



中华人民共和国国家标准

GB/T 22561—2023

代替 GB/T 22561—2008

真空热处理

Vacuum heat treatment

2023-05-23 发布

2023-12-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 工艺分类及代号 2

5 设备技术要求 2

6 工艺过程与工艺规范 4

7 质量控制与检验 5

8 安全、卫生与环保..... 6

9 能源消耗 6

10 人员要求..... 6

11 产品记录与报告单..... 6

附录 A（资料性） 常用金属材料真空热处理时的最大允许压升率 8

附录 B（资料性） 常用金属材料在真空下可以相互接触不黏合的最高允许温度 9

附录 C（资料性） 常用金属材料真空热处理参考数据 10

附录 D（资料性） 加热滞后时间的测定方法 12

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 GB/T 22561—2008《真空热处理》，与 GB/T 22561—2008 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了“真空工作压强”“淬火转移时间”术语(见 3.4、3.6)，删除了“真空腐蚀”术语(见 2008 年版的 3.4)；
- b) 更改了对真空加热室(见 5.1.1, 2008 年版的 5.1.1)、压升率测量(见 5.1.5, 2008 年版的 5.1.6)、真空炉工作容积(见 5.1.3, 2008 年版的 5.1.4)和“温度测量”“温度均匀性及系统准确度测定”的要求(见 5.1.6, 2008 年版的 5.1.7, 5.1.8)；
- c) 更改了对真空气淬炉的要求(见 5.1.11, 2008 年版的 5.1.12)，增加了对真空检测仪校准(见 5.1.4)、超载(超重)报警(见 5.1.13)和淬火转移时间的要求(见 5.1.14)；
- d) 更改了对工装夹具(见 6.1.3, 2008 年版的 6.1.2.2)、真空压强(见 6.2.2, 2008 年版的 6.3.2)、工件分段预热方法(见 6.2.3, 2008 年版的 6.3.3)、冷却介质(见 6.4.1, 2008 年版的 5.3)、气淬(见 6.4.3, 2008 年版的 6.5.2)及出炉和清理的要求(见 6.5, 2008 年版的 6.6)；
- e) 增加了工件热处理工艺规范(见 6.14)和水淬冷却的要求(见 6.4.4)，更改了工件最大截面厚度或直径(见 6.3.4, 2008 年版的 6.4.5)，删除了真空退火加热保温时间(见 2008 年版的 6.4.4)；
- f) 更改了质量控制和检验的要求(见第 7 章, 2008 年版的第 7 章)；
- g) 更改了对能耗的要求(见 9.2, 2008 年版的 5.1.2)；
- h) 增加了人员要求(见第 10 章)。

本文件由全国热处理标准化技术委员会(SAC/TC 75)提出并归口。

本文件起草单位：上海材料研究所有限公司、滁州华海中谊工业炉有限公司、江苏丰东热技术有限公司、中航长城计量测试(天津)有限公司、北京航天新立科技有限公司、奇精机械股份有限公司、中国机械总院集团北京机电研究所有限公司、北京北方华创真空技术有限公司、北京华立精细化工公司、上海市轴承技术研究所有限公司、湖北三环锻造有限公司、北京星航机电装备有限公司、浙江国检检测技术股份有限公司、株洲中车天力锻业有限公司、天津市热处理研究所有限公司、常州新区河海热处理工程有限公司、西安福莱特热处理有限公司。

本文件主要起草人：卢军、徐跃明、李俏、胡东彪、韩伯群、吕国义、孙晓哲、汪守丰、刘双林、葛圣东、黄雄荣、刘宏扬、田伟智、黄俊杰、姜影、高新宇、殷和平、杨祯、束东方、苏行、王宝平。

本文件于 2008 年首次发布，本次为第一次修订。

真 空 热 处 理

1 范围

本文件规定了金属材料在真空状态下热处理设备、工艺过程与工艺规范、质量控制与检验、安全卫生与环保、能源消耗、人员要求、产品记录与报告等要求。

本文件适用于合金结构钢、工具钢、模具钢、不锈钢、耐热钢、钛合金、高温合金、难熔金属合金及精密合金等材料的真空热处理,包括真空淬火、真空回火、真空退火、真空固溶处理及时效等工艺。

本文件不适用于真空渗碳和真空渗氮等工艺。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- GB 3095 环境空气质量标准
- GB/T 7232 金属热处理 术语
- GB/T 10066.1 电热和电磁处理装置的试验方法 第1部分:通用部分
- GB/T 10067.1 电热和电磁处理装置基本技术条件 第1部分:通用部分
- GB/T 10067.4 电热装置基本技术条件 第4部分:间接电阻炉
- GB/T 10067.45 电热装置基本技术条件 第45部分:真空淬火炉
- GB/T 10067.47 电热装置基本技术条件 第47部分:真空热处理和钎焊炉
- GB/T 12603 金属热处理工艺分类及代号
- GB 15735 金属热处理生产过程安全、卫生要求
- GB/T 17358 热处理生产电耗计算和测定方法
- GB/T 19944 热处理生产燃料消耗计算和测定方法
- GB/T 24487 氧化铝
- GB/T 30823 测定工业淬火油冷却性能的镍合金探头试验方法
- GB/T 30825 热处理温度测量
- GB/T 32541 热处理质量控制体系
- GB/T 34895 热处理金相检验通则
- GB/T 38751 热处理件硬度检验通则
- GB/T 38819 绿色热处理技术要求及评价
- JB/T 7530 热处理用氩气、氮气、氢气 一般技术条件
- JB/T 11810 真空高压气淬炉热处理技术要求
- JB/T 13026 热处理用油基淬火介质

3 术语和定义

GB/T 7232 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

真空压强 vacuum pressure

真空状态下,用稀薄气体的压强表示的真空程度。

注:单位为帕(Pa)。

3.2

脱气 outgassing

在真空条件下,材料自然排放出气体或蒸汽。

3.3

加热滞后时间 heating lag time

真空加热条件下,真空炉内热电偶到达工艺设定温度与工件或试样心部热电偶到达工艺设定的下限温度的时间差。

3.4

真空工作压强 working vacuum pressure

材料(工件)允许开始加热时的真空压强。

3.5

分压 partial pressure

真空气氛中任一气体组分的实际压强。

注:在真空热处理中,通常是指向炉内回充惰性气体的压强。

3.6

淬火转移时间 quenching transfer time

材料(工件)从加热室取出至完全进入淬火介质中的时间。

4 工艺分类及代号

真空热处理工艺分类及代号应符合 GB/T 12603 的规定,见表 1。

表 1 真空热处理工艺分类及代号

工艺分类	代号
真空热处理	500-02
真空退火	511-02
真空加热淬火	513-02
真空淬火回火	514-02
真空固溶处理	517-02
真空固溶处理+时效	518-02

5 设备技术要求

5.1 真空加热设备

5.1.1 真空加热设备应符合 GB/T 10067.1、GB/T 10067.4、GB/T 10067.45 及 GB/T 10067.47 规定的技术条件。加热室内结构材料在热处理过程中不应与工件或介质气体发生反应。加热室在设计有惰性气体高压气淬功能时,应设置合理的超压排气装置。

- 5.1.2 真空系统应有足够的抽气能力并保证密封性,同时应严格控制分压气体流量和保持规定分压压力,满足工艺要求的真空水平。
- 5.1.3 在空炉、干燥、除气的情况下,不同工作容积的真空炉应在表 2 规定的时间内抽到规定的真空工作压力。

表 2 真空炉空炉抽到规定真空工作压力时间

真空炉工作容积/m ³	抽到规定真空工作压力时间/min
>0.5~<1.0	≤20
≥1.0~<5.0	≤40
≥5.0	≤60

- 5.1.4 真空炉应配备真空压强指示、记录及自动控制装置。不同的真空压强区间宜配置不同的真空检测仪。真空检测仪应每 3 个月校准 1 次,特殊情况下应增加校准次数。真空检测仪的校准应按规定执行。
- 5.1.5 真空炉在冷态空载充分干燥后的压升率应小于 0.67 Pa/h,测量方法按 GB/T 10066.1 的规定执行。真空炉工作期间每周至少测量一次压升率。测量时真空压强到达正在执行工艺的初始真空压强设定值后,关闭真空炉的所有阀门,记录第一次真空压强,过 15 min 后记录第二次真空压强,两次真空压强的差除以记录的间隔时间作为该真空炉的压升率。常用金属材料真空热处理允许的最大压升率见附录 A。
- 5.1.6 真空炉的温度测量应按 GB/T 30825 的规定进行,温度均匀性及系统准确度测定周期应符合 GB/T 32541 的要求。
- 5.1.7 真空炉炉壳的表面温升不应大于 30 ℃。
- 5.1.8 为准确控制工件温度,可使用一支或多支载荷热电偶。热电偶尽可能与工件接触。热电偶若与工件材料发生反应则应加护套。热电偶插入工件的深度应为热电偶直径的 10 倍以上,并与孔底部的表面紧密接触。
- 5.1.9 真空炉的加热电极在通水冷却情况下,对地绝缘电阻应大于 1 kΩ。
- 5.1.10 真空炉冷却水进水口的压力应大于 0.25 MPa,流量可调节,并配有断水报警保护装置。冷却水进水口的水温为 5 ℃~35 ℃,出水口的温升不应超过 20 ℃(气淬时允许短时超温),快速冷却时冷却水压应大于 0.3 MPa。
- 5.1.11 真空气淬炉应配有足够容积的贮气罐,并带有快速充气装置、气淬风扇及热交换系统,且有相应的减压阀和压力表,能准确指示及调节冷却气体压强,满足 JB/T 11810 的要求。
- 5.1.12 真空回火炉应带有热风搅拌或对流加热系统和快冷装置。
- 5.1.13 真空油(水、气)淬炉应配备超载(超重)报警装置。
- 5.1.14 真空油淬炉和真空水淬炉的工件淬火转移时间一般小于 20 s。对于大型真空炉和特殊材料的真空热处理,其淬火转移时间应根据工艺的技术要求协商确定。

5.2 淬火冷却装置

- 5.2.1 真空炉应根据需要配置容积足够大的油槽(水槽)及贮气罐,以保证连续淬火条件下有足够的冷却能力。
- 5.2.2 油槽和水槽均应配有加热、冷却、控温、超温报警及搅拌装置,温控仪表的允许偏差应在±5 ℃范围内。
- 5.2.3 油槽和水槽应设置液面下限和上限位置的报警装置,油槽和水槽的搅拌应设置故障报警装置。

6 工艺过程与工艺规范

6.1 热处理前的准备

6.1.1 应对真空炉进行常规检查,保证处于正常工作状态。对需处理钛合金的真空炉,若先前处理过非钛合金,应采用高温加热等方法清洁炉膛。

6.1.2 入炉工件及工装夹具装炉前应进行清洗和烘干,不应有锈斑和对工件及炉膛产生有害影响的污物、低熔点涂层及镀层等。

6.1.3 应防止夹具和工装在生产过程中与工件发生反应或黏合,材料在真空下可以相互接触不黏合的最高允许温度见附录 B。为避免发生反应,可采用氧化铝块(板或棒)或氧化铝粉隔离。氧化铝粉的化学成分及性能应符合 GB/T 24487 的规定。

6.1.4 应根据不同工件的技术要求编制相应的真空热处理工艺规范。常用材料的真空热处理工艺参数见附录 C。

6.2 加热

6.2.1 工件应放置在真空炉炉膛的有效加热区内,保证工件加热均匀。加热室的真空压强小于 6.67 Pa 时方可加热升温。升温过程中需注意工件脱气,若因脱气使真空压强高于临界值时,应停止加热并调节升温速度。

6.2.2 应根据工件材料及工艺的要求,确定并控制加热温度和加热时的真空压强,该真空压强的控制可通过回充氮气或氩气调节分压而实施。真空炉回充的氮气或氩气应符合 6.4.1.1 的规定。

6.2.3 工件达到设定加热温度之前需进行分段预热,分段预热方法参见表 C.2。

6.2.4 工件真空回火时,当炉内达到一定的真空压强(小于或等于 0.133 Pa)时,应向炉内通入高纯氮气到 6.6×10^4 Pa $\sim$ 2.0×10^5 Pa,并通过风扇循环保持此炉压直至结束。

6.2.5 工件真空退火时,需避免因真空压强过低而产生表面合金元素挥发。

6.3 保温时间

6.3.1 工件真空热处理时的加热保温时间需考虑工件加热时的滞后效应,加热滞后时间的确定可参考附录 D。

6.3.2 真空加热保温时间应包括加热滞后时间和组织均匀化时间。

6.3.3 真空回火加热保温时间不应少于 2 h。

6.3.4 真空除氢时间应根据工件最大截面厚度或直径确定,真空除氢时间见表 3。

表 3 真空除氢时间

工件最大截面厚度或直径/mm	时间/h
≤ 20	1~2
$> 20 \sim < 50$	$> 2 \sim 3$
≥ 50	> 3

6.4 冷却

6.4.1 冷却介质

6.4.1.1 真空炉冷却用气应符合 JB/T 7530 的规定。对合金钢一般采用 99.995%纯度的氮气,对高温

合金一般采用 99.999% 纯度的氩气,对钛合金应采用 99.999% 纯度的氩气。

6.4.1.2 淬火油应符合 JB/T 13026 中相关技术要求,满足工件真空淬火后的硬度及光亮度的要求。

6.4.1.3 氢气不应作为钛和钛合金淬火冷却介质和分压气体。氮气作为分压气体应根据处理工件的材质来确定。

6.4.1.4 应定期检测淬火油、水的冷却能力,检测方法按 GB/T 30823 的规定执行。

6.4.2 油淬

真空淬火油在淬火前应充分脱气并排除水分,必要时适当加热,将油温控制在 $20\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以内。为控制油面压强,淬火时应充高纯氮气或氩气,一般控制在 $5\times 10^4\text{ Pa}$ 左右。淬火时,油槽内应进行搅拌。

6.4.3 气淬

根据工艺要求,可采用正压气淬或负压气淬。正压气淬时根据材料的淬透性通入 $1.5\times 10^5\text{ Pa}\sim 20\times 10^5\text{ Pa}$ 的高纯氮气或氩气;负压气淬时通入 $7.9\times 10^4\text{ Pa}\sim 9.3\times 10^4\text{ Pa}$ 的高纯氮气或氩气进行淬火。高速钢和高合金模具钢工件宜采用正压气淬方法,钛合金应采用高纯氩气淬火。

根据工艺要求,高速钢和模具钢等工件宜通过控制惰性气体的流量、压强和风速进行分级淬火,以减小被处理件的畸变量。

6.4.4 水淬

真空水淬时需避免水蒸气对加热室的污染,工件转移速度应符合工艺要求,水温应控制在 $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下。为控制水面压强,淬火时应充气(高纯氮气或氩气),一般控制在 $1.013\times 10^5\text{ Pa}$ 左右。淬火时,水槽内应进行搅拌。

6.4.5 气冷

工件进行真空回火时,回火加热结束后应根据工艺要求采用惰性气体冷却。

6.4.6 炉冷

按工艺规定随炉冷却(如退火等)时,冷却过程应保持一定的真空压强,当炉温降至一定温度后方可停止抽真空。

6.5 出炉及清理

工件应冷却至低于 $65\text{ }^{\circ}\text{C}$ 后出炉。对于真空油淬,应排清预备室(冷却室)中的油气后方可充气和出炉。油淬工件出炉后应进行去油清理。

7 质量控制与检验

7.1 外观

7.1.1 真空热处理后的工件表面应光亮、无机械损伤。

7.1.2 真空热处理后的工件表面不应出现合金贫化或氧化。

7.2 畸变

7.2.1 真空热处理后工件的畸变量应在技术规定范围内。

7.2.2 工件畸变量超过技术规定时,应在后续工序中采用正确方法进行矫正。

7.3 硬度

7.3.1 工件真空热处理后的硬度应符合图样技术要求。

7.3.2 硬度测定部位应按工艺规定,检验方法应按 GB/T 38751 的规定执行。

7.4 力学性能

工件真空热处理后除硬度外有其他力学性能要求的,应满足其要求。

7.5 显微组织

工件真空热处理后有显微组织要求的,应符合相关技术要求,检验方法按 GB/T 34895 的规定执行。

8 安全、卫生与环保

8.1 安全 and 卫生

真空热处理过程中的安全和卫生应符合 GB 15735 的有关规定。

8.2 环保

真空热处理过程中气体的排放应符合 GB 3095 的要求,必要时应对排出气体进行净化处理。

9 能源消耗

9.1 真空热处理工艺的能源消耗应符合 GB/T 17358、GB/T 19944 的有关规定。

9.2 真空炉的空炉损耗功率和冷却水耗量,气、油等辅料消耗量均应符合 GB/T 38819 规定的绿色要求。

10 人员要求

真空热处理操作人员应经过设备生产企业或拥有相关资质的机构进行设备操作及安全培训后持证上岗。

11 产品记录与报告单

11.1 产品记录

工件在真空热处理过程中的相关技术参数、检测数据等应有完整记录,记录的保存年限应符合相关的管理要求。

11.2 产品报告单

根据要求可按每批或每炉开具报告单。报告单内容包括:

- a) 批号或炉号;
- b) 工艺类型及工艺代号;

- c) 工件的名称和图号；
- d) 工件用材料牌号；
- e) 单件质量及数量；
- f) 加工单位名称；
- g) 质量检测结果；
- h) 操作者姓名或代号；
- i) 质量检验员姓名或代号；
- j) 报告日期。

附 录 A
(资料性)

常用金属材料真空热处理时的最大允许压升率

表 A.1 为常用金属材料真空热处理时的最大允许压升率。

表 A.1 常用金属材料真空热处理时的最大允许压升率

材料	允许压升率 Pa · h ⁻¹
合金结构钢	≤6.65
铁素体不锈钢[Cr(质量分数):12%~17%]	≤6.65
马氏体不锈钢	≤6.65
奥氏体不锈钢	≤6.65
沉淀硬化不锈钢	≤6.65
镍合金	≤2.66
钴合金	≤2.66
冷作模具钢	≤6.65
耐热模具钢	≤6.65
Mo 系列高速钢	≤6.65
W 系列高速钢	≤6.65
钨、钼	≤2.26
铌	≤0.665
钽	≤0.665
钛及钛合金	≤1.33
铜合金	≤6.65

附 录 B
(资料性)

常用金属材料在真空下可以相互接触不黏合的最高允许温度

表 B.1 为常用金属材料在真空下可以相互接触不黏合的最高允许温度。

表 B.1 常用金属材料在真空下可以相互接触不黏合的最高允许温度

单位为摄氏度

材料	W	Mo	Al ₂ O ₃	BeO	MgO	SiO ₂	ThO ₂	ZrO ₂	Ta	Ti	Ni ^a	Fe ^a	C
W	2 540	1 930	1 825	1 760	1 370	1 370	2 205	1 595	—	—	1 260	1 205	1 480
Mo	—	1 930	1 825	1 760	1 370	1 370	1 900	1 900	1 930	1 260	1 260	1 205	1 480
Al ₂ O ₃	—	—	1 825	—	—	—	—	—	1 825	—	—	—	—
BeO	—	—	—	1 760	1 370	—	1 760	1 760	1 595	—	—	—	1 760
MgO	—	—	—	—	1 370	—	1 370	1 370	—	—	—	—	1 370
SiO ₂	—	—	—	—	—	1 370	—	—	—	—	—	—	1 370
ThO ₂	—	—	—	—	—	—	1 980	2 205	1 900	—	—	—	1 980
ZrO ₂	—	—	—	—	—	—	—	2 040	1 595	—	—	—	1 595
Ta	—	—	—	—	—	—	—	—	2 340	1 260	1 260	1 205	1 930
Ti	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 260	930	1 040	1 260
Ni ^a	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 260	1 205	1 260
Fe ^a	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1 205	1 095
C	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2 205
^a 适用于 Ni、Fe、Cr 合金。													

附 录 C

(资料性)

常用金属材料真空热处理参考数据

表 C.1 为常用金属材料真空退火温度和推荐的真空压强,表 C.2 为常用金属材料的真空热处理工艺。

表 C.1 常用金属材料真空退火温度和推荐的真空压强

材料名称	退火温度范围/℃	推荐真空压强/Pa
铜丝	250~500	$2.6 \times 10^2 \sim 6.6 \times 10^2$
钼	1 000~1 100	$1.33 \times 10^{-4} \sim 1.33 \times 10^{-1}$
钽	1 000~1 100	$1.33 \times 10^{-4} \sim 1.33 \times 10^{-1}$
钛	700~750	$1.33 \times 10^{-2} \sim 1.33$
锆	900~1 000	$1.33 \times 10^{-2} \sim 1.33$
钨	1 400和以上	$1.33 \times 10^{-2} \sim 1.33 \times 10^{-1}$
铌和铌合金	1 300~1 400	$1.33 \times 10^{-4} \sim 1.33 \times 10^{-3}$
不锈钢(非稳定型)	1 050~1 150	$1.33 \times 10^{-1} \sim 1.33$
不锈钢(Ti 或 Nb 稳定型)	1 050~1 150	$1.33 \times 10^{-3} \sim 1.33 \times 10^{-2}$

表 C.2 常用金属材料真空热处理温度、真空压强和冷却方式

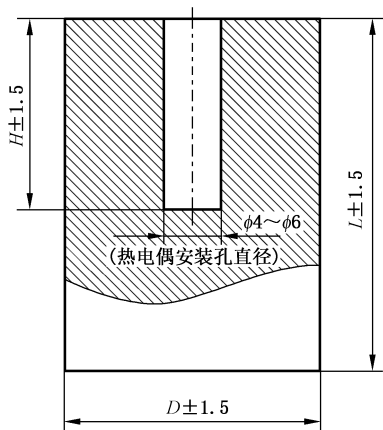
钢 号	预热			淬火或固溶			回火或时效	
	一次预热温度/ ℃	二次预热温度/ ℃	真空压强/Pa	加热温度/ ℃	真空压强/Pa	冷却方式	加热温度/ ℃	真空压强/Pa
W6Mo5Cr4V2	600~650	850~900	1~10 ⁻¹	1 200~1 240	50~100 (N ₂ 分压)	惰性气体冷却; 惰性气体分级冷却	540~580	1.2×10 ⁵ ~2.0×10 ⁵
W6Mo5Cr4V2Al	600~650	850~900	1~10 ⁻¹	1 200~1 230			540~560	
W12Cr4V4Mo	600~650	850~900	1~10 ⁻¹	1 220~1 250			550~580	
W2Mo9Cr4V2Co8	600~650	850~900	1~10 ⁻¹	1 190~1 200			540~580	
Cr12MoV	500~550	800~850	1~10 ⁻¹	1 000~1 050	10~1	油冷却 惰性气体冷却 惰性气体分级冷却	170~250	空气炉
Cr12	500~550	800~850	1~10 ⁻¹	950~980			180~200	
3Cr2W8V	480~520	800~850	1~10 ⁻¹	1 050~1 100			560~580	
4Cr5MoSiV(HI1)	600~650	800~850	1~10 ⁻¹	1 000~1 030			600~640	
4Cr5MoSiV1(HI3)	540~675	835~855	1~10 ⁻¹	1 010~1 050	1~10 ⁻¹	油冷却	530~560	1.2×10 ⁵ ~2.0×10 ⁵
GCr15	520~580		10 ⁻¹	830~850			540~560	
GCr15SiMn	520~580		1~10 ⁻¹	820~840			150~160	
60Si2MnVA	500~550		1~10 ⁻¹	860~800			150~160	
60Si2CrVA	500~550		1~10 ⁻¹	850~870	1	油冷却	410~460	1.2×10 ⁵ ~2.0×10 ⁵
50CrVA	500~550		10 ⁻¹	850~870	1~10 ⁻¹		430~480	
4Cr13	800~850		1~10 ⁻¹	1 050~1 100	1		470~420	
95Cr18	800~850		1~10 ⁻¹	1 010~1 050	1~10 ⁻¹		200~300	
95Cr18MoV	800~850		1~10 ⁻¹	1 050~1 070	1~10 ⁻¹	油或惰性气体冷却	200~300	空气炉
05Cr17Ni4Cu4Nb	800~850		1~10 ⁻¹	1 030~1 050	1		100~200	
07Cr17Ni7Al	800~850		1~10 ⁻¹	1 000~1 100	1~10 ⁻¹		480~630	
TC4	600~650		1~10 ⁻¹	950~970	1~10 ⁻¹		510~560	
GH37	800~850		1.33~1.33×10 ⁻¹	1 170~1 900	1.33~1.33×10 ⁻¹	水或油冷却	470~560	6.0×10 ³ ~8.0×10 ³
GH141	800~850		1.33~1.33×10 ⁻¹	1 170~1 900	1.33~1.33×10 ⁻¹	气冷却	790~810	1.33×10 ⁻¹ ~1.33×10 ⁻²
注：高速钢和高合金模具钢用于冷作模具钢用于冷作模具钢也可采用低于淬火加热的下限温度。							890~910	1.33×10 ⁻¹ ~1.33×10 ⁻²

附 录 D
(资料性)
加热滞后时间的测定方法

D.1 试样材料和几何尺寸

图 D.1 为测定加热滞后时间试样示意图,试样材料和表面状态与实际工件相同。图中 D 的具体尺寸与实际工件的有效厚度一致。

单位为毫米



标引符号说明:

- D ——圆形或方形试样的直径或厚度;
- L ——试样的高度, $L \geq 2D$;
- H ——热电偶插入试样孔内的深度, $H = D \sim 0.5L$ 。

图 D.1 测定加热滞后时间的试样示意图

D.2 测试温度与真空工作压强

加热滞后时间至少在 3 个温度下进行测定,即最高加热温度和两次预热温度。真空炉的升温方式与加热功率等与实际生产条件相同,加热室的真空工作压强为 6.7 Pa。

D.3 测试装炉量与装炉方式

根据生产需要测定常用装载量条件下的加热滞后时间。装炉方式与实际生产情况相近。

D.4 热电偶的布置与数量

将两支热电偶分别安装在试样的表面和心部孔端面,并与试件孔底紧密接触,以此为依据确定各尺寸工件的加热滞后时间。

D.5 测试程序与记录

用温度-时间记录仪记录各热电偶的温度与测试时间。测试记录上可注明材料牌号、试样尺寸、装炉量与装炉方式、试样在炉中的位置、试样的表面状态、设定温度、升温方式、加热功率和炉子型号等内容。

D.6 测试结果的应用

测试结果可用于确定工件在真空炉中加热的保温时间。如果已有测试结果不能代表生产工件的厚度、加热温度、装炉量和装炉方式,则选用与其相近的较厚厚度、较高加热温度、较大装炉量和装炉方式的测试结果。
