

拉伸速率对 GH4169 合金高温拉伸性能的影响

张明珠, 郑永健, 兰福立, 张公军, 张浩, 卢焕明

(中国科学院宁波材料技术与工程研究所, 浙江省宁波 315201)

摘要: 针对合金高温拉伸性能测试, 通常按照国标 GB/T 228.2 开展, 该标准对于拉伸速率的选取给出多种选择, 为准确获得 GH4169 合金的高温拉伸性能, 研究了不同大小拉伸速率以及屈服前后不同拉伸速率参数配置对其高温拉伸性能的影响。结果表明: 当拉伸速率增大时, 材料的屈服强度及抗拉强度增大; 当屈服后的拉伸速率较屈服前明显增大时, 材料的高温拉伸曲线出现 GB/T 228.1 标准中的“应变速率突然增加时的应力-应变行为”, 在曲线上形成跳动台阶, 导致抗拉强度值为非真实值, 影响结果的准确性, 当屈服前后采用统一的拉伸速率, 无上述现象, 可获得准确的强度值。

关键字: 电子万能试验机; GH4169 合金; 高温条件; 拉伸速率

中图分类号: TG115.5; TG132.3

Effect of tensile rate on the high-temperature tensile properties of GH4169 alloys

Zhang Mingzhu, Zheng Yongjian, Lan Fuli, Zhang Gongjun, Zhang Hao, Lu Huanming

(Ningbo Institute of Materials Technology and Engineering, CAS, Ningbo 315201, China)

Abstract: In order to accurately obtain the high-temperature tensile properties of GH4169 alloy, the effects of different sizes of tensile rates and different tensile rate parameter configurations before and after yield were studied on their high-temperature tensile properties. The results show that when the tensile rate increases, the yield strength and tensile strength of the material increase. When the tensile rate after yield is significantly bigger than before yielding, the high-temperature tensile curve of the material appears as described in the GB/T 228.1 that “stress-strain behavior when the strain rate increases suddenly”, and a runout step is formed on the stress-strain curve, and the tensile strength value at this time is a non-true value, which affects the accuracy of the results. When a uniform tensile rate is applied before and after yielding, there is no such phenomenon, and accurate strength values can be obtained.

Keywords: Electronic universal testing machines; GH4169 alloy; High temperature conditions;

Tensile rate

电子万能材料试验机是一种高精度、高效率的材料力学试验设备，试验机通过不同方式施加力，使试样在不同条件下产生形变，从而得到材料的强度、塑性等性能参数。其中，测试参数的合理设置对于材料性能的准确测定具有关键性作用。

GH4169 是一种镍基变形高温合金，因其工作温度高，材料强度高、塑性好等特点而广泛应用于航空航天工业领域，尤其在发动机领域有重要的推动作用^[1]。针对高温条件下服役的材料，需要具备良好的高温力学性能，准确测定 GH4169 合金在高温条件下的力学性能对于零件的性能评估尤其重要。目前，针对金属材料常温力学性能测试的方法，行业内研究较多^[2-4]，但是对于金属材料高温条件下力学性能试验方法的研究还相对较少。

文中将针对 GH4169 合金的高温拉伸试验，研究不同拉伸速率大小以及屈服前后拉伸速率变化对其高温拉伸性能的影响。

1 试验部分

1.1 仪器和试验材料

Z100 电子万能材料试验机，配备高温炉、激光引伸计（德国 Zwick/Roll）。

试验材料为 GH4169 高温合金，试验所用拉伸试样参照《GB/T 228.2-2015 金属材料 拉伸试验 第 2 部分：高温试验方法》附录 A 的要求，加工成平行段长度为 30mm，平行段直径为 4mm，螺纹头部直径为 8mm 的圆棒试样。

1.2 试验方法

试验温度为 800 °C，保温时间为 10min。本试验采用夹头分离速率的控制方式，由平行长度估算应变速率的方法进行试验速率的控制，并参照标准 GB/T 228.2 要求的参数进行设置，具体参数如表 1 所示。

表 1 GH4169 合金的高温拉伸试验参数

Table1 High temperature tensile test parameters of GH4169 alloy

试样编号	屈服点及弹性段拉伸速率/（mm/min）	屈服后拉伸速率/（mm/min）
1	0.126	0.126
2	0.45	0.45
3	0.126	2.52

2 结果与讨论