



中华人民共和国国家标准

GB/T 10095.1—2022/ISO 1328-1:2013

代替GB/T 10095.1—2008

圆柱齿轮 ISO 齿面公差分级制 第1部分：齿面偏差的定义和允许值

Cylindrical gears—ISO system of flank tolerance classification—
Part 1: Definitions and allowable values of deviations relevant to flanks
of gear teeth

(ISO 1328-1:2013, IDT)

2022-10-12发布

2022-10-12实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言	I
引言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和符号.....	2
3.1 基本术语和符号	2
3.2 通用参数	7
3.3 齿距偏差	8
3.4 齿廓偏差	9
3.5 螺旋线偏差.....	13
4 ISO 齿面公差分级制的应用.....	15
4.1 通则.....	15
4.2 需要验证的几何参数.....	15
4.3 检测仪器的认证和不确定性.....	17
4.4 单项偏差测量的注意事项.....	17
4.5 齿面公差要求的规范.....	21
4.6 验收及评定标准.....	22
4.7 数据展示.....	22
5 公差值.....	22
5.1 通则.....	22
5.2 公式的使用.....	22
5.3 公差公式.....	23
附录 A(规范性)分段公差评价.....	25
附录B(规范性)采用二阶分析法评价齿廓和螺旋线偏差	28
附录C(资料性)齿廓和螺旋线数据滤波.....	31
附录D(资料性)齿距累积偏差.....	33
附录E(规范性)径向跳动的允许值.....	35
附录F(资料性)单面啮合综合测量.....	37
附录G(资料性)相邻齿距差 f 。	41
参考文献	42

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件是GB/T 10095《圆柱齿轮 ISO 齿面公差分级制》的第1部分。GB/T 10095已经发布了以下部分：

——第1部分：齿面偏差的定义和允许值；

——第2部分：径向综合偏差与径向跳动的定义和允许值。

本文件代替GB/T 10095.1—2008《圆柱齿轮精度制 第1部分：轮齿同侧齿面偏差的定义和允许值》，与GB/T 10095.1—2008相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了适用范围(见第1章，2008年版的第1章)；
- b) 更改了确定齿面公差的公式(见5.3, 2008年版的第6章)；
- c) 增加了修形齿廓和螺旋线的分析方法(见附录A 和附录B)；
- d) 增加了径向跳动的允许值计算(见附录 E)。

本文件等同采用ISO 1328-1:2013《圆柱齿轮 ISO 齿面公差分级制第1部分：齿面偏差的定义和允许值》。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国齿轮标准化技术委员会(SAC/TC 52)提出并归口。

本文件起草单位：郑州机械研究所有限公司、北京工业大学、宁波中大力德智能传动股份有限公司、浙江双环传动机械股份有限公司、南京高精齿轮集团有限公司、西安法士特汽车传动有限公司、江苏国茂减速机股份有限公司、浙江丰立智能科技股份有限公司、深圳市兆威机电股份有限公司、浙江夏厦精密制造股份有限公司、河南科技大学、重庆大学、郑州天时海洋石油装备有限公司、哈尔滨精达测量仪器有限公司、湖南磐钻传动科技有限公司、东莞市星火齿轮有限公司、中铁工程服务有限公司。

本文件主要起草人：石照耀、王志刚、于渤、王伟、范瑞丽、岑国建、吴长鸿、汪正兵、严鉴铂、黄晓英、李清、王友利、辛栋、谢桂平、王笑一、周广才、徐家科、敬代云、童爱军、寇植达、陈永洪、王建敏、周长江、李海霞、纪谢茹、任继华、庄元顺、赵凤霞、徐珂。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

——1988年首次发布GB/T 10095—1988；

——2001年第一次修订时分为部分出版，本文件对应GB/T 10095.1—2001《渐开线圆柱齿轮精度第1部分：轮齿同侧齿面偏差的定义和允许值》；2008年第二次修订；

——本次为第三次修订。

引 言

GB/T 10095《圆柱齿轮 ISO 齿面公差分级制》在我国齿轮行业广泛使用，完善了我国的齿轮标准体系，促进了我国齿轮产品与国际接轨。

依据测量原理、测量装备和评价方法的不同，GB/T 10095《圆柱齿轮 ISO 齿面公差分级制》拟由两个部分构成：

——第1部分：齿面偏差的定义和允许值；

——第2部分：双侧齿面径向综合偏差的定义和允许值。

本文件主要说明对于单个齿轮齿面的基本偏差(齿距偏差、齿廓偏差、螺旋线偏差和径向跳动)的各个精度等级的公差计算方法；精度等级定为11级，从高到低为1级到11级；测量方法基于单个圆柱齿轮单侧齿面的坐标式测量，使用坐标类测量仪。

圆柱齿轮 ISO 齿面公差分级制

第1部分：齿面偏差的定义和允许值

重要提示：强烈建议本文件的使用者均应非常熟悉 ISO/TR 10064-1 所描述的方法和步骤。在本文件的限制范围内，不宜使用ISO/TR 10064-1以外的技术。

警告：使用齿面公差等级来判定齿轮的性能，判定者应在特定工况条件下具有丰富的实践经验。本文件的使用者应注意，不应直接根据尚未装配（散件）齿轮的公差值来判断装配后齿轮的使用性能。

1 范围

本文件规定了单个渐开线圆柱齿轮齿面的制造和合格判定的公差分级制，还规定了各项齿面公差的术语、齿面公差分级制的结构和允许值。

本文件提供了齿轮供需双方参考的公差值。按照公差值由小到大的顺序，定义了11个齿面公差等级，从1级到11级。5.3提供了公差值计算公式，应用范围如下：

- $5 \leq z \leq 1000$;
- $5 \text{ mm} \leq d \leq 15000 \text{ mm}$;
- $0.5 \text{ mm} \leq m_o \leq 70 \text{ mm}$;
- $4 \text{ mm} \leq b \leq 1200 \text{ mm}$;
- $\beta \leq 45^\circ$ 。

其中：

- z —— 齿数；
- d —— 分度圆直径；
- m_o —— 法向模数；
- b —— 齿宽（轴向）；
- β —— 螺旋角。

本文件必需和可选的测量方法，见第4章。

本文件不包括齿轮设计。

本文件不涉及齿面纹理。关于齿面结构的其他信息，见 ISO/TR 10064-4。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

ISO 701 齿轮几何要素代号(International gear notation—Symbols for geometrical data)

注：GB/T 2821—2003 齿轮几何要素代号(ISO 701:1998, IDT)

ISO 1122-1 齿轮术语和定义第1部分：几何学定义(Vocabulary of gear terms—Part 1:Definitions related to geometry)

注：GB/T 3374.1—2010¹⁾ 齿轮术语和定义第1部分：几何学定义(ISO 1122-1:1998, IDT)

1) 不含ISO 1122-1:1998/Cor.1:1999和ISO 1122-1:1998/Cor.2:2009。

GB/T 10095.1—2022/ISO 1328-1:2013

ISO 1328-2 圆柱齿轮 精度制 第2部分：径向综合偏差与径向跳动的定义和允许值
(Cylindrical gears—ISO system of accuracy—Part 2:Definitions and allowable values of deviations relevant to radial composite deviations and runout information)

注：GB/T 10095.2-2008 圆柱齿轮精度制第2部分：径向综合偏差与径向跳动的定义和允许值(ISO 1328-2:1997,IDT)

ISO/TR 10064-1 检验实施规范第1部分：轮齿同侧齿面的检验(Code of inspection practice—Part 1:Inspection of corresponding flanks of gear teeth)

注：GB/Z 18620.1-2008 圆柱齿轮检验实施规范第1部分：轮齿同侧齿面的检验(ISO/TR 10064-1:1992, IDT)

ISO/TS 16610-1 产品几何技术规范(GPS) 滤波第1部分：概述和基本概念[Geometrical product specifications(GPS)—Filtration—Part 1:Overview and basic concepts]

注：GB/Z 26958.1-2011 产品几何技术规范(GPS) 滤波第1部分：概述和基本概念(ISO/TS 16610-1:2006, IDT)

ISO 16610-21 产品几何技术规范(GPS) 滤波第21部分：线性轮廓滤波器 高斯滤波器
[Geometrical product specifications(GPS)—Filtration—Part 21:Linear profile filters:Gaussian filters]

注：GB/T 26958.21-2020 产品几何技术规范(GPS) 滤波 第21部分：线性轮廓滤波器 高斯滤波器
(ISO 16610-21:2011,IDT)

ISO 21771 齿轮渐开线圆柱齿轮和齿轮副概念和几何学(Gears—Cylindrical involute gears and gear pairs—Concepts and geometry)

3 术语、定义和符号

下列术语、定义和符号适用于本文件。

3.1 基本术语和符号

注1:关于齿轮几何术语的其他定义，见ISO 701、ISO 1122-1和ISO 21771。

注2:本文件中的一些符号和术语可能与其他文件和国际标准中的符号和术语不相同。

注3:本文件使用的术语和符号分两个表按字母顺序排列。按术语的英文对应词字母顺序排列见表1,按符号的字母顺序排列见表2.表1中的术语经文字整理后构成逻辑性的术语组。角标“T”应用于公差值符号。

表 1 按术语的英文对应词字母顺序排列的术语和符号

术语	符号	单位
有效齿顶圆直径	ds	mm
有效齿顶点(有效齿顶圆与啮合线的交点)	N.	
相邻齿距差	f.	μm
相邻齿距差的公差	fur	μm
任一相邻齿距差	fu	μm
修根量(齿根)	C	μm
修缘量(齿顶)	C.	μm
基圆直径	ds	mm
接触斑点评价	Cp	—
啮合线与基圆相切的点	T	

表 1 按术语的英文对应词字母顺序排列的术语和符号(续)

术语	符号	单位
任一齿距累积偏差(任一分度偏差)		μm
齿距累积总偏差(总分度偏差)	F,	μm
齿距(分度)累积总公差	F _{pr}	μm
齿宽(轴向)	b	mm
齿面公差等级	A	
螺旋角	β	(°)
螺旋线总偏差	F	μm
螺旋线计值长度	L	mm
螺旋线形状偏差	f _a	μm
螺旋线形状滤波器截止波长	λ_p	mm
螺旋线形状公差	f _{ar}	μm
螺旋线倾斜偏差	f _H	μm
螺旋线倾斜公差	f _{nr}	μm
螺旋线总公差	F	μm
任一径向测量距离	r;	μm
啮合线长度	g.	mm
最大修缘长度	L _{ca, max}	mm
最大修根长度	L _{cm}	mm
测量圆直径	d _M	mm
齿廓中部区域	L.	—
最小修缘长度	L _{cm}	mm
最小修根长度	L _{ca1, min}	mm
法向模数	m _o	mm
齿数	z	
扇形区内齿距数	k	
测量圆上的端面齿距	p _{oM}	mm
节点	C	
齿距跨度偏差	F	μm
齿廓控制圆直径	d _c	mm
齿廓总偏差	F.	μm
齿廓计值长度	L _o	mm
齿廓形状偏差	f _i	μm
齿廓形状滤波器截止波长	λ_o	mm
齿廓形状公差	f _{ar}	μm

表 1 按术语的英文对应词字母顺序排列的术语和符号(续)

术语	符号	单位
齿廓倾斜偏差	fHa	μm
齿廓倾斜公差	fHar	μm
齿廓总公差	F. r	μm
一齿径向综合偏差*	fa	μm
径向综合总偏差	Fa	μm
分度圆直径	d	mm
齿根成形圆直径	dp	mm
修根区域	Lc	
径向跳动	F,	μm
k个齿距累积偏差	F	μm
k个齿距累积公差	FpT	μm
切向综合总偏差	F	μm
切向综合总公差	Far	μm
一齿切向综合偏差	f.	μm
一齿切向综合公差	fur	μm
单个齿距偏差	f,	μm
任一单个齿距偏差	f	μm
单个齿距公差	fot	μm
有效齿根圆直径	dM	mm
有效齿根点(有效齿根圆与啮合线的交点)	N	—
齿顶倒角	h	mm
齿顶圆直径	d,	mm
齿顶成形圆直径	dr.	mm
修缘区域	Lc	—
齿厚	s	mm
节圆直径	d.	mm
端面啮合角	amt	(°)
在ISO 1328-2中给出。		

表 2 按符号的字母顺序排列的符号和术语

符号	术语	单位
A	齿面公差等级	
b	齿宽(轴向)	mm

表 2 按符号的字母顺序排列的符号和术语(续)

符号	术语	单位
C	节点	
C.	修缘量(齿顶)	μm
C	修根量(齿根)	μm
cp	接触斑点评价	
d	分度圆直径	mm
d.	齿顶圆直径	mm
db	基圆直径	mm
dc	齿廓控制圆直径	mm
dp	齿顶成形圆直径	mm
dp	齿根成形圆直径	mm
dM	测量圆直径	mm
dn	有效齿顶圆直径	mm
dN	有效齿根圆直径	mm
d.	节圆直径	mm
F	径向综合总偏差	μm
F _o	切向综合总偏差	μm
F _a	切向综合总公差	μm
F _i	齿距累积总偏差(总分度偏差)	μm
F	任一齿距累积偏差(任一分度偏差)	μm
F	k个齿距累积偏差	μm
F _{pkT}	k个齿距累积公差	μm
F _{pr}	齿距(分度)累积总公差	μm
F _{ps}	齿距跨度偏差	μm
F _r	径向跳动	μm
F.	齿廓总偏差	μm
F.	齿廓总公差	μm
F _s	螺旋线总偏差	μm
F _r	螺旋线总公差	μm
f	齿廓形状偏差	μm
f _{iar}	齿廓形状公差	μm
f _a	螺旋线形状偏差	μm
f _{rr}	螺旋线形状公差	μm
fH _o	齿廓倾斜偏差	μm
fHar	齿廓倾斜公差	μm

表 2 按符号的字母顺序排列的符号和术语(续)

符号	术语	单位
fHp	螺旋线倾斜偏差	μm
fHpr	螺旋线倾斜公差	μm
fa	一齿径向综合偏差	μm
f.	一齿切向综合偏差	μm
fur	一齿切向综合公差	μm
f,	单个齿距偏差	μm
fpi	任一单个齿距偏差	μm
fpr	单个齿距公差	μm
f.	相邻齿距差	μm
fu	任一相邻齿距差	μm
ft	相邻齿距差的公差	μm
g _o	啮合线长度	mm
h	齿顶倒角	mm
k	扇形区内齿距数	
L.	齿廓中部区域	
Lc	修缘区域	—
Lca	修根区域	
Lcm	最大修缘长度	mm
Lc	最小修缘长度	mm
Lcai.m	最大修根长度	mm
Lc	最小修根长度	mm
L.	齿廓计值长度	mm
Lp	螺旋线计值长度	mm
mn	法向模数	mm
N.	有效齿顶点(有效齿顶圆与啮合线的交点)	—
N	有效齿根点(有效齿根圆与啮合线的交点)	
PeM	测量圆上的端面齿距	mm
r;	任一径向测量距离	μm
s	齿厚	mm
T	啮合线与基圆相切的点	
z	齿数	-
awt	端面啮合角	()
β	螺旋角	()
λ .	齿廓形状滤波器截止波长	mm
λ p	螺旋线形状滤波器截止波长	mm

在ISO 1328-2中给出。

3.2 通用参数

3.2.1

分度圆直径 reference diameter

d

齿轮分度圆的直径。

注1:分度圆直径用于计算公差值。

注2:见ISO 21771:2007中4.2.4.

3.2.2

测量圆直径 measurement diameter

d_M

在测量螺旋线、齿距和齿厚偏差时,测头与齿面接触处所在圆的直径,该圆与基准轴线(3.2.7)同心。

注1:测量圆通常靠近齿面的中部。

注2:见ISO/TR 10064-3。

3.2.3

齿廓形状滤波器截止波长 profile form filter cutoff

λ 。

设定的渐开线齿廓测量数据波幅值的50%可通过高斯低通滤波器、只输出包含较长波偏差的波长。

注:见4.4.6和附录C。

3.2.4

螺旋线形状滤波器截止波长 helix form filter cutoff

λ_p

设定的螺旋线测量数据波幅值的50%可通过高斯低通滤波器、只输出包含较长波偏差的波长。

注:见4.4.6和附录C。

3.2.5

展开长度 roll pathlength;length of roll

端平面内,从基圆切点到渐开线齿廓上给定点沿基圆切线的直线距离。

注1:展开长度可替代展开角,规定被选定的渐开线齿廓上的直径位置。

注2:见图1和ISO 21771:2007中的4.3.8.

3.2.6

啮合线长度 length of path of contact

g

从有效齿根点 N_1 到齿顶成形点 F ,或到由于配对齿轮根切导致啮合终止的位置点(有效齿顶点 N_2)的展开长度(3.2.5)。

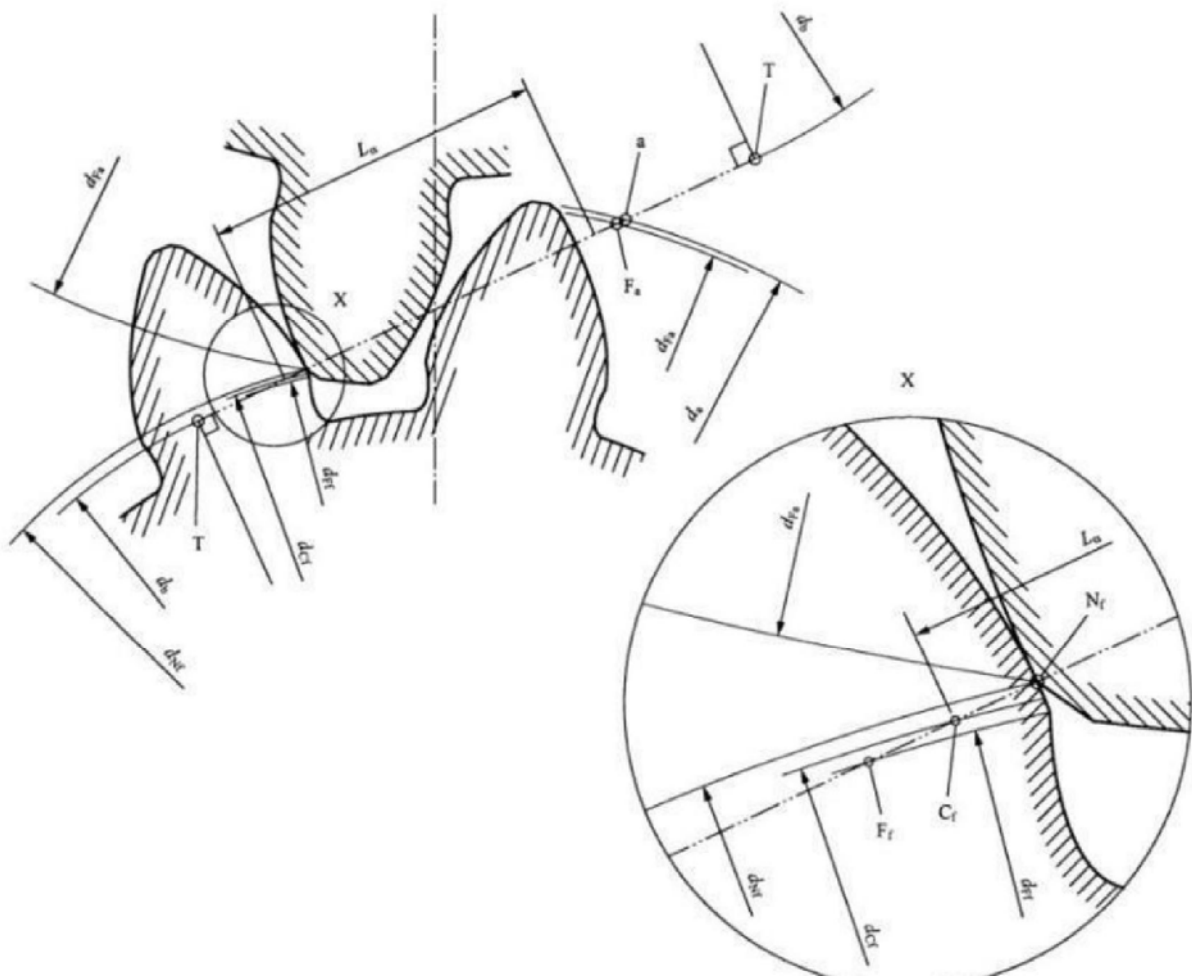
3.2.7

基准轴线 datum axis

用来定义齿轮偏差项目(特别是齿距、齿廓和螺旋线偏差)的轴线。

注1:齿轮的基准轴线由基准面决定。

注2:见ISO/TR 10064-3.



标引符号说明:

L_a——齿廓计值长度。

啮合线上的点:

a——齿顶点;

C——齿廓控制点;

F_a——齿顶成形点;

F_r——齿根成形点;

N_r——有效齿根点;

T——基圆切点。

— · — · — 啮合线。

直径:

d_a——齿顶圆直径;

d_p——基圆直径;

d_c——齿廓控制圆直径;

d_p——齿顶成形圆直径(齿顶渐开线端点直径);

d_f——齿根成形圆直径(齿根渐开线端点直径);

d_n——有效齿根圆直径。

注: 对于配对齿轮, 直径有相同的符号, 但数值不同。

图 1 外啮合齿轮副的直径和展开长度

3.3 齿距偏差

3.3.1

任一单个齿距偏差 individual single pitch deviation

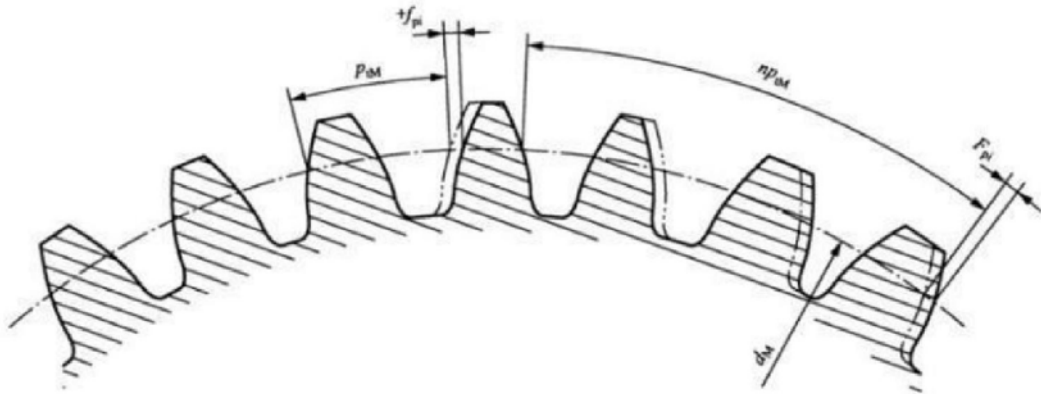
f_{pi}

在齿轮的端平面内、测量圆上, 实际齿距与理论齿距的代数差。

注1: 该偏差是任一齿面相对于相邻同侧齿面偏离其理论位置的位移量。

注2: 左侧齿面及右侧齿面的f_{pi}值的个数均等于齿数。

注3: 见图2.



说明:

——— 理论的;

————— 实际的。

注: $p_M = \pi d_M / z$

图 2 齿距偏差

3.3.2

单个齿距偏差 single pitch deviation

f_p

所有任一单个齿距偏差 (3.3.1) 的最大绝对值。

注: $f_s = \max |f_{pi}|$.

3.3.3

任一齿距累积偏差 individual cumulative pitch deviation

任一分度偏差 individual index deviation

F_{pi}

n 个相邻齿距的弧长与理论弧长的代数差。

注1: n 的范围从1到z, 左侧齿面和右侧齿面F_{pi}值的个数均等于齿数。

注2: 理论上F_{pi}等于这n个齿距的任一单个齿距偏差 (3.3.1) 的代数和; 是相对于一个基准轮齿齿面, 任意轮齿齿面偏离其理论位置的位移量。

注3: 见图2和附录D。

3.3.4

齿距累积总偏差 total cumulative pitch deviation

总分度偏差 total index deviation

F_o

齿轮所有齿的指定齿面的任一齿距累积偏差 (3.3.3) 的最大代数差。

注 $F_p = F_o \cdot m - F_{pm}$.

3.4 齿廓偏差

3.4.1 齿廓偏差概述

3.4.1.1

齿廓控制圆直径 profile control diameter

齿廓评价起点圆直径 start of profile evaluation diameter

dcf

齿廓控制点C 所在圆的直径，超过该直径的齿廓部分与设计齿廓(3.4.2.1)一致。

注1：如果未指定dcf，有效齿根圆直径dm 可作为齿廓控制圆直径，见4.5最后一段。

注2：见图1和图3。

3.4.1.2

齿顶成形圆直径 tip form diameter

dp

除非另有规定，齿顶成形圆直径等于齿顶圆直径减去两倍的齿顶圆角半径或齿顶倒角高度。

注1：修顶(齿顶倒角或倒圆)位置，对于外齿轮为最小指定直径处，对于内齿轮为最大指定直径处。

注2：当名义渐开螺旋面和齿顶外圆柱面直接相交时，齿顶圆角半径为0，齿顶成形圆直径等于齿顶圆直径。

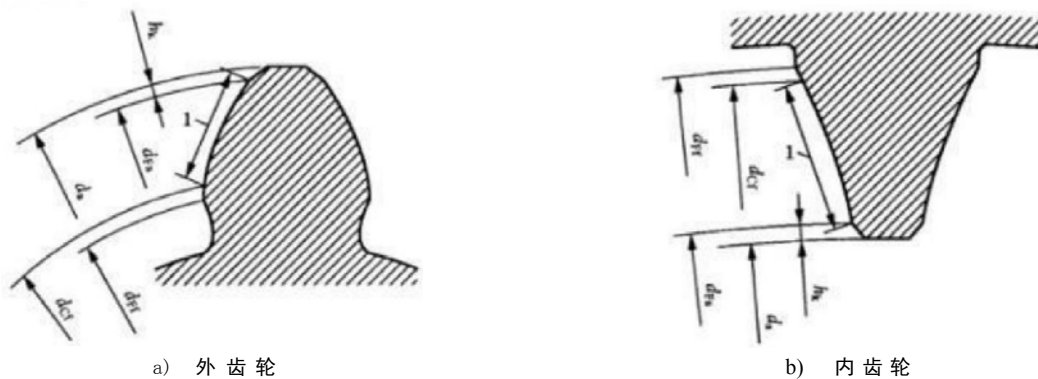
注3：见图1和图3。

3.4.1.3

被测齿廓 measured profile

齿廓测量时，测头沿齿面走过的齿廓部分，包含从齿廓控制圆直径da(3.4.1.1) 到齿顶成形圆直径dra(3.4.1.2) 在内的部分。

注：见图3。



标引序号说明：

1——被测齿廓。

图 3 被测齿廓

3.4.1.4

齿廓计值范围 profile evaluation range

对于被测齿廓(3.4.1.3)，从齿廓控制圆直径da(3.4.1.1) 到齿顶成形圆直径dp(3.4.1.2) 范围的 95%(从dc 算起)。另有规定时除外。

注：见图4~图8、4.4.8和ISO 21771。

3.4.1.5

齿廓计值长度 profile evaluation length

L

端平面上，齿廓计值范围(3.4.1.4)对应的展开长度(3.2.5)。

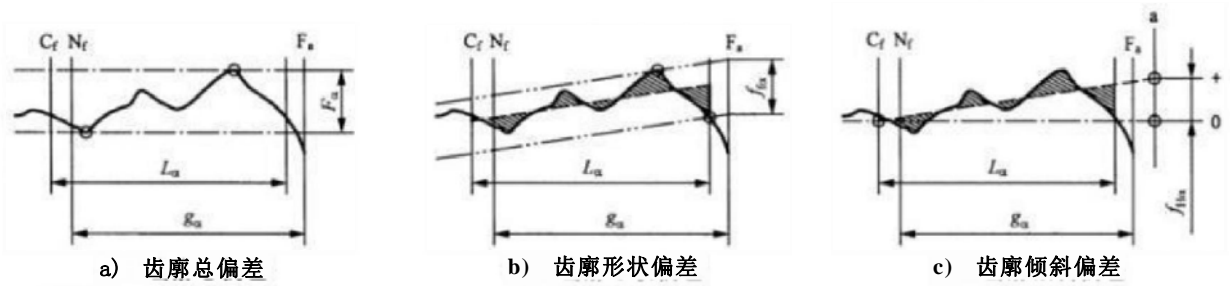
注：见图1。

3.4.1.6

齿廓偏差 profile deviation

被测齿廓(3.4.1.3)偏离设计齿廓(3.4.2.1)的量。

注：见图4~图8。

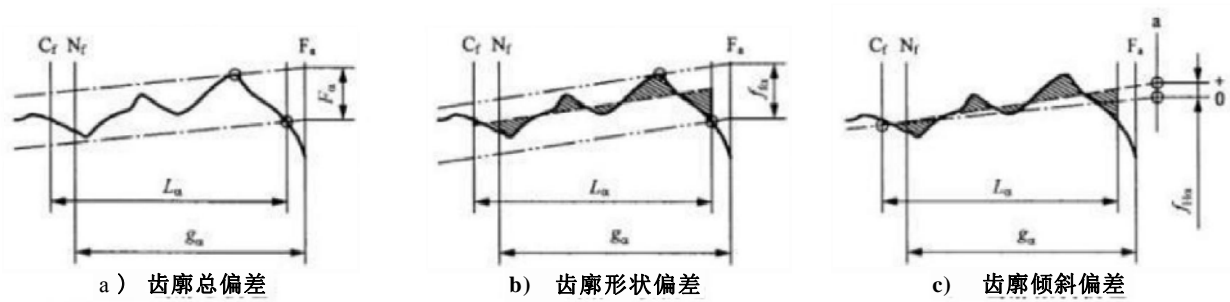


说明:

—— 被测齿廓;
- - - 设计齿廓平行线;
- · - · - 平均齿廓线;
- · - - 平均齿廓线平行线。

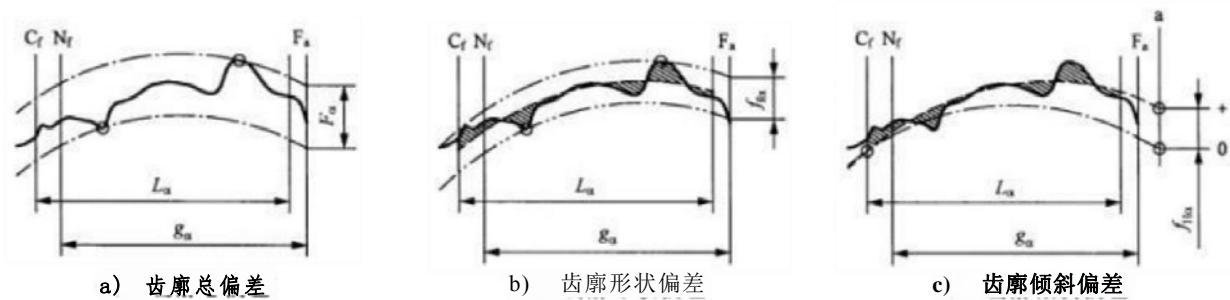
啮合线上的点:
C—— 齿廓控制点;
N—— 有效齿根点;
F—— 齿顶成形点(修顶起始处);
a—— 齿顶点。

图 4 渐开线未修形的齿廓偏差



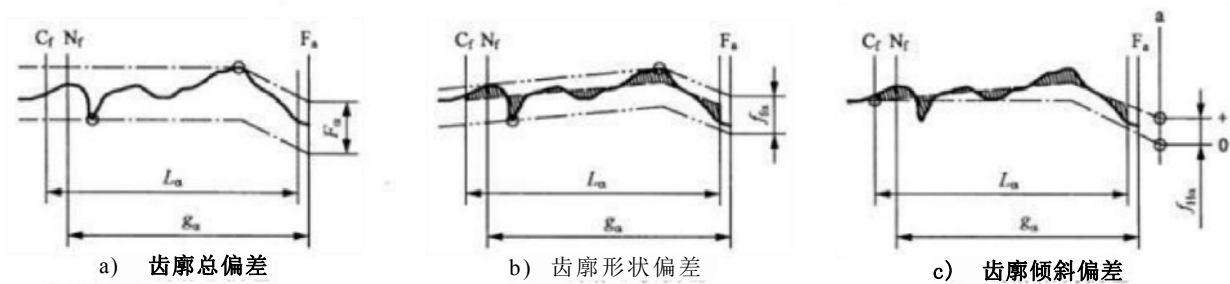
说明见图4。

图 5 压力角修形的齿廓偏差



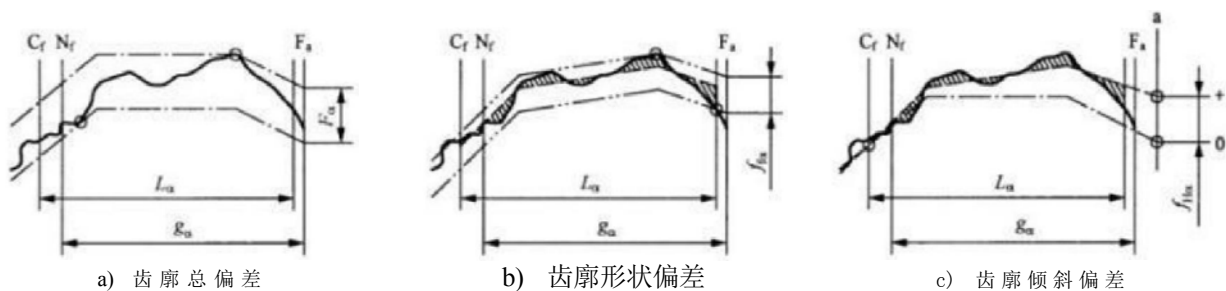
说明见图4。

图 6 齿廓鼓形修形的齿廓偏差



说明见图4。

图 7 齿顶修缘的齿廓偏差



说明见图4。

图 8 修缘与修根的齿廓偏差

3.4.2 齿廓偏差分析

3.4.2.1

设计齿廓 design profile

由设计者给定的齿廓。在展开图中，竖向代表对理论渐开线进行修正，横向代表沿基圆切线方向上的展开长度。

注1:未说明时，设计齿廓就是一条未修形的渐开线，在图4~图8中呈现为直线(以点划线表示)。

注2:见图4~图8。

3.4.2.2

平均齿廓线 mean profile line

与在齿廓计值范围(3.4.1.4)内测得迹线相匹配的、表达设计齿廓(3.4.2.1)总体趋势的直线(或曲线)。

注:生成方法见4.4.8.2。

3.4.2.3

齿廓总偏差 total profile deviation

F_p

在齿廓计值范围内(3.4.1.4),包容被测齿廓(3.4.1.3)的两条设计齿廓(3.4.2.1)平行线之间的距离。

注1:设计齿廓平行线与设计齿廓平行。

注2:见图4~图8和4.4.8.2。

3.4.2.4

齿廓形状偏差 profile form deviation

f_{ia}

在齿廓计值范围内(3.4.1.4),包容被测齿廓(3.4.1.3)的两条平均齿廓线(3.4.2.2)平行线之间的距离。

注1:平均齿廓线平行线与平均齿廓线平行。

注2:见图4~图8和4.4.8.2。

3.4.2.5

齿廓倾斜偏差 profile slope deviation

f_{Ha}

以齿廓控制圆直径 d_c 为起点，以平均齿廓线(3.4.2.2)的延长线与齿顶圆直径 d 的交点为终点，与这两点相交的两条设计齿廓(3.4.2.1)平行线间的距离。

注1:设计齿廓平行线与设计齿廓保持平行。

注2:见图4~图8。

3.5 螺旋线偏差

3.5.1 螺旋线偏差概述

3.5.1.1

被测螺旋线 measured helix

测量螺旋线时，两端面之间的齿面全长与测头接触的部分。如存在倒角、圆角及其他类型的修角，即为修角起始点间的部分。

3.5.1.2

螺旋线计值范围 helix evaluation range

两端面之间的齿面区域。如存在倒角、圆角及其他类型的修角，则为修角起始点间的齿面区域。在满足使用要求的前提下，除另有规定外，该区域沿轴线两端各减去5%的齿宽或一个模数的长度这两个数值中较小的一个。

注1: 齿轮设计者有责任使螺旋线计值范围满足使用要求。

注2: 见4.4.8.4。

3.5.1.3

螺旋线计值长度 helix evaluation length

L_p

螺旋线计值范围(3.5.1.2)的轴向长度。

3.5.1.4

螺旋线偏差 helix deviation

被测螺旋线(3.5.1.1)偏离设计螺旋线(3.5.2.1)的量。

注: 见图9~图13。

3.5.2 螺旋线偏差分析

3.5.2.1

设计螺旋线 design helix

由设计者给定的螺旋线，在展开图中，竖向代表对理论螺旋线进行的修正，横向代表齿宽。

注1: 未给定时，设计螺旋线是无修形的螺旋线。

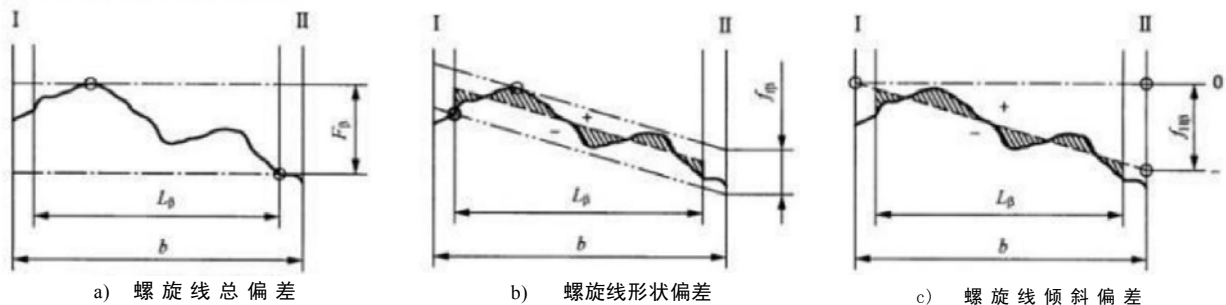
注2: 见图9~图13。

3.5.2.2

平均螺旋线 mean helix line

与测得迹线相匹配的、表达设计螺旋线(3.5.2.1)总体趋势的直线(或曲线)。

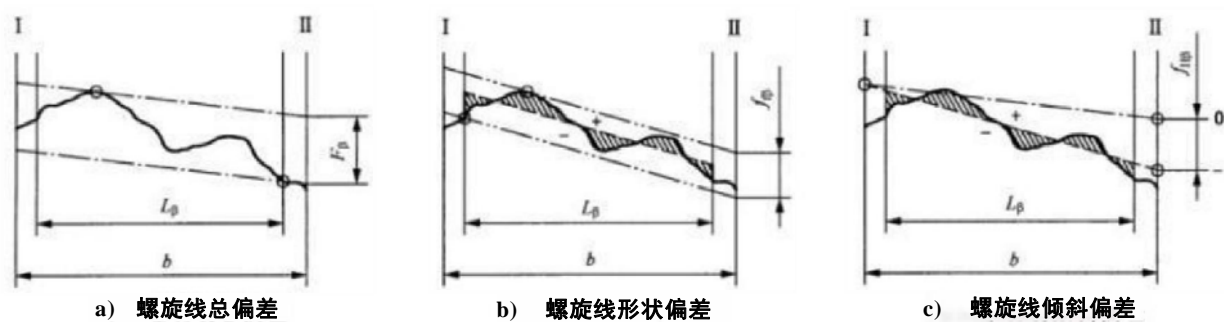
注: 使用方法见4.4.8.4。



说明:

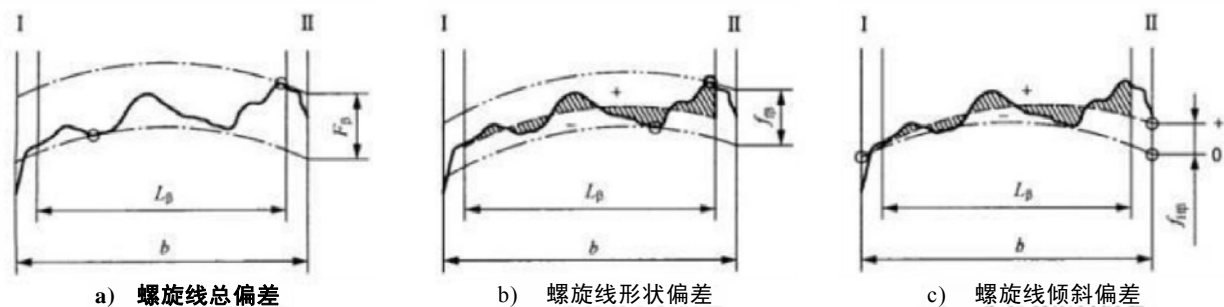
- 被测螺旋线;
- - - 平均螺旋线;
- · · 设计螺旋线平行线;
- - - 平均螺旋线平行线。

图 9 螺旋线未修形的螺旋线偏差



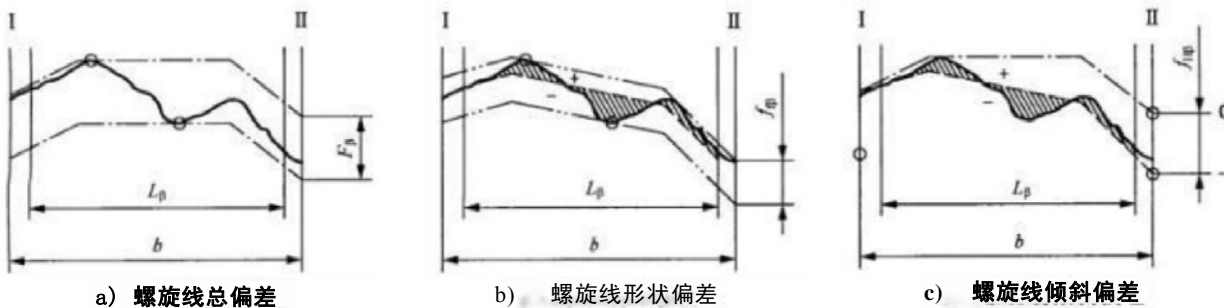
说明见图9。

图 10 螺旋角修形的螺旋线偏差



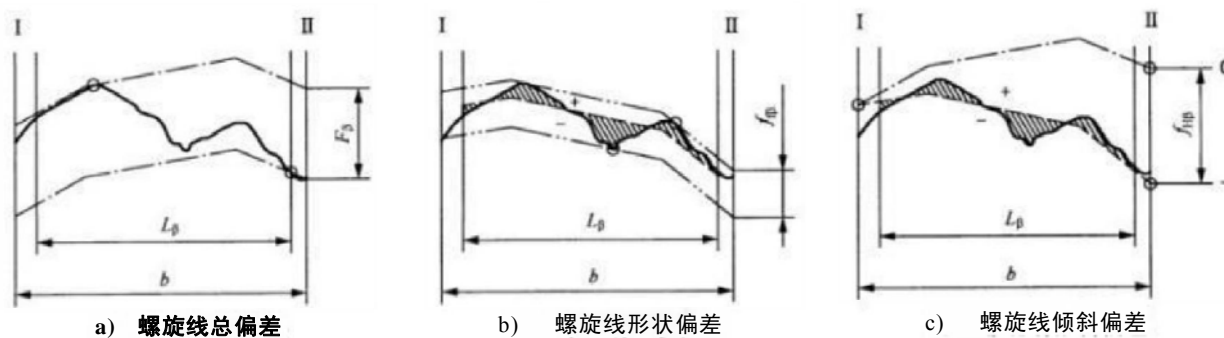
说明见图9。

图 11 螺旋线鼓形修形的螺旋线偏差



说明见图9。

图 12 螺旋线齿端修薄的螺旋线偏差



说明见图9。

图 13 螺旋角修形与齿端修薄的螺旋线偏差

3.5.2.3

螺旋线总偏差 total helix deviation

F

在螺旋线计值范围内(3.5.1.2),包容被测螺旋线(3.5.1.1)的两条设计螺旋线(3.5.2.1)平行线之间的距离。

注1:设计螺旋线平行线与设计螺旋线平行。

注2:见图9~图13和4.4.8.4。

3.5.2.4

螺旋线形状偏差 helix form deviation

f 细

在螺旋线计值范围内(3.5.1.2),包容被测螺旋线(3.5.1.1)的两条平均螺旋线(3.5.2.2)平行线之间的距离。

注1:平均螺旋线平行线与平均螺旋线平行。

注2:见图9~图13和4.4.8.4。

3.5.2.5

螺旋线倾斜偏差 helix slope deviation

fHp

在齿轮全齿宽**b**内,通过平均螺旋线(3.5.2.2)的延长线和两端面的交点的、两条设计螺旋线(3.5.2.1)平行线之间的距离。

注1:设计螺旋线平行线与设计螺旋线平行。

注2:见图9~图13。

注3:使用方法见4.4.8.4。

4 ISO齿面公差分级制的应用

4.1 通则

本文件提供了齿面精度分级公差,并推荐了未装配齿轮的测量要求。

某些能够保证测量效果的设计和应用,或在制造工艺中未描述的内容,应在合同文件中加以说明。

除非供需双方有特别的约定,具体的测量方法或文件不做强制规定。当某些情况超出了本文件的限定范围,则相应的测量方法应在加工齿轮前做好协商。

当按照本文件来规定齿面公差等级时,应使用4.6.1规定的标识。因为对照以前的版本,同一齿面公差等级对应不同的公差值。

4.2 需要验证的几何参数

表3中给出齿轮的几何特征可通过多种方法来测量。具体测量方法取决于公差的等级、相关的测量不确定度、齿轮的尺寸、生产数量、可用设备、齿坯精度和测量成本。直齿轮和斜齿轮的测量方法与检验实施在ISO/TR 10064-1中有说明。

表 3 参数定义和公差所在的位置

参数符号	测量描述	公差所在位置	定义所在位置
要素:			
F,	齿距累积总偏差	5.3.2	3.3.4
fp	单个齿距偏差	5.3.1	3.3.2
F.	齿廓总偏差	5.3.3.3	3.4.2.3
fi.	齿廓形状偏差	5.3.3.2	3.4.2.4
fHa	齿廓倾斜偏差	5.3.3.1	3.4.2.5
F,	螺旋线总偏差	5.3.4.3	3.5.2.3
fa	螺旋线形状偏差	5.3.4.2	3.5.2.4
fHp	螺旋线倾斜偏差	5.3.4.1	3.5.2.5
F,	径向跳动	E.4	E.3
F	k个齿距累积偏差	D.5	D.2
fu	相邻齿距差	G.2	G.1.2
综合:			
F。	切向综合总偏差	F.1.6	附录 F
f.	一齿切向综合偏差	F.1.5	F.1.5
cp	接触斑点评价(见ISO/TR 10064-4)	—	—
尺寸:			
5	齿厚(按ISO 21771规定)	—	—

符合ISO 齿面公差等级规定的齿轮应满足表4和表5中给出的适用于指定齿面公差等级和尺寸的所有单个偏差要求。

表4中列出了符合本文件要求应进行测量的最少参数。当供需双方同意时, 可用备选参数表替代默认参数表。选择默认参数表还是备选参数表取决于可用的测量设备。评价齿轮时可使用更高精度的齿面公差等级的参数列表。

通常, 轮齿两侧采用相同的公差。在某些情况下, 承载齿面可比非承载齿面或轻承载齿面规定更高的精度等级。此时, 应在齿轮工程图上说明, 并注明承载齿面。

表 4 被测量参数表

直径 mm	齿面公差等级	最少可接受参数	
		默认参数表	备选参数表
d≤4000	10~11	Fp, fp, s, F., F	s, cp, Fu*, fia
	7~9	Fp, fp, s, F., F,	s, cpb, F., f.
	1~6	F., fp, 5 F., fi, fH。 F., fo, fHp	5, cpb, F., f.
d>4000	7~11	F, fp, s, F., F	F., fo, s, (fn或cp)

根据ISO 1328-2, 仅限于齿轮尺寸不受限制时。
接触斑点的验收标准和测量方法未包含在本文件中, 如需采用, 应经供需双方同意。

表5典型测量方法及最少测量齿数

检查项目	典型测量方法	最少测量齿数
要素： F _a : 齿距累积总偏差	双测头 单测头	全齿 全齿
f _p : 单个齿距偏差	双测头 单测头	全齿 全齿
F _o : 齿廓总偏差 f _r : 齿廓形状偏差 f _{na} : 齿廓倾斜偏差	齿廓测量	3齿
F _o : 螺旋线总偏差 f _u : 螺旋线形状偏差 f _m : 螺旋线倾斜偏差	螺旋线测量	3齿
综合： F _o : 切向综合总偏差	—	全齿
f : 一齿切向综合偏差		全齿
cp: 接触斑点评价		3处
尺寸： s: 齿厚	齿厚卡尺 跨棒距或棒间距 跨齿测量距 综合测量	3齿 2处 2处 全齿

除非另有规定，制造商应选择：

- 采用的测量方法来自ISO/TR 10064-1中相关的描述和表5的说明；
- 与测量方法相关的测量设备被正确地校准；
- 齿轮测量时按照表5中规定的方法及最少测量齿数进行，且被测轮齿近似等距。

4.3 检测仪器的认证和不确定性

为了确保可追溯性，用来测量齿轮的设备应根据标准校准程序定期认证，例如ISO 18653的要求。应明确测量过程中的不确定性。

4.4 单项偏差测量的注意事项

4.4.1 简述

在把单项偏差测量值与公差值进行对比前，应了解测量方法的操作细节，包括：

- 基准轴线；
- 测量的方向；
- 公差的方向；
- 测量圆直径；

- 数据滤波;
- 数据密度;
- 所需的测量规程。

通常情况下, 测量仪器应满足默认的最低使用要求。其他情况下, 应了解引起测量误差的原因, 并对此进行补偿。

单项偏差测量应重视区分测量位置(测量圆直径)、测量方向和公差方向。

4.4.2 基准轴线

确定设计齿廓、设计螺旋线和齿距, 应定义一个合适的基准回转轴线, 称为基准轴线。通过确定基准面来定义基准轴线, 见ISO/TR 10064-3。

轮齿几何参数由基准轴线确定, 基准轴线是测量及对应公差的基础, 测量圆的位置和方向由基准轴线决定。

4.4.3 测量方向

任意表面的形状或位置的测量, 可沿该表面的法向, 或在倾斜某个角度的方向, 或在沿给定圆的圆弧方向上进行。

常见测量规程是沿被测表面的法线进行测量。齿轮齿面上任意点, 其法向向量与齿轮基圆柱面相切, 并且相对于端面倾斜角度为基圆螺旋角。

重要的是, 应了解齿轮测量仪可能存在不同的测量方法, 或沿法线测量, 或沿其他方向测量。

4.4.4 公差方向

在本文件中, 公差方向由偏差项目决定。如果实际测量方向和该公差方向不一致, 应对原始测量数值进行补偿。符号惯例与数值报告见4.4.8.2、4.4.8.4和4.4.8.6。

齿距偏差规定的公差方向是在端面内沿直径为 d_m 的测量圆的圆弧方向。

齿廓偏差和螺旋线偏差规定的公差方向是在端面内沿基圆切线的方向。

4.4.5 测量圆直径

本文件中规定的测量圆直径 d_m 在3.2.2中定义为测量螺旋线和齿距时的位置(见4.4.3和4.4.4)。测量圆直径应记录在检测报告中。由于公差值是根据分度圆直径计算, 当测量圆直径发生改变时, 公差值仍保持不变。

当测量圆直径未指定时, 按公式(1)和公式(2)计算:

对于外齿轮:

$$dM = d - 2m \quad \dots\dots\dots (1)$$

对于内齿轮:

$$dm = d + 2m \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

- d_m ——测量圆直径, 单位为毫米(mm);
- d ——齿顶圆直径, 单位为毫米(mm);
- m ——法向模数, 单位为毫米(mm)。

4.4.6 测量数据滤波

任何齿面均可从加工好的齿廓形状中提取不同频率的偏差, 包括长周期误差(如大范围的凹陷)和

短周期误差(如齿面粗糙度)。

本文件要求在分析和对比公差之前,应对用于渐开线和螺旋线评价的原始测量数据进行修正,使其仅包含长周期误差,即低通滤波。这样可最大程度地减少或排除短于滤波器截止波长的误差影响。本文件规定的滤波器截止波长是齿轮形状滤波器截止波长 λ_o 和 λ_p ,定义分别见3.2.3和3.2.4。齿廓形状滤波器截止波长 λ_o 应采用展开长度表示,螺旋线形状滤波器截止波长 λ_g 应采用齿宽表示。推荐的滤波器截止波长按公式(3)和公式(4)计算。大于该计算值,不应作为形状滤波器截止波长。

$$\lambda_o = \frac{L_o}{30} \dots\dots\dots (3)$$

而 $\lambda_o \geq 0.25 \text{ mm}$;

$$\lambda_p = \frac{b}{30} \dots\dots\dots (4)$$

而 $\lambda_p \geq \lambda_o$ 。

式中:

λ_o ——齿廓形状滤波器截止波长,单位为毫米(mm);

λ_g ——螺旋线形状滤波器截止波长,单位为毫米(mm)。

应在检测报告中注明实际滤波类型和形状滤波器截止波长 λ_o 和 λ_g (连同测头直径)。应使用有50%传输特性的高斯滤波器,其定义在ISO/TS 16610-1和ISO 16610-21中。

警告:某些情况下,以公式(3)和公式(4)计算的形状滤波器截止波长进行滤波可能会掩盖与齿轮性能有关的形状偏差。介于形状滤波器截止波长与表面粗糙度滤波器截止波长之间的形状偏差有时候称为波纹度。当有具体要求时,应选择比公式(3)和公式(4)计算的形状滤波器截止波长较短的波长来评价这些形状偏差。

更多信息见附录C。

4.4.7 测量数据密度

数据采集率局限了表面不规则形貌的波长的观测,因此测量数据密度和测量数据滤波密切相关。计值长度内的数据点数应在检测报告中注明。渐开线齿廓测量数据应至少包含150个点,这些点应沿展开长度方向大致等距分布。螺旋线测量数据应包含至少 $5 \times b / \lambda_g$ 个点。如果检查波纹度,那么数据应至少包含300个点或每毫米内5个点(取两者中的较大值)。

4.4.8 测量和评价规程

4.4.8.1 齿廓测量

测头应扫过整个齿廓长度。起始于齿廓控制圆之下,连续划过齿面,并经过修顶的实际起始点。

4.4.8.2 齿廓分析

在齿廓计值范围内,将被测齿廓迹线对比给定的设计齿廓得到的偏差应用最小二乘法,确定齿廓测量结果的斜率线。评价一般从齿廓控制点 C_1 开始。在接近齿顶的超过齿廓计值范围的区域,由实体材料增加(凸起)引起的偏差应计入齿廓形状偏差 f_a 和齿廓总偏差 F_o 。由实体材料减少(凹陷)引起的偏差

可忽略不计(见图14)。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/105034311221011242>