

国家“十二五”重点规划图书

产品几何技术规范(GPS)系列标准应用问答丛书

公差原则与相关要求问答

刘巽尔 编著



中国质检出版社
中国标准出版社

国家“十二五”重点规划图书

产品几何技术规范(GPS)系列标准应用问答丛书

公差原则与相关要求问答

刘巽尔 编著

中国质检出版社

中国标准出版社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

公差原则与相关要求问答/刘巽尔编著. —北京:中国
标准出版社, 2012. 12

(产品几何技术规范(GPS)系列标准应用问答丛书)

ISBN 978-7-5066-6995-5

I. ①公… II. ①刘… III. ①公差-配合-问题解答
IV. ①TG801-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 230814 号

中国质检出版社 出版发行
中国标准出版社

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100013)

北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址: www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/32 印张 7.625 字数 199 千字

2012 年 12 月第一版 2012 年 12 月第一次印刷

*

定价 25.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68510107

编者的话

为了实现零件的功能要求,在零件的设计图样上除了表达其几何特征以外,还需要给出多种技术要求,如化学成分,机械性能,表面硬度,涂镀层,表面结构以及几何要素的形状、方向和位置精度等。在一般情况下,各种技术要求都是相互独立的,应该按照“独立原则”分别予以满足,因为这些不同的技术要求对零件的功能具有不同的影响,满足不同技术要求的工艺措施也各不相同。

就尺寸精度、表面结构精度和几何精度(形状、方向和位置精度)而言,其形成原因和对功能的影响也都是各不相同的。但是,这三项技术要求都是对零件要素几何特征的精度要求的表达,所以,在特定条件下,对零件某些功能的影响是它们的综合效应。

例如,圆柱形轴、孔的可装配性,是与它们的局部尺寸和形状的综合结果有关的;圆柱套筒的壁厚不仅与其内、外圆柱面的直径有关,也受内、外圆柱面的同轴度误差的影响。因此,为了满足特定的功能要求,提高生产过程的经济性,可以提出对零件尺寸和几何精度的综合要求,即“相关要求”。

我国于1984年起,先后制定了 GB/T 4249—1984、GB/T 4249—1996《公差原则》和 GB/T 16671—1996《形状和位置公差 最大实体要求、最小实体要求和可逆要求》,对尺寸公差和形位公差(现称几何公差)的设计原则

及其相关要求作了规定,并在生产实践中取得了良好的效果。现在这两项标准再次作了修订,并于2009年发布实施。

本书根据最新国家标准 GB/T 4249—2009《产品几何技术规范(GPS) 公差原则》和 GB/T 16671—2009《产品几何技术规范(GPS) 几何公差 最大实体要求、最小实体要求和可逆要求》,以问答的形式,全面介绍关于公差原则和相关要求的基本术语、最大实体要求、最小实体要求和可逆要求以及应用示例。此外,作为基础概念,本书考虑到 GB/T 18780.1—2002《产品几何量技术规范(GPS) 几何要素 第1部分:基本术语和定义》和 GB/T 18780.2—2003《产品几何量技术规范(GPS) 几何要素 第2部分:圆柱面和圆锥面的提取中心线、平行平面的提取中心面、提取要素的局部尺寸》的重要性,并便于读者理解公差原则与相关要求的概念,不嫌重复,再次介绍了该两标准的主要内容。

应该指出,GB/T 16671—2009 根据 ISO 2692:2006 对 GB/T 16671—1996 作了较大的修改,但由于 ISO 2692虽然经历了十余年的反复讨论与修改,直至2006年才发布正式标准,但仍存在不少问题。相应地在据此修订的 GB/T 16671—2009 中也存在一些不足。本书将在有关部分加以分析,以供读者讨论。

有关 GPS 的国家标准现已统一称为“产品几何技术规范”。GB/T 18780.1—2002 和 GB/T 18780.2—2003 的名称与现行统一名称不符,本书在有关部分中仍按标准发布时采用的名称引用,特此说明,望勿误解。

本书主要为了满足中、初级工程技术人员和直接从

事加工、检验和装配的技术工人,以及各级技术管理人员学习和初步掌握有关公差原则和相关要求的理论与应用。鉴于近年来我国高等院校的理工科专业严重忽视对学生工程实际知识与能力的培养与训练的现状,本书也可作为机械类专业在校大学生的参考书和毕业生岗前培训的参考教材以及高等工科院校的教学参考书。

刘巽尔

2012年7月

目 录

一、有关要素的基本概念

1 什么是要素?	1
2 什么是尺寸要素?	1
3 什么是组成要素和导出要素?	2
4 组成要素可分成几种?	3
5 导出要素可以分为几种?	4
6 什么是圆柱面和圆锥面的提取中心线?	4
7 什么是两反向平行平面的提取中心面?	7
8 什么是体外拟合要素和体外拟合尺寸?	8
9 什么是体内拟合要素和体内拟合尺寸?	11
10 如何获得体外拟合尺寸和体内拟合尺寸?	13

二、有关公差原则的基本概念

11 什么是公差原则?	18
12 我国《公差原则》国家标准是怎样发展形成的?	18

三、独立原则

13 什么是独立原则?	20
-------------------	----



14	如何理解遵循独立原则的尺寸公差(尺寸极限)?	21
15	如何理解遵循独立原则的几何公差?	24
16	GB/T 4249—2009 存在的问题是什么?	25

四、有关相关要求的基本概念

17	什么是相关要求?	27
18	什么是最大实体状态 MMC 和最小实体状态 LMC?	29
19	什么是最大实体尺寸 MMS 和最小实体尺寸 LMS?	32
20	什么是最大实体实效状态 MMVC 和最小实体实效状态 LMVC?	32
21	什么是最大实体实效尺寸 MMVS 和最小实体实效尺寸 LMVS?	39
22	GB/T 16671—2009 是如何定义最大实体实效尺寸 MMVS 和最小实体实效尺寸 LMVS,以及最大实体实效状态 MMVC 和最小实体实效状态 LMVC 的?	40
23	什么是边界?	42
24	什么是最大实体边界 MMB 和最小实体边界 LMB?	42
25	什么是最大实体实效边界 MMVB 和最小实体实效边界 LMVB?	47
26	GB/T 16671—2009 是如何解释最大实体边界、最小实体边界、最大实体实效边界和最小实体实效边界的?	49
27	什么是动态公差图?	50
28	什么是综合公差?	51



五、包容要求

- 29 什么是包容要求? 53
- 30 包容要求适用于什么场合? 55
- 31 如何在设计图样上表示包容要求? 55

六、最大实体要求

- 32 什么是最大实体要求? 56
- 33 如何在设计图样上表示最大实体要求? 56
- 34 什么是最大实体要求应用于被测导出要素? 57
- 35 能举例解释最大实体要求应用于被测导出要素的形状公差的设计要求吗? 60
- 36 能举例解释最大实体要求应用于被测导出要素的方向公差的设计要求吗? 65
- 37 能举例解释最大实体要求应用于被测导出要素的位置公差的设计要求吗? 75
- 38 导出要素的采用最大实体要求的形状公差值为零
($\phi 0 \text{ M}$ 或 0 M)与尺寸要素的尺寸采用包容要求 E 有
什么关系? 93
- 39 什么是最大实体要求应用于基准导出要素? 94
- 40 最大实体要求应用于基准导出要素时,如何确定基准
导出要素相应的尺寸要素应该遵守的边界? 95
- 41 GB/T 16671—2009 是如何说明最大实体要求应用于
基准导出要素的? 101



目 录

42	能举例解释最大实体要求应用于基准导出要素的设计示例吗?	101
43	基准导出要素的相应尺寸要素对其定向或定位最大实体边界或最大实体实效边界的偏离能允许被测导出要素的方向或位置公差增大吗?	120
44	如何理解 GB/T 16671—2009 附录 A 中若干最大实体要求的应用举例(例 3~例 10)?	122
45	如何理解 GB/T 16671—2009 附录 A 中最大实体要求的应用举例(例 1)?	128
46	如何理解 GB/T 16671—2009 附录 A 中最大实体要求的应用举例(例 23 和例 24)?	131
47	如何理解同时标注遵循独立原则的几何公差和采用最大实体要求的几何公差的设计要求?	132

七、最小实体要求

48	什么是最小实体要求?	136
49	如何在设计图样上表示最小实体要求?	136
50	什么是最小实体要求应用于被测导出要素?	137
51	能举例解释最小实体要求应用于被测导出要素的形状公差的设计要求吗?	140
52	能举例解释最小实体要求应用于被测导出要素的方向公差的设计要求吗?	148
53	能举例解释最小实体要求应用于被测导出要素的位置公差的设计要求吗?	153
54	什么是最小实体要求应用于基准导出要素?	175



55	最小实体要求应用于基准导出要素时,如何确定基准导出要素相应的尺寸要素应该遵守的边界?	176
56	GB/T 16671—2009 是如何说明最小实体要求应用于基准导出要素的?	179
57	能举例解释最小实体要求应用于基准导出要素的设计示例吗?	180
58	如何理解 GB/T 16671—2009 附录 A 中若干最小实体要求的应用举例(例 11~例 14、例 21 和例 22)?	183
59	如何理解同时标注遵循独立原则的几何公差和采用最小实体要求的几何公差的设计要求?	187

八、可逆要求

60	什么是可逆要求?	191
61	可逆要求适用于何种场合?	192
62	如何在设计图样上表示可逆要求?	192
63	采用附加可逆要求的最大实体要求和最小实体要求的被测导出要素的几何公差的动态公差图是怎样的?	192
64	什么是附加可逆要求的最大实体要求?	193
65	能举例解释附加可逆要求的最大实体要求应用于被测导出要素的形状公差的设计示例吗?	194
66	能举例解释附加可逆要求的最大实体要求应用于被测导出要素的方向公差的设计示例吗?	197
67	能举例解释附加可逆要求的最大实体要求应用于被测导出要素的位置公差的设计示例吗?	200



68	什么是附加可逆要求的最小实体要求?	201
69	能举例解释附加可逆要求的最小实体要求应用于被测 导出要素的形状公差的设计示例吗?	203
70	能举例解释附加可逆要求的最小实体要求应用于被测 导出要素的方向公差的设计示例吗?	205
71	能举例解释附加可逆要求的最小实体要求应用于被测 导出要素的位置公差的设计示例吗?	206

九、综合示例分析

附录	本书采用的术语及其代号	230
----	-------------------	-----

一、有关要素的基本概念

1 什么是要素？

要素是几何要素的简称。

GB/T 18780.1—2002《产品几何量技术规范(GPS) 几何要素 第1部分:基本术语和定义》规定:要素(feature)就是点、线、面。

GB/T 1182—2008《产品几何技术规范(GPS) 几何公差 形状、方向、位置和跳动公差标注》规定:要素是工件上的特定部位,如点、线或面。

由此可见,要素是构成零件几何特征的点、线、面。它只包括几何概念上的点、线和面,但不包括“体”。也就是说,在 GPS 系列标准中,只有“点要素”、“线要素”和“面要素”,而没有“体要素”。例如,我们只讨论圆柱面,而不讨论圆柱体;只讨论圆锥面,而不讨论圆锥体。

在图 1-1 所示零件上,圆球面的球心是点要素,圆柱面的素线、圆锥面的素线、圆柱面的轴线、圆锥面的轴线等都是线要素;圆柱面、圆锥面、圆球面、端平面、槽侧平面、槽的中心平面等都是面要素。

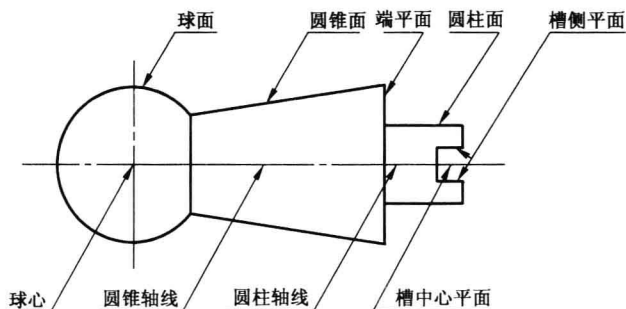


图 1-1

2 什么是尺寸要素？

GB/T 18780.1—2002《产品几何量技术规范(GPS) 几何要素



第1部分:基本术语和定义》规定:尺寸要素(feature of size)是由一定大小的线性尺寸或角度尺寸确定的几何形状。

也可以说,尺寸要素是有尺寸(线性尺寸和/或角度尺寸)的要素,也就是可以用线性尺寸和/或角度尺寸表示其大小的要素。

所以,圆柱面、圆球面、两反向的平行平面、圆锥面等,都是尺寸要素。

相应地,可以把没有尺寸的要素称为非尺寸要素,如平面、直线、点等。因为,根据几何学理论,面是没有厚薄的、线是没有粗细的、点是没有大小的。所以,平面、直线、点等都是非尺寸要素。

3 什么是组成要素和导出要素?

GB/T 18780.1—2002《产品几何量技术规范(GPS) 几何要素 第1部分:基本术语和定义》规定:组成要素(integral feature)是面或面上的线。

组成要素也就是轮廓要素。如图1-1所示零件上的圆球表面、圆柱表面、圆锥表面等。

GB/T 18780.1—2002《产品几何量技术规范(GPS) 几何要素 第1部分:基本术语和定义》规定:导出要素(derived feature)是由一个或几个组成要素导出的中心点、中心线或中心面。

导出要素也就是中心要素。如图1-1所示零件上的圆球面的球心是由圆球面(组成要素)得到的导出要素,圆柱面的中心线是由圆柱面(组成要素)得到的导出要素,圆锥面的中心线是由圆锥面(组成要素)得到的导出要素,槽的中心面是由两反向的槽侧平行平面(组成要素)得到的导出要素。

实际上,导出要素只有中心点、中心线和中心面三种形式。

所以,导出要素一定依存于相应的组成要素。而能得到导出要素的组成要素一定是尺寸要素。如上述的圆柱面、圆锥面、圆球面和两反向平行平面等。非尺寸要素的组成要素是没有导出要素的,如平表面。而且,导出要素是为了设计和工艺的需要而人为地设定的。它在实际零件上是不存在的,是一种假想的要素。



4 组成要素可分成几种?

GB/T 18780.1—2002《产品几何量技术规范(GPS) 几何要素 第1部分:基本术语和定义》规定:组成要素可以分为公称组成要素、实际组成要素、提取组成要素和拟合组成要素等四种。

公称组成要素(nominal integral feature)是由技术制图或其他方法确定的理论正确的组成要素。

实际组成要素(real integral feature)是实际存在并将整个工件与周围介质分隔的要素。由于实际存在的要素一定是组成要素,因此,实际组成要素可以简称为实际要素。

提取组成要素(extracted integral feature)是按规定的方法,由实际(组成)要素提取有限的目的点所形成的实际(组成)要素的近似替代。

提取组成要素通常也可称为“测得要素”。

拟合组成要素(associated integral feature)是按规定的方法,由提取组成要素形成的、具有理想形状的组成要素。

例如,图 1-2 a)是在图样上表示的具有理想形状(圆柱面)的公称组成要素及由此导出的同样具有理想形状(直线)的公称导出要素(轴线)。

图 1-2 b)是完工工件上客观存在、但不可能无误差地获得的实际组成要素(可简称为“实际要素”)。由于加工误差是必然存在的,所以实际组成要素一定不具有理想形状。应该注意,图 1-2 b)中没有、也不应画出实际上并不存在的导出要素(实际轴线)。

图 1-2 c)表示用一定的测量方法,在实际要素选定的有限点上测得的提取组成要素。同样,提取组成要素也不具有理想形状。因此,不能由提取组成要素直接得出其导出要素(提取导出要素)。

图 1-2 d)表示为了得到提取导出要素,必须先按一定的方法(例如最小二乘法),由提取组成要素获得具有理想形状(圆柱面)的拟合组成要素,方能获得唯一确定的提取导出要素(参见第 6 问和第 7 问)。

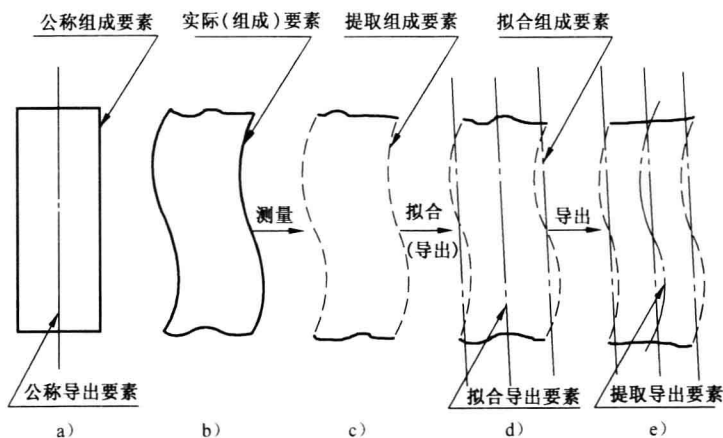


图 1-2

5 导出要素可以分为几种?

GB/T 18780.1—2002《产品几何量技术规范(GPS) 几何要素 第1部分:基本术语和定义》规定导出要素可以分为公称导出要素、提取导出要素和拟合导出要素等三种。

公称导出要素(nominal derived feature)是由一个或几个公称组成要素导出的中心点、中心线或中心面。

提取导出要素(extracted derived feature)是由一个或几个提取组成要素导出的中心点、中心线或中心面。

拟合导出要素(associated derived feature)是由一个或几个拟合组成要素导出的中心点、中心线或中心面。

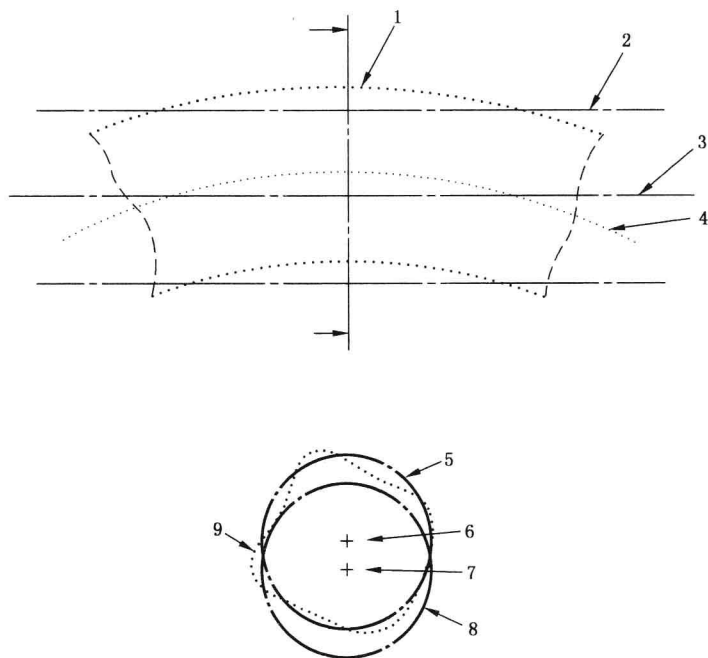
例如图 1-2 a) 所示图样上的圆柱面轴线为公称导出要素。图 1-2 d) 所示的圆柱面轴线为由拟合组成要素获得的拟合导出要素。在 GB/T 18780.2—2003 中给出了圆柱面和圆锥面的提取中心线,以及两反向平行平面的提取中心面等三种尺寸要素的提取导出要素。

6 什么是圆柱面和圆锥面的提取中心线?

图 1-3 表示圆柱面的提取中心线的获得方法。按照 GB/T 18780.2—



2003《产品几何量技术规范(GPS) 几何要素 第2部分:圆柱面和圆锥面的提取中心线、平行平面的提取中心面、提取要素的局部尺寸》的缺省规定,先作提取圆柱面1的最小二乘拟合圆柱面2和8(拟合圆柱面的直径与公称直径无关),获得拟合轴线3和7。再作垂直于拟合轴线3的横截面并与提取圆柱面1相交得到提取线9。然后作该提取线的最小二乘拟合圆5,得到该拟合圆的圆心6。各横截面上提取线的拟合圆心的连线,即为该提取圆柱面的提取中心线4。



图中标号:

- 1—提取表面;2—拟合圆柱面;3—拟合圆柱面轴线;4—提取中心线;5—拟合圆;
6—拟合圆圆心;7—拟合圆柱面轴线;8—拟合圆柱面;9—提取线。

图 1-3

图 1-4 表示圆锥面的提取中心线的获得方法。按照 GB/T 18780.2—2003《产品几何量技术规范(GPS) 几何要素 第2部分:圆柱面和圆锥面的提取中心线、平行平面的提取中心面、提取要素的局部尺寸》的缺省规定,先作提取圆锥面2的最小二乘拟合圆锥面1和8(拟合圆锥面的锥角与