

## 用查表法求插齿刀齿顶强度对变位系数的限制\*

刘仲威

(盐城工学院 机械工程系 江苏 盐城 224003)

**摘 要** 插齿刀变位系数加大, 则其齿顶强度降低。欲保证其齿顶强度, 需求出所允许的最大变位系数  $x_{0\max}$ 。如采用作图法求  $x_{0\max}$  则过于粗糙, 采用试算法则太麻烦。通过应用齿顶宽度与齿数、模数及变位系数之关系进行计算作出详细表格, 读者根据插齿刀的模数、齿数、齿高系数即可得到  $x_{0\max}$ 。

**关键词** 齿顶宽度; 最大变位系数; 对照表

**中图分类号** TH123.3

**文献标识码** C

**文章编号** 1671-532X(2002)02-0071-

03

为延长插齿刀的使用寿命, 改善插齿刀的切削性能, 提高被加工齿轮的表面质量, 在设计和选用插齿刀时都希望尽量增大其变位系数  $x_0$ , 但  $x_0$  的增大受到的制约之一是插齿刀的齿顶变尖——即其齿顶宽度  $S_{a0}$  减小。由于插齿刀的顶刃处切削负荷大, 切削热集中, 该处极易磨损。为保证插齿刀之机械强度和使用寿命, 文献规定了插齿刀的最小齿顶宽度  $S_{a0\min}$  [1~3]。

$$S_{a0\min} = -0.0107m^2 + 0.2643m + 0.3383 \quad (1)$$

式中,  $m$  为插齿刀的模数。这样, 就限制了插齿刀的变位系数必须小于允许的变位系数——最大变位系数  $X_{0\max}$ 。

由渐开线齿轮原理, 插齿刀的齿顶宽  $S_{a0}$  为:

$$S_{a0} = r_{a0} \left[ \frac{\pi + 4x_0 \tan \alpha}{z_0} + 2(\operatorname{inv} \alpha - \operatorname{inv} \alpha_{a0}) \right] \quad (2)$$

式中,  $r_{a0} = m \left( \frac{z_0}{2} + h_{a0}^* + x_0 \right)$ , 为插齿刀顶圆半径;  $z_0$ —插齿刀之齿数;  $h_{a0}^* = 1.25$  或  $1.30$ , 为插齿刀的齿顶高系数;  $\alpha = 20^\circ, 15^\circ$  或  $14.5^\circ$ , 为插齿刀分圆处压力角;  $\operatorname{inv} \alpha, \operatorname{inv} \alpha_{a0}$  分别为插齿刀分圆处、齿顶处的渐开线函数。

设计或选用插齿刀而求  $x_{0\max}$  时, 应先根据 (1) 求出  $S_{a0\min}$ , 并将  $S_{a0\min}$  代替 (2) 中的  $S_{a0}$ , 据此

求出  $x_{0\max}$ 。这里虽然  $Z_0, \alpha$  及  $h_{a0}^*$  已事先定好, 但  $x_{0\max}$  仍不能直接求出。欲求  $x_{0\max}$  一般均用试算法, 即先假设  $x_{0\max}$  为某值, 将该值代入 (2) 求得  $S_{a0}$ , 看其是否为  $S_{a0\min}$ , 如不符, 则重新假设  $x_{0\max}$ , 再行计算一次或数次, 以逐次逼近直至达到或刚大于  $S_{a0\min}$  为止, 才能得到  $x_{0\max}$ , 十分麻烦。工程上, 为简化计算, 都制成图表, 如图 1 (①、②、③、④) 所示的为用公式 (2) 作出的不同  $x_0$  时的插齿刀齿顶宽度系数  $S_{a0}^*$  之图表 [1~3]。这图表是根据插齿刀  $m = 1, \alpha = 15^\circ$  和  $20^\circ, h_{a0}^* = 1.25$  或  $1.30$  时计算数据绘制的。当  $m$  为其它数值时, 可将图表中查得的  $S_{a0}^*$  值乘以模数即得实际齿顶宽  $S_{a0}$ 。反之, 当  $S_{a0\min}$  已定, 根据  $S_{a0}^* = S_{a0\min}/m$ , 对照曲线可查得在该  $Z_0$  时相应之  $x_0$ , 即允许之最大变位系数  $x_{0\max}$ 。从前述的公式 (1) 可知,  $S_{a0}^*$  实质上是随模数  $m$  变化的, 所以这一组图表颇具局限性, 且鉴于作图的种种麻烦, 图幅的限制, 图中仅显示出了少数几种齿数  $Z_0$  之曲线 ( $Z_0 = 10, 12, 15, 20, 30, 40, 60, 80$  及  $100$ ), 远不能满足工程上实际应用之需 (参见图 1)。国内有些工具厂如哈尔滨第一工具厂虽也根据统计调查, 假定了生产条件事先设计了插齿刀的  $X_0-m$  的综合关系曲线 [1], 使在制造标准插齿刀规定  $x_{0\max}$  时有所遵循, 但不少厂家往往要

\* 收稿日期: 2001-09-04

作者简介: 刘仲威 (1943-) 男, 江苏张家港市人, 盐城工学院机械工程系副教授。



(续表 2)

m	Z <sub>0</sub>																													
	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	
1.																														
1.25				.01	.02	.03	.04	.05	.06	.08	.09	.10	.11	.12	.13	.14	.15	.16	.18	.19	.20	.21	.22	.23	.24	.25	.26	.27	.28	.29
1.75	.11	.13	.14	.15	.17	.18	.19	.21	.22	.23	.25	.26	.27	.28	.29	.31	.32	.33	.34	.35	.36	.38	.39	.40	.41	.42	.43	.44	.45	
2.	.21	.22	.24	.25	.27	.28	.29	.31	.32	.34	.35	.36	.38	.39	.40	.41	.43	.44	.45	.47	.48	.49	.50	.51	.53	.54	.55	.56	.57	
2.25	.28	.29	.31	.32	.34	.35	.37	.38	.40	.41	.43	.44	.45	.47	.48	.50	.51	.52	.53	.55	.56	.57	.59	.60	.61	.62	.64	.65	.66	
2.75	.34	.35	.37	.38	.40	.41	.43	.45	.46	.48	.49	.50	.52	.53	.55	.56	.58	.59	.60	.62	.63	.64	.66	.67	.68	.70	.71	.72	.73	
3.	.38	.40	.42	.43	.45	.46	.48	.50	.51	.53	.54	.56	.57	.59	.60	.61	.63	.64	.66	.67	.69	.70	.71	.73	.74	.75	.77	.78	.79	
3.75	.42	.44	.46	.47	.49	.51	.52	.54	.55	.57	.58	.60	.61	.63	.64	.66	.67	.69	.70	.72	.73	.75	.76	.77	.79	.80	.82	.83	.84	
3.25	.45	.47	.49	.51	.52	.54	.56	.57	.59	.60	.62	.64	.65	.67	.68	.70	.71	.73	.74	.76	.77	.79	.80	.81	.83	.84	.86	.87	.88	
3.75	.48	.50	.52	.54	.55	.57	.59	.60	.62	.64	.65	.67	.68	.70	.72	.73	.75	.76	.78	.79	.81	.82	.84	.85	.86	.88	.89	.91	.92	
4.	.50	.51	.53	.55	.57	.58	.60	.62	.63	.65	.67	.68	.70	.71	.73	.74	.76	.77	.79	.80	.82	.83	.85	.86	.88	.89	.91	.92	.93	
4.75	.54	.55	.57	.59	.61	.62	.64	.66	.68	.69	.71	.73	.74	.76	.77	.79	.81	.82	.84	.85	.87	.88	.90	.91	.93	.94	.96	.97	.98	
4.5	.58	.60	.61	.63	.65	.67	.69	.70	.72	.74	.76	.77	.79	.81	.82	.84	.85	.87	.89	.90	.92	.93	.95	.96	.98	.99				
5	.61	.63	.65	.67	.69	.71	.72	.74	.76	.78	.79	.81	.83	.85	.86	.88	.90	.91	.93	.94	.96	.98	.99							
5.5	.64	.66	.68	.70	.72	.74	.76	.77	.79	.81	.83	.84	.86	.88	.90	.91	.93	.95	.96	.98	.99									
6	.67	.69	.71	.73	.75	.77	.78	.80	.82	.84	.86	.87	.89	.91	.93	.94	.96	.98	.99											
6.5	.70	.72	.74	.75	.77	.79	.81	.83	.85	.87	.89	.90	.92	.94	.96	.97	.99													
7	.73	.75	.77	.79	.81	.83	.85	.87	.89	.90	.92	.94	.96	.98	.99															
8	.76	.78	.80	.82	.84	.86	.88	.90	.92	.94	.96	.98	1.00																	

m	Z <sub>0</sub>																													
	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	
1.	.03	.04	.05	.06	.06	.07	.08	.09	.09	.10	.11	.12	.12	.13	.14	.15	.15	.16	.17	.17	.18	.19	.20	.20	.21	.22	.22	.23	.24	
1.25	.30	.31	.32	.33	.34	.35	.36	.37	.38	.39	.40	.41	.42	.43	.43	.44	.45	.46	.47	.48	.49	.50	.51	.50	.51	.52	.53	.54	.55	
1.75	.46	.48	.49	.50	.51	.52	.53	.54	.55	.56	.57	.58	.59	.60	.61	.62	.63	.64	.65	.66	.67	.68	.69	.70	.70	.71	.72	.73	.74	
2.	.58	.60	.61	.62	.63	.64	.65	.66	.67	.69	.70	.71	.72	.73	.74	.75	.76	.77	.78	.79	.80	.81	.82	.83	.84	.85	.86	.87	.88	
2.25	.67	.69	.70	.71	.72	.73	.74	.76	.77	.78	.79	.80	.81	.82	.84	.85	.86	.87	.88	.89	.90	.91	.92	.93	.94	.95	.96	.97	.98	
2.75	.75	.76	.77	.78	.80	.81	.82	.83	.84	.86	.87	.88	.89	.90	.91	.93	.94	.95	.96	.97	.98	.99								
3.	.81	.82	.83	.84	.86	.87	.88	.89	.91	.92	.93	.94	.95	.97	.98	.99	1.00													
3.75	.86	.87	.88	.89	.91	.92	.93	.95	.96	.97	.98	1.00																		
3.25	.90	.91	.92	.94	.95	.96	.98	.99	1.00																					
3.75	.93	.94	.96	.97	.99	1.00																								
4.	.95	.96	.98	.99	1.00																									
4.75	1.00																													
4.5																														
5																														
5.5																														
6																														
6.5																														
7																														
8																														

结语

(1) 利用本文所列的在插齿刀不同模数  $m$ 、不同齿数  $Z_0$ 、不同压力角  $\alpha$ 、不同齿顶高系数  $h_{\alpha 0}^*$  时允许  $X_{\text{omax}}$  的对照表,将对插齿刀设计、制造及应用带来极大方便。

(2) 由于插齿刀的变位系数  $X_0$  还受到过渡

曲线干涉、根切和一类、二类顶切的限制,而上述限制对  $X_0$  的选择,目前仍用有关曲线对照求得,颇有不便也欠精确,故尚待一一制成图表及再行综合即可编成《插齿刀变位系数的选择》这一对于插齿刀设计者和机械工艺人员及操作工人颇具实用性的手册。

参考文献：

[1] 袁哲俊,刘华明,唐宜胜. 齿轮刀具设计[M]. 北京: 新时代出版社, 1983.  
[2] 袁哲俊. 金属切削刀具[M]. 上海: 上海科技出版社, 1984.  
[3] 乐兑谦. 金属切削刀具[M]. 北京: 机械工业出版社, 1985.

