



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104596846 A

(43) 申请公布日 2015. 05. 06

(21) 申请号 201410825943. 8

(22) 申请日 2014. 12. 25

(71) 申请人 中国科学院力学研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路 15 号

(72) 发明人 郇勇 刘薇 董杰 代玉静 朱静静

(74) 专利代理机构 北京和信华成知识产权代理 事务所(普通合伙) 11390

代理人 胡剑辉

(51) Int. Cl.

G01N 3/08(2006. 01)

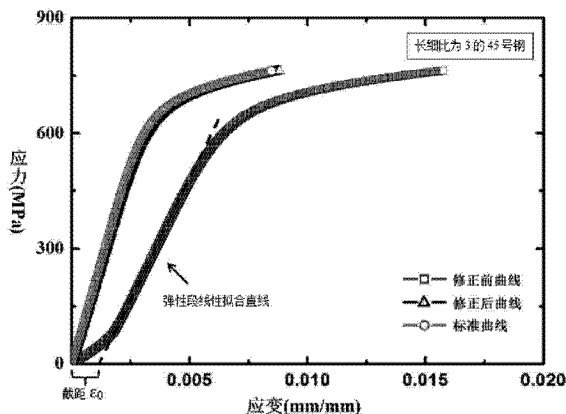
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种在金属材料压缩试验中修正弹性模量及 应力-应变曲线的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种用于修正金属材料压缩试验中弹性模量及应力-应变曲线的方法及其相关的模型,所述模型为“三明治”模型;采用上述模型得到的修正金属材料压缩弹性模量及应力-应变曲线的方法可以对绝大多数具有线性强化行为的金属材料的国标或非国标试样,特别是L=(2.5~3.5)d或L=(2.5~3.5)b,或者L=2d或L=2b的金属试样进行修正,从而能够在国标规定不适合测压缩弹性模量的试样上测得真实压缩弹性模量;特别的,该方法可用于修正小尺寸的非国标试样的压缩弹性模量和应力-应变曲线。这不仅极大地方便了力学本构方程的构建,而且对新材料研发来说,降低了测试技术对试样尺寸形状的要求,测得的力学参数更为可靠,缩短了研发周期。



1. 一种修正金属材料压缩试验中压缩弹性模量 E_c 的方法, 其特征在于, 包括以下步骤:

(1) 用材料试验机对试样进行压缩试验, 记录试样的总变形, 得到力 - 变形曲线; 把力 - 变形曲线转换成工程应力 - 应变曲线; 把工程应力 - 应变曲线转换成真应力 - 应变曲线;

(2) 在真应力 - 应变曲线上截取弹性段斜率作为试验模量 E_s , 截取强化段斜率作为强化模量 E_p ;

(3) 将试验模量 E_s 和强化模量 E_p 带入公式 (3) 或公式 (4):

$$\beta = 0.21m = 0.21 \frac{E_p}{E_s} \quad (3)$$

$$\beta = 0.26m = 0.26 \frac{E_p}{E_s} \quad (4)$$

计算得出塑性比系数 β ; 其中, 当试样尺寸符合 $L = (2.5 \sim 3.5)d$ 或 $L = (2.5 \sim 3.5)b$ 时, 用公式 (3) 计算得到塑性比系数 β ; 当试样尺寸符合 $L = 2d$ 或 $L = 2b$ 时, 用公式 (4) 计算得到塑性比系数 β ;

(4) 将试验模量 E_s 、强化模量 E_p 和塑性比系数 β 带入公式 (5):

$$E_c = \frac{(1-2\beta)E_s E_p}{E_p - 2\beta E_s} \quad (5)$$

计算得出材料真实的压缩弹性模量 E_c 。

2. 一种金属材料压缩试验中应力 - 应变曲线的修正方法, 包括以下步骤:

(1) 用材料试验机对试样进行压缩试验, 记录试样的总变形, 得到力 - 变形曲线; 把力 - 变形曲线转换成工程应力 - 应变曲线; 把工程应力 - 应变曲线转换成真应力 - 应变曲线;

(2) 在真应力 - 应变曲线上截取弹性段斜率作为试验模量 E_s , 截取强化段斜率作为强化模量 E_p ;

(3) 将试验模量 E_s 和强化模量 E_p 带入公式 (3) 或公式 (4):

$$\beta = 0.21m = 0.21 \frac{E_p}{E_s} \quad (3)$$

$$\beta = 0.26m = 0.26 \frac{E_p}{E_s} \quad (4)$$

计算得出塑性比系数 β ; 其中, 当试样尺寸符合 $L = (2.5 \sim 3.5)d$ 或 $L = (2.5 \sim 3.5)b$ 时, 用公式 (3) 计算得到塑性比系数 β ; 当试样尺寸符合 $L = 2d$ 或 $L = 2b$ 时, 用公式 (4) 计算得到塑性比系数 β ;

(4) 将试验模量 E_s 、强化模量 E_p 和塑性比系数 β 带入公式 (5):

$$E_c = \frac{(1-2\beta)E_s E_p}{E_p - 2\beta E_s} \quad (5)$$

计算得出材料真实的压缩弹性模量 E_c 。

(5) 根据式 (6) 对应变数据进行修正, 应力数据保持不变, 重新绘制修正后的真应

力 - 应变曲线 :

$$\varepsilon_c = \frac{E_S}{E_c} (\varepsilon_t - \varepsilon_0) \quad (6)。$$

3. 如权利要求 2 所述的修正方法,其特征在于,步骤 (5) 中,修正后的真应力 - 应变曲线,其弹性段的起始弧段采用线性拟合的直线替代;所述的线性拟合的直线是对金属材料在弹性形变阶段的修正前的真应力 - 应变曲线拟合的直线, ε_0 为其与应变轴的截距。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的修正方法,其特征在于,步骤 (1) 中,所述试样的总变形用设置在上、下压盘上的位移传感器测量上、下压盘之间的相对位移得到。

5. 如权利要求 1 或 4 所述的修正方法的应用,其特征在于,用于修正金属材料压缩试验中压缩弹性模量 E_c ;其中所述金属材料为 $L = (2.5 \sim 3.5)d$ 或 $L = (2.5 \sim 3.5)b$, 或者 $L = 2d$ 或 $L = 2b$ 的金属试样。

6. 如权利要求 2 或 3 所述的修正方法的应用,其特征在于,用于修正金属材料压缩试验中的应力 - 应变曲线;其中所述金属材料为 $L = (2.5 \sim 3.5)d$ 或 $L = (2.5 \sim 3.5)b$, 或者 $L = 2d$ 或 $L = 2b$ 的金属试样。

7. 一种推导出如权利要求 1 或 2 所述的修正方法采用的模型,其特征在于,所述模型为“三明治”模型,将试样分成三部分:上下两部分的模量为材料进入强化段后的斜率 E_p , 占试样总体积的 2β , 中间部分的模量为材料的真实模量 E_T , 占试样总体积的 $(1-2\beta)$, 试样总变形量等于三个部分变形量的叠加:

$$\Delta l_s = \Delta l_T + 2\Delta l_p \quad (7)$$

将均匀变形假设中力与位移的关系式代入式 (7) 可得到:

$$\frac{1}{E_S} = \frac{1-2\beta}{E_T} + \frac{2\beta}{E_P} \quad (8)$$

理论上,修正后的压缩模量值应该等于真实的压缩模量值: $E_c = E_T$, 即由式 (8) 导出式 (5);所述的修正的压缩弹性模量的表达式为:

$$E_c = \frac{(1-2\beta)E_S E_P}{E_P - 2\beta E_S} \quad (5)$$

其中 E_c 为修正后弹性模量, E_p 为强化段的斜率, E_s 为实验得出的弹性模量, β 由式 (3) 或 (4) 得到。

一种在金属材料压缩试验中修正弹性模量及应力 - 应变曲线的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及材料力学性能检测领域,具体的说,涉及一种修正金属材料压缩试验中弹性模量及应力 - 应变曲线的方法及相关模型。

背景技术

[0002] 单轴压缩试验是测试金属材料力学性能的通用方法之一,具有测试方法简单、测试结果具有明确的物理意义等优点,在工程设计和材料力学性能研究中被广泛采用。

[0003] 目前国标《GB/T 7314-2005 金属材料室温压缩试验方法》规定,圆柱体试样必须满足的直径 $d = 10\text{mm} \sim 20\text{mm}$,正方形截面的柱体试样必须满足 $b = 10\text{mm} \sim 20\text{mm}$ 。其中,对于 $L = (1 \sim 2)d$ 的圆柱体试样和 $L = (1 \sim 2)b$ 的正方形截面的柱体试样,仅适用于测定 R_{mc} (脆性材料的抗压强度;或塑性材料的规定应变条件下的压缩应力); $L = (2.5 \sim 3.5)d$ 和 $L = (2.5 \sim 3.5)b$ 的试样适用于测定 R_{pc} (规定非比例压缩强度)、 R_{tc} (规定总压缩强度)、 R_{ehc} (上压缩屈服强度)、 R_{elc} (下压缩屈服强度)、 R_{mc} (脆性材料的抗压强度;或塑性材料的规定应变条件下的压缩应力); $L = (5 \sim 8)d$ 和 $L = (5 \sim 8)b$ 的试样适用于测定 $R_{pc0.01}$ (规定非比例压缩应变为 0.01% 时的压缩应力) 和 E_c (压缩弹性模量)。美国《ASTM E9-09: Standard Test Methods of Compression Testing of Metallic Materials at Room Temperature》中也有类似规定。

[0004] 试样如果不符合规定,就很难得到可靠的结果。本发明人对不同长细比的试样进行压缩实验发现:长细比越大,测得的压缩弹性模量就越大,更接近标称值,但强度会比标称值小很多;而长细比越小,测得的压缩弹性模量就越小,和标称值差距会更大,但强度会变大,更接近标称值。这些现象恰恰证明了国标相关规定的合理性。

[0005] 进一步研究发现,造成 $L = (1 \sim 2)d$ 和 $L = (2.5 \sim 3.5)d$ 的圆柱体国标试样以及 $L = (1 \sim 2)b$ 和 $L = (2.5 \sim 3.5)b$ 的正方形柱体国标试样压缩弹性模量测不准的主要原因,不是测不准试样变形量,而是试样上下两个端面的附近区域在压缩过程中会存在较强的应力集中区,此处局部材料会比中间段材料先一步进入塑性阶段,使得试样整体应力和应变分布不符合均匀变形假设,造成用这种尺寸的试样测得的压缩弹性模量会比标称值小很多。

[0006] 为减轻这种问题带来的影响,国家标准规定采用 $L = (5 \sim 8)d$ 和 $L = (5 \sim 8)b$ 的试样测压缩弹性模量,以使得两端的应力集中区占比相对缩小。但是这种尺寸的试样压缩时会很快失稳,因此测得的其他力学参数(例如屈服强度等、抗压强度等)和标称值有很大出入。所以这种尺寸试样只适合用来测压缩弹性模量。更重要的是,申请人研究发现,即使这种尺寸试样,试验测得的压缩弹性模量仍然和标称值有一定差距,例如直径 10mm 高 80mm 的 45 号钢,试验测得的压缩弹性模量是 164GPa,而标称值是 214GPa。这说明两个端面的局部非均匀变形对压缩弹性模量的测量带来了不可忽略的影响。

[0007] 目前,力学基础研究和新材料研发过程中存在两种需求:

[0008] 其一,试样尺寸可以按照国标要求加工,但希望通过一种尺寸的试样压缩试验,获得一条完整、真实的应力-应变曲线以便于力学本构方程的研究,这样就可以从一条应力-应变曲线中提取出包含弹性模量在内的多个力学参数。

[0009] 其二,即使试样尺寸无法按照国标要求加工(例如国标规定试样直径 10mm~20mm,而很多材料研发阶段尺寸很小,无法满足这一要求),也希望能够获得一条完整、真实的应力-应变曲线以便于力学本构方程的研究。

[0010] 以上两种需求,都希望在国标规定的不适合测量压缩弹性模量的试样上测得压缩弹性模量。

[0011] 但是,目前遇到的最为棘手的问题是:由 $L = (1 \sim 2)d$ 和 $L = (2.5 \sim 3.5)d$ 的圆柱体试样以及 $L = (1 \sim 2)b$ 和 $L = (2.5 \sim 3.5)b$ 的正方形柱体试样直接测得的压缩弹性模量和标称值相差过大。例如申请人研究发现,45 号钢采用 $L = 3d$ 的圆柱体试样测得的压缩弹性模量仅为标称值的 0.6 倍,这显然远远超出了误差允许范围。也就是说,由这种尺寸的试样的压缩应力-应变曲线计算出的压缩弹性模量是错误的。

[0012] 基于上述要求,本发明提出了一种在金属材料压缩试验中修正弹性模量和应力-应变曲线的方法。所述方法可以对 $L = (2.5 \sim 3.5)d$ 或 $L = (2.5 \sim 3.5)b$ 以及 $L = 2d$ 或 $L = 2b$ 的国标或非国标试样的压缩弹性模量进行修正,即可以从不符合国标规定的,本来并不适合测试压缩弹性模量的试样上得到真实的压缩弹性模量,从而获得一条更加符合材料真实情况的应力-应变曲线。(顺序颠倒,应该是先获得正确的弹性模量,才能得到正确的应力应变曲线。)

发明内容

[0013] 本发明的目的是提供一种修正金属材料压缩弹性模量的方法。

[0014] 本发明的另一目的是提供修正金属材料压缩应力-应变曲线的方法。

[0015] 本发明的再一目的是提供可用于修正金属材料压缩试验中压缩弹性模量和/或应力-应变曲线的相关模型。

[0016] 所述方法可以对 $L = (2.5 \sim 3.5)d$ 或 $L = (2.5 \sim 3.5)b$ 以及 $L = 2d$ 或 $L = 2b$ 的国标或非国标试样的压缩弹性模量进行修正,即可以从不符合国标规定的,本来并不适合测试压缩弹性模量的试样上得到真实的压缩弹性模量,从而获得一条更加符合材料真实情况的应力-应变曲线。特别的,该方法可用于修正小尺寸的非国标试样的应力-应变曲线。这不仅极大地方便了力学本构方程的构建,而且对新材料研发来说,降低了测试技术对试样尺寸形状的要求,测得的力学参数更为可靠,缩短了研发周期。

[0017] 本发明所述的修正金属材料压缩试验中压缩弹性模量 E_c 的方法,包括以下步骤:

[0018] (1) 用材料试验机对试样进行压缩试验,记录试样的总变形,得到力-变形曲线;把力-变形曲线转换成工程应力-应变曲线;把工程应力-应变曲线转换成真应力-应变曲线;

[0019] (2) 在真应力-应变曲线上截取弹性段斜率作为试验模量 E_s ,截取强化段斜率作为强化模量 E_p ;

[0020] (3) 将试验模量 E_s 和强化模量 E_p 带入公式 (3) 或公式 (4):

$$[0021] \quad \beta = 0.21m = 0.21 \frac{E_P}{E_S} \quad (3)$$

$$[0022] \quad \beta = 0.26m = 0.26 \frac{E_P}{E_S} \quad (4)$$

[0023] 计算得出塑性比系数 β ;其中,当试样尺寸符合 $L = (2.5 \sim 3.5)d$ 或 $L = (2.5 \sim 3.5)b$ 时,用公式 (3) 计算得到塑性比系数 β ;当试样尺寸符合 $L = 2d$ 或 $L = 2b$ 时,用公式 (4) 计算得到塑性比系数 β ;

[0024] (4) 将试验模量 E_S 、强化模量 E_P 和塑性比系数 β 带入公式 (5) :

$$[0025] \quad E_C = \frac{(1-2\beta)E_S E_P}{E_P - 2\beta E_S} \quad (5)$$

[0026] 计算得出材料真实的压缩弹性模量 E_C 。

[0027] 另外,本发明所述的在金属材料压缩试验中修正压缩应力 - 应变曲线的方法,包括以下步骤:

[0028] (1) 用材料试验机对试样进行压缩试验,记录试样的总变形,得到力 - 变形曲线;把力 - 变形曲线转换成工程应力 - 应变曲线;把工程应力 - 应变曲线转换成真应力 - 应变曲线;

[0029] (2) 在真应力 - 应变曲线上截取弹性段斜率作为试验模量 E_S ,截取强化段斜率作为强化模量 E_P ;

[0030] (3) 将试验模量 E_S 和强化模量 E_P 带入公式 (3) 或公式 (4) :

$$[0031] \quad \beta = 0.21m = 0.21 \frac{E_P}{E_S} \quad (3)$$

$$[0032] \quad \beta = 0.26m = 0.26 \frac{E_P}{E_S} \quad (4)$$

[0033] 计算得出塑性比系数 β ;其中,当试样尺寸符合 $L = (2.5 \sim 3.5)d$ 或 $L = (2.5 \sim 3.5)b$ 时,用公式 (3) 计算得到塑性比系数 β ;当试样尺寸符合 $L = 2d$ 或 $L = 2b$ 时,用公式 (4) 计算得到塑性比系数 β ;

[0034] (4) 将试验模量 E_S 、强化模量 E_P 和塑性比系数 β 带入公式 (5) :

$$[0035] \quad E_C = \frac{(1-2\beta)E_S E_P}{E_P - 2\beta E_S} \quad (5)$$

[0036] 计算得出材料真实的压缩弹性模量 E_C 。

[0037] (5) 根据式 (6) 对应变数据进行修正,应力数据保持不变,重新绘制修正后的真应力 - 应变曲线:

$$[0038] \quad \varepsilon_c = \frac{E_S}{E_C} (\varepsilon_t - \varepsilon_0) \quad (6)$$

[0039] 其中,步骤 (1) 中,所述试样的总变形用设置在上、下压盘上的位移传感器测量上、下压盘之间的相对位移得到。

[0040] 具体的说,步骤 (1) 如下进行:(1') 采用材料试验机对试样进行压缩,用位移传感器测量上、下压盘之间的位移作为试样的总变形,得到力 - 变形曲线 ($F - \Delta L$) ;

[0041] (2') 由式 (1) 把力 - 变形曲线转换成工程应力 - 应变曲线;

$$[0042] \quad \begin{cases} \varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \\ \sigma = \frac{F}{S} \end{cases} \quad (1)$$

[0043] 式中 S 为试样原始横截面积, L_0 为试样原始长度;

[0044] (3') 由式 (2) 把工程应力 - 应变曲线转换成真应力 - 应变曲线;

$$[0045] \quad \begin{cases} \sigma_t = \sigma_e(1 - \varepsilon_e) \\ \varepsilon_t = \ln \frac{1}{1 - \varepsilon_e} \end{cases} \quad (2)$$

[0046] 由此, 可以由材料试验机测试得到的工程应力 - 应变曲线转换成真应力 - 应变曲线。

[0047] 特别的, 步骤 (5) 中, 修正时注意先将弹性段的起始弧段采用线性拟合的直线替代; 所述的线性拟合的直线是对金属材料在弹性形变阶段的 (修正前的) 真应力 - 应变曲线拟合的直线, ε_0 为其与应变轴的截距。

[0048] 由新的修正后的真应力 - 应变曲线的弹性段可以获得压缩弹性模量 E_c , E_c 而由于应力值未变动, 因此该曲线上的 R_{pc} (规定非比例压缩强度)、 R_{tc} (规定总压缩强度)、 R_{ehc} (上压缩屈服强度)、 R_{elc} (下压缩屈服强度)、 R_{mc} (脆性材料的抗压强度; 或塑性材料的规定应变条件下的压缩应力) 等参数仍然有效。通过这种修正, 在原本国标中规定无法用来测压缩弹性模量的试样上, 测得了压缩弹性模量。

[0049] 本发明提出的数据修正方法, 虽然是以 $L = (2.5 \sim 3.5)d$ 或 $L = (2.5 \sim 3.5)b$ 以及 $L = 2d$ 或 $L = 2b$ 的试样为研究对象提出, 但该修正方法同样适用于其它长细比的试样, 只需要调整修正公式中塑性比系数 β 即可, 即只要修改公式 (3) 或者公式 (4) 中 β 与 m 的关系式, 而公式 (5) 不变。

[0050] 本发明所述的方法中, 步骤 (1) 中采用的材料试验机是本领域常用的、符合行业检定规定的各种材料试验机; 所述位移传感器可采用传感器领域常用的应变式、电感式、电容式、拉线式、光栅尺、激光等多种位移传感器。

[0051] 本发明所述的方法中, 公式 (3) 与公式 (4) 中 β 与 m 的关系式由几种典型金属材料试验数据拟合得到。当试样尺寸符合 $L = (2.5 \sim 3.5)d$ 或 $L = (2.5 \sim 3.5)b$ 时, β 与 m 的关系满足公式 (3); 当试样尺寸符合 $L = 2d$ 或 $L = 2b$ 时, β 与 m 的关系满足公式 (4)。

[0052] 本发明所述的方法中, 公式 (5) 由本发明提出的一种“三明治”模型所推导出来。“三明治”模型是将试样分成三部分 (见图 6): 上下两部分的模量为材料进入强化段后的斜率 E_p , 占试样总体积的 2β , 中间部分的模量为材料的真实模量 E_T , 占试样总体积的 $(1-2\beta)$ 。令三个部分都满足均匀变形假设。试样总变形量等于三个部分变形量的叠加:

$$[0053] \quad \Delta l_s = \Delta l_T + 2\Delta l_p \quad (7)$$

[0054] 将均匀变形假设中力与位移的关系式代入式 (7) 可得到:

$$[0055] \quad \frac{1}{E_S} = \frac{1-2\beta}{E_T} + \frac{2\beta}{E_P} \quad (8)$$

[0056] 修正后的压缩模量值理论上应该等于真实的压缩模量值 $E_c = E_T$, 即由式 (8) 导出式 (5)。

[0057] 与现有的修正方法相比,本发明优点如下:

[0058] (1) 该方法对试验机操作要求简单,不需要对试验机进行改动,所需位移传感器是现在广泛采用的应变式位移传感器,可靠性高,经济实用。

[0059] (2) 数据修正计算过程简单,在原本国标中规定无法用来测模量的试样上很容易通过修正获得真实压缩弹性模量。

[0060] (3) 该方法适用于绝大多数具有线性强化行为的金属材料。

[0061] (4) 该方法同样适用于尺寸较小不满足国标要求的非国标试样。

附图说明

[0062] 图 1 为压缩试验位移传感器安装示意图;

[0063] 图 2 为长细比为 3 的 45 号钢试样压缩试验获得的力 - 变形曲线;

[0064] 图 3 为长细比为 3 的 45 号钢工程应力 - 应变曲线和真应力 - 应变曲线;

[0065] 图 4 为长细比为 3 的 45 号钢修正前的真应力 - 应变曲线和修正后的真应力 - 应变曲线。

[0066] 图 5 为长细比为 2 的 304 钢修正前的真应力 - 应变曲线和修正后的真应力 - 应变曲线;

[0067] 图 6 为本发明提出的“三明治”结构示意图。

具体实施方式

[0068] 下面结合具体实施例进一步阐明本发明,应理解这些实施例仅用于说明本发明而不适用于限制本发明的范围。

[0069] 实施例 1

[0070] 下面结合附图对本发明的优选实施例进行详细说明:

[0071] (1) 将试样放置在上、下压盘之间,并在上、下压盘之间安装位移传感器,用来测量上、下压盘之间的位移作为试样的压缩变形,如图 1 所示。这种测试方法可以保证测量的变形是试样的压缩变形,而且由于位移传感器位于上、下压盘的侧面,不会因试样意外突然断裂而被压盘压坏,相对比较安全。

[0072] 此处使用的试样是长细比为 3 的 45 号钢,直径 10mm,高度 30mm。此处使用的位移传感器为应变式位移传感器。也可以采用激光或视频等非接触式位移传感器。

[0073] (2) 启动材料试验机开始压缩试验,测得试样的力 - 变形曲线,见图 2。

[0074] (3) 根据式 (1) 将力 - 变形曲线转化成工程应力 - 应变曲线,再根据式 (2) 转化成真应力 - 应变曲线,见图 3。

[0075] (4) 在真应力 - 应变曲线上截取线性段斜率作为试验模量 E_s , 截取强化段斜率作为强化模量 E_p , 见图 3。

[0076] 该实施例中,45 号钢试验模量 E_s 为 122.5GPa, 强化模量 E_p 为 8.4GPa。

[0077] (5) 将试验模量 E_s 、强化模量 E_p 带入公式 (3):

$$[0078] \quad \beta = 0.21m = 0.21 \frac{E_p}{E_s} \quad (3)$$

[0079] 计算得出塑性比系数 β 为 0.0144。

[0080] (6) 将塑性比系数 β 带入公式 (5)

$$[0081] \quad E_C = \frac{(1-2\beta)E_S E_P}{E_P - 2\beta E_S} \quad (5)$$

[0082] 计算得出 45 号钢压缩弹性模量 E_c 为 205.1GPa ;标称值为 214GPa。

[0083] (7) 根据式 (6) 对应变数据进行修正,应力数据保持不变,重新绘制新

[0084] 的真应力 - 应变曲线。

$$[0085] \quad \varepsilon_c = \frac{E_S}{E_c} (\varepsilon_t - \varepsilon_0) \quad (6)$$

[0086] 修正时注意先将弹性段的起始弧段采用线性拟合的直线替代,见图 4。

[0087] 该实施例中,长细比 3 的 45 号钢国标尺寸试样,压缩试验测得的模量为 122.5GPa,和标称值 214GPa 相差太大(误差 42.8%)。

[0088] 而使用本发明中提出的方法修正后,得到压缩弹性模量为 205.1GPa,和标称值吻合很好(误差 4.2%)。

[0089] 实施例 2

[0090] 此处使用的试样是长细比为 2 的 304 钢,直径 10mm,高度 20mm。步骤与实例 1 相同,但在第 (5) 步时,将公式 (3) 改为公式 (4),修正过程同说明书中长细比为 3 的试样的 β 的修正过程。修正前后应力应变曲线对比见图 5。

$$[0091] \quad \beta = 0.26m = 0.26 \frac{E_P}{E_S} \quad (4)$$

[0092] 该实施例中,长细比 2 的 304 钢国标尺寸试样,压缩试验测得的模量为 78.1GPa,和标称值 188.6GPa 相差很大(误差 58.6%)。

[0093] 而使用本发明中提出的方法修正后,得到压缩弹性模量为 160.5GPa,和标称值更接近(误差 14.9%)。

[0094] 通过这种修正,从国标中不适合测量压缩弹性模量的试样上测得了真实的压缩弹性模量。同时, R_{pc} (规定非比例压缩强度)、 R_{tc} (规定总压缩强度)、 R_{ehc} (上压缩屈服强度)、 R_{elc} (下压缩屈服强度)、 R_{mc} (脆性材料的抗压强度;或塑性材料的规定应变条件下的压缩应力)等参数仍然有效。这样在一种尺寸试样上即可获得全部力学参数,避免了更换不同尺寸试样可能带来的误差。

[0095] 此外,对于一些尺寸过小难以按照国标要求加工的试样来说,也可以通过该方法,获得真实的压缩弹性模量、 R_{pc} (规定非比例压缩强度)、 R_{tc} (规定总压缩强度)、 R_{ehc} (上压缩屈服强度)、 R_{elc} (下压缩屈服强度)、 R_{mc} (脆性材料的抗压强度;或塑性材料的规定应变条件下的压缩应力)等参数。

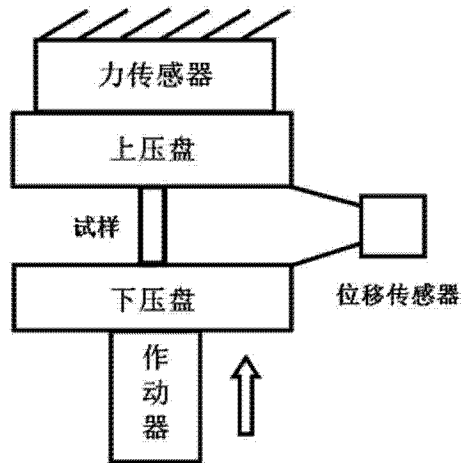


图 1

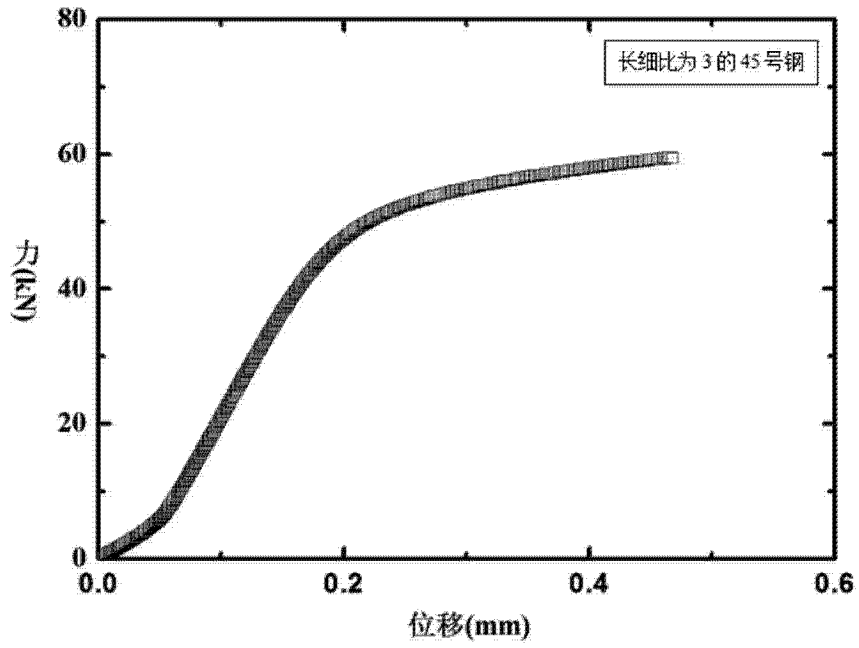


图 2

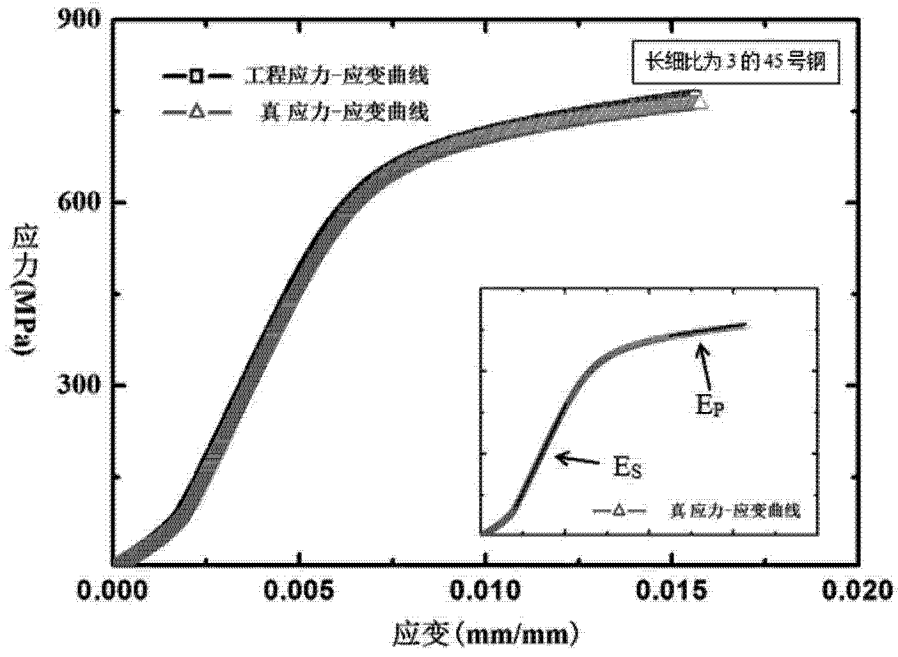


图 3

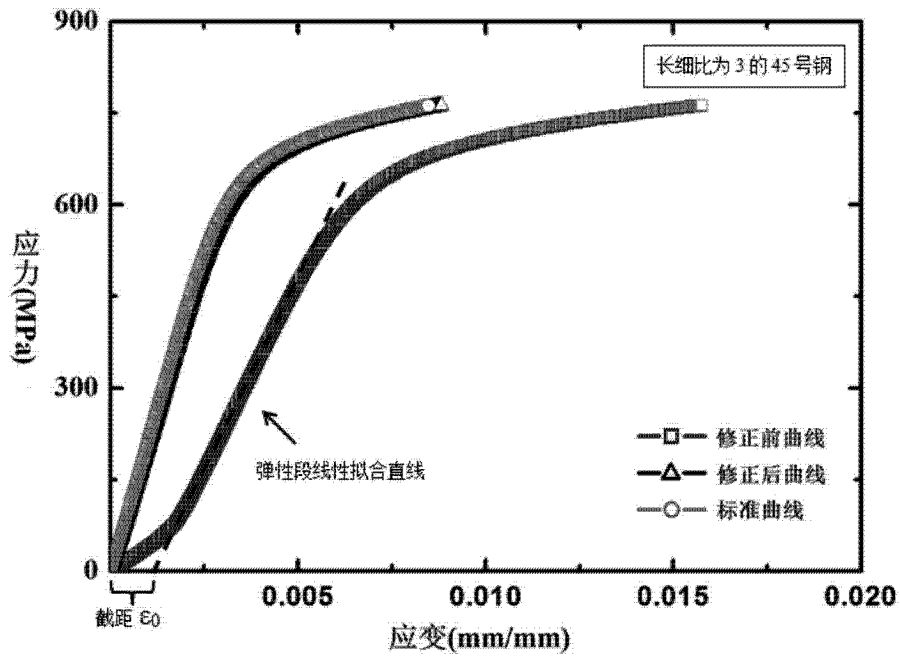


图 4

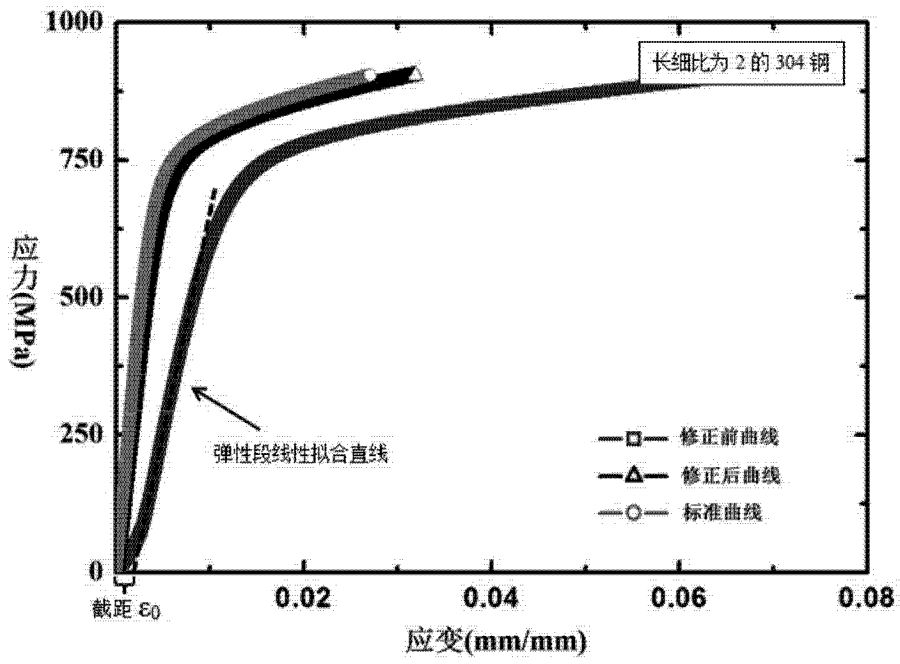


图 5

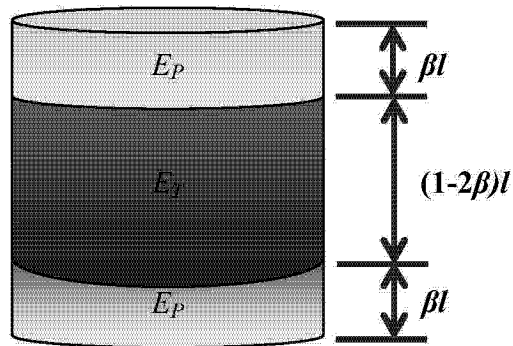


图 6