CECS CECS×××

中国工程建设标准化协会标准

严寒和寒冷地区农村居住建筑节能

改造技术规程

**Technical regulations for energy saving renovation of rural residential buildings in severe cold and cold regions**

（征求意见稿）

**20×× 北京**

**前 言**

根据中国工程建设标准化协会发布的《2018年第一批协会标准制订、修订计划的通知》（[2018]015号）文件要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制订本标准。

本标准共分7章，主要技术内容包括：1、总则；2、术语；3、基本规定；4改造原则；5、围护结构；6、能源系统与末端设备；7、采光与照明。

本标准由中国工程建设标准化协会建筑环境与节能专业委员会归口管理，由中国建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送中国建筑科学研究院有限公司（地址：北京市北三环东路30号，邮政编码：100013）。

主 编 单 位：

参 编 单 位：

主要起草人：

目 次

[**1 总则 1**](#_Toc15993837)

[**2 术语 2**](#_Toc15993838)

[**3 基本规定 3**](#_Toc15993839)

[**4 改造原则 6**](#_Toc15993840)

[**5 围护结构 8**](#_Toc15993841)

[5.1一般规定 8](#_Toc15993842)

[5.2外墙改造 8](#_Toc15993843)

[5.3门窗改造 12](#_Toc15993844)

[5.4屋面改造 15](#_Toc15993845)

[5.5地面改造 16](#_Toc15993846)

[**6能源系统与末端设备 21**](#_Toc15993847)

[6.1生物质炉具供暖系统 21](#_Toc15993848)

[6.2空气源热泵供暖系统 24](#_Toc15993849)

[6.3地源热泵供暖系统 27](#_Toc15993850)

[6.4太阳能光伏利用系统 28](#_Toc15993851)

[6.5太阳能光热利用系统 30](#_Toc15993852)

[6.6多能互补能源利用系统 32](#_Toc15993853)

[6.7末端设备改造 40](#_Toc15993854)

[**7采光与照明 43**](#_Toc15993855)

[7.1采光 43](#_Toc15993856)

[7.2照明 43](#_Toc15993857)

[**本标准用词说明** 45](#_Toc15993858)

[**引用标准名录** 46](#_Toc15993859)

**Contents**

[**1 General Provisions 1**](#_Toc15059279)

[**2 Terms 2**](#_Toc15059280)

[**3 General Requirements 3**](#_Toc15059281)

[**4 Renovation Principle 6**](#_Toc15059282)

[**5 Building Envelope 8**](#_Toc15993841)

[5.1 General Provisions 8](#_Toc15993842)

[5.2 Exterior wall Renovation 8](#_Toc15993843)

[5.3 Doors and Windows Renovation 12](#_Toc15993844)

[5.4 Roof Renovation 15](#_Toc15993845)

[5.5 Ground Renovation 16](#_Toc15993846)

[**6Energy System and Terminal Equipment 21**](#_Toc15993847)

[6.1 Heating System for Biomass Utilization 21](#_Toc15993848)

[6.2 Air Source Heat Pump System 24](#_Toc15993849)

[6.3 Ground Source Heat Pump System 27](#_Toc15993850)

[6.4 Solar Photovoltaic Utilization System 28](#_Toc15993851)

[6.5 Solar Photothermal Utilization System 30](#_Toc15993852)

[6.6 Multi-energy Coupled Utilization System 32](#_Toc15993853)

[6.7 Terminal Equipment 40](#_Toc15993854)

[**7 Daylighting and Lighting 43**](#_Toc15993855)

[7.1 Daylighting 43](#_Toc15993856)

[7.2 Lighting 43](#_Toc15993857)

[**Explanation of Wording in This Standard** 45](#_Toc15993858)

[**List of Quoted Standards** 46](#_Toc15993859)

# 1 总则

**1.0.1**为指导严寒和寒冷地区农村居住建筑节能改造的诊断、设计、施工及验收等，改善农村居住建筑室内环境，提高能源利用效率，降低能耗，制定本规程。

**1.0.2**农村居住建筑节能改造应根据节能诊断结果，基于农村居住建筑现状、当地经济条件、发展水平，坚持因地制宜、就地取材、技术成熟、经济节能、施工安全、施工难度可承受、尊重农民意愿的原则，选取合理可行的节能改造方案和技术措施。

**1.0.3**农村居住建筑节能改造诊断、设计、施工及验收等，除应符合本规程外，尚应符合国家和地方现行有关标准规范的规定。

# 2 术语

**2.0.1农村居住建筑 rural residential buildings**

指农村集体土地上已建成的用于居住的分散独立式、集中分户独立式（包括双拼式和联排式）和低层建筑等。

**2.0.2建筑物耗热量指标index of heat loss of building**

在计算供暖期室外平均温度条件下，为保持室内设计计算温度，单位建筑面积在单位时间内消耗的需由室内供暖设备供给的热量。单位为W/m2。

**2.0.3能效提升energy efficiency improvement**

对既有农村居住建筑围护结构、用能设备和系统进行节能改造，降低建筑能耗水平，其值为农村居住建筑改造后耗热量指标与改造前耗热量指标相比的降低率。

**2.0.4生物质成型燃料采暖（炊事）炉具采暖热效率 Heating efficiency of biomass heating stove**

采暖工况下，炉具稳定运行时输出的有效热量与炉具燃烧生物质成型燃料发热总量的百分比。

**2.0.5生物质炉具热水供暖系统Biomass furnace hot water heating system**

指以水为介质，额定工作压力为常压，循环系统高度不大于10m，供暖出水温度不大于85℃的户用生物质成型燃料采暖（炊事）炉作为热源，末端为散热器、地板辐射采暖或风盘等供暖系统。

【条文说明】本条参照《生物质炊事采暖炉具通用技术条件》NB/T 34007-2012关于户用采暖炉具的相关限定。

# 3 基本规定

**3.0.1**农村居住建筑节能改造应坚持建筑抗震安全、技术可靠、经济实用、功能合理、使用舒适、便于维护等原则，不影响原有建筑结构安全、抗震性能、防火性能的前提下进行。

**3.0.2**农村居住建筑在节能改造前，应按现行《农村住房危险性鉴定标准》JGJ/T363进行结构安全鉴定，达到A、B、C等级，且其主体结构的后续使用年限不应少于20年。C级危房应先采用加固方式进行改造，其质量安全标准合格后，再实施节能改造。

**3.0.3**农村居住建筑节能改造前应对建筑现状、围护结构热工性能、供暖系统、照明系统等进行现场调查和节能诊断，对拟改造建筑的能耗状况及节能潜力进行评估后，制定切实可行的节能改造方案。

【条文说明】现状节能评估，涉及到房间布局是否合理、围护结构保温隔热性能、供暖系统、生活热水系统、室内舒适度等，诊断涉及相应现状的综合分析，确定主要的能耗及急需解决的问题。考虑到农村居住建筑量大，现场调查宜以村为单位，按照建筑结构形式、楼层、建筑材料、围护结构等情况分类进行，选择具有代表性的农村居住建筑实施节能评估。按照村庄规模进行不同比例抽样，村庄农宅总户数在1000户以上的，按类型共抽查户数10户；村庄总户数低于1000户的，抽查户数为总户数的10%，且不少于3户。

**3.0.4**制定严寒和寒冷地区农村居住建筑节能改造方案时，卧室、起居室等主要功能房间，节能计算冬季室内热环境参数的选取应符合下列规定：

1室内计算温度应取16℃；

2计算换气次数应取0.5h-1。

**3.0.5**农村居住建筑围护结构和用能系统节能改造宜同步进行，且应在围护结构改造完成的基础上实施用能系统改造。

**3.0.6**农村居住建筑进行围护结构改造时，围护结构改造部分的热工性能应满足现行国家标准《农村居住建筑节能设计标准》GB/T50824的要求，且改造后建筑物耗热量指标宜下降30%以上。

【条文说明】围护结构改造可按如下方案进行改造：

1 当改造费用允许时，宜进行整体围护结构改造；

2 当改造费用不足时，一层农村居住建筑可仅对外墙、外窗和屋面中1~2项进行改造；二层农村居住建筑可选择首层外墙、外窗和屋面中1~2项进行改造；三层农村居住建筑至少选择首层外墙、外窗和屋面中2项进行改造；

3 仅进行围护结构改造而不进行热源侧改造时，一层农村居住建筑对外墙、外窗和屋面中2项进行改造；二层农村居住建筑选择首层外墙、外窗和屋面中2项进行改造；三层农村居住建筑选择首层外墙、外窗和屋面进行改造。

规定改造后建筑物耗热量指标下降30%以上主要是参考财政部、住房城乡建设部、生态环境部、国家能源局印发的《北方地区冬季清洁取暖试点城市绩效评价办法》的要求。

**3.0.7**农村居住建筑节能改造应遵循因地制宜的原则，有条件时优先利用可再生能源。

**3.0.8**农村居住建筑节能改造使用材料、制品和设备应符合方案和设计要求，其性能应符合国家现行相关标准规范的要求，不得采用国家和地方禁止和限制使用的建筑材料、制品和设备；使用材料的燃烧性能等级和防火要求，应符合国家现行《建筑内部装修设计防火规范》GB50222、《建筑设计防火规范》GB50016等标准规范的规定和地方相关管理规定。

**3.0.9**农村居住建筑节能改造工程施工质量应符合现行国家标准《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411和《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300规定；改造施工安全应符合国家现行《建设工程施工现场消防安全技术规范》GB50720规定。

**3.0.10**农村居住建筑节能改造的诊断、设计和施工，应由具有相应资质要求的建筑检测、设计、施工资质的单位和专业技术人员承担。

**3.0.11**农村居住建筑节能改造，应充分考虑当地建筑文化的传承，对于有较强的地域特色、文化性的建筑，应采取相应的保护措施。

【条文说明】大部分农村居住建筑是农民自建房，具有较强的地域特色。对一些有历史价值、较强的地域特色、属于传统民居、特色村落等的建筑，节能改造中应予以充分考虑，在保护文化的同时，提升和改善这类建筑的节能水平和使用者的热舒适度。

**3.0.12**改造过程中不得任意变更建筑节能改造施工图设计。当确实需要变更时，应与设计单位洽商，办理设计变更手续。

# 4 改造原则

**4.0.1** 农村居住建筑节能改造以围护结构改造为主，在保证节能目标基础上，应控制改造成本和运行维护成本。

【条文说明】农村节能改造应因地制宜、因户制宜，优先对建筑外墙、门窗、屋面等进行改造，这些改造后续维护成本低，节能效益显著，同时受住户使用行为影响较小；在围护结构改造的基础上，选择适宜的供暖系统，涉及热源、末端及控制，同时还有生活热水、厨房余废热的利用，应选择高效的设备系统，如高效的空气源热泵、节能照明灯具等。

**4.0.2**节能诊断宜包括以下内容：

1围护结构、用能系统和室内热环境的现状调查；

2围护结构热工性能和采暖系统运行效率的测试和诊断；

3节能改造技术经济性评估。

**4.0.3**节能诊断方法应符合现行国家行业标准《居住建筑节能检验标准》JGJ/T132-2009中的有关规定。

**4.0.4**围护结构热工性能测试与诊断宜包括以下内容：

1建筑围护结构主体部位的传热系数；

2建筑围护结构热工缺陷。

【条文说明】本条规定了严寒和寒冷地区农村居住建筑外墙节能诊断检查内容。表征外墙保温性能的主要指标为传热系数。传热系数可通过计算、现场检测两种方式获取。外墙热工缺陷包括墙体热桥、与墙体交接位置密封不严等情况。热桥是围护结构中热流强度显著增大的部位。一般分布于梁与墙交接位置、楼板与墙交接位置、屋面板与墙交接位置、地层与墙交接位置，以及框架结构墙体的结构构件位置。

**4.0.5**围护结构热工性能诊断结果达不到现行国家标准《农村居住建筑节能设计标准》GB/T50824的要求时，宜进行节能改造。

**4.0.6**围护结构节能改造技术经济性评估宜包括以下内容：

1节能改造前的建筑耗热量指标、节能潜力和改造后的建筑耗热量指标；

2围护结构节能改造的技术方案和措施，以及相应的材料和产品。

**4.0.7**计算节能改造前后建筑基础耗热量指标时，非改造部位的性能参数应保持不变。

**4.0.8**编制节能改造方案时，应考虑农村居住建筑改造前后室内环境温度变化对基础耗热量指标的影响。

【条文说明】制定严寒和寒冷地区农村居住建筑节能改造方案时，卧室、起居室等主要功能房间节能计算冬季室内计算温度取16℃，高于《农村居住建筑节能设计标准》中规定的14℃，适当提高了农村室内热舒适度。

**4.0.9**农村居住建筑节能改造，应统筹考虑间歇式农户使用需求，有针对性进行设计。

【条文说明】目前大部分时间农户在室内时间较少，或仅有少数人居住，在改造设计过程中，应充分考虑不同人数、间歇式使用需求对能耗的影响，从而对不同功能房间进行不同的节能改造设计，在一定投入的情况下，实现节能效益的最大化。比如农村居住建筑一般仅首层房间使用较多，且卧室一般在夜间需要供暖，首层客厅一般根据农户需求间歇供暖。

**4.0.10**农村居住建筑节能改造宜考虑生活热水系统热源、使用便利性与舒适性。

【条文说明】提供便利的生活热水，是改善居住条件的重要举措，尤其是洗澡、厨房用的热水，从农村建筑节能的角度，应充分考虑这部分余热的回收利用。据调查，大部分北方农村，并没有完好的给排水系统，卫生间的淋浴等环境较差，为此，设计中应充分考虑这一情况，采取相关措施，保障其使用生活热水的便捷与舒适。生活热水可采用太阳能光热利用系统等。

**4.0.11**农村居住建筑供暖系统改造时应因地制宜优先利用可再生能源，充分利用炊事余热、太阳能、空气能、浅层地热能等。

# 5 围护结构

## 5.1一般规定

**5.1.1**农村居住建筑进行建筑功能性改造时，宜同步考虑节能改造。

【条文说明】房间功能布局的合理性，涉及不同功能分区，如起居室、卧室、餐厅、厨房、卫生间等，合理的功能布局、自然通风和天然采光是建筑被动式节能的重要方式，因此，农村居住建筑若进行功能性改造时，宜基于对不同地区、不同文化、不同生活习惯的农户需求，同步进行节能改造。

**5.1.2**围护结构节能诊断后应出具节能诊断报告，包括现状调查、诊断结果、初步的节能改造建议和节能改造潜力分析。

**5.1.3**农村居住建筑节能改造后宜对改造部位及整体节能效果进行评估。

【条文说明】考虑到农村居住建筑量大，按照建筑结构形式、楼层、建筑材料、围护结构等情况分类进行，选择具有代表性的农村居住建筑实施节能评估，每种类型至少选2个。

**5.1.4**抽样检测方法应符合现行行业标准《居住建筑节能检测标准》JGJ/T132的有关规定。

**5.1.5**节能改造时，施工单位应先编制施工组织方案，并经监理单位或农户确认。施工现场应对从事施工作业的专业人员进行技术交底和必要的实际操作培训。

**5.1.6**节能改造质量验收应有农户、设计单位、施工单位及相关单位参加。

**5.1.7**节能改造后建筑围护结构内表面不得出现结露、发霉。

## 5.2外墙改造

**Ⅰ节能诊断**

**5.2.1**外墙进行现场核查时，应对外墙裂缝、渗漏、破损状况、保温构造及材料厚度等进行型式检查。必要时应对围护结构热工缺陷等进行节能测试诊断。

【条文说明】外墙主体部位指不受热桥、裂缝和空气渗透影响的部位。

**5.2.2**外饰面为饰面砖的农村居住建筑进行节能改造前应进行饰面砖粘接强度检验，满足现行《建筑工程饰面砖粘接强度检验标准》JGJ110要求。

【条文说明】评价时审查第三方机构出具的饰面砖粘接强度现场检验报告等正式文件。

**Ⅱ改造设计**

**5.2.3**选择外墙节能改造做法时，宜遵循以下原则：

1宜优先选择外保温构造。

2当建筑外立面需保留，或外保温施工有困难，或为间歇供暖方式时，宜采用外墙内保温构造。

3优先考虑北墙，其次为西墙、东墙等。

4应重点改造主要功能房间，对常年不用或偶尔使用房间不宜进行改造。

【条文说明】外保温构造形式有利于减少墙体热桥，当条件允许时，优先选择外保温构造做法。严寒地区不宜使用内保温构造，热桥问题较难处理。考虑到施工便利性，南墙窗墙比大于0.6时不宜进行改造。

**5.2.4**外墙的保温层厚度应经热工计算或权衡判断确定。

**5.2.5**外墙节能改造应满足以下要求：

**1**外墙外保温改造，应做好屋檐、门窗洞口的滴水等构造节点的设计。保温层应做到散水处。

**2** 外墙改造采用内保温做法时，应对混凝土梁、柱等热桥部位进行结露验算。

**3** 仅进行首层外墙改造时，首层与首层以上交接部分应做好防火防水处理，首层以上外墙部分，应同步进行外立面处理。

【条文说明】屋檐、门窗洞口的滴水构造避免雨水沿外墙顺流，侵蚀破坏外墙外保温系统。同步进行外立面处理可保证建筑外立面整体改造效果。

**5.2.6**外墙改造时应考虑墙体与屋面、门窗、地面的交接位置，以及墙面雨水管等位置的节点构造。

**Ⅲ施工与验收**

**5.2.7**外墙节能改造施工前，应检查墙体表面质量，并做好以下工作：

1 表面与基层结合不牢固，或污染严重的面层，或空鼓开裂的砂浆面层等应彻底清除，并用水泥砂浆或聚合物砂浆找平；

2 涂料面层、空鼓的饰面层等均应清除。必要时应对基层进行界面处理，并对不平的表面采用聚合物砂浆找平。

**5.2.8**外保温墙体的保温层施工时，从室外地坪至1.8m标高处位置，应采取双层耐碱网格布加强措施。

**5.2.9**采用粘结工艺的外保温构造时，应对基墙表面进行处理且达到表5.2.11要求：

1 对裂缝、渗漏、冻害、析盐、侵蚀所产生的损坏进行修复；

2 对墙面缺损、孔洞应填补密实，损坏的砖或砌块应进行更换；

3 对表面油迹、疏松的砂浆进行清理；

4 外墙饰面砖应根据实际情况全部或部分剔除，也可采用界面剂处理。

表5.2.11基墙墙面性能指标要求

|  |  |
| --- | --- |
| 指 标 | 要 求 |
| 外表面风化程度 | 无风化、酥松、开裂、脱落等 |
| 外表面的平整度偏差 | ±4mm以内 |
| 外表面的污染度 | 无积灰、泥土、油污、霉斑等附着物，钢筋无锈蚀 |
| 外表面的裂缝 | 无结构性和非结构性裂缝 |
| 饰面砖的空鼓率 | ≤10％ |
| 饰面砖的破损率 | ≤30％ |
| 饰面砖的粘结强度 | ≥0.1MPa |

**5.2.10**外墙采用内保温构造时，基墙表面应做如下处理：

1 对内表面涂层、积灰油污及杂物、粉刷空鼓应刮掉并清理干净；

2 对内表面脱落、虫蛀、霉烂、受潮所产生的损坏进行修复；

3 对裂缝、渗漏进行修复，墙面的缺损、孔洞应填补密实；

4 对原不平整的墙体表面加以修复；

5 室内各类主要管线安装完成，并经试验检测合格后方可进行。

**5.2.11**外墙外保温施工应符合现行行业标准《外墙外保温工程技术规程》JGJ 144的要求。外墙外保温系统施工应符合下列规定：

1宜优先选用模塑聚苯板薄抹灰外墙外保温系统；

2首层外墙外保温应采用加强措施，防止外力撞击引起破坏；

3应做好保温和防水构造。

**5.2.12**外墙内保温施工应符合现行行业标准《外墙内保温工程技术规程》JGJ/T 261的要求。外墙内保温系统施工应符合下列规定：

1保温板或复合板与基层墙体宜采用粘结砂浆或粘结石膏等方式固定，必要时附以锚栓固定；

2有机保温材料应采用不燃或难燃材料做防护层，内保温层内表面应确保美观且有足够强度，防止日常碰撞出现破损；热桥部位应采取可靠的保温措施，防止结露；

3外墙内表面粘贴自保温壁纸、敷设环保性能达标的酚醛树脂板，或者喷涂保温砂浆。

【条文说明】有防水要求不应采用粘结石膏。

**5.2.13**外墙外保温系统施工应采取断热桥处理的保温钉。

**5.2.14**墙体节能改造施工时与屋面、门窗、地面、雨水管、空调支架等的细节做法应做施工交底。

**Ⅳ验收**

**5.2.15**进行外墙节能改造质量验收时，提交有关文件和记录，并应符合下列规定：

 1 外墙节能改造方案、设计图纸、设计说明、计算复核资料等应完整齐全；

 2 所用各类材料和构件的质量、规格、品种应符合设计要求和现行有关标准的规定，并应提供产品合格证；

 3 所用各类材料和构件性能检验报告和进场验收记录，并宜提供复验报告；

 4 施工质量应符合设计要求，并应提交相应的施工记录、各分项工程施工质量验收记录；

 5 隐蔽工程验收记录应完整，且符合设计要求。

**5.2.16**墙体节能改造施工完成后，宜在首个供暖季进行墙体传热系数检测，并分析其热工缺陷。

**5.2.17**外墙改造施工后雨水管等节点部位宜采用红外热像仪等进行检查。

## 5.3门窗改造

**Ⅰ节能诊断**

**5.3.1**当农村居住建筑外窗气密性等级低于现行国家标准《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433规定的2级，宜进行节能改造。

**5.3.2**门窗节能诊断应采用现场检查和必要的抽样检测方法。现场检查应包括以下内容：

**1**外窗：窗户型材种类、开启方式、玻璃结构、密封形式和密封胶条、五金配件；

**2**遮阳：遮阳形式、构造和材料；

**3**户门：构造、材料、密闭形式；

**4**门窗的裂缝、渗漏、破损情况。

**5.3.3**门窗节能诊断时应测算其热工性能和气密性能。热工性能按《民用建筑热工设计规范》GB 50176、《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》JGJ/T 151测算。窗口气密性能应按照《居住建筑节能检测标准》JGJ/T 132的有关规定检测。

**5.3.4**门窗节能诊断应根据建筑物现状、门窗现场检查、热工性能计算与检测的结果等对其热工性能进行判定，并为节能诊断报告提供下列内容：

**1**门窗的传热系数、太阳得热系数；

**2**门窗可能存在的热工缺陷状况。

**Ⅱ改造设计**

**5.3.5**外门窗节能改造应根据农村居住建筑具体情况综合考虑安全、节能、隔声、通风、采光等性能要求。改造后外窗整体性能应符合相关标准要求，其中外窗的传热系数符合《农村居住建筑节能设计标准》GB/T50824规定，气密性能不低于《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433规定的4级。

**5.3.6**建筑门窗节能改造应按制定的节能改造方案进行设计，设计内容应包括外窗、户门、不封闭阳台门和单元入口门。

**5.3.7**对外窗进行节能改造时，宜根据具体情况选择以下技术措施：

**1**原有外窗较好，且窗台空间允许，可增加一樘新窗；

**2**原有外窗较好，可在内侧增加一层保温窗帘，保温窗帘要做到容易开启和关闭，以便利于必要时的通风需求；边框根据情况可选用塑料或铝合金，确保边框周边密封性能；

**3**原有外窗没有维修价值时，应统一更换为传热系数较小、气密性良好的中空玻璃平开窗；

**4**单层外门可采取加门帘、门斗或更换为保温门等措施；门窗框与墙体之间的缝隙应采用聚氨酯发泡胶封堵填实，并用硅酮密封胶密封；

**5**当农村居住建筑设有户外连廊时，宜采用单玻窗进行封闭（封厦），封厦部分中的外墙和外窗可不做保温处理。

**5.3.8**当在原有单玻窗基础上加装一层窗时，两层窗户的间距不应小于100 mm；更换外窗时，可采用塑料窗、隔热铝合金窗、玻璃钢窗以及铝木复合窗等，并应将单层玻璃窗更换为二玻中空或三玻二腔中空窗。

**5.3.9**阳台门非透光部分的门芯板应为保温隔热型，也可对原有阳台进行封闭处理；阳台门的玻璃宜采用节能玻璃。

**5.3.10**对外窗进行遮阳设计改造时，应优先采用外遮阳措施。增设外遮阳时，应确保增设结构的安全性。遮阳设施的安装位置应满足设计要求。遮阳设施的安装应牢固、安全，可调节性能应满足使用功能要求。

**5.3.11**单层外门可采取更换为保温门、加保温门帘、设置门斗等措施。

**5.3.12**严寒地区外门不采用双层门时，宜设置门斗或设两道门等避风设施，当设置两道门时，间距不小于800～1000mm；严寒地区冬季北向的外门宜进行封堵，外门和外窗应采取附加的保温措施，如窗户内侧或外侧加一层塑料薄膜，外门挂保温门帘；寒冷地区外门宜设门斗或挂保温门帘等减少冷风渗透和侵入措施。

**Ⅲ施工与验收**

**5.3.13**采用外墙外保温技术施工的建筑，外墙外保温系统应包覆门窗框外侧洞口，并与防水、装饰相结合，做好保温层密封和防水。采用外墙内保温技术施工的建筑，内墙内保温系统应包覆门窗框外侧洞口，并与防水、装饰相结合，做好窗框与保温层连接处的密封和防水以及门窗洞口与保温层处的密封和防水。对原有门窗洞口处裂缝、渗漏，应进行修复，洞口的缺损、孔洞应填补密实，对洞口的表面不平整处，应予以修复。

**5.3.14**外门窗节能改造质量验收时，应提交有关文件和记录，并应符合下列规定：

 1 外门窗节能改造方案、设计图纸、设计说明、计算复核资料等应完整齐全；

 2 玻璃、型材、五金件等部品部件的质量、规格、品种应符合设计要求和现行有关标准的规定，并应提供产品合格证；

 3 所用部品部件的性能检验报告和进场验收记录，并宜提供复验报告；

 4 施工质量应符合设计要求，并应提交相应的施工记录、各分项工程施工质量验收记录；

 5 宜提供改造后外窗的气密性能检测报告。

## 5.4屋面改造

**Ⅰ节能诊断**

**5.4.1**屋面节能诊断宜采用现场检查和必要的抽样检测方法。应对屋面的缝隙、渗透和破损状况进行现场检查，对屋面的结构形式、遮阳板、防水构造、保温隔热构造及厚度进行诊断。

**Ⅱ改造设计**

**5.4.2**屋面节能改造设计应符合现行国家标准《屋面工程技术规范》GB50345的规定。

**5.4.3**屋面的设置应满足下列规定：

1宜在原有屋面上进行，不宜改动原构造层；

2结合当地气候特点及房屋屋顶用途，在满足使用功能和结构安全前提下，可进行平改坡设计或一体化设计；

3农村居住建筑的屋面应设置保温层，屋架承重的坡屋面保温层宜设置在吊顶内，钢筋混凝土屋面的保温层应设在钢筋混凝土结构层上。

【条文说明】农村居住建筑屋面是可再生能源利用的主要场所，尤其是太阳能热水器及光伏组件，由于这些可再生能源利用装置有一定的重量，还涉及部分管线，从安全、高效、耐久的角度，应进行一体化设计，做好预留，同时考虑相应后续维护的需求，设置相应的通道及设施。

**5.4.4**坡屋面节能改造宜优先采用改造吊顶或新增吊顶方式。对已有承重能力较强的吊顶，可在吊顶上铺设保温材料，保温材料的燃烧性能等级不应低于B1级；对已有石膏板等不具备承重能力的吊顶，可直接用酚醛树脂板进行更换；新增吊顶时，可采用木龙骨支撑下方覆盖酚醛树脂板或带有铝箔的橡塑海绵层等方式，并在条件允许时，尽量减少室内层高。

**5.4.5**平屋面表面平整、无渗漏，宜在原屋面上增设保温层和保护层，形成倒置式屋面构造形式，改造部位应符合现行行业标准《倒置式屋面工程技术规程》JGJ230的规定；如屋面渗漏，应防水修复后施工。上人屋面临空处防护栏杆高度须满足相关标准的要求。

【条文说明】屋面保温应选用导热系数小、吸水率低、压缩强度高的挤塑聚苯板（XPS板）、石墨挤塑聚苯板（SXPS板）等高效保温材料。

**Ⅲ施工与验收**

**5.4.6**屋面节能改造施工准备工作应符合下列规定：

 1 在对屋面状况进行诊断的基础上，应对原屋面上损坏的部品予以修复；

 2 屋面的缺损应填补找平；

 3 屋面上的太阳能生活热水、太阳能光伏发电等系统设备、管道等应提前安装完毕，并预留出外保温层的厚度；

 4 屋面的防水质量应保证，必要时应重新做好防水；

 5 防护设施应安装到位。

**5.4.7**进行屋面节能改造质量验收时，应提交有关文件和记录，并应符合下列规定：

 **1** 屋面节能改造方案、设计图纸、设计说明、计算复核资料等应完整齐全；

 **2** 所用各类材料和构件的质量、规格、品种应符合设计要求和现行有关标准的规定，并应提供产品合格证；

 **3** 所用各类材料和构件性能检验报告和进场验收记录，并宜提供复验报告；

 **4** 施工质量应符合设计要求，并应提交相应的施工记录、各分项工程施工质量验收记录；

 **5** 隐蔽工程验收记录应完整，且符合设计要求；

 **6** 宜提供屋面节能构造现场实体检测报告。

## 5.5地面改造

**Ⅰ改造设计**

**5.5.1**地面保温材料层热阻不宜超过表5.5.1规定限值。

表5.5.1 严寒和寒冷地区农村居住建筑地面保温材料层热阻限值

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 建筑气候分区 | 地面传热系数K（W/m2·K） | 保温材料厚度参考值 (mm) |
| 地面 | EPS板 | XPS板 | 炉渣 |
| 严寒（A）区 | 0.3 | 150 | 120 | 500 |
| 严寒（B）区 | 0.35 | 120 | 100 |
| 严寒（C）区 | 0.4 | 100 | 80 |
| 寒冷（A）区 | 0.5 | 80 | 60 |
| 寒冷（B）区 | 0.5 | 80 | 60 |

【条文说明】严寒和寒冷地区农村居住建筑节能改造技术以建筑能耗为约束目标，因此根据不同地区建筑具体情况，非透光围护结构的传热系数限值不应该是唯一的，可以通过结合其它部位的节能设计要求进行调整，表5.5.1中列出的地面保温材料传热系数是参照《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26中对城市建筑地面保温材料层传热系数的规定、综合考虑农村地区经济状态、技术水平及节能投入效益等多方面因素，整体要求比城市建筑偏低。

**5.5.2**地面保温设计要点：

1 室内地面表面宜采用蓄热系数小的材料，减小地面温度与空气温度差值；

2在进行地面热阻计算时不宜包括回填土垫层的热阻。

【条文说明】由于回填土在潮湿的情况下节能效果很差。

**5.5.3**根据不同地面面层的构造，在面层以下设置保温层。

【条文说明】由于地面均需承受一定的荷载，因此保温材料均需因地制宜，就地取材，选择适合农村现有经济条件的保温材料且抗压强度较高的产品，如炉渣、挤塑聚苯板（XPS板）、模塑聚苯板（EPS板）、硬泡聚氨酯等，地面保温构造如图5.5.3-1和图5.5.3-2所示。

|  |  |
| --- | --- |
| 495503511468758752560 | 3693082041468758752560 |
| 1-40厚C20细石混凝土；2-苯板保温层；3-20厚1:3水泥砂浆找平；4-水泥砂浆一道（内掺建筑胶）；5-100厚C10混凝土垫层；6-垫层；7-素土夯实层图5.5.3-1苯板保温地面做法示意 | 1-40厚细石混凝土；2-水泥砂浆一道（内掺建筑胶；3-100厚C10混凝土垫层；4-500厚炉渣垫层；5-素土夯实图5.5.3-2炉渣保温地面做法示意 |

**5.5.4**农村地区地面辐射的末端可选用蓄热地面，构造方法如图5.5.4，选取太阳能集热器为其热源。



图5.5.4 蓄热地面构造图

【条文说明】一般地面辐射中地面构造的混凝土厚度小于该蓄热地面，其蓄热能力则小于蓄热地面内的蓄热层。根据农村地区的建筑形式可知，蓄热地面适用于农村地区，可充分利用建筑地面以下的空间。蓄热层的下层材料为传热低、易成型粘土，上层材料为传热快、蓄热系数高的细沙，取材方便，蓄热层厚度为600mm，保温层厚度为100mm，利用可再生能源作为蓄热地面加热管的热源，以热水为介质为蓄热层提供暖量。

考虑部分太阳能资源，宜采用太阳能集热器吸收的热量转移至建筑地面的蓄热层内。在冬季供暖前，将集热器所集热量有效储存于蓄热层内，蓄热初期蓄热层的蓄热量大于面层的散热量，随着蓄热量的增加，蓄热层内部温度升高；到供暖季开始后，面层的放热量增大；在冬季供暖时，白天太阳能集热器产生的热水向蓄热层继续蓄热，面层同时放热，实现了将太阳能与建筑构件相结合的跨季节蓄热，并将不稳定的太阳能热源转化成能向室内持续供暖的稳定热源，解决了建筑中由于热水或火炕供暖系统的间歇运行导致的室内环境不稳定及住房内无人看管短期内不运行带来的防冻问题，并且有效降低室内供暖设施选型过大的问题。

**Ⅱ施工与验收**

**5.5.5**地面节能改造必要时宜凿除原地面，重新做保温地面。

【条文说明】在做地面保温层之前，应先做一道防潮层，可选择聚乙烯塑料薄膜，薄膜应在保温层板材交接处下方连续搭接不间断，搭接处采用沥青密封。

**5.5.6**铺贴或固定保温板分层铺设时，上下接缝应相互错开。保温板应拼严，缝宽超过2mm时应用相应厚度的保温板片或发泡聚氨酯填塞。

**5.5.7**地面保温验收合格后，方可进行后续的施工。

**5.5.8**地面节能改造中应对下列部位进行隐蔽工程验收，并应有详细的文字记录和必要的图像资料：

**1** 基层及其表面处理；

**2** 保温材料厚度；

**3** 保温材料粘结或铺设。

**5.5.9**进行地面节能改造质量验收时，应提交有关文件和记录，并应符合下列规定：

 **1** 地面节能改造方案、设计图纸、设计说明、计算负荷资料等应完整齐全；

 **2** 所用各类材料和构件的质量、规格、品种应符合设计要求和现行有关标准的规定，并应提供产品合格证；

 **3** 所用各类材料和构件性能检验报告和进场验收记录，并宜提供复验报告；

 **4** 施工质量应符合设计要求，并应提交相应的施工记录、各分项工程施工质量验收记录；

 **5** 隐蔽工程验收记录应完整，且符合设计要求；

 **6** 宜提供地面节能构造现场实体检测报告。

# 6能源系统与末端设备

## 6.1生物质炉具供暖系统

**Ⅰ一般规定**

**6.1.1**在生物质资源丰富的农村地区，宜采用生物质炉具进行供暖。

**6.1.2**生物质炉具供暖系统包括生物质炉具热水供暖系统和生物质炉具热风系统。基于安全性以及兼顾满足炊事功能等，宜采用生物质炉具热水供暖系统。

**6.1.3**生物质炉具供暖系统应优先采用高效燃烧低排放的直燃型户用生物质成型燃料采暖炉具。

**6.1.4**生物质炉具供暖系统宜采用适应秸秆类、林木类等多种成型燃料的炉具。仅在林木资源特别丰富的地区，可采用只适应木质颗粒的生物质炉具。

**Ⅱ生物质炉具选用要求**

**6.1.5**应优先选用高效燃烧低排放的直燃型户用生物质成型燃料采暖（炊事）炉具，炉具热效率指标不低于85%。颗粒物、二氧化硫和氮氧化物、CO、烟气黑度等排放标准应达到行业标准《生物质炊事采暖炉具通用技术条件》等现行标准要求。

**6.1.6**应优先选用可兼顾炊事以及生活热水功能的生物质炉具。

**6.1.7**户用生物质成型燃料采暖炉的基本结构、制造质量、性能指标、安全使用要求应符合《民用水暖煤炉通用技术条件》GB16154的规定。

**6.1.8**宜优先选用具备智能化操作和智能化运行的智能型生物质炉具，并满足以下条件：

1具备可按键或触屏操作的操作板进行智能化操作；

2具备自动点火、自动进料以及自动调节配风比等智能化功能；

3具备出水温度可调功能，以满足不同末端或运行工况下的调节；

4具备对进出水温度、排烟温度以及环境温度的采集与记录功能，运行数据可本地存储或远程上传等功能；

5宜具备故障报警、故障记录与查询等功能。

**6.1.9**宜选择有较好的燃料适应性的户用生物质成型燃料采暖炉，能在燃料种类变化时稳定燃烧。

**6.1.10**炉具选用时应根据用户供暖热负荷选择相应输出功率的炉具。

**Ⅲ施工**

**6.1.11**生物质采暖炉具安装应严格按照设备安装使用说明进行操作，同时应注意以下事项：

1 炉具安置地点应在室内，地面应采取硬化措施，安装地点应与卧室有效隔离；

2 炉具四周与墙壁间距离应满足日常操作与检修要求，且四周严禁堆放易燃易爆物品；

3 炉具烟囱应通往室外，并保证烟气流动通畅，烟囱高度应保证无电情况下的自然排烟；

4 炉具安装的房间应保持室内通风或送风排风良好，同时应设置CO自动报警装置；

5 应有安全用电防护措施。

**6.1.12**末端水系统的施工应按照散热器、地板辐射采暖或风机盘管等相关标准执行，同时注意以下事项：

1当系统水容量较小时，应增加缓冲水箱；

2 截止阀安装在炉具进出水口管道上。

3可直接水泵接补水管道，或利用回水管外接漏斗进行补水。

4在炉具进水口安装Y型水过滤器，防止杂物进入炉具内。

5在水系统管路最高处设排气阀，排除水系统内空气。

6在水系统管路最低处设放水阀。

7水系统应安装防爆阀，确保运行安全性。

8不同房间支路宜设置单独可控制的回路，以满足使用中的间歇使用。

9当供回水管道穿过室外时，应采取保温防冻措施。

10水泵前后增加软连接，以避免震动传递至采暖房间。

**Ⅳ验收**

**6.1.13**生物质炉具供暖系统应主要对以下内容进行检查和验收：

1户用生物质采暖炉、阀门、安全装置、支吊架、电气及监控仪表等；

2室内（外）供暖管道、分水器、集水器、阀门、温控、供暖末端装置、电气及监控仪表等。

**6.1.14**生物质炉具试运行验收程序及要求如下：

1 试运行前炉体内充满水，供暖水系统运行正常，储料仓加适当的料（不少于料仓1/3）；

2上电后，操作板操作启动，自动点火至稳定燃烧时间不应大于5min；

3 生物质炉具正常燃烧后，排烟温度不应高于50℃，排烟不应有明显黑烟；

4 供暖系统稳定循环运行后，实际出水温度与设定温度差不大于3℃；

5 正常工作时，炉体外壁面最高温度不应超过60℃；

6 风机运行正常，无异响；

7室内机操作面板操作准确反应灵敏。

**6.1.15**水系统应主要对下列内容进行验收：

1 末端水系统验收按照相关标准执行；

2 水泵运行无异响，采暖房间室内无明显震动与噪音；

3炉具进出水温差应为5~15℃，温差过高或过低说明水系统水流不畅或水泵选型不合适，应检查水路；

4试运行完毕后，应再次清洗系统内水过滤器。

【条文说明】温差过高或过低说明水系统水流不畅或水泵选型不合适，应检查水路。

## 6.2空气源热泵供暖系统

**Ⅰ一般规定**

**6.2.1**应优先选用高效变频的空气源热泵。

**6.2.2**严寒和寒冷地区应选择超低温化霜功能良好的空气源热泵，应根据低温工况下的制热量进行设备选型，以满足低温供暖需求。

【条文说明】应满足-25℃下正常运行。

**6.2.3**空气源热泵供暖系统，宜统筹考虑生活热水需求，与太阳能等耦合，提高系统能效。

**Ⅱ设计**

**6.2.4**空气源热泵系统形式、末端的选择，应充分考虑建筑的负荷特性、使用需求。

【条文说明】空气源热泵系统包括热水供暖系统以及空气源热泵热风机（《低环境温度空气源热泵热风机》JB/T 13573-2018所规定的热风机）供暖系统。空气源热泵按功能分为单热型和冷暖型。

**6.2.5**电驱动空气源热泵供暖系统适用于电力稳定、电容量充裕或有经济能力进行电力外网扩容的农村地区。

**6.2.6**当空气源热泵供暖系统独立供暖时，应根据当地冬季采暖室外计算温度下的制热量进行选型。

【条文说明】对于热水供暖系统选择相应出水温度工况。

**6.2.7**户用电驱动空气源热泵热水作为独立热源进行农宅冬季供暖时，在当地冬季供暖室外计算温度工况下空气源热泵出水温度41℃，制热能效不低于2.1，且在极端低温下能保证正常运行的情况下；当独立供暖不能满足时，应进行经济性分析，可适当增加电直热或生物质等辅助供暖方式或直接采用其他供暖方式。选用参照本标准第6.6节多能互补能源利用系统。

【条文说明】能效不低于2.1为国标《低环境温度空气源热泵（冷水）机组》GB/T25127.2-2010对机组名义工况（-12℃环境温度，41℃出水温度）的能效要求。

**6.2.8**严寒和寒冷地区采用空气源热泵热水供暖系统时宜采用分体式以防室外管道冻裂；当采用整体式时，室外水管道应进行保温或添加防冻液等措施防止管道冻裂。

**6.2.9**末端为散热器、地板辐射供暖、风机盘管等宜选用空气源热泵热水供暖系统；当用户有夏季制冷需求时宜采用冷暖型空气源热泵加风机盘管型末端系统。

**6.2.10**空气源热泵热水供暖应根据末端选择满足相应出水温度的设备，地板辐射供暖供水温度为35~40℃，风机盘管供水温度为40~45℃，散热器不低于50℃。

**6.2.11**户用电驱动空气源热泵热风作为独立热源进行农宅冬季采暖时，在当地冬季采暖室外计算温度工况下，空气源热泵进口空气温度20℃，制热能效不低于2.2；当独立供暖不能满足时，应进行经济性分析，可适当增加电直热或生物质等辅助供暖方式或直接采用其他供暖方式。

【条文说明】能效不低于2.2为《低环境温度空气源热泵热风机》JB/T 13573-2018对机组名义工况（-12℃环境温度，20℃空气进口温度）的能效要求。

**6.2.12**高湿以及近海区域应慎重考虑选用空气源热泵，以防结霜或腐蚀严重，影响机组正常运行。连续制热周期不宜低于30min，除霜时间不宜高于5min。

【条文说明】连续制热周期即在制热运行模式下，从上一次制热开始（除霜结束）到本次除霜结束的一个完整的制热、除霜过程。

**Ⅲ安装与验收**

**6.2.13**空气源热泵室外机组的安装应注意以下事项：

1室外机组应安装在出风方向气流流畅的室外，且应避免安装在冬季长期背阴、受主导风常吹的位置；

2室外机组四周预留检修空间应满足距离要求；

3机组的安装基础应牢固；

4室内外机连接的穿墙铜管应进行保温处理。

**6.2.14**分体式空气源热泵室内机机组安装应注意以下事项：

1 应保证电气安全，开关连接应单独线路且安装型号合适的空开；

2 安装位置与高度应满足用户日常便捷操作需求。

**6.2.15**空气源热泵热水供暖系统水路系统的施工应注意以下事项：

1水泵：当空气源热泵无水泵时，正确选择水泵型号。当热泵自带水泵机型，确定是否需要外置增压泵。水泵进出水口是应有减震软接；

2缓冲储水箱：系统的水容量不得小于10L/kW，如果水系统管路内水容量小于系统要求的最小水容量，必须增加保温蓄水箱，能有效解决水容量过小带来的负荷波动和压缩机频繁启停的问题，达到延长设备寿命和节能的目的；

3截止阀：安装在机组进出水口管道上；

4补水阀：当热泵带自动补水阀时，可直接接补水管道，或利用回水管外接漏斗进行补水；

5 Y型水过滤器：在机组进水口安装水过滤器，防止杂物进入机组内水换热器；

6排气阀：在水系统管路最高处设排气阀，排除水系统内空气；

7 放水阀：在水系统管路最低处设放水阀，在冬季长时间不使用机组时，排掉水系统内存水，避免水换热器和水泵等部件冻裂；

8安全阀：防止因意外造成系统内压力过高损坏机组或系统，造成漏水事故产生其它损失；

9室外管路或非采暖房间水管应进行保温。

**6.2.16**空气源热泵热水供暖系统、末端系统的安装施工应按照散热器、地板辐射供暖或风机盘管等相关标准进行。

**6.2.17**空气源热泵热水供暖系统，各房间末端水支路宜设置单独调节阀门。

**6.2.18**空气源热泵热风机的安装应参照《低环境温度空气源热泵热风机》GB/T 13573附录A热风机的使用安装。

**6.2.19**空气源热泵热水机组验收试运行程序及要求如下：

1试运行前，水系统连通正常，且系统已充水，系统压力正常。正常试运行前对设备应预热12h；

2按照设备操作说明，根据季节选择热泵运行模式，开机后水泵应运行平稳，检查系统运行是否存在异常；

3 检查室外机风机与压缩机运行正常，无异响；室内机操作面板操作准确反应灵敏；

4 水泵运行无异响，采暖房间室内无明显震动与噪音；

5热泵供暖机组进出水温差应为3~7℃，温差过高或过低都说明水系统水流不畅或水泵选型不合适，应检查水路；

6试运行完毕后，应再次清洗系统内水过滤器。

**6.2.20**空气源热泵热风供暖系统验收试运行程序及要求如下：

1按照设备操作说明，根据季节选择热泵运行模式，开机后水泵应运行平稳，检查系统运行是否存在异常；

2检查室外机风机与压缩机运行正常，无异响；

3室内出风正常无异响，操作面板操作准确反应灵敏。

## 6.3地源热泵供暖系统

**Ⅰ一般规定**

**6.3.1**地源热泵系统工程应规划在具有合适的水源和地埋管换热器场地条件的区域。冷热源采用地埋管地源热泵系统、地下水地源热泵系统、地表水地源热泵系统时，不应破坏、污染地下资源。

**6.3.2**地源热泵系统形式的选择应以安全、可靠、稳定为基本准则，宜综合考虑当地气象条件、地表水地下水资源、浅层地热能资源、地质地貌、用户需求和农村居住建筑负荷特点等因素，进行适当的经济技术分析，选择适宜的末端形式及控制模式。

【条文说明】地源热泵系统设计时，应进行工程场地状况调查，并应对浅层地热资源进行勘察。

**6.3.3**农村居住建筑宜采用小型地源热泵系统。有条件时，寒冷地区农村居住建筑可采用地源热泵系统进行供暖空调或地热直接供暖。

**6.3.4**采用地埋管地源热泵系统时，冬季地埋管换热器进口水温宜高于4℃。

**6.3.5**农村居住建筑地源热泵系统设计、施工、验收应满足《地源热泵系统工程技术规范》GB50366、《农村小型地源热泵供暖供冷工程技术规程》CECS 313要求。

## 6.4太阳能光伏利用系统

**Ⅰ一般规定**

**6.4.1**农村居住建筑安装光伏发电系统应根据所在地的资源条件、气候特点、建筑物形式、实际需求和系统适用性进行综合评估。

**6.4.2**农村居住建筑改造前要进行现场的勘察，应考虑周边及现场的环境因素、场地结构、建筑遮挡及并网信息进行评估。

**6.4.3**光伏发电系统应由有资质的设计单位进行屋面承载计算复核，并对接入方案设计、用电负荷评估、经济性进行评估。

**6.4.4** 屋面上安装光伏构件时，屋面防水应符合现行国家标准《屋面工程技术规范》GB 50345的有关规定。

**Ⅱ设计**

**6.4.5** 在建筑上增设或改造光伏系统，应进行建筑结构安全、光伏系统的电气复核，并应满足光伏安装屋面的防水、防雷、防火、防静电等相关功能要求和建筑节能要求。

【条文说明】太阳能光伏组件应与屋面或其他安装位置稳固连接，充分考虑防雷等安全问题。光伏构件不应对建筑形体完整构成破坏。

**6.4.6** 光伏系统的布局应考虑施工、运维等要求，不降低相邻建筑或建筑本身的日照标准。

【条文说明】太阳能光伏组件设计时应预留相应的安装维修通道，用于除雪、去污渍等。

**6.4.7** 光伏方阵的排列方式宜根据光伏组件安装的位置、面积、倾角、遮挡物、屋面的承重、光伏组件规格进行确定。

**6.4.8**当既有建筑屋面使用的是非阻燃材料时，应进行防火处理之后加装光伏系统。

**6.4.9**农村居住建筑为平屋面时，加装光伏系统应符合下列规定：

1 光伏组件安装宜按最佳倾角进行设计，宜考虑维修、人工清洗设施和通道；

2 按最佳倾角进行设计的光伏方阵的间距宜满足冬至日9点至15点不遮挡太阳光的要求；

3 由建材型光伏组件构成的建筑屋面，应保证屋面排水通畅，且安装基层应保证结构安全，并应考虑清洗措施。

**6.4.10**农村居住建筑为坡屋面时，加装光伏系统应符合下列规定：

1 光伏组件宜随坡度安装；

2 顺坡架空安装的光伏组件与屋面之间的垂直距离应满足安装和通风散热间隙的要求，架空在坡屋面上的光伏组件与屋面间宜留有不小于50mm的通风间隙。

**6.4.11**当光伏发电系统的电缆穿越墙体时，应采用防火封堵材料填塞。

**6.4.12**光伏系统支架、支撑构件及其连接点设计应符合现行国家标准《光伏发电站设计规范》GB 50797的要求。

【条文说明】选用光伏构件，应向产品生产厂家确认相关结构性能指标，满足建筑物使用期间对产品的结构性能要求。

**6.4.13**当光伏系统并网时，应满足《光伏系统并网技术要求》GB/T19939、《光伏发电系统接入配电网特性评价技术规范》GB/T31999及《分布式电源并网技术要求》GB/T 33593。

**6.4.14**电气系统、方阵、组串、汇流箱和逆变器等的设计应满足《民用建筑太阳能光伏系统应用技术规范》JGJ203的要求。

**Ⅲ施工安装与验收**

**6.4.15** 安装光伏系统时，应制定详细的施工流程与操作方案，应选择易于施工、维护的作业方式。

**6.4.16** 施工安装人员作业应符合《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80的有关要求，并还应符合下列规定：

1应穿绝缘鞋、戴低压绝缘手套、使用绝缘工具；

2当光伏系统安装位置上空有架空电线时，应采取保护和隔离措施。

**6.4.17** 光伏系统产品施工安装应按照产品使用说明中的要求进行。

**6.4.18** 光伏系统验收应符合设计要求和现行国家标准《光伏与建筑一体化发电系统验收规范》GB/T 37655的有关规定。

## 6.5太阳能光热利用系统

**Ⅰ一般规定**

**6.5.1**严寒和寒冷地区农村居住建筑太阳能热利用技术宜采用主被动结合的方式，在建筑改造设计中宜考虑被动式太阳能利用，应以冬季保温和获取太阳得热为主，夏季应考虑隔热遮阳要求。

**6.5.2**被动式太阳能供暖应符合行业标准《被动式太阳能建筑技术规范》JGJ/T 267的规定。建筑外围护结构及室内构筑物宜选用集热性能高、蓄热能力大和放热能力强的深色、重质的材料。

**6.5.3**既有建筑节能改造时增设或改造太阳能供热采暖系统时，宜进行现场勘查并对建筑结构安全复核，满足建筑结构及其他相应的安全性要求。

【条文说明】现场勘察应包括下述内容：建筑结构状况、建筑遮挡情况等。

**6.5.4**主动太阳能供暖系统优先应用于太阳能资源丰富的三类及以上地区。

**Ⅱ设计**

**6.5.5**太阳能供热供暖系统选型应按《太阳能供热采暖工程技术规范》GB 50495的规定进行。

【条文说明】太阳能供热供暖系统可由太阳能集热系统、短期蓄热系统（需要时）、末端供热供暖系统、自动控制系统和其他能源辅助加热/换热设备集合构成。

**6.5.6**依据当地经济情况、生活习惯，宜选取主要房间进行太阳能供暖。太阳能热水系统人均日用水量宜按30L～60L选取。太阳能空气集热器供热采暖系统送风温度宜为30℃~50℃。

**6.5.7**同时承担供暖和供热水负荷时，应采用两者中较大的负荷作为最后确定的系统负荷。供热供暖系统的负荷计算应按《太阳能供热采暖工程技术规范》GB 50495的规定进行。

**6.5.8**太阳能供暖系统配置辅助热源时应优先选用生物质、热泵、燃气、电等能源，辅助热源应单独计量。辅助热源设计应按《太阳能供热采暖工程技术规范》GB 50495的规定进行。

**6.5.9**太阳能集热系统设计应按国家标准《太阳能供热采暖工程技术规范》GB 50495有关规定进行。

**6.5.10** 短期蓄热太阳能供热采暖系统设计应按国家标准《太阳能供热采暖工程技术规范》GB 50495有关规定进行。

【条文说明】应根据太阳能集热系统的形式、性能、投资，供暖负荷、太阳能保证率等进行技术经济分析是否需要采用短期蓄热系统。

**6.5.11** 太阳能热水供暖系统设计应按国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736有关规定进行。

【条文说明】可采用热水地板辐射、水—空气处理设备和散热器等末端供暖系统。

**6.5.12**太阳能供热采暖系统效益评估应按国家标准《太阳能供热采暖工程技术标准》GB 50495有关规定计算。

**Ⅲ施工与安装**

**6.5.13**太阳能供热供暖系统的施工安装应单独编制施工组织设计，并应包括与主体结构施工、设备安装、装饰装修等相关工种的协调配合方案和安全措施等内容。

**6.5.14**安装的产品、配件、材料应有产品合格证，其性能应符合设计要求；太阳能集热器应有性能检测报告。

**6.5.15**系统的施工安装不得破坏建筑物的结构、屋面、地面防水层和附属设施，不得削弱建筑物在寿命期内承受荷载的能力。

**6.5.16**太阳能集热系统的施工应符合国家标准《太阳能供热采暖工程技术规范》GB 50495有关规定进行。

**6.5.17**短期太阳能蓄热系统的施工应符合国家标准《太阳能供热采暖工程技术规范》GB 50495有关规定进行。

**6.5.18**末端供热供暖设备和管道施工安装应符合现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》 GB50242和《通风与空调工程施工及验收规范》GB 50243 的相关规定。

**6.5.19**低温热水辐射供暖系统的施工安装应符合现行行业标准《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142的相关规定。

**6.5.20**系统的电缆线路施工和电气设施的安装应符合现行国家标准《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168和《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303的相关规定。

**6.5.21**系统中电气设备和与电气设备相连接的金属部件应做等电位连接处理。电气接地装置的施工应符合现行国家标准《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB 50169的规定。

**Ⅳ调试及验收**

**6.5.22**太阳能供热采暖工程应在系统调试合格后方可竣工验收。。

**6.5.23**系统调试应包括设备单机、部件调试和系统联合调试。系统联合调试完成后应进行连续3d的试运行。

**6.5.24**太阳能供热采暖系统工程的分项工程验收和竣工验收应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300的规定。

**6.5.25**太阳能供热采暖系统调试及验收内容应满足《太阳能供热采暖工程技术标准》GB 50495的有关规定。

## 6.6多能互补能源利用系统

**Ⅰ一般规定**

**6.6.1** 严寒和寒冷地区农村居住建筑供暖系统节能改造宜根据当地资源条件，遵循因地制宜、多能互补、综合利用、安全可靠、讲究效益的原则，优先选择可再生能源，如太阳能、生物质、地热能等；可再生能源的利用应采取灵活的方式，可采用单户分散利用方式，也可采用集中利用的方式。

【条文说明】由于农村建筑现在有新型农村社区，合理规划，布局紧凑，基本上聚居在一片地区，可以根据当地资源条件，合理地采用集中式系统；对于村落较为分散，或独立村落规模较小，或村落具备一定规模但其中的建筑布局较分散情况，不适用集中式供暖系统，因根据实际情况，采用单户分散式系统。

我国广大农村地区存在丰富多样的能源资源，并且具有地域性、多能源互补性等特点。全国2/3 地区太阳能资源高于H 类，具有理想的开发利用潜力。农村是生物质能的最主要产地，在经济发达地区，农村的秸轩、薪柴、粪便等生物质能源丰富，规模开发的潜力极大。我国农村地域广泛，地热能资源丰富。

为降低建筑能耗，减少生活用能，提高农民生活水平，既要节流，又要开源，所以，应努力增加可再生能源在建筑中的应用范围。在技术、经济和资源等条件允许的情况下，应充分利用太阳能、生物质能和地热能等可再生能源来替代煤、石油、电力等常规能源，从而节约农村居住建筑供暖和生活用能，减轻环境污染。

可再生能源技术多样，各项技术均有其适用性，需要不同的资源条件和技术经济条件。因此，可再生能源利用时，应做到因地制宜，多能源互补和综合利用，选择适宜当地经济和资源条件的技术来实施。如在西部太阳辐照条件好的地方，以太阳能利用为主，其他可再生能源为辅；而在四川、贵州等太阳能资源贫乏地区，生物质能丰富的地区，可以生物质能为主；而在经济发达地区，可以尝试利用地热能作为农村居住建筑供暖空调的能源。

**6.6.2**多能源耦合供暖系统改造应在供暖能耗现状调查、室内热环境现状诊断的基础上，结合当地资源情况、当地能源价格、地理气候条件、环境保护、能源效率及用户对供暖运行费用可承受的能力等综合因素，提出初步节能改造方案和节能潜力分析。

【条文说明】针对村镇建筑多能互补系统，基础数据缺乏、可再生能源未得到充分利用、多能互补耦合利用技术缺乏适宜性研究，可再生能源利用率低、多能源耦合利用效率不高的问题。在供暖能耗现状调查、室内热环境现状诊断的基础上，结合当地资源情况、地理气候条件、环境保护、能源效率及用户对供暖运行费用可承受的能力等综合因素，提出初步节能改造方案和节能潜力分析。

**6.6.3**设置多能源耦合供暖系统应对建筑结构进行安全复核，并应满足建筑结构及其它有关专业提出的安全要求。

【条文说明】严寒和寒冷地区农村居住建筑上设置多能源耦合供暖系统，考虑系统设备的重量对建筑结构是否可以承受，必须经建筑结构进行安全复核，并应满足建筑结构及其它有关专业提出的安全要求。保证建筑结构本体安全方面应注意四点：

①安装太阳能集热模块给结构增加的荷载按75kg/m2设计。

②安装太阳能集热系统增加的荷载必须传到结构的承重梁或墙上。

③安装太阳能集热系统要与建筑结构主体连接牢固,要有足够的抵抗人为与天灾破坏的能力。

④太阳能集热水箱最好设置在室内,并且要验算结构的承载力，应与建筑结构主体可靠连接固定。

**6.6.4**多能源耦合系统所采用的设备应符合现行国家有关产品标准的规定，并优先选用经济性较好、能效比较高的产品。

【条文说明】 能效比是衡量供暖通风等设备的重要技术性能指标。能效比高，说明该种产品具有节能、省电的先决条件。用户在选购设备时，可以根据产品上的能效标识来辨别能效比。目前市场上常用的能效标识分为1、2、3、4、5共5个等级，等级1表示产品达到国际先进水平，最节电，即耗能最低；等级2表示比较节电；等级3表示产品的能源效率为我国市场的平均水平；等级4表示产品能源效率低于市场平均水平；等级5是市场准入标准，低于该等级要求的产品不允许生产和销售。一般农村家庭也需要根据自身经济条件选择经济性较好的产品。

**Ⅱ设计**

**6.6.5**农村居住建筑多能源耦合供暖热源形式应通过综合分析比较，按表6.6.5选择。

表6.6.5多能源耦合供暖热源形式

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 多能源耦合方案 | 主热源 | 辅助热源 |
| 1 | 太阳能 | 生物质 |
| 2 | 太阳能 | 空气源热泵 |
| 3 | 太阳能 | 地源热泵 |
| 4 | 太阳能 | 电直热 |
| 5 | 空气源热泵 | 电直热 |
| 6 | 空气源热泵 | 生物质 |

【条文说明】太阳能是替代传统化石能源的清洁能源，但由于其能源密度低、强度不稳定、分布不均匀，而建筑供暖则要求必须在整个供暖期都要保证相对恒定的室内温度，因此需要与合理的辅助能源联合运行。一般来说，太阳能供暖系统包括集热系统、储热系统、辅助热源系统、控制系统等主要组成部分，不同地区适宜采用的太阳能供暖辅助热源也各不相同，有必要根据区域资源条件论证分析，合理选择经济性好、易维护的高效供暖热源形式。如太阳能空气供暖系统，其系统形式和控制简单，不存在冬季冻结的风险，夜间需要依靠其他辅助热源如火炕、火墙等进行供暖。

传统空气源热泵在寒冷地区供暖应用时存在低温时不能启动或能效低，以及除霜等问题，随着技术的进步和发展，可有效解决低环境温度下空气源热泵制热量衰减的问题。空气源热泵昼夜能效比相差大，低温时，空气源热泵停止运行，采用合理的辅助热源进行辅助供暖，使其在高效区运行。

电直热，主要以低谷电调峰及弃电丰富地区为背景。

**6.6.6**多能源耦合供暖热源设计时，应进行供能系统与用能系统的优化匹配设计，避免出现能源简单叠加。

【条文说明】多能源耦合供暖不仅仅是能源叠加的过程，当一种能源供给不足时就投入另一种能源，应充分利用各自能源的特性，通过优化能源系统的配置，从而提高系统整体的综合能效。因此宜基于性能化设计方法，优化系统配置，提高供能、用能系统的匹配特性，提升耦合系统在供暖中的综合能效。

**6.6.7**太阳能热利用系统的辅助热源应根据建筑使用特点、用热量、能源供应、维护管理及卫生等因素选择，并宜利用余热等低品位能源和生物质、地热等其他可再生能源。

**6.6.8**太阳能作为供暖主热源时，辅助供热热源应100%满足建筑供暖使用需求。

【条文说明】由于太阳能资源是间断且不稳定的，不能简单地将不同形式的供冷供热能源叠加来满足建筑供冷供热需求，必须保证除太阳能外的其他稳定的建筑供冷供热能源可100%满足建筑使用需求。

**6.6.9**设置太阳能作为供暖主热源时，太阳能保证率应满足现行国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB／T 50801的有关规定。

【条文说明】太阳能保证率是衡量太阳能在供暖系统所能提供能量比例的一个关键参数，也是影响太阳能供暖系统经济性能的重要指标。实际选用的太阳能保证率与系统使用期内的太阳辐照、气候条件、产品与系统的热性能、供暖负荷、末端设备特点、系统成本和开发商的预期投资规模等因素有关。太阳能保证率影响常规能源替代量，进而影响造价、节能、环保和社会效益。本条规定的保证率取值参考现行国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB／T 50801的有关规定。

**6.6.10**空气源热泵作为供暖主热源时，辅助供暖热源应按空气源热泵在供暖室外计算温度下的供暖量进行校核计算，保证建筑供暖使用需求。

**6.6.11**多能源耦合供暖热源蓄热形式应根据热源特征、区域资源、系统性能、系统投资、建筑供暖负荷等因素进行技术经济综合分析确定。

【条文说明】蓄热系统主要包括贮热水箱、蓄热水池或卵石蓄热堆等蓄热装置，农村居住建筑多能源耦合供暖系统配置储能水箱时，储能水箱应符合以下规定：

1 蓄热水箱容积的大小与系统热负荷、机组的工作时间系数有直接的关联，设计主要以冬季热负荷为准。

2 储能水箱应具有一定的强度和刚度，一般选用铝型材、镀锌板、玻璃钢、塑料等材料制作。

3 储能水箱应保温，钢板焊接水箱的内壁应作防腐处理，防腐涂料应卫生、无毒。

4 储能水箱和支架间应有隔热垫，不宜直接刚性连接。

**6.6.12**农村地区的生物质能复合供暖系统形式可采用内置集热器柴灶-火炕-热水供暖系统、基于火墙式火炕的热水供暖系统、内置集热器柴灶-火墙式火炕内集热器-热水供暖系统等，并满足下列要求：

1火炕复合自然循环供暖系统各部件的连接方式见图6.6.12-1、6.6.12-2。



图6.6.12-1 内置热水集热器柴灶与热水供暖系统的安装连接图

1-集热柴灶 2-膨胀水箱 3-散热器 4-排气阀 5-供水干管 6-回水干管



图6.6.12-2 火墙内换热器自然循环供暖系统平面图

2内置换热器柴灶与散热器相连的自然循环供暖系统中，其系统管道宜根据厨房及卧室内房屋布局进行布置，且尽量保证管道简单、弯头少。

3内置换热器柴灶与散热器相连的供暖系统中，宜优先采用自然循环系统供暖，当受房间布局限制使得管道系统复杂时，可采用机械循环系统。

4内置换热器柴灶与散热器相连的供暖系统中，内置换热器柴灶与散热器的高差需满足自然循环系统中的规定，散热器中心比内置热水管水套中心高出至少0.5m。

5火墙式火炕的火墙换热器作为散热器的热水热源，宜平铺在火墙内。

6对于热负荷需求大的房间，可采用内置柴灶-火墙式火炕（火墙内有集热器）-热水供暖系统。

【条文说明】

1针对农村地区目前的供暖现状可得，由于单独的火炕为室内提供的热量无法满足热负荷要求，因此大多采用以散热器为辅助供暖末端。然而，多数农户利用小型的燃煤锅炉作为热水供暖的热源，消耗了煤等商品能。因此，需充分结合农村地区的特有资源来作为室内自然循环供暖系统的热源。通过对现有农村地区的供暖方式研究可得，以生物质能为主的燃料装置如内置换热器柴灶、火墙内换热器均可与散热器相连为室内供暖。因此，充分结合农村地区的资源优势，采用供暖热源为生物质能的自然循环供暖系统，主要包括内置换热器柴灶与散热器相连以及火墙式火炕的火墙内换热器与散热器相连等。热源宜选取以生物质能为主的热源装置。

2由于内置换热器柴灶所在位置的局限，系统管道相连的原则需在不影响农户正常生活的条件下布置，根据房间的具体布局选择合适的方法。然而，在管道的布置过程中，应尽量避免过多的弯头，由于过多的弯头会导致系统阻力增大，从而使得自然循环系统运行不利。

3由于农村地区的经济条件以及目前的能源趋势，在采用热水循环供暖系统时需尽量采用自然循环供暖，避免使用消耗电能的机械设备进行循环。如若受房间布局的限制，该热水供暖系统的管道布置复杂，系统阻力大，自然循环供暖无法满足该系统阻力，则此时可借助于机械循环系统进行供暖。

4内置换热器柴灶与散热器相连的供暖系统中，与一般的锅炉热源不同，该热水热源来源于内置换热器柴灶，因此为了有效保证在该种热源下的自然循环供暖动力，需规定内置换热器柴灶与散热器的高度。

5通过对火墙式火炕的有关研究可得火墙式火炕的供暖能力大，火墙燃烧室内的热量较大，若不充分利用该部分热量，将造成能量的浪费，且在火墙处温度过高，容易造成烫伤。因此，为了充分利用该部分热量，可在火墙式火炕的火墙内设置换热器，该换热器需平铺于或墙内，目的是为了更加均匀的获得热量，从而为散热器提供暖量。

**6.6.13**对热负荷大、需要持续供暖的农村地区，可考虑利用生物质能与太阳能复合的供暖系统。

【条文说明】不同地区的建筑形式及围护结构不同，根据不同地区的特点，对于室内热负荷大、需要持续供暖的地区，仅依靠生物质能的供暖方式无法满足室内所需的持续供暖的要求。

由于生物质能的供暖方式均是依靠炊事期间燃烧的燃料为火炕、集热器、散热器提供暖量，其具有即时性，开始炊事时，内置集热器柴灶、火墙式火炕的火墙内的换热器则吸收燃料燃烧的热量，加热热水 供暖系统，当炊事结束后，热水 供暖系统的散热末端的温度则开始下降。因此，在冬季夜间温度低的条件下，仅依靠炊事时所提供的热量不能保证人体夜间的舒适性。为了满足该种热负荷大、需要持续供暖地区的热舒适要求，应考虑结合太阳能蓄热地面系统。太阳能蓄热地面系统可提前储存过渡季的太阳能集热器收集的热量，在供暖季开始后，太阳能集热器继续向蓄热地面输送热量，蓄热地面则以对流和辐射换热方式为室内提供持续稳定的热量，从而保证了非炊事时室内热热舒适及热稳定性。复合供暖系统的结合方式包括火炕-太阳能蓄热地面系统、内置集热器柴灶-火炕-热水供暖-太阳能蓄热地面系统、火墙式火炕（火墙内设换热器）-热水供暖-太阳能蓄热地面系统、内置集热器柴灶-火墙式火炕（火墙内设换热器）-热水供暖-太阳能蓄热地面系统。

**6.6.14宜**采用智能控制系统，系统具有显示度、全自动化、可远程监控。

**Ⅲ控制要求**

**6.6.15**多能源耦合供暖系统方案设计时，宜根据不同的运行目标设定对应的运行策略，保证整体系统运行能效最优。

【条文说明】目前建筑能源供应系统普遍存在长时间的大流量小温差运行的问题，相关设备也造成巨大的能源浪费，要实现能源系统的运行节能，必须形成一整套良好的控制策略，精准的监控系统和高效的执行系统。根据室外气象条件的变化，以满足建筑负荷需求、系统节能、机组高效运行为判定依据，给出该系统在不同阶段的运行策略，可以实现不同阶段系统供暖与负荷需求的良好匹配。

**6.6.16**多能源耦合供热热源应根据供暖需求，应设置定温自动切换的功能，同时具备手动控制功能，供农户现场选用。

【条文说明】根据系统的组合不同，控制环节的做法也不尽相同，本节只原则性地提出主要控制要求，自动控制虽自动化程度高、使用方便，但农户如果能根据自己的生活需要和行为节能意识自行手动进行控制，才能最大限度地节能，因此必须能够具有手动启动辅助热源的功能。

**6.6.17**多能源耦合供热热源切换宜采用定温控制。当介质温度低于“设计供热温度”时，应通过控制器启动辅助热源加热设备工作，当介质温度高于“设计供热温度”时，辅助热源加热设备应停止工作。

【条文说明】本条规定了系统运行和设备工作切换的自动控制设计的基本原则。为保证多能源耦合供热采暖系统的稳定运行，当主热源的工作介质不能获取相应的有用热量，使工质温度达到设计要求时，辅助热源加热设备应启动工作；主热源能达到设计温度时，辅助热源加热设备应立即停止工作，以提高系统能效；所以，应采用定温(工质温度是否达到设计温度)自动控制，来完成主热源和辅助热源加热设备的相互工作切换。

## 6.7末端设备改造

**Ⅰ一般规定**

**6.7.1**当用户原有末端完全满足需求时可不进行改造；当原有末端基本满足需求时，可对管路系统进行适当改造或对部分末端进行改造；当原有末端完全无法满足需求时应进行改造。采用空气源热泵热风机供暖时，无需另外增加末端。

**6.7.2**优先选择散热性能良好、耐用且养护简单的末端设备。

**Ⅱ设计**

**6.7.3**农宅供暖末端应根据房间耗热量、供暖需求特点、当地居民生活习惯及当地资源条件，合理选用火炕、火墙、火炉、燃池、散热器、地板辐射一种或多种供暖方式，宜遵循以下原则：

1散热器：适用于热源为热泵或生物质炉具的热水系统连续性供暖；供水温度不宜低于50℃；各房间散热器宜采用并联方式，便于各房间单独调节。

2地板辐射供暖：适用于热源为热泵或生物质炉具的热水系统连续性供暖，尤其适用于太阳能或空气源热泵热水供暖系统；供水温度不宜高于40℃；地板辐射供暖施工时应进行地面保温，各房间水路宜单独控制调节。

3风机盘管：适用于冷暖型水系统热泵；可单独控制风盘风机开关；供暖为主的系统宜采用落地式风盘。

4火炕、燃池、火墙：冬季室内热负荷较大的农村住宅建筑，根据当地生活习惯，可采用火墙式火炕或燃池供暖；可设置水盘管系统为其他房间供暖，同时解决炕表面温度分布不均和仅能局部供暖的问题。

【条文说明】冬季室外温度低，且严寒和寒冷地区的气候不同，因此农村住房的房间耗热量和供暖需求也不相同。不同的地区，农户的生活习惯及当地资源也不同，需根据该现有的条件选取适合的供暖末端。对于严寒地区而言，冬季室外温度可达-30℃，若单纯只采用火炕的供暖末端为室内供暖，则会导致室内温度无法满足人员需求，而就需采用提供暖量较多的供暖末端或是多种供暖方式结合。对于寒冷地区而言，室外温度相比严寒温度高，则可选择供暖量相对小的供暖末端或多种组合方式。

**Ⅲ施工与验收**

**6.7.4**末端散热器、地板辐射供暖以及风机盘管等的改造应按照相关标准执行，同时注意以下事项：

1 末端散热器宜在北墙内或南向窗台下布置；

2 室内末端同一层宜设置在同一水平高度；

3 风机盘管应安装在气流通畅的位置，四周不应有阻挡；

4 一层地板辐射供暖宜对地面进行保温改造，盘管底部铺设热反射膜等措施。

**6.7.5**火墙式火炕的设计和建造应符合下列规定：

1 火墙燃烧室净高宜为300mm~400mm，并且要在燃烧室与炕面中间设50mm~100mm空气的夹层，同时在炕体内部侧壁上应设置炕内通气孔。

2火墙和火炕宜共用烟囱进行排烟。

3 添柴口应设置可启闭门板，火墙不运行时应关闭，具有保温效果。

4 应对火墙表面进行防烫伤措施，也可在火墙侧壁上温度过高区域增设一层砖进行加厚。

5 可在火墙燃烧室上方设置集热器，构成重力循环热水供暖系统，为其他房间供暖。

【条文说明】火墙式火炕的火墙燃烧的净高需在合适的范围，以保证填料时轻松方便。由于火墙燃烧室内燃料是在其内直接燃烧，温度高，因此通过其与炕面之间的空气层为炕面提供暖量可避免温度过高造成烫伤。火炕和火墙采用同一个烟囱进行排烟，可以使得火墙内烟气通过其与火炕之间的通道进入炕梢，保证了炕面温度的均匀性。在火墙的添柴口可设置其闭门板，当燃料填入燃烧室内点燃后，可将该添柴口关闭，避免热量散失，在火墙不运行时应关闭。由于火墙燃烧室内的燃料直接燃烧，火焰温度较高，为了避免烫伤，可在火墙侧壁上温度过高区域增设一层砖进行加厚。

由于该火墙的热量过高，造成了部分能量的浪费，因此可在火墙燃烧室上方设置集热器，构成重力循环热水供暖系统，充分利用该燃烧多余的热量，提高了热利用效率。

**6.7.6**末端散热器、地板辐射供暖设备以及风机盘管等验收应按照相关标准执行，同时应注意以下事项：

1 试压正常无漏水，表面无损坏；

2 散热器温度分布均匀，无明显温差；

3 末端排气阀正常；

4 地板辐射供暖各回路循环正常；

5 风机盘管运行正常，无异响；

6 末端用于夏季制冷时，冷凝水排放应顺畅。

# 7采光与照明

7.1采光

**7.1.1住宅中的卧室、起居室（厅）、厨房应有直接采光。**

**7.1.2**住宅建筑的采光标准值应符合表7.1.2的规定。

表7.1.2 住宅建筑的采光标准值

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 采光等级 | 场所名称 | 侧面采光 |
| 采光系数标准值（%） | 室内天然光照度标准值（lx） |
| **Ⅳ** | **起居室（厅）、卧室、书房、厨房** | **2** | **300** |
| Ⅴ | 卫生间、过厅、楼梯间、餐厅 | 1 | 150 |

7.2照明

**7.2.1**应选择高效节能光源和灯具，并宜选择LED光源。照明光源、镇流器、LED模块控制装置及配电变压器的能效等级不应低于国家现行有关能效标准规定的2级。

**7.2.2**用于农户长期活动或停留场所的一般照明的LED光源和LED灯具，一般显色指数不应小于80，特殊显色指数*R*9应大于0，色温不宜高于4000K。

**7.2.3**LED光源的功率因数应符合表7.2.3的规定。

表7.2.3 LED光源的功率因数

|  |  |
| --- | --- |
| 实测功率（W） | 功率因数 |
| ≤5 | ≥0.5 |
| ＞5\* | ≥0.9 |
| 注：\*家居用LED光源功率因数≥0.7。 |

**7.2.4**非定向LED光源的初始光效不应低于表7.2.4的规定。

表7.2.4非定向LED光源的光效（lm/W）

|  |  |
| --- | --- |
| 额定功率（W） | 额定相关色温 |
| 2700K | 3000K | 3500K/4000K |
| ≤5 | 65 | 65 | 70 |
| ＞5 | 球泡灯 | 65 | 70 | 75 |
| 直管型 | 75 | 80 | 85 |

 **7.2.5** LED灯具的功率因数应符合以下规定：

1 LED筒灯的功率因数应符合表7.2.5的规定。

表7.2.5LED筒灯的功率因数

|  |  |
| --- | --- |
| 实测功率（W） | 功率因数 |
| 实测功率≤5 | ≥0.5 |
| 实测功率＞5\* | ≥0.9 |
| 注：\*家居用LED筒灯功率因数≥0.7。 |

2 LED线形灯具、LED平面灯具及LED高天棚灯具实测功率因数不应小于0.9。

**7.2.6** LED灯具效能应符合以下规定：

1 LED筒灯的效能不应低于表7.2.6-1的规定。

表7.2.6-1 LED筒灯的效能

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 色温（K） | 2700 | 3000 | 3500/4000 |
| 灯具出光口形式 | 格栅 | 保护罩 | 格栅 | 保护罩 | 格栅 | 保护罩 |
| 灯具效能(lm/W) | 60 | 65 | 65 | 70 | 70 | 75 |

2 LED线形灯具的效能不应低于表7.2.6-2的规定。

表7.2.6-2 LED线形灯具的效能

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 色温（K） | 2700/3000 | 3500/4000 |
| 灯具效能(lm/W) | 85 | 90 |

3 LED平面灯具的效能不应低于表7.2.6-3的规定。

表7.2.6-3 LED平面灯具的效能

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 色温（K） | 2700 | 3000 | 3500/4000 |
| 出光口形式 | 反射式 | 直射式 | 反射式 | 直射式 | 反射式 | 直射式 |
| 效能(lm/W) | 60 | 75 | 65 | 80 | 70 | 85 |

**本标准用词说明**

**1**  为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

（1）表示很严格，非这样做不可的：

 正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

（2）表示严格，在正常情况下均应这样做的：

 正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

（3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

（4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，可采用“可”。

**2** 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

**引用标准名录**

1. 《民用水暖煤炉通用技术条件》GB16154
2. 《光伏系统并网技术要求》GB/T19939
3. 《低环境温度空气源热泵（冷水）机组》GB/T25127.2
4. 《建筑幕墙、门窗通用技术条件》GB/T 31433
5. 《光伏发电系统接入配电网特性评价技术规范》GB/T31999
6. 《分布式电源并网技术要求》GB/T 33593
7. 《光伏与建筑一体化发电系统验收规范》GB/T 37655
8. 《建筑设计防火规范》GB50016
9. 《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB 50169
10. 《民用建筑热工设计规范》GB 50176
11. 《建筑内部装修设计防火规范》GB50222
12. 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》 GB50242
13. 《通风与空调工程施工及验收规范》GB 50243
14. 《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》GB 50274
15. 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300
16. 《屋面工程技术规范》GB50345
17. 《地源热泵系统工程技术规范》GB50366
18. 《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411
19. 《太阳能供热采暖工程技术规范》GB 50495
20. 《建设工程施工现场消防安全技术规范》GB50720
21. 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736
22. 《光伏发电站设计规范》GB 50797
23. 《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801
24. 《农村居住建筑节能设计标准》GB/T50824
25. 《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26
26. 《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80
27. 《建筑工程饰面砖粘接强度检验标准》JGJ110
28. 《居住建筑节能检验标准》JGJ/T132
29. 《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142
30. 《外墙外保温工程技术规程》JGJ 144
31. 《建筑门窗玻璃幕墙热工计算规程》JGJ/T 151
32. 《民用建筑太阳能光伏系统应用技术规范》JGJ203
33. 《倒置式屋面工程技术规程》JGJ230
34. 《外墙内保温工程技术规程》JGJ/T 261
35. 《农村住房危险性鉴定标准》JGJ/T363
36. 《低环境温度空气源热泵热风机》JB/T 13573
37. 《生物质炊事采暖炉具通用技术条件》NB/T 34007
38. 《农村小型地源热泵供暖供冷工程技术规程》CECS 313