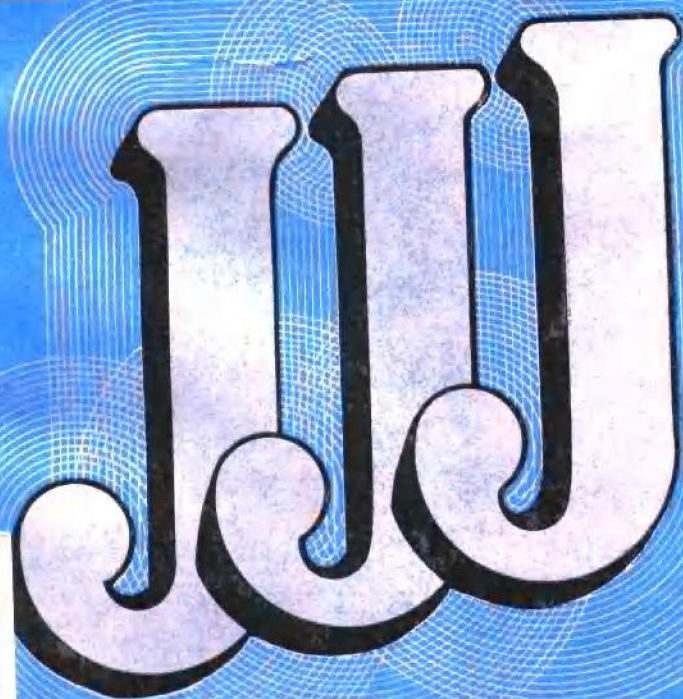


国家机械工业委员会统编

中级刨工工艺学

机械工人技术理论培训教材

JIXIE GONGREN JISHULILUN PEIXUN JIAOCAI



机械工业出版社

全书共分八章。针对中级刨工的理论培训要求,本书介绍了强力刨削与特种材料的刨削、孔内刨削、中等复杂零件的刨削、斜齿条的刨削、刨床夹具、牛头刨床精度检验、B2012A型龙门刨床以及刨床精度调整及维修等内容。

本书由上海市机电工业学校吴炳初编写,由上海第一机床厂朱永才、上海机电工业学校俞文彪审稿。

中级刨工工艺学

国家机械工业委员会统编

*

责任编辑:朱 华 版式设计:霍永明

责任校对:李广孚

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南里一号)

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

机械工业出版社印刷厂印刷

机械工业出版社发行·新华书店经销

*

开本 787×1092¹/₃₂·印张 4³/₄·字数 101千字

1988年9月北京第一版·1988年9月北京第一次印刷

印数 00,001—15,000·定价:1.55元

*

ISBN 7-111-01044-2/TG·243

前 言

1981年,原第一机械工业部为贯彻、落实《中共中央、国务院关于加强职工教育工作的决定》,确定对机械工业系统的技术工人按照初、中、高三个阶段进行技术培训。为此,组织制定了30个通用技术工种的《工人初、中级技术理论教学计划、教学大纲(试行)》,编写了相应的教材,有力地推动了“六五”期间机械行业的工人培训工作,初步改变了十年动乱造成的工人队伍文化技术水平低下的状况,取得了比较显著的成绩。

鉴于原机械工业部1985年对《工人技术等级标准(通用部分)》进行了全面修订,原教学计划,教学大纲已不适应新《标准》的要求,而且缺少高级部分;编写的教材,由于时间仓促、经验不足,在内容上存在着偏深、偏多、偏难等脱离实际的问题。为此,原机械工业部根据新《标准》,重新制定了33个通用技术工种的《机械工人技术理论培训计划,培训大纲》(初、中、高级),于1987年3月由国家机械工业委员会颁发,并根据培训计划、大纲的要求,编写了配套教材148种。

这套新教材的编写,体现了《国家教育委员会关于改革和发展成人教育的决定》中对“技术工人要按岗位要求开展技术等级培训”的有关精神,坚持了文化课为技术基础课服务,技术基础课为专业课服务,专业课为提高操作技能和分析解决生产实际问题的能力服务的原则。在内容上,力求以

IV

基本概念和原理为主，突出针对性和实用性，着重讲授基本知识，注重能力培养，并从当前机械行业工人队伍素质的实际情况出发，努力做到理论联系实际，通俗易懂，具有工人培训教材的特色，同时注意了初、中、高三级之间合理的衔接，便于在职技术工人学习运用。

这套教材是国家机械工业委员会委托上海、江苏、四川、沈阳等地机械工业管理部门和上海材料研究所、湘潭电机厂，长春第一汽车制造厂、济南第二机床厂等单位，组织了200多个企业、院校和科研单位的近千名从事职工教育的同志、工程技术人员、教师、科研工作者及富有生产经验的老工人，在调查研究和认真汲取“六五”期间工人教材建设工作经验教训的基础上编写的。在新教材行将出版之际，谨向为此付出艰辛劳动的全体编、审人员，各地的组织领导者，以及积极支持教材编审出版并予以通力合作的各有关单位和机械工业出版社致以深切的谢意！

编好、出好这套教材不容易；教好、学好这些课程更需要广大职教工作者和技术工人的奋发努力。新教材仍难免存在某些缺点和错误，我们恳切地希望同志们在教学的过程中发现问题，及时提出批评和指正，以便再版时修订，使其更完善，更好地发挥为振兴机械工业服务的作用。

国家机械工业委员会
技工培训教材编审组
1987年11月

目 录

前言

第一章 强力刨削与特种材料的刨削	1
第一节 强力刨削	1
第二节 特种材料的刨削	8
复习题	18
第二章 孔内刨削	19
第一节 常用的刀具与刨刀杆	19
第二节 常用装夹工具	22
第三节 孔内表面的刨削方法	32
复习题	39
第三章 中等复杂工件的刨削	40
第一节 大型斜镶条的刨削	40
第二节 细长轴键槽的刨削	48
第三节 薄形工件的刨削	57
复习题	64
第四章 斜齿条的刨削	66
第一节 斜齿条的功用与加工要求	66
第二节 斜齿条的装夹与刨削方法	69
第三节 斜齿条的质量分析与检验	76
复习题	79
第五章 刨床夹具	80
第一节 刨床夹具的构造	81
第二节 典型刨床夹具	85

Ⅵ

复习题	94
第六章 牛头刨床的精度检验	95
第一节 精度检验前的调整工作	95
第二节 牛头刨床的精度检验	96
复习题	103
第七章 B 2012 A 型龙门刨床	105
第一节 B 2012 A 型龙门刨床的用途、特征和 主要技术规格	105
第二节 B 2012 A 型龙门刨床的结构	107
第三节 B 2012 A 型龙门刨床的传动系统调整与操纵	112
复习题	125
第八章 刨床精度的调整及维修	127
第一节 刨床精度的调整	128
第二节 刨床的维护	137
复习题	143

第一章 强力刨削与 特种材料的刨削

第一节 强力刨削

在机械制造过程中，金属切削加工的劳动量，约占总劳动量的 40~60%。劳动生产率的提高，可通过改进刀具的几何形状和增加切削用量来达到。对于刨床，由于是往复运动，而且只能在滑枕（牛头刨床）或工作台（龙门刨床）前进中进行刨削，所以提高切削速度受到限制。为了充分发挥机床的潜力，在刨床上主要是通过改变刨刀的几何形状，增加切削深度和进给量的方式来提高劳动生产率。采用这种刨削方式，我们称之为强力刨削。

一、强力刨削的几个有关问题

1. 强力刨削时的切削用量的选择 影响强力刨削的主要因素之一是刀具耐用度。在切削用量（ v 、 f 、 a_p ）中，切削深度 a_p 对刀具耐用度影响最小，因此在加工中，尽可能选择最大的切削深度，以便尽可能在一次走刀中切去全部粗加工余量，达到强力刨削的目的。

当切削深度 a_p 受到切削余量的限制时，可加大进给量 f 来实现强力刨削。由于进给量 f 的增大，切削厚度 a_e 也增大，切屑的平均变形减小，使切削力增加不大。又因切削厚度 a_e 的增大，使切屑形成的圆弧半径增大，切屑的压力中心离主切削刃远一些，使主切削刃承受的切削力和切削热增

加不大，更有利于刀刃的切削。

2. 强力刨削时应考虑工件的刚性和刀架的强度 当切削厚度 a 增大时，切屑的流动方向偏向吃刀方向，所以走刀抗力 P_x 减小，吃刀抗力 P_y 增加。由于吃刀抗力 P_y 增加很多，所以强力刨削时，必须考虑被加工工件的刚性和刀架强度等问题。

3. 刨刀切削部分几何参数的选择

(1) 刀具上要有副偏角 $\kappa'_r = 0^\circ$ 、宽度为 $1.2 \sim 1.8 f$ 的修光刃，并应在修光刃和切削刃之间磨有过渡刃。由于在切削时有三个刀刃进行切削，可以保护刀尖、增加刀具散热面积、提高刀头强度、减小工件表面粗糙度。

(2) 采用较大的前角，这可降低切削力，从而充分利用机床的刚性和功率，以增大切削面积。

由于采用较大的前角，刀刃强度就差。为了增加刀刃的强度，可采用以下几种措施：

1) 采用负值的刃倾角 ($-\lambda_r$)，可以使刀面由受拉应力变为受压应力，这样有利于增强刀头强度。对硬质合金刀具来说，效果尤为显著。

2) 在主切削刃处磨成正倒棱（或负倒棱）以加强切削刃的强度，有时在修光刃和副切削刃上研磨有倒棱，以提高其强度。

3) 采用较小的后角，以增强刀刃强度。

4) 适当减小主偏角，就可加大刀尖角，增加刀头的散热面积，延长刀具的耐用度。但另一方面，减小主偏角后，会使吃刀抗力 P_y 和主切削力 P_x 的比例增大，在切削时有产生振动的可能，所以只能在“机床-工件-刀具”系统刚性较好的前提下，才采用较小的主偏角。

二、强力刨削对工艺系统的要求

1. 对机床要求 强力刨削时，要求机床有足够的动力和刚性。加工前要调整好机床各滑动部分的间隙。横梁要夹紧，导轨面润滑要充分。

2. 对工件和工件装夹的要求 加工的工件刚性要好，装夹要牢固可靠。在夹紧部位和悬空薄弱部位要垫实。在刨削时，为避免巨大切削力使工件向前冲出，在工件前端一定要用挡铁或定位销挡住。如使用夹具装夹时，要求夹具有足够的刚性和夹紧力。

3. 对刀具装夹的要求 用夹刀座夹持刀具时，刀具伸出的长度愈短愈好，这可以增强刀具的刚性。同时，刀具装夹要牢固，以免产生振动。由于刀杆要承受很大的弯曲力，因此刀杆材料要好，一般常用 45 号钢或 40Cr 钢制造。

三、影响强力刨削的因素

强力刨削虽然是提高劳动生产率的一个有效途径，但在任何情况下都能采用的。在实际加工中，强力刨削有时会受到一定的限制，甚至不能采用。影响强力刨削的主要因素有：

1. 机床动力 强力刨削一般都在动力大、刚性好，能够承受大的切削力的刨床上进行。对于动力小、刚性较差的刨床，要进行强力刨削是有困难的。

2. 工件刚性 对于刚性差的薄壳、薄板工件，一般不采用强力刨削。否则，会使工件变形，严重影响工件的加工质量。

3. 加工余量 强力刨削的工件要有足够的加工余量。因为强力刨削会使工件表层硬化，影响精刨的质量和精刨刀的耐用度。

4. 被加工面的类型 强力刨削一般都用在加工大型平面上, 如大平板等工件。成形面、凹槽、阶台面之类的加工面, 因刀具结构刚性差, 加上切削条件的限制, 较少采用强力刨削。

四、几种强力刨刀

下面介绍几种常用的先进强力刨刀。对于这些刀具, 要注意其特点, 合理选择刀具的几何参数, 注意应用场合, 并根据实际工件条件灵活运用。切忌生搬硬套, 这样才能获得良好的效果。

1. 强力刨刀 (图 1-1) 刀具特点: 刀片材料为 YG8, 刀杆材料为 45 号钢的焊接式刀具; 大前角 $\gamma_o = 15^\circ \sim 20^\circ$, 切屑变形小, 所以切削阻力小; 后角 $\alpha_o = 4^\circ$, 提高了刨刀

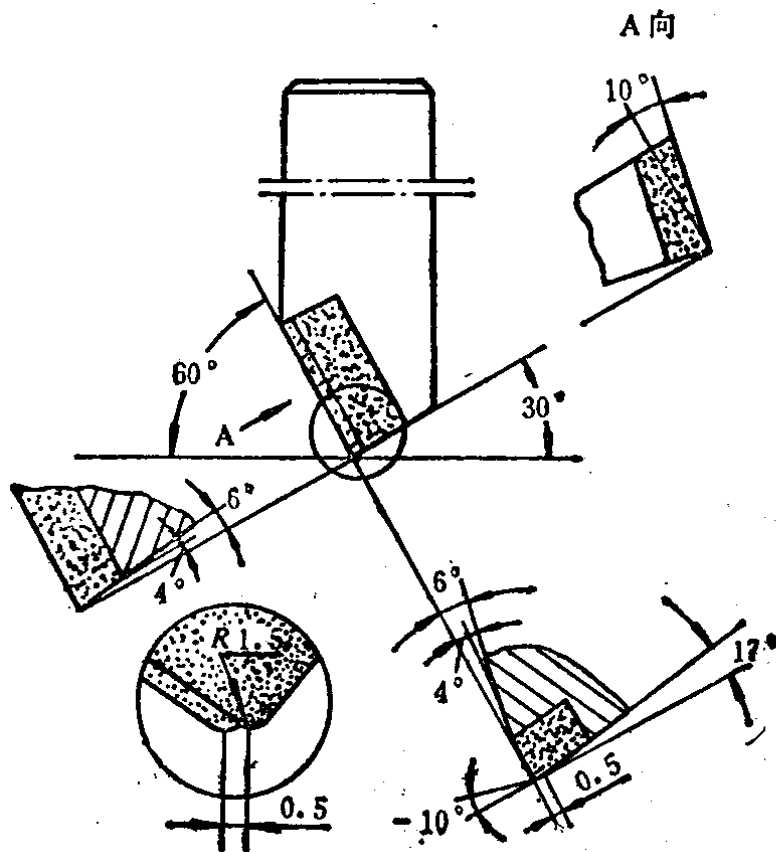


图1-1 强力刨刀

的强度及散热面积；刃倾角 $\lambda_s = -10^\circ$ ，提高了刀刃的强度，耐冲击；磨有 -10° 的倒棱，可提高刀头强度。

切削用量为 $v = 15 \sim 25 \text{ m/min}$ ， $f = 0.67 \text{ mm/往复行程}$ ， $a_p = 6 \sim 8 \text{ mm}$ 。

该刀具主要用于牛头刨床加工铸铁件。

2. 奇妙刨刀（图 1-2） 刀具特点：刀片材料为高速钢；刃倾角 $\lambda_s = -10^\circ$ ，主偏角 $\kappa_r = 70^\circ$ ，圆弧过渡切削刃半径 $r_s = 4 \text{ mm}$ ；刨刀前刀面磨成前角 $\gamma_s = 20^\circ$ 的平面形。

切削用量为 $v = 8 \text{ m/min}$ ， $f = 0.8 \sim 1.2 \text{ mm/往复行程}$ ， $a_p = 25 \sim 35 \text{ mm}$ 。

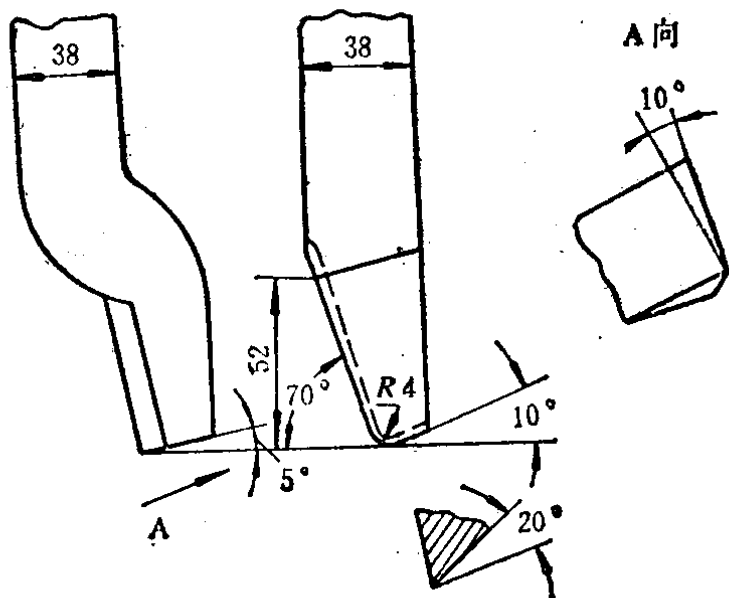


图1-2 奇妙刨刀

奇妙刨刀是刨削钢料的理想强力刨刀。它在工厂中已被广泛使用在牛头刨床和龙门刨床上。

3. 大前角强力刨刀（图 1-3） 刀具特点：刀片材料为 YG8，刀杆材料为 45 号钢；刃倾角 $\lambda_s = -20^\circ$ ，主切削刃磨有 0.3 mm 宽、 $10^\circ \sim 20^\circ$ 的负倒棱，以及 $0.8 \sim 1 \text{ mm}$ 宽的直线过渡切削刃，可以保护主切削刃，增加刀头强度和刀具耐用度。

采用大前角 $\gamma_s = 32^\circ$ ，刀具易于切入工件，切削阻力减小；采用较小的后角 $\alpha_s = 3^\circ$ ，增强了刀刃，刀具前刀面磨

有 $R = 100 \sim 120 \text{mm}$ 的圆弧面, 有利于切屑流出和卷屑。

切削用量为 $v = 12 \sim 20 \text{m/min}$, $f = 0.33 \sim 1 \text{mm/往复行程}$, $a_p = 15 \text{mm}$ 。

这种刨刀适用于牛头刨床加工大余量的灰口铸铁件。

4. 机夹强力刨刀(图 1-4) 刀具特点; 刀片材料为 YG8 硬质合金, 刀杆材料为 40Cr 钢; 采用较大前角 $\gamma_o = 15^\circ \sim 20^\circ$, 刀具易于切入工件, 减轻切削负荷; 刃倾角 $\lambda_o = -10^\circ$,

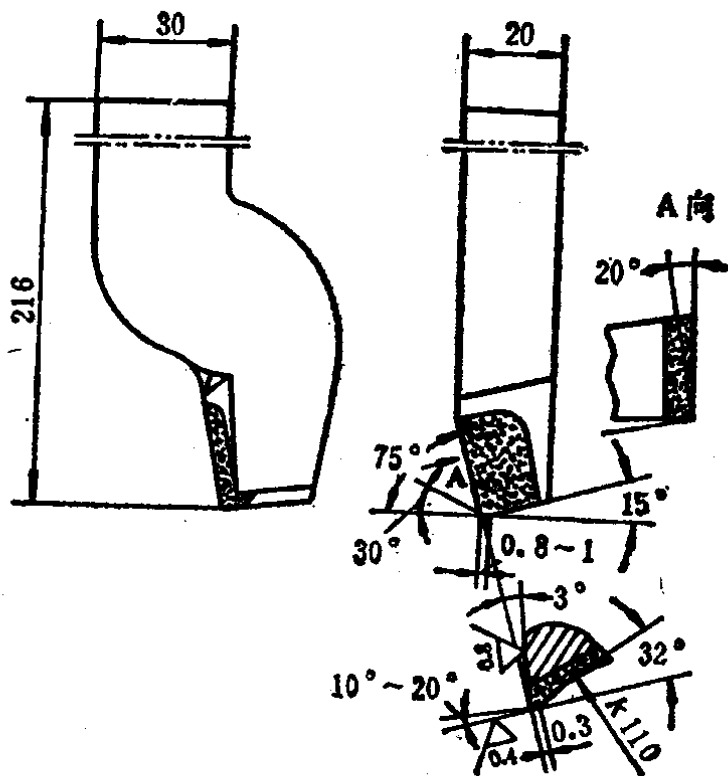


图1-3 大前角强力刨刀

使切屑压力中心上移, 增加了抗冲击性能; 主偏角 $\kappa_r = 60^\circ$, 使吃刀抗力 P_z 较小, 对减小振动有利; 磨有 $r_o = 2 \sim 4 \text{mm}$ 的刀尖圆弧, 增加了刀尖强度和散热面积。

切削用量为 $v = 20 \sim 25 \text{m/min}$, $f = 0.5 \sim 1 \text{mm/往复行程}$, $a_p = 10 \sim 15 \text{mm}$ 。

该刀具采用机夹形式, 调整和刃磨方便, 刀杆可重复使用。

这种刨刀适用于牛头刨床上粗刨铸铁平面, 刨削效率高, 刀具使用寿命长。

5. 装配式强力刨刀(图 1-5) 刨刀采用装配式结构,

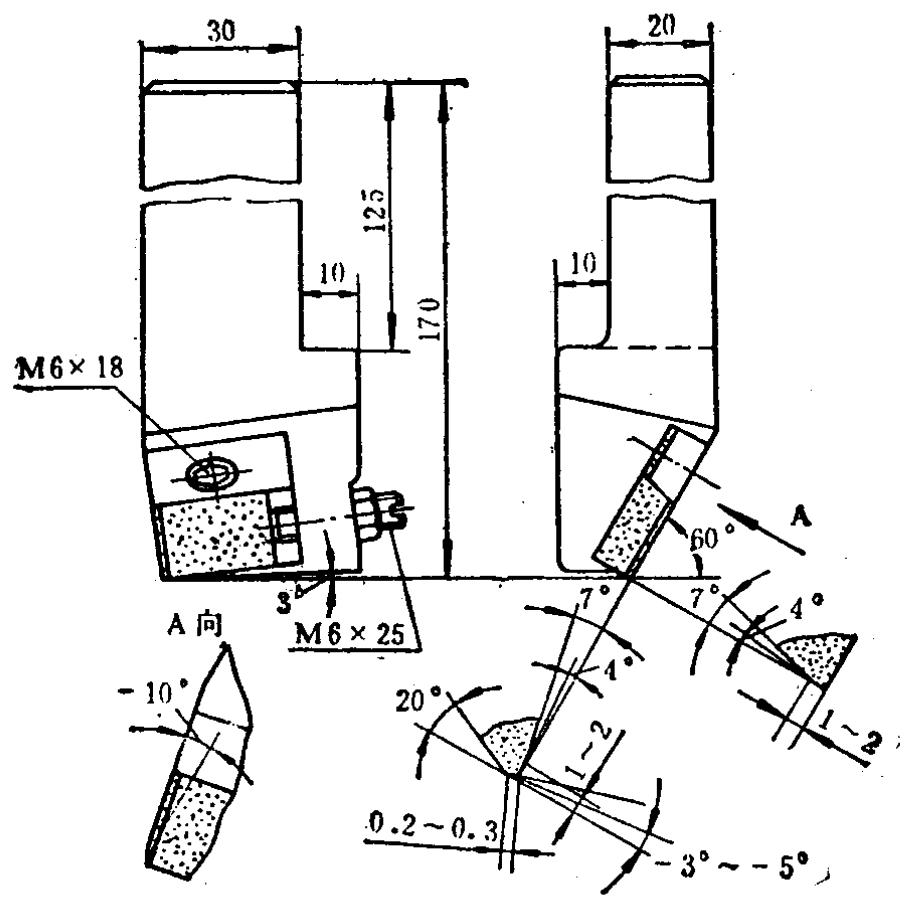


图1-4 机夹强力刨刀

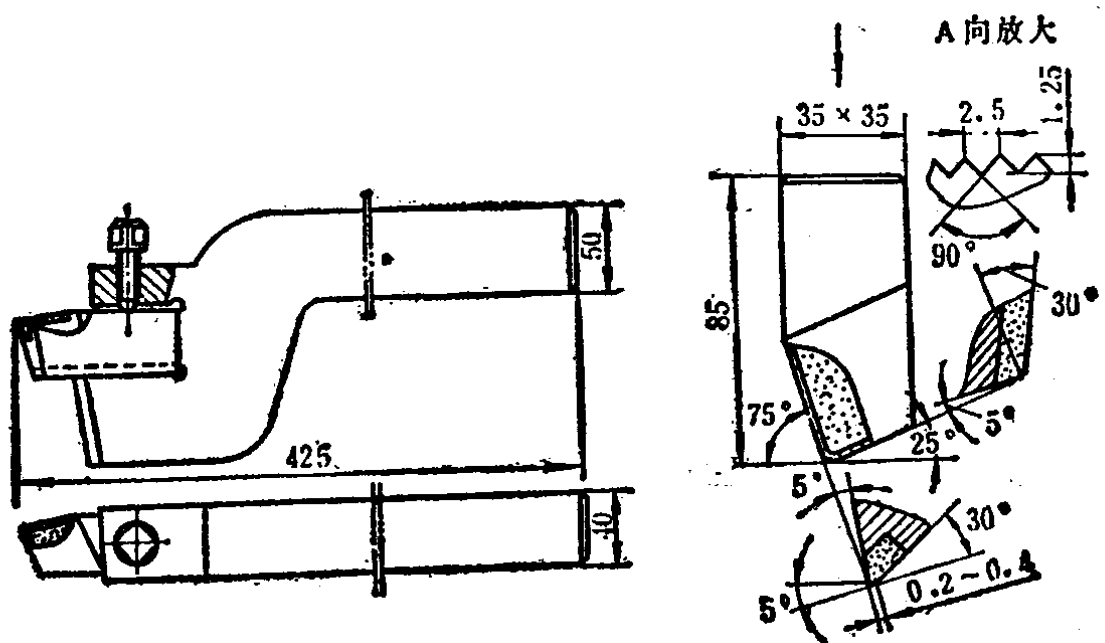


图1-5 装配式强力刨刀

可根据不同的工件情况更换刀头；刨刀头依靠齿纹定位，可保证安装后的几何角度；刨刀头轻小，制造、刃磨方便，刨刀杆可重复使用，减少制造成本。

刀具特点：刀片材料采用 YG 8 硬质合金，刀体材料采用 45 号钢。采用大主偏角 $\kappa_r = 75^\circ$ ，可加大切削深度，减小吃刀抗力。采用大前角 $\gamma_o = 30^\circ$ ，易于切入工件，切屑容易流出，而且切削力小，适用于强力刨削。刃磨大的负刃倾角 $\lambda_s = -30^\circ$ ，可保护刀尖，抗冲击性能好。刀尖圆弧 $r_s = 3\text{mm}$ ，可提高刀尖强度和增加散热面积。刃口磨有 $0.2 \sim 0.4\text{mm}$ 的负倒棱，可增加主切削刃的强度。

切削用量为 $v = 30 \sim 40\text{m/min}$ ， $f = 1 \sim 2\text{mm/往复行程}$ ， $a_p = 20 \sim 30\text{mm}$ 。

这种刨刀适用于大中型龙门刨床刨削铸铁件。

第二节 特种材料的刨削

这里所说的特种材料，是指刨削加工中较少碰到而又难加工的材料，如不锈钢、淬火钢、紫铜、铝合金等。由于这类材料的物理性能与一般材料的差别较大，对刨刀的刀具材料、几何参数、切削用量以及切削液等都有特殊要求。现就几种较典型的特种材料的刨削作一介绍。

一、不锈钢的刨削

当钢中含铬量大于 10%，含镍量大于 8% 时，在与氧化性介质接触中，由于电化学作用，钢表面很快生成一层富铬的钝化膜，从而保护金属内部不受腐蚀，这种钢称为不锈钢。按其化学成分可分为两大类，即铬不锈钢与镍铬不锈钢。铬不锈钢有 2Cr13、4Cr13 等不同牌号。1Cr18Ni9Ti 是镍铬不锈钢的典型钢种。

1. 不锈钢的切削特点 不锈钢的切削加工性比中碳钢差得多。虽然不同种类不锈钢的切削过程各有特征，但仍有其共同特点。

(1) 加工硬化严重 不锈钢的加工表面容易产生冷硬现象，因而不只使切削力大大增加，而且使刀具和被切削金属间的摩擦以及刀具磨损加剧，同时使表面加工质量降低，并对后道加工产生不利影响。

(2) 切削力大 不锈钢的强度、硬度一般与中碳钢相近，但它的高温强度和高温硬度高，加工硬化严重，塑性变形大，断屑困难，使切削力增大。

(3) 切削温度高 切削不锈钢时，工件材料的塑性变形大，切屑与刀具前刀面间的摩擦大，产生的切削热多，而不锈钢的导热系数低（约为普通碳钢的 $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$ ），由切屑带走的热量很少，使刨刀上的切削温度很高，加速刨刀的磨损。

(4) 刀具易磨损 不锈钢中由碳化物（如 TiC ）形成的硬质点，使刀具的机械磨损加剧。同时，切削温度高，切屑与刀具间的压力大又能使刀具产生扩散磨损和粘结磨损。

(5) 容易产生积屑瘤 不锈钢的塑性大，粘附性强，在切削过程中容易形成积屑瘤，使加工表面粗糙度增大，同时加剧刨刀的磨损。

(6) 线膨胀系数较大 不锈钢在切削过程中，由于切削力和切削温度的影响，工件易变形，尺寸精度较难控制。

(7) 切屑易堵塞 不锈钢韧性大，切屑不易折断与卷曲，在切削过程中容易产生堵塞，造成表面粗糙度增大和损坏刀刃。

2. 切削条件的合理选定

(1) 刀具材料的正确选择 合理选择刀具材料是保证高效率加工不锈钢的重要条件。根据不锈钢的切削特点,要求刀具材料应具有耐热性好、耐磨性高、与不锈钢的粘附性小等特点。目前常用的是高速钢和硬质合金。

含钴高速钢和含钼的超硬型高速钢刀具,用于对不锈钢的切削效果较好;钨钴(YG)类硬质合金,由于其韧性较好,刀具可以采用较大前角,刀刃锋利,使切削轻快,而且切屑与刀具不易产生粘结,特别适用于振动较大、又是断续切削的切削加工。常用的硬质合金牌号如YG8、YG6等。

(2) 刀具几何参数的合理选择

1) 前角 不锈钢的强度、硬度并不高,但塑性大,刀具应选择较大前角,以减小切屑的塑性变形,降低切削力和切削温度,同时使加工表面硬化层深度减小。加工不锈钢的刨刀前角 $\gamma_0 = 12^\circ \sim 30^\circ$ 。加工铬不锈钢可取较大值,加工镍铬不锈钢取较小值。

2) 后角 加大后角能减小后刀面与工件表面的摩擦,但也使切削刃的强度和散热能力降低。加工不锈钢的刨刀后角一般取 $\alpha_0 = 6^\circ \sim 12^\circ$ 。

3) 主偏角 加工不锈钢的刨刀宜采用较大主偏角,一般 $\kappa_r = 60^\circ \sim 75^\circ$ 。

4) 刃倾角 为了增加刀尖强度,刃倾角一般取负值, $\lambda_s = -5^\circ \sim -10^\circ$ 。

5) 刀尖圆弧半径 为了加强刀尖、防止崩刃,一般应磨出 $r_s = 0.5 \sim 1.5 \text{ mm}$ 的刀尖圆弧。

6) 卷屑槽 为了便于切屑排出和卷曲,一般采用圆弧型卷屑槽。

(2) 切削用量的选择 切削不锈钢时的切削用量,对

切屑变形、加工硬化、切削力和切削热都有影响，特别对刀具耐用度的影响较大。因此要根据切削情况，合理地选择切削用量。

1) 切削速度 不锈钢的切削加工性较差，提高切削速度时，切削温度增加较快，刀具磨损加剧，刀具耐用度显著降低。刨削不锈钢时的切削速度约为刨削普通碳钢的 40~60%。

2) 切削深度 刨削不锈钢时的切削力较大，切削深度过大时容易引起振动，在牛头刨床上粗刨不锈钢时，一般选 $a_p = 2 \sim 5 \text{ mm}$ ；精刨时选 $a_p = 0.3 \sim 0.6 \text{ mm}$ 。

3) 进给量 刨削不锈钢时的进给量不宜过大，加大进给量容易产生积屑瘤。在牛头刨床上粗刨不锈钢时，一般选 $f = 0.3 \sim 1 \text{ mm/往复行程}$ ；精刨时选 $f = 0.1 \sim 0.3 \text{ mm/往复行程}$ 。

3) 切削液的选择 应选用抗粘结及冷却性能好的切削液，如含硫、氯等极压添加剂的乳化液。切削液的供液必须充分，最好能采用喷雾冷却的方法。

4) 其他 刨削不锈钢时，应选择功率大、刚性好的机床，同时要提高刀具和工件的刚度，如增大刀杆截面积，减少刀具的悬伸长度等。

3. 刨削不锈钢的刨刀举例 图 1-6 为刨削铬不锈钢的刨刀。刀片材料采用 YG8，韧性好，不易与切屑产生粘结，而且抗冲击性较好。主偏角为 $\kappa_r = 60^\circ$ ，减小吃刀抗力，防止产生振动；采用圆弧型卷屑槽，前角 $\gamma_o = 25^\circ$ ，使切屑排出流畅，切削轻快；刃倾角 $\lambda_s = -8^\circ$ ，增加刀尖强度；磨出刃宽为 0.3 mm -5° 的负倒棱，增加刀刃强度，防止崩刃；刃磨 $R = 0.5 \sim 0.8 \text{ mm}$ 的刀尖圆弧，保护刀尖，改善加工表