



## 警告

### 健康与安全警告

在进行更换以前，必须在使链条与系统断开、拆下链条之前采取下述防护措施。

- 1、一定要使电源与传动装置或设备断开。
- 2、一定要佩戴安全镜。
- 3、一定要穿、戴得到使用条件证明、且适当的防护服、安全帽、手套及安全鞋。
- 4、一定要确保工具处于正确的工作条件，而且按照正确地方式使用。
- 5、一定要放松张紧的装置。
- 6、一定要支撑链条，以免链条或其组成部件突然出现意外的运动。
- 7、在完全了解链条的结构之前，不得尝试断开或重新连接链条。
- 8、一定要确保遵守关于正确使用工具的指南。
- 9、不得重新使用单独的组成部件。
- 10、不得重新使用受损的链条或链条零部件。

注意：违反上述规程可能会导致严重的人身伤害或死亡。

简介

Renold Chain 在传动链的操作及维护方面已经积累了一百多年的经验。各种类型设备的设计人员、制造商及用户的参与使 Renold 有能力编写这本具有权威性的指南，本指南旨在教授有关传动链的正确操作、调整、安装及维护的最佳方法，从而在最大程度上延长链条的使用寿命。

如果您需要更多的资料，请与我们的技术及销售人员联系。

需要的工具

利用 Renold 链条拔出器可以断开链条，这种链条拔出器包括：

- 311015, 适用于链条节距不超过 0.5 英寸的轻工业链条。
- 10101, 适用于链条节距介于 0.375 英寸到 0.625 英寸之间的链条。
- 10102, 适用于链条节距介于 0.75 英寸到 1.25 英寸之间的链条。

如果需要连接链条节距不超过 2.5 英寸的链条，则需要一个冲头。

安装一般重量或非常重的链传动装置需要装配设备，比如：起重滑车、吊索、楔块及填充材料等。

其它有用的工具

- 几个内链节与外链节。
- 直尺与/或结实的细线。
- 水准仪。
- 铅垂线。
- 锤子、锉刀、键环等。

准备工作

对工具进行检查，以确保符合一般的传动要求（例如：挠性联轴器、飞轮、传动调整工具）。

检查轴与轴承的状态及刚性（尤其是当以前利用其它传动方法进行过大范围的维修时）。如果有必要，进行更换或校正。

应该对传动轴和从动轴进行检查，以确保它们保持水平、且彼此平行。这同样适用于轴轴（如果有的话）。

在传动装置每一侧的末端，将一个水准仪和可调整的比测杆或测微计放在轴之间。对存在的平行度误差进行校正，并且为可调轴标记一条永久性的基准线。

使链轮或各轴近似校准，并且按照正确的规范装入键。在这个过程中，不要最终固定键。

在使用有分辨率设计的链轮时必须小心，确保每一半的各个面完美地拼接在一起。在最终用螺栓将两部分连接在一起之后，再安装键，否则，键会妨碍正确进行组装，并由此导致调整不当。

应该确保键的头部不会超出链轮。

检查链轮的校准

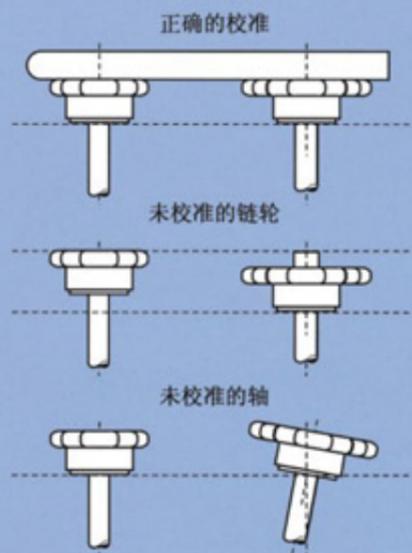
轴与链轮齿面的精确校准能够使荷载在链条的整个宽度上均匀分布，这对于最大限度地延长传动装置的寿命具有重要的作用。



在几个不同的位置用直尺靠近链轮的加工面。以检查链轮的平行度，也可检查链轮是否存在晃动。尼龙或类似材料的线是用来代替直尺的好工具，它尤其适用于较长的中心距离。

如果轴端有“浮动”，则应进行修正，以便确保链轮在“浮动”的中间位置。

如果校准度在最接近的实际限定范围内，则将键定位，并且对链轮的校准进行最终的检查。



重要说明

链轮的设计一定要使其尽可能地靠近支撑轴承。

链条的安装

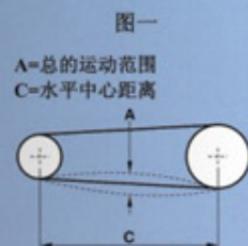
在将 Renold 链条组装到链轮上之前，必须注意：

- 1、链轮的轮齿是否清洁，特别注意：在工作的过程中是否经常存在具有研磨特性的碎屑（例如：水泥灰、焊接飞溅物等等）。
- 2、链壳（如果有的话）下部的临时定位。在空间受限的情况下，经常通过利用在轴之间的空间（过后会被链条占据）来简化大部件的操纵。

确保链条是清洁的，没有碎屑，并且被放置在链轮的周围；如果涉及到已匹配好的多股链，则应遵守说明。在两股或更多股链条中，用链夹或绳滑车把链条的末端拉在一起，这样就可以很容易地在传动装置的中间部分将链条连接在一起。确保滑车的牵引强度足以抓紧链条。链条的重量见 Renold 产品目录中所示。在插入多排链的连接链节时，确保中间链板已被组装好。在链节完全被组装好之前，不要断开用于牵引的滑车。当只有部分链节被穿过内部链节时，松开滑车，会使销轴“张开”。

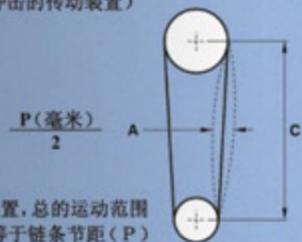
利用在“准备工作”一节中所述的基准线标记来调整链条，以保持轴的平行度。

对于平均中心距离（30-50 x 链条节距）的链条而言，正确的调整是指：在最长跨度的中心点，用手能够按图示“A”尺寸移动链条。



$$\text{总的运动范围“A” (毫米)} = \frac{C \text{ (毫米)}}{K}$$

式中 K=25 (平稳的传动装置)  
=50 (有冲击的传动装置)



对于立式传动装置，总的运动范围“A”应该大致等于链条节距(P)的一半。

在任何情况下都应该避免过度张紧。

链壳

- 固定链壳的下部，应与轴保持同心。
- 选择适当的固定件及支架，以确保其刚性。
- 将供油及回油管道系统和传动装置安装到油泵上。
- 组装链壳的上部。
- 向油底壳注油，检查油是否能够被输送至链条。

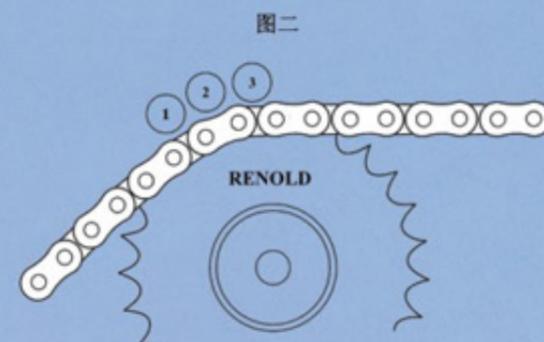
链条的调整

为了最大限度地延长链条的使用寿命，必须通过某种形式对链条的长度进行调整，最好通过移动其中一根轴来进行调整。参见图三所示。如果不可能使轴运动，则建议用一个可调整的导向链轮与不承载的一股链条啮合。通常情况下，导向链轮应该与主动链轮具有相同数量的轮齿，同时还应该注意确保速度不得超过规定的最大额定速度。

应该定期对链条进行调整，这样，当一股链条张紧时，松弛的一股链条能够在中间点被移动一段距离“A”。参见在本页上的图一。

为了满足偏心装配的需要，在大链轮旋转一整圈的过程中都应尝试着对链条进行调整。

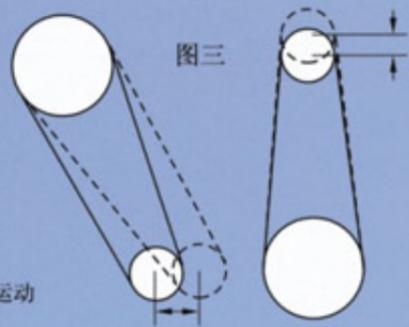
正如这些图中所示，可以通过移动其中一根轴或者通过使用导向链轮达到调整的目的。通过任何一种方法进行调整的程度应该足以吸收等于两个节距或者超过标称链条长度百分之二（以最小值为准）的链条磨损。



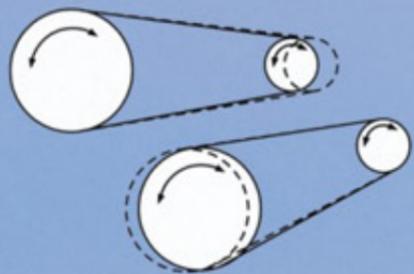
如果将导向链轮用于调整，则应将其放在链条未承载的一侧，最好靠近从动链轮，并且用齿轮同链条的外侧啮合。在它和最靠近的链轮之间，应该在一开始有至少三个轮齿的链条啮合以及不少于四个节距的链条的自由长度。参见上图二。

一般情况下，任何导向链轮的轮齿数目应该不少于最小的链轮，应该注意保证其速度不超过建议的最高速度。如果有必要，在同一个传动装置上可以使用多个链轮，由此满足所有可能的调整要求。

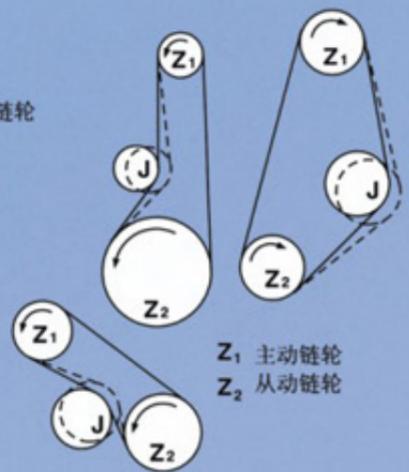
导向链轮的所有固定件都应该是刚性的；如果进行手动调整，则在完成调整之后，运动部件必须被牢固地锁定到位。



图三  
通过轴的运动  
进行调整



通过导向链轮  
进行调整



Z<sub>1</sub> 主动链轮  
Z<sub>2</sub> 从动链轮

自动调整  
也可以提供自动调整，但是，这种调整方式通常需要对情况进行具体的研究，从而提供一种适当的设计。

### 试验运转

基于下述原因，建议对传动装置执行一次简单的试验运转：

- 1、调节润滑油至链条的输送；
- 2、避免链壳及管道系统漏油；
- 3、检查任何异常的噪声或振动。

### 维护计划

为了达到最长的使用寿命，链条的定期维护是非常重要的。如果传动装置的规格及安装正确，预计链条能够持续工作15,000个小时左右。

建议采用下述维护计划。

#### 在三个月之后

- 检查链条的调整；如果有必要，进行校正。
- 更换润滑油、润滑油过滤器，并且清洁油底壳。

#### 每年一次

- 执行上述检查。
- 检查侧链板上的磨损。
- 检查链条的伸长情况。
- 检查组成部件是否清洁。
  - 清除累积的灰尘或异物。
- 检查轴和链轮的校准。
- 检查链轮上的磨损。
- 检查润滑剂的状况。
- 检查润滑系统。
  - 供给管未被堵塞。
  - 遵守润滑计划的规定（手动润滑）。
  - 滴速足够大（滴油系统）。
  - 油位正确（油滴、油槽及油盘系统）。
  - 泵正常工作（流动系统）。

### 链条的保护

在安装之前，一定要将新的Renold链条存放在其包装盒与/或包装袋中。Renold链条在工厂中已经得到过润滑，但是这种润滑并不能够满足露天应用的要求，尤其是对于包含盐水的大气环境。

经过润滑，但没有防护的链条会受到砂和其它物质的污染，它们会损害链条，而且很容易阻塞滤网、过滤器和油管。滚子链是一系列高精度的轴承；如果在正确的条件下搬运、存贮，它将达到最佳的性能。

### 润滑

应该保护Renold链传动装置，避免灰尘与水，并且应该使用优质、无碱的石油基润滑油定期进行润滑。正如我们已经说明的那样，定期更换润滑油是有必要的。由于重油和润滑脂通常过硬、且无法流至链条的工作面，因此不应使用。

必须注意确保润滑剂能够到达链条的承载部位。通过将润滑油导入内链板与外链板之间的空隙（最好在链条的尾段链进入链轮的部位）。

下表说明了不同环境温度下适用的润滑剂的粘度。

环境温度 摄氏度	润滑剂 SAE	等级 BS4231
-5到+5	20	46到68
5到40	30	100
40到50	40	150到220
50到60	50	320

对于上述温度范围内的大多数应用而言，多级通用的SAE 20/50润滑油都是适用的。

### 润滑脂的应用

如上所述，不建议使用润滑脂。

但是，如果必须使用润滑脂，则应注意以下几点：

- 将链条的速度限定为4米/秒。
- 把普通的润滑脂涂抹到链条的外表面只会密封住承载表面，润滑脂无法进入链条内部发挥作用。这会导致链条过早出现损坏。必须将润滑脂加热到能够流动的状态，将链条浸没在其中，使链条浸湿，直到气泡停止上升时为止。如果采用这种润滑系统，则根据不同的传动装置、传动功率及速度，链条需要定期清洗，并且每隔一段时间应重新润滑。

### 特殊的环境温度

如果温度上升到250℃，那么诸如在石油溶剂油或聚二醇载体中的胶态石墨或MoS<sub>2</sub>（二硫化钼）等固体润滑剂是最适用的。

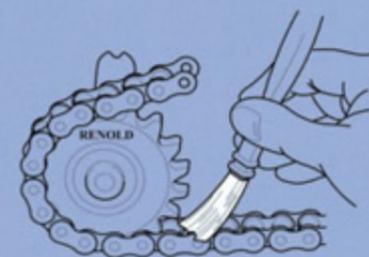
相反而言，在-5℃到-40℃的低温下，必须在开始使用特殊的低温润滑脂，然后再使用油类润滑剂。润滑剂的供应商会给出建议。

### 润滑方法

润滑链传动装置共有四种基本方法。我们所建议的润滑方法见“负载特性图”中所示，这是由链条的速度和传动功率决定的。

#### 第一类，人工润滑

用刷子或油壶定期涂抹润滑油，最好每工作八个小时润滑一次。润滑油的用量及润滑的频次应该充足，以确保链条被润滑剂浸湿，并且使清洁的润滑剂能够渗入链条的接合面。

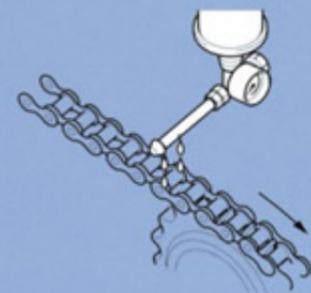


在某些情况下，抹涂润滑剂是符合要求的，但是很重要的一点是：润滑剂应该是得到应用许可的类型，例如：由Renold提供的产品。

这种润滑剂渗入销轴/套筒/滚柱的间隙；当链条保持静止时，它能够克服往下滴或往下流趋势，当链条移动时，它可以避免离心式“抛洒”。

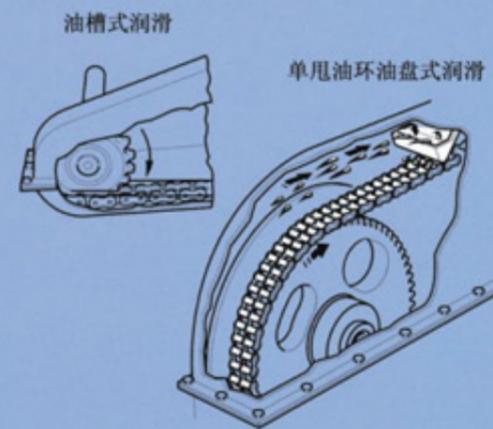
#### 第二类，滴油式润滑

油滴从滴油式润滑装置中直接滴到链板的边缘之间。润滑油的用量及润滑的频次应该充足，以确保润滑剂能够渗入链条的接合面。



#### 第三类，油槽或油盘式润滑

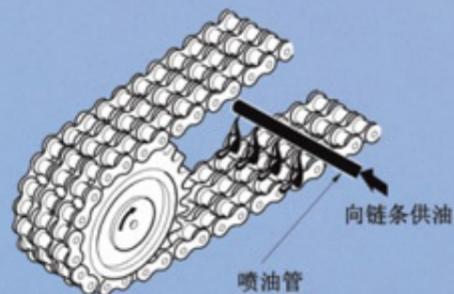
在采用油槽式润滑时，底部的一股链条通过传动装置外罩内的油底壳。油位应该能够覆盖链条在运转过程中的最低点。



在采用甩油环油盘式润滑时，也使用一个油槽，但是链条在油面的上方运转。油盘从油底壳中取油，并且通过倾斜板将油倒在链条上。如果采用这样的油盘，那么应该将它们的圆周速度设计为180到2240米/分。

第四类，流动式润滑

从一个循环油泵或中央润滑系统不断供油，油被输送到链条上。确保出油的喷射孔与链条的边缘对齐，这是非常重要的。喷油管的位置应该使油在喷射管与主动链轮啮合之前恰好被输送到链条上。



这样能够保证润滑剂在进入链条时保持离心状态，而且有助于缓冲滚柱在链轮齿上产生的冲击。流动式润滑还能够提供有效的冷却，并且减小高速运转时产生的冲击。因此，严格遵守规定的润滑方法是非常重要的。

温度的影响

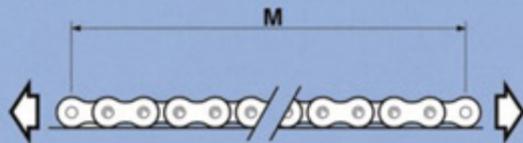
在运转过程中，在传动系统中的一个重要控制因素就是链条与链壳的温度。根据传动应用所处的恶劣环境以及持续的使用时间等因素，可能需要对润滑方法给予特别的注意。

尽管在某些条件下，链条一般在高达250℃左右的高温下仍然能够实现可接受的性能，但是，由于润滑剂的限制，链条的温度不应高于100℃（如果可能的话）。一个能够提高润滑效率及其冷却效果的方法就是：增加润滑油的容量（每股链条每分钟4.5公升），同时提供一个能够使润滑油在外部冷却的途径。

测量链条磨损

对于链条磨损的一种直接测量就是超出链条标称长度的伸长，因此，通过按照以下说明进行长度的测量就可以确定链条的磨损情况。

- 将链条放在一个平面上，链条的两端应该在一个内链节（零件编号4）处断开；在将链条的一端固定后，在另一端上连接一个螺丝扣和一个适当固定的弹簧秤。
- 通过螺丝扣施加张力荷载，其大小为：
  - 单排链： $P^2 \times 0.77$  牛顿
  - 双排链： $P^2 \times 1.56$  牛顿
  - 三排链： $P^2 \times 2.33$  牛顿
 其中，P为链条节距（单位：毫米）



对于节距加长的链条（例如：具有相同的断裂载荷和双倍节距的链条），施加一个与同等短节距链条相同的测量荷载。

除了采用螺丝扣和弹簧秤之外，还可以选择一种替代方法，即：将链条垂直挂起，然后在下端附加同等的重量。

- 以毫米为单位测量长度“M”（参见图中所示），采用以下公式可以从中得到伸长的百分比：

$$\text{伸长百分比} = \frac{M - (X \times P)}{X \times P} \times 100$$

其中，X=被测量的链条节距数目

P=链条节距（毫米）

- 通常，当伸长百分比达到百分之二（对于节距加长的链条为百分之一）时，链条的有效使用寿命即终止，应该更换链条。如果传动装置不允许进行调整，则报废的限定值更低，这取决于传动装置的速度及设计。伸长百分比可供参考的数据为百分之0.7到百分之1.0之间。

Renold链条磨损尺

大多数常用链条节距规格的Renold链条都可提供易于使用的链条磨损尺。有关详细情况，请向您所在地的销售中心查询。

铆接链

节距不超过63.5毫米（2.5英寸）的传动链

- 将外链节（第107号）的销轴穿过链条待连接的内链节。对于多排链而言，还应同时组装中间链板。
- 在组装单独的外链板时，为外链节（第107号）提供支撑。它依靠作用力配合，交替在每一个销轴上用空心冲头将它推到销轴上。一直推到有肩销轴的肩部。如果销轴没有肩，则将链板推到在外链节与内链节之间与邻近链条的间隙相似的部位。

链条长度的改变

只要有可能，在设计所有的传动装置时都应该允许足够的总体调整，从而确保在链条的有效寿命中始终能够使用偶数个节距。不得将弯板链节用于高冲击载荷或高速链传动装置。

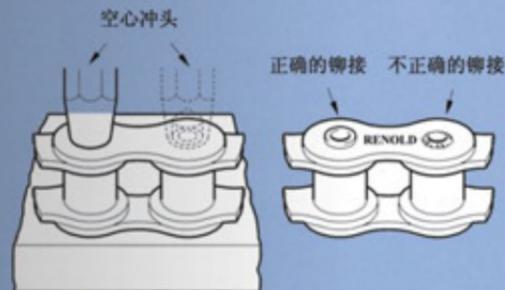
如果条件不算太恶劣（即：没有其它任何溶液，不可避免地要使用弯板链），图中所示为可能达到的长度改变。

具有偶数个链节的链条需要配置一个弯板链节，从而实现对一个节距的改变。

具有奇数个链节的链条包括一个弯板链节，为了实现对一个节距的改变，必须将它拆下。

拆下图中所示为深色的部件，并且用图中所示为浅色的部件代替它们，这样就可以使一根链条缩短或伸长一个节距。

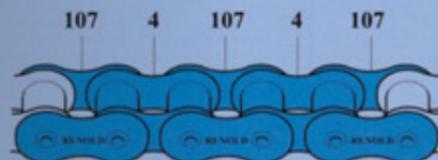
在拆卸之后，不得重新使用依靠压力配合进行组装过的任何接头。一定要使用新的接头。



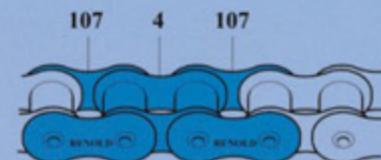
工作台或坚固的支撑物

- 仍然支撑住外链节（第107号），铆接销轴的末端，注意在展开时保持整洁、一致，使外表与邻近链条的铆接销类似。使销轴末端展开所需要的作用力会随着链条的节距不同而发生变化；在铆接时，一定要避免过大的作用力。除了必须在现场进行链条的最终连接外，应该在工作台上执行该作业。
- 检查刚刚装配好的链节是否被自由地铰接在邻近的内链节中。

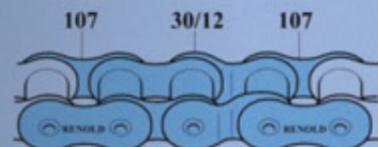
使用两个第30号弯板链节（如果没有第30号，则使用第12号）



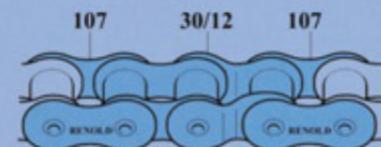
使一根具有偶数个链节的链条缩短一个节距



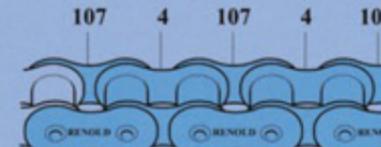
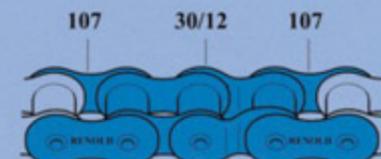
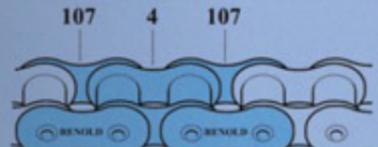
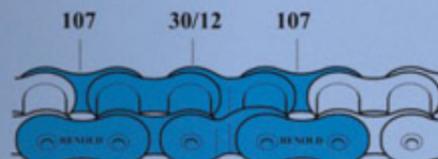
使一根具有偶数个链节的链条伸长一个节距



使一根具有奇数个链节的链条缩短一个节距



使一根具有奇数个链节的链条伸长一个节距



## 链条的组合与匹配

如果需要两股或多股传动链在一个通用的传动或输送装置中并排运转，则任何这种应用都可能涉及到链条的组合或匹配，这样的应用一般可以分成以下几类：

### 输送及类似应用的长度匹配

如果必须对传动链进行长度匹配，则应按如下方法处理：

- 视情况将链条准确地测量到介于3米到8米之间可处理的长度，然后选择提供两（或者更多）股传动装置，使其总长度的一致性误差在最小的限定范围内。但是，该长度一致性并不一定适用于在链条中间的任何部分。不过，所有中间部分（无论是沿着传动装置、还是横跨过传动装置）的实际长度的差异都不会超出我们一般的制造限度。然而，特制的传动链通常是按照具体的订单制造的，这些一般是在一个生产流程中完成的，因此，假设中间部分的长度差异比较小，这是合理的。
- 链条是成套提供的，它们的总长度一致性在合理的小限定范围内，而且也在我们一般的制造限度内。应该注意：在不同的时间按照不同的订单提供的成套链条的长度与最初提供的链条也许不会完全相同，但是长度差异不会超过我们的正常误差范围，即：**0.0% +0.15%**。

### 传动装置链条的节距匹配

节距匹配的链条是从较短的子链段（通常为300毫米到600毫米长）中得到的，首先进行测量，然后按照长度分等级。每一个等级中的所有子链段的长度都差不多，构成成套链条上一个链节组的链段是从相同长度等级中选取的。

然后，足够数量的链节组被连接起来，形成一套节距匹配的链条，或者，如果这样得到的长度过长、不方便处理，则为客户构成一组可处理的链段，从而最终可以将其组装成一套节距匹配的链条。在链条上附有相应的标签，从而确保按照正确的顺序将它们连接在一起。

### 可处理长度的标识

	处理长度1	处理长度2	处理长度3
A股	A-A1	A1-A2	A2-A3
B股	B-B1	B1-B2	B2-B3
C股	C-C1	C1-C2	C2-C3

较长的链条是由链段组成的，在每个链段的末端链节上有编号。在连接链段的时候，应该将具有同样编号的末端链节连接在一起。如果需要两股或多股的成套链条同时运转，则除了编号之外，每一股链条每一个链段的末端链节上都印有字母。必须通过末端链节为每一股链条的链段识别正确的前后顺序，并且按照指示进行连接。

通过这些方法，一股链条的任何中间部分的实际长度（测量从任何一个节距到另一个节距的距离）与其它各股链条上横向等同部分基本一致，一般在**0.05毫米**内（这取决于链条节距的尺寸）。

## 特殊传动链的节距匹配

（当链条上安装有附件时）

除了加长销轴之外，由于存在其它误差（弯曲、开孔等等），因此不可能使附件孔的节距匹配到很小的限定范围内。

### 彩色编码

如果客户希望对其链条进行匹配（比如为了在现场安装特殊的附件），Renold按照规定的公差带用颜色对较短长度的链条进行编码。一般使用红色、黄色或绿色的油漆标志，从而分别指示公差带的下部三分之一、中部三分之一和上部三分之一。对于更小的公差带，可以使用其它颜色，但是一般情况下最多五种颜色就足够了。

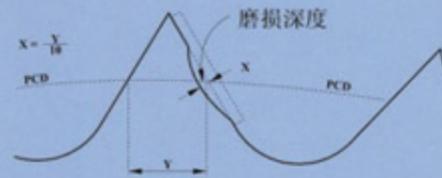
颜色	红色	<b>0.05%</b>
	黄色	<b>0.10%</b>
	绿色	<b>0.15%</b>
	蓝色	适用于更
	白色	小的公差

## 维修与更换

### 链轮

齿面检查可以说明已经发生的磨损的程度。如下图所示，在正常情况下，与每一个链轮齿上的节距圆直径相关的被磨光的磨损带是显而易见的。

如果磨损深度“X”已经达到相当于“Y”尺寸**10%**的程度，则应该执行更换链轮的步骤。如果在齿面出现这种程度磨损的链轮上使用新链条，则会对链条造成快速磨损。



应该注意：在正常的工作条件下，如果润滑得当，那么在使用几根链条之前不会出现“X”程度的磨损。

## 链条

按照惯例，链条的维修并不是必须的。如果链条得到正确的选用及维护，那么链条会在很长一段时间（大约**15000**个小时）逐渐出现磨损，但是，它并不应该发生故障。通过在第82页上详细说明的伸长长度检查可以说明剩余的使用寿命。

如果传动链由于过载、被卡住或者爬上链轮的轮齿等原因而受损，则应小心地把它从传动装置上拆下，并且彻底地进行外观检查。清除润滑油脂和润滑油，以便于作业。

根据损坏的程度，可以通过更换链节（见第5页上所述）进行临时的维修。但是，这并不能够保证链条消除过应力，链条很容易在以后发生故障。因此，最好的方法就是排除导致故障的原因，并且安装一根新链条。

如果一根链条已经坏了两次或更多次，那么它肯定还会再次损坏。如果不能立即进行更换，则维修链条，但是应尽快更换。

基于下述原因，应该更换整根链条：

- 由于系统或设备的停产时间而导致的成本通常会超过更换链条的成本。
- 把一部分新的或者已经用过的链段或接头组装到有故障的链条中会引发振荡及负载冲击。这可能会导致链条很快出现故障，同时还会加速链条及其链轮的磨损。

## 组装连接链节

在把一个连接链节与一块滑动配合式外链板组装在一起的时候，必须将该链板向下推到销轴上，以便插入紧固件。一定要保证第27号弹簧夹（见第5页第26号接头上所示）的闭合端与旋转方向一致。

对于压入配合式连接链节，必须将外链板一直向下推，直到将其推到销轴上，以便于插入两个开口销，但是不要推入过多，避免接头过紧。

通过上述步骤就可以完成三件重要的事情。

- 在整个链条宽度方向的链板之间保持需要的间隙。如果将外链板向下推入过多，则接头会受到“挤压”，这样润滑剂将无法到达承载面。对接头造成的“挤压”会阻碍链条围绕链轮的自由铰接。
- 将一个连接链节正确地组装到链条中，这能够确保平稳的啮合，将振荡降至最低。
- 确保开口销或弹簧夹在侧链板上的位置合适，并且使弹簧夹的闭合端位于正确的方向，这样它们更不容易松动、脱落。

## 安全警告

### 连接链节

在高速运转或恶劣的条件下，不应使用第11号或第26号接头（滑动配合）。在此类或者同等的条件下，为安全起见，必须使用第107号铆接链节（过盈配合）。

### 良好设计规范

对于在恶劣条件下高速运转的装置或传动装置而言，为了确保安全性，一定要使用正确铆接的外链节（第107号），而不是任何其它形式的链条接头。

其它连接器和弯板链节（第12号和第30号）的使用应该仅限于低负载、非关键性应用以及绝对无法避免节距数目为奇数的传动装置。

只要有可能，传动装置应该允许足够的总体调整，从而确保在链条的有效寿命中始终能够使用偶数个节距。只能在没有其它办法的时候才能使用弯板链节接头。

## 健康与安全警告

在进行更换、维修或长度变更以前，必须在使链条与传动装置断开、拆下链条之前采取下述防护措施。

- 1、一定要使电源与传动装置或设备断开。
- 2、一定要佩戴安全镜。
- 3、一定要穿、戴得到使用条件证明、且适当的防护服、安全帽、手套及安全鞋。
- 4、一定要确保工具处于正确的工作条件，而且按照适当的方式使用。
- 5、一定要放松张紧的装置。
- 6、一定要支撑链条，以免链条或其组成部件突然出现意外的运动。
- 7、在完全了解链条的结构之前，不得尝试断开或重新连接链条。
- 8、一定要确保遵守关于正确使用工具的指南。
- 9、不得重新使用单独的组成部件。
- 10、不得重新使用受损的链条或链条零部件。
- 11、对于使用弹簧夹（第27号）的低负载传动装置而言，一定要确保弹簧夹的安装正确，即：闭合端应指向运动方向。

故障处理

故障	可能的原因	解决方法
链条爬上链轮轮齿或者从链轮轮齿上脱落。	<ul style="list-style-type: none"> <li>链条或链轮被磨损</li> <li>链条过度松弛</li> <li>链条在链轮上包角太小</li> <li>在链轮轮齿的间隙中聚集有异物</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>如果有必要，更换链条和链轮。</li> <li>调整中心距离或者引入一个导向链轮来吸收链条的松弛。如果允许的话，缩短链条。</li> <li>对于传动比较大的传动装置，主动链轮可能没有足够多的轮齿来吸收工作张力。如果不能改变传动装置，则引入一个导向链轮来增大链条的包覆范围。</li> <li>清除链轮轮齿上的所有物质，使链条能够正确啮合。</li> </ul>
链传动装置运转发热	<ul style="list-style-type: none"> <li>润滑方法或润滑剂的种类不适合运转速度及动力传动</li> <li>润滑不足</li> <li>链条连接撞击障碍物</li> <li>为运转速度和动力传动所选择的链条规格不正确</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>关于正确的润滑方法，请查看产品目录中的“选择表”。</li> <li>按照《良好维护规范》增加润滑的频次。</li> <li>排除障碍物。</li> <li>由于可能需要同等承载能力的小节距链条或者多股链，因此，检查链条的选择是否正确。</li> </ul>
链条伸长 (在链条的使用寿命中，长度逐渐增加是正常的)	<ul style="list-style-type: none"> <li>润滑问题</li> <li>过载</li> <li>轴承移位</li> <li>张紧装置故障</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>更换链条和链轮。</li> <li>检查润滑、传动装置的配置及负载。</li> <li>通过检查松弛程度来监测在2到3个月中的伸长情况。</li> <li>如果问题依旧存在，请联系我们的技术人员，以便得到建议。</li> </ul>
链条僵硬，开始出现振荡	<ul style="list-style-type: none"> <li>链条或链轮被磨损</li> <li>链条过度松弛</li> <li>负载过大、冲击载荷</li> <li>中心距离过长</li> <li>一个或更多的接头变硬</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>更换链条和链轮。</li> <li>如果有可能，调整中心，或者引入一个诸如导向链轮等吸收装置。还可以将链条缩短一个或多个节距。</li> <li>减小负载。</li> <li>在较长的中心距离上附加一个导向链轮。</li> <li>拆下或维修变硬的接头。</li> </ul>

故障处理

故障	可能的原因	解决方法
噪音过大	<ul style="list-style-type: none"> <li>链轮未被校准</li> <li>润滑不足</li> <li>轴承被磨损或者配合不当</li> <li>链条过松或过紧</li> <li>链条或链轮被磨损</li> <li>接头过紧</li> <li>过大的冲击载荷</li> <li>链条节距的尺寸过大</li> <li>链条通道受阻</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>由于未校准而引发异常负载及磨损。重新检查校准，以保持正常的传动状况。</li> <li>改进润滑方法，以确保在承载部位可以提供足够数量的润滑剂。</li> <li>由于这些轴承会影响整个传动装置，因此应该更换或校正轴承。</li> <li>如果有可能，调整中心距离，或者引入一个导向链轮。</li> <li>更换链条；如果有必要，更换链轮。考虑淬火轮齿。</li> <li>更换或维修接头。</li> <li>减小负载，或者引入一个导向链轮。</li> <li>检查所选择的链条，或者联系我们的技术人员。</li> <li>排除障碍物。</li> </ul>
链轮轮齿的工作面严重磨损。 (外表被磨亮是正常的)	<ul style="list-style-type: none"> <li>润滑不良</li> <li>存在有研磨作用的物质</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>改进润滑方法。(参见有关润滑的内容)</li> <li>检查是否存在异物，并且清除异物来源。如果有必要，更换链轮及链条。</li> </ul>
销轴脱落	<ul style="list-style-type: none"> <li>系统的承载超过链条的承载能力。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>查看“千瓦额定值表”，以确定是否已经超出链条的承载能力。如果无法改正承载情形，可能需要使用节距较大的链条或者多股链。</li> </ul>
滚柱或套筒失效	<ul style="list-style-type: none"> <li>在高速运转时超出链条的承载能力，由此导致链轮轮齿受到冲击。</li> <li>在滚柱直径外侧的轮齿印记</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>检查传动装置的选择。可能需要使用节距较小的链条、多股链或者具有更多轮齿的链轮。</li> <li>如果滚柱上有轮齿印记，则调整中心距离。</li> </ul>

## 故障处理

故障	可能的原因	解决方法
链条上存在锈蚀	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 润滑不足。这还会影响接头，接头会变色（从浅色变成深褐色），而且还可能会变得粗糙、出现凹槽或者被划伤。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 拆下几个接头，检查组件是否未受到严重的损坏。视需要更换链条和链轮。改进润滑方法。</li> </ul>
侧链板脱落	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 由于链条的承载反复超过其承载限制而导致疲劳破坏。</li> <li>■ 冲击式传动情形也会导致疲劳破坏。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 检查传动装置的选择。可能需要使用节距较大的链条或者多股链。</li> <li>■ 如果不属于上述情况，则检查是否存在过度松弛。这可能标志着链条和链轮受到磨损。如果有需要，进行更换。</li> </ul>
侧链板受到磨损	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 在链板内侧的磨损是由于链轮未校准而导致的。</li> <li>■ 在侧链板顶部的磨损是由链条与链壳或某些障碍物之间的摩擦而导致的。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 检查、并调整链轮与轴的校准。</li> <li>■ 通过移走障碍物消除导致摩擦的原因，或者通过附加一个导向链轮来控制链条的松弛。</li> </ul>
在链轮轮齿侧面出现磨损	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 传动装置未校准</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 检查、并校正链轮与轴的校准。</li> </ul>

### 早期滚子链/套筒链的开发

随着工业革命带来的进步，人们对于高性能链条的需求是产品不会停滞不前的坚强后盾。简单回顾一下十九世纪八十年代的专利，人们会有这样的印象，即：那时的链条与现在的链条没有什么区别。

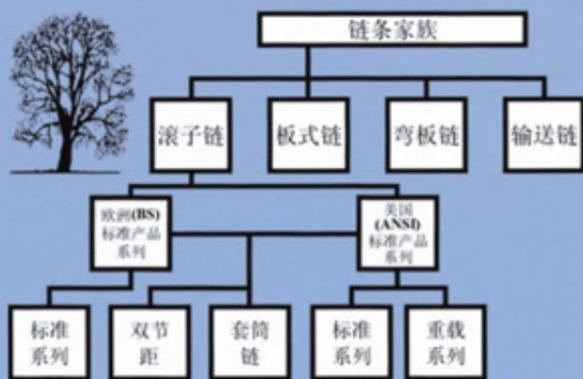
在概念上，这是正确的。然而，由于设计知识、材料合成及生产工艺等因素，早期链条的性能在很大程度上受到局限。例如，为了使圆形零部件达到更小的误差，汉斯·瑞诺德（Hans Renold）发明了无心磨床，而且他一度让整个部门专事在进一步加工之前将冷拔棒材研磨到需要的尺寸。

当时的科学技术所存在的缺陷意味着：与现在的链条相比，当时链条的强度重量比很低、节距控制不稳定、啮合特性差，而且容易出现集中载荷，由此导致承载压力过高、并且出现磨损和故障。链条日益增加的应用使我们的生产工艺不断被提高，而热处理技术的引入使Renold链条得到改进，从而能够满足这些新出现的更严格的要求。

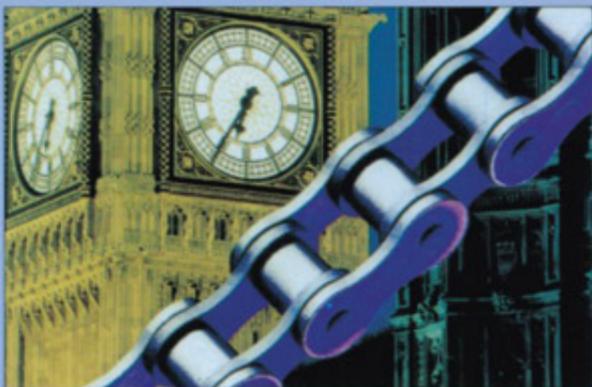
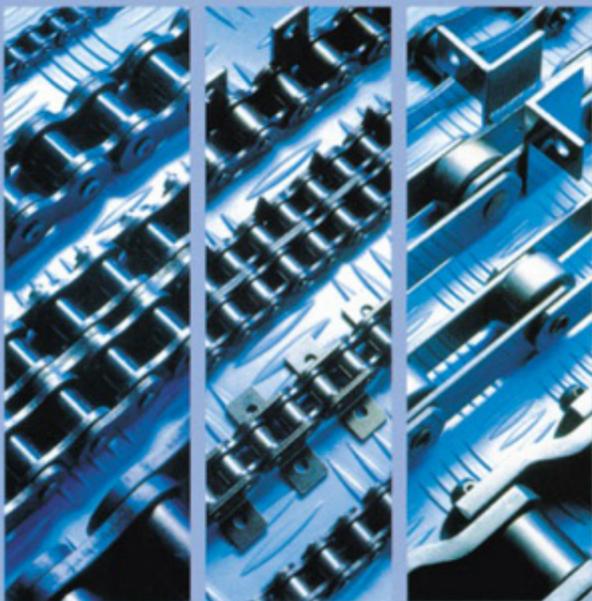
### 现代链条

现在，我们可以提供许多种类的链条。其中一些链条属于产量非常小的产品，例如：用于核废料处理的链条。诸如摩托车链条等其它产量非常高的链条只是下图中所示的主要产品类别中的其中一个分支。

在链条种类的最顶层，输送链可能是最难划分的，这是因为大多数的链条都可被用于输送。但是，被称作“输送链”的此类产品的典型特征是：较长的节距、较大直径的滚柱以及着重于抗拉强度、而不是抗疲劳寿命。



和输送链一样，由于弯板的存在会缩短抗疲劳寿命，因此，弯板链也仅被设计用于低速运转。这种链条经常被用于恶劣环境条件下的输送场合，例如：矿石开挖。



板式链在结构上与以前的 Galle 链条类似，唯一的不同点是：在销轴的整体宽度方向，链板是以各种不同的构造方式交错在一起的。这说明没有提供使链轮啮合的途径，而且链条只能被用于通过适当固定的两端传递作用力。链条被绕在简易的滑轮上。板式链的最佳实例可能就是在叉车举重机构中的应用。

欧洲与美国系列传动链是链条最重要的两大类。欧洲（源于旧的英国标准）系列产品是从上述汉斯·瑞诺德的早期发明创造中发展而来的，因此，其产品系列中组成部件的规格反映出人们对于链条设计不断深入的理解，它可能还受到可供使用的原材料规格的影响。美国或 ANSI 系列产品是后来出现的，它体现出一个非常清晰的数学主题，组成部件的规格都是按照现在的 ANSI 标准 B29.1 中引用的方法计算的。在这里还应说明：ANSI 标准的产品包括一系列类似的链条，但是它们的侧链板所采用的材料与下一个最高规格的链条相同。这样得到的链条具有更长的抗疲劳寿命，但是，由于销轴的直径并未改变，因此抗拉强度并不一定会增强。

欧洲与ANSI标准的链条系列都可提供双节距链和套筒链。双节距链实质上是另一种形式的输送链，它采用标准链条的圆形部件，但是却具有双倍节距。

套筒链只不过是带有滚柱的滚子链，也是在节距非常小的链条（例如：4毫米和ANSI25或1/4英寸的节距）上唯一可能采用的设计构造。套筒链被用于低负载或者只要求直接牵引的情形。

现代链条所融入的特点能够轻而易举地满足应用中苛刻的要求。这包括：高耐磨性、高抗疲劳强度以及大约98%左右的传动效率。

现在还可以制造出多股链条，它利用一个公共的销轴将链条连接在一起，这在有限的空间内增加传动动力提供了更大的余地。现在的产品范围包罗万象，以下列举其中几项，即：替代性材料、特殊涂层、变幻无穷的附件、空心销轴以及抗后弯性能等等，这些为设计解决方案的想象提供了广阔的空间。

结合适用于工厂的润滑脂的改进以及对应用技术更深入的了解，现在，设计人员可以信心十足地选择传动链。

### 链条的性能

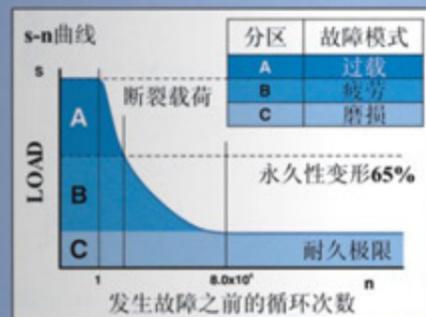
Renold链条产品在尺寸上符合ISO标准的规定，但它远远超出ISO所规定的最小抗拉强度的要求。但是，由于断裂载荷忽略了磨损和疲劳这两个重要的因素，所以，Renold不认为断裂载荷就是性能的一个重要指标。在这些方面，Renold产品的设计使其能够达到最好的结果，独立试验已经证明了这一点。

在本产品目录中，如果引用ISO断裂载荷，则应该注意：我们只是声明Renold链条符合ISO的最低标准要求。独立试验的结果表明：最小（许多公司会引用平均值）断裂载荷远远超过ISO规定的最小值。

如果被引用的断裂载荷并未被说明为ISO最低标准，则产品还没有相关的ISO标准。在这种情形下，被引用的断裂载荷都是能够确保的最小值。

链条的性能取决于许多重要的因素。由于抗拉强度是安装链条时确定大致规格的依据，因此抗拉强度是最显而易见的一个因素。但是，由于链条是用钢制造而成的，而钢的屈服强度大约为最终抗拉强度的65%，因此超过该限值的任何载荷会导致某种永久性的变形，而且随后将迅速发生故障。

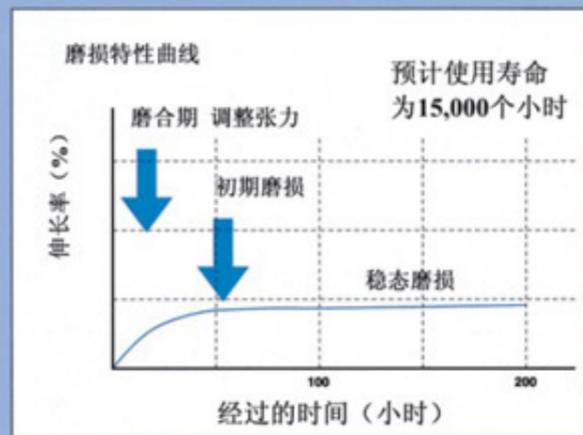
参照下述s-n曲线可以看出：在低于这条65%直线的载荷处，可以预测有限的使用寿命；随着载荷的减小，可预测的使用寿命增加，直至耐久极限达到大约8 000 000次工作时为止。



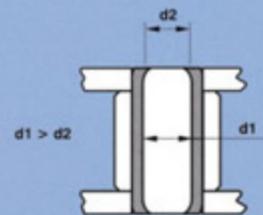
低于耐久极限的载荷能够实现无限的抗疲劳寿命。这样，故障模式就变得与磨损相关，由于控制链条拉长的监测会在预计的适当时间执行，因此这种模式更加安全。实际上，如果抗拉强度与最大工作载荷的负载比被选择为8:1，那么通常不会超过耐久极限。由于最大工作载荷经常远远高于设计人员可能想象到的程度，因此应该仔细考虑可能出现的最大工作载荷！对于载客电梯的应用而言，通常要求在设计时的安全系数不得小于10:1。

在大多数的应用中，故障模式是按照磨损设计的，因此链条在这种模式下的表现如下所示。

研究以下所示的磨损特性图可以发现：链条在三个不同的阶段最容易发生磨损。在第一个阶段，即图中所示的“磨合期”，链条长度发生极其迅速的变化，同时链条的组成部件随着作用在它们之上的载荷进行调整。这种最初运动的强度在相当大的程度上取决于被应用的链条的质量。举例来说，组成部件的良好配合、在制造商处对链条预加应力以及在组装链板时保持方正等等。Renold链条具有许多特点，这些特点能够最大限度地降低“磨合”程度。



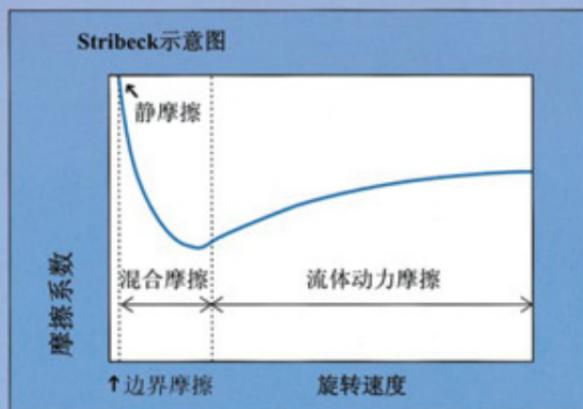
第二个阶段，即图中所示的“初期磨损”，也可以被称为第二“磨合期”。首先这是因为在销轴和套筒啮合面之间的局部突出部分受到快速磨损，其次是由于在套筒末端处的材料发生位移。通过以下所示的内链板组装图可以更清楚地做出解释：从下图中可以看出：为了保证较好的抗疲劳寿命，套筒和链板过盈配合的程度极高，由此导致套筒末端出现向内微微折叠的倾向。这个局部凸出部分会迅速受到磨损，直至销轴沿着套筒的方向均匀承载为止。Renold通过引入特殊的制造工艺来限制这种效应。某些制造商通过将过盈配合降低到极低的水平来保持圆柱度。这样会降低抗疲劳特性。



套筒在组装部位出现折叠倾向

磨损最后的稳定状态将会以非常低的速度持续发展，直至链条需要更新为止。在一个设计及润滑正确的系统内，持续运转15000个小时应该是正常的。

参照下述Stribeck示意图可以说明之所以会出现磨损的原因。从这个示意图中可以看出：在两个啮合面接触的地方，初始运动点的摩擦系数非常大，这种状态被称为“静摩擦”。其原因在于：两个物体的不规则表面被间隔极小或者根本没有间隔的润滑层互锁在一起。随着表面速度的增加，在两个表面之间的润滑剂被拉伸，在某些表面接触的部位产生摩擦。这种状态被称为“混合摩擦”。这两种状态使物质随着时间发生损耗。随着表面速度继续增大，发生流体动力摩擦，在这种状态下，不存在金属与金属的接触。



如果我们研究套筒和销轴的啮合面在一个两链轮系统的单循环中的活动，那么我们很快就会发现：这些部件在从一个链轮运动到另一个链轮的过程中是相对静止的，在重新停止运动之前，当与链轮啮合的时候，它们会从一个非常小的角度迅速加速。这表明：销轴/套筒组合的运转处于静摩擦状态和混合摩擦状态之间，因此润滑将是系统设计的一个重要考虑因素。

### 磨损因素

如前所述，磨损是由销轴与套筒之间啮合的摩擦而导致的。磨损的速度主要取决于承载面积以及作用在这些表面上的特定压力。在销轴和套筒的淬火层受到腐蚀时，链条将会伸长。

伸长率最多可以达到链条标称长度的2%。如果伸长率超过2%，那么链条在上、下链轮轮齿的时候就会出现磨损。

在下述情形，应该将伸长率限制到1%：

- 系统中的链轮有90个或更多个轮齿。
- 要求高度同步。
- 中心距离大于建议值，而且不可调整。

如果系统的要求更高，那么就必须要进一步减小允许的伸长百分比。

在一个传动系统中，磨损取决于下述变量：

- 速度—系统的速度越高，轴承铰接的频率就越高，因此会加速磨损。
- 链轮的数目—在一个传动系统中使用的链轮越多，轴承铰接的频率就越高。
- 轮齿的数目—链轮中轮齿的数目越少，铰接的程度就越高，因此磨损越严重。
- 链条的长度—链条的长度越短，链条中轴承需要工作的频率就越高，因此出现磨损就越快。
- 润滑—如前所述，采用正确的润滑方法对于延长使用寿命是非常重要的。

### 链条的种类

#### 单排链



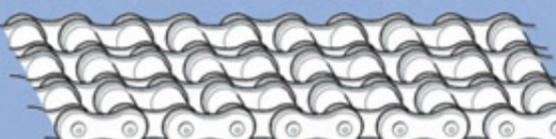
标准 ISO 606 ANSI B29.1

#### 双排链



标准 ISO 606 ANSI B29.1

#### 三排链



标准 ISO 606 ANSI B29.1

与所有被设计出来的产品一样，工业要求被生产出来的链条符合正规的标准。主要的传动链标准见第97页所述。

### 欧洲标准

按照上述标准制造的链条被包括在ISO606和DIN8187中。这些标准包括三种类型的链条：

- 单排链
- 双排链
- 三排链

链条节距的规格范围为4毫米(0.158英寸)到114.3毫米(4.500英寸)。

它们的特点是销轴直径大，特别是对于大节距规格的链条。由于承载面积加大，因此这种链条具有更高的耐磨损性。

ISO标准采用了简单的零部件编号方式，例如：1/2英寸节距的双排链的编号为08B-2。

- 前两个数字表示链条节距的规格（以1/16英寸为单位），因此08=8/16，即1/2英寸。
- 字母“B”表示欧洲标准。
- 后缀“2”说明链条中的股数，这个例子表示双排链。

### 美国标准

美国标准的链条被包括在ISO606、ANSIB29.1和DIN8188中，共有八种类型。

- 单排链、双排链和三排链，与欧洲标准链条相同。
- 四排链，4股链条。
- 五排链，5股链条。
- 六排链，6股链条。
- 八排链，8股链条。
- 十排链，10股链条。

在这个标准中，链条节距的规格为1/4英寸到3英寸。

与同等的欧洲标准链条相比，美国标准链条的销轴直径较小。因此，与欧洲标准链条相比，美国标准链条的耐磨损性有所降低，但5/8英寸的节距是唯一的例外。对于5/8英寸节距的美国标准链条而言，其销轴与套筒的直径都较大。

通常按照ANSI标准的编号体系表示美国标准链条，例如，1/2英寸节距的双排链就是ANSI 40-2。

ANSI编号体系的原理如下：

- 第一个数字表示链条节距的规格（以1/8英寸为单位），即：4/8=1/2英寸节距。
- 第二个数字说明链条属于滚子链，0=滚子链，用5代替0就表示套筒链。
- 后缀与欧洲标准链条相同，它表示链条中的股数，即2=双排链。

ANSI链条还有重载型链条，这种链条具有较厚的链板（H）和穿透淬火销轴（V）。采用下述后缀表示ANSI重载型链条。

例如：ANSI140-2HV 双排链，厚链板，穿透淬火销轴  
ANSI80H 单排链，厚链板

### 应用范围

基于这两种链条标准的应用范围在经济及历史方面的影响，全世界的传动链市场被划分为两类。

- 美国标准链条主要被应用于美国、加拿大、澳大利亚、日本及一些亚洲国家。
- 欧洲标准链条主要被应用于欧洲、英联邦共和国以及在历史上受英国影响较大的非洲及亚洲国家。

大约85%的欧洲市场使用欧洲标准链条。剩余的15%则使用美国标准链条，其主要应用包括：

- 从主要采用美国标准链条的国家进口的机械设备。
- 基于美国标准盛行的市场许可证在欧洲制造的机械设备。

### 不符合ISO标准的链条

Renold还制定了专用链条或工程链条的制造标准，这些链条可以分为：

- 1、高断裂载荷链条—这种链条的链板通常经过特殊处理，它的侧链板较厚，侧链板的材料及/或销轴的直径与标准链条稍有不同。
- 2、特殊规格—某些链条是美国标准规格与欧洲标准规格的混合，或者其内部宽度及滚柱的直径都有所不同，例如：摩托车链条。
- 3、应用需求—为特殊的应用需求制造专用链条或特别设计链条，例如：
  - 不锈钢链条。
  - 镀锌或镀镍链条。
  - 配有塑胶润滑套筒的链条。
  - 配有空心销轴的链条。
  - 能够侧向弯曲的链条（SIDE BOW）。

对于需要专用链条或特殊设计链条的应用，我们建议您与我们的技术销售人员联系，以获得更多的信息。



## 2 确定选择系数

接着, 利用以下系数来确定选择功率。

应用系数  $n$

系数  $n$  将动态过载考虑在内, 动态过载取决于链条的工作条件。直接利用表2或者通过类推可以选择系数  $n$  的值。

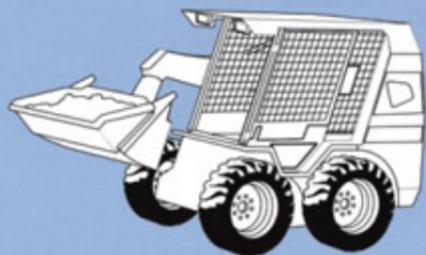


表2

从动设备的特性		传动装置的特性		
		平稳运转 电动机、蒸汽及气体涡轮机、配有液力联轴器的内燃机	微小冲击 配有六个或更多个气缸及机械联轴器的内燃机、频繁起动的电动机	中等程度冲击 配有六个以下气缸及机械联轴器的内燃机
平稳运转	离心泵和压缩机、印刷机、纸张研光机、均匀承载式输送装置、电梯、液体拌搅器与混合器、旋转式干燥器、风机	1	1.1	1.3
中等程度冲击	泵与压缩机 (3+气缸)、混凝土搅拌机、非均匀承载式输送装置、固体拌搅器与混合器	1.4	1.5	1.7
剧烈冲击	刨床、挖土机、辗压机与球磨机、橡胶加工设备、印刷机与剪床、泵与压缩机 (1个与2个气缸)、石油钻探设备	1.8	1.9	2.1

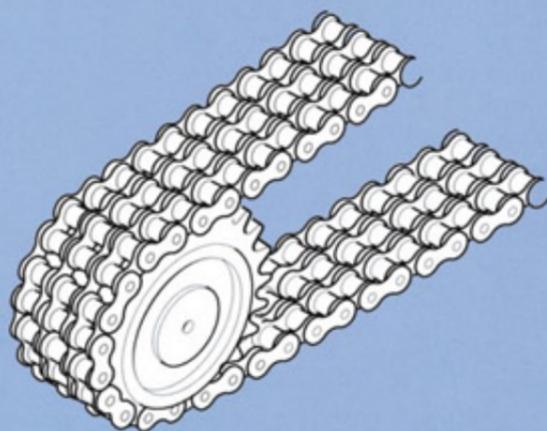
轮齿系数  $f_2$ 

利用轮齿系数可以进一步修正最终选定的功率。如果选择直径较小的链轮, 那么由于链条内的载荷会增大, 因此能够传动的最大功率就会减小。

利用公式  $f_2 = 19/Z_1$  来计算轮齿系数  $f_2$ 。

注意, 上述公式的依据是: 在“负载特性图”(参见第107页和第108页) 中所示的选择负载曲线只适用于具有19个轮齿的链轮。

标准链轮规格的 $f_2$ 系数	
$Z_1$	$f_2$
15	1.27
17	1.12
19	1.00
21	0.91
23	0.83
25	0.76



## 3 计算选择功率

将传动功率乘以从第二步中得到的系数。

选择功率 = 传动功率  $\times n \times f_2$  (千瓦)。

现在可以在相应的负载特性图上应用这个选择功率, 参见第107页与第108页。

## 4 选择链传动装置

从负载特性图上选择节距最小的单排链, 以主动链轮  $Z_1$  的速度来传递选择功率。

这样选择的传动装置是最经济的。如果现在的选择功率大于单排链的承载能力, 则考虑相同节距规格的多排链, 详细情况见负载特性图。

## 5 计算链条长度

如果要为两点式传动装置的某一个既定中心距离确定链条长度 ( $L$ , 用节距的数目表示), 采用下述公式:

$$\text{长度 } (L) = \frac{Z_1 + Z_2}{2} + \frac{2C}{P} + \frac{\left(\frac{Z_2 - Z_1}{2P}\right)^2 \times P}{C}$$

应该将计算得到的节距数目向上近似到一个偶数。因为奇数个节距要求采用弯板链节, 这是我们不建议采用的, 因此应避免节距的数目为奇数。如果为了调整目的使用一个导向链轮, 那么应该在链条的长度 ( $L$ ) 上增加两个节距。

$C$  是既定的中心距离 (单位为毫米), 它通常应该介于30-50个节距之间。

例如: 对于11/2英寸节距的链条,  $C = 1.5 \times 25.4 \times 40 = 1524$  毫米。

## 6 计算精确的中心距离

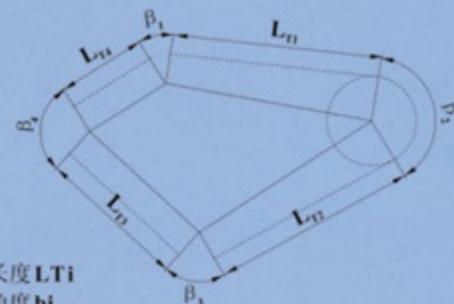
通过上述方法计算得到的链条长度 ( $L$ ) 的实际中心距离一般会大于最初的预计。可以利用下述公式计算经过修正的中心距离。

$$C = \frac{P}{8} \left[ 2L - Z_1 - Z_2 + \sqrt{(2L - Z_1 - Z_2)^2 - \left(\frac{\pi}{3.88}\right) (Z_2 - Z_1)^2} \right]$$

在公式中,  $P$  = 链条节距 (毫米)  
 $L$  = 链条长度 (节距数目)  
 $Z_1$  = 主动链轮的轮齿数目  
 $Z_2$  = 从动链轮的轮齿数目

## 多链轮传动装置

在设计多链轮传动装置时, 链条长度的计算变得更复杂。但是, 使用大多数的CAD系统都可以通过在每个链轮PCD (节距圆直径) 周围包裹一个多边形来计算链条长度。成比例的手工绘图也可以得到相当精确的结果, 如下所示:



测量长度  $L_{Ti}$   
 测量角度  $\beta_i$

现在, 利用下述公式将所有  $L_{Ti}$  和  $\beta_i$  的数值加起来就可以计算出理论长度 (以节距数目表示)。

在公式中:  
 $P$  = 链条节距  
 $Z_i$  = 轮齿数目

$$\text{节距数目} = \frac{1}{P} \sum_{i=1}^{i=n} L_{Ti} + \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\beta_i Z_i}{360^\circ}$$

这种计算方法还适用于链条在导轨上或者围绕导向链条被驱动的传动装置。应该将它们视为普通链轮。

## 传动链的链轮

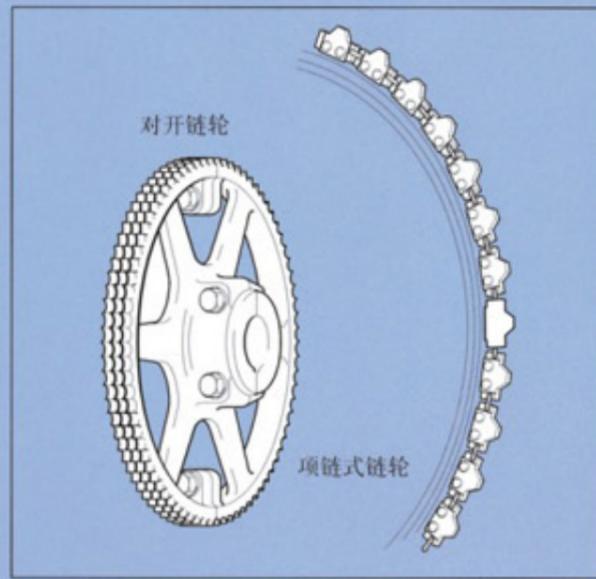
Renold为节距不超过2英寸的欧洲标准链条生产各种各样的常用链轮。

如果有要求, 还可以提供其它规格的链轮, 包括美国标准规格的链轮。

此外, 如果客户有要求, Renold还可以制造特殊材料或特殊规格的专用链轮, 这些专用链轮通常适合在恶劣或艰苦传动条件下的特殊应用, 例如:

- 带轴链轮;
- 焊接或可分离轮齿;
- 装配剪切销装置;
- 由链板和单个轮齿部分组成的项链式链轮, 用于转动大滚筒或工作台;
- 组合链轮 (由两个或多个具有不同节距规格及轮齿数目的链轮组合在一起);
- 由两部分或更多部分组成的链轮, 例如: 对开链轮或片式链轮。

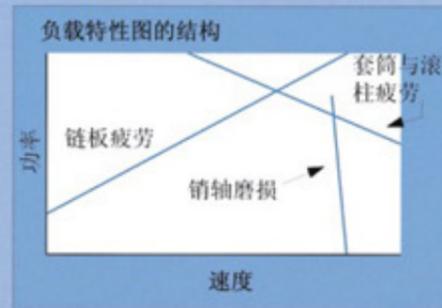
两种典型专用链轮举例。



3

负载特性图的结构

负载特性图乍看起来错综复杂，但是，它们是由三条简单的直线构成的。从图中可以看出：在低速时，如果超出最大功率的建议值，那么故障模式可能是链板疲劳。然而，在速度非常高时，由于边界润滑失败，因此出现销轴磨损。在这些直线的交点，套筒和滚柱疲劳曲线开始发挥作用，这也解释了为什么每一条选择曲线的顶部是圆形的。



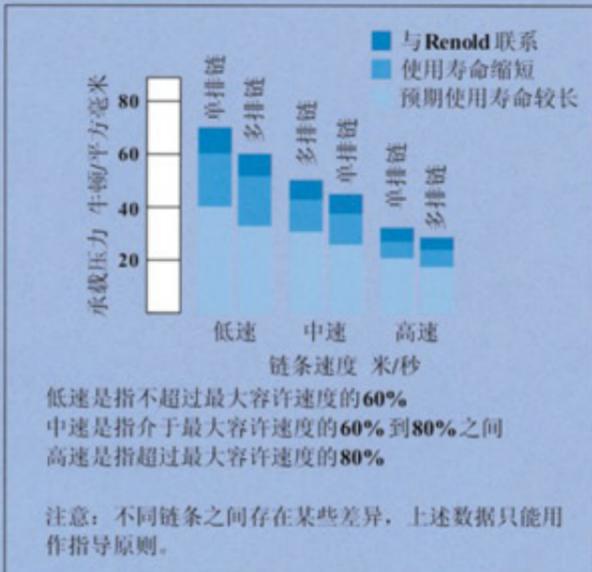
承载压力

如果正确选择了链条，在很长一段时间内，最可能的故障模式是磨损。

磨损取决于许多因素，这个问题在本指南的前面内容已经研究过；但是，对于可能的耐磨性能而言，在主要啮合表面（例如：销轴与套筒）之间的压力大小是一个非常有用的指标。

这个压力被称为承载压力，用工作载荷除以承载面积就可以计算出来。关于标准链条的承载面积，参见本指南结尾的设计数据。

下表所示为推断得到的各种承载压力，但是，在使用时必须参照在本指南中提供的链条选择方法。



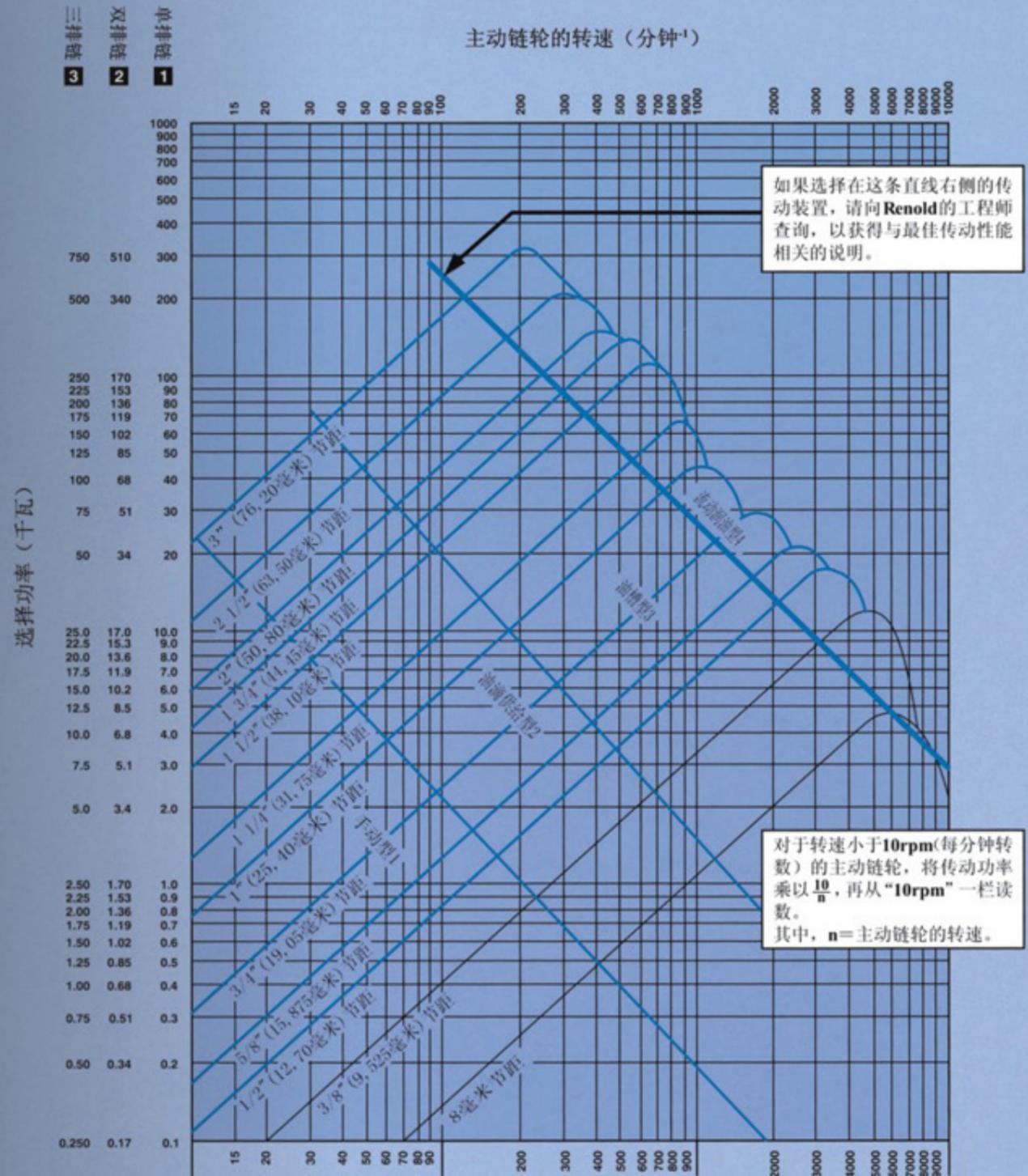
链轮材料的选择

材料与热处理的选择取决于链轮的形状、直径和质量。可以将下表用作正确选择链轮材料的简易指南。

链轮	平稳运转	中等程度冲击	剧烈冲击
不超过29齿	EN8或EN9	EN8或EN9 淬火及回火或表面硬化低碳钢	EN8或EN9 淬火及回火或表面硬化低碳钢
30齿及更高	铸铁	低碳钢或孕育铸铁	EN8或EN9 淬火及回火或表面硬化低碳钢

在第107页和第108页上的“负载特性图”中所示的欧洲标准和ANSI标准链条的千瓦额定值是基于下述条件：  
 a、负载系数为1；  
 b、轮中心距离为链条节距的30到50倍；  
 c、在主动轴或从动轴上的主动链轮速度（Z1）；  
 d、两链轮传动设计；  
 e、在不承载的一股链条上通过中心距离或导向链轮进行调整；  
 f、铆接链节（压入装配式连接器）；  
 g、润滑正确；  
 h、轴/链轮准确校准。  
 在这些条件下，当链条以最大额定值运转时，通常可以预计使用寿命大致为15,000个小时。在第2栏和第3栏中分别给出了多股欧洲标准链（最多三排链）的千瓦额定值，在第2栏、第3栏和第4栏中分别给出ANSI标准链（最多四排链）的千瓦额定值。

欧洲标准链传动装置  
负载特性图（利用19齿主动链轮）

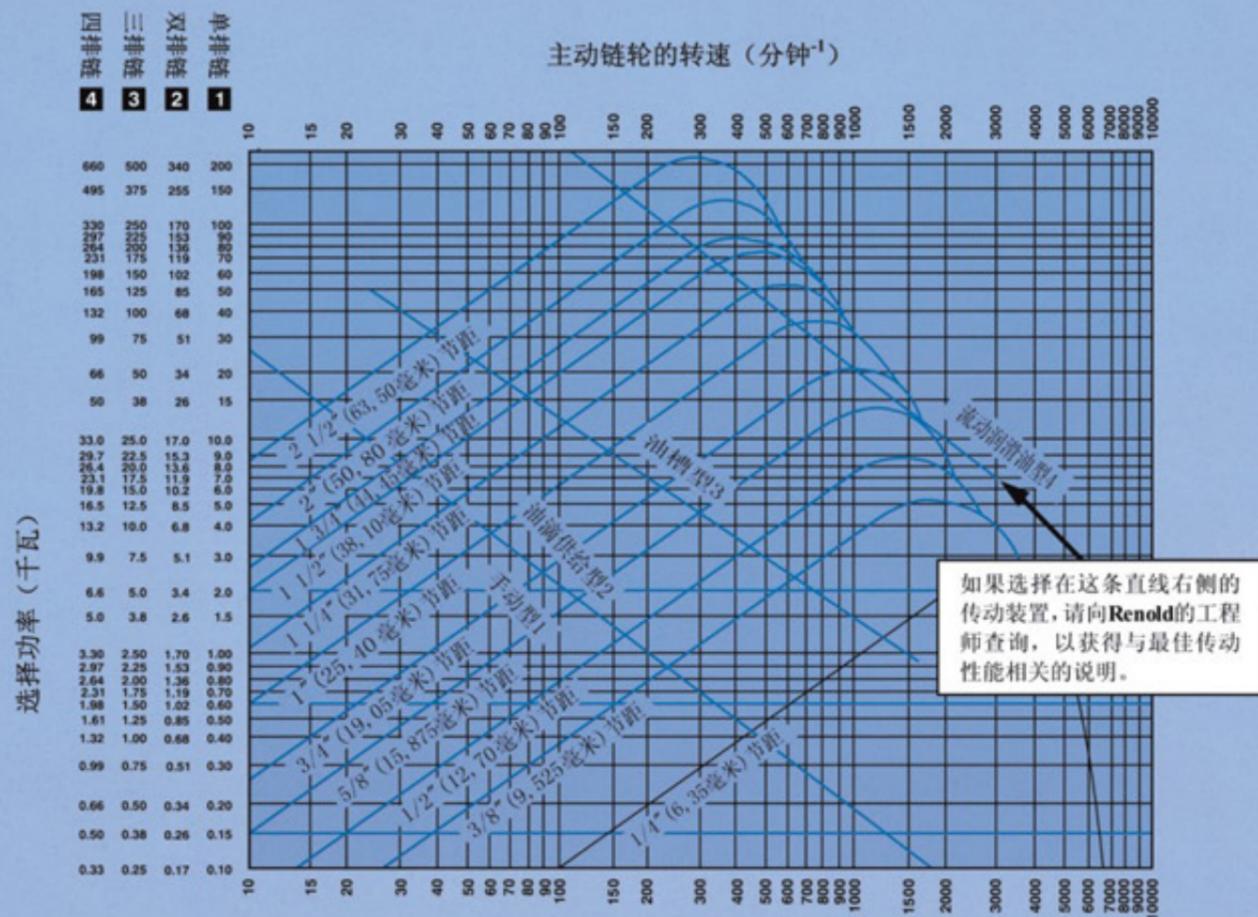


1千瓦=1.34马力

3

ANSI负载特性图

美国标准链传动装置  
负载特性图 (利用19齿主动链轮)



传动方程式

对于不同的传动设计, 下列方程式说明了在功率、转矩和速度之间的关系。

转矩  $Md = \frac{F_1 \cdot d_1}{2000}$  或  $\frac{9550 \cdot Pr}{n_1}$  (牛顿米)

功率  $Pr = \frac{Md \cdot n_1}{9550}$  或  $\frac{F_1 \cdot v}{1000}$  (千瓦)

作用力  $F_1 = \frac{1000 \cdot Pr}{v}$  或  $\frac{2000 \cdot Md}{d_1}$  (牛顿)

速度  $v = \frac{n_1 \cdot Z_1 \cdot P}{60000}$  (米/秒)

在方程式中:

- $Md$  = 主动链轮的转矩 (牛顿米)
- $Pr$  = 功率 (千瓦)
- $d_1$  = 主链轮的节距圆直径 (毫米)
- $n_1$  = 主动链轮的转速 (每分钟转数)
- $Z_1$  = 主动链轮的轮齿数目
- $Z_2$  = 从动链轮的轮齿数目
- $v$  = 链条的线速度 (米/秒)
- $F_1$  = 链条的拉力 (牛顿)
- $P$  = 链条节距 (毫米)

向心加速度

利用下述公式可以确定影响啮合在链轮上的部分链条的向心加速度:

$$F_2 = q \cdot v^2 \text{ (牛顿)}$$

在上式中:

- $F_2$  = 作用力 (牛顿)
- $q$  = 链条的质量 (千克/米)

从这个公式中, 我们可以看出: 在高速时, 这个作用力是不可忽略的, 它是导致速度限制的主要原因。

链条的悬吊作用力

由于链条的质量而在某一个链节与相邻链节之间产生的作用力非常微小, 在链条中即可得到内部平衡。这只不过使链条在链轮之间产生一种松垂的悬链形状。

在安装的时候, 需要为链条在零载荷到最大载荷之间产生的略有不同的形状留下余地。

润滑

应为链传动装置提供保护, 避免灰尘与水, 并且应该使用优质、不含洗涤剂的矿物油基润滑油定期进行润滑。定期更换润滑油是有必要的。重油和润滑脂一般由于过硬而无法流至链条的工作面, 因此不应使用。

必须注意确保润滑剂能够到达链条的承载部位。通过将润滑油导入内链节链板与外链节链板之间的空隙(最好是在链条的返回股链进入链轮的部位)。

下表说明了在不同环境温度下适用的润滑剂的粘度。

环境温度 摄氏度	润滑剂的等级	
	SAE	BS4231
-5到+5	20	46到68
5到40	30	100
40到50	40	150到220
50到60	50	320

对于在上述温度范围内的大多数应用而言, 多级通用的SAE 20/50润滑油都是适用的。

润滑脂的应用

如上所述, 我们不建议使用润滑脂。

但是, 如果一定要使用润滑脂, 则应注意以下几点:

- 将链条的速度限定到4米/秒。
- 如果把普通的润滑脂涂抹到链条的外表面, 那么这样只会密封住承载表面, 润滑脂无法进入链条内部发挥作用。这会导致链条提早出现损坏。必须将润滑脂加热到能够流动的状态, 再将链条浸没在其中, 使链条浸湿, 直到气泡停止上升时为止。如果采用这种润滑系统, 则根据不同的传动装置、传动功率及速度, 应该定期对链条进行清洗, 并且每隔一段时间应重新润滑。还应该注意: 超过80℃的高温将会对许多润滑脂造成损害, 并且降低它们的效率。

特殊的环境温度

如果温度上升到250℃, 那么固体润滑剂是最适用的(诸如在石油溶剂油或聚二醇载体中的胶态石墨或MoS<sub>2</sub>(二硫化钼)等)。

反之而言, 在-5℃到-40℃的低温下, 必须在开始使用特殊的低温润滑脂, 然后再使用油类润滑剂。润滑剂的供应商会提出建议。

润滑方法

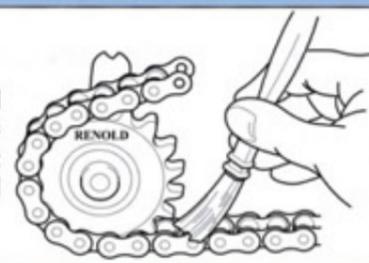
链传动装置的润滑共有四种基本方法。我们所建议的润滑方法是基于链条的速度和传动功率, 见“负载特性图”所示(参见第107页和第108页)。

第一类, 人工操作

用刷子或油壶定期涂抹润滑油, 最好确保每工作八个小时润滑一次。润滑油的用量及润滑的频次应该充足, 从而确保链条被润滑剂浸湿, 并且使清洁的润滑剂能够渗入链条的接头处。

健康与安全警告

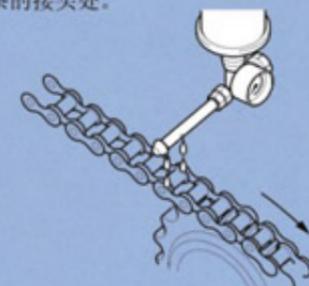
在涂抹任何润滑剂之前, 确保所有机器都是静止的、绝缘的。谨慎遵守设备制造商的说明。



涂抹润滑剂也是符合要求的, 但是很重要的一点是: 润滑剂应该属于得到应用许可的类型, 例如: 由Renold提供的产品。这种润滑剂“蜿蜒渗入”销轴/套筒/滚柱的间隙: 当链条保持静止时, 它能够克服往下滴或往下流趋势, 当链条移动时, 它可以避免离心式“抛洒”。

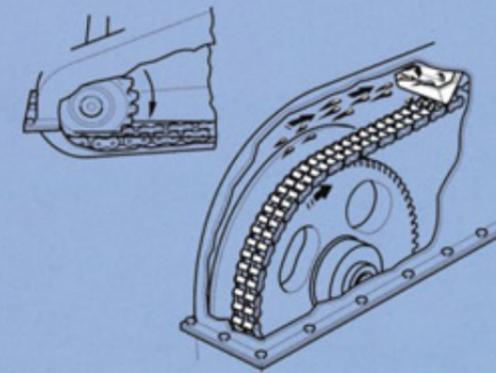
第二类, 滴油式润滑

油滴从滴油式润滑装置中直接滴到链板的边缘之间。润滑油的用量及润滑的频次应该充足, 从而确保润滑剂能够渗入链条的接头处。



第三类, 油槽或油盘式润滑

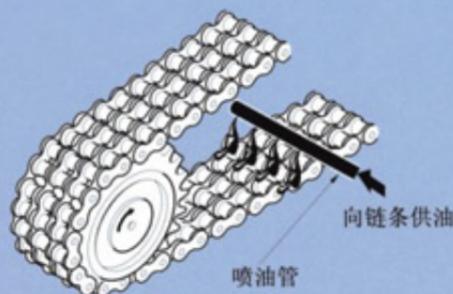
在采用油槽式润滑时, 下排链条将通过传动装置外罩内的油底壳。油位应该能够覆盖链条在运转时的最低点。



在采用甩油环油盘式润滑时，也使用了一个油槽，但是链条在油面的上方运转。油盘从油底壳中取油，并且通过倾斜板将油倒在链条上面。如果采用这样的油盘，那么应该将它们的圆周速度设计为180到2440米/分之间。

#### 第四类，流动式润滑

从一个循环油泵或中央润滑系统不断供油，而且将油输送到链条上。确保出油的喷射孔与链条的边缘对齐，这是极为重要的。喷油管的位置应该使油在喷射管与主动链轮啮合之前恰好被输送到链条上。



这样能够保证润滑剂在通过链条时保持离心状态，而且有助于缓冲滚柱在链轮的轮齿上产生的冲击。流动式润滑还能够提供有效的冷却，并且减小在高速运转时所产生的冲击。

#### 温度的影响

在运转过程中，在传动系统中的一个重要的控制因素就是链条与链壳的温度。根据传动应用所处的恶劣环境以及持续使用时间等因素，可能需要对润滑方法给予特别的注意。

尽管在某些条件下，链条一般在高达250℃左右的高温下仍然能够达到可接受的性能，但是，由于润滑的限制，链条的温度不应高于100℃（如果可能的话）。一个能够提高润滑效率及其冷却效果的方法就是：增加润滑油的容量（每股链条每分钟4.5公升），同时为使润滑油在外部得到冷却提供一个途径。

#### 起重应用

本节内容涉及到诸如起重和移动等应用，在这些应用中，相关的载荷一般都是静态的。显而易见，在大多数的应用中还会涉及动载荷，设计人员需要对此给予合理的考虑。机械设备的设计人员还应参照DTI出版物INDY J1898 40M，其中汇总了从1993年1月1日到1995年1月1日间与机械设备产品标准相关的生效法律规定。

为起重应用提供的链条可以分为两大类：

- 板式链。
- 套筒/滚子链。

#### 板式链

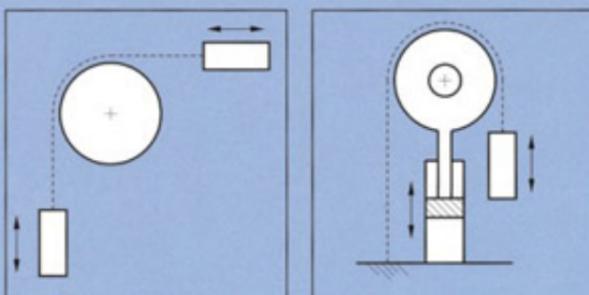
板式链一般被用于负载平衡型的起重应用，如下所示。由于在链条本身没有通过齿轮传动实现啮合的途径，因此，必须在任何一端将其固定。

#### 安全系数

对于诸如叉车这样的稳定负载的往复运动，通常将安全系数确定为7:1。对于中等程度的冲击负载和剧烈的冲击负载，安全系数通常分别为9:1和11:1。

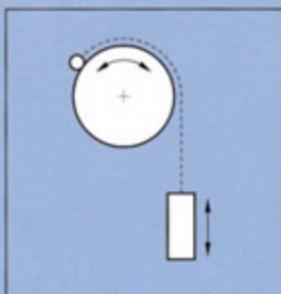
#### 工作速度

在应用中不得超过链条的最大速度，即30米/分。



#### 应用

- 1、机械工具—刨床、钻床、铣头、加工中心。
- 2、叉车、电梯、起重机。



- 3、衡重量平衡装置—千斤顶、门、大门等。

#### 套筒链与滚子链

Renold ANSI XTRA链条包括以下类别：

XTRAH系列	—配有较厚的链板
XTRAV系列	—配有穿透淬火销轴
XTRAHV系列	—配有较厚的链板及穿透淬火销轴

H与HV系列的链条不适合、不适用于高速度的传动应用。

此外，还应注意以下几点：

- V系列的链条完全可以同标准ANSI链条互换。
- 采用标准设计、H或HV设计的简易链条都具有相同大小的啮合装置，因此，它们可以在标准链条的相同链轮上工作。较厚的链板需要更大的链槽，可能需要采用轮齿经过热处理的链轮。多排链要求轮齿的横向节距增大，但是，其它啮合装置的尺寸是相同的。
- 要求使用H或HV链条的唯一原因是：疲劳寿命成为一个问题。我们没有为这类链条制造任何弯板（偏置）链节或对开装配式连接链节，这是由于它们的抗疲劳性较低。
- 如果需要，也可以生产可分离（销固定）式链条，就像三排链或更宽的链条一样。

#### 对链条使用寿命的影响

#### 安全系数

所有Renold链条的规格都是用最小抗拉强度表示的。为了得到设计工作载荷，必须用断裂载荷乘以一个“安全系数”。但是，在考虑安全系数之前，必须注意以下几点：

- 大多数链条的侧链板都是用低碳钢或中碳钢制造的，在确定它们的尺寸时要保证它们具有足够高的强度和延展性，以抵抗冲击载荷。
- 这些钢材的屈服强度大约等于最大抗拉强度的65%左右。这意味着：如果链条承受超过该限定的载荷，那么就会出现永久性的链条节距伸长，其伸长率取决于侧链板所采用的材料。
- 在大多数的应用中都会出现瞬时动载荷，瞬时动载荷远高于最大的静载荷，而且通常超出设计者的估计。
- 举例来说，电动机在短时间内最高可以达到满负荷转矩输出的200%。

套筒链与滚子链可被用于起重及移动等目的；与板式链相比，它们的优点在于：它们可以通过齿轮传动进入一个相应的主动链轮。滚子链具有比板式链更强的耐磨性，它可以适用于较高的速度。

#### 安全系数

在各种应用中被施加的载荷的性质有极大的差别，因此，我们建议所适用的安全系数应该考虑到某种程度的不当操作。

在非载客应用中，安全系数为8:1  
在载客应用中，安全系数为10:1

在仔细考虑最大载荷、并且提出健康与安全建议的前提下，所采用的安全系数也可以低于上述系数（载客应用除外）。有关这个问题的评述，请参见“对链条使用寿命的影响”一节。

#### 工作速度

通常情况下，在应用中不得超过链条的最大速度，即45米/分。如果超过速度的该最大值，应该采用下述公式选型，并且认为链条在动力传动应用中将链条载荷转换为功率：

$$\text{功率} = FV \text{ (千瓦)}$$

在公式中：F=载荷（千牛顿）  
V=链条的速度（米/秒）

然后，采用在“传动装置的选择”的第二步中所述的选择功率系数。

利用系统中最小的链轮计算相当的RPM（每分钟转数），即：  
速度 =  $60000V/PZ$

其中：P=链条节距（毫米）  
Z=链轮的轮齿数目

同样从选择表中选取润滑方法。

#### ANSI Xtra产品范围

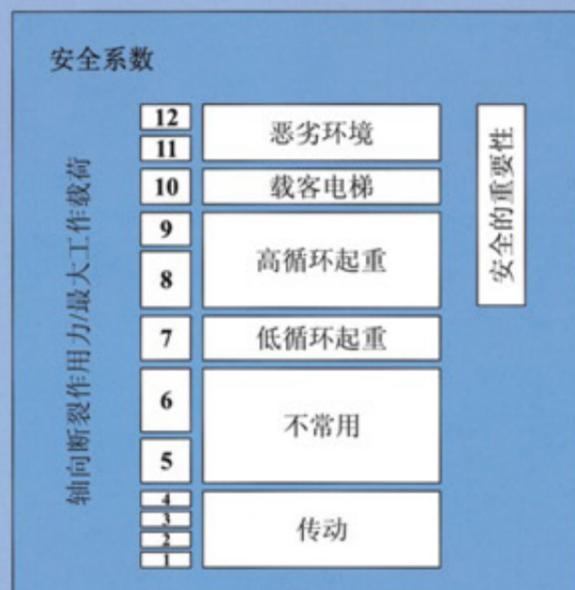
传动链还有各种重载型ANSI标准链。

这种链条适用于涉及频繁载荷或冲击载荷的应用。最典型的应用是在基础工业中，比如：采矿、采石、钻岩、林业和施工机械设备。

为了适应这些更容易导致疲劳的载荷，内链板与外链板材料的厚度都增加了20%左右。

由于这样会使销轴变成最薄弱的部件，因此，这种改动并不能够提高抗拉强度。但是，重型链中也有较高抗拉强度的链条。这是通过对销轴采取淬火、而非表面硬化处理而实现的，不过，遗憾的是：由于销轴的硬度变低，因此这种做法会降低耐磨性。

如果遵守以上各项的要求，那么就基于断裂载荷采用8:1的安全系数选用的安全链条而言，事实上，在屈服时的工作安全系数大约在5:1左右，但是，当考虑到传动装置所承受的瞬时过载时，其安全系数要小得多。



在为链条的应用确定安全系数时，还需要考虑到所要求的链条使用寿命。

如果在应用中确保适当的维护，那么通常链条的使用寿命可以达到8,000,000次循环或15,000个小时（以先到者为准）。磨损是最常见的故障模式。

对于要求较低安全系数的应用而言，链条的使用寿命也会相应缩短。

把链条的最小抗拉强度除以安全系数就可以得到最大工作载荷。

下表所示为各种安全系数所对应的使用寿命的粗略估计。

安全系数		最大循环次数	应用种类
单排链	多排链		
5.0	6.0	1,000,000	动载荷不超过工作载荷 动载荷可以偶尔超过工作载荷的20% 所有载客电梯
6.0	7.2	2,000,000	
8.0	8.0	8,000,000	
10.0	10.0	8,000,000	

应该注意：如果安全系数低于8:1，那么承载压力会增加，且超过所建议的最大值，这样，除非如下所述特别注意润滑，否则磨损会变得更严重：

- 增加润滑的频率。
- 使用性能更好的润滑剂。
- 采用更好的润滑方法。

重要说明

如果安全系数为5:1，那么由此产生的承载压力会比建议值高出50%，而且，无论采用什么类型的润滑剂，在这种条件下工作的链条都会提前出现磨损。

恶劣环境

除清洁以及确保良好润滑的环境之外，如果要避免对链条的工作寿命产生某些不利影响，那么应该调整安全系数。低温也会导致链条的工作寿命缩短，尤其是当存在冲击负载的时候。

下表所示为选择适当安全系数的一般指南，它可以使链条的使用寿命在各种不同的应用中达到8,000,000次循环。

润滑	清洁程度		
	清洁	中等清洁度	肮脏/存在有研磨特性的物质
定期润滑	8	10	12
不定时润滑	10	12	14
无润滑	12	12	14

润滑	温度 (摄氏度)		
	+10到150	150到200	200到300
定期润滑	8	10	12
不定时润滑	10	12	14
无润滑	12	12	14

温度℃	载荷状况		
	平稳载荷	中等程度震动	剧烈震动
+10到+150	8	11	15
0到+10	10	15	19
-20到0	12	20	25
-40到-20	15	25	33

链条的伸长

在为起重应用进行设计的时候，知道一根链条在已知的载荷下伸长多少是非常有用的。

利用下述公式可以确定一根链条在给定载荷下的大致伸长长度。

- 单排链  $\Delta L = \frac{(14.51) \cdot 10^{-4} \cdot L \cdot F_i}{p^2}$
- 双排链  $\Delta L = \frac{(9.72) \cdot 10^{-4} \cdot L \cdot F_i}{p^2}$
- 三排链  $\Delta L = \frac{(7.26) \cdot 10^{-4} \cdot L \cdot F_i}{p^2}$

在公式中：

- $\Delta L$  = 链条长度的变化值 (毫米)
- $L$  = 链条的初始长度 (毫米)
- $P$  = 链条节距 (毫米)
- $F_i$  = 链条内的平均载荷

如果要求两股或多股传动链在一个通用的传动或输送装置中并排运转，则任何这种应用都可能涉及到链条的组合或匹配，这样的应用一般可以分成以下几类：

输送及类似应用的长度匹配

如果必须对传动链进行长度匹配，则应该按如下方法处理：

- 视情况，将链条准确地测量到介于3米到8米之间可处理的长度，然后选择提供两（或者更多）股传动装置，使其总长度的一致性误差在最小的限定范围内。然而，该长度一致性并不一定适用于在链条中间的任何部分。不过，所有中间部分（无论是沿着传动装置、还是横跨过传动装置）的实际长度差异都不会超出我们一般的制造限度。但是，经过特制的传动链通常是按照具体的订单制造的，这些一般是在一个生产流程中完成的，因此，假设中间部分的长度差异比较小，这是合理的。
- 链条是成套提供的，它们的总长度一致性在合理的小限定范围之内，而且也在我们一般的制造限度之内。应该注意：在不同的时间按照不同的订单提供的成套链条的长度与最初提供的链条可能不完全相同，但是长度差异不会超出我们的正常误差范围，即：0.0%，+ 0.15%。

传动装置链条的节距匹配

节距匹配的链条是从比较短的子链段（通常为300毫米到600毫米长）中得到的，首先进行测量，然后按照长度分等级。在每一个等级中的所有子链段的长度都差不多，构成成套链条上一个链节组的链段是从相同长度等级中选取的。

然后，将足够数量的链节组连接起来，形成一套节距匹配的链条，或者，如果这样得到的长度过长、不方便处理，则为客户构成一组可处理的链段，从而最终可以将其组装成一套节距匹配的链条。在链条上都附有相应的标签，从而确保按照正确的顺序将它们连接在一起。

可处理长度的标识

	处理长度1	处理长度2	处理长度3
A股	A-A1	A1-A2	A2-A3
B股	B-B1	B1-B2	B2-B3
C股	C-C1	C1-C2	C2-C3

较长的链条都是由链段组成的，在每个链段的末端链节上有编号。在连接链段的时候，应该将具有相同编号的末端链节连接在一起。如果要求两股或多股的成套链条同时运转，则除了编号之外，每一股链条每一个链段的末端链节上都印有字母。必须通过末端链节为每一股链条的链段识别正确的先后顺序，并且按照指示进行连接。

通过这些方法，一股链条的任何中间部分的实际长度（测量从任何一个节距到另一个节距之间的距离）与其它各股链条上横向等同部分基本一致，一般在0.05毫米内（这取决于链条节距的尺寸）。

特殊传动链的节距匹配

（当链条上安装有附件时）

除了加长销轴之外，由于存在其它误差（弯曲、开孔等），因此不可能使附件孔的节距匹配到很小的限定范围内。

彩色编码

如果客户希望对其链条进行匹配（比如：为了在现场安装特殊的附件），Renold 按照规定的公差带用颜色对较短长度的链条进行编码。一般使用红色、黄色或绿色的油漆标志，用来分别指示公差带的下部三分之一、中部三分之一和上部三分之一。对于更小的公差带，也可以使用其它颜色，但是一般情况下最多五种颜色就足够了。

颜色		
红色	0.05%	
黄色	0.10%	
绿色	0.15%	
蓝色	适用于更小的	
白色	公差	

测量链条磨损

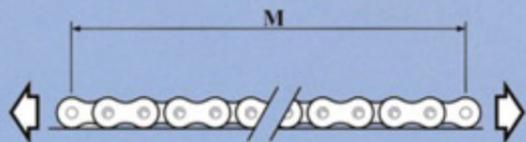
对于链条磨损的一种直接测量就是超出链条的标称长度的伸长。因此，通过按照以下说明进行长度的测量就可以确定链条的磨损情况。

- 将链条放在一个平面上，链条的两端都应该在一个内链节（零件编号4）处断开；在将链条的一端固定后，在另一端上连接一个螺丝扣和一个适当固定的弹簧秤。
- 通过螺丝扣施加张力荷载，其大小为：  
单排链：P2×0.77（牛顿）  
双排链：P2×1.56（牛顿）  
三排链：P2×2.33（牛顿）

其中，P为链条节距（单位：毫米）。

对于双倍节距的链条（例如：具有相同的断裂载荷及双倍节距的链条），施加一个与同等短节距链条相同的测量荷载。

除了采用螺丝扣和弹簧秤外，还可以选择一种替代方法，即将链条垂直挂起，然后在下端附加同等的重量。



以毫米为单位测量长度“M”（参见上图中所示），采用下述公式可以从中得到伸长的百分比：

$$\text{伸长百分比} = \frac{M - (N \times P)}{N \times P} \times 100$$

其中，N = 被测量的链条节距数目

P = 链条节距

通常，当伸长百分率达到百分之二（对于双倍节距的链条为百分之一）时，链条的有效使用寿命即终止，应该更换链条。如果传动装置不允许进行调整，则报废的限定值会更低，这取决于传动装置的速度及设计。伸长百分比可供参考的数据为：百分之0.7到百分之1.0之间。

Renold链条磨损指南

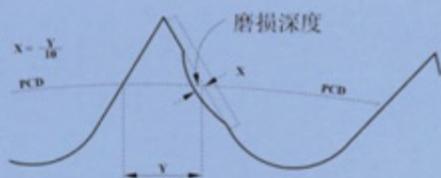
大多数常用链条节距规格的Renold链条都有易于使用的链条磨损指南。有关详细情况，请向您所在地的销售中心查询。

维修与更换

链轮

两侧齿面检查可以说明已发生的磨损的程度。在正常情况下，被磨光的磨损带（与每一个链轮齿上的节距圆直径相关）是显而易见的。

如果磨损深度“X”已经达到相当于“Y”尺寸10%的程度，则应执行更换链轮的步骤。如果在齿面出现这种程度磨损的链轮上使用新的链条，则会对链条造成快速磨损。



应该注意：在正常的工作条件下，如果正确进行润滑，那么在使用几根链条之前不会出现“X”程度的磨损。

链条

按照惯例，链条的维修并不是必须的。如果链条得到正确的选用及维护，那么链条会在很长的一段时间（大约15000个小时）逐渐出现磨损，但是，它并不应该发生故障。请参照“安装与维护”一节，该节内容说明了链条的剩余使用寿命。

如果传动链由于过载、被卡住或者爬上链轮的齿面等原因而被损坏，则应小心地把它从传动装置上拆下，并且彻底地进行外观检查。清除所有润滑油脂和润滑油，以便于作业。

根据损坏的程度，可以通过更换链节进行临时的维修。但是，这并不能够保证消除链条的过应力，链条很容易在以后发生故障。因此，最好的方法就是排除导致故障的原因，并且安装一根新链条。这样做的原因如下：

- 1、 由于系统或设备的停产时间而导致的成本通常会超过更换链条的成本。
- 2、 把一部分新的或者已经用过的链段或接头组装到有故障的链条中会引发振荡及负载冲击。这可能会导致链条很快出现故障，同时还会加速链条及其链轮的磨损。

如果一根链条已经坏过两次或更多次，那么它肯定还会再次损坏。如果不能立即进行更换，则应维修链条，但是应尽快更换。

链条的调整

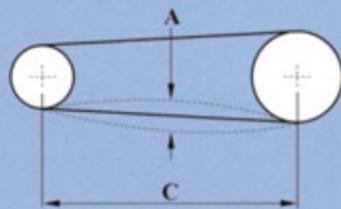
为了最大限度地延长链条的使用寿命，必须通过某种形式对链条进行调整，最好通过移动其中一根轴来进行调整。如果不可能使轴运动，则建议使用一个可调整的导向链轮与不承载的一股链条啮合。通常情况下，导向链轮应该与主动链轮具有相同数量的齿，同时还应该注意确保速度不得超过“负载特性图”（参见第107页和第108页）中所示的最大值。

应该定期对链条进行调整，这样，当一股链条张紧时，松弛的一股链条能够在中间点被移动一段距离“A”（见下图中所示）。为了满足偏心装配的需要，在大链轮旋转一整圈的过程中都应该试着对链条进行调整。

A = 总的运动范围  
C = 水平中心距离

$$\text{总的运动范围“A”(毫米)} = \frac{C(\text{毫米})}{K}$$

式中，K = 25（平稳式传动装置）  
= 50（震动式传动装置）

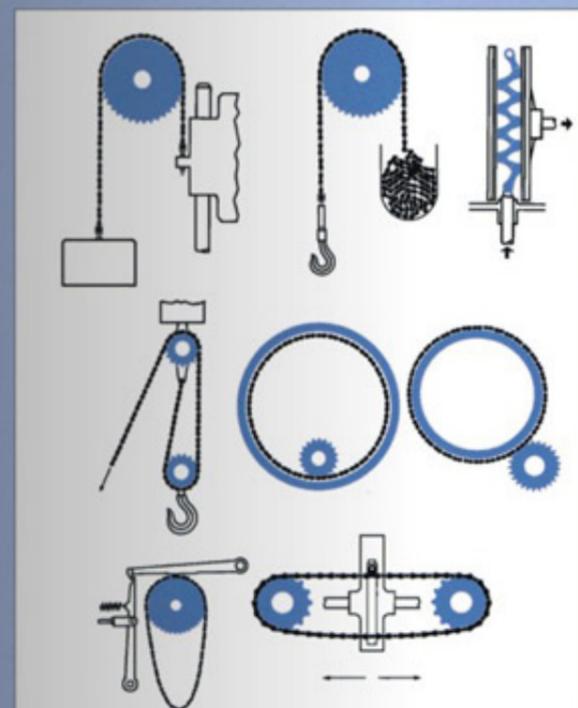


对于立式传动装置，请参照“安装与维护”一节，该节详细说明了链条的调整。

设计方案

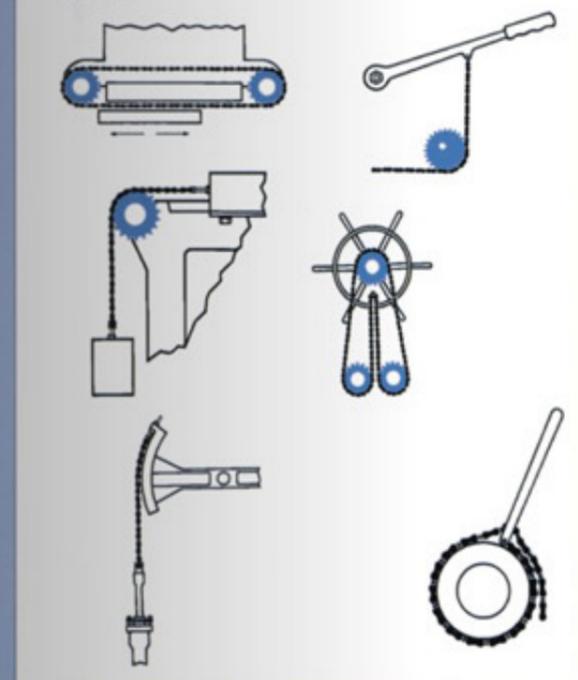
各种应用

输送、分度、起重与牵引、动力传动、正时等。



各种行业

航空器、汽车、船舶、机械操作、摩托车、核动力、油田等。



PCD（节距圆直径）系数一览表

用链条节距乘以相应的系数即可得到齿数介于9到150之间的任何链轮的节距圆直径。

例如，对于节距为3/4英寸（19.05毫米）的38齿链轮，其PCD（节距圆直径）等于19.05 × 12.110 = 230.70毫米。

链轮的齿数	PCD（节距圆直径）系数	链轮的齿数	PCD（节距圆直径）系数	链轮的齿数	PCD（节距圆直径）系数
9	2.924	57	18.153	105	33.428
10	3.236	58	18.471	106	33.746
11	3.549	59	18.789	107	34.064
12	3.864	60	19.107	108	34.382
13	4.179	61	19.426	109	34.701
14	4.494	62	19.744	110	35.019
15	4.810	63	20.062	111	35.337
16	5.126	64	20.380	112	35.655
17	5.442	65	20.698	113	35.974
18	5.759	66	21.016	114	36.292
19	6.076	67	21.335	115	36.610
20	6.392	68	21.653	116	36.928
21	6.709	69	21.971	117	37.247
22	7.027	70	22.289	118	37.565
23	7.344	71	22.607	119	37.883
24	7.661	72	22.926	120	38.202
25	7.979	73	23.244	121	38.520
26	8.296	74	23.562	122	38.838
27	8.614	75	23.880	123	39.156
28	8.931	76	24.198	124	39.475
29	9.249	77	24.517	125	39.793
30	9.567	78	24.835	126	40.111
31	9.885	79	25.153	127	40.429
32	10.202	80	25.471	128	40.748
33	10.520	81	25.790	129	41.066
34	10.838	82	26.108	130	41.384
35	11.156	83	26.426	131	41.703
36	11.474	84	26.744	132	42.021
37	11.792	85	27.063	133	42.339
38	12.110	86	27.381	134	42.657
39	12.428	87	27.699	135	42.976
40	12.746	88	28.017	136	43.294
41	13.063	89	28.335	137	43.612
42	13.382	90	28.654	138	43.931
43	13.700	91	28.972	139	44.249
44	14.018	92	29.290	140	44.567
45	14.336	93	29.608	141	44.885
46	14.654	94	29.927	142	45.204
47	14.972	95	30.245	143	45.522
48	15.290	96	30.563	144	45.840
49	15.608	97	30.881	145	46.159
50	15.926	98	31.200	146	46.477
51	16.244	99	31.518	147	46.795
52	16.562	100	31.836	148	47.113
53	16.880	101	32.154	149	47.432
54	17.198	102	32.473	150	47.750
55	17.517	103	32.791		
56	17.835	104	33.109		

## 简易点对点传动装置—示例一

下述实例为选择各种类型的链传动系统提供了易于操作的逐步指南。Renold的技术人员可以为与链条的选择相关的任何问题提出建议。有关具体的传动方程式，参见第108页。

### 示例一 旋转泵传动装置

已知：

- 泵转速 360转/分
- 输入功率 7.5千瓦
- 传动装置 电动机的转速为1440转/分
- 限制条件 中心距离大约为458毫米  
通过轴的运动来进行调整

#### 1 选择参数

- 采用Z1=19T
- 无多边形效应
- 符合平稳传动装置的要求

计算传动比，如下所示：

$$\text{传动比} = i = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{1440}{360} = 4$$

因此，从动轮齿的数目为：

$$Z_2 = 4 \times Z_1 = 4 \times 19 = 76T$$

#### 2 选择系数

应用系数*f*1=1（主动链轮与从动链轮都平稳运转）

$$\text{轮齿系数} \quad F_2 = \frac{19}{Z_1} = \frac{19}{19} = 1$$

$$\text{选择功率} = 7.5 \times 1 \times 1 = 7.5 \text{kw}$$

#### 3 选择链条

现在可以利用表3和表4，同时参照功率和速度选择链条，链条的选择有如下可能性：

0.5英寸BS单排链（大约为额定承载能力的81%）

0.375英寸BS双排链（大约为额定承载能力的98%）

0.5英寸ANSI单排链（大约为额定承载能力的83%）

0.375英寸ANSI双排链（大约为额定承载能力的84%）

鉴于0.375英寸ANSI双排链属于套筒链，因此它并不适用。

注意：额定承载能力的近似百分比是用转速为1440转/分时的选择功率除以链条在转速为1440转/分时的最大承载能力计算得到的。

对于这个示例，我们将选择0.5英寸的欧洲标准单排链。

#### 4 安装参数

润滑—“欧洲标准链条负载特性图”（参见第107页）明确指出：链条需要油槽式润滑。链条需要被封闭起来，并且在油底壳内运转。

现在，我们计算链条长度。

$$L = \frac{Z_1 + Z_2}{2} + \frac{2C}{P} + \frac{P}{C} \left( \frac{Z_2 - Z_1}{2\pi} \right)^2$$

$$L = \frac{19 + 76}{2} + \frac{2 \times 458}{12.7} + \frac{12.7 \left( \frac{76 - 19}{2\pi} \right)^2}{458} = 121.9$$

向上近似到最近的偶数个节距，即：122。

#### 5 中心距离的计算

现在可以采用如下所示的公式计算传动装置的中心距离：

$$C = \frac{P}{8} \left[ 2L - Z_1 - Z_2 + \sqrt{(2L - Z_1 - Z_2)^2 - \frac{\pi}{3.88} (Z_2 - Z_1)^2} \right]$$

$$= \frac{12.7}{8} \left[ ((2 \times 122) - 76 - 19) + \sqrt{((2 \times 122) - 76 - 19)^2 - \frac{\pi}{3.88} \times (76 - 19)^2} \right]$$

$$= 458.6 \text{mm}$$

#### 6 调整

规定链条的磨损为2%或两个链条节距（以较小者为准），在这个例子中， $(122 \times 1.02) - 122 = 2.44$ 个节距。

因此，采用2个节距，然后再利用L=124节距在上述方程式中重新计算。

结果为：

$$C = 471.7 \text{毫米}$$

即：总的调整量为13.1毫米。

注意：在实践中，某些负调整有利于组装；如果准备要组装的链条已经预先被连接为环形链，那么这更是必需的。

#### 7 其它数据

$$\text{链条速度} = \frac{N \cdot P \cdot Z_1}{60000} = \frac{1440 \times 12.7 \times 19}{60000} = 5.79 \text{ m/s}$$

$$\text{由于动力传动而在链条中产生的载荷} = \frac{Q \cdot 1000}{V}$$

（其中，Q=选择功率（千瓦））

$$= \frac{7.5 \times 1000}{5.79} = 1295 \text{N}$$

$$\text{由于向心加速度而在链条中产生的载荷}$$

$$= \text{链条的质量/米} \times \text{速度}^2$$

$$= 0.68 \times 5.79^2$$

$$= 23 \text{牛顿}$$

$$\text{链条的合计工作载荷} = 1318 \text{牛顿}$$

注意：由于在方程式中有链条速度的平方，因此在速度较高时，由于向心加速度而在链条中产生的载荷会变得更显著。

链条的轴向断裂作用力=19000牛顿

$$\text{链条的安全系数} = \frac{19000}{1318} = 14.4$$

链条的承载面积=50平方毫米（参见第8-9页和第34-35页）

$$\text{承载压力} = \frac{\text{工作载荷}}{\text{承载面积}} = \frac{1318}{50} = 26.36 \text{ 牛顿/平方毫米}$$

## 简易点对点传动装置—示例二

下述实例为选择各种类型的链传动系统提供了易于操作的逐步指南。Renold的技术人员可以为与链条的选择相关的任何问题提出建议。有关具体的传动方程式，参见第108页。

### 示例二 四气缸压缩机

已知：

- 泵转速 250转/分
- 输入功率 250千瓦
- 传动装置 电动机，转速为960转/分
- 限制条件 中心距离大约为1500毫米

#### 1 选择参数

为冲击式传动装置采用25齿链轮（参见第103页“传动比与链轮的选择”）。

$$\text{传动比} = \frac{Z_2}{Z_1} = \frac{N_2}{N_1} = \frac{960}{250} = 3.84$$

轮齿的数目  $Z_2 = 3.84 \times Z_1 = 3.84 \times 25 = 95$  齿

#### 2 选择系数

应用系数*f*1=1.5（主动链轮与从动链轮都承受中等程度的冲击载荷）

$$\text{轮齿系数} \quad f_2 = \frac{19}{Z_1} = \frac{19}{25} = 0.76$$

选择功率=传动动力 × *f*1 × *f*2（千瓦）

$$\text{选择功率} = 250 \times 1.5 \times 0.76 = 285 \text{ 千瓦}$$

#### 3 选择链条

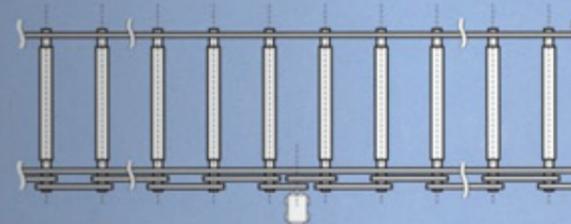
现在可以利用“欧洲标准链条负载特性图”（参见第107页），同时参照功率（立轴上为285千瓦）和速度（水平轴为960转/分）选择链条。

两股匹配好的1.25英寸节距欧洲三排链应该与一个经过热处理的25轮齿的钢制链轮和一个95轮齿的从动链轮一同使用，以达到3.8比1的传动比。

### 多轴传动装置

串联轴

下图所示为滚柱式输送机的传动。



链条的选择应基于在滚柱和待输送的材料之间的滑动转矩。这种类型的传动装置通常应采用安全系数为：

对于单向传动装置，安全系数=5；

对于双向传动装置，安全系数=8。

除最后一个之外的每一个滚柱都有两个简易的链轮或者有两根简单链的特殊链轮。在低速或可换向的传动装置中，应该使用经淬火的链轮。

#### 4 安装参数

润滑—“欧洲标准链条负载特性图”（参见第107页）明确指出：这种传动装置需要流动式润滑系统。链条应该在一个配有泵和油底壳的封闭外罩内运转。

现在，我们将计算链条长度。

$$L = \frac{25 + 95}{2} + \frac{2 \times 1500}{31.75} + \frac{31.75 \left( \frac{95 - 25}{2\pi} \right)^2}{1500} = 157.12$$

向上近似到最近的偶数个节距，即：158。

#### 5 中心距离的计算

现在，可以采用如下所示的标准公式计算传动装置的中心距离：

$$= 1514.44 \text{ 毫米}$$

$$C = \frac{31.75}{8} \left[ ((2 \times 158) - 95 - 25) + \sqrt{((2 \times 158) - 95 - 25)^2 - \frac{\pi}{3.88} (95 - 25)^2} \right]$$

#### 6 调整

$$\text{链条速度} = \frac{960 \times 31.75 \times 25}{60000} = 12.7 \text{ m/s}$$

$$\text{链条内的载荷} = \frac{285 \times 1000}{12.7} = 22440 \text{ N}$$

由于向心加速度而在链条中产生的载荷=

$$11.65 \times 2 \times 12.7 \times 12.7 = 3758 \text{ 牛顿}$$

链条的合计工作载荷=26027牛顿

$$\text{承载} = \frac{\text{工作载荷}}{\text{承载面积}} = \frac{23272}{885 \times 2} = 14.7 \text{ 牛顿/平方毫米}$$

$$\text{链条的安全系数} = \frac{\text{断裂载荷}}{\text{工作载荷}} = \frac{294200 \times 2}{26027} = 22.6$$

对于滚柱少于10个的滚柱式输送装置，可以从轨道的其中一端进行驱动。如果滚柱的数目较多，建议使传动装置处于输送装置的中间，从而达到更好的动力分布和最高的总效率。

如果我们假定：一个在理想工作条件（比如：清洁的环境、正确的润滑）下运转的传动装置可以达到R%的效率，那么一个具有X个滚柱的滚柱式输送装置的总效率将为：

$$100 \left( \frac{R}{100} \right)^X = \frac{R^X}{100^{(X-1)}}$$

如果单独一个传动装置的效率R等于98%，那么对于一个具有30个滚柱的滚柱式输送装置而言，其传动装置的总效率只能达到55%。

因此，我们建议在每个传动装置中采用的滚柱最多不超过30个。对于具有30个以上滚柱的滚柱式输送装置而言，应该使用多个传动装置。

传动装置应该能够提供一个与承载滚柱的滑动转矩相对应的转矩。

### 简易点对点传动装置—示例三

下述实例为选择各种类型的链传动系统提供了易于操作的逐步指南。Renold的技术人员可以为与链条的选择相关的任何问题提出建议。有关具体的传动方程式，参见第108页。

#### 示例三

已知：

- 移动一堆钢板。
- 有20个直径为150毫米的滚柱。
- 在滚珠轴承上的转轴直径为60毫米。
- 一个滚柱的重量为1900牛顿。
- 同一时间在输送装置上有两堆钢板。
- 一堆钢板的重量为17500牛顿，长度为1500毫米。
- 总的净载重为：35000牛顿（两堆）。
- 滚柱的中心距离：300毫米。
- 线速度：15米/分。
- 链轮的PCD（节距圆直径）：140毫米。
- 冲击载荷：每小时启动30次，同一方向。

#### 1 假设

- 将传动装置放在中间，每侧各有10个滚柱。
- 滚柱的滚动阻力系数为0.05。
- 在滚柱与载荷之间的摩擦阻力系数为0.25。
- 每个传动装置的效率为98%。

#### 2 选择计算

每一堆钢板重17500牛顿，用于输送一堆钢板的滚柱数目为

$$\frac{\text{一堆钢板的长度}}{\text{滚柱的中心距离}} = \frac{1500}{300} = 5 \text{ 个滚柱}$$

或者说总的净载重是由10个滚柱输送的。

如果将35000牛顿的净载重与10个轴承滚柱的总重量（19000牛顿）加起来，那么总载重为54000牛顿。10个滚柱的切向作用力为：54000 x 0.05 = 2700牛顿，相对应的转矩为：

$$F \times d \text{ (作用力} \times \text{距离)} = 2700 \times \frac{0.06}{2} = 81 \text{ 牛顿米}$$

注意：其中d=轴径

对于每一组的10个滚柱，其效率为：

$$\frac{98^{10}}{100^9} = 81.7\%$$

因此，有效转矩就变为：

$$\frac{\text{实际转矩}}{\text{效率}} = \frac{81}{0.817} = 99 \text{ 牛顿米}$$

如果链轮的节距圆直径为140毫米，那么链条中的拉力为：

$$\frac{2000 \times Md}{d_1} = \frac{2000 \times 99}{140} = 1414 \text{ 牛顿}$$

当摩擦系数等于0.25时，摩擦力为：35000 x 0.25 = 8750牛顿。

相对应的转矩等于：

$$F \times d \text{ (作用力} \times \text{距离)} = 8750 \times \frac{0.15}{2} = 656 \text{ 牛顿米}$$

注意：其中d=轴径。

合计传动转矩为656 + 81 = 737牛顿米。

因此，有效转矩等于：

$$\frac{737}{0.817} = 902 \text{ 牛顿米}$$

所以，链条内的拉力变为：

$$\frac{2000 \cdot Md}{d_1} = \frac{2000 \times 902}{140} = 12886 \text{ 牛顿}$$

依据传动装置，我们现在可以对ISO16B-1链条或Renold链条110088（与两个具有17个轮齿的链轮一起运转，节距圆直径为138毫米）进行评估。

在正常应用中：

$$\text{安全系数} = \frac{\text{轴向断裂作用力}}{\text{工作载荷}} = \frac{67000}{1414} = 47.4$$

$$\text{承载压力} = \frac{\text{工作载荷}}{\text{承载面积}} = \frac{1414}{207} = 6.83 \text{ 牛顿/平方毫米}$$

在出现滑动时：

$$\text{安全系数} = \frac{\text{轴向断裂作用力}}{\text{链条中的拉力}} = \frac{67000}{12886} = 5.2$$

$$\text{承载压力} = \frac{\text{链条拉力}}{\text{承载面积}} = \frac{12886}{207} = 62.26 \text{ 牛顿/平方毫米}$$

链条的线速度为：

$$\frac{\text{每堆钢板的速度} \times d_1}{\text{滚柱直径}} \left( \frac{1}{60} \right) = \frac{15 \times 0.138}{0.15 \times 60} = 0.23 \text{ 米/秒}$$

注意：其中d<sub>1</sub>=链轮的节距圆直径（米）。

$$\text{对于每一组的10个滚柱，其功率为：} \frac{F_1 J}{1000}$$

在正常工作条件下

$$\frac{\text{工作载荷} \times \text{线速度}}{1000} = \frac{1414 \times 0.23}{1000} = 0.33 \text{ 千瓦}$$

$$\frac{\text{链条拉力} \times \text{线速度}}{1000} = \frac{12886 \times 0.23}{1000} = 2.96 \text{ 千瓦}$$

当滚柱滑动时

- 考虑到齿轮装置的效率，在这个总功率上再加上一个25%的系数，则需要3.7千瓦。

注意：如果线速度较高，那么我们还应该考虑到其它一些额外的因素，比如：滚柱的惯性矩以及系统各个组成部分加速所需要的动力。

#### 并联轴



图1

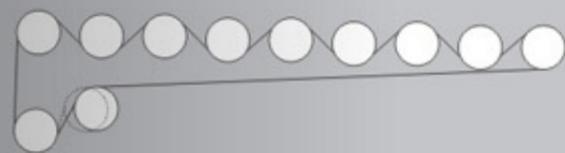


图2

这种类型的传动装置只用于下述情形：

- 具有稳定载荷，最好均匀分布在链轮系统上。
- 线速度不高于1.5米/秒。
- 只在一个方向被驱动。

由于减少了轮齿的接触，因此这种传动力法的效率高于串联式传动装置。

对于每一个传动装置，都需要特别注意主动链轮、导向链轮和反向小齿轮的定位。

链轮的布置、链条的支撑和导向在很大程度上决定了链条的使用寿命。

在大多数情况下，链条都非常长；只有在预加一定程度的张力时才有可能在主动链轮上抓紧链条。这个预加张力不得超过在应用中正常拉力载荷的一半。

其选择方法与“串联轴”下详细说明的方法相同。

在正常条件下，按照图2中所示安装的传动装置的效率如下：

- 采用5个滚柱时，效率为94%
- 采用10个滚柱时，效率为89%
- 采用15个滚柱时，效率为84%
- 采用20个滚柱时，效率为79%
- 采用25个滚柱时，效率为75%

#### 安全警告

##### 连接链节

对于高速运转或者恶劣的条件，不应使用第11号或第26号接头（滑动配合）。在此类或者同等的条件下，鉴于安全重要性，必须使用第107号铆接链竹（过盈配合）。

只要有可能，传动装置应允许足够的总体调整，以确保在链条的有效寿命中始终能够使用偶数个节距。只能在没有其它办法的时候才可以使用弯板链节接头（第12或第30号）。

##### 链条的维护

在进行更换、维修或变更长度以前，必须在使链条与传动装置断开、拆下链条之前采取下述防护措施。

- 1、一定要使电源与传动装置或设备断开。
- 2、一定要佩戴安全镜。
- 3、一定要穿、戴得到使用条件证明、且适当的防护服、安全帽、手套及安全鞋。
- 4、一定要确保工具处于正确的工作条件，而且按照适当的方式使用。
- 5、一定要放松张紧的装置。
- 6、一定要支撑链条，以免链条或其组成部件突然出现意外的运动。
- 7、在完全理解安全作业的方法之前，不得尝试断开或重新连接链条。
- 8、在断开链条之前，确保可以提供正确的更换件。
- 9、一定要确保遵守关于正确使用工具的指南。
- 10、不得重新使用单独的组成部件。
- 11、不得重新使用受损的链条或链条的零部件。
- 12、对于使用弹簧夹（第26号）的低负载传动装置而言，一定要确保弹簧夹相对运动方向的安装正确。