



锻件生产技术丛书

中国锻压协会 编著

锻造加热与热处理 及节能环保

论述了锻造加热和热处理基础理论,详细叙述了对锻造余热利用和非调质钢应用;同时,论述了锻造企业节能和环保。提供了改善锻件金相组织、提高锻件力学性能及节能和环保方法,列举了许多应用实例。



国防工业出版社

National Defense Industry Press

锻件生产技术丛书

锻造加热与热处理 及节能环保

中国锻压协会 编著

国防工业出版社

• 北京 •

内 容 简 介

本书介绍了四个方面的内容:一是介绍金属材料加热对锻件组织性能影响,加热易产生缺陷以及加热规范制定;二是介绍锻件如何通过热处理改善金相组织和提高力学性能,另外,还详细介绍了中小锻件热处理种类及锻造余热利用,推广应用非调质钢;三是介绍锻造企业能源管理和节能降耗各种技术措施;四是介绍锻造车间振动和噪声控制。每项内容既详细介绍基本理论,更是列举大量的应用实例,理论和实践相结合。使读者容易理解,并能很快地掌握和应用于企业,为企业产生经济效益。

本书内容实用,语言通俗,图文并茂。既适合初学者快速入门,还可作为锻造工程技术人员在技术改进时参考,也可作为高等院校师生在作锻造课时参考。

图书在版编目(CIP)数据

锻造加热与热处理及节能环保/中国锻压协会编著. —北京:
国防工业出版社, 2010. 6

(锻件生产技术丛书)

ISBN 978-7-118-06834-4

I. ①锻… II. ①中… III. ①锻造-加热②锻造-热处理
③锻造-节能 IV. ①TG31

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 091937 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京嘉恒彩色印刷有限公司

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 27 字数 617 千字

2010 年 6 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 110.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422 发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535 发行业务:(010)68472764

《锻件生产技术丛书》组织机构

策划与出版委员会

主 任 张 金
委 员 韩木林 齐俊河 纪 宏
秘 书 长 白玉冰

顾问委员会

名誉主任 何光远 李社钊
主 任 缪文民
副 主 任 蔡 墉 杜忠权
委 员 (以姓氏笔画为序)
王仲仁 王晓燕 阮雪榆 孙友松 杜豪年
李成功 李永堂 宋玉泉 周义刚 胡正寰
侯哲平 徐华东 聂绍珉 夏巨湛 夏汉关
栾新民 曹春晓 曾凡昌 谢 谈 潘祖武

编写委员会

主 任 王乐安
副 主 任 高 新 赵一平
委 员 (以姓氏笔画为序)
王乐安 白玉冰 周 杰 赵一平 胡亚民
高 新 章立预 蔡建明

《锻造加热与热处理及节能环保》 编委会

主 编 赵一平

编 委 (以姓氏笔画为序)

尹学军 史 竞 李胜川 宋湛萍 张俊恩

赵一平 胡大勇 顾教有 高星亮 崔建洲

主 审 曾凡昌

总 序

锻压行业的同仁们,期盼已久的第一套《锻件生产技术丛书》终于出版了!这是中国锻压协会、中国锻压行业一项具有开创性的工作!

随着中国经济的发展,锻压概念无论是内涵还是外延都得到了巨大的发展。中国锻压协会涵盖的锻压不仅仅是锻造与冲压的总和,还包括了钣金、金属制作和其他塑性成形有关的工业领域。锻压是制造业的重要基础工艺,在国民经济和国防建设中具有重要作用与地位。

由于受“工艺性”行业观念的影响,锻压行业一直没有受到制造业界的足够重视,行业生产技术文献少的可怜,更没有一套系统地对行业技术进行总结、研究和展望的著作。基于这样的情况,中国锻压协会根据国内锻压行业发展的迫切需要,筹备出版系列锻压行业生产技术丛书。

经过多年的策划,2007年起邀请90余位专家、学者和工程技术人员历时两年多编撰了这部十册约700余万字的《锻件生产技术丛书》。在未来几年内,中国锻压协会还将组织编撰出版有关冲压、钣金与金属制作方面的生产技术丛书。

《锻件生产技术丛书》在继承前人的科研成果和生产经验基础上,以金属塑性变形理论为指导,借助数值和物理模拟技术,挖掘工艺、设备和相关边缘技术的潜力,为企业实现高效、精密和低成本地生产优质锻件、提升企业的市场竞争力和可持续发展服务。本丛书以其实用性、先进性和前瞻性对从事锻造技术科研、生产和教学的工作者有参考价值和引导作用,本丛书特别适于用作培养年轻锻造技术人员的教材。

在这套丛书出版之际,谨向所有参加编撰辛勤工作的专家、学者和工作人员,致以衷心地祝贺和感谢!

中国锻压协会



2009年8月于北京

序

在全球化的大潮中,恰逢改革开放 30 周年,业已成为世界制造业大国的我国,作为机械制造基础的锻造工业正面临着迈入“世界大国”行列的挑战和机遇。面对挑战并能抓住这个机遇的诸多关键因素之一应为是否拥有足够且胜任锻造技术的人员。

为了适应向社会主义市场经济转轨和发展的需要,我国的大学教育方针早已从 20 世纪 50 年代开始实行的专才教育变为通才教育,此种改变无疑为大学毕业生打下较为宽广的知识基础,并为其创造多种多样的就业机会;但也造成他们中间多数人在走上工作岗位时缺乏必要的较为深入的专业知识,从而需要进行短期培训以充实应对生产的迫切需要。

上述情况使我国锻造企业历来缺乏人才储备的状况而更加严重。中国锻压协会有鉴于此,决定聘请 90 余位既富基础理论、又富实践经验且长期工作在锻造科研、生产和教学第一线的专家们编撰这部《锻件生产技术丛书》,以纾企业燃眉之困。

本丛书立足于锻件生产实际,从锻件材料所固有的“锻造工艺性能”和反映设备动力学和结构特征的“设备使用特性”切入,按照“锻件(材料、参数)”、“工艺(参数)”和“设备(使用特性)”三者锻件生产过程中相克相成的关系,介绍各种锻造设备和锻造工艺的特点、原理、应用范围及其发展前景,并列举众多典型实例以为佐证。

本丛书共分十册,包括《金属锻造原理》、《锻造工艺模拟》、《自由锻造》、《模锻工艺及其设备使用特性》、《冷锻与温锻》、《特种锻造》、《特种合金及其锻造》、《汽车典型锻件生产》、《锻造模具与润滑》和《锻造加热与热处理及节能环保》。

本丛书的主要特点有:

1. 强调优质、精密、高效和大型零件的锻造技术

本丛书重点介绍以汽车典型锻件为代表的模锻技术、以航空航天器关键零件为代表的特种合金锻造技术和以基础工业(例如能源机械)大型零件为代表的大锻件自由锻造技术。在强调质量、精度和效率的同时,突出实用性。

2. 推广工厂急需的先进技术

本丛书根据目前我国锻造企业提高质量、改进管理和降低成本的实际需要,有针对性地推荐国内外成熟的有关技术,包括原理、工艺、工模夹具设计和制造及其实例。它们分别是:“冷温锻件生产技术”、“模具堆焊制造和维修技术”、“机械压力机恒载荷精锻技术”、“少无污染的润滑技术和玻璃防护润滑技术”和“辊锻制坯技术”等。这些技术既可直接移植于生产实践,亦可借鉴,收“触类旁通”之效。

3. 重视尖端前沿技术

本丛书为开阅读者视线,跟踪了解世界锻造技术的发展趋势,介绍了目前尚处于研究发展阶段的国内外先进锻造技术。它们是:“粉末高温合金的超塑性锻造”、“等温锻造和热模锻造技术”、“难变形合金的喷射成形技术”、“半固态成形技术”和“锻件组织模拟技术”等。

4. 提倡“边缘科学技术”和传统锻造技术结合,以提升企业总体竞争力

随着计算机技术的迅猛发展、节能和环保意识在全世界范围内的觉醒,本丛书特别提倡将数值和物理模拟、模具和润滑等“边缘科学技术”应用于锻造工艺,将节能和环保措施贯穿于锻件生产的全部过程,并以其施行之程度视为衡量锻件生产水平高低的标准。实践证明这些“边缘科学技术”一旦和锻件生产相结合,将有助于优化锻造工艺、确保锻件质量、节约资源、提高生产效率和改善自然环境,从而获得降低成本和提升企业总体竞争力的效果。

由此可见,本丛书兼顾理论和实用、现状和发展;文字力求简洁;叙述力求通顺;实为初登锻造技术岗位的大学毕业生用以学习锻造基本知识和在职锻造技术人员提高解决实际生产问题能力的理想教材;亦为在校的机械、冶金和材料专业师生或在职的工程技术人员扩大知识面或了解锻造技术发展趋势的理想参考资料。

王乐安

2009年10月

前 言

本书全面介绍了金属材料加热、锻件热处理和锻造企业的节能环保,为锻造企业提供许多提高锻件力学性能,改善锻件金相组织和降低能源消耗的具体方法措施。既讲述锻造加热和热处理基础理论,还总结了生产现场许多宝贵经验,列举许多应用实例。内容上具有实用性、可靠性和先进性。这对锻造企业提高锻件质量、降低成本及市场竞争力具有借鉴作用。

材料加热直接影响锻造塑性成形和锻后金相组织,是温锻和热锻工艺必不可少的一项重要工序。锻件热处理是保证和提高锻件组织性能和使用寿命的重要因素,也是充分发挥材料潜力的关键因素。

资源问题是关系到一个国家能否可持续发展的重要问题,甚至关系到人类生存的全球性重大问题。国家“十一五”规划提出,把节约资源作为基本国策,2008年4月1日国家节约能源法正式颁布实行。明确提出:“国家实行节约资源的基本国策,实施节约和开发并举,把节约放在首位的能源发展战略”。

作为基础行业的锻造企业,是能源消耗大户。每吨锻件综合能耗 $1.2\text{t}\sim 1.5\text{t}$ 标煤,在锻件成本构成中,能耗费用占 $10\%\sim 12\%$ 。节约能源不仅可以降低锻件成本,提高企业经济效益和竞争力,是锻造企业永恒的主题,更是一种社会责任。

据统计,一个工艺过程齐全的综合型锻造企业(含模具制造和热处理),其锻坯加热能耗约占锻件总能耗的 $20\%\sim 25\%$;热处理能耗约占锻件总能耗的 $28\%\sim 35\%$,其中锻造余热是否利用和是否采用非调质钢直接关系到能源消耗量;各类设备的动能消耗约占锻件总能耗的 30% ;照明和生活等约占锻件总能耗的 $15\%\sim 20\%$ 。

本书详细讲述了锻造企业节能减排和防振的各种方法和措施,总结了生产现场宝贵经验,列出许多节能减排和防振实例。节能减排工作必须从能源管理入手,并采用节能减排新技术,例如全面利用锻造余热、大力推广应用非调质钢和先进热工炉技术等。

参加本书编写的单位有:东风锻造有限公司、杭州开关厂、天津第五设计研究院、北京宁远兴达技术开发有限公司、隔而固(青岛)振动控制有限公司。

按各章次序排列的撰稿者为:第一章赵一平,第二章赵一平,第三章李胜川,第四章张俊恩、赵一平,第五章顾教有、赵一平,第六章宋湛萍、史竞,第七章胡大勇,第八章崔建洲,第九章尹学军、高星亮。

在编写过程中,得到许多锻造企业大力支持,提供了不少宝贵资料和意见,在此表示衷心的感谢。

书中内容虽然是作者在长期生产和科研实践中的经验总结,但是由于作者生产实践和技术理论局限性,肯定存在许多不足,请大家提出宝贵意见。

赵一平

2010年1月

目 录

第一章 概论	1
1.1 概述	1
1.1.1 金属材料加热目的	1
1.1.2 锻件热处理和锻造余热热处理	1
1.1.3 锻造企业节能和环保	2
1.2 金属材料加热	3
1.2.1 加热对钢组织和性能的影响	3
1.2.2 金属加热时产生的缺陷和防止	3
1.2.3 钢的锻造温度范围和加热规范	4
1.3 锻件热处理	4
1.3.1 概述	4
1.3.2 钢锻件热处理种类	5
1.3.3 钢锻件常用热处理工艺	5
1.4 锻造企业的节能和环保	6
1.4.1 锻造生产过程中的能耗	6
1.4.2 锻造生产过程的燃料消耗	6
1.4.3 各种设备驱动的动能消耗	10
1.4.4 锻造企业能源管理和节能降耗	13
1.4.5 锻造设备的振动和噪声控制	14
参考文献	15
第二章 综述金属材料加热	16
2.1 概述	16
2.1.1 金属材料加热目的	16
2.1.2 金属材料加热的重要意义	16
2.1.3 金属材料加热方式	16
2.1.4 各种燃料加热钢坯的能耗	18
2.2 燃料的燃烧和降低燃料消耗措施	18
2.2.1 常用燃料及其特点	18
2.2.2 燃料的燃烧过程及环保	19
2.2.3 降低燃料消耗的措施	23
2.3 加热对金属组织和性能的影响	25
2.3.1 钢的组织及铁碳平衡图	25

2.3.2	加热对钢组织和性能的影响	27
2.4	金属的加热规范	31
2.4.1	金属加热时产生的缺陷及防止措施	31
2.4.2	金属锻造温度范围的确定	38
2.4.3	金属的加热规范	43
2.4.4	钢锻件的锻后冷却	50
2.5	几种常用的特种金属加热规范	53
2.5.1	铝合金加热规范	53
2.5.2	铜合金加热规范	54
2.5.3	不锈钢加热规范和锻造	56
2.6	金属加热温度的测量	59
2.6.1	金属加热温度测量目的和重要性	59
2.6.2	金属加热温度测量方法	59
	参考文献	61
第三章	金属材料的感应加热	62
3.1	中频感应加热原理	62
3.2	电热效应	64
3.3	加热过程中金属物理性质的变化	66
3.4	少无氧化加热	69
3.5	有色金属的感应加热	70
3.6	半热成型(温锻)的感应加热	71
3.7	钢在感应加热时的常见缺陷	71
3.8	金属感应加热时的温度分布	73
3.9	感应加热炉的效率	79
3.10	中频电源设备主要参数的选择	81
3.11	感应加热电源	86
3.11.1	工频和工频炉	86
3.11.2	变频电源	88
3.11.3	二类逆变器的比较	100
3.12	变频电源在熔炼、透热、淬火中的应用	105
3.13	谐波	106
3.13.1	谐波电流注入公用电网的限制规定	110
3.13.2	抑制谐波的主要技术措施	110
3.14	功率因数和功率因数补偿	114
3.15	冷却水和冷却装置	115
3.16	感应加热成套设备的电气控制	118
3.17	测温系统	119
3.18	中频感应加热设备的成套	120
3.19	锻造中频感应炉的能量流	121
3.20	中频感应加热设备运行与节能	122

参考文献	126
第四章 锻件热处理和锻造余热热处理	127
4.1 锻件热处理	127
4.1.1 概述	127
4.1.2 锻件热处理目的和种类	128
4.1.3 常用钢锻件热处理工艺	129
4.1.4 锻件热处理实例	131
4.2 锻件锻造余热热处理	135
4.2.1 锻造余热利用的意义	135
4.2.2 各种热处理能耗	135
4.2.3 锻件的锻造余热热处理工艺	135
4.2.4 锻造余热热处理工艺控制要点	142
4.2.5 锻造和锻造余热热处理生产线和自动生产线	145
4.3 锻件锻造余热热处理实例	148
4.3.1 链轨节锻造余热淬火	149
4.3.2 6102 发动机连杆锻件锻造余热淬火	151
4.3.3 KMS 发动机连杆锻造余热淬火	153
4.3.4 斯太尔平衡轴锻造余热淬火	154
4.3.5 轻型汽车发动机曲轴余热均温淬火	157
4.3.6 后桥从动锥齿轮锻造余热退火	158
4.3.7 轿车变速箱齿轮锻造余热等温正火	159
4.3.8 前轴利用部分锻造余热淬火	162
4.3.9 高合金钢和模具钢自由锻件余热退火和正火	163
参考文献	164
第五章 非调质钢的应用与推广	165
5.1 综述	165
5.1.1 非调质钢定义	165
5.1.2 非调质钢种类	165
5.1.3 非调质钢特点	167
5.1.4 非调质钢使用范围	167
5.1.5 简述国内非调质钢研制过程	168
5.1.6 非调质钢优点和效益	168
5.1.7 国内外汽车用非调质钢使用现状	169
5.2 非调质机械结构钢化学成分和力学性能	171
5.2.1 非调质机械结构钢牌号及化学成分	171
5.2.2 常用的非调质机械结构钢牌号及化学成分	171
5.2.3 非调质机械结构钢力学性能	172
5.3 非调质钢锻造和锻后控温冷却工艺	173
5.3.1 影响非调质钢力学性能的因素	173
5.3.2 介绍三种非调质钢	178

5.3.3	非调质钢锻后控温冷却	180
5.3.4	控温冷却工艺及其种类	180
5.3.5	控温冷却设备	182
5.3.6	非调质钢零件返修工艺	183
5.4	非调质钢锻件应用实例	183
5.4.1	非调质钢 F35MnV 连杆锻造与控温冷却工艺	183
5.4.2	非调质钢 43MnS 轿车连杆锻造与控温冷却工艺	184
5.4.3	非调质钢 48MnV 大型曲轴锻造与控温冷却工艺	185
5.4.4	非调质钢 S45CVL1 轻型曲轴锻造和控温冷却工艺	187
5.4.5	F35MnVN 万向节叉和套管叉锻造和控温冷却工艺	189
5.4.6	贝氏体非调质钢前轴锻造和控温冷却工艺	192
5.4.7	胀断连杆(C70S6)锻造和控温冷却工艺	195
5.5	大力推广非调质钢及今后努力方向	199
5.5.1	推广非调质钢应用,今后需要做的工作	199
5.5.2	多方齐心协力,大力推广非调质钢	200
	参考文献	200
第六章	锻造加热和热处理炉	202
6.1	概述	202
6.1.1	锻压加热设备	202
6.1.2	锻造炉特点	202
6.1.3	锻造炉分类	203
6.2	火焰炉	203
6.2.1	燃料选择	203
6.2.2	炉型介绍	204
6.2.3	炉型选择	217
6.3	火焰炉节能	220
6.3.1	火焰炉节能势在必行	220
6.3.2	节能的基本策略	222
6.3.3	节能主要指标	222
6.3.4	与节能有密切关系的技术指标	224
6.3.5	热平衡	224
6.3.6	火焰炉节能途径	227
6.3.7	节能举例	244
6.4	火焰炉环保	248
6.4.1	环保状况不容乐观	248
6.4.2	搞好环保的措施	249
6.5	电炉	250
6.5.1	电炉特点和分类	250
6.5.2	电阻加热	250
6.5.3	感应加热	262

6.5.4 炉型选择	263
6.6 电炉节能	265
6.6.1 热平衡	265
6.6.2 电炉节能途径	267
6.6.3 节能实例	268
6.7 电炉环保	269
6.7.1 电炉的污染物	269
6.7.2 搞好环保的措施	269
6.8 结束语	269
参考文献	270
第七章 蒸—空锻锤的技术改造	271
7.1 蒸—空锻锤技术改造的意义	272
7.1.1 蒸—空锻锤技术的改造	272
7.1.2 蒸—空锻锤技术改造的发展过程	276
7.1.3 蒸—空锻锤技术改造的原则	277
7.2 蒸—空锻锤改造的技术方案	281
7.2.1 单杆排油打液气锤	281
7.2.2 单杆进油打液气锤	290
7.2.3 三杆式液气锤	291
7.2.4 全液驱动电液锤	292
7.3 液压锤的通用技术条件	299
7.3.1 液压锤的一般技术条件	299
7.3.2 液压站的一般技术条件	300
7.3.3 动力头的一般技术条件	301
7.3.4 电控系统的一般技术条件	302
7.3.5 现场安装调试的一般技术条件	303
7.4 液压锤的使用和维护	305
7.4.1 单杆排油打液气锤的使用和维护	305
7.4.2 全液压电液锤的使用和维护	309
7.4.3 全液压程控模锻锤的保养和维修	309
7.5 蒸—空锤改造为液压锤技术的方向展望	313
参考文献	313
第八章 锻造企业的能源管理和节能减排	314
8.1 概述	314
8.1.1 能源管理的重要意义	314
8.1.2 能源管理的定义和现状	315
8.2 能源管理的节能措施	319
8.3 建立节能减排约束性目标及其措施	320
8.4 能源计量	323
8.4.1 能源计量与管理	323

8.4.2	电能计量	325
8.4.3	水网计量	330
8.4.4	天然气计量	331
8.4.5	蒸汽计量	334
8.4.6	燃煤计量	335
8.5	公用动力及其设备的节能	337
8.5.1	概述	337
8.5.2	变压器和供电线路及其节能	338
8.5.3	压缩空气和空压机及其节能	345
8.5.4	水和水泵及其节能	351
8.5.5	蒸汽和锅炉及其节能	356
8.6	介质余热利用	367
8.6.1	热处理淬油余热用于厂区热水的预热	367
8.6.2	循环水余热用于生活热水的预热	368
8.7	工厂辅助装置及其节能	371
8.7.1	照明节能	371
8.7.2	风机节能	371
8.7.3	电焊机节能	372
8.7.4	空调装置节能	372
8.7.5	太阳能技术在工厂的应用	372
8.7.6	燃气烤模及应用	373
8.8	附录	374
8.8.1	企业节能管理制度参考资料	374
8.8.2	能源技术参数及换算	384
8.8.3	各种能源与标准煤的参考折标系数	385
	参考文献	386
第九章	锻造设备的振动和噪声控制	387
9.1	振动的危害及相关控制标准	387
9.1.1	常见的振动危害	388
9.1.2	振动的容许标准	388
9.1.3	锻压设备振动的特点	390
9.2	锻锤和压力机隔振的基本原理	391
9.2.1	隔振的基本原理	391
9.2.2	隔振系统的固有频率	392
9.2.3	周期性振动的隔振	393
9.2.4	冲击隔振	395
9.3	锻造设备隔振器的结构和性能	398
9.4	锻锤的振动控制	399
9.4.1	锻锤基础的类型	399
9.4.2	锻锤的振动与传播规律	400

9.4.3	自由锻锤的隔振设计	402
9.4.4	模锻锤的隔振设计	403
9.5	螺旋压力机的振动控制	404
9.5.1	小型螺旋压力机的振动控制	404
9.5.2	大型螺旋压力机的振动控制	405
9.6	热模锻用机械压力机的振动控制	405
9.7	其他锻压设备的振动控制	408
9.7.1	对击锤的振动控制	408
9.7.2	板金加工压力机的振动控制	408
9.8	锻压设备的隔振基础改造	410
9.8.1	隔振改造的背景	410
9.8.2	压力机隔振改造的准备	410
9.8.3	压力机隔振改造的实施	411
9.8.4	隔振效果的测试	411
9.9	锻压设备的噪声控制	411
9.9.1	锻压设备的噪声源	411
9.9.2	噪声的评价	412
9.9.3	噪声的危害	413
9.9.4	噪声标准	414
9.9.5	噪声控制的方法	414
参考文献		416

第一章 概 论

1.1 概 述

1.1.1 金属材料加热目的

这里所指金属材料加热是锻造前的坯料加热,不是指锻件热处理的加热。锻造和模锻前金属材料加热目的是为了提高金属塑性,降低变形抗力,以利于金属塑性变形和获得良好的锻后金相组织,因此,金属材料加热在锻造成形中占有重要地位,对于温、热锻造工艺是不可缺少的一项重要工序。金属坯料加热质量好坏直接影响到锻造成形和锻件内部质量,金属坯料加热过程中要消耗大量热能,所以在制定加热规范时还必须考虑如何节约能源,并采取措施降低能耗。

所以金属的加热,首先要保证金属坯料加热的温度和质量,满足锻后金相组织、力学性能和生产节拍,另外还应做到能耗少、成本低,又环保。

1.1.2 锻件热处理和锻造余热热处理

1.1.2.1 锻件热处理目的

钢坯加热时,奥氏体晶粒将显著长大,成形后冷却至室温时得到的是由较粗大奥氏体晶粒转变而得到的粗大珠光体和网状铁素体组织,亚共析钢将得到粗大块状铁素体和层片状珠光体,过共析钢将得到网状碳化物和层片状珠光体。这类金相组织的力学性能极差,不能直接使用,必须经过热处理,改善锻件金相组织,并提高其力学性能,才能使用。

另外,锻件在锻造成形过程中,各部分变形程度、终锻温度和冷却速度不一致,锻件冷却后内部组织不均匀、存在残余应力和加工硬化等现象。为了消除上述不足,保证锻件质量,锻后也需要进行热处理。对于不再进行最终热处理的锻件,锻后热处理能保证达到规定的力学性能要求。

锻后热处理可以调整锻件硬度,为后续锻件进行切削加工做准备。锻后热处理还能消除锻件内应力,避免机械加工时产生变形,改善锻件内部组织,细化晶粒,为最终热处理作好组织准备。

所以热处理是锻件制造过程中的重要工艺,99%的锻件需要进行一次以上热处理,是保证和提高锻件内部质量和使用寿命的重要因素,也是充分发挥材料潜力的关键因素。

1.1.2.2 利用锻件的锻后余热进行热处理

锻造行业是能源消耗大户,而锻件热处理又是锻件生产中能源消耗大户,占整个锻件生产总能耗30%~35%,我国每吨锻件综合能耗1.2t~1.5t标煤,每吨模锻件能耗0.8t~1.2t标煤(这与企业锻造余热利用以及非调质钢利用多少有关,另外还与锻件和模具热处理是否企业自己处理有关),与国外工业发达国家相比,存在很大差距,例如工业发达国家每吨锻件综合能耗0.7t~0.8t标煤,而日本每吨锻件的综合能耗约0.515t标煤。

锻件能耗占锻件成本的8%~12%(和能源价格密切相关),降低能耗不仅可以降低锻件生产成本,提高企业经济效益,而且能源问题又是关系到一个国家能否可持续发展的重要问题,甚