

杭州市农房建筑绿色技术指南 (2022版)

杭州市城乡建设委员会
2022年4月

前言

FORWORD

绿色农房是按照安全实用、节能减碳、经济美观、健康舒适原则进行建设的高品质农房，是推进城乡建设领域绿色发展的重要环节，同时也是推进共同富裕，促进“碳达峰、碳中和”目标的实现的重要抓手。随着美丽乡村、乡村振兴等政策的落实，农房建设的力度不断加大，虽然已积累了一些好的做法，但农房绿色建筑技术的系统性应用仍处于初级阶段，现有农房能耗较高、资源浪费、室内热舒适度低等问题仍普遍存在。推广绿色农房的建设，对有效提升农民群众生活环境的获得感、幸福感，具有积极意义。

为贯彻落实中共中央办公厅、国务院办公厅发布的《关于推动城乡建设绿色发展的意见》、助力“碳中和、碳达峰”工作，杭州市城乡建设委员会组织有关单位，依据有关标准规范，经广泛调研，总结了杭州地区农房建设的实践经验，结合绿色建筑技术在农房建设中的适用性、经济性及可操作性，制定了《杭州市农房建筑绿色技术指南》。

本指南共8章，主要技术内容包括总则、围护结构节能技术、节水与水资源利用、设备设施节能技术、节材与绿色材料、可再生能源利用、绿色建造技术和案例分析等。本指南以图文并茂和案例分析的方式介绍了各项农房建筑绿色技术，为杭州市农房建设过程中绿色技术的选用提供参考。

本指南由杭州市城乡建设委员会负责管理，由浙江省建筑设计研究院负责技术内容的解释。在使用过程中如有意见或建议，请寄送至浙江省建筑设计研究院（地址：浙江省杭州市滨江区人工智能产业园A幢16F，邮编：310000）。

本指南主编单位及主要起草人、审查人：

主 编 单 位：浙江省建筑设计研究院

参 编 单 位：浙大城市学院、杭州市城乡建设发展研究院

主要起草人：朱鸿寅 应小宇 马 健 高立强 王焯瑶 徐盛儿 马 俊 蒋雨珂

吴 锋 田广威 任弘洋 应钟垚 姚一凡 洪玲笑 李雯喆 崔 亮

主要审查人：刘全忠 王其坤 孙海涛 郑明星 陆 麟

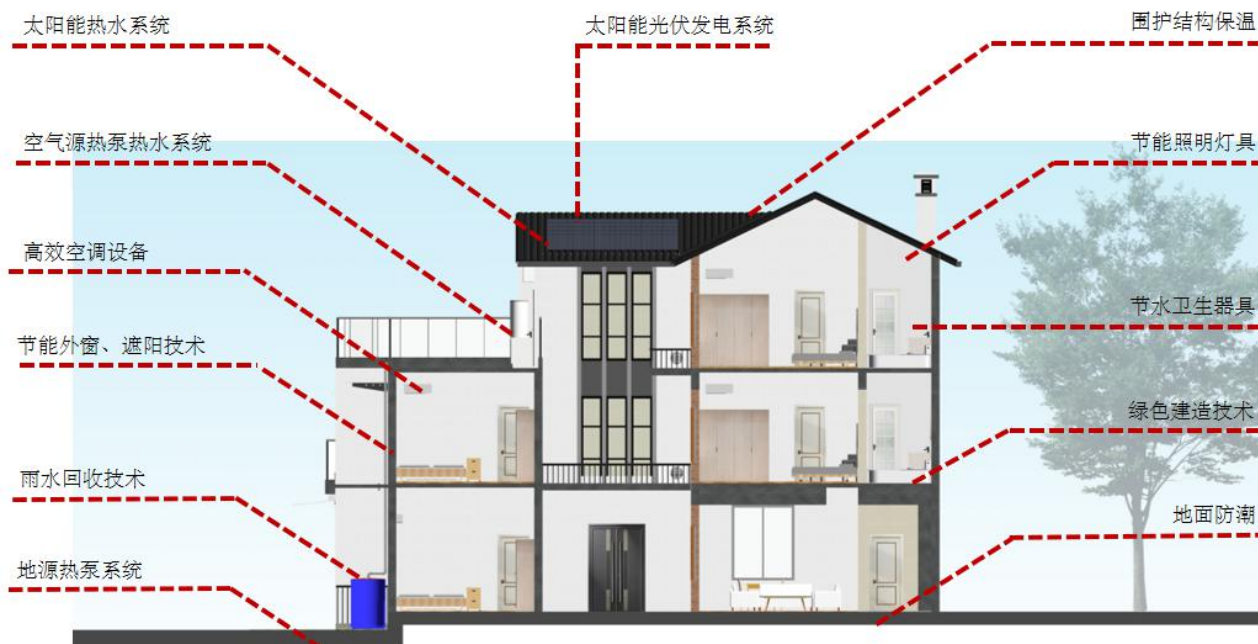
目录 CATEGORY

第一章 总则	1
第二章 围护结构节能技术	3
2.1 屋面保温	4
2.2 外墙保温	6
2.3 节能外窗	9
2.4 遮阳技术	11
2.5 地面防潮	13
2.6 自然通风	15
第三章 节水与水资源利用	17
3.1 给排水设备与管道	18
3.2 雨水控制利用	20
3.3 污水绿色处理	22
第四章 设备设施节能	24
4.1 节能照明灯具	25
4.2 高效空调设备	27
4.3 厨房电气化	30
4.4 智能家居系统	33

目录 CATEGORY

第五章 节材与绿色材料	35
5.1 绿色装修材料	36
5.2 循环再生材料	41
5.3 乡土材料	43
5.4 垃圾处理	48
第六章 可再生能源应用	50
6.1 太阳能光伏发电系统	51
6.2 太阳能热水系统	55
6.3 空气源热泵热水系统	58
6.4 地源热泵系统	61
第七章 绿色建造技术	63
7.1 轻型钢结构建造技术	64
7.2 轻型木结构建造技术	69
第八章 案例分析	73
8.1 案例背景	74
8.2 案例分析	75
引用标准名录	77

第一章 总则



1.1 为贯彻国家有关节约资源、保护环境和绿色发展的法规和政策，引导和规范杭州市农房绿色发展，提高农村居住水平和房屋建设质量，制定本指南。

1.2 本技术指南适用于杭州市行政区域内农房的设计、建造与使用。

1.3 农房建设应遵循“安全实用、节能减碳、经济美观、健康舒适”的原则，结合气候条件、地理位置、自然资源条件和农村地区特有的生活模式、经济条件，采用适宜的建筑形式、建筑材料、技术措施和能源利用方式。

1.4 农房建设应遵循杭州市相关村庄规划，充分考虑农村的地域特征、尊重农村的文化传统和乡土人情，顺应自然环境，在延续原有乡村风貌的基础上塑造富有地方特色的村落风貌。

1.5 农房建设场地应避开滑坡、泥石流等地质危险地段，易发生洪涝地区应有可靠的防洪涝基础设施；场地应无危险化学品、易燃易爆危险源的威胁，应无电磁辐射、含氡土壤的危害。

1.6 农房建筑结构应满足承载力和建筑使用功能要求。建筑外墙、屋面、门窗、幕墙及外保温等围护结构应满足安全、耐久和防护的要求。建筑的非结构构件、设备及附属设施等应连接牢固并能适应主体结构变形。

1.7 农房建设中应推广利用经济合理的新技术、新材料和新工艺，提升农房的建设质量、改善农房的居住品质，实现农民居住环境的健康舒适安全。

1.8 农房建设应有效利用和节约土地，合理使用绿色建材和乡土材料，禁止使用实心粘土砖，提倡建筑材料的循环利用，综合考虑农房全寿命周期的资源消耗，节约建设、使用和维护成本。

1.9 农房建设应充分结合当地的资源条件，积极利用太阳能、空气能等可再生能源，降低常规能源消耗及温室气体的排放，并应注意与整体城乡风貌相协调。

1.10 农房建设除符合本指南外，还应符合国家和浙江省、杭州市有关标准、规范的规定。

第二章 围护结构节能技术

2.1 屋面保温

2.2 外墙保温

2.3 节能外窗

2.4 遮阳技术

2.5 地面防潮

2.6 自然通风

2.1 屋面保温

农房常见屋顶形式分为坡屋面和平屋面。坡屋面多采用瓦材装饰屋顶，其保温层可灵活设置；平屋面保温层通常设在结构层、防水层之间，屋面是围护结构冷热损耗占比较大的部位，屋面采取合理的保温构造有利于提升室内热舒适水平，降低建筑能耗。

技术要求

2.1.1 屋面工程应采取保温措施，且满足传热系数 K 不宜大于 $0.7W/(m^2 \cdot k)$ 。

2.1.2 屋面工程所用材料的燃烧性能不宜低于B2级。

2.1.3 屋面工程不低于二级防水设计，防水层上应设置保护层。

2.1.4 屋顶面层宜采用浅色饰面或建筑用反射隔热涂料，减少外表面对太阳辐射热的吸收。

设计要点

1. 农房常见屋顶形式分为坡屋面和平屋面，两种屋面通常采用倒置式屋面（将保温层设置在防水层之上的屋面），基本构造如图2.1-1、2.1-2。

2. 合理设置保温隔热层，应选用压缩强度大、导热系数小、吸水率低的保温隔热材料，如挤塑聚苯板、泡沫玻璃板等，常用屋面保温隔热材料及推荐厚度见表2.1-1。

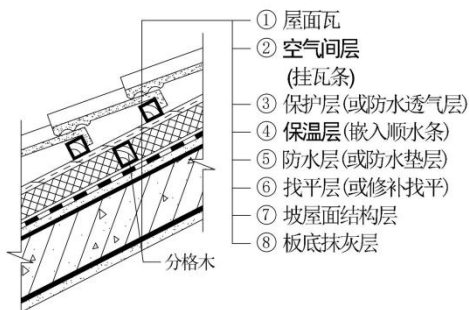


图2.1-1 倒置式屋面构造图（坡屋面）

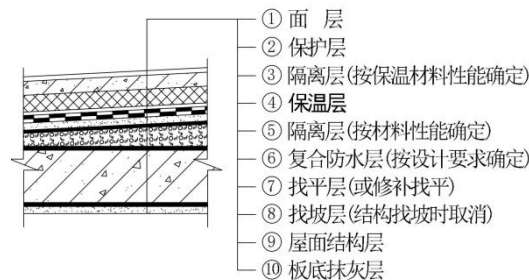


图2.1-2 倒置式屋面构造图（平屋面）

2.1 屋面保温

3. 坡屋面坡度超过25%时，干铺保温层常发生下滑现象，故应采取粘贴或铺钉措施，防止保温层变形和位移。

4. 防水等级为二级时，设防要求为一道防水设防，可采用卷材防水层等做法，常见防水卷材包括：聚氯乙烯（PVC）防水卷材、三元乙丙橡胶（EPDM）防水卷材、热塑性聚烯烃（TPO）防水卷材、弹性体（SBS）改性沥青防水卷材、塑性体（APP）改性沥青防水卷材等。

5. 在防水层上设置保护层可以保护防水层不直接受阳光紫外线照射或酸雨等侵害以及人为的破坏，从而延长防水层的使用寿命。常用的保护层有块体材料、水泥砂浆、细石混凝土、浅色涂料以及铝箔等。

表2.1-1 常用屋面保温隔热材料及推荐厚度

材料种类	燃烧性能	导热系数 λ [W/(m · K)]	推荐厚度
挤塑聚苯板	不低于B2级	0.030	50mm
泡沫玻璃板	A级	0.062	95mm

注：导热系数表征了保温材料的热工性能，导热系数越大，其保温效果越差。

2.2 外墙保温

外墙作为建筑最大的围护面，是农房保温的重要组成部分。杭州市各区县农房多为砖混结构，墙体材料多采用烧结砖，围护结构几乎没有保温措施，保温隔热效果较差。目前常用外墙保温系统根据保温材料所处位置可分为自保温系统、内保温系统、外保温系统。外墙采取适宜的保温措施有利于提高室内舒适度，改善农房的居住环境。

技术要求

- 2.2.1 外墙应采取保温措施，且满足传热系数 K 不宜大于 $1.5\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{k})$ 。
- 2.2.2 外墙保温可采用自保温、外保温、内保温等形式，外墙宜优先采用自保温墙体。
- 2.2.3 外墙采用自保温和内保温时，宜对混凝土构件、嵌入外墙金属件等构成的热桥（冷桥）部位做好保温隔热措施。
- 2.2.4 建筑外墙饰面宜采用浅色饰面或建筑用反射隔热涂料，反射隔热涂料应与其他保温系统复合使用。
- 2.2.5 外墙外保温的外门窗周边及墙体转角等应力集中部位，应采取可靠构造措施防止裂缝。

设计要点

➤ 外墙自保温系统

1. 外墙采用蒸压加气混凝土砌块、陶粒增强加气砌块，强度等级不应低于A5.0；采用烧结保温砖（砌块），强度等级不应低于MU5.0，常用外墙自保温材料见图2.2-1。



蒸压砂加气混凝土砌块



陶粒加气混凝土砌块



烧结保温砖

图2.2-1 常用外墙自保温材料

2.2 外墙保温

围护结构节能技术

2. 对需要进行保温处理的框架梁、柱等外墙热桥部位，可采用无机保温材料或保温薄片进行保温处理。

3. 自保温墙体不得直接干挂或湿贴石材等重质饰面材料。

➤ 外墙外保温系统

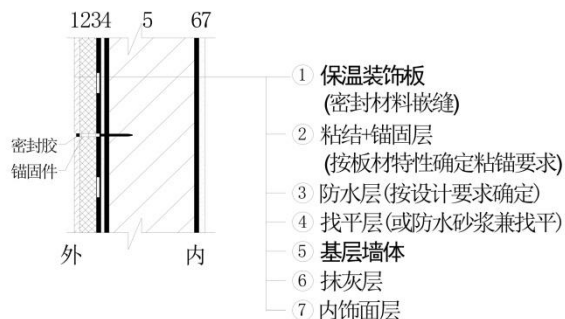
1. 外墙外保温宜采用保温装饰一体板，如金属面板保温装饰板、无机非金属面板保温装饰板、石材面板保温装饰板、有釉面发泡陶瓷保温板、保温装饰夹心板等，保温装饰一体板厚度宜在25~50mm之间，系统构造见图2.2-2（a）。

2. 外墙外保温使用无机轻集料砂浆保温系统，保温层宜采用Ⅱ型无机轻集料保温砂浆，其厚度不应大于25mm，且保温层和找平层的总厚度不应大于45mm，装饰面不应使用面砖粘结饰面构造，系统构造见图2.2-2（b）。

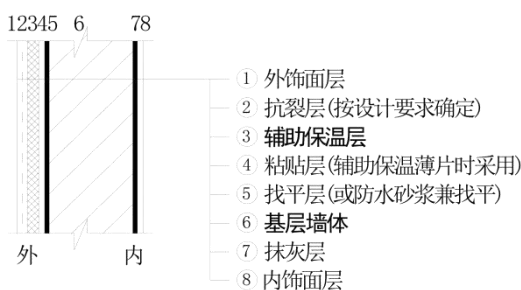
➤ 外墙内保温系统

1. 外墙内保温宜采用无机轻集料保温砂浆，厚度不宜大于25.0mm，且保温层和找平层的总厚度不宜大于45mm，系统构造见图2.2-3。

2. I、Ⅱ型无机轻集料保温砂浆用于外墙内保温，应设置抗裂层。



(a) 保温装饰一体板



(b) 无机轻集料保温砂浆

图2.2-2 外墙外保温系统基本构造



无机轻集料保温砂浆

图2.2-3 外墙内保温系统基本构造

2.2 外墙保温

围护结构节能技术

表2.2-1 常用外墙保温材料

保温系统	材料种类及规格		导热系数 λ [W/(m · K)]	推荐厚度
自保温系统	蒸压砂加气混凝土砌块	B07	0.18	250mm
		B06	0.16	
	陶粒加气混凝土砌块	B07	0.18	250mm
		B06	0.16	
	烧结保温砖（砌块）	900级	0.28	250mm
		800级	0.25	
外保温系统	保温装饰一体化板		0.024~0.100	30mm
	无机轻集料保温砂浆	Ⅱ型	0.085	25mm
内保温系统	无机轻集料保温砂浆	Ⅱ型	0.085	25mm
		Ⅰ型	0.070	

注：导热系数表征了保温材料的热工性能，导热系数越大，其保温效果越差。



(a) 金属面板保温装饰板



(b) 无机非金属面板保温装饰板



(c) 石材面板保温装饰板



(d) 有釉面发泡陶瓷保温板

图2.2-4 保温装饰一体板类型

2.3 节能外窗

外窗是建筑围护结构中保温最薄弱的环节，热损失占建筑物能耗的50%以上。杭州市各区县农房外窗多为单玻窗，隔音效果、保温性能较差。在绿色农房建造中，宜采用保温性能良好、气密性高的外窗，有效降低建筑能耗，改善室内热环境，提升居住舒适性。

技术要求

- 2.3.1 外窗传热系数 K 不宜大于 $2.4\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ；当封闭阳台设有阳台门时，阳台门的透明部分传热系数 K 不宜大于 $2.8\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ 。
- 2.3.2 不同朝向外窗(包括阳台门的透明部分)的平均窗墙比宜满足：南向不大于0.45，北向不大于0.40，东、西向不大于0.20。
- 2.3.3 外窗及敞开式阳台门的气密性等级，不宜低于国家标准《建筑外门窗气密、水密、抗风压性能分级及检测方法》GB/T 7106中规定的4级。
- 2.3.4 外窗与墙体应连接牢固，不同材料的外窗与墙体连接处应采用相应的密封材料及构造做法。

设计要点

1. 外窗常用类型及热工性能参数，见表2.3-1。
2. Low-E玻璃又称低辐射玻璃，是在表面镀上辐射率极低的多层金属或其他化合物的特种玻璃。其镀膜层具有对可见光高透过及对中远红外线高反射的特性，具有优异的隔热效果和良好的透光性，具有较好的节能效果。
3. 中空玻璃具有较好的保温隔热能力，空气层厚度不宜小于9mm。当中空玻璃采用Low-E镀膜时，可进一步提升外窗的保温性能。镀膜时应注意，Low-E膜层应位于外片玻璃朝向气体层一侧。

2.3 节能外窗

围护结构节能技术

表2.3-1 外窗常用类型及热工性能参数

外窗类型	窗框类型	玻璃种类及规格(mm)	传热系数K (W/m ² ·K)
单玻单层窗	隔热金属型材 (框面积20%)	6透明玻璃	5.7
	塑料型材 (框面积25%)	6透明玻璃	4.9
单片Low-e玻璃窗	隔热金属型材 (框面积20%)	6中等透光Low-E玻璃	4.0
	塑料型材 (框面积25%)	6中等透光Low-E玻璃	3.3
中空双层玻璃窗	断桥铝窗框 (框面积20%)	5+9A+5	3.2
		5Low-E+9A+5	2.4
	隔热金属型材多腔密封窗框 (框面积20%)	6+12A+6	3.2
		6中透光Low-E+12A+6	2.4
	塑料型材 (框面积25%)	6中透光Low-E+12A+6	2.0
中空三层玻璃窗	铝合金平开窗 (框面积25%)	5+9A+5+9A+5 (24mm隔热条)	2.4
		5中透光Low-E+12A+5+12A+5 (24mm隔热条)	1.9

注：外窗传热系数表征了外窗系统的热工性能，外窗的传热系数越大，其保温效果越差。



图2.3-2 中空双层玻璃窗剖面图



图2.3-3 中空三层玻璃窗剖面图

2.4 遮阳技术

围护结构节能技术

采用外窗遮阳技术可以遮挡太阳直射辐射热能，降低房间得热，宜结合夏季遮阳和冬季采光进行综合分析。根据建筑造型和朝向采取不同的外窗遮阳技术，常用类型包括固定外遮阳、活动外遮阳和绿化遮阳等。

技术要求

2.4.1 主要功能房间外窗除北向外宜采取遮阳措施，建筑遮阳设计应兼顾采光、通风、视野、冬季日照等功能的要求。

设计要点

➤ 固定外遮阳

固定外遮阳是在建筑围护结构上安装固定的、不可调节的遮阳构件，宜与建筑立面结合进行一体化设计。南向外窗适宜设置固定外遮阳，常见的遮阳构件包括阳台板、挑檐、雨棚等，见图2.4-1、2、3。

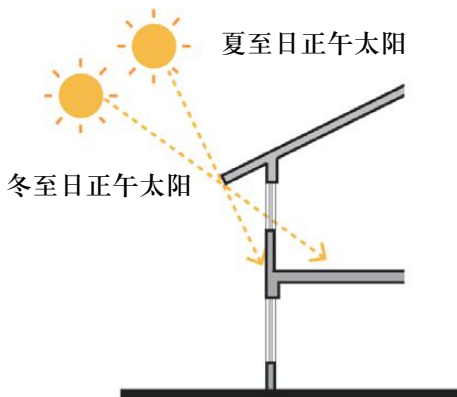


图2.4-1 挑檐遮阳示意图



图2.4-2 阳台板、挑檐遮阳实景



图2.4-3 雨棚遮阳实景

2.4 遮阳技术

➤ 活动外遮阳

是在外窗上安装活动的、可调节的遮阳构件。东西向外窗、天窗、阳光房等适宜设置活动外遮阳，常见的遮阳构件包括遮阳棚、遮阳百叶和遮阳卷帘等，见图2.4-4、5、6。

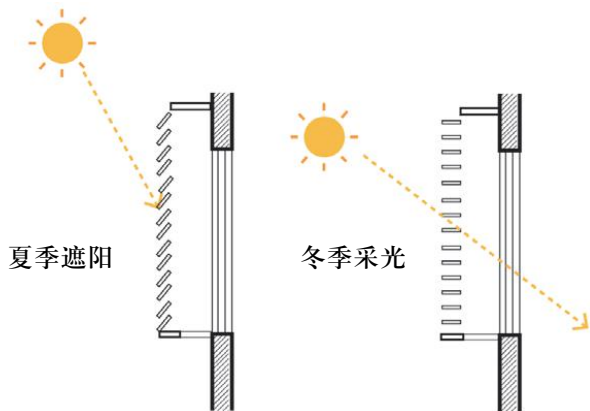


图2.4-4 遮阳百叶示意图



图2.4-5 遮阳百叶实景



图2.4-6 遮阳卷帘实景

➤ 绿化遮阳

利用房屋周边植物为建筑进行遮阳，既能遮挡辐射、美化环境，还能降低噪音，防止灰尘侵袭。西向及南向外窗适宜设置绿化遮阳，种植落叶乔木对建筑进行遮阳，如图2.4-7。

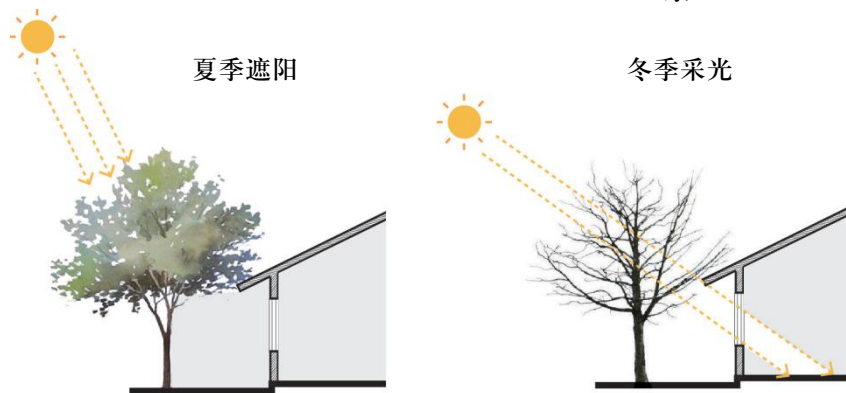


图2.4-7 绿化遮阳示意图

2.5 地面防潮

杭州市各区县农房存在季节性地面泛潮、室内物品发霉、空气质量变差等问题，直接影响农房的居住品质和人体健康，因此，在绿色农房设计与建造过程中，应该重视建筑防潮，营造良好室内热湿环境。

技术要求

2.5.1 绿色农房应进行地面防潮设计，保持室内适宜的温湿度，避免潮湿和有害生物滋生。

设计要点

➤ 底层通风防潮

底层架空是夏热冬冷地区传统民居的防潮通风构造。底层架空能使架空环境风场流畅、改善室外热环境质量，间接降低建筑空调能耗。

为此，绿色农房宜采取首层架空的防潮措施；底层局部或全部架空，用于车库或摆放农具，减少过度潮湿对农房居住品质和人体健康的影响。

➤ 架空地面

底层地面宜采取保温、防潮、防结露措施；宜采用架空地面、保温防潮地面等构造措施，见图2.4-2、3。

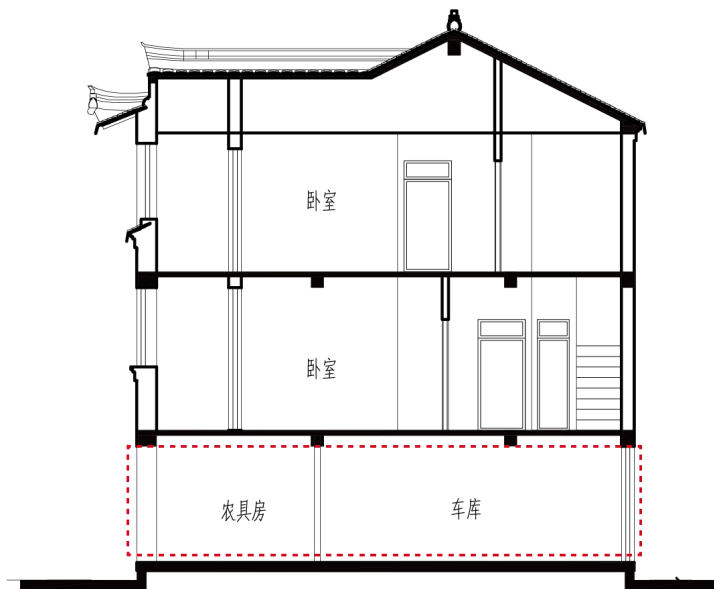


图2.5-1底层架空作为车库或摆放农具

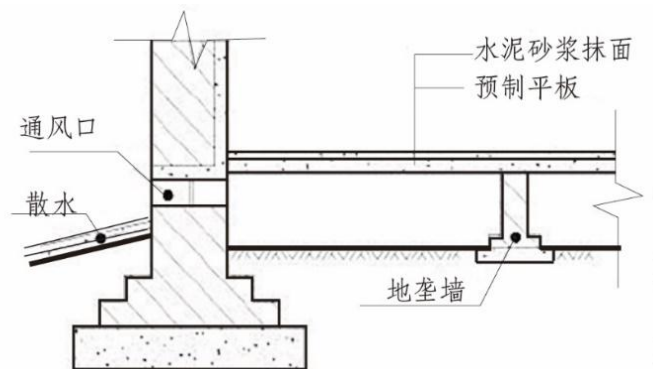


图2.5-2 架空地面构造做法示意图

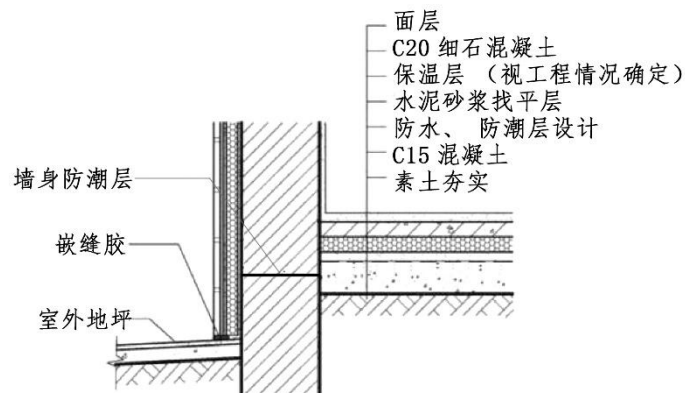


图2.5-3 保温防潮墙地面构造做法示意图

➤ 微孔吸湿材料

农房地面面层可采用防潮砖、大阶砖、素混凝土、三合土、木地板等对水分具有一定吸收作用的饰面层，以防止和控制潮梅期地面泛潮，见图2.4-4、5、6。

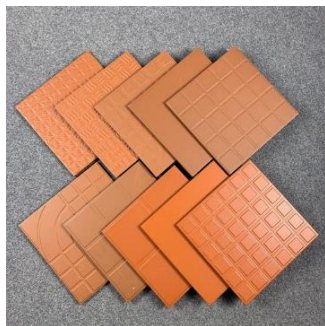


图2.5-4 防潮砖



图2.5-5 大阶砖

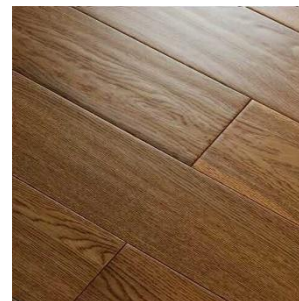


图2.5-6 木地板

2.6 通风技术

自然通风不仅能改善室内空气质量，还能在炎热的夏季，增添室内的清凉舒适度，与机械通风相比，既可避免机械噪音对居住者的干扰，也可以大大的减少能耗。因此，在绿色农房的通风设计中，应通过合理的开窗，优先获取自然通风。

技术要求

2.6.1 卧室、起居室(厅)、厨房等应设置外窗，直接对外采光通风。卫生间应尽可能采用自然通风和采光，低层住宅卫生间不宜南北向开窗；如采用联排式设计，应设置天井解决卫生间的通风问题。

2.6.2 绿色农房应通过良好的设计，合理组织室内气流，防止炊事油烟排放造成的室内空气污染和中毒。

2.6.3 建筑门、窗洞口设置应有利于采光和通风，外窗的可开启部分应能使房间获得良好的自然通风效果。

2.6.4 绿色农房的开间、进深尺寸应有利于室内的自然采光和通风。单侧通风及采光的房间，其进深不应超过房间开间的2.5倍；双侧通风的房间，进深不应超过房间开间的5倍。

设计要点

1. 农房宜采取有利于形成穿堂风的布局，避免单侧通风。

风口宜符合下列规定：

(1) 进风口和出风口宜分别设置在相对的立面上；

(2) 进风口应大于出风口，开口宽度宜为开间宽度的 $\frac{1}{3}$ – $\frac{2}{3}$ ，开口面积宜为房间地板面积的15%–25%；

(3) 门窗、挑檐、通风屋脊、挡风板等构造的设置，应利于导风、排风和调节风向、风速。

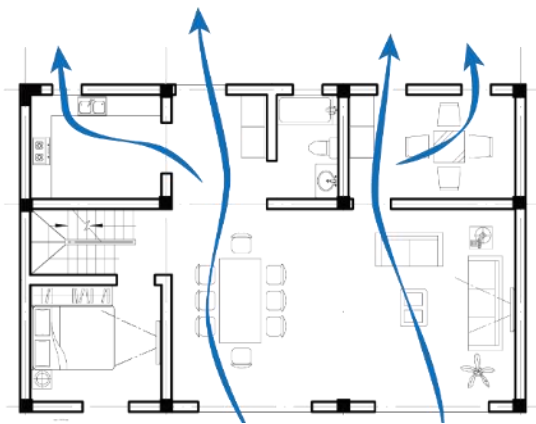


图2.6-1利用穿堂风加强自然通风

2.6 通风技术

2. 宜采用以下措施加强建筑内部的自然通风:

- (1) 宜设置天井, 在适宜的季节利用烟囱效应引导热压通风(图2. 5-2);
- (2) 宜利用楼梯间作为拔风井, 促进农房内部通风换气(图2. 5-3);
- (3) 围墙可适当镂空, 减少围墙对气流的阻挡(图2. 5-4)。

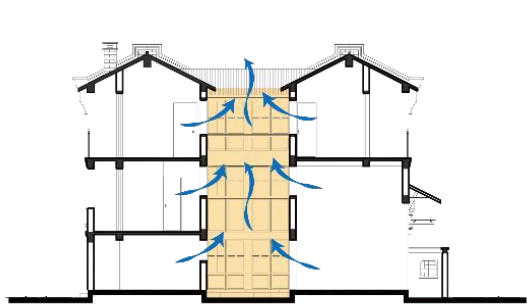


图2.6-2 利用天井加强自然通风

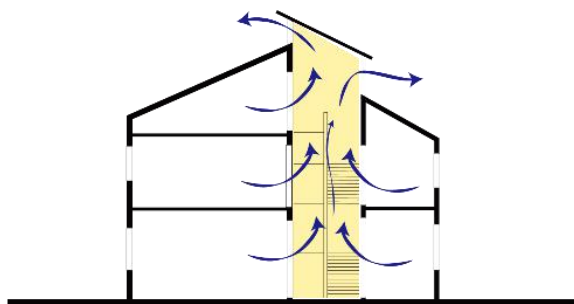


图2.6-3 利用楼梯间作为拔风井



图2.6-4 镂空围墙

3. 宜结合农房的开口位置, 利用植物绿化引导自然通风。

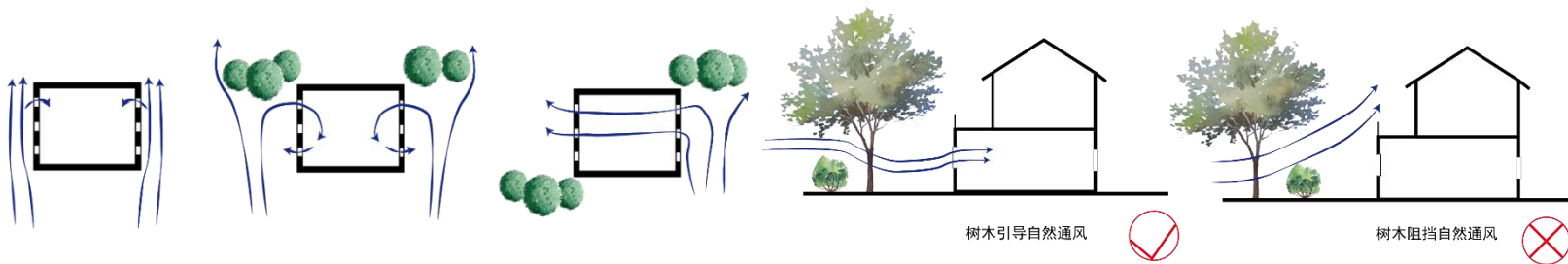


图2.6-5 利用植物引导自然通风

第三章 节水与水资源利用

3.1 给排水设备与管道

3.2 雨水控制利用

3.3 污水绿色排放

3.1 给排水设备与管道

节水与水资源利用

目前杭州市各区县乡村地区大多已采用自来水作为生活水源，但农户对优质设备和管道的认知度不高，农房中仍在大量使用非节水卫生器具以及劣质设备管道。优质设备管道和节水卫生器具可在较长时间内免维修，不发生跑、冒、滴、漏的浪费现象，同时可以减少无用耗水量，有明显的节水效果。

技术要求

3.1.1 新建农房建筑用水器具和设备应满足节水要求。

3.1.2 室内生活给排水系统的设备选择、管材配件连接和布置不得造成泄漏、冒泡、返溢。

3.1.3 户内管道布置应遵循接管短、弯头少、排水通畅、便于维护、外观整洁的原则。

设计要点

1. 生活用水器具效率等级不应低于3级。生活用水器具的用水效率等级应符合后表3.1-1；

表3.1-1 节水型生活用水器具用水量参数表

器具用水效率等级	1级	2级	3级	备注
水嘴(L/S)	0.100	0.125	0.150	(0.10 ± 0.01)MPa动压
淋浴器(L/S)	0.08	0.12	0.15	
坐便器(L)	≤4.0	≤5.0	≤6.4	
双冲坐便器(L)	≤5.0	≤6.0	≤8.0	半冲平均用水量不大于全冲高限值的70%
小便器冲洗(L)	2.0	3.0	4.0	
蹲便器(L)	5.0	6.0	8.0	

3.1 给排水设备与管道

节水与水资源利用

2. 厨房的洗涤盆、沐浴水嘴和盥洗室的面盆龙头宜选用加气式节水龙头；
3. 水龙头、淋浴喷头宜设置限流配件；
4. 小便器、蹲式大便器应配套采用延时自闭式冲洗阀、感应式冲洗阀、脚踏冲洗阀；
5. 应使用构造内自带水封的便器，且其水封深度不应小于50mm；
6. 采用二次加压供水时，生活饮用水水池、水箱等储水设施应采取下列措施满足卫生要求：
 - (1) 应采用符合国家现行有关标准要求的成品水箱；
 - (2) 应设置分格储水、进出管导流、防虫网罩等保证储水不变质的措施；
 - (3) 应制定水池、水箱等储水设施定期清洗消毒计划，且生活饮用水储水设施每半年清洗消毒不应少于 1 次；
 - (4) 应设置水位控制和溢流报警装置。
7. 所有给水排水管道、设备、设施应设置明确、清晰的永久性标识，并应符合下列规定：
 - (1) 应在管井、地下室、检查井等明露管道、检修节点设置管道标识，标识系统由名称、流向等组成；
 - (2) 设置的标识字体、大小、颜色应方便辨识，且标识的材质应符合耐久性要求。
8. 给水系统应使用耐腐蚀、抗老化、耐久性能好的管材、管件和阀门等，减少管道系统的漏损，如下图3.1-1。



PSP钢塑复合管材



不锈钢管材



PPR管材

图3.1-1 给水管材

3.2 雨水控制与利用

节水与水资源利用

农房屋面雨水大多采用雨落管散排，雨水资源未得到合理利用。农房采用雨水控制与利用技术可减少水资源浪费，并从源头有效缓解雨水径流污染。

技术要求

3.2.1 新建农房建筑宜根据使用需求，选用适宜的雨水回用技术。

3.2.2 应充分利用自然消纳能力，发挥乡村绿地、自然沟渠、水系等对雨水的吸纳、蓄渗和缓释作用。

设计要点

1. 景观用水、绿化用水、车辆冲洗用水和道路浇洒用水等不与人体接触的生活用水建议优先采用雨水等非传统水源。

2. 充分利用场地空间，结合农房建筑风貌合理设置绿色雨水基础设施，断接径流雨水，减少雨水地表径流的同时控制面源污染，如采用简易型雨水收集桶，见图3.2-1。

3. 根据农房建设规模及使用需求设置雨水回用系统：

(1) 雨水收集回用系统的水质，应根据用途，采用不同的水质标准。各水质标准中的pH值、色度、嗅、溶解氧等指标，可以通过沉淀、过滤等物理处理方法达到，但大肠杆菌等生物性指标，需配置消毒设施，采用具有持续杀菌能力的消毒剂；

(2) 雨水收集回用系统应优先收集屋面雨水，不宜收集机动车道路等污染严重的下垫面上的雨水；

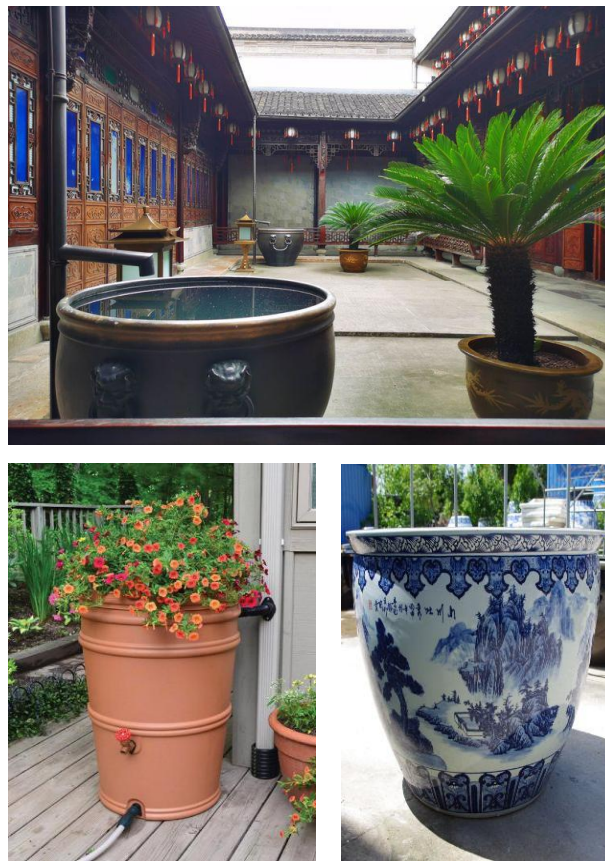


图3.2-1 简易型雨水收集桶

3.2 雨水控制与利用

节水与水资源利用

(3) 雨水收集回用系统的雨水储存设施应采用景观水体、旱塘、湿塘、蓄水池、雨水桶等。景观水体、湿塘应优先用作雨水储存；

(4) 雨水进入蓄水设施前，应进行泥沙分离或粗过滤。景观水体和湿塘宜设前置区，并能沉淀径流中大颗粒污染物；

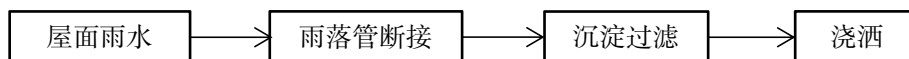
(5) 当蓄水设施具有沉淀或过滤处理功能且出水水质满足要求时，可不另设清水池；

(6) 蓄水设施应设溢流管和通气管，并应设防虫措施；

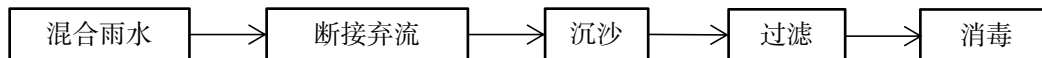
(7) 雨水回用供水管道上不得装设取水龙头，并应采取防止误接、误用、误饮的措施；

(8) 屋面雨水根据不同用途，处理工艺可分为：

屋面雨水用于绿地和道路浇洒



屋面雨水或其与路面混合的雨水用于草坪浇洒、冲厕或相似用途



屋面雨水与路面混合的雨水用于绿地和道路浇洒

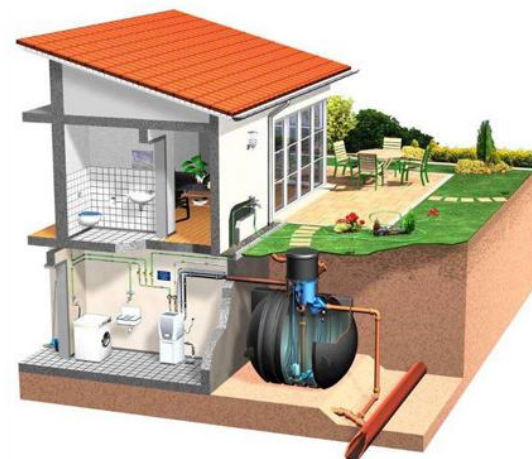
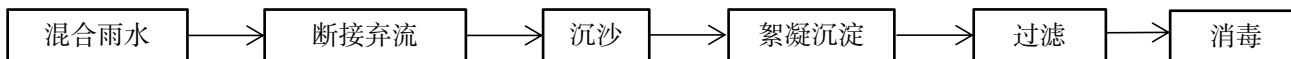


图3.2-2 雨水回用系统示意图

3.3 污水绿色排放

节水与水资源利用

由于农房前期建设标准较低,存在污水收集困难、井盖混用、管道错漏接、管网破损、机械设备受腐蚀、构筑物内淤泥堆积未清理等现象,破坏了乡村环境的同时也制约了后端污水处理设施的使用。农房污水绿色排放技术可有效解决农房户内处理设施与公共处理设施交界面中存在的淤积溢流、收集困难、井盖混用、管道错漏接等现象,保护了乡村环境的同时,也为后端污水处理提供了保障。

技术要求

3.3.1 农房排水应采用雨、污分流制。

3.3.2 农房的厕所污水、厨房废水、洗涤废水等生活污水应全部收集,生产污水应单独设置排水系统。

3.3.3 污、废水应根据类型分别设置相应预处理设施,并根据需求考虑资源化利用。

设计要点

1. 厨房间和卫生间的排水管道应分别设置。

2. 排水管道不得穿越住宅客厅、餐厅、卧室,并不宜靠近卧室相邻的内墙。排水管道不应设置在厨房操作区的上方,当受条件限制不能避免时,应采取防护措施。

3. 污水管道、雨水管道、化粪池、接户井、雨水井、污水井、隔油池、厨房清扫井等排水管道及其构筑物应设置明确、清晰的永久性标识,以防止管道错接,井盖混用。

4. 厕所污水接入接户井前宜设置化粪池。粪便污水经无害化处理后的上清液和熟污泥(农家肥)可还田综合利用,产生的农家肥量应与土地可消纳的农家肥量相配套。

5. 化粪池应采用三格式化粪池,充分考虑出租户、民宿等流动人口,设计停留时间不宜小于12h,清掏周期宜3个月~12个月。

6. 化粪池应设置检查口、透气管,并应采取防臭、防爆和防坠措施。

3.3 污水绿色排放

节水与水资源利用

7. 农户厨房洗涤池排水管管径不应小于DN50，农家乐、民宿、餐饮厨房洗涤池排水管管径不应小于DN75，卫生间粪便排水管管径不应小于DN100。化粪池、隔油池排水管管径不应小于 DN100，坡度不宜小于1%；
8. 普通农户接户井前的室外管道在交汇、转弯、跌落、管径改变及直线管段大于20m时，应设置检查井或检查口。
9. 农户厨房出水接入接户井前宜设置厨房清扫井。
10. 化粪池、接户井、检查井、厨房清扫井等均宜选用预制化成品，如下图3.3-1。
11. 接户井宜设置细格栅，格栅应采用不锈钢等耐腐蚀材料，格栅的栅距不应大于10mm。



成品三格化粪池



塑料检查井



厨房清扫井

图3.3-1 预制化排水器具

第四章 设备设施节能

- 4.1 节能照明灯具
- 4.2 高效空调设备
- 4.3 厨房电气化
- 4.4 智能家居系统

4.1 节能照明灯具

设备设施节能

高效节能灯具有高亮度、无色差、光效稳定、节电且寿命长等优点，但不环保。LED灯具有耗能少、适用性强、稳定性高、响应时间短、对环境无污染、多色发光、更为节电等优点，所以推荐使用。

技术要求

4.1.1 选择的照明灯具、镇流器应具有中国强制性产品认证（CCC）编号，符合国家CCC认证标准。

4.1.2 在满足眩光限制和配光要求条件下，应选用高效能灯具，如LED灯。

4.1.3 应合理选择照明方式、照度值、开关控制等照明节能措施。

设计要点

1. 在保证光质的条件下，首选不带附件的灯具，宜选用开启式灯罩。

2. 选用对灯具的反射面、漫射面、保护罩和格栅材料等进行处理的灯具，以提高灯具的使用寿命。

3. 在满足照度均匀度条件下，宜选择单灯功率较大、光效较高的光源。照度标准值、照明功率密度限值见表4.1-1。

4. 在满足眩光限制和配光要求条件下，应选用高效能灯具，如LED灯。当相同照度时，LED灯的功率更小、用电量更低、更耐用，同时色彩更舒适自然，具有缓解视觉疲劳的作用。节能灯、LED灯对比见表4.1-2。

表4.1-1 照度标准值、照明功率密度限值

房间或场所	照度标准值 (LX)	照明功率密度限值(W/m ²)	
		现行值	目标值
卧室	75	≤6.0	≤5.0
餐厅	150		
厨房	100		
卫生间	100		

表4.1-2 节能灯、LED灯对比

名称	节能灯	LED灯
光效对比	70 Lm/W	100 Lm/W
显色指数	50-70	> 84
频闪	有	无
使用寿命	3000h	50000h

4.1 节能照明灯具

设备设施节能



图5.1-2 LED灯具示意图



图5.1-1 节能灯具示意图

案例

杭州某地一农房，六室一厅一厨四卫，每天灯具使用时间段为18:00-24:00(6h)，全年使用365天。LED灯相较于节能灯，每年节电量约606.16度，年节约电费约303元。照明全年用电量计算见表4.1-3。

表4.1-3 照明全年用电量计算表

房间	照度值(LX)	LED灯 (100 Lm/W)	节能灯 (70 Lm/W)
卧室	75	261.53瓦	373.62瓦
餐厅	150	297.81瓦	425.44瓦
厨房	100	27.76瓦	39.66瓦
卫生间	100	58.74瓦	83.91瓦
合计(瓦)		645.84瓦	922.63瓦
全年用电量(度)		1414.40度	2020.56度

4.2 高效空调设备

高效节能空调是通过提高空调热交换能力等措施提高空调效率，在降温速度、卫生、经济、环保、安装运行维护等方面都有显著的优点。家庭常用的空调多为分体空调、多联机空调两类，分体空调即家庭常用的壁挂机或立式空调，较适合普通农房，其优点有购置成本低、使用灵活等优点；多联机空调即俗称的中央空调，更适合房间较多且使用率较高的建筑，具有控制灵活、噪音小、外形美观、温度舒适、节能等优点。

技术要求

4.2.1 采用分体空调的全年性能系数（APF）和制冷季节能效比（SEER）建议选用表4.2-1中的2级能效。

4.2.2 采用风冷多联式空调（热泵）机组的全年性能系数（APF）建议选用表4.2-2中的2级能效。

4.2.3 建议在空调设备运行过程中，将夏季使用温度设置为26-28℃，冬季使用温度设置为18-22℃，在满足舒适度的同时节省能源。

4.2.4 采用空气源热泵机组作为供暖热源时，冬季设计工况下，冷热风机组性能系数（COP）不应小于2.6，冷热水机组性能系数（COP）不应小于2.8。

表4.2-1 分体空调能效

额定制冷量CC (kW)	热泵型房间空气调节器 全年性能系数APF		单冷式房间空气调节器 制冷季节能效比SEER	
	2级能效	3级能效	2级能效	3级能效
$CC \leq 4.5$	4.50	4.00	5.40	5.00
$4.5 < CC \leq 7.1$	4.00	3.50	5.10	4.40
$7.1 < CC \leq 14.0$	3.70	3.30	4.70	4.00

表4.2-2 风冷多联式空调（热泵）机组全年性能系数

名义制冷量CC (kW)	2级能效对应的全年性能系数APF
$CC \leq 14$	4.40
$14 < CC \leq 28$	4.30
$28 < CC \leq 50$	4.20
$50 < CC \leq 68$	4.00
$CC > 68$	3.80

4.2 高效空调设备

设计要点

应根据杭州气候条件和建筑的负荷特点等，通过技术、经济比较，确定选用空调系统的类型。

➤ 设备选型

分体空调建议选用2级能效，应用时可参考表4.2-3按照房间面积大小进行选型。房间若为儿童与老人使用，或者层高较矮时，选用的空调匹数可适当降低。对于朝南、朝西、顶层，有大面积玻璃或者层高较高的房间，选用的空调匹数可适当提高。由于风冷多联机空调技术较为复杂，建议应用时由专业技术人员进行综合设计与选型。

表4.2-3 分体空调选型建议值

房间面积S (m ²)	建议选用空调	
	匹数	对应额定制冷量CC (kW)
$S \leq 15$	1匹	约2.5kW
$15 < S \leq 23$	1.5匹	约3.75kW
$23 < S \leq 33$	2匹	约5kW
$33 < S \leq 50$	3匹	约7.5kW
$50 < S \leq 70$	4匹	约10kW

注：选择空调匹数应综合考虑房间朝向、层高、门窗面积数量等因素，本表仅供参考。

4.2 高效空调设备

设备设施节能

➤ 空调室外机的设置

空调室外机设置位置应符合下列规定：

1. 应尽可能靠近室内机，设置在通风良好、有利于散热的位置，维护检修方便，兼顾建筑立面效果。
2. 应尽量远离厨房排气口附近等空气污浊的区域及相邻房屋的门窗和花池。
3. 不应占用公用人行道，可面向建筑内部庭院布置，如图4.2-1。
4. 架空设计时，沿道路两侧建筑物安装的室外机机架底部距地距离应大于2.5m。

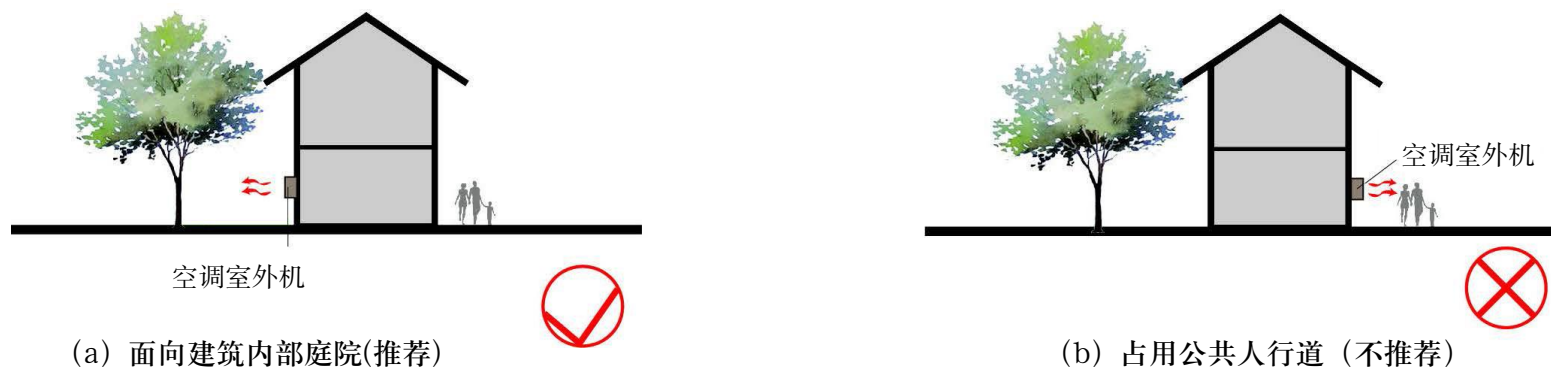


图4.2-1 空调外机安装位置

➤ 供电安全

1. 空调应采用专用分支电路连接，其容量应大于空调最大电流值的1.5倍。
2. 电源线路应安装漏电保护器或空气开关等保护装置，空调与房间内电气布线应可靠接地，不得随意更改电源线及其末端。动力电源线不应随意调整电源相序。

4.3 厨房电气化

提高建筑用能电气化水平，促进建筑用能低碳化是实现碳达峰碳中和目标的重要措施之一。农房使用柴火或燃气较多，燃烧过程释放较多二氧化碳，且存在燃气泄漏、油锅爆燃等安全隐患。建议推广厨房电气化，进一步实现安全干净、节能经济、环保低碳。

推荐产品

➤ 电磁灶

1. 采用瓶装燃气或柴火土灶烹饪的家庭，宜实施电气化改造，采用电磁炉或电磁灶。
2. 电磁灶推荐选用具有防水、炉内高温保护、干烧保护、电路故障保护等功能的集成化产品。

➤ 油烟机

油烟机推荐选用具有低噪音、宽幅拢烟、中国能效标识二级及以上的产品。

➤ 小厨宝

电气线路条件较好的家庭推荐选用即热式小厨宝，老房子家庭建议选用储水式小厨宝。

➤ 洗碗机

洗碗机推荐选用净除、消毒、烘干、除渣、存储一体化的产品。

➤ 消毒柜

消毒柜推荐选用“紫外线+臭氧”双重杀菌的产品，能够有效杀灭大肠杆菌和脊髓灰质炎病毒。

➤ 微波炉

微波炉推荐选用防辐射钢化玻璃门体，在功能、自动化烹饪、手机互联等方面智能化水平较高的产品。

➤ 净水机

净水机推荐选用过滤系统完善，能够有效滤除异味、细菌、重金属等有害物质，杀除99%以上大肠杆菌的产品。

4.3 厨房电气化

设备设施节能

推荐产品



图4.3-1 集成电磁灶



图4.3-2 油烟机



图4.3-3 小厨宝



图4.3-4 洗碗机



图4.3-5 消毒柜



图4.3-6 微波炉



图4.3-7 净水机

4.3 厨房电气化

设备设施节能

案例



图4.3-8 农家土灶柴改电



图4.3-9 乡村全电厨房改造效果

“以电代气”后，不仅更加卫生安全，同时还减少了污染排放，实现了绿色可持续发展。

浙江某村成功实施了“农家土灶柴改电”项目，在不改变土灶原貌的基础上，灶底安装电磁灶，将传统的柴火加热改为电磁加热，无污染、安全又经济。

4.4 智能家居系统

设备设施节能

智能家居通过物联网技术，将家中的各种设备连接到一起，提供家电控制、照明控制、窗帘控制、电话远程控制、室内外遥控、防盗报警、环境监测、暖通控制、红外转发以及可编程定时控制等多种功能和手段，实现家庭生活更加安全、节能、智能、便利和舒适。智能家居是未来家居生活的发展方向，目前智能门锁、智能语音助手、云台摄像机等设备已经开始进入家庭日常生活中，家庭可根据实际需求，配置智能家居系统，提升生活品质。

技术要点

- 4.4.1 家用电子设备应具有WiFi或以太网通信接口、支持远程诊断(故障提示、故障分析、故障诊断)的云服务。
- 4.4.2 安防报警控制应具有(入侵报警、燃气泄漏、火警、防挟持和紧急按钮)报警事件触发功能。
- 4.4.3 光环境控制应具有自动开关灯光、自动调节灯光参数、自动调节窗帘开合度、自动调节遮阳设备的功能。
- 4.4.4 暖通控制应具有节能模式、舒适模式的自动化控制功能。
- 4.4.5 空气质量控制应具有空气质量(PM2.5、PM10、VOC)异常警示功能。
- 4.4.6 生活热水控制应具有温度自动控制、水位自动控制、自动循环换热的功能。

推荐产品

智能家居系统通常包含智能安防系统(智能门锁、云台摄像头、智能红外控制器、人体传感器、环境检测设备、智能开关、智能插座等)，智能照明系统(智能灯泡、智能灯座、智能面板等)，智能电器(智能电视、智能空调、智能热水机等)，智能遮阳(智能窗帘等)等。

1. 智能安防

智能安防系统实现家中自动布防，燃气、烟雾探测器实时监测，一旦超出预警发生燃气泄漏、起火等险情，自动报警通知家人。

4.4 智能家居系统

设备设施节能

2. 智能照明

智能照明实现对居住空间灯光的智能控制管理，用遥控等多种智能控制方式实现对灯光的遥控、调光等多种一键式灯光场景效果的实现，从而达到智能照明的节能、环保、舒适、方便的功能。

3. 智能电器

电器控制采用弱电控制强电方式，即安全又智能，用遥控、定时等多种智能控制方式实现对插座、空调系统等进行智能控制，避免电器发热引发安全隐患。

4. 智能遮阳

智能遮阳系统通常由遮阳百叶或者遮阳窗帘、电机及控制系统组成。智能遮阳系统能根据周围自然条件的变化，自动调整帘片角度或作整体升降，完成对遮阳百叶的智能控制功能，既阻断辐射热、减少阳光直射，避免产生眩光，又充分利用自然光，节约能源。

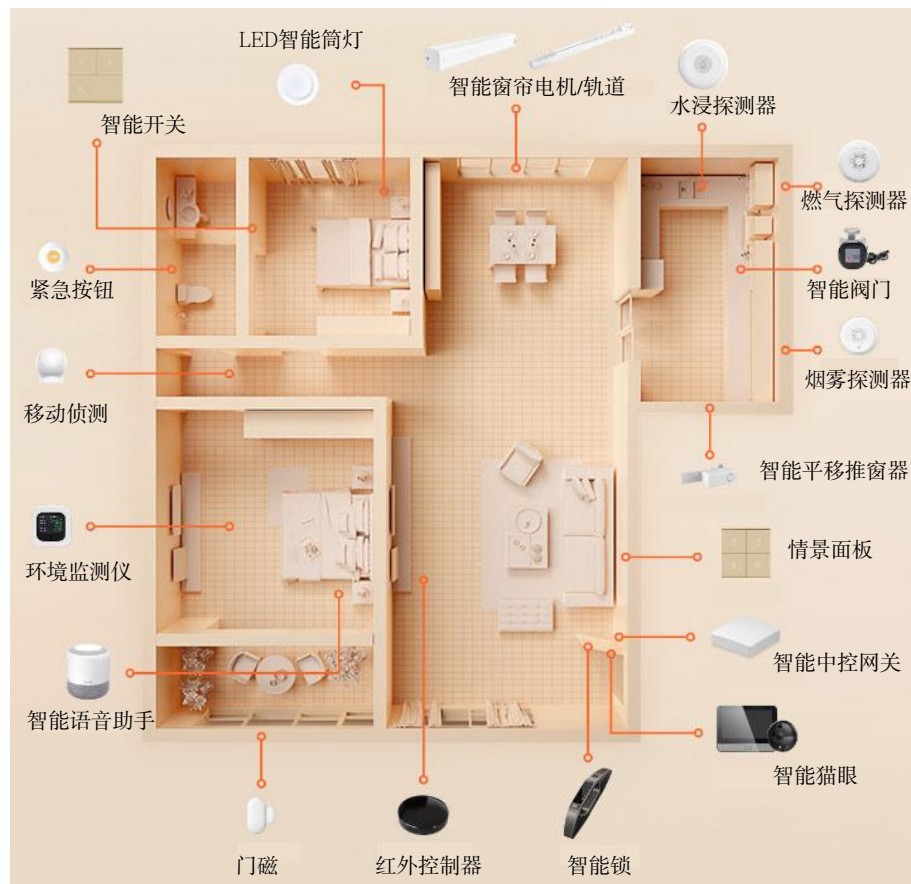


图5.4-1 智能安防系统

第五章 节材与绿色材料

5.1 绿色装修材料

5.2 循环再生材料

5.3 乡土材料

5.4 垃圾处理

5.1 绿色装修材料

节材与绿色材料

室内装修材料是室内环境污染的主要来源，不利于人体健康，还造成较大的环境压力。绿色室内装修材料在室内装修装饰项目的全寿命期内，能最大限度地减少对资源的消耗、减轻对生态环境的影响，具有节能、减排、安全、健康、便利和可循环的特征，既能节约资源、保护环境，又保证人们生活环境舒适、安全健康。

技术要求

5.1.1 农房材料选择应充分结合当地材料供应实际和经济发展水平，选用对人体健康无害、对环境污染影响小的绿色经济建材产品，并应遵循以下原则：

- 1 应选择资源消耗少、环境影响小的材料，并提高材料的使用效率；
- 2 严禁采用国家及地方限制使用或淘汰的材料；
- 3 禁止采用高耗能、污染超标的材料。

5.1.2 在保证经济性的情况下，应优先选用下列功能性建筑材料：

- 1 减少建筑能耗和改善室内热环境的建筑材料；
- 2 能防潮、能阻止细菌等生物污染的建筑材料；
- 3 具有自洁功能的建筑材料；
- 4 具有保健功能和改善室内空气环境的建筑材料。

5.1.3 材料选用应考虑季节温度变化对装修材料污染物释放的影响，避免出现低温季节室内污染物浓度合格、高温季节污染物浓度超标现象。

5.1.4 提倡简约装修，绿色装修设计在满足房间使用功能前提下，应尽量减少装修材料使用量。

5.1 绿色装修材料

节材与绿色材料

常见材料

➤ 人造板材

人造木板材料是装修中使用最多的材料之一，包括胶合板、细木工板、刨花板、纤维板等。人造木板在生产过程中会添加大量的胶粘剂，是甲醛含量的主要来源。

1. 人造木板应选择正规厂家生产的产品，具有质量检验部门的质量鉴定证明或厂家的标记；宜采用竹质人造板、无甲醛添加纤维板、稻草板等绿色板材，以及E1或E0级别的人造木板。
2. 木质饰面板、软包及硬包安装宜采用挂装或钉装等方式，不宜采用胶粘作业。
3. 木饰面板宜采用工厂加工制作、现场安装方式施工，避免现场油漆作业。
4. 饰面板基层宜使用环保材料，如玻纤板、纤维增强硅酸盐板等无机板材，饰面板宜采用挂装或钉装方式施工。



图5.1-1 竹质人造板



图5.1-2 无甲醛添加纤维板



图5.1-3 稻草板

5.1 绿色装修材料

节材与绿色材料

► 环保墙面装饰材料

墙面宜优先选用释放化学污染物少的水性涂料、壁纸、壁布等，建议采用表5.1-1中的绿色墙面装饰材料。

表5.1-1 常用的绿色墙面装饰材料

材料名称	硅藻泥	生态墙衣	纺织纤维壁布	竹木纤维集成墙面
特点	硅藻泥的主要原材料是硅藻土，能吸附分解空气中的有害气体，具有防潮防霉、吸音降噪、净化空气等优点。	以木质纤维和天然纤维为原材料，无有害挥发性化学成分，环保性能优越，吸音、防霉效果好，能调节室内湿度，颜色花纹多样，装饰性能好。	纺织纤维壁布由棉、毛、麻、丝等天然纤维及化学纤维制成各种色泽、花式的粗细纱或织物，再与木浆基纸贴合制成，具有无毒、吸音、透气，有一定的调湿和防止墙面结露长霉的功效。	普遍采取竹木纤维为主材，经过高温状态挤压成型而成集成墙面，环保性好，有保温、隔音、隔热、便于安装等特点。
示例图片				

5.1 绿色装修材料

节材与绿色材料

➤ 环保地面材料

1. 宜选用竹地板、PVC地板(塑胶地板)、SPC(石塑地板)等环保地面材料(表5.1-2)。
2. 若大面积采用天然石材, 应选取放射性元素含量符合标准的材料; 避免采用颜色过于鲜艳的石材, 以避免室内放射性污染。
3. 采用木地板时, 应选取有认证或合格的甲醛、VOC等检测报告的木地板材料。

表5.1-2 常用的环保地面材料

材料名称	竹地板	PVC地板(塑胶地板)	SPC地板(石塑地板)
特点	以纯天然优质的竹为材料, 经过脱去原浆汁、高技术拼压、油漆、烘干制成。以竹代木, 可避免甲醛等物质对人体的危害, 而且坚固耐用, 具有自然美感、坚固耐用的两大优势。	指采用聚氯乙烯材料生产的地板。铺贴塑胶地板时不需要胶水粘合, 也不需要添加防腐、防蛀的化工药品, 因此该产品具有无毒、无辐射、可回收的特点, 成本较低, 并且耐水、耐磨、防滑, 环保且使用寿命长。	以钙粉为原材料, 经过塑化挤出片材, 由SPC高分子基材层、PUR晶盾透明层、耐磨层、彩膜装饰层、柔软静音的回弹层构成, 具有环保无甲醛、防水防潮、防滑等优点。
示例图片			

5.1 绿色装修材料

节材与绿色材料

➤ 吊顶材料

1. 吊顶宜使用铝扣板、GRP等环保装饰材料（表5.1-3），吊顶龙骨及基层材料宜使用轻钢龙骨，避免使用木质基层板。
2. 吊顶上使用的石膏线、GRG装饰线、木质饰面线等宜使用钉装和挂装等方式安装，不宜直接使用胶粘剂安装。

表5.1-3 常用的环保吊顶材料

材料名称	铝扣板	GRP材料
特点	具有轻质、耐水、不吸尘、抗腐蚀、易擦洗、易安装、立体感强、色彩柔和美观大方等特点，适用于厨房、卫生间等用水房间。	GRP吊顶采用高分子复合材料为原料，具有环保、不吸水、不导电、无甲醛、无辐射的特点，而且耐污易洁、便于打理、不易变形、可反复拆卸、重复利用，使用年限超过20年，适用于厨房、卫生间等用水房间。
示例图片		

➤ 其他

1. 不同材质及构配件收口部位(如窗台板与窗套窗户交接部位、踢脚线与墙面、地面交接部位等)，应采用免胶施工工艺。
2. 木质、金属踢脚线宜采用卡扣式减少污染物释放安装施工工艺，避免打胶。

5.2 循环再生材料

节材与绿色材料

循环再生材料包括循环利用材料与可再生材料，前者指可回收多次利用的材料，如浇筑混凝土的木、钢质模板，后者则侧重说明某种材料的使用并非消耗品或唯一性，可通过自然环境或人工加工生成，如木材、竹材。选用循环再生材料可充分发挥、利用材料的自身价值，节约资源，保护环境。

技术要求

- 5.2.1 禁止使用烧制过程污染大的粘土砖等建筑材料，改用保温节能型墙体砌体材料。
- 5.2.2 在满足使用性能的前提下，鼓励使用建筑废弃物再生骨料制作的混凝土砌块、水泥制品和配制再生混凝土，以及使用工业废弃物、农作物秸秆、建筑垃圾、淤泥为原料制作的水泥、混凝土、墙体材料、保温材料等建筑材料。
- 5.2.3 鼓励使用可再生材料进行，优先选用再生周期短的可再生材料(如竹木、玉米纤维、软木板)，方便快速更换。
- 5.2.4 鼓励使用可回收材料；在老旧农房拆除新建时，鼓励更新利用拆除过程产生的建筑材料(如砖、石、木、瓦)和建筑构件，并对钢筋、玻璃、陶瓷等常用建筑材料根据材质分类回收利用。

常见材料

选用循环再生材料可实现资源的充分利用，减少污染物的排放，常用循环再生材料包括：

1. 蒸压粉煤灰砖

以粉煤灰、石灰或水泥为主要原料，通过胚料准备、压制成型、高压蒸汽三个阶段制成，规格尺寸与普通实心粘土砖一致，具有自重轻、保温效果好、环保节能、工程造价低的优点。适用范围及条件：适用于农房的墙体和基础部位。



图5.2-1 蒸压粉煤灰砖

5.2 循环再生材料

节材与绿色材料

2. 非烧结再生砖

以再生骨料为主要原料，按一定比例掺加水泥和其他外加剂、掺合料等，经搅拌和压制成型后，采用蒸压、蒸养或自然养护而成的砖，外观规整，与砂浆粘接良好，具有较高的抗压和抗折强度。适用范围及条件：适用于农房的非承重墙体。

3. 再生骨料混凝土透水砖

以建筑废弃物再生骨料、水泥等为主要原料，具有绿色环保、易于维护、高透水性、高承载力、耐用耐磨的特点。适用范围及条件：适用于庭院的路面部位和绿化小品的围护部位。

4. 植物纤维复合板

以秸秆等植物纤维为原料，采用直接高温加热挤压方式制成芯板，在芯板两侧复合以石膏板、纤维水泥板、硅钙板等形成复合板材，可制成墙板和屋面板，具有环保、轻质、保温、隔声等特点。适用范围及条件：秸秆基材板适用于建筑及室内装修，秸秆建筑板适用于墙体部位。

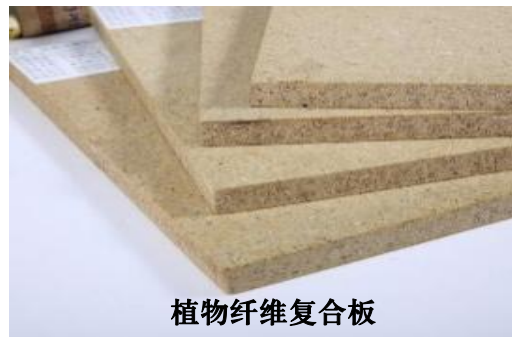
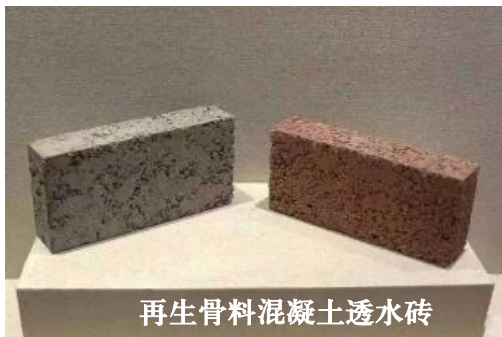
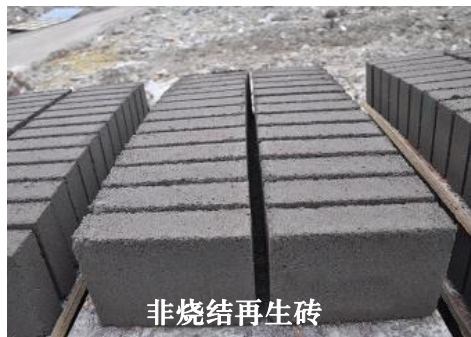


图5.2-2 其他常用可循环材料

5.3 乡土材料

节材与绿色材料

乡土材料取自本土，取材广泛、用材经济、节能低碳、适应性强，可使建筑在生产过程中减少向外部获取材料的成本和时间投入，亦可减少运输损耗，同时也有利于展现当地建筑风貌，延续文脉记忆，适用于农房建设中。

技术要求

5.3.1 绿色农房设计宜结合当地特有的资源条件，就地取材，采用木、竹、石、砖、土等传统材料或乡土材料。

常见材料

应尽量选择地区的乡土材料和地区常规工艺做法，以减少经济和时间成本，提高建造效率，确保建造品质。

1. 木

农居常用的木材分为天然木材和人造板材两类。天然木材由天然木料加工而成；人造板材则有胶合板、刨花板、细木工板、纤维板、防火板、微薄木贴皮等。

木材具有优良的抗压、抗弯性能，常用于柱梁椽等结构构件，其延性好、抗震性能高。木材还可制成木雕，作为装饰构件，常见于梁、檐口、壁、栏杆、门窗等处。



图5.3-1 木材及其使用场景

5.3 乡土材料

节材与绿色材料

2. 竹

竹成材快，仅生长3-5年，便可加工应用，具有强度高、韧性好、质量轻、生长快、纹理直等特性，可用作结构材料，也用作围护结构和表皮装饰。竹受生长特性的影响，易于带来某些缺陷，如虫蛀、腐朽、吸水、开裂、易燃和弯曲等，因此须经过防霉蛀、防裂以及表面处理后才能作为装饰材料使用。

工程竹材以竹片或竹束为单元胶合而成，抗拉性能好、弹性模量较大、耐久性好，且吸水率较低。常用的工程竹材有集成竹和重组竹（图5.3-2），可用于围护结构和室内装饰。

竹结构构件和构件间连接方式可采用传统榫卯连接、传统搭接连接、传统捆绑连接、螺栓连接、预埋螺栓连接及套筒连接等方式（图5.3-3），重要部位应采用有效连接。



图5.3-1 原竹建材及其使用场景



(a) 集成竹

(b) 重组竹

图5.3-2 工程竹材



图 5.3-2 竹结构构件和构件间连接方式

5.3 乡土材料

节材与绿色材料

3. 砖

砖和瓦都是由生土烧制而成的人工材料，坚固、耐腐蚀。砖主要作为墙体的砌筑材料，同样可用于道路铺设和装饰材料，表面光滑、抗压抗冻、保温效果较好；砖的横砌和丁砌的组合方式不同，砌筑出不同纹理的墙体。传统瓦片具有工艺简单、原料丰富易得、经久耐用、可再生利用的优点。



图5.3-3 砖材及其使用场景

4. 瓦

传统瓦片具有工艺简单、原料丰富易得、经久耐用、可再生利用的优点。瓦一般分为板瓦、筒瓦、瓦当滴水，地域性的不同，会有不同的铺瓦方式。同时瓦也和花砖墙一样可以砌筑出不同的图案，用于女儿墙、山墙、屋脊等，亦有多样的艺术表现力。



图5.3-4 瓦材及其使用场景

5.3 乡土材料

节材与绿色材料

5. 生土

生土是指没有烧制过的土壤，作为传统的营建材料，生土具有很多优势：就地取材，便于获取，降低了开采及运输费用；可以循环利用，较少的废弃物不会对环境产生过多的影响；良好的热工性能，能起到调节室内温度的功能，使室内冬暖夏凉，体感舒适且节约能源；具有良好的隔声降噪性能。



图5.3-5 生土材料及其使用场景

6. 石材

石材具有抗压强度高、坚固耐久、经济实用、隔离潮湿的优点，常用于砌筑墙体。石材分为天然石材与人造石材两种。天然石材主要有大理石和花岗石，大理石由于不耐腐蚀和风化，多用于室内装饰；花岗岩硬度大、耐磨、耐压、耐火及耐大气中的化学侵蚀，故可用于内外空间设计；人造石材则是以天然石材的石渣为骨料而人工制成的板材。饰面石材的装饰性能主要通过色彩、花纹、光泽以及质地肌理等反映出来，同时还要考虑其可加工性。



图5.3-6 石材及其使用场景

案例



图5.3-7 乡土材料在农房设计中的应用

某地的农房设计充分提取、继承地方原有构筑方式和乡土材料，外墙采用白色涂料、深灰色面砖与单层镂空砖墙面相结合，形成虚实结合的效果；屋顶形式为坡屋面，屋面材料选用深灰色小青瓦；首层檐廊地面采用石材地面，充分体现浙北传统民居的地域特点，且与周边环境、相邻建筑协调统一。

5.4 垃圾处理

节材与绿色材料

垃圾分类能提高垃圾的资源价值和经济价值，减少垃圾处理量和处理设备的使用，减少土地资源的消耗，同时能提升乡村的人居环境、营造美丽宜居的生活环境，具有社会、经济、生态等方面的综合效益。

技术要求

5.4.1 绿色农房应对生活垃圾进行简易分类，如将生活垃圾分成易腐垃圾、可回收物、有害垃圾和其他垃圾四类：易腐垃圾应沥干水分后投放，盖好垃圾桶，可因地制宜采用机器成肥、太阳能辅助堆肥和厌氧产沼发酵等方式进行处理；可回收物应尽量保持清洁，清空内容物，避免污染；其他垃圾投放至户分类垃圾容器，或村分类垃圾投放点；有害垃圾应投放到有害垃圾收集容器或有害垃圾独立贮存点。

5.4.2 每户应至少配备易腐垃圾及其他垃圾两个(一组)分类垃圾容器并分类投放。

5.4.3 严禁将生活垃圾堆放于河塘、沟渠堤坝和山林空地或直接倾倒垃圾。

5.4.4 严禁将生活垃圾集中露天堆放、焚烧或者简易填埋。

5.4.5 严禁将生活垃圾作为建筑回填土用于道路路基和房屋基础建设。

处理方式

绿色农房应对生活垃圾进行简易分类，如将生活垃圾分成易腐垃圾、可回收物、有害垃圾和其他垃圾四类，并采取相应的措施。

5.4 垃圾处理

节材与绿色材料

表5.4-1 农村生活垃圾分类与处理方式

垃圾类别	释义	示例	处理方式
易腐垃圾	家庭生活和餐饮服务业等产生的可生物降解的有机固体废弃物。	家庭生活产生的厨余垃圾；村民自带回家的农作物秸秆、枯枝烂叶、谷壳、笋壳和庭园饲养动物粪便等可生物降解的有机垃圾等。	易腐垃圾应沥干水分后投放，盖好垃圾桶，可因地制宜采用机器成肥、太阳能辅助堆肥和厌氧产沼发酵等方式进行处理。
可回收物	可循环使用或再生利用的废弃物品。	打印废纸、报纸、期刊、图书、烟花爆竹包装筒以及各种包装纸等废弃纸制品；废金属器材、易拉罐、罐头盒等废金属物；电视机、冰箱、洗衣机、空调、电脑、微波炉、音响、收音机、计算器、手机、打印机、电话机等废弃电器电子产品；用于包装的桶、箱、瓶、坛、筐、罐、袋等废包装物等。	可回收物应尽量保持清洁，清空内容物，避免污染。体积大、整体性强或需要拆分再处理的废弃家具、电器电子产品等大件垃圾，应预约再生资源回收服务单位上门收集，或投放至指定的废弃物投放点。
有害垃圾	对人体健康或生态环境造成直接危害或潜在危害的家庭源危险废物。	家庭日常生活中产生的废弃药品及其包装物；废弃的生活用杀虫剂和消毒剂及其包装物；废油漆和溶剂及其包装物、废矿物油及其包装物；废温度计、血压计、废镍镉电池和氧化汞电池等。	有害垃圾应投放到有害垃圾收集容器或有害垃圾独立贮存点。
其他垃圾	除易腐垃圾、可回收物、有害垃圾以外的生活垃圾。	不可降解一次性用品、塑料袋、卫生间废纸(卫生巾、纸尿裤)、餐巾纸、普通无汞电池、烟蒂、庭院清扫渣土等生活垃圾。	其他垃圾投放至户分类垃圾容器，或村分类垃圾投放点。

第六章 可再生能源应用

- 6.1 太阳能光伏发电系统
- 6.2 太阳能热水系统
- 6.3 空气源热泵热水系统
- 6.4 地源热泵系统

6.1 太阳能光伏发电系统

太阳能光伏发电系统是通过安装在屋面的太阳能电池板的光电效应，将太阳的辐射能转换成电能，有着安装成本低，使用寿命长，年收益率高等优点。通过调研发现目前杭州市农房以坡屋面形式为主，其中双坡屋面形式占一半以上，在安装光伏组件时存在组件和建筑屋面颜色反差大、排布形式与建筑形态不协调以及老化导致年回报率低等问题，多源于没有进行合理的建筑一体化设计。

光伏下乡能有效促进了城乡互动，白天可以通过光伏免费用电，对于剩余发电量可以并入国家电网出售，每月获得国家补贴，农村与城市之间的融合度也不断提升。

技术要求

- 6.1.1 宜充分结合农房建筑形态，进行光伏建筑一体化的BAPV和BIPV设计，选择光伏组件类型、安装位置、安装方式和颜色，使之成为建筑的有机组成部分。
- 6.1.2 应进行结构设计，新建农房安装时应考虑其传递的荷载效应，既有农房安装时应事先对既有农房结构构件的承载力和变形等进行复核算。
- 6.1.3 光伏组件的安装部位应避免受环境要素或建筑自身的遮挡，并宜满足光伏组件冬至日全天有3小时以上日照的要求。
- 6.1.4 建议结合实际用电情况，推动光储直柔，采用光伏新能源汽车充电桩和光伏车棚等相关技术。
- 6.1.5 光伏系统设备和材料应符合国家现行标准的有关规定和建筑安全规定，鼓励选用符合“品字标”浙江制造高质量要求的设备和材料。



图6.1-1 光伏车棚实景

6.1 太阳能光伏发电系统

可再生能源应用

设计要点

太阳能光伏发电系统设计根据安装光伏系统的区域气候特征及太阳能资源条件,合理进行建筑群体的规划和建筑朝向的选择。安装在建筑屋面、阳台或其它部位的光伏组件,应满足该部位的承载、保温、隔热、防水及防护要求,并应成为建筑的有机组成部分,保持与建筑和谐统一的外观。

➤ 平屋顶上设置

1. 应优先采用水平安装的方式,当采用倾斜式安装时,应排列整齐并不与屋面其他构件冲突,且应适当加高女儿墙进行围挡。

2. 在太阳高度角较小时,光伏方阵排列过密会造成彼此遮挡,降低运行效率。为使光伏方阵实现高效、经济的运行,应对光伏组件的相互遮挡进行日照计算和分析。

3. 在建筑屋面上安装光伏组件支架,应选择点式的基座形式,以利于屋面排水。特别要避免与屋面排水方向垂直的条形基座。



图6.1-2 平屋顶光伏板效果图

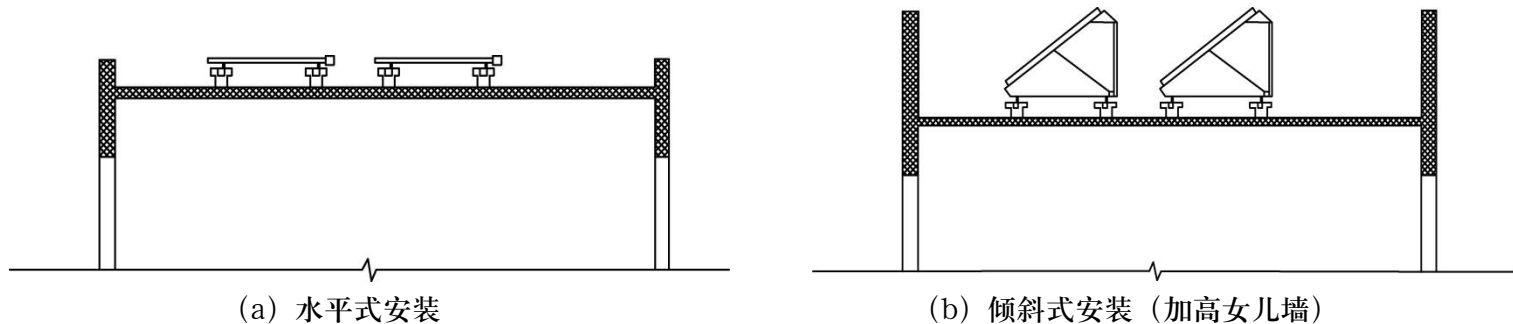


图6.1-3 平屋顶光伏板布置图

6.1 太阳能光伏发电系统

➤ 坡屋顶上设置

1. 当需要安装太阳能光伏系统时,宜在向阳屋面满铺使用太阳能光伏组件(普通光伏组件和瓦式光伏组件)。

2. 为了获得较多太阳光,屋面坡度宜采用光伏组件全年获得电能最多的倾角,杭州市区县屋面坡度宜设置为 $20^{\circ}\sim 40^{\circ}$ 。

3. 安装在坡屋面上的光伏组件宜根据建筑设计要求,选择顺坡镶嵌设置或顺坡架空设置方式。

4. 建材型光伏构件安装在坡屋面上时,其与周围屋面材料连接部位应做好建筑构造处理,并应满足屋面整体的保温、防水等围护结构功能要求。

➤ 阳台或平台上设置

1. 安装在阳台或平台栏板上的晶体硅光伏组件应有适当的倾角。

2. 安装在阳台或平台栏板上的光伏组件支架应与栏板结构主体构件上的预埋件牢固连接。

3. 安装在阳台或平台栏板的构件型光伏构件,应满足建筑设计现行标准、规范的相关要求。

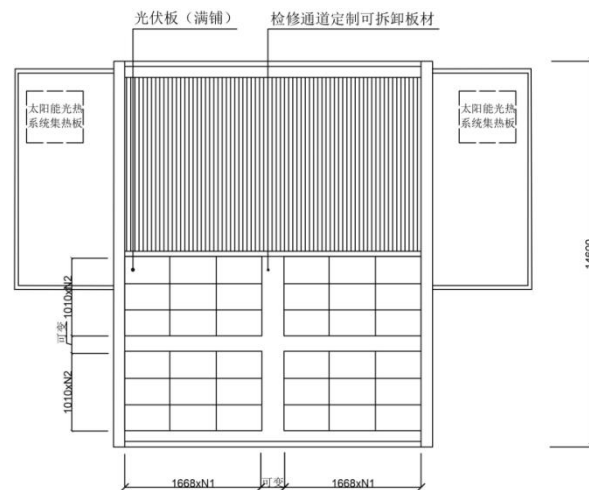


图6.1-4 坡屋顶光伏板效果图和平铺图

6.1 太阳能光伏发电系统

可再生能源应用

案例



图6.1-5 坡屋面光伏安装实景

杭州临平某地充分结合农房建筑形态，进行太阳能光伏系统和建筑一体化设计，不仅保持与建筑主体的外观和形态保持统一，美观协调，同时为光伏系统的日常维护提供了安全便利。这户人家安装了28块光伏板，每块组件功率为450w，面积达到60平方米，投入价格共计5万元，光伏并网上传后，每年可获得收益4800元左右。

6.2 太阳能热水系统

杭州市各区县农村中发现太阳能热水系统普及程度较高。相较燃气热水器和电热水器，太阳能热水器具有节能、环保、容量大、运行费用低、农村安装条件完备等优点。因此，农村生活热水制取应推广采用太阳能热水系统，太阳能热水器将太阳光能转化为热能，将水从低温加热到高温，可以满足人们在生活、生产中的热水使用。

技术要求

6.2.1 太阳能热水系统应与建筑主体一体化设计，并应与建筑主体的外观、形态保持协调美观，应保证安装后与乡村风貌相协调。

6.2.2 在平屋顶农房中使用太阳能热水系统时，集热器应设置于专用设备平台、屋顶平台或楼梯间平台，并适当增高女儿墙进行围挡，热水箱应隐藏在设备间等处。

6.2.3 在坡屋顶农房中使用太阳能热水系统时，可利用向阳坡屋顶满铺太阳能光伏设备，并设计专门的设备平台、局部屋顶平台和楼梯间等布置太阳能热水系统的集热器，并有效围挡，同时将水箱隐藏在建筑物的闷顶、设备间等部位。

6.2.4 太阳能热水系统的集热效率应不低于42%。

6.2.5 太阳能热水器宜与使用辅助热源的水加热设备联合使用，共同构成带互补热源的太阳能热水系统。

6.2.6 太阳能热水系统的部件应与建筑有可靠的连接，保证各类部件的安全，且应满足所在部位的结构安全和建筑的防水、排水及防雷等功能。

6.2.7 太阳能热水器的能效等级应达到2级以上，应具有中国强制性产品认证（CCC）编号，符合国家CCC认证标准。

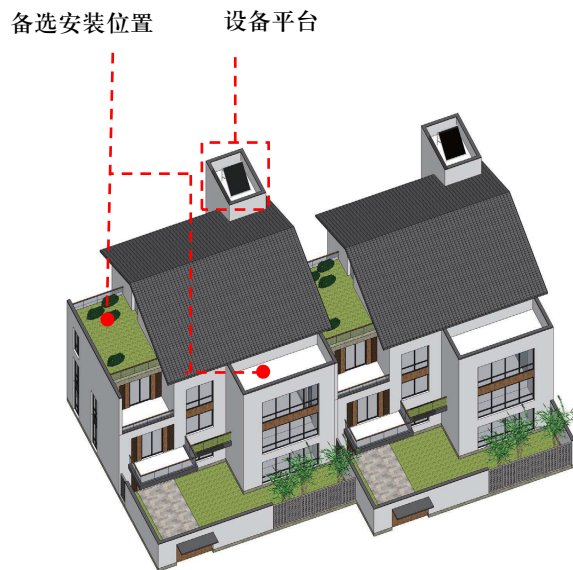


图6.2-1 太阳能热水系统安装位置

6.2 太阳能热水系统

可再生能源应用

设计要点

1. 建筑设计应考虑周边建筑或景观绿化等环境因素对太阳能集热器的影响，避免造成遮挡，并应满足集热器累计日照时间在冬至日不少于4小时的要求。
2. 太阳能集热器组件不应跨越建筑的变形缝设置。
3. 太阳能热水系统应采取防冻、防结露、防回流、防电击、防雷、防冰雹、抗风、抗震等技术措施。
4. 当太阳能热水系统中的用水点设有冷热水混合器或混合龙头时，冷热水供应系统在配水点处压差不应大于0.02MPa。
5. 当太阳能热水机组设置在平屋面上时，屋面防水层应包到支座上表面，并在基座下部加铺附加防水层；太阳能集热器周围的检修通道以及从屋面出入口到集热器之间的人行通道应铺设刚性保护层；太阳能集热器的循环管线穿过屋面时，应预埋相应的防水套管，不得在已完成的防水保温屋面上凿孔。
6. 当太阳能集热器设置在坡屋面上时，屋面坡度宜为 $20^{\circ}\sim 40^{\circ}$ ，当采用春分或秋分所在月的日平均辐射量作为计算依据时，宜使集热器安装倾角略大于 30° ，以提高冬季的集热效果。
7. 当太阳能集热器设置在坡屋面上时，集热器宜采用顺坡镶嵌或顺坡架空设置，集热器顺坡镶嵌在屋面上的，不得降低屋面整体的保温、隔热、防水等性能；顺坡架空在屋面上的集热器与屋面间的空隙不宜大于100mm。
8. 太阳能热水系统应设置温度控制措施以防系统过热，且应保证用户端出水温度不大于 60°C 。

表6.2-1 太阳能热水系统选用参考

家庭人口	集热器面积	水箱容积	电加热器功率
2~3	2.0~3.0m ²	60~80L	1.5kW
4	4.0~5.0m ²	100~120L	1.5kW
5	5.0~6.0m ²	140~160L	2.0kW
≥6	0.8~1.0m ² /人	200L	2.0kW

6.2 太阳能热水系统

可再生能源应用

常见产品

表6.3-2 太阳能热水系统分类

型式			特征	优缺点
集热器	平板型		1.金属吸热板；2.板框式结构	结构简单，成本较低，抗冻能力弱
	真空管型	全玻璃	1.双层玻璃管； 2.水流经玻璃管或金属管	结构简单，价格适中。具有抗冻、耐压和耐热冲洗能力
		热管型	1.玻璃管内有带热管的金属吸热片； 2.水不流经集热管	具有很强的抗冻、耐压和耐冷热冲击能力。价格较高
运行方式	自然循环		1.水箱高于集热器； 2.水箱与集热器之间有上、下循环管连接； 3.热循环是由热流密度的不同产生	不需要循环水泵，节省能耗
	强制循环		1.集热器与水箱分别设置； 2.管路内有循环泵，在一定压力下形成热循环	需安装水泵强制循环
取水方法	落水法		1.水箱位于集热器之上； 2.在水箱下部出水； 3.水箱通大气，由重力产生落差	/
	顶水法		1.水箱下部进水，上部出水； 2.入水口由阀门控制； 3.在供水压力下工作	/



图6.2-3 平板型



图6.2-2 全玻璃真空管型

为节约造价，农村一般选用全玻璃真空管太阳能热水系统和平板型太阳能热水系统（太阳能热水系统分类表见表6.3-2）。全玻璃真空管系统必须选用整体式或水箱在集热器边上的分离式，不利于一体化设计，所以建议农房中使用平板型太阳能热水系统。

6.3 空气源热泵热水系统

可再生能源应用

杭州属于夏热冬冷地区，夏季闷热，7月份平均地区气温 $25^{\circ}\text{C}\sim 30^{\circ}\text{C}$ ；冬季湿冷，1月平均气温 $0^{\circ}\text{C}\sim 10^{\circ}\text{C}$ ，气温日较差小，非常适合采用空气源热泵热水系统。空气源热泵效率高、耗电低、占地小，采用绿色无污染的冷煤，且不受资源限制，相较于太阳能热水系统，更为节电、方便快捷、占地面积小、维护成本低，因此更适宜在农房中进行推广。

技术要求

6.3.1 空气源热泵热水系统应与建筑主体一体化设计，同步施工、同步验收后交付使用。

6.3.2 绿色农房的热水系统宜选用家用承压式空气源热泵热水系统。

6.3.3 空气源热泵热水系统放入室外主机应在通风条件良好的屋顶、专用设备平台、有景观围挡的庭院或底层架空等处布置。

6.3.4 在既有农房上增设或改造已安装的空气源热泵热水系统，必须经建筑结构安全复核，并应满足建筑结构和和其他相应的安全性及建筑一体化要求。

6.3.5 设置在农房任何部位的空气源热泵热水系统的部件应与建筑有可靠的连接，保证各类部件的安全，且应满足建筑的防水、排水及防雷等功能。

6.3.6 空气源热泵热水机（器）的能效等级应达到2级以上，能效比（性能系数）COP值应达到2.5以上，所选产品应具有中国强制性产品认证（CCC）编号，符合国家CCC认证标准。

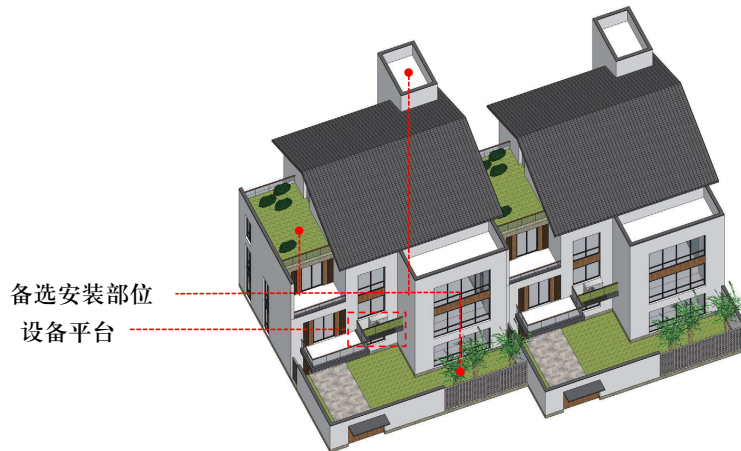


图6.3-1 空气源热泵热水系统安装位置

6.3 空气源热泵热水系统

可再生能源应用

设计要点

➤ 设计选用原则

1. 根据设备平台的条件和储热水罐宜靠近用水点的原则选用整体式或分体式空气源热泵热水系统。
2. 应选用家用承压式空气源热泵热水系统且水箱应采用外壁绕换热器加热方式，不得采用水箱内设换热器加热方式。
3. 按年平均环境温度和水温条件选用的空气源热泵热水系统宜配置辅助能源加热设备。

➤ 机组布置要求

1. 集中式系统的热泵主机及其循环水泵不应布置在居住用房的上层、下层或毗邻的设备平台上，热泵主机及其循环水泵应采用低噪音机组并采取防噪音措施。
2. 室外主机应布置在通风条件好的屋顶、设备平台或设备阳台、室外平台处。
3. 放置热泵机组的屋顶、平台(设备阳台)应有人员安装、维修的通道及检修的余地。

➤ 管道、管线设计要求

1. 管道设计应有可靠的防冻、防超温、防超压措施，且冷水进水管上应有可靠的防止回流措施。
2. 垂直管线不应直接明敷在建筑外墙上(设备平台和搁板位置除外)，且不得敷设在建筑物的风道内；
3. 管线的布置应考虑检修的可行性，任何一组(根)管线检修或更换时不应影响其他管线的正常使用。

表6.3-1 空气源热泵热水系统推荐选型

家庭人口	主机输入功率 (kW)	水箱容积 (L)
2~3	0.75	100~150
4	1.1	150~200
5	1.5	260
≥6	≥1.5	≥260

6.3 空气源热泵热水系统

可再生能源应用

案例



图6.3-2 设备平台室外机装饰格栅遮挡



图6.3-3 架空层室外机植物遮挡

据测算，杭州地区空气源热泵热水系统（每千瓦输入功率）理论年均热水产量达 $227.5\text{m}^3/\text{a}$ 。空气源热泵热水系统室外机放置于设备平台上时，应利用装饰格栅、垂直绿化等手法进行遮挡（图6.3-2），也可在架空层设置空气源热泵热水系统，种植喜阴植物进行围挡（图6.3-3）。

6.4 地源热泵系统

可再生能源应用

地源热泵技术是一种利用浅层和深层的大地能量，包括土壤、地下水、地表水等天然能源作为冬季热源和夏季冷源，再由热泵机组向建筑物供冷、供热并可提供生活热水的系统，是一种绿色环保的技术。通常地源热泵消耗1kW的能量，用户可以得到5kW以上的热量或4kW以上冷量，可节省运行费用，但初始设备投资费用较高。根据地热能交换系统形式的不同，地源热泵系统分为地埋管地源热泵系统、地下水地源热泵系统和地表水地源热泵系统。

技术要求

6.4.1 地源热泵系统方案设计前，应进行工程场地状况调查，并应对浅层或中深层地热能资源进行勘察。

6.4.2 地埋管换热系统设计前，应根据工程勘察结果评估地埋管换热系统实施的可行性及经济性；地表水换热系统设计前，应对地表水地源热泵系统运行对水环境的影响进行评估；地下水换热系统应根据水文地质勘察资料进行设计。

6.4.3 地源热泵系统设计应选用高效热泵机组，并宜采取降低循环水泵输送能耗等节能措施，提高地源热泵系统能效。

设计要点

1. 地埋管地源热泵系统适用于有较大面积的绿地或其他空地的建筑：

(1) 管件与管材：埋管应采用化学稳定性好、耐腐蚀、导热系数大、流动阻力小的塑料管材及管件，宜采用聚乙烯管或聚丁烯管，不宜采用聚氯乙烯管。管件与管材应为相同材料。

(2) 负荷计算：地埋管换热系统设计应进行全年动态负荷计算，最小计算周期宜为1年，地源热泵系统总释热量宜与其总吸热量平衡。

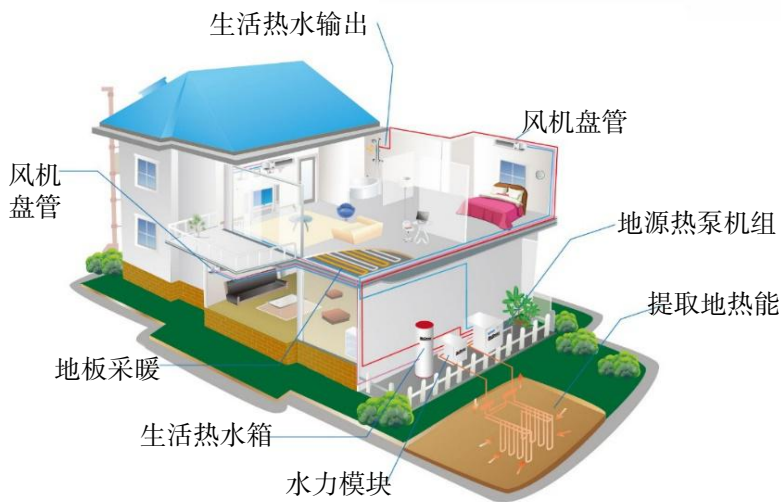


图6.4-1 地源热泵系统图

6.4 地源热泵系统

(3) 系统设计：地埋管换热器设计计算宜根据现场实测岩土体及回填料热物性参数，采用专用软件进行。地埋管换热器设计计算时，环路集管不应包括在地埋管换热器长度内。如图6.4-2，根据管路埋置方式的不同，地埋管换热系统形式主要包括竖直埋管式与水平埋管式。

2. 地表水地源热泵系统适用于周边有江、河、湖等地表水源且冬季水源不会结冰的建筑，且需通过当地水资源管理部门的批准：

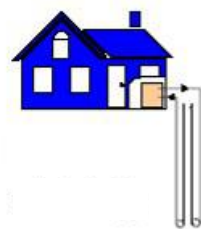
(1) 系统选择：地表水换热系统设计方案应根据水面用途，地表水深度、面积、水质、水位、水温情况综合确定。如图6.4-3，地表水换热系统可采用开式或闭式两种形式，水系统宜采用变流量设计。

(2) 水质要求：开式地表水换热系统取水口应选择水质较好的位置，远离回水口，并宜位于回水口上游。取水口应设置污物过滤装置且水流速度不宜大于 1m/s 。

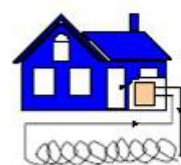
(3) 系统设计：开式地表水换热系统宜设可拆式板式热交换器作中间水-水热交换器，热交换器地表水侧宜设反冲洗装置。闭式地表水换热系统宜为同程系统。每个环路集管内的换热环路数宜相同，且宜并联连接；环路集管布置应与水体形状相适应，供、回水管应分开布置。

3. 地下水地源热泵系统需通过当地水资源管理部门的批准：

地下水地源热泵系统必须采取可靠回灌措施，确保置换冷量或热量后的地下水全部回灌到同一含水层，不得对地下水资源造成浪费及污染。

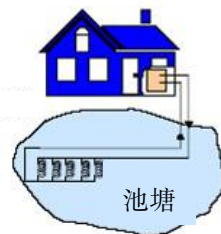


(a) 竖直埋管



(b) 水平埋管

图6.4-2 地埋管换热系统形式



(a) 闭式系统



(b) 开式系统

图6.4-3 地表水换热系统形式

第七章 绿色建造技术

7.1 轻型钢结构建造技术

7.2 轻型木结构建造技术

7.1 轻型钢结构建造技术

目前杭州农房结构形式多采用砖混、框架结构，大量使用粘土砖，生态环境破坏严重，缺乏必要的抗震设计和构造措施，抵御自然灾害能力差。装配式钢结构农房一般采用轻钢结构，包括冷弯薄壁型钢密肋结构体系和轻钢框架结构体系。构件在工厂标准化生产，施工现场以螺栓或者焊接连接的方式拼装而成，具有构件尺寸小、重量轻、强度高等特点，对运输、吊装设备要求低。现场构件装配化安装快捷，相比常规砌体结构和混凝土结构可节约工期30%。由于结构自重轻，地震作用小，轻钢结构农房具有良好的抗震性能。材料的高强特性可以有效减少墙体厚度，相比传统结构房屋增加10%~15%使用面积。

技术要求

7.1.1 钢结构设计应合理选择材料、结构方案和构造措施，尽量使用高强钢材。

7.1.2 钢结构构件应满足运输、安装和使用过程中的强度、稳定性和刚度要求。

7.1.3 钢结构应符合防火、防腐蚀要求。

设计要点

1. 轻型钢结构住宅承重结构钢材，应采用符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700、《低合金高强度结构钢》GB/T 1591规定的Q235级、Q345级钢材，或《连续热镀锌钢板及钢带》GB/T 2518和《连续热镀铝锌合金镀层钢板及钢带》GB/T 14978规定的550级钢材。钢材强度设计值见表7.1-1。

表7.1-1 钢材的强度设计值 (N/mm²)

钢材牌号	钢材厚度 t(mm)	屈服强度 f _y	抗拉、抗压 和抗弯 f	抗剪 f _v	端面承压 (磨平顶紧) f _e
Q235	t≤16	235	205	120	310
Q345	t≤16	345	300	175	400
LQ550	t<0.6	530	455	260	/
	0.6≤t≤0.9	500	430	250	
	0.9<t≤1.2	465	400	230	
	1.2<t≤1.5	420	360	210	

7.1 轻型钢结构建造技术

绿色建造技术

2. 钢结构建筑平面宜简单、规则，结构平面布置宜对称；结构竖向体型宜规则、均匀。

3. 受压板件的宽厚比不应大于表7.1-2规定的限值，构件长细比不宜大于表7.1-3规定的限值。对于冷弯薄壁型钢结构，承重构件的壁厚不应小于0.6mm，主要承重构件的壁厚不应小于0.75mm。

表7.1-2 受压板件的宽厚比限值

板件类别	宽厚比限值
非加劲板件	45
部分加劲板件	60
加劲板件	250

表7.1-3 构件的长细比限值

构件类别	长细比限值
梁、柱、屋架等	150
其它受压构件及支撑	200
受拉构件	350

4. 受弯构件的挠度不宜大于表7.1-4的限值；水平风荷载作用下，冷弯薄壁结构墙体立柱垂直于墙面的横向弯曲变形与立柱长度之比不得大于1/250；由水平风荷载标准值或多遇地震作用标准值产生的层间位移与层高之比冷弯薄壁结构均不应大于1/300，轻钢框架结构分别不大于1/400和1/300。

表7.1-4 受弯构件的挠度限值

构件类别		构件挠度限值
楼层梁	全部荷载	$L/250$
	活荷载	$L/500$
门、窗过梁		$L/350$
屋架		$L/250$
结构板		$L/200$

7.1 轻型钢结构建造技术

5. 钢框架梁柱节点连接形式宜采用高强度螺栓连接，高强度螺栓宜采用扭剪型。冷弯薄壁型钢构件采用螺钉连接时，螺钉至少应有3圈螺纹穿过连接构件。螺钉的中心距和端距不得小于螺钉直径的3倍，边距不得小于螺钉直径的2倍。受力连接中的螺钉连接数量不得少于2个。用于钢板之间连接时，钉头应靠近较薄的构件一侧，详见图7.1-1示意。

6. 钢结构防火保护措施及其构造应根据工程实际，考虑结构类型、耐火极限要求、工作环境等，按照安全可靠、经济合理的原则确定。对于冷弯薄壁型钢构件通常采用防火板材进行包覆处理，对于钢框架构件可采用喷涂防火涂料或包覆防火板进行处理。

7. 钢框架构件宜采用喷砂（丸）除锈，涂Y53-32铁红油性防锈底漆两道，F04-1各色酚醛磁漆面漆两道，漆膜厚度不小于 100μ 。冷弯薄壁型钢构件需经热镀锌或镀铝锌处理，对于一般腐蚀性地区，镀锌量不应低于 $180\text{g}/\text{m}^2$ （双面）或镀铝锌量不应低于 $100\text{g}/\text{m}^2$ （双面）；对于沿海地区、高腐蚀性地区或有特殊要求地区，镀锌量不应低于 $275\text{g}/\text{m}^2$ （双面）或镀铝锌量不应低于 $100\text{g}/\text{m}^2$ （双面）。金属管线穿越钢构件时，应设置绝缘材料垫圈，避免二者直接接触。

8. 防水透气层及隔汽层的敷设须连续，其搭接长度不少于100mm。门窗洞口周围及穿墙管道周围以专用防水双面胶带密封。墙体骨架或楼盖骨架与混凝土基础间均应设置防潮层，防潮层采用自粘性橡胶沥青防水卷材，其厚度不小于2.0mm。

9. 外墙饰面宜优先采用木质、金属、水泥纤维或PVC挂板，当采用砌筑砖石饰面时，饰面内侧应留有不少于25mm的空隙作为通风层，饰面层与墙骨架应设置可靠的拉接件，拉接件的水平间距取决于墙架柱间距，垂直间距500~600mm。饰面的底部及顶部应留有适量的通风孔。

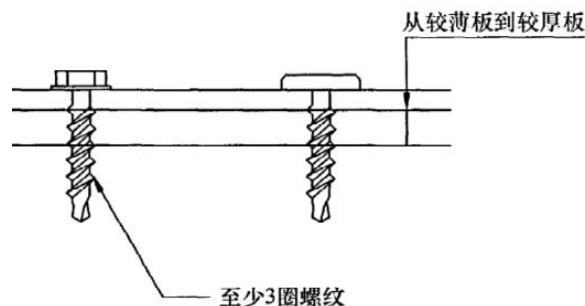


图7.1-1 螺钉连接示意

7.1 轻型钢结构建造技术

绿色建造技术

案例



图7.1-5 轻钢农房建造



图7.1-6 轻钢农房实景

近年来，杭州市按照住建部开展轻钢结构装配式农房试点工作要求，出台相应政策措施，推动轻钢结构装配式农房建设，已建成轻钢结构农房500多幢，面积约12.5万方，其中试点地区临安建成380多幢，面积约10万方。装配式轻钢农房建设实现了建材节能低碳化、构件制作工厂化、施工安装模块化、验收标准规范化，有效破解了传统农房建设周期长、质量安全难以保障等难题，提高了资源利用率，降低了环境影响，取得了显著的生态效益，为加快农村住宅产业设计提供了广阔的发展空间。

7.1 轻型钢结构建造技术

绿色建造技术

案例

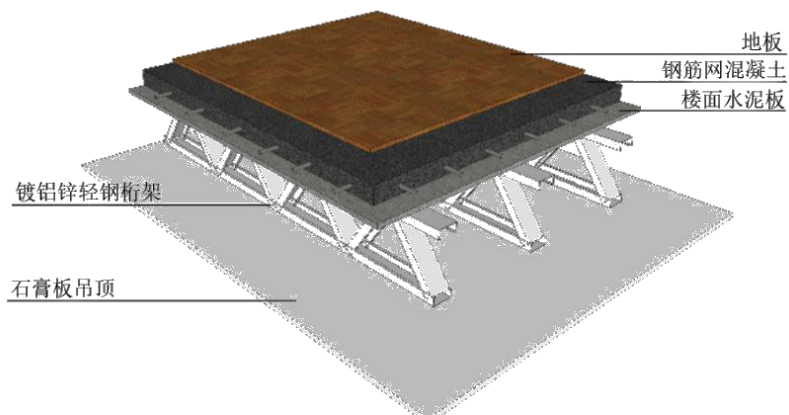


图7.1-2 某轻钢农房楼盖构造

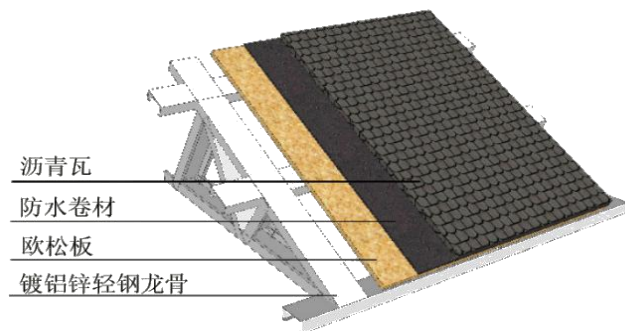


图7.1-3 某轻钢农房屋盖构造

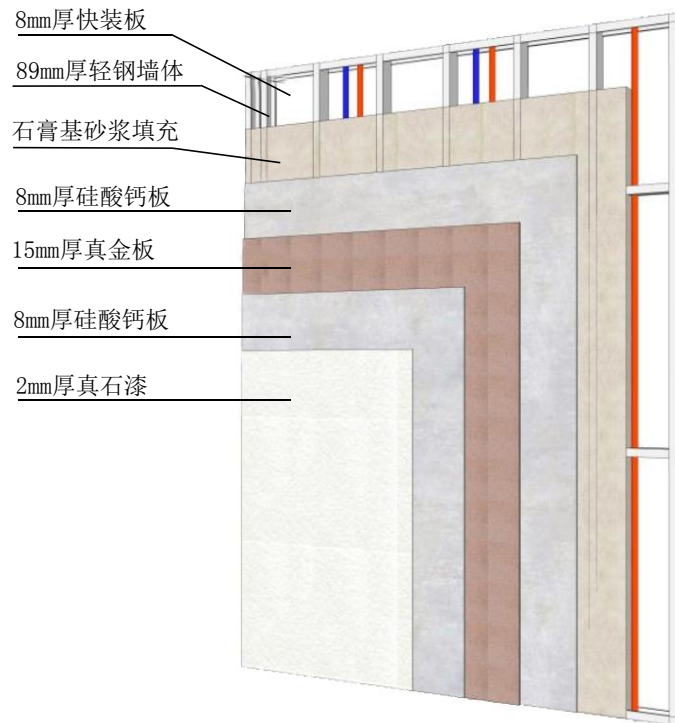


图7.1-4 某轻钢农房外墙构造

7.2 轻型木结构建造技术

木材、竹材作为负碳型材料，在生长过程中吸收 CO_2 释放 O_2 ，竹木结构建筑在生命周期终点后，主要构件可以循环使用或者燃烧作为能源，是绿色环保材料。目前竹木结构构件在农房中有部分应用，但由于缺乏维护，构件出现受潮腐败、虫蛀等问题。现代木结构农房一般采用轻型木结构，采用规格材及木基结构板材或石膏板制作木构架墙体、楼板和屋盖系统。木结构房屋具有构件尺寸小、重量轻等特点，对运输、吊装设备要求低。构件在工厂自动化标准化生产，现场装配化安装，施工快捷。木结构节点变形能力强，具有良好的抗震性能。

技术要求

7.2.1 木结构设计应合理选择结构方案和构造措施。

7.2.2 木结构构件及连接应根据选用树种、材质等级、作用荷载、连接形式及相关尺寸进行设计。

7.2.3 木结构应满足防水防潮、防白蚁危害、防腐以及防火要求。

设计要点

1. 木结构应采用具有明确的材质等级或强度等级的方木、原木、锯材和工程木产品。采用的钢材、金属连接件、结构用胶粘剂类型、木增强或加固中使用的纤维、基体材料及界面粘结性能应符合相关要求。

2. 对于3层及3层以下的轻型木结构建筑，符合相关条件时，可按构造要求进行抗震、抗风设计。

3. 墙骨柱间距不得大于610mm，在层高内应连续。墙体开孔宽度大于墙骨柱间距的墙体，开孔两侧的墙骨柱应采用双柱，开孔宽度小于或等于墙骨柱间净距并位于墙骨柱之间的墙体，开孔两侧可用单根墙骨柱；承重墙体的开孔宽度大于墙骨柱间距时，应在孔顶加设过梁。墙体底部应有地梁板或底梁板，其宽度不得小于墙骨柱截面高度。墙体顶部位应有顶梁板，其宽度不得小于墙骨柱截面高度，承重墙的顶梁板宜不少于2层，非承重墙的顶梁板可为单层。墙面板采用木基结构板材或石膏板作面板。墙面板相邻面板之间的接缝应位于骨架构件上，面板可水平或竖向铺设。

7.2 轻型木结构建造技术

4. 楼盖搁栅间距不大于600mm，可采用规格材或工程木产品。楼盖搁栅在支座上的搁置长度不得小于40mm，在靠近支座部位的搁栅底部宜采用连续木底撑、搁栅横撑或剪刀撑。木底撑、搁栅横撑或剪刀撑在搁栅跨度方向的间距不应大于2.1m。楼盖开孔应符合下列规定：当封头搁栅长度大于1.2m时应采用2根，当长度超过2.0m时尺寸应由计算确定；当封头搁栅长度超过800mm时，封边搁栅应采用2根，当封头搁栅长度大于2.0m时，封边搁栅尺寸应由计算确定。木基结构板楼面板长度方向应与搁栅垂直，宽度方向的接缝应与搁栅平行，并应相互错开不少于2根搁栅的距离。

5. 木结构建筑外墙防护板和外墙防水膜之间应设置排水通风空气层，有效空隙不应小于排水通风空气层总空隙的70%，空隙开口处应采取防生物危害的措施。

6. 木结构建筑物室外地坪周围应设置排水设施，地下室和底层架空层应采取防水及防潮措施；当建筑物底层采用木楼盖时，木构件的底部距离室外地坪的高度不应小于300mm。

7. 门窗洞口、屋面、屋顶露台和阳台等部位均应采取防水、防潮和排水的构造措施；在外墙开洞处应采取防开裂与防渗水、浸水构造措施。

8. 木结构建筑施工前应对场地周围的树木和土壤进行白蚁检查和灭蚁工作，清除地基土中已有的白蚁巢穴和树桩、树根等埋在土壤中的木材。直接与土壤接触的基础和外墙，应采用混凝土或砖石结构，基础和外墙中出现的缝隙宽度不应大于0.3mm。当无地下室时，底层地面应采用整浇混凝土地面，外墙的排水通风空气层开口处应设置连续的防虫网，防虫网隔栅孔径应小于1mm。

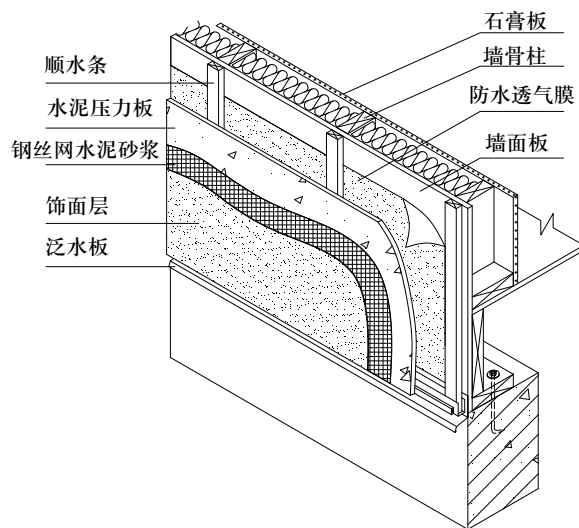


图7.2-1外墙构造示意图

7.2 轻型木结构建造技术

绿色建造技术

9. 木结构建筑应根据使用环境采取相应的化学防腐处理措施，与防腐处理木材或防火处理木材直接接触的钢构件及连接件，应采取镀锌处理或采用不锈钢、耐候钢等具有耐腐蚀性能的材料制作。镀锌层厚度或耐腐蚀性材料的等级应符合设计要求。

10. 木结构应满足防火分隔要求，构件应满足燃烧性能和耐火极限的要求（表7.2-1），木结构房屋建筑室内墙面覆面材料宜采用纸面石膏板，管道、配电线路应采取防火保护措施，与墙体自己的缝隙应采用防火封堵材料填塞严实。

表7.2-1木结构建筑构件的燃烧性能和耐火极限

构件名称	燃烧性能和耐火极限 (h)
防火墙	不燃性 3.00
承重墙、分户墙、楼梯间的墙	难燃性 1.00
非承重外墙，疏散走道两侧隔墙	不燃性 1.00
房间隔墙、疏散楼梯	难燃性 0.50
承重柱、梁	可燃性 1.00
楼板	难燃性 0.75
屋顶承重构件	可燃性 0.50
吊顶	难燃性 0.15

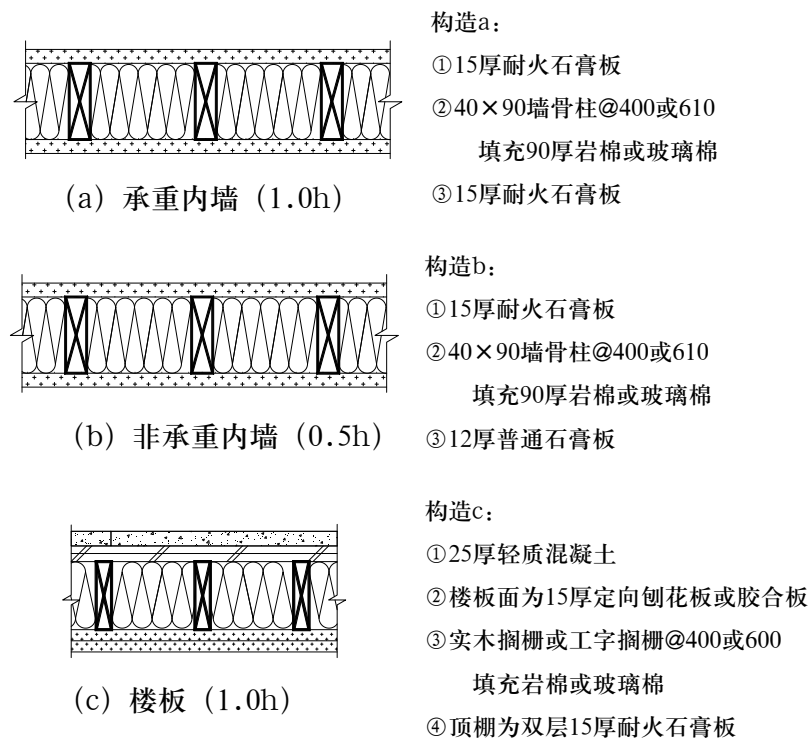


图7.2-2 木构件防火参考做法及耐火极限

7.2 轻型木结构建造技术

绿色建造技术

案例



图7.2-3 某地轻型木结构农房



图7.2-4 某地轻型木结构农房

木结构建筑具有绿色环保、舒适耐久、保温节能、结构安全等特点，有着优良的抗震和隔音性能。轻型木结构建筑是以构件工厂化、施工装配化的建造方式，以设计标准化、构件部品化、施工机械化为特征，能够整合设计、生产、施工多个产业链，贯彻了节约资源和保护环境的国家政策。轻型木结构体系应用于我国乡村，对乡村人居环境品质及乡村风貌的提升都有重要作用。

第八章 案例分析

8.1 案例背景

8.2 案例分析

8.1 案例背景

绿色农房是按照安全适用、节能减碳、经济美观、健康舒适原则进行建设的高品质农房，是改善农民群众住房条件的直接体现，是实现共同富裕和双碳目标的重要抓手，能有效提升农民群众获得感、幸福感、安全感，建设美丽宜居乡村，促进碳达峰碳中和目标的早日实现。现结合本指南中的农房建筑相关绿色技术，选用杭州市城乡建设委员会搭建的农房设计图集平台（APP：幸福房）中典型户型进行建模，对农房进行整体能耗模拟分析。

项目概况

建设地点：杭州市

建筑层数：三层

建筑面积：350m²

居住人数：6人

户 型：六室一厅一厨四卫

模拟条件

模拟计算时间：1.0年

灯具使用时间：19:00~22:00

空调使用时间：6月~9月制冷

12月~2月采暖

每日8小时

室内设计温度：冬季16℃，夏季26℃



图8.1-1案例模拟农房建筑效果图

8.2 案例分析

案例分析

模拟对比

若模拟农房采用围护结构节能技术。在屋顶、外墙、外窗设置保温隔热措施，如保温屋顶、自保温墙体、中空Low-E窗以及外遮阳技术。

使用PKPM-Energy建筑能耗模拟分析软件进行计算。通过分析发现，相对于无保温措施的参照建筑，当围护结构各部位采用保温隔热措施时，全年可减少37.53%的用电比例，对比结果详见表8.2-1。

表8.2-1 设计建筑与参照建筑的全年能耗对比

部位		屋面	外墙	窗	相对参照建筑节能比例
保温材料		40mm XPS挤塑板	250mm 蒸压砂加气混凝土砌块	中空Low-E窗	%
参照建筑（无保温措施）		☆	☆	☆	--
方案一	仅屋顶提升	★	☆	☆	12.88%
方案二	仅外墙提升	☆	★	☆	16.03%
方案三	仅外窗提升	☆	☆	★	7.95%
方案四	整体提升	★	★	★	37.53%

注：1、参照建筑：外墙采用烧结砖、围护结构各部位均不设置保温措施、外窗采用单玻窗且无遮阳措施。

2、“★”表示选用该项技术，“☆”表示未选用该项技术。

能源分析

传统耗能模式下，模拟农房每季度电器直接用电预估600度，一年合计2400度电；每月厨房耗燃气22.25m³，一年合计耗燃气267m³；每年用热水约40m³。

8.2 案例分析

➤ 采用高效节能设备

1. 节能照明灯具：全屋均采用LED灯，每年相较于节能灯可节电量约606度。

2. 高效空调设备：六个卧室均采用一台1匹功率的二级能效分体空调，制冷量约2500W，每年相较于三级能效分体空调可节电量约100度。

➤ 采用可再生能源技术

1. 空气源热泵：采用一台制热量3300W，加热功率1500W的空气源热泵，每年可节约600度电。

2. 太阳能光伏发电：在屋面安装28块光伏板，每块组件功率为450w，面积约60m²，每年可发电约12000度，与国家电网实现并网和余量上传，并网上出售电价约0.4元/度，若全年家庭用电达到第三阶梯，购买电价约0.8元/度。

（注：按“阶梯电价”，第一档：电量为年用电量2760千瓦以下部分，每千瓦时0.538元；第二档：电量为2761至4800千瓦时部分，每千瓦时0.588元；第三档：电量超过4800千瓦时部分，每千瓦时0.838元。）

➤ 能源分析计算

全年节能设备可节约电量：606+100+600=1306度

全年节电收益：1306度*0.8元/度=1044.8元

全年光伏发电收益：12000度*0.4元/度=4800元

全年通过发电和节电获取总收益为：4800+1044.8=5844.8元 ★

通过采用上述围护结构节能技术，高效节能设备和可再生能源等绿色技术，可优化传统用能结构，节能减排，从而改善农村人居环境，降低生活成本，提升村民生活品质，切实增强村民的幸福感和获得感，推动杭州市农村住房的高质量绿色低碳发展，打造农房建设样板。

引用标准名录

- 1 《绿色建筑评价标准》 GB/T 50378-2019
- 2 《绿色建筑设计标准》 DB 33/1092-2021
- 3 《浙江省小城镇绿色建筑设计导则》 2021版
- 4 《居住建筑节能设计标准》 DB 33/1015-2021
- 5 《农村居住建筑节能设计标准》 GB/T 50824-2013
- 6 《民用建筑设计统一标准》 GB 50352-2019
- 7 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 GB 55015-2021
- 8 《建筑太阳能光伏系统应用技术规程》 DB 33/1106-2015
- 9 《太阳能与空气源热泵热水系统应用技术规程》 DB 33/1034-2016
- 10 《建筑照明设计标准》 GB 50034-2013
- 11 《建筑给水排水设计标准》 GB 50015-2019
- 12 《“农村污水零直排村”创建技术导则》 2021版
- 13 《农村生活污水处理设施建设和改造技术规程》 DB33/T1199-2020
- 14 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB 50736-2012
- 15 《地源热泵系统工程技术规范》 GB 50366-2005
- 16 《低层冷弯薄壁型钢房屋建筑技术规程》 JGJ 227-2011
- 17 《钢结构设计标准》 GB 50017-2017
- 18 《木结构通用规范》 GB 55005-2021
- 19 《宜居型绿色农房建设先进适用技术与产品目录(第一批)》 2020版

- 20 《浙江农村生活垃圾分类处理规范》 DB 33/T 2030-2018
- 21 《民用建筑绿色装修设计材料选用规程》 T/CECS 621-2019