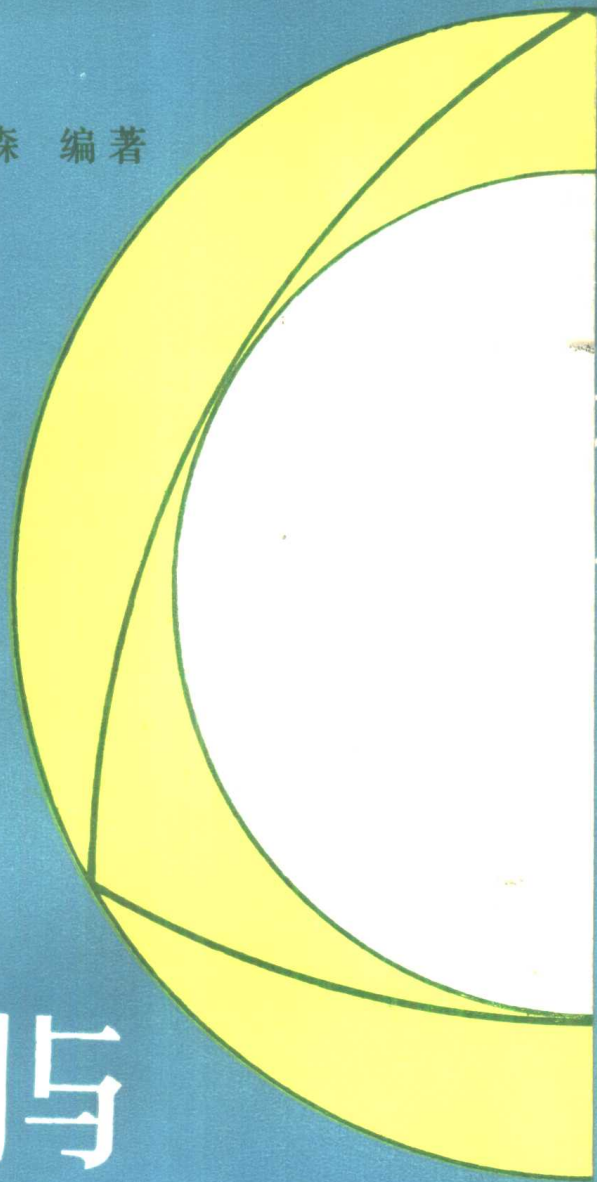


甘永立 吕林森 编著



公差原则与 何精度设计

国防工业出版社

公差原则与几何精度设计

甘永立 吕林森 编著

国防工业出版社

内 容 简 介

本书是一本比较深入而系统地论述公差原则和综合公差带,以及它们在几何精度设计和综合量规设计中的应用的专著。它不仅取材广泛,内容丰富,还注重理论分析与实际应用相结合。

全书共分七章。第一章介绍研究公差原则和综合公差带所需的基本知识。第二、三两章讨论独立原则、包容原则和最大实体原则的基本概念和主要应用范围。第四章分析以独立原则为基础的未注形位公差。第五章提出综合公差带的概念,并讨论按照不同的公差原则配置尺寸公差和形位公差的方法以及公差原则在尺寸链计算中的应用。第六章阐述位置度公差的原理、应用和计算方法。第七章叙述综合量规的设计原理,并提供若干设计示例。此外,为了便于读者了解国外有关公差原则的主要标准,特在附录中编入《基本公差原则》和《最大实体原则》两项国际标准的译文。考虑到我国标准中和国际标准中将来可能引进最小实体原则,特把最小实体原则及其应用的内容纳入附录,以供参考。

本书适用于从事机械研究、设计、制造、标准化和计量测试的工程技术人员,也适用于高等工科院校机械类专业的师生,还可以作为选修课教材。

公差原则与几何精度设计

甘永立 吕林森 编著

国防工业出版社出版、发行

(北京市车公庄西路老虎庙七号)

新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印刷

850×1168 1/32 印张8¹/₂ 223千字

1989年10月第一版 1989年10月第一次印刷 印数: 00,001—5,080册

ISBN 7-118-00253-4/TG26 定价: 5.25元

前 言

《公差与配合》和《形状和位置公差》两项新国标已先后发布，最近又发布一项新国标GB4249-84《公差原则》。这些标准在全国范围内实施，为保证产品质量和实现互换性提供了有利条件。

工程图样是传递信息的重要手段。现代工程图样在标注尺寸公差之后，引进形状和位置公差，这使图样信息质量大大提高，充分而完善地表达了零件的设计要求。但是，增加同一被测要素上的设计信息（即要求项目），若不明确地规定它们之间的相互关系，就会引起对图样要求的多种解释，而产生各种各样的干涉和造成对设计意图的不同理解。

上述几项国家标准，特别是《公差原则》国标，都涉及到处理和确定尺寸、形状与位置公差之间关系的公差原则。经过各国多年的研究，提出了独立原则、包容原则和最大实体原则等三种公差原则，其中独立原则在国际上被公认为基本公差原则。独立原则的引进，使我们能够明确地规定尺寸公差和形位公差的职能，图样上尺寸公差与形位公差之间关系的解释在国际上就统一了，这无疑对机械制图的现代化和国际化起着巨大的推动作用。

另一方面，公差原则的提出，为几何精度设计中正确而合理地给定尺寸公差和形位公差提供了基本依据。但是，如何应用这些公差原则，还需要深入地探讨。特别是独立原则的引进，改变了图样解释的传统概念，对设计、制造和检测都产生了较大的影响。

在国内、外现有的书刊中，涉及尺寸公差与形位公差的有不少，但缺乏一本比较深入而系统地论述公差原则与几何精度设计的专著。为此，作者根据自己参与形位公差国标制定的实践，多

年来从事这项国标宣贯工作的体会,研究公差原则和综合公差带,及其应用于几何精度设计和综合量规设计的成果,并参考国内、外有关文献,加以总结和提高,整理成本书。希望本书的出版能有助于形位公差和公差原则新国标的贯彻和应用,能有助于形位公差原理的研究工作和应用。

由于作者水平所限,书中难免存在缺点和错误,欢迎广大读者批评指正。

作 者

一九八六年十二月

目 录

基本符号表	1
第一章 概论	3
一、零件要素及其几何特性	3
二、形位公差带的概念和特点	7
三、尺寸与状态	21
四、理想边界	25
五、公差原则的提出	28
第二章 独立原则	32
一、独立原则的概念	32
二、应用独立原则时公差职能的解释	33
三、应用独立原则时极限作用尺寸的计算	38
四、按独立原则标注的图样解释	42
五、独立原则的主要应用范围	43
第三章 相关原则	50
一、应用相关原则的前提条件	50
二、最大实体原则	51
三、包容原则	66
四、最大实体原则与包容原则的转换	80
五、独立原则和相关原则的提要	81
第四章 未注形位公差及其应用	84
一、概述	84
二、未注形位公差的适用范围	84
三、GB1184-80 对未注形位公差的规定	85
四、国际标准对未注（一般）形位公差的规定	92
五、未注形位公差的应用	97
第五章 尺寸公差和形位公差的配置	99
一、综合公差带	99

二、配置尺寸公差和形位公差的方法	108
三、配置尺寸公差和形位公差的计算示例	112
四、公差原则在尺寸链计算中的应用	126
第六章 位置度公差及其计算	134
一、位置度公差注法的原理和应用	134
二、孔组内各孔位置度公差的计算	146
三、孔组位置度公差的计算	152
四、选择位置度公差值的方法	155
五、位置度延伸公差带	156
六、位置度公差计算示例	161
第七章 综合量规设计	170
一、综合量规的作用	170
二、综合量规的设计原理	171
三、综合量规公差	175
四、综合量规设计计算示例	187
附录	211
一、国际标准 ISO8015-1985 技术制图——基本公差原则	211
二、国际标准建议草案 ISO/DP2692-1984 技术制图——几何 公差——最大实体原则	216
三、最小实体原则及其应用	246
四、我国和一些重要工业国家标准中关于公差原则的主要论点	254
五、综合量规基本偏差 F_1 和 F_2 数值表的编制原理	258
参考文献	264

基本符号表

下角字 h —— 孔或内表面

下角字 s —— 轴或外表面

T —— 尺寸公差

t —— 形状和位置公差(简称形位公差)

T_f —— 配合公差

T_k —— 综合公差

Z —— 公差带

t_f —— 形状公差

t_l —— 直线度公差

t_m —— 平面度公差

t_r —— 圆度公差

t_v —— 圆柱度公差

t_p —— 位置公差

f —— 形状和位置误差(简称形位误差)

s —— 实际尺寸

B —— 理想边界

BS —— 边界尺寸

MMS —— 最大实体尺寸

LMS —— 最小实体尺寸

MS —— 作用尺寸(单一要素作用尺寸)

MS_L —— 关联作用尺寸

LS —— 极限作用尺寸

VS —— 实效尺寸

MMC —— 最大实体状态

LMC —— 最小实体状态

VC——实效状态

LC——极限作用状态

Q ——配合参数

$X_{\max}$ ——最大间隙

$X_{\min}$ ——最小间隙

$Y_{\max}$ ——最大过盈

$Y_{\min}$ ——最小过盈

$d_1, d_2, d_3 (D_1, D_2, D_3)$ ——综合量规测量部分、定位部分、导向部分的定形尺寸

F_1, F_2 ——综合量规测量部分、定位部分的基本偏差

T_1, T_2, T_3 ——综合量规测量部分、定位部分、导向部分定形尺寸的制造公差

W_1, W_2, W_3 ——综合量规测量部分、定位部分、导向部分定形尺寸的允许磨损量

t_1, t_2, t_3 ——综合量规测量部分、定位部分、导向部分的位置公差

t_4 ——综合量规台阶式导向销的测量部位（或定位部位）对导向部位的或者后者对前者的同轴度公差或对称度公差

$d_{w1}, d_{w2}, d_{w3} (D_{w1}, D_{w2}, D_{w3})$ ——综合量规测量部分、定位部分、导向部分的磨损极限尺寸

第一章 概 论

一、零件要素及其几何特性

机器或仪器零件是由构成其几何特征的点、线、面组成的, 这些点、线、面统称为要素。其中分轮廓要素和中心要素。轮廓要素是指构成零件外形的点、线、面各要素, 如图1-1(a)中的球面1、圆锥面2、端面3、圆柱面4、圆锥顶点5、圆柱面和圆锥面的素线6。中心要素是指轮廓要素对称中心所表示的点、线、面各要素, 如图1-1(a)中的轴线7、球心8和图1-1(b)

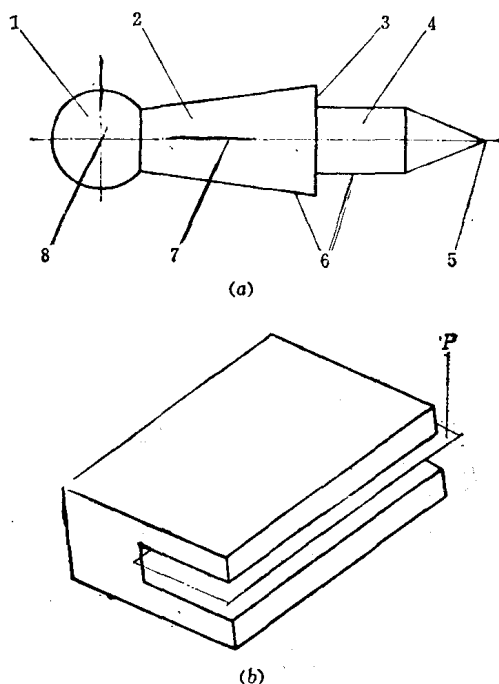


图1-1 零件要素

(a) 点、线、面; (b) 中心平面。

中的中心平面 P 。

轮廓要素及其对应的中心要素一般具有大小、形状、方向和位置等四种几何特性。其中，大小和形状属于要素本身的几何特性，而方向和位置则属于要素相对于零件上其他要素的几何特性。如图 1-2 所示零件上孔的几何特性如下：

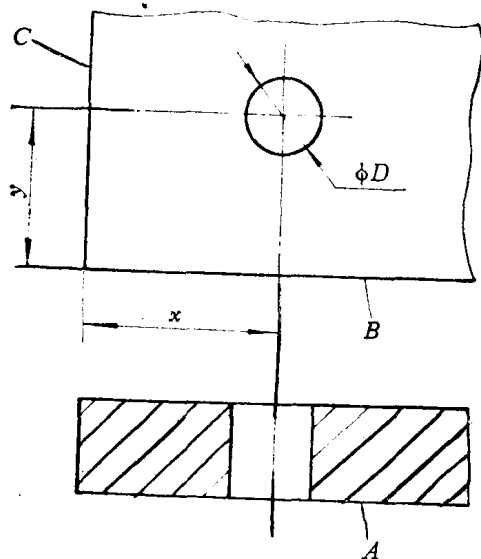


图1-2 孔的几何特性

(1) 孔的直径大小。零件加工后，孔的直径 D 不可能制成绝对准确的尺寸，而是有所变动。

(2) 孔的形状（圆柱形）。孔不可能制成理想圆柱形，在横截面和轴向截面内都会产生各式各样的形状误差。

(3) 孔对零件底面 A 的方向。孔对底面 A 应成 90° ，但不可能制成具有理想的方向。它对理想方向总是有一定的偏离。

(4) 孔对零件侧面 B 和 C 的位置。孔的轴线至侧面 B 和 C 的定位尺寸 y 和 x 不可能制成绝对准确，孔的实际位置对其理想位置总是有一定的偏离。

设计人员对要素的每个特性都应考虑，在图样上把它们明确指示出来，并加以适当的控制，才能保证零件的功能和起到应有

的作用。控制的方法是在图样上注出公差,或者采用未注公差。具体说明如下:

(1) 大小: 一般是指直径、半径、长度、宽度、深度、高度或厚度等。在图样上它们由尺寸来指示。每个尺寸可用注出的尺寸极限偏差或用未注公差尺寸的极限偏差来控制。

(2) 形状: 是指要素本身所具有的式样, 如直线、曲线、平面、圆柱面、曲面等。在图样上它们由视图来指示。形状需要用注出形状公差或用未注形状公差来控制。

(3) 方向: 是指要素与其他要素间的角度关系, 即呈平行、垂直或倾斜的角度关系。在图样上它们由视图来指示, 必要时可补充线性尺寸或角度尺寸。方向可用线性尺寸或角度尺寸的注出尺寸公差或者用注出定向公差来控制, 也可以应用未注公差来控制。

(4) 位置: 是指要素与其他要素间的距离。在图样上它们一般用定位尺寸来指示, 但也可用公共中心线来指示(同轴或对称, 这时定位尺寸为零), 如图 1-3 所示。位置可对每个定位尺寸注出尺寸公差或用注出定位公差来控制, 也可用未注公差来控制。

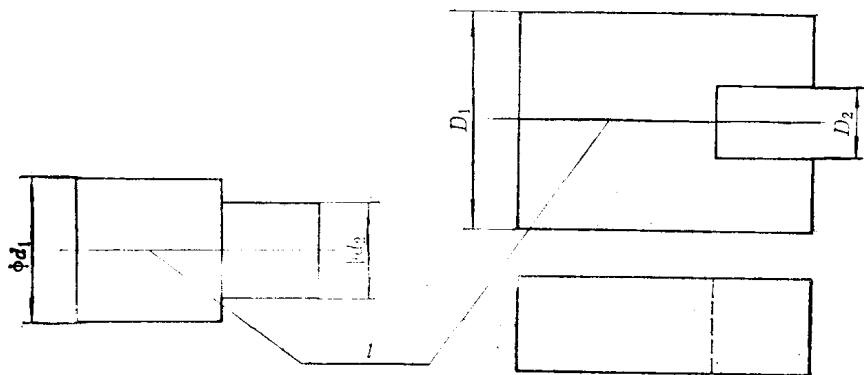
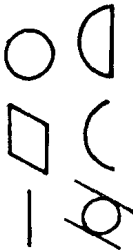
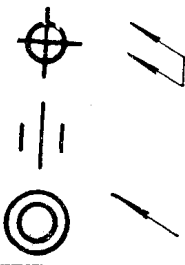


图1-3 用公共中心线 I 指示要素间的位置

表 1-1 列出要素四种几何特性的指示方法和控制方法。

同一零件的各个要素中, 给出了形状公差或(和)位置公差的要素叫做被测要素。其中, 按本身功能要求给出形状公差的要

表 1-1 要素四种几何特性的指示方法和控制方法

几何特性	大	小	形 状	方 向	位 置
图样指示方法	表示大小的尺寸		投影图	投影图、定向尺寸①	中心线、定位尺寸
在 图 样 上 注 出 公 差	指示方法	尺寸公差	形状公差	定向尺寸公差或定向公差	定位尺寸公差或定位公差
	指示符号	数字或符号或两者，如 $\phi 20^{+0.033}_0$ ，或 $\phi 20H8$ ，或 $\phi 20 H8 (+0.033)$			
在图样上不注出公差	在图样上不注出公差	未注尺寸公差	未注形状公差	未注定向公差	未注定位公差

① 定向尺寸可为线性尺寸或角度尺寸。

素叫做单一要素，对零件上其他要素有功能关系而给出位置公差的要素叫做关联要素。这里所说的其他要素，是据以确定关联要素的方向或位置的要素，称为基准要素。而基准要素应具有理想状态，理想的基准要素简称基准。

基准分单一基准和组合基准两种。单一基准是指由一个要素建立的基准，如一个平面、一个圆柱面的轴线、一个球的球心、某表面上的一条素线（直线）等建立的基准。组合基准是指由两个或两个以上的要素建立的一个独立的基准。组合基准分公共基准和成组基准两种，前者是指由两个或两个以上的轴线或中心平面建立的公共基准轴线或公共基准中心平面，后者是指由成组的几个要素建立的基准，作为一个独立的基准使用。

当单一基准或一个独立的基准不能提供对被测要素的完整的定向或定位时，就有必要引进基准体系。基准体系即三基面体系，由三个互相垂直的平面组成，它们分别称为第一、第二和第三基准平面。每两个基准平面的交线构成基准轴线，三轴线的交点构成基准点。由此可见，单一基准平面是三基准体系中的一个基准平面，基准轴线是三基面体系中两个基准平面的交线。

应当指出，零件加工后基准实际要素本身并不是基准。基准通常用与基准实际要素接触的形状足够精确的表面模拟，例如基准平面可用平板、平台的工作面来模拟，孔的基准轴线可用与孔成无间隙配合的心轴或可胀式心轴的轴线来模拟。基准要素除了作为确定关联要素方向或位置的参考对象的基础以外，在零件使用上还有本身的功能要求，而给出形状或位置公差，因此它也是被测要素。

二、形位公差带的概念和特点

1. 形位公差带的概念

形状和位置公差简称形位公差，是指被测实际要素对图样上给定的理想形状、理想位置的允许变动量。因此，形状公差是指单一实际要素的形状所允许的变动量（见图1-4），位置公差是指

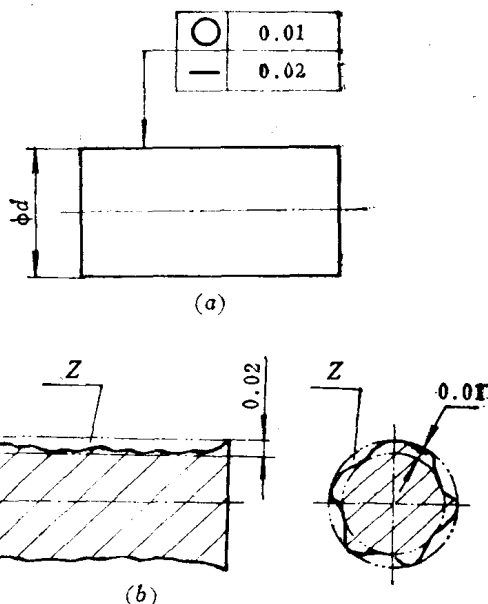


图1-4 形状公差带

(a) 图样标注；(b) 平面区域的公差带。Z—公差带。

关联实际要素的位置对基准所允许的变动量(见图 1-5 和图1-6)。

形位公差带是指限制被测实际要素变动的一个区域。这个区域可以是平面区域或空间区域，其大小(宽度或直径)用给定公差值表示，其形状则随被测要素的理想形状、给定的形位公差项目和标注形式而定。表 1-2 列出了公差带的十种主要形状。

形位公差项目中，形状、定向和定位公差带的形状都是由几何概念确定的，而定向公差带的方向和定位公差带的位置则按图样上给定的几何关系确定。跳动公差也有公差带。但跳动是按测量方法定义的，故其公差带的形状由被测要素的理想形状、给定的跳动项目和测量方法来确定。

2. 形位公差带的特点

形位公差带具有下列的特点：

(1) 只要被测实际要素落在公差带内，就表示被测实际要素符合设计要求。如果不在图样上附加限制性的指示，被测实际要

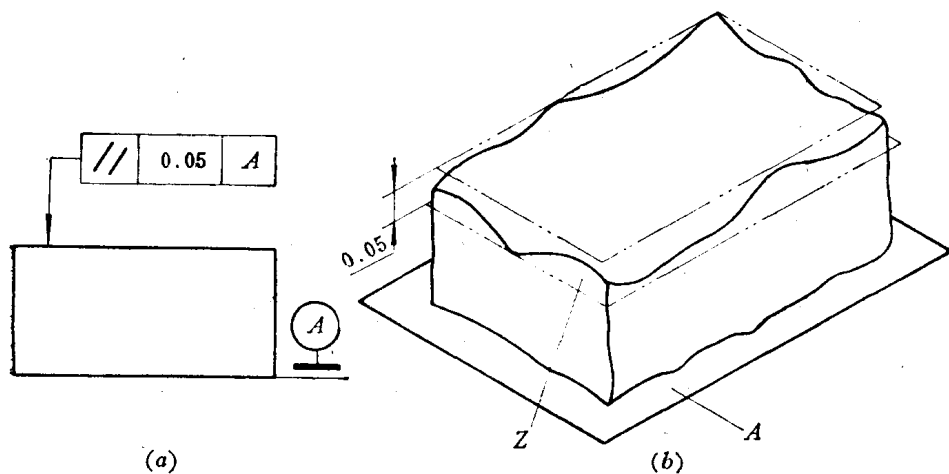


图1-5 定向公差带

(a) 图样标注; (b) 空间区域的公差带。A—基准平面; Z—公差带。

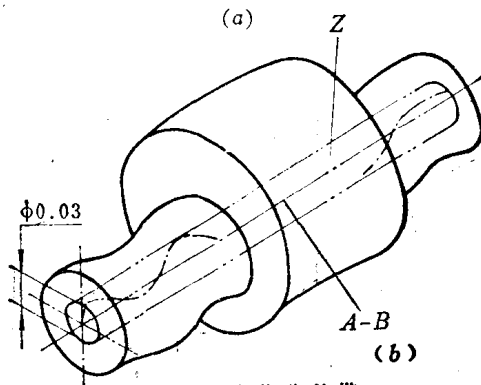
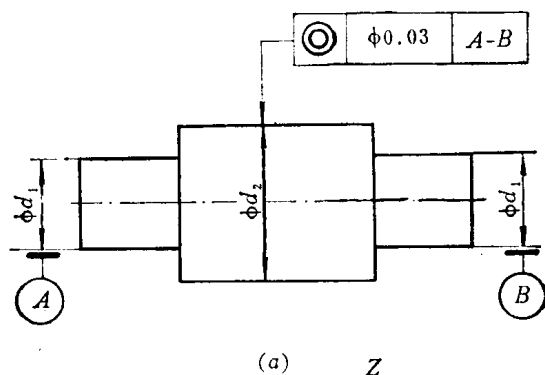
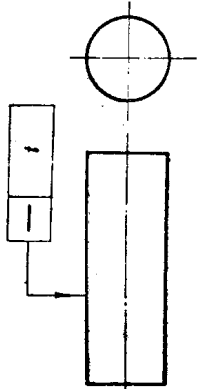
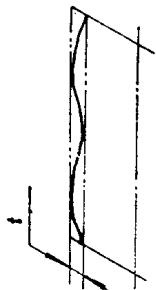
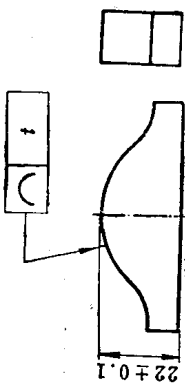
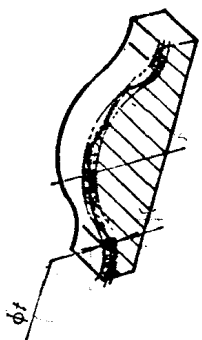


图1-6 定位公差带

(a) 图样标注; (b) 空间区域的公差带。A-B—公共基准轴线; Z—公差带。

表1-2 形位公差带的十种主要形状

示例	图 样 标 注	图 样 要 求			公 差 带 的 形 状
		被测要素的理想形状	形位公差项目	标注形式	
1		直线	直线度	给定平面 (轴向截面)	 两平行直线之间的区域
2		曲线	线轮廓度	给定平面 (平行于正投影面的任一截面)	 两等距曲线之间的区域