



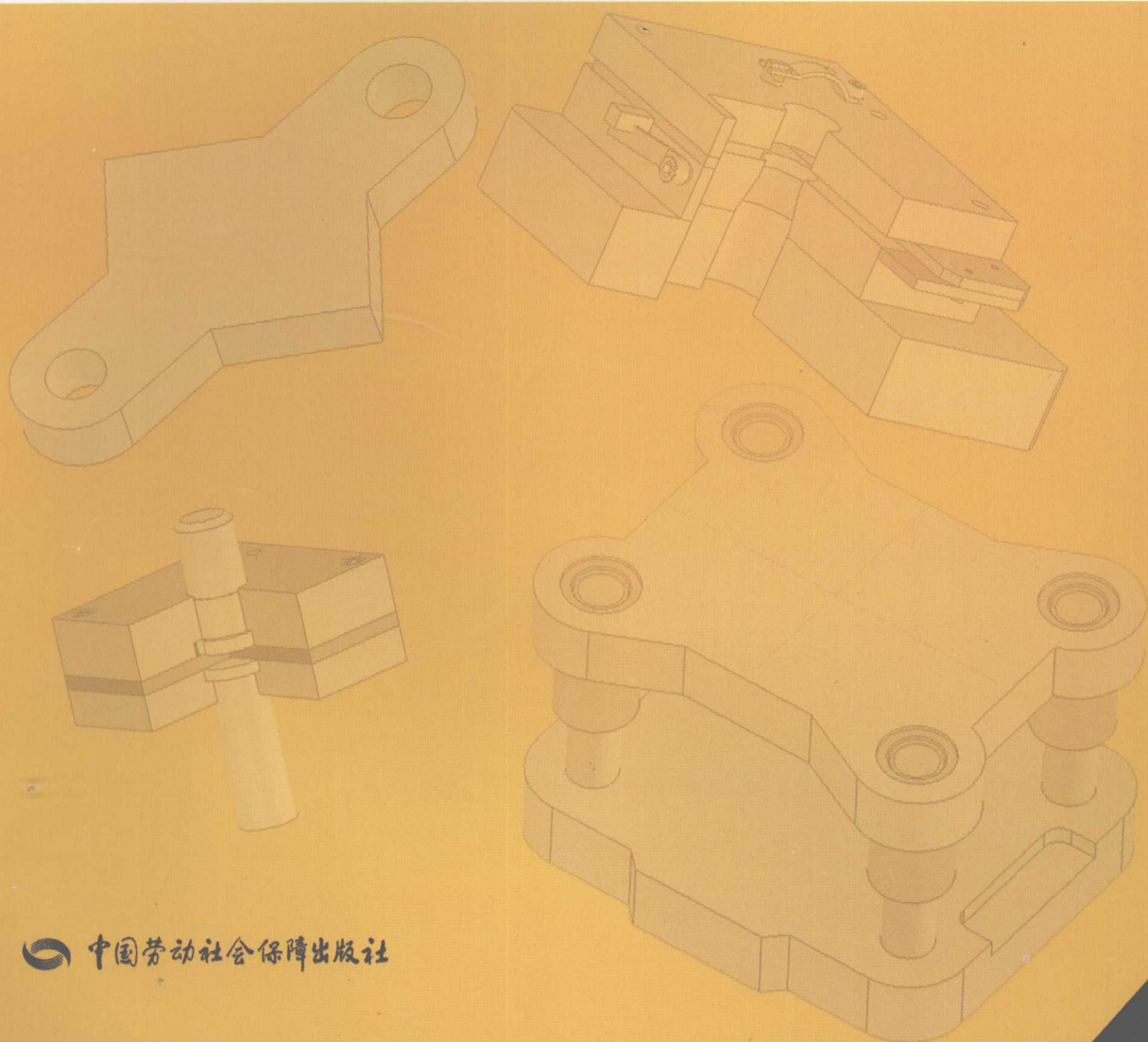
全国中等职业技术学校

模具制造与维修专业教材

MUJU

模具零件制造技术

MUJU LINGJIAN ZHIZAO JISHU



 中国劳动社会保障出版社

全国中等职业技术学校模具制造与维修专业教材

模具零件制造技术

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

模具零件制造技术/汤习成, 傅玲梅主编. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 2008
全国中等职业技术学校模具制造与维修专业教材
ISBN 978-7-5045-6936-3

I. 模… II. ①汤… ②傅… III. 模具-制造-专业学校-教材 IV. TG76

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 042906 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

北京市朝阳区展望印刷厂印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 14.25 印张 336 千字

2008 年 5 月第 1 版 2008 年 5 月第 1 次印刷

定价: 24.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64954652

前言

模具是现代工业生产的重要基础工艺装备,广泛应用于机械、汽车、轻工、电子、化工、冶金、建材等各个行业,模具制造技术已成为衡量一个国家制造业水平的重要标志之一。在我国模具制造技术蓬勃发展的形势下,为了更好地满足中等职业技术学校模具制造与维修专业的教学要求,我们根据劳动和社会保障部培训就业司颁发的《模具制造与维修专业教学计划与教学大纲》,以及国家有关职业标准《装配钳工》《工具钳工》的要求,组织有关学校的职业教育研究人员、一线教师 and 行业专家,在广泛调研的基础上,开发了中等职业技术学校模具制造与维修专业系列教材。

本套教材包括:《模具结构》《模具材料热处理》《模具钳工工艺学》《模具钳工技能训练》《模具零件制造技术》《模具拆装调试与维护》《模具制造电切削加工技术》等。

在本套教材的编写过程中,我们始终坚持了以下几个原则:

在教材内容定位上,坚持以就业为导向、贴近企业的原则,重视对学生实际操作技能的培养。在删除繁冗理论知识的同时,编入大量企业生产的实例。同时,贯彻国家最新技术标准,反映新知识、新工艺、新技术、新方法,力求使传授给学生的知识和技能更贴近行业的发展实际。

在教材结构的构建上,坚持教学改革、为一体化教学服务的原则。本套教材中《模具钳工技能训练》《模具零件制造技术》《模具拆装调试与维护》均采用了任务驱动的先进编写理念,以典型零件的生产和装配为载体,构成一个个教学单元,有机融入理论知识和操作技能,使学生在完成岗位任务的情境中进行学习。每个教学单元的内容均按照循序渐进、层层深入的原则安排,既符合学生的认知规律,又将专业知识与技能紧密联系起来。

在教材的表现形式上,坚持生动直观、以学生为本的原则。本套教材对设备、工具等实物采用了大量照片和三维造型图,使学生易于认清模具结构、零件构造和工具特征,从而为学习铺平道路。另外,本套教材对重要工艺过程采用了分步解析图,辅以文字、符号标注,可显著提高技能训练教学效率并增进效果。

本套教材的编写得到江苏、广东、湖南、福建等省劳动保障厅和相关学校的大力支持,在此,我们致以诚挚的谢意。

《模具零件制造技术》是为配合学校开展模具零件机械、数控和电加工教学而开发的专业课教材,主要包括:模具零件的一般机械加工知识与训练、模具零件的特种加工知识与训练、模具零件的数控加工知识与训练、典型模具零件加工知识与训练、模具零件的精密加工知识与训练等。本书的主要特色是:采用任务驱动教学法,使工艺知识和技能充分结合,调动学生的学习积极性;按照难度递进方式设置任务,符合学生的认知规律;采用大量

三维造型图和照片，利教便学。

《模具零件制造技术》由汤习成、傅玲梅主编，秦正超任副主编，王文景、郭守超、许为柏参编；李子森、赵健周审稿，李子森主审。

劳动和社会保障部教材办公室
2008 年 3 月

《模具零件制造技术》参考学时

章 节 内 容	总学时	理论学时	练习学时
模块一 模具零件的一般机械加工	140	44	96
课题 1—1 车削加工		18	52
课题 1—2 铣削加工		18	30
课题 1—3 磨削加工		8	14
模块二 模具零件的特种加工	36	16	20
课题 2—1 电火花加工		10	10
课题 2—2 电火花线切割加工		6	10
模块三 模具零件的数控加工	84	34	50
课题 3—1 数控车削加工		14	24
课题 3—2 数控铣削加工		12	16
课题 3—3 数控雕刻加工		8	10
模块四 典型模具零件加工工艺与制作	94	26	68
课题 4—1 冷冲模主要零件加工工艺与制作		10	30
课题 4—2 注塑模主要零件加工工艺与制作		8	24
课题 4—3 压铸模主要零件加工工艺与制作		8	14
模块五 模具零件的精密加工	36	10	26
课题 5—1 成形磨削		4	10
课题 5—2 坐标镗床加工		3	8
课题 5—3 坐标磨床加工		3	8
总计	390	130	260

目 录

模块一 模具零件的一般机械加工	(1)
课题 1—1 车削加工	(1)
课题 1—2 铣削加工	(33)
课题 1—3 磨削加工	(48)
模块二 模具零件的特种加工	(66)
课题 2—1 电火花加工	(66)
课题 2—2 电火花线切割加工	(82)
模块三 模具零件的数控加工	(93)
课题 3—1 数控车削加工	(93)
课题 3—2 数控铣削加工	(110)
课题 3—3 数控雕刻加工	(130)
模块四 典型模具零件加工工艺与制作	(140)
课题 4—1 冷冲模主要零件加工工艺与制作	(140)
课题 4—2 注塑模主要零件加工工艺与制作	(156)
课题 4—3 压铸模主要零件加工工艺与制作	(180)
模块五 模具零件的精密加工	(188)
课题 5—1 成形磨削	(188)
课题 5—2 坐标镗床加工	(206)
课题 5—3 坐标磨床加工	(214)

模块一 模具零件的一般机械加工

机械加工的方法有很多，常用的方法有车削、铣削、钻削、铰削、镗削和磨削等。由于所使用的机床不同，应用范围不同，所以各种加工方法有不同的工艺特点。

本模块主要从车削、铣削、磨削这三个课题的研究入手，旨在掌握模具零件的一般机械加工的技能。

课题1—1 车削加工

零件车削主要涉及车刀的选择、刃磨、工件外圆的车削、车孔、车锥面、车螺纹等加工知识。本课题采用五个子课题展开，最后用典型模具零件综合所学知识，形成车削加工的技能。

子课题一 刃磨车刀

一、任务描述

车削之前，车刀必须通过刃磨得到正确的几何角度，以保证工件的加工质量和切削效率。在车削过程中，由于车刀的前面和后面处于剧烈的摩擦和切削热的作用之中，会使车刀切削刃口变钝而失去切削能力，只有通过刃磨才能恢复切削刃口的锋利和正确的车刀几何角度。

下面以 90° 硬质合金焊接车刀为例，手工刃磨车刀（图 1—1）。

二、任务实施

1. 操作步骤

- (1) 先磨去车刀前面、后面上的焊渣，并将车刀底面磨平。
- (2) 磨主后面和副后面

刃磨时，在略高于砂轮中心水平位置处，将车刀翘起一个比后角大 $2^\circ \sim 3^\circ$ 的角度，车刀接触砂轮后应作左右方向水平移动；车刀离开砂轮时，刀尖需向上抬起，以免砂轮碰伤已磨好的刀刃。

1) 磨主后面 刃磨时，以接近砂轮中心的水平位置为刃磨的起始位置，然后使刃磨位置继续向砂轮靠近，并左右缓慢移动，一直磨至刀刃处为止（图 1—2a）。

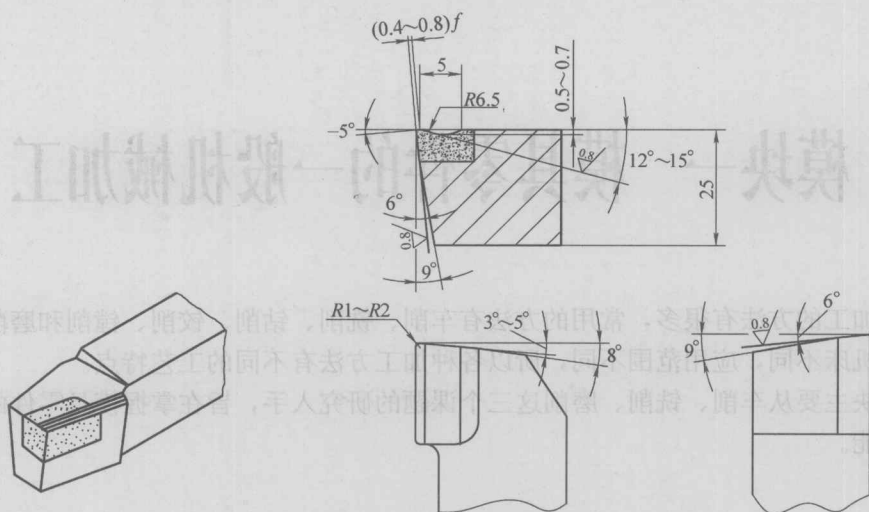


图 1—1 90°外圆车刀

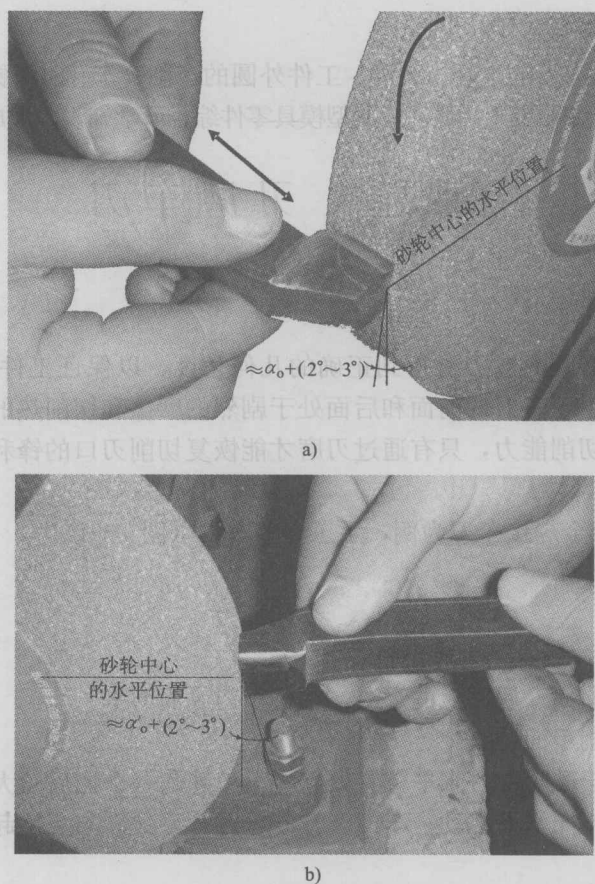


图 1—2 刀磨主后面和副后面

a) 刀磨主后面 b) 刀磨副后面

2) 磨副后面 刃磨方法与刃磨主后面相同,但应磨至刀尖处为止(图1—2b)。

(3) 磨前面

在砂轮外圆的中心处,磨出车刀前面(图1—3)。

(4) 磨断屑槽

手工刃磨断屑槽一般为圆弧形。

刃磨时,刀尖可以向下或向上磨,同时磨出前角 $\gamma_0 = 12^\circ \sim 15^\circ$,如图1—4所示。

(5) 磨负倒棱

如图1—5所示,刃磨时用力要小,要从主切削刃的后端向刀尖方向摆动。

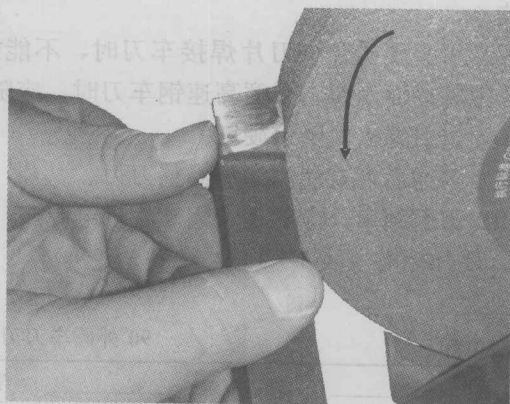


图1—3 磨前面

2. 注意事项

(1) 刃磨时必须戴防护镜,操作者应按要求站立在砂轮机侧面。

(2) 新安装的砂轮必须经严格检查,在试转合格后才能使用。砂轮的磨削表面必须经常修整。

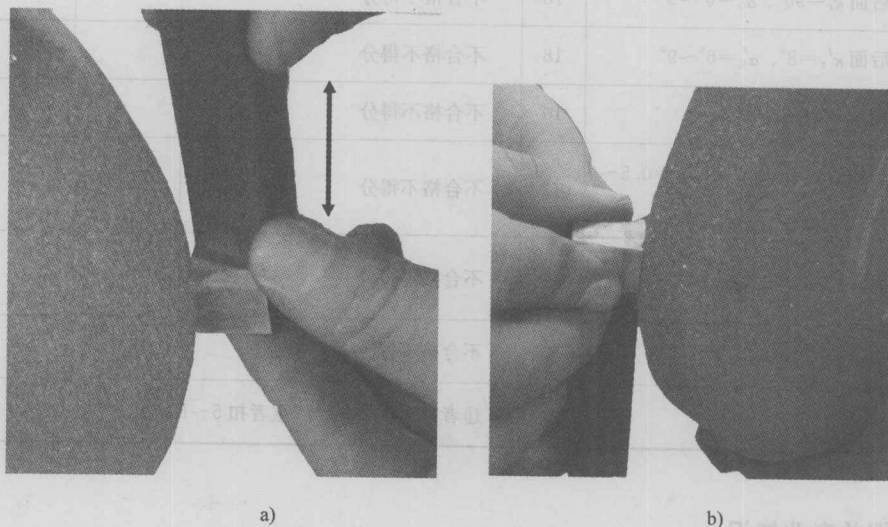


图1—4 刃磨断屑槽

a) 刀尖向下 b) 刀尖向上

(3) 在平形砂轮上磨刀时,尽可能避免磨砂轮侧面。

(4) 车刀刃磨时,不能用力过大,以防打滑伤手。

(5) 车刀高低必须控制在砂轮中心处且水平，刀头应略向上翘，否则会出现后角过大或负后角等问题。

(6) 车刀刃磨时应作水平的左右移动，以免砂轮表面出现凹坑。

(7) 刃磨硬质合金刀片焊接车刀时，不能浸水冷却，以防刀片因骤冷而崩裂。刃磨高速钢车刀时，应随时用水冷却，以防车刀过热退火，降低硬度。

(8) 刃磨后，要使用油石修整刀刃。

(9) 刃磨结束，应随手关闭砂轮机电源。

3. 评分标准（表 1—1）



图 1—5 刃磨负倒棱

表 1—1

90°外圆车刀刃磨评分标准

班级：_____ 姓名：_____ 学号：_____ 成绩：_____						
序号	技术要求	配分	评分标准	自检记录	交检记录	得分
1	站立姿势正确	6	不符合要求不得分			
2	刃磨动作规范	6	不符合要求不得分			
3	刃磨方法正确	6	不符合要求不得分			
4	底面平直、光滑	10	不合格不得分			
5	主后面 $\kappa_r = 90^\circ$ 、 $\alpha_o = 6^\circ \sim 9^\circ$	18	不合格不得分			
6	副后面 $\kappa'_r = 8^\circ$ 、 $\alpha'_o = 6^\circ \sim 9^\circ$	18	不合格不得分			
7	前面 $\gamma_o = 12^\circ \sim 15^\circ$	10	不合格不得分			
8	断屑槽 $L_{brl} = 5 \text{ mm}$ 、 $C_{brl} = 0.5 \sim 0.7 \text{ mm}$	12	不合格不得分			
9	负倒棱 $\gamma_{ol} = -5^\circ$ 、 $b_{yl} = (0.4 \sim 0.8)f$	10	不合格不得分			
10	刀尖 $R1 \sim 2 \text{ mm}$	4	不合格不得分			
11	安全文明生产	扣分	违者每次扣 2 分，严重者扣 5~10 分			

三、相关专业知识

1. 砂轮

刃磨车刀之前，首先要根据车刀材料来选择砂轮的种类，否则达不到良好的刃磨效果。

(1) 常用砂轮的种类

刃磨车刀的砂轮大多采用平形砂轮，精磨时也可采用杯形砂轮，如图 1—6 所示。



图 1—6 砂轮

a) 平形砂轮 b) 杯形砂轮

(2) 砂轮的选用

刃磨 90° 硬质合金焊接车刀，其刀柄部分可选用粒度号为 $24\# \sim 36\#$ 、硬度为 K 或 L 的白色氧化铝砂轮。

2. 刃磨姿势

刃磨车刀时，操作者应站立在砂轮机的侧面，以防砂轮碎裂时，碎片飞出伤人，还可防止砂粒飞入眼中。双手紧握车刀，减小刃磨时的抖动（图 1—7）。

3. 车刀角度的测量

车刀磨好后，必须测量角度是否合乎要求。

(1) 样板测量（图 1—8）



图 1—7 刃磨姿势

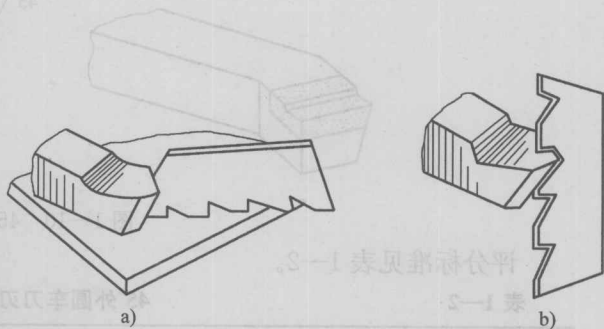


图 1—8 用样板测量

a) 测量后角 b) 检查楔角

先用样板测量车刀的后角 α_o ，然后检查楔角 β_o 。如果这两个角度已合乎要求，那么前角 γ_o 也就正确了。

(2) 角度尺测量（图 1—9）

角度要求准确的车刀，可以用车刀角度尺进行测量。

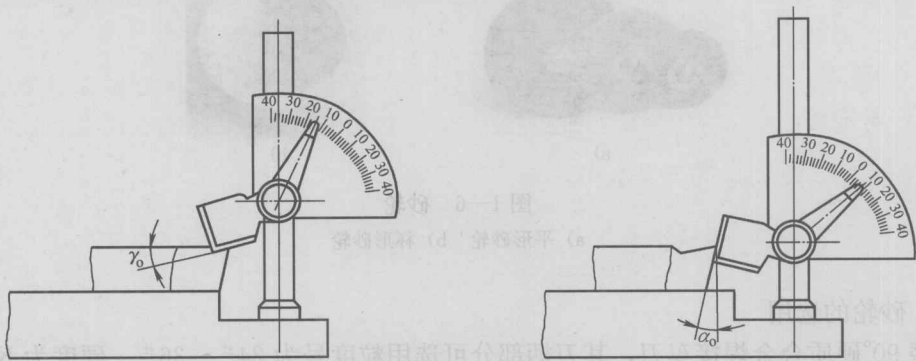


图 1—9 用车刀角度尺测量

四、技能训练

手工刃磨如图 1—10 所示的 45°外圆车刀。

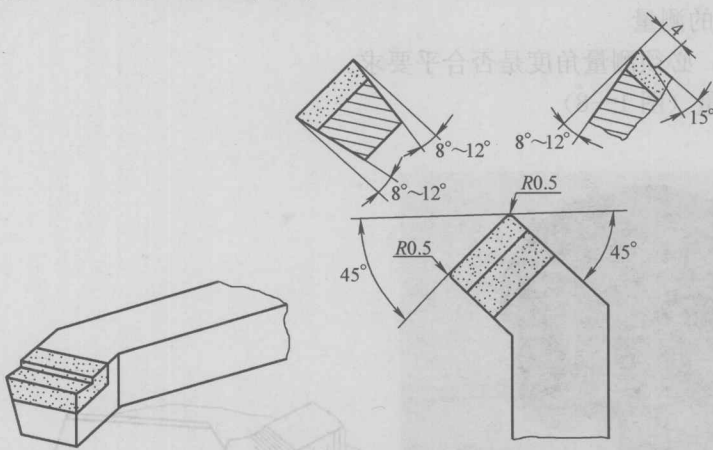


图 1—10 45°外圆车刀

评分标准见表 1—2。

表 1—2

45°外圆车刀刃磨评分标准

班级：_____		姓名：_____		学号：_____		成绩：_____	
序号	技术要求	配分	评分标准	自检记录	交检记录	得分	
1	站立姿势正确	6	不符合要求不得分				
2	刃磨动作规范	6	不符合要求不得分				
3	刃磨方法正确	6	不符合要求不得分				
4	底面平直、光滑	10	不合格不得分				
5	主后面 $\kappa_r=45^\circ$ 、 $\alpha_o=8^\circ\sim12^\circ$	22	不合格不得分				
6	副后面 $\kappa'_r=45^\circ$ 、 $\alpha'_o=8^\circ\sim12^\circ$	22	不合格不得分				
7	前面 $\gamma_o=15^\circ$	12	不合格不得分				
8	断屑槽 $L_{br1}=4\text{ mm}$	12	不合格不得分				
9	刀尖 R0.5 mm	4	不合格不得分				
10	安全文明生产	扣分	违者每次扣 2 分，严重者扣 5~10 分				

子课题二 车 外 圆

一、任务描述

车削如图 1—11 所示的导柱零件外圆。

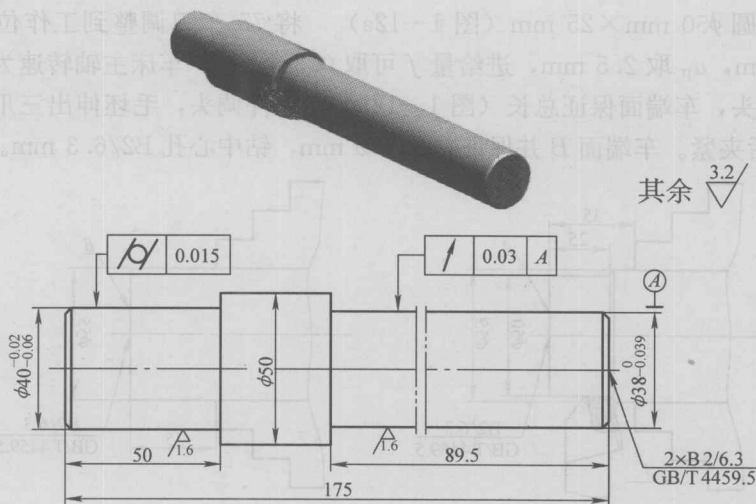


图 1—11 导柱

二、工艺背景

零件外圆车削时分粗车和精车两个阶段，来保证导柱的形状和尺寸。粗车阶段着重考虑如何提高劳动生产率，可采用一夹一顶装夹，以承受较大的进给力；在精车阶段，主要考虑如何使工件加工后能达到较高的形状、位置精度以及较小的表面粗糙度值。车削时可采用较高的切削速度，而进给量应选择小些，以保证工件的表面质量，此时工件采用两顶尖装夹。



模具知识链接

动、定模合模时，导柱先进入导柱孔，引导型芯进入型腔，防止型芯先进入型腔引起摩擦、碰撞而损坏成型零件。导柱也起定位作用，防止动、定模合模时位置偏斜，从而保持型腔的形状正确。

三、任务实施

1. 操作步骤

(1) 粗车

1) 装夹车刀、找正、夹紧工件 装夹 45° 车刀和 75° 车刀在方刀架上，并将刀尖对准工

件中心；毛坯伸出三爪自定心卡盘约 35 mm，找正后，夹紧工件。

2) 车端面，钻中心孔，粗车台阶

①用 45°车刀车端面 A (图 1—12a)，取 $a_p=1$ mm，进给量 $f=0.4$ mm/r，车床主轴转速为 500 r/min。

②钻中心孔 B2/6.3 mm，调整车床主轴转速为 1 120 r/min，缓慢均匀地转动尾座手轮钻中心孔。

3) 粗车外圆 $\phi 50$ mm $\times$ 25 mm (图 1—12a) 将 75°车刀调整到工作位置，粗车外圆 $\phi 50$ mm $\times$ 25 mm， a_p 取 2.5 mm，进给量 f 可取 0.3 mm/r，车床主轴转速为 500 r/min。

4) 工件调头，车端面保证总长 (图 1—12b) 工件调头，毛坯伸出三爪自定心卡盘约 35 mm，找正后夹紧。车端面 B 并保证总长 175 mm，钻中心孔 B2/6.3 mm。

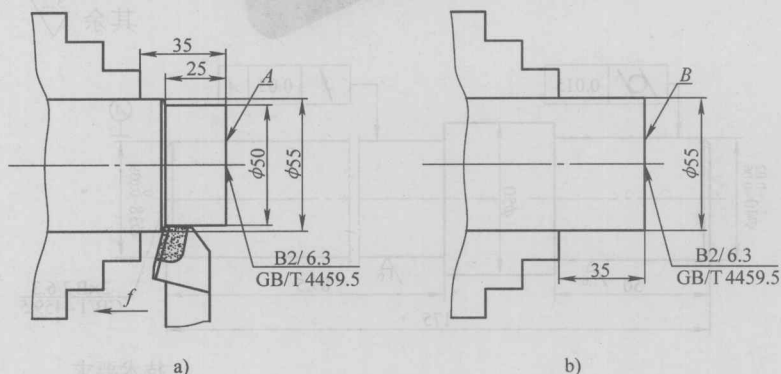


图 1—12 粗车导柱 (一)

5) 一夹一顶装夹，粗车左端各外圆 (图 1—13) 夹 $\phi 50$ mm $\times$ 25 mm 外圆，后顶尖支顶：

①选取进给量 $f=0.3$ mm/r，车床主轴转速调整为 500 r/min。

②粗车各段外圆至 $\phi 50$ mm， $a_p=2$ mm。

③分两次粗车左端外圆至 $\phi 41$ mm $\times$ (49.5 $\pm$ 0.1) mm。

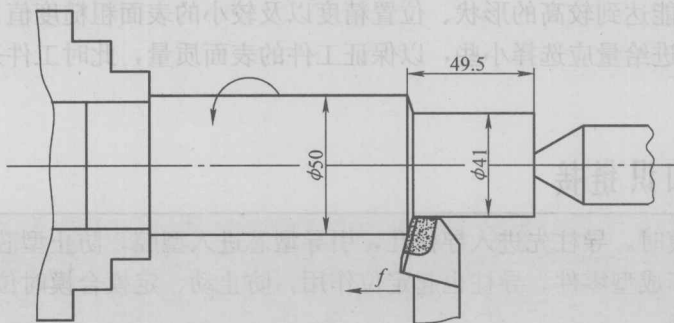


图 1—13 粗车导柱 (二)

6) 工件调头，粗车右端外圆 (图 1—14) 工件调头，用三爪自定心卡盘夹 $\phi 41$ mm 处外圆，一夹一顶装夹工件，粗车右端外圆至 $\phi 39$ mm $\times$ 89.5 mm。

(2) 精车

1) 装夹精车刀、工件 装夹 45°车刀和 90°车刀，在装夹 90°精车刀时，保证实际主偏

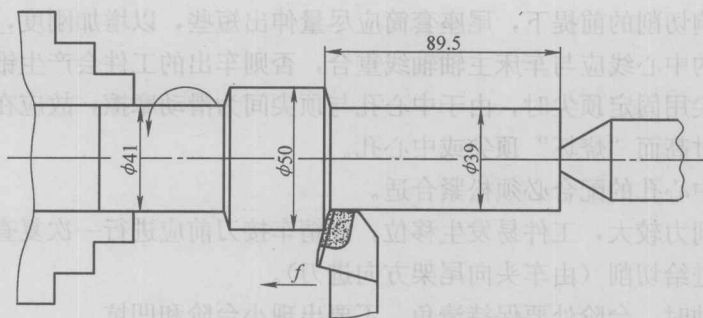


图 1—14 粗车导柱 (三)

角应大于 90° (一般为 93° 左右); 采用两顶尖装夹形式装夹工件。

2) 精车左端外圆 (图 1—15) 选择切削用量, a_p 取 0.5 mm , f 取 0.1 mm , v_c 取 100 m/min , 两顶尖装夹 (夹 $\phi 39 \text{ mm}$ 外圆处), 调整车床主轴转速为 710 r/min 。精车外圆 $\phi(50 \pm 0.1) \text{ mm}$ 、左端外圆至 $\phi 40_{-0.06}^{+0.02} \text{ mm}$, 长 $(50 \pm 0.1) \text{ mm}$, 倒角 $C1.5 \text{ mm}$, 表面粗糙度 R_a 值达到 $1.6 \mu\text{m}$ 。

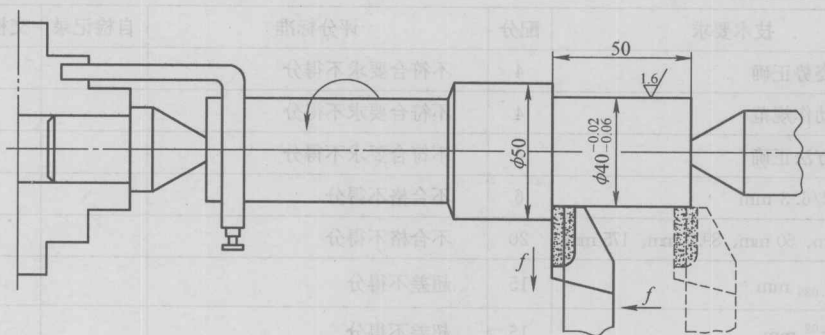


图 1—15 精车导柱 (一)

3) 精车右端外圆 (图 1—16) 工件调头, 两顶尖装夹 (铜皮垫 $\phi 40_{-0.06}^{+0.02} \text{ mm}$ 处), 精车右端外圆至 $\phi 38_{-0.039}^0 \text{ mm}$, 长 89.5 mm , 表面粗糙度 R_a 值达到 $1.6 \mu\text{m}$, 倒角 $C1.5 \text{ mm}$ 。

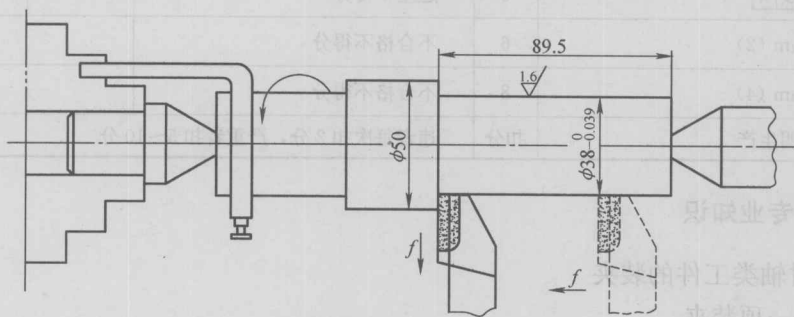


图 1—16 精车导柱 (二)

4) 测量 检查左端外圆圆柱度、右端外圆圆跳动及各处尺寸是否符合图样要求。

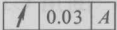
2. 注意事项

(1) 中心孔的形状应正确, 表面粗糙度值要小。装入顶尖前, 应清除中心孔内的切屑或异物。

- (2) 在不影响切削的前提下，尾座套筒应尽量伸出短些，以增加刚度，减少振动。
- (3) 后顶尖的中心线应与车床主轴轴线重合，否则车出的工件会产生锥度。
- (4) 当后顶尖用固定顶尖时，由于中心孔与顶尖间为滑动摩擦，故应在中心孔内加入润滑脂，以防温度过高而“烧坏”顶尖或中心孔。
- (5) 顶尖与中心孔的配合必须松紧合适。
- (6) 粗车切削力较大，工件易发生移位，在精车接刀前应进行一次复查。精车的最后一次进给，可用反进给切削（由车头向尾架方向进刀）。
- (7) 车台阶轴时，台阶处要保持清角，不要出现小台阶和凹坑。
- (8) 不准用手拉铁屑，以防割破手指。应及时使用专用铁屑钩清除铁屑。
- (9) 在切削过程中，要随时注意工件在两顶尖间的松紧程度，并及时加以调整。
- (10) 车未停妥，不能使用游标卡尺或千分尺测量工件。

3. 评分标准（表 1—3）

表 1—3 车导柱评分标准

班级：_____ 姓名：_____ 学号：_____ 成绩：_____						
序号	技术要求	配分	评分标准	自检记录	交检记录	得分
1	站立姿势正确	4	不符合要求不得分			
2	操作动作规范	4	不符合要求不得分			
3	车削方法正确	4	不符合要求不得分			
4	2×B2/6.3 mm	6	不合格不得分			
5	φ50 mm、50 mm、89.5 mm、175 mm	20	不合格不得分			
6	φ38 ⁰ _{-0.039} mm	15	超差不得分			
7	φ40 ⁰ _{-0.06} mm	15	超差不得分			
8	Cl.5 mm (4)	8	不合格不得分			
9	 0.015	5	超差不得分			
10	 0.03 A	5	超差不得分			
11	R _a 1.6 μm (2)	6	不合格不得分			
12	R _a 3.2 μm (4)	8	不合格不得分			
13	安全文明生产	扣分	违者每次扣 2 分，严重者扣 5~10 分			

四、相关专业知识

1. 粗车时轴类工件的装夹

(1) 一夹一顶装夹

如图 1—17 所示，车削时，将工件的一端用三爪自定心卡盘 2 夹紧，另一端用后顶尖 4 支顶。为了防止由于进给切削力的作用而使工件轴向产生位移，可以在主轴前端锥孔内安装一个限位支撑 1（图 1—17a），也可利用工件的台阶进行限位（图 1—17b）。

(2) 后顶尖

后顶尖有固定顶尖和回转顶尖两种（图 1—18）。固定顶尖只适用于低速、加工精度要

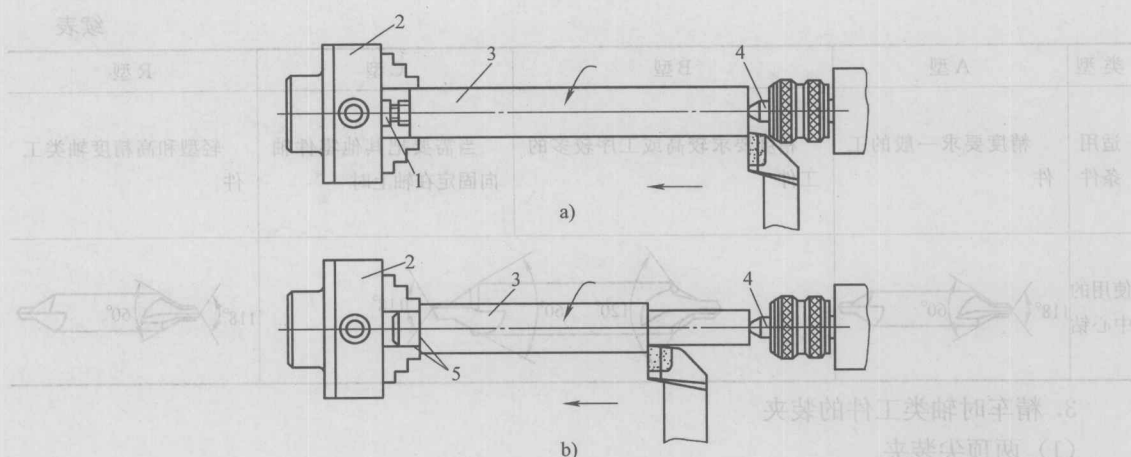


图 1—17 一夹一顶装夹

a) 用限位支撑 b) 利用工件的台阶限位

1—限位支撑 2—三爪自定心卡盘 3—工件 4—后顶尖 5—台阶

求较高的工件。目前，多使用镶硬质合金的固定顶尖（图 1—18b）。

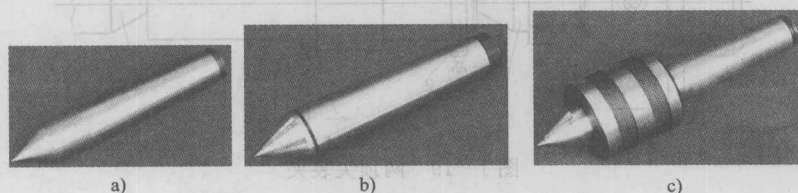


图 1—18 后顶尖

a) 普通固定顶尖 b) 镶硬质合金固定顶尖 c) 回转顶尖

回转顶尖如图 1—18c 所示，它可使顶尖与中心孔之间的滑动摩擦变成顶尖内部轴承的滚动摩擦，故能在很高的转速下正常工作，克服了固定顶尖的缺点。但由于回转顶尖存在一定的装配累积误差，且滚动轴承磨损后会使顶尖产生径向圆跳动，降低定心精度。

2. 钻中心孔

用一夹一顶装夹工件，必须先在工件一端或两端的端面上加工出合适的中心孔。

国家标准 GB/T 145—2001 规定中心孔有 A 型（不带护锥）、B 型（带护锥）、C 型（带护锥和螺纹）和 R 型（弧形）四种（表 1—4）。

表 1—4

中心孔类型及中心钻

类型	A 型	B 型	C 型	R 型
结构图				