

《材料创新研究体验》研讨课大纲

隔热构件材料及结构设计

16 学时，1 学分

1、名称

隔热构件的材料及结构设计

2、背景、目的及解决的问题

在工业应用中，隔热构件具有非常重要的地位：一方面，在材料的加工过程中（例如加热炉等），使用隔热构件能够有效减少热损失，节约燃料，同时可以改善劳动环境，保证安全生产，提高工效；另一方面，在大温差环境条件下（例如航天器等），隔热构件是防热中的重要部件，是直接影响整个系统性能的关键。因此，了解传热现象，以及隔热材料的密度与热导率对热量的阻滞作用对设计隔热构件具有重要的理论和应用意义。

隔热材料分为多孔材料和热反射材料两类。前者利用材料本身所含的孔隙隔热，因为空隙内的空气或惰性气体的导热系数很低，如泡沫材料、纤维材料等；后一种材料具有很高的反射系数，能将热量反射出去，如金、银、镍、铝箔或镀金属的聚酯、聚酰亚胺薄膜等。针对不同的环境温差及使用要求，隔热材料的选择也有不同，例如飞机座舱和驾驶舱内常用泡沫塑料、超细玻璃棉、高硅氧棉来隔热；导弹头部用的隔热材料早期是酚醛泡沫塑料，随着耐温性好的聚氨酯泡沫塑料的应用，又将单一的隔热材料发展为夹层结构。

随着工业应用要求的不断提高，对隔热构件的轻质、薄层、高热阻等方面提出了更高的要求，从而单一的隔热材料无法满足使用要求，需要对隔热构件的隔热结构进行有效设计，从而获得更好的隔热性能，例如采用疏水性 SiO_2 气凝胶颗粒的耐高温胶粘剂及纤维隔热材料组成新型耐高温多层隔热结构，在航空航天较高温区及低温区防隔热邻域具有很高的应用前景。因此，综合隔热材料的热阻特性以及合理的隔热结构设计，获得具备良好的隔热效果的隔热构件，对学生理解材料的本征特性及应用，具有良好的理论与实践意义。

目的：

- (1)、了解传热的基本物理现象与概念。

(2)、了解不同材料的导热系数与热阻滞作用。

(3)、了解隔热结构的设计，设计不同的复合隔热结构。

解决的问题：

以酒精灯作为热源，模拟环境温度；以石蜡的熔化作为失效判定。在热源及石蜡间放置一定厚度（20-50mm）的隔热构件，通过隔热材料的填充及隔热层结构设计，实现在尽量长的时间内石蜡不熔化。

3、指导教师

陆韬

4、学时安排

授课：2~4 学时；实验：8 学时；讨论：2~4 学时；汇报：2 学时。共 16 学时。

授课内容：

(1) 隔热构件研发的重要意义及应用价值，课程要求，教学计划和考核方式。

(2) 介绍传热学基本知识，材料导热系数及隔热性能评价。

(3) 介绍隔热材料分类及选择，复合隔热结构设计，以及本项目中可选择材料及性质。

(4) 在课程结束之前，集中安排学生小组汇报研发成果，教师点评。汇报方式可以采用口头演讲、宣传展板等方式。汇报内容包括：隔热构件展示、设计方案、技术路线、测试分析结果及评价。

实验采用分组竞赛模式，由学生自由分组。

5、实验准备：原材料及相关设备等

原材料：耐高温陶瓷粉末，耐高温纤维，多孔陶瓷，石蜡等。

设备：酒精灯、三脚架、石墨导热片，夹具等。

6、实验内容

以酒精灯作为热源，模拟环境温度；以石蜡的熔化作为失效判定。在热源及石蜡间放置一定厚度（20-50mm）的隔热构件，通过隔热材料的填充及隔热层结构设计，实现在尽量长的时间内石蜡不熔化。

7、考核方式

总评成绩 100%=课堂考勤 10%+试验安全性和服从实验室管理规定情况 10%+样品质量或水平，或样机实用效果 40%+汇报水平 40%

8、实验项目预算

每个小组配备一套隔热夹层，夹层上下为石墨导热片，中间填充自行设计的隔热材料。每组隔热材料成本不超过 300 元，整套隔热构件成本不超过 500 元。