互换性与技术测量

几何公差

为了满足零件装配后的功能要求，保证零件的互换性和经济性，必须对零件的形位误差予以限制，即对零件的几何要素规定必要的形状和位置公差（简称几何公差或形位公差）。

几何公差研究的对象就是构成零件几何特征的点、线、面，统称为**几何要素**，简称**要素**。几何公差特征和符号

表格

AI 生成的内容可能不正确。

全

几何要素分类

按结构特征分类

* 轮廓要素：指零件的表面或表面上的线
* 中心要素：指零件上的中心点、中心线或中心面

按按存在状态分类

* 理想要素：具有几何学意义，没有任何误差的要素，设计时在图样上表示的 要素均为理想要素。
* 实际要素：零件在加工后实际存在，有误差的要素。它通常由测得要素来代替。由于测量误差的存在，测得要素并非该要素的真实情况。

按检测关系分类

单一要素：是指对要素本身提出形状公差要求的被测要素。

被测要素

关联要素：是指相对基准要素有方向或（和）位置功能要求而给 出方向或位置公差要求的被测要素。

几何要素

用来确定被测要素的方向和位置的要素

基准要素

被测要素和基准要素可以是中心要素，也可以是轮廓要素，它们均有理想和实际两种情况。

三基面体系

图示, 工程绘图

AI 生成的内容可能不正确。三基面体系是由三个相互垂直的平面所构成的基准体系，它们是确定和测量零件上各要素几何关系的起点。

在三基面体系中，按其三个基准平面在零件使用过程中的功能不同，可以将其划分第一基准，第二基准，第三基准。

* 在加工或检验时，不得随意更换这些基准顺序。
* 确定关联被测要素位置时，可以同时使用三个基准平面，**也可使用其中的两个或一个**。由此可知，单一基准平面是三基准体系中的一个基准平面。
* 选择最重要的或最大的平面为第一基准A，选择次要的或较长的平面作为第二基准B，选择不太重要的平面作为第三基准C。

基准的体现

在检测标准中规定了四种基准体现的方法，即模拟法、分析法、直接法和目标法。其中模拟法测量简单、方便，故常用模拟法来体现基准，如用平板工作面模拟基准平面、用心轴的轴线来体现基准轴线等。

图示, 工程绘图

AI 生成的内容可能不正确。

各种常用的基准方法都包含几个基准应用的概念：**基准符号、基准面、基准实际要素、模拟基准面、基准模拟体。**

图示

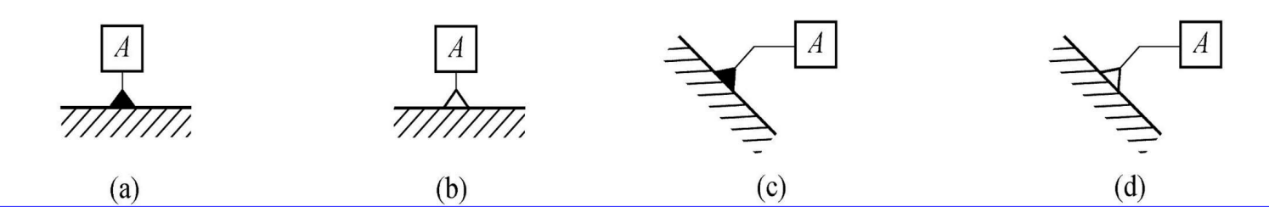
AI 生成的内容可能不正确。

* 基准（面）：用于定位和约束零件的理想几何体，基准是虚拟的几何体，并不存在于任何实物上。
* 基准实际要素：在这里是零件的下表面。
* 基准模拟体：测量加工系统中用于模拟基准的实际几何体，如加工测量用的工作台。他们的公差相比零件小很多（1/10），因此与理想形体的差别可以忽略。通常可以近似把基准模拟体的实际作用部分当作是基准。
* 模拟基准（面）：由基准模拟体上实际作用部分拟合处的理想几何要素，其实就是相当于基准在基准模拟体上的展现，在这里就是零件所处的工作台。

图示

AI 生成的内容可能不正确。公差的标注

**基准符号**

1. 大写的英文字母,不许用: E，I，J，M，O，P，L，R，F
2. 用角标满足多个（即可以使用A1,A2来表示多个基准）
3. 字母必须水平书写
4. 基准符号由一个标注在基准方框内的大写字母，用细实线与一个涂黑（或空白）的三角形相连而组成。

**被测要素**

墙上的钟表

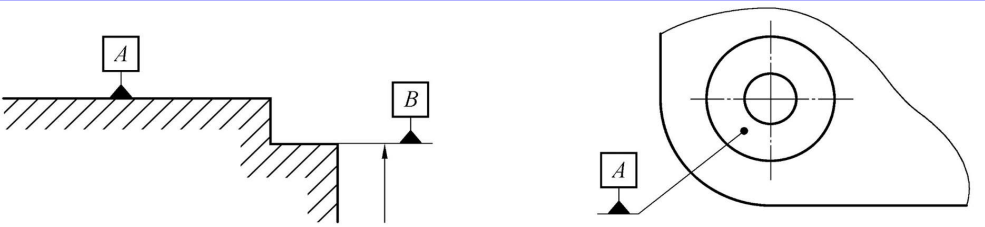
AI 生成的内容可能不正确。对于**组成（轮廓）要素**，指引线的箭头应置于**轮廓线上或它的延长线**上，并且带箭头的指引线必须明显地**与尺寸线错开**。还可以用带点的参考线把被测表面引出来。对圆度公差，指引线的箭头应垂直指向回转体的轴线。

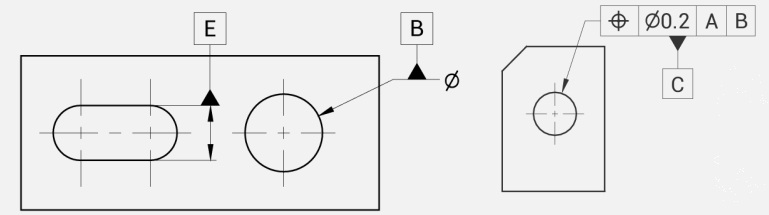
对于**导出（中心）要素，**带箭头的指引线应与被测导出要素所对应尺寸要素的尺寸线的延长线重合。指引线箭头可兼做尺寸线的一箭头。

图示

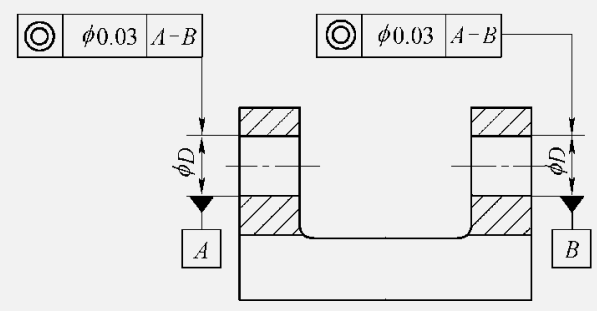
AI 生成的内容可能不正确。

**基准要素**

可以标注在基准要素的表面轮廓线、延长线、尺寸界线或几何公差框格；以中心要素作为基准时，基准符号**标注在尺寸界线且对齐尺寸线**，而不能直接标注在轴线或中心平面上。

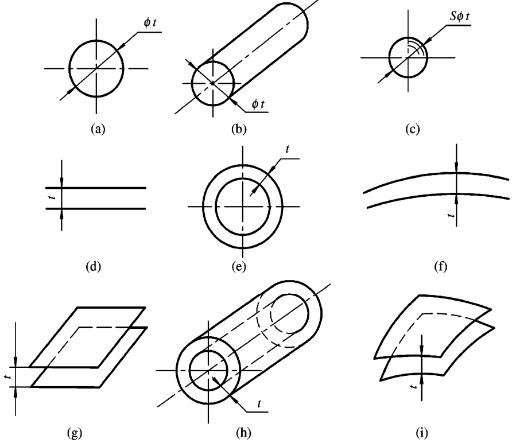


**公共基准**

对于由两个同类要素构成而作为一个基准使用的公共基准轴线、公共基准中心平面等公共基准，应对这两个同类要素分别标注两个不同字母的基准符号，并且在被测要素公差框格中用短横线隔开这两个字母。

几何公差带

几何公差带是用来限制实际被测要素变动的区域，具有**形状、大小、方向和位置**四个要素。

几何公差带的形状

几何公差带的形状随实际被测要素的**结构特征、 所处的空间以及要求控制方向的差异**而有所不同，形位公差带的常见形状有9种，如右图所示。

几何公差带的大小

几何公差带的大小有两种情况，即公差带区域的宽度（距离）或直径，它表示了形位精度要求的高低。如果公差带是圆形或圆柱形的，则在公差值前加注，如果是球形，则加注 。

几何公差带的方向

几何公差带的方向理论上应**与图样上形位公差框格指引线箭头所指的方向垂直**。公差带的宽度方向就是给定的公差带方向或垂直于被测要素的方向。通常为指引线箭头所指方向。

几何公差带的位置

* 几何公差带的位置有固定和浮动两种。 所谓固定是指公差带的位置不随实际尺寸的变动而变化。所谓浮动是指公差带的位置随实际尺寸的变化（上升或下降）而浮动。
* 形状公差带只具有大小和形状，而其方向和位置是浮动的；
* 定向公差带只具有大小、形状和方向，而其位置是浮动的；
* 定位和跳动公差带则除了具有大小、形状、方向外，其位置是固定的。

形状公差

形状公差是指单一实际要素的形状所允许的变动全量。

**直线度**

1. 控制要素（对象）：**必须是直线**，可以是（实体表面）轮廓要素或者中心要素。
2. 应用场景：定义几何要素自身高低波动不平的形状误差范围，无参考基准。
3. 应用功能：避免几何要素的最高、最低点之间的形状误差导致功能失效，例如，**减少装配的接触点**。
4. 公差带：用两条距离为公差值的平行直线，将被测要素所有点控制在两直线范围之内。
5. 误差值：两平行直线把被测实际要素挤压到最狭窄的范围之内时两直线之间的距离值或者一定直径的圆柱面把被测实际要素挤压到最狭窄的范围之内时圆柱面的直径值。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 标注示例 | 公差带定义 | 图示 |
| 直线度 |  | 在给定平面内，公差带是距离为公差值t的两平行直线之间的区域。 |  |
|  | 直线度公差带是距离为直径为的圆柱 |  |

**平面度**

1. 控制要素：**必须是平面**，可以是实体表面或中心面。
2. 应用场景：定义要素自身凹凸不平的形状误差范围，无参考基准；
3. 应用功能：避免要素的最高、最低点直径的形状 误差导致功能失效，如**装配面间隙。**
4. 公差带：距离为公差值t的两平行平面之间的区域，将要素所有点控制在两平面范围之内。
5. 误差值：两平行平面把实际要素挤压到最狭窄的范围之内时的距离值。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 标注示例 | 公差带定义 | 图示 |
| 平面度 |  | 公差带是距离为公差值t的两平行平面之间的区域。 |  |

**圆度**

1. 控制要素：必须是**圆柱表面、圆锥表面或球表面**；
2. 应用场景：定义要素自身凹凸不平的形状误差范围，无参考基准；
3. 应用功能：避免要素的最高、最低点之间的形状误差导致功能失效；
4. 公差带：在中心轴线上建立一个垂直的横截面，横截面与零件表面形成一个相交圆，提取相交圆上的点并拟合圆心，以此圆心建立两个距离为公差值的同心圆，同心圆将相交圆上所有点控制在两圆之间。
5. 误差值：两同心圆把实际要素挤压到最狭窄的范围之间时两圆的半径差值。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 标注示例 | 公差带定义 | 图示 |
| 平面度 |  | 公差带是同一正截面上半径差为公差值t的两同心圆之间的区域。  被测表面若为球面，则为过该球心的任一横截面上半径差为公差值t的两同心圆之间的区域。 |  |

**圆柱度**

1. 控制要素：必须是圆柱表面；
2. 应用场景：定义要素自身凹凸不平的形状误差范围，无参考基准；
3. 应用功能：避免要素的最高、最低点之间的形状误差导致功能失效；
4. 公差带：实际圆柱表面拟合出中心轴线，并以此轴线建立两个距离为公差值的同轴圆柱，同轴圆柱将实际圆柱表面上所有点控制在两圆柱之内。
5. 误差值：两同轴圆柱把实际要素挤压到最狭窄的范围之间时两圆柱的半径差。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 标注示例 | 公差带定义 | 图示 |
| 平面度 |  | 公差带是半径差为公差值t的两同轴圆柱面之间的区域。 |  |

方向（定向）公差

定向公差是指被测关联要素的实际方向对其理论正确方向的允许变动量。理论正确方向由基准确定。

**平行度**

1. 应用场景：定义要素的方向，即相对于理论正确方向的允许变动范围。理论正确方向由基准决定。
2. 应用功能：避免要素的方向误差导致功能失效。
3. 公差带：用两个距离为公差值的平行平面平行于理论正确方向，将要素所有点控制在两平面之间。
4. 误差值：两平面把实际要素挤压到最狭窄时的距离值。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 情况 | 标注示例 | 公差带定义 | 图示 |
| 线对面 |  | 公差带是距离为公差值t且平行于基准面、位于给定方向上的两平行平面之间的区域 |  |
| 面对面 |  | 公差带是距离为公差值t且平行于基准面、位于给定方向上的两平行平面之间的区域 |  |
| 面对线 |  | 公差带是距离为公差值t且平行于基准线、位于给定方向上的两平行平面之间的区域 |  |
| 线对线 |  | 公差带是距离为公差值t且平行于基准线、位于给定方向上的两平行平面之间的区域 |  |
|  | 公差带是两互相垂直的距离分别为t1，t2且平行于基准线的两平行平面之间的区域。 |  |
|  | 在公差值前加注，公差带是直径为公差值t且平行于基准线的圆柱面内的区域 |  |

**垂直度**

1. 应用场景：定义要素的方向，即相对于理论正确方向的允许变动范围。理论正确方向由基准决定。
2. 应用功能：避免要素的方向误差导致功能失效；
3. 公差带：用两个平行平面垂直于理论正确方向， 将要素所有点挤压在最狭窄的范围之内；
4. 误差值：最狭窄的两平行平面之间距离值。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 情况 | 标注示例 | 公差带定义 | 图示 |
| 线对面 |  | 在给定的方向上，距离为公差值t且垂直于基准平面的两平行平面之间的区域。 |  |
|  | 公差值前加注了  ，则公差带是直径为公差带t且垂直于基准面的圆柱面内的区域。 |  |
| 面对面 |  | 在给定的方向上，距离为公差值t且垂直于基准平面的两平行平面之间的区域。 |  |
| 面对线 |  | 在给定的方向上，距离为公差值t且垂直于基准线的两平行平面之间的区域。 |  |

**倾斜度**

1. 应用场景：定义要素的方向，即相对于理论正确方向的允许变动范围。理论正确方向由基准系和理论正确角度决定。
2. 应用功能：避免要素的方向误差导致功能失效；
3. 公差带：用两个距离为公差值的平行平面，与理论正确方向保持理论正确角度，将要素所有点控制在两平面之间。
4. 误差值：两平面把实际要素挤压到最狭窄时的距离值。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 情况 | 标注示例 | 公差带定义 | 图示 |
| 线对面 |  | 距离为公差值t且与基准成一给定角度的两平行平面之间的区域。 |  |
|  | 公差值前加注了  ，则公差带是直径为公差带t的圆柱面内的区域，该圆柱面的轴线应于基准平面成一定角度并平行于另一基准平面 |  |
| 面对面 |  | 距离为公差值t且与基准成一给定角度的两平行平面之间的区域。 |  |