

热分析在铸造质量检测上的应用

张雷

(东北轻合金有限责任公司, 黑龙江 哈尔滨 150000)

摘要: 热分析作为一种有效的测量手段已被广泛地应用于铸造生产中。简要分析了热分析的基本原理、分类和系统构成, 详细综述了热分析在铸造生产质量检测方面应用。

关键词: 热分析; 检测; 冷却曲线

热分析法是研究金属及合金凝固过程的一种检测手段。它最早应用在冶金相图的制作上, 而应用于检测和控制合金质量则是在 20 世纪 60 年代初期, 20 世纪 70 年代引入我国, 因它具有快速、简便、准确和费用低廉等优点, 在现代化的铸造车间中得到了日益广泛的应用。

1 热分析法的基本原理和分类

热分析法的基本原理是: 在冷却曲线上的任何变化直接与凝固体的热量变化有关, 即与相变有关。因此, 冷却曲线实际上是特定合金凝固过程的一次记录, 凝固过程的所有信息都包含在冷却曲线上, 这样, 只要求得合金在加热或冷却过程中的温度变化曲线, 就可间接求出该合金相应的特性参数。

最早的热分析法是根据合金的冷却曲线定量的获得合金的固相、液相、转变相信息的一种方法, 一般称为直接热分析法或 TA (Thermal Analysis) 法, 但是冷却曲线常常不像人们所期望的那样清楚地显示出它的特征值, 因而如何正确的分析热分析曲线成了直接热分析法测试中的关键。为了克服难以或无法准确获取冷却曲线某些信息的问题, 一种改进的方法是借助于数学工具和计算机对冷却曲线进行微分, 得到它的微分冷却曲线, 称为微分热分析法或 DTA (Differential Thermal Analysis) 法。由于微分冷却曲线和冷却曲线是一一对应的, 因此借助于微分热分析曲线, 就能准确确定冷却曲线上各温度特征点, 并能了解加热或冷却过程中各阶段的温度变化情况。近年来, 基于计算机的热分析法 CA-CCA 得到了越来越广泛的应用。但它实质上是 DTA 法, 只不过是基于计算机或单片机总线进行多路温度数据采集, 并配以应用软件进行数据处理而已。

2 热分析系统的构成

热分析系统一般由硬件和软件两部分构成。

2.1 硬件部分

硬件部分包括测温热电偶、热分析样杯、信号调理电路和数据采集/处理单元四部分, 如图 1 所示。

测温热电偶是热分析的直接感温元件, 常用热电偶有铂铑-铂和镍铬-镍硅两种。

热分析样杯是热分析测试系统中的重要组成部分, 它属一次性消耗元件, 其功能在于容纳一定量的合金和将试样温度变化准确的转换为电压信号。样杯一般多采用壳型, 材料为树脂砂, 有时也用合脂砂或油砂。其壁厚应使之具有合适的冷却速度和足够的强度。样杯的内尺寸大小要适当, 太小则铁液量少, 冷却速度快, 冷却曲线上的拐点不明显甚至显示不出来; 太大则铁液量过多, 冷却缓慢, 曲线比较清晰, 但测试时间长, 不能满足炉前快速检测的要求。

2.2 软件部分

软件部分一般用汇编语言或高级语言来实

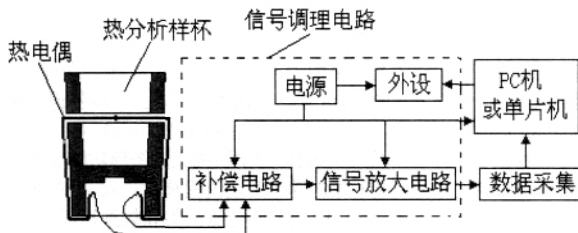


图1 热分析系统硬件结构图

现, 至少应包括如下两个功能:

2.2.1 友好的人机交互界面, 能够实现屏幕绘图, 及时反映冷却曲线和微分冷却曲线的变化, 对冷却曲线及微分冷却曲线上的特征值进行智能识别等。

2.2.2 能够对信息参数转化成的原始数据及时存储和根据数学模型自动计算及输出。

3 热分析法在铸造生产质量检测上的应用

3.1 铸铁化学成分及机械性能的测定

炉前快速测定铸铁的化学成分主要是指碳当量、含碳量、含硅量的测定。铸铁是具有共晶转变的铁碳合金, 成份一定的铁液冷却后得到的冷却曲线上的特征值是符合一定规律的, 因此可根据冷却曲线上的特征值来确定铸铁的碳当量、含碳量和含硅量。

一般的规律是液相线温度 T_L 随化学成分碳、硅、磷的含量, 即碳当量 CEL 的变化而变化, 而与凝固模式无关, 并且具有极近似的直线关系。当碳当量 CEL 增加时, 液相线温度 T_L 降低, 综合分析建立的数学模型为: $T_L = A - B(CEL)$

通过大量的测试试验, 利用数理回归法即可确定 A、B 的数值, 从而由特征值 T_L 可求得碳当量 CEL。

此外, 进一步的试验还证明, 通过液相线 T_L 和共晶温度 T_E 可以定量计算含碳量和含硅量。利用内壁涂漆的样杯, 强制铸铁按白口共晶方式凝固, 使冷却曲线上出现平稳的共晶平台, 就可以精确的测得共晶温度 T_E 的大小。利用 T_L 和 T_E 求含碳量、含硅量的经验公式如下:

$$\%C = 2.428 - 0.00655T_L + 0.00788T_E$$

$$\%C = 0.01693T_E - 0.00796T_L - 6.05$$

$$\%Si = 68.64967 - 0.06007T_E$$

铸铁机械性能的测定主要指亚共晶灰铸铁的共晶度 S_c 、抗拉强度 σ_b 和硬度 HB 的测定。由于液相线温度 T_L 与共晶度 S_c 有一定的关系, 从图 2 中可以看出, 两者之间的直线关系线性度极好, 并可用下述直线方程来表示: $S_c = 3.674 - 0.00237T_L$

但铸铁的机械性能除主要取决于铁水化学成分外, 还受铁水结晶凝固时成核状况的影响, 因此一般引进最高共晶温度与最低共晶温度之差, 即共晶过冷度 ΔT 作为另一特征参数来求铸铁的机械性能。利用液相线温度 T_L 和共晶过冷度 ΔT

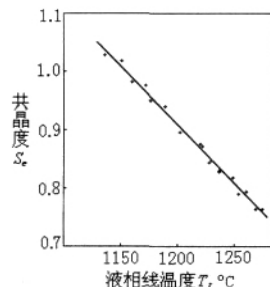


图2 液相线温度与共晶度关系曲线

实现铸铁机械性能测定的经验模型如下:

$$S_c = 1.5730T_L - 21.9520\Delta T - 1054.46$$

$$\sigma_b = 1.1800T_L + 2.3940\Delta T - 1167.9370$$

$$HB = 4.5240T_L - 10.6830\Delta T - 3328.8270$$

3.2 钢水含碳量的测定

铸钢中碳的质量分数对其力学性能和铸造性能均有较大影响, 直接关系到铸钢件的质量。冷却曲线定碳法是近年来发展起来的一种炉前快速测定钢水含碳量的新方法, 它比化学分析法迅速, 比经验观察法准确、可靠。

从铁-碳合金相图可以看出, 碳素钢液相线上任何一点都是某一成分钢水的理论结晶温度, 都对应对应的含碳量, 只要准确的测出钢水的初晶温度, 就可得出含碳量。我公司研究人员利用热分析法, 按不同时期(熔化期、氧化期和还原期)建立了含碳量—温度关系对照表, 获得测试用的模型。该模型可用于各类碳素钢、45Mn 钢、604 合金钢、607 合金钢熔炼过程含碳量的测定及特 Mn13 钢和 Mn13 钢熔化期、氧化期含碳量的测定。

3.3 钢水质量的检验

炼钢中, 在脱氧、脱硫、脱磷的操作过程中, 由于使用添加剂有可能产生非金属夹杂物, 以致影响铸件的冲击韧性、热裂倾向和组织均匀性等, 所以对钢水中夹杂物的检测也是非常重要的。应用微分热分析法可在炉前快速检验钢水的质量, 这是一种定性检验方法。

对于纯净钢水或含夹杂物极少钢水的冷却曲线一般比较平直, 测得一阶段微分 dT/dt 为零, 直到凝固终了前, 由于释放的热量不能补偿样杯散失的热量时, dT/dt 才有稍微变化。而对含有较多非金属夹杂物的钢水来说, 在凝固终了前一段时间, 由于残留液体凝固温度低, 使凝固温度陡降, 微分曲线出现较大波动。因此微分曲线的任何显著变化都是钢水质量差的标志。

3.4 铝合金变质处理效果的测定

热分析法除了在铸铁和铸钢中得到广泛应用外, 还在液态铝合金炉前快速检测中得到应用。就目前国内外铝合金热分析的研究和发展来看, 主要集中在铝合金变质和孕育的测定两个方面, 其中应用比较成熟的就

(下转 128 页)

电子期刊的发展

钟桂华

(黑龙江省鹤岗卫生学校图书馆, 黑龙江 鹤岗 154100)

摘要: 从电子书, 电子期刊的特点, 分类及定义, 论述电子期刊在学校图书馆的重要作用及地位; 网络免费资源信息是学校图书馆发展的需要。
关键词: 电子期刊; 信息; 资源共享; 学校图书馆

数字图书馆时代的到来给图书馆馆藏带来了巨大的变化。随着计算机技术、网络技术和多媒体技术的飞速发展, 一种新的期刊形式——电子期刊应运而生, 并呈现出蓬勃的生机。图书馆如何最大限度地拥有电子期刊, 并提供最好的信息服务, 在很大程度上决定着图书馆的前途。正如 pall. menally (macmillan education australia ptyltd) 所指出, 网络期刊作为重要的信息源必须引起图书馆的重视, 否则, 图书馆将面临的危险不仅是使用户错过重要的信息, 而且会很快被当作一个不相关的部门而被遗忘。

1 电子书的定义及特点。1.1 电子书: 也称 eBook, 是以数字形式在互联网上出版、发行, 读者通过终端进行下载的数字化书籍。电子书一般是一般印刷品图书的电子版形式, 它们与印刷品图书内容相同, 只是格式不同, 对于读者, 电子书便于使用, 可以远程访问。可以全文检索, 可以方便地复制粘贴。对于图书馆, 电子书不需要架位空间, 不会丢失, 损坏或过期。电子书还提供了先进的网络借读概念, 全网络化的工作流程, 使电子书的借阅更加方便快捷。1.2 电子书的特点: 电子书是一种数字化信息, 它是在互联网上出版发行并借助相关软硬件设备下载阅读的, 与传统的图书相比有诸多的特点。主要表现在: a 非人工直读性。电子书阅读必须借助一定的软硬件设备。b. 易于传播。电子书的复制成本几乎可以不计, 只要连上网络, 每个用户都可以获取自己所需的电子书。c. 成本低廉。电子书直接面向读者, 不需要只、中介费运输费、库存费等中间环节。d. 内容的多态性。除了包括文字, 图片, 表格, 还有音乐、动画等多媒体信息。

2 电子期刊的定义、分类及特点。2.1 电子期刊 (electronic journal) 又名电子杂志 (electronic magazine) 或数字化期刊 (digitized periodical)。目前, 电子期刊还没有公认的定义, 存在多种说法, 综合多种定义, 认为, 可将电子期刊定义为: 具有连续出版物的一般特征, 以数字化形式存在, 并且仅能通过电子媒介得到的连续出版物。经过 20 年的发展, 电子期刊已从最初的软盘期刊, 第二代的 cd-rom 期刊、联机期刊, 发展到现在的第三代的网络化电子期刊。今后电子期刊的真正发展主要在于网上的电子期刊的发展。2.2 电子期刊的类型按内容性质划分: 为学术性的电子学报和消息性的电子快报; 按出版载体划分为软盘期刊、光盘期刊 (cd-rom) 和联机/网络化期刊。网络电子期刊又可分为两大类: 一类是编辑、发行、订购、浏览的全过程都在网络中进行无镜像纸本的纯网络电子期刊, 第二类是将纸本期刊数字化并上网的电子期刊。目前我国网络电子期刊大多属于后者, 如重庆维普的《中文科技期刊数据库》电子期刊在高校图书馆的重要地位。2.3 电子期刊具有: “本低廉, 发行广泛简便; 超文本链接功能, 能方便快捷地获得许多相关资料, 一次到位的检索体验, 使读者不

再畏惧信息检索; 强大的检索功能, 入口多, 检索方便; 出版周期短; 网上论谈, 方便交流; 版面灵活, 报道量大; 更新及时, 让人们共享新思想”等特点, 其中, 电子期刊所具有的方便快捷的检索方式是印刷型期刊所不可比拟的。电子期刊的特点及其强劲发展势头, 特别是一次文献信息检索范围的广泛性和文献资源的深入性, 直接关系到学校科研人员的资源吸收和利用, 决定了电子期刊在学校图书馆中具有重要地位, 是未来图书馆发展的必然方向。

3 电子期刊对学校图书馆的作用。电子期刊网络, 将期刊工作从订购-登录-浏览-录入全部由计算机进行管理, 从而提高了期刊工作的效率和服务质量。主要作用包括: 3.1 节省人力和空间。镜像站点取代了传统期刊工作中的登录、上架、下架、装订、分类、编目等环节, 进而节省了人力、财力和空间。3.2 提高期刊工作深度和服务水平。以镜像站点为依托的期刊工作, 从简单的借借还还转向深层次的信息服务和参考咨询工作。图书馆员可依据数据库为读者提供相关课题的大量题录数据或全文数据, 提高工作质量。同时, 电子化的期刊文献 (现刊或过刊合订本) 处于电子化待状态, 全天开放服务, 将大大提高期刊利用率, 使整个期刊工作发生质的变化。3.3 强大的检索功能可满足读者从不同层面角度索取文献。如中国期刊网就具有分类、标题、关键词、作者、单位、摘要、引文、基金、全文、组合等多种检索功能。

4 资源共享。发挥电子期刊优势, 走资源共享之路; 另外, 电子期刊还具有使回溯建库标准化、便于资源共享等作用。对于学校图书馆而言, 电子期刊的优势主要体现在利用电子期刊快速、深层次地提供电子信息服务。首先, 电子期刊有较高的情报速发性。出版周期的缩短, 出版单元的缩小, 使读者能看到最新的科研成果, 从而提高文献的信息含量。其次, 电子期刊信息共享性强。读者阅读期刊不受地域与时间的限制, 不受复本的限制,

大大提高了文献信息的利用率。再次, 电子期刊具有良好的情报扩展性。通过超级链接, 引用和被引用文献, 网上的相关资源和数据库都能被方便地组织在一起, 读者可沿着感兴趣的内容节点, 准确获取大量相关文献信息。电子期刊为学术交流提供了前所未有的便捷。虽然目前国内电子期刊的发展存在技术、知识产权、安全、国内网络传输速率、价格等方面的限制, 但电子期刊自身的特点和优势, 决定了它是期刊的发展方向及其在高校图书馆中的重要地位和作用。硬件和软件投入的巨大, 限制了很多学校图书馆对电子期刊的利用, 因此, 走资源共享之路是解决问题的关键。主要方法有: 4.1 联合多家图书馆订购一些大型的电子期刊。很多大型电子期刊数据库订购价格十分昂贵, 联合订购可在降低每家支付费用的同时, 为各家增添更多的电子期刊。如 oclc 的 chidink 就是采用这种方式订购北荷兰 elsevier press 出版的全部电子期刊。4.2 网上免费资源。出于广告宣传和公益目的, 网上具有很多免费资源。图书馆可将因特网上与该馆服务对象有关的免费电子期刊站点按学科、专业归类组织起来, 开辟一个具有本馆特色的网络电子期刊导航系统, 放在图书馆主页上, 供读者访问。总之, 学校图书馆的生存发展离不开电子期刊, 学校图书馆工作的深入和提高, 更需借助电子期刊的优势, 走资源共享之路, 弥补不足, 提高电子资源利用率。

参考文献

- [1] 黄美君. 电子期刊的利用探讨 [J]. 图书馆杂志, 2000 (2).
- [2] 刘瑞兴. 网上电子期刊资源与电子情报服务 [J]. 图书馆情报知识, 1999 (2).
- [3] 彭伟. 网上电子期刊研究 [J]. 情报科学, 2000 (4).
- [4] 贺霞. 数字化期刊在高校图书馆的应用与对策 [J]. 情报科学 (4).
- [5] 徐佳宁. 浅议我国网络电子期刊 [J]. 图书馆学刊, 2000 (5).

责任编辑: 徐启彦

(上接 45 页) 是对铝硅合金变质程度的评价。

Apelian 等人的研究认为, 要准确地评价共晶硅的变质程度, 必须同时考虑共晶潜热释放时间、共晶过冷时间以及共晶过冷度等参数。Charbonnier 用 thermatest20002000 进行的热分析研究也得出类似的结论, 认为评定变质效果必须同时考虑多个热分析特征参数, 即共晶结晶温度、共晶生长温度和共晶过冷时间间隔。熊艳才等的研究认为, 变质剂的加入使 Al-Si 合金共晶形核及共晶生长受到抑制, 而平均固相生长加速度 α_F 反映了变质剂对共晶形核与生长的抑制能力, 因而可作为 Al-Si 合金变质程度的判据。 α_F 的值越小, 变质效果越好。龚磊清通过对 ZL104 合金共晶硅变质效果的研究, 认为评价共晶硅变质程度的热分析特征参数可以 ΔT (未变质合金和变质合金共晶生长温度之差) 为主, 同时参考 t_c (共晶生长期的数值。当 $\Delta T > 10^\circ\text{C}$, $t_c > 110\text{s}$, 变质效果良好。

但是, 评价铝合金变质处理的热分析判据还未有统一的认识; 热分析样杯也未标准化, 因此还有待于进一步研究, 以提高检测速度和检测精度。

结束语

一方面, 热分析法在国内外铸造行业中已得到了广泛应用。在铸铁方面, 主要应用于铸铁化学成分和机械性能的测定、石墨形态的鉴别、球铁球化率和球化级别的测定等; 在铸钢方面, 主要用于含碳量的测定和夹杂物的评定; 在铝合金方面, 主要用于铝合金变质处理效果的测定上。另一方面, 热分析法也还存在一些有待解决的难题, 如评价铝合金变质处理效果的热分析判据的统一、样杯的标准化及测试精度的提高和测试周期的缩短等。总之, 热分析技术虽是一项比较成熟的技术, 但还需要对其进一步的深入研究。

责任编辑: 杨帆