

GANGTIE
RECHUJICHU

钢铁 热处理基础

王忠诚 编著



化学工业出版社

GANGTIE
RECHULIJICHU

钢铁 热处理基础

王忠诚 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

钢铁热处理基础 / 王惠诚编著. — 北京: 化学工业出版社, 2007.9
ISBN 978-7-122-04138-1

I. ①钢… II. 王… III. ①钢铁热处理—钢铁热处理—IV. TG6161

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 137019 号

责任编辑: 于尚林

装帧设计: 史利平

责任校对: 宋一玮

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 北京市彩桥印刷有限责任公司
85mm×116mm 1/32 印张 9.5 字数 251 千字
2008 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-61518888 (传真: 010-61519586) 售后服务: 010-61518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换

定 价: 18.00 元

版权所有 违者必究

前 言

钢铁零件热处理的目的是为了获得要求的硬度和力学性能，以强化基体或零件的表面性能，满足零件的实际工作需要。由于零件的材质、加工方法、热处理方式等不同，因此零件的性能有很大的差异。系统学习钢铁的热处理基础知识，有助于热处理工作者选择热处理设备，制订正确的工艺流程和编制热处理工艺参数，为确保钢铁零件的热处理内在和外在质量提供可靠的保障。

我国机械行业的热处理基础薄弱，热处理设备比较落后，技术水平和工艺水平与国外同行业相比有较大的差距，同种零件的使用寿命相差几倍以上，从业人员的素质参差不齐，已经到了青黄不接的现状，影响了钢铁零件的热处理质量。因此要立足于国内热处理基础，有针对性地指导和提高工程技术人员和操作者的自身素质和业务水平，通过系统学习或培训以适应不断发展的热处理行业的需要，最终为提高零件的使用寿命而奠定良好的基础。

本人多年来一直从事热处理设备设计和钢铁零件热处理工艺的编制工作，在热处理一线积累了丰富的实践经验，本书是基于目前机械行业的热处理现状，结合具体零件的实际热处理而编写的。

本书共分九章，以钢铁零件的热处理为线索，从理论到实践进行了全面的介绍和探讨，希望对热处理工作者有所启示。

本书的主要读者对象是热处理工程技术人员、管理人员和操作工人，也可作为热处理入门学习或培训用参考书。

由于作者水平有限，书中难免出现不当之处，恳请读者批评指正。

王忠诚

2007年9月

目 录

第 1 章 钢铁的分类、表示方法及应用	1
1.1 钢的分类	1
1.2 钢号的表示方法及应用	3
1.2.1 碳素钢的表示方法及应用	4
1.2.2 合金钢的表示方法及应用	6
1.3 铸铁的分类、表示方法及应用	9
1.3.1 铸铁的分类	10
1.3.2 铸铁的表示方法	10
1.3.3 各种铸铁的特征及应用	11
1.3.4 铸铁中石墨的作用	16
第 2 章 钢的热处理原理	17
2.1 钢在加热过程中的转变	17
2.1.1 奥氏体的形成过程 (奥氏体化)	18
2.1.2 奥氏体的晶粒度	20
2.1.3 影响奥氏体长大的因素	22
2.2 奥氏体在冷却过程中的转变	23
2.2.1 过冷奥氏体的等温冷却转变	24
2.2.2 过冷奥氏体的连续冷却转变	28
第 3 章 钢的整体热处理工艺	30
3.1 概述	30
3.2 钢的退火和正火	31
3.2.1 退火和正火的目的	31
3.2.2 影响退火和正火的因素	32
3.2.3 退火与正火的分类	33
3.2.4 退火和正火处理的常见缺陷和防止措施	36
3.3 钢的淬火	37

3.3.1	淬火目的	38
3.3.2	钢的淬火温度的选择	38
3.3.3	常用加热设备和加热介质	38
3.3.4	钢的淬火方法和冷却介质	39
3.3.5	钢的淬火缺陷和预防措施	52
3.4	钢的回火	54
3.4.1	回火的目的	54
3.4.2	回火的种类	55
3.4.3	回火工艺的确定依据	58
3.4.4	回火常见缺陷与对策	59
第4章	钢的表面淬火工艺	60
4.1	感应加热表面热处理	60
4.1.1	感应表面加热的基本原理	61
4.1.2	感应加热设备的种类、主要特征和应用范围	63
4.1.3	感应表面加热的特点	63
4.1.4	感应加热在热处理领域的应用	64
4.1.5	高频感应加热淬火工艺参数的选择	65
4.1.6	感应加热表面淬火件的回火	77
4.1.7	感应加热表面质量检查	80
4.1.8	感应加热表面淬火常见缺陷与对策	82
4.1.9	提高高频淬火件性能需采取的措施	85
4.2	火焰加热表面热处理	85
4.2.1	火焰加热淬火的特点	86
4.2.2	火焰淬火方法	88
4.2.3	影响火焰淬火表面质量的因素	89
4.2.4	火焰加热表面质量缺陷与对策	90
第5章	化学热处理工艺	92
5.1	渗碳技术	92
5.1.1	渗碳的过程及作用	93
5.1.2	渗碳的类型和工艺	97
5.1.3	对渗碳用钢的要求	110

5.1.4	影响零件渗碳层力学性能的因素	112
5.1.5	常用结构钢的渗碳、淬火、回火热处理规范 及性能	117
5.1.6	渗碳后零件的热处理	122
5.1.7	零件渗碳后常见的热处理缺陷与对策	129
5.2	渗氮技术	132
5.2.1	渗氮的作用特点与分类	132
5.2.2	渗氮用钢及预备热处理	133
5.2.3	渗氮工艺的制订	137
5.2.4	渗氮的工艺规范	141
5.2.5	抗磨氮化	144
5.2.6	抗蚀氮化	145
5.2.7	渗氮后的组织和性能	149
5.2.8	渗氮常见缺陷与对策	151
5.3	氮碳共渗技术	154
5.3.1	氮碳共渗的作用与特点	154
5.3.2	气体软氮化	155
5.3.3	液体氮碳共渗	159
5.3.4	固体氮碳共渗工艺	169
5.3.5	氮碳共渗后的组织	170
5.3.6	氮碳共渗后的性能	172
5.4	渗铬技术	175
5.4.1	常见渗铬的方法和特点	176
5.4.2	渗铬工艺	176
5.4.3	渗铬工艺影响因素	179
5.4.4	渗铬后的组织结构	181
5.4.5	渗铬后零件的性能	181
第6章	铸铁的热处理	184
6.1	球墨铸铁的热处理	184
6.1.1	退火	184
6.1.2	正火	185

6.1.3	等温淬火	186
6.1.4	调质处理	186
6.1.5	表面淬火	187
6.1.6	化学热处理	187
6.2	灰铸铁的热处理	188
6.2.1	去内应力退火	188
6.2.2	软化退火	188
6.2.3	正火和表面淬火	189
6.3	冷激铸铁的热处理	190
第7章	零件热处理变形的机理和校直方法	191
7.1	零件热处理变形的机理	191
7.1.1	热处理变形的形式	191
7.1.2	内应力引起的形状变化	192
7.2	零件热处理变形的校直方法	195
7.2.1	减少零件热处理变形的方法和步骤	195
7.2.2	变形零件的校直	197
第8章	零件热处理后的表面清理	203
8.1	表面清理的技术要求和作用	203
8.2	喷砂与抛丸设备及工作原理	204
8.3	抛丸用材料的类型	205
8.4	影响喷砂和抛丸效果的因素	206
第9章	热处理设备与工、夹具	207
9.1	热处理设备用材料	207
9.1.1	耐火材料的特性	207
9.1.2	常用的耐火材料	208
9.1.3	保温材料	210
9.1.4	电热材料	210
9.2	加热设备	212
9.2.1	加热设备的分类	212
9.2.2	电阻炉	213
9.2.3	燃料炉	239

9.2.4	流动粒子炉	245
9.2.5	真空炉	250
9.2.6	其他热处理用加热设备	257
9.3	冷却设备	258
9.3.1	淬火槽的结构	258
9.3.2	水槽(清水、盐水和碱水等)及冷却	260
9.3.3	油槽及冷却	261
9.3.4	淬火槽输送机	265
9.3.5	专用淬火机	267
9.4	辅助设备	269
9.4.1	清洗设备	269
9.4.2	清理及强化设备	271
9.4.3	校直(或校正)设备	273
9.4.4	硬度检测设备	274
9.5	温度测量仪表	276
9.5.1	热电偶	276
9.5.2	指示毫伏计和调节毫伏计	278
9.5.3	电子电位差计	279
9.5.4	光学高温计和辐射高温计	280
9.6	热处理用工、夹具和工装	281
9.6.1	热处理常用工、夹具	281
9.6.2	热处理设备专用工装	283
参考文献		289

第 1 章

钢铁的分类、表示方法及应用

在工农业生产中，由钢铁制作的各种零件应用于人们生活的各个方面，已经成为人类社会进步和发展必不可少的材料，因此钢铁材料在国民经济中占有极其重要的地位。了解钢铁材料的分类方法，认识并分析钢铁材料中化学成分对产品质量和性能的影响，将有助于全面掌握和正确运用各种钢铁材料。

1.1 钢的分类

按照国际上钢铁的分类原则，我国制订了自己的钢铁分类标准，目前国内常见的钢铁零件的分类方法有化学分类法、钢的质量级别分类法和钢的用途分类法等三种，其分类比较系统和客观地评价了钢铁的具体特点，这有助于对采用的材料进行合理选用和正确分析。

(1) 按化学成分分类

钢是指在铁碳相图上含碳量小于 2.11% 的铁碳合金，根据钢中碳和合金元素含量的差异可分为两类钢，即碳素钢和合金钢。一般把含有铁、碳两主要元素及少量硅、锰、硫、磷等杂质的钢称为碳素钢（简称碳钢），它们是应用于现实生活中最广泛的材料之一，约占整个钢铁产量的 50% 以上。该类钢依据钢中含碳量的不同，又可分为低碳钢（指 $w_C < 0.25\%$ 的钢）、中碳钢（ $0.25\% \leq w_C \leq 0.60\%$ 的钢）和高碳钢（ $w_C > 0.60\%$ 的钢）三种。含碳量的高低直接影响到零件的硬度和耐磨性，因此在实际应用中要合理选用

材料。

为了满足零件一定的技术要求，在碳钢中加入一定量的合金元素就构成了合金钢。合金元素赋予合金钢独有的性能，大多数合金元素增加奥氏体的稳定性，使钢的等温转变曲线（C曲线）右移，因此合金钢具有良好的淬透性、高的力学性能等，是碳素钢无法比拟的。通常加入的合金元素有镍、铬、钼、钒、钛、铝等合金元素。合金钢按钢中合金元素总含量的多少，分为三种，即低合金钢（指合金元素总量小于5%）、中合金钢（指合金元素总量在5%~10%之间）和高合金钢（指合金元素总量大于10%）。考虑到合金元素的作用的不同，在实际分类中也可进行细分。根据合金钢中所含合金元素种类的不同，又分为锰钢、铬钢、锰硅钢、铬硅钢、铬锰钢、铬锰硅钢、铬钒钢、铬钼钢等，其力学性能也会存在很大的差异，因此其使用的范围和用途不同。

（2）按钢的质量级别分类

在钢的冶炼过程中，由于矿石等物质不可避免的会产生各种杂质，它们存在于钢中，影响钢的质量。通常根据钢中杂质含量的多少，依据钢中硫、磷含量的高低，一般将钢分为普通钢、优质钢、高级优质钢和特殊质量钢四类。

① 普通钢：该类钢中硫、磷的含量均不大于0.045%。

② 优质钢：钢中硫、磷的含量均不大于0.035%，该类钢中硫、磷的含量较低。

③ 高级优质钢：钢中硫、磷的含量均不大于0.025%，该类钢中硫、磷的含量更低。

④ 特殊质量钢：钢中硫的含量小于0.015%，磷的含量小于0.025%。

（3）按钢的用途分类

钢的化学成分决定了其具有不同的性能，在生产实践中可根据钢的用途不同进行分类，一般将钢分为结构钢、工具钢和特殊性能钢三类。

① 结构钢 指钢的含碳量小于0.60%的低、中碳碳素结构钢

和合金结构钢，多用于制造一般的机器零件（机器上的齿轮、轴、凸轮、键、标准件等）、机器构件（汽轮机机架、起重机上的横梁等）和各项工程上的金属构件（工业与农业建筑钢筋、钢结构架、桥梁上的金属结构、铁路道轨、机车构件）以及弹簧等，它是用途十分广泛的一类钢。结构钢具有足够的强度和塑性，良好的冲击韧性，焊接性能好，同时也易于进行切削加工，因此含碳量小于0.60%的钢即可满足上述零件的要求。

② 工具钢 指该钢经热处理后可获得高的硬度、高的耐磨性。按照钢中元素的含量和性能的差异，工具钢分为碳素工具钢、合金工具钢和高速工具钢三类。含碳量的增加提高了钢的硬度，合金元素的加入使钢中形成了更多的金属化合物，既提高了钢的淬透性和回火稳定性，又使钢的耐磨性和使用寿命成倍增加，因此多用于制作刀具、量具和模具等，它是工业生产中必不可少的材料，随着科学技术的进步，该类钢必将起到更大的作用。

③ 特殊性能钢 指加入较多的合金元素而具有特殊物理和化学性能的钢的总称。如不锈钢、耐热钢（如奥氏体耐热钢、马氏体耐热钢等）和耐磨钢等。它们使用的场合特殊、工作条件比较恶劣，要具备耐酸、耐碱、耐高温、耐腐蚀等特性，因此在化学工业中占有重要的地位。

1.2 钢号的表示方法及应用

尽管钢的分类可以提供选择钢材的功能，但为了便于选择、了解使用某种钢，查找需要各种具体成分的钢，必须对钢进行规范表示，我国钢号表示方法按照以下两点要求进行。

① 钢牌号采用汉语拼音字母、化学元素符号和阿拉伯数字三部分相结合的表示方法。

② 产品名称、用途、特性和工艺方法采用汉字或汉语拼音字母的表示方法（GB 221—79）。

1.2.1 碳素钢的表示方法及应用

根据碳素钢含碳量的差异，通常分为以下四类。

(1) 碳素结构钢

按 GB 700—88 标准，该类钢由代表屈服点的拼音字母“Q”、屈服点数值、质量等级符号和脱氧方法四部分按顺序组成。如 Q235-A.F 表示屈服点为 235MPa，A 级沸腾钢。质量分为 A、B、C、D 四个等级，具体应用见表 1-1。

表 1-1 部分碳素结构钢的用途

碳素结构钢牌号	应用举例
Q195	用于制造螺钉、铆钉、垫块及轻负荷的冲压件
Q215(A、B)	
Q235(A、B、C、D)	用于制作小轴、拉杆、连杆、螺栓、螺母、法兰盘等不太重要的零件
Q255(A、B)	可制作拉杆、连杆、转轴、心轴、齿轮、键等零件
Q275	

(2) 优质碳素结构钢

多用于制造重要的机器零件或部件，使用前已进行了热处理。该类钢采用平炉、电炉或混合炼钢法制成，含有较少的硫、磷和非金属杂质，钢的强度、塑性、冲击性能优于碳素结构钢，用来制作比较重要的机械零件等。一般钢号用两位数字表示，其代表钢中平均含碳量的万分之几，如 45、50 等。

该类钢分为普通含锰钢和较高含锰钢，它们的钢号用钢中平均含碳量的万分之几表示，对具有较高含锰量的钢在牌号后面加 Mn，如 65Mn、60Si2Mn 等。表 1-2 为优质碳素结构钢的性能与部分用途。

(3) 碳素工具钢

用于制造刀具、量具和模具等，用一位或两位数字表示钢中平均含碳量的千分之几，为避免和优质碳素钢混淆，在数字前加“T”；若为优质工具钢则在数字后加上“A”，如 T7A、T10A、T12A 等。表 1-3 所列为部分碳素工具钢的性能与应用情况。各种碳素工具钢经热处理后硬度相差不大，含碳量的增加使未溶的二次渗碳体增多，故硬度提高而韧性下降。

表 1-2 优质碳素结构钢的性能与用途

钢 号	钢的性能	主要用途
08、10	强度、硬度较低,塑性和韧性很高,焊接性好	制作冲压件、焊接结构件以及要求不高的机械零件和渗碳件等,如压力容器、深冲器件、小轴、销子、法兰盘、螺钉、垫圈钢带、钢丝、汽车车身零件、垫板等
15、20、25	强度稍高、韧性高	制作拉杆、吊钩、杠杆、衬圈等
30、35、40	强度较高、韧性相当好、切削性能良好、调质后有较高的综合力学性能	制作受力较大的机械零件,如各种轴、连杆、曲轴、齿轮、联轴器、拉杆、套环等
45、50、55	强度、硬度相当高,韧性尚好	制作轧辊、齿轮轴、活塞、车轴、花键轴等
60	高的强度、硬度、弹性等,焊接性不好,切削性能差,冷变形塑性差,有一定韧性	制作较高强度、耐磨性和弹性的零件,如气门弹簧、弹簧垫圈、板簧、螺旋弹簧、圆弹簧、钢丝,以及偏心轴、心轴、减振器弹簧、犁铧等
65、70	强度、硬度高,韧性较低	
75、80	强度、硬度很高,韧性差	

表 1-3 部分碳素工具钢的性能及应用

钢 号	钢的性能	主要用途
T7、T7A	中等硬度、韧性较大	制造受冲击、需较高硬度和耐磨性的工具,如木工用凿子、锤头、钻头、锯片、模具等,也可制造锻工用锤、冲模、手工锯条等
T8、T8A、T8Mn	较高硬度、良好韧性	
T9、T9A	较高硬度、一定韧性	受中等冲击的工具和耐磨机件,如木工刨刀、冲模、木材切割工具、锯石工具、钻头、丝锥、圆板牙、刻刀凿子、游标卡尺等
T10、T10A、T11	高的硬度、良好的耐磨性	不受冲击而要求极高硬度的工具和耐磨零件,如钻头、铰刀、丝锥、锉刀、刮刀、量具等
T12、T12A、T13	更高的硬度、高的耐磨性	

(4) 铸造碳钢

多用于制造形状复杂、难于锻造和机械加工、而且力学性能要求较高的机械零件。广泛用于制造重型机械零件,如轧钢机架、水压机横梁、锻锤砧座等。含碳量为 0.20%~0.60%,其牌号由“ZG”后面加两组数字组成,前一组代表屈服点数值,后一组表示抗拉强度。

1.2.2 合金钢的表示方法及应用

合金钢按用途或钢中合金元素含量的多少进行分类。我国合金钢牌号采用含碳量、合金元素种类及含量和质量级别等表示，具体介绍如下。

(1) 合金结构钢

合金结构钢按用途可分为工程用低合金高强度结构钢和机械制造用结构钢，均采用两位数（含碳量）+元素符号（或汉字）+数字来表示，前两位数表示钢中平均含碳量的万分之几，元素符号表示含有的主要合金元素，其含量小于 1.5% 时不标出，如 40Cr、50CrV 等。

现将生产实践中常用的合金结构钢钢号、性能及主要用途列于表 1-4。

表 1-4 常用合金结构钢钢号、性能及主要用途

类别	代表性钢号	性 能	主要用途
铬钢	15Cr、20Cr	渗碳处理，表面硬度高、心部韧性好	齿轮、齿轮轴、活塞、活塞销和凸轮等
	40Cr	高的强度和良好的韧性	汽车的转向拉杆、重要的齿轮轴、主轴、连杆、花键轴、齿轮等
锰钢	40Mn2、45Mn2	高的强度和韧性	载重汽车用冷锻螺栓、轴、进气门、齿轮、连杆等
硅锰钢	35SiMn	稳定性好、屈服强度和疲劳强度高	齿轮、大电机轴、锤杆、连杆、轧钢机曲轴等及在 430℃ 以下使用的重要紧固件等
铬锰钢	20CrMn	渗碳处理，耐磨性好	高强度的齿轮、蜗轮等
铬硅钢	38CrSi	韧性好和强度高	拖拉机进气门、内燃机油泵齿轮、轴套等耐热机件
铬钒钢	50CrV	屈服极限和弹性极限高	高级弹簧、金刚石锯片基体、高温零件等
铬钼钢	20CrMo	渗碳处理，表面耐磨	耐磨齿轮等
	35CrMo、42CrMo	高的硬度和强度	大截面齿轮（牵引齿轮、传动器齿轮等）、发电机转子等
铬锰钛钢	18CrMnTi	工艺性能良好	汽车和拖拉机齿轮、减速机齿轮
	30CrMnTi		汽车主动锥齿轮、后主齿轮以及重负荷齿轮、心部强度高的渗碳齿轮、齿轮轴等

合金弹簧钢的含碳量为 $0.45\% \sim 0.70\%$ ，常见的钢号有 65Mn、55Si2Mn、60Si2Mn、50CrVA、60Si2CrVA 等，加入的合金元素有锰、硅、铬、钒等，使合金弹簧钢不仅具有高的淬透性，不易产生脱碳和过热，而且具有更高的高温强度和韧性。用合金弹簧钢制作的弹簧经喷丸处理后，在表面产生硬化层，形成了残余压应力，因此提高了弹簧的抗疲劳性能，明显延长了使用寿命。

(2) 合金工具钢和高速工具钢

该类钢采用一位数字表示平均含碳量的千分之几，其余同合金结构钢的表示方法一致，含碳量大于 1% 不予标出。该类钢淬火后具有高的硬度，用于制造切削刀具、量具和模具等。

值得注意的是合金工具钢中的冷作模具钢和热作模具钢，这两类钢在工具制造业中占有重要的位置。冷作模具钢可承受很大的压力、弯曲力、冲击负荷和摩擦，其具有高的硬度、良好的耐磨性、一定的韧性和抗疲劳强度、高的淬透性。小型模具多用低合金工具钢，大型模具采用 Cr12、Cr12MoV 等高碳高铬工具钢，它们具有高的硬度和耐磨性以及热处理微变形性。热作模具钢在高温下工作，可承受很大的冲击力，因此该类钢具有高的热强性、红硬性、高的耐磨性和抗氧化性，以及较高的抗热疲劳性和良好的导热性。

高速钢淬火的正常组织为马氏体+残余奥氏体+未溶合金碳化物，该钢具有高的红硬性、耐磨性和足够的强度，用于制造切削速度较高的刀具、形状复杂、载荷较重的成形刀具等，也可制作挤压和冲压模具，在实际生产过程中应用十分广泛。表 1-5 列出了部分合金工具钢和高速工具钢的用途。

需要说明的是滚动轴承钢是专门制造滚珠轴承的材料，如轴承的滚珠、滚柱和内外套圈，也可用于制造各种工具、量具、模具和耐磨零件等。滚动轴承钢分为铬轴承钢、无铬轴承钢、渗碳轴承钢、不锈钢轴承钢和高温轴承钢等，应用最广的为高碳铬钢。滚动轴承钢具有很高的疲劳强度、较高的抗拉强度和耐压性。其牌号前面冠以汉语拼音字母，而不标注含碳量，含铬量以千分之几表示，而其他元素仍以百分之几表示，如 GCr6、GCr9、GCr9SiMn、GCr15、

表 1-5 常见合金工具钢和高速工具钢的钢号和用途

钢的分类	常见的钢号	用 途
量具、刀具用钢	9SiCr、8MnSi、Cr06、Cr2、9Cr2W	丝锥、圆板牙、量规、硬度块、卡尺、千分尺、块规、样板等
耐冲击用钢	4CrW2Si、5CrW2Si、6CrW2Si	钻头、拉刀、风铲、风凿、切边模、冲孔模、冷剪刀片、冲头等
冲击模具钢	Cr12、Cr12MoV、Cr5Mo1V、9Mn2V、CrWMn、9CrWMn、Cr4W2MoV、6Cr4W3Mo2VNb、6Cr6Mo5Cr4V	切削刀具、测量工具、拉伸模、滚丝轮、冷冲模、冷挤压模等
热作模具钢	5CrMnMo、5CrNiMo、3Cr2W8V、4Cr3Mo3SiV、4Cr5MoSiV1、4Cr5W2VSi	挤压模、热锻模、压铸模等
无磁模具钢和塑料模具钢	7Mn15Cr2Al3V2WMo、3Cr2Mo	塑料模具等
高速工具钢	W18Cr4V、W19Cr4VCo5、W6Mo5Cr4V2、W2Mo9Cr4V2、W6Mo5Cr4V2Co5、W7Mo4Cr4V2Co5、W2Mo9Cr4VCo8、W9Mo3Cr4V、W6Mo5Cr4V2Al	各种刀具和模具等,如切削工具、白钢车刀、丝锥、圆板牙、直柄钻头、铰刀、铣刀、滚丝轮、搓丝板、无心磨床支片、某些耐磨零件等

GCr15SiMn 等。高碳铬钢的含碳量为 0.95%~1.15%，含铬量为 0.40%~1.65%，加入铬是提高钢的淬透性，形成细小的均匀分布的碳化物，以提高钢的硬度、接触疲劳强度和耐磨性。

(3) 特殊性能钢

该类钢均为高级优质合金钢，其钢号的表示方法同合金工具钢和高速工具钢一致，如 5Cr21Mn9Ni4N、1Cr18Ni9Ti、1Cr23Ni13 等。特殊性能钢按性能分为不锈钢耐酸钢、耐热钢两类。

① 不锈钢耐酸钢 这是一类有一定的力学性能，保证有耐腐蚀性能的特殊钢种，根据金相组织的类型分为以下五种。

a. 铁素体型不锈钢 为低碳铬不锈钢，含碳量低，含铬量为 13%~15%，多用于制作汽轮机叶片、硝酸工厂和食品企业的设备等。

b. 马氏体型不锈钢 为含碳量较高的铬不锈钢，热处理后的组织为马氏体，具有高的硬度、强度和高的耐磨性。3Cr13Mo 用于制造热油泵轴、轴承、阀门等零件，4Cr13 用于制作游标卡尺；