

寿命：单个滚动轴承的寿命，指轴承的一个套圈或钢球材料上出现第一个疲劳扩展迹象之前，轴承的一个套圈相对另一个套圈旋转的转数。

可靠度：系指一组在相同条件下运转，近于相同的滚动轴承，期望达到或超过规定寿命的百分率，单个滚动轴承的可靠度为该轴承达到或超过规定寿命的概率。

基本额定寿命：对于单个滚动轴承或一组在相同条件下运转、近于相同的滚动轴承，其寿命是与90%的可靠度、当代常用材料和加工质量以及常规运转条件相关的寿命。

6.2. 按基本额定动载荷选用轴承

6.2.1. 基本额定寿命

滚动轴承额定寿命的计算方法，在国家标准GB/T6391(等同国际标准ISO281)中有明确规定。

向心球轴承的基本额定寿命计算公式：

$$L_{10} = \left(\frac{C_r}{P_r} \right)^3$$

$$\text{或} \quad \frac{C_r}{P_r} = L_{10}^{1/3}$$

其中： L_{10} ：基本额定寿命(百万转)

C_r ：径向基本额定动载荷

P_r ：径向当量动载荷

径向当量动载荷 P_r ：系指一恒定的径向载荷，在该载荷作用下，滚动轴承具有与实际载荷条件下相同的寿命。

如果轴承在一个恒定的转速下工作，基本额定寿命可转换成小时数，其计算公式为：

$$L_{10h} = \frac{10^6}{60n} \left(\frac{C}{P} \right)^3$$

$$\text{or} \quad L_{10h} = \frac{10^6}{60n} L_{10}$$

$$= \frac{16666}{n} \left(\frac{C}{P} \right)^3$$

其中： L_{10h} =基本额定寿命(小时)

n =轴承工作转速(转/分)

简易算法：假设需要500小时基本额定寿命；这里引入转速因数 f_n 和寿命因数 f_h

$$f_n = \left(\frac{33\frac{1}{2}}{n} \right)^{1/3}$$

$$f_h = \left(\frac{L_{10h}}{500} \right)^{1/3}$$

这样，公式简化为：

$$C = \frac{f_h}{f_n} P$$

f_n 和 f_h 值能根据工作转速和设定的寿命在图1中查出。再根据所需要的径向当量动载荷，就能算出径向基本额定动载荷，然后，在该样本的产品目录(C-1~C-19页)中，根据相应的Cr值就能确定选用什么尺寸的轴承了。

如果轴承是在变载荷和变速下工作，在确定轴承寿命时，则应用平均当量动载荷和平均转速来计算。平均当量动载荷一般按下式计算：

$$P_m = 3 \sqrt{\frac{1}{N} \int_0^N P^3 dN}$$

式中： P_m =平均当量动载荷

P =当量动载荷(函数式)

N =载荷变动一个周期内的总转数

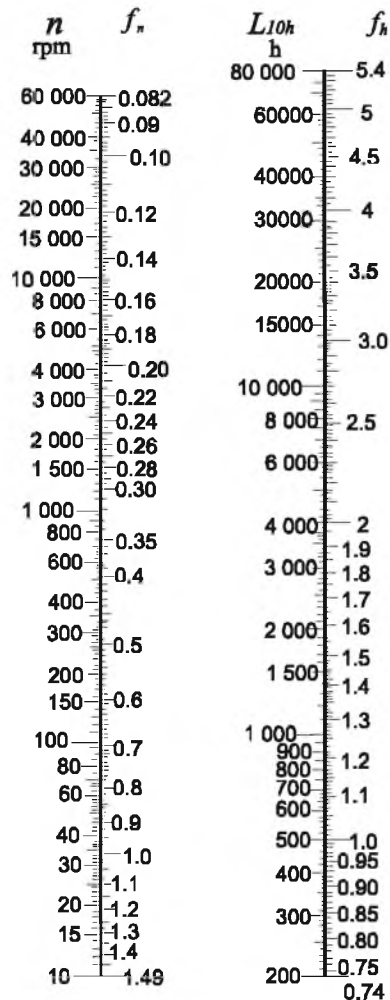


图1

6.2.2. 轴承安全寿命的设定

当你选择轴承时，常常要根据相应的机械类型、工作环境和可靠性要求来设定一个适当的安全寿命，总的说来，这个设定的安全寿命就决定了机械与这相关的维护保养周期。

6.2.3. 当量动载荷“P”的计算方法

轴承的基本额定动载荷是在假定的运转条件下确定的，即向心轴承仅受径向载荷。而实际应用场合常常同时承受径向载荷和轴向载荷，这样，在进行轴承寿命计算时，必须把实际载荷转换为与额定动载荷条件相一致的当量动载荷。当合成载荷的大小和方向恒定时，其当量动载荷的一般计算公式为：



$$P = X F_r + Y F_a$$

其中：P = 当量动载荷(N)

F_r = 径向载荷(N) = 轴承实际载荷的径向分量(N)

F_a = 轴向载荷(N) = 轴承实际载荷的轴向分量(N)

X = 径向系数

Y = 轴向系数

外球面球轴承的轴向载荷能力也与轴承与轴固紧方式有关；

带紧定螺钉或带偏心套固紧类的轴承，如果轴与轴承的配合较好且螺钉足够紧(见表32紧固力矩)，轴向载荷 F_a 不能超过未被利用的允许径向载荷 F_r 的20%。

如果是用紧定套锁紧的轴承，如果安装固紧正确，轴向载荷 F_a 最大也只能是未被利用的允许径向载荷 F_r 的15%~20%。

外球面球轴承的径向系数X和轴向系数Y，可从下表中查出（也可用插入法求得）

表21

$\frac{F_a}{C_0}$	$\frac{F_a}{F_r} \leq e$ p = F_r		C2组游隙			基本组游隙			C3组游隙		
			$\frac{F_a}{F_r} > e$		e	$\frac{F_a}{F_r} > e$		e	$\frac{F_a}{F_r} > e$		e
	X	Y	X	Y		X	Y		X	Y	
0.025	1	0	0.56	2.0	0.22	0.46	1.75	0.31	0.44	1.42	0.4
0.04	1	0	0.56	1.8	0.24	0.46	0.62	0.33	0.44	1.36	0.42
0.07	1	0	0.56	1.6	0.27	0.46	1.46	0.36	0.44	1.27	0.44
0.13	1	0	0.56	1.4	0.31	0.46	1.30	0.41	0.44	1.16	0.48
0.25	1	0	0.56	1.2	0.37	0.46	1.14	0.46	0.44	1.05	0.53

当轴承承受恒定力矩载荷时，当量动载荷可按以下公式计算：

$$P_m = f_m \cdot P$$

其中：P_m = 考虑力矩载荷的当量动载荷

f_m = 当力矩载荷较小时： $f_m = 1.5$

当力矩载荷较大时： $f_m = 2$

当轴承承受冲击载荷时，当量动载荷可按式计算：

$$P_d = f_d \cdot P$$

其中： P_d =考虑冲击载荷的当量动载荷(N)

f_d =冲击载荷因数；可按以下方法选取：

当无冲击载荷或轻微冲击载荷时：

$$f_d=1\sim 1.2$$

当有一定的冲击载荷时：

$$f_d=1.2\sim 1.8$$

6.3. 选用实例

某一轴承工作转速为1000r/m，仅承受一径向载荷 $F_r=3000\text{N}$ ，要求基本额定寿命最少20000小时，选择轴承尺寸。

根据转速 $n=1000\text{r/m}$ 能查出：

$$f_n=0.322 \text{ (从图1中显示约近0.32)}$$

根据要求基本额定寿命20000小时(设定的安全寿命)能查出：

$$f_h=3.42 \text{ (从图1中显示约近0.34)}$$

仅承受一径向载荷

$$P=F_r=3000(\text{N})$$

这样

$$\begin{aligned} C &= \frac{f_h}{f_n} P \\ &= \frac{3.42}{0.322} \times 3000 = 31863(\text{N}) \end{aligned}$$

用另一种简易方法计算轴承寿命，即图2的查表法。

具体做法是：连接转速 $n(1000\text{r/m})$ 的点和设定的基本额定寿命 $L_{10h}(20000\text{小时})$ 的点，划一直线，直线与中间C/P值刻线的交点就是所求的C/P值，从图中看出：

$C/P=10.6$ ，已知 $P=F_r=3000$ ，这样该轴承所需的基本额定动载荷为：

$$\frac{C}{P}=10.6$$

$$C=10.6P$$

$$=10.6 \times 3000 = 31800(\text{N})$$

寿命计算图表

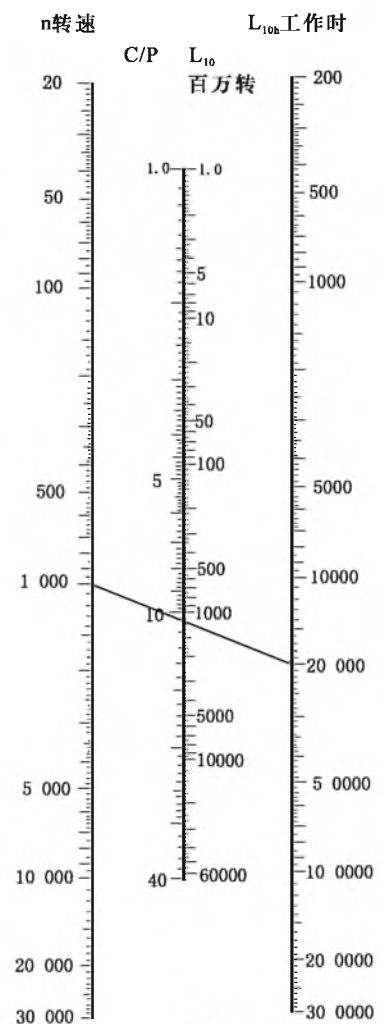


图2

然后，根据产品目录(C-1页到C-19页)中标出的各种尺寸轴承的基本额定载荷值，就能确定应该选什么尺寸的轴承了。

6.4. 额定寿命的修正

通常采用基本额定寿命 L_{10} 作为衡量轴承性能的准则就足以满足要求，该寿命是指90%可靠度下的寿命。

然而，对于某些应用场合，或许要求计算更高可靠度下的寿命，同时，对于许多应用场合，还希望更精确、更完善地考虑轴承质量和运转条件对寿命的影响，修正额定寿命 L_{nm} 则满足了这一要求[n表示失效概率，(100-n)表示幸存概率(也表示可靠度)]。

寿命 L_{nm} ，即(100-n)%可靠度、特殊轴承性能和特定运转条件下的修正基本额定寿命，可以按下式计算：

$$L_{nm} = a_1 a_{xyz} L_{10}$$

可靠度寿命修正系数 a_1 的值列于表22。

表22 可靠度寿命修正系数 a_1

可靠度	L_{nm}	A_1
90	L_{10m}	1
95	L_{5m}	0.62
96	L_{4m}	0.53
97	L_{3m}	0.44
98	L_{2m}	0.33
99	L_{1m}	0.21

寿命修正系数 a_{xyz}

a_{xyz} 包括以下影响因素：

- 材料(如洁净度、硬度、表面结构、疲劳极限、温度响应)；
- 润滑(如粘度、轴承转速、轴承尺寸、润滑剂类型、添加剂)；
- 环境(如污染程度、湿度)；
- 杂质颗粒(如硬度、尺寸、形状、材料)；
- 套圈中内应力(如制造过程产生的、安装后套圈过盈产生的内应力)；
- 安装(如装拆损伤、不同心)；
- 轴承载荷。