

材料学方法论在微粉增强原位耐火材料科技创新的应用

张长喜¹ 杨丁熬^{1,2} 薛学良¹
(1. 开封特耐股份有限公司 河南开封 475003; 2. 西安建筑科技大学材料科学与工程学院 陕西西安 710055)

摘要:从材料学方法论角度, 简论原位耐火材料研究的创新方向。纳米微粉增强相自身优异的性能特点决定了在耐火材料中具有广泛应用的潜能。材料学方法论用来去认识、分析和控制氮氧化物, 微粉或纳米微粉等结合的并具有环保的原位耐火材料。把材料学方法论中的交叉, 边缘, 感应, 渗透, 化合, 结合, 借用和横展等关系应用到原位耐火材料的科技创新, 将会产生较大的经济、社会和环境效益。

关键词:材料学 方法论 科技创新 原位耐火材料
中图分类号: TB33 **文献标识码:** A

文章编号: 1674-098X(2009)04(c)-0007-02

1 前言

近几十年来, 材料学科技资料每年均以指数函数的关系, 随着时间的推进而在积累。为了加快科技创新, 我们迫切需要一套方法, 去认识、分析和控制材料。这也就是“材料学方法论”所要论述的问题。材料定义: 材料是能为人类社会经济地制造有用器件(或物品)的物质。据此, 可提出材料的五个判据: 即判断物质是否是材料的依据: 资源, 能源, 环保, 经济, 性能。前三个判据除受法律和伦理限制外。也可归之于经济判据, 因而可用“价廉物美”俗语概括“经济”和“性能”这两个材料商品的判据。材料的科技开发与应用研究, 必须“抬头看路”, 重视材料的判据。前三者是战略判据, 后二者便是俗称的“价廉物美”, 材料可划分为两大类: 传统材料(Traditional Material)已大量生产, 已有长期的使用经验和数据; 先进材料(Advanced Material)具有令人惊奇的优异性能, 正在企图商业化, 具有一定的保密性。在时间上, 这种划分有相对性: 先进材料商业化及大量生产, 并积累了足够使用经验后, 便成了传统材料。材料学方法论的理论也向陶瓷材料, 包括原位耐火材料科技创新的领域应用。按照目前国外和国内的一般认识, “原位耐火材料”(In-situ Refractories 或原位耐火材料)系指在高温容器中形成耐火保护层, 以延长炉衬使用寿命, 此防护层往往是由耐火材料衬体内部组分之间或耐火材料衬体与炉内物(熔体、固体和气体或称介质)之间反应而形成的, 包括诸如氧气转炉的溅渣涂层, 耐火浇注料中由原位反应生成的尖晶石, 镁碳砖工作面形成的氧化镁致密层等。这些反应形成的防护层或工作层或界面层耐火材料称为原位耐火材料。而那些无助于改善使用性能的生成物则不属于原位耐火材料。

2 类比与交叉是原位耐火材料科技创新性思维和高效的表述方法

我们观察到两个或两类事物在许多属性上相同, 以便推出它们在其它属性上也相同。这就是类比法。对比两类事物, 从它们的属性, 特别是内部的属性(结构)的相同或相似, 获得借鉴的思考方法。多种方式达到“合”, 有所创新。交叉是两个概念之间的一种关系, 而类比可与演绎、归纳并列的第三种推理方式。因此, 它们是有区别的, 但是, 若将形成交叉关系的操作, 也

叫做交叉, 若交叉包括广义的交叉, 即包括边缘、感应、借用、横展, 则它可与类比趋同, 广义的交叉与类比均可孕育新的概念。类比与交叉是科技创新性思维, 刚玉含碳耐火材料和 AlON 交叉和类比。碳原料在最近二十多年, 含碳耐火材料使耐火材料发生了一场翻天覆地的革命。碳在定形耐火制品中的应用基本上达到了较成熟的水平。含碳制品的优异性能得益于原位耐火材料碳材料对钢水、铁水的不湿润性, 但也正是由于碳材料, 尤其是碳材料的憎水性极大地限制了含碳浇注料的发展。为了获得与含石墨制品性能基本相似的含碳浇注料, 人们对碳在浇注料中的分散性、在浇注料中引入碳的方法进行了大量深入细致的研究。

3 方法论在原位耐火材料的科技创新研究方面的应用

材料学方法论有两个基本方程式: $P=f(e, S)$ 和 $S=\{E, R\}$, 式中: P, e, S, E 及 R 分

别是性能(Property), 环境(environment), 结构(Structure), 系统中组元的集合(Element)及组元之间关系的集合(Relationship)。将以材料学科内各分支的“结构图”(表明 E 及 R), 探究它们的体系, 期望这些 S 有助于发挥它们的“功能”(P)。我们面临的是有缺陷的材料, 它们在形成过程中, 由于相互竞争过程的结果, 留给我们的, 只是适于生存的各种亚稳相。我们应该从结构不均匀概念和动力学观点, 用以能量为控制因素的过程三原理(方向、路线、结果), 去理解和控制原位耐火材料的科技创新。

交叉及相关现象示于图 1^[1]。
将材料学方法论基本方程式: $P=f(e, S)$ 和 $S=\{E, R\}$ 应用到原位耐火材料科技创新, 鉴于 Al_2O_3 系和碳优异的抗渣, 热震性能, 微米、纳米微粉增强相自身优异的性能特点决定了在耐火材料中具有广泛应用的潜能, 微米、纳米微粉、 Al_2O_3 , 碳和金属铝粉组元之间关系的集合(Relationship), 在 Al_2O_3 系中添加金属铝原位生成 $Al(C, O, N)$

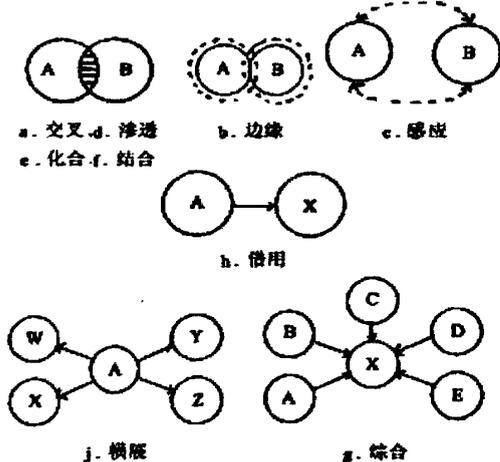


图 1 与概念之间交叉有关的各种关系

- a. 交叉——两种概念相交, 共有领域谓之交叉。
- b. 边缘——学科之间的界面是模糊的, 边缘稍有交叉。
- c. 感应——未接触, 通过“场”的作用而影响。
- d. 渗透——物理的、较均匀的混合。
- e. 化合——两个学科之间已起“化学反应”。
- f. 结合——较“化合”为广的概念。
- g. 综合——多学科研究共同的问题。
- h. 借用——用某一学科去研究另一学科。
- i. 横展——用某一学科去研究多种学科。

结合相后可以更有效地提高滑板和透气砖的性能指标和使用寿命,从而提高我国钢包透气砖和滑板的技术水平。从扫描电镜显微结构观察,发现1660度添加Al添加剂可以原位生成Al(C,O,N)结合刚玉碳原位耐火材料科技创新。AlON增强相Al₂O₃-C耐火材料将主要应用于出钢口的滑板耐火材料上,由于滑板的使用寿命直接关系到出钢的效率。而这种新型耐火材料的问世,将大大提高滑板寿命。从这一角度说,虽然这种耐火材料生产成本相对较高,但较之它所带来的经济效益来说,它的成本反而降低了。

国外进入20世纪70年代后期,由于钢铁企业日益重视环保问题,因而对炉前工作条件也提出了严格的要求。为此,耐火材料企业相继开发了一些具有环保(environment)概念的耐火材料产品。例如,无烟无嗅镁碳砖和铝镁碳砖,用树脂系高炉炮泥替代有污染的沥青系高炉炮泥,精炼用尖晶石砖替代有铬污染的镁铬砖的产品等。欧美和日本除要求无害排放之外,还对废弃物的排放量提出了越来越严格的要求,从而推动了具有节能和环保不定形耐火材料技术的发展。主要应用对象是转炉、铁水包、钢包以及炉外精炼和有色金属冶炼用设备等。通过具有节能和环保不定形耐火材料技术,延长了炉窑的使用寿命性能(Property)。但是,我国的耐火材料

厂废弃物的排放量还较大,不定形产品和不烧砖仅占21.1%,这与国外不定形耐火材料在其生产的耐火材料总产量中所占的比率(大于60%)相比,相差较大。我们用类比与交叉的方法,发展具有高效节能和环保的原位不定形耐火材料技术既为研究与发展提供科技创新的思路,又高效的学习和表述方法^[2]。科技创新与实践需应用多种思维和推理方法。类比与交叉的基础在于博学,博学才能有类比,有所交叉。为了化烦恼为希望,我们迫切需要一套方法,去认识、分析和控制氮氧化物(Oxynitride)结合等原位耐火材料的科技创新,用交叉,边缘,感应,渗透,化合,结合,综合,借用和横展等一套方法应用到原位耐火材料科的技创新将产生较大的经济、社会和环境效益。

4 结语

材料学方法论在原位耐火材料科技创新的应用,不但可以促进耐火材料工业的进步,也为材料学方法论的发展开辟了新的方向,加强材料学科和原位耐火材料科技创新的相互交叉和渗透。材料学方法论在原位耐火材料科技创新应用的目标是达到按应用过程的需要进行耐火材料设计与过程优化的目的,其核心在于建立耐火材料结构、性能与制备之间的关系,其关键的问题是:原位耐火材料结构与功能的关系,

原位耐火材料结构与制备过程的关系。为实现这样的目标,材料学方法论需要解决一系列的基础问题,如基于材料结构与功能的集成过程优化、微尺度材料加工理论与方法、基于材料微结构的传质机理、基于材料性质的传质机理与平台技术、分子与界面作用机理、应用过程中材料微结构的演变,原位耐火材料科技创新的应用,这些都将成为今后耐火材料领域关注的重点。

参考文献

- [1] 肖纪美. 类比与交叉[J]. 世界科技研究与发展, 1995, 17(4): 4-8.
- [2] 肖纪美. 再论类比与交叉[J]. 世界科技研究与发展, 1999, 21(4): 19-23.

(上接6页)

上。在基本元件中选择入射光是否返回到同一个路径、是否到达DROP入口。返回到同一路径的光通过循环器变成输出光。某波长经过DROP时,ADD光经循环器追寻与DROP光完全相反的路径输出。有关16通道波长间隔200GHz光开关的报道,其损耗为5dB,开关时间为20μm。

美国加利福尼亚大学和洛杉矶学校对不用反射镜的自由空间三维光开关进行了研究该开关用微透镜的平行移动来控制输出光的角度。也就是说,光纤发射的光在偏离透镜中心处通过。是为扩大光束线移动而置于微电子机械系统芯片间的透镜光学系统。微透镜图案是在XYZ载物台上蚀刻而制成的。被称为SDA的静电脉冲驱动执行元件用于控制微透镜的移动。SDA通过输入脉冲次数可以准确控制移动距离。2轴偏转透镜需要4个模拟电压控制电源,而使用SDA结构的特点是有1个脉冲电压电源和4个开关电路即可。

AT&T公司研制了自由空间二维光开关。在微电子机械系统芯片周围配置输入输出光纤和准直透镜,并将在芯片上传输的光用反射镜反射。这是一种在芯片表面形成的多晶硅片上镀铝的反射镜。反射镜一边通过铰链结构与基板连接,由此在稍离开的位置与系在SDA上的握杆相连

接。SDA在基板表面平行移动时,反射镜则垂直立起。插入损耗受光路的影响,大约为3.1dB~3.5dB。失真非常小,为-60dB。开关时间约为0.5ms。据报道,也有用同样的芯片和可调波长LD.PD组装的光时分转换用的光开关组件。

日本航空电子工业公司正在研制的自由空间二维光开关,其基本结构与AT&T公司研究的相同。在厚膜抗蚀剂图形上镀金以制成反射镜。特别是在芯片表面事先形成垂直反射镜。装有反射镜的可动电极板的下方从基板内贯通蚀刻而形成空间。其结构特点是利用该空间在垂直下方静电驱动反射镜。其插入损耗为4.1dB。

日本电子工业公司也研制出了光时分转换用的光开关。这是一种光纤间距为250μm的超小型光开关。下面介绍波导式微电子机械系统光开关的开发实例。而日本NTT公司研制的光开关。在波导(PLC)的交叉部分形成狭缝,其中在波导芯片中封入硅油和气泡。在这个结构中当在交叉部位有硅油时光直进。而当有气泡时光则传输到全反射交叉的波导中。油的移动可称为热毛细管现象,其原理是基于温度引起的表面能量变化。

对16x16的矩阵开关已作过报道。其芯片尺寸为23mm,插入损耗最短路径为2.0dB,最长路径为5.5dB。据计算,相当于1个元件的损耗,在透过状态下,为0.12dB,

在反射状态下,为2.0dB。

Agilent公司也开发了相同波导式开关。开关原理与日本NTT的同类产品相同,并与喷墨打印头的原理相同,在交叉部位产生气泡。据实验结果预测,32x32的矩阵光开关的插入损耗为2.6dB~6.9dB。

本文以光开关为切入点叙述了微电子机械系统技术的特点和优点,并介绍了几种新近开发的光开关实例。虽然针对大规模化和小型化已作过报道。然而,今后要将基于微电子机械系统技术的光开关向实用化阶段推进,必须解决现存的许多问题。

首先要保证可靠性。传感元件等虽在其应用上取得了进展,但对光开关的独立评价指标上有必要进行反复试验。要提高可靠性,封装技术尤为重要。芯片制造工艺已成为相当成熟的技术,今后的关键是如何实现高可靠性的封装技术。

此外,为了使微电子机械系统光开关所期望的低成本、大规模的特点变为现实,关键是如何降低成本将芯片和光纤或透镜进行高精度的组装。人们可望早日实现高精度微电子机械系统光开关以作为一种关键光电元件,从而促进网络的迅速发展。

作者: [张长鲁](#), [杨丁熬](#), [薛学良](#)
作者单位: [张长鲁, 薛学良\(开封特耐股份有限公司, 河南开封, 475003\)](#), [杨丁熬\(开封特耐股份有限公司, 河南开封, 475003; 西安建筑科技大学材料科学与工程学院, 陕西西安, 710055\)](#)
刊名: [科技创新导报](#)
英文刊名: [SCIENCE AND TECHNOLOGY INNOVATION HERALD](#)
年, 卷(期): 2009(12)

参考文献(2条)

1. [肖纪美](#) [类比与交叉](#) 1995(04)
2. [肖纪美](#) [再论类比与交叉](#)[期刊论文]-[世界科技研究与发展](#) 1999(04)

本文读者也读过(9条)

1. [肖纪美](#). [XIAO Ji-mei](#) [人文学科与材料学——材料学引入人文学科的溯源和体会](#)[期刊论文]-[材料科学与工程学报](#)2008, 26(1)
2. [赵英杰](#). [吕建华](#). [张来林](#) [如何做好校外实习基地的建设](#)[期刊论文]-[科技信息\(科学·教研\)](#) 2007(31)
3. [肖纪美](#) [人、才、材的命运](#)[期刊论文]-[材料科学与工程学报](#)2004, 22(3)
4. [王丽](#) [科技创新对提高企业核心竞争力的效应分析](#)[期刊论文]-[商场现代化](#)2007(3)
5. [晏玉珍](#) [文科类专业实习基地建设模式探讨](#)[期刊论文]-[科技咨询导报](#)2007(18)
6. [淡华珍](#) [论洛阳高新技术产业化的政策支持体系](#)[期刊论文]-[河南科技大学学报\(社会科学版\)](#)2003, 21(1)
7. [杨承训](#). [承渝](#). [张改娥](#) [简论信息在科技创新和地域研究中的作用](#)[期刊论文]-[地域研究与开发](#)2002, 21(3)
8. [张燕](#) [高温下电解槽衬用耐火材料的渗透](#)[期刊论文]-[耐火与石灰](#)2009, 34(4)
9. [唐龙英](#). [胡来林](#) [热处理方式对Fe基和Fe-Ni基非晶态合金磁学性能影响的研究](#)[期刊论文]-[安徽师范大学学报\(自然科学版\)](#)2001, 24(1)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_kjzxdb200912005.aspx