



Analysis of Housing Construction Performance of Farmers and Herdsmen in Severe Cold Regions

Zhang Chenghua¹, Sun Qianqian^{1,2,*}, Qiu Jisheng¹

¹College of Architecture and Civil Engineering, Xi'an University of Science and Technology, Xi'an, China

²College of Architecture, Xi'an University of Architecture and Technology, Xi'an, China

Email address:

441523703@qq.com (Sun Qianqian)

*Corresponding author

To cite this article:

Zhang Chenghua, Sun Qianqian, Qiu Jisheng. Analysis of Housing Construction Performance of Farmers and Herdsmen in Severe Cold Regions. *Science Discovery*. Vol. 6, No. 6, 2018, pp. 465-470. doi: 10.11648/j.sd.20180606.24

Received: October 26, 2018; Accepted: November 30, 2018; Published: December 12, 2018

Abstract: On the occasion of the severe situation of global energy crisis, energy consumption and environmental pollution have become the focus of increasing attention. Under the situation of underdeveloped economy in Western China, exploring the construction of low-energy and low-cost low-energy housing for farmers and herdsmen has become an important issue in the development of human settlements environment construction in Western China. Firstly, this paper explores the type of local residential buildings -Zhuangke in Qinghai province, and analyses them from the aspects of interior space, construction materials and construction structure, extracting the inspiration points for the design of new modern farmer and herdsman housing. On the basis of studying the traditional residential village steamed buns, based on ECOTECT ecological analysis software, combining with the construction needs of farmers and herdsmen in cold areas and the experience of traditional ecological residential buildings, the climate conditions in cold areas are analyzed, and renewable energy technologies such as solar energy are fully applied to explore low cost from different types of building space. The construction performance of new high-performance, green, low-carbon and healthy farmer and herdsman housing is compared and analyzed, and the low-energy consumption farmer and herdsman housing type suitable for local alpine climate conditions is selected. Focus on the architectural design itself, through comparing the energy-saving ways of different single building space forms, design the farmer and herdsman housing which can reflect the local architectural style and adapt to the local residents' lifestyle.

Keywords: Cold Region, Housing for Farmers and Herdsmen, Performance Analysis

严寒地区农牧民住房建筑性能分析

张程华¹, 孙倩倩^{1, 2*}, 邱继生¹

¹西安科技大学建工学院, 西安, 中国

²西安建筑科技大学建筑学院, 西安, 中国

邮箱

441523703@qq.com (孙倩倩)

摘要: 在全球能源危机严峻的现状下, 能源消耗和环境污染成为人们日益关注的焦点问题。在我国西部经济不发达的情况下, 探索为农牧民建造低能耗、低成本的低能耗住房成为西部人居环境建设发展中的一个重要课题。文章首先探索了青海当地的建筑民居类型——庄窠, 从建筑内部空间、建造材料、建筑构造等方面对其进行了分析, 提取了对新型现代农牧民住房设计的启发点。在研究了传统民居庄窠的基础上, 基于ECOTECT生态分析软件, 结合严寒地区农牧民定居的建设需求、传统生态民居经验, 分析严寒地区的气候条件, 充分应用太阳能等可再生能源技术, 从不同的建筑空间类型出发, 探索低成本、高性能、绿色、低碳、健康的新型农牧民住房的建筑性能, 进行对比分析, 选取适合

当地高寒气候条件下的低能耗农牧民住房类型。注重从建筑设计本身出发,通过不同的单体建筑空间形态比较其节能方式,设计出能反映当地建筑风格,适应当地居民的生活方式的农牧民住房。

关键词: 严寒地区, 农牧民住房, 性能分析

1. 引言

在全球能源危机日益严峻的现状下,严寒地区住房为解决保暖防寒需求出现巨大的能源消耗[1],能源消耗和环境污染已成为人们日益关注的热点问题[2]。未达到当代生态环保要求。农牧民畜牧生产活动所需能源受到制约的同时,其产生的可再生能源却未得到充分利用。

本文将农牧民住房与当地气候相结合,建筑应对气候进行设计,应尽量不依赖常规能源的消耗,以建筑设计创作手法来改善和创造舒适的居住环境[3],对于以日月藏族乡为代表的严寒地区单体住房生态节能策略提出具有重要意义。

2. 青海地区气候分析

青海日月乡属于严寒地区,常年盛行西北风,太阳辐射强且日照充足。兔尔干村,位于北纬 $36^{\circ}32'$,东经 $101^{\circ}08'$,地处内陆,属于大陆性季风气候,具有日照时间长,太阳辐射强的特点,全年以西北风为主,年平均气温约 3.0°C ,其中夏季最高气温 28.3°C ,冬季最低气温 -23.5°C [4]。从利用可再生能源的角度来看,该地区太阳能资源较丰富,具有发展太阳能建筑的必要性及优势[5]。此外,春季干旱多风,夏季短促凉爽,秋季阴湿多雨,冬季漫长干燥等特征;气温日较差大,年较差小,气温随海拔高度的增加而降低,结冻期长,无霜期短。

3. 农牧民住房建筑类型分析

青海地区由于各民族文化交融,建筑单体呈现出多样化和复杂性,面对严酷的自然条件,建筑单体呈现出多元化类型。结合当地的气候条件,通过控制太阳辐射、有组织的自然通风等被动式方法控制日光、热、空气在建筑中的有效利用[6]。

3.1. 当地民居分析——庄窠

民居是当地居民几百年来在同大自然的斗争中创造出的居住形式。庄窠四周被土筑墙包围,居室用木构架承重,通过檐廊使院落与房屋连为一体,院内有车棚、草料棚、畜料棚、果院、菜院等。

围墙上开有一扇大门,有四合院、三合院和两面建房等几种形式,院中设有花坛,种植果树,花卉,附设有车棚、草料棚、畜棚、果园、菜园等,形成一个多功能的组合物。庄窠是青海农村农民居住的基本形式。它以一户独立一个庄窠为基本单位,平面为方形或长方形,用4至5米高、50—80公分厚的板筑黄土墙或土坯砌筑的庄墙,包围着内部所有的房屋和庭院。大门由松木或柳木板拼装钉

成。除了唯一的大门之外,庄墙无其他开洞,庄墙内二面、三面或四面布置各种用房,一般以一堂两室的三间为一基本单元,布置在正中,四角暗房多为厨房、仓库、牲畜棚、杂用房及厕所等。院中设有花坛,种植果树、花卉庄窠的居室一般三间为一组,一明两暗,即堂屋居中,两边是卧室。堂屋内沿庄墙对称布置家具。卧室的火炕顺窗或顺山墙布置,炕上放衣箱、炕柜、炕桌等,火炕和家具占居室面积的一半以上。居室的大小、进深与梁架的用材有关,六柱或八柱成的开间为基本开间。前廊是房屋与庭院间的过渡,每座庄窠都尽量设廊,廊檐部位是庄窠重点装饰的部位。

作为延续多年的构筑体系,虽然较为古老但还是有其可取之处。分析这种构筑方法有助于为我们的新型结构提供灵感:

庄窠以生土、木材和少量块石为主要建筑材料,其建造顺序为:首先修建庄窠墙;再沿庄窠墙在其内搭造房屋的承重系统即木构架,砌筑房间的隔墙;后铺设屋面;最后安装门窗,进行细部装修以及内部装潢。

庄窠墙随着地区海拔的增高而加厚,这是因为随着海拔的增高,气温也随之降低,墙体需要变厚以保证其保温隔热性能。墙体稳重坚实,墙顶一般高出屋面 40—50cm,具有防风、防盗的功能。因为庄窠墙墙面是倾斜的,所以回民一般会在房屋内部靠庄窠墙处再砌筑一道墙体,这样在这道墙体与庄窠墙之间就形成了一个空气隔层,既保证了室内墙面的平整美观又增加了房屋的保温隔热性能。

庄窠墙由生土夯筑。它其实是作为庄窠的外围护墙,是在夯实的地面上按墙的厚度模筑而成。模板由木板制成,分立在墙的两边,长度一般为 4-8 m,在模板中装入生土并夯实,再将模板拆下,然后固定于夯实墙体的上面,再装土夯实,这样层层向上夯筑。墙的底宽为 1m 左右,并按 $1/15 \sim 1/12$ 的比例向上收缩,截面呈一个等腰梯形,最终形成底厚上薄的“庄窠墙”,这种构造形式有利于墙的稳定。由于庄窠的墙面是倾斜的,所以回民一般会在房屋靠庄窠墙面处再砌一道外墙,这样在外墙与庄窠墙之间就形成了一个空气隔层,既保证了室内墙面的平整、美观又增加了房屋的保温隔热性能。房屋为土木结构,即木梁架为承重构件,土坯墙分隔空间,木材都是提前备好并风干同时砌筑隔墙的土坯也要提前制备好。庄窠一般除了大门外,不在庄窠墙上开设门窗洞口,这主要是为了不破坏庄窠墙的整体性,也是为了保温防寒,尽可能地将庄窠内的热损失减到最小。

总结庄窠可借鉴的构造经验,有以下几点:

(1) 墙体中留出空气间层,这可以加强外墙的保温隔热效果。

(2) 墙体尽量少开洞口,这样可以保持墙体的整体性,并且不破坏较好的保温隔热隔音性能。

这样的处理手法在空间组织上的处理可以很好的解决抗寒问题。

3.2. 建筑单体朝向分析

在对该地区农牧民住房进行建筑单体研究时，应先确定良好的建筑朝向角度范围，确保这样的朝向能够最大程度防风，又能够有很好的采光以及视野，争取日照进行集热[7]。

根据ECOTECT节能软件的数值分析（图1）以及相关文献显示，建筑的朝向在南偏西13度——南偏东20度这个范围之内，均能取得较为理想的采光、采暖以及保温性能（图2）。

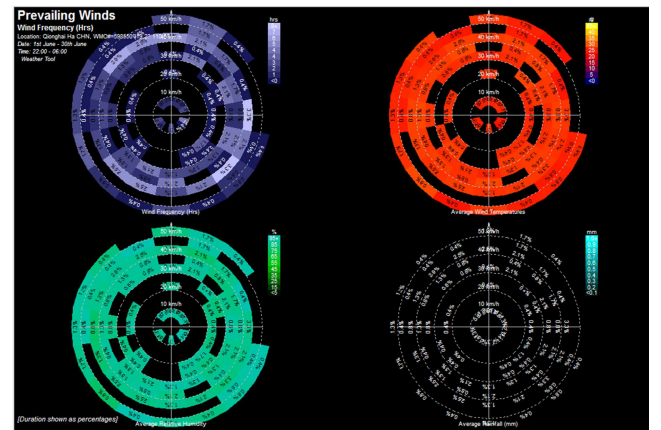


图1 风频率、平均风温、相对湿度、平均降雨量分析图。

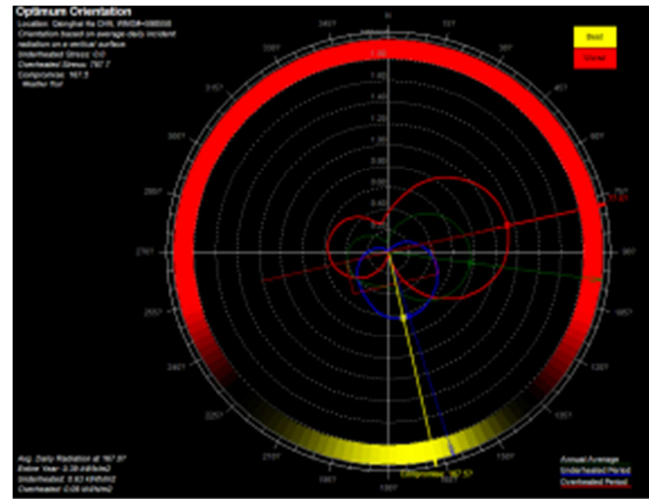


图2 青海日月藏族乡兔儿干村平均温度、适宜朝向分析。

3.3. 建筑单体平面类型

由于青海独特的地域特点和气候特征，居住在此的居民为了能够抵御寒冷的季风，在自家建筑的外围用由生土分层夯制的高为4-5m的土墙围合，这种厚重严密的院墙被称为“庄墙”，庄墙具有造价低廉、蓄热保温良好、抵挡风沙等优点[8]。

藏式民居的基本平面以“方块”为主[9]，将其建筑平面类型大致分为“一”字型、“凹”型（也叫做虎抱头）、“L”型（也叫做钥匙头，是第一种和第二种的结合），如图3。

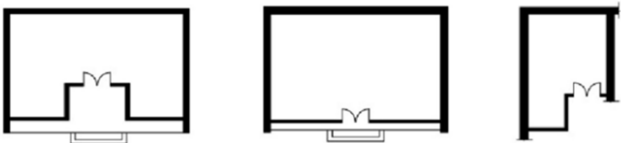


图3 建筑单体平面类型。

“凹”字形的平面布置一般为三开间，也有四至五开间的，而位于中间的一至两间向内凹进1m左右的深度，形成了一个敞亮的堂屋，由于其平面产生不同的变化，形成了不同的“凹”字形平面布局（表1）；一字型的平面直观感受较简单，建造过程相对快速，同时也节省了庭院面积，一般为两层，因为并不影响采光，还能增大居住面积；L型为两者结合，既经济又能够有足够的庭院面积。

表1 不同的“凹”字形平面布局。

布局方式	“凹”字形平面布局		
	布局一	布局二	布局三
1			
2	传统“凹”字形布局，三面建房间，南面院墙上开大门。	在传统凹型布局基础上，采用“挖洞”得到4个小院，使更多的房间得到采光通风。	将中心庭院的南院墙往内移到厢房的山墙处，入口处形成了一个缓冲空间。

从人的感受来说是开放到封闭再到开放最终进入私密空间（图4）。从应对当地气候上说：建筑平面布置与尽量能够将产热的空间横向分散在北边，纵向集中布置。分散在北边可以形成良好的保温层，不会使风带走太多能量以致于室内温度太低，纵向集中布置能够有效的形成室内热循环。

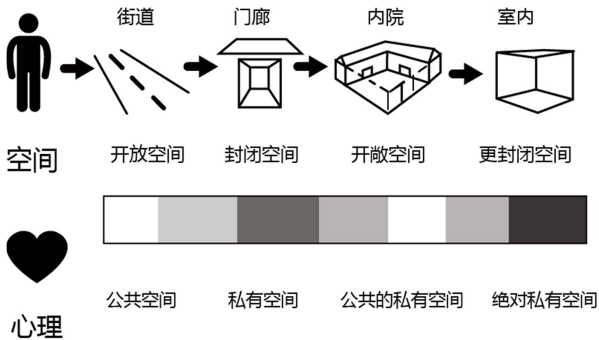


图4 建筑空间心理分析。

青海地区属于高原严寒地区，冬季寒冷，夏季凉爽，冬夏温差不大，因此，青海民居着重于蓄热保温，大部分民居的东、西、北立面均为较厚重的生土墙面，无开窗或少开窗，只有南面为了利用日光采暖设计了大面积的玻璃

幕墙，整体立面较封闭，北边房间的采光可以通过天窗等方式解决。

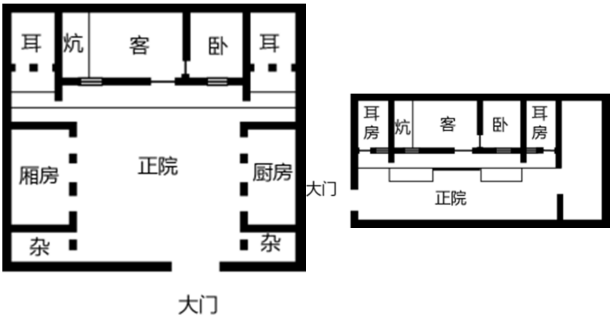


图5 单体平面功能排布。

在平面功能布局上，将厨房、卫生间、楼梯间等辅助用房布置在房屋北侧，起居室、卧室等主要用房结合被动式阳光间布置在南侧朝向，可以获得良好的日照，最大限度地利用太阳能。

3.4. 建筑单体空间类型

在建筑单体空间组织上，将农牧民住房设计划分为几种不同的建筑空间类型，如中庭做几种蓄热采光的太阳房类型、南侧两层设置对应的太阳房、南侧退台式太阳房、尽在下层设太阳房等几种不同的空间组织类型，可采用中庭采光集热、南侧设置阳光间等不同方式进行建筑单体的空间组织（表2）。

表2 建筑单体空间组织Ecotect保温蓄热分析。

空间组织方式	建筑单体空间组织Ecotect保温蓄热分析		ECOTECT分析
	建筑单体空间组织类型	保温蓄热分析	
1		保温：直接使用加厚生土墙作为北侧抵御寒冷空气的屏障。 蓄热：联通一二层的采光集热中庭负责收集储存热量，传递给卧室和客厅。	
2		保温：使用中空的通风夯土墙御寒结合辅助空间排布在最北侧给使用空间提供缓冲。 蓄热：南侧设置双层阳光间，蓄热同时有户外活动的走廊。	
3		保温：次要空间排布在最北侧给使用空间提供缓冲抵御寒冷。 蓄热：南侧设置屋面阳光间，通过屋面给客厅传递能量同时满足卧室采光和屋顶绿化。	
4		保温：使用楼梯间作为北侧缓冲空间御寒。 蓄热：南侧阳光间间接蓄热传递给客厅，卧室向阳使用特隆布墙集热，卧室直接采光。	

3.5. 小结

建筑平面布置与立面设计相结合形成总体内向型抱护建筑，北侧围合御寒，南侧采光蓄热。南侧采用阳光房和特伦布墙能够有效的形成空气保温层，提高蓄热效率，加之玻璃是透光材料，也可部分开启，所以在增大采光量的同时也不会对室内通风产生不良影响。

在传统民宅单体中，有两种产热空间——厨房和卧室。可以将厨房和有土炕的卧室布置在迎风向，并尽量与其他空间交叉排列，在降低风所产生的热损失的同时使得热量可以散播到不产热的空间。如将灶台、暖炉以及节能炕在建筑内合理排布，将热量均匀散布到不产热空间，从而提高热效率。

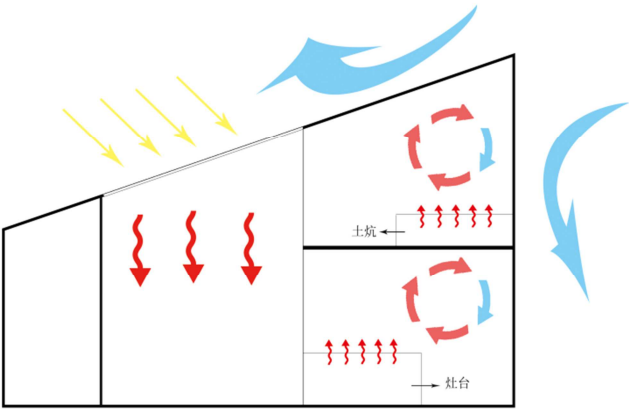


图6 单产热空间热量循环示意。

一切建筑语汇都以尽量满足冬蓄热保温为前提，形成了以青海地区为代表的严寒地区特色民居。当地传统民居

的设计策略、建筑语汇手法等都是数以万年来的生活经验提炼得到，具有相当的合理性与利用价值。

传统民居语汇的提炼和与当代绿色建筑实践中很多被动设计手法的结合应是我们研究的方向。探索农牧民居低能耗住房的同时也能给严寒地区农牧住民探索出一条能适应飞速发展的科技和社会现状的新型生活方式。

4. 围护结构节能技术应用

青海地区气候恶劣，在青海地区人民与大自然的生存博弈间，劳动人民创造了很多质朴而有效的节能技术，值得分析研究。由于青海当地气候特点，这些技术着重解决的是蓄热保温的问题。

4.1. 墙体结构及构造处理

围护结构的选定，无论对建筑物本身还是能源消耗都非常重要。在设计选型上要简洁大方、尽量减少不必要的凹凸变化，以便减少外墙围护结构的热能损耗。

特隆布墙是一种常见的蓄热体围护结构，常在朝南的窗户和生活空间之间设置。由砖石墙壁和它表面的玻璃层构成。墙壁一般是20-40厘米厚的砖石墙。表面上的单层或双层玻璃，厚度不超过2.54厘米。

太阳热量经由墙壁的外表面吸收，储存起来，室内温度低时再扩散到室内。热量穿过砖墙需要时间，因此，20厘米左右厚的混凝主外墙在中午吸收的热量，恰好在晚上可以释放到室内，满足夜间能量需求。特隆布墙常设通风孔，夏天开启，冬天关闭，夏季通风冬季蓄热。

蓄热体被放置在建筑空间和太阳之间，蓄热材料捕捉接触到的太阳能储存，然后通过传导将热量散布到室内，起到蓄热、隔离保温的作用。

由于受建筑材料技术发展及经济状况的制约，在近些年，我们所采用的墙体材料也在不断的更新。20世纪80年代初，加气混凝土装配式轻板，空心砖被人们所接受和使用，减少了墙体厚度，增加了保温性能，在一定程度上节约了能耗，但也暴露了一些严重的构造问题。如：加气混凝土本身吸水性强，导热系数受其湿度影响大，其蓄热性也不尽人意，而且在构造上也存在一定问题，与砂浆及饰面材料不易结合，门窗需要特殊处理等等。早期个别建筑将加气混凝土直接用于外墙，产生大面积饰面材料脱落，墙体大量吸潮，以至使保温性能大大降低，为了解决这些问题，采用了复合墙体，将加气混凝土或岩棉夹于空心墙砌体中，同时在构造上进行了防潮、隔汽等处理，效果较好，但施工较麻烦，构造复杂。90年代初建筑材料市场出现了陶粒混凝土砌块，此材料无论是保温，承重性能，构造处理上都比前面的材料好，它可分为承重及填充两种砌体，它本身不吸水，与各种饰面材料结合较好，具有普通红砖的优点，且重量只有红砖的1/4。从理论测算，试验证明：同等的保温效果，其厚度只是砖砌体的一半。经综合测算，由于该材料自重轻，结构上承重体系价格降低；构造简单，提高施工效率，减少人工费用，使综合造价低于采用其他材料。因此，陶粒混凝土砌块是多层

建筑围护墙的较好选择材料。它可降低成本，从而达到节能。

4.2. 屋面保温技术

屋面保温也是节能中不可忽视的一个方面。屋面的节能可谓施小利而获大益。现在所用屋面保温材料为珍珠岩粉。过去通常做水泥珍珠岩100mm厚，但此种材料的弱点也是吸水性较强，在施工中质量稍有偏差，便无法保证保温性能。如果稍做调整，用沥青珍珠岩块或珍珠岩粉状袋装干铺，将厚度增至150mm厚，效果便大有改善，保温性能可提高70%，造价增加甚微，而能耗却大大降低。在此同时还要注意防水层的质量，选用质量可靠、适合于高寒地区之防水建材，从而保证保温层的隔热性能。

4.3. 窗体节能技术

外窗耗能包括窗户传热及空气渗透，耗热约占建筑采暖、空调耗能的50%左右，可见窗户应是建筑节能的重点部位。外窗耗能指标主要包括窗户的传热系数、遮阳系数和空气渗透性能。根据北方气候条件以及采暖或空调的不同，采暖建筑更应注重传热系数与气密性，减少热量散失与冷风渗透。

前些年铝窗在北方发展很快，其优点也很多，但其型材本身传热性能高，隔热性能差，为了解决这个问题，近几年我们大量的采用了PVC塑料窗，实践证明它具有保温、隔热和密封好，而且耐潮湿，耐腐蚀，外观洁净。如在框内加设钢衬，可以大大提高整窗刚度与强度。这种塑窗的传热系数可减至4.3~4.7W/(m²·k)。因此，在东北采暖地区，塑窗取代其他窗型速度十分迅速。与此同时，双层玻璃、三层玻璃及中空玻璃的应用发展也较快。采用多层玻璃窗。保温隔热性能会明显提高，原因是玻璃之间密闭的静止空气具有良好的绝热性能。多层玻璃的传热系数比单层玻璃降低约一半，隔声量也提高5dB。因此，窗的设计与选用也是节能建筑的一项主要环节。

4.4. 建筑材料的变化

青海传统民居建筑形式是庄窠，生土是庄窠最重要的建筑材料。青海地区生土材料丰富，就地取材。由于传统平屋顶的构造较为复杂以及耐久性较差等原因，许多新民居采用了木屋架红色平瓦屋面以及钢筋混凝土平屋顶。

新材料的使用，大大提高了房屋的施工速度、坚固程度以及使用年限。但在新民居的表现上，如果只是简单地学习城里的标准做法与外观，就会成为毫无文化特性与地域特色的建筑。

4.4.1. 生土材料

青海的传统民居建筑形式是庄窠，生土是庄窠最重要的建筑材料，体现了就地取材的生土庄廓民居建造技术[10]。青海地区生土材料丰富，就地取材。由于生土材料的抗弯、抗剪、抗折强度很低，致使由生土作为主要建筑材料的庄窠在抗震性能方面存在不足。但生土材料具有许多优点，它具备良好的热稳定性，泥土墙在使用过程中能够自动保持能量平衡的原因是厚重的墙体优越的储热力，

可保证房屋冬暖夏凉;成本低廉,本土生土材料现取现做,只有工费,节省运费等;优良的隔声性,土坯墙较厚,质量较大,隔声效能非常好。

4.4.2. 秸秆

秸秆作为建筑材料,绿色环保,造价低廉。秸秆作为屋顶保温材料,应用在青海回族传统民居的屋顶构造中,其椽子上会密铺剥皮的直径为 20-40mm 的小树枝成为树枝层,而为了密实树枝层的缝隙并增加其保温性能,会在其上均匀铺撒一层压扁的干麦秆,在这里,麦草作为屋顶的保温材料。同时,在传统民居的屋顶构造中,在黄土层上,还有一层由麦草、黄土和水经搅拌而成的草泥,上面提浆抹平,草泥层可以提高屋顶的密实性,可以防止雨水的渗透,在这里,麦草与黄土结合,作为屋顶的防水层与抹灰。麦秆材料由于其特殊性,一般不作为结构材料,而只是作为辅助材料,配合其他材料用到建筑中,起保温或者防水作用等。

新民居的屋顶构造较传统民居简单许多,并且原来麦秆所起的作用已经由别的材料代替麦草。但是,麦秆可以做成草泥抹灰,粉刷外墙,麦秆可以抵御材料的开裂,并调节抹灰的颜色肌理,草泥抹灰也能帮助外墙提高保温隔热效果。

5. 结论

结合以上研究分析,得出以下结论:

青海民居中庄窠,建筑单体平面以“L”型运用居多,内部空间应根据空间功能的合理布置,以提高水平以及垂直向的热循环效率,使得民居的保温性能得以提升;建筑单体设计时应结合不同的平面类型设置不同形式的被动

式太阳房,形成附加式阳光间,满足冬季保温蓄热的同时创造丰富的室内空间环境。

参考文献

- [1] 梁锐,张群,刘加平.西北乡村民居适宜性生态建筑技术实践研究[J].西安科技大学学报,2010,30(3):345-351.
- [2] 林宪德绿色建筑——生态·节能·减废·健康[M].北京:中国建筑工业出版社,2011
- [3] 杨柳.建筑气候学[M].北京:中国建筑工业出版社,2010:32-34
- [4] 卓玛措.青海地理[M].北京:北京师范大学出版社,2010
- [5] 王倩倩.川藏地区被动式太阳能民居设计研究[D].西安建筑科技大学,2015:4
- [6] 刘加平主编.绿色建筑概论[M]北京:中国建筑工业出版社,2010:86-90
- [7] 张群,梁锐,刘加平.乡村民居被动式太阳能设计与热环境分析[J].西安科技大学学报,2011,31(2):172-176
- [8] 崔文河,王军,金明.青海传统民居生态适应性性与绿色更新设计研究[J].生态经济,2015(7):190—194
- [9] 康海涛.高原高寒地区低能耗居住建筑设计研究[D].西安建筑科技大学,2012:17
- [10] 巩河杉.青海东部高原新建绿色社区规划营建策略研究——以兔儿干村为例[D].西安建筑科技大学,2015:36