

金工艺术设计

刘友和 主编

华南理工大学出版社

金工艺术设计

刘友和
主编



版社

金 工 工 艺 设 计

刘友和 主 编

华南理工大学出版社

内 容 简 介

《金工工艺设计》是以单件小批生产的简单零件为例，分别介绍选材原则及热处理、铸造、锻压、焊接和机械加工等工艺设计的内容、方法和有关资料并进行综合性金工工艺设计的技术分析和价值分析。从整体角度对零件及设备的各种制造工艺方案进行制订、比较和优选。

本书共分八章，是作者经过多年的教学经验总结而首创的教学环节。教学试验证明，对增强学生的实践能力，工艺设计能力颇有帮助。本书是在1986年8月版本的基础上，以较大的增删重写的，增加了金工工艺设计的实例及计算机在金工工艺设计中的应用。

本书可作为工科高等院校机类本科生的教材和非机械类各专业的选修教材，也可供业大、职大、成人自学和培训技术人员使用。

[粤]新登字12号

金 工 工 艺 设 计

刘友和 主 编

责任编辑 廖冠南

华南理工大学出版社出版发行

(广州 五山)

全国各地新华书店经销

韶关新华印刷厂印装

开本：787×1092 1/16 印张：8.75 字数：196千

1986年8月第1版

1991年8月第2版 1993年4月第3次印刷

印数：18001—23000

ISBN7-5623-0282-0/TH·16

定价：4.95元

编者的话

金工工艺设计是金工教学改革中出现,且得到逐步推广的一个新的教学环节。目的在于使学生灵活运用所学的金属加工工艺知识,学会编制简单零件的工艺流程,提高学生的独立工作能力。从60年代初开始,华南理工大学即在部分班级中进行过局部的尝试。1978年以后,又在个别专业中进行了连续多届的全面试验。1980年5月,首次在全国金工课程座谈会上报告了金工工艺设计的试验情况,受到全国同行们的高度重视。80年代中,不少院校也在这方面进行了探索,到现在已有上百所院校采用这一环节。好些院校已推广到参加金工实习的各非机械类专业中。1989年11月,江苏省金工研究会组织了多所大学和中专对金工工艺设计进行了深入的研究,发表了“金工工艺设计概况”研究报告,指出增加金工工艺设计环节是金工课程改革的一个方向,可以满足本课程改革的要求。其效果可概括如下:

1. 可对学生进行工程师基本技能的训练。
2. 通过中等复杂程度的产品工艺设计,可使学生达到学以致用要求。
3. 通过编写金工工艺设计文件可以培养学生的“三选能力”。
4. 通过产品工艺设计进行专一通多训练是培养开拓型人才的有力措施之一。
5. 可使学生智力负荷得到满足。
6. 可使学生把广泛的、孤立的、基本的金工知识进行联系实际的综合应用。

对于机械类各专业的学生,金工课是使他们获得邻近专业知识的重要课程。不少毕业生反映,他们在工作中经常要用到金工知识去解决实际问题,要懂得从图纸到零件成品的整个工艺流程,要掌握编制简单零件的加工工艺流程的具体方法和步骤。金工工艺设计正是达到这一目的的有效训练环节。

对于工科非机械类专业学生,只要他们在工作中接触到设备的使用与维修,就要用到机械制造方面的知识,而这类专业往往除金工外就没有关于一般零件与设备的制造工艺方面的后继课程。他们在工作中虽不用人人亲自动手参加每一零件的制造,但需要他们提出零件的制造工艺规程,或就某一零件的制造工艺提出意见的机会是很多的,故金工工艺设计这一训练环节对他们来说甚至更具必要性。当然,在设计题目的难度和设计内容的深广度方面,要求比机械类的稍低些,但同样可进行全面的金工工艺设计,在条件许可时同样可组织课堂讨论,对工艺方案进行比较分析,以扩大设计思路。

对于非机械专业的工程技术人员,特别是在小厂中,在乡镇企业中负责设备制造与维修的全面技术工作,而过去又未受过类似训练的人员,这一训练环节更为重要。

本书1980年起作为华南理工大学内部教材,在多年的教学实践中,经过较大的修改补充后,于1986年由华南理工大学出版社正式出版。现在又根据本校和部分兄弟院校历年来使用此书的体会进行了改写,并与黑龙江省齐齐哈尔机床厂职工机电学院姜鸿维老师合作,增加了不少来自生产实践,经过验证的工艺设计实例,另辟为第七章,使读者在进行

设计时有更多的参考资料。

本书第一至六章的例题可分为两类：一类的工艺设计项目较多、要求较详尽，适合机械类学生完成设计作业时参考；另一类要求较简，适合学时较少的非机械类学生完成作业时参考。

本书没有编入习题，因为另外编有《金工工艺设计题集》，可配套使用。该题集包括铸、锻、焊、机加工和综合性工艺设计五部分，每部分三题，共15道题。每题中除题目外，还有供学生作图和书写的地方，即直接可在上面完成设计作业。

对于既有较长时间实习训练，又开设有金工课的各专业学生，本书可作为独立教材或补充教材使用。在实习期间讲授1~2学时，即可布置一些较简单的设计题目；到了课堂教学时，再布置一些难度较大的题目，并组织课堂讨论。对于一些只安排金工实习的非机械类专业学生，本书可作为实习补充教材，在实习中穿插进行适量的讲授和设计。也曾经有些兄弟院校在学生进行生产实习期间使用本书，组织学生用一周时间集中完成四五题工艺设计，并组织讨论。不论是哪一种情况，都可通过结合具体设计作业来理解和掌握的书内容，每类型设计题目集中讲授一学时便可。

当在金工实习中安排金工工艺设计作业时，由于同时实习学生往往不止一个班，人数较多，要分很多批来讲授工艺设计的内容、要求、方法和步骤。由于工种安排的关系，不能几个工种同时停下来听讲授，于是有时面对三几十人讲，有时面对一、二十人也要讲，教师常忙不过来。加上工艺设计作业评阅起来比较复杂，往往当批学生实习结束了还来不及把设计作业评好发回。同学不知道自己设计得是好是坏，影响了效果。为了解决这些难题，我们采取了两种办法：一是已编拍了一套讲课型的教学录象片，包括铸、锻、焊、机加工和综合性设计等五部分，各以一题为重点，讲述设计的方法和步骤。这样，不论学生多与少都可以播放，次数也可以多些。另外是已编好了一套计算机辅助金工工艺设计评阅的软件，里面共有15道设计题，分别与金工工艺设计题集中的15道题一一对应。学生做完就可上机，由计算机完成评阅工作，这也颇受学生和教师们的欢迎(详见第八章)。录象带和软件均可配套供应。

本次重写中作了如下的分工：刘友和负责前言及第一、第六、第八章，张木青、苏国明、负责第二章，冯活龄、蔡良琮负责第三章，谭尚铭负责第四章，何广才、张裕盛负责第五章，姜鸿维负责第七章，描图工作由黄赐康负责，刘友和担任全书主编。

在本书重写期间，得到全国许多兄弟院校金工同行专家的热情支持与帮助，在此谨致诚挚的谢意。

编者

1991. 2

前 言

一、金工工艺设计的目的和对象

任何生产部门，不论属于那一行业，都有设备与工具的制造和维修的问题。要解决这类问题，必须具备有关材料和制造工艺的知识。这些知识牵涉到许多专业内容，如金属材料及其热处理、铸造、锻压、焊接、机械加工等等。金属工艺学正是全面介绍上述内容的一门综合性技术基础课程，故成为多数工科学生和机械工程技术人员的必修课。要通过此课程培养学生具有灵活运用所学的加工工艺知识去设计零件的制造工艺方案、分析零件结构设计合理性的初步能力。这种能力不但对于机械类的学生来说是必要的，而且对于非机械类的学生或中、小型厂矿，乡镇企业等的技术人员来说，同样是十分需要的。金工工艺设计就是为了培养这种能力而设置的一个训练环节。本书将为此介绍一些基本的设计方法和进行设计所必需的数据与资料。

金工工艺设计的对象主要是单件、小批生产的简单中小型零件，这是与机械类各专业的课程或毕业设计不同的地方。后者较侧重于成批大量生产的较复杂的零件。由于有这点不同，本书所介绍的设计方法、资料与数据都从简单中小型零件、单件小批生产的角度考虑，从有关手册中选取，有的并经过适当的综合、简化，以便于查阅。每章的后面列出参考资料，以备需查找超出本书范围的资料时参阅。

金工工艺设计不局限于单一地考虑铸、压、焊、削等不同的工种，而更强调各种加工方法的综合运用，即综合性金工工艺设计；且强调各种加工方法的相互联系和影响，这是和专业课程设计不同的另一地方。

进行金工工艺设计时，不但要考虑到工艺方案的技术先进性，还要顾及可行性、可靠性和经济性，本书在这些方面亦有适当的介绍。

二、金工工艺设计的内容和步骤

1. 设计前的准备

首先要分析零件图纸，看其结构工艺性是否合理，技术要求如何，有没有稍为改动一下就可使制造工艺大为简化而又不影响其使用性能或外观的地方。

再看零件的选材是否得当，有无功能不足或过剩的情况，材料的供应是否可靠。

还有，要根据零件的大小，数量和复杂程度确定属于何种生产类型(见表 0-1)。因为生产类型不同时，要求的加工方法、毛坯种类、设备工具、工人的技术熟练程度，生产的组织管理、车间布置等均有不同。例如当采用锻造毛坯时，大批大量生产可考虑用模型锻造，小批生产可考虑用胎模锻造，而单件生产则应考虑用自由锻造，或看能否以焊件代替。这几种情况下的工艺设计内容差别就很大，故必须先确定生产类型，才能做到有的放矢。

2. 进行工艺设计

- (1) 选择加工方法，确定加工路线。
- (2) 查阅资料并进行必要的计算。
- (3) 绘画工艺图，如铸造工艺图、锻件图等。
- (4) 填写工艺文件，如工艺过程卡等。

这几项中有些可以交叉进行，有时不一定全部包括，要看具体情况而定。

3. 工艺方案的分析

一个工艺方案设计出来后，要对其优点、可行性、经济性、有什么不足之处等做到心中有数。还要想想除了这一方案之外，还可能有多少个别的方案，各有什么长处和短处，从中优选出最佳方案。这样，才能在答辩会或方案论证会上胸有成竹，经得起推敲。还要听取在辩论中的不同意见，对方案进行必要的修正，使之逐步完善。

表0-1 各种生产类型

生产类型		零件的年产量 (件)		
		重型零件	中型零件	轻型零件
单件生产		<5	<10	<1000
成批生产	小批	5~100	10~200	100~500
	中批	100~300	200~500	500~50000
	大批	300~1000	500~5000	5000~50000
大量生产		>1000	<5000	>50000

参 考 资 料

1. 张隆瑞，“开展金工课程设计的探讨”“金工研究”优秀论文汇编，1990年6月。
2. 陈有珊，试论金工工艺设计与课堂教学讨论法，“金工研究”1988年第2期。
3. 姜鸿维，课程设计是能力培养的必要手段，“金工研究”1989年第4期。
4. 郑光华、王井生，在实习中开设工艺设计见习，“金工研究”1989年第5期。
5. 韩腾蛟，金工教改实践，“金工研究”1989年第5期。
6. 刘晴兴，金工教学的四个环节，“金工研究”1989年第5期。
7. 倪建生，陆荣钧，进行金工课程设计试点的报告，“金工研究”1989年第4期。
8. 骆志斌、许卫民、张建强，分散进行的金工工艺设计，“金工研究”1989年第4期。
9. 牛建平，计划统计专业的金工工艺设计，“金工研究”1989年第4期。
10. 刘友和，在金工教学实习中进行金工工艺设计的可行性研究，“金工研究”1988年创刊号。
11. 李亚秦、邓汉波，也谈金工工艺设计，“金工研究”1990年第7期。
12. 王晓元，金工工艺设计侧重点，“金工研究”1990年第7期。
13. 王世平、韩腾蛟、李伟华，多让学生自己动手动脑，“金工研究”1990年第7期。
14. 金工工艺设计试点简介，“金工动态”1989年12月第40期。
15. 金工工艺设计资料，“金工动态”1989年11月第37期。

目 录

前言	(1)
一、金工工艺设计的目的和对象	(1)
二、金工工艺设计的内容和步骤	(1)
第一章 材料和毛坯的选择	(1)
第一节 常用金属材料及其选择注意事项	(1)
第二节 常见的毛坯形式及其选择	(4)
第三节 从价值工程的角度去考虑选材问题	(6)
第二章 铸造部分的工艺设计	(9)
第一节 铸造工艺设计的内容和方法	(9)
第二节 例题分析	(20)
一、法兰盘铸造工艺设计	(20)
二、支承台铸造工艺设计	(21)
第三节 从铸造工艺的角度考虑铸件的结构设计	(24)
第三章 锻造部分的工艺设计	(27)
第一节 自由锻造工艺设计	(21)
第二节 胎模锻工艺简介	(34)
第三节 例题分析	(36)
一、组机齿轮轴的自由锻造工艺	(36)
二、法兰的锻造工艺	(38)
第四节 从锻造工艺的角度考虑锻件的结构设计	(40)
第五节 板料冲压工艺设计	(41)
第四章 焊接结构的工艺设计	(50)
第一节 从焊接工艺的角度考虑焊件的结构设计	(50)
第二节 焊接工艺设计	(56)
第三节 例题分析	(61)
一、托架焊接结构的工艺设计	(61)
二、齿轮焊接结构的工艺设计	(63)
三、圆柱形铝容器焊接结构的工艺设计	(65)
第五章 机械加工工艺设计	(66)
第一节 机械加工工艺设计的内容和步骤	(66)
第二节 例题分析	(73)
一、减速器低速轴机械加工工艺设计	(73)
二、套环机械加工工艺设计	(76)

第三节	从机械加工工艺的角度考虑零件的结构设计.....	(80)
第六章	综合性金工工艺设计.....	(81)
第一节	综合性金工工艺设计的内容和原则.....	(81)
第二节	金工工艺设计的价值分析.....	(82)
第三节	例题分析.....	(85)
第四节	从综合性工艺角度考虑零件的结构设计.....	(92)
第七章	经过生产验证的金工工艺设计实例.....	(96)
第八章	计算机在金工工艺设计中的应用.....	(117)
第一节	计算机辅助金工工艺设计.....	(117)
第二节	计算机辅助金工工艺设计评阅.....	(118)
第三节	计算机辅助优化金工工艺设计.....	(121)

第一章 材料和毛坯的选择

第一节 常用金属材料及其选择注意事项

对于常用的金属材料，我们应该知道它们的种类、牌号和主要的机械性能、工艺性能，及其大致的价格。表1-1、表1-2、表1-3和表1-4分别列出了部分常用的结构钢、工具钢、铝、铜及其合金的牌号，主要机械性能和应用举例等。

在选择材料的时候，应该注意以下几点：

1. 材料的机械性能与其尺寸有很大关系。一般来说，当截面增大时，机械性能会显著下降。手册中的机械性能数据一般是用可以淬透(即淬火后整个截面都为淬火组织)的小尺寸试样进行试验来测得的。例如GB699—88规定，优质碳素结构钢的试样直径为不大于25。当零件截面尺寸很大时，热处理后不一定能保证得到要求的组织，故机械性能会下降，应采取大一点的安全系数。

表1-1 部分常用的各种钢材

牌 号	热处理 方式	抗拉强度 σ_b MPa	屈服强度 σ_s MPa	伸 长 δ_5 %	应 用 举 例
Q235	一般在供	375~460	235	26	轻载，不要求耐磨的零件，普通焊接构件，
09MnV	应 状 态 (热轧或	430~580	275	23	螺旋焊管、冷弯钢建筑结构
16Mn	正火)下	470~640	275~345	21	桥梁、船舶、车辆建筑结构、压力容器
15MnVN	使用不热 处理	490~680	335~390	18	大型焊接结构、压力容器
08F	正火	295	175	35	用于冲压、冷作的零件
15	渗碳	375	225	27	用于轻载，表面要求耐磨的简单零件
45	调质	600	355	16	中等负载的较简单零件、齿轮轴等
20Cr	渗碳淬火	835	540	10	机床齿轮，齿轮轴，蜗杆
20CrMnTi	渗碳淬火	1080	835	10	汽车拖拉机齿轮，凸轮

续表

牌 号	热处理 方式	拉抗强度 σ_b MPa	屈服强度 σ_s MPa	伸 长 δ_5 率	应 用 举 例
35SiMn	调质	885	735	15	同40Cr
40Cr	调质	980	785	9	重要结构零件、曲轴、齿轮、连杆螺栓
38CrM ₀ A1A	氮化	980	835	14	高级氮化钢、制重要结构零件
40CrMnM ₀	调质	980	785	10	受冲击高强度零件
65	淬火及中 温回火	695	410	10	弹簧
1Cr13	淬火回火	539	343	25	汽轮机叶片、水压机阀、螺栓螺母
1Cr18Ni9	固溶处理	520	206	40	焊条芯、耐酸容器、输送管道

注：1.表中所列机械性能是用固定尺寸的试样来测得的，不同种钢的试样尺寸略有不同，例如45号钢的试样直径为25mm、Q235试样直径为 ≤ 16 mm。

2. Q235是普通碳素结构钢的新牌号，见GB700-88，与旧牌号A3大致相当。

3. 摘自GB700-88；GB699-88；GB591-88；GB3077-88；GB1220-84。

表1-2 部 分 常 用 工 具 钢

类别	牌 号	热处理后硬度 HRC	能保持硬度的 温度 $^{\circ}\text{C}$	应 用 举 例
碳素 工具 钢	T8或T8A	48~54	<250	韧性较好，木工工具，手锤、剪刀等。
	T10或T10A	60~62		韧性中等，冲头、丝锥、手锯条、简单冲模
	T12或T12A	62		高硬耐磨，不受冲击的锉刀、刮刀等。
低合金 工具钢	9SiCr	61~63	250~300	丝锥、板牙、钻头、铰刀、冷冲模等。
	CrWMn	61~62		拉刀、长丝锥、长铰刀等。
高速钢	W18Cr4V	63~66	600	各种车刀、刨刀、铣刀、钻头。
	W6Mo5Cr4V2	64~66		
模具钢	Cr12	60~63	400~450	各种冷冲模具、钻套、量规等。

表1-3 常用铝材

类别	牌号	主要合金元素	抗拉强度 σ_b (MPa)	伸长率 δ (%)	硬度 HB	应用举例
纯铝	L1	Al	90	38	28	导线、铝箔。
硬铝	LY1	Al, Cu, Mg	160	24	38	铝铆钉
	LY11	Al, Cu, Mg, Mn	180	18	42~45	淬火及自然时效后, HB值可达100, LY12可达105, 可作中强度构件。
	LY12	Al, Cu, Mg, Mn	180	18	42	
防锈铝	LF5	Al, Mg	270	23	70	塑性, 可焊性均好。 薄板容器, 导管, 焊接油箱, 日用器具
	LF11	Al, Mg	270	23	70	
	LF21	Al, Mn	130	20	30	
超硬铝	LC4	Al, Mg, Cu, Mn, Zn, Cr	220	18		淬火+人工时效后, HB值可达150, 可作主要受力构件, 飞机大梁等
锻铝	LD2	Al, Mg, Cu, Mn, Si	130	24	30	铝锻件

注: 表中机械性能均指退火状态。

表1-4 常用铜材

类别	牌 号	抗拉强度 σ (MPa)	伸长率 δ (%)	硬度 HB	应用举例
纯 铜	T1	240	45	35	电线, 油管等
金色黄铜	H90	260	45	53	双金属片, 艺术品
		480	4	130	
普通黄铜	H62	330	49	56	螺钉、栓圈、弹簧
		600	3	164	
铅 黄 铜	HPb59-1	400	45	44	热冲压及切削加工零件
		650	16	80	
锡 青 铜	QSn4-3	350	40	60	弹性元件, 管道配件
		550	4	160	
铍 青 铜	QBe2	500	40	90	重要弹簧, 耐磨零件, 轴承
		850	3	250 HV	

注: 表中机械性能数字的分母对压力加工黄铜及青铜为硬化状态(变形程度50%), 对铸造黄铜及青铜为金属型铸造, 分子对压加工黄铜及青铜为退火状态(600℃), 对铸造黄铜及青铜为砂型铸造。

2. 材料的性能和它的热处理状态有关, 表格中所列的性能数据, 除有特殊说明者外, 一般都是按正火状态(轧材供应状态)来测取的。如果零件的热处理状态不同, 例如经过了退火处理的, 它们抗拉强度就会低些, 而塑性性能指标就会高些。

3. 零件的形状和工作条件、零件的内在缺陷情况等, 都会和表格中试样的情况不完全一样, 故实际能达到的机械性能也会和表中数值有所不同。

4.当各项指标都选择得当时,还要留意材料的来源是否有保证,例如本厂仓库中有没有,没有的话能否购买得到等等,否则也会落空。

第二节 常见的毛坯形式及其选择

在设备制造与维修工作中,常见的金属坯料有如下数种:

1.型材

指各种截面和规格的成型轧材。如钢材中的各种圆钢、方钢、槽钢、角钢、工字钢、钢轨、六角钢、钢管等。还有板材、线材和用挤压法生产的各种截面的轻合金型材等都属于这一类。

型材一般可以现货购进,其强度和尺寸精度也不差,用起来比较方便。在锻件、焊件和机械加工件中常常都用型材作为原材料。例如本书第七章设计实例中的例3-01中,灯架的灯杆用钢管弯制而成,就省了许多工夫。第四章例题——托架焊接结构也是全部使用型材。第六章第四节中的例题——刻度环制造工艺中的方案C,坯料也因选用了型材而使材料耗费减少,制品质量改善,工序简化,价值系数提高。

为便于在进行金工工艺设计时选用型材,从材料手册中选出了一些常用的种类和规格综合成表1-5所列。

表1-5 常用型材规格表

圆 钢	直 径	6	5.5	6	6.5	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
		29	30	31	32	33	34	35	36	38	40	42	45	48
		50	52	55	56	58	60	63	65	68	70	75	80	85
		90	95	100	105	110	115	120	125	130	140	150	160	170
		180	190	200	210	220	240	250						
	长度	优质钢2~6m,普通钢当直径小于25时为4~10m,小于10时常卷成盘状。												
薄 板	厚度	0.35	0.4	0.45	0.5	0.55	0.6	0.7	0.75	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2
		1.25	1.4	1.5	1.6	1.8	2.0	2.2	2.5	2.8	3.0	3.2	3.5	4.0
	宽度	500	600	710	750	800	850	900	950	1000	1100	1350	1400	1500
热 轧 厚 钢 板	厚度	4.5	5	5.5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
		29	30											
	宽度	最小宽度为600,宽度间隔为50,最大宽度为3000。												
等 边 角 钢	号数	2	2.5	3	4	4.5	5	5.6	6.3	7	7.5	8	9	10
	边宽	20	25	30	40	45	50	56	63	70	7.5	80	60	100
	边厚	3	或	4	3,4,5	3,4,5,6	3,4,5,8	4,5,6 8,10	4,5,6 7,8	5,6,7,8 10	6,7,8 10,12	6,7,8,16 13,14,10		

槽 钢	型号	8	10	12.6	14a	14b	16a	16	18a	18	20a	20	22a	22
	高度	80	100	126	140		160		180		200		226	
	腰宽	41	48	53	58	60	63	65	68	70	73	75	77	79
工 字 钢	型号	10	12.6	14	16	18	20a	20b	22a	22b	25a	25b	28a	28b
	高度	100	126	140	160	180	200	200	220	220	250	250	280	280
	腿宽	68	74	80	88	94	100	102	110	112	116	118	122	124
	腰厚	4.5	5	5.5	6	6.5	7	9	7.5	9.5	8	10	8.5	10.5
	平均腿厚	7.6	8.4	9.1	9.9	10.7	11.4	11.4	12.3	12.3	13	13	13.7	13.7
扁 钢	宽度	20	22	25	28	30	32	36	40	45	50	56	60	63
	厚度	4	5	6	7	8	(每一宽度规格均有表中所列各种厚度与之相配)							
热 轧 无 缝 钢 管	外径	32	38	42	45	50	54	57	60	63	68	70	73	76
		73	76	83	89	95	102	108	114	121	127	133		
	壁厚	4~8间隔0.5												

2. 铸造毛坯

用于不宜用型材作坯料的场合。例如当零件形状很复杂，用型材要增加许多加工余量，从而增加材料与工时的耗费的时候，就应用铸坯而不用型材。

3. 锻压毛坯

锻压毛坯也适用于不宜直接用型材作毛坯的场合。由于锻压可消除某些铸态组织的缺陷，提高材料的机械性能，故常比铸造毛坯能承受更重、更复杂的载荷。但由于工艺上的限制，锻压毛坯的外形常不能达到铸造毛坯那样的复杂程度。

作为锻压毛坯的原材料，多用型材和锭材，在钢件中以圆钢、方钢坯和钢锭最常用。

4. 焊接毛坯

适用于具有一定的尺寸和体积，又不能用铸造或锻压方法制造的构件，如各种容器，桁架结构，较大的箱体、罩壳等等均是。

在选择毛坯的形式时，除了考虑上述各自的特点之外，往往还要从制造成本，材料耗费和生产周期等方面加以考虑。例如图1-1所示的单台阶轴，可用型材(圆钢)直接车出(图1-1a)，也可以用锻造毛坯(图1-1b)后者的材料耗费和车削余量都少得多，金属纤维分布也较合理，但要花锻造工时，要进行全面的分析比较才能决定哪种最

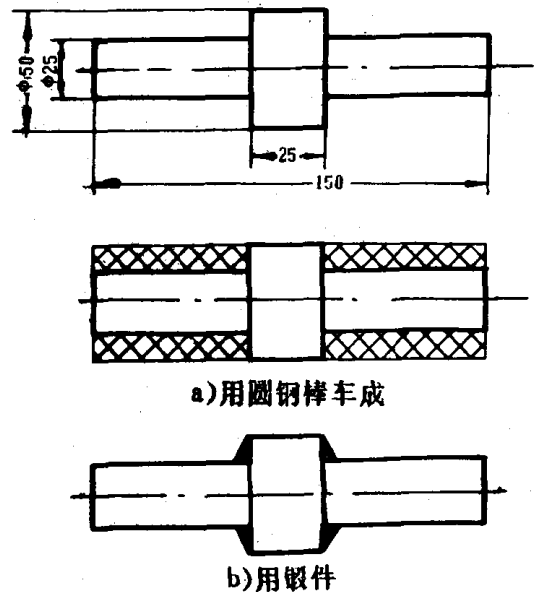


图1-1单台阶轴两种毛坯

合算。实际上，当批量很少，需用又很急时，常用前法；但当各级轴径相差较大，批量又大时，则宜用后法。

有时由于工艺上的限制，或由于使用上有特殊要求，往往将几种制坯方法综合应用。例如当锻件较大，限于设备条件，不能整件锻出时，则可分成几件锻制，然后用电渣焊焊接起来。有时还可改用球铁铸成，以进一步降低成本。

此外，还有钣金工、冷冲压、粉末冶金、电化沉积等多种制坯方法。

第三节 从价值工程的角度去考虑选材问题

一般来说，性能优良的材料售价都较高。但如果单从价格的高低去决定材料的取舍，那显然是片面的。

按照价值工程的基本原理，一件物品的必要功能 F 和为它所需要支付的费用 C 之间有如下关系：

$$\text{价值} = \frac{\text{功能}}{\text{费用(成本)}} \quad \text{或} \quad V = \frac{F}{C}$$

在选材问题中，功能是材料的性能，成本是材料的价格。同样可进行比较而求得其价值。

例如，若一构件可用Q235钢来制造，也可用20Cr钢制造。Q235钢的屈服强度较低，价格也较廉；而20Cr钢则相反，可列成表1-6的形式进行比较。

表1-6 两种钢的价值对比

材料名称	成本		功能 (F)		价值 $V = \frac{F}{C}$
	价格(元/吨)	比值	σ_s (MPa)	比值	
Q235	1370	1	235	1	1
20Cr	1650	1.2	540	2.51	2.09

注：Q235是一种普通碳素结构钢的新牌号，与旧牌号的A₃钢大致相当。

又如，有一容器、可用Q235钢制造，成本为4千元，可使用1年。如用1Cr18Ni9不锈钢制造，成本要4万元，可使用20年。如用Q235钢制造而内表面用环氧玻璃钢作防腐衬里，成本为5千元，可用5年。将上述数据列出如表1-7算出各方案的价值系数，显然最后一种选材方案可以降低成本，提高使用价值。

在决定是否宜对材料进行热处理时，也可进行价值分析。

例如有一拉杆，直径25，用40Cr钢制造，重量为5kg。若不进行热处理，即按原材料供应

表1-7 容器的不同选材方案的价值对比

材 料	成 本 (C)		功 能 (F)		价值系数 $V = F/C$
	制造费(元)	比 值	寿 命 (年)	比 值	
Q235	4000	1	1	1	1
1Cr18Ni9	40000	10	20	20	2
Q235 + 环氧玻璃钢	5000	1.25	5	5	4

状态(正火)使用,其屈服限只有396MPa,材料费为8.70元,锻造加工费为3.35元,若进行调质处理,可使屈服限提高到785MPa,但要多花3.5元的热处理费用,可列成表1-8的形式进行比较:

表1-8 40Cr钢拉杆的不同热处理方案的价值对比

热处理状态	成 本 (C)		功 能 (F)		价 值 $V = F/C$
	加工费用(元)	比 值	σ_s (MPa)	比 值	
供应状态(正火)	12.05	1	396	1	1
调质处理	15.55	1.29	785	1.53	1.53

可见进行调质处理是合算的。

为了便于对材料进行价值对比分析,在表1-9中列出了一些常用金属材料的大致价格以供参考。但这些价格是会因时因地而异的,使用时应注意。

表1-9 部分常用金属材料参考价格

名 称	规格或牌号	元/kg	名 称	规格或牌号	元/kg
角 钢	Q235 25×25×4	1.72	碳素工	T8A, ϕ 75	1.22
角 钢	Q235 45×45×5	1.90	具 钢	T10A, ϕ 130	1.22
圆 钢	Q235 ϕ 18	1.54	同 上	T12A ϕ 132	1.29
圆 钢	Q235 ϕ 25	1.37	合金工具钢	5CrWMn, ϕ 20	2.55
圆 钢	Q235 ϕ 85	0.95	不锈钢棒	4Cr9 Si2, ϕ 60	3.60
圆 钢	45, ϕ 12	1.43	不锈钢管	ϕ 15×2.5	11.10
圆 钢	45, ϕ 30	1.40	不锈钢板	$\delta = 1$	12.50
圆 钢	45, ϕ 75	1.68	铝 锭	L1 - L3	4.44
圆 钢	45, ϕ 100	1.19	铝 管	ϕ 28×1.5	30.00

续表

名称	规格或牌号	元/kg	名称	规格或牌号	元/kg
冷拉钢	45, $\phi 5$	1.98	铝棒	Ly3, $\phi 45$	6.90
	45, $\phi 22$	1.50	铝棒	Ly12, $\phi 150$	11.74
铬钢	20Cr, $\phi 50$	1.65	防锈铝棒	LF21, $\phi 100$	7.68
	40Cr, $\phi 60$	1.25	铝板	$\delta = 2$	13.76
铬铝铝钢	38Cr MoAl $\phi 55$	1.88	角铝	20 \times 20	62.50
铬锰钛钢	20Cr Mn Ti, $\phi 100$	1.50	紫铜管	$\phi 10 \times 1$	16.44
镀锌管	1"	1.32	紫铜板	T2, $\delta = 5$	11.57
无缝管	$\phi 4 \times 1$	10.07	铍青铜片	QBe2, $\delta = 1.5$	
槽钢	20号	1.70	锡青铜	QSn4-3, $\phi 25$	12.33
扁钢	40 \times 4	1.28	黄铜棒	Hpb59-1, $\phi 48$	8.40
六角钢	45, $\phi 10$	1.86	黄铜板	H62, $\delta = 4.5$	8.55
横具钢	Cr12, $\phi 90$	5.33	黄铜片	H62, $\delta = 0.35$	15.75
弹簧钢	65Mn, $\phi 400$	1.30	黄铜管	H62, $\phi 10 \times 1$	15.63
高速钢	W6Mo ₅ Cr4V ₂	11.1	青铜管	$\phi 13 \times 1$	14.25
高速钢	W18Cr4V, $\phi 12$	14.69	铸铜棒	$\phi 30$	7.80

注: 本表价格摘自广州某厂1990年3月提供的资料。

参 考 资 料

1. 赵世臣《常用金属材料手册》，1978年，冶金工业出版社。
2. 《钢铁热处理基础》，1975年，广东人民出版社。
3. 《广东省机电产品现行出厂价格》，1984年，广东省机械工业厅编。
4. 谭浩邦，试谈价值工程在金工教学中的应用，“广东金工研究”，1984年1期。
5. 田凤城，如何在金工教学中培养学生的价值工程观点，“中南金工研究”，1984年第1期。
6. 《机械零件设计手册》编写组编，《机械零件设计手册》(第二版)，1980年11月，冶金工业出版社。
7. 《常用材料重量计算手册》，1976年9月，上海人民出版社。
8. Dieter, ENGINEERING DESIGN, McGraw-Hill, 1984。