

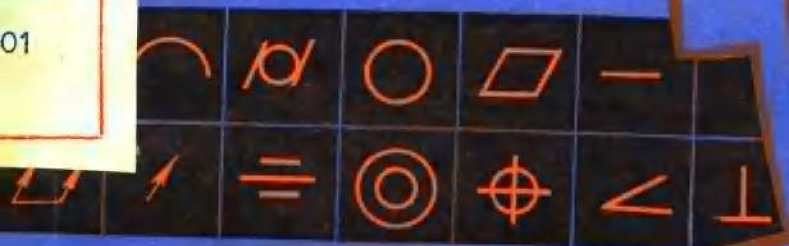
GB 1182-80  
GB 1183-80  
GB 1184-80  
GB 1958-80

6-φ

⊕ φ0.1 (M) A B (M) C

# 形位公差与位置度应用

01



**形位公差与位置度应用**

蔡敦和 编写

山西人民出版社出版 (太原并州路七号)

山西省新华书店发行 山西新华印刷厂印刷

开本: 787×1092 1/32 印张: 8.25 字数: 175千字

1982年3月第1版 1982年3月太原第1次印刷

印数: 1—15,000册

书号: 15088·141 定价: 0.73元

## 代 序

国家标准总局颁布的新国家标准《形状和位置公差》(GB1182~1184—80、GB1958—80)，定于1981年7月1日在全国实施。这项新标准是在1975年颁布的《表面形状和位置公差(试行标准)》的基础上，经过修改和补充，成为国家正式标准的。这项新标准是技术基础标准，应用广泛，影响深远，对提高机械产品质量，发展机械工业具有重要意义。

山西省标准化协会为了宣传和贯彻这项新标准，组织编写了这本《形位公差与位置度应用》。本书借助各种插图和表格，系统地、通俗地介绍了形位公差的有关基础知识，通过位置度项目重点论述了基准和三基面体系、尺寸公差与形位公差关系的一些原则、检测规定、量规设计、数据处理、位置度公差计算、延伸公差带等问题。本书既可作为贯彻执行新国家标准的宣传材料，也可供广大技术人员和有关院校师生学习参考。

本书在编写过程中，承蒙山西省机械加工学会理事长甘宣力总工程师评审、本协会车兆国工程师审校，并得到许多单位和同志的协助，本会向他们表示感谢。

山西标准化协会

一九八一年九月

# 目 录

第一章	形位公差的基本知识	( 1 )
一、	概述	( 1 )
二、	基本概念	( 5 )
三、	形位公差的标注	( 29 )
第二章	位置度概述	( 47 )
一、	什么是位置度	( 47 )
二、	位置度标注的优点	( 64 )
第三章	位置公差的基础	( 67 )
一、	基准	( 67 )
二、	三基面体系	( 74 )
三、	基准的建立和体现	( 82 )
第四章	位置度的标注原则和类型	( 90 )
一、	标注的基本原则	( 90 )
二、	其它典型的标注类型	( 97 )
三、	延伸公差带	( 103 )
第五章	位置度的综合控制	( 111 )
第六章	公差原则及其应用	( 118 )
一、	公差原则的基本概念	( 118 )
二、	最大实体原则及其在位置度中的应用	( 129 )
三、	包容原则及其在位置度中的应用	( 139 )

四、独立原则及其在位置度中的应用·····	(146)
五、各种公差原则的比较·····	(149)
<b>第七章 位置度公差值</b> ·····	<b>(154)</b>
一、位置度公差值的计算·····	(154)
二、未注形位公差及其在位置度中的应用·····	(161)
三、位置度公差与形状、定向、尺寸公差之 间的关系·····	(166)
<b>第八章 检测原则和位置度测量</b> ·····	<b>(175)</b>
一、检测原则·····	(175)
二、位置度误差检测·····	(180)
三、测量精度·····	(195)
<b>第九章 位置度误差的数据处理</b> ·····	<b>(197)</b>
一、图解中用到的几个术语·····	(197)
二、直角坐标图解法·····	(198)
三、极坐标图解法·····	(208)
四、算法·····	(218)
五、图表法·····	(221)
<b>第十章 位置公差综合量规检验</b> ·····	<b>(223)</b>
一、量规检验原理和各要素的确定·····	(223)
二、量规公差带的分布·····	(228)
三、位置度量规检验示例·····	(237)
四、复合位置度的量规检验·····	(244)
五、异形被测要素的量规检验·····	(246)
六、延伸公差带的量规检验·····	(248)
<b>附 录</b> ·····	<b>(251)</b>
附表1. 直线度、平面度的公差值·····	(251)

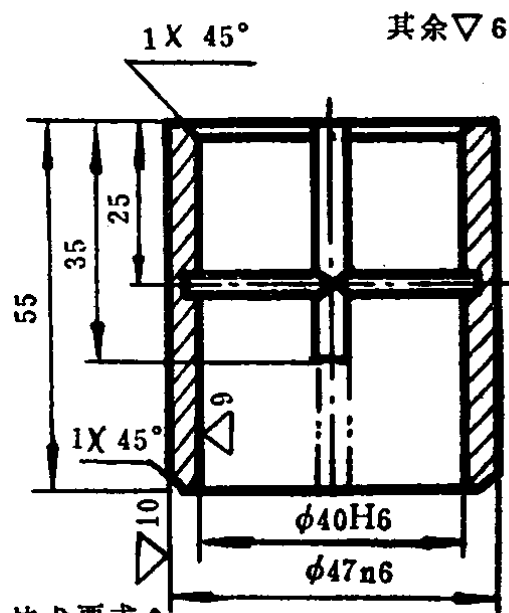
附表2.圆度、圆柱度的公差值.....	(252)
附表3.平行度、垂直度、倾斜度的公差值.....	(253)
附表4.同轴度、对称度、圆跳动和全跳动的 公差值.....	(255)
附表5.坐标位置偏差 $f_x$ 、 $f_y$ 与位置度误差 $f$ 的 关系图.....	(257)
附表6.坐标位置偏差 $f_x$ 、 $f_y$ 与位置度误差 $f$ 的 关系表.....	(258)

# 第一章 形位公差的基本知识

## 一、概 述

国家标准总局1980年颁布的《形状和位置公差》（以下简称新标准），是一项重要的基础标准，应用极广，影响深远，对提高机械产品质量，发展机械工业生产具有重要意义。

任何零件都是由具有几何特征的点、线、面所组成。如一个圆销是由一个圆柱面和两个端平面所组成；一个正方体零件是由六个互相垂直的平面所组成。这些构成零件几何特征的点、线、面统称为要素。现用的生产图样，不仅对尺寸公差提出要求，而且对构成零件的要素也提出形状和位置公差（以下简称“形位公差”）的要求。例如图1中的轴套，除了对外圆和内孔等要素的尺寸公差提出要求外，还对内圆柱



技术要求：

1.  $\phi 40H6$ 孔的圆度不大于0.002
2.  $\phi 47n6$ 与 $\phi 40$ 的同轴度不大于0.003

图 1

要素的圆度（圆不圆）的形状公差以及外圆柱要素相对内圆柱要素的同轴度（轴线重合不重合）的位置公差提出了要求。图中所给出的公差值（即最大允许值），就是用来限制要素的形状和位置的变动量（即形位误差）的。

形位公差是本世纪四十年代初发展起来的。第二次世界大战以前，零件上各要素的形状和位置问题并没有引起重视，甚至当时著名的英国 BS308 机械制图标准都没有涉及有关形位公差的内容。第二次世界大战期间，为适应战事的需要，机械工业的设计、加工、装配等各道程序分散进行，生产中出现的问题难以在厂内通过直接联系加以解决，致使不能装配的零件越来越多。其主要原因之一就是没有规定零件的形位精度。于是，就提出了如何保证零件形位精度的问题。解决的办法有两种：一是进一步缩小尺寸公差带，以提高尺寸精度；二是单独提出形位公差的要求。前一种方法，生产成本低，而且要有较高的技术操作水平，大多数工人难以达到；后一种方法经济合理。于是，不同的形位公差标准在各国相继出现，并日趋完善，而国际性的标准也因此而逐渐形成。

大量实例说明，形位公差对于保证产品质量，满足机械功能要求，实现互换性生产是十分重要的。形位精度对产品的工作精度、连接强度、密封性、运动平稳性、噪音大小、耐磨性以及使用寿命等都有影响，尤其是对于在高速、高温、高压和重载条件下工作的机器更是如此。

形位精度对产品性能的影响往往不易觉察。在生产中经常发生这样的事例：本来是因为设计人员没有对形位公差给予足够重视而严重地影响了产品的性能，但究其原因时，却误认为是尺寸精度不高和材料质量不好而造成的。如图 2 所



示的轴端部件，是由机轂和轴两个主要件所组成。设计时，轴端用扣环止动，为提高强度，加用了螺栓止动轴环。试验结果，螺栓松动。松动的原因，起初以为是强度上的问题，于是便增加轴环厚度，改善螺栓材料，结果效果仍然不好。后来才发现是因为没有合理规定形位公差。经过修改图样，零件的各个尺寸和材料

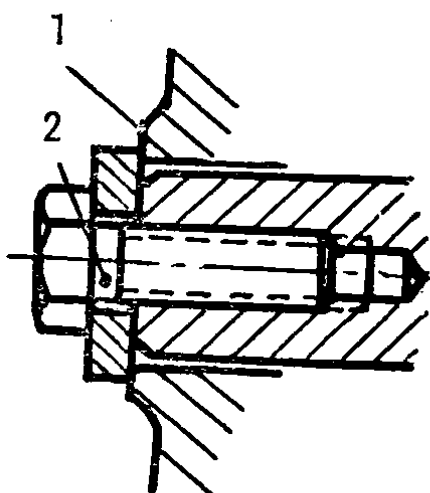


图 2

不变，规定了轴环两端面的平行度和轮轂端面 1 和孔 2 的轴线的垂直度等形位公差要求。经过试验，螺栓不再松动。

总之，形位公差不是凭空想象出来的。将形位公差作为标准，正是科学技术发展的必然结果。

新标准内容齐全，包括四个标准：

I. 形状和位置公差 代号及其标准 (GB1182-80代替GB1182-74)；

II. 形状和位置公差 术语及定义 (GB1183-80代替GB1183-75)；

III. 形状和位置公差 未注公差的规定 (GB1184-80代替GB1184-75)；

IV. 形状和位置公差 检测规定 (GB1958-80)。

这四个标准的组成体系如图 3 所示。该体系分为两大部分：第一部分是形位公差的规定，即前三个标准；第二部分是对形位误差检测和评定的规定，即第四个标准，用以保证前三个标准的贯彻执行。

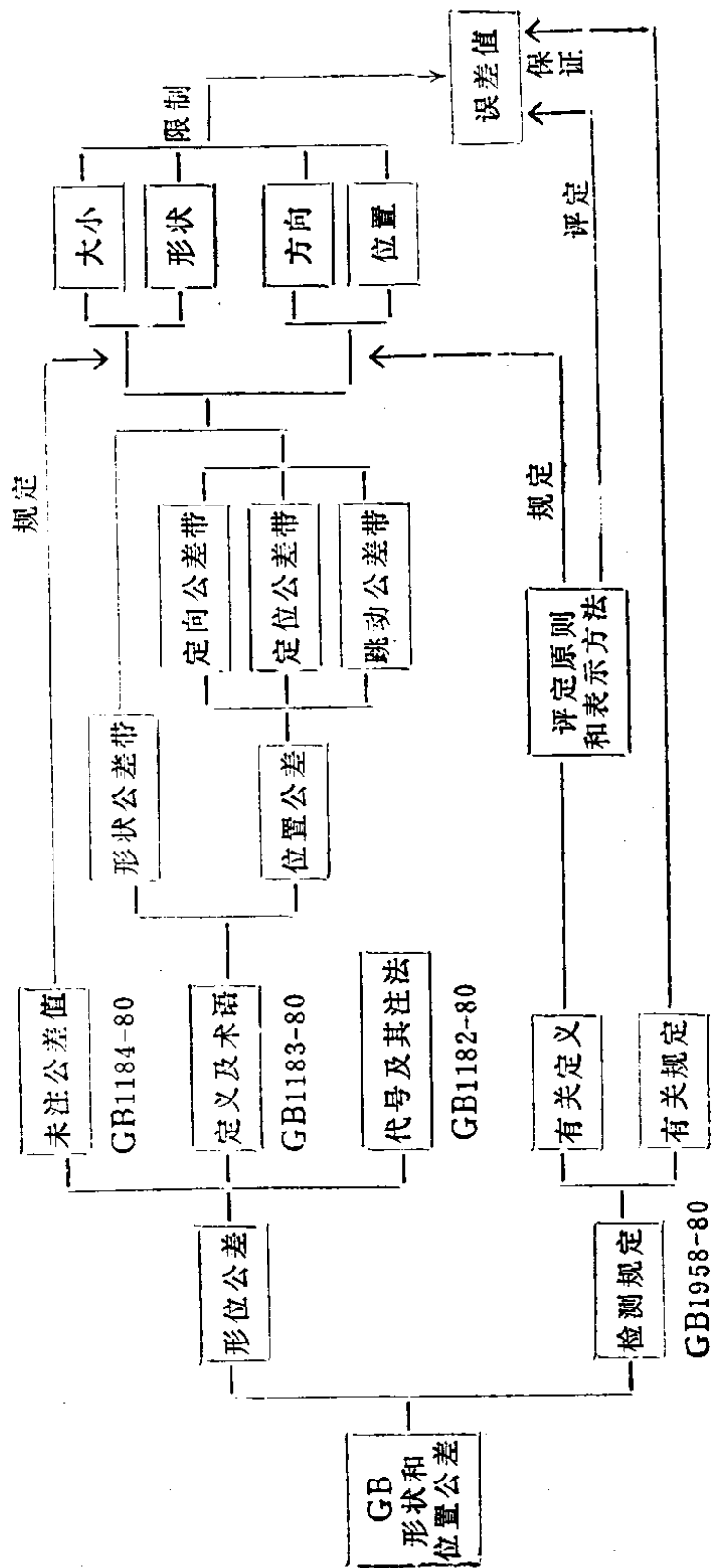


图 3

第一个标准“代号及其注法”，对于技术图样中形位公差的标注方法作了明确规定，并且强调用代号标注。本标准对旧标准的某些内容有所修改和补充。

第二个标准“术语及定义”，对于形位公差中所列的术语、定义、基本概念以及基本理论作了规定，并用较大的篇幅，以示例形式对形位公差各个项目的公差带下了定义、作了解释。本标准对旧标准作了一些补充。

第三个标准“未注公差的规定”，是根据当前各个行业的需要而制定的。它除了对形位公差各个项目的未注公差作了规定外，还考虑到形位公差数值在新老产品中贯彻的实际情况，把公差值的内容改为附录，为设计人员提供了统一的参考数系。

第四个标准“检测规定”，是一个崭新的标准，它对于形位误差及其评定、基准的建立和体现、仲裁、检测中的有关问题作了规定，并把检测方案 and 数据处理中的判别方法以附录形式列进了标准。

由此可见，新标准在体系上具有系统性、完整性；而各个标准又按其作用，保持了相对的独立性，既科学合理，又便于使用。

## 二、基本概念

### (一) 要素及其分类

形位公差的研究对象是要素。

要素：“构成零件几何特征的点、线、面。”〔注〕如

---

〔注〕引号内的文字引自新标准。下同。

图 4 所示，图中的零件由下列各要素组成：球面、球心、圆锥面、轴线、素线、平面、圆柱面和锥顶点等。图中的一根轴线实际上包含着五个要素：左部的球心、中部圆锥面的轴线、右部圆柱面的轴线、右部圆锥面的轴线和锥顶点。

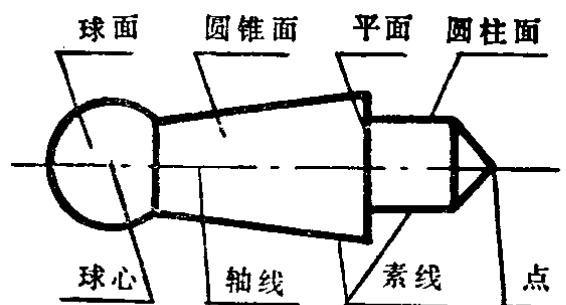


图 4

“要素”，应从几何观点来看。以往对它的称呼，有的叫“形状”，有的叫“形体”，这些名称，对于零件上可见的轮廓尚可解释，但对于一些不可见的

点、线（如轴线、中心线）、面（中心面）却不合适。新标准规定，把可见的和不可见的点、线、面统称为要素。

要素是泛指的名词。为了便于应用，对要素进行了分类。

1. 根据要素的几何形态，可分为：

(1) 理想要素：“具有几何学意义的要素。”理想要素所表示的几何形态应绝对准确。例如，一根直线要素应绝对的直；一个圆要素应绝对的圆。

(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。”由于加工中各种因素的影响，实际上不可能加工成理想要素；又由于检测时各种因素的影响，也不能获得要素的真实情况。因此，测得的要素既不理想也不真实。为了便于评定实际要素对理想要素的偏离，在许可的精度范围内，可以把实际测得的要素近似地看作为实际要素。

2. 根据要素在结构性能上的作用，可分为：

(1) 被测要素：“给出了形状或（和）位置公差的要素。”它是指图样上有形位公差要求的要素。被测要素是要素的一部分，它有实际和理想之分，即被测实际要素和被测理想要素。

(2) 基准要素：“用来确定被测要素方向或（和）位置的要素。理想基准要素简称基准。”例如，某一直线对某个平面垂直，平面就是基准要素，直线则是被测要素。基准要素包括基准理想要素（理想形态）和基准实际要素（实际形态）。基准理想要素通常简称为基准，使用时不要把基准与基准要素相混淆。

3. 按要素的几何结构（或可见性），可分为：

(1) 轮廓要素：零件上可见的即构成轮廓的点、线、面。如平面、圆柱面、锥顶面（图4），其它弯曲表面等。

(2) 中心要素：与轮廓要素有对应关系的假想的点、线、面。如轴线（图4）、中心线、中心面等。

轮廓要素与中心要素也有实际的和理想的之分，被测的和基准的之分。

4. 按要素之间的关系，可分为：

(1) 单一要素：“仅对其本身给出形状公差要求的要素。”属于单一要素的有一个点、一个平面、一个轴线等单个的要素，也有几个共面的平面或几个共轴的轴线组成的一组要素。

(2) 关联要素：“对其它要素有功能关系的要素。”所谓功能关系，这里主要是指有几何位置的关系。关联要素也就是指有位置公差要求的被测要素。

## (二) 形位公差及其分类

形位公差分为形状公差与位置公差两大类：

1. 形状公差：“单一实际要素的形状所允许的变动全量。”

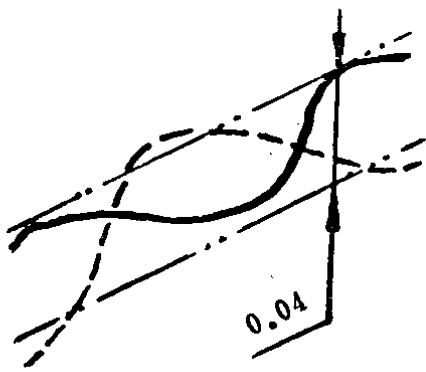


图 5

例如图 4 中的右圆锥的素线要求直线度公差为 0.04<sup>[注]</sup>，则实际素线允许的变动全量应为 0.04（图 5），如果实际素线的变动量超过 0.04（如成了图 5 中的虚线），则不合格。

形状公差的项目规定了六种（各符号见表 3）：

直线度和平面度——用于直线要素（包括给定方向的平面要素）和平面要素；

圆度和圆柱度——用于圆要素和圆柱要素；

线轮廓度和面轮廓度——用于曲线要素和曲面要素。

新标准增加了线轮廓度、面轮廓度两项，删去了旧标准中的椭圆度和不柱度两项。

新标准中各项名称（除跳动外）都采用肯定称呼，而不用以往的否定称呼，以便与国际标准 ISO 和各国标准取得一致。例如圆不圆的形状公差叫圆度公差，而不叫不圆度公差。

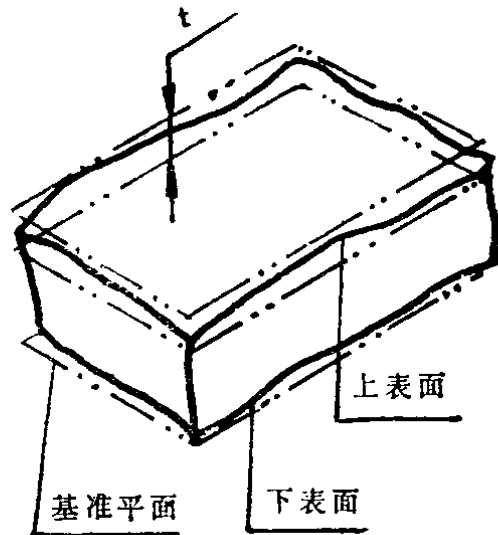
2. 位置公差：“关联实际要素的位置对基准所允许的变动全量。”位置公差是对被测要素与基准要素之间提出的相互位置要求。为了更确切地反映关联要素的几何特征，把位

〔注〕长度单位为毫米，以下如无特殊注明均同此注。

置公差进一步分为定向公差、定位公差和跳动公差。

(1) 定向公差：“关联实际要素对基准在方向上允许的变动全量。”定向公差用来表示被测要素对基准应保持确定的方向，但不限制它们之间的相对位置。

属于定向公差的项目有平行度、垂直度和倾斜度三项（符号参见表3）。以平行度为例，如图6所示，要求上面对下面平行，亦即实际的上表面必须落在与下平面（基准）平行且间距为给定公差值  $t$  的两平行平面之间的区域内。



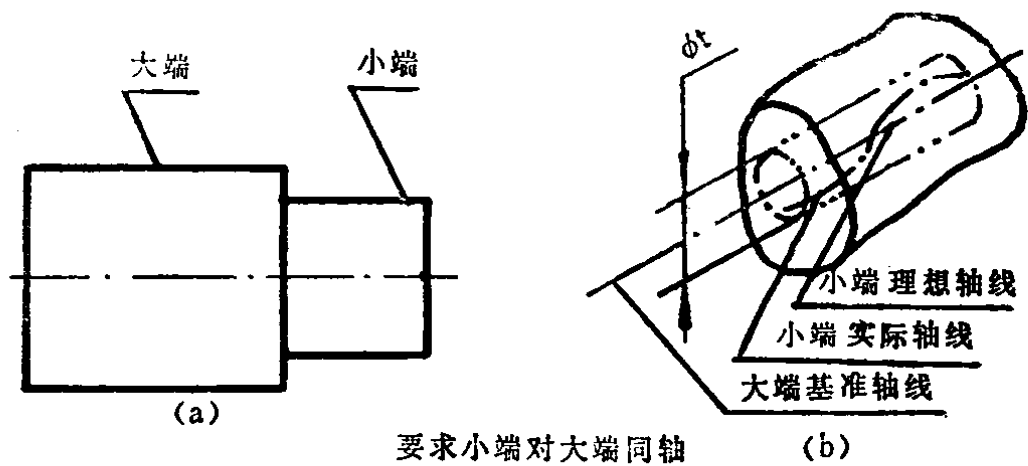
要求上面对下面平行

图 6

(2) 定位公差：“关联实际要素对基准在位置上允许的变动全量。”定位公差用来表示被测要素对基准应具有确定的位置。

属于定位公差的项目有同轴度、对称度和位置度三项（符号见表3）。以同轴度为例，如图7a所示，为保证小端轴线相对大端轴线同轴，应规定同轴度公差  $\phi t$ ，这时，理想被测轴线的位置应与基准轴线同轴，实际轴线应在  $\phi t$  的圆柱内（图7b）。

(3) 跳动公差：“关联实际要素绕基准轴线回转一周或连续回转时所允许的最大跳动量。”以径向全跳动为例（图8a），当大端圆柱表面绕小端轴线作无轴向移动连续回转，且指示针同时作平行于基准轴线的直线移动时，大端圆柱表



要求小端对大端同轴

图 7

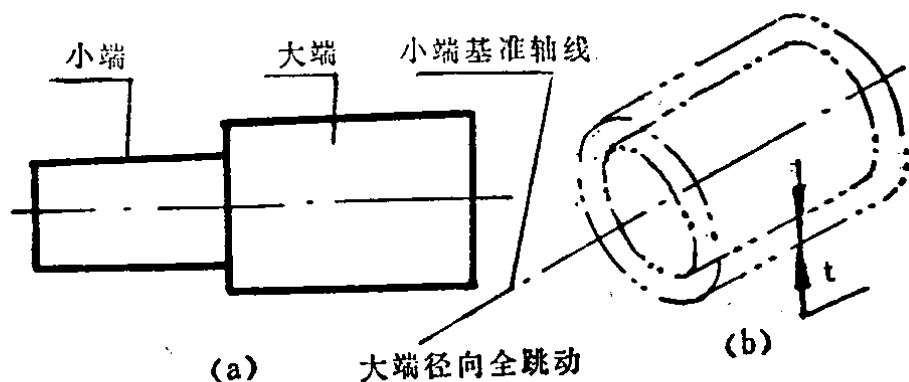


图 8

面上任意一点的跳动量不得大于公差值  $t$  (图 8b)。由于跳动公差是按检测方法而设定的项目，因此它的名称具有检测的特点。

跳动公差又分为圆跳动和全跳动两项(符号参见表 3)。全跳动是新增加的项目，它能综合控制被测实际要素的形状误差和位置误差。

按检测部位与基准轴线的关系，圆跳动可分为：①径向圆跳动(检测方向垂直于基准轴线)；②端面圆跳动(检测



方向平行于基准轴线)；③斜向圆跳动(检测方向一般为被测表面的法线方向；也可为指定方向的)。全跳动可分为径向全跳动和端面全跳动。

### (三) 公差带概念

#### 1. 定义

公差带：“限制实际要素变动的区域。”实际要素的形位误差必须落在给定几何关系的公差带内，否则就不合格。

#### 2. 形位公差带的组成部分

形位公差带由形状、方向、位置和大小四个部分组成。

##### (1) 公差带形状

主要有十种，各种形状及其应用项目如下(见图9a~j)：

- ① 两平行直线(图a)——用于直线度、平行度、垂直度、倾斜度、对称度、位置度；
- ② 两等距曲线(图b)——用于线轮廓度；
- ③ 两同心圆(图c)——用于圆度和圆跳动；
- ④ 一个圆(图d)——用于位置度和同轴度；
- ⑤ 一个球(图e)——用于位置度；
- ⑥ 一个圆柱(图f)——用于直线度、平行度、垂直度、倾斜度、同轴度和位置度；
- ⑦ 一个四棱柱(图g)——用于直线度、平行度、垂直度、对称度和位置度；
- ⑧ 两同轴圆柱(图h)——用于圆柱度和全跳动；
- ⑨ 两平行平面(图i)——用于直线度、平面度、平行度、垂直度、倾斜度、对称度、位置度和全跳动；
- ⑩ 两等距曲面(图j)——用于面轮廓度。