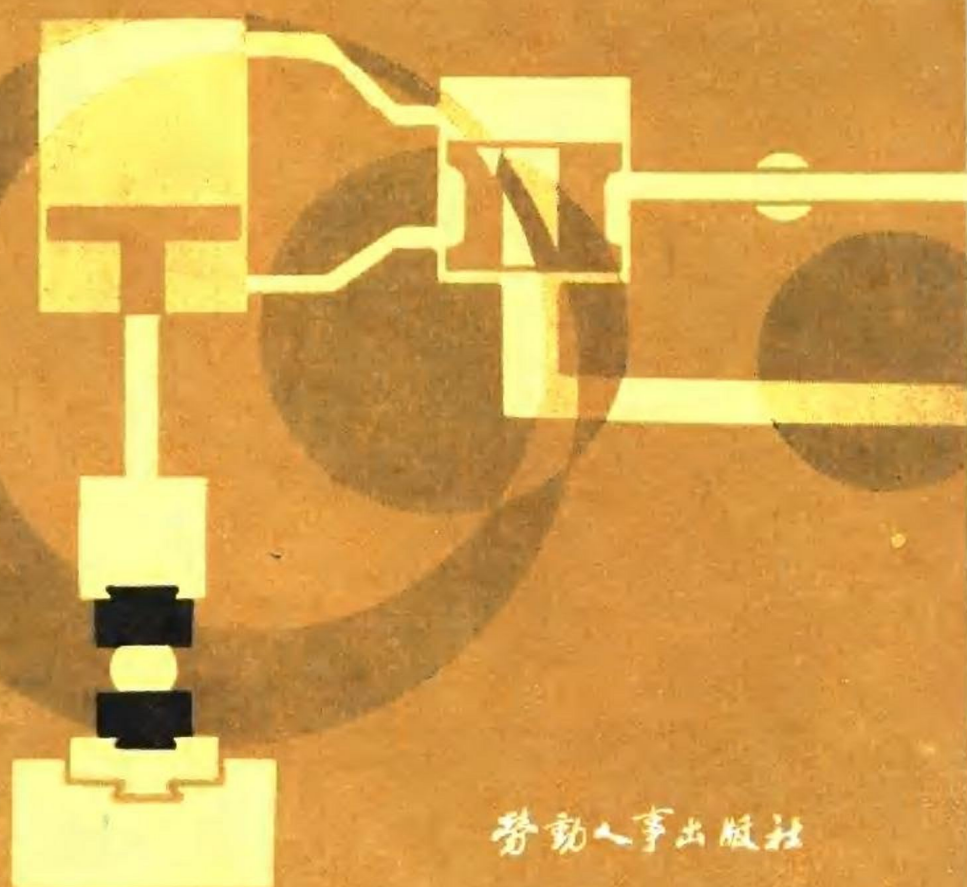


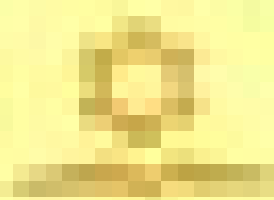


技工学校机械类通用教材

锻工工艺学

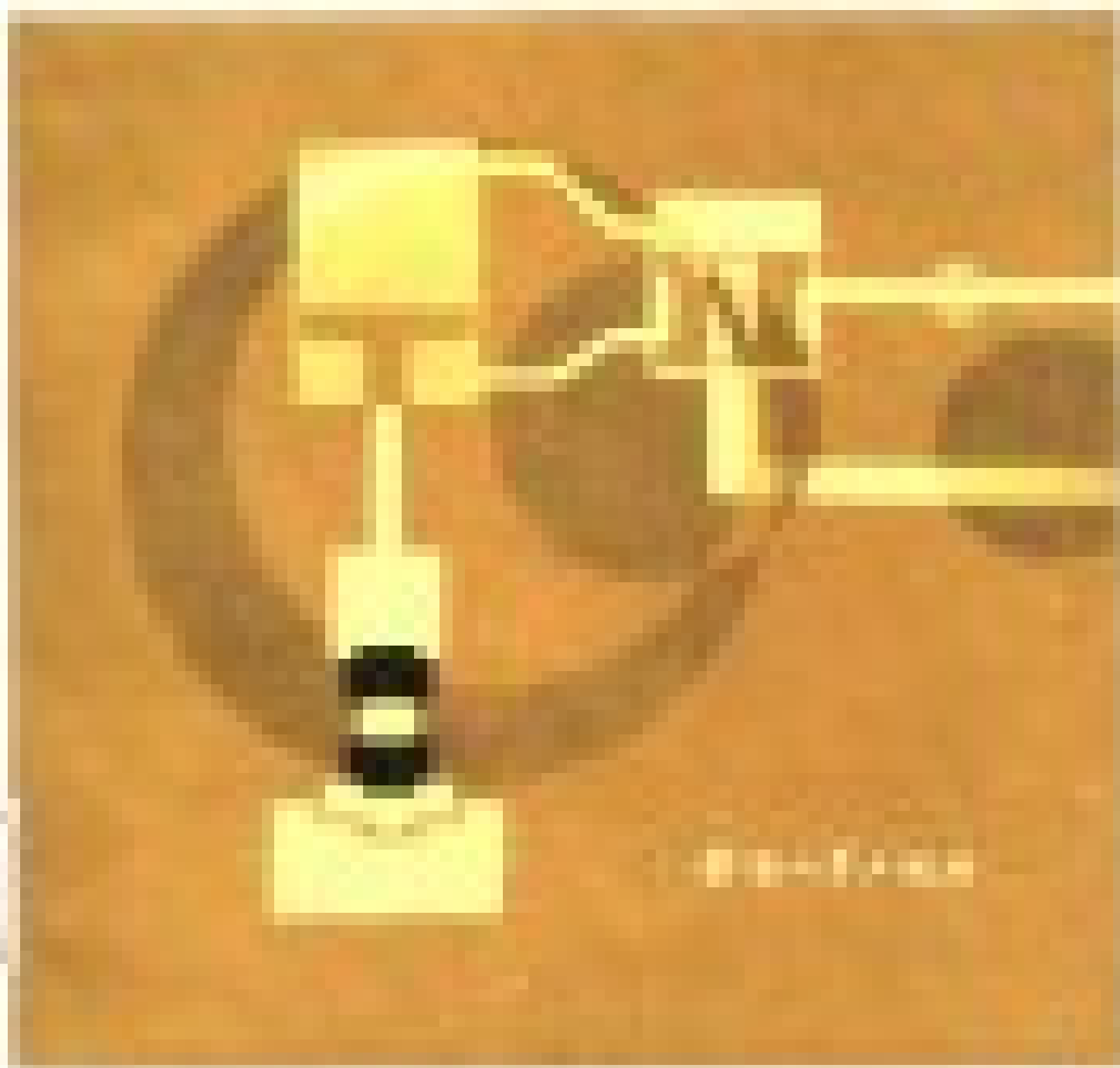


劳动人事出版社



教育部審定高中課程標準教科書

機工工藝學



本书是根据劳动人事部培训就业局审定颁发的《锻工工艺学教学大纲》编写，供技工学校招收初中毕业生使用的统编教材。

本书共十四章，主要内容包括：绪论、手工锻造、金属学与热处理知识、金属塑性成形的基本原理、锻造用钢和锻造前的准备工作、锻造金属的加热、自由锻造、锻件的冷却、热处理和质量检验、锻造设备和辅助设备、高合金钢与有色金属的锻造、锻工安全技术、自由锻造工艺规程、胎模锻造、模型锻造、新工艺与新技术等。

本书也可作为青工培训和职工的自学用书。

本书由杨承良、杨耀田、郭会光编写，杨承良主编；周天骥、徐天宝、施聘贤审稿，周天骥主审；郭和德、颜永年编辑加工。

锻 工 工 艺 学

劳动人事部培训就业局编

责任编辑 王绍林

劳动人事出版社出版

(北京市和平里中街12号)

冶金工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

787×1092毫米 16开本 27印张 674千字

1988年3月北京第1版 1988年3月北京第1次印刷

ISBN 7-5045-0104-2/TG·018 统一书号：15238·283

印数：1—17 750册 定价：5.00元

前 言

我局于一九八三年七月委托部分省、市劳动人事厅(劳动局),分别组织编写了适合初中毕业生使用的技工学校机械类通用工种各课程所需的教材。这次组织编写的有语文、数学、物理、化学、工程力学、公差与配合、机械基础、金属材料与热处理、电工学、机械制图(配套使用的有机械制图习题集)、车工工艺学(配套使用的有车工工艺学习题集)、车工生产实习、铣工工艺学、铣工生产实习、磨工工艺学、磨工生产实习、钳工工艺学、钳工生产实习、焊工工艺学、焊工生产实习、铆工工艺学、铆工生产实习、锻工工艺学、热处理工艺学、铸工工艺学、铸工生产实习、木模工工艺学、油漆工工艺学、机械制造工艺基础、工业企业管理、微电脑基础与应用(选学)等三十一一种。其中语文、数学、物理、化学、工业企业管理非机械类工种也可以选用。其他课程的教材,以后将陆续组织编写。

上述教材是按照党的教育方针,本着改革的精神组织编写的。在内容上,力求做到理论与实际相结合,符合循序渐进的要求,从打好基础入手,突出机械类技工学校生产实习教学的特点,密切联系我国机械工业的生产实际,并且尽量反映工业生产中采用新材料、新设备、新技术、新工艺的成就,以便使培养出来的学生,能够具有一定的文化知识,比较系统地掌握专业技术理论和一定操作技能。

本套教材也适合培训在职的中级技术工人使用。

这次组织编写教材的工作,由于时间比较紧促,经验不足,缺点和错误在所难免,希望使用教材的同志提出批评和改进意见,以便再版时修订。

劳动人事部培训就业局

绪 论

锻造工艺学是一门技术科学。它的任务是根据生产实际,应用金属塑性变形规律,制订合理的锻造过程,以保证锻件达到所需要的形状、尺寸、表面质量,并改善金属内部组织,提高锻件的机械性能和物理性能,从而达到生产效率高、成本低、经济效益好的目的。

锻造是一种历史悠久的金属加工方法。早在3300多年以前,已经使用锻造加工方法生产兵器。近代锻造生产已经是机器制造业的一个重要部门,例如:飞机上锻压件的重量约占85%,坦克上锻压件的重量约占75%,机车上锻压件的重量约占60%,汽车上锻压件的重量约占80%。一台拖拉机上就有560多种锻压零件;发电设备上的主轴、叶轮、护环、转子四大件都是锻件。就连日常生活中的许多用品,如锤子、钳子、刀子、剪子等,也都是通过锻造制成的。

1. 锻造生产的分类和特点

(1) 按锻造温度分类 根据金属锻造变形时的温度不同,可以分为热锻、温锻、冷锻和液态锻造四种。

热锻是目前应用最广泛的一种锻造方法,也是本书讲授的主要内容。

由于热锻消耗材料多,锻件尺寸精度差,表面粗糙,所以应用范围逐渐缩小。

冷锻、冷挤压锻件尺寸精确,表面光洁,强度高,容易做到少切削或无切削,所以应用范围越来越广泛。但是,受到模具和锻压设备吨位的限制,因此温锻便应时产生。温锻又叫半热锻,是将钢料加热到300~800℃之间进行锻造成形的一种新的锻造方法。特殊钢种和特殊锻件是将钢料加热到高温后速冷到300~800℃之间锻造成形。这种方法所需的变形力和设备吨位比冷锻时要小得多,是一种很有前途的锻造方法。

液态下锻造成形的新工艺目前正在推广应用。

(2) 按作用力来源分类 根据作用力来源可分为手工锻造、机械锻造、爆炸成形、磁力锻造、静液压成形、超声波润滑成形、悬浮式锻造等。

手工锻造是用手锻工具依靠人力在铁砧上锻打成形的。这种生产方法已有数千年的历史,因劳动强度大,效率低,质量差,目前在机器制造业中已不多用,仅用于修理和生产日常用品和小农具。

机器锻造,简称机锻,它是靠各种锻造设备提供作用力来锻造成形的。根据所用设备和工具的不同又可以细分为四类:

①自由锻造 是把加热好的金属材料放在自由锻锤或自由锻水压机的上下砧之间或简单的工具之间进行锻造成形,从而获得合格的锻件。

②模型锻造 是把加热好的金属材料放在固定于模锻设备上的模具内进行锻造成形,从而获得与模型形状一致的锻件。

③胎模锻造 是在自由锻造设备上用胎模生产锻件的一种锻造方法。

④特种锻造 是在专用锻造设备上或在特殊工具与模具内使金属坯料成形的一种特殊锻

造方法。

还有利用炸药爆炸成形、用电磁效应成形、利用静液压成形、利用超声波成形等。

2. 锻造生产的特点

锻造生产与铸造、焊接、切削加工等生产相比有以下特点：

- (1) 除成形外还能改善金属内部组织，提高金属的机械性能与物理性能。
- (2) 节约金属材料 and 切削加工工时。
- (3) 具有较高的劳动生产率。

(4) 有很大的灵活性。它可以锻制形状简单的方块、圆饼、圆轴，还能锻制形状复杂的不需要或只进行少量切削加工的齿轮、螺钉、螺母、叶片等锻件。它锻制小型锻件的重量还不到50克，锻制的大型锻件可以达到几十万千克。锻件有的可达到车削、铣削加工的精度与表面粗糙度，有的锻件可达到磨削加工的水平。可以单件生产，也可以大批量生产。可以用手工锻造，还可以用电子计算机辅助锻造。可以热锻，还可以冷锻。

3. 我国锻造生产的发展概况

锻造生产在我国已有悠久的历史。早在3千多年前，已能锻造兵器。1972年在河北藁城出土的商代铁刃就是证明。到了春秋时期，已能用渗碳、淬火等热处理生产许多宝刀、名剑等。例如山东滕县宏道院出土的汉代冶锻剑画像石，说明2000多年前我国已经有完整的锻造生产线。在陕西秦始皇陵兵马俑坑出土文物中就有三把合金钢锻制的宝剑。这也证明我国锻造生产的先进。在北宋沈括所著《梦溪笔谈》中，已有青堂羌族子甲的锻造方法的记载。其中“比元厚三分减二乃成”的变形定律，是世界上最早阐述金属锻造成形理论的。

解放前，锻造生产非常落后，全国基本上采用手工锻造，仅少数造船厂、兵工厂、机器制造工厂装有小吨位的锻锤，只能生产一些简单的锻件。工人的劳动条件极为恶劣，劳动强度极为繁重。在设备制造方面仅能制造一些小吨位的简单的锻造设备。

解放后，建立了自己的锻造生产基地，安装了5000~120000千牛的自由锻造水压机，60千克力至5000千克力的自由锻锤，16000千克力以下模锻锤系列，300000千牛模锻水压机，80000千牛以下系列的热模锻压力机以及16000千牛以下各种摩擦压力机，630千牛米对击锤，20,000千牛平锻机，40,000千牛精压机，扩锻机等多种多样的新设备。能生产电站设备中的转子、护环、叶轮、主轴、叶片；汽车上所有的锻件；又能锻造大型纯铁、不锈钢、耐热钢、高速钢等锻件；还能锻造飞机上的有色金属锻件。总之，我国现在基本上已可生产四化建设所需要的各类锻件。

为了减轻锻工劳动强度，改善劳动条件，提高生产效率，我国已自行设计制造了锻造操作机和装出料机以及其他机械化设备。

但是，我国锻造生产水平与先进国家相比还有一定差距。例如：先进国家模锻件已占全部锻件的80%左右，而我国仅占26%左右。国外先进国家已广泛采用电加热并建立了数百条自动生产线，尤其在管理方法、材料、能源消耗、经济效益等方面的差距就更大了。

4. 我国锻造生产的发展方向与任务

我国锻造生产的发展方向首先是实行专业化生产，提高锻件的质量，增加锻件品种，降低成本，提高经济效益。有条件时应用电子计算机，组成自动化生产线。

我国锻造行业目前的主要任务

- (1) 改进管理，降低成本，提高经济效益。

- (2) 实行行业联合, 实行专业化生产, 提高模锻件生产的数量与比例。
- (3) 改造现有冶炼设备, 增加新冶炼设备, 改进冶炼工艺, 采用新技术, 提高钢锭、钢材、有色金属的质量。
- (4) 增添新钢种、新品种, 满足四化建设的需要。
- (5) 根据能源条件, 大力发展煤气加热。尽可能采用电能等先进的无氧化、少氧化加热。
- (6) 大力推广精锻、冷锻、冷挤压、温锻、轧锻等少、无切削新工艺。
- (7) 进一步减轻锻造工作人员的劳动强度, 改善劳动条件与环境。
- (8) 采用先进的机械化与自动化设备与仪表, 推广电子计算机辅助设计和辅助锻造。

5. 锻造工艺学的任务和主要内容

中级技工锻造工艺学的任务是使学生通过学习, 掌握中级技术锻工“应知”的技术理论和工艺知识; 具有对典型零件锻造工艺分析和必要的计算能力; 明确自由锻锤、自由锻造水压机和它们相应的辅助设备的性能、结构、传动关系和调整、维护、保养方法。并要懂得胎具、模具、工具的结构、设计方法和正确使用和维护、修理的方法。会查阅有关技术手册、资料, 有编制中等复杂程度锻件的变形工艺规程的知识, 了解新材料、新工艺、新技术、新设备及锻造行业发展概况。具有设计简单工艺装备的能力。

课程的主要内容

- (1) 手工锻造知识。
- (2) 金属学与热处理知识。
- (3) 金属塑性变形基本原理知识。
- (4) 锻造材料和锻造前的准备工作。
- (5) 锻造材料的加热, 锻造温度的确定, 锻造加热规范与加热设备的知识。
- (6) 自由锻造基本工序的操作方法和规则。
- (7) 锻件的冷却、热处理、检验的方法。
- (8) 锻造设备、辅助设备与工具。
- (9) 高合金钢和有色金属锻造。
- (10) 自由锻造工艺规程编制和安全技术的知识。
- (11) 胎模锻造和模型锻造知识。
- (12) 新工艺和新技术知识。

6. 锻造工艺学学习方法

锻造工艺与生产实践有着十分紧密的联系。“锻造工艺学”是直接为生产服务的一门科学技术, 实践性很强, 仅有课堂教学是远远不够的, 所以, 应该强调理论联系实际。在讲授时应注意以下几点:

- (1) 应按教学要求掌握主要内容, 突出重点, 贯彻精讲多练的精神。
- (2) 加强直观教学, 充分运用教具, 逐步应用电化教学并根据条件作一些机械性能与金相试验。
- (3) 根据教学内容的需要, 可以组织现场教学和参观工厂。学锻造设备一章尤应到工厂看看增加感性知识。
- (4) 结合实习的实际情况, 经常对学生进行安全技术和文明生产的教育。

(5) 经常深入车间、工地，与实习教师联系，了解学生实习情况和运用理论知识能力，对存在的问题与学生理论联系实际的经验加以整理、归纳、研究，以充实备课内容。

(6) 要考虑各学校的行业特点，可以压缩对本行业无关的内容，增加补充与行业有关的内容。例如：重型机械行业可以增加大型自由锻造的内容，压缩模型锻造的内容。汽车、拖拉机行业应该增加模型锻造与新工艺、新技术的内容，压缩自由锻造的内容。但不论什么行业，基本知识均应予以保证，不能压缩。

目 录

绪 论	1
第一章 手工锻造	1
§ 1.1 手锻工具	1
§ 1.2 掌钳和打锤	4
§ 1.3 手锻炉及其加热	5
§ 1.4 手工锻造的基本工序操作法	6
习 题	11
第二章 金属学与热处理知识	12
§ 2.1 金属机械性能的基本知识	12
§ 2.2 金属的晶体结构	17
§ 2.3 金属的结晶	19
§ 2.4 状态图和铁碳合金	21
§ 2.5 金属材料组织结构与性能的关系	25
§ 2.6 热处理的基本知识	26
§ 2.7 钢的分类及牌号表示方法	29
习 题	36
第三章 金属塑性成形的基本原理	36
§ 3.1 塑性变形时力和变形的概念	38
§ 3.2 金属的加工硬化和软化过程	44
§ 3.3 金属塑性和变形抗力	48
§ 3.4 金属塑性成形时摩擦与润滑	55
§ 3.5 塑性成形的基本定律	57
§ 3.6 金属在锻粗、拔长、冲孔时的变形	58
§ 3.7 热变形对金属组织和性能的影响	62
习 题	66
第四章 锻造用钢和锻造前的准备工作	67
§ 4.1 钢锭的结构、缺陷及其规格	67
§ 4.2 钢坯的种类和缺陷	69
§ 4.3 锻造材料的准备	72
习 题	76
第五章 锻造金属的加热	77
§ 5.1 加热对钢的影响	77

§ 5.2	加热产生的缺陷及其防止方法	80
§ 5.3	钢的锻造温度范围	85
§ 5.4	钢的加热规范	87
§ 5.5	加热温度的测定	92
§ 5.6	燃料及其燃烧	94
§ 5.7	锻造加热设备及其使用	96
习 题		112
第六章	自由锻造	113
§ 6.1	自由锻造的工具和辅具	113
§ 6.2	自由锻造的基本工序	128
§ 6.3	自由锻造工艺方案的拟定	144
习 题		157
第七章	锻件的冷却、热处理和质量检验	159
§ 7.1	锻件的冷却	159
§ 7.2	锻件的热处理	163
§ 7.3	锻件的缺陷	167
§ 7.4	自由锻件的质量检验	169
习 题		171
第八章	锻造设备与辅助设备	173
§ 8.1	空气锤	173
§ 8.2	蒸汽—空气自由锻锤	181
§ 8.3	自由锻造水压机	187
§ 8.4	锻造设备的维护和保养	193
§ 8.5	锻造车间的辅助设备	195
习 题		204
第九章	高合金钢和有色金属的锻造	207
§ 9.1	高合金钢的特点	207
§ 9.2	高速钢的锻造	209
§ 9.3	不锈钢锻造	217
§ 9.4	耐热合金锻造	221
§ 9.5	铝合金锻造	223
§ 9.6	铜合金锻造	226
习 题		231
第十章	锻工安全技术	233
§ 10.1	锻造车间事故发生的原因	233
§ 10.2	锻造车间的一般安全规则	235
§ 10.3	锻造车间安全操作规程	235
习 题		238
第十一章	自由锻造工艺规程	240

§ 11.1	编制自由锻造工艺规程的基本规则	240
§ 11.2	绘制锻件图	241
§ 11.3	确定钢锭和坏料的重量和规格	247
§ 11.4	合理选用锻造工艺方案	258
§ 11.5	选择锻造设备与工具	265
§ 11.6	确定火次、加热、锻后冷却及热处理规范	266
§ 11.7	确定锻件类别、制定工时定额、填写工艺卡片	267
§ 11.8	编制锻造工艺规程示例	273
习 题		291
第十二章	胎模锻造	293
§ 12.1	胎模锻造的特点	293
§ 12.2	胎模种类及应用范围	293
§ 12.3	胎模锻件图的制定	296
§ 12.4	胎模锻造工艺方案的选定	306
§ 12.5	胎模设计	308
§ 12.6	设备吨位的选择	322
§ 12.7	胎模的制造、使用和维护	323
§ 12.8	胎模锻造工艺实例	325
习 题		334
第十三章	模型锻造	336
§ 13.1	模锻工艺的特点	336
§ 13.2	常用模锻设备及其维护保养	338
§ 13.3	锤上模锻	344
§ 13.4	切边、冲孔、校正、冷却	366
§ 13.5	锻件的清理	368
§ 13.6	锻件的缺陷与检查验收	371
§ 13.7	锻模的使用与维修	375
§ 13.8	热模锻压力机上模锻	376
§ 13.9	摩擦压力机上模锻	379
习 题		381
第十四章	新工艺与新技术	383
§ 14.1	精密模锻和精锻	383
§ 14.2	冷锻与温锻	387
§ 14.3	粉末冶金锻造与其他特殊锻造	389
§ 14.4	锻件余热热处理	393
习 题		395
附 录		396

第一章 手 工 锻 造

手工锻造是历史悠久的锻造方法，它完全凭借人力使用一些简单工具来进行锻造。这种锻造方法虽然较落后，但由于它所需用的工具和设备极简单，工作场地灵活机动，故在没有使用锻造机械的地方有时仍然采用。

§ 1.1 手 锻 工 具

手锻工具按其用途可分为：支承工具(如铁砧)；打击工具(大锤、手锤)；成形工具(如冲子、捺子)；夹持工具(如钳子)；量具(如直尺、卡钳)。现将常用的几种工具简介如下：

1. 铁砧

铁砧的用途是支承被锻造的坯料和固定成形工具的下半部分(如下型锤)。铁砧由铸钢或铸铁制成，其重量一般为 100~150 千克。

铁砧的形式有：羊角砧、双角砧、球面砧和花砧等，如图 1.1 所示。

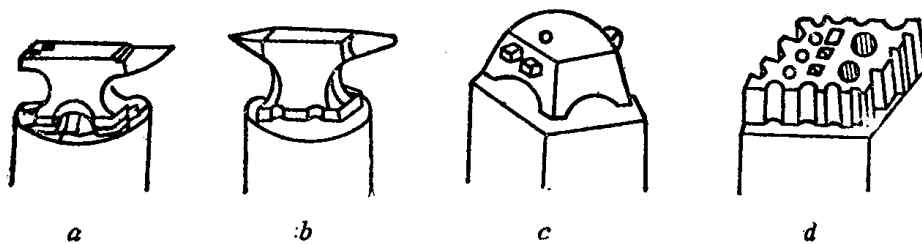


图 1.1 铁 砧

a—羊角砧 b—双角砧 c—球面砧 d—花砧

2. 大锤

大锤一般可分为直头、横头和平头三种，如图 1.2 所示。大锤的重量一般为 8~16 磅(习惯称法)。

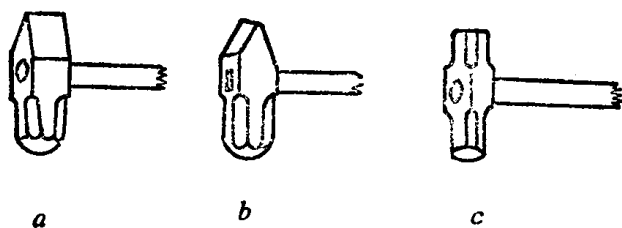


图 1.2 大 锤

a—直头 b—横头 c—平头

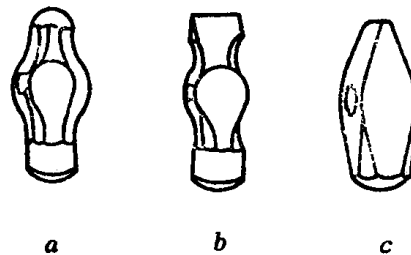


图 1.3 手 锤

a—圆头 b—直头 c—横头

3. 手锤

手锤通常有圆头、直头和横头三种(图 1.3),其中圆头用得较多。手锤的重量约为 1.5~2

磅（习惯称法）。在配合抡打时，手锤主要用来指示大锤的打击一落点和轻重，而不作为变形工具使用。

4. 平锤

平锤用于修整锻件的平面和对锻件进行压扁。平锤按其锤面形状可分为方平锤、窄平锤和小平锤三种，如图 1.4 所示。

5. 型锤

型锤主要用来卡脖压槽，有时也用来加快拔长或增宽工序的进行。型锤分上下两个部分（图 1.5），上型锤装有大柄，供握持用，下型锤带有方形尾部，用以插入砧面上的方孔内使之固定。

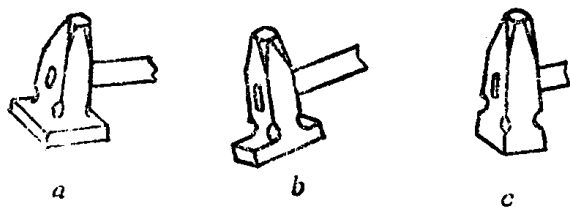


图 1.4 平锤

a—方平锤 b—窄平锤 c—小平锤



图 1.5 型锤

6. 摔锤

摔锤（夹锤）用于摔圆和修光锻件的外圆面。摔锤也和型锤一样，分成上下两个部分，如图 1.6 所示。

7. 冲子

冲子用于冲孔。根据孔的形状，可将冲子的头部做成各种所需截面。为了冲孔后便于从孔内取出冲子，任何冲子都必须作成锥形。图 1.7 所示是一种常用的圆冲子。

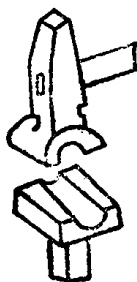


图 1.6 摔锤



图 1.7 圆冲子

8. 剃子

手锻用的普通剃子（凿子）有冷、热剃子两种。两者的区别主要在于刃部的形状不同（图 1.8b.c），冷的粗短，刃口厚而钝，其刃部倒角约为 $45^\circ \sim 60^\circ$ ；热的细长，刃口薄而锐利，刃部倒角约 30° 左右，但有时并不做成角度，只是直接将刃部做成 1.5~2 毫米宽的平口刃。此外，还有用来剃圆头的圆弧剃和切除边角的单面剃，如图 1.8e.f 所示。

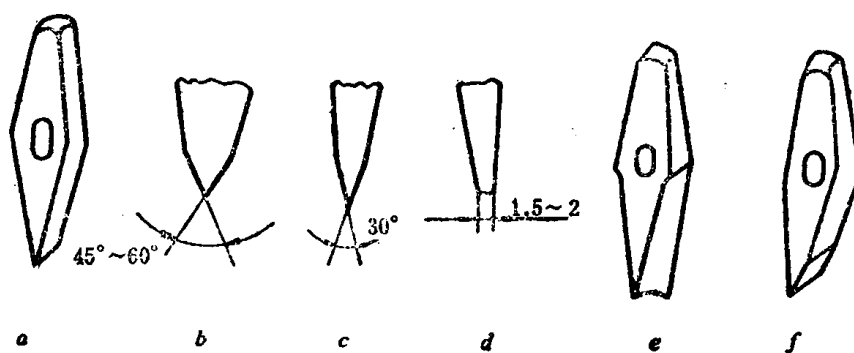


图 1.8 刮子

a—普通刮子 b—冷刮子刃部形状 c—热刮子刃部形状 d—平口刃热刮子 e—圆弧刮 f—单面刮

以上所述工具的制造材料，除了铁砧已作说明外，其余一般都采用碳素工具钢T7、T8。

9. 钳子

手锻钳的形状是多种多样的，图1.9列举了几种常用的钳子。

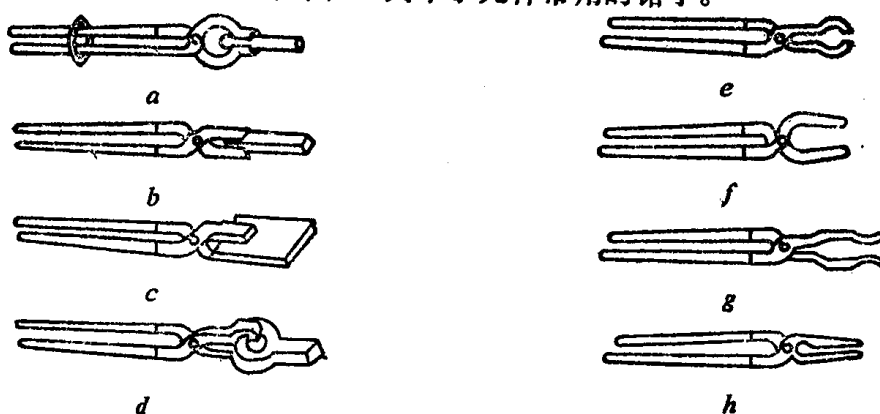


图 1.9 钳子

a—圆钳子 b—方钳子 c—扁钳子 d—方钩钳子 e—圆钩钳子 f—大尖口钳子
g—小尖口钳子 h—圆尖口钳子

钳子一般用A4或40钢锻成。如果钳子截面尺寸和刚性过大，材料强度过大，使用时震动就较剧烈；反之钳子容易发生变形而失去必要的夹持力。因此，必须正确地选用钳子的制造材料和正确设计截面尺寸。

手锻用的钳子，其杆部长度一般为500~800毫米。

10. 量具

手锻常用的量具有直尺和卡钳。

直尺（图1.10）常用的有150、300、500和1000毫米等规格的钢板尺。

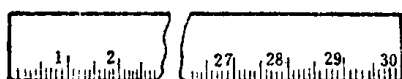


图 1.10 直尺

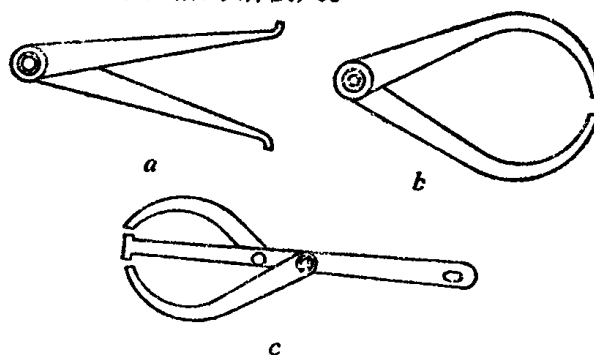


图 1.11 卡钳

a—内卡 b—外卡 c—双卡

卡钳（图1.11）有内卡、外卡和双卡三种。由于双卡可同时测量两种尺寸，使用较简便，故采用普遍。

§ 1.2 掌钳和打锤

1. 掌钳的方法

掌钳时，首先要站正位置，人与铁砧要保持一定距离，然后用左手掌钳翻动坯料，右手操锤指示大锤的打击。正确的姿势是：左脚向前迈出半步，上身稍向前倾斜，眼注视工作物；左手握在钳杆中部，随时掌握好钳位的高度，使坯料始终平稳地放在砧面上。必须强调指出，在进行锻打时，不得任意将坯料强行抬高或压低，否则，轻则坯料被打弯并震疼手掌，重则造成“跳钳”或脱钳的伤人事故。

在锻造过程中，掌钳者需不断地翻转和移动坯料。不同的翻转方向，有不同的握钳方法。图1.12所示为翻料时的几种握钳方法。

2. 手锤的打法

根据打锤时使用活动关节的不同，手锤的打法可分为手挥、肘挥和臂挥三种，如图1.13所示。

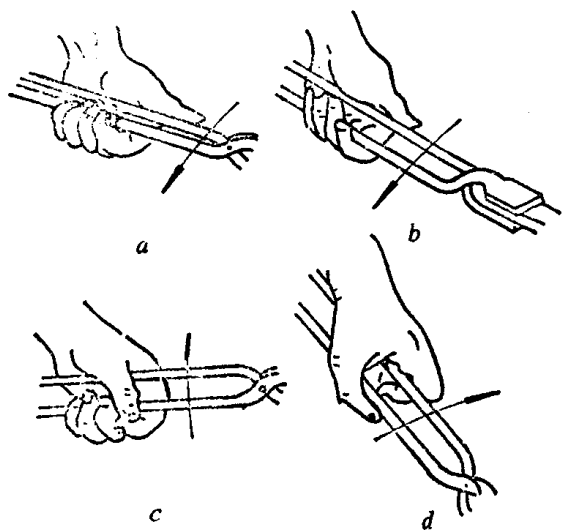


图 1.12 翻料时的几种握钳方法

a—向内侧翻转90° b—向内侧翻转180°
c—向外侧翻转90° d—向外侧翻转180°

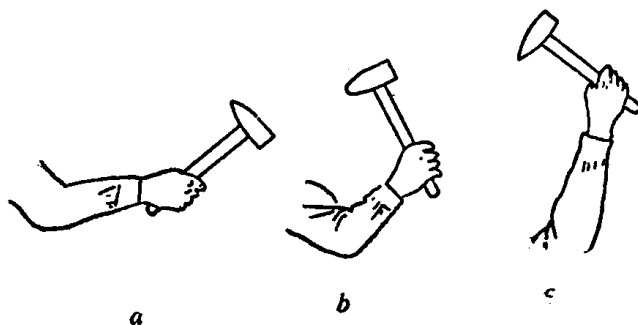


图 1.13 手锤打法

a—手挥 b—肘挥 c—臂挥

手挥：只有手腕的运动，打击力不大。

肘挥：手腕和肘部协同用力，同时作用，锤击力较大，运用面最广。

臂挥：手腕、肘部和臂部一起运动，用这种打锤法比较费力，也不易掌握，但锤击力最大。

在锻造过程中，掌钳工常用手挥和肘挥打锤法来指示或配合大锤的打击，而臂挥的打锤法一般仅用于修整锻件。

3. 大锤的打法

大锤有抱打，抡打和横打等打法。打锤时打击是否准确、有力，这与打锤姿势和握柄方

法有直接关系。现将各种打锤法的基本要点简述于下：

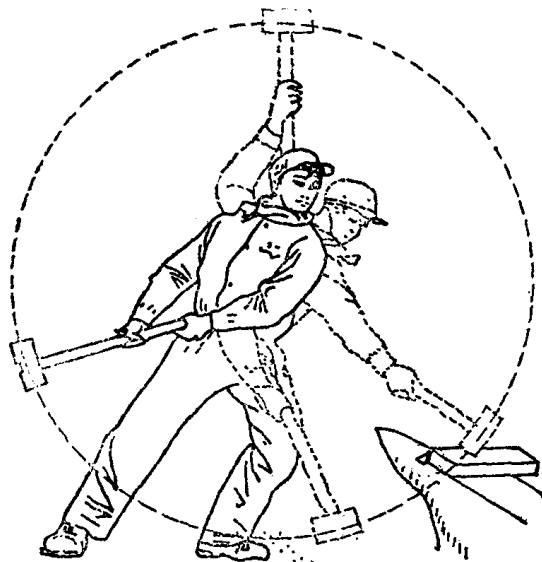


图 1.14 抡打时的姿势

(1) 抱打 抱打时人应平稳地站立在铁砧的斜前方，右脚向前迈出半步，右手握在锤柄的中间处，左手紧紧握住柄端，身体保持舒展自如状态，使全身既不易疲劳又便于用力。然后，将锤举至后方，并使上身微向后弯，瞬息后，右手用力按锤，并随着锤头向下运动逐渐加大按锤力量；左手控制锤头的打击位置，这样使锤头迅猛而准确地打击在坯料上。如在打击坯料的瞬时，能机敏地利用其弹跳力，则举锤会轻易得多。

(2) 抡打 抡打法的特点是：速度快，锤击力大。因此，手工锻造常用此法打锤。

抡打时，左脚在前，脚尖对着工作物；右脚在后，并与左脚约成直角；左手紧紧握住锤柄的末端，右手握在离左手约为柄长的 $1/4$ 处。然后，将锤头从前下方向身后抡起。当锤头抡至正上方时，右手着力向下按锤，并随着锤头向下的回转逐渐加大按锤力，同时右手从柄上滑至左手旁。图1.14所示为抡打过程中锤头在各个位置时的姿势。

(3) 横打 当锤击面处于垂直位置时，就必须采用横打法打锤。

横打可分水平横打和过肩横打两种。前者锤头的运动路线为一水平圆弧，打击目标较易掌握；过肩横打，锤头作空间曲线运动，锤击力较大，比较不易掌握。

横打时的站立姿势和握柄方法，基本上同抡打法。

§ 1.3 手 锻 炉 及 其 加 热

手锻炉又称明火炉或红炉。顾名思义，手锻炉就是适合手工锻造用的一种炉子，有时也用于长型锻件的局部加热。

手锻炉的形式较多，根据一般的分类方法有：开式和闭式，单火眼（单室）和双火眼（双室），可移式和固定式等。但它们的基本结构均由炉膛、烟囱、送风装置及其他辅助装置构成。

图1.15所示是手锻炉的结构简图。煤燃烧时所需的空气由鼓风机经风管从炉篦下方进入煤层。煤由前炉门添入，加在炉篦上。在炉篦的右侧有一平台可堆放煤块或坯料。后炉门一般都和炉篦相对，以便出渣和加热长杆或轴类锻件时外伸之用。烟囱大多和炉膛连成一体，也有在炉膛和烟囱之间增设一个铁皮烟罩。

图1.16所示为简易可移式手锻炉。其特点是体积小、移动灵活、使用方便，故这种炉子适用于修理零活或临时性加热。

手锻炉的优点是：结构简单容易砌造，并可作成活动的，不用时可移至他处，适应性强，易于实现局部加热。此外，升温 and 停炉也都较简易，使用非常方便。因此，手锻炉在目前的中小型工厂中应用较为普遍。

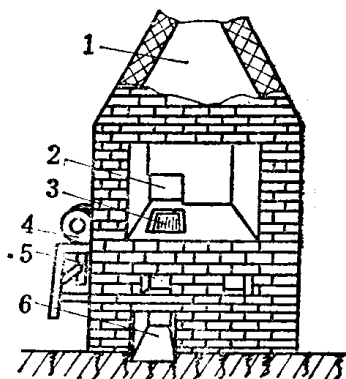


图 1.15 手锻炉的结构简图

1—烟囱 2—后炉门 3—炉篦
4—鼓风机 5—火钩槽 6—灰坑

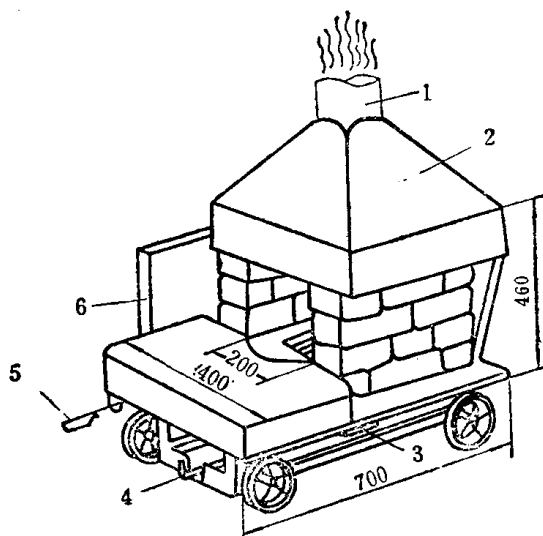


图 1.16 简易可移式手锻炉

1—烟囱 2—烟罩 3—炉底灰渣斗 4—清渣拉杆
5—风闸 6—鼓风机挡板（鼓风机在后面）

手锻炉的缺点是：加热质量差，燃料消耗较高，劳动生产率很低。

手锻炉使用的燃料一般多为焦灰，也可用烟煤。

在手锻炉上加热时，常见的弊病是坯料加热温度不足，受热不均匀和烧毁等。为了防止这些弊病，在加热操作时必须注意下列几点：

- (1) 坯料要放置得当，在坯料下面应有足够厚度的煤层，以免与冷空气相接触。
- (2) 在加热过程中，要经常翻转坯料，添煤要勤而量要少，透炉、清渣要适时。
- (3) 坯料一经达到所需温度后，应及时出炉锻造，避免留炉时间过长。

钢料的锻造温度范围可参考第五章。

§ 1.4 手工锻造的基本工序操作法

尽管有些锻件的形状很复杂，但它们的工艺过程均由几种基本工序所组成。手工锻造和机器锻造一样，有拔长、切割、镦粗、冲孔、弯曲、扭转等基本工序，另外，锻接也是手工锻常用的一种工序。现将这些工序的操作方法分述于下：

1. 拔长

使坯料横截面减小，长度增加的锻造工序称为拔长。它常用于锻造轴类、拉杆等零件。

拔长可直接用大锤或手锤（小锻件）在铁砧上进行。拔长时需将坯料不断绕轴心线翻转，其翻转方法有反复90°翻转和沿螺旋线翻转两种，如图1.17所示。采用沿螺旋线翻转的优点是变形和温度变化都比较均匀，但操作不如反复翻转方便，故一般仅用于锻造塑性较差的钢料（如工具钢等）。

为了加快拔长的速度，可用型锤（图1.18）或将坯料放在砧角上进行延展（图1.19）。

有时需要增大坯料的宽度使其厚度减小，可用型锤从坯料的轴线开始分别向两边移动，促使金属作横向的流动（图1.20）。坯料经拔长或增宽后，都必须用平锤加以修平整直。

2. 切割

切割是把坯料切断或部分地割开、切除的锻造工序。