

965/66
032604

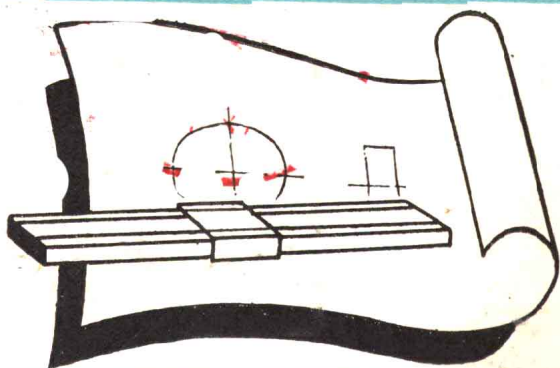
机械工人学习材料

JIXIE GONGREN XUEXI CAILIAO

皮带传动的种类和计算

汪福民 编著

简 易 计 算



机械工业出版社

965/66
032604

内容提要 皮带传动是机器传动结构中最普遍的形式之一。

这本小册子从皮带传动的原理、特点和种类谈起，介绍在不同情况和条件下皮带传动的计算方法和步骤，以及皮带轮结构尺寸的确定与计算等，特别对皮带轮结构上的幅板厚度、板轮孔数、开孔直径、位置的确定等都作了详细的叙述。

本书可供机械工人阅读。

皮带传动的种类和计算

汪福民 编著

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业登记证出字第117号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ ·印张2·字数44千字

1965年2月北京第一版·1973年10月重排北京第二次印刷

印数30,001—233,000·定价0.16元

*

统一书号：15033·3651

毛主席语录

红与专、政治与业务的关系，是两个对立物的统一。一定要批判不问政治的倾向。一方面要反对空头政治家，另一方面要反对迷失方向的实际家。

在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。

目 次

一	皮带传动的基本概念.....	1
1	皮带传动的简单原理(1)——2 皮带传动的特点(2) ——3 传动比(4)	
二	皮带传动的种类和拉紧皮带的方法.....	4
1	皮带传动的种类(4)——2 拉紧皮带的方法(7)	
三	皮带的种类、尺寸和接头.....	8
1	皮带的种类和尺寸(8)——2 皮带的接头(14)	
四	皮带传动的计算.....	16
1	皮带在皮带轮上的包角(16)——2 皮带的疲劳 和工作 寿命(17)——3 平皮带传动的计算步骤 和 公式(18)——	
4	三角皮带传动的计算步骤和公式(25)	
五	皮带轮的结构和尺寸的确定.....	40
1	皮带轮的材料(40)——2 皮带轮的结构和尺寸(40)	

一 皮带传动的基本概念

1 皮带传动的简单原理 两轴间传递运动与动力的方式很多，但皮带传动是最常见的一种。皮带传动是由皮带轮跟张紧在轮上的环形皮带所组成，图1 a 表示最简单的一种型式。目前常用的皮带，有剖面是长方形的平皮带（图1 b）和剖面是梯形的三角皮带（图1 c），因此皮带传动也分为两类：（一）平皮带传动；（二）三角皮带传动。

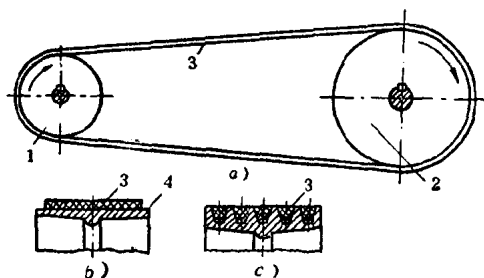


图1 皮带传动

1—主动轮；2—从动轮；3—皮带；4—轮缘

在平皮带传动中，皮带是张紧地套在皮带轮上，所以皮带中有初拉力，这个初拉力使皮带跟轮缘接触表面处产生相应的压力。当主动轮●转动的时候，使皮带跟轮缘接触表面间产生摩擦力以传递运动和动力。同样道理，皮带运动到从动轮上，也是依靠摩擦力，由皮带带动从动轮转动，这样皮带传动就达到了传递运动和动力的作用。

在三角皮带传动中，同样也是依靠皮带和皮带轮间的摩擦力进行工作。三角皮带的传动，是借三角皮带的两腰和轮槽两侧面

- 凡能传出动力的轴称为主动轴（如电动机的轴），而装在主动轴上的皮带轮称为主动轮；接受传入动力的轴称为从动轴（如水泵、油泵的轴），而装牢在从动轴上的皮带轮称为从动轮。

接触，发生楔形摩擦，这种摩擦力要比平皮带传动中的摩擦力大，因此三角皮带中的初拉力可以比平皮带中降低些，但传动效果是一样的。

2 皮带传动的特点 平皮带传动的优点是：

- 1) 结构简单，成本低廉；
- 2) 具有传动弹性，可以缓和冲击和吸收振动；
- 3) 工作平稳，没有噪声；
- 4) 保养、修配和管理都简便；
- 5) 能用于轴间距离较大的传动；

6) 载荷突然增大时，皮带在皮带轮上会发生打滑，可作为安全保险装置，以免损坏其他零件。

平皮带传动的缺点是：

- 1) 紧凑性差，传动外廓尺寸大；
- 2) 皮带在皮带轮上的滑动跟着载荷的增大而增大，传动比不定，不适用于要求传动比严格准确的机器中；
- 3) 在工作中，皮带将被拉长，需要经常改接皮带或调整皮带轮两轴间的距离，使皮带保持一定的拉紧状态；
- 4) 皮带和皮带轮会摩擦生热，甚至放电，所以不宜用在有爆炸危险的地方（例如，有面粉飞扬、煤粉飞扬、汽油挥发气体和可燃气体等地方）；
- 5) 皮带的初拉力使轴和轴承受到较大的作用力；
- 6) 传动效率较低（动力损耗较大）。

由于三角皮带和皮带轮轮槽是楔形摩擦与摩擦力较大的特点，因此三角皮带传动除了有平皮带传动的所有优点外，它还有以下一些优点：

- 1) 传动比可以较大；

- 2) 轴间距离可以较小, 传动的外廓尺寸较紧凑;
- 3) 皮带滑动较小;
- 4) 皮带初拉力较小, 对轴和轴承的作用力也较小;
- 5) 三角皮带是没有接头的, 传动更平稳。

但是, 三角皮带传动和平皮带传动相比, 也有某些缺点:

- 1) 皮带磨损较快, 工作寿命较短;
- 2) 皮带轮的制造成本比平皮带轮高;
- 3) 安装时, 两个皮带轮的轮槽中心一定要对准, 否则将会加剧皮带的磨损;
- 4) 传动效率比平皮带低。

平皮带传动传递功率的范围是 $0.35 \sim 1500$ 千瓦 (即 $0.5 \sim 2000$ 马力), 三角皮带传动传递功率的范围是 $0.35 \sim 370$ 千瓦 (即 $0.5 \sim 500$ 马力), 但皮带传动一般常用在 40 千瓦 (即 50 马力) 或 75 千瓦 (即 100 马力) 以下的传动中。

皮带速度一般在 $5 \sim 25$ 米/秒范围内, 最大不得超过 30 米/秒, 小于 5 米/秒是不合适的, 这是因为外廓尺寸较大的缘故。

平皮带传动的传动比一般范围是 $\frac{1}{9} \sim 3^{\bullet}$, 最大范围不超过 $\frac{1}{5} \sim 5$ (交叉传动的传动比范围可到 $\frac{1}{6} \sim 6$)。三角皮带的传动比一般范围是 $\frac{1}{7} \sim 7$, 最大范围不超过 $\frac{1}{10} \sim 10$ 。要是平皮带传动的传动比的范围过大, 那么皮带在小轮上的包角就小, 皮带容易在小轮上打滑, 影响传动。三角皮带是楔形摩擦, 摩擦力比平皮带大, 允许皮带在小轮上的最小包角比平皮带传动中可以更小些, 所以三角皮带传动的传动比范围要比平皮带传动大。

● 传动比小于 1 是指增速传动, 传动比大于 1 是指减速传动, 传动比等于 1 是指等速传动。

3 传动比 主动轴（或主动轮）每分钟转数和从动轴（或从动轮）每分钟转数的比值叫做传动比，传动比以 i 表示。在简单计算中，不考虑皮带和皮带轮间的滑动影响，只从两皮带轮直径和回转数之间的关系来考虑，则传动比 i 可用下式求出：

$$i = \frac{n_{\text{主}}}{n_{\text{从}}} = \frac{D_{\text{从}}}{D_{\text{主}}} \quad (1)$$

式中 $n_{\text{主}}$ ——主动轴（或主动轮）的每分钟转数（转/分）；

$n_{\text{从}}$ ——从动轴（或从动轮）的每分钟转数（转/分）；

$D_{\text{主}}$ ——主动轮直径（毫米）；

$D_{\text{从}}$ ——从动轮直径（毫米）。

由上式可以看出，在一对传动皮带轮中，皮带轮的转速和它的直径成反比。也就是说，转速高的皮带轮，它的直径反而小；转速慢的皮带轮，它的直径反而大。

由上式还可以看出以下三种情况：

1) 减速传动中， $n_{\text{主}} > n_{\text{从}}$ ， i 总是大于 1，

2) 增速传动中， $n_{\text{主}} < n_{\text{从}}$ ， i 总是小于 1，

3) 等速传动中， $n_{\text{主}} = n_{\text{从}}$ ， i 就等于 1。

二 皮带传动的种类和拉紧皮带的方法

1 皮带传动的种类 皮带传动的种类很多，常见的有三种：开口传动、交叉传动和半交叉传动。这三种传动形式，在平皮带传动中都适用，但是用得较普遍的是开口传动。对于三角皮带传动来说，通常都采用开口传动。

一、开口传动（图 2）——两轴互相平行，两轮向同一方向转动。

在平皮带传动中，为了避免皮带容易从皮带轮上滑下来，往往在大皮带轮的轮缘表面做成凸起的圆弧形（图23）。在凸形轮缘表面，皮带要受到轮缘圆周曲率^①和凸形圆弧曲率两个方向的弯曲，这对皮带的工作寿命不利。大皮带轮上轮缘圆周曲率比小皮带轮小，因此皮带在大皮带轮上的弯曲也小，所以凸形圆弧加工在大皮带轮上较适宜。

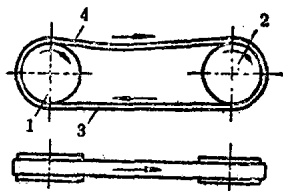


图2 开口传动

1—主动轮；2—从动轮；3—带的主动边；4—皮带的从动边

在水平位置或倾斜位置的开口传动中，最好把皮带的下边作为主动边^②（即紧边），上边作为从动边（即松边），这样在传动中，从动边由于本身重量下垂，而增大皮带在皮带轮上的包角，因而对传动有利。中心距比较短的，皮带下垂影响不大，不一定这样考虑。

开口传动的常用的皮带速度 $V = 5 \sim 25$ 米/秒，很少用到 $V = 25 \sim 30$ 米/秒。平皮带传动常用的传动比范围 $i = \frac{1}{3} \sim 3$ ， $i_{\text{最大}} = \frac{1}{5} \sim 5$ 。三角皮带传动常用的传动比范围 $i = \frac{1}{7} \sim 7$ ， $i_{\text{最大}} = \frac{1}{10} \sim 10$ 。

二、交叉传动（图3）——两轴互相平行，皮带的主动边和从动边交叉，两轮向相反方向转动。

交叉传动的优点是包角比开口传动大，所以对传动有利。缺点是皮带的扭转变形很大，且在交叉处皮带的表面要互相摩擦，

① 曲率是弯曲度的意思，曲率 $= \frac{1}{\text{半径}}$ 。显然可见：半径愈小，曲率愈大；半径愈大，曲率愈小。

② 皮带进入主动轮的一边叫做主动边，皮带进入从动轮的一边叫做从动边。

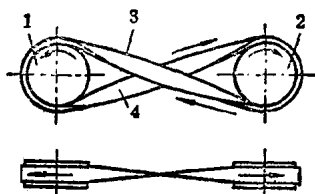


图3 交叉传动

1—主动轮；2—从动轮；3—皮带的主动边；4—皮带的从动边

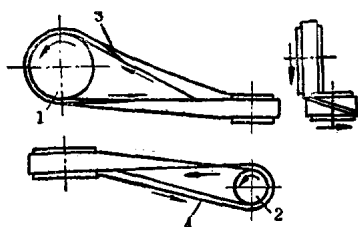


图4 半交叉传动

1—主动轮；2—从动轮；3—皮带的主动边；4—皮带的从动边

增加皮带的磨损。改善的办法是：(1) 不采用凸形圆弧的轮缘表面，(2) 尽可能增大两轮的中心距。

交叉传动的皮带速度 $V \leq 15$ 米/秒，传动比范围 $i = \frac{1}{6} \sim 6$ ，传递的功率不宜过大，并不得超过开口传动容许载荷的 75~85% (即以交叉传动的条件，去计算开口传动时得到的传递功率作为 100%)。

三、半交叉传动(图4)——两轴是在空间交叉，通常成 90° 交叉，皮带轮不能倒转。

配置皮带轮的时候，使皮带在传动中不致滑下来，必须满足下面两个要求：

(1) 在主动边的一边，进入主动轮的皮带的中心线要跟主动轮的中心平面相重合(图5中的 AB 和 V_1)。

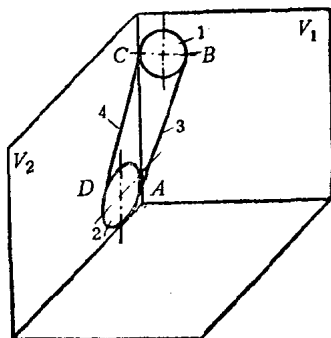


图5 半交叉传动中，皮带和皮带轮的配置

1—主动轮；2—从动轮；3—皮带的主动边；4—皮带的从动边； V_1 —主动轮的中心平面； V_2 —从动轮的中心平面

(2) 在从动边的一边, 进入从动轮的皮带的中心线, 要跟从动轮的中心平面相重合 (图 5 中的 CD 和 V_2)。

在半交叉传动中, 当载荷变化时, 皮带在皮带轮上的位置也有所移动, 所以皮带轮的轮缘表面不应该做成凸起圆弧形, 而且皮带轮宽度也要稍宽些。

半交叉传动的皮带速度 $V \leq 15$ 米/秒, 传动比范围 $i = \frac{1}{3} \sim 3$, 传递的功率不得超过开口传动容许载荷的 70~80%。

2 拉紧皮带的方法 皮带传动是靠摩擦力来工作的, 在工作中皮带经过较长时间的使用以后, 就会被拉长 (甚至松弛脱下), 这时摩擦力逐渐变小, 传动就不正常。因此, 在设计皮带传动的时候, 必须考虑拉紧皮带的方法。常用拉紧皮带的方法有两种:

(1) 当皮带轮中心距固定不变时, 使皮带的周长稍微小于皮带的几何长度 (即由中心距和皮带轮直径计算得出的皮带的理论长度), 这样皮带接好后套上皮带轮, 就可以在皮带中产生一定的初拉力。皮带松弛以后可以卸下皮带, 切去一些, 重新改接, 再套上皮带轮使用。这种方法只适用于平皮带, 不适用于三角皮带。

(2) 当皮带轮中心距可以变更时, 采取改变一个轴的位置来达到拉紧皮带的目的。图 6 表示在水平传动和接近水平传动中, 中心距的调整装置, 也就是把电动机装在滑轨上, 扭动调节螺钉 2 即可拉紧皮带。图 7 表示在垂直传动和接近垂直传动中, 中心距的调整装置, 电动机装在可摆动的平板上, 拧紧调节螺钉 5, 就可以拉紧皮带。

这种方法对平皮带或三角皮带传动都适用。

在三角皮带传动中, 为了便于安装皮带和拉紧皮带起见, 常常都设计成第二种型式。三角皮带的拉紧不能过松或过紧, 不要

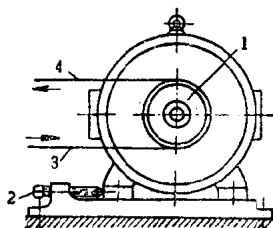


图6 水平传动中，调整中心距来拉紧皮带
1—主动轮；2—调节螺钉；3—皮带的主动边；4—皮带的从动边

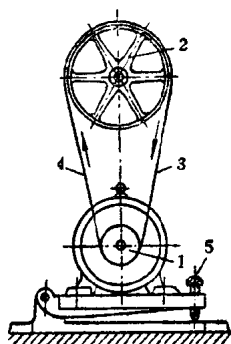


图7 垂直传动中，调整中心距来拉紧皮带
1—主动轮；2—从动轮；3—皮带的主动边；4—皮带的从动边；5—调节螺钉

像平皮带那样拉得很紧，大约用一只手指能把三角皮带掀下约15毫米左右，说明拉紧程度是比较合适的（中心距约为500~600毫米左右）。

三 皮带的种类、尺寸和接头

1 皮带的种类和尺寸 常用的传动皮带有皮革带、橡胶传动带和三角皮带三种。选用哪一种皮带，必须根据传动的工作条件、工作要求和经济价值来决定。

一、皮革带——用牛皮制成。我国生产的皮革带有单层、双层和三层的三种。表1是一般常用皮革带的尺寸。

皮革带有很好的弹性和挠性，所以能够承受强烈的振动载荷，甚至是冲击载荷。在交叉传动和带有拨叉的传动中，很耐于磨损。

表1 皮革带的尺寸

宽 度 (毫米)	厚 度 (毫米)	
	单 层	双 层
20, 25, 30	3	
(35), 40, (45), 50	3.5	
60, 70, (75), 80	4	
(85), 90, (95)	4.5	
100, 115	4.5	7.5
125, 150,	5	8.5
175, 200, 225, 250, (275), 300	5.5	9.5

注：括弧内的尺寸最好不用。

皮革带不适用在有腐蚀性气体或潮湿的地方。皮革带价格比较贵，因此使用范围不广。

二、橡胶传动带——它是由几层带胶的帆布粘合在一起，经过硫化后制成的普通胶布传动带。橡胶传动带按它的结构分类，基本上可分为两种类型：（1）叠层式橡胶传动带（图8）；（2）包层式橡胶传动带（图9），但也有制成叠包合并式的。橡胶传动带的尺寸见表2。

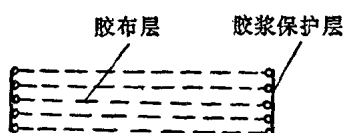


图8 叠层式橡胶传动带

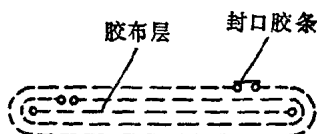


图9 包层式橡胶传动带

在使用橡胶传动带时，要严防受酸、碱、柴油、机油和汽油等的污染，这些对橡胶传动带都有损害作用。

叠层式橡胶传动带应避免在塔轮上或带有拨叉的地方使用，

表2 橡胶传动带的尺寸 (GB 524-65)

皮 带 宽 度 (毫米)	胶 布 层 数	宽度公差(毫米)
16, 20, 25, 32, 40, 50, 56, 63	3~5	± 2
71, 80, 90, 100, 112, 125	3~6	± 4
140, 160, 180, 200, 224, 250	4~10	± 5
280, 315, 355, 400, 450, 500, 560	6~12	± 6

注：每层橡胶传动带的厚度约为 1.25 毫米 (GB 524-65 中未规定)。

因边缘易被磨损。橡胶传动带价格低廉，是平皮带中用得最多的一种。

三、三角皮带——三角皮带是一种无缝的传动带，同橡胶传动带一样要严防接触酸、碱、柴油、机油和汽油等物质。我国生产的普通三角皮带按剖面大小共有 O、A、B、C、D、E、F 七种型号，此外又分甲种、乙种两个类型。三角皮带的剖面尺寸和长度尺寸 (见图11)，我国化学工业部已有部颁标准 (表3和表5)，甲种类型的三角皮带，通常叫做公制三角皮带，是标准的三角皮带，其剖面尺寸见图10和表3。

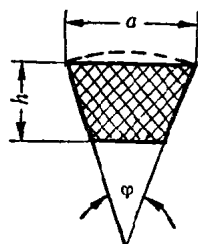


图10 三角皮带的剖面

a —三角皮带上底的宽度(毫米); h —三角皮带的高度(毫米); φ —三角皮带的角度(度)

表3 三角皮带的剖面尺寸 (HGB 4003-60)

型 号	O	A	B	C	D	E	F
剖面尺寸							
a (毫米)	10	13	17	22	32	38	50
h (毫米)	6	8	10.5	13.5	19	23.5	30
φ (度)	40	40	40	40	40	40	40

注：三角皮带的上底可以做成平面状，也可以做成弧状。

表 4 甲种三角皮带的长度尺寸 (HGB 4003-60)

三角皮带的内周长度 (毫米)	各型三角皮带的计算长度(毫米)						
	O	A	B	C	D	E	F
500	519	525	—	—	—	—	—
530	549	555	—	—	—	—	—
560	579	585	—	—	—	—	—
600	619	625	633	—	—	—	—
630	649	655	663	—	—	—	—
670	689	695	703	—	—	—	—
710	729	735	743	—	—	—	—
750	769	775	783	—	—	—	—
800	819	825	833	—	—	—	—
850	869	875	883	—	—	—	—
900	919	925	933	—	—	—	—
950	969	975	983	—	—	—	—
1000	1019	1025	1033	—	—	—	—
1060	1079	1085	1093	—	—	—	—
1120	1139	1145	1153	—	—	—	—
1180	1199	1205	1213	—	—	—	—
1250	1269	1275	1283	—	—	—	—
1320	1339	1345	1353	—	—	—	—
1400	1419	1425	1433	—	—	—	—
1500	1519	1525	1533	—	—	—	—
1600	1619	1625	1633	—	—	—	—
1700	1719	1725	1733	—	—	—	—
1800	1819	1825	1833	1844	—	—	—
1900	—	—	—	1944	—	—	—
2000	2019	2025	2033	2044	—	—	—
2120	—	—	—	2164	—	—	—
2240	2259	2265	2273	2284	—	—	—
2360	—	—	—	2404	—	—	—
2500	2519	2525	2533	2544	—	—	—
计算长度和内周长度的差值 x	19	25	33	44	60	74	95

(续)

三角皮带的内周长度 (毫米)	各型三角皮带的计算长度(毫米)						
	O	A	B	C	D	E	F
2650	—	—	—	2894	—	—	—
2800	—	2825	2833	2844	—	—	—
3000	—	3025	3033	3044	—	—	—
3150	—	3175	3183	3194	3210	—	—
3350	—	3375	3383	3394	3410	—	—
3550	—	3575	3583	3594	3610	—	—
3750	—	3775	3783	3794	3810	—	—
4000	—	4025	4033	4044	4060	—	—
4250	—	—	4283	4294	4310	—	—
4500	—	—	4533	4544	4560	4574	—
4750	—	—	4783	4794	4810	4824	—
5000	—	—	5033	5044	5060	5074	—
5300	—	—	5333	5344	5360	5374	—
5600	—	—	5633	5644	5660	5674	—
6000	—	—	6033	6044	6060	6074	—
6300	—	—	6333	6344	6360	6374	6395
6700	—	—	6733	6744	6760	6774	6795
7100	—	—	—	7144	7160	7174	7195
7500	—	—	—	7544	7560	7574	7595
8000	—	—	—	8044	8060	8074	8095
8500	—	—	—	8544	8560	8574	8595
9000	—	—	—	9044	9060	9074	9095
9500	—	—	—	9544	9560	9574	9595
10000	—	—	—	—	10060	10074	10095
10600	—	—	—	—	10660	10674	10695
11200	—	—	—	—	11260	11274	11295
11800	—	—	—	—	11860	11874	11895
12500	—	—	—	—	—	12574	12594
13200	—	—	—	—	—	13274	13295
14000	—	—	—	—	—	14074	14095
计算长度和内周长度的差值 α	19	25	33	44	60	74	95

乙种类型的三角皮带通常也叫做英制三角皮带，它的型号分为：A、B、C、D、E五种，剖面尺寸见表5。

表5 英制三角皮带剖面尺寸

型 号	A	B	C	D	E
a (毫米)	12.7	16.5	22	31.5	38
h (毫米)	8.7	11	16	19	25.4
φ (度)	40	40	40	40	40

甲、乙两种类型三角皮带，它的区别仅在于断面尺寸不同（其中以E型差别最为显著，C型完全一致，其余稍有区别），但可以代用（不过要注意的是，其长度尺寸有较大的不同）。在新设计的传动中，都必须采用甲种标准的三角皮带（HGB4003-60），乙种三角皮带只能在检修配有英制三角皮带轮的旧设备时才选用。

甲种三角皮带制成了一系列的标准长度（表4），在市场上购买三角皮带时要讲明它的型号、内周长度（即公称长度）和那一种标准，但在计算时要用它的计算长度。计算长度是指通过皮带剖面重心的周长（图11）。计算长度要比内周长度稍微大些，计算时要注意不要将内周长度来计算皮带轮的中心距，以免造成中心距尺寸减小的错误。

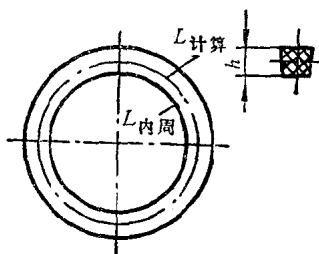


图11 三角皮带的长度
 $L_{计算}$ —计算长度； $L_{内周}$ —内周长度（即公称长度）

市场上还有一种活络三角皮带，它是用螺栓把许多橡胶布片叠接连成，其型号按HGB4003-60制成，有O、A、B、C、D、E六种。标准型号的三角皮带和活络三角皮带可以互相换用。活