



ISSN 0253-4339  
CN 11-2182/TB  
CODEN CLHPDE

JOURNAL OF  
REFRIGERATION

# 制冷学报

ZHI LENG XUE BAO



中国制冷学会 主办

ISSN 0253-4339



万方数据

2022 第 **2** 期  
第43卷 总第204期

第43卷第2期(总第204期) 2022年4月16日出版

北京大学《中文核心期刊要目总览》收录期刊  
《中国科技论文与引文数据库》收录期刊(CSTPCD)  
《中国科学引文数据库》收录期刊(CSCD)  
《中国学术期刊数据库》收录期刊(CSPD)  
《中国学术期刊文摘》收录期刊(CSAC)  
《中国学术期刊(光盘版)》收录期刊(CAJ-CD)  
《中文科技期刊数据库》收录期刊  
《化学文摘》(美)收录期刊(CA)  
《日本科学技术振兴机构数据库》(日)收录期刊(JST)

### 《制冷学报》编委会

主 任: 何雅玲

副 主 任: 江 亿、周 远、王 浚、陶文铨

王如竹、杨一凡

委 员: 曹 锋、陈光明、陈焕新、  
陈清焰(美国)、丁国良、端木琳、  
金苏敏、李百战、李夔宁、李先庭、  
李晓燕、李玉国(中国香港)、  
厉彦忠、刘宝林、刘 斌、刘 华、  
刘 静、路 宾、罗二仓、马国远、  
马 进、邱利民、申 江、史 琳、  
史 敏、田长青、王 超、王 林、  
王文生、王 怡、巫江虹、谢 晶、  
谢如鹤、辛公明、杨 昭、姚 杨、  
殷勇高、于志强、袁艳平、张春路、  
张 华、张小松、章学来、  
赵旭东(英国)

顾 问: 吴德绳

### 《制冷学报》编辑部

主 编: 何雅玲

副 主 编: 江 亿、周 远、王 浚、陶文铨、  
王如竹、常 琳

主 任: 常 琳

副 主 任: 范 薇、王亚薇、田 甜

责任编辑: 王亚薇

编 辑: 范 薇、田 甜、邵月月

创刊年份: 1979年9月

主管单位: 中国科学技术协会

主办单位: 中国制冷学会

出版单位: 《制冷学报》杂志社有限公司

标准连续出版物号: ISSN 0253-4339

CN 11-2182/TB

广告发布登记: 京海工商广登字 20170034 号

发 行: 中国制冷学会秘书处

印 刷: 廊坊市华昌印务有限公司

### 《制冷学报》联系方式

地 址: 北京市海淀区阜成路67号银都大厦10层

邮政编码: 100142

电 话: 010-68711412 18801077019(订阅)

电子信箱: editor@car.org.cn

投稿网站: www.zhilengxuebao.com

定价: 20元



|                                          |                                   |
|------------------------------------------|-----------------------------------|
| LNG冷能回收及梯级利用研究进展 .....                   | 李俊 陈煜(1)                          |
| 细胞冻融策略优化及设备研究进展 ...                      | 赵芷慧 黄永华(13)                       |
| 带储液气液分离器的空气源热泵除霜系统研究 .....               | ..... 马龙霞 刘孜璇 王泮浩 王志华 楼业春(23)     |
| 启停过程对空气源热泵-冷柜一体机性能影响的实验研究 ...            | ..... 孟维焕 郭宪民 张京京(33)             |
| 两相喷射器喷嘴距的优化设计及CFD分析 .....                | ..... 龙俊安 宋霞 施骏业 陈江平(39)          |
| 梯形截面涡旋压缩机的型线设计及泄漏特性 .....                | ..... 吴嘉浩 宋霞 施骏业 陈江平(46)          |
| 基于引射器的双温蒸发CO <sub>2</sub> 热泵系统性能分析 ..... | ..... 李小燕 代宝民 滑雪 刘晨 刘圣春(54)       |
| DME或R600a与角鲨烷为工质对的吸收式制冷循环性能分析 .....      | ..... 贾秀璨 罗勇 王晓坡(62)              |
| 含油R32在压缩机吸气管内滞油影响因子和压降特性研究 .....         | ..... 胡晋琰 谷波 曾炜杰 张智铤 杜仲星(70)      |
| R134a-DMF垂直管内鼓泡吸收特性研究 .....              | ..... 孔祥强 李华昭 李见波(80)             |
| 大空间建筑下送风分层空调系统区域间换热特性研究 .....            | ..... 王海东 胡浩 朱杰克 杨昕琦 王瑞鲲(89)      |
| 降膜式蒸发器出气口液滴夹带风险预测及优化设计研究 .....           | ..... 章立标 龚程程 罗毅 刘骁飞(97)          |
| 南方湿热地区单级与双级固体除湿系统性能对比 .....              | ..... 杨晚生 凌子鹏 黎毅 王婧(107)          |
| 基于关联规则的热泵洗碗机干燥过程特性研究 .....               | ..... 余新宇 巫江虹 于仙毅(115)            |
| 固相颗粒粒径对浆体流变特性影响的实验研究 .....               | ..... 张页 孙志高 刘行 王晓春 李娟(125)       |
| 送风参数对岩心冷柜内温度场影响的CFD研究 .....              | ..... 刘泽勤 于永杰 李杰(134)             |
| 火龙果真空冷冻干燥的模拟分析和实验研究 .....                | ..... 张彤 余克志 张得正(142)             |
| 小鼠睾丸组织玻璃化保存的初步实验研究 .....                 | ..... 谭佳 郭莹莹 周新丽(151)             |
| 蚕豆种子水分迁移路径上的微观结构变化 .....                 | ..... 王雅博 王晓晓 李雪强 张西龙 张京京 诸凯(159) |



A Guide to the Core Journals of China  
Chinese Scientific and Technical Papers and Citations(CSTPCD)  
Chinese Science Citation Database ( CSCD )  
China Science Periodical Database(CSPD)  
Chinese Science Abstracts(Chinese Edition)(CSAC)  
Chinese Academic Journal(CD)(CAJ-CD)  
China Science and Technology Journal Database  
Chemical Abstracts(CA)  
Japan Science and Technology Agency Bibliographic Database(JST)

Reviewing and Consulting Board

**Chairman:** He Yaling  
**Vice Chairman:**Jiang Yi, Zhou Yuan, Wang Jun, Tao Wenquan, Wang Ruzhu, Yang Yifan  
**Members:** Cao Feng, Chen Guangming, Chen Huanxin, Chen Qingyan ( USA ) , Ding Guoliang, Duanmu Lin, Jin Sumin, Li Baizhan, Li Kuining, Li Xianting, Li Xiaoyan, Li Yuguo ( Hong Kong, China ), Li Yanzhong, Liu Baolin, Liu Bin, Liu Hua, Liu Jing, Lu Bin, Luo Ercang, Ma Guoyuan, Ma Jin, Qiu Limin, Shen Jiang, Shi Lin, Shi Min, Tian Changqing, Wang Chao, Wang Lin, Wang Wensheng, Wang Yi, Wu Jianghong, Xie Jing, Xie Ruhe, Xin Gongming, Yang Zhao, Yao Yang, Yin Yonggao, Yu Zhiqiang, Yuan Yanping, Zhang Chunlu, Zhang Hua, Zhang Xiaosong, Zhang Xuelai, Zhao Xudong ( UK )

**Adviser:** Wu Desheng  
**Editor Staff**  
**Chief Editor:** He Yaling  
**Deputy Chief Editor:** Jiang Yi, Zhou Yuan, Wang Jun, Tao Wenquan, Wang Ruzhu, Chang Lin  
**Director:**Chang Lin  
**Vice Director:**Fan Wei, Wang Yawei, Tian Tian  
**Executive Editor:**Wang Yawei  
**Editor:** Fan Wei, Tian Tian, Shao Yueyue

**Year Founded:** September, 1979  
**Responsible Institution:** China Association for Science and Technology  
**Sponser:** Chinese Association of Refrigeration  
**Published by:** *Journal of Refrigeration* Magazines Agency Co. , Ltd.  
**Distributed by:** Chinese Association of Refrigeration

**Address:** Editorial Board of *Journal of Refrigeration*  
Floor 10, Yindu Mansion, 67 Fucheng Road, Haidian District, Beijing, 100142, China  
**Tel:** 86-10-68711412  
**E-mail:** editor@car.org.cn  
**Website:** www. zhilengxuebao. com  
**Price:** USD12. 0

Contents

|                                                                                                                                              |                                                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| Research Progress of Cold Energy Recovery and Cascade Utilization of LNG .....                                                               | Li Jun Chen Yu(1)                                 |
| Advances on Optimization Strategies and Devices for Cell Cryopreservation .....                                                              | Zhao Zhihui Huang Yonghua(13)                     |
| Research on Defrosting System of Air-source Heat Pump with Liquid Storage Gas-liquid Separator .....                                         |                                                   |
| Ma Longxia Liu Zixuan Wang Fenghao Wang Zhihua Lou Yechun(23)                                                                                |                                                   |
| Experimental Study on Influence of Start-stop Process on Performance of Unit Integrated with Air-source Heat Pump and Freezer .....          |                                                   |
| ..... Meng Weihuan Guo Xianmin Zhang Jingjing(33)                                                                                            |                                                   |
| Optimization and CFD Analysis on Nozzle Exit Position of Two-phase Ejector .....                                                             | Long Jun'an Song Xia Shi Junye Chen Jiangping(39) |
| Profile Design and Leakage Characteristics of Scroll Compressor with Trapezoidal Cross Section .....                                         |                                                   |
| ..... Wu Jiahao Song Xia Shi Junye Chen Jiangping(46)                                                                                        |                                                   |
| Performance Analysis of CO <sub>2</sub> Dual-temperature Evaporation Heat Pump System with an Ejector .....                                  |                                                   |
| ... Li Xiaoyan Dai Baomin Hua Xue Liu Chen Liu Shengchun(54)                                                                                 |                                                   |
| Performance Analysis of Absorption Refrigeration Cycles Using DME or R600a and Squalane as Working Pair .....                                |                                                   |
| ..... Jia Xiucan Luo Yong Wang Xiaopo(62)                                                                                                    |                                                   |
| Study on Oil Retention Impact Factor and Pressure Drop Characteristics of R32/PVE Mixture in Compressor Suction Line .....                   |                                                   |
| Hu Jinting Gu Bo Zeng Weijie Zhang Zhiting Du Zhongxing(70)                                                                                  |                                                   |
| Study on Bubble Absorption Characteristics of R134a-DMF in Vertical Tube .....                                                               | Kong Xiangqiang Li Huazhao Li Jianbo(80)          |
| Study on Inter-zonal Heat Transfer for Large Space Buildings with Floor-level Side Wall Air-supply System .....                              |                                                   |
| Wang Haidong Hu Hao Zhu Jieke Yang Xinqi Wang Ruikun(89)                                                                                     |                                                   |
| Studies on Risk Prediction and Optimization Design of Droplet Entrainment at Outlet of Falling Film Evaporator .....                         |                                                   |
| ..... Zhang Libiao Gong Chengcheng Luo Yi Liu Xiaofei(97)                                                                                    |                                                   |
| Performance Comparison of Single-stage and Double-stage Solid Desiccant Dehumidification Systems in the Southern Humid and Hot Regions ..... |                                                   |
| ..... Yang Wansheng Ling Zipeng Li Yi Wang Jing(107)                                                                                         |                                                   |
| Research on Characteristics of Drying Process of Heat Pump Dishwashers Based on Association Rules .....                                      |                                                   |
| ..... Yu Xinyu Wu Jianghong Yu Xianyi(115)                                                                                                   |                                                   |
| Experimental Study on the Influence of Solid Particle Size on the Rheological Properties of Slurry .....                                     |                                                   |
| ... Zhang Ye Sun Zhigao Liu Xing Wang Xiaochun Li Juan(125)                                                                                  |                                                   |
| Numerical Simulation on the Influence of Air Supply Parameters on Temperature Field in the Core Freezer .....                                |                                                   |
| ..... Liu Zeqin Yu Yongjie Li Jie(134)                                                                                                       |                                                   |
| Simulation Analysis and Experimental Research on Vacuum Freeze-drying of Pitaya .....                                                        | Zhang Tong Yu Kezhi Zhang Dezheng(142)            |
| Experimental Study on Vitrification of Mouse Testicular Tissue .....                                                                         |                                                   |
| ..... Tan Jia Guo Yingying Zhou Xinli(151)                                                                                                   |                                                   |
| Changes in the Microstructure of Broad Bean Seeds along the Path of Water Migration .....                                                    | Wang Yabo Wang Xiaoxiao                           |
| Li Xueqiang Zhang Xilong Zhang Jingjing Zhu Kai(159)                                                                                         |                                                   |