

机械工人职业技能培训教材

中级

车工技术

机械工业职业技能鉴定指导中心 编

理论技能尽在其中



机械工业出版社



机械工人职业技能培训教材

中级车工技术

机械工业职业技能鉴定指导中心 编



机械工业出版社

本书是根据《中华人民共和国工人技术等级标准》和《中华人民共和国职业技能鉴定规范（车工）》对中级工的专业知识和技能要求编写的。本书主要介绍了蜗杆和多线螺纹的车削；偏心工件、曲轴、细长轴、薄壁工件的车削以及深孔加工；在花盘角铁上车削工件；在四爪单动卡盘上车削复杂零件；车床；典型零件的工艺分析等。本书通过典型实例分析，达到理论与技能结合，取得举一反三的效果。

本书可作为中级车工职业技能鉴定培训教材或自学参考，也可作为职业学校、技工学校教学参考用书。

图书在版编目（CIP）数据

中级车工技术/机械工业职业技能鉴定指导中心编. —北京：机械工业出版社，1999.10

机械工人职业技能培训教材

ISBN 7-111-07398-3

I. 中… II. 机… III. 车削-技术培训-教材. IV. TG51

中国版本图书馆 CIP 数据核字（1999）第 32787 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

责任编辑：吴天培 版式设计：张世琴 责任校对：李汝庚

封面设计：姚毅 责任印制：石冉

三河市宏达印刷有限公司印刷 · 新华书店北京发行所发行

2005 年 1 月第 1 版第 9 次印刷

850mm × 1168mm 1/32 · 7.5 印张 · 193 千字

定价：13.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

本社购书热线电话（010）68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

机械工人职业技能培训教材与题库 编审委员会名单

(按姓氏笔画排列)

主任委员	邵奇惠			
副主任委员	史丽雯	李成云	苏泽民	陈瑞藻
	谷政协	张文利	郝广发	(常务)
委	于新民	田力飞	田永康	关连英
员	刘亚琴	孙旭	李明全	李玲
	李超群	吴志清	张岚	张佩娟
	邵正元	杨国林	范申平	姜世勇
	赵惠敏	施斌	徐顺年	董无岸
技术顾问	杨溥泉			
本书主编	杨授时	副主编	孙由良	参编 林松年
本书主审	梁君豪	参审	金福昌	

前 言

这套教材及试题库是为了与原劳动部、机械工业部联合颁发的机械工业《职业技能鉴定规范》配套，为了提高广大机械工人的职业技能水平而编写的。

三百六十行，各行各业对从业人员都有自己特有的职业技能要求。从业人员必须熟练地掌握本行业、本岗位的职业技能，具备一定的包括职业技能在内的职业素质，才能胜任工作，把工作做好，为社会做出应有的贡献，实现自己的人生价值。

机械制造业是技术密集型的行业。这个行业对其职工职业素质的要求比较高。在科学技术迅速发展的今天，更是这样。机械行业职工队伍的一半以上是技术工人。他们是企业的主体，是振兴和发展我国机械工业极其重要的技术力量。技术工人队伍的素质如何，直接关系到行业、企业的生存和发展。在市场经济条件下，企业之间的竞争，归根结底是人才的竞争。优秀的技术工人是企业各类人才中重要的组成部分。企业必须有一支高素质的技术工人队伍，有一批技术过硬、技艺精湛的能工巧匠，才能保证产品质量，提高生产效率，降低物质消耗，使企业获得经济效益；才能支持企业不断推出新产品去占领市场，在激烈的市场竞争中立于不败之地。

机械行业历来高度重视技术工人的职业技能培训，重视工人培训教材等基础建设工作，并在几十年的实践中积累了丰富的经验。尤其是在“七五”和“八五”期间，先后组织编写出版了《机械工人技术理论培训教材》149种，《机械工人操作技能培训教材》85种，以及配套的习题集、试题库和各种辅助性教材共约700种，基本满足了机械行业工人职业培训的需要。上述各类

教材以其行业针对性、实用性强,职业工种覆盖面广,层次齐备和成龙配套等特点,受到全国机械行业工人培训、考核部门和广大机械工人的欢迎。

1994年以来,我国相继颁布了《劳动法》、《职业教育法》,逐步推行了职业技能鉴定和职业资格证书制度。我国的职业技能培训开始走上了法制化轨道。为适应新形势的要求,进一步提高机械行业技术工人队伍的素质,实现机械、汽车工业跨世纪的战略目标,我们在组织修改、修订《机械工人技术理论培训教材》,使其以新的面貌继续发挥在行业工人职业培训工作中的作用的同时,又组织编写了这套《机械工人职业技能培训教材》和《技能鉴定考核试题库》,共87种,以更好地满足行业和社会的需要。

《机械工人职业技能培训教材》是依据原机械工业部、劳动部联合颁发的机械工业《工人技术等级标准》和《职业技能鉴定规范》编写的,包括18个机械工业通用工种。各工种均按《职业技能鉴定规范》中初、中、高三级“知识要求”(主要是“专业知识”部分)和“技能要求”分三册编写,适合于不同等级工人职业培训、自学和参加鉴定考核使用;对多个工种有共同要求的“基本知识”如识图、制图知识等,另编写了公共教材,以利于单科培训和工人自学提高。试题库分别按工种和学科编写。

本套教材继续保持了行业针对性强和注重实用性的特点,采用了国家最新标准、法定计量单位和最新名词、术语;各工种教材则更加突出了理论和实践的结合,将“专业知识”和“操作技能”有机地融于一体,形成了本套教材的一个新的特色。

本套教材是由机械工业相对集中和发达的上海、天津、江苏、山东、四川、安徽、沈阳等地区机械行业管理部门和中国第一汽车集团公司等企业组织有关专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师编写的。在此,谨向为编写本套教材付出艰辛劳动的全体人员表示衷心的感谢!教材中难免存在不足和错误,诚恳希望专家和广大读者批评指正。

机械工业职业技能鉴定指导中心

目 录

前言

第一章 蜗杆和多线螺纹的车削	1
第一节 蜗杆的车削	1
第二节 多线螺纹的车削	19
第三节 梯形螺纹公差	39
第四节 螺纹的测量	48
复习思考题	53
第二章 车削偏心工件和曲轴	56
第一节 偏心工件的划线方法	56
第二节 偏心工件车削方法	59
第三节 偏心距的测量	74
第四节 在两顶尖间车曲轴	75
复习思考题	81
第三章 细长轴、薄壁工件及深孔加工	82
第一节 细长轴的车削	82
第二节 车削薄壁工件	96
第三节 深孔加工简介	105
复习思考题	108
第四章 在花盘角铁上车削工件	110
第一节 常用附件的种类和用途	110
第二节 在花盘上加工工件	112
第三节 在角铁上加工工件	120
第四节 防止畸形工件变形及达到形位公差 要求的方法	127
复习思考题	128
第五章 在四爪单动卡盘上车削复杂零件	129
第一节 概述	129

第二节 十字向零件的车削	130
第三节 孔间距零件的车削	140
复习思考题	145
第六章 车床	147
第一节 CA6140 型卧式车床	147
第二节 自动车床和数控车床简介	166
第三节 车床精度对加工质量的影响	170
复习思考题	173
第七章 立式车床	174
第一节 立式车床的基本工作原理	174
第二节 C512-1A 型单柱立式车床的操纵和使用	179
第三节 在立式车床上车削实例	182
复习思考题	186
第八章 工艺规程与工艺分析	187
第一节 工艺规程概述	187
第二节 基准和定位基准的选择	195
第三节 工艺路线的拟订	202
第四节 典型零件的工艺分析	207
复习思考题	219
附录	223
附录 A 蜗杆的基本尺寸和参数	223
附录 B 常用材料的线胀系数 α_l	228

第一章 蜗杆和多线螺纹的车削

培训要求 掌握蜗杆、多线螺纹的车削技能；了解并会查阅梯形螺纹公差；掌握螺纹的测量方法。

第一节 蜗杆的车削

蜗杆蜗轮常用于传递两轴交错 90° 的传动，即直角传动。蜗杆蜗轮适用于减速运动的传递机构中。为了提高传动效率，减少齿面磨损，蜗轮材料采用青铜制造，蜗杆材料采用中碳钢或中碳合金钢，齿面淬硬至 $46\sim 48\text{HRC}$ 。蜗轮齿形一般在齿轮机床上加工，而蜗杆齿形在车床上进行切削加工。

一、蜗杆各部分尺寸计算

蜗杆与蜗轮的啮合原理见图 1-1。它的参数和尺寸规定在主平面内计算（即通过蜗杆轴线的平面），蜗杆相当于一个齿条，蜗轮相当于一个齿轮，因此在啮合传动时，可看成齿条和齿轮啮合。这样，在计算它们的参数时可参照齿轮传动的参数和尺寸来计算。

蜗杆蜗轮分米制和英制两种。

1. 米制蜗杆 米制蜗杆的齿形角为 20° ，其齿形分轴向直廓（阿基米德螺旋线，ZA 蜗杆）和法向直廓（ZN 蜗杆）两种，见图 1-2。

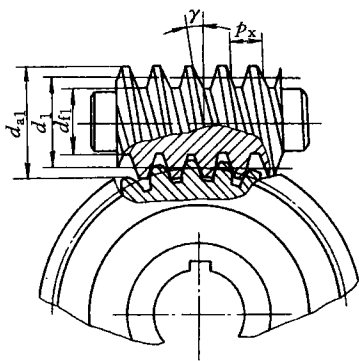


图 1-1 蜗杆与蜗轮的啮合

轴向直廓蜗杆的齿形在蜗杆轴平面内为直线，在法平面内为

曲线，在端平面内为阿基米德螺旋线，因此又称阿基米德蜗杆，见图 1-2a。

法向直廓蜗杆的齿形在蜗杆齿部的法平面内为直线，在蜗杆的轴平面内为曲线，见图 1-2b。

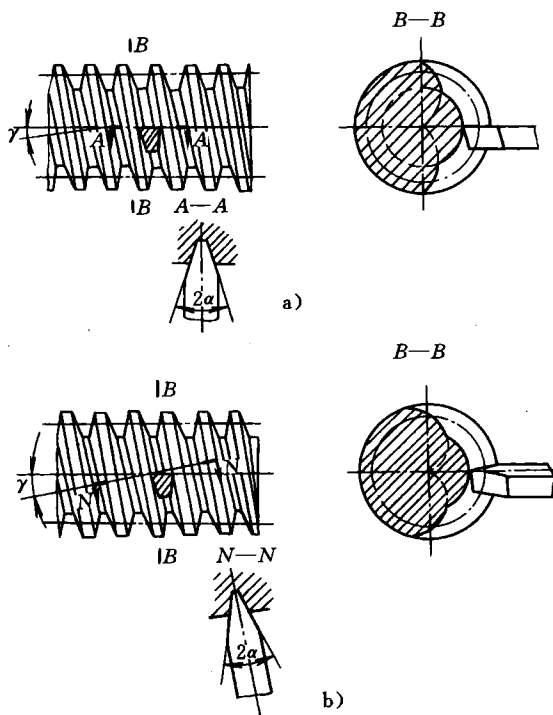


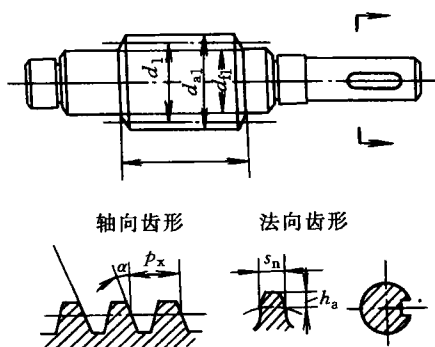
图 1-2 蜗杆齿形种类

a) 轴向直廓蜗杆 b) 法向直廓蜗杆

米制蜗杆的工作图及各部分尺寸计算见表 1-1。

表 1-1 中 q 为蜗杆的直径系数，是蜗杆分度圆直径与模数的比值。为了保证蜗杆传动中与配对蜗轮正确啮合，常常采用与蜗杆同样尺寸的蜗轮滚刀来加工配对的蜗轮。这样，有多种尺寸的蜗杆就得有多种与其相对应的蜗轮滚刀。因此，如果没有标准，

表 1-1 米制蜗杆的工作图及各部分尺寸计算



名 称		代 号	计 算 公 式
轴向模数		m_x	(基本参数)
齿形角		α	$\alpha = 20^\circ$
轴向齿距		p_x	$p_x = \pi m_x$
导程		p_z	$p_z = z_1 p_x = z_1 \pi m_x$
全齿高		h	$h = 2.2 m_x$
齿顶高		h_a	$h_a = m_x$
齿根高		h_f	$h_f = 1.2 m_x$
分度圆直径		d_1	$d_1 = q m_x = d_{a1} - 2 m_x$
齿顶圆直径		d_{a1}	$d_{a1} = d_1 + 2 m_x$
齿根圆直径		d_{f1}	$d_{f1} = d_1 - 2.4 m_x$ 或 $d_{f1} = d_{a1} - 4.4 m_x$
导程角		γ	$\tan \gamma = p_z / \pi d_1$
齿顶宽	轴向	s_a	$s_a = 0.843 m_x$
	法向	s_{an}	$s_{an} = 0.843 m_x \cos \gamma$
齿根槽宽	轴向	e_f	$e_f = 0.697 m_x$
	法向	e_{fn}	$e_{fn} = 0.697 m_x \cos \gamma$
齿厚	轴向	s_x	$s_x = \frac{\pi m_x}{2}$
	法向	s_n	$s_n = \frac{\pi m_x}{2} \cos \gamma$

蜗轮滚刀就要配备很多,很不经济。为了减少蜗轮滚刀的数目,首先要把蜗杆分度圆直径 d_1 标准化,即对每一个模数都规定一定的直径系数 q 。

附录 A 中列出了蜗杆的基本尺寸和参数。

例 1 车削齿顶圆直径 $d_{a1}=30\text{mm}$, 齿形角 $\alpha=20^\circ$, 轴向模数 $m_x=2\text{mm}$ 的双头蜗杆, 求蜗杆的各主要参数。

解 $p_x = \pi m_x = 3.1416 \times 2\text{mm} = 6.2832\text{mm}$

$$p_z = 2\pi m_x = 2 \times 3.1416 \times 2\text{mm} = 12.56\text{mm}$$

$$h = 2.2m_x = 2.2 \times 2\text{mm} = 4.4\text{mm}$$

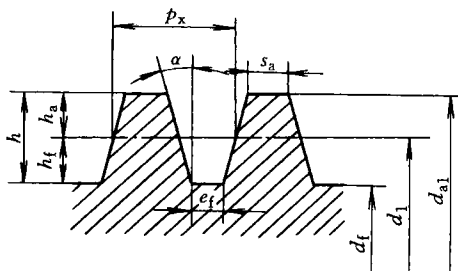
$$d_1 = d_{a1} - 2m_x = 30\text{mm} - 2 \times 2\text{mm} = 26\text{mm}$$

$$d_{f1} = d_1 - 2.4m_x = 26\text{mm} - 2.4 \times 2\text{mm} = 21.2\text{mm}$$

$$s_a = 0.843m_x = 0.843 \times 2\text{mm} = 1.686\text{mm}$$

2. 英制蜗杆 英制蜗杆齿形角为 $14^\circ 30'$, 它的径节以 DP 表示。它的各部分尺寸计算见表 1-2。

表 1-2 英制蜗杆各部分尺寸计算



(in)

名 称	计 算 公 式
径节 (DP)	基本参数
齿形角 (α)	$\alpha = 14\frac{1}{2}^\circ$
轴向齿距 (p_x)	$p_x = \frac{\pi}{DP}$
导程 (p_z)	$p_z = z_1 \times \frac{\pi}{DP}$

(续)

名 称		计 算 公 式
全齿高 (h)		$h = 2.157 \times \frac{1}{DP}$
齿顶高 (h_a)		$h_a = \frac{1}{DP}$
齿根高 (h_f)		$h_f = \frac{1.157}{DP}$
分度圆直径 (d_1)		$d_1 = d_a - \frac{2}{DP}$
齿顶圆直径 (d_a)		$d_a = d_1 + \frac{2}{DP}$
齿根圆直径		$d_f = d_1 - \frac{2.314}{DP}$
(d_f)		$d_f = d_a - \frac{4.314}{DP}$
齿顶宽 (s_a)		$s_a = \frac{1.054}{DP}$
齿根槽宽 (e_f)		$e_f = \frac{0.973}{DP}$
导程角 (γ)		$\operatorname{tg} \gamma = \frac{p_z}{\pi d_1}$
齿 厚 (s)	轴向 (s_x)	$s_x = \frac{\pi}{2DP}$
	法向 (s_n)	$s_n = \frac{\pi}{2DP} \cos \gamma$

二、车蜗杆时交换齿轮的计算

在卧式车床上车削蜗杆，一般不需要进行交换齿轮计算。如在 C620-1 车床上车削蜗杆时，使用 32、100、97 齿轮即可，在 CA6140 车床上使用 64、100、97 齿轮即可，如图 1-3 所示。再根据被加工蜗杆的模数选择进给箱铭牌（模数螺纹一栏）中所标注的各手柄位置即可进行车削。

在无进给箱的车床上车削蜗杆时，或有时为了提高蜗杆的精度，由主轴通过交换齿轮直接带动车床丝杠，这时就需要进行交换齿轮计算。

车蜗杆时的交换齿轮计算方法与车削一般螺纹时相同，其计

算公式为

$$i = \frac{p_z}{P_{\text{丝}}} = \frac{z_1 \pi m_x}{P_{\text{丝}}} = \frac{z_1}{z_2} \times \frac{z_3}{z_4} \quad (1-1)$$

式中 p_z ——蜗杆导程 (mm);

$P_{\text{丝}}$ ——丝杠螺距 (mm)。

由于蜗杆的导程是蜗杆头数 z_1 与 m_x 和 π 的乘积, 不是一个整数值, 因此给交换齿轮计算带来很多麻烦。为了方便, π 值可用表 1-3 所列的近似分式来代替。

在装交换齿轮时, 应切断电源。装好交换齿轮后, 缓慢旋转卡盘, 检查交换齿轮啮合情况, 及时装上交换齿轮箱罩壳。

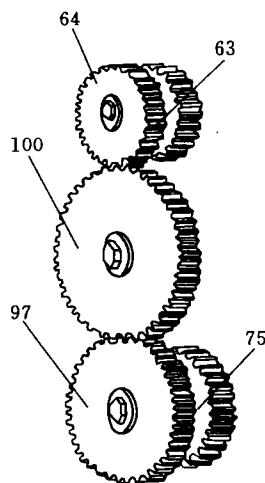


图 1-3 车蜗杆时的交换齿轮

表 1-3 π 的近似分式

π 值	误差
$\pi \approx 3.14159 \dots$	
$\pi \approx 3.14268 = \frac{22}{7}$	+ 0.0012644
$\pi \approx 3.14182 = \frac{32 \times 27}{25 \times 11}$	+ 0.0002254
$\pi \approx 3.14173 = \frac{19 \times 21}{127}$	+ 0.0001395
$\pi \approx 3.1415929 = \frac{5 \times 71}{113}$	+ 0.0000002

例 2 在丝杠螺距为 12mm 的车床上, 车削模数 $m_x = 2.5\text{mm}$ 的蜗杆, 求交换齿轮:

$$\text{解 } i = \frac{p_z}{P_{\text{丝}}} = \frac{\pi m_x}{12} = \frac{\frac{22}{7} \times 2.5\text{mm}}{12\text{mm}} = \frac{44}{48} \times \frac{50}{70} = \frac{55}{60} \times \frac{50}{70}$$

计算出的复式交换齿轮, 不一定都能安装在交换齿轮架上,

有时会发生干涉现象。所以复式交换齿轮必须符合啮合规则。

$$z_1 + z_2 > z_3 + 15$$

$$z_3 + z_4 > z_2 + 15$$

上例中 $z_1 + z_2 = 55 + 60 > z_3 + 15 = 50 + 15$

$$z_3 + z_4 = 50 + 70 > z_2 + 15 = 60 + 15$$

例 3 车床丝杠螺距为 6mm，车削 $DP = 10$ 的蜗杆，求交换齿轮。

$$\begin{aligned} \text{解 } i &= \frac{p_z}{P_{\text{丝}}} = \frac{\pi \times \frac{25.4}{10}}{6\text{mm}} = \frac{\frac{22}{7} \times \frac{127}{5} \times \frac{1}{10}}{6} = \frac{11}{21} \times \frac{127}{50} \\ &= \frac{55}{105} \times \frac{127}{50} \end{aligned}$$

同理验证 $z_1 + z_2 = 55 + 105 > z_3 + 15 = 127 + 15$

$$z_3 + z_4 = 127 + 50 > z_2 + 15 = 105 + 15$$

三、蜗杆车刀

蜗杆车刀与梯形螺纹车刀基本相同。但是，因一般蜗杆的导程角较大，在刃磨蜗杆车刀时，更应考虑导程角对车刀前、后角的影响。另外，蜗杆的精度一般要求较高，因此，目前蜗杆车刀大部分还是用高速钢制成。

1. 蜗杆粗车刀 为了提高蜗杆的质量，加工时应分粗车和精车来进行。蜗杆（右旋）粗车刀的几何形状见图 1-4。

蜗杆粗车刀的角度按下列原则选择：

1) 车刀左右切削刃之间的夹角要小于两倍齿形角。

2) 为了便于左右切削并留有精加工余量，刀头宽度应小于齿根槽宽。

3) 切削钢料时，应磨有 $10^\circ \sim 15^\circ$ 纵向前角，即： $\gamma_p = 10^\circ \sim 15^\circ$ 。

4) $\alpha_p = 6^\circ \sim 8^\circ$ 。

5) 左刃后角 $\alpha_{\text{左}} = (3^\circ \sim 5^\circ) + \gamma$ ；右刃后角 $\alpha_{\text{右}} = (3^\circ \sim 5^\circ) - \gamma$ 。

6) 刀尖适当倒圆。

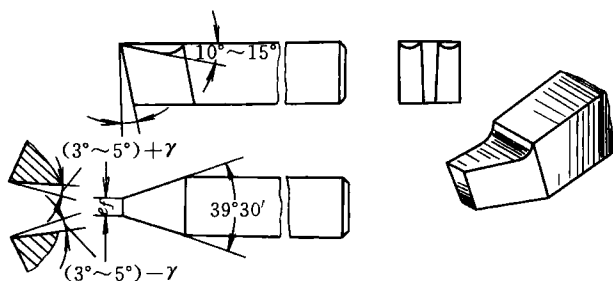


图 1-4 蜗杆粗车刀

2. 蜗杆精车刀 蜗杆精车刀要求左右切削刃之间的夹角等于两倍齿形角，切削刃直线度好，表面粗糙度值小。为了保证左右切削刃切削顺利，都应磨有较大前角 ($\gamma_0 = 15^\circ \sim 20^\circ$) 的卷屑槽，见图 1-5。用这种车刀切削省力，排屑顺利，可获得较细的齿面粗糙度和较高的齿形精度。但车削时必须注意：车刀前端切削刃不能进行切削，只能精车两侧齿面。

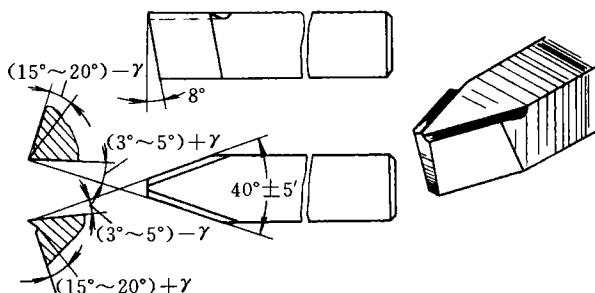


图 1-5 蜗杆精车刀

3. 车刀的装夹 由于蜗杆的齿形分轴向直廓和法向直廓两种。因此，装夹车刀时必须注意：图样上注明是轴向直廓蜗杆，装刀时，车刀左右切削刃组成的平面应与工件轴心线重合，见图 1-6a；如果工件齿形为法向直廓蜗杆，装刀时，车刀左右切削刃组成的平面应垂直于齿面，见图 1-6b。

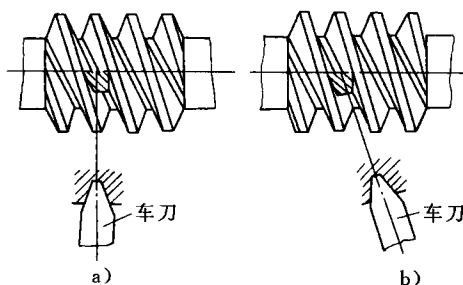


图 1-6 车蜗杆时车刀的装夹方法

a) 轴向装刀法 b) 法向装刀法

由于蜗杆的导程角较大，车削时使前角和后角发生很大的变化，切削时产生一定困难。

为此可采用可按导程角调节的刀柄（见图 1-7）进行车削。切削部分，可相对于刀柄 2 转一个所需的导程角，然后用两只螺钉 3 锁紧。角度的大小可从头部的刻度线上看出。这种刀柄上开有弹性槽，因而具有弹性作用，在车削时不容易产生“扎刀”

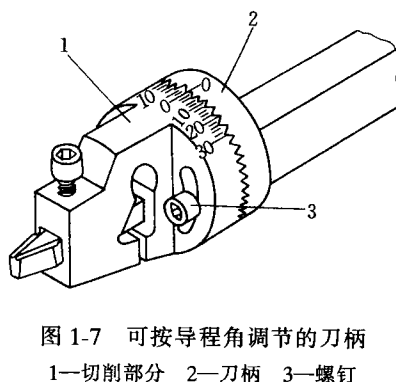


图 1-7 可按导程角调节的刀柄

1—切削部分 2—刀柄 3—螺钉

现象。为了防止车削时切削头受切削刀面产生转动，切削部分 1 与刀柄 2 的接触面上做成端面细齿结合。

车削法向直廓蜗杆时，切削头必须倾斜，采用可按导程角调节的刀柄更为理想。粗车轴向直廓蜗杆时，为使切削顺利，刀头亦应倾斜装夹。精车时，为了保持齿形正确，切削头要水平装夹。

四、蜗杆的车削方法

蜗杆因导程较大，一般采用低速切削。车削时应分为粗车和精车两个阶段进行。粗车时主要有以下三种方法。