

中国建筑工业出版社

JIANZHUXINJISHU

建筑新技术

陈衍庆 王玉容 主编 邹越 副主编

3

建筑新技术

(3)

陈衍庆 王玉容 主编

廖俊 廖明 邹大越 副主编

刘铮 昆明理工大学建筑学院

地址：昆明市昆明理工大学

邮编：650032

电话：13658835800

E-mail: LL.Ting 403@263.net

木对薛菽曼

(E)

编主 零正王 夷衍村

编主编 秋 雅

中国工业出版社北京

静登志并半薛

郑坤丽公编音编发并并文因器顺市供露

编印同公丑责照官编印符漆市京北

开本 787×1083 毫米 1/16 印张 34 字印 284 千字 182 字

2008年6月第1版 2008年6月第1次印刷

印数：1—2 500册 定价：48.00元

ISBN 7-112-08252-4

(15018)

京印印编育研研编家

中国建筑工业出版社

本社网址：<http://www.cbip.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑新技术 (3)/陈衍庆, 王玉容主编. —北京: 中国
建筑工业出版社, 2006

ISBN 7-112-08352-4

I. 建... II. ①陈... ②王... III. 建筑工程-新
技术 IV. TU-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 048914 号

(3)

陈 衍 庆 王 玉 容 主 编
邹 越 副 主 编

建筑新技术

(3)

陈衍庆 王玉容 主 编

邹 越 副 主 编

*

中国建筑工业出版社出版、发行(北京西郊百万庄)

新华书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京市彩桥印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787×1 092 毫米 1/16 印张: 24 字数: 584 千字

2006 年 6 月第一版 2006 年 6 月第一次印刷

印数: 1—2 500 册 定价: 40.00 元

ISBN 7-112-08352-4

(15016)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

《建筑新技术》编委会成员

- 名誉主任委员：傅信祁 同济大学建筑系教授
主任委员：姚自君 东南大学建筑系教授
副主任委员：郑忱 哈尔滨工业大学建筑学院教授
徐淑常 北京建筑工程学院建筑系副教授
刘建荣 重庆大学建筑城规学院教授
陈衍庆 清华大学建筑学院教授
高辉 天津大学建筑学院教授
唐国安 湖南大学设计研究院院长、教授
王崇杰 山东建筑工程学院副院长、教授
委员：马震聪 广州市设计院副总建筑师、高级建筑师
邓洪武 南昌大学建筑学院院长、副教授
王玉容 中国建筑工业出版社副编审
王丽娜 清华大学建筑学院副教授
王伯扬 中国建筑工业出版社编审
陈文琪 湖南大学建筑系教授
李必瑜 重庆大学建筑城规学院教授
李保峰 华中科技大学建筑与城规学院副院长、教授
李莉萍 昆明理工大学建筑系副教授
陆可人 东南大学土木学院副院长、副教授
张苗 佛山市房屋建筑设计院院长、高级工程师
张一弘 宿迁学院副教授
张庆余 厦门理工学院建工系副教授
张荷芬 昆明理工大学建筑系副教授
宋德萱 同济大学建筑系教授
汪岩 海军工程设计研究院高级工程师
邱颖 徐州第二建筑设计院副院长、高级建筑师
沈杰 浙江大学建筑系副教授
沈粤 广州大学建规学院院长、教授
邹越 北京建筑工程学院建筑系副教授
林秉公 徐州第二建筑设计院高级建筑师
金虹 哈尔滨工业大学建筑学院教授
周铁军 重庆大学建筑城规学院副教授
杨维菊 东南大学建筑系教授

目 录

建设社会主义新农村

- 应用太阳热采暖技术的建筑示范工程 钟易呈 张华 (1)
- 地区建筑营建技术体系建构——黄土高原绿色窑居之实践 王竹 魏秦 贺勇 (4)
- 长江上游绿色乡村生土民居示范工程的探索与思考 周伟 李汉益 刘加平 (14)
- 地域特色新民居创作探索——云南新平花腰傣“土掌房”
向新民居的转换 王贺 (21)

建筑节能

- 黄土窑洞的生命力 左国保 (27)
- 低能耗建筑设计探索 薛明 张江华 王莉雯 赵耀 (40)
- 节能技术在建筑中的应用——北京工业大学高技术
能源实验楼设计实践 胡岷山 (51)
- 节能型医院建筑更新探讨 张颀 黄琼 王峙 (63)
- 第三阶段居住建筑节能设计标准在旧住宅改造中的
试验应用 张颀 李欣 杜家林 (71)
- 寒冷地区小城镇住宅采暖能耗及节能研究 王立雄 张威 明廷国 王兵 (77)
- 采暖地区住宅节能设计探讨 白薇 (82)
- 夏热冬冷地区建筑遮阳设计探讨 潘孝祥 周铁军 (86)

可再生能源利用

- 中央液态冷热源环境系统 汪继东 (93)
- 浅层地热能的部分工程实例 凌人滨 (104)
- 中央液态冷热源环境系统经济性评价 桂江波 (118)
- 离网型风光互补发电系统为建筑提供可持续能源 贾晓空 (124)
- 单箱双能八工位太阳能热水工程方案 李穆然 (129)
- 在星级宾馆安装太阳能热水工程的十条诀窍 李穆然 陈红平 (135)
- 生态能源建筑和地源热泵节能技术 闫凤英 赵军 (138)

太阳能建筑

我国寒冷地区高校学生公寓生态设计与实践——以山东建筑工程学院

生态学生公寓为例	王崇杰 何文晶 薛一冰	(144)
探索未来居住建筑的新模式——太阳能集合住宅设计	赵学义 陈刚 薛一冰	(154)
生活 生态 生长——首届中国太阳能建筑设计竞赛一等奖作品介绍	王崇杰 薛一冰 张蓓	(159)
人居 生态 旅游——北京市平谷区生态小康村居设计	王崇杰 张蓓 薛一冰	(166)
建筑与可再生能源利用的整合设计研究——太阳能建筑设计竞赛获奖作品总结	刘铮 缪百安 谢威 白叶飞	(174)
内蒙古太阳能牧民住宅	巴特尔 潘少峰 田柱	(182)
低能耗太阳能采暖小住宅建筑设计研究	朱赛鸿	(189)

建筑技术与构造

建筑整体空气夹层的物理功能与构造做法	邹新建	(194)
谈谈变形缝装置	李正刚	(203)
谈某医院 γ 刀治疗室设计	高广华 葛为 郭新	(208)
展陈工业时代——对德国科技博物馆的建筑与技术解读	韦菁 高辉	(212)
浅谈负压通风系统在生态住宅中的应用前景	戴路 陈健	(222)
建筑遮阳技术探讨	胡玉梅 朱赛鸿	(226)
功能、结构、艺术——木结构节点欣赏	柏文峰	(230)
云南可再生建筑材料应用初探	张恩宇	(235)

屋面绿化

既有建筑屋顶绿色节能改造	张颀 王峙	(241)
德国威达种植屋面系统技术——阻根是该系统的核心技术	李翔	(248)

幕墙设计与技术

清华大学超低能耗示范楼建筑幕墙技术	谢士涛 曾晓武	(254)
论幕墙设计	谢士涛 郑金峰	(263)

建筑技术教育

“绿色建筑工作坊”对建筑设计及技术教学的启示	高辉	(268)
------------------------	----	-------

光环境设计

天津美术学院美术馆景观照明设计	王晶 张颀 马剑	(274)
-----------------	----------	-------

地下建筑中天然光的应用	李佳 高辉 (282)
天津地区建筑中庭的采光顶设计	史艳琨 (293)

建筑防灾

山地城镇地质灾害与防治技术研究	周铁军 彭维燕 (297)
城市绿地与山地城市地质灾害防治研究	周铁军 李云燕 (301)

网络技术应用

网络时代的建筑协同设计方法	陈宜 卜一秋 郑琪 (305)
Ecotect 在可持续建筑设计中的应用	云鹏 周清惠 (314)

综 合

贯穿始终的多方案比较设计——以重庆益鑫复合材料生产线 建设项目为例	王雪松 王德伟 (324)
城市生活垃圾的危害、现状及处理方法概述	李坚 夏葵 李洁 (328)
建筑微气候过渡空间设计策略	郑存耀 (333)
乡土建筑材料与村落的可持续发展——以滇西北地域为例	李江奇 (338)
绿色视野下的藏族乡土建筑研究——德钦地区藏族民居调研报告	杨辉 (345)
香格里拉藏族民居建筑形式变迁下的环境与节能思考	石晓玮 (355)
云南典型地理气候建筑与环境可持续发展技术策略探讨	李莉萍 孙俊 刘铮等 (367)
编后	(376)

建设社会主义新农村

应用太阳热采暖技术的建筑示范工程

钟易呈 张 华

【摘 要】 本文以北京市平谷区应用太阳热采暖技术示范工程实例说明了“节能、环保、洁净、经济、舒适、健康”是人们追求现代文明人居的目标；太阳能与建筑一体化是科技发展观的要求，提高建筑节能、降低居民开支、增加经济效益是人们真正的需求。

【关键词】 恒温建筑 太阳能热循环系统 集热器 运行成本

一、前言

北京正元太阳能安装有限公司是以发展生态建筑、集科研开发、方案设计及安装施工于一体的生态建筑工程公司。

公司于2004年承担了北京市重点示范村——平谷区新农村住宅应用太阳热采暖技术示范工程，这是我国首例农村利用太阳热水系统采暖、节能型建筑示范小区，同时被列入北京市科技计划课题项目。

本项目利用太阳能热循环系统实现冬季供暖和常年供应生活热水，设计和系统运行方案均由本公司提供并完成施工安装。我公司的专业工作人员开创性地解决了北京农村冬季供暖问题。它实现了太阳能与建筑完美结合，综合利用可再生能源技术。实现了农村采暖城市化；而相同的采暖面积却比城市的费用更低廉。实现了“节能、高效、洁净”三大功效。

本公司技术创新点在于，为平谷区罗营镇玻璃台村设计村民可承担的、经济型采暖费用的运行系统，突破了国内采暖费用最低价格（每平方米建筑面积采暖费用为8元左右），改变了农村居住环境，为发展农村循环经济做出了贡献。

二、项目实施目标

太阳能采暖系统有热能采集、热量传输、热量贮存、热量输出和自动监测控制等5个环节。

在采暖期，采用辅助能源，可达室内温度15~18℃，依住户需求室温可高可低调节，在非采暖期全部生活热水由太阳能提供；居住环境和室内外空气质量得到明显改善，有利于

住户的身心健康；一个采暖期采暖费用为 $1123.2 \text{ 元} \div 150 \text{ m}^2 = 7.48 \text{ 元/m}^2$ （建筑面积）。

三、项目概况

环境概况：玻璃台村位于平谷最高山区，海拔 1234m，冬季山上与县城气温相差 4~9℃，11 月 13 日后有效太阳照射为 5h。

项目概况：单体总建筑面积约 150m²，新建别墅式两层，南北朝向，屋面坡度 30°，240 砖墙，8cm 聚苯板外墙外保温，采用太阳能热水供热，低温热水地板辐射采暖系统，使用生物质气化炉或电加热为辅助能源。

该示范工程斜屋顶安装了 15m² 太阳能集热器面积与实际采暖面积比为 1:5。

四、合理选用集热器

目前市场上常见的 4 种太阳能集热器有：平板型、全玻璃真空管型、U 形管真空管和热管真空管集热器。

该项目在选用太阳能集热器时，有两个因素需要考虑：一是优势的产品性能要符合北方地区特性；二是要注意它的外观与建筑和谐一致。经过比较与研究最后确定最佳方案，选用了热管真空管集热器。热管真空管集热器是继闷晒型、平板型、全玻璃真空管之后的第四代太阳能集热器，这是金属超导热真空集热管的一种形式，也是一种高效的太阳能集热组件。它具有工作效率高、承压能力大、耐冷热冲击、抗冰雹、可全年工作等独特的优点，特别适合北方寒冷地区。

本工程集热组件的集热面积为 15m²，集热水箱 80L，通过热传输管道连接室内地板辐射采暖系统，并使用辅助能源生物质气化炉，供应 6 个房间 150m²（上下两层）采暖。

五、太阳能与建筑结合的设计方案

在实际工程应用中，要符合科学的、实际的、最佳的工程方案，需要综合考虑太阳能集热系统的形式、热量的储存、系统管路防冻情况、辅助加热设备的选用以及热水供应的方式等各种因素。

(1) 在建筑中使用太阳热水系统，要充分考虑建筑主体屋顶安装集热器的面积与实际采暖面积的配比。在阴天、雪天太阳能能量不足时采用辅助能源进行加热，保持供水温度维持在恒定范围。

(2) 根据实际情况选择辅助热源。使用辅助热源方法很多，如电热管、电锅炉、燃油炉等等。我们根据当地农民的实际情况和环境因素，采用了生物质气化炉作为辅助能源，充分利用当地丰富的桤枝、秸秆等农林业废弃物资料。这既可以达到辅助加热效果，又可用来烧水、煮饭，充分实现了节能、清洁、便利、舒适、健康等环保和社会需求。

(3) 太阳能采暖与建筑完美相结合，它不只是简单的工业产品在建筑中的热水工程应用，而是集热器与建筑的有机结合，形成多功能的建筑构件，巧妙地高效的利用空间，并保证建筑的美观；同时，又要使太阳能热循环系统在建筑设计当中合理规划、科学结合，充分利用太阳能。

六、系统循环方式及特点

(一) 超导热管真空管太阳热水系统由集热器组、储热水箱、循环泵和管路、电气控制仪、辅助水箱、辅助加热设备等组成。太阳能配以辅助能源系统循环方式采用温差循环，全年自动运行。当集热器出口循环介质温度与水箱内温差达到设定指标，即可启动循环泵将循环介质吸收的太阳能热量储入水箱。当低于设定指标时，就自动关闭循环泵，停

止循环介质的循环运行，从而断开了集热器与贮水箱的热量交换。

(二) 热管真空管具有低温条件下仍可以启动工作的特点，同时还有热敏性好，传热速度快，耐 -50° 低温等特点，无冻结隐患，解决了真空管集热器在寒冷地区防冻的问题；采用温差式全自动控制循环，热水定温，当水箱温度低于设定值时，即进行循环置换，来维持室内恒温，既可最大限度利用太阳能，又可减少能源消耗；加之采用直通式连接法，使集热器中的热量迅速直接传递循环，热利用效果显著。此运行系统已申报国家专利。

七、运行成本核算

(1) 成本分析：以一个采暖季节按照 125 天计算，室内温度保持在 $15^{\circ}\sim 18^{\circ}\text{C}$ ，太阳能系统运行用电量加上辅助能源费用约计 $1123.2\text{元}/150\text{m}^2 = 7.48\text{元}/\text{m}^2$ （建筑面积）。依照当地冬季采暖标准 $16.8\text{元}/\text{m}^2$ 进行比较，采暖费用降低了 55%，这充分体现了本系统运行的经济价值，给民众节约了开支。

(2) 本系统于 2005 年 11 月正式启动，为测得真实数据，特在运行系统中安装了电表，实测数据如下（以 120 天计，1 度电 0.48 元）：

B 户型（建筑面积 150m^2 ）1 度电/天。设备运行费用为： $120\text{天} \times 1\text{度} \times 0.48\text{元} = 57.6\text{元}$ 。

C 户型（建筑面积 204m^2 ）1.5 度电/天。设备运行费用为： $120\text{天} \times 1.5\text{度} \times 0.48\text{元} = 86.4\text{元}$ 。

八、系统运行特点

正元太阳能采暖热水系统特点：

(一) 保障系统易操作、耐用可靠。

(二) 智能控制监测系统采用定温和温差控制工作方式，避免热量无效损耗。清洁的辅助能源措施，利用秸秆汽化炊事炉灶余热对太阳能采暖系统进行能源补充。

结束语

新农村太阳能采暖建筑示范工程的建成，对我国的经济、社会、环境和能源建设发挥积极的推动作用。

随着科技的不断进步，人们生活质量要求的提高和可再生能源的利用，环保、节能、舒适、健康的建筑将受到人们的青睐。太阳能低温辐射地板采暖将是社会的选择，走进千家万户。

作者：钟易呈 北京正元太阳能安装有限公司董事、总经理

张 华 北京正元新能源技术集成科研室

地址：北京市平谷区林荫南街林荫家园 9-39 号

邮编：101200

电话/传真：010-89985460/89980529 13501385739

E-mail: bjzytyn@yahoo.com.cn

地区建筑营建技术体系建构

——黄土高原绿色窑居之实践

王 竹 魏 秦 贺 勇

【摘要】 论文为地区营建体系的研究提供了清晰的思路与研究途径,揭示了地区建筑生成生长的内在调控机制,并依据可持续发展原则与科学的评价体系,建立适宜性的技术支持体系,以黄土高原窑居住区营建的个案研究,来验证研究路线的可行性。

【关键词】 地区建筑营建体系 地域基因 绿色窑居 可持续发展

一、混沌状态下的清晰思考

在全球化趋势下,地域性的研究与地区特色的保持始终是建筑界关注的焦点,但目前理论与实践更多地局限于“概念的阐述”与“形态的表象”上,尤其是针对传统与历史这个长久争论未果的辩题,我们缺少科学的思维体系与理论支撑,始终纠缠于“像什么!似什么!”的争论中,而不去探究“应该是什么!”。在说不清、理更乱的混沌中,道路越走越窄,难以突破自身。面对当前人居环境建设的复杂系统,在创新与建设中迫切需要建立可操作的“科学营建体系”,解决“应该是怎样”的问题,尽快从那些孤芳自赏的所谓地区建筑研究与实践中走出来,从不同地域人居环境“个案”的基本原理和可持续发展的“适宜性”途径着手,才能实现实质性的突破。

地区建筑营建体系的建构应体现三方面的内容:首先是原创性——地区建筑是有机的生命体,也需要不断地发展,注入新的活力,它拒绝简单的模仿与复制,甚至可以是地域文化的重建与新创;其次是前沿性——指对当前人类的根本处境、人与自然、社会、自我的关系及未来发展的新图景等焦点问题的关注,着力于对这些焦点问题的适宜性途径与策略的探究;再次是科学性——地区建筑营建体系的建构决不仅依赖于主观的判断与经验,而是运用科学的方法与可操作的综合评价体系评判,科学的考虑辅助决策。

二、地区建筑营建体系解析

(一) 建筑的地域文脉解析

以往提到建筑文脉,更多的是强调传统与文化,注重史料研究,习惯于向后看。有些人期望通过移植传统建筑文化中的某些技术与形态,而使建筑具有地域性,以在现代建筑中立足,这似乎简单了。今天的地域建筑决不应该是“马头墙们”的光大。传统建筑亦没有必要现代起来,去干预现代的建筑实践。它们代表着两种不同的价值体系,有着不同的职责以及相应的理论与实践的天地。否则,只能是既断送了地域建筑的内涵,又扭曲了传统建筑的原则。

以动态的、发展的眼光,正确理解建筑的地域文脉内涵,不仅是纵向上的历史传承,

更不是形态符号的延续，是包括：前后、左右、上下多维视野中的人文元素与自然元素。“前后”指在纵向的历史方面，传统与现代文化的对话及对传统建筑文化价值的超越；“左右”指经济、技术、文化、风俗等人文因素在横向上与整个时代文化的对话及与其他建筑文化的交融；“上下”指任何地域建筑的生成生长都离不开自然、气候、资源、地理、生物等自然因素。

只有纵观地区建筑的生成与进化过程，横视时代文化的进展与其他建筑文化的智慧，将地域建筑置于自然与人文因子限定的纵横交错的关系网络中，从多维视野透视地域建筑生成、生长的各种现象，整体地把握地区建筑演进的趋势，从深层次上把握建筑地域性的实质与进化机制才能为地区建筑营建体系建构科学的理论支撑。

(二) 地区建筑原型与营建体系

借助原型理论来解析一定地域内建筑发展演变规律，发现人们营建中自觉运用的那些营建模式，其精巧的构造营建手段无不包含着对地域气候、地理与环境资源限制的适应，空间形态也回应着气候、地理与物资资源条件下，人们适应性的生计方式、社会组织与习俗民风特性。这些地区建筑原型的存在确立和维持了一定地域内建筑发展演变的秩序与方向，其中隐含着原生的生态学思想与人们对客观世界最本质的认识，仍然是当前地区建筑创作中具有恒久的生命力。我们挖掘地区建筑原型中蕴含着朴素的生态学原理与各种适用的地域技术，从地域乡土的智慧与现代的科学技术中寻找蹊径，建构起适宜于地区的营建体系。

(三) 地区建筑营建体系的评价方法

由营建体系的构成因素“进化”为更符合可持续发展目标，必然需要一个科学的评价体系，这直接关系着我们对它的判断是否正确，所采取的“适宜性”途径是否真的适宜。

面对新的问题，由于缺少科学有效的方法，以往的研究大多依靠研究者的经验，存在很大的主观性。而仅有的一些研究也仅限于概念或具体几个技术细节的层面上。故迫切需要一种理性客观的模型介入，建立具有普适性的科学方法与可操作的综合评价体系。针对目前各评价体系存在的指标重叠、模型直观性差、操作性不强、多凭主观经验等弊病，笔者引入“神经元 BP 网络”的方法建立可持续发展指标体系模型，并加入模糊规则，从而构建出地区建筑评价体系的基本框架。

(四) 适宜性技术

建筑是一个技术集结体，是人类文明及进化在可见形态中的技术塑造。各个地区的建筑被视作记录社会技术文明发展程度的载体。因而技术就会具有明显的社会性和地域性。

建筑技术通常有两种划分：

(1) 以经济含量的多少以及技术难度的高低为标准，可分为高技术 (high tech)、中间技术 (intermediate tech) 和低技术 (low tech)。

(2) 根据技术运作过程中投入能量的品位不同以及技术设备的复杂程度差异，分为被动式 (passive tech)、主动式 (active tech) 两种。上述两种划分方式存在着交叉对应关系，如同样是主动式技术，也有高技术、低技术之分。被动式技术亦然。

高技术大多采用新型材料和新技术，效果好，效率高；虽然一次性投入大，但往往运转期内平均成本较低。低技术是指成本和低难度的技术，多开发或采用乡土传统地域技术，技术简单对环境的负面影响小。

主动式技术多利用机械等设备系统和输入能源来改变环境，而被动式技术尽可能不依靠（复杂的）设备、能源等外力支撑，利用自然力，如阳光、风力、气温、地热、潮汐、生物质能等。基于对气候规律、材料与构造性能的把握，通过建筑的布局与构造形态巧妙智慧的应对和控制。当然，被动式技术也不排除能量的输入，但其与主动式的根本差异在于能量的转换过程和转换路径的差别：转换路径的直接与间接，转换过程的低效与高效。

适宜技术（appropriate tech）是针对特定社会环境而言的技术难度和经济成本适当的技术。它不会是单纯的高技术或低技术，而是经过成本效益综合比较后对二者整合的产物，是对多层次技术的综合运用。适宜技术也可称为“混合式技术”。其不应该孤立地强调被动式技术或主动式技术的某一方面，而是应该结合具体地域资源及经济环境，各择其长，各避其短，强调技术的适宜性与经济性。

三、黄土高原地区建筑营建体系的实践

黄土高原窑居作为黄土高原地区建筑中最具代表性的类型，其古朴的居住形态蕴含着丰富的地方文脉，就地取材，节能节地的建造方式与冬暖夏凉的特征，堪称朴素生态建筑的典范，目前仍有 4000 万人以其为居住生活的空间载体。

（一）原生窑居现状

从窑居单体形式、空间组合以及聚落布局等方面来研究，不同区域受各自的资源条件、地貌特征和营建技术的影响，形式纷繁、千姿百态。但总的来说，可以归纳为三种类型（图 1）：

（1）靠崖式窑居——沿山坡向黄土层中开挖的窑洞；

（2）下沉式窑居——在塬面地带没有山坡与沟壑可以利用，人们就地下挖一个方形地坑，然后再向四壁挖窑洞；

（3）独立式窑居——将山坡地修理平整后，利用砖石材料建造拱券模胎，窑顶再填土夯实。

（二）传统窑居“地域基因”的诊治、识别与判断——原始模型

以可持续发展作为地域基因识别与判断的准则，经过对比分析，我们可看出原生窑居营建中仍具有生命力的优势“地域基因”。可归纳为：

（1）厚重型被覆结构——维持室内相对稳定的热环境；

（2）封闭规整的空间布局——力求避免建筑过多的得热与失热；

（3）背风向阳的选址——最大限度地获取日照，营造温暖的室温；

（4）节地与庭院经济——在斜坡地建造，立体划分有限的居住空间，屋顶安排种植或活动场地，保证生产、生活互不妨碍，并与庭院经济有机地结合，达到了节地与经济双赢；

（5）乡土材料与简便易行的技术——天然的黄土及砖石作为建筑材料，箍窑技术施工便捷，经济实用，便于邻里互助参与营建；

（6）火炕——生活用能的多级利用；

（7）自然的构成与民俗装饰的对比。

窑居的生成与生长始终伴随着其“原始模型”基因而生长，使得窑居能够保持对黄土高原极端的气候与地区资源状况的适应，具有趋利避害的调节机制。

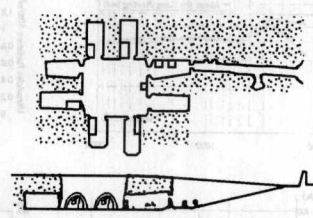
类 型	图 式	主要分布地区
靠崖式窑洞	靠山式	(1)陕北窑洞区 (2)宁夏窑洞区 (3)晋中窑洞区 (4)豫西窑洞区 (5)河北窑洞区 (6)陇东窑洞区
	沿沟式	(1)陕北窑洞区 (2)宁夏窑洞区 (3)豫西窑洞区 (4)晋中南窑洞区 (5)河北窑洞区 (6)陇东窑洞区
下沉式窑洞		(1)渭北窑洞区 (2)晋南窑洞区 (3)豫西窑洞区 (4)陇东窑洞区
独立式窑洞	砖石窑洞	(1)陕西窑洞区 (2)晋中窑洞区
	土基窑洞	(1)陕北窑洞区 (2)晋中南窑洞区 (3)宁夏窑洞区
	其他类型	(1)陕北窑洞区 (2)晋中窑洞区

图1 黄土高原窑居类型 (图片来源:侯继尧、王军:《中国窑洞》)

课题组与日本大学合作对传统窑居进行了科学的诊治,先进的仪器设备测试提供了一系列的测绘结果:如室内日光与通风、在冬夏两季对窑居的室内温度分布、紫外线辐射分布、室内外噪音与室内回声的变化、室内CO₂及粉尘的分布等(图2)。通过科学的测试数据分析、判断与识别窑居优势与劣势的“地域基因”。其劣势“地域”基因有:

(1) 居住生活品质不理想——私密性差、通风换气不畅、采光日照不足、潮湿阴暗、安全性差等;

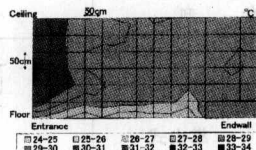
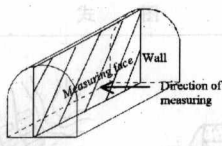
(2) 适灾性差——缺乏整体抗震、抗滑坡和泥石流的措施;

(3) 村落结构缺乏整体规划——土地利用不紧凑、缺乏给排水、交通等必要的基础设施;

(4) 对太阳能及可再生能源的利用效率不高;

Table 1 Schedule of Measurements (Summer)

Item	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22
Room Temp (air-wire)	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22
Temp. Humidity	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22
Wind Speed	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22
Wind Dir.	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22
Relative Humidity	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22
Light (Illuminance)	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22
Sound	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22
Others	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18	18-19	19-20	20-21	21-22



General Idea of Temperature Distribution

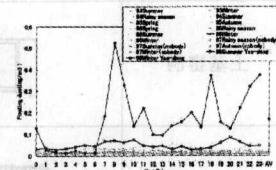
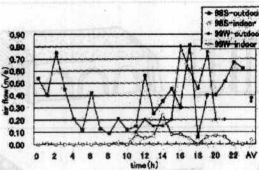
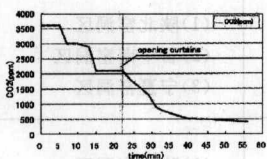
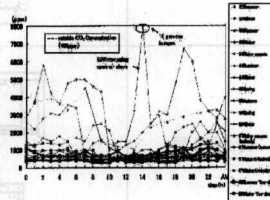
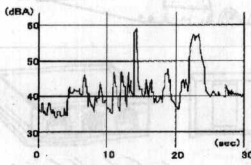
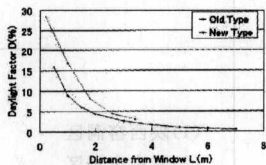
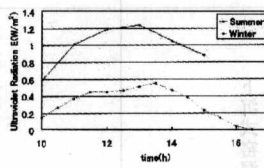
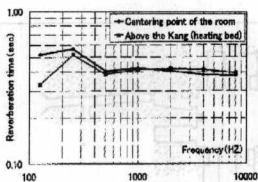
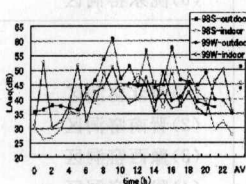
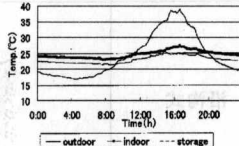
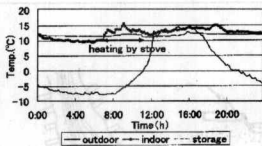
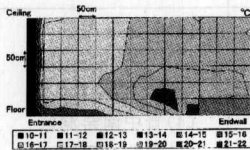


图 2 原生窑居地域基因的诊治

(5) 缺乏对废弃物的资源化处理。

(三) 绿色窑居营建体系“地域基因库”的建立

通过以上对传统窑居体系“原始模型”基因的解析与把握，帮助我们发掘黄土高原窑居环境演变中具有恒久生命力的基因，并针对黄土高原的自然生态条件、资源、社会经济、生产生活体系的分析，吸纳现代科学技术的投入，开发洁净型的新型能源如天然气、沼气；可再生能源，如太阳能、地能、生物质能等，还有资源的循环利用等新的因子，并对各构成因素与窑居营建体系的关系作出权重判断，建构起绿色窑居营建体系的因素构成关系（表 1），且通过科学的定性与定量评价体系，专家的合理规划与对策，综合改善窑居住区环境，实现窑居营建体系的生态、生产与建筑生活诸系统的整体协调发展。

(四) 从原生走向可持续发展——窑居营建体系的进化

窑居这一古老的居住形态实现从原生走向可持续发展，首先，必须抢占新的“生态位”，（生态位，又称小生境或是生态龛位，是一个物种所处的环境以及其本身生活习性的