

机械制造检验员丛书

滚动轴承的 检查与测量

国家机械工业委员会
质量安全监督司 编

机械工业出版社

前 言

为了给机械制造行业广大质量检验人员提供一套学习材料,不断提高技术水平,以适应“四上两提高”,即上质量、上品种、上水平、上成套,提高经济效益,提高服务质量的需要,我们组织编写了《机械制造检验员丛书》,先出版其中的《机械制造检验员须知》、《形状和位置误差的检查与测量》、《刀具的检查与测量》、《齿轮和蜗轮蜗杆的检查与测量》、《铸铁件质量的检验》、《焊接质量的检验》和《滚动轴承的检查与测量》等七本。它们不仅可以供质量检验人员学习用,也可以供机械加工工人学习用,还可以作为培训他们的辅助教材。

除了《机械制造检验员须知》外,其它六本书都是专题性著作,一个专题一本书。这套丛书的编写原则是:理论与实践相结合,而偏重于实践。所以每本书中的理论不多,也不深,但是,实践经验却很丰富。在总结经验的基础上,介绍了质量检验的许多方法。在这些方法中,有很多是目前机械制造中行之有效的办法,有些则是目前国内外比较先进的方法。学习这些经验,掌握这些方法,对提高检验人员的技能大有裨益。

参加编审这套书的同志,都是既有理论知识,又有丰富的实践经验的同志。书稿写出后,经集体初审,最后我们委托上海市机电工业管理局终审书稿。尽管这样,书中一定还有缺点与错误,希望读者及时批评和指正,以便再版时修订。

本书由贺国梁执笔,洪元麟、姜绍武审校。

国家机械工业委员会质量安全监督司

1988年4月

目 录

前言

第一章 轴承的基础知识	1
一、轴承的结构	4
二、轴承的分类	5
三、轴承的代号标志	11
四、轴承的材料	30
第二章 轴承的公差与配合	34
一、轴承的公差定义	35
二、轴承公差等级及其应用	38
三、轴承内径和外径的公差	41
四、轴承与轴和外壳的配合	46
第三章 轴承成品的检验与测量	57
一、概述	57
二、轴承测量的基本事项	60
三、尺寸公差的测量	63
四、旋转精度的测量	90
五、径向游隙的测量	108
六、深沟球轴承振动的测量	124
七、其它项目的检验与测量	132
第四章 轴承配件的检验与测量	144
一、钢球的终检	144
二、滚子的终检	163
三、滚针的终检	185

四、保持架的终检	194
第五章 轴承套圈的检验与测量	206
一、轴承套圈热加工的检验与测量	206
二、轴承套圈机械加工的检验与测量	222
三、轴承套圈的探伤及酸洗检验	261
第六章 轴承抽样检查简介	270
一、概述	270
二、样本数固定的抽样检查	274
三、《滚动轴承及其商品零件检验规则》 ——计数调整型抽样检查	278
四、《定期检验用滚动轴承及其商品零件抽样检验方法》 ——周期抽样检查	284
附录	292
参考文献	296

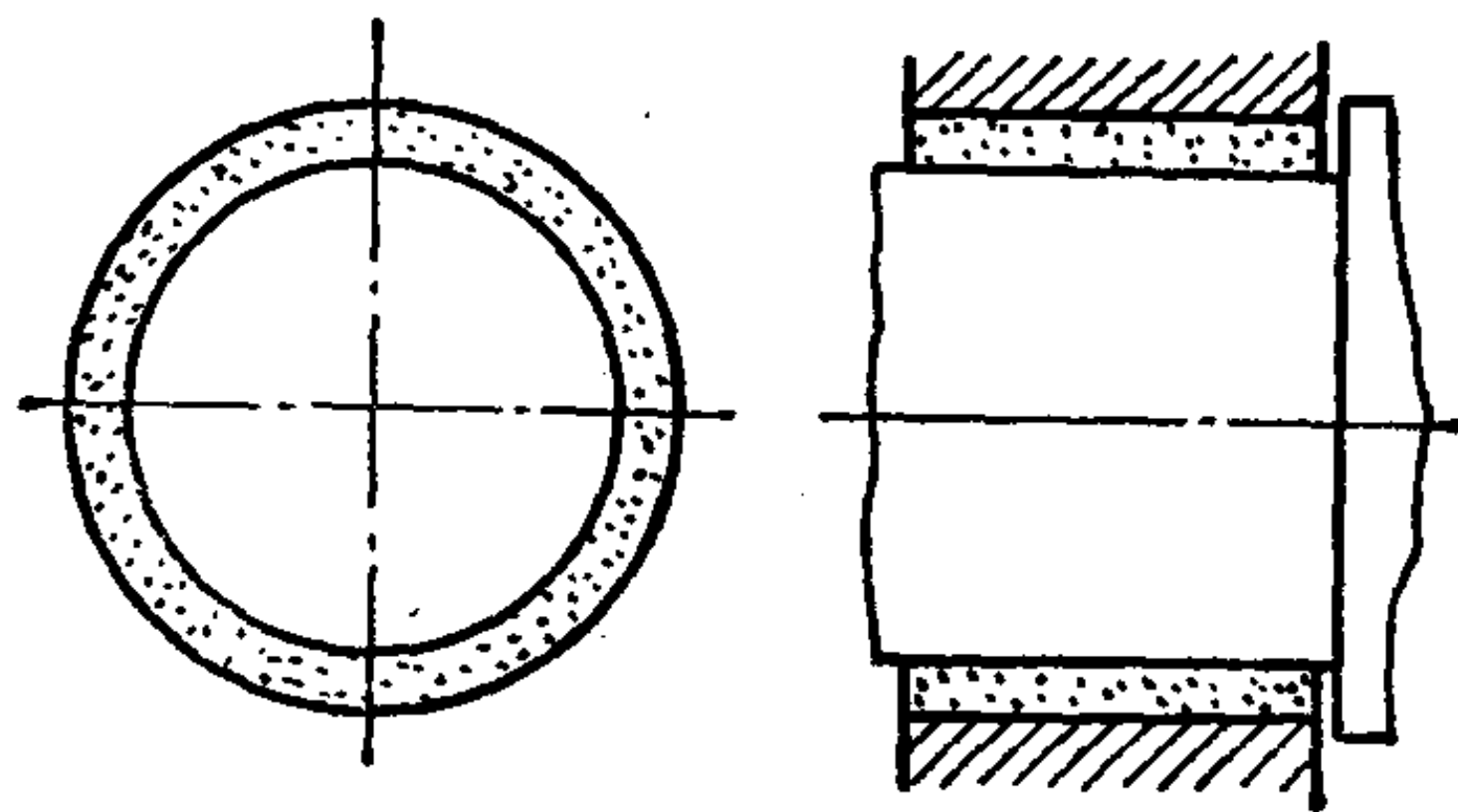
第一章 轴承的基础知识

轴承是一种支承或导向装置，它决定机械的运动部件相对于其它部件的位置。在大多数情况下，轴承是支承旋转轴的机械零件，它能够保持轴的准确位置并承受轴传递的负荷。

通常，轴承按运动时的摩擦原理分为滑动摩擦和滚动摩擦两大类。现分别介绍其最简单的原型结构，以区别这两类轴承的结构特点。图 1-1 系滑动摩擦轴承中最简单的一种——轴颈轴承，一般由整体圆筒形轴套或两个半圆形轴瓦构成。

图 1-2 系滚动摩擦轴承中最常用的一种轴承——深沟球轴承，由两个带沟槽的整体套圈，并在其间加入一组钢球构成。

两大类型轴承的应用取决于机械中的使用条件及其对轴



1 轴颈轴承

承性能的要求。一般使用条件和对轴承性能要求较低时，采用非液体摩擦润滑的滑动轴承；使用条件特殊且对轴承性能要求特别高，采用滚动轴承难以满足时，则采用液体摩擦润滑的滑动轴承；若根据机械中的使用条件和对轴承性能要求，采用滑动轴承或滚动轴承均可满足时，则优先选用滚动轴承。



图1-2 深沟球轴承

两类轴承可通过列举各种金属切削机床的主轴系统为例，以区别其不同的典型应用场合。主轴系统中的轴承应具有旋转精度高、刚度高、承载能力强、抗振性好、极限转速高、适应变速范围大、噪声低、寿命长等性能，同时应满足结构尺寸小、使用维护方便、价格适中等要求。滚动轴承基本上能满足这些性能和要求，特别是它具有能在转速和载荷变动幅度很大、频繁起动条件下稳定工作的优点，因此大部分车、铣、钻、镗以及普通内圆磨床等机床的主轴系统中优先选用不同类型的滚动轴承。

滚动轴承亦有它固有的致命缺点，即高速时精度保持性差，振动、噪音大，刚度有限，抗振性差。因此，对于要求加工表面粗糙度细、波纹度小、形位公差及尺寸公差严格的机床，如高精度车床、精密外圆磨床、平面磨床、无心磨床等机床的主轴系统中就必须选用旋转精度高、刚度高、抗振性好的液体动压润滑或液体静压润滑的滑动轴承。

表 1-1 列出了滚动轴承与动压及静压滑动轴承各项性能比较。由此表可知，滚动轴承的各项性能基本上能满足大多数旋转支承部件的要求，因此，无论在家用电器、汽车、机

表1-1 滚动轴承与滑动轴承性能比较

性能 \ 类型		滚动轴承	滑动轴承	
			动压轴承	静压轴承
基本性能	旋转精度	一般或较好 高速时精度保持性差	较好 高速时精度保持性好	很好 高速时精度保持性好
	承载能力	一般或较好	高	可以很高
	速度性能	低、中速性能好 适应变速范围大	中、高速性能好 适应变速范围小	能适应各种速度 尤其适应低速和超高速
	使用寿命	受疲劳强度限制	不频繁启动，寿命较长	很长
特殊性能	刚度	一般或较好	高	高
	抗振性	较差	好	很好
	振动噪声	较大	较小	很小
	摩擦损耗	较小 摩擦系数 $\mu = 0.001 \sim 0.003$	较小 摩擦系数 $\mu = 0.001 \sim 0.008$	很小 摩擦系数 $\mu < 0.001$
经济性	类型、尺寸	已标准化，系列化 轴向小、径向大	无标准化、系列化 轴向大、径向小	无标准化，系列化 轴向大、径向小
	制造难易	有专业工厂生产	需自行设计制造 工艺要求高	需自行设计制造 工艺要求高
	使用维修	调整使用简易 维修更换方便	调整较难 维修更换复杂	调整较难 维修更换复杂
	成本	低	较高	很高

床，还是航空发动机或人造卫星等各种设备及仪器仪表装置中，无不广泛选择适用的滚动轴承。

各国的滚动轴承均由少数规模较大的专业工厂进行大批量生产，世界轴承年产量已超过 50 亿套。产品的标准化、系列化、通用化水平很高，绝大部分产品达到国际标准化水

平，已成为国际贸易的通用商品。

本书仅介绍滚动轴承，下面简称轴承。

一、轴 承 的 结 构

轴承由于用途和工作条件不同，其结构变化甚多，但基本结构都是由内圈、外圈、滚动体（钢球或滚子）和保持架四个零件组成。习惯上称为“四大件”。

1. 内圈（又称内套或内环）

通常固定在轴颈上，多数情况下，内圈与轴一起旋转。内圈外表面上有供钢球或滚子滚动的沟槽，称为内沟或内滚道[⊖]。

2. 外圈（又称外套或外环）

通常固定在轴承座或机器的壳体上，起支承滚动体的作用。外圈内表面上也有供钢球或滚子滚动的沟槽，称为外沟或外滚道。

某些情况下，轴承的外圈旋转，内圈固定并起支承作用。例如，车轮轮毂轴承等。

3. 滚动体（钢球或滚子）

每套轴承都配有一组或几组滚动体，装在内圈和外圈之间，起滚动和传递力的作用。滚动体是承受负荷的零件，其形状、大小和数量决定了轴承承受载荷的能力和高速运转的性能。

4. 保持架（又称保持器或隔离器）

将轴承中的滚动体均匀地相互隔开，使每个滚动体在内圈和外圈之间正常地滚动。此外，保持架还具有引导滚动体运动，改善轴承内部润滑条件，以及防止滚动体脱落等作用。

⊖ 习惯上将球轴承套圈上的沟槽称为沟道；滚子轴承套圈上的沟槽称为滚道。

在推力轴承中，与轴配合的套圈叫轴圈，与轴承座或机器壳体配合的套圈叫座圈，轴圈和座圈统称垫圈。

除了上述四个零件之外，各种不同结构的轴承还有与其相配的其它零件。例如，铆钉、防尘盖、密封圈、止动垫圈、挡圈及紧定套等。

为适应某些特殊需要，例如为提高轴承的承载能力，增加滚动体数量而省略了保持架；为减少机械部件设计的空间尺寸而选用无外圈或无内圈的轴承，虽然“四大件”不齐全（必须有滚动体），但为基型结构的变型而定为某种规格的轴承。

目前，我国轴承工业已能生产基本类型结构及其变型结构 220 余种，包括非标准轴承共有 17000 多个规格。基本上满足了国民经济和国防建设的需要。国外轴承工业在滚动轴承基础上发展起来的新型结构轴承，如组合轴承、直线运动滚动支承等，我国亦已试制成功，并具备了一定的生产能力。

随着机械工业的不断发展，在滚动轴承的基础上延伸发展起来的组合轴承、直线运动滚动支承以各自不同的功能、特性而区别于滚动轴承，并已自成体系。

二、轴 承 的 分 类

由于轴承在各种机器及机构的支承中遇到各种不同的工作条件，所以有必要制造各种不同结构性能的轴承来适应承受不同方向的负荷及满足机器结构上和使用上所提出的要求。

轴承按下列基本特征分类：按轴承所能承受的负荷作用力方向或公称接触角；按滚动体的形状及按结构特点。

1. 按轴承所能承受的负荷作用力方向或公称接触角分类

径向负荷——垂直于轴承旋转轴线所作用的负荷称为径向负荷，见图 1-3。

轴向负荷——沿着轴承旋转轴线所作用的负荷称为轴向负荷，见图 1-4。

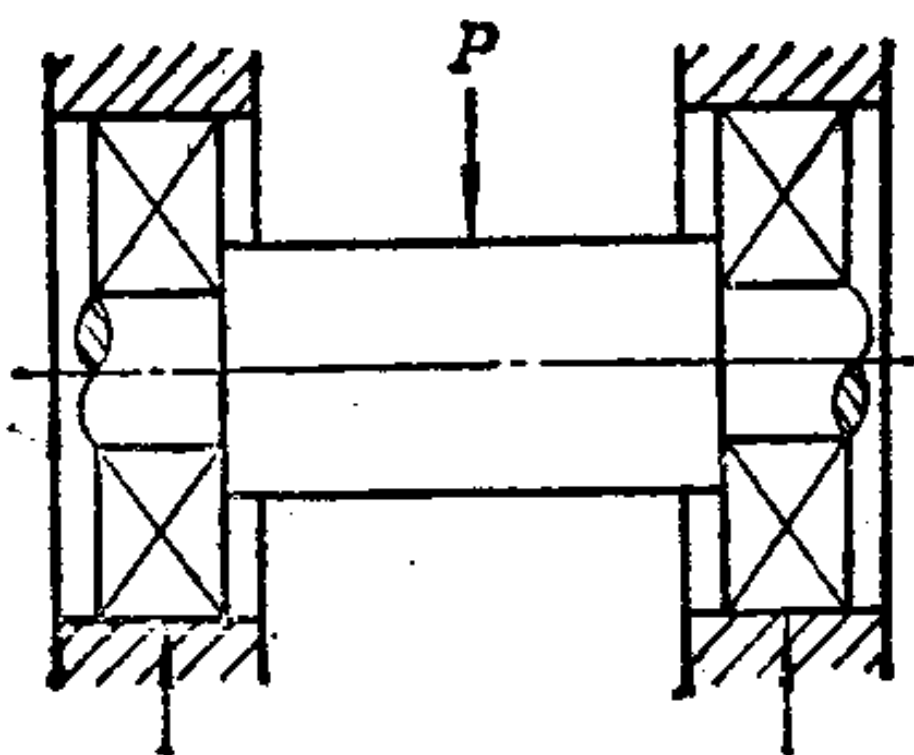


图1-3 径向负荷

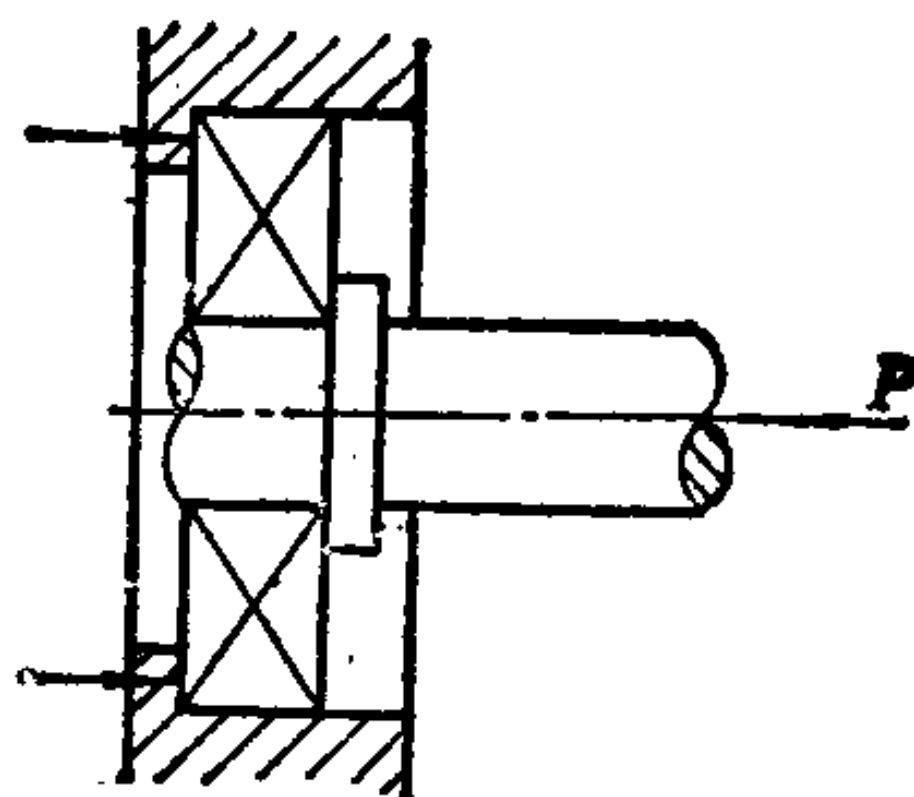


图1-4 轴向负荷

联合负荷——在径向和轴向同时作用于轴承上的负荷称为联合负荷，见图 1-5。

公称接触角——轴承在正常工作状态下，钢球与内圈和外圈沟道接触点的法线与轴心线的垂直平面之间的夹角称为公称接触角，见图 1-6。

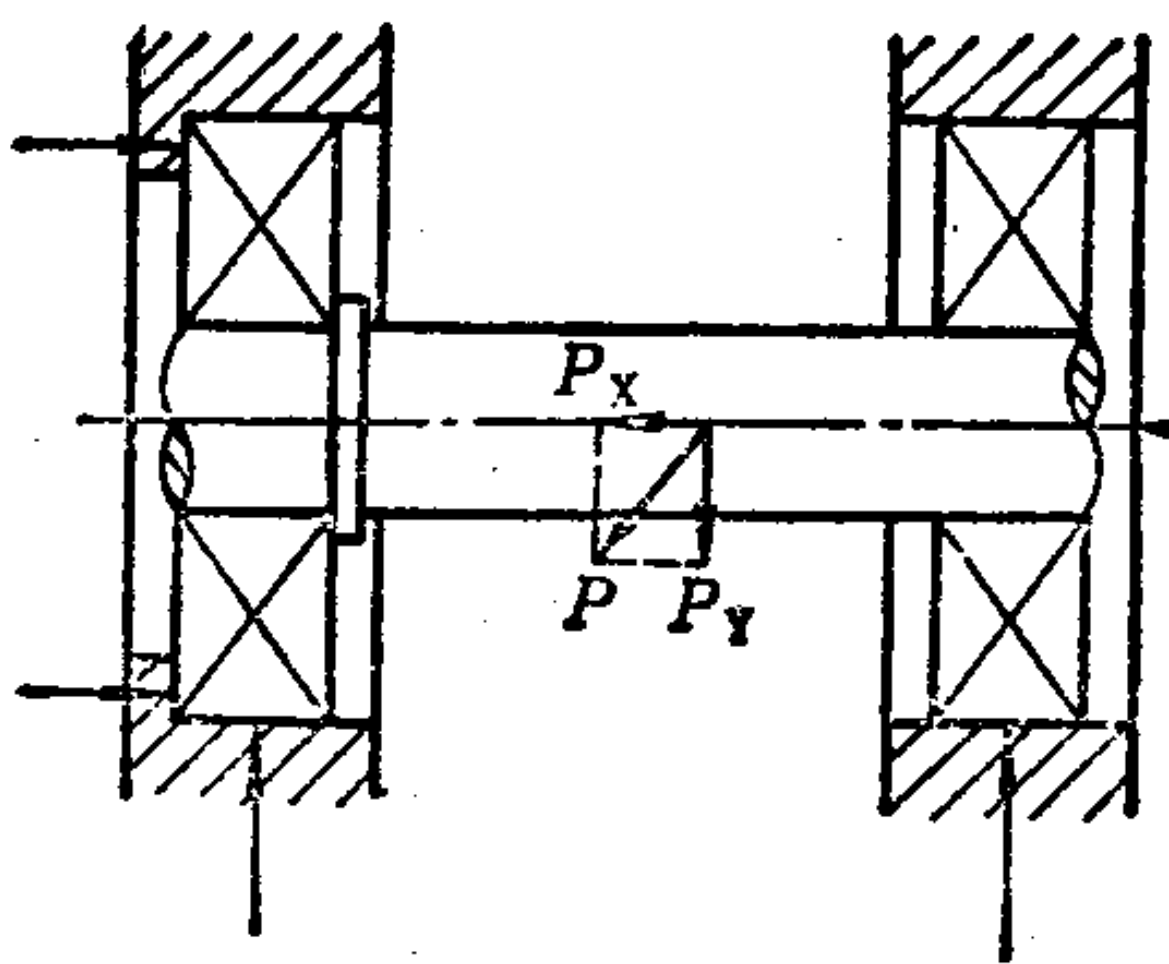


图1-5 联合负荷

接触角的大小，决定轴承所承受的径向负荷和轴向负荷能力的大小。接触角

越大,承受的轴向负荷能力越大;反之,承受的径向负荷能力越大。

(1) 向心轴承 主要用来承受径向负荷,但也能承受不大的轴向负荷,其公称接触角为 $0^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 。按不同的公称接触角又可分为:

1) 径向接触轴承:公称接触角为 0° 的向心轴承。

2) 向心角接触轴承:公称接触角大于 $0^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 的向心轴承。

(2) 推力轴承 仅用来承受轴向负荷,其公称接触角大于 $45^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 。按不同的公称接触角又可分为:

1) 推力角接触轴承:公称接触角大于 45° ,但小于 90° 的推力轴承;

2) 轴向接触轴承:公称接触角为 90° 的推力轴承。

2. 按滚动体的形状分类

(1) 球轴承 滚动体为钢球。

(2) 滚子轴承 滚动体为滚子。滚子按不同形状可分为:

- 1) 短圆柱滚子;
- 2) 长圆柱滚子;
- 3) 滚针;
- 4) 螺旋滚子;
- 5) 圆锥滚子;
- 6) 球面滚子。

3. 按结构特点分类

(1) 刚性轴承

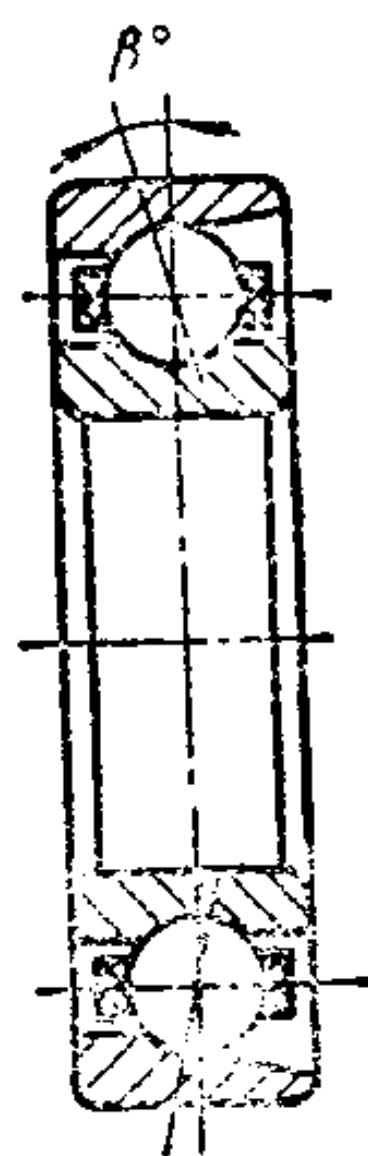


图1-6 公称接触角

(2) 调心轴承⊖ (球面型) 又可分为内调心和外调心两种。

在我国GB271—87《滚动轴承 分类》标准中，主要按

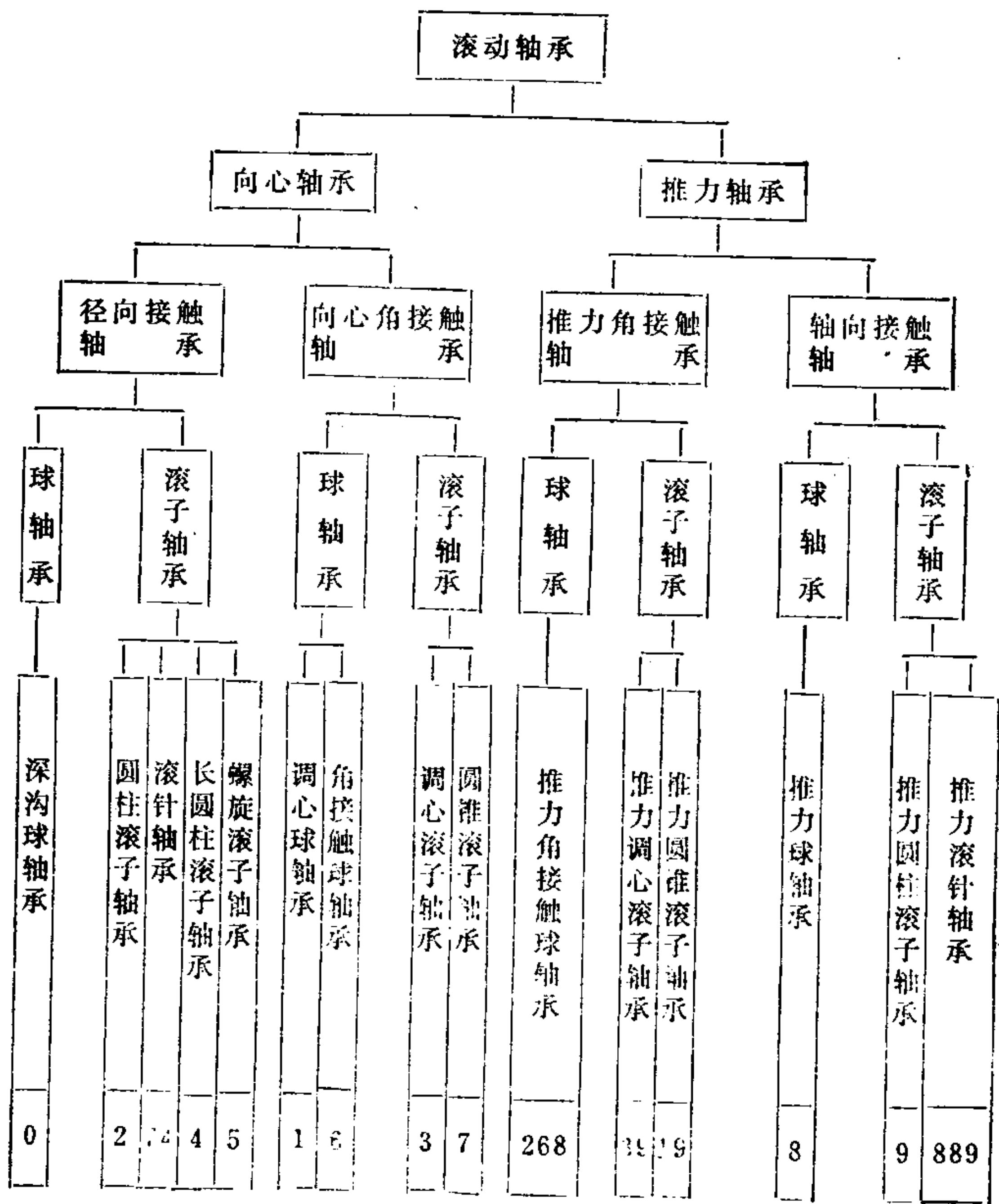
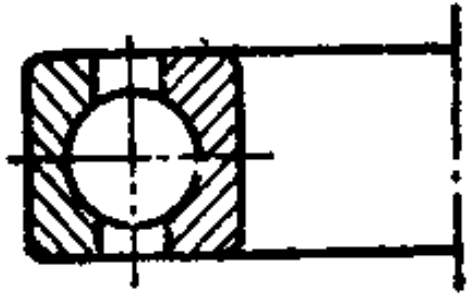
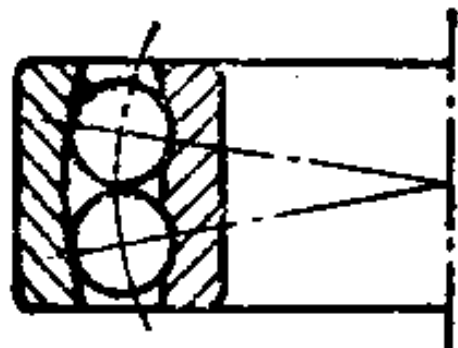
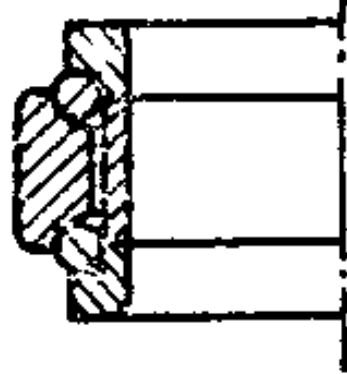
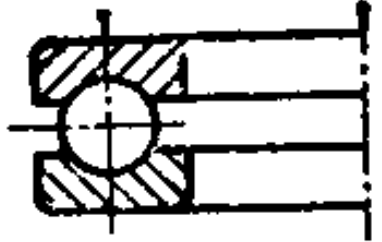
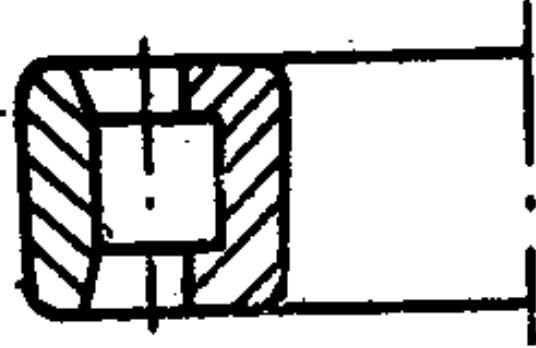
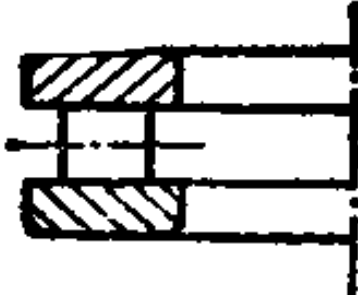


图1-7 滚动轴承基本类型分类

⊖ 调心轴承表现在当轴承承受负荷而弯曲，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(一般为倾斜1°~3°左右)时，轴承仍能正常工作。

表1-2 滚动轴承基本类型结构

深沟球轴承	00000	调心球轴承	1000	推力角接触球轴承	26800	推力球轴承	8000
							
圆柱滚子轴承	2000	角接触球轴承	6000	推力调心滚子轴承	39000	推力圆柱滚子轴承	9000
							

轴承所能承受的负荷作用力方向和公称接触角以及滚动体的形状进行基本类型分类,如图 1-7 所示。滚动轴承的基本类型结构见表 1-2。

三、轴承的代号标志

随着科学技术的不断发展,滚动轴承的应用范围越来越广,在国民经济与国防建设中起着越来越重要的作用,从而使轴承生产成为一个独立的工业部门——轴承工业。

为了便于组织轴承生产和用户选用轴承,国家标准 GB 271—87《滚动轴承 分类》规定采用字母和一组数字及其组合排列规则作为轴承的代号系统。轴承代号系统是轴承工程中的一种专用语言,是我们识别不同轴承的标志,准确掌握代号系统可以正确区别众多类型、成千品种、上万规格的轴承。

轴承的代号包括游隙代号、公差等级代号、轴承品种及补充代号等。每一个轴承代号代表一套不同规格[⊖]的轴承。轴承代号可分为前、中、后三段:

前段——表示轴承的游隙组别(用数字或字母和数字表示)和公差等级(用字母表示);

中段——表示轴承的品种(用七位数字表示);

后段——表示补充代号(用字母和数字表示)。

轴承代号分段形式如图 1-8 所示。

1. 前段

轴承代号的前段由数字和字母组成,分别表示轴承的径向游隙组别和公差等级。

⊖ 在同一品种中,由于公差等级、游隙、性能、零件内部结构与尺寸或材料、润滑脂不同而形成不同的轴承规格。例如:201轴承品种中,201、E201、D201、201Z₁、3G201为五个规格。

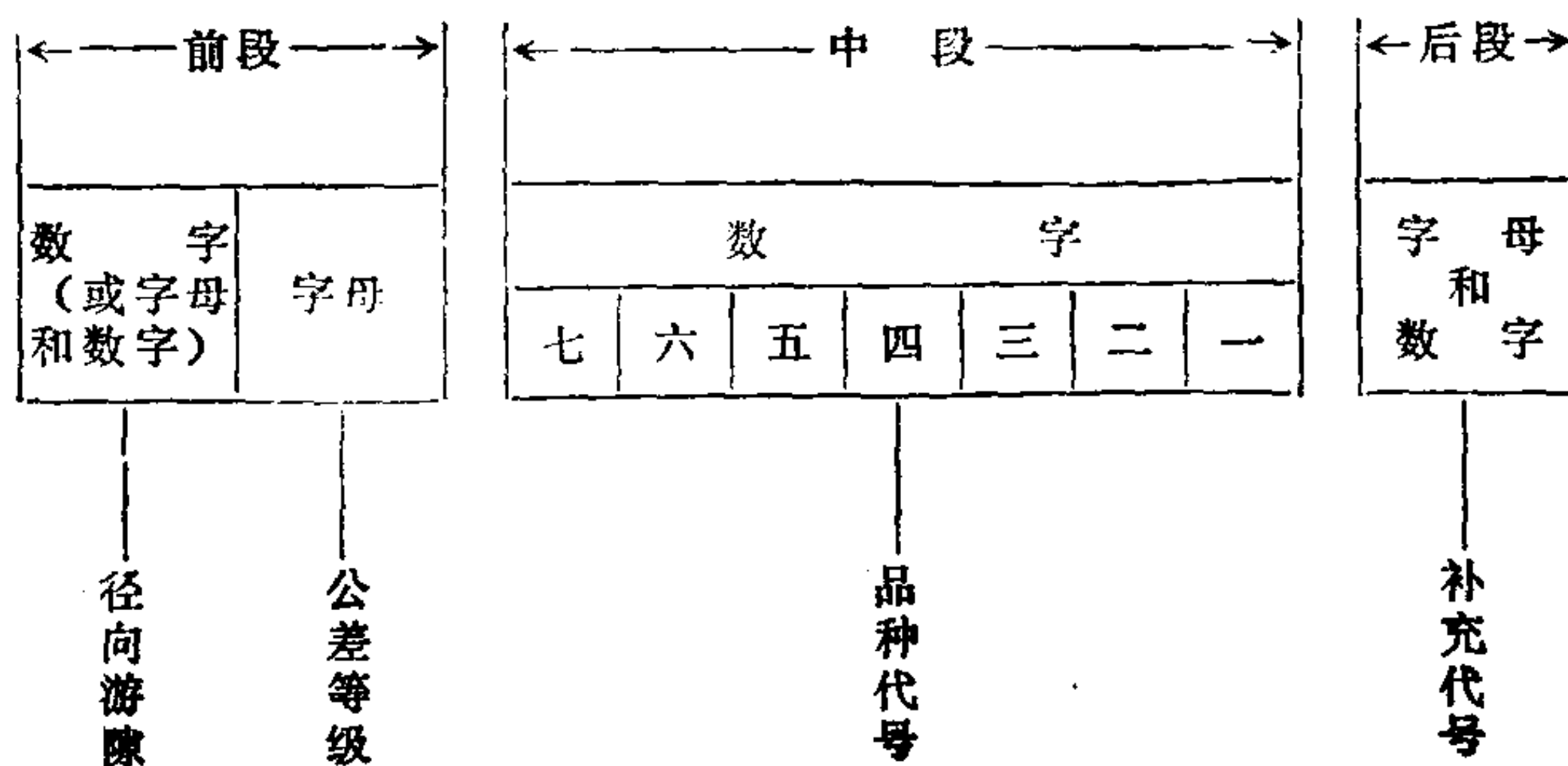


图1-8 轴承代号分段形式

(1) 径向游隙表示法 轴承的径向游隙分为基本组和辅助组，用游隙组别代号（数字或字母和数字）表示。一般用途轴承采用基本组游隙，以数字“0”（在轴承代号中省略不写）表示；有特殊要求的轴承采用辅助组游隙，以数字2~5表示，2组表示径向游隙小于基本组，3、4、5组表示径向游隙大于基本组。

1) 深沟球轴承、调心球轴承、调心滚子轴承按基本组径向游隙以及圆柱孔圆柱滚子轴承按“不可互换”基本组径向游隙制造时，在轴承代号中不标注游隙组的代号。若选用其它游隙组别，其表示方法如下：

3E1208——按圆柱孔调心球轴承径向游隙辅助第3组制造的E级公差圆柱孔调心球轴承1208。

4G113524——按圆锥孔调心滚子轴承径向游隙辅助第4组制造的G级公差圆锥孔调心滚子轴承113524。

3D2212——按圆柱孔圆柱滚子轴承径向游隙“不可互换”辅助第3组制造的D级公差圆柱孔圆柱滚子轴承2212。

5C312——按深沟球轴承径向游隙辅助第5组制造的C

级公差深沟球轴承3 12。

2B3182120——按不可互换的圆锥孔双列圆柱滚子轴承径向游隙辅助第2组制造的B级公差圆锥孔圆柱滚子轴承3182120。

2) “可互换”的圆柱孔圆柱滚子轴承和滚针轴承的径向游隙表示方法如下:

C0G42224——按圆柱孔圆柱滚子轴承径向游隙“可互换”基本组(用C0表示)制造的G级公差圆柱滚子轴承42224。

C3D42224——按圆柱孔圆柱滚子轴承径向游隙“可互换”辅助第3组(用C3表示)制造的D级公差圆柱滚子轴承42224。

(2) 公差等级表示法 轴承的公差等级用字母表示,标注在轴承游隙组别代号的右侧。

轴承按尺寸公差及旋转精度的不同要求进行公差分级。

1) 向心轴承(圆锥滚子轴承除外)公差等级,共分为五级,即:G、E、D、C和B级,依次由低到高。

2) 圆锥滚子轴承公差等级,共分为四级,即:G、E $\oplus$ 、D和C级,依次由低到高。

3) 推力轴承公差等级,共分为四级,即:G、E、D和C级,依次由低到高。

各类G级公差等级、基本组径向游隙的轴承,在代号中可以不标注其公差等级代号G。

各类型轴承可供选择的推荐性公差等级范围见表1-3。

$\oplus$ E $\oplus$ 级相当于国际标准6 μ 级。这种公差等级是在要求很小的、或装配中无轴向间隙调整的条件下应用的,即装配中不需人工调整。