



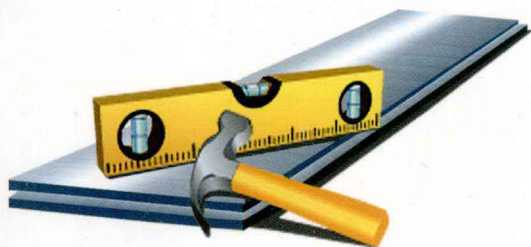
青年技工
培训丛书

GONGPEIXUN CONGSHU QINGNIANJIGONGPEIXUNCONGSHU QINGNIANJIGONGPEIXUNCONGSHU QINGNIANJIGONGPEIXUNCONGSHU

铣工 实用技术

XIGONG SHIYONGJISHU

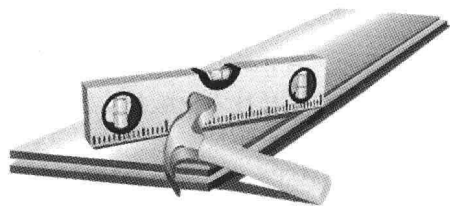
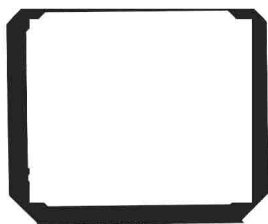
主 编◎邱立功 方光辉



3

0000

QINGNIAN JIGONG PEIXUN CONGSHU



铣工 实用技术

XIGONG SHIYONGJISHU

主 编：邱立功 方光辉

副主编：蒋文华 吴海波

编 委：张能武 邵健萍 杨小荣 张道霞 刘文花

吴 亮 王 荣 蒋 勇 许佩霞 张茂龙

刘 瑞 杨 杰 刘 杰 李 杰

周小渔 王春林 李 杰

3

图书在版编目 (C I P) 数据

铣工实用技术 / 邱立功, 方光辉主编. -- 长沙 :
湖南科学技术出版社, 2012.2

(青年技工培训丛书3)

ISBN 978-7-5357-7106-3

I. ①铣… II. ①邱… ②方… III. ①铣削—技术培训—教材 IV. ①TG54

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第017577号

青年技工培训丛书3

铣工实用技术

主 编: 邱立功 方光辉

责任编辑: 杨 林 龚绍石

出版发行: 湖南科学技术出版社

社 址: 长沙市湘雅路276号

<http://www.hnstp.com>

邮购联系: 本社直销科 0731-84375808

印 刷: 长沙瑞和印务有限公司

(印装质量问题请直接与本厂联系)

厂 址: 长沙市井湾路4号

邮 编: 410004

出版日期: 2012年3月第1版第1次

开 本: 710mm×1010mm 1/16

印 张: 25.5

字 数: 480000

书 号: ISBN 978-7-5357-7106-3

定 价: 50.00元

(版权所有·翻印必究)

丛书前言

随着我国工业化进程的加速和产业结构的调整、开放，经济发展对各行各业的从业人员都提出了职业操作技能要求。从业人员必须熟练地掌握本行业、本岗位的操作技能，才能胜任本职工作，把工作做好，为社会做出更大的贡献，实现人生应有的价值。然而，技能人才缺乏已是不争的事实，并日趋严重，这已引起全社会的广泛关注。

为贯彻“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”精神，落实国家人才发展战略目标，促进农村劳动力转移培训，全面推进技能振兴计划和高技能人才培养工程，我们精心策划组织编写了这套“青年技工培训丛书”，该套丛书将陆续出版《车工实用技术》、《钳工实用技术》、《铣工实用技术》、《钣金工实用技术》、《数控车工实用技术》、《数控铣工实用技术》、《冲压工实用技术》、《磨工实用技术》、《模具工实用技术》、《简明机械传动实用技术》、《机械工人切削实用技术手册》等图书，以飨读者。

本套丛书的编写以企业对人才需要为导向，以岗位职业技能要求为标准。丛书主要有以下特点：

(1) 内容新颖。除了讲解传统机械加工应掌握的内容之外，还加入了新技术、新工艺、新设备、新材料等方面的内容。

(2) 标准新。采用了最新国家标准、最新名词术语和法定计算单位。

(3) 注重实用。在内容组织和编排上特别强调实践，书中的大量实例来自生产实际和教学实践。全书既介绍了必须的基础知识和专业理论，又介绍了许多典型的加工实例、操作技能及最新技术的应用；兼顾先进性与实用性，尽可能地反映现代加工技术领域内的实用技术和应用经验。

(4) 图文并茂，浅显易懂。多以图和表来讲解，更加直观和生动，易于读者学习和理解。

本套丛书便于广大技术工人、初学者、技工学校、职业技术学院广大师生实习自学、掌握基础理论知识和实际操作技能；同时，也可作为职业院校、培训中心、企业内部的技能培训教材。我们真诚地希望本套丛书的出版对我国高技能人才的培养能起到积极的推动作用，能成为广大读者的“就业指导、创业帮手、立业之本”，同时衷心希望广大读者对这套丛书提出宝贵意见和建议。

丛书编写委员会

前 言

随着我国改革开放的不断深入和工业的飞速发展，企业对技术工人的素质要求越来越高。企业有了专业知识扎实、操作技术过硬的高素质人才，才能确保产品加工质量，才能有较高的劳动生产率，较低的物资消耗。掌握铣工基础知识和基本操作技能，是提高金属铣削加工技能的重要途径，也是从事数控铣床加工的入门准备。为了向从事铣削加工的广大朋友系统地介绍铣工的基本知识和操作方法。以便他们能通过学习与实践，更好地解决生产中的问题，为此，我们组织编写了这本《铣工实用技术》。

本书内容主要包括：铣工基础知识、铣床及附件、铣床夹具和铣刀、铣削平面、台阶、沟槽、离合器、外花键、离合器、凸轮、齿轮、齿条、难加工材料的铣削、分度头及使用、刻线及成形表面的铣削、加工实例等。

本书注重实用性，突出操作技能，以图解的形式，配以简明的文字说明具体的操作过程与操作工艺，克服了传统培训教材中理论内容偏深、偏多、抽象的弊端，注重操作技能和生产实例，生产实例均来自于生产实际，并吸取一线工人师傅的经验总结。书中使用名词、术语、标准等均贯彻最新国家标准。

本书图文并茂，内容丰富，浅明易懂，取材实用而精练。可供技工学校、职业技术学院广大师生实习及初、中级技术工人、铣工上岗前培训和农家书屋用书。

本书由岳立功、方光辉共同主编。参加编写的人员还有：张能武、邵健萍、杨小荣、方光辉、张道霞、刘文花、吴亮、王荣、蒋勇、许佩霞、张茂龙、刘瑞、杨杰、刘玉妍、沈飞、张洁、周小渔、王春林、李桥、陈伟、邓杨等。我们在编写过程中参考了相关图书出版物，并得到江南大学机械工程学院、江苏机械学会、河海大学机电工程学院等单位大力支持和帮助，在此表示感谢。

由于时间仓促，编者水平有限，书中不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编者

目 录

第一章 铣工专业基础知识

第一节 金属材料及热处理	(1)
一、金属材料的分类	(1)
二、钢铁材料的牌号及热处理	(4)
第二节 公差配合与表面粗糙度	(9)
一、极限与配合	(9)
二、形状和位置公差 (GB/T 1182—1996)	(22)
三、表面粗糙度	(26)
第三节 铣削基础知识	(33)
一、铣削过程的基本规律	(33)
二、铣削力与铣削功率	(37)
三、切削热和切削温度	(38)
第四节 铣削用量的选择方式	(39)
一、铣削的基本运动与铣削用量	(39)
二、选择铣削用量的原则	(40)
三、被切金属层深度 (厚度) 的选择	(40)
四、铣削用量的选用	(42)
五、铣削速度的选择	(43)
第五节 铣削特点、方式及铣削加工的应用	(45)
一、铣削的特点	(45)
二、铣削方式	(45)
三、铣削加工的应用	(46)
第六节 切削液	(53)
一、切削液的种类及其作用	(53)
二、切削液的选用	(54)
第七节 常用量具	(55)
一、测量长度尺寸常用的计量器具	(55)
二、测量角度用的计量器具	(63)

第二章 铣床及附件

第一节 铣床概述	(65)
一、铣床的分类	(65)
二、铣床主要结构参数	(67)
三、常用铣床的型号与技术参数	(70)
第二节 铣床的典型结构	(76)
一、升降台铣床的典型结构	(76)
二、典型的铣床结构	(78)
第三节 铣床的安装调整及精度检验	(82)
一、铣床的安装要点	(82)
二、铣床的基本操作及调整	(83)
三、铣床工作精度的检验及空运转试验	(88)
第四节 铣床的保养、调整及故障维修	(91)
一、一级保养的内容及要求	(91)
二、一级保养的操作步骤	(92)
三、铣床的一般调整	(94)
四、铣床常见故障维修	(96)
第五节 铣床辅具	(100)
一、中间套	(100)
二、铣夹头	(106)
三、铣刀杆	(110)

第三章 铣床夹具和铣刀

第一节 铣床夹具	(124)
一、铣床夹具的分类	(124)
二、铣床夹具的组成	(124)
三、铣床夹具的典型结构	(124)
四、铣床的通用夹具	(127)
五、典型铣床专用夹具的结构	(145)
六、铣床组合夹具简介	(147)
七、铣床夹具的使用和维护	(152)
第二节 铣刀	(154)
一、铣刀的常用材料	(154)
二、铣刀的种类	(157)
三、铣刀的选用	(158)

四、铣刀的安装	(169)
五、铣刀的维护与保养	(173)
第四章 工件的铣削加工	
第一节 平面的铣削	(175)
一、铣削平面的基础知识	(175)
二、铣平行面	(177)
三、铣垂直面	(179)
四、铣斜面	(182)
五、平面的检验与质量分析	(186)
第二节 台阶、沟槽的铣削	(188)
一、台阶和沟槽的技术要求	(188)
二、铣削台阶	(188)
三、铣削沟槽	(192)
第三节 离合器的铣削	(214)
一、铣削直齿离合器	(214)
二、尖齿离合器的铣削	(217)
三、锯形齿离合器的铣削	(219)
四、梯形齿离合器的铣削	(221)
第四节 外花键的铣削	(225)
一、外花键的种类及定心方式	(225)
二、矩形花键铣削的工艺要求	(227)
三、铣削矩形外花键的加工方法	(228)
四、外花键的检验	(232)
五、外花键的质量分析	(232)
第五节 多面体的铣削	(234)
一、铣削方式的选择	(234)
二、工件的安装	(234)
三、铣刀的选择与安装	(235)
四、对刀	(235)
第六节 分度头及其使用	(235)
一、万能分度头	(236)
二、简单分度头	(241)
三、分度方法与计算	(241)
四、分度头的安装与调整	(242)
五、分度头的使用维护	(245)

第七节 凸轮的铣削	(247)
一、凸轮的分类	(247)
二、等速盘形凸轮的铣削方法	(248)
三、等速圆柱凸轮的铣削	(254)
四、凸轮的铣削质量	(255)
第八节 螺旋槽的铣削	(256)
一、螺旋槽的分类	(256)
二、螺旋槽的加工	(257)
第九节 齿轮、齿条的铣削	(265)
一、成形法铣削齿轮	(265)
二、飞刀展成铣蜗轮	(286)
第十节 链轮的铣削	(288)
一、链轮主要尺寸计算	(289)
二、滚子链链轮的铣削	(292)
三、齿形链链轮的铣削	(297)
四、链轮铣削的质量分析	(299)
第十一节 铣钻孔、铰孔和镗孔	(299)
一、铣床钻孔	(300)
二、铰孔	(307)
三、镗孔	(314)
第十二节 难加工材料的铣削	(323)
一、难加工材料的铣削特点	(323)
二、高温合金的铣削加工	(324)
三、钛合金的铣削加工	(326)
四、纯铜的铣削加工	(327)
五、高强度钢的铣削加工	(328)
六、不锈钢的铣削加工	(329)
七、高锰钢的铣削加工	(331)
第五章 刻线及成形表面的铣削	
第一节 刻线	(332)
一、刻线加工的技术要求	(332)
二、刻线用的刀具及其装夹方法	(332)
三、平面直线移距刻线	(333)
四、在圆柱或圆锥面上刻线	(336)
五、圆柱端面刻线	(338)

第二节 成形面和球面的铣削	(338)
一、用回转工作台铣削曲线外形	(338)
二、用双手配合进给铣削曲线外形	(341)
三、成形面的铣削	(342)
四、球面的铣削	(344)
第六章 铣削工艺分析及加工实例	
第一节 工艺规程的编制	(348)
一、基本概念	(348)
二、工艺规程及其作用与工艺规程制订	(349)
三、工艺过程的设计	(352)
第二节 典型工件加工实例	(357)
【实例一】调整主轴角度铣削斜面	(357)
【实例二】铣双台阶	(364)
【实例三】铣燕尾槽和燕尾块	(368)
【实例四】用组合的三面刃铣刀内侧刃铣削外花键	(372)
【实例五】用万能分度头简单分度法铣直齿圆柱齿轮	(377)
【实例六】铣螺旋齿牙嵌离合器	(379)
【实例七】铣锯齿形齿离合器	(382)
【实例八】铣圆柱凸轮	(386)
【实例九】斜齿圆柱齿轮的铣削	(388)
【实例十】平面直线移距刻线加工	(390)

第一章 铣工专业基础知识

第一节 金属材料及热处理

一、金属材料的分类

1. 金属材料的分类

金属材料一般分为钢铁材料（黑色金属）和有色金属两大类。具体的分类方法见表 1-1。

表 1-1 金属材料的分类

金 属 材 料	钢	铸 钢	铸造碳钢	
			铸造合金钢	
		碳素钢	结构钢	
			工具钢	
		合金钢	合金结构钢	渗碳钢
				调质钢
				弹簧钢
				滚动轴承钢
			合金工具钢	低合金工具钢
				高速钢
	合金模具钢		冷作模具钢	
			热作模具钢	
	特殊性能钢	不锈钢		
		耐热钢		
		耐磨钢		
磁钢				
粉末冶金				
铸 铁	白口铸铁			
	灰口铸铁			
	可锻铸铁			
	球墨铸铁			
有色 金属	铜及铜合金			
	铝及铝合金			
	其他合金：镁、钛、镍、铅、锌、锡合金等			

2. 钢铁材料的分类

钢铁的分类见表 1-2。钢的分类见表 1-3。钢材的分类见表 1-4。

表 1-2 钢铁的分类

名称	定义	用途
工业纯铁	杂质总含量 $< 0.2\%$ 及含碳量在 $0.02\% \sim 0.04\%$ 的纯铁	重要的软磁材料，也是制造其他磁性合金的原材料
生铁	含碳量 $> 2\%$ ，并含硅、锰、硫、磷等杂质的铁碳合金	通常分为炼钢用生铁和铸造用生铁两大类
铸铁	用铸造生铁为原料，在重熔后直接浇注成铸件，是含碳量 $> 2\%$ 的铁碳合金	主要有灰铸铁、可锻铸铁、球墨铸铁、耐磨铸铁和耐热铸铁
铸钢	铸钢是指采用铸造方法产出来的一种钢铸件，其含碳量一般在 $0.15\% \sim 0.60\%$ 之间	一般分为铸造碳钢和铸造合金钢两大类
钢	以铁为主要元素，含碳量一般 $< 2\%$ ，并含有其他元素的材料	炼钢生铁经炼钢炉熔炼的钢，除少数是直接浇注成钢铸件外，绝大多数是先铸成钢锭、连铸坯，再经过锻压或轧制成锻件或各种钢材。通常所讲的钢，一般是指轧制成各种型材的钢

表 1-3 钢的分类

分类方法	分类名称	特征说明
按化学成分分	碳素钢	按含碳量不同，可分为： (1) 低碳钢：含碳量 $\leq 0.25\%$ (2) 中碳钢： $0.25\% < \text{含碳量} \leq 0.60\%$ (3) 高碳钢：含碳量 $> 0.60\%$
	合金钢	在冶炼碳素钢的基础上，加入一些合金元素而炼成的钢。按其合金元素总含量，可分为： (1) 低合金钢：合金元素总含量 $\leq 5\%$ (2) 中合金钢： $5\% < \text{合金元素总含量} \leq 10\%$ (3) 高合金钢：合金元素总含量 $> 10\%$
	按炉别分	(1) 平炉钢：又分为酸性和碱性两种 (2) 转炉钢：又分为酸性和碱性两种 (3) 电炉钢：有电弧炉钢、感应炉钢和真空感应炉钢

续表

分类方法	分类名称	特征说明
按化学成分分	按脱氧程度分： 沸腾钢 F、半镇静钢 B、镇静钢 Z、特殊镇静钢 TZ（一般 Z、TZ 予以省略）	<p>(1) 沸腾钢：该钢脱氧不完全，浇铸时产生沸腾现象。优点是冶炼成本低，表面质量及深冲性能好；缺点是化学成分和质量不均匀，抗腐蚀性能和机械强度较差，且晶粒粗化，有较大的时效趋向性、冷脆性。在温度 0℃ 以下焊接时，接头内可能出现脆性裂纹。一般不宜用于重要结构</p> <p>(2) 镇静钢：完全获得脱氧的钢，化学成分均匀，晶粒细化，不存在非金属夹杂物，其冲击韧性比晶粒粗化的钢提高 1~2 倍。一般优质碳素钢和合金钢均是镇静钢</p> <p>(3) 半镇静钢：脱氧程度介于上述两种钢之间。因生产较难控制，产量较少</p>
	按钢的品质分	<p>普通钢 P 含量 ≤ 0.045%，S 含量 ≤ 0.055%；或 P (S) 含量 ≤ 0.05%</p> <p>优质钢 P (S) 含量 ≤ 0.04%</p> <p>高级优质钢 P 含量 ≤ 0.030%；S 含量 ≤ 0.020%；通常在钢号后面加“A”</p>
按结构钢的强度等级分	Q235	屈服强度 $\sigma_s = 235 \text{ MPa}$ ，使用很普遍
	Q345	屈服强度 $\sigma_s = 345 \text{ MPa}$ ，使用很普遍
	Q390	屈服强度 $\sigma_s = 390 \text{ MPa}$ ；综合性能好，如 15MnVR，15MnTi
	Q400	屈服强度 $\sigma_s \geq 400 \text{ MPa}$ （如，30SiTi）
	Q440	屈服强度 $\sigma_s \geq 440 \text{ MPa}$ （如 15MnVNR）
按钢的用途分	结构钢	除专用钢外的工程结构钢，例如 Q235、Q345 等
	专用钢	<p>锅炉用钢（牌号末位用 g 表示）</p> <p>桥梁用钢（牌号末位用 q 表示），如 16q、16Mnq 等</p> <p>船体用钢，一般强度钢分为 A、B、C、D、E 五个等级</p> <p>压力容器用钢（牌号末位用 R 表示）</p> <p>低温压力容器用钢（牌号末位用 DR 表示）</p> <p>汽车大梁用钢（牌号末位用 L 表示）</p> <p>焊条用钢（手工电弧焊条冠以“E”，埋弧焊焊条冠以“H”）</p>
	工具钢	如碳素工具钢、合金工具钢、高速工具钢等
	特殊钢	如不锈钢、耐热不起皮钢、耐磨钢、磁钢等

表 1-4 钢材的分类

类别	说明
型钢	按断面形状分圆钢、扁钢、方钢、六角钢、八角钢、角钢、工字钢、槽钢、丁字钢、乙字钢等

续表

类别	说 明
钢板	(1) 按厚度分：厚钢板（厚度 >4 mm）和薄钢板（厚度 ≤ 4 mm） (2) 按用途分：一般用钢板、锅炉用钢板、造船用钢板、汽车用厚钢板、一般用薄钢板、屋面薄钢板、酸洗薄钢板、镀锌薄钢板、镀锡薄钢板和其他专用钢板等
钢带	按交货状态分：热轧钢带和冷轧钢带
钢管	(1) 按制造方法分：无缝钢管（有热轧、冷拔两种）和焊接钢管 (2) 按用途分：一般用钢管、水煤气用钢管、锅炉用钢管、石油用钢管和其他专用钢管等 (3) 按表面状况分：镀锌钢管和不镀锌钢管 (4) 按管端结构分：带螺纹钢管和不带螺纹钢管
钢丝	(1) 按加工方法分：冷拉钢丝和冷轧钢丝等 (2) 按用途分：一般用钢丝、包扎用钢丝、架空通信用钢丝、焊接用钢丝、弹簧钢丝、琴钢丝和其他专用钢丝等 (3) 按表面情况分：抛光钢丝、磨光钢丝、酸洗钢丝、光面钢丝、黑钢丝、镀锌钢丝和其他金属钢丝等
钢丝绳	(1) 按绳股数目分：单股钢绳、六股钢绳和十八股钢绳等 (2) 按内芯材料分：有机物芯钢绳和金属芯钢绳等 (3) 按表面状况分：不镀锌钢绳和镀锌钢绳

二、钢铁材料的牌号及热处理

1. 钢铁材料的牌号

钢铁材料的牌号与表示方法见表 1-5。

表 1-5 钢铁材料的牌号与表示方法

产品名称	牌号举例	牌号与表示方法说明
灰铸铁 (GB/T9439—1988)	HT100 HT300	<p>HT 100 抗拉强度(MPa) 灰铸铁代号</p>
球墨铸铁 (GB/T1348—1988)	QT 400 - 18 QT600 - 3	<p>QT 450 - 18 伸长率(%) 抗拉强度(MPa) 球铁代号</p>

续表 1

产品名称	牌号举例	牌号与表示方法说明
可锻铸铁 (GB/T9440—1988)	KTH300 - 06 KTH350 - 10 KTH370 - 12	<p> KTH 350 - 06 — 伸长度(%) — 抗拉强度(MPa) — 黑心可锻铸铁代号 </p> <p> KTB 400 - 05 — 伸长度(%) — 抗拉强度(MPa) — 白心可锻铸铁代号 </p>
耐热铸铁 (GB/T9437—1988)	RTCr2 RTSi5 RTQAl5Si5	<p> RT Q Si 4 — 合金元素平均质量分数(%) — 合金元素符号 — 球墨铸铁 — 耐热铸铁代号 </p>
铸 钢 (GB/T5613—1995)	ZG200 - 400 ZG230 - 450 ZG340 - 40	<p> ZG 200 - 400 — 抗拉强度(MPa) — 屈服强度(MPa) — 铸钢代号 </p>
碳素结构钢 (GB/T700—1988)	Q195F Q215AF Q235Bb Q255A	<p> Q 215 A F — 脱氧方法: F—沸腾钢, b—半镇静钢, Z—镇静钢(可省略), TZ—特殊镇静钢(可省略) — 质量等级: A、B、C、D — 屈服点(强度)值(MPa) — 屈服强度,“屈”字的拼音首位字母 </p>
优质碳结构钢: 普通锰含量 较高锰含量 锅炉用钢 (GB/T699—1999)	08F、45、20A 40Mn、70Mn、20g	<p> 50 Mn F A — 质量等级: 无符号——优质, A——高级优质 — 脱氧方法: 同碳素结构钢 — 锰元素: 含量较高(Mn), 0.70% ~ 1.00% 时标出 — 含碳量: 以平均万分之几表示, C = 0.5% </p>
低合金高强度结构钢 (GB/T1591—1994)	Q295 (A、B) Q345 (A~E) Q390 (B~E) Q420 (A~E) Q460 (C、D、E)	<p> Q 390 A — 质量等级: A、B、C、D、E — 屈服点(强度)值(MPa) — 钢材屈服强度“屈”字的拼音首位字母 </p>

续表 2

产品名称	牌号举例	牌号与表示方法说明
碳素工具钢： 普通含锰量 较高含锰量 (GB/T1298—1986)	T10、T13A、 T8MnA	<p> T 8 Mn A 质量等级：优质碳素结构钢 锰元素：含量较高(Mn)，0.40% ~ 0.60% 时标出 含碳量：以千分之几表示，C = 0.8% 代表碳素工具钢 </p>
合金工具钢 (GB/T1299—1985)	4CrW2Si CrWMn9Mn2V	<p> 4 CrW2Si 化学元素符号及含量 1. 一般以百分之几表示 2. 个别低铬合金钢的铬含量以千分之几表示，但在含铬量前加“0”，如 Cr06 含碳量 1. $\geq 1.00\%$ 时，不予标出 2. $< 1.00\%$ 时，数字为千分之几 </p>
易切削结构钢： 普通含锰量 较高含锰量 (GB/T8731—1988)	Y12、Y30、 Y40Mn、45Ca	<p> Y 45 Ca 易切削元素符号 1. S、SP 易切削钢不标元素符号 2. Ca、Pb、Si 等易切削钢标元素符号 3. Mn 易切削钢一般不标元素符号，含量较高，1.20% ~ 1.55% 时标出 含碳量：以万分之几表示，C = 0.45% 代表易切削结构钢 </p>
不锈钢和耐热钢 (GB1220—1992) (GB1221—1992)	1Cr18Ni9 1Cr17 0Cr19Ni9N 1Cr17Mo 1Cr13	<p> 1 Cr 18 Ni 9 镍的平均质量分数(%) 镍元素 铬元素的平均质量分数(%) 铬元素 碳元素，C $\leq 0.15\%$ </p>
合金结构钢 (GB/T3077—1988)	25Cr2MoVA 30CrMnSi 35CrMnSiA	<p> 25 Cr2MoV A 质量等级：标 A 表示硫、磷含量较低的高级优质钢，其余优质钢 化学元素符号及含量：以百分之几表示 含碳量：以万分之几表示，C = 0.25% </p>

2. 钢材的热处理

钢材的热处理方法及应用见表 1-6。

表 1-6 钢的热处理方法及应用

类型	处理方法	目的及应用说明
退火	将钢件加热到 $A_{c3} + 30^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ 或 $A_{c1} + 30^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ 或 A_{c1} 以下的温度，经透烧和保温后，一般随炉缓慢冷却	<p>(1) 目的：</p> <ul style="list-style-type: none"> ①降低硬度，提高塑性，改善切削加工与压力加工性能 ②细化晶粒，改善力学性能，为下一步工序做准备 ③消除热、冷加工所产生的内应力 <p>(2) 应用：</p> <ul style="list-style-type: none"> ①适用于合金结构钢、碳素工具钢、合金工具钢、高速钢等的锻件、焊接件以及供应状态不合格的原材料 ②一般在毛坯状态进行退火
正火	将钢件加热到 A_{c3} 或 A_{cm} 以上 $30^{\circ}\text{C} \sim 50^{\circ}\text{C}$ ，保温后以稍大于退火的冷却速度冷加	<p>(1) 目的：</p> <p>正火的目的与退火相似</p> <p>(2) 应用：</p> <p>正火通常作为锻件、焊接件以及渗碳零件的预先热处理工序。对于性能要求不高的低碳和中碳的碳素结构钢及低合金钢件，也可以作为最后的热处理。对于一般中、高合金钢，空冷可导致完全或局部淬火，因此不能作为最后热处理工序</p>
淬火	将钢件加热到相变温度 A_{c3} 或 A_{c1} 以上，保温一定时间，然后在水、硝盐、油或空气中快速冷却	<p>(1) 目的：淬火一般是为了得到高硬度的马氏体组织，有时对某些高合金钢（如不锈钢、耐磨钢）淬火时，则是为了获得单一均匀的奥氏体组织，以提高其耐蚀性和耐磨性</p> <p>(2) 应用：</p> <ul style="list-style-type: none"> ①一般均用于 W_c 大于 0.30% 的碳钢和合金钢 ②淬火能充分发挥钢的强度和耐蚀性潜力，但同时会造成很大的内应力，降低钢的塑性和冲击韧度，故需进行回火以得到较好的综合力学性能
回火	将淬火后的钢件重新加热到 A_{c1} 以下某一温度，经保温后，于空气或油、水中冷却	<p>(1) 目的：</p> <ul style="list-style-type: none"> ①降低或消除淬火后的内应力，减少工件的变形和开裂 ②调整硬度，提高塑性和韧性，获得工作所要求的力学性能 ③稳定工件尺寸 <p>(2) 应用：</p> <ul style="list-style-type: none"> ①保持钢在淬火后的高硬度和耐磨性时用低温回火；在保持一定韧性的条件下提高弹性和屈服强度时用中温回火；以保持高的冲击韧度和塑性为主，又有足够强度时用高温回火 ②一般钢尽量避免在 $230^{\circ}\text{C} \sim 280^{\circ}\text{C}$、不锈钢在 $400^{\circ}\text{C} \sim 450^{\circ}\text{C}$ 之间回火，因这时会产生一次回火脆性