

初级技术读物

怎样 修理滚动轴承

徐元茂編著



机械工业出版社

初級技術讀物

怎样修理滚动轴承

徐元茂編著



机械工业出版社

1959

NO. 2806

1959年4月第一版 1959年4月第一版第一次印刷

850×1168 $1/32$ 字数56千字 印张 $2\frac{5}{16}$ 0,001—15,100册

机械工业出版社(北京阜成门外百万庄)出版

北京西四印刷厂印刷 新华书店发行

北京市书刊出版业营业许可证出字第008号

定价(10) 0.39元

目 次

序言	4
第一章 轴承类型和构造, 翻新轴承的条件	5
第二章 轴承的修理方法	11
第三章 轴承翻新的工艺	22
§ 1 轴承的拆卸	33
§ 2 套圈的镀铬	37
§ 3 镀铬废品, 产生废品的原因及其防止方法	40
§ 4 套圈滚道的磨削	41
一、单列向心球轴承套圈的磨削方法及其所用设备和卡具 (41) ——	
二、推力球轴承套圈的磨削方法及所用设备和卡具 (49) —— 三、圆柱	
和圆锥滚子轴承套圈的磨削方法及所用设备和卡具 (50)	
§ 5 套圈装配表面缺陷的修理	51
§ 6 套圈的抛光	53
§ 7 轴承的装配	57
§ 8 保持架的准备	58
§ 9 圆锥滚子轴承的装配	62
§ 10 其他轴承的装配	62
附录:	
1 苏联滚动轴承检查仪器一览表	64
2 经修理过的球轴承和滚子轴承技术条件 (ГОСТ 6275-57)	66

序 言

我国滚动轴承工业近年来虽大大的發展了，但还远不能满足国家建設中各方面的需要，为此大力开展翻新用廢軸承的修理工作就被提到机械工业的日程上来了。

在苏联早在 1930 年就开始了軸承翻新的修理工作，开始只修理过一、二十个类型，到 1948 年就修理过汽車-拖拉机用的軸承 125 种。修理軸承的工厂也專業化了，具备了專門的机床、設備和仪器。每年可为国家提供数以万計的翻新軸承。这些軸承不仅保证了与新軸承一样的使用性能；而且在寿命上还超过了新軸承。这是因为翻新軸承多半是采取了加大滚动体的方法来修理的。

* 这本小册子是編者根据苏联 Машгиз 1949 年出版的 [軸承修理] (Р. Д. Бейзельман 著) 和苏联 [軸承] 杂志上介紹的修理軸承的文献以及在軸承厂工作中所获得的一些体验編写而成。以供各大型企业的机修車間、汽車修理厂和其他中小型工厂在翻新軸承时作为参考資料。限于个人水平，錯誤在所难免，希望讀者多提意見，以求再版时改进。

編者 1959.1.

第一章 軸承类型和构造， 翻新軸承的条件

現有的軸承类型很多，这里仅就可以翻新的軸承类型和构造及其分类原則談一下；常見的几种滚动軸承是根据下列四点来分类的：

一、根据軸承所受載荷方向可分为：

- 1) 向心軸承——承受徑向負荷为主；
- 2) 推力軸承——只承受軸向負荷；
- 3) 向心推力軸承——同时承受徑向和軸向負荷。

二、根据滚动体的形状可分为球軸承和滾子軸承两类。

三、根据用途和結構又可分为單列的、多列的、調心的和不調心的。

每一类型軸承又按系列划分，即在同一結構和同一內徑时，軸承按外徑和寬度不同分开。

在汽車-拖拉机中和一般机械中常見的几种，主要有下列类型：

- 1) 單列向心球軸承 200、300 和 400 系列 (圖 1 a)；
- 2) 圓錐滾子軸承，标准和非标准系列 (圖 1 б)；
- 3) 圓柱滾子軸承和螺旋滾子軸承 (圖 1 в)；
- 4) 向心推力球軸承和磁电机軸承 (圖 1 г)；
- 5) 推力球軸承，标准和非标准系列 (圖 1 д)。

常見的滚动軸承基本上由下列零件組成：1. 外圈；2. 內圈；3. 滚动体 (球和滾子)；4. 保持架。

內、外圈上均有滚动体沿其滚动的滾道，在球軸承中滾道是球形沟，在滾子軸承中則是直綫形母綫所构成的錐体或柱体 (球面滾子軸承除外，这种軸承結構复杂，通常不能翻新和修理)，見圖2。

翻新旧軸承时所用的滚动体，除具有不同尺寸的球外，滾子

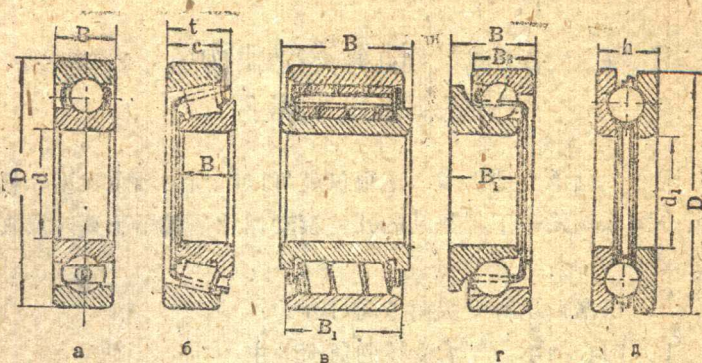


圖1 被修理軸承的類型：

a—單列向心球軸承；б—圓錐滾子軸承；в—螺旋(或實心)柱形滾子軸承；
г—向心推力球軸承；д—推力球軸承。

具有不同尺寸和幾何形狀(圓錐的、螺旋的和圓柱的等)，見圖3。

所用的保持架可分為兩類：

一、沖壓的鋼板保持架，按其用途又可分為：

a) 單列向心球軸承用的浪形保持架(圖4 a)；

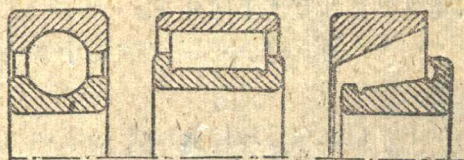


圖2 滾道的形狀。

б) 向心推力圓錐滾子軸承用的帶窗口筐形保持架(圖4 б)；

в) 空心圓柱或螺旋滾子軸承用的帶支柱墊片形保持架(圖4 в)；

г) 推力球軸承用的盒形保持架(圖4 г)。



圖3 滾動體的形狀。

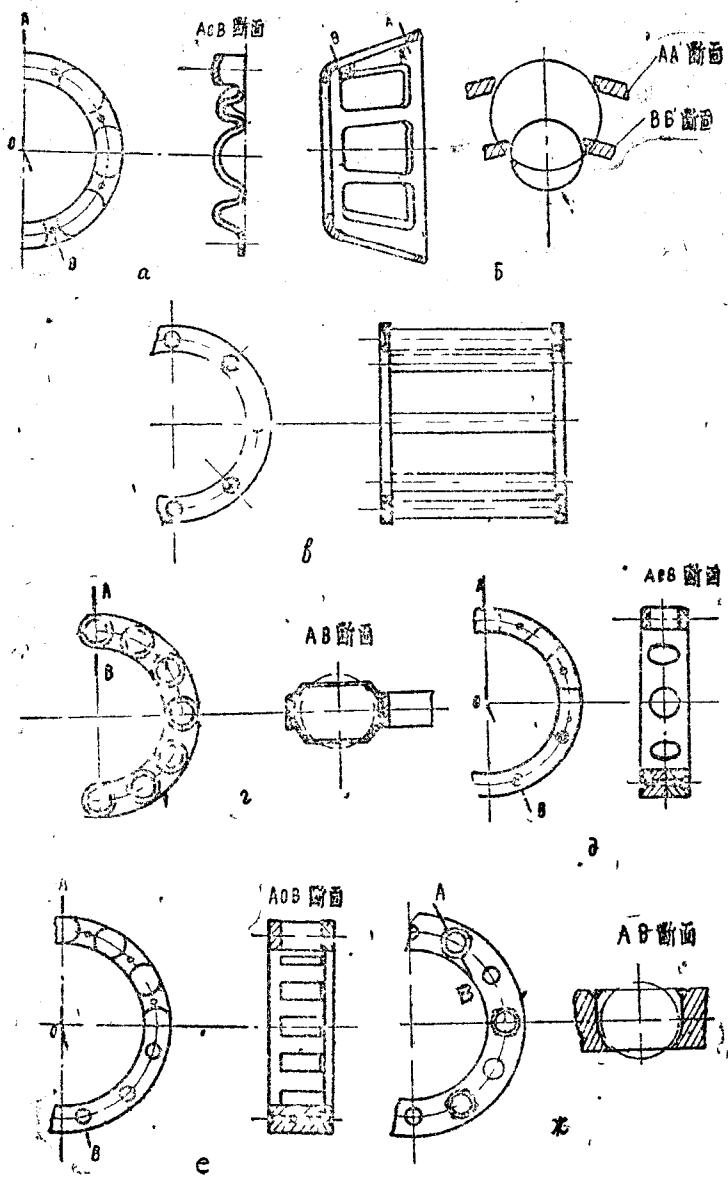


图 4

二、实体車制（黃銅、軟鋼）保持架，按其用途又可分为：

- а) 向心球軸承用的两半鉚合实体保持架（圖 4. а）；
- б) 向心短圓柱滾子軸承用两件鉚合实体保持架（圖 4 б）；
- в) 推力球軸承用的实体保持架（圖 4 в）。

在大量进行修理軸承时，采用冲压保持架比較合适，但保持架的壳需經重新整形，以适应加大的滚动体。在小量进行修理軸承时，采用实体車制的保持架比較合适，对于这种保持架，軸承修理部門可以自行設計加工，不用向軸承制造厂單另訂貨。

在翻新軸承时，除套圈以外的所有零件（如球、滾子、保持架、鉚釘和支柱）通常不修理也不利用（除某些浪形保持架外）。而由軸承制造厂供給修理部門，或修理部門在可能条件下自行制造。

理論上所有类型軸承都可进行修复，仅很少結構特殊的类型不能修理，如設有內外圈的長圓柱或螺旋滾子軸承；有切口套圈的軸承；以及带冲压套圈的滾針軸承和其他特殊构造的軸承。

但由于經濟起見和生产条件所限，修理所有类型的軸承是不可能的，修理所有类型的軸承需要大量的專用机床和设备。而這些專用机床的生产效率很高，大部分在修理厂中不能充分利用。除此之外，还要制造很多特別尺寸的滚动体和保持架，在修理部門現有条件下，实际上会遇到很多的困难。

例如，修理双列球面球和滾子軸承是完全可能的，但为此要制造專用的滾子和保持架，这种类型軸承的滾子和保持架的生产是很复杂的，制造厂不可能供应这种專用的非标准尺寸的零件給修理部門用，修理部門又不可能在目前条件下自己制造这种滾子和保持架，因此在实际上要修理这种类型的軸承是很困难的。

目前翻新旧軸承的条件，主要以能利用軸承厂現在生产的标准尺寸的鋼球和滾子为主。因为这里介紹的翻新軸承的方法（詳見第二章）需要改变滚动体的尺寸，以适应修理过的套圈。我国現在軸承厂可以制造的标准尺寸的鋼球和短圓柱滾子列于表 1。

可供修理部門向軸承廠訂制滾動體時作參考。應當指出，軸承製造廠經常有過磨超過極限尺寸的球和滾子。這在軸承廠是作為廢品處理的。而對翻新軸承來說，這些超過過磨極限的滾動體是完全可以利用的。

表1 標準尺寸的鋼球和短圓柱滾子

鋼 球 尺 寸								短圓柱滾子尺寸(公厘)					
英吋	公厘	英吋	公厘	英吋	公厘	英吋	公厘	直徑 <i>d</i>	長度 <i>l</i>	<i>d</i>	<i>l</i>	<i>d</i>	<i>l</i>
1/16	1.588	1/4	6.35	15/32	11.906	—	19	5	5	20	20	38	38
—	2	—	7	—	12	3/4	19.05	6.5	6.5	22	22	40	40
—	2.5	9/32	7.144	31/64	12.203	25/32	19.844	7.5	7.5	22	34		
—	3	5/16	7.938	1/2	12.7	13/16	20.638	9	9	23	23		
1/8	3.175	—	8	17/32	13.493	7/8	22.226	10	10	24	24		
—	3.5	11/32	8.731	—	14	29/32	23.019	11	11	24	36		
5/32	3.969	—	9	9/16	14.288	15/16	23.813	12	12	25	25		
—	4	3/8	9.525	19/32	15.082	1	25.4	13	13	26	26		
3/16	4.763	—	10	5/8	15.875	1 1/16	26.989	14	14	28	28		
—	5	13/32	10.319	—	16	1 1/8	28.576	15	15	30	30		
7/32	5.556	—	11	21/32	16.668	1 3/16	30.163	17	17	32	32		
15/64	5.953	7/16	11.112	11/16	17.463	1 1/4	31.751	18	18	34	34		
—	6	29/64	11.510	23/32	18.257	1 1/2	38.101	19	28	36	58		

雖然滾動軸承的摩擦比一般滑動軸承的摩擦低的多，但滾動體和套圈滾道之間、滾動體和保持架兜之間的摩擦不可能完全消除，這種摩擦自然要使軸承所有零件的工作表面遭到磨損。除此之外軸承零件材料受交變應力而產生的疲勞現象(蛻皮)，如果不及時發現仍繼續工作的話，滾道和滾動體就會遭到劇烈的損壞，這種軸承沒有得到及時修理，不僅使軸承損壞到不能修復的地步，且有可能使機器部件遭到破壞。

滾動軸承失去正常工作的象征，通常表現為軸承和安裝軸承部件的溫度增高，軸承零件間的間隙超過規定，噪音增大。這些象征若不及時發現加以檢查修整，有可能在很短的時間內（甚致幾小時）就停止軸承的工作。相反的，及時發現軸承工作表面的

开始蜕皮或超过规定磨损情况，加以更换并送交修理部门翻新，是可以恢复原有的轴承工作能力的。如果能保证翻新轴承的正常工作条件及不使在磨损和蜕皮的工作条件下继续使用，则可用再次修理的方法使这个轴承第二次翻新；某些轴承可以进行四次翻新。

第二章 軸承的修理方法

如上所述，套圈滾道和滾動體的磨損和剝皮是使軸承損壞的主要因素之一，滾道與滾動體在負荷區內的接觸應力由零增大到最大再減小到零，這樣周而復始的交變應力，久而久之就會使金屬的工作表面產生「疲勞」現象，即滾道和滾動體表面剝皮，這種剝皮現象進一步的發展成為裂紋和潰傷。

有關經淬火的軸承鋼試驗研究證明了金屬雖是表面疲勞，而表面疲勞層下面仍有工作能力強的金屬體，雖然未能研究出疲勞層的精確深度，但實際試驗證明：把滾道表面的缺陷磨去之後，可以找到如像新軸承一樣可承受正常負荷的金屬體。

除了滾道和滾動體的磨損和剝皮之外，由於軸承在機件中的多次裝卸，工作時軸承裝配面（內圈內徑、外圈外徑和端面等）的打滑，都會使軸承裝配面受到磨損。

軸承翻新和修理時，要消除上面所述的所有缺陷，並使軸承使用時所磨耗的外形（指裝配的）尺寸修復。

因此對軸承的修理規定了：內徑和外徑表面的恢復；套圈端面的修整；滾道缺陷的磨削；圓柱和圓錐滾子軸承內圈擋邊止推面的磨削及滾動體和保持架的換新等，在某些情況下保持架也可經修復。

當修理單列向心球軸承時，因清除掉滾道上的損壞層而使滾道直徑改變，外圈增大，內圈減小，如果這種軸承要裝上與新軸承內相同的鋼球時，則滾道與滾動體之間的徑向游隙就會增加到內圈滾道磨削和外圈滾道磨削層厚度的兩倍，這是絕對不允許的。因此，為了避免單列向心球軸承在修理後形成的游隙過大，要規定用比新軸承上用的較大的來裝配修理軸承。

當選擇翻新軸承用的鋼球尺寸時，必須考慮到下列情況：

- 1) 選擇的尺寸最好是國內軸承製造廠現在已經生產的標準

尺寸的鋼球。

2) 選擇的尺寸最好不改變鋼球數量。這樣可以利用原來沒有損壞的保持架或在軸承廠訂制的標準尺寸的保持架。但此時球尺寸的加大就會受到限制。特別是近几年我國軸承廠對單列向心球軸承進行了改進設計，即將原「工人」牌代號的（即仿 S.K.F 的）軸承用的球加大了一些，這些加大球的軸承代號均改用了蘇聯代號。這就使翻新的軸承在不改變球數的情況下加大球直徑受到了很大的限制。

3) 球軸承中裝有一定尺寸的鋼球時，球的極限數量“Z”按下式計算：

$$Z = \frac{\pi d_c}{360^\circ d_m} (180 + 2\alpha_1) + 1 \quad (1)$$

式中 d_c ——通過球中心的圓周直徑（公厘）；

d_m ——球直徑（公厘）；

α_1 ——角度按下式計算：

$$\sin \alpha_1 = \frac{D_2 - d_2}{2d_c};$$

D_2 ——外圈內徑（沿擋邊的尺寸）；

d_2 ——內圈外徑（沿擋邊的尺寸）。

裝配時球的互相位置如圖

5。由圖 5 可以看出，裝球的極限數量，系以裝入角度 α 來決定的，即裝填角：

$$\alpha = 180^\circ + 2\alpha_1。$$

經驗證明，當 α 在 195° 左右時，裝配軸承比較容易。

各種軸承每次修理時所用的鋼球（指利用原有保持架，球數不變時）列於表 2 中。

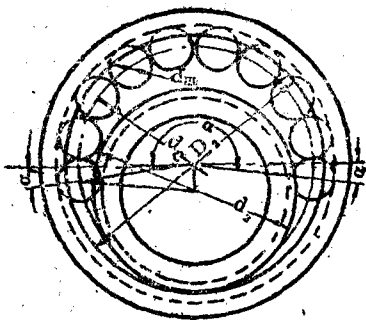


圖 5

當修理圓錐滾子軸承時，同樣地因清除掉套圈工作表面（滾道和承推端面）上的損壞層而使滾道直徑改變，外圈增大，內圈

表 2 修理轴承时采用的钢球尺寸

(按轴承类型和修理次数划分)

鋼球尺寸 时	軸 承 类 型 代 号 及 修 理 次 数				
	标准的 (未改进结构的)	第一次修理	第二次修理	第三次修理	第四次修理
7/32	200, 201, 202				
15/64		200*, 201*, 202*			
1/4			200, 202		
9/32	203*				
19/64		203			
5/16	204*, 205*		203		
21/64		204, 205			
11/32	206	206			
3/8	207	207			
13/32			207*		
7/16	208, 209, 305				
21.4公厘		208, 209			
29/64		305	208, 209		
15/32	306		305	208, 209	
31/64		306*			
1/2	307		306		208*, 209*
17/32	211	307			
9/16	212	211*	307		
19/32	308*	212	211	307	
5/8	213, 214, 405	308	212*		
21/32		213*, 214, 405*			
11/16	309, 310, 406		213, 214*, 405		
23/32		309, 310, 406		214	
3/4	216*, 217, 311, 407		309, 310*, 406*		
25/32		216, 217*, 311, 407			
13/16	312, 408,		311*, 407*		
27/32		312, 408			
7/8	218*, 313, 409		312*, 408*		
30/32		218, 313, 409*		408	
15/16	220, 221, 314, 410		313*		
31/32		220, 221, 314, 410		313	
1	315, 411		220*, 221, 314*		
26公厘			410*		
		315		220, 221	
11/32		411	315	315*	221*
11/16	316, 412		411*		315
13/32		316, 412			
11/8	317, 413		316*, 412*		
15/32		317, 413		316	
13/16	318		317*, 413*		
30.7公厘		318			
17/32			318	413	
11/4	414			318*	318
19/32		414			
15/16			414		
111/32				414	
13/8					414*

注: 带*的表示已进行改进设计的轴承采用了这种钢球直径。

减小，承推挡边减薄。如这种轴承要装上与新轴承相同的滚子时，则圆锥滚子轴承的基本构造原则将要遭到破坏，这个基本构造原则是，各零件（套圈和滚子）圆锥体母线的交点（即锥顶）应在轴承中心线上通过共同点“O”（图6），否则滚子将在滚道上产生滑动现象。

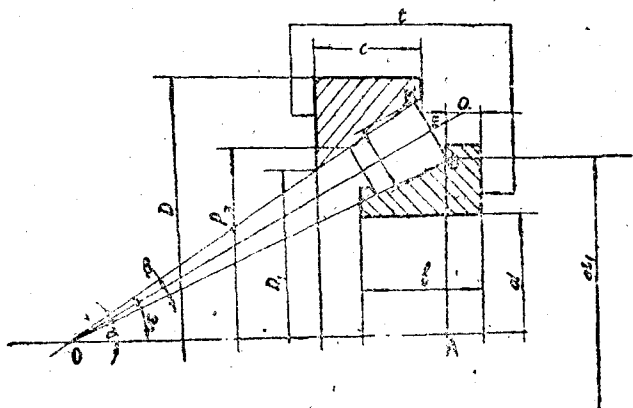


圖 6

为了遵守这一基本构造原则，必须解决翻新轴承零件的配套问题。

由图6中三角形 OBE 及 OAB 中得出如下的关系式：

$$d_1 = \Delta \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \quad (2)$$

式中 d_1 ——内圈滚道最大直径；

Δ ——滚子最大直径；

α ——滚道锥体母线与轴承中心线的夹角；

β ——滚子母线与其中心线的夹角。

连接三角形 OBE 和 OAB 得到决定轴承装配高的公式：

$$t = \frac{d_1}{2 \tan \alpha} - \frac{D_1}{2 \tan \varphi} + a \quad (3)$$

式中 t ——轴承的装配高；

D_1 ——外圈滚道最小直径；

a ——挡边厚度；

φ ——外圈滾道錐體母綫與軸承中心綫的夾角。

由圖 6 導出的其他幾何關係：

$$\varphi = \alpha + 2\beta \quad (4)$$

$$P_2 = \Delta_1 \frac{\sin \varphi}{\sin \beta} \quad (5)$$

式中 P_2 ——外圈滾道與滾子最小直徑連接處的圓周直徑；

Δ_1 ——滾子最小直徑。

如果內圈滾道除去的金屬損壞層厚度為 $\delta_1/2$ ，外圈滾道除去的金屬損壞層厚度為 $\delta_2/2$ ，滾子的最大直徑減小量 δ 與 δ_1 的關係必須符合下列公式的要求：

$$\text{由公式 (2) 得知：} \Delta_1 - \delta_1 = (\Delta - \delta) \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}。$$

$$\text{與公式 (2) 相減得到 } \delta_1 = \delta \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} \quad (6)$$

這就是說在內圈滾道磨去損壞層後，必須採用負公差的滾子與其配套。滾子的減小量： $\delta = \delta_1 \frac{\sin \beta}{\sin \alpha}$ 。

這時給修理軸承帶來了利用原有磨損了的滾子和利用軸承製造因過磨而報廢了的滾子的方便條件。

為了計算和配套方便起見，圓錐軸承滾道和滾子母綫與軸承中心綫所傾斜的角度均保持不變。當內圈滾道過磨 δ_1 ，滾子採用最大直徑減小 δ 時，假定滾子母綫的錐頂角度也不變，則滾子的最小直徑減小量也為 δ 。此時 P_2 的變動量 δ_p 與 δ 的關係由公式 (5) 可知： $P_2 - \delta_p = (\Delta_1 - \delta) \frac{\sin \varphi}{\sin \beta}$ ，此式與公式 (5) 相減得到：

$$\delta_p = \delta \frac{\sin \varphi}{\sin \beta} = \delta_1 \frac{\sin \varphi}{\sin \alpha}。$$

由圖 6 可以知道當 $P_2 < D_1$ 時，滾子就要露出外圈的大端面。因此，外圈的除去金屬層的量

$$\delta_{2\text{最大}} = P_2 - \delta_p - D_1 = P_2 - \delta_1 \frac{\sin \varphi}{\sin \alpha} - D_1 \quad (7)$$

由公式 (7) 可以看出 δ_2 和 δ_1 是受到 $P_2 - D_1$ 的限制的；當 $(P_2 - D_1)$ 等於一定數值時：

1) 若 $\delta_1 \frac{\sin \varphi}{\sin \alpha} \geq P_2 - D_1$ 則 $\delta_2 \leq 0$ ，即修理軸承的外圈滾道不

能过磨。这时必须用新的轴承外圈来配套，以保证滚子不露出外圈端面和轴承的装配高。

2) 若 $\delta_1 \frac{\sin \varphi}{\sin \alpha} < P_2 - D_1$ 则 $\delta_2 = (+)$ 数，即修理轴承的外圈滚道可以过磨，这时就有可能利用原有外圈加以修复利用。

以上计算 δ_1 时未考虑到挡边因磨损而需磨去金属层厚度 δ_{a0} 。当须修理挡边承推端面时，以上各式中的 δ_1 应以修正了的 δ'_1 代替。

$$\delta'_1 = \delta_1 - 2\delta_{a0} \sin(\varphi - \beta)。$$

汽车、拖拉机和一般机器中，轴承的装配高允许减小到比原来的装配高小些（参看附录 2——经修复的滚动轴承技术条件表 10）。故在保证滚子不露出外圈端面的条件下，当 δ_1 或 δ'_1 已确定时， δ_2 可按下列式确定：

$$\delta_2 = \left(\delta_1 - \frac{\delta_1}{2 \tan \alpha} \right) 2 \tan \varphi \quad (8)$$

$$\text{或} \quad \delta_2 = \left(\delta_1 - \frac{\delta'_1}{2 \tan \alpha} \right) 2 \tan \varphi \quad (8a)$$

公式 (8) 和 (8a) 是由公式 (3) 导出，即当 d_1 的变动量为 dd_1 ，和 D_1 的变动量为 dD_1 时，装配高的变动量为 δ_1 。

$$\text{由公式 (3) 可知：} \quad \delta_1 = \frac{d_1 - dd_1}{2 \tan \alpha} - \frac{D_1 + dD_1}{2 \tan \varphi} + a。$$

$$\text{与公式 (3) 相减得到：} \quad \delta_1 = \frac{dd_1}{2 \tan \alpha} - \frac{dD_1}{2 \tan \varphi}。$$

$$\text{设} \quad dd_1 = \delta_1, \quad dD_1 = -\delta_2,$$

$$\text{则} \quad \delta_1 = \frac{\delta_1}{2 \tan \alpha} + \frac{\delta_2}{2 \tan \varphi}, \quad \text{此式移项即得公式 (8) 或 (8a)}$$

的形式。

根据上述情况，修理圆锥滚子轴承必须遵守下列原则：

- 1) 保持圆锥滚子轴承的工作结构原则，即各零件的锥体母线必须在轴承中心线上相交于一点。
- 2) 滚子不能露出外圈端面之外。
- 3) 保持轴承的装配高在使用部件容许调整的范围内。
- 4) 尽可能的使除去金属层的量达到最小，以便利用原有轴承的滚子和套圈。