



中华人民共和国国家标准

GB/T 10225—2025

代替 GB/T 10225—1988

小模数锥齿轮精度

Accuracy of fine-pitch bevel gears

2025-12-02 发布

2026-07-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 偏差测量 2

 4.1 分类及要求 2

 4.2 方法的选择 3

5 精度等级与公差要求 3

 5.1 精度等级 3

 5.2 公差方向 4

 5.3 公差基准直径(d_T) 4

 5.4 公差标注 5

 5.5 附加特性 5

6 公差计算 5

 6.1 通则 5

 6.2 圆整规则 5

 6.3 公差公式 5

参考文献 8

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。

本文件代替 GB/T 10225—1988《小模数锥齿轮精度》，与 GB 10225—1988 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了范围(见第1章,1988年版的第1章)；
- b) 更改了术语和定义(见第3章,1988年版的第3章)；
- c) 更改了有关精度制构成的要求,删除了有关公差组的规定,增加了精度偏差项的测量要求(见第4章,1988年版的第4章)；
- d) 更改了精度等级的要求及精度标注的形式,删除了齿坯要求(见第5章,1988年版的第5章)；
- e) 更改了精度等级公差值的计算公式和圆整规则(见第6章,1988年版的第4章)。

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：郑机所(郑州)传动科技有限公司、中国机械总院集团郑州机械研究所有限公司、浙江丰立智能科技股份有限公司、浙江捷众科技股份有限公司、深圳市兆威机电股份有限公司、西安镭射传动科技有限公司、天津津言传动设备有限公司、重庆大学、河南科技大学、中山迈雷特数控技术有限公司、深圳市顺力电机有限公司、西北工业大学、长安大学。

本文件主要起草人：王志刚、王友利、徐颖杰、范瑞丽、王俊恒、孙坤、赵宁、曹志刚、蒋闯、于永旺、王东飞、周明勇、郭辉、王韵淇、孙霞、辛栋、关荣鑫、魏冰阳、师陆冰、宋朝省、赵旭和、徐文博、裴帮、董祖琰、闫耀龙、郭情情、管洪杰、言鸿祥、职彦锋、林鑫、孙霖霖、余飞鹏、侯耐、聂少武。

本文件于1988年首次发布,本次为第一次修订。

小模数锥齿轮精度

重要提示:熟悉 GB/T 11365 和 GB/Z 18620.6 的内容对于本文件的使用非常重要。

1 范围

本文件规定了单个小模数锥齿轮(含准双曲面齿轮)精度的偏差项目、偏差测量、精度等级与公差要求、公差值计算。

本文件的适用范围为:

—— $0.2\text{ mm} \leq m_{\text{mn}} < 1\text{ mm}$;

—— $5 \leq z \leq 200$;

—— $5\text{ mm} \leq d_{\text{T}} \leq 200\text{ mm}$ 。

其中:

m_{mn} ——中点法向模数;

z ——齿数;

d_{T} ——公差基准直径。

注:依据本文件得到的齿轮的精度等级与该齿轮实际的使用效果没有直接的对应关系。

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。

GB/T 2821 齿轮几何要素代号

GB/T 3374.1 齿轮 术语和定义 第1部分:几何学定义

GB/T 11365—2019 锥齿轮 精度制

GB/Z 18620.3 圆柱齿轮 检验实施规范 第3部分:齿轮坯、轴中心距和轴线平行度的检验

GB/Z 18620.6—2025 检验实施规范 第6部分:锥齿轮测量

3 术语和定义

GB/T 2821、GB/T 3374.1 和 GB/Z 18620.3 界定的术语和定义适用于本文件。

3.1

单个齿距偏差 single pitch deviation

f_{pt}

同一测量圆上测头从任意齿面上的一点到相邻同侧齿面上的一点,实际齿面相对于其理论位置的偏移量。

[来源:GB/T 11365—2019,3.1.7]

3.2

齿距累积总偏差 total cumulative pitch deviation

F_{p}

对于指定的左齿面或右齿面,任意两个分度偏差之间的最大代数差,不管读数方向或代数符号。

[来源:GB/T 11365—2019,3.1.9]

3.3

齿圈跳动总偏差 total runout deviation

F_r

在接近齿高中部的公差圆上,将测头(球形或锥形)依次放入每个齿槽,并使其与左、右齿面同时保持接触,在垂直于分度锥方向测量出的最大和最小跳动量的差值。

[来源:GB/T 11365—2019,3.1.4]

3.4

一齿切向综合偏差 tooth mesh single flank composite deviation

f_{is}

齿轮单面啮合测试时,逐齿测量被测齿轮一周后,除去长周期成分(偏心距的正弦波影响),得到的任一齿距($360^\circ/z$)切向综合偏差的最大值。

[来源:GB/T 11365—2019,3.1.5,有修改]

3.5

切向综合总偏差 total single flank composite deviation

F_{is}

齿轮单面啮合测试时,逐齿测量被测齿轮一周后,得到的切向综合偏差的最大值与最小值之差。

[来源:GB/T 11365—2019,3.1.6,有修改]

3.6

一齿径向综合偏差 tooth-to-tooth radial composite deviation

f_{id}

齿轮双面接触测试时,逐齿测量被测齿轮一周后,得到的任一齿距($360^\circ/z$)径向综合偏差的最大值。

注:一齿径向综合偏差的公差(f_{idT})等同于 GB/T 11365—2019 中 C.4.2 的单齿双面啮合综合公差(f_{idT})。

3.7

径向综合总偏差 total radial composite deviation

F_{id}

齿轮双面接触测试时,逐齿测量被测齿轮一周后,得到的径向综合偏差的最大值与最小值之差。

注:径向综合总偏差的公差(F_{idT})等同于 GB/T 11365—2019 中 C.4.3 的双面啮合综合公差(F_{idT})。

4 偏差测量

4.1 分类及要求

4.1.1 单项偏差

小模数锥齿轮精度等级评定的单项偏差项包括单个齿距偏差(f_{pt})、齿距累积总偏差(F_p)、齿圈跳动总偏差(F_r)。

本文件提供了未装配齿轮的单项偏差的分级公差(见 6.3.1~6.3.3)。

某些为测量基准进行的设计,或在制造工艺中没有描述的内容,应在合同文件中加以说明。

4.1.2 综合偏差

小模数锥齿轮精度等级评定的综合偏差项包括一齿切向综合偏差(f_{is})、切向综合总偏差(F_{is})、一齿径向综合偏差(f_{id})、径向综合总偏差(F_{id})。

本文件提供了综合偏差的分级公差(见 6.3.4~6.3.7)。

切向综合偏差(f_{is} 和 F_{is})的评估方法,即单侧齿面综合测量,应符合 GB/Z 18620.6—2025 中 5.7。

径向综合偏差(f_{id} 和 F_{id})的评估方法,即双侧齿面综合测量,应符合 GB/Z 18620.6—2025 中 5.8。

注:径向综合偏差的精度级与切向综合偏差及各单项偏差的精度级没有直接的对应关系。

4.2 方法的选择

针对每个偏差项,表 1 列出了所推荐的测量控制方法和最少测量齿数。其中某些几何特征可以通过多种方法来测量。具体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。锥齿轮各偏差项具体的测量要求见 GB/Z 18620.6—2025。

当供需双方有特别约定时,不强制使用某种特殊的测量方法或文件。当实际需要的测量方法超出本文件推荐的范围时,应在齿轮生产前协商确定,仅供供需双方遵照执行。

表 1 齿轮几何测量方法与规定的最少测量齿数

检查项目		典型测量方法	最少测量齿数
单个要素测量	单个齿距(SP)	单测头	全部轮齿
	齿距累积偏差(AP)	单测头	全部轮齿
	齿圈跳动(RO)	球形测头	全部轮齿
		单测头——分度	全部轮齿
		双测头——180°	全部轮齿
		双面啮合综合测量	全部轮齿
综合测量	轮齿接触斑点(CP)	滚动检验机	全部轮齿
	单面(SF)	单面啮合综合测量仪 (见 GB/Z 18620.6—2025 的 5.7)	全部轮齿
	双面(DF)	双面啮合综合测量仪 (见 GB/Z 18620.6—2025 的 5.8)	全部轮齿
尺寸测量	齿厚(TT)	齿厚卡尺或测齿规	2 齿近似等间隔
		CMM 特殊软件	3 齿近似等间隔
		滚动检验机	3 齿近似等间隔

5 精度等级与公差要求

5.1 精度等级

5.1.1 概述

本文件规定了 9 个精度等级,从 3 级到 11 级,从高到低排序。

3 级精度的精度较高,公差值较小;11 级精度的精度较低,公差值较大。

5.1.2 精度等级的评定

5.1.2.1 测量时应相对于基准轴线(见 GB/Z 18620.3)进行。

5.1.2.2 齿轮精度级应通过测量齿面得到的偏差值与 6.3 中的计算值相比对来确定。

5.1.2.3 如果齿轮需要给出一个总的精度等级,应按所有单个偏差项的精度等级中最大的一个来确定。

5.1.2.4 根据供需双方的约定,对于不同的偏差项可以给出不同的精度等级要求。如果不进行(单面啮合)切向综合偏差的测量,宜附加接触斑点和齿厚检测,二者的检测要求由供需双方在制造前约定。

5.2 公差方向

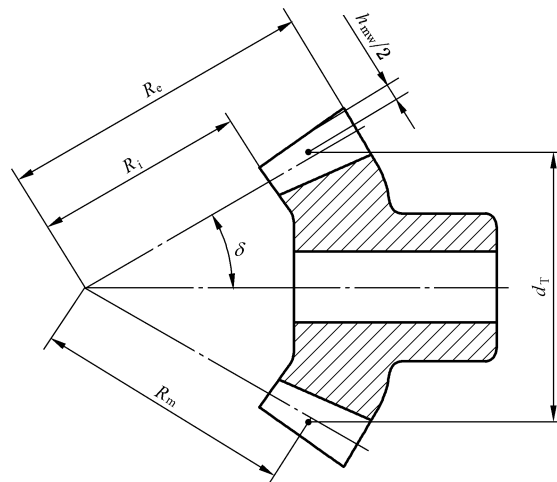
GB/T 11365—2019 的第 3 章中界定了公差方向,可能是齿面的法向、倾斜某个角度或沿指定圆的圆弧方向。如果测量方向和指定公差方向不一致,则需要将测量值修正到所指定的公差方向。

当测量仪器的测量方向是法向,而指定的公差方向不是法向时,在进行分析和公差比较前,应放大测量数值。一般情况下,测量值修正系数是法向和所指定的公差方向之间夹角的余弦。

5.3 公差基准直径(d_T)

中点锥距(R_m)处于工作齿高中点相交处的直径,见图 1。可由公式(1)或公式(2)确定。

注:中点工作齿高是两个齿轮在中点锥距处啮合齿深的一半。



标引符号说明:

R_e —— 大端锥距;

R_i —— 小端锥距;

R_m —— 中点锥距;

h_{mw} —— 中点工作齿高;

δ —— 节锥角;

d_T —— 公差基准直径。

图 1 公差基准直径(d_T)

$$d_{T1} = d_{m1} + 2(0.5h_{mw} - h_{am2})\cos\delta_1 = d_{m1} + (h_{am1} - h_{am2})\cos\delta_1 \dots\dots\dots (1)$$

$$d_{T2} = d_{m2} - 2(0.5h_{mw} - h_{am2})\cos\delta_2 = d_{m2} + (h_{am2} - h_{am1})\cos\delta_2 \dots\dots\dots (2)$$

式中:

d_{m1} —— 小轮中点节圆直径;

h_{mw} —— 中点工作齿高;

h_{am2} —— 大轮中点齿顶高;

- h_{am1} ——小轮中点齿顶高；
- δ_1 ——小轮节锥角；
- d_{m2} ——大轮中点节圆直径；
- δ_2 ——大轮节锥角。

5.4 公差标注

5.4.1 当小模数锥齿轮精度以一个总的精度级(A)表示时,应按以下格式表述:
GB/T 10225—2025,等级 A。

5.4.2 当小模数锥齿轮精度以不同的偏差项精度级表示时,应按以下格式表述:
 f_{pt} ,GB/T 10225—2025,等级 B;
 F_p ,GB/T 10225—2025,等级 B;
 F_r ,GB/T 10225—2025,等级 C;
 f_{is} ,GB/T 10225—2025,等级 D;
 F_{is} ,GB/T 10225—2025,等级 D;
 f_{id} ,GB/T 10225—2025,等级 E;
 F_{id} ,GB/T 10225—2025,等级 E。
其中,B、C、D、E 分别为该偏差项对应的精度级代号。

5.5 附加特性

在某些应用场合允许规定一些附加特性,并用公差进行规范,确保齿轮的使用性能。例如,对齿面偏差、齿厚偏差或表面粗糙度有要求时,应在图纸或采购说明书中注明。

6 公差计算

6.1 通则

- 6.1.1 每个偏差项的 4 级精度的公差值应分别按照 6.3 中的公式计算,单位为微米(μm)。
- 6.1.2 两个相邻精度等级之间的分级系数是 $\sqrt{2}$ 。乘/除以 $\sqrt{2}$ 可得到下一个更宽/严精度级的公差值。
- 6.1.3 对于小模数锥齿轮而言,不同的偏差项之间的精度级没有对应关系。
- 6.1.4 超出公式限定部分的不属于本文件的范围,也不宜采用外推插值的方法。这种齿轮的特殊公差应由供需双方协商确定。

6.2 圆整规则

- 由 6.3 中公式计算的数值,应按以下方法进行圆整:
 - 计算值大于 10 μm ,圆整到最接近的整数;
 - 计算值大于 5 μm ,小于或等于 10 μm ,按最接近 0.5 μm 的整数倍圆整;
 - 计算值小于或等于 5 μm ,按最接近 0.1 μm 的整数倍圆整。

6.3 公差公式

6.3.1 单个齿距公差(f_{pt})

采用正或负的偏差测量值的绝对值表示。按公式(3)计算:

$$f_{\text{pT}} = (0.003d_{\text{T}} + 0.3m_{\text{mn}} + 5)(\sqrt{2})^{(B-4)} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

d_{T} ——公差基准直径;

m_{mn} ——中点法向模数;

B ——精度等级。

6.3.2 齿距累积总公差(F_{pT})

按公式(4)计算:

$$F_{\text{pT}} = (0.025d_{\text{T}} + 0.3m_{\text{mn}} + 19)(\sqrt{2})^{(B-4)} \dots\dots\dots (4)$$

式中:

d_{T} ——公差基准直径;

m_{mn} ——中点法向模数;

B ——精度等级。

6.3.3 齿圈跳动公差(F_{rT})

按公式(5)计算:

$$F_{\text{rT}} = 0.8(0.025d_{\text{T}} + 0.3m_{\text{mn}} + 19)(\sqrt{2})^{(C-4)} \dots\dots\dots (5)$$

式中:

d_{T} ——公差基准直径;

m_{mn} ——中点法向模数;

C ——精度等级。

其应用范围仅限于精度等级 4 级到 11 级。

6.3.4 一齿切向综合公差(f_{isT})

一齿切向综合偏差设计值 $[f_{\text{is}(\text{design})}]$ 应通过设计和试验条件的分析确定。设计值大小的选择宜考虑安装误差、齿形误差以及工作载荷等条件的影响。如果缺乏设计和试验数值,采用公式(6)来计算:

$$f_{\text{is}(\text{design})} = qm_{\text{mn}} + 1.5 \dots\dots\dots (6)$$

利用单面啮合综合偏差的短周期成分(高通滤波)的峰-峰幅值,确定一齿切向综合公差。单面啮合综合偏差的短周期成分的最小的峰-峰幅值不应大于 f_{isTmax} , 最小的峰-峰幅值不应小于 f_{isTmin} 。 f_{isTmax} 和 f_{isTmin} 可用公式(7)和公式(8)或用公式(7)和公式(9)计算:

$$f_{\text{isTmax}} = f_{\text{is}(\text{design})} + (0.375m_{\text{mn}} + 5.0)(\sqrt{2})^{(D-4)} \dots\dots\dots (7)$$

f_{isTmin} 值取以下公式计算的较大者:

$$f_{\text{isTmin}} = f_{\text{is}(\text{design})} - (0.375m_{\text{mn}} + 5.0)(\sqrt{2})^{(D-4)} \dots\dots\dots (8)$$

$$f_{\text{isTmin}} = 0 \dots\dots\dots (9)$$

如果 f_{isTmin} 值是负的,用 $f_{\text{isTmin}} = 0$ 。

公式(6)~公式(9)中:

q ——系数,见 GB/T 11365—2019 的表 B.1;

m_{mn} ——中点法向模数;

D ——精度等级。

如果测量仪器的读数是角度单位,应根据公差基准直径(d_{T})将读数换算成微米。

6.3.5 切向综合总公差(F_{isT})

按公式(10)计算:

$$F_{isT} = F_{pT} + f_{isTmax} \dots\dots\dots (10)$$

式中：
 F_{pT} —— 齿距累积总公差；
 f_{isTmax} —— 一齿切向综合公差的最大值。

6.3.6 一齿径向综合公差(f_{idT})

按公式(11)计算：

$$f_{idT} = 0.2(0.025d_T + 0.3m_{mn} + 19)(\sqrt{2})^{(E-4)} \dots\dots\dots (11)$$

式中：
 d_T —— 公差基准直径；
 m_{mn} —— 中点法向模数；
 E —— 精度等级。

一齿径向综合公差根据中心距的变化按最小包容原则，包括全部(360°/ λ)幅值。包容范围的确定是通过建立一个中间波形轨迹，并分别向正负波幅方向平移包容全部波峰，该中间波形可用手工方式或用多项式拟合(滤波)的方式绘制。具体方法按 GB/T 11365—2019 中附录 D。

6.3.7 径向综合总公差(F_{idT})

按公式(12)计算：

$$F_{idT} = 1.08(0.025d_T + 0.3m_{mn} + 19)(\sqrt{2})^{(E-4)} \dots\dots\dots (12)$$

式中：
 d_T —— 公差基准直径；
 m_{mn} —— 中点法向模数；
 E —— 精度等级。

参 考 文 献

- [1] GB/T 10095.1—2022 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
- [2] GB/T 10095.2—2023 圆柱齿轮 ISO 齿面公差分级制 第2部分:径向综合偏差的定义和允许值
-

