

ICS 25.020
J38

JB

中华人民共和国机械行业标准

JB/T 9168.1~9168.13-1998

切削加工通用工艺守则

Common process instructions for cutting

1998-11-16 发布

1998-12-01 实施

国家机械工业局 发布

中华人民共和国机械行业标准

切削加工通用工艺守则 齿轮加工

JB/T 9168.9—1998

Common process instructions for cutting
—Process instructions for gear machining

代替 JB/Z 307.9—88

1 范围

本标准规定了齿轮加工应遵守的基本规则,适用于各企业的齿轮加工。
齿轮加工还应遵守 JB/T 9168.1 的规定。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

JB/T 9168.1—1998 切削加工通用工艺守则 总则
GB 10095—1988 渐开线圆柱齿轮 精度

3 一般要求

- 3.1 齿坯装夹前应检查其编号和实际尺寸是否与工艺规程要求相符合。
- 3.2 装夹齿坯时应注意查看其基面标记,不得将定位基面装错。
- 3.3 计算齿轮加工机床滚比挂轮时,一定要计算到小数点后有效数字第五位。

4 滚齿工艺守则

- 4.1 本守则适用于用滚切法加工 GB 10095 中规定的 7、8、9 级精度渐开线圆柱齿轮。
- 4.2 滚齿前的准备
- 4.2.1 加工斜齿或人字齿轮时,必须验算差动挂轮的误差,一般差动挂轮应计算到小数点后有效数字第五位。差动挂轮误差应按式(1)计算:

$$\delta \leq \frac{KC}{mNB} \dots \dots \dots (1)$$

式中: δ ——差动挂轮误差;

m ——齿轮模数;

N ——滚刀头数;

B ——齿轮齿宽;

K ——齿轮精度系数:对 7 级齿轮, K 为 0.001;对 8 级齿轮, K 为 0.002;对 9 级齿轮, K 为 0.003;

C ——滚齿机差动定数。

- 4.2.2 加工有偏重的齿轮时,应在相对应处安置适当的配重。

4.3 齿坯的装夹

- 4.3.1 在滚齿机上安装滚齿夹具时,应按表 1 的要求调整;

- 4.3.2 在滚齿机上装夹齿坯时,应将有关标记的基面向下,使其与支承面贴合,不得垫纸或铜皮等物。压紧前用千分表检查齿坯外圆径向圆跳动和基准端面圆跳动,其跳动公差不得大于表 2 所规定数值。压紧

后需再次检查,以防压紧时产生变形。

表 1

mm

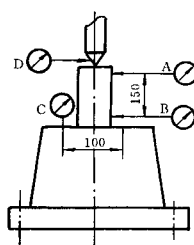
齿轮精度等级	检查部位				
	A	B	C	D	
	允许圆跳动公差				
7	0.015	0.010	0.005	0.015	
8	0.020	0.012	0.008		
9	0.025	0.015	0.010		

表 2

mm

齿轮精度等级	齿轮分度圆直径					
	≤125	>125~400	>400~800	>800~1600	>1600~2500	>2500~4000
	齿坯外圆径向跳动和基准端面跳动公差					
7	0.018	0.022	0.032	0.045	0.063	0.100
8						
9	0.028	0.036	0.050	0.071	0.100	0.160

注

- 1 当三个公差组的精度等级不同时,按最高的精度等级确定公差值。
- 2 当以顶圆作基准时,表中的数值就指顶圆的径向跳动。

4.3.3 齿轮轴的装夹

4.3.3.1 在滚齿机上装夹齿轮轴时,应用千分表检查其两基准轴颈(或一个基准轴颈及顶圆)的径向跳动,其跳动公差应按式(2)计算:

$$t \leq \frac{L}{B} K \dots\dots\dots (2)$$

式中: t —跳动公差, mm;

L —两测量点间的距离, mm;

B —齿轮轴的齿宽, mm;

K —精度系数:对7级和8级精度齿轮轴, K 值取0.008~0.01;对9级精度齿轮轴, K 值取0.011~0.013。

4.3.3.2 在滚齿机上装夹齿轮轴时,应用千分表在90°方向内检查齿顶圆母线与刀架垂直移动的平行度,在100 mm长度内不得大于0.01 mm。

4.3.4 齿坯装夹压紧时,压紧力应通过支承面,不得压在悬空处,压紧力应适当。

4.4 刀杆与滚刀的装夹

4.4.1 粗、精加工刀杆、刀垫必须严格分开,精加工用刀垫两端面平行度不得大于0.005 mm。

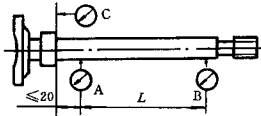
4.4.2 刀杆及滚刀装夹前,刀架主轴孔及所有垫圈、刀杆、支承轴套、滚刀内孔端面都必须擦净。

4.4.3 滚刀应轻轻推入刀杆中,严禁敲打。

4.4.4 刀杆装夹后,悬臂检查刀杆径向和端面圆跳动,其跳动公差不得大于表3规定。

表 3

mm

齿轮精度等级	圆跳动公差			
	A	B	C	
7	0.005	0.008	0.005	
8	0.008	0.010	0.008	
9	0.010	0.015	0.010	

注
1 精度等级按第Ⅰ公差组要求。
2 表中B点跳动是指L小于或等于100 mm时的数值,L每增加100 mm,B点跳动允许增加0.01 mm。

4.4.5 滚刀安装后必须检查滚刀轴台径向圆跳动,其跳动公差不得大于表4规定,并且要求两轴台径向圆跳动方向一致。

表 4

mm

齿轮模数	齿轮精度等级		
	7	8	9
	跳动公差		
≤10	0.015	0.02	0.04
>10	0.02	0.03	0.05

注:精度等级按第Ⅰ公差组要求。

4.5 滚刀选择及磨钝标准

4.5.1 滚刀选择

根据被加工齿轮的精度要求,按表5选择滚刀。

表 5

齿轮精度等级	滚刀精度等级	
	粗滚齿	精滚齿
7	B或C	AA
8		A
9	C	B

注:精度等级按第Ⅰ公差组要求。

4.5.2 滚刀磨钝标准

在滚齿时,如发现齿面有光斑、拉毛、粗糙度变坏等现象时,必须检查滚刀磨钝量,其磨钝量不得大于表6的规定。

表 6

mm

滚刀模数		2~8	>8~14	>14~25	>25~30
磨钝量	粗滚刀	0.4	0.6	0.8	1.0
	精滚刀	0.2	0.3	0.4	0.5

4.5.3 精滚刀每次刃磨后,均需检查容屑槽周节累积误差、容屑槽相邻周节误差、刀齿前面的非径向性、齿面粗糙度和刀齿前面与内孔轴线的平行度等,并要有检查合格证方可使用。

4.6 机床调正

4.6.1 为了保证滚齿机在加工过程中的平稳性,分齿挂轮、差动挂轮啮合间隙应为 0.1~0.15 mm。

4.6.2 在大型滚齿机上加工大型齿轮时,必须根据齿坯的实际重量和夹具的重量,调整机床的卸载机构,并检查其可靠性。

4.6.3 根据被加工齿轮的技术参数、精度要求、材质和齿面硬度等情况决定切削用量。用单头滚刀时推荐采用以下加工规范:

滚切次数:模数在 20 以下时,粗滚、精滚各一次。

模数在 20~30 时,粗滚、半精滚、精滚各一次。

切削深度:采用两次滚切时,粗滚后齿厚须留有 0.50~1.00 mm 的精滚余量。

采用三次滚切时,第一次粗滚深度为全齿深的 70%~80%,第二次半精滚齿厚须留有 1.00~1.50 mm 的精滚余量。

切削速度:切削速度在 15~40 m/min 范围内选取。

进给量:粗滚进给量在 0.5~2.0 mm/r 范围内选取。

精滚进给量在 0.6~5 mm/r 范围内选取。

4.7 滚齿加工

4.7.1 机床调整后用啃刀花进行试切,检查分齿、螺旋方向是否与设计相符。

4.7.2 粗、精滚齿应严格分开,有条件时粗、精滚齿应分别在两台滚齿机上进行。

4.7.3 在滚切人字齿轮时,左右方向实际齿厚之差不得大于 0.10 mm。

5 刨齿工艺守则

5.1 本守则适用于用展成法加工 7、8、9 级精度直齿锥齿轮。

5.2 刨齿前的准备

5.2.1 按加工方法和齿轮模数、材质、硬度进行速度挂轮、进给挂轮的选择与调整。

5.2.2 调整分齿挂轮和滚比挂轮,其啮合间隙应保证在 0.1~0.15 mm。

5.2.3 根据粗、精刨齿要求准确调整鼓轮的滚柱位置。

5.2.4 分齿挂轮调整后,开动机床,以主轴座分度盘刻线验证分齿挂轮的正确性。

5.2.5 刀架角和滚比挂轮的滚比分别按式(3)和式(4)计算:

$$\omega = \frac{57.296 \left(\frac{S}{2} + h_f \tan \alpha \right)}{R} \dots \dots \dots (3)$$

$$i = \frac{Z \cos \theta_f}{K_s \sin \delta'} \dots \dots \dots (4)$$

式中: ω ——刀架角, (°)

i ——滚比;

S ——分度圆上弧齿厚;

h_f ——齿根高, mm;

θ_f ——齿根角, (°);

δ' ——节锥角, (°);

R ——外锥距, mm;

α ——齿轮压力角, (°);

Z ——齿轮齿数;

K_a ——机床系数。

当刨刀齿形角 α_0 不等于齿轮压力角 α 时：

$$i = \frac{Z \cos \theta_f}{K_a \sin \delta'} \cdot \frac{\cos \alpha_0}{\cos \alpha}$$

- 5.3 夹具(或心轴)装入主轴锥孔后,应校正其径向跳动和端面跳动,其径向跳动应不大于齿坯基准面径向跳动公差之三分之一,端面跳动应小于 0.005 mm。
- 5.4 齿坯的装夹应保证轮位、床位的正确性。
- 5.5 刨齿刀的装夹应使用本机床的长度和高度对刀规对刀,以保证刨齿刀的正确位置。
- 5.6 在精刨相啮合的齿轮副时,应选用同一副刨齿刀,以保证工件齿形角一致。
- 5.7 装夹齿坯时,应保证锥顶和机床中心重合,并根据齿坯定位基面至其锥顶的距离调整刨齿刀行程长度,调整时应避免刀具与鞍架相碰。
- 5.8 刨齿刀的使用和刃磨
- 5.8.1 粗刨时,刨齿刀磨损量应不超过 0.2 mm。
- 5.8.2 精刨时,刨齿刀磨损量应不超过 0.1 mm。刨齿刀刃磨后的前角与前面的倾角应符合刀具标准有关规定。
- 5.8.3 精刨齿刀刃磨后刀刃的直线度应不大于 0.01 mm,前面的表面粗糙度 R_a 值应不大于 $1.6 \mu\text{m}$,并不得有裂纹烧伤和退火现象。
- 5.9 刨锥齿轮副时,应先刨大齿轮,然后配对加工小齿轮,并做配对标记。

6 插齿工艺守则

- 6.1 本守则适用于用齿轮型插齿刀加工 GB 10095 中规定的 7、8、9 级精度渐开线圆柱齿轮。
- 6.2 插齿前的准备
- 6.2.1 调整分齿挂轮的啮合间隙在 0.1~0.15 mm 内。
- 6.2.2 按加工方法和工件模数、材质、硬度进行切削速度挂轮、进给挂轮的选择与调整。
- 6.3 插齿心轴及齿坯的装夹
- 6.3.1 心轴装夹后,其径向跳动应不大于 0.005 mm。
- 6.3.2 装夹齿坯时应将有标记的基面向下,使之与支承面贴合,不得垫纸或铜皮等物。压紧前要用千分表检查外圆的径向跳动和基准端面跳动,其跳动公差不得大于表 2 的规定。
- 6.3.3 在装夹直径较大或刚性较差易受振动的齿坯时,应加辅助支承。
- 6.4 插齿刀的选用与装夹
- 6.4.1 插齿刀的精度选择按表 7。

表 7

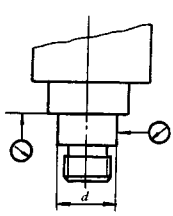
齿 轮 精 度 等 级	插 齿 刀 精 度 等 级
7	AA、A
8	A
9	B

注:精度等级按第 I 公差组要求。

- 6.4.2 刀垫的两端面平行度公差应不大于 0.005 mm,刀杆和螺母的螺纹部分与其端面垂直度公差应不大于 0.01 mm。
- 6.4.3 装夹插齿刀前应用千分表检查装刀部位的径向圆跳动、端面圆跳动及外径 d 的磨损极限偏差,其值不得超过表 8 的规定。

表 8

齿 轮 精 度 等 级	7	8	9
端 面 圆 跳 动	0.005		0.006
径 向 圆 跳 动	0.008		0.009
磨 损 量	0.01	0.02	



注:精度等级按第 I 公差组要求。

6.5 机床调整

6.5.1 根据齿轮模数、齿数、材质、硬度选择适当的切削速度。一般切削速度可在 8~20 m/min 范围内选取。

6.5.2 调整插齿刀的冲程次数,按式(5)计算:

$$n = \frac{1000v}{2(B+\Delta)} \dots\dots\dots (5)$$

式中: n ——插齿刀每分钟冲程次数;

v ——切削速度, m/min;

B ——被加工齿轮的宽度, mm;

Δ ——插齿刀切入、切出长度之和, mm。

6.6 插齿过程中,应随时注意刀具的磨损情况,当刀尖磨损达到 0.15~0.30 mm 时,应及时换刀。

7 弧齿锥齿轮铣齿工艺守则

7.1 铣齿前的准备

7.2 齿坯的装夹

7.2.1 按零件图样和工艺规程上规定的安装距,加上夹具上标明的(或实测的)尺寸,严格控制水平轮位尺寸。

7.2.2 当需要更换工件主轴大锥套时,应将工件主轴内锥孔、端面和锥套外圆、端面擦干净,涂一薄层机油,用手推入配合,锥套和主轴锥孔的端面间应有 0.15~0.20 mm 的间隙,拉紧后此间隙应消除。

7.3 刀盘的装夹

7.3.1 检查刀盘主轴:外圆径向跳动和端面跳动均不应大于 0.01 mm。

7.3.2 检查心轴装在机床上的跳动:

定位内孔或心轴外圆的径向圆跳动和定位端面圆跳动均不应大于 0.01 mm。

7.3.3 刀盘内孔和后端面及机床刀具主轴必须擦干净,精切刀装上刀盘后,应用百分表校验调整刀尖在同一水平面上,误差应不大于 0.02 mm;调整同名刀头的径向圆跳动应不大于 0.005 mm。

7.3.4 加工中需更换刀头时,必须检查合格后才能使用。

7.4 机床调整

7.4.1 按照机床调整卡片上规定的加工方法和各项参数调整机床的刀位、轮位、床位、摇台角、安装角、刀倾角、刀转角。

7.4.2 当进给鼓轮指标在滚切中心刻线时,按机床调整卡片上规定的参数调整分齿挂轮和滚比挂轮,并保证其啮合间隙为 0.1~0.15 mm。

7.4.3 根据齿轮模数、齿数、材质、硬度、刀盘直径合理选取切削速度和进给挂轮，切削速度一般在 $15\sim 40\text{ m/min}$ 范围内选取。

7.5 铣齿加工

7.5.1 加工相啮合的齿轮副时，应先铣大齿轮，然后以大齿轮配铣小齿轮，铣后应做标记。

7.5.2 首件铣齿后，在保证安装距和齿侧间隙的条件下，应将铣出的齿轮在滚动检查机上跑合，调整齿面接触区，合格后才能正式生产。

7.5.3 铣齿时，刀盘的刀头磨损量应不大于 0.3 mm 。

8 弧齿锥齿轮磨齿工艺守则

8.1 磨齿前的准备

8.1.1 根据齿轮的模数、齿数、材质、硬度、磨削方式、齿面粗糙度等因素合理选用砂轮。

8.1.2 砂轮要进行粗平衡→修整→精平衡→再修整。

8.2 被磨削齿轮的装夹

8.2.1 按零件图样和工艺规程中规定的安装距，加上夹具上标明的（或实测的）尺寸，严格控制水平轮位。

8.2.2 磨齿心轴（夹具）装入机床主轴孔后应检查其定位外圆的径向跳动和支承端面的跳动，其公差应不大于 0.01 mm 。

8.2.3 当需要更换机床工件主轴大锥套时，应将机床工件主轴内锥孔及其端面和锥套的外圆及其端面擦干净，涂一薄层机油，用手推入配合，锥套和主轴锥孔的端面间必须有 $0.15\sim 0.20\text{ mm}$ 的间隙，拉紧后此间隙应消除。

8.3 砂轮安装

8.3.1 砂轮安装后，应用砂轮修正器修出正确的齿形角。

8.3.2 必须保证砂轮的准确轮位。

8.4 机床调整

8.4.1 按照机床调整卡片上规定的各项参数，调整机床的刀位、轮位、床位。

8.4.2 调整分齿挂轮和滚比挂轮，保证其啮合间隙为 $0.1\sim 0.15\text{ mm}$ 。

8.4.3 鼓轮机构的调整：应注意调整滚柱的不同位置，安装要准确。

8.4.4 摇台角的调整：调好摇台作磨削摆动的起点，使摇台摆动的角度足以磨好全齿面。

8.4.5 选取合适的磨削速度和进给量，保证被磨削齿轮的齿面不得出现烧伤、退火和裂纹。

8.5 磨削加工

8.5.1 磨削相啮合的齿轮副时，必须先磨削大齿轮，然后以大齿轮配磨小齿轮。

8.5.2 齿轮磨齿后，在保证安装距和齿侧间隙的条件下，应在滚动检查机上跑合，调整齿面接触区，合格后做标记。

9 剃齿工艺守则

9.1 被剃齿轮的装夹

9.1.1 机床前后（或上下）顶尖的径向圆跳动应不大于 0.005 mm 。两顶尖中心连线对工作台移动方向的偏移，在 150 mm 内应不大于 0.01 mm 。

剃齿心轴装夹后，径向圆跳动应不大于 0.005 mm 。

9.1.2 机床主轴的端面和径向圆跳动都应小于 0.005 mm ；垫圈两端面的平行度应不大于 0.005 mm 。

9.2 剃齿刀的选择与装夹

9.2.1 剃齿刀的精度按表9选用。

表 9

齿 轮 精 度 等 级	剃 齿 刀 精 度 等 级
6	A
7	A、B
8	B
注：精度等级按第Ⅰ公差组的要求。	

9.2.2 剃齿刀装夹后,其端面圆跳动和径向圆跳动均不应大于 0.01 mm。

9.2.3 剃齿刀的齿数应与被剃齿轮齿数无公约数。

9.3 机床调整

9.3.1 应根据机床刚性、齿轮模数、材质、硬度、剃齿方式、剃齿刀直径等因素选取主轴速度挂轮。

9.3.2 根据齿轮模数、齿数、材质、硬度选取进给量。径向进给量一般取 0.005~0.01 mm/r,轴向进给量一般取 0.1~0.5 mm/r。

9.3.3 调整剃齿刀的超越行程:为保证齿向精度,剃齿刀的超越行程一般应取剃齿刀厚度的三分之一至五分之二。

9.4 剃齿加工

9.4.1 剃齿时轴交角的选择:

a) 剃直齿轮时,轴交角应取 5°或 15°;

b) 剃斜齿轮时,轴交角应取 10°~25°;

c) 剃双联或多联齿轮时,轴交角应根据齿轮空刀槽宽度适当选取,保证台肩无干涉。

9.4.2 机床调整后,应进行齿轮的试剃并检查齿向精度,合格后才能进行剃齿。

9.4.3 在剃齿过程中,发现齿面失去剃刀花纹,出现挤压痕迹,齿面无光泽,齿形端面出现较大毛刺、有啃刀现象,齿形误差增大,公法线长度变动超差或发出异常声音时,应及时换刀。

9.4.4 剃削鼓形齿时仿形板的调整:仿形板应按工件中心点放置,并与工作台摇摆中心点重合,以保证工件来往行程的摆动量相等,使剃出的齿形鼓形量对称。

10 珩齿工艺守则

10.1 根据被珩齿轮的精度等级、热处理变形情况选取珩齿方式。

10.2 珩磨轮的精度一般应为 9~10 级,其齿圈径向跳动应不大于 0.10 mm。

10.3 珩齿时,被珩齿轮一般应处于升速状态,珩磨轮转速不应太高,一般可在 200~300 r/min 范围内选取。

10.4 珩齿循环次数一般取 2~4 次,循环次数多了会破坏齿轮的齿形精度。

10.5 珩磨轮的超越行程,一般应按珩磨轮厚度的三分之一选取。其余可参照剃齿工艺守则。

11 渐开线圆柱齿轮磨齿工艺守则

11.1 磨齿前的准备

11.1.1 根据齿轮的模数、齿数、材质、硬度、磨削方式、齿面粗糙度等因素合理选用砂轮。

11.1.2 砂轮要进行粗平衡→修整→精平衡→再修整。

11.2 被磨削齿轮的装夹

11.2.1 磨齿机上下(左右)顶尖的径向圆跳动应不大于 0.003 mm。

11.2.2 盘状齿轮应尽可能与其相配轴压装后磨齿。

11.2.3 使用磨齿心轴定位磨齿时:

- a) 磨齿心轴的选用按表 10;
 b) 磨齿心轴各部分精度和粗糙度要求推荐按表 11;
 c) 要保证被磨削齿轮孔与磨齿心轴的配合精度;
 d) 垫圈两端面的平行度应不大于 0.005 mm;
 e) 磨齿心轴的传动夹头装夹螺钉拧紧应适量。

表 10

齿 轮 精 度 等 级	选 用 心 轴 种 类
3~4	按每隔 2 μm 公差分组的圆柱心轴;使工件与心轴配合间隙为 2 μm, 或采用密珠心轴
5~6	锥度心轴 1:5000~1:15000,或按 4 μm 公差分组的圆柱心轴
6~7	圆柱心轴,或胀套心轴
注:齿轮精度等级按第 1 公差组的要求。	

表 11

齿 轮 精 度 等 级	磨 齿 心 轴 径 向 跳 动 mm	端 面 对 外 圆 垂 直 度 mm	端 面、外 圆 表 面 粗 糙 度 R _a μm	中 心 孔	
				接 触 面 %	表 面 粗 糙 度 R _a μm
3~4	0.001	0.001~0.002	0.1	85	0.1
5	0.002~0.003	0.002~0.004			
6~7	0.003~0.005	0.005~0.006	0.2	80	
注:齿轮精度等级按第 1 公差组的要求。					

11.2.4 使用夹具定位磨齿时:

- a) 夹具定位面在 $\phi 400$ mm 范围内,端面全跳动应不大于 0.005 mm;
 b) 被磨削齿轮内孔的径向跳动和基准端面跳动,均应不大于表 2 中规定数值的 85%。

11.3 砂轮的安装与修正

11.3.1 砂轮安装后,应用砂轮修整器修出所需的砂轮齿形角:

- a) 对锥面砂轮磨齿机,砂轮齿形角一般应与被磨削齿轮的压力角相等。
 b) 对马格磨齿机,可根据被磨削齿轮的精度和生产批量,优先采用 0°磨削法或 K 型磨削法。

11.3.2 修正砂轮时,应使金刚石尖的移动轨迹通过砂轮轴线,且移动速度应均匀。

11.4 机床调整

11.4.1 使用挂轮展成磨齿机时,其滚比挂轮应计算到小数点后有效数字第五位;使用基圆盘展成磨齿机时,基圆盘直径应计算到小数点后有效数字第二位。基圆盘的径向跳动应不大于 0.015 mm。

11.4.2 分齿挂轮和滚比挂轮的啮合间隙应保证在 0.08~0.12mm 内。

11.5 磨齿加工

11.5.1 根据被磨削齿轮的模数、齿数、材质、硬度、精度等级、齿面粗糙度、砂轮的材料、粒度、硬度合理选取磨削速度、进给量和行程次数。

11.5.2 首件齿轮不得一次磨到成品尺寸,在磨削过程中应检查其齿形、齿向、周节等项目,合格后再继续磨至成品尺寸。

11.5.3 被磨削齿轮齿面不允许有烧伤、裂纹等缺陷。

11.5.4 调整工作台的行程长度时,应保证齿轮渐开线齿形能完全展开,并要有适当的空行程,以消除工作台的返行程传动间隙或液压波动。
