ICS 77.040.10
J 46

中华人民共和国国家标准

GB/T 15824—1995

热作模具钢热疲劳试验方法

Thermal fatigue testing method for hot die steel

1995-12-13发布　　1996-08-01实施

国家技术监督局 发布

需要全本请访问 www.ertongbook.com

中华人民共和国国家标准

GB/T 15824—1995

热作模具钢热疲劳试验方法

Thermal fatigue testing method for hot die steel

1 主题内容与适用范围

本标准规定了热作模具钢热疲劳试验方法中的符号和术语、试样及其制备、试验设备、试验程序、热疲劳级别图谱及数据处理、试验报告内容。

本标准适用于测定热作模具钢的冷热疲劳性能。材料研制、机械设计、工艺和质量控制、产品性能和失效分析可参照使用本标准。

2 引用标准

GB 2614 镍铬-镍硅热电偶丝及分度表

GB 3772 铂铑 10-铂热电偶丝及分度表

3 符号术语

3.1 符号、术语、定义及单位见表 1。

表 1

序号	符 号	术 语	定 义	单位
1	$T_{max}(T_2)$	上限温度	试验的最高温度	℃
2	$T_{min}(T_1)$	下限温度	试验的最低温度	℃
3	T_s	表面温度	试样的表面温度	℃
4	T_c	心部温度	试样的心部温度	℃
5	$\Delta\delta_t$	真实总应变范围	在一次循环中，最大与最小真实应变的代数差 $\Delta\varepsilon=\alpha(T_{max}-T_{min})$	
6	$\Delta\delta_p$	真实塑性应变范围	总应变范围与弹性应变范围之差	
7	α	线膨胀系数		K^{-1}
8	σ_1	T_{min}下的屈服强度	试验材料在温度为 T_{min}下的屈服强度	Pa
9	σ_2	T_{max}下的屈服强度	试验材料在温度为 T_{max}下的屈服强度	Pa
10	E_1	T_{min}下的弹性模量	试验材料在下限温度 T_{min}下的弹性模量	GPa
11	E_2	T_{max}下的弹性模量	试验材料在上限温度 T_{max}下的弹性模量	GPa
12	μ_1	T_{min}下的泊松比	试验材料在下限温度 T_{min}下的泊松比	
13	μ_2	T_{max}下的泊松比	试验材料在上限温度 T_{max}下的泊松比	
14	t	加热时间		s

国家技术监督局 1995-12-13 批准　　1996-08-01 实施

续表 1

序号	符 号	术 语	定 义	单位
15	P	表面功率	高频加热设备给试样加热时的表面功率	W
16	R	试样半径		mm
17	r	与试样轴心的距离	试样内某一点距试样轴心的距离	mm
18	ρ	试样密度		kg/m^3
19	c	比热容	试验材料的比热容	J/(kg·K)
20	K	热导率	试样材料的热导率	W/(m·K)
21	σ_{rr}	径向应力	试样内某点在径向上的应力	Pa
22	σ_{ee}	切向应力	试样内某点在切向上的应力	Pa
23	σ_{zz}	轴向应力	试样内某点在轴向上的应力	Pa
24	ΔT	温度差	表面温度和心部温度之差 $\Delta T=T_s-T_c$	℃

3.2 冷热疲劳是指材料在交变温度下，由于热应力使材料损伤以致开裂的现象。

4 试样及制备

4.1 热疲劳试样的形状及尺寸见图 1。图中有两个轴向平行平面，粗糙度为 R_a0.32μm 的面为观察面，另一面焊热电偶。

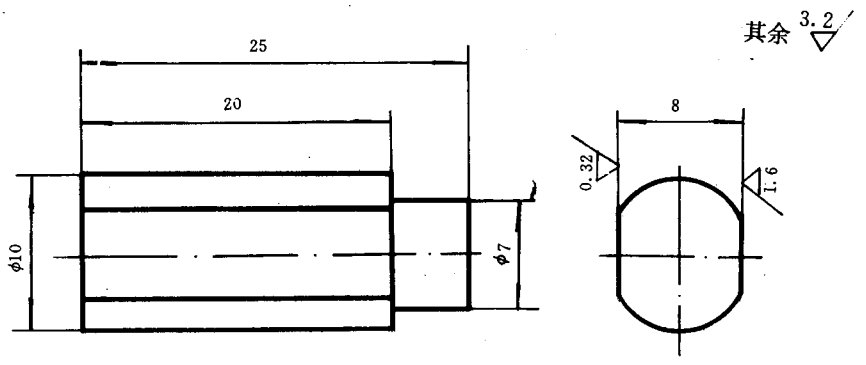


图 1 试样尺寸

4.2 试样按材料或零件技术规范所规定的部位和方向切取。试样的切取不应改变材料的力学性能。

4.3 试样观察面的表面粗糙度 R_a 的最大允许值为 0.32μm。

5 试验设备

5.1 试验原理及试验设备方框图

试验原理主要参照瑞典 Uddeholm 热疲劳实验法，其原理是利用高频感应快速加热，达到试验上限温度(T_{max})后用压缩空气或压缩空气加水(喷雾)或水急速冷却至下限温度(T_{min})。试样由于内约束而产生热应力，在热应力作用下，循环一定次数后试样表面产生损伤程度不同的热疲劳龟裂。这种龟裂和失效模具上的龟裂形貌相似。

试验设备方框图见图 2。

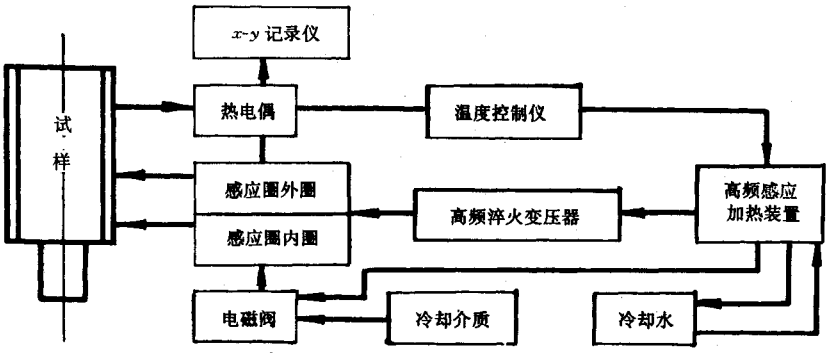


图 2　试验设备方框图

5.2　主机及淬火变压器

热疲劳试验法的主机为高频感应加热设备(推荐型号为 GP10-CW5),经淬火变压器转换后联结复合感应圈使试样加热。

5.3　感应圈

为达到不同的冷却速度及感应圈本身冷却的需要,感应圈需作成复合式的,其外圈通过循环水冷却感应圈自身,其内圈是通过冷却介质冷却试样的。根据实验条件对冷却速度的要求,可以喷水、喷雾或喷压缩空气,这部分由电磁阀控制,停电时开启,通电加热则自动关闭。感应圈结构简图见图 3。感应圈内径为 ϕ15mm,高度为 12mm。内部喷孔孔径为 1mm,间距为 3mm,均匀分布。

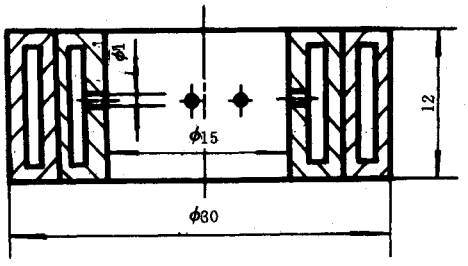


图 3　感应圈简图

6　试验程序

6.1　开启主机,使其预热 30min 至 60min。

6.2　准备好冷却介质,如开启空气压缩机以便喷雾或喷压缩空气。

6.3　将试样置入试验台支座。试样与感应圈同心。

6.4　温度测量

热电偶焊在试样上直接测量。

6.4.1　热电偶

6.4.1.1　一般试验温度在 850℃以下。具体要求参见 GB 2614 及 GB 3772。

6.4.1.2　热电偶的直径根据两个因素选择,第一,在高温下不变质;第二,测温的灵敏度高。作热疲劳试验需选用 0.1～0.3mm 直径的热电偶,温度低选用 0.1mm,温度高选用 0.3mm。温度误差应控制在±10℃以内。

6.4.1.3　热电偶焊接时应将热电偶的端部分别焊在试样表面,两个焊点间距保持约 1mm。为防止虚焊,焊点需用 100 倍的显微镜检查。

6.5　记录装置

对循环温度的变化及循环次数需作记录,温度记录装置的误差不应超过±10℃。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

7 热疲劳级别图谱及数据处理

7.1 试验完后试样经缓蚀液清洗，去掉试样表面的水垢后，选择试样上感应加热带的中心位置在 80 倍读数显微镜下观察或照相后与标准图谱比较，从龟裂网的严重程度、主裂纹尺寸方面按统计方法各评一个级别，然后将这两种级别相加便得到此试样的热疲劳级别。热疲劳级别图谱见图 4。

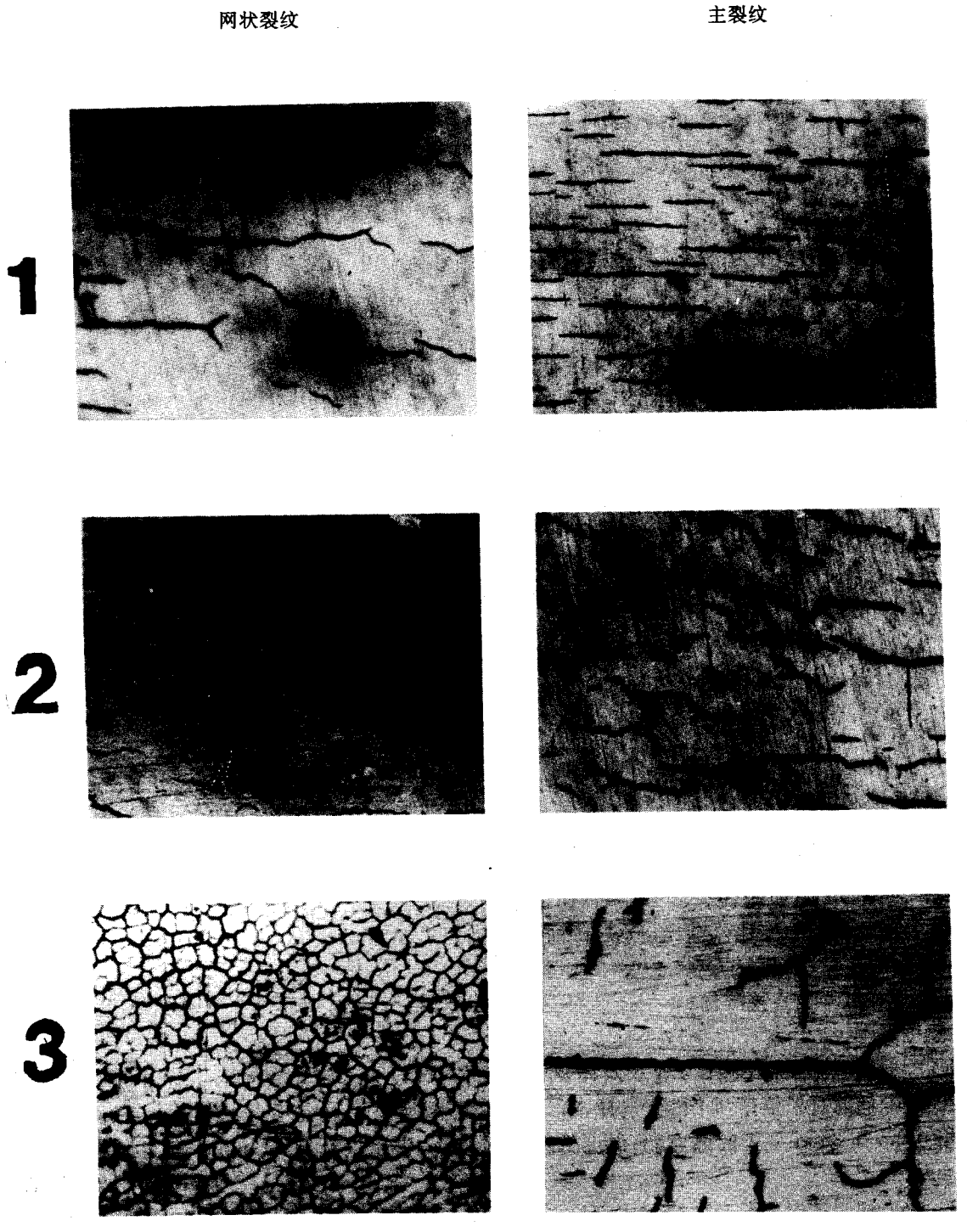
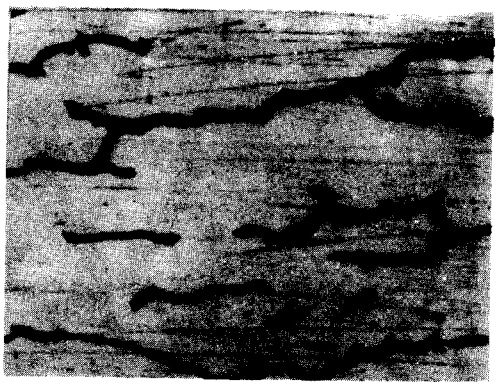


图 4 热疲劳级别图谱 ×80

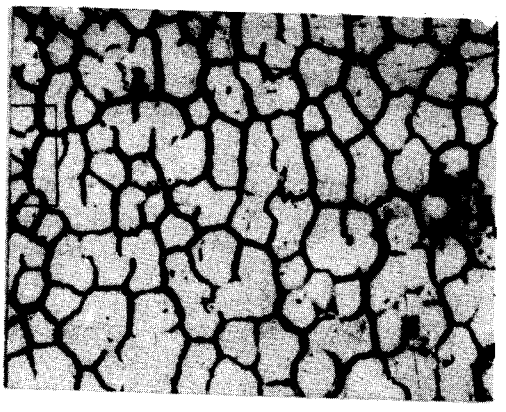
网状裂纹　　主裂纹

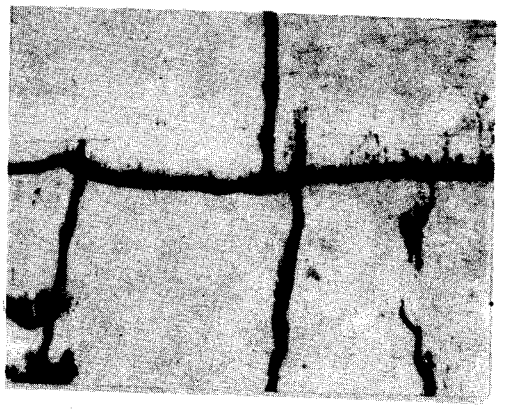
4



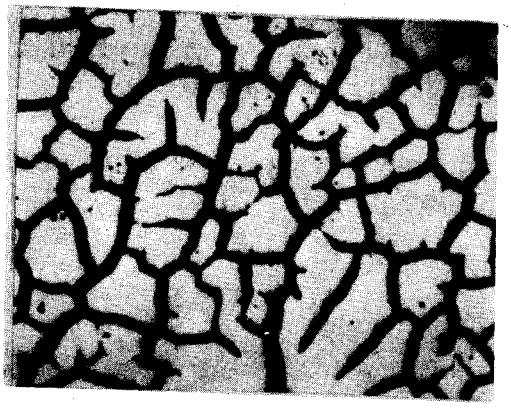


5



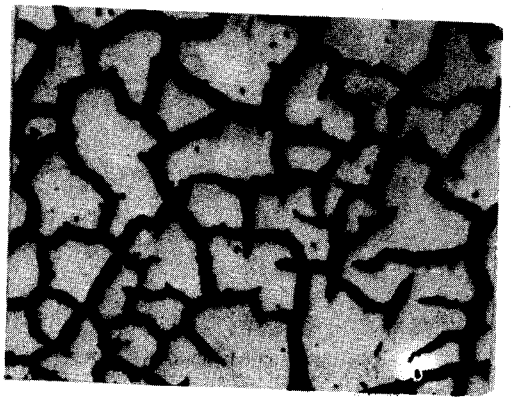


6





7

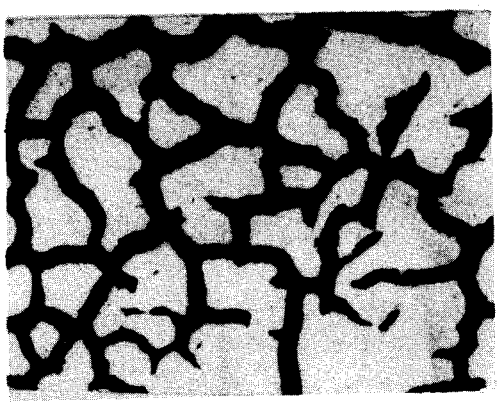


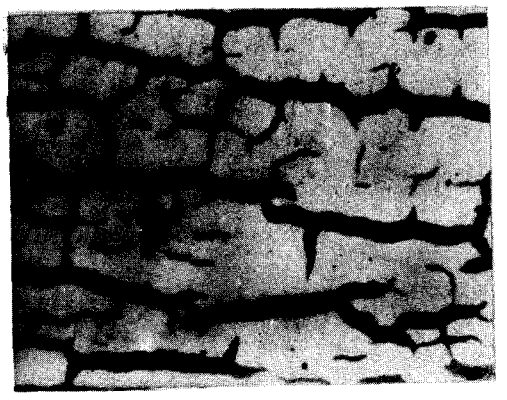


续图 4

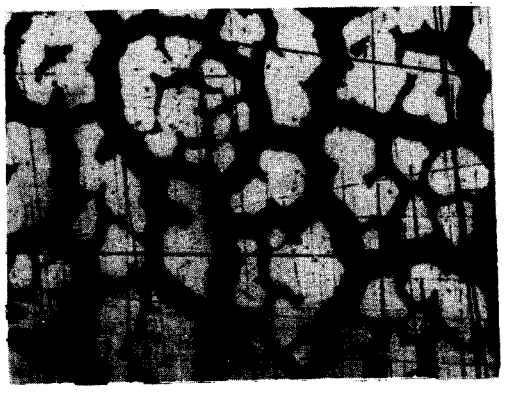
网状裂纹　　主裂纹

8





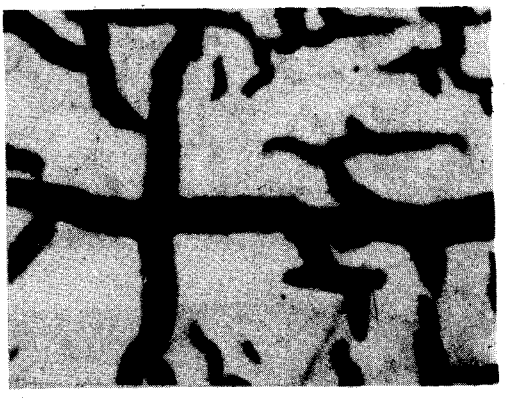
9





10





续图 4

7.2　因冷热疲劳试验数据有一定的分散性，故每一组工艺需准备三根试样，以便进行重复性验证。

7.3　如几种材料进行热疲劳性能对比，循环次数通常为 1 000 次（或根据用户要求）。热疲劳级别高则热疲劳性能差，试验结果用图 5 的形式表示。图中 B 材料冷热疲劳性能最好，A 材料热疲劳性能最差。

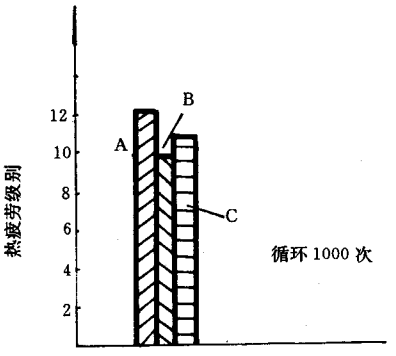


图 5　A、B、C 三种材料的热疲劳级别

8　实验报告及其内容

8.1　材料的牌号、名称、炉号、热处理工艺参数。

8.2　试验条件：试验机型号、试验上下限温度、循环次数、冷却介质。

8.3　评定级别。

8.4　试验时间。

附加说明：

本标准由中华人民共和国机械工业部提出。

本标准由全国模具标准化技术委员会归口。

本标准由北京机电研究所、华中理工大学负责起草。

本标准主要起草人汤继跃、李熙章、李亚兰、施占华。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
热作模具钢热疲劳试验方法
GB/T 15824—1995
*
中 国 标 准 出 版 社 出 版
北京复兴门外三里河北街 16 号
邮政编码:100045
电　　话:68522112
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行　各地新华书店经售
版权专有　不得翻印
*
开本 880×1230　1/16　印张 3/4　字数 12 千字
1996 年 10 月第一版　1996 年 10 月第一次印刷
印数 1—2 000
*
书号:155066・1-13078　定价 10.00 元
*
标 目 297—35

GB/T 15824-1995