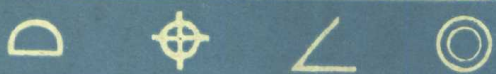
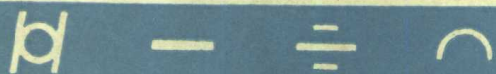
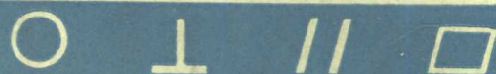




机械基础标准化丛书

形位公差及公差原则

廖伽尼



陕西科学技术出版社

机械基础标准化丛书

形位公差及公差原则

廖 伽 尼

陕西科学技术出版社

机械基础标准化丛书
形位公差及公差原则

廖伽尼

陕西科学技术出版社出版发行

(西安北大街131号)

新华书店经销 国营五二三厂印刷

287×1092毫米 16开本 10印张 21.4万字

1988年4月第1版 1988年4月第1次印刷

印数：1—6,000

ISBN 7-5369-0117-8/TH·3

定价：2.50元

出版说明

在积极采用国际标准和国外先进标准的技术经济政策指引下，我国机械基础标准以国际标准为蓝本，近十年积极开展了修订和制订工作。为配合这些标准的宣讲和贯彻，向全国广大工程技术人员提供一套系统的学习材料，陕西省标准化协会特组织本省有关高等院校的部分教师和工程技术人员，编写了这套丛书。

本丛书共分十五个分册，计有《优先数和优先数系》、《机械制图——国家标准释疑》、《表面粗糙度》、《形位公差及公差原则》、《形位误差检测》、《公差配合及其应用》、《光滑工件尺寸的检验与光滑极限量规》、《滚动轴承公差与配合》、《锥度、角度系列及圆锥公差》、《普通螺纹公差与配合》、《普通螺纹量规》、《渐开线圆柱齿轮精度》、《键和花键的公差与配合》、《特殊螺纹》、《尺寸链》，将于近两年内陆续出版。

本丛书的编写特点为：内容紧扣标准，概念解释确切，注重通俗实用，各册均有所长。对标准的历史、一般内容及类同项目介绍从简。

本丛书可供机械行业从事设计、制造、标准化、计量和管理等方面的工程技术人员应用机械基础标准时参考，亦可作为大专院校有关专业师生应用与学习这些标准的辅助材料。

参加本丛书的编撰者共二十余人，其中有十人为教授、副教授，有不少同志直接参与了有关标准的制订修订工作；有的编者在相应的学术上有一定造诣。虽然我们有这样一些较强的编撰者，但编写这样一套标准化丛书毕竟是一次尝试，所以不足之处和错误在所难免，热忱欢迎读者批评指正。

1985/07
02

编者的话

《形状和位置公差》(GB1182—80~1184—80)和《公差原则》(GB4249—84)是机械工业重要的基础技术标准。它是根据我国工业生产实际,并参照国际标准(ISO)制订的,是我国现代机械工业发展和技术进步的重要标志。它的贯彻和实施,对提高产品质量,发展工业生产以及开展国际间的技术交流有着重要意义。

本书系统地阐明了形位公差和公差原则的基础理论和基本内容,引用大量生产实例分析讨论标准在实践中的应用,内容新颖,实用性强。全书的主要内容有:以图配文的形式介绍形位公差的标注,便于读者参阅和查询;全面系统地分析了各项形位公差带的建立、定义、解释以及相互关系和应用;重点介绍了《公差原则》基本理论、特点及应用举例的综合分析;通过大量实例论述了位置度公差值的计算、尺寸和形状公差值的配置方法、未注形位公差的应用等。

全书由西北工业大学王玉荣教授主审。在编写过程中还曾得到陕西省标准局质检所所长蔡清荪同志的热忱帮助,谨此深表感谢。

由于作者水平所限,书中错误之处,敬请读者批评指正。

机械基础标准化丛书

主 编：赵卓贤

副主编：柏永新 王玉荣

顾 问：赵文蔚

编 委：（按姓氏笔划为序）

丁步陶 王玉荣 仲小亚 吴京祥 柏永新
赵文蔚 赵卓贤 张光慎 胡明韬 廖伽尼

目 录

第一章 形状和位置公差概述	(1)
(GB 1182—80~1184—80)	
§ 1—1 研究形位公差的意义.....	(1)
一、形位误差及对产品性能的影响.....	(1)
二、形位公差在现代化生产中的重大意义.....	(2)
§ 1—2 形位公差发展概况及我国标准的构成.....	(4)
§ 1—3 形位公差基本概念.....	(6)
一、形位公差研究对象——要素.....	(6)
二、形位公差带.....	(8)
第二章 形状和位置公差标注的一般规定	(12)
§ 2—1 形位公差代号.....	(12)
§ 2—2 被测要素标注的一般规定.....	(13)
一、指引线的注法.....	(13)
二、被测要素的标注方法.....	(14)
§ 2—3 基准要素标注的一般规定.....	(19)
一、基准符号及基准代号的标注.....	(19)
二、基准要素的标注方法.....	(19)
§ 2—4 公差值、公差原则及有关符号标注的一般规定.....	(26)
第三章 形状和位置公差及其应用	(32)
§ 3—1 形状公差与公差带.....	(32)
一、直线度公差带的建立及应用.....	(32)
二、平面度及平面度与直线度的关系.....	(35)
三、圆度.....	(37)
四、圆柱度.....	(38)
五、轮廓度公差带的建立、特征、理论正确尺寸.....	(39)
§ 3—2 位置公差与基准.....	(47)
一、基准.....	(47)
二、位置公差.....	(50)
§ 3—3 定向公差与公差带.....	(50)
一、平行度.....	(50)

二、垂直度	(53)
三、倾斜度	(55)
§ 3—4 定位公差与公差带	(58)
一、同轴度	(59)
二、对称度	(60)
三、位置度与几何图框	(62)
四、对称度、位置度与延伸公差带	(72)
§ 3—5 跳动公差及与其它形位公差的关系	(78)
第四章 公差原则 (GB 4249—84)	(85)
§ 4—1 公差原则	(85)
§ 4—2 公差原则的基本概念	(85)
一、尺寸、状态和边界	(85)
二、尺寸公差和形位公差的功用	(90)
§ 4—3 独立原则	(92)
一、独立原则的特点	(92)
二、标注独立原则的图样解释	(92)
三、独立原则的应用分析	(93)
§ 4—4 包容原则	(96)
一、包容原则的特点	(96)
二、标注包容原则的图样解释	(96)
三、包容原则的应用分析	(99)
四、包容原则与极限尺寸判断原则的关系	(102)
§ 4—5 最大实体原则	(102)
一、最大实体原则的概念	(103)
二、标注最大实体原则的图样解释	(105)
三、最大实体原则的应用分析	(111)
§ 4—6 相关原则的应用条件	(111)
§ 4—7 公差原则的选用及经济性分析	(113)
第五章 公差值	(117)
§ 5—1 公差值的构成规律	(117)
一、公差数值规律	(117)
二、形位公差值计算式	(117)
三、公差数值系列	(118)
四、位置度公差值的计算	(123)
§ 5—2 公差值的确定及应用	(129)
一、综述	(129)

二、形状公差、位置公差、尺寸公差的数值关系·····	(129)
三、尺寸公差和形位公差的配置·····	(133)
四、类比法确定公差值·····	(138)
§ 5—3 形位公差未注公差·····	(138)
一、未注公差的规定及应用范围·····	(138)
二、未注公差主参数及基准的选择·····	(145)
三、未注公差应用实例分析·····	(146)
参考文献·····	(148)

第一章 形状和位置公差概述

(GB 1182—80~1184—80)

§ 1-1 研究形位公差的意义

一、形位误差及对产品性能的影响

装成机器的各种零件都是由点、线、面构成的各种形体，它们通常是在机床上由刀具切削加工，或锻造、铸造而成。在加工过程中由于机床、夹具、刀具和工件组成的工艺系统本身存在一定的误差，如机床的调整误差、定位误差、相对运动不准确等。以及加工过程中出现的受力变形、热变形、振动、磨损等各种干扰，致使加工出来的实际形体与规定的几何体之间，在形状、位置上存在着差异，这种差异即为形状和位置误差，简称形位误差。

各种形位误差对产品的功能要求都会产生不利影响。所谓功能要求，指零件的配合性质、可装配性以及其它性能要求。例如，汽车活塞及汽缸的圆柱度误差会引起漏气、漏油，直接降低汽车的动力性和经济性；轴颈与轴承的圆度误差会影响旋转精度；一对啮合齿轮轴线的平行度误差会使齿轮啮合不均匀，影响齿轮强度，降低其使用寿命；箱盖和箱体孔的位置度误差会影响其装配互换等等。因此，必须找到产生形位误差的工艺因素，采取有效的技术措施，以消除和减少这些因素的影响，保证产品质量，满足零件功能要求和装配互换。

产生形位误差的工艺因素有各种各样的，必须根据具体工艺条件分析产生形状或位置误差的原因。一般地，产生形位误差的工艺因素主要有以下几类：机床本身误差；切削力、夹紧力等引起的工艺系统的弹性变形；内应力、热处理等带来的变形；工件的安装及夹具的定位误差；切削过程中温度及振动的影响等等。

例如，车床本身主轴与尾座顶尖轴线存在同轴度误差（图1-1）。加工时使工件产生圆度误差及素线平行度误差。

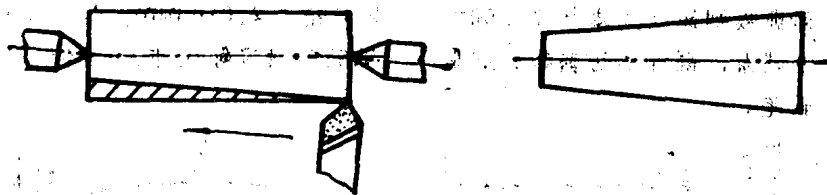


图 1-1

由于刀具角度或刀型选择不正确，加工时会产生较大的切削力，尤其是对细长的轴类零件，在切削力的作用下会顶弯工件，加工后呈现鼓形（图1-2）。

夹具设计时不符合六点定位原理，产生过定位使工件位置不确定引起定位误差（图

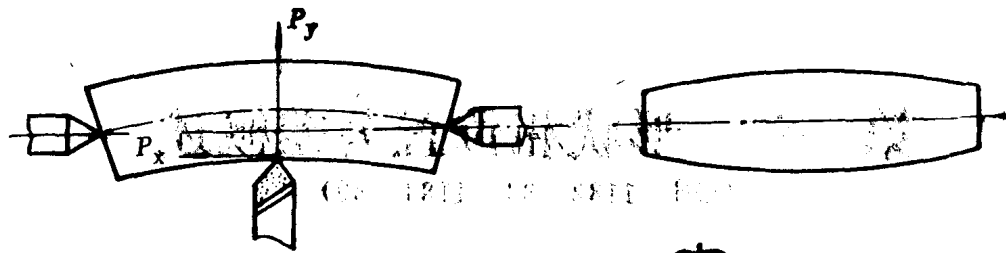


图 1-2

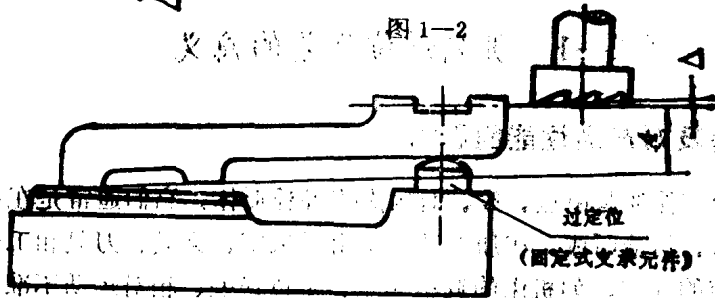


图 1-3

总之，引起诸形位误差的工艺因素来自各方面，原因十分复杂，应具体分析，找到主要影响因素，采取积极工艺措施，尽可能的减小形位误差。形位误差对机床、仪器、仪表、量具和刀具等各种机械产品的工作精度、连接强度、密封性、运动平稳性和耐磨性等影响较大，特别是对精密机器、精密仪器以及经常在高速、高温、重载条件下工作的机械，其影响更为严重。所以，形位精度是评定产品质量的一项重要指标。

二、形位公差在现代化生产中的重大意义

随着机械工业的不断发展，产品精度的提高以及批量的增加，仅对尺寸误差和表面微观几何形状误差——表面粗糙度加以控制，已远不能满足产品功能和互换性要求，于是形位公差应运而生，它对提高产品质量，起着重要作用。

1. 采用形位公差能够经济地满足零件功能要求

在形位公差问世之前是采用尺寸公差同时控制尺寸误差及形位误差，以满足配合要求及装配互换，但是技术经济效果不好。以最简单的孔、轴配合为例，如图1-4，要保证最小间隙为零的间隙配合，设基准孔的实际尺寸做到最大实体尺寸 $\phi 50\text{mm}$ ，并具有理想形状，轴也做到最大实体尺寸 $\phi 50\text{mm}$ ，但弯曲了 0.010mm ，显然这样一对孔、轴装配会产生过盈，甚至不能装配。这是由于轴的局部实际尺寸无法控制轴的直线度、圆度等形状误差。

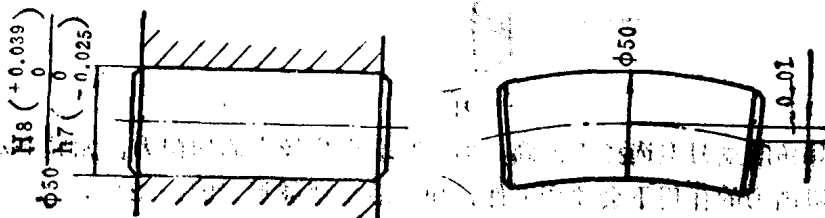


图 1-4

如果要保证上述配合性质不变，若基准孔的尺寸不变，为克服 0.010 mm 的弯曲，务必要将轴的实际尺寸做小 0.010 mm ，其实，这时轴的实际尺寸变动范围由原来的 $\phi 50 \sim 49.975\text{ mm}$ 缩小到 $\phi 49.990 \sim 49.975\text{ mm}$ ，提高了轴的尺寸精度。亦即，用提高尺寸精度保证一定的配合性质或装配互换，显然不经济也不合理，同时由于轴的弯曲已不能使孔、轴在配合面全长上结合，使配合质量下降，磨损加剧，技术经济效果不好。为解决这一矛盾，设计者可在给定尺寸公差的同时，在尺寸公差后加注 \textcircled{M} ，用尺寸公差和形状公差共同控制该孔和轴的尺寸及形状误差，便可达到不提高尺寸精度而保证既定的配合性质的目的。

又如，设一精确的单键与一轴上键槽采用一般连接 $H9/h9$ 。键槽尺寸在尺寸公差带内为合格，但该槽相对轴线歪斜，这是尺寸公差无法控制的。则装配后不能保证最小间隙为零的间隙配合，甚至不能装配。为此，键槽在给定尺寸公差 ($H9$) 的同时，给定键槽相对轴线的对称度和平行度公差，这样可经济地满足功能要求。

2. 形位公差能够满足尺寸公差无法控制的形位精度要求

尺寸公差在大多情况下是不可能控制形位误差的。如图 1—5，将两轴 ϕ_1 和 ϕ_2 的尺寸公差缩的再小也无法控制两轴的同轴度误差。

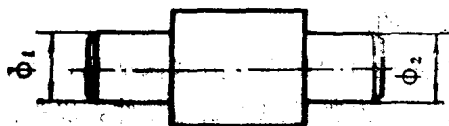


图 1—5

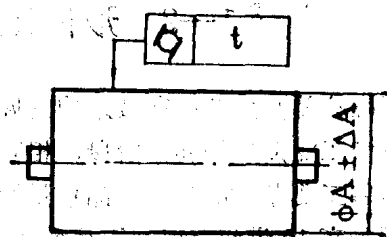


图 1—6

又如，印刷机滚筒（图 1—6）使用要求是在滚印时保证接触均匀，印刷清晰。这一功能要求与滚筒圆柱体的直径精度无关，而对圆柱度有较高要求，此时缩小尺寸公差不能满足较高的圆柱度要求。滚筒的尺寸精度与本身的圆柱度精度是互不相干的两个设计要求。故其尺寸公差无法控制圆柱度误差。

同理，测量平板的厚度尺寸也无法控制工作面的平面度要求。可见只有各形位公差项目才能准确地控制各种形位误差。

3. 尺寸公差和形位公差一起准确、完善地表达设计思想，传递设计信息

工程图样是表达设计思想的原始记录，是传递设计信息的重要手段，是制造零件的工艺依据。继尺寸公差后形位公差在图纸上大量标注，与尺寸公差一起控制被测要素的尺寸精度和几何形状及相互位置精度，就能准确、完善地表达设计思想。

随着图样上设计信息的不断完善，为明确其相互关系，统一理解和解释，规定了确定尺寸公差与形位公差关系的原则——公差原则。公差原则有独立原则、包容原则、最大实体原则，并分别规定了不同的符号及注法，从而提高了图样的设计质量。

4. 形位公差标准是产品标准化、系列化、通用化的基础

形位公差标准与其它互换性标准一样是重要的基础标准，是广泛实现互换性生产的前提，是产品设计标准化的基础。产品设计标准化包括产品及零部件标准化、通用化、系列化、简化、优化。

产品零件标准化是以形位公差及其它基础标准为基础，以产品为对象，合理简化品种规格，制订产品系列标准，制定产品质量标准（即技术条件），选择典型结构，扩大零件通用化和标准化范围。

形位公差等项基础标准是产品设计标准化的重要依据。由此获得一系列经济效益。

5. 形位公差、公差原则等标准是潜在的生产力

形位公差等技术基础标准除可为产品设计标准化提供基础，获得较好的综合经济效益外，设计时正确应用形位公差及公差原则还可提高产品质量，并且能够无偿地提高生产率，降低生产成本，把先进的技术标准转化为生产力。每一个工程技术人员准确地理解和掌握形位公差、公差原则等技术标准，并在工作中正确地执行这些标准，就能挖掘这种潜在的生产力，为我国的科学技术现代化作出贡献。

我国颁布的《形状和位置公差》、《公差原则》等国家标准是立足于我国生产实际并参照 ISO 及先进工业国家标准或资料制订而成，便于发展国际间技术交流及技术引进，达到国际间的通用化、现代化，推动技术进步。

§ 1—2 形位公差发展概况及我国标准的构成

形位公差是随着生产技术的发展而产生和发展的。

机械工业发展的初期阶段，相互配合的零件是通过“配作”方式保证配合而不能互换。随着工业革命的到来产品批量增大，迫切要求按互换性原理制造零件，以提高生产率。于是在 19 世纪末出现了按零件极限尺寸大小设计的极限量规，把零件极限尺寸控制在一定范围内，这个范围即为“公差”。人们使相互配合的零件分开制造，改变了“配作”的生产方式，生产率和产品质量大大提高。20 世纪初开始建立了公差与配合概念，随之，制订了“公差与配合标准”，为发展互换性原理奠定了理论基础。不久，又将判断螺纹合格性的“泰勒原则”应用于光滑圆柱体工件的检验，保证了“公差与配合标准”的实施，使互换性生产得到蓬勃发展。

自此以后相当长一段历史时期，零件的尺寸公差统管零件的尺寸大小、几何形状和相对位置。随着技术的进步，零件的制造精度越来越高，若只采用收紧尺寸公差的办法来满足其形位精度要求，则会导致制造工艺复杂，成本昂贵。实践证明这种控制是不经济的，在很多情况下是不可能的。严重影响了生产率和产品质量。在第二次世界大战期间，随着战争的需要，各种武器、军用设备要求产量高、性能好，单凭尺寸公差已不能满足更高的互换性要求。当时美、英、德等国军事工业相互竞争发展很快，所以形位公差首先在军事领域开始应用。由于科学技术的不断发展，机器精度也随之提高，零件的形状和位置精度可以由机器设备和工艺装备保证，而相对形位精度较低的尺寸精度则由生产工人保证，于是形位公差从尺寸公差中分解出来。进一步提高了生产率，保证了产品质量，从而获得较好的技术经济效果。这一事实首先引起了世界上各工业发达国家的关注，他们纷纷在形位公差标准化、形位公差与尺寸公差的关系、形位误差及检测等方面作了许多有益的研究和探讨。

形位公差标准化工作是在第二次世界大战后 40 年代末 50 年代初开展起来的。最早

在美国的军事工业中出现，即1950年美国军用标准MIL-STD-8，第一次提出框格和符号标注以供试用。紧接着1950年美国、英国、加拿大召开三国标准化联系会议，讨论并通过了形位公差在图样上采用文字标注。此后自1953年至1957年英国、加拿大、美国先后制定了本国国家标准，均规定统一的文字说明注法。与此同时，1953年美国军用标准MIL-STD-8A代替了MIL-STD-8，正式规定图样上对形位公差的要求必须采用框格法标注。

1958年国际标准化组织ISO提出了关于形位公差框格注法的标准草案，第一次向世界各国推荐了各项形位公差代号及框格注法。为与ISO标准草案取得一致，加拿大、美、英等国纷纷修订本国标准，并为此作了许多工作。在上述各国工作的基础上ISO于1969年颁布了ISO/R1101-I-1969《形状和位置公差第一部分 概论、符号、图样标注法》，规定了形位公差框格代号标注法。接着颁布了ISO/R1660-1971《轮廓的尺寸注法和公差注法》、ISO/R1661-1971《图样标注实例》和ISO1101/I-1974《最大实体原理》三个形位公差标准。ISO标准的颁布成为各国形位公差标准化的重要信息，有力地促进和推动了各国标准化工作及各项有关研究工作。英、美、法、加拿大、瑞士、西德、瑞典、日本、苏联等国及经互会又先后修订了各自的标准，使之与ISO标准相一致。除苏联仍明确规定可用框格代号及文字说明两种注法外，其它主要工业国家都规定统一用框格代号标注。

诚然，ISO标准的颁布在国际上统一了用框格代号标注，建立了形位公差公差带、最小条件等一系列新的概念，为互换性理论开拓了一个新的领域，标志着形位公差自成体系。尤其近十几年来形位公差标准化工作发展很快。但是，目前工业技术的发展使ISO/R1101的内容已不能适应新的要求。譬如ISO/R1101-1969规定：“在只规定尺寸公差的情况下，则该公差控制一定的形状和位置误差（如平面度、平行度）。只要不超出尺寸公差之外，制成工件的实际形状就允许偏离其理想的几何形状。如果要把形状误差限制在另一个界限之内，则应在图样上规定形状公差。”显然，形位公差在图样上注出或是未注，均由尺寸公差控制，按泰勒原则检验。这样做不合理也不经济。因此应对R1101进行修订和补充。R1101中所涉及的最大实体原则、位置度公差、基准和基准体系、检验原则和方法、尺寸和形位公差之间的关系等内容已发展到自成体系的程度，应各自单独制订标准。各项标准将分别使框格代号标注方法更趋完善；对最大实体原则、基准和基准体系、延伸公差带、位置度公差等术语定义，公差带解释作了明确而系统的规定，以便统一解释和应用；关于尺寸公差与形位公差的关系已制订了《标注公差的原则》标准，确定了以独立原则为标注公差的基本原则，以包容原则和最大实体原则来分别表示尺寸公差对形位公差的包容和补偿关系，建立了符合现代化生产的公差原则。使现代化制图发展到了一个更新的阶段，正如在渥太华会议上通过了基于加拿大标准的独立原则时，加拿大代表格林宣称：“按照实物配作的第一代和按照泰勒原则的第二代已经过去了，新的第三代开始了。”对形位误差的检验提出了检验原则和方案，对生产中保证图样上的设计要求起到了技术指导作用。在形位公差各项国际标准审议和修订完毕后将出现一个标准较稳定的历史时期。

我国形位公差标准化工作近几年发展很快，1974年发布了GB1182-74《表面形状

和位置公差 代号及其注法》、1975年发布了 GB1183—75《表面形状和位置公差 术语和定义》和 GB1184—75《表面形状和位置公差 公差值》三个试行国家标准。对形位公差的标注、术语定义和公差值作了详细和系统的规定，经在全国宣贯试行，普遍反映概念明确、标注方法先进，有利于提高设计水平和产品质量，便于国际交流和贸易。在标准试行过程中，根据生产实践提出的问题，组织全国有关专家、教授及广大群众重点在上海、北京、吉林、西安等地结合典型产品或典型零件开展调查研究、理论分析、测试验证从概念至应用的研究和探讨。对试行标准作了适当的补充和修改，使其日趋完善，在此基础上于1980年5月正式颁布国家标准《形状和位置公差》。该标准由四个标准构成：

I GB 1182—80《形状和位置公差 代号及注法》。

明确规定了采用框格代号注法，能够简明准确地表达设计思想。

II GB 1183—80《形状和位置公差 术语及定义》。

从各形位公差项目的公差带出发，明确了公差带定义，公差带的建立，公差带的解释。并对有关的术语、定义、基本概念、基本理论作了一般规定。

III GB 1184—80《形状和位置公差 未注公差的规定》。

设计图样上未注明形位公差要求时，应如何理解和控制形位精度的具体规定。本标准的附录还对图样上注出的形位公差提供了公差值或数系表，以便设计时统一参考使用。

IV GB 1958—80《形状和位置公差 检测规定》。

是为以上三个标准的实施而规定的。本标准规定了形位误差的定义及评定准则、基准的建立和体现、仲裁原则等。在附录中规定了检测方案和数据处理时的判别方法。

随着现代化生产的发展，我国对形位公差与尺寸公差的关系又作了大量的研究工作，并参照国际标准 ISO 8015《技术制图 公差标注的基本原则》，制定了国家标准 GB 4249—84《公差原则》。进一步丰富和发展了形位公差理论。

以上诸标准既相互独立，自成体系，又相互联系，互为制约。形成一套具有国际先进水平的科学的形位公差标准体系，用于指导设计、加工、检验。它对促进我国工业现代化、技术进步，将起巨大推动作用。今后这一时期将是我国深入贯彻形位公差标准，不断取得经济效益的历史时期。

§ 1—3 形位公差基本概念

一、形位公差研究对象——要素

任何零件都是由具有一定几何特征的点、线、面所构成的各种形体。这些构成零件几何特征的点、线、面叫做要素。形位公差就是对这些要素的形状和相互位置、相互方向的精度要求。因此形位公差研究的对象是要素。

如图 1—7 所示零件是由球面、圆锥面、圆柱面、槽的二平行平面、平面、中心平面等面以及棱线、轴线、素线等线，还有球心点构成。这些点、线、面统称要素。

为了研究形位公差在图样上的标注、各项的特征及形位误差检测，必须从不同角度将要素分类。

1. 按存在状态分

(1) 理想要素 指具有几何学意义的要素。它是严格符合几何学定义的理想点、线、面。如圆柱面是理想的柱面、直线是理想的直……等，它们是没有任何几何误差的要素。也

就是说从几何学意义上存在，而实际上并不存在这种要素，它可以通过设计图样来体现。故理想要素可准确地表达零件的设计形体。

(2) 实际要素 零件上实际存在的要素。测量时由测得要素来代替。此时它并非该要素的真实状况。实际要素是实际加工并通过测量反映出来的要素。由于测量误差和检测手段的限制，使测量结果不能准确地反映加工出来的真实状态。而实际要素的真实状况在生产实际中不可能也没必要得到。生产中只需要知道被测要素是否在给定的公差带内，即是否合格。

规定这一对要素的目的在于，评定形位误差时，是以实际要素与理想要素相比较的结果，所以必须对理想要素与实际要素给予定义。

2. 按在形位公差中所处地位分

(1) 被测要素 给出了形状或(和)位置公差的要素。一个零件由许多要素组成，根据零件的功能要求(配合性质、可装配性及其它性能要求)，对某些要素给出了形位公差要求，这些要素即为被测要素。如图1-8解放牌汽车减速器外壳右盖。端面 T_1 、 T_2 及柱面 D_2 均为被测要素。完工零件应按图样要求进行检验，检验时是将被测实际要素与其理想要素比较，故被测要素又分为被测实际要素和被测要素的理想要素。

(2) 基准要素 用来确定被测要素方向和(或)位置的要素，理想基准要素简称为基准，如前图1-8中的A轴线、B端面。

基准要素是设计者根据零件的功能要求指定的某个(或某些)要素，是设计加工检验有关被测要素的依据。作为基准的要素理论上应具有理想形状、或理想方向、或理想位置的点、线、面，即为理想基准要素。但由于任何理想要素是不存在的，故通常作为基准的要素应具有较高的精度，尽管如此，它必竟是加工出来的实际要素，存在各种形状误差，因此，检验

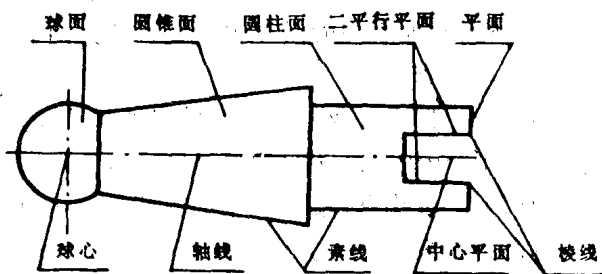


图1-7

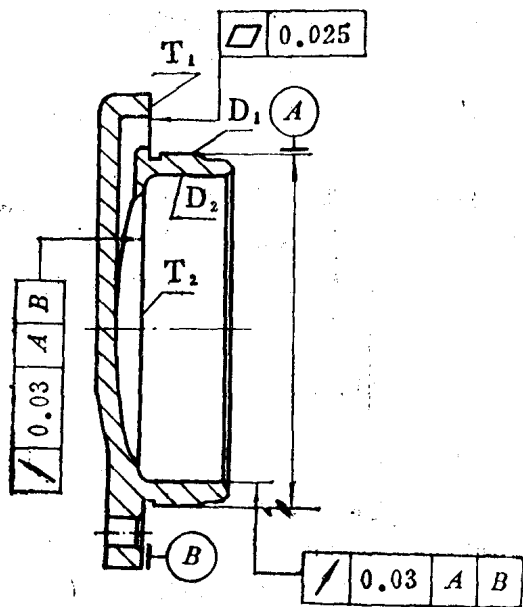


图1-8

时应排除基准形状误差的影响，将实际基准要素变为理想基准要素。

引入这一对要素为的是评定位置误差，因为基准是评定位置误差的依据和起点。

3. 按结构性能分

(1) 单一要素 仅对其本身给出形状公差要求的要素。只对被测要素（如一个平面、一条轴线……等）本身的形状精度有要求，而与其它要素无关，这样的要素为单一要素。如图1—8中 T_1 端面的平面度要求。可见，形状公差研究的对象是单一要素。

(2) 关联要素 对其它要素有功能关系的要素。其特征是给出了基准要素，且被测要素相对基准要素在方向和位置上保持某种确定的关系。如平行、垂直、对称……等几何关系。它是给定了位置公差的要素，如图1—8中端面 T_2 和柱面 D_2 均为关联要素。位置公差研究对象是关联要素。必须明确，若被测要素同时给出形状和位置公差（如图1—9所示阶梯轴），这时被测要素可以称为单一要素也可以称为关联要素。

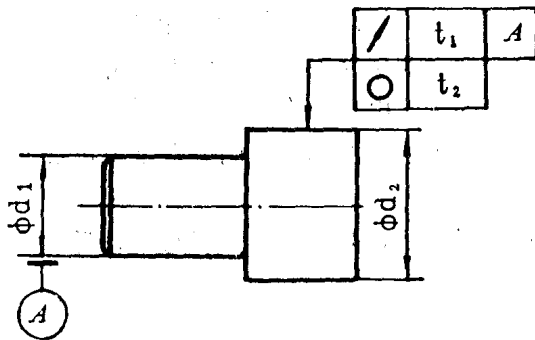


图1—9

将被测要素分为单一要素和关联要素，以便确定尺寸公差与形位公差关系时公差原则的应用，以及评定和检测形状和位置误差。

4. 按结构特征分

(1) 轮廓要素 构成零件外形的能直接为人们所触及到的点、线、面各要素。其特征是具有一定轮廓形状而且可见。见前图1—7零件球面、

圆锥面、圆柱面、槽的二平行平面、素线等均为轮廓要素。

(2) 中心要素 不能为人们所触及到，必须依赖它对应的轮廓要素的存在而存在。如图1—7中的球心、轴线、槽的中心平面等为中心要素。它们的具体形状和位置通常由本身的轮廓要素来体现。

这一对要素是零件上客观存在的。这样区分便于形位公差的应用及形位误差的检测和评定。

综上所述，同一要素既可以是被测要素，又可作基准要素；被测要素既可以是单一要素，也可以为关联要素；轮廓要素和中心要素既可以作为被测要素，也可以作为基准要素。被测要素一定是指实际要素，而基准要素是指其理想要素。

二、形位公差带

研究形位公差的一个重要问题是如何限制实际要素的变动范围。由于实际要素在空间占据一定形状、方位和大小，必须用具有一定形状、大小、方向和位置的各种空间或平面区域来限制它。用于限制实际要素形状和位置变动的区域，叫做形位公差带。它与尺寸公差带的概念一致。但形位公差带可以是空间区域，也可以是平面区域。

为描绘形位公差公差带，必须根据被测要素特征和设计要求确定其公差带的形状、大小、方向和位置，通常称为公差带四元素。