

高等院校工程训练教材

工程实训

主编 张秀东 王涛 张悦




天津出版传媒集团
天津科学技术出版社

工 程 实 训

主 编 张秀东 王 涛 张 悦
副主编 臧 莹 王士平 刘福祥 王雪梅
主 审 逢杰文 贾长响 林晓磊
参 编 范 涛 尹传亮 柴佳媛 张成新
伊 明 顾承珠 郭秀欣 贺云花
宋一冰

天津出版传媒集团

 天津科学技术出版社

内 容 提 要

本书是根据教育部新颁布的高等工科院校金工实习基本要求,结合编者多年实践教学和课程改革经验的基础上完成的。在编写该教材时,充分考虑到高等工科院校的要求和机械类、非机械类相关专业机械制造基础课程教学基本要求,力求做到使该教材集综合性、实用性、先进性、系统性、层次性、操作性等特点于一体。

全书共三编 10 章,第一编工程材料及成形加工,第二编切削加工技术,第三编数控加工与特种加工技术三个模块,内容为工程材料基础、铸造、锻压、焊接、钳工、车工、刨铣磨加工、热处理、数控加工、特种加工技术等共 10 章,各章附有复习思考题,使读者能更好的理解和掌握所学的操作要领。

本书可作为普通高等学校各专业工程实训教材,也可供有关工程专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程实训 / 张秀东,王涛,张悦主编. — 天津:

天津科学技术出版社,2018.6

ISBN 978-7-5576-5416-0

I. ①工… II. ①张… ②王… ③张… III. ①工程技术—高等学校—教材 IV. ①TB

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 132686 号

责任编辑:王 彤

天津出版传媒集团

 **天津科学技术出版社出版**

出版人:蔡 颢

天津市西康路 35 号 邮编 300051

电话(022)23332372

网址:www.tjkjcs.com.cn

新华书店经销

山东科技大学印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 19.25 字数 460 000

2018 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

定价:39.00 元

编 审 委 员 会

主 任：逢杰文 山东科技大学

贾长响 山东科技大学

委 员：张春才 山东科技大学

张禄军 山东科技大学

端木祥展 山东科技大学

张秀东 山东科技大学

王 涛 山东科技大学

王士平 山东科技大学

刘福祥 泰安技师学院

王雪梅 山东科技大学

张 悦 内蒙古农业大学

臧 莹 联通系统集成有限公司山东省分公司

前 言

当今世界科学技术突飞猛进,正如《中国教育改革和发展纲要》所指出的:世界范围的经济竞争、综合国力竞争,实际上是科学技术的竞争。中国要建设社会主义现代化强国,必须培养一大批具有社会主义觉悟的爱国敬业的创新型人才。创新是民族的灵魂,实训教学的首要任务是培养学生的创新思维和提高学生的创新能力。同时,实践教学是高等工科院校的一个重要教学环节,它对培养大学生工程实践能力和创新能力具有不可替代的作用。

一、《工程实训》课程的性质和目的

《工程实训》是学生进行工程训练、培养工程意识、学习工艺知识、提高工程实践能力的重要的实践性教学环节。是学生学习机械制造系列课程必不可少的课程,也是建立机械制造生产过程的概念,获得机械制造基础知识的奠基课程和必修课程。其目的是:

1. 建立起对机械制造生产基本过程的感性认识,学习机械制造的基础工艺知识,了解机械制造生产的主要设备。

在实训中,学生要学习机械制造的各种主要加工方法及其所用主要设备的基本结构、工作原理和操作方法,并正确使用各类工具、夹具、量具,熟悉各种加工方法、工艺技术、图纸文件和安全操作规程,了解加工工艺过程和工程术语,使学生对工程问题从感性认识上升到理性认识。这些实践知识将为以后学习有关专业技术基础课、专业课及毕业设计等打下良好的基础。

2. 培养实践动手能力,进行工艺技能的基本训练。

学生通过直接参加生产实践,操作各种设备,使用各类工具、夹具、量具,独立完成简单零件的加工制造全过程,以培养学生对简单零件具有初步选择加工方法和分析工艺过程的能力,并具有操作主要设备和加工作业的技能,初步奠定技能型、应用型人才应具备的基础知识和基本技能。课程以学生独立操作的实践教学为主,教学内容在保证基本教学要求的条件下,尽可能地与生产实际相结合。通过工程实训的实践教学,使学生初步接触生产实际、学习机械制造工艺的基本知识。通过实际的操作,培养一定的操作技能、动手能力和创新意识,为今后从事相关方面的工作奠定较好的实践基础。通过实训培养学生科学的思维方式和严谨的工作作风。

3. 全面进行素质教育,树立实践观点、劳动观点和团队协作意识,培养高素质人才。

工程实践与训练一般在学校工程训练中心的现场进行。实训现场不同于教室,它是生产、教学、科研三结合的基地,教学内容丰富,实习环境多变,接触面宽广。这样一个特定的教学环境正是对学生进行思想作风教育的好场所、好时机。

工程实训对学好后续课程有着重要意义,特别是技术基础课和专业课,都与工程实训有着重要联系。工程实训场地是校内的工业环境,学生在实训时置身于工业环境中,接受实训指导人员思想品德教育,培养工程技术人员的全面素质。因此,工程实训是强化学生工程意识培养

综合能力的良好教学手段。

二、《工程实训》课程的基本要求

1. 实训要求

工程实训作为重要的实践教学环节,其基本要求是:按大纲要求,完成车工、钳工、焊工、铸工、锻工、刨工、铣工、磨工、热处理、数控加工、特种加工等工种的基本操作和学习相关金属工艺基础知识,使学生了解机械制造的一般过程,熟悉机械零件常用加工方法及所用设备结构原理,工卡量具的操作,具有独立完成简单零件加工能力;使学生通过简单零件加工,巩固和加深机械制图知识及其应用,学会对工艺过程的分析能力;培养学生的劳动观点,理论联系实际的工作作风和经济观点,了解机械加工的新技术、新工艺。实训报告是实习质量考核的形式之一。

2. 能力培养要求

加深对学生专业能力的培养;促使学生养成发现问题、分析问题、运用所学过的知识和技能独立解决问题的能力 and 习惯;鼓励并着重培养学生的创新意识和创新能力;结合教学内容,注重培养学生的工程意识、产品意识、质量意识,提高其工程素质。

3. 安全要求

在实训安全过程中,强调安全第一的观点,进行入厂安全教育,宣传安全生产规则,教育学生遵守劳动纪律和严格执行安全操作规程。

在编写本书时,我们从高等教育的实际出发,注重实践性,侧重培养学生基本技能,突出“怎么干”,以培养学生的创新能力和创新精神为核心,突出“创新性”,以培养适应社会新形势对高素质人才的需要为出发点,突出“以人为本”,始终贯彻“实际、实用、实效”的原则,在教材内容的表达上,强调叙述简练、深入浅出、图文并茂。本教材根据教育部“十三五”规划及教育部基础课程教学指导委员会颁发“高等学校金工实习教学基本要求”并结合作者多年实训教学经验,经结构优化、整合而成的机械类教材,借助于高等教育教改工程的全面展开,依托“机械工程重点学科”建设,特别是“机械工程国家级实验示范中心”建设,结合课程体系的调整 and 教学内容的改革,对传统的教学实训内容和形式进行了扬弃,在保留传统经典部分的基础上,删除了落后的部分,又在继承的基础上进行创新,将原来单纯的演示性、验证性实训过程通过整合、重组改造为综合性、设计性实训,并增加了代表学科发展的新知识、新观念,具有一定前瞻性的新实训,加强了数控加工技术的内容,使之能够和社会更好的接轨。

本教材第一编由张秀东、王士平、范涛编写,第二编由王涛、王雪梅、柴佳媛编写,第三编由张悦、臧莹、刘福祥编写。

本教材由山东科技大学逢杰文、贾长响、林晓磊教授主审。

由于编者水平有限,书中缺点错误在所难免,敬请各位读者及同仁提出批评指正 and 建议,编者非常感谢。

目 录

第一编 工程材料及成形技术

第 1 章 工程实训基本知识	(2)
1.1 金属材料的性能	(2)
1.2 常用金属材料	(2)
1.2.1 钢的分类	(3)
1.2.2 碳素钢的牌号、性能及用途	(3)
1.2.3 合金钢的牌号、性能及用途	(4)
1.2.4 铸钢的牌号、性能及用途	(4)
1.2.5 铸铁的牌号、性能及用途	(4)
1.3 常用量具	(6)
1.3.1 常用量具及其使用方法	(6)
1.3.2 量具维护与保养	(12)
第 2 章 铸造	(13)
2.1 铸造概述	(13)
2.1.1 铸造生产的工艺特点	(13)
2.1.2 砂型铸造的生产工序	(14)
2.1.3 常用特种铸造及应用	(14)
2.2 造型与制芯	(17)
2.2.1 铸型的组成	(17)
2.2.2 型砂与芯砂	(18)
2.2.3 模样、芯盒、砂箱及造型工具	(20)
2.2.4 手工造型	(22)
2.2.5 机器造型	(26)
2.2.6 制芯	(29)
2.2.7 浇注系统及冒口、冷铁	(32)
2.2.8 造型的基本操作训练	(34)
2.3 熔炼与浇注	(35)

2.3.1	铸铁的种类	(35)
2.3.2	铸铁的熔炼	(36)
2.3.3	浇注	(38)
2.4	铸造缺陷分析	(39)
第3章	锻压	(44)
3.1	锻压概述	(44)
3.2	金属的加热与锻件的冷却	(45)
3.2.1	锻造加热设备	(45)
3.2.2	锻造温度范围的确定	(46)
3.2.3	坯料加热缺陷	(47)
3.2.4	锻件冷却	(48)
3.2.5	锻后热处理	(48)
3.3	自由锻造	(48)
3.3.1	自由锻的主要设备	(48)
3.3.2	自由锻的基本工序及其操作	(50)
3.3.3	自由锻件常见缺陷及产生原因	(53)
3.3.4	典型自由锻件工艺举例	(53)
3.4	模锻	(54)
3.4.1	胎模锻	(55)
3.4.2	锤模锻	(56)
3.5	板料冲压	(56)
3.5.1	板料冲压	(56)
3.5.2	板料冲压的基本工序	(57)
3.5.3	冲压设备及冲模	(58)
3.6	专用锻造工艺	(59)
3.6.1	摆动辗压	(59)
3.6.2	辊锻	(60)
3.6.3	精密模锻	(60)
3.6.4	挤压	(60)
3.6.5	粉末锻造	(60)
3.6.6	液态模锻	(61)
第4章	焊接	(62)
4.1	概述	(62)
4.2	电弧焊	(63)

4.2.1	焊接电弧	(63)
4.2.2	焊条电弧焊	(64)
4.2.3	焊接设备	(69)
4.2.4	常用电弧焊方法	(71)
4.3	气焊与气割	(74)
4.3.1	基本原理	(74)
4.3.2	气焊	(75)
4.3.3	气割	(78)
4.4	其他焊接方法简介	(80)
4.4.1	电阻焊	(80)
4.4.2	电渣焊	(80)
4.4.3	螺柱焊	(81)
4.4.4	摩擦焊	(82)
4.4.5	电子束焊	(83)
4.4.6	激光焊	(83)
4.4.7	高频焊	(84)
4.4.8	扩散焊	(84)
4.4.9	钎焊	(85)
4.5	焊接检验	(86)
4.5.1	常见焊接缺陷	(86)
4.5.2	焊接质量检验	(87)
第5章	钢的热处理	(89)
5.1	热处理概述	(89)
5.1.1	热处理的特点及应用	(89)
5.1.2	热处理的分类	(89)
5.1.3	热处理的工艺过程	(90)
5.2	钢的普通热处理	(90)
5.2.1	钢的退火	(90)
5.2.2	钢的正火	(92)
5.2.3	钢的淬火	(92)
5.2.4	钢的回火	(96)
5.3	钢的表面热处理	(97)
5.3.1	表面淬火	(97)
5.3.2	化学热处理	(98)

5.4	热处理的主要设备	(100)
5.4.1	箱式电阻炉	(100)
5.4.2	井式电阻炉	(101)
5.4.3	盐浴炉	(102)

第二编 切削加工技术

第6章	钳工	(103)
6.1	钳工概述	(103)
6.1.1	钳工常用的设备和工具	(103)
6.2	划线、锯削和锉削	(107)
6.2.1	划线	(107)
6.2.2	锯削	(113)
6.2.3	锉削	(114)
6.3	钻孔、扩孔和铰孔	(116)
6.3.1	钻孔	(117)
6.3.2	扩孔与铰孔	(118)
6.4	攻螺纹和套螺纹	(119)
6.4.1	攻螺纹	(120)
6.4.2	套螺纹	(121)
6.5	装配	(122)
6.5.1	装配概述	(123)
6.5.2	装配实例	(123)
6.5.3	部件装配和总装配	(126)
6.5.4	机器拆卸	(127)
第7章	车削加工	(128)
7.1	概述	(128)
7.2	普通车床	(129)
7.2.1	卧式车床的组成	(129)
7.2.2	基本操作	(131)
7.3	车刀	(132)
7.3.1	车刀的结构	(132)
7.3.2	刀具材料	(133)
7.3.3	车刀组成及车刀角度	(133)

7.3.4	车刀的刃磨·····	(136)
7.3.5	车刀的安装·····	(137)
7.4	工件的安装及车床附件·····	(138)
7.4.1	三爪卡盘·····	(138)
7.4.2	四爪卡盘·····	(138)
7.4.3	用顶尖安装·····	(140)
7.5	车削工艺·····	(141)
7.5.1	车外圆·····	(141)
7.5.2	车台阶·····	(143)
7.5.3	车端面·····	(144)
7.5.4	孔加工·····	(145)
7.5.5	切槽和切断·····	(147)
7.5.6	车锥度·····	(149)
7.5.7	车成型面·····	(151)
7.5.8	车螺纹·····	(153)
7.5.9	滚花·····	(155)
第 8 章	刨、铣、磨加工·····	(158)
8.1	刨削·····	(158)
8.1.1	概述·····	(158)
8.1.2	刨床·····	(159)
8.1.3	刨刀及其安装·····	(163)
8.1.4	刨削工艺·····	(164)
8.2	铣削·····	(167)
8.2.1	概述·····	(167)
8.2.2	铣床·····	(169)
8.2.3	铣刀·····	(171)
8.2.4	铣床附件·····	(175)
8.2.5	工件的安装·····	(177)
8.2.6	铣削工艺·····	(179)
8.3	磨削·····	(184)
8.3.1	磨削概述·····	(184)
8.3.2	磨床·····	(185)
8.3.3	砂轮·····	(187)
8.3.4	磨削工艺·····	(189)

第三编 数控加工与特种加工技术

第 9 章 数控加工	(195)
9.1 数控加工基础	(195)
9.1.1 数控机床的工作原理	(195)
9.1.2 数控编程基础	(197)
9.2 数控车床加工	(205)
9.2.1 数控车床加工概述	(205)
9.2.2 数控车床的编程基础	(206)
9.2.3 西门子 802s/c 系统操作	(209)
9.3 数控加工中心	(224)
9.3.1 数控加工中心概述	(224)
9.3.2 FANUC 数控系统加工中心	(231)
9.4 数控铣床加工	(269)
9.4.1 数控铣削加工概述	(269)
9.4.2 数控铣床的编程基础	(271)
第 10 章 特种加工技术	(283)
10.1 概 述	(283)
10.2 电火花加工	(284)
10.2.1 基本原理	(284)
10.2.2 电火花加工的特点与应用	(285)
10.3 超声波加工	(287)
10.3.1 基本原理	(287)
10.3.2 超声波加工的特点与应用	(288)
10.4 激光加工	(289)
10.4.1 基本原理	(289)
10.4.2 激光加工的特点与应用	(290)
10.5 快速原型制造技术	(290)
10.5.1 RPT 的类型	(291)
10.5.2 RPT 的应用及发展	(295)
参考文献	(296)

第一编

工程材料及成形技术

本编主要内容:常用的金属材料及金属材料的铸造、锻压及焊接成形原理,成形方法、成形特点及成形工艺中的成型设备;铸造、锻压及焊接成形方法及热处理工艺对零件结构工艺性的要求。本编主要知识点:铸造工艺基本流程,各种铸造方法的特点及应用范围;自由锻、胎模锻、模锻和板料冲压的原理和特点;焊接工艺及设备,包括电弧焊、气焊、气割及钎焊等;钢的退火、正火、淬火、回火的目的及实际应用;钢的表面热处理的目的、方法及实际应用。

第 1 章 工程实训基本知识

教学要求

1. 了解常用金属材料的种类、性能特点及其适用范围。
2. 了解常用量具并掌握使用方法。

1.1 金属材料的性能

金属材料的性能分为使用性能和工艺性能。使用性能是指金属材料在使用过程中表现出来的特性,包括力学性能、物理性能和化学性能等。工艺性能是指材料对各种加工工艺适应的能力,包括铸造性能、锻造性能、焊接性能、切削加工性能和热处理工艺性能等。

在选用金属和制造机械零件时,主要考虑力学性能和工艺性能。在某些特定条件下工作的零件,还要考虑物理性能和化学性能。金属材料的使用性能如表 1-1 所示。

表 1-1 金属材料的使用性能

性能名称	性能内容	
物理性能	物理性能是金属材料对自然各种物理现象的表现,如密度、熔点、热膨胀性、导热性、导电性和磁性等。	
化学性能	机械材料的化学性能主要是指在常温或高温时,抵抗各种活泼介质化学侵蚀的能力,如耐酸性、耐碱性、抗氧化性等。	
力学性能	强度	强度是指金属材料在静载荷作用下,抵抗塑性变形和断裂的能力。分为屈服点、抗拉强度、抗弯强度、抗剪强度、抗压强度等。
	硬度	硬度是指金属材料抵抗更硬的物体压入其内的能力。常用的硬度测定方法有布氏硬度(HBS、HBW)、洛氏硬度(HRA、HRB、HRC)和维氏硬度(HV)。
	塑性	塑性是金属材料产生塑性变形而不被破坏的能力,通常用伸长率和断面收缩率表示材料塑性的好坏。
	冲击韧性	冲击韧性是指金属材料在冲击载荷作用下,抵抗破坏的能力。
	疲劳强度	疲劳强度是指金属材料经无数次循环载荷作用而不至引起断裂的最大应力。

1.2 常用金属材料

工业上将碳的质量分数小于 2.11%的铁碳合金称为钢。钢具有良好的使用性能和工艺性能,因此获得了广泛的应用。

1.2.1 钢的分类

钢的分类方法很多,常用的分类方法有以下几种:

(1)按化学成分 碳素钢可以分为低碳钢(含碳量 $<0.25\%$)、中碳钢(含碳量 $0.25\% \sim 0.6\%$)、高碳钢(含碳量 $>0.6\%$);合金钢可以分为低合金钢(合金元素总含量 $<5\%$)、中合金钢(合金元素总含量 $5\% \sim 10\%$)、高合金钢(合金元素总含量 $>10\%$);

(2)按用途分 结构钢(主要用于制造各种机械零件和工程构件)、工具钢(主要用于制造各种刀具、量具和模具等)、特殊性能钢(具有特殊的物理、化学性能的钢,可分为不锈钢、耐热钢、耐磨钢等);

(3)按品质分 普通碳素钢($P \leq 0.045\%$ $S \leq 0.05\%$)、优质碳素钢($P \leq 0.035\%$ $S \leq 0.035\%$)、高级优质碳素钢($P \leq 0.025\%$ $S \leq 0.025\%$)。

1.2.2 碳素钢的牌号、性能及用途

常见碳素结构钢的牌号用“Q+数字”表示,其中“Q”为屈服点的“屈”字的汉语拼音字首,数字表示屈服强度的数值。若牌号后标注字母,则表示钢材质量等级不同。优质碳素结构钢的牌号用两位数字表示钢的平均含碳量的质量分数的万分数,常见碳素结构钢的牌号、力学性能及其用途见表1-2。

表1-2 常见碳素结构钢的牌号、力学性能及其用途

类别	常用牌号	力学性能			用途
		屈服点 σ_s/MPa	抗拉强度 σ_b/MPa	伸长率 $\delta/\%$	
碳素结构钢	Q195	195	315~390	33	塑性较好,有一定的强度,通常轧制成钢筋、钢板、钢管等。可作为桥梁、建筑物等的构件,也可用作螺钉、螺帽、铆钉等。可用于重要的焊接件。强度较高,可轧制成型钢、钢板,作构件用。
	Q215	215	335~410	31	
	Q235A	235	375~460	26	
	Q235B				
	Q235C				
	Q235D				
	Q255	255	410~510	24	
Q275	275	490~610	20		
优质碳素结构钢	08F	175	295	35	塑性好,可制造冷冲压零件。冷冲压性与焊接性能良好,可用作冲压件及焊接件,经过热处理也可以制造轴、销等零件。
	10	205	335	31	
	20	245	410	25	
	35	315	530	20	经调质处理后,可获得良好的综合机械性能,用来制造齿轮、轴类、套筒等零件。
	40	335	570	19	
	45	355	600	16	
	50	375	630	14	
	60	400	675	12	

1.2.3 合金钢的牌号、性能及用途

为了提高钢的性能,在碳素钢基础上特意加入合金元素所获得的钢种称为合金钢。合金结构钢的牌号用“两位数(平均碳质量分数的万分之几)+元素符号+数字(该合金元素质量分数,小于1.5%不标出;1.5%~2.5%标2,2.5%~3.5%标3。依此类推)”表示。

对合金工具钢的牌号而言,当碳的质量分数小于1%,用“一位数(表示碳质量分数的千分之几)+元素符号+数字”表示;当碳的质量分数大于1%时,用“元素符号+数字”表示(注:高速钢碳的质量分数小于1%,其含碳量也不标出)。常见合金钢的牌号、力学性能及其用途见表1-3。

表 1-3 常见合金钢的牌号、力学性能及其用途

类 别	常用牌号	力学性能			用 途
		屈服点 σ_s /MPa	抗拉强度 σ_b /MPa	伸长率 δ /%	
低合金高强度 结构钢	Q295	≥ 295	390~570	23	具有高强度、高韧性、良好的焊接性能和冷成型性能。主要用于制造桥梁、船舶、车辆、锅炉、高压容器、输油输气管道、大型钢结构等。
	Q345	≥ 345	470~630	21~22	
	Q390	≥ 390	490~650	19~20	
	Q420	≥ 420	520~680	18~19	
	Q460	≥ 460	550~720	17	
合金渗碳钢	20Cr	540	835	10	主要用于制造汽车、拖拉机中的变速齿轮、内燃机上的凸轮轴、活塞销等机器零件。
	20CrMnTi	835	1080	10	
	20Cr2Ni4	1080	1175	10	
合金调质钢	40Cr	785	980	9	主要用于汽车和机床上的轴、齿轮等。
	30CrMnTi	—	1470	9	
	38CrMoAl	835	980	14	

1.2.4 铸钢的牌号、性能及用途

铸钢主要用于制造形状复杂,具有一定强度、塑性和韧性的零件。碳是影响铸钢性能的主要元素,随着碳质量分数的增加,屈服强度和抗拉强度均增加,而且抗拉强度比屈服强度增加得更快,但当碳的质量分数大于0.45%时,屈服强度很少增加,而塑性、韧性却显著下降。所以,在生产中使用最多的铸钢是ZG230-450、ZG270-500、ZG310-570三种。常见合金钢的牌号、机械性能及其用途见表1-4。

1.2.5 铸铁的牌号、性能及用途

铸铁是碳质量分数大于2.11%,并含有较多Si、Mn、S、P等元素的铁碳合金。同钢材相比,铸铁的生产工艺和生产设备简单,价格便宜,虽然强度、塑性和韧性较低,但具有优良的铸造性能,很高的减摩和耐磨性,良好的消振性和切削加工性以及低的缺口敏感性等一系列优点,所以应用非常广泛,是工程上最常用的金属材料之一。

铸铁按照碳存在的形式可以分为白口铸铁和灰口铸铁和麻口铸铁。白口铸铁主要作为炼

第 1 章 工程实训基本知识

钢原料,灰口铸铁应用最为广泛。按铸铁中石墨的形态不同又可以将灰口铸铁分为灰铸铁、可锻铸铁、球墨铸铁、蠕墨铸铁。灰铸铁中的碳大部分以片状石墨形式存在,其断口呈暗灰色,适合做床身、底座等承压件;可锻铸铁中石墨呈团絮状,适合做薄壁件和小件;球墨铸铁中石墨以球状形式存在,其力学性能较高,尤其是其疲劳强度可和钢媲美,常用于制造负荷较大,受力复杂的机器零件;蠕墨铸铁中石墨以蠕虫状形式存在。常见灰铸铁的牌号及其用途见表 1-5。

表 1-4 常见碳素铸钢的成分、力学性能及其用途

牌号	化学成分			机械性能					应用举例
	C	Mn	Si	σ_s	σ_b	δ	ψ	a_k	
ZG200-400	0.20	0.80	0.50	200	400	25	40	600	机座、变速箱壳等
ZG230-450	0.30	0.90	0.50	230	450	22	32	450	机座、锤轮、箱体等
ZG270-500	0.40	0.90	0.50	270	500	18	25	350	飞轮、机架、蒸汽锤、水压机、工作缸等
ZG310-570	0.50	0.90	0.60	310	570	15	21	300	联轴器、汽缸、齿轮、齿轮圈等
ZG340-640	0.60	0.90	0.60	340	640	10	18	200	起重运输机中齿轮、连轴器等

表 1-5 常见灰铸铁的牌号及其用途

牌号	铸件 壁厚	力学性能		用 途 举 例
		σ_b /MPa	HBS	
HT100	2.5~10	130	110~166	适用于载荷小、对摩擦和磨损无特殊要求的不重要的零件,如防护罩、盖、油盘、手轮、支架、底板、重锤等
	10~20	100	93~140	
	20~30	90	87~131	
HT150	2.5~10	175	137~205	适用于承受中等载荷的零件,如机座、支架、箱体、刀架、床身、轴承座、工作台、带轮、阀体、飞轮、电动机座等
	10~20	145	119~179	
	20~30	130	110~166	
HT200	2.5~10	220	157~236	适用于承受较大载荷和要求一定气密性或耐腐蚀性等较重要的零件,如汽缸、齿轮、机座、飞轮、床身、汽缸体、活塞、齿轮箱、刹车轮、联轴器盘、中等压力阀体、泵体、液压缸、阀门等
	10~20	195	148~222	
	20~30	170	134~200	
HT250	4.0~10	270	175~262	
	10~20	240	164~247	
	20~30	220	157~236	
HT300	10~20	290	182~272	适用于承受高载荷、耐磨和高气密性的重要零件,如重型机床、剪床、压力机、自动机床的床身、机座、机架、高压液压件、活塞环、齿轮、凸轮、车床卡盘、衬套、大型发动机的汽缸体、缸套、汽缸盖等
	20~30	250	168~251	
	30~50	230	161~241	
HT350	10~20	340	199~298	
	20~30	290	182~272	
	30~50	260	171~257	