

21 世纪技工技能入门丛书

铸工技能 快速入门

编著 上海市职业指导培训中心

便于自学

适合培训

就业入门

21SHIJIJIGONGJINENRUMENCONGSHU

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

21 世纪技工技能入门丛书

铸工技能快速入门

编著 上海市职业指导培训中心

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

铸工技能快速入门/上海市职业指导培训中心编著.
—南京:江苏科学技术出版社,2007.7

(21世纪技工技能入门丛书)

ISBN 978-7-5345-5601-2

I. 铸... II. 上... III. 铸造-基本知识 IV. TG24

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 080424 号

铸工技能快速入门

编 著 上海市职业指导培训中心

责任编辑 孙广能

特约编辑 胡多佳

责任校对 苏 科

责任监制 曹叶平

出版发行 江苏科学技术出版社(南京市湖南路 17 号,邮编:210009)

网 址 <http://www.pspress.cn>

集团地址 凤凰出版传媒集团(南京市中央路 165 号,邮编:210009)

集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>

经 销 江苏省新华发行集团有限公司

照 排 南京展望文化发展有限公司

印 刷 淮阴新华印刷厂

开 本 787 mm×1092 mm 1/32

印 张 11.75

字 数 255 000

版 次 2007 年 7 月第 1 版

印 次 2007 年 7 月第 1 次印刷

标准书号 ISBN 978-7-5345-5601-2

定 价 20.00 元

图书如有印装质量问题,可随时向我社出版科调换。

内 容 提 要

本书是根据《铸工国家职业标准》的初、中级技术工人等级标准及职业技能鉴定规范编写的。本书结合我国铸造生产的实际情况,以铸铁件黏土砂手工造型为主线,阐述了配砂、造型、合箱、熔炼、烧注和清理等铸造生产的主要过程,并简要介绍了铸铁件工艺设计、铸件缺陷分析和几种最常见的特种铸造工艺流程。本书从中、小型企业对技术工人应具有广泛的通用知识和全面技能的实际需求出发,本着少而精的原则,突出技术实用性和通用性。既能短期速成,又能循序渐进,基本上达到了初、中级铸工职业技能鉴定的要求。

本书图文并茂,形象逼真,通俗易懂,言简意赅,在众多铸工书籍中独具特色,适合机械工人上岗培训或作为在职技工的技能培训教材,也可作为初、中级铸工进行职业资格技能鉴定的指导用书。

前 言

改革开放 20 多年来,我国经济保持持续增长的势头。进入 21 世纪后,随着新一轮经济增长周期的到来,经济发展将跨上一个新的平台。其中,以先进制造业为主的第二产业对我国国民经济的飞速发展起到非常重要的作用;制造业的迅速发展,为国民经济和社会发展作出了重要的贡献,成为我国经济腾飞的强劲引擎。根据联合国工业发展组织公布的《工业发展报告 2002/2003》,我国制造业增加值占世界制造业的 6.3%,位居美国、日本和德国之后,排名世界第 4 位。

随着我国工业化进程的加速、产业结构的调整和升级,经济发展对高质量技能人才的需求不断扩大。然而,技能人才短缺已是不争事实,并日益严重,这已引起中央领导和社会各界广泛关注。

面对技能人才短缺现象,政府及各职能部门快速做出反应,采取措施加大培养力度,鼓励各种社会力量倾力投入技能人才培养领域。同时,社会上掀起尊重技能人才的热潮,营造出一个有利于技能人才培养与成长的轻松、和谐的社会环境。

为认真贯彻党的十六届五中全会精神和《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》,适应全面建设小康社会对高素质劳动者和技能型人才的迫切要求,促进社会主义和谐社会建设,江苏科学技术出版社特邀请上海市职业指导培训中心的有关专家组织编写了“21 世纪技工技能入门”系列丛书。

本套丛书的编写以企业对人才需求为导向,以岗位职业技能要求为标准,以与企业无缝接轨为原则,以企业技术发展方向为依据,以知识单元体系为模块,结合职业教育和技能培训实际情况,注重学员职业能力的培养,体现内容的科学性和前瞻性。

本书是根据《铸工国家职业标准》的初、中级技术工人等级标准及职业技能鉴定规范编写的。本书结合我国铸造生产的实际情况,以铸铁件黏土砂手工造型为主线,阐述了配砂、造型、合箱、熔炼、烧注和清理等铸造生产的主要过程,并简要介绍了铸铁件工艺设计、铸件缺陷分析和几种最常见的特种铸造工艺流程。本书从中、小型企业对技术工人应具有广泛的通用知识和全面技能的实际需求出发,本着少而精的原则,突出技术实用性和通用性。既能短期速成,又能循序渐进,基本上达到了初、中级铸工职业技能鉴定的要求。

本书图文并茂,形象逼真,通俗易懂,言简意赅,在众多铸工书籍中独具特色,适合机械工人上岗培训或作为在职技工的技能培训教材,也可作为初、中级铸工进行职业资格技能鉴定的指导用书。

因编者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

2007年6月

目 录

第一单元 铸造工艺基础知识	1
课题一 金属材料及热处理	4
一、金属材料的性能	4
二、热处理的基本知识	9
课题二 机械切削加工常识	23
一、常用机械切削加工方法	23
二、机械切削加工工艺常识	30
课题三 铸造工艺图的识读	35
一、铸造工艺符号及表示方法	35
二、铸造工艺图的识读	46
三、铸型装配图的识读	64
课题四 铸造生产技术管理	72
一、铸造生产的基本工序	72
二、生产技术管理	75
三、安全技术生产	83
 第二单元 铸造工艺设计	 92
课题一 冒口	92
一、冒口概述	92
二、冒口尺寸计算	92
三、冒口位置的确定	97
课题二 冷铁	99
一、外冷铁	99
二、内冷铁	104

课题三 浇注系统	107
一、浇注系统的类型及应用范围	107
二、浇注系统组成和作用、类型	117
三、浇注位置和分型面的选择	120
四、浇注系统设计	126
课题四 铸造工艺参数确定	129
一、铸件最小铸出壁厚	129
二、铸件最小铸出孔	130
三、机械加工余量与收缩率	133
四、铸件的临界壁厚	140
五、铸件壁的过渡和连接	140
六、浇冒口的切割余量	143
七、收缩肋	144
八、铸造外圆角与内圆角	146
九、起模斜度	149
十、砂箱中铸件数目的确定	152
十一、铸件在铸型中的冷却时间	153
 第三单元 砂型铸造	 155
课题一 概述	155
一、砂型的种类	155
二、砂型铸造的工艺流程	156
三、造型材料及型砂制备	156
四、造型和制芯	160
五、熔化与浇注	164
课题二 型(芯)砂的配制	164
一、型(芯)砂原材料性能及处理	164
二、型(芯)砂的配制及应用	177
三、涂料的组成与配制	195

课题三 造型	201
一、造型(芯)方法	201
二、手工造型方法	202
三、机器造型	212
四、砂箱造型工具介绍与安全技术	214
课题四 造芯	215
一、造芯的工艺措施	215
二、造芯方法	216
三、型芯的固定	219
课题五 砂型(芯)的烘干与合箱	220
一、烘干的原理与过程	220
二、烘干方法	222
三、合箱	223
课题六 浇注与落砂	224
一、浇注的准备与过程	224
二、落砂与清理	226
课题七 铸造工艺装备	229
一、模样	229
二、砂箱	231
三、芯盒	232
 第四单元 合金铸造	 236
课题一 合金铸造工艺特点	236
一、铸铁特点	236
二、铸钢特点	238
三、铸造铝合金和铸造铜合金	239
课题二 铸铁的熔炼	241
一、熔炼技术	241
二、冲天炉的概述与结构简介	250



三、炉料准备	256
四、冲天炉熔炼基本操作	260
五、炉况判断	263
六、故障排除	267
课题三 钢的熔炼	269
一、电弧炉结构与相关参数介绍	269
二、炼钢用原材料	275
三、铸造碳钢氧化法冶炼工艺介绍	277
课题四 铝和铜的熔炼	278
一、铸造铝合金的熔炼举例	278
二、铸造铜合金的熔炼举例	282
第五单元 特种铸造	286
课题一 熔模铸造	289
一、概述	289
二、模料的配制	292
三、制模工艺	301
四、制壳工艺	306
课题二 金属型铸造	312
一、概述	312
二、金属型铸造工艺	315
三、金属型的预热和上涂料	318
四、铸件的取出	322
课题三 压力铸造	324
一、概述	324
二、压铸用涂料	325
三、压力铸造过程	330
四、充填时间与持压时间	334
课题四 离心铸造	336

一、概述	336
二、离心铸造工艺过程	337
三、离心铸造设备	339
四、几种离心铸件的铸造工艺	342
课题五 陶瓷型铸造工艺	348
一、陶瓷型用的造型材料	348
二、石膏混合浆料的制备及灌浆	350
三、石膏型的制造工艺	353
第六单元 铸件缺陷分析与防止方法	357
课题一 孔洞产生与防止	357
一、气孔和针孔	357
二、缩孔与缩松	358
三、渣孔	359
课题二 夹渣与黏砂	359
一、夹渣	359
二、黏砂	360
课题三 变形与裂纹	361
一、热裂与冷裂	361
二、鼓胀	362
三、表面凹陷	362
四、渗漏	362

第一单元 铸造工艺基础知识

铸造生产是一种金属加工的方法,应用这种方法可以制成机器零件的毛坯、半成品甚至成品。

铸造过程是将熔化的金属或合金浇入已经制备好的铸型中,铸型的型腔与所需要零件的形状是一致的,因此从铸型中取出凝固、冷却后的金属或合金,就制成了所需要的零件毛坯,用铸造方法制成的零件毛坯称为铸件。

铸件的质量决定于金属或合金的铸造性能、铸件的铸造条件。因此,提高铸件质量、获得合格产品就成了广大铸造技术人员为之奋斗的目标。

铸造生产是机器制造中的头道工序,直接影响到整体机器的生产,在汽车、拖拉机、机床、飞机、船舶、工程机械设备等各种机器生产中都占有重要地位。据统计,在一般设备中,铸件质量占机械设备总质量的 50%~90%,一辆汽车中铸件质量占 40%~60%,一台拖拉机中铸件质量约占 70%以上,而一台机床中铸件占 70%~85%.....,可见铸造生产出的铸件在国民经济的各个部门都占有相当的比重。

铸件应用范围之所以十分广泛的另一原因是铸造生产与其他金属加工方法相比,具有如下优点:

① 铸造方法一般来说能够制造各种尺寸和形状复杂的零件毛坯,铸件尺寸可以从几毫米到十几米,质量可以从几克到几吨。

② 铸件的精度可以做到与所要求的零件尺寸十分相近,

可以大大减少加工量,甚至可免去机械加工,节约大量金属。

③ 用铸造方法可以生产因材料特性而用其他方法无法加工的各种合金铸件。

④ 报废铸件及其他金属废料均可回收再用,这既能节约大量原材料,还符合环保要求。

⑤ 成本低,生产周期短,既可满足单件小批量生产,也可实现大批量机械化生产。

⑥ 我国有充分的铸造原材料资源,有悠久的铸造生产历史和丰富的生产经验。

我国是个铸造大国,不但铸件产量居世界之首,而且也是铸造厂家最多、分布最广的国家之一。这源于我国铸造生产的悠久历史、丰富经验以及人数众多的铸造行业。随着国民经济的发展,铸造生产也蒸蒸日上,机械化程度不断提高,但在铸件生产水平、铸件品种等许多方面与先进国家相比还有不小的差距。从下面选自美国《现代铸造》杂志 1997 年底统计的世界 11 个国家与地区的铸件生产产量和铸造厂家数量,从中可以更好地了解这个差距。从表 1-1 可以看出,我国在铸件产量和厂家数量方面都占世界第一位。但在能代表一个国家铸造水平的有色合金铸件以及球墨铸铁铸件生产方面与先进国家相比还有相当大的差距(这是专家的分析结果)。如法国球墨铸铁产量占铸件产量的比例为 39%,美国为 28.5%,德国是 27.6%,而我国球墨铸铁产量仅占铸件产量的 14.1%;在铝合金铸件方面,法国为 10.2%,美国为 11.9%,德国为 13%,澳大利亚为 14.9%,而我国为 6%,在其他有色合金铸造品种、数量以及质量方面也存在差距。因此我国铸造生产还有加大投入、加快发展的重要任务。一个国家的基础工业发展了,必将推动相关工业的发展,铸造行业的技术人员和工人任重道远。

表 1-1 1997 年世界(11 个国家与地区)铸件产量(万吨)和铸造厂数量

序号	国名	铸件 产量	灰铁 件	球铁 件	可锻 铁件	钢铸 件	铝铸 件	铜铸 件	锌铸 件	镁铸 件	其他 铸件	厂家 数量	铸铁厂 (点)	铸钢厂 (点)	有色厂 (点)
1	美国	1 315	558.2	374.5	18.8	119.3	157	28.8	34.6	5	19.6	2 950	700	400	1 850
2	中国	1 108	687.6	456.4	35.4	145.4	66	9.6	7.6			11 000	6 000	2 700	2 300
3	日本	708.2	309.4	215.9	13.8	35.7	110.4	10.6	4.3		1.3	1 357	613	107	637
4	德国	412.0	205.4	113.6	4.9	17.7	53.7	8.2	7.2	0.8	0.5	710	280	60	370
5	印度	338.6	259.6	19.8	9.6	47.5		2.15				6 000	(未列)		
6	法国	243.4	101.5	95.5	0.96	14.2	24.8	2.4	4.0			477	173		304
7	意大利	224.4	112.6	31.2	0.35	8.0	50.1	12.5	9.1	0.46	0.14	398	267	31	100
8	韩国	155.5	88.1	43.4	4.45	13.5	3.63	1.84		0.44		740	412	104	224
9	英国	145.3	68.5	41.0	2.2	6.4	19.9	3.6	3.5	0.12		786	306	80	400
10	墨西哥	122.8	65.4	4.2	1.4	6.1	26.7	9.4	9.55			227	102	27	98
11	巴西	157.5	100.3	30.7	2.73	9.4	9.6	2.7	1.85	0.68		997	517	74	406



课题一 金属材料及热处理

在机器制造工业中,金属材料由于其所具有的物理、化学、力学性能及工艺特性,得到了广泛的应用。尤其是合金,由于其比纯金属具有更好的力学性能和工艺性能,成本一般比较低,应用得更为广泛。纯金属只有在为了满足机器上的某些特殊性能要求时,才考虑用来制造机器零件。

合金是以一种金属为基础,加入其他金属或非金属,经过熔合而获得的具有金属特性的材料。最常用的合金,有以铁为基础的铁碳合金,如碳素钢、合金钢、灰铸铁等;此外,还有以铜或铝为基础的铜合金和铝合金,如青铜、黄铜、铝硅合金、铝铜合金等。

用来制造机器零件的金属及合金,应具有优良的力学性能和工艺性能,较好的化学稳定性和物理性能。生产中,常通过对金属或合金进行热处理,以提高和改善其使用性能,满足机器零件或工具的多种要求。

一、金属材料的性能

1. 金属及合金的力学性能

金属及合金的力学性能是指受外力作用时所反映出来的性能,主要有:弹性、塑性、强度、硬度、冲击韧度和疲劳强度等。它是衡量金属材料极其重要的标志。

(1) 弹性和塑性

金属材料在外力作用下改变其形状和尺寸,当外力去掉后能恢复原始形状和尺寸的性能,叫做弹性。这种随着外力消失而消失的变形,叫做弹性变形。

金属材料在外力作用下,产生永久变形而不致引起断裂的性能,叫做塑性。在外力消失后留下来的这部分不可恢复的变形,叫做塑性变形。

金属及合金是一种既具有弹性又具有塑性的材料。其弹性和塑性的表现,常常是有条件的,在作用力达到某一定值以前,变形是弹性的,超过此值,变形是塑性的。

将金属材料制成如图 1-1 所示标准试样,在材料试验机上对其两端施加轴向静拉力 F ,试样产生变形。若将试样从开始直到断裂前所受的拉力 F ,与其所对应的伸长 Δl 绘成曲线,可得拉伸图。它反映金属材料在拉伸过程中的弹性变形、塑性变形直至断裂的全部力学特性。图 1-2 是普通低碳钢的拉伸图。

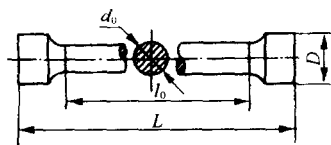


图 1-1 拉伸试样

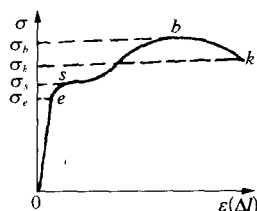


图 1-2 普通低碳钢拉伸图

拉伸图与试样尺寸有关。因此,常用应力 σ (单位截面上的拉力)和应变 ϵ (单位长度上的伸长量)来代替 F 和 Δl 。由此绘成的曲线叫做应力—应变图,它和拉伸图具有相同的形式。

从图 1-2 可知,当载荷未达到 e 点以前,试样只产生弹性变形。故为材料所能承受的、不产生永久变形的最大应力,叫做弹性极限。当载荷超过 e 点时,试样开始产生永久变形,即

塑性变形。当载荷继续增加到 s 点时,试样所承受的载荷虽不再增加,但仍继续产生塑性变形,图上出现水平线段,这种现象叫做屈服, s 点叫做屈服点。它是金属材料从弹性状态转向塑性状态的标志。当开始出现明显的塑性变形时的应力叫做屈服强度,常用 σ_s 来表示。有些金属材料在拉伸图中没有明显的水平线段,它的屈服点很难测定,通常规定产生 0.2% 塑性变形时的应力作为屈服强度,用 $\sigma_{0.2}$ 表示。当载荷继续增加至 b 点时,试样截面出现局部变细的缩颈现象,因为截面变小,载荷也就下降,至 k 点时试样被拉断。 b 点的拉力是试样在拉断前所能承受的最大载荷。

金属材料的塑性通常用伸长率来表示,即

$$\delta = \frac{l - l_0}{l_0} \times 100\%$$

式中 δ ——伸长率;

l_0 ——试样原长度(mm);

l ——试样受拉伸断裂后的长度(mm)。

金属材料的塑性也常用断面收缩率 φ 来表示,即

$$\varphi = \frac{A_0 - A}{A_0} \times 100\%$$

式中 φ ——断面收缩率;

A_0 ——试样原来的截面积(mm²);

A ——试样断裂后的截面积(mm²)。

δ 和 φ 愈大,则塑性愈好。良好的塑性是金属材料进行塑性加工的必要条件。

(2) 强度

强度是金属材料在外力作用下抵抗永久变形和断裂的能