

[德] G . Henzold 著

形位公差

—在设计·制造及检验中的应用

汪 恺 刘巽尔 石 梅 译

中国计量出版社

410230

形 位 公 差

——在设计·制造及检验中的应用

[德] G. Henzold 著

汪恺 刘巽尔 石梅 译



中国计量出版社

著作权合同登记 图字:01-96-1307号
由约翰·威利父子公司授权译自英文版

图书在版编目(CIP)数据

形位公差——在设计·制造及检验中的应用/(德)乔奇·汉索
(G. Henzold) 著; 汪恺等译. -北京: 中国计量出版社, 1997. 12
ISBN 7-5026-1002-2

I. 形… II. ①汉…②汪… III. 形位公差 IV. TG801

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 19565 号

Handbook of Geometrical Tolerancing
Design, Manufacturing and Inspection
G. Henzold

John Wiley & Sons Ltd 1995

All rights reserved.

No part of this book may be reproduced by any means,
or transmitted, or translated into a machine language
without the written permission of the publisher.

Authorised Translation from English language edition
published by John Wiley & Sons Ltd.

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲2号

邮政编码 100012

河北永清第一胶印厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

*
850×1168毫米 32开本 印张12.75 字数 327千字
1997年12月第1版 1997年12月第1次印刷

*
印数1—3500 定价: 20.00元

1997
12月

译 者 序

几何公差（形状和位置公差，下同）及其在国际范畴的标准化，是自1947年以来在国际标准化组织（ISO/TC 10/SC 5）中一直致力发展和研究的重要课题。德国标准化协会（DIN）在西门子、申克等大型企业的支持下，在几何公差的理论、生产实践中的应用及其标准化等各个方面均走在世界前列。ISO所发布的部分几何公差方面的标准，也是基于DIN标准制订的。

本书作者乔奇·汉索在西门子公司长期从事工程技术及标准化工作。他是DIN的全国几何公差标准化委员会主席、ISO/TC10/SC5的长期代表、ISO/TC 3（极限与配合）主席、ISO/TC 57（表面特征和计量）长期代表。由于他长期有效地工作，对几何公差的理论发展和应用以及推动ISO标准的制订和修订均作出了卓越的贡献。乔奇·汉索除十分熟悉ISO及DIN的情况外，还对美、英、法、日、东欧等国家标准进行了深入的研究，也多次与我国专家交流与探讨。汉索先生是世界公认的几何公差方面的专家，他的深厚的理论基础，丰富的实践经验，以及广泛的国内外信息是本书成功的基础。

本书从解决设计、制造和检验的实际问题出发，结合当今几何公差发展的最新理论，以大量的示例、图表和实用数据向读者介绍了几何公差的标注原则；公差带理论；替代要素的理论及三坐标测量机的应用；最大实体要求、最小实体要求及可逆要求的理论及应用示例；与功能等有关的公差标注；几何误差的检测以及ISO与一些国家标准的异同等内容。

全书深入浅出，从实际出发，内容丰富，代表了当前几何公

差技术领域的水平，已译成英文、法文、日文、俄文及中文五种文字版本，前4种已在世界各地发行。

本书中所涉及的术语及标注形式是基于ISO和DIN的规定。由于我国标准并非等同而是等效采用国际标准，有些规定与ISO不完全一样。因此该书中的一些提法与我国不同，如将“形状和位置公差”称为“几何公差”，基准符号采用ISO符号，将“端面跳动”称“轴向跳动”，将形位公差的“理想要素”称“公称要素”等。在书中有些概念和提法也与我国不尽相同，如涉及到“边界”时，作者则称为“状态”；如有时的“最大实体状态”实际上是“最大实体边界”；又如定位公差的半值概念在我国标准中早已被全值概念所替代。译者为忠于原文，也为了让读者了解当前国际上有些概念尚未完全统一的实际情况，在译文中严格保持了原书的风格，但结合我国情况进行了必要的译注，请读者注意。

我们将此书介绍给大家，作为贯彻形位公差新标准、了解国际标准化情况的一本十分有用的参考书，希望能达到此目的。

本书前言、第1章～第9章由汪恺翻译，第10～17章由石梅翻译，第18～21章由刘巽尔翻译。全书由汪恺、刘巽尔审校。限于译者水平，错误之处敬请批评指正。

译者

1997年8月

前 言

技术的发展引导着对高性能、高效率、低污染和高可靠性的生产和经济性与合理化要求的紧迫感，以及按许可证和转包合同所进行的大规模的合作，由此而需要符合功能、制造和检验要求的完整的规定公差的图样。

“完整的规定公差”系指工件几何要素的几何（形状、尺寸、方向和位置）要求应完整地规定公差。不应留下需制造者和检验者个别判断的项目，只有用这种方法才能实现工件的特定功能以及在制造和检验时，经济性和合理性被充分利用。

本书阐述了有关这方面几何公差*的表示方法。介绍了在此领域内国际标准 ISO 的内容。指出了美国标准 ANSI Y 14.5M，东欧标准和 ISO 标准的不同，介绍了英国标准 BS 308 和德国标准 (DIN 标准) 中的有关规定，也指出了在几何公差范畴内进一步的发展趋势。

该书介绍了几何误差的检验原则，同时也介绍了适用于检验的公差标注基础。

该书提供了适用于不同功能要求的示例和几何公差表示法的导则。

该书对学生来说是一本指导几何公差表示方法的书籍，同时也会对此领域内从事设计、制造和检验工作者有所帮助。

作者集多年来在 ISO 精心工作、在工厂和教育界所作的各种有关几何公差的讲座和研讨所积累的丰富实践经验写出此书。欢

* 即形状和位置公差，下同。——译者注

迎读者提出改进的建议和意见。

该书提供了作者对各类标准的看法，是专为培训而写的。如对原标准有意见，则应另作商讨。

作者本人是机械动力制造工厂标准化部门的经理，是德国标准化协会 (DIN) 和欧洲标准化委员会 (CEN) 几何公差领域标准化委员会的主席，是国际标准化组织 (ISO) 有关委员会的长期代表。

在该书中，根据 ISO 标准，对几何公差表示方法的各个方面进行了详尽的阐述。书中提供了必要的背景信息和企业中实际使用的各种示例，并对美国标准 ANSI Y 14.5M，英国标准 BS 308，德国标准 (DIN) 和东欧标准作了对比。

标 记

A	读数,测得数值	d	直径
B	带	e	局部误差
C	主要尺寸	h	高度
H	高度	k	修正因子
I	实际尺寸	l	长度
L	长度	n	数
Ma	最大实体尺寸(MMS)	p	坐标
Mi	最小实体尺寸(LMS)	q	坐标
N	数	r	半径
P	配合尺寸或含量或统计概 率或节距	s	间隙
R	读数的计算值	t	几何公差
T	尺寸公差	u	测量的不确定度
Va	最大实体实效尺寸 (MMVS)	x	坐标
Vi	最小实体实效尺寸 (LMVS)	y	坐标
Z	中心	z	坐标
a	偏离或变动	Δ	差异
b	宽度	α	角度
c	距离或统计公差的安全因 素	β	角度
		γ	角度
		δ	按 ISO1101 规定的误差
		λ	截距,波长

下标

a	同轴度或算术的	ö	局部
b	线轮廓度	p	平行度或点
c	位置或截面	q	长向截面轮廓
d	方向	r	圆度或右边
e	平面度或外部的	s	对称度或统计的
f	形状	t	全跳动
g	直线度	th	理论正确
h	面轮廓度	u	方向或位置或下方
i	内部的	v	扭曲
k	相交	w	倾斜度
l	跳动或左边	x	x 方向
m	测得值或中心	y	y 方向
n	垂直度	z	z 方向
o	位置	Z	圆柱度

缩 写

AVG	平均	MIC	最大内接圆
BASIC	理论正确尺寸	MMC	最大实体状态
DIA	直径	MMR	最大实体要求
D&T	尺寸标注与公差标注	MMS	最大实体尺寸
FIM	指示器移动全量	MMVC	最大实体实效状态
FIR	指示器读数全值		
FRTZF	要素相互间公差带的几何图框	MMVS	最大实体实效尺寸
GD&T	几何尺寸和公差注法	MZC	最小区域圆
GPS	产品几何规范	PD	中径, 节径
LD	最小直径	PLTZF	成组要素定位公差带的几何图框
LMC	最小实体状态		
LMR	最小实体要求	RFS	与要素尺寸无关
LMS	最小实体尺寸	SEP REQT	分别要求
LMVC	最小实体实效状态	SIM REQT	同时要求
LMVS	最小实体实效尺寸	TIR	指示器读数总值
LSC	最小二乘圆	TP	真实位置, 理论正确位置
MCC	最小外接圆		
MD	大径	VD&T	矢量尺寸和公差注法

目 录

前 言	(I)
标 记	(III)
缩 写	(V)
1 表面特性	(1)
2 公差标注的原则	(7)
3 几何公差的标注原则	(9)
3.1 符号	(9)
3.2 几何公差的定义	(13)
3.3 公差带	(23)
3.4 基准	(32)
3.5 轴线和中心面	(36)
3.6 螺纹、齿轮和花键	(40)
3.7 倾斜度公差和角度尺寸公差	(40)
3.8 扭曲公差	(41)
4 轮廓度公差标注	(43)
5 圆锥的公差标注	(46)
5.1 通则	(46)
5.2 圆锥面的形状公差和尺寸标注	(47)
5.3 圆锥面的轴向位置的公差标注	(48)
5.4 圆锥面的方向和径向位置的公差标注	(51)
5.5 圆锥的形状、方向和径向、轴向位置公差标注 的关联形状公差	(53)
5.6 几种圆锥公差注法的关系	(53)

6	位置度公差标注	(56)
6.1	定义	(56)
6.2	理论正确尺寸	(56)
6.3	位置度公差带的形状	(58)
6.4	圆上的位置度公差	(60)
6.5	相对于基准的位置度公差	(60)
6.6	公差组合	(61)
6.7	位置度公差的计算	(63)
6.8	位置度公差标注的优点	(67)
7	延伸公差带	(70)
8	替代要素	(73)
8.1	通则	(73)
8.2	矢量的尺寸标注和公差标注	(77)
8.3	不同体系的比较	(89)
8.4	体系间的转换,体系的组合	(97)
9	最大实体要求	(98)
9.1	定义	(98)
9.2	最大实体要求的说明	(99)
9.3	最大实体要求的应用	(102)
9.4	培训	(114)
10	包容要求	(116)
10.1	定义	(116)
10.2	包容要求的应用	(116)
10.3	尺寸公差范围内的横截面	(119)
11	最小实体要求	(121)
11.1	定义	(121)
11.2	最小实体要求的说明	(121)
11.3	最小实体要求的应用	(122)
12	挠性零件的公差标注	(127)
13	公差链(公差的累积)	(129)

14	统计公差	(137)
15	在加工过程中如何保证几何公差的要求	(146)
15.1	加工的影响	(146)
15.2	对加工的建议	(149)
16	一般几何公差	(152)
16.1	一般几何公差要求	(152)
16.2	一般公差的理论	(152)
16.3	一般几何公差的由来及应用	(154)
16.4	基准	(162)
16.5	图样标注	(162)
16.6	附加于一般形状公差的包容要求	(163)
16.7	根据 ISO 2768-2 一般几何公差的应用	(163)
16.8	铸件的一般公差	(166)
16.9	焊接件的一般公差	(166)
17	公差标注原则	(167)
17.1	功能限制	(167)
17.2	完整地对外形标注公差的要求	(167)
17.3	历史情况	(168)
17.4	独立原则	(170)
17.5	图样标记	(174)
17.6	相关原则	(174)
17.7	公差标注原则的选用	(175)
18	几何误差的检测	(177)
18.1	概述	(177)
18.2	术语	(178)
18.3	工件的找正	(180)
18.4	基准要素与被测要素的转换	(186)
18.5	简化的检测方法	(187)
18.6	测量的评定	(189)
18.7	检测方法	(191)

18.8	螺纹要素的几何误差评定	(254)
18.9	描述与检测方案	(259)
18.10	圆度与波纹度的分离	(266)
18.11	测量不确定度	(273)
19	与功能、制造和检测有关的几何公差标注	(276)
19.1	定义	(276)
19.2	尺寸与公差标注的方法	(283)
19.3	与功能有关的几何公差标注的评定	(284)
19.4	优化尺寸与公差标注的评定	(286)
20	几何公差标注示例	(287)
20.1	几何公差标注的限定	(287)
20.2	截面线公差	(289)
20.3	轮廓度公差	(290)
20.4	平面的位置	(291)
20.5	垂直度公差的不同组合	(293)
20.6	轴线和中心平面的位置	(293)
20.7	基准	(300)
20.8	间隙配合	(306)
20.9	过盈配合和运动要求	(332)
20.10	距离和厚度	(335)
20.11	最大和最小实体尺寸时的理想几何形状	(341)
20.12	键槽	(343)
20.13	紧固件用的孔	(346)
20.14	挠性零件	(348)
21	ISO 标准与其他标准的不同	(350)
21.1	ANSI Y14.5M, ANSI B89.3.1	(350)
21.2	BS 308	(368)
21.3	DIN 7167 及根据 DIN 406 和 DIN 7182 的以前的惯例	(370)
21.4	经互会标准	(372)

22 ISO 标准一览表	(375)
标准	(385)
参考文献	(388)

1 表面特性

零件能否达到功能要求，取决于它的内在特性（材料性质；内部开裂，如缩孔；内部不完整，如偏折）和表面状况。

表面状况包括表面边缘的情况。它们是化学的、机械的和几何特性的综合。

化学和机械的特性包括化学成分、粒度、硬度、强度和均匀度。表面边缘的特性在上述方面可能与中心部位不同。

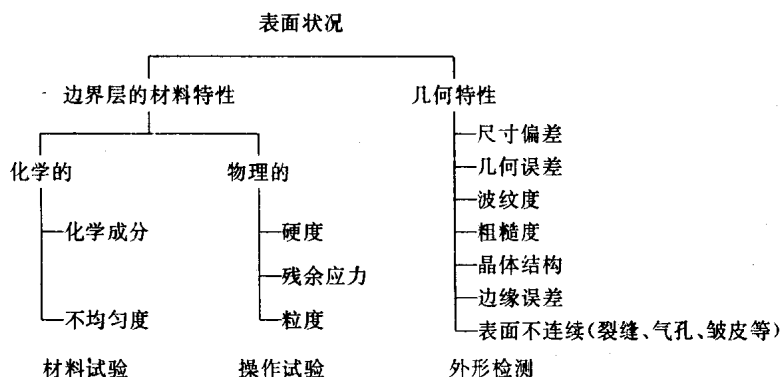


图 1.1 表面特性及其试验和检测

几何特性是相对于零件几何理想要素的偏离状况。几何理想要素是整个工件上具有唯一的理想正确形状的各部分（如平面、圆柱面、球面、圆锥面和曲面），由此可导出如轴线、截面线、母线、最高点的线和边界线（图 1.2）。

几何误差包括：

- 尺寸偏差
- 波纹度
- 形状误差
- 粗糙度

- 定向误差
- 表面不连续性
- 定位误差
- 边缘误差

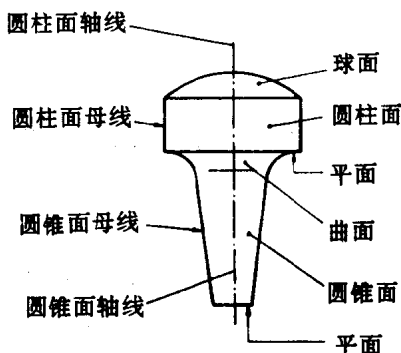


图 1.2 几何要素示例

尺寸偏差 实际尺寸与公称*尺寸的差异，即下述的差别：

- 局部实际尺寸与公称的线性尺寸或公称角度尺寸的差异。
- 实际替代尺寸与公称替代尺寸的差异（见 8）。

局部实际线性尺寸是由两点法测得的（ISO 8015, ISO 286）。
局部实际角度尺寸是由平均线测得的（ISO 8015, ISO 1947），见 3.7（图 3.42）。

同一工件上的相同几何要素的局部实际尺寸由于测量部位的不同其数值也不同。实际替代尺寸则是唯一的，因此它是一个工件整个几何要素的代表。

尺寸偏差是在整个几何要素上评定的。它主要是因刀具调整不精确和加工过程中的变动（如由于刀具磨损）而产生。

形状误差 形状误差是实际要素（几何要素、表面或线）相对其理想形状的偏离量（图 1.3）。如无另行规定，形状误差是在整个要素上或沿整个要素评定的。形状误差的产生是由于机床的导轨或支承的松动或误差、机床或工件的偏斜、工件装夹的误差、

* 公称尺寸即基本尺寸，下同。——译者注