



钢材检验手册

朱学仪 编



中国质检出版社
中国标准出版社

钢 材 检 验 手 册

朱学仪 主编

中国质检出版社
中国标准出版社

内 容 简 介

本书围绕国家颁布的钢铁检验标准,系统地介绍钢铁的成分分析、宏观检验、金相检验、力学工艺性能检验、物理化学性能检验、无损检验、试样热处理、实验研究用材料检测仪器、实验室环保及实用技术、实行生产许可证的钢铁产品检验、钢材质量证明书等内容,既注意钢铁基本理论阐述和检验技能培训,又注意解决检验中或执行标准容易出现的疑难问题。

本书是一本钢材检验的实用读物。可供钢铁生产企业和钢材使用部门从事技术工作人员、检验工作者及管理人员使用;也可作为大专院校有关师生的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

钢材检验手册/朱学仪主编. —2版. —北京:中国标准出版社,2013.9
ISBN 978-7-5066-7205-4

I. ①钢… II. ①朱… III. ①钢材-质量检验-技术手册 IV. ①TG142-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 156432 号

中国质检出版社 出版发行
中国标准出版社

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100013)
北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址:www. spc. net. cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 26.5 字数 620 千字
2013 年 9 月第二版 2013 年 9 月第二次印刷

*

定价 60.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107

前 言

钢材检验是钢铁工业生产中的重要环节,它可以保证原材料品质,监控生产过程品质,确保钢铁成品品质。钢材检验直接关系到钢铁生产技术和钢铁产品质量,在钢铁工业的发展中起重要作用。

随着科学技术的不断发展,钢铁生产技术的不断创新,钢材检验水平也日益先进,检测手段日臻完善。这就要求钢铁检验人员孜孜不倦地学习新的科学知识,掌握各项钢铁的最新标准和先进的检测手段,成为名副其实的钢铁检验工作者。

国家陆续颁布了许多钢铁标准,广大钢铁检验工作者既渴望有配合钢铁标准,内容较全面、系统,又能解决实际问题的书籍。本书就是为了满足这方面需要而编写的。

本书围绕国家颁布的钢铁检验标准,系统地介绍钢铁检测知识和钢铁检验方法;既注意钢铁基本理论阐述和检验技能培训,系统地介绍钢铁检验要求、实际操作,又注意检验中或执行标准中容易出现疑难问题的解决。

本书是一本钢材检验的实用读物。可供钢铁生产企业和钢材使用部门技术人员、检验工作者及管理人员使用;也可作为大专院校有关师生的参考书。

本书在编写过程中,得到了广东省钢铁工业协会、清远市冶金行业协会的大力支持。本书由朱学仪主编,饶钦盛、陈学祥、黄第珍、刘从平、杨玉华、张云峰、谢金华、谢先彪、饶汝聪、朱岩、王健华、朱旭、朱惠庭等人参与资料收集、编辑工作。

由于编者水平有限,书中有不妥之处,恳请读者批评指正。

编者于广州

2013年7月

目 录

第一章 概论	1	七、铬的测定	57
第一节 钢的分类及钢号		八、钒的测定	57
表示方法	1	九、钛的测定	58
一、钢的概念	1	十、铌的测定	58
二、钢的分类	1	十一、钼的测定	60
三、钢号表示方法	13	十二、铜的测定	60
第二节 铁碳合金平衡图	20	十三、钨的测定	61
一、铁碳平衡图简介	21	十四、砷的测定	61
二、钢加热时的转变	28	十五、稀土总量的测定	61
三、钢冷却时的转变	30	第二节 物理分析方法	62
四、钢的回火转变	38	一、光谱分析	62
第三节 钢的热处理	40	二、光电比色分析	64
一、退火	40	三、极谱分析	65
二、正火	44	四、电子探针分析	65
三、淬火	45	五、离子探针分析	67
四、回火	46	第三节 取样和制样	69
五、钢的冷处理	46	一、取样和制样流程	69
六、化学热处理	47	二、取样	70
七、固溶处理	48	三、制样	70
八、时效处理	48	四、安全注意事项	72
第四节 钢的检验	48	五、钢产品用钢水	73
一、检验的意义	48	六、钢产品	74
二、检验标准	49	第四节 数据处理及允许	
三、检验项目	50	偏差	77
第二章 钢的成分分析	54	一、检测数据处理	77
第一节 化学分析法	54	二、标准中测定值的修约及判定	
一、碳的测定	54	的基本原则	79
二、锰的测定	55	三、化学成分允许偏差	81
三、硅的测定	55	第五节 分析室建设	86
四、硫的测定	55	一、化学分析室设计要求	86
五、磷的测定	56	二、化学分析室主要仪器	88
六、镍的测定	56	第六节 分析检验自动化	92
		一、样品流程自动化	92

二、分析检测过程自动化	92	第三节 金相检验项目及结	
三、信息流过程自动化	93	果评定	144
四、实验室管理自动化	94	一、脱碳层深度	144
第三章 宏观检验	96	二、珠光体组织	148
第一节 钢锭结晶	96	三、网状碳化物	150
一、钢锭结晶的分域	96	四、带状碳化物	151
二、钢锭三个区域的形成原因	97	五、碳化物液析	152
三、钢锭结晶产生的缺陷	98	六、碳化物不均匀度	153
第二节 酸浸试验	98	七、显微孔隙	154
一、试样制备	98	八、晶粒度	154
二、试验方法	99	九、石墨碳测定	157
三、结果评定	103	十、非金属夹杂物	158
第三节 断口试验	113	十一、 α -相	171
一、试样制备	114	第五章 力学性能检验	174
二、试验方法	114	第一节 硬度试验	175
三、钢材断口评定	114	一、概述	175
四、碳素钢和低合金钢断口		二、布氏硬度	176
评定	124	三、洛氏硬度	181
第四节 塔形车削发纹试验	125	四、维氏硬度	184
一、试样制备	125	五、肖氏硬度	185
二、试验方法	126	第二节 拉伸试验	188
三、结果评定	126	一、拉伸试样的制备	188
第五节 硫印试验	127	二、强度指标的测定	192
一、试验原理	128	三、塑性指标的测定	194
二、试样要求	128	四、拉伸试验方法	195
三、试验方法	128	第三节 冲击试验	206
四、结果评定	128	一、冲击试样的制备	206
第四章 金相检验	129	二、室温冲击试验	208
第一节 金相试样的制备	129	三、低温冲击试验	209
一、试样的截取	129	四、小能量多次重复冲击试验	
二、试样的镶嵌	130	简介	211
三、试样的研磨	130	第六章 工艺性能检验	212
四、金相组织显示	132	第一节 金属耐磨试验	212
五、金相试样制样设备	134	一、试样要求	212
第二节 金相组织的识别	135	二、试验方法	212
		三、结果评定	213

第二节 金属切削性能试验	213	四、钢筋弯曲试验机简介	234
一、试样要求	213	第十一节 金属顶锻试验	235
二、试验方法	213	一、试样要求	235
三、结果评定	214	二、试验方法	235
第三节 钢的焊接性能试验	214	三、结果评定	236
一、钢的抗裂倾向试验方法		第十二节 金属杯突试验	236
(Y型坡口对接焊缝试验)	215	一、试样要求	236
二、焊接接头试验方法	215	二、试验方法	236
第四节 钢的淬透性试验	219	三、结果评定	237
一、碳素工具钢淬透性试验	219	第十三节 金属管扩口试验	237
二、钢的末端淬火试验	220	一、试样要求	237
第五节 金属弯曲试验	224	二、试验方法	237
一、试样要求	224	三、结果评定	238
二、试验方法	225	第十四节 金属管弯曲试验	238
三、结果评定	225	一、试样要求	238
第六节 金属反复弯曲试验	228	二、试验要点	238
一、试样要求	228	三、结果评定	239
二、试验方法	229	第十五节 金属管卷边试验	239
三、结果评定	229	一、试样要求	239
第七节 线材反复弯曲试验	230	二、试验方法	239
一、试样要求	230	三、结果评定	240
二、试验方法	230	第十六节 金属管压扁试验	240
三、结果评定	231	一、试样要求	240
第八节 线材缠绕试验	232	二、试验方法	240
一、工作原理	232	三、结果评定	240
二、试验程序	232	第七章 物理性能检验	242
三、结果评定	232	第一节 密度测定	242
第九节 金属线材扭转试验	232	一、概述	242
一、试验方法	232	二、密度的测量方法	242
二、试样要求	233	第二节 膨胀系数测定	244
三、试验程序	233	一、概述	244
第十节 钢筋平面反向弯曲		二、膨胀系数的测量方法	246
试验	233	三、膨胀分析法的应用	249
一、试样要求	233	第三节 电阻率测定	253
二、试验要点	234	一、概述	253
三、结果评定	234	二、电阻率的测定	254

三、电阻分析法的应用	259	第二节 磁力探伤	295
第四节 热分析法	260	一、磁力探伤原理	295
一、热分析法简介	260	二、磁力探伤方法	295
二、热分析法的应用	262	三、退磁方法	296
第五节 热电势测定	264	四、结果评定	296
一、金属的热电现象	264	第三节 X射线探伤	296
二、热电势的测定	266	一、X射线探伤原理	296
三、利用热电势分析马氏体的 分解	266	二、X射线探伤机简介	297
第六节 磁性能测量及磁分 析法的应用	267	第十章 试样热处理	298
一、各种磁性材料的测量项目	267	第一节 试样热处理的目的 及影响因素	298
二、磁性能测量方法	267	一、试样热处理的目的	298
三、磁分析法的应用	269	二、影响试样热处理的因素	298
第八章 化学性能检验	274	第二节 试样热处理主要设备	302
第一节 晶间腐蚀试验	274	一、箱式电阻炉	302
一、晶间腐蚀	274	二、电极式盐浴电阻炉	304
二、晶间腐蚀试验方法	275	三、电热鼓风干燥箱	307
第二节 抗氧化性能试验	279	四、冷却设备	308
一、试样要求	279	第三节 断口试样的热处理	308
二、试验方法	280	一、淬火断口试样	308
三、结果评定	280	二、调质断口试样	308
第三节 大气腐蚀试验	280	三、退火断口试样	308
一、大气暴露腐蚀试验	281	第四节 金相试样的热处理	309
二、大气加速腐蚀试验	281	一、网状碳化物试样	309
第四节 全浸腐蚀试验和间 浸腐蚀试验	282	二、高碳铬轴承钢带状碳化物 和碳化物液析试样	309
一、试样要求	282	三、碳化物不均匀度试样	309
二、试验方法	283	四、晶粒度试样	309
三、结果评定	283	五、非金属夹杂物试样	310
第九章 无损检验	285	第五节 力学试样的热处理	310
第一节 超声波探伤	285	一、硬度试样	310
一、超声波探伤原理	285	二、拉伸试样	313
二、低倍组织超声波试验	286	第十一章 实验研究用材料检 测仪器	317
三、碳素钢拉伸试验无损预检法	292	第一节 显微硬度计	317
四、超声波探伤仪	294	一、显微硬度计的使用范围	317

二、显微硬度计构造及测量方法	317
三、影响显微硬度值的因素	319
四、显微硬度计存在的问题	320
第二节 高低温金相显微镜	321
一、高温金相显微镜的构造、操作及应用	321
二、低温金相显微镜简介	325
第三节 定量金相测定仪器	326
一、定量金相技术	327
二、定量金相测定装置原理及应用	327
三、自动图像分析仪原理及应用	330
第四节 透射电子显微镜	331
一、透射电子显微镜构造及其成像原理	331
二、透射电子显微镜的试样制备	332
三、像的衬度的形成	334
四、透射电子显微镜的应用	335
第五节 扫描电子显微镜	336
一、扫描电子显微镜的工作原理	336
二、扫描电子显微镜的应用	339
三、扫描电子显微镜的优点	339
第六节 电子探针仪	340
一、电子探针仪的工作原理	341
二、电子探针仪的应用	343
第十二章 试验室环境保护及技巧	346
第一节 侧抽风技术	346
第二节 试验室酸害排除	346
一、工作环境无酸气	347
二、排除酸气水雾处理	348
三、废酸中和处理	348

第三节 试验室建设中技巧	350
第十三章 实行生产许可证的钢铁产品检验	352
第一节 工业产品生产许可证的基本知识	352
一、工业产品生产许可证制度	352
二、实行工业生产许可证的目的	352
三、工业产品生产许可证制度特点	353
四、实行生产许可证制度管理的产品范围	353
第二节 实行生产许可证的钢铁产品	354
一、钢筋混凝土用变形钢筋	354
二、预应力混凝土用钢材	355
三、钢丝绳	356
四、轴承钢材	356
第三节 钢铁生产许可证产品实行标准	356
一、钢筋混凝土用变形钢筋	356
二、预应力混凝土用钢材	358
三、钢丝绳	359
四、轴承钢材	360
第四节 检验测试设备	361
一、钢筋混凝土用变形钢筋	361
二、预应力混凝土用钢材	362
三、钢丝绳	363
四、轴承钢材	363
第五节 产品检验项目及判定标准	363
一、钢筋混凝土用变形钢筋	363
二、预应力混凝土用钢材	367
三、钢丝绳	368
四、轴承钢材	369
第十四章 钢材质量证明书	380

第一节 钢材质量证明书意义及要求	380	附录 2 黑色金属硬度与强度对照表	385
一、钢材质量证明书意义	380	附录 3 金属布氏硬度换算表	390
二、钢材质量证明书要求	380	附录 4 法定计量单位与公制计量单位换算关系表	409
第二节 钢材质量证明书的改进	381	主要参考文献	413
一、国外钢材质量证明书	381		
二、严格执行标准	381		
附录 1 主要元素的化学符号、原子量和密度	385		

第一章 概 论

第一节 钢的分类及钢号表示方法

一、钢的概念

钢是现代工业中应用最广的一种金属材料,其主要成分是铁和碳两种元素。铁碳合金中碳含量高于2.0%的称为铁;碳含量低于0.02%的称为工业纯铁;碳含量在0.02%~2.0%之间的称为钢。更确切定义是以铁为主要元素,含碳量一般不大于2%,并含有其他元素的材料。

钢在冶炼过程中以生铁、废钢、海绵铁为主要原料。通常在转炉、平炉或电弧炉中加入这些原料,并添加各种熔剂(石灰、萤石等)和各种脱氧剂(硅铁、锰铁、铝等)而炼成钢。为了提高钢的纯净度,可采用炉外精炼或电渣重熔等方法将钢水进一步加热、除气、脱碳、脱硫、合金化、调整成分及温度,精炼出高质量优质钢。无论采用哪一种或哪几种联合冶炼方法,都是将钢的原材料及熔剂加热到1600℃以上。在钢处于液态时,采用渣洗法去掉其中的夹杂物,采用脱氧法去掉其中的气体,以使钢水的质量符合有关标准的要求。由于受冶炼方法的限制,钢中除含有铁、碳元素之外,还含有限量的硫、磷;由于需要脱氧,钢中存在限量的硅、锰;由于原材料含有某些微量元素残留在钢中,钢中必然存在某些微量元素。因此,更确切地说,钢是含碳量在2%以下并含有某些其他元素的铁碳合金。

二、钢的分类

钢的分类方法为数很多,通常按其化学成分、用途、冶炼方法和金相组织等分类。无论采用哪种分类方法,都必须坚持“科学、实用”的原则,从实际需要出发选择一种合理的分类方法。通常,科研机关为了科研的需要,多半按化学成分分类;用户为了使用方便,多半按用途分类;钢厂为了便于管理,多半按冶炼方法分类;机械制造厂为了热处理的需要,多半按金相组织分类。由于分类方法不同,同一钢号可以划分为不同的类别。例如,GCr15钢,按化学成分分类,因含铬,铬为钢中主要合金元素,可以划分为铬钢;按用途分类,因主要用来制造轴承,可以划分为高碳铬轴承钢;按冶炼方法分类,该钢种可分为:用转炉冶炼者称为转炉钢,用电炉冶炼者称为电炉钢,用平炉冶炼者称为平炉钢;按金相组织分类,该钢种正火处理后的显微组织是珠光体,可以划分为珠光体钢。由于该钢退火后的显微组织为粒状珠光体,有过剩碳化物,所以又可划分为过共析钢。

1. 按化学成分分类

按化学成分分类,可把钢分为非合金钢、低合金钢和合金钢三大类。

非合金钢是指钢中硅、锰和其他元素的含量都在GB/T 13304.1相应规定范围界限以内的钢,详见表1-1。通常包括碳素钢和规定电磁等特殊性能的非合金钢。

表 1-1 非合金钢、低合金钢和合金钢合金元素规定含量界限值

合金元素	合金元素规定含量界限值(质量分数)/%		
	非合金钢	低合金钢	合金钢
Al	<0.10	—	≥0.10
B	<0.000 5	—	≥0.000 5
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

因为海关关税的目的而区分非合金钢、低合金钢和合金钢时,除非合同或订单中另有协议,表中 Bi、Pb、Se、Te、La 系和其他规定元素(S、P、C 和 N 除外)的规定界限值可不予考虑。

注: 1. La 系元素含量,也可作为混合稀土含量总量。

2. 表中“—”表示不规定,不作为划分依据。

碳素钢的主要成分是铁和碳。此外,这种钢还含有锰、硅、硫、磷等元素。其中,硫、磷是有害杂质、锰、硅是炼钢过程中需要脱氧而加入的元素。

根据碳素钢中碳含量的不同,可以将其分为以下三种:

低碳钢含碳量为 0.02%~0.25%的碳素钢;

中碳钢含碳量为 0.25%~0.60%的碳素钢;

高碳钢含碳量高于 0.60%的碳素钢。

在碳素钢中加入一种或几种合金元素而炼成的钢。这种钢既含有作为合金元素或脱

氧元素的硅、锰,还含有其他合金元素,如铬、镍、铜、钒、钛、钨、铝、钴、铌、锆、稀土金属等。此外,还有含一些非金属元素,如硼、氮等。根据钢中所含合金元素总量的多少,大致可分为以下四种:

微合金化钢,指微合金化低合金高强度钢,是在低碳钢或低合金钢中加入一种或多种能形成碳化物、氮化物或碳氮化合物的微量合金元素的钢。常用的微合金元素为铌、钒和钛,加一种或多种,如加入多种,其总含量一般不大于 0.22%。

低合金钢,指至少有一种合金元素的含量在 GB/T 13304.1 相应规定界限范围内,合金元素总含量不大于 5% 的钢。低合金包括可焊接的低合金高强度结构钢、低合金耐候钢、钢筋用低合金钢、铁道用低合金钢、矿用低合金钢及其他低合金钢等。

合金钢,又称中合金钢,合金钢指至少应有一种合金元素含量在 GB/T 13304.1 相应规定界限范围内的钢,合金钢通常包括合金结构钢、合金弹簧钢、合金工具钢、轴承钢等。

高合金钢,指钢中合金元素含量大于 10% 的合金钢。高合金钢通常包括不锈钢、耐热钢、铬不锈钢轴承钢、高速工具钢及部分合金工具钢、无磁钢等。

根据合金钢所含合金元素的种数不同,还可将其分为二元、三元和多元合金钢。此外,根据钢中所含合金的分类,一般还可将其分为锰钢、铬钢、硼钢、硅锰钢、铬锰铝钢、铬钼钒钨钢等。

2. 按质量等级分类

按质量等级分类,钢可分普通质量用钢、优质钢、特殊质量钢。

普通质量钢,指在生产过程中不需要特别控制质量的供一般用途的钢。这类钢大部分是低碳钢,规定磷、硫、氮含量上限和力学性能下限,对其他质量要求一般不作规定。普通质量钢包括普通质量非合金钢和普通质量低合金钢。

优质钢,指除普通质量钢和特殊质量钢以外的钢,在生产过程中需要特别控制质量和性能,但又不如特殊质量钢那么严格。优质钢包括优质非合金钢、优质低合金钢和优质合金钢。

特殊质量钢,指在生产过程中需要特别严格控制质量和性能的钢,特别是要严格控制硫、磷等杂质含量和钢的纯洁度,特殊质量钢包括特殊质量非合金钢、特殊质量低合金钢和特殊质量合金钢。

3. 按用途分类

按钢的用途分类是钢的主要分类方法。我国冶金行业标准(YB)和国家标准(GB)一般都是按钢的用途分类法制定的。

根据工业用钢的不同用途,可分为结构钢、工具钢、特殊用途钢三大类。

结构钢主要用于厂房、桥梁、船舶、车辆、锅炉等建筑结构和机械零部件。根据其用途的不同,可分为碳素结构钢、低合金结构钢、优质碳素结构钢、合金结构钢等,按工业用途细分可分 41 种钢,下面分别介绍其名称和定义:

(1) 碳素结构钢指用于建筑、桥梁、船舶、车辆及其他结构,必须有一定的强度,必要时要求冲击性能和焊接性能的碳素钢。其品种有圆钢、角钢、扁钢、工字钢、槽钢等几种。由于这种钢产量高、价格低,广泛用来作为各种建筑材料、机械结构材料以及制造机械零件。

(2) 低合金高强度结构钢指用于建筑、桥梁、车辆、压力容器及其他结构,碳含量(熔

炼分析)一般不大于 0.20%，合金元素含量总和一般不大于 2.5%，屈服强度不小于 295 MPa，具有较好的冲击韧性和焊接性的低合金钢。

低合金结构钢和合金结构钢，这两种钢主要用来制造能承受较大载荷的机器零件。因此，要求它们具有较高的综合力学性能。但是，并不要求它们的某一特性值达到较高值。这两种钢除了应具有高强度之外，还应具备高塑性和良好冲击吸收功，以便能抵抗冲击作用。

低合金结构钢。低合金结构钢是结合我国所富有的矿产资源而发展起来的一个钢种，通常在碳素结构钢中加入少量(总量一般不超过 3%)我国富有的合金元素(硅、钒、铌、硼、锰、铜、稀土等)，以使其具有较高的强度、塑性、焊接性能、耐蚀性能、冲击吸收功和弯曲性能，较低的冷脆倾向性，较小的缺口和时效敏感性等。

根据低合金结构钢的特点和用途，可以将其大致分为耐腐蚀钢、低温用钢、耐磨钢、钢筋钢、钢轨钢和其他专用钢等。使用这种钢取代碳素结构钢，可以大大节省钢材。目前，这种低合金结构钢广泛用于国民经济的各个部门。

(3) 耐候钢(耐大气腐蚀钢)指加入铜、磷、铬、镍等元素提高耐大气腐蚀性能的钢。这类钢分为高耐候钢和焊接结构用耐候钢。

(4) 建筑结构用钢指用于建造高层和重要建筑结构的钢，要求具有较高的冲击韧性、足够的强度、良好焊接性、一定的屈强比，必要时还要求厚度方向性能。

(5) 桥梁用钢指用于建造铁路和公路桥梁的钢。要求具有较高的强度和足够的韧性、低的缺口敏感性、良好的低温韧性、抗时效敏感性、抗疲劳性能和焊接性能。主要用钢为 Q345q、Q370q、Q420q 等低合金高强度钢。

(6) 船体用钢指焊接和其他性能良好，适用于修造船舶和舰艇壳体主要结构的钢。舰艇钢要求具有更高的强度，更好的韧性、抗爆性和抗深水压溃性。

(7) 压力容器用钢指用于制造石油化工气体分离和气体储运等设备的压力容器的钢，要求具有足够的强度和韧性，良好的焊接性能和冷热加工性能。常用的钢主要是低合金高强度钢和碳素钢。

(8) 低温用钢指用于制造在 $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下使用的压力设备的结构，要求具有良好的低温韧性和焊接性的钢，根据使用温度不同主要用钢有低合金高强度钢、镍钢和奥氏体不锈钢。

(9) 锅炉用钢指用于制造过热器、主蒸汽管、水冷壁和锅炉汽包的钢。要求具有良好的室温和高温力学性能，抗氧化和抗碱性腐蚀性能，足够的持久强度和持久断裂塑性。主要用钢有珠光体耐热钢(铬-钼钢)、奥氏体耐热钢(铬-镍钢)、优质碳素钢(20 号钢)和低合金高强度钢。

(10) 管线用钢指石油天然气距离输送管线用钢，要求具有高强度、高韧性、优良的加工性、焊接性和抗腐蚀性等综合性能的低合金高强度钢。

(11) Z 向性能钢指保证厚度方向性能不易沿厚度方向产生裂纹，抗层状撕裂的钢。按厚度方向断面收缩率，这类钢分为 Z15、Z25、Z35 三个级别。

(12) CF 钢指在焊接前不用预热，焊接后不热处理的条件下，不出现焊接裂纹的钢。这类钢的合金元素含量少、碳含量和碳当量、焊接裂纹敏感指数都很低，纯洁度很高。

(13) 锚链用钢指用于船舶锚链的圆钢。要求具有较高的强度和韧性。主要用含锰

的低碳钢或中碳钢。

(14) 混凝土钢筋用钢指用于混凝土构件钢筋的钢。要求具有一定的强度和焊接性能、冷弯性能、常采用低合金钢和碳素钢、有热轧钢筋和冷轧钢筋,外形有带肋和光圆两种。

(15) 矿用钢指以煤炭强化开采为主的矿山用钢,包括巷道支护、液压支架管、槽帮钢、圆环链、刮板钢等。主要采用耐磨低合金钢。

(16) 汽车用钢指主要包括车身、车架和车轮用钢,要求有良好的成型性能、焊接性能、耐蚀性能及涂装性能等。

(17) 车辆用钢指用于制造铁道货车和客车车厢的钢。要求具有足够的强度、韧性和良好的耐蚀性。主要使用含有磷、铜、铬、镍的高耐候低合金钢。

(18) 车轮钢指用于制造铁道车轮的钢,要求具有较高的强度、韧性、抗疲劳性、耐磨性和抗热裂性。主要采用低合金钢和碳素钢。

(19) 车轴钢指用于制造铁道机车车轴的钢,要求具有良好的冲击韧性和很高的抗拉强度。通常采用含锰量较高的中碳钢。

(20) 钢轨钢指用于制造重轨、轻轨、起重机轨和其他专用轨的钢。要求具有足够的强度、硬度、耐磨性和冲击韧性。主要采用含锰较高的高碳钢(轻轨为中碳钢)和含锰、硅、钒、铜的低合金钢。

(21) 焊接用钢指用于对钢材进行焊接的钢(包括焊条、焊丝、对化学成分要求焊带)。对化学成分要求比较严格,要控制碳含量限制硫、磷等有害元素,按化学成分焊接用钢可以分为非合金钢、低合金钢和合金钢三类。

(22) 易切削钢指在钢中加入硫磷铅硒锑钙等元素(加入一种或一种以上)明显的改善切削性能以利于机械加工自动化的钢。

(23) 深冲用钢指具有优良冲压成型性能的钢。通常为铝镇静的低碳钢,一般通过降低碳、硅、锰、硫、磷含量,控制铝含量范围和加工工艺,以获得最佳深冲性能,按冲压级别分为深冲钢和超深冲钢。

(24) IF 钢指在含碳量不大于 0.01% 的低碳钢中加入适量的钛、铌,使其吸收钢中间隙原子碳、氮,形成碳化物、氮化物粒子,深冲性能极佳的钢。

(25) 双相钢指一种低合金高强度可成型的钢。显微组织由软的铁素体晶粒基体和硬的弥散马氏体颗粒组成,具有较高的强度和塑性以及较好的成型性能。

(26) 非调质钢指在中碳钢中添加钒、铌、钛等微量元素,通过控制轧制(或锻制)温度和冷却工艺,产生强化相,使塑性变形与固态相变结合获得与调质钢相当的良好综合性能的钢。

(27) 调质钢指中碳或低碳结构钢。先经过淬火后,再经过高温回火处理,获得较高的强度和冲击韧性等更好的综合力学性能的钢。

(28) 超高强度钢指屈服强度和抗拉强度分别超过 1 200 MPa 和 1 400 MPa 的钢。其主要特点是具有很高的强度,足够的韧性能承受很大应力,同时具有很大的比强度使结构尽可能地减轻自重。

(29) 优质碳素结构钢,这种钢与一般碳素结构钢不同,必须同时保证其化学成分和力学性能,硫、磷和非金属夹杂物的含量较低,纯净度和均匀度较高,表面质量和塑性较

好,且具有较高的冲击吸收功。这类钢一般用平炉或电炉冶炼,除了很少几个钢号可以是沸腾钢外,其余都是镇静钢。

根据优质碳素钢化学成分的不同,可按含量和用途不同分为低碳钢、中碳钢和高碳钢三类。这种钢的产量较高,价格较低,用途广泛,通常用于机械产品的各种大小结构零部件,也用来制造工具、弹簧等。

(30) 合金结构钢,合金结构钢是机械制造工业用的一个重要钢种,通常在优质碳素结构钢中适当加入一种或数种合金元素(总量不大),以使其具有经相应热处理后有较高的强度、韧性和疲劳强度,合适的淬透性和较低的脆性转变温度。这种钢可用来制造较重要的或较大截面的机械零件。与优质碳素结构钢相比,合金结构钢淬火时可使用冷却能力较弱的淬火介质。回火后,其整个截面上仍然具有均匀的令人满意的金相组织。这样,既可防止严重变形,又可防止淬火时产生裂纹。在零件制造上,这种钢具有较大的实际使用价值。

根据合金结构钢的含碳量、热处理工艺和用途的不同,这种钢一般可分为表面硬化钢(渗碳钢、氮化钢)、调质钢和冷塑性成型钢三种。渗碳合金结构钢含碳量较低(一般在 $0.15\% \sim 0.25\%$ 之间,可提高到 0.30%),经过渗碳或氮化等化学处理及淬火回火以后,具有很硬的表面层(HRC50以上)。而其心部由于含碳量较低,仍保持较高的冲击吸收功。这样,就可既耐磨又能承受交变或冲击负荷。调质钢多为中碳钢,经过淬火和高温回火(调质处理),具有较好的综合性能。氮化钢是含铝的中碳合金结构钢,其热处理特点介于渗碳钢与调质钢之间,经过化学热处理—氮化处理和调质处理,具有很高的表面硬度,其心部也有较好的综合性能。

(31) 压力加工用钢指供压力加工(轧、锻、拉拔等)经过塑性变形制成零件或产品用的钢。按加工前钢是否先经加热分为热压力加工用钢和冷压力加工用钢。

(32) 切削加工用钢(冷机械加工用钢)指供切削机床(如车、铣、刨、磨等)在常温下切削加工成零件的钢。

(33) 冷顶锻用钢(冷墩钢和铆螺钢)指用于在常温下进行墩粗,制造铆钉、螺栓和螺母用的钢。在钢牌号前面加字母“ML”表示。除了化学成分和力学性能外,还要求表面脱碳层和冷顶锻性能等。主要是优质碳素结构钢和合金结构钢。

(34) 保证淬透性钢指相关标准规定的端淬法进行端部淬火,保证距淬火端一定距离内硬度的上下限在一定范围内的钢。这类钢的牌号常用“H”保证淬透性带的符号表示。

(35) 装甲钢指制造坦克、装甲等防御各种穿甲弹、破甲弹的钢板钢。要求具有较高的硬度和足够的韧性,特别是低温韧性,通常为中碳合金钢。

(36) 枪钢(轻武器用钢)指制造各种手枪、步枪、机关枪的枪管和射击机构等部件用钢。

(37) 火炮用钢指制造不同类型火炮的炮身、炮尾和炮门等主要结构件用钢。要求具有高强度高韧性和耐蚀性,通常使用中碳铬-镍-钼钢。

(38) 炮弹用钢指制造炮弹用钢,要求强度和硬度高,在爆炸载荷作用下,破片率高。一般用中碳钢或中碳合金钢。

(39) 渗碳钢指用于表面渗碳的钢。包括碳钢和合金钢,一般含碳量为 $0.10\% \sim 0.25\%$ 。表面渗碳后经过淬火和低温回火提高表面硬度而心部具有足够的韧性。

(40) 渗氮钢(氮化钢)含有铬、铝、钼、钛等元素,经渗氮处理后使表面硬化的钢。

(41) 弹簧钢指制造各种弹簧和弹性元件的钢。要求具有优异的力学性能(特别是弹性极限、强度极限和屈强比)、疲劳性能、淬透性、物理化学性能(耐热、耐低温、耐腐蚀)、加工成型性能。按化学成分为碳素弹簧钢、合金弹簧钢和特殊弹簧钢。就弹簧钢的含碳量来说,一般应将其划为结构钢。但是,由于其热处理工艺独特,通常将其划为特殊用途钢。弹簧钢主要用以制造各种机器和仪表的弹簧,它具有减缓机构上的振动和冲击力的作用。为了使弹簧能承受更高的负荷并延长其使用寿命,要求弹簧钢具有较高的屈服点和疲劳强度,以及具有与此有关的诸如高纯净度、良好表面等。

弹簧钢有碳素弹簧钢和合金弹簧钢两种。碳素弹簧钢(如 65、70、75、85 等钢)含碳量一般为 0.62%~0.90%。通常,用碳素弹簧钢制作的弹簧,多在冷加工状态下使用。

合金弹簧钢含碳量较低,一般为 0.46%~0.70%(唯有 30W4Cr2VA 例外,其含碳量为 0.26%~0.34%)。由于在这种钢中加入合金元素,不仅增加了淬透性,而且还显著提高了屈服点、疲劳强度和屈强比(R_e/R_m)。例如,在这种钢中加入硅、锰、铬、钒、钼、钨等元素,可使其屈强比趋近于 1。通常,含前三种元素的弹簧钢,用以制造较重要的弹簧,含后三种元素的弹簧钢,用以制造特别重要的或者在较高温度下工作的弹簧。

工具钢指用于制造各种切削工具、成型工具及测量工具用钢的总称。要求的性能主要是强度、韧性、硬度、耐磨性和回火稳定性。工具钢包括非合金工具钢(碳素工具钢)、合金工具钢、高速工具钢三种。其中合金工具钢通常分为量具刀具用钢、耐冲击工具用钢、冷作模具用钢、热作模具钢、无磁模具钢和塑料模具钢等几种。

(1) 碳素工具钢指不添加合金元素,用于制造各种一般的小型工具的钢。碳素工具钢是基本上不含合金元素的高碳钢(如 T7、T8、T10、T12 等),其含碳量一般为 0.65%~1.35%。属于共析钢和过共析钢。

这种钢经过热处理(淬火及低温回火),具有较高的硬度和较好的耐磨性。由于这种钢的成本较低,应用较广。但是,由于碳素工具钢的淬透性差,需要在水中甚至在盐水中淬火,因而容易产生淬火裂纹和变形,不宜用来制造较大的工具。与合金工具用钢和高速工具钢相比,碳素工具钢的热硬性较差。当工作温度高于 250℃时,这种钢的硬度急剧下降。所以,碳素工具钢只限于制造切削速度小、刃部受热程度较低的小截面工具、刀具,用以切削强度和硬度均不太高的材料。

(2) 合金工具钢指含有较高的碳和铬、钨、钼、钒、镍等合金元素的工具钢。合金工具钢(GB/T 1299—2000)总共有 37 个钢号,按其用途和性能可分为量具刀具用钢、耐冲击工具用钢、冷作模具钢、热作模具钢、无磁模具钢和塑料模具钢。但是,在用途上不能截然分开。例如,冷作模具钢 CrWMn 就经常用来制作量具刀具。

① 量具刀具用钢通常有 6 个钢号,9SiCr、8MnSi、Cr06、Cr2、9Cr2 和 W,其碳含量为 0.75%~1.45%,铬含量为 0.50%~1.70%,钨含量小于或等于 1.2%,硅含量小于 2%。根据其用途的不同,这类钢可分为合金刀具用钢和合金量具用钢两种。合金刀具用钢中的合金元素可以提高过冷奥氏体的稳定性,增强淬透性。此时,由于部分合金元素形成了合金碳化物,即使在作用缓慢的冷却介质(例如油)中淬火,仍可提高钢的硬度,并可降低刀具的开裂和变形程度。由于合金刀具用钢比碳素工具钢具有更好的力学性能,所以这种钢广泛用来制造刀具。例如,用以制造插刀、绞刀、铣刀、刨刀、拉刀、板牙和丝锥等。由