

doi:10.3969/j.issn.1007-7162.2013.04.023

居住建筑光热系统一体化技术问题研究

王璋元,杨晚生,张向美,陈泽成,陈志武
(广东工业大学 土木与交通工程学院,广东 广州 510006)

摘要:介绍了太阳能热水器在世界住宅建筑中的应用案例,从技术和安装施工方面提出了我国住宅建筑太阳能一体化存在的问题,并借鉴国外发展经验提出了相应的建议,以期对国内太阳能热利用技术及太阳能与建筑一体化技术的发展提供基本思路.

关键词:太阳能;热水系统;节能减排

中图分类号:TK01⁺8

文献标志码:A

文章编号:1007-7162(2013)04-0121-04

Problems with the Integrated Solar Hot Water Systems in the Domestic Buildings in China and the Related Suggestions

Wang Zhang-yuan, Yang Wan-sheng, Zhang Xiang-mei, Chen Ze-cheng, Chen Zhi-wu
(School of Civil and Transportation Engineering, Guangdong University of Technology, Guangzhou 510006, China)

Abstract: The applications of solar hot water systems in buildings worldwide were introduced. The problems with the systems were presented in the aspects of technology and installation. Some suggestions were offered from foreign experiences, such as improving the technical and industrial levels of solar hot water systems, strengthening the construction of the technical institutional system, developing the national or local regulatory rules for mandatory installation of solar hot water systems in buildings, and encouraging the application and promotion of solar thermal technology.

Key words: solar energy; water heating system; energy-saving and carbon emission reduction

随着中国经济的飞速发展和人民生活水平的不断提高,经济对能源的需求日益增大,同时我国资源短缺、能源供应紧张、能源利用过程带来的环境污染等问题也日趋严重.太阳能作为一种重要的可持续能源,具有储量大、清洁无污染等优点,对其高效开发和利用技术研究已成为国内乃至世界关注的焦点.目前,国内太阳能热利用研究和应用主要包括太阳热水系统、太阳房、太阳能热发电、太阳灶、太阳能干燥、太阳能海水淡化及其他工农业的应用.当前我国技术成熟的、广泛应用的太阳能热利用方式主要有太阳能热水器,其生产与应用已经形成了相当的规模,成为了中国可再生能源领域中的重要产业之一^[1-6].但在技术方面也存在利用效率低、供热可靠性不高、与建筑一体化程度较低、系统不稳定等缺

点,与国外先进技术还存在一定差距.本文在介绍国外先进高效的太阳能光热利用技术基础上,结合国内现有技术存在的问题及缺点,提出了我国太阳能热利用技术及与建筑一体化技术的技术措施及发展对策,以对国内该技术的发展提供借鉴思路.

1 国内外太阳能热利用技术在居住建筑中的应用状况

太阳能集热板早在 20 世纪 60 年代就安装在建筑屋顶上,近几十年得到了广泛的应用和快速发展^[7].图 1 为德国某住宅安装在屋顶上太阳能真空管集热板,它用来支持该住宅中央热水系统,可减少热能消耗达 90% 左右.

为了提高建筑美观度,太阳能热利用与建筑一

体化技术逐渐受到重视,图2为捷克一屋面与太阳能集热板一体化的太阳能供热系统^[8]. 该系统取代了屋顶保温层的外表面装饰层,具有美观、一体化程度高等优点,但由于集热板安装角度固定,其热利用效率较低,尤其是冬天效率更低.



图1 2002年德国安装于住宅屋顶的太阳能真空管集热系统
Fig.1 Roof-mounted evacuated tubes at the ISIS Demonstration Building, Germany in 2002



图2 2003年捷克与建筑屋顶相结合的平板式太阳能集热板
Fig.2 Roof-integrated flat-plate collectors at the House W, Czech Republic in 2003

随着人们对建筑美观性和建筑一体化技术要求的进一步提高,国内外逐渐形成了一种与建筑阳台(或墙面)相结合的太阳能热水器,图3和图4所示^[9-10]. 该系统不仅减少热水在建筑内外的输送距离,提高系统热利用效率,还可以降低建筑成本,提高建筑美观性.



图3 2001年奥地利与建筑墙面一体化的平板式集热板
Fig.3 Façade-integrated flat-plate collectors at the Plus Energy House, Australia in 2001



图4 2001年瑞士与建筑阳台一体化的真空管式集热板
Fig.4 Balcony-integrated evacuated-tube collectors at the Sunny Woods, Switzerland in 2001

我国云南丽江滇西明珠项目^[11]安装了3 400 m²的太阳能集热器和电锅炉系统,如图5所示,该系统为8.7万m²的客房和餐厅提供热水供应和供暖. 该系统太阳集热器与建筑屋面结合形式有两种,一种是平板集热器镶嵌在坡屋顶上,一种是平板集热器替代常规屋顶,形成独立构筑物坡屋顶结构. 无论哪种结合方式,太阳集热器、进水管通道以及其他部件都与建筑在功能上和外观上配合完美,与当地纳西风格的建筑本体相协调,构建了完美的建筑环境和风格.



图5 云南丽江滇西明珠项目
Fig.5 Dianxi pearl project, Lijiang, Yunnan

北京清上园小区二期^[12]住宅中采用全金属平板型集热器与建筑一体化技术. 该系统考虑到使用安全性,集热管长度规格设计为1.8 m,两侧立框高为2.05 m,集热器净高度为1.05 m,厚度0.12 m,集热系统安装在每户南向阳台栏板上,贮热水箱挂置于阳台的分户墙上. 其实际安装图见图6.

国外学者为提高太阳能集热系统的利用效率进行了深入的研究. 其中回路热管由于其远距离传递大量热能的特性,也被应用在太阳能集热系统里. 英国 University of Hull 赵旭东教授等^[13-15]开发了一种新型环式毛细热管技术的太阳能阳台热水系统,如图7所示. 该系统由带吸液芯的吸热热管(内部填充水与防冻液)、蒸汽及水供、回管、平板换热器和储水箱构成. 吸热热管与左右两边翅片相连. 多根这样的热管紧密排列,嵌于南向建筑阳台板壁(聚苯乙

烯泡沫加强板),可有效提高太阳能热水系统的利用效率.



图6 北京清上园小区的住宅太阳能集热系统
Fig. 6 Residential solar heat collecting system, Qingshangyuan Community, Beijing



图7 利用环式毛细热管技术的分体式太阳能真空管阳台热水系统

Fig. 7 A solar hot water balcony using wicked loop heat pipe technology

2 我国居住建筑太阳能热水系统存在的问题

作为一种可再生能源,太阳能热水系统与建筑的一体化发展给了人们很多希望与憧憬,但在实际工程应用中却遇到了很多阻碍,主要如下.

(1) 一体化技术瓶颈有待突破. 虽然我国太阳能利用已经有过几十年的发展历史,但是太阳能与建筑一体化设计目前仍旧处于探索阶段,缺乏有推广价值的实例和经验. 我国太阳能热水器的早期市场,主要以居民自行购买安装为主,无统一的设计施工、安装. 最近几年随着技术的进步,太阳能热水器产品市场认知度的提高以及与建筑一体化的呼声越来越高,很多厂家在太阳能与建筑的一体化方面做了许多尝试,但由于产品和技术方面的影响,大多停留在预留管道、统一安装这一层面,与居民自行安装相比前进了一步,但与同步设计、同步施工、同步验收以及建筑构件化的建筑一体化目标还相差很远. 近两年来,太阳能热水器与建筑结合的问题也逐渐引起了政府和企业的关注. 目前我国的太阳能热水器以家用为主,还没有适合于与太阳能建筑配套的便于安装、美观实用、能够直接作为房屋面板和墙面安装的太阳能热水器. 由于太阳能热水器只是房屋建成后由用户购买和安装的一个后置部件,其安装过程中存在的不规范和安全隐患已经成为推广应用的制约因素. 太阳能热水器是一种环保能源产品,但是若不能有机地与建筑相结合,它将失去在城镇广泛应用的市场.

(2) 安装施工方面. 太阳能热水器的安装尚未属于建筑工程安装的范畴之内,建设单位施工时一般都不会考虑安装太阳能热水系统,大都是住户自行添置,这样的方式给安装、维护、运行管理带来很大的困难. 由于没有考虑太阳能热水器与建筑结合发展,所以并没有预留管道孔,施工困难. 对于已经安装好的太阳能热水器,布置凌乱,安全性低,安装位置参差不齐.

课题组对东莞市 100 多户已运行使用的太阳能热水系统进行了详细的调研,发现存在的主要问题如表 1 所示.

表 1 太阳能热水系统存在的主要问题
Tab. 1 Main problems with the solar hot water systems

集热器类型	存在的主要问题
平板式	(1) 集热效率不高,夏天有时也达不到使用温度;(2) 集热板上的玻璃损坏严重;(3) 集热板铜接头处较薄,有裂开现象;(4) 热水器集热板生锈比较严重;(5) 水质问题,定期要排污;(6) 导致集热器积灰严重,清洗不干净;(7) 系统存在漏水现象;(8) 集热板安装不稳固,并且支架容易生锈.
真空管式	(1) 集热效率不高;(2) 集热管爆裂,导致整个热水系统不能正常运行;(3) 系统存在漏水现象;(4) 水质不好,管内结垢严重,部分集热管阻塞;(5) 集热板安装不稳固,并且支架容易生锈.

(3) 热利用效率问题. 目前国内太阳能热水系统热利用效率较低,利用过程产生的热损耗较大,已经成为太阳能热水系统利用的技术瓶颈,迫切需要采用高效创新性的热利用技术来提高系统的利用效

率,以适应国内太阳能热利用技术的进一步发展.

3 对策及建议

借鉴国外技术发展经验,针对我国居住住宅中

太阳能热水器存在的问题,现提出以下几点发展对策及建议。

(1) 针对太阳能热利用技术与建筑一体化存在的问题,建议国家或地方应制定强制安装太阳能热水系统的法规细则或实施办法。对于太阳能资源丰富的地区,适合应用太阳能的民用建筑,应制订强制安装太阳能热水器的具体要求和实施办法。太阳能热利用产品与建筑的结合是太阳能热利用的必然发展趋势,建设主管部门要提高对太阳能热利用产品在节能环保和满足消费需要方面的认识,在建筑规划、设计和实施中给予合法地位并切实应用。同时,制定鼓励太阳能热利用技术推广应用的激励政策。对有需要并有能力使用其他太阳能热利用产品的用户(如太阳能供暖制冷技术),在政府进行督促的同时,加大扶植力度,以吸引更多的用户使用,起到宣传与示范的作用。经济激励政策是推动太阳能热利用技术和产业发展的重要保障。

(2) 针对太阳能热利用技术实际工程应用中存在的问题,建议加强和完善太阳能热水器产业发展的技术保障体系建设。加强对既有建筑太阳能利用方式的探讨与研究,解决既有住宅建筑安装使用太阳能热水系统的技术、安装、材料等问题,在达到行业的标准同时,最大限度地做到与既有建筑的一体化。保障体系包括产业的科技开发体系、技术标准体系、产品检测和认证体系。同时,要提高行业发展的门槛,保证产业健康发展;加强市场监管力度,建立公开、公平、健康有序的太阳能热水器产品市场。

(3) 针对太阳能热利用技术热效率提高问题,建议坚持科技进步,不断提高技术水平和产业化水平。要坚持科技进步,不断提高技术水平和产品质量,发展太阳能热水工程集成技术、中高温集热技术,扩大太阳能热利用在工农业生产中的应用;在推动太阳能热利用产业发展的同时,加大对行业的投入,政府应该加强产学研联合,促进科技创新,带动行业内的知识产权开发。积极推动有实力的太阳能生产企业、高校、科研、设计等单位之间的合作,开展太阳能光热利用系统集成技术、太阳能光热利用与建筑一体化技术、太阳能光热利用系统与热泵技术相结合的太阳能光热系统的完善与研发。例如,通过采用一些新技术实现太阳能热利用效率的提高,如图7所示赵教授研发的新型太阳能热水阳台,该系统可以达到48.8%左右的平均热效率,最高热效率可达66.6%以上,完全可以满足夏季人们日常生活用水。

参考文献:

[1] European Solar Thermal Technology Platform (ESTTP).

Solar heating and cooling for a sustainable energy future in Europe (Revised) [EB/OL]. [2012-12-24]. http://www.estif.org/fileadmin/estif/content/projects/downloads/ESTTP_SRA_RevisedVersion.pdf.

- [2] Peak Uncertainty. When will we run out of fossil fuels [EB/OL]. [2012-12-24]. http://www.science20.com/absentminded_professor/peak_uncertainty_when_will_we_run_out_fossil_fuels-70294.
- [3] Boyle G. Renewable energy: Power for a sustainable future [M]. UK: Oxford University Press, 2004.
- [4] Zhai X Q, Wang R Z, Dai Y J, et al. Experience on integration of solar thermal technologies with green buildings [J]. Renewable Energy, 2008, 33: 1904-1910.
- [5] Zhai X Q, Wang R Z. Experience on solar heating and cooling in China [J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2008, 12: 1110-1128.
- [6] Jaehnig D, Isaksson C. Solar integration: Five easy ways to incorporate solar thermal into conventional heating systems [J]. Renewable Energy World, 2006, 11: 66-72.
- [7] Germany. ISIS Demonstration Housing Project in Freiburg [EB/OL]. [2012-12-24]. <http://www.iea-shc.org/task28/publications/index.html>.
- [8] Czech Republic. House W-Demonstration House [EB/OL]. [2012-12-24]. <http://www.iea-shc.org/task28/publications/index.html>.
- [9] Austria. Plus Energy House in Thening [EB/OL]. [2012-12-24]. <http://www.iea-shc.org/task28/publications/index.html>.
- [10] Switzerland. Sunny Woods, Zurich [EB/OL]. [2012-12-24]. <http://www.iea-shc.org/task28/publications/index.html>.
- [11] 钟继寿, 张磊, 何少平. 住宅建筑太阳能热水应用的调查研究 [J]. 住宅科技, 2007(8): 6-11.
Zhong Ji-shou, Zhang Lei, He Shao-ping. A research of utilization of solar energy hot water for residential buildings [J]. Housing Science, 2007(8): 6-11.
- [12] 胡润青, 李俊峰. 太阳能与建筑结合技术进展和工程实例 [J]. 太阳能建筑, 2005(2): 1-6.
Hu Run-qing, Li Jun-feng. Engineering practices of solar energy integrated with buildings [J]. Solar Energy Buildings, 2005(2): 1-6.
- [13] Zhao Xu-dong, Wang Zhang-yuan, Tang Qi. Theoretical investigation of the performance of a novel loop heat pipe solar water heating system for use in Beijing, China [J]. Applied Thermal Engineering, 2010, 30: 2526-2536.
- [14] Wang Zhang-yuan, Zhao Xu-dong. Analytical study of the heat transfer limits of a novel loop heat pipe system [J]. International Journal of Energy Research, 2011, 35: 404-414.
- [15] Wang Zhang-yuan, Duan Zhi-yin, Zhao Xu-dong, et al. Dynamic performance of a facade-based solar loop heat pipe water heating system [J]. Solar Energy, 2012, 86: 1632-1647.