



工人技术等级标准自学丛书

热处理检查工必读

天津市机械工业管理局主编

机械工业出版社

工人技术等级标准自学丛书

热处理检查工必读

天津市机械工业管理局 主编



机械工业出版社

603678

本书是根据1985年机械工业部修订的《工人技术等级标准（通用部分）》的有关要求而编写的。按应知、应会、工作实例的要求，用37个问答，介绍了中级热处理检查工应具备的理论和操作技能。内容包括：金属学、金属材料、金属工艺学的基本知识；各种热处理工艺及介质、产生应力的原因及防止措施、质量检验有关标准、硬度试验、磁粉探伤、变形检查、常用量具的使用和保养，以及数学、机械制图、机械加工、生产管理等方法的有关知识，它供中级热处理检查工自学之用，也可作为中级工培训的参考书。

本书由李文台、张梧同志编写，倪孝权、姜太平同志审稿。

热处理检查工必读

天津市机械工业管理局 主编

★

责任编辑：程淑华 版式设计：罗文莉

责任校对：熊天荣

★

机械工业出版社出版（北京阜成门内大街25号）

（北京市书刊出版业、发行业、印刷业登记证出字第117号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

★

开本 787×1092 1/32·印张 8 1/8·字数 178 千字

1989年6月北京第一版·1989年6月北京第一次印刷

印数 0.001—4,350·定价：5.20元

★

ISBN 7-111-00810-3/TG·192



编委会名单

主任委员：王志平

副主任委员：董无岸、陈遐龄、王玉杰、赵国田、杨国林、
范广才（常务）

委员：杨博康、陈郁、温玉芬、戴振英、曹桂秋、郭淑贤、
解延年、孟昭义

前 言

3

1981年,天津市第一机械工业局受机械工业部委托,根据1978年部颁《工人技术等级标准(通用部分)》主编了《工人技术等级标准自学丛书》(每个工种单独成册,共35册)。该丛书出版后,深受广大读者欢迎,赢得普遍赞誉。

1985年机械工业部对原部颁《工人技术等级标准(通用部分)》进行了修订并重新颁布(下称《新标准》)。《新标准》在工人技术等级、工种划分及应知、应会的内容上都作了较大的改动,原丛书已不适应《新标准》的要求了。鉴于以上情况,天津市机械工业管理局(原天津市第一机械工业局)对该丛书按《新标准》要求,重新组织编写,包括《新标准》中的全部工种,每个工种一本,共计41本。其中32本由机械工业出版社出版,9本由天津科学技术出版社出版。

新编写的丛书是按《新标准》应知、应会、操作实例的要求,采用逐条解答的体例编写的。除检查工种只有中级一个等级外,其它工种均包括初、中两个等级。全套书采用了各项国家新标准和法定计量单位。该丛书可供机械工人自学之用,也可做为企业对技术工人进行培训和考核的参考用书。

由于此套《丛书》涉及的知识面广,我们又缺乏经验,有错误与不足之处,恳切希望各界读者批评指正。

天津市机械工业管理局

1987年12月

目 录

前言

应 知

1 常用热处理检测设备(硬度计、磁力探伤机)的一般构造	1
2 常用检查与测量工具的使用规则及维护保养	21
3 金属学基本理论知识	31
4 常用金属材料的分类与牌号	53
5 常用金属材料的普通热处理、化学热处理、表面淬火等工艺的目的、要求及工艺过程	57
6 钢材回火脆性的敏感性及其消除方法	88
7 盐浴成分应用范围和常用脱氧剂的种类、性能、使用和操作 方法,根据化学成分调整盐浴的方法	91
8 常用冷却介质的性能与使用范围	98
9 热处理常见废品返修品产生原因及防止方法	107
10 复杂工件、大截面工件、一般工模具的热处理方法和 预防变形开裂措施	119
11 机械制图和公差配合的基本知识	131
12 常用数学计算知识	141
13 各种校正法对工件质量的影响及其应用范围	155
14 工件硬度和金相组织对切削性能的影响	160
15 热处理前工件的加工余量和热处理后的变形知识	164
16 常见工件的有关质量标准检测方法	167
17 常见工件在产品中的装配位置、工作特点及使用性能	173
18 编制工艺规程的基本知识	185
19 金属工艺学的基本知识	189
20 生产技术管理知识	200

应 会

- 1 正确使用和维护常用硬度计及附件, 根据工件特点和硬度要求合理选择检测部位及硬度计, 并能排除一般故障 207
- 2 根据工件特点确定电流强度和触点方法进行各种磁力探伤检查 210
- 3 正确使用及维护保养常用测量和检查工具 210
- 4 看懂较复杂的零件图, 绘制一般零件图 210
- 5 用火花鉴别一般碳钢和合金钢的碳含量及主要合金元素 216
- 6 使用标准锉刀, 检查淬火硬度 224
- 7 用火色判别温度 225
- 8 目检工件表面缺陷(磕碰、剥落、腐蚀、烧伤、异色和可见裂纹等) 226
- 9 目检工件经喷砂、喷丸、抛光、氧化、清洗后的质量 230
- 10 根据断口进行宏观分析, 判断工件是否过热、过烧。用放大镜观察测量渗碳试棒的渗层深度 232
- 11 按照热处理工艺卡检查工艺贯彻情况, 并正确指导实施 234
- 12 分析热处理废品产生的原因并提出解决办法 235
- 13 按照质量检查标准、产品图纸、工艺规程及有关技术文件进行检查工作 236

工 作 实 例

- 1 对花键轴、曲轴、丝杠等长轴类经相应热处理后进行质量检查 238
- 2 对凸轮、齿轮和较复杂的异型零件经相应热处理后进行质量检查 245
- 3 对复杂的工模具、刀具等热处理件进行质量检查 249
- 4 相应复杂程度的热处理工作的检查 254

应 知

1 常用热处理检测设备（硬度计、磁力探伤机）的一般构造

凡经过热处理后的工件，必须按图纸或标准上的技术要求进行检验。在检验中除需一般量、检具外，尚需备有专用检测设备，如射线探伤仪、超声探伤仪、磁力探伤机和硬度计等。其中以硬度的测定和磁力探伤最为普遍。因为它经济简便，检测迅速，并且对被测工件几乎是无损的。因而，对热处理后的工件普遍要进行硬度与磁力探伤的检测。

一、硬度检测

在各种硬度计上选用一定的压力，将硬质压头压入被测工件的表面，然后根据压痕的大小或压入深度来确定被测工件的硬度值。因此，硬度即表示被测材料局部体积内抵抗外物压入的能力。硬度试验的种类很多，硬度计的构造与测定方法随着科学技术的进步而发展，本书仅介绍最常用的硬度检测设备。

1. 布氏硬度试验

(1) 普通布氏硬度试验 布氏硬度试验是以直径为 D 的钢球或硬质合金球，用相应的试验力 P ，垂直地压入被测材料表面，并保持一定时间后卸荷，测量压痕直径 d ，求出压痕面积 P ，计算出单位面积上承受的应力 $\frac{P}{F}$ ，以此表示被测材料的硬度值，称之为布氏硬度。以符号 HBS 表示。为了区别是用钢球或硬质合金球检测的，分别以 HBS（钢球

压头) 和 HBW (硬质合金球压头) 表示, 见图 2.1-1。

$$\text{计算公式 HBS 或 HBW} = \frac{P}{F} = \frac{2P}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \quad (2.1-1)$$

当试验力单位用 N 时,
则将上式乘以 0.102。

硬度的高低取决于压痕直径 d 的大小, 压痕直径越小, 材料的硬度越高, 反之则越低。在实际生产中为了简便, 不必逐个计算, 只要用测量放大镜测出压痕直径 d , 从一般手册中查压痕与硬度值换算表即可得出硬度值 HBS。

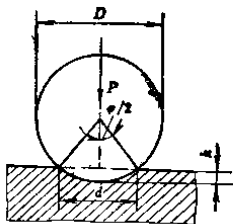


图 2.1-1 布氏硬度试验原理图

布氏硬值的单位是 kgf/mm^2 或 N/mm^2 。(1 kgf = 9.80665 N) 而在习惯上经常不标出单位。进行硬度试验时, 需根据材料的种类、试件厚度正确地选择所用压头钢球直径 D 与所加试验力 F 的比 F/D^2 才能得出准确可比的硬度值。选择原则见表 2.1-1。

试验后的压痕直径 d 应在 $0.24 \sim 0.6 D$ 的范围内, 否则无效。这样, 就必须按表 2.1-1 的规定重新选择钢球与试验力的配合, 重新测试。为了保证试验的精确性, 被测表面力求平整光洁, 粗糙度不低于 $Ra 1.6 \mu\text{m}$, 被测表面与支撑面保持平行, 保证加载的力垂直于被测量面。布氏硬度试验后在压痕的周围由于塑性变形而产生冷作硬化, 所以被测件过薄、过小或相邻压痕过近, 都会影响试验结果的准确性。在国标

表2.1-1 布氏硬度试验 F/D^2 的选择

材 料	布 氏 硬 度	F/D^2
钢及铸铁	<140	10
	>140	30
铜及其合金	<35	5
	$35\sim130$	10
	>30	30
轻金属及其合金	<35	2.5(1.25)
	$35\sim80$	10(5或15)
	>130	10(15)
铅、锡	—	1.25(1)

注：1.当试验条件允许时，尽量选用10mm球。

2.当有关标准没有明确规定时，应使用无括号的 F/D^2 值。

GB231—84 中规定，压痕中心与试样边缘的距离不得小于压痕直径的 2.5 倍，相邻压痕的中心距，不得小于压痕直径的 4 倍，试样厚度不得小于压入深度的 10 倍。对于硬度很低的材料，压痕的中心距离还应加大。

为了保证硬度计的试值稳定，应经常以标准硬度块校对。每年必须由计量部门进行鉴定，合格后方准使用。对于标准块和测量放大镜也要经常校对和鉴定，在使用中要注意零位的校准以及固定刻线与可移动刻线的平行性。在检测高硬度的材料时，钢球会产生残余变形，不仅影响试验的准确性，钢球也将损坏，这时可改用硬质合金压头，或改用其它硬度试验法。

(2) 布氏硬度计的结构 布氏硬度计是由机体，升降工作台，杠杆、重锤机构，加、卸载荷及变换载荷机构和压头等

部分组成。固定式布氏硬度计的载荷是借杠杆系统将载荷传至压头，在杠杆的长臂上装有吊环，挂有可更换的砝码，按需要拨动载荷变换装置；即由不同砝码的组合配出表 2.1-2 中布氏硬度选用的试验力。现代的硬度计施加试验力是由电动机驱动减速机构自动进行的，并设有定时装置，用来变换不同的加载时间，到达加载时间后自动或手动卸荷，完成加载过程。

表 2.1-2 布氏硬度选用的试验力

硬 度 符 号	球直径(D) (mm)	F/D^2 (0.102 F/D ²)	试验力 F kgf(kN)①
HBS或HBW10/3000	10	30	3000(29.42)
HBS或HBW10/1500	10	15	1500(14.71)
HBS或HBW10/1000	10	10	1000(9.807)
HBS或HBW10/500	10	5	500(4.903)
HBS或HBW10/250	10	2.5	250(2.452)
HBS或HBW10/125	10	1.25	125(1.226)
HBS或HBW10/100	10	1	100(980 N)
HBS或HBW5/750	5	30	750(7.355)

① 按国标GB230—84规定标注，下同。

(3) 锤击布氏硬度试验 大型工件的硬度检测，经常用携带方便的锤击式硬度计来检测（它不能作为标准检测仪器）。图 2.1-2 为锤击布氏硬度计的外型构造和使用方法的示意图。

测定硬度时，用钢球抵住被测表面，握持器必须与被测面垂直，再以手锤敲击撞销，则钢球以同样的压力同时压入试件与标准硬度试杆。钢球分别在试件与标准硬度杆上各形成一个压痕，根据这两个压痕的比值，计算出布氏硬度值。

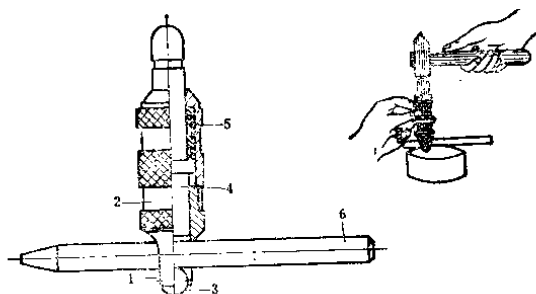


图2.1-2 锤击布氏硬度计的外型构造、使用方法示意图
1—球帽 2—握持器 3—钢球 4—撞锤 5—弹簧 6—标准试杆

$$\text{计算公式 } \text{HBS} = \text{HBS}_0 \frac{D - \sqrt{D^2 - d^2}}{D - \sqrt{D^2 - d_0^2}} \quad (2.1-2)$$

式中 HBS_0 ——标准硬度杆的布氏硬度值；

D ——钢球直径 ($\phi 10\text{mm}$)；

d_0 ——标准硬度杆上的压痕直径；

d ——被测工件上的压痕直径。

锤击布氏硬度值可以利用上式计算，也可由硬度计附带的换算表中查得。

这种硬度试验方法为大型工件提供了方便，但其精度较低，误差可达 $\pm 7 \sim 10\%$ 。

所用标准硬度杆的硬度应为202HBS。若检测时，所用标准杆的硬度稍高或稍低于202HBS，则应从表2.1-3中，查出所用标准硬度杆的 K 值，乘以实测结果，即为被测工件的真实硬度。

表2.1-3 锤击布氏硬度试验用标准硬度杆K值

标准杆硬度 (HBS)	K 值	标准杆硬度 (HBS)	K 值	标准杆硬度 (HBS)	K 值
150	0.742	172	0.851	192	0.950
152	0.752	174	0.861	194	0.960
154	0.762	176	0.871	196	0.970
156	0.772	178	0.881	198	0.980
158	0.782	180	0.891	200	0.990
160	0.792	182	0.901	202	1.000
162	0.802	184	0.911	204	1.010
164	0.812	186	0.921	206	1.020
166	0.822	188	0.931	208	1.030
168	0.832	190	0.941	210	1.040
170	0.842				

在上述两种布氏硬度试验中,压头多采用钢球,所测面积较大,它能反映出被测材料中各种不同微观金相组织的综合硬度。所以,组织较粗,硬度在 400HBS 以下的材料多用布氏硬度计来测定(如铸铁)。

2. 洛氏硬度试验

(1) 普通洛氏硬度试验 洛氏硬度是以压头在被测工件上的压入深度来计量硬度的。以规定直径的钢球或锥角为 120° 、锥顶的 $r = 0.2$ 的金刚石圆锥体作为压头,试验时先加初载荷 P_1 10kgf(98.1N),其次加主载荷 P_2 140kgf(1373.4N),使压头垂直地压入被测工件表面,然后卸除主载荷 P_2 ,在保持初载荷 P_1 的情况下,测出在总载荷 $(P_1 + P_2)$ 的压力下,压入被测表面的深度,见图 2.1-3。并规定每压入 0.002mm 为洛氏硬度一单位。为了适应使用的习惯,数值越大,硬度越高。人为地规定从一个常数中减去压痕深度,来表示洛氏硬度值的大小,以符号 HR 表示。

计算公式

$$HR = \frac{K - h}{C} \quad (2.1-3)$$

式中 h ——卸除主载荷后的压入深度；

K ——常数 100 (金刚石压头), 130 (钢球压头)；

C ——常数 0.002 mm。

在洛氏硬度试验中, 为了适应软、硬材料的测定, 采用不同的压头与不同的载荷相配合, 共分 15 种。见表 2.1-4。其中最常用的是 HRA, HRB 和 HRC, 洛氏硬度值可由指示表上直接读出, 不必计算或查表。

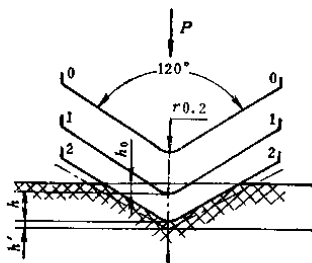


图 2.1-3 洛氏硬度试验示意图

0-0—压头原始位置 1-1—初载压头位置

2-2—卸除主载压头位置

洛氏硬度压痕较小, 对工件损害甚微,

但对被测表面的粗糙度要求较高, 不得低于 $Ra0.32\mu m$ 。试样表面要避免受热软化或冷作硬化而引起材料的原有状态的改变, 以致造成错误的测试结果。由于洛氏硬度的压痕较小, 对组织结构粗糙的材料不宜使用 (如铸铁)。

洛氏硬度除在平面上可以测定外, 对曲面或球面也可进行检测, 但必须检测其最高点, 使压头受力均匀地压入试样表面。在测定曲率较大的曲面时, 必须按试件的直径, 对所测得的硬度值予以修正, 见表 2.1-5。

(2) 表面洛氏硬度试验 表面洛氏硬度试验也称为轻洛氏硬度试验, 多用来测定薄片材料和化学热处理后的表面

表2.1-4 洛氏硬度标尺

硬度计	总载荷 kgf(N)	标 尺 符 号	
		120°金刚石圆锥体	1.588mm钢球
洛 氏	60(588.6)	HRA	—
	100(981)	—	HRB
	150(1471.5)	HRC	—
轻洛氏	15(147.2)	HR15N	HR15T
	30(294.3)	HR30N	HR30T
	45(441.5)	HR45N	HR45T

硬度。这种试验所规定的初载 P_0 为 3 kgf(29.4N)，总载荷分别为 15(147.2)、30(294.3)、45(441.5) kgf(N)，并以每压入 0.001mm 为一个硬度单位，符号用 HRN (金刚石压头) 或 HRT (钢球压头) 表示，参见表 2.1-4。其操作方法与洛氏普通硬度计相同。

3. 维氏硬度试验

维氏硬度的试验原理与布氏硬度试验原理相似，只是压头改成相对面顶角为 136° 的金刚石四棱锥体，在一定的试验力下将金刚石锥体压入试件表面，经规定的加载时间后卸荷，在试件表面上，形成方形棱锥压痕（见图 2.1-4）。测出棱形压痕两条对角线的长度，取其平均值为 d ，根据 d 的长度计算出方棱锥形压痕的表面积 F ，以 F/P 的比值，做为维氏硬度值，其符

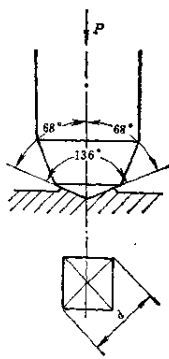


图2.1-4 维氏硬度试验示意图

表2.1-5 测柱形状试样测定HRC时应加修正值

[illegible]

号以 HV 表示,其单位为 kgf/mm^2 (N/mm^2)。在实际使用中经常将单位省略,其计算方法如下式。

计算公式

$$HV = \frac{P}{F} = \frac{2P \sin \frac{136^\circ}{2}}{d^2} = 1.8544 \frac{P}{d^2} \quad (\text{kgf/mm}^2) \quad (2.1-4)$$

当试验力的单位用 N 表示时,用上式乘以 0.102。

试验中压痕对角线长度,由仪器上的显微镜测出,在生产检验中,根据对角线的平均长度查表即可求得 HV 的硬度值。

不同型号的维氏硬度计,其加载范围不同,一般维氏硬度计由 $5 \text{ kgf}(49.03 \text{ N}) \sim 120 \text{ kgf}(1176.8 \text{ N})$,低载荷维氏硬度计为 $1 \text{ kgf}(9.807 \text{ N}) \sim 5 \text{ kgf}(49.03 \text{ N})$ 。载荷的选择要根据材料的硬度、硬化层深度或试件的厚度而定,其合理的选择见表 2.1-6。

表 2.1-6 维氏硬度试验工件厚度与试验力选择的关系

工件厚度 (mm)	维氏硬度值(HV)			
	20~50 (196.1~490.3)	50~100 (490.3~981)	100~300 (981~2942)	300~900 (2942~8829)
	合理的试验力 kgf(N)			
0.3~0.5	—	—	—	5~10
0.5~1.0	—	—	5~10	10~20
1.0~2.0	5~10	10~25	10~20	—
2.0~4.0	10~20	25~30	20~50	20~60
>4.0	≥20	≥30	≥50	—

4. 肖氏硬度试验

肖氏硬度试验与上述的压入式硬度试验的原理不同,它