



形位公差注法

使用指南

科学技术文献出版社

形位公差注法

使用指南

科学技术文献出版社

形位公差注法使用指南

编辑者：中国科学技术情报研究所

出版者：科学技术文献出版社

印刷者：沈阳市第一印刷厂

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

开本：850×1168¹/₃₂ 印张：9 字数：242 千字

1980年1月沈阳第一版第一次印刷

印数：1—41800册

科技新书目：140—21

统一书号：17176·221 定价：1.20元

前 言

形状和位置公差标准是一项重要的基础性技术标准，由于它涉及的面非常广泛，同生产、科研、设计、工艺、检验、计量以及教学等方面都有着密切的联系，因此对提高产品质量、发展生产具有重要意义。本刊根据当前工作中的实际需要，组织翻译美国 L.W.Foster 著“形位公差注法使用指南”(Geometric Dimensioning and Tolerancing A Working Guide)一书供国内各有关单位参考。

本书由吕林森同志翻译，刘孔朝、嘉永存同志审校，北京市经委标准处也给予了大力支持，在此一并致谢。

由于编译水平不高及时间仓促，本书一定还存在不少错误和不当之处，恳请读者予以指正，以利改进。

《国外标准化动态》编辑部

1979年2月

目 录

1. 概 述

1.1 引言	1
1.2 术语汇编	2
1.3 为什么使用形位公差注法	8
1.4 什么是形位公差注法	9
1.5 什么时候使用形位公差注法	9
1.6 几何特性	9
1.7 使用符号	10
1.8 最大实体状态	12
1.9 与形体尺寸无关	13
1.10 基本尺寸和基准	14
1.11 形体控制代号	17
1.12 基准参考	19
1.13 几何特性、形状和位置公差、术语和符号	20
1.14 形状公差与位置公差	21
1.15 一般规则	22

2. 形 状 公 差

2.1 平度	31
2.2 直度	33
2.3 平行度	35
2.4 垂直度	39
2.5 倾斜度	45

2.6 圆度	49
2.7 圆柱度	56
2.8 轮廓度公差注法	57
2.9 跳动	65
2.10 实效尺寸	78

3. 位置公差

3.1 位置度	79
3.2 位置度理论	80
3.2.1 位置度法	83
3.2.2 使用活动紧固件的配合零件	85
3.2.3 使用固定紧固件的配合零件 (示例 1)	88
3.2.4 使用固定紧固件的配合零件 (示例 2)	91
3.2.5 相对于自明基准表面的位置度	93
3.2.6 相对于给定基准表面的位置度	94
3.2.7 相对于基准表面的基准和形体组之间的松公差	96
3.2.8 相对于基准表面的径向孔组	98
3.2.9 相对于 MMC 基准形体的 MMC 位置度 (一)	100
3.2.10 相对于 RFS 基准形体的 MMC 位置度	103
3.2.11 相对于 RFS 基准形体的 RFS 位置度	106
3.2.12 突出公差带	107
3.2.13 相对于 MMC 基准形体的 MMC 位置度 (二)	110
3.2.14 相对于 MMC 基准形体的 MMC 位置度 (三)	112

4. 非圆柱形形体的位置度

4.1 相对于基准形体的中心平面的 MMC 位置度	114
4.2 相对于基准形体的线 (度盘) 的 MMC 位置度	117
4.3 中心平面的 MMC 位置度 (配合零件)	119
4.4 非圆柱形配合零件形体的 MMC 位置度	121

4.5 确定非圆柱形配合零件形体 MMC 位置 度公差的计算方法	124
4.6 非圆柱形配合零件形体的量规	126
4.7 非圆柱形零件形体的 MMC 位置度	128
5. 同轴形体的位置度	
5.1 同轴形体适当控制方法的选择	129
5.2 同轴形体的 MMC 位置度	131
5.3 同轴形体规定跳动公差 (RFS) 和规定位置度公差 (MMC) 的比较	132
5.4 确定同轴形体 MMC 位置度公差的方法	137
5.5 同轴形体 MMC 位置度的量规	141
6. 位置度原理的扩大	
6.1 相对于基准表面的形体组位置度	143
6.2 独立孔组	144
6.3 在位置度公差范围内控制垂直度公差	145
6.4 突出公差带	146
6.5 圆孔的“零”(0.000)位置度公差(在MMC 下的理想位置)	147
6.6 同轴形体的“零”位置度公差	155
6.7 在形体一端控制紧公差	156
6.8 配合零件和固定紧固件	157
6.9 独特组合应用	163
7. 基 准	
7.1 基准	172
7.2 基准的确定	178

7.3 基准的应用.....	188
7.4 基准原理的扩大.....	216
8. 同 轴 度	
8.1 同轴度.....	227
8.2 同轴形体适当控制方法的选择.....	232
9. 对 称 度	
9.1 对称度.....	235
9.2 与形体尺寸无关 (RFS)	237
10. 结 束 语	240
附 录.....	241
补 篇.....	263
参 考 文 献.....	277

1. 概 述

1.1 引 言

形位公差注法是一种按照零件形体的实际“功能”和“关系”来规定工程设计和图纸要求的方法。而且在正确应用时，形位公差注法是一种保证最经济和最有效地制造零件形体的方法。为此，形位公差注法被认为是工程设计的图纸语言以及功能制造和检验方法。设计、制造和检验部门三者之间取得统一认识和统一解释，是企业系统的主要目标。本书切实地致力于论述形位公差注法在实际应用方面的内容。然而，在论述具体内容之前，作者愿向读者简要地介绍形位公差注法的基本概况。

在美国指导使用形位公差注法的权威性文件是 ANSI Y14.5 “工程制图尺寸注法和公差注法”。该美国标准现在被规定为唯一的国家认可的，包括军用和民用的权威性文件。

ANSI Y14.5 是由将以前的标准 ASA Y14.5—1957、SAE 汽车航空空间制图标准 (A 6. 7. 和 8 节——1963、9) 和 MIL—STD—8C—1963、10 进行统一而发展起来的。该统一标准由代表军事、工业和教育部门的委员会经过几年工作而完成的。委员会的工作有下述三个主要目标：

- 1) 为美国注法提供唯一的标准；
- 2) 使现行注法与技术进步协调以适应新的要求，并将注法原则扩大应用于新领域；
- 3) 为美国的国际贸易利益和希望更积极活动获得更大影响以及在发展国际标准方面与其他国家进行更广泛的交换意见而建立一种唯一的根据和“意见”。

形位公差注法在美国的历史发展情节是有趣的，然而它不是

本文所要论述的内容。这里只要提及早先功能量规检验法的引进促使新技术的出现,并随着发展而需要更明确和更简便地指示工程设计要求,引起形位公差注法的发展就够了。先进产品的技术先进性和复杂性,工业的迅速发展,加工和装配线的多样化等等,为更严密的工程图纸要求,创造了不仅成为必要,而且成为竞争和有效工作所必须遵循的环境。

在现行的Y 14.5标准中开始不断改进和发展形位公差注法。随着使用领域的继续发展,无疑将会使它引起进一步的发展。在形位公差注法发展过程中,将会面临着既要确保进步而又不会破坏稳定性的问题。在这方面迅速取得进步虽然是所希望的,但是进步必须适当,使它不会影响连续性或理解力。如果对形位公差注法提出的补充或修改考虑不周,则由于使人为难而不能取得应有的进步。谚语“欲速则不达”,就是对这种情况的描述。

现行的Y 14.5标准开始努力与国际尺寸注法和公差注法相协调。来源于ISO(国际标准化组织),ABC(美、英和加拿大)文件,活动和委员会的新符号注法和一般概念当然被引进了现行的Y 14.5标准。这种影响将在美国形位公差注法的发展和使用中继续下去。许多美国工业部门和武装部队具有从事贸易和军事后勤供应的海外机构。显然,对于更好地了解 and 统一全世界的形位公差注法越来越需要了。本书按照具体内容的复杂程度论述形位公差注法,力图解释清楚以促进Y 14.5标准的使用。本书还强调正在努力发展中的注法原则的重要性和引进国际标准。此外,本书还提供了目前虽不使用但仍有效的美国军用标准 MIL-STD-8 C的资料。

1.2 术语汇编

实际尺寸——实际尺寸是形体的实测尺寸。

倾斜度——倾斜度是平面、轴线或中心平面对基准平面或

基准轴线成正确给定角度（除 90° 之外）的状态。符号： $\angle$

基本尺寸——基本尺寸是图纸上用词 BASIC（或缩写为 BSC）给定的尺寸，它是用于描述形体的正确尺寸、形状或位置的理论值。基本尺寸用作由其他尺寸的公差或文字说明规定容许变动量的基准。基本尺寸用围以方框的数字表示，如 $\boxed{1.265}$ 。

双向公差——双向公差是一种在给定尺寸的二个方向上规定容许变动量的公差，例如 1.500 ± 0.005 。

中心平面——中心平面是形体的中间平面或正中平面。

间隙配合——间隙配合是具有如此规定的极限尺寸，以致于配合零件装配时总是获得间隙的一种配合。

同轴度——同轴度是任意组合的二个或多个形体（圆柱体、锥体、球体、六面体等等）具有公共轴线的状态。符号：◎或⊙

圆柱度——圆柱度是回转表面上所有要素形成理想圆柱体的状态。符号 ∇

基准——基准是为了计算或参考起见而假定为理论正确的一些点、线、平面、圆柱体、轴线等等，基准由实际形体确定，由基准可以确定（或涉及）零件其它形体的位置或几何关系。

基准轴线——基准轴线是由实际基准形体（圆柱面）的一些最高点或接触点确定的基准圆柱体的理论正确中心线，或由二个基准平面的交线形成的轴线。

基准表面——基准表面或基准形体（孔、槽、直径等等）系指用于确定基准的实际零件表面或形体。

基准识别代号——基准识别代号由画在方框中的基准参考字母组成，例如 $\boxed{-A-}$ 。

基准形体——基准形体系指用于确定基准的形体。

基准线——基准线具有长度，但没有宽度或厚度，例如二平面的交线、孔或圆柱体的中心线或轴线，或与功能、加工、检

验有关的参考线。

基准平面——基准平面是由实际形体表面的一些最高点或接触点与参考平面（平板或其它检验装置）确定的理论正确平面。

基准点——基准点具有位置，但没有大小，例如角。锥体或圆锥体的顶点，球体的中心，或与功能、加工、检验有关的表面上的参考点。

基准参考——基准参考系指基准形体。

基准参考系——基准参考系统是由基准表面或基准形体确定的三个互相垂直的基准平面或基准轴线体系，它是尺寸、加工和测量的基础。基准参考系可为被测形体提供完整的定位。

基准目标——基准目标是一种给定的基准点、线或面（在图纸上用基准目标符号识别），用于为特定功能关系，或为加工和检验重复性来确定基准点、线或平面。

尺寸——尺寸是标注在图纸上并用适当度量单位表达的数值。

形体——形体是零件的具体特性或组成部分，形体可以包括一个或几个诸如圆柱、孔、螺纹、轮廓、端面或槽等等此类的表面。

形体控制代号——形体控制代号是一种含有几何特征符号和形状或位置公差矩形框格。必要时，在框格中还可含有基准参考和适用于形体或基准的条件符号，例如。

配合——配合是用于表示紧度或松度范围的普通术语，紧度或松度范围是在设计配合零件形体时，选用配合公差和公差的特定组合下而产生的。配合有四种：间隙配合、过盈配合、过渡配合、界面配合。

平度——平度是表面的所有要素都位在一个平面上的状态。符号：

形状公差——形状公差表示实际表面或形体对图纸所要求的理想形状的允许变化范围。形状公差系指平度、直度、平行度、

垂直度、倾斜度、圆度、圆柱度、跳动、面轮廓度和线轮廓度。

指示器最大动程(FIM)(FIR)(TIR)——指示器最大动程是用度盘式指示器(有时在国际标准中称为“钟表式”指示器)接触零件形体表面,零件绕基准轴线回转一周过程中测得的指示器总动程。指示器最大动程(FIM)是国际上使用的名词,美国采用名词指示器最大读数(FIR)和指示器总读数(TIR)。

指示器最大动程也指在固定的非圆形状范围内移动过程中测得的指示器总动程。

指示器最大读数(FIR)(TIR)(FIM)——指示器最大读数是使用度盘式指示器接触零件形体表面,零件绕基准轴线回转一周过程中测得的指示器总读数。

指示器最大读数也指在固定的非圆形状范围内移动过程中测得的指示器总读数。

几何特性——几何特性系指构成形位公差注法语言的基本要素或积木式要素。一般说来,几何特性系指在形状和位置公差注法中所使用的符号。

自明基准——自明基准是一种对尺寸起作用的,但未特别加以指出的基准,它由图纸上的尺寸配置来决定。例如主要尺寸都由某一个侧面注起,则该侧面就意味着是一个基准表面。

过盈配合——过盈配合是具有如此规定极限尺寸,以致于配合零件装配时总是获得过盈的一种配合。

关连基准系——关连基准系是指一个基准系和另一个基准系具有一个或多个公共基准的这种基准系统。

最小实体状态——最小实体状态是指零件形体包含材料最少的状态,例如孔的最大尺寸和轴的最小尺寸。最小实体状态是与最大实体状态(MMC)相反的状态。有时使用符号:Ⓛ

极限尺寸——极限尺寸是形体的最大尺寸和最小尺寸。

极限尺寸注法——极限尺寸注法只规定最大和最小尺寸。当使用尺寸线时,最大尺寸应放在最小尺寸的上面,例如: $\begin{smallmatrix} 0.300 \\ 0.295 \end{smallmatrix}$ 。当

使用指引线或在水平线上加注时，最小尺寸应放在最大尺寸的前面，例：0.498—0.500。

界面配合——界面配合是具有如此规定的极限尺寸，以致于配合零件装配时可以获得表面接触或间隙的一种配合。

最大实体状态(MMC)——最大实体状态是指零件形体包含材料最多的状态，例如孔的最小尺寸和轴的最大尺寸。使用符号：Ⓜ。

最大正确位置——最大正确位置是零件形体处于 MMC 尺寸和位于给定位置度公差带的极限位置上的状态。最大正确位置表示最坏装配状态。

最大尺寸——最大尺寸表示容许的最大极限尺寸。最小极限尺寸被认为是小于给定最大尺寸的任意数值。

正中平面——正中平面是形体的中间平面或中心平面。

最小尺寸——最小尺寸表示容许的最小极限尺寸。最大极限尺寸被认为是大于给定最小尺寸的任意数值。

条件符号——条件符号系指用于表示应用最大实体状态或“与形体尺寸无关”原理的名词。当条件是最大实体状态(MMC)时，则符号为Ⓜ；当条件是与形体尺寸无关(RFS)时，则符号为Ⓡ。

公称尺寸——公称尺寸是对一般尺寸识别使用的名称，例如 1.500，0.062 等等。

平行六面体——平行六面体是一种公差带的形状。它是在需要全宽度之处使用的名词，并在几何上表示正方形或矩形棱柱体，或每个面是平行四边形的六面体。

平行度——平行度是面、线或轴线上所有各点对基准平面或基准轴线为等距的状态。符号：// 或 ∥。

垂直度——垂直度是面、线或轴线对基准平面或基准轴线正确成 90° 的状态。符号：⊥。

位置公差——位置公差表示各个形体对图纸所指定的理想位

置的允许变化范围。位置公差通常系指位置度、同轴度和对称度。

线轮廓度——线轮廓度是沿形体的线要素容许单向或双向均匀轮廓变动量的状态。符号：⌒

面轮廓度——面轮廓度是在面上容许单向或双向均匀轮廓变动量的状态。符号：⌓

突出公差带——突出公差带是应用于在其中插入销钉、双头螺栓、螺钉或螺栓等等的孔的公差带，它在配合零件突出孔的范围内控制孔的垂直度。突出公差带从零件表面延伸到销钉、螺钉等等的功能长度上同它与配合零件的装配相应。

与形体尺寸无关 (RFS) ——与形体尺寸无关是指不管形体在其尺寸公差范围内如何变化，形体都必须满足形状公差或位置公差。符号：Ⓢ

圆 度——圆度是回转表面（圆柱体、锥体、球体），（1）在垂直于公共轴线（圆柱体、锥体）或（2）通过公共中心（球体）的任意截平面上其表面所有各点对轴线或中心的等距状态。符号：○

跳 动——跳动是使用圆盘式指示器（或类似的测量装置），零件绕基准轴线回转一周，被测回转表面对理想形状的偏差。符号：↗

尺寸公差——尺寸公差表示各个形体对所需尺寸的容许变化范围。尺寸公差可用单向公差、双向公差或极限尺寸注法给定。

给定基准——给定基准是用基准识别代号或用文字说明识别的表面或形体。

直 度——直度是表面要素呈直线的状态。符号：—

对 称 度——对称度是零件或形体在正中平面的相对二侧具有相同轮廓和尺寸的状态，或是形体具有与基准平面重合的公共平面的状态。符号：≡

公 差——公差是容许具体尺寸变化的总变动量，为此，公差是最大极限尺寸和最小极限尺寸之差。

过渡配合——过渡配合是具有如此规定的极限尺寸，以致于配合零件装配时可以获得间隙或过盈的一种配合。

位置度——位置度是用于描述与基准参考或其他形体有关的形体的点、线或平面（通常是中心平面）的理想（正确）位置的名词。符号： ϕ

指示器总读数(TIR)(FIR)(FIM)——指示器总读数是用度盘式指示器接触零件形体表面，零件绕基准轴线回转一周过程中测出的指示器总读数。

指示器总读数也指在固定的非圆形状范围内移动过程中测得的指示器总读数。

单向公差——单向公差是一种仅在给定尺寸的一个方向上规定容许变动量的公差，例如 $1.500 \begin{smallmatrix} +0.000 \\ -0.005 \end{smallmatrix}$ 。

实效尺寸——形体的实效尺寸是在确定二个配合零件或形体的间隙中必须考虑的轮廓的有效尺寸。实效尺寸系指从各给定公差所容许的一切轮廓变动量的综合效果得出的派生尺寸。实效尺寸表示在MMC下的极端装配状态。

1.3 为什么使用形位公差注法

为什么我们对形位公差注法如此感兴趣？

首先是使用形位公差注法可以节省制造费用。形位公差注法给予零件最大的制造公差，提供最大的可制造性而直接节省费用，它在许多情况下可以提供“额外公差”，即附加公差。

由于形位公差注法与实际功能有关，因此它确保设计尺寸要求及公差要求能准确表达并贯彻实施。

形位公差注法能保证装配时配合零件的互换性。

形位公差注法能提供图纸标注和解释的一致性和方便性，因此可以减少争论和猜测。

除以上主要原因之外，它还具有下列普遍性质：

采用先进技术的现代工程设计,由于在技术上的错综复杂性,而要求采用能够准确地、可靠地表达技术要求的新方法。仅仅采用老方法已不再能够适应这种要求了。

加工和装配线的多样性对图纸的完整性、一致性和清晰性提出了非常严格的要求。

形位公差注法日益成为整个工业部门、军事部门和国际上的图纸“语言”。与制图或看图有关的每个工程技术人员都应当具有形位公差注法的使用知识。

1.4 什么是形位公差注法

具体地说,形位公差注法是在图纸上表达零件形体的实际功能或关系的一种尺寸和公差注法,它能够最经济地进行生产。功能和关系是基本语言。

一般说来,形位公差注法是一种优良的制图用的积木式要素体系,它提供在图纸上不用意指或标准说明来指示必要的尺寸或公差要求的方法。

1.5 什么时候使用形位公差注法

当零件形体的功能或互换性要求较高时;

当希望采用功能量规检验法时;

当希望采用基准参考来保证加工和检验操作的一致性时;

当标准说明或公差不能明确地表达设计要求时。

注:形位公差注法并不取代传统的座标尺寸注法,而是用一种方法补充另一种方法,应当在应用中考虑组合使用从而得到最有利的方法。

1.6 几何特性

用作形位公差注法的积木式要素的几何特性要素和符号是: