

山东省工程建设标准

DB

DB37/TXXXX—202X

J XXXX—202X

民用建筑太阳能热水系统一体化  
应用技术标准

Technical Standard for Integrated Solar Water Heating System  
of Civil Buildings  
(报批稿)

202X-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

山东省住房和城乡建设厅  
山东省市场监督管理局

联合发布

# 山东省工程建设标准

## 民用建筑太阳能热水系统一体化 应用技术标准

Technical Standard for Integrated Solar Water Heating System  
of Civil Buildings

DB37/TXXXX—XXXX

住房和城乡建设部备案号：JXXXXX—XXXX

主编单位：山东省住房和城乡建设发展研究院  
山东力诺瑞特新能源有限公司

批准部门：山东省住房和城乡建设厅  
山东省市场监督管理局

施行日期：202X 年—XX 月—XX 日

2022 济 南

## 前 言

为进一步推广和规范太阳能热水系统在山东省民用建筑上的应用，根据山东省住房和城乡建设厅、山东省市场监督管理局《关于印发〈2020 年第一批山东省工程建设标准制订、修订计划〉的通知》（鲁建标字〔2020〕11 号）的要求，标准编制组经广泛调查研究、认真总结实践经验，参考有关国家标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，修订本标准。

本标准的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语；3. 基本规定；4. 建筑设计；5. 太阳能热水系统设计；6. 施工安装与调试；7. 工程验收；8. 运行与维护；9. 节能环保效益评估。

本标准修订的主要技术内容是：1. 调整和补充了术语、基本规定、建筑设计、太阳能热水系统设计、施工安装与调试、工程验收、运行与维护的章节及技术内容；2. 增加了节能环保效益评估章节；3. 增加了太阳能集热器年平均集热效率计算方法；4. 调整了山东省不同倾角和方位角的太阳能集热器总面积补偿比等资料。

本标准由山东省住房和城乡建设厅负责管理，由山东省住房和城乡建设发展研究院负责具体内容的解释。

本标准在执行过程中如有意见和建议，请寄送至山东省住房和城乡建设发展研究院（地址：济南市卧龙路 128 号，联系电话：0531-51765568）。

本标准主编单位：山东省住房和城乡建设发展研究院

山东力诺瑞特新能源有限公司

本标准参编单位：山东建筑大学

山东三齐能源有限公司

山东桑乐集团有限公司

山东宏力天扬环保科技有限公司

山东大学能源与动力工程学院

青岛经济技术开发区海尔热水器有限公司

本标准主要起草人员：范学平 楚广明 崔艳秋 徐 响 乔 梁 张瑞晶

赵维伟 李恒索 李方军 赵中强 苏士强 闫 芳

李广惠 胡志彪 袁学良 王庆松 高 岩 刘达光

马保林 刘 斌

本标准主要审查人员：刁乃仁 王春堂 丁海成 李当生 孙 波 李 震

刘洪令 万成粮 王俊增



# 目 次

|                    |    |
|--------------------|----|
| 1 总则.....          | 1  |
| 2 术语.....          | 2  |
| 3 基本规定.....        | 4  |
| 4 建筑设计.....        | 5  |
| 4.1 一般规定.....      | 5  |
| 4.2 规划设计.....      | 5  |
| 4.3 建筑设计.....      | 5  |
| 4.4 结构设计.....      | 7  |
| 4.5 电气设计.....      | 8  |
| 5 太阳能热水系统设计.....   | 9  |
| 5.1 一般规定.....      | 9  |
| 5.2 系统分类.....      | 9  |
| 5.3 集热器.....       | 10 |
| 5.4 贮热水箱.....      | 12 |
| 5.5 循环泵.....       | 13 |
| 5.6 管路.....        | 14 |
| 5.7 辅助热源.....      | 15 |
| 5.8 热交换器.....      | 15 |
| 5.9 防过热和防冻.....    | 16 |
| 5.10 运行控制.....     | 16 |
| 6 施工安装与调试.....     | 18 |
| 6.1 一般规定.....      | 18 |
| 6.2 基座.....        | 18 |
| 6.3 支架.....        | 19 |
| 6.4 集热器.....       | 19 |
| 6.5 贮热水箱.....      | 19 |
| 6.6 管路.....        | 20 |
| 6.7 辅助加热设备.....    | 20 |
| 6.8 电气与自动控制系统..... | 20 |
| 6.9 水压试验与冲洗.....   | 20 |
| 6.10 系统调试.....     | 21 |
| 7 工程验收.....        | 22 |
| 7.1 一般规定.....      | 22 |

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 7.2 分项工程验收.....                | 22 |
| 7.3 竣工验收.....                  | 23 |
| 8 运行与维护.....                   | 24 |
| 8.1 一般规定.....                  | 24 |
| 8.2 安全检查.....                  | 24 |
| 8.3 系统维护.....                  | 24 |
| 9 节能环保效益评估.....                | 26 |
| 9.1 一般规定.....                  | 26 |
| 9.2 系统节能环保效益评估.....            | 26 |
| 9.3 系统实际运行的效益评估.....           | 26 |
| 9.4 系统效益的定期检测、长期监测和性能分级评估..... | 26 |
| 本标准用词说明.....                   | 28 |
| 引用标准名录.....                    | 29 |
| 附：条文说明.....                    | 30 |

# 1 总 则

**1.0.1** 为规范太阳能热水系统与民用建筑一体化的设计、施工安装、工程验收和运行维护，使民用建筑太阳能热水系统安全可靠、性能稳定、节能高效、与建筑协调统一，保证工程质量，结合山东省地方特点，制定本标准。

**1.0.2** 本标准适用于山东省新建、扩建和改建的民用建筑，以及既有民用建筑的太阳能热水系统建筑一体化的设计、施工安装、工程验收和运行维护。

**1.0.3** 新建民用建筑太阳能热水系统一体化工程应纳入建筑工程管理，统一规划、同步设计、同步施工、同步验收、同时投入使用。

**1.0.4** 民用建筑太阳能热水系统除应符合本标准外，尚应符合国家及山东省现行有关标准的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 民用建筑 civil building

供人们居住和进行公共活动的建筑总称。

### 2.0.2 太阳能热水系统与建筑一体化 integration of building with solar water heating system

将太阳能热水系统纳入建筑设计中, 实现与建筑的同步设计、同步施工、同步验收、同时投入使用, 使太阳能热水系统成为建筑的一部分, 相互间有机结合, 保持建筑外观和内部功能协调统一。

### 2.0.3 建筑日照标准 standard of sunlight on buildings

根据建筑物所处的气候区、城市规模和建筑物的使用性质, 在日照标准日(冬至日或大寒日)的有效日照时间范围内, 以底层窗台面为计算起点建筑外窗获得的日照时间。

### 2.0.4 太阳能保证率 solar fraction

太阳能热水系统中由太阳能部分提供的热量占系统总热负荷的百分率。

### 2.0.5 太阳能辐照强度 solar irradiance

太阳辐射照射到一个表面的功率密度, 即单位面积上接收的太阳辐射功率, 单位为  $\text{W}/\text{m}^2$ 。

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

将太阳能转换成热能以加热水的系统装置, 包括太阳能集热器、贮热水箱、泵、连接管路、支架、控制系统和必要时配合使用的辅助能源。

### 2.0.7 太阳能集热系统 solar collector system

吸收太阳辐射, 将产生的热能传递到传热工质并最终得到热水的装置。通常包括太阳能集热器、贮热水箱、泵、连接管道、支架、控制系统等。

### 2.0.8 热水供应系统 hot water supply system

将储热水箱中的热水通过泵、配水管道、控制系统等输送到各个热水配水点的装置, 通常还包括必要的辅助加热设备。

### 2.0.9 太阳能集热器 solar collector

吸收太阳辐射并将产生的热能传递到传热工质的装置。

### 2.0.10 集热器总面积 collector gross area

集热器的最大投影面积, 不包括那些固定和连接传热工质管道的组成部分。

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

太阳能集热器与水平面的夹角。

### 2.0.12 太阳能集热器年平均效率 solar collector annual average efficiency

一年内由传热工质从集热器中带走的能量与该一年内入射在该集热器总面积上的太阳辐照总量之比。

### 2.0.13 贮热水箱 hot water storage tank

太阳能热水系统中储存热水的装置。

**2.0.14 辅助加热装置 auxiliary heating device**

太阳能热水系统中，为了补充太阳能系统的热输出所用的非太阳能加热装置。

**2.0.15 自然循环系统 natural circulation system**

仅利用传热工质内部的密度变化来实现集热器与贮热水箱之间或集热器与换热器之间循环的太阳能热水系统。

**2.0.16 强制循环系统 forced circulation system**

利用泵强迫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。

**2.0.17 直流式系统 series-connected system**

传热工质一次流过集热器加热后，进入贮热水箱或用热水点的非循环太阳能热水系统。

**2.0.18 太阳能直接系统 solar direct system**

在太阳能集热器中直接加热水给用户的太阳能热水系统。

**2.0.19 太阳能间接系统 solar indirect system**

在太阳能集热器中加热某种传热工质，再使该传热工质通过换热器加热水给用户的太阳能热水系统。

**2.0.20 集中供热水系统 collective hot water supply system**

采用集中的太阳能集热器和集中的贮热水箱供给一幢或几幢建筑物所需热水的系统。

**2.0.21 集中分散供热水系统 collective individual hot water supply system**

采用集中的太阳能集热器和分散的贮热水箱供给一幢建筑物所需热水的系统。

**2.0.22 分散供热水系统 individual hot water supply system**

采用分散的太阳能集热器和分散的贮热水箱供给各个用户所需热水的小型系统。

### 3 基本规定

**3.0.1** 太阳能热水系统应与民用建筑一体化设计，并应充分考虑使用、施工安装和维护管理等要求。

**3.0.2** 太阳能热水系统类型的选择，应根据建筑物类型、使用功能、安装条件、使用者要求、地理位置、气候条件、太阳能资源、日照情况等因素，经综合技术经济分析比较后确定。

**3.0.3** 在既有民用建筑上增设或改造已安装的太阳能热水系统，必须经建筑结构安全复核，并应满足建筑结构的安全性要求。

**3.0.4** 建筑物上安装太阳能热水系统，不得降低相邻建筑的日照标准。

**3.0.5** 太阳能热水系统应配置辅助热源，且辅助热源应结合运行控制方式配置。

**3.0.6** 太阳能集热器的安装应排列整齐、规则有序。太阳能热水系统的管线布置应安全、隐蔽且相对集中、合理有序地布置于专用管线空间内，不得穿越其他用户的室内空间。

**3.0.7** 安装太阳能热水系统的建筑的主体结构，应符合建筑施工质量验收标准的规定。

**3.0.8** 太阳能热水系统与构件及其安装安全，应符合下列规定：

- 1 应满足结构、电气及防火安全的要求；
- 2 由太阳能集热器构成的围护结构构件，应满足相应围护结构构件安全性及功能性要求。
- 3 安装太阳能热水系统的建筑，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损坏后部件坠落伤人的安全防护设施。

## 4 建筑设计

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 应用太阳能热水系统的民用建筑的规划与建筑设计，应根据当地资源与适用条件统筹规划，应适应使用者的生活方式、人文习俗。

**4.1.2** 太阳能热水系统应与场地布局、建筑单体进行一体化设计，并为太阳能热水系统的施工安装、管理维护等提供必要的条件。

**4.1.3** 建筑设计应充分考虑太阳能热水系统的产品类型、生产工艺、材料技术及外形规格尺寸等，逐渐实行标准化、系统化。

**4.1.4** 太阳能热水系统的集热器、贮热水箱和相应的管网布置应统筹考虑建筑的功能和美观，宜与建筑形式相结合，在产品选型、布置方式、设备安装等方面，与建筑的功能、造型、色彩、风格、质感等相协调，形成建筑的整体视觉效果。

### 4.2 规划设计

**4.2.1** 建筑总体规划设计时，在确定建筑的平面布局、朝向、间距及群体组合等方面，应综合考虑所在地区的地理纬度、气候条件、场地条件以及建筑功能和立面要求，为太阳能热水系统设计和安装提供技术条件。

**4.2.2** 太阳能热水系统布置应与周围环境协调统一。

**4.2.3** 建筑的外部体型和空间组合应与太阳能热水系统密切结合，主朝向宜为南向，并应为利用太阳能创造条件；应避免安装太阳能集热器的部位受建筑自身及周围设施和绿化树木的遮挡，并应满足太阳能集热器的日照时数的要求。

**4.2.4** 主朝向非南向布置的建筑单体，设计时应为集热器取得最佳朝向提供条件。

**4.2.5** 设计安装较大面积的太阳能集热器时，不应影响该建筑物及其相邻建筑物的通风及采光，避免对相邻建筑物产生眩光污染。

### 4.3 建筑设计

**4.3.1** 在建筑设计时，应结合建筑物的类型、功能和外部造型的要求及安装条件，合理选择太阳能热水系统的类型、热水供应方式、集热器安装位置及系统运行方式等。

**4.3.2** 建筑设计应合理确定太阳能热水系统各组成部分在建筑中的位置且不影响该部位的建筑功能，并应满足相关部位的防水、排水、通风、隔热、防潮、防雷电、抗风及抗震等要求。

**4.3.3** 设置于建筑物内部的太阳能热水系统管线应与建筑物其他管线综合设计、统筹安排，便于安装、检修、维护及管理。

**4.3.4** 在建筑施工图中应标明太阳能热水系统主要部件（含基础）的位置、构造做法，并满足系统安装及检修的技术要求。

**4.3.5** 太阳能集热器不应跨越建筑变形缝设置，当无法避免时应采取相应的构造措施。

**4.3.6** 太阳能集热器与贮热水箱相连的管线需穿屋面时，应在屋面预埋防水套管，且套管高度应满足泛水高度的要求。防水套管应在屋面防水层施工前埋设完毕，并应对其做防水密封处理。

**4.3.7** 太阳能集热器设置在平屋面时，应符合下列规定：

- 1 设置太阳能热水系统的建筑平屋面宜设计为上人屋面，并设置安装、检修通道；
- 2 在屋面防水层上设置太阳能集热器时，屋面防水层应上翻至基座上部，并应在基座下部增设附加防水层；
- 3 太阳能集热器周围屋面、检修通道、屋面出入口和集热器之间的人行通道上部应铺设刚性保护层；
- 4 突出屋面的楼电梯间、消防水箱、通信和电视接收设备等建筑构件宜靠北设置，为太阳能热水系统的设置提供良好的场地条件；
- 5 当太阳能集热器设置在屋面构架或屋面飘板上时，构架和飘板下的净空高度应满足系统检修和使用功能要求。

**4.3.8** 太阳能集热器设置在坡屋面时，应符合下列规定：

- 1 屋面的坡度设计宜结合太阳能集热器接收太阳光的最佳倾角确定，即以本地区纬度 $\pm 10^\circ$ 来确定，也可根据太阳能集热器主要使用季节的不同适当调整；
- 2 设置在坡屋面上的太阳能集热器宜采用顺坡架空设置或顺坡镶嵌设置；
- 3 当太阳能集热器顺坡镶嵌在坡屋面上时，不得降低屋面整体的保温、隔热、排水、防水、防雷电、抗风及抗震等功能；
- 4 当坡屋面上设置天窗时，太阳能集热设施宜与天窗设计相协调；
- 5 太阳能集热器作为建筑坡屋面的构件时，其强度、刚度、保温、隔热、防水、排水、外观、使用安全和防护功能等应满足建筑屋面的设计要求，并与屋面的材质及色彩相协调。

**4.3.9** 太阳能集热器设置在阳台或阳台栏板上时，应符合下列规定：

- 1 设置在阳台上的太阳能集热器的倾角不宜大于 $75^\circ$ ；
- 2 设置在上部无飘板的凸阳台（露台）上的太阳能集热器，支架应与阳台地面预埋件连接牢固，并应在地脚螺栓周围做防水密封处理；
- 3 设置在阳台栏板上的太阳能集热器支架应与阳台栏板上的预埋件牢固连接；
- 4 当太阳能集热器构成阳台栏板时，应满足阳台栏板的刚度、强度及防护功能要求；
- 5 应为集热器的维护和局部更换提供有效的安全防护措施及操作空间。

**4.3.10** 太阳能集热器设置在外墙时，应符合下列规定：

- 1 设置在外墙面上的太阳能集热器宜有适当的倾角；
- 2 设置太阳能集热器的外墙除应承受太阳能集热器的荷载外，还应对安装部位可能造成的墙体变形、裂缝等不利因素采取必要的技术防护措施；
- 3 设置在外墙面的太阳能集热器支架应与墙面上的预埋件连接牢固，必要时在预埋件处增



设混凝土构造柱，并应满足防水、防锈、防腐等要求；

4 设置在外墙面的太阳能集热器与贮热水箱相连的管线需穿过墙面时，应在墙面预埋内高外低的防水套管并应做防水密封处理，穿墙管线不应设在结构柱或梁处；

5 由太阳能集热器构成的部分外墙，应满足其刚度、强度及防雷电、抗风、抗震等围护和防护安全功能要求。

**4.3.11** 太阳能集热器设置在建筑遮阳板上或作为遮阳板时，应符合下列规定：

1 当建筑遮阳板上设置太阳能集热器时，集热器的支架与遮阳板或墙上的混凝土或钢构件之间应牢固连接；

2 当太阳能集热器作为建筑遮阳板时，其强度、刚度、外观、使用安全和防护功能应满足建筑设计要求，并应与墙体的混凝土或钢构件牢固连接。

**4.3.12** 贮热水箱的设置应符合下列规定：

1 贮热水箱宜设置在室内或不影响建筑功能的屋顶上；

2 设置贮热水箱的位置应具有相应的排水、防水、通风、隔热、防潮等措施；

3 贮热水箱设置应符合现行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015 的要求，其上方或周围侧边应有安装、检修、清洁及维护空间；

4 贮热水箱的设置位置应满足结构承载要求，水箱基座要保证隔热性及防腐性，避免冷热桥的产生及腐蚀。

## **4.4 结构设计**

**4.4.1** 安装太阳能热水系统的建筑主体结构及结构构件如屋面、阳台、外墙及悬臂梁（板）等，应能承受太阳能热水系统传递的荷载和作用，具有相应的承载力以确保安全。

**4.4.2** 太阳能热水系统的支承结构应按重力荷载、风荷载和地震作用的最不利组合进行设计。荷载组合应符合现行国家标准《工程结构通用规范》GB 55001、《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002、《建筑结构荷载规范》GB 50009、《建筑抗震设计规范》GB 50011 及相关标准的规定。

**4.4.3** 太阳能热水系统的结构设计应与相关专业配合，应为太阳能热水系统的安装埋设预埋件或其他连接件。连接件与主体结构的锚固承载力设计值应满足要求。

**4.4.4** 当太阳能集热器设置在建筑物的外墙面时，宜采用与建筑结构一体的钢筋混凝土悬臂（梁）板承载太阳能集热器。

**4.4.5** 当安装在屋面、阳台、墙面的太阳能集热器与建筑主体结构通过预埋件连接时，预埋件宜在主体结构施工时埋入，预埋件的位置应准确；当没有条件采用预埋件连接时，应采用其他可靠的连接措施。

**4.4.6** 轻质填充墙不得直接作为太阳能集热器和贮热水箱的支承结构。

**4.4.7** 当太阳能热水系统与主体结构采用后加锚栓连接时，应符合下列规定：

1 每个连接节点不应少于 2 个锚栓；

- 2 锚栓直径应通过承载力计算确定，并不应小于 10mm；
- 3 锚栓承载力设计值不应大于其极限承载力的 50%；
- 4 应满足现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 的规定。

#### **4.5 电气设计**

- 4.5.1 太阳能热水系统的电气设计应满足太阳能热水系统用电可靠性和运行安全要求。
- 4.5.2 太阳能热水系统中使用的电气设备应装设短路保护和接地故障保护装置。
- 4.5.3 系统应设专用供电回路，内置加热系统回路应设置剩余电流动作保护装置，其额定动作电流值不大于 30mA。
- 4.5.4 太阳能热水系统电气控制线路应穿管暗敷或在管道井中敷设。
- 4.5.5 安装在建筑物上的太阳能热水系统应采取防雷措施，其设计应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的规定。

## 5 太阳能热水系统设计

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 太阳能热水系统建筑一体化设计应由建筑专业组织，其他专业配合完成，并应符合国家现行有关标准的要求。

**5.1.2** 太阳能热水系统设计应遵循节水节能、安全美观、经济适用、便于计量、便于维护更新的原则，并结合建筑形式、辅助热源种类和热水需求等条件进行设计。

**5.1.3** 太阳能热水系统供水水量、水温、水压和水质应符合现行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015 的有关规定。

**5.1.4** 太阳能热水系统的管道、配件、贮热水箱等的材质应与建筑给水管道匹配，并应满足现行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015 的要求。

**5.1.5** 太阳能热水系统应安全可靠，内置加热系统必须带有保证使用安全的装置，并采取防冻、防结露、防过热、防雷、抗雹、抗风、抗震等技术措施。

**5.1.6** 采用集中供热热水系统的工程宜安装计量装置。

**5.1.7** 太阳能热水系统的性能应满足相关产品国家现行标准和设计的要求，系统中集热器、贮热水箱、支架等主要部件的设计使用寿命应高于 15 年。

**5.1.8** 太阳能热水系统的集热效率不应低于 42%。

### 5.2 系统分类

**5.2.1** 太阳能热水系统按供热水范围可分为下列三种系统：

- 1 集中供热热水系统；
- 2 集中分散供热热水系统；
- 3 分散供热热水系统。

**5.2.2** 太阳能热水系统按系统运行方式可分为下列三种系统：

- 1 自然循环系统；
- 2 强制循环系统；
- 3 直流式系统。

**5.2.3** 太阳能热水系统按生活热水与集热器内传热工质的关系可分为下列两种系统：

- 1 直接系统；
- 2 间接系统。

**5.2.4** 太阳能热水系统按辅助能源设备安装位置可分为下列两种系统：

- 1 内置加热系统；

## 2 外置加热系统。

**5.2.5** 太阳能热水系统按辅助能源启动方式可分为下列三种系统：

- 1 全日自动启动系统；
- 2 定时自动启动系统；
- 3 按需手动启动系统。

## 5.3 集 热 器

**5.3.1** 集热器选择符合下列要求：

- 1 集热器的性能特点应与太阳能热水系统要求相匹配；
- 2 对集中集热系统，宜优先选用局部损坏而不致系统整体失效的太阳能集热器；
- 3 在阳台、墙面等部位应用时，宜选用规格与建筑模数相协调的太阳能集热器。

**5.3.2** 太阳能集热器可通过并联、串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布置应通过计算确定；集热器组应符合下列要求：

- 1 平板型集热器或横排真空管集热器之间的连接宜采用并联，单排并联的集热器总面积不宜超过 32 m<sup>2</sup>；竖排真空管集热器之间的连接宜采用串联，单排串联的集热器总面积不宜超过 32m<sup>2</sup>；
- 2 对自然循环系统，每个系统的集热器总面积不宜超过 50 m<sup>2</sup>；对大型自然循环系统，可分成若干个子系统，每个子系统的集热器总面积不宜超过 50 m<sup>2</sup>；
- 3 对强制循环系统，每个系统的集热器总面积不宜超过 500 m<sup>2</sup>；对大型强制循环系统，可分成若干个子系统，每个子系统的集热器总面积不宜超过 500m<sup>2</sup>；
- 4 当全玻璃真空管东西向放置的集热器在同一斜面上多层布置时，串联的集热器不宜超过 3 个，每个集热器联箱长度不宜大于 2m。

**5.3.3** 集热器之间的连接设计应遵循“同程原则”，使每个集热器的传热工质流入路径与回流路径的阻力降相同，并使流经单位集热面积的流量均衡。

**5.3.4** 集热器的最佳安装方位应朝向正南或正南偏西，若受条件限制时，其偏差允许范围宜在正南±15°以内。

**5.3.5** 集热器的最佳安装倾角应与当地纬度一致；如系统侧重在夏季使用，其倾角宜为当地纬度减 10°；如系统侧重在冬季使用，其倾角宜为当地纬度加 10°；全玻璃真空管东西向水平放置的集热器倾角可适当减少。

**5.3.6** 集热器的布置应避开建筑物的遮挡，建筑物的阴影长度即集热器距遮挡物的水平最小净距（或集热器排间距），可按公式（5.3.6）计算：

$$D = H \cot \alpha_s \quad (5.3.6)$$

式中：D——集热器距离遮光物或前后排间的水平最小净距，m；

H——遮光物最高点与集热器采光面最低点之间的垂直距离，m；

$\alpha_s$  ——太阳高度角，度（°），对季节性使用的系统，宜取当地春分、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。

**5.3.7** 太阳能热水系统的集热器总面积应根据热水用量、建筑允许的安装面积、当地的气象条件、供水水温等因素综合确定，计算时宜符合下列规定：

1 直接加热系统太阳能集热器总面积可根据用户的日均热水用量和用水温度确定，可按公式（5.3.7-1）计算：

$$A_C = \frac{Q_W C_W \rho (t_{end} - t_i) f}{J_T \eta_{cd} (1 - \eta_L)} \quad (5.3.7-1)$$

式中：Ac——直接加热系统集热器总面积，m<sup>2</sup>；

Q<sub>w</sub>——日均热水用水量，L；

C<sub>w</sub>——水的定压比热容，kJ/kg·℃；

t<sub>end</sub>——贮热水箱内水的终止设计温度，℃；

t<sub>i</sub>——水的初始温度，℃；

f——太阳能保证率，宜为 0.4~0.7；

ρ——水的密度，kg/L；

J<sub>T</sub>——当地集热器采光面上的年平均日太阳辐照量 kJ/m<sup>2</sup>；

η<sub>cd</sub>——集热器年平均集热效率；根据经验取值宜为 0.25~0.50。可参照《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB 50364 附录 B 的方法进行计算选择；

η<sub>L</sub>——管路及贮热水箱热损失率；根据经验取值宜为 0.20~0.30。

2 间接加热系统的集热器总面积可按公式(5.3.7-2)计算：

$$A_{in} = A_c \left( 1 + \frac{F_R U_L A_c}{U_{hx} A_{hx}} \right) \quad (5.3.7-2)$$

式中：A<sub>in</sub>——间接系统换热器换热面积，m<sup>2</sup>；

F<sub>R</sub>U<sub>L</sub>——集热器总热损系数，W/(m<sup>2</sup>·℃)；具体数值应根据集热器产品的实际检测结果而定，或按下列选取：真空管集热器，宜取 1~2；平板型集热器，宜取 4~6；

U<sub>hx</sub>——换热器传热系数，W/(m<sup>2</sup>·℃)；

A<sub>hx</sub>——换热器换热面积，m<sup>2</sup>。

**5.3.8** 集热器布置有下列情况，集热器总面积可按公式（5.3.8）进行补偿，合理增加集热器面积，并进行经济效益分析：

- 1 集热器朝向受条件限制，方位角与本标准 5.3.5 条规定偏差较大时；
- 2 集热器安装倾角受条件限制，倾角与本标准 5.3.5 条规定偏差较大时。

$$A_B = A_S / R_S \quad (5.3.8)$$

式中：A<sub>B</sub>——补偿后的太阳能集热器总面积，m<sup>2</sup>；

$A_s$ ——按最佳安装角度计算的太阳能集热器总面积， $m^2$ ；

$R_s$ ——太阳能集热器补偿面积比，可通过计算确定，或参考表 5.3.8 选取。

**表 5.3.8 集热器补偿面积比  $R_s$  (%)**

| 方位角<br>倾角 | -60 | -50 | -40 | -30 | -20 | -10 | 南   | 10  | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|
| 80        | 67  | 69  | 71  | 73  | 74  | 74  | 74  | 74  | 74 | 73 | 71 | 69 | 67 |
| 70        | 74  | 77  | 79  | 80  | 82  | 82  | 83  | 82  | 82 | 80 | 79 | 77 | 74 |
| 60        | 81  | 83  | 85  | 87  | 88  | 89  | 89  | 89  | 88 | 87 | 85 | 83 | 81 |
| 50        | 86  | 89  | 91  | 92  | 94  | 94  | 95  | 94  | 94 | 92 | 91 | 89 | 86 |
| 40        | 91  | 93  | 95  | 96  | 97  | 98  | 98  | 98  | 97 | 96 | 95 | 93 | 91 |
| 30        | 94  | 96  | 97  | 98  | 99  | 100 | 100 | 100 | 99 | 98 | 97 | 96 | 94 |
| 20        | 95  | 97  | 98  | 99  | 99  | 100 | 100 | 100 | 99 | 99 | 98 | 97 | 95 |
| 10        | 96  | 96  | 97  | 97  | 98  | 98  | 98  | 98  | 98 | 97 | 97 | 96 | 96 |
| 水平面       | 94  | 94  | 94  | 94  | 94  | 94  | 94  | 94  | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 |

注：本表是依据济南地区（济南纬度  $36^{\circ} 41'$ ）气象条件分析得到，其他地区可参考。

## 5.4 贮热水箱

### 5.4.1 贮热水箱的容积可按下列方法确定：

1 集中供热水系统的贮热水箱容积应根据热水小时变化曲线及太阳能集热器的供热能力和运行规律，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；

2 分户式太阳能热水系统贮热水箱容积可按经验公式（5.4.1）确定：

$$V = (50 \sim 70) \cdot A \quad (5.4.1)$$

式中：V——贮热水箱的有效容积，L；

A——集热器的集热面积， $m^2$ ；（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 1 款计算的集中供热水系统可参照经验公式 5.4.1 计算。

5.4.2 分散式、集中分散式太阳能热水系统贮热水箱有卧式和立式两种形式，根据建筑空间和结构形式，可壁挂安装，亦可落地安装；卧式水箱及容积较小的立式水箱宜壁挂；室内的贮热水箱宜为承压式。

### 5.4.3 贮热水箱应满足下列要求：

1 贮热水箱及其附件的材质、工艺处理、配件等应满足刚度、强度、耐压、耐温、耐腐等要求，应确保水质在运行条件下符合《生活饮用水水质标准》GB 5749 的安全卫生要求；

2 水箱保温应符合现行国家标准《工业设备及管道绝热工程施工质量验收标准》GB/T 50185

的要求；

3 闭式贮热水箱应满足承压要求，并应设置安全阀以及水温指示装置；

4 开式贮热水箱应设置进出水管、补水管、溢流管、泄水管、通气管、水位控制以及水温指示装置；

5 贮热水箱的布置形式和进出水管布置，不得产生水流短路，并应保证贮热水箱内具有平缓的水温梯度，充分利用水箱的储热容积。

**5.4.4 贮热水箱的设置应符合下列要求：**

1 贮热水箱可设置在建筑设备间、建筑屋面、平台、阳台、厨房、地下室；

2 贮热水箱与建筑墙面或其它箱壁之间的净距，应满足安装施工或检修的需要；对设有人孔的箱顶，箱顶板面与上部建筑本体的净空不应小于 0.8m；

3 设置在设备间内的贮热水箱，上部附件最高点至建筑结构最低点的净空，应能满足检修需要且不得小于 0.2m；

4 应设置给水点和排水设施。

## 5.5 循环泵

**5.5.1** 循环泵的流量、扬程、温度、压力等各项性能应与太阳能集热系统相匹配，并应符合国家相关标准。

**5.5.2** 循环泵的流量即太阳能集热系统的设计流量应按公式（5.5.2）计算：

$$G_s = g \cdot A \quad (5.5.2)$$

式中：G<sub>s</sub>——太阳能集热系统的设计流量，L/s；

g——太阳能集热器的单位面积流量，L/(s·m<sup>2</sup>)；具体数值与太阳能集热器的特性和用途有关，应由太阳能集热器生产厂家给出；当无相关技术参数的情況下，可参考下列选取：真空管型集热器，0.005～0.02；平板型集热器，0.01～0.02；

A——太阳能集热器总面积，m<sup>2</sup>。

**5.5.3** 循环泵的扬程应按照太阳能集热系统最不利环路的水力阻力计算确定。

**5.5.4** 采用防冻液的闭式太阳能集热循环系统，应根据所采用的防冻液的粘度修正阻力计算系数。

**5.5.5** 直流式系统，宜采用定温控制，即通过集热器内部的水温来控制泵的启闭；强制循环系统，宜采用温差控制，应按太阳能集热器出口的水温与贮热水箱下部水温的温度差来控制泵的启闭。

**5.5.6** 循环泵宜靠近贮热水箱设置，不应毗邻卧室、书房等有安静要求的场所安装。水泵应采用低噪音机组并有防噪音措施。

**5.5.7** 循环泵的吸水管上应设过滤器、阀门，出水管上应设阀门、止回阀及压力表。

**5.5.8** 安装在室外的循环泵，应采用全封闭型或设有防护罩的水泵，必要时采取防雨保护措施，冬季必须采取防冻措施。

## 5.6 管 路

**5.6.1** 太阳能热水系统管道的工作压力和工作温度不得大于产品标准标定的允许工作压力和工作温度。

**5.6.2** 太阳能集热循环系统管路设计应符合下列要求：

- 1 太阳能集热系统的管路、配件应采用不锈钢管、铜管、镀锌钢管等金属材质，开式系统的耐温不应小于 100℃，闭式系统的耐温不应小于 200℃；
- 2 集热循环管路应设计为同程式；
- 3 在间接加热系统中，集热循环管作为热媒管道应符合热媒流体的压力及材质要求；
- 4 集热循环管横管敷设时，应有不小于 0.3%的坡度。坡向应利于排除气体，在循环管路最高点和易发生气塞的位置应设排气阀；
- 5 在有水回流的防冻系统中，管路的坡度应使系统中的水自动回流，不应积存；
- 6 当集热器组为多排或多层组合时，每排或每层集热器的总进出水管上均应设置阀门；
- 7 在强制循环系统的管路上，宜设有防止传热工质夜间倒流散热的单向阀。

**5.6.3** 热水供应管路系统设计应符合下列要求：

- 1 直接供应生活热水的管路、配件宜采用不锈钢管、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；
- 2 热水供应管路的设计应符合《建筑给水排水设计标准》GB 50015 和《太阳热水系统设计、安装及工程验收技术规范》GB/T 18713 的相关规定；
- 3 集中供热水系统应设计热水循环管道，保证干管和立管中的热水循环；
- 4 分散供热水系统可根据用户的具体要求设计热水循环管路；
- 5 热水供应系统的管路宜设计为同程式；
- 6 集中供热水系统的热水供应系统的分区，应遵循如下原则：
  - 1) 与给水系统的分区一致，各区贮热水箱的补水均由同区给水系统供应；当不能满足同区给水系统供应时，应采取保证系统冷、热水压力平衡的措施；
  - 2) 当采用减压阀分区时，除满足减压阀的设置要求外，还应保证各分区的热循环。
- 7 在自然循环和强制循环系统中宜采用顶水法获取热水。浮球阀可直接安装在贮热水箱中，也可安装在小补水箱中。浮球阀应采用金属或耐温高于 100℃ 的其他材质浮球，浮球阀的口径应能满足取水流量的要求；
- 8 太阳能热水系统的冷水进水管上应有可靠的防止倒流措施。

**5.6.4** 在闭式循环系统中，应设置压力式膨胀罐或泄压阀，并应符合下列规定：

- 1 日用热水量小于等于 10m<sup>3</sup> 的热水供应系统可采用泄压阀泄压的措施；
- 2 日用热水量大于 10m<sup>3</sup> 的热水供应系统应设置压力式膨胀罐。膨胀罐容积按《建筑给水排水设计标准》GB 50015 的规定计算。

**5.6.5** 太阳能热水系统的垂直管线不应明敷在建筑外墙上，严禁敷设在建筑物的风道内。



- 5.6.6** 集热回路使用传热工质的间接系统，系统应有防止工质渗入热水的技术措施。
- 5.6.7** 集热管线的设计应尽量短捷，减小热损失。在计算集热器总面积、辅助加热功率及贮热水箱容积时应考虑集热循环水管及热水供回水管的热损失。
- 5.6.8** 在自然循环系统中，贮热水箱的下循环管应比集热器的上循环管高 0.3m 以上。
- 5.6.9** 太阳能热水系统的管道不宜穿越建筑伸缩缝、沉降缝、抗震缝等变形缝，当必须穿越时，应设置变形补偿装置。
- 5.6.10** 太阳能热水系统中安装于室外的管道以及室内热水供回水管道均应做保温。
- 5.6.11** 在既有建筑上增设太阳能热水系统或改造太阳能热水系统时其管线布置应做到走向合理，不影响建筑使用功能及外观。

## **5.7 辅助热源**

- 5.7.1** 太阳能热水系统宜配设辅助热源。结合当地资源情况及项目具体条件，可采用市政热力、热泵、燃气锅炉、电加热等方式。辅助热源的选择应作技术经济比较后确定，优先利用可再生能源、工业余热、废热。
- 5.7.2** 为保证太阳能供热水系统全天候正常运行，辅助热源的供热水能力配备应按不计太阳能集热器的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《建筑给水排水设计标准》GB 50015 中有关规定执行。
- 5.7.3** 辅助热源可直接加热，也可通过热交换器间接加热贮热水箱中的水，且必须采取保证使用安全的技术措施。
- 5.7.4** 集中供热水系统的配置不宜少于两套辅助热源；一套检修时，另一套辅助热源的总供热能力不小于 50% 的系统热量。
- 5.7.5** 自动控制的集中供热水系统应根据储热水箱内的水温设定值，自动启闭辅助加热系统。

## **5.8 热交换器**

- 5.8.1** 太阳能集热器收集的热量，可直接加热贮热水箱中的水；也可通过热交换器间接加热贮热水箱中的水。
- 5.8.2** 热交换器应根据水质硬度、冷热水系统压力平衡、系统形式及大小等条件，经技术经济比较后进行选择。
- 5.8.3** 采用热交换器间接加热生活热水的系统适用于原水水质易于在集热器盘管或管道中结垢的高硬度水，同时适用于暴露在室外的集热器具有较高防冻要求的场合。
- 5.8.4** 在利用热交换器间接加热的太阳能热水系统中，热交换器换热不应明显降低集热器效率。当集热器的太阳能收益达到可能的最大值时，热交换器导致的集热器效率降低不应超过 10%。

## 5.9 防过热与防冻

**5.9.1** 太阳能热水系统设计时，应根据用户的用热规律进行规划和设计，避免过热现象发生。在进行管道设计时，必须结合系统特点、设计条件等采取可靠的防过热、防冻措施。

**5.9.2** 当强制循环集热系统的储热水箱温度高于设定温度时，应停止继续从集热系统与辅助能源系统获得能量。

**5.9.3** 太阳能热水系统应采取可靠的防冻措施。防冻措施按以下排列顺序优先选用：

- 1 采用自动控制系统实现防冻循环；
- 2 采用集热循环系统存水自动排空措施；
- 3 采用防冻液作为集热器传热工质的间接加热方式。

## 5.10 运行控制

**5.10.1** 太阳能热水系统设计时，应明确提出经济合理的系统控制方案，并与电气专业配合。控制方案包括以下内容：

- 1 集热系统和热水供应系统的运行控制要求；
- 2 辅助热源的启停控制要求；
- 3 太阳能热水系统的安全保障控制要求，如防冻、防过热等控制措施；
- 4 系统的补水和排水控制要求。

**5.10.2** 系统运行控制应符合下列要求：

- 1 全天候太阳能热水系统宜采用全日自动启动系统；
- 2 集热循环系统中若采用强制循环宜采用温差控制；
- 3 太阳能集热器用温度传感器应能承受 250℃ 的温度，其精度为 $\pm 1^\circ\text{C}$ ；贮热水箱用温度传感器应能承受 100℃ 的温度，其精度为 $\pm 1^\circ\text{C}$ ；
- 4 热水供应系统的循环水泵在非热水供应时段应能自动关闭。

**5.10.3** 条件许可时，太阳能热水系统可采用智能化控制系统，并应具备下列功能：

- 1 显示集热系统循环泵的工作状况，控制循环泵的启闭，并反馈信息；
- 2 显示贮热水箱的热水温度，并反馈信息；
- 3 在非承压式系统中显示贮热水箱的水位；
- 4 对辅助加热设备按设定程序进行启、停控制，并显示反馈信息；
- 5 在集中热水供应系统中应记录瞬间热水用水量、温度压力变化曲线。

**5.10.4** 太阳能集热系统、辅助加热系统和热水供回水系统宜采用全自动控制操作方式。

**5.10.5** 应根据用户对供热水质量的要求、用水时间和使用情况并参照下列规定合理确定辅助热源的启停方式：

- 1 分散供热水系统，宜采用手动启动或定时自动启动方式；
- 2 定时集中供热水系统，宜采用定时自动启动或手动启动方式；
- 3 全日制集中供热水系统宜采用全日自动启动方式。

**5.10.6** 集中供热水系统和用水量较大的分散供热水系统应设保温循环系统。保温循环泵的启闭视系统的大小、用水温度的要求，采用定时定温循环或连续循环。

**5.10.7** 大型集中供热水系统宜纳入建筑设备监控系统中。

## 6 施工安装与调试

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 太阳能热水系统施工与安装应符合现行国家标准《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB50364 和《建筑节能工程施工质量验收标准》GB50411 的要求。

**6.1.2** 太阳能热水系统施工和安装应由专业队伍完成。

**6.1.3** 太阳能热水系统施工与安装应编制专项施工方案，并应包括与主体结构施工、设备安装、装饰装修的协调配合方案及安全措施等内容。

**6.1.4** 太阳能热水系统施工与安装应按照批准的工程设计文件和专项施工方案进行。施工过程中工程变更和设计修改应有原设计单位出具的设计修改文件或经原设计单位签字认可的书面文件。

**6.1.5** 太阳能热水系统施工与安装前应具备下列条件：

- 1 设计文件符合要求并齐备，且已审查通过；
- 2 专项施工方案已经批准；
- 3 施工现场条件符合专项施工方案要求；
- 4 现场水、电、场地、道路等条件能满足正常施工需要；
- 5 预留基座、孔洞、预埋件、管路和设施符合设计图纸，并已验收合格。

**6.1.6** 进场安装的太阳能热水系统产品、配件、材料的规格、型号及其性能检测报告、色彩等应符合设计要求，且有产品合格证以及相关的质量保证资料。

**6.1.7** 太阳能热水系统施工与安装不应损坏建筑物的结构；不应影响建筑物的使用功能；不应破坏防水层和建筑物的附属设施，并应对已完成土建工程的部位采取保护措施。

**6.1.8** 太阳能热水系统在施工与安装过程中，产品和物件的存放、搬运、吊装不应碰撞和损坏；半成品应妥善保管。

**6.1.9** 太阳能热水系统中产生振动和噪声的设备或部件，其减振、隔声措施应符合设计要求。

### 6.2 基 座

**6.2.1** 太阳能热水系统的基座材料应符合设计要求。钢结构基座的焊接应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的要求。

**6.2.2** 预埋件应在主体结构施工时埋入，预埋件的位置应准确。

**6.2.3** 在屋面结构层上采用预制的集热器支架基座应布置整齐、摆放平稳、并应与建筑主体结构连接牢固，且不得破坏屋面防水层。

**6.2.4** 在屋面结构层上现场施工的基座应做好防水处理，并应符合现行国家标准《屋面工程质量验收规范》GB 50207 的要求。

**6.2.5** 钢基座及混凝土基座顶面的预埋件在太阳能热水系统安装前应涂防腐涂料或采取其它有

效的防腐措施，并对外露部分进行妥善保护。

### **6.3 支 架**

**6.3.1** 太阳能热水系统的支架及其材料应符合设计要求。钢结构支架的焊接应符合现行国家标准《钢结构工程施工质量验收标准》GB 50205 的要求。

**6.3.2** 支架应按设计要求安装在主体结构上，位置应准确，并与主体结构固定牢靠。

**6.3.3** 钢结构支架放置时，在不影响其承载力的情况下，应选择有利于排水的方式放置。因结构或其它原因导致排水不畅时，应采取合理的排水防水措施，确保排水通畅。

**6.3.4** 支架应根据现场条件采取抗风措施，满足设计要求。

**6.3.5** 支承太阳能热水系统的钢结构支架和金属管路系统应与建筑物防雷接地系统可靠连接。

**6.3.6** 钢结构支架焊接完毕，应做防腐处理。防腐施工应符合现行国家标准《建筑防腐蚀工程施工规范》GB 50212 和《建筑防腐蚀工程施工质量验收标准》GB 50224 的要求。

### **6.4 集 热 器**

**6.4.1** 集热器安装倾角和定位应符合设计要求，安装倾角误差为 $\pm 3^\circ$ 。集热器应与建筑主体结构或集热器支架牢靠固定，防止滑脱。

**6.4.2** 集热器之间的连接应按照设计规定的连接方式连接，且密封可靠，无泄漏，无扭曲变形。

**6.4.3** 嵌入屋面设置的集热器与四周屋面应做好防水处理。

**6.4.4** 集热器之间的连接件，应便于拆卸和更换。

**6.4.5** 集热器连接完毕，应进行检漏试验，检漏试验应符合设计要求与本标准第 6.9 节的规定。

**6.4.6** 集热器之间连接管的保温应在检漏试验合格后进行。保温材料及其厚度应符合现行国家标准《工业设备及管道绝热工程施工质量验收标准》GB/T 50185 的要求。

### **6.5 贮 水 箱**

**6.5.1** 贮热水箱应与底座固定牢靠。

**6.5.2** 用于制作贮热水箱的材质应耐腐蚀、卫生、无毒，且应能承受所贮存热水的最高温度，材质和规格应符合设计要求。

**6.5.3** 贮热水箱的内箱应做接地处理，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》GB 50169 的要求。

**6.5.4** 贮热水箱应进行检漏试验，试验方法应符合本标准第 6.9 节的规定。

**6.5.5** 贮热水箱保温应在检漏试验合格后进行。水箱保温应符合现行国家标准《工业设备及管道绝热工程施工质量验收标准》GB/T 50185 的要求。

## **6.6 管 路**

**6.6.1** 太阳能热水系统的管路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》GB 50242 的相关要求。

**6.6.2** 水泵应按照厂家规定的方式安装，并应符合现行国家标准《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275 的要求。水泵周围应留有检修空间，并应做好接地保护。

**6.6.3** 安装在室外的水泵，应采取妥当的遮阳和防雨保护措施。冬季应采取防冻措施。

**6.6.4** 水泵、电磁阀、阀门的安装方向应正确，并应便于更换。

**6.6.5** 承压管路和设备应做水压试验；非承压管路和设备应做灌水试验。试验方法应符合设计要求和本标准第 6.9 节的规定。

**6.6.6** 管路保温应在水压试验合格后进行，保温应符合现行国家标准《工业设备及管道绝热工程施工质量验收标准》GB/T 50185 的要求。

## **6.7 辅助加热设备**

**6.7.1** 直接加热的电热管的安装应符合现行国家标准《建筑电气安装工程施工质量验收规范》GB 50303 的相关要求。

**6.7.2** 辅助加热设备的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》GB 50242 的相关要求。

## **6.8 电气与自动控制系统**

**6.8.1** 电缆线路施工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标准》GB 50168 的规定。

**6.8.2** 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。

**6.8.3** 所有电气设备和与电气设备相连接的金属部件应做接地处理。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。

**6.8.4** 传感器的接线应牢固可靠，接触良好。接线盒与套管之间的传感器屏蔽线应做二次防护处理，两端应做防水处理。

## **6.9 水压试验与冲洗**

**6.9.1** 太阳能热水系统安装完毕后，在设备和管道保温之前，应进行水压试验。

**6.9.2** 太阳能热水系统管道的水压试验压力应为工作压力的 1.5 倍，工作压力应按设计要求。设计未注明时，开式太阳能集热系统应以系统顶点工作压力加 0.1MPa 进行水压试验；闭式太阳能

集热系统和供热水系统应按现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 的规定执行。

**6.9.3** 当环境温度低于 5℃ 进行水压试验时，应采取可靠的防冻措施。

**6.9.4** 系统水压试验合格后，应对系统进行冲洗直至排出的水不浑浊为止。

**6.9.5** 采用水压试压结束后应即刻将水排净，防止集热器闷晒和结冻。

## **6.10 系统调试**

**6.10.1** 系统调试应包括设备单机、部件调试和系统联动调试。系统联动调试应按照设计要求的实际运行工况进行。联动调试完成后，应进行连续三天试运行，其中至少有一天为晴天。

**6.10.2** 系统联动调试，应在设备单机、部件调试和试运转合格后进行。

**6.10.3** 设备单机、部件调试应包括下列内容：

- 1 检查水泵安装方向；
- 2 检查电动阀安装方向；
- 3 温度、温差、水位、流量等仪表显示正常；
- 4 电气控制系统应达到设计要求功能，动作准确；
- 5 剩余电流保护装置动作准确可靠；
- 6 防冻、防过热保护装置工作正常；
- 7 各种阀门开启灵活，密封严密；
- 8 辅助能源加热设备工作正常，加热能力达到设计要求；
- 9 所有设备、管线标识清晰、介质流向正确。

**6.10.4** 系统联动调试应包括下列内容：

- 1 调整水泵控制阀门；
- 2 调整系统各个分支回路的调节阀门，使各回路流量平衡，达到设计流量；
- 3 温度、温差、水位、时间等控制仪的控制区域或控制点应符合设计要求；
- 4 调试辅助热源加热设备与太阳能集热系统的工作切换，达到设计要求；
- 5 调整电磁阀初始参数，使其动作符合设计要求。

**6.10.5** 系统联动调试后的运行参数应符合下列规定：

- 1 设计工况下太阳能集热系统的流量与设计值的偏差不应大于 10%；
- 2 设计工况下热水的流量、温度应符合设计要求；
- 3 设计工况下系统的工作压力应符合设计要求；
- 4 集热系统进出口工质温差应符合设计要求。

## 7 工程验收

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 太阳能热水系统工程验收的程序和组织应符合《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300 的规定。

**7.1.2** 太阳能热水系统工程验收宜根据工程施工特点分期进行,对于影响工程安全和系统性能的工序,必须在本工序验收合格后才能进入下一道工序的施工。

**7.1.3** 太阳能热水工程施工质量的保修期限,自竣工验收合格日起计算为二年。

### 7.2 分项工程验收

**7.2.1** 太阳能热水工程的分部、分项工程可按表 7.2.1 表划分。

表 7.2.1 表 太阳能热水工程的分部、分项工程划分

| 序号 | 分部工程    | 分项工程                                                                               |
|----|---------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 太阳能集热系统 | 预埋件及后置锚栓安装和封堵,基座、支架安装,太阳能集热器安装,其他能源辅助加热/换热设备安装,水泵等设备及部件安装,管道及配件安装,系统水压试验及调试,防腐、绝热。 |
| 2  | 蓄热系统    | 贮热水箱及配件安装,地下水池施工,管道及配件安装,辅助设备安装,防腐、绝热。                                             |
| 3  | 热水供应系统  | 管道及配件安装,水泵等设备及部件安装,辅助设备安装,系统水压试验及调试,防腐、绝热。                                         |
| 4  | 控制系统    | 传感器及安全附件安装,计量仪表安装,电线、电缆施工敷设,接地装置安装。                                                |

**7.2.2** 太阳能热水系统分项工程的主控项目和一般项目应符合《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 的规定。

**7.2.3** 太阳能热水系统安装施工中的下列隐蔽工程,在隐蔽前应由施工单位通知监理单位进行验收,并形成验收文件,验收合格后方可继续施工。

- 1 安装基础螺栓和预埋件;
- 2 基座、支架、集热器四周与主体结构的连接节点;
- 3 基座、支架、集热器四周与主体结构之间的封堵及防水;
- 4 太阳能热水系统与建筑物避雷系统的防雷连接节点或系统自身的接地装置安装。

**7.2.4** 太阳能集热器的安装方位角和倾角应满足设计要求,安装允许误差应在 $\pm 3^{\circ}$ 以内。

**7.2.5** 太阳能热水系统工程的检验、检测应包括下列主要内容:

- 1 压力管道、系统、设备及阀门的水压试验;
- 2 系统的冲洗及水质检测;



3 系统的热性能检测。

**7.2.6** 太阳能热水系统供、回水管道工作压力应符合设计要求。设计未注明时，应按现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 的规定执行。

### **7.3 竣工验收**

**7.3.1** 竣工验收应提交下列验收资料：

- 1 设计变更证明文件和竣工图；
- 2 主要材料、设备、成品、半成品、仪表的出厂合格证明或检验资料；
- 3 屋面防水检漏记录；
- 4 隐蔽工程验收记录和中间验收记录；
- 5 系统水压试验记录；
- 6 系统生活热水水质检验记录；
- 7 系统调试及试运行记录；
- 8 系统热工性能检验记录。

**7.3.2** 系统热工性能检验的测试方法应符合现行国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB / T 50801 的规定。

**7.3.3** 太阳能集热系统效率和太阳能热水系统的太阳能保证率应满足设计要求。

**7.3.4** 太阳能供热水系统的供热水温度应满足设计要求；当设计无明确规定时，供热水温度不应小于 45℃，且不应大于 60℃。

## 8 运行与维护

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 太阳能热水系统初次运行之前,应确认系统安装符合设计要求和国家现行相关标准的规定。

**8.1.2** 太阳能热水系统初次运行之前的准备工作应符合下列规定:

- 1 运行前应先冲洗贮热水箱、太阳能集热器及系统管路的内部,然后向系统内注传热工质;
- 2 在系统处于运行的条件下,对受控设备、控制器和计量装置等进行调试,保证各组件的运行达到设计要求,并应保证系统的整体运行符合设计要求。

**8.1.3** 太阳能热水系统交付使用前,施工单位和产品生产厂家应对太阳能热水系统的运维管理单位进行工作原理交底和操作培训,并提交使用操作手册。

**8.1.4** 施工单位和产品生产厂家应向运维管理单位移交维修服务协议及相关资料,以保证运行管理中各方责任明确。

**8.1.5** 太阳能热水系统交付使用后,运维管理单位应建立太阳能热水系统的管理制度。

**8.1.6** 太阳能热水系统运行发生异常时,应及时处理;主要设备和控制装置应由专业人员维修。

**8.1.7** 运维管理单位应对太阳能热水系统的热水量装置进行定期校验。

### 8.2 安全检查

**8.2.1** 运维管理单位应对太阳能热水系统的集热器和安装固定设施进行定期安全性检查。

**8.2.2** 运维管理单位应对安装在阳台、墙面等易坠落处的太阳能集热器定期进行防护设施的检查与维护,避免因集热器损坏对人体造成伤害。

**8.2.3** 进入冬季前,运维管理单位应对太阳能热水系统防冻设施进行检查和维护。

**8.2.4** 太阳能热水系统冬季运行期间,应避免传热工质发生冻结现象。应制定冬季紧急情况处理预案。

**8.2.5** 运维管理单位应对太阳能热水系统的防雷设施定期检查并进行接地电阻测试。

### 8.3 系统维护

**8.3.1** 负责系统管理、使用和日常维护的单位应根据约定的系统及其组件的使用寿命对系统或组件达到使用年限时进行评估,达到使用要求的方可继续使用,未达到使用要求的需要维修或更换。

**8.3.2** 用户应与运维管理单位约定或自行进行系统的定期巡检维护,定期巡检维护主要包括下列内容:

- 1 观察集热器表面的清洁状况,对集热器进行清洁护理;
- 2 观察和检查系统中集热器、贮热水箱、支架和基座的状况,并根据需要进行必要的防腐、加固等维维护理;

3 观察和检查系统中防雷和锚固状况，进行接地测试，并根据需要进行必要的防腐、加固等维护护理；

4 观察和检查系统中贮热水箱上的防腐、防过热、防超压等安全附件的状况，并根据需要进行必要的护理、维修或零件更换；

5 观察和检查系统中控制器、传感器、信号传输线和电线电缆的连接部位是否松脱或接触不良，并根据需要进行必要的护理、维修或零件更换；

6 对于间接系统，定期检查系统中传热工质变化，并按系统技术要求进行加注和更换；

7 对电气、管路、阀门等附件进行检查；

8 定期对系统中的计量装置、监测探点、控制装置进行校验；

9 对集热器中进出口水温、贮热水箱出水口温度的变化和其他设备的工作情况进行监测。

## 9 节能环保效益评估

### 9.1 一般规定

9.1.1 太阳能热水工程的设计文件，应包括对该系统所做的节能和环保效益分析计算书。

9.1.2 太阳能热水系统竣工验收完成后，应根据验收所提供的系统热工性能检验记录进行系统实际运行后的节能效益和环保的评估验证。

9.1.3 对已实际工作运行的太阳能热水系统，宜进行系统节能效益的定期检测或长期监测。

9.1.4 设计阶段进行太阳能热水工程节能、环保效益分析的评定指标应包括：系统的年和寿命期内的总常规能源替代、年节能费用、年二氧化碳减排量、系统的静态投资回收期 and 费效比。

9.1.5 太阳能热水工程实际工作运行的效益评估指标应包括太阳能集热系统的年平均效益、系统的年常规能源替代量、太阳能保证率、年二氧化碳减排量、系统的静态投资回收期 and 费效比。

### 9.2 系统节能环保效益评估

9.2.1 对太阳能热水系统节能效益进行的计算分析，应以已完成设计施工图中所提供的相关参数作为依据。

9.2.2 太阳能热水系统的年常规能源替代量应按现行国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801 中的公式进行计算。

9.2.3 太阳能热水系统的年节能费用、静态投资回收期 and 费效比可采用现行国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801 中的公式进行计算。

9.2.4 太阳能热水系统的年二氧化碳减排量可按现行国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801 中的公式进行计算。

### 9.3 系统实际运行的效益评估

9.3.1 太阳能热水系统实际工作运行的年常规能源替代量应按本标准 9.2.2 条的规定进行计算。

9.3.2 太阳能热水系统实际工作运行的太阳能保证率可按现行国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801 的公式进行计算。

9.3.3 太阳能热水系统实际工作运行的年平均效率可按现行国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801 的公式进行计算。

9.3.4 太阳能热水系统实际工作运行的静态投资回收期、费效比 and 年二氧化碳减排量的计算方法与按本标准 9.2.节的規定相同。

### 9.4 系统效益的定期检测、长期监测和性能分级评估

9.4.1 系统效益定期检测或长期监测的方法应符合现行国家标准《可再生能源建筑应用工程评价

标准》GB/T 50801 中涉及短期或长期测试的规定。

**9.4.2** 太阳能热水工程的性能分级评估宜按现行国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801 的规定进行。

## 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，在条件许可时首先应这样做的：

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，采用“可”。

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

## 引用标准名录

|    |                        |             |
|----|------------------------|-------------|
| 1  | 《生活饮用水水质标准》            | GB 5749     |
| 2  | 《建筑结构荷载规范》             | GB 50009    |
| 3  | 《建筑抗震设计规范》             | GB 50011    |
| 4  | 《建筑给水排水设计标准》           | GB 50015    |
| 5  | 《建筑物防雷设计规范》            | GB 50057    |
| 6  | 《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收标准》 | GB 50168    |
| 7  | 《电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范》 | GB 50169    |
| 8  | 《钢结构工程施工质量验收标准》        | GB 50205    |
| 9  | 《屋面工程质量验收规范》           | GB 50207    |
| 10 | 《建筑防腐蚀工程施工规范》          | GB 50212    |
| 11 | 《建筑防腐蚀工程施工质量验收标准》      | GB 50224    |
| 12 | 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》  | GB 50242    |
| 13 | 《风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范》  | GB 50275    |
| 14 | 《建筑工程施工质量验收统一标准》       | GB 50300    |
| 15 | 《建筑电气工程施工质量验收规范》       | GB 50303    |
| 16 | 《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》    | GB 50364    |
| 17 | 《建筑节能工程施工质量验收标准》       | GB 50411    |
| 18 | 《工程结构通用规范》             | GB 55001    |
| 19 | 《建筑与市政工程抗震通用规范》        | GB 55002    |
| 20 | 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》     | GB 55015    |
| 21 | 《太阳热水系统设计、安装及工程验收技术规范》 | GB/T 18713  |
| 22 | 《工业设备及管道绝热工程施工质量验收标准》  | GB/T 50185  |
| 23 | 《可再生能源建筑应用工程评价标准》      | GB /T 50801 |
| 24 | 《建筑施工高处作业安全技术规范》       | JGJ 80      |
| 25 | 《混凝土结构后锚固技术规程》         | JGJ 145     |

山东省工程建设标准

民用建筑太阳能热水系统一体化  
应用技术规程

Technical Standard for Integrated Solar Water Heating System  
of Civil Buildings

DB37/TXXXX—XXXX

条文说明



# 目 次

|                    |    |
|--------------------|----|
| 1 总则.....          | 33 |
| 2 术语.....          | 34 |
| 3 基本规定.....        | 35 |
| 4 建筑设计.....        | 38 |
| 4.1 一般规定.....      | 38 |
| 4.2 规划设计.....      | 38 |
| 4.3 建筑设计.....      | 39 |
| 4.4 结构设计.....      | 41 |
| 4.5 电气设计.....      | 42 |
| 5 太阳能热水系统设计.....   | 43 |
| 5.1 一般规定.....      | 43 |
| 5.2 系统分类.....      | 44 |
| 5.3 集热器.....       | 45 |
| 5.4 贮热水箱.....      | 46 |
| 5.5 循环泵.....       | 47 |
| 5.6 管路.....        | 47 |
| 5.7 辅助热源.....      | 49 |
| 5.8 热交换器.....      | 49 |
| 5.9 防过热和防冻.....    | 49 |
| 5.10 运行控制.....     | 50 |
| 6 施工安装与调试.....     | 51 |
| 6.1 一般规定.....      | 51 |
| 6.2 基座.....        | 51 |
| 6.3 支架.....        | 52 |
| 6.4 集热器.....       | 52 |
| 6.5 贮热水箱.....      | 52 |
| 6.6 管路.....        | 53 |
| 6.7 辅助加热设备.....    | 53 |
| 6.8 电气与自动控制系统..... | 53 |
| 6.9 水压试验与冲洗.....   | 53 |
| 6.10 系统调试.....     | 54 |
| 7 工程验收.....        | 55 |
| 7.1 一般规定.....      | 55 |

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| 7.2 分项工程验收.....                | 55 |
| 7.3 竣工验收.....                  | 55 |
| 8 运行与维护.....                   | 57 |
| 8.1 一般规定.....                  | 57 |
| 8.2 安全检查.....                  | 58 |
| 8.3 系统维护.....                  | 58 |
| 9 节能环保效益评估.....                | 59 |
| 9.1 一般规定.....                  | 59 |
| 9.2 系统节能环保效益评估.....            | 59 |
| 9.3 系统实际运行的效益评估.....           | 59 |
| 9.4 系统效益的定期检测、长期监测和性能分级评估..... | 59 |

# 1 总 则

**1.0.1** 为规范民用建筑太阳能热水系统一体化设计、安装及验收, 积极推广太阳能热水技术的应用, 特制定本标准。

能源和环境是影响国民经济持续发展的关键因素, 太阳能是一种清洁优质的可再生能源, 可以解决能源及环境污染。我省太阳能行业经过数十年的研究开发及应用, 取得一大批成果。但是, 太阳能热水系统与建筑的结合应用存在不少问题, 对建筑构件造成一定程度的损害, 对建筑的外观产生较大的影响, 甚至影响到整个城市的建筑风貌。这就制约着太阳能热水技术在建筑领域的合理应用和太阳能热利用产业的高质量发展。本标准的编制对发展我省太阳能热利用事业, 将起到推动和规范作用。

**1.0.2** 本条规定了本标准的适用范围。本标准除适用于采用太阳能热水系统的新建民用建筑外, 同样适用于扩建和改建的工程。对于其他民用建筑和既有建筑上增设和改造太阳能热水系统, 可参照本标准执行。

**1.0.3** 若太阳能热水系统的设计、安装与建筑脱节, 即便是新建建筑物考虑了太阳能热水器, 也是简单的叠加安装, 必然对本来是完整的建筑形象和构件造成一定程度的损害, 同时其设置位置和管线布置也难以与建筑平面功能及空间布局相协调, 安全性也受到影响。为此必须将太阳能热水系统纳入民用建筑规划和建筑设计中, 统一规划、同步设计、同步施工验收, 与建筑工程同时投入使用。

太阳能热水系统与建筑结合应包括以下四个方面:

**1** 在外观上, 实现太阳能热水系统与建筑完美结合, 合理布置太阳能集热器。无论在屋顶、阳台或在墙面都要使太阳能集热器成为建筑的一部分, 实现两者的协调和统一。

**2** 在结构上, 妥善解决太阳能热水系统的安装问题, 确保建筑物的承重、防水等功能不受影响, 还应充分考虑太阳能集热器抵御强风、暴雪、冰雹等的能力。

**3** 在管路布置上, 合理布置太阳能循环管路以及冷热水供应管路, 尽量减少热水管路的长度, 建筑上事先留出所有管路的接口、通道。

**4** 在系统运行上, 要求系统可靠、稳定、安全, 易于安装、检修、维护, 合理解决太阳能与辅助能源加热设备的匹配, 尽可能实现系统的智能化和自动控制。

**1.0.4** 太阳能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, 太阳能热水系统首先应符合这些标准的要求。

太阳能热水系统在民用建筑上应用是多方面的综合, 其设计、安装、验收、运维等涉及到太阳能和建筑两个行业, 除符合现行的太阳能热水系统方面的标准外, 还应符合建筑工程方面的标准规定, 如《住宅设计规范》、《建筑给水排水设计规范》、《屋面工程质量验收规范》、《建筑物防雷设计规范》等相关标准, 尤其是其中的强制性条文必须严格执行。

## 2 术 语

本标准中的术语包括建筑工程和太阳能热利用两方面，主要引自《民用建筑设计统一标准》GB 50352、《建设工程分类标准》GB / T 50841 和《太阳能热利用术语》GB/T 12936。

2.0.2 太阳能热水系统与建筑一体化，就是将太阳能的利用纳入建筑设计中，把太阳能利用技术与建筑技术和建筑美学融为一体，使太阳能系统成为建筑的一部分，相互间有机结合，实现与建筑的同步设计、同步施工、同步验收、同时投入使用和后期管理，从而降低建筑能耗，达到节能环保的目的。

太阳能热水系统与建筑一体化，体现在以下四方面：

- 1 外观上，合理布置集热器，实现太阳能热水系统与建筑完美结合；
- 2 结构上，妥善解决系统的安装，确保建筑物的承重、防水等功能不受影响。集热器有抵御强风、暴雪、冰雹等能力；
- 3 管路布置上，合理布置系统循环管路及冷热水管路，减少热水管路的长度，建筑预留出所有管路的接口和通道；
- 4 系统运行上，要求系统可靠、稳定、安全，易于安装、检修、维护。合理解决太阳能与辅助能源加热设备的匹配，实现系统智能化和自动控制。

2.0.10 集热器总面积是指整个集热器的最大投影面积。平板集热器总面积是集热器外壳的最大投影面积，真空管集热器总面积包括所有真空管、联集管、托架、反射板等在内的最大投影面积。在计算集热器总面积时，不包括那些突出在集热器外壳或联集管之外的连接管路。

### 3 基本规定

**3.0.1** 本条提出了太阳能热水系统设计应满足使用要求和系统安装、维护的要求。

**3.0.2** 我省的太阳能资源丰富,适合利用太阳能加热生活热水,可减少甚至免去燃气、燃煤和电力等能源的使用。为了环保和节能,应充分利用太阳能。

《山东省“十四五”绿色建筑与建筑节能发展规划》指出,新建城镇居住建筑、农村社区以及集中供应热水的公共建筑,全面安装使用可再生能源热水系统。积极拓展可再生能源在建筑领域的应用形式,因地制宜推广太阳能、地热能、风能、生物质能等新能源,规范空气源热泵技术建筑应用。山东省住房和城乡建设厅《关于进一步加强民用建筑太阳能热水系统一体化应用管理的通知》(鲁建节科字〔2019〕7号),要求新建高度100米以下城镇民用建筑、农村社区及集中供应热水的公共建筑,应按规定安装太阳能热水系统,不具备太阳能光热利用条件的,可选用地源热泵、空气源热泵等其他再生能源热水系统替代。

太阳能热水系统按供热水方式、系统运行方式、生活热水与集热器内传热工质的关系、辅助能源设备的类型、安装位置等分为不同的类型,包括集热器的类型也不同。本条从太阳能热水系统与建筑相结合的基本要求出发,规定了在选择太阳能热水系统类型时应考虑的因素,其中强调要充分考虑建筑物类型、使用功能、安装条件、用户要求、地理位置、气候条件、太阳能资源、日照情况等因素。

**3.0.3** 此条的确定基于建筑结构安全考虑。既有建筑情况复杂,结构类型多样,使用年限和建筑本身承载能力以及维护情况等各不相同。在既有建筑上增设太阳能热水系统时,应考虑集热系统、管路系统、储热系统对既有建筑的结构影响,复核算验结构设计、结构材料、耐久性、安装部位的构造及强度等。为确保建筑结构安全及其他相应的安全性要求,在改造和增设太阳能热水系统时,必须经过建筑结构复核,确定是否可改造或增设太阳能热水系统。建筑结构复核可由原建筑设计单位或根据原建筑设计施工图、竣工图、计算书等由其他有资质的建筑设计单位进行,或委托法定检测机构检测,确认不存在结构安全问题,可实施后,才可进行。否则,不能在既有建筑上增设或改造。增设和改造的前提是不影响既有建筑的质量和安全,安装符合技术规范和产品标准的太阳能热水系统。

**3.0.4** 日照标准是根据建筑物所处的气候区,城市大小和建筑物的使用性质决定的,在规定的日照标准日(冬至或大寒日)有效时间范围内,以底层窗台面为计算起点的建筑外窗获得的日照时间。一般取决于建筑间距,即两栋建筑物或构筑物外墙面之间的最小垂直距离。

本标准所指的建筑间距,是以满足日照要求为基础,综合考虑采光、通风、消防、管线埋设和视觉卫生与空间干扰等要求为原则确定的。建筑间距分为正面间距和侧面间距。凡泛指的建筑间距,通常指正面间距。

相邻建筑的日照间距是以建筑高度计算的。现行国家标准《城市居住区规划设计标准》GB 50180对于不同城市新建建筑和既有建筑有不同要求。平屋面的建筑高度指室外地面至其屋面、

檐口或女儿墙的高度，坡屋面按室外地面至屋檐和屋脊的平均高度计算。下列突出物不计入建筑高度内：

- 1 局部突出屋面的楼梯间、电梯机房、水箱间等辅助用房占屋顶平面面积不超过  $1/4$  者；
- 2 突出屋面的通风道、烟囱、装饰构件、花架、通信设施；
- 3 空调冷却塔等设备。

当平屋面上安装较大面积的太阳能集热器时，无论是新建建筑，还是既有建筑均应考虑影响相邻建筑的日照标准问题。

日照标准对于不同类型的建筑要求不同，应符合相关标准的规定。

**3.0.5** 太阳能是间歇能源，受天气影响较大。到达某一地面的太阳能辐射强度，因受地区、气候、季节和昼夜变化等因素影响，时强时弱，时有时无。因此，太阳能热水系统宜配置辅助能源加热设备。

辅助能源加热设备应根据当地普遍使用的传统能源的价格、对环境的影响、使用的方便性以及节能等多项因素，进行经济技术比较后确定，并应优先考虑节能和环保因素。

辅助能源一般为电、燃气等传统能源及空气源热泵、地源热泵等。宜采用智能控制，使之节约能源。对已设有集中供热、制冷系统的建筑，辅助能源宜与供热、制冷系统热源相同或匹配，特别应重视废热、余热的利用。

**3.0.6** 本条是对太阳能热水系统的集热器、管线的布置、安装提出的要求。太阳能热水系统与建筑一体化不仅体现在外观上，同时要合理布置集热器，也包括结构上妥善解决系统的安装问题，确保建筑物的承重、防水等功能不受影响；合理布置系统的循环管路；确保系统运行可靠、稳定、安全。对于在既有建筑上安装太阳能热水系统，在有可能利用的管线时，通常需要另行设计、安装安全、尽可能隐蔽、集中布置的输、配水管线和配电设备及线路。对于新建建筑，则应与给水排水、电气设备管线统一设计和安装。

**3.0.7** 本条是为了控制每道工序的质量，进而保证整个工程质量。太阳能热水系统是在建筑上安装，建筑主体结构应符合施工质量验收标准的规定。

**3.0.8** 本条对太阳能系统的安全性提出了要求。

1 太阳能热利用系统及其构件应满足结构安全要求，包括结构设计应为太阳能系统安装埋设预埋件或其他连接件；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。太阳能集热器的支撑结构应满足太阳能集热器运行状态的最大荷载和作用。此外，与电气及防火安全相关的内容应满足电气和防火工程建设强制性规范的要求，比如太阳能热水、空调系统中所使用的电气设备都应装设短路保护和接地故障保护装置

2 太阳能集热器可用于替代围护结构构件，但必须满足其相应的安全性能和功能性要求。例如，直接构成阳台栏板时，应符合强度及高度的防护要求。根据人体重心和心理因素而定，阳台栏杆应随建筑高度而增高，如低层、多层居住建筑的阳台栏杆不应低于 1.05m，中、高层及高层

居住建筑的阳台栏杆不应低于 1.10m。当构成的围护结构构件为幕墙时，除满足幕墙抗冲击、抗风压等要求外，还应满足气密、水密等要求。

3 建筑设计时应考虑在安装太阳能集热器的墙面、阳台或挑檐等部位，为防止集热器损坏而掉下伤人，应采取必要的技术措施，如设置挑檐、入口处设雨篷或进行绿化种植等，使人不易靠近。集热器下部的杆件和顶部的高度也应满足相应的要求。

## 4 建筑设计

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 人文习俗及生活方式的不同，对与衣食住行有密切相关的建筑有不同的要求，如对建筑物的朝向或院落大门的朝向或主要厅堂的朝向有相应不同的处理方式。太阳能热水系统设计应综合考虑建筑物布局、密度、朝向、体型、间距、日照标准、道路、绿化、群体组合、空间尺度及环境等因素。

**4.1.2** 安装在建筑上的太阳能集热器正常使用寿命一般在 15-20 年，而建筑的寿命是 50 年以上。太阳能集热器及系统其它部件在构造、形式上应利于在建筑围护结构上安装，便于维护、修理、局部更换。为此建筑设计上不仅考虑地震、风荷载、雪荷载、冰雹等自然破坏因素，还应为太阳能热水系统的日常维护，尤其是太阳能集热器的安装、维护、日常保养、更换提供必要的安全便利条件。

建筑设计应为太阳能热水系统的安装、维护提供安全的操作条件。如平屋面设有屋面出口或人孔，便于安装、检修人员出入；坡屋面屋脊的适当位置可预留金属钢架或挂钩，方便固定安装检修人员系在身上的安全带，确保人员安全。

**4.1.3** 本条提出太阳能热水系统产品应逐渐实行标准化、系统化、通用化，成为建筑的一部分并与建筑协调。目前我国太阳能热水系统生产厂家较多且各自为政，其产品类型多、规格不一，尚需进一步满足建筑设计的要求。

**4.1.4** 本条强调了太阳能热水系统的集热器、贮热水箱和相应的管网等都应作为建筑的有机部分考虑设计，并应规则有序、排列整齐，与建筑的使用功能和外部造型相结合。

### 4.2 规划设计

**4.2.1** 本条是民用建筑规划设计应遵循的基本原则。

规划设计是在一定的规划用地范围内进行，对其各种规划要素的考虑和确定要结合太阳能热水系统的设计确定建筑物朝向、日照标准、房间间距、密度、建筑布局、道路、绿化和空间环境及其有机组成整体。而这些均与建筑物所处建筑气候分区、规划用地范围内的现状条件及社会经济发展水平密切相关。在规划设计中应充分考虑、利用和强化已有特点和条件，为整体提高规划设计水平创造条件。

**4.2.2** 本条要求太阳能热水系统布置，注重系统与周围环境协调，风格统一。

**4.2.3~4.2.4** 太阳能集热器安装在建筑物的屋面、阳台、外墙面、墙体内部（嵌入式）以及建筑物的其它部位，在接收太阳光时不应受建筑自身及周围设施和绿化树木的遮挡，为接收较多的太阳能创造条件。同时，建筑设计宜避免设置多余的、凹凸不平的装饰线条或挡板，外部体型和空间组合应与太阳能热水系统结合，以利于太阳能集热器充分接收太阳能，提高集热效率。太阳能集热器总面积根据热水用量、建筑上可能允许的安装面积、当地的气候条件、供水水温等因素确定。



**4.2.5** 本条规定在新建建筑物上设计、安装太阳能热水系统，以及在既有建筑物上增设或改造已安装的太阳能热水系统，应保持相邻建筑物之间的间距合理性。建筑间距分正面间距和侧面（山墙）间距，凡泛称的建筑间距系指正面间距。建筑间距以满足日照要求为基础，综合考虑采光、通风、消防、疏散、管线埋设、视觉卫生及空间环境等要求。

### **4.3 建筑设计**

**4.3.1** 建筑太阳能热水系统一体化设计需首先考虑太阳能热水系统的选型。应综合考虑使用太阳能热水系统所在地区的太阳能资源、气候、环境、能耗、施工条件等因素，在保证系统安全稳定运行的前提下，分析其技术经济指标，应使所选太阳能集热器的性价比最优。

太阳能热水系统的热水供应方式有分户供热水系统和集中供热水系统。分户供热水系统由住户自行管理，各户之间用热量不平衡，使得分户系统不能充分利用太阳能集热设施，同时还有布置分散、零乱、造价较高等不足。集中供热水系统与分户供热水系统比较，有节约投资，用户间用水量可以平衡，集热器布置较易整齐有序等特点，但需有集中管理维护及分户计量的措施。设计选用太阳能热水系统的热水供应方式时应经综合比较后确定。

**4.3.2** 设计时应根据选定的太阳能热水系统类型，确定集热器形式、尺寸大小、安装面积、安装位置与方式；了解贮热水箱体积尺寸、容积重量、给水排水设施及其专业设计的要求；了解各连接管线的走向；了解辅助能源及辅助设施条件；了解太阳能热水系统各部分的相对关系。然后，合理确定太阳能热水系统各组成部分在建筑中的位置且不影响该处的建筑功能，并应适应本地区气候特点，满足所有相关部位的防水、排水、通风、隔热、防潮、防风、防雷电及抗震等要求。

**4.3.3** 设置于建筑物内部的太阳能配水管及配置的电器、电缆线应与建筑物其它管线一并考虑、综合设计、统筹安排，妥善处理各类管线之间的位置及间距，确保其安全性，同时便于安装、检修、维护及管理。

**4.3.4** 对建筑施工图中太阳能热水系统的标注内容做了要求

**4.3.5** 建筑设计时应将太阳能集热器的设置位置避开建筑变形缝。因为建筑主体结构在伸缩缝、沉降缝、抗震缝等变形缝的两侧会发生相对位移，当太阳能集热器跨越建筑变形缝设置时容易受到损坏。若太阳能集热器不得不跨越建筑变形缝设置时，应采用与主体建筑的变形缝相适应的构造措施。

**4.3.6** 本条是对伸出屋面的管线的要求。应在屋面结构层施工时预埋穿屋面套管，套管可采用钢管或PVC管材。套管四周的找平层应预留凹槽，用密封材料封实。上翻至管壁的防水层应用金属箍或镀锌钢丝紧固，再用密封材料封实。应避免在已做好防水层的屋面上凿孔打洞。

**4.3.7** 本条是对太阳能集热器安装在平屋面上的要求。

有日照要求的太阳能集热器的位置选择应首选考虑设于条件较好的南侧，以提高太阳能利用率。同时应充分考虑女儿墙或其它遮光物对集热器的影响，以满足安装、检修的最小操作空间，对各种距离做了具体要求并给出了计算公式。

太阳能集热器在平屋面上安装需通过基座（其正下方宜为柱或梁支承）和支架固定在屋面板上。集热器可选择适当的方位和倾角，集热器支架基座应做附加防水层。对于需经常维修的太阳能集热器周围和检修通道、屋面出入口和人行通道之间做刚性保护层以保护防水层。

伸出屋面的管线，应在屋面结构层施工时预埋穿屋面套管，套管可采用钢管或 PVC 管材。套管四周的找平层应预留凹槽，用密封材料封实。上翻至管壁的防水层应用金属箍或镀锌钢丝紧固，再用密封材料封实。应避免在已做好防水层的屋面上凿孔打洞。

#### **4.3.8 本条是对太阳能集热器安装在坡屋面上的要求。**

太阳能集热器无论是嵌入屋面还是架空在屋面之上，其坡度宜与屋面坡度一致。一般情况下集热器安装倾角等于本地区纬度。如果系统侧重在夏季使用，其安装倾角应等于本地区纬度减  $10^{\circ}$ ；如系统侧重在冬季使用，其安装倾角应等于本地区纬度加  $10^{\circ}$ ；所以集热器安装倾角宜在本地区纬度 $\pm 10^{\circ}$ 的范围内。

目前所设计安装的太阳能热水系统多为全天候使用，太阳能集热器安装倾角在本地区纬度 $\pm 10^{\circ}$ 的范围内，建筑师可据此调整建筑的比例，这给建筑设计带来较大的弹性空间。

在坡屋面上安装太阳能集热器，既要保证二者连接牢固，能足以承受风荷载外，更要保证安装人员的安全。太阳能热水系统生产厂家宜提供经过培训考核合格的施工人员和安装工具，建筑设计应为安装人员提供安全的工作环境。为便于检修维护，应在坡屋面安装太阳能集热器附近的适当位置设置出屋面人孔。

嵌入坡屋面设置的太阳能集热器与四周屋面及穿屋面管道都应做好防、排水，防止雨水渗（流）入屋面。集热器与屋面交接处除用防水嵌缝膏填密实外，还宜设置挡水盖板。

当嵌入坡屋面设置的太阳能集热器作为屋面板的一部分时，应基本具备屋面板同样的功能，满足承载、隔热、抗风、抗震、防水等要求。

#### **4.3.9 本条是对太阳能集热器安装在阳台或阳台栏板上的要求。**

太阳能集热器可设置在凸阳台（露台）上，也可固定于阳台栏板上或嵌入其中构成阳台栏板。设置于阳台或阳台栏板上的太阳能集热器应有适当的倾角，一般不宜大于  $75^{\circ}$ ，以利于接收到更多的日照。

阳台栏板（栏杆）的高度随建筑层数及高度的变化而改变。如低层、多层建筑的阳台栏板或栏杆的高度（净高）不应低于  $1.05\text{m}$ ，高层建筑的阳台栏板或栏杆的高度（净高）不应低于  $1.10\text{m}$ ，这是根据人体重心和心理、安全等因素而定。

当太阳能集热器挂在或附设于阳台栏板上时，阳台栏板应采用实体栏板。为防止金属支架及金属锚固构件生锈对阳台及建筑墙面造成污染，建筑设计应在该部位加强防锈的技术处理和采取有效的技术措施。

#### **4.3.10 本条是对太阳能集热器安装在外墙面上的要求。**

设置在外墙面上的太阳能集热器应符合并满足装饰、防护、使用等功能要求。

#### **4.3.11 本条是对太阳能集热器设置在建筑遮阳板上或作为遮阳板时的要求。**

**4.3.12** 建筑设计时应确定太阳能热水系统贮热水箱的容积、尺寸、大小及重量，合理设置贮热水箱的位置，如贮热水箱宜靠近太阳能集热器设置，尽量减少因管线过长而产生的热损耗；贮热水箱的周围应具有相应的排水、防水设施；贮热水箱上方或周围侧边应有净空不宜小于600mm×600mm的人员出入孔，以满足检修、清洁及维护的要求。

贮热水箱宜优先选择太阳能热水系统生产厂家的定型产品；贮热水箱的容积应满足日常总用水量需要；贮热水箱应防腐、保温，符合太阳能热水系统安全、节能、环保及稳定运行等要求。

贮热水箱的设计设置应符合现行国家标准《太阳热水系统设计、安装、及工程验收技术规范》GB/T 18713 的要求。

## **4.4 结构设计**

**4.4.1** 太阳能热水系统中的太阳能集热器和贮热水箱与主体结构的连接和锚固必须稳固可靠，主体结构的承载力必须经过计算或实际试验予以确认并保证安全，防止偶然因素产生突然破坏。真空管集热器的重量约15~20kg/m<sup>2</sup>，平板集热器的重量约20~25kg/m<sup>2</sup>。

安装太阳能热水系统的建筑主体结构及结构构件必须具备承受太阳能集热器和贮热水箱等传递的各种荷载（包括检修荷载）的作用。

当承载太阳能热水系统的主体结构及构件为钢筋混凝土结构时，其混凝土强度等级不应低于C20，并应符合相关的工程施工质量验收规范的要求。

**4.4.2** 太阳能热水系统支承结构设计需考虑包括太阳能热水系统在内的重力荷载、风荷载及地震作用。

对于设置在建筑物的屋面、阳台、外墙面、墙体内（嵌入式）或建筑物其它部位的太阳能集热器，主要受重力荷载及风荷载作用。地震是动力作用，对连接节点会产生较大影响，使连接处发生破坏，甚至使太阳能集热器脱落，所以须计算地震作用，加强构造措施。

**4.4.3** 为满足使用安全，在结构设计时应为太阳能热水系统的安装预先设计承载梁（板）构件或埋设预埋件或其它连接件。其荷载计算时应考虑包括太阳能热水系统在内的重力荷载、风荷载等。同时要求承受太阳能热水系统的结构及其构件应能抵御强（台）风、雷电、暴雨及地震等自然灾害的影响。

**4.4.4** 当太阳能集热器设置在建筑物的外墙面或阳台栏板时，宜采用钢筋混凝土结构，且宜采用与建筑结构一体的悬臂梁或板以支承太阳能集热器，从而确保使用安全。

**4.4.5** 当太阳能集热器和贮水箱与建筑主体结构通过预埋件连接时，预埋件必须在混凝土浇筑前埋入，施工时混凝土必须振捣密实。在实际工程中，往往由于未采取有效措施固定预埋件，混凝土浇筑时导致预埋件偏离设计位置，影响与建筑主体结构的准确连接，甚至无法使用。故本条规定应重视预埋件的设计和施工。预埋件埋入主体结构施工时，应位置准确，并做好防锈防腐蚀处理。

**4.4.6** 太阳能集热器和贮热水箱的支承结构一般为钢筋混凝土结构或钢结构连接构件。轻质填充墙、砌体结构的承载力和变形能力偏低，一般不能作为太阳能集热器和贮热水箱的支承结构。若需在砌体结构上固定时，必须设置标号大于（或等于）C20 的混凝土梁或混凝土预制块用于固定连接；连接螺栓应有防松脱措施。

**4.4.7** 当土建施工中未设预埋件、预埋件漏放、预埋件偏离设计位置过远、设计变更，或既有建筑物增设太阳能热水系统时，往往需使用后锚固螺栓进行连接。采用后锚固螺栓（机械膨胀螺栓或化学螺栓）时，应采取本条所列的规定措施，保证连接的安全性及可靠性。

## **4.5 电气设计**

**4.5.1~4.5.3** 这是对太阳能热水系统中使用电器设备的安全要求。

如果系统中含有电器设备，其电器安全应符合现行国家标准《家用和类似用途电器的安全》（第一部分 通用要求）GB 4706.1 和（贮水式电热水器的特殊要求）GB 4706.12 的要求。

**4.5.4** 系统的电气管线应与建筑物的电气管线统一布置，集中隐蔽。

**4.5.5** 为了防止雷电危害，需对设置在可能遭到雷击处的太阳能热水系统采取防雷措施。

## 5 太阳能热水系统设计

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 太阳能热水系统与建筑一体化设计应在建筑方案中就体现出来，故需要建筑专业人员负责组织，相关专业配合完成设计。

太阳能热水系统设计应由建筑设计单位和太阳能热水系统产品供应商相互配合共同完成。首先，建筑师要根据建筑类型、使用要求确定太阳能热水系统类型、安装位置、色彩、构图要求，向建筑给水排水工程师提出对热水的使用要求；给水排水工程师进行太阳能热水系统设计时，考虑太阳能集热器和贮热水箱的存在，以保证结构的安全性，并埋设预埋件，为太阳能集热器的锚固、安装提供安全牢靠的条件；电气工程师满足系统用电负荷和运行安全要求，进行防雷设计。

**5.1.2** 太阳能热水系统设计必须建立在正确选型的基础上。本条在提出系统设计时应遵循一般原则的同时，也提出应针对不同的民用建筑类型（如低层、多层、高层）进行合理选型与设计。

**5.1.3** 本条明确了太阳能热水系统的设计应以建筑给水排水设计标准为指导。在实际应用过程中，应根据用户实际用水需求并结合太阳能光热系统特点进行选取，比如，设计水温可考虑适当降低（以尽量提高太阳能集热效率），设计水量应考虑太阳能储热设备的部分储能功能。

**5.1.4** 为保证太阳能热水系统的管道及其附件与建筑给水管连接紧密，避免出现渗漏现象，特作此规定。

**5.1.5** 本条规定了太阳能热水系统在安全性能和可靠性能方面的技术要求。

安全性能是太阳能热水系统各项技术性能中最重要的一项，其中特别强调了内置加热系统必须带有保证安全使用的装置，并作为本标准的强制性条款。

可靠性能强调了太阳能热水系统应有抗击各种自然条件的能力，其中包括应有可靠的防冻、防结露、防过热、防雷、抗雹、抗风、抗震等技术措施。

**5.1.6** 分户计量是我国大力推广倡导的节能手段之一。因此，具备条件的集中供热水系统宜采取计量措施。

**5.1.7** 本条旨在强调系统设计与选用时应确保产品性能不低于国家标准，主要部件的耐久性应确保在设计寿命周期稳定运行。在正常使用寿命期间，允许有主要部件的局部更换以及易损件的更换。

**5.1.8** 集热系统效率是衡量太阳能集热系统将太阳能转换为热能的重要指标，受集热器产品热性能、蓄热容积和系统控制措施等诸多因素影响。如果没有做到优化设计，就会导致不能充分发挥集热器的性能，造成系统效率过低，从而既浪费宝贵的安装空间，又制约系统的预期效益。在各国与绿色或生态标识认证制度相关联的一些标准中，都会对太阳能热利用系统的热性能提出具体的指标性要求，因此，为“促进能源资源节约利用”，提高系统效益，必须对集热系统效率提出要求。

本条规定的太阳能集热系统效率量值：针对热水系统，参照了现行国家标准《太阳能热水系

统性能评定规范》GB/T 20095 中关于热水工程的性能指标。

设计人员在完成太阳能集热系统设计后,应根据相关参数模拟计算集热系统效率,并判定计算结果是否符合本条规定;不符合时,应对原设计进行修正。

## 5.2 系统分类

**5.2.1** 安装在民用建筑的太阳能热水系统,若按供热水范围分类,可分为:集中供热水系统、集中分散供热水系统和分散供热水系统三大类。

集中供热水系统,是指采用集中的太阳能集热器和集中的贮热水箱供给一幢或几幢建筑物所需热水的系统。

集中分散供热水系统,是指采用集中的太阳能集热器和分散的贮热水箱供给一幢建筑物所需热水的系统。

分散供热水系统,是指采用分散的太阳能集热器和分散的贮热水箱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。

**5.2.2** 根据国家标准《太阳热水系统设计、安装及工程验收技术规范》GB/T 18713 中的规定,太阳能热水系统若按系统运行方式分类,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,贮热水箱的下循环管应高于集热器的上循环管。这种系统结构简单,不需要附加动力。

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。强制循环系统通常采用温差控制、光电控制及定时器控制等方式。

直流式系统是传热工质一次流过集热器加热后,进入贮热水箱或用热水处的非循环太阳能热水系统。直流式系统一般可采用非电控温控阀控制方式及温控器控制方式。直流式系统通常也可称为定温放水系统。

实际上,某些太阳能热水系统有时是一种复合系统,即是上述几种运行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。

**5.2.3** 太阳能热水系统按生活热水与集热器内传热工质的关系可分为下列两种系统:

直接系统是指在太阳能集热器中直接加热水给用户的太阳能热水系统。直接系统又称为单回路系统,或单循环系统。

间接系统是指在太阳能集热器中加热某种传热工质,再使该传热工质通过换热器加热水给用户的太阳能热水系统。间接系统又称为双回路系统,或双循环系统。

**5.2.4** 为保证民用建筑的太阳能热水系统可以全天候运行,通常将太阳能热水系统与使用辅助能源的加热设备联合使用,共同构成带辅助能源的太阳能热水系统。太阳能热水系统若按辅助能源加热设备的安装位置分类,可分为:内置加热系统和外置加热系统两大类。内置加热系统,是指

辅助能源加热设备安装在太阳能热水系统的贮热水箱内。外置加热系统，是指辅助能源加热设备不是安装在贮热水箱内，而是安装在太阳能热水系统的贮热水箱附近或安装在供热水管路（包括主管、干管和支管）上。所以，外置加热系统又可分为：贮热水箱加热系统、主管加热系统、干管加热系统和支管加热系统等。

**5.2.5** 根据用户对热水供应的不同需求，辅助能源可以有不同的启动方式。太阳能热水系统若按辅助能源启动方式分类，可分为：全日自动启动系统、定时自动启动系统和按需手动启动系统。全日自动启动系统，是指始终自动启动辅助能源水加热设备，确保可以全天 24h 供应热水。定时自动启动系统，是指定时自动启动辅助能源水加热设备，从而可以定时供应热水。按需手动启动系统，是指根据用户需要，随时手动启动辅助能源水加热设备。

### 5.3 集热器

**5.3.1** 一般非承压式系统采用全玻璃真空管型集热器，而金属-玻璃集热器的选取需满足系统性能的要求并与建筑协调。

1 本款强调太阳能集热器的选择应结合太阳能热水系统的总体性能需求，既要充分发挥集热器的性能，又要与系统要求相匹配；

2 因为集中集热系统为多户共用，一旦出现质量问题，影响较多用户，建议在条件许可的前提下，优先选用金属-玻璃结构真空管型太阳能集热器，减少因集热器局部损坏而导致系统整体失效的风险；

3 现有太阳能集热器产品的尺寸规格不一定满足建筑一体化设计的要求，因而本款强调了太阳能集热器的规格宜与建筑模数相协调。

**5.3.2** 本条给出了集热器的组合连接方式及集热器总面积或个数要求。有关集热器串、并联的设置参照《太阳热水系统设计、安装及工程验收技术规范》GB/T 18713。

**5.3.3** 本条的规定是为了保证流经各个集热器以及每个集热器内部的传热工质流量均衡。

**5.3.4** 本条对集热器的最佳安装方位角提出了一定的范围，旨在强调太阳能集热器应尽可能朝南向安装。实际应用中，偏差允许范围可适当放大至 $\pm 15^\circ$ 以内。

**5.3.5** 集热器的安装倾角对集热器收集太阳能量影响明显，在建筑中应用时应尽可能采用或接近最佳安装倾角。

**5.3.6** 集热器的布置应避开建筑物的遮挡。本条规定了集热器距遮挡物的水平最小净距（或集热器排间距）的计算方法。

**5.3.7** 太阳能集热器面积的确定十分重要，而集热器面积的精确计算又比较复杂。一般采用专业软件来进行，是根据系统所选太阳能集热器的瞬时效率方程（通过试验测定）及安装位置（方位角和倾角），再输入太阳能热水系统，使用当地的地理纬度、平均太阳辐照量、平均环境温度、平均热水温度、平均热水用量、贮热水箱和管路平均热损失率、太阳能保证率等数据，按一定的计算机程序计算出来的。

本条在国家标准《太阳热水系统设计、安装及工程验收技术规范》GB/T 18713 的基础上，提出了确定集热器总面积的计算方法。

本标准之所以计算集热器总面积，而不计算集热器采光面积或集热器吸热体面积，是因为在民用建筑安装太阳能热水系统的情况下，建筑师关心的是在有限的建筑围护结构中太阳能集热器究竟占据多大的空间。

在确定直接系统的集热器总面积时，日太阳辐照量  $J_T$  取当地集热器采光面上的年平均日太阳辐照量；集热器的年平均集热效率  $\eta_{cd}$  宜取 0.25~0.50，但强调具体取值要根据集热器产品的实际测试结果而定；贮热水箱和管路的热损失率  $\eta_L$  宜取 0.20~0.30，不同系统类型及不同保温状况的  $\eta_L$  值不同。以上所有这些数值都是根据长期使用太阳能热水系统所积累的经验而选取的，基本可以满足实际系统设计的要求。至于太阳能保证率  $f$  的取值，则是根据系统使用期内的太阳能辐照条件、系统的经济性及用户的具体要求等因素综合考虑后确定，本标准推荐山东地区在 40%~70% 范围内。

在确定间接系统的集热器总面积时，由于间接系统的换热器内外存在传热温差，使得在获得相同温度的热水情况下，间接系统比直接系统的集热器运行温度稍高，造成集热器效率略有降低。本条用换热器传热系数  $U_{hx}$ ，换热器换热面积  $A_{hx}$  和集热器总热损系数  $F_R U_L$  等来表示换热器对于集热器效率的影响。对平板型集热器， $F_R U_L$  宜取 4~6W/(m<sup>2</sup>·℃)；对于真空管集热器， $F_R U_L$  宜取 1~2W/(m<sup>2</sup>·℃)；但本标准强调  $F_R U_L$  的具体数值要根据集热器产品的实际测试结果而定。至于换热器传热系数  $U_{hx}$  和换热器换热面积  $A_{hx}$  的数值，则可以从选定的换热器产品说明书中查得。在实际计算过程中，当确定了直接系统的集热器总面积  $A_c$  之后，就可以根据上述这些数值，确定出间接系统的集热器总面积  $A_{IN}$ 。

**5.3.8** 在有些情况下，由于集热器朝向或倾角受到条件限制，按 5.3.7 条所述方法计算出来的集热器总面积是不够的，这时就需要按补偿方式适当增加面积，但一般要求补偿面积不得超过 5.3.7 条计算所得面积的一倍，或者进行经济技术效益分析后结合建筑空间综合考虑。

## 5.4 贮热水箱

### 5.4.1 关于贮热水箱的容积：

**1** 理论上，贮热水箱应根据产热、用热及辅助加热三者之间的变化曲线求得需要调节的热量，换算出贮热水箱的容积。但实际上这种曲线的取得有一定难度，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。这样贮热水箱的容量与太阳能产热量的关系更密切。因此，在集中式太阳能热水系统中，宜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确定贮热水箱的容积。

**2** 在分户式系统中，结合集热效益及经济性两方面因素，贮热水箱容积与集热面积直接关联，一般采用本条的经验公式。偏重集热效益时可以取上限，偏重水温高而直接使用的可取下限。集中式参照本经验公式时，可向下限取值或突破下限根据计算取值。



**5.4.2** 本条主要是表明户用贮热水箱的布置方式，供建筑设计师布局建筑空间参考。放置在室内的贮热水箱，宜优先选取承压式，以保证用户出水舒适度。

**5.4.3** 本条明确了贮热水箱的设计要求。作为贮存热水的设备，必须满足安全卫生的相关要求，另外，作为太阳能热水系统的贮热设备，在夏季或其它特殊时间段，温度可能超过 80℃甚至达到接近常压沸点的更高温度，因此，对材质的耐高温能力有较高要求。

太阳能承压贮热水箱属于压力容器，必须要有承压能力的标注，并有防止系统超压的措施。

**5.4.4** 本条规定了太阳能贮热水箱的设置要求。建议在建筑设计阶段预设太阳能贮热水箱专用设备间。当无法设置专用设备间时，也可以设置在第 1 款所列空间或其他适当空间，但要求该建筑部位必须进行适当处理，如必须设置防水排水设施等。

## **5.5 循环泵**

**5.5.1** 本条表明了选取循环泵时，其各项性能应与所应用的太阳能集热系统相适应，除了流量、扬程外，尤其要注意温度与压力的匹配。

**5.5.2** 循环泵的流量与集热面积大小相关。不同的集热器每平方米集热面积所对应的单位面积流量是不一样的。因此，设计时应针对具体应用的集热器产品参数进行取值或计算，本条列出的是一经验公式。

**5.5.3** 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、水泵本身以及阀门、过滤器等的水头损失。

**5.5.4** 当采用纯水以外的其他混合防冻介质作为传热热媒时，必须根据防冻介质的特性修正阻力计算系数。

**5.5.5** 在集热系统的温差循环过程中，参与温差控制的一般是贮热水箱下部的温度传感设备，这也是为了更充分利用太阳能。

**5.5.6** 要求循环泵靠近贮热水箱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，但不能忽视其对卧室、书房等有安静要求房间的影响。

**5.5.7** 这是对普通水泵配件设置的常规要求。

**5.5.8** 本条强调循环泵的防雨与防冻。防冻不仅指设备保温，也可以指其他具备功能的一切防冻技术措施。

## **5.6 管 路**

**5.6.1** 本条强调了太阳能热水系统使用的金属管道、配件、贮热水箱及其他过水设备等的材质，均应与建筑给水管道材质相容，以避免在不相容材料之间产生电化学腐蚀。同时也强调了太阳能系统对管路温度与压力的耐受性要求。

**5.6.2** 本条给出了集热循环系统管路一般设计要求。集热循环管路的用材应综合所选取集热器、热媒介质及其他设计条件等因素确定。特别指出了采用最常用的乙二醇防冻液时不得采用镀锌钢管。

**5.6.3** 本条给出了热水供应系统管路设计要求。第1~2款,提出了热水管路设计选材的一般要求,并应符合《建筑给水排水设计规范》**GB 50015**和《太阳热水系统设计、安装及工程验收技术规范》**GB/T 18713**的相关规定。由于太阳能水温较高,工程实践表明采用塑料或塑料复合管路存在较大的工程隐患,因此当输送热水温度超过60℃,不得采用塑料或塑料复合管路,宜采用不锈钢或紫铜管。且生活用水与人体零距离接触,水质直接影响到身体健康,采用高质量金属管路有利于保证生活品质。

第3~4款,分别对集中供热水系统、分散供热水系统设置热水循环管作出规定,保证热水在供水立管和回水管之间循环;对于要求随时提供合适温度热水的系统,应保证支管中的热水循环,或有保证支管中热水温度的措施。

第6款对高层建筑热水系统的分区作了规定。生活热水主要用于盥洗、淋浴,均是通过冷、热水的混合调节到所需温度。因此,热水系统应与冷水系统的竖向分区一致,保证冷、热水的压力平衡。

减压阀应用在热水系统分区时,应符合下列要求:

- 1) 减压阀的公称直径应与管道管径相一致;
- 2) 减压阀前应设阀门和过滤器,减压阀后应设置阀门;
- 3) 减压阀前后宜配置压力表;
- 4) 比例式减压阀宜垂直安装,可调式减压阀宜水平安装;
- 5) 设置减压阀的地方,地面宜有排水设施;
- 6) 减压阀密封部分材质应按热水温度要求选择,并应保证各区热水的循环效果。

**5.6.4** 本条是《建筑给水排水设计规范》**GB 50015**中有关条款的重申。可参见该规范的相关条款。

**5.6.5** 太阳能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。管线的布置应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》**GB 50015**的相关要求,例如水管布置在烟道内就是该规范明令禁止的。在外墙上明敷太阳能热水系统的管道影响建筑的美观,除非由建筑专业进行合理的伪装或砌封。

**5.6.6** 本条是确保用户水质不受污染。

**5.6.7** 集热管路过长而引起的热损失,对总体集热效益的影响很大。因此,在技术上应尽量缩短集热循环管线,并采取合理的保温措施。

**5.6.8** 在自然循环系统中,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,因此为了保证系统有足够的虹吸压头,规定贮热水箱的下循环管比集热器的上循环管至少高0.3m是必要的。

**5.6.9** 本条规定了集热循环系统管路和热水供应系统管路在穿越建筑伸缩缝、沉降缝、抗震缝等变形缝时的设计要求。

**5.6.10** 太阳能热水系统中管道的热损失占整个系统热损失的比例较大，设计中应重视。

**5.6.11** 本条规定了在既有建筑上增设太阳能热水系统或改造太阳能热水系统时其管线布置的要求。

## **5.7 辅助能源**

**5.7.1** 太阳能不是一种稳定、可靠的能源，不能全天候供能，无法像其他能源一样按使用要求及时加热。因此，太阳能热水系统宜配备辅助加热能源。辅助能源的种类应视各种能源的经济价格和使用方便程度进行选择。

**5.7.2** 在山东省地区，会出现连续多日的阴、雨、雪等天气。在这种时段，太阳能集热功能几乎完全丧失，因此，有必要按不计太阳能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。

**5.7.3** 辅助加热系统采用直接加热或间接加热方式，应视辅助能源的种类不同而选用，主要考虑水质、水压和加热效益等因素。

**5.7.4** 辅助热源设备选型应根据现行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015 中有关条款执行。当对热水供应要求高时，辅助加热设备应考虑备用。

**5.7.5** 规定了辅助热源应通过温度控制自动切换启停。

## **5.8 热交换器**

**5.8.1** 本条主要说明太阳能集热器收集热量的方式可以选择直接加热和间接加热。如采用间接加热，则应设置热交换器。

**5.8.3** 热交换器的使用会使总集热效益下降，但其能够适应寒冷的气候条件和较硬的原水水质，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。应视安装条件的不同进行合理选择。

**5.8.4** 太阳能密度低、分散且不可控，因此要求热交换器的设计能够在不同的换热温度条件下仍有较高的集热效益。

## **5.9 防过热与防冻**

**5.9.1** 本条强调了太阳能热水系统过热与冻结的危害严重性，必须加以注意并采取可靠措施。应根据用户用热的规律来设计系统，尽量保证系统在正常使用情况下即可消耗掉太阳能集热系统所收集的热量，避免过热现象发生。

**5.9.2** 集热系统过热是太阳能热水系统的最大威胁。应采取适当的方式避免过热发生。

**5.9.3** 针对山东地区冬季室外气温会降到 0℃ 以下的气候特点，对放置在室外的大阳能集热器及

管路应注意防冻。本条给出了可供选择的防冻措施，并按照优先顺序依次排列。其中，采用自动控制系统实现防冻循环比较简单可行。

## **5.10 运行控制**

**5.10.1** 太阳能热水系统是太阳能集热技术和热水供应技术的有机集成，系统安全是前提，节能是太阳能热水系统的关键，若没有良好的控制系统，系统的安全与节能可能都得不到保障，所以本条对系统的控制方案做出规定，其中在与辅助热源的配合方面应考虑以下要求：

- 1 太阳能与辅助能源的衔接、转换应平稳地进行；
- 2 辅助热源的启停控制方式能够保证高效的太阳能得热效率；
- 3 在阴雨或雪天的情况下，可提供充足的热水供应。

常用的防冻控制有防冻循环系统、排空防冻系统、排回防冻系统、加防冻液防冻、防冻电伴热带等多种方式，可根据系统选择。

**5.10.2** 本条第1款规定了全天候太阳能热水系统宜采用全日自动启动系统。第2款中，对于集热循环系统中的强制循环，可以有各种不同的控制方式，但根据长期使用太阳能热水系统所积累的经验，本条推荐强制循环系统宜采用温差控制方式。第4款为了节能特作此规定。

**5.10.3** 本条规定了几项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。

**5.10.4** 太阳能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。

**5.10.5** 辅助热源的启停控制方式分为三种：

1 手动启动：根据用户需要，随时启动辅助能源水加热设备。适用于分散供热水系统，供水要求不高时；

2 定时自动启动：设可编程控制器，按用水需要设定辅助加热系统的启动时间和加热温度，系统按设定时间自动开启，加热至设定温度时断电。如设定时间时热水已达到所设定温度，辅助热源不开启。适用于分散供热水系统，或定时制集中供热水系统。

3 全日自动启动：设定水箱内出水温度，当低于此温度时开启，达到随时用热水的目的。

**5.10.6** 保温循环是中央热水系统的基本需求。而分户式系统中卫生间数多于2个的别墅、排屋、跃层公寓等因热水系统管路较长，不设保温循环系统会在每次使用时放掉很多“无效冷水”，给使用带来不便并浪费水资源。

**5.10.7** 大型太阳能热水系统应提高其智能化管理功能，可视具体工程适当扩展。

## 6 施工安装与调试

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 本条强调了太阳能热水系统施工与安装应符合国家标准的要求。

**6.1.2** 太阳能热水系统安装应由专业队伍完成。

**6.1.3** 本条对太阳能热水系统的施工组织设计进行了强调。

**6.1.4** 本条强调了太阳能热水系统的安装应按照批准的工程设计文件和施工技术标准进行。为保证质量，应经原设计单位或不低于原设计单位资质的其他单位复核，或有法定检测鉴定的合格文件方可安装实施。

**6.1.5** 本条是针对目前施工安装人员的技术水平差别较大而制定的。目的在于规范太阳能热水系统的施工安装。提倡先设计后施工，禁止无设计而盲目施工。

**6.1.6** 为保证太阳能热水系统尤其是太阳能集热器的产品质量和规范市场，本条提出太阳能热水系统各构件应符合相应国家产品标准规定要求。包括国家标准和行业标准，涉及基础标准、测试方法标准、产品标准和系统设计安装标准四个方面。

产品的性能包括太阳能集热器的承压、防冻等安全性能，得热量、供热水温度、供热量等指标。太阳能热水系统必须满足相关的设计标准、建筑构件标准、产品标准和安装、施工规范要求。

**6.1.7** 太阳能热水系统的安装一般在土建工程完工后进行，部分太阳能热水系统安装破坏了建筑结构或放置位置不合理，存在安全隐患。鉴于目前太阳能热水系统的安装比较混乱，本条对此问题加以规范，强调了安装队伍应做好对土建部位的保护工作。

**6.1.8** 本条强调了产品在搬运、存放、吊装等过程的质量保护。

**6.1.9** 本条强调了太阳能热水系统中产生振动和噪音的设备或部件的减振、隔音要求。

### 6.2 基座

**6.2.1** 基座是很关键的部位，关系到太阳能热水系统的稳定和安全，应与主体结构连接牢固。

**6.2.2** 本条对预埋件的设置加以强调，以确保安全。与主体结构连接的预埋件只有在主体结构施工时按设计要求的位置和方法进行埋设，太阳能热水系统的支架安装时才不会发生变形，才能保证太阳能热水系统与主体结构连接牢固的可靠性。

**6.2.3** 不少太阳能热水系统采用预制集热器支架基座，放置在建筑屋面上。本条对此加以规范。

**6.2.4** 一般情况下，太阳能热水系统的承重基座都是在屋面结构层上现场砌（浇）筑。对于在既有建筑上安装的太阳能热水系统，需要刨开屋面面层做基座，因此将破坏原有的防水结构。基座完工后，被破坏的部位重做防水。本条对此加以强调。

**6.2.5** 实际施工中，基座顶面预埋件的防腐多被忽视，而基座顶面的预埋件最容易受到雨雪等自

然条件的腐蚀，一旦腐蚀又难以觉察，容易造成安全事故，本条对此加以强调。

### **6.3 支 架**

**6.3.1** 本条强调了太阳能热水系统的支架应按图纸要求制作，并应注意整体美观。支架制作应符合相关规范《钢结构工程施工质量验收规范》**GB 40205** 的要求。

**6.3.2** 支架在承重基础上的安装位置不正确将造成支架偏移，本条对此加以强调。

**6.3.3** 本条强调太阳能热水系统的支架在保证设计要求的情况下，尽可能按有利于屋面排水的位置安装，减少屋面渗水的危险。

**6.3.4** 太阳能热水系统的防风主要是通过支架实现的，且由于现场条件不同，防风措施也不同。本条对太阳能热水系统防风加以强调。

**6.3.6** 与基座预埋件一样，本条强调了钢结构支架的防腐质量。

1 钢结构的防腐处理一般采用涂装防锈漆和保护面漆的涂装处理工艺。

2 涂装前钢材表面的防锈处理应符合设计要求及国家现行有关标准的规定。处理后的钢材表面不应有焊渣、焊疤、灰尘、油污、水和毛刺等缺陷。

3 涂装时的环境温度和相对湿度应符合涂料产品说明书的要求。当产品说明书无要求时，环境温度宜在 5~38℃ 之间，相对湿度不应大于 85%。涂装时构件表面不应有结露，涂装后 4h 内应保护免受雨淋。

4 涂料的涂装遍数、涂层厚度均应符合设计要求。当设计对涂层厚度无要求时，涂层干漆膜总厚度：室外应为 150μm，室内应为 125μm，其允许偏差为-25μm。每遍涂层干漆膜厚度的允许偏差为-5μm。

### **6.4 集 热 器**

**6.4.1** 本条强调了集热器摆放位置以及与支架的固定，以防止集热器滑脱。

**6.4.2** 不同厂家生产的集热器，集热器与集热器之间的连接方式可能不同。本条对此加以强调，以防止连接方式不正确出现漏水。

**6.4.3** 为防止嵌入屋面设置的集热器四周漏水，本条对此加以强调。

**6.4.4** 为便于日后集热器的维护和更换，本条对此加以强调。

**6.4.5** 为防止集热器漏水，本条对此加以强调。

**6.4.6** 本条强调应先检漏，后保温，且应保证保温质量。

### **6.5 贮热水箱**

**6.5.1** 为了确保安全，防止滑脱，本条强调贮热水箱安装位置应正确，并与底座固定牢靠。

**6.5.2** 贮热水箱贮存的是热水，因此对水箱的材质、规格作出要求，并规范了水箱的制作质量。

**6.5.3** 为防止触电事故，本条对贮热水箱内箱接地作特别强调。

6.5.4 为防止贮热水箱漏水，本条对此加以强调。

6.5.5 本条强调应先检漏，后保温，且应保证保温质量。

## 6.6 管 路

6.6.1 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 规范了各种管路施工要求。本条引用 GB 50242 的规定，对太阳能热水系统管路的施工加以规范。

6.6.2 本条强调水泵安装的质量要求。

6.6.3 本条强调水泵的防雨和防冻。

6.6.4 实际安装中，容易出现水泵、电磁阀、阀门的安装方向不正确的现象，本条对此加以强调。

6.6.5 为防止管路漏水，本条对此加以强调。

6.6.6 本条强调应先检漏，后保温，且应保证保温质量。

## 6.7 辅助加热设备

6.7.1 引用《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303，规范电加热器的安装。

6.7.2 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 规范了额定工作压力不大于 1.25MPa，热水温度不超过 130℃ 的整装蒸汽和热水锅炉及辅助设备的安装，规范了直接加热和热交换器及辅助设备的安装。本条引用上述标准。

## 6.8 电气与自动控制系统

6.8.1 《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收标准》GB 50168 规范了各种电缆线路的施工，这里引用该标准。

6.8.2 《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 规范了各种电气工程的施工，这里引用该标准的相关规定。

6.8.3 从安全角度考虑，本条强调所有电气设备和与电气设备相连接的金属部件应做接地处理。本条强调了电气接地装置施工的质量。

6.8.4 在实际应用中，太阳能热水系统常常会进行温度、温差、压力、水位、时间、流量等控制，本条强调了上述传感器安装的质量和注意事项。

## 6.9 水压试验与冲洗

6.9.1 为防止系统漏水，本条对此加以强调。

6.9.2 本条规定了管路和设备的检漏试验。对于各种管路和承压设备，试验压力应符合设计要求。当设计未注明时，应按现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 的相关要求进行。非承压设备做满水灌水试验，满水灌水检验方法：满水试验静置 24h，观察不漏不渗。

**6.9.3** 水压试验时采取防冻措施是防止系统结冰冻裂。

**6.9.4** 水压试验合格后应对系统进行冲水，本条提出了冲洗方法的要求。

**6.9.5** 水压试压结束后应即刻将水排净，防止集热器闷晒和冻结。

## **6.10 系统调试**

**6.10.1** 本条规定了系统调试需要包括的项目和连续试运行的天数，以使工程能达到预期效果。

**6.10.2** 本条规定了太阳能热水工程系统设备单机、部件调试和系统联动调试的执行顺序，应首先进行设备单机和部件的调试和试运转，设备单机、部件调试合格后才能进行系统联动调试。

**6.10.3** 本条规定了设备单机、部件调试应包括的内容，以便为系统联动调试做好准备。

**6.10.4** 为使工程达到预期效果，本条规定了系统联动调试应包括的内容

**6.10.5** 设计工况是指：太阳能集热器采光面上的日总辐照量等于集热器安装倾角平面上的年平均日辐照量(偏差范围可为 $\pm 10\%$ )时，太阳能集热系统的流量以及供热水系统的流量和供水温度等于设计值时的系统工作状况。



## 7 工程验收

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 本条为现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的规定要求，在此提出予以强调。

**7.1.2** 太阳能热水系统的安装受多种条件制约，因此，本条提出分项工程验收可根据工程施工特点分期进行，但强调对于影响工程安全和系统性能的工序，必须在本工序验收合格后才能进入下一道工序的施工。

**7.1.3** 本条参照了相关国家标准对常规工程质量保修期限的规定。太阳能热水工程的技术更复杂，对施工质量的保修期限应至少与常规工程相同。

### 7.2 分项工程验收

**7.2.1** 本条划分了太阳能热水工程的分部、分项工程，以及分项工程所包括的基本施工安装工序和项目。分项工程验收应能涵盖这些安装工序和项目。

**7.2.2** 本条规定了太阳能热水系统分项工程的主控项目和一般项目应符合的标准。

**7.2.3** 本条规定了在太阳能热水系统土建工程验收前，应完成现场验收的隐蔽项目内容。进行现场验收时，按设计要求和规定的质量标准进行检验，并填写中间验收记录表。

**7.2.4** 本条规定了太阳能集热器的安装方位角和倾角与设计要求的允许安装误差。检验安装方位角时，应先使用罗盘仪确定正南向，再使用经纬仪测量出方位角。检验安装倾角，则可使用量角器测量。

**7.2.5** 为保证工程质量和达到工程的预期效果，本条规定了对太阳能热水系统工程进行检验和检测的主要内容。

**7.2.6** 本条规定了太阳能热水系统管道的水压试验压力取值。一般情况下，设计会提出对系统的工作压力要求，此时，可按国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 规定，取 1.5 倍的工作压力作为水压试验压力；而对可能出现的设计未注明的情况，则分不同系统提出了规定要求。开式太阳能集热系统虽然可以看作无压系统，但为保证系统不会因突发的压力波动造成漏水或损坏，仍要求应以系统顶点工作压力加 0.1MPa 作水压试验；闭式太阳能集热系统和供热水系统均为有压力系统，所以应按《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 的规定进行水压试验。

### 7.3 竣工验收

**7.3.1** 目前，随着工程量的越来越多，对工程质量的监督管理急需加强，尤其是在工程的验收环节；因此，规定了竣工验收应提交的资料，以明确责任。

**7.3.2** 太阳能热水工程的节能效果完全取决于其系统的热工性能。因此，规定测试方法应符合国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB / T 50801-2013 第 4.2 节中进行短期测试时的规定，由具有相应太阳能热利用质检能力的机构作为系统热工性能检验的实施主体，并承担相应责任；从而有效监督太阳能热水工程的质量，保证太阳能热水工程的效益。

国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB / T 50801-2013 第 4.2 节中规定的短期测试方法，要求系统热工性能检验记录的报告内容应包括至少 4 天、由太阳能集热系统提供的日有用得热量和热水系统总能耗的检测结果以及集热系统效率和系统太阳能保证率的计算、分析结果。

**7.3.3、7.3.4** 太阳能集热系统效率、太阳能热水系统的太阳能保证率和供热水温度是保证太阳能热水工程质量和性能的关键参数，必须达到设计时的规定要求，或国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB / T 50801-2013 规定的指标，才能真正实现太阳能热水工程的节能效益。

## 8 运行与维护

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 太阳能热水系统初次运行之前,应确认系统安装是否符合设计要求和国家现行相关标准的规定。

**8.1.2** 本条规定了太阳能热水系统初次运行之前的准备工作。使用真空管太阳能集热器的热水系统应在无阳光照射的条件情况下填充热工质。

**8.1.3** 为了保障太阳能热水系统运行效果,施工单位和生产厂家应制定详细的使用说明,并对用户进行操作培训。

培训的内容包括:

- 1 太阳能热水系统运行原理和 workflow (必要时应结合现场实际进行讲解);
- 2 太阳能热水系统运行注意事项,运行维护项目、维护方法及维护周期;
- 3 系统基本控制原理,控制器参数的正常范围以及参数的读取、设置方法;
- 4 一次仪表的位置和功用以及参数观察和读取方法;
- 5 控制系统中,强制和手动按钮的使用条件和操作方法;
- 6 常见故障的识别、排除或紧急处理方法;明确设备巡检维修周期。

**8.1.4** 施工单位和产品生产厂家向运维管理单位移交的文件包括:

- 1 系统的布置图;
- 2 系统的管路图和电路图,图中应有主要部件的资料:型号、尺寸、电功率等;
- 3 系统各回路的最大工作压力;
- 4 工作极限(系统各回路允许的最高温度和压力,系统抵抗冰冻所能承受的最低温度等);
- 5 系统运行前和运行中应注意的事项,运行维护项目、维护方法及维护周期;
- 6 系统开启使用和关闭停用的说明;
- 7 如果系统中有安全部件,应说明安全部件的调整及正常运行情况;
- 8 如果系统为集中式系统还需提供竣工图和相关建筑主体结构、水暖电系统竣工图、隐蔽工程验收和分项工程验收记录、系统设备设施的质量证书及系统设备设施及相应现场备料的清单。

**8.1.5** 根据项目的特点,运维管理单位及经过培训的操作人员应编制操作规程并悬挂于方便用户查询的明显位置。操作规程内容应包括:

- 1 初次运行开机流程;
- 2 短期停机后的开机操作规程;
- 3 运行过程中的关机操作规程;
- 4 长期停用操作规程;
- 5 常见故障的紧急处理流程。

**8.1.6** 为了不影响太阳能热水系统的性能,使其正常高效运行,本条特作此规定。发现仪表显示

出现故障及系统运行失常，应及时组织检修。

**8.1.7** 本条规定了集中供热系统的计量装置应定期校验，以保证其应有的精度。

## **8.2 安全检查**

**8.2.1** 本条规定太阳能集热器应定期进行安全检查，包括定期检查太阳能集热器与基座和支架的连接、更换损坏的集热器，检查设备及管路的漏水情况。定期检查基座和支架的强度、锈蚀情况和损坏程度。

太阳能热水系统的定期检查应按照建设单位与施工单位之间的合同约定进行。

**8.2.2** 本条强调太阳能集热器的安全防护措施。应对阳台、墙面等处安装的太阳能集热器防护网定期维护，避免集热器损坏造成对人体伤害。

**8.2.3** 本条强调冬季之前应进行防冻系统的检查，保证系统安全运行。常用的防冻措施及其检查注意事项包括：

- 1 排空防冻措施：注意落水高差、落水坡度、排气阀及管路是否通畅；
- 2 防冻液工质防冻措施：注意防冻液冰点变化并保证防冻液充足；
- 3 电伴热带防冻措施：注意电伴热带接线、防冻温度传感器、控制器保持良好的运行状态；
- 4 冰点循环防冻措施：注意循环泵、防冻温度传感器、控制器保持良好的运行状态。

**8.2.4** 对于使用水作为传热工质的系统，集热器防冻可以采用集热器排空、管道防冻循环以及安装电伴热带等方式解决。冬季长时间不运行的，可将管道和设备排空。

管理人员应密切注意天气及气温变化情况，在雨雪天气或气温突降时，应加强系统供电、防冻设施是否正常工作的巡检。

遇到突发情况导致防冻措施失灵或出现冻结事故时，应立即启动紧急情况处理预案，必要时配备应急电源设备。

**8.2.5** 本条强调了太阳能热水系统防雷设施应定期检查。

## **8.3 系统维护**

**8.3.1~8.3.2** 对系统的维护提出了具体要求。

## 9 节能环保效益评估

### 9.1 一般规定

**9.1.1** 本条规定承担太阳能热水工程的设计单位，应按照完成的设计方案和施工图，以计算书的形式，给出该系统的节能和环保效益分析。从而使承担施工图审查的单位得以掌握所审查的太阳能热水工程的预期节能、环保效益，从而确定设计方案的科学性和合理性。

**9.1.2** 太阳能热水系统完成竣工验收后，根据验收所提供的系统热工性能检验记录、进行系统运行的节能效益和环保效益分析评估，可明确验证已竣工系统实际可能达到的效益，从而保障业主权益。

**9.1.3** 发达国家通常都会对太阳能热水工程进行系统效益的长期监测，以作为对使用太阳能热水工程用户提供税收优惠或补贴的依据；我国今后也有可能出台类似政策。所以，本条建议有条件的工程，宜在系统工作运行后，进行系统节能、环保效益的定期检测或长期监测。

**9.1.4~9.1.5** 这2条规定了在系统设计阶段和系统实际工作运行后，进行太阳能热水工程节能、环保效益分析和评估的评定指标内容。所包括的评定指标能够有效反映系统的节能、环保效益，而且计算相对简单、方便，可操作性强。

### 9.2 系统节能环保效益评估

**9.2.1** 太阳能热水系统节能效益的计算分析，应以已完成的设计施工图作为依据。

**9.2.2** 国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB / T 50801-2013 给出的公式(4.3.5-2)，是计算包括太阳能热水在内的太阳能热利用系统的年常规能源替代量，公式中用于计算的参数——全年太阳能集热系统得热量在《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB / T 50801-2013 中是通过系统的短期或长期测试得出的；由于设计阶段系统尚未建成，不可能进行检测，在设计阶段作效益分析评估时，该参数可按有关公式进行计算。

### 9.3 系统实际运行的效益评估

**9.3.1** 太阳能集热系统的全年得热量  $Q_{nj}$ ，可根据太阳能热水系统验收时所提供的系统热工性能检验记录，按国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB / T 50801-2013 中的公式(4.3.5-1)计算；其他参数的确定，则与 9.2.2 条规定相同。

### 9.4 系统效益的定期检测、长期监测和性能分级评估

**9.4.1** 现行国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB / T 50801 对太阳能热水系统的短期、长期测试方法已有规定(定期检测为短期测试、长期监测为长期测试)，故本标准直接引用，不再做另行要求。

**9.4.2** 家用太阳能热水器已开展了针对产品的能效标识评估，对改进产品性能质量、规范市场起到了良好的推动作用。进行太阳能热水工程的性能分级评估，同样有利于促进太阳能热水工程的技术进步，进一步提高工程的设计、施工水平。

太阳能热水工程的性能分级评估宜按《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB / T 50801-2013 中第 4.4 节的规定进行判定和分级。划分为 3 个级别，1 级最高。