



重慶大學
CHONGQING UNIVERSITY

基于可再生能源的新风预处理技术

材料准备：马银 邓德林 王勇

汇报人：王勇

2024.04.09 北京

重庆大学土木工程学院清洁能源研究所

目录

CONTENTS

01

研究背景

Background of the research

02

研究内容

Contents of the research

03

应用展望

Outlook of the research

01 研究背景

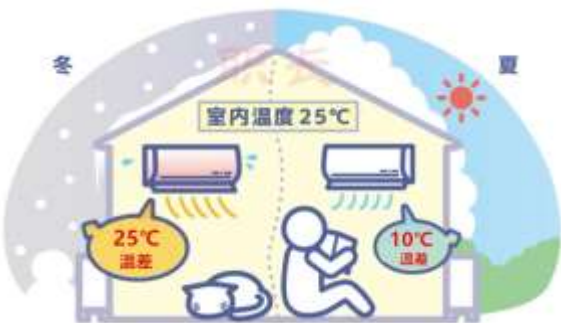


环控现状

1. 新风是环控系统的必要组成部分，具有保证室内空气品质和人员健康的重要作用；
2. 环控系统中新风处理能耗占比逐渐提高。

现有降耗方法与问题

1. 主动余热回收系统：室内新风与排风进行热交换，存在着交叉污染问题；
2. 土壤—空气换热系统：利用土壤与空气进行热交换，管道复杂，安装成本高。



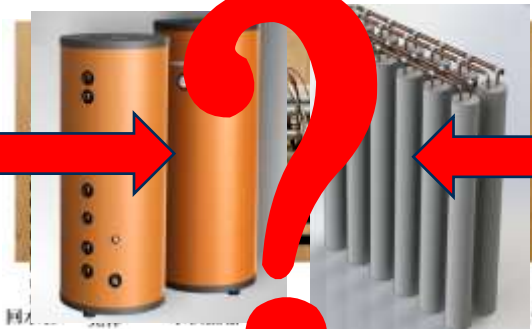
可再生能源?

低温辐射蓄能



不稳定性!

时空转换!



改善室内
空气品质!

降低新风
处理能耗!



传统蓄能方式大多直接满足末端品位，不满足?

最大化利用可再生能源

无法实现太阳能最大化利用

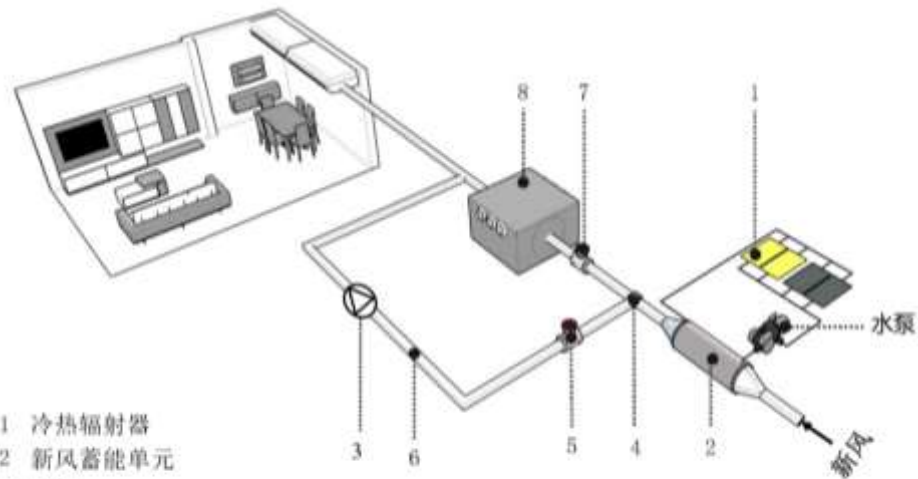
途径：创造一种既能利用低辐射太阳能+夜空冷辐射的新风蓄能单元

$200\text{W}/\text{m}^2 \sim 30^\circ\text{C}$ ✖
 $200\text{W}/\text{m}^2 \sim 30^\circ\text{C}$ ✓

02 研究内容



➤ 1. 系统原理介绍



- 1 冷热辐射器
- 2 新风蓄能单元
- 3 风机
- 4 温度传感器
- 5 阀门一
- 6 旁通管
- 7 阀门二
- 8 新风处理设备

新风系统流程图



最大化利用可再生能源！



新风出口温度达到**20.9°C (夏) / 24.8°C (冬)**，
(基于重庆室外计算温度) 直接旁通供给用户，
实现新风处理设备**零能耗**。

新风出口温度未达到要求时，降低新风处理设备的温差，实现全年**能耗的显著降低**。

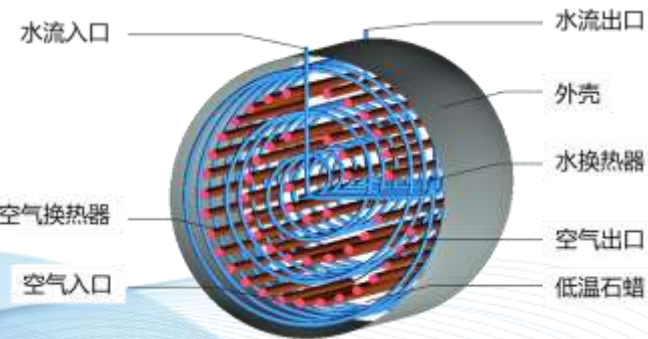




02 研究内容

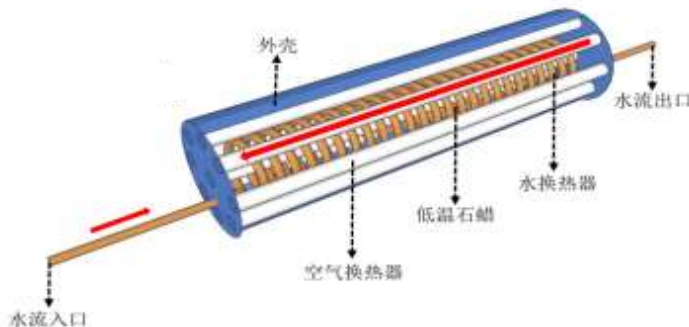
➤ 2. 蓄能单元结构设计

设计水换热器与风换热器的结构，以及对相变材料进行筛选，最后将三者有机结合为新风蓄能单元



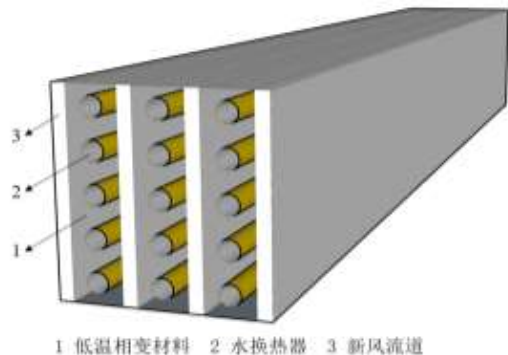
第一代

尺寸: $d=600\text{mm}$, $L=1500\text{mm}$,
风量: $200\text{m}^3/\text{h}$, $M_{\text{pcm}}=330\text{kg}$



第二代

尺寸: $d=200\text{mm}$, $L=1000\text{mm}$,
风量: $50\text{m}^3/\text{h}$, $M_{\text{pcm}}=25\text{kg}$



第三代

尺寸: $145\text{mm} \times 150\text{mm} \times 1000\text{mm}$,
风量: $50\text{m}^3/\text{h}$, $M_{\text{pcm}}=12\text{kg}$



02 研究内容

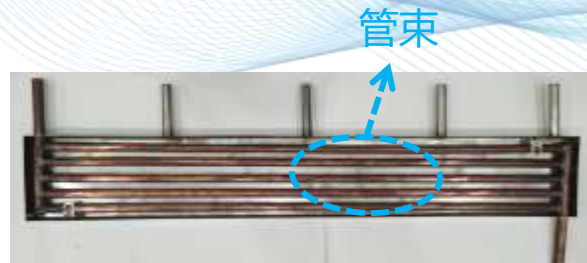
➤ 3. 蓄能单元结构优化



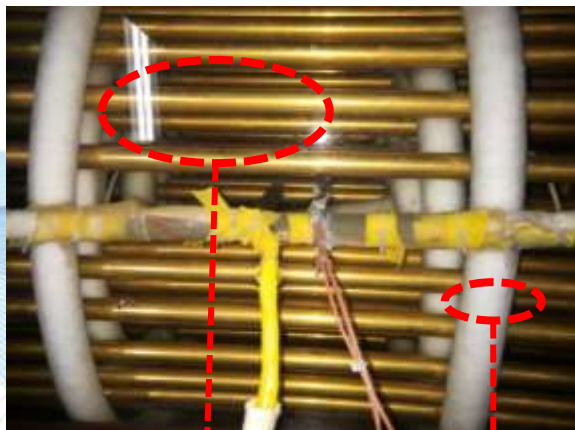
第一代



第二代

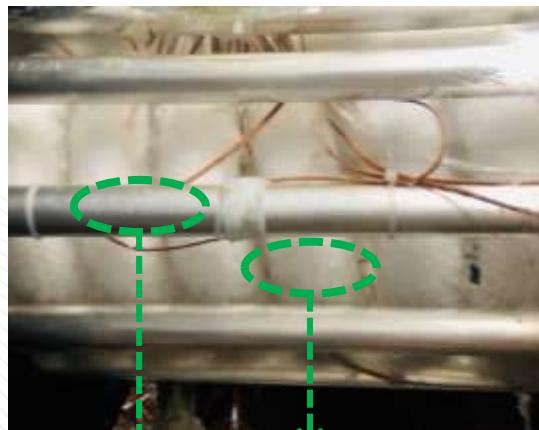


第三代



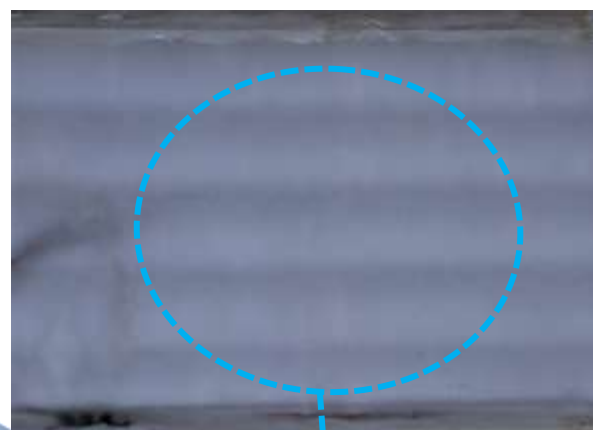
液体石蜡

固体石蜡



液体石蜡

固体石蜡



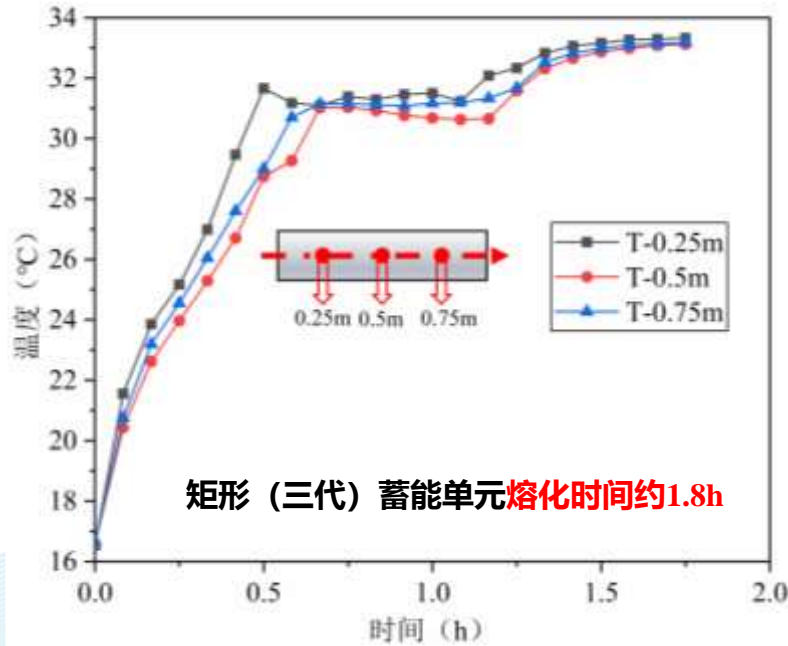
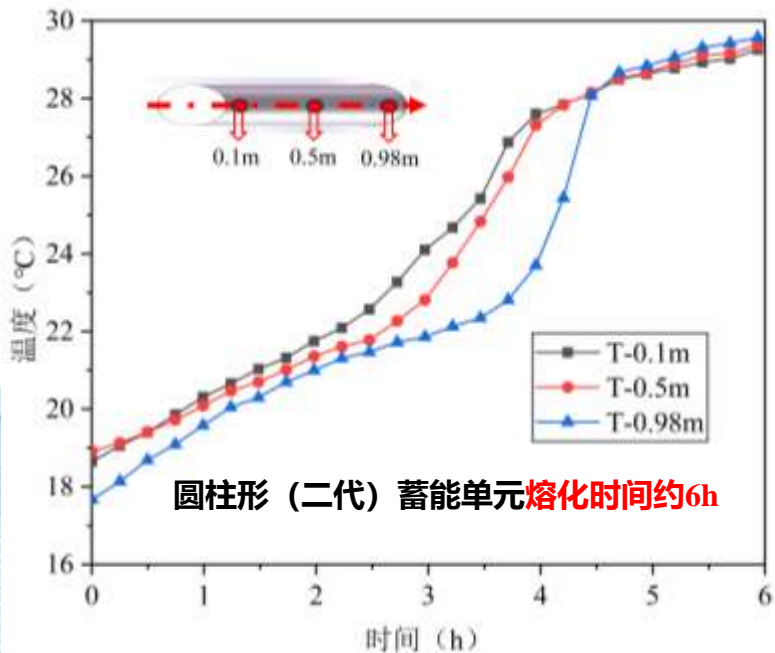
全部为固体石蜡



02 研究内容

4. 蓄热实验研究

研究新风蓄能单元在冬季低辐射太阳能作用下的蓄热机理(蓄热温度: 34°C)



蓄热过程石蜡轴向温度变化图

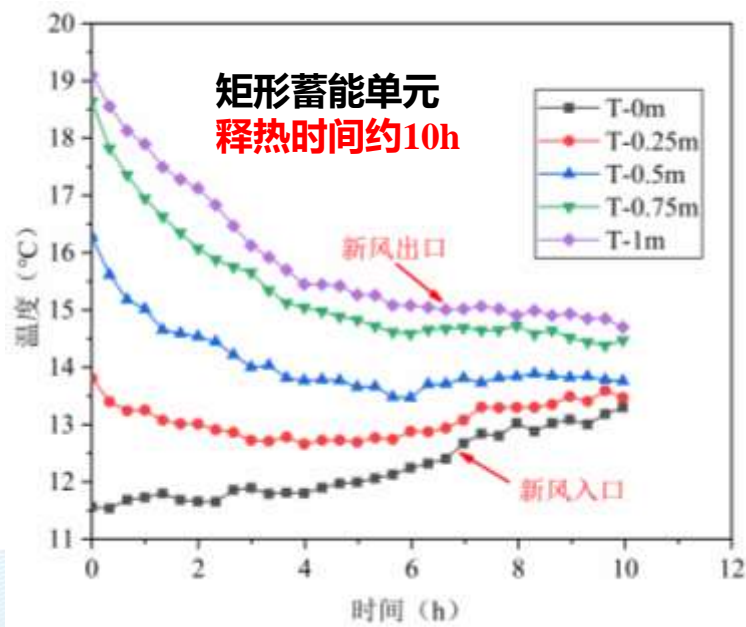
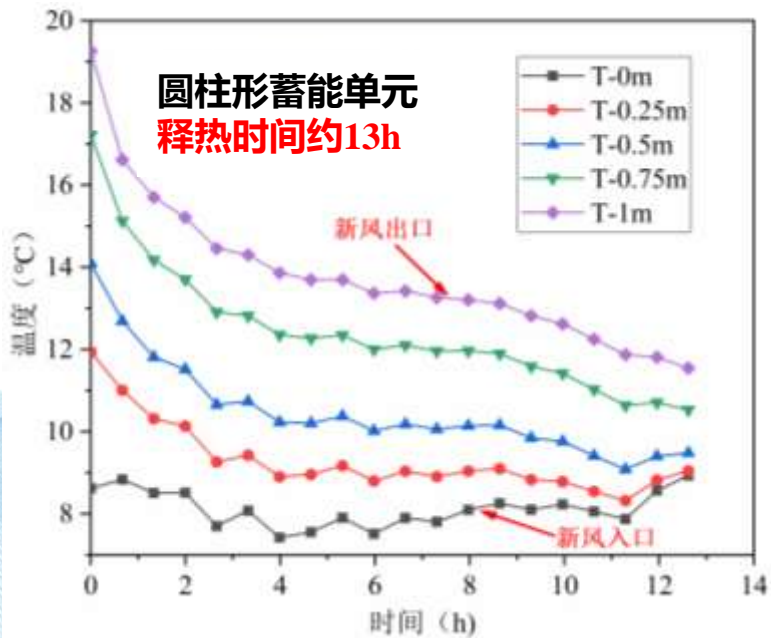


02 研究内容

5. 释热实验研究

研究新风蓄能单元在冬季室外冷空气作用下的释热机理

入口温度: 8°C/10°C
空气流量: 50m³/h



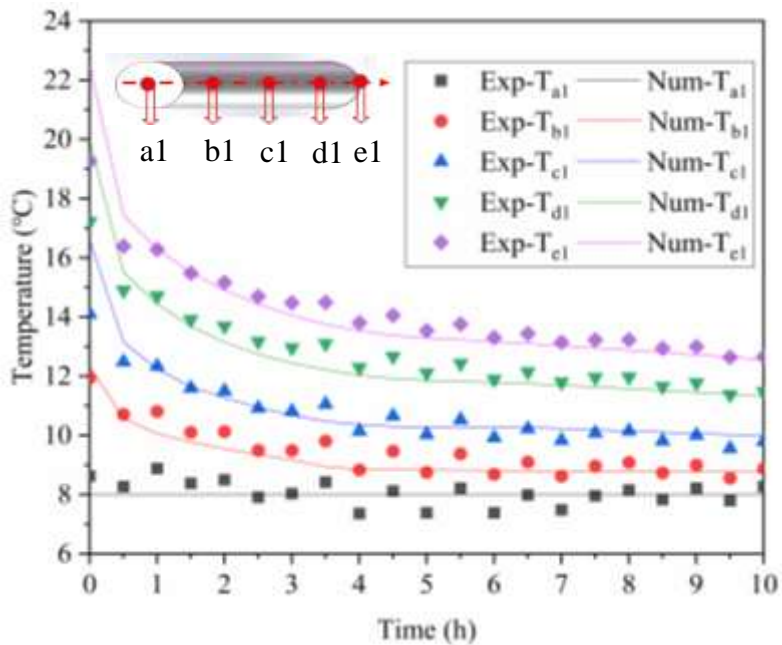
新风预热实验风管内部轴向温度变化图



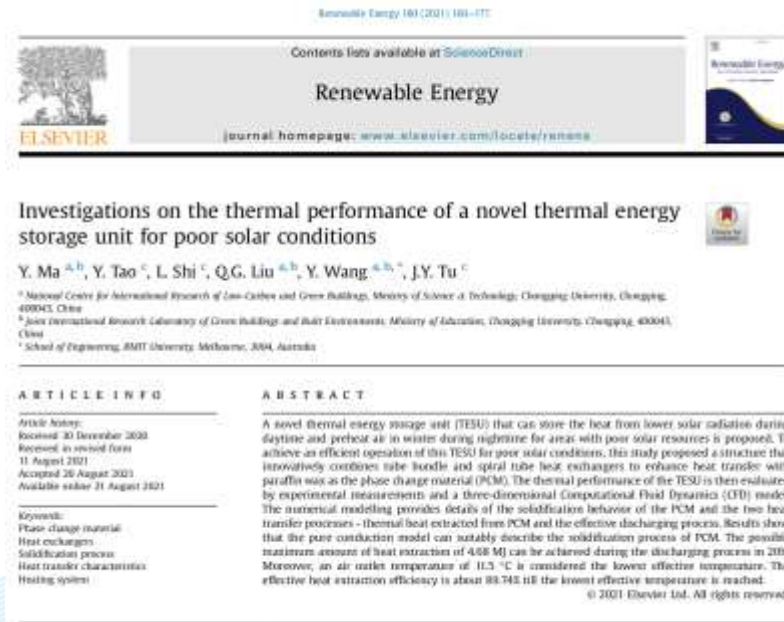
02 研究内容

➤ 6. 圆柱形蓄能单元模拟验证

以实验结果验证数值模拟计算的可靠性



实验与数值计算结果对比：风管轴向空气温度变化图

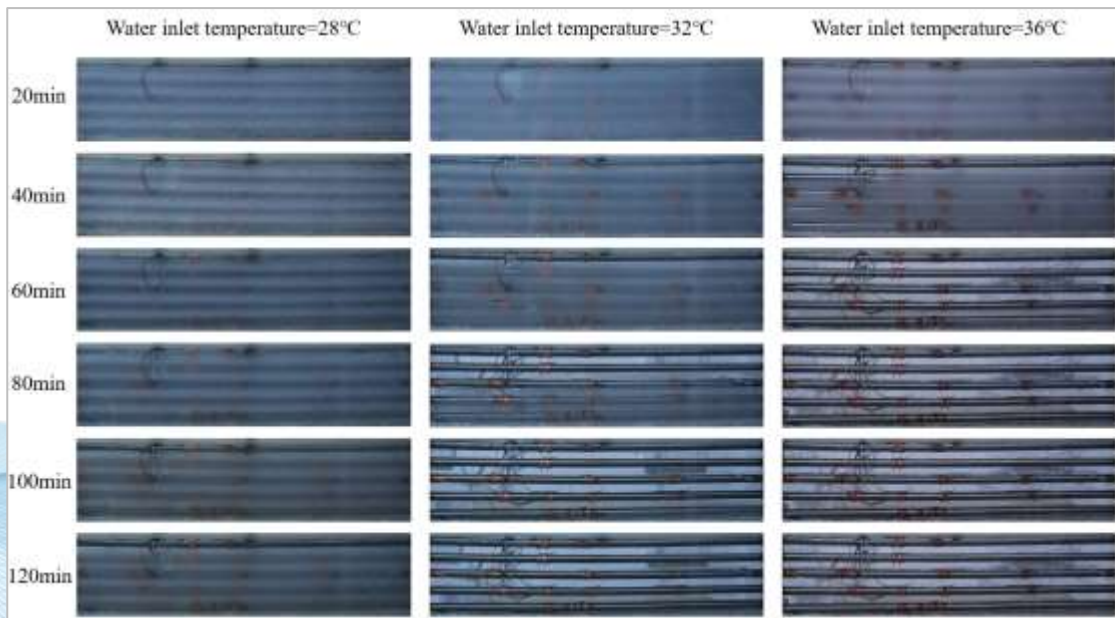


Y. Ma, Y. Tao, L. Shi, Q.G. Liu, **Y. Wang***, J.Y. Tu, Investigations on the thermal performance of a novel thermal energy storage unit for poor solar conditions, Renew Energy 180(2021) 166-177.

02 研究内容



➤ 7. 矩形蓄能单元熔化规律探究



不同蓄热温度下的相变材料的熔化过程

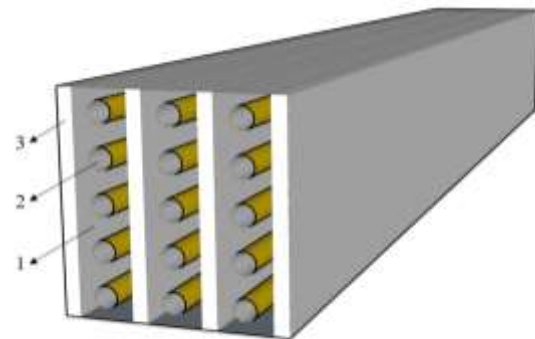
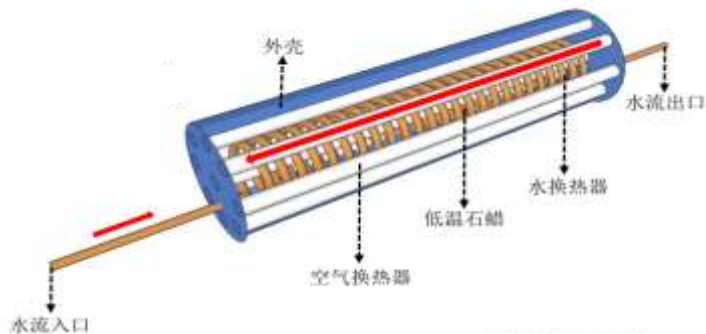
Y. Ma, Y. Tao, W.L. Wu, L. Shi, Z. Zhou, **Y. Wang***, J.Y. Tu, H.R. Li, Experimental investigations on the performance of a rectangular thermal energy storage unit for poor solar thermal heating, *Energy Buildings* (2021) 111780.

02 研究内容



➤ 8. 蓄能单元性能参数对比

蓄能单元特征参数	圆柱形	矩形
空气换热器面积 (m ²)	0.5652	0.6
水换热器面积 (m ²)	0.18	0.75
石蜡质量 (kg)	25	12
潜热总量 (kJ)	5000	2400
熔化时间 (34°C热源) (h)	6	1.8
8h释热总量 (kJ)	2830	2100
8h释热率	56.6%	87.5%
8h平均释热速率(W)	98.26	72.91



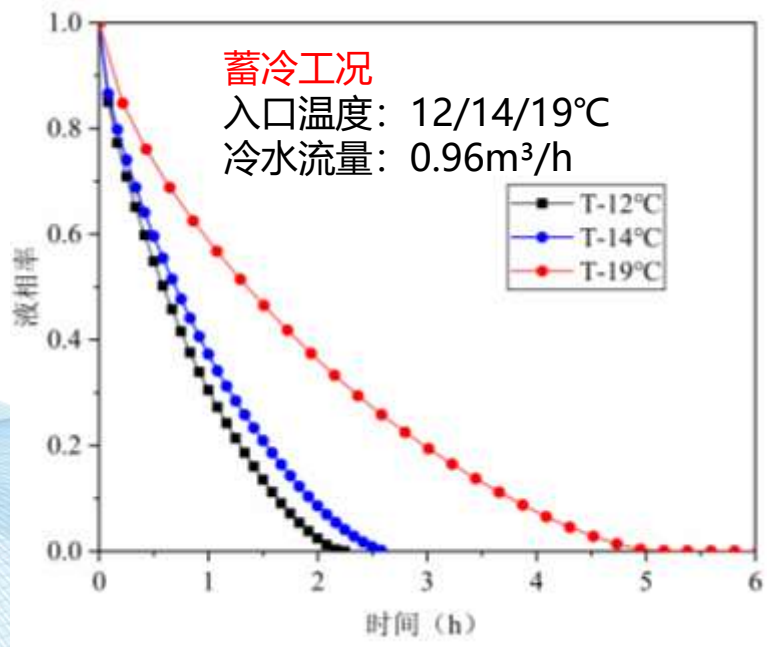
1 低温相变材料 2 水换热器 3 新风流道



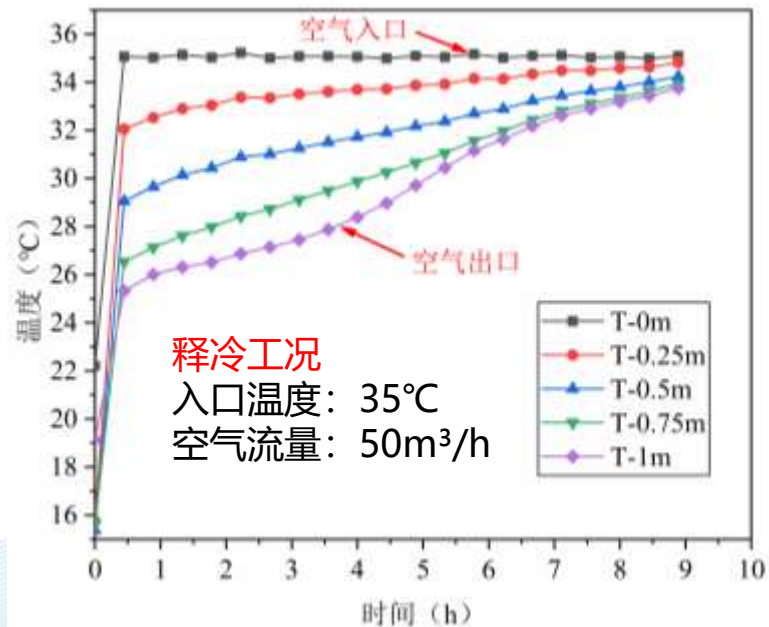
02 研究内容

➤ 9. 矩形蓄能单元蓄/释冷实验研究

矩形蓄能单元的蓄/释冷研究



蓄冷过程石蜡液相率变化图



新风预冷实验风管内部轴向温度变化图

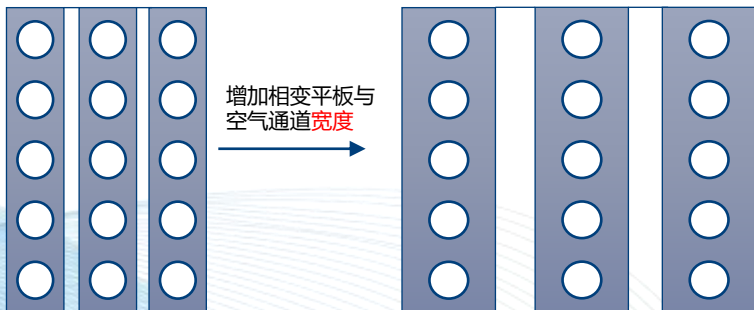
02 研究内容



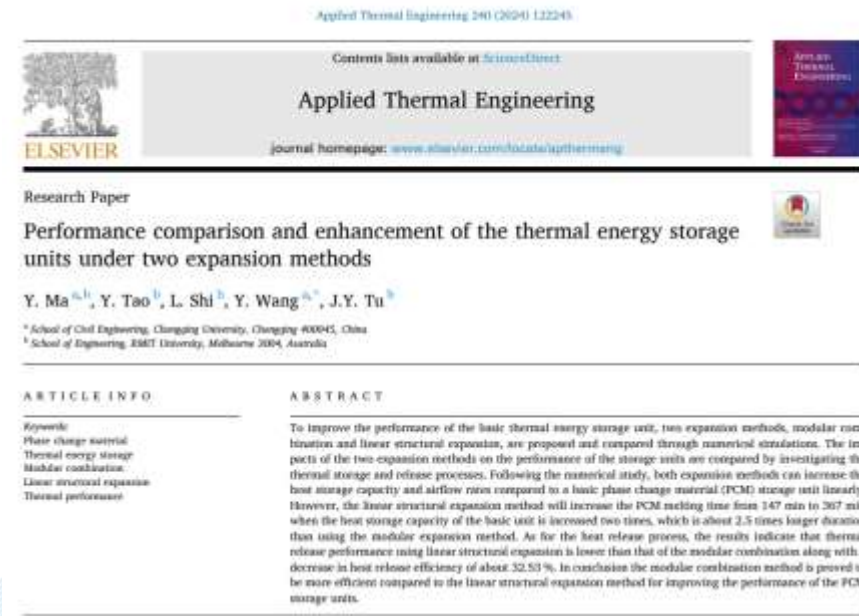
➤ 10. 矩形新风蓄能器的扩容研究

为了满足实际工程中不同建筑物对新风量的需求，对基础的蓄能单元进行风量与储能量的扩容处理。

(1) 结构化扩容



横向线性化扩容



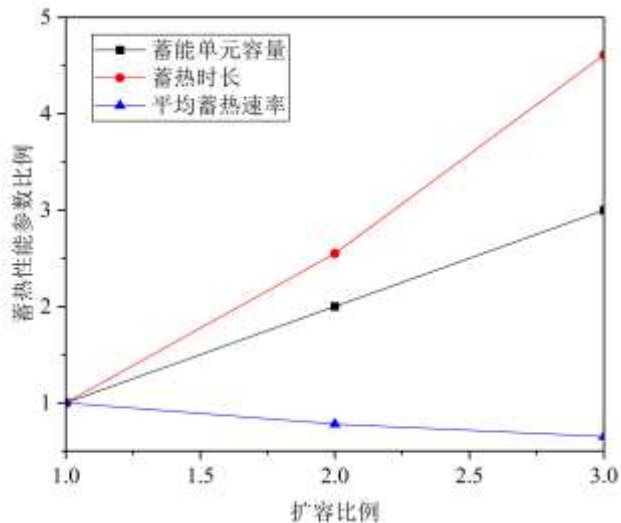
Y.Ma,Y.Tao,L.Shi,Y.Wang,J*.Y.Tu, Performance comparison and enhancement of the thermal energy storage units under two expansion methods, Applied Thermal Engineering 240 (2024) 122245 .

02 研究内容

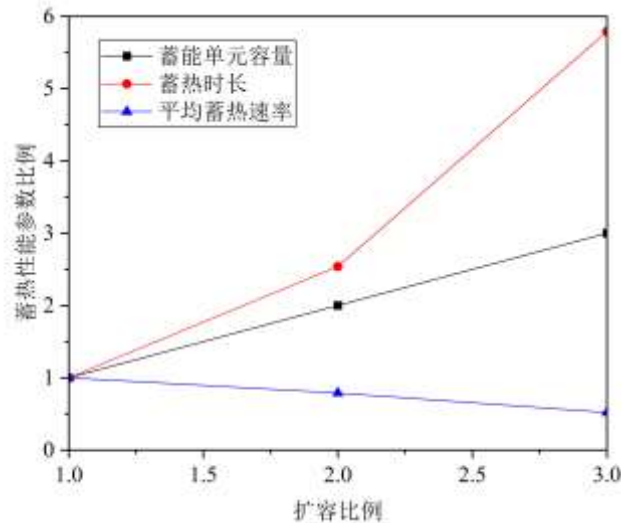


➤ 10. 矩形新风蓄能器的扩容研究

(2) 结构化扩容的蓄热性能



横向线性化扩容的蓄热性能



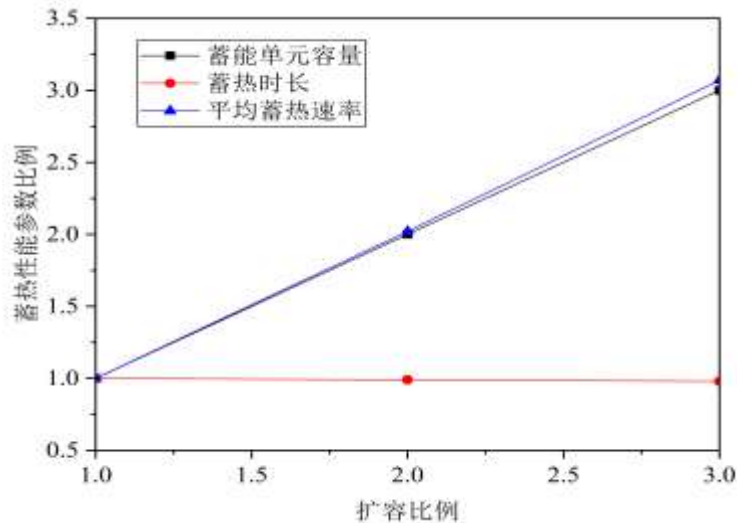
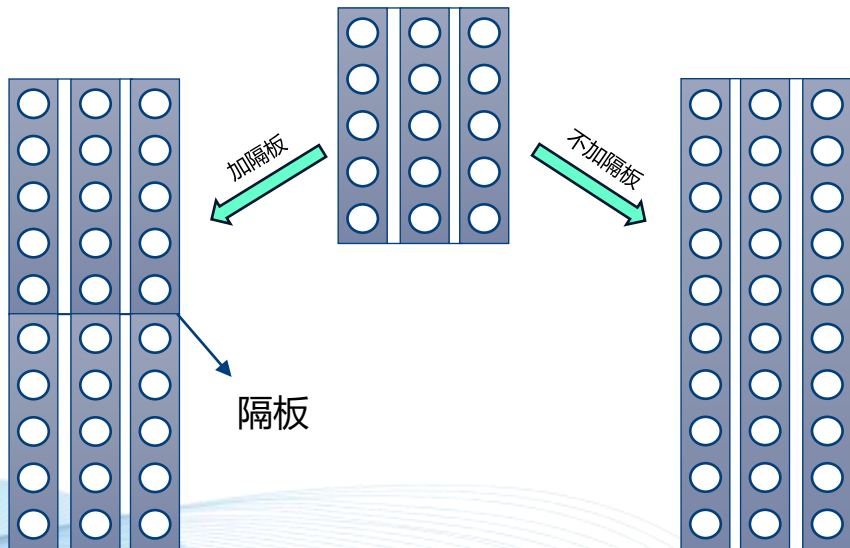
竖向线性化扩容的蓄热性能

蓄热速率还呈现出逐渐下降的趋势

02 研究内容



(3) 模块化扩容



不加隔板的蓄热性能

蓄能单元在竖向模块化扩容时采用有隔板的结构时，他们的熔化时间是完全相同的，这是因为这种方式完全由基础的蓄能单元在高度上叠加而来，蓄能单元的结构以及液体相变材料的流动空间均未发生变化。

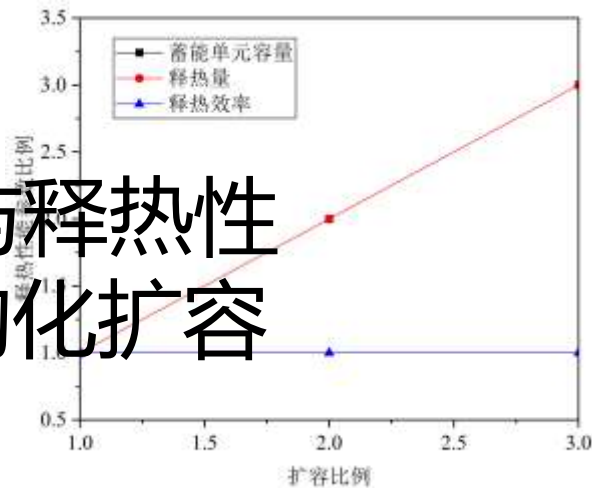
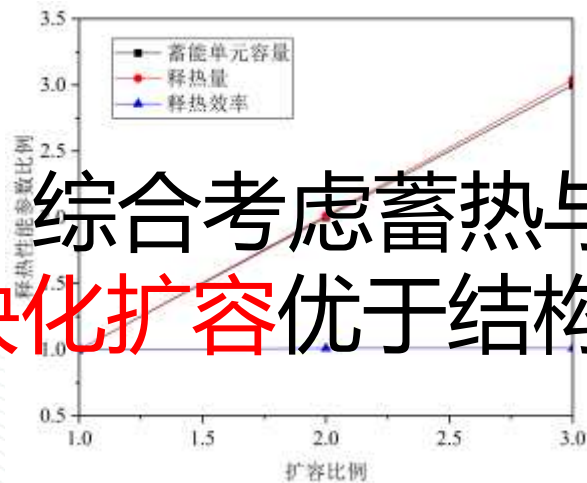
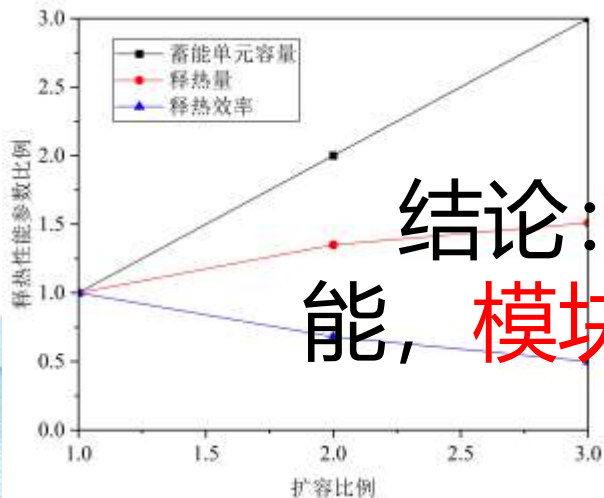
当采用无隔板的竖向模块化扩容方式时，蓄热时间因蓄能单元的高度的增加而呈现逐渐下降的趋势（自然对流作用加强）



02 研究内容

➤ 10. 矩形新风蓄能器的扩容研究

(4) 不同扩容方式释热性能研究



结论：综合考虑蓄热与释热性能，**模块化扩容**优于结构化扩容

横向线性化扩容的释热性能

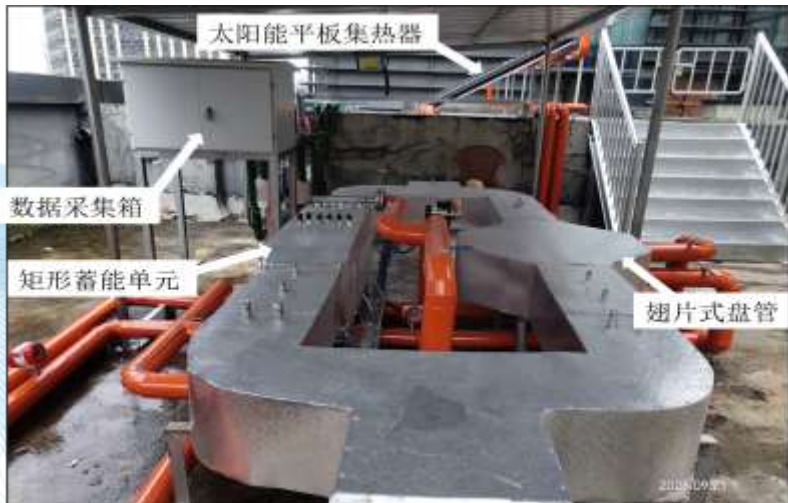
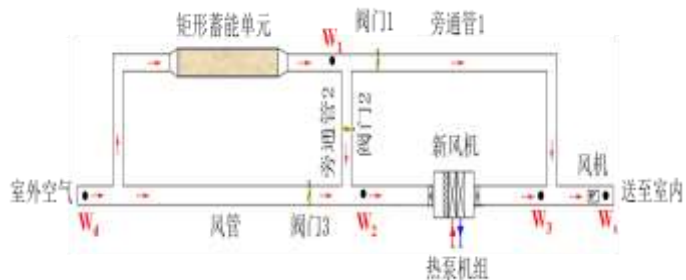
竖向线性化扩容的释热性能

模块化扩容的释热性能



02 研究内容

➤ 11. 矩形蓄能器与新风机的串并联运行模式研究



复合新风系统

串联运行: 打开阀门2
关闭阀门1、3

并联运行: 打开阀门1、3
关闭阀门2

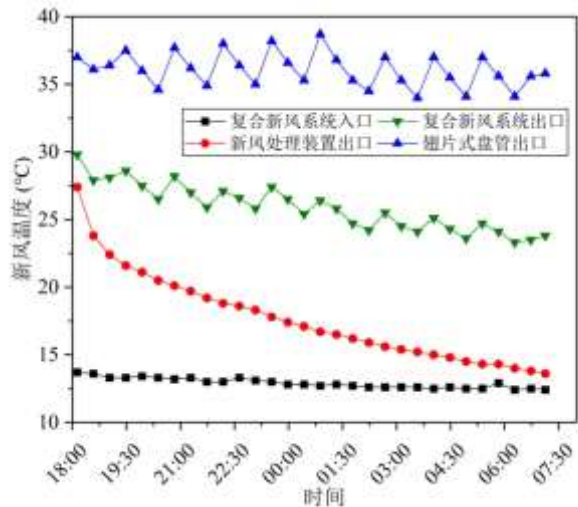
串、并联组合运行: 打闭阀门2、3
关闭阀门1

02 研究内容

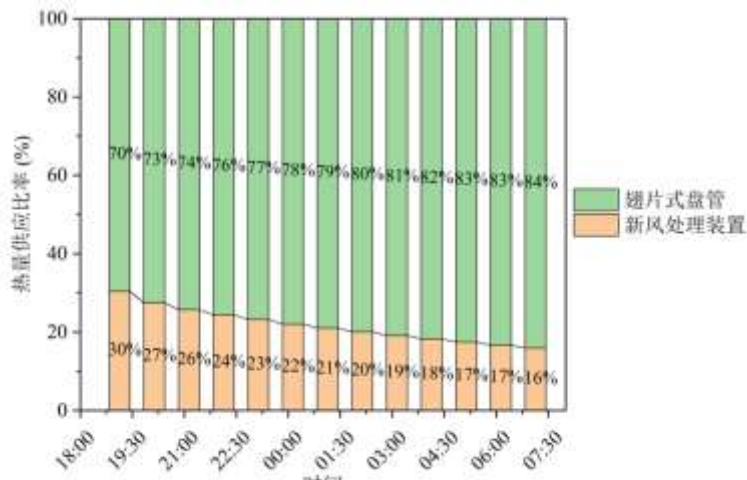


11. 实际测试效果

并联模式



新风处理装置与翅片式盘管联合加热下新风的温度变化



新风处理装置承担的累积热量

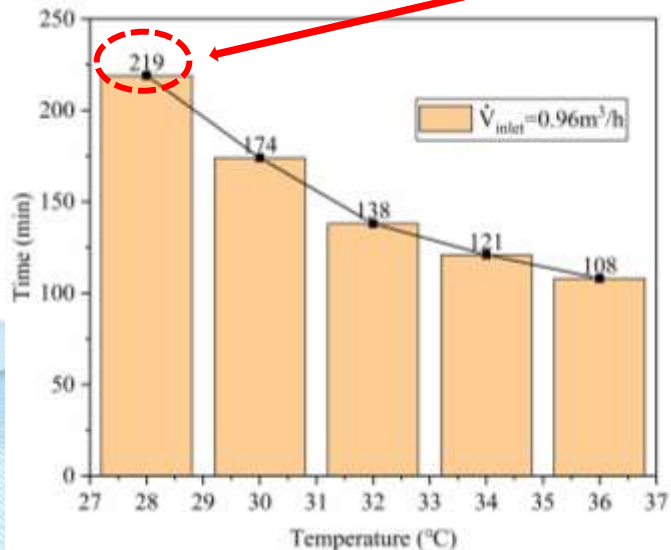
复合新风系统（并联）持续运行 8 h 与 13 h 时，新风处理装置的引入可以使得新风系统节能约 20% 与 16%。



03 应用展望

● 全国各地区推广应用

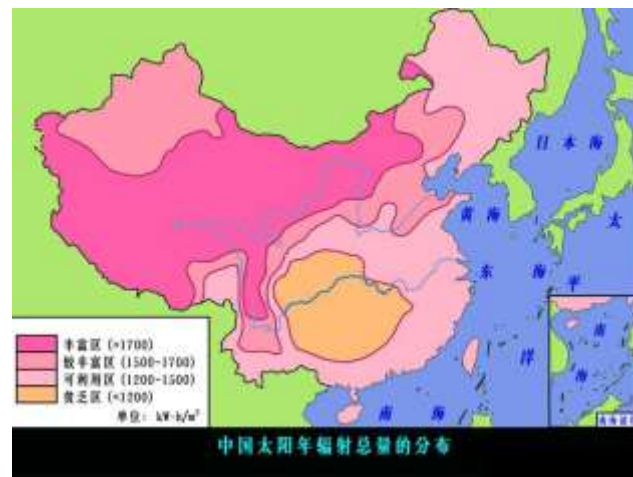
时刻	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
太阳辐射强度	10.11	222.28	138.68	198.06	238.03	774.72	232.3	187.8	125.99	183.12	0



可利用太阳辐射低至：
138.68W/m²~28°C~3.6h

整个冬季（12月~2月）
高于138.68W/m²时长：
197h(重庆); 400h(长沙)

应用潜力大

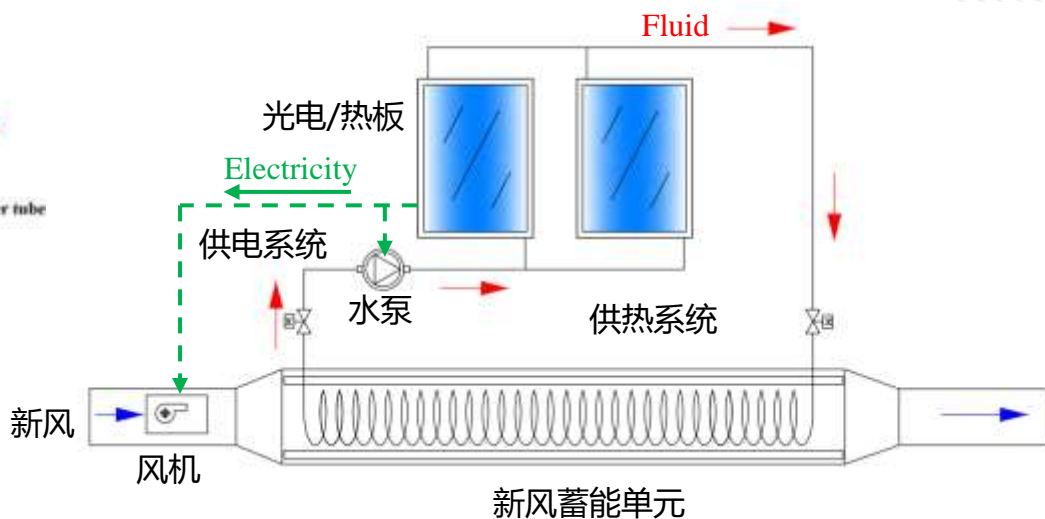
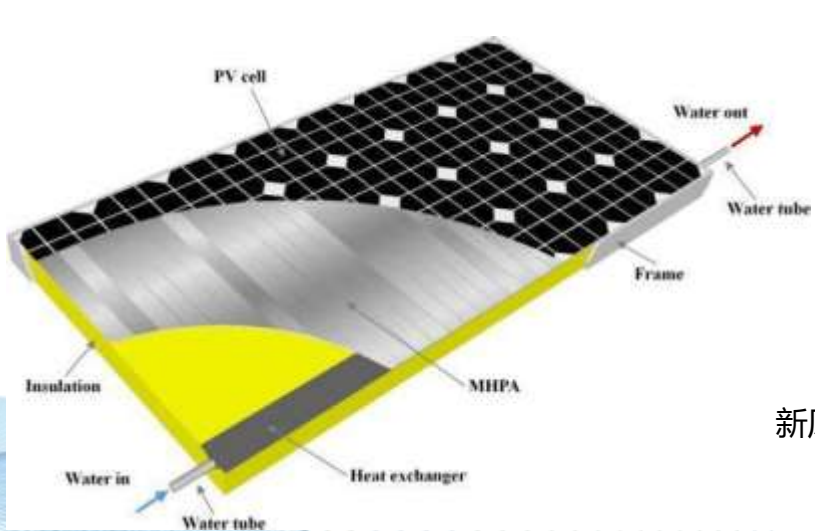


研究开展于重庆太阳能贫瘠地区，该新风蓄能单元有望在全国得到推广应用



03 应用展望

●光热/光电 (PV/T) 一体化应用



回收PV板热量**实现蓄热**，降低PV板温度，**提高光电转化效率**，同时为**系统循环供电**，**实现新风预热过程零能耗**

03 应用展望



●能源自给式装配式单元房



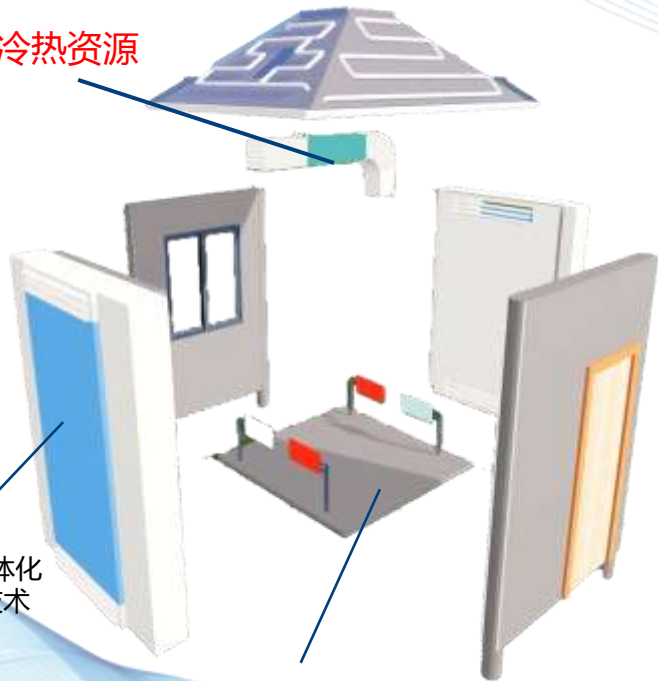
单元房实物图

光伏光热一体化技术

新风蓄能器耦合自然冷热资源

光伏通风一体化围护结构技术

建筑一体化空气源热泵技术



03 应用展望



●其他免费冷热源的利用



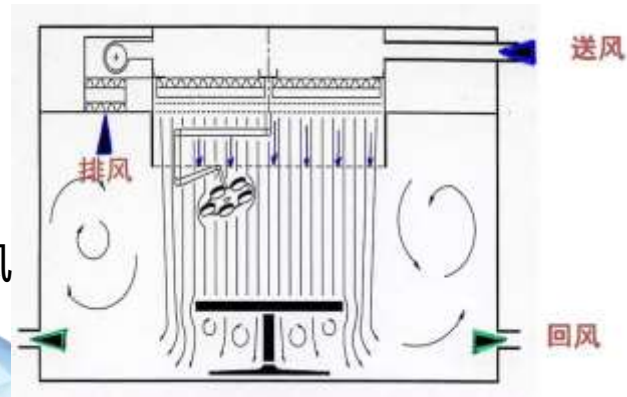
空调冷凝水

峰谷电



低温余废热

建筑排风





- 利用可再生能源结合相变蓄能实现新风能耗降低
- 利用合适相变材料实现可再生能源的最大化利用
- 利用合适相变材料以及结构优化，实现新风蓄能单元的最佳费效比
- 该系统可结合峰谷电、免费地位冷热源实现较短回收期



Thanks!