

中新天津生态城太阳能热水系统 建筑一体化工程技术导则

2020-12-18 发布

2021-01-01 实施

中新天津生态城管理委员会
天津生态城绿色建筑研究院有限公司

联合发布

前言

本导则是根据中华人民共和国和新加坡共和国联合建设中新生态城的需求，按照中新两国建设行政主管部门的要求，受中新天津生态城管委会委托，由天津生态城绿色建筑研究院有限公司负责组织《中新天津生态城太阳能热水系统建筑一体化工程技术导则》（以下简称《导则》）的修编工作。

本导则主要技术内容：1 总则；2 术语；3 基本规定；4 规划及建筑设计；5 系统设计；6 安装与调试；7 验收；8 运行和维护；9 节能环保效益评估。

本导则修编主要内容有：

1. 将原《导则》“系统分类与选择”章节调整到“系统设计”章节，并增加了“运行监测系统及控制系统设计”小节；
2. 增加了“安装与调试”章节，提出了包括各节点、设备的安装调试要求，及系统调试要求；
3. 增加了“系统验收”章节，提出了对系统热性能检测验收的规定；
4. 增加了“运行与维护”章节，提出了对各个系统运行维护的规定；
5. 增加了“节能环保效益评估”章节，提出了对于使用太阳能热水的建筑进行节能效益评估的规定；
6. 由于增加章节较多，故中新天津生态城太阳能热水系统建筑一体化设计导则名称不适用，修改为中新天津生态城太阳能热水系统建筑一体化工程技术导则。

本导则由中新天津生态城管理委员会负责管理，中新天津生态城建设局、天津生态城绿色建筑研究院有限公司归口并组织实施，天津生态城绿色建筑研究院有限公司负责本导则技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送至天津生态城绿色建筑研究院有限公司（地址：天津市滨海新区中新天津生态城低碳体验中心 505；邮政编码：300467；电话：022-66196362）。

本导则主编单位： 中新天津生态城建设局
天津生态城绿色建筑研究院有限公司

本导则参编单位： 天津大学
天津城建大学
中国建筑设计研究院有限公司
天津市建筑设计院
天津住宅科学研究院有限公司
天津市天友建筑设计股份有限公司
中新天津生态城环境与绿色建筑实验中心有限公司

桑普能源科技有限公司
山东力诺瑞特新能源有限公司
四季沐歌科技集团有限公司
太阳雨集团有限公司
皇明太阳能股份有限公司
北京创意博物联科技有限公司

本 导 则 主 编 起 草 人 员：	孙晓峰	张春雷	杜 涛	郭而郭
	李 博	邹芳睿	焦青太	汪磊磊
	郑万冬	李 倩	王 越	张 鹏
	周 敏	刘小芳	郑少波	王 兴
	赵 庆	冉 帆	张星晨	郝 睿
	张志奇	贾晓婧	徐 蒙	付居洲
	何铁兴	张一字	曹 晨	孙 伟
本 导 则 主 要 审 查 人 员：	由世俊	李旭东	高 峰	李 伟
	刘 卫	马光柏	律翠萍	

目 次

1	总则.....	1
2	术语.....	2
3	基本规定.....	5
4	规划及建筑设计.....	7
4.1	规划设计.....	7
4.2	建筑设计.....	7
4.3	结构设计.....	10
4.4	电气设计.....	11
5	系统设计.....	13
5.1	一般规定.....	13
5.2	系统分类与选择.....	13
5.3	集热系统.....	14
5.4	热水供应系统.....	22
5.5	贮热及换热系统.....	27
5.6	辅助加热系统.....	28
5.7	管路系统.....	29
5.8	控制系统及运行监测系统设计.....	31
6	安装与调试.....	34
6.1	一般规定.....	34
6.2	基座.....	35
6.3	支架.....	35
6.4	集热器.....	36
6.5	贮热及换热系统.....	37
6.6	管道系统.....	38
6.7	辅助加热系统.....	40
6.8	电气及控制系统.....	41
6.9	防雷避雷.....	41
6.10	水压试验与冲洗.....	42
6.11	系统调试.....	42
7	验收.....	44
7.1	一般规定.....	44
7.2	分部、分项工程验收.....	44

7.3	系统热性能检测.....	46
7.4	竣工验收.....	46
8	运行与维护.....	48
8.1	一般规定.....	48
8.2	集热系统.....	49
8.3	贮热系统.....	50
8.4	管路系统.....	50
8.5	控制系统.....	52
8.6	辅助加热系统.....	53
8.7	防冻措施的维护.....	54
8.8	巡检及定期维护.....	55
9	节能环保效益评估.....	56
9.1	一般规定.....	56
9.2	系统节能环保效益评估.....	56
9.3	系统实际运行的效益评估.....	57
9.4	系统效益的定期检测、长期监测和性能分级评估.....	57
附表 1	太阳能设计图纸深度要求.....	58
附表 2	太阳能热水计算书纲要.....	62
附表 3	太阳能集热器日照模拟计算要求.....	64
附表 4	太阳能热水系统巡检记录表.....	65
附表 5	太阳能热水系统维修记录表.....	66
附表 6	太阳能热水系统工程验收记录表.....	67
本导则用词说明.....		68
引用标准名录.....		69
条文说明.....		70

1 总则

1.0.1 为规范中新天津生态城建筑太阳能热水系统的设计、安装、验收及运行维护，确保建筑太阳能热水系统安全可靠、性能稳定、节能效果，保证与建筑和周围环境协调统一，保证工程质量，特制定本导则。

1.0.2 本导则适用于中新天津生态城所有居住建筑、有生活热水需求的新建、改建、扩建公共建筑和工业建筑的太阳能热水系统设计、安装、验收及运行维护。

1.0.3 太阳能热水系统设计应纳入建筑工程管理，做到统一规划、同步设计、同步施工、同步验收，与建筑工程同时投入使用，实现建筑太阳能热水系统一体化。集中供热的太阳能集热器应采用模块化和标准化的产品，满足与建筑外观有机结合、结构安全耐久、管路布置合理、系统运行安全可靠的要求。

1.0.4 除本导则外，太阳能热水系统的设计、施工、验收及运维应符合国家及天津市现行相关标准的规定。

2 术语

2.0.1 建筑太阳能热水系统一体化 building integrated solar water heating system

在建筑物中以太阳能（与其它辅助热源相结合）为热源的生活热水系统中，在建筑、结构、给排水、电气等专业参与下，使太阳能热水系统符合建筑工程的设计及用户要求，实现建筑与太阳能热水系统的方案策划、施工图设计、安装施工、验收评价的整合。

2.0.2 日照标准 insolation standards

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（冬至日）有效日照时间范围内，以底层窗台面为计算起点的建筑外窗获得的日照时间。

2.0.3 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、连接管道、支架、控制系统、监测系统和必要时配合使用的辅助能源。

2.0.4 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。

2.0.5 太阳能预制集成式机组 solar pre-fabricated and integrated heat transfer unit

包括集热循环泵组，供热循环泵组，热交换器，压力传感器，温度传感器，热量表，定压罐或膨胀水箱和控制柜等组成，在工厂完成预制组装的集成式模块。

2.0.6 贮水箱（罐） heat storage tank

太阳能热水系统中储存热水的装置，简称贮水箱（罐）。

2.0.7 集热水箱（罐） heat collection tank

太阳能集热系统中，用于集取太阳能、制备并贮存生活热水的水箱（罐）。

2.0.8 供热水箱（罐） heat supply tank

太阳能热水供应系统中，设有辅助热源、用于供应生活热水的水箱（罐）。

2.0.9 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水箱（罐）供给多个用户所需热水的系统。

2.0.10 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、集中的集热水箱（罐）和分散的贮水箱（罐）供给多个用户所需热水的系统。

2.0.11 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水箱（罐）供给独立用户所需热水的小

型系统。

2.0.12 太阳能直接系统 solar direct system

在太阳能集热器中直接加热水供给用户的太阳能热水系统。

2.0.13 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供给用户的太阳能热水系统。

2.0.14 集热器总面积 gross collector area

整个集热器的最大投影面积，不包括固定和连接传热工质管道的组成部分。

2.0.15 集热效率 collecting efficiency

在稳态(准态)条件下，单体集热器或基于集热器总面积的集热器传热工质在规定时段内输出的能量与规定的集热器面积和同一时段内入射在集热器上的太阳辐照量的乘积之比。

2.0.16 集热器倾角 tilt angle of collector

太阳能集热器与水平面的夹角。

2.0.17 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水箱之间或集热器与换热器之间进行循环的太阳能热水系统。

2.0.18 强制循环系统 forced circulation system

利用泵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。

2.0.19 直流式系统 series—connected system

传热工质一次流过集热器加热后，进入贮水箱或用热水处的非循环太阳能热水系统。

2.0.20 太阳能保证率 solar fraction

系统中由太阳能部分提供的热量占系统总负荷的百分率。

2.0.21 太阳辐照量 solar irradiation

接收到太阳辐射能的面密度。

2.0.22 生活饮用水 drinking water

水质符合《生活饮用水卫生标准》的用于日常饮用、洗涤的水。

2.0.23 小时变化系数 hourly variation coefficient

最高日最大时用水量与平均时用水量的比值。

2.0.24 最大时用水量 maximum hourly water consumption

最高日最大用水时段内的小时用水量。

2.0.25 平均时用水量 average hourly water consumption

最高日用水时段内的平均小时用水量。

2.0.26 设计流量 design flowrate

给水或排水某种时段的平均流量作为建筑给排水管道系统设计依据。

2.0.27 水头损失 head loss

水流在运动过程中单位质量液体的机械能的损失。

2.0.28 全日热水供应系统 all day hot water supply system

在全日、工作班或营业时间内不间断供应热水的系统。

2.0.29 定时热水供应系统 fixed time hot water supply system

在全日、工作班或营业时间内某一时段供应热水的系统。

2.0.30 局部热水供应系统 local hot water supply system

供给单个或数个配水点所需热水的供应系统。

2.0.31 开式热水供应系统 open hot water supply system

热水管系与大气相通的热水供应系统。

2.0.32 闭式热水供应系统 closed hot water supply system

热水管系不与大气相通的热水供应系统。

2.0.33 热源 heat source

用以制取热水的能源。

2.0.34 传热工质 heat medium

在系统内各部件之间传递热能的流体。

2.0.35 设计小时耗热量 design heat consumption of maximum hour

热水供应系统中用水设备、器具最大时段内的小时耗热量。

2.0.36 设计小时供热量 design heat supply of maximum hour

热水供应系统中加热设备最大时段内的小时产热量。

3 基本规定

3.0.1 太阳能热水系统设计应严格遵守国家、天津市有关城市规划、各类建设有关法律、法规、规程、标准。太阳能热水系统设计和建筑设计应适应使用者的生活规律，结合日照和相关的管理规定，提供节能、安全、卫生、方便、舒适的生活环境。

3.0.2 太阳能热水系统设计应进行经济和技术方案比较，应满足节能节水、安全卫生、绿色环保等有关规定，且应充分考虑用户使用、施工安装和维护等要求。

3.0.3 太阳能热水系统类型的选择，应根据建筑物的规模、建筑类型、使用要求、安装条件等因素综合确定，安装的太阳能热水系统不得降低相邻建筑的日照标准。

3.0.4 在既有建筑上增设或改造太阳能热水系统，必须经建筑结构安全复核，满足建筑结构及其他相应的安全性要求后，方可实施。

3.0.5 太阳能热水供应系统应设辅助热源，并具备防冻、防结露、防止系统过热的保护功能。

3.0.6 集中式太阳能热水系统应根据本导则第 5.8 节的要求设置太阳能热水系统数据监测系统接口，并提供通讯协议，实时上传至天津生态城太阳能热水监测平台。

3.0.7 太阳能热水设计应符合现行住房和城乡建设部《建筑工程设计文件编制深度规定》中的要求，在施工图设计阶段提供相应深度的设计成果。有关太阳能热水集热与供热系统的施工图均应满足施工要求。

3.0.8 太阳能集热器和保温材料进场后，应按照《建筑节能工程施工质量验收标准》GB 50411 中规定的项目和数量，进行施工现场见证取样复验，复验结果应符合设计要求。其它系统设备和部件，应符合国家及天津市物资进场检验标准。

3.0.9 太阳能热水系统应具备满足建筑设计要求的抗风、抗雹、抗震、防火、防雷击以及电气和燃气安全使用性能。

3.0.10 太阳能热水系统运转设备，应采取隔振、降噪设计。

3.0.11 太阳能热水系统中和供热水直接接触的所有设备和部件，均应满足《建筑给水排水设计标准》GB 50015 对生活热水卫生要求的规定。

3.0.12 太阳能集热系统中的太阳能集热器、水箱、管材和支撑构配件使用寿命均应不少于 15 年。其它组成设备和部件质量应符合国家相关产品标准要求的規定。

3.0.13 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。

3.0.14 太阳能热水系统的设计文件中，应包含系统节能和环境效益的评估分析内容。

4 规划及建筑设计

4.1 规划设计

4.1.1 在建筑规划设计中，应综合考虑场地条件、建筑功能性质、周围环境等因素，在确定建筑布局、朝向、间距、群体组合和空间环境时，应结合中新天津生态城所在区域的地理、气候条件，以满足太阳能热水系统设计和安装的要求。

4.1.2 安装太阳能热水系统的建筑单体或建筑群，主要朝向宜为南向；建筑体形和空间组合应与太阳能热水系统紧密结合，并为提高太阳能利用率创造条件。

4.1.3 建筑物周围的环境景观与绿化种植，应避免对投射到太阳能集热器上的阳光造成遮挡。

4.2 建筑设计

4.2.1 太阳能热水机房位置的选择，应符合下列规定：

1 应靠近热水需求比较集中的位置，并使引出热水管道的布置在技术、经济上合理；

2 机房可达性良好，应从公共通道直接进入，且满足机房日常巡检需要；

3 应设采暖、通风、照明、排水设施，并宜设置消防应急灯。

4.2.2 太阳能热水机房应独立设置，不应与消防泵房、给水泵房、中水泵房等其他泵房共用一室；并预留足够的更换检修空间。

4.2.3 太阳能热水机房不应毗邻居住用房或在其上层或下层。

4.2.4 充分利用机房面积，机房内应使用太阳能预制集成式机组，应满足以下要求：

1 应使用三维建模技术进行集成设计，设备、管路及配件应满足预制集成式设计理念；

2 应使用工厂高精度设备设施进行预制加工，如数控机加工、激光焊接等先进工艺；

3 应在出厂前进行水密性、气密性、耐候性等的相关检验检测；

4.2.5 太阳能热水机房工艺布置应确保设备安装、操作运行、维护检修的安全和方便。自来水补水、集热器循环管道、热水供回水管道设计时均应考虑管道走向的美观性；贴地做支架的管道密集区，须做防护踏板。

4.2.6 太阳能热水直供水系统机房应设计防投毒等避免破坏的措施和设施。

4.2.7 太阳能热水机房，应采用下列减振防噪措施：

1 应选用低噪声水泵机组,单泵运行时,电机功率 2.2kW 以下时不大于 55dB,电机功率 2.2~15kW 时不大于 75dB;

2 水泵前后管道应设置减振装置;

3 太阳能预制集成模块的基础应设置减振装置,台座应采用标准化的减震台座,具体做法参见《水泵安装》16K702;

4 管道支架、吊架和管道穿墙、楼板处,应采取防止固体传声措施;

5 太阳能热水机房的楼板、墙壁和天花应采取隔声吸声处理的措施;

6 太阳能热水机房入口应设置防盗隔声门;

7 水泵机组宜设在水池(箱)的侧面、下方,其运行噪声应符合现行国家标准《泵的噪声测量与评价方法》GB/T 29529 的规定。

8 水泵震动应满足《泵的震动测量与评价方法》GB/T 29531 的规定。

4.2.8 太阳能热水机房在不具备移动网络信号传输情况下应设有有线网络传输接口。

4.2.9 机房内单排布置的电控柜前面通道宽度不应小于 1.5m。水泵机组的布置应符合表 4.2.9 规定。

表 4.2.9 水泵机组外轮廓面与相邻机组间的间距

电动机额定功率 (KW)	水泵机组外轮廓面与相邻机组间的最小间距 (m)	相邻水泵机组外轮廓面之间的最小距离 (m)
≤22	0.8	0.4
>22, <55	1.0	0.8
≥55, ≤160	1.2	1.2

注: 1 水泵侧面有管道时,外轮廓面计至管道外壁面。

2 水泵机组是指水泵与电动机的联合体,或已安装在金属座架上的多台水泵组合体。

4.2.10 为满足太阳能热水系统与建筑一体化的设计要求,建筑专业方案设计和施工图设计应体现太阳能热水系统的安装效果;其它专业在方案设计阶段应配合建筑专业选定系统类型、集热器种类、布置方式、结构承载等基础条件,施工图阶段应配合建筑、结构专业做好优化设计和预留预埋等工作。

4.2.11 建筑设计应为太阳能系统的安装、使用、维护等提供条件。集热器安装位置应根据日照模拟计算确定,集热器冬至日有效日照时数不少于 4h,并应通过集热器辐照量分析结果预测各套系统的逐月系统温升。

4.2.12 在安装太阳能集热器的建筑部位,应设置防止太阳能集热器损坏后部件坠落伤人的安全防护设施。

4.2.13 太阳能集热器可安装在建筑屋面、阳台或建筑其它部位,但不得影响该部位的建筑功能,集热器的尺寸规格与建筑模数相协调,具有统一和谐的建筑形

象。

4.2.14 直接以太阳能集热器构成围护结构时，太阳能集热器除与建筑整体有机结合并与建筑周围环境相协调外。还应满足所在部位的结构安全和建筑防护功能要求。

4.2.15 太阳能集热器不应跨越建筑变形缝设置。

4.2.16 太阳能集热器安装在阳台时，应符合下列要求：

- 1 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；
- 2 由太阳能集热器构成的阳台栏板，应满足其刚度、强度及防护功能要求；
- 3 水箱冷热水管穿过室内楼板部分应注意水管的保温、防结露等措施，避免影响楼板美观和正常使用；
- 4 建筑设计应为安装在阳台栏板上的集热器的维护和局部更换提供有效的安全措施；

4.2.17 太阳能集热器设置在墙面时，应符合下列要求：

- 1 设置太阳能集热器的外墙除应承受集热器荷载外，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措施；
- 2 设置在墙面的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，并应满足防腐要求；
- 3 设置在墙面的集热器与贮水箱相连的管线需穿过墙面时，应在墙面预埋防水套管。穿墙管线不宜设在结构柱处；
- 4 太阳能集热器镶嵌在墙面时，集热器与墙面装饰材料的色彩、风格宜协调一致。

4.2.18 太阳能集热器安装在平屋面上时，应符合下列要求：

- 1 合理设置太阳能集热器基座、预埋件，其采用的构造做法不得降低屋面保温、隔热、防水的功能，并满足《屋面工程技术规范》GB 50345 的技术要求；
- 2 在屋面防水层上放置集热器时，屋面防水层应包到基座上部，并在基座下部加设附加防水层；
- 3 集热器周围屋面、检修通道、屋面出入口和集热器之间的检修通道上部应铺设保护层，并在附近的受力结构上预留高空安全作业使用的安全锚点；
- 4 太阳能集热器与贮水箱（罐）相连的管线需穿屋面时，应在屋面预埋防水套管，并对其与屋面相接处进行防水密封处理。防水套管应在屋面防水层施工前埋设完毕；
- 5 当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。

4.2.19 太阳能集热器安装在坡屋面时，应符合下列要求：

- 1 坡屋面上的集热器宜采用顺坡镶嵌设置或顺坡架空设置；
- 2 设置在坡屋面的太阳能集热器，其支架应与预埋件牢固连接，并采取防水构造措施；
- 3 太阳能集热器与坡屋面结合处应保证雨水通畅排放，并做好防水构造处理；
- 4 太阳能集热器顺坡镶嵌在坡屋面上，不得降低屋面整体的保温、隔热、防水等功能；
- 5 顺坡架空在坡屋面上的太阳能集热器与屋面间空隙不宜大于 100mm；
- 6 坡屋面上太阳能集热器管线需穿过坡屋面时，应预埋相应的防水套管，并在屋面防水层施工前埋设完毕；
- 7 坡屋面应预留高空作业使用的检修通道或安全绳锚点。

4.2.20 集、供水箱（罐）外壁与建筑本体结构墙面或其他池壁之间的净距，应满足施工或装配的要求，无管道的侧面，净距不宜小于 0.7m；安装有管道的侧面，净距不宜小于 1.0m，且管道外壁与建筑本体墙面之间的通道宽度不宜小于 0.6m；设有人孔的箱顶，顶板面与上面建筑本体板底的净空不应小于 0.8m；水箱底与房间地面板的净距，当有管道敷设时不宜小于 0.8m。

4.2.21 分散式贮水箱（罐）的设置应符合下列要求：

- 1 贮水箱（罐）安装时，应配合结构设计设置在承重结构上；
- 2 贮水箱（罐）设置部位地面应设有地漏等排水装置；
- 3 贮水箱（罐）的设置宜靠近集热器；
- 4 贮水箱（罐）应考虑设置在户内，并应避免冬季冰冻的影响。当设置在开敞式阳台时，阳台应做封闭处理，且应设置地漏，贮水箱（罐）下部设泄空阀。

4.3 结构设计

4.3.1 安装太阳能热水系统的主体结构或结构构件应能够承受系统传递的各种荷载和作用（包括施工、检修荷载），满足安全性和耐久性要求。

4.3.2 太阳能热水系统的结构设计应为太阳能热水系统安装预留埋设预埋件或其它连接件的安装条件。连接件应能够承受系统产生的各种荷载和作用。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，任何情况下不允许发生锚固破坏。金属件应做加强防腐蚀处理。

4.3.3 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，预埋件应在主体结构混凝土浇筑前埋入，预埋件的位置应准确，混凝土必须振捣密实。当没有条件采用预埋件连接时，应采用其它可靠的连接措施，并通过

试验确定其承载力。

4.3.4 太阳能热水系统与主体结构采用后加锚栓连接时，应符合现行《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 的有关要求和下列规定，并应做好现场隐蔽验收，保证连接的可靠性及安全性：

- 1 锚栓产品应有出厂合格证；
- 2 碳素钢锚栓应经过加强防腐处理；
- 3 应进行承载力现场试验，必要时应进行极限拉拔试验；
- 4 每个连接节点不应少于 2 个锚栓；
- 5 锚栓直径应通过承载力计算确定，并不应小于 10mm；
- 6 不宜在与化学锚栓接触的连接件上进行焊接操作；
- 7 锚栓承载力设计值不应大于其极限承载力的 50%。

4.3.5 轻质填充墙不应作为太阳能集热器和贮水箱（罐）的支承结构。砌体结构作为支承结构时，应增设相应的钢筋混凝土结构或钢结构连接构件。

4.3.6 太阳能热水系统结构设计应计算重力荷载、风荷载、温度作用和地震作用效应，并应加强构造措施，防止连接节点破坏。

4.4 电气设计

4.4.1 太阳能热水系统的电气设计应满足太阳能热水系统用电负荷和运行安全要求。

4.4.2 太阳能热水系统的设备供电负荷等级应与热水供应系统用户的负荷等级一致。

4.4.3 太阳能热水系统的供电应符合下列要求：

- 1 系统应设专用供电回路；
- 2 给公共用太阳能热水系统供电的回路，应设置计量装置；如采用电辅助加热时，应同时设置计量装置；
- 3 供电线路应设置短路、过载及接地故障保护；
- 4 电器设备应有剩余电流保护、接地和断电等安全措施；
- 5 公共建筑太阳能热水系统辅助电加热器应具有功率调节功能；
- 6 贮水箱（罐）内置加热系统回路应设置剩余电流动作保护装置，保证动作电流不得超过 30mA。切断故障的动作时间不得大于表 4.4.3 的规定。

表 4.4.3 切断故障的动作时间

额定电压（V）	动作时间（s）
220	0.4
380	0.1

4.4.4 供电线路及控制线路的导体宜采用铜芯电缆，配电线路敷设应符合现行《低压配电设计规范》GB 50054 的相关规定。

4.4.5 配电装置应设在便于操作及维护管理方便的位置，并应符合现行《民用建筑电气设计标准》GB 51348 中的相关规定。

4.4.6 设置在建筑物屋面或建筑侧墙的集热器的外露可导电部分、结构支撑的金属构件、系统的金属管道均应与建筑物防雷装置进行可靠联接或预留连接件。

4.4.7 太阳能热水机房应强弱电分离，弱电信号线应选用 RVVP 类线缆。

5 系统设计

5.1 一般规定

5.1.1 太阳能热水系统组件、部件的性能应满足太阳能光热产品国家现行标准和设计要求。集热产品类型、尺寸等应统一，布局规范。

5.1.2 太阳能热水系统设计应与建筑、给水排水设计同步进行，其系统设计、维护管理、卫生安全、供水水温、水压和水质等均应符合现行国家规范《建筑给水排水设计标准》GB 50015 的规定。

5.1.3 太阳能热水系统设计应合理选择其类型、色泽和安装位置，并应与建筑物整体及周围环境相协调。

5.1.4 太阳能热水系统应满足安全、适用、经济、美观的要求，并应便于安装、清洁、维护和局部更换。安装在建筑上或直接构成建筑围护结构的太阳能集热器，应有防止热水渗漏的安全保障设施。

5.2 系统分类与选择

5.2.1 太阳能热水系统可由太阳能集热系统、供热水系统、辅助能源系统、电气与控制系统、监测系统等构成。

5.2.2 太阳能热水系统按供热水方式可分为下列三种系统：

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

5.2.3 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。

5.2.4 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。

5.2.5 太阳能热水系统按辅助能源加热方式可分为下列两种系统：

- 1 集中辅助加热系统；
- 2 分散辅助加热系统。

5.2.6 热水供应系统选择宜符合下列规定：

1 宾馆、公寓、医院、养老院等公共建筑及有使用集中供应热水要求的居住小区，宜采用集中供热水供应系统；

2 小区集中热水供应根据建筑物的分布情况等采用小区共用系统、多栋建筑共用系统或每幢建筑单设系统，共用系统水加热站室的服务半径不应大于500m；

3 住宅建筑宜采用集中-分散供热水系统或分散供热水系统；

4 宿舍设置集中热水供应时，宜采用定时集中热水供应系统；

5 泳池、较大型公共浴室、洗衣房、厨房等耗热量较大且用水时段固定的用水点，宜设单独的热水管网定时供应热水或另设局部热水供应系统；

6 所有太阳能热水系统均宜采用间接系统，住宅建筑采用集中-分散供热水系统时，户内应采用间接换热系统。

5.2.7 当热水管道的水压变化较大且用水点要求水压稳定时，宜采用设高位热水箱供水的方式或采取稳压措施。

5.3 集热系统

5.3.1 太阳能集热器总面积确定应符合下列规定：

1 直接系统集热器总面积

直接系统集热器总面积按下式计算：

$$A_c = \frac{Q_w C_w (t_{end} - t_1) f}{J_T \eta_{cd} (1 - \eta_L)} \quad (5.3.1-1)$$

式中： A_c —— 直接系统集热器总面积（ m^2 ）；

Q_w —— 日均用水量（kg），按下式计算：

$$Q_w = m \cdot b \cdot q_y \cdot \rho_r \quad (5.3.1-2)$$

式中： m —— 用热水人数或单位数；

b —— 同日使用率，平均值按实际使用情况确定；当无条件时，可按表5.3.1-1 确定；

q_y —— 用水定额（L/d·人）。按表5.3.1-2 取值；

ρ_r —— 热水密度（kg/L），60℃时为0.983 kg/L；

C_w —— 水的定压比热容[kJ/(kg·℃)]；

t_{end} —— 贮水箱内水的设计温度（℃），中新天津生态城项目取值60℃；

t_1 —— 贮水箱内冷水的初始设计温度，通常取当地年平均冷水温度（℃），中新天津生态城地区取值15℃；

J_T —— 当地集热器采光面上的年平均日太阳辐照量（kJ/m²·d），可按本

导则表 5.3.1-3 确定，中新天津生态城地区取值 $16722.05 \text{ kJ/m}^2 \cdot \text{d}$;

f ——太阳能保证率（%），中新天津生态城项目取值 80%;

η_{cd} ——基于总面积的集热器年平均集热效率（%），应根据集热器产品基于集热器总面积的瞬时效率方程（瞬时效率曲线）的实际测试结果，按 GB 50364-2018《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》中附录 B 规定的方法进行计算；中新天津生态城设计选用的联箱集热器年平均集热效率不得低于 0.38，平板集热器年平均集热效率不得低于 0.46;

η_L ——太阳能集热系统中贮水箱（罐）和管路的热损失率；根据经验取值宜为 0.20~0.30。

表 5.3.1-1 不同类型建筑物的 b 推荐取值范围

建筑物类型	b
住宅	0.7~1.0
宾馆、旅馆	0.5~0.7
宿舍	0.7~1.0
医院、疗养院	0.8~1.0
养老院	0.8~1.0

注：分散供热系统的 b_1 等于 1;

表 5.3.1-2 热水平均日用水节水用水定额 q_r

序号	建筑物类型			用水定额(L)		单位	使用时间(h)
				最高日	平均日		
1	住宅	II	有自备热水供应和淋浴	40~80	30~60	L/人·d	24
		III	有集中热水供应和淋浴	60~100	40~70	L/人·d	24
2	别墅			70~110	50~80	L/人·d	24
3	酒店式公寓			80~100	70~80	L/人·d	24
4	宿舍	I 类、II 类		70~100	40~55	L/人·d	24 或 定时
		III类、IV类		40~80	35~45	L/人·d	
5		设公用厕所、盥洗室		25~40	20~30	L/人·d	
		设公用厕所、		40~60	35~45	L/人·d	

	招待所、培训中心、普通旅馆	设公用厕所、盥洗室、淋浴室、洗衣室	50~80	45~55	L/人·d	24 或 定时 供应
		设单独卫生间、公用洗衣室	60~100	50~70	L/人·d	
6	宾馆客房	旅客	120~160	110~140	L/床位·d	24
		员工	40~50	35~40	L/人·d	
7	医院住院部	设公用厕所、盥洗室	60~100	45~70	L/床位·d	24
		设公用厕所、盥洗室和淋浴室	70~130	65~90	L/床位·d	
		病房设单独卫生间	110~200	110~140	L/床位·d	
		医务人员	70~130	65~90	L/人·班	8
		门诊部、诊疗所	7~13	3~5	L/人·次	
		疗养院、休养所住院部	100~160	90~110	L/床位·d	24
8	养老院托老所	全托	50~70	45~55	L/床位·d	24
		日托	25~40	15~20	L/人·d	
9	幼儿园、托儿所	有住宿	25~50	20~40	L/儿童·d	24
		无住宿	20~30	15~20	L/儿童·d	10
10	公共浴室	淋浴	40~60	35~40	L/人·次	12
		淋浴、浴盆	60~80	55~70	L/人·次	
		桑拿浴（淋浴、按摩池）	70~100	60~70	L/人·次	
11	理发室、美容院		20~45	20~35	L/人·次	12
12	洗衣房		15~30	15~30	L/kg 干衣	8
13	餐饮业	中餐酒楼	15~20	8~12	L/人·次	10~12
		快餐店、职工及学生食堂	10~12	7~10	L/人·次	10~16
		酒吧、咖啡厅、茶座、卡拉	3~8	3~5	L/人·次	8~18
14	健身中心		15~25	10~20	L/人·次	12
15	办公楼	坐班制办公	5~10	5~8	L/人·班	8~10
		公寓式办公	60~100	25~70	L/人·d	10~24
		酒店式办公	120~160	55~140	L/人·d	24
16	体育场、体育馆	运动员淋浴	17~26	15~20	L/人·次	4
		观众	2~4	1~2	L/人·场	4
17	会议厅		2~3	2	L/座位·次	4

注：1 本表以 60℃热水水温为计算温度；

2 学生宿舍使用 IC 计费用热水时，可按每人每日用热水定额 25L~30L；

3 表中平均日用水定额仅用于计算太阳能热水系统的集热器总面积。平均日用水定额应根据实际统计数据选用；当缺乏实测数据时，可采用本表中的低限值。

表 5.3.1-3 天津市太阳能资源数据

城市	纬度	年平均气温 (℃)	水平面		斜面		当地的年平均每天日照 小时数 (h)	斜面修正系数
			年平均总太阳 辐照量[MJ/ m ² ·a)]	年平均日太阳 辐照量[KJ/ m ² ·d)]	年平均总太阳 辐照量[MJ/ m ² ·a)]	年平均日太阳 辐照量[KJ/ m ² ·d)]		
天津	39°08'	12.7	5239.94	14356.01	6103.55	16722.05	7.16	1.0692

注：倾斜面的倾角等于生态城纬度。

2 间接系统集热器总面积

间接系统集热器总面积可按式计算：

$$A_{IN} = A_c \cdot \left(1 + \frac{F_R U_L \cdot A_c}{U_{hx} \cdot A_{hx}}\right) \quad (5.3.1-3)$$

式中： A_{IN} —— 间接系统集热器总面积 (m²)；

$F_R U_L$ —— 集热器总热损系数[W/ (m²·℃)]；

对平板型集热器， $F_R U_L$ 宜取 4~6W/ (m²·℃)；

对真空管集热器， $F_R U_L$ 宜取 1~2W/ (m²·℃)；

具体数值应根据集热器产品的实际测试结果而定；

U_{hx} —— 换热器传热系数，[W/ (m²·℃)]，查产品样本得出；

A_{hx} —— 换热器换热面积 (m²)，按下式计算：

$$A_{hx} = C_r Q_{hx} / (\varepsilon \times U_{hx} \times \Delta t_j) \quad (5.3.1-4)$$

式中： C_r —— 集热系统的热损失系数；可取 1.1~1.2；

ε —— 结垢影响系数；可取 0.6~0.8；

Δt_j —— 为传热温差 (℃)；宜取 5~10℃，集热器性能好，温差取高值，

Q_{hx} —— 集热系统提供的热量 (W)，按下式计算：

$$Q_{hx} = \frac{k f Q_w c (t_{end} - t_l)}{3.6 S_y} \quad (5.3.1-5)$$

式中： k —— 太阳辐照度时变系数；无具体资料时，可取 1.5~1.8；

Q_w —— 日平均用热水量 (kg)；

c —— 水的定压比热容[kJ/(kg ·℃)]；

S_y —— 当地平均每日的日照小时数 (h)；中新天津生态城取 7.16h。

3 居住建筑分散供热水系统的集热器面积，可按式确定：

$$A_c = \frac{17Q_w C_w (t_{end} - t_1) f}{J_T q_{17}} \quad (5.3.1-6)$$

式中： A_c ——直接系统集热器总面积（ m^2 ）；

Q_w ——日均用水量（ kg ），根据式 5.3.1-2 进行计算；

q_{17} ——日太阳辐射量为 $17MJ/m^2$ 时，家用太阳能热水系统单位轮廓采光面积日有用得热量，单位为 MJ/m^2 。分离式家用太阳能热水系统一般取值在 $7.5\sim 8.0 MJ/m^2$ ，紧凑式家用太阳能热水系统一般取值在 $7.7\sim 9.0MJ/m^2$ 。查产品样本得出。

4 特殊情况集热器面积的确定

当按本导则第 5.3.1 条计算得到系统集热器总面积，在建筑围护结构表面不满足时，可通过建筑外场地选择安置面积（构架、遮阳亭、地面停车场等）补偿。

5.3.2 集热器的布置与定位

1 太阳能集热器布置应符合下列规定：

- 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，但单排并联的集热器总面积不宜超过 $32 m^2$ ；竖排真空管集热器之间的连接宜采用串联，但单排串联的集热器总面积不宜超过 $32m^2$ ；
- 2) 对自然循环系统，每个系统的集热器总面积不宜超过 $50 m^2$ ；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 $50 m^2$ ；
- 3) 对强制循环系统，每个系统的集热器总面积不宜超过 $500 m^2$ ；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 $500m^2$ ；
- 4) 连接各集热器组之间的管道，应遵循“同程原则”进行设计，使每个集热器传热工质的流入路径与回流路径的长度相同。受场地条件限制不能设计为同程式的，应在各分支管道增设流量调节阀门；
- 5) 集热器阵列布置不得影响建筑物的逃生通道。应设置不影响建筑使用功能的集热器检修通道；
- 6) 太阳能集热器附近宜设置可方便清洁集热器表面灰尘的给水点；
- 7) 集热器附近如有人行通道，应在集热器周围设置防止外来破坏导致集热器内热水泄漏伤人的隔离措施。

2 集热器的安装方位和倾角

- 1) 集热器设置于屋面时，集热器的安装方位角应为正南，南偏东或南偏西不大于 30° ；安装倾角不应为 0° ，且宜与当地纬度一致。当集热

器方位角、倾角与本条要求偏差较大时，可采用增加集热器面积的方式进行补偿，其面积补偿比应按表 5.3.2 选取，补偿面积不得超过本导则第 5.3.1 条计算结果的一倍。具体计算公式如下：

$$A_B = A_J / R_S \quad (5.3.2-1)$$

式中： A_B —— 进行面积补偿后实际确定的太阳能集热器面积 (m^2)；

A_J —— 选用 5.3.1 中公式计算得到的太阳能集热器面积 (m^2)；

R_S —— 表 5.3.2 中，近似等于太阳能集热器安装方位角和倾角所对应的补偿面积比。

- 2) 集热器设置于阳台上时，集热器装方位角应为正南，南偏东或南偏西不大于 30° ，安装倾角宜为 $60^\circ \sim 80^\circ$ 。

表 5.3.2 太阳能集热器补偿面积比 R_s (%)

方位角 倾角	-60°	-50°	-40°	-30°	-20°	-10°	南	10°	20°	30°	40°	50°	60°
90°	61	63	65	66	67	68	69	68	67	66	65	63	61
80°	68	71	73	75	76	77	78	77	76	75	73	71	68
70°	75	78	80	82	84	85	86	85	84	82	80	78	75
60°	81	84	85	88	90	91	92	91	90	88	86	84	81
50°	86	89	91	93	95	96	96	96	95	93	91	89	86
40°	90	93	95	97	98	99	99	99	98	97	95	93	90
30°	93	95	97	98	99	100	100	100	99	98	97	95	93
20°	94	95	97	98	98	99	99	99	98	98	97	95	94
10°	94	94	95	96	96	96	96	96	96	96	95	94	94

3 集热器前后排间距

集热器前、后排间不相互遮挡的最小间距可按下式计算：

$$D = H \times \cot \alpha_s \times \cos \gamma \quad (5.3.2-2)$$

式中： D ——集热器与遮光物或集热器前后排间的最小距离 (m)；

H ——集热器最高点与集热器最低点的垂直距离 (m)；

α_s ——太阳高度角 ($^\circ$)；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；

γ ——集热器安装方位角 ($^\circ$)；集热器安装倾角在 $30^\circ \sim 50^\circ$ 之间的，全年用系统可取 $D=2H$ ；春夏秋三季用系统可取 $D=1.5H$ 。

5.3.3 集热管网的设计计算应符合下列要求：

1 强制循环的太阳能集热系统应设循环泵，循环泵的流量扬程计算应符合下列要求：

1) 循环泵流量可按下式计算：

$$q_x = q_{gz} \cdot A_B \quad (5.3.3-1)$$

式中： q_x ——集热系统循环流量 (L/s)；

q_{gz} ——单位面积集热器对应的工质流量[L/(s·m²)]，应按集热器产品实测数据确定；无实测数据时，可取 0.054m³/(h·m²)~0.072 m³/(h·m²)，相当于 0.015 L/(s·m²)~0.020 L/(s·m²)。

2) 开式直接加热太阳能集热系统循环泵的扬程应按下式计算：

$$H_x = h_{jx} + h_j + h_z + h_f \quad (5.3.3-2)$$

式中： H_x ——循环泵扬程 (kPa)；

h_{jx} ——集热系统循环管道的沿程与局部阻力损失 (kPa)；

h_j ——循环流量流经集热器的阻力损失 (kPa)；

h_z ——集热器顶与贮水箱最低水位之间的几何高差造成的阻力损失 (kPa)；

h_f ——附加压力 (kPa)；可取 20 kPa~50 kPa。

3) 闭式间接加热太阳能集热系统循环泵的扬程应按下式计算：

$$H_x = h_{jx} + h_e + h_j + h_f \quad (5.3.3-3)$$

式中： h_e ——循环流量经集热水加热器的阻力损失 (kPa)。

2 太阳能集热系统管网的水力计算

1) 管网热水流速宜按表 5.3.3-1 选择：

表 5.3.3-1 热水管道流速

公称直径 DN (mm)	15~20	25~40	≥50
流速 (m/s)	≤0.8	≤1.0	≤1.2

2) 热水管道的沿程水头损失可按下式计算：

$$i = 105 C_h^{-1.85} d_j^{-4.87} q_g^{1.85} \quad (5.3.3-4)$$

式中： i ——管道单位长度水头损失 (kPa/m)；

d_j ——管道计算内径 (m)；

q_g ——计算管段给水设计流量 (m³/s)；

C_h ——海澄-威廉系数，其中：

各种塑料管内衬(涂)塑管 $C_h=140$ ；

铜管、不锈钢管 $C_h=130$;

内衬水泥、树脂的铸铁管 $C_h=130$;

普通钢管、铸铁管 $C_h=100$ 。

- 3) 生活热水管道的配水管的局部水头损失, 宜按管道的连接方式, 采用管(配)件当量长度法计算。当管道的管(配)件当量长度资料不足时, 可根据下列管件的连接状况, 按管网的沿程水头损失的百分数取值:

- ① 管(配)件内径与管道内径一致, 采用三通分水时, 取 25%~30%; 采用分水器分水时, 取 15%~20%;
- ② 管(配)件内径略大于管道内径, 采用三通分水时, 取 50%~60%; 采用分水器分水时, 取 30%~35%;
- ③ 管(配)件内径略小于管道内径, 管(配)件的插口插入管口内连接, 采用三通分水时, 取 70%~80%; 采用分水器分水时, 取 35%~40%;
- ④ 阀门和螺纹管件的摩阻损失可按表 5.3.3-2 确定。

表 5.3.3-2 阀门和螺纹管件的摩阻损失的折算补偿长度表

管件内径 (mm)	各种管件的折算管道长度 (m)						
	90° 标准 弯头	45° 标准 弯头	标准三通 90° 转角流	三通直向 流	闸板阀	球阀	角阀
9.5	0.3	0.2	0.5	0.1	0.1	2.4	1.2
12.7	0.6	0.4	0.9	0.2	0.1	4.6	2.4
19.1	0.8	0.5	1.2	0.2	0.2	6.1	3.6
25.4	0.9	0.5	1.5	0.3	0.2	7.6	4.6
31.8	1.2	0.7	1.8	0.4	0.2	10.6	5.5
38.1	1.5	0.9	2.1	0.5	0.3	13.7	6.7
50.8	2.1	1.2	3.0	0.6	0.4	16.7	8.5
63.5	2.4	1.5	3.6	0.8	0.5	19.8	10.3
76.2	3.0	1.8	4.6	0.9	0.6	24.3	12.2
101.6	4.3	2.4	6.4	1.2	0.8	38.0	16.7
127.0	5.2	3.0	7.6	1.5	1.0	42.6	21.3
152.4	6.1	3.6	9.1	1.8	1.2	50.2	24.3

注: 本表的螺纹接口是指管件无凹口的螺纹, 即管件与管道在连接点内径有突变, 管件内径大于管道内径。当管件为凹口螺纹, 或管件与管道为等径焊接, 其折算补偿长度取本表值的 1/2。

- 4) 给水管道上各类附件的水头损失, 应按选用产品所给定的压力损失值

计算。在未确定具体产品时，可按下列情况确定：

- ① 住宅入户管上的水表，宜取 0.01MPa；
- ② 建筑物或小区引入管上的水表，在生活用水工况时，宜取 0.03MPa；
在校核消防工况时，宜取 0.05MPa；
- ③ 比例式减压阀的水头损失宜按阀后静水压的 10%~20%确定；
- ④ 管道过滤器的局部水头损失，宜取 0.01MPa；
- ⑤ 倒流防止器、真空破坏器的局部水头损失，应按相应产品测试参数确定。

5.3.4 在闭式热水供应系统中，应设置压力式膨胀罐、泄压阀，并应符合下列规定：

1 膨胀罐的总容积应按下列公式计算：

$$V_e = \frac{(\rho_f - \rho_r)P_2}{(P_2 - P_1)\rho_r} \cdot V_s \quad (5.3.4)$$

式中： V_e ——膨胀罐的总容积（ m^3 ）；

ρ_f ——加热前加热贮热设备内水的密度（ kg/m^3 ），定时供应热水的系统宜按冷水温度确定；全日集中热水供应系统宜按热水回水温度确定；

ρ_r ——热水密度（ kg/m^3 ）；

P_1 ——膨胀罐处管内水压力（MPa，绝对压力），为管内工作压力加 0.1MPa；

P_2 ——膨胀罐处管内最大允许压力（MPa，绝对压力），其数值可取 $1.10P_1$ ，但应校核 P_2 值，并应小于水加热器设计压力；

V_s ——系统内热水总容积（ m^3 ）；

2 膨胀罐宜设置在水加热设备的冷水补水管上或热水回水管上，其连接管上不宜设阀门。

5.4 热水供应系统

5.4.1 热水用水定额、水温和水质应符合下列要求：

1 中新天津生态城太阳能热水系统计算集热系统的热水用水定额详见表 5.3.1-2；

2 辅助热源的供热量及卫生器具的一次和小时热水用水量和水温应按照现行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015 确定；

3 中新天津生态城的给水硬度为 150mg/L 左右，集中供热水系统和集中分散供热水系统宜进行水质软化或阻垢缓蚀处理；

4 生活热水水质的水质指标,应符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 的要求;

5 生态城太阳能热水水源应为自来水,不可与中水管网连接。给水管网的防倒流措施应满足现行国家规范《建筑给水排水设计标准》GB 50015 的要求。

5.4.2 热水供应系统选择应符合下列要求:

1 热水供应系统的选择,应根据使用要求、耗热量及用水点分布情况和热源条件确定;

2 集中供热水系统和集中-分散供热水系统应设热水循环管道,并能保证干管和立管中的热水循环。循环系统应设循环泵,并应采取机械循环;

3 保证配水点出水温度不低于 45℃的时间,对于住宅不得大于 15s,医院和旅馆等公共建筑不得大于 10s。当户内的热水供水支管长度超过 12m 时宜设热水循环泵保证支管中的热水循环,或采取保证支管中热水温度的措施;

4 为保证循环效果,建筑物内热水循环管道宜采用同程式布置;

5 太阳能集中热水系统宜分栋设置;

6 为保证系统内冷、热水的压力平衡,热水供水系统应与冷水系统竖向分区一致,各区水加热器、贮水罐的进水均应由同区的给水系统专管供应;当不能满足时,应设支管减压阀等保证系统冷、热水压力平衡的措施;

7 水压要求稳定的公共浴室等建筑宜采用开式热水供应系统。

5.4.3 耗热量、热水量和加热设备供热量的计算应符合下列要求:

1 设计小时耗热量的计算

1) 宿舍(居室内设卫生间)、住宅、别墅、酒店式公寓、招待所、培训中心、旅馆、宾馆的客房(不含员工)、医院住院部、养老院、幼儿园、托儿所(有住宿)、办公楼等建筑的全日集中热水供应系统的设计小时耗热量应按下列式计算:

$$Q_h = K_h \frac{mq_r C(t_r - t_l) \rho_r}{T} C_v \quad (5.4.3-1)$$

式中: Q_h ——设计小时耗热量 (kJh);

m ——用水计算单位数 (人数或床位数);

q_r ——热水用水定额 (L/人·d 或 L/床·d),按表 5.3.1-2 中最高日用水定额取值;

C ——水的比热, $C=4.187$ (kJ/(kg·℃));

t_r ——热水温度,按 60℃计;

t_l ——冷水温度,按 15℃计;

ρ_r ——热水密度 (kg/L);

T —— 每日使用时间 (h)，按照表 5.3.1-2 中使用时间确定；
 C_Y —— 热水供应系统的热损失系数， $C_Y=1.10\sim1.15$ ；
 K_h —— 小时变化系数，按照现行国家规范《建筑给水排水设计标准》GB 50015 中表 6.4.1 确定；

2) 定时集中热水供应系统，工业企业生活间、公共浴室、宿舍（设公用盥洗卫生间）、剧院化妆间、体育场（馆）运动员休息室等建筑的全日集中热水供应系统及局部热水供应系统的设计小时耗热量应按式计算：

$$Q_h = \sum q_h C(t_{r1} - t_l)\rho_r n_o b_g C_Y \tag{5.4.3-2}$$

式中：
 Q_h —— 设计小时耗热量 (kJ/h)；
 q_h —— 卫生器具热水的小时用水定额 (L/h)，按第 5.4.4 条第一款采用；
 t_{r1} —— 使用温度，按本导则表 5.4.3 “使用水温” 取用；
 n_o —— 同类型卫生器具数；
 b_g —— 同类型卫生器具的同时使用百分数。住宅、旅馆、医院、疗养院病房、卫生间内浴盆或淋浴器可按 70%~100%计，其他器具不计，但定时连续供水时间应大于或等于 2h；工业企业生活间、公共浴室、宿舍（设公用盥洗卫生间）剧院、体育场（馆）等的浴室内的淋浴器和洗脸盆均按《建筑给水排水设计标准》GB 50015 中表 3.7.8-1 的上限取值；住宅一户设有多个卫生间时，可按一个卫生间计算。

表 5.4.3 卫生器具的一次和小时热水用水定额及水温

序号	卫生器具名称		一次用水量（L）	小时用水量（L）	使用水温（℃）	
1	住宅、旅馆、别墅、宾馆、酒店式公寓	带有淋浴器的浴盆		150	300	40
		无淋浴器的浴盆		125	250	
		淋浴器		70~100	210~300	37~40
		洗脸盆、盥洗槽水嘴		3	30	30
		洗涤盆（池）		—	180	50
2	宿舍、招待所、培训中心	淋浴器	有淋浴小间	70~100	210~300	37~40
			无淋浴小间	—	180	
		盥洗槽水嘴		3~5	50~80	30
3	餐饮业	洗涤盆（池）		—	250	50

		淋浴器	工作人员用	3	60	30	
			顾客用	—	120		
		淋浴器			40	400	37~40
4	幼儿园、托儿所	浴盆	幼儿园	100	400	35	
			托儿所	30	120		
		淋浴器	幼儿园	30	180		
			托儿所	15	90		
		盥洗槽水嘴			15	25	30
		洗涤盆（池）			—	180	50
5	医院、疗养院、休养所	洗手盆		—	15~25	35	
		洗涤盆（池）			300	50	
		淋浴器			200~300	37~40	
		浴盆		125~150	250	40	
6	公共浴室	浴盆		125	250	40	
		淋浴器	有淋浴小间	100~150	250~300	37~40	
			无淋浴小间	—	450~540		
		洗脸盆			5	50~80	35
7	办公楼	洗手盆		—	50~100	35	
8	理发师、美容院	洗脸盆		—	35	35	
9	实验室	洗脸盆		—	60	50	
		洗手盆			15~25	30	
10	剧场	淋浴器		60	200~400	37~40	
		演员用洗脸盆		5	80	35	
11	体育场馆	淋浴器		30	300	35	
12	工业企业生活间	淋浴器	一般车间	40	360~540	37~40	
			脏车间	60	180~480	40	
		洗脸盆	一般车间	3	90~120	30	
		盥洗槽水嘴	脏车间	5	100~150	35	
13	净身器			10~15	120~180	30	

注：1 一般车间指现行国家标准《工业企业设计卫生标准》GBZ 1 中规定的 3、4 级卫生特征的车间，脏车间指该标准中规定的 1、2 级卫生特征的车间。

2 学生宿舍等建筑的淋浴间，当使用 IC 卡计费用水时，其一次用水量和小时用水量可按表中数值的 25%~40%取值。

3) 对于具有多个不同使用热水部门的单一建筑，或具有多种使用功能的

综合性建筑，当其热水由同一热水供应系统供应时，其设计小时耗热量的计算，可按同一时间内出现用水高峰的主要用水部门的设计小时耗热量加其他用水部门的平均小时耗热量之和考虑。

2 设计小时热水量应按式计算：

$$q_{rh} = \frac{Q_h}{(t_r - t_l) C \rho_r C_\gamma} \quad (5.4.3-3)$$

式中： q_{rh} ——设计小时热水量 (L/h)；

Q_h ——设计小时耗热量 (KJ/h)；

t_r ——设计热水温度，℃；

t_l ——设计冷水温度，按 15℃ 计算。

3 全日制太阳能集中热水供应系统中，水加热设备的设计小时供热量应根据日热水用量小时变化曲线、加热方式及水加热设备的工作制度经积分曲线计算确定。当无条件时，可按照现行国家规范《建筑给水排水设计标准》GB 50015 计算确定。

5.4.4 供水管网计算

1 建筑物的热水设计流量、卫生器具热水给水额定流量、当量、支管管径和最低工作压力、热水管网的水头损失等应按照现行国家规范《建筑给水排水设计标准》GB 50015 的规定进行选取、计算、确定；

2 热水供应系统中，水加热器的出水温度与配水点的最低水温的温度差不得大于 10℃；

3 热水管道的流速，宜按表 5.3.3-1 选用；

4 机械循环的热水供应系统，其循环水泵的确定应遵守下列规定：

1) 全日热水循环系统的循环水泵流量应按式计算：

$$q_x = \frac{Q_s}{C \rho_r \Delta t} \quad (5.4.4-1)$$

式中： q_x ——全日热水供应系统的热水循环流量 (L/h)

Q_s ——配水管道的热损失 (kJ/h)，单体建筑：(2%~4%) Q_h ；小区：
(3%~5%) Q_h

Δt ——配水管道的热水温度差 (℃)；按系统大小确定，单体建筑可取 5℃~10℃，小区可取 6℃~12℃；

2) 定时热水供应系统的热水循环流量可按循环管网中的水每小时循环 2 次~4 次计算；

3) 水泵的扬程应按式计算：

$$H_b = h_p + h_x \quad (5.4.4-2)$$

式中： H_b ——循环水泵的扬程（kPa）；

h_p ——循环水量通过配水管网的水头损失（kPa）；

h_x ——循环水量通过回水管网的水头损失（kPa）。

注：当采用半即热式水加热器或快速水加热器时，水泵扬程尚应计算水加热器的水头损失。

- 4) 循环水泵应选用热水泵，水泵壳体承受的工作压力不得小于其所承受的静水压力加水泵扬程；
- 5) 循环水泵应设备用泵，交替运行；
- 6) 全日制热水供应系统的循环水泵应由泵前回水管的温度控制开停。

5 热水供应系统的循环回水管管径，应按管路的循环流量经水力计算确定；

6 热水加压泵的布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。

5.5 贮热及换热系统

5.5.1 太阳能热水系统的贮水箱（罐）材质、设置、安装、防腐、保温、水箱间布置等应满足现行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015 及现行国家标准图集《太阳能热水系统选用与安装》的有关要求。

5.5.2 集中热水供应系统的太阳能热水系统集热水箱（罐）和供热水箱（罐）宜分开设置，太阳能热水先进入集热水箱（罐），利用太阳能将冷水预热，再送入供热水箱（罐），由辅助热源加热至设定温度。集热水箱（罐）和供热水箱（罐）的容积应满足本条要求。当采用单水箱系统时，其有效贮热容积按集热水箱确定。

1 集热水箱（罐）的有效容积（ $V_{集}$ ）可按下列公式计算：

$$V_{集} = q_{rjd} \cdot A_B \quad (5.5.2)$$

式中： $V_{集}$ ——集热水箱有效容积（L）；

q_{rjd} ——集热器总面积平均每日产热量[L/（ $m^2 \cdot d$ ）]，根据集热器产品的实测结果确定。无条件时，根据集热器集热性能、集热面积的大小等因素按下列原则确定：直接供水系统 $q_{rjd}=50 \text{ L/（} m^2 \cdot d \text{）} \sim 60 \text{ L/（} m^2 \cdot d \text{）}$ ；间接供水系统 $q_{rjd}=35 \text{ L/（} m^2 \cdot d \text{）} \sim 40 \text{ L/（} m^2 \cdot d \text{）}$ 。

2 供热水箱（罐）的有效容积（ $V_{供}$ ）应按照现行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015 选取。

5.5.3 分散供热水系统采用集热、供热共用贮水箱（罐）时，其有效容积应按本导则式（5.5.2）计算。贮水箱（罐）中设置辅热元件时，应符合本导则第 5.6.2 条的规定，其控制应保证有利于太阳能热源的充分利用。

5.5.4 集中-分散供热水系统，当分散供热用户采用容积式热水器间接换热冷水

时，其集热水箱、分户贮水箱（罐）的有效容积宜按下式计算：

1 住宅建筑应采用间接系统，其集热水箱（罐）的有效容积（ $V_{\text{集}}$ ）可按下式计算，且不应小于按产热量 $5\text{L}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ 计算的集热器总面积产热量：

$$V_{\text{集}} = q_{rjd} \cdot A_B - b \cdot m_i \cdot V_i \quad (5.5.4)$$

式中： $V_{\text{集}}$ ——集热水箱的有效容积（L）；除按上式计算外，还宜留有条件集热系统超温排回的一定容积。其最小有效容积不应小于 3min 集热循环泵的设计流量，且不宜小于 800L ；

V_i ——分户贮水箱（罐）的贮水容积（L）；

m_i ——用热水户数。

2 分户贮水箱（罐）的设计计算：

1) 分户贮水箱（罐）的有效容积 V_s 按下列确定，且不应大于该户的设计日用热量：

1 室户： $V_s=40\sim60$ （L）；

2~3 室户： $V_s=60\sim100$ （L）；

≥ 4 室户： $V_s \geq 100$ （L）；

别墅： $V_s=120$ （L）；

2) 分户贮水箱（罐）罐体工作压力不小于 0.6MPa ，换热盘管工作压力应满足设计要求；

3) 分户贮水箱（罐）根据换热盘管面积 F_s 按下列确定：

$V_s=40\text{L}$ 时， $F_s \geq 0.3\text{m}^2$ ；

$V_s=60\text{L}$ 时， $F_s \geq 0.3\text{m}^2$ ；

$V_s=80\text{L}$ 时， $F_s \geq 0.4\text{m}^2$ ；

$V_s=100\text{L}$ 时， $F_s \geq 0.5\text{m}^2$ ；

$V_s=120\text{L}$ 时， $F_s \geq 0.6\text{m}^2$ 。

5.5.5 贮水箱（罐）优先采用预制水箱；现场制作的贮水箱（罐），应进行水箱及换热盘管安装详图设计，盘管及支架应选用耐久、耐腐蚀材料。

5.5.6 分户式贮水箱（罐）与集热器顶高差应尽量满足自然循环集热的要求，其高差值应由厂家通过测试计算确定，当因现场条件限制而无法保证自然循环时，应采取机械循环以满足集热要求。贮水箱（罐）进出水管的设置位置，应避免水流短路，并有利于提高集热效率。

5.6 辅助加热系统

5.6.1 太阳能热水供应系统应设置辅助热源。

5.6.2 太阳能热水供应系统辅助热源及加热设施的设计应符合下列要求：

- 1 辅助能源宜因地制宜选择电、燃气、市政热力、热泵等；
- 2 辅助热源的供热量应按《建筑给水排水设计标准》GB 50015 设计计算；
- 3 辅助热源及其加热设施应结合热源条件、系统型式及太阳能供热的不稳定状态等因素，经技术经济比较后合理选择、配置；
- 4 辅助热源加热设施应根据热源种类、系统形式、规模及冷水水质等选用直接或间接加热设施；
- 5 辅助热源的控制应在保证充分利用太阳能热量的条件下，根据不同的热水供水方式采用手动控制、全日自动控制或定时自动控制；
- 6 集中-分散供热水系统的分户换热贮水箱（罐）应根据系统形式合理设置辅助热源，并采取防止热量倒循环的措施。

5.6.3 辅助加热设施的设计及选取应符合现行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015 的规定；

5.6.4 当采用水加热器换热太阳能集热时，水加热器的加热面积应按照下式计算确定。

$$F_{jr} = \frac{C_r Q_g}{\varepsilon K \Delta t_j} \quad (5.6.4)$$

式中： F_{jr} —— 水加热器的加热面积， m^2 ；

Q_g —— 设计小时供热量（ kJ/h ）；

K —— 传热系数， $kJ/(m^2 \cdot ^\circ C \cdot h)$ ，由设备厂家提供；

ε —— 由于水垢和传热工质分布不均匀影响传热效率的系数，采用 0.6~0.8；

Δt_j —— 传热工质与被加热水的计算温度差（ $^\circ C$ ），可取 $\Delta t_j = 5^\circ C \sim 10^\circ C$ ；

C_r —— 热水供应系统的热损失系数，取 1.10~1.15。

5.6.5 太阳能热水系统中的辅助能源加热设施种类应根据建筑物使用特点、热水用量、能源供应、维护管理及卫生防菌等因素选择，并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。

5.7 管路系统

5.7.1 太阳能热水系统采用的管材、管件和阀门附件应符合现行有关产品的国家标准和行业标准的要求。管材及附件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。

5.7.2 热水供水管道应选用耐腐蚀和安装连接方便可靠的管材，可采用薄壁铜管、薄壁不锈钢管、塑料热水管、塑料和金属复合热水管等。集热循环管道应使用耐腐蚀、与传热工质相容的管材、管件及阀门，不得采用聚丙烯管和钢塑复合

管。开式太阳能集热系统采用耐温不小于 150℃的管材、管件及阀门；闭式系统采用耐温不小于 200℃的管材、管件及阀门。

5.7.3 直线管段超过 40m 时应按现行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015 的要求设置伸缩器。集热器之间和集热器与管道之间的连接应采取防止热胀冷缩造成系统损坏的措施。

5.7.4 循环管道最高处或易发生气堵的位置，应设自动排气阀，系统最低点应设泄水装置；闭式集热系统的循环管道上应设膨胀罐和压力安全阀。膨胀罐、压力安全阀与管道之间不应设置单向阀和其他可关闭阀门。

5.7.5 当下行上给式系统设有循环管道时，其回水立管可在最高配水点以下（约 0.5m）与配水立管连接。上行下给式系统可将循环管道与各立管连接。

5.7.6 热水系统上各类阀门的材质及阀型应符合现行国家规范《建筑给水排水设计标准》GB 50015 的规定。

5.7.7 集中供应热水的系统，应设有计量热水总用水量的装置，热水水表的选型、设置应符合现行国家规范《建筑给水排水设计标准》GB 50015 的规定。

5.7.8 热水横管的敷设坡度：强制循环系统中，循环管道从系统最高点朝向贮热水箱方向有 0.3%~0.5%坡度；自然循环系统中，集热器至贮水箱（罐）方向的循环管道应有向上坡度，不允许有反坡。

5.7.9 集热器阵列为多排或多层集热器组并联时，每排或每层集热器组的进出口管道上，均应设辅助阀门。

5.7.10 热水管穿越建筑物墙壁、楼板和基础处应设置金属套管，穿越屋面及地下室外墙时应设置金属防水套管。

5.7.11 居住建筑太阳能热水系统的供回水立管应设置在公共管井，管线不得穿越住户的室内空间。

5.7.12 太阳能热水系统的入户管线宜采用预制直埋保温管，保温层厚度应不小于 10mm。

5.7.13 集热循环管道均应做保温，保温不应采用耐温小于 120℃的保温材料。应使用导热系数不高于 0.04 W/(m·K)、防火性能应为 B1 级的保温材料。保温层厚度宜不小于表 5.7.13 限值要求。

表 5.7.13 管道保温层厚度最小限值表

保温材料种类	公称直径（mm）	保温层最小厚度（mm）	
		室外	室内
柔性泡沫橡塑	DN≤40	35	30
	50≤DN≤150	50	40
离心玻璃棉	DN≤40	—	40

	50≤DN≤150	—	45
--	-----------	---	----

注：当供回水管道长度超过 300m 时，保温层厚度宜再上表基础上增加 5mm。

5.7.14 分散供热水系统循环管路保温厚度不低于 10mm，导热系数不高于 0.04W/(m·K)。

5.7.15 室外保温管道外层宜采用镀锌板、铝板作为保护壳；室内保温管道外层可缠防护布保护。

5.7.16 由城镇给水管网直接向闭式热水供应系统的水加热器、贮水箱（罐）补水的冷水补水管上装有倒流防止器时，其相应供水范围内的给水管宜从该倒流防止器后引出。

5.8 控制系统及运行监测系统设计

5.8.1 控制系统应包括现场控制器和远程监控系统。

5.8.2 监测系统宜包括现场传感器、采集模块、传输装置、触摸屏等。

5.8.3 控制系统设计应符合下列基本规定：

1 控制系统的控制与切换，应遵循优先利用太阳能资源、最少使用辅助热源的原则；

2 应具备人机对话功能，可进行参数设置，并即时显示主要运行参数；

3 直流系统应采用定温控制，并应具备储水箱满水自锁功能。强制循环系统应采用温差控制；

4 控制系统应具备冬季防冻控制功能，防冻温度传感器应设置在室外太阳能热水系统最易冻结的部位；

5 集热器用温度传感器应能承受集热器最高空晒温度，传感器误差应不大于±2℃；贮热水箱用温度传感器应能承受 120℃温度，传感器误差应不大于±1℃。

5.8.4 现场控制器应符合下列规定：

1 数据采集及传输终端的技术要求应满足《太阳能系统能量监测》GB/T 29724 的相关要求。

2 水箱容积>0.6m³的太阳能热水系统，应采用《太阳能热水系统（储水箱容积大于 0.6m³）控制装置》GB/T 28737 中要求的现场控制器；水箱容积≤0.6m³的太阳能热水系统，应采用《家用太阳能热水系统控制器》GB/T 23888 要求的家用控制器；

3 应在现场控制器的明显位置标识系统运行原理图和端子接线图；

4 控制器内部应有接线编号。对于无法编号的电气线路部分，应按照《太阳能热水系统（储水箱容积大于 0.6m³）控制装置》GB/T 28737 要求进行颜色区分；

5.8.5 现场控制器宜具备温湿度传感器与太阳能热水机房排风系统联动功能，应具备以下控制功能：

- 1 太阳能集热温差循环或定温出水控制功能；
- 2 集热器及贮热水箱高温保护功能；
- 3 贮热水箱高、低水位保护功能；
- 4 辅助热源系统定时或定温加热控制功能；
- 5 热水供应系统变频供水、定温供水、定时供水等控制功能；
- 6 补水系统定时或定温补水控制功能；
- 7 防冻控制功能；
- 8 报警功能。
- 9 其它功能：手动控制功能、出厂设置恢复功能、断电记忆功能等。
- 10 设置远程监控系统时，现场控制器应具备与下位机、远传计量仪表及其它设备的通信功能。

5.8.6 远程监控系统宜采用数据中心监控平台方式建立，应具备互联网实时访问的基本功能。

5.8.7 远程监控系统应具备以下主要功能：

- 1 现场控制器或采集器数据的远程数据采集功能；
- 2 对采集数据进行比较、判定是否合格的功能；
- 3 对采集的实时数据采用表格和曲线展示的功能；
- 4 实时显示动态系统图和系统运行动作的功能；
- 5 将采集的数据自动生成并储存为通用数据文件、方便随时查询、调用和下载的功能；
- 6 自动显示故障报警提示并及时将报警信息推送至客户端的功能；
- 7 自动按日、月、年进行数据统计的功能；
- 8 提供针对不同用户进行控制和远程参数修改的权限授权功能；
- 9 向有权限用户提供远程控制服务、并自动记录用户控制过程的功能。

5.8.8 控制系统所用测量仪器，应满足表 5.8.8 的技术要求，其他仪器仪表技术要求应满足相关标准要求。

表 5.8.8 测量仪器技术要求

测量仪器类别	最大允许误差	测量范围
温度	$\pm 0.5^{\circ}\text{C}$	环境温度测量范围 $-20^{\circ}\text{C} \sim 70^{\circ}\text{C}$ 管路上的温度测量范围 $0^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$
水位	$\pm 2\%$	应采用可连续测量的传感器

流量	$\pm 2\%$	远传水表应符合 CJ/T 224 的规定，通信应符合 CJ/T 188 的规定。
湿度	$\pm 1\%$	环境湿度测量范围 10%~90%
热量	2 级	应采用热量表测量，热量表应符合 GB/T 32224-2015 的规定，热量表通信应符合 CJ/T 188 的规定。
耗电量	1.0 级 互感器应不低于 0.5 级（如有）	应采用远传电表，应符合 DL/T448 的规定，通信应符合 CJ/T 188 和 DL/T 645 的规定。

5.8.9 太阳能热水系统中所使用的电气设备应装设短路保护和接地故障保护装置。

6 安装与调试

6.1 一般规定

6.1.1 太阳能热水系统的安装应符合系统设计的要求。不应损坏建筑物的结构；不应影响建筑物在设计使用年限内承受各种荷载的能力；不应破坏屋面防水层和建筑物的附属设施。

6.1.2 太阳能热水系统的安装应单独编制施工组织设计，应包括与主体结构施工、设备安装、装饰装修等交叉作业协调配合方案及安全措施等内容，经监理工程师审核合格后可实施。

6.1.3 安装前应具备下列条件：

- 1 设计文件齐备，并已审查通过；
- 2 施工组织设计及施工方案已经批准；
- 3 施工场地符合专项施工方案要求；
- 4 现场水、电、场地、道路等施工准备条件能满足正常施工需要；
- 5 为太阳能热水系统预留的基座、孔洞、预埋件和设施应符合设计要求；
- 6 太阳能集热器及保温材料已通过进场见证取样复验。

6.1.4 太阳能热水系统的产品、配件和材料等的技术性能和外观等均符合设计要求。

6.1.5 安装太阳能热水系统时，应对已完成工程的部位采取保护措施。

6.1.6 太阳能热水系统在安装过程中，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。

6.1.7 分散供热水系统的安装不得影响其他住户的使用功能要求。

6.1.8 安装应由专业人员完成。大型设备及太阳能预制集成模块应在专业人员指导下进行现场装配。

6.1.9 太阳能预制集成式机组安装，应符合以下规定：

1 机组在工厂内完成测试后应整体运输至施工现场，使用专业吊装工具将机组吊运至机组安装基座上。吊装时应使用机组本体的吊点。吊装至基座上后，使用满足机组重量的螺栓对机组与基座进行固定连接。机组地脚必须设置弹簧减震器，数量应满足承重要求。室外用机组的螺栓应在完成连接后涂抹防锈涂料，防止螺栓锈蚀；

2 机组与各管路连接时，应保证管路与机组的管路保持水平或垂直，管路连接不能产生应力。管路连接使用的垫片应与机组要求一致。

3 机组与电力电缆连接时，应使用护套管保护电缆，电缆的规格符合机组电力设计的要求，机组至配电箱之间的电缆必须使用完整的电缆，在机组进线处使用符合电力电缆要求的填料函进行密封。电缆与机组连接后不得直接为机组送电，待机组统一调试时，在自动化调试人员与电力专业人员配合下，方可向机组送电。

4 当机组安装现场不具备机组整体吊装环境时，机组可在工厂内进行拆解，并对拆解的零件进行唯一性的标识。各零件运输至项目现场后，应按生产图纸要求即可进行组装，组装后由结构、排水、电力、自动化专业技术人员进行确认。

6.1.10 系统的调试应符合下列规定：

1 系统施工完成投入使用前，应对太阳能热水系统及附属设备设施进行调试。调试所需水、电和燃气输送均应配套到位。依据 GB50411-2019《建筑节能工程施工质量验收标准》的要求，系统调试应在节能验收之前进行；

2 系统调试应由施工单位负责，监理单位监督，设计单位、建设单位参与配合；也可由施工单位委托给有调试能力的其它单位进行。

6.2 基座

6.2.1 太阳能热水系统基座应与土建主体结构可靠连接，基座可采用现浇混凝土、钢结构、预制混凝土等形式。

6.2.2 在屋面结构层上现场施工的基座完工后，应做防水处理，应符合现行国家标准《屋面工程质量验收规范》GB 50207 的规定。

6.2.3 采用预制件基座时，应进行满足建筑安全要求的基座与建筑主体牢固连接的处理，基座安装时不得破坏屋面防水层。

6.2.4 采用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采取防腐措施，并应及时妥善保护，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规范》GB 50224 的规定。

6.2.5 外挂在建筑外墙或阳台栏板上的太阳能热水设备，应与建筑承重构件牢固连接；应具有和建筑本体相同的抗风、抗地震能力。应在外挂的太阳能集热器下部设置钢筋混凝土托板，托板尺寸应大于外挂设备的垂直投影尺寸。严禁在框架填充轻质砌块、轻质墙板上外挂设备。

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规范》GB 50205 的规定。

6.3.2 太阳能热水系统的支架应按设计要求安装在主体结构的基座上，位置准确、角度一致、与基座固定牢靠，并设置检修通道或永久的安全锚固点。

6.3.3 根据现场条件，太阳能热水系统的支架应采取抗风措施，其抗风能力应达到设计要求。

6.3.4 太阳能热水系统部件安装在阳台或墙面时，支架应与阳台板或墙体可靠连接，并不得损害墙面保温层。

6.3.5 太阳能热水系统支架的各连接螺栓应采用镀锌或不锈钢螺栓。

6.3.6 支撑太阳能热水系统的钢结构支架应与建筑物接地系统可靠连接。

6.3.7 当支撑太阳能热水系统的钢结构支架高度超过建筑物避雷网（带）时，应按现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的要求制作安装接闪器，并与建筑物接地系统可靠连接。

6.3.8 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及验收规范》GB 50212 和《建筑防腐蚀工程质量检验评定标准》GB 50224 的规定。

6.4 集热器

6.4.1 太阳能集热器面积及其设置位置应符合设计要求。

6.4.2 太阳能集热器安装的方位角、倾角和间距应符合设计要求，安装倾角误差应为 $\pm 3^\circ$ 。集热器应与建筑主体结构或集热器支架可靠连接，防止滑脱。

6.4.3 太阳能集热器的安装，应符合下列规定：

- 1** 检查集热器支架安装尺寸、隐蔽验收、防腐施工环节是否符合设计要求。达到要求后方可进行集热器安装；
- 2** 为保证各集热器组的水力平衡，各集热器组之间的连接应采用同程连接；
- 3** 承压式集热器与集热器之间的连接采用金属不锈钢波纹管、卡套接头 等具有热胀冷缩补偿作用的专用接头，非承压联箱集热器之间的连接采用金属不锈钢波纹管、硅胶管等连接，且密封可靠、无泄漏、无扭曲变形。
- 4** 集热器之间非焊接方式连接的连接件，应便于拆卸和更换；
- 5** 集热器与管线连接处应按集热器产品设计的连接方式连接，且密封可靠，无泄漏，无扭曲变形，便于维护、拆卸和更换；
- 6** 集热器连接完毕，应进行检漏试验，检漏试验应符合相关标准与本导则第 6.10 节的要求；
- 7** 集热器与集热器之间的相互连接处、集热器与管线连接处以及上、下集热管等循环管道应进行保温，保温应在检漏试验合格后进行；保温材料及其厚度应符合本导则 5.7.13 条的要求。

6.4.4 嵌入屋面、墙面的太阳能集热器与四周屋面、墙面应采取可靠的防水及防渗透措施。

6.4.5 安装在外墙和阳台栏板外的集热器，与建筑主体结构采用后加锚栓连接时，应根据建筑外墙保温层厚度选择锚栓。锚栓锚固深度应从钢筋混凝土基面算起。后锚固施工不应破坏建筑保温层。应合理安排施工顺序，做好防渗漏措施。锚栓尚应符合现行《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 的规定。

6.4.6 集热设备、支架、基座之间的连接必须牢固，支架应采取抗风、抗震、防雷、防腐措施，并与建筑物接地系统可靠连接。

6.5 贮热及换热系统

6.5.1 用于制作贮水箱（罐）的材质、规格、热损系数、保温材料及其性能应符合设计要求。

6.5.2 贮水箱（罐）应与基础固定牢靠，基础应符合设计要求，无沉降与局部变形。水箱底部与承重支架或基础支架应设隔热垫。

6.5.3 贮水箱（罐）的承重支架应安装在建筑物的承重结构上，支架周围应留有维修保养的空间。建筑结构的承载能力应保证贮水箱满水时的荷载。

6.5.4 贮水箱（罐）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 的规定。放置在建筑物顶层的水箱，应按《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的规定，直接与建筑的防雷网（带）连接。如原建筑物无防雷措施，需对水箱做接地处理。

6.5.5 钢板焊接的贮热水箱，水箱内外壁均应按照设计要求做防腐处理。内壁防腐材料应符合卫生、无毒、环保的要求，且应能承受所贮存热水的最高温度和压力。

6.5.6 分散供热水系统贮水箱（罐）安装位置应为足够强度的混凝土结构或砖混结构，且能够支撑贮水箱运行荷载 2 倍的重量。安装位置受限时可采用辅助支架安装。

6.5.7 开式贮水箱（罐）应进行灌水试验，承压贮水箱（罐）应作水压试验。

6.5.8 现场制作的贮水箱（罐），保温应在检漏试验合格后进行。保温材料应按设计要求选取，并应符合本导则 5.7.13 条的要求。

6.5.9 室内贮水箱（罐）四周应留有管路与设备安装与检修所需的必要空间，应满足本导则 4.2.9 条的要求。

6.5.10 预制集成式机组的安装应满足以下要求：

- 1** 机组的组件、仪表及柜体开启方向应充分考虑机组设备的检修空间；
- 2** 若机房空间无法进行机组整体运送、安装，应在加工厂进行整机检测后

从预设的法兰接口拆分成部件，运输至现场后应按照装配详图进行装配安装；

- 3 机组现场连接的部位均应采用法兰连接；
- 4 机组应集成控制柜及数据远传模块，并在出厂前按要求进行数据调试。

6.6 管道系统

6.6.1 太阳能热水系统的管路安装应符合国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 的规定。

6.6.2 管路选材，应符合下列的规定：

1 太阳能集热系统使用的管路、配件应为金属材质，耐温不应小于 200℃；乙二醇类防冻液管路应采用不锈钢管道或铜管，连接方式应为卡压连接或承插焊接，不得采用丝扣连接，对应的管件阀门应采用不锈钢或铜制材质；

2 直接供应生活热水的太阳能热水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。

6.6.3 管路安装应符合下列的规定：

1 管路的坡度、坡向应符合设计要求；

2 传热工质管路当自然补偿不能满足要求时，应设置补偿器；

3 热水管道应设置补偿器，补偿器形式、规格、位置应符合设计要求。宜利用管道敷设的自然弯曲、折转等吸收管道的温度变形。支线段过长的管道应按设计要求设置补偿器；

4 管径大于 DN50 以上的管路与支架连接时应采取隔热措施；

5 室外明露的管路应采取防冻措施；

6 管路保温完毕后，应在保温外壳上标识管路及传热工质流向，以便于检修及辨认；管路标识应满足《中天津生态城城市基础设施运维标准—标准场站》的要求；

7 集热器可以采用串联、并联和串并联等方式连接，集热管路及供水环路应采用同程安装；

8 水箱低于集热器时，集热器进水管路应安装单向阀或电磁阀，必要时可设压力表、流量计，在循环泵、电磁阀、集热器等部分应安装检修阀门；

9 用于控制热水温度的温控阀温感部分应安装在集热器集热管或联箱热水出口处；

10 系统立管管路，最高处应设置排气装置，最低处应设置泄水装置；

11 地下室或地下建筑物外墙及建筑物屋面有管道穿过的，应采取防水措施；对有严格防水要求的建筑物，必须采用柔性防水套管；

- 12 管路穿越楼板时，应设置钢套管；
- 13 管路穿越屋面时，应采取防水措施，穿越前应设固定支架；
- 14 固定在建筑构件上的管路不得影响结构的安全。

6.6.4 管道穿过结构伸缩缝、抗震缝及沉降缝敷设时，应根据情况采取下列保护措施：

- 1 在墙体两侧采取柔性连接；
- 2 在管道或保温层外皮上、下部留有不小于 150mm 的净空；
- 3 在穿墙处做成方形补偿器，水平安装。

6.6.5 管道支、吊、排架的安装，应符合下列的规定：

- 1 位置正确，埋设应平整牢固；
- 2 固定支架与管道接触应紧密，安装牢固；
- 3 滑动支架应灵活，滑托与滑槽两侧应留有 3mm~5mm 间隙，纵向移动量

应符合设计要求；

- 4 有热膨胀管道的吊架、吊杆应向热膨胀的反向偏移；
- 5 固定在建筑结构上的管道支、吊架不得影响结构的安全；
- 6 有防震要求的支、吊架，应按防震要求采取防震措施，并满足《建筑机

电工程抗震设计规范》GB 50981 的规定；

7 管路系统中支、吊架设置的最大安装距离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 的规定。

6.6.6 水泵安装应符合制造商要求，并应符合现行国家标准《压缩机、风机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275 的规定。水泵周围应留有检修空间，并应做好接地保护。功率较大的泵进出口应设置减振喉、水泵与基础支架应按设计要求设置减震垫等隔振措施。

6.6.7 水泵、电磁阀、电动阀及其他阀门的安装方向应正确，不得反装，并应便于更换；电磁阀、电动阀应水平安装，且应设置旁通阀；电磁阀、电动阀前应加装细过滤器，电磁阀与电动阀前后及旁通阀应设置截止阀。过压及过热保护的阀门泄压口安装方向应正确，保证安全并设置符合设计要求的硬管引流，工质为防冻液的系统应设置防冻液收集措施。

6.6.8 压力表、流量计等应设置在便于观察处，手动阀门应预留一定的操作空间。

6.6.9 设备及易发生故障的配、附件两端应采用法兰或活接头连接，并留有检修维护空间。

6.6.10 承压管道和设备应做水压试验，非承压管道和设备应做灌水试验。试验方法应符合设计要求和第 6.10 节的要求。

6.6.11 管路保温应在系统水压试验及防腐工程合格后进行，保温应符合本导则 5.7.13 的规定。

6.6.12 阀门安装前，应抽样作强度和严密性试验，试验应在同种同批次中抽查 10%，且不少于 2~3 个，对于安装在主干管上起切断作用的闭路阀门，应逐个做强度和严密性试验。

6.6.13 阀门的强度和严密性试验，应符合以下规定：

- 1 阀门的强度试验压力为公称压力的 1.5 倍；
- 2 严密性试验压力为公称压力的 1.1 倍；
- 3 试验压力在试验持续时间内应保持不变，且壳体填料及阀瓣密封面无渗漏；
- 4 阀门试压的试验持续时间应不少于下表 6.6.13 的规定。

表 6.6.13 阀门试验持续时间

公称直径 DN (mm)	最短试验持续时间 (s)		
	严密性试验		强度试验
	金属密封	非金属密封	
≤50	15	15	15
85~200	30	15	80
250~450	80	30	180

6.7 辅助加热系统

6.7.1 直接加热的电加热管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 的规定。

6.7.2 空气源热泵辅助加热系统应符合《空气源热泵辅助的太阳能热水系统(储水箱容积大于 0.6m³) 技术规范》GB/T 26973 的规定。

6.7.3 其他辅助热源可采用锅炉辅助加热、换热站辅助加热及蒸汽直接辅助加热等系统，并应符合《带辅助能源的太阳能热水系统(储水箱容积大于 0.6m³) 技术规范》GB/T 29159 的规定。

6.7.4 供热锅炉及其他辅助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 的规定。

6.7.5 辅助热源加热设施的运行噪声，应满足《声环境质量标准》GB 3096 的规定。

6.7.6 辅助热源的安装位置应符合《建筑设计防火规范》GB 50016 的规定。

6.8 电气及控制系统

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规范》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。各类盘、柜应按说明书中要求放置在合适的环境，其安装应符合《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 的规定。

6.8.3 电气及控制系统设备间应具备防潮和防高温蒸汽的相应措施。

6.8.4 所有电气设备和与电气设备相连接的金属部件应做等电位连接。电气接地装置的施工应符合现行国家标准《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50169 的规定。

6.8.5 传感器的安装，应符合下列规定：

1 管道上的温度传感器安装方法应按照《热量表》GB/T 32224 的规定，集热侧回水管和供热侧回水管末端应设三通阀或四通阀，便于温度探头安装；

2 集热器温度传感器应安装在集热器阵列出口处；

3 供热水系统循环用温度传感器应安装在最远端用水点总管道上；

4 压力型水位传感器应安装在水箱底部；

5 流量传感器安装要求：

1) 安装方向，在管道上可以水平、或垂直安装，测量应保证管路中总是充满液体。

2) 直管段长度，上游不少于 10D，下游不少于 5D，直管段内部要求光滑，流量计量设备的流向应与管内流体的流动方向一致。

6 安装在室外的传感器应选用防水防雨型传感器，或采取防水、防雨措施；

7 传感器接线应采用屏蔽线或设置抗干扰措施，接线应采取防老化措施；

8 传感器接线应牢固可靠，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；温度传感器四周应做良好保温并做标识。

6.8.6 自限式电热带敷设应与管道紧密贴合，起止端接线应符合电气专业要求。

6.8.7 信号线中间不应出现接头现象。

6.9 防雷避雷

6.9.1 贮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 的规定。

6.9.2 集中式太阳能热水系统集热器支架最高点设置 $\geq 20\text{cm}$ 的圆钢或扁铁，集

热器支架需要与建筑物防雷网进行连接，连接点不少于 2 点，并符合《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的相关规定。

6.9.3 安装于建筑物屋面上的太阳能热水系统，其钢结构支架应与建筑物防雷装置多点连接，并做防腐处理。安装在较高建筑物或四周较空旷的独立建筑物上的太阳能热水系统，应单独设接闪杆保护。

6.10 水压试验与冲洗

6.10.1 太阳能热水系统安装完毕后，在设备和管路保温之前，应进行水压试验。

6.10.2 各种承压管路系统和设备应做水压试验，试验压力应符合设计要求。非承压管路系统和设备应做灌水试验。当设计未注明时，应符合下列规定：

1 系统试验压力应为系统顶点的工作压力加 0.1MPa，同时在系统顶点的试验压力不小于 0.3MPa；

2 埋地管道隐蔽前应做水压试验，试验压力为工作压力的 1.5 倍，但不得小于 0.6MPa；

3 平板型太阳能集热器集热排管和上、下集管应做水压试验，试验压力为工作压力的 1.5 倍。

6.10.3 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。

6.10.4 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。

6.10.5 热水管道在交付使用前应进行消毒试验。

6.10.6 在整栋建筑试水打压完成后应进行太阳能水箱注水，防止压力过高损坏设备。

6.11 系统调试

6.11.1 太阳能热水系统调试应包括设备单机、部件调试、系统联动调试及监测系统调试。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。

6.11.2 太阳能热水系统设备单机、部件调试应包括下列内容：

- 1 检查水泵安装方向；
- 2 检查电磁阀安装方向；
- 3 温度、湿度、压力、水位、热量、时间控制等仪表显示正常；
- 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 监测系统控制柜安装满足设计要求。

6.11.3 太阳能热水系统联动调试应包括下列内容：

- 1 调整水泵控制阀门，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；
- 2 温度、湿度、压力、水位、热量等参数在控制柜触摸屏上能实时显示，并达到设计要求；
- 3 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；
- 4 调整电磁阀初始参数，使其动作符合设计要求。

6.11.4 系统联动调试后，系统试运转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 太阳能监测系统的所有数据已实时远传至天津生态城太阳能热水监测平台，且数据准确无误。

6.11.5 系统调试时，太阳能热水系统温升应不小于相同月份平均日太阳能热水设计温升值的 85%。

7 验收

7.1 一般规定

7.1.1 太阳能热水系统的验收应分为分项工程验收和竣工验收。分项工程验收应由监理工程师/建设单位技术负责人组织施工单位项目专业质量/技术负责人等进行；竣工验收应由建设单位/项目负责人组织施工单位、设计、监理等单位/项目负责人进行。

7.1.2 太阳能热水系统分项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，应在本工序验收合格后才能进入下一道工序的施工。相关工序包括：

- 1 在屋面太阳能热水系统工程施工前，进行屋面防水工程的验收；
- 2 在贮水箱就位前，进行贮水箱承重和固定基座的验收；
- 3 在太阳能集热器支架就位前，进行支架承重和固定基座的验收；
- 4 在建筑管道井封口前，进行预留管路的验收；
- 5 太阳能热水系统电气强、弱电预留线路的验收；
- 6 在贮水箱进行保温前，进行贮水箱检漏的验收；
- 7 在系统管路保温前，进行管路水压试验；
- 8 在隐蔽工程隐蔽前，进行施工质量验收。

7.1.3 太阳能热水系统竣工验收应在系统移交用户前，分项工程验收合格后进行。

7.1.4 太阳能热水系统施工质量的保修期限，项目交付使用开始计算，且在保修期结束并与物业单位完成交接时保证系统已正常持续运转至少十二个月，在保修期内发生施工质量问题的，施工单位应履行保修职责，责任方承担相应的经济责任。

7.2 分部、分项工程验收

7.2.1 太阳能热水系统工程的分部、分项应按下表 7.2.1 划分。

表 7.2.1 太阳能热水系统工程的分部、分项工程划分表

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	监测和控制系统	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 太阳能热水系统中的隐蔽工程在隐蔽前应由施工单位通知监理单位进行验收，并应形成验收文件，验收合格后方可继续施工。

7.2.3 太阳能热水系统中的土建工程验收前，在安装施工中完成隐蔽项目的现场验收应包括下列内容：

- 1 基础螺栓和预埋件安装应满足设计要求；
- 2 基础、支架、集热器四周与主体结构的连接节点，应牢固；
- 3 基座、支架、集热器四周与主体结构之间的封堵及防水，应严实，不渗漏；
- 4 系统与建筑避雷系统的防雷连接点或系统自身的接地装置安装，应符合设计要求。

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，安装误差应在 $\pm 3^{\circ}$ 以内。

7.2.5 太阳能热水系统的检验、检测应包括下列内容：

- 1 压力管道、系统、设备及阀门的强度及严密性试验；
- 2 系统的冲洗及水质检测；
- 3 系统的热性能检测。

7.2.6 太阳能热水系统管道的水压试验压力应为工作压力的 1.5 倍，工作压力应符合设计要求。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 作水压试验；闭式太阳能热水系统和供热水系统强度及气密性试验应按现行国家标准《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。

7.2.7 太阳能热水系统的出水应符合国家现行标准《城市供水水质标准》CJ/T 206 的规定。

7.3 系统热性能检测

7.3.1 太阳能热水系统竣工验收时，需进行系统热性能检验。集中供热水系统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；集中-分散供热水系统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，且分户贮热水箱（罐）的测试方法应符合现行国家标准《家用太阳能热水系统储水箱试验方法》GB/T 28745 的规定；分散式供热水系统的测试方法应符合现行国家标准《家用太阳能热水系统能效限定值及能效等级》GB 26969 的规定。

7.3.2 太阳能热水系统热性能检测应由具有相应资质的机构进行检测，并出具检测报告作为工程通过竣工验收的必要条件。

7.4 竣工验收

7.4.1 太阳能热水系统的竣工验收应建立责任制，组织竣工验收的建设单位/项目负责人、承担竣工验收的施工单位、设计、监理单位/项目负责人，对系统完成竣工验收交付用户使用后的正常运行负有相应的责任。

7.4.2 太阳能热水系统竣工验收应提交下列资料：

- 1 施工方案、施工资质文件；
- 2 包括以下内容的设计和施工文件：
 - 1) 设计计算书；
 - 2) 设计施工图；
 - 3) 施工图纸会审记录、设计变更文件夹；
 - 4) 竣工图。
- 3 主要材料、设备、成品、半成品、仪表的出厂合格证明及进场检查记录；
- 4 设备、材料的检验报告以及太阳能集热器、保温材料进场见证取样复检报告；
- 5 屋面防水检漏记录；
- 6 隐蔽工程验收记录和分项工程验收记录（详见附表 6）；
- 7 系统水压试验记录；
- 8 系统调试和试运行记录；
- 9 系统生活热水水质检验、检测报告；
- 10 系统热性能检测报告；
- 11 监测系统数据接驳证明；
- 12 工程使用维护说明书；

13 其他需要提交的资料。

7.4.3 太阳能热水系统竣工验收时，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。

8 运行与维护

8.1 一般规定

8.1.1 运行之前，应确认太阳能热水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 太阳能热水系统应根据不同建筑类型及系统形式采取不同的运行管理模式：

1 对于住宅建筑，太阳能热水系统的共用设施部分及分散供热水系统的集热器，由产权人委托运行服务单位进行运行管理；其他设施部分可由产权人自行维护；

2 对于公共建筑和工业建筑，由产权人自行决定运行管理模式。

8.1.3 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 运行前应先冲洗贮水箱、太阳能集热器及系统管路的内部，然后向系统内填充传热工质；

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。

8.1.4 太阳能热水系统交付使用前，相关单位应对物业部门及用户进行操作培训，并应提交相应的操作培训教程。培训的内容应包括：

1 太阳能热水系统运行原理和 workflows（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；

7 明确设备巡检维修周期。指导受培训人员填写《太阳能热水系统巡检记录表》和《太阳能热水系统维修记录表》（详见附表 4 和附表 5）。

8.1.5 参加培训人员应按操作规程进行一次实际运行操作。条件允许时，可模拟常见故障发生情况指导受训人员进行操作处理。

8.1.6 建设单位移向物业单位、运行服务单位及用户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。需要移交的文件应包括：

- 1 系统的布置图；
- 2 系统的管路图和电路图，图中应有每一个部件的资料：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第三方检测报告、系统设备设施及相应现场备料的清单。

8.1.7 太阳能热水系统投入使用后，相关单位应协助物业单位及用户制订维护计划和故障处理管理办法。

8.1.8 根据项目的系统特点，物业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。

8.1.9 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，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规定。

8.1.10 太阳能热水系统运行期间，操作人员宜每日记录系统主要运行数据，定期进行汇总和分析，并根据分析结果，合理调整运行参数。

8.2 集热系统

8.2.1 太阳能集热器的运行应符合下列规定：

- 1 应避免太阳能在运行过程中发生长期空晒和闷晒现象；
- 2 应避免太阳能集热器运行过程中发生液态传热工质冻结现象。

8.2.2 太阳能集热器的维护应符合下列规定：

- 1 应定期清扫或冲洗集热器表面的灰尘；
- 2 应定期除去真空管中水垢；
- 3 应定期检查真空管集热器不被损坏，并应避免硬物冲击；
- 4 应定期检查真空管集热器不发生泄露，并应避免漏水现象发生；
- 5 如果发生空晒现象，真空管不应立即上冷水。

8.2.3 太阳能热水系统维护人员在日常的工作中应经常监视太阳能集热器的温度变化，并应填写《太阳能热水系统巡检记录表》。

8.2.4 对于真空管型集热器系统，每年入冬前应逐根检查，发现真空管失效的应及时更换。

8.3 贮热及换热系统

8.3.1 应定期检查贮水箱的密封性，发现破损时，应及时修补。

8.3.2 应定期检查贮水箱的保温层，发现破损时，应及时修补。

8.3.3 应定期检查贮水箱的补水阀、安全阀、液位控制器和排气装置，确保正常工作，并应防止空气进入系统。

8.3.4 应定期检查是否有异物进入贮水箱，防止循环管道被堵塞。

8.3.5 应定期清除贮水箱内的水垢。

8.3.6 贮水箱内有盘管换热装置的系统，应定期检查盘管及其支撑构件，发现断裂、变形、松动、脱落和锈蚀等，应及时更换、重新加固、除锈防蚀，避免影响系统效率。

8.4 管道系统

8.4.1 管道的日常维护保养应符合下列规定：

- 1 管道保温层和表面防潮层不应破损或脱落，发现设备和管路保温松散或丢失，应及时修复；
- 2 检查管道排气装置是否工作正常，管道内应没有空气，防止热水因为气堵而无法输送到各个配水点；
- 3 系统管道应通畅并应定期冲洗整个系统；
- 4 管路系统的支撑构件，包括支吊架和管箍等运行中出现断裂、变形、松动、脱落和锈蚀等应采取更换、补加、重新加固、补刷油漆等相应的措施。

8.4.2 阀门日常维护保养应符合下列规定：

- 1 阀门应清洁；
- 2 螺杆与螺母不应磨损，磨损的应根据情况适时更换；

- 3 被动动作的阀门应定期转动手轮或者手柄，防止阀门生锈咬死；
- 4 自动动作的阀门应经常检查，确保其正常工作；
- 5 电力驱动的阀门，除阀门的维护保养外，还应特别加强对电控元器件和线路的维护保养；

- 6 系统维护保养期间，不应站在阀门上操作或检修。

8.4.3 水泵的运行应符合下列规定：

- 1 启动前应做好准备工作，轴承的润滑油应充足、良好，水泵及电机应固定良好，水泵及进水管部分应全部充满水；
- 2 应做好启动检查工作，泵轴的旋转方向应正确，泵轴的转动应灵活；
- 3 应做好运行检查工作，电机不能有过高的温升，轴承温度与周围环境温度的差值不得超过 35℃；轴封处、管接头均应无漏水现象，并应无异常噪声、振动、松动和异味；压力表指示应正常且稳定，无剧烈抖动。

8.4.4 水泵的维护保养应符合下列规定：

- 1 当发现漏水时，应压紧或更换油封；
- 2 每年应对水泵进行一次解体检查，内容包括清洗和检查。清洗应刮去叶轮内外表面的水垢，并应清洗泵壳的内表面以及轴承。在清洗同时，对叶轮、密封环、轴承、填料等部件应进行检查，以便确定是否需要修理或更换；
- 3 每年应对没有进行保温处理的水泵泵体表面进行一次除锈刷漆作业；
- 4 按照检修计划，应定期检查清理水泵吸入口过滤器；
- 5 在用泵与备用泵应定期交替运行，交替周期不宜超过一个月。

8.4.5 每次巡检应观察水泵的运行是否正常，出现异味、异响、漏水或其他故障应及时检修，不应带故障运行。需要手动启动水泵前，应首先核对运行参数是否允许启动。

8.4.6 水泵每次停机后，重新开机前的检查，应包括下列内容：

- 1 确认水泵的转向是否正确；
- 2 在充水过程中，要注意排放空气；
- 3 检查水泵轴承的润滑油是否充足、良好；
- 4 检查水泵及电机的地脚螺栓与联轴器螺栓连接是否牢固；
- 5 检查轴封是否漏水；
- 6 检查水泵前后阀门的开度是否符合要求；
- 7 水泵启动运行后，应观察水泵出口的压力数值是否正常稳定、且无剧烈抖动。

8.5 控制系统

8.5.1 控制系统的安装运行应符合下列规定：

- 1 交流电源进线端接线应正确；
- 2 应检查水位探头和温度探头，并应做好探头外部的防水；
- 3 控制柜安放场所应符合国家现行相关标准的规定；
- 4 控制柜周围应通风良好，以便于控制柜中的元器件更好的散热；
- 5 控制柜不应与磁性物体接触；
- 6 安装现场应为控制柜提供独立的电源隔离开关；
- 7 在强干扰场合，控制柜应接地且不应接近干扰源；
- 8 现场布线，强弱电应分离；
- 9 暂不使用的控制柜，储存时应放置于无尘垢、干燥的地方，环境温度应为 0℃~40℃。

8.5.2 温度传感器的维护应符合下列规定：

- 1 热电阻不应受到强烈的外部冲击；
- 2 热电阻套管应密封良好；
- 3 热电阻引出线与传感器连接线的连接不应松动、腐蚀。

8.5.3 控制系统的维护应符合下列规定：

- 1 现场检查时，应手动操作所有控制设备（水泵、电磁阀等），判断是否正常工作，并进行记录；
- 2 控制系统中的仪表指（显）示应正确，其误差应控制在允许范围内；
- 3 控制系统执行元件的运行应正常；
- 4 控制系统的供电电源应合适；
- 5 控制系统应正确输入设定值。

8.5.4 执行器的维护应符合下列规定：

- 1 执行器外壳不应破损，且与之相连的连接件不应损坏、老化，连接点不应有松动、腐蚀，执行器与阀门、阀芯连接的连杆不应锈蚀、弯曲；
- 2 执行器的环境温度应正常。

8.5.5 巡检过程中，发现控制系统的报警信息，应及时记录并进行故障排查。必要时应联系施工单位或厂家的专业人员协助分析和处理。

8.5.6 使用方发现控制系统故障时，不应擅自改动控制电路线路，控制系统的故障维修应由专业人员进行。

8.5.7 在太阳能热水系统正常运行期间，远程监控系统运行和维护应符合下列规定：

1 应每天通过监控平台核查运行数据，及时排查并处理告警参数所反映的现场问题；

2 应每月进行现场仪器仪表和控制器的数据采集，并与远程数据进行对比分析，及时发现问题，查找原因，排除故障隐患；

3 应做好远程数据与现场数据采集的备份与存档；

4 应做好远程监控系统的权限管理工作。

8.5.8 在太阳能热水系统正常运行期间，尚不具备长期监测条件的现场，每天应对一次仪表及控制系统测控的参数进行检查，并对运行参数进行记录和存档。应定期从现场控制器将运行数据导出，处理后存档。当运行参数出现较大偏离时，应分析原因，及时排除故障隐患。

8.5.9 应定期将太阳能热水控制系统的运行数据进行汇总分析，辅助优化系统运行。

8.6 辅助加热系统

8.6.1 辅助电加热器的运行应符合下列规定：

1 容器内水位应高于电加热器，低水位保护应正常工作；

2 电加热器不应有水垢；

3 所有阀门的开闭状态应正确，安全阀应正常工作。

8.6.2 初次启动电加热时，应保证电加热装置内灌满水，排空空气。

8.6.3 辅助电加热器维护应符合下列规定：

1 电加热器元件不应有劳损情况；定期检查劳损情况并及时维修或更换；

2 电加热器外表不应有结垢或淤积情况；定期检查外表，并及时清理；

3 安全阀应能正常工作；定期检查安全阀，对于不能正常工作的，应及时维修或更换；

4 定期检查电气接地是否良好；

5 定期检查防漏电开关是否正常工作；

6 定期检查线路是否有异常发热和烧损现象。

8.6.4 辅助空气源热泵的运行应符合下列规定：

1 热泵压缩机和风机应工作正常。机组出风口及表冷器，必须保证无堵塞物；

2 配线配管，应保证接线正确，接地线应保证可靠连接，应保证电源电压与机组额定电压相匹配，检查线控器，应保证各功能键正常，剩余电流保护器应保证有效动作；

3 进出水口止回阀及安全阀，应保证正确安装。

8.6.5 辅助空气源热泵的维护应符合下列规定：

- 1 应定期清理水垢、清理过滤器内杂物；
- 2 制冷剂内不应有水分；
- 3 应定期检查压缩机绕组电阻，并应防止含有酸性物质烧毁电机绕组；
- 4 应定期对水路和阀门等管阀件进行维护保养，并应保证无泄漏。

8.6.6 辅助锅炉的运行应符合下列规定：

- 1 应检查锅炉本体，保证无严重变形，锅炉外表面应无严重变形，人孔、手孔应无泄漏，炉膛、炉壁的保温层必须保证保温效果良好；
- 2 管路、阀件，不应有漏水、漏气现象。

8.6.7 辅助锅炉的维护应符合下列规定：

- 1 风管、除尘设备、给水、循环水泵及水处理设备、通风设备，应保证可靠运行；
- 2 电路、控制盘、调节阀操作机构及一次性仪表、联锁报警保护装置性能应可靠；
- 3 水位计、压力表、安全阀应确保无泄漏，转动三通旋塞，压力表指针应能恢复到零，安全阀排气管应畅通；
- 4 锅炉水质，应严格按照国家现行水质标准要求，防止水质差锅炉结垢，降低锅炉效率。

8.6.8 燃气热水器的运行和维护应符合下列规定：

- 1 水系统管道及燃气管道、阀门安装符合要求，不应有漏水及漏气现象；
- 2 排烟管出口应保持畅通；
- 3 定期清除水系统管道中杂质；
- 4 定期对燃气管道、水系统管道及阀门等进行维护保养；
- 5 定期对热水器进行安全检查，发现故障隐患应由有资质的专业人员进行维修排除；
- 6 检查控制系统及安全保护装置运行可靠。

8.6.9 每天巡检过程中应注意检查辅助加热系统的安全情况，发现故障隐患应由专业维修人员及时维修排除。

8.6.10 辅助加热装置应按照国家现行相应标准和产品的具体要求，进行定期检查。

8.7 防冻措施的维护

8.7.1 每年进入冬季之前，应对系统各项防冻措施进行检查和验证。常用的防冻措施及其注意事项包括：

- 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。

8.7.2 循环工质为水的太阳能热水系统，冬季长时间不运行的，应将管道和设备排空。

8.7.3 冬季运行期间，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。

8.7.4 应制定冬季紧急情况处理预案。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。

8.8 巡检及定期维护

8.8.1 负责系统管理、使用和日常维护的单位应注意约定的系统及其组件的使用寿命。当系统或组件达到使用年限前应进行评估，性能达到使用要求的方可继续使用，并应当增加检修的频次；评估未达到使用要求的需要更换该系统或组件。

8.8.2 物业单位和用户应与专业运维单位约定或自行进行设备的定期巡检，定期巡检应包括下列工作：

- 1 系统集热器表面的清洁状况，定期对系统集热器进行清洁护理；
- 2 定期观察和检查系统中集热器、贮水箱、支架和基座的状况，并根据需要进行必要的防腐、加固等维修护理；
- 3 定期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、加固等维修护理；
- 4 定期观察和检查系统中贮水箱上的防腐、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 定期观察、检查和维护系统中控制器、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，避免损坏伤人；
- 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 定期对电气、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 应对集热器中进出口水温、贮水箱出水口温度的变化和其他设备的工作情况进行及时监测。

9 节能环保效益评估

9.1 一般规定

9.1.1 太阳能热水工程的系统设计文件，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 太阳能热水系统完成竣工验收后，应根据验收所提供的系统热性能检验记录进行系统实际运行后的节能效益和环保效益的评估验证。

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量、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率、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 Q_{tr} 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 太阳能热水系统寿命期内的总常规能源替代量可按下式计算：

$$Q_{save} = nQ_{tr} \quad (9.2.3)$$

式中： Q_{save} ——太阳能热水系统寿命期内的总常规能源替代量（kgce）；

Q_{tr} ——太阳能热水系统的年常规能源替代量（kgce/a）；

n ——系统的工作寿命（a）。

9.2.4 太阳能热水系统的年节能费用、静态投资回收期和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。

9.2.5 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 Q_{tr} 应按本导则第 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 太阳能集热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、费效比和年二氧化碳减排量的计算方法参考《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801 第 4.3 节的相应要求。

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 系统效益定期监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 宜按照现行国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801 的规定进行太阳能热水工程的性能分级评估。

9.4.3 系统的运行与维护效果评估在满足本导则第 8 章的规定时应综合考量本导则第 9.2 节及 9.3 节中的效益评估指标进行。

附表 1 太阳能设计图纸深度要求

图纸名称	组成部分	具体要求
设计施工说明	设计依据	1) 本专业设计所执行的主要法规和所采用的主要标准（包括标准的名称、编号及年号和版本号）； 2) 与本专业设计有关的批准文件和依据性资料（水质分析、地质情况、地下水位、冻土深度等）； 3) 其它专业提供的设计资料（如建筑平面图、供热分区、热负荷及介质参数、发展要求等）。
	工程概况	——
	设计范围	1) 根据设计任务书和有关设计资料，说明本专业承担的设计范围和分工（当有其它单位共同设计时）； 2) 对今后发展或扩建的预留。
	太阳能热水系统设计	应说明太阳能热水负荷确定、系统形式，辅助加热方式，运行原理。
	集热器安装	应说明集热器的安装倾角、方位角，集热器的类型、尺寸；集热器间的连接方式。
	管道敷设	确定各种介质负荷及其参数，说明管道及附件的选择，说明管道敷设形式、坡度、套管等。
	管道、水箱保温	说明管道、水箱的保温材料、保温厚度、保温做法等。
	管材、接口、阀门	说明系统的管材和接口连接方式，以及阀门材质、阀型等（含施工工艺）。
	管道试压	非承压管道系统做灌水试验。承压管道系统做水压试验。应给出实验压力、持续时间、允许压力降落等数值，未给出时实验应符合 GB50242 规定。
	系统冲洗及水质检测	应说明冲洗参考标准、方法及依据。
	系统调试	应说明调试具体内容。
	其他节能、环保、消防、安全等措施	应明确排污、减噪等方面的各项环保措施。应明确有关可燃气体、液体的安全措施，如防火、防爆、泄压、消防等措施。
	基础减振降噪做法	对基础所采用的减振降噪做法进行说明。
	安全设计及施工	设计阶段应充分考虑施工安全措施及运维安全保障。
	图例	图纸中的设备、管线、管件、阀门等应进行标示。

系统原理图	设备连接	与设计说明、其他图纸内容一致。应能形象反映整个太阳能热水系统设备及管线布置、连接状况；
	仪器、仪表	应能形象反映各类控制信号测点位置，并满足太阳能热水系统监测的要求；
	阀门、管件	阀门管件仪器仪表选用与设计说明中一致，且图示安装位置正确。
	防倒热设计	集中-分散供热系统如果采用户内电动阀作为防倒热措施，应在图上清楚反映。
	控制说明	应明确系统的集热控制、供热控制、防过热、防冻控制等内容
太阳能热水系统监测点位图	监测要求	<p>监测点位要求：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、集热侧热量、供热侧热量 2、集热侧累计流量、实时流量；供热侧累计流量、实时流量 3、补水水表 4、各分区集热器出口温度、供热循环回水温度、机房温/湿度、机房噪声 5、集热循环泵进出口压力、供热循环泵进出口压力 6、贮水箱/膨胀水箱液位 7、机房耗电量 <p>控制箱（柜）要求：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1、面板能够显示监测所有点位数值； 2、面板可以设定控制参数数值； 3、面板能够显示各设备运行状态，及相关的故障、报警值等。 4、控制箱（柜）具有通讯功能，支持 Modbus 协议，能够将数据远传至指定数据监测平台或固定 IP 地址。
	监测点位布置图	应能准确反映监测要求；
屋顶管道图	集热器基础平面图	基础定位准确、清晰，应与结构专业基础图纸对应；
	集热器布置图	绘制管道布置图，图中包括补偿器、固定支架、阀门、检查通道、排水沟等；标注管道、设备、设施的定位尺寸或坐标，标注管段编号（或节点编号）、管道规格、管线长度、管道坡度及管道介质代号，标注补偿器类型、补偿器的补偿量（方形补偿器时其尺寸）、固定支架编号等。
	断面图	管道横断面图应表示出管道直径、保温层厚度、管中心间距、支座尺寸等。采用标准图、通用图时可不绘管道横断面图，但应注明标准图、通用图名称及索引的图名、图号。

	屋面集热器管路轴侧图	应具体体现管路走向、标高、阀门、集热板等详细信息
	节点详图	应绘制分支节点、预埋件、基座、集热器安装、集热器连接、支架、管道及附件的节点详图。
太阳能热水机房图	机房位置	机房应为土建设备机房，需要在建筑图里明确位置及维护结构做法。 机房内应有采暖、通风、照明、排水设施。
	机房可达性要求	机房可达性良好，机房应通过公共通道到达，应满足机房内系统、设备日常运维的需求。
	管道布置图	绘制工艺管道及集热、供热、供水、补水等管道平面图，注明阀门、补偿器、固定支架的安装位置及就地安装一次测量仪表位置，注明各种管道尺寸。当管道系统不太复杂时，管道布置图可与设备平面布置图绘在一起。
	设备平面布置图	绘制太阳能热水机房的平面图，注明建筑轴线编号、尺寸、标高和房间名称；并绘出设备布置图，注明设备定位尺寸及设备编号（应与设备表中编号一致）。
	系统图	表示出集热循环系统、供热循环系统、水处理系统、补水系统、排污系统等内容；标明图例符号（也可以在设计说明中加）、管径、介质流向及设备编号（应与设备表中编号一致）；标明就地安装测量仪表位置等。
	剖面图	绘制集热管路、供热管路等布置及设备剖面图，注明阀门、补偿器、固定支架的安装位置及就地安装一次测量仪表位置，注明各种管道管径尺寸及安装标高、坡度及坡向，注明设备定位尺寸及设备编号（应与设备表中编号一致）。
	节点图	应绘制水泵安装详图、水泵减振详图、保温管道及其固定支架节点图；贮水箱基础详图、各传感器安装节点图、
室内管道图	管道系统图	应绘制管道系统图（或透视图），包括各种附件、就地测量仪表，注明管径、坡度及管道标高（透视图）。
	平面图	绘制建筑物平面图，标出轴线编号、尺寸、标高和房间名称；并绘制有关用热设备外形轮廓尺寸及编号，绘制供回水管道、入口装置及各种附件，注明管道管径，若有补偿器、固定支架，应绘制其安装位置及定位尺寸。

	安装详图	当管道安装采用标准图或通用图时可以不绘管道安装详图，但在图纸目录中列出标准图、通用图图册名称及索引的图名、图号，其它情况应绘制安装详图。
	其他图纸	户内水箱安装详图（集中-分散供热水系统、分散供热水系统适用）
设备及主要材料表		应分别列出各单体建筑和整个项目的设备明细，包括主要材料的名称、性能参数、单位和数量、材质、备用情况等，对水泵设备应注明水泵效率、运行噪音。

附表 2 太阳能热水计算书纲要

太阳能热水计算书应包括但不限于下表内容。

组成部分	具体要求
标准依据	1) 设计所执行的主要法规和所采用的主要标准（包括标准的名称、编号及年号和版本号）； 2) 设计有关的批准文件和依据性资料； 3) 其它专业提供的设计资料（如建筑总平面图、建筑平面图等）。
工程概况	1) 工程项目名称，四至范围； 2) 建设单位； 3) 太阳能设计单位； 4) 建筑面积、用地面积、容积率、楼栋数量、户型、户数
系统设计	太阳能热水系统设计应包含如下内容： 1) 太阳能热水系统形式以及不同系统形式个数； 2) 不同系统形式的集热器定位、安装倾角； 3) 机房位置、可达性形式； 4) 立管位置； 5) 户内水箱位置； 6) 用水点（例如：淋浴、洗手盆、厨房等）； 7) 设计供应热水温度； 8) 设计太阳能保证率。
设计参数	——
集热器面积计算	1) 直接系统集热器总面积 2) 间接系统集热器总面积
集热器的定位及面积补偿	——
集热器最终面积	集热器最终面积需单独列统计表格示意。
保证率核算	——
贮热水箱/板式换热器计算	贮热水箱计算应包括如下内容： 1) 屋顶贮热水箱选型计算 2) 屋顶贮热水箱换热面积计算 3) 户内水箱选型计算
	板式换热器选型计算应包括如下内容：

	1) 板式换热器换热面积计算 2) 户内水箱选型计算
水力计算	1) 管路热损失率计算; 2) 保温厚度选取; 3) 管径计算。
水泵选型计算	1) 集热循环泵流量计算; 2) 集热循环泵扬程计算; 3) 供热循环泵流量计算; 4) 供热循环泵扬程计算。
膨胀罐选型	——
设计单位介绍	1) 设计单位概况; 2) 设计单位资质证书; 3) 设计单位营业执照; 4) 负责人及联系方式。

附表 3 太阳能集热器日照模拟计算要求

组成部分	具体要求
设计依据	1) 设计所执行的主要法规和所采用的主要标准（包括标准的名称、编号及年号和版本号）； 2) 设计有关的批准文件和依据性资料； 3) 其它专业提供的设计资料（如建筑总平面图、建筑平面图等）。
工程概况	——
建模要求	1) 所有模型应采用统一的平面和高程基准； 2) 所有建筑的墙体应按外墙轮廓线建立模型； 3) 对集热器有遮挡建筑的屋脊、女儿墙、电梯间、楼梯间等部位，应当建模； 4) 构成遮挡的地形、建筑附属物应建模； 5) 阳台壁挂系统，需对外墙立面进行分析，应对被遮挡建筑外墙面上的集热器所在外墙进行定位；应当考虑阳台、挑檐或雨棚等构造对集热器的遮挡； 6) 建模时，集热器的定位、安装高度、方位角、倾角应与设计一致。
边界条件	1) 计算地点：项目所在城市、经纬度； 2) 计算时间段： a 日照小时数分析时间段为冬至日 8:00~16:00 b 集热器逐月辐照量分析时间段为全年（若楼型、建筑高度、建筑朝向和集热器倾角均一样的建筑单体大于 2 时，可以选择一栋楼进行逐月辐照量模拟） 3) 气象数据：典型气象一日照模拟统一采用 2005 气象数据； 4) 网格确定：集热器宜取 0.30m~0.50m（2m*1m 的集热器至少布置 6 个网格）。建筑屋面宜取 0.60m~1.00m。
结果分析	1) 截图组成：集热器设置于屋面时，应提供屋顶所有构筑物三维截图、集热器日照小时数截图（轴侧和平面）、屋顶日照小时数模拟截图（平面）、集热器辐照量截图；阳台壁挂系统应提供集热板日照小时数截图（轴侧和平面）、集热器辐照量截图； 2) 对于单栋楼集热器分析，不应参杂其他屋顶构筑物； 3) 所提供截图的清晰度不应低于 300dpi； 4) 集热器逐月辐照量分析应提供全年 12 个月的辐照量云图及数据； 5) 汇总每套系统逐月系统累计辐照量，预测出每套系统的逐月系统温升；

附表 4 太阳能热水系统巡检记录表

巡检日期： 年 月 日 时 天气状况： 气温： 巡检人员：

巡检项目		检查结果	备注
太阳能集热系统	集热器出水温度	℃	
	集热器有无破损	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	
	集热器清洁情况	良好 <input type="checkbox"/> 一般 <input type="checkbox"/> 差 <input type="checkbox"/>	
	系统管道有无跑冒滴漏	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	
	电动元件工作情况	正常 <input type="checkbox"/> 故障 <input type="checkbox"/>	
	换热设备工作情况	正常 <input type="checkbox"/> 故障 <input type="checkbox"/>	
	补液或补水装置	正常 <input type="checkbox"/> 故障 <input type="checkbox"/>	
	太阳能循环泵运行情况	正常 <input type="checkbox"/> 故障 <input type="checkbox"/>	
	太阳能循环泵出口压力	MPa	
	太阳能贮水箱温度	℃	
	太阳能贮水箱水位	正常 <input type="checkbox"/> 低 <input type="checkbox"/> 或 %	
	集热器表面清洁状况	良好 <input type="checkbox"/> 一般 <input type="checkbox"/>	
辅助加热系统	能源（电、燃气、热力）供应情况	正常 <input type="checkbox"/> 故障 <input type="checkbox"/>	
	辅助加热设备运行情况	正常 <input type="checkbox"/> 故障 <input type="checkbox"/>	
	辅助加热设备控制装置	正常 <input type="checkbox"/> 故障 <input type="checkbox"/>	
	辅助加热设备出口水温	℃	
	辅助加热循环泵工作情况	正常 <input type="checkbox"/> 故障 <input type="checkbox"/>	
	电动元件工作情况	正常 <input type="checkbox"/> 故障 <input type="checkbox"/>	
	系统管道有无跑冒滴漏	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	
热水供应系统	供热水箱水温	℃	
	热水回水温度	℃	
	供热水箱水位	正常 <input type="checkbox"/> 低 <input type="checkbox"/> 或 %	
	供热循环泵工作情况	正常 <input type="checkbox"/> 故障 <input type="checkbox"/>	
	供热循环泵出口压力	MPa	
	电动元件工作情况	正常 <input type="checkbox"/> 故障 <input type="checkbox"/>	
	系统管道有无跑冒滴漏	有 <input type="checkbox"/> 无 <input type="checkbox"/>	
自动控制系统	控制器供电是否正常	正常 <input type="checkbox"/> 故障 <input type="checkbox"/>	
	控制器显示是否正常	正常 <input type="checkbox"/> 故障 <input type="checkbox"/>	
	温度传感器是否正常	正常 <input type="checkbox"/> 故障 <input type="checkbox"/>	
	流量传感器是否正常	正常 <input type="checkbox"/> 故障 <input type="checkbox"/>	
	水位传感器是否正常	正常 <input type="checkbox"/> 故障 <input type="checkbox"/>	
	参数设置是否正常	正常 <input type="checkbox"/> 故障 <input type="checkbox"/>	
	数据传输装置的运行状态是否正常	正常 <input type="checkbox"/> 故障 <input type="checkbox"/>	
	指令输入是否正常	正常 <input type="checkbox"/> 故障 <input type="checkbox"/>	
	控制指令执行是否正常	正常 <input type="checkbox"/> 故障 <input type="checkbox"/>	
	手/自动切换是否正常	正常 <input type="checkbox"/> 故障 <input type="checkbox"/>	
	报警装置工作是否正常	正常 <input type="checkbox"/> 故障 <input type="checkbox"/>	
其他	漏电保护装置	正常 <input type="checkbox"/> 故障 <input type="checkbox"/>	
	接地点是否正常	正常 <input type="checkbox"/> 故障 <input type="checkbox"/>	

注：如有故障或不正常项目，将具体现象填入“备注”栏中。

附表 5 太阳能热水系统维修记录表

维修日期：

维修人员：

故障部位	
故障现象	
故障原因分析	
维修措施	
维修结果	
主管意见	

附表 6 太阳能热水系统工程验收记录表

验收日期： 年 月 日

工程名称				系统类型	
施工单位				质量负责人	
建筑面积		m ²	太阳能集热器类型		
			集热器采光总面积 (m ²)		
序号	分项工程名称		(检验批) 数	施工单位检查评定	验收意见
1	1	太阳能集热系统			
	2	辅助热源加热系统			
	3	热水供应系统			
	4	控制及监测系统			
2	质量控制资料		设计变更文件； 材料、配件出厂合格证书； 进场检（试）验报告； 管道、设备灌水、强度严密性试验记录 隐蔽检验记录； 通水试验记录； 试运转调试记录； 施工记录；		
3	安全和供热性能检验（检测）报告		1. 太阳能热水系统热性能检测报告； 2. 水质检测报告		
4	观感质量验收				
验收单位	设计单位		(签章) 责任人：		
	施工单位		(签章) 责任人：		
	监理（建设）单位		(签章) 责任人：		

本导则用词说明

为便于在执行本导则条文时区别对待，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”

引用标准名录

下列文件对于本文件的应用必不可少。凡是标注日期的引用文件，仅标注日期的版本适用于本文件。凡是不标注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

1. 《平板型太阳能集热器》（GB/T 6424）
2. 《真空管太阳能集热器》（GB/T 17581）
3. 《建筑给水排水设计标准》（GB 50015）
4. 《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》（GB 50364）
5. 《低压配电设计规范》（GB 50054）
6. 《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB 50204）
7. 《屋面工程质量验收规范》（GB 50207）
8. 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》（GB 50242）
9. 《屋面工程技术规范》（GB 50345）
10. 《民用建筑节水设计标准》（GB 50555）
11. 《民用建筑电气设计标准》（GB 51348）
12. 《混凝土结构后锚固技术规程》（JGJ 145）
13. 《墙体、阳台壁挂型家用太阳能热水系统技术要求》（GB/T 33295）
14. 《建筑工程设计文件编制深度规定》（住房和城乡建设部 2016 年版）
15. 《可再生能源建筑应用示范项目数据监测系统技术导则》
16. 《民用建筑太阳能热水系统工程技术手册》
17. 《中新天津生态城太阳能热水系统建筑应用管理办法》（暂行）
18. 《天津市民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》（DB /T29 250）
19. 《太阳能热水系统设计、安装及工程验收技术规范》（GB/T 18713）
20. 《平板太阳能热水系统与建筑一体化技术规程》（CECS 384）
21. 《建筑节能工程施工质量验收标准》（GB 50411）
22. 《可再生能源建筑应用工程评价标准》（GB/T 50801）
23. 《太阳能系统能量监测》（GB/T29724）
24. 《管路和设备保温、防结露及电伴热》（16S401）
25. 《水泵安装》（16K702）
26. 《太阳能热水系统选用与安装》（15S128）

中新天津生态城太阳能热水系统 建筑一体化工程技术导则

条文说明

目 次

条文说明	70
1 总则.....	73
3 基本规定.....	76
4 规划及建筑设计.....	78
4.1 规划设计.....	78
4.2 建筑设计.....	78
4.3 结构设计.....	81
4.4 电气设计.....	82
5 系统设计.....	83
5.1 一般规定.....	83
5.2 系统分类与选择.....	83
5.3 太阳能集热系统.....	84
5.4 热水供应系统.....	86
5.5 贮热及换热系统.....	87
5.6 辅助热源及加热装置.....	87
5.7 管路系统.....	88
5.8 运行监测及控制设计.....	89
6 安装与调试.....	90
6.1 一般规定.....	90
6.2 基座.....	90
6.3 支架.....	90
6.4 太阳能集热器.....	90
6.5 贮水箱（罐）.....	错误!未定义书签。
6.6 管道系统.....	91
6.7 辅助能源加热设备.....	92
6.8 电气及控制系统.....	92
6.9 防雷避雷.....	93
6.10 水压试验与冲洗.....	93
6.11 系统调试.....	93
7 验收.....	94
7.1 一般规定.....	94
7.2 分部、分项工程验收.....	94
7.3 系统性能检测.....	95

7.4	竣工验收.....	95
8	运行与维护.....	97
8.1	一般规定.....	97
8.2	集热系统.....	98
8.3	贮热系统的运行与维护.....	98
8.4	管路系统的运行和维护.....	98
8.5	控制系统的运行与维护.....	99
8.6	辅助加热系统.....	100
8.7	防冻措施的维护.....	101
8.8	巡检及定期维护.....	101
9	节能环保效益评估.....	102
9.1	一般规定.....	102
9.2	系统节能环保效益评估.....	102
9.3	系统实际运行的效益评估.....	103
9.4	系统效益的定期检测、长期监测和性能分级评估.....	103

1 总则

1.0.1 节约能源是我国的基本国策，太阳能是取之不尽用之不竭的能源，天津市日照平均时数属于太阳能条件资源较丰富区，根据国家现行规范的规定，当日照时数大于 1400h/年且年太阳辐射量大于 4200MJ/m^2 及年极端最低气温不低于 -45°C 的地区，宜优先采用太阳能作为热水供应热源。根据中新天津生态城的规划建设要求，对于设有生活热水供应的建筑均应设太阳能热水系统。太阳能热水系统的推广和普及，将取得很好的节能效益。

能源和环境是影响国民经济持续发展的关键因素，开发利用太阳能资源是解决能源及环境污染最好的出路之一。太阳能光热利用行业经过多年的研究开发，已在使用方面取得了一大批科技成果。但是现有的太阳能热水系统从设计、产品、施工安装到运行管理仍存在一系列的问题。一些太阳能集热器与建筑不协调且缺乏必要的安全措施，给城市景观、建筑的安全性带来不利影响。这些问题概括之有如下几点：

- 1 安装方式上大多处于事后安装、无序安装状态；
- 2 太阳能热水系统产品规格全由生产厂家自定，出现不同厂家产品的型号、规格、性能参数各异，整体安装性能差不能满足设计使用要求；
- 3 出现因集热器设置的位置及管线布置难以与建筑原有空间布局相协调，对建筑的构件造成一定程度的损害，对建筑的外观形象产生较大的影响，破坏建筑的整体美观，甚至影响到整个城市的建筑风貌。这就制约着太阳能热水系统在建筑领域的广泛使用和太阳能利用产业的快速发展。

因此，在中新天津生态城的太阳能热水系统设计过程中，应实现与建筑设计、施工等同步进行，避免建筑设计和施工完成后，再增加太阳能热水系统而破坏建筑整体效果。

本导则的编制对规范中新天津生态城太阳能光热建筑一体化将起到推动和规范作用。

1.0.2 本条规定了本导则的适用范围。

民用建筑是供人们居住和进行公共活动的建筑的总称。民用建筑按使用功能可分为居住建筑和公共建筑两大类，参照《建设工程分类标准》GB/T50841-2013，其分类和举例见表 1。参照该标准对民用建筑进行分类是为了供本导则以后章节相关内容使用，表 1 中没有出现的建筑物允许在相近的建筑类别中选用。

表 1 民用建筑分类

分类	建筑类别	建筑物举例
居住建筑	住宅建筑	别墅、公寓、普通住宅、集体宿舍等
	宿舍建筑	
公共建筑	办公建筑	行政办公楼、专业办公楼、上商务办公楼等
	科研建筑	科研楼、实验室、天文台（站）等
	旅馆酒店建筑	旅游饭店、旅馆、招待所等
	教育建筑	学校、高等院校、特殊教育学校等各类学校的教学楼、图书馆、 试验室、体育馆、展览馆等教育用房
	文化建筑	文化演出用房、艺术展览用房、图书馆、纪念馆、博物馆、档案馆、 文化宫、展览馆、剧院、电影院（含影城）、音乐厅、海洋馆、 游乐场、歌舞厅、游艺厅等
	商业建筑	百货商店、综合商厦、购物中心、会展中心、超市、菜市场、专 业商店等
	居民服务	餐饮用房屋、银行营业和证券营业用房屋、电信及计算机服务用 房、邮政用房、居住小区会所以及洗染店、洗浴室、理发美容 店、家电维修、殡仪馆等生活服务用房屋
	体育建筑	体育场（馆）、游泳馆、跳水馆、健身房等
	卫生建筑	各类医疗机构的病房、医技楼、门诊部、保健站、卫生所、化验 室、药房、病案室、太平间等
	交通建筑	汽车客源站、港口客运站、铁路旅客站、机场航站楼、机场指挥 塔、城市轨道客运站、停车库、交通枢纽、高速公路服务区等
	广播电影电视 建筑	广播电台、电视台、发射台（站）、地球站、监测台（站）、广播 电视节目监管建筑、有线电视网络中心、综合发射塔（含机房、 塔座、塔楼等）等工程
	园林景观建筑	公园、动物园、植物园、旅游景点建筑、城市和居住区建筑小品 等
	宗教建筑	教堂、清真寺、寺庙等

本导则从技术层面解决太阳能热水系统在民用建筑中的应用和与建筑结合时的问题。这些技术内容适用于各类建筑，无论是在新建建筑上安装太阳能热水系统，还是在既有建筑上增设或改造已安装的太阳能热水系统。

1.0.3 本条强调太阳能热水系统与建筑结合是一个系统工程。规划和建筑设计一开始应将太阳热水系统包含的所有内容，都作为建筑元素加以综合，做到统一规划、同步设计、同步施工、与建筑同时投入使用。

一体化设计应达到外观上实现太阳能热水系统与建筑完美结合，结构上保证太阳能热水系统对建筑物的承重、防水等不产生影响，系统上做到管路布置合理，运行可靠、稳定安全、便于安装、维修。此外集中供热水系统要实现系统的智能化和自动控制。

在同一建筑物的太阳能热水系统中，应尽量采用同一类型、同一规格的设备与产品，这样既能保证整体的美观与整洁，也便于日后的管理与维护更换。

1.0.4 参与中新天津生态城太阳能热水系统设计的单位，应为经过生态城管委会认证且满足生态城相关要求规定的建筑设计单位。为满足建筑太阳能热水系统一体化的要求，太阳能热水系统的设计、改造应由建筑设计单位一次设计完成。

1.0.5 太阳能热水系统在住宅建筑上的应用是综合技术的应用，其设计涉及到太阳能与建筑行业相关的国家、行业的规范标准，特别是其中的强制性条文，在设计太阳能热水系统时必须遵照执行。

3 基本规定

3.0.1 在中新天津生态城进行太阳能热水系统和建筑设计时，应严格遵守国家和本省有关城市规划、住宅建设、住宅设计及房地产开发的有关法律、法规及规程、标准，并应根据建筑类型和使用要求，结合当地的太阳能资源和管理等要求，为用户提供高品质的生活条件。这是民用建筑太阳能热水系统一体化设计的一个基本前提。

3.0.2 太阳能热水系统的重要特点就是充分利用太阳能，节约常规能源的消耗。因此对太阳能热水系统进行节能效益分析非常重要。节能效益分析是评价太阳能热水系统的一个重要方面，也是系统方案选择的重要依据。

3.0.3 建筑间距应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环境等要求为原则，当在屋面上安装较大面积的太阳能集热器时，要考虑影响相邻建筑的日照标准问题，不得降低相邻建筑的日照标准。

3.0.4 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、贮热系统对既有建筑的结构影响，复核验算结构设计、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。

3.0.5 以太阳能为热源的集中热水供应系统，由于受日照时间和风雪雨露等气候影响，不能全天候工作。因此要求热水供应不间断的场所，应另行增设辅助热源，用以辅助太阳能热水器的供应工况，使太阳能热水器在不能供热或供热不足时能予以补充。

3.0.6 为了掌握中新天津生态城建筑太阳能热水系统项目的实际运行效果，并指导项目的运行管理，为中新天津生态城建筑太阳能热水应用提供基础数据支撑和经验储备，中新天津生态城设置的集中式太阳能热水系统均应设置太阳能热水系统数据监测系统，并实时传输到太阳能监测平台。

3.0.7 为了规范太阳能设计单位提供的太阳能设计图纸深度，参考《建筑工程设计文件编制深度规定》中热能动力专业在施工图设计阶段提供的设计成果，具体要求见附表 1。

3.0.8 本条文的提出是为了保证太阳能热水系统的设计和施工质量。

4 规划及建筑设计

4.1 规划设计

4.1.1 在建筑规划设计中，应综合考虑生态城区内的场地条件、周围环境以及《中新天津生态城太阳能热水系统建筑应用管理办法》（暂行）对“生态城区域内的居住建筑、有生活热水需求的公共建筑和工业建筑，应当配备太阳能热水系统，并应安装辅助加热系统”等的要求，在进行规划功能布局、空间形态塑造的同时，结合日照，统筹考虑太阳能热水系统，满足其设计和安装的技术要求。

4.1.2 在规划设计时，建筑宜南北向布置，以便争取到更多的阳光；在建筑形体及空间组合时，应考虑为太阳能热水系统创造更多的接收太阳能的条件，避免因平面的凹凸或体形的过多变化给建筑带来遮挡，给太阳能集热器的设置带来区域限制。

4.1.3 在景观和绿化设计时，应与建筑太阳能一体化设计，避免其阴影投射到太阳能集热器上，减少集热器的日照时数。

4.2 建筑设计

4.2.1 太阳能热水机房的位置应设置合理，通过以前调研发现，很多设计会把太阳能热水机房设置在闷顶和电梯机房上方，没有直达的步行梯，给维修保养造成了很大不便，因此要求太阳能热水机房可达性应良好，方便维修保养；机房内应设置排风设施，防止太阳能机组因为过热而降低机组寿命的情况发生。

4.2.2 为了保护太阳能设备不受风吹日晒，延长太阳能设备机组寿命，本导则规定太阳能热水机房应设置独立的建筑空间。

4.2.3 通过前期调研发现，住宅建筑太阳能热水机房直接设置居住用房上方，而太阳能机组在运行时会产生一定的噪音及低频共振，会给住户生活带来很大影响，因此要求太阳能热水机房不应毗邻居住用房，且应按照标准严格设置隔声降噪措施。

4.2.4 本条的提出是为了规范施工工艺做法，改变传统的现场切割、组装等施工方式，系统的管路排布应进行前期系统设计，设备与管路的连接应在工厂进行流水线加工；施工现场进行只需要对接外围管道，实现机房设备快速安装，提高工作效率。

4.2.7 太阳能机房设备、管路减振措施应在太阳能深化图里体现，机房墙面、天花吸音做法和防盗隔音门应在建筑专业材料做法表中体现。

4.2.10 本条的提出主要是为了实现一次设计要求，避免建筑设计与太阳能热水系统的设计脱节。

4.2.11 建筑设计应与太阳能热水系统设计同步进行。根据太阳能热水系统类型，合理安排确定太阳能热水系统各组成部分，如：集热器、贮水箱等在建筑中的空间位置及空间要求，并满足其所在部位的给水、防水、排水等的技术要求，并为各部位的安装、使用和维护提供便利条件。不论太阳能集热器是安装在屋面、阳台或其它部位，都不应有任何障碍物遮挡阳光。根据天津市规划局颁布的《天津市建设项目日照分析办法》进行的日照间距分析计算时，集热器的日照应满足《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB 50364 中规定的全天有不少于 4h 的有效日照时数的要求。有效日照时数的时间段为冬至日中午 12 点前后各 4h，即 8:00~16:00 时段中连续 4h 为有效日照时间。辐照量分析应选取典型气象年天气数据，对每套集热器系统累计辐照量进行分别统计分析，预测得出每套系统的逐月系统温升。本导则也提出了关于集热板日照模拟计算的要求，具体详见附表 3。

4.2.12 建筑设计应考虑太阳能集热器安装在建筑屋面、阳台、墙面或建筑其他部位时，为防止集热器损坏而坠落伤人，除应将集热器在建筑物上固定牢固可靠外，还应采取必要的技术措施，如：设置挑檐、入口处设置雨篷，或建筑周围进行绿化种植使人不易靠近等。

4.2.13 太阳能集热器的设置应根据热水用量、建筑上各部位可能允许的安装面积以及建筑形式等确定集热器的安装部位、安装形式、安装尺寸等。不论集热器安装在何部位，都不得影响该部位的建筑及部件功能，同时应将太阳能集热器作为建筑元素统筹考虑，形成协调统一的建筑形象。

4.2.14 当太阳能集热器直接作为屋面板、阳台栏板等使用时，除了要满足太阳能热水系统的功能外，还要同时满足国家及地方对其保温、隔热、防水、安全防护等的规范、标准要求。

4.2.15 建筑变形缝主要指结构的伸缩缝、沉降缝、抗震缝，其缝的两侧会发生相对位移，太阳能集热器如跨越变形缝，容易造成破坏。

4.2.16 本条提出了太阳能集热器安装在建筑阳台的要求。

太阳能集热器可放置在阳台栏板上或直接构成阳台栏板。低纬度地区，由于太阳高度角较大，阳台栏板或集热器应有适当倾角，以便接收到较多的阳光。

作为阳台栏板的集热器应有足够的强度和防护高度，以保证使用者安全。现行国家标准《民用建筑设计通则》GB 50352 规定：栏杆应以坚固、耐久的材料制作，并能承受荷载规范规定的水平荷载。临空高度在 24m 以下时，栏杆高度

不应低于 1.05m，临空高度在 24m 和 24m 以上时，栏杆高度不应低于 1.10m。

《住宅设计规范》GB 50096 规定：6 层及以下的住宅，要求阳台栏杆（板）高度不应低于 1.05m，7 层及以上住宅，阳台栏杆（板）高度不应低于 1.10m。这些都是根据人体重心和心理因素而定的。

集热器固定在阳台上，为防止集热器金属支架、金属锚固件生锈对建筑造成污染，建筑设计应在该部位加强防锈技术处理或采取有效的技术措施，避免金属锈水对建筑表面造成不易清洗的污染。

4.2.17 本条提出了太阳能集热器安装在建筑墙面上的要求。

集热器支架通过连接件与主体结构墙面上的预埋件连接，结构设计时，应考虑集热器和管线的荷载，防止集热器坠落伤人。管线穿过墙面时，应在墙面预埋防水套管，并应对其与墙面相接处进行防水密封和保温隔热处理。

4.2.18 本条是对太阳能集热器安装在建筑平屋面的要求。

太阳能集热器通过支架和基座固定在屋面上。集热器根据当地的纬度选择适当的方位角和倾角。除太阳能集热器的方向、安装倾角和设置间距等应符合现行国家标准《太阳能热水系统设计、安装及工程验收技术规范》GB/T 18713 的规定外，还应做好集热器支架和基座处的防水。除屋面本身设置的防水层外，该部位还应设置附加防水层。附加防水层宜空铺，空铺宽度应大于 200mm。为防止卷材防水层收头翘边，避免雨水从开口处渗入防水层下部，应按设计要求将收头处密封。卷材防水层用压条钉压固定，或用密封材料封严。

集热器周围应设置检修通道，屋面出入口和人行通道均应设置刚性防护层以保护防水层不被破坏，一般在屋面铺设水泥砖（板），按上人屋面处理。

4.2.19 本条是对太阳能集热器安装在建筑坡屋面的要求。

太阳能集热器无论是顺坡嵌入屋面还是顺坡架空在屋面上，为使其与屋面统一，其坡度宜与屋面坡度一致。而屋面坡度取决于屋面材料和集热器安装倾角。

当屋面为沥青瓦、波形瓦和装配式轻型屋面时，坡度不应小于 20%，块瓦屋面坡度不应小于 30%，金属板屋面坡度不应小于 5%，防水卷材屋面，屋面坡度不应小于 3%。

现行国家标准《太阳能热水系统设计、安装及工程验收技术规范》GB/T 18713 要求，集热器安装最佳倾角等于当地纬度，以使集热器接收到更多的阳光。这对于一般情况下的平板型集热器和真空管集热器都是适用的。

集热器安装在屋面上，安装人员应为专业人员，除应严格遵守安全规则外，建筑设计还应为安装人员提供安全的工作环境，确保安装人员的安全。一般可在屋脊处设置钢架或挂钩用以支撑连接在安装人员腰部的安全带。钢架或挂钩应能承受至少 2 名安装人员、集热器和安装工具的荷载。

4.2.21 贮水箱的放置宜选择室内，可放置在地下室、储藏间、阁楼或技术夹层中的设备间。放置室内时，应做好防水和排水设计；室外可放置在阳台上，放置在室外的贮水箱应有防雨雪、防电击等保护措施，以延长运行寿命。贮水箱应尽量靠近太阳能集热器，以缩短管线。

4.3 结构设计

4.3.1 安装太阳能热水系统的主体结构或结构构件必须具有承受系统传递的各种荷载和作用（包括施工、检修荷载）的能力，主体结构设计时应充分考虑。太阳能热水系统及其配套支架、基座等的荷载资料由所选用设备系统的生产厂家提供。主体结构设计时，根据生产厂家提供的荷载情况，必须对主体结构和相应构件进行承载力计算和复核，并应适当留有余地，防止偶然因素产生突然破坏。

太阳能热水系统与主体结构的连接和锚固必须牢固可靠。主体结构为混凝土结构时，为保证其与主体结构的连接可靠性，连接部位的主体结构混凝土强度等级不应低于 C20。

4.3.2 太阳能热水系统的结构设计应包括系统安装所需预埋件或其它连接件的设计，并提出相应施工方法。连接件应具备承受太阳能热水系统产生的各种荷载和作用的能力。连接件与主体结构的锚固承载力设计值应大于连接件本身的承载力设计值，任何情况下不允许发生锚固破坏。

采用锚栓连接时，应有可靠的防松、防滑措施。采用挂接或插接时，应有可靠的防脱、防滑措施。

太阳能热水系统中，太阳能集热器的变形能力较弱，无法承受地震或风荷载作用下的过大位移。在地震或风荷载作用下，为避免主体结构的过大位移造成太阳能集热器或贮水箱损坏，连接件必须有一定的适应位移能力，使太阳能热水系统的集热器和贮水箱与主体结构之间有活动余地。

太阳能集热器在室外安装，考虑施工人员的技术水平存在差异，为安全起见，结构件和连接件的截面尺寸不宜过小，应控制其截面尺寸不小于现行《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB 50364 建议的限值。并应适当留有余量。

天津生态城项目位于沿海地区，空气中存在大量的氯离子，会对金属材料造成较严重的腐蚀，故应对金属件采取加强防腐蚀措施。

4.3.3 一般情况下，太阳能热水系统与主体结构的连接应通过预埋件实现。预埋件在混凝土中锚固的可靠性是由混凝土对预埋件锚固钢筋的粘结力决定的。为确保太阳能热水系统与主体结构连接的可靠性（牢固、准确），预埋件必须按设计要求的位置和方法，在混凝土浇筑时预先埋入，并采取有效措施固定预埋件，施工时混凝土必须振捣密实。

4.3.4 由于客观条件限制，确实无法采用预埋件连接时，替代的连接措施必须安全可靠。当采用后锚固螺栓时，应采取多种有效措施，确保连接的可靠性和安全性。

4.3.5 轻质填充墙承载力和变形能力低，不能作为太阳能热水系统（主要是太阳能集热器和贮水箱）的支承结构。

砌体结构平面外承载能力低，难以直接进行连接，必须用作支承结构时，应增设相应的混凝土结构或钢结构连接构件。

4.3.6 天津生态城项目位于抗震设防区，太阳能热水系统结构设计除考虑重力荷载、风荷载和温度作用外，尚须考虑地震作用。

安装在建筑屋面、阳台、墙面或其它部位的太阳能热水系统主要受风荷载作用，且本项目位于沿海地区，风荷载较大，抗风设计是主要考虑因素。但地震是动力作用，对连接节点会产生较大不利影响，使连接处发生破坏甚至使设备脱落，因此除计算地震作用外，还必须加强构造措施，避免连接节点破坏。

4.4 电气设计

4.4.6 根据《建筑物防雷设计规范》GB 50057 中规定，突出建筑屋面和设在建筑物侧面的外露可导电物体应根据建筑物自身的防雷等级设置相应同等级的防雷措施。

5 系统设计

5.1 一般规定

5.1.1 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、产品形式、尺寸规格、安装位置等应考虑的因素。

5.1.2 太阳能热水系统是由建筑给水排水专业人员设计，并符合《建筑给水排水设计标准》GB 50015 的要求。集热器的位置、色调及数量要与建筑师配合设计，在承载、控制等方面要与结构专业、电气专业配合设计，使太阳能热水系统真正纳入到建筑设计当中来。

5.2 系统分类与选择

5.2.6 由于居住建筑热水需求量大，且建筑物层高不同，相比公共建筑太阳能热水系统的选型更为复杂，其中低层和多层居住建筑需要的集热面积较易获得，可根据建筑单体或建筑群体，合理、灵活选择集中-分散供热水系统或分散供热水系统。

对于集中供热水系统宜采用间接换热，这主要是考虑直接换热时，容易产生水垢影响，而且对于间接系统，其集热面积比直接系统增加较小，而集热温度高于直接系统，即间接系统的集热水箱可小于直接系统。经整体考虑，集中供热水系统宜采用间接系统。

对于集中-分散供热水系统，除了上述问题，还需考虑到直接系统在运行中，不同楼层获得的热热水水温不同，采用热量表计量较为繁琐，而采用热水表则只能计量水量，而不能计量实际消耗的热量。因此对于居住类建筑，当采用集中-分散式供热水系统时，户内应采用间接换热。为了保证换热效率，集中-分散式供热水系统不宜采用二次换热。由于防冻液通常带有腐蚀性，为保证使用安全，当集中-分散供热水系统采用防冻液作为传热工质时，系统应采用二次换热。

在此特别强调高层居住建筑太阳能热水系统的选型，高层住宅间存在着日照遮挡现象，另外，由于这些住宅大部分采用坡屋顶，对于集中-分散供热水系统而言，可安装集热器的只能是朝南的屋面，如果全部采用集中-分散供热水系统会出现因屋面有效面积不够，导致集热器安装空间不足的问题；而如果全部采用阳台壁挂的分散供热水系统，会存在低层用户因楼间遮挡而无法保证集热器日

照时间不少于 4h 的要求。

所以对于高层住宅建筑，可采用集中-分散供热水系统和分散供热水系统相结合的形式，日照时数不满足规范要求的楼层采用集中-分散供热水系统，集热器置于屋顶（平屋面或坡屋面）；日照时数满足规范要求的其余各层采用阳台壁挂分散供热水系统，集热器安放在南侧阳台栏板上，户内设置一个具有电辅助加热功能的承压分户贮水箱（罐）。

单水箱直接系统由于其不宜实现自动控制，实际运行中较难实现对太阳能的充分利用，因此仅适合于热水用量较小（四个淋浴器以下）的定时局部供热系统，且使用时宜采用手动控制。

5.3 集热系统

5.3.1 集热器的设计计算，应符合下列要求：

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；通过调研太阳能行业内现在主流产品，得出真空管型集热器的年平均集热效率不低于 0.38，平板型集热器的年平均集热效率不低于 0.46；施工图设计阶段集热器年平均集热效率应取限值，施工建造阶段可根据集热器产品的实际测试结果而定，且测试结果不得低于设计值。对于集中供热水系统和集中-分散供热水系统，集热器年平均集热效率不仅与集热器本身的效率有关，而且与集热器的布置形式有关，所以应综合考虑集热系统的集热效率，根据调研结果建议在设计时 η_{cd} 取值不超过 0.4；贮水箱和管路的热损失率 η_L 宜取 0.20~0.30，虽然不同系统类型及不同保温状况的 η_L 值不同，但为了提高整个集热系统的效率，中新天津生态城对该值的要求高于《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB 50364 的要求。以上所有这些数值都是根据我国长期使用太阳能热水系统所积累的经验而选取的，都能基本满足实际系统设计的要求。根据生态城可再生能源规划，太阳能保证率 f 取 80%。

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，造成集热器效率略为降低。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/(m²·℃)；对于真空管集热器， $F_R U_L$ 宜取 1~2W/(m²·℃)；但本导则强调 $F_R U_L$ 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。无条件时，间接系统的集热器总面积可根据经验取直接系统集热器总面积的 1.05~1.10 倍。

同日使用率是指实际使用用户的数目占整个建筑的比例。设计计算中，应考虑同日使用率对日均用水量的影响，从而反映项目真实的用热量。

对于生态城的居住建筑，每户使用人数可参照下表 2 考虑：

表 2 生态城的居住建筑每户使用人数

类型	一室户	二室户	三室户	≥四室户	别墅类
设计人数	≥2	≥3	≥4	≥5	4~5

单组集热器年平均集热效率 η_{cd} 主要通过实验确定，依照国家标准《太阳能集热器热性能试验方法》GB/T 4271 进行测试。太阳能集热器产品的实测效率方程分为一次方程和二次方程，有检测机构根据实测参数的拟合情况选择给出。

太阳能集热器产品的实测效率方程依据现行国家标准《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB 50364-2018 附录 B 进行计算。

5.3.2 自中新天津生态城成立以来，对于有热水需求的建筑均安装太阳能热水，运维过程中发现集热器水平安装会存在一定程度的运维隐患，因此本条取消了对于集热器水平安装的补偿修正，新建项目不推荐屋顶集热器采用水平安装的方式。本条要求对于一般情况下的平板型集热器和真空管集热器均适用。根据中新天津生态城工程安装经验，安装在阳台侧面的集热器倾角范围可为 70~80°。

本条较为具体地规定了太阳能集热器设置在平屋面上的技术要求，有关集热器的间距、分组及相互连接等内容都是根据现行国家标准《太阳能热水系统设计、安装及工程验收技术规范》GB/T 18713 的规定，其中有关集热器并联、串联和串并联等方式连接成集热器组时的具体数据也都是引自《太阳能热水系统设计、安装及工程验收技术规范》GB/T 18713。

本条规定集热器之间的连接应使每个集热器的传热介质流入路径与回流路径的长度相同，这实质上是规定集热器应按“同程原则”并联，其目的是使各集热器内的流量分配均匀。在有些情况下，由于集热器朝向或倾角受到条件限制，按 5.2.1 条所述方法计算出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，但本条规定补偿面积不得超过 5.2.1 条计算所得面积的一倍。

补偿面积比 R_s 的计算过程如下：

- 1 计算得出表中所列不同安装方位和安装倾角表面上接收到的全年太阳能辐照量；
- 2 定义其中年太阳能辐照量最大的一组数据为补偿面积比 $R_s=100\%$ ；
- 3 将其他安装方位和安装倾角表面上接收到的全年太阳能辐照量和上述最大年太阳能辐照量相比，得出相对百分比，该百分比即为该方位角和倾角下的补偿面积比 R_s 。

5.4 热水供应系统

5.4.1 热水用水定额、水温和水质

中新天津生态城作为节水节能的示范性基地，具有较好的指导性和示范性。太阳能热水系统中，卫生器具热水用水量、小时热水用水量、水温、水质的要求，均应根据现行国家标准的要求选取。根据中新天津生态城的实测资料，冷水计算温度取 15℃

5.4.2 热水供应系统选择

1 为保证集中热水供应系统的使用效果，考虑节水和使用要求，本条强调了凡是集中热水供应系统均应设热水回水管道，保证热水在管道中循环；所有循环系统均应保证立管和干管中热水的循环。对于要求随时取得合适温度的热水的建筑物，则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。在工程设计中要真正实现支管循环，保证支管中的热水循环问题，有很大的难度：一是计量问题，二是循环管的连接问题。解决支管中热水保温问题的另一途径是采用自控电伴热的方式，但应在设计与施工时做好预留条件；

3 本条中热水出水时间的规定来自现行国家标准《民用建筑节能设计标准》GB 50555-2010 第 4.2.4 条的规定。住宅建筑因每户均设水表，而水表宜设户外，这样从立管接出入户支管一般均较长，而住宅热水采用支管循环或电伴热等措施，难度较大也不经济、不节能，因此将允许放冷水的时间为 15s，即允许入户支管长度为 10m~12m。医院、旅馆等公共建筑，一般热水立管靠近卫生间或立管设在卫生间内，配水支管短，因此，允许放冷水时间为不超过 10s，即配水支管长度 7m 左右。为了满足中新天津生态城太阳能热水的使用要求，当户内的热水支管长度超过 12m 时，宜设热水循环泵保证支管中的热水循环；

4 集中热水供应系统采用管路同程布置的方式对于防止系统中热水短路循环，保证整个系统的循环效果，各用水点能随时取到所需温度的热水，节水节能有着重要的作用；

5 根据工程实践，多栋建筑共用一套集中热水供应系统循环管道采用同程布置很困难，因此，当采用集中太阳能热水供应系统时，本导则建议分栋单独设置；

6 热水供水系统应与冷水系统竖向分区一致，保证系统内冷、热水的压力平衡，达到节水、节能、用水舒适的目的。当高层建筑设集中供应热水系统时，应分区设水加热器，其进水均应由相应分区的给水系统设专管供应，以保证热水系统压力的相对稳定。如确有困难时，比如有的单幢高层住宅的集中热水供应系统，只能采用一个或一组水加热器供整幢楼热水时，可相应地采用质量可靠的减

压阀等管道附件来解决系统冷热水压力平衡的问题。但是当减压阀用于热水系统分区时，密封部分材质应按热水温度要求选择，尤其要注意保证各区热水的循环效果；

7 系统的水压不受市政给水管网压力变化及水加热设备阻力变化等的影响，可保证系统水压的相对稳定和供水安全可靠。

5.4.3~5.4.4 耗热量、热水量和加热设备供热量及供水管网的计算，应参照现行国家规范《建筑给水排水设计标准》GB 50015 的有关要求，还应结合中新天津生态城的实际情况和基础数据资料进行计算。

5.5 贮热及换热系统

5.5.1 现行国家规范《建筑给水排水设计标准》GB 50015 第 6.5 节对于贮热水箱的选用、设置、安装、计算等具有具体要求，主要是为了保证使用的安全卫生要求和满足维护管理的需要。

5.5.3 太阳能热水系统的贮水箱容积，应满足日用水量要求，并还应符合太阳能热水系统安全、节能及稳定运行的要求，因此应该通过计算确定。

5.6 辅助热源及加热装置

5.6.1 以太阳能为热源的集中热水供应系统，由于受日照时间和风雪雨露等气候影响，不能全天候工作。因此要求热水供应不间断的场所，应另行增设辅助热源，用以辅助太阳能热水器的供应工况，使太阳能热水器在不能供热或供热不足时能予以补充。

5.6.2 辅助热源的种类，应结合中新天津生态城的常规能源种类、价格以及对环境的影响、使用便捷性等综合考虑，主要推荐使用电加热、燃气、市政热力、热泵等形式；表 3 是抽查中新天津生态城项目辅助热源的情况：

表 3 中新天津生态城项目辅助热源的情况

项目名称	建筑面积 (平方米)	太阳能系统应用区域	系统类型	辅助热源类型
动漫产业园 世茂酒店	76711.77	员工洗浴用水	直接系统	热源为锅炉房蒸汽 设置半容积式换热器
锦江之星	7873.38	客房用水	直接系统	燃气常压热水锅炉
国际学校	23519.04	生活热水，游泳池加 热	间接系统	冬季市政热、其他季节地源热 泵
城管中心	5095	生活热水	直接系统	电加热、夏季地源热泵

由于太阳能热源的不稳定性，辅助热源的设置应按照太阳能得热量为零的情

况而定，即应按照全日制集中热水供应系统加热设备的设计小时供热量计算确定；

辅助热源应设置性能优良、操作灵活的控制装置，辅助热源应根据需要自动启动，按设计草书要求补充太阳能热水系统的不足，并保持节能运行，且应便于维护管理。

集中太阳能热水系统中，为了使太阳能集热系统充分工作，辅助热源不应设置在集热水箱内，集热水箱内水的加热应完全由太阳能集热器完成，经过加热达到放水要求的水被送至供热水箱，由供热水箱供应生活热水。如果生活热水水箱的出水温度不能满足设计要求，则应在供热水箱处设辅助加热设施。即充分的利用了太阳能，使太阳能达到了对冷水预热的效果。

集中-分散供热水系统，为了充分利用集中太阳能热水收集的热量，避免出现热水短流或辅助热源热量被太阳能集热系统置换的情况出现，分户的贮水箱（罐）内应合理设置电辅助加热设备位置和系统控制方式。也可采用在换热贮水箱（罐）出水处设辅助加热设备。

为了避免出现集中-分散供热水系统中分户贮水箱（罐）的热量倒热，可采用通过质量可靠的温控电动阀门控制，优先利用太阳能采集的热量，当不能满足使用要求时再采用辅助热源加热；当辅助热源启动时，自动切断集热系统传热工质与分户贮水箱（罐）的换热。集中-分散供热水系统的集热水箱宜采用定温放水，以保证其热量被充分换热进入分户的贮水箱。

5.6.3~5.6.4 辅助加热装置的设计和选取相当于传统能源热水系统中加热装置的设计和选取，因此可按照规范中对传统能源水加热器的有关规定计算选取。

5.7 管路系统

5.7.1~5.7.2 太阳能热水系统的管材和管件，应根据集热系统和供热水系统的不同工作压力和工作温度条件合理选择。作为热水供水管道的管材排列顺序为：薄壁铜管、薄壁不锈钢管、塑料热水管、塑料和金属复合热水管等。中新天津生态城推荐使用薄壁不锈钢管。为避免不同材料因为伸缩变形系数不同导致接头处胀缩漏水，管件宜采用和管道相同的材质。

定时供应热水不同于全日供应热水的地方，主要是系统内水温周期性冷热变化大，即周期性的引起管道伸缩变化大，这对于伸缩变化大的塑料管是不合适的。

集热系统由于工作温度和压力较高，应选用耐高温（200℃以上）的管材。

设备机房内的管道由于经常需要安装维修，过程中有可能发生碰撞，有时可能还要站人。因为塑料管材质脆怕撞击，所以不宜用作机房的连接管道。

5.7.3 热水管道因受热膨胀会产生伸长，为了减释管道在膨胀时的内应力，设计时应尽量利用管道的自然转弯，当直线管段过长不能依靠自然补偿来解决膨胀

伸长量时，应设置伸缩器。铜管、不锈钢管及塑料管的膨胀系数均不相同，设计中应分别按不同管材在管道上合理布置伸缩器。

5.7.7 为了响应国家节水节能的政策引导方向，同时遵循中新天津生态城节约用水的要求，应在热水系统上设热水水表便于运行管理计费 and 累计用水量。对于集中热水供应系统，为计量系统热水总用水量可用冷水表装在水加热设备的冷水进水管上，这是因为国内生产较大型的热水表的厂家较少，且品种不全，故用冷水表代替。但需在水加热器与冷水表之间装设止回阀，防止热水升温膨胀回流时损坏水表。当分户计量热水用水量时，则可使用热水表。

5.7.8 热水横管规定敷设的坡度主要是为了满足系统泄水和排气的要求。

5.7.9 为了解决建筑刚交付，建筑整体入住率较低时保证太阳能系统正常运行的需求，需对集热器进行分组设计，组与组之间应有辅助阀门，保证建筑在不同入住率时，太阳能系统能够平稳运行。

5.7.11 居住建筑太阳能热水供回水立管设置于户内，对后期太阳能系统维护和维修造成极大不便，由此设置本条。

5.7.12 基于 5.7.11 条，太阳能热水系统供回水管设置于公共管井，导致立管距离户内水箱较远，且对于居住建筑，支管一般敷设于楼板和墙内，支管不做保温会有大量热量散失，造成能源浪费。为了防止现场施工对支管保温效果的影响，支管保温宜采用预制直埋保温管。

5.7.13 热水系统运行过程中，通过管道散热导致的热损失占了系统总热损失相当大的一部分。如果不做好保温措施，不仅会造成能源的极大浪费，而且可能使较远配水点得不到规定水温的热水。管道保温材料的厚度不应低于本条规定。

5.8 运行监测及控制设计

太阳能热水系统应根据《可再生能源建筑应用示范项目数据监测系统技术导则》的要求设置相应的监测设备与系统。

6 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应按设计要求进行安装。鉴于目前太阳能热水系统安装比较混乱，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，本条对此问题加以规范。

6.1.2 太阳热水系统作为独立的工程应由专门的太阳能公司进行安装，并应单独编制施工组织设计。本条对施工组织设计内容进行了说明。

6.2 基座

6.2.1 基座是太阳能热水系统关键的部位，关系到系统的稳定和安全，应与主体结构连接牢固。尤其是在既有建筑上增设的基座，由于不是同时施工，更要采取技术措施，与主体结构可靠地连接。

6.2.2 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，被破坏的部位应重新做防水。

6.2.5 本条对于建筑外墙以及阳台栏板等部位安装的太阳能热水系统设备的基座从安全性的角度予以重点强调，规定其连接要求以及防护措施等，以防运行过程中发生安全事故。

6.3 支架

6.3.1 本条规定了太阳能热水系统的支架材料及焊接标准。

6.3.7 为防止雷电通过热水管道系统伤及用户，保护太阳能系统不被雷电损坏，钢结构支架和金属管道系统应与建筑物接地系统可靠连接是必要措施之一。

6.4 太阳能集热器

6.4.6 安装在外墙和阳台栏板外集热器采用后加锚栓连接的，膨胀螺栓选用规格、锚固深度、施工顺序、防渗漏措施等均应注意，本条对这些方面应符合的标准进行说明。

6.5 贮热及换热系统

6.5.2 贮水箱安装位置准确，并与基座牢固固定以确保安全，防止滑落。

6.5.5 实际应用中，不少水箱采用钢板焊接。本条对内、外壁，尤其是内壁防腐提出的要求，为的是确保水箱内壁质量，以避免危及人体健康问题出现。

6.5.8 当设计对保温材料无要求时，宜采用聚氨酯泡沫、塑料超细纤维、聚苯乙烯泡沫塑料、岩棉等，外做保护层。本条强调应先检漏，后保温，且应保证保温质量。

6.6 管道系统

6.6.1 本条是对管路安装质量的要求。

管道坡度应按照传热工质流动方向向上有 0.3%~0.5% 的坡度。管道补偿宜采用自然补偿。

管路连接同程可避免系统出现短路运行现象。使系统水量分配均匀。集热循环和供热循环的高温水管路尽量减少弯头，并用二通代替弯头，以便将来维修。

太阳能热水系统的管路冬季易出现结冰现象、使管路阻塞或冻坏管路，采用电加热伴热，使管路不结冰或结冰后融化。电伴热带是电加热的一种。国家建筑标准设计图集《管路和设备保温、防结露及电伴热》16S401，对管路电伴热的安装有具体要求、安装时可使用该图集。

管路和零部件应选用与传热工质相容的材料，内壁不能发生腐蚀，应能承受系统的最高空晒温度规定的压力；在系统运行的管道中，有必要加入一段连接软管过渡时，应做好连接软管的防老化保护。

保温管道支架间距不应大于表 4 及表 5 的规定：

表 4 钢管支架间距表

公称直径（mm）	25	32	40	50	70	80	100	125
间距（m）	2.5	2.5	3	3	4	4	4.5	6

表 5 铜管管道支架间距表

公称直径（mm）		12	20	25	30	40	50
支架的最大间距（m）	垂直管	1.8	2.4	2.4	3.0	3.0	3.0
	水平管	1.2	1.8	1.8	2.4	2.4	2.4

热水立管卡安装：层高≤5m，每层安装 1 个；层高>5m，每层不少于 2 个。管卡安装高度距地面为 1.5m~1.8m，2 个以上管卡可匀称安装。

6.6.6 本条是对水泵安装质量的要求。

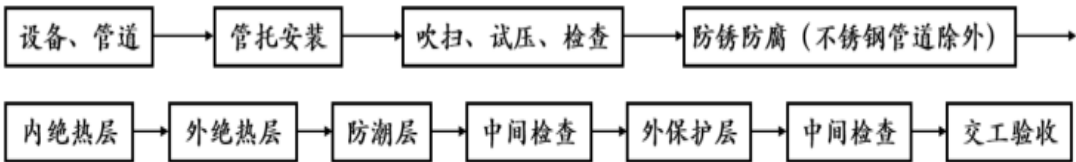
6.6.7 本条是对电磁阀安装质量的要求。实际安装中，如不按要求进行安装，

容易出现水泵、电磁阀、阀门的安装不正确的现象，影响工程质量。

6.6.10 本条强调管路保温应在系统水压试验及防腐工程合格后进行，并应符合下列要求：

1 保温材料的品种规格及保温厚度、保护层等应符合设计规定，并有产品合格证或分析检测及告；

2 管道保温施工工艺程序：



3 传热工质管路可选用聚乙烯或橡塑保温材料保温。管路保温层厚度可根据本导则 5.7.13 的要求选取；

4 可采用 0.2~0.3mm 铝皮或 0.3mm 厚度以上镀锌铁皮;保护层应紧贴绝热层,不得有脱壳、褶皱、强行接口等现象。

6.7 辅助能源加热设备

6.7.1 现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 中规定了辅助电加热器的安装要求。限于篇幅，这里引用了该标准。

6.7.4 《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。

6.7.5 本条强调了太阳能热水系统的防振降噪。以避免太阳能热水系统发生噪声污染问题。

6.8 电气及控制系统

6.8.1 现行国家标准《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168 规范了各种电缆线路的施工，限于篇幅，引用了该标准。

6.8.2 现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 对各种电气工程施工做出规定。限于篇幅，引用了该标准。

6.8.4 从安全角度考虑，本条强调了所有电器设备和与电气设备相连接的金属部件应做接地处理，并提出电气接地装置的质量要求。

6.8.5 太阳能热水系统需进行温度、温差、压力、水位、时间、流量、热量等的控制，本条强调了上述控制对应传感器安装的质量和注意事项。

6.9 防雷避雷

6.9.1 为防止触电事故，本条对贮水箱内箱接地作特别强调。

6.10 水压试验与冲洗

6.10.1 太阳能热水系统安装完毕后，在设备和管路保温之前，应进行水压试验，以防止系统漏水。

6.10.2 本条规定了管路和设备的检漏试验：对于各种管道和承压设备，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 中相关要求进行。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 24 小时，观察不漏不渗。

6.10.3 水压试验时采取防冻措施是防止系统结冰冻裂。

6.11 系统调试

6.11.1 系统调试对于太阳能热水系统的正常运转十分重要，同时鉴于太阳能热水系统是一个比较专业的工程，需由专业人员才能完成系统调试。在投入使用后，还应由专业人员辅助用户进行调试，确保系统在正常状态下投入使用。系统调试应在规划验收之前进行。

6.11.4 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。

6.11.5 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。

6.11.6 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 验收

7.1 一般规定

7.1.2 由于太阳能热水系统的施工受多种条件的制约，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。

7.1.4 近年来，很多已经投入使用的项目，不少太阳能厂家以建筑入住率过低为由，拒绝为住户开启太阳能，类似案例屡见不鲜。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，把计算质保期开始的时间改为太阳能系统投入使用后，进而避免上述问题的发生。具体实施细节请参见《中新天津生态城太阳能热水系统建筑应用管理办法》（暂行）第三十五条之规定。

7.2 分部、分项工程验收

7.2.2 太阳能热水系统中的隐蔽工程，一旦在隐蔽施工后出现问题、需要返工的涉及面广、施工难度和经济损失大。因此，需做出强制规定，必须在隐蔽工程施工前经监理单位进行验收并形成文件，以明确界定出现问题后的责任。

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，应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。

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。水质检测要求适用于直供水系统。

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，设计图纸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 系统性能检测

7.3.1 太阳能热水工程的节能效果完全取决于其系统的热性能。因此，规定集中供热水系统及集中-分散供热水系统的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，要求系统热性能检验记录的报告内容应包括至少 4 天(该 4 天应有不同的太阳辐照条件、日太阳辐照量的分布范围见下表 6)，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、分析结果组成。集热系统效率和热水系统太阳能保证率的计算则使用该标准的式(4.2.5)和式(4.3.1-1)。

表 6 太阳能热水系统热性能检测的日太阳辐照量分布

测试时间	第 1 天	第 2 天	第 3 天	第 4 天
太阳辐射量 MJ/(m ² ·d)	<8	8~12	12~16	>16

集中-分散供热水系统的分户贮热水箱（罐）应按照现行国家标准《家用太阳能热水系统储水箱试验方法》GB/T 28745 的规定对水箱（罐）的贮热性能进行测试。

分散式供热水系统应按现行国家标准《家用太阳能热水系统能效限定值及能效等级》GB 26969 的规定对能效系数（CTP）、日有用得热量、平均热损因数等参数检测。

7.4 竣工验收

7.4.1 规定本条的原因是为杜绝各地政府实施太阳能热水系统强制安装政策后出现的一些以次充好、低价竞争和弄虚作假等现象。最极端的情况是租用太阳能集热器安装，在完成验收后拆除。因此，本条规定了相关的责任人，应对系统在完成竣工验收交付用户使用后的正常运行负责。在原保证的系统工作寿命期内，发生因产品性能、系统设计、施工质量等因素造成系统不能正常运行时，应对负责竣工验收的相关人员实施问责。

7.4.2 目前，随着工程量越来越多，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，本条规定了竣工验收应提交的资料，以明确责任。

7.4.3 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

8.1.2 天津生态城目前太阳能运行与维护情况存在主责管理单位权责不明确的情况。该条明确了在天津生态城区域内适用的权责划分。

1 对于住宅建筑，太阳能热水系统位于公共部位的共用设施应由物业单位负责运行与维护，其他组件应由产权人自行维护；

2 对于公共建筑和工业建筑，由产权人自行维护；

3 物业单位或产权人因不具备条件或没有能力按照标准要求自行维护的，应当委托专业服务单位进行运行维护。

8.1.3 本条强调太阳能热水系统初次运行与验收过程中的系统调试及性能检测的区别。系统调试与性能检测时的管路传热工质应根据实验要求进行填充。系统投入使用后的初次运行则应当对系统贮水箱、集热器及管路进行冲洗后，按照系统设计要求填充传热工质。

8.1.4 ~ 8.1.5 目前天津生态城内太阳能热水系统的运行维护管理人员普遍对系统的原理及使用方法缺乏重视及技术能力。本条强调了对使用方操作人员培训的主要内容。建设单位有责任联合设计单位，由专业人员对交付使用的操作人员进行必要的使用培训。若具备现场条件，应积极组织进行现场操作示范、实际运行演习以及故障的应急处理方法的示范等。

8.1.6 本条强调竣工过程中建设单位应与物业单位、产权人/用户或专业运行服务单位就太阳能热水系统的图纸、设备使用及系统运行相关文件进行交接确认，保证运行管理过程中各方的权责明确。运行维护与质保服务应明确区分，并在物业服务合同、第三方服务委托合同及施工单位的工程合同中明确相应的服务内容与权责。

1 太阳能热水系统的运行与维护，主要针对系统运行与维护过程中如何保证系统正常高效运行并满足用户使用需求而做出的要求，应由物业单位、产权人/用户或被委托的专业运维单位严格参照本导则实施；

2 太阳能热水系统竣工验收后的质保服务，主要针对系统运行使用过程中的质量问题进行检修更换，应按照建设单位的工程合同中明确的质保服务范围及要求，由太阳能热水系统建设单位负责。

8.1.7~8.1.8 系统操作规程是系统正常运行的依据与保障,本条强调应建立操作规程、维护计划及故障处理办法并应放置于方便查询的明显位置,且保证操作人员进行运行维护作业前充分了解相关规程与要求。

8.1.9~8.1.10 本条强调进行运行数据记录、汇总和分析工作。系统应按照设计要求布置长期监测需要的点位及监测设备,并每日通过监测平台对主要运行数据进行记录存档。既有项目若无法增设监测设备,则应每日安排人员进行数据抄录并整理存档。定期对系统运行数据进行汇总分析,可以了解系统运行状态,并通过调整运行参数优化系统使其运行更经济合理。

8.2 集热系统

8.2.1 本条强调了太阳能集热器在运行过程中应注意避免长期空晒和闷晒现象,还强调了应避免太阳能传热工质冻结现象。

8.2.2~8.2.4 本条强调了太阳能集热器应定期清扫、除垢、检查,提出了全玻璃真空管集热器的使用注意事项。维护人员应在巡检中监测太阳能集热器的温度变化,并认真填写附表 4。

8.3 贮热及换热系统

8.3.1~8.3.5 本条强调了定期检查贮水箱的要求,对发现的破损、堵塞、污垢问题,应及时修补、疏通、清理。

8.3.6 现场组装的使用盘管换热的贮水箱,其盘管及支撑构件容易松动脱落,造成水箱内换热低效不均,影响系统运行效率。本条强调了针对该类盘管换热的贮水箱,应定期检查水箱内盘管及其支撑构件是否保持良好状态,针对破损、变形、锈蚀等问题应及时更换、修补、除锈。设计单位及施工单位应尽量避免使用现场组装的盘管换热式水箱,宜选购集成内置盘管的水箱产品,或根据水箱规格定制材质优良、使用寿命较长的盘管。

8.4 管道系统

8.4.1 本条强调了对管道日常维护保养的要求。

8.4.2 本条强调了对阀门日常维护保养的要求。

8.4.3 本条强调了对水泵运行的要求。水泵启动前、启动时及运行过程中,应对泵轴、轴封处、管接头等关键部位进行充分的检查,保证水泵的良好工作状态。

8.4.4 本条强调了对水泵维护保养的要求。每年应对水泵进行一次解体检查,对水泵内部进行清洗和检查。未进行保温处理的水泵泵体需每年进行一次除锈刷漆,避免水泵使用寿命的折损。

8.4.5 水泵作为太阳能热水系统的重要组件，应在每次巡检重点检查。发现问题及时解决，发现故障及时排除，不允许带故障运行。应杜绝因控制系统逻辑错误、探测点位数据错误造成的水泵故障启停问题及相关安全隐患。

8.4.6 本条强调了水泵每次停机后，重新开机前应按照要求进行检查。

8.5 控制系统

8.5.1 本条强调了控制系统的安装运行要求。控制系统监测探头及控制柜的安装应满足相关标准的规定，并保证其适宜的工作环境及检修条件。

8.5.2 本条强调了对温度传感器的安装维护的要求。

8.5.3 本条强调了对控制系统日常维护的要求。

8.5.4 本条强调了对执行器日常维护的要求。

8.5.5 ~ 8.5.6 本条强调了巡检过程中发现控制系统的报警或发生故障时的应对措施。报警信息主要针对除控制系统外其他系统监测组件的运行状况，应根据信息记录及既定的系统应急管理办法，进行记录和故障排查，无法解决的问题应咨询施工单位或厂家的专业人员。控制系统本身发生故障时，则应尽快由专业人员进行检修，不可擅自改动控制电路线路。

8.5.7 本条强调了对远程监控系统运行维护的要求。中新天津生态城新建项目必须按照要求安装太阳能热水系统远程监控系统及相应监测设备，既有项目建议通过改造加装远程监控系统。所有远程监控系统宜对接中新天津生态城太阳能热水系统城区监控平台完成数据采集及监控。

各物业单位及用户宜每日通过城区监控平台进行系统运行数据的核查与记录，并定期与现场仪表实时数据进行对比分析、校准精度。过程中针对系统告警的问题参数及时进行现场排查处理。

本条也强调了对远程监控系统使用权限的管理工作重要性。城区监控平台的使用管理需由经过培训的操作人员负责，并严格执行监控平台的使用管理规定及数据保密协议。禁止擅自更改平台数据运算及存储代码。禁止借用、传播平台管理账户。使用单位应向平台管理单位支付合理的平台使用费用，用于平台的维护及开发。

8.5.8 本条强调了对不具备长期监测条件或未通过改造安装监控设备的机房针对运行数据采集监测的要求。物业单位、运维单位或用户宜每天对仪表及控制系统测控的参数进行抄录存档，这样可以及时通过数据异常发现隐患及问题，避免设备长时间故障运行加重损坏程度，增加维修成本。

8.6 辅助加热系统

8.6.1 本条是对辅助电加热器的运行要求。日常运行应保证低水位保护、安全阀处于正常工作的状态，且无水垢。

8.6.2 电加热器内如果存在空气，将造成干烧，从而损坏电加热设备，所以在初次启动时必须保证水箱内满水，空气排空。

8.6.3 本条是对辅助电加热器的维护要求。辅助电加热器一般由太阳能生产商安装或提供，维护方法可查询产品安装手册。

1 检查加热元件是否有裂缝或出现松动；检查元件的导电能力；

2 水垢会影响加热元件的寿命，降低元件与水之间的热交换能力，导致元件过热或烧毁。松散的粉状水垢可用钢丝刷清除，硬的水垢可用化学药水清除，清除后需进行中和。每半年进行一次详细的维护检查，拆除并清洗电加热器；

3~6 电加热设备在运行维护过程中，需定期检查安全与防护组件的安全性能满足使用要求。异常状态或非正常工作状态的组件应及时维修或更换。

8.6.4 本条是对辅助空气源热泵的运行要求。机组出风口及表冷器应确保无堵塞物，周围应有足够的流通空间。

8.6.5 本条是对辅助空气源热泵的维护要求。辅助空气源热泵一般由热泵生产商安装或提供，维护方法可查询产品安装手册。

1 水垢的清理可以通过清洁热泵进水端的过滤器中的过滤网等方法进行；

2 若空气源热泵长时间不用，应将机组管路中的水排出；

3 使用万用表检查压缩机绕组电阻，使用兆欧表检查压缩机对地绝缘电阻。

8.6.6 本条是对辅助锅炉的运行要求。运行过程中应检查锅炉及其组件、管路、阀门等处于正常工作状态。发现变形、泄露等问题应及时维修处理。

8.6.7 本条是对辅助锅炉的维护要求。辅助锅炉一般由锅炉生产商安装或提供，维护方法可查询产品安装手册。

8.6.8 本条是对辅助燃气热水器的运行与维护要求。辅助燃气热水器一般由燃气热水器生产商安装或提供，维护方法可查询产品安装手册。

8.6.9 本条强调太阳能热水系统每日巡检过程中应检查辅助加热系统的安全性能，发现故障及时报修。

8.6.10 辅助加热系统的使用和维护，只列举了太阳能热水系统较常用的包括电加热器、空气源热泵、锅炉设备及燃气热水器的典型使用和维护规定，虽不能完全涵盖辅助能源类型，但对大多数系统的应用技术规范具有实际的指导意义。

辅助电加热器一般由太阳能生产商安装或提供，维护方可查询产品的安装手册。其他辅助加热器一般由对应生产商安装或提供，维护方可查询对应产品的安

装手册。

8.7 防冻措施的维护

8.7.1 太阳能热水系统的集热器和分管道、设备为室外安装，天津地区冬季气温较低，为保证系统冬季运行安全，每年应定期对系统防冻措施进行检查和验证，建议应在每个采暖季（冬季）前进行。不同的防冻措施需注意相应的检查要点。使用防冻液工质防冻的系统，应补充防冻液，且防冻液的配比及性能应满足使用需求。

8.7.2 循环工质为水的系统，在冬季停运阶段会因低温结冻导致管路破损炸裂，因此在冬季长时间停运的阶段，应将管道、设备排空。依靠人力进行干预与维护，可以大大降低系统结冻的风险。

8.7.3 本条强调日常巡检的重要性。在冬季巡检过程中应加强巡检频次、对防冻措施进行有针对性地检查。加强防范、消除隐患是解决太阳能系统冬季防冻问题的重要措施。

8.7.4 制定冬季紧急情况处理预案，可以在出现结冻危险时快速有效应对，以确保系统运行安全，减少因系统结冻造成的损失。

8.8 巡检及定期维护

8.8.1 本条强调了系统的运行维护应考虑太阳能热水系统及其组件的使用寿命。应对设备、组件的使用年限与性能状态进行评估并制定合理的检修方案。未达到使用要求的设备或组件应及时进行更换。

8.8.2 物业服务单位应对太阳能热水系统在公共空间的运行维护负责。物业服务单位应针对设备、组件的定期巡检建立完善的管理制度，或委托专业的运维单位进行运维管理。本条强调了定期巡检的主要工作内容。运维单位应根据太阳能热水系统的系统形式、运行策略、使用情况制定有效的运维管理方案，加强对定期巡检工作的重视。

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

该节中的各条规定了进行系统节能效益分析的依据和计算公式。

9.2.1 设计施工图中作为依据的相关参数为计算分析公式中需要使用的参数，如确定的系统太阳能集热器总面积和太阳能集热器效率方程等。

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，该参数可按下式进行计算：

$$Q_{nj} = A_c \cdot J_T \cdot (1 - \eta_c) \cdot \eta_{cd} \quad (1)$$

式中： Q_{nj} ——全年太阳能集热系统得热量（MJ/a）

- A_c ——系统的太阳能集热器面积 (m^2) ;
- J_T ——太阳能集热器采光表面上的年总太阳辐照量 [$\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$];
- η_c ——管路、水泵、水箱等装置的系统热损失率, 经验值宜取 0.2~0.3;
- η_{cd} ——太阳能集热器的年平均集热效率(%), 按《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB 50364-2018 中附表 B 的方法计算。

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), 故本导则直接引用, 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。

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。