

新型太阳能 采暖技术设计研究

张蓓 著

RESEARCH ON DESIGN OF NEW
SOLAR HEATING TECHNOLOGY



 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

新型太阳能 采暖技术设计研究

张 蓓 著

常州大学图书馆
藏书章

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 提 要

本书对新型太阳能采暖技术进行设计研究,包括绪论、寒冷地区农居太阳能采暖现状调研、保温遮阳型太阳能空气集热模块研究、太阳能炕采暖系统研究、寒冷地区农居太阳能采暖设计实践等内容。

本书研究的两种新型太阳能采暖技术及太阳能采暖设计方法可广泛应用于寒冷地区农居,解决农居冬季采暖的问题,改善冬季室内热舒适度。同时,本书相关内容也可供农居太阳能采暖设计者参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

新型太阳能采暖技术设计研究 / 张蓓著. —北京: 北京理工大学出版社, 2017. 2
ISBN 978-7-5682-3435-1

I. ①新… II. ①张… III. ①太阳能采暖—研究 IV. ①TK511.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第296369号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)

(010) 82562903 (教材售后服务热线)

(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 北京紫瑞利印刷有限公司

开 本 / 710毫米×1000毫米 1/16

印 张 / 8

字 数 / 153千字

版 次 / 2017年2月第1版 2017年2月第1次印刷

定 价 / 49.80

责任编辑 / 李玉昌

文案编辑 / 瞿义勇

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 边心超

图书出现印装质量问题, 请拨打售后服务热线, 本社负责调换

前言 Preface

随着我国农村经济的快速发展,能源问题已成为制约农村经济进一步发展的主要因素之一。寒冷地区农居冬季普遍缺柴少煤,相当一部分农居依靠直接燃烧生物质提供生活和采暖用能,室内热舒适度水平低下,并产生大量有害物质,对环境造成严重污染,威胁着广大农民的身体健康。而大部分寒冷地区太阳能资源相当丰富,具备发展太阳能采暖技术的优良条件,使利用太阳能采暖技术改善寒冷地区农居冬季室内热舒适度成为可能。但现有太阳能采暖技术不同程度地存在热效率低、性能不稳定、造价高等缺点,不能满足寒冷地区农居太阳能采暖的需要。

针对以上问题,本书对寒冷地区农居新型太阳能采暖技术进行了设计研究。

首先,通过采取实地走访、测试、问卷调查等方式对寒冷地区多个地市农居太阳能采暖设计的相关问题进行实态调查,总结出适用寒冷地区农居太阳能采暖设计的多种模式,为后期新型太阳能采暖技术研究和农居太阳能采暖设计打下基础。

其次,对保温遮阳型太阳能空气集热模块(SCMTS)的基本构造,与建筑模数相协调的基本模块、附加模块及接口构造进行设计;对冬、夏季不同工况进行分析;使用AIRPAK软件对影响热工性能的主要设计参数进行优化设计,结果表明当空气间层为100 mm且卷帘距集热板40 mm安装时,热性能最好;冬季夜晚卷帘的使用相当于给外墙增加热阻值为 $0.47 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ 的外保温,提高了外墙保温性能;通过使用AIRPAK软件

对传统特隆布墙和SCMTS的夏季降温通风性能进行对比发现,出风口风速和温度均有不同程度的增加,每小时可节约1.46 kW的能量,夏季降温效果显著。

再次,对太阳能炕采暖系统进行研究。对在寒冷地区农居中使用太阳能炕采暖系统的可行性进行讨论;建立太阳能炕采暖系统数学模型,使用MATLAB编制模拟计算程序,对系统进行数值模拟分析;对太阳能炕采暖系统及各组成部分进行选型,使用ANSYS软件分析盘管间距、盘管埋深对设计参数的影响;对系统主要设计参数给出了简易的计算方法,以便于设计人员选用。

最后,结合银川农居建设实际工程,对两种新型太阳能采暖技术进行实践研究。依据当地气候特征,使用WEATOOL、ECOTECT软件,对农居的选址、朝向、建筑设计等方面进行优化,并将直接受益窗与两项新型太阳能采暖技术相结合,以解决农居冬季采暖问题;对三种太阳能采暖技术协同作用下的室内舒适度、节能性、经济性、CO₂减排量进行研究,结果表明,其PMV值为-0.34~0.53,年节能量为31 898.57 MJ,回收年限为1.76年,寿命周期内CO₂减排量为54.57 t。

本书研究的两种新型太阳能采暖技术及太阳能采暖设计方法可广泛应用于寒冷地区农居,解决农民冬季采暖的问题,改善冬季室内热舒适度。同时,也为农居太阳能采暖设计者提供了有益的参考。

著 者

目 录 Contents

第1章 绪论 1

1.1 研究背景 1

1.2 国内外研究现状 2

1.3 存在的问题 5

1.4 研究课题的来源及意义 6

1.5 研究内容及方法 6

1.6 研究框架 7

第2章 寒冷地区农居太阳能采暖现状调研 ... 8

2.1 寒冷地区的界定 8

2.2 自然地理特征分析 9

2.3 寒冷地区农居太阳能采暖实态调查 12

2.4 太阳能采暖设计模式语言 24

2.5 小结 39

第3章 保温遮阳型太阳能空气集热模块 研究 40

3.1 可行性分析 40

3.2 基本构造 41

3.3 模块化构造设计 43

3.4 冬、夏季工况分析	45
3.5 主要设计参数确定	46
3.6 冬季保温性能分析	52
3.7 夏季通风降温性能分析	53
3.8 节能性分析	55
3.9 小结	56
 第4章 太阳能炕采暖系统研究	 58
4.1 可行性分析	58
4.2 系统简介	59
4.3 数值模拟分析	59
4.4 系统设计	66
4.5 系统选型	70
4.6 主要设计参数确定	78
4.7 小结	88
 第5章 寒冷地区农居太阳能采暖设计 实践	 89
5.1 项目概述	89
5.2 设计理念	89

5.3	气候分析	90
5.4	被动式太阳能采暖技术与舒适度分析	93
5.5	最佳朝向确定	96
5.6	建筑设计	97
5.7	通风设计	99
5.8	围护结构设计	100
5.9	户间组合方式设计	101
5.10	被动式太阳能采暖技术——直接受益窗和 SCMTS技术的应用	102
5.11	主动式太阳能采暖技术——太阳能炕采暖 系统的应用	106
5.12	室内舒适度评价	112
5.13	节能性分析	113
5.14	经济性分析	114
5.15	CO ₂ 减排量分析	115
5.16	小结	115
	结语	116
	参考文献	118

第 1 章 绪论

1.1 研究背景

随着我国农村经济的快速发展，能源问题已成为制约我国农村经济进一步快速发展的主要因素之一。我国建筑总能耗约占社会终端能耗的 20.7%。其中，北方城镇采暖能耗占全国建筑总能耗的 36%，为建筑能源消耗的最大组成部分。我国农村建筑面积约为 240 亿平方米，总耗电约 900 亿千瓦时/年，生活用标准煤 0.3 亿吨/年。占我国国土面积近三分之一寒冷地区的广大农村，冬季普遍缺柴少煤，常常出现“盖得起房子烧不起煤”的现象，室内热舒适度水平极其低下。目前我国仍有 4 亿左右农村居民，依靠直接燃烧秸秆、薪柴等生物质提供生活用能。生物质燃烧产生大量的二氧化碳及有害物质，造成了严重的环境污染，严重威胁着经济发展和人们的身体健康。而大部分寒冷地区太阳能资源又相当丰富，具有发展太阳能采暖技术的优良自然条件。太阳能采暖技术按照是否使用设备，可分为被动式太阳能采暖技术和主动式太阳能采暖技术两类，两者的比较见表 1.1。

表 1.1 被动式太阳能采暖技术和主动式太阳能采暖技术比较

分类	定义	种类	优点	缺点	适宜建筑类型
被动式太阳能采暖技术	一种完全通过建筑朝向和周围环境的合理布置、内部空间和外部形体的巧妙处理以及材料、结构的恰当选择、集取、蓄存、分配太阳热能的技术	直接受益窗式、集热蓄热墙式、附加阳光间式、对流环路式、蓄热屋顶池式等	应用范围广、造价低，可以在增加少许或几乎不增加投资的情况下完成	易出现过冷或过热的情况，温度不易调控	中小型住宅、农村建筑
主动式太阳能采暖技术	一种以太阳集热器、管道、风机、泵、散热器及贮热装置等组成的太阳能采暖系统或与吸收式制冷机组组成的太阳能供暖和空调的技术	太阳墙采暖新风技术、太阳能热泵技术、太阳能地板辐射采暖技术等	对太阳能的利用效率较高，热性能稳定，不仅可以供暖、供应热水，还可应用于制冷等方面	设备复杂，先期投资偏高，维修不便。	高档住宅、办公建筑

应用于寒冷地区农居的太阳能采暖技术应具备造价低、热舒适性好、遵循农民生活习惯等特点。由表 1.1 可知,被动式太阳能采暖技术虽可应用于寒冷地区农居,但由于其具有温度不易控制等缺点,不能满足冬季采暖期采暖的要求;而现有主动式太阳能采暖又因造价昂贵等问题,不宜在农居中推广使用。

因此,依据尊重传统、环境友好、就地取材、造价低廉、能源综合利用的原则,“节流”与“开源”并举,研究在寒冷地区农居中可利用的新型太阳能采暖技术,使其与传统的被动式太阳能采暖技术相结合,改善冬季室内热舒适度,解决农居中的部分甚至全部能耗,已成为当前建筑节能设计领域一项重要的研究课题。

1.2 国内外研究现状

1.2.1 国内研究现状

国内太阳能采暖技术研究始于 20 世纪 70 年代。对被动式和主动式太阳能采暖技术的研究工作同时起步。近 40 年来,研究工作取得丰硕成果,获得了良好的社会效益和经济效益。

1. 被动式太阳能采暖技术

我国的第一栋被动式太阳房建成于 1977 年。从 1977—2002 年,我国建成了实验性太阳房和被动式太阳能采暖示范建筑总建筑面积 1 000 多万平方米,几乎覆盖了除工业用建筑物以外的所有民用建筑。其中山东省栖霞县栖霞镇古镇都小学[图 1.1(a)、(b)]是山东省早期太阳能建筑的代表作品之一,使用了特隆布墙等太阳能技术,使冬季白天室内温度可保持在 13℃ 左右,基本解决了学生在校期间的采暖问题。

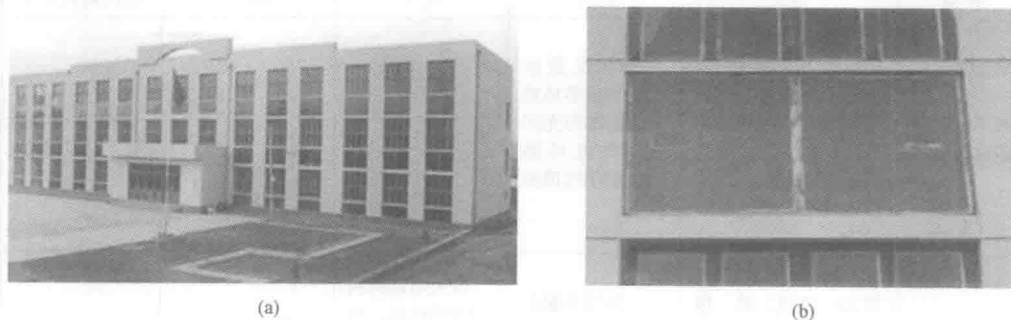


图 1.1 山东省栖霞县栖霞镇古镇都小学
(a)立面;(b)热墙细部

在“六五”“七五”“八五”期间,采暖研究项目涉及被动式太阳能采暖技术研究的各个领域,既有基础理论研究、模拟试验、热工参数分析、设计优化,又有材料、构件的开发和示范房屋及工程建设。

为指导被动式太阳能设计,我国相继出版了《被动式太阳能采暖乡镇住宅通用设计试用图集》《甘肃省被动式采暖太阳房通用设计图集》《内蒙古被动式采暖太阳房通用设计图集》《内蒙古采暖太阳房建筑构造图集》等多册被动太阳房实例汇编和设计图集。1993年由农业部组织编写的《被动式太阳房技术条件和热性能测试方法》通过了专家评议,为国内太阳房的质量性能评定提供了依据。

清华大学李元哲教授课题组在1993年编写出版了适合我国国情的《被动式太阳房热工设计手册》,通过对被动式太阳能采暖技术传热机理的分析,建立了太阳房热过程的动态物理、数学模型,编制了模拟计算软件,对影响太阳房热性能的相关参数进行了灵敏度分析和优化计算,并在对已建成的试验和示范太阳房所做的大量试验、测试及工程实践的基础上,提出不同形式被动式太阳采暖技术节能计算的基本方法——SLR法及多种集热部件的效率曲线和公式及太阳房的平均室温预测方法。

西安建筑科技大学刘加平教授课题组对适宜黄土高原地区气候特点的被动式太阳能采暖技术进行研究,将被动式太阳能采暖技术、生土围护结构的保温恒湿特性与自然通风技术相结合,设计了适宜该地区气候的新型建筑形式——阳光间式窑洞。

大连理工大学陈滨教授课题组对被动式太阳能集热墙和新型节能灶炕耦合运行模式下农村住宅室内热环境进行了研究。采用现场实测和问卷调查方式,研究了半吊炕及被动式太阳能集热墙对室内热环境的调节作用,从室内温湿度、炕表面温度及运行方式、人为因素影响等方面对热环境进行了评价。研究表明,被动式太阳能集热墙与新型节能灶炕耦合运行模式明显好于炕单独作用,虽然前者初投资增加了10%,但每个冬季可节省供暖用煤50%左右。

2. 主动式太阳能采暖技术

20世纪70年代末,太阳能在建筑中的应用研究在我国刚刚起步,国内就有多个单位开始从事太阳能制冷空调系统的研究开发,其中华中理工大学、上海交通大学、中国建筑科学研究院空调所等单位研制成功的太阳能氨水吸收式和溴化锂吸收式制冷实验装置先后投入试运行。虽然由于当时我国的经济发展水平较低,这些装置只能停留在试验阶段,而未能转入实际应用,但通过研制开发,解决了一系列技术问题,积累了经验,取得了系统的优化设计参数,这些都对后来太阳能空调系统真正进入工程实践提供了有益的参考。

进入21世纪,上海交通大学、山东建筑大学、青岛理工大学等高校及科研院所又针对太阳能热泵技术、渗透式太阳能空气采暖通风技术、太阳能—地源热泵与地板辐射空调系统联合运行等技术进行了研究。

上海交通大学的王如竹教授课题组在太阳能热利用技术与建筑一体化、太阳能吸附式空调、太阳能/空气源热泵热水器研究应用与产业化方面取得了突出成绩,建立了世界上第一个集太阳能空调、地板辐射采暖、强化自然通风,以及全年热水供应功能于一体的太阳能复合能量系统,在满足采暖、空调的使用要求以外,还可以提供生活热水。

山东建筑大学王崇杰教授课题组自20世纪80年代一直致力于太阳能采暖技术的研究。近年来,在对国外先进技术消化吸收的基础上,研制出适合我国国情的主动式渗透型空气集热器,并提出了完整的工艺参数设计方法,研制了相应的工艺与工装设备。该技术在提高集热器热效率的同时,还可为室内提供预热新风,可广泛应用于建筑采暖通风和农(副)业干燥领域,具有很好的推广前景。

青岛理工大学胡松涛教授课题组研究了一种利用太阳能和土壤热源热泵通过地板辐射空调供暖供冷的方法,论述了太阳能及地热能作为地板辐射空调系统冷热源的可行性及必要性,讨论了系统在冬夏和过渡季的运行方式。董华教授课题组设计建立了以热管式真空管太阳能热水器和水源热泵机组为热源,以地板辐射采暖系统为末端装置的太阳能热泵地板辐射供暖系统实验台,通过对实验台冬季供暖工况的实验研究,考察了采暖房间的热力过程以及太阳能集热器、热泵机组等主要设备的工作性能。

1.2.2 国外研究现状

太阳能采暖技术在发达国家的发展较为迅速,无论是太阳能采暖技术的研究、设计优化,还是材料、房屋部件结构的产品开发、应用,以及真正形成商业运作的房地产开发,均处于世界领先地位,并形成了完整的太阳能采暖技术产业化体系。国外的太阳能采暖技术研究大体经过被动式太阳能采暖技术、主动式太阳能采暖技术、零能太阳能采暖技术三个发展阶段。

1. 被动式太阳能采暖技术

在被动式太阳能采暖技术研究领域,美国于20世纪80年代初就由新墨西哥州的洛斯阿拉莫斯科学实验室编制出版了《被动式太阳房设计手册》。此外,美国还出版了许多实用的被动太阳房建筑图集,既介绍成功的设计实例,又有对太阳房原理、构造的详细说明。这些工具书的发行和一些示范房屋的建立,对美国公众接受太阳房起到了很好的促进作用。

比较著名的示范建筑有位于加利福尼亚州阿塔斯卡德洛的阿塔斯卡德洛住宅,该住宅采用屋顶池蓄热系统,进行冬季供暖、夏季降温,太阳能供暖率已达到较高的水平。比较有代表性的被动式太阳房还有位于新泽西州普林斯顿的凯尔布住宅,位于新墨西哥州科拉尔斯的贝尔住宅,位于新墨西哥州圣塔菲的圣塔菲太阳房,以及位于新墨西哥州科拉尔斯的戴维斯住宅等。

2. 主动式太阳能采暖技术

早在 20 世纪 40 年代,美国麻省理工学院就开始进行利用太阳能集热器作为热源的供暖、空调系统研究,先后建成多座实验太阳房。20 世纪 70 年代以后,又有华盛顿近郊的托马森太阳房和科罗拉多州丹佛市的洛夫太阳房等主动式太阳房的示范建筑建成。

这些太阳房的成功运行,说明太阳能供热、空调系统在技术上是完全可行的,但投资较大,推广普及程度不及被动式太阳房。直到进入 20 世纪 90 年代,由于开发出更加高效的太阳集热器和吸收式制冷机、热泵机组,其应用范围才得以扩大。

日本在主动式太阳房(图 1.2)在研究应用领域也处于世界前列。1974 年日本通产省制订了“阳光计划”,并按此计划建造了数幢典型太阳能采暖空调试验建筑。多年来日本的太阳能采暖、空调技术一直稳步发展,并已应用于大型建筑物上。



图 1.2 主动式太阳房——日本太阳能咖啡屋

此外,法国、德国、澳大利亚、英国等国家的主动式太阳能采暖技术发展也处于世界先进水平。

3. 零能太阳能采暖技术

近几年来在发达国家已有相当发展水平的“零能房屋”,即完全由太阳能光电转换装置提供建筑物所需要的全部能源消耗,真正做到清洁、无污染,它代表了 21 世纪太阳能建筑的发展趋势。德国等国都制订了 21 世纪太阳能在国家总能源消耗中的所占比例应超过 20% 的计划,这对“零能太阳能采暖技术”的发展起到了巨大的推动作用。

1.3 存在的问题

经过数十年的发展,国内外虽然在太阳能采暖技术方面取得了一定的研究成果,但若将这些研究成果直接运用于寒冷地区农居采暖尚存在一些问题,如:

- (1) 指导建筑师快速确定农居太阳能采暖设计策略的方法欠缺;
- (2) 现有被动式太阳采暖技术还无法满足寒冷地区农居冬季室内热舒适度要求;
- (3) 国外先进的太阳能采暖技术由于造价等问题,无法在农居中直接推广;
- (4) 缺少适合于寒冷地区农居使用的低造价、高效率、热性能稳定、符合农民生活习惯的太阳能采暖技术。

1.4 研究课题的来源及意义

针对以上问题,笔者提出了“寒冷地区农居新型太阳能采暖技术设计研究”课题。本研究课题是国家自然科学基金项目——“寒冷地区农村民居太阳能采暖设计理论研究”(项目编号:506789096)的子课题之一。

本研究课题旨在根据寒冷地区气候特征,在充分调研的基础上,研究低造价、高效率、热性能稳定、符合农民生活习惯的新型太阳能采暖技术,并在此基础上,融合绿色建筑设计理念,将研究成果应用于农居设计实践中,为设计者提供农居太阳能采暖设计的范例。

本研究课题成果可广泛应用于寒冷地区农居,为改善寒冷地区农居冬季室内热舒适度提供技术支持,有助于节约常规能源消耗,减少环境污染,可产生较大的经济效益和社会效益。

1.5 研究内容及方法

本研究主要分为调研、技术研究、设计实践三部分。

(1)调研部分主要是通过调查、问卷、实地拍摄、走访等方式,对寒冷地区农居采暖现状、生活习惯等方面进行研究,发现目前寒冷地区农居采暖存在的主要问题,提炼出可为农居太阳能采暖设计所用的“模式语言”,为后期新型太阳能采暖技术的研究及设计打下基础。

(2)技术研究部分为两种新型太阳能采暖技术——保温遮阳型太阳能空气集热模块(SCMTS)和太阳能炕采暖系统的研究。

保温遮阳型太阳能空气集热模块(SCMTS)与传统的被动式太阳能采暖方式相比,具有改善冬季夜晚保温和夏季隔热性能,可实现模块化、工厂化,易于与建筑整合设计,安装方便,有助于建筑节能改造等特点。研究将从基本构造,模块化构造设计,冬、夏季热性能,主要设计参数,节能性等几方面进行。对基本构造、模块化构造进行设计,给出构造详图;从传热学角度,对冬、夏季热性能进行定性和定量分析;使用AIRPAK软件对主要设计参数、节能性进行量化研究。

太阳能炕采暖系统研究是在前期调研的基础上,对寒冷地区农居普遍使用火炕采暖方式的生态化改进研究。研究内容主要有太阳能炕采暖系统的数值模拟分析、系统各组成部分的选型设计、主要系统设计参数的确定等。在数值模拟分析中,以数学模型为基础,使用MATLAB软件编制太阳能炕采暖系统的模拟程序;在系统各组成部分的选型设计中,从农民生活习惯、设备性能、气候特征等方面

考虑,对系统各组成部分进行选择;对主要系统设计参数通过计算给出简单的计算公式或经验数值,供设计人员选用。

(3)设计实践部分结合银川新农村建设实际工程,对农居进行太阳能采暖技术设计研究。使用 WEATOOL、ECOTECT 软件,对农居的选址、朝向、平面功能进行优化设计,并将前期研究的新型太阳能采暖新技术应用于农居设计,对农居能耗、室内热舒适度、节能性、经济性进行研究。

1.6 研究框架

图 1.3 为本书的研究框架。

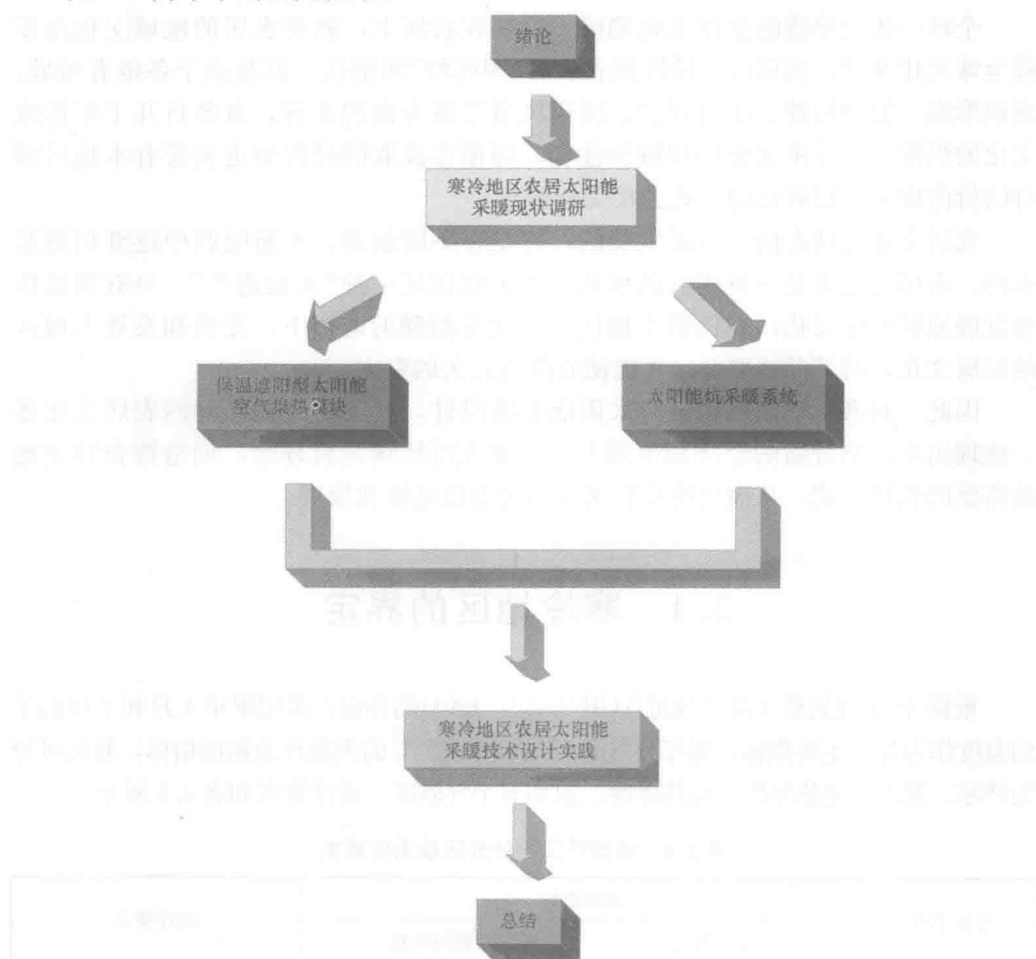


图 1.3 本书的研究框架

第 2 章 寒冷地区农居太阳能采暖现状调研

美国农居理论家拉普普特(Amos Rapoport)说过:“(农居)是将住宅、聚落、地景及仪式建筑的整个系统连贯到生活方式上的最佳途径。”农居与当时当地所具备的自然、经济、技术条件建立了相互依存的关系。一座传统农居既能反映它所处的地域特征,又能反映它所建造的时代特征(包括经济、技术以及人们的意识形态)。

全球一体化导致的全球文化趋同,反映在农居上,就是农居的地域文化逐步被全球文化湮没,农居的地域性被农居的“国际性”所取代。但是由于各地有地域、意识形态、伦理道德、审美观念、民俗风情等各方面的差异,有各自几千年传统文化的积淀,对外来文化的理解和注释,即便在汲取的过程中也会带有本地区固有的价值取向,以自己的方式去接受和扬弃。

农居文化是动态的、不断发展的,它是在不断创新、不断吸收中逐渐积累起来的。农居文化不是一种固有的模式,更不仅仅是一种“文化遗产”。只有创造性地发展地域农居文化,在保留本地区民居文化精髓的前提下,充实和发展本地区的民居文化,对其分析取舍,才能使它保持长久的魅力。

因此,对寒冷地区农居进行太阳能采暖设计,必须将这些模糊的农居文化逐一梳理出来,结合新的经济和生活方式,融入可持续发展理念,创造符合特定地域需要的农居形式,从而使传统农居在当代得以延续和发展。

2.1 寒冷地区的界定

根据《民用建筑热工设计规范》(GB 50176—1993)的界定,采用累年 1 月和 7 月的平均温度作为分区主要指标,累年日气温 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 和 $\geq 25^{\circ}\text{C}$ 的天数作为辅助指标,我国可分为严寒、寒冷、夏热冬冷、夏热冬暖、温和五个气候区。设计要求如表 2.1 所示。

表 2.1 建筑热工设计分区及设计要求

分区名称	分区指标		设计要求
	主要指标	辅助指标	
严寒地区	最冷月平均温度 $\leq -10^{\circ}\text{C}$	日平均温度 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 的天数 $\geq 142\text{ d}$	必须充分考虑冬季保暖要求,一般可不考虑夏季防热

续表

分区名称	分区指标		设计要求
	主要指标	辅助指标	
寒冷地区	最冷月平均气温 $-10^{\circ}\text{C} \sim 0^{\circ}\text{C}$	日平均气温 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 的天数 $90 \sim 145 \text{ d}$	应满足冬季保温要求, 部分地区兼顾夏季防热
夏热冬冷地区	最冷月平均气温 $0^{\circ}\text{C} \sim 10^{\circ}\text{C}$, 最热月平均气温 $25^{\circ}\text{C} \sim 30^{\circ}\text{C}$	日平均气温 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 的天数 $0 \sim 90 \text{ d}$, 日平均气温 $\geq 25^{\circ}\text{C}$ 的天数 $40 \sim 110 \text{ d}$	必须满足夏季防热要求, 适当兼顾冬季保温
夏热冬暖地区	最冷月平均气温 $> 10^{\circ}\text{C}$, 最热月平均气温 $25^{\circ}\text{C} \sim 29^{\circ}\text{C}$	日平均气温 $\geq 25^{\circ}\text{C}$ 的天数 $100 \sim 200 \text{ d}$	必须充分满足夏季防热要求, 可不考虑冬季保温
温和地区	最冷月平均气温 $0^{\circ}\text{C} \sim 13^{\circ}\text{C}$, 最热月平均气温 $18^{\circ}\text{C} \sim 25^{\circ}\text{C}$	日平均气温 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 的天数 $0 \sim 90 \text{ d}$	部分地区应考虑冬季保温, 一般可不考虑夏季防热

根据《居住建筑节能设计标准》(DB21/T 1476—2011), 采用采暖度日数 HDD18 和空调度日数 CDD26 将寒冷地区又划分为如表 2.2 所示的两个气候子区。

表 2.2 寒冷地区子区气候特征

气候分区	气候子区	代表城市	度日数	气候特征
寒冷地区	A 区	太原、大连、 拉萨、兰州、银川	$2\,000 \leq \text{HDD}18 < 3\,800$, $0 < \text{CDD}26 \leq 100$	冬季寒冷, 夏季凉爽
	B 区	北京、天津、石家庄、 徐州、济南、西安	$2\,000 \leq \text{HDD}18 < 3\,800$, $100 < \text{CDD}26 \leq 200$	冬季寒冷, 夏季炎热

2.2 自然地理特征分析

2.2.1 地理气候特征

寒冷地区地域辽阔, 经度相差近 60° , 纬度相差近 20° , 距海远近差距较大, 地势高低不同, 地形及山脉走向多样。西北内陆的年平均气温虽与华北接近, 但温度的年较差和日较差却比其他地区大得多。东南季风从沿海向西北方向推进过程中, 受到众多山脉的阻挡, 难以深入西北内陆对当地气候产生影响。降水量从秦岭、淮河以北的 800 mm 左右, 下降到贺兰山以西的西北内陆的低于 200 mm (有些地方不足 50 mm), 分布极不均匀。