

# 精炼 12Cr 钢高温低周疲劳循环特性试验研究

吕方明,王 坤,黄树红,欧阳坤贝

( 华中科技大学 能源与动力工程学院 中欧清洁与可再生能源学院 湖北 武汉 430074)

**摘 要:**为研究高温寿命损耗过程中材料低周疲劳特性的变化规律,在 540℃和 593℃下对 3 种精炼 12Cr 转子钢进行总应变控制的低周疲劳试验,分析了其循环弹性模量  $E^*$ 、循环强度系数  $K$  和循环应变硬化指数  $n$  随循环周次变化的规律。试验结果表明:循环初始阶段 ( $N/N_f < 0.1$ ),循环弹性模量  $E^*$  迅速变化,多数试样表现为下降趋势,个别试样存在硬化现象;循环稳定阶段 ( $0.1 < N/N_f < 0.8$ ), $E^*$  较为稳定;循环末期 ( $N/N_f > 0.8$ ), $E^*$  急剧降低;当  $N/N_f < 0.8$  时,循环强度系数  $K$  和  $n$  随循环周次的变化规律均可用系数为正、指数为负的幂函数曲线拟合,寿命损耗过程中, $K$  和  $n$  具有相似的变化趋势。同时,控制应变幅和温度对上述 3 个参数有重要影响。最后,分析了弹性模量劣化对寿命估算的影响,结果表明:与传统寿命估算方法相比,弹性模量修正后的寿命估算精度在较低温度下(540℃)明显提高,而在较高温时(593℃)精度提高不明显。

**关 键 词:**精炼 12Cr 钢;低周疲劳;高温;循环弹性模量;寿命

中图分类号:TK263;O346.2 文献标识码:A

## 引 言

汽轮发电机组的启动、停机及变负荷运行过程中,汽轮机转子承受了剧烈的交变热应力作用,从而产生不断累积的疲劳损伤。而在疲劳损伤过程中,转子钢的低周疲劳特性也将发生动态的变化,并且这种变化是非线性的。

金属材料低周疲劳性能随循环周次的变化趋势有一定规律可循。疲劳损伤过程中,循环硬化指数和强度系数随循环周次变化趋势具有一致性,且变化程度与循环应变比有关。根据弹性模量随循环周次的演化关系可以反映材料的低周疲劳损伤过程<sup>[1]</sup>。在疲劳裂纹的萌生阶段,以弹性模量的变化表示的损伤随循环周次变化不明显,而一旦萌生了

疲劳裂纹,弹性模量随循环周次急剧下降<sup>[2]</sup>。因此,在高循环周次(如大于 5000 周)时,弹性模量对低周疲劳寿命预测的精确度有较大的影响,应该采用疲劳试验机测出的弹性模量对等温低周疲劳寿命进行预测<sup>[3~4]</sup>。

精炼 12Cr 转子钢被大量用于制造超临界汽轮机高中压转子上。国内外相关学者对 12Cr 材料的低周疲劳性能进行了大量的试验研究,结果表明:在低周疲劳过程中,材料的拉、压应力峰值降幅以及拉、压卸载弹性模量降幅不对称<sup>[5]</sup>;材料在 750 ~ 850℃温度范围为脆性区,此区间的塑性较低,在 1 000 ~ 1 200℃温度范围内,塑性较好,在塑性变形过程中不易形成裂纹<sup>[6]</sup>;高温循环变形过程中的动态回复对位错密度有显著影响,而对位错胞结构的变形影响很小,而且经过 60 min 高温(600℃)热处理后,循环形变过程中形成的位错消失<sup>[7]</sup>,说明高温下该种材料的微观损伤行为是很复杂的,这必然会表现为宏观力学性能的分散性。

本研究以 3 种精炼 12Cr 转子钢为对象,进行 540℃和 593℃控制应变的低周疲劳试验。根据试验数据分析了损伤过程中材料的循环弹性模量  $E^*$ 、循环强度系数  $K$  和循环应变硬化指数  $n$  的变化规律,分析了弹性模量的修正对疲劳寿命估算的影响。

## 1 试验材料及方法

试验所用 3 种精炼 12Cr 材料来自两个不同的生产厂家产的超(超)临界汽轮机高中压转子锻件,切向取材,分别将其命名为 E 型 12Cr (I)、F 型 12Cr (I) 和精炼 12Cr (II)。材料的主要化学成份如表 1 所示。

收稿日期:2013-03-22; 修订日期:2013-06-07

基金项目:国家高技术研究发展计划(863 计划)基金资助项目(2008AA04Z404);国家自然科学基金资助项目(50505013)、(51021065)、(50975105)

作者简介:吕方明(1979-),男,河南新乡人,华中科技大学博士研究生。

表 1 精炼 12Cr 转子钢主要化学成份 (%)

Tab.1 Main chemical composition of 12Cr steel smelted and destined for rotors (%)

	C	Mn	P	S	Cr	Mo	V
E 型 12Cr (I)	0.10	0.46	0.008	0.002	10.32	1.08	0.2
F 型 12Cr (I)	0.11	0.53	0.005	0.002	10.40	1.21	0.17
精炼 12Cr (II)	0.10	0.39	0.006	0.002	10.48	0.99	0.19

试验采用等截面圆形试样,其结构尺寸如图 1 所示。

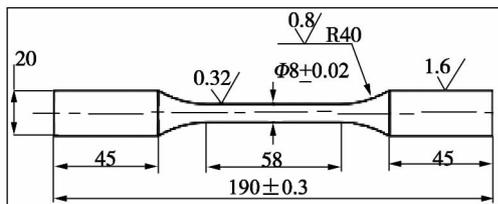


图 1 低周疲劳试验试样尺寸示意图 (mm)

Fig.1 Schematic diagram of the size of the specimen for the low-cycle test (mm)

3 种材料采用不同的调质工艺处理,具体措施如表 2 所示。

表 2 试样热处理工艺

Tab.2 Heat treatment process of the specimen

材质	工艺过程温度/℃		
E 型 12Cr (I)	1065 - 1090 油冷	560 - 580 空冷	685 空冷
F 型 12Cr (I)	1065 - 1085 油冷	560 - 580 空冷	660 空冷
精炼 12Cr (II)	1060 - 1080 油冷	560 - 580 空冷	670 - 690 空冷

高温疲劳试验在疲劳试验机 MTS 810 (MTS Systems Corporation, USA) 上进行。试验依据中华人民共和国国家标准《金属材料轴向等幅低循环疲劳试验方法》进行<sup>[8]</sup>。采用轴向总应变控制、拉压对称三角波,应变范围 ±0.2% ~ ±0.7%,加载速度 0.008/s。试验温度为 540 和 593 °C 两个温度,在试验开始前进行 40 min 的保温。

真应力、真应变与名义应力、名义应变之间的转换关系为:

$$\sigma = s(1 + e) \quad (1)$$

$$\varepsilon = \ln(1 + e) \quad (2)$$

式中:  $\sigma$ —真应力,MPa;  $s$ —名义应力,MPa;  $\varepsilon$ —真应变;  $e$ —名义应变。

本研究中的数据均采用真应力和真应变。材料在某周次的循环弹性模量  $E^*$  为该周次拉伸卸载模

量  $E_{NT}$  和压缩卸载模量  $E_{NC}$  的算数平均值。选择循环滞回线中拉伸加载阶段且试样发生明显塑性变形的一段应力-应变数据,计算出不同应力下试样产生的塑性应变,按照式(3)拟合应力与塑性应变的关系,即:

$$\Delta\sigma/2 = K(\Delta\varepsilon_p/2)^n \quad (3)$$

式中:  $K$ —循环强度系数;  $n$ —循环应变硬化指数;  $\Delta\varepsilon_p/2$ —塑性应变幅;  $\Delta\sigma/2$ —应力幅。

## 2 结果与讨论

低周疲劳试验中,每个试样的控制应变幅各不相同,图 2 给出 540 和 593 °C 的控制应变幅  $\Delta\varepsilon_0/2$  与倍寿命  $2N_f$  的散点图。

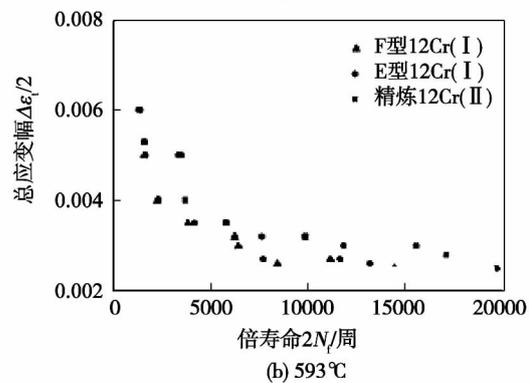
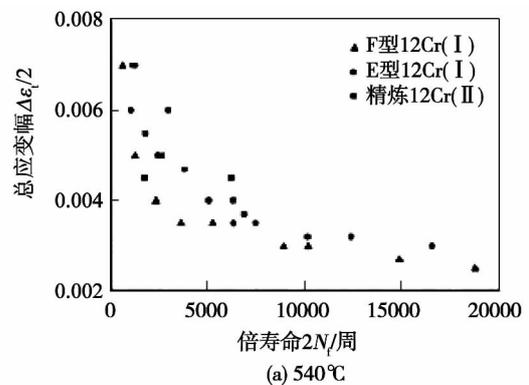


图 2 转子钢应变幅与倍寿命散点图

Fig.2 Scattergram of the strain-life of the steel for use in rotors

### 2.1 应力峰谷值随循环周次的变化特点

精炼 12Cr 试样低周疲劳寿命损耗过程可以分为 3 阶段,如图 3 所示。这样的变化趋势说明该材料具有明显的循环软化特性。文献 [9] 分析认为,这 3 个阶段分别对应于微观裂纹的萌生阶段、裂纹的稳定发展阶段和宏观裂纹的迅速增长阶段。

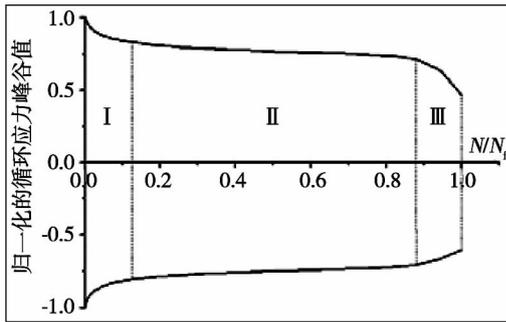


图3 循环应力峰谷值随循环周次变化曲线  
Fig.3 Curves showing the change of the cyclic stress peak-valley value with the cyclic frequency

2.2 循环弹性模量  $E^*$  随循环周次的变化  
材料在高温低周疲劳过程中,由于位错滑移的

发生,其弹性模量将产生不同程度的降低。图4是540和593℃时3种精炼12Cr材料循环弹性模量  $E^*$  随循环周次的变化情况。为便于比较,图中纵横坐标均进行了归一化处理。图中曲线上的数字表示该试样的控制应变幅(图5和图6中的数据处理方式与图4相同)。可以看出,循环寿命损耗初期 ( $N/N_f < 0.1$ ) 是循环弹性模量急剧变化的阶段,多数试样表现为明显的下降趋势。然而,个别试样的弹性模量存在上升趋势。这种上升趋势表明材料发生了硬化,这可能与加工硬化、材质均匀性以及材质内部原始缺陷等因素有关。循环寿命损耗可能第二阶段 ( $0.1 < N/N_f < 0.8$ ) 是裂纹稳定增长的阶段,循环弹性模量的变化是比较平稳的。循环寿命损耗末期 ( $N/N_f > 0.8$ ) 宏观裂纹出现并迅速增长,因而循环弹性模量迅速降低。

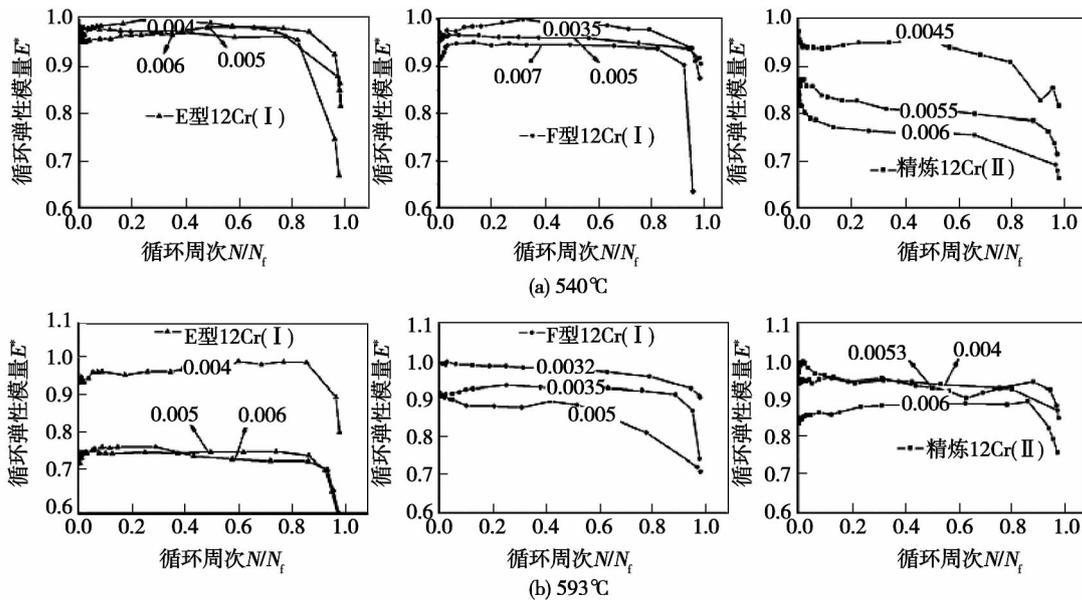


图4 循环弹性模量  $E^*$  随循环周次的变化  
Fig.4 Curves showing the change of the cyclic elastic modulus  $E^*$  with the cyclic frequency

由于控制应变幅不同,相同材质试样的循环弹性模量不尽相同。由图4可以看出,相同温度下同种材质试样的控制应变幅越大,循环弹性模量越小;材质和控制应变幅相同时,温度越高循环弹性模量越小,同时,两个材质相同的试样控制应变幅的差异相同时,同一寿命分数下对应的循环弹性模量的差异在高温下表现的更大。

2.3 循环强度系数  $K$  随循环周次的变化

循环过程中,试样的循环强度系数  $K$  变化情况

如图5所示。当  $N/N_f < 0.8$  时,  $K$  的变化规律可表示为:

$$y = Ax^B \quad (A > 0, B < 0) \quad (4)$$

相同温度下,同种材质试样的控制应变幅越大,循环强度系数越小;材质和控制应变幅相同时,温度越高循环强度系数越小。这种变化规律与循环弹性模量相同。当  $N/N_f > 0.8$  时,  $K$  值急剧降低,符合第三阶段宏观裂纹快速增长的事实。

温度对循环强度系数  $K$  也有一定的影响:在材质、应变幅和寿命分数相同的情况下,  $K_{593^\circ\text{C}} < K_{540^\circ\text{C}}$ 。

但是, 控制应变幅同为 0.004 的两个 E 型 12Cr(I) 质以及高温环境下的氧化等因素有关。材质试样的表现与此规律相反, 这可能与试样的材

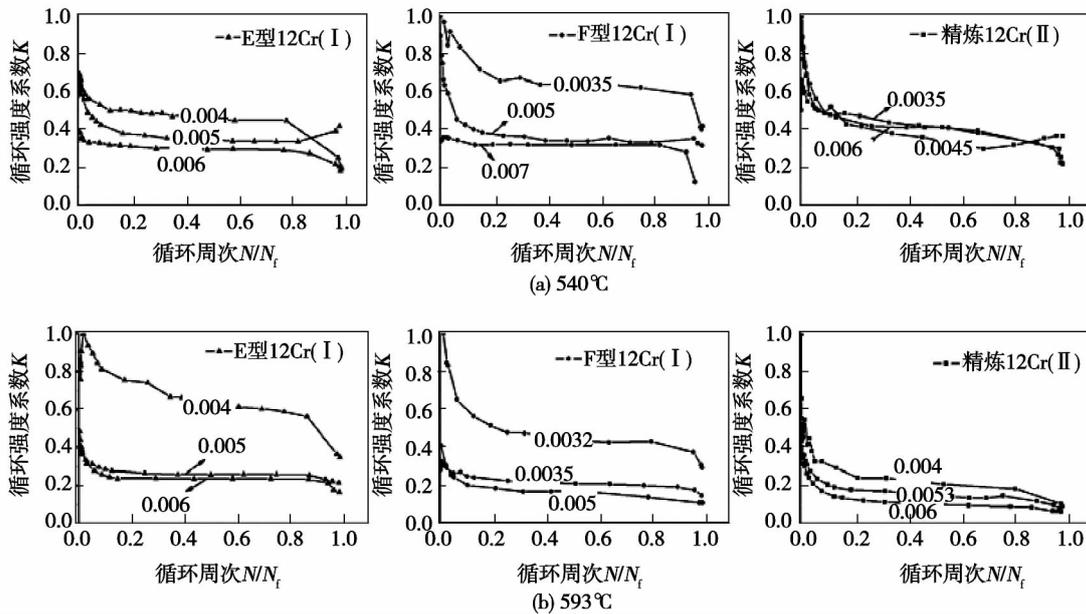


图 5 循环强度系数  $K$  随循环周次的变化

Fig. 5 Curves showing the change of the cyclic strength coefficient  $K$  with the cyclic frequency

2.4 循环应变硬化指数  $n$  随循环周次的变化

图 6 为 3 种材质试样的循环应变硬化系数  $n$  随循环周次变化曲线。与  $E^*$  和  $K$  的变化规律相比, 循环应变硬化系数  $n$  随循环周次的变化情况更为复杂, 规律性相对较弱。当  $N/N_f < 0.8$  时  $n$  的变化规律基本可以用式(4)所示的幂函数曲线拟合, 但是个别曲线存在上升趋势。相同温度下, 同种材质试样的控制应变幅越大  $n$  值越小; 材质和控制应变幅相同时, 温度越高循环强度系数越小(控制应变幅同为 0.004 的两个 E 型 12Cr 材质试样的表现与此规律相反, 这与上述  $K$  中的情况相同)。这种变化规律与  $E^*$  和  $K$  相同。当  $N/N_f > 0.8$  时  $n$  的变化规律较为复杂, 缺乏一定的规律性。

需要指出, 本研究中同种材料的加工工艺和取材部位是相同的, 但是, 同种材质试样之间在化学成分分布的均匀性、试样工作段直径以及试样原始缺陷(孔隙、夹渣)等方面存在一定的差异。另外, 不同的试样在试验过程中也可能存在人为的操作和试验机的精度等方面的差异。这些因素必然会造成试验结果的分散性。但是, 本研究讨论的这些参数均为宏观量, 这样的分散性并不会对数据分析造成严重影响, 因此, 上述 3 个参数随循环周次变化规律的分析是客观可信的。

2.5 性能劣化对寿命估算的影响

材料的力学性能随循环周次的增加存在不同程度的劣化(或称之为退化), 而且这种变化趋势是非线性的。而传统的疲劳寿命评价方法忽略了这种劣化过程。

根据文献[10]所述的中值法(Median Method)可以得到适用于本研究精炼 12Cr 钢的应变-寿命公式, 如式(5)~式(6)所示, 分别适用于 540 和 593 °C, 即:

$$\frac{\Delta \epsilon_t}{2} = \frac{1.3487 \sigma_u}{E} (2N_f)^{-0.09} + 0.2241 (2N_f)^{-0.59} \tag{5}$$

$$\frac{\Delta \epsilon_t}{2} = \frac{1.3418 \sigma_u}{E} (2N_f)^{-0.09} + 0.2167 (2N_f)^{-0.59} \tag{6}$$

式中:  $\sigma_u$ —材料的抗拉强度, MPa;  $E$ —弹性模量, MPa;  $2N_f$ —一倍寿命周。

在传统寿命估算方法中, 式(5)~式(6)中弹性模量  $E$  来自静拉伸试验, 并认为其在疲劳过程中保持不变。而根据前述分析可知, 疲劳过程中  $E$  存在一定程度的变化。这里以精炼 12Cr(II) 为例, 按照式(5)~式(6)提供的估算方法, 比较  $E$  修正前后寿命估算的差异。

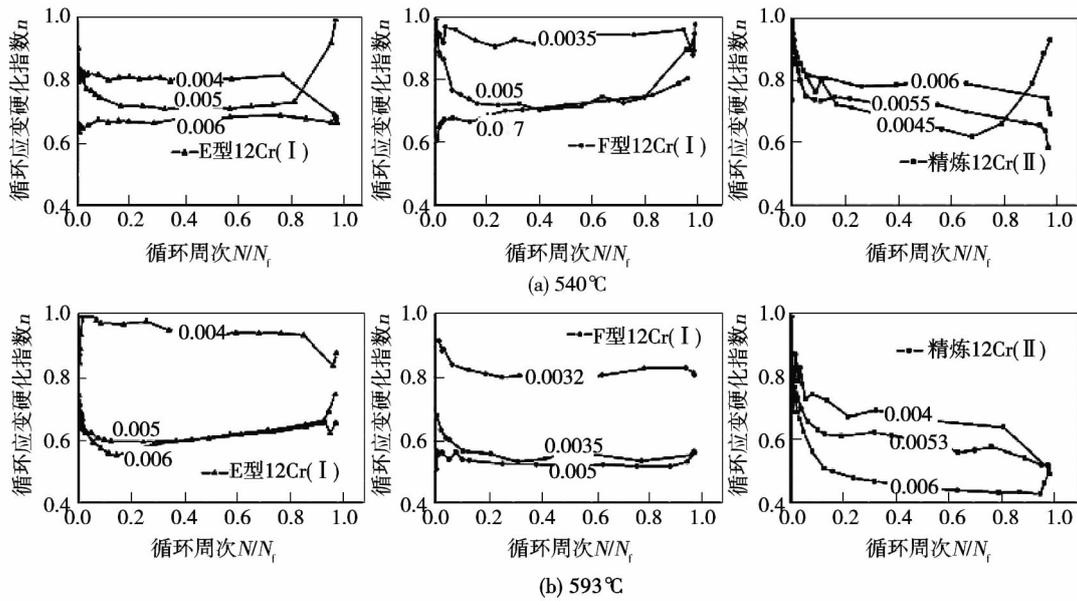


图 6 循环应变硬化指数  $n$  随循环周次的变化

Fig. 6 Curves showing the change of the cyclic strain hardening exponent  $n$  with the cyclic frequency

图 7 给出了精炼 12Cr(II) 在 540 和 593 °C 时弹性模量  $E$  修正前后寿命估算值与试验拟合值的对比情况。由于低周疲劳损伤第二阶段在整个寿命历程中所占比例较大,而且相对稳定,因而选择处于该阶段的稳定滞回环的循环弹性模量作为弹性模量修正值,稳定滞回环的选取见文献 [9]。可以看出,修正弹性模量后,540 °C 时的估算值更接近试验拟合值,提高了寿命估算的精度;593 °C 时的估算值与未修正时相当,与试验拟合值差距较大。本研究中的其它两种 12% Cr 钢的寿命估算结果与精炼 12Cr(II) 类似。

高温环境下的低周疲劳试验中,材料的损伤不仅有疲劳,还存在高温蠕变、时效和氧化等现象,这使得材料的损伤机理更加复杂。较低温度时(540 °C),疲劳是主要的损伤形式,因而修正弹性模量后的估算结果更加精确。较高温度时(593 °C),高温蠕变、时效和氧化等现象对寿命损耗的影响比重增加,这时仅仅对弹性模量进行修正已不能提高寿命估算的精度,因而图 7(b) 中修正前后的估算值相当。

### 3 结 论

(1) 3 种精炼 12Cr 材料的疲劳损伤过程可以分为 3 阶段:初始阶段,循环应力峰值随循环数的增加急剧减小,随后变化逐渐平稳,循环后期又急剧减

小,表现出明显的循环软化特性;

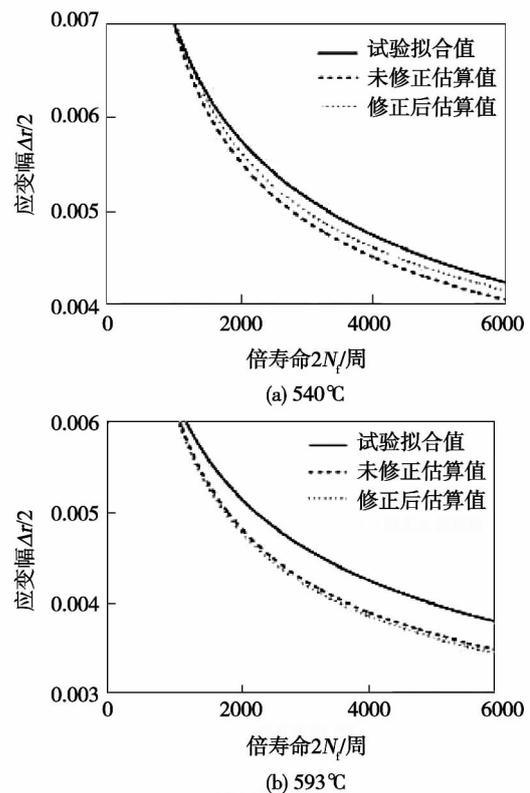


图 7 寿命估算值与试验拟合结果的比较  
Fig. 7 Comparison of the life estimated values and the test fitting results

(2) 损伤初期,循环弹性模量  $E^*$  迅速变化,多

数试样表现为下降趋势,个别试样存在硬化现象;在占总寿命 70% 的稳定循环阶段,  $E^*$  较为稳定;在损伤后期,  $E^*$  急剧降低;

(3) 当  $N/N_f < 0.8$  时,循环强度系数  $K$  和  $n$  随循环周次的变化规律均可用系数为正、指数为负的幂函数曲线拟合;

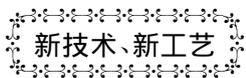
(4) 温度和材质相同时,控制应变幅越大,试样的 3 个参数 ( $E^*$ 、 $K$  和  $n$ ) 就越小;材质和控制应变幅相同时,试验温度越高,试样的 3 个参数 ( $E^*$ 、 $K$  和  $n$ ) 越小。

(5) 较低温度下 (540 °C),根据疲劳试验修正弹性模量后可以提高寿命估算精度;而较高温度时 (593 °C) 这样的修正对提高寿命估算精度没有太大作用。

#### 参考文献:

- [1] 童小燕,杨庆雄,孙 秦,等.不同拉平均应变对循环非弹性响应的影响[J].西北工业大学学报,1992,10(4):441-446.  
TONG Xiao-yan, YANG Qing-xiong, SUN Qin, et al. Influence of various mean tensile strains on the cyclic non-elastic response [J]. Journal of Northwest Polytechnic University, 1992, 10(4): 441-446.
- [2] 张国栋,于慧臣,何玉怀,等.损伤力学方法在材料低周疲劳试验中的应用研究[J].航空动力学报,2007,22(9):1544-1549.  
ZHANG Guo-dong, YU Hui-chen, HE Yu-huai, et al. Research of the applications of the damage mechanics method in the material low-cycle fatigue tests [J]. Journal of Aerospace Power, 2007, 22(9): 1544-1549.
- [3] 张亚军,李永军,张利娟.低周疲劳过程中弹性模量的损伤特性[J].材料开发与应用,2010,1(1):19-22.  
ZHANG Ya-jun, LI Yong-jun, ZHANG Li-juan. Damage characteristics of the elastic modulus during the low cycle fatigue process [J]. Material Development and Application, 2010, 1(1): 19-22.
- [4] 张国栋,苏 彬,王 泓,等.弹性模量对低周疲劳性能参数的影响[J].航空动力学报,2005,20(5):768-771.  
ZHANG Guo-dong, SU Bin, WANG Hong, et al. Effect of the elastic modulus on the low cycle fatigue performance parameters [J]. Journal of Aerospace Power, 2005, 20(5): 768-771.
- [5] 吴海利,朱月梅,贾国庆. X12CrMoWVNbN10-1-1 转子钢室温低周疲劳特性[J].北京科技大学学报,2011,33(7):841-845.  
WU Hai-li, ZHU Yue-mei, JIA Guo-qing. Low cycle fatigue characteristics of X12CrMoWVNbN10-1-1 steel for rotors at room temperature [J]. Journal of Beijing University of Science and Technology, 2011, 33(7): 841-845.
- [6] 刘 靖,韩静涛,李 欣,超(超)临界转子用钢 12Cr 钢高温力学性能研究//第七届(2009)中国钢铁年会大会论文集[C].北京:冶金工业出版社,2009.  
LIU Jing, HAN Jing-tao, LI Xin. Study of the high temperature mechanics performance of 12Cr steel for supercritical (ultra-supercritical) rotors [C]. No. 7 (2009) China Iron and Steel Annual Meeting Proceedings, Beijing, 2009.
- [7] Song X L, Yang G X, Zhou S L, et al. Cyclic Deformation Behavior and Microstructural Changes of 12Cr-WMoV Martensitic Stainless Steel at Elevated Temperature [J]. Materials Science and Engineering A, 2008, 483-484: 211-213.
- [8] GB/T15248-2008,金属材料轴向等幅低循环疲劳试验方法[S].  
GB/T15248-2008. Method for conducting an axial constant-amplitude low-cycle fatigue test of metallic materials [S].
- [9] 毛雪平,刘宗德,杨 昆,等.30Cr2MoV 转子钢高温下的低周疲劳特性实验研究[J].中国电机工程学报,2002,22(6):119-122.  
MAO Xue-ping, LIU Zong-de, YANG Kun, et al. Experimental study of the low cycle fatigue characteristics of 30Cr2MoV steel for rotors at high temperatures [J]. Proceedings of China Electric Machinery Engineering, 2002, 22(6): 119-122.
- [10] Meggiolaro M A, Castro J T P. Statistical Evaluation of Strain-life Fatigue Crack Initiation Predictions [J]. International Journal of Fatigue, 2004, 26(5): 463-476.

(丛 敏 编辑)



## 快速确定锅炉过热管段传递函数系数的方法

据《Энергетика》2012 年 7-8 月刊报道,白俄罗斯国立技术大学的 Кулаков Г Т 教授等人提出了利用负荷原始数据通用的列线图快速确定不同负荷下锅炉过热管段传递函数系数的方法。

通用列线图允许在设计阶段,根据试验的过渡特性,确定锅炉过热器的动态特性。

快速方法给出了得到过热器传递函数参数沿调节作用通路变化的非线性解析关系式的可能性,这允许在动力机组负荷整个变化范围内优化喷水调节器动态调整参数,提高了热工设备的经济性、可靠性、寿命和运行安全性。

(吉桂明 摘译)

Changsha ,China ,Post Code: 410007) //Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. – 2013 ,28( 6) .  
– 616 ~ 621

The power control systems for thermal power generator units are regarded as the main factor influencing the safety and stability of electric power systems and their power response characteristics are deemed as the key to the effectiveness of the primary frequency modulation and automatic power generation control ( AGC) . In combination with the operating characteristics of the actual units ,the specific features of the power control systems for the existing units were analyzed and in the light of the existing problems ,a power control system based on the inner model control was put forward. In the simulation environment ,the performance of the existing systems was compared with that of the power control system based on the inner model control. It has been found that the power response characteristics of the power control system in question are superior to those of the existing systems. These are beneficial for improving the performance of the primary frequency modulation and automatic power generation control ( AGC) of units.

**Key words:** power control system ,primary frequency modulation ,automatic power generation control ,inner model control

精炼 12Cr 钢高温低周疲劳循环特性试验研究 = **Experimental Research of the High Temperature Low Cycle Fatigue Characteristics of 12Cr Purified Steel** [刊 ,汉 ]LU Fang-ming ,WANG Kun ,HUANG Shu-hong ,et al ( College of Energy Source and Power Engineering ,College of Sino-Euro Clean and Renewable Energy Source ,Central China University of Science and Technology ,Wuhan ,China ,Post Code: 430074) //Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. – 2013 28( 6) . – 622 ~ 627

To study the variation law governing the low cycle fatigue characteristics of materials in the process of high temperature life loss at 540 °C and 593 °C ,a low cycle fatigue experiment was performed of three kinds of 12Cr purified rotor steel with the total strain being controlled. On this basis ,the variation law of the cyclic frequency with the cyclic elastic modulus  $E^*$  ,cyclic strength coefficient  $K$  and cyclic strain hardening index  $n$  was analyzed. The test results show that at the initial stage of the cycling (  $N/N_f < 0.1$  ) ,the cyclic elastic modulus  $E^*$  changes rapidly and the majority of the specimens exhibits a descending tendency and individual specimens produce a hardening phenomenon. In the stable stage of the cycling (  $0.1 < N/N_f < 0.8$  ) ,the cyclic elastic modulus  $E^*$  shows a relatively stable state. In the last stage of cycling(  $N/N_f > 0.8$  ) ,the cyclic elastic modulus  $E^*$  declines sharply. When  $N/N_f < 0.8$  ,

the variation law of the cyclic strength coefficient  $K$  and cyclic strain hardening index  $n$  with the cyclic frequency can be fitted by using a power function curve with its coefficient being positive and its exponent being negative. In the process of life loss  $K$  and  $n$  exhibit a similar variation tendency. In the meantime, to control the strain magnitude and temperature can exercise an important influence on the foregoing three parameters. Finally, the influence of the degradation of the elastic modulus on the life estimation was also analyzed. It has been found that compared with the traditional life estimation method, the life estimation precision after a correction by using the elastic modulus can be obviously enhanced at a relatively low temperature (540 °C) and enhanced not obviously at a relatively high temperature (593 °C). **Key words:** 12Cr purified steel, low cycle fatigue, high temperature, cyclic elastic modulus, life

CO<sub>2</sub>煅烧气氛下合成钙基吸收剂的循环反应特性试验 = **Experiment of the Cyclic Reaction Characteristics of Synthesized Calcium-based Absorbent in the CO<sub>2</sub> Calcination Atmosphere** [刊, 汉] WANG Qin, TANG Qiang (Education Ministry Key Laboratory on Low Grade Energy and Utilization Technology, Chongqing University, Chongqing, China, Post Code: 400030) // Journal of Engineering for Thermal Energy & Power. - 2013, 28(6). - 628 ~ 632

In a thermogravimetric analyzer, studied was the influence of the CO<sub>2</sub> calcination atmosphere on the cyclic reaction characteristics of the novel CaO/MgO (75wt% /25wt%) and CaO/Ca<sub>9</sub>Al<sub>6</sub>O<sub>18</sub> (75 wt % /25 wt %) absorbent. It has been found that both cyclic conversion rate and stability of two kinds of the newly synthesized absorbent in the CO<sub>2</sub> atmosphere are obviously higher than those of the commonly-seen absorbents. At three different calcination temperatures, the cyclic conversion rates of two kinds of the above-mentioned absorbent are conspicuously higher than those in the nitrogen atmosphere: for the absorbent CaO/MgO, when the calcination temperature is 900 °C, the maximum cyclic conversion rate during 12 cycles in the CO<sub>2</sub> atmosphere is 7% higher than that in the nitrogen atmosphere. For the absorbent CaO/Ca<sub>9</sub>Al<sub>6</sub>O<sub>18</sub>, at the same calcination temperature of 900 °C, the above-mentioned maximum conversion rate is 25% higher than that in the nitrogen atmosphere. In the CO<sub>2</sub> calcination atmosphere, the calcination temperature has little influence on the cyclic stability of the CaO/MgO absorbent. The cyclic stability and conversion rate of the CaO/Ca<sub>9</sub>Al<sub>6</sub>O<sub>18</sub> absorbent will decrease with a rise of the calcination temperature. The CaO/Ca<sub>9</sub>Al<sub>6</sub>O<sub>18</sub> absorbent produces a self activation in the nitrogen calcination atmosphere. The influence of the carbon dioxide calcination atmosphere on the cyclic conversion rates of two kinds of the synthesized absorbent is mainly re-