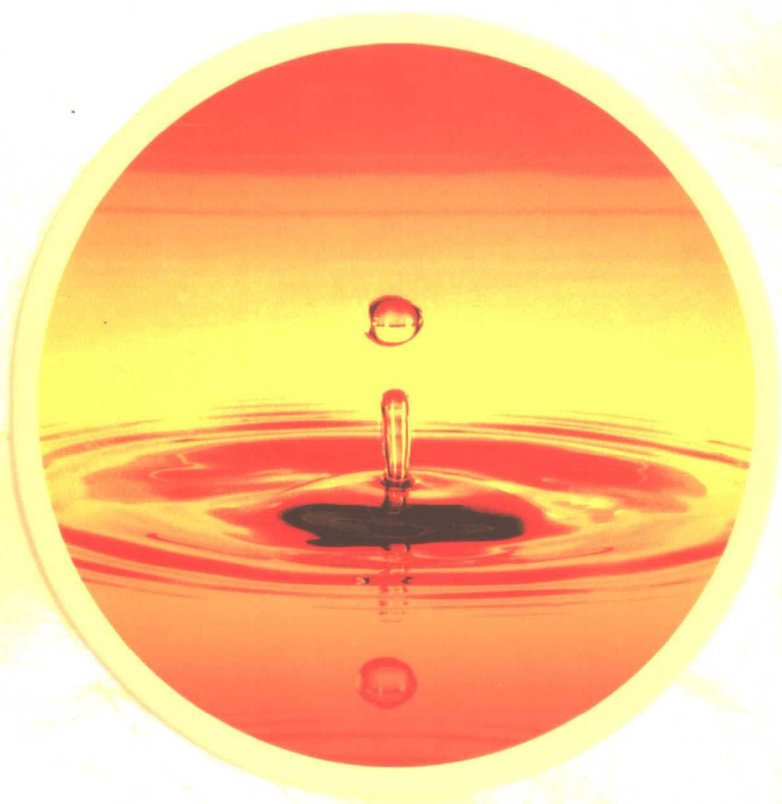


润滑油品开发与应用丛书

烃[®]

金属加工油剂 应用技术

王先会 编著



中国石化出版社

润滑油品开发与应用丛书

金属加工油剂应用技术

王先会 编著

中国石化出版社

内 容 提 要

本书概括反映国内金属加工油剂的最新应用技术。其内容包括金属的塑性加工、切削、热处理、防锈和清洗等各种加工形式的特征,以及所使用的各种加工油剂的分类、性能、作用和选择方法等,同时介绍了一定的润滑管理知识。

本书可供机械制造行业的有关技术人员,金属加工油剂生产企业的有关技术人员,以及特种石油产品的销售人员等参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

金属加工油剂应用技术/王先会编著.

—北京:中国石化出版社,2005

(润滑油品开发与应用丛书)

ISBN 7-80164-704-1

I.金… II.王… III.金属加工-油剂 IV.TE626

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 017183 号

中国石化出版社出版发行

地址:北京市东城区安定门外大街 58 号

邮编:100011 电话:(010)84271850

读者服务部电话:(010)84289974

<http://www.sinopec-press.com>

E-mail:press@sinopec.com.cn

北京精美实华图文制作中心排版

北京大地印刷厂印刷

新华书店北京发行所经销

*

787×1092 毫米 16 开本 14 印张 350 千字
2005 年 4 月第 1 版 2005 年 4 月第 1 次印刷

定价:32.00 元

前 言

金属加工是机械工程的一个重要分支。为了使工件得到所期望的几何形状、尺寸精度和表面质量,满足工件的硬度要求,需要对材料进行切削加工、压力成型加工、热处理、清洗和防锈等一系列加工过程。金属加工油剂就是在金属加工工艺过程中,所使用的润滑材料、冷却材料以及工作介质的总称。主要包括金属切削液、金属塑性加工油剂(含金属轧制油)、热处理油、金属清洗剂和防锈油脂等。金属加工润滑剂约占润滑油总量5%~12%。由于环保和节能意识的不断强化,现在正从以油基为主,并逐步向水基发展。在金属加工液中,切削液一直占有较大比例,一般为50%左右。各种金属加工油剂所占比例大致如下:

切削液 45%~55%;

塑性加工润滑剂 28%~33%;

防锈油 10%~15%;

热处理油 5%~15%。

近年来,我国汽车行业的发展势头较为强劲,冶金工业中高附加值产品如薄钢板的比例不断提升,铜、铝等有色金属加工业的规模也不断扩大。可以说,金属加工业正处于前所未有的快速发展阶段。这些无疑会对与之配套的金属加工油剂的发展和进步起到积极的拉动作用。

在国内润滑油品市场,金属加工油剂的竞争十分激烈,国际上著名的跨国石油公司及一些知名的专业特种油公司,都在积极抢占特种油的高端市场。国内以中国石化和中国石油为代表,对特种油品也投入了较大的精力,积极参与市场的开拓。

为了适应金属加工的发展趋势,不断提高工艺润滑水平,特编写了这部《金属加工油剂应用技术》。希望本书能为从事金属加工、机械制造等技术工作的人员、管理人员以及金属加工油剂生产企业的有关人员,提供方便和益处。

在本书的编写过程中,得到了相关行业有关工程技术人员的帮助,这里表示衷心的感谢。同时,这里也向被本书所参考、吸收、采纳的文献的作者,表示诚挚的谢意。

由于作者水平有限,书中难免有许多不妥之处,敬请广大读者批评指正。

作 者

第一章 金属材料分类、性能和用途	(1)
第一节 黑色金属材料	(1)
1.1 钢	(1)
1.2 铁	(7)
第二节 有色金属材料	(9)
2.1 铝和铝合金	(9)
2.2 铜和铜合金	(11)
第二章 金属塑性加工润滑剂	(12)
第一节 金属塑性加工	(12)
1.1 金属塑性加工分类	(12)
1.2 金属塑性加工特点	(14)
1.3 金属塑性加工应用范围	(15)
第二节 锻造润滑剂	(16)
2.1 锻造加工分类	(16)
2.2 锻造加工特点以及对润滑剂的要求	(16)
2.3 锻造润滑剂品种和应用	(18)
第三节 挤压润滑剂	(19)
3.1 挤压加工分类	(19)
3.2 挤压加工特点以及对润滑剂的要求	(20)
3.3 挤压加工润滑剂品种和应用	(21)
第四节 冲压润滑剂	(22)
4.1 冲压加工分类	(22)
4.2 冲压加工工作条件以及对润滑剂的要求	(22)
4.3 冲压加工油剂种类	(23)
4.4 冲裁油	(24)
4.5 拉深油	(25)
4.6 变薄拉深油	(26)
4.7 冲压油选择	(27)
4.8 冲压润滑剂品种和应用	(28)
第五节 拉拔润滑剂	(32)
5.1 拉拔加工分类	(32)
5.2 金属拉拔特点以及对润滑剂的要求	(32)
5.3 不锈钢拉拔润滑剂选择	(35)
5.4 拉拔润滑剂品种和应用	(35)



第三章 金属轧制油	(37)
第一节 金属轧制和润滑	(37)
1.1 金属轧制摩擦特点	(37)
1.2 板带钢轧机种类	(38)
1.3 轧制油作用	(39)
1.4 轧制油分类	(39)
第二节 钢板热轧油	(39)
2.1 热轧钢板生产概况	(40)
2.2 热轧工艺条件以及对热轧润滑剂的要求	(40)
2.3 热轧油使用效果分析	(41)
2.4 热轧油组成	(42)
2.5 热轧油品种和应用	(42)
第三节 钢板冷轧乳化液	(44)
3.1 冷轧钢板生产概况	(44)
3.2 冷轧板带材生产工艺特点	(44)
3.3 冷轧乳化液分类	(45)
3.4 轧制乳化液性能	(45)
3.5 冷轧油组成	(47)
3.6 冷轧乳化液选择	(48)
3.7 冷轧乳化液使用方法	(48)
3.8 冷轧乳化液品种和应用	(48)
第四节 不锈钢板轧制油	(52)
4.1 不锈钢板生产概况	(52)
4.2 不锈钢板轧制工艺特点以及对润滑剂的要求	(52)
4.3 不锈钢板轧制油组成	(53)
4.4 不锈钢板轧制油品种和应用	(54)
第五节 硅钢板轧制油	(54)
5.1 硅钢板生产概况	(54)
5.2 硅钢板轧制特点	(54)
5.3 硅钢板轧制油组成	(55)
5.4 硅钢板轧制油品种和应用	(55)
第六节 无缝钢管热轧润滑剂	(55)
6.1 无缝钢管生产概况	(55)
6.2 无缝钢管热轧工艺润滑特点	(55)
6.3 无缝钢管热轧润滑剂品种和应用	(56)
第七节 铝轧制油	(58)
7.1 铝材生产概况	(58)

7.2	铝轧制油分类和性能	(59)
7.3	铝轧制油品种和应用	(60)
第八节	铜轧制油	(61)
8.1	铜材生产概况	(61)
8.2	铜轧制油分类和性能	(61)
8.3	铜轧制油品种和应用	(62)
第四章	金属切削液	(63)
第一节	金属切削加工	(63)
1.1	切削加工摩擦特点	(63)
1.2	切削加工分类	(64)
1.3	金属切削机床	(65)
1.4	切削刀具	(69)
第二节	切削液作用	(70)
2.1	冷却作用	(70)
2.2	润滑作用	(71)
2.3	清洗作用	(74)
2.4	防锈作用	(75)
2.5	其他作用	(75)
第三节	切削液分类	(75)
3.1	国际标准化组织(ISO)分类	(75)
3.2	美国润滑与材料协会(ASTM)分类	(75)
3.3	日本切削液分类	(76)
3.4	按切削液组成分类	(76)
第四节	油基切削液	(79)
4.1	油基切削液性能特点	(79)
4.2	油基切削液规格	(80)
4.3	油基切削液组成	(81)
4.4	油基切削液配制	(82)
4.5	油基切削液品种和应用	(85)
第五节	乳化切削液	(90)
5.1	乳化液性能特点	(90)
5.2	乳化切削液规格	(91)
5.3	乳化油组成	(91)
5.4	乳化油配制	(93)
5.5	乳化切削液品种和应用	(94)

第六节 合成切削液	(96)
6.1 合成切削液性能特点	(96)
6.2 合成切削液规格	(97)
6.3 合成切削液组成	(98)
6.4 合成切削液品种和应用	(98)
第七节 半合成切削液	(100)
7.1 半合成切削液性能特点	(100)
7.2 半合成切削液组成	(100)
7.3 半合成切削液规格	(101)
7.4 半合成切削液品种和应用	(102)
第八节 切削液选择	(105)
8.1 根据机床要求选择切削液	(105)
8.2 根据工件材料种类选择切削液	(106)
8.3 根据作业类型选择切削液	(108)
8.4 根据刀具材料选择切削液	(112)
8.5 切削液选择步骤和注意事项	(113)
8.6 切削液经济分析	(114)
第九节 切削液使用方法	(115)
9.1 切削液液流分布方式	(115)
9.2 切削液使用过程中的净化	(119)
第十节 现代切削液特点和发展趋势	(119)
10.1 现代切削液特点	(119)
10.2 切削液发展趋势	(120)
第五章 热处理介质	(122)
第一节 热处理和热处理介质	(122)
1.1 有关金属组织的基本概念	(122)
1.2 热处理工艺分类	(123)
1.3 热处理原理	(123)
1.4 热处理介质	(125)
第二节 热处理油	(126)
2.1 热处理油分类	(126)
2.2 热处理油规格	(126)
2.3 热处理油组成	(130)
2.4 热处理油性能	(130)
2.5 热处理油品种和应用	(131)



第三节 水基淬火液	(132)
3.1 水基淬火液种类	(133)
3.2 水基淬火液性能特点	(133)
3.3 水基淬火液使用方法	(136)
3.4 水基性淬火液品种和应用	(139)
第四节 热处理介质选择	(141)
4.1 特定工件淬火的最低和最高冷却速度分布线	(141)
4.2 选择淬火介质的原则	(141)
4.3 淬火油选择方法	(142)
4.4 水基淬火液选择方法	(143)
 第六章 金属清洗剂	(144)
第一节 金属清洗剂的清洗原理和方法	(144)
1.1 金属清洗剂清洗原理	(144)
1.2 金属清洗剂使用方法	(144)
第二节 溶剂型金属清洗剂	(145)
2.1 溶剂型金属清洗剂性能要求	(145)
2.2 溶剂型金属清洗剂品种和应用	(145)
第三节 水基金属清洗剂	(146)
3.1 水基金属清洗剂性能特点	(146)
3.2 水基金属清洗剂组成	(146)
3.3 水基金属清洗剂规格	(147)
3.4 水基金属清洗剂品种和应用	(147)
 第七章 防锈油脂	(150)
第一节 金属锈蚀和防锈油脂	(150)
1.1 金属锈蚀及影响因素	(150)
1.2 防锈机理	(151)
1.3 防锈油(脂)作用	(154)
1.4 防锈油脂分类	(154)
第二节 防锈油性能	(156)
2.1 防锈性	(156)
2.2 可洗性	(157)
2.3 油膜厚度	(158)
2.4 施工性	(158)
第三节 溶剂稀释型防锈油	(158)
3.1 溶剂稀释型防锈油分类	(158)

目

录

3.2	溶剂稀释型防锈油规格	(159)
3.3	溶剂稀释型防锈油组成	(160)
3.4	溶剂稀释型防锈油品种和应用	(160)
第四节	除指纹型防锈油	(163)
4.1	除指纹型防锈油分类	(163)
4.2	除指纹型防锈油组成	(163)
4.3	除指纹型防锈油规格	(163)
4.4	除指纹型防锈油品种和应用	(164)
第五节	润滑油型防锈油	(167)
5.1	润滑油型防锈油分类	(167)
5.2	润滑油型防锈油规格	(167)
5.3	润滑油型防锈油组成和性能要求	(168)
5.4	润滑油型防锈油品种和应用	(169)
第六节	防锈脂	(172)
6.1	防锈脂分类	(172)
6.2	防锈脂组成	(172)
6.3	防锈脂规格	(173)
6.4	防锈脂使用方法	(175)
6.5	防锈脂品种和应用	(175)
第七节	气相防锈油	(176)
7.1	气相防锈油分类	(176)
7.2	气相防锈油规格	(176)
7.3	气相防锈油品种和应用	(177)
第八节	水基防锈剂	(178)
8.1	水基防锈剂性能特点	(178)
8.2	水基防锈剂组成	(179)
8.3	水基防锈剂品种和应用	(179)
第九节	防锈油脂使用方法	(181)
9.1	金属表面预处理	(181)
9.2	防锈油涂敷方法	(181)
9.3	工序间防锈	(181)
9.4	封存防锈	(181)
第八章	金属加工工艺润滑管理	(183)
第一节	轧制工艺润滑管理	(183)
1.1	轧制乳化液保养	(183)
1.2	轧制润滑故障分析	(184)

目
录

第二节 切削工艺润滑管理	(185)
2.1 切削液产品管理内容	(185)
2.2 切削液使用中出现的問題及其对策	(189)
2.3 切削液净化装置	(194)
2.4 水基切削液再生处理技术	(197)
第三节 热处理工艺管理	(200)
3.1 淬火油使用过程中的维护	(200)
3.2 PAG 淬火液维护管理方法	(201)
3.3 淬火事故原因与防止措施	(204)
3.4 热处理介质更换	(204)
第四节 防锈工艺管理	(204)
4.1 防锈工艺管理体系的建立	(205)
4.2 防锈油脂管理	(205)
4.3 切削液防锈管理	(205)
4.4 工序间防锈管理	(205)
4.5 成品防锈管理	(206)
附录1 金属加工油剂生产厂家通讯录	(207)
附录2 工业废水第一类物质排放允许浓度	(208)
附录3 工业废水第二类物质最高允许排放浓度	(209)

第一章 金属材料分类、性能和用途

金属材料是基础的工程材料，也是目前国民经济各部门使用量最大、最为重要的材料品种之一。它包括金属和以金属为基础的合金。由于金属构成原子之间的结合键基本上是金属键，所以金属材料皆为金属晶体材料。金属材料种类繁多，习惯分成黑色金属材料 and 有色金属材料两大类。

第一节 黑色金属材料

黑色金属材料包括生铁、铁合金、铸铁和钢。黑色金属应用的最为广泛，以铁为基础的合金材料占整个结构材料和工具材料的 90% 以上。黑色金属的工程性能比较优越，价格也比较便宜，是最重要的工程材料。

1.1 钢

钢是用生铁(炼钢生铁)或生铁加一部分废钢经冶炼而成的。钢中含碳量低于 2.1%，其杂质(主要指 S、P)含量降低到规定标准。钢的种类很多，按照钢的外形、化学成分、品质、冶炼方法和用途等的不同，可对钢进行多种方法的分类。

1.1.1 根据外形分类

钢材按外形可分为型材、板材、管材、金属制品四大类。为便于采购、订货和管理，我国目前将钢材进一步分为十六大品种。国内钢材根据外形分类见表 1-1-1。

表 1-1-1 国内钢材根据外形分类

类 别	品 种	说 明
型材	重轨	每米重量大于 30kg 的钢轨(包括起重机轨)
	轻轨	每米重量小于或等于 30kg 的钢轨
	大型型钢	普通钢圆钢、方钢、扁钢、六角钢、工字钢、槽钢、等边和不等边角钢及螺纹钢等。按尺寸大小分为大、中、小型
	中型型钢	
	小型型钢	
	线材	直径 5~10mm 的圆钢和盘条
	冷弯型钢	将钢材或钢带冷弯成型制成的型钢
	优质型材	优质钢圆钢、方钢、扁钢、六角钢等
	其他钢材	包括重轨配件、车轴坯、轮箍等
板材	薄钢板	厚度等于和小于 4mm 的钢板
	厚钢板	厚度大于 4mm 的钢板。可分为中板(厚度大于 4mm 小于 20mm)、厚板(厚度大于 20mm 小于 60mm)、特厚板(厚度大于 60mm)
	钢带	也叫带钢,实际上是长而窄并成卷供应的薄钢板
	电工硅钢薄板	也叫硅钢片
管材	无缝钢管	用热轧、热轧-冷拔或挤压等方法生产的管壁无接缝的钢管
	焊接钢管	将钢板或钢带卷曲成型,然后焊接制成的钢管
金属制品	金属制品	包括钢丝、钢丝绳、钢绞线等

1.1.2 根据化学成分分类

(1) 非合金钢

① 普通质量非合金钢

普通质量非合金钢是指不规定生产过程中需要特别控制的质量要求，但化学成分和机械性能必须保证在规定范围内，杂质(主要 P、S 等)也必须在规定范围内。

普通质量非合金钢合金元素只含碳，不含其他合金元素，也叫普通碳素钢。由于不含其他合金元素，工艺简单成本低、应用也较广。主要用于生产板、带、型等普通构件，大多不经热处理直接使用。碳素钢是钢中应用最多的、数量最大的。常轧制成板材、型材及异型材，用于一般结构和工程。钢的牌号由代表屈服点的字母、屈服点数值、质量等级符号、脱氧方法符号等四部分按顺序组成。

② 优质非合金钢

优质碳素结构钢属优质钢，不仅要保证化学成分也要保证机械性能，同时要求杂质(S、P)含量较低。优质碳素结构钢的用途根据化学成分和性能不同而异。低碳碳结钢($C < 0.5\%$)由于塑性、韧性及焊接性能优良，主要用于轧制薄板、钢带、型钢及拉丝等。08F 多用于制造各种冲压件，如搪瓷制品、汽车外壳零件等。15、20、20Mn 是常用的渗碳钢，可用于制造对心部强度要求不高的渗碳零件如机械装置，汽车、拖拉机的齿轮、凸轮、活塞销等。中碳碳结钢($C 0.25\% \sim 0.60\%$)与低碳碳结钢相比，强度较高而塑性、韧性稍低，多轧制型钢。用于制造轴类零件，经调质处理后使用，因此也称高质钢。45 钢是应用十分广泛的中碳碳结钢。高碳碳结钢($C > 0.60\%$)具有较高的强度、硬度、弹性和耐磨性、多生产型钢。主要用于制造机具的易磨损零碎件和弹簧等，如农机的犁铧、耙片、轧机轧辊及减震弹簧、座垫弹簧等。其中 65Mn、70Mn、70、75、80、85 钢属于特殊质量非合金钢(弹簧钢)。

优质碳素结构钢在订货合同中注明了使用加工方法，一般按加工方法分成两种：压力加工用钢(热压力加工、冷锻等)和切削加工用钢。

冷锻钢是主要用于制造螺钉、铆钉、销钉的优质碳结钢。对冷锻钢要求钢中含 S、P、Si 等杂质少，保证冷锻性能及热处理后的机械性能。

易切削结构钢是利用钢中某些元素的作用改善钢的切削加工性能，以适于在自动机床上进行高速切削的钢种。常用改善切削加工性的元素有 S、Pb、Ca 等，其中以 S 最常用。S 在钢中形成 MnS 夹杂，MnS 很脆，并有一定润滑作用因而切屑易于碎断，工件表面光洁度高，可减少刀具磨损，提高切削速度。易切削结构钢虽然钢中含 S、P 较多，但在这类钢中是作为有益元素加入或保存下来，因此，属于优质钢。易切削结构钢用作生产标准件如小型螺丝、螺母，油泵、手表、计算机和打字机零件，以及机床光杠、丝杠等。易切削结构钢牌用“Y”加钢号表示。

除优质碳素结构钢、冷锻钢、易切削结构钢外，其他优质非合金钢还很多，这大多生产某种专用产品。如：锅炉和压力容器用钢、造船用钢、铁道用钢、桥梁用钢、汽车用钢、锚链用钢、自行车用钢、输油及输气管用钢、工程结构用铸造碳素钢、预应力及混凝土钢筋用优质非合金钢、焊条用钢、花纹钢板、非合金调质钢、非合金表面硬化钢、非合金弹簧钢、盘条钢、非合金电工钢板带等。

③ 特殊质量非合金钢

特殊质量非合金钢是指在生产过程中需要特别严格控制质量和性能(例如，控制淬透性和纯洁度)的非合金钢。

碳素工具钢的含碳量高(0.65%~1.35%),属高碳钢,具有高硬度、高耐磨性、以及良好的锻造性能和切削加工性,价格便宜,唯一不足的是淬透性低。其牌号由“碳”的汉语拼音字头(T)加数字组成,数字表示碳的千分含量,高级优质碳素工具钢在数字后加字母A。

其他特殊质量非合金钢大多也都是为某种专用产品需要,钢材要经过特殊处理的非合金钢。如:保证军工需要的航空用钢、兵器用钢、核压力容器用非合金钢;保证某种热处理需要的、保证淬透性钢、非合金调质钢、非合金表面硬化钢、火焰及感应淬火硬化钢;专用原料的焊条用钢、碳素弹簧钢、特殊盘条钢、冷锻和冷挤压钢、特殊易切削钢、碳素中空钢;具有规定导电性能的非合金电工钢。

(2) 低合金钢

低合金钢在钢中加入少量合金元素,由于合金元素的强化作用,低合金结构钢的屈服点比普通碳素钢高25%~150%,加之大多碳含量低,因而具有良好的塑性韧性和焊接性能,有的还具有耐腐蚀、耐低温等特性。低合金钢是一类很有发展前途的钢,在钢的生产中比例越来越大。低合金钢按质量和用途分为普通质量低合金钢、优质低合金钢、特殊质量低合金钢。

① 普通质量低合金钢

普通质量低合金钢是指供一般用途使用的合金钢。在生产过程中需要特别控制质量,例如降低硫、磷含量、控制晶粒度,改善表面质量等。一般用途低合金钢结构钢牌号由代表屈服点的汉语拼音字母(Q)、屈服点数值、质量等级符号(A、B、C、D、E)三个部分按照顺序排列。由于合金元素作用,普通质量低合金钢具有较高强度和韧性,工艺性能较好,生产成本低,应用广泛,大多直接使用。常用于铁路、桥梁、船舶、汽车和压力容器,也常用作焊接结构件和机械构件等。

② 优质和特殊质量低合金钢

优质和特殊质量低合金钢都是为某种专用产品而生产的专用钢。优质钢有可焊接低合金高强度结构钢,如:锅炉和压力容器用、造船用、汽车用、桥梁用、自行车用低合金钢;特殊钢有核能、压力容器、舰船、兵器、以及保证厚度方向性能等特殊质量的低合金钢。用作一般低合金钢筋的有20MnSi、20MnTi、20MnSiV、25MnSi、20MnNb,还有铁道、矿用低合金钢等。

(3) 合金钢

合金钢分为优质合金钢和特殊质量合金钢。优质合金钢和特殊质量合金钢,在生产过程中都需要严格控制质量和性能。

① 合结钢

一般工程结构用合金钢属优质合金钢俗称合结钢。主要用于制造机械结构件,大多经热处理后使用。由于合金元素作用,增加了淬透性、细化了晶粒,提高淬火稳定性。低碳合金结构钢经过渗碳、氮淬火及低温回火处理后,构件表面耐磨,心部韧性好,故也叫表面硬化钢。中碳合金结构钢经过调质处理,能获得良好的综合性能。

② 弹簧钢

弹簧钢用于生产各种板簧和螺旋弹簧或类似零件(如轧辊等)。弹簧是一种能产生大量弹性变形的结构零件,通过弹簧的弹性变形,可以吸收冲击能量、缓和冲击和震动的作用,因此对弹簧钢的要求必须有高的强度,特别是高的屈服强度和疲劳强度,不易脱碳,有良好的表面质量,具有一定的淬透性和良好的工艺性能。有的弹簧还要求耐热、耐腐蚀等。弹簧钢

含碳较高。常用弹簧钢的牌号、成分、热处理、性能及用途见表 1-1-2。

表 1-1-2 常用弹簧钢的牌号、成分、热处理、性能及用途

钢 号		60	75	85	65Mn	60Si2Mn	50CrVA
主要成分 / %	C	0.62 ~ 0.70	0.72 ~ 0.80	0.62 ~ 0.70	0.62 ~ 0.70	0.57 ~ 0.65	0.46 ~ 0.54
	Mn	0.50 ~ 0.80	—	0.90 ~ 1.20	0.90 ~ 1.20	0.60 ~ 0.90	0.50 ~ 0.80
	Si	0.17 ~ 0.37	—	0.17 ~ 0.37	0.17 ~ 0.37	1.50 ~ 2.00	0.17 ~ 0.80
	Cr	≤0.25	—	≤0.25	≤0.25	≤0.30	0.80 ~ 1.10
热处理	淬火温度/℃	840(油)	820(油)	830(油)	830(油)	870(油)	850
	回火温度/℃	480	—	480	480	460	520
机械性能	σ_b /MPa	8000	900	800	800	1200	
	σ_s /MPa	1000	1100	1000	1000	1300	
	δ_5 /%	9	7	8	8	5	10
应用范围		截面 < 12 ~ 15mm 的小弹簧			截面 ≤ 25mm 的弹簧,例如车箱板簧,机车板簧,缓冲卷簧		截面 ≤ 30mm 的重要弹簧,例如小型汽车、载重车板簧,扭杆簧,低于 350℃ 的耐热弹簧

③ 轴承钢

轴承钢主要用来制造滚动轴承内外套圈、滚珠、滚粒、保持架等,此外,在量具、冷作模具、低合金刀具、柴油机高压油泵件等方面也有广泛应用。轴承钢种类较多,如高碳铬、渗碳、不锈、高温、无磁轴承钢等。渗碳轴承钢牌号用“G”为汉语拼音字头,后数字表示含碳的百分数,Cr 元素后数字表示铬含量名义百分数,后面用元素符号及其名义含量百分数表示。轴承钢的钢号、成分、热处理和用途见表 1-1-3。

表 1-1-3 轴承钢的钢号、成分、热处理和用途

钢 号	主要化学成分/%							热处理规范及性能			主要用途
	C	Cr	Si	Mn	V	Mo	RE	淬火/℃	回火/℃	回火后 HRC	
GCr6	1.05 ~ 1.15	0.40 ~ 0.70	0.15 ~ 0.35	0.20 ~ 0.40	—	—	—	800 ~ 820	150 ~ 170	62 ~ 66	< 10mm 的滚珠、滚柱和滚针
GCr9	1.0 ~ 1.10	0.9 ~ 1.2	0.15 ~ 0.35	0.20 ~ 0.40	—	—	—	800 ~ 820	150 ~ 160	62 ~ 66	20mm 以内的各种滚动轴承
GCr9SiMn	1.0 ~ 1.10	0.9 ~ 1.2	0.40 ~ 0.70	0.90 ~ 1.20	—	—	—	810 ~ 830	150 ~ 200	61 ~ 65	壁厚 < 14mm,外径 < 250mm 的轴承套 25 ~ 50mm 的钢球;直径 25mm 左右滚柱等
GCr15	0.95 ~ 1.05	1.30 ~ 1.65	0.15 ~ 0.35	0.20 ~ 0.40	—	—	—	820 ~ 840	150 ~ 160	62 ~ 66	与 GCr9SiMn 同
GCr15SiMn	0.95 ~ 1.05		0.40 ~ 0.65	0.90 ~ 1.20	—	—	—	820 ~ 840	170 ~ 200	> 62	壁厚 ≥ 14mm,外径 250mm 的套圈。直径 20 ~ 200mm 的钢球。其他同 GCr15

续表

钢 号	主要化学成分/%							热处理规范及性能			主要用途
	C	Cr	Si	Mn	V	Mo	RE	淬火/ ℃	回火/ ℃	回火后 HRC	
* G Mn Mo V RE	0.95 ~ 1.05	—	0.15 ~ 0.40	1.10 ~ 1.40	0.15 ~ 0.25	0.4 ~ 0.6	0.05 ~ 0.01	770 ~ 810	170 ± 5	≥ 62	代 GCr15 用于军 工和民用方面的 轴承
* G Si Mo Mn V	0.95 ~ 1.10	—	0.45 ~ 0.65	0.75 ~ 1.05	0.2 ~ 0.3	0.2 ~ 0.4	—	780 ~ 820	175 ~ 200	≥ 62	与 G Mn Mo V RE 同

注：钢号前标有“*”者为新钢种、供参考；RE 为稀土元素。

④ 合金工具钢

为克服碳素工具钢淬透性低的弱点，提高耐磨性，在保持较高含碳量的前提下，钢中加入 Si、Mn、Cr、W、Mo、V 等元素，提高了合金钢淬透性。合金钢的牌号由数字和化学元素符号组成，当钢中含碳量小于 1.00% 时，牌号前数字表示含碳量的名义千分含量，牌号前原数字者表示含碳量不低于 1.00% 元素符号，后数字表示合金元素的名义百分数。合金工具钢按用途分为量具刃具钢、耐冲击工具钢、冷作模具钢、热作模具钢、磁模钢和塑料模具钢。

⑤ 量具刃具钢

量具刃具钢是含碳 0.08% ~ 1.45%，加入 Cr、Mn、Si、W 等合金元素。Cr、Si、Mn 提高钢的淬透性；同时 Cr、Si 还能提高回火稳定性；Mn 还减小淬火变形；W 提高耐磨能力，细化组织。这类钢主要用于制造车刀、刨刀、铰刀、拉刀等刀具及量规、样板、千分尺、塞规等量具。耐冲击工具钢有 4Cr2Si、5CrW2Si、6CrW2Si，属中碳钨系钢。通过降低含碳量以增加韧性，钨提高钢耐磨性，用于制造受冲击载荷大的工具，如冷作模具、顶锻模、风凿等。

⑥ 模具钢

模具钢用于制造成型模具，包括冷作模具钢、热作模具钢、无磁模具钢和塑料模具钢等。

⑦ 高速工具钢

为满足切削过程中，刀具线速度达 80m/min，刀具硬度 HRC > 60 的要求，在高碳钢中加入大量 W、Mo、Cr、V 等合金元素而获得高速钢。W 和 Mo 可提高钢的热硬性，在回火温度 500 ~ 600℃ 下，W、Mo 析出并生成 Mo₂C 和 W₂C，发生二次硬化（温度在 500 ~ 600℃ 时钢的硬度不仅不下降，反而升高的现象称二次硬化）。高速工具钢也叫高速钢，其牌号表示方法同合金钢。

高速工具钢中 W18Cr4V 是世界上最早生产，也是最常用高工钢，用来制造各种刀具，如车刀、插齿刀、扩孔钻、钻头等。但由于碳化物偏析严重、热塑性低等，限制了进一步使用。CW6MoCr4V2 是以 Mo 代 W 的 Mo 系高速钢，其碳化物分布均匀，热塑性好，价格便宜（我国钼储量和产量高）。只是热硬性稍低，但仍是高速钢的主要钢性。

非合金钢、低合金钢和合金钢合金元素规定含量界限值见表 1-1-4。

表 1-1-4 非合金钢、低合金钢和合金钢合金元素规定含量界限值

合 金	合金元素规定含量界限值/%		
	非合金钢	低合金钢	合金钢
Al	< 0.10	—	≥ 0.10
B	< 0.0005	—	≥ 0.0005
Bi	< 0.10	—	≥ 0.10
Cr	< 0.30	0.30 ~ < 0.50	≥ 0.50
Co	< 0.10	—	≥ 0.10
Cu	< 0.10	0.10 ~ < 0.50	≥ 0.50
Mn	< 1.00	1.00 ~ < 1.40	≥ 1.40
Mo	< 0.05	0.05 ~ < 0.10	≥ 0.10
Ni	< 0.30	0.30 ~ < 0.50	≥ 0.50
Nb	< 0.02	0.02 ~ < 0.06	≥ 0.06
Pb	< 0.40	—	≥ 0.40
Se	< 0.10	—	≥ 0.10
Si	< 0.50	0.50 ~ < 0.90	≥ 0.90
Te	< 0.10	—	≥ 0.10
Ti	< 0.05	0.05 ~ < 0.13	≥ 0.13
W	< 0.10	—	≥ 0.10
V	< 0.04	0.04 ~ < 0.12	≥ 0.12
Zr	< 0.05	0.05 ~ < 0.12	≥ 0.12
La 系(每一种元素)	< 0.02	0.02 ~ < 0.05	≥ 0.05
其他规定元素(S、P、C、N 除外)	< 0.05	—	≥ 0.05

1.1.3 根据用途分类

按钢使用用途不同，可以把钢分成结构钢、工具钢和特殊用途钢。

(1) 结构钢

结构钢进一步分为工程结构钢和机械结构钢。工程结构钢主要是指用作建筑、铁路、桥梁、容器等工程构件用钢，这种钢制成构件大多不再进行热处理。机械结构钢指机床、武器等零构件，这种零构件大多要进行热处理。

(2) 工具钢

主要用来制造各种工具，如量具、刀具、模具，对工具钢制成的工具都要进行热处理。

(3) 特殊性能钢

特殊用途钢是指制成的零构件在特殊条件下工作，对钢有特殊要求，如物理、化学、机械等性能。常用的有不锈钢、耐热钢、电工硅钢、电子纯铁及各种精密合金(软磁合金、永磁合金、弹性合金、膨胀合金、热双合金、电阻合金、电偶材料等)。

① 不锈钢

不锈钢以其良好的耐腐蚀性能而得名，它主要合金成分为铬和镍。铬有很高的化学稳定性，在氧化介质中能生成致密坚韧的钝化膜，能使合金的电极电位明显提高，从而有效地阻止了合金的进一步氧化。在铬钢中加入镍，可提高合金在非氧化性介质中的耐腐蚀性能。当铬、镍含量一定时，钢中碳含量愈低，其耐腐蚀性能就愈好。

不锈钢的耐腐蚀性能，还与基体组织的均匀程度有关。当形成均匀一致的合金固溶体时，能有效地减少钢在电解溶液中腐蚀速度。