

豆孟柯<sup>1</sup>, 陈州旗<sup>1</sup>, 刘宝林<sup>1</sup>

<sup>1</sup>上海理工大学, 上海, 中国

## Abstract

一个疫苗冷链运输箱。利用COMSOL Multiphysics 软件的CFD模块对模型进行仿真, 利用冷冻至-8°C的冰盒使疫苗冷链运输箱维持在2~8°C。固体冰发生相变, 从而产生冰由固体到固液混合再到液体的过程。在这一过程中, 可以观察到融化界面、流体域中的速度分布、温度分布。

几何模型: 长方体固体冰被塑性材料 (简化成薄层) 包覆, 竖直置于疫苗冷链箱内进行熔融过程。

边界条件: 空气域: 环境温度 $T_{amb}=293.15[K]$ , 相变材料:  $T=265.15[K]$ , 即冰的初始温度;

物理场接口: 层流、流体传热

物理模型: 1. 流体设置中, 为观察到冰盒内流体由温差及自然对流引起的流体流动, 考虑水的粘度随温度的变化关系式为 $\mu=0.001779/(1+0.03368t+0.000221t^2)$  (Pa·s) 2. 塑性包覆材料简化成薄层

研究意义: 基于疫苗产品对冷藏温度 (2~8°C) 的需求, 提出新型冷链运输箱设计方案, 旨在克服传统冷链运输箱温度波动较大、竖直方向温度分布不均匀的缺点。

## Figures used in the abstract

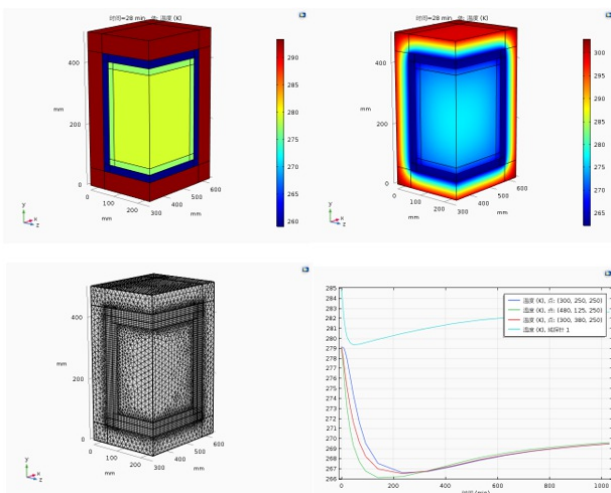


Figure 1: 图1: 摘要附图是冷链运输时间在28min、50min时疫苗冷链运输箱的温度分布剖面图, 可以观察到箱体中心温度较高, 贴近冰盒部分的疫苗温度较低。