

产品几何技术规范(GPS)系列标准应用问答丛书

# 几何公差设计问答

刘巽尔 编著

 中国标准出版社

产品几何技术规范(GPS)系列标准应用问答丛书

# 几何公差设计问答

刘巽尔 编著

中国标准出版社

北京

## 图书在版编目(CIP)数据

几何公差设计问答/刘巽尔编著. —北京:中国标准出版社,2011

(产品几何技术规范(GPS)系列标准应用问答丛书)

ISBN 978-7-5066-5916-1

I. ①几… II. ①刘… III. ①形位公差-设计-问答  
IV. ①TG801-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 030028 号

中国标准出版社出版发行  
北京复兴门外三里河北街16号

邮政编码:100045

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

电话:68523946 68517548

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 7.375 字数 208 千字

2011年4月第一版 2011年4月第一次印刷

\*

定价 20.00 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)68533533

## 编者的话

机械零件的几何精度对机械产品的功能具有十分重要的影响。本书根据最新国家标准,以问答的形式,全面介绍关于几何公差(旧称形状和位置公差)的基本概念、在图样上的框格标注方法、几何公差带的基本原理以及理论正确尺寸、位置度公差、延伸公差带、非刚性零件的几何公差、基准目标、注出几何公差值、一般几何公差等有关标准的基本知识及其应用技术。对于几何公差设计的最基础性的国家标准 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》,本书作了更为详细的介绍。因为该标准提出了几何公差的基础概念,描述了几何公差的基本原理。其他各项国家标准都是 GB/T 1182—2008 的延伸和细化。为了更全面深入地掌握和理解几何公差以及有关表面微观结构精度的知识,建议读者同时参阅本丛书的《几何误差检测问答》、《公差原则与相关要求问答》、《极限与配合国家标准问答》和《表面结构精度问答》等书。

本书主要适用于中、初级机械科学与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。为此,本书不涉及近几年来在几何公差中有关数字化表达的规范和验证模式的内容。同时,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,本书也可作为大学毕业生岗前培训的参考资料和高等工科院校的教学参考书。

刘巽尔

2010年12月

# 目 录

## 一、基本概念

- 1 什么是产品几何技术规范(GPS)? ..... 1
- 2 现行产品几何技术规范(GPS)系列标准中主要有哪些  
与几何公差设计有关的国家标准? ..... 6
- 3 什么是几何要素? ..... 7
- 4 什么是尺寸要素? ..... 8
- 5 什么是组成要素和导出要素? ..... 8
- 6 组成要素可分成几种? ..... 9
- 7 导出要素可分成几种? ..... 11
- 8 如何得到提取导出要素? ..... 12
- 9 如何得到提取要素的局部尺寸? ..... 15
- 10 零件几何精度有哪几种表达和控制方法? ..... 15
- 11 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》的主要内容是什么? ... 16
- 12 零件几何公差设计的主要任务是什么? ..... 16
- 13 几何公差的设计原则是什么? ..... 17
- 14 何谓被测要素和基准要素? ..... 17
- 15 何谓单一要素和关联要素? ..... 18

## 二、几何公差的图样标注方法

- 16 GB/T 1182—2008 规定了哪些几何公差特征? ..... 19
- 17 GB/T 1182—2008 规定了哪些附加符号? ..... 21
- 18 何谓几何公差框格? 框格的各格内应注写什么  
内容? ..... 22
- 19 如何标注具有相同要求的多个相同要素的几何  
公差? ..... 24
- 20 如何应用附加符号 NC? 如何标注对被测要素误差  
状态的特定要求? ..... 25
- 21 如果需要对某个要素同时给出几项几何特征的几何  
公差, 应如何标注? ..... 26
- 22 如何标注被测要素? ..... 26
- 23 指示箭头应该沿什么方向标注? ..... 29
- 24 某项几何公差应用于若干个分离的要素时应如何  
标注? 公共公差带应如何标注? ..... 29
- 25 需要给出整个被测要素上任意限定范围的几何  
公差时, 应如何标注? ..... 32
- 26 如果给出的几何公差仅适用于要素的某一指定局部,  
应如何标注? ..... 32
- 27 如何应用和理解“全周”符号? ..... 33
- 28 如何标注基准? ..... 34
- 29 以螺纹、齿轮、花键等的轴线作为被测要素或基准时  
应如何标注? ..... 37
- 30 什么是公共基准? 如何标注公共基准? ..... 38

31	什么是三基面体系? 如何标注多基准? .....	39
32	多基准和公共基准有何不同? .....	40
33	形状公差的框格标注与方向、位置或跳动公差的框格标注有何不同? .....	40
34	哪些标注方法已不再推荐采用? .....	40

### 三、几何公差带

35	什么是几何公差和几何公差带? .....	43
36	几何公差带有哪几项特征? .....	43
37	被测要素的方向或位置公差能否控制基准要素的几何误差? .....	45
38	如何分析各种形状公差带的四项特征? .....	46
39	如何分析各种方向公差带的四项特征? .....	51
40	如何分析各种位置公差带的四项特征? .....	66
41	如何分析各种轮廓公差带的四项特征? .....	77
42	如何分析各种跳动公差带的四项特征? .....	80
43	在什么情况下,可以给出径向圆跳动公差来代替圆度公差? .....	88
44	径向全跳动公差带与圆柱度公差带有何不同? .....	88
45	任意轮廓线或轮廓面除了用轮廓度公差以外,还可以用其他方法标注其精度要求吗? .....	89

### 四、理论正确尺寸

46	什么是理论正确尺寸(TED)? 它应用于何种
----	------------------------

场合? .....	93
47 理论正确尺寸没有公差,那如何加工呢? .....	95

## 五、位置度公差

48 位置度公差标准是如何发展的? .....	98
49 什么是位置度公差? 标注要素的定位尺寸公差与 标注位置度公差有何不同? .....	99
50 什么是成组要素的几何图框? 它有哪些表现 形式? .....	109
51 成组要素的位置度公差应如何在图样上标注? .....	116
52 什么是复合位置度公差? .....	127
53 如何标注位置度公差的基准? .....	132
54 能试举若干位置度公差应用的示例吗? .....	156
55 如何计算位置度公差的公差值? .....	162

## 六、延伸公差带

56 什么是延伸公差带? 它适用于何种场合? .....	169
57 延伸公差带在图样上如何表示? .....	171
58 延伸公差带的延伸长度及其位置如何确定? .....	171
59 能试举若干采用延伸公差带的示例吗? .....	173

## 七、非刚性零件的几何公差

60 什么是非刚性零件? .....	177
--------------------	-----



61	什么是“自由状态”? .....	177
62	如何标注非刚性零件的几何公差? .....	177

## 八、基准目标

63	何谓基准目标? .....	180
64	基准目标在图样上应如何表示? .....	180
65	基准目标在零件的加工和检测中应如何体现? .....	182

## 九、注出几何公差值

66	标注几何公差值的基本原则和方法是什么? .....	183
67	几何公差值的选用与尺寸公差值的选用有何 不同? .....	183
68	如何选用注出几何公差值? .....	184

## 十、一般几何公差

69	什么是一般几何公差? .....	205
70	什么情况下要用几何公差框格单独标注要素的 几何公差? .....	205
71	无法采用公差框格标注几何公差时,还可采用什么 方法标注几何精度要求? .....	206
72	当零件要素的几何误差值超出给定的一般公差值 时,是否应该拒收? .....	206
73	为了正确采用一般几何公差,企业应该具备什么	

条件? .....	206
74 采用一般几何公差有何优越性? .....	206
75 GB/T 1184—1996 规定了哪几项几何公差特征的 标准一般公差值? 各分为哪几个公差等级? .....	207
76 圆度公差为什么不规定标准的一般几何公差值? .....	212
77 圆柱度公差为什么不规定标准的一般几何 公差值? .....	214
78 平行度公差为什么不规定标准的一般几何 公差值? .....	214
79 倾斜度公差为什么不规定标准的一般几何 公差值? .....	216
80 位置度公差为什么不规定标准的一般几何 公差值? .....	217
81 同轴度公差和同心度公差为什么不规定标准的 一般几何公差值? .....	218
82 全跳动公差为什么不规定标准的一般几何 公差值? .....	220
83 轮廓度公差为什么不规定标准的一般几何 公差值? .....	220
84 几何公差的一般公差(未注公差)与要素的尺寸 公差有什么关系? .....	220
85 多个要素间的一般几何公差值(未注几何公差值) 可以进行累积计算吗? .....	221
86 能举一示例说明采用和不采用一般几何公差(未注 几何公差)对设计图样的影响吗? .....	221

# 一、基本概念

## 1 什么是产品几何技术规范(GPS)?

产品几何技术规范(Geometrical Product Specifications, GPS)是关于产品几何特征的精度技术规范系列标准的总称。主要包括:尺寸的极限与配合、表面结构、几何公差以及相应的检测规范。

国际标准化组织(ISO)原来是由 ISO/TC 3、ISO/TC 10/SC 5 和 ISO/TC 57 分别负责极限与配合、几何公差和表面结构三部分的标准化工作。但是,由于这三部分都属于机械产品的几何特征,而且,随着标准化科学研究的深入与生产实践经验的积累,人们发现,该三个技术委员会的工作有不少重复,以至产生不协调。因此,ISO 于 1993 年成立了联合协调工作组 ISO/TC 3-10-57/JHG,对该领域的标准化工作进行了全面协调和整合。JHG 经过两年的工作,于 1995 年颁布了技术报告 ISO/TR 14638《产品几何技术规范(GPS) 总体规划》,正式提出 GPS 的概念和标准体系模型。同时,JHG 认为,应该成立一个新的技术委员会,全面协调和统一 GPS 的工作。国际标准化组织技术管理局(ISO/TMB)采纳了 JHG 的建议,于 1996 年撤销了 ISO/TC 3、ISO/TC 10/SC 5 和 ISO/TC 57,将三者合并,成立了 ISO/TC 213,全面负责产品几何技术规范(GPS)的国际标准体系的构建工作。ISO/TC 213 的成立标志着 GPS 国际标准的发展进入了一个新的阶段。

与国际标准化组织的发展相适应,我国于 1999 年将原全国公差与配合标准化技术委员会和全国形状和位置公差标准化技术委员会合并,成立了全国产品尺寸与几何技术规范标准化技术委员会(SAC/TC 240)。在 2009 年 10 月的年会上,SAC/TC 240 更名为全国产品几何技术规范标准化技术委员会。

十几年来,ISO/TC 213 在深入开展基础理论、基本概念和发展战略研究的基础上,在“GPS 总体规划”的指导下,积极推进 GPS 标准体系建设,已经制定了一批重要的 GPS 标准。尽管建成完整的 GPS 标准体系尚需时日,但已颁布的标准对制造业正在或已经产生了深刻的影响。

全国产品几何技术规范标准化技术委员会(SAC/TC 240)成立后,根据 ISO/TC 213 的工作进展,对有关的国家标准进行了修订,并分别按照等同、等效或修改采用的原则,制定了一批新的国家标准。

2006 年发布的国家标准指导性技术文件 GB/Z 20308—2006《产品几何技术规范(GPS) 总体规划》就是按照修改采用的原则,根据 ISO/TR 14638 制定的。

GPS 总体规划以标准框架结构确定了四类标准在 GPS 标准体系中的位置和作用。总体规划中的四类标准是:

① GPS 基础标准(fundamental GPS standards)——确定 GPS 的基本原则和体现框架及结构的标准,是协调和规划 GPS 体系中各标准的依据。在 GPS 标准体系中,GPS 基础标准是其他三类标准的基础。

② GPS 综合标准(global GPS standards)——给出综合概念和规则,涉及或影响所有几何特征标准链的全部链环或部分链环的标准。在 GPS 标准体系中起着统一各 GPS 通用标准链和 GPS 补充标准链技术规范的作用。

③ GPS 通用标准(general GPS standards)——GPS 标准的主体。为各种类型的几何特征建立了从图样标注、公差定义和检验要求到检验设备的计量校正等方面的规范。

④ GPS 补充标准(complementary GPS standards)——基于制造工艺和要素本身的类型,对 GPS 通用标准中各要素在特定范畴的补充规定。

GPS 总体规划框架如图 1-1 所示。

GPS 基础 标准	GPS综合标准
	GPS通用标准矩阵
	GPS补充标准矩阵

GPS通用标准链

1. 有关尺寸的标准链
2. 有关距离的标准链
3. 有关半径的标准链
4. 有关角度的标准链
5. 有关线的形状的标准链(与基准无关)
6. 有关线的形状的标准链(与基准相关)
7. 有关面的形状的标准链(与基准无关)
8. 有关面的形状的标准链(与基准相关)
9. 有关方向的标准链
10. 有关位置的标准链
11. 有关圆跳动的标准链
12. 有关全跳动的标准链
13. 有关基准的标准链
14. 有关轮廓粗糙度的标准链
15. 有关轮廓波纹度的标准链
16. 有关原始轮廓的标准链
17. 有关表面缺陷的标准链
18. 有关棱边的标准链

GPS补充标准链

- A 特定工艺公差标准
- A1. 有关机加工公差的标准链
  - A2. 有关铸造公差的标准链
  - A3. 有关焊接公差的标准链
  - A4. 有关热切削公差的标准链
  - A5. 有关塑料模具公差的标准链
  - A6. 有关金属有机镀层公差的标准链
  - A7. 有关涂覆公差的标准链
- B 机械零件几何要素标准
- B1. 有关螺纹的标准链
  - B2. 有关齿轮的标准链
  - B3. 有关花键的标准链

图 1-1

在 GPS 总体规划框架的基础上,作为系列标准的主体,GPS 通用

标准也建立了自己的标准矩阵——GPS 通用标准矩阵,如图 1-2 所示。

链 环		1	2	3	4	5	6
要素的几何特征		产品文件表示 (图样标注代号)	公差定义及其数值	实际要素的特征或参数定义	工件偏差评定	测量器具	测量器具校准
1	尺寸						
2	距离						
3	半径						
4	角度						
5	与基准无关的线的形状						
6	与基准相关的线的形状						
7	与基准无关的面的形状						
8	与基准相关的面的形状						
9	方向						
10	位置						
11	圆跳动						
12	全跳动						
13	基准						
14	轮廓粗糙度						
15	轮廓波纹度						
16	原始轮廓						
17	表面缺陷						
18	棱边						

图 1-2

由图 1-2 可见,GPS 通用标准矩阵(general GPS matrix)是由一系列 GPS 通用标准排列组成的标准矩阵。为阐明 GPS 通用标准之间的联系与区别,矩阵行表征不同的几何特征,矩阵列表征不同的技术环节和要求。矩阵中的每个矩阵单元对应特定的几何特征和规范要求应至少包含一个标准。

其中 GPS 通用标准的框架结构是由许多基本的 GPS 几何特征的标准链组成的矩阵形式。

链环 1——产品文件表示(图样标注代号)。链环 1 的标准是为处理或表达工件特征应在图样标注中使用的代号。

链环 2——公差定义及其数值。链环 2 的标准定义了用有关代号表示的公差及其规范值。

链环 3——实际要素的特征或参数定义。链环 3 的标准补充或扩展了理想要素的涵义,用以准确定义与公差标准相对应的非理想要素(实际要素的特征或参数)。实际要素的特征是由一系列数值点来定义的。

链环 4——工件偏差评定(与公差极限比较)。链环 4 的标准在兼顾链环 2 和链环 3 中的定义的同时,定义了工件偏差评定的详细要求。

链环 5——测量器具。链环 5 的标准描述了特定的或各种类型的测量(计量)器具,并定义了其特性。

链环 6——测量器具校准。链环 6 的标准描述并规定了测量(计量)器具的计量、校准和校准程序,以及链环 5 中涉及的测量(计量)器具的技术要求。

据此,凡是产品几何技术规范(GPS)标准都将以附录的形式按图 1-3 所示,明确表示该标准在 GPS 矩阵模型中的位置以及与其他标准的关系。

GPS 基础 标准	GPS综合标准						
	GPS通用标准						
	链环号	1	2	3	4	5	6
	尺寸						
	距离						
	半径						
	角度						
	与基准无关的线形状						
	与基准相关的线形状						
	与基准无关的面形状						
	与基准相关的面形状						
	方向						
	位置						
	圆跳动						
	全跳动						
	基准						
	粗糙度轮廓						
	波纹度轮廓						
	原始轮廓						
	表面缺陷						
棱边							

图 1-3

总之, GPS 系列标准是为了适应现代生产过程向数字化、集成化发展的需要, 在继承原由 ISO/TC 3、ISO/TC 10/SC 5 和 ISO/TC 57 建立的几何精度标准的基础上, 经过整合、协调、发展而建立起来的标准体系。

## 2 现行产品几何技术规范(GPS<sup>1)</sup>)系列标准中主要有哪些与几何公差设计有关的国家标准?

自 1974 年以来, 我国有关几何公差设计的国家标准从试行标准开始, 大致经历了 1980、1996 直至 21 世纪初三次大规模的制、修订, 现在已形成较为完整并与相应国际标准等同或等效的系列国家标准。主要有:

- ① 《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》(GB/T 1182—2008);
- ② 《产品几何量技术规范(GPS) 几何公差 位置度公差注法》(GB/T 13319—2003);
- ③ 《形状和位置公差 未注公差值》(GB/T 1184—1996);
- ④ 《形状和位置公差 非刚性零件注法》(GB/T 16892—1997);
- ⑤ 《形状和位置公差 基准与基准体系》(GB/T 17851—1999);
- ⑥ 《形状和位置公差 轮廓的尺寸和公差注法》(GB/T 17852—1999);
- ⑦ 《形状和位置公差 延伸公差带及其表示法》(GB/T 17773—1999)。

在上述标准中, ③~⑦ 各项都是 20 世纪末制修订的, 所以没有冠以“产品几何技术规范”的名称。

除此以外, 其他专业的标准化技术委员会也根据各自的需要制定了相应的与本专业有关的几何公差标准, 如冲压件、铸件、塑料件等。

---

1) 2002~2003 年间, GPS 曾译为产品几何量技术规范, 后统一译为产品几何技术规范。



本书除了较详细地介绍上述七项国家标准以外,还将首先介绍作为产品几何技术规范系列标准的基础概念的两项国家标准: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》。

至于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》两项国家标准,它们是对尺寸公差与几何公差综合控制的规定,将在本丛书之一《公差原则与相关要求问答》中介绍。

### 3 什么是几何要素?

几何要素就是构成固态产品几何特征的点、线或面。

根据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》规定的定义:

要素(feature)——点、线或面。

在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》中,作为基本概念,要素的定义是:工件上的特定部位,如点、线或面。

要素是几何要素的简称。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”。所以,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。

例如,在图1-4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。