

文章编号:1001-4888(2006)03-0322-07

低应变速率下形状记忆合金的特性实验研究^{*}

李尚荣, 马 记, 许 旻, 杨 杰

(中国科学技术大学 精密机械与精密仪器系, 中科院材料力学行为与设计重点实验室, 合肥 230027)

摘要: 形状记忆合金以其特有的形状记忆效应和超弹性, 被广泛应用于医学、航空和建筑防震。在耗能性机构中, 需要形状记忆合金能够在变速率条件下工作。为了获得非静态条件下的行为特性, 比较静态和非静态条件下形状记忆合金的行为特性的差异, 本文采用一种新的分析方法, 即以形状记忆合金的特性参数为对象, 来分析不同应变速率对形状记忆合金特性的影响。在不同的应变速率(0.0005/s, 0.001/s, 0.005/s, 0.01/s, 0.05/s, 0.1/s)下, 对 50.8at%-Ni-Ti 记忆合金丝的形状记忆效应和超弹性特性进行了实验研究。在低应变速率范围内, 由实验结果得到: 随应变速率增大, 两种特性行为中的各纯相的杨氏模量保持不变; 拉伸过程相变起始和终了临界应力会增大, 卸载过程相变起始和终了临界应力会减小, 滞后环面积增大; 相变硬化系数在形状记忆效应行为中会增大, 而在超弹性行为中基本不变。

关键词: 形状记忆合金; 动态特性; 应变速率; 特性参数

中图分类号: O339

文献标识码: A

0 引言

形状记忆合金从 1951 年被首次发现并在 1963 年确认后^[1,2], 已经得到了广泛的研究, 如医疗、航空和建筑防震等^[3-5]。由于形状记忆合金具有特殊的形状记忆效应和超弹性行为, 它被视为未来重要的新型智能材料, 但它的行为特性表现为高度的非线性和滞后特性, 这给相关设计与应用带来一定的困难。它的低频特性(一般十几个赫兹以下)使得它多被使用在频率的上限区域, 在这些频率下的行为特性和准静态条件下的行为特性是否存在差异, 掌握这些规律对应用形状记忆合金驱动器具有重要指导意义。由于形状记忆合金材料的性能受组成成分、冶炼工艺、制造过程、热处理条件、记忆特性训练方法等许多因素影响, 目前在工程应用和设计上还没有统一的相关性能参数可供使用, 对 SMA 材料进行实验研究是设计和使用它的前提。形状记忆合金的动态特性与静态特性存在明显的差异, 如何表达这种差异, 有着不同的方法。过去的研究^[6-8]表明, SMA 的特性具有应变速率的敏感性, 但是多数是根据特性曲线定性地指出了其变化的特点, Grant^[9]采用一种定量描述的方法: 根据不同应变速率得到一组超弹性曲线, 在这组曲线上选择相同应变所对应的应力值进行比较, 并将变化趋势近似为直线变化, 虽然这样可以定量地获得应变速率对应力的影响, 但是难以和相变的过程特征发生直接的联系。相变特征是形状记忆合金本构方程的基础, 本文根据形状记忆合金的形状记忆效应和超弹性曲线, 以表征 SMA 相变过程的特性参数为分析对象, 通过比较不同应变速率下的应力曲线以及相应的特性参数的变化, 来获得形状记忆效应和超弹性行为特性与应变速率的相关性。

1 实验原理与过程

为研究形状记忆合金在不同应变速率下的行为特性, 需要寻找其特性参数的变化规律。Grant^[9]采

^{*} 收稿日期: 2005-10-06; 修订日期: 2006-04-30

通讯作者: 李尚荣(1972-), 男, 博士研究生, 研究方向: 智能材料, 仿生机器鱼。E-mail: lisr@ustc.edu

用的方法是:提取不同应变速率下,相同应变(1%,2%,2.5%)所对应的应力大小进行对比,并将变化趋势近似为直线,来表示应变速率对其特性的影响,该方法比较简单直观,但难以获得相变特性与变化的应变速率之间的关系,用直线近似也显得粗略。为此,本文采用一种新的方法来确定应变速率对材料相变行为特性的影响。主要思想是选择表征形状记忆合金相变过程的特性参数(如弹性模量、相变临界应力、相变曲线拟合直线的斜率等)为对象,比较不同应变速率下这些特性参数的变化。

1.1 形状记忆合金特性参数分析

形状记忆合金在温度 $T < M_f$ 和温度 $T > A_f$ 时的应力应变曲线如图1所示,它们分别表现出典型的形状记忆效应和超弹性效应,图中的字母表示形状记忆合金特性参数,它们与相变过程密切相关,虚线为相变曲线的线性近似,数字序号表示加载和卸载过程中的各个重要过程。先对它们作一些说明:在图1(a)中,应力应变曲线变化过程主要由5个阶段构成,分别为:①孪晶马氏体(Twinning Martensite, TM)的弹性拉伸阶段,其斜率即为孪晶马氏体的弹性模量 E_{TM} ;②孪晶马氏体向应力诱发马氏体(Stress Preference Martensite, 也称 Detwinning Martensite, DM)转变阶段。当应力增加到某个值时,孪晶马氏体开始向应力诱发马氏体转变,此时的应力值称为孪晶马氏体向应力诱发马氏体转变的起始临界应力(σ_s^{TM2DM});当孪晶马氏体完全转变为应力诱发马氏体时,对应的应力为转变终了临界应力(σ_f^{TM2DM}),该转变过程由起始点和终了点构成的直线的斜率(k_{TM2DM})则表现出材料相变硬化的特性;③应力诱发马氏体的弹性拉伸阶段,在滑移临界应力足够高的情况下,如果应力不超过应力诱发马氏体的弹性应力极限,卸载后的残余应变在温度升高到 $T > A_f$ 时都可以消除;④应力诱发马氏体的卸载阶段,卸载后通常都有较大的可恢复残余应变(ϵ_{rem})存在;⑤升温消除残余应变的过程,一般可以消除残余应变 ϵ_{rem} 。

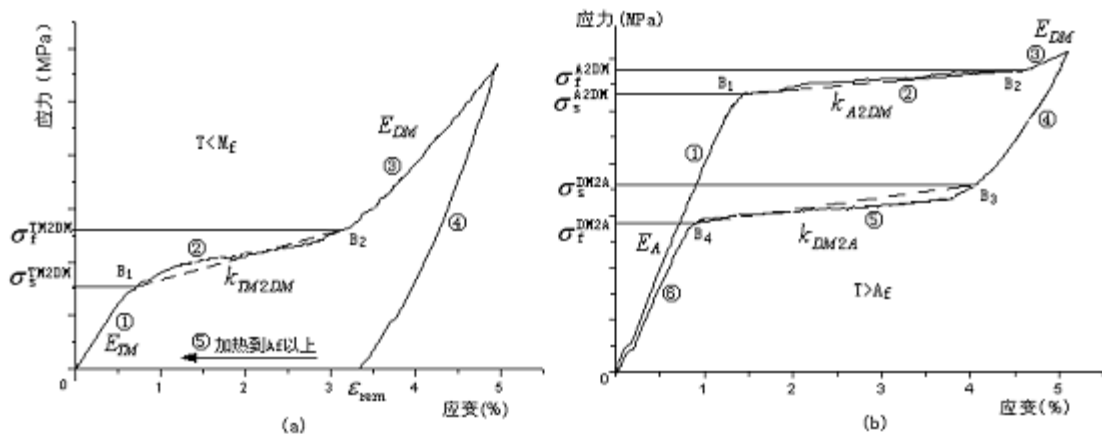


图1 形状记忆合金应力应变曲线及特性参数定义(a) $T < M_f$; (b) $T > A_f$

Fig. 1 Definition of characteristic parameters and stress-strain curve of SMA. (a) $T < M_f$; (b) $T > A_f$

在图1(b)中,超弹性的相变过程主要由6个阶段构成,分别为:①奥氏体(A)弹性拉伸阶段。其直线斜率为奥氏体的弹性模量(E_A);②奥氏体向应力诱发马氏体相变阶段。当应力增大到某个值时,奥氏体开始向应力诱发马氏体相变,此时的应力值为奥氏体向应力诱发马氏体相变的起始临界应力(σ_s^{A2DM}),相变完成时对应的应力为相变终了临界应力(σ_f^{A2DM}),由起始点和终了点构成的直线 $B_1 B_2$ 的斜率(k_{A2DM}),近似表达奥氏体向应力诱发马氏体相变的硬化特性。在此过程中,虽然应力增加很小,但应变改变很大;③应力诱发马氏体弹性拉伸阶段。拉伸直线的斜率为应力诱发马氏体的弹性模量(E_{DM}),如果拉伸应变不够大,此阶段可能不会出现;④应力诱发马氏体的卸载阶段。由于滞后原因,应力降低到奥氏体向应力诱发马氏体相变的起始临界应力时,并没有发生逆相变,而需要继续卸载;⑤应力诱发马氏体向奥氏体逆相变阶段。卸载应力降低到应力诱发马氏体向奥氏体逆相变的起始临界应力(σ_s^{DM2A})时,应力诱发马氏体才开始向奥氏体进行逆相变,继续降低到 σ_f^{DM2A} 时,应力诱发马氏体完全转变为奥氏体,由逆相变起始点和终了点构成的直线 $B_3 B_4$ 的斜率(k_{DM2A})表达了卸载过程逆相变的硬化

系数。⑥奥氏体弹性卸载阶段。一般卸载后形变可以完全恢复。

有的材料在拉伸过程中还出现马氏体和奥氏体之间的 R 相,但作为驱动器使用,基本上都不考虑中间相(R 相)。本实验中也未出现 R 相变^[10],故省略对 R 相变的讨论。

1.2 实验设备与实验样品

为测量形状记忆合金丝在不同应变速率下的行为特性,实验选择岛津材料试验机(DCS-5000),设定的应变速率分别为 0.0005/s, 0.001/s, 0.005/s, 0.01/s, 0.05/s, 0.1/s。该试验机提供了温度控制箱和范围较广的拉伸速率(连续加载 0~500 mm/min),采用自制的三爪夹头和试验机上下拉杆配合。力传感器型号:B(Shimadzu 标记型号);量程:20 kgf;精度:载荷的 $\pm 0.25\%$ 。温度传感器的热电偶型号:TP-01;量程: $-50\sim 750^\circ\text{C}$;精度: $\pm(0.75\%\Delta T+0.5^\circ\text{C})$; ΔT :测量的最高温度与基准温度的差值。分辨率:1 $^\circ\text{C}$ 。丝的拉伸变形量用上下拉杆相对位移量来近似,通过标准块规,测量了上下杆双向移动的相对误差最大分别为 0.074%和 0.065%,占 5%应变的 1.48%和 1.3%,能满足精度要求。

实验采用的记忆合金试样为 50.8at%-Ni-Ti 丝,由上海钢研所提供,直径 0.6 mm,长度 180mm,有效长度 120mm。记忆效应丝和超弹性丝各为 10 个,成分均为 50.8at%-Ni-Ti 合金,记忆效应丝的相变温度分别为马氏体相变终了温度 $M_f=29^\circ\text{C}$,马氏体相变起始温度 $M_s=40^\circ\text{C}$,奥氏体相变起始温度 $A_s=50^\circ\text{C}$,奥氏体相变终了温度 $A_f=61^\circ\text{C}$,热处理条件:500 $^\circ\text{C}$,保温 1 小时,然后炉冷至室温;超弹性丝的相变温度点 $A_f=5^\circ\text{C}$,热处理条件:冷变形加工硬化后,通过 450 $^\circ\text{C}$,30 分钟时效处理。根据 NiTi 丝的相变温度,选择 $T_1=25^\circ\text{C}$, $T_2=65^\circ\text{C}$,其中 T_1 为室温。

1.3 实验过程

实验中为了避免重复加载对丝性能的累积影响及不同试件初始性能的差异,将所有的 NiTi 丝试件都重复循环加载 5 次,然后卸载,将温度升高到 A_F 以上,然后再冷却到室温 ($T<M_f$),利用形状记忆效应来消除初始性能不稳定带来的影响。对记忆效应丝试件,在每次加载后,都要求在无载荷下将温度升高到 A_F 以上,然后再冷却到室温 ($T<M_f$),这样借助形状记忆效应消除加载对它性能的影响。将 10 个试件分别进行实验,然后将得到的特性参数进行平均。

实验的步骤主要有:(1)把丝与两个三爪夹头连接固定,再让三爪夹头与试验机的上、下拉杆连接,在丝不受外力作用时,对装夹好的丝进行性能初始化,即以 5 $^\circ\text{C}/\text{min}$ 把温度升高到 A_F 点以上,再冷却到 M_F 以下,消除以前加载历程的影响。然后将系统力复位归零,锁紧夹头和拉杆;(2)设定数据采集系统相关参数,同时设定好试验机控制箱的拉伸位移速率,该速率可由设定的速率换算得到,即: $V=\dot{\epsilon}^*\epsilon_{\max}^*l_0$; (3)以设定的应变速率加载,到达最大应变时再卸载;(4)卸载后,保存数据。(5)根据应变速率,重新设定拉伸速率,重复进行(1)~(4)的过程。

2 实验结果与分析

2.1 实验结果

$T_1=25^\circ\text{C}$ (M_f 点以下),拉伸最大应变为 5%,以不同应变速率(0.0005/s, 0.001/s, 0.005/s, 0.01/s, 0.05/s, 0.1/s)进行的记忆效应丝单向拉伸卸载实验的结果汇总如图 2 所示,根据前面特性参数的定义,分别从每个应变速率下的应力与应变曲线图中求取各参数值平均后如表 1 所示。

从图 2 可以得到:应变速率为 0.0005/s, 0.001/s, 0.005/s, 0.01/s 时,它们对应的应力应变曲线差异很小,而应变速率为 0.05/s, 0.1/s 时所对应的曲线在相变过程阶段差异较为明显,具体表现为:应变速率增大,起始临界应力增大,而且终了临界应力增大更为显著,相变的硬化程度增大,相变过程曲线有升高上扬的趋势,孪晶马氏体和应力诱发马氏体的杨氏模量变化很小。

表 1 $T < M_f$, 不同应变速率下形状记忆效应曲线特性参数

Tab. 1 Characteristic parameters of shape memory alloy curve with different strain rates ($T < M_f$)

$\dot{\epsilon}$ (/s)	E_{TM} (GPa)	σ_s^{TM2DM} (MPa)	σ_f^{TM2DM} (MPa)	k_{TM2DM} (100MPa)	E_{DM} (GPa)	ϵ_{rem}
0.0005	17.50	106.78	136.63	10.10	18.77	3.37
0.001	17.36	107.52	131.90	10.45	18.56	3.35
0.005	17.09	108.75	134.02	10.86	19.12	3.37
0.01	17.58	110.51	134.57	12.04	19.13	3.32
0.05	17.35	122.92	165.79	13.41	19.47	3.35
0.1	17.73	122.71	166.35	19.66	19.77	3.40

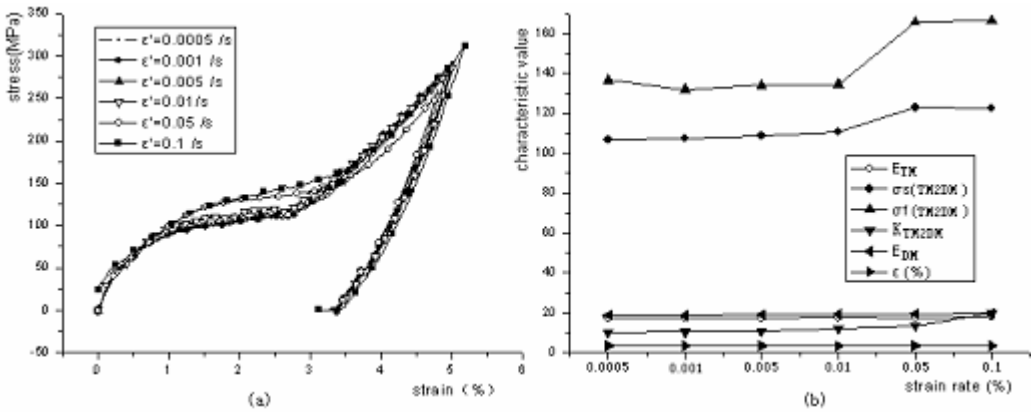


图 2 (a) 50.8at%-Ni-Ti 丝在 M_f 点以下不同应变速率下单向拉伸应力—应变曲线,
(b) 不同应变速率下对应的特性参数比较

Fig. 2 (a) Stress-strain relation of 50.8at%-Ni-Ti wire at uniaxial loading ($T < M_f$);
(b) Comparison of the characteristic parameters with different strain rates

超弹性丝在 $T_2 = 65^\circ\text{C}$, 不同应变速率 (0.0005/s, 0.001/s, 0.005/s, 0.01/s, 0.05/s, 0.1/s) 下的单向拉伸卸载实验曲线如图 3 所示, 最大应变为 5%, 相应的特性参数如表 2 所示。

表 2 $T > A_f$, 不同应变速率下的超弹性行为特性参数

Tab. 2 Characteristic parameters of super-elasticity curve with different strain rates ($T > A_f$)

$\dot{\epsilon}$ (/s)	E_A (GPa)	σ_s^{A2LM} (MPa)	σ_f^{A2LM} (MPa)	k_{A2LM} (100MPa)	E_{DM} (GPa)	σ_s^{DM2A} (MPa)	σ_f^{DM2A} (MPa)	$ k_{DM2A} $ (100MPa)
0.0005	40.80	524.28	588.65	12.97	无	373.71	331.09	13.44
0.001	40.78	524.41	568.88	12.78	25.33	353.74	322.44	13.61
0.005	40.74	533.31	577.87	14.12	26.625	331.03	297.72	14.06
0.01	40.93	532.94	594.59	14.70	26.599	324.24	255.53	13.91
0.05	40.86	542.35	620.47	13.85	25.03	312.47	243.76	14.23
0.1	40.75	570	630.25	14.25	25.34	305.50	245.00	14.10

从图 3 可以得到: 应变速率为 0.0005/s, 0.001/s, 0.005/s, 0.01/s 时, 它们对应的应力应变曲线差异较小, 它们与 0.05/s, 0.1/s 所对应的曲线在相变过程阶段差异较明显, 具体表现为: 应变速率增大, 起始与终止临界应力略有增大, 相变系数的数值几乎不变, 相变过程曲线斜率基本相同, A 的杨氏模

量在加载和卸载过程因滞后而略有差异。

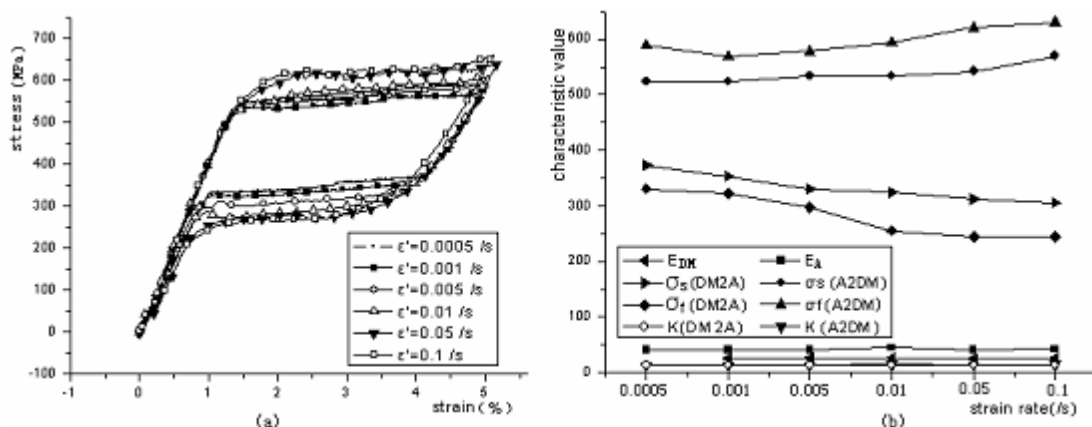


图 3 (a) 50.8at%-Ni-Ti 丝在 A_f 点以上不同应变速率下单向拉伸应力—应变曲线,
(b) 不同应变速率下对应的特性参数比较

Fig. 3 (a) Stress-strain relation of 50.8at%-Ni-Ti wire at uniaxial loading ($T > A_f$);

(b) Comparison of the characteristic parameters with different strain rates

2.2 实验结果分析

根据实验结果可以得到:① 随应变速率增大,两种特性行为中的各纯相的杨氏模量保持不变;② 拉伸过程相变起始和终了临界应力会增大,卸载过程相变起始和终了临界应力会减小,滞后环面积会增大;③ 相变过程相硬化系数在形状记忆效应行为中会增大,而在超弹性行为中基本不变。原因分析如下:高应变速率下,加载相变过程应力出现增大,而卸载相变过程应力出现减小的现象,可以从应变速率变化、相变潜热和散热等方面来解释。由传热学理论可知:准静态条件下的拉伸卸载过程,由于小应变速率($10^{-3}/s$ 以下)相变过程缓慢,拉伸过程试样产生的热量能够与周围环境及时进行交流,故可以近似认为是等温变化过程;而高应变速率($10^2/s$ 以上)下的拉伸卸载过程则可以认为是绝热过程。从小应变速率开始,随应变速率增大,相变产生的热量与环境交换热量的时间逐渐缩短,应变速率越大,相变过程越接近绝热过程。根据形状记忆合金使用示差扫描量热仪(DSC)测量相变温度点的曲线,可以知道:马氏体向奥氏体相变过程需要吸热,而逆过程需要放热^[12]。导致相变应力增大的原因主要是温度变化和内部晶格的切变、孪晶两个因素。在拉伸卸载的相变过程中,温度的变化可由(1)式^[11]计算:

$$\Delta T = \frac{b}{\rho C_p} \int \sigma d\epsilon + \frac{-\Delta H}{C_p} \quad (1)$$

其中, b 为转换系数; ρ 为密度; C_p 为定压热容量; ΔH 为相变潜热,可由 DSC 曲线来估算。因此,加载过程温度会升高,温度升高会引起相变应力相应地增大;卸载过程温度会降低,温度降低导致应力相应减小。另外,形状记忆合金在相变过程中,因晶格变体切变而引入孪晶和少量的位错^[13],它们会阻止 M 相变和去孪晶的进行,应变速率越大,克服这些障碍所需要的能量越多^[11],这个因素也会导致加载过程应力增大,而卸载过程应力减小滞后环面积增大。对一个试样在不同应变速率下多次拉伸卸载试验,相当于循环拉伸加载,加载时应力增大,卸载应力减小的变化规律是否因为循环加载的原因所致? 根据文献[8]的研究,在同一应变速率条件下循环加载时,具有加载时相变阶段的应力在会减小,而卸载时基本不变的规律,可以知道:高应变速率下导致的加载应力增大,卸载应力减小的规律不会是加载循环次数增加所引起的。

相硬化系数在超弹性行为中基本不变,主要因为是采用的超弹性丝具有平台型特征,即相变过程曲线表现为接近水平的线性关系,而另一类超弹性相变过程曲线表现较大的增大特性^[11]。

3 总结与展望

本文根据形状记忆合金的形状记忆效应和超弹性曲线,以表征 SMA 相变过程的特性参数为分析

对象,通过比较不同应变速率下的应力曲线以及相应的特性参数的变化,来获得形状记忆效应和超弹性行为特性与应变速率的相关性。

为了获得 SMA 动态条件下的行为特性,比较静态和非静态条件下其行为特性的差异,本文采用一种新的分析方法,即根据形状记忆合金的形状记忆效应和超弹性曲线,选择表征 SMA 相变过程的特性参数为分析对象,来分析不同应变速率对形状记忆合金行为特性的影响。以不同的应变速率(0.0005/s, 0.001/s, 0.005/s, 0.01/s, 0.05/s, 0.1/s),对 50.8at%-Ni-Ti 记忆合金丝的形状记忆效应和超弹性效应进行了实验研究。根据实验结果得到:①随应变速率增大,两种特性行为中的各纯相的杨氏模量保持不变;②拉伸过程相变起始和终了临界应力会增大,卸载过程相变起始和终了临界应力会减小,滞后环面积会增大;③相变过程相硬化系数在形状记忆效应行为中会增大,而在超弹性行为中基本不变。

对于一个形状记忆合金试样,温度、应力、应变以及它们的耦合关系是影响 SMA 材料行为特性的重要因素,在一些近似假设条件下,可以认为 SMA 材料的静态行为特性只是这三个变量的函数,而其动态行为特性不仅与这三个变量有关,还与它们的变化速率密切相关。形状记忆合金动态行为特性的研究,主要就是寻找应变变化速率和温度变化速率对其行为特性的影响,温度速率的变化,对于目前通常的力学性能试验机配备的恒温箱还难以做到精确测量和控制,非准静态下应变速率实验多为低应变速率(如 MTS 试验机)和高应变速率(如:分离式 Hopkinson^[7,14]压杆装置和拉杆试验技术)下的实验,虽然中国科学技术大学材料力学行为与设计重点实验室开发了中应变速率试验机,但也没有考虑温度的控制条件问题^[15]。我们在小应变速率下,对 SMA 丝状的动静态特性进行了初步有限的研究,更广泛应变速率和温度变化速率下 SMA 动态特性的研究还需要更合适的测试设备的研制。

参考文献:

- [1] Chang L C, Read T A. Plastic deformation and diffusionless phase changes in metals_the gold_cadmium beta phase [J]. AIME, 1951, 189:47~52.
- [2] Buehler W J, Gilfrich J V, Wiley R C. Effect of Low_Temperature Phase Changes on the Mechanical Properties of Alloys near Composition TiNi [J]. J. Appl. Phys., 1963, 34:1475~1477.
- [3] Mitsui T, Watanabe Y, Kobayashi S, et al. Batch fabricated flat winding shape memory alloy actuator for active catheter [C]. The Thirteenth Annual International Conference, MEMS, 2000:375~380.
- [4] Epps J J. In_flight tracking of helicopter rotor blades using shape memory alloy actuators [J]. Smart Mater. Struct., 2001, 10:104~111.
- [5] Matsuzaki Y, Ikeda T, Boller C. New technological development of passive and active vibration control: analysis and test [J]. Smart Mater. Struct., 2005, 14:343~348.
- [6] Tobushi H, Takata K, Shimeno Y, et al. Influence of strain rate on superelastic behavior of TiNi shape memory alloy [C]. Proc. Instn. Mech. Engrs: Part L, 1999, 213:93~102.
- [7] Chen W W, Wu Q, Kang J H, et al. Compressive superelastic behavior of a NiTi shape memory alloy at strain rates of 0.001~750 s⁻¹ [J]. International Journal of Solids and Structures, 2001, 38(50-51):8989~8998.
- [8] Tobushi H, Okumura K, Endo M, et al. Deformation behavior of TiNi shape memory alloy under strain- or stress-controlled conditions [C]. Proc. SPIE Int. Soc. Opt. Eng., 2002, 4699:374~385.
- [9] Grant D, Hayward V. Constrained force control of shape memory alloy actuators [C]. Robotics and Automation, Proceedings. ICRA'00. IEEE International Conference, 2000, 2:1314~1320.
- [10] 杨杰,吴月华著. 形状记忆合金及其应用[M]. 合肥:中国科学技术大学出版社, 1993:94~97 (Jie YANG, Yuehua Wu. Shape memory alloy and its application. Hefei: Press of University of Science and Technology of China, 1993:94~97(in Chinese))
- [11] Nakayama H, Zhao Y, Taya M, et al. Strain-rate effects on TiNi and TiNiCu shape memory alloys [J]. Proc. SPIE Int. Soc. Opt. Eng., 2005, 5761:355~363.
- [12] Abel E, Luo H, Pridham M, et al. Issues concerning the measurement of transformation temperatures of NiTi alloys [J]. Smart Mater. Struct., 2004, 13(5):1110~1117.

- [13] Nishida M, Ohgi H, Itai I, et al. Electron microscopy studies of twin morphology in B19' martensite in the Ti-Ni shape memory alloy [J]. *Acta Metall. Mater.*, 1995, 43:1219~1227.
- [14] Lee O S, Kim M S. Dynamic material property characterization by using split Hopkinson pressure bar (SHPB) technique [J]. *Nuclear Engineering and Design*, 2003:119~125.
- [15] 张学峰, 夏源明. 中应变速率材料试验机的研制 [J]. *实验力学*, 2001, 16(1):13~18(ZHANG Xue-feng, XIA Yuan-ming. Development of Material Testing Apparatus for Intermediate Strain Rate Test [J]. *Journal of Experimental Mechanics*, 2001, 16(1):13~18(in Chinese))

Experiment Research of Shape Memory Alloy with Low Strain Rates

LI Shang-rong, MA Ji, XU Min, YANG Jie

(Department of Precision Machinery and Precision Instrumentation, CAS Key Laboratory of Mechanical Behavior and Design of Materials, University of Science & Technology of China, Hefei 230027, China)

Abstract: Shape memory alloy (SMA) has been applied widely in medicine, aerospace and architecture vibration due to its unique shape memory effect (SME) and super-elasticity (SE). In dissipation device it is often required to operate at different strain rates. In order to obtain its non-static behavior properties and to compare the difference between static and non-static conditions, a new kind of analysis method which chooses characteristic parameters based on shape memory effect and super-elasticity was adapted to analysis the effect of different strain rates on SMA characteristic. Then uniaxial loading and unloading experiments are carried out at strain rates 0.0005 /s, 0.001 /s, 0.005 /s, 0.01 /s, 0.05 /s and 0.1 /s under constant temperature. Within these strain rates the following results are obtained. With strain rate increasing Yang module of every pure phase in the SME and SE always keeps constant, the start and finish critical stresses increase during loading and decrease during unloading, furthermore the area of hysteresis loop increases, the value of transformation coefficient probably increases in SME, and almost keeps invariability in SE.

Key words: shape memory alloy (SMA); dynamic property; strain rate; characteristic parameter