

滚动轴承套圈

磨削质量解疑

张文现 邢镇寰 编撰



机械电子工业部洛阳轴承研究所

一九八八年九月

前 言

本书是针对滚动轴承套圈在磨削和超精加工中出现的质量问题及解决办法撰写的，并对产品检测过程中发生的误差也做了一些分析。为了方便读者，书末还附有几种实用性较强的表格和有关数据，以便查阅。鉴于所写的内容多来自生产实践，并经过归纳分析，故可供从事滚动轴承生产的工人和技术人员参考，亦可作为培训这方面专业人才的教材。

本书在编写过程中曾得到李信和、王耀臣、刘耀铁、张惠敏、朱学文等同志的支持和帮助，特别是王耀臣、刘耀铁同志为本书提供了丰富的素材，在此一并致谢。

由于作者的实践经验和理论水平有限，书中错误及不妥之处在所难免，热忱期望读者批评指正。

作者：张文现 邢镇寰

一九八八年六月

目 录

第一章 轴承套圈机械加工检验常用术语	(1)
第二章 磨端面	(13)
一 概述	(13)
二 套圈宽度变动量大	(13)
三 端面平面度差——凸凹不平	(15)
四 端面挠曲	(16)
五 端面烧伤	(18)
六 裂纹	(19)
第三章 磨外径	(21)
一 概述	(21)
二 外径尺寸分散度大	(22)
三 单一径向平面内外径变动量大	(24)
四 外径圆形偏差大	(29)
五 外径变动量大	(37)
六 外圆母线直线度差——凸凹	(38)
七 外径表面母线对基准端面倾斜度的变动量大	(43)

八 振纹.....	(45)
九 磨伤.....	(47)
十 擦伤.....	(49)
十一 螺旋状磨纹.....	(51)
十二 烧伤.....	(52)
第四章 磨内径	(54)
一 概述.....	(54)
二 内径尺寸超差.....	(55)
三 单一径向平面内的内径变动量大.....	(58)
四 内径变动量大.....	(63)
五 内圈基准端面对内径的跳动量大.....	(66)
六 内径返修品多.....	(70)
七 内孔母线直线度差——腰鼓形.....	(71)
第五章 磨滚 (沟) 道.....	(73)
一 概述.....	(73)
二 沟道直径尺寸不准.....	(74)
三 沟道对基准端面的平行度超差.....	(76)
四 沟道几何形状不好.....	(79)
(一) 两个R	(80)
(二) R两侧有两道小沟	(81)
(三) 沟道里有许多粗线状小沟.....	(82)
(四) 基准面一边红色抹不掉.....	(83)
(五) 非基面一边红色抹不掉.....	(84)
(六) 非规律性R不圆	(84)
(七) 沟底中心红色抹不掉.....	(85)
(八) R大小不一	(86)

五	内(外)圈滚道对内(外)径的厚度变动量大.....	(86)
六	单一径向平面内(外)圈滚道直径变动量大.....	(88)
七	滚(沟)道位置不好.....	(91)
八	滚(沟)道烧伤.....	(93)
九	滚(沟)道磨削裂纹.....	(95)
十	滚(沟)道表面粗糙度不好.....	(96)
十一	滚(沟)道磨伤、碰伤、划伤.....	(99)
第六章 滚(沟)道超精研		(102)
一	概述	(102)
二	沟道几何精度不好	(103)
三	沟R不圆.....	(104)
	(一) 沟一边不圆	(105)
	(二) 沟两边不圆	(105)
	(三) 沟两腰不圆	(106)
	(四) 沟中心不圆	(106)
四	沟道表面粗糙度不好	(106)
五	砂轮花	(109)
	(一) 整个沟道有轻度砂轮花	(109)
	(二) 沟道两边有砂轮花	(110)
	(三) 沟道一边有砂轮花	(111)
六	丝子及其它	(111)
	(一) 丝子	(111)
	(二) 溜子(暗丝)	(112)
	(三) 亮带	(112)

(四) 黑点	(112)
(五) 蝌蚪痕	(112)
(六) 拖尾	(113)
(七) 油石印痕	(113)

第七章 与磨加工有关的成品质量

分析	(114)
一 概述	(114)
二 成套轴承内(外)圈径向跳动	(115)
三 成套轴承内(外)圈端面对滚道的跳动	(116)
四 内圈基准端面对内径的跳动	(117)
五 噪声大	(117)
六 旋转灵活性不好	(118)
七 残磁	(120)
八 游隙	(121)
九 锈蚀	(121)
十 白膜	(125)

第八章 关于测量误差的分析

一 概述	(126)
二 量具仪器测点位置不正确	(127)
三 仪器测头触点磨损的影响	(130)
四 测头半径和测力不合适	(135)
五 仪器测点高与标准件测高值不一致	(139)
六 仪器本身设计制造不合理	(141)
七 温度及残磁的影响	(146)
八 量具仪表本身误差的影响	(148)

九 检验人员业务不熟练	(154)
-------------------	---------

附 录:

一 滚动轴承公差符号及新旧术语对照表	(157)
二 套圈磨加工工序间技术条件示例 (供参考)	(159)
(一) 深沟球轴承和角接触球轴承内圈	(159)
(二) 深沟球轴承和角接触球轴承外圈	(160)
(三) 圆锥滚子轴承内圈	(161)
(四) 单列、双列、四列圆锥滚子轴承外圈 ...	(162)
(五) 轴承的配合表面和端面粗糙度	(163)
(六) 轴承套圈工作表面粗糙度	(164)
三 光洁度等级与表面粗糙度参数值 (Ra) 对照表	(165)

参考文献

第一章 轴承套圈机械加工检验常用术语

1、表面粗糙度

零件在某种工艺条件下加工后，表面残留的具有较小间距和微小峰谷的痕迹，它是一种微观不平度。

G B3505—83和G B1031—83中规定：表面粗糙度用数值表示，不用光洁度等级评定。

在轴承行业，根据有关国家标准规定，在配合表面、端面、钢球和滚子表面的粗糙度均采用轮廓算术平均偏差Ra进行评定。

2、锈蚀

金属表面与外界介质产生化学反应或由于电化学作用发生氧化而引起的破坏。

在轴承中常见的锈蚀有：片状黄锈 蜂窝状孔锈、指纹锈、黄印锈、黑印锈、黑点锈以及碰划伤后产生的黑锈等。

3、烧伤

轴承零件在加工时因摩擦和挤压变形产生很大热量，使其表面温度急剧增高，瞬时可达 $800\sim 1200^{\circ}\text{C}$ ，如果冷却不及时或不充分，将产生退火，高温回火或二次淬火，这种现象称烧伤，它常使工件表面硬度降低或产生龟裂。

4、套圈倒角尺寸(图1—1)包括：

a、径向倒角尺寸——从单一轴向平面内的套圈假设尖

角到倒角表面与套圈端面交点间的距离。

b、轴向倒角尺寸 — 从单一轴向平面内的套圈假设尖角到倒角表面与套圈内径或外径表面交点间的距离。

倒角的最大、最小极限尺寸用 r_{Smax} r_{Smin} 表示。

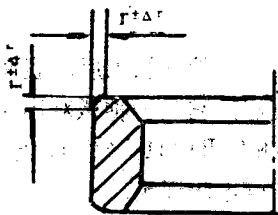


图 1—1

5、打字下沉

打字时，由于灰尘、铁末等脏物堵塞字头，或字头质量差、磨损等原因，造成套圈上字迹四周下凹，经磨削平面后，字迹仍不清晰，呈现黑洞或小块黑皮现象，称打字下沉。

6、套圈宽度变动量 V_{Bs} （内圈）或 V_{Cs} （外圈）

指单个套圈最大与最小单一宽度之差（图 1—2）。



图 1—2

7、端面平面度

套圈端面几何形状与理论平面的偏离程度（图1—3）。

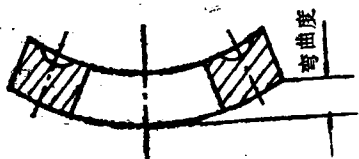


图 1—3

8、单一径向平面内的内（外）径变动量 Vd_p (VD_p)

在单一径向平面内最大与最小单一内（外）径之差（图1—4）。 $VD_p = D_{\text{最大}} - D_{\text{最小}}$ ， $Vd_p = d_{\text{最大}} - d_{\text{最小}}$ 。

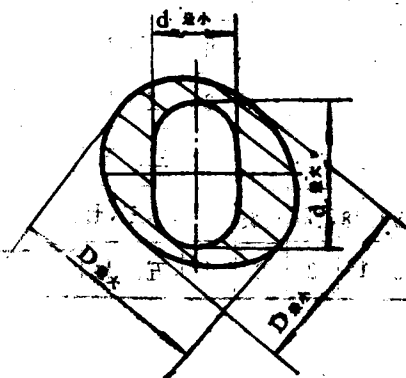
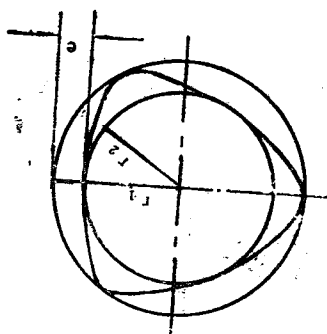


图 1—4

9、圆形偏差

轮廓面的内切圆（内表面）或外接圆（外表面）与轮



廓线上任意点间的最大径向距离（图1—5）。在套圈磨削加工时，常出现的圆形偏差有2、3、5、7、9棱，可用三角台作为辅助测量工具（表1—1）。由图1—5，圆形偏差 $e=r_1-r_2$ 。

图 1—5

表 1—1 测量表尖通过三角台分角线时，三角台角度和圆形偏差放大倍数的关系

三角台角度 $=180^\circ-2\alpha$	工 件 棱 数					适于测量 的棱数	测量方法示意图
	二	三	五	七	九		
60°		3			3	三、九	
90°	1	2	2			三、五	
180°	1.38	1.38	2.24	1.38		二、三、七	
120°	1.58	1	2	2	1	五、七	

10、内（外）径变动量 V_{ds} , VD_s

单个套圈最大与最小单一内

（外）径之差（图1—6）

$$VD_s = D_1 - D_2, \quad V_{ds} = d_1 - d_2.$$

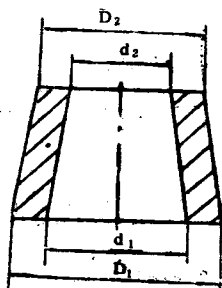


图1—6

11、直线度

指圆柱或圆锥体母线与理论直线偏离的程度（图1—7）。

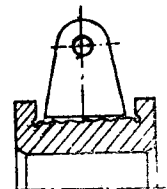


图1—7

12、外表面母线对基准端面倾斜度的变动量 ΔD

在与外圈基准端面的切平面平行的径向，外径表面除去两端面最大轴向倒角尺寸极限的长度内，其同一母线上各点相对位置的总变动量（图1—8），通常以其中心线对基准端面的两倍垂直度（图中 $2\delta_2$ ）表示。

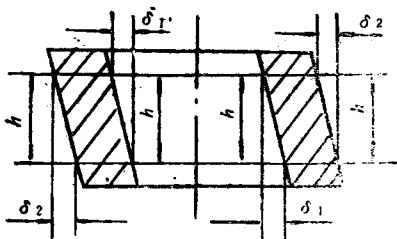


图1—8

13、内圈基准端面对内孔的跳动 S_d

在距内圈轴心线的径向距离等于其滚道接触直径之半处，垂直于套圈轴心线的平面与套圈基准端面间的最大与最小轴向距离之差（图 1—8），可用图中的 $2\delta_1$ 表示。

14、内圈滚道对内孔的厚度变动量 K_i （向心 承）

内孔表面与内圈滚道中部间的最大与最小径向距离之差，此值为内孔与滚道两中心线偏心距的两倍，如图 1—9， $K_i = b_1 - b_2 = 2C$

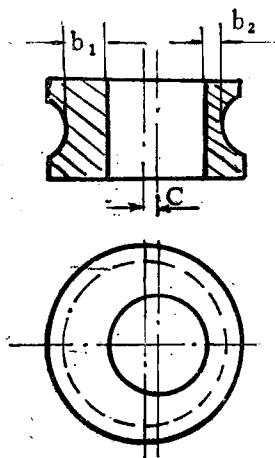


图 1—9

15、角度偏差

实际圆锥角与名义圆锥角之差，如图 1—10中的 $2\Delta\alpha_1$ ，或 $2\Delta\alpha_2$ ，为了测量方便，轴承零件的角度之差常不用度数而用长度单位表示。

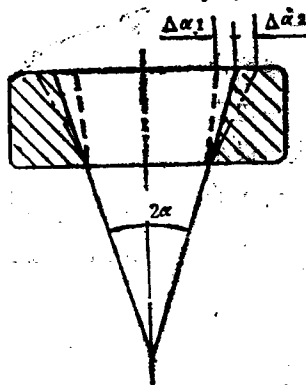


图 1—10

16 大挡边曲率半径

圆锥滚子轴承内圈大挡边表面到圆锥滚道母线向小头方向之延长线 与中 心线交点的距离，如图 1—11中的R。

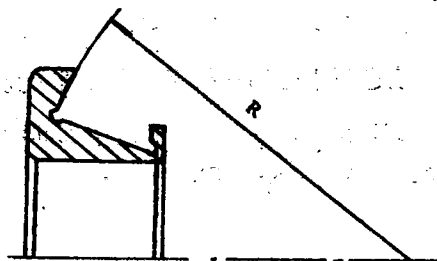


图 1—11

17、挡边平行度

在同一圆周上测得的挡边厚度最大与最小尺寸之差，如图 1—12。测量时，一般应以加工时的定位圆定心。

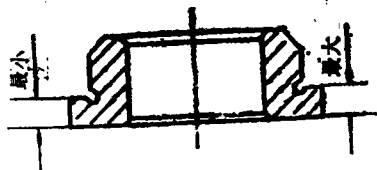


图 1—12

18、挡边厚度变动量

圆柱滚子轴承套圈挡边在同一纵向截面上，挡边表面与基准端面间最大与最小距离之差，如图1—13的 h_1-h_2 。

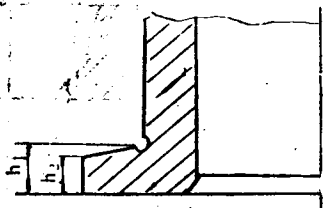


图 1—13

19、曲率半径

一般指套圈或滚子圆弧表面在轴向截面上的圆弧半径。如球轴承的沟道曲率半径 R ，圆锥滚子轴承和球面滚子轴承基面的球面半径以及球面滚子轴承的滚道曲率半径等。

20、滚道对端面的平行度 S_i (内圈) 或 S_e (外圈)

基准端面的切平面与滚道中部间的最大与最小轴向距离之差，如图1—14中的 H_1-H_2 。

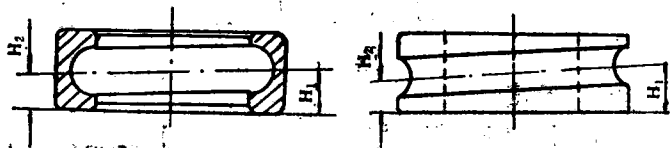


图 1—14

21、锁量

指角接触球轴承套圈在轴向剖面上，沟底到斜坡最高点的距离，如图 1—15。其作用主要是轴承零件配成套后不致分离。

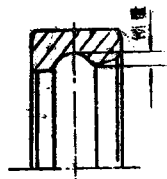


图 1—15

22、两滚道直径变动量

指双列球（滚）轴承，同一套圈的一个滚道与另一个滚道在同一轴向截面上直径之差。如图 1—16 中的 $d_1 - d_2$ 。

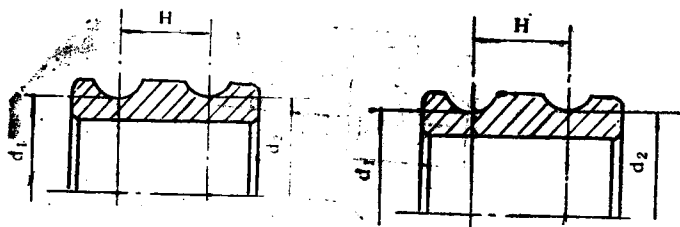


图 1—16

23、一滚道对另一滚道的跳动

指双滚道套圈中的一个滚道对另一滚道的两倍偏心，其测量原理见图 1—17、1—18、1—19。

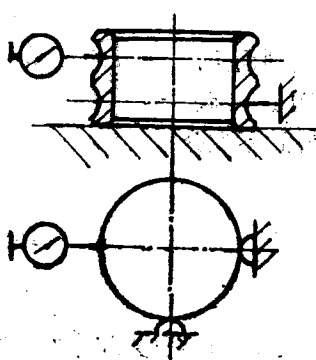


图 1—17

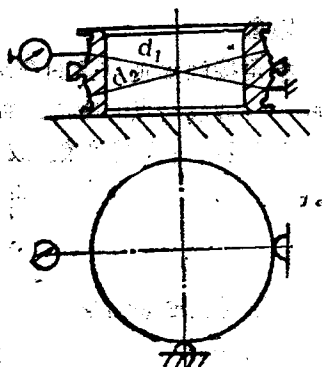


图 1—18

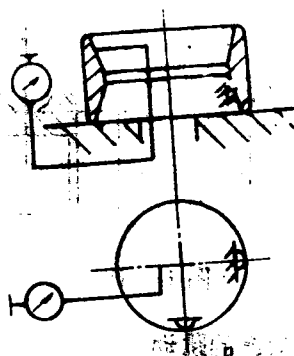


图 1—19

24、两滚道对角线直径变动量

指双列调心滚子轴承内圈两滚道对角线直径之差，见图 1—16 中的 $d_1 - d_2$ ，现暂以检查一滚道对另一滚道的两倍偏心距代替。