

洛破科技

(译文集)

1

洛阳矿山机器厂科技情报科

洛矿科技动态

内部刊物 注意保存

译文集

第1期

洛阳矿山机器厂科学技术协会编

目 录

超硬滚切的研究

正相浦正人等四人著

冯裕祐译 张志文、郁明山校(1)

齿轮淬火硬化后效率理想的加工方法

正相浦正人等四人著 冯裕祐译 张志文、郁明山校(18)

对淬火大齿轮的滚齿问题

奈良 百郎 岛村 宽治著 刘治曾译(34)

对高硬度齿轮坯的滚齿问题

正员 川田 卷若三 菱重工 高砂制作所 张绒仙译 郁明山校(64)

高硬度齿轮的超硬滚切加工研究

相浦正人、米仓将隆、永野嘉三郎著 冯裕祐译 郁明山校(82)

关于表面硬化齿轮的超硬滚切加工的最近研究

相浦正人 米仓将隆著 冯裕祐译 郁明山校(101)

超硬滚切的研究

正相浦正人等四人著

1. 绪 言

钢齿轮如果能用高速、强而有力的一次加工切削的话，就能比过去的高速滚切产生划时代的提高生产率。再则超硬滚切磨损少而能得到高精度的齿轮。但是超硬滚切最大缺点是容易崩刃。我们研究开发了①超硬滚刀②超硬滚齿机③根据切齿技术的研究、试制可不必顾虑缺点，由于超硬滚刀，能够稳定的高速切削。愿意报告其要领。表1是我们实验用的超硬滚刀尺寸和主要切齿后的齿轮尺寸以及切削条件。以超硬滚齿机而不崩坏切削刃为目的，作者们开发了新结构的超硬滚齿机。滚刀的切削刃切削时，缓和了冲击，根据切削，通过振动被吸收的特殊装置，以油压马达直接驱动滚刀轴，以滚刀轴旋转工作台。是高刚性，没有间隙（虚）的滚齿机。延长超硬滚刀的寿命，为了提高切齿精度，使用优秀的最佳超硬刀片。规定最适当的切削条件。适当的切削油充分灌注，这些很要紧。这里所述的是将切齿技术的主体上根据超硬滚刀高速滚切的实用例子。

2. 带刃滚刀的研制

模数2以下的滚刀，用整体式的超硬刀片，模数2以上的是将滚刀每个刃的超硬刀片淬火硬化，然后钎焊在合金工具钢的本体上。

(1) 设计

图1为模数2.5的超硬带刃滚刀的切削刃部分的设计例子。

表 1

滚 刀	模 数	125	125	2	25	25	3	6	8
	压力角	20°	20°	20°	20°	20°	20°	20°	20°
	外 径	90	90	100	110	110	110	140	150
	前 角	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°	0°
	数, 螺旋方向	1RH	1RH	1RH	1RH	2RH	1RH	1RH	1RH
	导 角	0°49'	0°49'	1°12'	1°23'	2°45'	1°52'	2°47'	3°33'
齿 轮	刀槽数	12	12	12	14	12	12	10	10
	模 数	125	125	2	25	25	3	6	8
	螺旋角	0°	8°15'左	0°	0°	0°	0°	0°	0°
	齿 数	68	68	48	43	43	32	39	29
	外 径	875	912	100	110	110	102	246	248
	齿 宽	9	10	20	20	20	50	70	70
切 削 条 件	材 质	S45C	S45C	S45C	S45C	S45C	S45C	S45C	S45C
	布氏硬度	180	180	180	180	180	180	180	180
	切削速度m/分	300	300	300	300	250	250	250	250
切 削 条 件	进给(mm/转rev)	6	5	6	5	3	3	2	1
	切深(mm)	2.81	2.81	4.5	5.62	5.62	6.75	13.5	18.5

图1 超硬带刃部分的设计

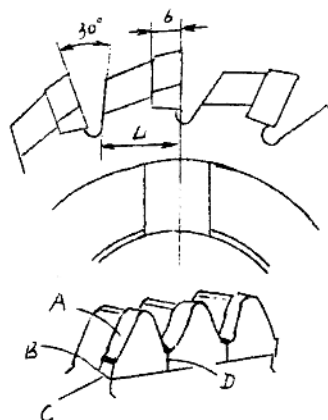
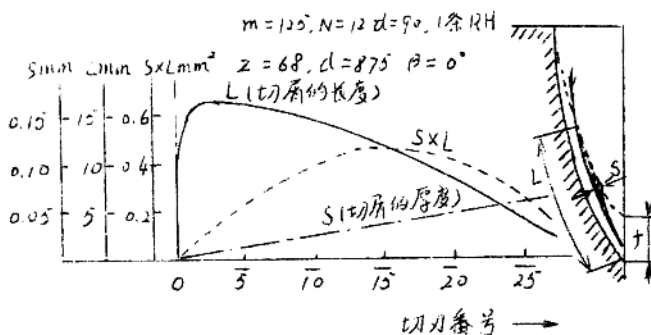


图2 外周切削刃排^切出着的厚度和长度
(直齿铣 $f = 3 \text{ mm/转}$ 切深 2.81 mm)



钎焊部分总称为 A, B, C, D。B 部分和本体钎焊面积来取充分时, 增加切削刃的刚性, 为此使刃根部分 L 加大是很重要的。

- (1) 刀尖角圆度要大。
- (2) 其加工是很重要的。

超硬滚刀的本体的孔径要大，滚刀刀杆的弯曲量要小。键楔为端面键，接触点要搞好不使有间隙，刀杆返回时使之不能振动。

(2) 超硬刀片材料种类

为了使超硬滚切成功，最重要是耐得滚切时的冲击性的断续切削，要发展这种超硬材料种类。超硬刀片的材质种类必须具有机械性强度（抗剪力，压缩强度）和物理特性（耐磨性和耐热龟裂）。到目前为止的研究，相当于P20，特别是做为超硬滚刀用的，能够开发是很好。

模数比较小超硬滚刀，排出薄而长的切屑，容易伤（破坏）切削刃。切削刃的切进初始容易滑动，切削刃会遭到机械性的破坏。图2是 $m=1.25$ 的滚刀，用它切削直齿轮时，每个刃的切屑厚度和长度计算结果， $S \times L$ 是相当于各刃排出的切屑的断面积比率，图3是用相当于M10的滚刀时，损伤的分布。接近制成中心排出薄而长的切屑，损坏了切削刃。排出厚切屑的切削刃无损坏。比较大模数的 $m=6.8$ 的超硬滚刀，其进给大时，切削刃对切削刃面强烈的磨擦为此月牙洼磨损强烈的部分发生热龟裂。图4为模数8的滚刀，展示其热裂（纹）的进行状态。热裂（纹）最初在月牙洼磨损最厉害的地方，在切削刃的直角方向发生的。然后逐渐地伸向切削刃，后来在裂纹上发生直角分枝状的龟裂时，其裂纹引起剥离。再往下进行时，其剥离达到切削刃部分，变成崩刃。滚刀的进给大时，这种损伤来的快。关于热裂纹，少的超硬材料种类还在更进一步研究。必须注意的是：因为超硬刀片是淬火的，所以其组织经常稳定地按规定的

是很困难的，还容易生斑。图5是相当于P20发生破损的比较。
要紧的是：产品不要有斑。

3) 制作技术

图6是超硬刀片焊好后，用金刚砂轮加工磨削时发生的磨削裂纹和用这滚刀时二次面上产生的剥离。这种磨削裂纹容易发生在这滚刀的刀头圆头上，这部分的加工是需要用心注意的。照片是用金刚石研磨膏加工，而后除掉的表面层出现的（Pクラック、查不到）。

图3. M10 超硬滚刀的破损

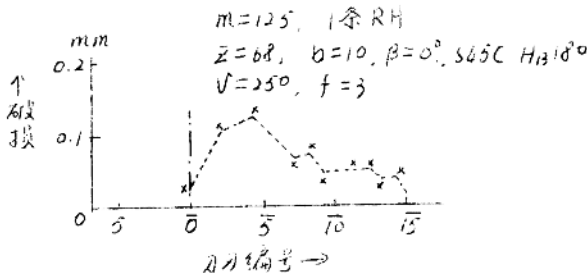


图4. 热裂(纹)的进行状态 ($m=8$)



Technical specifications for Figure 4:

- $m=8$, 1条RH
- $Z=29$, $b=70$, $\beta=0^\circ$
- S45C, HB180
- $V=250$, $f=2$

~ 6 ~

图5. 超硬材料种类的区分 (不引)

正常刀片 (切削后) 多孔性质的刀片 (切削后) 多孔性质的刀片
(塔接后未切削)

图6 研磨裂纹及因此而产生的破损



$m=125, z=68, b=10, \beta=0^\circ$

S45C, HB180

$V=300, f=6, 10$ 个切削

图7 超硬滚齿机的驱动系统

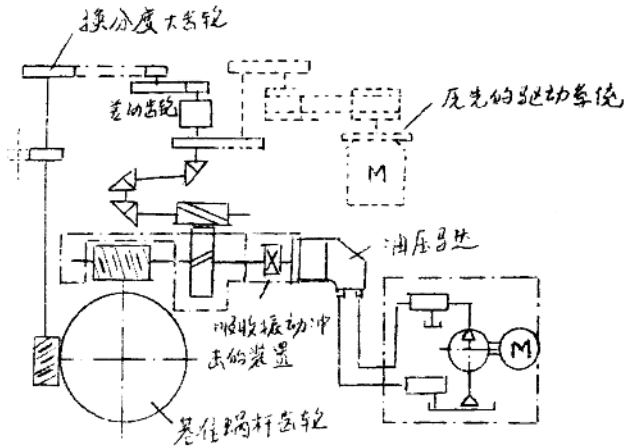


图8 吸收振动冲击装置的静态扭曲特点和最大切削扭矩

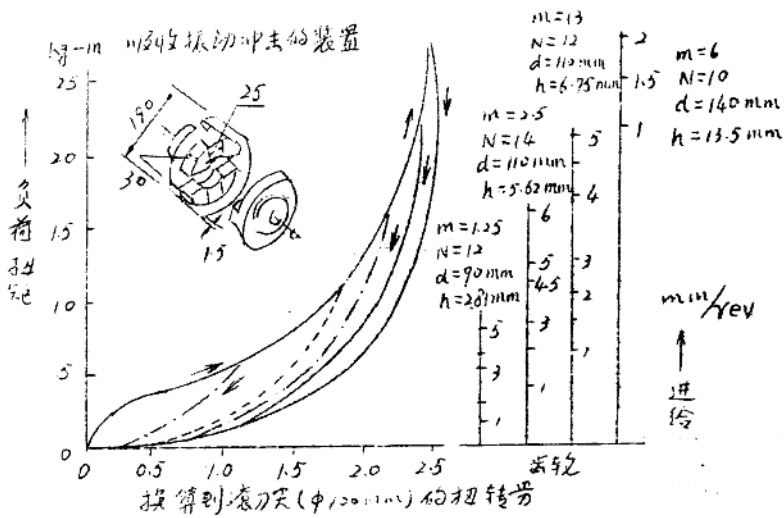


图9. 防止咬入切屑的例子

3. 超硬滚齿机的研制

仅仅改进超硬滚刀，在高速滚切上是不能够使超硬切削刃为3无破损，要紧的是：在切削中切削刃所负担的冲击和振动要小。根据试作机通过基础研究，了解到超硬滚刀的驱动系统最为重要。图7因为要展示作者的超硬滚齿机的驱动系统，所以虚线表示过去的切齿机驱动系统上是：通过齿轮，传动轴，轴承来传达动力的，为此切削力的变动是冲击性的，旋转振动是大的，不能避免切削刃的破损。我们的方法是：通过吸收从油压马达到滚刀切削产生的冲击和振动的装置，直接传动超硬滚刀。超硬滚刀的切削刃是否破损，是由这个冲击振动的吸收装置来决定的。图8因为要表示其设计和静态扭曲特点，所以滚刀轴负担的扭矩逐渐增加，逐渐减少时的滚刀外圆100mm处的扭曲

变形量。滚刀上施加以力时，初始容易扭曲，可是逐渐地增加刚度，扭曲变位减少。内部摩擦大的高分子材料和外圈的花（箱盖）主润滑油间隙。施加以力时，高分子材料要变形，到充满间隙为止，滚刀要变位，可是再多就不变位。根据这种高分子材料的量和形状，间隙的量，滚刀变位的限度，变位的变化是能够自由地变化的。我们的超硬滚齿机其主体是使用榨铁工KS—14型，油泵达用的是，不二越F—100型。其次，重要的是：切屑不要咬向切削部分。图9是要下工夫的一个例子，A是切削油喷嘴，从B的喷嘴使之喷出高压切削油，注入滚刀吹散切屑。为了不使飞溅的切屑飞入切削部分，安置了D、C间隔板。切削油量是1分钟120 L以上，加高B的压力，喷油量是1分钟50 L。除掉切削热，使切削精度提高，滚刀磨损减少，加工齿面光洁。为了流洗切屑，无论如何切屑油是必要的。图10是基于本研究的成果制出的实用机，以生产汽车用的，减速器用的齿轮为目的。即榨藤KS300HD。现在生产惊人的提高。

图10 超硬滚齿机(榨藤KS300HD)

表2. 超硬滚切油的性状

比重	15/4°C	0.88
发火点	°C	180
粘度	378°C cst	28
	989°C	5
粘度指数		98
全酸值	mg-KOH/gr	396
钢板腐蚀	100°C × 1HR	1(1a)
添加剂	有机铝 防锈剂	消泡剂

图11 切削油的影响

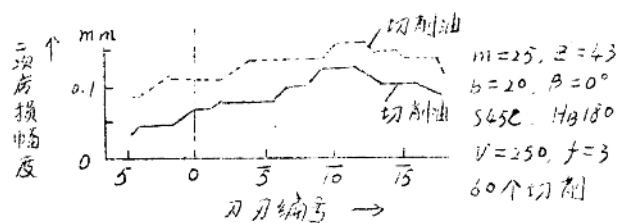


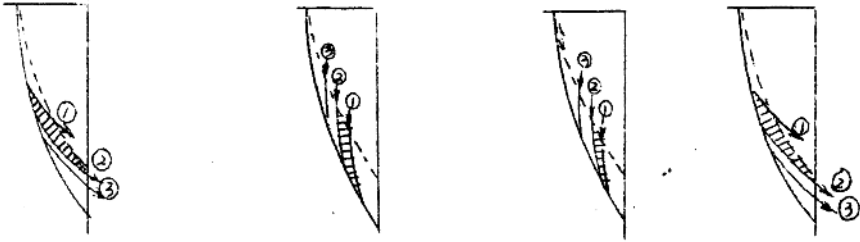
图12 在直齿轮滚切时, 外圈切削刃的轨迹



- (1) 右旋滚刀, 一般滚切 (2) 左旋滚刀, 普通滚切 (3) 右旋滚刀, 顺向滚切 (4) 左旋滚刀, 顺向滚切

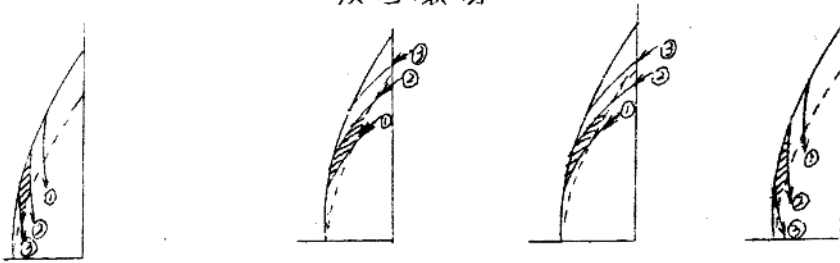
图13 在斜齿轮滚切时，外周切削刃的轨迹

普通滚刀



- (1) 右旋滚刀, 右旋斜齿轮 (2) 右旋滚刀, 左旋斜齿轮 (3) 左旋滚刀, 右旋斜齿轮 (4) 左旋滚刀, 左旋斜齿轮

顺向滚切



- (5) 右旋滚刀, 右旋斜齿轮 (6) 右旋滚刀, 左旋斜齿轮 (7) 左旋滚刀, 右旋斜齿轮 (8) 左旋滚刀, 左旋斜齿轮

4. 切齿技术

(1) 切削油

以前高速滚刀切齿, 用的滚切油 是硫黄或氯为添加剂, 这样损伤超硬滚刀。表2、~~表2、超硬滚刀切削油~~ 不发生破损的超硬滚刀切削油的性状。以有~~机铜~~添加剂的切削油。图11是模数25的超硬滚刀, 用这种新~~切削油~~时, ~~滚刀~~ 不用新切削油时的滚刀磨损的比较。用切削油时, ~~滚刀的磨损量~~ 减少, 而且完全不发生

破损。特别是模数加大切削热高，这样滚刀就损坏。如果没有切削油超硬滚切是不可能的。

12) 切齿方法

如图2所示，特别是模数小的超硬滚刀切削时，切削刃吃入工件时，如有非常薄的切屑，是容易发生切削刃破损的，进行滚切初始切入的切屑的厚度，尽快地使之加厚才好。图12及图13是表示滚刀的切削刃在运转(工作)，从这结果看滚刀的切削刃是从非常薄开始切入的，最好避免这样切齿。表3是整理这些的结果。图14是用右旋滚刀切削右旋斜齿轮时和右旋滚刀切削左旋斜齿轮时，超硬滚刀损伤的比较。超硬滚刀切削直齿轮时最好避免顺向切削。根据以上考虑，超硬滚刀切削时进给要大才好，进给小时恐怕发生破损。而且希望用2把滚刀，或3把滚刀。图15是1把滚刀和2把滚刀的二次磨损的比较。图16是展示那时的2把滚刀的切削刃面，因为排出厚的切屑，所以月牙洼部分发生热裂(纹)。在超硬多把滚刀上，必须注意热裂(纹)的发生。

表3

普通滚切			
	被 削 齿 轮		
使用滚刀	直齿轮	右旋斜齿轮	左旋斜齿轮
右旋滚刀	0	X	0
左旋滚刀	0	0	X
	同 旋 滚 刀 切 削		
右旋滚刀	X	X	0
左旋滚刀	X	0	X

图 14. 在滚切斜齿轮时的损伤

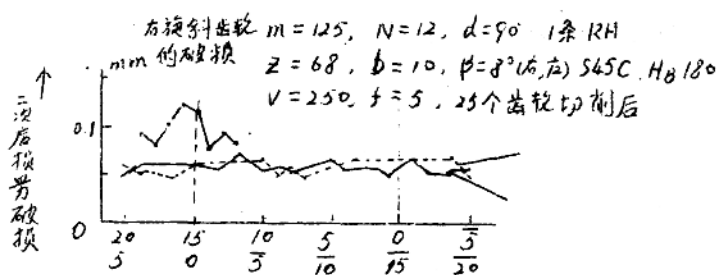


图 15. 1把滚刀和2把滚刀二次磨损的比较(切削60个齿以后)

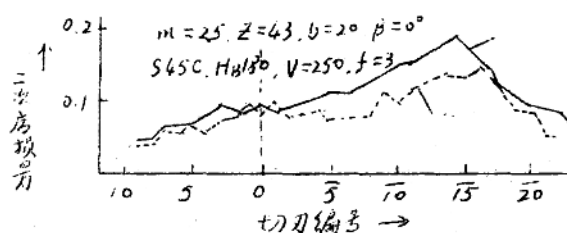


图 16. 2把滚刀切削刃面的损伤 ($m=2.5$, 切削60个齿轮之后)

0号切削刃面 10号切削刃面 14号切削刃面

~14~

图17. $m=1.25$ 超硬滚切例子

$$m=1.25, z=68$$

$$b=10, \beta=0^\circ$$

$$S45C, H_B=180$$

$$V=300, f=6$$

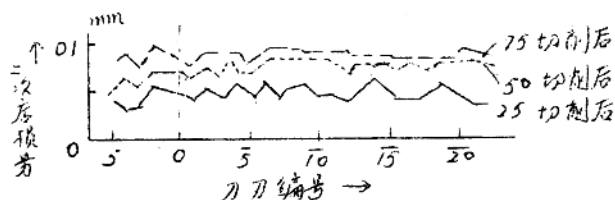


图18. $m=2.5$ 超硬滚切例子

$$m=2.5, z=43$$

$$b=20, \beta=0^\circ$$

$$S45C, H_B 180$$

$$V=300, f=5$$

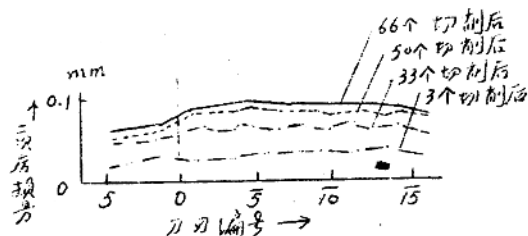
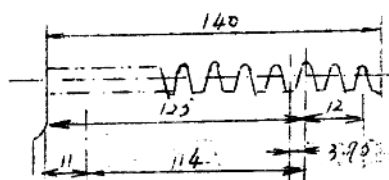


图20 超硬滚刀的耐磨性

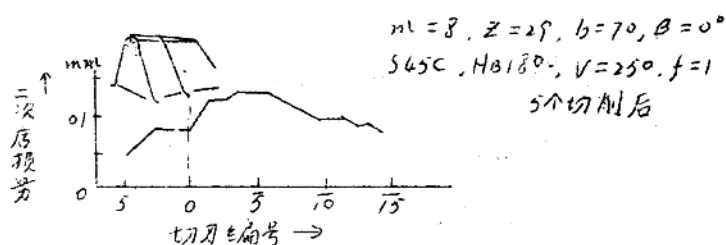


$$\text{变速次数 } 114/3.75 = 30$$

$$\text{每次再磨削切齿个数 } 60 \times 30 = 1800$$

$$\text{再磨削次数 } (6-0.5)/0.1 = 55$$

$$\text{总的切齿个数 } 1800 \times 55 = 99,000$$

图19 $m=8$ 超硬滚切例子

(3) 切削例子

图17为模数2.5的超硬滚切例子，表示了用相同位置的滚刀，切削速度是 300 m/min ，进给 6 mm/rev ，切齿时各刀最大二次磨损幅度，和那时的切削刃的状态。完全没有破损。切一个齿轮的时间约为 8 sec (秒)。图18是模数2.5的超硬滚切例子，切一个齿轮的时间是 17 sec (秒)。图19是模数8的超硬滚切例子。虽然模数变大，可是完全没有破损。切一个齿轮的时间为6分钟，模数虽大，超硬滚切方面切削速度不落后(地滚切出来)所以滚切时间惊人地缩短。

(4) 切齿成本

图20是用模数2.5的一把滚刀，能够切削表1的几个齿