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

JB/T 9168.9—1998

切削加工通用工艺守则　齿轮加工

代替 JB/Z 307.9—88

Common process instructions for cutting
—Process instructions for gear machining

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：

$$\delta \leqslant \frac{KC}{mNB} \qquad \cdots\cdots (1)$$

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平具时，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

国家机械工业局 1998-11-16 批准　　1998-12-01 实施

后需再次检查，以防压紧时产生变形。

表 1

mm

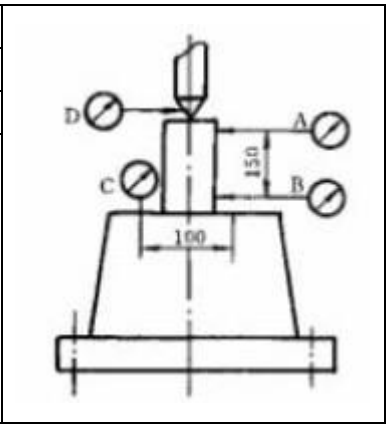
齿轮精度等级	检查部位				
	A	B	C	D	
	允许圆跳动公差				
7	0.015	0.010	0.005	0.015	
8	0.020	0.012	0.008		
9	0.025	0.015	0.010		

表 2

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					
	0.018	0.022	0.032	0.045	0.063	0.100
	0.028	0.036	0.050	0.071	0.100	0.160

注

1 当三个公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。

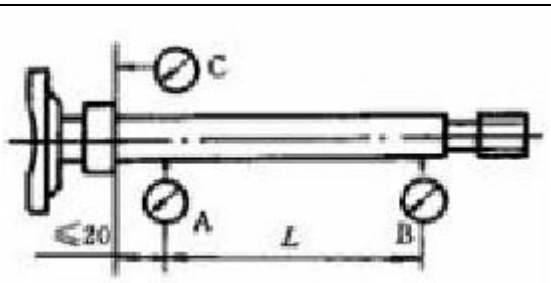
4.3.3 齿轮轴的装夹

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 \leqslant \frac{L}{B}K \quad \cdots\cdots\cdots\

表 3

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。

表 4

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

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

表 6

滚 刀 模 数		2～8	＞8～14	＞14～25	＞25～30
磨 损 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螺积误差，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生量，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 刀 量：粗滚进给量在 0.5～2.0 mm/r 范围内选取。
精滚进给理在 0.6～5 mm/r 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要求相符。

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：

$$\omega=\frac{57.296\left(\frac{S}{2}+h_i\tan\alpha\right)}{R} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (3)$$

$$i=\frac{Z\cos\theta_i}{K_a\sin\delta'} \qquad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (4)$$

式中：ω——刀架角，(°)；

i——滚比；

S——分度圆上弧齿厚；

h_i——齿根高，mm；

θ_i——齿根角，(°)；

δ'——节锥角，(°)；

R——外锥距，mm；

α——齿轮压力角，(°)；

Z——齿轮齿数；

Kg——机床系数。

当刨刀齿形角 α_0 不等于齿轮压力角 α 时：

$$i=\frac{Z\cos\theta_1}{K_g\sin\delta}\cdot\frac{\cos\alpha_0}{\cos\alpha}$$

5.3 夹具(或心轴)装入主轴锥孔后，应较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的三分之一，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 Ra 值应不大于 1.6μmm，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 插齿刀的选择与装夹

6.4.1 插齿刀的精度选择按表 7。

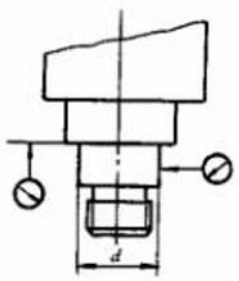
表 7

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 8～12 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：

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

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圆跳动均应不大于 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 加工中需要换刀头时，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上时，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、刀盘直径合理选择切削速度和进给挂轮，切削速度一般可在15～40m/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，由手推入配合，锥套和主轴锥孔的端面间必须有 0.15～0.20 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 必须保证砂轮的正确轮位。

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0.1～0.15 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，必须无磨削大齿轮，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150mm内应不大于0.01 mm。

剃齿心轴装夹后，径向跳动应不大于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0.00 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公差组要求	

9.2.2 剃齿刀装夹后，其端面圆跳动和径向圆跳动均应不大于 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 机床调整好后，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，应及时换恨。

9.4.4 剃削鼓形齿轮时仿形板的调整：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

10.1 根据被珩齿轮的精度等级、热处理变形情况选取衍齿方式。

10.2 珩磨轮的精度一般应为 9～10 级，其齿圆径向跳动应不大于 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 200～300r/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 2μm 公差分组的圆柱心轴，使工件与心轴配合间隙为 2μm。或采用密珠心轴
5～6	锥度心轴 1:5000～1:15000,或按 4μm 公差分组的圆柱心轴
6～7	圆柱心轴，或胀套心轴
注：精度等级按第Ⅰ公差组要求	

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 Ra μm	中心孔	
				接触面 %	表面粗糙度 Ra 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：精度等级按第Ⅰ公差组要求					

11.2.4 使用夹具定位磨齿时：

a)夹具定位面在 Φ400mm 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角形：

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 ～0.12 mm 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合展开，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。