

(第二版)

简明

公差标准应用手册

张琳娜 赵凤霞 李晓沛 主编

上海科学技术出版社

简明公差标准应用手册

(第二版)

张琳娜 赵凤霞 李晓沛 主编

上海科学技术出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

简明公差标准应用手册 / 张琳娜, 赵凤霞, 李晓沛
主编. — 2版. — 上海: 上海科学技术出版社, 2010.9
ISBN 978-7-5478-0404-9

I. ①简… II. ①张… ②赵… ③李… III. ①公差—
配合—标准—手册 IV. ①TG801-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第126416号

上海世纪出版股份有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社
(上海钦州南路 71 号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销

上海宝山译文印刷厂印刷

开本 850×1168 1/32 印张: 20 875 插页: 4
字数: 700 千字

2005 年 5 月第 1 版

2010 年 9 月第 2 版 2010 年 9 月第 3 次印刷

ISBN 978-7-5478-0404-9/G·14

印数 7 351-11 600

定价: 60.00 元

本书如有缺页、错装或损坏等严
重质量问题请向工厂联系调换

内 容 简 介

本手册本着简明、实用的原则,全面系统地收录了产品几何技术规范的系列公差标准及应用技术资料,同时也分析介绍了产品几何技术规范的相关标准内容及应用要点。手册共分十四章,主要包括:第1章是优先数和优先数系;第2章至第5章为极限与配合、形状和位置公差、表面粗糙度、圆锥和角度公差与配合;第6章至第11章为螺纹公差与配合、键和花键的公差与配合、齿轮传动的精度、滚动轴承和滑动轴承的精度与配合、铸件公差和冲压件公差;第12章为光滑工件尺寸的检验和量规公差;第13章为尺寸链;第14章为新一代GPS标准体系。各章内容包括公差与配合的术语及定义、原理与分析、代号及标注、数表及选用等。

本手册标准新、实用性强、简明、扼要、便查便用,可供机械设计、工艺、检验、标准化工作人员使用,也可供工科院校的师生参考。

第 二 版 前 言

产品几何技术规范及系列公差标准是机械工程领域影响最广的重要基础标准之一,是所有机电产品设计、制造、计量与认证的重要依据,是制造业信息化的基础。尤其是近年来,随着 ISO/TC213 的成立及产品几何技术规范 GPS (ISO/TC213:Dimensional Geometrical Product Specification and Verification, 简称 GPS)的不断完善与发展,此类系列标准的更新发展很快。ISO/TC213 基于新一代 GPS 语言的系列标准,既强调标准体系的系统性、科学性和内在规律性,同时又特别注重其应用性、可操作性和信息的集成性。该标准体系的建立与应用,对于提升产品几何技术规范(GPS)及应用领域的技术水平,促进产品几何技术规范(GPS)领域的自动化、智能化及信息的集成化有重要的意义。它不仅仅是产品设计人员、开发人员以及计量测试人员为了达到产品的功能要求而进行信息交流的基础,更重要的是它为几何产品在国际经济运作的大环境中提供了唯一可靠的交流与评判工具。目前,我国在该领域的标准化建设工作正在加大力度适应 ISO 发展的需要。

本手册的编撰初衷,是为了满足现场工程技术人员掌握和应用最新的几何公差标准的需要、宣传国际上先进的 GPS 标准体系及思想、填补该领域缺少简明实用的标准应用工具书的缺憾。本手册编撰的宗旨是:简明实用、先进全新,面向科研生产一线的工程技术人员和工科院校的有关师生;着重对产品几何精度设计、制造、计量和认证中常用的基础标准、实用的技术数据和相关的标准资料及应用要点进行了分析和介绍。

本手册第一版自 2005 年 5 月出版发行以来,深受广大工程技术人员欢迎。与第一版相比,本手册第二版在内容的更新、体现发展方面有较大变化。首先是标准的更新及其应用规范的变化,所涉及到的国家标准均为截止至 2009 年底颁布的现行标准,反映了最新内容,准确可靠,便于读者对照

查用和正确、合理地进行设计;其次,是追踪国际标准化组织 ISO 在产品几何技术规范 GPS 领域的重大变革以及我国标准化战略计划进展,新增了“新一代 GPS 标准体系”一章,并将作者近年来在国家“十五”重大科技专项(2002BA906A20-03)和国家自然科学基金(50975262)等项目资助下,围绕新一代 GPS 理论基础及应用技术研究的部分最新研究成果融入其中。总之,本手册修订后在保持原有特色的基础上,突出了内容新颖、实用性强、简明扼要、重点突出、应用资料丰富、方便查用等特点。

本手册共分十四章,主要包括:第 1 章是优先数和优先数系;第 2 章至第 5 章为极限与配合、形状和位置公差、表面粗糙度、圆锥和角度公差与配合;第 6 章至第 11 章为螺纹公差与配合、键和花键的公差与配合、齿轮传动的精度、滚动轴承和滑动轴承的精度与配合、铸件公差和冲压件公差;第 12 章为光滑工件尺寸的检验和量规公差;第 13 章为尺寸链;第 14 章为新一代 GPS 标准体系。前面各章内容主要包括其公差的术语及定义、原理与分析、代号及标注、数表及应用要点等。

本手册主要由全国产品几何技术规范标准化技术委员会(SAC/TC240)的专家和多年来从事该领域研究及有关标准的制、修订的专业技术人员负责编写。参加本手册第二版编撰的人员有:张琳娜(SAC/TC240 副主任委员)、赵凤霞、李晓沛(SAC/TC240 原秘书长)、郑鹏、于冀平、方东阳等。其中,张琳娜、赵凤霞、李晓沛任主编;SAC/TC240 专家赵卓贤、吴迅、易守云、陈作民任主审。孙俊杰、赵建国、王庆海、刘楠嶓、张炎亮、常永昌、黄瑞、孙利平、邬向伟、马乐、郑玉花、郭三刺、张俊嵩、马健、王铭、唐力、金向杰、王少庭、刘俊峰、王康康、曾浩然、石云鹏、马田军、尚俊峰等参与了手册图表及相关内容的编撰整理工作。

限于编者的水平,疏漏之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 优先数和优先数系	1
1.1 术语和定义	1
1.2 系列的种类和代号	2
1.3 优先数系的主要特性	7
1.4 应用原则	8
第 2 章 极限与配合	10
1. 极限与配合	10
1.1 术语和定义	10
1.2 公差、偏差和配合的代号及表示	14
1.3 产品几何技术规范(GPS) 极限与配合 第 1 部分:公差、偏差 和配合的基础(GB/T 1800.1—2009)	17
1.4 产品几何技术规范(GPS) 极限与配合 第 2 部分:标准公差 等级和孔、轴极限偏差表(GB/T 1800.2—2009)	33
1.5 产品几何技术规范(GPS) 极限与配合 公差带和配合的选择 (GB/T 1801—2009)	85
2. 未注公差的线性和角度尺寸的公差(GB/T 1804—2000)	106
2.1 适用范围	106
2.2 总则	106
2.3 一般公差的公差等级和极限偏差数值	106
2.4 一般公差的图样表示法	108
2.5 线性和角度尺寸的一般公差的概念和解释	108
3. 尺寸精度及配合的设计	109
3.1 基准制的选用	110

3.2 尺寸精度的设计	110
3.3 配合的选用	121
4. 尺寸公差与配合注法(GB/T 4458.5—2003)	129
4.1 在零件图中的标注方法	129
4.2 在装配图中的标注方法	131
4.3 角度公差的标注方法	133
第 3 章 几何公差	134
1. 几何公差的定义及标注(GB/T 1182—2008)	134
1.1 基本概念	134
1.2 几何误差的评定	135
1.3 符号与标注	137
1.4 形位公差带的定义	161
2. 形位公差的公差值及其选用(GB/T 1184—1996)	184
2.1 形位公差的注出公差值	184
2.2 形位公差值的选用原则	200
2.3 形位公差的未注公差值	200
3. 公差原则及其应用	206
3.1 术语与定义	206
3.2 代号	208
3.3 独立原则	209
3.4 相关要求	211
第 4 章 表面粗糙度	227
1. 表面结构的术语、定义及参数(GB/T 3505—2009)	227
1.1 定义	227
1.2 表面评定的流程图	235
1.3 本标准与 GB/T 3505—1983 之间基本术语与参数符号的 比较	236

2. 表面粗糙度的参数及其数值(GB/T 1031—2009)	237
2.1 评定表面粗糙度的参数及其数值系列	237
2.2 取样长度的数值和选用	238
2.3 规定表面粗糙度要求的一般规则	239
2.4 评定表面粗糙度参数的补充系列值	240
3. 技术产品文件中表面结构的表示法(GB/T 131—2006)	241
3.1 表面结构的符号和代号	241
3.2 在图样和其他技术产品文件中的位置	245
3.3 标注示例	247
3.4 表面结构要求的图形标注的演化	250
4. 表面粗糙度的选用	251
4.1 表面粗糙度的选用原则	251
4.2 表面粗糙度的选用实例	255
 第 5 章 圆锥、角度公差与配合	262
1. 圆锥的锥度与锥角系列(GB/T 157—2001)	262
1.1 术语及定义	262
1.2 一般用途的锥度与锥角系列	263
1.3 特殊用途圆锥的锥度与锥角系列	264
2. 圆锥公差(GB/T 11334—2005)	265
2.1 术语及定义	266
2.2 圆锥公差	268
2.3 圆锥直径公差所能限制的最大圆锥角误差	271
2.4 圆锥公差按给出圆锥的公称圆锥角和圆锥直径公差时的 标注	271
3. 圆锥配合(GB/T 12360—2005)	273
3.1 圆锥配合的特征	273
3.2 术语及概念	274
3.3 圆锥配合的一般规定	276

3.4 圆锥角偏离公称圆锥角时对圆锥配合的影响	277
3.5 内圆锥或外圆锥的圆锥轴向极限偏差的计算	279
3.6 基准平面间极限初始位置和极限终止位置的计算	284
4. 圆锥的尺寸和公差注法(GB/T 15754—1995)	286
4.1 圆锥的尺寸注法	286
4.2 圆锥的公差注法	288
4.3 基本锥度法	290
4.4 公差锥度法	292
第 6 章 螺纹的公差与配合	293
1. 螺纹术语(GB/T 14791—1993)	293
1.1 术语及定义	293
1.2 螺纹几何要素误差对螺纹互换性的影响	303
2. 普通螺纹	305
2.1 普通螺纹的基本牙型(GB/T 192—2003)	306
2.2 普通螺纹的直径与螺距系列(GB/T 193—2003)	307
2.3 普通螺纹的基本尺寸(GB/T 196—2003)	311
2.4 普通螺纹的公差(GB/T 197—2003)	318
2.5 普通螺纹的极限偏差(GB/T 2516—2003)	334
2.6 普通螺纹的管路系列(GB/T 1414—2003)	349
2.7 普通螺纹的优选系列(GB/T 9144—2003)	350
2.8 普通螺纹的中等精度、优选系列的极限尺寸 (GB/T 9145—2003)	350
2.9 普通螺纹的粗糙精度、优选系列的极限尺寸 (GB/T 9146—2003)	356
3. 管螺纹	359
3.1 55°密封管螺纹(GB/T 7306.1~2—2000)	359
3.2 55°非密封管螺纹(GB/T 7307—2001)	364
3.3 60°密封管螺纹(GB/T 12716—2002)	368

第 7 章 键与花键的公差与配合	375
1. 平键	376
1.1 普通型平键(GB/T 1096—2003)	376
1.2 平键键槽的剖面尺寸(GB/T 1095—2003)	376
1.3 导向型平键(GB/T 1097—2003)	380
1.4 薄型平键键槽的剖面尺寸(GB/T 1566—2003)	381
1.5 薄型平键(GB/T 1567—2003)	381
2. 楔键	388
2.1 普通型楔键(GB/T 1564—2003)	388
2.2 楔键键槽的剖面尺寸(GB/T 1563—2003)	392
2.3 钩头型楔键(GB/T 1565—2003)	392
3. 半圆键	397
3.1 半圆键键槽的剖面尺寸(GB/T 1098—2003)	397
3.2 普通型半圆键(GB/T 1099.1—2003)	397
4. 切向键及其键槽(GB/T 1974—2003)	400
4.1 尺寸与公差	401
4.2 技术条件	404
4.3 标记示例	404
5. 矩形花键(GB/T 1144—2001)	405
5.1 矩形花键的系列与基本尺寸	405
5.2 公差与配合	407
5.3 检验规则	410
5.4 标记示例	410
5.5 矩形花键综合通规和单项止规的尺寸公差带和数值表	410
6. 圆柱直齿渐开线花键(GB/T 3478.1~9—1995)	416
6.1 术语、代号和定义	416
6.2 渐开线花键的基本参数	419
6.3 渐开线花键的尺寸	421
6.4 渐开线花键的公差等级与公差	422

6.5 渐开线花键的配合	432
6.6 渐开线花键的检验	435
6.7 渐开线花键的参数标注	437
第 8 章 齿轮的传动精度	439
1. 圆柱齿轮精度制	439
1.1 概述	439
1.2 轮齿同侧齿面偏差的定义和允许值 (GB/T 10095.1—2008)	439
1.3 径向综合偏差与径向跳动的定义和允许值 (GB/T 10095.2—2008)	469
2. 圆锥齿轮精度(GB 11365—1989)	479
2.1 概述	479
2.2 锥齿轮和准双曲面齿轮精度	480
第 9 章 滚动轴承的精度及互换性	500
1. 滚动轴承的公差	500
1.1 滚动轴承的公差定义(GB/T 4199—2003)	500
1.2 向心轴承公差(GB/T 307.1—2005)	506
1.3 推力轴承公差(GB/T 307.4—2002)	521
2. 滚动轴承与轴和壳体孔的配合	526
2.1 滚动轴承配合的特点	526
2.2 滚动轴承与轴和外壳的配合(GB/T 275—1993)	527
3. 滚动轴承公差与配合的应用	533
3.1 滚动轴承公差等级的选用	533
3.2 滚动轴承配合的应用	534
第 10 章 滑动轴承的精度与配合	540
1. 滑动轴承公差	540

1.1 铜合金整体轴套(GB/T 18324—2001)	540
1.2 卷制轴套(GB/T 12613.1~4—2002)	541
1.3 粉末冶金轴承(GB/T 2685~2688—1981)	544
1.4 剖分式无翻边薄壁轴瓦(GB/T 3162—1991)	545
1.5 有法兰或无法兰薄壁轴瓦(GB/T 7308—2008)	551
1.6 轧机油膜轴承(GB/T 13345—1992)	557
2. 滑动轴承的配合与间隙	558
第 11 章 铸件公差和冲压件公差	563
1. 铸件公差(GB/T 6414—1999)	563
1.1 术语与定义	563
1.2 尺寸公差	564
1.3 铸造公差	566
2. 冲压件公差	567
2.1 冲压件尺寸公差(GB/T 13914—2002)	568
2.2 冲压件角度公差(GB/T 13915—2002)	572
2.3 冲压件未注公差尺寸极限偏差(GB/T 15055—2007)	574
2.4 冲压件形状和位置未注公差(GB/T 13916—2002)	578
第 12 章 光滑工件尺寸的检验及量规公差	582
1. 光滑工件尺寸的检验(GB/T 3177—2009)	582
1.1 总则	582
1.2 验收极限	583
1.3 计量器具的选择	586
1.4 误判概率与验收质量的评估	586
1.5 工件形状误差引起的误收率	594
2. 光滑极限量规(GB/T 1957—2006)	596
2.1 概述	596
2.2 光滑极限量规	596

第 13 章 尺寸链	601
1. 尺寸链的术语和参数	601
1.1 基本术语	601
1.2 尺寸链的形式和表示符号	603
1.3 环的特征符号	605
2. 尺寸链的计算方法	606
2.1 计算参数	606
2.2 计算公式	607
2.3 装配尺寸链规定	609
2.4 相对不对称系数 e 与相对分布系数 k 的取值	611
3. 尺寸链计算示例	612
3.1 基本尺寸的分析与计算	612
3.2 公差设计计算	613
3.3 公差校核计算	617
第 14 章 新一代 GPS 标准体系	621
1. ISO/TC213 GPS 标准体系的形成与发展	622
2. 新一代 GPS 标准体系的构成及规律分析	623
2.1 新一代 GPS 体系结构	623
2.2 新一代 GPS 体系构成规律及矩阵模型分析	625
2.3 新一代 GPS 体系的应用特点分析	626
3. 新一代 GPS 标准体系的理论基础及关键技术	628
3.1 新一代 GPS 体系的系统流程及结构模型	628
3.2 新一代 GPS 表面模型及其数字化描述技术	629
3.3 新一代 GPS 体系的对偶性及共性操作技术	635
3.4 新一代 GPS 体系的不确定度理论及应用技术	643
标准索引	648
参考文献	652

第 1 章 优先数和优先数系

本章主要介绍优先数和优先数系,涉及到的标准有:

GB/T 321—2005《优先数和优先数系》

GB/T 19763—2005《优先数和优先数系的应用指南》

GB/T 19764—2005《优先数和优先数化整值系列的选用指南》

1.1 术语和定义(GB/T 321—2005)

1.1.1 优先数系

优先数系是由公比为 $\sqrt[5]{10}$ 、 $\sqrt[10]{10}$ 、 $\sqrt[20]{10}$ 、 $\sqrt[40]{10}$ 和 $\sqrt[80]{10}$,且项值中含有10的整数幂的理论等比数列导出的一组近似等比的数列。各数列分别用符号R5、R10、R20、R40和R80表示,称为R5系列、R10系列、R20系列、R40系列和R80系列。

优先数系的系列和理论公比,一般以 R_r 及 q_r ($q_r = \sqrt[r]{10}$)表示,其中 r 取5、10、20、40或80,是系列中1~10、10~100等各个十进段内项值的分级数。

1.1.2 优先数

优先数系中的任一个项值均为优先数。

优先数系因其公比 $\sqrt[r]{10}$ 为无理数,各项值的理论值也为无理数,根据项值取值的精确程度,可分为四种:

1) 优先数的理论值 即 $(\sqrt[5]{10})^N$ 、 $(\sqrt[10]{10})^N$ 等理论等比数列的连续项值,其中 N 为任意整数。

理论值一般是无理数,不便于实际使用。

2) 优先数的计算值 即对理论值取五位有效数字的近似值,计算值对理论值的相对误差小于1/20000。

在作参数系列的精确计算时可用来代替理论值。

3) 优先数的常用值 即通常所称的优先数。它是为了便于实际应用而对计算值进行适当圆整后统一规定的数值。

4) 优先数的化整值 它是对R5、R10、R20、R40和R80系列中的常用值作进一步圆整后所得的值,只在某些特殊情况下才允许采用。

1.1.3 优先数的序号

表明优先数排列次序的一个等差数列,它从优先数1.00的序号0开始计

算。

1.2 系列的种类和代号

1.2.1 基本系列

R5、R10、R20 和 R40 四个系列,是优先数系中的常用系列,称为基本系列(见表 1-1)。各系列的公比为:

$$R5: \quad q_5 = \sqrt[5]{10} = 1.5849 \approx 1.60$$

$$R10: \quad q_{10} = \sqrt[10]{10} = 1.2589 \approx 1.25$$

$$R20: \quad q_{20} = \sqrt[20]{10} = 1.1220 \approx 1.12$$

$$R40: \quad q_{40} = \sqrt[40]{10} = 1.0593 \approx 1.06$$

表 1-1 基本系列

基本系列(常用值)				序 号 N			理论值 的对数 尾数	计算值	常用值 的相对 误差(%)
R5	R10	R20	R40	>0.1~ 1	>1~ 10	>10~ 100			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.00	1.00	1.00	1.00	—40	0	40	000	1.000 0	0
			1.06	—39	1	41	025	1.059 3	+0.07
			1.12	—38	2	42	050	1.122 0	—0.18
			1.18	—37	3	43	075	1.188 5	—0.71
	1.25	1.25	1.25	—36	4	44	100	1.258 9	—0.71
			1.32	—35	5	45	125	1.333 5	—1.01
			1.40	—34	6	46	150	1.412 5	—0.88
			1.50	—33	7	47	175	1.496 2	+0.25
	1.60	1.60	1.60	—32	8	48	200	1.584 9	+0.95
			1.70	—31	9	49	225	1.678 8	+1.26
			1.80	—30	10	50	250	1.778 3	+1.22
			1.90	—29	11	51	275	1.883 6	+0.87
1.60	2.00	2.00	2.00	—28	12	52	300	1.995 3	+0.24
			2.12	—27	13	53	325	2.113 5	+0.31
			2.24	—26	14	54	350	2.238 7	+0.06
			2.36	—25	15	55	375	2.371 4	—0.48
	2.50	2.50	2.50	—24	16	56	400	2.511 9	—0.47
			2.65	—23	17	57	425	2.660 7	—0.40
			2.80	—22	18	58	450	2.818 4	—0.65
			3.00	—21	19	59	475	2.985 4	+0.49

(续表)

基本系列(常用值)				序 号 N			理论值 的对数 尾数	计算值	常用值 的相对 误差(%)
R5	R10	R20	R40	>0.1~ 1	>1~ 10	>10~ 100			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
4.00	3.15	3.15	3.15	-20	20	60	500	3.162 3	-0.39
			3.35	-19	21	61	525	3.349 7	+0.01
		3.55	3.55	-18	22	62	550	3.548 1	+0.05
			3.75	-17	23	63	575	3.758 4	-0.22
	4.00	4.00	4.00	-16	24	64	600	3.981 1	+0.47
			4.25	-15	25	65	625	4.217 0	+0.78
		4.50	4.50	-14	26	66	650	4.466 8	+0.74
			4.75	-13	27	67	675	4.731 5	+0.39
	5.00	5.00	5.00	-12	28	68	700	5.011 9	-0.24
			5.30	-11	29	69	725	5.308 8	-0.17
		5.60	5.60	-10	30	70	750	5.623 4	-0.42
			6.00	-9	31	71	775	5.956 6	+0.73
6.30	6.30	6.30	6.30	-8	32	72	800	6.309 6	-0.15
			6.70	-7	33	73	825	6.683 4	+0.25
		7.10	7.10	-6	34	74	850	7.079 5	+0.29
			7.50	-5	35	75	875	7.498 9	+0.01
	8.00	8.00	8.00	-4	36	76	900	7.943 3	+0.71
			8.50	-3	37	77	925	8.414 0	+1.02
		9.00	9.00	-2	38	78	950	8.912 5	+0.98
			9.50	-1	39	79	975	9.440 6	+0.63
	10.00	10.00	10.00	0	40	80	000	10.000 0	0

注：1. 大于10和小于1的优先数，可按十进延伸方法求得。

2. 常用值的相对误差 = $\frac{\text{常用值} - \text{计算值}}{\text{计算值}} \times 100\%$ 。

3. N 是优先数在 R_{40} 系列中序号 N_{40} 的简写。

优先数系是一个在两个方向不受限制的无穷数列，但实际应用的只是其中的一小段，取值范围由实际需要确定。实际使用时，系列无限定范围可用 R_5 、 R_{10} 系等代号表示；系列有限定范围，则应注明界限值。例如：

$R_{10}(1.25\cdots)$ ——以 1.25 为下限的 R_{10} 系列；

$R_{20}(\cdots 45)$ ——以 45 为上限的 R_{20} 系列；

$R_{40}(75\cdots 300)$ ——以 75 为下限，300 为上限的 R_{40} 系列。