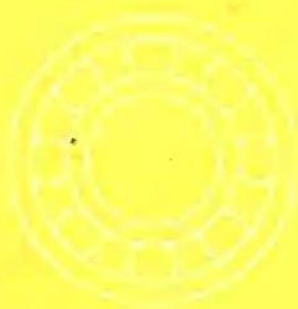


机械工业知识丛书

滚动轴承生产

洛阳轴承研究所
洛阳轴承厂 编



机械工业出版社

33

滚动轴承生产

洛阳轴承研究所
洛阳轴承厂 编

(限国内发行)

*

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许可证出字第 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 850×1168¹/₃₂·印张 6¹/₄·插页 1·字数 161 千字

1979年11月北京第一版·1979年11月北京第一次印刷

印数 00,001—21,000·定价 0.64 元

*

统一书号: 15033·(内)732

出版说明

在毛主席的无产阶级革命路线指引下，我国机械工业欣欣向荣，蓬勃发展，形势很好。

“中国靠我们来建设，我们必须努力学习。”为了适应机械工业发展的需要，我们请有关单位编写了一套《机械工业知识丛书》，供机械行业的领导干部、管理人员和有关同志参考。

《滚动轴承生产》为本丛书之一。扼要地介绍滚动轴承的种类和结构特点，书中重点介绍滚动轴承零件（套圈、滚子和钢球、保持架）的生产过程，轴承的防锈和封存，以及轴承的质量检验与装配等。此外，对特大型轴承的结构和生产特点、中小型轴承的生产自动化等也作了简要的介绍。

本丛书在编写过程中，承各编写单位大力支持，做了大量的工作，我们表示衷心感谢。

由于我们水平有限，书中难免有缺点和错误，希望读者批评指正。

目 录

第一章 概述	1
一、滚动轴承的应用	1
二、滚动轴承的基本结构	2
三、滚动轴承的分类及其主要性能	3
四、滚动轴承的生产过程	9
五、滚动轴承生产的特点	9
第二章 滚动轴承用钢	12
一、滚动轴承用钢的基本要求	12
二、轴承常用钢材及其使用范围	14
三、滚动体和保持架的常用材料	16
四、轴承钢材的类型	17
第三章 套圈毛坯锻造	19
一、套圈锻造工艺分类及其锻件种类	19
二、套圈毛坯的锻造生产过程	20
三、套圈毛坯锻造生产的发展趋势	28
第四章 套圈车削加工	33
一、套圈车加工方法的分类	33
二、套圈车加工用的机床、夹具和刀具	36
三、套圈车削加工工艺	39
四、套圈车削工艺及设备的发展趋势	46
第五章 套圈热处理	47
一、概述	47
二、轴承钢套圈的正火和退火	49
三、轴承钢套圈的淬火和回火	54
四、轴承钢套圈的冷处理	60
第六章 套圈磨削加工	62
一、套圈磨削加工工艺过程	62
二、套圈磨削方法	66
三、套圈磨加工用的夹具、砂轮和主轴	75

VI

四、套圈磨削技术的发展趋势	78
第七章 套圈滚动表面的终加工	81
一、套圈滚动表面终加工的作用与要求	81
二、套圈沟道的终加工方法	82
三、超精研工艺的效果及其应用	89
第八章 钢球的制造	91
一、钢球毛坯成形	91
二、钢球毛坯的锉削加工	95
三、26~48毫米钢球毛坯环带去除、粗锉及初磨	95
四、小型钢球的软窜和软研加工	96
五、钢球的软磨加工	97
六、钢球加工的先进工艺	99
七、钢球的硬磨加工	100
八、钢球的硬研及细研加工	101
九、钢球的抛光	101
十、钢球的终加工	102
第九章 滚子的制造	103
一、滚子的作用和种类	103
二、圆锥滚子的制造	103
三、球面滚子的制造	109
四、滚针的制造	110
五、短圆柱滚子的制造	111
第十章 保持架的制造	114
一、保持架在轴承中的作用	114
二、保持架的结构	114
三、保持架的制造工艺	117
四、保持架结构和制造技术的发展动向	125
第十一章 滚动轴承的装配	127
一、概述	127
二、滚动轴承的装配过程	129
三、滚动轴承装配工作的发展趋势	133
第十二章 工序间防锈和成品轴承的油封包装	134

一、轴承生锈和防锈工作	134
二、轴承零件工序间防锈	136
三、成品轴承洗涤和封存包装	140
四、制订防锈工艺时应注意的问题	141
第十三章 滚动轴承的检验	143
一、概述	143
二、轴承成品检验	143
三、轴承零件的终检	149
第十四章 特大型轴承的结构与制造	162
一、特大型轴承的工作条件	163
二、特大型轴承的主要结构类型	163
三、特大型轴承的结构设计特点及其材料选用	165
四、特大型轴承的制造及其生产组织特点	168
第十五章 滚动轴承生产自动化	172
一、轴承自动化生产的效果和种类	172
二、308 轴承自动生产线	174
三、国外轴承生产自动化发展概况	179
附录	183
一、滚动轴承代号编制方法	183
二、国内外常用轴承钢钢号对照表	192

第一章 概 述

一根转动着的轴与其支撑的地方会产生摩擦。摩擦力越大，转动越不灵活，消耗的动力也越多。如果使用轴承作为轴的支承，就可以减少摩擦力，轴的转动就会灵活轻便。

轴承有滑动轴承和滚动轴承两种。

常见的滑动轴承有整体圆筒形轴套或两个半圆形轴瓦；滚动轴承相当于有两个整体轴套，并在两轴套之间加了一组滚动体（钢球或滚子），这样就可以使轴承运转时摩擦力减小。滚动轴承的优点是，摩擦力小，容易使机器起动，在动力传递过程中，机械功率消耗小，回转精度高，转速高，耐磨性能好，因此它的使用寿命长，维护保养和修理简便等。但它的缺点是噪声大，不耐冲击负荷，不易制造和成本较高。

本书介绍的是滚动轴承生产的基本知识。

一、滚动轴承的应用

滚动轴承（以下简称轴承）是通用性很强的重要机械配件。在国民经济和国防建设中应用非常广泛，凡是具有旋转部件的机械，几乎都装有不同类型和不同精度等级的滚动轴承。从低精度、低转速的架子车、畜力胶轮大车、脱粒机和粉碎机等，到普通精度、中等转速的汽车、拖拉机、柴油机、水泵、电动机和普通机床，以致高精度、高转速的精密机床、精密仪表，精密轧机和喷气式飞机的发动机等，都装用滚动轴承。从轴承的重量及其承受的负荷来说，有灵敏度很高的重量仅有几克重的微型仪表轴承；有中等负荷、中等转速的铁路机车车辆、石油钻机和矿车等用的轴承；也有承受大负荷的轧钢机、挖掘机、大型起重机、重型机床和远洋巨轮等用的特大型轴承。

从单机用量来说，以汽车、拖拉机和机床所用的轴承为最多。一辆解放牌汽车需用 22 种轴承共 45 套；一台东方红-75 型拖拉机需用 30 种轴承共 78 套；一台 C 620 普通车床需用轴承 24 种共 51 套；一台 C 525 立式车床需用 55 种轴承共 269 套。

除此之外，各种机械设备还需要有适应不同的工作环境，具有特殊性能的轴承。例如耐高温、耐低温、防磁、防震、高速、高真空和耐腐蚀等轴承。

由此可见，轴承的品种规格繁多，应用十分广泛，所以，提高轴承的质量、增加产量和品种规格具有十分重要的意义。

二、滚动轴承的基本结构

滚动轴承一般是由内圈、外圈、一组滚动体（钢球或滚子）和保持架四件所组成（图 1）。

1. 内圈

通常装配在轴上，在多数情况下，内圈是与轴一起旋转的。内圈外表面上有供钢球或滚子滚动的沟槽，称内沟或内滚道[⊖]。

2. 外圈

通常装配在轴承座或机械壳体上，起支承钢球和滚子的作用。有些轴承是外圈旋转，内圈固定起支承作用。外圈内表面上也有供钢球或滚子滚动的沟槽，称外沟或外滚道。

3. 滚动体（钢球或滚子）

在内圈和外圈的滚道之间滚动，它的大小和数量决定着轴承的承载能力。

4. 保持架

把轴承中的一组滚动体均等地相互隔开，以免互相碰撞，并使每个滚动体均匀地和轮流地承受相等的负荷。

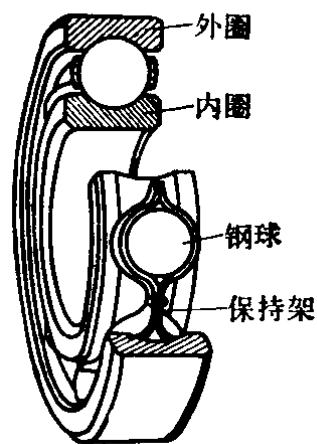


图 1 向心球轴承

⊖ 习惯上称球轴承套圈上的沟槽为沟道；滚子轴承套圈上的沟槽为滚道。

在推力轴承中，与轴紧配的套圈叫紧圈，与轴承座或机械壳体相配的套圈叫活圈（图2）。

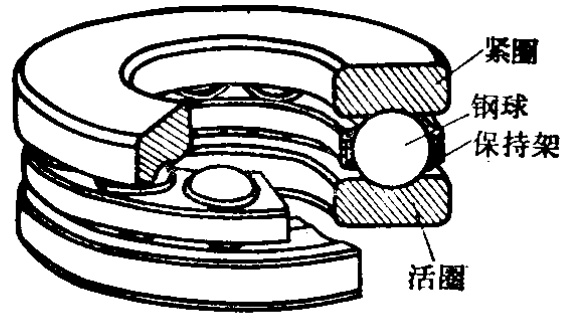


图2 推力球轴承

此外，随着机械部件对轴承性能要求的不同，轴承的结构便有些差异。有的轴承无内圈或外圈或同时无内外圈；有的轴承中还有铆钉、防尘盖、密封盖以及安装调整时用的止动垫圈、紧定套和螺母等零件。

三、滚动轴承的分类及其主要性能

滚动轴承有以下各种分类方法。

1. 按轴承所能承受负荷的作用方向分类

1) 向心轴承——主要用以承受径向负荷，某些类型的轴承也能在承受径向负荷的同时承受不大的轴向负荷（如向心球轴承）。

2) 推力轴承——仅能承受轴向负荷。

3) 向心推力轴承——能承受径向和轴向同时作用的联合负荷，并且能以轴向负荷为主或以径向负荷为主。

4) 推力向心轴承——主要用以承受轴向负荷，也能在承受轴向负荷的同时承受较小的径向负荷。

2. 按轴承中所装用的滚动体种类分类

1) 球轴承——滚动体为球。

2) 滚子轴承——滚动体为滚子。按滚子的形状又可分为：

(1) 短圆柱滚子轴承： $l/d \leq 2.5$ （ l 为滚子长度； d 为滚子直径）；

(2) 长圆柱滚子轴承： $l/d > 2.5$ $d > 6$ 毫米；

(3) 滚针轴承： $l/d > 2.5$ $d < 6$ 毫米；

(4) 螺旋滚子轴承，采用螺旋滚子；

(5) 圆锥滚子轴承，采用圆锥滚子；

(6) 球面滚子轴承，采用球面滚子。

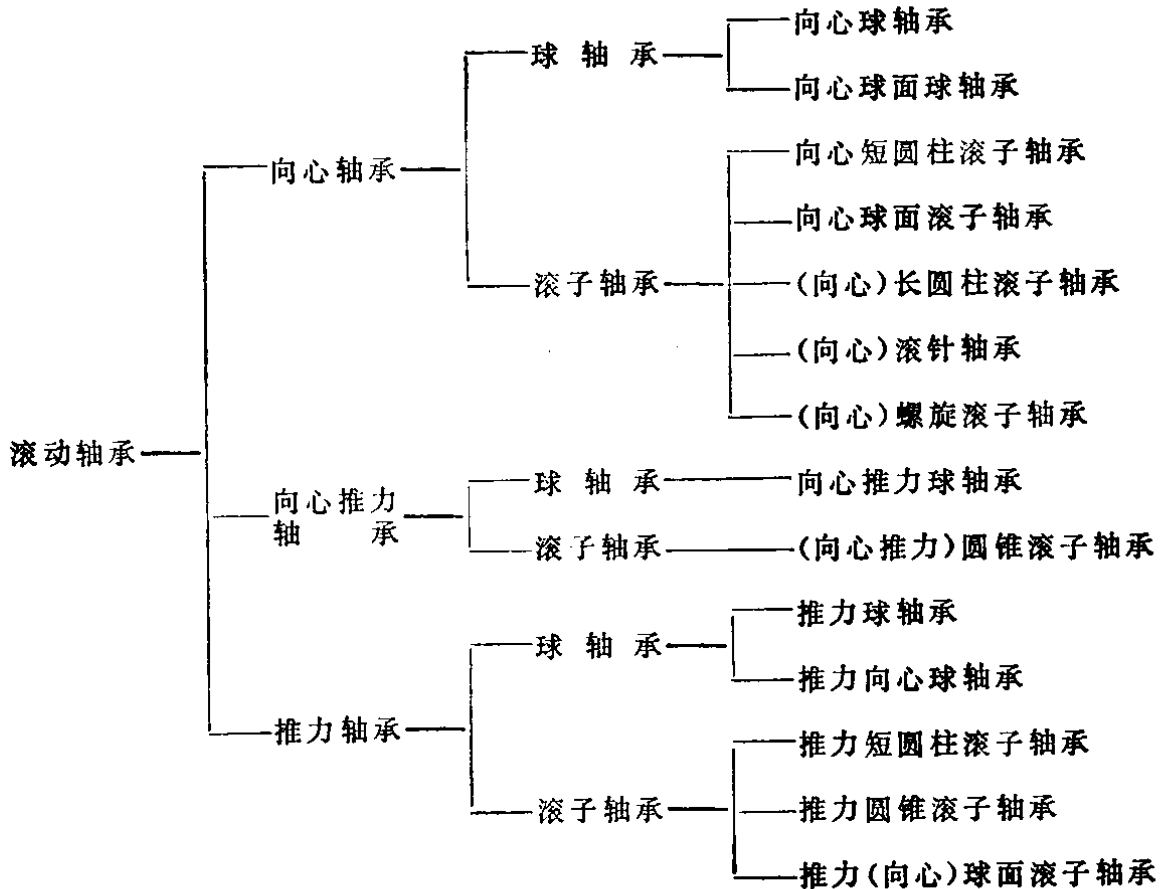
3. 按一个轴承中所装用的滚动体的列数分类

- 1) 单列轴承；
- 2) 双列轴承；
- 3) 三列轴承；
- 4) 四列轴承；
- 5) 多列轴承。

4. 按轴承在工作中的调心性能[⊖]分类

- 1) 非调心轴承；
- 2) 调心轴承（球面型）。

在我国滚动轴承标准中，按轴承所能承受的负荷作用方向和滚动体的种类，分类如下（轴承的代号编制方法见附录一）：



[⊖] 轴承的调心性能，表现在当轴受负荷而弯曲、或因加工不良及安装误差而造成轴承内圈轴线与外圈轴线在一定范围内倾斜时，轴承仍然正常工作。

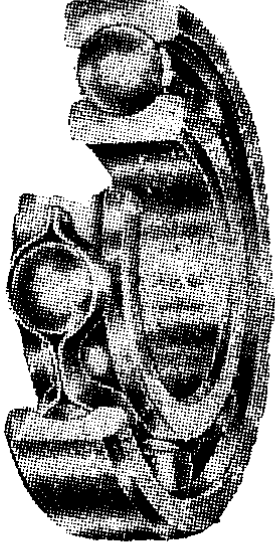
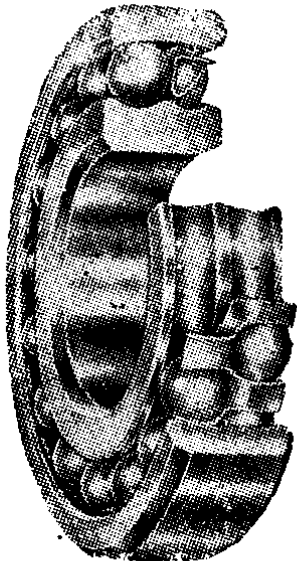
轴承厂在生产车间的计划编制和统计报表上习惯按轴承外径尺寸范围分类，见表1。

表1 滚动轴承按外径尺寸分类

轴承分类名称	微型	小型	中小型	中大型	大型	特大型
轴承外径尺寸范围(毫米)	26以下	28~55	60~115	120~190	200~430	440以上

各类型滚动轴承的基本型式及其主要性能见表2。

表2 各类型滚动轴承的基本型式及其主要性能

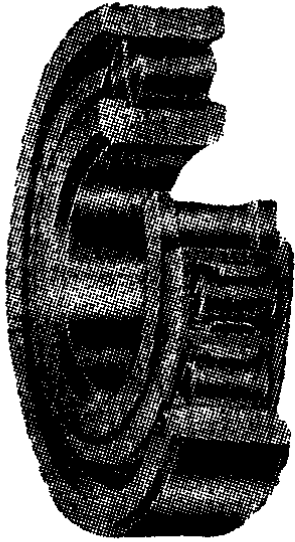
轴承基本型式	主要性能
单列向心球轴承 (类型代号0000) 	<p>单列向心球轴承结构简单，使用方便，是生产最普遍和应用最广泛的一类轴承。主要用来承受径向负荷，但也可以承受一定量的轴向负荷。当加大轴承的径向游隙时具有向心推力球轴承的性质，还可承受较大的轴向负荷。此类轴承装在轴上以后，可使轴或外壳的轴向位移限制在轴承的轴向游隙范围内。在外壳孔和轴相对倾斜$8\sim 16'$（根据游隙确定）时，可正常工作，但会影响其使用寿命。</p> <p>与尺寸相同的其它类型轴承比较，此种轴承摩擦损失最小，极限转速较高。如果提高制造精度，用耐磨材料（如夹布胶木，青铜或硬铝）制造保持架时，还可提高容许的极限转速。在转速较高不宜采用推力球轴承的情况下，可用此类轴承承受纯轴向负荷。</p>
双列向心球面球轴承 (类型代号1000) 	<p>双列向心球面球轴承有两列钢球，内圈有两条沟道，外圈沟道为球面形。它的主要特点是具有调心性能，但其内、外圈相对倾斜度不得超过3°。这种轴承主要用于在负荷作用下弯曲较大的双支承轴上，以及用于两支承座孔不能保证严格同心度的部件中，要用来承受径向负荷。在承受径向负荷的同时，亦可承受较小的轴向负荷。一般不能承受纯轴向负荷。</p>

(续)

轴 承 基 本 型 式

主 要 性 能

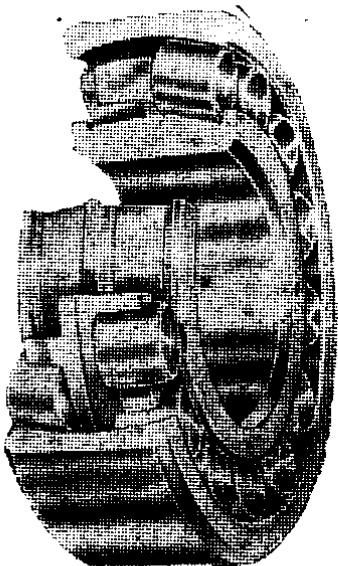
向心短圆柱滚子轴承
(类型代号2000)



向心短圆柱滚子轴承的滚子，由一个轴承套圈的两个挡边引导。保持架、滚子和引导套圈装配在一起，组成组合件，可与另一非引导套圈分离，因此是分离型轴承。这种轴承的安装和拆卸都比较方便，可分别安装内圈和外圈，尤其是当要求内、外圈与轴、壳体都有过盈配合时，更显示出它的优点

这类轴承一般只用来承受径向负荷，与相同尺寸的向心球轴承相比有较大的径向负荷能力。但与这类轴承配合的轴、壳体孔的加工要求较高，允许内圈轴线与外圈轴线倾斜度很小 ($2\sim 4'$)。当两轴线有倾斜时，滚子与套圈滚道的接触情况恶化，严重影响轴承的承载能力和使用寿命

双列向心球面滚子轴承
(类型代号3000)



双列向心球面滚子轴承，主要用以承受径向负荷，同时也能承受任一方向的轴向负荷。与尺寸相同的双列向心球面球轴承比较，它有较大的负荷能力，但其极限转速较低。一般不能承受纯轴向负荷

此类轴承有两列球面滚子，外圈滚道为球面形，具有调心性能，但其内圈与外圈的相对倾斜度不得超过 $0.5\sim 2^\circ$ ，因而多用在长轴和受负荷而有较大弯曲的多支承轴上

(续)

轴 承 基 本 型 式	主 要 性 能
<p>长圆柱滚子轴承和滚针轴承 (类型代号4000)</p> 	<p>长圆柱滚子轴承只能承受径向负荷。由于滚子较长, 承载能力很高。但由于工艺性和使用性能差(在安装和使用时要求轴承的内、外圈不能有倾斜现象), 正在逐步被淘汰, 而分别被双列、多列短圆柱滚子轴承或滚针轴承代替</p> <p>滚针轴承(如图)结构紧凑, 在内径及所能承受的径向负荷相同的条件下, 与其它类型轴承比较, 它的外径最小, 适于用在径向尺寸受限制的部件中。安装时轴承外圈轴线与内圈轴线不允许有倾斜</p> <p>滚针轴承可以不带外圈或不带内圈, 也可以同时不带内、外圈, 只用成组的滚针。这时轴和外壳滚动表面的硬度、加工精度和表面质量应与轴承套圈相同, 以保证它的负荷容量与有套圈的轴承的负荷容量相同</p>
<p>螺旋滚子轴承(类型代号5000)</p> 	<p>螺旋滚子轴承, 仅用来承受径向冲击负荷。每一套圈和带保持架的成套滚子都可以分别安装, 是分离型轴承。这种轴承不能限制轴和外壳的轴向移动, 也不能承受轴向负荷</p> <p>螺旋滚子轴承可以不带内圈或不带外圈, 或同时不带内、外圈, 只有一组带保持架的滚子。这时轴和外壳的滚动表面的硬度不应低于HRC60, 表面光洁度不低于$\nabla 8$</p> <p>螺旋滚子轴承适用于旋转精度不高并承受较大冲击负荷的部件中</p>
<p>向心推力球轴承 (类型代号6000)</p> 	<p>向心推力球轴承, 可以同时承受径向负荷和轴向负荷, 也可以承受纯轴向负荷, 能在较高的转速下正常工作。单列向心推力球轴承只能承受一个方向的轴向负荷。在承受径向负荷时, 将引起附加轴向力, 因此一般都采用成对安装。单个安装的向心推力球轴承可限制轴或外壳在一个方向的轴向移动, 成对安装时, 使外圈同名端面(宽端面, 或窄端面)相对, 就可在两个方向使轴或外壳在轴向固定。此类轴承承受轴向负荷的能力由接触角决定, 接触角大, 承受轴向负荷的能力高</p>

(续)

轴 承 基 本 型 式	主 要 性 能
<p>单列圆锥滚子轴承(类型代号7000)</p> 	<p>单列圆锥滚子轴承主要用以承受以径向负荷为主的径向与轴向联合负荷，一般不宜单独承受轴向负荷。此种轴承可以分别安装内圈和外圈。在安装和使用过程中可以调节轴向游隙与径向游隙，也可以预过盈安装</p> <p>单列圆锥滚子轴承限制轴和外壳的一面轴向位移，不允许轴相对外壳孔有倾斜。在径向负荷作用下产生附加轴向力，因此，一般在轴的两个支承中，轴承的外圈和内圈同名端相对安装</p>
<p>推力球轴承(类型代号8000)</p> 	<p>推力球轴承是分离型轴承，只能承受轴向负荷。单向推力球轴承(见图)只能承受一个方向的轴向负荷；双向推力球轴承则能承受两个方向的交变轴向负荷</p> <p>推力球轴承不能限制轴和外壳的径向移动。它的允许极限转速低。单向轴承可以限制轴和外壳一面的轴向移动；双向轴承可限制轴和外壳在两方向的轴向移动。当轴和外壳孔的轴线不同心时，将引起轴承过早损坏</p>
<p>推力滚子轴承(类型代号9000)</p> 	<p>推力滚子轴承主要用来承受轴向负荷，其承载能力比推力球轴承大得多。用于重型机床、石油钻机、远洋货轮螺旋桨轴、大型立式电机、联合掘进机等重型机械部件中</p>

四、滚动轴承的生产过程

制造一套滚动轴承，一般要经过几十道工序，而不同结构、不同精度等级和不同技术条件要求的轴承又各有不同的制造工艺。目前，中小型普通精度等级轴承的生产工艺过程大致如图3所示。

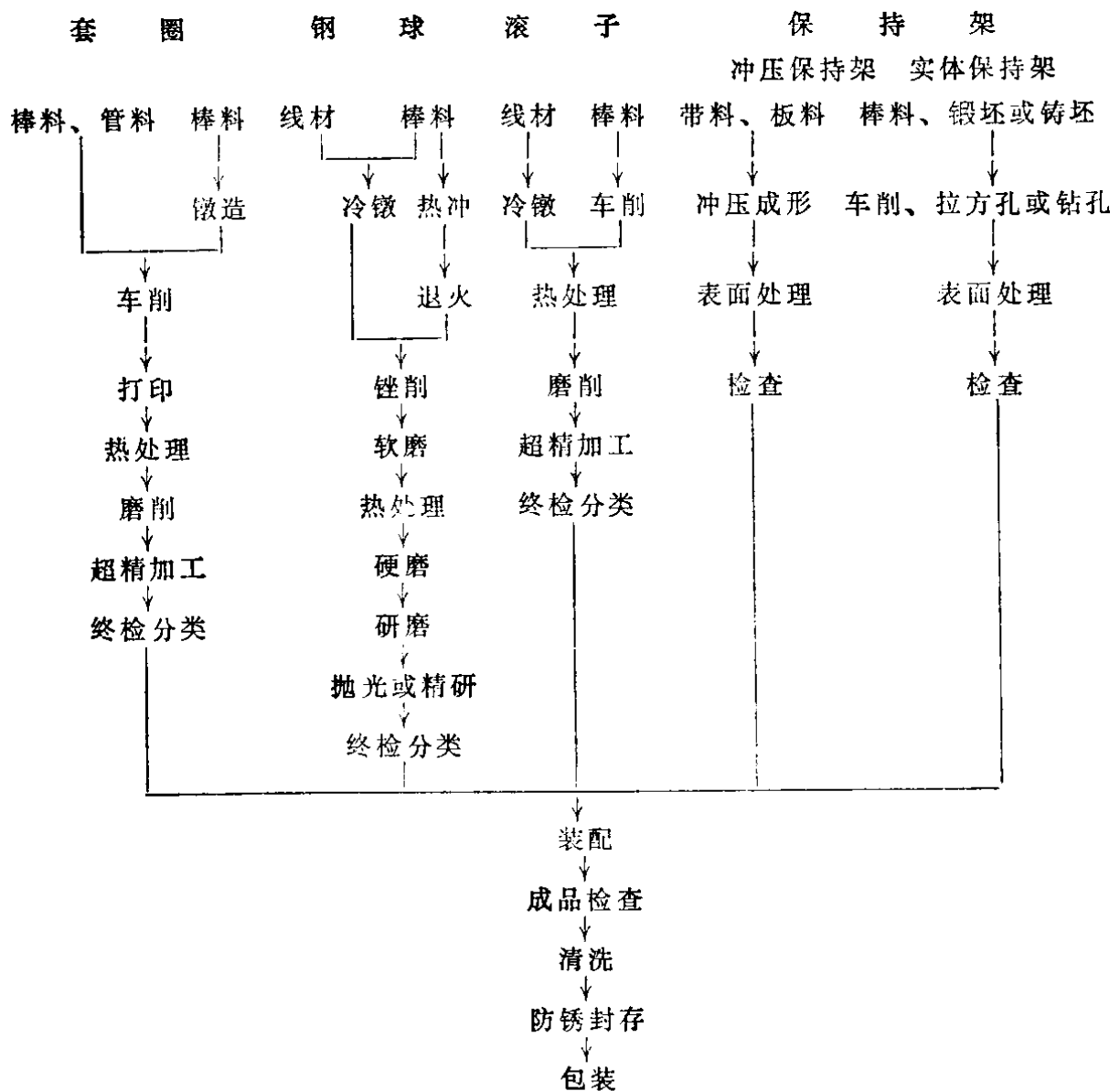


图3 滚动轴承的生产工艺过程

五、滚动轴承生产的特点

滚动轴承的生产与一般机械产品的生产相比较，主要有下列一些特点：

1) 轴承生产是专业化的大量生产。绝大多数的轴承都是标准化产品,同一型号的轴承需要量很大。为了提高劳动生产率,降低产品成本,保证产品质量和广泛采用新技术,提高机械化、自动化水平,轴承厂一般是按轴承类型品种进行大批量轮番生产,即一次投入生产的品种较少,而每一品种的生产批量较大。对于个别型号的轴承,常年生产量甚大者,可建立专门的自动线和流水线进行生产。为此,全国和各地区的轴承生产,应全面规划,统筹安排,合理分工,尽量减少各生产厂之间同型号产品的重复生产,压缩生产厂的生产品种,组织专业化生产厂进行大批量生产。

2) 轴承技术条件要求严格,制造精密度高。轴承工业属精密机械制造业。轴承零件的绝大部分表面,都要经过磨削加工,磨削加工尺寸和几何精度都以微米(1/1000毫米)为单位,尤其是套圈的沟道(滚道)和滚动体的精度要求更高,一般最后都要经过超精加工。中小型轴承套圈的沟道表面光洁度要求在 $\nabla 9\sim 10$ 以上,钢球表面则要求 $\nabla 10$ 以上。轴承零件的互换性较强。这就要求在轴承生产过程中,有严格的工艺规程和产品质量检验制度。因此,在轴承行业中,产品技术检验的作用和工作量是比较大的。为了提高零件的加工精度,应当采用高精度高效率的专用设备,并且要做好工、卡模具和砂轮、砂轮轴及检查仪器的供应工作。

3) 轴承零件结构简单、几何形状规则,便于机械化和自动化生产。目前应在保证加工质量的前提下,大搞单机自动化。在单机自动化稳定生产的基础上,实现多台机床间的机组连线,组成工序自动线。并选择少数年产50万套以上的轴承型号,建立典型综合自动线,总结经验,然后有计划有步骤地实现轴承生产自动化。

4) 轴承零件虽然结构简单,但由于精度要求高,所以生产工序较多。例如,套圈加工从锻造到装配约有20~40道工序。特别是短圆柱滚子轴承、球面滚子轴承和圆锥滚子轴承,加工工序

更多，生产周期更长（见表3）。因此，要采用集中工序进行生产，如采用多工位锻造机、多轴机床、多刀切削和合并加工工序等，以提高劳动生产率。

表3 部分滚子轴承的生产周期

轴 承 型 号	铁路车辆用 42724 单列短圆柱滚子轴承	矿山机械等用3538 双列球面滚子轴承	拖拉机用7909 圆锥滚子轴承
主要加工工序(道)	74	71	55
一般生产周期(天)	70	75	60