

东南大学机械工程学院

设计原理与方法 I 实验报告

实验名称: _____

专 业: _____

姓 名: _____学 号: _____成 绩: _____

[illegible]

1.1 实验目的

- (1) 通过实验掌握用范成法制造渐开线齿轮齿廓的基本原理；
- (2) 了解渐开线齿轮产生根切现象的原因和避免根切的方法；
- (3) 分析比较标准齿轮和变位齿轮的异同点。

1.2 实验仪器设备

- (1) 齿轮范成仪；
- (2) 圆规、三角尺、绘图纸、剪刀、两支不同颜色的铅笔或圆珠笔。

1.3 实验原理（简述）

范成法是利用一对齿轮（或齿轮齿条）互相啮合时其共轭齿廓互为包络线的原理来加工轮齿的一种方法。加工时，其中一齿轮（或齿条）为刀具，另一轮为轮坯，二者对滚，同时刀具还沿轮坯的轴向作切削运动，最后轮坯上被加工出来的齿廓就是刀具刀刃在各个位置的包络线，其过程好像一对齿轮（或齿轮齿条）作无齿侧间隙啮合传动一样。为了看清楚齿廓形成的过程，可以用图纸做轮坯。在不考虑切削和让刀运动的情况下，刀具与轮坯对滚时，刀刃在图纸上所印出的各个位置的包络线，就是被加工齿轮的齿廓曲线。

1.4 实验内容

1.4.1 操作过程

(1) 根据已知的刀具参数和被加工齿轮分度圆直径，计算被加工齿轮的基圆、不发生根切的最小变位系数与最小变位量、标准齿轮的齿顶圆与齿根圆直径以及变位齿轮的齿顶圆与齿根圆直径。然后根据计算数据将上述六个圆画在同一张纸上，并沿最大圆的圆周剪成圆形纸片，作为本实验用的“轮坯”。

(2) 把“轮坯”安装到范成仪的圆盘上，必须注意对准中心。调节齿条刀具中线，使其与被加工齿轮分度圆相切。刀具处于切制标准齿轮时的安装位置上。

(3) “切制”齿廓时，先把刀具移向一端，使刀具的齿廓退出轮坯中标准齿轮的齿顶圆；然后每当刀具向另一端移动 2~3mm 距离时，描下刀刃在图纸轮坯上的位置，直到形成两个完整的轮齿齿廓曲线为止。此时应注意轮坯上齿廓的形成过程，并观察根切现象

(4) 重新调整刀具，使刀具中线远离轮坯中心，移动距离为避免根切的最

小变位量，再“切制”齿廓。此时也就是刀具刀顶线与变位齿轮的根圆相切。按照上述的操作过程，同样可以“切制”得到两个完整的正变位齿轮的齿廓曲线。为便于比较，此齿廓可用另一种颜色的笔画出。

1.4.2 实验结果记录

原始数据	齿条：模数 $m =$ mm；压力角 $\alpha =$ ； 齿顶高系数 $h_a^* =$ ； 径向间隙系数 $c^* =$ 。		被加工齿轮： 分度圆半径 $r =$ mm。	
齿轮几何尺寸计算				
名 称	符 号	计算公式	计算结果	
			标准齿轮	变位齿轮
齿数	z	$z = 2r / m$		
最小变位系数	x_{\min}	$x = h_a^* \frac{z_{\min} - z}{z_{\min}}$		
基圆半径	r_b	$r_b = r \cos \alpha$		
齿顶圆半径	r_a	$r_a = r + h_a^* m + xm$		
齿根圆半径	r_f	$r_f = r - (h_a^* + c^*) m + xm$		
齿顶高				
齿根高				
分度圆齿厚				
分度圆齿间距				

1.5 实验思考

(1) 实验得到的标准齿轮齿廓与正变位齿轮齿廓形状是否相同？为什么？

(2) 通过实验，你所观察到的根切现象发生在基圆之内还是基圆之外？是什么原因引起的？如何避免根切？

(3) 比较用同一齿条刀具加工出的标准齿轮和正变位齿轮的以下参数尺寸：

m 、 α 、 r 、 r_b 、 h_a 、 h_f 、 h 、 p 、 s 、 s_a ，其中哪些变了？哪些没有变？为什么？

东南大学机械工程学院

设计原理与方法 I 实验报告

实验名称: _____

专 业: _____

姓 名: _____学 号: _____成 绩: _____

[illegible]

1.1 实验目的

- (1) 掌握运用游标卡尺测定渐开线直齿圆柱齿轮基本参数的方法;
- (2) 通过测量和计算, 熟练掌握齿轮各参数之间的相互关系和渐开线性质。

1.2 实验仪器设备

- (1) 一对齿轮 (齿数为奇数和偶数的各一个);
- (2) 游标卡尺。

1.3 实验原理 (简述)

- (1) 确定齿轮的模数和压力角

通过测量齿轮的跨齿数公法线 l_n 和 l_{n+1} 来计算得到齿轮基圆齿距 P_b , 再根据

$$m = \frac{P_b}{\pi \cos \alpha}$$

因为 α 可能是 15° , 也可能是 20° , 故分别用 15° 和 20° 代入上式算出模数, 取模数最接近标准值的一组 m 和 α , 即为所求齿轮的模数和压力角。

- (2) 确定齿轮的变位系数

根据齿轮的齿厚公式, 化简即可得到。

- (3) 确定齿轮的齿顶高系数和顶隙系数

通过测量, 确定齿根圆直径 df 可用游标卡尺测定, 因此可求出齿根高 hf , 而 $h_f = m(h_a^* + c^* - x)$, 由于不同齿制的 h_a^* 和 c^* 均为已知标准值, 故分别用正常齿制 $h_a^* = 1$ 、 $c^* = 0.25$ 和短齿制 $h_a^* = 0.8$ 、 $c^* = 0.3$ 两组标准值代入, 符合测量值的一组即为所求的值。

- (4) 确定一对互相啮合的齿轮的啮合角和中心距

可用游标卡尺直接测定这对齿轮的中心距 a' , 然后与公式计算结果想对比, 一对互相啮合的齿轮, 用上述方法分别确定其模数 m 、压力角 α 和变位系数 x_1 、 x_2 后, 可用下式计算啮合角 α' 和中心距 a' :

$$\operatorname{inv} \alpha' = \frac{2(x_1 + x_2)}{z_1 + z_2} \operatorname{tg} \alpha + \operatorname{inv} \alpha$$

$$a' = \frac{m}{2} (z_1 + z_2) \frac{\cos \alpha}{\cos \alpha'}$$

1.4 实验内容

1.4.1 操作过程

- (1) 数出齿轮的齿数 z 。
- (2) 由式(4.3)计算或查表确定跨齿数 n 。
- (3) 测量公法线长度 l_n 和 l_{n+1} 及齿根圆直径 d_f 、中心距 a ，读数精度至 0.01mm。注意，每个尺寸应测量三次，记入实验报告附表，取其平均值作为测量结果。
- (4) 逐个计算齿轮的参数，记入实验报告附表。最后将计算的中心距与实测中心距进行比较。

1.4.2 实验结果记录

齿轮编号									
测 量 数 据	齿数 z								
	跨齿数 n								
	测量次数	1	2	3	平均值	1	2	3	平均值
	n 齿公法线长度 l_n								
	$n+1$ 齿公法线长度 l_{n+1}								
	孔径 d_k								
	尺寸 b								
	齿根圆直径 d_f								
计 算 数 据	基圆齿距 p_b								
	模数 m								
	压力角 α								
	齿顶高系数 h_a^*								
	顶隙系数 c^*								
	基圆齿厚 s_b								
	分度圆直径 d								
	变位系数 x								
	啮合角 α'								
	中心距 a								
	中心距相对误差								

1.5 实验思考

- (1) 通过两个齿轮的参数测定，试判别该对齿轮能否互相啮合。如能，则进一步判别其传动类型是什么？

(2) 在测量齿根圆直径 时，对齿数为偶数和奇数的齿轮在测量方法上有何不同？

(3) 公法线长度的测量是根据渐开线的什么性质？

(4) 如何分析跨齿数的计算公式