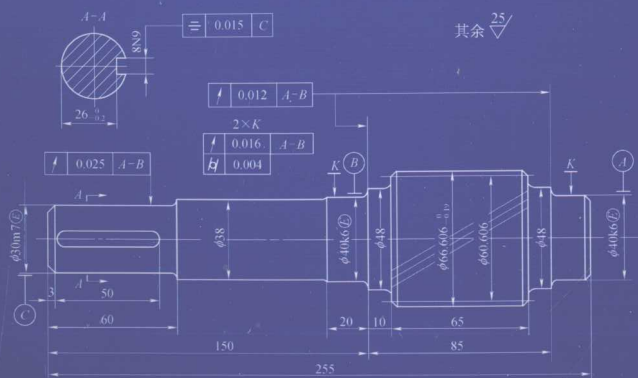


甘永立 编著

几何公差问答



上海科学技术出版社

几何公差问答

机械工业出版社

几何公差问答

甘永立 编著

上海科学技术出版社

上海

图书在版编目 (C I P) 数据

几何公差问答 / 甘永立编著. —上海: 上海科学技术出版社, 2009.6

ISBN 978-7-5323-9343-5

I . 几… II . 甘… III . 形位公差—问答 IV . TG801-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第033877号

上海世纪出版股份有限公司
上海科学技术出版社 出版、发行

(上海钦州南路71号 邮政编码200235)

新华书店上海发行所经销

常熟市文化印刷有限公司印刷

开本 850×1168 1/32 印张 6.75

字数 156千字

2009年6月第1版 2009年6月第1次印刷

印数: 1-4 250

ISBN 978-7-5323-9343-5/TG·170

定价 20.00元

本书如有缺页、错装或坏损等严重质量问题,
请向工厂调换

内 容 提 要

本书是为了提高机械工人在几何公差方面以及圆锥公差、普通螺纹公差和渐开线圆柱齿轮精度方面的理论水平和操作技能而编写的图书。它是以问答的形式、通俗的语言,并采用适当的图表进行编写的。

本书共分12个部分。分别介绍了几何公差(形状和位置公差)国标中主要标准的内容以及圆锥公差国标、普通螺纹公差国标和渐开线圆柱齿轮精度国标的内容。本书中几何公差标注方面的内容新颖,是按照2008年8月实施的GB/T 1182—2008编写的。

本书各部分的内容包括有关国标的原理与分析,符号、代号及其注法、应用与实例,合格性的判断,车间常用的某些检测方法等。附录中编排了若干公差表格,以便于在工作中查取数据。本书通俗易懂,实用性强,便于在工作中查阅。

本书的读者对象主要为机械工人,也可供工程技术人员参考。

前 言

随着我国科学技术的进一步发展,机械制造业从业人员迫切需要提高科技理论水平和机械设备操作技能,以做好本职工作和开展技术革新。本书的出版可以有效地帮助机械工人掌握几何公差方面以及圆锥公差、普通螺纹公差和渐开线圆柱齿轮精度方面的知识。本书以问答的形式、通俗的语言,并采用适当的图表,对每个问题做出明确的解答。

几何公差(形状和位置公差)国标是我国机械工业中一项极为重要的基础互换性标准,几乎每一张机械零件图样都涉及到该国标。圆锥公差、普通螺纹公差和渐开线圆柱齿轮精度等国标都是常用的基础互换性标准。通晓这些标准的内容,对正确读图和理解机械零件图样的设计 requirements 是必需的。

本书除了较详细地阐述了几何公差方面以及圆锥公差、普通螺纹公差和渐开线圆柱齿轮精度方面的内容以外,还介绍了几何误差、圆锥和普通螺纹的车间常用检测方法。

本书给出了圆柱齿轮减速器中的齿轮、齿轮轴和输出轴等三种零件的图样。这三张零件图上完整地标注了尺寸公差、几何公差、齿轮公差(含切齿前的齿轮坯公差)以及键槽公差、表面粗糙度轮廓幅度参数值和公差原则等技术要求,这有助于读者了解和明确在零件图上应该标注的几何量公差内容。

为了配合正文的需要和便于在工作中查阅数据,本书附录了若干公差表格。

由于作者的水平所限,书中难免存在缺点和错误,欢迎广大读者批评指正。

编著者

目 录

一、概述	1
1—1 现代工业生产的特点是什么？什么是互换性？ 什么是公差？	1
1—2 什么是标准？什么是标准化？它们在现代工业 生产中有什么作用？	3
1—3 几何公差(形状和位置公差)国家标准包含的 标准和涉及的检测标准有哪些？	4
二、零件要素与几何公差的特征项目及符号	7
2—1 什么是零件要素？怎样从不同的角度对零件要 素加以分类？	7
2—2 零件要素有哪四种几何特征？	9
2—3 零件要素的四种几何特征在图样上怎样表示和 怎样控制？	10
2—4 什么是几何公差？几何公差包括哪些特征项 目？它们分别用什么符号表示？	13
三、几何公差在图样上的表示方法	14
3—1 什么是几何公差框格？该框格的各格中分别填 写什么内容？	14
3—2 基准符号是怎样构成的？	16
3—3 对被测要素怎样标注几何公差？	16
3—4 对基准要素怎样标注基准符号？	20
3—5 几何公差可以怎样简化标注？	22

四、几何公差带	25
4—1 什么是几何公差带？它具有哪些特性？这些特性分别取决于什么因素？	25
4—2 形状公差带有什么特点？直线度、平面度、圆度和圆柱度公差带的定义是什么？	26
4—3 什么是基准？基准分哪几种？基准如何体现？	28
4—4 轮廓度公差带有什么特点？线轮廓度和面轮廓度公差带的定义是什么？	33
4—5 方向公差带有什么特点？平行度、垂直度和倾斜度公差带的定义是什么？	33
4—6 位置公差带有什么特点？同心度、同轴度、对称度和位置度公差带的定义是什么？	40
4—7 跳动公差有什么特点？圆跳动和全跳动公差带的定义是什么？	47
五、公差原则的基本概念和术语	51
5—1 什么是公差原则？它分为哪两类？	51
5—2 什么是局部实际尺寸？什么是体外作用尺寸？什么是体内作用尺寸？	51
5—3 什么是最大实体状态？什么是最大实体尺寸？	54
5—4 什么是最小实体状态？什么是最小实体尺寸？	55
5—5 什么是最大实体实效状态？什么是最大实体实效尺寸？	55
5—6 什么是最小实体实效状态？什么是最小实体实效尺寸？	56
5—7 什么是边界？什么是边界尺寸？边界有哪些特	

点?	57
六、独立原则	58
6—1 什么是独立原则? 独立原则在图样上怎样表示?	58
6—2 采用独立原则时尺寸公差和几何公差的职能是什么?	58
6—3 独立原则主要应用于哪些场合?	59
七、相关要求	62
7—1 什么是相关要求? 零件要素应用相关要求的前提是什么?	62
7—2 什么是包容要求? 什么是最大实体边界? 包容要求在图样上怎样标注?	63
7—3 采用包容要求时要素实际尺寸与形状误差的关系是什么? 试举例说明按包容要求标注的图样解释?	64
7—4 孔、轴采用包容要求时应如何检测?	65
7—5 包容要求主要应用于什么场合?	65
7—6 什么是最大实体要求? 什么是最大实体实效边界?	66
7—7 最大实体要求应用于被测要素在图样上怎样标注? 它的含义是什么?	67
7—8 试举例说明被测要素按最大实体要求标注的图样解释。	68
7—9 什么是最大实体要求的零几何公差?	71
7—10 什么是最大实体要求应用于基准要素? 最大实体要求应用于基准要素在图样上怎样标注? 它的含义是什么?	72

7—11	什么是可逆要求？它用于最大实体要求在图样上怎样标注？它用于最大实体要求的含义是什么？试举例说明它用于最大实体要求时图样标注的解释。·····	74
7—12	被测要素采用最大实体要求时应如何检测？·····	76
7—13	最大实体要求主要应用于什么场合？·····	76
7—14	为什么提出最小实体要求这种相关要求？·····	78
7—15	什么是最小实体边界？什么是最小实体实效边界？·····	80
7—16	最小实体要求应用于被测要素在图样上怎样标注？它的含义是什么？·····	80
7—17	什么是最小实体要求的零几何公差？·····	81
7—18	什么是最小实体要求应用于基准要素？最小实体要求应用于基准要素在图样上怎样标注？它的含义是什么？·····	81
7—19	什么是可逆要求用于最小实体要求？它在图样上怎样标注？它的含义是什么？·····	83
7—20	被测要素采用最小实体要求时应如何检测？·····	84
7—21	最小实体要求主要应用于什么场合？·····	85
八、几何公差的选择 ·····		87
8—1	进行零件精度设计时几何公差的选择包括哪些内容？几何公差特征项目及基准要素如何选择？·····	87
8—2	公差原则如何选择？·····	89
8—3	几何公差值如何选择？·····	90
8—4	试举例说明几何公差如何选择？·····	93
九、几何误差及其检测 ·····		95

9—1	测量几何误差时实际要素如何体现?	95
9—2	测量几何误差时标准条件是什么?	96
9—3	什么是几何误差? 它的大小应如何评定?	96
9—4	几何误差的检测方法可以概括为哪五种检测原则?	101
9—5	直线度误差值怎样评定?	107
9—6	如何用指示表和平板测量直线度误差和进行相应的数据处理?	108
9—7	平面度误差值怎样评定?	109
9—8	如何用指示表和平板测量平面度误差和进行相应的数据处理?	111
9—9	圆度误差值怎样评定?	113
9—10	如何用两点法、三点法测量圆度误差和进行相应的数据处理?	115
十、圆锥公差与配合	120
10—1	什么是圆锥? 什么是圆锥配合? 圆锥配合有何特点?	120
10—2	圆锥的几何参数有哪些? 在零件图上锥度应怎样标注?	122
10—3	在零件图上圆锥尺寸怎样标注?	123
10—4	什么是公称圆锥? 什么是极限圆锥、圆锥直径公差和圆锥直径公差区?	124
10—5	什么是极限圆锥角、圆锥角公差和圆锥角公差区?	125
10—6	圆锥配合分哪三种? 圆锥配合的形成有哪两种方式?	126
10—7	圆锥公差项目有哪些?	128
10—8	圆锥公差怎样给定和标注?	129

10—9	圆锥直径公差区怎样选择?	131
10—10	圆锥角怎样检测?	132
10—11	什么是棱体、棱体角、棱体斜度?	134
十一、普通螺纹公差与配合		137
11—1	什么是螺纹? 常用的螺纹按用途分为哪几类?	137
11—2	普通螺纹的基本牙型是怎样形成的? 普通螺纹的主要几何参数有哪些?	138
11—3	普通螺纹实现互换性, 必须满足哪两项使用要求? 普通螺纹几何参数的误差是怎样影响其互换性的?	141
11—4	什么是普通螺纹的作用中径? 它对普通螺纹的旋合性有何影响?	144
11—5	普通螺纹的合格性怎样判断?	146
11—6	普通螺纹的公差带和公差精度是怎样构成的? 国标对普通螺纹规定了哪几种基本偏差和哪几个公差等级? 普通螺纹公差带代号是怎样构成的?	147
11—7	普通螺纹的旋合长度分哪几组?	150
11—8	普通螺纹的公差精度分哪几级? 普通螺纹的公差带如何选用?	150
11—9	普通螺纹的标记是怎样规定的? 普通螺纹在图样上怎样标注?	151
11—10	普通螺纹螺牙侧面的表面粗糙度轮廓幅度参数值如何确定?	152
11—11	普通螺纹的常用检测方法有哪些?	152
十二、渐开线圆柱齿轮的精度与公差		158

12—1	什么是渐开线? 什么是相互啮合齿轮的传动比?	158
12—2	试述渐开线标准直齿圆柱齿轮各部分的名称?	160
12—3	渐开线标准直齿圆柱齿轮的基本参数和几何尺寸有哪些?	161
12—4	渐开线标准斜齿圆柱齿轮的基本参数和几何尺寸有哪些?	164
12—5	对齿轮传动有哪四项使用要求?	165
12—6	渐开线圆柱齿轮的应检精度指标有哪几项? 它们的合格条件是什么?	167
12—7	渐开线圆柱齿轮齿厚的减薄量如何评定? 分度圆齿厚和公称公法线长度如何计算?	172
12—8	渐开线圆柱齿轮应检精度指标的公差的精度等级分哪几级? 它们在图样上如何标注?	177
12—9	评定渐开线圆柱齿轮精度时可采用的指标有哪些? 其公差的精度等级分哪几级?	178
12—10	切齿前的齿轮坯的公差项目有哪些? 齿轮坯公差值如何确定?	182
12—11	齿轮齿面和齿轮坯基准面的表面粗糙度轮廓幅度参数值如何确定?	184
12—12	试举例展示盘形齿轮图样上公差的标注。	184
12—13	试举例展示齿轮轴图样上公差的标注。	186
附 录	188
附表 1	直线度、平面度公差值, 方向公差值, 同轴度、对	

	称度公差值和跳动公差值	188
附表 2	圆度、圆柱度公差值	189
附表 3	位置度公差值数系	189
附表 4	未注公差直线度和平面度的一般公差值	189
附表 5	未注公差垂直度的一般公差值	190
附表 6	未注公差对称度的一般公差值	190
附表 7	未注公差圆跳动的一般公差值	190
附表 8	一般用途圆锥的锥度与圆锥角	191
附表 9	特殊用途圆锥的锥度与圆锥角	191
附表 10	圆锥角公差	192
附表 11	齿轮齿面和齿轮坯基准面的表面粗糙度轮廓 幅度参数 R_a 值	193
附表 12	棱体的角度与斜度	193
附表 13	普通螺纹基本尺寸	194
附表 14	普通螺纹的基本偏差值	195
附表 15	普通内螺纹中径公差与小径公差	195
附表 16	普通外螺纹中径公差与大径公差	196
附表 17	普通螺纹旋合长度	196
附表 18	普通螺纹螺牙侧面的表面粗糙度轮廓幅度参 数 R_a 值	197
附表 19	渐开线圆柱齿轮双啮精度指标的公差值	197
附表 20	$m = 1 \text{ mm}$ 的渐开线标准直齿圆柱齿轮分度圆 公称弦齿高 h_c 和公称弦齿厚 S_{nc}	198
附表 21	$\alpha = 20^\circ$ 、 $m = 1 \text{ mm}$ 的渐开线标准直齿圆柱齿轮 公称公法线长度 W	199
附表 22	渐开线圆柱齿轮应检精度指标的公差和极限 偏差	200
附表 23	渐开线圆柱齿轮径向跳动公差 F_r 值	201
附表 24	齿轮坯公差	202

一、概 述

1—1 现代工业生产的特点是什么？什么是互换性？什么是公差？

答

1. 现代工业生产的特点

现代工业生产的特点是规模大、分工细、协作单位多、要求产品及其零部件具有互换性。

2. 互换性

所谓互换性，广义地说，它是指一种产品、过程或服务代替另一产品、过程或服务能满足同样要求的能力。

在机械工业生产中，对于同一型号的产品（例如某型号的减速器、车床等），要求它们具有相同的功能，即要求它们具有互换性。此外，为了它们装配方便，也要求它们的零部件具有互换性。

什么是机械产品零部件的互换性呢？参看图 1-1 所示的单级圆柱齿轮减速器，它由箱体 1、端盖（轴承盖）2、滚动轴承 3、输出轴 4、普通平键 5、齿轮 6、轴套 7、齿轮轴 8、垫片 9 和挡油环、螺钉等许多零部件组成，而这些零部件是分别由不同的工厂和车间制成的。装配减速器时，在制成的同一规格零部件中任取一件，若不需经过任何挑选或修配，便能与其他零部件安装在一起而成一台减速器，并且能够达到规定的功能要求，则说明这样的零部件具有互换性。零部件的互换性就是同一规格零部件按规定的技术要求制造，能够彼此互相替换使用而效果相同的性能。

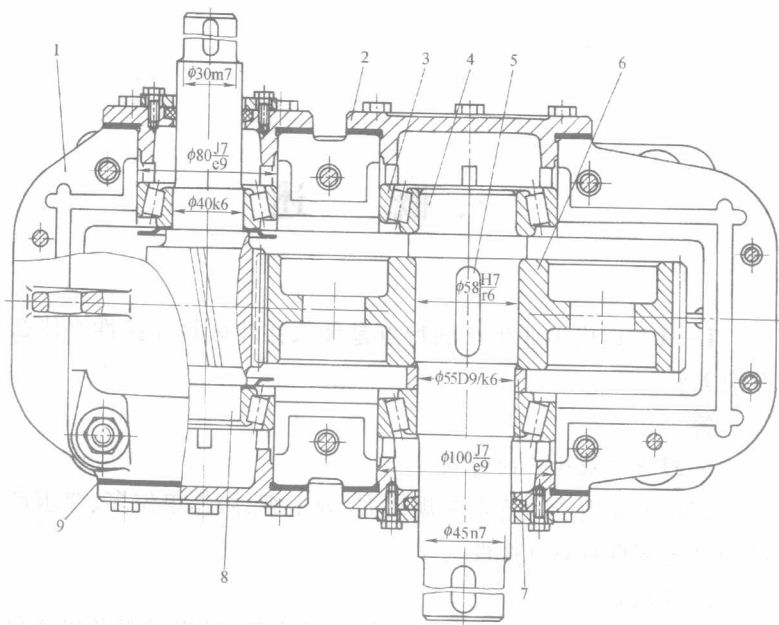


图 1-1 圆柱齿轮减速器

- 1—箱体；2—端盖(轴承盖)；3—滚动轴承；4—输出轴；
5—普通平键；6—齿轮；7—轴套；8—齿轮轴；9—垫片

3. 公差

加工零件的过程中,由于种种因素的影响,零件各部分的尺寸、形状、方向和相互位置以及表面粗糙度轮廓等几何量难以达到理想状态,总是有或大或小的误差。但从零件的功能看,不必要求零件几何量制造得绝对准确,只要求零件几何量在某一规定范围内变动,保证同一规格零件彼此充分近似。这个允许变动的范围叫做公差。

设计时要规定公差,而加工时会产生误差,因此要使零件具有互换性,就应把完工零件的误差控制在规定的公差范围内。设计者的任务就在于正确地确定公差,并把它在图样上明确表示出来。这就是说,互换性要用公差来保证。显然,在满足功能要求的前提

下,公差应尽量规定得大些,以获得最佳的技术经济效益。

互换性原则业已成为现代机器制造业中一个普遍遵守的原则。但是,互换性原则不是在任何情况下都适用。有时,只有采取单个配制才符合经济原则,这时零件虽不能互换,但也存在公差与检测的要求。

1—2 什么是标准?什么是标准化?它们在现代工业生产中有什么作用?

答 现代工业生产规模越来越大,生产协作越来越广泛,生产协作点遍布全国各地,甚至世界各地。这样复杂的生产组合,必须采用互换性原则。为了适应生产中各部门的协调和各生产环节的衔接,必须有一种手段,使分散的、局部的生产部门和生产环节保持必要的技术统一,成为一个有机的整体。标准与标准化正是联系这种关系的主要途径和手段。标准化是互换性生产的基础。

标准是指为了在一定的范围内(全国范围内,某专业范围内,某省、自治区、直辖市范围内等)获得最佳秩序,经协商一致制定并由公认机构批准,共同使用的和重复使用的一种规范性文件。标准应以科学、技术和经验的综合成果为基础,以促进最佳社会效益为目的。

标准化是指为了在一定的范围内获得最佳秩序,对现实问题或潜在的问题制定共同使用和重复使用的规则的活动。标准化工作包括制定标准、发布标准、组织实施标准和对标准的实施进行监督的全部活动过程。这个过程是从探索标准化对象开始,经调查、实验和分析,进而起草、制定和贯彻标准,而后修订标准。因此,标准化是个不断循环而又不断提高其水平的过程。

有了标准,并且标准得到正确贯彻实施,就可以改进产品质量,缩短生产周期,便于开发新产品和协作配套,提高社会经济效益,发展贸易。而标准化是组织现代工业生产的重要手段,是联系

设计、生产和使用等方面的纽带,是科学管理的重要组成部分。

1—3 几何公差(形状和位置公差)国家标准包含的标准和涉及的检测标准有哪些?

答 机械零件几何要素的形状、方向和位置精度是该零件的一项主要质量指标,在很大程度上它影响着该零件的质量和互换性,因而它也影响整个机械产品的质量。为了保证机械产品的质量,保证机械零件的互换性,就应该在零件图上给出几何公差(以前称为形状和位置公差,简称形位公差),规定零件加工时产生的几何误差(以前称为形状和位置误差,简称形位误差)的允许变动范围,并按零件图上给出的几何公差来检测加工后零件的几何误差是否符合设计要求。

为了保证互换性,我国业已发布一系列几何公差方面的国家标准,以正确确定几何公差。在几何误差检测方面,我国也发布了一系列国家标准和行业标准,以正确检测和评定几何误差。

《几何公差》国标是机械工业中一项极为重要的基础互换性标准,机械零件的图样广泛涉及到该国标。《几何公差》国标包含的标准和对应的检测标准中的重要标准如下:

GB/T 1182—2008《产品几何技术规范(GPS) 几何公差 形状、方向、位置和跳动公差标注》;

GB/T 1184—1996《形状和位置公差 未注公差值》;

GB/T 4249—1996《公差原则》;

GB/T 16671—1996《形状和位置公差 最大实体要求、最小实体要求和可逆要求》;

GB/T 18780.1—2002《产品几何量技术规范(GPS) 几何要素 第1部分:基本术语和定义》;

GB/T 13319—2003《产品几何量技术规范(GPS) 几何公差 位置度公差注法》;