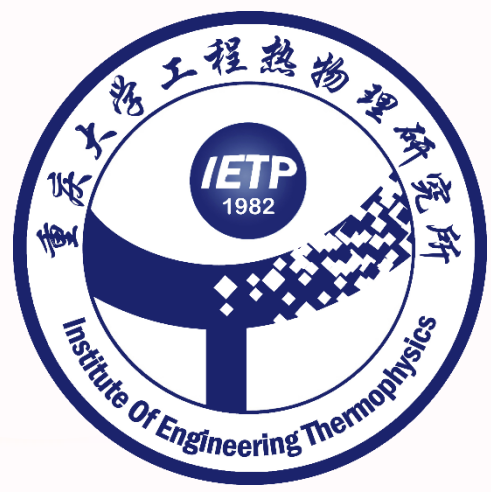




# 高热流密度相变冷却机理及技术研发

## 一、相变冷却技术简介

相变冷却技术是一种高效的热管理技术，通过利用工质在液态和气态之间的相变过程来传递和散发热量。在这个过程中，液体工质吸收热源的热量后发生汽化，变成气体并带走大量潜热，然后气体在冷凝器中释放热量重新凝结为液体，形成循环。由于相变过程能够传递的热量远大于单纯的显热传递，因此相变冷却具有传热效率高、温度控制精确、工作温度范围宽等优点。

## 二、高热流密度相变冷却技术的发展及应用

高热流密度相变冷却技术初期聚焦于相变传热机理和沸腾换热的理论研究。随着微加工技术的进步，微通道散热器技术得到快速发展，为高密度集成系统提供了直接集成的散热解决方案。该技术具体包括热管、喷雾冷却等，广泛应用于电子设备散热、数据中心冷却、航空航天热控制、以及各种高功率密度设备的热管理中，是现代先进冷却系统的重要组成部分。

## 三、主要研究进展

### 1. 介电工质内的沸腾换热特性研究

#### 肋片强化换热结构优化研究

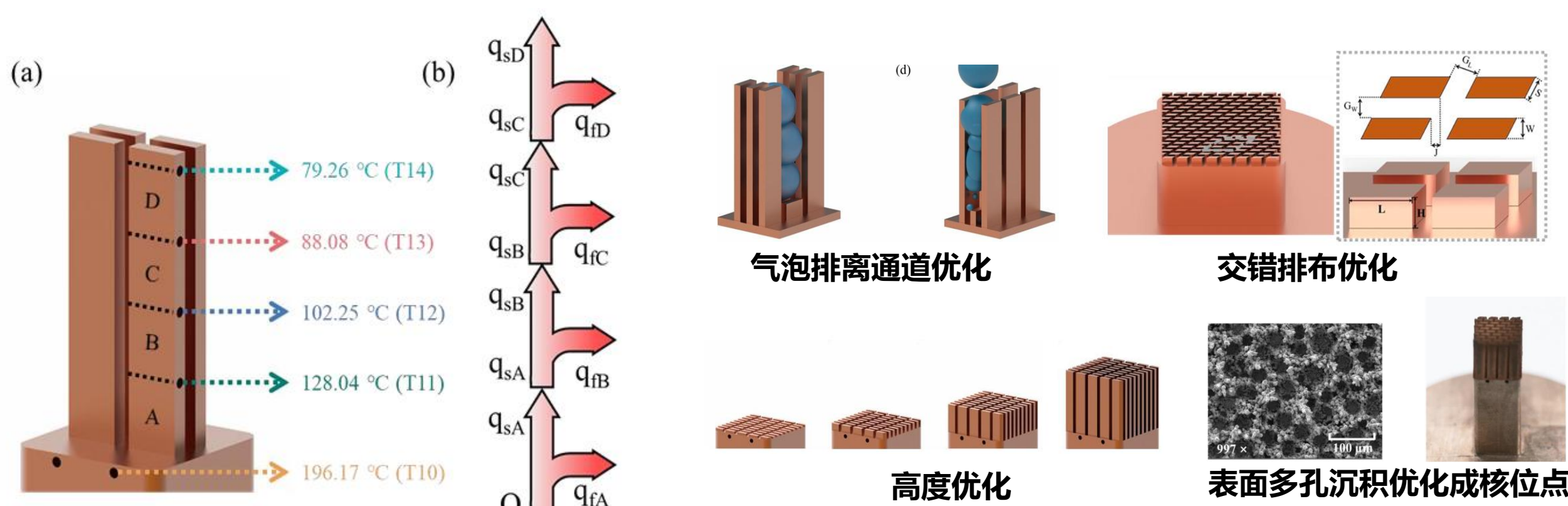


图1 肋片热传导强化机制

图2 肋片优化方案

#### 肋片强化沸腾换热机制

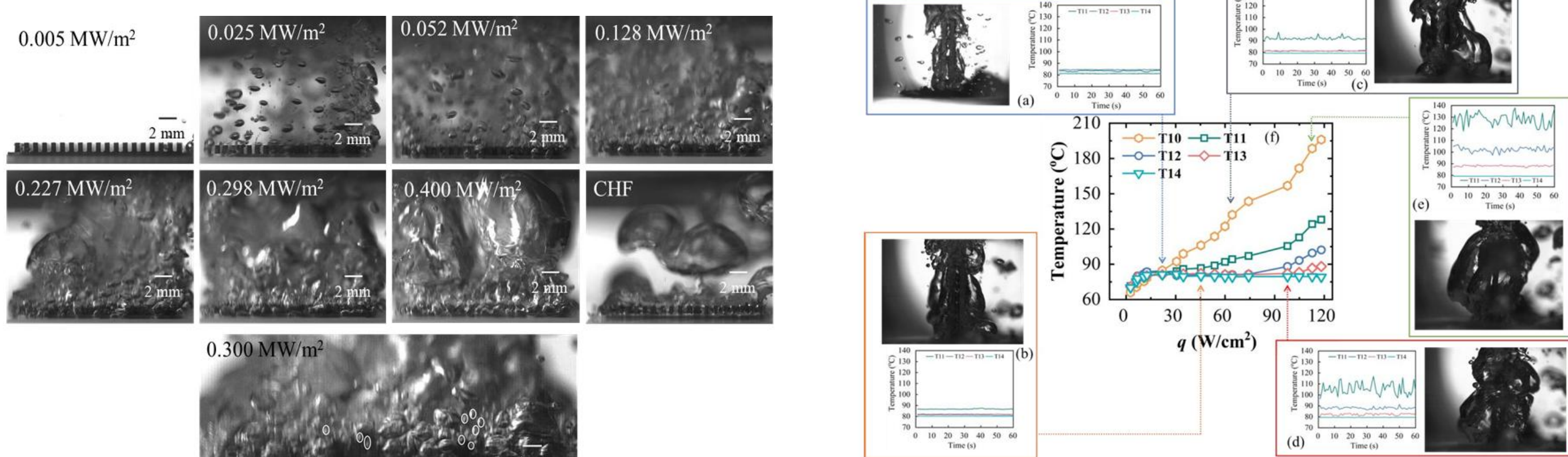


图3 沸腾状态随热通量的发展

图4 壁面温度与热通量

### 2. 热管技术研究

#### 极薄VC冷热循环性能研究

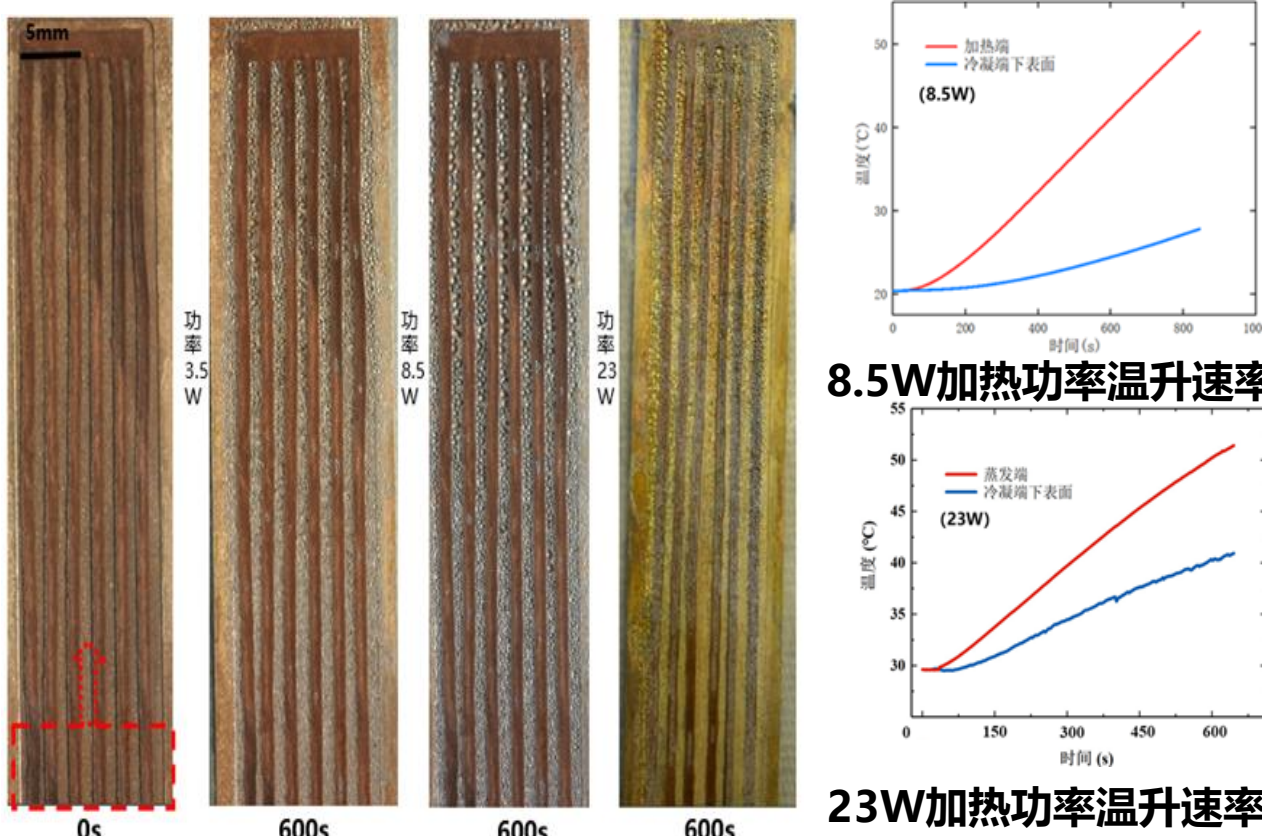


图5 不同功率下极薄VC蒸发冷凝实验

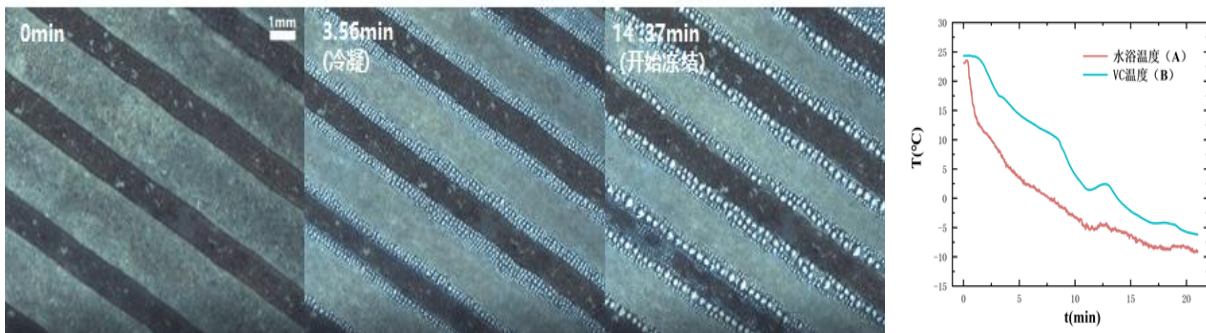


图6 烧结铜粉真空结冰实验

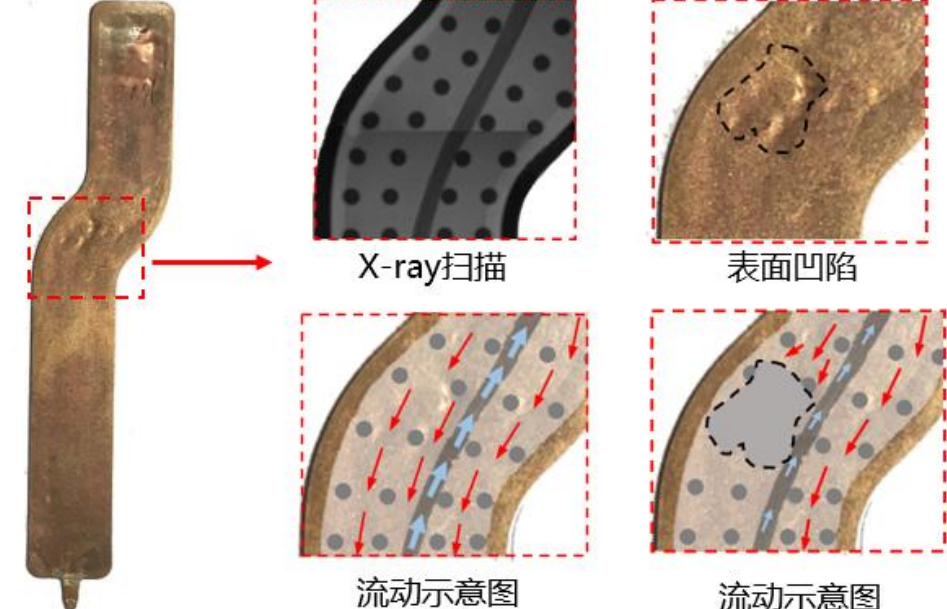


图7 循环后结构缺陷

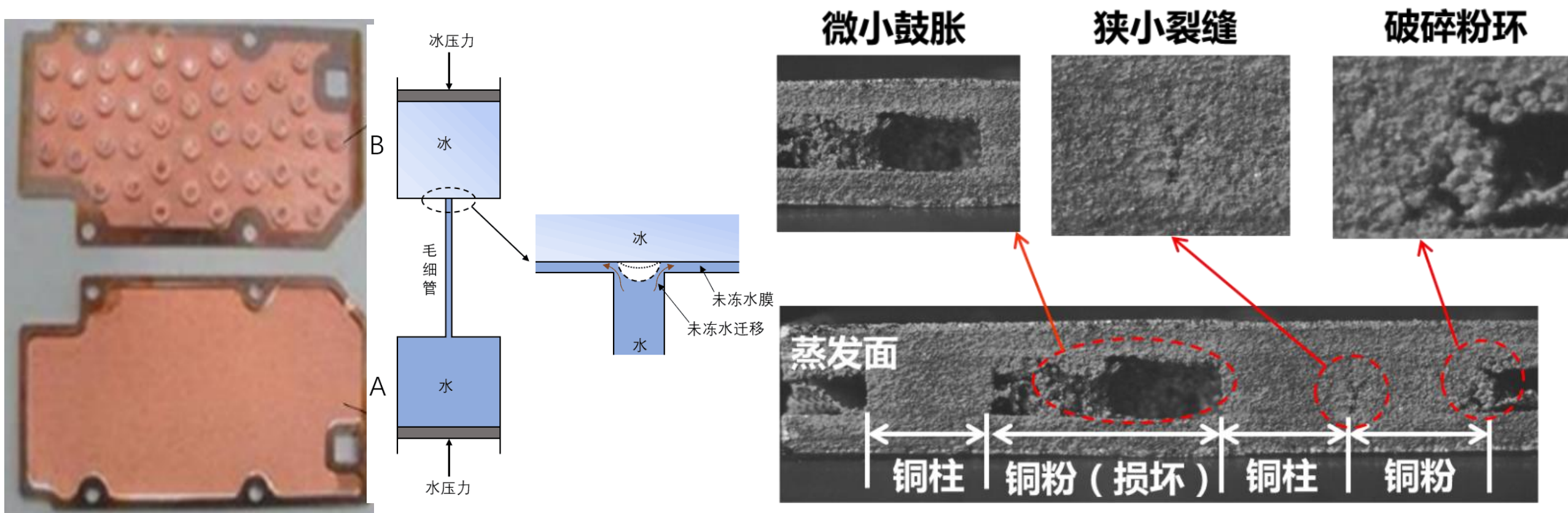


图8 超薄VC结构

#### 极薄VC抗冷热循环结构损坏设计

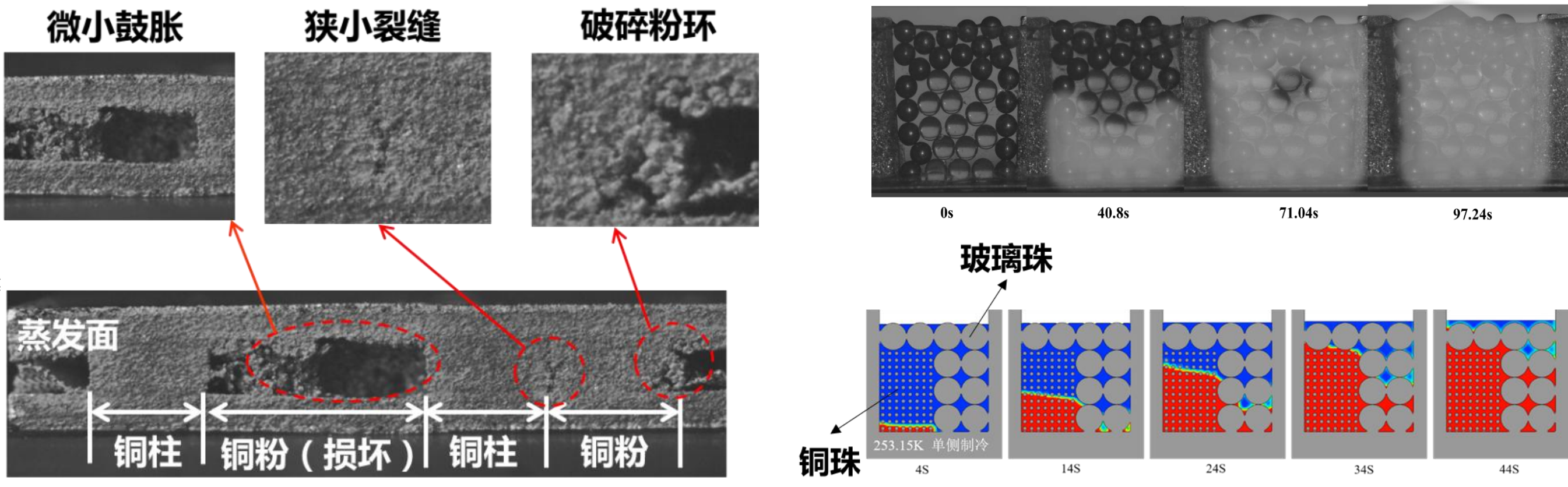


图9 超薄VC肿胀原理及分析

图10 肿胀过程应力分析

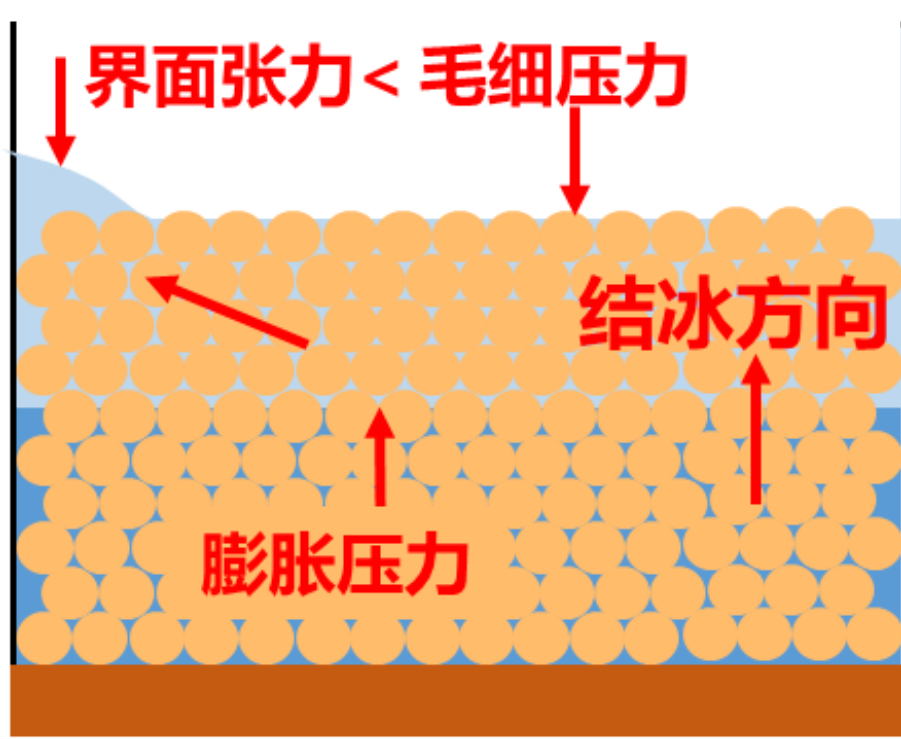


图11 冷热循环过程对VC铜柱结构变形分析

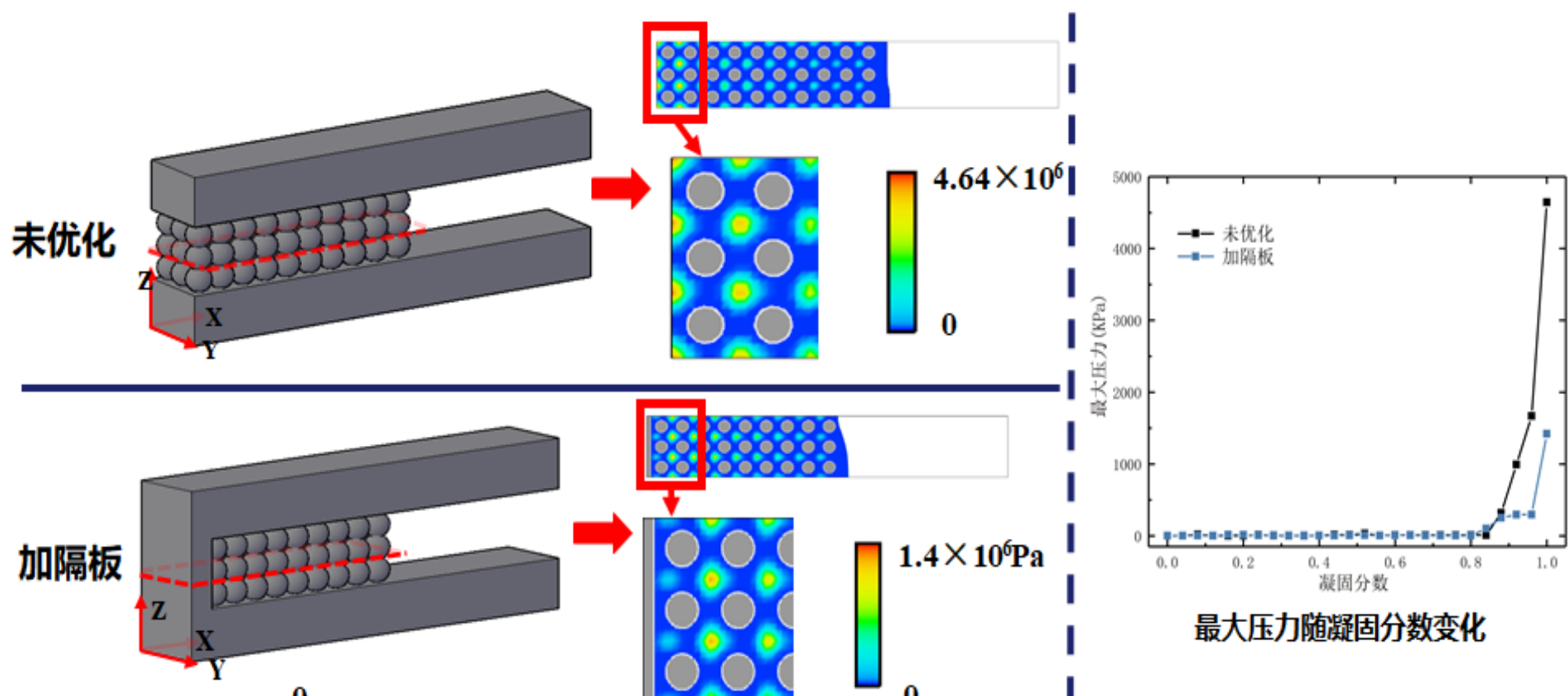


图12 抑制肿胀的结构优化设计

#### 环路热管蒸发器沸腾换热研究

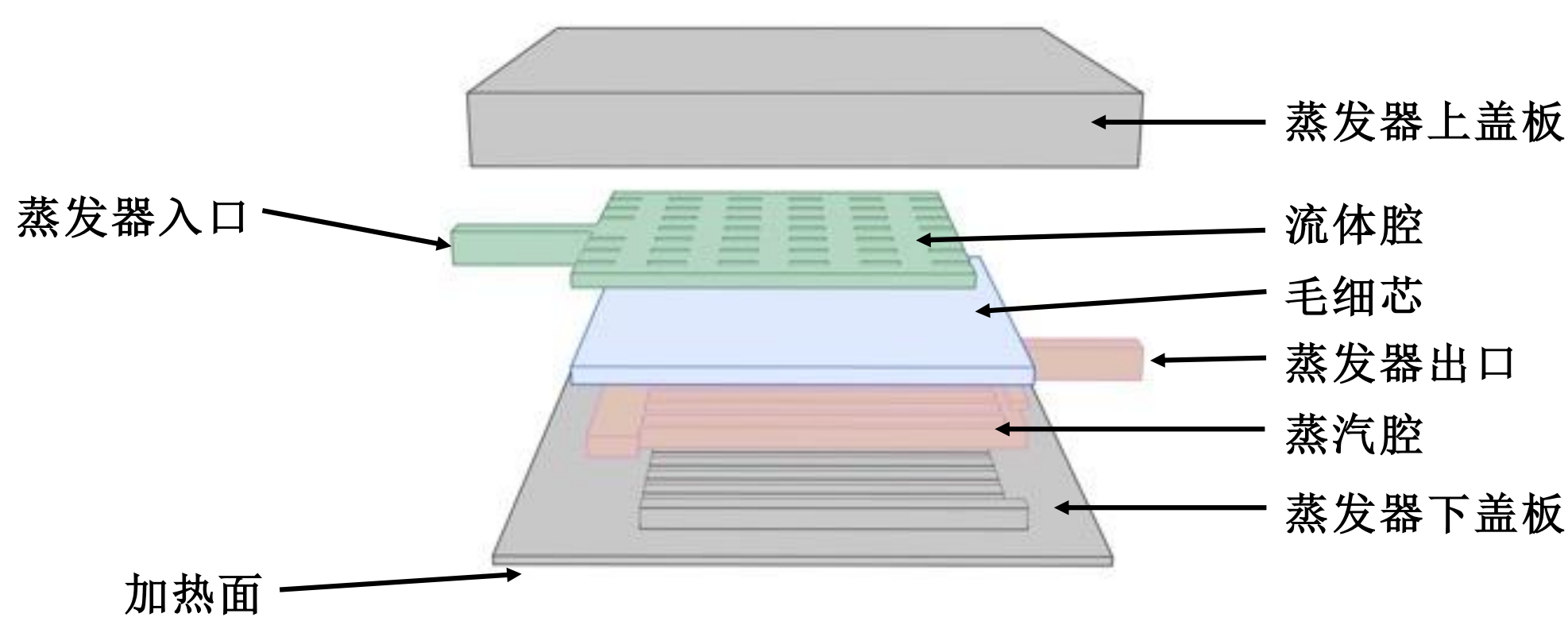


图13 蒸发器结构

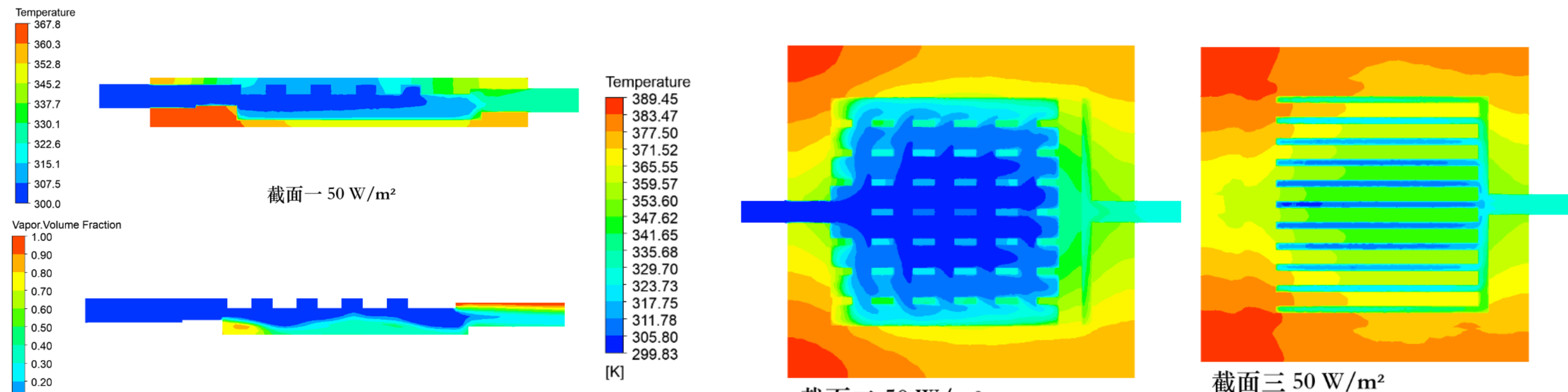


图14 蒸发器内沸腾传热特性



Welcome to CQU