

形状和位置公差标准 在实践中的应用



65

科学技术文献出版社

前 言

形状和位置公差标准是机械工业的重要基础标准，它对提高产品质量、发展生产具有重要意义。我国在这方面制订有多项国家标准，已在全国范围内试行贯彻，并取得了可喜的初步成果。为了进一步配合国家标准的宣传与贯彻工作，我们将西德出版的《形状和位置公差标准在实践中的应用》(Einführung der Normen über Form-und Lagetoleranzen in die Praxis)一书组织翻译出版，供国内各有关单位参考。

本书的翻译工作系由陕西机械学院柏永新同志及太原工学院袁长良同志担任，特致谢意。

由于编辑水平不高及时间匆促，本书一定还存在不少错误和缺点，恳请读者予以指正，以便今后改进。

《标准化译丛》编辑部

1977年9月

目 录

1. 引言	(1)
2. 形状和位置误差的形成	(1)
3. 形状和位置公差的应用	(3)
4. 形状和位置误差的公差规定	(4)
5. 所标注的形状和位置公差与尺寸公差或自由尺寸公差之间的关系	(6)
6. 第4和第5节的实例	(8)
6.1. 轴	(8)
6.2. 轴承	(11)
6.3. 具有微小间隙的滑动轴承	(12)
7. 形状和位置公差的定义及所属概念	(14)
7.1. 公差带	(14)
7.2. 形状公差	(14)
7.3. 位置公差	(14)
7.4. 基准要素	(15)
7.5. 最大材料条件; 最大材料尺寸	(16)
7.6. 最小条件	(16)
7.7. 理论尺寸	(16)
8. 形状和位置公差的检验	(17)
9. 公差符号	(18)
10. 图纸标注; 可能性和实例	(20)
10.1. 公差框; 基准要素框	(20)

10.2. 二分或三分公差框.....	(22)
10.3. 基准字母、基准要素.....	(24)
10.4. 容限要素或基准要素的种类.....	(24)
10.5. 理论尺寸.....	(27)
10.6. 最大材料条件的标记.....	(28)
10.7. 两个相同形状要素的公差标注.....	(30)
10.8. 所标注的形状和(或)位置公差的适用范围.....	(31)
10.9. 组合公差和(或)附加指示.....	(34)
10.10. 测量地点和(或)基准地点的尺寸标注.....	(36)
10.11. 正方形公差带.....	(37)
10.12. 单向公差带.....	(37)
10.13. 平面的同面度.....	(40)
10.14. 轴心线与平面的同面度.....	(40)
10.15. 弯曲或倾斜表面的母线的直线度.....	(41)
10.16. 作为基准要素的中心孔.....	(41)
10.17. 连续变化的线形公差.....	(41)
11. 公差带的种类、解释和图示.....	(42)
11.1. 前言.....	(42)
11.2. 形状公差.....	(44)
11.2.1. 直线(轴心线)的直线度公差.....	(44)
11.2.2. 平面度公差.....	(48)
11.2.3. 圆度公差(一个圆的).....	(49)
11.2.4. 圆柱形公差.....	(51)
11.2.5. 线形公差(任意线的).....	(52)
11.2.6. 面形公差(任意面的).....	(60)

11.3. 位置公差.....	(61)
11.3.1. 平行度公差.....	(61)
11.3.1.1. 一直线 (轴心线) 对基准直线.....	(61)
11.3.1.2. 一直线 (轴心线) 对基准平面.....	(68)
11.3.1.3. 一平面对基准直线.....	(69)
11.3.1.4. 一平面对基准平面.....	(70)
11.3.2. 垂直度公差.....	(71)
11.3.2.1. 一直线 (轴心线) 对基准直线.....	(71)
11.3.2.2. 一直线 (轴心线) 对基准平面.....	(72)
11.3.2.3. 一平面 (中心平面) 对基准直线.....	(75)
11.3.2.4. 一平面 (中心平面) 对基准平面.....	(76)
11.3.3. 斜度公差.....	(77)
11.3.3.1. 一直线 (轴心线) 对基准直线.....	(77)
11.3.3.2. 一直线 (轴心线) 对基准平面.....	(79)
11.3.3.3. 一平面 (中心平面) 对基准直线.....	(80)
11.3.3.4. 一平面 (中心平面) 对基准平面.....	(81)
11.3.4. 位置公差.....	(81)
11.3.4.1. 点的位置公差.....	(85)
11.3.4.2. 线 (轴心线) 的位置公差.....	(86)
11.3.4.3. 一个或几个平面 (中心平面) 的位置 公差.....	(94)
11.3.5. 同轴度和同心度公差.....	(95)
11.3.5.1. 两孔轴心线相互之间的同轴公差.....	(95)
11.3.5.2. 回转部分轴心线相互之间的同轴度公 差.....	(96)
11.3.5.3. 同心度公差.....	(98)

IV

11.3.6. 对称度公差.....	(98)
11.3.6.1. 轴心线对一基准中心平面.....	(98)
11.3.6.2. 轴心线对两基准中心平面.....	(100)
11.3.6.3. 中心平面对基准中心平面.....	(101)
11.3.7. 跳动公差.....	(101)
11.3.7.1. 径向跳动公差.....	(103)
11.3.7.2. 总跳动公差.....	(104)
11.3.7.3. 端面跳动公差.....	(105)
11.3.7.4. 部件的跳动公差.....	(107)
12. 实例.....	(108)
12.1. 球形端轴颈.....	(108)
12.2. 活塞.....	(109)
12.3. 角度杠杆.....	(110)
12.4. 座圈.....	(112)
12.5. 止推轴承的轴盘.....	(113)
12.6. 径向滚动轴承.....	(113)
12.7. 照相机的盖板.....	(116)
12.8. 螺纹法兰.....	(116)
12.9. 从动轴.....	(117)
12.10. 复式齿轮泵的壳体.....	(118)
12.11. 支座.....	(119)
12.12. 杠杆.....	(119)
12.13. 空心轴.....	(120)
12.14. 扁平式继电器支座.....	(120)
12.15. 8缸V型发动机的曲轴.....	(122)
12.16. 凸轮轴.....	(124)

12.17. 阀和阀座环	(125)
12.18. 油槽	(126)
12.19. 差动箱体	(127)
13. 最大材料条件	(129)
13.1. 尺寸公差的最大材料条件	(130)
13.2. 形状公差的最大材料条件	(131)
13.3. 位置公差的最大材料条件	(134)
14. 投影 (延身) 公差带	(136)
15. 过去的和新的图纸指示的对照	(142)
15.1. 直线度 (允许不直度)	(143)
15.2. 平面度 (允许不平度; 允许不同面度)	(144)
15.3. 圆度 (允许不圆度)	(145)
15.4. 圆柱形 (允许不圆柱度)	(145)
15.5. 直线对基准直线的平行度 (允许不平行度)	(146)
15.6. 平面对基准平面的平行度 (允许不平行度)	(146)
15.7. 斜度 (允许不等角度)	(147)
15.8. 位置 (任意分度界限之间的公差)	(148)
15.9. 同轴度、同心度 (允许偏心误差; 允许不同面度)	(149)
15.10. 对称度 (允许偏心误差; 允许差异)	(151)
15.11. 径向跳动	(152)
15.12. 端面跳动	(154)

1. 引言

公称尺寸、偏差、允许误差、极限尺寸（最大尺寸、最小尺寸）和粗糙度尺寸的标注，以及按过去的DIN7182第1部分或DIN406第2部分的形状公差和位置公差的指示，都为每个设计人员所熟悉。除了一部分更改的公差定义（见第15节）之外，新的DIN7184第1部分包括大部分至今已经通用的规定。

相反，现在在图纸上用符号指示形状和位置公差则是全新的。其最大的优点是这些符号在国际上是可以理解的，并可以省去对那些不容易理解的条文说明的困难的翻译工作。

由于国际贸易日益增长，以及与此联系的世界性的制造（国际资料交换），标记符号是非常适宜的。

根据这个观点，就应考虑在DIN7184第1部分的第5节以及本书第9节中所规定的符号，即使符号的数目在一瞥之下似乎使人迷惑。但是，因为它们能很好地表明某一公差特性的特征，所以它们可以在短期内象ISO公差带符号（例如H9）或国际粗糙度符号（例如 R_a ）一样又快又好地被应用。

2. 形状和位置误差的形成

要绝对精确地制造工件，这在实践中是不可能的，并且

由于互换也是不经济的。因此，在制造时必须允许有偏离公称尺寸的误差，例如h9或 $\begin{smallmatrix} +0.02 \\ -0.01 \end{smallmatrix}$ 或+0.15或DIN 7108 中的自由尺寸公差。

然而，在一个工件上，除了尺寸误差之外，还会出现形状和位置误差。这些误差可能是由于下列原因产生的：

内应力

残余收缩

夹紧作用

刀架

刀具压力

工作速度

机器振动。

下列示例就是对简单轴的可能的形状误差说明其形成原因（图示是夸大表示）：

支承在顶针之间的轴，由于车刀作用在轴上的压力而产生弯曲，



图 1

一端夹紧的轴，由于车刀作用在轴上的压力而产生弯曲，

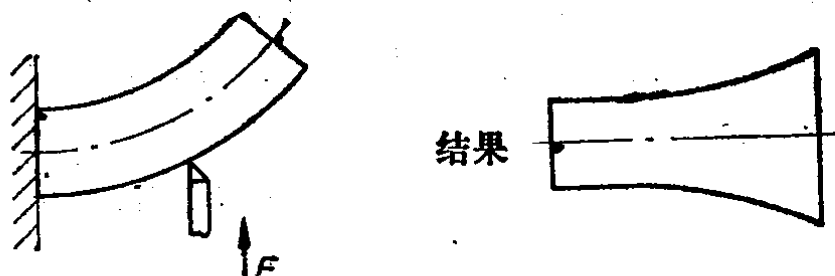


图 2

夹紧的轴，由于机器的振动

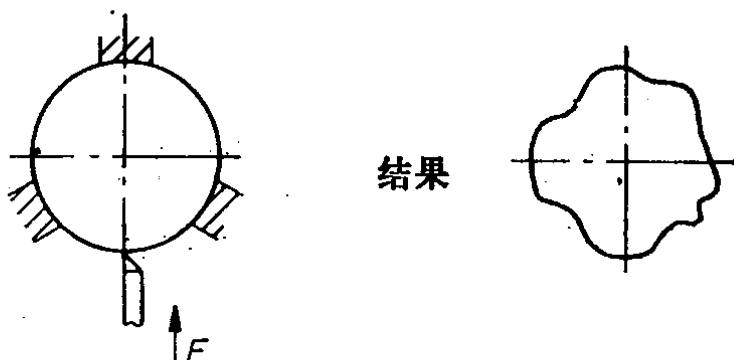


图 3

3. 形状和位置公差的应用

如果形状和位置公差对于工件的作用适用性和（或）经济制造是不可缺少的，则应将它们标注在图纸上。

在下述情况下不应规定形状和位置公差：

如果工件的作用适用性和（或）经济制造根据过去的图纸可以得到保证，即使对形状和位置公差未作指示。

如果按4.1至4.3节中的规定已经可以保证零件的作用。

如果人们只用以表示是如何现代化的，以及把第9节中

所包括的关于所有形状和位置公差表 1 作为纯粹的“检验目录”使用，即标注数目众多的公差符号，因而只是使得图纸不清晰，并使得制造和检验这种工件时增加不必要的费用。

然而，在下述情况下应指明形状和位置公差：

如果至今只用很小的尺寸误差代替形状和位置公差的条文说明。在这种情况下，选择大的尺寸公差并通过指示形状和位置公差来保证作用，这种做法是比较经济的。

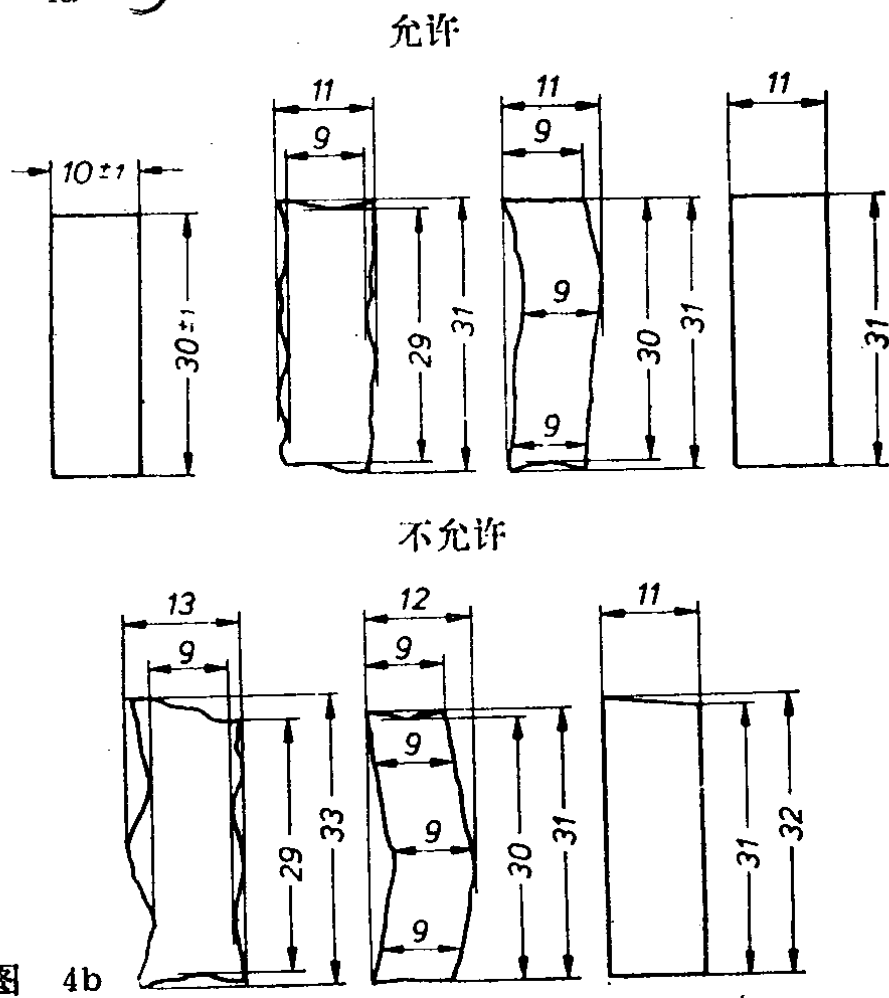
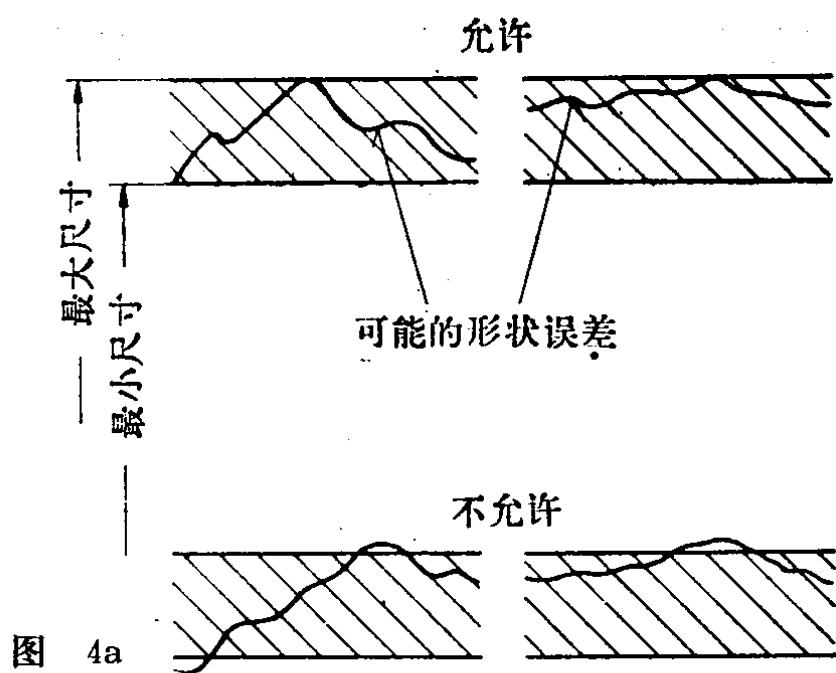
如果现有的图纸已经包含形状和位置公差的条文说明，以及这些图纸是准备类似零件的新图纸的模本。但在准备新图纸时，要注意第 15 节中的规定，因为一部分过去的公差值有变动。

注：然而，DIN 7184 第 1 部分限制不更改现有图纸；但是，如果由于某种原因而需要进行更改，则应注意第 15 节。

4. 形状和位置误差的公差规定

在对形状和位置误差规定公差以及在图纸上标注之前，要注意下述几点：

4.1. 所有形状误差以及位置误差中的平行度、垂直度、斜度、位置和端面跳动等误差，必须位在尺寸公差或自由尺寸公差之内，即使在图纸中对这些误差没有标注公差。然而这些误差在尺寸公差之内的位置和大小是不规定的（见图 4a 和 4b）。因此，对于处处具有最大材料尺寸的工作，不许出现这些形状和位置误差。



这也符合用量规检验的泰勒原理以及DIN7184第1部份的2.3节。

4.2.只有位置误差中的对称度、同心度、同轴度和径向跳动等误差可以位在尺寸公差或自由尺寸公差之外。因此，对于处处具有最大材料尺寸的工件，可以出现这些位置误差。

4.3.如果在图纸上对形状和位置误差按暂行标准DIN 7168第2部分指明自由尺寸公差（工厂通用精度），则下述规定适用：

本书4.1节中的说明适用于形状误差和平行度误差。

在DIN7168第1部分的表3（精密、中等、粗糙或很粗糙精度等级）中所规定的偏差（mm），适用于垂直度和斜度误差，而且根据表格标题，也适用于不标注的角度尺寸（例如90°角度）。根据本书4.1节，对于处处具有最大材料尺寸的工件，不许出现这些位置误差。

在DIN7168第2部分的表1和表2中所规定的自由尺寸公差，适用于径向跳动、端面跳动和对称度误差，而且分成02、01、A、B、C和D 6个精度等级。根据本书4.2节，对于处处具有最大材料尺寸的工件，可以出现这些位置误差。

5. 所标注的形状和位置公差与 尺寸公差或自由尺寸公差之间的关系

5.1.对于形状、平行度、垂直度、斜度、位置和端面跳动等误差，按DIN7184第1部分所标注的公差必须位在尺寸

公差或自由尺寸公差之内。所以对于处处具有最大材料尺寸的工件，不许出现这些形状和位置误差。只有直线度公差是例外。

在此要区别，所标注的直线度公差是否适用于棱边或表面（平面、立方体表面、圆柱母线表面）上的直线或回转对称零件的轴线。在后一情况下，所标注的直线度公差与尺寸公差或自由尺寸公差无关。

轴的下列简单实例即属此情况：

情况	图纸标记	容限要素	极限情况，当轴径处处为	
			最小尺寸	最大尺寸
a)		圆柱母线		
b)		轴心线		

图 5

由ISO以及多年来已经应用形状和位置公差的国家所提出的这一区别的理由是：在情况a)中，规定公差的是同一个几何要素（对直径因而即对圆柱母线表面规定尺寸公差，对形成圆柱母线表面的圆柱母线规定直线度公差）；在情况b)中，规定公差的是两个不同的几何要素（直径≈圆柱母线表面和轴心线），所标注的公差在这里当然是互相无关的。

因为在情况b)中，泰勒原理不适用（不可用量规检

验)，所以应尽可能避免对回转对称零件的轴心线规定直线度公差，而代之以对圆柱母线规定直线度公差（情况a）。

这特别适用于配合件，因为否则就要时常重新计算极限配合尺寸，而在有些情况下要更改配合。

注：见ISO/STD2692。

5.2. 按DIN7184第1部分对于对称度、同心度、同轴度和径向跳动等误差所标注的公差，总是可以位在尺寸公差或自由尺寸公差之处。所以对于处处具有最大材料尺寸的工件，可以出现这些位置误差。

6. 第4和第5节的示例

下列简单示例将说明在第4和第5节中所作的规定，例中图形是夸大表示：

6.1. 轴；仅标注尺寸公差：

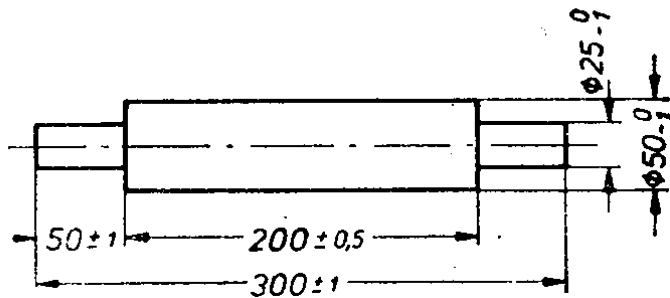


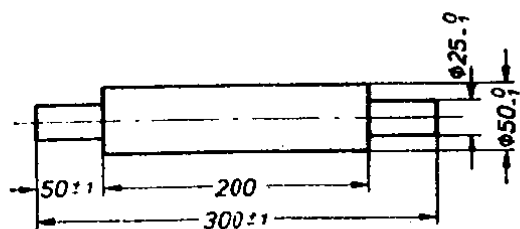
图 6

轴上所出现的所有形状误差以及两端面的相互平行度误差和两端面对圆柱轴心线的垂直度误差，必须位在所指明的尺寸公差之内。只有轴心线偏移，即同轴度误差或径向跳动误差，可以位在尺寸公差之外。



处处具有最大材料尺寸，
(最大尺寸) 时

如果根据一定的理由认为这些误差太大，则可在图纸的文字栏内，按DIN7168第2部分，对两端面的垂直度误差和径向跳动误差规定自由尺寸公差（图8），



		DIN7168 中的D	
		日班	名称
	加工		

9

这里根据制造方法可能产生如下几种极限几何形状:

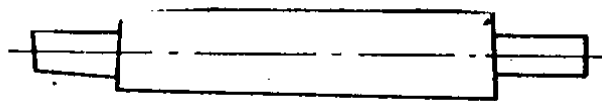


图 9 a

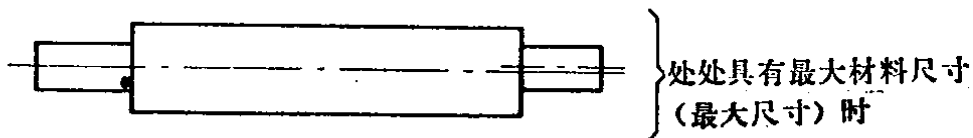


图 9 b



图 9 c

如果认为这些自由尺寸公差对于垂直度和跳动误差也太大, 以及对于直线度误差需要严格的公差, 则可作如下的标注:

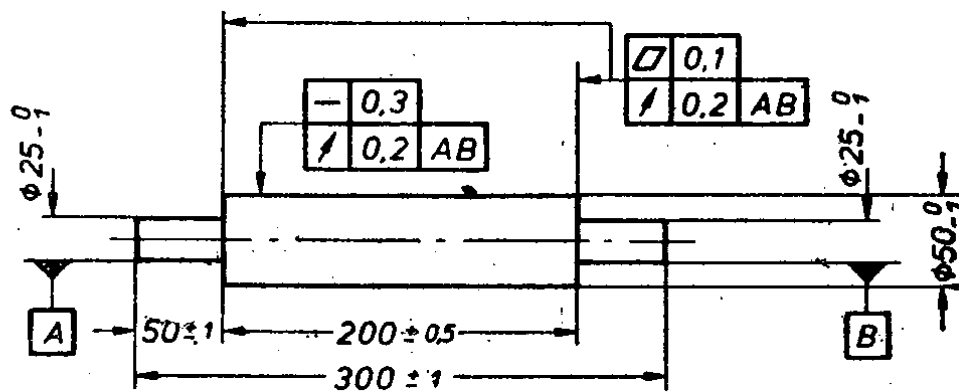


图 10

在这里切不可为了限制形状和位置公差而企图缩小尺寸公差: