

北京市地方标准

DB

编 号：DB 11/T 461—2019

民用建筑太阳能热水系统应用技术规程

Technical specification for application of solar water
heating system of civil buildings

2019—03—27 发布

2019—07—01 实施

北京市住房和城乡建设委员会
北京市市场监督管理局

联合发布

北京市地方标准

民用建筑太阳能热水系统应用技术规程

Technical specification for application of solar water
heating system of civil buildings

编 号：DB11/T 461—2019

主编部门：北京建筑节能与环境工程协会
北京城建科技促进会
北京首建标工程技术开发中心
批准部门：北京市市场监督管理局

施行日期：2019 年 07 月 01 日

2019 北京

前 言

根据原北京市质量技术监督局《2017年北京市地方标准制修订项目计划》（京质监发[2017]2号）要求，由北京建筑节能与环境工程协会、北京城建科技促进会、北京首建标工程技术开发中心会同有关单位组成标准编制组，在深入调查研究、认真总结实践经验和广泛征求意见基础上，对《民用建筑太阳能热水系统应用技术规程》DB11/T 461—2010进行了修订。

本规程主要技术内容：1 总则；2 术语、符号；3 基本规定；4 系统设计；5 安装与调试；6 验收；7 运行和维护。

本规程修订主要内容有：

1. 第2章“术语”删除了和相关国家和行业标准中已定义过的术语，增加了“平均日太阳能热水设计温升”和“单位集热器采光面积日产热水设计量”等术语。

2. 增加了“基本规定”章节，提出了包括太阳能集热器热性能、集热系统年平均热损失率、太阳能集热系统主要构配件使用寿命、以及竣工验收项目中应含对太阳能热水系统日热水温升检测验收等规定。

3. 将原《规程》的第3章设计计算、第4章太阳能集热系统、第5章辅助热源系统、第6章热水供应系统和第7章系统控制合并至第四章，更名为“系统设计”，增加了基于对北京地区太阳辐照量和气候条件研究确定的采用单位集热器采光面积日产热水设计量计算太阳能集热器面积设计值的方法；增加了太阳能热水系统“设计供热量”和“污染物减排量”设计计算内容；增加了对集热系统储热水箱和管道保温略高于国家标准的规定；增加了现场控制和远程控制内容。

4. 第6章“验收”，增加了对系统热性能检测验收的规定。

5. 附录中增加了“集热器单位采光面积日产热水量计算方法”、“太阳能集热系统月平均热损失率计算方法”和“太阳能热水系统热性能快速检测方法”等7项内容。

本规程由北京市住房和城乡建设委员会、北京市市场监督管理局共同负责管理，北京市住房和城乡建设委员会归口并组织实施，北京市建筑节能与环境工程协会负责本规程技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送至北京市建筑节能与环境工程协会（地址：北京市西城区南礼士路头条三号；邮政编码：100045；电话：010-88070912）。

本规程主编单位：北京建筑节能与环境工程协会

北京城建科技促进会

北京首建标工程技术开发中心

本规程参编单位：桑普能源科技有限公司

北京市住宅建筑设计研究院有限公司

北京天能通太阳能科技有限公司

天普新能源科技有限公司

兴悦能（北京）能源科技有限公司

东晨阳光（北京）太阳能科技有限公司

北京雨昕阳光太阳能工业有限公司

中冶建筑研究总院有限公司

北京市住房和城乡建设科学技术研究所

北京建筑材料检验研究院有限公司

北京海林太阳能设备有限公司

北京华业阳光新能源有限公司

北京创意博物联科技有限公司

浙江柿子新能源科技有限公司
北京龙创太阳能自控技术有限公司
中建二局第三建筑工程有限公司
北京城建七建设工程有限公司
中航建设集团有限公司
北京城建亚泰建设集团有限公司
中国新兴建设开发总公司
中铁建设集团北京工程有限公司
北京万兴建筑集团有限公司
航天建筑设计研究院有限公司
北京城建八建设发展有限责任公司
北京国泰建设集团有限公司

本规程主要起草人员：李军（女）、律翠萍、赵国华、唐轩、丁海兵、徐俊芳、刘倩、谈玫、刘彦佐、王占平、刘立新、李穆然、李庆平、赵相东、朱晓松、高毛红、张明亮、张建平、郝睿、孙培雨、邓月超、谷秀志、康俊儒、李娜、李介英、陈彬、尹强、李军（男）、张敏、陈劲、李燕敏、李栋、罗力勤、李文杰、张武民、张志伟、刘验文、白雪瑞

本规程主要审查人员：郑瑞澄、王颖、朱敦智、马光柏、张广宇、欧云峰、赵伟

目 次

1 总则	7
2 术语、符号	8
2.1 术语	8
2.2 符号	9
3 基本规定	13
4 系统设计	14
4.1 一般规定	14
4.2 系统形式选择	14
4.3 设计计算	14
4.4 太阳能集热系统设计	20
4.5 热水供应系统设计	25
4.6 辅助热源加热系统设计	25
4.7 控制系统设计	25
4.8 电气和防雷系统设计	27
5 安装与调试	28
5.1 一般规定	28
5.2 基座	29
5.3 支架	29
5.4 集热器	29
5.5 水箱	30
5.6 管道系统	30
5.7 辅助热源加热设备	31
5.8 控制系统与电气系统	31
5.9 水压试验与冲洗	32
5.10 系统调试	32
5.11 系统试运行	33
6 验收	35
6.1 一般规定	35
6.2 分项工程验收	35
6.3 竣工验收	35
7 运行和维护	38
7.1 一般规定	38
7.2 集热系统的运行与维护	39
7.3 水箱的运行和维护	39
7.4 管道系统的运行和维护	39
7.5 控制系统的运行和维护	40
7.6 辅助热源加热系统的运行和维护	41
7.7 防冻措施的维护	41
附录 A 单位集热器采光面积日产热水设计量计算方法	43
附录 B 北京地区不同倾角和方位角的太阳能集热器面积补偿比	44
附录 C 常用类型集热器总面积折算系数 R_g 计算方法	45
附录 D 间接加热系统热交换器换热面积计算方法	46
附录 E 北京地区太阳能热水系统设计用气象等参数表	47

附录 F	太阳能集热器月平均集热效率计算方法	49
附录 G	太阳能集热系统月平均热损失率计算方法	50
附录 H	太阳能热水系统热性能快速检测方法	51
附录 I	太阳能热水系统工程验收记录表(参考格式)	55
附录 J	太阳能热水系统巡检记录表	56
附录 K	太阳能热水系统维修记录表	57
引用标准名录	59
条文说明	60

Contents

1	General Provisions	7
2	Terms and Symbols	8
2.1	Terms.....	8
2.2	Symbols	9
3	Basic Requirements	13
4	System Design	14
4.1	General Requirements.....	14
4.2	System Selection.....	14
4.3	Design Calculation.....	14
4.4	Design of Solar Collector System	20
4.5	Design of Hot Water Supply System.....	25
4.6	Design of Auxiliary Energy Heating System	25
4.7	Design of Control System	25
4.8	Design of Electric and Lightning Protection System	27
5	Installation and Commissioning	28
5.1	General Requirements.....	28
5.2	Base.....	29
5.3	Bracket.....	29
5.4	Solar Collector	29
5.5	Water Tank	30
5.6	Piping System	30
5.7	Auxiliary Energy Heating Equipment.....	31
5.8	Control and Electric System	31
5.9	Hydrostatic test and Rinse	32
5.10	System Commissioning	32
5.11	System Running Test.....	33
6	Acceptance.....	35
6.1	General Requirements.....	35
6.2	Sub-project Acceptance	35
6.3	Completion Acceptance	35
7	Operation and Maintenance	38
7.1	General Requirements.....	38
7.2	Operation and Maintenance of Solar Collector system.....	39
7.3	Operation and Maintenance of Water Tank.....	39
7.4	Operation and Maintenance of Piping System.....	39
7.5	Operation and Maintenance of Control System	40
7.6	Operation and Maintenance of Auxiliary Energy Heating System	41
7.7	Maintenance of Antifreezing measures.....	41
Appendix A	Calculation Method of Daily Hot Water Design Production Per Unit Collector Aperture Area.....	43
Appendix B	Solar Collector Gross Area Compensation Ratio at Different Tilt Angles and Azimuths for Beijing.....	44
Appendix C	Total Area Conversion Coefficient Calculation Method of Common Type	

Collectors	45
Appendix D Heat Exchanger Area Calculation Method of Indirect Heating System	46
Appendix E Meteorological Parameters for Solar Water heating System Design in Beijing area.....	47
Appendix F Average Monthly Collector Efficiency Calculation Method of Solar collectors	49
Appendix G Average Monthly Heat Loss Rate Calculation Method of Solar collector System..	50
Appendix H Thermal Property Rapid Detection Method of Solar Water Heating System	51
Appendix I Project Acceptance Descriptive Chart of Solar Water Heating System (Reference Format).....	55
Appendix J Inspection Tour Descriptive Chart of Solar Water Heating System.....	56
Appendix K Maintenance Descriptive Chart of Solar Water Heating System.....	57
List of Quoted Standards	59
Explanation of Provisions	60

1 总则

1.0.1 为保障太阳能有效利用，规范太阳能热水系统设计、施工、验收及运行维护，保证工程质量，制订本规程。

1.0.2 本规程适用于北京地区的新建、改建和扩建民用建筑，以及在既有建筑上增设和改造已安装太阳能热水系统的设计、施工、验收及运行维护。

1.0.3 太阳能热水系统的设计、施工、验收及运行维护除应符合本规程外，尚应符合国家和北京市有关标准的规定。

2 术语、符号

2.1 术语

2.1.1 太阳能集中供热水系统 solar collective hot water supply system

采用太阳能集中集热、集中储热形式提供热水的系统。

2.1.2 太阳能集中-分散供热水系统 solar collective-individual hot water supply system

采用太阳能集中集热、分散储热形式提供热水的系统。

2.1.3 太阳能分散供热水系统 solar individual hot water supply system

太阳能集热、储热及供热水均以分散形式进行的系统。

2.1.4 太阳能集热系统 solar collector system

收集太阳辐射并将其转换为热能传递给传热工质的系统。

2.1.5 开式太阳能集热系统 opened solar collector system

传热工质与大气相通的太阳能集热系统。

2.1.6 闭式太阳能集热系统 closed solar collector system

传热工质与大气隔绝的太阳能集热系统。

2.1.7 直接加热式太阳能集热系统 direct heating solar collector system

收集的太阳能热量由集热器直接加热水供给用户的太阳能集热系统，简称“直接加热式系统”。

2.1.8 间接加热式太阳能集热系统 indirect heating solar collector system

收集的太阳能热量在太阳能集热器中加热传热工质后、再由该工质经换热器加热水供给用户的太阳能集热系统，简称“间接加热式系统”。

2.1.9 太阳能集热系统热损失率 heat loss rate of solar collector system

太阳能集热系统总损失热量占太阳能总集热量的百分率。

2.1.10 平均日太阳能热水设计温升 average daily solar hot water designed temperature rise without auxiliary heating.

无辅助热源补热条件下太阳能热水系统平均日热水温升设计值。

2.1.11 单位集热器采光面积日产热水设计量 daily hot water design production per unit collector aperture area

单位集热器采光面积日产热水量设计值。

2.1.12 太阳能保证率 solar fraction

太阳能热水系统中由太阳能供给能量占系统总消耗能量的百分率。

2.1.13 太阳高度角 solar altitude angle

集热器所在位置太阳光入射方向和地平面之间的夹角。

2.2 符号

Q_w —日平均热水设计用量 (L/d)。

q_r —日平均热水用水定额[L/ (人·d) , L/ (床·d)]。

m —用水计算单位数 (人数或床位数)。

b_1 —热水同日使用率 (无量纲)。

A_c —40°倾角正南向放置太阳能集热器采光面积 (m²)。

q_v —单位集热器采光面积日产热水设计量[L/ (m²·d)]。

A_s —集热器采光面积修正值 (m²)。

K_e —不同太阳能集热系统形式的集热器采光面积修正概算系数 (无量纲)。

R_s —不同倾角和方位角的太阳能集热器面积补偿比 (%)。

A_f —集热器总面积 (m²)。

R_g —不同类型集热器采光面积与总面积之间折算系数 (无量纲)。

q_x —集热系统循环泵流量 (L/s)。

q_{gz} —单位集热器采光面积对应工质流量[L/(s·m²)]。

H_x —循环水泵扬程(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 —集热器与储热水箱最低水位之间的几何高差(kPa)。

h_f —附加阻力(kPa)。

h_e —循环流量经换热器的阻力损失(kPa)。

V_x —储热水箱有效容积 (L)。

K_T —太阳能热水系统储热水箱有效容积修正系数 (无量纲)。

V_f —分户储热水箱有效容积[L/ (d·户)]。

m_a —太阳能热水系统供热水户数 (户)。

$J_{T,i}$ —第 i 月集热器南向 40° 倾角表面接收的月平均太阳辐照量[$\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$]。

$\eta_{c,i}$ —第 i 月太阳能集热系统月平均集热效率 (%)。

η_L —第 i 月太阳能集热系统月平均热损失率 (%)。

ρ_r —水密度 (kg/L)。

C_p —水定压比热[$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$]。

q_v —单位集热器采光面积日产热水设计量[$\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$]。

$\Delta t_{w,i}$ —无辅助热源补热的太阳能热水第 i 月平均日热水设计温升($^\circ\text{C}$)。

$G_{r,i}$ —第 i 月的月平均日设计供热量 (kJ/d)。

G_r —设计供热水周期设计供热量 ($\text{kJ}/\text{设计供热水周期}$)。

n_i —第 i 月对应天数 (d)。

Z —设计供热水周期总计月数。

f —太阳能热水系统保证率年平均值 (%)。

t_r —热水设计温度($^\circ\text{C}$)。

t_l —冷水计算温度($^\circ\text{C}$)。

n_y —全年天数。

Q_t —燃煤替代量 ($\text{kgce}/\text{设计供热水周期}$)。

q —标准煤热值 (kJ/kgce)。

Q_{co_2} —二氧化碳减排量 ($\text{kg}/\text{设计供热水周期}$)。

V_{co_2} —标准煤的二氧化碳排放因子 (kg/kgce)。

Q_{so_2} —二氧化硫减排量 ($\text{kg}/\text{设计供热水周期}$)。

V_{so_2} —标准煤的二氧化硫排放因子 (kg/kgce)。

Q_{fc} —颗粒物减排量 ($\text{kg}/\text{设计供热水周期}$)。

V_{fc} —标准煤的颗粒物排放因子 (kg/kgce)。

Q_{NO_x} —氮氧化物减排量 ($\text{kg}/\text{设计供热水周期}$)。

V_{NO_x} —标准煤的氮氧化物排放因子 (kg/kgce)。

D —集热器与前方遮挡物之间的最小距离 (m)。

H —前方遮挡物最高点与集热器最低点的垂直距离 (m)。

α_s —太阳高度角 ($^\circ$)。

γ — 集热器安装方位角 (°) 。
 $J_{T, max}$ — 南向 40° 倾角集热器采光面上最大日太阳辐照量 [$\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$] 。
 $\eta_{c, max}$ — 太阳能集热系统月最大日平均集热效率 (%) 。
 η_L — 太阳能集热系统热损失率 (%) 。
 A_{hx} — 间接系统热交换器换热面积 (m^2) 。
 η_{Lx} — 储热水箱到热交换器的管道热损失率 (%) 。
 Q_{hx} — 热交换器换热量 (kJ) 。
 ε — 结垢影响系数。
 U_{hx} — 热交换器传热系数。
 Δt_j — 热交换器传热温差。
 k — 太阳辐照度时变系数 (无量纲) 。
 f — 太阳能保证率 (%) 。
 Q — 热水系统日供热量 (kJ) 。
 S_y — 月平均日的日照小时数 (h/d) 。
 η_c — 基于采光面积的集热器月平均集热效率 (%) 。
 η_0 — 基于采光面积的集热器瞬时效率截距 (%) 。
 U — 基于采光面积的集热器瞬时效率曲线斜率 [$\text{J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C})$] 。
 t_i — 月平均集热器工质进口温度 ($^\circ\text{C}$) 。
 t_a — 月平均环境气温 ($^\circ\text{C}$) 。
 G — 月平均日总太阳辐照度 [$\text{J}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$] 。
 J_T — 40° 南向倾斜面月平均日太阳辐照量 (kJ/m^2) 。
 q_l — 管道单位表面积热损失 ($\text{J}/\text{s} \cdot \text{m}^2$) 。
 D_i — 保温层内径 (m) 。
 D_o — 保温层外径 (m) 。
 t_a — 月平均环境空气温度 ($^\circ\text{C}$) 。
 t — 输送工作介质管道壁面温度 ($^\circ\text{C}$) 。
 α_0 — 保温管道外表面放热系数 [$\text{J}/(\text{s} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$] 。
 λ — 保温材料导热系数 [$\text{J}/(\text{s} \cdot \text{m} \cdot ^\circ\text{C})$] 。
 q_2 — 水箱单位表面积热损失 ($\text{J}/\text{s} \cdot \text{m}^2$) 。
 α — 保温水箱外表面放热系数 [$\text{J}/(\text{s} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$] 。

δ —保温层厚度 (m)。

A_l —管道表面积 (m^2)。

A_2 —储热水箱表面积 (m^2)。

t_w —储热水箱水温 ($^{\circ}\text{C}$)。

$t_{w,i}$ —第 i 次储热水箱水温读数 ($^{\circ}\text{C}$)。

$t_{i,j}$ —第 j 个测点的第 i 次水温读数 ($^{\circ}\text{C}$)。

n —储热水箱水温测试次数 (次)。

m —储热水箱水温测试点数 (个)。

Δt_w —太阳能热水系统日热水温升 ($^{\circ}\text{C}$)。

t_{wr} —检测结束时间点的储热水箱水温 ($^{\circ}\text{C}$)。

t_{wl} —检测起始时间点的储热水箱水温 ($^{\circ}\text{C}$)。

3 基本规定

3.0.1 安装太阳能热水系统的建筑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。在既有建筑上增设或改造的太阳能热水系统，必须满足建筑结构及其它相应安全性要求，必须进行建筑结构安全复核。

3.0.2 太阳能热水系统所使用的太阳能集热器热性能（基于采光面积），应符合下列规定：

1 平板型集热器瞬时效率截距应不小于0.74，总热损系数应不大于5.5J/（s·m²·℃）。

2 无反射器真空管型集热器瞬时效率截距应不小于0.64，总热损系数应不大于2.5J/（s·m²·℃）。

3 其它类型集热器的热性能应符合国家现行相关标准要求。

3.0.3 太阳能集热系统年平均热损失率应小于等于20%。

3.0.4 太阳能集热器进场后，应按照《公共建筑节能工程施工质量验收规程》DB11/510 或《居住建筑节能工程施工质量验收规程》DB11/1340 中规定的项目和数量，进行施工现场见证取样复验，复验结果应符合设计要求。其它系统设备和部件，应符合国家及北京市物资进场检验标准。

3.0.5 太阳能热水系统应具备满足建筑设计要求的抗风、抗雹、抗震、防火、防雷击以及电气和燃气安全使用性能，应具备防冻、防结露、防止集热和供热系统过热保护功能。

3.0.6 太阳能热水系统运转设备，应采取隔震、降噪设计。使用噪声应符合《声环境质量标准》GB3096 要求。

3.0.7 太阳能热水系统中和供热水直接接触的所有设备和部件，均应满足《建筑给水排水设计规范》GB50015 对生活热水卫生要求的规定。

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

3.0.9 竣工验收应含对太阳能热水系统日热水温升的检测验收。检测值应不小于相同月份平均日太阳能热水设计温升值的 85%。

4 系统设计

4.1 一般规定

4.1.1 太阳能热水系统设计应遵循技术经济合理、便于施工和运行维护的原则进行。

4.1.2 太阳能热水系统应与建筑物及周围整体环境相协调。

4.1.3 集热器采光面上的日照时数应不少于 4h。

4.1.4 不得因安装太阳能设备而降低相邻建筑的日照标准，且不得对相邻建筑产生光污染。

4.1.5 太阳能集热器阵列总出口至储热水箱之间的管道，应按最短原则设计。

4.2 系统形式选择

4.2.1 公共建筑宜选择太阳能集中供热水系统；居住建筑应综合建筑物类型、安装条件、投资规模和运营管理方式等，选择太阳能集中供热水系统、太阳能集中-分散供热水系统或太阳能分散供热水系统。

4.2.2 应根据集热器类型和承压能力，选用开式太阳能集热系统或闭式太阳能集热系统形式。

4.2.3 应根据水质条件以及热水供水压力要求等，选用直接加热或间接加热太阳能集热系统形式。

4.3 设计计算

4.3.1 太阳能热水系统日平均热水设计用量应按下式计算：

$$Q_w = q_r \times m \times b_1 \quad (\text{式 4.3.1-1})$$

式中： Q_w —日平均热水设计用量（L/d）。

q_r —日平均热水用水定额[L/（人·d），L/（床·d），按表 4.3.1-1 取值]。

m —用水计算单位数（人数或床位数）。

b_1 —同日使用率（按实际使用情况确定。无条件时，太阳能集中供热水系统，宜按表 4.3.1-2 取值；太阳能集中-分散或分散供热水系统，宜取 $b_1=1$ ）。

表 4.3.1-1 太阳能热水系统日平均热水用水定额取值表

序号	太阳能热水系统使用场所			单位	平均日用水定额 (L)
1	住宅			每人每日	20~70
2	别墅			每人每日	30~80
3	酒店式公寓			每人每日	65~80
4	宿舍			每人每日	35~55
5	招待所、培训中心、普通旅馆 (设公用盥洗室、淋浴室)			每人每日	35~45
	设单独卫生间				50~70
6	宾馆	旅客		每床位每日	110~140
		员工		每人每日	35~40
7	医院	住院部	设公用盥洗室	每床位每日	45~70
			设公用盥洗室 +淋浴室		65~90
			设单独卫生间		110~140
		医务人员		每人每班	65~90
		疗养院、休养所住房部		每床位每日	90~110
8	养老院(全托)			每床位每日	45~55
9	幼儿园	有住宿		每儿童每日	20~40
		无住宿			15~20
10	公共浴室	淋浴		每顾客每次	35~40
		淋浴、浴盆			55~70
		桑拿浴 (淋浴、按摩池)			60~70
11	理发室、美容院			每顾客每次	20~35
12	洗衣房			每公斤干衣	15~30
13	餐饮业	中餐酒楼		每顾客每次	15~25
		快餐店、职工及学生食堂			7~10
		酒吧、咖啡厅、茶座、 卡拉OK厅			3~5
14	办公楼			每人每日	5~10
15	健身中心			每人每次	10~20
16	体育场(馆)运动员淋浴			每人每次	15~20

注：1 本表以 60℃为热水设计温度。

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 20L~25L 计。

表 4.3.1-2 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、办公楼	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

4.3.2 太阳能集热器面积可按下列步骤计算确定：

1 40°倾角正南向放置、直接加热式系统太阳能集热器采光面积可按下式计算：

$$A_c = Q_w / q_v \quad (\text{式 4.3.2-1})$$

式中： A_c —40°倾角正南向放置太阳能集热器采光面积 (m^2)。

Q_w —日平均热水设计用量 (L/d ，取式 4.3.1-1 计算结果)。

q_v —单位集热器采光面积日产热水设计量 [$\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$]。应根据集热器热性能、按附录 A 计算确定。热水设计温度为 60℃、集热器热性能和集热系统热损失率均满足本规程 3.0.2、3.0.3 规定条件的北京地区用系统， q_v 可取 70 $\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。

2 根据集热器实际安装倾角、方位角以及集热系统形式为直接加热式太阳能集热系统或间接加热式太阳能集热系统，进行集热器采光面积修正计算：

$$A_s = K_e \times A_c / R_s \quad (\text{式 4.3.2-2})$$

式中： A_s —集热器采光面积修正值 (m^2)。集热器 40°倾角正南向放置且集热采用直接加热式太阳能集热系统的， $A_s = A_c$ 。

A_c —40°倾角正南向放置、直接加热式太阳能集热系统集热器采光面积 (m^2 ，取式 4.3.2-1 值)。

K_e —不同集热系统形式的集热器采光面积修正概算系数。采用直接加热式系统的， K_e 取 1.0；采用间接加热式太阳能集热系统的 K_e 取 1.1。

R_s —不同倾角和方位角的太阳能集热器面积补偿比 (%)，按附录 B 取值。

3 基于采光面积的集热器总面积可按下式计算：

$$A_f = A_s \times R_g \quad (\text{式 4.3.2-3})$$

式中： A_f —集热器总面积 (m^2)。

A_s —集热器采光面积修正值 (m^2 ，取式 4.3.2-2 值)。

R_g —不同类型集热器采光面积与总面积之间折算系数。按附录 C 计算确定。

4.3.3 太阳能集热系统循环泵流量和扬程，应按下列方法计算：

1 循环泵流量应按下式计算：

$$q_x = q_{gz} \times A_s \quad (\text{式 4.3.3-1})$$

式中： q_x —集热系统循环泵流量(L/s)；

q_{gz} —单位集热器采光面积对应工质流量[L/(s·m²)]。应按集热器实测数据确定。无条件时， q_{gz} 可取0.015~0.020L/(s·m²)。

A_s —集热器采光面积修正值(m²，取式4.3.2-2值)。

2 开式太阳能集热系统循环泵扬程，应按下式计算：

$$H_x = h_{jx} + h_j + h_z + h_f \quad (\text{式 4.3.3-2})$$

式中： H_x —循环水泵扬程(kPa)。

h_{jx} —集热系统循环管道沿程与局部阻力损失之和(kPa)。

h_j —集热器的阻力损失(kPa)。

h_z —集热器与储热水箱最低水位之间的几何高差(kPa)。

h_f —附加阻力(kPa)，取20kPa~50kPa。

3 闭式太阳能集热系统循环泵扬程，应按下式计算：

$$H_x = h_{jx} + h_e + h_j + h_f \quad (\text{式 4.3.3-3})$$

式中： h_e —循环流量经换热器的阻力损失(kPa)。

4 当集热系统采用防冻液作为工质时，应根据所采用的防冻液特性进行管网水力计算修正。

4.3.4 太阳能热水系统储热水箱有效容积，应按下列方法计算。

1 太阳能集中供热水的单水箱系统，储热水箱有效容积按下式计算：

$$V_x = K_T \times Q_w \quad (\text{式 4.3.4-1})$$

式中： V_x —储热水箱有效容积(L)。

K_T —太阳能热水系统储热水箱有效容积修正系数， K_T 宜取1.2~1.5。

Q_w —日平均热水设计用量(L/d，取式4.3.1-1值)。

2 太阳能集中供热水双水箱系统，供热用储热水箱有效容积按《建筑给水排水设计规范》GB 50015要求计算确定。集热用储热水箱容积的选取应保证双水箱总容积之和不低于 V_x 。

3 太阳能集中-分散供热水和分散供热水系统分户储热水箱有效容积按下式计算：

$$V_f = Q_w / m_a \quad (\text{式 4.3.4-2})$$

式中： V_f —分户储热水箱有效容积[L/(d·户)]。

Q_w —日平均热水设计用量(L/d，取式4.3.1-1值)。

m_a —太阳能热水系统供热水户数(户)。对于集中-分散供热水系统,

m_a 取系统供热水户数。对于分散供热水系统, m_a 取 1。

4 太阳能集中-分散供热水系统设置的缓冲水箱, 其有效容积宜取 Q_w 的 5%~10%。

4.3.5 间接加热系统热交换器的换热面积, 应按附录 D 计算确定。

4.3.6 辅助热源加热设备的功率, 应根据热水系统设计小时耗热量和设计小时供热量, 按照《建筑给水排水设计规范》GB 50015 规定方法计算确定。

4.3.7 热水供应系统的设计小时热水量和供热用储热水箱有效容积、热水供回水管网和热水供应系统压力膨胀罐的设计计算, 均应按《建筑给水排水设计规范》GB50015 规定方法确定。

4.3.8 太阳能热水系统设计供热量, 宜按下列步骤计算确定:

1 计算无辅助热源补热下的太阳能热水系统月平均日热水设计温升:

$$\Delta t_{w,i} = \frac{J_{T,i} \times \eta_{c,i} \times (1 - \eta_{L,i})}{\rho_r \times C_p \times q_v} \quad (\text{式 4.3.8-1})$$

式中: $J_{T,i}$ —第 i 月的集热器南向 40° 倾角放置表面接收的月平均太阳辐照量 [$\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$], 可按附录 E 取值。

$\eta_{c,i}$ —第 i 月太阳能集热系统月平均集热效率。按附录 F 计算。满足本规程 3.0.2 对集热器热性能要求的, 可按附录 E 取值。

$\eta_{L,i}$ —第 i 月太阳能集热系统月平均热损失率。按附录 G 计算。满足本规程 3.0.3 对集热系统热损失率要求的, 可按附录 E 取值。

ρ_r —水密度 (kg/L , 取 $1.0\text{kg}/\text{L}$)。

C_p —水定压比热 [$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$, 取 $4.187\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$]。

q_v —单位集热器采光面积日产热水设计量 [$\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$], 按附录 A 计算]。

$\Delta t_{w,i}$ —无辅助热源补热下的太阳能热水系统第 i 月的月平均日热水设计温升($^\circ\text{C}$)。热水设计温度为 60°C 、满足本规程 3.0.2、3.0.3 对集热器热性能和集热系统热损失率要求、单位集热器采光面积日产热水设计量按 $70\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 取值的, 逐月平均日热水设计温升 $\Delta t_{w,i}$ 可按附录 E 取值。

2 计算太阳能热水系统月平均日设计供热量:

$$G_{r,i} = Q_w \times \rho_r \times C_p \times \Delta t_{w,i} \quad (\text{式 4.3.8-2})$$

式中: $G_{r,i}$ —第 i 月的月平均日设计供热量 (kJ/d)。

Q_w —日平均热水设计用量 (L/d, 取式 4.3.1-1 值)。

$\Delta t_{w,i}$ —第 i 月无辅助热源补热下的月平均日热水设计温升 (°C, 取式 4.3.8-1 计算值)

3 计算设计供热水周期太阳能热水系统设计供热量:

$$G_r = \sum_{i=1}^Z G_{r,i} \times n_i \quad (\text{式 4.3.8-3})$$

式中: G_r —设计供热水周期太阳能热水系统设计供热量 (kJ/设计供热水周期)。

n_i —第 i 月对应天数。

Z —设计供热水周期总计月数。

4 设计供热水周期热水系统太阳能保证率平均值可按式计算确定:

$$f = \frac{G_r}{Q_w \times \rho_r \times C_p \times (t_r - t_l) \times n_y} \quad (\text{式 4.3.8-4})$$

式中: f —设计供热水周期热水系统太阳能保证率平均值。

t_r —热水设计温度, (°C)。

t_l —冷水计算温度, (°C。按设计供热水周期的平均实测冷水温度取值。

缺少实测数据时, 可取附录 E.0.1 的对应供热水周期平均冷水温度)。

n_y —设计供热水周期总天数。

4.3.9 太阳能替代常规能源制备热水污染物减排设计量, 应按下列步骤计算确定:

1 燃煤设计替代量, 按下式计算:

$$Q_i = \frac{G_r}{q \times \eta_i} \quad (\text{式 4.3.9-1})$$

式中: Q_i —燃煤替代量 (kgce/设计供热水周期)。

G_r —设计供热水周期太阳能热水系统设计供热量 (kJ/设计供热水周期, 取式 4.3.8-3 值)。

q —标准煤热值 (kJ/kgce), q 取 29307 kJ/kgce。

η_i —燃煤为燃料的热水系统运行效率 (%), 按实际系统运行效率取值。

缺少实际数据的, 可取 70%。

2 二氧化碳设计减排量, 按下式计算:

$$Q_{CO_2} = Q_t \times V_{CO_2} \quad (\text{式 4.3.9-2})$$

式中： Q_{CO_2} — 二氧化碳减排量（kg/设计供热水周期）。

Q_t — 燃煤替代量（kgce/设计供热水周期，取式 4.3.9-1 值）。

V_{CO_2} — 标准煤的二氧化碳排放因子，取 2.6 kg/kgce。

3 二氧化硫设计减排量，按下式计算：

$$Q_{SO_2} = Q_t \times V_{SO_2} \quad (\text{式 4.3.9-3})$$

式中： Q_{SO_2} — 二氧化硫减排量（kg/设计供热水周期）。

Q_t — 燃煤替代量（kgce/年，取式 4.3.9-1 值）。

V_{SO_2} — 标准煤的二氧化硫排放因子，取 0.0074 kg/kgce。

4 颗粒物设计减排量，按下式计算：

$$Q_{fc} = Q_t \times V_{fc} \quad (\text{式 4.3.9-4})$$

式中： Q_{fc} — 颗粒物减排量（kg/设计供热水周期）。

Q_t — 燃煤替代量（kgce/设计供热水周期，取式 4.3.9-1 值）。

V_{fc} — 标准煤的颗粒物排放因子，取 0.0135 kg/kgce。

5 氮氧化物设计减排量，按下式计算：

$$Q_{NO_x} = Q_t \times V_{NO_x} \quad (\text{式 4.3.9-5})$$

式中： Q_{NO_x} — 氮氧化物减排量（kg/设计供热水周期）。

Q_t — 燃煤替代量（kgce/设计供热水周期，取式 4.3.9-1 值）。

V_{NO_x} — 标准煤的氮氧化物排放因子，取 0.0016 kg/kgce。

4.4 太阳能集热系统设计

4.4.1 太阳能集热器类型的选择，应根据集热系统工作压力确定。非承压运行的开式系统，可使用平板型、全玻璃真空管型或玻璃-金属真空管型集热器；承压运行的闭式系统，应使用平板型或玻璃-金属真空管型集热器。

4.4.2 集热器朝向和安装倾角设置，宜按下列要求进行：

1 宜正南朝向设置。不得北向设置。

2 平板型集热器或非水平工作的真空管集热器安装倾角,系统全年用时,宜取 40°;偏重夏季用的宜取 30°;偏重冬季用的宜取 50°。

3 横插管式真空管集热器安装倾角可适当减小,但不宜小于 10°。对于吸热体角度可调或可水平传热的玻璃—金属真空管集热器,可水平安装。

4 集热器设置在建筑南立面或阳台栏板上时,宜有适当倾角。

4.4.3 集热器的布置排列设计,宜按下列要求进行:

1 自然循环系统的集热器连接,宜采用并联方式。强制循环系统的集热器连接,可采用串联、并联或串并联方式。

2 按串联、并联或串并联方式连接的集热器组,应根据集热器性能和流动阻力确定每组集热器的数量。

3 平板型集热器或横插管式真空管集热器之间的连接宜采用并联,单排内竖插管式真空管集热器之间的连接宜采用串联。

4 每个自然循环系统的集热器总采光面积不宜超过 50 m²。大型自然循环系统可划分成若干个子系统。

5 每个强制循环系统的集热器总采光面积不宜超过 500 m²。大型强制循环系统可划分成若干个子系统。

6 连接各集热器组之间的管道,应按同程式设计。受场地条件限制不能设计为同程式的,应在各分支管道增设流量调节阀门。

7 集热器与前方遮挡物之间的最小距离,可按下列公式计算:

$$D = H \times \cot \alpha_s \times \cos \gamma \quad (\text{式 4.4.3})$$

式中: D — 集热器与前方遮挡物之间的最小距离 (m)。

H — 前方遮挡物最高点与集热器最低点的垂直距离 (m)。

α_s — 太阳高度角 (°)。

γ — 集热器安装方位角 (°)。

集热器安装倾角在 30°~50°之间的,全年用系统可取 $D=2H$;春夏秋三季用系统可取 $D=1.5H$ 。

8 集热器阵列布置不得影响建筑物的逃生通道。应设置不影响建筑使用功能的集热器检修通道。

9 嵌入建筑屋面、阳台、墙面或建筑其它部位的集热器,应满足建筑围护结

构承载、保温、隔热、隔声、防水、防护等功能要求。

10 安装集热器的部位，应设置防止集热器损坏后部件坠落伤人的安全防护设施。

11 太阳能集热器附近宜设置可方便清洁集热器表面灰尘的给水点。

12 集热器附近如有人行通道，应在集热器周围设置防止外来破坏导致集热器内热水泄漏伤人的隔离措施。

4.4.4 集热器之间的连接设计，应符合下列要求：

1 集热器之间和集热器与管道之间的连接应采取防止热胀冷缩造成系统损坏的措施。

2 集热器之间的连接件，应便于拆卸或更换并做好保温处理。

4.4.5 集热器支架应按《建筑结构荷载规范》GB 50009 规定进行抗风设计。支架所使用材料的刚度、强度、防腐蚀性能应满足建筑安全要求。

4.4.6 安装在建筑物上的集热器、支架和连接管道、水箱等，均应按《建筑物防雷设计规范》GB 50057的规定进行防雷设计。

4.4.7 水箱设计应符合下列要求：

1 水箱材质、强度和刚度应符合《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规定要求。

2 水箱内胆材料应能承受系统最高工作温度。内壁需要进行防腐处理的，防腐材料应能耐受储热水箱内壁的最高工作温度。

3 储热水箱以及集中-分散供热水系统用缓冲水箱，均应做保温。保温材料导热系数应小于等于 $0.04 \text{ J}/(\text{s} \cdot \text{m} \cdot ^\circ\text{C})$ 。水箱置于室外的，保温层厚度不宜小于 80mm；置于无供暖设施室内的，保温层厚度不宜小于 50mm。采用聚氨酯预制保温模块保温的，模块接缝处应采用聚氨酯发泡剂密封。圆型水箱可采用聚氨酯整体发泡；矩形水箱可采用橡塑保温或聚氨酯预制保温模块，保温模块接缝处应采用聚氨酯发泡剂密封。保温层不能有虚空。室外水箱的保温层外防护材料可采用 0.4mm~0.5mm 不锈钢薄板、彩涂钢板、镀锌铝板等。

4.4.8 太阳能集中供热水系统的储热水箱以及集中-分散供热水系统缓冲水箱的设置，宜按下列要求进行：

1 宜设置在室内。宜设计专用水箱间放置。安装水箱的位置应采取有效排水和防水措施。

2 宜尽量靠近集热器放置。

3 水箱侧壁与墙面间距不宜小于 700mm；安装有管道的侧面净距不宜小于 1000mm；水箱与室内建筑凸出部分间距不宜小于 500mm；水箱顶部与楼板间距不宜小于 800mm；水箱底部应架空，距地面不宜小于 500mm。

4 自然循环系统中，储热水箱底部应至少高于集热器顶部 300mm。

5 既有建筑增设或改造时，水箱基础应设置在建筑结构安全复核中确定的建筑物承重结构件上。

6 水箱满水时的荷载不应超过建筑结构设计承载能力，并应符合现行《建筑抗震设计规范》GB 50011 的相关规定。

4.4.9 太阳能集中-分散供热水系统的户内储热水箱设置，宜按下列要求进行：

1 宜设置在室内靠近用水点位置。

2 水箱四周应留有供管道和电加热管安装检修的足够空间。

3 横置安装的水箱应设置在建筑物承重结构上，其安装后底部高度宜大于等于 1800mm。

4.4.10 太阳能集热系统的管道设计，应符合下列要求：

1 太阳能集热器阵列总出口至储热水箱之间的管道，应按最短原则设计。

2 强制循环系统中，循环管道从系统最高点朝向储热水箱方向应有 0.3%~0.5%坡度。

3 自然循环系统中，集热器至储热水箱方向的循环管道应有向上坡度，不得有倒坡。

4 强制循环自动排气防冻系统中，设计的管道坡度应使集热器和循环管道中的水可全部自动回流至储热水箱或缓冲水箱中，不应积存。

5 直线段过长的管道，应按《建筑给水排水设计规范》GB 50015 要求，采取补偿管道热胀冷缩的措施。

6 循环管道最高处或易发生气堵的位置，应设自动排气阀；最低处应设泄水阀。

7 闭式集热系统的循环管道上应设膨胀罐和压力安全阀。膨胀罐、压力安全阀与管道之间不应设置单向阀和其它可关闭阀门。

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

9 集热循环管道应使用耐腐蚀、与传热工质相容、耐温不小于 200℃的管材，不得采用聚丙烯管和钢塑复合管。

10 集热循环管道均应做保温。应使用导热系数小于等于 0.04 J/(s·m·℃)、防火性能应满足建筑防火等级要求的保温材料。保温层厚度宜不小于表 4.4.10 限值。

表 4.4.10 管道保温层厚度最小限值表

保温材料种类	公称直径（mm）	保温层最小厚度（mm）	
		室外	室内
柔性泡沫橡塑	DN≤40	35	30
	50≤DN≤150	50	40
离心玻璃棉	DN≤40	—	40
	50≤DN≤150	—	45

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

11 集热器连接处管道的保温不应采用耐温小于 200℃的保温材料。

12 室外保温管道外层宜采用镀锌板、铝板作为保护壳；室内保温管道外层可缠防护布保护。保温材料防火性能应满足建筑防火等级要求。

4.4.11 集热系统的防冻液，应选择满足最低使用环境温度要求、导热性能良好、无毒性的环境友好型介质。

4.4.12 系统应采取以下安全措施：

1 集热系统中，应设置排气阀、泄水阀和集热介质充装系统。

2 闭式集热系统中，应设安全阀、膨胀罐等防过热、防爆安全设施。

3 水作为传热工质的集热系统，应根据集热器类型及系统形式等，设计采用自动排空防冻、管道循环防冻、自限式电热带防冻等有效防冻措施。当采用管道循环防冻和自限式电热带防冻方式时，应进行技术经济性分析，保证其能耗在合理范围内。

4 太阳能集中-分散供热水系统，应采取防止热量自分户储热水箱倒流至集中供热管道中的措施。

5 与集热系统或设备直接连接的冷水给水管道上，必须设置过滤及防倒流装置。

4.5 热水供应系统设计

4.5.1 太阳能热水系统的热水供应系统设计，应符合《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的相关规定。

4.5.2 太阳能热水系统供热储热水箱为开式非承压水箱时，宜在配水点处的热水给水支管上设置止回阀。

4.5.3 太阳能集中供热水系统分户供热水支管上，应安装热水计量装置。

4.6 辅助热源加热系统设计

4.6.1 应根据热水使用特点和能源供应、维护管理、卫生防菌等条件，进行技术经济比较后确定辅助热源种类。辅助热源的种类选择与设置应符合《居住建筑节能设计标准》DB11/891 或《公共建筑节能设计标准》DB11/687 规定要求，优先利用余热、废热或其它稳定的新能源和可再生能源。

4.6.2 辅助热源接入太阳能热水系统的形式，应根据热源种类、系统形式、规模及冷水水质等选择直接或间接接入。

4.6.3 应使用能效等级符合国家和北京市规定要求的辅助热源设备。

4.6.4 应设置性能优良、操作灵活、具有自动启停并保持节能运行的辅助热源加热系统控制装置。

4.6.5 宜设置辅助热源用量计量装置。

4.7 控制系统设计

4.7.1 控制系统宜包括现场控制器和远程监控系统。

4.7.2 控制系统设计应符合下列基本规定：

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

2 应具备人机对话功能，并应可进行参数设置并即时显示主要运行参数。

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

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

5 集热器用温度传感器应能承受集热器最高空晒温度，传感器误差应不大于 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ；储热水箱用温度传感器应能承受 120°C 温度，传感器误差应不大于 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

4.7.2 现场控制器应符合下列规定：

1 水箱容积 $>0.6\text{ m}^3$ 的太阳能热水系统，应采用《太阳能热水系统（储水箱容积大于 0.6 m^3 ）控制装置》GB/T 28737 中要求的现场控制器；水箱容积 $\leq 0.6\text{ m}^3$ 的太阳能热水系统，应采用《家用太阳能热水系统控制器》GB/T 23888 要求的家用控制器。

2 应在现场控制器的明显位置标识系统运行原理图和端子接线图。

3 控制器内部应有接线编号。对于无法编号的电气线路部分，应按照《太阳能热水系统（储水箱容积大于 0.6 m^3 ）控制装置》GB/T 28737 要求进行颜色区分。

4 现场控制器应具有存储功能或设置数据存储接口。

4.7.3 现场控制器应具备以下控制功能：

1 太阳能集热温差循环或定温出水控制功能。

2 集热器及储热水箱高温保护功能。

3 储热水箱高、低水位保护功能。

4 辅助热源系统定时或定温加热控制功能。

5 热水供应系统变频供水、定温供水、定时供水等控制功能。

6 补水系统定时或定温补水控制功能。

7 防冻控制功能。

8 报警功能。

9 其它功能：手动控制功能、出厂设置恢复功能、断电记忆功能等。

10 设置远程监控系统时，现场控制器应具备与下位机、远传计量仪表及其它设备的通信功能。

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

4.7.5 远程监控系统应具备以下主要功能：

1 现场控制器或采集器数据的远程数据采集功能。

2 对采集数据进行比较、判定是否合格的功能。

3 对采集的实时数据采用表格和曲线展示的功能。

4 实时显示动态系统图和系统运行动作的功能。

5 将采集的数据自动生成并储存为通用数据文件、方便随时查询、调用和下载的功能。

- 6 自动显示故障报警提示并及时将报警信息推送至客户端的功能。
- 7 自动按日、月、年进行数据统计的功能。
- 8 提供针对不同用户进行控制和远程参数修改的权限授权功能。
- 9 向有权限用户提供远程控制服务、并自动记录用户控制过程的功能。

4.7.6 控制系统所用测量仪器，应满足表 4.7.6-1 技术要求。

表 4.7.6-1 测量仪器技术要求

测量仪器类别	最大允许误差	测量范围
温度传感器	±1℃	0℃～120℃
水位传感器	±2%	0%～100%

4.8 电气和防雷系统设计

4.8.1 太阳能热水系统的电气设计应能满足系统用电负荷和运行安全要求。电气设备应符合《国家电气设备安全技术规范》GB 19517 的要求。

4.8.2 系统应设专用供电回路。内置电加热系统回路应设置剩余电流动作保护装置，保护动作值不得超过 30mA。

4.8.3 新建建筑的太阳能热水系统电气控制线路应与建筑物的电气管线同步设计。

4.8.4 应按照《建筑物防雷设计规范》GB50057 规定要求，进行太阳能热水系统防雷设计。

5 安装与调试

5.1 一般规定

5.1.1 安装作业前，应按设计要求编制太阳能热水系统安装专项施工方案，并应进行安全技术交底。

5.1.2 安装前应具备下列条件：

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

5.1.3 既有建筑改造项目应提供具备设计资质机构出具的结构复核报告。

5.1.4 太阳能热水系统产品、配件和材料等的技术性能和色彩等均应符合设计要求。

5.1.5 太阳能热水系统安装不应损坏建筑结构，不应降低建筑结构在设计使用年限内承受各种作用 and 环境影响的能力，不应破坏屋面防水层和建筑物的附属设施。

5.1.6 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。

5.1.7 产品和物件在存放、搬运、吊装过程中不应损坏。

5.1.8 安装应由专业人员完成。

5.1.9 系统的调试应符合下列规定：

1 系统施工完成投入使用前，应对太阳能热水系统及附属设备设施进行调试。调试所需水、电和燃气输送均应满足设计要求。系统调试应在竣工验收阶段进行。如不具备系统调试条件，经建设单位同意，可延期进行。

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

5.2 基座

5.2.1 太阳能热水系统用基座应与建筑主体结构牢固连接。

5.2.2 屋面现场制作基座的，基座应高出屋面 300mm。基座表面应设置可与设备连接的预埋件或锚固螺栓，现场制作基座施工后，应做满足《屋面工程质量验收规范》GB50207 要求的防水处理。

5.2.3 采用预制集热器基座的，应进行满足建筑安全要求的基座与建筑牢固连接处理。基座安装时不得破坏屋面防水层。

5.2.4 混凝土基座的预埋件，在集热器支架安装前应涂装防腐涂料并妥善保护。对安装中造成的缺损应及时涂装。防腐施工应符合《建筑防腐蚀工程施工规范》GB50212 和《建筑防腐蚀工程施工质量验收规范》GB50224 的规定。

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

5.3 支架

5.3.1 支架材料应符合设计要求。钢结构支架的焊接应符合《钢结构工程施工质量验收规范》GB50205 的规定。

5.3.2 支架应按设计要求安装在基座上，位置准确，角度一致，与基座固定牢靠。

5.3.3 钢结构支架安装时，宜采用有利于支架自身排水的安装方式或应采取相应排水措施。

5.3.4 钢结构支架及其各连接件均应做防锈防腐处理。宜采用热镀锌或不锈钢材料。防腐施工应符合《建筑防腐蚀工程施工规范》GB50212 和《建筑防腐蚀工程施工质量验收规范》GB50224 的要求。

5.3.5 钢结构支架应与建筑物防雷接地设施可靠连接。如钢结构支架高度超过建筑物避雷网(带)，应按《建筑物防雷设计规范》GB 50057 安装避雷装置。

5.4 集热器

5.4.1 集热器安装倾角和定位应符合设计要求。安装倾角误差应小于等于 $\pm 3^\circ$ 。

5.4.2 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。集热器之间

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。

5.4.3 现场组装的真空管集热器，应在联箱安装完毕后安装真空管。

5.4.4 嵌入屋面安装的集热器与四周屋面应做好防水措施。

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

5.4.6 集热器与储热水箱连接管道穿过屋面、墙面、阳台或其他建筑部位时，应在相应部位预埋防水套管，并应对接触部位做防水密封处理。防水套管应在屋面防水层施工前埋设完毕。

5.5 水箱

5.5.1 水箱应与基座牢靠固定，水箱底部与承重支架或基座之间应设隔热垫。

5.5.2 水箱的材质和规格应符合设计要求。

5.5.3 钢板焊接的水箱，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，且应能承受所储存热水的最高温度。

5.5.4 水箱内胆应按《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB50169 规定，做接地处理。放置在建筑物顶层的水箱，应按《建筑物防雷设计规范》GB 50057 规定，直接与建筑的防雷网（带）连接。如原建筑物无防雷措施，需对水箱做接地处理。

5.5.5 开式水箱应进行灌水试验，承压水箱（罐）应作水压试验。

5.5.6 现场制作的水箱，保温应在检漏试验合格后进行。水箱保温质量应符合《工业设备及管道绝热工程施工质量验收规范》GB50185 规定。水箱保温层外防护材料搭接处应涂防水耐候玻璃胶，搭接尺寸不得小于 20mm。水平设备及管道上的纵向搭接应在水平中心线下方 15°至 45°的范围内顺水搭接，防止雨水进入保温层。

5.6 管道系统

5.6.1 太阳能热水系统的管道安装应符合《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB50242 规定和设计要求。

5.6.2 热水管道应设置补偿器，补偿器形式、规格、位置应符合设计要求。宜利

用管道敷设的自然弯曲、折转等吸收管道的温度变形。

5.6.3 管道最低处应安装泄水装置，最高点设排气阀。

5.6.4 管道穿过钢筋混凝土结构和墙体时，应加装钢套管。

5.6.5 水泵安装应符合《压缩机、风机、泵安装工程施工及验收规范》GB50275 有关规定。水泵周围应留有检修空间并做好接地防护。水泵进出口宜设置减振喉，水泵与基座之间应设置减振垫等隔震措施。

5.6.6 水泵宜安装在室内。安装在室外的水泵，应有遮阳、防雨和防冻措施；安装在室内的水泵，应有防潮及排水措施。

5.6.7 电磁阀或电动阀安装方向应正确，阀前应设过滤器，阀体前后和旁通管上应设置检修阀。

5.6.8 水泵及其他阀门的安装方向应正确，并应便于操作和更换。

5.6.9 过压及过热保护的阀门泄压口，安装方向应正确，并应设置符合设计要求、保证泄流安全性的引流硬管。工质为防冻液的系统，应设置防冻液收集装置。

5.6.10 压力表、流量计等应安装在便于观察的地方，手动阀门应安装在容易操作的地方。

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

5.6.12 管道保温应在水压试验合格后进行。采用自限式电热带防冻的系统，应先将自限式电热带安装后，再作保温。保温质量应符合《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 规定。

5.7 辅助热源加热设备

5.7.1 电加热管的安装应符合《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303 的规定。

5.7.2 供热锅炉及其他辅助热源设备的安装应符合《建筑给排水及采暖工程施工质量验收规范》GB50242 的规定。

5.7.3 辅助热源加热设备的运行噪声，应满足《声环境质量标准》GB3096 要求。

5.7.4 辅助热源的安装位置应符合《建筑设计防火规范》GB50016 相关规定。

5.8 控制与电气系统

5.8.1 电缆线路施工应符合《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB

50168 的规定。

5.8.2 电气设施的安装应符合《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303 的规定。各类盘、柜的安装应符合设计要求和《电气装置安装工程盘、柜及二次回路接线施工及验收规范》GB50171 的规定。安装电气设施的设备间应具备防潮和防高温蒸汽的相应措施。

5.8.3 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《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB50169 的规定。

5.8.4 控制用传感器的安装，应满足以下要求：

1 管道上的温度传感器安装方法应按照《热量表》GB/T 32224 中规定，应保证温度传感器和被测物体有良好热接触。

2 集热器温度传感器应安装在集热器阵列出口处。

3 供热水系统循环用温度传感器应安装在最远端用水点总管道上。

4 压力型水位传感器应安装在水箱底部。

5 安装在室外的传感器应选用防水防雨型传感器，或采取防水、防雨措施。

6 传感器接线应采用屏蔽线或设置抗干扰措施。接线应采取防老化措施。

7 传感器接线应牢固可靠，接触良好。接线盒与套管之间的传感器屏蔽线应做二次防护处理。两端应做防水处理。温度传感器四周应做良好保温并应做标识。

5.8.5 自限式电热带敷设应与管道紧密贴合，起止端接线应符合电气专业要求。温度传感器位置应设置合理。

5.9 水压试验与冲洗

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

5.9.2 太阳能热水系统水压试验和灌水试验应按《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB50242 规定执行。

5.9.3 环境温度低于 5℃进行水压试验时，应采取可靠防冻措施。水压试验结束后，应将系统内的水从泄水点排除干净，必要时可采取吹扫措施。

5.9.4 系统水压试验合格后，应对系统进行冲洗，直至排出水目测不浑浊为止。

5.10 系统调试

5.10.1 系统调试应含设备单机调试和系统联动调试。系统联动调试应在设备单机调试和试运转合格后进行。系统联动调试应按照设计要求的实际运行工况进行。

5.10.2 设备单机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、防过热等安全保护装置工作正常。
- 7 各种阀门开启灵活，密封严密。
- 8 辅助热源加热设备工作正常，加热能力达到设计要求。

5.10.3 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。
- 3 调试温度、温差、水位、时间等控制仪器的控制区域或控制点，使其符合设计要求。
- 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。

5.10.4 直接加热式系统调试后，应对供水设备、管道进行冲洗和消毒。

5.11 系统试运行

5.11.1 太阳能热水系统联动调试完成后，应进行连续 3 天试运行，其中至少有一天为晴天。

5.11.2 试运行前，按照设计图纸，应进行下列前期工作：

- 1 按照太阳能热水系统原理图，核查设备及管道安装是否符合设计要求。
- 2 按照太阳能热水系统电气系统原理图，核查电气设备和控制系统是否符合设计要求。
- 3 检查核实储热水箱、集热器及系统管道的内部是否已清洗干净。

5.11.3 系统试运行应符合下列规定：

- 1 给系统充装工质的充装速度不宜过快。全玻璃真空管太阳能集热系统应在无阳光照射条件下充装工质。
- 2 在系统工作条件下，对太阳能集热系统、热水系统进行试运行，直至各部

件进入正常工作状态。连续正常试运行 24 小时为合格。

- 3 在无日照条件下，起动辅助热源，连续正常运行 4 小时为合格。

5.11.4 系统试运行参数应符合下列规定：

- 1 设计工况下太阳能集热系统流量与设计值的偏差不应大于 10%。
- 2 设计工况下热水供水量和温度应符合设计要求。
- 3 设计工况下系统工作压力应符合设计要求。

6 验收

6.1 一般规定

6.1.1 太阳能热水系统验收应符合《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300及相关专业质量验收规范的要求。

6.1.2 新建建筑的太阳能热水系统验收应纳入建筑整体验收程序。

6.1.3 太阳能热水系统的分项工程验收宜根据工程施工特点分期进行。

6.1.4 太阳能热水系统建成后，应先进行自检验评定，合格后提交竣工验收申请报告，并进行工程竣工验收和工程资料的归档。

6.1.5 竣工验收应在工程移交用户前、分项工程验收合格后进行。

6.1.6 太阳能热水工程施工质量的保修期限，应按《住宅工程质量保修规程》DB11/641 规定执行。

6.2 分项工程验收

6.2.1 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工序的施工。

6.2.2 太阳能热水系统施工前，应对以下项目进行检查验收：

- 1 屋面防水工程验收合格。
- 2 储热水箱、水泵等承重和固定基座验收合格。
- 3 集热器支架承重和固定基座验收合格。

6.2.3 太阳能热水系统中的隐蔽工程，应在隐蔽前进行验收，验收合格后方可继续施工。下列隐蔽工程应进行验收：

- 1 预埋件或后置锚栓连接件的验收。
- 2 基座、支架、集热器四周与主体结构连接节点的验收。
- 3 预埋在地下、建筑墙体内或暗装在吊顶层（装修装饰层内）的管道、穿线管等的验收。
- 4 系统防雷、接地连接节点的验收。

6.3 竣工验收

6.3.1 工程移交用户前，应进行竣工验收。

6.3.2 竣工验收应在满足下列条件下进行：

- 1 工程所含各分项工程均已验收合格。
- 2 质量控制资料完整。
- 3 安全和功能检验、检测合格。
- 4 主要功能项目的抽查结果符合国家对应质量验收规范的规定。
- 5 观感质量验收符合要求。

6.3.3 竣工验收应含下列检验和检测内容：

- 1 承压管道系统和设备及阀门水压试验。
- 2 非承压管道灌水及通水试验。
- 3 集热器、储水箱检漏试验。
- 4 电气路线绝缘强度测试。
- 5 防雷接地电阻测试。

6 水质检测验收。太阳能热水系统供应的热水水质应符合《生活饮用水卫生标准》GB 5749 规定要求。

7 系统热性能检测验收。晴天条件下，使用附录 H 方法检测的系统日热水温升应不小于对应月份日热水设计温升的 85%。

6.3.4 验收应做好记录。应在所有验收结果满足设计要求后签署验收文件（验收表格可参照附录 I《太阳能热水系统工程验收记录表》），并保存归档。

6.3.5 太阳能热水系统工程竣工验收应提交下列资料：

- 1 施工方案、施工资质文件等。
- 2 包括以下内容的设计和施工文件
 - 1) 设计计算书（按本规程 4.3 “设计计算”所做设计计算结果）。
 - 2) 设计施工图。
 - 3) 施工图纸会审记录、设计变更文件、工程洽商。
 - 4) 竣工图。
- 3 主要材料、设备、成品、半成品、配件和仪表出厂合格证及进场检查记录。
- 4 设备、材料的检验报告以及太阳能集热器进场见证取样复检报告。
- 5 隐蔽工程验收记录和分项工程验收记录。
- 6 有关安全、卫生等功能检查检测记录。
- 7 系统水压试验及冲洗记录。

- 8 系统调试和试运行记录。
- 9 系统热性能快速检测结果。
- 10 观感质量综合检查记录。
- 11 工程使用维护说明书。
- 12 其它需要提交的资料。

7 运行和维护

7.1 一般规定

7.1.1 工程验收后，应根据太阳能热水系统各部件功能和特点，制订相应维护计划。

7.1.2 太阳能热水系统正式移交给使用单位之前，应对使用单位操作人员进行培训。培训内容应包括：

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

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

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

7.1.4 应根据项目的系统特点，编制操作规程并悬挂于方便用户查询明显位置。操作规程内容应包括：

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

7.1.5 太阳能热水系统交付使用后，应制定系统日常维护和故障处理管理办法。

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

7.2 集热系统的运行与维护

7.2.1 太阳能集热器的运行应符合下列规定：

- 1 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 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。

7.2.2 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灰尘。
- 2 定期去除集热器内水垢。
- 3 使用全玻璃真空管型集热器的系统，不得在发生空晒时立即上冷水。应定期检查集热器是否存在液体泄漏或破损，排除隐患。每年入冬前，应逐根检查真空管。发现真空度失效产品应及时更换。
- 4 系统维护人员在日常工作中，应经常监视太阳能集热器的温度变化，认真填写附录 J 的《太阳能热水系统巡检记录表》。

7.3 水箱的运行和维护

7.3.1 应定期检查水箱的保温状态及密封性，发现破损及时修补。

7.3.2 应定期检查水箱的补水阀、安全阀、液位控制器和排气装置等工作是否正常。

7.3.3 应定期清除水箱内的水垢，检查是否有异物进入水箱，防止循环管道被堵塞。

7.4 管道系统的运行和维护

7.4.1 管道的运行和维护应符合下列规定：

- 1 管道保温层和表面防潮层不应破损或脱落。
- 2 管道系统应通畅，并应定期冲洗。
- 3 管道的支撑构件，包括支吊架和管箍等，运行中出现断裂、变形、松动、脱落和锈蚀的，应立即采取更换、补加、重新加固、补刷油漆等措施。

7.4.2 阀门的运行和维护应符合下列规定：

- 1 阀门应保持清洁，螺杆与螺母不应磨损。
- 2 应定期转动手轮或手柄。
- 3 电力驱动的阀门的电控元器件和线路应定期维护保养。
- 4 不应站在阀门上操作或检修。

7.4.3 水泵的运行和维护应符合下列规定：

- 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 应做启动前检查工作。泵轴的旋转方向应正确，泵轴的转动应灵活。
- 3 运行中，电机不能有过高的温升。轴承温度不得高于周围环境温度 $35^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ 。轴封处、管接头处均应无漏水现象，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。
- 4 每次停机后的重新开机前，应检查水泵转向是否正常，水泵前后阀门的开启是否符合要求，并应做好水泵排气工作。
- 5 在用泵与备用泵应定期交替运行，交替周期不宜超过一个月。
- 6 发现漏水时，应压紧或更换油封。
- 7 应定期检查清理水泵吸入口过滤器。

7.5 控制系统的运行和维护

7.5.1 现场控制系统的运行和维护应符合下列规定：

- 1 系统正常运行期间，应每月对控制系统进行一次现场检查。
- 2 现场检查时，应手动操作所有控制设备（水泵、电磁阀等），判断是否正常工作，并进行记录，记录表可参照附录 J。
- 3 应检查现场一次仪表和现场控制器的显示数据是否正常，对现场一次仪表与现场控制器的数据一致性进行比对。
- 4 应对运行参数进行检查。运行参数出现较大偏离时，应查找原因。对参数进行调整修改时，应进行记录并注明修改原因。
- 5 未设置远程监控功能的系统，应定期从现场控制器将运行数据导出，处理后存档。

7.5.2 远程监控系统运行和维护应符合下列规定：

- 1 太阳能热水系统正常运行期间，应至少每月进行一次远程访问，查看控制系统运行状态及控制参数，对现场控制器和远程监控平台所采集数据的一致性进行比对，及时发现问题，查找原因，排除故障隐患。
- 2 应做好远程监控系统的权限管理工作。

7.6 辅助热源加热系统的运行和维护

7.6.1 电加热器加热系统的运行和维护应符合下列规定：

- 1 放置电加热器的水箱低水位保护应正常工作。
- 2 所有阀门的开闭状态应正确，安全阀应正常工作。
- 3 电加热器元件不应有损坏情况。
- 4 定期检查电加热器外表，及时清理结垢或淤积。
- 5 定期检查电加热装置的安全阀是否可正常工作。
- 6 定期检查电气接地是否良好。
- 7 定期检查防漏电开关是否正常工作。
- 8 定期检查线路是否有异常发热和烧损现象。

7.6.2 空气源热泵加热系统的运行和维护应符合下列规定：

- 1 定期检查热泵的压缩机和风机是否正常工作。机组出风口及表冷器上应无堵塞物。
- 2 检查机组运行时高低压是否正常。接地线应可靠连接。剩余电流保护器应可有效动作。
- 3 定期检查系统中的水流开关等流量保护装置动作的可靠性。
- 4 定期清理水垢、清理过滤器内杂物。
- 5 定期对水系统管道和阀门等进行维护保养，管道及阀门无泄漏。

7.6.3 燃气热水器的运行和维护应符合下列规定：

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

7.7 防冻措施的维护

7.7.1 每年进入冬季之前，应对系统各项防冻措施进行检查和验证。

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

排空。

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

7.7.4 应制定冬季紧急情况处理预案。遇到突发情况导致防冻措施失灵或出现冻结事故时，应立即启动紧急情况处理预案。

附录 A 单位集热器采光面积日产热水设计量计算方法

A.0.1 单位集热器采光面积日产热水设计量，按下式计算：

$$q_v = \frac{J_{T, \max} \times \eta_{c, \max} \times (1 - \eta_L)}{\rho \times C_p \times (t_r - t_l)} \quad (\text{式 A.0.1})$$

式中： q_v —单位集热器采光面积日产热水设计量[L/(m²·d)]

$J_{T, \max}$ —南向40°倾角集热器采光面上最大日太阳辐照量[kJ/(m²·d)，按表A.0.1取值]。

$\eta_{c, \max}$ —太阳能集热系统月最大日集热效率。

η_L —太阳能集热系统热损失率(%)。

ρ —水密度(kg/L，取1.0kg/L)。

C_p —水定压比热[kJ/(kg·℃)，取4.187kJ/(kg·℃)]。

t_r —热水设计温度(℃)。

t_l —冷水计算温度(℃)

表A.0.1 北京地区南向40°倾斜面逐月最大日太阳辐照量

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
逐月集热器采光面(南向 40°倾角)最大日太阳辐照量×10 ³ [kJ/(m ² ·d)]	19.970	23.805	26.361	26.899	27.079	23.84	23.718	24.543	26.31	25.873	20.463	17.612	23.87

注：“逐月集热器采光面(南向 40°倾角)最大日太阳辐照量”数据，为在中央气象台公布 1996 年~2000 年间日太阳辐照量最大值基础上做 5%折减处理后数值。

附录 B 北京地区不同倾角和方位角的太阳能集热器面积补偿比

表 B.0.1 北京地区同倾角和方位角的太阳能集热器面积补偿比 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

注：附录 B 数据引自《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》GB 50364。

附录 C 常用类型集热器总面积折算系数 R_g 计算方法

C.0.1 无反射板的平板集热器(图 C.0.1)总面积折算系数 R_g 用式 C.0.1 计算:

$$R_g = L \times W / (L_2 \times W_2) \quad (\text{式 C.0.1})$$

C.0.2 无反射板的真空管集热器(图 C.0.2) 总面积折算系数 R_g 用式 B.0.2 计算:

$$R_g = L \times W / (L_2 \times D \times n) \quad (\text{式 C.0.2})$$

注: n 为真空管支数。

C.0.3 集热器外置反射板的平板和真空管集热器(图 C.0.3) 总面积折算系数 R_g 用式 B.0.3 计算:

$$R_g = L \times W / (L_2 \times W_2) \quad (\text{式 C.0.3})$$

C.0.4 集热器背部置反光板的真空管集热器图 (C.0.4) 总面积折算系数 R_g 用式 C.0.4 计算:

$$R_g = L \times W / (L_2 \times W_2) \quad (\text{式 C.0.4})$$

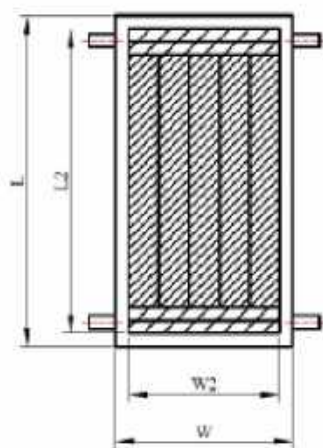


图 C.0.1 平板集热器示意图

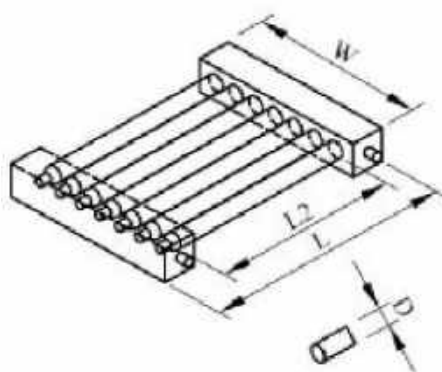


图 C.0.2 真空管集热器示意图(D—真空管直径)



图 C.0.3 正面带反射板集热器示意图

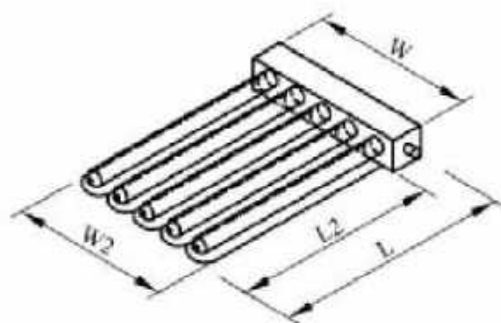


图 C.0.4 背面带反射板真空管集热器示意图

附录 D 间接加热系统热交换器换热面积计算方法

D.0.1 间接系统热交换器换热面积可按式计算：

$$A_{hx} = (1 - \eta_{Lx}) \times Q_{hx} \times 1000 / (\varepsilon \times U_{hx} \times \Delta t_j) \quad (\text{式D.0.1})$$

式中： A_{hx} —间接系统热交换器换热面积 (m^2)。

η_{Lx} —储热水箱到热交换器的管道热损失率，一般可取0.02~0.05。

Q_{hx} —热交换器换热量 (kJ/s)。

ε —结垢影响系数，可取0.6~0.8。

U_{hx} —热交换器传热系数 [$\text{J}/(\text{m}^2 \cdot \text{s} \cdot ^\circ\text{C})$]。按热交换器技术参数确定。

Δt_j —传热温差 ($^\circ\text{C}$)。宜取5~10 $^\circ\text{C}$ 。

D.0.2 热交换器换热量可按式计算：

$$Q_{hx} = (k \times f \times Q) / (3600 \times S_y) \quad (\text{式 D.0.2})$$

式中： Q_{hx} —热交换器换热量 (kJ/s)。

k —太阳辐照度时变系数，可取1.5~1.8。

f —太阳能保证率 (%)。北京地区全年用系统可取50%；春夏秋季用系统，可取65%。

Q —热水系统日供热量 (kJ)。

S_y —平均日的日照小时数 (h/d)。北京地区全年用系统，可取7.5 (h)；春夏秋季用系统，可取8.2 (h)。

D.0.3 热水系统日供热量可按式计算：

$$Q = Q_w \times \rho_r \times C_p \times (t_r - t_l) \quad (\text{式D.0.3})$$

式中： Q —热水系统日供热量 (kJ)。

Q_w —热水系统日平均热水设计用量 (L ，取式4.3.1-1值)。

ρ_r —水密度 (kg/L ，取1.0 kg/L)。

C_p —水定压比热 [$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$]，取4.187 $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$]。

t_r —热水设计温度 ($^\circ\text{C}$)。

t_l —冷水计算温度 ($^\circ\text{C}$)。

附录 E 北京地区太阳能热水系统设计用气象等参数表

表 E.0.1 北京地区太阳能热水系统设计用气象等参数表

月份		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均
水平面月平均日太阳辐照量×10 ³ [kJ/(m ² ·d)]		9.143	12.185	16.126	18.787	22.297	22.049	18.701	17.365	16.542	12.73	9.206	7.889	15.26
南向 40°倾斜面月平均日太 阳 辐 照 量 × 10 ³ [kJ/(m ² ·d)]		15.081	17.141	19.155	18.714	20.175	18.672	16.215	16.43	18.686	17.51	15.112	13.709	17.20
月平均日的日照小时数 (h/d)		6.5	7.2	7.7	8.7	9.4	9.0	7.0	8.0	8.0	7.4	6.4	6.0	7.5
月平均环境气温 (℃)		-4.6	-2.2	4.5	13.1	19.8	24	25.8	24.4	19.4	12.4	4.1	-2.7	11.6
地面水月平均温度* ¹ (℃)		6.9	6.2	6.9	8.8	11.4	14.0	16.0	16.7	16.0	14.0	11.4	8.8	11.5
地下水月平均温度* ² (℃)		15												15
月 平 均 日 集 热 器 效 率* ³	平板	0.341	0.372	0.438	0.466	0.518	0.543	0.572	0.553	0.52	0.47	0.408	0.343	0.462
	真空管	0.459	0.473	0.503	0.516	0.539	0.551	0.564	0.555	0.54	0.517	0.489	0.46	0.514
集热系统月平均热损失率* ⁴		0.3	0.29	0.25	0.2	0.15	0.11	0.1	0.11	0.15	0.2	0.25	0.29	0.2
平板集热系统月平均日太阳热水设计温升* ⁵ (℃)		12	14	21	23	29	29	28	27	28	21	15	11	21
真空管集热系统月平均		16	18	24	26	30	30	28	27	29	23	18	15	23

日太阳热水设计温升*5 (℃)													
--------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

- 注：
1. 表中的“地面水月平均水温”为缺少实测数据情况下，综合国内外相关研究，以北京地区地面水年平均温度11.5℃为设定条件所做模拟计算结果。
 2. 地下水温度为北京地区地下水温参考值。
 3. “月平均日集热器效率”仅为针对满足本规程3.0.2对集热器热性能规定要求的平板和真空管集热器，热水设计温度60℃，使用本表月平均日太阳辐照量、环境温度以及地面冷水温度所做计算值。
 4. “集热系统月平均热损失率”为依据本规程3.0.3对集热系统年平均热损失率20%规定所做逐月平均热损失率回归计算值。
 5. “集热系统月平均日太阳热水设计温升”仅适用于满足本规程3.0.2和3.0.3对集热器热性能以及集热系统热损失率规定要求，单位集热器采光面积日产热水设计量取70L/d，热水设计温度60℃，按本表的太阳辐照量、环境温度及地面冷水温度计算得到的无辅助热源补充下太阳能热水系统月平均日热水设计温升。

附录 F 太阳能集热器月平均集热效率计算方法

F.0.1 太阳能集热器月平均集热效率，应根据集热器瞬时效率曲线实际检测结果，按下式计算：

$$\eta_c = \eta_0 - U \times (t_i - t_a) / G \quad (\text{式 F.0.1})$$

式中 η_c — 基于采光面积的集热器月平均集热效率 (%)。

η_0 — 基于采光面积的集热器瞬时效率截距 (%)。

U — 基于采光面积的集热器瞬时效率曲线斜率 [$\text{J}/(\text{s} \cdot \text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$]。

t_i — 月平均集热器工质进口温度 ($^\circ\text{C}$)。

t_a — 月平均环境气温 ($^\circ\text{C}$ ，取表 E.0.1 对应值)。

G — 月平均日总太阳辐照度 [$\text{J}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$]。

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

F.0.2 归一化温差计算的参数选择，应符合下列原则：

1 月平均集热器工质进口温度应按下式计算：

$$t_i = t_l/3 + 2t_r/3 \quad (\text{式 F.0.2-1})$$

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

t_l — 冷水计算温度 ($^\circ\text{C}$ ，取所在地统计数据。缺少数据时自表 E.0.1 取值)。

t_r — 热水设计温度 ($^\circ\text{C}$)。

2 月平均环境气温 (应取项目所在地气象统计数据。缺少气象资料的可自本规程表 E.0.1 取值)。

3 月平均日总太阳辐照度应按下式计算：

$$G = J_T \times 1000 / (S_y \times 3.6) \quad (\text{式 F.0.2-2})$$

式中： G — 月平均日集热器采光面上的总太阳辐照度 [$\text{J}/(\text{s} \cdot \text{m}^2)$]。

J_T — 月平均日太阳辐照量 (kJ/m^2 ，自表 E.0.1 值)。

S_y — 月平均日的日照小时数(h，自表 E.0.1 取值)。

附录 G 太阳能集热系统月平均热损失率计算方法

G0.1 太阳能集热系统管道单位表面积热损失可按下式计算：

$$q_1 = \frac{t - t_a}{\frac{D_0}{2\lambda} \ln \frac{D_0}{D_i} + \frac{1}{a_0}} \quad (\text{式 G0.1})$$

式中： q_1 —管道单位表面积热损失 ($\text{J}/\text{s}\cdot\text{m}^2$)。

D_i —保温层内径 (m)。

D_0 —保温层外径 (m)。

t_a —月平均环境空气温度 ($^{\circ}\text{C}$ ，自表 E.0.1 取值)。

t —输送工作介质管道壁面温度。管道为金属材质的，可取介质温度 ($^{\circ}\text{C}$)。

a_0 —保温管道外表面放热系数 [$\text{J}/(\text{s}\cdot\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C})$]。

λ —保温材料导热系数 [$\text{J}/(\text{s}\cdot\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})$]。

G0.2 水箱单位表面积热损失可按下式计算：

$$q_2 = \frac{t - t_a}{\frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{a}} \quad (\text{式 G0.2})$$

式中： q_2 —水箱单位表面积热损失 ($\text{J}/\text{s}\cdot\text{m}^2$)。

a —保温水箱外表面放热系数 [$\text{J}/(\text{s}\cdot\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C})$]。

δ —保温层厚度 (m)。对于圆形保温水箱： $\delta = \frac{D_0 - D_i}{2}$ 。

G0.3 管道及水箱热损失率 η_L 可按下式计算：

$$\eta_L = (q_1 \times A_1 + q_2 \times A_2) / (G \times A_s \times \eta_c) \quad (\text{式 G0.3})$$

式中： A_1 —管道表面积 (m^2)。

A_2 —储热水箱表面积 (m^2)。

A_s —集热器采光面积修正值 (m^2 ，取式 4.3.2-2 值)。

G —集热器采光面上的总太阳辐照度 ($\text{J}/\text{s}\cdot\text{m}^2$ ，取附录 F 中式 F.0.2-2 值)。

η_c —集热器月平均集热效率 (取附录 F 中式 F.0.1 计算结果)。

附录 H 太阳能热水系统热性能快速检测方法

H.1 一般规定

H.1.1 本方法适用于晴天条件下对采用平板或真空管太阳能集热器构成的太阳能集中供热水系统、以及分户储热水箱为闭式承压水箱的太阳能集中-分散供热水系统和太阳能分散供热水系统无辅助热源补充条件下的日太阳热水系统的温升快速检测。

H.1.2 太阳能热水系统热性能快速检测内容应包括：

- 1 集热器类型，总采光面积，总面积。
- 2 储热水箱规格，数量，有效容水量。
- 3 太阳能热水系统日热水温升。

H.1.3 同一类型的太阳能热水系统，系统抽检量不应少于 1%的该类型系统总数量，且不得少于 1 套。

H.1.4 对太阳能集中-分散供热水系统的检测，至少应含对集中供热水主管近端、远端和中间区域各 1 处分户储热水箱日热水温升的检测。

H.1.5 检测应在系统完成调试和试运行后进行。检测期间，太阳能热水系统平均供热负荷率不应小于 50%，储热水箱有效容水量应大于等于日平均热水设计用量的 95%。

H.1.6 检测期间，不得有冷水注入系统。辅助加热设备不得启用。系统中的防冻用自限式电热带和其它辅助热源补热设备不得启用。

H.1.7 温度测量仪表最大允许误差应小于等于 0.2°C ，分辨率应小于等于 0.1°C 。

H.1.8 检测时长冬季宜不少于 6 小时，夏季宜不少于 8 小时。

H.2 检测步骤

H.2.1 太阳能集中供热水系统的检测应按以下步骤进行：

1 检测前准备和检测过程控制

1) 在水箱水位有效高度的 $1/6H$ 、 $1/2H$ 、 $5/6H$ 处，布置水温测点（应注意避免使测量水温的温度传感器与水箱壁接触）。

2) 将储热水箱内全部注入冷水（要求时间段：检测日的前一天晚上或当天

凌晨时段)。

3) 进行系统所有取水点阀门均处于关闭状态确认。

4) 进行太阳能集热系统正常运行状态确认。

5) 检测前和检测后, 分别对储热水箱有效容水量是否大于等于日平均热水设计用量的 95%进行测量确认。

6) 在试验开始前 30min, 启动系统循环装置, 使集热器和水箱温度保持一致。

2 检测

分别在检测起始和结束时间, 测量和记录储热水箱中各水温测点温度。

H.2.2 太阳能集中-分散供热水系统的检测, 应按以下步骤进行:

1 进行分户储热水箱的内置水温传感器位置确认。温度传感器置于小于等于 2/3 水箱高度处为符合测试要求必要条件。

2 检测前准备(要求时间段: 检测日的前一天晚上或当天凌晨时段)

1) 所有分户储热水箱内存水全部用冷水置换。

(1) 开启连接分户储热水箱的冷水供水阀门。

(2) 开启连接分户储热水箱与热水供水终端连接的一个支路阀门。通过该阀门、向分户储热水箱内注入冷水, 排放水箱内存水。

(3) 当检测确定储热水箱排放的水温与冷水水温之间差值小于等于 1℃后, 关闭所开启的热水供水终端支路阀门。

2) 其它准备

(1) 关闭系统中所有分户热水供水终端。关闭辅助热源加热设备。

(2) 关闭太阳能集热系统防冻自限式电热带加热设备。

(3) 开启集热系统供热水管道至分户供热水支管上的所有阀门。

(4) 进行太阳能集热系统正常运行的状态确认。

3 检测

分别在检测起始和结束时间点, 读取并记录系统中所选取的分户储热水箱水温显示值。

H.2.3 太阳能分散供热水系统的检测, 应按 H.2.2 中的第 1 项进行水温测量用温度传感器放置位置确认; 按 H.2.2 的第 2 项中“检测前准备”要求的时间段, 进

行储热水箱内存水全部用冷水置换操作，并在检查已具备检测条件后，按 H.2.2 中的第 3 条，进行检测。

H.3 数据处理

H.3.1 储热水箱水温的检测数据，按下式进行处理：

$$t_w = \frac{\sum_{j=1}^n t_{w,j}}{n} \quad (\text{式 H.3.1-1})$$

$$t_{w,i} = \frac{\sum_{j=1}^m t_{i,j}}{m} \quad (\text{式 H.3.1-2})$$

式中： t_w — 储热水箱水温（℃）。

$t_{w,i}$ — 第 i 次储热水箱水温读数（℃）。

$t_{i,j}$ — 第 j 个测点的第 i 次水温读数（℃）。

n — 储热水箱水温测试次数（ $i=2$ ，分别为测试开始和结束时间点）。

m — 储热水箱水温测试点数（集中供热水系统， $j=3$ ；集中-分散和分散供热水系统， $j=1$ ）。

H.3.2 太阳能热水系统日热水温升按下式计算：

$$\Delta t_w = t_{wr} - t_{wd} \quad (\text{式 H.3.2})$$

式中： Δt_w — 太阳能热水系统日热水温升（℃）。

t_{wr} — 检测结束时间点的储热水箱水温（℃）。

t_{wd} — 检测起始时间点的储热水箱水温（℃）。

H.4 结果判定及其它

H.4.1 检测的太阳能热水系统采光面积，应大于等于设计值。

H.4.2 检测的太阳能热水系统日热水温升，应不小于相同月份平均日热水设计温升的 85%。

H.4.3 检测数据和处理结果应汇总至表 H.4.3 中，经检测单位盖章签字后存档。

表 H.4.3 太阳能热水系统热性能快速检测表

项目名称		项目地址						
系统形式	<input type="checkbox"/> 集中供热水 <input type="checkbox"/> 集中-分散供热水 <input type="checkbox"/> 分散供热水系统 <input type="checkbox"/> 其它形式（ ）							
系统防冻形式		集热器	类型		辅助热源	类型		
集热器总面积	m ²		安装倾角	°		功率	kW	
集热器采光面积	m ²		安装方位角	°		设备台数	台	
项目的系统总数量		抽检系统数量			抽检百分比			
检测的储热水箱规格		储热水箱数量	个	储热水箱有效容水量	检测前	m ³		
					检测后	m ³		
检测日期	年 月 日	环境温度(℃) （气象预报）	最高： 最低：		天气情况	<input type="checkbox"/> 晴 <input type="checkbox"/> 多云		
检测仪器名称								
仪器精度								
抽检对象编号	NO.1	NO.2		NO.3	NO.4		NO.5	
抽检位置								
检测起始时间								
起始水温（℃）								
检测结束时间								
结束水温（℃）								
实测热水温升（℃）								
设计热水温升（℃）								
设计热水温升/ 实测热水温升								
采光面积是否满足设计要求								
热水温升是否满足设计要求								
判定结果： <input type="checkbox"/> 合格 <input type="checkbox"/> 不合格								
检测单位（公章）：								
负责人（签字）								
日期： 年 月 日								

附录 I 太阳能热水系统工程验收记录表(参考格式)

验收日期: 年 月 日

工程名称				系统类型	
施工单位				质量负责人	
建筑面积		m²	太阳能集热器类型		
			集热器采光总面积 (m²)		
序号		分项工程名称	(检验批) 数	施工单位检查评定	验收意见
1	1	太阳能集热系统			
	2	辅助热源加热系统			
	3	热水供应系统			
	4	控制及电气系统			
2	质量控制资料		设计变更文件; 材料、配件出厂合格证书; 进场检(试)验报告; 管道、设备灌水、强度严密性试验记录; 隐蔽检验记录; 通水试验记录; 试运转调试记录; 施工记录。		
3	安全和供热性能检验(检测)报告		1 太阳能热水系统热性能快速检测合格报告 2 水质检测报告		
4	观感质量验收				
验收单位	设计单位	(签章) 责任人:			
	施工单位	(签章) 责任人:			
	监理(建设)单位	(签章) 责任人:			

附录 J 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	℃	
	集热器有无破损	有□ 无□	
	集热器清洁情况	良好□ 一般□ 差□	
	系统管道有无跑冒滴漏	有□ 无□	
	电动元件工作情况	正常□ 故障□	
	换热设备工作情况	正常□ 故障□	
	补液或补水装置	正常□ 故障□	
	太阳能循环泵运行情况	正常□ 故障□	
	太阳能循环泵出口压力	MPa	
	太阳能储热水箱温度	℃	
	太阳能储热水箱水位	正常□ 低□ 或 %	
辅助加热系统	能源（电、燃气、热力）供应情况	正常□ 故障□	
	辅助加热设备运行情况	正常□ 故障□	
	辅助加热设备控制装置	正常□ 故障□	
	辅助加热设备出口水温		
	辅助加热系统循环泵工作情况	正常□ 故障□	
	电动元件工作情况		
	系统管道有无跑冒滴漏	有□ 无□	

附录 K 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	
故障措施	
维修结果	
主管意见	

本规程用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

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

引用标准名录

- 《声环境质量标准》 GB 3096
- 《生活饮用水卫生标准》 GB 5749
- 《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
- 《国家电气设备安全技术规范》 GB 19517
- 《家用太阳能热水系统控制器》 GB/T 23888
- 《太阳能热水系统（储水箱容积大于 0.6m³）控制装置》 GB/T 28737
- 《热量表》 GB/T 32224
- 《建筑结构荷载规范》 GB 50009
- 《建筑给水排水设计规范》 GB 50015
- 《建筑设计防火规范》 GB 50016
- 《建筑物防雷设计规范》 GB 50057
- 《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》 GB 50168
- 《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》 GB 50169
- 《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
- 《工业设备及管道绝热工程施工质量验收规范》 GB 50185
- 《钢结构工程施工质量验收规范》 GB 50205
- 《屋面工程施工质量验收规范》 GB 50207
- 《建筑防腐蚀工程施工规范》 GB 50212
- 《建筑防腐蚀工程施工质量验收规范》 GB 50224
- 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》 GB 50242
- 《压缩机、风机、泵安装工程施工及验收规范》 GB 50275
- 《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB 50300
- 《建筑电气工程施工质量验收规范》 GB 50303
- 《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》 GB 50364
- 《混凝土结构后锚固技术规程》 JGJ 145
- 《公共建筑节能工程施工质量验收规程》 DB11/ 510
- 《住宅工程质量保修规程》 DB11/ 641
- 《公共建筑节能设计标准》 DB11/ 687
- 《居住建筑节能设计标准》 DB11/ 891
- 《居住建筑节能工程施工质量验收规程》 DB11/ 1340

北京市地方标准

民用建筑太阳能热水系统应用技术规程

Technical specification for application of solar water
heating system of civil buildings

编号：DB11/T 461 -2019

条文说明

2019 北 京

修 订 说 明

《民用建筑太阳能热水系统应用技术规程》DB11/T 461-2010，经北京市住房和城乡建设委员会的京建发[2010]293号公告批准发布。

2017年，根据太阳能热水系统应用技术发展，北京市质量技术监督局批准了对《民用建筑太阳能热水系统应用技术规程》DB11/T 461-2010版的修订（“关于印发《2017年北京市地方标准制修订项目计划的通知》”京质监发[2017]2号）。

修订过程中，基于对北京地区太阳能热水系统应用情况的调查，对民用建筑太阳能热水系统工程建设实践经验的总结，对国内外先进标准规范的借鉴，编制组进行了大量研究工作。

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规程》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。

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	63
2	术语、符号	63
3	基本规定	63
4	系统设计	67
4.1	一般规定	67
4.2	系统形式选择.....	67
4.3	设计计算	68
4.4	太阳能集热系统设计.....	71
4.5	热水供应系统设计.....	74
4.6	辅助热源加热系统设计.....	75
4.7	控制系统设计.....	75
4.8	电气系统设计.....	76
5	安装与调试	76
5.1	一般规定	76
5.2	基座	76
5.3	支架	76
5.4	集热器	77
5.5	水箱	77
5.6	管道系统	77
5.7	辅助热源加热设备.....	77
5.8	电气与自动控制系统.....	77
5.9	水压试验与冲洗.....	77
5.10	系统调试	78
5.11	系统试运行.....	78
6	验收	79
6.1	一般规定	79
6.2	分项工程验收.....	79
6.3	竣工验收	79
7	运行和维护	81
7.1	一般规定	81
7.2	集热系统的运行与维护.....	81
7.3	水箱的运行和维护.....	81
7.4	管道系统的运行和维护.....	81
7.5	控制系统的运行和维护.....	82
7.6	辅助热源加热系统的运行和维护.....	82
7.7	防冻措施的维护.....	82
附录 H	太阳能热水系统热性能快速检测方法.....	82

1 总则

1.0.1~1.0.3 阐明本规程编制目的、适用范围等内容。

2 术语、符号

2.1.9 太阳能集热系统热损失率对于集热系统的性能影响较大。太阳能集热系统运行过程中，存在不同类型的能量损失，造成损失的原因主要有两类：一类为由于工作介质与环境的温差造成的设备及管道散热损失；另一类为不同系统形式造成的集热量损失，如间接式集热系统二次交换造成的热量损失、开式集热系统由于集热器、水箱的排气造成的热量损失。本规程定义的热损失率中的热量损失，为第一类损失。

2.1.10 本条提出的太阳能热水系统“平均日热水设计温升”定义，是为了表征太阳能系统在无辅助热源补热条件下产热水的能力。该温升值可以用于对太阳能热水系统工程热性能的快速检验，作为系统热性能的一个衡量指标。

2.1.11 本条提出的“太阳能热水系统日产热水设计量”定义，其目的在于简化太阳能热水系统设计计算，在北京地区的额定设计工况条件下，对于符合标准要求的产品可以直接用日产热水设计量进行太阳能集热器面积的计算。

2.1.12 太阳能保证率是衡量太阳能系统性能的重要指标。热水系统中的实际耗热包括两部分，一是用户用水耗热量，即系统热水负荷；另一部分为系统的管道循环热损失量。为了更加真实的反映太阳能系统的运行效果，本规程定义的太阳能保证率为太阳能热水系统中由太阳能供给的能量占系统总消耗能量的百分率。系统总消耗量包括系统热水负荷以及热水系统的热损失。

3 基本规定

3.0.1 本条对安装太阳能系统的结构安全性指出规定与要求，太阳能热水系统的安装必须以不影响建筑安全性能为前提。

3.0.2 在进行产品技术发展和应用需求深入调研基础上，对于北京地区太阳能热

水系统中采用的太阳能集热器，本条提出了略优于国家标准规定的热性能要求[国家标准规定要求分别是：平板集热器瞬时效率截距应不低于 0.72，集热器总热损系数应不大于 6.0W/(m²·℃)；无反射器真空管集热器瞬时效率截距应不低于 0.62，集热器总热损系数应不大于，3.0W/(m²·℃)]。目的是通过使用性能更优良太阳能集热器产品，减少一定供热需求下的集热器面积数量，减少建筑占用空间。优良集热器产品的使用，同时利于提升北京地区太阳能热水系统工程质量。

3.0.3 本条基于北京气候条件，对太阳能热水系统年平均热损失率作出的限值规定，是为了使收集到的太阳能量尽可能多的用于水的加温。

3.0.4 本条对构成太阳能热水系统各种设备的性能，提出了不同检验要求。太阳能集热器作为系统的主要热源产品，需要进行现场的复验；其他的设备则应按照国家及北京市建筑物资进场报验的相关标准、要求执行。

3.0.8 本条对太阳能集热系统中一些主要部件的使用寿命进行了规定。这里，允许在正常使用寿命期间主要部件的局部更换和易损件的更换。

3.0.9 本条提出的“晴天条件下对建成系统所做日热水温升检测值应不小于太阳能热水系统日平均热水设计温升的 85%”要求，基于如下研究确定：

“日平均热水设计温升”是根据月平均日太阳辐照量和环境及冷水温度数据的计算结果。项目检测时间规定为晴天，晴天所对应日太阳辐照量均将高于月平均日太阳辐照量。研究计算结果显示（表 T1 为北京地区晴天条件下太阳能热水系统逐月日热水温升计算值；表 T2 北京地区太阳能热水系统月平均日热水设计温升计算表），对于集热器热性能和集热系统热损失率均满足本规程要求的系统，项目竣工验收所做晴天日热水温升检测结果均可优于对应日平均热水设计温升值的 85%以上。

表 T1 北京地区晴天太阳能热水系统逐月日热水温升计算值

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
集热器采光面 (南向 40°倾角)最大日太阳辐照量 (MJ/m²·d)	19.970	23.805	26.361	26.899	27.079	23.84	23.718	24.543	26.31	25.873	20.463	17.612	23.87
月平均日的日照 小时数(h/d)	6.5	7.2	7.7	8.7	9.4	9.0	7.0	8.0	8.0	7.4	6.4	6.0	7.5
月平均室外气温 (℃)	-4.6	-2.2	4.5	13.1	19.8	24	25.8	24.4	19.4	12.4	4.1	-2.7	11.6
冷水温度(℃) -	6.9	6.2	6.9	8.82	11.45	14.07	16	16.7	16	14.08	11.45	8.83	11.5

自来水													
集热系统月平均热损失率	0.3	0.29	0.25	0.2	0.15	0.11	0.1	0.11	0.15	0.2	0.25	0.29	0.20
平板集热器日均集热效率	0.439	0.475	0.52	0.55	0.575	0.586	0.625	0.615	0.584	0.557	0.495	0.431	0.538
真空管集热器日均集热效率*2	0.503	0.52	0.54	0.554	0.565	0.57	0.588	0.583	0.569	0.557	0.529	0.5	0.548
集热器单位采光面积日产热水设计量(L/d) *3	70												
晴天平板集热系统日热水温升计算值（℃）	20	26	34	40	44	41	45	45	44	38	25	18	35
晴天真空管集热系统日热水温升计算值（℃）	23	29	36	40	43	40	42	43	43	38	27	21	35

注：本表的“集热系统日热水温升计算值”，仅适用于满足本规程 3.0.2 和 3.0.3 的集热器热性能以及集热系统热损失率规定要求，热水设计温度 60℃，单位集热器采光面积日产热水设计量取 70L/d、按本表的^{最大日太阳辐照量}、环境及冷水温度计算得到的无辅助热源补充下对应月份太阳能热水系统日热水设计温升。其中，“^{最大日太阳辐照量}”为依从本规程表 A.0.1 的取值。

表 T2 北京地区太阳能热水系统月平均日热水设计温升计算表

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
集 热 器 采 光 面 (南向 40°倾角)月 平均日太阳辐照量 (MJ/m²• d)	15.081	17.141	19.155	18.714	20.175	18.672	16.215	16.43	18.686	17.51	15.112	13.709	17.2
月平均日的日照 小时数(h/d)	6.5	7.2	7.7	8.7	9.4	9.0	7.0	8.0	8.0	7.4	6.4	6.0	7.5
月平均室外气温 (℃)	-4.6	-2.2	4.5	13.1	19.8	24	25.8	24.4	19.4	12.4	4.1	-2.7	11.6
冷水温度（℃）	6.9	6.2	6.9	8.82	11.45	14.07	16	16.7	16	14.08	11.45	8.83	11.5
集热系统月平均热损失率	0.3	0.29	0.25	0.2	0.15	0.11	0.1	0.11	0.15	0.2	0.25	0.29	0.20
平板集热器日均集热效率	0.341	0.408	0.438	0.475	0.518	0.55	0.572	0.553	0.527	0.47	0.419	0.343	0.468
真空管集热器日均集热效率	0.459	0.473	0.503	0.516	0.539	0.551	0.564	0.555	0.54	0.517	0.489	0.46	0.514

集热器单位采光面积日产热水设计量(L/d)	70												
平板集热系统月平均日热水温升(℃)	12	16	21	24	29	30	28	27	28	21	15	11	21
真空管集热系统月平均日热水温升(℃)	16	18	24	26	30	30	28	27	29	23	18	15	23

注：本表的“集热系统月平均日热水温升”，仅适用于满足本规程 3.0.2 和 3.0.3 的集热器热性能以及集热系统热损失率规定要求，热水设计温度 60℃，单位集热器采光面积日产热水设计量取 70L/d、按本表的月平均日太阳辐照量、环境及地面冷水温度计算得到的无辅助热源补充下太阳能热水系统月平均日热水设计温升。其中，“月平均日太阳辐照量”为依从本规程表 E.0.1 的取值。

4 系统设计

4.1 一般规定

4.1.4 本条规定目的是要求在太阳能热水系统的相关设备的安装时，应对其安装后对本建筑物及周转相关建筑物造成的影响进行评优，以防止由于太阳能热水系统安装对其他建筑物造成的采光减少、产生光污染等不利影响。

4.1.5 尽量缩短太阳能热水系统的集热端和供热端的距离，是本条款设置目的。为的是使太阳能集热量更多用于制备热水而非被系统热损失消耗。

4.2 系统形式选择

4.2.1 太阳能热水系统形式选择是系统设计首要步骤。按系统的集热与供水方式，太阳能热水系统可以分为集中供热水系统、集中-分散供热水系统以及分散供热水系统三种形式。

公共建筑，一般选用集中供热水系统。基于不同用水需求，也可选用集中-分散供热水系统或分散供热水系统。

居住建筑应根据建筑物类型、安装条件、用水量需求、投资能力和运营管理方式等因素，综合分析进行系统形式合理选择。

从建筑物高度的角度考虑，低层、多层及中高层建筑可选用集中式热水系统或集中-分散供热水系统；超高层建筑在屋面条件受到限制、无法满足太阳能安装需求时，可以采用阳台壁挂分散式供热水系统形式与其它两种系统形式的组合方案以满足太阳能供热水需求。

从安装条件角度考虑，太阳能热水系统中集热器的可安装部位为屋面、南墙面及南向建筑阳台部位；屋面安装条件满足设计太阳能集热器面积数量的，可以采用集中式热水系统或集中一分散式热水系统；板式住宅等有南向阳台的建筑可以采用阳台壁挂分散供热水系统，但需要考虑周边建筑物对低层的遮挡问题；对于东西朝向阳台的建筑，不宜采用阳台壁挂分散供热水系统，当不得不采用此种形式时，须进行集热器面积的修正，并进行技术经济性分析；对于北向朝向阳台，不应采用阳台壁挂分散式热水系统。

从用水量角度考虑，日热水用量大的系统选择形式是集中式供热水系统。

从投资角度考虑，集中供热水系统的初期投资较低；集中一分散式供热水系统以及分散式供热水系统的投资则相对较高。

从运行管理角度考虑，集中供热水系统需要进行热水计量及收费管理；集中一分散供热水系统和分散供热水系统的热水计量及收费均由用户自主负责。

4.2.2 本条指出，对于太阳能集热系统采用开式或闭式系统，应根据集热器类型、承压能力，选用开式太阳能集热系统或闭式太阳能集热系统形式。平板型集热器以及玻璃-金属真空管型集热器等具有承压能力的集热器产品，既可用于闭式系统，也可用于开式系统。全玻璃真空管集热器等非承压类型集热器只可用于开式集热系统。

4.3 设计计算

4.3.1 本条规定了太阳能热水系统设计用水量计算方法，并直接引用了《建筑给水排水设计规范》GB50015 中热水用水定额，以方便使用。

4.3.2 本条规定了一种根据单位集热器采光面积日产热水设计量计算太阳能热水系统集热器面积的设计计算方法。

在依据《建筑给水排水设计规范》GB50015 确定了热水系统日平均热水设计用量后，使用本规程设计方法，代入单位集热器采光面积日产热水设计量数据，可以快捷地计算得到太阳能热水系统集热器采光面积设计值。其中，单位集热器采光面积日产热水设计量，可根据逐月最大太阳辐照量、环境温度和冷水温度数据，代入对应系统所采用的太阳能集热器热性能和系统热损失率，按附录 A 给出的公式计算确定。

为了方便设计人员使用，附录 A 在给出“单位集热器采光面积日产热水设计量”计算方法的同时，还基于下表（表 T3）计算结果，给出了目前最常用的平板和真空管集热器、以满足本规程 3.0.2、3.0.3 要求为条件、南向 40°倾角集热器单位采光面积日产热水设计量 70L/d 的设计取值。

取全年逐月最大太阳辐照量对应日产热量计算结果中的日产热量最大值作为设计取值，是为了最大限度发挥太阳能设备效能的同时，尽可能降低太阳能设备闲置造成的投资浪费。将平板和真空管集热器日产热量做 70L/d 统一设计取值处理，是为了简化设计。

表 T3 平板和真空管集热器日产热水设计量计算表

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
集热器表面(40°南向倾角)最大日太阳辐照量 [MJ/(m ² ·d)] ^{*1}	19.970	23.805	26.361	26.899	27.079	23.84	23.718	24.543	26.31	25.873	20.463	17.612	23.87
月平均日的日照小时数(h/d)	6.5	7.2	7.7	8.7	9.4	9.0	7.0	8.0	8.0	7.4	6.4	6.0	7.5
月平均室外气温 (°C)	-4.6	-2.2	4.5	13.1	19.8	24	25.8	24.4	19.4	12.4	4.1	-2.7	11.6
冷水温度 (°C) -自来水	6.9	6.2	6.9	8.82	11.45	14.07	16	16.7	16	14.08	11.45	8.83	11.5
集热系统月平均热损失率	0.3	0.29	0.25	0.2	0.15	0.11	0.1	0.11	0.15	0.2	0.25	0.29	0.20
平板集热器日均集热效率 ^{*2}	0.439	0.475	0.520	0.550	0.575	0.586	0.625	0.615	0.584	0.557	0.495	0.431	0.538
真空管集热器日均集热效率 ^{*2}	0.503	0.52	0.54	0.554	0.565	0.570	0.588	0.583	0.569	0.557	0.529	0.500	0.548
平板集热器单位采光面积日产热水设计量 (L/d) ^{*3}	27	35	46	55	65	64	72	74	70	59	37	25	52
真空管集热器单位采光面积日产热水设计量 (L/d) ^{*3}	31	39	48	55	63	62	68	70	69	59	39	29	53

注：1. “晴天集热器表面(40°倾角)最大日太阳辐照量”，依中央气象台公布的 1996 年~2000 年北京地区太阳辐射最大值统计数据，做 5%折减处理得到。5%折减处理为综合大气污染因素确定。

2. “平板集热器日均集热效率”和“真空管集热器日均集热效率”均为用本表最大太阳辐照量、环境和冷水温度，代入本规程 3.0.2 和 3.0.3 对集热器和系统热损失率基本规定参数计算得到的。

3. 此项为满足注 1 和注 2 条件的逐月平板集热器单位采光面积日产热水设计量和真空管集热器单位采光面积日产热水设计量。

4.3.4 本条对太阳能热水系统中的水箱容量计算方法进行了规定。

在不同的太阳能热水系统形式中，用到的水箱主要为以下几种：

太阳能集中供热水系统为集中的储热水箱。根据具体的设计方案不同，会存

在单水箱系统及双水箱系统形式。单水箱系统既用于太阳能集热，同时也用于供热。双水箱系统中，则按太阳能集热与供热功能分别设置一个水箱。

太阳能集中-分散供热水系统的水箱有两类：一为设置在户内的分户储热水箱，另一个为了满足太阳能系统的运行（集热缓冲以及排空等级需求）而设置的缓冲水箱。

太阳能分散供热水系统的水箱为设置在户内的分户储热水箱。

对于不同系统形式下的各类水箱容量计算方法，本规程均给出了具体的规定。针对太阳能集中供热水系统的储热水箱、本规程规定宜在系统日平均热水设计用量基础上、通过乘以 1.2~1.5 修正系数确定有效容积的设计方法，基于太阳能热水系统应用特点并参考国外相关研究确定。太阳能集热系统具有收集的太阳能能量随进入集热器工质温度升高而降低特性。一定程度加大储热水箱体积，结合有效水箱进出水方式设计，可使得相同面积集热器收集更多太阳能。

4.3.5 对于间接式太阳能集热系统，需对换热面积进行合理计算与选择，以防止由于面积的不合理造成集热量的浪费。建议选择高效换热器形式，减小换热温差，提升太阳能集热效率。

4.3.8 本条给出了太阳能热水系统设计供热量计算方法。通过计算本规程提出的太阳能热水系统逐月日平均热水设计温升，可以得到逐月和全年太阳能热水系统设计供热量。此项计算，有利于评价太阳能热水系统本身的设计供热能力和节能贡献量。基于设计供热量可计算得到所设计系统的太阳能保证率设计值。

下表（表 T4）为北京地区单位集热器采光面积日产热水设计量按 70L/d 取值的太阳能保证率计算结果。

表 T4 太阳能保证率计算结果

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年均
集热器表面(40°南向倾角)月均日太阳辐照量 [MJ/(m ² ·d)]	15.081	17.141	19.155	18.714	20.175	18.672	16.215	16.43	18.686	17.51	15.112	13.709	17.21
月日照小时数 (h)	200.8	201.5	239.7	259.9	291.8	268.8	217.9	227.8	239.9	229.5	191.2	186.7	7.5 (h/d)
月平均室外气温 (℃)	-4.6	-2.2	4.5	13.1	19.8	24	25.8	24.4	19.4	12.4	4.1	-2.7	11.6
冷水温度 (℃) -自来水	6.9	6.2	6.9	8.82	11.45	14.07	16	16.7	16	14.08	11.45	8.83	11.5

集热系统月平均热损失率	0.3	0.29	0.25	0.2	0.15	0.11	0.1	0.11	0.15	0.2	0.25	0.29	0.20
平板集热器日均集热效率 ^{*1}	0.341	0.408	0.438	0.475	0.518	0.550	0.572	0.553	0.527	0.470	0.419	0.343	0.468
真空管集热器日均集热效率 ^{*1}	0.459	0.473	0.503	0.516	0.539	0.551	0.564	0.555	0.54	0.517	0.489	0.460	0.500
平板集热系统月均太阳保证率 ^{*2}	0.23	0.31	0.4	0.47	0.61	0.67	0.64	0.63	0.64	0.48	0.32	0.22	0.47
真空管集热系统月均太阳保证率 ^{*2}	0.3	0.35	0.45	0.51	0.63	0.67	0.64	0.63	0.66	0.52	0.38	0.30	0.50

注：1. “平板日集热效率”和“真空管日集热效率”均为用本表月平均日太阳辐照量、环境和冷水温度，代入本规程 3.0.2 和 3.0.3 对集热器和系统热损失率基本规定参数计算得到。

2. 此项为按平板集热器和真空管集热器单位采光面积日产热水设计量均为 70L/d 的同一个日热水供热量 7000L/d、日热水设计温度 60℃系统的逐月供热太阳能保证率计算结果。

4.3.9 本条给出了基于设计供热量的系列太阳能热水系统污染物减排设计量计算方法，用于对太阳能系统的减排效益评价计算。

4.4 太阳能集热系统设计

4.4.1 本条强调了应根据集热系统要求的工作压力选用承压能力适宜的太阳能集热器。不同类别的集热器承压能力不同，选用时与系统运行要求的工作压力匹配是太阳能热水系统安全、可靠、稳定使用的重要保证。

平板型太阳能集热器广泛应用于各种低温热水加热领域，但受其自身结构的局限，集热性能受季节和环境影响较大，在需要较高的出水温度或者环境气温较低时，集热效率较差。该类产品以前主要在南方气温较高的地区应用，在北方地区的使用较少。随着生产工艺的提高和新材料新技术的出现以及系统防冻技术的完善，平板集热器的性能也较以前有所提高，逐渐为北方太阳能热水工程设计人员所接受。平板型集热器可以承压运行，所以在开式太阳能系统和闭式太阳能系统中都可使用，从外观和结构形式上考虑，平板集热器更容易实现与建筑的结合。

相对于平板集热器，真空管集热器热集热效率高，有效的避免了平板集热器的传导和对流热损失，并且提高了集热器的抗低温能力，同时，还具有较高的抗冰雹（击打）能力，目前广泛应用于各种规模的太阳能热水系统之中，具有很高

的市场占有率。但全玻璃真空管集热器承压能力较弱，一般用于不承压运行的开式太阳能系统中。

金属-玻璃真空管型集热器具有较高的承压能力和耐热冲击性能，具有较强的适应性，可以用于各种形式的太阳能热水系统之中。

4.4.2 本条对集热器的朝向及安装倾角等进行了规定，给出了不同类型集热器不同安装方法时，朝向及安装倾角应满足的基本条件。

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，本款规定了北京地区集热器的最佳安装倾角，系统全年使用的太阳能集热器倾角应与当地纬度一致，安装倾角宜取 40° ；如系统侧重在冬季使用，其倾角宜为当地纬度加 10° ，宜取 50° ；如系统侧重在夏季使用，其倾角宜为当地纬度减 10° ，宜取 30° 。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适用。

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，但应能保证冬季太阳高度角降低时不造成集热管之间的遮挡，所以其安装倾角应根据集热器真空管管间距大小确定，经计算，在北京地区冬季太阳高度角 30° 角时，集热器真空管管间距为 70mm，真空管东西水平安装，集热器安装角度小于 11° 时，就会造成真空管前后挡光，根据目前市场上真空管集热器产品管间距实际情况，本规程规定东西向放置的集热器安装倾角不宜小于 10° ，但对于吸热体角度可调以及可以水平传热的玻璃-金属真空管集热器，如水平热管真空管集热器，直流式真空管集热器，如果管间距足够大，可以完全水平安装。

集热器设置在墙立面和阳台上时，宜有适当倾角，以提高集热效率。

4.4.3 本条对于集热器阵列排布设计应符合的要求进行了规定。

集热器可通过并联、串联和串并联等方式连接。对于自然循环的太阳能热水系统，集热器不宜串联，否则因为流动阻力过大，系统难以循环，并联连接时应使系统管道保持适当的坡度，并对集热器数量加以控制。对于强制循环系统，集热器可采用串联或并联方式连接成集热器组。

对于单排连接的集热器总面积，本条指出应综合考虑管道阻力、集热器温升等因素，进行计算后确定，目的是要避免集热器长时间运行过程中出现局部过高温以及集热效率下降。同时，集热器阵列的布置也要减少因流量分配不均匀而

导致大型系统的集热不均匀现象。

集热器之间的连接管道应按同程式设计；受场地条件限制，不能设计为同程式，应在各分支管道增设阀门，以调节管道阻力平衡。

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，而且适用于朝向为南偏东或南偏西的集热器。合适的间距可以保证前排集热器不对后排集热器的采光产生影响。

在建筑屋面布置集热器阵列时应设置集热器检修通道很有必要。

嵌入建筑屋面、阳台、墙面或建筑其他围护结构的太阳能集热器，应具有建筑围护结构的承载、保温、隔热、隔声、防水等防护功能。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。

平板太阳能集热器的盖板和真空管集热器的罩管都是易碎的玻璃制品，为了保障太阳能热水系统的使用安全，在安装太阳能集热器的部位，应设置防止太阳能集热器损坏后部件坠落伤人的安全防护设施。

北京地区雨水较少，空气中灰尘含量较多，特别是市区内主要道路附近。空气中的灰尘吸附在太阳能集热器的表面，会严重影响集热器的采光，造成集热效率的下降，所以在太阳能集热器附近应设置给水点，便于定期对太阳能集热器的真空管或玻璃盖板表面积灰进行冲洗。

本条有关集热器连接的大部分具体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。

大型系统一般是指集热器总面积大于 500 m²的太阳能系统。

4.4.4 本条规定了集热器与集热器之间的连接和集热器与管道之间的连接应采取防止热胀冷缩造成管道连接处损坏的措施。集热器的连接可以采用柔性连接或硬连接。当采用硬连接，应进行管道的伸缩量计算，确定是否采取伸缩器等处理措施，并按计算膨胀量选择适宜的伸缩器。同时连接件应便于拆卸或更换，更要做好保温处理，减少管道连接处的大量热量损失。

4.4.5 本条强调了太阳能集热系统中集热器支架设计的一些基本规定。强调了太阳能集热器支架的刚度、强度、防腐蚀性能、抗风等，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《钢结构工

程施工质量验收规范》GB 50205 规定的要求。集热器支架应按《建筑结构荷载规范》GB 50009 规定进行抗风设计。

4.4.7 本条有关水箱保温技术性能指标和做法的提出，基于国家相关标准规范要求和太阳能热水系统长期运行下的技术经济综合分析结果。

4.4.8 本条对集中供热水系统的储热水箱以及集中-分散系统的缓冲水箱安装设计进行规范化要求，以满足其运行、安装及维护等条件。

4.4.9 本条对集中-分散供热水系统的户内储热水箱安装设计进行规范化要求，以满足其运行、安装及维护等条件。

4.4.10 本条有关管道设计的具体数据和各项要求，均引自国家标准《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。

3 在自然循环系统中，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，规定应使循环管道朝储热水箱方向有向上坡度，不允许有反坡。

9 太阳能热水系统使用的金属管道、配件、贮水箱及其他过水设备等的材质，均应与建筑给水管道材质相容，以避免在不相容材料之间产生电化学腐蚀。同时，因为太阳能集热系统的出水温度不稳定，在系统安装调试阶段和热水用热较少时，集热系统内循环工质水温有可能达到 70℃ 以上，个别时候甚至会沸腾汽化，所以一般的衬塑复合管或塑料管材不适合太阳能集热系统使用。本条强调了太阳能集热系统管道应采用可耐高温的金属管，如不锈钢管、铜管等。

10 有关管道保温技术性能指标和做法的规定，基于国家相关标准规范要求和太阳能热水系统长期运行下的技术经济综合分析研究确定。

4.4.12 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。强调了太阳能热水系统应具有抗击各种自然环境变化的能力。

4.5 热水供应系统设计

4.5.1 太阳能热水系统中的热水供水系统，与常规的热源设备的供热水系统完全一致，因此其系统设计可按照《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的相关规定进行。

4.5.2 太阳能热水系统的储热水箱为开式非承压水箱时，在配水点处热水给水支管上设置止回阀，可以防止在冷水供水压力高于热水供水压力的情况下，冷水通

过混水龙头窜入太阳能储热水箱。

4.5.3 对于采用太阳能集中式供热水系统的，计量收费通常由安装在分户供热水支管上的分户热水计量装置实现。对于太阳能集中-分散以及分散供热水系统，因为热水供水采用的是经户内冷水水源加热后的供给方式，无需进行热水计量。

4.6 辅助热源加热系统设计

4.6.1 本条规定了太阳能热水系统中辅助热源的选用原则。辅助能源的选择需要考虑本条规定的几方面影响因素，进行经济和技术分析后综合确定。辅助加热设备的选择应符合北京市《居住建筑节能设计标准》DB11/891 或《公共建筑节能设计标准》DB11/687 中的关于直接电加热的限定要求。为了使系统更加节能，太阳能集中供热水系统应优先利余热及废热等热源形式，当无此类热源或热源不足时，其次应考虑选择其他可以稳定供应的新能源与可再生能源，如热泵等形式。当上述两者均不具备条件时，再考虑设置电力、燃气等传统能源。对于太阳能集中-分散以及分散供热水系统应在系统末端设置电热水器（或电加热）以及燃气热水器辅助。当采用燃气热水器辅助时，应选择具备水力、温度双重控制功能的产品。以保证供水温度的稳定性。

4.7 控制系统设计

4.7.1 本条对于控制系统设计应符合的基本要求进行了规定与说明；

4.7.2 对于现场控制器，应根据系统规模的大小，符合相应的国家标准要求；国家标准《太阳能热水系统（储水箱容积大于 0.6m^3 ）控制装置》GB/T 28737 和《家用太阳能热水系统控制器》GB/T 23888 中分别对工程太阳能热水系统控制器和家用太阳能热水系统控制器的安全、结构、材料等要求做了很详细的规定。

4.7.3 本条针对于现场控制器所应具备的功能进行了规定；系统控制功能是针对太阳能热水系统运行特点而设定，其目的是使太阳能集热系统在比较高效的工况下运行，充分利用太阳能资源加热热水，尽量减少对常规热源的使用，使系统的节能效益达到最大化，并在此基础上，保证热水系统的可靠运行，保证热水供应的舒适性和稳定性。

本条 10 款中所规定的控制功能，有些属于通用型的功能要求，与系统的形

式无关，如 2、3、8、9 等；有些条款的功能采用了“或”的说法的，则是需要根据不同的系统方案来具体满足其中的一种功能。如：温差循环控制适于用强制循环系统，定温出水控制功能则适用于直流式系统；在具体的每个系统中，应根据系统的设计方案选择控制器所应具备的基本控制功能。

4.7.5 本条规定了远程监控系统应具有采集、展示、存储、报警、统计、控制等基本功能的要求。

4.7.6 本条对测量仪器和传感器的技术要求及安装要求，进行了规定。

4.8 电气系统设计

4.8.1~4.8.4 本节主要提出了太阳能热水系统中使用电器设备的安全要求。

5 安装与调试

5.1 一般规定

5.1.1 本条对太阳能热水系统的施工提出了应编制专项施工方案的技术要求，以提高施工的组织与管理。

5.1.9 本条对太阳能热水调试所应具备的基本条件以及调试的参与单位进行了规定。

5.2 基座

5.2.2 本条对屋面结构层上现场制作基座时，基座顶面应比结构层表面高出的具体数值范围进行了规定，强调按照《屋面工程质量验收规范》GB50207 要求进行基座防水处理。

5.2.4 实际施工中，基座顶面预埋件的防腐多被忽视，本条对此加以强调。

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

5.3 支架

5.3.1 规定了太阳能热水系统的支架材料及焊接标准。

5.3.3 本条强调了太阳能热水系统的支架保证设计要求的情况下，尽可能按有利于支架排水的安装方式，以防止因支架造成积水，影响支架及设备的使用寿命。

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

5.4 集热器

5.4.2 因集热系统长期在太阳曝晒下，容易出现连接件老化和损坏问题，为了方便更换，本条对连接件提出了应便于拆卸和更换的要求。

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

5.5 水箱

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

5.6 管道系统

5.6.12 北京气候条件使得太阳能热水系统冬季有冻结危险，本条对采用自限式电热带防冻的室外管路保温安装步骤，进行了规定。

5.7 辅助热源加热设备

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

5.8 控制系统与电气系统

5.8.3 从安全角度考虑，本条强调所有电气设备和与电气设备相连接的金属部件应做接地处理。

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

5.8.5 伴热带敷设质量好坏直接关系到系统防冻是否成功，本条对此进行强调。

5.9 水压试验与冲洗

5.9.3 本条强调低温环境下进行水压试验要采取可靠防冻措施。

5.9.4 本条强调了系统安装完毕进行冲洗应达到的质量。

5.10 系统调试

5.10.2 本条规定了设备单机调试应包括的部件，以防遗漏。

5.10.3 本条规定了设备联动调试应包括的主要内容。

5.11 系统试运行

5.11.2 本条强调了试运行前，应对照图纸进行的前期工作内容。

5.11.3 本条强调了试运行时充装工质的方法。对太阳能集热系统、热水系统、辅助热源系统的连续试运行时间予以规定。

6 验收

6.1 一般规定

6.1.1 本条对于太阳能热水系统的工程验收在建筑验收中所属的分部分项工程进行了明确界定；太阳能热水系统工程验收在建筑整体属于“建筑物给水排水及供暖”分部中“室内热水系统”子分部的一个分项工程，因此相关的通用验收方法可适用于太阳能热水系统。

6.1.4 本条强调了施工单位应先进行自检，自检合格后再申请竣工验收。

6.1.6 本条对太阳能热水工程施工质量的保修期限进行规定。

6.2 分项工程验收

6.2.1 本条提出了对于影响工程安全和系统性能或属于隐蔽工程的工序内容，必须在本工序完成且质量合格后才能进行下一道工序的要求。本节中 6.2.2-6.2.3 中的相关规定均属于此类内容。

6.2.2 本条对太阳能施工前需进行的单项验收内容进行了规定。此部分内容属于其他相关专业配合或属于对于安全性影响较大，且返工难度大，因此在本条予以重点提出、强调。

6.2.3 本条根据太阳能热水系统工程的特点，确定了须进行隐蔽工程验收的部位，隐蔽工程验收应由监理工程师(或建设单位项目技术负责人)组织施工单位项目专业质量(技术)负责人等进行验收，并填写隐蔽工程验收记录。

6.3 竣工验收

6.3.1 本条强调工程移交用户前，应进行竣工验收。

6.3.3 本条规定了太阳能热水系统工程验收包括的主要内容。这些内容涉及安全、卫生和使用功能的主要检验和检测内容，其中，增加了对于太阳能热性能的验收项。

6.3.4 验收过程应该做好相应记录，签署相应验收文件，并归档备查。

6.3.5 在本条规定的竣工验收应提交资料中，增加了应提交“设计计算书”的内容。太阳能热水系统的供热性能、环保贡献率等设计数据，均在设计计算书中。该文件很需要作为竣工验收材料存档。

7 运行和维护

7.1 一般规定

7.1.2 本条强调了对使用方操作人员培训的主要内容。由于部分施工单位专业人员对使用方的操作人员进行必要的使用培训不够重视，本条对此加以强调。

7.1.3 操作规程是系统正常运行的依据与保障，本条特作强调。

7.1.5 本条强调了太阳能热水系统交付使用后，系统相关操作人员必须按规章制度操作以保证系统正常运行。

7.1.6 本条强调进行运行数据记录、汇总和分析工作，在此基础上有可能通过运行参数调整使系统运行更经济合理。

7.2 集热系统的运行与维护

7.2.1 本条强调了避免太阳能集热器发生长期空晒和闷晒现象，还强调要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。

7.2.2 本条规定应定期对太阳能集热器进行清扫及除垢，提出了全玻璃真空管集热器使用注意事项，还强调了应经常监视太阳能集热器的温度变化，且按时认真填写《太阳能热水系统巡检纪录表》。

7.3 水箱的运行和维护

7.3.1 强调定期检查水箱密封及保温，发现破坏及时修补。

7.3.2 本条强调定期检查水箱配套补水阀、安全阀、液位控制器和排气装置。

7.3.3 强调定期检查是否有异物进入，强调定期清除水箱内水垢。

7.4 管道系统的运行和维护

7.4.1 对管道的日常维护保养要求进行具体规定。

7.4.2 对阀门的日常维护保养要求进行具体规定。

7.4.3 为了使水泵能安全、正常地运行，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，出现故障及时排除外，还需要定期做好维护保养工作，对此加以强调。

7.5 控制系统的运行和维护

7.5.1 本条规定了现场控制器运行维护的基本内容。现场控制设备完好、运行参数正确和信息采集准确，才能保证控制器对太阳能热水系统的运行控制正常，因此需要定期检查控制设备、运行参数和采集的信息。

7.5.2 远程监控的目的就是为了更好的进行维护，因此，应经常进行远程访问查看项目，对采集数据的准确性、报警信息、运行参数、控制操作等是检查的重要内容。由于远程控制和参数修改会影响太阳能热水系统的运行，因此必须管理好权限，没有控制权限的人不能随意操作。运行数据被采集和存储在平台上，应进行充分利用，优化改进系统运行，以提高系统的节能效益，创造更多的经济和社会效益。

7.6 辅助热源加热系统的运行和维护

7.6.1 为确保运行安全，电加热器应进行定期检查维护，本条从水位、安全阀、电气接地等角度规定电加热器运行及维护所应符合的规定。

7.6.2 本条对空气源热泵加热系统的运行、维护应符合的要求进行具体规定。

7.6.3 本条对燃气热水器加热系统的运行、维护应符合的要求进行具体规定。

7.7 防冻措施的维护

7.7.1 太阳能热水系统的集热器和分管道为室外安装，北京地区冬季气温较低，为了保证太阳能热水系统冬季运行安全，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。

7.7.2 在太阳能系统冬季长期不使用时，依靠人力进行干预，可以大大降低太阳能系统结冻的风险。

7.7.3 加强防范、消除隐患是解决太阳能系统冬季防冻问题的重要措施。

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

附录 H 太阳能热水系统热性能快速检测方法

本附录参考了《太阳热水系统性能评定规范》GB/T 20095 相关检测方法，在对北京地区太阳能热水系统工程应用情况深入研究基础上，提出了“太阳能热

水系统热性能快速检测方法”。该方法由本规程编制组提出，经对所设立检测项目有效性研究，并组织对已建成典型太阳能集中供热水以及太阳能集中-分散供热水系统的检测结果分析，得到了该方法简便且具备可靠有效反映被检测系统的太阳能热水系统日热水温升结果。

H.1.6 太阳能集热系统防冻电伴热带加热设备应关闭，特殊情况（如极端冰冻天气）不得不使用的，需记录检测期间电伴热带耗电量，并依系统分户供热水总量为基数，在检测得到的系统日热水温升数值中，去除因电伴热带加热对日热水温升检测结果的影响。

H.4.2 将太阳能热水系统日热水温升检测结果应不小于设计值的 85%作为判定建成的太阳能热水系统热性能是否合格条件，源于本规程编制过程进行的大量计算和对现有工程情况调查研究结果。

以使用本规程对集热器热性能要求产品、年平均集热系统热损失率控制在 20%为条件，代入本规程附录 E 气象参数的研究计算得到的全年逐月日热水温升作为设计温升比较对象，由于实际晴好天气的太阳辐照量高于附录 E 数值，且太阳集热系统运行期间的环境温度也高于附录 E 平均环境温度数值，所以建成系统的日热水温升实测值一般会等于或高于设计值。

太阳能集热器热性能和集热系统保温性能将伴随这种检测方法的实行而逐渐提升。作为预留一定发展空间的考虑，将检测结果应不小于设计值的 85%作为判定系统热性能是否合格的条件。未设置比较结果上限。