

滚动轴承 测试技术

GUN DONG ZHOU CHENG
CE SHI JI SHU

王红军 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



滚动轴承测试技术

主编 王红军

参编 李济顺 马 伟 李兴林



机械工业出版社

TH133.33
W1

本书是河南科技大学(原洛阳工学院)组织编写的轴承专业系列教材之一,主要论述了滚动轴承成品及轴承零件的测试原理和测试方法。本书共分七章,主要内容为:滚动轴承成品的测试原理和测试方法,轴承套圈、滚动体和保持架的检验方法,滚动轴承抽样检验方法,滚动轴承寿命试验和密封性能试验方法等。

本书可作为高等院校轴承设计与制造专业(方向)的教材或其他机械类专业的教学参考书,也可供从事轴承研究、设计、制造和质量管理的技术人员与管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

滚动轴承测试技术/王红军主编. —北京:机械工业出版社,2008.4
ISBN 978-7-111-22571-3

I. 滚… II. 王… III. 滚动轴承—测试技术 IV. TH133.33

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第160533号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

责任编辑:黄丽梅 版式设计:霍永明 责任校对:唐海燕

封面设计:王伟光 责任印制:洪汉军

北京铭成印刷有限公司印刷

2008年4月第1版第1次印刷

184mm×260mm·18.75印张·463千字

0001—4000册

标准书号:ISBN 978-7-111-22571-3

定价:38.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010)88379769

封面无防伪标均为盗版

前 言

为了适应轴承工业新时期发展的需要,河南科技大学(原洛阳工学院)组织编写了轴承专业系列教材,《滚动轴承测试技术》是其中的一部。

本书是编者在总结 20 余年教学经验的基础上,增加了新的科研成果编写而成的。全书以中小型深沟球轴承和单列圆锥滚子轴承的测试理论为主线,全面论述了滚动轴承成品及轴承零件的测试原理和测试方法。

本书共分七章,主要内容为:滚动轴承成品的测试原理和测试方法,滚动轴承套圈、滚动体和保持架的检验方法,滚动轴承抽样检验方法,滚动轴承寿命试验和密封性能试验方法等。

本书可作为高等院校轴承设计与制造专业(方向)的教材,也可供有关高等院校教师以及从事轴承研究、设计、制造和质量管理的技术人员与管理人员参考。

本书由王红军主编,李济顺、马伟、李兴林参编,具体分配为:王红军编写第一章、第二章、第三章和第四章,李济顺、马伟编写绪论和第五章,李兴林编写第六章和第七章。全书由王红军统稿。另外,李俊卿、王曦和刘新春在编写第六章和第七章时做了大量工作。

在本书的编写过程中,洛阳轴承研究所、洛阳 LYC 轴承有限公司、杭州轴承试验研究中心等单位的同志给予了大力支持,谨在此一并表示感谢。

由于编者水平有限,书中难免会有不妥之处,殷切希望读者及时批评指正,以便再版时修正。

编 者

目 录

前言	
绪论	1
第一章 滚动轴承成品测试	5
第一节 轴承成品尺寸精度测试	5
第二节 轴承成品旋转精度测试	51
第三节 轴承径向游隙测试	69
第四节 轴承振动测试	83
第五节 轴承接触角测试	99
第六节 轴承旋转力矩测试	105
第七节 轴承残磁测量	112
第二章 轴承套圈检验	118
第一节 套圈的检验原则	118
第二节 检测轴承套圈时的常用技术参数	119
第三节 普遍使用的加工工序间的检验	121
第四节 专门加工工序间的检验	128
第三章 滚动体检测	147
第一节 钢球的检测	147
第二节 圆柱滚子的检测	158
第三节 圆锥滚子的检测	167
第四节 球面滚子的检测	175
第五节 滚针的检测	182
第四章 保持架检测	190
第一节 冲压保持架检测概述	190
第二节 深沟球轴承浪形保持架的检测	191
第三节 调心球轴承菊形和葵形保持架的检测	196
第四节 圆柱滚子轴承槽形保持架的检测	200
第五节 圆柱滚子轴承双挡圈组合保持架的检测	205
第六节 调心滚子轴承碗形保持架的检测	209
第七节 滚针轴承 K 形和 M 形保持架的检测	215
第八节 角接触球轴承 C 形保持架的检测	218
第九节 圆锥滚子轴承筐形保持架的检测	221
第十节 推力球轴承 Λ 形保持架的检测	226
第十一节 推力调心滚子轴承钵形保持架的检测	229
第五章 滚动轴承抽样检验方法	233
第一节 抽样检验概述	233
第二节 逐批抽样检验	238
第三节 连续抽样检验	254
第六章 密封轴承密封性能试验	265
第一节 密封轴承防尘性能试验	265
第二节 密封轴承漏脂性能试验	267
第三节 密封轴承温升性能试验	269
第四节 密封轴承密封性能试验机	271
第七章 轴承寿命试验	275
第一节 轴承寿命试验方式及分类	275
第二节 轴承寿命试验机	277
第三节 轴承寿命试验方法	282
第四节 轴承疲劳失效的检测方法	288
参考文献	293

绪 论

一、滚动轴承测试技术概述

测试技术是实验科学的一部分,它主要研究各种物理量或技术参数的测试原理和测试方法。在科学研究和生产实践中,测试是人们认识客观事物的重要手段。通过测试人们可以揭示事物的内在联系和发展规律,从而去利用它和改造它。科学技术发展的历史证明,很多新的发明和发现都是与测试工作分不开的。同时,科学技术的发展又为测试提供了新的方法和装置,促进了测试技术的发展。

滚动轴承测试技术是专门研究滚动轴承技术参数的测试原理和测试方法的专业技术。它是测试技术的一个分支,也是滚动轴承工程学科的一个组成部分,具有较强的专业针对性,是轴承专业工程技术人员应该掌握的一项专业技术。

测试包含着测量和试验两个方面的内容。测量是通过某种专门的手段,把被测对象的某些特征参数准确地取得,进行度量;试验是通过某种专门的方法,把被测系统里存在的众多信息中的有用信息激发出来,以供测量。这两方面的有机组合就构成了测试技术。滚动轴承测试技术同样也包含测量和试验两方面的内容。例如,对滚动轴承进行振动测试时,首先要将滚动轴承安装在专门的驱动装置上,使它按照要求转动,从而把它的振动激发出来,这就是试验的内容。然后,通过专门的振动测量仪器把激发出来的振动信息提取出来,加以度量,这就是测量的内容。滚动轴承许多技术参数的测试都是通过测量和试验的有机结合来完成的,所以,要掌握滚动轴承的测试技术就必须具备测量和试验两方面的能力。

二、滚动轴承测试技术的地位

在滚动轴承的研究、设计和制造过程中,无论是对现有产品的技术改进,还是对新产品的研究开发,都离不开测试工作。滚动轴承测试技术渗透到了轴承生产的各个环节中。在对滚动轴承进行试验研究时,通过测试,可以为验证现有理论和建立新理论提供依据。在设计和开发新的滚动轴承时,通过测试,可以为确定最佳设计方案和确定最佳工艺参数提供数据。在滚动轴承的制造过程中所有自动控制系统也都离不开测试技术,它们只有通过有关参数进行测量和控制,才能实现自动化控制。在滚动轴承的质量管理工作中,对轴承的质量评价、工作性能考察同样也离不开测试技术。大量的检测数据和结果都是借助于测试获得的。所以说,滚动轴承从设计、制造到投入使用都和测试技术密切相关。轴承测试技术在轴承的试验研究和生产制造中占有极其重要的地位。目前滚动轴承测试技术已经成为一个专门的应用领域。

三、滚动轴承技术参数

在进行滚动轴承测试的活动中,要用专门的技术参数表示滚动轴承的某些技术特征。这些技术参数是衡量滚动轴承质量水平的标志。为了防止因使用轴承参数不统一而造成轴承产

品质量混乱，国家标准 GB/T 4199—2003《滚动轴承 公差 定义》和 GB/T 7811—2007《滚动轴承 参数符号》对滚动轴承专业技术参数的名称、定义和符号作了统一规定。本课程在讲授中会涉及到较多的滚动轴承技术参数，为了便于学习时理解和记忆，下面将轴承技术参数符号编写的有关规定作简要说明：

(1) 参数符号的构成

滚动轴承的技术参数符号由基本符号和下标组成。基本符号用于表示某一种参数，由一个拉丁字母或一个希腊字母表示，是符号中不可缺少的组成部分。下标用于说明基本符号所代表的参数的物理量、性质、特征或编号等，由一个或多个拉丁字母或阿拉伯数字表示。有些参数的含义简单明了，基本符号就可将其含义表示清楚，可只用基本符号表示。有些参数只用基本符号不能将其含义表示清楚，就需用下标来进一步说明。参数符号的下标又可分两种类型：一类是用于表示参数的物理量；另一种是用于表示参数的性质、特征或编号等。例如：符号 Δ_{dmp} 代表单一平面平均内径偏差，其中字母 Δ 为基本符号，代表偏差，字母 dmp 是下标，用来说明该偏差是单一平面平均内径的偏差。由于仅用基本符号 Δ 不能说明偏差的物理量属性，即什么量的偏差，因此需要下标中的 d 来说明该偏差是属于内径的，这样参数的物理量属性就确定了。下标中的字母 m 和 p 是进一步说明该参数的性质和特征的， m 表示平均内径， p 表示在单独的一个测量平面内测得的平均内径。

(2) 常用参数符号

轴承参数符号中常用的基本符号见表 0-1，常用的下标见表 0-2。

表 0-1 常用基本符号表

序 号	符 号	参 数	序 号	符 号	参 数
01	B	内圈宽度、轴圈高度	11	P	当量负荷
02	C	外圈宽度、座圈高度	12	Q	滚动体载荷
03	D	外径、轴承座直径	13	r	倒角尺寸、(沟)半径
04	d	内径	14	S	轴向跳动、厚度变动量
05	E	外滚道直径	15	s	(垫圈)厚度
06	F	内滚道直径、轴承载荷	16	T	(装配)宽度、高度
07	G	游隙、螺纹代号	17	V	尺寸变动量
08	H	座中心高度、偏心量	18	Z	每列滚动体数
09	K	径向跳动、厚度变动量	19	Δ	尺寸偏差
10	L	滚子长度、寿命	20	α	接触角、圆锥角

表 0-2 常用下标表

序 号	符 号	含 义	序 号	符 号	含 义
01	a	轴向、成套的、调整的	09	max	最大
02	c	保持架	10	min	最小
03	D	外径表面	11	o	静态的
04	d	内径表面	12	p	在一个平面测量的
05	e	外圈或座圈	13	r	径向
06	i	内圈或轴圈	14	s	单一的、实际的
07	L	批或规值批	15	w	滚动体
08	m	算术平均、修正的	16	$1, 2, 3 \dots$	序号、识别编码

(3) 符号的使用

1) 轴承参数符号主要用于轴承的标准和文件中,也适用于产品样本、图表和手册等其他印刷品中。

2) 符号可以单独在图表、公式中使用,也可以在文件的文字间使用。在同一文件中,同一符号应只表示一个含义。

3) 符号使用时与该参数的单位无关,在定量计算中应明确注明单位。

4) 基本符号采用斜体书写或打印。如果参数的下标是表示物理量,也采用斜体书写或打印,表示其他含义的下标采用正体书写或打印。

5) 下标中的字母和数字应为同一打印尺寸。

四、滚动轴承测试仪器

滚动轴承测试仪器是为了完成某种特定轴承参数的测试所使用的技术装置。一套轴承从零件加工开始到装配成成品,要检测几十个参数,不论测试哪种技术参量,测试仪器都是必不可少的工具。对于从事轴承专业技术工作的人员来说,应该对所用的测试仪器的基本原理、技术指标和使用要求有所了解。

轴承测试仪器与一般测试仪器相比,具有以下特点:

(1) 专业化 轴承测试仪器一般都是根据轴承的特点专门设计的,专供轴承参数测试使用,所以具有专业化的特点。

(2) 多样性 滚动轴承的种类繁多,每一种类轴承又有多种技术参数,因此测试仪器具有多样性特点。

(3) 高精度 轴承本身是高精度的产品,作为检测轴承的测试仪器应具有更高的精度。高精度是这三个特点中最重要的一个特点。

本教材在讲述每一种参数时都将介绍常用的或典型的仪器。

五、轴承测试适用的标准

轴承质量检测活动中的测量和试验都要根据相关标准的规定进行操作。不论是学习本课程的学生还是参考本教材的技术人员都应该对滚动轴承的有关标准有所了解。目前轴承行业使用的标准有三类:

1) 国家标准,由国家质量监督检验检疫总局发布。前面提到的 GB/T 4199—2003《滚动轴承 公差 定义》就是这一类标准。标准代号前面的字母 GB 代表国家标准,字母 T 代表该标准是推荐性标准。轴承行业目前适用的国家标准全是推荐性标准,共 61 个,其中与轴承质量检测有关的标准有二十多个。

2) 机械行业标准,由国家机械工业局发布。此类标准的代号前面标有 JB/T,代号中 JB 代表机械行业标准, T 代表该标准是推荐性标准。轴承行业所适用的机械行业标准有 134 个,其中与轴承测试有关的标准有八十多个。

3) 机械行业内部标准,也是由国家机械工业局发布。此类标准的代号表示与第二类标准一样,但注有内部使用的字样。轴承行业所适用的机械行业内部标准有 10 个。

另外还应该了解的是全国滚动轴承标准化技术委员会的技术文件。这些技术文件的代号前面标有 CSBTS TC98,是仅在轴承行业内部使用的具有指导性的文件。在测量和试验操作

中我们要根据所做的工作内容选择相应的标准执行。本课程在每章节的讲述中均先说明该章节所适用的标准代号和名称。不论是标准还是技术文件,执行一定年限后都要进行修订,所以使用时应注意标准的发行年限,要使用最新的版本。当对标准的有效性不明时,最好及时查询,明确以后再用。

六、本课程内容的说明

本课程的目的在于使学生通过学习滚动轴承测试技术的基本理论,初步达到掌握滚动轴承常用技术参数的测量方法和操作技能,熟悉常用测试仪器、仪表的原理、特性,从而为以后从事科学研究和生产实践打下牢固的基础。在进行教学安排时,滚动轴承技术参数的测试原理和测试方法一般通过课堂讲授,常用仪器仪表的原理特性一般在实验中介绍。由于学时所限,并考虑各课程之间的分工,本课程不可能对滚动轴承的所有技术参数的所有测试方法都讲授,而是有所侧重。首先侧重国家标准和行业标准中规定的应测试的技术参数,其次,侧重国家标准和行业标准中规定的统一采用的测试方法或试验方法。本课程中凡涉及到《测试技术》、《互换性与技术测量》和《数据处理与误差分析》等课程中已讲授过的内容,就不再重复。

学习本课程除了要具备一定的轴承设计、轴承制造工艺和轴承设备的专业知识外,还应该具备有关轴承质量检验方面的专业知识,所以与本课程有关的质量检验方面的知识在有关章节也作介绍。

为了突出滚动轴承所具有的特点,本课程没有按测量原理的类别来划分章节,而是根据测量的参数类别来划分章节。在各章内容里都对所讨论的测量参数的概念、定义作了较详细的介绍。

七、学好本课程

轴承测试技术是一门综合性较强的课程,所涉及的知识面较广,学习本课程时,除了要用到轴承专业的相关的知识外,还要用到数学、力学、电学和光学等学科的知识,特别是还要具体运用《测试技术》课程中的有关知识。因此,在学习时要注意复习以前学过的知识,并把学过的知识与本课程有机的结合起来。

本课程具有实践性很强的特点,除了学习基本理论外,还必须重视实验技能的训练。实验在本课程中占有很重要的地位,应予以足够的重视。

按照教学要求,本课程只对目前较为成熟的测试方法作了介绍,对尚不成熟或正在研究中的一些测试原理或测试方法没有编写进去。随着科学的不断发展,技术的不断进步,新的测试方法和测试手段会不断出现,所以不论是学习本课程的学生还是参考本教材的工程技术人员,都须不断注意本学科领域里的新技术的发展,并不断学习和应用。

第一章 滚动轴承成品测试

轴承成品是轴承生产厂制造完成后的最终产品，它将作为一种标准零件供各行业配套选用或进入流通领域作为商品出售。为了保证产品质量，轴承成品在出厂前要根据有关技术标准的要求进行质量检测，通常要检测的项目有：尺寸精度、旋转精度、径向游隙、旋转灵活性或旋转力矩、轴承振动、残磁强度、接触角、表面粗糙度和表面质量、材料硬度等。这些项目综合反映了轴承材料质量、轴承零件的加工质量和轴承装配质量，是轴承产品能否达到技术要求的关键所在，因此必须进行严格的测试和检验。本章将对尺寸精度、旋转精度、径向游隙、旋转力矩、轴承振动、残磁强度和接触角等项目的测试做详细的叙述。由于表面粗糙度测试和材料硬度测试的内容已在其他课程讲授过，所以本章就不再介绍。

第一节 轴承成品尺寸精度测试

轴承成品的尺寸精度是指轴承的外形尺寸精度，包括：轴承的内径尺寸精度、外径尺寸精度、宽度尺寸精度和倒角尺寸精度。轴承的内孔表面、外圆表面、端面和倒角表面是与各种主机配合时的安装或定位表面，这些表面的尺寸精度将直接影响到轴承本身的工作性能和互换性，也会影响到主机的工作性能。为了保证轴承安装在各种主机上具有合适的配合精度，就必须适当地控制轴承的外形尺寸公差，并且应该严格检验。轴承成品的内径尺寸精度和外径尺寸精度在国家标准中被确定为主要检测项目。除了轴承的外形尺寸以外，轴承内部还有其他结构尺寸，如滚道直径、挡边直径、滚动体直径等，这些尺寸属于轴承零件的结构尺寸，一般在零件加工时的工序间检测，不属于成品检测的范围。对于工序间检测的内容将在以后的有关章节介绍。本节内容中涉及到的标准有 GB/T 307.1—2005《滚动轴承 向心轴承 公差》、GB/T 307.4—2002《滚动轴承 推力轴承 公差》、GB/T 274—2000《滚动轴承 倒角尺寸最大值》、GB/T 307.2—2005《滚动轴承 测量和检验的原则及方法》和 GB/T 307.3—2005《滚动轴承 通用技术规则》，学习本节时可参考这些标准。

一、轴承成品尺寸公差参数

一般机械零件的制造精度是靠尺寸公差、形状公差和位置公差来保证的。轴承作为旋转支承零件，对它的制造精度要求比一般机械零件还多了一项内容，即旋转精度。在大批量生产的情况下，如果对尺寸偏差、形状误差、位置误差和旋转精度都进行检测，检测的工作量势必会很大。为了提高检测效率，同时又保证轴承质量，轴承行业根据自身的生产特点，在生产实践中形成了一套专门的公差制度，并制定了一系列与之相配套的公差参数。这套公差制度的特点是：检测尺寸精度时包含了检测形状误差，检测旋转精度时包含了检测位置误差。与之相配套的参数是尺寸公差参数和旋转精度公差参数。尺寸公差参数既用于检测轴承的尺寸精度，又用于检测轴承的形状误差；旋转精度公差参数既用于检测轴承的旋转精度，又用于检测轴承的位置误差。这样，在对轴承的制造精度进行检测时，只需检测尺寸精度和

旋转精度，形状误差和位置误差就不必单独检测。鉴于轴承的尺寸公差与一般机械零件的尺寸公差在表达意义上有较大的区别，因此本节将首先介绍轴承成品尺寸公差参数的定义及代表符号。对于旋转精度公差参数的定义及代表符号将在下一节介绍。

1. 轴承外形公称尺寸的定义和符号

轴承外形公称尺寸是设计者根据轴承工作需要并参照相关标准而确定的理论尺寸。这些尺寸是限定轴承外形的基本尺寸，也是检测时确定实际偏差的基准尺寸。不同类型的轴承其结构形式不尽相同，因此其外形公称尺寸所包含的内容也不一样。图 1-1 是向心轴承的外形公称尺寸示意图。图 1-2 是圆锥滚子轴承的公称宽度附加尺寸示意图。图 1-3 是推力轴承的外形公称尺寸示意图。

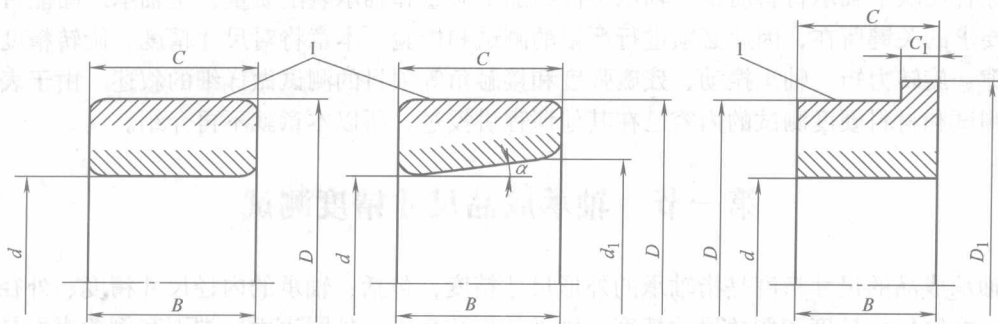


图 1-1 向心轴承的外形公称尺寸示意图

1—轴承外表面

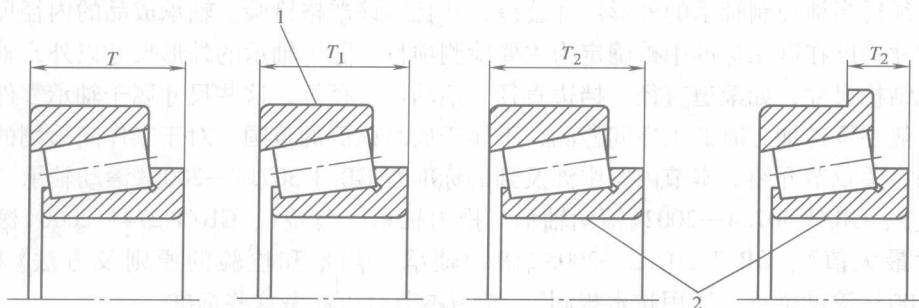


图 1-2 圆锥滚子轴承的公称宽度附加尺寸示意图

1—标准外圈 2—标准内组件

下面介绍轴承外形公称尺寸的符号及定义。

(1) d : 公称内径

对于内孔是基本圆柱孔的轴承，公称内径定义为：包容基本圆柱孔理论内孔表面的圆柱体的直径。对于内孔是基本圆锥孔的轴承，公称内径定义为：包容基本圆锥孔理论内孔表面的圆锥体小端的直径。滚动轴承的公称内径一般作为实际内孔尺寸偏差的基准值。向心轴承的公称内径是指轴承内圈的公称内径；推力轴承的公称内径是指轴承轴圈的公称内径。

(2) d_1 : 基本圆锥孔理论大端的公称直径

基本圆锥孔理论大端的公称直径定义为：包容基本圆锥孔理论内孔表面的圆锥体大端的

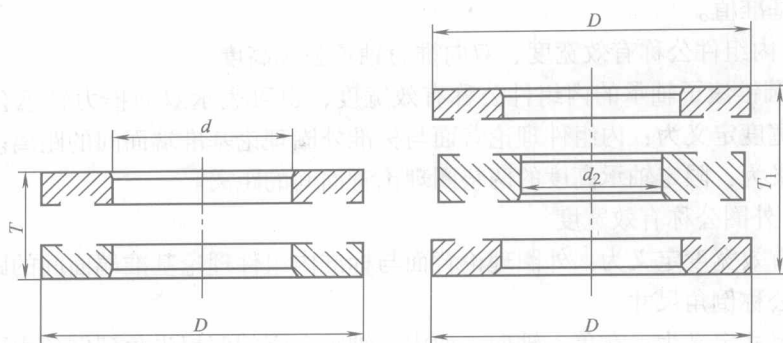


图 1-3 推力轴承的外形公称尺寸示意图

直径。

(3) d_2 : 双向推力轴承轴圈的公称内径

双向推力轴承轴圈的公称内径定义为: 包容双向推力轴承轴圈(中圈)理论内孔表面的圆柱体的直径。一般作为双向推力轴承轴圈实际内孔尺寸偏差的基准值。

(4) F_w : 滚动体组公称内径

滚动体组公称内径定义为: 无内圈的圆柱滚子轴承或滚针轴承的所有滚动体内接理论圆柱体的直径。

(5) D : 公称外径

公称外径定义为: 包容轴承理论外表面的圆柱体的直径。滚动轴承的公称外径一般作为实际外表面尺寸偏差的基准值。

(6) D_1 : 轴承外圈凸缘公称外径

轴承外圈凸缘公称外径定义为: 包容轴承外圈凸缘理论外表面的圆柱体的直径。一般作为轴承外圈凸缘实际外径尺寸偏差的基准值。

(7) E_w : 滚动体组公称外径

滚动体组公称外径定义为: 无外圈的圆柱滚子轴承或滚针轴承的所有滚动体外接理论圆柱体的直径。

(8) B : 内圈公称宽度

内圈公称宽度定义为: 内圈两理论端面间的距离。一般作为内圈实际宽度偏差的基准值。当轴承的内、外圈宽度相等且端面名义上是齐平时, B 也代表整套轴承宽度。

(9) C : 外圈公称宽度

外圈公称宽度定义为: 外圈两理论端面间的距离。一般作为外圈实际宽度偏差的基准值。

(10) C_1 : 外圈凸缘公称宽度

外圈凸缘公称宽度定义为: 外圈凸缘两理论端面间的距离。一般作为外圈凸缘实际宽度偏差的基准值。

(11) T : 轴承公称宽度、轴承公称高度

对于向心轴承 T 代表轴承公称宽度, 对于推力轴承 T 代表轴承公称高度。轴承公称宽度定义为: 限定轴承宽度的两套圈理论端面间的距离。轴承公称高度定义为: 限定轴承高度的两垫圈理论背面间的距离。轴承公称宽度或轴承公称高度一般作为轴承实际宽度偏差或实

实际高度偏差的基准值。

(12) T_1 : 内组件公称有效宽度、双向推力轴承公称高度

T_1 可表示圆锥滚子轴承的内组件公称有效宽度,也可表示双向推力轴承公称高度。内组件公称有效宽度定义为:内组件理论背面与标准外圈理论基准端面间的距离。双向推力轴承公称高度定义为:限定轴承高度的两垫圈理论背面间的距离。

(13) T_2 : 外圈公称有效宽度

外圈公称有效宽度定义为:外圈理论背面与标准内组件理论基准端面间的距离。

(14) r : 公称倒角尺寸

公称倒角尺寸定义为:在单一轴向平面内,轴承套圈的假想尖角到倒角表面与套圈端面交点间的理论径向距离。还可定义为:在单一轴向平面内,轴承套圈的假想尖角到倒角表面与套圈内孔或外表面交点间的理论轴向距离。前者又称径向公称倒角尺寸,后者又称轴向公称倒角尺寸。公称倒角尺寸作为实际倒角尺寸偏差的基准值,它与最小单向倒角尺寸有确定的对应关系。

(15) r_1 : 轴承零件特殊部位的公称倒角尺寸

轴承零件特殊部位的公称倒角尺寸是指圆柱滚子轴承平挡圈和斜挡圈以及止动槽一侧外圈的倒角、圆锥滚子轴承套圈窄端面倒角、角接触球轴承外圈窄端面倒角和推力轴承中圈倒角的公称尺寸。

(16) α : 内圈内孔公称锥角(半锥角)

内圈内孔公称锥角定义为:包容基本圆锥孔理论内孔表面的圆锥体的锥角度的一半。

2. 轴承内孔尺寸及公差参数的符号和定义

(1) d_s : 单一内径

单一内径定义为:与实际内孔表面和一径向平面的交线相切的两条平行切线之间的距离。单一内径只表示在轴承内孔表面某一确定的径向平面内的某一确定的角度方向上,测得的实际尺寸。由于它只表示被测量处的实际尺寸,如果换一个径向平面或换一个角度方向测量,受轴承本身的形状误差的影响,就可能是另外一个测量值。在整个圆柱内孔表面可测到最大单一内径 d_{smax} 和最小单一内径 d_{smin} 。

(2) d_{sp} : 单一平面单一内径

单一平面单一内径定义为:与一特定径向平面相关的单一内径。实际测量时,是指在轴承内孔表面的某一确定径向平面的任意角度方向测得的实际尺寸。在确定的径向平面内,可测到最大单一平面单一内径 d_{spmax} 和最小单一平面单一内径 d_{spmin} 。

(3) Δ_{ds} : 单一内径偏差

单一内径偏差定义为:单一内径与公称内径的差值,用公式表示为

$$\Delta_{ds} = d_s - d$$

(4) V_{dsp} : 单一平面内径变动量

单一平面内径变动量定义为:在一径向平面内最大单一平面单一内径与最小单一平面单一内径的差值。用公式表示为

$$V_{dsp} = d_{spmax} - d_{spmin}$$

(5) d_{mp} : 单一平面平均内径

单一平面平均内径定义为：在一径向平面内最大单一平面单一内径与最小单一平面单一内径的算术平均值。用公式表示为

$$d_{mp} = \frac{d_{spmax} + d_{spmin}}{2}$$

(6) Δ_{dmp} ：单一平面平均内径偏差

单一平面平均内径偏差定义为：单一平面平均内径与公称内径的差值。用公式表示为

$$\Delta_{dmp} = d_{mp} - d$$

(7) V_{dmp} ：平均内径变动量

平均内径变动量定义为：圆柱孔轴承内孔的最大单一平面平均内径与最小单一平面平均内径的差值。用公式表示为

$$V_{dmp} = d_{mpmax} - d_{mpmin}$$

(8) Δ_{d1mp} ：圆锥孔理论大端的单一平面平均内径偏差

圆锥孔理论大端的单一平面平均内径偏差定义为：基本圆锥内孔表面理论大端的平均内径与理论大端公称内径的差值。用公式表示为

$$\Delta_{d1mp} = d_{1mp} - d_1$$

(9) $\Delta_{d1mp} - \Delta_{dmp}$ ：圆锥孔两端单一平面平均内径偏差的差值

圆锥孔两端单一平面平均内径偏差的差值是用于控制圆锥内孔表面锥体角度的参数。如图 1-4 所示。

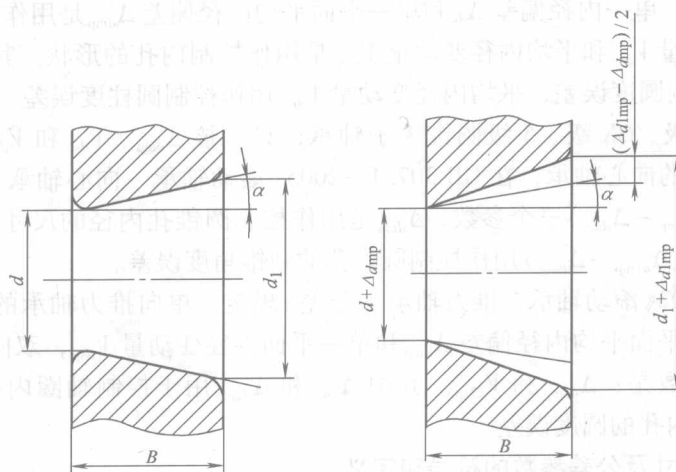


图 1-4 基本圆锥孔锥角度误差示意图

(10) Δ_{d2mp} ：双向推力轴承轴圈的单一径向平面平均内径偏差

双向推力轴承轴圈的单一径向平面平均内径偏差定义为：双向推力轴承轴圈的单一径向平面平均内径与公称内径的差值。用公式表示为

$$\Delta_{d2mp} = d_{2mp} - d_2$$

(11) V_{d2sp} ：双向推力轴承轴圈的单一径向平面内径变动量

双向推力轴承轴圈的单一径向平面内径变动量定义为：双向推力轴承轴圈的最大单一平

面单一内径与最小单一平面单一内径的差值。用公式表示为

$$V_{d2sp} = d_{2psmax} - d_{2psmin}$$

(12) F_{ws} : 滚动体组单一内径(无内圈向心轴承)

滚动体组单一内径是指与滚动体组内接包络轮廓和一径向平面的交线相切的两条平行切线之间的距离。

(13) F_{wsmin} : 滚动体组最小单一内径(无内圈向心轴承)

滚动体组最小单一内径是指滚动体组单一内径的最小值。将一个圆柱体装入滚动体组内孔, 至少在一个径向方向上径向游隙为零时圆柱体的直径代表滚动体组最小单一内径。

(14) F_{wm} : 滚动体组平均内径(无内圈向心轴承)

滚动体组平均内径是指滚动体组最大单一内径和最小单一内径的算术平均值。用公式表示为

$$F_{wm} = \frac{F_{wsmax} + F_{wsmin}}{2}$$

(15) Δ_{Fwm} : 滚动体组平均内径偏差(无内圈向心轴承)

滚动体组平均内径偏差是指: 滚动体组平均内径与滚动体组公称内径的差值。用公式表示为

$$\Delta_{Fwm} = F_{wm} - F_w$$

根据 GB 307.1—2005《滚动轴承 向心轴承 公差》的规定, 向心轴承内径尺寸公差考核参数是: 单一内径偏差 Δ_{ds} 、单一平面平均内径偏差 Δ_{dmp} , 单一平面内径变动量 V_{dsp} 及平均内径变动量 V_{dmp} 。单一内径偏差 Δ_{ds} 和单一平面平均内径偏差 Δ_{dmp} 是用作控制内径的尺寸, 单一平面内径变动量 V_{dsp} 和平均内径变动量 V_{dmp} 是用作控制内孔的形状。其中单一平面内径变动量 V_{dsp} 用作控制圆度误差, 平均内径变动量 V_{dmp} 用作控制圆柱度误差。对于 0 级、6 级、5 级向心轴承和 0 级、6X 级、5 级圆锥滚子轴承, 只考核 Δ_{dmp} 、 V_{dsp} 和 V_{dmp} 三个公差参数。对于内孔是圆锥孔的向心轴承, 在 GB 307.1—2005《滚动轴承 向心轴承 公差》里规定考核 Δ_{dmp} 、 V_{dsp} 和 $(\Delta_{d1mp} - \Delta_{dmp})$ 三个参数, Δ_{dmp} 是用作控制圆锥孔内径的尺寸, V_{dsp} 用作控制圆锥孔的圆度误差, $(\Delta_{d1mp} - \Delta_{dmp})$ 用作控制圆锥孔的圆锥角度误差。

GB 307.4—2002《滚动轴承 推力轴承 公差》规定, 单向推力轴承的轴圈内径公差的考核参数是: 单一平面平均内径偏差 Δ_{dmp} 和单一平面内径变动量 V_{dsp} , 双向推力轴承的轴圈内径公差的考核参数是: Δ_{d2mp} 和 V_{d2sp} 。其中 Δ_{dmp} 和 Δ_{d2mp} 用于控制轴圈内径的尺寸, V_{dsp} 和 V_{d2sp} 用于控制轴圈内孔的圆度误差。

3. 轴承外圆尺寸及公差参数的符号和定义

(1) D_s : 单一外径

单一外径定义为: 与实际外圆柱表面和一径向平面的交线相切的两条平行切线之间的距离。单一外径表示在某一径向平面内的某一角度方向测得的轴承外径实际尺寸。它只表示被测量处的实际尺寸, 如果换一个径向平面或换一个角度方向, 由于轴承本身的形状误差的影响, 就可能是另外一个尺寸。在整个外圆柱表面可测到最大单一外径 D_{smax} 和最小单一外径 D_{smin} 。

(2) D_{sp} : 单一平面单一外径

单一平面单一外径定义为: 与一特定径向平面相关的单一外径。实际测量时, 是指在轴

承外圆柱表面的某一确定径向平面的任意角度方向测得的实际尺寸。在确定的径向平面内，可测到最大单一平面单一外径 D_{spmax} 和最小单一平面单一外径 D_{spmin} 。

(3) Δ_{D_s} : 单一外径偏差

单一外径偏差定义为：单一外径与公称外径的差值，用公式表示为

$$\Delta_{D_s} = D_s - D$$

(4) $V_{D_{\text{sp}}}$: 单一平面外径变动量

单一平面外径变动量定义为：在单一径向平面内，最大单一平面单一外径与最小单一平面单一外径的差值，用公式表示为

$$V_{D_{\text{sp}}} = D_{\text{spmax}} - D_{\text{spmin}}$$

(5) D_{mp} : 单一平面平均外径

单一平面平均外径定义为：在单一径向平面内，最大单一平面单一外径与最小单一平面单一外径的算术平均值。用公式表示为

$$D_{\text{mp}} = \frac{D_{\text{spmax}} + D_{\text{spmin}}}{2}$$

(6) $\Delta_{D_{\text{mp}}}$: 单一平面平均外径偏差

单一平面平均外径偏差定义为：单一平面平均外径与公称外径的差值。用公式表示为

$$\Delta_{D_{\text{mp}}} = D_{\text{mp}} - D$$

(7) $V_{d_{\text{mp}}}$: 平均外径变动量

平均外径变动量定义为：一套轴承的最大单一平面平均外径与最小单一平面平均外径的差值。用公式表示为

$$V_{d_{\text{mp}}} = D_{\text{mpmax}} - D_{\text{mpmin}}$$

(8) $\Delta_{D_{1s}}$: 外圈凸缘单一外径偏差

外圈凸缘单一外径偏差定义为：外圈凸缘单一外径与外圈凸缘公称外径的差值。用公式表示为

$$\Delta_{D_{1s}} = D_{1s} - D_1$$

(9) E_{ws} : 滚动体组单一外径(无外圈向心轴承)

滚动体组单一外径是指与滚动体组外接包络轮廓和一径向平面的交线相切的两条平行切线之间的距离。

(10) E_{wsmax} : 滚动体组最大单一外径(无外圈向心轴承)

滚动体组最大单一外径是指滚动体组单一外径的最大值。将滚动体组装入一个圆柱体内孔中，至少在一个径向方向上径向游隙为零时圆柱体内孔的直径代表滚动体组最大单一外径。

(11) E_{wm} : 滚动体组平均外径(无外圈向心轴承)

滚动体组平均外径是指滚动体组最大单一外径和最小单一外径的算术平均值。用公式表示为

$$E_{\text{wm}} = \frac{E_{\text{wsmax}} + E_{\text{wsmin}}}{2}$$

(12) $\Delta_{E_{\text{wm}}}$: 滚动体组平均外径偏差(无外圈向心轴承)

滚动体组平均外径偏差是指：滚动体组平均外径与滚动体组公称外径的差值。用公式表

示为

$$\Delta_{E_{wm}} = E_{wm} - E_w$$

根据 GB307.1—2005《滚动轴承 向心轴承 公差》的规定, 向心轴承外径尺寸公差的考核参数是: 单一外径偏差 Δ_{Ds} 、单一平面平均外径偏差 Δ_{Dmp} 、单一径向平面外径变动量 V_{Dsp} 和平均外径变动量 V_{Dmp} 。单一外径偏差 Δ_{Ds} 和单一平面平均外径偏差 Δ_{Dmp} 是用作控制外径的尺寸, 单一径向平面外径变动量 V_{Dsp} 和平均外径变动量 V_{Dmp} 是用作控制外圆表面的形状误差。其中单一径向平面外径变动量 V_{Dsp} 用作控制圆度误差, 平均外径变动量 V_{Dmp} 用作控制圆柱度误差。对于 0 级、6 级、5 级向心轴承和 0 级、6X 级、5 级圆锥滚子轴承, 只考核 Δ_{Dmp} 、 V_{Dsp} 和 V_{Dmp} 三个公差参数。对于外圈带凸缘的轴承, GB 307.1—2005《滚动轴承 向心轴承 公差》里规定凸缘外径考核 Δ_{Dis} 。

GB 307.4—2002《滚动轴承 推力轴承 公差》规定, 单向推力轴承的座圈外径公差的考核参数是单一平面平均外径偏差 Δ_{Dmp} 和单一径向平面外径变动量 V_{Dsp} 。其中 Δ_{Dmp} 是控制座圈外径尺寸, V_{Dsp} 是控制座圈外表面圆度误差。

4. 轴承宽度尺寸及公差参数的定义和符号

(1) B_s : 内圈单一宽度

内圈单一宽度定义为: 内圈两实际端面与基准端面切平面的垂直线交点间的距离。实际测量时, 内圈单一宽度是指在轴承内圈端面的某一确定位置测得的两端面间的实际轴向距离。在内圈端面的范围内, 可测到最大内圈单一宽度 B_{smax} 和最小内圈单一宽度 B_{smin} 。

(2) C_s : 外圈单一宽度

外圈单一宽度定义为: 外圈两实际端面与基准端面切平面的垂直线交点间的距离。实际测量时, 外圈单一宽度是指在轴承外圈端面的某一确定位置测得的两端面间的实际轴向距离。在外圈端面的范围内, 可测到最大外圈单一宽度 C_{smax} 和最小外圈单一宽度 C_{smin} 。

(3) Δ_{Bs} : 内圈单一宽度偏差

内圈单一宽度偏差定义为: 内圈单一宽度与内圈公称宽度的差值。用公式表示为

$$\Delta_{Bs} = B_s - B$$

(4) Δ_{Cs} : 外圈单一宽度偏差

外圈单一宽度偏差定义为: 外圈单一宽度与外圈公称宽度的差值。用公式表示为

$$\Delta_{Cs} = C_s - C$$

(5) V_{Bs} : 内圈宽度变动量

内圈宽度变动量定义为: 在一个内圈上, 最大单一宽度与最小单一宽度的差值。用公式表示为

$$V_{Bs} = B_{smax} - B_{smin}$$

(6) V_{Cs} : 外圈宽度变动量

外圈宽度变动量定义为: 在一个外圈上, 最大单一宽度与最小单一宽度的差值。用公式表示为

$$V_{Cs} = C_{smax} - C_{smin}$$

(7) C_{ls} : 外圈凸缘单一宽度

外圈凸缘单一宽度定义为: 外圈凸缘两实际端面与凸缘基准端面切平面的垂直线交点间