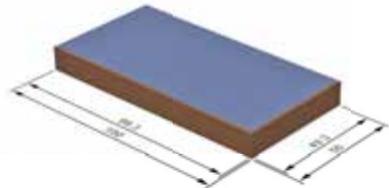


图6.4.6：在两个对面焊接区上出现烧蚀的夹板毛坯

6 涂层、夹板和调整

6.4 随后安装的夹板



图6.4.7中给出了左下侧区域作为焊接区的梯形夹板的示意图。应通过箭头符号来指出该焊接区。如果图纸上未指定焊接区时，这是因为夹板采用了例如化学连接或螺纹连接方法，因此制造夹板时无需规定材料余量了。

通常要清楚地指出将要被固定的夹板区。固定方法的详细说明见下节。

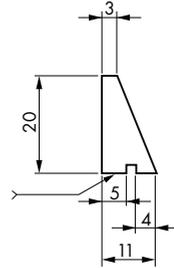


图6.4.7：带有焊接符号的梯形夹板

注塑成型夹板及机械加工

通过机械加工可调整夹板毛坯或注塑成型夹板的尺寸及几何形状。例如，螺纹插件可随后放在钻孔中。

通常可采用下述加工方法：

- 切割
- 钻孔
- 铣
- 水喷射切割
- 研磨

下图给出了聚氨酯夹板的制造和最佳生产工艺的示例。

生产小于中等产量的产品或试样时，可通过研磨矩形夹板来制造出左顶式梯形夹板，如图6.4.8所示。对于小型至中等产量，通过注塑模具来制造更具有经济性。对于每种水喷射切割工艺，可使用简单的注塑磨具在较短的时间内生产出厚度为25mm具有2D外形图的产品。因此，左梯形夹板的注塑宽度可达25mm。由于水喷射直径为0.8mm，因此夹板边缘的外侧半径必须至少为0.4mm。

右梯形夹板由不同的切割基板组成。支撑可通过化学方法连接到方向切割夹板上，但不得被固定到基带上，也可参考本节的“聚氨酯夹板组及非拆卸式固定方法”内容。

如果对强度有要求时，组合式夹板，如图6.4.9所示的T型左夹板，最好采用注塑成型工艺，取代了化学连接方法。

为此，右夹板最好用插件，在这里例如采用具有高承载能力的螺纹销，使其原位固定好，替代了随后的螺纹连接。

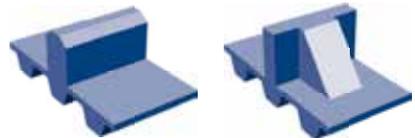


图6.4.8：梯形夹板

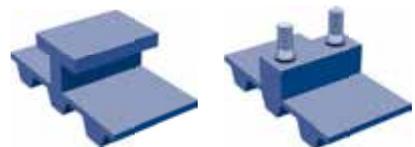


图6.4.9：T型夹板及螺纹销作为插件的夹板

6 涂层、夹板和调整

6.4 随后安装的夹板



采用玻璃纤维增强聚氨酯材料模具成型的插件具有较高的抗撕裂或抗扭曲性能。

相比于GfK (PU) 的其他机械加工方法, 由于玻璃纤维增强夹板不再进行切割了, 因此最好采用注塑成型方法。

图6.4.10中给出了带槽夹板示意图, 该夹板很难被夹持住以进行机械加工如铣削。对于圆锥形夹板(如右图所示)也很难采用机械加工方法进行制造。因此在这两种情况下, 采用注塑成型生产方法是比较合理的, 即使对于小批量生产。



图6.4.10: 带有梯形槽的槽型夹板及圆锥形夹板

即使要求尺寸精度时, 采用注塑成型工艺仍是合适的。在这里, 可实现比机械加工还低的公差范围。图6.4.11中给出了带有通孔的夹板, 该通孔用于与部件载体的精确配合。

在右侧, 给出了两个串联布置的夹板, 它们焊接时必须固定到专用夹具上。为了进一步提高校准精度, 可随后铣削连续焊接夹板的重要形状。

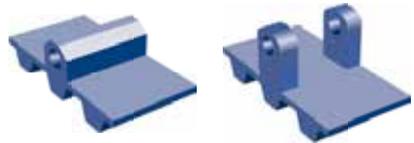


图6.4.11: 梯形或圆形带孔夹板

尺寸公差

注塑成型夹板的尺寸精度主要取决于所选聚氨酯材料的收缩行为以及夹板的尺寸和形状。注塑成型的夹板的尺寸公差可为 $\pm 0.3\text{mm}$ 。例如, $100 \times 50 \times 10\text{mm}$ 夹板毛坯的宽度范围为99.7至100.3, 如图6.4.6所示。特殊要求时, 根据夹板尺寸和大小也可实现较小的公差要求。

在6.6节“通过机械加工来进行调整”中, 对可实现基带、涂层和夹板的上述加工方及部分公差要求进行了描述。机械加工夹板的尺寸精度主要取决于加工工艺、所选聚氨酯的硬度以及夹板形状的稳定性等方面。机械加工夹板的尺寸公差可达 $\pm 0.5\text{mm}$ 。特殊要求时, 也可是夹板的较小公差范围。

是否实现这些公差要求的其他条件是夹板的夹紧可能性。夹紧可能性取决于夹板尺寸、需要加工夹板的原形状及通过加工需要实现的形状等。

夹板设计	尺寸公差
注塑成型的夹板	$\pm 0.3\text{ mm}$
机械加工成型的夹板	$\pm 0.5\text{ mm}$

6 涂层、夹板和调整

6.4 随后安装的夹板



聚氨酯夹板组及非拆卸固定方法

根据不同的负载，设计、尺寸、材料和基带，可采用不同的固定方法来连接夹板。
热塑性聚氨酯夹板可通过下列方法被永久性固定到optibelt ALPHA V或ALPHA FLEX同步带上：

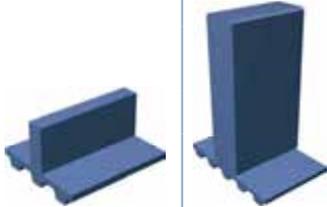
- 焊接，或
- 化学连接

在这里，对于平夹板和薄壁夹板或对高度公差要求较高的夹板，最好采用化学连接固定方法。

聚氨酯夹板组、夹板订购名称

根据夹板组的形状和/或功能可对注塑成型夹板毛坯或夹板进行分类。

对T10型夹板组中具有代表性的标准夹板分类的注塑成型夹板的示例及可能的应用进行了说明。当前适用标准夹板的所有形状和尺寸等详细内容请参考OPTIBELT网站上的夹板部分。从该网站上，可下载相应的PDF格式的夹板图纸或DWG或DXF格式的设计图纸。每个夹板形状都通过一系列数字进行定义，并且指定了是否采用注塑成型方法。

矩形	
矩形夹板，带有小倒角（如适用）、略微弯曲和/或在焊接区有小开口	
特点和应用	
简单输送任务中价格较低且应用最广的夹板； 由于其较细且直立放置，因此承载能力相对较低； 纤维宽度 $\leq 1\text{mm}$ ；外侧半径 $R \leq 0.5\text{mm}$	
	WKZ-0001 WKZ-0056

图示为标准夹板示意图；WKZ-0001，宽度为100mm；WKZ-0056，宽度为50mm且无纤维

圆形	
弯曲形或半圆形或圆柱形夹板	
特点和应用	
保护输送物品，例如装载时；外侧半径 $R > 0.5\text{mm}$ ；对于中等产量的optibelt RR圆形带，可采用垂直布置的圆柱形夹板（未在图示显示）；小直径圆柱形夹板可采用化学连接方法。	
	WKZ-0014 WKZ-0023

图示为标准夹板示意图；WKZ-0014和WKZ-0023，宽度为100mm

6 涂层、夹板和调整

6.4 随后安装的夹板



T型、L型	
一次突出或两侧突出的夹板	
特点和应用	
T型，例如为确保更好的导向作用，其宽度超过了基带宽度；为减少易碎物品的表面负载；用于垂直固定。 L型，例如为了提高简单部件载体的接触面或接收弯曲部分的物品。	
	
WKZ-0096	WKZ-0143

图示为标准夹板示意图；WKZ-0096，带有较高和较宽的带网

风扇型	
非常平的风扇式夹板，局部采用倒圆边缘或圆角	
特点和应用	
例如用于保护多层卫生物品，如尿布或卫生巾	
	
WKZ-0043	WKZ-0044

图示为标准夹板示意图；WKZ-0043，厚度为2.5mm；WKZ-0044，厚度为3.0mm；所有型号都高125mm

梯形	
带有四面的夹板，其中一个为倾斜区；起到部分保护作用；在大多数情况下减少了焊接区。	
特点和应用	
例如用于固定系列夹板之间的圆柱形物体，如WKZ-0127；在一侧采用请写明，例如夹板的反向布置；利用垂直面来支撑夹板，如WKZ-0107型号；为从夹具中退出采用了中等大小的凹槽；面积宽度>1mm。	
	
WKZ-0127	WKZ-0107

图示为标准夹板示意图；WKZ-0127，宽度为100mm

V-梯形	
梯形夹板，见上文，带有锥形底座。	
特点和应用	
例如适用于倾斜式输送带，以提高安全夹持力；反相布置时应采用垂直固定方法，类似于楔形榫头。	
	
WKZ-0016	WKZ-0015

图示为标准夹板示意图；WKZ-0016及WKZ-0015，宽度都为100mm

6 涂层、夹板和调整

6.4 随后安装的夹板



三角形		
带有三面的夹板，其中至少一面为倾斜面；在大多数应用中焊接区较小。		
特点和应用		
例如用于固定系列夹板之间的圆柱形物体，见WKZ-0073；一侧为倾斜面，例如夹板的反向布置，见WKZ-0144；利用垂直面来支撑夹板；夹板上与输送物体接触面最小；WKZ-0073采用化学连接方法。		
	WKZ-0073	WKZ-0144

图示为标准夹板示意图；WKZ-0073，宽度为100mm；WKZ-0144：中央焊接区

凹型和凸型		
区域连续凹陷和/或凸出的夹板		
特点和应用		
例如，用于垂直输送轴，见夹板WKZ-0103或用于保护被输送的易脆圆柱形物品，如薄壁罐头，见夹板WKZ-0041。		
	WKZ-0103	WKZ-0041

图示为标准夹板示意图；WKZ-0041，宽度为101.6mm

槽型		
带有凹槽或深槽的夹板		
特点和应用		
例如，根据在皮带上的交叉或纵向布置，用于固定圆柱形输送物品；见WKZ-0019；纵向布置见WKZ-0135；燕尾槽，用于额外的垂直固定。		
	WKZ-0019	WKZ-0135

图示为标准夹板示意图；WKZ-0135，宽度为80mm

孔型		
带有一个或多个孔或长孔的夹板		
特点和应用		
例如用于固定元件载体的所附部件		
	WKZ-0030	WKZ-0059

图示为标准夹板示意图；WKZ-0030，宽度为100mm

6 涂层、夹板和调整

6.4 随后安装的夹板



插入型		
带有一个或几个插入件的夹板，如螺纹套管或销子。		
特点和应用		
例如通过螺纹销或销子来固定部件载体的所附部件，见图6.4.9；螺纹套管型见WKZ-0040；材料大部分采用GFK（PU）、G1，见表6.4.1；当配有偏心螺纹套管可将夹板固定在一侧时，在滑动所连接部件上无需采用GFK，见WKZ-0093。	 WKZ-0040	 WKZ-0093

上述夹板都属于无焊缝的典型代表。但由于技术和经济原因可在某些地方看到这些焊缝，例如在WKZ-0040夹板的凹槽区。夹板和皮带之间的外部凹槽尺寸应 $\leq 2\text{mm}$ 。

夹板组的顺序按照专业化水平布置；特殊形状和功能也可包括所有较简单的夹板组。

表6.4.2：注塑成型夹板毛坯或夹板的夹板组

夹板的形状和功能										
简单								特殊		
矩形	圆形	T型 L型	风扇型	梯形	V-梯形	三角形	凹型 凸型	槽型	孔型	插件型

例如，带有顶表面支撑的矩形夹板可被归类为梯形组。如果该梯形夹板例如拥有一个额外纵向或交叉槽时，则该注塑成型夹板类型将被归类为“槽型”夹板组。

夹板图纸上的尺寸取决于聚氨酯设计的收缩行为，通常由材料确定。

optibelt ALPHA SPECIAL 的采购名称

optibelt ALPHA SPECIAL的采购名称由基带和夹板名称组成，见下列的梯形夹板WKZ-0107采购示例：

所选基带：optibelt ALPHA V 32 T10/990-ST-PAZ

所选夹板：梯形夹板WKZ-0107

描述：2件3个夹板组，夹板焊接到整个齿上并根据330mm的夹板节距要求保持左右齐平。

夹板带的订单描述：1件optibelt ALPHA V SPECIAL 32 T10 / 990 - ST - PAZ，带有2件3个夹板组的6个夹板WKZ - 0107；按照330夹板节距要求在整个齿焊接区保持左右齐平。

夹板名称WKZ-0107表示焊接区位于夹板的垂直形状上，因此这点无需在订单上注明。由于夹板方向不同，因此应注明夹板方向。

6 涂层、夹板和调整

6.4 随后安装的夹板



自由支撑焊接的永久性固定方法

在具有合适轮廓的情况下，热塑聚氨酯夹板可通过焊接方法被永久性地连接到热塑聚氨酯带上。当加热夹板和基带时，聚氨酯将在焊接区融化。当将夹板放在基带上时，则部分该材料将往外移动。焊珠在焊接点处形成。焊接夹板将损失约0.7mm的高度。该高度损失被称为烧蚀现象，因此生产夹板时应考虑到这一点。

图6.4.12中所示的夹板为焊接后直接支撑在基带上的示意图。在输送侧形成的焊珠将会影响在侧面的完全接触、安全支撑及输送物品的精确定位。图6.4.13中给出了可使输送物品在一侧被完全接触的去掉了毛刺的夹板示意图。因此，焊接后，通常应清理与带顶面成直角的及在皮带纵向方向上的连续自由夹板区。

在其他情况下，如果角度小于或大于90°时，必须确定是否需要去掉毛刺；如果需要的话，则用合适的工具来完全去掉焊珠。通常应避免去掉玻璃纤维增强夹板的焊珠。通过在焊接区采用合适的凹槽，则可避免使输送物品不能由于焊珠的原因无法完全接触问题了。如上图所示，夹板支撑可焊接到基带上，无任何功能障碍。夹板支撑和基带之间区域上所施加的压力可被传输出去。当围绕带轮往下旋转降落期间，支撑可减轻夹板的弯曲现象并可使其支撑在基带上。图6.4.13中给出了支撑几乎完全降低时的旋转方向。一旦支撑已经完全降落时则带有支撑的夹板才受载。

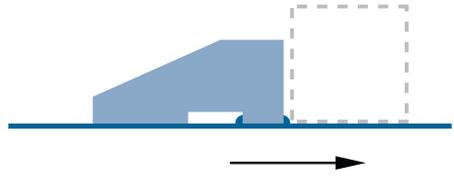


图6.4.12：带有支撑和焊珠的夹板，位于直线方向上（箭头所示方向）

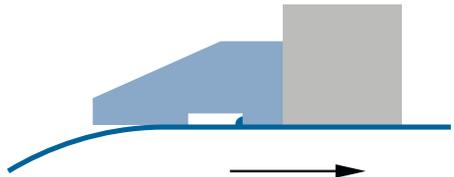


图6.4.13：带有支撑但无焊珠的夹板，处于转向过渡区

化学连接的永久固定方法

化学连接期间，热塑性聚氨酯夹板将与热塑聚氨酯基带永久性地连接在一起。由于化学连接没有添加额外的材料，因此并不能认为是采用了粘附技术。

平夹板和薄壁夹板最好采用化学连接方法，这是因为相比于焊接，化学连接点处无材料被熔化掉及无烧蚀现象出现。通常，保持了原夹板高度，因此相比于焊接方法可实现较小的高度公差。相比于焊接方法，化学连接期间不会产生焊珠。如果这些增强要求无需满足时，则最好采用焊接固定方法，即使可能需要花费时间来清理掉焊珠如发生焊接咬边时，这是因为焊接方法所需的总时间少，因此成本较低。

上述热塑性聚氨酯材料可采用化学连接方法。只有玻璃纤维增强聚氨酯不能采用化学方法。

6 涂层、夹板和调整

6.4 随后安装的夹板



相对于齿的位置、带轮上的齿数量及固定强度

同步带在其围绕带轮旋转时，其在齿之间的平网格区具有最高的柔性，而在较高和刚性较大的齿区柔性最低。

因此，在可能的情况下，固定时可导致夹板同步带随着固定强度的提高而使其刚度不均衡提高的夹板应布置在带齿的相反侧，见图6.4.14。

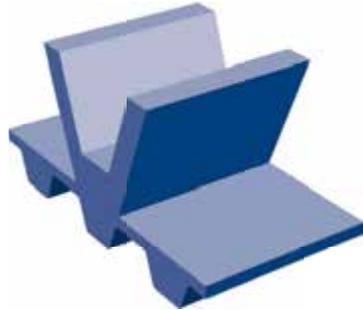


图6.4.14: 直接布置在带齿背面的最佳夹板位置

在这种情况下：

- 夹板节距等于齿节距或多倍齿距；
- 最小程度地限制柔性，或
- 尽可能少增加最小带轮直径，或
- 弯曲期间尽可能使固定处上的负载最小

如果夹板节距与齿节距或多倍齿节距不匹配时，则夹板必须被部分固定到网格上方。因此，同步带的柔性将被降低以及可能会重新增加最小带轮直径。

这两种情况的示例图见表6.4.3。

表6.4.3: 带轮上的齿数量及焊接和化学连接夹带的固定强度

带型	带轮上的齿数													
	20		25		30		40		50		60		100	
	建议的最大紧固强度[mm] 适用于在背面位置固定的焊接或化学连接夹板													
	齿	网格	齿	网格	齿	网格	齿	网格	齿	网格	齿	网格	齿	网格
T5, AT5	5	2	6	2	6	3	8	4	9	6	10	8	12	10
T10, AT10	8	3	9	4	10	4	12	6	14	9	15	12	20	20
T20, AT20	12	5	13	5	15	6	18	6	20	12	23	20	30	30
5M	5	2	6	2	6	3	8	4	9	6	10	8	12	10
8M	6	3	7	3	8	4	10	5	12	7	13	10	16	16
14M	10	4	11	5	12	6	15	6	16	10	18	16	25	25
XL	5	2	6	2	6	3	8	4	9	6	10	8	12	10
L	6	3	7	3	8	4	10	5	12	7	13	10	16	16
H	8	4	9	5	10	6	12	7	14	10	15	12	20	20
XH	13	2	14	5	15	6	18	8	20	12	23	20	30	30

如果所选夹板太厚的话，则可通过一个或两个凹槽来减少紧固厚度，见“聚氨酯夹板组、夹板订购名称”章节，例如WKZ-0056、WKZ-0143、WKZ-0107、WKZ-0144、及WKZ-0103及其他类型的夹板。必要时，可通过顶面支撑或位于两侧处的支撑来补偿连接点处增加的负载，见WKZ-0040。

6 涂层、夹板和调整

6.4 随后安装的夹板



位置和节距公差

如果夹板节距与单个齿节距或多倍齿节距相匹配的话，则夹板中心至齿中心的位置公差应为 $\pm 0.25\text{mm}$ 。如果夹板节距与单个齿节距或多倍齿节距不匹配的话，则夹板和齿之间的位置公差应为 $\pm 0.5\text{mm}$ 。对于大于约100mm的夹板节距，基带的长度公差通常应包括在夹板节距公差中。

表6.4.4: 夹板节距公差

夹板节距	夹板节距公差	
	相对于齿的位置公差	基带长度公差
等于单个齿节距或多倍齿节距	$\pm 0.25\text{ mm}$	取决于基带类型； 见数据表 相对于单个夹板节距， 大多数情况下为 $\pm 0.5\text{mm}/\text{m}$
不等于单个齿节距或多倍齿节距	$\pm 0.5\text{ mm}$	
夹板节距公差 = 相对于齿的位置公差 + 基带长度公差		

对于在宽度方向上的长度公差，必须包括宽度公差，见第7章。对于5mm至10mm之间的节距，公差值应为 $\pm 0.5\text{mm}$ 。

方向	位置公差
交叉或宽度方向	对于5-10mm节距，为 $\pm 0.5\text{mm}$

例子：

假定齿节距 t_N 为200mm。选择了长度公差为 $\pm 0.5\text{mm} / \text{m}$ 的optibelt ALPHA V T10型基带。夹板可焊接到齿上方。

夹板节距公差： $\pm 0.25\text{mm} + (\pm 0.5\text{mm} / 1000\text{mm}) \times 200\text{mm} = \pm 0.35\text{mm}$ 。根据要求也可提供较小范围的夹板节距公差。

带长和夹板节距

上述例子中的输送距离应至少为1500mm。所选同步带轮上的齿数 z 应至少为24。 z_{\min} 、 $L_{w\min}$ 等参数见基带参数表和表6.4.3。因此，当齿距 t 为10mm时，则带长最短：

$$L_w = 2 \cdot s + z \cdot t \quad \text{包含 } L_w [\text{mm}] \geq L_{w\min} \text{ (基带)}, s [\text{mm}], t [\text{mm}], z = z_1 = z_2 \geq z_{\min}$$

$$L_w = 2 \cdot 1500 \text{ mm} + 24 \cdot 10 \text{ mm} = 3240 \text{ mm} \quad \geq 700 \text{ mm}, z \geq 12, \text{ optibelt ALPHA V 50 T10}$$

带长必须等于夹板节距 t_N 的多倍值 n_N

$$n_N = \frac{L_w}{t_N}; L_w = n_N \cdot t_N \quad \text{包含 } L_w [\text{mm}] \geq L_{w\min} \text{ (基带)}, t_N [\text{mm}], n_N = 1, 2, 3, \dots$$

$$n_N = \frac{3240 \text{ mm}}{200 \text{ mm}} = 16.2 \quad \text{选择 } 17 \quad \text{带长 } L_w = 17 \cdot 200 \text{ mm} = 3400 \text{ mm} \geq 700 \text{ mm}$$

如果夹板节距例如等于167mm，不等于多倍齿节距 t 时，则最短带长 $L_{w\min}$ 或带长 L_w 将可能翻倍。

$$L_{w\min} = t \cdot t_N \quad \text{包含 } L_w [\text{mm}] \geq L_{w\min} \text{ (基带)}, t [\text{mm}], t_N [\text{mm}]$$

$$L_w = L_{w\min} \cdot n_{Lw} = t \cdot t_N \cdot n_{Lw} \quad \text{包含 } n_{Lw} = 1, 2, 3, \dots$$

$$L_w = 10 \cdot 167 \text{ mm} \cdot 2 = 3340 \text{ mm} \quad \text{包含 } n_{Lw} = 2, \geq 700\text{mm}, \text{ optibelt ALPHA V 50 T10}$$

6 涂层、夹板和调整

6.5 铸造夹板和基带, optibelt ALPHA SRP型



6.5 铸造夹板和基带, optibelt ALPHA SRP型

ALPHA SRP型铸造夹板的功能和应用应与6.4节所述的随后安装的夹板的功能和应用一样。其采用铸造工艺来作为生产工艺的优点和缺点将在本节予以详述。

相比于夹板随后安装的optibelt ALPHA V和ALPHA FLEX型, 带有夹板的optibelt ALPHS SRP同步带的主要优点为:

- 尽管有一定的模具成本, 但由于生产一直采用这个模具, 因此单位成本低及适合大量生产; 完成的套管必须只能切开。
- 通过模具可生产简单的小型夹板带。
- 实现在最小空间内安装较多的夹板。
- 同构液态聚氨酯铸造可实现细的形状精确的夹带。
- 生产重复精度高。
- 通过完整的交叉连接可实现夹板和基带之间的高强度连接。

相比于基于optibelt ALPHA V或ALPHA FLEX型基带的夹板同步带, 该型号的最大输送距离较短。optibelt ALPHA SRP的最长带长为900mm或2250mm, 这具体取决于生产工艺。为了节省成本, 要尽可能使用optibelt ALPHA TORQUE/POWER同步带具有标准分类的带长。此外, 由于optibelt ALPHA SRP型皮带是整体脱模的, 因此夹板形状和功能变化小。

对于无工具成本的样品, 可采用optibelt ALPHA TORQUE/POWER、ALPHA FLEX或ALPHA V型产品组的基带, 具体取决于所选的带长、型号、长度和带宽等因素。

在无焊接的情况下, 铸造基带及夹板连接可通过施加相应的PU层来实现。通过任何一种可能的试样设计都无法达到optibelt ALPHA SRP型夹板和皮带之间的随后“连接强度”。

铸造生产工艺

压铸, 长度不大于2250mm

带有夹板的optibelt ALPHA TORQUE/POWER及ALPHA SRP的制造工艺基本上都是相同的。在这两种情况下, 通过一个齿形内侧模具和一个外侧模具来铸造套管。生产带有夹板的ALPHA SRP皮带时, optibelt ALPHA TORQUE / POWER同步带的圆柱形和光滑外侧模具可由带有所需的夹带反轮廓的外侧模具所替代, 见图6.5.1。

根据下述要求, 可使用长度为2250的optibelt ALPHA TORQUE/POWER同步带的现有内侧模具:

- 脱模能力
- 宽度和宽度公差
- 夹板的精度

夹板硬度应与基带硬度相匹配。如果所要求的夹板硬度与硬度为86Shore A的标准基带硬度相差太远时, 设计时必须考虑基带的不同特性如柔性和耐磨性。

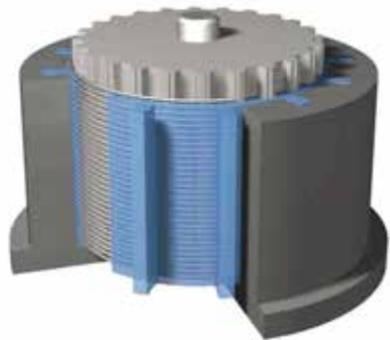


图6.5.1: 压铸成型的夹板和皮带

6 涂层、夹板和调整

6.5 铸造夹板和基带，optibelt ALPHA SRP型



离心铸造，长度为900mm

采用离心铸造工艺生产带有夹板的optibelt ALPHA SRP皮带时，由内侧模和外侧模组成的整个模具应围绕中心轴旋转。其优点为在离心力的作用下可形成外轮廓最好的夹带以及需要时可采用具有不同硬度和颜色的聚氨酯材料来生产夹带和基带，如图6.5.2所示。例如，可生产硬度为55Shore A的高柔性夹板或硬度为95Shore A的形状稳定的夹板，无需更改基带的一般特性如optibelt ALPHA TORQUE皮带的86Shore A的标准硬度。相比于压铸工艺，离心力铸造的最长生产长度为900m。

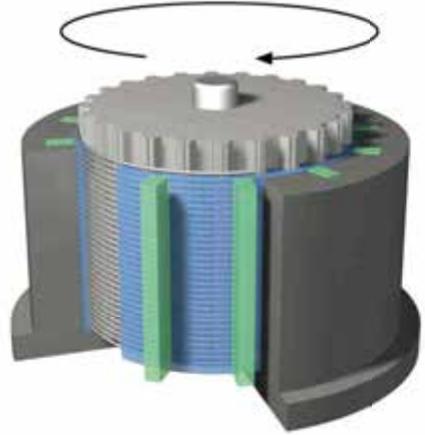


图6.5.2：通过离心铸造成型的夹带和皮带

铸造工艺	长度
压铸	50 mm \longleftrightarrow 2250 mm
	见每种型号的标准长度；根据要求也可提供其他长度
离心铸造	100 mm \longleftrightarrow 900 mm
	根据要求可提供较短和中等长度

铸造聚氨酯硬度		
最低硬度	标准硬度	最高硬度
55 Shore A	86 Shore A	95 Shore A

铸造聚氨酯的硬度公差为 ± 2 Shore A。55Shore A的最低硬度公差为+3Shore A而最高硬度的公差为-3Shore A。

6 涂层、夹板和调整

6.5 铸造夹板和基带, optibelt ALPHA SRP型



形状和成型

optibelt ALPHA SRP型皮带的夹板可自由成型及安装6.4节“聚氨酯夹板的生产”进行设计制造。因此, 必须考虑夹板或更精确的外侧模具的夹板套管的脱模能力。

要求外部形状时, 应遵守下列要求:

- 向内, 及
- 朝向工具轴

同样地, 当拆模铸造皮带时, 应遵守下列要求:

- 向内, 朝向齿系统或带高度方向, 及
- 纵向于齿系统成或横向与带宽

此外, 当脱模铸造夹板时:

- 向下, 朝向基带或夹板高度方向, 及
- 横向, 朝向夹板宽度。

图6.5.3和6.5.4中给出了只能通过往下朝向夹板高度方向才能取下圆形和矩形夹板或夹板带的示意图。

矩形夹板应两侧齐平, 或图6.5.5所示的夹板带可通过朝向夹板宽度方向来进行拆模。该铸造工艺基本上能确保特别薄壁且具有一定的柔性的夹板形状。夹板和皮带之间的圆形过渡区可降低负载下出现的张力峰值, 这一点易于实现。

图6.5.6中给出了只需朝向夹板宽度方向就能使L型夹板从外侧模具中取下来的示意图。在这里, 需要夹板布置在整个套管宽度上。套管切割后, 夹板应在基带两侧保持齐平, 如上述矩形夹板。

如果能实现朝向基带或夹板高度方向的向下脱模时, 则无需随后的机械加工就能制造出垂直孔。如果插件需要装入到盲孔中时, 则它们只需随后被拧紧即可。

相比于注塑成型夹板, 无玻璃纤维增强的聚氨酯夹板可采用SRP铸造工艺。

如果只在一个铸造模具中生产夹板和皮带时, 则无法实现带有松安装支撑和相关凹槽的夹板。

对于低刚度及宽度公差要求较高的夹板, 只是通过切割方法来制造夹板时无法实现所要求的精度。因此, 如果向下脱模时是朝向基带或夹板高度方向时, 则铸造的夹板比随后切割基带的窄, 如图6.5.4所示。由此, 在随后的切开套管时只需要切割基带无需切割夹板了。



图6.5.3: 圆柱形夹板: 标准圆柱体



图6.5.4: 矩形夹板, 串联布置



图6.5.5: 带有圆头的矩形夹板

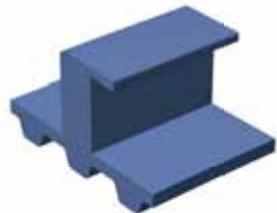


图6.5.6: L型夹板

6 涂层、夹板和调整

6.5 铸造夹板和基带, optibelt ALPHA SRP型



作为一种替代方法, 底切、钻孔及插件可随后在夹板上生产和安装好。通过6.6节所述的方法可实现这些参数的调整。在6.4节“尺寸公差”中对各种一般影响参数进行了描述。在本节对同样作为参数的夹紧力也进行了说明。对于铸造夹板, 还必须包括夹紧时无法弯曲的永久连接基带。

设计指南、位置和尺寸公差

对于同步带上夹板的位置和固定强度, 应遵守第6.4节“齿位置、皮带上的齿数量及固定强度”及表6.4.4要求。在铸造工艺中无法生产大宽度夹板上的建议凹槽, 如上文所述。

对于尺寸不大于5mm的夹板, 尺寸公差为 $\pm 0.15\text{mm}$ 。

根据要求也可提供较大尺寸的夹板。

夹板设计	尺寸公差
铸造夹板	$\pm 0.15\text{ mm}$
机械加工的夹板	$\pm 0.5\text{ mm}$

在节距方向上夹板与齿的位置公差为 $\pm 0.15\text{mm}$ 。

正如6.4节“位置公差和节距公差”所述, 确定夹板节距公差时, 必须考虑纵向方向上的带长公差, 见第7节。如果需要减少夹板节距公差范围时, 必要时则必须通过试样来实际验证后确定。

对于在宽度方向上的位置公差, 必须包括切割时optibelt ALPHA SRP带的稍微横向放置时的宽度公差, 见第7节。对于5mm至10mm的节距, 公差为 $\pm 0.5\text{mm}$ 。

方向	位置公差	
纵向或在节距方向上	$\pm 0.15\text{ mm}$	相对于齿
横向或在宽度方向上	$\pm 0.5\text{ mm}$	对于5mm至10mm的解决

6 涂层、夹板和调整



6.6 通过机械加工进行的调整

6.6 通过机械加工进行的调整

为扩展标准同步带、涂层带及夹板同步带的应用范围，可随后进行几何形状和尺寸的调整来实现。可采用下列机械加工方法：

- 研磨
- 铣削
- 水喷切割
- 冲孔
- 钻孔
- 切割

通过机械加工后的带进行输送

下图就是通过机械方法来满足应用的同步带的示例。

管式输送机，调整涂层同步带的几何形状

对于图6.6.1所示的管式输送机，通过横向研磨来调整带有涂层的同步带的几何形状，以使输送物品被放置在纵向带方向上。

为了使平行输送管被牢固固定在凹槽中，可通过一个顶部压力带往下按压它们。在该输送方式中所需的导向轨不具有代表性。

如果管子带有棱的话，则将出现线接触。在在顶部压力带的作用下薄壁管发生变形时将出现线接触。在这里，建议按照元件外轮廓来调整槽形。

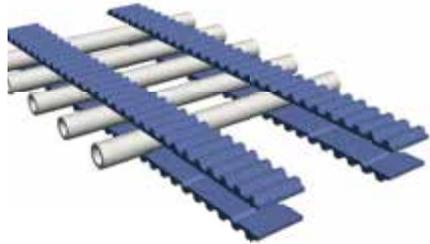


图6.6.1：管子的带有平行横向槽的输送带

真空带，标准同步带几何形状的调整

输送例如不稳定物品如铝箔时，应利用真空力以确保其在传送带上的定位。

通过冲孔及插入带有设计管的真空轨道，所产生的真空可被输送到物品中。根据真空轨道的设计，振动带必须在其齿侧布置有额外的纵向槽。特别是在同步带无套管口的一端，真空可能会发生泄漏。

如果需要较高的输送力的话，则可通过在涂层上或在表面上的增强带顶部上研磨出凹槽而增加有效真空面积。为此，必须考虑输送物品的形状稳定性。

在同步带的下侧，即位于真空轨上的齿侧槽，可布置有锦纶纤维以减少摩擦值和磨损。

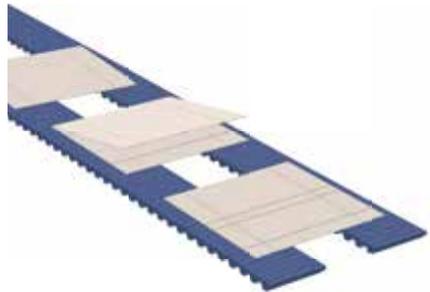


图6.6.2：用于输送纸张真空支撑的平行传送带

6 涂层、夹板和调整

6.6 通过机械加工进行的调整



制造工艺

下文所述的制造工艺可用于加工标准带、涂层和基带上的夹板。可通过下列参数来选择制造工艺：

- 所需的形状和轮廓
- 材料厚度
- 加工深度
- 材料
- 材料硬度
- 公差
- 加工速度
- 及质量

研磨

高度

当对总高度公差要求较高时，建议重新研磨基带上的涂层。根据不同的涂层材料，涂层皮带或带有平夹板的夹板带的总高度公差可达到 $\pm 0.15\text{mm}$ 。由于涂层带无标准的测量方法，因此必须考虑特别是软涂层总厚度的测量方法；其中相比于铣削，研磨该软涂层特别合适。通过研磨，标准同步带的高度公差可达到 $\pm 0.15\text{mm}$ ，以通过背面惰轮使快速运行驱动器的运行更一致更平稳。

在输送驱动器中，顶面研磨可导致涂层表面的粗糙度较大。这将会降低在光滑涂层上输送箔片的粘附性，如PVC或聚氨酯涂层箔。反之亦然，涂层表面粗糙度越大及输送物品表面较粗糙时，抓持力将越大。

宽度

例如在真空轨道上运行同步带，需要减少宽度公差，通过研磨可使公差范围减少至 $\pm 0.15\text{mm}$ 。这同样也适用于夹板带，其中可同时研磨基带和具有稳定形状的夹板或在纵向带方向上单独研磨形状稳定的夹板区至合适的宽度。

轮廓

可在NC机上研磨涂层的顶层轮廓，如锯齿轮廓。此外，也可使用专用研磨盘在纵向和横向方向上进行研磨以产生特殊形状。研磨后，通常也会提高表面质量。

铣削

相对于研磨，铣削仅适用于较硬的材料；但铣削无法达到研磨的表面质量。为了将部件定位在输送带上，可在涂层纵向或横向方向上铣出相应的轮廓。图6.6.3中给出了在涂层上铣槽的示意图。四个封闭槽位于一侧，可作为布袋。通过这些槽可分离部件或增大了真空带的有效面积而提高了真空力。



图6.6.3：铣的轮廓

6 涂层、夹板和调整

6.6 通过机械加工进行的调整



图6.6.4给出了齿系统中带有纵向铣削槽的示意图。这些槽可作为带有相应支撑轨的导向装置、或可与真空轨相匹配或可具有随后焊接的V型导块的作用。

在与基带连接之前，注塑成型夹板或从基板上切割下的夹板都可通过铣削的方式修正其几何形状。此外，已经连接到基带上的刚性夹板基本上也可进行铣削加工。

硬度大于/等于85Shore A的铣削聚氨酯基带和涂层的尺寸公差可达到 $\pm 0.15\text{mm}$ 。硬度和刚度越低材料精度将下降，要求时必须通过实验验证该结论。

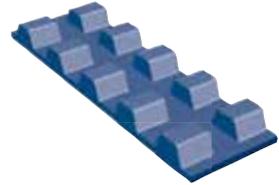


图6.6.4：齿系统中的纵向槽

水喷射切割

在水喷射切割过程中，一股直径为0.8mm的携带砂的水柱用于切割需要加工的部件。在切割作用下，材料在该过程中将被去除下来。

在水喷射切割作用下，在皮带和夹板上可产生精确的孔轮廓，无需增加任何工具成本。孔或孔中的圆角或内圆角的最小半径尺寸为0.4mm。相反地，通过水喷射切割不会产生外圆角或夹板圆角。切割面积通常必须平行。对于较复杂的轮廓，可能会产生NC程序和刀架等生产成本。

此外可切割聚氨酯带中的钢抗拉增强层，光滑而无破损现象。相比于冲孔，水喷射切割不会使钢抗拉增强层上出现不规则变形，因此可制造出精确的圆孔。因此，方便了螺钉的安装以及提高了需要固定部件的定位精度。

冲孔

图6.6.5中给出了为适用真空要求而在带网格区进行冲孔的示意图。在带有薄的钢抗拉增强层的小型带上可冲出带的内侧轮廓。

通过多个工具，可实现一个工步就制造出彼此相互紧靠的多个孔轮廓，省时且经济。但该过程将会增加相应的工具成本。

冲孔时，钢抗拉增强层和聚氨酯的化合物结构可能会横向移动。冲孔后，这些区域将回到各自的初始位置。由此冲孔将会稍有变化。当冲圆孔时，可能会产生轻微椭圆孔。对于真空带，轻微的轮廓变形是无关紧要的。但是，当固定金属夹板时，圆柱形孔最易于安装和提供精确的导向。此外，在抗拉增强层的切割点处可能会磨损，从而使其从冲孔轮廓中突出来。在钢张力线束作用下可能会损坏到易碎物品。为避免这一现象，最好采用带有芳纶抗拉增强层或无张力线的同步带。



图6.6.5：冲孔同步带

6 涂层、夹板和调整

6.6 通过机械加工进行的调整



钻孔

利用专用钻头可实现带有芳纶张力线的聚氨酯带、或带有玻璃纤维张力线的橡胶带或无张力线的皮带上的连续钻孔。这些成本都属于生产准备成本。

适用时，对于涂层带简易采用下列标准钻孔直径：

2	2.5	3	3,5	4	4,5	5	5.5	6	8	10	12
---	-----	---	-----	---	-----	---	-----	---	---	----	----

对于硬度大于/等于85Shore A的聚氨酯基带和涂层，钻孔的直径公差为 $\pm 0.20\text{mm}$ 。硬度和刚度越低材料精度将降低，但必须通过实验验证这一点。上述要求同样适用于在聚氨酯夹板上的钻孔。

对于硬度高于90Shore A的生产量少的聚氨酯夹板，可通过钻孔方式在夹板上钻孔或钻盲孔。为此，夹板应具有较高的刚度并具有较大夹持区，以能够抵抗钻削和夹紧力。对于具有较低硬度的夹板，夹板生产量少时建议用铣削工艺。

对于夹板，建议采用下列标准孔径[mm]：

2	2.1	2.2	2.3	...	9.7	9.8	9.9	10	11	12	13
---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	----	----	----	----

切割

涂层厚度越大，涂层带的柔性将越低以及所要求的最小同步带轮直径 - 见6.2节中的计算公式 - 越小，以避免涂层或节点开裂。

尽管在顶表面已经安装了的情况下，如果同步带轮直径需要必须保持相对较小值时，可在齿隙的对面横向切割涂层。如图6.6.6所示，转向处的涂层被打开，从而大大提高了其柔性。在直线输送中，涂层为封闭涂层因此输送不会受到影响。

而在涂层铣削过程中，由于去除了材料，因此无法产生封闭的涂层表面。

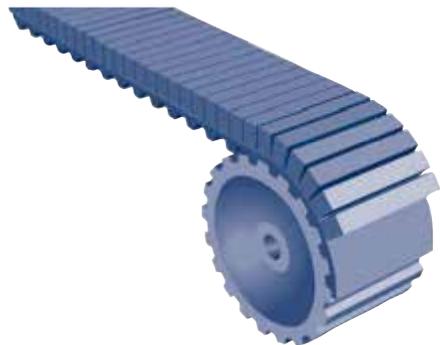


图6.6.6: 切割开的涂层

7 设计工具、尺寸和公差

7.1 带张力：测量方法及调整



7.1 带张力：测量方法及调整

对于确保下列功能，正确调整带张力或静态带张力是非常重要的：

- 安全功能、可靠运行及较少的停机时间
- 高效率
- 皮带和带轮可能的最长使用寿命

概况起来就是：

- 运行成本低，且维护和备件更换方便。

对于静态张力的首次大致调整，只采用指压法就足够了。如果不通过测量仪器进行调整时，则可能会出现下述现象：

- 带张力太低
- 或
- 带张力太高

这将导致驱动器不必要的过早失效，从而增加成本。

太低的带张力可能会导致例如增加齿负载以及使带齿过载被剪断。此外，还会出现跳齿风险，从而大大增加轴和轴承上的负载。

太高的带张力可能会导致例如过多的运行噪音、齿磨损严重、带轮磨损加剧、张力线过早失效以及提高了法兰上的侧力。

在这两种情况下，除了皮带和带轮会发生损坏外，轴承和轴也可能被损坏。有关由于不合适的带张力导致的过载失效说明请参考第7.8节“损坏模式、原因和措施”。

条件和说明

为了正确调整带张力，同步带应尽可能保持无载和自由移动状态。在动力传动中，带轮和从动轮应能自由移动。在多轴驱动器中，所有带轮都应能自由移动。

对于线性和输送驱动器，从动轮和导向轨的直线侧和张紧侧都应保持自由移动状态，例如无任何输送质量块。

前后移动皮带，则带张力可无障碍地均布到所有跨侧。新安装皮带应额外启动一下，使其位于带轮上。最好运行两圈，但对于线性驱动器或对于具有较大轴空间的情况下非常耗时可不运行两圈。作为一种简单的替代方法，皮带轮可前后运行几次，例如至少三次。对于具有高速度比 $i \neq 1$ 的大型驱动单元，请参考带驱动器中的最大带轮。

如果无法自由移动了，则说明所有驱动器中顶多一个带轮可能被阻挡了。在线性驱动器中，滑块及输送驱动器的输送侧必须能自由移动。

如果驱动侧在固定带轮或线性驱动器中的质量块作用下被张紧了时，在特殊情况下可调整跨力来修正，该跨力可通过频率测量方式来确定且大致等于计算值。在第4节中给出了具有代表性的示例，通过阻挡的驱动轮来施加向下的力，以使线性驱动器的跨侧可在静止状态下被张紧。而对于输送驱动器，如果在输送侧放置有质量块的话，将会无法避免出现带被拉平现象。

7 设计工具、尺寸和公差

7.1 带张力：测量方法及调整



表7.1.1：规定静态带张力的调整和测量

动力驱动器		线性驱动器		输送驱动器	
驱动电机	输出机	驱动电机	直线滑块	驱动电机	输送物品
自由旋转运动	自由旋转运动	自由旋转运动	自由运动	自由旋转运动	自由运动
$M_{input} = 0 \text{ Nm}$	$M_{output} = 0 \text{ Nm}$	$M_{input} = 0 \text{ Nm}$	$m = 0 \text{ kg}$	$M_{input} = 0 \text{ Nm}$	$m = 0 \text{ kg}$
安全装置：在开始安装和维护前，驱动器和输出机必须确保不会发生移动。 此外，必须遵守机器制造商所提供的相关说明书。					
静态带张力 F_T 及相关频率 f 规定值的确定请见表7.1.3 或相应的延伸率 x_V 、 x_{VC} 或 ΔL_s ，见表7.1.4					
静态带张力 F_T		调整	移动	测量	
$F_T F_T F_T$	$F_T > 0 \text{ N}$	只采用指压法而不使用仪器的情况下设置低的静态带张力 F_T			
		移动：检查皮带和带轮是否能自由移动：周向力 $F_U = 0 \text{ N}$			
$F_T F_T F_T$	$F_T \approx \text{规定值}$	只采用指压法而不使用仪器的情况下设置低的静态带张力 F_T			
		移动：通过拉跨侧是（大）带轮前后转动3次			
$F_T F_T F_T$	$F_T = \text{规定值}$	利用测量仪器来测量和校正现有静态带张力 F_T			
		规定静态带张力 F_T 的调整 必要时应重新通过转动（3圈）来测量和校正			
<p>$F_U = 0 \text{ N}$</p>		<p>$F_U = 0 \text{ N}$</p>		<p>$F_U = 0 \text{ N}$</p>	

7 设计工具、尺寸和公差

7.1 带张力：测量方法及调整

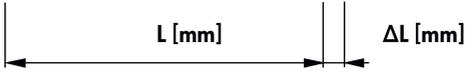


测量方法、应用和测量仪器

为正确调整同步带的带张力，应在相对较短的自由振荡跨侧进行相对精确的频率测量。为此，需要用到频率测量仪器如optibelt TT系列仪器。

当张紧跨长度大于1000mm的长带时，如果延伸率测量精度要求不高时，则可采用卷尺例如optibelt SERVICE-BOX。

表7.1.2：带张力测量的简单操作和特点

带张力测量、精度和测量仪器		
动力驱动器	线性驱动器	输送驱动器
或小型线性、输送驱动器	或大型动力驱动器，例如长的optibelt ALPHA FLEX型	
带跨长度 $L \leq 1000\text{mm}$	带跨长度 $L \geq 1000\text{mm}$	
频率测量	延伸率的测量	
		
较高的测量精度	低至中等的测量精度，取决于带长	
高的重复精度	无法检查已经张紧的驱动器	
频率测量仪器， 例如optibelt TT系列测量仪	测量范围 optibelt SERVICE-BOX 仪器、必要时使用卡规	
高质量、相对较高的采购成本	简单 便宜	

通过频率测量来进行带张力调整

频率测量时，在带轮之间易接近的且至少被稍微张紧的皮带跨侧，手指按下时将会产生振动，这类似于吉他弦。此外，在线性驱动器中，可使带轮和滑块之间的其中一个跨侧产生振动。所选的跨侧必须能够自由振荡，且不会例如接触到外壳。跨侧的自然频率取决于仪器质量 m_k 、跨长度自由 L （见图2.1.1）、及静态带张力 F_T （见表7.1.1）。测量时，最好采用optibelt TT系列的频率测量仪。

$$f = \sqrt{\frac{F_T \cdot 10^6}{4 \cdot m_k \cdot L^2}} \quad [\text{Hz}] \quad \text{包含 } F_T [\text{N}], m_k \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}} \right] \text{ 或 } \left[\frac{\text{g}}{\text{mm}} \right], L [\text{mm}]$$

7 设计工具、尺寸和公差

7.1 带张力：测量方法及调整



该可靠和精确的测量方法适用于跨长度不大于1000mm的短和中等长度，也可适用于较长的跨长度（取决于同步带的带宽）。对于较长的跨长度，则自然频率将会降低，例如低于10Hz时（参考optibelt TT系列测量仪器的测量范围），则将无法实现频率测量了。在表7.1.3中，列出了受影响的驱动器。其中一个额外例子就是其自由振荡跨侧靠近移动滑动的线性驱动器。在该情况下可自由选择跨长度。

1000mm的跨长度只属于一个简化值。如果计划采购optibelt TT系列频率测量仪时，应确定出所有需要测试的驱动器和所选自由移动跨侧的频率f规定值。不进行频率测量的例子和其他信息见下节内容。

通常只能在线性或多带轮驱动器的任何跨侧进行频率测量。这同样适用于例如内部同步带轮和外部圆柱齿轮，或外部同步带轮（在双带轮情况下）的跨侧。

表7.1.3：通过频率测量进行的带张力调整

通过频率测量进行的带张力调整		
同步带静态带张力的调整步骤 同步带可安装在校准的带轮上 例如可通过optibelt LASER POINTER 仪器进行校准 所需的频率f必须提前确定下来		
动力驱动器	线性驱动器	输送驱动器
安装皮带所有自由无载跨侧的张紧		
规定值 f 及相关静态跨长度 F_T 的测量和调整		

根据宽度值，可从相关技术数据表中查仪器重量 m_k 。对于比相应宽度公差值大的多的其他宽度，仪器重量可能会减少或增加。如果仪器重量未知但皮带已知的话，则仪器重量也可通过称量带质量 m 并除以带长度 L_w 来确定。

$$m_k = \frac{m}{L_w} \quad \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}} \right] \text{ 或 } \left[\frac{\text{g}}{\text{mm}} \right] \quad \text{包括 } m [\text{kg}], L_w [\text{m}] \text{ 或 } m [\text{g}], L_w [\text{mm}]$$

理论值和实际值之间的偏差小的话是可以接受的。该偏差部分是由于带质量所引起的，因此带宽和高度公差不同将会使仪表重量 m_k 发生稍微变化。

7 设计工具、尺寸和公差

7.1 带张力：测量方法及调整



通过测量延伸率来调整带张力

利用测量伸长率来调整带张力通常法达到通过测量自由振荡跨侧的自然频率所得到的调整精度。如果无法测量到至少跨侧一侧的频率时，通常建议采用测量延伸率的方法。

如果出现下述情况时可采用该方法：

- 易接近和自由振动跨侧的频率超出了所选频率测量仪的测量范围时：例如 $f \leq 10\text{Hz}$ ，或者 $600\text{Hz} < f$ 。
- 无合适的跨侧易接近时
- 由于外壳或较强的阻尼涂层的作用而使跨侧无法自由振动时
- 仪器重量无法被确定时
- 安装了夹板时
- 超出了optibelt TT系列的测量范围时

测量延伸率时，只需使用卡尺和卷尺例如optibelt SERVICE-BOX系列进行测量，然后用笔在皮带上标记出规定的长度和相关的延长长度即可。

通过同步带上标记的弹性延长长度在当前无负载条件下可调整静态带张力 F_T 。在已经张紧的带驱动器上将无法测量和确定静态带张力 F_T ，见表7.1.2。

下述设计可参考表7.1.4。所需的弹性延伸率及相应的静态带张力 F_T 可通过轴的带张紧长度 x_v 获得，其中 x_v 可从一个或多个张紧跨侧长度 L 以及现有弹簧刚度来推导出。需要张紧的跨侧长度越长，带张紧长度 x_v 约长，因此静态带张力的调整精度也越高。由于带张紧长度 x_v 可长达1mm或2mm或更长（取决于产品组），因此需要张紧的跨侧长度 L 要尽可能长于1000mm，以确保调整精度。

应从可调整且刚刚卸载的轴上来测量张紧长度 x_v ；当速度比 $i=1$ 的两轮驱动器的自由跨长度 L 与传动中心距 a 相匹配时，则应在轴之间连线的直线延长线上进行调整。

作为测量所需张紧长度 x_v 的替代方法，可在皮带张紧期间在皮带的每个位置处测量和读取弹簧长度 ΔL_v 。为此，只需在处于无载条件下的皮带上标记相关基带长度 L_v 即可。该基带长度 L_v 可标记在右侧，也可绕过带轮或两个或多个内部轮，以尽可能使长度大于1000mm。

7 设计工具、尺寸和公差

7.1 带张力：测量方法及调整



表7.1.4：通过测量延伸率来调整带张力

通过频率延伸率进行的带张力调整		
同步带静态带张力的调整步骤 同步带可安装在校准的带轮上，例如可通过optibelt LASER POINTER仪器进行校准 已经确定了所需的张紧长度 x_v 或频率 f ，加你第3、4和5章		
动力驱动器	线性驱动器	输送驱动器
未张紧或几乎未张紧带上的标记， $F_T = 0 \text{ N}$		
- 可调轴的位置（跨长度 L 或传动中心距 $a \geq 1000 \text{ mm}$ ），见 x 或		
- 对于optibelt CP夹紧板的线性驱动器位置，公差 x_{CP} 或		
- 直线及无滚动条件下安装前所选基带的长度 L_v ($L_v \geq 1000 \text{ mm}$)，必要时		
张紧和调整 模具成型皮带及所选跨侧，使其满足静态跨力 F_T 规定值的要求		
- 轴张紧长度 x_v ，或		
- 对于线性驱动器，也可采用optibelt CP夹紧板的张紧长度 x_{VCP} ，或		
- 在标记基带长度 L_v 的延伸长度 ΔL_v		

7 设计工具、尺寸和公差

7.2 轴/轮毂连接



7.2 轴/轮毂连接

主要适用下列轴/轮毂连接:

- 主要进行压入配合的夹紧衬套
- 进行形状配合的带有槽的成品孔

对于夹紧衬套, 下列件是存在区别的:

- optibelt TB锥形衬套, 及
- optibelt CE夹紧衬套

尽管采用夹紧衬套会增加采购成本, 但使用锥形衬套进行轴/轮毂连接时将特别经济简单, 而且还可直接提供轴向保护, 因此无需额外增加其他结构措施了。使用锥套系统时, 对于optibelt ZRS同步带轮则无需进行轮毂的额外加工了。当基本无损坏的锥套需要更换时, 本操作也适用。

除此之外, CE夹紧衬套需要用到钻孔。对于形状配合的轴/轮毂连接, 将会用到带槽孔, 其中槽和所需的钻孔都必须在轮毂上预制出。

如果轴直径已知的话, 则可指定optibelt锥套上的孔径了。

如果带轮上有钻孔时, 则可采用CE夹紧元件来进行轴/轮毂的连接。该类型的连接将比通过锥套系统进行的连接运行平稳。类似于锥套系统, 轴颈以及带轮轮毂的最大可能的孔径必须与所选CE夹紧衬套相匹配。此外, 带轮孔径和CE夹紧衬套的外径还必须相匹配。圆柱形孔带轮的标准产品规格表中给出了初始孔的直径以及成品孔的最大可能的直径。

在重型冲击载荷以及运行过程中需要持续更改旋转方向的情况下, 不能利用中等负载驱动器的导向键来进行轴/轮毂连接, 这是因为导向键可能会发生偏斜。这特别适用于铝制同步带轮。特别是在上述条件下, 对于每个锥套 - 标准铸造或钢制带轮 - 都可通过额外的保护导向键或CE夹紧衬套来进行轴/轮毂的连接。

optibelt TB锥套及CE夹紧衬套的所有相关技术数据请见欧皮特产品规格表。为了避免损坏到夹紧衬套及确保功能可靠稳定的轴/轮毂连接以传输扭矩, 应特别注意螺钉的拧紧力矩。此外, 应同时规定内六角螺钉的英制螺纹销应与相应的锥套; 以及还应同时规定公制内六角螺钉或六角螺栓应与相应的CE夹紧衬套(如有)。

表7.2.1: 标准同步带轮和轴的外形和特点

材料	同步带轮形状	同步轴形状	预钻孔 ¹	锥套 ³
灰铸铁、钢	XL ¹ L H XH 5M 8M 14M	XL ¹ L	●	● 特别适用于XL型
铝	XL ¹ T2.5 ² T5 T10 AT5 AT10	XL ¹ T5 T10	●	

¹ 材料取决于直径
² 小直径不得预钻孔
³ 预钻孔或锥套不适用于同步轴

7 设计工具、尺寸和公差

7.3 设计工具



7.3 设计工具

同步带轮

同步带轮的形状应作为相应同步带形状的标准形状，或制造成标准形状。形状及参考标准见1.4节及表1.4.10。通常情况下，标准和专用同步带是区别的。

采用标准产品规格范围内的optibelt ZRS同步带轮可最大程度地降低成本和交货时间。所有铝制、钢制和灰铸铁标准同步带轮都应进行预钻孔或钻有带槽孔（用于连接轴/轮毂）或钻有无槽孔（用于CE夹紧套）。根据要求，这些标准同步带轮可配有成品孔和槽。适用于锥套系统的标准同步带轮基本上采用了铁或灰铸铁材料。

欧皮特产品规格表中列出了标准同步带轮相应的设计、图纸和尺寸。此外，标准同步带轮图纸的最常见文件格式为CAD格式。这些图纸都可从www.optibelt.com上下载。

如果这些标准带轮不适合设计要求或由于环境条件无法采用这些标准产品时，则我们可根据图纸或描述要求来提供非标带轮。标准带轮上随后钻出的具有一定公差等级如H7的成品孔和槽应满足DIN 6885第1部分的要求；该规范同样适用于特制带轮。

如表7.2.1所示，标准同步带轮采用了铝材料且齿形为T和AT型。相比于钢制和铸造带轮，该铝制带轮可降低质量惯性力矩，这对需要持续加速和制动的线性驱动器特别适用。相比于钢制或灰铸铁带轮，在下列情况下大大降低铝制带轮的高磨损性：

- 高负载旋转驱动器，主要指的是动力驱动器，或
- 非常高负载下的驱动器，配有齿侧覆盖有锦纶纤维PAZ层的PU同步带，或

通过在铝制特殊带轮上施加硬涂层。

不管optibelt ZRS同步带的尺寸和设计如何，其都需要进行例如静平衡并要满足G6.3平衡质量的要求。所有侧面都进行了加工的同步带轮通常达不到DIN/ISO 1940规范中规定的平衡质量要求，因此无需再进行单独平衡测试了。

在速度 $\geq 30\text{m/s}$ 或在高达允许的带速下运行的同步带轮，以及驱动器中的未能高于平均运行稳定性的同步带轮例如在低于 $v=30\text{m/s}$ 速度下运行，都应分两次进行额外的动态平衡，并要满足平衡质量G6.3或更高质量要求。

同步带轮公差

平行度

对于必须与孔中心平行的齿，其宽度方向上每毫米的最大偏离为0.001mm。对于英制型号，在宽度方向上每10mm的最大偏离为0.01mm。

圆锥度

在齿顶宽度上，每mm的圆锥度不得大于0.001mm，且不得超过表7.3.3中规定的允许外径公差。对于英制型号，下列要求适用：在齿顶宽度上，每10mm为0.01mm。

表面粗糙度

按照ISO/R 468规范中有关齿侧和齿顶粗糙度要求，表面粗糙度不得超过 $R_a = 3.2\mu\text{m}$ 。

7 设计工具、尺寸和公差

7.3 设计工具



表7.3.1: 轴向跳动公差

外径 d _a [mm]		最大总公差 [mm]	
英制节距	公制节距	MXL, XL, L, H, XH, 5M, 8M, 14M	T2.5, T5, T10, T20, AT5, AT10, AT20
≤ 101.60	≤ 100	0.1	0.1
> 101.60 ≤ 254.00	> 100 ≤ 250	对于外径, 每1mm 为0.001 (不适用 5M、8M、14M)	对于外径, 每10mm 为0.01 (包括5M、 8M、14M)
> 254.00	> 250	0.25mm及对于外径 额外增加了每1mm 为0.0005mm	0.25mm及对于外径 额外增加了每10mm 为0.005mm

表7.3.2: 径向跳动公差

外径 d _a [mm]		最大总公差 [mm]	
英制节距	公制节距	MXL, XL, L, H, XH, 5M, 8M, 14M	T2.5, T5, T10, T20, AT5, AT10, AT20
≤ 101.60	≤ 100	0.1	0.1
> 101.60 ≤ 254.00	> 100 ≤ 250	对于外径, 每1mm 为0.001 (不适用 5M、8M、14M)	对于外径, 每10mm 为0.01 (包括5M、 8M、14M)
> 254.00	> 250	0.25mm及对于外径 额外增加了每1mm 为0.0005mm	0.25mm及对于外径 额外增加了每10mm 为0.005mm

表7.3.3: 外径的极限尺寸

外径 d _a [mm]		允许的外径偏差 d _a [mm]	
英制节距	公制节距	MXL, XL, L, H, XH, 5M, 8M, 14M	T2.5, T5, T10, T20, AT5, AT10, AT20
≤ 25.40	≤ 25	+0.05 0	+0 -0.05
> 25.40 ≤ 50.80	> 25 ≤ 50	+0.08 0	+0 -0.05
> 50.80 ≤ 101.60	> 50 ≤ 100	+0.10 0	+0 -0.08
> 101.60 ≤ 177.80	> 100 ≤ 175	+0.13 0	+0 -0.08
> 177.80 ≤ 304.80	> 175 ≤ 300	+0.15 0	+0 -0.10
> 304.80 ≤ 508.00	> 300 ≤ 500	+0.18 0	+0 -0.10
> 508.00	> 500	+0.20 0	+0 -0.15

最小直径

标准同步带轮的最小直径见OPTIBELT价格和产品信息规格表。

不得低于单个带型和相关张力线的最小带轮直径, 否则可能会降低同步带的使用寿命。

表7.3.4中所规定的为带有钢张力线的重要型号聚氨酯同步带的规定值, 这些值仅供参考。最小同步带轮直径、布置在齿侧和顶面处圆柱形惰轮的最小直径以及所选带型的最小夹紧长度请参考相应的最新技术参数表。这特别适用于第1章及第3、4和5章中的可能设计变量。

表7.3.4: 最小直径和夹紧长度

带型	同步带轮上的最小齿数 z _k	同步带轮的最小有效直径 d _k [mm]	外侧惰轮的最小直径 [mm]	通过加减板固定的最小夹紧长度 [齿]
MXL	10	6.47	15	—
XL	10	16.17	30	8
L	12	36.38	45	6
H	14	56.60	65	6
XH	18	127.34	120	6
T2.5	10	7.96	15	—
T5	10	15.92	30	8
T10	12	38.20	60	6
T20	15	95.49	120	6
AT5	15	23.87	60	6
AT10	15	47.75	100	6
AT20	18	114.59	180	6
5M	15	23.87	60	6
8M	18	45.84	100	6
14M	25	111.41	180	6

7 设计工具、尺寸和公差

7.3 设计工具



惰轮

惰轮在驱动器内不传输动力。线性驱动器和输送驱动器都配有导向惰轮来作为辅助轮。该导向惰轮通常是同步带轮。所有在齿侧运行的惰轮都可作为圆柱形平轮来进行设计，这取决于设计。在顶面运行的惰轮通常采用圆柱形状。

功能不同惰轮类型也不同，其中包括导向惰轮、张紧惰轮、支撑惰轮以及内侧惰轮等。在需要双功能的地方可采用导向和张紧惰轮。

由于附加惰轮会增大带上的弯曲负载以及会增加成本，因此要避免使用它。如果需要使用附加惰轮以及可选择其布置方式时，则惰轮通常应布置在：

- 无负载跨侧，以及
- 内侧

以减少额外的负载。

为此，要遵守惰轮的最小直径要求，正如带轮一样。同步带轮以及圆柱形惰轮的最小带轮直径见技术参数表。如果要求使用寿命长的话，则应避免使用最小带轮直径。惰轮和带轮之间的高度差应尽可能高，以确保同步带的不受限安装以及以减少轴和带轮的未对准（实际中无法避免）偏差影响。

导向惰轮

可采用额外的导向惰轮以增加在单带轮上的接触面（可能会很小）。通过增加齿啮合数量来实现或提高动力传输，从而可减少传送带所需的带宽了。

此外，导向惰轮可使带跨侧绕过障碍物（如有）。

张紧惰轮

对于具有固定中心距的驱动器，可采用额外的张紧惰轮来调整静态带张力。这是确保高的功能可靠性以及最大的动力传输力的前提条件。此外，也可实现同步带的不受阻安装。

在张紧惰轮内侧布置（见图7.3.1）以及小带轮上的齿数相对较少的情况下，张紧惰轮应尽可能远离小带轮，以进行减少与其接触。为简化起见，小带轮和张紧惰轮之间的传动中心距采用 a_1 值：

$$a_1 > \frac{2 \cdot a}{3} \quad [\text{mm}] \quad \text{包含 } a \text{ [mm]}$$

如图7.3.2所示，张紧轮外侧布置时，其应尽可能考虑小带轮，以增加接触面和啮合齿数。外简化期间，可采用下面的距离值：

$$a_1 < \frac{a}{3} \quad [\text{mm}] \quad \text{包含 } a \text{ [mm]}$$

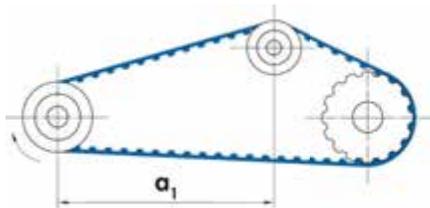


图7.3.1：内侧张紧惰轮的布置

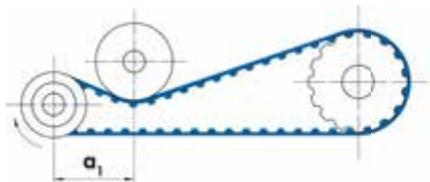


图7.3.2：外侧张紧惰轮的布置

7 设计工具、尺寸和公差

7.3 设计工具



内侧惰轮，建议的传动中心距

在带强烈振荡跨侧，建议采用内侧惰轮。在连续冲击载荷作用下，动力驱动器中的跨侧振动将加剧。特别是相对于两个同步带轮直径 d_w ，应采用较大的传动中心距 a 。由于通常需要指定机器的传动中心距，因此下列传动中心距建议值被称为直径建议值。

$$a < 2 \cdot (d_{wk} + d_{wg}) \text{ [mm]} \quad \text{包含 } d_w \text{ [mm]}$$

经验表明，当相对于带轮直径增加了传动中心距而出现跨侧振动时，则应加大该值。这通常只适用于松边。必要时，内侧惰轮应只能稍微偏离光滑的跨侧，以及不应布置在跨侧中心。

支撑惰轮

支撑惰轮可作为例如输送驱动器两跨侧处的支撑轨，并可减少摩擦损失和磨损。齿侧处的圆柱形支撑惰轮不能直接在齿系统上运行，而只能在光滑的随后加工的楔或optibelt ALPHA SPECIAL同步带上的纵向槽中运行。对于纵向槽，应考虑平稳运行下套管口的影响，使用焊接箔可封闭该套管口。

与一般建议不同的是，支撑惰轮可带有弹簧负载，以补偿由于输送驱动器中输送物品的磨损和高度变化而导致的输送带上的高度变化。

法兰、横向导向装置

必须保护好同步带，以避免其从同步带轮上滑移出来。标准驱动器上可采用下列方法进行防护：

- 带轮上的法兰
- 带有侧板的支撑轨，或
- 位于小型线性单元的滑块上的夹紧板

此外，

- 带有V型导轨焊和V形槽带轮和支撑轨的跟踪同步带
 - 槽位于齿侧以及带有符合槽形状的支撑轨的optibelt ALPHA SPECIAL同步带
- 上述装置主要用在特殊驱动器的输送任务中。

图7.3.3中给出了配有两个同步带轮的驱动器的示意图，其中一个同步带轮配有法兰。如果

$$a \leq 8 \cdot d_{wk} \text{ [mm]} \quad \text{包含 } d_w \text{ [mm]},$$

对于配有两个带轮的标准驱动器，只需要两侧都配有法兰的一个同步带就足够了，以确保同步带轮的安全导向。

对于OPTIBELT产品规格和价格表中所选的标准带轮，小至中等直径的带轮都应在两侧配有带轮。相反地，大直径带轮与较小直径带轮的组合可实现较大的速度比 $\neq 1$ ，因此可采用无法兰设计。

7 设计工具、尺寸和公差

7.3 设计工具



上述公式只是一个简化公式。这适用于稳定运行的驱动器、稳定的外壳结构以及校准好的轴和带轮。如果配有额外的圆柱形惰轮以及法兰的话，根据驱动器的不同布置和几何形状，在一个或多个同步带轮上无需额外配有法兰了。作为在一个带轮或惰轮上布置法兰的替代方法，法兰也可连接到同步带或惰轮上，见图7.3.3中的中间示意图。

上述公式只是一个建议的简化公式。该公式适用于稳定运行的驱动器、稳定的外壳结构以及校准好的轴和带轮。如果配有额外的圆柱形惰轮以及法兰的话，根据驱动器的不同布置和几何形状，在一个或多个同步带轮上无需额外配有法兰了。作为在一个带轮或惰轮上布置法兰的替代方法，法兰也可被固定到同步带或惰轮上，见图7.3.3中的中间示意图。

对于与小带轮直径 d_{wk} 成一定比例的较大的传动中心距，同步带轮应在其两侧都配有法兰。图7.3.3最下面的示意图中给出了两侧配有法兰的双带轮驱动器。

当从轴向观察法兰与一个带轮位于同一侧时，应采用特殊设计的optibelt ALPHA FLEX同步带。

为使同步带的滑动区更顺利地上下通过法兰，对于非常小的带轮直径，它们应被折起 8° 至 25° 或进行倒角。在这两种情况下，必须斜切边缘。在设计中，可避免出现同步带打结现象，从而更好地校准带轮和惰轮了。对于大直径和带型，由于横向负载较大，因此不能通过压入阀安装法兰，而是要拧入到同步带轮上。

当采用了宽度正公差以及留有足够的边缘间隙时，也可选择标准同步带轮法兰之间的距离，以确保同步带轮被不受限安装。有关标准同步带的详细内容也可见1.4节和表1.4.8。

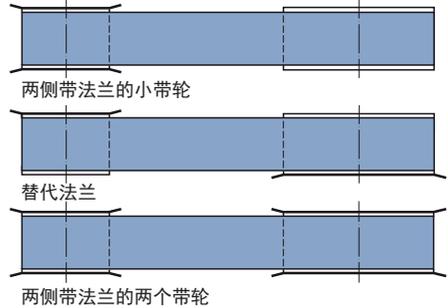


图7.3.3：两轮驱动器上法兰的布置图

夹紧板

如图7.3.4所示，optibelt CP夹紧板上配有八个与形状相关的齿隙，以与optibelt ALPHA LINEAR同步带齿相匹配。相关信息，如尺寸，请参考OPTIBELT产品规格表。同步带的每端都通过一个夹紧板被固定到例如工具滑块的顶面上，如图4.2.1所示。带有可移动电机的线性驱动器如图4.2.2所示。

皮带每端处的夹紧长度应与optibelt CP夹紧板相匹配，以能够传输允许的拉力。与夹紧板啮合的同步带齿的最小齿数 z_{cp_min} 见表7.3.4，或为获得更精确值请参考最新技术参数表。小于规定值需要进行测试验证。夹紧板应平行于同步带的自由侧，以避免同步带在跨侧和夹紧侧之间发生打结现象。

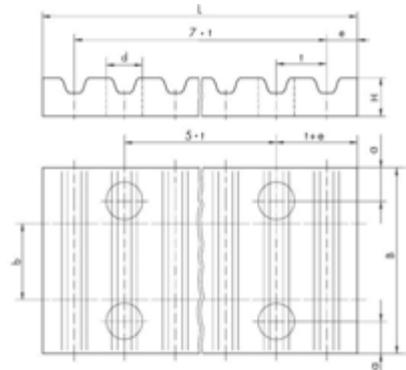


图7.3.4：夹紧板尺寸

7 设计工具、尺寸和公差

7.4 皮带公差



7.4 皮带公差

带公差和长度测量条件包括在同步带条件中，请参考1.4节和表1.4.9。

长度测量条件

下述测量方法适用于环形optibelt ALPHA TORQUE /POWER及ALPHA FLEX同步带。同步带放在两个相应型号的测量轮之间，这两个测量轮具有相同的尺寸且可以自由旋转。一个轮被支撑在固定轴上而另一个安装在平行可调轴上，以改变传动中心距。

施加了测量力的可移动测量轮的示意图见图7.4.1。允许的测量带轮的公差以及测量力值请参考表7.4.1和7.4.2。开始测量传动中心距 α 之前，加载带应至少围绕测量轮转动两圈，使其完全位于测量轮上。表7.4.3中所给出的长度允差 $A_{L_{\text{tol}}}$ 是基于传动中心距的，且理论上只为有效长度公差的一半。有效长度可通过下列公式计算出：

$$L_w = 2 \cdot \alpha + U_w, \quad U_w \text{ 见表7.4.1.}$$

表7.4.1: 通过测量轮来确定带长

带型	齿数 z	有效周长 U_w [mm]	外径	外径的径向 跳动公差 [mm]	轴向跳动公差 [mm]
MXL	20	40.64	12.428 ± 0.013	0.013	0.025
XL	10	50.80	15.662 ± 0.013	0.013	0.025
L	16	152.40	47.748 ± 0.013	0.013	0.025
T2.5	20	50.00	15.400	0.013	0.025
T5, AT5	20	100.00	31.000	0.013	0.025
T10, AT10	20	200.00	61.800	0.013	0.025
T20, AT20	20	400.00	124.500	0.013	0.050

表7.4.2: 通过测量力来确定带长

标准带宽 b_S [mm]	测量力 [N]									
	MXL	XL	L	T2.5	T5	T10	T20	AT5	AT10	AT20
3.2	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4.0	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—
4.8	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6.0	—	—	—	10	20	—	—	25	—	—
6.4	27	36	—	—	—	—	—	—	—	—
7.9	—	44	—	—	—	—	—	—	—	—
9.5	—	53	—	—	—	—	—	—	—	—
10.0	—	—	—	20	40	—	—	50	110	—
12.7	—	—	105	—	—	—	—	—	—	—
16.0	—	—	—	—	60	90	—	80	170	250
19.1	—	—	180	—	—	—	—	—	—	—
25.0	—	—	—	—	90	140	—	125	270	400
25.4	—	—	245	—	—	—	—	—	—	—
32.0	—	—	—	—	—	170	340	160	370	500
50.0	—	—	—	—	—	270	540	250	540	800
75.0	—	—	—	—	—	—	800	—	800	1200
100.0	—	—	—	—	—	—	1100	—	1100	1600

7 设计工具、尺寸和公差

7.5 允差



长度公差

optibelt ALPHA TORQUE及ALPHA POWER的长度公差见表7.4.3，具体取决于传动中心距。测量布置图见图7.4.1。

表7.4.3 ALPHA TORQUE/POWER长度公差

T2.5, T5, T10, T20, AT5, AT10		
同步带长度 L_w [mm]		长度公差 $\alpha_{L\text{Tot}}$ [mm]
> 305	≤ 305	± 0.14
> 390	≤ 390	± 0.16
> 525	≤ 525	± 0.18
> 630	≤ 630	± 0.21
> 630	≤ 780	± 0.24
> 780	≤ 990	± 0.28
> 990	≤ 1250	± 0.32
> 1250	≤ 1560	± 0.38
> 1560	≤ 1960	± 0.44
> 1960	≤ 2350	± 0.52
MXL, XL, L		
同步带长度 L_w [mm]		长度公差 $\alpha_{L\text{Tot}}$ [mm]
> 152.4	≤ 254.0	± 0.22
> 254.0	≤ 381.0	± 0.23
> 381.0	≤ 508.0	± 0.26
> 508.0	≤ 762.0	± 0.31
> 762.0	≤ 990.6	± 0.33
> 990.6	≤ 1219.2	± 0.38
> 1219.2	≤ 1524.0	± 0.41
> 1524.0	≤ 1778.0	± 0.43

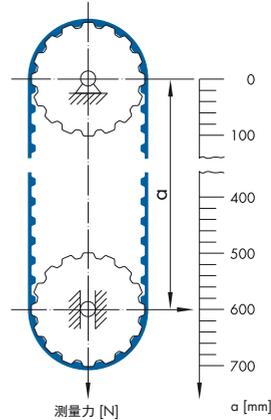


图7.4.1: 带长测量布置图

optibelt ALPHA FLEX、ALPHA LINEAR及ALPHA V同步带的长度公差为±0.5mm/m。只有ALT型皮带的公差为负值，例如ATL10：-0.3/-1.1 mm/m，也可见技术参数表。

宽度公差

表7.4.4: optibelt ALPHA TORQUE及ALPHA POWER的宽度公差

带型	T2.5	T5, DT5	T10, DT10	T20	AT5	AT10	AT20	MXL	XL	L ¹
带宽[mm]或带宽代码	12	25	50	100	25	50	100	025	037	100
带宽公差[mm]	±0.3	±0.5	±0.5	±1.0	±0.5	±0.5	±1.0	+0.5 -0.8	+0.5 -0.8	+0.8 -1.3

¹ 带长为838.2mm时，带宽公差为±0.8mm

表7.4.5: optibelt ALPHA LINEAR/V及ALPHA FLEX的宽度公差

带型	XL	L, H	XH	T5, T10	T20	AT5, AT10	AT20	5M, 8M	14M
带宽公差[mm]	±0.75	±1.0	±1.0	±0.5	±0.7	±0.5	±0.7	±0.5	±0.7

上表中的型号分别表示具有相同节距的型号例如ATK型、ATL型

7.5 允差

表7.5.1和7.5.2中给出了带有或不带有法兰的两带轮驱动器的允差，以确保能够自由安装公差为y及张力公差为x的同步带。同步带轮见标准规格表。

7 设计工具、尺寸和公差

7.6 物质稳定性



在假定同步带的长度公差为正值 a 时，张紧允差 x 表示同步带张力在允许的弹性延伸范围内。如果需要减少允差时，可计算相应驱动器的与负载有关的张紧长度 x_v ，并可使长度公差提高为正值范围。

表7.5.1: optibelt ALPHA TORQUE及ALPHA POWER的最小允差

最小允差	安装距离 y [mm]				张紧长度 x [mm]
ALPHA TORQUE ALPHA POWER	法兰, 安装侧				
	在两个带轮上	在大带轮上	在小带轮上	无带轮	
MXL	11	9	5	a_{tol} a_{tol} 从表7.4.3中查取	a_{tol} + $0.0030 \cdot a_{nom}$ a_{tol} 从表7.4.3中查取
T2.5	16	12	7		
T5, AT5, XL	17	13	8		
T10, AT10, L	22	17	10		
T20, AT20	32	25	15		

表7.5.2: optibelt ALPHA FLEX、ALPHA LINEAR、ALPHA V的最小允差

最小允差	安装距离 y [mm]				张紧长度 x [mm]
ALPHA FLEX ALPHA LINEAR ALPHA V	法兰, 安装侧				
	在两个带轮上	在大带轮上	在小带轮上	无带轮	
T5, AT5, XL	18	14	9	0.0005 · a_{nom}	0.0035 · a_{nom} ALPHA V: 0.0020 · a_{nom}
T10, AT10, 5M, L, H	25	20	13		
8M	27	22	14		
T20, AT20	38	31	21		
14M, XH	55	44	28		

7.6 物质稳定性

有关物质稳定性的数据请参考聚氨酯基本材料以及相关参考文献、经验值以及实验值，例如参考DIN ISO 1817“弹性纤维 – 液体作用的确定”。必须分别考虑张力线和锦纶纤维层。因此，通常建议对所选驱动器进行验证测试。应提前进行简单的膨胀测试。

表7.6.1: 物质稳定性的分类、参考值

+	稳定：一般无或轻微的重量和尺寸变化，在中等负载下不会被损坏。不会对物理值和使用寿命造成影响。
+/-	有条件稳定至不稳定：暴露时重量和尺寸明显改变；是否使用取决于限制条件（例如短时间暴露）。会对物理值和使用寿命造成影响
-	不稳定或易挥发：短时间内会受到严重侵蚀或损坏。快速降解

7 设计工具、尺寸和公差

7.6 物质稳定性



表7.6.2: optibelt ALPHA LINEAR / V, ALPHA FLEX: 热塑性聚氨酯

物质	温度 [°C]	稳定性	物质	温度 [°C]	稳定性
丙酮	20	+/-	硫酸铜水溶液	20	+
氧化铝, 5%水溶液	20	+	甲醇	20	-
甲酸	20	-	甲醇汽油, 混合比15: 85	20	+/-
液氨, 10%水溶液	20	+	二氯甲烷	20	+/-
苯胺	20	-	甲基乙基酮	20	+/-
“正常”汽油	20	+	正-甲基吡咯烷酮	20	-
“优质”汽油	20	+/-	矿物油	80	+
苯	20	+/-	石脑油	20	+/-
硼砂溶液	20	+/-	碳酸钠, 饱和水溶液	20	+/-
硼酸水溶液	20	+/-	氯化钠饱和水溶液	20	+
丁烷	20	+	氢氧化钠, 1-N含水	20	+/-
正丁醇	20	+/-	磷酸钠水溶液	20	+
醋酸丁酯	20	-	脂肪酸钠, 20%水溶液	80	+/-
氯化钙 (I), 5%水溶液	20	-	钠皂脂	20	+
氯化钙水溶液	20	+	油酸	20	+
钙氢亚硫酸盐水溶液	20	+	Palmine酸	20	+
气态氯	20	-	磷酸, 20-70%水溶液	20	+
铬酸, 10-50%水溶液	20	-	磷酸, 85%水溶液	20	+
环己烷	20	+/-	汞	20	+
环己醇	20	+/-	SAE-10油	70	+
柴油	20	+	硝酸, 20%水溶液	20	-
二甲基甲酰胺	20	-	盐酸, 20%水溶液	20	+/-
氯化铁 (III), 5%水溶液	40	+/-	盐酸, 37%水溶液	20	-
乙酸, 20%水溶液	20	+/-	润滑脂	20	+
乙醇	20	+/-	硫酸, 5%水溶液	20	+/-
乙酸乙酯	20	-	硫酸, 20%水溶液	20	+/-
乙醚	20	+	亚硫酸	20	-
甲醛, 37%水溶液	20	+/-	海水	20	+
氟利昂-11	20	+/-	皂溶液	20	+
氟利昂-113	20	+	大豆油	20	+
氟利昂12	50	+	硬脂酸	20	+
氟利昂-22	20	+/-	鞣酸, 10%水溶液	20	+
甘油	20	+/-	松节油	20	-
n庚烷	20	+	四氯化碳	20	+/-
正己烷	50	+	四氢呋喃	20	-
液压油	70	+/-	甲苯	20	-
IRM油901 (1# ASTM)	80	+	1, 1, 1-三氯乙烷	20	-
IRM油902 (2# ASTM)	80	+	三氯乙烯	20	+/-
IRM油903 (3# ASTM)	80	+/-	磷酸三甲苯酯	20	+/-
异辛烷	20	+	水	20	+
异丙醇	20	+/-	水	90	+
氢氧化钾, 1-N水溶液	20	+/-	水	100	-
煤油	20	+	氢	20	+/-
二氧化碳	20	+	石油软化剂	20	+/-
氯化铜水溶液	20	+	二甲苯	20	-

建议进行验证测试。

7 设计工具、尺寸和公差

7.6 物质稳定性



表7.6.3: optibelt ALPHA TORQUE及ALPHA POWER: 铸造聚氨酯

物质	温度 [°C]	稳定性	物质	温度 [°C]	稳定性
丙酮	20	-	硫酸铜水溶液	20	+
氧化铝, 5%水溶液	20	+/-	甲醇	20	-
甲酸	20	-	甲醇汽油, 混合比15: 85	20	-
液氨, 10%水溶液	20	+/-	二氯甲烷	20	+/-
苯胺	20	-	甲基乙基酮	20	-
“正常”汽油	20	+/-	正-甲基吡咯烷酮	20	-
“优质”汽油	20	+/-	矿物油	80	+/-
苯	20	-	石脑油	20	+/-
硼砂溶液	20	+/-	碳酸钠, 饱和水溶液	20	+/-
硼酸水溶液	20	+/-	氯化钠饱和水溶液	20	+/-
丁烷	20	+	氢氧化钠, 1-N含水	20	+/-
正丁醇	20	+/-	磷酸钠水溶液	20	+
醋酸丁酯	20	-	脂肪酸钠, 20%水溶液	80	-
氯化钙 (I), 5%水溶液	20	-	钠皂脂	20	+/-
氯化钙水溶液	20	+	油酸	20	+
钙氢亚硫酸盐水溶液	20	+	Palmine酸	20	+
气态氯	20	-	磷酸, 20-70%水溶液	20	+
铬酸, 10-50%水溶液	20	-	磷酸, 85%水溶液	20	+/-
环己烷	20	+/-	汞	20	+
环己醇	20	+/-	SAE-10油	70	+
柴油	20	+/-	硝酸, 20%水溶液	20	-
二甲基甲酰胺	20	-	盐酸, 20%水溶液	20	+/-
氯化铁 (III), 5%水溶液	40	+/-	盐酸, 37%水溶液	20	-
乙酸, 20%水溶液	20	+/-	润滑脂	20	+/-
乙醇	20	+/-	硫酸, 5%水溶液	20	+/-
乙酸乙酯	20	-	硫酸, 20%水溶液	20	-
乙醚	20	+/-	亚硫酸	20	-
甲醛, 37%水溶液	20	+/-	海水	20	+/-
氟利昂-11	20	+/-	皂溶液	20	+
氟利昂-113	20	+	大豆油	20	+
氟利昂12	50	+	硬脂酸	20	+
氟利昂-22	20	+/-	鞣酸, 10%水溶液	20	+
甘油	20	-	松节油	20	-
n庚烷	20	+	四氯化碳	20	+/-
正己烷	50	+	四氢呋喃	20	-
液压油	70	+/-	甲苯	20	-
IRM油901 (1# ASTM)		+	1, 1, 1-三氯乙烷	20	-
IRM油902 (2# ASTM)	80	+	三氯乙烯	20	-
IRM油903 (3# ASTM)	80	+/-	磷酸三甲苯酯	20	+/-
异辛烷	20	+	水	20	+
异丙醇	20	+/-	水	90	+/-
氢氧化钾, 1-N水溶液	20	+/-	水	100	-
煤油	20	+/-	氢	20	+/-
二氧化碳	20	+	石油软化剂	20	+/-
氯化铜水溶液	20	+	二甲苯	20	-

建议进行验证测试。

7 设计工具、尺寸和公差



7.7 操作、安装及维护、储存及输送期间的影

7.7 操作、安装及维护、储存及输送期间的影

带有OPTIBELT聚氨酯同步带驱动器的正确设计可提供较高的运行可靠性。经验表明运行时间短通常是由于不良安装和维护、不适当的处理、储存和输送、以及不良运行和环境条件所造成的。为了避免上述情况，我们建议要遵守下述说明。

安全操作说明

应采用防护设备对开放式易接近驱动器进行保护，以避免由于接触到驱动器或卷入衣服而造成伤害危险。

运行期间物质和温度的影响

当皮带和带轮之间进入杂质时可能会损坏到同步带驱动器。如果无法避免杂质的进入时，则必须提供合适的防护装置。这同样适用于磨料物质，例如灰尘和/或粘附污染物。

聚氨酯同步带对大多数易腐蚀物质具有一定的抵抗性，见7.6节“物质稳定性”。应在尽可能与最新应用条件下相同的条件下进行测试，以验证聚氨酯皮带、张力线、受到物质或uv射线影响的所有涂层或夹板的相对稳定性或其他方面。这同样适用于例如同步带轮及夹紧衬套（如有）。

聚氨酯同步带的温度适用范围为-30°C至+80°C。工作温度超过50°C时将会降低热塑性聚氨酯的性能。因此必须考虑这一点。当需要在极限温度或超过极限温度场合中运行时，可根据驱动器情况采用特殊设计。

当驱动器上配有封闭外壳时，则应考虑外壳内温度将会升高。需要时，应进行通风处理。

驱动器的安装

驱动器的安装包括同步带轮的安装和首次校准、同步带的安装、带张力的调整、以及带轮和轴校准的最终验证。在此处未包含惰轮及其轴的安装，但如果需要配有这些部件时，其安装应类似于同步带轮和轴的安装方法。如果不遵守安装说明的话，将可能会导致轴和轴承的过早失效和损坏。此外，下面的安装说明是确保驱动器安全的前提条件。有关动力、线性、及输送驱动器静态带张力的一般规定值以及精确值的确定请参考第3、4及5章。这同样适用于用于调整带张力的适用OPTIBELT测量仪器的应用说明。有关同步带轮及OPTIBELT测量仪器的固定的带有图片的更精确描述见OPTIBELT文件“安装和维护”。

安全注意事项

安装以及开始维护前，必须确保当停止驱动机以及固定好从动机后，驱动或输出轴不会发生转动。此外，还应遵守机器制造商所提供的安全说明书。

安装同步带轮

如果采用了夹紧套的话，安全前则必须去掉轴上的油脂且必须插入导向键（需要时）。张紧元件的螺钉必须交叉拧紧或松开。最后，安装驱动器时，当校准好轴和带轮后，应用扭矩扳手调整optibelt TB锥套及optibelt CE夹紧套螺钉的拧紧扭矩。拧紧扭矩见例如相应OPTIBELT产品规格或价格表。

7 设计工具、尺寸和公差

7.7 操作、安装及维护、储存及输送期间的影



带轮和轴的校准

带轮和轴的正确校准可确保同步带在法兰之间能自由运行，降低偏离力，且是将负载均匀分布到所有张力线上及啮合齿的整个宽度上的前提条件。

应进行消除校准期间的下述故障，其典型例子见图7.7.1至7.7.3。

带轮的轴向偏离

• 必须降低平行轴上同步带轮的轴向偏离，以使对面带轮上的齿系统的重叠部分至少等于带宽。运行期间，即使带轮未安装有法兰，皮带仍必须完全在齿系统上运行。

轴的平行布置及角度偏差

• 应在轴平面上测量轴平行度的角度偏差 α 。
• 轴平行度的角度偏差 β 应在与轴垂直的平行上测量，也被称为交错角。

角度偏差 α 应小于表7.7.1中规定的最大允许值，特别是在带宽提高的前提下。如果带轮必须靠的很近或相比于传动距所选的带轮直径较大时，这同样也适用于角度偏差 β 。建议采用配有直径相对于传动中心距较小的带轮的交叉驱动器。

必要时可通过下列公式计算角度偏差值 α ：

$$\alpha = \arctan \frac{a_z}{a} \quad [^\circ] \quad \text{包含 } a_z \text{ [mm], } a \text{ [mm]}$$

对于在轴向方向上已经校准好的带轮，例如 a_z 应与目标磁铁上所测量到的不重合度相匹配而 α 应与目标磁铁和 Optibelt LASER POINTER 之间的距离相匹配，其中该距离基本上等于传动中心距 a 。

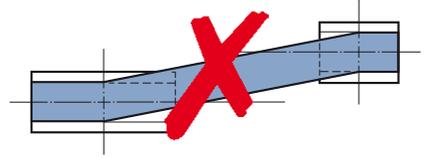


图7.7.1 轴向校准；故障类型：带轮偏离

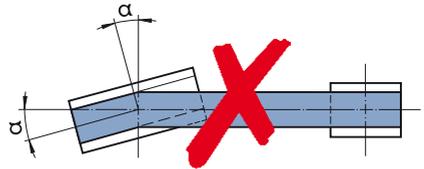


图7.7.2 平行校准；故障类型：角度偏差

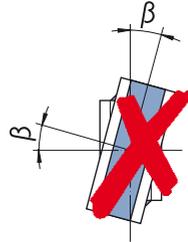


图7.7.3 平行校准、故障类型：交叉

表7.7.1：允许的角度偏差

同步带轮外径 d_o [mm]	允许的最大角度偏差 α, β [°]
≤ 50	0.50
$> 50 \leq 100$	0.25
$> 100 \leq 200$	0.12
> 200	0.06

7 设计工具、尺寸和公差

7.7 操作、安装及维护、储存及输送期间的影



如果超出了偏差极限值，可将会减少同步带的运行时间或导致过早失效。通常情况下，传动中心距越长以及带越宽，校准则必须更精确。

在从一侧可自由接近的驱动器中，通过optibelt LASER POINTER可方便对轴和带轮进行正确校准。optibelt LASER POINTER以及至少三个目标磁铁应通过一个用于带张紧的可调轴被连接到同步带轮的前侧。如果同步带轮采用了例如铝材料，因此该带轮将无磁性，则应采用双面胶带或强力胶可进行固定。

当带轮校准好时，同步带将会具有从一侧跑偏的趋势。在模具成型的环形optibelt ALPHA TORQUE/POWER及ALPHA FLEX同步带中，张力线的螺旋缠绕以及抗拉增强层的扭曲都将会导致上述现象。而对于ALPHA LINEAR开口同步带以及ALPHA V环形焊接同步带则具有较低的跑偏趋势，这是因为与边缘平行的抗拉增强层可起到反扭曲的作用。

同步带的安装

安装同步带前，应调整传动中心距以使同步带可自由滑到法兰上。如果没有提供表7.5.1和7.5.2中规定的安装允差的话，则当一个法兰位于安装侧时，同步带必须与同步带轮一起安装；当两个法兰位于安装侧时，则同步带必须与两个带轮一起安装。在任何情况下都不要施加力来进行安装，这是因为通常会导致同步带中产生目测不到的损坏。在负载下可能会导致过早失效。

静态带张力

静态带张力值 F_T 或延伸率 L_s 的确定和调整见上文第3、4及5章。

安装完成

根据机器的稳定性，除了要检查静态带张力的调整情况，可能还需要检查轴的校准情况，必要时进行校正。

应利用扭矩扳手将夹紧套螺钉按照规定的扭矩值来拧紧。

最后，安装好驱动器罩。

成套同步带

当同步带成对运行或在平行输送机上多条带彼此紧靠布置时，则这些同步带应作为一套带来订购。同步带应从同一制造套管被连续切割下的皮带。如果由于不同的带宽或带设计而无法来自同一套管时，则应来自同一生产批次。它们的长度应相等或在最小公差带范围内。

维护和检查

配有OPTIBELT聚氨酯同步带的驱动器是免维护的。尽管如此，还是需要同步带、同步带轮及例如惰轮进行目视检查的。当发现不确定情况时，应通过测量同步带轮的外径来确定是否磨损。上述要求不适用于带有AT型齿的同步带轮。同步带轮外径和公差见7.3节。

带有抗延伸钢抗拉增强层的聚氨酯同步带是免维护的，因此在其整个使用寿命过程中无需进行检查和调整了。但这不适用于带有芳纶抗拉增强层的同步带，这是因为相比于钢抗拉增强层，该增强层具有较高的拉力损失。

7 设计工具、尺寸和公差

7.7 操作、安装及维护、储存及输送期间的影响



储存和安装

正确地储存聚氨酯同步带可使其性能几年内都不会被改变。不合适的储存和输送条件可能会对聚氨酯同步带造成不利影响。这些因素可能包括氧气、臭氧、极端温度、光线、潮气及溶剂。

这基本上也适用于金属件。由于这些金属件需要与皮带一起储存，因此为简化起见可遵守下述金属件储存说明。

一般条件

聚氨酯同步带应在防照射、防灰尘、干燥、温环境中储存和输送。要尽可能避免高臭氧浓度和高湿度影响。同步带不能与化学品、溶剂、燃油、润滑剂及酸性物质等储存在一起。

温度

储存温度范围为+15°C至+25°C。较低的温度通常不会影响到同步带。由于同步带在寒冷环境中可能会变硬，因此在开始使用它们前应先预热。这将避免损坏和开裂。

储存物品附近的散热器及其管道都必须被罩起来。未罩散热器和管道与储存物品之间的距离应至少为1m。

光线

皮带应避免光线照射，特别是直太阳光照射以及包含高射线的强烈人造光。

臭氧

为避免抽样损坏影响，储存室中不应放置任何可产生臭氧的设施。储存室中不应包含在光合作用下可能会产生臭氧的气体和蒸汽。

湿度

潮湿的储存室是不合适的。灰铸铁和钢带轮应通过磷化处理，以受到灰尘的侵蚀。必须确保无冷凝水产生。最佳相对湿度应低于65%。

储存

必须确保同步带无应力储存，例如无张紧力、压力或其他变形，否则将会导致永久性变形或开裂。

除了非常短同步带套管应被储存在直立位置。套管和单个传动带不得弯曲，以避免损坏到抗拉增强层。套管可彼此放在内侧。如果小型套管放在内侧时，则必须确保套管不会发生弯曲。如果为节省空间需要悬挂储存环形套管或单个皮带时，则主轴直径应至少等于15倍带高度或在配有内侧齿系统的情况下应为涂层厚度的20倍。

如果同步带顶部相互挤压着平躺卷曲储存时，则高度不得超过500mm，以避免永久性变形。

接触到橡胶件时会产生痕迹，因此应避免接触到它们。

清洁

可使用棉布和肥皂水或1:1稀释水来清洁污染的皮带 - 污染严重时应采用未稀释溶剂。不得使用汽油或冷清洁剂。此外，应使用无尖边工具如钢丝刷或螺丝刀来进行清洁，否则可能会对同步带造成机械损坏。清洁金属件时，可使用市售的溶剂型刹车清洁剂。

7 设计工具、尺寸和公差

7.8 损坏类型、原因和措施



7.8 损坏类型、原因和措施

OPTIBELT 聚氨酯同步带的正确设计可确保较长的使用寿命。计划维护期间或过早失效时，皮带、现有涂层及带轮上可能会出现表 7.8.1 至 7.8.3 中所述的损坏。可能的原因以及改正或修正的建议措施见下表。

根据对损坏的评估，建议维护时更换其中一个或全部传动元件。例如，在磨损的带轮上布置一个新的正确安装的同步带将不会实现预期的使用寿命。

表 7.8.1：同步带损坏、原因和措施

损坏	可能的原因	建议措施
带齿侧严重磨损或齿根部开裂或掉齿	带张力不适当、大部分是由于过低造成的。 皮带和带轮的形状不匹配 同步带轮磨损 传动器过载或尺寸小	按照传动计算要求修正带张力 插入匹配的皮带和带轮 更换同步带轮 采取设计措施来减低负载 必要时，重新设计驱动器
带网格区严重磨损	带张力不适当、大部分是由于过高造成的 同步带轮故障	按照传动计算要求降低或修正带张力 更换同步带轮
带侧严重磨损	带轮轴向偏离超出极限值；轴上的水平和/ 或垂直角偏差超出极限值 法兰故障 轴承稳定性不足 法兰距离太小	重新校准轴和带轮 更换法兰 增加轴承或外罩 更换同步带轮
带顶面开裂	环境温度不合适，受到其他物质的影响	保护或隔热驱动器 选择其他合适的带类型
带膨胀	不兼容物质的影响	屏蔽驱动器
运输带开裂	带打结或安装时施加了力 冲击载荷 驱动或输出侧阻塞 运行时受到杂质的影响 齿过载或跳动；驱动器尺寸不正确 由于永久性打结而使带损坏 抗拉增强层被腐蚀 由于带张力不足导致跳齿	确保正确的储存、运输及安装条件 减低冲击负载、选择合适的抗拉增强层， 例如芳纶材料 查找阻塞原因，采取措施或提供滑动离合器 检查或安装保护装置 通过设计措施降低负载，必要时重新设计驱动器 检查驱动器几何尺寸；选择合适的抗拉增强层 消除物质影响；选择合适的抗拉增强层 按照传动计算调整好带张力
带纵向开裂	将带提升至齿和法兰上 带冠惰轮	校准好带轮和轴 检查法兰设计 插入圆柱形惰轮

7 设计工具、尺寸和公差

7.8 损坏类型、原因和措施



表7.8.2: 夹板损坏、原因和措施

损坏	可能的原因	建议措施
顶部涂层开裂	同步带轮直径太小 环境温度不合适, 受到其他物质的影响	选择较薄的涂层、切割涂层、增加同步带轮直径 罩起来驱动器 选择其他合适的表面涂层
顶层涂层膨胀	受到不合适物质的影响	罩起来驱动器 选择其他合适的表面涂层
顶层表面涂层接头处开裂	同步带轮直径太小、张紧力太高 反向运动	增大同步带轮直径、降低涂层强度、采用倾斜式或尖接头设计、无接头 倾斜式接头设计、无接头

表7.8.3: 带轮损坏、原因和措施

损坏	可能的原因	建议措施
法兰分离	不正确或不适合的法兰固定方法 轴和带轮校准不正确	正确固定法兰 重新校准轴和带轮
同步带轮严重磨损	不合适物质的影响 例如刚玉粉 不适合的材料 带轮和皮带形状不匹配	检查或安装外罩 采用经过了表面处理或具有较高材料等级的带轮 安装合适的带轮和皮带

所有版权、知识产品以及其他使用和开发拥有者: ARNTZ OPTIBELT Group, Höxter德国。在通过任何方式进行使用、开发、复制以及向第三方披露本手册内容时必须事先得到Arntz OPTIBELT Group, Höxter德国的书面批准。侵权将根据著作权法追究法律责任。

OPTIBELT所提供的产品是专门面向专业贸易的, 而不是消费者。OPTIBELT建议只能按照OPTIBELT所提供的说明书要求来使用其产品。对于用在飞机或航空系统中的OPTIBELT产品, 本文所述产品和/或应用不适用。如有疑问, 请在使用前联系OPTIBELT公司。OPTIBELT公司将不对用在未规定的系统、产品和/或应用中所造成的后果负责。特别是, OPTIBELT产品不得用在与OPTIBELT公司签订的具体协议规定范围之外的异常、可能会导致健康、安全或环境风险的、或要求苛刻的环境中。

错误和遗漏除外。OPTIBELT公司将不对其所提供信息完整性或正确性、或接受该信息的接受者使用信息的合适性负责。OPTIBELT公司也不会对对于用在与OPTIBELT公司签订协议中规定之外的用途中或由于假定这些信息都是正确和完整的而导致的后果负责。

应完全遵守德国Höxter OPTIBELT有限公司的一般销售条款和条件, 特别是与保留所有权有关的协议, 包括附加和扩展表格。这些条款和条件可从我们的网站<http://www.optibelt.de/agb/de>中免费下载。OPTIBELT公司不接受任何与这些条款和条件相冲突和相偏离的客户自己的条款和条件, 即使OPTIBELT公司没有明确反对它们或无条件实施它们或接受客户所实施的操作。

打印: 414770/1213Hux

OPTIBELT POWER TRANSMISSION (SHANGHAI) CO., LTD
欧皮特传动系统（上海）有限公司

七莘路3599弄5号楼203室

T +86 (0) 21-5768 7465

T +86 (0) 21-5768 7462

E sales@optibelt.com.cn



www.optibelt.com