

工人中级操作技能训练辅导丛书

齿 轮 工

国家机械工业委员会技术工人教育研究中心

编

天津市机械工业管理局教育教学研究室



机械工业出版社

本书的内容包括：圆柱齿轮的插齿、滚齿、剃齿、磨齿、花键轴铣加工和圆锥齿轮的刨齿、以及弧齿铣加工的特点；刀具、夹具、辅具的使用要求；各种典型齿轮加工机床的调整、计算和使用操作程序；加工中产生的误差分析；检测要求和检测手段及影响因素的分析；齿轮加工工艺的编制等。为适应工人自学，本书并结合典型加工实例进行由浅入深地叙述，以便达到举一反三的目的。

本书由孙智敏、倪宏玲、周平、陆天霞、孙展图编写，孙智敏任主编由沈永年、樊树清、张瑞玲、杨树忠审定，沈永年任主审。

齿 轮 工

国家机械工业委员会技术工人教育研究中心 编
天津市机械工业管理局教育教研室

责任编辑：朱华

封面设计：方芬

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）

北京市密云县印刷厂印刷

机械工业出版社发行·机械工业书店经售

开本787×1092¹/₁₆·印张11¹/₄·字数268千字
1987年11月北京第一版·1987年11月北京第一次印刷
印数 00,001—33,000·定价：2.30元

ISBN 7-111-00018-8/TG·10

编委会名单

主任委员：王志平

副主任委员：董无岸 陈遐龄 王玉杰 赵国田
杨国林 范广才（常务）

委员：王明贤 陈郁 温玉芬 戴振英
解延年 曹桂秋 郝淑贤

前 言

技术工人培训的内容,应包括技术理论和操作技能两个方面。而提高工人的实际操作技能则是工人培训工作的出发点和归宿。

长期以来,在工人培训工作中,存在着片面强调技术理论的倾向,与此相联系,在技术理论教学上有比较系统和完整的教学计划、大纲以及相应的教材,而在操作技能训练方面迄今还没有一个统一的要求和依据,基本上沿袭师傅带徒弟的传统方式来口传心授一些局部的、零散的、陈旧的生产经验,或者靠徒工“自然成长”。这是造成目前机械工业工人队伍特别是青壮年工人素质不高的重要原因之一。

为了加强操作技能训练,全面提高机械工业技术工人队伍的素质,一九八五年,机械工业部组织力量首次编写并颁布了《工人中级操作技能训练大纲(试行)》。

目前,工人中级技术培训工作正在展开,各地各企业普遍重视了对操作技能的训练。为了帮助企业技工教育工作者更好地贯彻部颁《大纲》,提高培训质量,并为广大中级技术培训对象提供自学参考书,我们组织编写了《工人中级操作技能训练辅导丛书》。《丛书》共二十五种,包括了部颁《大纲》中列入的二十五个工种。其中二十一种是天津地区编写的,其他四种由北京地区编写。

《丛书》是以部颁《工人中级操作技能训练大纲(试行)》为依据,并结合机械工业部统编工人培训教材(中级本)中有关工种工艺学和《工人技术等级标准(通用部分)》中级工“应会”部分的要求来编写的。

在具体内容的组织安排上,突出了技能训练,将各工种的操作技能知识和技能训练融汇在一起,并按各主要工序的难易程度顺序排列,力求做到由简到繁,体现由浅入深、循序渐进的教学规律。

每本书主要由七个方面的内容组成:目的要求,内容提示;设备、工具、辅具;夹具及夹持方法;操作步骤、技能、技巧;操作安全技术;技能训练实例;质量检验。书中用了大量插图,使内容形象化,增强直观性,利于工人理解和掌握有关操作技能知识。

我们是抱着积极尝试、大胆探索的决心来编写这套丛书的。《丛书》出版了,我们期望她能为加强工人操作技能培训起到一点帮促作用。但是,由于缺乏经验,《丛书》一定会有不少错误和不足之处,恳切希望读者批评指正。

国家机械工业委员会技术工人教育研究中心

天津市机械工业管理局教育教学研究室

1987年6月

目 录

前言

第一单元 概述	1
第二单元 插齿	2
(一) 插齿加工的特点	2
(二) 插齿加工的装备	3
(三) 插齿机的操作规程	7
(四) 检验及误差分析	15
第三单元 滚齿	18
(一) 滚齿加工的特点	18
(二) 滚齿加工的装备	19
(三) 滚齿机的操作规程	22
(四) 检验及误差分析	27
(五) 典型实例	31
第四单元 花键铣	57
(一) 花键铣加工的特点	57
(二) 花键轴加工的装备	58
(三) 花键轴铣床操作规程	60
(四) 检验及误差分析	64
(五) 安全操作	69
(六) 典型实例	69
第五单元 剃齿	72
(一) 剃齿加工的特点	72
(二) 剃齿加工的装备	73
(三) 剃齿前加工及准备	75
(四) 剃齿加工	78
(五) 典型实例	78
(六) 检验及误差分析	87
第六单元 磨齿	92
(一) 磨齿加工的特点	92
(二) 磨齿加工的装备	92
(三) 磨齿机的操作规程	94
(四) 磨齿加工的误差分析	101
(五) 安全操作	104
(六) 操作实例	105
(七) Y7131磨齿机简介及磨削实例	107
第七单元 刨齿	110
(一) 刨齿加工的特点	110

(二) 刨齿加工的装备	111
(三) 刨齿机的操作规程	113
(四) 检验及误差分析	124
第八单元 螺旋锥齿轮加工	129
(一) 螺旋锥齿轮加工的特点	129
(二) 铣齿加工装备	131
(三) 切齿机的调整	140
(四) 螺旋锥齿轮的误差分析	150
第九单元 齿轮测量技术和常用测量仪器	158
(一) 渐开线圆柱齿轮的精度测量	158
(二) 常用的齿轮测量仪器	159
(三) 齿轮的测量方法及常用的测量仪器的使用	160
第十单元 加工齿面的工艺编制	166
(一) 影响齿面加工工艺的因素	166
(二) 齿轮齿面加工方法	167
(三) 编制齿面加工工艺规程的典型实例	168

第一单元 概 述

在机械传动中, 齿轮是重要的传动元件, 因此, 齿轮加工是机械行业的重要内容。

本书把齿轮加工的各种方法一一介绍, 并结合实际经验和体会, 使理论联系实际。为使在操作技能上能统一, 又考虑到各厂的不同情况, 所以只按通常沿用的方法, 各厂可根据本单位实际情况增减内容去学习。为使工人能自学, 本书注重实际操作技能的叙述。凡各类有关的手册可查到的技术数据不在本书重述, 请读者自己查找。

本书内容从渐开线圆柱齿轮加工开始(含花键加工), 然后到渐开线圆锥齿轮加工, 最后以齿轮的检测和工艺基本知识而结束。每一部分按照加工特点、工艺装备、机床调整、误差分析等方面来叙述。学习本书时, 读者应具备初级工所具有的基础知识, 并应有渐开线齿轮的基础知识、齿轮刀具、材料、常用量检具、齿轮加工机床的基本知识。为了掌握好操作技能, 本书具有鲜明的实践性特点。在学习时, 应进行实际操作的练习, 只有这样才能有良好的操作习惯和作风, 期望本书能对提高工人的实际操作有所帮助。

本书在安全操作的注意事项上为达到统一和不重复, 在此说明。

1. 机床在操作前的安全注意事项

(1) 认真检查机床各部位是否已经加油(按机床使用说明书中要求), 有油位置线要求的必须到位, 应加黄油的必须加注。

(2) 机床各调整部位是否调整正确, 应紧固的部位, 是否紧固可靠。

(3) 选择的刀具、工件、夹具是否符合要求, 并要求安装正确和紧固可靠。

(4) 检查机床的液压系统、电气系统是否正常, 一切正常后才能开机。

(5) 机床各部位是否还放有不需要的工具(如不应有的扳手、六角棒……)。

2. 机床在操作时的安全注意事项

(1) 开机后应听听是否有异常运转的声音或其它的杂音, 如果发现应立即停机检查, 排除异常后再继续工作。

(2) 冷却系统是否正常工作, 应具有合理的压力和流量, 注意不应有杂物堵塞而造成油路不通顺。

(3) 在操作过程中不要随意扳动, 不应动的部位更不允许开机调整。

(4) 带有计数器机构的机床, 不要随意拨动计数器, 也不要随便离开机床。

(5) 应站在操作位置工作, 不要在其它部位操作, 以免铁屑飞溅而伤人。

3. 机床停止加工后的安全注意事项

(1) 应检查各调整部位是否松动, 如有, 应按调整要求重新紧固好。

(2) 应检查机床各加油部位的情况, 缺油的应重新添足。

(3) 应检查刀具是否需要重磨。

(4) 应检查夹具是否磨损或擦拭干净。

(5) 零件是否已经擦拭干净, 对刀装置运用是否正确。

(6) 上一班加工完毕后, 应关掉机床总开关, 注意不应在加工途中停机而交给下一班。

(7) 每一个班加工完毕后, 需退出的部位必须处在退出位置, 并在此时擦拭机床各工作部位和清除铁屑, 倒掉铁屑盒中的铁屑, 然后在各工作部位加适量润滑油。

第二单元 插 齿

内容提要 本单元主要介绍插齿加工的特点；插齿加工的主要装备；插齿机的操作规程；插齿加工的检验及误差分析。

目的 通过本单元的学习，应掌握插齿加工的各种操作技能。

（一）插齿加工的特点

插齿加工是在插齿机上，用插齿刀对齿坯进行切削的过程。插齿刀和工件相当于一对轴线相互平行的圆柱齿轮作无间隙的啮合。此时插齿刀相当于一个磨有前角后角和具有切削刃的齿轮（图 2-1）。

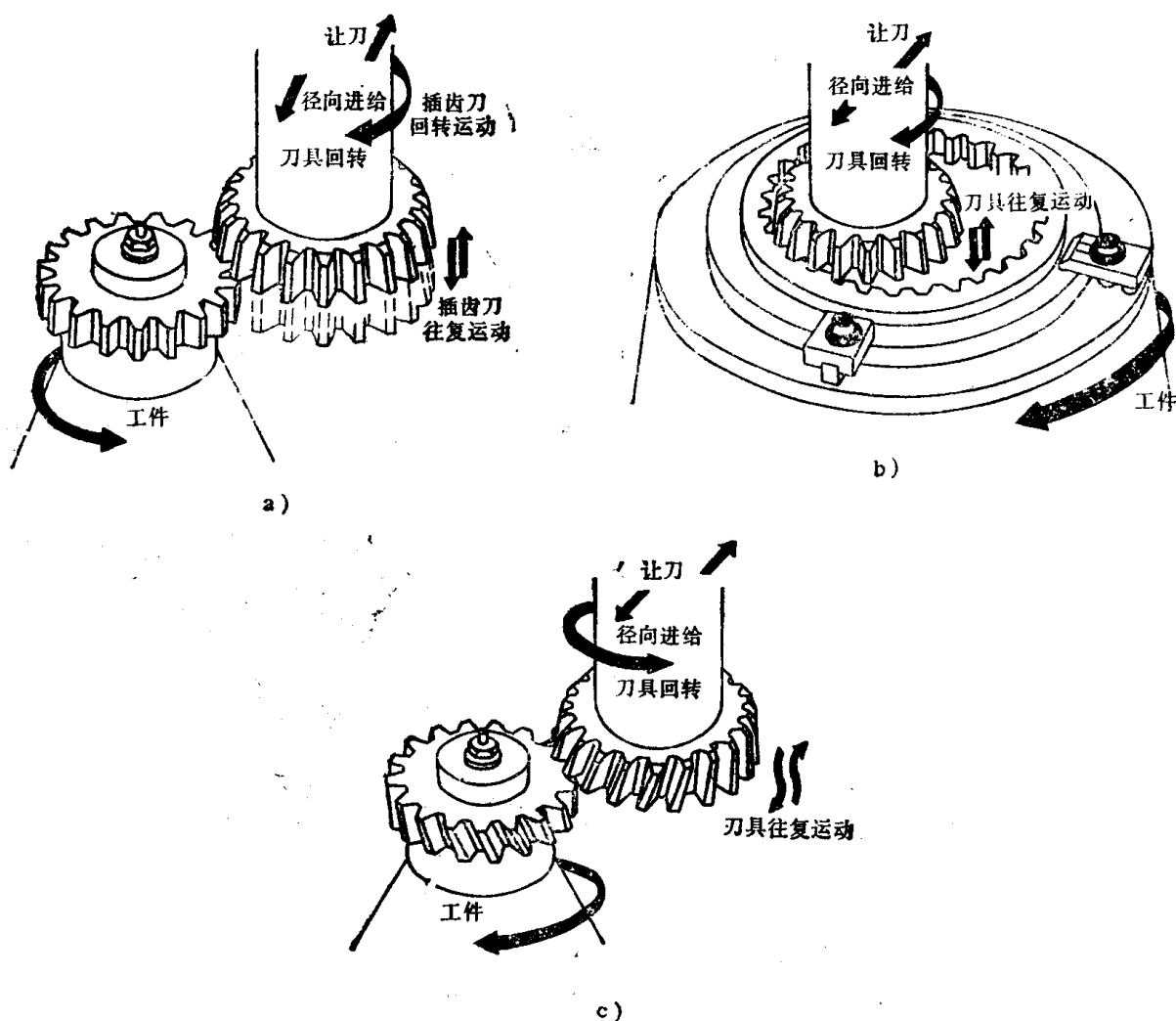


图2-1 插齿过程

a) 切削外齿轮 b) 切削内齿轮 c) 切削斜齿轮

插齿加工与其它齿轮加工方法比较，有以下一些特点：

- (1) 是目前用展成法加工内齿轮最常用的一种方法。
- (2) 可加工双联或多联齿轮。
- (3) 可加工扇形齿轮，YK54 可加工非圆齿轮，YS54 可加工斜齿轮。
- (4) 在插齿机上加上附件，可加工出精度较高的齿条。
- (5) 插齿加工的齿轮，齿向精度高。
- (6) 插齿加工的齿面粗糙度一般比滚齿细。
- (7) 刀具的制造误差将全部反映到工件上，一般周节误差大。
- (8) 插齿加工有空行程，不是连续切削，所以生产率低。
- (9) 可加工许多其它非渐开线形状的工件，如凸轮、六角形孔泵转子、链轮、直边花键等。

(二) 插齿加工的装备

1. 插齿用的夹具

插齿加工所使用的夹具，可分为通用型和专用型两种。通用型夹具，是机床出厂时随机带的 1:10 锥度心轴（图 2-2）。这种夹具一般用在单件小批生产上。而专用型夹具是随加工的工件的特点设计制造的，多用于大批大量生产。根据工件的特点可分为：可涨式夹具、带顶尖式夹具、弹簧套式夹具等（图 2-3、图 2-4）。

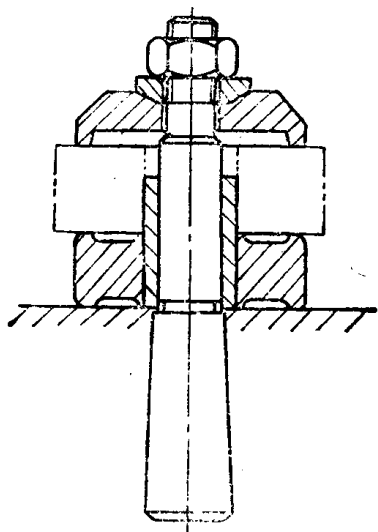


图2-2 机床随带心轴

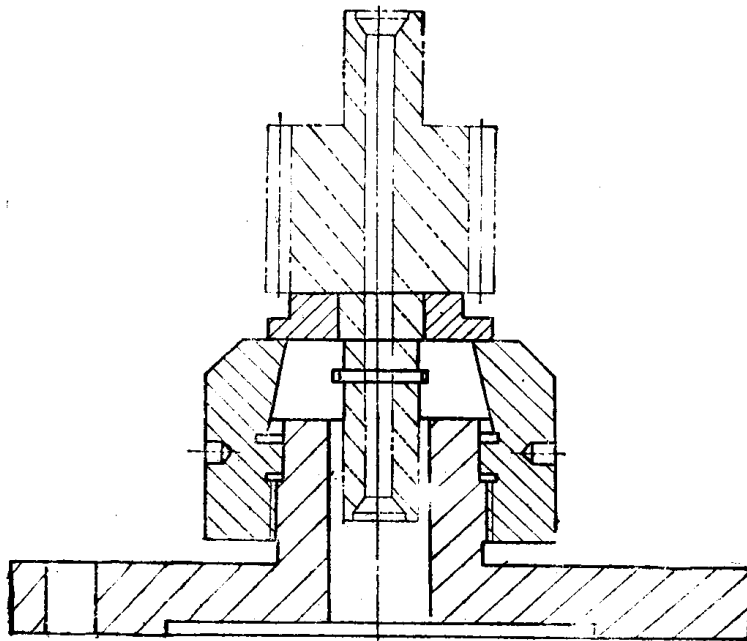


图2-3 可涨式插齿夹具

2. 插齿刀的基本知识

(1) 插齿刀的分类

按被切齿轮的形式可分为：

切削外齿轮和内齿轮（包括直齿和斜齿）。

根据被切齿的精度不同,把刀具精度分为 AA、A、B 三种精度的插齿刀,可分别加工 7、8、9 级的齿轮精度。其中 B 级插齿刀常用作粗加工,而 AA、A 级则用于精加工。

按插齿刀的结构可分为:

① 盘形插齿刀:它是生产中使用最多的一种刀具,主要用于加工外齿轮和齿数较多的内齿轮。

② 碗形插齿刀:与盘形插齿刀相似,不同之处在于安装刀具的锁紧螺母,可容纳在较深的刀体内。用于加工双联或多联齿轮及带凸肩的外齿轮或内齿轮。

③ 锥柄插齿刀:它是以锥柄通过过渡套,安装在插齿机的刀轴上,用于加工内齿轮及小模数外齿轮。见图 2-5 中 a、b、c。

根据加工方法的不同可分为:

① 粗插齿刀:粗加工齿轮所用的插齿刀,其齿厚比标准齿厚略小,并可切出齿的整个深度。

② 精插齿刀:精加工齿轮所用的插齿刀,在切削时主要切削工件齿形两侧面,不再切削齿形根底部。

③ 剃前插齿刀(磨前插齿刀):剃齿(磨齿)前用的插齿刀,它主要在齿厚方向留出剃齿(磨齿)的加工余量。

④ 复合插齿刀:即在一把插齿刀上,同时作出粗切和精切的刀齿。当旋转一周时,就可完成切齿过程的粗、精加工。或用于加工在一周中间有几个减薄齿以及非渐开线形的零件。这种刀具在加工中可减少很多辅助时间,生产率较高,所以主要用在大批大量生产中。

各种结构形式的插齿刀根据机械工业部工具专业刀具标准的规定已列出标准,在选用时应按 GB6081~6082-85 直齿插齿刀标准。

插齿刀是用高速钢制造的;较大直径的插齿刀($d=300\text{mm}, 360\text{mm}$)经常做成镶齿的,即切削部分用高速钢,而刀身部分用 40 钢或 45 钢。一般切削部分和前刀面上的硬度应为 HRC62~65;锥柄或筒式插齿刀,其柄部的硬度不低于 HRC40。

(2) 插齿刀的几何角度

在插齿加工中,插齿刀与加工工件之间作无间隙的啮合,为满足切削要求,插齿刀的切削刃应具有前角和后角,同时为使插齿刀在每次刃磨之后,仍保持切削刃的几何参数不变,可将插齿刀设计成变位齿轮刀具。

① 插齿刀的前角(见图 2-6)

插齿刀前角的大小应从保证良好的切削条件和齿形误差的允许范围内来考虑。切削刃上

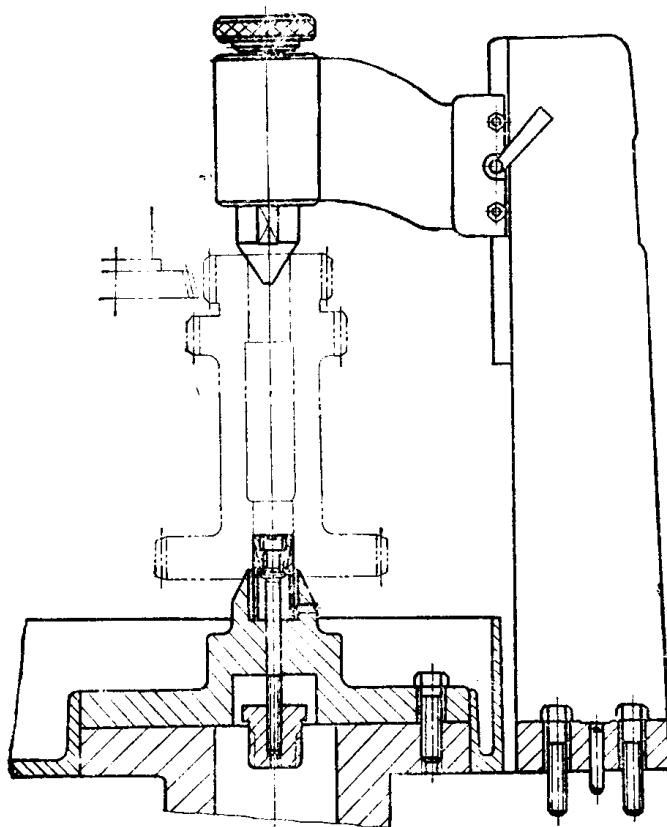


图2-4 带顶尖式插齿夹具

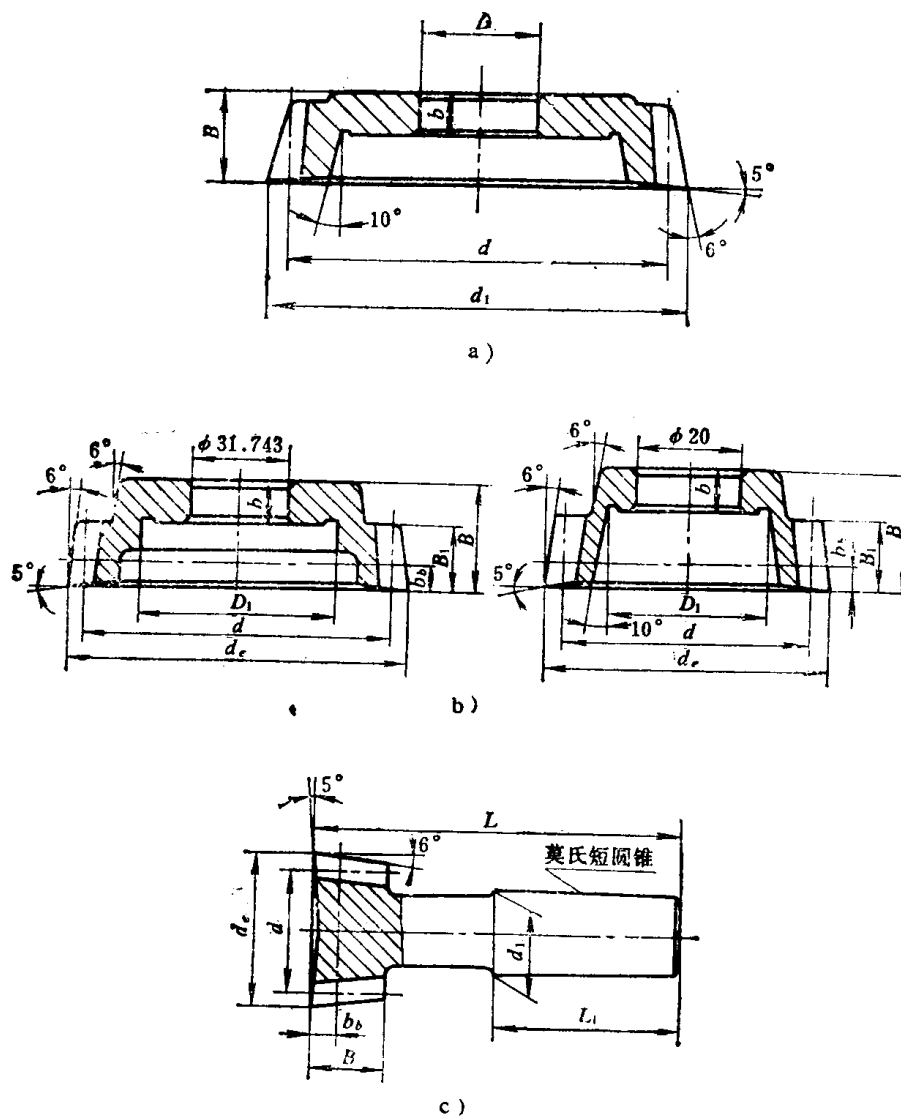


图2-5 插齿刀的不同结构

a) 盘形插齿刀 b) 碗形插齿刀 c) 锥柄插齿刀

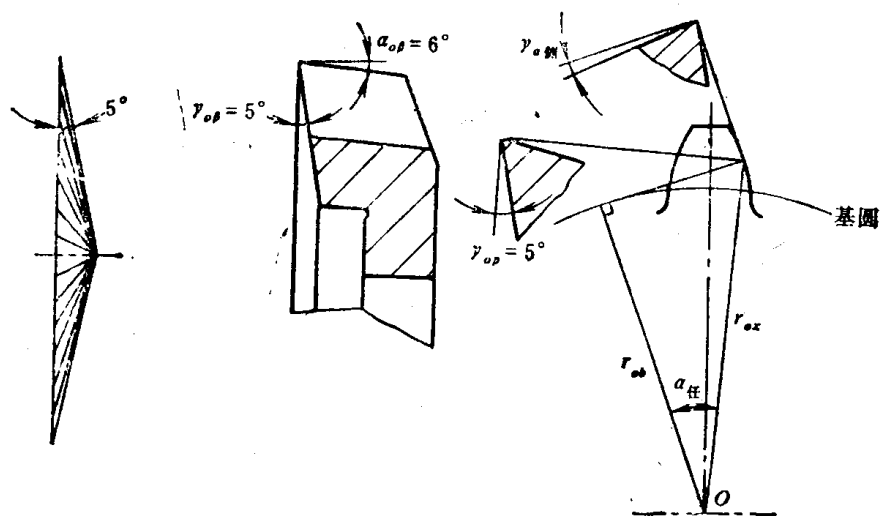


图2-6 插齿刀的前角

各处的前角是不等的,它的大小与顶刃前角及各处的相应压力角有关。由图 2-7 中可看到顶刃在径向剖面中的前角 $\gamma_{\text{顶}} = 5^\circ$, 从整个前刀面来看是一个底角等于 5° 的凹锥面。这里侧刃在径向剖面中的前角同样是 $\gamma_{\text{侧}} = 5^\circ$, 而在主剖面内的前角 $\gamma_{\text{主}}$ 可根据下式求出:

$$\operatorname{tg} \gamma_{\text{主}} = \operatorname{tg} \gamma_{\text{侧}} \cdot \sin \alpha_{\text{顶}}$$

式中 $\cos \alpha_{\text{顶}} = \gamma_{\text{基}} / \gamma_{\text{顶}}$

$\gamma_{\text{顶}}$ ——插齿刀的任意半径 (mm);

$\gamma_{\text{基}}$ ——插齿刀的基圆半径 (mm);

$\alpha_{\text{顶}}$ ——插齿刀上任意半径上的齿形角 ($^\circ$)。

插齿刀侧刃的前角是变化的,在 $\gamma_{\text{顶}}$ 一定时 $\alpha_{\text{顶}}$ 在齿顶最大,一般为 2° ; 在齿根最小,接近于 0° 。

根据经验,顶刃后角 $\alpha_{\text{顶}} = 9^\circ$, 当前角 $\gamma_{\text{顶}} = 15^\circ$ 时插齿刀的耐用度较标准插齿刀提高三倍,在齿轮精度许可前提下采用较大前角对切削是有利的。

② 插齿刀的后角

插齿刀的顶刃后角 $\alpha_{\text{顶}}$ 和侧刃后角 $\alpha_{\text{侧}}$ 如图 2-7 所示。

一般 $\alpha_{\text{顶}}$ 为 6° 。顶刃后角 $\alpha_{\text{顶}}$ 越大,刀具耐用度越高。

后角增大可减少刃磨次数,但最大不超过 12° 。

插齿刀侧刃后角是由渐开线曲面所形成,在任意半径 $\gamma_{\text{侧}}$ 处的侧刃后角 $\alpha_{\text{侧}}$ 可由下式算出:

$$\operatorname{tg} \alpha_{\text{侧}} = \operatorname{tg} \alpha_{\text{顶}} \cdot \sin \alpha_{\text{顶}}$$

从而可知插齿刀侧刃后角 $\alpha_{\text{侧}}$ 处处相等。它与插齿刀顶刃后角 $\alpha_{\text{顶}}$ 及齿形角 $\alpha_{\text{顶}}$ 有关。一般当 $\alpha_{\text{顶}} = 6^\circ$ 时,侧刃后角 $\alpha_{\text{侧}} = 2^\circ$; 当 $\alpha_{\text{顶}} = 9^\circ$ 时, $\alpha_{\text{侧}} = 3^\circ$ 。

插齿刀前后角的变化,直接影响齿形压力角的变化,也会带来齿形误差的变化。因此, $\gamma_{\text{顶}} = 5^\circ$, $\alpha_{\text{顶}} = 6^\circ$ 的标准插齿刀是不能随意改变的。

(3) 插齿刀的选用

① 根据加工工件的齿形参数(模数 m , 压力角 α 、齿高系数 f) 选用相适应的插齿刀。刀具是 AA 级可加工 7 级精度的齿轮; A 级则可加工出 8 级精度的齿轮; B 级仅可做为粗加工用。

② 加工外齿轮时优先选用 $\phi 100\text{mm}$ 盘形插齿刀。根据零件结构还可选用碗形的、筒形的以及小直径的刀具。对内齿轮应根据内圆直径的大小选用刀具; 内圆直径较小时,先选用锥柄形的; 而内圆直径较大时,宜选用筒形的; 当内圆直径很大时,宜选用盘形插齿刀。

③ 所加工的齿轮齿数,与选用刀具齿数不宜恰好相等。当加工内齿轮时,一般刀具齿数应小于被切齿轮齿数的 $1/2$; 加工外齿轮时,刀具齿数要多于工件的齿数。

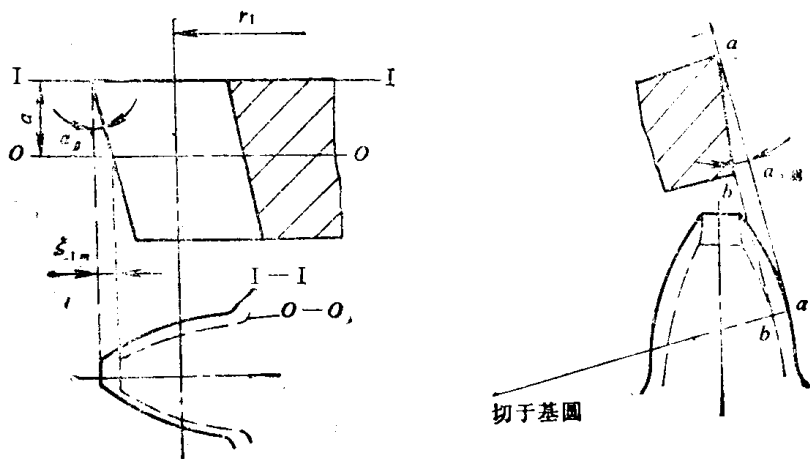


图2-7 插齿刀顶刃,侧刃的后角

(三) 插齿机的操作规程

不论什么类型的插齿机，它的操作规程大致分为插齿刀的安装、夹具的调整、工件的安装和调整及机床的调整等。下面以 Y 54 插齿机为例，具体说明其操作过程。

1. 加工实例

齿数	$z: 43$
模数	$m: 4.5\text{mm}$
压力角	$\alpha: 20^\circ$
分度圆直径	$d: \phi 193.5\text{mm}$
齿顶高	$h_a: 4.5\text{mm}$
齿全高	$h: 10\text{mm}$
分度圆上的理论齿厚	$s: 7.07\text{mm}$
齿轮的精度等级	8GJ JB179-83
公法线平均长度及其偏差	$W_m: 62.49_{-0.24}^{+0.18}\text{mm}$
径向综合误差	$F_r'': 0.125\text{mm}$
径向一齿综合公差	$f_r'': 0.04\text{mm}$
齿向误差	$F_{\beta}: 0.018\text{mm}$
齿圈径向跳动	$F_r: 0.09\text{mm}$

材料为 45 钢，硬度为 HB220~250，机床选用 Y 54，选用盘形插齿刀 B 级 $m_s = 4.5$ $z_s = 22$ 。

2. 插齿机的调整步骤

(1) 安装和检验插齿刀

① 安装：插齿刀在安装前应擦拭干净，不应有脏物锈斑，尤其要注意其内孔、支承面处。还必须将刀轴配合的部位擦拭干净。凡在使用新插齿刀时，应先将刀具放在煤油中浸泡，然后去除刀具各个部位的石蜡薄层，再把它擦拭干净才能使用。

安装插齿刀时，机床刀轴不应处在最低位置。安装盘形、碗形的插齿刀时，应将上刀垫放在刀具外支承面上，并用手轻轻地推入到刀杆上，不得敲打刀具的内孔、支承面或齿面。上刀垫的两平面的表面粗糙度 R_a 为 1.25，如有磕碰痕迹或划伤，均应用细油石磨光，以免影响刀具的平面度。安装锥柄插齿刀时，一定先要安装刀具的过渡套，才能再安装锥柄插齿刀。

盘形、碗形插齿刀安装到刀杆上后，还应加上下垫片在刀具的内支承面上，再拧紧刀杆紧固螺母。如果不用下刀垫，也可直接用带肩的六角螺母。在拧紧螺母时，不要用力过

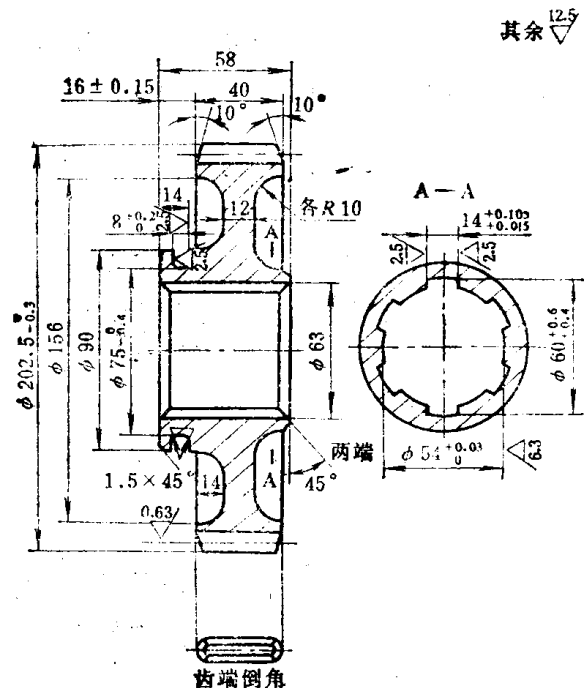


图2-8 齿轮工作图

大, 以免使刀杆弯曲, 更不允许在专用扳手上加较长的套筒来加大力矩。而在安装锥柄刀时, 应在刀具下面垫上一根木块, 施加适当的力, 使刀轴上下动一动来压紧刀具即可, 切不可用手锤敲打。正确安装如图2-10中 a、b。

② 检验: 安装插齿刀后, 应用百分表在如图 2-9 的位置来校正刀具的安装精度。一般应使 $\phi 100\text{mm}$ 的前刀面跳动不大于 $0.02\sim 0.03\text{mm}$, 其外圆的跳动不大于 0.03mm 。当进行精密加工时, 这两项不应大于 0.01mm 。当检查有超差时, 应先用粉笔做上标记, 再松开螺母, 转动调整后再紧固螺母, 用百分表校正至合适时为止。

(2) 插齿夹具的安装和检验

① 在将插齿夹具安装到机床工作台上之前, 应擦拭干净, 尤其应注意配合部位不应有锈斑、污物等, 更不应有磕碰划伤等缺陷。对于机床工作台也应擦拭干净, 不应有铁屑污物存在, 特别对螺孔中的污物一定要清理干净, 使之有较好的平面度和两平面的平行度。

在擦拭干净后, 才可将夹具(或心轴)装到工作台上。对于夹具要边校正边调整, 到合适时再旋紧各紧固螺钉。而心轴也应在校正中不断调整到合适的位置为止。

② 在检验夹具的安装位置时, 主要用百分表校正定位平面和定位轴外径的跳动。如图 2-11。

校正时, 应使分齿交换齿轮组脱开, 开动快速电动机使工作台转动。对于定位轴外径在 a 截面或 b 截面的跳动不应大于 $0.01\sim 0.02\text{mm}$ (由加工精度决定), 且 a、b 两截面跳动之

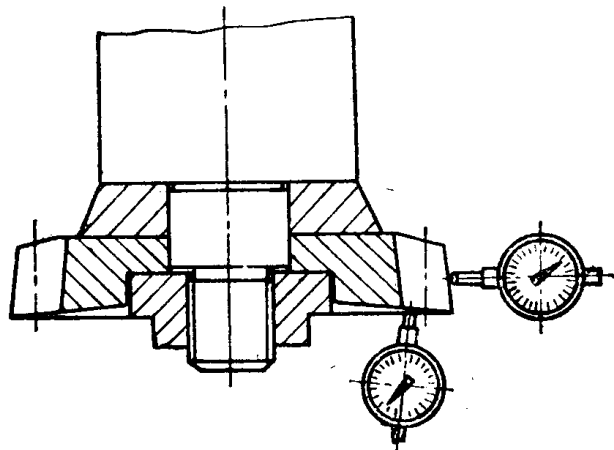


图2-9 插齿刀安装后的检验

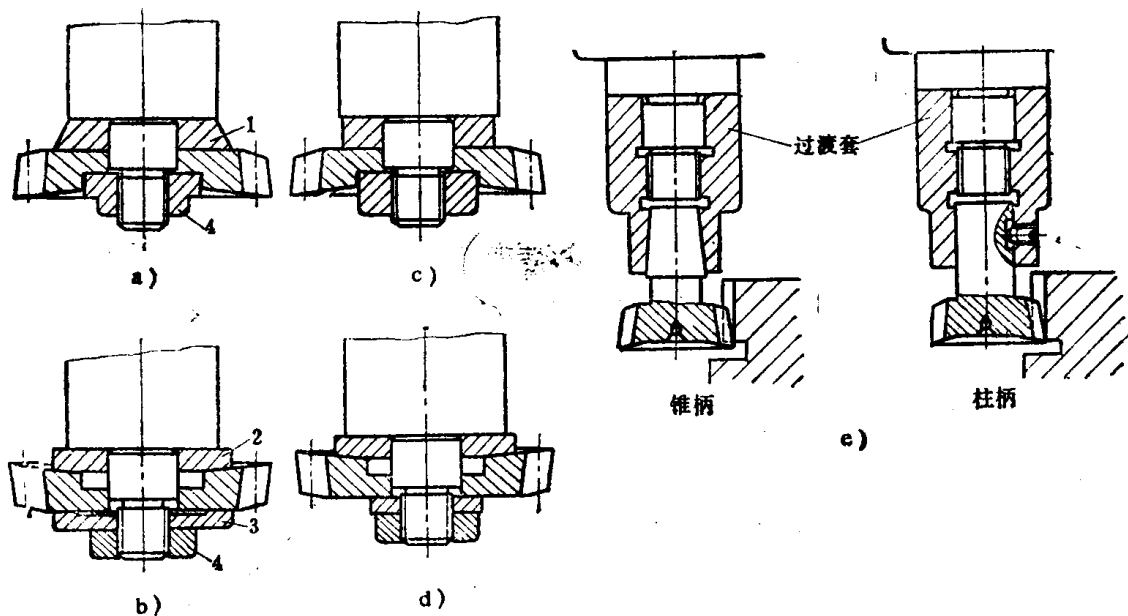


图2-10 插齿刀在刀轴上的安装

a)、b) 正确 c)、d) 错误 e) 带锥柄插齿刀的安装
1、2、3—垫板 4—螺母

差不应大于 $0.005 \sim 0.010 \text{ mm}$, a 、 b 的距离在 150 mm 。对于定位端面在一周内的跳动不应大于 0.01 mm 而且在直径为 100 mm 范围内。

当校正完毕后拧紧夹具各紧固螺钉, 然后再用百分表检验一次。全部合适时, 挂上分齿交换齿轮, 保证正常联接。

各种插齿夹具调整要求见表 2-1。

(3) 工件的安装和检验

① 安装: 工件在安装到夹具(或心轴)上之前, 应将定位孔和定位端面及夹具(或心轴)的定位轴和端面擦拭干净。安装之后, 应紧固螺母到工件不转动为止(气动夹具在夹紧位置时, 工件不应有转动)。对于使用顶尖夹紧的, 一定要将工件的顶尖孔和夹具顶尖擦拭干净。

如果是单件生产, 先不要夹牢, 螺母只带上几扣。将百分表放在工件外圆处, 用手转动一周, 使其跳动不大于 $0.02 \sim 0.06 \text{ mm}$ (视工件的精度及外径大小而定)。

② 检验: 对首件应检查端面、外圆的跳动, 其跳动不应大于 $0.02 \sim 0.06 \text{ mm}$ 。若有超差现象应重新调整, 分析产生的原因, 特别是批量生产的工件就要对其上序进行重新检查, 以避免造成更大损失。

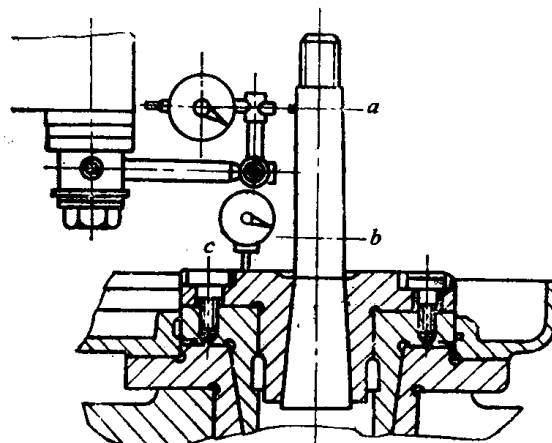


图2-11 心轴的检验

表2-1 夹具的选择及调整要求

序号	夹具型号	调整要求	加工精度	适用范围	备注
1	带锥度柄的心轴插齿夹具	①机床主轴锥孔径向跳动应小于 $0.005 \sim 0.01 \text{ mm}$ ②机床工作台面跳动应小于 $0.005 \sim 0.012 / \phi 150 \text{ mm}$ ③夹具带锥度柄部与主轴孔接触面应大于85% ④夹具装入后, 其心轴定位圆跳动小于 $0.01 \sim 0.015 \text{ mm}$ ⑤心轴定位圆与刀具轴心线平行度小于 $0.005 \sim 0.01 / 100 \text{ mm}$	按 JB 179-83 标准, 其分度圆径向跳动小于 $0.03 \sim 0.10 \text{ mm}$ ($\phi 100$)	用于单件小批生产, 当配以一定衬套, 托盘, 压板后, 也可用于大批量生产带孔类零件	
2	带有底座座的专用插齿夹具	①定位圆径向跳动应小于 $0.005 \sim 0.015 \text{ mm}$ ②定位端面跳动应小于 $0.010 \sim 0.02 / \phi 150 \text{ mm}$	按 JB 179-83 标准, 其分度圆径向跳动小于 $0.03 \sim 0.10 \text{ mm}$ ($\phi 100$)	多用于各种批量带孔类零件和齿轮轴类零件	可用过渡盘以适应于各种机床和零件
3	可涨式且带底座座的专用插齿夹具	①定位圆径向跳动应小于 $0.005 \sim 0.015 \text{ mm}$ ②定位端面跳动应小于 $0.010 \sim 0.02 / \phi 150 \text{ mm}$	按 JB 179-83 标准, 其分度圆径向跳动小于 $0.03 \sim 0.10 \text{ mm}$ ($\phi 100$)	适用于各种齿轮加工	
4	带上、下顶尖的轴类插齿夹具	①上、下顶尖的锥面径向跳动为 $0.01 \sim 0.015 \text{ mm}$ ②上、下顶尖的同轴度为 $0.01 \sim 0.015 \text{ mm}$ 用标准圆棒测量	分度圆径向跳动为 $0.02 \sim 0.06 \text{ mm}$	适用于轴类零件的加工	对于 Y54 机床要对其进行改装, 以装配有上顶尖支架

(4) 调整插齿刀的往复行程次数

插齿刀的往复行程是插齿机的主切削运动

① 切削行程次数 n_s 的计算:

$$n_s = \frac{1000 v}{2 \times L} \text{ 次/min}$$

式中 v ——插齿刀往复运动的速度 (m/min);

L ——插齿刀往复行程长度 (m)。

在本例中 $L = 46 \text{ m}$; $v = 20 \text{ m/min}$ 。代入公式 $n_s = 217 \text{ 次/min}$, 而机床只有 125, 179, 253 和 359 (次/min) 四种往复行程数, 根据机床的固定要求来选择。

② 插齿刀往复冲程次数的选择

加工工件的模数: 模数大时, 选用的 v 要低, 则 n_s 也要慢, 一般选用低一档。

加工工件的材料: (当往复行程长度一定)

当工件为灰铸铁时, v 可用 18 m/min , 对 n_s 为 179 次/min 档。

当工件为钢料时, $\sigma_s = 500 \sim 700 \text{ N/mm}^2$, v 可用 27 m/min , n_s 选用 253 次/min 档;

而当 $\sigma_s = 700 \sim 800 \text{ N/mm}^2$, v 在 20 m/min 时, n_s 可选用 179 次/min 档。

当工件为镍铬合金时, v 用 15 m/min , n_s 用 127 次/min 档。

当工件为青铜时, v 用 24 m/min , n_s 可用 253 次/min 档。

当工件为铝时, v 用 60 m/min , n_s 可用 359 次/min 档。

加工短齿或标准齿时, 短齿的切削速度 v 要比标准齿大一些, 即 n_s 可高一些。

粗插齿或精插齿: 一般精插齿的切削速度 v 要比粗插齿大一些, 则 n_s 可高一些。

插齿机虽只有四种往复行程次数可供选择, 但根据加工工件的具体情况可以灵活选用, 以刀具具有较好的耐用度为原则。

在本实例中选用 $n_s = 179 \text{ 次/min}$, 则在机床正面左上方有一变换手柄, 将该手柄放到 179 次/min 位置即可。注意变换手柄位置时, 不应使机床处在运转状态, 应停机时进行。若变换不过来, 将机床点动。使手柄变换到位置时为止, 再开动机床检查行程数是否合适。

在插制斜齿轮时要使用斜齿插齿刀, 而且刀的螺旋角要与工件的螺旋角大小相等、方向相反, 这时刀具除有上下往复运动外还应有一个附加旋转运动, 这由机床随机带的螺旋形导轨来实现, 但受螺旋角的大小限制而不常用, 见图 2-12。

(5) 调整插齿刀的行程长度和终端位置

插齿刀在切齿过程中, 刀轴通过曲柄作上下往复运动。这样, 在切削时有一定的冲击, 为不使刀具刀尖撞到工件底面, 需要使刀具有一定的行程长度。行程长度在工件上面和下面都有一定的距离, 这个距离过大浪费切削时间, 过小不能切出整个齿宽。这个适当的距离通常叫做刀具的超越行程, 它由齿宽的大小来决定, 见图 2-13。

一般在调整时, 使其上、下出刀的行程一样, 行程长度不应小于 $b + 4 \text{ mm}$ 。本实例为

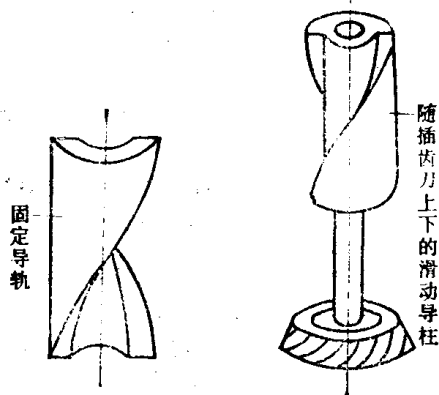


图2-12 插齿机螺旋导轨示意图

46mm。调整时，先松开螺母1，然后用扳手旋动螺钉1，使曲柄上的标尺指针调整到46处之后，将螺母2旋紧。调整时，一定要使曲柄上的标尺调到上方（或者使刀具在最下面位置），即螺钉2处在最左侧位置时才能调整，见图2-14。

根据工件调整插齿刀的终端位置：

在切齿过程中，必须使刀具的刀尖平面通过齿宽 b ，并使刀具切削完及使刀具切过齿宽 b 而且不撞到底面。这就是插齿刀的终端位置。

见图2-14，松开螺母4和紧固螺母5，这时使曲柄上的标尺处在上方的位置，然后用随机床带的方孔手柄转动螺母3的方头，使刀具刀尖平面调整到不撞底面，刚好在齿宽 b 下平面伸出3mm，再扳动曲柄使刀具处在齿宽 b 上平面伸出3mm。若合适，将螺母4和螺母5紧固，把方孔手柄卸下。这里需要注意的是在紧螺母3时，一定要一手把住方孔手柄，一手紧固螺母3，使其位置不动最好。

（6）调整径向进给凸轮和插齿刀的切深

在插齿过程中，要使插齿刀将工件切至全齿深，必须使其有一个径向进给运动，它是逐渐沿齿轮径向增加切深的。这一运动的完成，一种方法是靠摇动刀具进给手柄来实现（主要用在单件加工上），另一种方法是由机床上的径向进给凸轮来实现（主要用在批量加工上）。机床带有一次进给凸轮、二次进给凸轮、三次进给凸轮各一个，见图2-15。

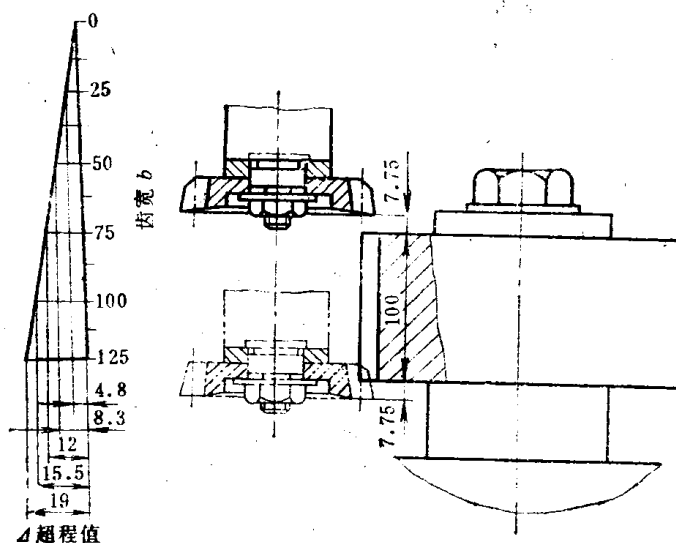


图2-13 插齿刀超越行程图

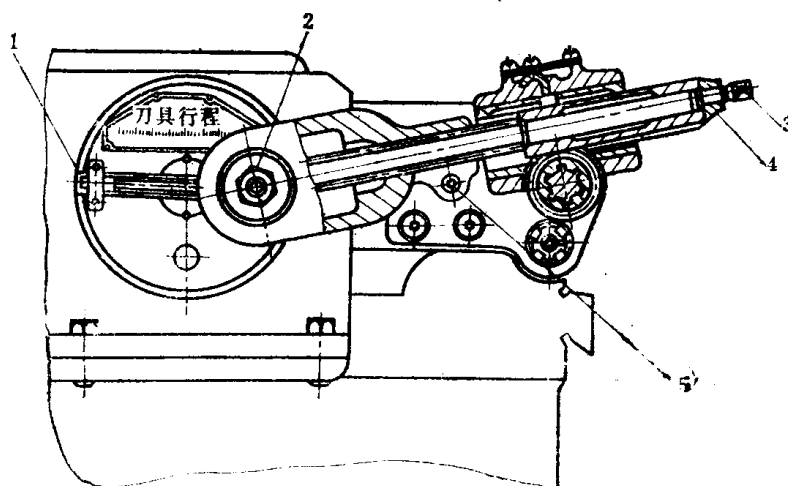


图2-14 刀具行程调整机构

1—螺钉 2、3、4、5—螺母

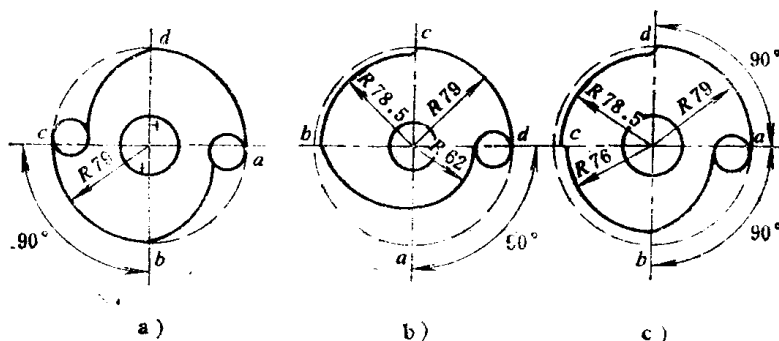


图2-15 径向进给凸轮

a) 一次进给凸轮 b) 二次进给凸轮 c) 三次进给凸轮