

天津市工程建设标准

DB

DB/T 29-250-2018  
备案号 J14177-2018

---

天津市民用建筑太阳能热水系统  
应用技术标准

Technical standard for solar water heating  
Systems of civil buildings in Tianjin

2018-02-14 发布

2018-04-01 实施

---

天津市城乡建设委员会 发布

# 天津市工程建设标准

## 天津市民用建筑太阳能热水系统应用技术标准

Technical standard for solar water heating

Systems of civil buildings in Tianjin

DB/T29-250-2018

J14177-2018

主编单位：天津市建筑设计院

天津大学

批准部门：天津市城乡建设委员会

实施日期：2018年4月1日

2018 天 津

# 天津市城乡建设委员会文件

津建设[2018]73 号

## 市建委关于发布《天津市民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》的通知

各有关单位：

根据市建委《关于下达 2009 年度天津市建设系统第一批工程建设地方标准编制计划的通知》(建科教[2009]338 号)要求,天津市建筑设计院、天津大学等单位编制完成了《天津市民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》,经市建委组织专家审定通过,现批准为天津市工程建设地方标准,编号为 DB/T29-250-2018,自 2018 年 4 月 1 日起实施。

各相关单位在实施过程中如有不明之处及修改意见,请及时反馈给天津市建筑设计院或天津大学。

本标准由天津市城乡建设委员会负责管理。

本标准由天津市建筑设计院和天津大学负责具体技术内容的解释。

天津市城乡建设委员会  
2018 年 2 月 14 日

## 前 言

根据天津市城乡建设和交通委员会《关于下达2009年度天津市建设系统第一批工程建设地方标准编制计划的通知》(建科教[2009]338号)文件要求,标准编制组经广泛调研,认真总结实践经验的基础上,制定本标准。

本标准主要内容为:1总则;2术语和符号;3基本规定;4规划布局与建筑设计;5技术要求;6系统设计;7施工与调试;8检验与验收;9运行管理。

本标准由天津市城乡建设委员会负责管理,由天津市建筑设计院和天津大学负责具体技术内容的解释。请各单位在执行本标准过程中,认真总结经验,随时将有关意见或建议,寄送解释单位(地址:天津市河西区气象台路95号;邮编:300074)。

**本规程主编单位:** 天津市建筑设计院  
天津大学

**本规程参编单位:** 天津住宅建设发展集团有限公司  
天津市计量监督检测科学研究院  
北京市太阳能研究所集团有限公司  
天津市建设科技发展推广中心

**本规程主要起草人员:** 刘建华 高 辉 赵 军 师 生  
王 健 何梓年 刘 巍 王东林  
李旭东 王立雄 马旭升 颜 凯  
刘小芳 尹宝泉 王 卉 艾思宇

**本规程主要审查人员:** 刘洪海 章 宁 周 鵬 朱赛鸿  
王俊茹 黄民德 刘华民

## 目 次

1	总则 .....	1
2	术语 .....	2
3	基本规定 .....	4
4	规划布局与建筑设计 .....	5
4.1	规划布局 .....	5
4.2	建筑设计 .....	5
4.3	结构设计 .....	9
5	技术要求 .....	11
5.1	一般规定 .....	11
5.2	太阳能集热器 .....	12
5.3	贮水箱 .....	12
5.4	管道及附件 .....	13
5.5	电气及控制系统 .....	13
5.6	计量 .....	16
6	系统设计 .....	17
6.1	一般规定 .....	17
6.2	系统分类 .....	17
6.3	集热系统设计 .....	19
6.4	辅助热源 .....	22
6.5	供水系统设计 .....	23
6.6	保温 .....	24

6.7	防冻及防过热措施 .....	24
6.8	电气设计 .....	24
7	安装与调试 .....	26
7.1	一般规定 .....	26
7.2	基座 .....	27
7.3	支架 .....	28
7.4	太阳能集热器 .....	29
7.5	贮水箱 .....	30
7.6	管道 .....	30
7.7	辅助能源加热设备 .....	33
7.8	电气及控制系统 .....	33
7.9	水压试验与冲洗 .....	33
7.10	系统调试 .....	34
8	系统验收 .....	36
8.1	一般规定 .....	36
8.2	分部、分项工程验收 .....	36
8.3	竣工验收 .....	38
9	运行管理 .....	40
9.1	一般规定 .....	40
9.2	集热系统 .....	41
9.3	储热系统 .....	41
9.4	管道系统 .....	42
9.5	控制系统 .....	44

9.6 辅助加热系统 .....	45
附录 A 太阳能热水系统维修记录表.....	47
附录 B 太阳能热水系统巡检记录表.....	48
附录 C 太阳能热水系统集热性能检验记录.....	50
本标准用词说明 .....	52
引用标准名录 .....	53
条文说明 .....	55

天津工程建设标准  
电子文件仅供参考  
请以正式出版物为准

# Contents

1	General Provision .....	1
2	Terms .....	2
3	Basic Requirements .....	4
4	Planning and Building Design .....	5
4.1	Planning .....	5
4.2	Architectural Design .....	5
4.3	Structure Design.....	9
5	Technical Requirements.....	11
5.1	General Regulations.....	11
5.2	Solar Collector .....	12
5.3	Storage Tank .....	12
5.4	Pipeline and Accessory .....	13
5.5	Electric and Automatic Control Systems.....	13
5.6	Metering.....	16
6	System Design .....	17
6.1	General Regulations.....	17
6.2	System Classification.....	17
6.3	Design of Solar Heat-Collecting System.....	19
6.4	Selection of Auxiliary Energy Heating Equipment .....	22
6.5	Design of Water Supply System.....	23
6.6	Thermal Insulation.....	24
6.7	Measures of Antifreeze and Preventing Overheating .....	24
6.8	Electrical Design.....	24

7	Installation and Commissioning .....	26
7.1	General Regulations.....	26
7.2	Base.....	27
7.3	Support.....	28
7.4	Solar Collector .....	29
7.5	Storage Tank .....	30
7.6	Pipeline .....	30
7.7	Auxiliary Energy Heating Equipment.....	33
7.8	Electric and Automatic Control Systems.....	33
7.9	Pressure Resistance Test and Washing .....	33
7.10	System Commissioning.....	34
8	Engineering Acceptance.....	36
8.1	General Regulations.....	36
8.2	Material and Equipment Management .....	36
8.3	Completion Acceptance .....	38
9	Operation and Management .....	40
9.1	General Regulations.....	40
9.2	Solar Heat-Collecting System .....	41
9.3	Heat Storage System .....	41
9.4	Pipeline System.....	42
9.5	Automatic Control System.....	44
9.6	Auxiliary Heating System.....	45
	Appendix A List of Maintenance Record for Solar Water Heating System.....	47

Appendix B List of Patrol Record for Solar Water Heating System.....	48
Appendix C List of Record for Solar Heating Collector Performance .....	50
Explanation of Wording in the Standard .....	52
Normative Standards.....	53
Explanation of Provisions.....	55

天津工程建設標準  
電子文件仅供参考  
請以正式出版物為准

## 1 总 则

- 1.0.1 为节约能源保护环境，促进可再生能源的利用，使民用建筑太阳能热水系统运行安全可靠、性能稳定、经济适用、与建筑和周围环境协调一致，规范该系统的设计、安装、验收、检测和日常维护，提高工程质量，制定本标准。
- 1.0.2 本标准适用于天津行政区域内新建、改建和扩建的民用建筑，以及既有建筑改造和增设的太阳能热水系统。
- 1.0.3 太阳能热水系统应纳入建筑工程管理，统一规划、同步设计、同步施工，与建筑工程同时投入使用。
- 1.0.4 太阳能热水系统的设计、安装、验收和运行管理，除应符合本标准外，尚应符合国家及天津市现行有关标准的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 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。

### 2.0.2 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成的贮水箱供给一幢或几幢建筑所需热水的系统。

### 2.0.3 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水箱供给建筑物所需热水的系统。

### 2.0.4 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供给各个用户所需热水的小型系统。

### 2.0.5 太阳能集热系统 solar heat-collecting system

吸收太阳能辐射转换成热能的系统，包括太阳能集热器、贮水箱、循环泵、管路及控制器等。

### 2.0.6 辅助热源 auxiliary heater

当太阳能资源不足时，为保证热水系统的正常供水，所采用的其它能源。

### 2.0.7 集热器总面积 gross collector area

整个集热器最大投影面积，不含固定和连接传热工质管道组成部分。

## 2.0.8 集热器采光面积 aperture area of collector

整个集热器最大投影面积, 不包括那些固定和连接传热工质管道的组成部分。

## 2.0.9 集热器倾角 tilt angle of collector

太阳能集热器与水平面的夹角。

## 2.0.10 太阳能保证率 solar fraction

生活热水系统中由太阳能部分提供的热量占系统总负荷的百分率。

## 2.0.11 太阳能贡献率 solar heat contribution ratio

生活热水系统中实际利用的太阳能热量占系统总耗热量的百分率。

## 2.0.12 贮热水箱 heat water storage tank

太阳能热水系统中储存热水的装置, 简称贮水箱。

### 3 基本规定

- 3.0.1 太阳能热水系统应在建筑规划设计时结合建筑布局、立面要求、周围环境、使用功能和设备安装条件等进行选型和设计，满足安全、适用、绿色、经济、美观的基本原则，并便于安装、维护和局部更换。
- 3.0.2 新建建筑的太阳能热水系统应与建筑一体化，既有建筑增设的太阳能热水系统应优先考虑与建筑一体化。
- 3.0.3 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，并应满足建筑结构的安全性要求。
- 3.0.4 太阳能热水系统类型的选择，应根据建筑类型、使用功能、安装条件、使用者要求、地理位置、太阳能资源等因素综合确定。
- 3.0.5 建筑上安装太阳能热水系统，不得降低相邻建筑的日照标准。
- 3.0.6 太阳能热水系统应根据贮热和使用条件设置相应的辅助加热设施。
- 3.0.7 当采用集中供热水系统时，应合理设置热水计量装置。
- 3.0.8 太阳能热水系统的设计和运行应以太阳能为主要热源，并通过合理的系统设计、有效的运营管理措施，在合理的太阳能保证率下，提高太阳能贡献率。
- 3.0.9 太阳能热水系统方案的确定应通过技术经济比较，其静态投资回收期不宜超过 5 年。

## 4 规划布局与建筑设计

### 4.1 规划布局

4.1.1 建筑总平面的规划设计，应为建筑单体和建筑群体设计安装太阳能热水系统提供条件。

4.1.2 太阳能集热器应设置在南偏东 15°至南偏西 30°的朝向范围内。

4.1.3 建筑的环境景观与绿化种植不应遮挡照射到太阳能集热器上的阳光。

4.1.4 太阳能集热器的日照时间应进行计算机软件模拟分析，每天接受日照的时间不应少于 4 小时。

### 4.2 建筑设计

4.2.1 安装太阳能热水系统的建筑单体设计，应符合下列要求：

1 建筑单体设计应综合考虑地理、气候特征、场地条件、建筑功能和立面及造型要求，在建筑平面布局、朝向、立面、剖面及空间环境上为太阳能热水系统的设计、安装和使用提供条件；

2 太阳能集热器安装在建筑屋面、阳台、墙面或其他部位，不得影响该部位的建筑功能，并应与建筑协调一致；

3 建筑设计中应合理确定太阳能热水系统各组成部分在建筑中的位置，并应满足所在部位的安全、防水、排水、保温和系统检

修等要求；

4 太阳能集热器和贮水箱安装的建筑部位，应设方便、安全的安装搬运通道和检修维护设施，对于使用中可能损坏坠落的部件，应采取安全防护措施；

5 建筑设计宜优先选择性能可靠、功能齐全、造价合理的建材型太阳能集热器，当直接以建材型太阳能集热器构成围护结构时，应满足所在部位的建筑功能要求；

6 建筑的体形和空间组合应避免安装太阳能集热器部位受建筑自身及周围设施的遮挡；

7 太阳能集热器不应跨越建筑变形缝设置；

8 太阳能热水系统的管线应有组织布置，宜与管道井结合敷设；

9 太阳能集热器部位的防雷设计应满足国家及天津市现行相关标准的要求。

#### 4.2.2 平屋顶设置太阳能集热器，应符合下列要求：

1 局部高出屋面的楼梯间、电梯机房、水箱间、通信和电视接收设备等宜靠北侧设置；

2 太阳能集热器的安装倾角应为 $39^{\circ}\pm10^{\circ}$ ；

3 对朝向为正南、南偏东或南偏西不大于 $30^{\circ}$ 的建筑，太阳能集热器可朝南设置，或与建筑同向设置；对朝向为南偏东或南偏西大于 $30^{\circ}$ 的建筑，太阳能集热器宜朝南设置或在南偏东 $15^{\circ}$ 至南偏西 $30^{\circ}$ 范围内设置；

4 太阳能集热器的支架应与屋面预埋件固定牢固，并在地脚螺栓周围做好密封处理。在屋面防水层上放置集热器，屋面防水层应包至基座上部，并在基座下部附加防水层；

5 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防水层上应铺设保护层；

6 太阳能集热器与贮水箱的连接管线需要穿屋面的，应在屋

面防水层施工前预埋防水套管，并对其与屋面相接处进行防水密封处理。

#### 4.2.3 坡屋顶设置太阳能集热器，应符合下列要求：

1 屋面的坡度宜结合太阳能集热器接收太阳辐射的最佳倾角确定；

2 用于安装太阳能集热器的单坡屋面设计应符合集热器的朝向要求，集热器布置应避开屋面上天窗、烟囱和排气管等凸出物的遮挡；

3 用于安装太阳能集热器的双坡屋面位置应尽量完整，且应符合集热器的朝向、坡度要求；坡屋面不宜设置遮挡集热器的天窗、烟囱和排气管等凸出物；

4 用于安装太阳能集热器的多坡和复杂坡屋面建筑，坡屋面区域形状应相对完整，集热器布置应避开屋面上天窗、烟囱和排气管等凸出物的遮挡；

5 太阳能集热器宜采用顺坡嵌入设置或顺坡架空设置；

6 太阳能集热器支架应与埋设在屋面上的预埋件牢固连接，并采取可靠的防水构造措施；

7 太阳能集热器与坡屋面结合处雨水的排放应通畅；

8 顺坡镶嵌在屋面上的太阳能集热器，不得降低屋面整体的保温、隔热、防水、排水等功能；

9 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；

10 坡屋面建筑宜考虑上人通道，当无条件时，可设计采用临时架设太阳能系统安装、维护、检修设备且应确保平台或其它设施的安全。

#### 4.2.4 墙面设置太阳能集热器，应符合下列要求：

1 在屋顶难以满足布置所需太阳能集热器时，可将集热器设置在建筑南向和其他符合集热器朝向要求的墙面上，或直接构成建

筑墙面；

2 墙面上的太阳能集热器吸热面宜有适宜的倾角以确保集热效率，集热器上下布置时应避免形成相互遮挡；

3 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防护技术措施；

4 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（梁），并应满足防腐、防水、保温、安全的要求；

5 太阳能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；

6 太阳能集热器安装或镶嵌的墙面，墙面装饰材料的色彩、尺度划分应考虑集热器的选型和尺寸。

#### 4.2.5 太阳能集热器与阳台栏板结合，应符合下列要求：

1 太阳能集热器可设置在南向或符合其朝向要求的阳台栏板上；

2 平板型太阳能集热器和竖向搁置集热管的真空管集热器，在设计安装时宜与水平面成30°~60°的倾角；水平搁置的真空管集热器，可通过调整吸热翅片的角度满足倾角要求而垂直安装，但此时应考虑避免集热器间和自身的遮挡；

3 太阳能集热器支架应与阳台栏板或侧墙牢固连接；

4 太阳能集热器直接构成建筑阳台栏板时，其强度、刚度、高度、外观、使用安全和防护功能应满足国家及天津市现行建筑设计规范的要求；

5 太阳能集热器应采取可靠的防护措施。

#### 4.2.6 太阳能集热器与遮阳板结合，应符合下列要求：

1 太阳能集热器应满足朝向及倾角的相关规定，支架应与遮阳板或墙体牢固连接；

2 由太阳能集热器直接构成遮阳板时，其强度、刚度、外观、

使用安全和防护功能应满足国家及天津市现行建筑设计规范的要求。

#### 4.2.7 集中储热水箱及水箱间的设置，应符合下列要求：

- 1 水箱宜布置在室内，并靠近太阳能集热器；
- 2 水箱间应设有排水、防水措施；
- 3 水箱上方及需安装管线的侧边应留有检修空间，净空不应小于0.8m；
- 4 自然循环分体式太阳能热水系统，贮水箱下底与集热器上缘之间的垂直净距离不得少于0.3m，循环单管路总长不得大于4m。

### 4.3 结构设计

4.3.1 建筑的主体结构或结构构件，应能承受太阳能热水系统满载情况下传递的各类荷载，并满足结构安全性和耐久性的要求。

4.3.2 建筑的结构设计应为太阳能热水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。

4.3.3 太阳能集热器安装在屋面上时，应与建筑主体结构通过预埋件连接，预埋件应在主体结构施工时埋入，预埋件的位置应准确；当未设置预埋件连接时，应采用其他可靠的连接措施。

4.3.4 太阳能集热器安装在阳台栏板、墙面上时，宜采用托架或托板形式固定，并配合拉接件与阳台栏板或墙体可靠连接固定，并做好防渗漏、防腐蚀处理。

4.3.5 砌体结构建筑与太阳能热水器的连接部位应增设钢筋混凝土梁柱等其他锚固可靠的连接构件。

4.3.6 轻质填充墙结构不应作为太阳能集热器的支承结构。

4.3.7 建筑主体结构或结构构件在抗震计算时，应按照现行国家

标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的有关规定将太阳能系统相关构件计入非结构的影响。

**4.3.8** 太阳能热水系统与主体结构采用后加锚栓连接时，应符合现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 的有关规定。

天津工程建设标准  
电子文件仅供参考  
请以正式出版物为准

## 5 技术要求

### 5.1 一般规定

- 5.1.1 太阳能热水系统部件及整体的质量和性能，应达到国家现行相关产品标准的要求。
- 5.1.2 太阳能热水系统的热性能应满足现行国家标准《家用太阳能热水系统技术条件》GB/T 19141 和《太阳能热水系统性能评定规范》GB/T 20095 的要求。
- 5.1.3 太阳能热水系统设计应满足现行国家标准《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》GB 50364 的相关要求。
- 5.1.4 太阳能热水系统的安全性能应满足下列要求：
- 1 具备耐压、防超压、防过热，系统安全装置等技术措施；
  - 2 有内置加热装置的系统，必须带有保证使用安全的装置；
  - 3 具备耐冻、抗风、抗冰雹、防热冲击、防倒流、抗震等技术措施；
  - 4 太阳能热水系统贮水箱出口水温不应高于75℃。
- 5.1.5 太阳能热水系统水质应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的有关规定。
- 5.1.6 间接加热的太阳能热水系统如采用水为传热介质时，补充水宜采用软化水。

## 5.2 太阳能集热器

5.2.1 太阳能集热器的机械强度、刚度和物理性能应符合国家现行相关标准的要求。

5.2.2 太阳能集热器的热性能指标应符合现行国家标准《平板型太阳能集热器》GB/T 6424、《真空管型太阳能集热器》GB/T 17581 和《太阳能空气集热器技术条件》GB/T 26976 的相关要求。

5.2.3 家用太阳能热水系统的能效系数(CTP)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 的能效限定值要求。

## 5.3 贮水箱

5.3.1 贮水箱材质应符合现行国家标准《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》GB/T 17219 的规定，其刚度、强度和耐用、耐压应满足系统设计要求，并能在 75℃以下贮水使用。

5.3.2 贮水箱的保温应符合现行国家标准《工业设备及管道绝热工程质量检验评定标准》GB 50185 的规定。

5.3.3 贮水箱的设置应符合下列要求：

- 1 水箱顶部应留有检修口，底部应设清洗排污阀；
- 2 承压贮水箱应设置温度表、安全泄压措施，开式水箱应配有温度表、液位计、放气阀；
- 3 水箱底部与基础相接部位应采取防止产生热桥措施。

## 5.4 管道及附件

- 5.4.1 太阳能热水系统采用的管材、管件、阀门的工作压力和工作温度应低于相关产品标准的规定，并应选用耐腐蚀、连接可靠、安装方便的产品。
- 5.4.2 室外热水管道采用发热电缆伴热时不宜采用塑料管道及管件。
- 5.4.3 太阳能热水系统的集热系统宜采用金属管材及管件。
- 5.4.4 太阳能热水系统采用的阀门应具有可调节流量的功能。
- 5.4.5 太阳能热水系统水泵工作温度应符合系统最高工作温度的要求，水泵的材质应与传热介质相容，水泵壳体承受的工作压力不应小于其所承受的静水压力与水泵扬程之和。
- 5.4.6 太阳能热水系统应有补偿管道热胀冷缩的措施。
- 5.4.7 太阳能热水系统的最高点应设排气装置。
- 5.4.8 太阳能热水系统的保温材料应满足相应部位的保温要求，且耐温性能高、耐老化性能稳定、有一定机械强度、施工方便、性价比优良。
- 5.4.9 太阳能热水管道应设有不小于 2‰的坡度，以便排气和泄空。
- 5.4.10 当采用城镇供水管网压力顶水法直流水温获取生活热水时，给水管道应设倒流防止器。

## 5.5 电气及控制系统

- 5.5.1 太阳能热水系统的电气设计应满足系统用电可靠和运行安全要求。
- 5.5.2 太阳能热水系统中所使用的电气设备应设短路保护和接地

故障保护。

5.5.3 太阳能热水系统应由专用回路供电，内置加热系统回路应设置剩余电流动作保护器，其额定动作电流值不应大于 30mA。

5.5.4 安装在建筑物上的太阳能集热器、支架和连接管路，应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的规定。

5.5.5 太阳能热水系统的电气控制线路应与建筑物的电气管线同步设计，并应符合现行行业标准《民用建筑电气设计规范》JGJ 16 的有关规定。

5.5.6 太阳能热水系统控制应遵循安全可靠、经济实用、操作方便、季节差别的原则，根据不同的太阳能热水系统特点设计出相应功能，实现在最小的常规能源消耗条件下，最大限度地利用太阳能。

5.5.7 太阳能热水系统控制设计应依据系统设计要求，实现对太阳能集热系统、辅助能源系统以及供热水系统等的功能控制与切换，包括手动控制、自动控制和安全保护。

5.5.8 太阳能热水系统控制系统的技术指标应满足国家现行相关太阳能产品标准的要求；控制系统选用的传感器、核心控制单元、显示器件、执行器应符合国家现行相关产品标准的要求。

5.5.9 太阳能热水系统的控制设计，应符合下列规定：

1 采用温差循环运行控制设计的集热系统，温差循环的启动值与停止值应可调节；

2 在开式集热系统及开式贮热水箱的非满水位系统控制设计中，宜在温差循环使得水箱水温高于设定温度后，采用定温出水，然后自动补水，在水箱水满后再转换为温差循环；

3 温差循环控制的水箱测温点应在水箱的下部；

4 当集热系统循环为变流量运行时，应根据集热器温差改变流量，实现稳定运行；

5 在较大面积集热系统的情况下，代表集热器温度的高温点

或低温点宜设置一个以上温度传感器；

6 在开式贮热水箱和开式供热水箱的系统中，供热水箱的水源宜由贮热水箱供应。

5.5.10 太阳能热水系统控制系统设计宜预留通讯接口，并应考虑使用环境温度与湿度等要求。

5.5.11 太阳能热水系统的安全保护设计，应符合下列规定：

1 太阳能集热系统的集热循环控制应采取防过热保护措施；

2 贮热水箱高于设定温度时，应停止继续从集热系统与辅助能源系统获得能量；

3 以水为工质的集热循环系统，在不宜采用排空方法防冻运行时，宜采用定温防冻循环优先于电辅助防冻措施；在采用电辅助防冻措施中，宜采用管路或水箱内设置电加热器并循环水泵防冻的措施优先于管路电伴热辅助防冻措施；防冻运行时，管路温度宜控制在5°C~10°C之间；

4 采用主动排空防冻的太阳能集热系统中，排空的持续时间应可调；

5 在太阳能集热系统和供热水系统中，水泵的运行控制应设置缺液保护。

5.5.12 远程控制时，太阳能热水系统应具有就地控制和解除远程控制的措施。对于具有远传报警功能的太阳能热水系统，应将报警信号引至有人值班的房间。

5.5.13 直接加热的电热管及其他电气设施的安装应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收规范》GB 50303的有关规定。

5.5.14 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。

## 5.6 计量

- 5.6.1 太阳能热水系统应设热水总表（在冷水管上）及分户热水表。
- 5.6.2 太阳能热水系统热水计量表应装在观察方便、不冻结、不被任何液体及杂质所淹没和不易受损坏的地方。
- 5.6.3 公共建筑宜选用具有自动记录功能的热水计量表，数据储存周期不应少于1年。
- 5.6.4 辅助热源系统、输配系统应设置计量装置，并应符合国家及天津市现行相关标准的规定。

天津工程建设材料图集  
电子文件仅供参看  
请以正式出版物为准

## 6 系统设计

### 6.1 一般规定

6.1.1 太阳能热水系统的供水水温、水压和水质等应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的规定。

6.1.2 太阳能热水系统设计应遵循节水节能、安全简便、耐久可靠、经济实用、便于计量的原则。

6.1.3 太阳能热水系统宜设循环管道，循环管道设置应符合下列要求：

1 保证热水供水干管和立管中的热水循环，并应采用同程布置的方式；

2 出水时间要求标准较高的热水系统，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。

6.1.4 太阳能热水系统的太阳能保证率宜为 50%~70%。

6.1.5 太阳能热水系统的设计文件，应包括系统节能和环保效益分析计算书。

### 6.2 系统分类

6.2.1 太阳能热水系统按集热/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。

6.2.2 太阳能热水系统按使用热水是否直接经太阳能集热器加热, 可分为下列两种系统:

- 1 直接系统;
- 2 间接系统。

6.2.3 太阳能热水系统按集热器与贮水箱的设置关系, 可分为下列两种系统:

- 1 紧凑式系统;
- 2 分离式系统。

6.2.4 太阳能热水系统按集热器流道和系统管道是否始终充满水或传热工质, 可分为下列两种系统:

- 1 满液系统;
- 2 落水系统。

6.2.5 太阳能热水系统按传热工质是否与大气联通, 可分为下列两种系统:

- 1 开式系统;
- 2 闭式系统。

6.2.6 太阳能热水系统按辅助能源加热设备是否设置在贮水箱内, 可分为下列两种系统:

- 1 内置辅助加热系统;
- 2 外置辅助加热系统。

6.2.7 太阳能热水系统按辅助加热系统启动方式, 可分为下列三种系统:

- 1 全日定温自动启动系统;
- 2 全日定时定温自动启动系统;
- 3 手动启动系统。

6.2.8 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。

**6.2.9** 太阳能热水系统类型的选择，应根据建筑的使用功能、热水供应方式、集热器安装位置和系统运行方式等因素，通过经济技术比较后确定。

### 6.3 集热系统设计

**6.3.1** 太阳能集热系统应根据月平均日用热水量确定太阳能集热器面积，热水供水系统应根据最高日用水量确定系统设备。

**6.3.2** 太阳能热水用水定额应符合现行国家标准《民用建筑节水设计标准》GB 50555 的规定，卫生器具的一次和一小时热水用水定额和水温均应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的规定。

**6.3.3** 设计平均日用热水量，应按下式计算：

$$Q_w = q_{rd} \times m \times k \quad (6.3.3)$$

式中：

$Q_w$  ——平均日用热水量，L/d；

$q_{rd}$  ——最高日热水用水定额，L/(人·d)；

$m$  ——用水人数；

$k$  ——平均日修正系数，与生活水平、生活习惯和气候条件等因素相关，可按0.6~0.7选取。

**6.3.4** 设计小时耗热量、热水量的计算应按照现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的相关条款规定执行。

**6.3.5** 太阳能集热器总面积计算应符合下列规定：

1 直接系统太阳能集热器总面积可按下式计算：

$$A_c = \frac{Q_w C_w (t_{end} - t_o) f}{J_T \eta_{cd} (1 - \eta_L)} \quad (6.3.5-1)$$

式中：

$A_c$ ——直接系统的集热器总面积,  $\text{m}^2$ ;

$Q_w$ ——日均用热水量,  $\text{L}$ ;

$C_w$ ——水的定压比热容,  $4.187 \text{ (kJ/kg} \cdot ^\circ\text{C)}$ ;

$t_{end}$ ——贮水箱内热水的终止设计温度, 取 $60^\circ\text{C}$ ;

$t_o$ ——水的初始温度, 取 $12^\circ\text{C} \sim 15^\circ\text{C}$ ;

$J_T$ ——集热器采光面上的年平均日太阳辐射量, 取 $16.345 \text{ MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ;

$f$ ——太阳能保证率, %; 根据系统使用期限内的太阳辐照、系统经济性及用户要求等因素综合考虑后确定, 宜为 $50\% \sim 70\%$ ;

$\eta_{cd}$ ——基于总面积的集热器年平均集热效率, 宜为 $40\% \sim 50\%$ ;

$\eta_L$ ——太阳能集热系统中贮水箱和管路的热损失率, 宜为 $20\% \sim 30\%$ 。

2. 间接加热系统太阳能集热器总面积可按下式计算:

$$A_{IN} = A_c \times \left(1 + \frac{U \times A_c}{U_{hx} \times A_{hx}}\right) \quad (6.3.5-2)$$

式中:

$A_{IN}$ ——间接系统太阳能集热器总面积,  $\text{m}^2$ ;

$A_c$ ——直接系统的太阳能集热器总面积,  $\text{m}^2$ ;

$U$ ——太阳能集热器总热损系数,  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ ; 对平板型集热器, 宜取 $4[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})] \sim 6[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})]$ ; 对真空管型集热器, 宜取 $1[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})] \sim 2[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})]$ ; 具体数值应根据集热器产品的实际测试结果确定;

$U_{hx}$ ——换热器传热系数,  $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ , 查产品样本得出;

$F_{jr}$ ——换热器换热面积,  $\text{m}^2$ , 查产品样本得出。

3 太阳能集热器朝向宜为正南或南偏东15°、南偏西不大于30°范围内，倾角应为 $39^{\circ}\pm10^{\circ}$ 。当朝向或倾角受条件限制超出上述范围时，集热器总面积应按补偿方式确定。

4 太阳能集热器可通过并联、串联和串并联等方式连接成集热器组，并应符合下列要求：

- 1) 对自然循环系统，集热器组中集热器的连接宜采用并联。平板型集热器的每排并联数目不宜超过16个。
- 2) 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(每个集热器联集箱长度不大于2m)。
- 3) 对自然循环系统，每个系统集热器的数目不宜超过24个。对于大面积自然循环系统，可分成若干个子系统，每个子系统中并联集热器不宜超过24个。

#### 6.3.6 太阳能集热系统贮水箱有效容积可按下式计算：

$$V_{rx} = q_{rjd} \times A_j \quad (6.3.6)$$

式中：

$V_{rx}$ ——贮水箱有效容积，L；

$A_j$ ——集热器总面积， $m^2$ ；

$q_{rjd}$ ——集热器单位采光面积平均每日产热水量， $L/(m^2 \cdot d)$ ；  
直接供水系统取 $60 L/(m^2 \cdot d) \sim 100 L/(m^2 \cdot d)$ ；  
间接供水系统取 $50 L/(m^2 \cdot d) \sim 70 L/(m^2 \cdot d)$ 。

#### 6.3.7 强制循环太阳能集热系统的循环泵流量、扬程计算应符合下列规定：

1 循环泵的流量可按下式计算：

$$q_x = q_{gz} \times A_j \quad (6.3.7-1)$$

式中：

$q_x$ ——集热系统循环流量， $L/s$ ；

$q_{gz}$ ——单位采光面积集热器对应的工质流量， $L/(s \cdot m^2)$ ，经

验值为 $0.015L/(s\cdot m^2)$ ~ $0.02L/(s\cdot m^2)$ 。

2 开式直接加热系统循环泵的扬程可按下式计算：

$$H_x = 1.10(h_{jx} + h_j + h_z + h_f) \quad (6.3.7-2)$$

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，kPa；

$h_f$ ——附加压力，kPa，取 $20\sim 50$ 。

3 闭式间接加热系统循环泵的扬程应按下式计算：

$$H_x = 1.10(h_{jx} + h_e + h_j + h_f) \quad (6.3.7-3)$$

式中：

$h_e$ ——循环流量经集热器水加热器的阻力损失，kPa。

4 当集热系统采用防冻液作为工质时，需要根据所采用的防冻液特性进行修正。

## 6.4 辅助热源

6.4.1 太阳能热水系统辅助热源及加热设施的设置，应符合下列要求：

1 辅助热源及设施应因地制宜选择燃气、电、热泵、城市热力管网等；

2 辅助热源的供热量应按现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015的规定设计计算；

3 辅助热源及其水加热设施应结合热源条件、系统形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和配置；

4 辅助热源加热设备应根据热源种类及其供水水质、冷热水系统形式等选用直接加热或间接加热形式；

5 辅助热源的控制应在保证充分利用太阳能集热量的条件下，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。

## 6.5 供水系统设计

**6.5.1** 太阳能热水系统的管道流量、热水循环流量及管网水力计算、膨胀管或膨胀水箱的设计计算，应按照现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的规定执行，其中管道流量应按给水系统的设计秒流量计算。

**6.5.2** 太阳能供热水箱的储水容积应按最高日热水用水量和集热器面积等因素综合确定，并应符合下列要求：

1 当供热水箱容积小于太阳能集热系统所选贮水箱容积的40%时，应采用贮水箱供应热水；

2 当热水供应系统需要的供热水箱容积大于太阳能集热系统所选贮水箱容积的40%时，宜采用双水箱供应热水，贮水箱容积按本标准条文6.3.6确定，供热水箱容积按需要的水量确定；也可采用单水箱供应热水，水箱容积应按所需热水箱容积的2.5倍确定。

3 间接系统太阳能集热器产生的热水作为容积式水加热器或供热水箱的热媒时，供热水箱的贮热量宜符合下列要求：

1) 公共建筑不小于60min设计小时耗热量（W）；

2) 居住建筑不小于90min设计小时耗热量（W）。

**6.5.3** 太阳能热水系统的给水应对超过有关标准的原水进行水质软化处理。

## 6.6 保温

6.6.1 太阳能集热系统的管路保温设计应符合现行国家标准《设备及管路保温技术通则》GB/T 4272 和《设备及管路保温设计导则》GB/T 8175 执行。

6.6.2 太阳能热水系统的水加热设备、水箱、热水供水干管和立管、强制和自然循环的回水干管、立管等均应采取保温措施。

6.6.3 太阳能热水系统保温材料应选择保温性能好、易于施工、经济耐用的不燃或难燃材料。

6.6.4 贮水箱保温可采用岩棉、聚氨酯发泡塑料等。管道保温可采用岩棉、超细玻璃棉、硬聚氨酯、橡塑海绵等材料。

## 6.7 防冻及防过热措施

6.7.1 太阳能集热器和室外循环管道应采用强制循环防冻、防冻液防冻、电伴热防冻、排空法防冻等防冻措施。

6.7.2 贮热水温超过 70℃时，太阳能热水系统应设置防过热措施。

6.7.3 太阳能直接供热水系统应设置恒温混水阀；太阳能间接供热水系统宜设置温度控制装置。两种系统均应保证用户末端出水温度不高于 60℃。

## 6.8 电气设计

6.8.1 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。

6.8.2 太阳能热水系统中所使用的电器设备应有剩余电流保护、

接地和断电等安全措施。

6.8.3 太阳能热水系统应设专用供电回路和计量装置。

6.8.4 内置加热系统回路应设置剩余电流动作保护装置，保护动作电流值不应超过 30mA，浴室应做局部等电位连结。

6.8.5 太阳能热水系统的防雷设置应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的有关规定。

6.8.6 太阳能热水系统的控制线路应穿管暗敷，或在管道井中敷设。

6.8.7 设计电热带配电系统时，电热带应与过载、短路、漏电保护和温度保护装置配合，并应符合国家现行电气设计规范的要求。

## 7 安装与调试

### 7.1 一般规定

7.1.1 太阳能热水系统的安装与调试应符合设计要求，设计文件应通过施工图审查，修改设计应有原设计单位出具的设计变更通知单。

7.1.2 太阳能热水系统的安装应编制专项施工组织设计或施工方案，包括与主体结构施工、设备安装、装饰装修等交叉作业的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。

7.1.3 太阳能热水系统安装前应具备下列条件：

- 1 设计文件齐备，且已审查通过；
- 2 施工组织设计或施工方案已经批准；
- 3 施工场地符合施工组织设计或施工方案的要求；
- 4 预留基座、孔洞、预埋件和设施符合设计要求，并已验收合格；
- 5 现场水、电、场地、道路等施工准备条件能满足正常施工需要；
- 6 既有建筑改造项目中应有经结构复核或法定检测机构同意安装太阳能热水系统的鉴定文件。

7.1.4 进场安装的太阳能热水系统产品、配件、材料的外观、色彩及性能等应符合设计要求，进场验收时其质量证明文件应齐全，包装应完好，表面无划痕及外力冲击破损，并经相关责任单位专业

人员核查确认。

7.1.5 太阳能热水系统的安装应符合系统设计要求,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,不应影响建筑物的使用功能,不应破坏屋面防水层和墙面保温层及建筑物的附属设施。

7.1.6 太阳能热水系统安装过程中,产品和物件的存放、搬运、吊装不应碰撞损坏,半成品应妥善保护。

7.1.7 太阳能热水系统安装时,应对已完成土建工程的部位采取保护措施。

7.1.8 太阳能热水系统的安装不得影响住户的使用功能要求。

7.1.9 太阳能热水系统施工单位应具有相应的资质,施工技术人员及质量验收人员应具备相应专业技术资格。

7.1.10 太阳能热水系统施工中相关专业之间应进行交接质量检验,并形成记录。

7.1.11 太阳能热水系统应按系统、区域、施工段或楼层划分成若干个检验批次进行验收,检验方法未注明的以图纸要求为准。

7.1.12 太阳能热水系统电气设施的安装应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收规范》GB 50303 的相关规定。

7.1.13 太阳能热水系统所使用的主要材料、成品、半成品、配件、器具和设备应具有中文质量合格证明文件,规格、型号及性能检测报告应符合国家技术标准或设计要求。

7.1.14 太阳能热水系统主要器具和设备应有完整的安装使用说明书。

## 7.2 基座

7.2.1 太阳能热水系统基座应与建筑主体结构可靠连接,基座可

采用现浇混凝土、钢结构、预制混凝土等形式。

7.2.2 贮水箱基座必须设在建筑物承重墙（梁）上，采用预埋件固定时，应在主体结构施工时埋入，其位置应准确无误；当采用插孔免检固定方式时应采用细石混凝土填捣密实固定。

7.2.3 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 的要求。

7.2.4 采用预制件基座时，应摆放平稳、整齐，并应与建筑主体连接牢固，且不得破坏屋面防水层。

7.2.5 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及验收规范》GB 50212 和《建筑防腐蚀工程质量检验评定标准》GB 502224 的规定。

### 7.3 支架

7.3.1 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 的要求。

7.3.2 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。

7.3.3 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。

7.3.4 太阳能热水系统部件安装在阳台或墙面时，支架应与阳台栏板或墙体可靠连接，并不得损坏墙面保温层。

7.3.5 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。

7.3.6 支承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。

**7.3.7** 当支承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。

**7.3.8** 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的要求。

#### 7.4 太阳能集热器

**7.4.1** 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。

**7.4.2** 太阳能集热器间的连接应符合设计要求,且密封可靠、无泄漏、无扭曲变形。

**7.4.3** 太阳能集热器之间的连接件,应便于拆卸和更换。

**7.4.4** 太阳能集热器连接完毕,应进行检漏试验,检漏试验应符合设计要求及本标准第7.9节的规定。

**7.4.5** 太阳能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《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242的规定。

**7.4.6** 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漏措施。

## 7.5 贮水箱

- 7.5.1 贮水箱应与基座固定牢靠，基座应符合设计要求，无沉降与局部变形。
- 7.5.2 用于制作贮水箱的材质应耐腐蚀、卫生、无毒，规格应符合设计要求。
- 7.5.3 钢板焊接的贮水箱的内外壁均应按设计要求做防腐处理，内壁防腐材料应卫生、无毒，且应能承受所贮存热水的最高温度。
- 7.5.4 贮水箱应做接地处理，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。
- 7.5.5 贮水箱应进行检漏试验，试验方法应符合设计要求和本标准第 7.9 节的规定。
- 7.5.6 现场制作的贮水箱，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质量检验评定标准》GB 50185 的相关规定。
- 7.5.7 贮水箱与基座间宜采用隔热垫。

## 7.6 管道

- 7.6.1 太阳能热水系统的管道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。管道及配件的材料应与设计要求一致，并与传热工质相容，支线段过长的管道应按设计要求设置补偿器。
- 7.6.2 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 的有关规定。水泵周围应留有检修空间，前后应设置截止阀，并应做好接地防护。功率较大的泵进出口宜设置减振喉、水泵与基础之间应按设计要求

设置减振垫等隔震措施。

7.6.3 安装在室外的水泵，应采取防雨保护措施，并应采取防冻措施。

7.6.4 太阳能热水系统以水为工质的室外管道，应采取保温防冻措施。

7.6.5 电磁阀、电动阀应水平安装，阀前应加装细网过滤器，电磁阀与电动阀前后及旁通管应设置截止阀。

7.6.6 水泵、电磁阀、电动阀、过滤器及其他阀门的安装方向应正确，并应便于更换。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。

7.6.7 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本标准第 7.9 节的规定。

7.6.8 管道保温应在水压试验合格后进行，保温材质及厚度应符合设计要求，满足现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 的规定。

7.6.9 管道保温完成后，应对管道进行标识，以便于检修及辨认。

7.6.10 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。

7.6.11 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 在穿墙处做成方型补偿器，水平安装。

7.6.12 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，固定应牢靠；

- 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。

7.6.13 管道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。

7.6.14 各种承压管道系统和设备应做水压试验, 对于封闭系统, 试验压力应为系统顶点工作压力加 0.1MPa, 且顶点试验压力不小于 0.3MPa。

7.6.15 阀门安装前, 应抽样作强度和严密性试验, 试验应在同种同批中抽查 10%, 且不少于 2 个~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。

7.6.16 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表 7.6.16 的规定。

表 7.6.16 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

## 7.7 辅助能源加热设备

7.7.1 直接加热的电热管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 的相关要求。

7.7.2 辅助热源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。

## 7.8 电气及控制系统

7.8.1 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，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、箱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。

7.8.2 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。

7.8.3 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，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。

7.8.4 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。

## 7.9 水压试验与冲洗

7.9.1 太阳能热水系统安装完毕后，应在设备和管道保温之前进

行水压试验。

7.9.2 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及全玻璃真空管集热器应做灌水试验。当设计未注明时，水压试验和灌水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 的相关要求执行。

7.9.3 当环境温度低于 5℃ 进行水压试验时，太阳能热水系统应采取可靠的防冻措施。

7.9.4 太阳能热水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。

## 7.10 系统调试

7.10.1 太阳能热水系统安装完毕，投入使用前，应进行系统调试。

7.10.2 太阳能热水系统的调试应由施工单位负责、监理单位监督，建设单位参与和配合。系统调试的实施单位可以是施工企业本身或其他有调试能力的单位。

7.10.3 太阳能热水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 3 天的试运行，且其中应至少有一天为晴天。

7.10.4 太阳能热水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。

7.10.5 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，方向应安装正确；
- 2 检查电磁阀安装方向，方向应安装正确；
- 3 温度、温差、水位、辐射强度控制、时间控制等仪表应显

示正常；

- 4 电气控制系统应达到设计要求，动作准确；
- 5 检查剩余电流保护装置，动作应准确可靠；
- 6 防冻、防过热保护装置应工作正常；
- 7 各种阀门应开启灵活，密封严密；
- 8 辅助能源加热设备应工作正常，加热能力达到设计要求。

#### 7.10.6 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控制阀门，应使各回路流量平衡，达到设计流量；
  - 2 温度、温差、水位、辐射强度、时间等控制仪的控制区间或控制点应符合设计要求；
  - 3 调试辅助热源加热设备与太阳能集热系统的工作切换，应达到设计要求；
  - 4 调整电磁阀初始参数，应使其动作符合设计要求。
- #### 7.10.7 太阳能热水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。

## 8 系统验收

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 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。

**8.1.2** 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。

**8.1.3** 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。

**8.1.4** 太阳能热水系统施工质量的保修期限，应自竣工验收合格日起不少于两年。在保修期内发生施工质量问题的，施工企业应履行保修职责，责任方承担相应的经济责任。

**8.1.5** 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工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评估验证。

### 8.2 分部、分项工程验收

**8.2.1** 太阳能热水系统工程的分部、分项工程应按表 8.2.1 划分。

表 8.2.1 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	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

8.2.2 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。

8.2.3 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 基座、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。

8.2.4 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。

8.2.5 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。

8.2.6 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；闭式太阳能集热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。

**8.2.7 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。**

### 8.3 竣工验收

**8.3.1 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。**

**8.3.2 太阳能热水系统竣工验收应提交下列资料：**

- 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；
- 9 使用维护说明书。

**8.3.3 太阳能热水系统竣工验收时的系统热工性能检验、其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。**

**8.3.4 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；当设计无明确规定时，太阳能集热效率应 $\geq 42\%$ ，太阳能保证率应 $\geq 40\%$ 。

8.3.5 太阳能热水系统竣工验收时供热水温度应满足设计要求，当设计无明确规定时应满足不小于 45℃，且不大于 60℃。

天津工程建设标准  
电子文件仅供参考  
请以正式出版物为准

## 9 运行管理

### 9.1 一般规定

9.1.1 太阳能热水系统初次运行之前，应确认系统安装符合相关设计图纸、规范、验收标准要求。

9.1.2 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 受控设备、控制器和计量装置等调试应在太阳能热水系统处于运行的条件下进行，应保证各组件的运行达到设计要求，系统的整体运行符合设计要求。

9.1.3 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。

9.1.4 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。

9.1.5 太阳能热水系统运行管理部门应制定冬季紧急情况处理预案，每年进入冬季之前，应对系统各项防冻措施进行验证和检查；在冬季运行期间，应加强对系统的巡检。

9.1.6 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

及短期或长期测试的规定。

## 9.2 集热系统

### 9.2.1 太阳能集热器的运行应符合下列规定：

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

### 9.2.2 太阳能集热器的维护应符合下列规定：

- 1 定期清扫或冲洗集热器表面的灰尘；
- 2 定期除去真空管中的水垢；
- 3 定期检查真空管集热器，应避免硬物冲击，应避免漏水现象发生；
- 4 一旦发生空晒现象，真空管不应立即通冷水。

### 9.2.3 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》。

### 9.2.4 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。

### 9.2.5 太阳能集热器上的积雪应及时清理。

## 9.3 储热系统

### 9.3.1 太阳能热水储热系统应定期检查贮水箱的密封性，如发现密封性遭到破坏，应及时修补。

### 9.3.2 太阳能热水储热系统应定期检查贮水箱的保温层，如发现

保温层遭到破坏，应及时修补。

9.3.3 太阳能热水储热系统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工作是否正常，并应防止空气进入系统。

9.3.4 太阳能热水储热系统应定期检查是否有异物进入贮水箱，防止循环管道被堵塞。

9.3.5 太阳能热水储热系统应定期清除贮水箱内的水垢。

## 9.4 管道系统

9.4.1 太阳能热水系统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，应确保管道内没有空气，以防止热水因为气堵而无法输送到各个配水点；

3 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。

9.4.2 太阳能热水系统阀门的日常维护保养应符合下列规定：

1 阀门应定期清洁；

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，确保其工作正常；

5 电力驱动的阀门，除阀体的维护保养外，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。

#### 9.4.3 太阳能热水系统水泵的运行应符合下列规定：

- 1 水泵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 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 运行检查工作，电机不应有过高的温升，轴承温度不得超过周围环境温度35℃~40℃；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。

#### 9.4.4 太阳能热水系统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 水泵应每年进行一次解体检修，内容包括清洗和检查，清洗主要是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。

9.4.5 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。

#### 9.4.6 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表数值是否正常稳定、且无剧烈抖动。

9.4.7 对于循环工质为水的系统，冬季若长期不使用，宜采用循环防冻措施。

## 9.5 控制系统

9.5.1 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。

9.5.2 控制系统的维护应符合下列规定：

- 1 控制系统中的仪表指（显）示应正确，其误差应控制在允许的范围内；
- 2 控制系统执行元件的运行应正常；
- 3 控制系统的供电电源应合适；
- 4 控制系统应正确输入设定值。

9.5.3 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。

9.5.4 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。

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

9.5.6 在太阳能热水系统正常运行期间，每天应对控制系统测控的参数进行检查，并对重要运行参数进行记录。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。

9.5.7 对于现场一次仪表和控制器采集的参数，应分别记录并进行对比。

9.5.8 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。

## 9.6 辅助加热系统

9.6.1 辅助加热系统为电加热器的运行应符合下列规定：

- 1 带有辅助电加热器的水箱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。

9.6.2 辅助电加热器的维护应符合下列规定：

- 1 电加热器元件的劳损情况应定期检查，及时维修或更换；
- 2 电加热器外表的结垢或淤积情况应定期检查，及时清理；
- 3 安全阀应定期检查，对于不能正常工作的，应及时维修或更换。

9.6.3 辅助加热系统的空气源热泵的维护应符合下列规定：

- 1 应定期清理水垢；
- 2 制冷剂内不应有水分；
- 3 压缩机绕组电阻应定期检查；
- 4 管道和阀门等应定期进行维护保养。

9.6.4 初次启动电加热时，应保证电加热装置内灌满水，排空空气。

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

9.6.6 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。

9.6.7 辅助加热系统为锅炉的运行应符合下列规定：

1 锅炉外表面应无严重变形，人孔、手孔应无泄漏，炉膛、炉壁的保温层应保证保温效果良好；

2 管路、阀件，不应有漏水、漏气现象。

9.6.8 辅助加热系统为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、安全阀应无泄漏，转动三通旋塞，压力表指针能恢复到零，安全阀排气管应畅通；

4 锅炉水质应符合水质标准要求。

## 附录 A 太阳能热水系统维修记录表

表 A 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	

## 附录 B 太阳能热水系统巡检记录表

表B 太阳能热水系统巡检记录表

巡检日期: 年 月 日 时 天气情况: 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	°C		
	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"/>		
	补水或补水装置	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	°C		
辅 助 加 热 系 统	太阳能贮水箱水位	正常 <input type="checkbox"/> 低 <input type="checkbox"/> 或 <input type="checkbox"/> %		
	集热器表面清洁状况	良好 <input type="checkbox"/> 一般 <input type="checkbox"/> 差 <input type="checkbox"/>		
	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	°C		
	辅助加热循环泵工作情况	正常 <input type="checkbox"/> 故障 <input type="checkbox"/>		
热 水 供 应 系 统	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"/>		
	供热水箱水温	°C		
	热水回水温度	°C		
	供热水箱水位	正常 <input type="checkbox"/> 低 <input type="checkbox"/> 或 <input type="checkbox"/> %		
	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"/>		

续表 B 太阳能热水系统巡检记录表

巡检项目		检查结果		备注
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"/>	
	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"/>	

注：如有故障或不正常项目，将具体现象填入“备注”栏中

## 附录 C 太阳能热水系统集热性能检验记录

表C 太阳能热水系统集热系能检验记录

工程名称:		分部工程:	
1. 贮水箱升温性能试验			
标准依据		测试日期	
测试开始时间		测试结束时间	
集热器采光面积 $A_c$ (m <sup>2</sup> )		环境平均温度 (℃)	
测试时间段太阳辐射量 $H$ (MJ/m <sup>2</sup> )		环境平均风速 (m/s)	
水箱试验水量 $V$ (m <sup>3</sup> )		测试开始时水箱平均水温 $t_b$ (℃)	
测试结束时水箱平均水温 $t_e$ (℃)		水箱得热量 (MJ) $Q_c = p_w C_{pw} V(t_e - t_b) / 10$	
集热系统效率(%) $\eta = Q_c / A_c H$			
试验情况及说明			
2. 贮水箱保温性能测试			
依据标准		测试日期	
测试开始时间		测试结束时间	
测试开始时水箱平均水温 $t_i$ (℃)		测试结束时水箱平均水温 $t_f$ (℃)	

环境平均风速 (m/s)		环境平均温度 $t_{as(av)}$ (°C)	
降温时间 $\Delta\tau$ (s)		水箱容水量 $V_s$ (m <sup>3</sup> )	
贮水箱热损系数 $U_s = \frac{\rho_w C_{pw} V_s}{\Delta\tau} \ln \left[ \frac{t_i - t_{as(av)}}{t_f - t_{as(av)}} \right]$			
试验情况及说明			
监理(建设)单位	施工单位		
专业监理工程师: (建设单位项目技术负责人)	专业技术负责人	专业质检员	专业工长

## 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执行的写法为：“应按……执行”或“应符合……的规定”。

## 引用标准名录

- 1 《家用太阳能热水系统能效限定值及能效等级》 GB 26969
- 2 《建筑抗震设计规范》 GB 50011
- 3 《建筑给水排水设计规范》 GB 50015
- 4 《建筑物防雷设计规范》 GB 50057
- 5 《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》 GB 50168
- 6 《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》 GB 50169
- 7 《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
- 8 《工业设备及管道绝热工程质量检验评定标准》  
GB 50185
- 9 《钢结构工程施工质量验收规范》 GB 50205
- 10 《屋面工程施工质量验收规范》 GB 50207
- 11 《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》 GB 50212
- 12 《建筑防腐蚀工程质量检验评定标准》 GB 50224
- 13 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》 GB 50242
- 14 《压缩机、风机、泵安装工程施工及验收规范》 GB 50275
- 15 《建筑电气工程施工质量验收规范》 GB 50303
- 16 《民用建筑设计通则》 GB 50352
- 17 《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》 GB 50364
- 18 《住宅设计规范》 GB 50368
- 19 《民用建筑节水设计标准》 GB 50555
- 20 《设备及管路保温技术通则》 GB/T 4272
- 21 《平板型太阳能集热器》 GB/T 6424

- 22 《设备及管路绝热设计导则》 GB/T 8175
- 23 《太阳能利用术语》 GB/T 12936
- 24 《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》  
GB/T 17219
- 25 《真空管型太阳能集热器》 GB/T 17581
- 26 《家用太阳能热水系统技术条件》 GB/T 19141
- 27 《太阳能热水系统性能评定规范》 GB/T 20095
- 28 《太阳能空气集热器技术条件》 GB/T 26976
- 29 《可再生能源建筑工程评价标准》 GB/T 50801
- 30 《民用建筑电气设计规范》 JGJ 16
- 31 《混凝土结构后锚固技术规程》 JGJ 145

天津工  
电子  
请以正式出版物为准

天津市工程建设标准

# 民用建筑太阳能热水系统 应用技术标准

天津工程建设标准  
电子文件仅供参考  
以正式出版物为准

DB/T29-250-2018  
J14177-2018

条文说明

2018 天 津

## 制订说明

本标准制订过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结了我国工程建设太阳能热水系统应用领域的实践经验，同时参考了国家及各省市先进技术，法规、技术标准等，制定了本标准。

为便于广大设计、施工、科研等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，本标准编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

## 目 次

1	总则 .....	59
3	基本规定 .....	62
4	规划布局与建筑设计 .....	65
4.1	规划布局 .....	65
4.2	建筑设计 .....	66
4.3	结构设计 .....	75
5	技术要求 .....	79
5.1	一般规定 .....	79
5.2	太阳能集热器 .....	79
5.5	电气及控制系统 .....	79
5.6	计量 .....	82
6	系统设计 .....	83
6.1	一般规定 .....	83
6.2	系统分类 .....	83
6.3	集热系统设计 .....	84
6.4	辅助热源 .....	86
6.5	供水系统设计 .....	86
6.6	保温 .....	87
6.7	防冻及防过热措施 .....	87
6.8	电气设计 .....	87
7	安装与调试 .....	88

7.1	一般规定	88
7.2	基座	88
7.5	贮水箱	89
7.7	辅助能源加热设备	89
7.8	电气及控制系统	90
7.9	水压试验与冲洗	90
7.10	系统调试	90
8	系统验收	91
8.1	一般规定	91
8.2	分部、分项工程验收	91
8.3	竣工验收	92
9	运行管理	94
9.1	一般规定	94
9.2	集热系统	94
9.3	储热系统	95
9.5	控制系统	95
9.6	辅助加热系统	95

# 1 总 则

1.0.1 天津已成为全国能源消耗量最大的城市之一，煤炭、石油、天然气等资源均需要其他省市的支援。为贯彻落实节能减排，保护环境，推进可持续发展，建设节约型社会，天津市已将开发利用新能源和可再生能源作为优化能源结构，逐步打造成为我国新能源产业高地，国际一流的新能源产业聚集区，促进经济社会可持续发展的战略措施之一。天津市人口众多，民用建筑热水供应能源消耗巨大，在民用建筑中推广太阳能热水系统，将节约大量的煤炭、天然气等常规能源并减少其产生的大气污染。

天津市是我国太阳能资源较丰富的地区之一，年辐照量在 $5600\text{MJ}/\text{m}^2\sim6000\text{MJ}/\text{m}^2$ ，年日照时数在 $2600\text{h}\sim3000\text{h}$ 。开发利用丰富、清洁的太阳能，既是对天津市能源资源的补充，也是未来能源开发的基础。

近年来，太阳能热水器在天津市的推广和普及取得了很好的节能和环保效益。但是随着市场需求和太阳能技术的不断发展，太阳能热水系统应用中暴露出与地方建筑和气候特征结合不紧密，系统设计不合理，在建筑上安装混乱无序，安全措施不到位，影响建筑安全和建筑美观，系统运行不稳定，评价系统优劣的依据不充分等问题，并且一部分太阳能热水系统是季节使用，尚未形成稳定的生活热水供给设施，所有这些都限制了太阳能热水系统在建筑上的使用。特别是随着大面积的集中太阳能热水系统和一些新型太阳能产品的大量应用，用户对太阳能热水系统稳定性和用水舒适性的要求越来越高，上述问题更为突出。

随着天津城市的发展，建筑的风格更加丰富多彩，为最大限度

的避免太阳能热水系统对建筑和景观的不良影响,就需要太阳能热水系统与建筑一体化技术的发展,需要的是能与建筑及周围环境协调、风格统一、安全可靠、性能稳定、布局合理、设计施工规范的太阳能热水系统,这就要求把太阳能热水系统作为民用建筑设计、施工的一部分,从技术标准的高度,解决太阳能热水系统与建筑结合的问题。规范民用建筑太阳能热水系统的设计、安装、调试和验收,保证工程质量,使民用建筑太阳能热水系统安全可靠、性能稳定、与周围环境协调统一。

**1.0.2** 天津地区居住建筑多层和高层所占的比例较高,要使太阳能热水系统与建筑真正结合必须逐步改变以前每家每户单独在屋顶安装太阳能热水器的做法,将建筑风格要求结合环境规划条件与使用需求作为系统方案统一考虑。本标准正是从技术的角度解决太阳能热水系统与建筑相结合的问题,以及建筑设计中如何合理地进行太阳能热水系统和设备在建筑上应用的设计问题。

改造既有建筑上安装的太阳能热水系统和在既有建筑上增设太阳能热水系统,首先房屋必须经过结构复核或由资质的房屋检测单位检测确定可以实施后,再由有资质的建筑设计单位进行太阳能热水系统设计。在既有建筑上增设太阳能热水系统,可结合建筑的平屋面改坡屋面同时进行。

工业企业淋浴用水需要热水供应,住房和城乡建设部出台的《绿色工业建筑评价标准》中也做出了:利用太阳能等可再生能源供应生活热水量不低于全厂生活热水量的10%的要求。但目前工业企业建筑太阳能生活热水系统应用未制定相应的标准,因此当工业建筑生活热水系统应用太阳能热水系统时可参照本标准。

**1.0.3** 随着太阳能集热利用技术的发展,建材型集热器已相对成熟,同时常规集热器与建筑的一体化结合也逾为成熟,因此,推荐太阳能热水系统的利用应与建筑一体化设计、一体化施工,纳入日常运维管理,从全过程引导太阳能热水系统的利用,从而提高太阳

能热水系统的利用效果，解决目前部分项目存在的问题。

1.0.4 太阳能热水系统在民用建筑上应用是综合技术，除涉及太阳能利用设备外，还与结构、给排水、电气和建筑等几个专业直接相关，与之密切相关的现行国家标准包括：《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》GB 50364、《住宅设计规范》GB 50368、《屋面工程质量验收规范》GB 50207、《建筑给水排水设计规范》GB 50015、《建筑物防雷设计规范》GB 50057 等相关的规定，尤其是强制性条文。

天津工程建设标准  
电子文件仅供参考  
请以正式出版物为准

### 3 基本规定

**3.0.1** 当前太阳能热水器的设计、生产与建筑脱节，一方面，太阳能热水器产品往往自成系统，作为后置设备在建筑上安装使用，对建筑外观和使用安全产生了负面影响；另一方面，因为没有建筑师和设备工程师的参与，系统设备、管线的安装和系统的使用功能、安全性等都与建筑一体化设计存在差距。这些状况阻碍了太阳能热水系统在建筑上的进一步推广。没有建筑师的积极参与，不能从建筑设计之初就考虑太阳能热水系统应用，并为设备安装提供方便，使得太阳能热水系统在建筑上不能得到有效地应用，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方面，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。对于装配式建筑，应在设计初期考虑太阳能利用的相应需求。太阳能热水器的安装和使用应确保建筑的承重、防水等不受影响，同时应考虑太阳能集热器抵御强风、暴雪、冰雹等自然灾害的能力。尤其是既有建筑安装太阳能热水器的时候，应确保既有结构的荷载安全。

太阳能利用系统方案的确定在考虑最大限度地利用太阳能供应热水的前提下，还应注意系统的水量、水压、供水温度的保证，同时注意计量的公正性。并合理布置太阳能系统循环管道及冷热水供应管道，尽量减少热水管道长度，并与其它管道综合布置。合理解决太阳能与辅助能源加热设备的匹配，充分为实现系统的智能化和自动控制创造条件。太阳能热水系统配置的输水管、电器和电缆

线等应与建筑物其他管线统筹安排、同步设计、同步施工，安全、隐蔽、集中布置，便于安装维护。

**3.0.2** 太阳能热水系统应追求与建筑的一体化，满足用户的使用要求和系统安装、维护、局部更换的要求，从而提高太阳能利用的效果，并提高其与建筑美学的融合。太阳能热水系统配置的输水管、电器和电缆线等应与建筑物其他管线统筹安排、同步设计、同步施工，安全、隐蔽、集中布置，便于安装维护。

**3.0.5** 建筑间距分正面间距和侧面间距两个方面，凡泛称的建筑间距，系指正面间距。天津地区居住建筑和医院、学校、托幼等公共建筑的正面间距均以日照标准的要求为基本依据。按现行国家标准《城市居住区规划设计规范》GB50180-93（2016年版）的规定，确定相邻建筑的日照间距主要依据为建筑计算高度，平屋面建筑日照间距计算高度为室外地面至女儿墙的高度，坡屋顶建筑日照间距计算高度为室外地面至屋檐和屋脊的平均高度的高度。本条需强调的是在新建、扩建、改建的建筑物上成组、连片、大面积安装的太阳能热水器，安装高度不得降低相邻建筑的日照标准。

**3.0.6** 太阳能热水系统与常规热水系统最大的不同点是其热源—太阳能的不稳定性。常规能源的发热量是固定的，但随着季节和天气的变化，太阳每天照射到地面的阳光都有变化，可以说太阳能是间歇能源，建筑太阳能热水系统工作模式一般以一天为一个工作周期进行设计，因此系统热水温度一天中会随太阳起落、天气变化和热水使用情况逐步升温和变化。因此，在一个要求稳定供应热水的民用建筑太阳能热水系统，必须配置辅助加热设备。

配置辅助热源加热设备的太阳能热水系统，晴天由太阳能加热水，满足建筑使用要求，阴雨天和一天中偶然或特殊时段固定有热水要求时，系统启动辅助热源补足需要的热量。辅助热源的选择应根据建筑所在区域常规的能源价格、对环境的影响、使用的方便性以及节能等多项因素，通过技术经济比较后确定。辅助能源一般为

电、燃气等常规能源。辅助热源宜与空调系统的冷热源耦合使用，更应重视废热、余热的利用。

**3.0.7** 在太阳能热水系统中安装计量装置是为了节约用水及运行管理费和累计用水量的要求。对于集中热水供应系统，为计量系统热水总量可将冷水表安装在水加热设备的冷水进水管上，这是因为目前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。分户计量热水用量时，可使用热水表。对于电、燃气辅助能源的计量，则可使用原有的电表、燃气表。

**3.0.8** 太阳能热水系统是一种使用清洁能源的新型节能系统，目前太阳能热水系统的应用初投资相对较高，但其仍可降低生活热水用水成本，具有一定的经济效益。有的时候太阳能热水系统提供的水温不一定能够达到使用要求，但通过太阳能系统提高了冷水的供水温度也是系统的贡献。太阳能系统设计的重要性毋庸置疑，但系统的管理和维护也直接关系到系统的运行质量、性能保证、节能收益和工作寿命，通过精心的设计和科学的管理运行使系统的贡献能力最大化。以往评价太阳能热水系统能力没有贡献率的说法，只有保证率的说法，其主要针对设计选型和系统匹配。本标准提出了太阳能贡献率这一概念，主要是想更科学的评价系统能力，它与太阳能保证率有所不同，保证率在一段时间内可以是大于 1 的数值，而贡献率是不能够大于 1 的，否则设计的最初确定就存在不合理了。

**3.0.9** 虽然太阳能热水系统初投资较高，由于太阳能热水系统在工作运行时使用了无偿的太阳能，节约了常规能源，所以，安装了太阳能热水系统的用户实际上可以通过因节能而减少的运行费用而获得收益回报，并用以补偿增加的初投资，这就是太阳能热水系统节能效益的反映，节能效益或者说投资效益比，常用投资回收年限（也称投资回收期）来表示。根据计算方法的不同，投资回收期分为静态和动态回收期。根据有关的资料和工程的模拟测试，天津地区一般在 5 年内收回成本。

## 4 规划布局与建筑设计

### 4.1 规划布局

4.1.1 应用太阳能热水系统的建筑工程，在规划设计阶段就应根据地理、气候、场地条件，建筑功能和立面要求，在建筑总体规划、平面布局、朝向、遮挡间距、群体组合和空间环境上为太阳能热水系统与建筑一体化的结合设计、安装和使用提供方便的技术条件。同样，应用太阳能热水系统的单体民用建筑在考虑既有环境规划选址时，也应综合考虑场地周围既有建筑、构筑物及环境条件、建筑功能等因素，在确定建筑布局、间距、与周围群体和空间关系时，应结合建设地点的地理、气候条件，满足太阳能热水系统设计和安装的技术要求。

4.1.2 天津市地处中纬度，当地纬度倾角平面太阳辐射年总量为 $5768.8\text{MJ}/\text{m}^2$ ，太阳辐射比较丰富。天津市春、夏季节太阳辐射能最丰富，秋季次之，冬季最少，太阳辐射的季节变化与气温大体相似，稍有不同。应用太阳能热水系统的民用建筑规划设计时，应充分利用这一有利的气候资源条件。由于天津地区受地理环境、气象条件的影响，地面接收到的太阳辐射量在一天中的分布下午的辐射量略高于上午的辐射量，因此太阳能热水系统的朝向在南向、南略偏西方向都能有较好的利用效果，而南偏西 $10^\circ$ 则是天津地区的太阳能利用的最好朝向。当集热器安装部位难以保证朝向正南时，为提供更大的建筑设计灵活性并保证太阳能的利用效果，本条规定集

热器的朝向可以在南偏东 15°到南偏西 30°的范围内设置，超出此范围则会大大降低太阳能的利用价值。

**4.1.3** 种植在建筑南向、东、西向的绿化植物，在满足其在特定季节对建筑起到遮阳的需求外，应保证集热器的安装部位不被其遮挡。如 4.1.1-2 条说明的朝向范围分布着一天中太阳能辐射量的绝大部分，应使集热器在该朝向范围内接受日照的时间不少于 4 小时，以保证集热器的使用效果。

**4.1.4** 鉴于我市目前的实际情况，开发商为充分利用所购买的土地，在进行规划时确定的容积率普遍偏高，从而影响到建筑物的底层房间只能刚刚达到规范要求的日照标准，所以虽然在屋顶上安装的太阳能集热系统本身并不高，但还有可能影响到相邻建筑的底层房间不能满足日照标准要求；此外，在阳台或墙面上安装有一定倾角的太阳能集热器时，也有可能会影响下层房间不能满足日照标准要求，所以在进行集热系统设计时必须予以充分重视。为保证集热系统的基本节能效率，本标准规定在日照标准日（冬至日）连续有效日照时间不得小于 4h。每天有效日照时间的时间段应为中午 12 点前后各 4 小时，即 8:00~16:00 时段中累计 4 小时为有效日照时间。

## 4.2 建筑设计

**4.2.1** 太阳能建筑与一体化设计，需要建筑设计时各专业集成设计，统一考虑集热器的安装位置、角度、荷载、管线、维护等多种需求，对于安装于不同位置的集热器，应满足相应部位建筑构造的相关要求，解决好安全、防水、保温、隔热等要求，同时与住户的使用需求密切配合，充分考虑各种辅助热源的应用可行性，选择适宜的辅助热源，并在系统设计中充分考虑到其相关要求，从而切实

的推进建筑一体化。

1 应用太阳能热水系统的民用建筑应在设计之初，结合天津地区的地理、气候特征、场地条件、建筑功能和立面要求，结合太阳能热水系统的选择及所选系统的特点，综合进行建筑单体的相关设计，如根据相关条件合理确定太阳能集热装置的布置位置、相应合理的建筑物朝向、遮挡距离，并在保证满足建筑功能要求的前提下，根据太阳能热水系统集热、储热、用热的要求合理地调整建筑平面布局、立面、剖面及空间造型，充分利用建筑空间，并方便太阳能热利用设备及管线的布置、使用、维护、安全和减少热损失。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。

2 太阳能集热器是太阳能热水系统中重要的组成部分，一般设置在建筑屋面（平、坡屋面）、阳台栏板、外墙面上，或设置在建筑的其他部位，如女儿墙、建筑屋顶的披檐上，甚至设置在建筑的遮阳板、建筑物的飘顶等能充分接收阳光的部位。一方面，要求太阳能热水系统在相应部位的安装构造不能影响和破坏相应部位的建筑功能（如屋面的防水、栏板的防护等）；另一方面，作为建筑物外露可见的部分，建筑设计时需将所设置的太阳能集热器作为建筑的组成元素（包括集热器选型），与建筑整体有机结合进行设计，保持建筑统一和谐的外观，并与周围环境相协调，包括建筑风格、色彩、造型、比例等。

3 建筑师和工程师要根据建筑类型、使用要求确定太阳能热水系统容量、类型、安装位置及相应的建筑空间和造型设计。各专业技术人员应相互配合进行太阳能热水系统设计、管线布置、结构安全（如太阳能集热器和贮热水箱荷载）、预埋件的设置、系统用电负荷和运行安全、防雷设计、安装构造及材料等，为太阳能热水系统的安装提供安全可靠的条件。

安装在建筑上的太阳能集热器使用寿命低于建筑的寿命，因

此，应考虑维修空间。太阳能集热器及系统其他部件在构造、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。为此建筑设计不仅应考虑地震、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。用于系统维护的通道应采取防护措施，保证维护检修人员的安全和保护建筑构件（如屋面防水、保温）不被损坏的构造措施。当太阳能集热器以建筑构件的方式作为屋面板、墙板或阳台栏板时，应具有该部位的承载、保温、隔热、防水及防护功能。

4 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上人孔，便于安装、检修人员出入和搬运维修部件；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。必要时应设置专用维修廊道。

建筑设计时应考虑在安装太阳能集热器的墙面、阳台或挑檐等部位采取必要的防护措施，以防止集热器损坏部件掉下伤人，如设置挑檐、入口处设防护雨篷或进行绿化种植等使人不易靠近。

5 太阳能与建筑的一体化发展的更高层次是逐渐向着太阳能热利用设备统一模数化和与建材复合构件化的方向发展，即将太阳能集热器等设备与建筑构件复合成具有太阳能热利用与建筑复合功能的建筑构件，综合或取代安装部位建筑构件的全部或部分功能，如建筑屋面的保温、防水、建筑遮阳、阳台栏板的安全防护等功能，既可以提高太阳能热利用设备的建筑安装质量和建筑的整体性、安全性，也便于降低综合造价。

当以建材型太阳能集热构件直接作为屋面板、阳台栏板或墙板时，除满足太阳能热利用设备的要求外，必须同时满足屋面板、阳台栏板、墙板的保温、隔热、防水、安全防护等要求。

6 太阳能集热器安装在建筑屋面、阳台、墙面或其他部位，

不应有因建筑自身的凹凸变化或突出构件造成太阳能集热器在有效时段内的阳光遮挡,这也要求太阳能集热器的布置和建筑形体及邻近突出构件的设计之间要取得良好的协调。太阳能集热器总面积是根据热水用量、建筑上允许的安装面积、当地的气候条件、供水水温等因素计算确定的,无论安装在何位置,只有满足全天中午前后不少于6h有效日照时数才能达到较好的利用效果和经济性。

建筑设计时,为争取更多的建筑自然采光或造型的要求,建筑平面往往采用外墙凹凸来增加采光面或光影效果,而建筑形体的凹凸容易造成建筑自身对直射阳光的相互遮挡,这点在选择太阳能集热器布置部位时要特别注意做好协调。除此以外,对于体形为L形、U形的平面,也要注意建筑自身遮挡对太阳能集热设备的影响。

7 主体结构在伸缩缝、沉降缝、抗震缝的变形缝两侧会发生相对位移,太阳能集热器跨越变形缝时容易被破坏,所以太阳能集热器不应跨越主体结构的变形缝,否则应采用与主体建筑的变形缝相适应的构造措施。

8 太阳能热水系统管线应布置于公共空间且不得穿越其他用户室内空间,以免管线渗漏影响其他用户使用,同时也便于管线维修。

9 太阳能集热器金属构件较多,且安装位置多突出于屋顶,如无有效的防雷措施,很容易成为雷击的首要目标。因此,需对太阳能集热器采取必要的避雷措施。首先,应在离集热器3米远处加装高出集热器顶部1.5米的避雷针,并做好接地,以防雷击;其次,从楼顶引入室内的太阳能热水系统电源线、信号线、水管均应采用金属屏蔽保护;最后,应在漏电保护开关后端加装SPD(电涌保护器),并做好接地,以防感应雷击和雷电波侵入。

**4.2.2 考虑太阳能热水系统全年使用的应与纬度一致(取39°);侧重在夏季使用的倾角宜为29°;侧重在冬季使用的倾角宜为49°。对于强制循环的真空管集热器,当集热管长轴东西向布置时,允许**

在平屋顶上水平安装，但应将集热管吸热面（条带）调整到相应的倾角，并核算集热管间距避免集热管之间的相互遮挡。

2 天津地区位于北纬  $39^{\circ}$ ，为使全年的太阳能接收量达到最大，对于固定倾角安装的集热器安装倾角（即集热器与水平面的夹角）应等于天津地区纬度，即  $39^{\circ}$ ；如系统侧重在夏季使用，其安装倾角应等于当地纬度减  $10^{\circ}$ ，天津地区即为  $29^{\circ}$ ；如系统侧重在冬季使用，其安装倾角应等于当地纬度加  $10^{\circ}$ ，天津地区即为  $49^{\circ}$ 。当采用真空管集热器强制循环集热系统时，集热器可以在平屋顶上水平安装，此时集热管的长轴应为东西向，且应将集热管内的集热条带调整到适宜的倾角，同时应根据应用季节的太阳高度角核算集热管的合理间距，保证集热管间不产生相互遮挡，还应注意避开周围环境（如女儿墙等）的遮挡。

3 在实际建筑设计当中，除安装于建筑立面墙上的集热器必须与该墙面的朝向相一致以外，安装于建筑其他部位的太阳能集热器的安装朝向可以不完全与建筑物的朝向相一致，可以根据太阳能集热器的朝向要求对建筑安装部位的造型设计或安装方式进行合理的设计和调整，使太阳能集热器的安装朝向范围限制在南偏东  $15^{\circ}$ 至南偏西  $30^{\circ}$ 的范围以内，以南偏西  $10^{\circ}$ 最佳。

4 太阳能集热器在平屋面、雨棚等上安装需通过支架和基座固定在支撑面（屋面）上，应做好太阳能集热器支架基座的防水，该部位应做附加防水层。附加层宜空铺，空铺宽度不应小于  $200\text{mm}$ 。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，应按设计要求做好收头处理。卷材防水层应用压条钉压固定，或用密封材料封严。

5 对于需经常维修的集热器周围和检修通道，以及屋面出入口和人行通道之间的屋面防水层应做刚性保护层，以防维修工作致使防水层损坏，一般可铺设水泥砖，但不可影响屋面的排水畅通，必要时设置专用架空维修通道。

6 为保证屋面防水层不出现渗漏，伸出屋面的管线，应在屋面结构层施工时预埋穿屋面套管，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严，并增设附加防水层。上翻至套管管壁的防水层应用金属箍或镀锌钢丝紧固，再用密封材料封严。避免在己做好防水保温的屋面上凿孔打洞。

#### 4.2.3 坡屋顶设置太阳能集热器时，应符合下列要求：

1 太阳能集热器在坡屋顶上安装，无论是嵌入屋面还是架空在屋面之上，为使其与屋面相协调，其坡度宜与屋面坡度一致。此时屋面坡度则取决于太阳能集热器接收阳光的最佳倾角。因此，应依据 4.2.2-2 条关于集热器安装倾角的规定，设计安装太阳能集热器的坡屋顶的坡度。其他非安装集热器的坡屋顶坡度不受此条限制。

2 设计之初应协调好安装太阳能集热器的部位，避开屋面凸出物的遮挡。应对出屋面的天窗、烟囱、排气管等突出物进行合理布置，尽量将突出物布置于坡屋面北侧或屋脊处，避免对集热器造成遮挡，且安装集热器的坡屋面应尽量保证完整，便于集热器集中布置。

9 架空设置的太阳能集热器宜与屋面同坡，且有一定架空高度，一般不大于 100mm，以保证屋面排水。嵌入屋面设置的太阳能集热器与四周屋面及伸出屋面管道都应做好防水，防止雨水进入屋面构造层。嵌入式集热器与屋面交接处要设置挡水盖板，以利于集热器周边的排水并防止雨水进入热水器嵌槽内。设置在坡屋面的太阳能集热器采用支架与预埋在屋面结构层的预埋件固定应牢固可靠，要能承受风荷载、雪荷载、地震及维修荷载。当太阳能集热器作为屋面板时，应满足屋面的承重、保温、隔热和防水等要求。

10 太阳能集热器在坡屋面上安装，要保证安装人员的安全。安装人员应为专业人员，应严格遵守生产厂家的说明，太阳能热水器生产厂一般会安排专业安装人员（或经过培训考核合格的施工人

员)和安装工具。在建筑设计时,应为安装人员提供安全的工作环境。一般可在屋脊处设钢架或挂钩用以支撑连接系在安装人员身上的安全带。钢架或挂钩应能承受至少两个安装人员附加集热器和安装工具的重量。必要时设置专用维修安装安全廊道。

#### 4.2.4 墙面设置太阳能集热器,应符合下列要求:

1 由于太阳光入射角度和易造成遮挡的原因,太阳能集热器布置在垂直墙面上影响其集热效率,增加安全隐患且不便于维护,应优先考虑在屋顶上安装。当综合考虑其他因素难以将所有的集热器安装在屋顶上时,可以考虑将太阳能集热器安装在符合朝向要求的垂直墙面上。建筑墙面的朝向应在南偏东 15°至南偏西 30°范围内,集热器可设置在该朝向墙面上,或者直接利用建材型太阳能集热器构成建筑墙面。

2 为了提高集热效率,设置在南向墙面上的太阳能集热器宜设置适当的倾角。集热器整体倾斜时有利于提高集热效率,但必须结合建筑造型进行合理设计,同时避免上下集热器间的相互遮挡。对于将集热管水平搁置的真空管集热器,可将集热管吸热面旋转至适当的倾角,而集热器整体仍可垂直安装在墙面上,此时应考虑避免上下管间的遮挡。布置在垂直墙面上的集热器上下集热器(管)之间的遮挡问题,可通过计算不同季节的太阳高度角加以分析。由于在垂直墙面上安装太阳能集热器要保证一定的倾角会影响建筑整体造型而使设计难度较大,所以此条使用了程度词“宜”。但如果建筑设计允许则可将建筑墙面设计成倾斜造型,同时满足建筑和太阳能利用的双重要求,进而达到太阳能利用与建筑一体化设计的目标。

4 太阳能集热器必须通过墙面上的预埋件与主体结构连接牢靠。墙面在结构及构造设计时,要考虑太阳能集热器的荷载、安装尺寸及连接构造做法。对于轻质砌块填充外墙结构,由于砌块自身强度较低,应考虑设置混凝土构造柱、梁或挑板作为可靠的连接锚

固点预埋连接件安装集热器，以确保集热器安装的安全牢靠。特别还要注意的是在外保温墙体上的安装构造不能降低墙体所要求的整体保温性能，连接构造应牢固可靠，并应采取有效防止雨水通过连接件、穿墙管线缝隙进入保温层内部的防护措施。集热器及其附属设备和管线的安装不应影响主体结构的安全。

6 太阳能集热器安装或镶嵌在墙面(或常规视点可见的屋顶)时，极易对建筑立面的色彩、风格、造型产生较大的影响，因此在建筑设计时应针对选用集热器的类型、材质特征及尺度进行必要的美学设计，使集热器作为建筑的有机组成部分充分融入到整个建筑立面造型中，达到色彩与形式上的协调一致。此条也适用于常规视点可见的屋顶安装的集热器系统。

#### 4.2.5 太阳能集热器与阳台栏板结合，应符合下列要求：

1 为保证太阳能集热器的集热效率，集热器的主要朝向宜为南向，天津地区应在南偏东 15°到南偏西 30°的范围内。因此，阳台栏板的朝向亦应在此范围内。

2 由于阳台是突出于墙体并具有一定空间深度的建筑构件，在阳台栏板上安装太阳能集热器从设计上有条件保证一定的倾角，因此该条款作为应满足的条件加以规定。尤其是平板型或垂直搁置真空集热管的集热器的吸热面倾角对于其集热效率影响很大，所以无论在何处安装采用这种集热器都应尽可能保证其合理的倾角。水平搁置集热管的真空管集热器则可通过调整吸热翅片的角度满足倾角的要求而整体垂直安装。因此，对于这种安装方式的集热器的整体倾角不做硬性规定，以便阳台安装集热器能有更多的设计灵活性。

3 太阳能热水系统的支架及其材料应符合设计要求。支架的各连接螺栓应采用镀锌或不锈钢螺栓。支架应按设计要求安装在主体结构上，安装坐标准确，角度一致，支架的上下端均应与阳台栏板或侧墙主体结构固定牢靠，并不得损坏墙面保温层。同样，集热

器与支架或预埋件连接固定时，上下端均应有可靠的固定连接。应根据现场条件，对支架采取合理的防风措施。钢结构支架的焊接应符合 GB 50205 的要求。支架焊接完毕，应按设计要求做防腐处理。防腐施工应符合 GB 50212 和 GB 50224 的要求。

4 作为阳台栏板必须满足结构安全设计要求和建筑设计规范所规定的如强度、防护高度及防止儿童攀爬等各项要求。为了人员的安全；阳台栏杆扶手高度应随建筑高度增高相应增加防护的高度，如低层、多层住宅的阳台栏杆扶手净高不应低于 1.05m，中、高层，高层住宅的阳台栏杆扶手高度不应低于 1.10m，这是根据人体重心和心理因素而确定的防护高度。安装太阳能集热器的阳台栏板宜采用实体栏板。

5 设置在阳台栏板的太阳能集热器，其支架与阳台栏板应牢固连接。应采取适当的防护措施，避免集热器零部件坠落造成危害，防护措施应不影响集热器与建筑的使用功能，且力求与建筑统一协调。定期观察和检查集热器、支架的状况，并根据需要自行或约请专业公司进行必要的防腐、加固等维修防护，防护措施应合理。

#### 4.2.6 太阳能集热器与遮阳板结合，应符合下列要求：

1 太阳能集热器安装在遮阳板上时，应结合建筑设计满足本标准中集热器朝向及倾角的相关规定，可参照平屋顶上安装集热器的相关规定（包括水平安装真空管集热器）执行。集热器应通过墙面上的预埋件与主体结构连接。墙体和遮阳板在结构设计时，应考虑集热器的荷载且应满足建筑设计的相关要求。太阳能热水系统的支架及其材料应符合设计要求，支架的各连接螺栓应采用镀锌或不锈钢螺栓。

2 太阳能集热器构成建筑集热遮阳板时，应满足该部位的使用功能、结构安全，并应配置安全防护设施，应结合建筑及结构进行整体和构造设计及一体化安装。集热器的类型、色彩及安装位置，应与建筑统一协调，使之成为建筑的有机组成部分。当采用支架安

装时，太阳能集热遮阳板应与支架连接牢固，支架应与墙体连接牢固（参照 4.2.4-第 3-第 5 墙体上安装集热器的相关规定）。

**4.2.7** 太阳能热水系统贮水箱及其相关部件宜靠近太阳能集热器设置，尽量减少由于管道过长而造成的热损耗。贮水箱的放置位置宜选择室内，集中式系统的储贮水箱可放置在地下室、半地下室、储藏室、阁楼或技术夹层中的设备间；户用水箱可设置在阳台或卫生间或专门设计的空间部位；室外可放置在建筑平台。放置在室外的贮水箱应具有高效的保温耐候性能，并采取防雨雪、防雷击等保护措施，保证其高效耐久地运行。

建筑设计应根据太阳能热水系统的运行特性为贮水箱安排合理的位置，水箱间应具有相应的排水、防水措施。水箱周围应设有满足设备安装、搬运和检修、维护的通道和工作平台，应有集水、排水、照明设施和设计要求的水源和电源、外置辅助热源等。预设的检修空间净空不宜小于0.86m。

采用自然循环分体式太阳能热水系统多为分户式系统，常将集热器安装在阳台或外墙上，依靠集热器中热水与水箱中冷水产生的热压差实现集热系统的自然循环和集热。热压差的大小与温度差和高度差成正比，而这种热压差的大小又决定了循环动力的大小，也决定了集热效率的高低，为此，应保证集热器的上缘与储水箱的下底有足够的高差，以确保系统能够产生足够的自然循环动力，该取值一般不小于0.3m。

### 4.3 结构设计

**4.3.1** 太阳能热水系统应用的前提是保障安全，因此对于结构荷载的影响应充分考虑，同时建筑的结构设计，应对集热器的布置，尤其是贮水箱的位置等进行结构优化分析，与建筑、给水排水等专

业结合，从而为集热系统、辅助热源、贮热系统等的安放位置，提供科学的解决方案，在较低的结构荷载和造价增加基础上，满足太阳能热水系统应用的相关需求。

太阳能热水系统中的太阳能集热器和贮水箱与主体结构的连接和锚固必须牢固可靠，主体结构的承载力必须经过计算或实物试验予以确认，并要留有余地，防止偶然因素产生突然破坏。真空管集热器的重量约  $15\text{kg/m}^2 \sim 20\text{kg/m}^2$ ，平板集热器的重量约  $20\text{kg/m}^2 \sim 25\text{kg/m}^2$ 。

安装太阳能热水器系统的主体结构必须具备承受太阳能集热器、贮水箱等传递的各种作用的能力（包括检修荷载），主体结构设计时应充分加以考虑。

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，为了保证与主体结构的连接可靠性，连接部位主体或构件结构混凝土强度等级不应低于 C20，并应符合相关施工质量验收规范的要求。

**4.3.2** 连接件与主体结构的锚固承载力应大于连接件本身的承载力，任何情况不允许发生锚固破坏。采用锚栓连接时，应有可靠的防松动、防滑措施；采用挂接或插接时，应有可靠的防脱落、防滑措施。

由于太阳能集热器安装在室外，为了安全须对结构件和连接件的最小截面予以限制，如型钢（钢管、槽钢、扁钢）的最小厚度宜大于等于3mm，圆钢直径宜大于等于10mm，焊接角钢不宜小于 L45mm×4mm 或 L56mm×36mm×4mm，螺栓连接用角钢不宜小于 L50mm×5mm。对于滨海新区，由于空气中氯离子存在，会对金属结构造成比较严重的腐蚀，因此，对金属材料应加强采取防腐蚀措施。

太阳能集热器由玻璃真空管（或面板）和金属框架组成，其本身变形能力较小。在水平地震或风荷载作用下，集热器本身结构会

产生侧移。由于太阳能集热器本身不能承受过大的位移，只能通过弹性连接件来避免主体结构过大侧移影响。为防止主体结构水平位移使太阳能集热器或贮水箱损坏，连接件必须具有一定的适应位移能力，使太阳能集热器和贮水箱与主体结构之间有活动的余地。

**4.3.3 太阳能热水系统（主要是太阳能集热器和贮水箱）与建筑屋面结构的连接，可在屋面主体结构或构件预埋连接件，预埋件的锚固钢筋是锚固作用的主要来源，混凝土对锚固钢筋的粘结力是决定性的。因此预埋件必须在混凝土浇筑时埋入，施工时混凝土必须密实振捣。目前实际工程中，往往出现预埋件偏离设计位置，影响与主体结构的准确连接，甚至无法使用。故本条规定当在屋面主体结构施工时预埋件应准确，并做好防锈防腐处理。**

连接件及支架采用钢材质时，应给出做好防腐处理并定期维护的技术要求。因为太阳能系统长期暴露室外，特别是天津沿海地区，防腐蚀出现问题，容易造成安全事故。

**4.3.4 太阳能热水系统（主要是太阳能集热器和贮水箱）与建筑主体结构的连接，可通过托架或托板实现，当使用托架时，托架与预埋件应可靠连接，预埋件的锚固钢筋是锚固作用的主要来源，混凝土对锚固钢筋的粘结力是决定性的。因此预埋件必须在混凝土浇筑时埋入，施工时混凝土必须密实振捣。目前实际工程中，往往由于未采取有效措施来固定预埋件，混凝土浇筑时使预埋件偏离设计位置，影响与主体结构的准确连接，甚至无法使用。因此预埋件的设计和施工应引起足够的重视。从安全及耐久性考虑建议采用建筑一体化的钢筋混凝土托板方式。**

**4.3.6 采用轻质填充墙时，由于其承载力和变形能力低，不应作为太阳能热水系统中主要是太阳能集热器和贮水箱的支承结构考虑。同样，砌体结构平面外承载能力低，难以直接进行连接，所以增设混凝土结构或钢结构梁柱等连接构件，确保太阳能热水系统安装牢固和稳定。**

4.3.7 本市各区均处于抗震设防的地区，应考虑地震作用。经验表明，对于安装在建筑屋面、阳台、墙面或其他部位的太阳能集热器主要受风荷载作用，抗风设计是主要考虑因素。但是地震是动力作用，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，所以除计算地震作用外，还必须加强构造措施。

天津工程建设标准  
电子文件仅供参考  
请以正式出版物为准

## 5 技术要求

### 5.1 一般规定

5.1.5 热水采用真空管直接加热时,如冷水总硬度(以  $\text{CaCO}_3$  计)  $>150\text{mg/L}$  时,原水应全部软化处理或改为间接加热系统。

### 5.2 太阳能集热器

5.2.1 太阳集热器不仅要满足国家对太阳集热器有关热性能、光学性能、力学性能、耐久性的要求,作为建筑屋面板、阳台栏杆、墙面的太阳集热器在刚度、强度、热工、锚固和防护功能上应满足建筑设计要求。

5.2.2 本条所表示的集热器热性能指标略高于现行国家标准《家用太阳热水系统技术条件》GB/T 19141 的要求,但根据权威检测部门的报告具有一定规模和技术实力的企业生产的太阳集热器均可达到本标准规定的热性能指标,此外,该指标也是设备参评绿色建筑设备相应的指标。

### 5.5 电气及控制系统

5.5.7 从总的方面看,太阳能热水系统包括太阳能集热系统和辅

助能源系统两大部分，控制系统设计来源于系统设计的要求，在实现运行原理控制的同时应设计安全保护功能以保证系统长期稳定运行。

太阳能热水系统的使用环境温度变化范围较大，太阳辐照变化和用户负荷变化在通常情况下的规律也不明显，所以采用自动控制功能有利于系统稳定运行，方便用户使用。手动控制功能作为调试阶段和特殊情况下的干预也是非常必要的。

#### 5.5.9 本条规定了不同情况下系统运行功能的要求。

1 温差循环中的温差是代表集热器高温端对应的温度值和代表贮水箱或换热器低温端对应的温度值之间的差值。通常情况下的系统设计是温差值大于  $7^{\circ}\text{C}$  的时候，启动集热循环的执行机构动作；温差值小于  $3^{\circ}\text{C}$  的时候，停止集热循环的执行机构动作。在有些系统设计中，由于集热器阵列设计和管线长度的不同，或是负荷变化的需要，温差启动值和停止值是不同的，因此应将两值都设计为可调，以便现场调试，优化系统功能。

2 在开放式集热系统和开式贮水箱系统中，温差循环运行在首先保证贮热水箱加热达到设定温度后，可以采用两种方法提高集热器集热效率。一种为定温出水，采用自来水顶出集热器的热水进入水箱，根据集热器顶部温度变化控制执行。另一种为定温补水，将自来水补入贮热水箱，根据水箱温度变化执行。在水箱水满后继续执行温差循环功能。这样做的目的是降低集热器运行的平均工作温度，以进一步提高系统的得热量。

3 低温点的正确放置有利于提高太阳能系统的得热量。

4 太阳能集热循环为变流量运行时，尤其是在开放式系统中，改变流量有利于提高系统出口温度和节省常规能源，实现稳定运行。

5 在较大面积的太阳能集热系统中，虽然有同程设计等要求，但考虑到有可能的遮挡、保温、风向等诸多因素，不同的集热器阵

列存在高温点或低温点的差别，因此宜设置多于一个温度传感器，来优化动作的准确性。

6 通常在双水箱系统的设计中，贮热水箱用于蓄积太阳能量，供热水箱采用常规能源补充。供热水箱的设计是以系统的最大小时负荷为基本依据，便于节约常规能源。在这样的情况下，控制功能设计应优先从贮热水箱向供热水箱补水，充分利用太阳能。

#### 5.5.11 本条规定了不同情况下系统安全保护功能的要求。

1 太阳能集热系统由于太阳辐照的变化和用户负荷的波动，可能存在系统温度过高的情况，故应设计防过热措施。如采用防冻液运行的闭式集热循环系统，虽有膨胀罐的科学设计和放置，但也宜在管路中设置并控制散热装置。辅助的保证措施还可以采用压力表控制，在压力继续高于设定值时，泄压引流至储液箱；以及采用机械动作的安全阀泄压引流，避免停电时系统过压。对于开式真空管集热系统以水为工质的案例，在水箱超过设定温度后，如不采用散热装置的做法，目前工程实践中，大部分为停止集热循环泵运行，集热器继续升温至水沸腾。这样的系统应使控制系统在夜间或次日清晨对集热器补水，避免次日的空晒。

2 贮热水箱的温度如果超过一定的数值，可能会给用户或换热装置后的负荷造成影响，因此应在高于设定温度时停止贮热水箱继续获得能量。

3 控制系统的非排空方法的防冻保护功能宜分级优化防冻措施。以水为工质的集热系统，在可能冻结地区运行，在秋末与春初的一段时间内采用定温循环防冻即可保证系统安全；如在更冷的天气条件下，定温循环防冻管线温度继续下降低于设定温度，启动集热管路内或水箱内设置电加热器，同时循环水泵定温防冻运行，这样的措施比采用管路外置辅助伴热带的措施更为节能，将大幅度降低目前工程实践中冬季防冻带来的常规能耗，有利于太阳能系统的推广应用。即使是采用外置伴热带的做法，也应采集管线温度控制

电伴热带的开启，不应长时间送电。控制设计时，防冻循环不宜使管线温度高于 10°C。

4 在一些系统中，排空回流是可选的防冻方式，尤其是中小系统；若排空的时间可以调节，则非常有利于系统的现场调试。

5 太阳能热水系统虽然没有膨胀罐，闭式太阳能系统在长时间停电时系统有可能泄压，但也应根据集热循环管线压力判断防冻液的缺失情况，避免可能的故障，破坏水泵等设备。另外在目前大量开式贮热和供水水箱的工程现状下，应对停水等情况发生造成水箱无水时，控制自动系统停止供热或集热水泵的运行，并报警。

## 5.6 计 量

5.6.4 太阳能热水系统的用电量应设单独的计量电表，用于评估太阳能热水系统的节能效益和进行贸易结算。

## 6 系统设计

### 6.1 一般规定

6.1.4 太阳能贡献率与系统使用期内的太阳辐射、气候条件、系统热性能、用户使用热水的规律、热水负荷、系统利用成本和开发商预期投资规模有关，是影响太阳能热水系统经济性能的重要参数。设计过程中应首先根据太阳能保证率进行计算，但也应充分考虑太阳能贡献率。从二者结合的角度，计算太阳能集热器总面积和得热量，并估算投资回收年限；并以此为依据，按照开发商投资规模和预期的投资回收期调整取值，以获得最佳投资收益比。初始值选取时，对预期投资规模较大，偏重于冬季使用时可选较大值，反之可选较小值。

6.1.5 节能、环保效益分析的评定指标应包括：系统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和费效比。

### 6.2 系统分类

6.2.1 由于不同的太阳能热水系统的系统组成、建筑安装条件、系统运行方式、热水供应条件、系统运行耗能量和维护要求等有较大的差别，同时，由于不同的建筑类型及其功能的不同，建筑对于热水的需求量和保障要求、建筑可能的安装条件、热水计量与收费、

运行管理条件（如物业管理）、建筑建设标准等也存在较大差异，因此，太阳能热水系统在进行系统类型的选择时，要综合考虑各种因素，根据具体建设项目的具体要求和相关条件进行合理选择和系统的设计。表 6.2.1 列出了不同太阳能热水系统在不同建筑类型中的各种适用条件，在此作为参考。设计时可参考表中的适用项进行选择并综合考虑相关因素进行合理的系统整体设计。

表 6.2.1 太阳能热水系统设计选用表

建筑物类型	居住建筑	公共建筑					
		低层	多层	高层	宾馆 医院	游泳馆	公共浴室
集热与供热水范围	集中供热	●	●	●	●	●	●
	集中分散供热	●	●	○	—	—	—
	分散供热	●	○	○	—	—	—
系统运行方式	自然循环系统	●	●	—	●	●	●
	强制循环系统	●	●	●	●	●	●
	直流系统	●	●	●	●	●	●
换热方式	直接系统	●	●	●	●	—	●
	间接系统	●	●	●	●	●	●
辅助能源安装位置	内置加热系统	●	●	—	—	—	—
	外置加热系统	—	●	●	●	●	●
辅助能源控制方式	全日自动启动系统	●	●	●	●	—	—
	定时自动启动系统	●	●	●	—	●	●
	按需手动启动系统	●	—	—	—	●	●

注：表中“●”为可选用；“○”为有条件选用；“—”为不宜选用；

### 6.3 集热系统设计

**6.3.1 太阳能集热器面积的确定**，既要保证提供的热量能够满足大部分时间的热水需求，又不至于经常出现热量过剩的情况，因此应根据平均日用水量确定。

**6.3.2 热水用水定额**可根据实际情况按每户 70L/d~120L/d 取值，

别墅热水用水定额可按每人 70L/d~110L/d 取值，具体应根据项目实际情况确定。

### 6.3.5 太阳能集热器总面积计算应符合下列规定：

1 集热器总面积的确定也可以使用F-Chart等软件进行计算。太阳能保证率f值的确定可以通过TRNSYS等模拟分析软件进行精确计算。设计验证可以使用POLYSUN等软件进行成果验证。

3 本条规定了集热器的最佳安装倾角。对于东西向水平放置的全玻璃真空管集热器，安装倾角可适当减少；集热器总面积补偿方式按下式计算：

$$A_B = A_S / R_S \quad (6.3.1-3)$$

式中：

$A_B$ ——补偿后的太阳能集热器面积；

$A_S$ ——集热器总面积计算值；

$R_S$ ——集热器补偿面积比，参见下表；

表 6.3.1-3 集热器补偿面积比

	水平	10	20	30	40	50	60	70	80	90
东	92%	91%	89%	85%	81%	76%	71%	65%	59%	53%
-80	92%	92%	91%	88%	84%	80%	74%	68%	62%	56%
-70	92%	93%	92%	90%	87%	83%	78%	72%	65%	58%
-60	92%	94%	94%	93%	90%	86%	81%	75%	68%	61%
-50	92%	94%	95%	95%	93%	89%	84%	78%	71%	63%
-40	92%	95%	97%	97%	95%	91%	86%	80%	73%	65%
-30	92%	96%	98%	98%	97%	93%	88%	82%	75%	66%
-20	92%	96%	98%	99%	98%	95%	90%	84%	76%	67%
南	92%	96%	99%	100%	99%	96%	91%	85%	77%	68%
10	92%	96%	99%	100%	99%	96%	91%	85%	77%	68%
20	92%	96%	98%	99%	98%	95%	90%	84%	76%	67%
30	92%	96%	98%	98%	97%	93%	88%	82%	75%	66%
40	92%	95%	97%	97%	95%	91%	86%	80%	73%	65%
50	92%	94%	95%	95%	93%	89%	84%	78%	71%	63%
60	92%	94%	94%	93%	90%	86%	81%	75%	68%	61%
70	92%	93%	92%	90%	87%	83%	78%	72%	65%	58%
80	92%	92%	91%	88%	84%	80%	74%	68%	62%	56%
西	92%	91%	89%	85%	81%	76%	71%	65%	59%	53%

6.3.7 25%~30%的乙二醇水溶液在 5℃时管道阻力修正系数取 1.26~1.22。太阳能集热系统的流量与太阳能集热器的特性有关，通常由生产厂家给出。在没有相关技术参数的情况下，真空管型集热器可以按照  $0.015L/(s \cdot m^2)$  -  $0.02L/(s \cdot m^2)$  进行估算，平板型太阳能集热器可以按照  $0.02L/(s \cdot m^2)$  进行估算。

## 6.4 辅助热源

6.4.1 太阳能热水系统常用的辅助热源种类主要有：蒸汽或热水、燃油或燃气、电、热泵等。由于太阳能所能提供的热源具有较大的不确定性，辅助热源选型可不考虑热水系统中由太阳能提供热量所占的份额。

## 6.5 供水系统设计

6.5.1 太阳能热水供应系统的设计应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 中的相关规定。

6.5.2 当采用双水箱系统时，贮水箱一般作为预热水箱，供热水箱作为辅助加热水箱，双水箱方式可以提高集热系统效率和太阳能保证率，但会增加系统热损失。

6.5.3 当冷水水质总硬度超过  $75mg/L$  时，生活热水不应直接采用过流式流经真空管及 U 型管等集热元器件；当冷水水质总硬度超过  $120mg/L$  时，宜进行水质软化或阻垢缓蚀处理，并符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的规定。

## 6.6 保温

6.6.3 常用的保温层结构由防腐层（一般为防锈漆）、保温层、防潮层（油毡或沥青）和保护层（如镀锌铁皮、PVC 管壳等）组成。

## 6.7 防冻及防过热措施

6.7.2 防过热的措施包括泄压或设冷水混合装置、冷却塔等。

## 6.8 电气设计

6.8.2 这是对太阳能热水系统中使用的电器设备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。

6.8.4 在浴室内作“局部等电位连结”，可使浴室处于同一电位，防止出现危险的接触电压。

6.8.5 在设置防雷接地装置时，还应考虑在配电回路中安装电涌保护器。

## 7 安装与调试

### 7.1 一般规定

7.1.2 目前，太阳能热水系统一般作为一个独立的工程由专业太阳能公司分包负责安装。本条对太阳能热水系统专项施工组织设计的编制进行了强调，同时要得到总包单位及现场监理工程师审批后方可实施，可发挥总包和监理工程师的作用，使太阳能热水系统的安装处于受控状态。

7.1.3 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。同时为保证太阳能热水器产品质量和规范市场，制定了一系列产品标准，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。进入现场的太阳能热水器企业应具备相应的资料，提供产品性能技术指标。其中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、供热水量等指标。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。为保证太阳能热水系统尤其是太阳能集热器的耐久性，本条提出太阳能热水系统各部分应符合相应国家标准的有关规定。

### 7.2 基座

7.2.1 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。

**7.2.2** 应对贮水箱基座的放置位置和制作要求加以强调，以确保安全。在改造既有建筑上已安装的太阳能热水系统和在既有建筑上增设太阳能热水系统时，应土建专业密切配合确定贮水箱固定方案。

**7.2.3** 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，被破坏的部位应重做防水。

## 7.5 贮水箱

**7.5.2** 贮水箱贮存的是符合生活饮用水标准的生活热水，因此对水箱的材质、规格做出要求，并规范了水箱的制作质量。

**7.5.3** 实际应用中，不少贮水箱采用钢板焊接。因此对内外壁尤其是内壁的防腐提出要求，以确保不危及人体健康和能承受热水温度。

## 7.7 辅助能源加热设备

**7.7.2** 《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°C 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。

## 7.8 电气及控制系统

7.8.4 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，传感器安装的质量影响数据的准确性，应在施工中引起重视。

## 7.9 水压试验与冲洗

7.9.2 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。全玻璃真空管最大承压 0.06MPa，水压实验时，不得连接集热器。

## 7.10 系统调试

7.10.1 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，为此，强调应在系统投入使用前进行调试。对于投入使用后，还应由专业人员，辅助住户进行调试，确保系统在正常状态下投入使用，具备使用条件时，系统调试应在竣工验收阶段进行；不具备使用条件时，经建设单位同意，可延期进行。

7.10.3 太阳能热水系统包含水泵、电磁阀、电器及控制系统等，应先做单机（项）调试，后做系统调试。太阳能热水系统的系统调试应包含系统得热量的测试、记录。

## 8 系统验收

### 8.1 一般规定

8.1.2 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。

8.1.4 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，太阳能热水系统工程的技术更复杂，对施工质量的保修期限应至少与常规工程相同，负担的责任方也应相同。

8.1.5 太阳能热水系统的节能效益及环保效应，应在安装一段时间后，进行相应的评估验证，应遵照现行国家标准《可再生能源建筑工程评价标准》GB/T 50801 的相关要求开展。

### 8.2 分部、分项工程验收

8.2.2 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。

8.2.4 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。

8.2.6 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为无压系统,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。

### 8.3 竣工验收

8.3.1 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,甚至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。

8.3.2 目前,随着太阳能热水系统工程量的增多,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,以规范责任。

8.3.3 太阳能热水系统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;质检机构应对其出具的检测报告负

责，该检测报告是太阳能热水系统工程通过竣工验收的必要条件。通过该检测，可有效监督太阳能热水系统的工程质量，保证太阳能热水系统的效益。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4d（该4d应有不同的太阳辐照条件、日太阳辐照量的分布范围见表8.3.3）、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。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8.3.3 太阳能热水系统热工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 <sup>2</sup> ·d)	≤8	8~12	12~6	>16

**8.3.4、8.3.5 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系统质量和性能的关键参数，必须达到设计时的规定要求，或达到国家标准《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系统的节能效益。**

## 9 运行管理

### 9.1 一般规定

9.1.3 本条主要是为了保证太阳能热水系统高效运行,出现简单故障时能够及时得到解决。对于《基本操作规程》的内容,经过专业培训并通过等级考核的操作工可以按照基本操作规程进行操作。条件允许的情况下,可模拟常见故障发生情况指导受训人员进行操作处理。

9.1.6 太阳能热水系统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和费效比,相关计算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的相关要求。

### 9.2 集热系统

9.2.2 集热器长期不清理,会因为积尘等降低集热效率,为此应定期清洗,宜每周进行观察,根据积尘状况,判断是否需要清洗。为便于清洗和维护,应在系统集成设计中考虑维修通道。

9.2.3 太阳能集热器温度是太阳能热水系统的重要运行参数,直接反应了集热器的运行状况,所以要经常监视,并填入《太阳能热水系统巡检记录表》作为历史运行数据进行保存。

9.2.4 失效真空管的存在会降低太阳能热水系统的效率，还存在漏水、坠落等安全隐患，所以入冬前应逐根检查真空管。

### 9.3 储热系统

9.3.1 储热系统对于太阳能热水系统的正常运转具有重要意义，如何保证贮热水箱的温度控制准确、水质达到相关标准要求，水箱的保温及相关阀门的完好性，应制定相应的维护管理办法，包括：水箱的密封性、保温层、补水阀、安全阀、液位控制器、排气装置等。并应定期检查是否有异物进入贮水箱，防止循环管道被堵塞，并应定期清除贮水箱内的水垢。

### 9.5 控制系统

9.5.5 自动控制系统出现故障，应由专业人员进行维修，使用方不得擅自改动控制电路，以免损坏控制元件或产生其他故障。

9.5.6 自动控制系统对于太阳能热水系统的安全稳定运行起着至关重要的作用，为了确认自动控制系统是否正常工作，需要对控制系统测控参数进行检查、记录，发现较大偏离时，应及时分析，排除故障。

### 9.6 辅助加热系统

9.6.4 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。

9.6.5 采用锅炉或其他辅助加热装置的系统，应按照国家相应法规设备相关维护标准和产品供应厂商的具体要求定期进行检查和专业检定。

天津工程建设标准  
电子文件仅供参考  
请以正式出版物为准