

宁夏回族自治区 北方地区冬季清洁取暖技术指南

宁夏回族自治区住房和城乡建设厅

宁夏建设新技术协会

2023年8月

前 言

为深入贯彻落实党中央、国务院关于推进北方地区冬季清洁取暖的决策部署，持续打好污染防治攻坚战，助力实现“双碳”目标，保障宁夏广大群众温暖过冬，构建绿色、节约、高效、协调、适用的宁夏地区冬季清洁取暖体系，推动城乡建设绿色低碳高质量发展，提高人居环境质量。根据《北方地区冬季清洁取暖资金绩效评价办法>的通知》（财资环〔2022〕38号）、《国家发展改革委等部门关于促进北方地区清洁取暖持续向好发展的意见》（发改能源〔2022〕1916号）等相关规定，聚焦北方地区冬季清洁取暖项目“接地气”、“可持续”原则，充分汲取先进省市冬季清洁取暖项目建设管理经验，坚持因地制宜、科学规划、精准施策，为宁夏地区冬季清洁取暖技术路径选择、方案设计、设备选型提供指导依据，编制《宁夏回族自治区北方地区冬季清洁取暖技术指南》（以下简称《技术指南》）。

该《技术指南》结合国家、自治区现行政策、标准和宁夏实际情况编制，主要针对无集中供热的城区、县城、农村建筑采用燃气壁挂炉、生物质炉、空气源热泵、太阳能光伏、太阳能光热等冬季清洁取暖系统，用于指导各市、县（区）选择适合居民自身条件的冬季清洁取暖技术，并对项目方案设计、设备安装和运行维护等提出相关要求。《技术指南》在具体使用过程中，可根据当地的气候条件、资源情况、居民需求等进行调整和细化。

目 录

| | |
|------------------------|----|
| 前 言 | 1 |
| 目 录 | 2 |
| 第 1 章 总 则 | 3 |
| 第 2 章 建筑能效提升 | 4 |
| 2.1 基本规定 | 4 |
| 2.2 建筑节能 | 4 |
| 2.3 既有建筑节能改造 | 5 |
| 第 3 章 冬季清洁取暖技术 | 8 |
| 3.1 基本要求 | 8 |
| 3.2 户式燃气供暖热水炉 | 10 |
| 3.3 生物质炉 | 13 |
| 3.4 空气源热泵 | 16 |
| 3.5 太阳能光伏 | 23 |
| 3.6 太阳能光热 | 30 |
| 3.7 太阳能光伏光热（PVT） | 35 |
| 第 4 章 运行维护 | 38 |
| 4.1 一般规定 | 38 |
| 4.2 户式燃气供暖热水炉 | 38 |
| 4.3 生物质炉 | 39 |
| 4.4 空气源热泵 | 39 |
| 4.5 太阳能光伏 | 40 |
| 4.6 太阳能光热 | 41 |
| 4.7 太阳能光伏光热（PVT） | 43 |

第 1 章 总 则

1.0.1 冬季清洁取暖应遵循“宜电则电、宜气则气、宜热则热”的原则。

1.0.2 本《技术指南》适用于新建、扩建、改建的城区、县城、农村无集中供热的民用建筑及农村住宅冬季清洁取暖项目的设计、施工和运行维护。

1.0.3 新建民用建筑主要功能房间均应设置供暖设施，既有农村住宅改造的，其供暖房间的设置应符合下列要求：

- 1 少于二居室的农村住宅（含二居室）至少要设置 1 个供暖房间；
- 2 多于三居室的农村住宅（含三居室）应根据家庭常住人口情况设置供暖房间，且不宜少于 2 间。

1.0.4 冬季清洁取暖项目除应符合本《技术指南》外，尚应符合现行国家、行业、地方相关政策及标准的规定。

第 2 章 建筑能效提升

2.1 基本规定

2.1.1 城镇规划区新建建筑及既有建筑节能改造，均应严格执行国家或地方相关节能标准。

2.1.2 城镇规划区新建建筑鼓励按超低能耗建筑标准建设。

2.1.3 新建农村住宅及既有农村住宅节能改造，应依据本《技术指南》相关规定，因地制宜，确保质量，降低建筑能耗。

2.1.4 建筑节能改造的诊断、设计和施工，应由具有相应的建筑检测、设计、施工资质的单位和专业技术人员承担。

2.2 建筑节能

2.2.1 城镇规划区民用建筑

1 城镇规划区居住建筑应依据《居住建筑节能设计标准》（DB 64/521-2022）、《民用建筑热工设计规范》（GB 50176-2016）等标准的相关条文进行设计。

2 城镇规划区公共建筑应依据《公共建筑节能设计标准》（GB50189-2015）、《建筑节能与可再生能源利用通用规范》（GB 55015-2021）、《民用建筑热工设计规范》（GB 50176-2016）等标准的相关条文进行设计。

2.2.2 新建农村住宅

1 农村住宅应依据《农村居住建筑节能设计标准》（GB 50824-2013）

的相关条文进行设计，且主要围护结构传热系数限值应满足表 1 要求。

表 1 围护结构传热系数限值

| 围护结构部位 | 传热系数 (W/ (m ² ·K)) |
|---------------|-------------------------------|
| 屋 面 | 0.50 |
| 外 墙 | 0.65 |
| 外 窗 (南、北、东、西) | 2.80 |
| 外 门 | 2.50 |

2 外墙保温层应深入室外地坪以下，并超过当地冻土层的深度。

2.3 既有建筑节能改造

2.3.1 既有建筑节能改造，可结合当地的地理气候条件、经济技术水平，因地制宜地开展全面的节能改造或部分的节能改造。

2.3.2 城镇规划区既有民用建筑

1 城镇规划区既有居住建筑节能改造依据《既有居住建筑节能改造技术规程》(DBJ 64/ 054-2015)的相关条文进行设计。

2 城镇规划区既有居住建筑节能改造宜与老旧小区综合改造、旧城区综合整治、适老化改造、功能提升改造、棚户区改造等民生工程统筹推进，完善功能、提升品质，满足人民群众日益增长的舒适性需求。

3 城镇规划区既有公共建筑依据《公共建筑节能改造技术规范》(JGJ 176-2009)的相关条文进行设计。

2.3.3 既有农村住宅

节能改造前应了解供暖能耗现状、围护结构热工性能、供暖季室内热环境状况等，当建筑物围护结构热工性能不符合《农村住宅节能设计标准》

(DB 64/ 1068-2015) 的规定时, 应进行节能改造。

对围护结构进行节能改造时, 应确保既有建筑结构安全。

围护结构节能改造设计应确定外墙、屋面、供暖空间与非供暖空间分隔墙等保温层的厚度并计算外墙和屋面传热系数, 确定外窗传热系数。对外墙、屋面、窗洞口等可能形成热桥的构造节点, 应进行热工校核计算, 避免室内表面结露。

围护结构节能改造包括:

1 外墙

- a) 建筑外墙节能改造工程应选用安全、环保、对居民干扰小、工期短、对环境污染小、施工工艺便捷的墙体保温技术。
- b) 外墙保温构造措施和材料燃烧性能必须满足相关标准要求, 且端头收口处应采用密封材料嵌实。
- c) 改造后外墙传热系数限值不应大于 $0.85\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 。

2 门窗

- a) 外门应达到保温、防盗的要求; 原有建筑外门不满足热工性能要求时, 应进行更换。
- b) 外窗改造时, 可根据既有建筑具体情况, 采取更换原窗户或保留原窗户基础上再增加一层新窗户的措施。
- c) 门窗安装必须牢固可靠, 门窗周边与保温层交接处应按设计进行密封处理; 门窗框与墙体之间的缝隙应采用高效保温材料加密封胶封堵。
- d) 改造后外门传热系数限值不应大于 $2.5\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, 外窗传热

系数限值不应大于 $2.8\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 。

3 屋面

a)屋面节能改造设计应符合下列要求：

- 原屋面防水可靠的，可直接做倒置式保温屋面。
- 原屋面防水有渗漏的，应铲除原防水层，重新做保温层和防水层。
- 加设坡屋面时，应在原有平屋面上铺设耐久性、防火性能不低于 B_2 级的保温材料，保温层厚度应经热工计算确定。
- 坡屋面改造时，宜在原屋顶吊顶上铺放轻质保温材料；无吊顶时，可在坡屋面下增加或加厚保温层或增设吊顶，并在吊顶上铺设保温材料，吊顶层应采用耐久性、防火性能好，并能承受铺设保温层荷载的构造和材料。

b)改造后屋面传热系数限值不应大于 $0.5\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 。

4 实施部分节能改造的农宅，其改造部分的传热系数限值应符合本《技术指南》的规定。亦可根据改造项目的具体情况，通过将原外窗更换为节能窗、保留原外窗基础上再增加一层新窗，将原进户门更换为保温门，加设门斗，附加阳光间，设置保温吊顶等措施进行改造。改造后建筑物供暖热负荷比改造前降低 30% 时，视为满足建筑能效提升要求。

第3章 冬季清洁取暖技术

冬季清洁取暖是指通过高效用能系统，利用清洁化燃煤（超低排放）、天然气、电、地热、生物质、太阳能、工业余热、核能等清洁能源，实现建筑低能耗、低排放的供暖方式。

冬季清洁取暖技术首先需基于清洁能源，当前我区适用的清洁能源包括天然气、电、工业余热、可再生能源等。

农村通常为无集中供热管网的低建筑密度地区，由于供暖管道一般难以覆盖到农村地区，且由于成本问题，集中的农村能源和供暖市场难以形成，因此选择投资小的分散式灵活型热源更为适宜。

冬季清洁取暖可以通过多种方式实现，如采用新能源、改善能源利用效率、改善燃烧方式等。当前我区在农村地区实施的冬季清洁取暖技术见表2：

表2 冬季清洁取暖技术适用范围及特点

| 冬季清洁取暖技术 | | 适用范围 | 应用特点 |
|---------------|-------|------------------|--------------------------------------|
| 户式燃气供暖热水炉 | | 适用于有天然气供应的区域 | 操作方便、技术成熟、燃烧效率及用户接受程度高 |
| 可再 生能 源 | 太阳能+ | 适用于农村住宅，村部、学校等建筑 | 运行费用低，光伏系统可产生直接收益 |
| | 空气源热泵 | 适用于民用建筑及农村住宅 | 安装和运行相对简便，末端搭配灵活，适用范围广，能源利用效率及智能化程度高 |
| | 生物质炉 | 适用于农村住宅，村部、学校等建筑 | 安全可靠，操作和维护相对简单，适用范围广 |

3.1 基本要求

3.1.1 每一个供暖房间应进行热负荷计算，供暖设备的制热量应和建筑热负荷水平相适应。

3.1.2 农村住宅建筑采暖室内设计温度为 14℃，其余建筑采暖室内设计温度应满足《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》（GB 50736-2012）要求。

3.1.3 不应使用直接电加热供暖系统。若采用电直接加热设备作为供暖热源需符合下列条件之一：

1 无城市或区域集中供热，采用燃气、煤、油等燃料受到环保或消防限制，且无法利用热泵供暖的建筑。

2 利用可再生能源发电，其发电量能满足自身电加热用电量需求的建筑。

3 利用蓄热式电热设备在夜间低谷电进行供暖或蓄热，且不在用电高峰和平段时间启用的建筑。

4 电力供应充足，且当地电力政策鼓励用电供暖时。

3.1.4 在既有建筑上增设或改造太阳能系统，必须经建筑结构安全复核，满足建筑结构的安全性要求。

3.1.5 安装太阳能系统的建筑，应设置安装和运行维护的安全防护措施，以及防止太阳能集热器或光伏电池板损坏后部件坠落伤人的安全防护设施。

3.1.6 户内供暖系统的供水温度应符合下列要求：

1 散热器系统供水温度不应低于 55℃。

2 低温地面辐射供暖系统的供水温度不应高于 45℃。

3.1.7 供暖管道的最高处和散热器上部应设置自动排气阀，最低处应设置排水排污阀；回水管上应安装过滤器；热水进出口、冷水进口应设阀门。

3.1.8 管道和管线穿越建筑外围护结构时，缝隙应用阻燃密实材料填实，并采取相应的防水措施，室外敷设的电气管线、接线盒、出线口均应做防水保护处理。裸露在室外的管道应有可靠的保温防冻措施。

3.1.9 散热器及风机盘管宜安装在外窗内侧下方。

3.1.10 供暖系统应根据建筑类型及功能选择适宜的末端设备，热风型末端（热泵热风机）调节性较强，适用于间歇供暖的房间，热水型末端供暖稳定性较好，适用于连续供暖的房间。

3.1.11 供暖系统安装完成后应对单项设备及水系统进行运转调试。充水及防冻溶液应在系统冲洗和试压完毕后注入，防冻溶液浓度应满足防冻要求。充注完成后应进行水压试验。

3.1.12 项目所采用的设备、材料、计量器具等，应当符合国家、行业和地方标准的规定，不得使用国家和地方明令禁止使用与淘汰的材料、设备。

3.1.13 进入施工现场的材料、设备应进行质量检查，核对产品型号，检查外观；材料、设备均应具有出厂合格证、说明书及相关性能检测报告；定型产品和成套技术应有型式检验报告。

3.2 户式燃气供暖热水炉

3.2.1 技术简介及适用范围

户式燃气供暖热水炉（俗称燃气壁挂炉）是以燃气如天然气、人工煤气、液化石油气等为能源，以水为热媒的供暖锅炉。目前，我区使用的燃

气壁挂炉主要以管道天然气为主，其通过温控装置控制加热温度，将直接来自管道的冷水加热，进入供暖系统。可以实现通过简单的控制模块对系统进行运行调节，操作方便。具有技术成熟、燃烧效率较高、产业支撑和市场化能力较强、用户接受程度高、基本不排放烟尘和二氧化硫的优势。

燃气壁挂炉按照使用功能，可以分为单采暖燃气壁挂炉和采暖生活热水两用壁挂炉；按照燃气排气换热形式，可以分为普通燃气壁挂炉和冷凝式燃气壁挂炉。

燃气壁挂炉要求燃料供应稳定，适用于有天然气管网且燃气供应稳定、充足的地区。燃气壁挂炉推广需要稳定的燃气供应保障和供气管线等基础设施。对于难以保障稳定燃气供应的地区，管线施工有难度的地区，不适用于燃气壁挂炉的改造。同时，由于天然气管网的投资改造成本较高，一旦投入运行，应当长期使用。

3.2.2 技术指标

当采用燃气壁挂炉作为供暖热源时，其能效等级不应低于 1 级，热效率不应低于现行国家标准《家用燃气快速热水器和燃气采暖热水炉能效限定值及能效等级》（GB 20665-2015）中 1 级能效的要求。户式燃气供暖热水炉热效率见表 3。

表 3 户式燃气供暖热水炉热效率

| 类型 | | 热效率值 (%) |
|---|----------|----------|
| 户式取暖热水炉（热水） | η_1 | 99 |
| | η_2 | 95 |
| 注： η_1 为采暖炉额定热负荷和部分热负荷（30%的额定热负荷）下两个热效率值中的较大值， η_2 为较小值。当 η_1 与 η_2 在同一等级界限范围内时判定该产品为相应的能效等级。 | | |

3.2.3 施工安装技术要点

1 位置选择

- a) 燃气壁挂炉应安装在厨房、设备间、封闭阳台等场所。
- b) 下列房间和部位不应安装燃气壁挂炉：
 - 卧室、起居室和浴室等生活房间；
 - 楼梯和安全出口附近；
 - 易燃、易爆品堆放处；
 - 电磁炉、微波炉等强电磁辐射电器放置处。
- c) 设置壁挂炉的房间和部位必须设隔断门与起居室、卧室等生活房间隔开。
- d) 炉体安装应符合下列规定：
 - 应安装在耐火并能承受炉体重量的墙壁或地面上，当地面或墙面为可燃或难燃材料时，应设防火隔热板；
 - 炉体安装应牢固，保持竖直，不得倾斜；
 - 炉体安装在其他燃具上方时，炉体与相邻灶具的水平净距不应小于 300mm；
 - 炉体周围应留有必要的操作和维修空间，利于给排气管、供暖管道和生活水管道的连接。

2 给排气管安装

- a) 给排气管水平安装在外墙时，不带冷凝水收集装置的管道应向下倾斜 $2^{\circ} \sim 3^{\circ}$ ，带冷凝水收集装置的向上倾斜 $2^{\circ} \sim 3^{\circ}$ 。给气口距外墙的距离不应小于 100mm；

b) 壁挂炉与给排气管连接时应保证有良好的气密性。

3 壁挂炉燃气管道的连接

燃气管道与壁挂炉的连接必须采用带螺纹结构的金属管道或燃气专用铝塑复合管，并在炉前设置手动燃气球阀。

3.2.4 供、配电

1 燃气壁挂炉安装处需预留专用电源插座，电源插座与燃气管道的间距应不小于 300mm。

2 燃气壁挂炉安装场所应设置可燃气体报警装置。

注：应区分已有燃气报警器装置的房间。

3.3 生物质炉

3.3.1 技术简介及适用范围

生物质能是蕴藏在生物质中的能量，是绿色植物通过叶绿素将太阳能转化为化学能而储存在生物质内的能量，包括由生物质产生的固体、液体以及气体转化而来的能源。生物质通常包括木材、森林废弃物、农业废弃物、水生植物、油料植物、城市和工业有机废弃物、动物粪便等。

生物质能清洁供暖指利用生物质成型燃料在专用设备中燃烧进行热能转换，将热能输送至供热系统，提供供暖热水的技术。生物质能供热主要包括生物质热电联产、生物质炉集中供暖、中小型生物质炉分散供暖。

户式生物质炉具由主体系统、进料系统和智能控制系统组成，生物质颗粒料仓自动供料，并配有单独的劈柴进料口，有手动或者自动除渣装置，可实现自动点火、下料、自动恒温等功能。末端可连接散热器、地板采暖，供暖的同时可烧水做饭。

生物质成型燃料是通过专用设备将生物质压缩成特定形状来增加其密度的固体燃料。根据原料来源的不同，生物质成型燃料分为农业生物质成型燃料、林业生物质成型燃料和混合生物质成型燃料。生物质成型燃料热值约 3000~4800 kcal/kg，热值约为标煤的 70%~90%，即 1.2t 的生物质颗粒燃料相当于 1t 煤的热值。

生物质采暖技术适用于无集中供暖且生物质燃料供应便利的农村住宅及小型民用建筑。

生物质能供暖优点：

- 1 生物质能是一种化学态的能源，稳定性和储能性都较风能、太阳能等物理态的能量好。
- 2 与传统民用燃煤炉具相比，生物质炉具燃烧更加稳定，微量含硫不腐蚀炉堂，可延长炉具的使用寿命，系统安全可靠，整洁卫生，投料方便快捷，残留的碳渣量少，操作和维护相对简单。
- 3 生物质燃料燃烧后的余烬是高质量钾肥，可综合利用。
- 4 生物质能供暖布局灵活，既可集中供暖，也可分散供暖，适用范围广。

生物质能供暖缺点：

- 1 会少量排放 CO 和 PM_{2.5} 等常规污染物。
- 2 生物质固体燃料热值相对较低，燃料用量相对较高，价格波动较大，对后期供暖费用会产生一定影响。
- 3 生物质燃料供应要求高，农村地区宜在方圆 50km 内设燃料供应点。

3.3.2 技术指标

额定供热量小于 50kW 的生物质采暖炉具热效率和大气污染物排放应不低于《清洁采暖炉具技术条件》（NB/T 34006-2020）中 2 级要求。生物质采暖炉具采暖热效率和大气污染物排放指标见表 4。

表 4 生物质采暖炉具采暖热效率和大气污染物排放指标

| 分级 | 采暖热效率 (%) | 颗粒物 (mg/m ³) | 一氧化碳 (%) | 氮氧化物 (mg/m ³) | 二氧化硫 (mg/m ³) | 烟气黑度级 |
|-----|-----------|--------------------------|-----------|---------------------------|---------------------------|-------|
| 1 级 | >75 | <30 | <0.10 | <150 | <20 | ≤1 |
| 2 级 | 65~75 | 30~50 | 0.10~0.20 | 150~250 | 20~30 | ≤1 |

3.3.3 施工安装技术要点

1 炉具安装

- a) 炉具、膨胀水箱和排气管不应在室外安装使用。
- b) 炉具应安装在与卧室不直接相通的房间内，并与卧室有效隔离。
- c) 安装炉具的房间，应保持室内空气流通，推荐安装 CO 报警器。
- d) 炉具不应安装在堆放有易燃易爆物品的房间。
- e) 炉具安置地点的地面应采取硬化措施并预留操作、检修空间。
- f) 炉具安装时，炉具上的爆破片或泄压装置应避开使用者的主要活动区域，且不准改装和堵塞炉具的爆破片或泄压装置。

2 烟道安装

- a) 炉具应装设烟道并通往室外，烟道不准从卧室通过，烟道管径不应小于炉具出烟口直径，烟道安装应严密，烟气通畅无泄漏。不准在烟道内安装任何形式的挡板。
- b) 平屋面伸出高度不应小于 0.60m，且不得低于女儿墙的高度。

坡屋面伸出高度应符合下列规定：

——烟道中心线距屋脊小于 1.50m 时，应高出屋脊 0.60m；

——烟道中心线距屋脊 1.50m~3.00m 时，应高出屋脊且伸出屋面高度不得小于 0.60m；

——烟道中心线距屋脊大于 3.00m 时，其顶部与屋脊的连线同水平线间的夹角不应大于 10° ，且伸出屋面高度不应小于 1.60m。

- c) 对于通炕供暖炉烟道与通炕的通道转换挡板按安装说明书的要求设置，与大灶合用一个烟道时，应采取防止串烟的措施。
- d) 烟道应连接紧密无泄漏，采用插接式烟道的，烟道应按烟气流动方向连接，不准许倒插，并保证烟气通畅。烟道口应有防止雨雪进入的保护罩。
- e) 烟道贴邻或穿越建筑物处，应据烟道温度设置合理的隔热措施。

3.3.4 供、配电

1 生物质炉安装处需预留专用电源插座。

2 生物质炉金属外壳、正常情况下不带电的外露可导电部分、与用电设备相连的金属部件等均应可靠接地。

3 生物质炉应按下列规定采取电击防护措施：

- a) 应采用额定剩余电流动作值 $\leq 30\text{mA}$ 的剩余电流动作保护。
- b) 应设置辅助等电位联结。

3.4 空气源热泵

3.4.1 技术简介及适用范围

空气源热泵供暖技术是一种利用电动机-压缩机驱动，将空气能即空气中所蕴含的低品位能量作为热源，通过冷凝器/蒸发器换热转换成能够用于供暖的高品位热能的供暖方式。空气源热泵是近年来广受推广的节能技术，住房和城乡建设部于 2015 年将其纳入可再生能源范畴。

空气源热泵供暖技术优点：

1 适用范围广，空气能具有地点无限制性及时间可用性的特点，便利空气源热泵的安装与使用，使得空气源热泵机组具有安装地点灵活和使用连续性的优点，适用于不同类型的建筑和气候条件。

2 末端搭配灵活，可选择地暖管、散热器、风机盘管等，对连续供暖和间歇供暖的建筑均适用。

3 系统安装和运行相对简便，与电直接转化为热相比，效率更高，对电网增容要求相对要低，在既有农村建筑中易于实施。

4 空气源热泵可作为夏季空调冷源、冬季供暖热源，实现一机两用。

5 空气源热泵制热时不用气、不用煤、不用油，没有明火，没有有毒有害气体的排放；水电分离，水箱里没有任何电子元件，因此不仅环保，也避免了火灾、爆炸、中毒、触电等安全事故。

6 智能化程度高，空气源热泵内置微电脑安全系统，远程智能监控，用户可随时在手机端查看设备运行情况，也可在手机端开关机和设置温度。

空气源热泵供暖技术缺点：

1 性能易受环境温度影响，空气源热泵利用空气作为低位热源，其运行受环境温度影响较大，环境温度对机组的制热性能起着至关重要的作用。

2 空气源热泵供暖系统在工作时会发出一定的噪音。

根据使用侧传热介质的不同，空气源热泵可以分为热风机和热水机。热风机通过高温冷媒与室内空气换热来提升室内温度，而热水机通过冷媒与水换热来提升水的温度，再通过热水在末端循环供暖。热风机室内采用氟系统进行热量交换，系统中无水运行，解决防冻问题，夏季可制冷，一机两用。

热水机通过热水在末端循环供暖，末端可采用低温地面辐射（地暖管）、散热器、风机盘管等供暖方式，热风机末端仅有风机盘管一种类型，主要有一拖一和一拖二两种形式。热泵工作原理见图 1。

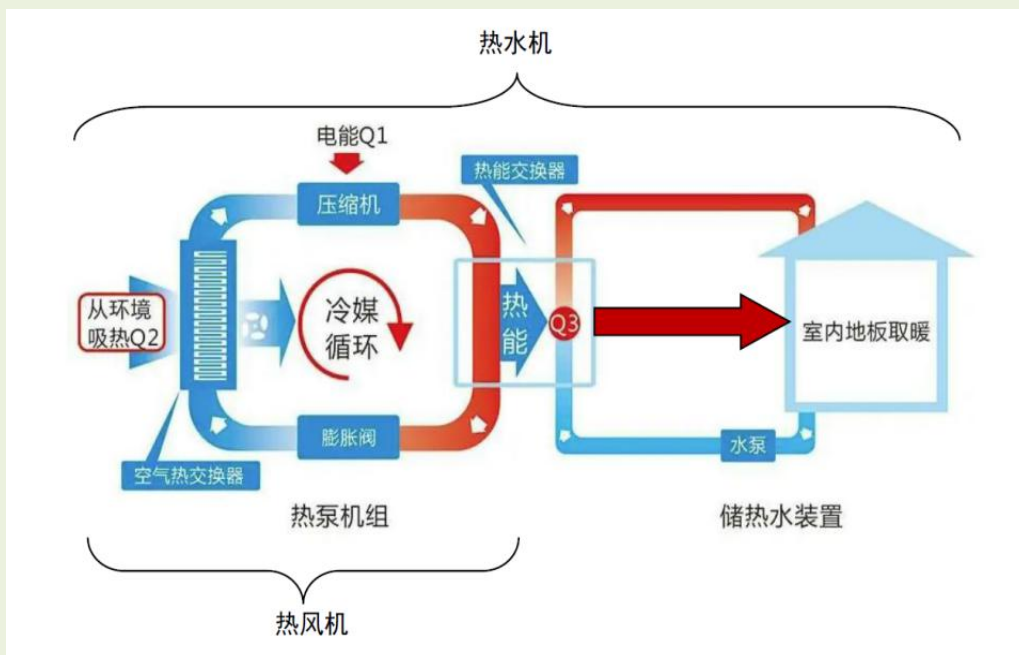


图 1 热泵工作原理图

热水机能够为供暖系统提供稳定的供水温度，可实现连续供暖，适用于经济水平较好，对室内热环境要求高的建筑。热风机可直接加热供暖房间空气，使供暖房间升温迅速，且控制灵活方便，适用于间歇供暖或不经常有人停留的建筑。

3.4.2 技术指标

1 应采用低环境温度空气源热泵（冷水）机和低环境温度空气源热泵热风机，即能在不低於 -25°C 的环境温度下连续运行的空气源热泵。

2 采用空气源热泵机组供热时，供暖室外设计计算温度应选取室外空调计算温度。

3 冬季设计工况下机组制热性能系数（*COP*）应满足下列要求：

a) 热风机组制热性能系数（*COP*）不应小于 2.2。

b) 热水机组制热性能系数（*COP*）不应小于 2.4。

4 空气源热泵室外机对周围建筑物产生的噪声干扰应符合《建筑环境通用规范》GB 55016-2021 的要求。

5 热泵机组在选型时应根据建筑实际负荷的变化特性，优先选择负荷可调节的变频机组、多压缩机机组或多台机组。

6 户式空气源热泵热水供暖系统宜设置缓冲水箱。

7 最初融霜结束后的连续制热运行中，融霜所需时间总和不应超过一个连续制热周期的 20%。

3.4.3 施工安装技术要点

1 室外机安装

a) 主机设备安装于通风、采光良好的地方，避免换热排风扇对墙安装，如遇特殊情况需对墙安装时，换热排风扇距墙面应预留有效通风距离。

b) 屋面安装时，校核设备运行使用对屋面结构荷载和墙体承重能力的影响，确保安装条件安全可靠，并应采取抗风及防雷措施。

- c) 挂墙安装时，墙体和连接件应能承受设备运行重量，连接应牢固可靠。
- d) 不应损坏建筑物结构，不应破坏屋面防水层和建筑物附属设施。
- e) 设备应安装在有足够强度的水平基础之上，且设备和基础之间应牢固连接，不得出现明显偏斜。
- f) 确保进风和排风的通畅，避免进排风之间气流短路，避免受污浊气流的影响。
- g) 避免对周围环境造成噪声污染，安装位置不宜靠近对声环境、振动要求较高的房间，在满足设备使用效果要求前提下，主机设备远离用户卧室位置安装。
- h) 热泵机组基础安装时宜采用橡胶减振垫。
- i) 安装位置应便于室外机的维修维护。
- j) 室外机积水盘应有融冰除霜装置，室外机化霜水应有组织排放，室外机应设置防积雪措施。

2 水系统施工

- a) 热泵机组进、出水口安装采用不锈钢波纹管或橡胶软连接。
- b) 水泵应按说明书要求安装，进、出水口应使用橡胶软连接，水泵底座应安装在减振基础上。
- c) 管道支吊架的设置应符合《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》（GB 50242-2002）。
- d) 空气源热泵机组与管道的连接应符合下列要求：
 - 机组与管道连接应在管道冲（洗）合格后进行；

——空气源热泵机组的进口应安装过滤器；

——空气源热泵机组的进出口应安装压力表和阀门。

- e) 供暖系统的水平管道的敷设应有一定的坡度，坡向应有利于排气和泄水。供回水支、干管的坡度宜采用 0.003，不得小于 0.002。
- f) 供暖系统的管道应有补偿管道热胀冷缩的措施，宜采用自然补偿，当自然补偿不能满足要求时，应设置补偿器。
- g) 空气源热泵热水供暖系统应在系统最高点或向上凸的管道上安装排气阀，在系统最低点或向下凹的管道上安装泄水装置。
- h) 除地面下敷设的供暖输配管和加热管外，空气源热泵系统的制冷剂管道、膨胀水箱、水系统管道等在室外或不供暖房间设置时，应采取绝热防腐的措施。绝热防腐的措施应符合《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》（GB 50736-2012）和《通风与空调工程施工规范》（GB 50738-2011）的规定。
- i) 设置在室内的水箱、水泵等设备的安装应符合《通风与空调工程施工规范》（GB 50738-2011）的规定。供暖末端等设备的安装应符合《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》（GB 50242-2002）、《辐射供暖供冷技术规程》（JGJ 142-2012）的规定。
- j) 空气源热泵系统的电气系统应采取单独回路供电，宜设置计量装置。所有电气设备和与其相连的金属部件应做接地处理。
- k) 空气源热泵系统的电气与控制应符合《低压配电设计规范》（GB

50054-2011)、《民用建筑电气设计标准》(GB 51348-2019)的规定。

3 室内机安装

风机盘管四周应没有障碍物,且与无线电设备(如电视机、收音机等)的距离 $>1\text{m}$,避免阳光直射,远离热源、蒸汽源、有易燃气体泄漏及有烟雾的地方,室内机送风口最高处距地面不宜高于 600mm ,安装示意图见图2。

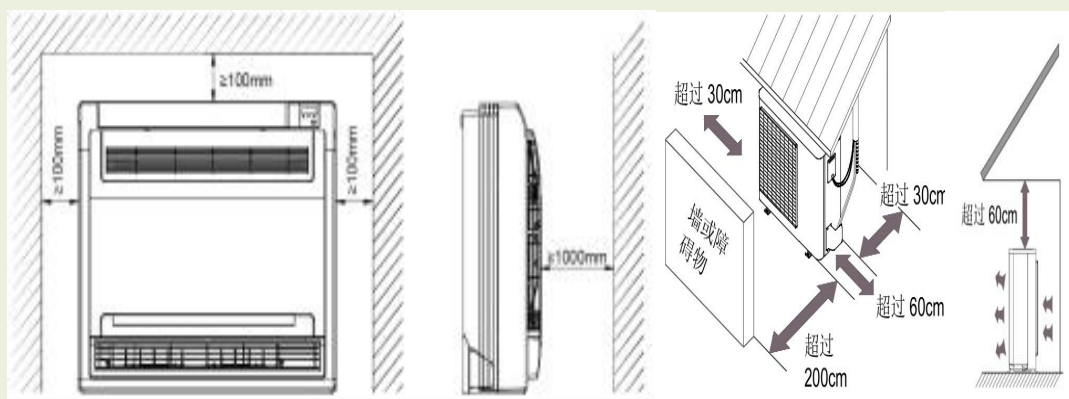


图2 室内机安装示意图

3.4.4 供、配电

1 空气源热泵安装实施之前,需要结合具体设备规格参数、用电容量等核实每户电源供电容量、供电电源线路等条件,并应与供电部门落实电源接入、用电增容等事宜。

2 空气源热泵低压供电电源可为三相 $\sim 50\text{HZ}$, $380\text{V}/220\text{V}$,名义输入功率超过 7.5kW 的热泵机组应采用 380V 供电。

3 空气源热泵系统的供电应结合照明系统供电统一考虑,用电计量应采用“一户一表”的计量方式,空气源热泵电源应由计量电表箱内每户总

开关后引接电源并应采用专用回路供电。

4 空气源热泵应设置专用配电控制箱，配电控制箱内应设置能耗监测电能计量装置，总开关应具有隔离功能并能同时断开相线和零线。配电控制箱应设于便于操作、维修、维护处且宜设在室内，当设在室外时，箱体防护等级不宜低于 IP54，箱底距地高度不应低于 1.8m。

5 空气源热泵配电线路应采用穿管敷设方式，明敷于潮湿场所或埋于素土内的金属导管，应采用管壁厚度不小于 2.0mm 的钢导管，并采取防腐措施。明敷或暗敷于干燥场所的金属导管宜采用管壁厚度不小于 1.5mm 的镀锌钢导管。

6 空气源热泵供暖系统所有用电设备正常情况下不带电的外露可导电部分、与用电设备相连的金属部件等均应可靠接地，室内设置空气源热泵供暖的场所（房间）宜设置等电位联结，屋面或室外空旷部位安装的设备应采取防雷措施，人员可触及的室外水泵等用电设备的电击防护措施应符合下列规定：

- a) 应采用额定剩余电流动作值 $\leq 30\text{mA}$ 的剩余电流动作保护。
- b) 应设置辅助等电位联结。

7 空气源热泵系统的配电设备安装、管线敷设、防雷接地等的安装施工应符合《低压配电设计规范》（GB 50054-2011）、《民用建筑电气设计标准》（GB 51348-2019）的规定。

3.5 太阳能光伏

3.5.1 技术简介及适用范围

太阳能光伏是利用半导体的光生伏特效应，将光能直接转变为电能的一种技术。这种技术的关键元件是太阳能电池。太阳能电池经过串联后进行封装保护形成大面积太阳能电池组件，配备功率控制器等部件形成光伏发电装置。

根据太阳能电池材料的不同，太阳能电池可分为：单晶硅、多晶硅和非晶硅薄膜太阳能电池等。

光伏发电系统分为并网光伏发电和独立光伏发电，并网系统又可以分为集中式光伏发电系统和分布式光伏发电系统。

用于分散供暖的主要为分布式光伏发电系统，在用户场地附近建设，常见的为建筑物屋顶的光伏发电项目，运行方式为用户侧自发自用、多余电量上网。分布式光伏发电系统与常规电网相连，共同承担供电任务。当有阳光时，逆变器将光伏系统所发的直流电逆变成正弦交流电，产生的交流电可以直接供给交流负载，然后将剩余的电能输入电网，或者直接将产生的全部电能并入电网。在没有太阳时，负载用电全部由电网供给。

采用分布式光伏供暖，将改变建筑以能源消费为主的角色，成为可再生能源的生产和供应者。分布式光伏系统用于供暖时，需要与其他以电为驱动热源的设备匹配。

常见的光伏供暖技术为光电直流采暖炉，系统由光伏组件、光电采暖炉（水储或储能电池）组成，光电采暖炉内置直流加热体和交流加热体两种加热体，通过智能控制，两种加热体自动智能切换，优先使用直流电，达到最佳节能运行状态，阴、雨、雪天光照不足或夜间使用储能（水储、储能电池）或者市电进行加热。非采暖季节，光伏电能用于室内用电设备，

多余电量并入公网。运行原理见图 3。

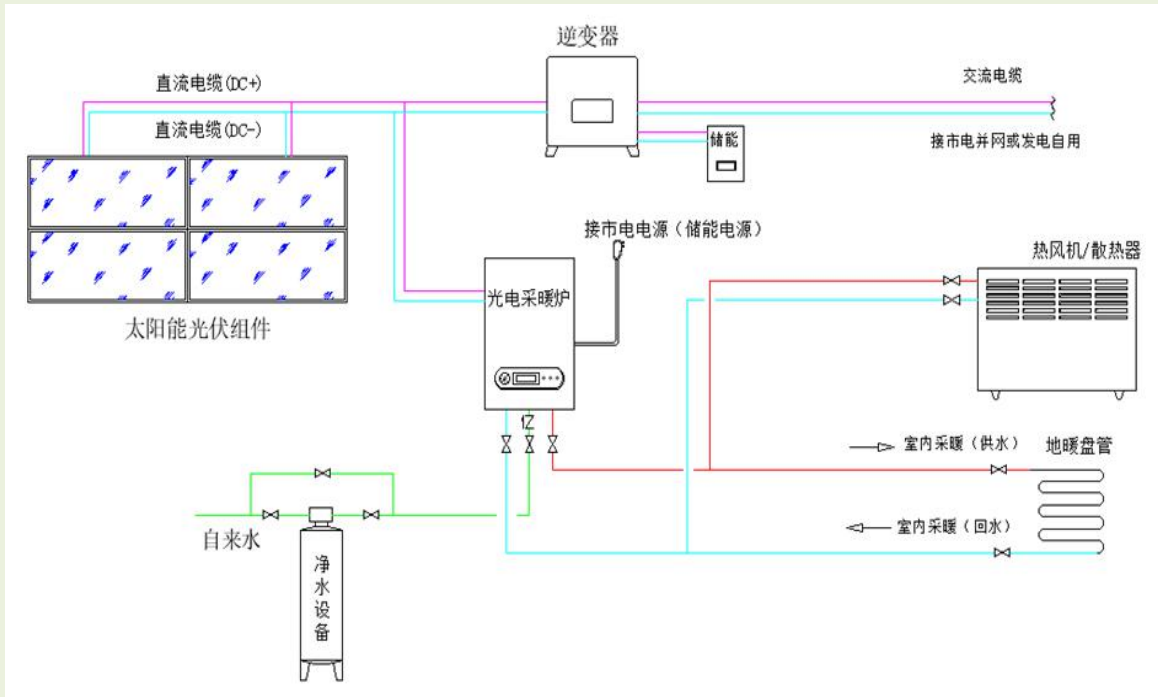


图 3 光伏供暖技术原理图

光伏直流采暖炉技术特点：

- 1 光伏组件产生的直流电无需逆变成交流电，省去逆变环节，无衰减浪费，电能利用率高。
- 2 电采暖炉布置和运行灵活，操作简单、便捷，系统不需配置其他辅助热源，适用范围广。
- 3 非供暖季节剩余电量并网发电上网，产生直接收益。

3.5.2 技术指标

- 1 光伏组件设计使用寿命应高于 25 年，系统中多晶硅、单晶硅、薄膜电池自系统运行之日起，一年内的衰减率应分别低于 2.5%、3%、5%，之后每年衰减应低于 0.7%。
- 2 光电采暖炉效率 $\geq 95\%$ 。

3.5.3 施工安装技术要点

1 光伏系统的主要部件周围不得堆积易燃、易爆物品，设备本身及周围环境应散热良好，设备上的灰尘和污物应及时清理。

2 新建建筑屋面上的光伏支架基座，应按设计要求与土建工程同步施工。

3 在既有建筑上增设或改造光伏系统，应进行建筑结构安全、光伏系统的电气安全复核，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。

4 光伏系统各组成部分在建筑中的安装位置应合理布置，并应满足其所在建筑防水、排水和系统的检修、更新与维护的要求。

5 支架、支撑金属件及其连接点，应具有承受系统自重、风载荷、雪载荷、检修载荷和地震作用的能力。连接件与主体结构的锚固承载力设计值应大于连接件本身的承载力设计值。安装光伏系统的预埋件设计使用年限应与建筑主体结构相同。

6 应设置太阳能光伏组件的安全防护措施，避免光伏组件损坏造成对人的伤害。

7 平屋面上安装光伏组件应符合下列要求：

- a) 考虑设置维修、人工清洗的设施与通道，人行通道上部应铺设屋面保护层。
- b) 光伏组件支座与结构层相连时，防水层应包到支座的上部，金属埋件与螺栓宜采用混凝土防护，防护层厚度不应小于 50mm。
- c) 在屋面防水层上安装光伏组件时，其支架支座下部应增设附加

防水层。

- d) 光伏组件的引线不宜穿过屋面，当必须穿过时，应预埋防水套管，并做防水密封处理。防水套管应在屋面防水层施工前埋设完毕。

8 坡屋面上安装光伏构件应符合下列要求：

- a) 光伏组件宜采用顺坡镶嵌或顺坡架空安装方式。
- b) 光伏构件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。
- c) 顺坡架空安装的光伏构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。

9 阳台或平台上安装光伏构件应符合下列要求：

- a) 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。
- b) 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。
- c) 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。
- d) 应采取保护人身安全的防护措施，比如设置挑檐、下面设置绿化带等，防止损坏的光伏组件危害人身安全。

10 墙面上安装光伏组件应符合下列要求：

- a) 安装在墙面上的晶体硅光伏组件应有适当的倾角。
- b) 安装在墙面的光伏组件支架应与墙面结构主体上的预埋件牢固锚固。

- c) 光伏组件与墙面的连接不应影响墙体的保温构造和节能效果。
- d) 设置在墙面的光伏组件的引线穿过墙面处，应预埋防水套管。穿墙管线不宜设在结构柱处。
- e) 安装在墙面上作为遮阳构件的光伏组件应做遮阳分析，满足室内采光和日照的要求。

11 光伏阵列

光伏阵列的选择应符合下列要求：

- a) 光伏构件的类型、规格、数量、安装位置、安装方式和可安装场地面积应根据建筑设计和采光条件确定。
- b) 根据光伏构件的规格、可安装面积和用户的需求确定光伏系统的最大装机容量。
- c) 应根据并网逆变器的额定直流电压、最大功率点跟踪控制范围、光伏构件的最大输出工作电压及其温度系数，确定光伏构件串联的数量（简称光伏串）。
- d) 应根据总装机容量及光伏构件的容量确定光伏串的并联数。
- e) 光伏组件的安装朝向宜为南向，或南偏东、南偏西不大于 30°，且应符合宁夏回族自治区各地市的相关规划管理技术规定。各市并网光伏组件最佳安装倾角见表 5。

表 5 光伏组件最佳安装倾角

| 序号 | 城市名称 | 安装角度 (°) |
|----|------|----------|
| 1 | 银川 | 36 |
| 2 | 石嘴山 | 39 |
| 3 | 固原 | 34 |
| 4 | 中卫 | 37 |
| 5 | 吴忠 | 38 |

- f) 光伏组件的布置，应考虑自身及外围环境对光伏构件采光条件的影响，避免被遮挡。
- g) 安装光伏组件时，应对已完成土建工程的部位采取保护措施。

12 并网逆变器

并网光伏系统与配电网之间应设隔离装置。光伏系统在并网处应设置并网专用低压开关箱（柜），并应设置专用标识和“警告”、“双电源”提示性文字和符号。并网逆变器的选择应符合下列规定：

- a) 逆变器的配置容量应与光伏方阵的安装容量相匹配，逆变器允许的最大直流输入功率不应小于其对应的光伏方阵的实际最大直流输出功率。
- b) 光伏组件串的工作电压变化范围应在逆变器的最大功率点跟踪（MPPT）电压跟踪范围内。
- c) 逆变器应按照型式、容量、相数、频率、冷却方式、功率因数、过载能力、温升、效率、输入输出电压、最大功率点跟踪、保护和监测功能、通讯接口、防护等级等技术条件进行选择。
- d) 逆变器应按环境温度、相对湿度、地震烈度、污秽等级等使用环境条件进行校验。

13 其他要点

- a) 建筑物上安装太阳能光伏组件，不得降低相邻建筑的日照标准，并不得对相邻建筑造成光污染影响。
- b) 太阳能光伏发电系统应优先采用自发自用、余电上网的形式，

当采用自发自用、余电上网的形式时，其并网（指并入市政电网）方案应符合《光伏系统并网技术要求》（GB/T 19939-2005）的有关规定，并提前征询供电主管部门的意见。

- c) 当建筑物内设置有火灾自动报警系统时，太阳能发电系统应与火灾自动报警系统联动，发生火灾时，可与其他非消防负荷一并切断并停止运行。

3.5.4 供、配电

1 太阳能光电供暖系统应设置专用配电控制箱，供暖炉处应预留专用市电电源，电源供电需满足供暖炉相关技术要求并应设置能耗监测电能计量装置。

2 太阳能光电供暖炉相关设备安装施工之前，需要结合供暖炉规格参数、用电容量等核实市电电源供电容量、供电线路等条件。

3 配电控制箱、光电供暖炉金属外壳、用电设备正常情况下不带电的外露可导电部分、与用电设备相连的金属部件等均应可靠接地，太阳能光伏系统构件、金属支架等均应采取防雷、接地措施。

4 太阳能光电供暖光伏发电系统应设置能耗监测电能计量装置。

5 人员可触及的可导电的光伏组件部位应采取电击安全防护措施并设警示标识。

6 太阳能光电供暖光伏系统的安装施工应符合《建筑节能与可再生能源利用通用规范》（GB 55015-2021）、《建筑光伏系统应用技术标准》（GB/T 51368-2019）的相关要求。

3.6 太阳能光热

3.6.1 技术简介及适用范围

太阳能光热供暖技术主要指利用太阳能资源，通过太阳能集热装置向用户供暖的技术。太阳能光热供暖主要适用于低层建筑、低密度建筑，在采暖期较短、热负荷密度不高的区域有较大的优势。

太阳能光热供热系统由太阳能集热系统、蓄热系统、末端供热采暖系统、自动控制系统和其他能源辅助加热或换热设备集合构成。

太阳能光热供暖系统效率高、易安装、技术成熟，产业和市场支撑较好，可分户或集中实施，也可与季节蓄热结合区域供暖。

太阳能受昼夜、季节、纬度和海拔高度等自然条件限制和阴雨天气等随机因素影响较大，而且太阳能热流密度低，因此若要实现较高的采暖保证率，所需太阳能集热面积及储热容量均较大。因此，太阳能光热供暖技术主要以辅助供暖形式存在，配合其它稳定性好的供暖技术共同使用，多能互补。

太阳能多能互补系统包括太阳能与空气源热泵互补供暖系统、太阳能与储热（短期储热、季节性储热）互补供暖系统。互补系统能有效弥补太阳能资源的季节性问题 and 屋顶安装面积有限的问题，有利于太阳能供暖的规模化利用。

太阳能可与空气能联合供暖，由太阳能光热系统和空气源热泵组成耦合式和复合式供暖系统，充分发挥技术集成优势，当太阳能系统的热量不能满足建筑热负荷需求时，使用空气源热泵来满足，两种技术取长补短，提高供暖系统可再生能源的利用率和运行效率。

太阳能光热供暖技术类别主要包括：

1 太阳能+空气源热泵耦合技术

太阳能+空气源热泵耦合技术中平板太阳能蒸发器和空气源热泵须应用同工质运行，日照时段平板太阳能蒸发器收集辐照热输送给空气源热泵，提高设备制热能效；无日照时段平板太阳能蒸发器收集环境中的多元能输送给空气源热泵，降低空气源热泵低温工况下制热能效衰减，保障空气源热泵变工况下连续高效供暖，原理见图4。

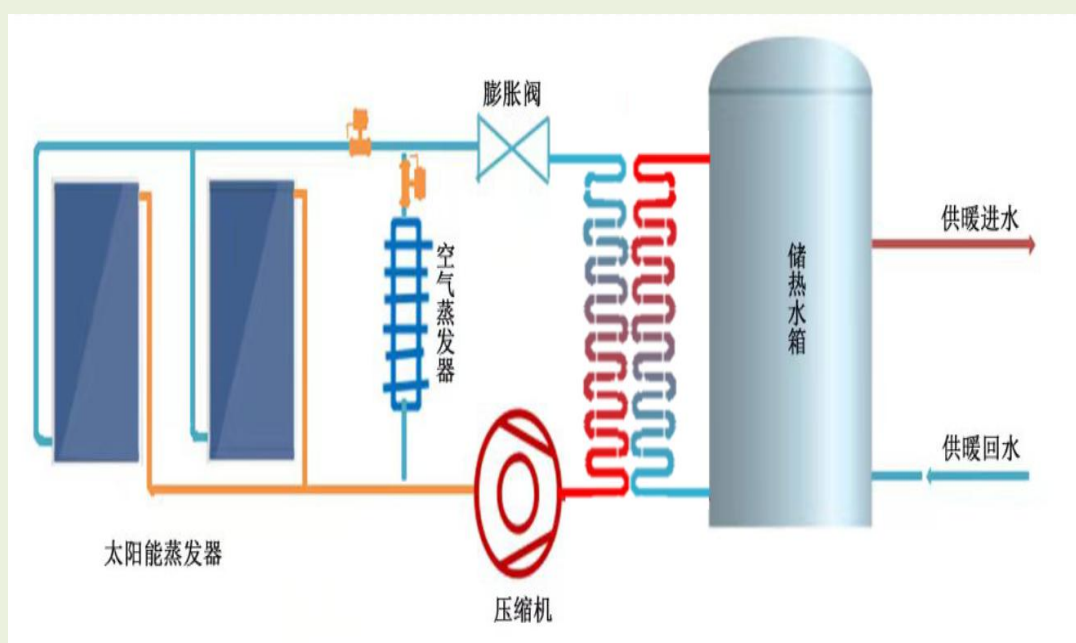


图4 太阳能+空气源热泵技术原理图

2 太阳能+水源热泵+空气源热泵技术

该技术供暖季日照时段平板太阳能集热器收集太阳辐照能至储热水箱，水源热泵利用储热水箱的太阳能热量将供热水箱水温提升至 $45^{\circ}\text{C}\sim 65^{\circ}\text{C}$ ，满足供暖系统供热需求；无日照时段太阳能集热系统采集热量无法满足供暖需求时，辅助系统空气源热泵机组启动，将供热水箱水温提

升至供暖所需温度，满足供暖系统供热需求，原理见图 5。

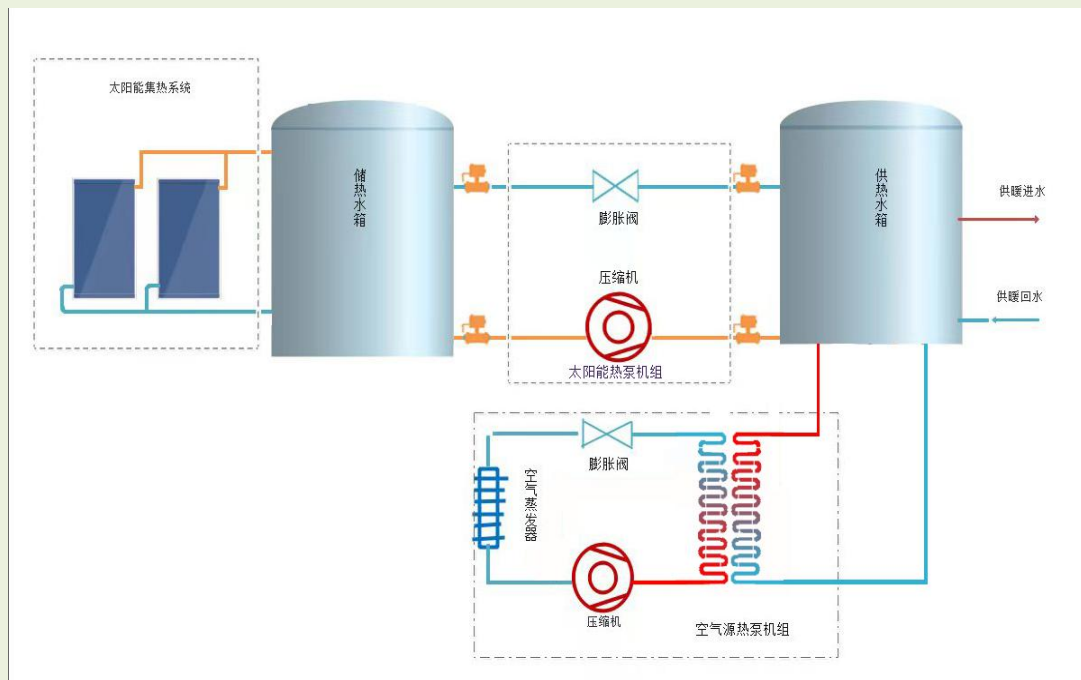


图 5 太阳能+水源热泵+空气源热泵技术原理图

太阳能光热供暖技术优势：

- 1 解决太阳能采暖易受昼夜时间限制及空气源热泵冬季制热效率低的问题，多能互补，提高系统的运行效率，节省运行费用。
- 2 利用太阳能热泵机组双工向换热特点，降低太阳能集热系统运行工质温度，提高太阳能集热效率，减少集热系统在低温工况下运行的热损失，提高太阳能保证率。
- 3 设备操作简单，自动化控制程度高，可实现远程运行维护。

3.6.2 技术指标

- 1 太阳能集热器设计使用寿命应高于 15 年，集热效率应 $\geq 35\%$ 。
- 2 对于短期蓄热系统，太阳能热水供热采暖系统太阳能保证率应在

30%~50%之间。

3 短期蓄热液体工质太阳能集热系统对应的太阳能集热器单位采光面积的贮热水箱或水池的容积范围可按 $40\text{L}/\text{m}^2\sim 300\text{L}/\text{m}^2$ 选取。

4 短期蓄热太阳能采暖系统的蓄热量应根据当地太阳能资源、气候、工程投资等因素确定，且应能储存 1d~7d 太阳能集热系统得热量。

5 太阳能与空气能之间能够实现智能切换，实现分区、分时、单机或联机供暖，利于行为节能。

3.6.3 施工安装技术要点

1 既有建筑增设或改造太阳能供热采暖系统时，应进行建筑结构安全复核并满足其安全性要求。

2 太阳能集热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，不得削弱建筑物承受荷载的能力。

3 集热器宜朝向正南或南偏东、偏西 20° 的朝向范围内设置，安装倾角宜为当地纬度 $+10^\circ$ 。

4 集热器方阵的排列必须考虑集热器前后排间距以及集热器与前侧遮光物的距离，集热器的布置应避开建筑物的遮挡。

5 太阳能集热系统管道及保温材料应选用耐腐蚀、与传热工质相容、可耐受系统最高工作温度且安装连接方便可靠的管材和材料。

6 系统应采取防冻和防过热措施。

3.6.4 供、配电

1 太阳能光热供暖系统中涉及的空气源热泵、水源热泵的供配电要求、做法参见本《技术指南》第 3.4.4 节要求。

2 太阳能光热供暖系统中用电设备正常情况下不带电的外露可导电部分、与用电设备相连的金属部件等均应可靠接地，太阳能系统金属支架等均应采取防雷、接地措施。

3.7 太阳能光伏光热（PVT）

3.7.1 技术简介及适用范围

太阳能光伏光热（PVT）技术是一种将太阳能 PV 组件与集热器相结合的技术，入射到光伏电池表面 80%~90%的太阳能未转化为电能而是转化为热能或以电磁波的形式辐射出去，使得电池表面温度升高，降低电池效率，PVT 技术在太阳能转化为电能的同时，由集热组件中的介质带走电池的热量，降低太阳能电池温度的同时回收电池板背部热量，既可以提高太阳能电池光电转化效率，又可以获得额外的热能。该技术能够提高太阳能的综合利用率，且能同时满足用户对高品质电力和低品质热能的需求。

PVT 集热器可单独供热或作为低温热源与热泵等热源系统结合供热。

太阳能光伏光热（PVT）热泵，是利用光伏+光热二合一集热器为核心的太阳能利用热泵系统。太阳能光伏光热（PVT）热泵在运行中，PVT 组件集热器吸取电池组件余热和空气中热能以蒸发传热工质，工质蒸气经过压缩机压缩后压力和温度上升，高温蒸汽工质通过冷凝器冷凝释放出热量，热量通过环形管路传递到冷凝器循环水中，储热水箱把热量储存起来，冷凝后的传热工质通过膨胀阀返回蒸发器，如此反复从而实现热水的不断供给。工作原理见图 6。

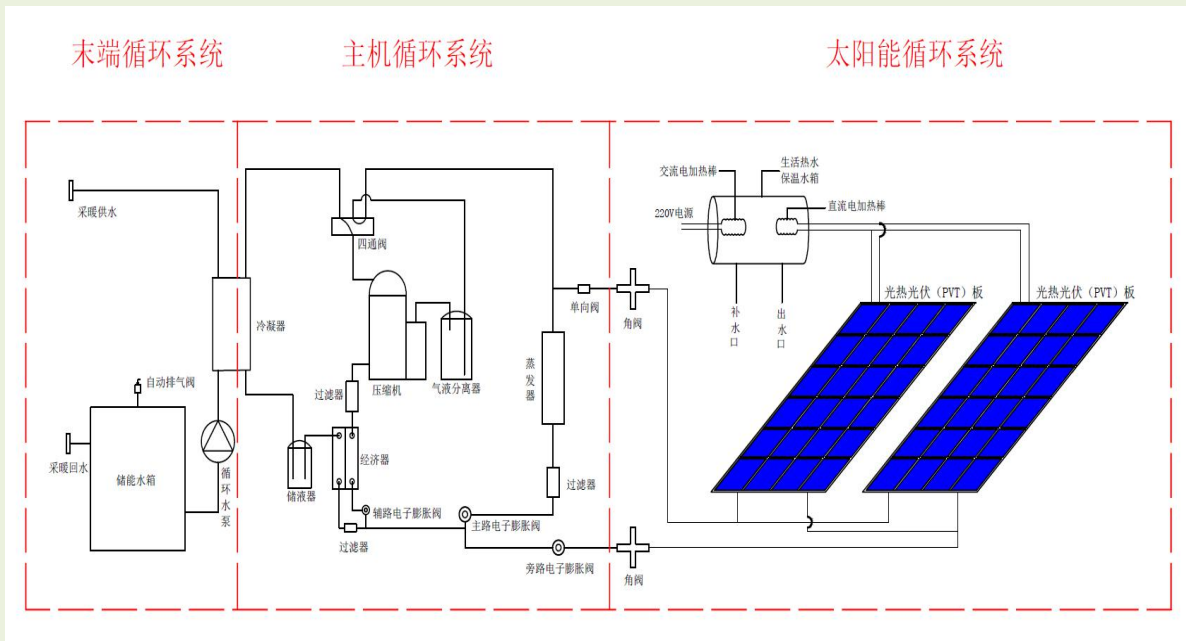


图 6 工作原理图

太阳能光伏光热（PVT）技术适用于无集中供暖地区的民用建筑。

3.7.2 技术指标

- 1 噪音 $\leq 60\text{dB}$ （A）。
- 2 能效满足《建筑节能与可再生能源利用通用规范》（GB 55015-2021）的要求。
- 3 按《低环境温度空气源热泵（冷水）机组 第 2 部分：户用及类似用途的热泵（冷水）机组》（GB/T 25127.2-2020）中 6.3.2.7 的方法试验时，机组在 1h 试验运行期间，安全装置不应动作。
- 4 采用物联网远程控制技术，具备可实时查看设备运行情况，包括温度、运行时间、电能消耗等数据显示，具备远程开启和关闭设备、设备故障即时预警、远程诊断等功能。

3.7.3 施工安装技术要点

- 1 主机、末端及管路系统安装参照低环境空气源热泵（冷水）机组。
- 2 PVT 组件安装技术应符合企业标准要求。

3.7.4 供、配电

1 太阳能光伏光热供暖系统应设置专用配电控制箱，配电控制箱内应设置能耗监测电能计量装置。

2 配电控制箱、用电设备正常情况下不带电的外露可导电部分、与用电设备相连的金属部件等均应可靠接地，太阳能光伏系统构件、金属支架等均应采取防雷、接地措施。

3 太阳能光伏发电系统应设置能耗监测电能计量装置。

4 人员可触及的可导电的光伏组件部位应采取电击安全防护措施并设警示标识。

5 太阳能光伏光热供暖中光伏系统的安装施工应符合《建筑节能与可再生能源利用通用规范》（GB 55015-2021）、《建筑光伏系统应用技术标准》（GB/T 51368-2019）的相关要求。

第4章 运行维护

4.1 一般规定

4.1.1 户内供暖系统为水系统时，冬季停用时应按下列要求操作：

1 短时间停用（一周以内）时，在可能结冰的气候条件下，必须保持采暖设备运行（可最低温度运行），防冻装置应可靠自动运行。

2 长时间停用时，关闭气源并切断电源，将采暖设备和供暖管路内的水排空。

4.1.2 水系统供暖前，应对水系统进行排气。

4.1.3 非供暖季水系统应满水保养。

4.1.4 膨胀水箱的水位应不低于其高度的三分之一，水量不足时应及时补水。

4.1.5 冬季清洁取暖项目实施单位应对用户提供培训，并提供供暖系统使用说明书，确保用户了解设备功能，并掌握基本的设备操作及系统经济运行技能。

4.1.6 设备检修与维护应由经过培训的专业人员进行，非专业人员严禁擅自拆卸、维修设备。

4.2 户式燃气供暖热水炉

4.2.1 天然气的使用应符合《关于城镇燃气安全提升行动的方案》要求，做到：

1 管道天然气敷设到位的区域，应当使用管道天然气作为气源。

2 严禁使用不具有熄火保护功能的燃气用具。

- 3 燃气设施必须配套安装燃气泄露报警器和紧急自动切断阀。
- 4 燃气设施（天然气）必须使用金属不锈钢波纹管连接，波纹管严禁穿墙、穿卧室、穿浴室使用。
- 5 天然气专用房间内严禁使用液化气罐、油炉、碳炉、生物质炉等双气源或双火源。

4.2.2 使用燃气时，须保持房间通风。

4.2.3 不应擅自安装、拆除、改装、迁移燃气壁挂炉及燃气计量装置，室内装修不应封装包裹燃气表、燃气管道、阀门等设施。

4.2.4 燃气管线上不可缠绕搭接电线，电气开关、接头与燃气管道的最小距离不应小于 300mm。

4.2.5 当室内有燃气和烟气泄漏的异味时，应立即关闭燃气阀门，打开门窗通风。严禁动用所有的电器和火源。应在室外或非事故现场通知专业维修人员，隐患消除前不应运行。

4.2.6 烟道排出的烟雾成黑色时，应及时停机并联系厂家。

4.3 生物质炉

4.3.1 生物质炉所用生物质成型燃料应符合《生物质成型燃料质量分级》（NB/T 34024-2015）的要求，燃料的外形尺寸和类型应符合炉具使用说明书的要求。

4.3.2 生物质炉关闭后，等锅炉彻底停止运行后，关闭总电源。

4.3.3 定期清理清灰室内的炉渣，防止送风口堵塞（一般 2d~3d 清理一次）。

4.4 空气源热泵

4.4.1 室外环境温度低于 5℃时，空气源热泵热水机运行中若遇断电等突发情况，应做好防冻措施；对于仍存在冻结危险的，应进行排水、泄压，防止损坏管道和设备等重要部件。

4.4.2 空气源热泵热水机冬季使用频率较低时，应以防冻模式运行或在系统中充注防冻液。

4.4.3 空气源热泵系统宜每年进行检查与维护，并包括下列内容：

1 检查空气源热泵系统的电源和电气系统的接线的牢固程度、电气元件的灵敏度等，如有异常，应及时维修或更换。

2 对空气源热泵室外机的换热器进行清扫。

3 对过滤器进行清理，避免空气源热泵因过滤器脏堵而造成损坏。

4 检查空气源热泵的管路接头和充气阀门，确保机组制冷剂无泄漏。

5 检查机组、水泵、水换热器等管道接口，确保管道接口无渗漏。

6 采用防冻液的空气源热泵系统，应检查防冻液有效性，及时更换或补充防冻液，防止系统的冻结。

7 检查暴露在室外及非供暖区域的水系统管路的绝热防腐措施，避免脱落、老化。

4.5 太阳能光伏

4.5.1 观察光伏组件方阵表面是否清洁，及时清除灰尘和污垢，可用清水冲洗或用干净抹布擦拭，但不得使用化学试剂清洗。

4.5.2 观察光伏组件方阵的各个接线端子是否牢固可靠。

4.5.3 巡视光伏系统设备，注意设备外观锈蚀、损坏等情况，检查设备外

壳有无温度异常，外露导线有无绝缘老化、机械性损坏，箱体是否进水等情况。

4.5.4 检查光伏系统的主要部件在运行时，是否出现声音、气味等异常情况，指示灯应正常工作并保持清洁，设备的接线孔处封堵有无脱落。

4.5.5 经常擦拭蓄电池外部的污垢和灰尘，保持室内清洁，必须经常检查和保持通气孔畅通。维护蓄电池时，维护人员应佩戴防护眼镜和防护用品，使用绝缘器械，防止人身电击事故和蓄电池短路。

4.5.6 光电采暖炉的日常检查应在采暖炉冷却后进行，检查内容包括：

- 1 冷机停机状态系统水压表指针应指在 1Bar~1.5Bar，水压低时，通过补水阀补水，如水压高于 2.5Bar，可从系统中的放水口排除系统水，也可通过光电采暖炉本身的补水阀放水。

- 2 水路管道是否有连接松动及漏水的地方。

- 3 光电采暖炉安装是否稳固，光电采暖炉周边是否堆放易燃易爆及具有挥发性、腐蚀性的物品。

4.6 太阳能光热

4.6.1 集热系统运行中，应避免长期空晒和闷晒，安装后在 15d 内不能投入运行的太阳能系统应采取在集热器上加盖遮挡物等防护措施。

4.6.2 平板集热器

- 1 应保持透明清洁，需清除积灰，保证透明度。密封垫老化损坏，应当及时修理或更换。

- 2 保证集热器外壳的良好密封性，不让雨水进入集热器内。

4.6.3 真空管集热器

1 需除去真空管中的水垢，定期检查真空管集热器是否泄漏。可转动真空管，如果漏水，说明密封硅胶圈已老化，应在清晨、傍晚或阴雨天进行更换。

2 正常运行真空管集热器的玻璃管的温度与环境温度相近。若出现管壁温度升高，则可能真空管的真空已破坏，停止系统工作，更换新管。

3 如果发生空晒现象，真空管不应立即上冷水，应在夜间或清晨上水运行。

4.6.4 储热系统运行维护

1 定期检查储热水箱保温的密封性，不应有任何缝隙和孔眼，如果发现密封性遭到破坏，应及时修补。

2 定期清除储热水箱内的水垢。集热系统中热水主要集中贮存在水箱中，水箱内水温高，水质硬易结水垢，长时间使用后会影晌水质和系统运行，可根据具体情况，每半年至一年清洗一次。

3 定期检查是否有异物进入储热水箱，防止循环管道堵塞。

4 定期检查储热水箱的补水阀、安全阀、液位控制器和排气装置，确保正常工作。

4.6.5 管路系统

1 检查管道保温层和保护层是否有破损或者脱落。

2 管路系统的支撑构件包括支吊架和管箍等，运行中出现断裂、变形、松动、脱落和锈蚀应采取更换、补加、重新加固、补刷油漆等相应的措施。

3 每年应对水泵进行一次解体检修，内容包括清洗和检查。

4.7 太阳能光伏光热（PVT）

4.7.1 PVT 组件的安装朝向宜为南向，或南偏东、南偏西不大于 30° ，宁夏地区的安装角度宜为： $34^\circ \sim 51^\circ$ 。

4.7.2 PVT 组件与主机设备连接铜管的要求：

- 1 连接铜管的规格型号：一般为 $\phi 9.52\text{mm}$ 或 $\phi 12.7\text{mm}$ 。
- 2 连接铜管的长度见表 6。

表 6 连接铜管的长度 L

| 序号 | 功率 | 连接长度 (m) |
|----|--------------|--------------------|
| 1 | 3P、4P、5P | ≤ 5 |
| 2 | 6P、7P、8P、10P | $5 \leq L \leq 10$ |

4.7.3 PVT 组件的安装及连接铜管的位置要高于主设备的连接口位置。

4.7.4 PVT 组件安装在房屋顶上要满足房屋的防水、防雷、防火、防静电等相关功能要求。

4.7.5 PVT 组件的排列必须考虑前后排间距以及前侧遮光物的距离，PVT 组件的布置应避开建筑物的遮挡。