

美丽乡村绿色农房建造关键技术与案例丛书

绿色农房技术 集成与案例

INTEGRATION TECHNOLOGY AND EXAMPLES
FOR GREEN RURAL HOUSES

曹万林 陈以一 董宏英 等◎著

中国建筑工业出版社

美丽乡村绿色农房建造关键技术与案例丛书

绿色农房技术集成与案例

曹万林 陈以一 董宏英 等著

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

绿色农房技术集成与案例/曹万林等著. —北京: 中国
国建筑工业出版社, 2018. 2

(美丽乡村绿色农房建造关键技术与案例丛书)

ISBN 978-7-112-21796-0

I. ①绿… II. ①曹… III. ①生态建筑-农村住
宅-建筑设计-案例 IV. ①TU241. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 020057 号

为适应我国美丽乡村绿色农房建造技术发展需求, 本书编制组在国家科技支撑计划项目“美丽乡村绿色农房建造关键技术与示范 (2015BAL03B00)”课题“绿色农房技术集成研究与综合示范 (2015BAL03B01)”的资助下, 考虑广大农村地域分布广阔、气候分区不同等实际情况, 遵循自然、合理、高效的结构形态学原理, 以经济适用、生态环保、抗震节能、环境协调为基本原则, 较系统地开展了美丽乡村绿色农房规划、装配式轻钢绿色农房结构、低成本基础隔震农房结构、绿色农房外围护节能墙体体系及绿色农房建造技术信息系统的研究, 并结合工程示范进行了适宜技术的集成应用。本书简要介绍了课题的部分研究成果和工程案例, 可供从事绿色农房建造技术研究、设计和施工人员及高等院校有关专业的师生参考。

责任编辑: 李笑然 杨 允

责任设计: 李志立

责任校对: 焦 乐

美丽乡村绿色农房建造关键技术与案例丛书

绿色农房技术集成与案例

曹万林 陈以一 董宏英 等著

*

中国建筑工业出版社出版、发行 (北京海淀三里河路 9 号)

各地新华书店、建筑书店经销

霸州市顺浩图文科技发展有限公司制版

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 11½ 字数: 282 千字

2018 年 9 月第一版 2018 年 9 月第一次印刷

定价: 37.00 元

ISBN 978-7-112-21796-0

(31644)

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)

前 言

结合我国美丽乡村建设,考虑广大农村地域分布广阔、气候分区不同、经济技术发展不平衡及文化传统存在差异等实际情况,注重传统农房对地域适宜性的优势,发挥装配式农房建造技术引领美丽乡村绿色农房建设的作用,遵循自然、合理、高效的结构形态学原理,以经济适用、生态环保、抗震节能、环境协调为基本原则,归纳提升绿色农房适用技术,形成了适合不同地域和环境要求、防灾减灾性能好、经济适用的绿色农房技术集成体系与信息系统框架,并进行了研究成果的工程示范,促进了推广应用。

本书编制组针对美丽乡村绿色农房建造关键技术需求,较系统地开展了美丽乡村绿色农房规划、装配式轻钢绿色农房结构、低成本基础隔震农房结构、绿色农房外围护节能墙体体系及绿色农房建造技术信息系统框架的研究,并结合工程示范进行了适宜技术的集成应用。本书撰写工作的大致分工如下:第1章 美丽乡村绿色农房规划与案例,由北京工业大学张建、关达宇著;第2章 装配式轻钢框架—组合墙—复合墙结构体系与案例,由北京工业大学曹万林、董宏英、张宗敏、刘子斌著;第3章 装配式轻钢框架—预应力支撑结构与案例,由同济大学王伟、陈以一,浙江省建设投资集团有限公司孔德玉著;第4章 低成本基础隔震结构体系与案例,由湖南大学尚守平著;第5章 外围护节能墙体体系与案例,由辽宁科技大学田雨泽、欧阳鑫玉、胡君一,集佳绿色建筑科技有限公司潘常升著;第6章 绿色农房建造技术信息系统,由北京工业大学张建、苗强国、曹万林著。北京工业大学博士后刘文超为本书的撰写做了大量工作。全书由曹万林、陈以一、董宏英统稿。

本书的研究工作得到了国家科技支撑计划项目“美丽乡村绿色农房建造关键技术研究”与示范(2015BAL03B00)课题“绿色农房技术集成研究与综合示范(2015BAL03B01)”的资助,在此谨表诚挚的感谢!

由于作者水平有限,书中不妥之处在所难免,诚恳有关专家和读者批评指正。

目 录

第1章 美丽乡村绿色农房规划与案例	1
1.1 概述	1
1.2 优秀绿色农房案例分析	1
1.2.1 陕西省延安市枣园村新型绿色窑洞	1
1.2.2 内蒙古自治区扎兰屯卧牛河镇移民新村	4
1.2.3 青海省西宁市兔儿干村新型庄廓院	7
1.2.4 浙江省安吉县生态屋	11
1.2.5 河北省“自维持”住宅	15
1.2.6 山东省滨州市窦家村被动式太阳能节能住宅	17
1.2.7 江苏省沿海地区农村生态节能住宅	20
第2章 装配式轻钢框架—组合墙—复合墙结构体系与案例	24
2.1 概述	24
2.2 结构体系特点	25
2.3 装配式轻型钢管混凝土柱框架—复合墙结构抗震性能试验	26
2.3.1 试件设计与制作	26
2.3.2 加载方案及测点布置	32
2.3.3 试验结果及分析	33
2.3.4 水平承载力计算	39
2.4 装配式轻型钢管混凝土框架—复合墙结构模拟地震振动台试验	42
2.4.1 试件设计与装配	42
2.4.2 地震波输入	44
2.4.3 工况设计	46
2.4.4 测点布置	46
2.4.5 试验结果及分析	47
2.4.6 主要结论	53
2.5 工程示范案例	54
2.5.1 项目概况	54
2.5.2 技术特点	56
2.5.3 小结	60
第3章 装配式轻钢框架—预应力支撑结构与案例	61
3.1 概述	61

3.2 结构体系构成及特点	61
3.2.1 结构体系	61
3.2.2 技术特点	63
3.2.3 技术可靠性、先进性和经济合理性	65
3.3 性能研究	66
3.3.1 节点性能研究	66
3.3.2 支撑性能研究	73
3.3.3 结构性能研究	79
3.4 设计方法	85
3.4.1 设计目标	86
3.4.2 刚度比	86
3.4.3 框架抗侧刚度	87
3.4.4 屈服位移和延性系数	87
3.4.5 附加等效阻尼比	88
3.4.6 试算支撑截面积	88
3.4.7 修正支撑截面积	89
3.4.8 容差检查及设计流程	90
3.5 设计示例	90
3.5.1 设计算例	90
3.5.2 验证模型建立	92
3.5.3 Pushover 分析结果	93
3.5.4 弹塑性时程分析结果	94
3.5.5 小结	95
3.6 工程应用案例	95
3.6.1 工程概况	95
3.6.2 主体结构设计	95
3.6.3 墙板设计	97
3.6.4 楼板设计	99
3.6.5 经济分析	100
3.6.6 小结	100
第4章 低成本基础隔震结构体系与案例	101
4.1 低成本基础隔震结构体系	101
4.2 钢筋—沥青隔震层构造	102
4.3 钢筋—沥青隔震层原理	103
4.4 钢筋—沥青隔震层试验研究	104
4.4.1 试验一：一种新型隔震层的构造及其振动台试验研究	104
4.4.2 试验二：钢筋—沥青隔震墩砌体结构足尺模型试验研究	110
4.4.3 试验三：钢筋—沥青隔震层位移控制研究	116

4.4.4	试验四：沥青油膏—双飞粉混合物动剪模量的试验	118
4.4.5	试验五：一种钢筋—沥青复合隔震层的性能	122
4.4.6	试验六：砖砌体农居隔震试验研究	126
4.5	钢筋—沥青隔震层设计	130
4.5.1	钢筋—沥青隔震结构计算	130
4.5.2	隔震结构参数计算	132
4.5.3	地震作用下位移验算	133
4.5.4	震中区竖向隔震设计要求	134
4.6	低成本基础隔震结构案例	134
第5章	外围护节能墙体体系与案例	137
5.1	现浇金属尾矿多孔混凝土复合墙体体系	137
5.1.1	基本构造	137
5.1.2	复合墙体物理力学性能	137
5.1.3	复合墙体材料要求	138
5.1.4	复合墙体建筑构造措施	139
5.1.5	复合墙体节能设计	141
5.2	复合墙体结构设计	142
5.2.1	一般规定	142
5.2.2	荷载与作用效应	142
5.2.3	承载力验算	143
5.3	复合墙体施工	145
5.3.1	施工准备	145
5.3.2	龙骨架体制作与安装	146
5.3.3	面板裁制与拼装	146
5.3.4	浆料灌注	146
5.3.5	复合墙体养护	147
5.4	复合墙体的工程应用案例	147
5.4.1	内蒙古奈曼旗绿色农房工程	147
5.4.2	辽宁省盖州市九寨镇绿色农房工程	148
第6章	绿色农房建造技术信息系统	152
6.1	绿色农房信息系统建立的目的和意义	152
6.1.1	系统建立的目的	152
6.1.2	系统建立的意义	152
6.2	绿色农房信息系统构建原则	153
6.2.1	按气候区划	154
6.2.2	按行政区划	155
6.2.3	按民居类型	156

6.3 农房信息系统框架的建立	157
6.3.1 传统民居基本特征	157
6.3.2 新民居营造方法	161
6.4 农房信息系统框架的使用	165
参考文献	171

第 1 章 美丽乡村绿色农房规划与案例

1.1 概述

近几年,我国农村地区随着经济水平的提高及环保意识的增强,相继开展了美丽乡村绿色农房建设,进而涌现出一大批优秀绿色农房案例,基于各地区气候条件、传统民居样式各不相同,建设出的绿色农房也各具特色。本章选取了涵盖不同气候区的七个美丽乡村绿色农房规划与建筑设计案例,案例分别选自陕西省、青海省、内蒙古自治区、浙江省、河北省、江苏省及山东省,从概况、传统民居介绍、新型民居介绍、建筑结构与材料创新、绿色技术创新五部分展开分析,通过介绍当地气候环境、传统民居特色、新型民居及其材料技术创新点几个层面,展示近年来依托传统民居特色,在传统民居基础上开展的新型优秀绿色农房实例,为日后的绿色农房规划建设提供借鉴参考。

1.2 优秀绿色农房案例分析

1.2.1 陕西省延安市枣园村新型绿色窑洞

1. 概况

延安市位于陕西省北部,地处黄河中游,该地区在水流的冲刷及寒冷干燥气候的影响下,形成了地球上分布最为集中的黄土区——黄土高原,黄土高原总面积达 64 万 km^2 ,该区域内气候干燥、植被稀少、降水集中并且水土流失严重,因此该地区地貌以黄土高原、丘陵为主。由于缺少建筑材料,早期居民尝试利用黄土修建民居,天然黄土层由于具备土壤紧实、密度较大、保温隔热效果好等优点,当地人便因地制宜地在黄土层中开凿洞穴用于居住。由于黄土层是受风力作用产生的沉积物,因此半山腰及山脚下等土壤密实的位置十分有利于开凿靠山式窑洞,后来平原地带渐渐也出现了下沉式窑洞及独立式窑洞。

枣园村位于延安市区西北向 7km 外的西北川,地处一连山与二连山之间的山坡之上,坐北朝南,北面背靠高山,南面是山脚下的西川河及川地。枣园村山地、坡地植被稀少,水土流失严重,具有典型的陕北黄土高原地貌特征。新型绿色窑洞通过对建筑生活系统、生产系统及生态环境的重新规划设计,以节约土地为原则进行基本生活单位及窑居规划建设,传统窑居与阳光间的结合体系形成了新式窑居空间形态,通过对不同生活组团布局的组合,形成丰富的窑居外部空间形态,将道路系统、绿化系统及其他公共设施统一整治,建立以可再生自然能源为主要能源的消费模式,有序地排放及处置废弃物、污染物,使枣园村成为生产生活与自然生态环境和人工环境良性循环的、具有现代生活品质的绿色窑居住区。

2. 传统窑洞民居介绍

延安地区传统单体窑洞受当地环境影响，主要为靠山式窑洞，立面自上至下分为女儿墙、墙体、门窗三部分，门窗部分则又包含天窗、小窗、窗台、门、踢脚等构件，整体上粗实的墙壁与精巧的门窗格栅装饰形成对比，使立面十分生动（见图 1.2.1）。窑洞内部宽度前后基本相等，这样的平面形式有利于室内家具布置及采光通风，部分窑洞会在底部及侧部挖较小的窑洞作为储物空间，使窑洞平面上形成 L 形及十字形。随着家庭人口的增加，有的窑洞内部之间相互连通形成连体窑洞，两窑相连形成套窑，分别作为卧室和起居室，三孔窑洞相连则形成一室两厅的格局。但连体窑洞的间数大多不取双数，因为当地人认为四、六数不成材，并且单间数的连体窑洞便于形成厅及室，中间的窑洞作为起居室与外庭院相连通，两侧的窑洞则可设置火炕或摆床，连体窑洞内部联系又分为内廊和外廊两种连接方式（见图 1.2.2）。

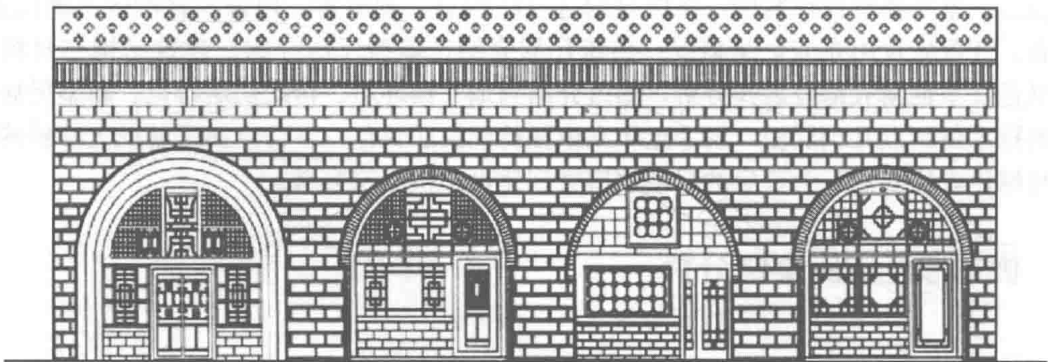


图 1.2.1 延安地区传统窑洞立面图

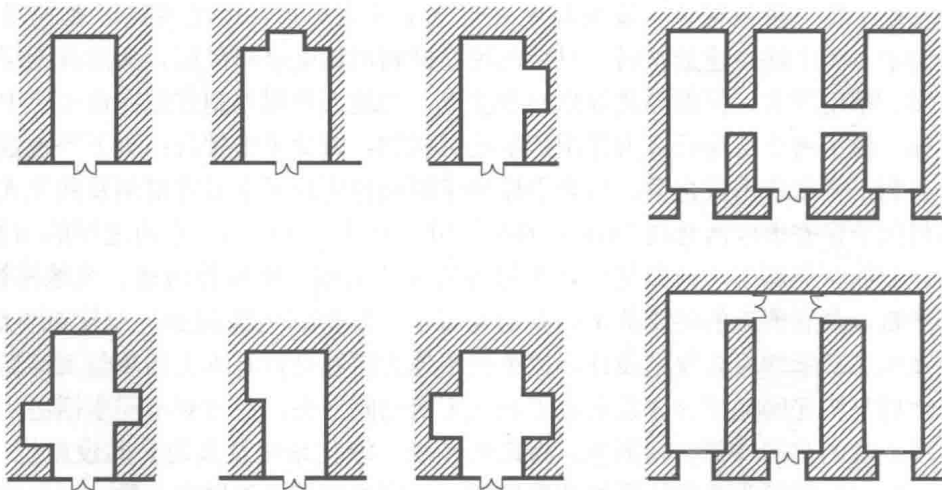


图 1.2.2 传统窑洞平面形式

3. 新型绿色窑洞介绍

枣园村新型绿色窑洞在参考传统窑洞平面布局基础上，缩小南北向轴线尺寸，增加东西向轴线尺寸，增大了南向开窗面积，改善了窑洞内部的室内光环境，充分利用了太阳光（见图 1.2.3~图 1.2.6）。对于窑居室内热环境，主要从南侧门窗保温性能处入手，窗户改用双层窗或单层窗夜间加保温以增加门窗的密闭性能。同时利用被动式太阳能采暖，如设置阳光间，使原来的南侧门窗不再直接对室外开放，而是通过阳光间过渡到室外。夏季为避免阳光过于强烈，南窗可设置遮阳板，或种植藤蔓植物以遮挡阳光。室内通风采用自然通风或通风竖井，自然通风简单方便，虽然北面开窗必然会损失窑洞内温度，但同时能够改善室内后部的光照环境，因此在应用北面开窗形式时，尽可能地缩小北面窗户面积，采用双层窗或设置保温装置，避免室内热量流失。

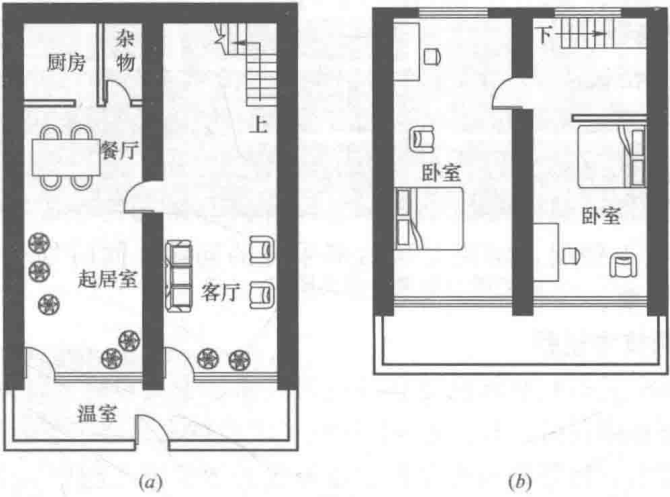


图 1.2.3 新型窑居平面图-户型 1
(a) 一层平面图；(b) 二层平面图

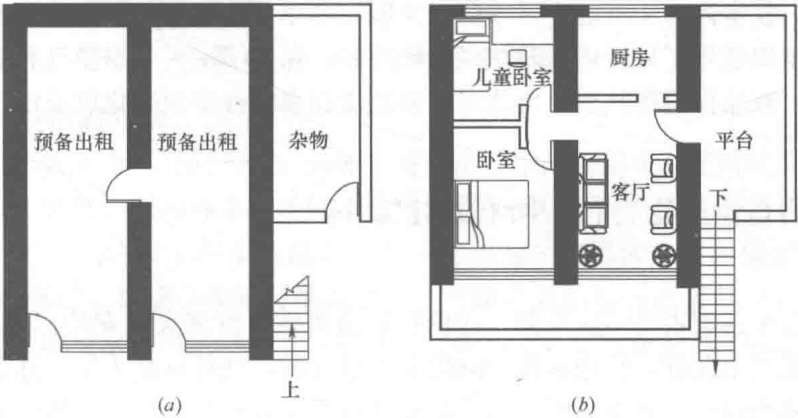


图 1.2.4 新型窑居平面图-户型 2
(a) 一层平面图；(b) 二层平面图

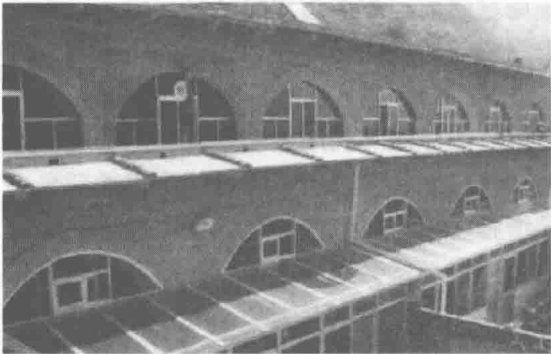


图 1.2.5 建成后的新型窑居照片



图 1.2.6 农民自发建造的新型窑居照片

4. 建筑结构与材料创新

枣园村新型绿色窑洞除了使用传统窑洞中常见的黄土与砖石外，对于乡土材料的改进及箍窑技术的完善也进行了创新，如开发生态型砌块材料；运用部分混凝土构件，以提高多层窑居的整体性与抗震能力；改良窑居的土基处理、砖石砌筑、拱膜制作、窑顶覆土及屋顶植被恢复技术等。在保持拱券结构的基础上，利用圈梁与楼板结构使窑居后部上下错层，解决窑居后部采光的问题，同时划分室内不同功能空间，适应现代生活需要。

5. 新型绿色窑洞技术创新

该项目实施和推广了一整套绿色适宜性建筑技术，主要包括：常规能源再生利用技术、可再生自然能源直接利用技术、窑洞民居热工改造技术、建筑节能节地技术、窑居室内外物理环境控制技术、污染物与废弃物的资源化处置及再生利用技术、主体绿化技术等。在新建窑居中附加的阳光间，以玻璃替代了传统麻纸，增加了房屋采光度。村内大量普及太阳能热水器，为村民的生活提供了方便的同时，也节约了烧水所需的常规能源，减少了对环境造成的污染。部分窑居进行了地冷地热技术的试验，具体做法为：在院内挖一个地窖，通过通道与室内墙壁上的排气扇相连通，利用排气扇进气或出气，在改善室内空气质量的同时，使室内环境既能在夏季降温又能在冬季得热，调节了室内温度。全部新型窑居都合理地组织运用了风压通风和热压通风技术，保证了室内冬季换气和夏季降温的要求，外窗应用了双层保温隔热窗，窑体采用多功能和多样性窑顶绿化以及窑顶新型防水等技术（见图 1.2.7）。

1.2.2 内蒙古自治区扎兰屯卧牛河镇移民新村

1. 概况

扎兰屯市位于内蒙古自治区东部、呼伦贝尔市南端，背靠大兴安岭，面眺松嫩平原，卧牛河镇地处扎兰屯北部，该地区属大陆性半干旱气候，其特点是干旱、低温、冰雹、早霜、大风等。冬季较长，夏季短暂，冬季最冷月份平均温度为-17℃，历史极端最低气温为-39.5℃，冬季主导风向为偏北风，室外平均风速为 2.7m /s。卧牛河镇地处扎兰屯北部，当地虽然有较多的少数民族，但是在建筑形制上已逐渐汉化（见图 1.2.8）。

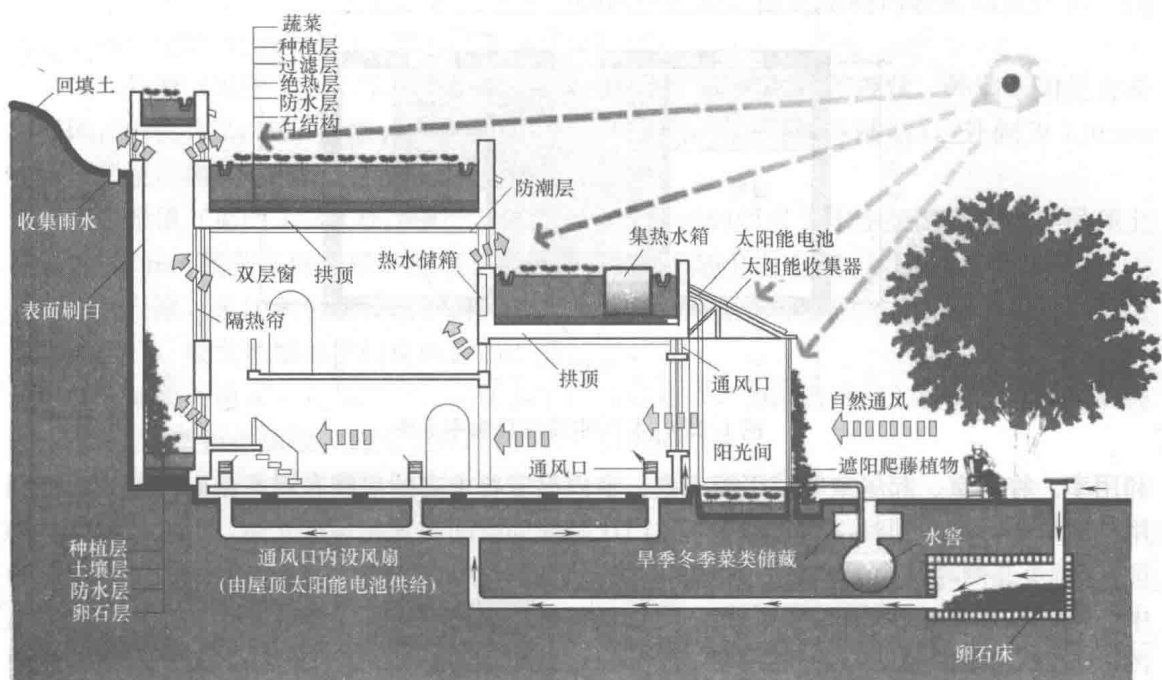


图 1.2.7 新型窑洞建筑设计原理图



图 1.2.8 扎兰屯传统村镇民居照片

2. 当地传统民居介绍

当地传统民居多为三开间布局，两侧布置卧室，中间为厨房，使用模式较为单一，卧室担负着交流、休息、用餐等多种功能，功能流线交叉、干扰严重，致使居民使用极为不便（见图 1.2.9）。同时对于冬季保温也存在一些问题，如墙体未采取保温措施，多数外墙仍为 370mm 砖墙，建筑冬季采暖能耗较高，墙体内表面结露严重等。此外，由于人们对室内热舒适环境要求的提高以及近年极寒天气的频发，导致建筑采暖负荷显著增加，能源浪费较为严重。

3. 新型民居介绍

新型民居在功能布局上增加了起居室、餐厅及卫生间等独立的功能空间，考虑到村民的生活习惯及传统住宅采暖方式，将卧室与起居室相连，利用拉帘进行隔断，提高房间的

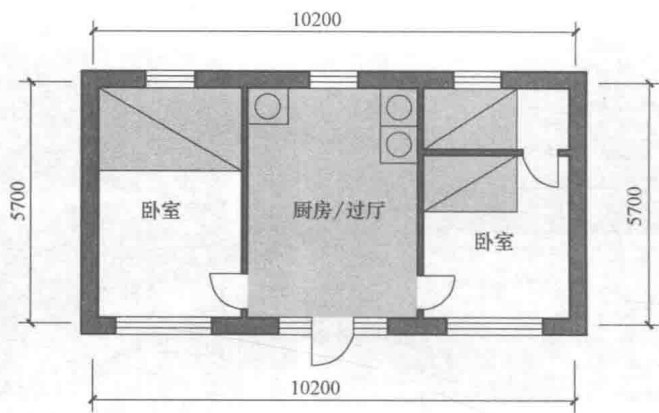


图 1.2.9 扎兰屯传统民居平面图

利用率。将卧室、起居室等使用频率高、室内温度要求高的房间布置在南向，最大程度利用日照取暖，与此同时，将储藏室、北门厅等辅助空间布置在房屋北侧，形成“温度缓冲区”，避免北侧冷风渗透对室内温度的影响。厨房（热源）、餐厅等公共空间设置在建筑的中心位置，并靠近卧室等主要房间，使热量得到充分的利用，以形成合理的冷热分区（见图 1.2.10、图 1.2.11）。

新型民居也对建筑形体进行了优化，体形系数是衡量建筑能耗的重要因素，体形系数越大，能耗就越高，有数据表明，体形系数每增加 0.01，能耗增加约 2.4%~2.8%；每减少 0.01，能耗减少约 2.3%~3%。严寒地区传统民居多为 1~2 层独立式住宅，建筑面积在 60~180m² 之间，体形系数分布在 0.88~0.58 之间，非常不利于节能。因此，为了降低能耗，尽可能地减小建筑的体形系数，新型住宅建筑平面采用较为方正的平面布局（见图 1.2-11），同时建筑体型避免了过多的凸凹变化。经过计算，新型单层独立式住宅的体形系数为 0.71，比传统的单层独立式住宅（体形系数 0.88）更为节能。



图 1.2.10 新型民居照片

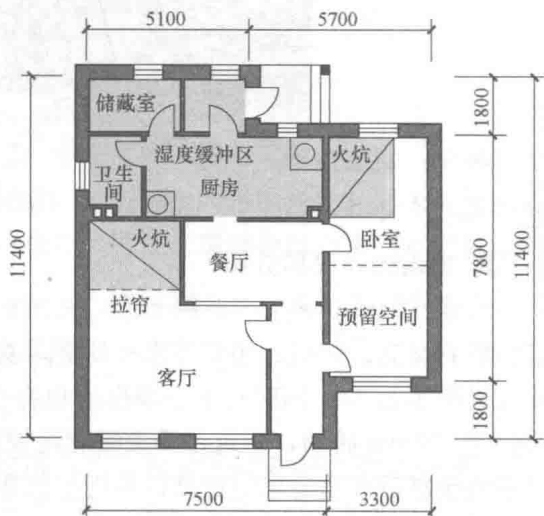


图 1.2.11 新型民居平面图

4. 建筑结构与材料创新

围护结构性能的优劣对于冬季建筑的保温与能耗有着重要影响，针对严寒地区传统民

居围护结构传热系数大、住宅采暖能耗大、保温性能差、围护结构内表面结露严重等问题，新型住宅的外围护结构采取了一系列优化措施：

(1) 外墙（见图 1.2.12）。考虑到卧牛河镇的施工条件及使用现状，外墙采用复合夹心墙体，内侧为 240mm 砖墙，中间为 100mm 挤塑板（两层错缝铺贴），外侧为 120mm 砖墙保护层，内外墙之间采用钢筋网片作为拉结件。

(2) 屋顶（见图 1.2.13）。保持了传统民居瓦屋面的形式及木屋架的做法，在吊顶上部增设 150mm 挤塑板保温层，板材交接处用聚氨酯发泡填充连接，以避免热桥。

(3) 门窗。采用双层双玻塑钢窗，南北入口为双层金属保温门，相比传统民居的双层木窗及木门，极大地增加了门窗的保温性能。

(4) 地面。地面一直是农村住宅保温中的薄弱环节，为改善地层的保温性能，增加铺设 100mm 挤塑板保温层，并延至外墙内侧，以切断热桥。

此部分内容请参阅文献 [7]。

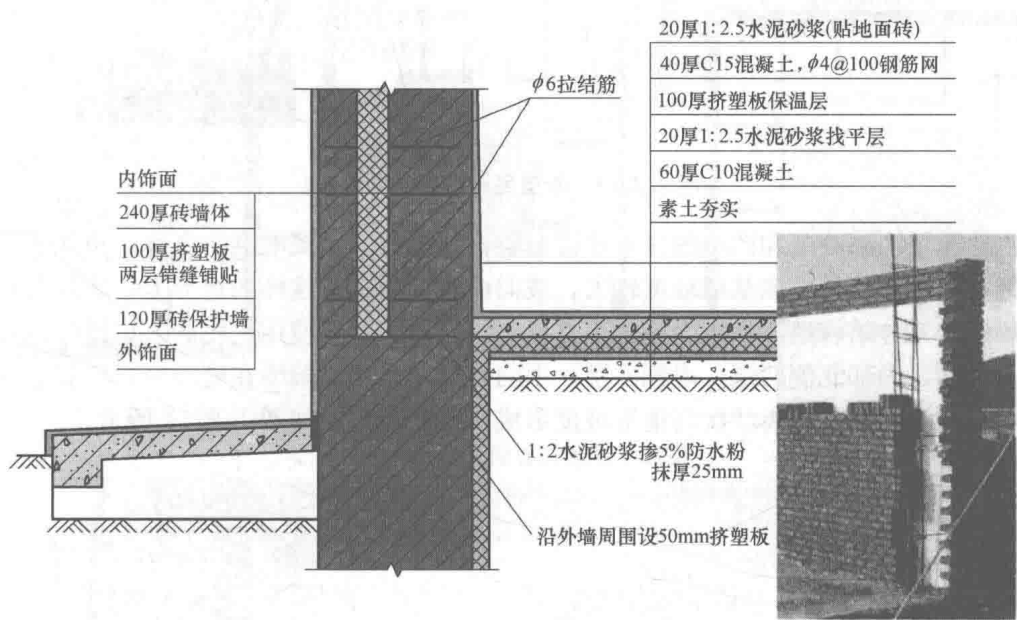


图 1.2.12 新型民居外墙及保温构造

5. 采暖方式创新

火炕采暖是北方严寒地区农村住宅主要的采暖方式，由于其能够为居民营造舒适的室内微热环境，一直深受广大农民喜爱，因此该项目在设计中保留了火炕，但是传统单纯依靠火炕进行采暖的模式很难满足住宅的供暖需求，而且容易造成室内温度分布不均匀等问题，难以满足室内居民的舒适性要求。因此，在新型住宅设计中，增加了地板辐射的采暖方式，采用“火炕加地板辐射”的采暖模式，使室内温度更加适宜居住。

1.2.3 青海省西宁市兔儿干村新型庄廓院

1. 概况

兔儿干村所在的湟源县位于青海省西宁市西部，地处青海省东部农业区西端的日月山东麓，属于青藏高原与黄土高原的过渡地带。湟源县城城关镇距省会西宁市 52km，因为

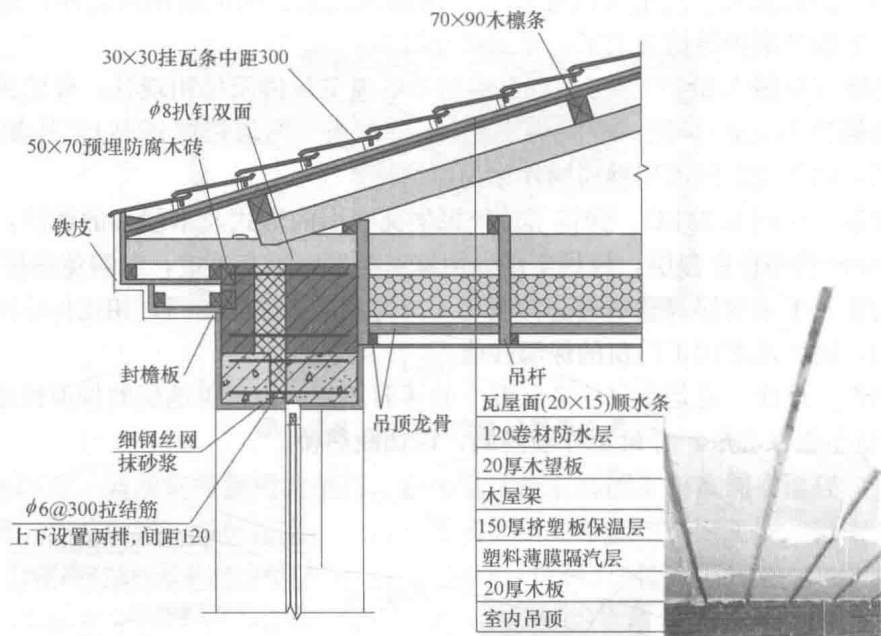


图 1.2.13 新型民居屋顶保温构造

地处内地通往西部牧区和西藏的交通要道位置，所以有“海藏咽喉”之称。兔儿干示范民居选址基地地形特殊，该基地坡度较大，坡向由北向南，在这样的地形上，建筑布局选择错层处理，充分结合地形，减少施工土方量，同时便于民居使用。民居入口设置在院落西南角，朝西，内部北侧两层，南侧一层，中间为庭院空间。院墙在处理时，将靠近地面部分做石材砌筑，形成锯齿状次与地形坡度形成一致的走向，如图 1.2.14 所示。



图 1.2.14 兔儿干村新型庄廓院照片

2. 传统庄廓民居介绍

“庄廓”一词为青海方言，“庄”指的是村庄，“廓”则为起到防御功能的外墙，早期由于青海地区气候寒冷、战乱频发，当地民居将防御匪患及抵抗严寒作为民宅最主要的需

求功能，因此形成了四面围墙环绕的庄廓院。

青海地区由于历史上经历过多次战争及移民，当地居住着汉、藏、蒙、回等多民族，各民族之间随着文化交流，其生活方式、居住模式也互相影响，所居住的庄廓院也各有异同（见图 1.2.15）。

传统庄廓院多为坐北朝南，占地面积 1 亩左右，平面呈方形，外墙厚约 0.8m，高 5m，南面外墙正中心位置布置院门，院内靠四面外墙建房形成四合院，整体展现出以大门为中心的中轴线左右对称格局，四合院中间留出庭院，可种植花草。院内北房为正房，面阔三间或五间，为家中长者居住及供奉佛像和祖先神位用房；东房面阔五间，北侧为子女卧室，南侧布置厨房；西房为住房或仓库；大门两侧的南房作为堆放杂物及农具的储藏室；东北角布置驴马圈，西南角布置厕所。对于一些大户人家则会建造一进两院及三院，外院堆放杂物，内院供家人居住，北房也可建造二层（见图 1.2.15）。

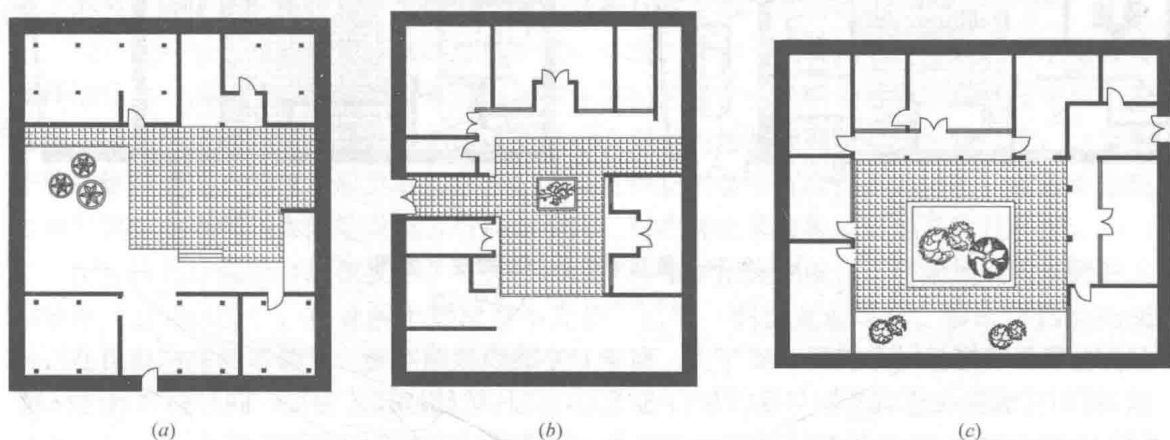


图 1.2.15 传统庄廓院平面图

(a) 藏族庄廓；(b) 回族庄廓；(c) 汉族庄廓

3. 新型庄廓院介绍

新型庄廓院在传统庄廓平面布局基础上，结合现代技术及使用需求进行改造升级，改造后功能布局更加合理（见图 1.2.16），具体表现在：

(1) 附加式阳光廊结合阳光庭院设计。在现有很多传统庄廓民居已经开始加建附加式阳光廊的基础上，新式民居在庭院设计中，将庭院与阳光间结合，整体作为阳光房布置，阳光庭院两层通高，两层的房屋充分利用太阳光取暖，不仅保温效果明显，使民居内部的庭院在严寒的冬日成为阳光暖房，同时提高了整个庭院空间的使用效率。

(2) 庭院中布置楼梯间。在传统的庄廓民居中，一层上到二层的楼梯较为简陋，多为镂空的木质楼梯或钢梯，安全系数较低，对于老人及小孩使用非常不安全。在新式民居中庭院一角的位置设置混凝土楼梯，结合景观布置，既满足交通功能需求，又丰富庭院视觉景观。

(3) 增设庭院空间。在该民居东侧为一处年代较久的传统土墙庄廓民居，在改造中将该处空间内部土墙进行加固，再对其进行装饰，使之成为新式民居内部庭院与外部庭院间的过渡空间，具有引导作用。

(4) 院内增加车库。随着人们经济水平的提高，逐渐家家户户都有停车需求，因此合