

第8章 渐开线圆柱齿轮传动精度及检测

一、判断题

1. 对于分度机构, 仪器仪表中读数机构的齿轮, 传递运动准确性是主要的。 (√)
2. 齿距累积偏差是由于径向误差与切向误差造成的。 (√)
3. 同一个齿轮的齿距累积误差与其切向综合误差的数值是相等的。 (×)
4. 影响齿轮传动平稳性的偏差项目是齿形偏差。 (√)
5. 齿距累积偏差 F_{pK} 是用作齿轮运动准确性的评定指标。 (√)
6. 齿廓总偏差是齿轮载荷分布均匀性的评定指标。 (×)
7. 齿轮的一齿切向综合偏差是评定齿轮传动平稳性的项目。 (√)
8. 齿厚的上偏差为正值, 下偏差为负值。 (×)
9. 齿轮副的接触斑点是评定齿轮副载荷分布均匀性的综合指标。 (√)
10. 齿厚游标卡尺只适用于检测精度较低或模数较大齿轮的齿厚。 (√)

二、选择题

1. 对高速传动齿轮(如汽车、拖拉机等)减速器中齿轮精度要求较高的为 (C)。
A. 传递运动的准确性 B. 载荷在齿面上分布的均匀性
C. 传递运动的平稳性 D. 传递侧隙的合理性
2. 载荷较小的正/反转齿轮对 (D) 要求较高。
A. 传递运动的准确性 B. 传递运动的平稳性
C. 载荷分布均匀性 D. 传动侧隙合理性
3. 滚齿加工时产生的运动偏心, 会引起 (B)。
A. 切向综合偏差 B. 齿轮切向误差
C. 螺旋线总偏差 D. 齿廓形状偏差
4. 影响齿轮传动平稳性的偏差项目有 (A)。
A. 一齿切向综合偏差 B. 螺旋线总偏差
C. 切向综合总偏差 D. 齿距累积总偏差
5. 影响齿轮载荷分布均匀性的偏差项目有 (C)。
A. F_i'' B. $f_{f\alpha}$ C. F_β D. f_i''
6. 影响齿轮传递运动准确性的偏差项目有 (A)。
A. F_p B. f_i' C. F_β D. F_α
7. 齿轮公差中切向综合误差 $\Delta F_i'$ 可以反映 (D)。
A. 切向误差 B. 切向与轴向误差 C. 径向误差 D. 切向和径向误差。
8. 测量齿轮累积误差, 可以评定齿轮传递运动的 (A)。
A. 准确性 B. 平稳性 C. 侧隙的合理性 D. 承载的均匀性
9. 下列项目中属于齿轮副的公差项目的有 (C)。
A. 齿向偏差 B. 切向综合总偏差
C. 轮齿接触斑点 D. 齿形偏差
10. 一般切削机床中的齿轮所采用的精度等级范围是 (C)。
A. 3~5 级 B. 3~7 级 C. 4~8 级 D. 6~8 级
11. 现行国家标准推荐的轴线平面内的平行度偏差值为 (B)
A. $f_{\Sigma\beta} = 2f_{\Sigma\delta}$ B. $f_{\Sigma\delta} = 2f_{\Sigma\beta}$ C. $f_{\Sigma\delta} = 4f_{\Sigma\beta}$ D. $f_{\Sigma\beta} = 4f_{\Sigma\delta}$

12. $6(F_\alpha)7(F_p, F_\beta)$ 表示(A) 的齿轮。

- A. 齿廓总偏差为 6 级精度、齿距累积总偏差和螺旋线总偏差均为 7 级精度
- B. 齿廓总偏差为 7 级精度、齿距累积总偏差和螺旋线总偏差均为 6 级精度
- C. 齿距累积总偏差为 6 级精度、齿廓总偏差和螺旋线总偏差均为 7 级精度
- D. 螺旋线总偏差均为 7 级精度、齿廓总偏差和齿距累积总偏差均为 7 级精度

三. 综合题:

1. 简述对齿轮传动的四项使用要求? 其中哪几项要求是精度要求?

答: 齿轮传动的四项使用要求: 齿轮传递运动的准确性, 齿轮传动的平稳性, 载荷分布均匀性, 合理的齿侧间隙。 其中前三项要求属于精度要求。

2. 齿轮传动中的侧隙有什么作用? 用什么评定指标来控制侧隙?

齿轮啮合时, 非工作面齿面间应留有间隙(侧隙), 以便储存润滑油, 避免因轮齿摩擦发热膨胀而卡死。

侧隙的存在会产生齿间冲击, 影响齿轮传动的平稳性, 因此, 侧隙只能很小, 对于单个齿轮, 通常控制公法线长度, 从而控制实际齿厚, 对于传动齿轮, 用齿厚公差来保证侧隙。

3. 什么是齿轮的切向综合偏差, 它是哪几项偏差的综合反映?

答: 齿轮的切向综合偏差包括切向综合总偏差 F_i' 和一齿切向综合偏差 f_i' 。

其中切向综合总偏差是指提取(实际)齿轮与理想精确的测量齿轮单面啮合检验时, 在提取(实际)齿轮一转内, 齿轮分度圆上实际圆周位移与理论圆周位移的最大差值。

一齿切向综合偏差是指在一个齿距内的切向综合偏差。即在一个齿距角内, 过偏差曲线的最高、最低点作与横坐标平行的两条直线, 它们之间的距离即 f_i' 。

4. 标准对齿厚偏差规定了多少种字母代号, 其代号顺序是怎样的? 为什么齿厚上偏差一般都是负值?

答: 齿厚偏差字母代号有 14 种。其顺序是 C、D、E、F、G、H、J、K、L、M、N、P、R、S。

由于齿厚偏差的设置主要是为了保证齿轮副能得到不同的最小侧隙, 得到侧隙的办法一般是将齿厚减薄, 以便在啮合齿轮的非工作面形成侧隙。因此, 齿厚的上偏差一般都是负值。

5. 简述齿轮齿厚偏差的检测步骤?

答: ①用游标卡尺或外径千分尺测量被测提取齿轮的齿顶圆的直径;

②计算实际分度圆弦齿高和公称弦齿厚;

③ 按弦齿高调整齿厚卡尺的垂直游标尺, 并锁紧, 将齿厚卡尺置于被测提取齿轮上, 使高度尺顶端测量面与齿轮轮齿顶圆正中接触。然后移动水平尺紧靠齿廓, 并从水平尺上读出分度圆弦齿厚的实际值;

④在齿轮圆周上几个等距离的齿上进行测量, 重复步骤③, 均匀测量几个点;

⑤记下读数, 计算齿轮齿厚与理论齿厚的差值即齿厚偏差。

6. 用齿厚游标卡尺检测一直齿圆柱齿轮的齿厚, 已知被测齿轮模数为 $m = 3mm$, 齿轮齿数 $z = 30$, 压力角 $\alpha = 20^\circ$, 齿厚偏差 $E_{sn} = -0.02mm$, 测量该被测齿轮齿厚是否合格。

答: (1)根据被测提取齿轮模数选择 $m=1\sim 16mm$ 或 $m=1\sim 25mm$ 的齿厚游标卡尺

(2) 根据被测齿轮齿数确定分度圆弦齿高 $\bar{h}$ ，查表得：当 $z=30$ 时， $\bar{h}=1.0205mm$ ，故被测齿轮的公称分度圆弦齿高

$$\bar{h} = 3 \times 1.0205 = 3.0615(mm)$$

③测量出被测齿轮的实际齿顶圆半径 $r'_a = 47.98mm$ 。

④计算出被测齿轮的理论齿顶圆半径

$$r'_a = \frac{1}{2}m(z+2) = \frac{1}{2} \times 3 \times (30+2) = 48(mm)$$

⑤求得实际分度圆弦齿高为

$$\begin{aligned}\bar{h}' &= \bar{h} + (r_a - r'_a) = 3.0615 + (48 - 47.98) \\ &= 3.0815(mm) \approx 3.08(mm)\end{aligned}$$

⑥测量齿厚。首先把高度游标卡尺定在 $3.08mm$ 的高度位置，然后将尺框紧固住，再进行测量，从宽度游标卡尺上读数得 $4.72mm$ ，即测量得到的是实际分度圆弦齿厚 $\bar{S} = 4.72mm$

⑦实际齿厚偏差为

$$f'_{sn} = \bar{S}' - 3\bar{S} = 4.72 - 3 \times 1.5701 = 0.01(mm)$$

式中的 $\bar{S} = 1.5701$ ，是当 $z = 30$ 时的公称弦齿厚，由查表得到。

根据被测齿轮参数给出的齿轮的齿厚 $f_{sn} = -0.02mm$ ，而实际的齿厚偏差

$f'_{sn} = -0.01mm$ ，故被测齿轮的齿厚不合格。

7. 某直齿圆柱齿轮标注为 $7(F_a)$ 、 $8(F_p, F_\beta)$ GB/T10095.1—2008，其模数 $m=3mm$ ，齿数 $z=60$ ，齿形角 $\alpha=20^\circ$ ，齿宽 $b=30mm$ 。若测量结果为：齿距累积总偏差 $F_p=0.075mm$ ，齿廓总偏差 $F_a=0.012mm$ ，单个齿距偏差 $f_{pt}=-13\mu m$ ，螺旋线总偏差 $F_\beta=16\mu m$ ，问该齿轮的各项偏差是否满足齿轮精度的要求，为什么？

答：(1) 分度圆直径： $d = mz = 3 \times 60 = 180(mm)$

(2) 查表 8-2、8-3 得

① $F_p=0.069mm$

② $F_a=0.014mm$

③ $f_{pt}=-17\mu m$

④ $F_\beta=25\mu m$

(3) 判断测量项目的合格性

因检验项目中的齿距累积总偏差 F_p 超差，所以该齿轮不合格。

8.略