

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50364—2018

民用建筑太阳能热水系统 应用技术标准

Technical standard for solar water
heating system of civil buildings

2018—07—10 发布

2018—12—01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部
国家市场监督管理总局 联合发布

中华人民共和国国家标准

民用建筑太阳能热水系统
应用技术标准

Technical standard for solar water
heating system of civil buildings

GB 50364 – 2018

主编部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 8 年 1 2 月 1 日

中国建筑工业出版社

2018 北 京

中华人民共和国国家标准
民用建筑太阳能热水系统应用技术标准
Technical standard for solar water
heating system of civil buildings
GB 50364 - 2018

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京海淀三里河路9号）
各地新华书店、建筑书店经销
北京红光制版公司制版
北京市密东印刷有限公司印刷

*

开本：850×1168 毫米 1/32 印张：4³/₈ 字数：115 千字

2018 年 9 月第一版 2018 年 9 月第一次印刷

定价：31.00 元

统一书号：15112·31417

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

中华人民共和国住房和城乡建设部 公 告

2018 年第 138 号

住房城乡建设部关于发布国家标准 《民用建筑太阳能热水系统 应用技术标准》的公告

现批准《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》为国家标准，编号为 GB 50364 - 2018，自 2018 年 12 月 1 日起实施。其中，第 3.0.4、3.0.5、3.0.7、3.0.8、4.2.3、4.2.7、5.3.2、5.4.12、5.7.2 条为强制性条文，必须严格执行。原国家标准《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》GB 50364 - 2005 同时废止。

本标准在住房城乡建设部门户网站（www.mohurd.gov.cn）公开，并由住房城乡建设部标准定额研究所组织中国工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部
2018 年 7 月 10 日

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2011 年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》（建标〔2011〕17 号）的要求，标准编制组经广泛调查研究、认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，修订了本标准。

本标准的主要技术内容是：1 总则；2 术语；3 基本规定；4 建筑设计；5 太阳能热水系统设计；6 太阳能热水系统安装；7 太阳能热水系统调试与验收；8 太阳能热水系统的运行与维护；9 节能环保效益评估。

本标准修订的主要技术内容是：1 调整和补充了太阳能热水系统设计、安装和工程验收及建筑设计的章节及技术内容；2 增加了太阳能热水系统使用与维护、节能环保效益分析章节；3 增加了部分主要城市太阳能资源数据、太阳能集热器年平均集热效率计算方法、部分代表城市不同倾角和方位角的太阳能集热器总面积补偿比及太阳能集热器的结构计算方法等资料。

本标准中以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本标准由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释，由中国建筑标准设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送中国建筑标准设计研究院有限公司（地址：北京市海淀区首体南路 9 号主语国际 2 号楼；邮政编码：100048）。

本标准主编单位：中国建筑标准设计研究院有限公司

本标准参编单位：日出东方太阳能股份有限公司

北京太阳能研究所集团有限公司

北京创意博能源科技有限公司
天普新能源科技有限公司
北京清华阳光能源开发有限责任公司
国家太阳能热水器质量监督检验中心
(北京)
中国建筑设计院有限公司
浙江大学建筑设计研究院有限公司
住房和城乡建设部科技与产业化发展
中心
珠海兴业新能源科技有限公司
山东力诺瑞特新能源有限公司
青岛经济技术开发区海尔热水器有限
公司
山东汉霖太阳能有限公司
国际铜业协会

本标准主要起草人员：张树君 何梓年 郑瑞澄 焦青太
邹怀松 律翠萍 杨金良 刘 铭
王耀堂 王靖华 徐玲猷 王岩松
郝 斌 罗 多 亓 琨 郭延隆
杨宪杰 黄俊鹏

本标准主要审查人员：叶 青 张晓黎 赵士怀 刘振印
李穆然 鹿 勤 朱 宁 蒋富林
张昕宇 孙成群

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	5
4	建筑设计	7
4.1	一般规定	7
4.2	建筑设计	7
5	太阳能热水系统设计.....	10
5.1	一般规定	10
5.2	系统分类与选择	10
5.3	技术要求	11
5.4	太阳能集热系统	12
5.5	供热水系统.....	22
5.6	辅助能源系统	23
5.7	电气与控制系统	23
6	太阳能热水系统安装.....	26
6.1	一般规定	26
6.2	基座	27
6.3	支架	27
6.4	集热器	27
6.5	贮热水箱	28
6.6	管路	29
6.7	辅助能源加热设备	29
6.8	电气与控制系统	30
6.9	水压试验与冲洗	30
7	太阳能热水系统调试与验收.....	31

7.1	一般规定	31
7.2	分项工程验收	31
7.3	系统调试	33
7.4	竣工验收	34
8	太阳能热水系统的运行与维护	36
8.1	一般规定	36
8.2	集热系统的运行与维护	36
8.3	储热系统的运行与维护	37
8.4	管路系统的运行与维护	37
8.5	控制系统的运行与维护	38
8.6	辅助加热系统的运行与维护	39
9	节能环保效益评估	41
9.1	一般规定	41
9.2	系统节能环保效益评估	41
9.3	系统实际运行的效益评估	42
9.4	系统效益的定期检测、长期监测和性能分级评估	42
附录 A	部分主要城市太阳能资源数据表	43
附录 B	太阳能集热器年平均集热效率的计算方法	46
附录 C	部分代表城市不同倾角和方位角的太阳能集热器 总面积补偿比	48
附录 D	太阳能集热器结构计算方法	64
	本规范用词说明	68
	引用标准名录	69
附：	条文说明	71

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	Basic Requirements	5
4	Design of Architecture	7
4.1	General Requirements	7
4.2	Architectural Design	7
5	Design of Solar Water Heating System	10
5.1	General Requirements	10
5.2	System Classification and Selection	10
5.3	Technical Requirements	11
5.4	Solar Collector System	12
5.5	Hot Water Supply System	22
5.6	Auxiliary Energy Heating System	23
5.7	Electric and Control System	23
6	Installation of Solar Water Heating System	26
6.1	General Requirements	26
6.2	Base	27
6.3	Bracket	27
6.4	Solar Collector	27
6.5	Water Storage Tank	28
6.6	Piping System	29
6.7	Auxiliary Energy Heating Equipment	29
6.8	Electric and Control System	30

6.9	Hydrostatic Test and Rinse	30
7	Commissioning and Acceptance of Solar Water Heating System	31
7.1	General Requirements	31
7.2	Sub-project Acceptance	31
7.3	System Commissioning	33
7.4	Completion Acceptance	34
8	Operation and Maintenance of Solar Water Heating System	36
8.1	General Requirements	36
8.2	Operation and Maintenance of Collector System	36
8.3	Operation and Maintenance of Heat Storage System	37
8.4	Operation and Maintenance of Pipe Circulation System	37
8.5	Operation and Maintenance of Control System	38
8.6	Operation and Maintenance of Auxiliary Heating System	39
9	Evaluation on Energy Efficiency and Environmental Benefits	41
9.1	General Requirements	41
9.2	Evaluation on System Energy Efficiency and Environmental Benefits	41
9.3	Evaluation on System Practical Operation Benefits	42
9.4	Periodic Testing, Long-term Testing and Performance Grading Assessment of System	42
Appendix A	Solar Energy Resource Data for Some Representative Cities	43
Appendix B	Calculation Method for Annually Average Thermal Efficiency of Solar Collectors	46
Appendix C	Solar Collector Gross Area Compensation	

Ratio at Different Tilt Angles and Azimuths for Some Representative Cities	48
Appendix D Calculation Method for Structure of Solar Collectors	64
Explanation of Wording in This Standard	68
List of Quoted Standards	69
Addition: Explanation of Provisions	71

1 总 则

1.0.1 为规范太阳能热水系统的设计、安装、工程验收和日常维护，使民用建筑太阳能热水系统安全可靠、性能稳定、节能高效、与建筑协调统一，保证工程质量，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建、扩建和改建的民用建筑，以及既有建筑增设和改造的太阳能热水系统的设计、安装、验收和运行维护。

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 民用建筑应用太阳能热水系统，除应符合本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 民用建筑 civil building

供人们居住和进行公共活动的建筑总称。

2.0.2 太阳能热水系统 solar water heating system

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

2.0.3 集中-集中供热水系统 collective-collective hot water supply system

采用集中的太阳能集热器和集中的贮热水箱供给一幢或几幢建筑物所需热水的系统。

2.0.4 集中-分散供热水系统 collective-individual hot water supply system

采用集中的太阳能集热器和分散的贮热水箱供给一幢建筑物所需热水的系统。

2.0.5 分散-分散供热水系统 individual-individual hot water supply system

采用分散的太阳能集热器和分散的贮热水箱供给各个用户所需热水的小型系统。

2.0.6 太阳能直接系统 solar direct system

在太阳能集热器中直接加热水给用户的太阳能热水系统。

2.0.7 太阳能间接系统 solar indirect system

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

2.0.8 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和贮热水箱之

间或集热器与换热器之间进行循环的太阳能热水系统。

2.0.9 强制循环系统 forced circulation system, mechanical 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。

2.0.10 直流式系统 series-connected system

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

2.0.11 真空管集热器 evacuated tube collector

采用透明管（通常为玻璃管）并在管壁与吸热体之间有真空空间的太阳能集热器。

2.0.12 平板型集热器 flat plate collector

吸热体表面基本为平板形状的非聚光型太阳能集热器。

2.0.13 集热器总面积 gross collector area

整个集热器最大的投影面积（ m^2 ），不包括那些固定和连接传热工质管路组成部分。

2.0.14 集热器倾角 tilt angle of collector

太阳能集热器与水平面的夹角。

2.0.15 贮热水箱 heat storage tank

太阳能热水系统中储存热水的装置。

2.0.16 缓冲水箱 buffer tank

在集中-分散供热水系统中，设置在集中的太阳能集热器和分散的贮热水箱之间的储存装置。

2.0.17 系统费效比 cost / benefit ratio of the system

太阳能热水系统的增投资与系统在正常使用寿命内的总节能量的比值，表示利用太阳能节省常规能源热量的投资成本（元/kWh）。

2.0.18 太阳辐照量 solar irradiation

接收到太阳辐射能的面密度（ kWh/m^2 ）。

2.0.19 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。

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

将太阳能热水系统纳入建筑设计中，使太阳能热水系统成为建筑的一部分，保持建筑外观和内部功能和谐统一。

2.0.21 日照标准 sunlight 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（冬至日或大寒日）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。

2.0.22 日照时数 hours of sunshine

太阳中心从出现在一地的东方地平线到进入西方地平线，其直射光线在无地物、云、雾等任何遮蔽的条件下，照射到地面所经历的小时数。

2.0.23 平屋面 flat roof

坡度小于 3% 的屋面。

2.0.24 坡屋面 slope roof

坡度大于或等于 3% 的屋面。

3 基本规定

3.0.1 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，结合日照和管理要求，创造安全、卫生、方便、舒适的生活环境。

3.0.2 太阳能热水系统应与建筑一体化设计，并应充分考虑使用、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，应根据建筑物类型、使用功能、安装条件、使用者要求、地理位置、气候条件、太阳能资源等因素综合确定。

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，并应满足建筑结构的安全性要求。

3.0.5 建筑物上安装太阳能热水系统，不得降低相邻建筑的日照标准。

3.0.6 建筑的主体结构或结构构件应能承受太阳能热水系统传递的荷载和作用。

3.0.7 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。

3.0.8 太阳能热水系统的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。

3.0.9 安装在屋面、阳台、墙面的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施工时埋入，位置应准确；当没有条件采用预埋件连接时，应采用其他可靠的连接措施，并通过试验确定承载力。

3.0.10 太阳能热水系统应配置辅助能源加热设备，且辅助能源加热设备应结合运行控制方式配置。

3.0.11 安装在建筑上的太阳能集热器应规则有序、排列整齐。

太阳能热水系统配备的输水管和电气管线应安全、隐蔽、集中布置，并应与建筑物其他管线统筹安排、同步设计、同步施工，便于安装维护。

3.0.12 太阳能热水系统应安装计量装置。

3.0.13 安装太阳能热水系统建筑的主体结构，应符合国家现行建筑施工质量验收标准的规定。

3.0.14 太阳能热水系统设计应进行系统节能、环保效益预评估，并宜在系统运行后，进行能耗的定期监测。

4 建筑设计

4.1 一般规定

4.1.1 应用太阳能热水系统的民用建筑规划、设计，应综合考虑场地条件、建筑功能、周围环境等因素；在确定建筑布局、朝向、间距、全体组合和空间环境时，应结合建设地点的地理位置、气候条件，满足太阳能热水系统设计和安装的技术要求。安装太阳能热水系统的建筑单体或建筑全体，主朝向宜为南向。建筑群体和空间组合应与太阳能热水系统紧密结合，并应为接收较多的太阳能创造条件。

4.1.2 应用太阳能热水系统的民用建筑，太阳能热水系统类型的选择，应根据建筑物的使用功能、热水供应方式、集热器安装位置和系统运行等因素，经综合比较确定。

4.1.3 太阳能热水系统安装在建筑屋面、阳台、墙面或其他部位，不得影响该部位的建筑功能，并应与建筑一体化，保持建筑统一和谐的外观。

4.1.4 建筑设计应为太阳能热水系统的安装、使用、维护等提供必要的条件。

4.1.5 太阳能热水系统的管线不得穿越其他用户的室内空间。

4.1.6 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 应合理确定太阳能热水系统各组成部件在建筑中的位置，并应满足所在部位的防水、排水和系统检修的要求。

4.2.2 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和绿化树木的遮挡，并应满足太阳能集热器

有不少于 4h 日照时数的要求。

4.2.3 安装太阳能集热器的建筑部位，应设置防止集热器损坏后部件坠落伤人的安全设施。

4.2.4 当直接以太阳能集热器构成建筑围护结构时，集热器应与建筑牢固连接，与周围环境协调，并应满足所在部位的结构安全和建筑防护功能要求。

4.2.5 设置太阳能集热器的平屋面应符合下列规定：

1 太阳能集热器支架应与屋面固定牢固，当使用地脚螺栓连接时，应在地脚螺栓周围做防水和密封处理；

2 当在屋面防水层上放置集热器时，屋面防水层应上翻至基座上部，并应在基座下部增设附加防水层；

3 集热器周围屋面、检修通道、屋面出入口和集热器之间的人行通道上部应铺设保护层；

4 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。

4.2.6 设置太阳能集热器的坡屋面应符合下列规定：

1 屋面的坡度宜结合集热器接收阳光的最佳倾角确定，即当地纬度 $\pm 10^\circ$ ；

2 集热器宜采用顺坡镶嵌或顺坡架空设置；

3 集热器支架应与埋设在屋面板上预埋件固定牢固，并应采取防水措施；

4 集热器与屋面结合处雨水排放应通畅；

5 顺坡镶嵌的集热器与周围屋面连接部位应做好防水构造处理；

6 集热器顺坡镶嵌在屋面上，不得降低屋面整体的保温、隔热、防水等性能；

7 顺坡架空在坡屋面上的集热器与屋面间空隙不宜大于 100mm。

4.2.7 在阳台设置太阳能集热器应符合下列规定：

1 设置在阳台栏板上的集热器支架应与阳台栏板上的预埋

件牢固连接；

2 当集热器构成阳台栏板时，应满足阳台栏板的刚度、强度及防护功能要求。

4.2.8 设置太阳能集热器的墙面应符合下列规定：

1 低纬度地区设置在墙面的集热器宜有适当倾角；

2 设置集热器的墙面除应承受集热器荷载外，还应采取必要的技术措施避免安装部位可能造成的墙面变形、裂缝等；

3 集热器支架应与墙面上的预埋件应连接牢固，必要时在预埋件处增设混凝土构造柱；

4 当集热器与贮热水箱相连的管线穿墙面时，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处理，防水套管应在墙面施工时埋设完毕，穿墙管线不宜设在结构柱处；

5 集热器镶嵌在墙面时，墙面装饰材料的色彩、分格宜与集热器协调一致。

4.2.9 贮热水箱的设置应符合下列规定：

1 贮热水箱宜靠近用水部位；

2 贮热水箱宜设置在室内；

3 贮热水箱设置在阳台时，不应影响建筑外观；

4 设置贮热水箱的位置应采取相应的排水、防水措施；

5 贮热水箱上方及周围应留有安装、检修空间，净空不宜小于 700mm。

4.2.10 集热器与贮热水箱相连的管线穿屋面、墙面、阳台或其他建筑部位时，应在相应部位预埋防水套管，并应对接触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 太阳能热水系统设计

5.1 一般规定

5.1.1 太阳能热水系统设计应纳入建筑给水排水设计，除应符合本标准以外，还应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的相关规定。

5.1.2 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。

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。

5.2 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、电气与控制系统等构成。其中，太阳能集热系统可包括太阳能集热器、储热装置、水泵、支架和连接管路等。

5.2.2 按系统的集热与供热水方式，太阳能热水系统可分为下列三类：

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

5.2.3 按集热系统的运行方式，太阳能热水系统可分为下列三类：

- 1 自然循环系统；
- 2 强制循环系统；
- 3 直流式系统。

5.2.4 按生活热水与集热系统内传热工质的关系，太阳能热水系统可分为下列两类：

- 1 直接系统；

2 间接系统。

5.2.5 按辅助能源的加热方式，太阳能热水系统可分为下列两类：

1 集中辅助加热系统；

2 分散辅助加热系统。

5.2.6 民用建筑中太阳能热水系统的类型应结合工程实际情况进行选择，类型选择应符合下列规定：

1 有集中热水要求的民用建筑宜采用集中-集中太阳能热水系统。

2 普通住宅建筑宜每单元采用集中-分散供热太阳能热水系统或分散-分散太阳能热水系统。

3 集热系统宜按分栋建筑或每单元建筑设置；当需合建系统时，太阳能集热器阵列总出口至贮热水箱的距离不宜大于 300m。

4 太阳能热水系统应根据集热器类型及其承压能力、集热器布置方式、运行管理条件等因素，采用闭式集热系统或开式集热系统。

5.3 技术要求

5.3.1 太阳能热水系统及其主要部件的技术指标，应符合相关太阳能产品国家现行标准的规定。

5.3.2 太阳能热水系统应采取防冻、防结露、防过热、防电击、防雷、抗雹、抗风、抗震等技术措施。

5.3.3 太阳能热水系统应有良好的耐久性能，系统中集热器、贮热水箱、支架等主要部件的正常使用寿命不应少于 10 年。

5.3.4 太阳能热水系统的供水水温、水压和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。

5.3.5 太阳能热水系统中的辅助能源加热设备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《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的有关规定。

5.4 太阳能集热系统

5.4.1 太阳能集热系统设计应符合下列规定：

- 1 建筑物上安装太阳能集热器，每天有效日照时间不得小于 4h，且不得降低相邻建筑的日照标准；
- 2 安装在建筑物屋面、阳台、墙面和其他部位的太阳能集热器、支架和连接管路，均应与建筑功能和造型一体化设计；
- 3 太阳能集热器不应跨越建筑变形缝设置；
- 4 太阳能集热器的尺寸规格宜与建筑模数相协调。

5.4.2 太阳能集热器总面积确定应符合下列规定：

- 1 直接系统的集热器总面积可按下列公式计算：

$$A_c = \frac{Q_w \rho_w C_w (t_{\text{end}} - t_o) f}{J_T \eta_{\text{cd}} (1 - \eta_{\text{li}})} \quad (5.4.2-1)$$

$$Q_w = q_r m b_1 \quad (5.4.2-2)$$

式中： A_c ——直接系统的集热器总面积（ m^2 ）；

Q_w ——日均用热水量（L）；

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

ρ_w ——水的密度（ kg/L ）；

t_{end} ——贮热水箱内热水的终止设计温度（ $^\circ\text{C}$ ）；

t_o ——贮热水箱内冷水的初始设计温度，通常取当地年平均冷水温度（ $^\circ\text{C}$ ）；

J_T ——当地集热器采光面上的年平均日太阳辐照量（ kJ/m^2 ），可按本标准附录 A 确定；

f ——太阳能保证率（%），太阳能热水系统在不同太阳能资源区的太阳能保证率 f 可按表 5.4.2-3 的推荐范围选取；

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，按本标准附录 B 规定的方法进行计算；

- η_h ——太阳能集热系统中贮热水箱和管路的热损失率，根据经验取值宜为 0.20~0.30；
- q_r ——平均日热水用水定额[L/(人·d)，L/(床·d)]，应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的相关规定，并按表 5.4.2-1 确定；在计算太阳能集热器总面积时，应选用表 5.4.2-1 中的平均日热水用水定额；
- m ——计算用水的人数或床数；
- b_1 ——同日使用率，平均值应按实际使用工况确定，当无条件时，可按表 5.4.2-2 取值。

表 5.4.2-1 热水用水定额

序号	建筑物类型			单位	用水定额 (L)		使用时间 (h)
					最高日	平均日	
1	住宅	Ⅱ	有自备热水供应和沐浴设备	每人每日	40~80	20~60	24
		Ⅲ	有集中热水供应和沐浴设备		60~100	25~70	24
2	别墅			每人每日	70~110	30~80	24
3	酒店式公寓			每人每日	80~100	65~80	24
4	宿舍	Ⅰ类、Ⅱ类		每人每日	70~100	40~55	24 或定时供应
		Ⅲ类、Ⅳ类		每人每日	40~80	35~45	
5	招待所 培训中心 普通旅馆	设公用盥洗室		每人每日	25~40	20~30	24 或定时供应
		设公用盥洗室、淋浴室		每人每日	40~60	35~45	
		设公用盥洗室、淋浴室、洗衣室		每人每日	50~80	45~55	
		设单独卫生间、公用洗衣室		每人每日	60~100	50~70	

续表 5.4.2-1

序号	建筑物类型		单位	用水定额 (L)		使用时间 (h)
				最高日	平均日	
6	宾馆 客房	旅客	每床位每日	120~160	110~140	24
		员工	每人每日	40~50	35~40	
7	医院 住院部	设公用盥洗室	每床位每日	60~100	40~70	24
		设公用盥洗室、 淋浴室	每床位每日	70~130	65~90	
		设单独卫生间	每床位每日	110~200	110~140	
		医务人员	每人每班	70~130	65~90	8
		门诊部、诊疗所	每病人每次	7~13	3~5	
		疗养院、休养所 住房部	每床位每日	100~160	90~110	24
8	养老院、 托老所	全托	每床位每日	50~70	45~55	24
		日托		25~40	15~20	
9	幼儿园、 托儿所	有住宿	每儿童每日	25~50	20~40	24
		无住宿	每儿童每日	20~30	15~20	10
10	公共浴室	淋浴	每顾客每次	40~60	35~40	12
		淋浴、浴盆	每顾客每次	60~80	55~70	
		桑拿浴(淋浴、按摩池)	每顾客每次	70~100	60~70	
11	理发室、美容院		每顾客每次	20~45	20~35	12
12	洗衣房		每公斤干衣	15~30	15~30	8
13	餐饮业	中餐酒楼	每顾客每次	15~20	8~12	10~12
		快餐店、职工及学生食堂	每顾客每次	10~12	7~10	12~16
		酒吧、咖啡厅、 茶座、卡拉OK厅	每顾客每次	3~8	3~5	8~18
14	办公楼	坐班制办公	每人每班	5~10	4~8	8~10
		公寓式办公	每人每日	60~100	25~70	10~24
		酒店式办公	每人每日	120~160	55~140	24

续表 5.4.2-1

序号	建筑物类型		单位	用水定额 (L)		使用时间 (h)
				最高日	平均日	
15	健身中心		每人每次	15~25	10~20	12
16	体育场(馆)	运动员淋浴	每人每次	17~26	15~20	4
17	会议厅		每座位每次	2~3	2	4

注：1 本表以 60℃ 热水水温为计算温度；
2 学生宿舍使用 IC 卡计费用热水时，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 5.4.2-2 不同类型建筑物的 b_1 推荐取值范围

建筑物类型	b_1
住宅	0.5~0.9
宾馆、旅馆	0.3~0.7
宿舍	0.7~1.0
医院、疗养院	0.8~1.0
幼儿园、托儿所、养老院	0.8~1.0

表 5.4.2-3 不同资源区的太阳能保证率 f 推荐取值范围

太阳能资源区划	水平面上年太阳辐照量 (MJ/(m ² ·a))	太阳能保证率 f
I 资源极富区	≥6700	60%~80%
II 资源丰富区	5400~6700	50%~60%
III 资源较富区	4200~5400	40%~50%
IV 资源一般区	≤4200	30%~40%

2 间接系统的集热器总面积可按下式计算：

$$A_{IN} = A_c \cdot \left(1 + \frac{U \cdot A_c}{U_{hx} \cdot A_{hx}}\right) \tag{5.4.2-3}$$

式中： A_{IN} ——间接系统集热器总面积 (m^2)；

A_C ——直接系统集热器总面积 (m^2)；

U ——集热器总热损系数 [$W/(m^2 \cdot ^\circ C)$]，对平板型集热器， U 宜取 $(4 \sim 6) W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ ，对真空管集热器， U 宜取 $(1 \sim 2) W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ ，具体数值应根据集热器产品实际测试结果而定；

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

A_{hx} ——换热器换热面积 (m^2)，查产品样本得出。

5.4.3 当按本标准第 5.4.2 条计算得到的系统集热器总面积大于建筑围护结构表面时，可按围护结构表面最大容许的安装面积确定集热器总面积。

5.4.4 有下列情况之一时，集热器总面积可采用增加集热器面积的方式进行补偿，其面积补偿比应按本标准附录 C 选取，但补偿面积不得超过本标准第 5.4.2 条计算结果的一倍：

1 集热器在坡屋面上受条件限制，倾角与本标准第 5.4.7 条规定偏差较大时；

2 集热器朝向受条件限制，方位角与本标准第 5.4.8 条规定偏差较大时。

5.4.5 太阳能集热系统储热装置有效容积的计算应符合下列规定：

1 集中集热、集中供热太阳能热水系统的贮热水箱宜与供热水箱分开设置，串联连接，贮热水箱的有效容积可按下列式计算：

$$V_{rx} = q_{rd} \cdot A_j \quad (5.4.5)$$

式中： V_{rx} ——贮热水箱的有效容积 (L)；

A_j ——集热器总面积 (m^2)， $A_j = A_C$ 或 $A_j = A_{IN}$ ；

q_{rd} ——单位面积集热器平均日产温升 $30^\circ C$ 热水量的容积 [$L/(m^2 \cdot d)$]，根据集热器产品参数确定，无条件时，可按表 5.4.5 选用。

表 5.4.5 单位集热器总面积日产热水量推荐取值范围 [L/(m²·d)]

太阳能资源区划	直接系统	间接系统
I 资源极富区	70~80	50~55
II 资源丰富区	60~70	40~50
III 资源较富区	50~60	35~40
IV 资源一般区	40~50	30~35

注：1 当室外环境最低温度高于 5℃ 时，可以根据实际工程情况采用日产热水量的高限值；
2 本表是按照系统全年每天提供温升 30℃ 热水，集热系统年平均效率为 35%，系统总热损失率为 20% 的工况下估算的。

2 当贮热水箱与供水水箱分开设置时，供水水箱的有效容积应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的规定。

3 集中集热、分散供热太阳能热水系统宜设有缓冲水箱，其有效容积一般不宜小于 10%V_{rx}。

5.4.6 强制循环的太阳能集热系统应设循环泵，其流量和扬程的计算应符合下列规定：

1 循环泵的流量可按下式计算：

$$q_x = q_{gz} \cdot A_j \tag{5.4.6-1}$$

式中：q_x——集热系统循环流量（m³/h）；
q_{gz}——单位面积集热器对应的工质流量[m³/(h·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)~0.072m³/(h·m²)，相当于 0.015L/(s·m²)~0.020L/(s·m²)；
A_j——集热器总面积(m²)。

2 开式系统循环泵的扬程应按下式计算：

$$H_x = h_{jx} + h_j + h_z + h_f \tag{5.4.6-2}$$

式中：H_x——循环泵扬程（kPa）；
h_{jx}——集热系统循环管路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 ——集热器顶部与贮热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), 取 20kPa~50kPa。

3 闭式系统循环泵的扬程应按下式计算:

$$H_x = h_{jx} + h_j + h_e + h_f \quad (5.4.6-3)$$

式中: h_e ——循环流经换热器的阻力损失 (kPa)。

5.4.7 系统全年使用的太阳能集热器倾角应与当地纬度一致。如系统侧重在夏季使用, 其倾角宜为当地纬度减 10° ; 如系统侧重在冬季使用, 其倾角宜为当地纬度加 10° 。主要城市纬度可按本标准附录 A 采用。

5.4.8 太阳能集热器设置在平屋面上, 应符合下列规定:

1 对朝向为正南、南偏东或南偏西不大于 30° 的建筑, 集热器可朝南设置, 或与建筑同向设置;

2 对朝南偏东或南偏西大于 30° 的建筑, 集热器宜朝南设置或南偏东、南偏西小于 30° 设置;

3 对受条件限制, 集热器不能朝南设置的建筑, 集热器可朝南偏东、南偏西或朝东、朝西设置;

4 水平安装的集热器可不受朝向的限制; 但当真空管集热器水平安装时, 真空管应东西向放置;

5 在平屋面上宜设置集热器检修通道;

6 集热器与前方遮光物或集热器前后排之间的最小距离可按下式计算:

$$D = H \times \cot \alpha_s \times \cos \gamma \quad (5.4.8)$$

式中: D ——集热器与前方遮光物或集热器前后排之间的最小距离 (m);

H ——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 ($^\circ$)。

5.4.9 太阳能集热器设置在坡屋面上，应符合下列规定：

- 1 集热器可设置在南向、南偏东、南偏西或朝东、朝西建筑坡屋面上；
- 2 坡屋面上集热器应采用顺坡嵌入设置或顺坡架空设置；
- 3 作为屋面板的集热器应安装在建筑承重结构上；
- 4 作为屋面板的集热器所构成的建筑坡屋面在刚度、强度、热工、锚固、防护功能上应按建筑围护结构设计。

5.4.10 太阳能集热器设置在阳台上，应符合下列规定：

- 1 对朝南、南偏东、南偏西或朝东、朝西的阳台，集热器可设置在阳台栏板上或构成阳台栏板；
- 2 北纬 30° 以南地区设置在阳台栏板上的集热器及构成阳台栏板的集热器应有适当的倾角；
- 3 构成阳台栏板的集热器，在刚度、强度、高度、锚固和防护功能上应满足建筑设计要求。

5.4.11 太阳能集热器设置在墙面上，应符合下列规定：

- 1 在高纬度地区，集热器可设置在建筑的朝南、南偏东、南偏西或朝东、朝西的墙面上，或直接构成建筑墙面；
- 2 在低纬度地区，集热器可设置在建筑南偏东、南偏西或朝东、朝西墙面上，或直接构成建筑墙面；
- 3 构成建筑墙面的集热器，其刚度、强度、热工、锚固、防护功能应满足建筑围护结构设计要求。

5.4.12 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措施。

5.4.13 嵌入建筑屋面、阳台、墙面或建筑其他部位的太阳能集热器，应满足建筑围护结构的承载、保温、隔热、隔声、防水、防护等功能。

5.4.14 架空在建筑屋面和附着在阳台或墙面上的太阳能集热器，应具有相应的承载能力、刚度、稳定性和相对于主体结构的位移能力。必要时，太阳能集热器应按本标准附录 D 进行结构设计。

5.4.15 太阳能集热器之间可通过并联、串联、串并联、并串联等方式连接成集热器组，系统设计应符合下列规定：

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 32m^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 50m^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 50m^2 。

3 对强制循环系统，每个系统的集热器总面积不宜超过 500m^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 当全玻璃真空管东西向放置的集热器在同一斜面上多层布置时，串联的集热器不宜超过 3 个，每个集热器联箱长度不宜大于 2m。

5.4.16 太阳能集热器耐压要求应与系统的设计工作压力相匹配。

5.4.17 在太阳能间接系统中，换热器的设置应符合下列规定：

1 当采用开式储热装置时，宜采用外置双循环换热器；

2 当采用闭式储热装置时，宜采用内置单循环换热器。

5.4.18 集热器组之间连接的设计应遵循“同程原则”，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。

5.4.19 在冬季环境温度可能低于 0°C 地区使用的太阳能集热系统，应进行防冻设计，并应符合下列规定：

1 对于直接系统，可采用回流方法或排空方法防冻；对于集热器有防冻功能的直接系统，也可采用定温循环方法防冻。

2 对于间接系统，可采用防冻传热工质进行防冻；传热工质的凝固点应低于当地近 30 年的最低环境温度，其沸点应高于集热器的最高闷晒温度。

3 当采用其他方法防冻时，应保证其技术经济的合理性。

5.4.20 太阳能集热系统的循环管路设计应符合下列规定：

- 1 循环管路应短而少弯；
- 2 绕行的管路宜是冷水管或低温水管；
- 3 循环管路应有 0.3%~0.5% 的坡度；
- 4 在自然循环系统中，应使循环管路朝贮热水箱方向有向上坡度，不允许有反坡；
- 5 在使用平板型集热器的自然循环系统中，贮热水箱的下循环管口应比集热器的上循环管口高 0.3m 以上；
- 6 在有水回流的防冻系统中，管路的坡度应使系统中的水自动回流，不应积存；
- 7 在循环管路易发生气塞的位置应设有排气阀；
- 8 在间接系统的循环管路上应设膨胀箱；在闭式间接系统的循环管路上同时还应设有压力安全阀，但不应有单向阀和其他可关闭的阀门；
- 9 当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路，应设有辅助阀门；
- 10 在系统中宜设流量计、温度计和压力表；
- 11 管路的通径面积应与并联集热器组管路的通径面积之总和相适应。

5.4.21 太阳能集热系统的管路应有组织布置，做到安全、隐蔽、易于检修。新建太阳能热水系统竖向管路宜布置在竖向管路井中；在既有建筑上增设太阳能热水系统或改造太阳能热水系统，管路应做到走向合理，不影响建筑使用功能及外观。

5.4.22 太阳能集热系统的管路、配件应采用不锈钢管、铜管、镀锌钢管等金属材质，开式系统的耐温不应小于 100℃，闭式系统的耐温不应小于 200℃。

5.4.23 太阳能集热系统的管路保温设计应按照现行国家标准《设备及管道绝热技术通则》GB/T 4272 和《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175 执行。

5.4.24 太阳能集热器支架的刚度、强度、防腐蚀性能应满足安

全要求，并应与建筑牢固连接。

5.4.25 太阳能集热系统中泵、阀的安装均应采取减振和隔声措施。

5.4.26 在太阳能集热器阵列附近宜设置用于清洁集热器的给水点。

5.5 供热水系统

5.5.1 太阳能产生的热能宜作为预热热媒间接使用，与辅助热源宜串联使用；生活热水宜作为被加热水直接供应到用户末端，生活热水应与生活冷水用一个压力源，给水总流量可按设计秒流量计算，并应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的规定。

5.5.2 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。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，并应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的规定。

5.5.3 直接供热水系统应设置恒温混水阀；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低于 60℃。

5.5.4 直接供应生活热水的管路、配件宜采用不锈钢管、铜管等保证水质的金属管材；其他过水设备材质，应与建筑给水管路材质相容。

5.5.5 供热水系统的管路应做保温，保温设计应按现行国家标准《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175 和《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的规定执行，并应符合下列规定：

1 室外埋地管路保温宜采用直埋双层保温构造，内层应采用岩棉、玻璃棉等无机材料，外层可采用 HDPE 保护管壳，并应符合现行行业标准《城镇供热直埋热水管道技术规程》CJJ/T

81 的规定；

2 室外露明管路保温宜采用双层保温构造，内层应采用岩棉、玻璃棉等无机材料，外层可采用镀锌板、铝板保护壳；

3 室内管路保温宜采用 40mm~50mm 厚橡塑或岩棉保温，外缠防护布，橡塑保温适用温度范围为 $-40^{\circ}\text{C} \sim 120^{\circ}\text{C}$ ，橡塑保温材料耐火等级为 B1 级。

5.6 辅助能源系统

5.6.1 辅助能源设备与太阳能储热装置不宜设在同一容器内，太阳能宜作为预热热媒与辅助热源串联使用。

5.6.2 辅助能源的供热量应按无太阳能时确定，并应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的规定。

5.6.3 辅助能源宜因地制宜进行选择，集中-分散供热水系统、分散-分散供热水系统宜采用电、燃气，集中-集中供热水系统应充分利用暖通动力的热源，当没有暖通动力的热源或不足时，宜采用城市热力管网、燃气、燃油、热泵等。

5.6.4 辅助能源的控制应在保证充分利用太阳能集热量的条件下，根据不同的供热水方式，选择采用全日自动控制、定时自动控制或手动控制。

5.6.5 辅助能源的水加热设备应根据热源种类及其供水水质、冷热水系统型式，选择采用直接加热或间接加热设备。

5.7 电气与控制系统

5.7.1 太阳能热水系统的电气设计应满足太阳能热水系统用电可靠性和运行安全要求。

5.7.2 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。

5.7.3 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。

5.7.4 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。

5.7.5 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。

5.7.6 控制系统设计应遵循安全可靠、经济实用、地区与季节差别的原则，根据不同的太阳能热水系统特点确定相应的功能，实现在最小的常规能源消耗条件下获得最大限度太阳能的总体目标。

5.7.7 控制系统设计应依据太阳能热水系统设计的要求，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。控制系统功能应包含运行控制功能与安全保护功能。运行控制功能应包含手动控制与自动控制功能。

5.7.8 控制系统的技术指标应满足国家现行相关标准的要求。

5.7.9 控制系统设计中的传感器、核心控制单元、显示器件、执行机构应符合国家现行相关产品标准的要求。

5.7.10 太阳能热水系统的运行控制功能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；

2 在开式集热系统及开式贮热水箱的非满水位运行控制设计中，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。

5.7.11 太阳能热水系统的安全保护功能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措施。

2 当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 当在冬季有冻结可能地区运行的以水为工质的集热循环系统，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；在电辅助防冻措施中，宜采用管路或水箱内设置电加热器且循环水泵防冻的措施优先于管路电伴热辅助防冻措施；当防冻运行时，管路温度宜控制在 $5^{\circ}\text{C} \sim 10^{\circ}\text{C}$ 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。

5.7.12 控制系统的电气设计应满足系统用电负荷要求，器件选择应保证用电安全。

5.7.13 控制系统中的电气设备应设置短路保护和接地故障保护装置及等电位连接等安全措施。

5.7.14 控制系统设计宜预留通信接口。

5.7.15 远程控制时，应有就地控制和解除远程控制的措施。

5.7.16 控制系统设计应考虑使用环境的温度与湿度等要求。

6 太阳能热水系统安装

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。

6.1.3 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 施工组织设计及施工方案已经批准；
- 3 施工场地符合施工组织设计要求；
- 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 预留基座、孔洞、预埋件和设施符合设计要求，并已验收合格；
- 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。

6.1.4 进场安装的太阳能热水系统产品、配件、材料及性能、色彩等应符合设计要求，且有产品合格证。

6.1.5 当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。

6.2 基 座

- 6.2.1 太阳能热水系统基座应与建筑主体结构连接牢固。
- 6.2.2 预埋件与基座之间的空隙，应采用细石混凝土填捣密实。
- 6.2.3 在屋面结构层上现场施工的基座完成后，应做防水处理，并应符合现行国家标准《屋面工程质量验收规范》GB 50207 的规定。
- 6.2.4 采用预制的集热器支架基座应摆放平稳、整齐，并应与建筑连接牢固，且不应破坏屋面防水层。
- 6.2.5 钢基座及混凝土基座顶面的预埋件，在太阳能热水系统安装前应涂防腐涂料，安装中应及时涂刷并妥善保护。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。

6.3 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 支架应按设计要求安装在承重基座上，位置准确，与承重基座固定牢靠，并应设置检修通道。
- 6.3.3 支架应根据现场条件采取抗风措施。其抗风能力应达到设计要求。
- 6.3.4 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。
- 6.3.5 钢结构支架焊接完毕，应做防腐处理。防腐施工应符合现行国家标准《建筑防腐蚀工程施工规范》GB 50212 和《建筑防腐蚀工程施工质量验收规范》GB 50224 的规定。

6.4 集 热 器

- 6.4.1 集热器阵列安装的方位角、倾角和间距应符合设计要求，

安装倾角误差为 $\pm 3^\circ$ 。集热器应与建筑主体结构或集热器支架牢靠固定，防止滑脱。

6.4.2 集热器间的连接方式应符合设计要求，且密封可靠，无泄漏，无扭曲变形。

6.4.3 集热器之间非焊接方式连接的连接件，应便于拆卸或更换。

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

6.4.5 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。

6.5 贮热水箱

6.5.1 贮热水箱应与底座固定牢靠，底座基础应符合设计要求，无沉降与局部变形。

6.5.2 用于制作贮热水箱的材质、规格应符合设计要求。

6.5.3 钢板焊接的贮热水箱，水箱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，并应能承受所贮存热水的最高温度。

6.5.4 贮热水箱的内箱应做接地处理，接地应符合现行国家标准《电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范》GB 50169 的规定。

6.5.5 贮热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 6.9 节的规定。

6.5.6 现场制作的贮热水箱，保温应在检漏试验合格后进行。水箱保温应符合现行国家标准《工业设备及管道绝热工程施工质量验收规范》GB 50185 的规定。

6.5.7 室内贮热水箱四周应留有管路与设备安装与检修所需的必要空间。

6.6 管 路

6.6.1 太阳能热水系统的管路安装应符合现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 的规定。管路及配件的材料应与设计要求一致，并与传热工质相容，直线段过长的管路应按设计要求设置补偿器。

6.6.2 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振措施。

6.6.3 安装在室外的水泵，应采取妥当的防雨保护措施。严寒地区和寒冷地区应采取防冻措施。

6.6.4 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。

6.6.5 水泵、电磁阀、电动阀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。

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

6.6.7 管路保温应在水压试验合格后进行，保温应符合现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 的规定。

6.6.8 严寒和寒冷地区以水为工质的室外管路，应采取防冻措施。

6.7 辅助能源加热设备

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 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。

6.8 电气与控制系统

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。设备间应具备防潮和防高温蒸汽的相应措施。

6.8.3 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 接地装置施工及验收规范》GB 50169 的规定。

6.8.4 传感器的接线应牢固可靠，接触良好。传感器控制线应做防水处理。传感器安装应与被测部位良好接触，温度传感器四周应进行良好的保温并做好标识。

6.9 水压试验与冲洗

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

6.9.2 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 执行。

6.9.3 当环境温度低于 5℃ 进行水压试验时，应采取可靠的防冻措施。

6.9.4 系统水压试验合格后，应对系统进行冲洗直至排出的水不浑浊为止。

7 太阳能热水系统调试与验收

7.1 一般规定

7.1.1 太阳能热水工程安装完毕投入使用前，应进行系统调试。系统调试应在竣工验收阶段进行。

7.1.2 太阳能热水工程的系统调试，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是施工企业本身或委托给有调试能力的其他单位。

7.1.3 太阳能热水系统工程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、设计、监理等单位（项目）负责人进行。

7.1.4 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，必须在本工序验收合格后才能进入下一道工序的施工。

7.1.5 竣工验收应在工程移交用户前、分项工程验收合格后进行。

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

7.2 分项工程验收

7.2.1 太阳能热水工程的分部、分项工程可按表 7.2.1 划分。

表 7.2.1 太阳能热水工程的分部、分项工程划分

序号	分部工程	分项工程
1	太阳能集热系统	预埋件及后置锚栓安装和封堵, 基座、支架安装, 太阳能集热器安装, 其他能源辅助加热 换热设备安装, 水泵等设备 及部件安装, 管道及配件安装, 系统水压试验及调试, 防腐、 绝热
2	蓄热系统	贮热水箱及配件安装, 地下水池施工, 管道及配件安装, 辅助设备安装, 防腐、绝热
3	热水供应系统	管道及配件安装, 水泵等设备及部件安装, 辅助设备安装, 系统水压试验及调试, 防腐、绝热
1	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, 应在安装施工中完成下列隐蔽项目的现场验收:

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

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

7.2.5 太阳能热水工程的检验、检测应包括下列主要内容:

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

7.2.6 太阳能热水系统管道的水压试验压力应为工作压力的 1.5 倍, 工作压力应按设计要求。设计未注明时, 开式太阳能集

热系统应以系统顶点工作压力加 0.1MPa 进行水压试验：闭式太阳能集热系统和供热水系统应按现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 的规定执行。

7.3 系统调试

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

7.3.2 系统联动调试，应在设备单机、部件调试和试运转合格后进行。

7.3.3 设备单机、部件调试应包括下列内容：

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

7.3.4 系统联动调试应包括下列内容：

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

7.3.5 系统联动调试后的运行参数应符合下列规定：

- 1 设计工况下太阳能集热系统的流量与设计值的偏差不应

大于 10%；

- 2 设计工况下热水的流量、温度应符合设计要求；
- 3 设计工况下系统的工作压力应符合设计要求。

7.4 竣工验收

7.4.1 应建立太阳能热水系统的竣工验收责任制，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、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 竣工验收应提交下列验收资料：

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

7.4.3 竣工验收时，系统热工性能检验的测试方法应符合现行国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801 的规定，质检机构应出具检测报告，并应作为工程通过竣工验收的必要条件。

7.4.4 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，应满足表 7.4.4 的要求。

表 7.4.4 不同地区的集热系统效率和热水系统太阳能保证率

太阳能资源区划	太阳能集热系统效率	太阳能热水系统太阳能保证率
资源极富区	$\eta \geq 42\%$	$f \geq 60\%$

续表 7.4.1

太阳能资源区划	太阳能集热系统效率	太阳能热水系统太阳能保证率
资源丰富区	$\eta \geq 42\%$	$f \geq 50\%$
资源较富区	$\eta \geq 42\%$	$f \geq 40\%$
资源一般区	$\eta \geq 42\%$	$f \geq 30\%$

7.4.5 竣工验收时，太阳能供热水系统的供热水温度应满足设计要求：当设计无明确规定时，供热水温度不应小于 45°C ，且不应大于 60°C 。

8 太阳能热水系统的运行与维护

8.1 一般规定

8.1.1 太阳能热水系统初次运行之前，应确认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 太阳能热水系统初次运行之前的准备工作应符合下列规定：

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

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应进行调试，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。

8.2 集热系统的运行与维护

8.2.1 太阳能集热器的运行应符合下列规定：

1 应避免太阳能集热器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在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的水垢；

3 应定期检查真空管集热器不被坏损，并应避免硬物冲击；

4 应定期检查真空管集热器不发生泄漏，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。

8.3 储热系统的运行与维护

- 8.3.1 应定期检查贮热水箱的密封性；发现破损时，应及时修补。
- 8.3.2 应定期检查贮热水箱的保温层；发现破损时，应及时修补。
- 8.3.3 应定期检查贮热水箱的补水阀、安全阀、液位控制器和排气装置，确保正常工作，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热水箱，防止循环管道被堵塞。
- 8.3.5 应定期清除贮热水箱内的水垢。

8.4 管路系统的运行与维护

- 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；
 - 2 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。
- 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；
 - 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 不应站在阀门上操作或检修。
- 8.4.3 管路系统的支撑构件，包括支吊架和管箍等运行中出现断裂、变形、松动、脱落和锈蚀应采取更换、补加、重新加固、补刷油漆等相应的措施。

8.4.4 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，轴承温度不得超过周围环境温度 $35^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ ，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。

8.4.5 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修，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。

8.5 控制系统的运行与维护

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 $0^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ 。

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 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；
- 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 控制系统应正确送入设定值。

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。

8.6 辅助加热系统的运行与维护

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 辅助电加热器的维护应符合下列规定：

- 1 电加热器元件不应有劳损情况；
- 2 电加热器外表不应有结垢或淤积情况；
- 3 安全阀应能正常工作。

8.6.3 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，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。

8.6.4 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；

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。

8.6.5 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。

8.6.6 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。

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和费效比。

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式计算：

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

式中： Q_{tot} ——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 and 费效比可采用现行国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801 中的公式进行计算。

9.2.5 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} 应按本标准第 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 中的公式进行计算。

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与本标准第 9.2 节的规定相同。

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 系统效益定期检测或长期监测的方法应符合现行国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801 中涉及短期或长期测试的规定。

9.4.2 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。

附录 A 部分主要城市太阳能资源数据表

A.0.1 部分主要城市太阳能资源数据可按表 A.0.1 选用。

表 A.0.1 部分主要城市太阳能资源数据

城市	纬度	年平均 气温 (℃)	水平面		斜面		斜面修正系数 (K_{ap})
			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)]	
北京	39°57′	12.3	5570.32	15261.14	6582.78	18035.01	1.0976
天津	39°08′	12.7	5239.94	14356.01	6103.55	16722.05	1.0692
石家庄	38°02′	13.4	5173.60	14174.24	6336.40	17360.00	1.0521
哈尔滨	45°45′	4.2	4636.58	12702.97	5780.88	15838.03	1.1400
沈阳	41°46′	8.4	5034.46	13793.03	6045.52	16563.06	1.0671
长春	43°53′	5.7	4953.78	13572.00	6251.36	17127.02	1.1548

续表 A.0.1

城市	纬度	年平均 气温 (℃)	水平面		斜面		斜面修正系数 (K_{tp})
			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)]	
呼和浩特	40°49′	6.7	6049.51	16574.01	7327.37	20074.98	1.1468
太原	37°51′	10.0	5497.27	15061.02	6348.82	17394.02	1.1005
乌鲁木齐	43°47′	7.0	5279.36	14464.01	6056.82	16594.03	1.0092
西宁	36°35′	6.1	6123.64	16777.08	7160.22	19617.04	1.1360
兰州	36°01′	9.8	5462.60	11966.04	5782.36	15842.07	0.9489
银川	38°25′	9.0	6011.81	16553.00	7159.46	19611.97	1.1559
西安	34°15′	13.7	4665.06	12780.99	4727.48	12952.01	0.9275
上海	31°12′	16.1	4657.39	12759.98	4997.23	13691.05	0.9900
南京	32°01′	15.5	4781.12	13098.97	5185.55	14206.98	1.0249
合肥	31°53′	15.8	4571.64	12525.04	4854.13	13298.99	0.9988
杭州	30°15′	16.5	4258.84	11668.04	4515.77	12371.97	0.9362
南昌	28°40′	17.6	4779.32	13094.04	5005.62	13714.03	0.8640
福州	26°05′	19.8	4380.37	12001.02	4544.60	12450.97	0.8978

续表 A.0.1

城市	纬度	年平均 气温 (℃)	水平面		斜面		斜面修正系数 (K_{sp})
			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)]	
济南	36°42′	14.7	5125.72	14043.06	5837.83	15994.06	1.0630
郑州	34°43′	14.3	4866.19	13332.03	5313.67	14558.01	1.0467
武汉	30°38′	16.6	4818.35	13200.95	5003.06	13707.02	0.9039
长沙	28°11′	17.0	4152.64	11377.08	4230.00	11589.04	0.8028
广州	23°00′	22.0	4420.15	12110.01	4636.22	12701.98	0.8850
海口	20°02′	24.1	5049.79	13835.05	4931.14	13509.96	0.8761
南宁	22°48′	21.8	4567.97	12514.98	4647.92	12734.04	0.8231
重庆	29°36′	17.7	3058.81	8684.08	3066.62	8401.71	0.8021
成都	30°40′	16.1	3793.07	10391.97	3760.96	10303.99	0.7553
贵阳	26°34′	15.3	3769.38	10327.07	3735.79	10235.05	0.8135
昆明	25°02′	14.9	5180.83	14194.06	5596.56	15333.04	0.9216
拉萨	29°43′	8.0	7771.85	21300.95	8815.10	24150.97	1.0964

附录 B 太阳能集热器年平均 集热效率的计算方法

B. 0. 1 太阳能集热器的年平均集热效率应根据集热器产品的瞬时效率方程（瞬时效率曲线）的实际测试结果按下式进行计算：

$$\eta = \eta_0 - U(t_i - t_a)/G \quad (\text{B. 0. 1})$$

式中： η ——基于集热器总面积的集热器效率（%）；

η_0 ——基于集热器总面积的瞬时效率曲线截距（%）；

U ——基于集热器总面积的瞬时效率曲线斜率 $[\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})]$ ；

t_i ——集热器工质进口温度（ $^\circ\text{C}$ ）；

t_a ——环境空气温度（ $^\circ\text{C}$ ）；

G ——总太阳辐照度（ W/m^2 ）

$(t_i - t_a)/G$ ——归一化温差 $[(^\circ\text{C} \cdot \text{m}^2)/\text{W}]$ 。

B. 0. 2 在计算太阳能集热器的年平均集热效率时，归一化温差计算的参数选择应符合下列规定：

1 年平均集热器工质进口温度应按下式计算：

$$t_i = t_0/3 + 2t_{\text{end}}/3 \quad (\text{B. 0. 2-1})$$

式中： t_i ——年平均集热器工质进口温度（ $^\circ\text{C}$ ）；

t_0 ——系统设计进水温度（贮热水箱初始温度）（ $^\circ\text{C}$ ）；

t_{end} ——系统设计用水温度（贮热水箱终止温度）（ $^\circ\text{C}$ ）。

2 年平均环境空气温度应按本标准附录 A 查得， t_a 应取当地的年平均环境空气温度。

3 年平均总太阳辐照度应按下式计算：

$$G = J_T/(S_y \times 3600) \quad (\text{B. 0. 2-2})$$

式中： G ——年平均总太阳辐照度（ W/m^2 ）；

J_T ——当地的年平均日太阳辐照量 $[J/(m^2 \cdot d)]$ ，可从本标准附录 A 查得；

S_y ——当地的年平均每天日照小时数 (h)，可从本标准附录 A 查得。

附录 C 部分代表城市不同倾角和方位角的 太阳能集热器总面积补偿比

C.0.1 当太阳能集热器受条件限制，倾角和方位角与本标准第 5.4.4 条和第 5.4.7 条规定偏差较大时，可采用增加集热器面积的方式进行补偿，面积补偿后实际确定的集热器总面积应按下式进行计算：

$$A_B = A_S / R_S \quad (C.0.1)$$

式中： A_B ——进行面积补偿后实际确定的集热器总面积（ m^2 ）；

A_S ——按本标准公式（5.4.2-1）或（5.4.2-3）计算得出的集热器总面积（ m^2 ）；

R_S ——面积补偿比（%），按表 C.0.1 选取。

C.0.2 若太阳能热水系统所在地区不是表 C.0.1 中的代表城市，可选取离所在地区最近的代表城市中的 R_S 值。

表 C.0.1 部分代表城市太阳能集热器总面积补偿比 R_s (%)

	$90\% \leq R_s < 95\%$
	$R_s < 90\%$
	$R_s \geq 95\%$

北京 纬度 $39^{\circ}48'$

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	52	55	58	61	63	65	67	68	69	69	69	68	67	65	63	61	58	55	52
80	58	61	65	68	71	73	76	77	78	78	78	77	76	73	71	68	65	61	58
70	63	67	71	75	78	81	83	85	86	86	86	85	83	81	78	75	71	67	63
60	69	73	77	81	84	87	89	91	92	92	92	91	89	87	84	81	77	73	69
50	75	78	82	86	89	92	94	96	97	97	97	96	94	92	89	86	82	78	75
40	79	83	86	89	92	95	97	98	99	99	99	98	97	95	92	89	86	83	79
30	83	86	89	92	94	96	98	99	100	100	100	99	98	96	94	92	89	86	83
20	87	89	91	93	94	96	97	98	98	99	98	98	97	96	94	93	91	89	87
10	89	90	91	92	93	94	94	95	95	95	95	95	94	94	93	92	91	90	89
水平面	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90

续表 C.0.1

武汉 纬度 $30^{\circ}37'$

[illegible]

续表 C.0.1

昆明 纬度 25°01'

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	52	54	56	57	58	59	59	60	60	60	60	60	59	59	58	57	56	54	52
80	59	61	63	65	66	67	68	69	69	69	69	69	68	67	66	65	63	61	59
70	66	68	70	72	74	75	76	77	78	78	78	77	76	75	74	72	70	68	66
60	73	75	77	79	81	82	84	85	85	85	85	85	84	82	81	79	77	75	73
50	79	81	83	85	87	89	90	91	91	92	91	91	90	89	87	85	83	81	79
40	85	87	89	90	92	93	95	95	95	96	95	95	95	93	92	90	89	87	85
30	90	91	93	94	96	97	98	98	99	99	99	98	98	97	96	94	93	91	90
20	93	94	96	97	98	98	99	100	100	100	100	100	99	98	98	97	96	94	93
10	96	96	97	97	98	98	99	99	99	99	99	99	99	98	98	97	97	96	96
水平面	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96

续表 C.0.1

贵阳 纬度 $26^{\circ}35'$

[illegible]

续表 C.0.1

长沙 纬度 $28^{\circ}12'$

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	54	55	56	57	57	58	58	58	58	58	58	58	58	58	57	57	56	55	54
80	61	62	63	64	65	66	67	67	67	67	67	67	67	66	65	64	63	62	61
70	67	69	71	72	73	74	75	75	76	76	76	75	75	74	73	72	71	69	67
60	74	76	78	79	80	81	82	82	83	83	83	82	82	81	80	79	78	76	74
50	81	82	84	85	87	88	89	89	90	90	90	89	89	88	87	85	84	82	81
40	86	88	89	91	92	93	94	94	95	95	95	94	94	93	92	91	89	88	86
30	91	92	94	95	96	97	97	98	98	98	98	98	97	97	96	95	94	92	91
20	95	96	97	97	98	99	99	100	100	100	100	100	99	99	98	97	97	96	95
10	97	98	98	99	99	99	100	100	100	100	100	100	100	99	99	99	98	98	97
水平面	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98

续表 C.0.1

广州 纬度 $23^{\circ}08'$

[illegible]

续表 C.0.1

南昌 纬度 $28^{\circ}36'$

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	54	55	56	57	58	58	58	58	59	59	59	58	58	58	58	57	56	55	54
80	61	62	64	65	66	66	67	67	67	68	67	67	67	66	66	65	64	62	61
70	68	69	71	72	73	74	75	76	76	77	76	76	75	74	73	72	71	69	68
60	74	76	78	79	81	82	82	83	83	84	83	83	82	82	81	79	78	76	74
50	81	82	84	86	87	88	89	89	90	91	90	89	89	88	87	86	84	82	81
40	86	88	89	91	92	93	94	94	95	95	95	94	94	93	92	91	89	88	86
30	91	92	94	95	96	97	97	98	98	99	98	98	97	97	96	95	94	92	91
20	95	96	97	97	98	99	99	100	100	100	100	100	99	99	98	97	97	96	95
10	97	98	98	99	99	99	100	100	100	100	100	100	100	99	99	99	98	98	97
水平面	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98

续表 C.0.1

上海 纬度 31.1

[illegible]

续表 C.0.1

西安 纬度 31°18'

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	55	57	58	60	61	62	62	62	61	61	61	62	62	62	61	60	58	57	55
80	62	64	65	67	68	69	70	71	71	71	71	71	70	69	68	67	65	64	62
70	68	71	72	74	76	77	78	79	79	79	79	79	78	77	76	74	72	71	68
60	75	77	79	81	82	84	85	86	86	86	86	86	85	84	82	81	79	77	75
50	81	83	85	86	88	89	91	91	92	92	92	91	91	89	88	86	85	83	81
40	86	88	90	91	93	94	95	96	96	96	96	96	95	94	93	91	90	88	86
30	90	92	93	95	96	97	98	99	99	99	99	99	98	97	96	95	93	92	90
20	94	95	96	97	98	99	99	100	100	100	100	100	99	99	98	97	96	95	94
10	96	97	97	98	98	98	99	99	99	99	99	99	99	98	98	98	97	97	96
水平面	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97	97

续表 C.0.1

郑州 纬度 $31^{\circ}13'$

[illegible]

续表 C.0.1

兰州 纬度 36°03′

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	54	56	58	60	61	62	63	64	64	64	64	64	63	62	61	60	58	56	54
80	60	63	65	67	69	71	72	73	73	73	73	73	72	71	69	67	65	63	60
70	66	69	72	74	76	78	80	81	81	82	81	81	80	78	76	74	72	69	66
60	72	75	78	81	83	85	86	88	88	89	88	88	86	85	83	81	78	75	72
50	78	81	84	86	89	90	92	93	94	94	94	93	92	90	89	86	84	81	78
40	83	86	88	91	93	95	96	97	98	98	98	97	96	95	93	91	88	86	83
30	88	90	92	94	96	97	98	99	100	100	100	99	98	97	96	94	92	90	88
20	91	93	94	96	97	98	99	99	100	100	100	99	99	98	97	96	94	93	91
10	94	94	95	96	97	97	98	98	98	98	98	98	98	97	97	96	95	94	94
水平面	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95	95

续表 C.0.1

济南 纬度 $36^{\circ}41'$

[illegible]

续表 C.0.1

太原 纬度 $37^{\circ}17'$

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	54	56	59	61	63	64	66	66	67	67	67	66	66	64	63	61	59	56	54
80	60	63	66	68	70	72	74	75	76	76	76	75	74	72	70	68	66	63	60
70	66	69	72	75	77	80	81	83	84	84	84	83	81	80	77	75	72	69	66
60	72	75	78	81	84	86	88	89	90	90	90	89	88	86	84	81	78	75	72
50	77	81	84	86	89	91	93	94	95	95	95	94	93	91	89	86	84	81	77
40	82	85	88	91	93	95	96	98	98	99	98	98	96	95	93	91	88	85	82
30	87	89	91	93	95	97	98	99	100	100	100	99	98	97	95	93	91	89	87
20	90	92	93	95	96	97	98	99	99	100	99	99	98	97	96	95	93	92	90
10	92	93	94	95	95	96	96	97	97	97	97	97	96	96	95	95	94	93	92
水平面	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93	93

续表 C.0.1

天津 纬度 $39^{\circ}06'$

[illegible]

续表 C.0.1

长春 纬度 $43^{\circ}51'$

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	52	56	59	63	66	69	72	74	75	75	75	74	72	69	66	63	59	56	52
80	57	61	66	70	73	77	80	82	83	84	83	82	80	77	73	70	66	61	57
70	62	67	71	76	80	83	86	89	90	90	90	89	86	83	80	76	71	67	62
60	67	72	77	81	85	88	91	94	95	96	95	94	91	88	85	81	77	72	67
50	72	76	81	85	89	92	95	97	98	99	98	97	95	92	89	85	81	76	72
40	76	80	84	88	91	94	97	98	100	100	100	98	97	94	91	88	84	80	76
30	80	83	86	89	92	95	97	98	99	99	99	98	97	95	92	89	86	83	80
20	83	85	87	89	91	93	95	96	96	96	96	96	95	93	91	89	87	85	83
10	84	86	87	88	89	90	91	91	92	92	92	91	91	90	89	88	87	86	84
水平面	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85	85

附录 D 太阳能集热器结构计算方法

D. 0. 1 架空式屋顶系统的结构构件应按下列规定验算承载力：

1 无地震作用效应组合时，承载力应符合下式规定：

$$\gamma_0 S \leqslant R \tag{D. 0. 1-1}$$

2 有地震作用效应组合时，承载力应符合下式规定：

$$S_E \leqslant R/\gamma_{RE} \tag{D. 0. 1-2}$$

式中：S——荷载按基本组合的效应设计值；

S_E ——地震作用和其他荷载按基本组合的效应设计值；

R ——构件抗力设计值；

γ_0 ——结构构件重要性系数，可取 0. 95；

γ_{RE} ——结构构件承载力抗震调整系数，取 1. 0。

D. 0. 2 玻璃的强度设计值及其他物理力学性能应按现行行业标准《建筑玻璃应用技术规程》JGJ 113 的规定采用，集热器所用到的 5mm 以下厚度的面板玻璃强度设计值（ f_g ）应符合表 D. 0. 2 的规定。

表 D. 0. 2 面板玻璃强度（N/m²）

使用部位		与水平夹角大于 75°			与水平夹角小于或等于 75°		
种类	厚度 mm	大面强度 f_{gs1}	边缘强度 f_{gs2}	端面强度 f_{gs3}	大面强度 f_{gs1}	边缘强度 f_{gs2}	端面强度 f_{gs3}
平板玻璃	3~5	28	22	20	9	7	6
钢化玻璃	3~5	84	67	59	42	34	30

- 注：1 夹层玻璃和中空玻璃的强度设计值可按所采用的玻璃类型确定；
2 当钢化玻璃的强度标准值达不到浮法玻璃强度标准值的 3 倍时，表中数值应根据实测结果予以调整；
3 半钢化玻璃强度设计值可取浮法玻璃强度设计值的 2 倍，当半钢化玻璃的强度标准值达不到浮法玻璃强度标准值 2 倍时，其设计值应根据实测结果予以调整；
1 端面指玻璃切割后的断面，其宽度为玻璃厚度。

D.0.3 架空式屋面太阳能热水系统的风荷载应按式(1.0.3)计算。

$$w_k = \beta_{wz} \mu_s \mu_z w_0 \tag{1.0.3}$$

式中： w_k ——风荷载标准值 (kN/m²)；

β_{wz} ——阵风系数，应按照现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定采用；

μ_z ——风压高度变化系数，应按照现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定采用；

μ_s ——风荷载体型系数，应按本标准第 D.0.4 计算确定；

w_0 ——基本风压 (kN/m²) (按 25 年一遇的数值采用) 应按照现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定采用。

D.0.4 风荷载体型系数 μ_s 应按式(1.0.4)计算：

$$\mu_s = \mu_{s0} \cdot \beta$$

式中： μ_{s0} ——按照现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 中，计算围护结构构件及其连接件的风荷载局部体型系数；

β ——调整系数，根据不同形式的附加式屋面光伏系统构造，可按图 D.0.4-1～图 D.0.4-3 分区域取值。

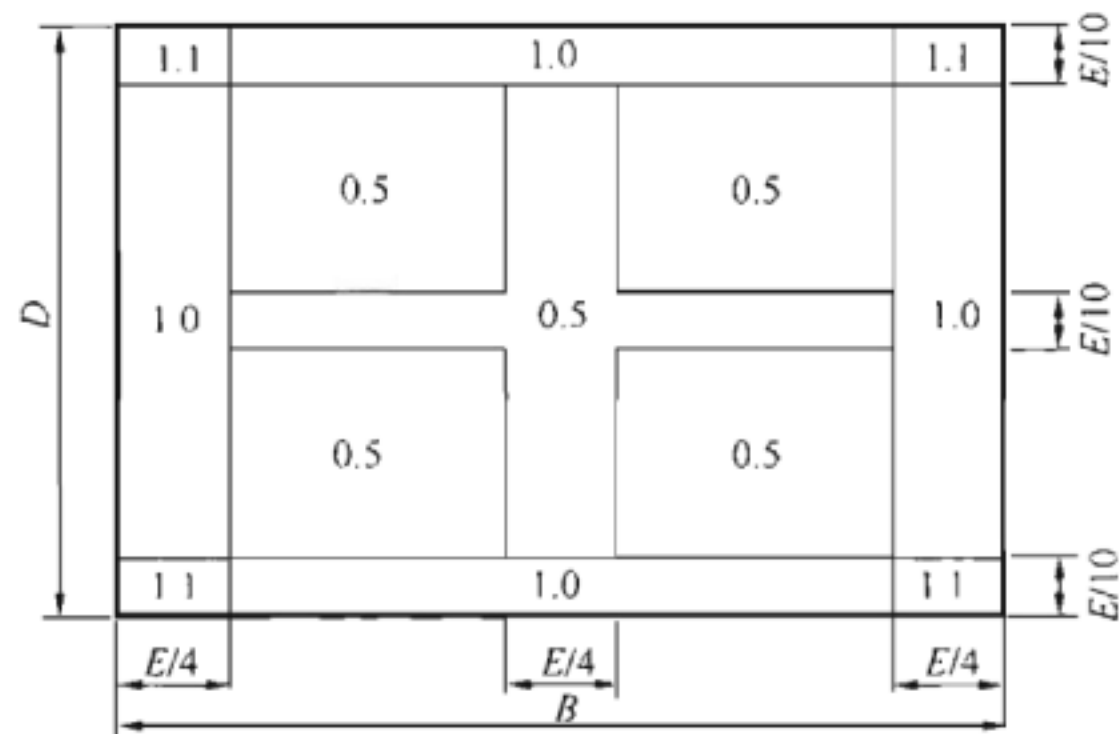


图 D.0.4-1 无女儿墙平屋面
H—屋顶高度，B—建筑迎风宽度
注：图中的 E 取 2H 和 B 中较小值。

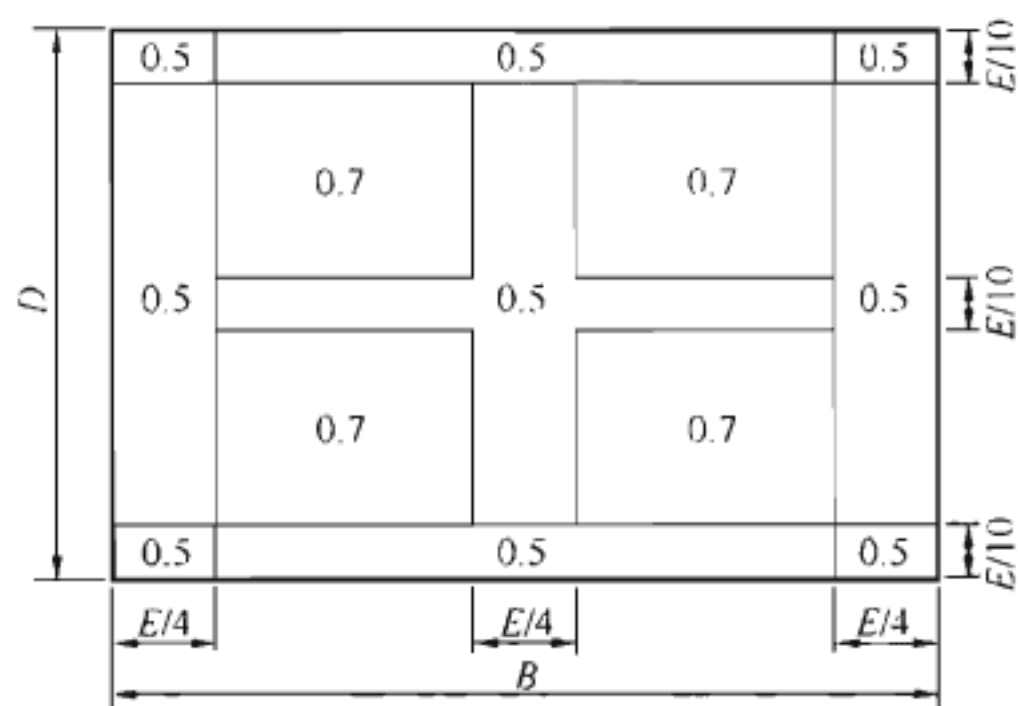


图 D. 0. 4-2 带 1.5mm 高女儿墙平屋面

注：图中的 E 取 $2H$ 和 B 中较小值。

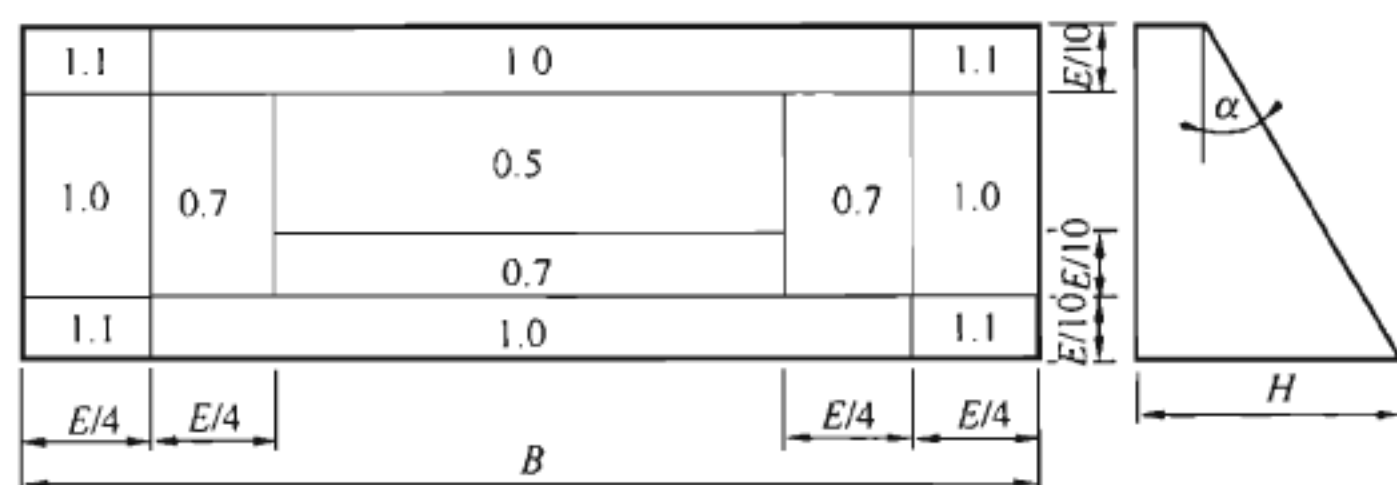


图 D. 0. 4-3 单坡屋面

注：图中的 E 取 $2H$ 和 B 中较小值。

1 对于平屋面上设置带倾角的附加式屋面太阳能热水系统，调整系数 β 可按下图分区域取值。

2 对于双坡屋面上设置平行于屋面坡度的架空式屋面太阳能热水系统，调整系数按下图分区域取值。

D. 0. 5 若无法查明集热器的自重标准值，可按表 D. 0. 5 取值。

表 D. 0. 5 集热器构件自重标准值

材料种类	自重标准值 (kN/m^2)
平板光热构件净重 (构件厚度在 35mm 到 70mm 之间)	0.12~0.18
平板光热构件运行重量 (构件厚度在 35mm 到 70mm 之间)	0.14~0.21

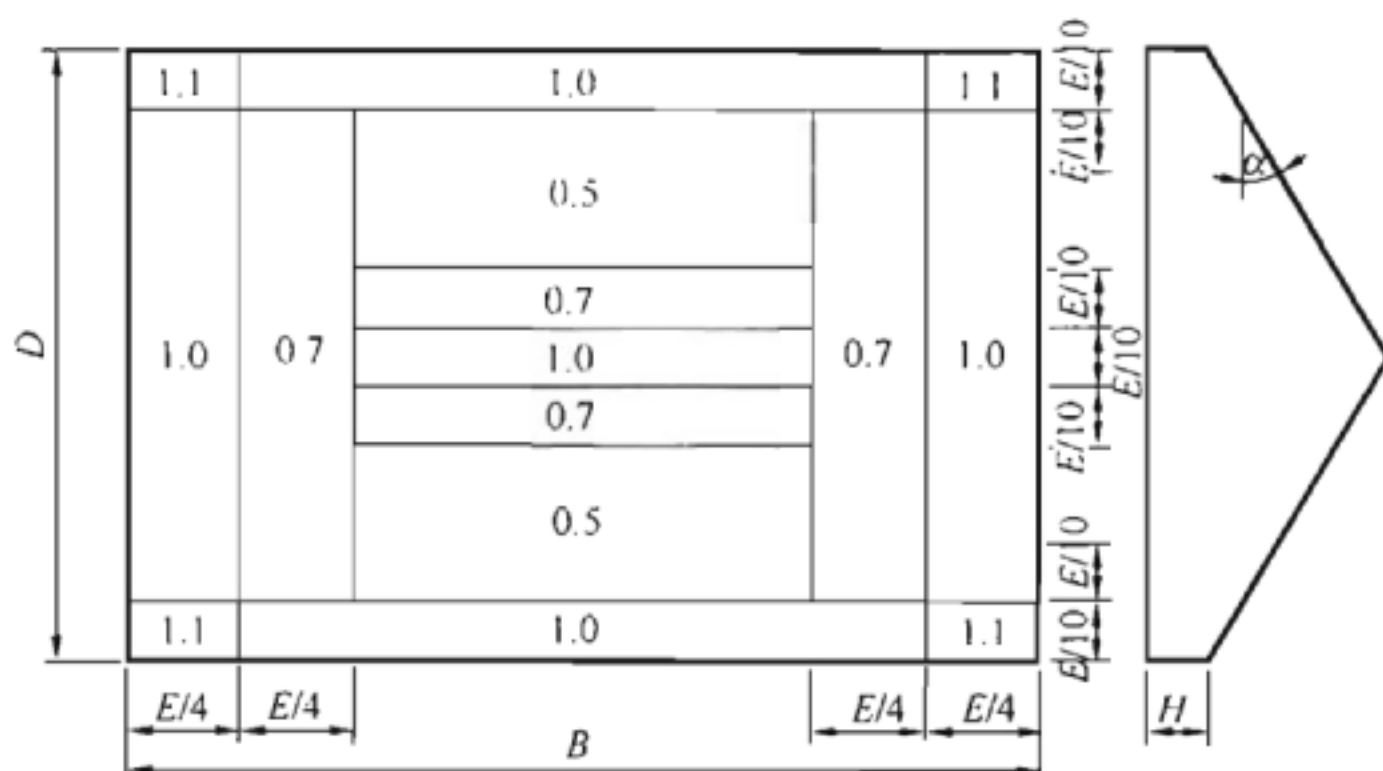


图 D. 0. 4-4 双坡屋面
注：图中的 E 取 $2H$ 和 B 中较小值。

D. 0. 6 民用建筑太阳能热水系统方阵的地震荷载计算在通常情况下，可按照等效静力法计算地震荷载，但当结构动力影响比较明显的时候，应该采用时程分析法对结构进行分析。

D. 0. 7 平板集热器面板的计算宜采用有限元法，也可按现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102 中的简化方法计算。

D. 0. 8 平板集热器的边框挠度不应大于其计算跨度的 $1/120$ 。

D. 0. 9 支承结构由荷载标准值作用下产生的挠度应符合表 D. 0. 9 的规定。

表 D. 0. 9 支承结构由荷载标准值作用下产生的挠度

铝合金结构		$l/180$
钢结构		$l/200$
木结构	$l \leq 3.3\text{m}$	$l/200$
	$l > 3.3\text{m}$	$l/250$

D. 0. 10 预埋件的计算可按现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102 中的简化方法计算。

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：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《建筑结构荷载规范》GB 50009
- 2 《建筑给水排水设计规范》GB 50015
- 3 《建筑物防雷设计规范》GB 50057
- 4 《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收规范》GB 50168
- 5 《电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范》GB 50169
- 6 《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
- 7 《工业设备及管道绝热工程施工质量验收规范》GB 50185
- 8 《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205
- 9 《屋面工程质量验收规范》GB 50207
- 10 《建筑防腐蚀工程施工规范》GB 50212
- 11 《建筑防腐蚀工程施工质量验收规范》GB 50224
- 12 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242
- 13 《压缩机、风机、泵安装工程施工及验收规范》GB 50275
- 14 《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303
- 15 《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801
- 16 《设备及管道绝热技术通则》GB/T 4272
- 17 《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175
- 18 《城镇供热直埋热水管道技术规程》CJJ/T 81
- 19 《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102
- 20 《建筑玻璃应用技术规程》JGJ 113

中华人民共和国国家标准

民用建筑太阳能热水系统
应用技术标准

GB 50364 - 2018

条文说明

编制说明

《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB 50364 - 2018，经住房和城乡建设部 2018 年 7 月 10 日以 2018 年第 138 号公告批准、发布。

本标准是在《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》GB 50364 - 2005 的基础上修订而成，上一版的主编单位是中国建筑设计研究院，参编单位是建设部科技发展促进中心、建设部住宅产业化促进中心、国家发展和改革委员会能源研究所、北京市太阳能研究所、北京清华阳光能源开发有限公司、山东力诺瑞特新能源有限公司、皇明太阳能集团有限公司、昆明新元阳光科技有限公司、昆明官房建筑设计有限公司、北京北方赛尔太阳能工程技术有限公司、北京九阳实业公司、扬州市赛恩斯科技发展有限公司、天津市津霸能源环保设备厂、（中美合资）北京恩派太阳能科技有限公司、江苏太阳雨太阳能有限公司、北京天普太阳能工业有限公司、江苏省华扬太阳能有限公司。主要起草人员是张树君、于晓明、何梓年、李竹光、袁莹、杨西伟、辛萍、童悦仲、娄乃琳、李俊峰、胡润青、朱培世、杨金良、陈和雄、王辉、孙培军、王振杰、孟庆峰、黄永年、齐心、戴震青、刘立新、焦青太、吴艳元、黄永年、赵文智。

本标准修订过程中，编制组进行了太阳能热水系统的调查研究，总结了我国民用建筑太阳能热水系统工程建设的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、技术标准。

为便于广大设计、施工、科研、学校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，《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》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、依据以及执行中需注意的有关事项进

行了说明，还着重对强制性条文的强制性理由作了解释。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	76
2	术语	80
3	基本规定	82
4	建筑设计	86
4.1	一般规定	86
4.2	建筑设计	88
5	太阳能热水系统设计	92
5.1	一般规定	92
5.2	系统分类与选择	92
5.3	技术要求	94
5.4	太阳能集热系统	96
5.5	供热水系统	104
5.6	辅助能源系统	106
5.7	电气与控制系统	108
6	太阳能热水系统安装	112
6.1	一般规定	112
6.2	基座	113
6.3	支架	113
6.4	集热器	114
6.5	贮热水箱	114
6.6	管路	115
6.7	辅助能源加热设备	115
6.8	电气与控制系统	116
6.9	水压试验与冲洗	116
7	太阳能热水系统调试与验收	117

7.1	一般规定	117
7.2	分项工程验收	117
7.3	系统调试	118
7.4	竣工验收	119
8	太阳能热水系统的运行与维护	121
8.1	一般规定	121
8.2	集热系统的运行与维护	121
8.3	储热系统的运行与维护	121
8.4	管路系统的运行与维护	121
8.5	控制系统的运行与维护	122
8.6	辅助加热系统的运行与维护	124
9	节能环保效益评估	125
9.1	一般规定	125
9.2	系统节能环保效益评估	125
9.3	系统实际运行的效益评估	126
9.4	系统效益的定期检测、长期监测和性能分级评估	126

1 总 则

1.0.1 为提高资源利用效率，实现节能减排约束性目标，积极应对全球气候变化，国务院办公厅转发的国家发展改革委、住房城乡建设部《绿色建筑行动方案》中明确提出积极推动太阳能等可再生能源在建筑中的应用。

我国有丰富的太阳能资源，2/3 以上地区的年太阳能辐照量超过 $5000\text{MJ}/\text{m}^2$ ，年日照时数在 2200h 以上。开发利用丰富、广阔的太阳能，是未来能源的基础。在《2025 的世界：10 大创新预测》的智库报告中，预测了未来 10 年全球科技的 10 个重大发展趋势，其中太阳能将成为地球上最大的能量来源，排在了首位。在我国太阳能资源适宜的省市和地区，均出台了太阳能热水系统与建筑一体化的强制性推广政策和技术标准，普及太阳能热水利用。在住房城乡建设部制定的《“十二五”绿色建筑与绿色生态城区发展规划》再次明确提出：建立太阳能建筑一体化强制推广制度，对太阳能资源适宜地区及具备条件的建筑强制推行太阳能光热建筑一体化系统。

我国的太阳能光热技术先进成熟，经济性好，集热面积居全球第一。近年来，我国的太阳能行业通过科技创新，使得太阳能热利用正在以工程化引领产业快速发展。在工程化过程中，太阳能与建筑一体化得到了很大发展。

太阳能工程化技术涵盖了建筑设计、机械加工、电子控制、热能工程、多能互补等多个领域，适用于建筑、结构、给水排水、采暖通风和建筑电气等专业使用。一个工程的实施需要各个方面协调配合，即做到统一规划、统一设计、统一施工、统一验收、统一管理。为规范太阳能热水系统的设计、安装、工程验收和日常维护，使民用建筑太阳能热水系统安全可靠、性能稳定、

节能高效、与建筑协调统一，保证工程质量，是本标准制定的目的。

1.0.2 本条规定了本标准的适用范围。

民用建筑是供人们居住和进行各种公共活动的总称。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/T 50841－2013，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本标准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、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	托儿所、幼儿园及中小学校、中等专科学校、职业学校、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
	居民服务建筑	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

续表 1

分类	建筑类别	建筑物举例
公共建筑	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

本标准从技术层面解决太阳能热水系统在民用建筑应用并与建筑结合的问题。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 太阳能热水系统在建筑上应用，正是由于建筑师的积极参与，才能使集热器与建筑浑然一体，成为建筑的一部分，做到与建筑协调统一。太阳能热水系统只有纳入建筑设计，才能为太阳能热水系统的设计、安装创造条件，使太阳能热水系统在建筑中得到有效利用，并做到太阳能与建筑一体化。为此，太阳能热水系统与建筑设计应统一规划、同步设计、同步施工，与建筑工程同时投入使用。

1.0.4 太阳能热水系统的组成部件在材料、技术要求以及系统设计、安装、验收等方面均有相关的产品标准，因此，太阳能热水系统首先应符合这些标准的要求。

太阳能热水系统在民用建筑上应用是综合技术，其设计、安装、验收、运行维护涉及太阳能和建筑两个行业，除符合现行的

太阳能热水系统方面的标准外，还应符合建筑工程方面的标准规定，如《建筑给水排水设计规范》GB 50015、《屋面工程质量验收规范》GB 50207、《建筑物防雷设计规范》GB 50057 等相关标准，尤其是其中的强制性条文必须严格执行。

2 术 语

本标准中的术语包括建筑工程和太阳能热利用两方面，主要引自《民用建筑设计术语标准》GB/T 50504 - 2009 和《太阳能热利用术语》GB/T 12936 - 2007。考虑到民用建筑上利用太阳能热水系统需要建筑和太阳能行业密切配合，共同完成，并需要掌握相关知识，为方便各方更好的理解和使用本标准，规范编制组将上述标准的相关术语进行了集中归纳和整理，编入了本标准。

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

2.0.17 费效比是评价系统经济性的重要参数，其中的常规能源是指具体工程项目中辅助能源加热设备使用的能源种类，如天然气、电等。

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

太阳能热水系统与建筑一体化，体现在以下四方面：

1 外观上，合理布置集热器，实现太阳能热水系统与建筑完美结合。

2 结构上，妥善解决系统的安装，确保建筑物的承重、防水等功能不受影响。集热器有抵御强风、暴雪、冰雹等能力。

- 3 管路布置上，合理布置系统循环管路及冷热水管路，减少热水管路的长度，建筑预留出所有管路的接口和通道。
- 4 系统运行上，要求系统可靠、稳定、安全，易于安装、检修、维护。合理解决太阳能与辅助能源加热设备的匹配，实现系统智能化和自动控制。

2.0.24 建筑屋面一般分为平屋面、坡屋面和其他形式的屋面。平屋面通常是指排水坡度小于 3%的屋面。坡屋面通常是指屋面坡度大于或等于 3%的屋面。坡屋面的形式和坡度主要取决于建筑形式、结构形式、屋面材料、气候环境等因素。常见屋面类型和适用坡度见表 2。太阳能集热器安装在坡屋面上应根据当地纬度和屋面坡度调整集热器倾角。

表 2 屋面类型和坡度

屋面类型	沥青瓦屋面	块瓦屋面	波形瓦屋面	金属板屋面		防水卷材屋面	装配式轻型坡屋面
				压型金属板屋面	夹心板屋面		
适用坡度 (%)	≥20	≥30	≥20	≥5	≥5	≥3	≥20

3 基本规定

3.0.1 在进行太阳能热水系统设计时，应根据建筑类型与功能要求及对太阳能热水系统的使用要求，结合当地的太阳能资源和管理要求，为用户提供安全、卫生、方便、舒适的高品质生活条件。这是太阳能热水系统在建筑上应用的首要条件。

3.0.2 本条提出了太阳能热水系统应满足用户的使用要求和系统安装、维护的要求。

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

3.0.4 本条为强制性条文。此条的确定基于建筑结构安全考虑。既有建筑情况复杂，结构类型多样，使用年限和建筑本身承载能力以及维护情况等各不相同。在既有建筑上增设太阳能热水系统时，应考虑集热系统、管路系统、储热系统对既有建筑的结构影响，复核验算结构设计、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

符合技术规范和产品标准的太阳能热水系统。

3.0.5 本条为强制性条文。

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

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

相邻建筑的日照间距是以建筑高度计算的。现行国家标准《城市居住区规划设计规范》GB 50180 对于不同城市新建建筑和既有建筑有不同要求。平屋面的建筑高度指室外地面至其屋面、檐口或女儿墙的高度，坡屋面按室外地面至屋檐和屋脊的平均高度计算。下列突出物不计入建筑高度内：

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

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

日照标准对于不同类型的建筑要求不同，应符合相关标准的规定。

3.0.6 太阳能热水系统的组成部件与介质的总重量，应纳入建筑主体结构或围护结构计算的荷载。安装太阳能热水系统的建筑必须具备承受集热器、贮热水箱、管线等传递的各种荷载和作用，包括检修荷载等。作用效应组合的计算方法应符合现行国家

标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的规定。

主体结构为混凝土结构时，为保证集热器、贮热水箱等与主体结构的连接可靠，连接部位主体结构混凝土强度等级不应低于 C20。

3.0.7 本条为强制性条文。轻质填充墙承载能力和变形能力低，不应作为太阳能热水系统中特别是集热器和贮热水箱的支撑结构。同样，砌体结构平面外承载能力低，难以直接进行连接，所以宜增设混凝土结构或钢结构连接构件。

3.0.8 本条为强制性条文。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。

3.0.9 太阳能热水系统（主要是集热器和贮热水箱）与建筑主体连接，多数情况是通过预埋件实现。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，预埋件应在混凝土浇筑时埋入，施工时混凝土必须振捣密实。实际工程中，往往由于未采取有效措施固定预埋件，在浇筑混凝土时使预埋件偏离设计位置，影响与主体结构连接，甚至无法使用。因此预埋件的设计和施工应引起足够重视。

为保证系统与主体结构连接的可靠性，与主体结构连接的预埋件应在主体结构施工时按设计要求的位置和方法进行埋设。

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

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

辅助能源一般为电、燃气等传统能源及空气源热泵、地源热泵等。国外更多的用智能控制、带热交换和辅助加热系统，使之

节约能源。对已设有集中供热、制冷系统的建筑，辅助能源宜与供热、制冷系统热源相同或匹配，特别应重视废热、余热的利用。

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

3.0.12 太阳能热水系统安装计量装置是为了节约用水、用电、用气和运行管理计费，满足进行累计用水量、电量、燃气等计算和节能的要求。

3.0.13 本条是为了控制每道施工工序的质量，进而保证工程质量。太阳能热水系统在建筑上安装，建筑主体结构应符合施工质量验收标准的规定。

3.0.14 太阳能热水系统设计完成后应进行系统节能、环保效益预评估，以及在系统运行后，进行能耗的定期监测是为了确定系统设计取得的节能和环保效益的量化指标，并以此作为对用户提供税收优惠或补贴的依据。有条件的工程，在系统运行后，宜进行系统节能、环保效益的定期监测。

4 建筑设计

4.1 一般规定

4.1.1 本条是应用太阳能热水系统的民用建筑规划设计应遵循的基本原则。

规划设计是在一定的规划用地范围内进行,对各种规划要素的考虑和确定应结合太阳能热水系统设计确定建筑物朝向、日照标准、房屋间距、建筑密度和建筑布局、道路组织、绿化和空间环境及其组成的有机整体。而这些均与建筑物所处的建筑气候分区、规划用地范围内的现状条件及社会经济发展水平密切相关。在规划设计中应充分考虑、利用和强化已有的特点和条件,为整体提高规划设计水平创造条件。

建筑朝向、布局、空间组合及太阳能集热器设置的朝向,应使集热器充分接收太阳光照,避免集热器被遮挡。

集热器设置位置应满足建筑造型、建筑使用功能和防护功能等要求,避免对周围建筑造成不良影响。

规划设计时,建筑物的朝向宜为南北向或接近南北向,以及建筑的体形或空间组合考虑太阳能热水系统,均为使集热器充分接收阳光。由于城市高楼密集,楼群之间相互遮挡,因此形成了不同的自然光照环境。可通过日照模拟软件针对冬季日照,对单栋建筑在冬至日或大寒日的日照环境进行分析。一方面从冬季去考虑日照资源的不足进行建筑的布局;另一方面则是针对夏季日照利用阴影的时间差和方位差对居住外环境进行设计,以了解集热器上接收到的太阳能辐射。

4.1.2 太阳能热水系统类型的选择,是建筑设计的重要内容。建筑设计不仅创造新颖美观的建筑外观、确定集热器的安装位置,还需结合建筑功能及其对热水供应方式的需求,综合环境、

气候特征、太阳能资源、能耗、施工条件等因素，比较太阳能热水系统的性能、造价、进行技术经济分析。太阳能热水系统类型应与系统使用所在地的太阳能资源、气候特征相适应，在保证系统全年安全、稳定运行的前提下，选择的集热器性价比最高。

太阳能热水系统供应热水方式分为分散供热水和集中供热水系统。分散系统由用户自行管理，且用户之间热水用量不平衡，使得系统不能充分利用太阳能集热设施而造成浪费，并存在集热器布置分散、零乱、造价高等缺点。集中供热水系统相对分散系统，节约投资、用户间热水用量可以平衡、集热器布置易整齐有序，且集中管理维护，可分户计量，因此，建筑设计应综合比较，酌情选定。

4.1.3 太阳能集热器是系统的重要组成部分，一般可设置在建筑屋面、阳台栏板、外墙墙面或其他建筑部位，如女儿墙、建筑屋顶的披檐、遮阳板屋顶飘板等能充分接收阳光的位置。建筑设计需将集热器作为建筑元素，与建筑有机结合，保持统一和谐的外观，并与周围环境协调，包括建筑风格、色彩。当集热器作为屋面板、墙板或阳台栏板时，应具有该建筑部位的承载、保温、隔热、防水及防护能力。

4.1.4 安装在建筑上的集热器正常使用寿命一般不超过 15 年，而建筑的使用寿命在 50 年以上。集热器和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、检修和局部更换。建筑设计要为系统的安装、维修、日常保养、更换提供必要的安全条件。如平屋面设置屋面出口或人孔，便于安装、检修人员出入；坡屋面屋脊的适当位置可预留金属钢架或挂钩，方便固定安装检修人员系在身上的安全带，确保人员安全。

4.1.5 太阳能热水系统管线应布置在公共空间且不得穿越用户室内空间，以免管线渗漏影响用户使用，也便于管线维修。当无法避免时，可采用竖向管井解决，以保证户界清楚。

4.1.6 在进行景观设计和绿化种植时，应避免对投射到集热器上的阳光造成遮挡，以保证集热器的集热效率。

4.2 建筑设计

4.2.1 建筑设计应根据选择的系统类型和所需的集热器总面积,确定集热器的类型与规格尺寸、安装位置,明确贮热水箱容积和重量、外形尺寸、给水排水设施要求及管线走向。合理确定系统各组成部件在建筑中的空间位置,并满足其所在部位的防水、排水等技术要求。建筑设计应为系统检修提供便利条件。

4.2.2 太阳能集热器安装在建筑屋面、阳台、墙面或建筑其他部位,不应有任何障碍物遮挡阳光,满足全天有不少于 4h 的日照时数要求。可通过日照分析确定集热器的安装部位。

有效日照时数的时间段为中午 12 点前后各 4h,即 8:00~16:00 时段中连续 4h 为有效日照时间。

为满足建筑通风和采光要求,建筑设计时平面往往不大规整,凹凸较多,容易造成建筑自身对阳光的遮挡。此外,对于体形为 L 形、U 形的建筑平面,也要避免自身的遮挡。

4.2.3 本条为强制性条文。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,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,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。

4.2.4 太阳能集热器可直接构成建筑屋面、阳台栏板或墙面,在满足热水供应的同时,首先应满足该建筑部位的结构安全和建筑保温、隔热、防水、安全防护等要求。

4.2.5 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。除屋面设置防水层外,该部位应设置附加防水层。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。

4.2.6 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 的要求，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。如系统侧重在夏季使用，其倾角宜为当地纬度减 10° ；如系统侧重在冬季使用，其倾角宜为当地纬度加 10° 。太阳能热水系统多为全天候使用，集热器安装倾角为当地纬度 $+10^{\circ} \sim -10^{\circ}$ 之间。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。

当然，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；对于墙面上安装的各种太阳能集热器，更是一种特例了。

集热器安装在坡屋面时，建筑师需根据屋面材料和集热器接收阳光的最佳倾角确定屋面坡度。

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。

坡屋面在安装集热器附近的适当位置应设置出屋面人孔，作为检修出口。

架空设置的集热器宜与屋面同坡，且有一定的架空高度，以保证屋面排水通畅。架空高度一般不宜大于 100mm，太高不易与屋面形成一体。

嵌入屋面设置的集热器与四周屋面及穿出屋面管路均应做好防水，防止屋面发生渗漏。首先屋面穿管应预先埋设套管，其次四周应用密封材料封严。集热器与屋面交接处应设置挡水盖板。

设置在坡屋面的集热器采用支架与预埋在屋面结构层上的预埋件固定牢固，并应承受风荷载和雪荷载。

当集热器作为屋面板时，应满足屋面承重、保温、隔热和防水等要求。

4.2.7 本条为强制性条文。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。

4.2.8 本条提出了太阳能集热器安装在建筑墙面上的要求。

太阳能集热器安装在墙面上，在太阳能资源丰富地区，太阳能保证率高。低纬度地区设置在墙面的集热器宜有适当倾角。

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。

一般以南北纬 30° 和 60° 划分，即低纬度为南北纬 $0^{\circ} \sim 30^{\circ}$ ，中纬度为南北纬 $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ ，高纬度为南北纬 $60^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 。

4.2.9 从防冻角度，严寒和寒冷地区贮热水箱应放置在室内，其他地区贮热水箱宜放置在室内。贮热水箱可放置在地下室、储藏室、设备间、阁楼等处。当贮热水箱注满水后，其自重将超过楼板的承载能力，因此贮热水箱的基座必须设置在建筑物的承重墙（梁）上，或增加该部位楼板的承重荷载，以确保结构安全。

放置在阳台时，应注意隐蔽，如放置在阳台储藏柜中。设置在室外的贮热水箱应有防雨雪、防雷击等保护措施。

贮热水箱靠近用水部位以缩短管线，减少热损失并节约材料。

贮热水箱周围应留有安装检修的空间，以满足安装、检修要求。贮热水箱上方及周围应有能容纳至少 1 个人的作业空间，其中与墙面应保持不小于 0.7m 的距离，与顶面应保持不小于 0.8m 的距离以防贮热水箱或连接管线漏水，设置贮热水箱的地面应有防水和排水措施。

4.2.10 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，还需增设附加防水层。上翻至管壁的附加防水层应用金属箍或镀锌钢丝紧固后，再用密封材料封严。穿屋面套管应事先预埋，避免在已做好防水保温的屋面上凿孔打洞。

5 太阳能热水系统设计

5.1 一般规定

5.1.1 本条强调太阳能热水系统是由建筑给水排水专业人员设计，并符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015的要求。在热源选择上是太阳能集热器加辅助能源；集热器的位置、色泽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、电气专业相配合设计，使太阳能热水系统设计真正纳入到建筑设计当中来。

5.1.2 本条规定了太阳能热水系统设计应遵循的一些原则，包括节水节能、安全简便、耐久可靠、经济实用、便于计量等。

5.1.3 本条从太阳能热水系统与建筑相结合的基本要求出发，特别考虑到对建筑物外观及环境的影响，强调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。

5.2 系统分类与选择

5.2.1 为便于进行太阳能热水系统的分类，本条阐明了太阳能热水系统的基本构成，即由太阳能集热系统、供热水系统、辅助能源系统、电气与控制系统等构成。其中还特别说明了太阳能集热系统的重要组成部件。

5.2.2 安装在民用建筑的太阳能热水系统，若按集热与供热水方式分类，可分为：集中-集中供热水系统、集中-分散供热水系统和分散-分散供热水系统等三大类。

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

集中-分散供热水系统，全称为集中集热、分散供热太阳能热水系统，指采用集中的太阳能集热器和分散的贮热水箱供给一幢建筑物所需热水的系统。

分散-分散供热水系统，全称为分散集热、分散供热太阳能热水系统，指采用分散的太阳能集热器和分散的贮热水箱供给各个用户所需热水的小型系统，也就是通常所说的家用太阳能热水器。

5.2.3 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 中的规定，太阳能热水系统若按系统运行方式分类，可分为：自然循环系统、强制循环系统和直流式系统三类。

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

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

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

实际上，某些太阳能热水系统有时是一种复合系统，即是上述几种运行方式组合在一起的系统，例如由强制循环与定温放水组合而成的复合系统。

5.2.4 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 中的规定，太阳能热水系统若按生活热水与集热系统内传热工质的关系，可分为：直接系统和间接系统两大类。

直接系统，是指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。直接系统又称为单回路系统，或单循环系统。

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

5.2.5 为保证民用建筑中的太阳能热水系统可以全天候运行，通常将太阳能热水系统与使用辅助能源的加热设备联合使用，共同构成带辅助能源的太阳能热水系统。

集中辅助加热系统，是指辅助能源加热设备集中安装在贮热水箱附近。

分散辅助加热系统，是指辅助能源加热设备分散安装在供热热水系统中。对于居住建筑来说，通常都是分散安装在用户的贮热水箱附近。

5.2.6 太阳能热水系统类型的选择是系统设计的首要步骤。只有正确选择了太阳能热水系统的类型，才能使系统设计有可靠的基础。

5.3 技术要求

5.3.1 本条规定了太阳能热水系统及其主要部件应满足相关太阳能产品现行国家标准中规定的各项技术指标。太阳能产品的现行国家标准包括：

GB/T 6424《平板型太阳能集热器》

GB/T 17049《全玻璃真空太阳集热管》

GB/T 17581《真空管型太阳能集热器》

GB/T 18713《太阳热水系统设计、安装及工程验收技术规范》

GB/T 19141《家用太阳能热水系统技术条件》

GB/T 19775《玻璃-金属封接式热管真空太阳集热管》

GB/T 20095《太阳热水系统性能评定规范》

GB/T 23888《家用太阳能热水系统控制器》

GB/T 23889《家用空气源热泵辅助型太阳能热水系统技术条件》

GB/T 25966《带电辅助能源的家用太阳能热水系统技术条件》

GB 26969《家用太阳能热水系统能效限定值及能效等级》

GB/T 26970《家用分体双回路太阳能热水系统技术条件》

GB/T 26973《空气源热泵辅助的太阳能热水系统（储水箱容积大于 0.6m^3 ）技术规范》

GB/T 26974《平板型太阳能集热器吸热体技术要求》

GB/T 26975《全玻璃热管真空太阳集热管》

GB/T 28737《太阳能热水系统（储水箱容积大于 0.6m^3 ）控制装置》

GB/T 28738《全玻璃真空太阳集热管内置式带翅片的金属热管》

GB/T 28745《家用太阳能热水系统储水箱试验方法》

GB/T 29158《带辅助能源的太阳能热水系统（储水箱容积大于 0.6m^3 ）技术规范》

GB/T 30532《全玻璃热管家用太阳能热水系统》

5.3.2 本条规定了太阳能热水系统在安全可靠性能方面的技术要求，这也是太阳能热水系统各项技术要求中最重要的性能之一，强调了太阳能热水系统应有抗击各种自然条件的能力，其中包括应有可靠的防冻、防结露、防过热、防电击、防雷、抗雹、抗风、抗震等技术措施，并作为本标准的强制性条文。

5.3.3 本条规定了太阳能热水系统在耐久性能方面的技术要求。耐久性能强调了系统中主要部件的正常使用寿命不应少于10年。这里，系统的主要部件包括集热器、贮热水箱、支架等。当然，在正常使用寿命期间，允许有主要部件的局部更换以及易损件的更换。

5.3.5 辅助能源指太阳能热水系统中的非太阳能热源，可以为电、燃气、燃油、工业余热、生物质燃料等常规能源，也可以为

空气源热泵、水源热泵、地源热泵等加热设备。对使用辅助能源加热设备的技术要求，在现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 中已有明确的规定，主要应根据使用特点、热水量、能源供应、维护管理及卫生防菌等因素选择辅助能源加热设备。

5.4 太阳能集热系统

5.4.1 本条强调了太阳能热水系统中集热系统设计的一些基本规定。

1 鉴于我国目前的实际情况，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，特规定在日照标准日（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为中午 12 点前后各 4h，即 8:00~16:00 时段中连续 4h 为有效日照时间。

2 对于安装在民用建筑的太阳能热水系统，本条规定无论系统的太阳能集热器、支架等部件安装在建筑物的哪个部位，都应与建筑功能和建筑造型一并设计。

3 建筑物的主体结构在伸缩缝、沉降缝、抗震缝等的变形缝两侧会发生相对位移，跨越变形缝时容易受到破坏，所以太阳能集热器不应跨越主体结构的变形缝。

4 现有太阳能集热器产品的尺寸规格不一定满足建筑设计的要求，因而本款强调了太阳能集热器的尺寸规格最好要与建筑模数相协调。

5.4.2 太阳能集热系统设计中，集热器面积的确定是一个十分

重要的问题，而集热器面积的精确计算又是一个比较复杂的问题。

在欧美等发达国家，集热器面积的精确计算一般都采用 F-Chart 软件、Trnsys 软件或其他类似的软件来进行，它们是根据系统所选太阳能集热器的瞬时效率方程（通过试验测定）及安装位置（倾角和方位角），再输入太阳能热水系统使用当地的地理纬度、平均太阳辐照量、平均环境温度、平均热水温度、平均热水用量、贮热水箱和管路平均热损失率、太阳能保证率等数据，按一定的计算机程序计算出来的。

然而，我国目前尚未将这种计算软件列入国家标准内容。本条在现行国家标准《太阳能热水系统设计、安装及工程验收技术规范》GB/T 18713 的基础上，依据能量平衡的基本原理，规定了确定集热器总面积的计算方法，其中分别规定了在直接系统和间接系统两种情况下集热器总面积的计算方法。

集热器面积可以分为：集热器总面积、采光面积、吸热体面积等几种。集热器总面积的定义是：整个集热器的最大投影面积。本标准之所以计算集热器总面积，而不计算采光面积或吸热体面积，是因为在民用建筑安装太阳能热水系统的情况下，建筑师关心的是在有限的建筑围护结构中太阳能集热器究竟占据多大的空间。

1 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，本标准推荐按附录 A 选取日均用热水量 Q_w 与平均日热水用水定额 q_r 和同日使用率 b_1 有直接的关系，其中平均日热水用水定额 q_r 的数值，本标准推荐按表 5.4.2-1 选取，同日使用率 b_1 的数值，本标准推荐按表 5.4.2-2 选取；太阳能保证率 f 的取值，是根据系统使用期内的太阳能辐照条件、系统的经济性及用户的具体要求等因素综合考虑后确定，本标准推荐按表 5.4.2-3 选取；集热器年平均集热效率 η_{cd} 的取值，要根据集热器产品的实际测试结果而定，本标准推荐按附录 B 说明的方法进行计算；至于太阳能集热系统中贮

热水箱和管路的热损失率 η_l ，本标准推荐取 0.20~0.30，此数值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，能基本满足实际系统设计的要求。

我国是一个缺水国家，尤其是北方地区严重缺水，因此在考虑提高人民生活水平且满足基本使用要求的前提下，现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 体现了“节水”这个重大原则。由于热水定额的幅度较大，因而可以根据地区水资源情况，在本标准表 5.4.2-1 中酌情选值，一般缺水地区应选用定额的低值。

按照水平面上年太阳辐照量和年日照时数的大小，可将我国太阳能资源区划分为四个等级，它们分别是：资源极富区、资源丰富区、资源较富区和资源一般区。太阳能保证率 f 是确定太阳能集热器面积的一个关键参数，也是影响太阳能热水系统经济性能的重要参数。实际选用的太阳能保证率 f 与系统使用期内的太阳辐照、气候条件、产品性能、热水负荷、使用特点、系统成本和预期投资规模等诸多因素有关。本标准表 5.4.2-3 主要是按照不同地区的太阳能资源给出了 f 的取值范围。在具体取值时，凡太阳能资源好、预期投资大的工程，可选相对较高的太阳能保证率值；反之，则取较低值。

2 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热水的情况下，间接系统比直接系统集热器的运行温度稍高，从而造成集热器效率略有降低。本标准用换热器传热系数 U_{hx} 、换热器换热面积 A_{hx} 和集热器总热损系数 U 等参数来表示换热器对于集热器效率的影响。本标准虽然对平板型集热器和真空管集热器分别推荐了 U 的取值范围，但强调 U 的具体数值要根据集热器产品的实际测试结果而定。在实际计算过程中，当确定了直接系统的集热器总面积 A_c 之后，就可以根据上述这些数值，确定出间接系统的集热器总面积 A_{IN} 。

通常在采用第 5.4.2 条所述方法计算集热器总面积之前，也

就是在方案设计阶段，可以根据建筑物所在地区太阳能条件来估算集热器总面积。表 3 列出了每产生 100L 热水量所需系统集热器总面积的推荐值：

表 3 每 100L 热水量的系统集热器总面积推荐值

等级	太阳能条件	年日照时数 (h)	水平面上年太阳辐照量 [MJ·(m ² ·a)]	地 区	集热器总面积 (m ²)
I	资源极富区	3200~3300	≥6700	宁夏北、甘肃西、新疆东南、青海西、西藏西	1.2~1.4
II	资源丰富区	3000~3200	5400~6700	冀西北、京、津、晋北、内蒙古及宁夏南、甘肃中东、青海东、西藏南、新疆南	1.4~1.6
III	资源较富区	2200~3000	5000~5400	鲁、豫、冀东南、晋南、新疆北、吉林、辽宁、云南、陕北、甘肃东南、粤南	1.6~1.8
		1400~2200	4200~5000	湘、桂、赣、江、浙、沪、皖、鄂、闽北、粤北、陕南、黑龙江	1.8~2.0
IV	资源一般区	1000~1100	≤4200	川、黔、渝	2.0~2.2

此表是根据我国不同等级太阳能资源区有不同的年日照时数和不同的水平面上年太阳辐照量，再按每产生 100L 热水量分别估算出不同等级地区所需要的集热器总面积，其结果一般在 1.2m²/100L~2.2m²/100L 之间。

5.4.3 本条特别说明，在有些情况下，当建筑围护结构表面不够安装按本标准 5.4.2 条计算所得的集热器总面积时，也可以按围护结构表面最大容许安装面积来确定集热器总面积。

5.4.4 本条还特别说明，在有些情况下，由于集热器倾角或方位角受到条件限制，按本标准 5.4.2 条所述方法计算出的集热器总面积已经不够了，这时就需要按补偿方式适当增加面积。但是本条还规定，补偿面积不得超过按本标准 5.4.2 条计算所得面积的一倍。

5.4.5 本条规定了各种条件下贮热装置有效容积的计算方法。

1 本款规定了集中集热、集中供热太阳能热水系统的贮热水箱宜与供水水箱分开设置，串联连接，辅助能源设在后者内。理由是便于自动控制，充分利用太阳能，取得较好的节能效果。此款还规定了贮热水箱的容积计算方法。

2 本款强调了供水水箱的有效容积应符合现行国家标准的规定。

3 本款规定了集中集热、分散供热太阳能热水系统宜设有缓冲水箱，并规定其数值不宜小于 $10\%V_{rx}$ 。

5.4.6 本条规定了集热系统设计流量的计算公式，式中的计算参数 A_i 是集热器(采光)总面积，而优化系统设计流量的关键是要合理确定集热器单位面积流量。

集热器单位面积流量与集热器的特性有关。国外生产企业的普遍做法是根据集热器产品的不同结构特点，委托相关的权威检测机构给出与产品的压力降性能相对应、在不同运行工况下单位面积流量的合理选值，并列入企业的产品样本；而我国企业目前对集热器产品流动阻力及性能优化检测的认识水平还不高，大部分企业的产品都缺乏该项检测数据。当使用防冻液时，应注意循环管路的阻力损失。

因此，在没有生产企业提供相关数值的情况下，本条推荐了集热器单位面积流量设计取值 $0.054\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2) \sim 0.072\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ ，相当于 $0.015\text{L}/(\text{s} \cdot \text{m}^2) \sim 0.020\text{L}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$ 。当然，今后还应积极引导企业关注集热器产品的压力降性能检测，逐步积累我国各类集热系统的流量优化设计参数。

5.4.7 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 的要求，本条规定了集热器的最佳安装倾角，其数值等于当地纬度 $\pm 10^\circ$ 。这条要求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。

当然，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；对于墙面上安装的各种太阳能集热器，更是一种

特例了。

5.4.8 本条较为具体地规定了太阳能集热器设置在平屋面上的各项技术要求。

有关集热器的朝向，本条不仅提出了集热器朝向为正南，而且提出了集热器朝向可为南偏东或南偏西不大于 30° 。

有关集热器前后排的间距，本条给出了较为通用的计算公式，它不仅适用于朝向为正南的集热器，而且也适用于朝向为南偏东或南偏西的集热器。

5.4.9 本条较为具体地规定了太阳能集热器设置在坡屋面上的各项技术要求。其中，强调了作为屋面板的集热器应安装在建筑承重结构上，这实际上已构成建筑集热坡屋面。

5.4.12 本条为强制性条文。为了保障太阳能热水系统的使用安全，本条特别强调了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，防止因热水渗漏到屋内或楼下而危及人身安全。

5.4.15 本条关于单排连接的集热器总面积限制是综合考虑了管路阻力、集热器温升等因素，目的是要避免集热器长时间运行过程中出现局部温度过高以及集热效率下降。关于子系统的集热器总面积限制，是要减少因实际情况下的流量分配不均匀而导致大型系统的集热不均匀现象。

本条有关集热器连接的大部分数据都是按照现行国家标准《太阳热水系统设计、安装及工程验收技术规范》GB/T 18713 的规定，并根据多年来积累的实践经验而提出的。

5.4.17 本条根据不同规模的太阳能热水系统，规定了不同形式的换热器。

1 板式换热器是最典型的双循环换热器，安装在储热装置外部，具有传热效率高、容积换热量大、换热温差小等特点。

2 管式换热器和套筒式换热器都属于单循环换热器，一般都跟储热装置结合在一起，流动阻力小，换热面积有限，计算应满足《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的要求。

5.4.18 本条规定集热器组之间的连接应按“同程原则”并联，这实质上是规定每个集热器的传热工质流入路径应与回流路径的长度相同，其目的是要使各个集热器内的流量分配均匀，从而使太阳能集热系统的效率达到最大值。

5.4.19 本条规定了太阳能热水系统中常用的几种防冻方法。

1 对于直接系统，既可采用回流方法防冻，即在循环泵停止运行之后，使集热器和循环管路中的水自行流入贮热水箱，次日循环泵工作时，水重新泵入集热器和循环管路；也可采用排空方法防冻，即在环境温度低于 0℃ 之前，将集热器和循环管路中的水全部排空，使系统冬季停止使用。对于集热器有防冻功能的直接系统，也可采用定温循环方法防冻，即在循环管路中的水接近冻结温度之前，强迫集热系统进行循环。

2 对于间接系统，可采用防冻传热工质进行防冻。本款还特别强调指出，防冻传热工质的凝固点应低于当地近 30 年的最低环境温度，其沸点应高于集热器的最高闷晒温度。

根据现行国家标准《家用分体双回路太阳能热水系统技术条件》GB/T 26970，表 4 给出了几种防冻液的物理性质。

表 4 几种防冻液的物理性质

物理性质	乙二醇水溶液 (浓度 50%)	丙二醇水溶液 (浓度 50%)	硅油
凝固点 (℃)	—35	—33	—50
沸点 (℃)	110	110	甚高
闪点 (℃)	无	315	315
比热容 [kJ/ (kg·℃)]	3.35	3.35	1.42~2.00
运动黏度 (m ² /s)	21×10 ⁻⁶	5×10 ⁻⁶	5×10 ⁻⁵ ~0.5
导热系数 [W/ (m·℃)]	0.39	0.39	0.132
稳定性	取决于溶液 pH 值		好
毒性	取决于所加的缓蚀添加剂		低

注：防冻液的性能要求：①良好的防冻性能；②防腐、防结垢及防锈性能；③对橡胶密封导管无溶胀及侵蚀性能；④低温黏度不太大；⑤化学性质稳定。

表 5 给出了乙二醇防冻液冰点和浓度的关系。

表 5 乙二醇防冻液冰点和浓度的关系

冰点 (℃)	乙二醇浓度 (%)	密度 (kg/l.) (20℃)	冰点 (℃)	乙二醇浓度 (%)	密度 (kg/l.) (20℃)
-10	28.4	1.0340	-35	50.0	1.0671
-15	32.8	1.0426	-40	54.0	1.0713
-20	38.5	1.0506	-45	57.0	1.0746
-25	45.3	1.0586	-50	59.0	1.0786
-30	47.8	1.0627			

注：根据环境温度条件选择防冻液的冰点，一般要选择比所在地区最低环境温度低 10℃ 以上的浓度为宜。

5.4.20 本条有关太阳能集热系统中循环管路设计的具体数据和各项要求，都是引自现行国家标准《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，在使用平板型集热器的自然循环系统中，由于系统是仅利用传热工质内部的温度梯度产生的密度差进行循环的，因此为了保证系统有足够的热虹吸压头，规定贮热水箱的下循环管口比集热器的上循环管口至少高 0.3m 是必要的。

5.4.21 本条规定了太阳能热水系统与建筑一体化设计时，对新建建筑和既有建筑，热水系统管路设计应注意的问题。

5.4.24 本条强调了太阳能集热器支架的刚度、强度、防腐蚀性能等，均应满足安全要求，并与建筑牢固连接。当采用钢结构材料制作支架时，应符合现行国家标准《碳素结构钢》GB/T 700 规定的要求。在不影响支架承载力的情况下，所有钢结构支架材料（如角钢、方管、槽钢等）应选择利于排水的方式组装。当由于结构或其他原因造成不易排水时，应采取合理的排水措施，确保排水通畅。

5.4.26 集热器表面应定时清洗，否则会影响集热效率。这条主要是为清洗提供方便而作的规定。

5.5 供热水系统

5.5.1 传统直接系统贮水水箱为开式系统，水质存在二次污染、冷热水不同源造成冷热水压力失衡，降低了热水系统的品质，也不利于节能、节水，因此要求将太阳能热能作为预热热媒使用。太阳能热水受天气、使用状况影响较大，水温超过 100°C ，集热系统采用闭式系统将导致过热、气堵等问题，集热系统循环增加水泵耗能、增加运行管理成本。

传统系统循环管路复杂，管路长，热损失大，另外，当采用 U 型金属-玻璃真空管或金属平板型集热器时，集热管水流道直径一般只有 $6\text{mm}\sim 8\text{mm}$ ，集热水温有时高达 $100^{\circ}\text{C}\sim 200^{\circ}\text{C}$ ，管内壁极易形成结垢层；或因为水中掺杂气体形成气堵，堵塞原本就很小的管路断面，循环水流动时，将有相当部分的集热管没有流量或流量很少，也就是这些集热管集取的热量没有或极小传出。再加上每组集热器的阻力的不平衡，即便集热循环管采用同程布置，其循环效果仍然差。

太阳能集热系统的能耗包括运行动力能耗和集热循环系统散热损失引起的能耗。传统系统的动力能耗，包括集热循环泵集热运行时的能耗、防冻倒循环时的能耗和空气散热器的能耗。据一些工程初步估算，在系统正常运行的工况下，集热时循环泵的运行能耗约占太阳能有效供热量的 $2\%\sim 10\%$ ，（直接供水系统约 $2\%\sim 5\%$ ，间接换热供水系统约 $5\%\sim 10\%$ ），寒冷地区需做防冻倒循环时，循环泵能耗约增加 5% ，即循环泵的总能耗约占太阳能有效供热量的 $2\%\sim 15\%$ 。然而对于闭式承压系统，运行中产生气堵是难以避免的，因此循环泵实际运行能耗将比上述比例大，如果集热系统再采用空气散热器作为防过热措施，则系统运行能耗更大。另外，集热循环系统包括集热水箱（罐）与集热循环管路的散热损失约占整个有效集热量的 $15\%\sim 30\%$ ，当采用小区多栋楼共用太阳能集热系统时，由于集热循环管路长，其热损失占的比例更大。因此，实际运行的传统系统扣除上述能耗后

利用太阳能加热冷水的有效得热系统效率按集热器总面积计算约15%~30%。

由于传统系统采用循环泵承压运行，系统管网内温度、压力常剧烈升高，温度最高可超过200℃。因此所有集热系统用到的关断阀、温控阀、安全阀、放气阀等都需要耐受超高温要求，而这正是国内太阳能市场的薄弱环节之一，国内缺乏专业制造太阳能配套阀件的企业，相关配套产品不能满足严酷室外冷热环境的要求，类似国外进口产品质量可靠、但价格较高。

另外，传统太阳能集热系统需要复杂的控制系统，以北京奥运项目为例，集中太阳能集热系统主要控制功能包括：水箱定时上水功能、自动或定时启动辅助加热功能、集热器温差强制循环功能、集热器定温出水功能、防冻循环功能、生活热水管路循环功能、电伴热带防冻功能，防过热散热器启停功能等等。上述功能的实现核心控制元素为温度控制，温度采集的精确性对系统健康运行、提高效率至关重要：温度探测部分（一般为温包）设置部位、构造形式、测温精度对太阳能系统的效率具有显著影响：目前温度计的精度一般为±（1℃~3℃），温差循环的设计温差为2℃~8℃，工程实测表明，在工程安装中温包的位置和安装质量对温度精度影响显著，综上所述，目前集中太阳能集热系统自动控制功能远不能满足正常运行的要求，故障频发，不得不依赖人工手动操作，造成维护管理成本较高，系统难以正常运行。

传统系统日常运行中需要妥善的维护管理，除集热器的清扫与维护外，还包括复杂的集热循环系统、防爆管、防过热系统、防冻系统及其相应的自动控制器件的维护管理，工作繁琐、成本昂贵，稍有疏忽，将严重影响系统的运行效果。

5.5.2 由于太阳能水温较高，更容易结垢，因此对水质提出更高的要求。

5.5.3 住宅、公寓宜分户设置温控选择旁通混水多功能阀，根据太阳能热水的出口温度，自动调节太阳能热水和冷水的比例，达到自动低温补偿，恒温出水的效果，满足太阳能热水的方便

性、舒适性和安全性；居住建筑集中设置恒温混水阀的系统应增设温度控制关断阀。

5.5.4 由于太阳能水温较高，工程实践表明采用塑料或塑料复合管路存在较大的工程隐患，因此当输送热水温度超过 60℃，不得采用塑料或塑料复合管路，宜采用不锈钢或紫铜管。且生活用水与人体零距离接触，水质直接影响到身体健康，采用高质量金属管路有利于保证生活品质。

5.5.5 设置太阳能热水系统目的是节能，综合成本较高，管路热损失占整个系统热损失超过 20%，因此管路保温必须高效、可靠才符合节能设计要求。保温层外侧应设有防潮层和外保护层。

外保护层的材料应当化学性能稳定，耐候性好，强度高，使用寿命长，安装方便，外表整齐美观。使用镀锌钢板时，镀锌钢板其材质应符合现行国家标准《连续热镀锌钢板及钢带》GB/T 2518 的规定；使用不锈钢板时，材质应符合现行国家标准《不锈钢冷轧钢板和钢带》GB/T 3280 的规定；使用铝板时，材质应符合现行国家标准《一般工业用铝及铝合金板、带材》GB/T 3880 的规定。

5.6 辅助能源系统

5.6.1 当辅助能源与太阳能储热装置设在同一容器内时，两种热源互相干扰，不利于充分利用太阳能，且增加了辅助能源的控制难度。

对于太阳能分散集热-分散供热水系统一般采用末端辅助加热，为减少工程实施难度，可采用小型容积式热水器贮存太阳能热水并同时设置辅助能源。

对于太阳能集中供热水系统，推荐将太阳能优先作为预热热媒加热生活冷水，与辅助能源串联使用，保证充分利用太阳能集热量；生活热水采用闭式水加热器加热，有效保证冷热水压力平衡、避免水质受到二次污染。

5.6.2 太阳能受天气影响较大，在完全没有太阳能供热情况下，辅助能源供热量应满足建筑物供应热水的要求。

5.6.3 太阳能集中供热水系统的辅助能源应充分利用暖通动力的热源；当没有暖通动力的热源或不足时，才考虑设置电力、燃气等传统能源的热源。一般不建议采用燃油锅炉，因为燃油锅炉运行成本较高；也不推荐设置独立热泵作为辅助能源，因为独立热泵作为热源不能充分发挥热泵的效率，且投资较高，与太阳能同时设置属于重复投资，缺乏工程技术合理性。

太阳能分散供热水系统应在末端设置电、燃气热水器，方便、可靠、经济；当采用燃气热水器时，应采用具有水控、温控双重功能的热水器。

5.6.4 本条推荐将太阳能优先作为预热热媒加热生活冷水，与辅助热源串联使用，此时辅助热源的控制可采用全日自动控制；当辅助热源与太阳能集热贮热装置设在同一容器内时，采用手动控制或定时自动控制。

5.6.5 本条推荐不同条件下采用的辅助能源水加热设备：

1 分散供热系统宜采用常规家用电热水器或燃气热水器。电热水器应为容积式热水器，燃气热水器可采用即热式热水器，燃气热水器应具有水力、水温双控功能。普通燃气热水器一般为水力控制，一般没有温度控制，如果将燃气热水器作为太阳能辅助热源时，为避免水温过热，要求热水器具有温度控制功能，当温度达到控制温度时，切断煤气。据了解，大型热水器企业具有温度、水力双控功能的产品。太阳能热水直接与热水器串联供应热水时，宜增设选择、混水、恒温组合阀门，当太阳能热水超过设定温度时，直接供应器具并保证合适温度，可充分利用太阳能热能。

2 集中热水供应系统宜采用城市热力管网、燃气、燃油、热泵等，当采用电辅热时，应经审批。辅助热源的供热量宜按无太阳能时进行设计，并满足现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的要求。

3 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。

4 辅助热源采用电力为辅助能源受到限制时,可以采用空气源热泵;空气源热泵与太阳能投资重复,经济性较差,一般不建议采用空气源热泵作为辅助能源。

5.7 电气与控制系统

5.7.2 本条为强制性条文。有关低压线路保护和电气安全的术语详见现行国家标准《电气安全术语》GB/T 4776 和《低压配电设计规范》GB 50054 的规定。短路故障和接地故障保护是交流电动机必须设置的保护。

5.7.3 这是对太阳能热水系统中使用电器设备的安全要求。如果系统中含有电器设备,其电器安全应符合现行国家标准《家用和类似用途电器的安全》(第一部分 通用要求)GB 4706.1 和(储水式热水器的特殊要求)GB 4706.12 的要求。

5.7.4 太阳能热水系统电气控制线路应与建筑物的电气管线统一布置,集中隐蔽。可布置在电缆井或沿墙暗设。

5.7.5 太阳能集热器及其支架管路根据工程的需要可安装在建筑物屋面、阳台、墙面等,应根据现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 规定要求,进行防雷、接地及等电位连接保护。

5.7.6 太阳能热水系统的发展逐渐在建筑节能领域中起到重要的作用,所以无论是作为主要能源或是辅助能源的热水供应系统,都应该坚持安全可靠为第一位的原则。在目前社会的综合经济实力状态下,还需要兼顾经济实用的原则,对发展和扩大太阳能系统的应用,促进更多的领域使用太阳能具有现实意义。

我国地域广大,各地区的太阳辐照度、太阳辐照量、环境温度等差别较大,系统应用的种类和区别也较多,所以需要采用不同的控制系统设计以满足系统的多样性。对任何一个可再生能源

系统，使用最少的常规能源获得最多的可再生能源是衡量系统应用水平的关键，也是系统应用不断扩大和发展的需要。

5.7.7 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。

5.7.8 目前已有太阳能产品国家标准《太阳能热水系统（储水箱容积大于 0.6 m^3 ）控制装置》GB/T 28737，所以控制系统设计应符合该国家标准的规定。

5.7.9 太阳能热利用系统的控制系统可以分为传感、核心控制、显示、执行、布线等几个主要方面，不同的太阳能热水系统设计会对不同的控制系统设计提出相应要求，其中的零件和部件，例如传感器等，也应满足相应的标准要求。

5.7.10 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热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°C 的时候，启动集热循环的执行机构动作；温差值小于 3°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热水箱系统中，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 低温点的正确放置位置都是为了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。

5.7.11 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，仍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：如在更冷的气候发生时，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 由于太阳能的特点，虽然有膨胀罐的科学设计与放置，闭式太阳能系统在长时间停电时系统有可能泄压，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热水箱的工程现状下，应对停水等情况发生造成水箱无水时，自动控制停止供热或集热水泵的运行并报警。

5.7.14 本条是为了使太阳能热水系统可以成为集中监控系统的一部分，因为智能化和集中管理是今后的发展趋势。

5.7.15 由于太阳能系统的复杂性，在远程控制时应注意考虑现场维修及操作人员安全及气候因素对系统的影响，在系统就地控制处于手动状态时，远程管理人员不宜对系统进行远程操作。

5.7.16 在太阳能热水系统中，控制系统的使用环境存在高温和高湿的状态，有时也存在低温环境，因此设计中应考虑使用环境的温度与湿度等条件。

6 太阳能热水系统安装

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。

6.1.3 目前，太阳能热水系统施工安装人员技术水平有很大差别，直接影响工程质量。为规范太阳能热水系统施工安装，提出安装前应具备的条件，并提倡先设计后安装，禁止无设计而盲目施工。

6.1.4 为保证太阳能热水系统的产品质量和规范市场，国家制定了一系列产品标准，包括国家产品和行业产品标准，涉及基础标准、测试方法标准、产品标准和系统设计安装标准四个方面。

产品的性能包括太阳能集热器的承压、防冻等安全性能，得热量、供热水温度、供热量等指标。太阳能热水系统必须满足相关设计标准、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的产品质量，尤其是集热器的耐久性能，本条提出太阳能热水系统各部件应符合设计要求，且有产品合格证。

6.1.5 太阳能热水系统的安装一般在土建工程完工后进行，而土建工程施工多由土建施工单位完成，为此太阳能热水系统安装是应对土建工程进行成品保护。

6.1.6 本条强调太阳能热水系统部件在搬运、存放、吊装等过程的质量保护。

6.2 基 座

6.2.1 基座用于固定太阳能集热器，关系到系统的稳定和安全。基座是关键部位，应与建筑主体结构连接牢固。尤其是在既有建筑上增设的基座，由于不是与原建筑工程同时施工，更需采取技术措施，与主体结构可靠连接。

6.2.2 基座上的预埋件顶面标高应符合设计要求。当有施工误差或误差较大时，将会采取措施解决，有时可能会在预埋件与基座之间出现空隙。要求该空隙应采用细石混凝土填捣密实，达到保护预埋件甚至基座的稳定。

6.2.3 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，需要剖开屋面面层做基座，因此将破坏原有屋面的防水层。基座完工后，被破坏的部位需重新做防水。

6.2.4 通常集热器的支架材质为金属，并与集热器配套供应。支架需与基座固定。基座与屋面混凝土可同时浇筑，也可预制。采用预制的集热器基座应摆放平稳、整齐，并应与建筑连接牢固，且不得破坏屋面防水层。本条是对预制的集热器基座的要求。

6.2.5 实际施工中，基座顶面的金属预埋件的防腐多被忽视，影响了集热器支架与之焊接的质量，故本条对此加以强调。

6.3 支 架

6.3.1 太阳能热水系统的支架及其材料应按设计图纸要求制作，并应注意整体美观。支架制作应符合相关标准的要求。

6.3.2 支架在承重结构上的安装位置不正确时，将会造成支架偏移，影响集热器的连接与排列，甚至影响系统的供水。

6.3.3 太阳能热水系统的防风主要是通过支架实现的，由于现

场条件各不相同，防风措施也不同。支架的抗风能力应达到设计要求。

6.3.4 为防止雷电伤人，钢结构支架应与建筑物接地系统可靠连接。

6.3.5 本条强调了钢结构支架的防腐质量。

6.4 集 热 器

6.4.1 本条强调了集热器摆放位置及与支架的固定要求，以防止集热器滑脱。

6.4.2 不同生产企业生产的集热器不同，集热器与集热器之间的连接方式也不同。故应按设计规定的方式连接，以防止连接方式不当出现漏水。

6.4.3 本条的规定是为了日后集热器的维护与更换。

6.4.4 本条的规定是防止集热器漏水。

6.4.5 本条强调检漏试验和保温的施工工序，应先进行检查漏水试验，后进行保温，并应保证保温质量。

6.5 贮 热 水 箱

6.5.1 贮热水箱安装位置准确，并与基座牢固固定以确保安全，防止滑脱。方形水箱的设计安装应满足《矩形给水箱》02S101图集要求。

6.5.2 贮热水箱贮存的是热水，其材质、规格制作质量均应符合设计要求。

6.5.3 实际应用中，不少贮热水箱采用钢板焊接，因此对内外壁尤其是内壁的防腐提出要求，以确保人体健康和能承受热水的温度。

6.5.4 有与贮热水箱采用金属板材质，为防止触电事故，强调贮热水箱内应做接地处理。

6.5.5 为防止贮热水箱漏水，应对贮热水箱进行检漏试验。试验方法按现行国家标准《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。

6.5.6 本条强调贮热水箱的检漏试验和保温工序，应先做检漏试验，后做保温，保温应符合相关规范的要求。

6.6 管 路

6.6.1 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 规定了各种管路的施工要求。施工太阳能热水系统的管路的要求与之相同，限于篇幅这里不再重复。

6.6.2 本条是对水泵安装质量的要求。

6.6.3 本条强调水泵应防雨、防冻以确保水泵安全运行。

6.6.4 本条是对电磁阀安装质量的要求。

6.6.5 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。

6.6.6 承压管路及设备应做水压试验，以防漏水。试验方法按现行国家标准《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。

6.6.8 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，系统设计章节与控制设计章节已有叙述，如采用伴热带加热，应符合国家建筑标准设计图集 03S401《管路和设备保温、防结露及电伴热》的要求，安装时可使用该图集。

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 中规定了电加热器的安装要求。限于篇幅，这里引用了该标准。

6.7.2 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 规定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，以及直接加热和热交换器及辅助设备的安装。本条引用了该标准。

6.8 电气与控制系统

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, 规定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。

6.8.3 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。

6.8.4 在实际应用中, 太阳能热水系统常常需要进行温度、温差、压力、水位、时间、流量等控制, 本条提出了传感器安装的质量要求及注意事项。

6.9 水压试验与冲洗

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

6.9.2 本条规定了管路和设备的检漏试验要求。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, 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 的相关要求进行。非承压设备做满水试验, 满水灌水检验方法为满水试验静置 24h, 观察不漏不渗。

6.9.3 水压试验时采取防冻措施是为防止系统结冰冻裂。

6.9.4 水压试验合格后应对系统进行冲水, 本条提出了冲洗方法和要求。

7 太阳能热水系统调试与验收

7.1 一般规定

7.1.1 本条根据太阳能热水工程的需求，明确规定在系统安装完毕投入使用前，应进行系统调试。系统调试是使系统功能正常发挥的调整过程，也是对工程质量进行检验的过程。根据调研，凡太阳能热水系统安装结束后进行系统调试的项目，效果较好，发现问题可进行改进，未作系统调试的工程，往往存在质量问题，使用效果不好，而且互相推诿、不予解决，影响工程效能的发挥；所以，作出本条规定，以严格施工管理。

7.1.2 本条规定了进行太阳能热水工程系统调试的相关责任方。由于施工单位可能不具备系统调试能力，所以规定可以由施工企业委托有调试能力的其他单位进行系统调试。

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

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

7.1.5 本条规定了竣工验收时间应遵循的基本原则。

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

7.2 分项工程验收

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

盖这些基本施工安装工序和项目。

7.2.2 太阳能热水系统中的隐蔽工程，一旦在隐蔽后出现问题，需要返工的涉及面广、施工难度和经济损失大；因此，在隐蔽前应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，按设计要求和规定的质量标准进行检验，并填写中间验收记录表。

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

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

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

7.3 系统调试

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

7.3.2 本条规定了太阳能热水工程系统设备单机、部件调试和系统联动调试的执行顺序，应首先进行设备单机和部件的调试和

试运转，设备单机、部件调试合格后才能进行系统联动调试。

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

7.3.4 为使工程达到预期效果，本条规定了系统联动调试应包括的内容。

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

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

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

国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801-2013 第 4.2 节中规定的短期测试方法，要求系统热工性能检验记录的报告内容应包括至少 4 天（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。

表 6 太阳能热水系统热工性能检测的日太阳辐照量分布

测试天	第 1 天	第 2 天	第 3 天	第 1 天
该测试天的日太阳辐照量	$H < 8\text{MJ/m}^2$	$8\text{MJ/m}^2 \leq H < 12\text{MJ/m}^2$	$12\text{MJ/m}^2 \leq H < 16\text{MJ/m}^2$	$H \geq 16\text{MJ/m}^2$

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)。

7.4.4、7.4.5 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 太阳能热水系统的运行与维护

8.1 一般规定

8.1.2 使用真空管型太阳能集热器的热水系统应在无阳光照射的条件下填充传热工质。

8.2 集热系统的运行与维护

8.2.1 本条是对太阳能集热器的运行要求。

1 太阳能热水系统在安装完成后，经常无法立即投入使用，长期空晒和闷晒会对吸热涂层、密封材料、保温层及相关部件的性能产生影响，因此对于安装后在 15 天内不能投入运行的太阳能系统应采取相应的防护措施。

2 对于使用水作为传热工质的系统，集热器防冻可以采用集热器排空、管道防冻循环以及安装电伴热带等方式解决。

8.2.2 本条是对太阳能集热器的维护要求。

1 太阳能集热器的清扫或冲洗可半年至一年一次，先用肥皂水或洗衣粉水擦洗，然后用清水冲刷；

2 检查真空管集热器是否发生泄漏，可转动真空管，如果漏水，说明密封硅胶圈已老化，应在清晨或傍晚或阴雨天进行更换；

3 系统上水应待系统正常运行后，在夜间或清晨上水运行。

8.3 储热系统的运行与维护

8.3.5 某些地区水质硬易结水垢，长时间使用后会影影响水质和系统运行，可根据具体情况，每半年至一年清洗一次。

8.4 管路系统的运行与维护

8.4.1 为防止热桥产生和结露滴水，管道保温层和表面防潮层

不应破损和脱落。

8.4.3 管路系统的支撑构件在长期运行中会出现断裂、变形、松动、脱落和锈蚀，维护时应针对具体的原因采取更换、补加、重新加固、补刷油漆等相应的措施来解决。

8.4.4 本条是对水泵的运行要求。

1 启动检查工作是启动前停机状态检查工作的延续，因为有些问题只有在水泵工作后才能发现，例如泵轴（叶轮）的旋转方向就要通过启动电机来查看；

2 当从手动放气阀放出的水没有气时即可认为水泵已充满水，在充水过程中，要注意排放空气；

3 运行检查的内容就是水泵日常运行时需要运行值班人员经常实行的常规检查项目，是检查工作中不可缺少的一个重要环节；

4 太阳能热水系统的集热循环泵，是集热系统的关键部件，泵的正常运行是集热系统正常工作的重要保证。在天气晴好的情况下，检查泵的运行状态，如果泵正常运行，集热器出口管道的水温应正常，如果泵的运行不正常，集热系统的出口水温会升高，则需要停止系统运行，进行检修。

8.4.5 为了使水泵能安全、正常的运行，除了要做好启动前、启动以及运行中的检查工作，保证水泵有良好的工作状态，发现问题及时解决，出现故障及时排除以外，还需要定期做好水泵维护保养工作，包括更换轴封、解体检修和除锈刷漆。

8.5 控制系统的运行与维护

8.5.1 本条是对控制系统的安装运行要求。

2 采取措施防止进水影响探头的使用寿命。气候环境温度较低的地区（如北方）并做好探头的保温工作。

3 控制柜应安放于符合标准要求的场所，包括温度、湿度、信号干扰等。

5 应避免与磁性物体接触，以免产生干扰。

强电指 AC220V 以上的用电设备（如变频器、增压泵、循环泵、电磁阀、电加热、热泵等）系统，弱电一般指控制系统，布线应单独穿线管，并且强电线管与弱电线管两管间距 50cm 以上；穿金属线管时需接地；如使用 PVC 穿线管，则强弱电间距要加大到 1m 以上；如使用金属线槽，则线槽内加隔板；金属线槽需接地；强弱电交叉时，采用十字交叉走线；关键点是强弱电不要并行长距离近距离走线。如考虑电磁屏蔽的干扰，强电线缆和弱电线缆可选用屏蔽线缆并穿金属导管保护或金属线槽加金属隔板，线缆屏蔽层、金属导管和金属线槽需接地。

8.5.2 本条是对温度传感器的维护要求。

1 因为强烈的外部冲击很容易使绕有热电阻丝的支架变形，从而导致电阻丝断裂；

2 如果套管的密封受到破坏，被测介质中的有害气体或液体就会直接与热电阻接触，造成热电阻的腐蚀，从而造成热电阻传感器的损坏或准确度下降。

8.5.3 本条是对控制系统的维护要求。

2 为保证执行元件有效，必须对控制系统中的接触器、断路器、继电器等执行元件及时地维护保养，以使它们处于可靠状态；如果电压过高、负载过大将会造成某些元器件的烧毁和断裂；

3 如果微机控制系统的供电电源发生故障，则系统将无法工作；

4 有些微机控制系统在启动微机之后实行控制之前，必须将控制参数的设定值通过键盘送入计算机，计算机才能进入控制状态。如果没有将控制参数的设定值送入计算机，微机控制系统将一直处于等待状态。如果发现运行参数发生失控时，应首先检查送入计算机的控制参数的设定值是否有误。

8.5.4 电子元器件，如电阻、电容等对温度变化有一定敏感性。它们的参数值往往随着温度的变化而稍有变化。

8.6 辅助加热系统的运行与维护

8.6.2 本条是对辅助电加热器的维护要求。

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。

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。

8.6.4 本条是对辅助空气源热泵的维护要求。

1 水垢的清理可通过清理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；

4 辅助空气源热泵一般由热泵生产商安装或提供，维护方法可查询对应热泵产品安装手册。

8.6.6 辅助锅炉一般由锅炉生产商安装或提供，维护方法可查询对应锅炉产品安装手册。

1 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；

2 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的安装手册；

3 其他辅助加热器一般由对应生产商安装或提供，维护方法可查询对应产品的安装手册。

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，给出该系统的节能环保效益分析。从而使承担施工图审查的单位得以掌握所审查的太阳能热水工程的预期节能、环保效益，从而确定设计方案的科学性和合理性。

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

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

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

9.2 系统节能环保效益评估

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，该参数可按式 (1) 进行计算：

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

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 [$MJ/(m^2 \cdot a)$]；

η_{cl} ——太阳能集热器的年平均集热效率 (%), 按本标准附录 B 方法计算；

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。

9.3 系统实际运行的效益评估

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

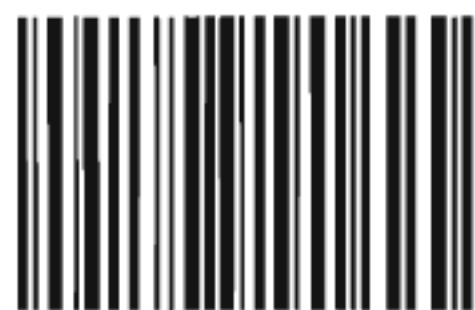
9.4 系统效益的定期检测、长期监测和性能分级评估

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

用，不再做另行要求。

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

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。



1 5 1 1 2 3 1 4 1 7

统一书号：15112·31417
定 价： 31.00 元