

机械制造技术课程设计 指导书

主 编 严慧萍 刘立美
主 审 王华栋



西安电子科技大学出版社
<http://www.xduph.com>

机械制造技术

课程设计指导书

主 编	严慧萍	刘立美
参 编	沈建成	焦爱胜
	马淑霞	国洪建
主 审	王华栋	

内 容 简 介

本书主要介绍机械加工工艺规程的编制和工艺装备的设计。

全书分为六部分。第一部分介绍了机械加工工艺规程及工艺装备设计的目的、内容和设计步骤。第二部分以轴类零件、盘类零件和箱体零件为实例,介绍了这些典型零件机械加工工艺规程的编制和典型表面加工的方法及使用的工装。第三部分介绍了组合机床的设计,包括组合机床总体设计、组合机床“三图一卡”以及组合机床主轴箱设计。第四部分为中等难度的零件图样。第五部分是工艺及工装设计过程中常用的部分参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

机械制造技术课程设计指导书/严慧萍主编. —西安: 西安电子科技大学出版社, 2014.8

高职高专机电类专业“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5606-3297-1

I. ① 机… II. ① 严… III. ① 机械制造工艺—课程设计—高等职业教育—教学参考资料

IV. ① TH16-41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 142722 号

策 划 马晓娟

责任编辑 马晓娟

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路 2 号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

网 址 www.xduph.com 电子邮箱 xdupfb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 陕西天意印务有限责任公司

版 次 2014 年 8 月第 1 版 2014 年 8 月第 1 次印刷

开 本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印 张 13

字 数 304 千字

印 数 1~3000 册

定 价 21.00 元

ISBN 978-7-5606-3297-1/TH

XDUP 3589001-1

如有印装问题可调换

前 言

制造技术水平是一个国家综合国力的集中体现,装备制造业是为国民经济提供技术装备的战略性产业,而机械制造及其自动化专业则是以培养满足装备制造业的高等技术应用型人才为根本任务的。作为甘肃省特色专业建设和国家级教学团队建设的必要,也为进一步满足装备制造业对高等技术应用型人才的需要,我们编写了《机械制造技术课程设计指导书》。本书是编者借鉴教学改革的经验,结合多年指导课程设计和毕业设计的经验和体会编写的。本书从一般高等技术应用型人才需要出发,强调实际、实用、实践,加强技能培养,突出工程实践,内容适度、简练。本书可供机械类专业学生在课程设计和毕业设计时使用。

本书具有以下特点:

1. 以机械制造工艺及工装设计为主线,将理论和实践有机地结合起来,形成全新的体系,把对学生应用能力的培养贯穿到各个部分。
2. 通过典型零件工艺规程编制和工艺装备设计的分析,系统地介绍了工艺设计和工艺装备设计的内容、方法和步骤,有理论有实例,便于教师指导和学生自学。
3. 借鉴机械 CAD 技术,表达了组合机床的外形特征及内部传动机构,使组合机床设计更直观、易懂。

本书由严慧萍、刘立美主编,沈建成、焦爱胜、马淑霞、国洪建参编,王华栋教授主审。其中第一部分、第二部分课题一和第三部分由严慧萍、马淑霞编写,第二部分课题二和课题三由刘立美、沈建成编写,第四部分和第五部分由焦爱胜、国洪建编写。全书由严慧萍、刘立美统稿。

限于编者水平,书中难免存在疏漏和不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者
2014 年 6 月

目 录

第一部分 机械加工工艺规程及工艺装备设计指导	1
设计目的	1
设计内容要求	1
设计步骤	2
一、审查零件图	2
二、拟定机械加工工艺路线	3
三、设计与工艺规程相适应的专用机床夹具	4
四、设计专用设备	4
五、设计组合机床主轴箱部件装配总图	5
六、绘制图纸的要求	5
七、撰写设计说明书	5
第二部分 典型零件工艺规程及工艺装备设计	6
课题一 轴类零件	6
第一节 概述	6
一、轴类零件的功用和结构特点	6
二、轴类零件的技术要求	6
三、轴类零件的材料、毛坯及热处理	7
四、轴类零件的典型工艺过程	7
第二节 零件外圆表面的加工	8
一、外圆表面的车削加工	8
二、外圆表面的磨削加工	8
三、外圆表面的精密加工	8
四、外圆表面的加工方案及其选择	8
第三节 外圆表面加工常用工艺装备	8
一、车刀	8
二、砂轮	10
三、车床夹具	11
四、典型轴类零件加工工艺分析	14
五、实例	14
课题二 盘套类零件的加工工艺	38
第一节 概述	38
一、盘套类零件的功用和结构特点	38
二、盘套类零件的技术要求	38

三、盘套类零件的材料、毛坯及热处理	39
第二节 盘套类零件的加工工艺过程与分析	39
一、盘套类零件的加工工艺过程	39
二、盘套类零件的加工工艺过程分析	40
三、盘套类零件的加工精度分析	41
第三节 盘套类零件的工艺装备	41
一、盘类零件夹具	41
二、套类零件夹具	42
第四节 实例	43
课题三 箱体类零件的加工	59
第一节 概述	59
一、箱体类零件的功用和结构特点	59
二、箱体类零件的技术要求	59
三、箱体类零件的材料	60
四、毛坯及热处理	60
五、箱体类零件的工艺规程原则	60
第二节 平面加工	60
一、铣削加工	60
二、刨削加工	61
三、平面磨削	62
四、平面加工方案及其选择	62
第三节 平面的精密加工	65
一、平面刮削	65
二、平面研磨	66
三、平面抛光	66
第四节 铣削加工常用的工艺装备	66
一、铣削刀具	66
二、铣床夹具	67
第五节 箱体类零件的孔系加工及常用工艺装备	68
一、平行孔系的加工	68
二、同轴孔系的加工	71
三、镗床夹具	72
第六节 实例	73
一、工农-12L 手扶拖拉机变速箱体三维实体	73
二、箱体机械加工工艺过程及工艺分析	74
三、工艺路线的制定	75
第三部分 组合机床设计	102
概述	102
一、组合机床的特点	102

二、组合机床的分类	103
课题一 组合机床总体设计	115
一、组合机床的设计步骤	115
二、组合机床方案的确定	116
三、确定切削用量及选择刀具	118
课题二 组合机床“三图一卡”	129
一、被加工零件工序图	130
二、加工示意图	130
三、机床联系尺寸总图	131
四、机床生产率计算卡	132
五、机床负荷率	133
课题三 组合机床主轴箱设计	134
一、概述	134
二、主轴箱的用途	134
三、主轴箱的种类及结构	134
四、主轴箱通用零件	138
五、主轴箱的通用部件	138
六、主轴箱的设计步骤和内容	139
七、主轴箱的设计特点	145
课题四 组合机床设计实例	147
一、敦煌-12 型 195 柴油机气缸盖的实体	147
二、钻后面六孔组合机床设计	147
三、钻后面六孔组合机床主轴箱设计	152
四、钻后面六孔组合机床整体效果图	155
第四部分 设计图样	156
第五部分 机械制造常用参考资料	186
参考文献	200

第一部分 机械加工工艺规程及 工艺装备设计指导

设计目的

通过机械加工工艺规程及工艺装备的设计实践,培养学生分析和解决生产工艺问题的能力,使其初步掌握机械加工工艺规程及工艺装备设计的基本方法。

① 培养学生运用机械制造工艺学及有关课程的知识,结合生产实习中学到的实践知识,独立地分析和解决加工工艺相关问题。

② 根据被加工零件的技术要求,运用机床夹具设计的基本原理和方法,学会拟定夹具设计方案,完成夹具结构设计,提高结构设计的能力。

③ 根据被加工零件的典型工序,运用组合机床设计方法,掌握组合机床总体设计和多轴箱设计的方法、步骤。

④ 培养学生熟悉并运用有关手册、规范、图册、图表等技术资料的能力。

⑤ 进一步培养学生的识图、制图、运算及编写技术文件等基本技能。

设计内容要求

(1) 分析零件图。

(2) 确定毛坯种类、余量、形状并绘制毛坯-零件合图。

(3) 编制零件的机械加工工艺规程,填写工艺规程卡片。

(4) 设计指定工序的单工位组合机床、专用夹具。

① 被加工零件工序图。

② 加工示意图。

③ 机床联系尺寸图。

④ 生产率计算卡。

⑤ 专用夹具设计。

⑥ 组合机床传动方案设计。

⑦ 组合机床主轴箱装配总图设计。

(5) 撰写设计说明书：根据毕业设计(论文)撰写规范完成。引用公式、参数时要注明其来源，要求语言简练、文字通顺。

设计步骤

一、审查零件图

1. 分析零件图

熟悉零件在产品中的作用、位置、装配关系和工作条件，分析各项技术要求对零件装配质量和性能的影响，找出主要的或关键的技术要求，然后对零件图样进行分析。

(1) 检查零件图的完整性和正确性。

在熟悉零件形状和结构之后，检查零件视图是否正确、足够，表达是否直观、清楚，绘制是否符合国家标准，尺寸、公差以及技术要求的标注是否齐全、合理等。

(2) 零件的技术要求分析。

零件的技术要求包括下列几个方面：加工表面的尺寸精度；主要加工表面的形状精度；主要加工表面之间的相互位置精度；加工表面的粗糙度以及表面质量方面的其它要求；热处理要求；其它要求(如动平衡、未注圆角或倒角、去毛刺、毛坯要求等)。

要注意分析这些要求在保证使用性能的前提下是否经济合理，在现有生产条件下能否实现。特别要分析主要加工表面的技术要求。

(3) 零件的材料分析。

分析所选用毛坯材质本身的机械性能和热处理状态，例如若毛坯为铸件，则要分析毛坯的铸造品质和被加工部位的材料硬度是否有白口、夹砂、疏松等；判断其加工的难易程度，为选择刀具材料和切削用量提供依据。所选的零件材料应经济合理，切削性能好，满足使用性能的要求。

(4) 合理的标注尺寸。

① 零件图上的重要尺寸应直接标注，而且在加工时应尽量使工艺基准与设计基准重合，并符合尺寸链最短的原则。

② 零件图上标注的尺寸应便于测量，不要从中心线、假想平面等难以测量的基准标注尺寸。

③ 零件图上的尺寸不应标注成封闭式，以免产生矛盾。

④ 零件图上非配合的自由尺寸，应按加工顺序尽量从工艺基准注出。

2. 零件的结构工艺性分析

零件的结构工艺性是指在满足使用性能的前提下，能以较高的生产率和最低的成本方便地加工出来的特性。为了方便零件的加工，必须对零件的结构工艺性进行详细的分析。零件的结构工艺性分析主要考虑如下几方面：

(1) 有利于达到要求的加工质量。

① 合理确定零件的加工精度与表面质量。

加工精度若定得过高会增加工序和制造成本, 过低会影响其使用性能, 故必须根据零件在整个机器中的作用和工作条件合理地确定, 尽可能使零件加工方便且制造成本低。

② 保证位置精度的可能性。

为保证零件的位置精度, 最好使零件能在一次安装中加工出所有相关表面, 这样就能依靠机床本身的精度来达到所要求的位置精度。

(2) 有利于减少加工量。

尽量减少不必要的加工表面, 避免或简化内表面的加工。

(3) 有利于提高劳动生产率。

① 零件的有关尺寸应力求一致, 并能用标准刀具加工。

② 尽量减少零件的安装次数。

零件的加工表面应尽量分布在同一方向, 或互相平行, 或垂直, 可同时将次要表面也加工出来; 孔端的加工表面应为圆形凸台或沉孔, 以便在加工孔时同时将凸台或沉孔全镗出来。

③ 零件的结构应便于加工。

④ 避免在斜面上钻孔或钻头单刃切削。

⑤ 便于多刀或多件加工。

二、拟定机械加工工艺路线

根据给定的题目和生产批量, 分析并设计零件的机械加工工艺规程:

(1) 根据生产纲领确定机械加工的生产类型。

生产纲领指企业在计划期内应当生产的产品产量和进度计划, 一般以年为单位, 即一年中制造产品的数量。零件的生产纲领还应包括备品和废品, 可按下式计算:

$$N = Qn(1+a\%)(1+b\%)$$

式中: N ——零件的生产纲领, 件/年;

Q ——产品的生产纲领, 台/年;

n ——每台产品包括的该零件的数量, 件/台;

a ——备品率;

b ——废品率。

(2) 选择毛坯种类和绘制零件毛坯图。

① 毛坯种类选择。根据零件的材料、力学性能、结构形状、尺寸、生产批量和精度要求确定。

② 确定毛坯的加工余量。

③ 绘制零件毛坯图。对型材毛坯, 只需选择其型号和直径、长度等, 无需画毛坯图; 对铸、锻件, 应在零件图的基础上确定毛坯的分型(模)面、毛坯余量、铸造(或模锻)斜度及毛坯圆角等。绘制毛坯图时以实线表示毛坯表面轮廓, 以双点划线表示经切削加工后的表面, 在剖面图上用交叉十字线表示加工余量。图上要标注出主要尺寸及公差。

(3) 拟定机械加工工艺路线。

① 选择零件加工表面的加工方法。

- ② 选择工序定位基准。
- ③ 确定工序数目和顺序。
- ④ 确定工序尺寸及公差。
- (4) 选择或设计机床和工艺装备。
 - ① 选择机床。其原则是机床的生产率与零件的生产类型相适应。
 - ② 选择刀具。
 - ③ 选择量具。
 - ④ 选择或设计夹具。
- (5) 选择切削用量。
- (6) 计算工时定额。
- (7) 填写机械加工工艺文件。

三、设计与工艺规程相适应的专用机床夹具

- (1) 按照选定的定位基准，选择合理的定位元件。
- (2) 确定夹紧机构。考虑夹紧力的大小、方向和作用点的数量与位置，确定夹紧力的力源装置。
- (3) 绘制夹具草图。
- (4) 分析夹具精度。当工件在工序尺寸方向上产生的总误差 $\Delta_{\text{工件}}$ 小于工序尺寸规定的公差 $T_{\text{工件}}$ 时，则说明夹具是符合要求的。
- (5) 绘制夹具装配总图和非标准件的零件图。

四、设计专用设备

学生应按照设计任务书的要求，设计指定工序的加工专用设备，绘制该工序被加工零件的工序图、加工示意图、机床联系尺寸总图，填写生产率计算卡。

(1) 被加工零件工序图。图中应突出本专用机床的加工内容，被加工表面用粗实线表示，非加工表面用细实线表示。

(2) 加工示意图。标明机床的加工方法、切削用量、工作循环和工作行程；工件、刀具及其导向元件与机床主轴箱之间的相对位置及联系尺寸；刀具类型、数量和结构尺寸；刀具、接杆及主轴之间的连接方式及配合尺寸，刀具、导向套间的配合；接杆、浮动卡头、导向装置等结构尺寸，等。

(3) 机床生产率计算卡。包括：

- ① 理想生产率 Q 。
- ② 实际生产率 Q_1 。
- ③ 机床生产率 $\eta_{\text{机}} = Q_1/Q$ 。
- ④ 组合机床负荷率一般取 0.75~0.90，自动线负荷率取 0.6~0.7。

(4) 机床联系尺寸总图。

① 表明机床的装配形式和总体布置，画出各主要部件的外形轮廓形状和相对位置关系。

② 完整地反映各部件间的主要装配关系和相互间的联系尺寸，专用部件的主要轮廓尺

寸，运动部件的运动极限位置及动力部件总行程与工作循环图。

③ 标明主要通用部件的规格代号、电动机型号、功率及转速，机床各组成部件的分组编号、组件名称等。

五、设计组合机床主轴箱部件装配总图

绘制主轴箱装配图时，先初步估算各传动轴的直径及各对齿轮的模数，计算齿轮的分度圆直径以及各传动轴之间的中心距等，然后进行主轴箱展开图的具体结构设计。

六、绘制图纸的要求

机械结构装配图要求视图基本完整，符合最新国家标准，图面整洁，质量高。

七、撰写设计说明书

设计说明书的论述要有科学根据，要有说服力；计算部分须指出公式来源并说明公式中的符号所代表的意义，公式中所有常数或系数必须正确，计算结果要足够准确，计算过程可以省略，计算中采用的数据及计算结果可列表表示；说明书分章节段落叙述，通顺简练，有条理；所有图表、线图、简图应符合设计撰写规范的要求。

第二部分 典型零件工艺规程及工艺 装备设计

课题一 轴类零件

第一节 概 述

一、轴类零件的功用和结构特点

轴类零件是机器中最常见的零件之一。它主要起支承传动零部件、传递转矩及承受载荷的作用。

轴类零件是旋转体零件，主要由内外圆柱面、内外圆锥面、螺纹、花键及横向孔等组成。轴类零件根据其结构的不同，可分为光轴、空心轴、半轴、阶梯轴、花键轴、十字轴、偏心轴、曲轴及凸轮轴等。

二、轴类零件的技术要求

1. 尺寸精度和几何形状精度

轴的轴颈(主要是安装支承轴承和传动件的部位)是轴类零件的重要表面，表面粗糙度数值要求较小，加工精度要求较高，它的质量好坏直接影响轴工作时的回转精度。

轴颈的直径精度根据使用要求通常为 IT6，有时可达 IT5，其几何形状精度(圆度、圆柱度)应限制在直径公差之内。精度要求高的轴应在设计图上明确标注形状公差。

2. 位置精度

配合轴颈(装配传动件的轴颈)相对支承轴颈(装配轴承的轴颈)的同轴度以及轴颈与支承端面的垂直度通常要求较高。普通精度轴的装配轴颈相对于支承轴颈的径向圆跳动一般为 $0.01\text{ mm} \sim 0.03\text{ mm}$ ，精度高的轴为 $0.001\text{ mm} \sim 0.005\text{ mm}$ ；端面圆跳动为 $0.005\text{ mm} \sim 0.01\text{ mm}$ 。

3. 粗糙度

轴类零件的各个加工表面均有表面粗糙度的要求。一般情况下，支承轴颈的表面粗糙

度要求最小, 为 $Ra0.63\sim0.16$ 。配合轴颈的表面粗糙度次之, 为 $Ra2.5\sim0.63$ 。

三、轴类零件的材料、毛坯及热处理

1. 轴类零件的材料

轴类零件材料常用 45 钢; 对于中等精度而转速较高的轴, 可用 40Cr 等合金结构钢; 精度较高的轴可选用轴承钢 GCr15 和弹簧钢 65Mn 等, 也可用球墨铸铁; 对于高转速、重载条件下工作的轴, 用 20CrMnTi、20Mn2B、20Cr 等低碳合金钢或 38CrMoAl 氮化钢。

2. 轴类零件的毛坯

轴类零件常用的毛坯是圆棒料和锻件; 对于大型或复杂的轴采用铸件。毛坯经加热锻造, 使其内部纤维组织沿表面均匀分布, 从而获得较高的抗拉、抗弯及抗扭强度, 故一般比较重要的轴多采用锻件。依据生产批量的大小, 毛坯的锻造方式分为自由锻和模锻。

3. 轴类零件的热处理

轴类零件的使用性能除与材料有关外, 还与热处理有关。锻造零件在加工之前, 需安排正火或退火处理(含碳量大于 0.7% 的碳钢和合金钢), 以使钢材内部晶粒细化, 消除锻造应力, 降低材料硬度, 改善切削加工性能。

为了获得较好的综合力学性能, 轴类零件常要求调质处理。毛坯余量大时调质安排在粗车之后, 半精车之前, 以消除粗车产生的残余应力; 毛坯余量小时可安排在粗车之前。表面淬火一般安排在精加工之前, 这样可纠正因淬火引起的局部变形。对精度要求高的轴, 在局部淬火或粗磨之后, 还需进行低温时效处理(在 160°C 油中进行长时间的低温时效), 以保证尺寸的稳定。

对于氮化钢(如 38CrMoAl), 需要在渗氮之前进行调质和低温时效处理。对调质的质量要求也很严格。不仅要求调质后索氏体组织均匀细化, 而且要求离表面 $8\text{ mm}\sim10\text{ mm}$ 层内铁素体含量不超过 5%, 否则会造成氮化脆性而影响其质量。

四、轴类零件的典型工艺过程

1. 预备加工

预备加工包括校直、车断、车端面和钻中心孔。

2. 粗车工序

粗车的顺序是先加工直径较大的外圆表面, 后加工直径小的外圆表面。端面加工顺序与外圆加工相同。车槽、倒角等。

3. 精车工序

按粗加工顺序精车外圆和端面。

4. 其它工序

车螺纹、铣键槽、铣花键、钻孔等。

5. 热处理工序

按工艺需要可在粗车或精车工序后安排热处理工序。

6. 磨削工序

当加工外圆表面精度较高,粗糙度值较小,以及淬火后的工件时,可用磨削加工。

第二节 零件外圆表面的加工

一、外圆表面的车削加工

粗车(IT12~IT11, Ra25~12.5)—半精车(IT10~IT9, Ra6.3~3.2)—精车(IT8~IT6, Ra1.6~0.8)—金刚石车(IT6~IT5, Ra0.8~0.2),如果加工精度要求较低,也可以只取粗车或粗车—半精车。半精加工和精加工一般用于加工中等精度的套、短轴类零件的外圆;有色金属的外圆以及零件结构不允许磨削的外圆;精度高时可采用金刚石车,但不宜加工黑色金属。

二、外圆表面的磨削加工

磨削前的加工(粗车—调质—精车—淬火)—粗磨(IT8~IT7, Ra0.8~0.4)—精磨(IT6~IT5, Ra0.4~0.2),用于加工精度高,需磨削的除有色金属外的各类零件的外圆。

三、外圆表面的精密加工

精密加工有精磨、研磨(IT5~IT3, Ra0.1~0.008)、精密磨削(IT5, Ra0.2~0.008)、砂带磨削(IT6~IT5, Ra0.4~0.1)、抛光等(Ra0.2~0.1)。

四、外圆表面的加工方案及其选择

- (1) 一般最终工序采用车削加工方案的,适用于除淬火钢外的各种金属。
- (2) 最终工序采用磨削加工方案的,适用于淬火钢及未淬火钢、铸铁,但不宜加工强度低、韧性大的有色金属。磨削前的精度无需很高,否则对车削不经济,对磨削无意义。
- (3) 最终工序采用精细车或研磨方案的,适用于有色金属的精加工。
- (4) 研磨和高精度磨削前的外圆精度和粗糙度对生产率和加工质量影响极大,所以在研磨或高精度磨削前一般都要进行精磨。
- (5) 对尺寸精度要求不高,而粗糙度值要求小且光亮的外圆,可通过抛光达到要求。

第三节 外圆表面加工常用工艺装备

若外圆尺寸很小,应选用仪表车床;直径大、长度短的大型工件,可选用立式车床;单件小批生产,应选用卧式车床;成批生产,一般选用仿形及多刀车床;大量生产常选用自动或半自动车床加工。

一、车刀

车刀按加工零件外圆表面特征分为外圆车刀、切断车刀、螺纹车刀;按车刀结构分为

整体式、焊接式、机夹式和可转位式。

为了有效地提高刀具的耐用度，减小切削力，提高加工表面质量和生产率，必须合理选择刀具角度的数值。车刀的几个主要角度的作用和选用原则如下所述。

1. 前角 γ_o

增大前角可使切削刃锋利，切削轻快，刀—屑面间摩擦减小，对积屑瘤、鳞刺、冷硬的影响小，还减小切削力和切削热。此外，增大前角可使刀具刃口更锋利，有利于薄切削，从而达到精密加工的要求。但前角过大时，切削刃和刀尖强度下降，容易产生崩刃；另外，散热体积减小，受力状态变差，加快刀具磨损和降低了耐用度。反之，选用小的前角，虽切削刃强度大，受力状态好，但切削刃不锋利。

前角的选择原则为“锐字当先，锐中求固”。具体选用时，应考虑刀具材料、工件材料及加工性质等因素。例如硬质合金车刀粗加工低碳钢时， $\gamma_o = 20^\circ \sim 25^\circ$ ，粗加工中碳钢、合金钢、灰铸铁及黄铜时， $\gamma_o = 10^\circ \sim 15^\circ$ ；精加工低碳钢时， $\gamma_o = 20^\circ \sim 25^\circ$ ，精加工中碳钢、合金钢时， $\gamma_o = 15^\circ \sim 20^\circ$ ，精加工灰铸铁及黄铜时， $\gamma_o = 5^\circ \sim 10^\circ$ ；粗加工及精加工淬火钢时， $\gamma_o = -15^\circ \sim -5^\circ$ 。在相同切削条件下，高速钢车刀比硬质合金车刀前角增大 $5^\circ \sim 10^\circ$ 。

2. 后角 α_o

后角的作用是减少后刀面与工件过渡表面间的摩擦，并配合前角调整切削刃的锋利与强度。后角大，摩擦小，切削刃锋利，但后角过大，切削刃强度将下降，散热条件变差，会加快刀具磨损；后角过小，切削刃强度将增加，散热条件变好，但摩擦加剧。

后角的选用原则是在保证加工质量和耐用度的前提下，取小值。一般粗加工，或工件硬度较大时，为使刀刃增大强度，应取较小的后角，通常为 $6^\circ \sim 8^\circ$ ；精加工或工件硬度较小时，为减小摩擦和粗糙度值，后角应较大，通常为 $8^\circ \sim 12^\circ$ ；高速钢刀具的后角可比同类型硬质合金刀具稍大一些；强力切削、车断或工件刚性差时，后角为 $3^\circ \sim 6^\circ$ 。

3. 主偏角 κ_r

主偏角的大小主要影响刀具的耐用度。在进给量和背吃刀量保持不变时，减小主偏角可增加主切削刃的工作长度，减小切削厚度，增大切削宽度，因而使切削刃单位长度上的负荷减小。同时刀尖强度增加，散热面积增加，从而改善了切削条件，提高了刀具耐用度。

减小主偏角会使背向力 F_p 增大，当工件刚性较差时易引起工件变形和振动。一般粗车时(无中间切入)，工件刚性好，主偏角可取 45° 、 60° 、 75° ；工件刚性差，主偏角可取 65° 、 75° 、 90° 。精车(无中间切入)时，工件刚性好，主偏角可取 45° ；工件刚性差，主偏角可取 60° 、 75° 。车细长轴、台阶轴、薄壁件时，主偏角为 90° 。

4. 副偏角 κ'_r

副偏角的作用是减小副切削刃与工件已加工表面的摩擦，以防止切削时产生振动。它的大小对工件表面粗糙度和刀具耐用度有较大影响。切削时由于主、副偏角和进给量的存在，切削层面积未能全部切去，有一部分残留在已加工表面上，称此残留部分的金属层为残留面积。在 f 、 κ'_r 、 a_p (背吃刀量)不变时，减小副偏角可减小残留面积，降低表面粗糙度值。残留面积高度 $h_{\max}$ 的大小表明了粗糙度值的大小， $h_{\max}$ 与 f 、 κ_r 、 κ'_r 和刀尖圆弧半径 r_ϵ 有关。

副偏角大小主要根据表面粗糙度要求来选择。一般粗加工时,工件若刚性好,则取 $\kappa'_r = 5^\circ \sim 10^\circ$,若刚性差,则取 $\kappa'_r = 10^\circ \sim 15^\circ$;精加工(无中间切入)时,刀具的副偏角应取得更小一些,必要时,可磨出一段 $\kappa'_r = 0$ 的修光刃;车槽、车断时,为保证刀头强度和重磨后主切削刃的宽度变化较小,取 $\kappa'_r = 1^\circ \sim 2^\circ$ 。

5. 刃倾角 λ_s

刃倾角主要影响排屑方向、刀头强度和切削分力。当 $\lambda_s = 0^\circ$ 时,切屑向着垂直于主切削刃方向流动;当 $\lambda_s < 0^\circ$ 时,切屑向已加工表面方向流动,有可能擦伤已加工表面;当 $\lambda_s > 0^\circ$ 时,切屑向待加工表面方向流动。在不连续切削时,采用负刃倾角可增大刀头强度,避免对刀尖的冲击,但是负刃倾角会使背向力 F_p 增大,容易引起振动。

一般粗加工时,为增大刀头强度, $\lambda_s = 0^\circ \sim -5^\circ$;精加工或车细长轴时,为防止切屑擦伤已加工表面, $\lambda_s = 0^\circ \sim 5^\circ$;车槽、车断时, $\lambda_s = 0^\circ$;有冲击(如断续切削)或车淬硬钢时, $\lambda_s = -5^\circ \sim -15^\circ$ 。

二、砂轮

砂轮是用结合剂将磨粒固结成一定形状的多孔体,其组成要素如下所述。

1. 磨料

磨料分为天然磨料和人造磨料两大类。一般天然磨料含杂质多,质地不匀。因天然金刚石价格昂贵,故目前主要用人造磨料,有棕刚玉(A)、白刚玉(WA)、铬刚玉(PA)、黑碳化硅(C)、绿碳化硅(GC)、人造金刚石(MBD)、立方氮化硼(CBN)。国家标准规定:磨料分固结磨具磨料(F系列)和涂附磨具磨料(P系列)两种。

2. 粒度

粒度指磨粒的大小。GB/T 2481.1—2009 和 GB/T 2481.2—2009 规定,固结磨具磨料粒度的表示方法为:粗磨料 F4~F220(用筛分法区别,F后面的数字大致为每英寸筛网长度上筛孔的数目),微粉 F230~F1200(用沉降法区别,主要用光电沉降仪区分)。

3. 结合剂

把磨料固结成磨具的材料称为结合剂。结合剂的性能决定了磨具的强度、耐冲击性、耐磨性和耐热性。此外,它对磨削温度和磨削表面质量也有一定的影响。

4. 硬度

磨粒在外力作用下从磨具表面脱落的难易程度为硬度。砂轮的硬度反映了结合剂固结磨料的牢固程度。砂轮硬就是磨粒固结得牢,不易脱落;砂轮软,就是磨粒固结得不牢,易脱落。砂轮的硬度对磨削生产率和磨削表面质量都有很大的影响。如果砂轮太硬,磨粒磨钝后不易脱落,则磨削效率很低,工件表面粗糙并可能产生磨削烧伤。如果砂轮太软,磨粒未磨钝就脱落,则损耗大,形状精度不易保证,影响工件质量。砂轮的硬度合适,磨粒磨钝后因磨削力增大而自行脱落,使新的锋利的磨粒露出,这就是砂轮的自锐性。砂轮自锐性好,磨削效率高,工件表面质量好,砂轮的磨损小。

5. 组织

组织表示砂轮中磨料、结合剂、气孔间的体积比例。根据磨粒在砂轮中占有的体积百