

备案号：J13601-2016

**DB**

浙江省工程建设标准

**DB33/1034-2016**

**太阳能与空气源热泵热水系统应用技术规程**

**Technical code for solar energy and air-source heat pump water heater system**

**2016-11-15 发布**

**2017-1-1 实施**

**浙江省住房和城乡建设厅 发布**

浙江省工程建设标准

太阳能与空气源热泵热水系统应用技术规程

Technical code for solar energy and air-source heat pump water  
heater system

**DB33/1034-2016**

主编单位：浙江大学建筑设计研究院有限公司

浙江中广电器股份有限公司

批准部门：浙江省住房与城乡建设厅

施行日期： 2017 年 1 月 1 日

# 前 言

为进一步推进我省建筑节能工作，依据《中华人民共和国节约能源法》、《浙江省可再生能源开发利用促进条例》和《浙江省实施〈中华人民共和国节约能源法〉办法》等法律法规规定，根据《关于印发〈2012 年省建筑节能及相关工程建设地方标准制修订计划〉的通知》（建设发〔2012〕192 号）和《关于确定 2014 年浙江省工程建设标准修订计划的通知》（建设发〔2014〕276 号）的要求，浙江省住房和城乡建设厅组织浙江大学建筑设计研究院有限公司等单位开展了本规程的编制工作。编制组经过广泛的调查研究，在总结近年来国内外太阳能热水系统和空气源热泵热水系统的实践经验和研究成果，结合浙江省的地方特点并广泛征求意见的基础上，通过反复讨论、修改、完善，制定了本规程。

本规程共分为 7 章和 2 个附录。主要技术内容包括：总则、术语、基本规定、系统分类与选择、系统设计、建筑与结构设计和系统安装与验收等。

《居住建筑太阳能热水系统设计、安装及验收规范》（DB33/1034-2007）相应作废。

本规程由浙江省住房和城乡建设厅负责管理和对强制性条文的解释，由主编单位负责具体技术内容的解释。在实施过程中如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料寄送至：浙江大学建筑设计研究院有限公司（联系地址：浙江省杭州市天目山路 148 号浙江大学建筑设计研究院有限公司，邮政编码：310028）。

本规程主编单位、参编单位、主要起草人和主要审查人：

主编单位： 浙江大学建筑设计研究院有限公司

浙江中广电器股份有限公司

参编单位： 浙江省建筑设计研究院

中国联合工程公司

浙江省太阳能光热标准化技术委员会

浙江斯帝特新能源有限公司

浙江正理生能科技有限公司

嘉兴市同济阳光新能源有限公司

浙江高得乐新能源有限公司

杭州真心热能电器有限公司

浙江豪瓦特节能科技有限公司

浙江阳帆节能开发有限公司

浙江中新能源发展有限公司

杭州普桑能源科技有限公司

广东美的暖通设备有限公司

主要起草人： 王靖华 王小红 韦 强 王 玲 何 江 盛 勤 汪 波

张 楠 易家松 邵煜然 章毓雷 顾 铭 张敏敏 沈福鑫

张建斌 黄海燕 林兴益 沈建根 朱师清 骆红卫 王凯峰

张建高 袁新毓 饶荣水

主要审查人： 刘振印 景政治 李志磊 钱樟有 匡宇飞 吴文坚 严志刚

刘 莹 郭 丽

# 目 次

<b>1 总 则</b> .....	<b>1</b>
<b>2 术 语</b> .....	<b>2</b>
<b>3 基本规定</b> .....	<b>7</b>
<b>4 系统分类与选择</b> .....	<b>8</b>
4.1 系统的分类.....	8
4.2 系统选择.....	9
<b>5 系统设计</b> .....	<b>11</b>
5.1 一般规定.....	11
5.2 太阳能集热器.....	11
5.3 热泵主机.....	14
5.4 储热水箱（罐）.....	16
5.5 辅助能源.....	18
5.6 集热循环泵.....	19
5.7 管路设计.....	21
5.8 运行控制设计.....	22
5.9 电气设计.....	23
<b>6 建筑与结构设计</b> .....	<b>24</b>
6.1 建筑设计.....	24
6.2 结构设计.....	26
<b>7 系统安装与验收</b> .....	<b>27</b>
7.1 一般规定.....	27
7.2 基础与支架.....	27
7.3 储热水箱（罐）安装.....	28
7.4 太阳能集热器安装.....	28
7.5 空气源热泵机组安装.....	29
7.6 管道与附件安装.....	29
7.7 水泵与阀门安装.....	30
7.8 辅助能源安装.....	31
7.9 控制运行系统安装.....	31
7.10 试压、检漏、冲洗.....	32
7.11 系统调试、试运行.....	33
7.12 验收.....	34
<b>附录 A 浙江省主要地市相关气象数据表</b> .....	<b>36</b>
<b>附录 B 浙江省各地月平均水温表</b> .....	<b>37</b>

本规范用词说明.....	38
引用标准名录.....	39
条文说明.....	40

# 1 总 则

1.0.1 为规范民用建筑太阳能和空气源热泵热水系统一体化设计、安装及验收，保证工程质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于新建、改建和扩建民用建筑中的太阳能和空气源热泵热水系统的设计、安装与验收。

1.0.3 民用建筑中太阳能和空气源热泵热水系统，除应符合本规程外，尚应符合国家及地方现行的法律、法规和有关标准的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 太阳能 solar radiant energy

以太阳辐射形式发射、传播或接收的能量。单位为焦耳 (J)。

### 2.0.2 太阳辐照度 solar irradiance

单位时间内在单位采光面积上所照射到的太阳辐射能通量。单位为瓦/平方米 ( $\text{W}/\text{m}^2$ )、千瓦/平方米 ( $\text{kW}/\text{m}^2$ )。

### 2.0.3 太阳辐照量 solar irradiation

一定时间内在单位采光面积上所照射到的太阳辐射能通量。单位为兆焦耳/平方米·年 ( $\text{MJ}/\text{m}^2\cdot\text{a}$ )、千焦耳/平方米·天 ( $\text{kJ}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ )、千焦耳/平方米·小时 ( $\text{kJ}/\text{m}^2\cdot\text{h}$ ) 等。

### 2.0.4 太阳能热水系统 solar water heating system

将太阳辐射转换为热能以加热水并输送至各用户所必须的完整系统,通常包括太阳能集热器、储水设施、水泵、连接管及其他部件、控制系统和辅助热源设施。

### 2.0.5 集热器总面积 gross collector area

集热器采光平面上包括外壳边框在内接收太阳辐射的最大投影面积。单位为平方米 ( $\text{m}^2$ )。

### 2.0.6 太阳高度角 solar altitude

日面中心的高度角,即从观测点地平线沿太阳所在地平经圈量至日面中心的角距离。

### 2.0.7 集热器倾角 tilt angle of collector

太阳能集热器采光面与水平面之间所夹的锐角。单位为度（°）。

### 2.0.8 太阳能集热器 solar collector

吸收太阳辐射并向流经自身的传热工质传递热量的装置。

### 2.0.9 太阳能热水器 solar water heater

以水为传热介质的太阳能集热器。

### 2.0.10 储热设施 storage facilities

太阳能热水系统中，储存热水的容器及其附件所组成的部件。包括承压的储热水罐和不承压的储热水箱。

### 2.0.11 强制循环系统 forced circulation system

利用水泵等外部动力设备迫使传热工质通过集热器与储热器（或换热器）进行循环的太阳能热水系统。

### 2.0.12 自然循环系统 natural circulation system

利用传热工质内部温度梯度产生的密度差所形成的自然对流进行循环的太阳能热水系统。

### 2.0.13 直接加热系统 direct heating system

经太阳能加热的水直接供用户使用的系统。

### 2.0.14 间接加热系统 indirect heating system

经太阳辐射加热的工质再通过换热器间接加热水供用户使用的系统。集热器中的传热工质可为水或其他流体。

### 2.0.15 直流式系统 series-connected system

传热工质一次流过集热器加热后，进入储热设施或用水点的非

循环太阳能热水系统，其储热设施的作用仅为储存集热器所产生的热水。

#### 2.0.16 真空管集热器 evacuated tube water heater

由管壁与吸热体之间抽成一定真空度的透明管（常为玻璃管）制成的非聚光型以水为传热介质的集热器，其吸热体具有光谱选择性吸收表面。

#### 2.0.17 平板型集热器 flat plate collector

吸热体基本为平板形状的非聚光型集热器。

#### 2.0.18 分离式太阳能热水系统 remote storage system

集热器与储热器相互分开一定距离安装的太阳能热水系统。

若分离式太阳能热水系统的集热器和储热水箱（罐）是连续进出水的承压式装置又可称为分离承压式太阳能热水系统。

#### 2.0.19 整体式太阳能热水器 integral collector storage solar water heater

集热器和储热水箱（罐）合为一体的太阳能热水器。

#### 2.0.20 分散式太阳能热水系统 individual solar hot water supply system

集热器、储热水箱（罐）及循环管路设备均为各户独立的太阳能热水系统。

#### 2.0.21 半集中式太阳能热水系统 semi-solar hot water supply system

采用集热器共享，而储热水箱（罐）均为各户独立的太阳能热水的系统。

#### 2.0.22 集中式太阳能热水系统 central solar hot water supply system

采用集热器、储热水箱（罐）及循环管路设备共享向多个用户提供热水的系统。

#### 2.0.23 太阳能保证率 solar fraction

由太阳能提供的热量占系统总供热量的百分率。

#### 2.0.24 控制器 controller

对太阳能热水系统及其部件进行调节控制，使之正常运行所配置的部件及其组合。

#### 2.0.25 空气源热泵热水系统 air-source heat pump water heater system

采用电动机驱动，利用工质汽化冷凝压缩循环，将空气中的热量转移到被加热的水中并输送至各用户所必须的完整系统。通常包括空气源热泵热水机组、储水设施、水泵、连接管及其他部件、控制系统和辅助热源设施。

#### 2.0.26 热泵热水机组 heat pump water heater

一种采用电动机驱动，利用工质汽化冷凝压缩循环，将低品位（空气或水）的热量转移到被加热的水中用以制取热水的设备。

#### 2.0.27 直热式热水机组 direct-heating heat pump water heater

使用侧进水流过热泵热水机一次就达到设定终止温度的热水机组。

#### 2.0.28 循环加热式热水机组 circulate heating heat pump water heater

使用侧进水通过水泵多次流过热泵热水机逐渐达到设定终止温度的热水机组。

### 2.0.29 制热量 heating capacity

热水机运行时间内提供热水的热量与运行时间之比。单位为千瓦 (KW)。

### 2.0.30 输入功率 heating input power

机组在单位时间内所消耗的总电功率，包括机组的压缩机、内置循环加热泵和机组本身操作控制电路等所消耗的电功率，对于空气源热泵热水机组，还应包括蒸发器侧风机所消耗的电功率。单位为千瓦 (KW)。

### 2.0.31 能效比 (COP) coefficient of performance

制热量与输入功率之比。

### 2.0.32 产水量 heating water flow

在规定试验工况下，热水机组提供的热水流量。单位为立方米/小时 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )。

### 2.0.33 空气源热泵辅助的太阳能热水系统 solar-assisted heat pump water heating system

太阳能和空气源热泵热水相结合的热水系统可称为空气源热泵辅助的太阳能热水系统。

### 3 基本规定

3.0.1 太阳能和空气源热泵热水系统的设计应进行技术经济比较，充分考虑用户使用、施工安装和维护的要求，符合节地、节能、节水、节材、安全卫生、环境保护等有关规定。

3.0.2 太阳能热水系统应有可靠的辅助能源。

3.0.3 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；按冬季最冷月平均环境温度和水温条件选用且符合下列要求之一的空气源热泵热水系统，可不配置辅助能源加热设备：

- 1 学生宿舍等建筑，当冬季最冷月无生活热水需求时；
- 2 工业用地范围内用于办公、生活服务等用途的建筑，当生活热水可靠性要求较低时。

**3.0.4 太阳能和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，并应符合下列要求：**

**1 设置在坡屋面的太阳能热水系统，水箱等无接受太阳辐射要求的设施设备应隐藏设置，集热器应与坡屋面进行一体化设置；**

**2 设置在平屋面上的太阳能和空气能热泵热水系统，应利用女儿墙等建筑构件围挡。**

3.0.5 在既有建筑上增设或改造已安装的太阳能或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其他相应的安全性及建筑一体化要求。

## 4 系统分类与选择

### 4.1 系统的分类

4.1.1 太阳能热水系统按集中程度可分为下列三种系统：

- 1 分散集热、分散储热的分散式太阳能热水系统；
- 2 集中集热、分散储热的半集中式太阳能热水系统；
- 3 集中集热、集中储热的集中式太阳能热水系统。

4.1.2 太阳能热水系统按集热方式可分为下列三种系统：

- 1 利用温差异重的热虹吸进行循环集热的自然循环系统；
- 2 利用水泵及控制系统强制循环集热的强制循环系统；
- 3 传热工质通过定温控制依靠管网水压力一次经过集热器加热后进入储热水箱（罐）或用热水处的非循环直流式太阳能热水系统。

4.1.3 太阳能热水系统按集热器及储热水箱（罐）的分合状态可分为分离式太阳能热水系统和整体式太阳能热水系统。

4.1.4 太阳能热水系统按被加热水的加热方式可分为下列两种系统：

- 1 太阳能集热器直接加热被加热水的直接加热系统；
- 2 太阳能集热器首先加热传热工质，再由传热工质通过换热设施加热被加热水的间接加热系统。

4.1.5 空气源热泵热水系统按用户对象可分为家用型空气源热泵热水系统和商用型空气源热泵热水系统。

4.1.6 家用型空气源热泵热水系统按热泵主机与储热水箱（罐）组合方式可分为整体式和分体式空气源热泵热水系统；按主机与储热水箱

(罐)间的换热工质可分为工质加热循环和热水加热循环的空气源热泵热水系统。

4.1.7 商用型空气源热泵热水系统按储热水箱(罐)中热水承压方式可分为承压式和非承压式空气源热泵热水系统;按被加热水通过空气源热泵热水机组为一次或循环加热到设定温度,可分为直热式或循环加热式空气源热泵热水系统。

## 4.2 系统选择

4.2.1 在民用建筑中宜根据供水条件和要求选用太阳能热水系统、空气源热泵热水系统:

1 别墅及排屋住宅中,宜采用分离承压式太阳能热水系统、承压式家用空气源热泵热水系统或空气源热泵辅助的太阳能热水系统;

2 多层民用建筑宜选择分散式、半集中式、集中式太阳能热水系统或空气源热泵热水系统;

3 屋面资源不足的高层建筑,可采用分段供应热水的方式部分满足上部建筑的太阳能热水系统的集热要求,其余部分可采用空气源热泵热水系统;

4 住宅建筑中安装的空气源热泵热水系统宜选择家用型空气源热泵热水机组。

4.2.2 太阳能和空气源热泵热水系统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。

4.2.3 集中集热、分散储热的半集中式太阳能热水系统，应采用下列措施保证系统的正常运行：

- 1 应采用间接式加热系统；
- 2 应有可靠的技术措施防止储热水罐内的热量反流至管网；
- 3 循环立管和储热水罐宜布置在同一设备平台上，接入储热水罐的换热循环支管总长度不宜超过 6 米。

4.2.4 集中集热、集中储热的集中式太阳能热水系统应适当控制系统规模，避免管线过长，热损失量过大。

4.2.5 空气源热泵热水系统在住宅建筑中的设计选用宜遵循下列原则：

- 1 根据室外平台的条件和储热水箱（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 家用热泵热水系统宜选用承压式空气源热泵热水系统；
- 3 以地面水为水源且水质总硬度较低的地区可选用直接加热的空气源热泵热水系统。

4.2.6 公共建筑宜针对不同的建筑类型和用水性质，其生活热水系统可采用各种分类系统的合理组合。

4.2.7 当太阳能热水系统、空气源热泵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 系统设计

### 5.1 一般规定

5.1.1 太阳能和空气源热泵热水系统应纳入建筑给水排水设计，并应符合现行相关标准的要求。

5.1.2 太阳能和空气源热泵热水系统的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。

### 5.2 太阳能集热器

5.2.1 集热器的最佳安装朝向宜为正南，若受条件限制时，其偏差允许范围在正南 $\pm 30^\circ$ 以内。在偏差允许范围以外的集热器安装应通过日照模拟计算确定得热量并经能效评价后实施。

5.2.2 集热器的安装倾角，应根据热水的使用季节和地理纬度确定：

- 1 偏重考虑春、夏、秋三季使用效果时， $\theta = \varphi$ ；
- 2 偏重考虑夏季使用效果时， $\theta = \varphi - (0 \sim 10)^\circ$ ；
- 3 偏重考虑冬季使用效果， $\theta = \varphi + (0 \sim 10)^\circ$ 。

式中： $\theta$ ——太阳能集热器的安装倾角（ $^\circ$ ）；

$\varphi$ ——集热器安装地的地理纬度（ $^\circ$ ），从附录 A 查得。

5.2.3 集热器的布置应避开建筑物的遮挡。集热器与前方遮光物或集热器前后排之间的最小距离可按下式计算：

$$D=H \cdot \cot X_s \quad (5.2.3)$$

式中：D——集热器与前方遮光物或集热器前后排之间的最小距离 (m)；

H——遮光物最高点与集热器采光面最低点之间的垂直高差 (m)；

$X_s$ ——建筑物所在地太阳高度角 ( $^\circ$ )，从附录 A 查得；

对季节性使用的系统，宜取当地春秋分正午 12 时的太阳高度角；

对全年性使用的系统，宜取当地冬至日正午 12 时的太阳高度角。

5.2.4 集中式太阳能热水系统的集热器可通过串联、并联或串并联相结合的方式连接成集热器组。集热器组的串联和并联的管路应同程布置，当采用异程布置时，应采取相应措施保证循环效果。

5.2.5 集中式的太阳能集热器阵列，可采用强制循环方式、定温放水的非循环方式或者强制循环与定温放水组合的方式。

5.2.6 集热器总面积应符合下列规定：

1 直接加热系统太阳能集热器需要安装的总面积可根据用户每日的用水量和热水温度要求以及当地太阳辐照量计算，按下式确定：

$$A_c = \frac{Q_w C (t_{end} - t_i) f \cdot \rho}{J_T \eta_{cd} (1 - \eta_L)} \quad (5.2.6-1)$$

式中： $A_c$ ——直接加热系统集热器总面积 ( $m^2$ )；

$Q_w$ ——日均热水用水量 (L)，按《民用建筑节能设计标准》(GB50555) 中的平均日节水用水定额取值，并考虑一定的同时使用率；

C——水的比热， $C=4.187$  (kJ/kg·°C)；

$t_{\text{end}}$ ——储水箱内水的终止温度 (°C)；

$t_i$ ——水的初始温度 (°C，与  $J_T$  取值相同月份的冷水平均温度)；

f——太阳能保证率，无量纲 (0.4~0.5)；

根据系统使用期内的太阳辐照量、系统的经济性及用户要求等因素综合考虑后确定。

$\rho$ ——水的密度，1.0kg/L；

$J_T$ ——当地春分、秋分所在月 (全年使用) 或冬至所在月 (冬季使用) 集热器采光面上月均日辐照量 [kJ/(m<sup>2</sup>·d)]，按附录 A 选取；

$\eta_{\text{cd}}$ ——基于集热器总面积的全日集热效率，无量纲，具体数值根据集热器产品的实测结果确定。根据经验可取 0.30~0.45。

$\eta_L$ ——管路及储水设施热损失率，无量纲；

根据经验取值，对于真空管型集热器可取 0.30~0.45；对于平板型集热器可取 0.45~0.55。

2 间接加热系统太阳能集热器总面积的计算可根据专业软件进行计算。

间接系统集热器总面积也可按下式计算：

$$A_{\text{in}} = A_c \cdot \left(1 + \frac{U \cdot A_c}{U_{\text{hx}} \cdot A_{\text{hx}}}\right) \quad (5.2.6-2)$$

式中： $A_{\text{in}}$ ——间接加热系统的太阳能集热器总面积 (m<sup>2</sup>)；

$A_c$ ——直接加热系统太阳能集热器总面积 (m<sup>2</sup>)；

U——集热器总热损系数 [W/(m<sup>2</sup>·°C)]；

对平板型集热器，U 宜取 4~6W/ (m<sup>2</sup>·°C)；

对真空管集热器，U 宜取 1~2W/ (m<sup>2</sup>·°C)；

具体数值应根据集热器产品实际测试结果确定；

U<sub>hx</sub>——换热器传热系数[W/ (m<sup>2</sup>·°C) ]，查产品样本得出；

A<sub>hx</sub>——换热器换热面积 (m<sup>2</sup>)，查产品样本得出。

5.2.7 集热器总面积的计算可根据系统设计需求分别按夏季、全年和冬季的冷水水温和辐照量计算。

### 5.3 热泵主机

5.3.1 当空气源热泵热水系统的储热水箱（罐）容积能满足平均日用水量调节的要求，热泵供热能力可按平均日耗热量配置。

5.3.2 空气源热泵热水系统的设计小时供热量应按下式计算：

$$Q_g = k_1 \frac{mq_r C(t_r - t_l) \rho_r}{T_1} \quad (5.3.2)$$

式中：Q<sub>g</sub>——热泵设计小时供热量 (kJ/h)；

q<sub>r</sub>——热水用水定额 (L/人·d 或 L/床·d)，按《民用建筑节水设计标准》(GB50555) 中的平均日节水用水定额取值 (温度不同时，按等热量换算水量)；

m——用水计算单位数 (人数或床位数)；

t<sub>r</sub>——热水温度，t<sub>r</sub>=55 (°C)；

t<sub>l</sub>——冷水温度，按不同季节选取，应以当地实测数据资料确

定。当无水温资料时，可按附录 B 采用；

$T_1$ ——热泵机组设计工作时间 (h)，应根据用水需求、气候条件和系统经济性等因数综合考虑确定。分散独立式系统建议取 5~8 小时，集中式热水系统的全日制供水时建议取 8~20 小时，不设辅助加热设备的系统，热泵的工作时间宜取下限，以便给最高日用水量发生时留出足够补充加热能力。定时供水时， $T_1$  由设计人确定；

$K_1$ ——安全系数，取 1.10~1.20。

5.3.3 空气源热泵的输入功率可根据热泵热水系统的能效比值和平均秒功率按下式计算：

$$Q_r=(Q_g/3600)/COP \quad (5.3.3)$$

式中： $Q_r$ ——热泵的输入功率(kW)；

COP——热泵热水系统的能效比值，无量纲。

浙江地区的系统能效比值：考虑全年使用宜取 2.5，冬季使用宜取 1.5。

5.3.4 空气源热泵热水系统主机应按全年平均的环境温度和冷水水温条件计算输入功率，不设辅助热源的系统应根据冬季的环境温度和冷水温度条件，在合理延长热泵工作时间的条件下校核和调整热泵主机的输入功率配置。

5.3.5 空气源热泵热水系统的室外主机应在通风条件良好的屋顶、阳台、室外平台等处布置。成组布置时进风侧的间距宜大于 1.0 倍进风口的高度。靠墙一侧的主机距墙面的净距宜大于 1.5 倍的进风口高度。

5.3.6 成组布置的空气源热泵热水机组应采用并联方式换热，机组宜

采用同程管路的形式保证各台机组工作的均衡性。

5.3.7 当空气源热泵热水系统采用直热式机组时，应设置循环加热系统保证水箱内水温不低于设计值。

## 5.4 储热水箱（罐）

5.4.1 集中热水供应系统的储热水箱（罐）容积应根据热水用水小时变化曲线、太阳能集热器或热泵的供热能力，并综合考虑辅助加热装置加热时段和能力等多种因素经计算后确定。

5.4.2 分散式太阳能热水系统储热水箱（罐）容积可按下列公式确定：

$$V = (40 \sim 50) \cdot A \quad (5.4.2)$$

式中：V——储热水箱（罐）有效容积（L）；

A——集热器的总面积（ $m^2$ ，直接加热系统为  $A_c$ ，间接加热系统为  $A_{in}$ ）。

注：部分无法按第 5.4.1 条计算的集中式系统可参照本公式计算。

5.4.3 空气源热泵热水系统的储热水箱（罐）有效容积计算应符合下列要求：

1 储热水箱（罐）有效容积应根据日耗热量、热泵持续工作时间及热泵工作时间内耗热量等因素确定，当其因素不确定时可按式

5.4.3-1 计算：

$$V_r = k_2 \frac{(Q_h - Q_g)T}{\eta(t_r - t_l)C\rho_r} \quad (5.4.3-1)$$

式中：  $V_r$ ——贮热水箱（罐）有效容积（L）；

$Q_h$ ——设计小时耗热量（kJ/h）；

$Q_g$ ——设计小时供热量（kJ/h）；

$T$ ——设计小时耗热量持续时间（h）；

$\eta$ ——有效贮热容积系数，贮热水箱、卧式贮热水罐  $\eta=0.80\sim 0.85$ ，立式贮热水罐  $\eta=0.85\sim 0.90$ ；

$k_2$ ——安全系数，取 1.10~1.20。

2 当无法确定设计小时耗热量持续时间时，储热水箱（罐）有效容积也可按式 5.4.3-2 计算：

$$V_r = km q_r (1 - T_1/24) \quad (5.4.3-2)$$

式中：  $k$ ——安全系数，取 1.10~1.20；

$m$ ——用水计算单位数；

$q_r$ ——热水用水定额（L/人·d 或 L/床·d，以 55℃热水计）；

$T_1$ ——热泵机组设计工作时间（h）。

5.4.4 储热水罐在闭式强制循环系统中应承受系统工作压力，其承压能力应按压力容器的要求计算确定。

5.4.5 储热水箱（罐）材质、衬里材料和内壁涂料，应确保水质在可能出现的运行温度下符合现行《生活饮用水水质标准》的要求。

5.4.6 储热水箱（罐）的布置形式（立式或卧式）和进、出水管布置，不得产生水流短路，并应保证箱（罐）内具有平缓的水温梯度，充分利用水箱（罐）的储热容积。

5.4.7 家用太阳能热水系统储热水箱（罐）热损系数应小于

16W/(m<sup>3</sup>·K); 储热水罐热损系数不应大于 2W/(m<sup>2</sup>·K); 对于储热水箱, 其保温性能应满足《太阳能热水系统性能评定规范》(GB/T 20095) 中温降要求。

5.4.8 在开式非承压系统中, 储热水箱应设置水位计、水温指示器、控制器及放空管等; 在闭式承压系统中, 储热水罐应设置压力表、泄压装置、水温指示器、控制器及自动排气阀等。

5.4.9 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℃。

5.4.10 集中集热、分散储热的半集中式太阳能热水系统当采用集热系统非承压、换热系统承压的形式时, 应设非承压的缓冲水箱, 缓冲水箱的容积可按集热循环泵 1~2min 流量并预留膨胀及停泵时回水容积计算确定。

## 5.5 辅助能源

5.5.1 太阳能热水系统的辅助能源, 可采用工业余热、废热、空气源热泵、水源热泵、城市热网、燃油、燃气、电或其他热源作辅助能源。在分散式系统中宜采用电或燃气作为辅助能源。

5.5.2 太阳能热水系统辅助能源的加热能力应按不计太阳能集热器供热能力的常规热水系统计算, 具体选型应根据现行国家标准《建筑给水排水设计规范》(GB50015) 中有关条款执行。

5.5.3 辅助能源可直接加热, 也可通过水加热设施间接加热。

5.5.4 当采用燃油、燃气作为辅助加热手段时，应按相关的专业规范采取防火、防油、防气污染的技术措施。

5.5.5 空气源热泵热水系统辅助能源的加热能力应按平均日用水量在冬季最冷月平均冷水温度下的耗热量确定，且应扣除相应气温条件下的已选热泵在该时段的加热能力。

5.5.6 采用能源塔热泵等有效手段防止冬季运转失效的热水系统可不设辅助能源。

5.5.7 原水硬度较高或集热器具有较高防冻要求的场合，宜采用水加热设施间接加热生活热水的系统。

## 5.6 集热循环泵

5.6.1 分离式集热的太阳能热水系统，在自然循环不能保证集热效益时应设置循环泵。

5.6.2 分散集热、分散储热的分散式太阳能热水系统，其集热循环泵的流量应根据太阳能集热器的面积大小确定，并按下式计算：

$$q_x=(0.01\sim 0.02)\cdot A \quad (5.6.2)$$

式中： $q_x$ ——集热循环泵流量（L/s）；

$A$ ——集热器总面积（ $m^2$ ，直接加热系统为  $A_c$ ，间接加热系统为  $A_{in}$ ）。

5.6.3 集中集热、集中储热的集中式太阳能热水系统，其集热循环泵流量应根据集热器及相关管路的容积和集热循环泵一次运行历时确

定，并按下式计算：

$$q_x = V_x / T_x \quad (5.6.3)$$

式中：  $V_x$ ——集热器及相关管路的容积（L）；

$T_x$ ——集热循环泵一次运行历时（s）。

5.6.4 集中集热、分散储热的半集中式太阳能热水系统的循环水泵流量可根据小时换热量折算后，按热量体积公式进行换算：

$$Q_h = \frac{W_h}{C_w(t_i - t_{end})} \quad (5.6.4)$$

式中：  $Q_h$ ——传热工质质量流量（kg/h）；

$W_h$ ——小时换热量，以夏季平均日的辐照量换算得到的换热量乘以 1.5 的系数（kJ/h）；

$C_w$ ——换热介质的定压比热容[kJ/(kg·°C)]；

$t_i$ ——换热供路介质温度（°C）；

$t_{end}$ ——换热回路介质温度（°C）。

5.6.5 太阳能集热循环泵的扬程应根据克服集热系统最大水头损失计算确定。

5.6.6 太阳能热水系统集热循环泵的启闭，应按太阳能集热器上部的水温与储热水箱（罐）下部水温温差进行控制。控制启闭的温差应根据系统和组件的特性确定。

5.6.7 直热式空气源热泵热水系统的供水量应由系统根据水温自动控制，且冷水系统设计应保证热泵系统的水量要求。空气源热泵热水机组循环泵流量应根据热泵的供热量和循环温差，按下式计算：

$$q_{rx} = k \frac{Q_g}{C\rho_r\Delta t} \quad (5.6.7)$$

式中：  $q_{rx}$ ——空气源热泵热水机组循环泵流量（L/h）；

$k$ ——安全系数，取 1.10~1.20；

$Q_g$ ——热泵机组设计小时平均秒供热量（kJ/h）；

$\rho_r$ ——水的密度，1kg/L；

$\Delta t$ ——热泵机组的进出口温差（℃），一般取 5℃。

5.6.8 循环泵宜靠近储热水箱（罐）设置，不应毗邻居住用房或在其上层或下层。水泵应采用低噪音机组并采取防噪音措施。

5.6.9 集热循环泵的吸水管上应设阀门，出水管上应设阀门、止回阀及压力表。

5.6.10 太阳能和空气源热泵热水系统的循环泵应设备用泵。太阳能和热泵组合的热水系统，两者的循环回路和循环泵应分开设置。

## 5.7 管路设计

5.7.1 太阳能和空气源热泵热水系统中的热水供回水管道应按《建筑给水排水设计规范》（GB50015）中的有关条款设计。集热系统使用的管路、配件应为金属材质，耐温不应小于 150℃；直接供应生活热水的集热管路应采用不锈钢管、铜管等保证水质的金属管材；其他过水设备材质，应与建筑给水管路材质相容。

5.7.2 太阳能和空气源热泵热水系统的管道设计时应有可靠的防冻、

防超温、超压措施。

5.7.3 在工质循环的闭式系统中，应设置压力式膨胀罐。

5.7.4 太阳能和空气源热泵热水系统的冷水进水管上应有可靠的防止回流措施。

## 5.8 运行控制设计

5.8.1 太阳能和空气源热泵热水系统集成热和加热系统、辅助加热系统和热水供回水系统应采用全自动控制操作方式。

5.8.2 辅助加热设备应根据储热水箱（罐）的温度及热水供水温度之间设定的温差，按用户需要实行分时、定温或变温自动控制。

5.8.3 太阳能和空气源热泵热水系统的控制器应具备如下智能化管理功能：

- 1 显示太阳能集热或热泵加热系统中热泵和循环泵的工作状况，控制热泵和集热循环泵的启闭；
- 2 显示储热水箱（罐）的热水温度；
- 3 在非承压式系统中显示储热水箱的水位；
- 4 对辅助加热设备按设定程序进行启、停控制；
- 5 在集中热水供应系统中记录瞬间热水用水量、温度压力及其变化曲线（用水量、温度及供水压力变化曲线图）；
- 6 水箱防冻、管路防冻等启闭；
- 7 主管路循环启闭；

8 在功能要求比较高的热水系统可采用电脑 PLC 控制；

9 当设有能耗监测系统平台时，以上信息应反馈至能耗监测平台。

5.8.4 太阳能和空气源热泵热水系统宜采用远程管理系统。太阳能集热系统出现可能引起严重后果的故障时，应智能诊断并控制系统运行，同时反馈信息。

## 5.9 电气设计

5.9.1 电气设计应满足太阳能和空气源热泵热水系统用电的负荷容量，安全可靠、维护方便。

5.9.2 热水系统供电应采用专用回路；供电及控制线路应穿管或沿槽盒敷设。

5.9.3 热水系统供电回路应设短路、过载、剩余电流动作等保护，内置电加热回路的剩余电流保护动作值不应大于 30mA。热水系统的所有不带电金属物应设辅助等电位联结。

5.9.4 热水系统的设备应处于防雷接闪器的保护范围内，并按《建筑物防雷设计规范》（GB 50057）的要求采取各种防雷措施。

5.9.5 除分散式系统外，热水系统供电回路应设有计量装置，并应满足能耗分析的要求。

## 6 建筑与结构设计

### 6.1 建筑设计

6.1.1 太阳能和空气源热泵热水系统应与建筑一体化设计，并应贯穿从方案到施工图设计的全过程。

6.1.2 建筑设计应考虑周边环境对太阳能集热器的影响，避免造成遮挡，并应满足集热器连续日照时数在冬至日不少于 4 小时的要求。

6.1.3 建筑设计应合理确定太阳能和空气源热泵热水系统在建筑中的位置。布置在建筑屋面、墙面、阳台、搁板或其他位置的热水系统的各组成部分，应与建筑整体有机结合，满足建筑造型、建筑使用功能和建筑外围护功能等要求。

6.1.4 布置在建筑外部的太阳能集热器和空气源热泵主机及其他系统部件应与周围环境相协调，不应对环境产生视觉污染或降低相邻建筑日照的规范标准。

6.1.5 设置在建筑任何部位的太阳能和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。

6.1.6 建筑设计应满足太阳能和空气源热泵热水系统安装和维修的操作要求。住宅建筑应为每户配置搁放太阳能或热泵热水系统的储热水箱（罐）和热泵主机的搁板或者设备平台，并宜设置日常维护、检修的通道，避免公共管道和非本户管道维修入户。

6.1.7 在安装太阳能集热器和空气源热泵的建筑部位，应设置防止太

太阳能集热器和空气源热泵损坏后部件坠落伤人的安全防护措施。

6.1.8 太阳能集热器组件不应跨越建筑的变形缝设置。

6.1.9 管线应合理布置并相对集中、整齐。竖向的集中管线宜设置在管道井内，管道井应预留检修门或检修口。

6.1.10 当太阳能集热器和空气源热泵热水机组设置在平屋面上时，应符合下列要求：

1 太阳能集热器支架应与屋面预埋件固定牢固，并应在地脚螺栓周围作防水密封处理；

2 在屋面防水层上安装太阳能集热器时，防水层应上包到支座上表面，并在基座下部加铺附加防水层；

3 太阳能集热器和热泵热水系统的主机安装应与结构的承重部件相连，不应直接搁置在建筑屋面上；既有建筑加建热水系统的上述部件经核算后方可布置在屋面上，并应有可靠的安装连接措施；

4 太阳能集热器和热泵热水系统主机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；

5 太阳能集热器和热泵热水系统主机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 当屋面或设备层布置热泵主机、太阳能集热器、水泵等设备时，其检修通道不应采用不便于检修的垂直爬梯和检修孔。

6.1.11 当太阳能集热器和空气源热泵热水机组设置在坡屋面上时，应符合下列要求：

1 屋面坡度宜根据太阳能集热器接收阳光的最佳倾角（即当地纬

度 $\pm 0\sim 10^\circ$ ) 来确定坡屋面的坡度;当采用春分或秋分所在月的日平均辐照量作为计算依据时,宜使集热器安装倾角略大于当地纬度,以提高冬季的集热效果;

2 应合理布置集热循环管线,并应与屋面造型相协调,穿过屋面的循环管线应预埋防水套管,防水套管宜顺坡穿过斜屋面,并应在屋面防水施工前埋设完毕。

## 6.2 结构设计

6.2.1 结构荷载计算应包括太阳能和热泵热水系统所有设备及其配件运行时的全部荷重。

6.2.2 结构设计应根据太阳能和热泵热水系统安装要求,埋设预埋件或其他连接件。

6.2.3 轻质填充墙不得作为储热水箱(罐)、太阳能集热器、热泵主机、水泵等设备的支承结构。

6.2.4 太阳能热水系统结构设计应计算下列作用效应:

- 1 非抗震设计时,应计算重力荷载和风荷载效应;
- 2 抗震设计时,应计算重力荷载、风荷载和地震作用效应。

## 7 系统安装与验收

### 7.1 一般规定

- 7.1.1 施工现场应具有必要的施工技术标准、健全的质量管理体系和工程质量检验制度，实施施工全过程质量控制。
- 7.1.2 施工单位应具有相应的施工资质。施工人员应具备相应的技术资格。
- 7.1.3 施工应按照批准的工程设计文件进行。
- 7.1.4 施工所使用的主要材料及设备必须具有中文质量合格证明文件。相关规格、型号及性能检测报告应符合国家技术标准。
- 7.1.5 所有材料、设备进场时应对品种、规格、外观等进行验收，并应经监理单位或建设单位核查确认。

### 7.2 基础与支架

- 7.2.1 基础应平稳、牢固，不得破坏屋面防水层。
- 7.2.2 基础应设置在承重构件上，并由结构专业复核并确认。混凝土基础的强度等级不低于 C20。
- 7.2.3 至少应有 100mm 高度的安装水平基础，基础平面不得出现积水现象。
- 7.2.4 集热器支架角度、排间距应符合设计要求。
- 7.2.5 集热器支架应牢固可靠，且应具有较强的抗风能力。

7.2.6 集热器及储热水箱（罐）支架焊接完毕，应作防腐处理。

### 7.3 储热水箱（罐）安装

7.3.1 储热水箱（罐）摆放位置应正确，确保底座受力均衡分布到基础上。储热水箱（罐）应与水箱底座牢靠固定，并设有防风、防侧滑措施，以确保安全。家用储热水箱无底脚时，不得贴地放置；挂式安装时，安装位置的墙和挂件必须有足够的强度。

7.3.2 现场制作的储热水箱（罐）采用双面焊接，焊接成形后，各面应平整，无扭曲变形。钢板焊接的储热水箱（罐），应作防腐处理。

7.3.3 非承压储热水箱应设置人孔，且应有防止雨水流入措施。

7.3.4 储热水箱（罐）的内、外箱应作接地处理，接地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》（GB50169）的要求。

### 7.4 太阳能集热器安装

7.4.1 集热器摆放应符合设计要求，且应与支架牢靠固定，防止滑脱。平板集热器与支架的固定件和固定部位应有足够的强度。

7.4.2 现场组装的集热器，应严格按照相应的操作规程，保证集热器的密封效果，减少热损失。

7.4.3 平板集热器的流道集管应留有不小于 1%的坡度，并在最低处

且便于放水的地方安装具有排空功能的装置，以便放水防冻或检修。

## 7.5 空气源热泵机组安装

7.5.1 机组摆放位置应满足设计要求，且应放置在通风良好的场所，不应安装在有油烟污染、灰尘大的地方。机组应与设备基础牢靠固定。

7.5.2 机组底部应安装减振装置，以防止振动。主机进、出口必须采用柔性连接，以防止振动传播至主体建筑物。

7.5.3 水循环系统的热泵主机进水口应安装 Y 型过滤器。

7.5.4 主机进水管必须做好保温措施，以防止热量损失和冷凝水的形成。

## 7.6 管道与附件安装

7.6.1 系统采用的管材及管件，应符合现行产品标准的要求。管道的工作压力不得大于产品标准标定的允许工作压力。

7.6.2 热水管道应选用耐腐蚀和安装连接方便可靠的管材，可采用铜管、不锈钢管、塑料金属复合热水管等。太阳能集热循环系统应采用铜管或不锈钢管。各类管材的连接应符合各自的施工要求，确保管道连接不漏水。

7.6.3 管道安装应横平竖直，尽量减少弯曲。

7.6.4 热水管道系统，应有补偿管道热胀冷缩的措施。

- 7.6.5 热水管应作保温，保温层厚度经计算确定。
- 7.6.6 热水横管的敷设坡度不宜小于 0.3%。
- 7.6.7 系统最高处应设置排气装置，最低处应设置泄水装置。
- 7.6.8 法兰连接的管道，法兰面应与管道中心垂直并同心。法兰对接应平行，螺栓长度应一致，螺母在同侧均匀拧紧。螺栓固定后不应低于螺母平面。法兰的衬垫规格、品种与厚度应符合要求。
- 7.6.9 管道与主机、水泵、水箱等连接接头必须采用活接，便于日后检修维护。
- 7.6.10 各类阀门的材质及型号应符合《建筑给水排水设计规范》（GB50015）的相关规定。
- 7.6.11 管道支托架应焊接平整，固定牢固。支架焊接完毕后，应作防腐处理。支架、托架、吊架之间的距离应满足设计要求，当设计无要求时，应符合《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》（GB50242）的相关要求。
- 7.6.12 管道支架、托架及吊架的设置应符合《建筑机电工程抗震设计规范》（GB50981）的相关要求。

## 7.7 水泵与阀门安装

- 7.7.1 水泵安装前应复核水泵的主要参数满足设计图纸要求，并确保水泵的安装位置、方向正确。
- 7.7.2 水泵的基础强度、标高、尺寸和螺栓孔位置应符合设计或选用

产品的要求

7.7.3 水泵周围应留有维修空间，以便日后维修更换。

7.7.4 水泵宜安装在室内；当安装在室外时，应采取适当的防雨保护措施。结冰地区还应采取适当的防冻保护措施。

7.7.5 每列或每排集热器总进出管口均应装设阀门，以便调节和检修。

7.7.6 阀门应装设在易操作处，安装时宜装设活接，以便维修拆卸。

## 7.8 辅助能源安装

7.8.1 辅助加热设备应采用工厂成品制作且经国家相关安全认证的产品，严禁现场制作。

7.8.2 辅助加热设备应由取得相关安装资质的专业人员负责安装，安装时应符合相关要求，确保安全。

## 7.9 控制运行系统安装

7.9.1 控制部件应符合下列要求：

- 1 安装前应检查各控制部件符合设计要求，产品无缺陷；
- 2 温度传感器应安装在能准确反映所测水温或用水水温处，且便于更换和维修；
- 3 水位传感器安装应能准确反映所测水位，且便于更换和维修；

4 传感器的接线牢固可靠，接触良好。

7.9.2 电气线路施工应符合现行国家标准《电气装置安装工程 1kV 及以下配线工程施工及验收规范》（GB 50258）的相关规定。

7.9.3 配电箱、电控箱的安装施工应符合现行国家标准《电气装置安装工程盘、柜及二次回路接线施工及验收规范》（GB 50171）的相关规定。

7.9.4 所有正常不带电的金属部件应作接地处理，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）的相关规定。

7.9.5 其他电气设施的安装应符合现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》（GB 50303）的相关规定。

## 7.10 试压、检漏、冲洗

7.10.1 系统安装完毕后，在设备及管道保温前，各承压管道及设备应进行水压测试，测试压力应符合设计要求。当设计无注明时，应符合《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》（GB50242）的相关要求。

7.10.2 系统安装完毕后，在设备及管道保温前，非承压管路系统和设备应做灌水试验。集热器、管道在充满水后 2 小时内应无渗水、漏水现象。储热水箱（罐）应作满水试验，满水静置 24 小时内，应无渗水、漏水现象。

7.10.3 试压合格后，应对系统进行冲洗，直至排出的水不浑浊、无杂质为止。

## 7.11 系统调试、试运行

7.11.1 系统安装完毕投入使用前，必须进行系统调试，使各项功能符合设计要求。

7.11.2 系统调试包括设备单机或部件调试和系统联动调试。

7.11.3 设备单机或部件调试应包括热泵、集热器、水泵、各类阀门、控制部件、监控显示设备以及辅助加热设备等，并应符合下列要求：

1 设计负荷下，热泵、水泵、集热器能连续正常工作，各项指标在正常范围内；

2 各类阀门的安装位置、方向正确，开启正常、动作灵活、密封严密；

3 各控制部件、监控显示设备显示正常；

4 有辅助电加热的系统，漏电保护开关正常；

5 电压、水压符合设计要求；

6 电气装置接线正确，接地良好；

7 管路防冻功能和太阳能集热系统出现可能引起严重后果的故障时智能诊断并控制系统运行功能测试，达到设计要求。

7.11.4 系统联动调试是在设计负荷下，通过调整各阀门，对集热系统、辅助加热系统以及热水供应系统的实际运行情况进行调试，使得

各系统相匹配，各设备正常运行。

7.11.5 系统调试正常后，应对系统进行不少于 3 天的连续试运行观察，观察各设备是否运行正常、各系统的联动协调是否正常，并记录系统的产热量、热水温度等主要指标。

## 7.12 验收

7.12.1 系统验收按《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》（GB50242）的相关条款执行。

7.12.2 工程安装完毕后，施工单位应对系统进行全面的自检验收。

7.12.3 自检验收合格后，应由建设单位、设计单位、质量检测单位进行联合验收。

7.12.4 工程验收合格后，施工单位应将验收资料整理成册。验收资料至少应包括以下内容：

- 1 竣工验收报告；
- 2 施工日志；
- 3 主要材料材质单和主要配件合格证；
- 4 工程监理或建设单位分项工程质量检验评定记录；
- 5 系统运行维护说明书；
- 6 系统竣工图纸；
- 7 系统试运行各部分功能运行记录；
- 8 系统产热水效果记录；

9 其他需要提交的资料。

7.12.5 系统未经验收或验收不合格者，不得使用。

7.12.6 太阳能和空气源热泵热水系统验收完成后，宜对系统的热源部分进行能效测评。

附录 A 浙江省主要地市相关气象数据表

		湖州	嘉兴	杭州	绍兴	金华	衢州	丽水	舟山	宁波	台州	温州	淳安	
纬度(°)		30.85	30.78	30.23	30.00	29.11	28.96	28.45	30.03	29.86	28.62	28.03	29.61	
经度(°)		120.08	120.71	120.17	120.63	119.65	118.86	119.91	122.10	121.56	121.42	120.65	119.01	
最冷月平均气温(°C)		3.3	3.8	4.3	4.4	5.3	5.0	6.5	5.4	5.1	6.7	8.0	4.3	
春分	A	10: 00	46.67	46.29	47.00	46.83	48.05	48.68	48.27	45.79	46.27	47.11	48.00	48.17
		12: 00	59.09	59.11	59.70	59.89	60.85	61.03	61.49	59.72	59.95	61.19	61.85	60.37
		14: 00	49.35	49.79	49.84	50.28	50.27	49.85	50.88	51.16	50.96	51.74	51.64	49.52
	B	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
C		11300	11310	10020	9420	9090	8100	9070	10390	9440	10780	9040	9040	
夏至	A	10: 00	62.05	61.52	62.05	61.68	62.61	63.31	62.43	60.41	60.89	61.10	61.80	63.12
		12: 00	82.57	82.59	83.19	83.38	84.32	84.42	84.98	83.06	83.36	84.58	85.32	83.79
		14: 00	62.71	63.26	62.88	63.30	62.55	61.87	62.82	64.56	64.12	64.13	63.50	61.95
	B	14.00	13.99	13.95	13.93	13.86	13.85	13.81	13.93	13.92	13.82	13.78	13.90	
	C		15430	15430	13770	13960	14550	14090	12250	13960	13690	14490	14450	14390
秋分	A	10: 00	49.14	48.80	49.51	49.37	50.60	51.21	50.88	48.40	48.87	49.77	50.66	50.67
		12: 00	59.10	59.20	59.73	59.98	60.81	60.90	61.49	59.97	60.14	61.38	61.95	60.27
		14: 00	46.89	47.35	47.35	47.80	47.69	47.23	48.27	48.75	48.51	49.21	49.04	46.94
	B	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
	C		13110	13520	13370	12470	14020	14440	14390	13500	12690	15390	15000	13810
冬至	A	10: 00	28.69	28.47	29.18	29.17	30.37	30.86	30.81	28.46	28.85	29.96	30.82	30.23
		12: 00	35.69	35.76	36.31	36.54	37.42	37.56	38.08	36.48	36.67	37.91	38.51	36.91
		14: 00	28.39	28.73	28.96	29.36	29.66	29.41	30.34	29.99	29.90	30.90	31.04	28.94
	B	10.00	10.00	10.05	10.07	10.14	10.15	10.19	10.06	10.08	10.17	10.22	10.10	
	C		8670	8690	6760	7710	8010	7800	8750	8370	7880	8360	9050	8300
年太阳辐照量		4358000	4373000	4353000	4370000	4482000	4358000	4483000	4607000	4585000	4742000	4501000	4325000	

注：1、A：太阳高度角（单位，度，°）； B：日照时数（单位，小时，h）； C：日平均太阳辐照量（单位，千焦/平方米·天，kJ/m<sup>2</sup>·d）；年太阳辐照量单位：千焦/平方米·年，KJ/m<sup>2</sup>·a； 2、表中经纬度为该区域所在气象站的经纬度。

附录 B 浙江省各地月平均水温表

	湖州	嘉兴	杭州	绍兴	金华	衢州	丽水	舟山	宁波	台州	温州
1月	9.4	8.2	11.0	8.0	13.2	13.0	12.7	8.0	9.2	12.0	15.9
2月	8.3	9.1	11.0	7.3	12.0	12.0	11.3	7.8	8.9	11.0	11.7
3月	10.7	13.2	13.0	8.8	13.2	13.1	12.0	8.8	10.4	13.0	14.3
4月	13.6	18.2	17.0	10.8	14.0	16.5	16.7	10.5	14.2	14.0	17.6
5月	20.0	23.1	22.0	11.5	16.5	18.4	20.0	11.7	18.6	19.0	21.5
6月	22.0	25.4	24.0	15.0	18.5	20.1	20.9	12.6	21.8	23.0	23.4
7月	22.9	27.1	25.0	18.8	21.5	23.4	23.8	16.2	23.4	24.0	25.2
8月	25.5	28.9	25.0	21.3	22.3	24.3	26.0	20.6	25.3	25.0	27.3
9月	23.1	25.8	24.0	21.0	23.0	24.4	24.3	18.1	24.0	23.0	25.4
10月	20.6	21.9	23.0	20.8	19.4	22.6	22.1	16.9	21.5	23.0	22.6
11月	17.4	17.3	18.0	16.0	18.2	20.0	19.3	15.7	18.0	20.0	19.8
12月	12.8	10.3	14.0	12.5	14.0	16.2	15.0	14.5	19.0	15.0	15.3

注：本表数据根据各地多年实测水温数据整理。

## 本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

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用词：

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，在条件许可时首先应这样做的用词：

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用词，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

浙江省工程建设标准

太阳能与空气源热泵热水系统应用技术规程

**DB33/1034 – 2016**

条文说明

# 1 总 则

1.0.1 自 2012 年 10 月 1 日起施行的《浙江省可再生能源开发利用促进条例》明确提出，太阳能、空气能等非化石能源为可再生能源，需根据本省气候特征和工程建设标准依法制定太阳能、空气能等可再生能源建筑利用的地方标准。

自条例发布以来，我省的太阳能和空气源热泵热水系统均得到快速发展。太阳能、空气源热泵热水系统与建筑一体化涵盖了建筑设计、机械加工、电子控制、热能工程等多个领域。一个工程的实施需要各个方面协调配合，即做到统一设计、施工、验收。为使民用建筑太阳能和空气源热泵热水系统安全可靠、性能稳定、节能高效、与建筑协调统一，规范太阳能和空气源热泵热水系统的设计、安装及验收，促进以太阳能和空气源热泵热水系统为代表的绿色能源的广泛应用，是本规程制定的目的。

1.0.2 本条规定了本规程的适用范围。

根据《浙江省绿色建筑条例》，规程中的民用建筑，是指居住建筑、国家机关办公建筑和用于商业、服务业、教育、卫生等其他用途的公共建筑，包括工业用地范围内用于办公、生活服务用途的建筑。

本规程从技术层面解决太阳能和空气源热泵热水系统在民用建筑中应用并与建筑结合的问题。这些技术内容适用于各类民用建筑上新建的太阳能和空气源热泵热水系统，既有民用建筑上增设或改造已安装的太阳能和空气源热泵热水系统同样适用于本规程。

1.0.3 太阳能和空气源热泵热水系统的组成部件在材料、技术要求以

及系统设计、安装、验收等方面均有相关的产品标准，因此系统首先应符合这些标准的要求。

太阳能和空气源热泵热水系统在民用建筑上应用是综合技术，其设计、安装、验收等涉及太阳能、热泵及建筑行业，除符合现行的太阳能、热泵系统方面的标准外，还应符合建筑工程方面的标准规定，如《建筑给水排水设计规范》GB 50015、《建筑防雷设计规范》GB 50016、《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB50242等相关标准，尤其是其中的强制性条文必须严格执行。

### 3 基本规定

3.0.1 本条规定了太阳能和空气源热泵热水系统类型选择时应遵循的一些原则。

太阳能和空气源热泵热水系统类型的选择，是系统设计的重点内容，系统设计不仅需确定集热器、储水设施、水泵等的安装位置，还需结合用户使用、施工安装和维护的要求，综合气候条件、能耗、安装条件、等因素，比较系统的性能、造价、进行技术经济分析。太阳能和空气源热泵热水系统应与使用所在地的太阳能资源、气候特征相适应，在保证系统全年安全、稳定运行的前提下，选择的系统性价比最高。

3.0.2 太阳能是一种低密度不稳定的分散性能源，不能全天候供给，无法像其他能源一样按使用要求及时加热。因此，太阳能热水系统必须配备可靠的辅助能源。

3.0.3 地处长江中下游的浙江地区，属于空气源热泵在冬季安全使用的临界区域。如不设辅助加热设备，可按如下方式选定热泵：首先确定年平均水温 and 冬季的水温差值，冬季取  $5^{\circ}\text{C}$ ，全年平均取  $15^{\circ}\text{C}$ ，热水温度按  $55^{\circ}\text{C}$  设计，两者的热量差值应为： $(55-5)/(55-15)=1.25$  倍；而空气源热泵热水系统全年平均的 COP 值取 2.5，冬季取 1.5，两者的配置差值为  $2.5/1.5=1.67$  倍。考虑两因素影响重叠的话，额定输入功率的差值约为 2.09 倍。如热泵按年平均环境温度和水温条件的参数进行热泵输入功率计算时，热泵工作时间取 8h，则按冬季最冷月条件校核，热泵的工作时间需延长至 16.72 小时（上限为 20 小时），

满足要求；若按冬季最冷月条件校核，热泵工作时间超过 20 小时，则需配置辅助能源加热设备。

3.0.4 本条为强制性条文。因钢质固定支架长年暴露在日晒雨淋的环境中，一旦维护不善，极可能在台风等灾害天气的触发下发生支架垮塌，圆形水箱沿坡屋面滚落造成严重的安全事故，国内已发生多起类似案列。若多层和高层建筑的坡屋面上发生水箱坠落事故，则危害更大。故将整体式太阳能热水器通过固定支架搁置在坡屋面上存在较大的安全隐患。而仅将集热器搁置在屋面上，重量相对较轻，滑落的可能性和危害性相对较小，但需注意集热器的支架仍应与屋面结构设计配合，确保承重和连接符合安全要求。

此外，坡屋面上设置的整体（背包）式太阳能热水系统，水箱往往外露设置，对建筑屋面景观影响较大。目前技术的发展完全有条件采用非承压式自然循环系统、非承压式强制循环系统以及承压式强制循环系统予以替代，通过设计将水箱隐藏设置。

另《浙江省绿色建筑条例》第三十一条明确规定“可再生能源利用设施应当与建筑主体一体化设计，同步施工、同步验收”；“新建民用建筑安装太阳能光热系统或者分布式光伏发电系统的，集热器、光伏板应当与建筑外观、形态相协调。”浙江省 2016 年 3 月 1 日起施行的《关于进一步加强可再生能源建筑一体化应用工作的通知》，进一步规定了设置在坡屋面、平屋面上的要求：即设置在坡屋面的水箱等无接受太阳辐射要求的设施设备应当隐藏设置，集热器应当与坡屋面进行一体化设置；设置在平屋面的，应当利用女儿墙等建筑构件进行适

当围挡。因此，坡屋面上安装的太阳能热水系统，应采用水箱与集热器分离的分离式系统，可以根据使用条件选择是否承压和强制循环。安装在瓦屋面上的集热器应与屋面平行，可架空或镶嵌安装，架空安装时集热器上表面与瓦屋面的距离不应超过 200mm。

3.0.5 本条引自国家标准《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》GB50364 相关条文。

## 4 系统分类与选择

### 4.1 系统的分类

4.1.1 安装在民用建筑的太阳能热水系统，若按集热与储热的集中程度分类，可分为分散集热、分散储热，集中集热、分散储热和集中集热、集中储热等三大类。

分散集热、分散储热的分散式太阳能热水系统，指采用分散的太阳能集热器和分散的储热水箱（罐）供给各个用户所需热水的小型系统，也就是通常所说的家用太阳能热水器；

集中集热、分散储热的半集中式太阳能热水系统，指采用集中的太阳能集热器和分散的储热水箱（罐）供给一幢建筑物所需热水的系统；

集中集热、集中储热的集中式太阳能热水系统，指采用集中的太阳能集热器和集中的储热水箱（罐）供给一幢或几幢建筑物所需热水的系统。

分散式、半集中式、集中式三种太阳能热水系统各有利弊。

太阳能热水系统发展到目前为止，绝大多数系统仍然是各用户独立的分散式太阳能热水系统。这种系统原理简单，安装、维护、使用时互不干扰。但因其分散，会造成太阳能热水系统对太阳能光热资源的利用不充分，即在同一单元中会出现有些家庭储热水箱（罐）中的热水因长时间不用而闲置冷却，而另一些家庭却因热量不够用而不得不采用辅助能源强行加热，造成能源消耗增大。造成以上现象的主要原因是太阳热能的可利用时段及热水生产量与使用量之间存在巨大

的差异，差异的平衡可以采用调节元件（如储热水箱（罐））予以解决，也可利用规模的适当扩大以调节使用上的随机不平衡。

集中式的太阳能热水系统可以克服分散式系统的缺点，并且能使公共部位的管路减少到每组二到三根，运行效果提高，同时系统可采用保温循环等措施使无效冷水减少到最少程度，是太阳能热水系统的发展方向。但与分散式系统相比，集中式系统在运行中需要专业管理、维护，使用维护成本较高。

集中集热、分散储热的半集中式太阳能热水系统，管路相对较少，且由于辅助加热和储热单元都在各户室内，管理和维护较简单。但该系统存在户内储热水箱（罐）热量回流到管网中的可能，必须采取可靠的控制装置防止热量回流的发生。此外该系统还存在各户吸收的热能不均的问题。

4.1.2 太阳能热水系统按系统集热运行方式分类，可分为：自然循环系统、强制循环系统和直流式系统等三类。

自然循环系统是仅利用传热工质内部的温度梯度产生的密度差进行循环的太阳能热水系统。在自然循环系统中，为了保证必要的热虹吸压头，储热水箱（罐）的下循环管口应高于集热器的上循环管口。自然循环系统也可称为热虹吸系统。

强制循环系统是利用机械设备等外部动力迫使传热工质通过集热器（或换热器）进行循环的太阳能热水系统。强制循环系统运行可采用温差控制、光电控制及定时器控制等方式。强制循环系统也可称为机械循环系统。

直流式系统是传热工质（水）一次经过集热器加热后，进入储热水箱（罐）或用热水处的非循环太阳能热水系统。直流式系统可采用非电控的温控阀控制方式或电控的温控器控制方式。直流式系统也可称为定温放水系统。

实际工程中，某些太阳能热水系统是一种复合系统，即是上述几种方式组合在一起的系统，例如由强制循环与定温放水组合而成的复合系统。

#### 4.1.4 直接加热和间接加热两种系统有各自不同的适用场合。

间接加热系统由传热工质集热并通过热交换设施将热量传递给被加热的生活热水。因采用间接加热方式，一次传热工质可以采用防冻液防止寒冷季节管道冻裂，同时由于传热工质的硬度易于控制，可以有效地防止结垢。此外，一次热媒集热管道的口径可以相对较细，使得集热管内温升较快，启动迅速。但由于采用间接加热，系统存在一定的热交换损失。因此，间接加热系统适合于冬季较寒冷、水质较硬（原水总硬度大于 150mg/L）的区域。

在冬季较温暖又普遍使用地面水作为水源、水质较软（原水总硬度不大于 150mg/L）的区域，可以采用直接加热系统。

## 4.2 系统选择

4.2.1 在实际工程中，可对太阳能及空气源热泵热水系统的各种分类进行合理组合，选择最适合于工程实际的太阳能、空气源热泵或其他能源（如余热废热、生物质能、燃气、电等）辅助的太阳能或空气源

热泵热水系统。

别墅及排屋类住宅上下层均属同一户，不存在公共管线敷设在套内空间的问题，且一般采用市政水压直供或者变频加压供水的别墅区，在顶层余压较高，供水水压条件较好。若采用非承压的整体式热水器，顶层的冷热水压力难以平衡，而采用分离承压式热水器可以使顶层不失压，甚至可以通过设计将家庭的保温循环管与集热循环管综合考虑，有利于节材、节能、节水。另一方面，别墅的外立面要求较高，整体式太阳能热水器与屋面相结合的处理相对比较困难。虽然分离承压式热水器价格相对昂贵，但对于属高档房产的别墅及排屋类住宅而言是相适宜的。在安装形式与建筑一体化结合较好的情况下（屋檐、阁楼隐藏水箱等场合），也可采用分离承压式自然循环太阳能热水系统，该系统热水出水采用顶水式，热水供水压力与自来水供水压力相同。故系统在满足用户热水舒适性的同时，又可避免强制循环水泵产生的噪声。

别墅排屋类住宅中也可以采用承压式家用空气源热泵热水系统或空气源热泵辅助的太阳能热水系统。在安装空气源热泵热水机组时，应避免室外出风口气流短路，另应避免多台室外机吹出气流相互干扰。

在多层民用建筑中，分散式、半集中式、集中式三种太阳能热水系统应根据不同的场合合理选用。

分散式太阳能热水系统优点是运行、控制分散独立，互不干扰，缺点是垂直管线较多，布置困难，顶层和底层用户分别存在冷、热水

压力不平衡及无效冷水较多的问题。该系统可用于楼层数较少、垂直管线较短且易布置的多层民用建筑。

以单元或单栋建筑为系统规模的集中式系统和半集中式系统更适宜于在太阳能热水系统中的应用。首先，要使太阳能热水系统与建筑一体化普及并推广，关键点是利用各幢建筑的屋面资源，合理布置太阳能集热器。因此集热器的布置必定是各单元各栋分散的，这就决定了以单元或单栋建筑为系统规模的集中式系统和半集中式系统是一种合理的选择。

集中式、半集中式太阳能热水系统的优点是集中管理，运行易于控制，系统较大，同时使用系数变小更易于发挥系统的调节能力，设备总容量的配置可大大缩小。但系统规模不宜过大，规模过大，尤其循环供回水管路太长，会使系统的供回水均衡性难度加大，管网热损失也增加。太阳能热水系统的规模大小应通过严格的技术经济比较得出。建议以单元或一栋建筑为单位设计独立的集中式、半集中式太阳能热水系统。

以小区或建筑组团为系统规模的大型集中式太阳能热水系统由于管线总长度较长（尤其是室外埋地管线），热损失总量相对较大；同时集热器要求集中布置，难度较大。一般只适宜在有其他可靠的廉价热源的场合，太阳热能只是作为一种季节性补充。

对于屋面资源不足的高层建筑，太阳能不能满足整栋建筑热水系统要求时，可采用分段解决方式。高层建筑上部日照条件较好，仍可采用分散式、半集中式、集中式太阳能热水系统，下部建议采用分散

式的空气源热泵热水系统或者阳台栏板式、壁挂式系统，采用阳台栏板式、壁挂式太阳能热水系统时，应保证集热器能充分地采集阳光，同时不提倡在日照时数不足的屋面和墙面安装太阳能集热板，这样会使系统的技术经济性能降低。当高层建筑要求热水系统需统一时，可采用半集中式、集中式太阳能热水系统或家用型空气源热泵热水系统。

以住宅建筑为例，一般要求空气源热泵热水机组的储水容积不小于 40 升/人，输入功率不小于（不包括辅助加热的配电功率）0.24KW/人。按照全年平均水温计算（进水水温按 15℃计，出水水温按 60℃计），年人均日用水量 40 升热水所需要的热量为 2.1KWh。系统的平均能效比 2.5，考虑到住宅热水用水的集中性，每人所需热水的加热时间不宜超过 3.5 小时，因此热泵的输入功率不宜小于 0.24KW/人。同时住宅建筑应根据产品的特点并结合相关规范要求合理配置空气源热泵水泵机组的输入功率和水箱容积。

4.2.2 本条主要针对分散式太阳能热水系统。该系统的管道布置是太阳能热水系统应用的一个瓶颈。按常规的分离承压式系统计算，每户 2 根，则一个最常见的六层一梯两户的住宅单元，总共 12 户，在公共部位最密集处应有 24 根管线，布置困难，占地较大。有些厂商为缩小安装位置，采取捆扎式集合布置的方式，甚至在塑料管体系中采用集中发泡的形式保温，这给以后的管道维修更带来了麻烦，不符合建筑给水排水管道布置的基本原则，因此提出了本条的要求。

4.2.3 集中集热、分散储热的半集中式太阳能热水系统，采用间接加

热的形式在管理上比较方便，而且总管线较少，优点比较突出。但要求有可靠的技术措施防止储热水箱（罐）内热量（通过辅助能源自行加热）反流至管网。

4.2.4 太阳能热水系统在住宅中的应用，一般都是利用分散在各栋住宅屋面上的集热器进行集热，而热水管线在栋与栋之间埋地或架空敷设会造成大量的热量损耗。因此，建议集中式太阳能热水系统当集热器在各栋屋面分散布置时，系统的规模宜以单元或单栋建筑为单位。

4.2.6 公共建筑中的生活热水系统分类组合的选择，可参考表 4.2.6：

表 4.2.6 公共建筑中生活热水系统选用表

建筑类型	热水用水性质	太阳能系统类型(A) 空气源热泵热水系统(B) 空气源热泵辅助的太阳能热水系统(A+B)
酒店式公寓	生活洗浴	A2, A3, B1, B2, A+B
宾馆、酒店	生活洗浴	A3, B2, A+B
医院	生活洗浴	A3, B2, A+B
办公楼的值班室、 休息间	生活洗浴	A1, A3, B1, B2, A+B
大型商超(肉蔬区)	清洗、卫生	A3, B2, A+B
职工、学生宿舍	生活洗浴	A2, A3, B1, B2, A+B
疗养院、休养所	生活洗浴	A3, B1, B2, A+B
公共浴室	洗浴	A3, B2, A+B
餐馆、食堂	清洗、卫生	A3, B2, A+B

注：A1——分散集热、分散储热的分散式太阳能热水系统；

A2——集中集热、分散储热的半集中式太阳能热水系统；

A3——集中集热、集中储热的集中式太阳能热水系统；

B1——家用型空气源热泵热水系统；

B2——商用型空气源热泵热水系统；

A+B——空气源热泵辅助的太阳能热水系统。

应用于医院的太阳能或空气源热泵热水系统应采取保证热水水质安全的措施。以上类型的公共建筑中还可以采用除太阳能和空气源热泵热水系统外的其他能源的加热方式并组合，在此不再列出。

4.2.7 本条是为了强调冷热水调温所需要的承压条件，且冷热水压差不宜大于 0.02MPa，这是《民用建筑节水设计标准》(GB50555) 的要求。

## 5 系统设计

### 5.1 一般规定

5.1.1 太阳能和空气源热泵热水系统属建筑给水排水专业的设计范围。在整体建筑设计出图时，给排水专业应将热水系统的供回水管路设计完成，并应符合《建筑给水排水设计规范》（GB 50015）的要求。太阳能和空气源热泵热水系统的热源部分属于两次设计的内容。给排水设计人员应首先确定热源方案，主要包括系统选型、方案原理图绘制及设备布置位置和管线通道的预留。热泵或集热器的位置、色泽及数量要与建筑师配合设计，在承载力复核、基础预制、供配电、控制等方面要与结构、电气及智能化等专业配合设计，使太阳能热水系统真正纳入到建筑设计当中来。方案的深度应达到甲方可以据此对热源系统进行招标的水平。招标完成后，太阳能系统的阵列排布、热泵系统选型配置、基础预制、管线设计等关乎产品、系统性能的热源部分施工图深化设计，应由供货方完成，建筑设计单位认可。

5.1.2 太阳能和空气源热泵热水系统的设计应顾及建筑物美观要求，不能破坏建筑造型的完整性，并应充分注意集热器反射所造成的光污染对环境的影响。管线的布置应符合《建筑给水排水设计规范》（GB50015）的相关要求，例如水管布置在烟道内就是规范明令禁止的。在外墙上明敷太阳能热水系统的管道影响建筑的美观，除非进行合理的伪装或砌封。将垂直管安装在设备阳台或搁板位置是合理的。

### 5.2 太阳能集热器

5.2.1 本条确定了太阳能热水器的安装方位角。根据日照条件分析，条文所规定的朝向有利于最大限度地吸收太阳热能，且南偏西较之于南偏东更有利于吸收太阳辐射。对于超出标准安装朝向的情况应视日照分析和技术经济条件确定是否适宜，其目的是为了限制某些不合理的强制安装行为。

5.2.2 本条确定了太阳能热水器的安装高度角，本条也是根据日照条件的分析而得出的。在工程实践中，集热器布置会受到屋面造型的影响，甚至会要求贴平屋面上安装，这样肯定会影响最需要太阳热量的冬季集热效果，应尽量将集热器倾角做大，以充分顾及冬季的集热效果，迫不得已时应结合厂家的产品对集热器或集热管布置进行处理，使效益最大化。

5.2.3 本条是针对呈若干排布置及前有遮光物的情况提出的布置间距。建议在居住建筑中尽量按顾及冬季使用的冬至日正午 12 时太阳高度角计算前后排间距。在场地条件允许的情况下应适当放大，使冬季的集热器采光面上有充分的日照。

5.2.4 集中式太阳能热水系统，若所有集热器全部采用串联形式，则集热循环时的水头损失过大，集热时间过长，影响水温的稳定，但可相对节约管路。反之若全部采用并联形式，虽能使集热时循环水头损失减小，但总管路过长也不可取。因此，应两者合理结合。同时，一定要考虑集热管的同程布置，除非有非常精确控制手段保证集热器阵列内任何一点都能均衡地将热量输出。另外，在直接用真空玻璃管充水集热的集热器要慎用串联系统，以避免其中任何一根玻璃管破裂而

造成整个系统瘫痪。

5.2.5 对于分离承压式的太阳能热水系统应采用强制循环的方式收集热量。而对于定温放水式系统，则可以利用冷水压力顶水收集热量。系统设计成两者组合的方式有利于发挥各自的优势，但系统和控制要求相对复杂。

5.2.6 本条所列的公式是太阳能集热器总面积计算的经典公式。公式中的各项内容都在符号解释中列出了可供选择的参数。设计者只要根据工程实际及经济、技术条件在各参数的上、下限范围内取值即可。公式中需注意区分集热器采光面积与集热器总面积两者的区别。集热器采光面积是指非会聚太阳辐射进入集热器的最大投影面积，不包括那些太阳辐射从垂直于采光面方向入射时太阳辐射被遮挡的透明部分。而集热器总面积是整个集热器的最大投影面积。

如果是注重冬天使用效益的用户，建议采用冬至所在月日均太阳辐照量。

如果是空气源热泵（其他能源）辅助的太阳能热水系统，集热面积的确定可由设计者在保证系统能够安全使用的前提下进行选择 and 计算，前提是必须满足浙江省《可再生能源应用核算标准》的核算要求。

平板式集热器设计集热效率：

由于平板式集热器的实际构成结构所限，平板集热器的集热效率易受环境温度影响，因此其具体年平均集热效率实际设计计算时需根据集热器检测报告实际测定值，通过集热器瞬时效率方程求得（根据

厂家产品检测报告为准):

$$\eta_{cd} = \eta_o - a1 \times T^* + a2 \times G \times (T^*)^2$$

式中:  $\eta_{cd}$ ——集热器全年平均集热效率;

$\eta_o$ ——归一化温差  $T^*=0$  时的瞬时效率, 参考集热器检测报告;

$a1$ ——瞬时效率方程一次项系数, 应为正值  $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})]$ , 参考集热器检测报告;

$a2$ ——瞬时效率方程二次项系数, 应为正值  $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})]$ , 参考集热器检测报告。

$$T^* = \frac{(t_i - t_a)}{G},$$

式中:  $T^*$ ——归一化温差,  $(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}) / \text{W}$ ;

$$\text{其中: } t_i = \frac{t_L}{3} + \frac{2}{3} t_e$$

$t_i$ ——集热器进口温度,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_L$ : 水的初始温度,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_e$ ——贮热水箱内水的终止温度,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_a$ ——使用期环境平均温度,  $^\circ\text{C}$ ;

$$G = \frac{J_T \times 10^6}{S_r \times 3600}$$

式中:  $G$ ——太阳辐照度,  $\text{W}/\text{m}^2$ ;

$S_r$ ——系统安装所在地年平均日日照小时数 (全年使用)、冬季所在月平均日日照小时数 (冬季使用)、春分或秋分所在月 (春、夏、秋季使用) (h/d);

系统的管路及储水箱热损失率经验值  $\eta_L$  在管路较长的分散式系

统和集中集热分散储热的系统中应视管路的具体情况予以计算和修正。

5.2.7 可布置集热器的屋面面积、辅助能源获得的难易、系统的经济性及可靠性等多种因素综合影响太阳能热水系统的集热器总面积。对于附近有可供利用的工业余热或废热的建筑，其太阳能集热器总面积可按夏季冷水水温和辐照量进行设计计算，其他季节不足的热由辅助能源提供，如此设计也较好地解决了夏季超温、超压等问题。在系统组合时可以根据要求合理选取冷水水温及太阳辐照量以计算集热器总面积。

### 5.3 热泵主机

5.3.1 空气源热泵热水系统由于主机的配置价格较高，难以像锅炉一样将加热能力配置到最高日的水平。一般可以通过加大储热水箱（罐）容积来调节最大时平均时的不均衡性，一般热水系统用水量最高峰和气温、水温条件最差的时段不重合，故可不按最高日用水量取值。

5.3.3 热泵主机标准工况下的能效比（即名义工况 COP）可以达到 3.7~3.9，但受环境温度、被加热水水温等影响，在实际使用过程中其能效比远达不到其名义工况下的数值。为反映机组实际运行过程中的节能效果，以空气源热泵热水器在某一时期内制取热水获得的总热量和同一周期内消耗的总电量之比（即系统能效比）作为热泵输入功率的计算依据。据测算，浙江地区的生活热水系统热源部分（不包括热水供回水管的热损）全年系统能效比约为 2.5 左右，而在冬季工况下

的系统能效比约为 1.5 左右。

不同产品热泵主机的名义工况能效比值差异较大，机组在相同输入功率的前提下，往往制热量相差较大，容易造成混淆。因热泵输入功率是体现配置水平的主要参数，因此在热泵机组计算时采用统一的系统能效比值，以保证系统输入功率计算的一致性。这与鼓励采用名义工况能效比值较高的产品是不矛盾的。名义工况能效比值的高低主要体现在节能效果上，按统一的系统能效比值计算对系统运行的安全性有更大的保障。

5.3.4 参见 3.0.3 条文说明。

5.3.5 进风口高度是指热泵机组换热翅片的垂直高度。本条的主要目的是为了避免成组或靠墙布置时热泵的进风条件不能满足机器的进风要求。

5.3.6 采用异程布置的管路容易造成机组之间工作的不均衡，设计人员如果经过精密计算并有合理的技术手段保证机组中各台主机工作的均衡性则可以采用异程的管路形式。

5.3.7 直热式机组在非承压的热泵系统中应用很广泛，它可简化系统，但已被加热的水存在冷却后需要再次加热的可能，冬季极端温度下，要求系统完全达到直热要求也有一定的难度，故建议设循环加热回路保证系统的运行可靠性和灵活性。

## 5.4 储热水箱（罐）

5.4.1 理论上储热水箱（罐）应根据产热、用热包括辅助加热三者之

间的变化曲线求得需要调节的热量，换算出储热水箱（罐）的容积。但实际上这种曲线的取得有一定的难度，而且太阳能热水系统的特点是使用时段基本上与集热时段错开，而辅助加热时段一般在使用时间段之前，也就是说，产热时段与用热时段是基本分开的。储水箱的容积与产热量（集热面积）的关系更密切。储水箱容积的大小直接影响到系统效率，容积越大，对太阳能的集热效益越好，反之，则相反。当然，容积过大会带来负面效应。首先水温偏低，不得不使辅助加热装置经常开启。若容积大到经常不能当日使用完毕的情况，既会影响次日的集热效益，又会无故浪费辅助加热能源。因此在集中式太阳能热水系统中，建议按最高日热水使用量、综合可布置的集热面积产热量及辅助加热能力等因素后确定储热水箱（罐）的容积。

空气源热泵热水系统的水箱应在分析用水时段需热量和加热时段的供热量之间的按时变化曲线后，以最高日需要调节的水量为设计值。

5.4.3 式 5.4.3-1 为《建筑给水排水设计规范》（GB50015）对全日制集中热水供系统贮热水箱（罐）有效容积的计算公式。这个公式按设计小时耗热量持续时间来确定储热水箱（罐）的容积，在物理概念上是正确的，但很难取值，往往让设计人员无所适从。

式 5.4.3-2 按日均用水量减去热泵工作时的产水量求出水箱的容积。这个公式的物理含义就是假设每天热泵工作时段内的产水量和供水量是平衡的，需要储存的是热泵不工作时段内的平均时用水量之和。需注意热水用水定额以 55℃热水计算。

5.4.4 储热水箱（罐）根据系统分类，分为承压式和非承压式，其中承压式系统中的储热水罐是压力容器，应要有承压能力的计算和等级的标注，有效容积 600L 以上的储热水罐应有相关政府管理部门的压力容器生产许可证。

5.4.6 承压式储热水箱（罐）内流速（层流或紊流）、使用的间歇性，立式和卧式安装都会影响到水箱（罐）的有效储热容积。设计人员在设计时应充分考虑这些因素，趋利避害。一般立式水箱相比卧式水箱的温度随水箱高度的变化曲线要平缓很多，有利于充分利用水箱容积。

5.4.7 本条是对储热水箱（罐）保温效果国家标准的重申。

5.4.8 本条所列的要求是对储热水箱（罐）的常规要求，同时要求水箱的水位和水温变换成模拟过程量在控制系统中体现。

5.4.9 因太阳能受天气、用户使用量等因素的影响，如果未设置防止热水系统超温的技术措施，夏天时水箱出水很容易达到 95℃ 以上，极易发生烫伤事故，因此需要设置热水系统防过热措施。直接供水系统宜分散设置温控选择旁通混水多功能阀，根据太阳能热水的出口温度，自动选择常规热源与太阳能热源的出水比例，达到恒温出水的效果，充分利用太阳能、同时保证热水的舒适性和安全性；间接供水系统可配置并联散热管路等温度控制装置以达到防止系统过热的功能。

5.4.10 集热系统不承压，换热系统承压的集中集热、分散储热系统是近年来经常采用的系统，集热系统不承压可以节约投资。这种系统的集热和换热系统之间应增设非承压的缓冲水箱。因为缓冲水箱的存

在，无需设置膨胀罐。本着温差越高，换热效率越高的原则，缓冲水箱容量理论上越小越好。但是容量过小，由于系统高温会给日常维护维修带来危险和不便。缓冲水箱的容量既要满足正常运行时的循环集热和换热时最低水量需求，又要满足夏季高温时段，户内水箱均已达到温度上限换热系统停止运行时，集热系统正常运行情况下缓冲水箱温度不能超过 95℃ 的要求。

## 5.5 辅助能源

5.5.1 太阳能热水系统的辅助加热能源，应视各种能源的价格、使用便利角度等进行确定。辅助能源宜首先选择工业余热、废热、地热；其次在温州、台州等南部地区，宜采用空气源热泵作为辅助能源；在沿江、沿海、沿湖、地表水源充足，水文地质条件适宜地区，宜采用地表水源热泵热水系统；最后，在能保证全年供热的热力管网的地区，可采用城市热网作为其辅助能源。

在无以上各辅助能源时，则可采用燃油、燃气或电作为辅助加热能源，但电受负荷配置的影响，其热流量无法与燃油、燃气相比。若选用家用的燃气热水器作为太阳能辅助加热装置，则必须校核太阳能热水系统与其适配性，防止燃气原件的损坏和控制系统的 mismatch。

5.5.2 在浙江省大部分地区，会出现连续多日的阴雨天气。在这种时段，太阳能热水器的集热功能几乎完全丧失，因此有必要按不计太阳能热水器集热供热能力来计算太阳能热水系统的辅助加热能力。也就是说，此时的热水系统就是一种完全依靠辅助加热的普通热水系统。

5.5.3 辅助加热系统采用直接加热或间接加热方式，应综合考虑水质、水压和加热效益等因素，视辅助能源的种类加以选用。辅助热源直接加热必须满足国家相关的安全认证要求。此外，辅助能源加热时必须采取可靠的控制装置防止热量反流的发生。

5.5.5 《建筑给水排水设计规范》(GB50015) 规定：最冷月平均气温低于 10℃ 的区域的空气源热泵热水系统宜设辅助加热装置，浙江省的大部分地区处于这个气候带。如果设置辅助的加热装置，则热泵的设计点由设计者根据项目需求自行确定。如果不配置辅助加热装置，可依靠延长热泵的工作时间来满足最不利时段的用热需求，热泵的选型应留有余地，最不利时段的每日工作时间不应超过 20 小时。

5.5.6 能源塔热泵是利用溶液水冰点低于水的特点完成吸热循环。在冬季，热泵利用溶液在蒸发侧完成吸热后输送至能源塔通过与环境空气换热后回到蒸发侧继续吸热。这种系统可避免空气源热泵在冬季因结霜导致的加热能力急剧下降，可在冰冻程度不大的浙江的大部分地区使用，对冬季的使用安全性有较好的保障，但系统相对复杂，限制了大规模应用。

5.5.7 水加热设施的使用会使总集热效益下降，但其能够适应较硬的原水水质（原水硬度大于 150mg/L）和寒冷的气候条件，并且能采用技术手段使太阳能热水系统启动快而提高集热效益。实际工程中，应视安装条件的不同进行合理选择直接或间接加热方式。

## 5.6 集热循环泵

5.6.1 分离式系统中由于集热装置跟储热水箱（罐）有一定的距离，依靠温差异重的压差自然循环往往很困难，设置循环泵是一种比较可靠的手段。而且相对于集热量而言，循环泵的能耗基本可以忽略不计。

5.6.2、5.6.3 集热循环泵的流量与集热面积大小相关，准确地说，应根据集热器内的水或传热工质的总容量和一次行运所用时间来确定。一次行运时间应控制在一次升温所用时间的 50%。例如设有真空管集热面积为  $75\text{m}^2$  的太阳能热水系统，集热器和相关管路的总容量约 1300L。而在太阳辐照量在  $17\text{MJ}/\text{m}^2$  时，1300L 水升温  $10^\circ\text{C}$  耗时约 20min 以上，则一次运行的时间最小取 10min，相应循环水泵水泵的流量应不小于  $7.8\text{m}^3/\text{h}$ 。

本规程所列出的 (5.6.2) 公式是一个基于分散式系统的经验公式，实际各种集热器每平方米集热面积内水量是不尽相同的。因此，设计时应自行计算比较合理（按公式 5.6.3），尤其是大型集中式太阳能热水系统。

5.6.5 集热循环泵的扬程应包括在设计流量条件下的循环供回水管路的水头损失、流过集热器的水头损失及通过水泵本身和阀门、过滤器等的水头损失。

5.6.6 集热循环泵的启闭，各个系统和产品有不同的控制方式，因此不做具体的数值要求。

5.6.7 空气源热泵热水系统的循环流量设计相对于太阳能热水系统更加明确，在换热量和温差确定的条件下易于确定。

5.6.8 循环泵靠近储热水箱（罐）是为了保证循环泵吸水安全。避免

循环泵的设置位置过高（管网上端），而在循环泵吸水管上出现低压或负压释气现象，使循环泵出现空转、气蚀等不利状况。循环泵虽然功率小、噪音低，但不能忽视其对居住用房内卧室、书房等有安静要求房间的影响。

5.6.9 这是对普通水泵配件设置的常规要求。另循环泵在室外安装时需设置防雨罩，水泵控制箱等电气设备需设置防雷保护等措施。

5.6.10 热水系统的循环泵一般功率不大，但需要常年运行，因此应设备用泵。太阳能与热泵组合的热水系统，两者的循环要求不尽相同，故应分开设置，但在计算条件容许的场合，备用泵可以互为备用。

## 5.7 管路设计

5.7.1 在直接加热系统中，因水道相通，集热循环管道的材质及连接方式应与热水供回水管道相同，因此应参照《建筑给水排水设计规范》（GB50015）中第5章的有关条款执行。而在间接加热系统中，集热循环管的压力、热媒流体性质各不相同，应视具体情况选择管道及连接方式。

太阳能循环管道材质应选择金属管道，可根据压力类型、传热介质等情况选择薄壁不锈钢、薄壁紫铜管（硬管）。由于集热循环管道温度随天气状况变化较大，温差变化范围在基础水温 $5^{\circ}\text{C}\sim 70^{\circ}\text{C}$ 甚至 $80^{\circ}\text{C}$ 以上，因此不宜使用PPR管道及衬塑、涂塑等各种内衬及复合管道。PPR管道即便是热水专用管道也难以适应集热管道的温差变化，很容易变形瘫软；而复合管道由于内外材质不同，膨胀系数不同

很容易造成管道内部脱落发生管路堵塞，故不推荐使用。

5.7.2 太阳能和空气源热泵热水系统的管道有一部分暴露在室外，在冬季寒冷条件下，有可能被冻裂，因此要有技术措施使管道和集热器不至被冻裂，例如在太阳能热水系统中采用集热循环泵强制循环的方式防冻。在夏季，由于日照充沛可能使水温过高，甚至达到接近沸点的水平，从而引起蒸发超压等。因此也应该有技术措施防止超温、超压等，例如采用强制循环、设泄压装置等，甚至在夏季放空部分集热器，以免水温过高。另外，太阳能热水系统应选用具有更强温度耐受力的管道和连接方式，可以采用薄壁铜管、不锈钢管等。连接方式可采用焊接、卡压式等。选用塑料管时要充分注意其维卡软化温度是否与系统夏季可能出现的高温接近，以免系统破坏或过快老化。

防冻措施除了增加集热循环泵强制循环防冻外，还可考虑增设管路电伴热防冻、加厚保温等措施。

5.7.3 采用工质循环的闭式太阳能热水系统，不可使用泄压阀做工质膨胀压力缓冲设备。

5.7.4 本条是为了防止热水系统中的热水回流至冷水系统，造成热污染。空气间隙、倒流防止器和真空破坏器等防回流措施的选择，详见《建筑给水排水规范》(GB50015) 中相关条款。

## 5.8 运行控制设计

5.8.1 太阳能和空气源热泵热水系统中各个分支系统采用全自动方式控制是系统能够维持运行的必要条件。

5.8.2 辅助加热设备的启停有各种方式，但其设置的目的是对太阳能和空气源热泵热水系统的一个补充，启停的原则是首先充分地利用太阳能和空气能，在不能满足要求的情况下适时开启辅助加热装置，保证热水系统的供水品质。辅助加热设备也可以根据当地的供电价格政策，结合峰谷电差价选择加热时段，并按时段实行变温控制，以使经济效益最大化。

5.8.3 本条只是规定了几条初步的智能化管理功能。在针对具体工程时应视具体情况予以扩展。

本条第 8 款 PLC 控制系统可根据实际需求现场编程处理，后续追加功能亦可编程补充。集中热水供应系统中可以记录瞬间热水用水量、温度压力及其变化曲线（用水量、温度及供水压力变化曲线图）；并能通过自动运行程序计算出日、月、年节能减排完成指标。此种控制系统价格昂贵，可根据业主经济实力及意愿安装。

5.8.4 远程管理系统随着互联网技术的发展已经变得比较容易实现。因此在此作为一般要求提出。

某些不能自动补液的闭式循环太阳能集热系统，如果压力过低，循环功能开启，而工质不循环，会导致循环泵烧毁；自动补液的闭式循环太阳能集热系统，如果出现严重渗漏，会损失大量工质，同时大量的工质可能使用户产生漏水事故；直接式太阳能集热系统如果出现严重漏水或开式水箱严重溢水，会产生大量水浪费并可能对用户产生漏水事故。因此运行控制系统应具有智能诊断功能，如果出现可能导致严重后果的故障，应自行关闭循环功能或补液功能，并报警。

## 5.9 电气设计

5.9.2 根据容量大小、配电系统结构等具体情况，选择从变电所、分配电间、动力总箱或楼层总箱单独给热水系统配出专用回路均可。

5.9.3 为保证系统及人身安全，应满足本条要求。除内置电加热回路外，对正常泄漏电流超过 30mA 的回路，保护动作值应考虑其影响，或设置剩余电流监控装置。辅助等电位联接应包括固定式设备的所有能同时触及的外露可导电部分和外界可导电部分。

5.9.4 热水系统设备不能遭受直击雷，必要时应为设备专设接闪器。

5.9.5 不同建筑的能耗检测、分析系统的具体情况不同，计量装置的设置应与之相适应，但至少应设有计量表。

## 6 建筑与结构设计

### 6.1 建筑设计

6.1.2 太阳能集热器每天的连续日照时数不能少于4小时，L型、U型、曲尺形平面及高低错落体形的建筑，都容易造成自身对阳光的遮挡，还有周围高大建筑和绿色植物等也能造成阳光遮挡，在建筑设计时均应予以充分注意。

6.1.3 本条款所指的建筑防护功能主要是指建筑保温、隔热、隔声、防火、防水、防雷、防盗等内容。太阳能和空气源热泵热水系统的各组成部分，包括储热水箱（罐）、水泵机组、辅助加热装置及控制系统设备等均应与建筑整体有机结合，不仅要满足建筑外观和使用功能的要求，还应满足以上各项建筑防护功能的要求。

6.1.4 太阳能集热器主要安装在建筑屋面、墙面、阳台等外部位置，其外表形状、质感、色彩与光亮度应与建筑物本身及环境色彩相协调，否则极易产生色彩污染与光污染等视觉污染。要注意选择好太阳能集热器的安装位置，保证不降低邻里建筑的日照标准。热泵主机一般搁置在搁板上，对相邻建筑的影响相对较小。

6.1.6 设备平台上安装公共管道不属于公共管道入户。

6.1.7 为预防出入口上空有物件坠落，在入口上方设置雨篷，以保障入口处行人的安全，其他对人行可能造成伤害的部位也应设置防护措施。阳台栏板式的太阳能热水系统除了应注意其日照时间是否满足要求外，更应关注其防坠落的安全措施。

6.1.8 建筑物在伸缩缝、沉降缝、抗震缝等变形缝两侧部位易发生相

对位移。太阳能集热器跨越变形缝时极易遭受破坏，所以太阳能集热器不应跨越变形缝设置。

6.1.10 本条规定了太阳能集热器及空气源热泵热水机组设置在平屋面上时的要求。

1 太阳能集热器支架基座与结构的连接件主要是指预埋钢板与预埋地脚螺栓，其与屋面的锚固强度和与支架的连接强度等级应按产品要求确定。为防止屋面板受损漏水，连接件应在施工时预留。

2 在平屋面防水层上安装集热器，要加强基座的防水措施，基座上应做附加防水层。附加防水层宜空铺，空铺宽度不应小于 200mm，同时要防止防水层卷材在收头处翘边，雨水从开口处渗入，应按设计要求做好收头处理。

6 某些不需要楼梯出屋面的多层建筑和某些设备层，当布置有相关设备时，检修的通行要求较高，采用垂直的爬梯和检修口不便于安全检修。

6.1.11 本条规定了太阳能集热器及空气源热泵热水机组设置在坡屋面上时的要求。

1 屋面坡度取决于太阳能集热器接收阳光的最佳倾角，集热器安装倾角一般与当地纬度相同，但如果系统侧重在夏季使用，其安装倾角，应等于当地纬度减  $10^{\circ}$ ；如系统侧重在冬季使用，其安装倾角，应等于当地纬度加  $10^{\circ}$ 。浙江省夏季阳光充沛，冬季则相对微弱，所以确定当地纬度 $+0\sim 10^{\circ}$ 作为屋面坡度的最佳取值范围。

2 太阳能集热器无论是架空在屋面之上还是嵌入屋面，为了与屋

面统一，其坡度应与屋面坡度一致。为保证屋面排水，布置在屋面上的太阳能集热器宜有一定的架空高度，但一般不大于 100cm。

## 6.2 结构设计

6.2.1 安装太阳能热水系统的主体结构必须具备承受太阳能集热器、储热水箱（罐）、水泵等设备正常运行时含内部传热介质及满水状态等传递的各种作用的能力（包括检修及风荷载）。主体为钢筋混凝土结构时，为保证与主体结构的连接可靠性，该部位混凝土强度等级不应低于 C25。

6.2.2 太阳能和热泵热水系统安装的预埋件应根据设计图纸在主体施工时埋设，优先采用预埋件设计；当没有预埋件时，应采用其他可靠的连接方式（如后锚栓连接等），采用的连接方式应通过试验确定其承载力。

6.2.2~6.2.4 这三条条文是引用《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》（GB50364）中的相关条款。

## 7 系统安装与验收

### 7.2 基础与支架

7.2.1 若基础施工过程中，屋面防水层破坏部分应重新做防水处理。

防水工艺应由专业防水人员来完成，以保证屋面不渗漏。

7.2.5 集热器相邻两排支架之间应做拉撑使其成为一个整体，前后排支架应用可靠的方式与建筑物固定牢靠，以确保支架整体具有较强的抗风能力。

7.2.6 现场焊制的太阳集热器支架，应刷两道防锈漆（醇酸）和一道面漆（银粉）漆。刷漆后，金属材料表面不应有误涂、漏涂，涂层不应有脱皮和返锈，涂层应均匀且无明显皱皮、流坠、针眼、气泡等。

### 7.3 储热水箱（罐）安装

7.3.2 钢板现场焊接的水箱，水箱外侧应刷醇酸防锈漆两遍，水箱内侧应采用环保无毒的涂料，并严格按照涂料生产厂家规定的涂刷方法和工艺涂刷。涂刷完后，表面不应有误涂、漏涂，涂层不应有脱皮和返锈，涂层应均匀且无明显皱皮、流坠、针眼、气泡等。

### 7.4 太阳能集热器安装

7.4.1 有的平板集热器固定为铝合金边框槽，铝合金边框材料太薄或卡压固定件强度不够，在台风季节，出现固定位拉开，导致平板吹翻。

7.4.2 现场插管的全玻璃真空管集热器，插管前应将真空管孔四周聚

氨酯或其他脏物清除干净，插管时真空管应蘸水润滑，以利插入。真空管插完后，应保证插入深度一致，硅胶密封圈无扭曲，所有真空管应排放整齐、一致、无歪斜，并使防尘圈与联箱外表面贴紧，确保密封和防尘效果。

现场插管的金属热管真空管或全玻璃真空热管，插管前应在热管冷凝端上涂导热硅胶，联箱热管孔四周应清除干净，插管时，冷凝端插入到传热孔的正确位置，并使其接触紧密，以减少传热损失。所有真空管应排放整齐、一致、无歪斜。

用硅胶管联接的真空管集热器，相邻联箱端口间的间距不应小于3cm，以方便硅胶管维修和更换。用硅胶管联接时，所有硅胶管应无扭曲，喉箍紧固牢靠。

用其他方式联接的真空管集热器，应按厂家的设计要求联接，并确保密封牢靠，无泄漏。

## **7.5 空气源热泵机组安装**

7.5.3 安装 Y 型过滤器是为了防止焊渣或杂质损坏设备，Y 型过滤器应做成可拆卸式，方便冲洗和维修。

## **7.6 管道与附件安装**

7.6.3 热水管道应考虑热胀冷缩问题，应尽量利用自然弯补偿热伸缩，直线段过长则应设置补偿器。补偿器形式、规格、位置应符合设计要求。

## 7.7 水泵与阀门安装

7.7.3 水泵与水泵、水泵与墙体之间的间距可参照《建筑给水排水设计规范》(GB50015)的相关要求。

## 7.10 试压、检漏、冲洗

7.10.3 管路冲洗前应拆下滤网，关闭水泵前后阀门，打开排空阀放水冲洗。

## 7.12 验收

7.12.6 系统验收完成后，太阳能热水系统对热源部分可按《可再生能源建筑应用工程评价标准》(GB/T50801)进行能效测评，空气源热泵热水系统可参照地源热泵相关条款进行能效测评。