

高职高专机电类规划教材

机械制造技术基础课程设计指导

杜可可 主编

人民邮电出版社
北京

高职高专机电类规划教材

编 审 委 员 会

主 任: 郭建尊

副主任: 赵小平 孙小撈 马国亮

委 员: (以姓氏拼音为序)

毕建平	陈建环	陈桂芳	陈 静	程东风	杜可可
巩运强	霍苏萍	郝 屏	黄健龙	孔云龙	李大成
李俊松	娄 琳	李新德	李秀忠	李银玉	李 英
李龙根	马春峰	宁玉伟	瞿彩萍	施振金	申辉阳
申晓龙	田光辉	童桂英	王 浩	王宇平	王金花
解金榜	于保敏	杨 伟	曾和兰	张伟林	张景耀
张月楼	章志芳	张 薇	赵晓东	周 兰	

丛书前言

目前, 高职高专教育已成为我国普通高等教育的重要组成部分。“十一五”期间, 国家将安排 20 亿元专项资金用来支持 100 所高水平示范院校的建设, 如此大规模的建设计划在我国职业教育发展历史上还是第一次, 这充分表明国家正在深化高职高专教育的深层次的重大改革, 加大力度推动生产、服务第一线真正需要的应用型人才的培养。

为适应当前我国高职高专教育如火如荼的发展形势, 配合高职高专院校的教学和教材改革, 进一步提高我国高职高专教育质量, 人民邮电出版社在相关教育、行政主管部门的大力支持下, 组织专家、高职高专院校的骨干教师及相关行业的工程师, 共同策划编写了一套符合当前职业教育改革精神的高质量实用型教材——“高职高专机电类规划教材”。

本系列教材充分体现了高职高专教育的特点, 突出了理论和实践的紧密结合, 本着“易学, 易用”的编写原则, 强调学生创造能力、创新精神和解决实际问题能力的培养, 使学生在 2~3 年的时间内充分掌握基本技术技能和必要的基本知识。

本系列教材按照如下的原则组织、策划和编写, 以尽可能地适应当今高职高专教育领域教学改革和教材建设的新需求和新特点。

1. 着重突出“实用”特色。概念理论取舍得当, 够用为度, 降低难度。对概念和基本理论, 尽量用具体事物或案例自然引出。
2. 基本操作环节讲述具体详细, 可操作性强, 使学生很容易掌握基本技能。
3. 内容紧随新技术发展, 将新技术、新工艺、新设备、新材料引入教材。
4. 尽可能将实物图和原理图相结合, 便于学生将书本知识与生产实践紧密联系起来。
5. 每本书配备全面的教学服务内容, 包括电子教案、习题答案等。

本系列教材第一批共有 22 本, 涵盖了高职高专机电类各专业的专业基础课和数控、模具、CAD/CAM 专业的大部分专业课, 将在 2007 年年底出版。

为方便高职高专老师授课和学生学习, 本系列教材将提供完善的教学服务体系, 包括多媒体教学课件或电子教案、习题答案等教学辅助资料, 欢迎访问人民邮电出版社网站 <http://www.ptpress.com.cn/download/>, 进行资料下载。

我们期望, 本系列教材的编写和推广应用, 能够进一步推动我国机电类职业技术教育的教学模式、课程体系和教学方法的改革, 使我国机电类职业技术教育日臻成熟和完善。欢迎更多的老师参与到本系列教材的建设中来。对本系列教材有任何的意见和建议, 或有意向参与本系列教材后续的编审工作, 请与人民邮电出版社教材图书出版分社联系, 联系方式: 010-67145004, panxinwen@ptpress.com.cn。

“高职高专机电类规划教材”丛书编委会

2007.5

编者的话

本书根据高等职业技术教育的特点编写，与《机械制造技术基础》配套使用。书中对机械制造技术课程设计应完成的工作、具体内容、设计方法和步骤作了较为详尽的介绍，旨在培养学生机械制造环节的工程实践能力。书中附有设计案例供学生参考，并附有设计选题供教师选用。

全书共分3章，第1章为机械制造技术基础课程设计概论，第2章为机械加工工艺规程的设计案例，第3章为课程设计题目选编。建议在教学实施过程中紧密结合《机械制造技术基础》的教学进度，同步使用。

本书由河南工程学院杜可可副教授主编，张艳辉讲师参编。由于时间仓促，编者水平有限，书中难免存在不足和错误之处，恳请读者批评指正。

编者

2007年9月

目 录

第 1 章 机械制造技术基础课程设计概论	1
1.1 课程设计的目的、要求与内容	1
1.1.1 课程设计的目的与要求	1
1.1.2 课程设计内容	2
1.2 课程设计方法和步骤	2
1.2.1 课程设计方法和步骤	2
1.2.2 课程设计说明书	3
1.2.3 课程设计成绩评定	4
1.2.4 课程设计进度安排	4
第 2 章 机械加工工艺规程设计案例	6
2.1 拨叉零件的工艺分析	7
2.1.1 根据零件图和产品装配图,对零件进行工艺分析	7
2.1.2 拨叉零件的工艺分析	8
2.2 确定拨叉毛坯种类和制造方法	9
2.2.1 选择毛坯种类和制造方法	9
2.2.2 确定拨叉毛坯,绘制毛坯简图	11
2.3 拟订拨叉工艺路线	13
2.3.1 拟订工艺路线需要做的工作	13
2.3.2 拟定拨叉工艺路线	16
2.4 工序内容设计	18
2.4.1 工序内容设计需要做的工作	18
2.4.2 拨叉零件加工工序内容设计	25
2.5 填写机械加工工艺规程文件	30
2.6 拨叉零件专用机床夹具设计	30
2.6.1 专用机床夹具及设计方法	30
2.6.2 拨叉零件专用钻床夹具设计	35
第 3 章 课程设计题目选编	38
附录 机械制造技术基础课程设计常用参考表	42
参考文献	57

第 1 章 机械制造技术基础课程 设计概论

1.1 课程设计的目的、要求与内容

1.1.1 课程设计的目的与要求

机械制造技术基础课程设计是在学完了该门课程，并进行了生产实习的基础上进行的一个教学环节。它要求学生全面地综合运用本课程及其有关先修课程的理论和实践知识，进行零件加工工艺规程的设计，机床夹具设计（或选型），刀具、量具的正确运用。其目的如下。

(1) 培养学生运用机械制造技术基础课程基本理论、实践知识及有关课程（机械制图、金属材料及成型工艺、机械设计、公差与技术测量等）知识，结合生产实习中遇到的具体加工问题，初步掌握设计一个中等复杂程度零件的工艺规程方法，机床夹具设计（或选型），刀具、量具的正确运用方法。

(2) 培养学生独立地分析和解决工程实践问题的能力。

(3) 培养学生熟悉并运用手册、规范及图表资料编写技术文件的基本技能。

(4) 培养学生创新、严谨的工作态度。

课程设计的要求：

由于学生专业的不同，课程设计的时间和任务也不同，有用时两周（A）和一周（B）之分，我们用 A、B 加以区分。书中全部内容适用于 A。

A：编制一个中等复杂程度零件的机械加工工艺规程，按教师的指定设计其中一道工序的专用夹具。

B：设计一个中等复杂程度零件的机械加工工艺规程。

学生应在教师的指导下，认真、有计划地按时完成设计任务。学生必须以负责的态度对待自己所做的技术决定以及得出的数据和计算结果，注意理论与实践的结合，以期使整个设计在技术上是先进的，在经济上是合理的，在生产中是可行的。

机械制造技术基础课程设计题目制订如下。

设计——零件的机械加工工艺规程及——工序专用夹具。

生产类型：中批或大批生产。

课程设计的具体要求如下。

- (1) 毛坯图：1张。
- (2) 机械加工工艺过程卡片：1份。
- (3) 机械加工工序卡片：4~5张。
- (4) 机械加工工艺装备设计任务书：1份(A)。
- (5) 机床夹具装配总图：1张(A)。
- (6) 夹具主要零件图(包括夹具体)：若干张(A)。
- (7) 课程设计说明书：1份。

1.1.2 课程设计内容

本次设计要求编制一个中等复杂程度零件的工艺规程，设计(或选型)其中重要工序(或难加工序)的夹具，并撰写设计说明书。

具体内容如下：

- (1) 确定生产类型，对零件进行工艺分析；
- (2) 确定毛坯种类及制造方法，绘制毛坯图(零件—毛坯合图)；
- (3) 拟定零件的机械加工工艺过程，选择各工序加工设备及工艺装备(刀具、夹具、量具和辅具)；
- (4) 确定工序尺寸及公差，各工序切削用量，计算某一代表工序的工时定额，画出的工序简图；
- (5) 填写工艺文件，包括工艺过程卡片(或工艺卡片)、工序卡片(可只填写部分主要工序的工序卡片)；
- (6) 设计某一工序的夹具，绘制夹具装配图和主要零件图1~2张；
- (7) 撰写设计说明书。

1.2 课程设计方法和步骤

1.2.1 课程设计方法和步骤

(1) 明确任务，掌握被加工件的特点和生产情况，收集研究资料。

- ① 熟悉研究零件图。
- ② 深入研究零件的工艺结构和技术要求。
- ③ 明确生产纲领。
- ④ 收集类似零件机加工工艺及其夹具的有关资料。

(2) 拟订机械加工的工艺过程。

- ① 确定毛坯种类及制造方法。
- ② 初步拟定各加工表面的工艺路线。拟定该加工表面需要经过哪些工艺过程，在同一

加工方法中还要确定的是粗加工、半精加工和精加工的各个过程。

③ 选择定位基准时要根据粗、精基准选择原则来进行。当定位基准与设计基准不重合时，需要对它的工序尺寸和定位误差进行必要的分析计算。

④ 选择机床夹具、刀具和辅具。在选择机床时，既要保证加工质量，又要经济合理。在成批生产条件下，一般都是采用通用机床和专用的工、夹具。选用刀具应根据手册和样本，尽量采用标准的刀、量具。

⑤ 确定加工余量和工序尺寸及公差，绘制毛坯图。确定加工余量有3种方法：计算法、经验估计法和查表法。常用的是查表法。

⑥ 确定切削用量。确定各工序的切削用量可采用查表法，并对指定的工序进行验算功率和切削力或扭矩。

⑦ 确定和计算时间定额。根据教师指定的工序进行时间定额的计算（尽量按不同加工方法分散），主要确定工序的机加工时间，适当包括某些工序的辅助时间、技术服务时间、自然需要时间及每批零件的准备终结时间等。

⑧ 完成机械加工的工艺过程卡及工序卡片等。工序图只画出工件轮廓形状及与该工序有关的部分，定位、夹紧按规定符号标明，加工表面用粗线划出，并标出工序尺寸、公差及表面粗糙度，注明技术要求。

⑨ 拟订工艺装备设计任务书。根据教师指定的工序，拟定专用工艺装备设计任务书。

(3) 拟定夹具设计方案，绘制结构图（可采用开目 CAD 与 CAPP 中的图库图样）。

① 定位方案设计。

② 夹紧方案设计。

③ 确定夹具其他组成部分结构形式。

④ 绘制夹具的结构图（草图）。

⑤ 绘制夹具装配总图及部分零件图。

(4) 编写课程设计说明书。

1.2.2 课程设计说明书

学生在完成课程设计的各项工作之后，应将所做过的工作进行一次说明和总结，即编写课程设计说明书。

学生要通过编写说明书，概括地介绍课程设计的全貌，全面叙述设计中各部分的重要内容；要论证设计的合理性，应对自己提出的几个方案进行比较论证；对各主要计算环节要仔细写明。

对数据和公式的来源要予注明，以便别人审查核对，正文中应按顺序在引用参考文献处的文字右上角用 [] 标明，[] 中的序号应与“参考文献”中序号一致，正文之后则应列出参考文献。

说明书的编写应力求系统性，条理清楚，应有必要的简图和表格，使 A4 纸用计算机打印出来，并要装订成册。

说明书包括如下内容。

(1) 封面。

(2) 任务书。

(3) 内容摘要及关键词。

(4) 工艺规程的设计。

① 原始资料、生产条件。

② 零件的功用、结构特点、结构工艺性，主要加工表面和主要技术要求的分析。

③ 确定生产类型。

④ 毛坯的选择与毛坯图的绘制及说明。

⑤ 制订工艺路线(粗、精基准的选择的说明,各表面加工方法的确定,加工阶段的划分,工序集中与工序分散的考虑,工序顺序的安排,加工设备与工艺装备的选择,不同方案分析比较等)。

⑥ 加工余量、工序尺寸和公差的确 定。

⑦ 切削用量的确定及工时定额的计算。

(5) 工艺规程文件(机械加工的工艺过程卡及工序卡片)。

(6) 专用夹具的设计。

① 对于专用工装设计分析和提出设计任务书。

② 专用夹具的设计。

- 夹具的功用。

- 不同设计方案分析比较和确定设计方案。

- 定位分析与定位误差计算。

- 夹具工作原理或动作原理、结构示意图。

- 夹紧力计算与强度校核。

- 夹具使用说明、特点及有待改进处。

(7) 参考文献书目。

(8) 附件目录(将正规打印的零件图、毛坯图、机械加工工艺过程卡及工序卡、专用夹具装配图、零件图按附件目录装订成册)。

(9) 结语。

1.2.3 课程设计成绩评定

设计完成后由指导教师对学生的课程 设计成绩进行评定。由学生阐述自己完成的设计,然后由老师提问,学生回答,根据平时学生的设计情况,完成的内容,对课题的工艺分析深入程度,工艺文件图的数量和图面的质量,独立工作能力及答辩表现进行综合衡量,给出课程 设计成绩。

课程 设计成绩定为:优、良、中、及格和不及格。

1.2.4 课程 设计进度安排

课程 设计进度表如下。

序 号	内 容	所 用 时 间
1	明确任务,分析零件图	0.5 天
2	零件的工艺分析,制订工艺路线,绘制毛坯图及工艺过程卡片	1.5 天
3	余量、切削用量、工序尺寸、机加工时等的计算和查表,填写工序卡片	3 天

续表

序 号	内 容	所 用 时 间
4	编写工装设计任务书	1天
	合计	6天
5	拟定夹具方案, 绘制原理图及草图	1.5天
6	绘制夹具总图及零件图	4天
7	编写课程设计说明书	2天
8	课程设计答辩	1天B
	合计	15天

续表

同前

第2章 机械加工工艺规程设计案例

设计任务书

设计题目

设计如图 2-1 所示的拨叉零件的机械加工工艺规程及钻 $\phi 8\text{mm}$ 锁销孔工序的专用夹具。

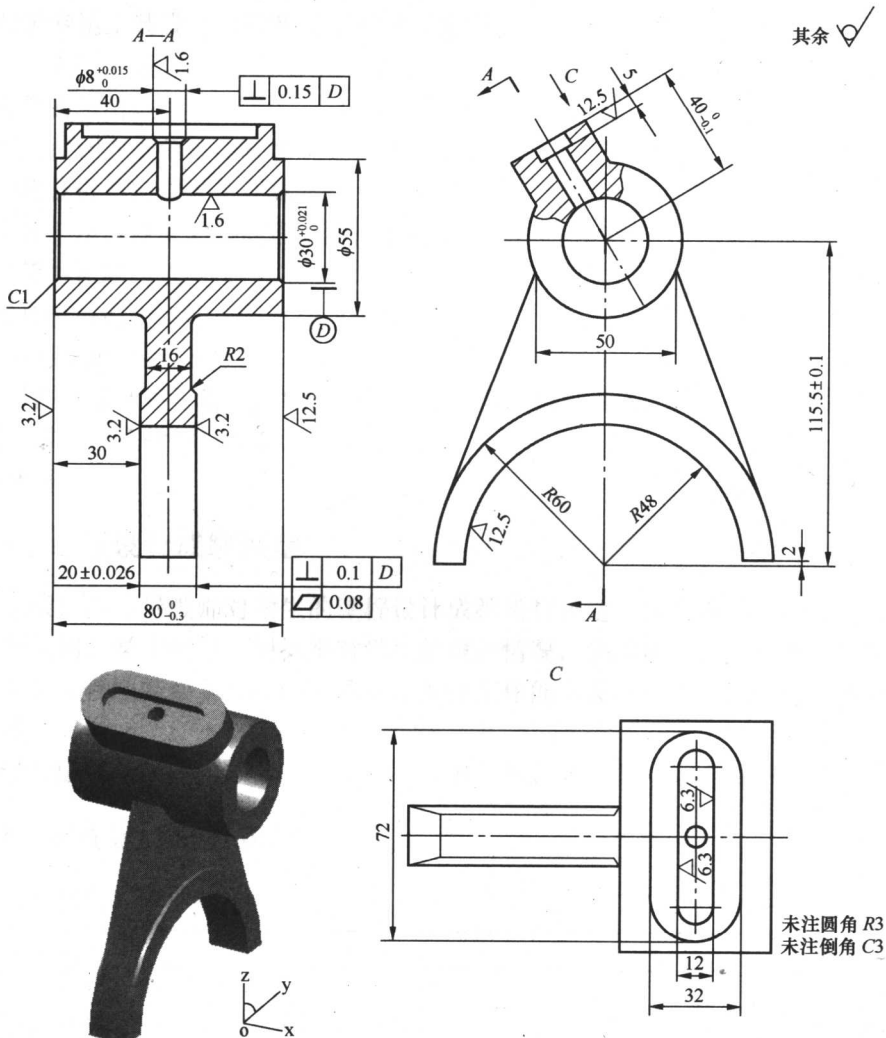


图 2-1 拨叉

设计内容

- (1) 零件—毛坯合图：1张。
- (2) 机械加工工艺流程卡片：1套。
- (3) 夹具装配总图：1张。
- (4) 夹具零件图：1张。
- (5) 课程设计说明书：1份。

原始资料

该零件图样一张；生产纲领为8 000台/年，1件/台；每日1班。

班 级 _____

设 计 _____

指导教师 _____

教研室主任 _____

年 月 日

2.1 拨叉零件的工艺分析

零件图、装配图、生产纲领、每日班次和生产条件是本次设计的主要原始资料。根据这些原始资料确定了生产类型和组织形式之后，即可开始拟定工艺流程。

2.1.1 根据零件图和产品装配图，对零件进行工艺分析

设计工艺流程时，首先应分析零件图和该零件所在部件或总成的装配图，了解该零件在部件或总成中的位置和功用以及部件或总成对该零件提出的技术要求，明确零件的主要加工表面，分析其主要技术关键和相应应采取的工艺措施，形成工艺流程设计的总体构思。

(1) 对零件的技术要求分析，应包括以下内容。

① 掌握零件的结构形状、材料、硬度及热处理等情况，了解该零件的主要工艺特点，构想有针对性的工艺方案。

② 分析零件上有哪些表面需要加工，以及各加工表面的尺寸精度、形状精度、位置精度、表面粗糙度及热处理等方面的技术要求；明确哪些表面是主要加工表面，哪些表面是难加工表面，以便在选择加工方法及拟定工艺路线时重点考虑。

(2) 对零件图和装配图进行工艺审查。

① 审查图样上的视图、尺寸公差和技术要求是否正确, 应统一、完整。

② 对零件设计的结构工艺性进行评价, 看是否有利于机械加工、装配、热处理及毛坯制造等。如发现有不合理之处应及时提出, 并同有关设计人员商讨图样修改方案, 报主管领导审批。

(3) 由产品的年生产纲领研究确定零件生产类型。

不同的生产类型有着完全不同的工艺特征, 根据计算求得的零件的年生产纲领, 查表确定零件生产类型, 在制订工艺规程时应充分考虑其工艺特征。

2.1.2 拨叉零件的工艺分析

1. 了解拨叉零件的用途

拨叉应用在某拖拉机变速箱的换挡机构中。拨叉头以 $\phi 30\text{mm}$ 孔套在叉头上, 并用销钉经 $\phi 8\text{mm}$ 锁销孔与变速叉轴连接, 拨叉脚则夹在双联变换齿轮的槽中。当需要变速时, 操纵变速杆, 变速操纵机构就通过拨叉头部操纵槽带动拨叉与变速叉轴一起在变速箱中滑移, 拨叉脚移动双联变换齿轮在花键轴上滑动换挡位, 从而改变拖拉机行驶速度。

拨叉在改换挡位时要承受弯曲应力和冲击载荷的作用, 因此该零件应具有足够的强度、刚度、韧性。该零件的主要工作表面为拨叉脚两端面、叉轴孔 $\phi 30^{+0.021}_0\text{mm}$ (H7)和锁销孔 $\phi 8^{+0.015}_0\text{mm}$ (H7), 在设计工艺规程时应重点予以保证。

2. 熟悉拨叉零件技术要求及对使用性能的影响

该拨叉的技术要求如表 2-1 所示。

表 2-1 拨叉零件技术要求

加工表面	尺寸及偏差 (mm)	公差及精度等级	表面粗糙度 R_a (μm)	形位公差 (mm)
拨叉头左端面	$80^{+0}_{-0.3}$	IT12	3.2	
拨叉头右端面	$80^{+0}_{-0.3}$	IT12	12.5	
拨叉脚内表面	R48	IT13	12.5	
拨叉脚两端面	20 ± 0.026	IT9	3.2	垂直度公差为 0.1, 平面度公差为 0.08
$\phi 30\text{mm}$ 孔	$\phi 30^{+0.021}_0$	IT7	1.6	
$\phi 8\text{mm}$ 孔	$\phi 8^{+0.015}_0$	IT7	1.6	垂直度公差为 0.15
操纵槽内侧面	12	IT12	6.3	
操纵槽底面	5	IT13	12.5	

拨叉形状特殊、结构简单, 属典型的叉杆类零件。为实现换挡、变速的功能, 其叉轴孔与变速叉轴有配合要求, 因此加工精度要求较高。叉脚两端面在工作中需冲击载荷, 为增强其耐磨性, 该表面要求高频淬火处理, $\phi 30^{+0.021}_0\text{mm}$ 硬度为 48~58HRC; 为保证拨叉换挡时叉脚受力均匀, 要求叉脚两端面对叉轴孔 $\phi 30^{+0.021}_0\text{mm}$ 的垂直度要求为 0.1mm, 其自身平面度为 0.08mm。为保证拨叉在叉轴上有准确的位置, 改换挡位准确, 拨叉采用锁销定位。锁销孔的尺寸为 $\phi 8^{+0.015}_0\text{mm}$, 且锁销孔的中心线与叉轴孔中心线的垂直度要求为 0.15mm。

综上所述,该拨叉件的各项技术要求制订得较合理,符合该零件在变速箱中的功用。

3. 审查拨叉零件的工艺性

分析零件图可知,拨叉两端面和叉脚两端面均要求切削加工,并在轴向方向上均高于相邻表面,这样既减少了加工面积,又提高了换挡时叉脚端面的接触刚度; $\phi 30_{0}^{+0.021}$ mm 孔和 $\phi 8_{0}^{+0.015}$ mm 孔的端面均为平面,可以防止加工过程中钻头钻偏,以保证孔的加工精度;另外,该零件除主要工作表面(拨叉脚两端面、变速叉轴孔 $\phi 30_{0}^{+0.021}$ mm 和锁销孔 $\phi 8_{0}^{+0.015}$ mm)外,其余表面加工精度均较低,不需要高精度机床加工,通过铣削、钻床的粗加工就可以达到加工要求;而主要工作表面虽然加工精度相对较高,但也可以在正常的生产条件下,采用较经济的方法保质保量地加工出来。由此可见,该零件的工艺性较好。

4. 确定拨叉的生产类型

依设计题目知: $Q=8\ 000$ 台/年, $m=1$ 件/台;结合生产实际,备用率 $a\%$ 和废品率 $b\%$ 分别取3%和0.5%,代入年生产纲领计算公式得

$$N=8\ 000 \text{ 台/年} \times 1 \text{ 件/台} \times (1+3\%) \times (1+0.5\%)=8\ 281.2 \text{ 件/年}$$

根据拨叉重量为4.5kg,查附表1属轻型零件,又根据 $N=8\ 281.2$ 件/年,查表确定拨叉的生产类型为大批生产。

2.2 确定拨叉毛坯种类和制造方法

2.2.1 选择毛坯种类和制造方法

提高毛坯制造质量,可以减少机械加工劳动量,降低机械加工成本,但同时可能会增加毛坯的制造成本,要根据零件生产类型和毛坯制造的生产条件综合考虑。

1. 确定毛坯种类

机械加工中毛坯的种类很多,如铸件、锻件、型材、挤压件、冲压件及焊接组合件等,同一种毛坯又可能有不同的制造方法。最常用的毛坯是铸件和锻件。形状复杂的毛坯,如箱体、机架、底座等宜采用铸件。用于铸造的材料有灰铸铁、可锻铸铁、球墨铸铁、铸钢、有色金属合金等。多数铸件采用砂型铸造。锻件毛坯由于能获得纤维组织结构的连续性和均匀分布,从而可提高零件的强度,所以适用于强度要求高、形状比较简单的零件毛坯。锻造材料主要是各种碳钢与合金钢,锻造方法主要有自由锻造和模锻。自由锻毛坯精度低、加工余量大、生产效率低,适合单件、小批量生产;模锻毛坯精度高、加工余量小、剪率效率高,适合大批大量生产。

2. 选择毛坯制造方法

选择毛坯制造方法时应考虑材料的工艺性能,毛坯的尺寸、形状和精度要求,零件的生产纲领,现有生产条件等。

3. 确定毛坯的尺寸公差和机械加工余量

设计时应根据不同的毛坯种类及制造方法,按国家标准规定的毛坯的尺寸公差和机械加工余量确定。

例如，钢质模锻件公差及机械加工余量（GB/T12362—1990 节选）。

此标准适用于模锻锤、热模锻压力机、螺旋压力机和平锻机等锻压设备生产的结构钢锻件。锻件的重量小于或等于 250kg，长度（最大尺寸）应小于或等于 2 500mm。

（1）公差及机械加工余量等级。国家标准中规定钢质模锻件的公差分为两级：普通级和精密级。其中，精密级公差适用于有较高技术要求，需要采用附加制造工艺才能达到的锻件。一般均采用普通级。

加工余量等级只采用一级。

（2）确定锻件公差及机械加工余量考虑的主要因素。

① 锻件重量 m_t 。锻件重量的估算按下列程序进行：

零件图基本尺寸—估计机械加工余量—绘制锻件图—估算锻件重量—按此重量查表确定锻件公差及机械加工余量。

② 锻件形状复杂系数 S 。锻件形状复杂系数是锻件重量 m_t 与相应的锻件外廓包容体重量 m_N 之比，即

$$S = \frac{m_t}{m_N} \quad (2-1)$$

式中， S ——锻件的形状复杂系数；

m_t ——锻件重量；

m_N ——锻件外廓包容体重量。

对于非圆形锻件外廓包容体重量，计算公式如下，几何尺寸如图 2-2 所示。

$$m_N = lbh\rho \quad (2-2)$$

式中， ρ ——锻件材料密度。

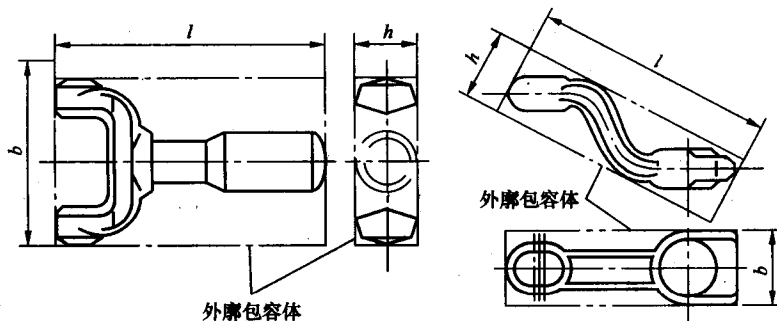


图 2-2 非圆形锻件外廓包容体示意图

根据 S 的大小，锻件形状复杂系数分为如下 4 级。

S_1 级（简单）： $0.63 < S \leq 1$ 。

S_2 （一般）： $0.32 < S \leq 0.63$ 。

S_3 （较复杂）： $0.16 < S \leq 0.32$ 。

S_4 （复杂）： $0 < S \leq 0.16$ 。

③ 锻件材质系数 M 。锻件材质系数分为两级： M_1 ， M_2 。

M_1 级：碳的质量分数小于 0.65% 的碳素钢或合金元素总质量分数小于 3.0% 的合金钢。

M_2 级：碳的质量分数大于 0.65% 的碳素钢或合金元素总质量分数大于或等于 3.0% 的合金钢。

- ④ 锻件分模线形状。锻件分模线形状分为如下两类：
- 平直分模线式对称弯曲分模线，如图 2-3 (a)、(b) 所示；
 - 不对称弯曲分模线，如图 2-3 (c) 所示。

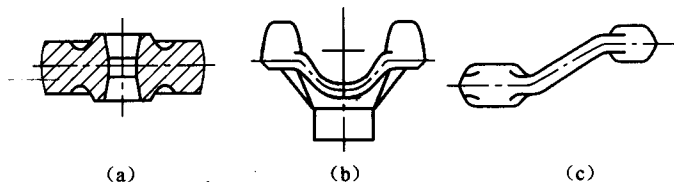


图 2-3 分模线形状示意图

⑤ 零件表面粗糙度。零件表面粗糙度是确定锻件加工余量的重要参数，按 R_a 数值大小分为如下两类：

- $R_a \geq 1.6\mu\text{m}$ ；
 - $R_a \leq 1.6\mu\text{m}$ 。
- ⑥ 锻件公差。锻件公差包括以下几项内容：
- 长度、宽度和高度尺寸公差；
 - 厚度尺寸公差；
 - 中心距公差。

确定以上 3 项公差需查阅国家标准，根据具体情况选用。

2.2.2 确定拨叉毛坯，绘制毛坯简图

1. 选择拨叉毛坯类型

由于该拨叉在工作过程中要承受冲击载荷，为增强拨叉的强度和冲击韧度，毛坯选用锻件；且生产类型属大批生产，采用模锻方法制造毛坯，公差等级为普通级，毛坯的拔模斜度为 5° 。

2. 确定拨叉毛坯的尺寸公差和机械加工余量

根据附表 2~附表 5，要确定毛坯的尺寸公差及机械加工余量，应先确定如下各项因素。

(1) 公差等级。由拨叉的功用和技术要求，确定该零件的公差等级为普通级。

(2) 锻件重量 m_i 。已知机械加工后拨叉件的重量为 4.5kg，由此可初步估计机械加工前锻件毛坯的重量为 6kg。

(3) 锻件形状复杂系数 S 。对拨叉零件图进行分析计算，可大致确定锻件外廓包容体的长度、宽度和高度，即 $l = 158\text{mm}$ ， $b = 120\text{mm}$ ， $h = 86\text{mm}$ （详见毛坯简图）；由式 (2-1) 可计算出该拨叉锻件的形状复杂系数 S 为

$$S = \frac{m_i}{m_N} = \frac{6}{lbh\rho} = \frac{6\text{kg}}{158\text{mm} \times 120\text{mm} \times 86\text{mm} \times 7.8 \times 10^{-6}\text{kg}/\text{mm}^3} = 0.47$$

拨叉锻件的形状复杂系数属 S_2 （一般）级。

(4) 锻件材质系数 M 。由于该拨叉材料为 45 钢，是碳的质量分数小于 0.65% 的碳素钢，故该锻件的材质系数属 M_1 级。

(5) 锻件分模线形状。根据该拨叉件的形位特点，本例选择零件高度方向的对称平面为

分模面，属平直分模线，如拨叉锻造毛坯简图所示。

(6) 零件表面粗糙度。由零件图可知，该拨叉各加工表面的表面粗糙度 R_a 均大于等于 $1.6\mu\text{m}$ 。

根据上述诸因素，可查附表 2~附表 5 确定该锻件的尺寸公差和机械加工余量，所得结果如表 2-2 所示。

表 2-2 拨叉锻造毛坯尺寸公差及机械加工余量

锻件重量 (kg)	包容体重量 (kg)	形状复杂系数	材质系数	公差等级
6	12.7	S_2	M_1	普通级
项目 (mm)	机械加工余量 (mm)		尺寸公差 (mm)	备注
宽度 R48	2~2.5 (取 2)		$2.5 \begin{matrix} +1.7 \\ -0.8 \end{matrix}$	附表 2
厚度 80	2~2.5 (两端面分别取 2 和 2.5)		$3.2 \begin{matrix} +2.4 \\ -0.8 \end{matrix}$	附表 3
厚度 20	2~2.5 (取 2.5)		$2.2 \begin{matrix} +1.7 \\ -0.5 \end{matrix}$	附表 3
孔径 $\phi 30$	2.6		$2.2 \begin{matrix} +1.5 \\ -0.7 \end{matrix} \text{①}$	附表 2
中心距 115.5			± 0.5	附表 4

注：根据附表 2 的表注，将公差按照 $\pm 1/2$ 的比例分配，故本例取公差值为 $\pm 1.1\text{mm}$ 。

3. 绘制拨叉锻造毛坯简图

绘制拨叉锻造毛坯简图如图 2-4 所示。其绘制方法介绍如下。

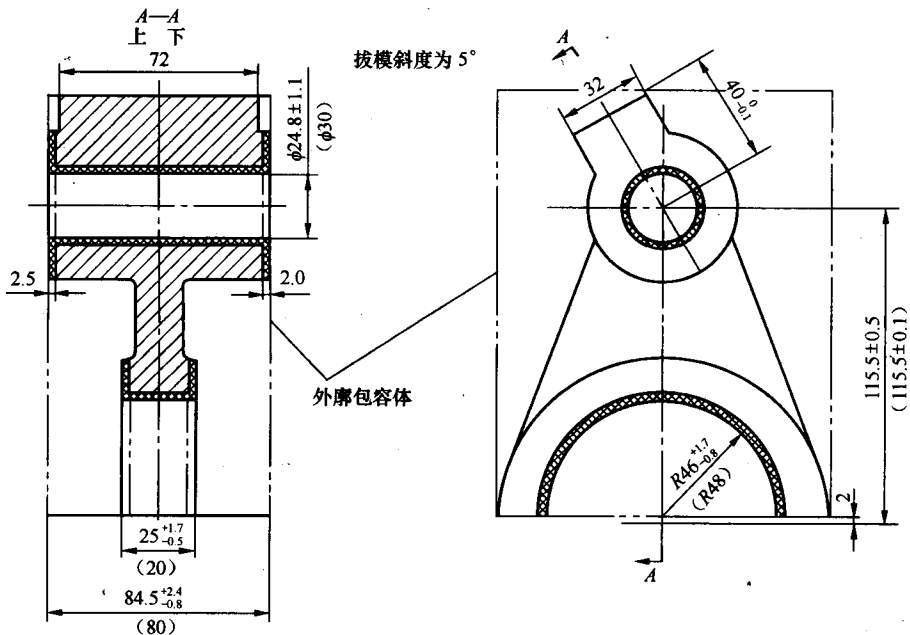


图 2-4 拨叉锻造毛坯简图