

钢铁化学分析规程

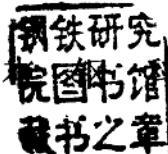
本钢科研组

TG 115.3-65
G 22

钢铁化学分析规程

(内部资料)

GT2112



研 组

202119

目 录

第一部分 钢铁基本知识概述

一、钢铁及分类	1
(一)钢、纯铁与生铁的区别	1
(二)生铁的种类	1
(三)铁合金	2
(四)铸铁	3
(五)钢的分类	4
二、我国GB国家标准的钢号表示方法	9
(一)普通碳素钢	11
(二)碳素结构钢	12
(三)碳素工具钢	12
(四)易切削钢	12
(五)普通低合金钢和合金结构钢	13
(六)弹簧钢	14
(七)合金工具钢和高速工具钢	14
(八)不锈钢、耐热不起皮钢和电热合金	15
(九)滚动轴承钢	15
(十)焊条钢	15
(十一)磁钢	15
(十二)电器工业用硅钢	16

(十三) 电器工业用纯铁.....	17
(十四) 生铁.....	17
(十五) 铁合金.....	17
三、各种合金元素在钢中的作用.....	18
(一) 碳.....	18
(二) 硅.....	18
(三) 锰.....	19
(四) 磷.....	19
(五) 硫.....	19
(六) 铜.....	19
(七) 铝.....	20
(八) 钛.....	20
(九) 钒.....	20
(十) 铌.....	21
(十一) 钼.....	21
(十二) 钨.....	21
(十三) 硼.....	21
(十四) 钴.....	21
(十五) 铬.....	21
(十六) 镍.....	22
(十七) 钼.....	22
(十八) 钨.....	22
(十九) 稀土.....	22
(二十) 氮.....	23

第二部分 化学、光谱标钢的制备

一、标样、标钢及其意义	24
二、标钢的制备	25
(一)原材料的处理	25
(二)标钢化学成份的配制	25
(三)标钢的冶炼	26
(四)标钢的检查	27
(五)化学标钢的加工	30
(六)光谱标钢的锻轧处理	32
(七)光谱标钢的均匀性检查	33
(八)标钢标准值的确定	34
(九)光谱标钢分析条件的选择	36
(十)标钢的总结鉴定、包装保存	36

第三部分 钢铁化学分析

一、碳的测定	38
(一)气体容量法	38
(二)电导法	45
二、硫的测定	51
燃烧碘量法	51
三、硅的测定	54
(一)过氯酸重量法	54
(二)硅钼兰比色法	58
(三)正丁醇萃取硅钼兰比色法	61

四、锰的测定	63
(一)高硫酸铵法	63
(二)氧化锌分离高硫酸铵法	66
(三)硝酸铵法	69
(四)过碘酸钾比色法	71
五、磷的测定	74
(一)乙醚萃取比色法	74
(二)硫酸铍分离乙醚萃取比色法	77
六、铬的测定	79
(一)过硫酸铵容量法	79
(二)二苯胺基脲比色法	84
七、镍的测定	85
(一)二甲基乙二醛肟重量法	85
(二)二甲基乙二醛肟比色法	90
(三)丁二肟分离EDTA容量法	92
八、钨的测定	94
(一)辛可宁重量法	94
(二)硫氰酸盐比色法	100
(三)氯化四苯砷硫氰酸盐比色法	103
九、钼的测定	105
(一)安息香肟重量法	105
(二)醋酸丁脂萃取硫氰酸盐比色法	108
(三)硫氰酸盐比色法	110
十、钒的测定	112
(一)容量法	112
(二)钼试剂三氯甲烷萃取比色法	115

十一、钛的测定	117
(一)二胺替比林甲烷比色法	117
(二)氢氧化铵沉淀分离过氧化氢比色法	119
(三)甲基异丁铜分离二胺替比林甲烷比色法	120
十二、铝的测定	122
(一)铬天青S比色法	122
(二)三氯甲烷萃取铬天青S比色法	123
(三)萃取分离EDTA容量法	125
(四)强碱分离EDTA容量法	128
十三、铜的测定	131
(一)碘量法	131
(二)萃取分离铜试剂比色法	135
十四、镉的测定	137
(一)次甲基兰——1、2二氯乙烷萃取比色法	137
(二)强碱分离中和法	142
十五、铈的测定	145
PAR比色法	145
十六、钴的测定	147
(一)1——亚硝基——2萘酚重量法	147
(二)1——亚硝基——2萘酚苯萃取比色法	149
十七、锆的测定	152
(一)铜试剂分离偶氮胂Ⅲ比色法	152
(二)氢氧化铵分离偶氮胂Ⅲ比色法	155
(三)钼试剂萃取偶氮胂Ⅲ比色法	157
十八、钼的测定	160
孔雀绿比色法	160

十九、氮的测定	162
(一)蒸馏分离酸碱容量法	162
(二)蒸馏分离奈氏试剂比色法	165
二十、磷土总量的测定	167
(一)P MBP 分离偶氮胂Ⅲ比色法	167
(二)铜试剂分离偶氮胂Ⅲ比色法	170
二十一、铈的测定	173
邻——联甲苯胺比色法	173
二十二、铁的测定	176
(一)重铬酸钾容量法	176
(二)邻菲罗啉比色法	178
二十三、离子交换法制备分析用水	181
(一)交换水的制备	181
(二)自动供水装置简介	191

第四部分 光谱标钢的标准含量及分析条件

(一)碳素钢 (第1套)	194
(二)高碳钢 (第2套)	195
(三)高速工具钢 ($\frac{W_{18}Cr_4V}{W_9Cr_4V}$ 第3套)	196
(四)中低合金钢	198
(五)碳素工具钢 (第4套)	200
(六)铬钒钢 (第5套)	202
(七)锰硼钢 (第6套)	201
(八)高合金钢 (GH36)	207
(九)合金结构钢 (80Cr Mn Si Ni A第23套)	209

(十)合金结构钢 (38Cr Mo Al 第155套)	212
-----------------------------------	-----

附录:

(一)金属的排代次序.....	215
(二)标准氧化还原电位表 (E。)	220
(三)常用的PH指示剂及其溶液的配制	231
(四)沉淀金属氢氧化物的PH	233
(五)各种浓度的盐酸及氢氧化钠的PH	234
(六)若干金属和溶解它们的适当酸类.....	235
(七)以当量浓度表示的酸碱盐的配制.....	237
(八)滤光片的选择.....	248
(九)常用有机试剂的回收.....	249
(十)常用的冷却剂.....	252
(十一)元素的原子量表.....	254
(十二)元素及其氧化物的熔点和沸点.....	260
(十三)拉丁、西腊字母表.....	270

第一部份 钢铁基本知识概述

一、钢铁及分类

钢和铁，通常容易混为一谈。实际上，铁是一种化学元素，而钢则不是元素，钢是铁与其他元素的合金。从生产工艺来看，也完全是两个不同的生产过程。

（一）钢、纯铁与生铁的区别：

1. 由杂质含量来看，生铁中杂质（如碳、硅、锰、磷、硫、氧、氮等）的含量一般在7%以上，而钢中杂质的含量却只在1~3%之间；

2. 从碳的含量来看，生铁含碳量较高，但它们都是铁碳合金，严格划分是不容易的。一般来说，碳含量达1.7~4.5%者称为生铁。碳含量在1.7~0.05%者称为钢。碳含量在0.05%以下，杂质极低的钢，常称为工业纯铁。

（二）生铁的种类：

根据断口的外观特征可分为：

1. 白口生铁（或称炼钢生铁），其特点是含硫低而含硅高，故全部碳元素都和铁化而成为碳化铁（ Fe_3C ），它有暗白色的破断面，故称白口生铁，性质极硬且脆，主要用于炼钢和冷铸产品。

2. 灰口生铁（或称铸造生铁）：其特点是含硅量较高，且其中碳大部分成游离状态的石墨碳存在，破断面呈灰色，故称灰口生铁。因其硬度低，便于车削，故主要用于铸造。

3. 麻口铁：是界于灰口生铁和白口生铁之间的一种生铁。

（三）铁合金：

铁合金系指铁与硅、锰、铬、钛等元素组成的合金总称。如铁与硅组成的合金叫硅铁；铁与锰组成的合金叫锰铁……等等。铁合金主要是供铸造或炼钢方面作还原剂或合金元素的添加剂使用。常见铁合金成份规格（据部颁标准）见下表：

品 名	主 成 份		杂 质 （不 大 于） %					
	元素	含量不小于 (%)	碳	硅	锰	磷	硫	其 他
硅 铁	硅	40~95			0.5 ~ 0.8	0.04 ~ 0.05	0.04	铬0.2~0.5
锰 铁	锰	65~80	0.5 ~ 7.0	2.0 ~ 4.0		0.30 ~ 0.45	0.03	
钛 铁	钛	20~25	0.1 ~ 0.2	0.18 ~ 0.30		0.05 ~ 0.15	0.05 ~ 0.10	铜3.0~4.0
钒 铁	钒	35	0.75 ~ 1.50	2.0 ~ 4.0		0.1 ~ 0.3	0.10 ~ 0.15	铝1.0~2.5
钨 铁	钨	65~70	0.2 ~ 0.5	0.5 ~ 1.5	0.2 ~ 0.5	0.04 ~ 0.10	0.08 ~ 0.20	铜0.15~0.3

品 名	主 成 份		杂 质 (不 大 于) %					
	元素	含量不小 于 (%)	碳	硅	锰	磷	硫	其 他
铜 铁 铜	铜	55	0.2 ~ 0.3	1.2 ~ 2.0		0.10 ~ 0.20	0.10 ~ 0.20	铜0.8~2.0
铬 铁 铬	铬	50	0.06 ~ 0.08	1.5 ~ 5.0		0.06 ~ 0.10	0.04 ~ 0.07	
硼 铁 硼	硼	5~10	0.1 ~ 4.0	1.0 ~ 4.0			0.01	铝0.7~1.0
硅 锰 硅	硅	12~20	1.0 ~ 3.0			0.2 ~ 0.3		
	锰	50~65						
金属锰	锰	85~99	0.02 ~ 0.20	0.8 ~ 6.0		0.005 ~ 0.50	0.01	铁2.5~7.5
金属铬	铬	56~58	0.03 ~ 0.06	0.4 ~ 0.5		0.02 ~ 0.05	0.02 ~ 0.05	铝1.0~1.5
高炉锰铁	锰	50~75	7.0 ~ 2.5	2.0 ~ 2.5		0.6 ~ 0.7	0.03	

(四) 铸铁:

把铸造生铁放在熔铁炉中进行熔炼的产品称为铸铁。浇铸成件就称铸铁件。工业上常用的有灰口铸铁（灰铸铁、铸铁），可锻铸铁（马铁、玛钢）和球墨铸铁三种。

（五）钢的分类：

钢的分类方法很多，最常用和常见的有以下五种分类方法：

1. 按冶炼方法分类

按照冶炼方法和设备的不同，工业用钢可分为平炉钢、转炉钢和电炉钢三大类。每一大类还可按照炉衬材料的不同，分为碱性和酸性两类。

平炉钢——一般大都是碱性的，只有在特殊情况下才在酸性平炉里炼制。

转炉钢——除了可分为碱性和酸性转炉钢外，还可分为底吹、侧吹和顶吹转炉钢。

电炉钢——分为电弧炉钢、感应电炉钢（也称高周波电炉钢）、真空感应电炉和电渣炉钢等。

按脱氧程度和浇注制度的不同，碳素钢又可分为沸腾钢、镇静钢和半镇静钢三类。合金钢一般都是镇静钢。

2. 按化学成份分类

按化学成份，可以把钢分为碳素钢和合金钢两大类。

1) 碳素钢：根据含碳量的不同，大致又可分为：

低碳钢——含碳量小于0.25%的钢；

中碳钢——含碳量在0.25~0.60%之间的钢；

高碳钢——含碳量大于0.60%的钢。

此外，含碳量小于0.05%的钢又称为工业纯铁。

2) 合金钢：根据钢中合金元素总含量的不同，大致又可分为：

低合金钢——合金元素总含量小于5%的钢；

中合金钢——合金元素总含量在5~10%的钢；

高合金钢——合金元素总含量大于10%的钢。

3. 按品质分类

根据钢中所含有害杂质的多少，工业用钢通常分为普通钢，优质钢和高级优质钢三大类。

1) 普通钢：一般含硫量不超过0.050%，含磷量不超过0.055%；但酸性转炉钢的硫磷含量允许适当放宽。属于这一类的如普通碳素钢。普通碳素钢按技术条件又分为：

甲类钢——只保证机械性能的钢；

乙类钢——保证化学成份但不必保证机械性能的钢；

特类钢——既能保证机械性能又能保证化学成份的钢。

2) 优质钢：在结构钢中，含硫量不超过0.045%，含磷量不超过0.040%；在工具钢中，含硫量不超过0.030%，含磷量不超过0.035%。其他非有意加入而是从原材料带入的残余杂质，如铬、镍、铜等的含量，也有一定的限制。

3) 高级优质钢：属于这一类的，一般都是合金钢。钢中含硫量不超过0.020%，含磷量不超过0.030%。其他混入杂质的含量则限制的更严格。

此外，对有特殊要求的钢，还可列成特级优质钢一类。

4. 按金相组织分类

1) 按退火后金相组织分类，可分为：

亚共析钢——组织分游离铁素体+珠光体；

共析钢——组织全部为珠光体；

过共析钢——组织为游离碳化物+珠光体。

此外，还有莱氏体钢，实际上也是过共析钢；但这类钢在铸态凝固过程中有碳化物和奥氏体的共晶体——莱氏体的

形成，所以通常把它另分为一类。

2) 按退火后钢的金相组织分类，可分为：

珠光体钢——正火处理空冷后，组织为珠光体；

贝氏体钢——由于恒温转变曲线的珠光体转变区域右移，经空冷后组织为贝氏体；

马氏体钢——由于恒温转变曲线的珠光体和贝氏体转变区域均右移，经空冷后组织为马氏体；

奥氏体钢——由于马氏体转变点降至室温以下，经空冷后组织成为奥氏体。

3) 按加热及冷却时有无相变和室温时的金相组织分类，可分为：

铁素体钢——在加热或冷却时，始终保持铁素体组织；

半铁素体钢——在加热或冷却时，只有部分发生 $\alpha \rightleftharpoons \gamma$ 相变，其他部份始终保持 γ 相的奥氏体组织；

半奥氏体钢——在加热或冷却时，只有部份发生 $\alpha \rightleftharpoons \gamma$ 相变，其他部份始终保持 γ 相的奥氏体组织。

奥氏体钢——在加热或冷却时，始终保持奥氏体组织。

5. 按用途分类

根据用途的不同，工业用钢通常可分为以下三大类：

1) 结构钢：按照不同用途又可分为：

建造用钢——如用来建造桥梁，厂房结构及其他建筑用的各种型钢以及普通钢等。

机械制造用钢——主要用来制造机器或其他机械零件的钢。这类钢中，对于含碳量在0.1~0.3%的并需经表面渗碳处理后使用的钢，称为渗碳钢；对于含碳量在0.3~0.6%的并需经淬火回火处理后使用的钢，称为调质钢。

弹簧钢和轴承钢，主要也是制造机械设备零件的钢，所以大都在习惯上把它们列为机械制造用的结构钢一类。不过这两类钢各有专门用途，含碳量也都比较高，因而也常常把它们单独分列一类。

2) 工具钢：是用以制造各种工具用的高碳与中碳优质钢，包括碳素工具钢，合金工具钢和高速工具钢等。按其具体用途分类为：

刀具用钢——主要用于制造车刀、铣刀等各种切削刀具用的钢种；

量具用钢——主要用于制造量块、卡尺等各种量具用的钢种；

模具用钢——是用来做锻造、冲压、切料、压型、压铸等模具的钢种。按它们的使用性质还可细分为金属热变形模具钢和金属冷变形模具钢两类。

3) 特殊性能钢：是具有特殊物理和化学性能的钢的总称。包括不锈钢耐酸钢、耐热不起皮钢、电热合金、磁性材料等。

不锈钢耐酸钢——是不锈钢和耐酸钢的总称。在空气中能抵抗腐蚀的钢叫不锈钢；在某些化学侵蚀介质中能抵抗腐蚀的钢叫耐酸钢。

耐热不起皮钢——是耐热钢和不起皮钢的总称。耐热钢（也叫热强钢）要求在高温下具有抗蠕变，破断能力和抗氧化性能；不起皮钢则主要要求具有抗氧化性能。

电热合金——要求比电阻和瓦特负荷大、电阻温度系数小、高温抗氧化性良好等性能，主要用作电加热炉的发热体。

磁性材料——要求在强磁场或弱磁场下具有良好磁性，

如电机、变压器用的硅钢片和电讯材料等。

综上所述，可将钢综合分类如下：

