

中国科学技术大学优秀博士学位论文推荐表

| | | | | | | | |
|---|--|-----|--------------------|-------|--------|-----|---|
| 作者姓名 | 龙林爽 | 学号 | BA13013012 | 出生年月 | 1989.1 | 民族 | 汉 |
| 院系名称 | 工院 13 系 | 电话 | 13965142979 | 毕业去向 | 博士后 | | |
| 指导教师 | 刘明侯 叶宏 | | 获博士学位日期 | 本次申请 | | | |
| 一级学科名称 | 动力工程及工程热物理 | | 二级学科名称 | 工程热物理 | | | |
| 本科毕业院校 | 中国科学技术大学 | | 硕士毕业院校 | 硕博连读 | | | |
| 承担主要社会工作 | 无 | | | | | | |
| 获奖情况 | 2016 中科院院长奖 2015 博士研究生国家奖学金 2015 求是研究生奖学金 2015 硕士研究生国家奖学金 | | | | | | |
| 学位论文题目 | 高性能建筑围护结构的应用效果评价与理论体系构建 | | | | | | |
| 学位论文研究方向 | 建筑节能 | | | | | | |
| 学位论文评阅专家 | 林其钊 | 王建华 | 王振洋 | 张寅平 | 高彦峰 | | |
| 学位论文答辩专家 | 王振洋 | 蒋长龙 | 王建华 | 林其钊 | 夏维东 | | |
| 论文答辩日期 | 2017 年 5 月 31 日 | | 论文答辩结果（通过票数/不通过票数） | | | 5/0 | |
| 学位论文中文摘要 | | | | | | | |
| <p>建筑相关能耗占社会总能耗的 40% 左右，实行建筑节能是节能减排工作的重要组成部分。在建筑运行过程中，超过三分之一的能耗用于调控室内居住环境；随着人们对居住环境要求的提高，该能耗还在持续攀升。室内环境调控是为了对抗室外剧烈变化的自然环境。不受控的室外环境和受控的室内环境由建筑围护结构分隔。围护结构的性能决定了室外环境对室内环境的影响程度，进而从根本上影响建筑能耗。因此，提高围护结构的节能性能是降低建筑能耗最有效也是最重要的途径。学者们广泛研究了各种节能材料在围护结构中的应用效果，希望籍此构建高性能围护结构。例如，使用相变材料增强围护结构的储热能力，使用隔热材料增强隔热能力，使用热致变色材料调控太阳辐照等。这些研究关注的重点大多是对材料自身的性质提升，对性质与节能性能之间的关系研究则相对缺乏。对节能机理的全面认识有助于指明材料研究的正确方向，避免无效尝试。本论文的研究目标是从现有典型先进节能材料的应用中总结出底层的节能机理，为高性能围护结构的构建方法提供理论指导。为此，开展了下述工作。</p> <p>利用建筑智能节能测试与示范平台和建筑能耗模拟软件，以户外全尺寸实验和数值模拟方法，展示并比较了以定形相变材料为代表的储热材料和以膨胀聚苯乙烯为代表的隔热材料在非透明围护结构中的应用效果，分析了应用位置、季节和气候等因素对应用效果的影响。研究发现：在建筑中使用储热材料可显著增强围护结构的储热能力，有助于降低室内空气的波动幅度，进而提高热舒适度；储热材料在轻质建筑中的应用效果相比重质建筑更加明显；隔热材料在冬季可有效提高室内热舒适度，在夏季则会降低热舒适度。基于典型材料的应用分析，进一步总结了材料的隔热性能和储热性能在非透明围护结构中的节能机理，揭示了适用于被动建筑和主动建筑的理想墙体材料。结果表明：理想非透明围护结构中，不同朝向和位置的墙体所需的材料性质是不同的；理想的性质应能够促进各墙体发挥其有利作用，并抑制不利影响。</p> <p>在对透明围护结构的研究中，首先以二氧化钒热致变色窗为例，探讨了窗户的太阳辐射调控能力对窗户节能效果的影响。发现：现有 VO₂ 贴膜玻璃的太阳辐射调控能力较弱，仅适用于夏季节能；调控能力并不能代表节能能力，调控有可能反而会降低节能效果。据此，作者进一步深入探讨了调控能力与节能能力的关系，发展了热致变色窗智能调控能力的判断方法，阐明了智能调控与节能性能的内在关系。基于对长波热辐射对建筑节能影响规律的认识提出了一种新型双重智能调控窗，展示了在调控太阳辐射的基础上进一步调控长波辐射带来的节能效果。最后以双层窗为例，介绍了增强窗户隔热性能带来的降低得热和阻碍散热的效果。</p> <p>通过对现有典型先进节能材料的客观评价和相应节能机理的分析，总结出了高性能建筑围护结构的理想性质：在被动建筑夏季应用中，接收较强太阳辐照的墙体应该具有较强的隔热能力和储热能力，而接收太阳辐照较少的部分则应该在具备一定储热能力的同时降低隔热能力；在主动建筑中，最佳的隔热性能是理想外墙所应具备的特性，而理想内墙则应同时具备较强的储热能力和导热能力；理想的热致变色窗应该在 20℃ 附近发生相转变以满足不同季节的节能需求，相转变带来的太阳辐射透过率调控幅度需高于 30%。本论文的结论可为建筑节能材料的研究提供参考方向，加速高性能围护结构的实现。</p> | | | | | | | |

| 攻读博士期间与博士学位论文相关的代表性成果（限列 10 项） | | | | | |
|--------------------------------|---|------------------------|--|----------|--------------------|
| 发表学术论文数 | 13 | 本人第一论文数 (含导师第一本人第二) | 12 | 专利及其它成果数 | 1 |
| 序号 | 成果名称 | 作者排名 | 期刊名称 | 发表时间 | 收录情况 |
| 1 | Dual-intelligent windows regulating both solar and long-wave radiations dynamically | 本人第一 | Solar Energy Materials and Solar Cells | 2017 | SCI 一区 IF 4.732 |
| 2 | A new insight into opaque envelopes in a passive solar house: Properties and roles | 本人第一 | Applied Energy | 2016 | SCI 一区 IF 5.746 |
| 3 | Performance demonstration and evaluation of the synergetic application of vanadium dioxide glazing and phase change material in passive buildings | 本人第一 | Applied Energy | 2014 | SCI 一区 IF 5.746 |
| 4 | Smart or not? A theoretical discussion on the smart regulation capacity of vanadium dioxide glazing | 导师第一 本人第二 | Solar Energy Materials and Solar Cells | 2014 | SCI 一区 IF 4.732 |
| 5 | The performance evaluation of shape-stabilized phase change materials in building applications using energy saving index | 导师第一 本人第二 | Applied Energy | 2014 | SCI 一区 IF 5.746 |
| 6 | The demonstration and simulation of the application performance of the vanadium dioxide single glazing | 导师第一 本人第二 | Solar Energy Materials and Solar | 2013 | SCI 一区 IF 4.732 |
| 7 | The roles of thermal insulation and heat storage in the energy performance of the wall materials: a simulation study | 本人第一 | Scientific Reports | 2016 | SCI 二区 IF 5.228 |
| 8 | Performance demonstration and simulation of thermochromic double glazing in building applications | 本人第一 | Solar Energy | 2015 | SCI 二区 IF 3.685 |
| 9 | How to be smart and energy efficient: A general discussion on thermochromic windows | 本人第一 | Scientific Reports | 2014 | SCI 二区 IF 5.228 |
| 10 | Discussion of the performance improvement of thermochromic smart glazing applied in passive buildings | 本人第一 | Solar Energy | 2014 | SCI 二区 IF 3.685 |