

材料热学性能分析

什么是材料热学性能

材料及其制品都是在一定温度环境下使用的，在使用过程中，将对不同的温度做出反应，表现出不同的热物理性能，即为材料的热学性能。材料的热学性能主要包括热容、热膨胀、热传导、热稳定性等。

材料热分析的目的和意义

热学性能是材料的重要性质之一，是保证材料应用的先决条件。

材料的热分析则是研究样品性质与温度间关系的一类技术。热分析可应用于成分分析（如：无机物、有机物和高聚物的鉴别和分析以及它们的相图研究），稳定性测定（如：物质的热稳定性、抗氧化性能的测定等），化学反应的研究（如：固-气反应研究、催化性能测定、反应动力学研究、反应热测定、相变和结晶过程研究），材料质量测定（如：纯度测定、物质的玻璃化转变和居里点、材料的使用寿命测定）以及环境监测（研究蒸汽压、沸点、易燃性等）。



热学性能常见指标

1) 热容

热容是使材料温度升高1K所需的能量，它反映材料从周围环境中吸收热量的能力。不同温度下，热容不同。热容与物质的量和热过程有关。

2) 热膨胀

物体的体积或长度随温度的升高而增大的现象称为热膨胀。热膨胀系数在材料中是个重要的性能参数。在多晶、多相材料以及复合材料中，由于各相及各个方向的线性膨胀系数值（ α 值）不同所引起的热应力问题已成为选材、用材的突出矛盾。材料的热膨胀系数大小直接与热稳定性有关。固体材料的 α 值并不是一个常数，而随温度变化，通常随温度升高而加大。

常见影响因素：晶体的各向异性、晶体的密度和缺陷、合金成分、复相材料、相变、铁磁性金属的反常膨胀。

线（体）膨胀系数：温度升高1K时，物体的长度（体积）增加率。

3) 热传导

当固体材料一端的温度比另一端高时，热量会从热端自动的传向冷端的现象称为热传导。在超大规模集成电路（容量和密集度迅速增大）中，要求集成块的基底材料导热性能优良。关键是寻找到既能绝缘，又具有高导热系数的材料。彩电等多种电路中广泛应用的大功率管，其底部的有机绝缘片，为了散热而要求具有良好的热导性。

影响金属热导率的因素：温度、晶粒大小、晶体结构、杂质等；

影响无机非金属热导率的因素：温度、化学组成、显微结构、气孔等；

影响高分子材料热导率的因素：温度、填料种类、结晶度和分子链取向、密度、湿度等。

4) 热稳定性

材料承受温度的急剧变化而不致破坏的能力。

热应力：由于材料热膨胀或收缩引起的内应力。

提高热稳定性的措施：提高应力强度 σ ，减小弹性模量 E ；提高材料的热导率；减小材料的膨胀系数；减少材料表面热传递系数；减小产品的有效厚度。

热学性能分析的方法

常用热分析方法有：差示扫描量热法（DSC）、热重分析法（TGA）、热机械分析法（TMA）以及稳态和非稳态导热系数测定方法等。

1) 差示扫描量热法是在程序温度控制下测量物质与参比物之间单位时间的能量差（或功率差）随温度或时间变化，对应的仪器为差示扫描量热仪。测量方法分类：功率补偿式差示扫描量热法和热流式差示扫描量热法。典型的DSC曲线以热流率（ dH/dt ）为纵坐标、以时间（ t ）或温度（ T ）为横坐标，即 $dH/dt-t$ （或 T ）曲线。曲线离开基线的位移即代表样品吸热或放热的速率（ $mJ \cdot s^{-1}$ ），而曲线中峰或谷包围的面积即代表热量的变化。

应用：能定量测定多种热力学和动力学参数，比如热、反应热、转变热、反应速度和高聚物结晶等。

2) 热重分析法是指在程序控温与一定气氛下，测量试样的质量与温度或时间的关系，对应的仪器为热重分析仪。热重分析仪由天平、加热炉、程序控温系统与记录仪等几部分组成。热失重的特点是定量性强，能准确地测量物质的质量变化及变化的速率。

应用：熔点、沸点测定，热分解反应过程分析和脱水量测定，生成挥发性物质的固相反应分析，固体和气体反应分析等。

3) 热机械分析法是在设定的气氛条件下，测量物质在静态或动态负荷作用下，力学量（如尺寸、模量等）随温度或时间的变化，对应的仪器为热机械分析仪。测量方法分类：静态热机械分析法和动态热机械分析法。热机械分析仪按机械结构形式不同分为天平式和直筒式。

应用：膨胀系数、体积变化、相转变温度、应力应变关系测定、重结晶效应分析等。

4) 热传导性能中材料的导热系数（热导率）测试，可分为稳态测试和非稳态测试。

稳态法是指当待测试样上温度分布达到稳定后，即试样内温度分布是不随时间变化的稳定的温度场时，通过测定流过试样的热量和温度梯度等参数来计算材料的导热系数的方法，常见有平板法和热流计法，主要适用于测量中低导热系数材料。

非稳态法则是物体的温度随时间而变化的导热过程，根据温度和时间的变化关系确定导热系数，常见有瞬态热线法、瞬态平面热源法、探针法、激光闪射法和 3ω 法等，主要适用于测量中高导热系数材料。



敬请垂询

上海

Tel: 021-31073110

深圳

Tel: 0755-33683695

技术支持中心

E-mail: reliability@cti-cert.com

微信二维码



微博二维码



声明

©2016 CTI, 版权所有。本刊所有内容，除注明同意授权CTI使用的第三方内容外，版权均属CTI所有。非经或者满足任何特定标CTI事先书面授权，禁止引用或引证本刊内的任何信息。对本刊内容或外观的任何未经授权之变更、伪造、篡改均属非法，违反者将追究其法律责任。本刊仅限参考使用，并不取代任何法律规定或适用规章；仅为CTI就所涉专题提供的技术性信息，而非对此类专题的详尽表述。所述信息均按原样提供，CTI不承担该等信息准确无误或满足任何特定标准。