



MSE



科技创新与论文写作

科技论文的写作

袁志钟

材料科学与工程学院



MSE



知识点

科技论文正文部分的写作要求

袁志钟

材料科学与工程学院

论文的大致构成

前置部分

- ◆ 题目
- ◆ 作者
- ◆ 摘要
- ◆ 关键词

正文部分

- ◆ 引言
- ◆ 实验
- ◆ 结果与讨论
- ◆ 结论
- ◆ 致谢

其他部分

- ◆ 参考文献
- ◆ 附录

科技论文正文部分的构成

科技论文 正文部分的构成



引言

正文

结论

致谢

引言

引言 的 概念 和 内容

(1) 研究的理由、目的和背景等。包括问题的提出，研究对象及基本特征，前人工作，存在不足，希望解决什么问题，该研究有什么作用 and 意义等

(2) 理论依据、实验基础和研究方法思路等。引用介绍他人或自己的工作、已有的理论或他人观点，需提及或注明文献。引出新概念则需要说明

(3) 预期的结果及地位、作用、意义等

引言有哪些写作要求？

引言的写作要求

1

言简意赅，突出重点。语句应尽可能地精炼，有时一、二句话就是一个层次

2

开门见山，不绕圈子，不宜铺垫太多

3

尊重科学，不落俗套。意思表达上既不要太谦虚，也不要太夸张。如“经费有限、时间仓促、错误在所难免”等词语都不必写

4

如实评述。防止吹嘘自己和贬低他人。用语准确，恰如其分

材料科学理论的发展和材料分析测试技术的进步,使确定成分、工艺、组织和性能等参量间的定量、半定量关系有了较大进展,逐步摆脱了过去的试错法或加减冶金法,进入从数量冶金学角度进行材料设计的阶段。文献[1]中提到 Irvine 等人分析了固溶处理后 18-8 型奥氏体不锈钢中合金元素的影响,用统计回归法得出了计算强度的经验公式。随着各种类型的超低温奥氏体钢的研究开发,以往的这些经验公式已不能满足设计要求。奥氏体钢在低温下形变、断裂时有着特殊的规律,合金元素和温度对强度的影响也较复杂。目前,对低温奥氏体钢尚没有较系统的定量研究。建立合金元素和温度对强度综合影响的表达式,为低温奥氏体钢的设计及应用提供依据,在理论和工程上都有积极的意义。

1 合金元素对室温强度的影响

溶质原子的固溶强化效应实际上是溶质原子与

位错的交互作用,它主要来源于尺寸不匹配和点阵弹性模量的变化。奥氏体的固溶强化规律不同于铁素体,奥氏体中溶质原子引起晶格畸变,球面对称畸变,并且影响了奥氏体的层错能,形成铃木气团。一般情况下,各合金元素对奥氏体的影响规律是线性的^[1,2],其中间隙原子 N、C 的强化作用最大,置换式溶质元素 Ni、Mn、Co 等取负。Ni 是起固溶软化作用的。

该领域发展趋势

影响奥氏体室温强度的因素,除固溶强化外,还有孪晶、晶粒大小、第二相等组织参量。假设所用的奥氏体钢在室温下均为单相奥氏体, M_s 、 M_{f0} 远低于 300 K。

前人研究及成果

氮化合物。本试验绝大部分合金的晶粒尺寸在 3~5 级,即晶粒的平均直径为 0.06~0.10 mm。一般来说,孪晶的作用很小^[3]。为简化处理,可以认为低温奥氏体钢的室温强度为:

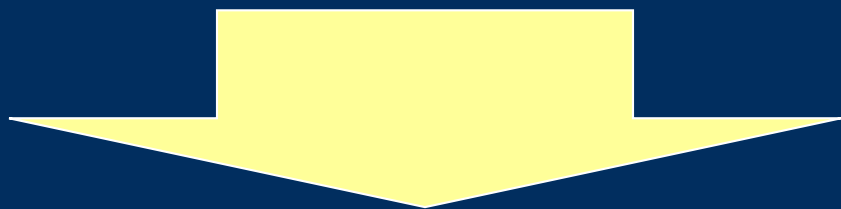
研究现状与意义

$$\sigma = \sigma_0 + f(\text{Me}) \quad (1)$$

正文部分

正文部分

论文核心



论文的论点、论据和论证

论文
立意

新颖

深刻

集中

实验类论文

构成

引言

实验
部分

结果与
讨论

结论

致谢

实验
部分

用到哪些材料、部件、样品？

用到哪些测试设备？

用到哪些测试方法？

结果与 讨论

得到哪些实验结果？

实验结果说明了什么？

为什么是这样的实验结果？

实验结果的 分析讨论

- 阐明研究结果的意义
- 发表作者自己的见解和观点
- 点明论文的主题
- 指出以后进一步研究的方向和工作

结果与讨论的总体写作要求

- 观点和材料的统一
- 文中的图、表的表达要完整
- 行文要准确、严谨、流畅，标点符号也要注意其准确性
- 结构层次安排得当，有条理
- 对有商业价值的内容不泄密，对需要保密的地方应作技术处理

正文部分标题的确定

1

不同的论点或内容叙述时，应该设立分标题

2

节（章）的标题要与文章总标题紧密联系起来，各节的标题尽可能要格调一致，并能表达节（章）所表达的内容

3

段的标题要与节的标题相联系，款的标题要与段的标题相关联；章、节、段、款在构思时要注意层次性、相关性和递进性

结构层次的安排

1

时空顺序——按时间顺序或在空间位置为序排列

2

推理顺序——按逻辑推理或理论推导步骤为序排列

3

并列顺序——根据写作对象的类别，分别列举叙述

4

总分顺序——按总体和分解的几个问题逐一叙述

段落安排

完整性：一个意思要在一段中讲完

单义性：一个段落，一般讲一个意思

逻辑性：段落之间的衔接顺序要符合逻辑顺序、因果顺序、总分或并列顺序

匀称性：文章中的段落长短要适度，不要一篇文章一段到底

含氮奥氏体钢时效析出 Cr_2N 的数值模拟

戴起勋, 袁志钟, 程晓农, 顾新福

(江苏大学材料科学与工程学院, 江苏 镇江 212013)

摘要: 研究 Fe-24Mn-18Cr-3Ni-0.6N 高氮奥氏体钢在 1 023 ~ 1 223 K 温度范围内时效过程中 Cr_2N 的析出规律. 根据析出相变热力学和动力学建立 Cr_2N 析出的定量计算的数理模型. 利用人工神经网络进行计算和验证, 结果是满意的. 该数学模型可用于高氮奥氏体钢时效 Cr_2N 析出的计算设计和预测.

关键词: 奥氏体不锈钢; 氮化物; 神经网络; 数学模型

中图分类号: TG142.25 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-7775(2004)02-0168-04

Numerical simulation of Cr_2N age-precipitation for high nitrogen stainless steels

DAI Qi-xun, YUAN Zhi-zhong, CHENG Xiao-nong, GU Xin-fu

(School of Materials Science and Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang, Jiangsu 212013, China)

Abstract: At the temperatures ranging from 1 023 K to 1 223 K, the Cr_2N age-precipitation for high nitrogen austenitic stainless steels was studied. A mathematical model of Cr_2N age-precipitation was established based on the thermodynamics and kinetics of phase transformation. The results were tested by artificial neural network and proved to be satisfactory. The mathematical model can be used in the calculation design and predication of Cr_2N age-precipitation in high nitrogen stainless steels.

Key words: austenitic stainless steels; nitride; neural network; mathematical model

含氮奥氏体钢在 773 ~ 1 323 °C 温度范围内时效过程中对 Cr_2N 等化合物的析出比较敏感. 这些化合物的析出会降低钢的塑韧性, 特别是低温韧性, 对钢的腐蚀和磨损性能也有较大的影响. 研究这类钢的中温析出过程对钢的热处理、轧制等生产过程的控制及使用有很大的实际意义. Simmons^[1]研究了 Fe-19Cr-5Ni-5Mn-3Mo-0.7N 奥氏体钢中 Cr_2N 脱溶沉淀的规律及对性能的影响. Satyanarayana 等^[2]研究了 Fe-Cr-Ni-Al-Zr 奥氏体钢的析出相 NiAl 的晶体学关系. 对于 Fe-Mn-Cr-N 系列的高强度奥氏体钢中温组织稳定性所见报道不多, 而建立相关的数理模型尚未见有报道. 在受热条件下, 不同成

分奥氏体钢的第二相析出比较复杂, 析出相也很多, 而且不同化合物的析出机制和规律可能也有所不同. 在工程应用层次的奥氏体钢设计系统中, 中温组织稳定性也是重要的一方面^[3]. 作者研究了含氮奥氏体钢的 Cr_2N 析出形貌^[4], 本文从建立数理模型的角度对含氮奥氏体钢的 Cr_2N 脱溶沉淀动力学过程进行数值模拟的研究, 并利用 BP 人工神经网络进行验证.

1 试验材料与方法

实验材料为 Fe24Mn18Cr3Ni0.62N, 主要成分

收稿日期: 2003-10-28

基金项目: 江苏省蓝青工程人才基金资助项目

作者简介: 戴起勋(1948-), 男, 江苏吴江人, 教授, 博士生导师, 主要从事新材料开发与计算设计、材料激光物理、材料的形变断裂及强韧化的研究.

的质量分数 w : Mn 24.62%, Cr 13.18%, Ni 3.23%, N 0.62%, C 0.051%。固溶处理 (1 373 K × 1 h) 后金相组织为单相奥氏体, 晶粒度 7~8 级。将试验材料在 1 123、1 073 和 1 023 K 都进行 10、30、60、120、240、480 和 720 min 的等温试验, 在 1 173 K 只进行 10、30、60、90、120 和 240 min 的等温试验。金相试验所采用的腐蚀剂配比是硝酸: 盐酸: 甘油 = 1: 2: 2。在 JX-840A 型电子探针的 X 射线能谱成分分析仪上测定析出物化学成分。

2 Cr_2N 沉淀析出数理模型

从固溶体中脱溶析出第二相是一个形核长大的过程。一般来说, 其热力学驱动力来源于脱溶前后两种状态之间的体积自由焓之差。对于奥氏体钢在中温阶段时效析出第二相过程, 可设临界驱动力为 ΔG^* , 按经典形核理论它是由体积自由焓之差 ΔG_V 和界面能及应变能组成。需重视的是等温析出第二相的动力学, 即温度-时间的 TTP 图。这是一个形核动力学中的形核速率问题。形成 n^* 个析出相所需要的时间 t_S 可写为

$$t_S \approx \frac{n^*}{N_0} \cdot \frac{1}{Z\beta_K} \cdot \exp\left(\frac{\Delta G^*}{kT}\right) \quad (1)$$

式中, Z 为比例常数 Zeldovich 因子; N_0 是单位体积中可供形核地点的数目; k 是波尔兹曼常数; T 是绝对温度; β_K 是单位时间中与临界晶核相碰撞的原子数目。形核速率是热力学和动力学的综合问题。当温度降低, 即 ΔT 增大, ΔG_V 增大, ΔG^* 就降低, 其结果是减少 t_S 。 ΔT 增大, N_0 也增大, 结果是析出速度增大; 但另一方面, 脱溶析出相的形核长大是要靠原子的扩散来进行的。 β_K 是形核长大所需原子扩散的有效性因素, 它与原子扩散系数 D 成正比, $\beta_K \propto D \exp(-Q/kT)$ 。随着温度的变化, 由于热力学和动力学的综合作用, 形核速率形成了大家熟悉的“C”曲线形状 (见图 1)。

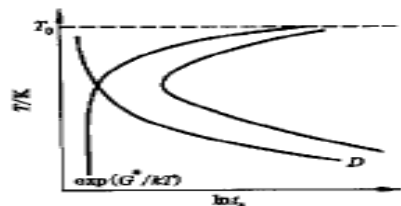


图 1 ΔG^* 与 D 综合作用下 t_S 与 T 的关系示意图
Fig. 1 Relation of t_S vs. T under the comprehensive influence of ΔG^* and D

所以, 式 (1) 可写成

$$t_S \approx \frac{n^*}{N_0} \cdot \frac{K}{Z} \cdot \exp\left(\frac{Q + \Delta G^*}{kT}\right) \quad (2)$$

在一定温度范围内, Q 与 ΔG^* 都主要和固溶体合金成分直接相关, 是合金成分的函数, 即 $Q + \Delta G^* = f(\text{Me})$ 合金元素。并设 $N_0 \propto \Delta T$, 一般认为 Cr_2N 会在 1 348 K 完全溶解^[5]。简化式 (2) 可得到

$$\ln t_S = \ln A + \ln \frac{1}{1348 - T} + \left[\frac{Q + \Delta G^*}{kT} \right] = \ln A + \frac{f(\text{Me})}{kT} + \ln \frac{1}{1348 - T} \quad (3)$$

合金元素的作用采用与作者其他数值模拟^[6,7]相一致的处理方式, 将式 (3) 写成

$$\ln t_S = a_0 + a_1/(1348 - T) + [a_2 + a_3 w(\text{Mn}) + a_4 w(\text{Cr}) + a_5 w(\text{Ni}) + a_6 (w(\text{N}) + w(\text{C})) + a_7 w(\text{Mo}) + a_8 w(\text{V})] / T \quad (4)$$

根据试验结果和有关文献报道的数据^[4,8-15], 将 Cr_2N 析出数据、材料成分及有关试验数据列于表 1。对式 (4) 进行计算机数据处理, 可得到计算表达式

$$\ln t_S = -9.91 + 324.80/(1348 - T) + 10723.72/T + 88.97 w(\text{Mn})/T + 130.6 w(\text{Cr})/T - 171.49 w(\text{Ni})/T - 3241.67(1.2 w(\text{N}) + w(\text{C}))/T + 44.54 w(\text{Mo})/T - 3701.26 w(\text{V})/T \quad (5)$$

式中 w 为合金元素质量分数, T 为绝对温度, t_S 的计算值见表 1。回归模型式 (5) 的相关系数 $R = 0.916$; F 检验的可信度达到 100%。总的来说这个模型的相关情况比较好。 t 检验的显著性很好, 只有 $w(\text{Mo})/T$ 项的显著性较差 ($t = 0.65$), 其他各项系数的可信度较高。图 2 是试验的 Cr_2N 析出的 TTP 曲线。

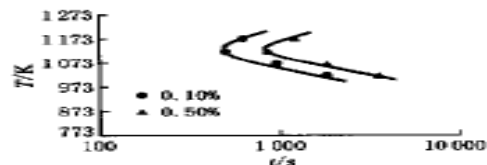


图 2 Cr_2N 等温析出动力学曲线
Fig. 2 Isothermal precipitation kinetics curve of Cr_2N

从式 (5) 可看出, N 元素是强烈的缩短析出时间; Mn 和 Cr 提高 N 元素固溶度, 所以都延缓 Cr_2N 的析出; V 是强烈的碳氮化合物形成元素, 起了促进析出的作用; Ni 降低 N 在奥氏体中的固溶度, 因

此缩短 Cr₂N 的析出时间。

表 1 钢的成分及 t_s 试验值与计算结果的比较
Tab. 1 Compositions of steels and calculation results

序号	化学成分 w/ %							数据 来源文献	时效 T/ K	t _g / min		
	Mn	Cr	Ni	N	C	Mo	V			试验值	计算值	BP 值
1	3.88	24.32	15.07	0.32	0.04	0	0	8	1 223	3.0	3.0	2.9
2	3.88	24.32	15.07	0.32	0.04	0	0	8	1 173	2.0	2.0	2.2
3	3.88	24.32	15.07	0.32	0.04	0	0	8	1 073	2.2	2.4	2.0
4	3.88	24.32	15.07	0.32	0.04	0	0	8	1 023	3.0	3.1	3.1
5	3.88	24.32	15.07	0.32	0.04	0	0	8	973	6.0	4.6	5.1
6	10.13	12.01	11.79	0.236	0.025	4.94	0	8	1 223	5.0	3.3	5.8
7	10.13	12.01	11.79	0.236	0.025	4.94	0	8	1 123	2.5	2.2	2.5
8	10.13	12.01	11.79	0.236	0.025	4.94	0	8	1 073	2.5	2.6	2.1
9	10.13	12.01	11.79	0.236	0.025	4.94	0	8	1 023	3.0	3.5	2.6

3 利用神经网络验证和预测

利用 BP 人工神经网络,可对建立的数学模型

所得到的结果进行验证,也可直接对 Cr₂N 的析出时间进行预测。作者计算采用的是 Neural Shell 2 软件。在计算过程中,定义合金元素质量分数 *w* 和温度 *T* 作为输入,*t* 作为输出。各合金元素的 *w* 值

为: Mn, 1 %~35 %; Cr, 12 %~25 %; Ni, 0 %~25 %; N, 0.05 %~1.2 %; C, 0 %~0.1 %; Mo, 0 %~10 %; V, 0 %~0.5 %; T 的范围 900~1 300 K. 时间 t 为: 0~1 000 min. 采用三层隐型 BP 网络, 计算结果列入表 1. 然后利用 Neural Shell 2 自带的代码生成器, 将计算代码以 C 语言格式导出, 并用 Visual C++ 编程计算, 生成可执行软件, 依次输入合金元素的质量分数和温度, 就可以对合金的 Cr_2N 沿晶析出的孕育期进行计算, 求出开始析出的时间来对材料的中温组织稳定性进行预测.

4 结 论

对 Fe-Cr-Mn-Ni-N 系奥氏体钢中温时效 Cr_2N 析出时间的数理模型进行了探讨, 根据理论分析和试验结果, 建立可定量计算预测的数学模型表达式 (5), 并利用 BP 人工神经网络对 Cr_2N 的析出数据进行处理, 可预测 Cr_2N 的开始析出时间, 同时也对计算模型进行验证, 计算结果是满意的.

参考文献(References)

- [1] Simmons J W. Influence of nitride (Cr_2N) precipitation on the plastic flow behavior of high-nitrogen austenitic stainless steel[J]. *Scripta Metallurgica et Materialia*, 1995, 32(2): 265 - 270.
- [2] Satyanarayana D V V, Malakondaiah G, Sarma D S. Characterization of age-hardening behavior of a precipitation-hardenable austenitic steel[J]. *Materials Characterization*, 2001, 47: 61 - 65.
- [3] 戴起勋, 程晓农, 等. 工程应用层次的奥氏体钢计算设计系统[J]. 江苏大学学报(自然科学版), 2003, 24(1): 75 - 78.
DAI Qi-xun, CHENG Xiao-nong, et al. Calculation design system of austenitic steels for engineering application[J]. *Journal of Jiangsu University (Natural Science Edition)*, 2003, 24(1): 75 - 78. (in Chinese)
- [4] 袁志钟, 戴起勋, 程晓农, 等. 高氮奥氏体钢的中温稳定性研究[J]. 金属热处理, 2004. (待发表)
YUAN Zhi-zhong, DAI Qi-xun, CHENG Xiao-nong, et al. Structure stability of high nitrogen stainless steels at elevated temperature[J]. *Metal Heat Treatment*, 2004.

(to appear) (in Chinese)

- [5] Perter M Ålner. On the ductile to brittle transition in austenitic steel[J]. *Materials Science and Engineering*, 1997, A234 - 236: 94 - 97.
- [6] DAI Qi-xun, WANG Ai-dong, CHENG Xiao-nong, et al. Effect of Me and T on strength for cryogenic austenitic steels[J]. *Materials Science Engineer A*, 2001, 311(1/2): 205 - 210.
- [7] CHENG Xiao-nong, DAI Qi-xun, WANG Ai-dong, et al. Effect of Me and T on impact toughness for cryogenic austenitic steels[J]. *Materials Science Engineer A*, 2001, 311(1/2): 211 - 216.
- [8] Maribel L, Saucedo-Munoz, et al. Effect of microstructure evolution on fracture toughness in isothermally aged austenitic stainless steels for cryogenic applications[J]. *Cryogenics*, 2000, 40: 637 - 700.
- [9] Goykhenberg Yn N, Mirzaev D A, Zhuravlev L G, et al. 高氮铬锰奥氏体钢的应力腐蚀破裂抗力、微观组织和性能[A]. 见: 高钢译文集[C]. 上海: 上海钢铁研究所, 1992.
- [10] Tchavedar Andreev, Tsolo Reshev. 反压铸造法——一种生产高氮不锈钢的有效方法[A]. 见: 高氮钢译文集[C], 上海: 上海钢铁研究所, 1992.
- [11] Uggowitzer P J, Speidel M O. 超高强度奥氏体不锈钢[A]. 见: 高氮钢译文集[C]. 上海: 上海钢铁研究所, 1992.
- [12] 傅万堂, 王 正, 刘文昌, 等. 18Mn-18Cr-0.5N 钢氮化物等温析出动力学研究[J]. 钢铁, 1998, 33(9): 45 - 48.
FU Wang-tang, WANG Zheng, LIU Wen-chang, et al. Investigation on isothermal precipitation kinetics of nitrides in 18Mn-18Cr-0.5N steel[J]. *Iron and Steel*, 1998, 33(9): 45 - 48. (in Chinese)
- [13] Vanderschaeve F, Taillard R, Foct J. Discontinuous precipitation of Cr_2N in a high nitrogen, chromium-manganese austenitic stainless steel[J]. *Journal of Materials Science*, 1995, 30: 6035 - 6046.
- [14] Simmons J W. Overview: high-nitrogen alloying of stainless steels[J]. *Materials Science and Engineering*, 1996, A207: 159 - 169.
- [15] Santhi Srinivas N C, Kutumbarao V V. On the discontinuous precipitation of Cr_2N in Cr-Mn-N austenitic stainless steels[J]. *Scripta Materialia*, 1997, 37(3): 285 - 291.

结 论

结 论

结论内容



结论是和引言相呼应的。作用同摘要一样。就内容来说，结论是全文总的观点和结论，是成果的要点。

结论格式



可以分点叙述，也可以用一小段话来叙述。根据论文具体内容来选择。一般不作自我评价。

为: Mn, 1%~35%; Cr, 12%~25%; Ni, 0%~25%; N, 0.05%~1.2%; C, 0%~0.1%; Mo, 0%~10%; V, 0%~0.5%; T 的范围 900~1 300 K. 时间 t 为: 0~1 000 min. 采用三层隐型 BP 网络. 计算结果列入表 1. 然后利用 Neural Shell 2 自带的代码生成器, 将计算代码以 C 语言格式导出, 并用 Visual C++ 编程计算, 生成可执行软件, 依次输入合金元素的质量分数和温度, 就可以对合金的 Cr_2N 沿晶析出的孕育期进行计算, 求出开始析出的时间来对材料的中温组织稳定性进行预测.

4 结 论

对 Fe-Cr-Mn-Ni-N 系奥氏体钢中温时效 Cr_2N 析出时间的数理模型进行了探讨, 根据理论分析和试验结果, 建立可定量计算预测的数学模型表达式 (5), 并利用 BP 人工神经网络对 Cr_2N 的析出数据进行处理, 可预测 Cr_2N 的开始析出时间, 同时也对计算模型进行验证, 计算结果是满意的.

参考文献 (References)

- [1] Simmons J W. Influence of nitride (Cr_2N) precipitation on the plastic flow behavior of high-nitrogen austenitic stainless steel[J]. *Scripta Metallurgica et Materialia*, 1995, 32(2): 265 - 270.
- [2] Satyanarayana D V V, Malakondaiah G, Sarma D S. Characterization of age-hardening behavior of a precipitation-hardenable austenitic steel[J]. *Materials Characterization*, 2001, 47: 61 - 65.
- [3] 戴起勋, 程晓农, 等. 工程应用层次的奥氏体钢计算设计系统[J]. 江苏大学学报(自然科学版), 2003, 24(1): 75 - 78.
DAI Qi-xun, CHENG Xiao-nong, et al. Calculation design system of austenitic steels for engineering application[J]. *Journal of Jiangsu University (Natural Science Edition)*, 2003, 24(1): 75 - 78. (in Chinese)
- [4] 袁志钟, 戴起勋, 程晓农, 等. 高氮奥氏体钢的中温稳定性研究[J]. 金属热处理, 2004. (待发表)
YUAN Zhi-zhong, DAI Qi-xun, CHENG Xiao-nong, et al. Structure stability of high nitrogen stainless steels at elevated temperature[J]. *Metal Heat Treatment*, 2004.

(to appear) (in Chinese)

- [5] Perter M Ölnar. On the ductile to brittle transition in austenitic steel[J]. *Materials Science and Engineering*, 1997, A234 - 236: 94 - 97.
- [6] DAI Qi-xun, WANG Ai-dong, CHENG Xiao-nong, et al. Effect of Me and T on strength for cryogenic austenitic steels[J]. *Materials Science Engineer A*, 2001, 311(1/2): 205 - 210.
- [7] CHENG Xiao-nong, DAI Qi-xun, WANG Ai-dong, et al. Effect of Me and T on impact toughness for cryogenic austenitic steels[J]. *Materials Science Engineer A*, 2001, 311(1/2): 211 - 216.
- [8] Maribel L, Saucedo-Munoz, et al. Effect of microstructure evolution on fracture toughness in isothermally aged austenitic stainless steels for cryogenic applications[J]. *Cryogenics*, 2000, 40: 637 - 700.
- [9] Goykhenberg Yn N, Mirzaev D A, Zhuravlev L G, et al. 高氮铬锰奥氏体钢的应力腐蚀破裂抗力、微观组织和性能[A]. 见: 高钢译文集[C]. 上海: 上海钢铁研究所, 1992.
- [10] Tchavedar Andreev, Tsolo Reshev. 反压铸造法——一种生产高氮不锈钢的有效方法[A]. 见: 高氮钢译文集[C], 上海: 上海钢铁研究所, 1992.
- [11] Uggowitzer P J, Speidel M O. 超高强度奥氏体不锈钢[A]. 见: 高氮钢译文集[C]. 上海: 上海钢铁研究所, 1992.
- [12] 傅万堂, 王 正, 刘文昌, 等. 18Mn-18Cr-0.5N 钢氮化物等温析出动力学研究[J]. 钢铁, 1998, 33(9): 45 - 48.
FU Wang-tang, WANG Zheng, LIU Wen-chang, et al. Investigation on isothermal precipitation kinetics of nitrides in 18Mn-18Cr-0.5N steel[J]. *Iron and Steel*, 1998, 33(9): 45 - 48. (in Chinese)
- [13] Vanderschaeve F, Taillard R, Foct J. Discontinuous precipitation of Cr_2N in a high nitrogen, chromium-manganese austenitic stainless steel[J]. *Journal of Materials Science*, 1995, 30: 6035 - 6046.
- [14] Simmons J W. Overview: high-nitrogen alloying of stainless steels[J]. *Materials Science and Engineering*, 1996, A207: 159 - 169.
- [15] Santhi Srinivas N C, Kutumbarao V V. On the discontinuous precipitation of Cr_2N in Cr-Mn-N austenitic stainless steels[J]. *Scripta Materialia*, 1997, 37(3): 285 - 291.

(责任编辑 汪再非)

一段话
的结论

分段的结论

定位、校正，然后标定出组件中电池片上的缺陷区域，在与知识库的比对过程中进一步分析缺陷类型。系统测试完成后，检验效果，如果达到预期效果，则系统研发成功；如果没有达到预期目标，则从新开始测试、软件调试研发。

这个系统的重点是知识库的建立和自动分析软件的开发。目前我们的开发团队中包含材料、测试、机器视觉的开发人员具备材料背景的人员，负责建立知识库，具备机器视觉开发背景的人员负责编写自动分析软件，具备测试背景的人员负责测试设备的调试、维修，并提供光伏组件的电致发光图像。

光缺陷类型。

4 结论

本文开发了基于机器视觉技术、具备自动识别功能的太阳能光伏组件电致发光测试系统，实现了以下主要功能：

- 1) 能够得到清晰的光伏组件电致发光图像；
- 2) 标出了光伏组件中问题电池片上的缺陷位置；
- 3) 根据电致发光图像分辨出太阳电池的缺陷类型。

可看出，我们开发的系统达到了预期的效

综述类论文

构成

引言

发展历史
重要进展

结论

致谢

致 谢

致谢



- 表达对论文工作有帮助的单位、人或基金项目
- 对被感谢者不要直书其姓名，应冠以敬称
如×××老师、×××师傅

致谢



206

Z.Z. Yuan et al. / Materials Science and Engineering A 475 (2008) 202–206

are mainly caused by high nitrogen content and its interactions with descending temperature.

Acknowledgements

The authors would like to appreciate the support provided by the Materials Friction Key Laboratory, Natural Science Foundation of Jiangsu Province (No. KJS03006) and Specialized Research Fund for the Doctoral Program of Higher Education (SRFDP) (No. 20050299008).

References

- [1] J.W. Simmons, Mater. Sci. Eng. A 207 (1996) 159–169.
- [2] Q. Dai, Y. Zheng, K. Chen, Mater. Charact. 42 (1999) 21–26.
- [3] H. Hanninen, J. Romu, R. Ilola, J. Tervo, A. Laitinen, J. Mater. Process. Technol. 117 (2001) 424–430.
- [4] P. Fenici, D. Boerman, V. Coen, E. Lang, C. Ponti, W. Schule, Nucl. Eng.
- [5] Z. Yuan, Q. Dai, X. Cheng, K. Chen, L. Pan, A. Wang, Mater. Charact. 56 (2006) 79–83.
- [6] X. Cheng, Q. Dai, A. Wang, L. Cheng, Mater. Sci. Eng. A 311 (2001) 211–216.
- [7] A. Di Schino, J.M. Kenny, M.G. Mecozzi, M. Barteri, J. Mater. Sci. 35 (2000) 4803–4808.
- [8] R.L. Tobler, D. Meyn, Metall. Mater. Trans. A 19A (1988) 1626–1631.
- [9] Y. Tomota, J. Nakano, Y. Xia, K. Inoue, Acta Mater. 46 (1998) 3099–3108.
- [10] Q. Dai, Z. Yuan, X. Luo, X. Cheng, Mater. Sci. Eng. A 385 (2004) 445–448.
- [11] Q. Dai, X. Cheng, X. Luo, Y. Zhao, Mater. Charact. 49 (2003) 367–371.
- [12] Q. Dai, X. Cheng, Y. Zhao, X. Luo, Z. Yuan, Mater. Charact. 52 (2004) 349–354.
- [13] Q. Dai, S. Huo, Chin. J. Mech. Eng. 30 (1994) 14–18.
- [14] O. Yoo, Y.-J. Oh, B.-S. Lee, S.W. Nam, Mater. Sci. Eng. A 405 (2005) 147–157.
- [15] M.L. Saucedo-Munoz, Y. Watanabe, T. Shoji, H. Takahashi, Cryogenics 40 (2000) 693–700.
- [16] S. Liu, T. Hashida, H. Takahashi, H. Kuwano, Y. Hamaguchi, Metall. Mater. Trans. A 29 (1998) 791–798.
- [17] Z. Yuan, Q. Dai, X. Cheng, K. Chen, L. Pan, A. Wang, Mater. Charact. 56 (2006) 79–83.
- [18] X. Cheng, Q. Dai, A. Wang, L. Cheng, Mater. Sci. Eng. A 311 (2001) 211–216.
- [19] A. Di Schino, J.M. Kenny, M.G. Mecozzi, M. Barteri, J. Mater. Sci. 35 (2000) 4803–4808.
- [20] R.L. Tobler, D. Meyn, Metall. Mater. Trans. A 19A (1988) 1626–1631.
- [21] Y. Tomota, J. Nakano, Y. Xia, K. Inoue, Acta Mater. 46 (1998) 3099–3108.
- [22] Q. Dai, Z. Yuan, X. Luo, X. Cheng, Mater. Sci. Eng. A 385 (2004) 445–448.
- [23] Q. Dai, X. Cheng, X. Luo, Y. Zhao, Mater. Charact. 49 (2003) 367–371.
- [24] Q. Dai, X. Cheng, Y. Zhao, X. Luo, Z. Yuan, Mater. Charact. 52 (2004) 349–354.
- [25] Q. Dai, S. Huo, Chin. J. Mech. Eng. 30 (1994) 14–18.
- [26] O. Yoo, Y.-J. Oh, B.-S. Lee, S.W. Nam, Mater. Sci. Eng. A 405 (2005) 147–157.
- [27] M.L. Saucedo-Munoz, Y. Watanabe, T. Shoji, H. Takahashi, Cryogenics 40 (2000) 693–700.
- [28] S. Liu, T. Hashida, H. Takahashi, H. Kuwano, Y. Hamaguchi, Metall. Mater. Trans. A 29 (1998) 791–798.

小 结

知识点

科技论文正文部分的写作要求

科技论文 正文部分的构成



谢 谢！