

合金钢手册

上册

冶金工业出版社

《合金钢手册》是供有关部门参考使用的特殊钢材料专业工具书。本书曾荣获1978年全国科学大会奖状。全书内容共分四篇，分上、下册出版。上册从1971~1974年曾先后按内容分成三个分册陆续出版。本书是上册的合订本，内容包括本《手册》的第一篇：合金钢概论；第二篇：钢的试验检验方法；附录1~7。

本书可供冶金、机械工厂以及有关科研、设计部门的工程技术人员、工人和大专院校有关专业师生参考。

合金钢手册

上册

冶金工业部钢铁研究总院

孙珍宝 朱谱藩 林慧国 俞铁珊 编著

*

冶金工业出版社出版

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

787×1092 1/16 印张46 3/4 插页3 字数1412千字

1984年9月第一版 1984年9月第一次印刷

印数00,001~14,500册

统一书号：15062·3311 定价8.20元

几点说明

为适应我国现代化建设的需要，根据广大读者建议和要求，我们将已出版的《合金钢手册》上册第一、二、三分册经少量改动后以合订本形式再版，现就本书内容作以下几点说明：

1.《合金钢手册》是供国内各有关部门参考使用的特殊钢材料专业工具书，全书内容共分四篇，分上、下册出版。

上册内容包括第一篇：合金钢概论；第二篇：钢的试验检验方法，以及附录1~7。

下册内容包括第三、四篇。第三篇主要介绍：合金结构钢、工具钢、不锈钢等十大钢类，按钢号介绍其化学成分、性能和一般用途等。在第四篇中，包括汽车、汽轮机、重型与矿山机械、化工设备等十一个专业用钢，按不同产品零件对用钢要求，实际应用和热处理工艺等作了适当介绍。下册初版由冶金工业部钢铁研究院第一机械工业部机械科学研究院主编，曾于1964年由中国工业出版社出版。根据读者需要我们对下册进行了修订，下册第三分册（修订版）已于1979年出版，其它两个分册正在修订中。

2.《手册》上册合订本内容包括，第一篇的第一章为常用名词和元素的物理、化学性能数据。第二章为合金元素在钢中的作用，分节介绍硅、锰、铝、铜、钨、钼、铌、铬、镍……等近三十种元素对钢的组织、性能和工艺的影响，以及在发展各类钢中的实际应用。第三至六章，概要地介绍钢的热处理原理，热处理的基本工艺及设备、表面淬火和化学热处理以及钢锭、钢材和各钢类的热处理特点。

第二篇共分十章，概要地介绍钢的力学性能、物理性能、化学性能、工艺性能试验，钢的宏观、显微、夹杂、无损检验以及X射线、电子显微镜技术与化学分析要点等各种常用的试验检验方法。

附录中列有：常用单位及换算表；常用热电偶的主要技术条件、检定、分度及使用要点；加热温度颜色及回火温度颜色（彩色插图）；试验数据的处理；腐蚀试验参考数据；钢中非金属夹杂评级图等。

3.《手册》上册合订本是以已出版的上册第一、二、三分册为基础，根据冶金理论和技术的发展作了少量补充和修改。由于修订时受原有版面及编者水平所限，可能书中尚有缺点和错误，希读者不吝指正为盼。

4.《手册》上册合订本系由冶金工业部钢铁研究总院孙珍宝担任总校阅，其中有关热处理的部分章节还邀请首钢钢研所傅代直参加编写。在审稿过程中，曾得到全国许多冶金、机械工厂和科研单位的热情支持和帮助，谨此致谢。

编 者

一九八二年三月

符号名称对照表

一、以拉丁字母为序

符 号	名 称	单 位	符 号	名 称	单 位
A	①奥氏体 ②安培, 安	— 电流单位	C	②比热	cal/g · °C
°A	埃	10 ⁻⁸ cm	cal	卡	热量单位
a	试样厚度或直径 (冷弯试验)	mm	cm	厘米	长度单位
A _{C1}	加热下临界温度	°C	cm ²	平方厘米	面积单位
A _{C3}	亚共析钢加热上临界温度	°C	cm ³	立方厘米	体积单位
A _{Ccm}	过共析钢加热上临界温度	°C	C _p	定压比热	cal/g · °C
A _K	冲击功	kG · m	D	①管子外径 ②扩散系数	cm, mm
a _K	冲击值	kG · m/cm ²	d	①直径 ②冷弯轴心直径 ③天 (24h)	cm, mm mm, cm
A _{T1}	冷却下临界温度	°C	dm	分米, 1/10米	长度单位
A _{r3}	亚共析钢冷却上临界温度	°C	d _B	布氏硬度试验中的压痕直径	mm
AT/cm	安培 · 匝/厘米	磁场强度单位	E	弹性模量	kG/mm ²
at	工程大气压单位	kG/cm ²	erg	尔格	能量单位
atg	表大气压	压力单位	F	①铁素体	—
atm	标准大气压	压力单位	F	②面积	mm ² , cm ²
B	①贝氏体	—	f	最大挠度	mm
B	②磁感应强度	Gs	ft	英尺	长度单位
B _r	剩余磁感	Gs	G	①气态相	—
B _s	①饱和内蕴磁感 (= 4πIs) ②贝氏体转变开始温度	Gs °C	G	②切变弹性模量	kG/mm ²
B _{xx}	表示磁场强度为 XXAT/cm 时的磁感应强度, 例如 B _{2.5} 是表示磁场强度为 25AT/cm 时的磁感应强度, 余类推	Gs	Gs	高斯	磁感应强度单位
C	①碳化物	—	g	克	质量单位
			H	①亨利	Oe
			H	②磁场强度	电感单位

符 号	名 称	单 位	符 号	名 称	单 位
h	小时	时间单位	L	②长度	m, mm等
HB	布氏硬度值	—	l	升	容积单位
H_c	矫顽力	Oe	l	长度	mm, cm等
HRA	洛氏 A标度硬度值	—	lb	磅, 等于453.592g	英制重量单位及质量
HRB	洛氏 B标度硬度值	—	M	①马氏体	—
HRC	洛氏 C标度硬度值	—	M	②力矩	kG·m
HS	肖氏(回跳)硬度值, 也叫旭氏硬度	—	m	①米 ②分(钟), 在易与米混淆时, 用min	长度单位 时间单位
HV	维氏硬度值	—	mg	毫克	质量单位
Hz	赫兹	频率单位, -/s	min	分(钟), 一般用m, 有易与米混淆时, 用min	时间单位
I	磁化强度	Gs	ml	毫升, 1/1000l	容积单位
I_s	饱和磁化强度	Gs	mm	毫米, 1/1000m	长度单位
in	英寸	长度单位	mon	月, 30×24h, 一般不常用	时间单位
$J \frac{HRC}{d}$	钢材淬透性值(符号中的d为至水冷端的距离, HRC为该处的洛氏C标度硬度值。如 $J \frac{42}{5}$ 表示钢材的淬透值为在至水冷端为5mm处的硬度为HR C42)		MPa	兆帕斯卡, 1MPa = 1N(牛顿)/mm ² = 0.102kG/mm ² 1kG/mm ² = 9.8MPa	压力及应力单位
K_{Ic}	断裂韧性, I表示张力型, C为临界值	kG/mm ^{3/2}	M_s	马氏体点, 即马氏体转变开始温度	°C
K	磁化系数	GS/Oe	mV	毫伏	电压及电动势单位
kcal	千卡	热量单位	M_z	马氏体转变终了温度, 英美书籍中多用 M_f , 俄文书籍中用 M_k 表示	°C
kG	公斤力	力的单位	N	牛顿, 1N = 0.102kG = 10 ⁵ 达因	米·千克·秒(MKS)制力的单位
kg	公斤(千克)	质量单位	NDT	无塑性转变温度	°C
kW	千瓦	功率单位	Oe	奥斯特	磁场强度单位
kX	等于1.002020 Å, 一般在晶体结构分析中表示点阵常数时用	长度单位	P	①珠光体	—
L	①液态相	—			

符 号	名 称	单 位	符 号	名 称	单 位
P	②铁心损耗	W/kg 或 erg/ cm ³ ·Hz	r	半径	mm, cm
	③压力	kG/mm ²	r	伦琴	X射线的剂量 单位
Pa	帕斯卡, 1Pa = 1N/m ²	压力单位	S	①走刀量	mm/转
P_e	涡流损耗	W/kg 或 erg/ cm ³ ·Hz		②管壁厚度	mm
				③面积	mm ² , cm ²
P_h	磁滞损耗	W/kg 或 erg/ cm ³ ·Hz	S	秒	时间单位
$P_{x/y}$	铁心损耗 (右下角分数表示规定的条件, 其中 x 表示磁感应强度最大值为 $x \times 10^3$ Gs, y 表示交变磁场的频率为 y Hz。如 P15/50 表示磁感应强度最大值为 15000Gs, 交变磁场频率为 50Hz 时的铁心损失, 余类推)	W/kg 或 erg/ cm ³ ·Hz	T	①温度	K
				②扭力矩	kG·m
			t	①温度	°C
				②时间	s, m, h 等
				③切削深度	mm
ppm	百万分之一	—	V	伏特	电压单位
			V_c	蠕变速度	%/h
			V_{60}	工具寿命为 60 分钟时的切削速度	m/min
R	半径	mm, cm	W	瓦	功率单位
			y	年 (一般不用)	时间单位

二、以希腊字母为序

符 号	名 称	单 位	符 号	名 称	单 位
α	① α 相	—	δ_x	伸长率, 右下角的 x 为圆形抗拉试样标距与直径之比, 我国国家标准 GB228—63 规定短试样为 5 倍, 长试样为 10 倍, 亦即 x 分别为 5 和 10。国外有用 4 倍和其他倍数试样者。不同倍数试样的伸长率, 不宜彼此比较	%
	②线胀系数	mm/mm·°C			
	③电阻温度系数	—/°C			
γ	① γ 相	—			
	②比重	—	ε	①应变或真应变 ② ε 相 ③相对耐磨系数	mm/mm, 或 % — —
Δl	伸长	mm			
ΔV	①压痕体积	mm ³ , cm ³			
	②磨损试验中压痕体积	mm ³ , cm ³			
δ	① δ 相	—			
	②伸长率	%			

符 号	名 称	单 位	符 号	名 称	单 位
$\dot{\varepsilon}$	应变速度	mm/mm·s 或 %/s	σ_v	循环周次为 N 的疲劳强度	kG/mm ²
λ	①导热系数 ②波长	cal/cm·s·°C μ , Å 或 kX	σ_p	比例极限	kG/mm ²
μ	①微米 ②磁导率, μ_m 为最大磁导率, μ_0 为起始磁导率 ③百万分之一, 即 10^{-6} , 如 $\mu\Omega$ 为百万分之一欧姆, 称做微欧	10^{-6} m Gs/Oe —	σ_{pb}	抗弯比例极限	kG/mm ²
ρ	①电阻系数 ②密度	$\Omega \cdot \text{cm}$, $\mu\Omega \text{ cm}$ 或 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ g/cm ³	σ_s	屈服点, 如不特殊标明, 应认为是上屈服点 σ_{su}	kG/mm ²
σ	① σ 相 ②应力	— kG/mm ²	σ_{sL}	下屈服点	kG/mm ²
σ_{-1}	光滑试样对称弯曲应力时的疲劳极限	kG/mm ²	σ_{sU}	上屈服点	kG/mm ²
σ_{-1k}	缺口试样对称弯曲应力时的疲劳极限	kG/mm ²	$\sigma_{0.2}^t$	在规定温度 t 下, 测定永久变形量为 0.2% 时的屈服强度。其他参阅 $\sigma_{0.2}$ 条	kG/mm ²
σ_{-1p}	对称拉压应力时的疲劳极限	kG/mm ²	$\sigma_{1 \cdot 10^{-x}}^t$	根据蠕变第二阶段的变形速度而测定的蠕变强度。符号 t 表示测定时所采用的温度, $1 \cdot 10^{-x}$ 表示所规定的每小时为 $1 \cdot 10^{-x}\%$ 的变形速度。例如 $\sigma_{1 \cdot 10^{-5}}^{600^\circ \text{C}}$, 即在温度为 600°C, 蠕变速度为每小时 $1 \cdot 10^{-5}\%$ 时的蠕变强度	kG/mm ²
σ_0	①初应力 ②脉冲疲劳强度	kG/mm ² kG/mm ²	σ_b^t	在规定温度 t 下所测定的抗拉强度	kG/mm ²
$\sigma_{0.2}$	永久变形量为 0.2% 时的屈服强度。如要求永久变形量为其他数值时, 则右下角的 0.2 应相应地改为其他数值, 如 $\sigma_{0.02}$, $\sigma_{0.5}$ 等, 分别表示永久变形量为 0.02%, 0.5% 等时的屈服强度	kG/mm ²	$\sigma_{b/x}^t$	持久抗拉强度, 或简称持久强度。符号上角的 t 字表示试验所规定的温度, 右下角分数的分子 b 表示抗拉强度, 分母 x 为在此拉应力下持续至试样断裂所持续的时间。例如 $\sigma_{b/100}^{700^\circ \text{C}}$ 为在 700°C 持续 100 小时断裂时的最大拉应力	kG/mm ²
σ_b	抗拉强度	kG/mm ²	$\sigma_{x/y}^t$	根据伸长率测定的蠕变强度。t 表示测定时规定的温度, 右下角分数的分子 x 表示规定的变形量的百分数, 分母 y 表示产生该	kG/mm ²
σ_{bb}	抗弯强度	kG/mm ²			
σ_{bc}	抗压强度	kG/mm ²			
σ_e	弹性极限	kG/mm ²			

符 号	名 称	单 位	符 号	名 称	单 位
	变形量所经历的时间(以小时计,系由试验曲线外推得到)。例如 $\sigma_2^{600}/10000$ 表示在600℃时在10000小时内产生2%变形量的应力	kG/mm ²	τ_b	(扭转)抗切强度	kG/mm ²
			τ_p	(扭转)抗切比例极限	kG/mm ²
			ϕ	直径	mm, cm
			ϕ, φ	角度	°(度), 弧度
τ	切应力	kG/mm ²	x	①质量磁化系数 [$x = (\mu - 1)/4\pi\rho$] ②X相	Gs · cm ³ /Oe · g —
τ_{-1}	光滑试样扭转应力时的疲劳极限	kG/mm ²	ψ	面缩率	%
τ_{-1k}	缺口试样扭转应力时的疲劳极限	kG/mm ²	Ω	欧姆	电阻单位

三、其 他

°C —— 摄氏温度

°F —— 华氏温度

K —— 1968年国际实用温标, K(凯尔文) 表示热力学温度单位

梅氏冲击试样 —— Mesnager试样, 我国目前采用的标准试样

夏氏冲击试样 —— Charpy试样

夏氏钥孔形缺口冲击试样 —— Charpy keyhole试样, 系标准的夏氏试样

夏氏V形缺口冲击试样 —— V-notched Charpy试样

艾氏冲击试样 —— Izod试样

DVM冲击试样 —— 西德标准DIN中规定的夏氏冲击试样

VGB冲击试样 —— 西德标准DIN中规定的一种大型夏氏冲击试样

目 录

几点说明

符号名称对照表

第一篇 合金钢概论

第一章 常用名词和物理、化学数据

第 1 节 常用名词	1
第 2 节 常用物理、化学数据	16
§ 1 物理常数	16
§ 2 化学元素周期表	17
§ 3 元素的点阵结构	19
§ 4 元素的物理性能	22
§ 5 常见的碳化物和金属间化合物的 点阵结构	26

第二章 合金元素在钢中的作用

第 1 节 概述	27
§ 1 钢中的合金元素	27
§ 2 合金元素对铁碳平衡相图的影响	28
§ 3 合金元素在钢中的分布和存在 状态	32
§ 4 合金元素对钢的组织及热处理的 影响	33
§ 5 合金元素对钢的性能的影响	37
第 2 节 硅在钢中的作用	42
§ 1 平衡相图	42
§ 2 硅对钢的组织及热处理的影响	44
§ 3 硅对钢的性能的影响	45
§ 4 硅在钢中的应用	48
第 3 节 锰在钢中的作用	50
§ 1 平衡相图	50
§ 2 锰对钢的组织及热处理的影响	52
§ 3 锰对钢的性能的影响	55
§ 4 锰在钢中的应用	57
第 4 节 铝在钢中的作用	59
§ 1 平衡相图	59
§ 2 铝对钢的组织及热处理的影响	61
§ 3 铝对钢的性能的影响	64

§ 4 铝在钢中的应用	67
第 5 节 钼在钢中的作用	69
§ 1 平衡相图	69
§ 2 钼对钢的组织及热处理的影响	70
§ 3 钼对钢的性能的影响	76
§ 4 钼在钢中的应用	78
第 6 节 钨在钢中的作用	80
§ 1 平衡相图	80
§ 2 钨对钢的组织及热处理的影响	81
§ 3 钨对钢的性能的影响	85
§ 4 钨在钢中的应用	86
第 7 节 钒在钢中的作用	89
§ 1 平衡相图	90
§ 2 钒对钢的组织及热处理的影响	92
§ 3 钒对钢的性能的影响	94
§ 4 钒在钢中的应用	96
第 8 节 钛在钢中的作用	99
§ 1 平衡相图	99
§ 2 钛对钢的组织及热处理的影响	100
§ 3 钛对钢的性能的影响	103
§ 4 钛在钢中的应用	107
第 9 节 铌和钽在钢中的作用	110
§ 1 平衡相图	110
§ 2 铌和钽对钢的组织及热处理的 影响	112
§ 3 铌和钽对钢的性能的影响 和在钢中的应用	115
第 10 节 锆在钢中的作用	118
§ 1 平衡相图	118
§ 2 锆对钢的组织及热处理的影响	119
§ 3 锆对钢的性能的影响	120
§ 4 锆在钢中的应用	123
第 11 节 铬在钢中的作用	124
§ 1 平衡相图	124

II

§ 2	铬对钢的组织及热处理的影响	128
§ 3	铬对钢的性能的影响	130
§ 4	铬在钢中的应用	133
第12节	镍在钢中的作用	135
§ 1	平衡相图	135
§ 2	镍对钢的组织及热处理的影响	136
§ 3	镍对钢的性能的影响	138
§ 4	镍在钢中的应用	140
第13节	钴在钢中的作用	141
§ 1	平衡相图	141
§ 2	钴对钢的组织及热处理的影响	142
§ 3	钴对钢的性能的影响	144
§ 4	钴在钢中的应用	146
第14节	铜在钢中的作用	148
§ 1	平衡相图	148
§ 2	铜对钢的组织及热处理的影响	149
§ 3	铜对钢的性能的影响	151
§ 4	铜在钢中的应用	154
第15节	铅和铋在钢中的作用	155
§ 1	平衡相图	155
§ 2	铅对钢的性能的影响	155
§ 3	铅在钢中的应用	157
第16节	硫及硒、碲在钢中的作用	158
§ 1	平衡相图	158
§ 2	硫及硒、碲对钢的组织及热处理的影响	159
§ 3	硫及硒、碲对钢的性能的影响	160
§ 4	硫及硒、碲在钢中的应用	162
第17节	磷及砷、锑在钢中的作用	163
§ 1	平衡相图	163
§ 2	磷及砷、锑对钢的组织及热处理的影响	164
§ 3	磷及砷、锑对钢的性能的影响	166
§ 4	磷及砷、锑在钢中的应用	167
第18节	稀土元素在钢中的作用	168
§ 1	平衡相图	169
§ 2	稀土元素对钢的组织及热处理的影响	169
§ 3	稀土元素对钢的性能的影响	175
§ 4	稀土元素在钢中的应用	178
§ 5	常用的稀土合金及其加入方法	179
第19节	铍在钢中的作用	181

§ 1	平衡相图	181
§ 2	铍对钢的组织及热处理的影响	182
§ 3	铍对钢的性能的影响和在钢中的应用	182
第20节	硼在钢中的作用	184
§ 1	平衡相图	184
§ 2	硼对钢的组织及热处理的影响	184
§ 3	硼对钢的性能的影响	188
§ 4	硼在钢中的应用	189
第21节	氮在钢中的作用	191
§ 1	平衡相图	191
§ 2	氮对钢的组织及热处理的影响	192
§ 3	氮对钢的性能的影响	193
§ 4	氮在钢中的应用	195
第22节	氢在钢中的作用	197
§ 1	平衡相图	197
§ 2	氢对钢的组织及性能的影响	198
§ 3	氢在钢中产生的几种严重缺陷	199
§ 4	消除或降低钢中氢含量的措施	201
第23节	氧在钢中的作用	202
§ 1	平衡相图	202
§ 2	氧对钢的组织及热处理的影响	203
§ 3	氧对钢的性能的影响和在钢中的作用	203

第三章 钢的热处理原理

第1节	概述	205
§ 1	铁碳系相图与热处理的关系	205
§ 2	相变与热处理的关系	208
第2节	钢在加热时的转变	211
§ 1	奥氏体化	211
§ 2	奥氏体晶粒的变化	218
第3节	钢在冷却时的转变	221
§ 1	等温转变和连续冷却转变	221
§ 2	珠光体转变及先共析相的析出	227
§ 3	马氏体转变	235
§ 4	贝氏体转变	243
第4节	钢在回火时的转变和时效析出	247
§ 1	回火时的转变	247
§ 2	沉淀硬化	254

§ 3 淬火时效和应变时效	261
§ 4 蠕变过程的时效与析出	266

第四章 钢的热处理基本工艺及设备

第 1 节 退火和正火	269
§ 1 退火工艺	269
§ 2 正火工艺	273
第 2 节 淬火	275
§ 1 淬火加热	275
§ 2 淬火冷却	279
§ 3 淬火方法	282
第 3 节 回火	289
§ 1 回火工艺	289
§ 2 回火脆性	291
第 4 节 炉内气氛的作用和控制	292
§ 1 炉内各种气氛的作用	292
§ 2 放热型控制气氛	294
§ 3 吸热型控制气氛	297
第 5 节 热处理应注意的一些问题	303
§ 1 关于加热、保温和冷却	303
§ 2 热处理应力和热处理变形	306
§ 3 关于工件的尺寸、形状和设计	308
第 6 节 热处理主要设备	309
§ 1 热处理燃料炉	309
§ 2 热处理电阻炉	315
§ 3 热处理复合作业炉	322
§ 4 热处理浴炉	326
§ 5 可控气体多用热处理炉	332
§ 6 冷却设备	335
第 7 节 热处理技术的新进展	338
§ 1 热处理新工艺	338
§ 2 热处理设备和方法的改进	340
§ 3 热处理技术发展的某些新趋向	343

第五章 钢的表面淬火和化学热处理

第 1 节 表面淬火	344
§ 1 感应加热表面淬火	344
§ 2 火焰加热表面淬火	356
第 2 节 渗碳、渗氮及碳氮共渗	360
§ 1 渗碳	360
§ 2 渗氮	369

§ 3 碳氮共渗	374
第 3 节 渗铝、渗铬及渗硅	379
§ 1 渗铝	379
§ 2 渗铬	383
§ 3 渗硅及铬硅铝共渗	387
第 4 节 渗硼、渗硫及其他	388
§ 1 渗硼	389
§ 2 渗硫和硫氮共渗	391
§ 3 蒸汽发蓝处理及与硫氮共渗的复合处理	393
§ 4 钛氮共渗	395

第六章 钢锭、钢材及常用钢类的 热处理特点

第 1 节 钢锭的热处理特点	397
§ 1 钢锭的特征及热处理的目的	397
§ 2 钢锭的热处理工艺特点	398
第 2 节 热锻轧钢材的热处理特点	402
§ 1 热锻轧钢材热处理的目的和方法	403
§ 2 热锻轧钢材的热处理工艺特点	403
第 3 节 冷拉钢材的热处理特点	407
§ 1 冷拉钢材热处理的目的和方法	407
§ 2 冷拉钢材的热处理工艺特点	408
§ 3 关于低温退火和再结晶的一些问题	411
第 4 节 结构钢和弹簧钢的热处理特点	412
§ 1 调质钢的热处理特点	413
§ 2 渗碳钢的热处理特点	417
§ 3 弹簧钢的热处理特点	418
第 5 节 工具钢和轴承钢的热处理特点	419
§ 1 工具钢钢材和锻坯的热处理特点	419
§ 2 刀具的热处理特点	420
§ 3 模具的热处理特点	422
§ 4 量具的热处理特点	424
§ 5 铬轴承钢的热处理特点	425
第 6 节 不锈钢的热处理特点	426
§ 1 奥氏体不锈钢的热处理特点	426
§ 2 铁素体不锈钢的热处理特点	427
§ 3 马氏体不锈钢的热处理特点	428
§ 4 沉淀硬化不锈钢的热处理特点	430

第二篇 钢的试验检验方法概述

第一章 钢的力学性能试验

第1节	硬度试验	437
§ 1	布氏硬度试验	437
§ 2	洛氏硬度试验	439
§ 3	维氏及显微硬度试验	442
§ 4	肖氏硬度试验	443
§ 5	高温硬度试验	444
第2节	拉力试验	445
§ 1	拉力-伸长及应力-应变曲线	445
§ 2	试验设备及条件	446
§ 3	试样制备	447
§ 4	试验操作要点及结果整理	451
§ 5	高温短时拉力试验	454
第3节	冲击试验	455
§ 1	横梁式冲击试验	455
§ 2	冲击值-温度曲线	458
§ 3	影响冲击值的因素	459
§ 4	试验结果整理	460
§ 5	多次重复冲击试验	461
第4节	疲劳试验	463
§ 1	弯曲疲劳试验原理	463
§ 2	试验设备和试样制备	465
§ 3	试验操作要点及结果整理	468
§ 4	影响试验结果的因素	468
第5节	扭转试验	469
§ 1	原理简介	469
§ 2	试验设备和试样制备	471
§ 3	试验操作要点及结果整理	471
§ 4	线材扭转试验	472
第6节	弯曲试验	472
§ 1	挠曲公式和弯曲力矩 及挠度关系曲线	472
§ 2	脆性材料的弯曲试验	473
§ 3	塑性材料的弯曲试验	475
§ 4	焊接接头的弯曲试验	477
第7节	高温蠕变及有关试验	478
§ 1	原理简介	478
§ 2	蠕变试验	480

§ 3	持久试验	482
§ 4	松弛试验	482

第二章 钢的物理性能试验

第1节	线胀系数及临界温度的测定	484
§ 1	原理简介	484
§ 2	测定用仪器和试验操作要点	484
§ 3	线胀系数和临界温度的确定	487
第2节	等温转变曲线的测定	487
§ 1	原理简介	488
§ 2	影响奥氏体等温转变曲线的因素	489
§ 3	常用的测定方法	492
第3节	导热系数的测定	498
§ 1	原理简介	498
§ 2	常用的测定方法	498
第4节	电阻系数的测定	500
§ 1	原理简介	500
§ 2	常用的测定方法	500
第5节	磁学性能的测定	502
§ 1	概述	502
§ 2	直流冲击测定法	504
§ 3	铁心损耗及交流磁感应测定法	509
§ 4	弱磁材料磁化率及磁导率测定法	512

第三章 钢的化学性能试验

第1节	概述	514
§ 1	钢的腐蚀与抗蚀性	514
§ 2	抗蚀性试验的目的与方法	514
§ 3	抗蚀性试验结果的评定 及表示方法	515
第2节	大气腐蚀试验	516
§ 1	大气暴露腐蚀试验	516
§ 2	大气加速腐蚀试验	517
第3节	全浸、间浸腐蚀试验	518
§ 1	试验条件	519
§ 2	试验方法及影响因素	520
§ 3	试验结果的处理及评定	521
第4节	晶间腐蚀试验	522
§ 1	试验条件	522

§ 2	试验方法	524
§ 3	晶间腐蚀倾向的评定	527
第 5 节	应力腐蚀试验和腐蚀 疲劳试验	530
§ 1	应力腐蚀试验	530
§ 2	腐蚀疲劳试验	531
第 6 节	高温抗氧化性试验	532
§ 1	试验条件	533
§ 2	试验方法	533
§ 3	试验结果的处理及评定	534

第四章 钢的工艺性能试验

第 1 节	淬透性试验	536
§ 1	概述	536
§ 2	碳素工具钢淬透性试验法	536
§ 3	末端淬透性试验法	537
第 2 节	焊接性试验	541
§ 1	概述	541
§ 2	常用的试验方法	541
第 3 节	切削加工性试验	545
§ 1	概述	545
§ 2	常用的试验方法	546
§ 3	影响切削加工性的因素	549
第 4 节	钢的磨损试验	551
§ 1	概述	551
§ 2	常用的试验方法	551

第五章 钢的宏观检验

第 1 节	酸蚀试验	554
§ 1	取样和检验面的制备	554
§ 2	热酸蚀试验及其常见的 组织和缺陷	556
§ 3	电解腐蚀试验	561
§ 4	冷酸蚀试验	562
第 2 节	断口检验	563
§ 1	取样和断口的制备	563
§ 2	常见断口组织和缺陷	564
第 3 节	塔形车削发纹检验	566
§ 1	试样制备	566
§ 2	关于发纹的显示、识别和计量	566
第 4 节	硫印试验	566

§ 1	试验方法	566
§ 2	硫印试验的化学反应	567

第六章 钢的显微检验

第 1 节	试样的选择和制备	568
§ 1	试样的切取	568
§ 2	试样的镶嵌	568
§ 3	试样的磨制	569
§ 4	试样的抛光	570
第 2 节	显微组织的显示方法	575
§ 1	化学浸蚀法	575
§ 2	物理显示法	579
§ 3	复制膜法	579
第 3 节	使用金相显微镜应注意的 一些问题	586
§ 1	物镜及目镜的类型、性能及识别	586
§ 2	光圈的使用	590
§ 3	滤光片的作用	591
§ 4	平面玻璃和棱镜的使用	591
§ 5	特殊金相研究方法的使用范围	594
第 4 节	晶粒度的测定	595
§ 1	本质晶粒度的显示方法	595
§ 2	晶粒度的测定和记录	601
第 5 节	脱碳层的测定	602
§ 1	测定方法	602
§ 2	测定脱碳层的一些问题	602

第七章 钢中非金属夹杂物检验

第 1 节	非金属夹杂物的评级和鉴定	604
§ 1	非金属夹杂物的评级	604
§ 2	非金属夹杂物的鉴定	605
第 2 节	夹杂物的电解分离、总含量的 测定及成分的分析	619
§ 1	夹杂物的电解分离及总含量 的测定	619
§ 2	电解分离出夹杂物的化学分析	621

第八章 X射线显微分析和 电子显微镜技术

第 1 节	X射线显微分析	622
§ 1	射线的基本性质	622

§ 2	晶体学基础知识	623
§ 3	X射线衍射方法	627
§ 4	X射线衍射的应用	631
§ 5	X射线化学及金相分析	634
第 2 节	电子显微镜技术	636
§ 1	电子显微镜的特点与工作原理	636
§ 2	电子显微镜的调整和维护	638
§ 3	电子显微镜所用试样的制备	640

第九章 钢的无损检验

第 1 节	磁粉检验	644
§ 1	原理简介	644
§ 2	磁化方法及磁化电流	645
§ 3	检验方法、磁粉和悬浮液	646
第 2 节	渗透检验	647
§ 1	荧光法	647
§ 2	着色法	648
第 3 节	射线探伤	649
§ 1	原理简介	649
§ 2	射线探伤设备及防护	652
第 4 节	超声波探伤	652
§ 1	阴影法及共振法	653
§ 2	脉冲反射法	653
§ 3	其他超声波探伤方法	655
第 5 节	涡流探伤	657
§ 1	基本原理和设备	659
§ 2	检验方法和应用	659

第十章 钢的化学成分分析

第 1 节	化学分析及仪器分析简介	660
§ 1	化学分析方法	660
§ 2	气体分析方法	664
§ 3	光谱化学分析方法	666
§ 4	其他仪器分析方法	669

第 2 节	火花鉴别和点滴试验	671
§ 1	钢的火花鉴别法	671
§ 2	钢中锰、钼、铬、镍等 元素的点滴试验	676

附录 1	常用单位及换算表	679
§ 1	公制计量单位	679
§ 2	度量衡和物理单位换算系数	679
§ 3	腐蚀速度单位换算系数	680
§ 4	长度、面积换算 (英制→公制)	681
§ 5	重量换算 (英制→公制)	684
§ 6	硬度的换算和对照	686
§ 7	应力和功换算 (英制→公制)	692
§ 8	热工单位换算 (英制→公制)	693
§ 9	温度换算	694

附录 2	常用热电偶的主要技术条件、 检定、分度及使用要点	696
§ 1	常用热电偶主要技术条件	696
§ 2	热电偶的检定	696
§ 3	热电偶自由端温度的处理	696
§ 4	常用热电偶分度表	697

附录 3	加热温度颜色及回火 温度颜色	706
------	-------------------------	-----

附录 4	试验数据的处理	707
§ 1	基本概念	707
§ 2	试验数据的表示方法	710

附录 5	腐蚀试验参考数据	714
§ 1	金属的标准电极电位	714
§ 2	基准电极对标准氢电极的电位	714
§ 3	人工海水的配制方法	715

附录 6	钢中非金属夹杂物评级图 SAE评级图	716
------	-----------------------------	-----

附录 7	其他	720
§ 1	希腊字母表	720
§ 2	钢材重量计算表	721

第一章 常用名词和物理、化学数据

第1节 常用名词

为了使本手册中所用的专业名词和术语不致发生误解或概念混淆起见,本章选辑了一些和合金钢的生产、使用等有关的常用名词,加以简要的解释,并不是名词的定义。由于编者的知识水平和认识能力有限,对名词的解释可能存在片面性甚至有错误之处,仅供参考。

本章名词的选取范围涉及到合金钢的组织、性能和钢材缺陷等方面;名词的选取原则和排列体例如下:

1.本手册中常用的但其解释又多分歧、容易混淆或误解的名词,大都已列入。

2.对于已经用乱而且用法又不很恰当,希望加以

讨论和统一的名词,也适当选取列入。

3.对于已经通用而没有分歧的名词,数量很多,由于本手册篇幅所限,未予列入。

4.对于分歧很大尚难作比较统一解释的名词,暂缺。

5.名词的排列次序,参考1962年修订的《新华字典》,按汉语拼音字母顺序排列。希腊字母为首的名词排列在最后。

6.为了便于查阅,检字表是按笔画和起笔次序排列的,并以经国务院批准公布的简化字的笔划为准。

检 字 表

(按笔画排列;笔画相同者,依《印刷通用汉字字形表》规定顺序排列)

二 画		切 qie11	孕 yun15	延 yan14
二 er..... 5	中 zhong15	发 fa..... 5	自 zi15	合 he..... 6
人 ren12	内 nei10	六 画		各 ge..... 6
刀 dao 4	贝 bei 3	扩 kuo 8	多 duo 5	冲 chong 3
力 li 9	气 qi10	共 gong..... 6	导 dao 4	红 hong..... 7
三 画		亚 ya14	机 ji 7	纤 xian.....14
干 gan 6	化 hua 7	过 guo 6	七 画	
下 xia14	分 fen 6	再 zai15	形 xing.....14	韧 ren12
上 shang12	双 shuang.....12	有 you15	折 zhe15	抗 kang..... 8
马 ma10	方 fang..... 6	成 cheng 3	时 shi12	伸 shen.....12
四 画		艾 ai 3	网 wang13	
无 wu14	石 shi12	夹 jia..... 7	优 you15	
不 bu..... 3	电 dian..... 5	光 guan..... 6		
比 bi..... 3	白 bai 3	回 hui 7		
	加 jia 7			

低 di 5
 位 wei 13
 状 zhuang 15
 应 ying 14
 冷 leng 9
 间 jian 7
 沉 chen 3
 宏 hong 7

八 画

表 biao 3
 规 gui 6
 顶 ding 5
 拉 la 8
 范 fan 5
 枝 zhi 15
 杯 bei 3
 松 song 12
 转 zhuan 15
 郁 yu 15
 非 fei 6
 易 yi 14
 固 gu 6
 质 zhi 15
 金 jin 8
 单 dan 4
 空 kong 8
 屈 gu 6
 弥 mi 10
 线 xian 14
 组 zu 15
 织 zhi 15

九 画

持 chi 3
 带 dai 4
 相 xiang 14
 柱 zhu 15
 耐 nai 10
 残 can 3
 点 dian 5
 临 lin 9
 显 xian 14
 钝 dun 5
 氢 qing 11
 重 chong 4
 穹 wan 13
 李 luan 9
 派 pai 10
 穿 chuan 4
 退 tui 13
 结 jie 8

十 画

珠 zhu 15
 热 re 11
 莱 lai 8
 索 suo 13
 配 pei 10
 铁 tie 13
 铅 qian 11
 缺 que 11
 特 te 13
 脆 cui 4

高 gao 6
 疲 pi 10
 瓷 ci 4
 烧 shao 12
 流 liu 9
 调 tiao 13
 展 zhan 15

十一 画

球 qiu 11
 莱 nai 10
 偏 pian 10
 脱 tuo 13
 断 duan 5
 焊 han 6
 液 ye 14
 淬 cui 4
 渗 shen 12
 弹 tan 13
 颈 jing 8
 综 zong 15

十二 画

塔 ta 13
 超 chao 3
 斯 si 12
 硬 ying 14
 裂 lie 9
 晶 jing 8
 嵌 qian 11
 氟 fu 11
 氮 dan 4

等 deng 4
 奥 ao 3
 普 pu 10
 滞 zhi 15
 温 wen 14
 疏 shu 12

十三 画

蓝 lan 9
 畸 ji 7
 锭 ding 5
 塑 su 12
 滑 hua 7

十四 画

酸 suan 13
 碳 tan 13
 磁 ci 4
 稳 wen 14
 腐 fu 6
 缩 suo 13

十六 画

磨 mo 10
 激 ji 7

十八 画

翻 fan 5
 魏 wei 13

二十 画

蠕 ru 12

A

- ai **艾利克森试验** 见杯突试验。
- ao **奥氏体** 铁和其它元素形成的面心立方结构的固溶体,一般指碳和其它元素在 γ 铁中的间隙固溶体。原系外来语译名,由这种组织的发现人Austen而得名。
- 奥氏体化** 把钢加热到临界温度以上使其组织转变为奥氏体的加热处理。所用加热温度叫做奥氏体化温度。当奥氏体化温度超过上临界温度 A_{c1} 或 A_{cm} 时,钢的结构全部转变为奥氏体时,叫做完全奥氏体化;当奥氏体化温度在 A_{c1} 和 A_{c2} 或 A_{c1} 和 A_{cm} 之间时,结果将有部分先共析的铁素体或渗碳体存在,所以叫做部分奥氏体化。部分奥氏体化一般仅在热处理过共析钢时使用。

B

- bai **白点** 钢经热加工后,在一定温度范围内冷却较快时,由于过饱和的原子氢脱溶进入钢内微隙中合成分子氢,形成巨大压力,并和钢相变时所产生的局部内应力相结合,超过钢在这一温度的破断强度而产生的钢材内部的细小裂缝。这种细小裂缝在纵向断口上呈银白色晶状斑点,所以叫做白点,在横向热酸浸宏观试样上呈细小裂缝,所以也叫做发裂。
- bei **杯突试验** 检验金属薄板和带材延性和冷冲压变形性能的一种试验。常用的是艾利克森(Erichsen)法,即用一规定的钢球或球状冲头向夹紧于规定压模内的试样施加压力,直到试样开始破裂为止,此时压入深度即为该金属材料的杯突值。详见冶金工业部部标准YB38-64。
- 杯锥状断口** 拉力试验试样拉断后,断处一端呈浅杯形,另一端呈截锥形的断口。一般调质钢多有此种断口,表示试样的强度和韧性都比较好,即具有较好的综合力学性能。
- bei **贝氏体** 奥氏体在低于珠光体转变温度和高于马氏体形成温度的温度范围内分解成的铁素体和渗碳体的聚合组织。原系外来语译名,因这种组织的发现人E.C.Bain而得名。在较高温度时分解成的组织呈羽毛状,叫做上贝氏体;在较低温度时形成的组织,有类似低温回火马氏体针状组织的特征,叫做下贝氏体。

bi **比电导** 见电导率。

比电阻 见电阻系数。

比例极限 金属材料中应力和应变能保持比例关系(符合虎克定律)时的最大应力值,常用符号为 σ_p ,单位为 kG/mm^2 。但其值难于用普通测试方法准确地求得,故常用规定比例极限表示。即取其作拉力试验时应力应变已不成直线关系而产生一定偏差时的应力值作为规定比例极限。所说的一定偏差,通常指应力应变曲线和应力轴夹角的正切值较其成比例关系时的直线部分和应力轴夹角的正切值增大50%。在特殊情况下,为了更接近真正的比例极限,也可采用其它较低的规定偏差值,如20%、10%等。

biao **表面淬火** 将工件表面层迅速加热到淬火温度后进行淬火,使表面层硬化的热处理工艺。表面淬火常用的有火焰表面淬火、高频淬火、中频淬火等。

bu **不起皮钢** 见耐热钢。

不锈钢 具有抵抗大气、酸、碱、盐等腐蚀作用的合金钢的总称。能抵抗腐蚀性较强介质的腐蚀作用的钢也叫做耐酸钢。

C

- c **C曲线** 见等温转变曲线。
- can **残余应力** 去除外界影响(如外力、温差等的作用)后,物体内部仍然残存的应力,也叫做内应力。
- chao **超结构** 见有序固溶体。
- chen **沉淀硬化** 在一定的条件下,由过饱和固溶体中析出另一相而导致的硬化作用。由于强度也随硬度的增加而增加,所以也叫做沉淀强化。
- 沉淀强化** 见沉淀硬化。
- cheng **成核** 在相变或再结晶过程中,新相核心质点的形成,叫做成核或形核。
- chi **持久强度** 材料在给定温度经过一定时间破坏时所能承受的恒定应力;或称持久极限。单位为 kG/mm^2 ,常用符号为 $\sigma_{b/10000}$,分母数字表示持久时间,单位为小时。例: $\sigma_{b/10000}$ 表示持久时间为10000小时的应力,t为试验温度,余类推。
- 持久极限** 见持久强度。
- chong **冲击功** 见冲击值。
- 冲击韧性** 见冲击值。