

先空着吧

PACS numbers:

**Contents**

<b>I. introduction</b>	2
A. Problem Summary	2
B. Data Sourse	2
<b>II. Background</b>	2
A. efficient energy storage technology	2
B. assumption	2
<b>III. results</b>	3
A. q1	3
1. model development	3
B. q2	3
C. exactdata	4
D. tao lun qing kuang	4
<b>IV. about model</b>	4
A. advantage	4
B. disadvantage	4

## I. INTRODUCTION

### A. Problem Summary

Efficient energy storage technology is the core technology to solve the volatility and intermittency of renewable energy and waste heat resources. Phase change heat storage is widely used because of its high energy storage density and heat storage and release at a nearly constant temperature. Now, a company needs to design the structure of heat transfer fins in the tank of the phase change heat storage system to further improve the heat transfer performance of heat storage products.

In the first question, we are required to analyse the effect that interval angle  $\theta$  makes to the heat transfer performance. We use mathematical analysis to build a model and calculate the heat transfer ability to find the best interval angle  $\theta$ .

In the second question, we are supposed to optimize the size and distribution of triangular fins, so we contrasted many different models and chose the most suitable one. In the third question, we optimized the shape and distribution of the new fins and gave the final scheme.

### B. Data Source

## II. BACKGROUND

### A. efficient energy storage technology

高效储能材料是可用于解决余热资源的时间、空间上分布不均的一种核心技术。而相变储热技术由于其极高的储能密度和能够在恒温下储热和释放被广泛利用。其中固、液相变材料（PCM）具有潜热高、相变前后体积变换小的特点，这使得它们相对而言更容易储存和封装。但是PCM材料同样有着其缺点：其导热系数通常较小，这导致他们的热存储和释放过程较长。我们需要设计研究优化系结构及相关参数，提高储热系统的传热能力。

目前现有的解决方案包括扩大相变材料和热源的接触面积亦或者是直接提高相变材料的有效导热系数。当然相对这些方案，通过翅片来增加接触面积的方式有着成本低，限制少，提升效果大的特点。本文中主要分析的则为翅片相关的模型。

### B. assumption

根据已有条件及及相关理论分析，我们做出如下的近似假设：

- 忽略换热过程中的自然对流影响
- 对于该问题模型，沿罐纵向情况类似，故简化考虑二维情况。
- 将储热罐的剖面图近似看作圆环。
- PCM材料在相变前后的温度、体积均不发生改变。
- PCM材料在各方向上是均匀的，具有相同的性质。
- 由于散热片的导热系数远大于PCM材料，故可简单认为在导热开始时散热片和内径温度一致。
- 散热片与热源的接触面正相切。

### III. RESULTS

#### A. q1

该问题要求为在二维截面上对于储热罐的径向结构进行优化，优化间隔角 $\theta$ 实质是优化均匀分布的矩形散热片个数，以期得到最短的导热过程时间。

##### 1. model development

###### 1.mean heat conduction distance

为了简化运算量，我们将对于平均导热时间的转化为PCM材料到热源的平均距离的计算。

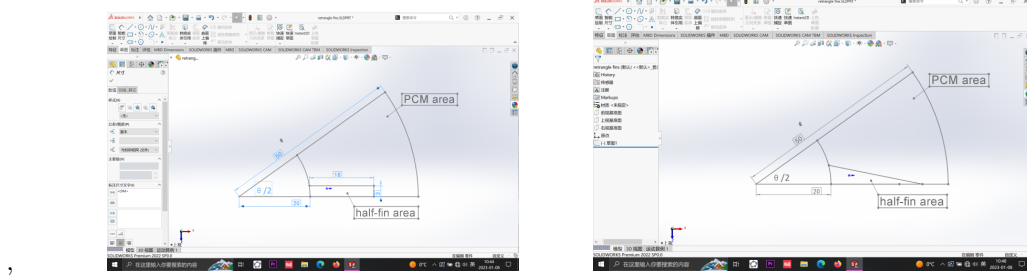
我们引入了平均热传递距离 $\bar{d}_h$ ，其定义式有如下形式：

$$\bar{d}_h = C_h \times \frac{\sigma_c \min\{d_r, d_f\}}{n} \quad (1)$$

其中 $C_h$ 为我们定义的常数：热传递系数，它反映了不同散热片结构中热流体流动时的对流大小， $C$ 代表PCM材料区域的平面， $n$ 为该平面的网格点数， $d_r$ 和 $d_f$ 分别为PCM材料中每个点到内管和散热片的距离。据文献表明，我们可以选取其中较小的一个作为热量传递的距离，进而衡量导热性[引用]。

###### 2.shanxing chi pian moxing

基于1.的假设，根据翅片对称性分布的先决条件，我们将PCM区域定位可行域，我们通过简单的手动计算，PCM材料的传热部分主要来源于其可行域内部分。如下图1所示：



利用Python对区域做有限细分，将区域化为有限元网格，对于每个网格点计算其到内管距离 $d_r$ 和到翅片边界的距离 $d_f$ ，比较选择其中较小的带入计算，即1.中所述内容。对于不同的间隔角 $\theta$ ，我们可得到在不同的矩形翅片空间分布下的平均热传导距离。结果如下图【1】线

###### 3.develop

不难看出，在翅片个数 $n$ 大于【】时，曲线趋缓，可知在区域面积较小时，前文做出的近似假设不恒成立，由此我们做进一步优化，

#### B. q2

基于问题1的分析过程，我们采用类似的方法对区域进行计算。

### C. exactdata

### D. tao lun qing kuang

## IV. ABOUT MODEL

### A. advantage

模型优点：1.模型采用通过对于变量的转变从而更好的结局问题，将对于导热时间的求解转化为作为最远导热距离的求解，很大程度上简化了算法优化计算量。

2.对模型分块化处理，仅需改变区域面积即可更好地进行求解。

3.检验了网格点数目对于实验结果的影响，增加了准确性。

4.基于问题一的情况，在解决问题二的过程中采取了控制变量的方式，更好地进行效果对比。

5.自设计模型采用了Y字型设计，很大程度上提高了导热效率。

### B. disadvantage

模型缺点：

1.在处理模型时对于变量的转换无法精确计算导热所需的时间，只能够定性分析问题。

2.分块化处理忽略了其他翅片对该部分的影响，一定程度上影响了分析精度。

---

[1] L. Wang, F. Hardy, A. E. Böhmer, T. Wolf, P. Schweiss, and C. Meingast, Phys. Rev. B **93**, 014514 (2016).

## APPENDIX A: RELATED NOTES