



CECS -XXX-201X

中国工程建设协会标准

民用建筑太阳能冷热电联供工程技术规程

Technical specification for solar combined cooling, heating and power
supplying system in civil buildings

（征求意见稿）

前 言

根据中国工程建设标准化协会《2016 年第二批工程建设协会标准制订、修订计划》（建标协字[2016]084 号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，结合工程实践，认真总结经验，并在充分征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分 6 章，主要内容包括：总则、术语、系统设计、施工安装、调试与验收、评价等。

本规程由中国工程建设标准化协会建筑环境与节能专业委员会归口管理，由中国建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容解释。如有需要修改和补充之处，请将有关意见和建议寄送解释单位（地址：北京市朝阳区北三环东路 30 号环能院，邮编：100013），以供今后修订时参考。

主 编 单 位：中国建筑科学研究院有限公司

参 编 单 位：

主要起草人：

目 录

1	总 则.....	1
2	术 语.....	2
3	系统设计.....	3
3.1	一般规定.....	3
3.2	太阳能集热系统设计.....	3
3.3	太阳能光伏系统设计.....	5
3.4	蓄能系统设计.....	5
4	施工安装.....	7
4.1	一般规定.....	7
4.2	施工准备.....	7
4.3	系统施工.....	8
5	调试与验收.....	10
5.1	调试.....	10
5.2	验收.....	11
6	评 价.....	13
附录 A	太阳能资源区划.....	15
附录 B	主要城市日太阳辐照量分段统计.....	16
附录 C	太阳能冷热电联供系统测试评价方法.....	19
C.1	测试方法.....	19
C.2	评价方法.....	20
	本规程用词说明.....	22
	引用标准名录.....	23

1 总 则

1.0.1 为规范民用建筑太阳能供暖、制冷和发电联供系统的设计、施工及验收，做到安全适用，经济合理、技术先进可靠，保证工程质量，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于在新建、改建和扩建建筑中使用太阳能冷热电联供系统的工程，以及在既有民用建筑上改造或增设太阳能冷热电联供系统的工程。

1.0.3 在既有建筑上安装或改造太阳能冷热电联供系统，应对原有建筑进行结构复核。

1.0.4 民用建筑太阳能冷热电联供系统的设计、施工安装、调试与验收、性能评价除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 太阳能供暖 solar heating

将太阳能转换成热能，向室内供给热量，使室内保持生活或工作所需温度，是一种利用可再生能源满足建筑用能需求的方式。

2.0.2 太阳能制冷 solar cooling

利用太阳能转换成热能、电能等，驱动制冷系统，使室内保持生活或工作所需温度，是一种利用可再生能源满足建筑用能需求的方式。根据太阳能资源利用方式的不同，主要分为太阳能热力驱动的吸收式制冷空调系统和光电转化电能驱动的制冷空调系统。

2.0.3 太阳能供暖（空调）系统负荷率 load rate of solar heating and cooling system

太阳能供暖（空调）系统服务区域中，太阳能供暖（空调）系统所提供的热（冷）量与该区域热（冷）负荷之比。

2.0.4 费效比 cost/benefit ratio

太阳能系统的投资额与系统在正常使用寿命期内的总节能量的比值，表示太阳能节省每千瓦时常规能源的投资成本。

2.0.5 可再生能源保证率 renewable energy fraction

一定时间内，太阳能冷热电联供系统的可再生能源供能量与用于维持建筑环境（供暖、供冷、通风和照明等）用能量的比值。

3 系统设计

3.1 一般规定

- 3.1.1** 民用建筑冷/热负荷应按现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 的规定进行计算。
- 3.1.2** 民用建筑太阳能冷热电联供系统设计应纳入建筑暖通空调系统设计中,明确各部件的技术要求。
- 3.1.3** 民用建筑太阳能冷热电联供系统的设计方案应根据建筑物的用途、规模、使用特点、负荷变化情况与参数要求、所在地区气象条件与能源状况等,通过技术与经济比较确定。
- 3.1.4** 民用建筑太阳能冷热电联供系统应设置辅助供冷供热系统。
- 3.1.5** 民用建筑太阳能冷热电联供系统应安装能耗计量装置。
- 3.1.6** 民用建筑太阳能冷热电联供系统应根据不同地区和使用条件采取防冻、防结露、防过热、防雷、防雹、抗风、抗震和保证电器安全等技术措施。
- 3.1.7** 民用建筑太阳能冷热电联供系统中光伏系统应符合国家现行相关的民用建筑电气设计规范的要求。
- 3.1.8** 民用建筑太阳能冷热电联供系统设计完成后,应进行节能、环保效益预评估。

3.2 太阳能集热系统设计

- 3.2.1** 建筑物上安装太阳能集热系统与光伏系统,不应降低相邻建筑的日照标准。
- 3.2.2** 直接式太阳能集热系统宜在冬季环境温度较高,防冻要求不严格的地区使用;冬季环境温度较低的地区,宜采用间接式太阳能集热系统。
- 3.2.3** 太阳能集热系统的集热器总面积计算应符合下列规定:

- 1 直接太阳能供暖系统集热器总面积应按下式计算:

$$A_c = \frac{86400Q_h f}{J_T \eta_{cd}(1 - \eta_L)} \quad (3.2.3-1)$$

式中: A_c ——短期蓄热直接系统集热器总面积 (m^2);

Q_h ——建筑物耗热量 (W);

J_T ——当地集热器采光面上的十二月平均日太阳辐照量 [$\text{J}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$];

- f ——供暖设计太阳能保证率（%）；
 η_{cd} ——基于总面积的集热器平均集热效率（%）；
 η_L ——管路及贮热装置热损失率（%）。

2 间接太阳能供暖系统集热器总面积应按下列式计算：

$$A_{IN} = A_C \left(1 + \frac{U_L A_C}{U_{hx} A_{hx}} \right) \quad (3.2.3-2)$$

- 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_L ——集热器总热损系数[$W/(m^2 \cdot ^\circ C)$]；
 U_{hx} ——换热器传热系数[$W/(m^2 \cdot ^\circ C)$]；
 A_{hx} ——间接系统换热器换热面积（ m^2 ）。

3 直接热力驱动的吸收式制冷空调系统集热器总面积应按下列式计算：

$$Q_{YR} = \frac{Q \cdot r}{COP} \quad (3.2.3-3)$$

$$A'_C = \frac{Q_{YR}}{J \eta_{cd} (1 - \eta_L)} \quad (3.2.3-4)$$

- 式中： Q_{YR} ——太阳能集热系统提供的有效热量（ W ）；
 Q ——太阳能空调系统服务区域的空调冷负荷（ W ）；
 COP ——热力制冷机组性能系数；
 r ——设计太阳能空调负荷率，取 40%~100%；
 A_C ——直接式太阳能集热系统集热器总面积（ m^2 ）；
 J ——空调设计日集热器采光面上的最大总太阳辐射照度（ W/m^2 ）；
 η_{cd} ——集热器平均集热效率，取 30%~45%；
 η_L ——蓄能水箱以及管路热损失率，取 0.1~0.2。

4 间接热力驱动的吸收式制冷空调系统集热器总面积应按下列式计算：

$$A'_{IN} = A'_C \left(1 + \frac{U_L A'_C}{U_{hx} A_{hx}} \right) \quad (3.2.3-5)$$

- 式中： A'_{IN} ——间接式太阳能集热系统集热器总面积（ m^2 ）；
 A'_C ——直接式太阳能集热系统集热器总面积（ m^2 ）；

U_L ——集热器总热损系数 $[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{C})]$ ，经测试得出；

U_{hx} ——换热器传热系数 $[\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{C})]$ ；

A_{hx} ——换热器换热面积 (m^2) 。

3.2.4 太阳能集热系统的设计流量应按下列公式和推荐的参数计算。

$$G_s = gA \quad (3.2.3-6)$$

式中： G_s ——单块太阳能集热器的设计流量 (m^3/h) ；

A ——单块太阳能集热器的总面积 (m^2) ；

g ——太阳能集热器的单位面积流量 $[\text{m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)]$ ，应根据太阳能集热器产品技术参数确定，当无相关技术参数时，参考现行国家标准《太阳能供热采暖工程技术规范》GB 50495 的相关规定。

3.2.5 太阳能集热系统宜采用自动控制变流量运行。

3.2.6 太阳能集热器、循环管道和蓄热水箱的保温设计应符合现行国家标准《太阳能供热采暖工程技术规范》GB 50495 和《设备及管道保温设计导则》GB/T 8175 的相关规定。

3.3 太阳能光伏系统设计

3.3.1 光伏组件或方阵的选型和设计应与建筑结合，在综合考虑空调系统性能、用电负荷、发电效率、发电量、电气和结构安全、适用、美观的前提下，应优先选用光伏构件，并应与建筑模数相协调，满足安装、清洁、维护和局部更换的要求。

3.3.2 民用建筑太阳能冷热电联供系统中光伏系统的装机容量应根据采光面积、并网条件及经济合理性等因素确定，并且发电量应满足以下系统用能需求：

1 当系统采用太阳能热力驱动的吸收式制冷系统时，光伏系统的发电量应满足太阳能集热系统与供热制冷系统运行能耗。

2 当系统采用光电转化电能驱动的制冷系统时，光伏系统的发电量应满足电驱动供热制冷系统能耗。

3.3.3 光伏组件的类型、规格、数量、安装位置、安装方式应符合现行标准《民用建筑太阳能光伏系统应用技术规范》JGJ 203。

3.4 蓄能系统设计

3.4.1 民用建筑太阳能冷热电联供系统中蓄能系统宜采取短期蓄热作为主要蓄能形式；在无并网条件时，可设置蓄电系统。

3.4.2 蓄能系统蓄能量应根据系统形式、系统性能、系统投资、建筑负荷等因素，以可再生能源保证率最佳为目标进行技术经济分析确定。

3.4.3 蓄热系统应靠近太阳能集热系统以及主要用热设备，且应采取良好的保温措施，减少热损失。

4 施工安装

4.1 一般规定

4.1.1 民用建筑太阳能冷热电联供系统的施工安装应符合现行国家标准《太阳能供热采暖工程技术规范》GB 50495、《民用建筑太阳能空调工程技术规范》GB 50787 和《民用建筑太阳能光伏系统应用技术规范》JGJ 203 的有关规定。

4.1.2 电气系统的施工安装、检验、调试、验收除应符合本规程规定外，还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 的有关规定。

4.1.3 民用建筑太阳能冷热电联供系统及末端系统的施工安装，应符合设计施工说明及设备安装说明书等产品技术资料的要求。

4.1.4 太阳能冷热电联供系统的施工安装应单独编制施工组织设计，并应包括与主体结构施工、设备安装、装饰装修等相关工种的协调配合方案和安全措施等内容。

4.2 施工准备

4.2.1 太阳能冷热电联供系统施工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、道路等条件能满足正常施工需要；
- 5 预留基础、孔洞、设施符合设计图纸，并已验收合格；
- 6 既有建筑经结构复核或法定检测机构同意安装太阳能集热器和光伏组件相关资料。

4.2.2 施工安装人员应采取防触电措施，并应符合下列规定：

- 1 应穿绝缘鞋、戴低压绝缘手套、使用绝缘工具；
- 2 当光伏系统安装位置上空有架空电线时，应采取保护和隔离措施；
- 3 不应在雨、雪、大风天作业。

4.2.3 太阳能集热系统连接管线、部件、阀门等配件选用的材料应耐受系统的最高工作温度和工作压力。进场安装的产品、配件、材料的性能和外观应符合现行国家及行业相关产品标准的要求和设计要求，集热器、空调系统、光伏组件等应

有相应的性能检测报告。

4.2.4 太阳能冷热电联供系统安装应对已完成的土建工程、安装的产品及部件采取保护措施。

4.3 系统施工

4.3.1 在新建建筑安装太阳能冷热电联供系统，安装施工应纳入建筑设备安装施工组织设计，并应制定相应的安装施工方案和采取特殊安全措施。在既有建筑上安装太阳能冷热电联供系统，应根据建筑物的建设年代、结构状况，选择可靠的安装方法。

4.3.2 在屋面结构层上现场施工的基座完工后，应作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 的相关规定。钢结构支架及预埋件应做防腐处理，在太阳能集热系统安装前应妥善保管，防腐施工应符合现行国家标准《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》GB 50224 的相关规定。

4.3.3 太阳能冷热电联供系统的管道施工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、《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的相关规定。

4.3.4 光伏系统施工应采取安全措施，并应符合下列规定：

1 光伏系统的产品和部件在存放、搬运和吊装等过程中不得碰撞受损；吊装光伏组件时，光伏组件底部应衬垫木，背面不得收到碰撞和重压；

2 光伏组件在安装时，表面应铺遮光板遮挡阳光，防止电击危险；

3 光伏组件的输出电缆不得非正常短路；

4 对无断弧功能的开关进行连接时，不得在有负荷或能形成低阻回路的情况下接通正负极或断开；

5 连接完成或部分完成的光伏系统，遇有光伏组件破裂的情况应及时采取限制接近的措施，并应有专业人员处置；

6 不得局部遮挡光伏组件，避免产生热斑效应；

7 在坡度大于 10°的坡屋面上安装施工，应采取专用踏脚板等安全措施。

4.3.5 蓄热系统现场施工时，应符合下列规定：

1 蓄热系统应满足系统承压要求，并应能承受土壤等荷载；

2 蓄热系统应严密、无渗漏；

3 蓄热系统及内部部件应作抗腐蚀处理，内壁防腐涂料应卫生、无毒，能长期耐受所贮存热水的最高温度；

4 蓄热系统选用的保温材料和保温构造做法应能长期耐受所贮存介质的最高温度。

5 蓄热系统施工时应有防止土压力引起的滑移变形的措施。

4.3.6 制冷机组及系统设备的施工安装应符合现行国家标准，《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》GB 50274 及《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243 的相关规定。

4.3.7 系统的电缆线路施工和电气设施的安装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 和《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 的相关规定。

4.3.8 系统中全部电气设备和与电气设备相连接的金属部件应做接地处理。电气接地装置的施工应符合现行国家标准《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB 50169 的相关规定。

4.3.9 末端系统的施工安装应符合现行国家标准《建筑给水排水及采暖施工质量验收规范》GB 50242、《通风与空调施工质量验收规范》GB 50243 和《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168 的相关规定。

5 调试与验收

5.1 调试

5.1.1 系统安装完毕投入使用前，应进行系统调试，系统调试应在设备、管道、保温、配套电气等施工全部完成后进行。

5.1.2 系统调试应包括设备单机或部件调试和系统联动调试。系统联动调试宜在与设计室外参数相近的条件下进行，联动调试完成后，系统应连续 3 天试运行。

5.1.3 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 制冷设备正常运转，辅助能源加热设备工作正常，加热能力达到设计要求。

5.1.4 设备单机或部件调试完成后，应进行系统联动调试。系统联动调试应包括下列内容：

- 1 调整系统各个分支回路的调节阀，各回路流量应平衡，并达到设计流量；
- 2 根据季节切换太阳能热利用系统工作模式，达到制冷、供暖或热水供应的设计要求；
- 3 调试辅助能源装置，并与太阳能加热系统相匹配，达到系统设计要求；
- 4 调整电磁阀控制阀门，电磁阀的阀前阀后压力应处在设计要求的范围内；
- 5 调试监控系统，计量检测设备和执行机构应工作正常，对控制参数的反馈及动作应正确、及时。

5.1.5 系统联动调试的运行参数应符合下列规定：

- 1 额定工况下空调系统的工质流量、温度，额定工况下供暖系统的流量和供暖水温度、热风供暖系统的风量和热风温度均应满足设计要求，调试结果与设计值偏差不应大于现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》 GB 50243 的相关规定；

- 2 额定工况下太阳能集热系统流量与设计值的偏差不应大于 10%；
- 3 额定工况下太阳能集热系统进出口工质的温差应符合设计要求。
- 4 系统在蓄能和释能过程中应运行正常、平稳，水泵压力及电流不应出现大幅波动，供制冷机组的热源温度波动符合机组正常运行的要求；
- 5 制冷机组的运行参数应符合现行国家标准《蒸汽和热水型溴化锂吸收式冷水机组》GB/T 18431 的相关规定。

5.1.6 光伏系统应按下列步骤进行调试：

- 1 按电气原理图及安装接线图进行，确认设备内部接线和外部接线正确无误；
- 2 按光伏系统的类型、等级与容量，检查其断流容量、熔断器容量、过压、欠压、过流保护等，检查内容均应符合其规定值；
- 3 按设备使用说明书有关电气系统调整方法及调试要求，用模拟操作检查其工艺动作、指示、讯号和联锁装置的正确、灵敏可靠；
- 4 检查各光伏支路的开路电压及系统的绝缘性能；
- 5 本条第 1 款~第 4 款检查调整合格后，再进行各系统的联合调整试验。

5.1.7 调试和检测完成后，应填写相关调试记录。

5.2 验收

5.2.1 太阳能冷热电联供系统验收应进行分项工程验收和竣工验收，系统验收应符合设计要求和现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的有关规定。

5.2.2 太阳能冷热电联供系统验收前，应在安装施工过程中完成下列隐蔽工程的现场验收：

- 1 预埋件或后置锚栓连接件；
- 2 基座、支架、太阳能系统四周与主体结构连接节点；
- 3 基座、支架、太阳能系统四周与主体结构之间的封堵；
- 4 系统的防雷、接地连接节点。

5.2.3 所有验收应做好记录，签署文件，立卷归档。

5.2.4 竣工验收应提交下列材料：

- 1 经批准的设计文件、竣工图纸及相应的工程变更文件；

- 2 工程竣工决算报告、审计报告和竣工报告；
- 3 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；
- 4 屋面防水检漏记录；
- 5 隐蔽工程验收记录和中间验收记录；
- 6 系统水质检验记录；
- 7 系统调试和试运行记录；
- 8 系统性能评估报告；
- 9 系统运行、监控、显示计量等功能的检验记录；
- 10 工程使用、运行管理及维护说明书。

6 评价

6.0.1 太阳能冷热电联供工程的评价指标及其要求应符合下列规定：

1 供热制冷的太阳能保证率应符合设计文件的规定，当设计文件无明确规定时应符合本规程表 6.1.1 的规定；

表 6.1.1 不同地区太阳能系统的太阳能保证率 f_r (%)

太阳能资源区划	太阳能热水系统	太阳能供暖系统	太阳能空调系统
资源极富区	$f_r \geq 60$	$f_r \geq 50$	$f_r \geq 40$
资源丰富区	$f_r \geq 50$	$f_r \geq 40$	$f_r \geq 30$
资源较富区	$f_r \geq 40$	$f_r \geq 30$	$f_r \geq 20$
资源一般区	$f_r \geq 30$	$f_r \geq 20$	$f_r \geq 10$

2 室内温度应符合设计文件的规定，当设计文件无明确规定时应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 的有关规定；

3 太阳能冷热电联供工程的可再生能源保证率应符合项目立项可行性报告等相关文件的要求，当无文件明确规定时，应在评价报告中给出；

4 太阳能冷热电联供工程常规能源替代量、二氧化碳减排量、二氧化硫减排量、粉尘减排量应符合项目立项可行性报告等相关文件的要求，当无文件明确规定时，应在评价报告中给出。

6.0.2 太阳能冷热电联供系统测试应包括下列内容：

- 1 集热系统效率；
- 2 集热系统得热量；
- 3 制冷机组制冷量；
- 4 制冷机组效率；
- 5 光电转换效率；
- 6 光伏系统发电量；
- 7 系统总能耗；
- 8 用于维持建筑环境的用能量，包括供冷量，供热量，以及供暖、空调、通风、照明等系统耗电量；
- 9 室内温度。

6.0.3 太阳能冷热电联供系统测试所用设备仪器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 的有关规定。

6.0.4 测试方法和评价方法应符合本规程附录 C 的规定。

附录 A 太阳能资源区划

A.0.1 我国太阳能资源区划可按表 A.0.1 确定。

表 A.0.1 我国太阳能资源区划

分区	太阳辐照量 [MJ/(m ² ·a)]	主要地区	月平均气温≥10°C、 日照时数≥6h 的天数
资源极富区 (I)	≥6700	新疆南部、甘肃西北一角	275 左右
		新疆南部、西藏北部、青海西部	275~325
		甘肃西部、内蒙古巴彦淖尔盟西部、青海一部分	275~325
		青海南部	250~300
		青海西南部	250~275
		西藏大部分	250~300
		内蒙古乌兰察布盟、巴彦淖尔盟及鄂尔多斯市一部分	>300
资源极富区 (II)	5400~6700	新疆北部	275 左右
		内蒙古呼伦贝尔盟	225~275
		内蒙古锡林郭勒盟、乌兰察布、河北北部一隅	>257
		山西北部、河北北部、辽宁部分	250~275
		北京、天津、山东西北部	250~275
		内蒙古鄂尔多斯市大部分	275~300
		陕北及甘肃东部一部分	225~275
		青海东部、甘肃南部、四川西部	200~300
		四川南部、云南北部一部分	200~250
		西藏东部、四川西部和云南北部一部分	<250
		福建、广东沿海一带	175~200
		海南	225 左右
资源较丰富区 (III)	4200~5400	山西南部、河南大部分及安徽、山东、江苏部分	200~250
		黑龙江、吉林大部	225~275
		吉林、辽宁、长白山地区	<225
		湖南、安徽、江苏南部、浙江、江西、福建、广东东北部、湖南东部和广西大部	150~200
		湖南西北、广西北部一部分	125~150
		陕西南部	125~175
		湖北、河南西部	150~175
		四川西部	125~175
		云南西南一部分	175~200
		云南东南一部分	175 左右
贵州西部、云南东南一隅	150~175		
资源一般区 (IV)	<4200	四川、贵州大部分	<125
		成都平原	<100

附录 B 主要城市日太阳辐照量分段统计

B.0.1 我国主要城市日太阳辐照量分段可按表 B.0.1 确定。

表 B.0.1 我国主要城市日太阳辐照量分段统计表

序号	城市名称	天数/日平均太阳辐照量				资源区
		x_1/H_1 (MJ/m ²)	x_2/H_2 (MJ/m ²)	x_3/H_3 (MJ/m ²)	x_4/H_4 (MJ/m ²)	
1	格尔木	8/6.5	47/10.9	93/13.6	217/24.1	I
2	林芝	8/6.8	35/10.6	104/14.4	218/20.4	I
3	拉萨	1/7.7	13/10.2	70/14.7	281/21.9	I
4	阿勒泰	104/4.5	49/10.0	52/14.3	160/22.7	II
5	昌都	18/6.7	48/10.3	109/14.1	190/20.7	II
6	大同	79/6.2	76/9.8	62/14.2	148/21.4	II
7	敦煌	21/6.1	92/10.0	50/14.0	202/23.0	II
8	额济纳旗	27/6.6	86/9.7	47/13.8	205/23.9	II
9	二连浩特	39/6.3	92/9.9	47/14.4	187/23.6	II
10	哈密	36/6.3	77/9.7	56/13.7	196/23.4	II
11	和田	36/6.0	91/10.2	66/13.7	172/22.2	II
12	乌鲁木齐	129/4.4	40/9.8	56/14.2	140/22.7	II
13	喀什	70/5.4	83/9.9	52/13.8	160/22.6	II
14	库车	58/6.8	71/9.8	63/14.0	173/21.3	II
15	民勤	29/5.9	84/10.2	67/13.8	185/22.7	II
16	吐鲁番	88/6.0	64/9.9	55/14.0	158/22.9	II
17	鄂托克旗	22/6.5	106/10.0	68/14.0	169/21.9	II
18	东胜	42/5.2	59/9.9	64/14.1	170/22.7	II
19	琼海	88/5.6	71/10.5	93/14.0	113/19.1	II
20	腾冲	40/5.4	60/10.1	85/14.4	173/20.0	II
21	吐鲁番	88/6.0	64/9.9	55/14.0	158/22.9	II
22	西宁	49/5.6	95/10.0	73/13.9	148/22.7	II
23	伊宁	88/4.7	58/9.8	58/13.9	161/23.0	II
24	承德	72/6.0	89/9.9	66/14.4	138/20.3	II
25	银川	32/5.6	87/10.0	68/13.9	178/23.0	I
26	玉树	8/6.6	94/10.5	96/13.9	167/21.7	I
27	北京	68/5.2	93/9.9	71/14.2	133/20.7	III
28	长春	93/5.4	74/9.8	64/13.9	134/21.7	III
29	邢台	72/5.4	90/9.8	80/14.0	123/19.6	III
30	齐齐哈尔	72/6.3	95/10.0	67/14.0	131/19.0	III
31	福州	131/3.4	48/10.3	71/13.8	115/20.7	III
32	赣州	115/4.0	70/9.9	67/13.8	113/21.0	III
33	哈尔滨	121/5.4	73/9.8	51/13.8	120/21.0	III

序号	城市名称	天数/日平均太阳辐照量				资源区
		x_1/H_1 (MJ/m ²)	x_2/H_2 (MJ/m ²)	x_3/H_3 (MJ/m ²)	x_4/H_4 (MJ/m ²)	
34	海口	98/4.0	57/10.1	65/14.0	145/20.5	III
35	蚌埠	110/4.7	74/9.9	82/14.0	99/20.1	III
36	侯马	103/5.0	68/10.1	69/14.3	125/20.9	III
37	济南	89/4.3	91/9.8	63/14.0	122/20.7	III
38	佳木斯	143/5.3	67/9.8	51/13.8	104/21.3	III
39	昆明	63/3.9	48/10.3	92/14.1	162/21.4	III
40	兰州	100/5.4	82/10.1	51/14.0	132/22.4	III
41	蒙自	44/5.1	41/10.2	106/14.4	174/19.4	III
42	漠河	132/4.8	66/10.1	63/13.8	104/21.5	III
43	南昌	128/3.4	65/10.0	59/13.8	113/22.0	III
44	南京	114/4.2	79/10.1	64/14.0	108/20.3	III
45	南宁	119/4.2	57/10.1	81/14.0	108/20.0	III
46	汕头	88/4.9	55/9.9	85/14.1	137/20.4	III
47	上海	98/3.6	92/10.2	55/14.3	120/20.8	III
48	韶关	104/4.7	67/10.2	119/13.9	75/18.5	III
49	沈阳	113/5.3	64/10.1	71/14.1	117/21.4	III
50	太原	64/5.8	101/9.8	61/13.9	139/20.9	III
51	天津	97/5.2	82/10.1	54/13.9	132/21.1	III
52	威宁	106/4.8	96/9.7	94/14.0	79/19.3	III
53	牡丹江	98/5.5	88/9.8	67/14.1	112/19.9	III
54	西安	141/4.3	67/10.1	49/13.7	108/21.4	III
55	龙口	97/5.9	72/9.7	48/13.9	148/22.3	III
56	郑州	102/4.5	71/9.9	69/14.1	123/21.1	III
57	老河口	111/5.6	95/9.8	70/14.0	89/19.6	III
58	杭州	118/3.3	70/10.1	72/13.9	105/21.2	III
59	松潘	55/6.9	163/9.6	70/14.0	77/18.9	IV
60	长沙	157/3.5	63/9.8	43/13.8	102/20.9	IV
61	成都	195/3.9	64/10.0	52/14.1	54/20.5	IV
62	广州	114/4.6	72/10.1	110/13.8	69/19.1	IV
63	贵阳	170/3.9	58/10.1	54/14.0	83/20.0	IV
64	桂林	144/3.9	50/10.1	79/14.1	92/21.1	IV
65	合肥	128/3.4	69/10.0	64/14.0	104/20.5	IV
66	乐山	222/5.0	48/9.9	41/14.0	54/20.2	IV
67	泸州	187/3.0	50/10.0	50/13.9	78/20.6	IV
68	锦阳	168/4.2	81/10.0	51/14.0	65/19.7	IV
69	南充	218/4.9	43/9.8	46/14.0	58/20.4	IV
70	武汉	121/3.0	77/10.0	60/14.2	107/20.8	IV
71	重庆	209/3.2	45/10.0	40/14.1	71/19.2	IV
72	桐梓	222/4.8	49/10.0	56/14.1	38/19.6	IV

注： x_1 ：全年日太阳辐照 $H_1 < 8\text{MJ/m}^2$ 的天数；

- x_2 : 全年日太阳辐照 $8\text{MJ}/\text{m}^2 \leq H_2 < 12\text{MJ}/\text{m}^2$ 的天数;
- x_3 : 全年日太阳辐照 $12\text{MJ}/\text{m}^2 \leq H_2 < 16\text{MJ}/\text{m}^2$ 的天数;
- x_4 : 全年日太阳辐照 $H_2 \geq 16\text{MJ}/\text{m}^2$ 的天数;
- H_1 : 全年中当地日太阳辐照量小于 $8\text{MJ}/\text{m}^2$ 期间的日平均太阳辐照量;
- H_2 : 全年中当地日太阳辐照量小于 $12\text{MJ}/\text{m}^2$ 且大于等于 $8\text{MJ}/\text{m}^2$ 期间的日平均太阳辐照量;
- H_3 : 全年中当地日太阳辐照量小于 $16\text{MJ}/\text{m}^2$ 且大于等于 $12\text{MJ}/\text{m}^2$ 期间的日平均太阳辐照量;
- H_4 : 全年中当地日太阳辐照量大于等于 $16\text{MJ}/\text{m}^2$ 期间的日平均太阳辐照量。

附录 C 太阳能冷热电联供系统测试评价方法

C.1 测试方法

C.1.1 太阳能冷热电联供系统的测试条件应符合下列规定：

1 在测试前，应确保系统在正常负载条件下运行 3d，测试期间内的负载变化规律应与设计文件一致。

2 太阳能冷热电联供系统长期测试应包含供暖测试和制冷测试两个周期，供暖测试周期应与供暖期同步；制冷测试周期应与空调期同步。长期测试周期内的平均负荷率不应小于 30%。

3 太阳能冷热电联供系统短期测试应包含供暖测试和制冷测试两个周期，每个周期时间不应少于 4d。短期测试期间的运行工况应尽量接近系统的设计工况，且应在连续运行的状态下完成。短期测试期间的系统平均负荷率不应小于 50%，短期测试期间室内温度的检测应在建筑物达到热稳定后进行。

4 短期测试期间的室外环境平均温度应符合下列规定：

1) 供暖周期测试的室外环境的平均温度应大于等于供暖室外计算温度且小于等于 12℃；

2) 制冷周期测试的室外环境平均温度应大于等于 25℃ 且小于等于夏季空气调节室外计算干球温度。

5 短期测试每一太阳辐照量区间测试天数不应少于 1d，太阳辐照区间划分应符合下列规定：

1) 太阳辐照量小于 8MJ/(m²·d)；

2) 太阳辐照量大于等于 8MJ/(m²·d)且小于 12MJ/(m²·d)；

3) 太阳辐照量大于等于 12MJ/(m²·d)且小于 16MJ/(m²·d)；

4) 太阳辐照量大于等于 16MJ/(m²·d)。

C.1.2 民用建筑太阳能冷热电联供系统可再生能源保证率 f 应按下式计算得出：

$$f = 1 - \frac{E_n}{Q_s} \quad (\text{C.1.2-1})$$

式中： f ——太阳能冷热电联供系统可再生能源保证率；

Q_s ——用于维持建筑环境的用能量，包括供冷量，供热量，以及供暖、空调、通风、照明系统耗电量（kWh）；

E_n ——常规能源消耗量（kWh），将不同类型的能源按照现行国家标准《民用建筑能耗分类及表示方法》GB/T 34913 的有关规定统一折算为电力。折算方法如下：

$$E_n = \sum_{i=1}^n E_{n,i} \lambda_i \quad (\text{C.1.2-2})$$

式中： $E_{n,i}$ ——第 i 种常规能源消耗量；

λ_i ——第 i 种常规能源的能质系数，电力的能质系数为 1，标准天然气为 5，其余能源计算方法参考现行国家标准《民用建筑能耗分类及表示方法》GB/T 34913 的有关规定。

C.2 评价方法

C.2.1 对已建成运行的太阳能冷热电联供系统的评价应以短期或者长期的测试结果为基础，对于拟建的太阳能冷热电联供系统的评价应以短期或者长期的模拟结果为基础。

C.2.2 太阳能冷热电联供系统的年常规能源替代量 Q_t 应按下式计算：

$$Q_t = Q_{tr} + Q_{td} \quad (\text{C.2.2})$$

式中： Q_t ——太阳能冷热电联供系统的常规能源替代量（kgce）；

Q_{tr} ——太阳能供暖空调系统的常规能源替代量（kgce）；

Q_{td} ——太阳能光伏系统的常规能源替代量（kgce）。

C.2.3 太阳能冷热电联供系统费效比 CBR 应按下式计算：

$$\text{CBR} = \frac{C_{zr} + C_{zd}}{C_{zr}/\text{CBR}_r + C_{zd}/\text{CBR}_d} \quad (\text{C.2.3})$$

式中：CBR——太阳能冷热电联供系统的费效比（元/kWh）；

C_{zr} ——太阳能热利用系统的增量成本（元），增量成本依据项目单位提供的项目决算书进行核算，项目决算书中应对可再生能源的增量成本有明确的计算和说明；

C_{zd} ——太阳能光伏系统的增量成本（元），增量成本依据项目单位提

供的项目决算书进行核算，项目决算书中应对可再生能源的增量成本有明确的计算和说明；

CBR_r ——太阳能热利用系统的费效比（元/kWh）；

CBR_d ——太阳能光伏系统的费效比（元/kWh）。

C.2.4 太阳能冷热电联供系统运行期间的年二氧化碳减排量 Q_{co2} 应按下列式计算：

$$Q_{co2} = Q_{rco2} + Q_{dco2} \quad (C.2.4)$$

式中： Q_{co2} ——太阳能冷热电联供系统运行期间的年二氧化碳减排量（kg）；

Q_{rco2} ——太阳能供暖空调系统运行期间的年二氧化碳减排量（kg）；

Q_{dco2} ——太阳能光伏系统运行期间的年二氧化碳减排量（kg）。

C.2.5 太阳能冷热电联供系统运行期间的年二氧化硫减排量 Q_{so2} 应按下列式计算：

$$Q_{so2} = Q_{rso2} + Q_{dso2} \quad (C.2.5)$$

式中： Q_{so2} ——太阳能冷热电联供系统运行期间的年二氧化硫减排量（kg）；

Q_{rso2} ——太阳能供暖空调系统运行期间的年二氧化硫减排量（kg）；

Q_{dso2} ——太阳能光伏系统运行期间的年二氧化硫减排量（kg）。

C.2.6 太阳能冷热电联供系统运行期间的年粉尘减排量的 Q_{fc} 应按下列式计算：

$$Q_{fc} = Q_{rfc} + Q_{dfc} \quad (C.2.6)$$

式中： Q_{fc} ——太阳能冷热电联供系统运行期间的年粉尘减排量（kg）；

Q_{rfc} ——太阳能供暖空调系统运行期间的年粉尘减排量（kg）；

Q_{dfc} ——太阳能光伏系统运行期间的年粉尘减排量（kg）。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，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：“应按……执行”或“应符合……的规定”。

引用标准名录

- 1 《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》 GB 50168
- 2 《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》 GB 50169
- 3 《屋面工程质量验收规范》 GB 50207
- 4 《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》 GB 50224
- 5 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》 GB 50242
- 6 《通风与空调工程施工质量验收规范》 GB 50243
- 7 《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》 GB 50274
- 8 《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB 50300
- 9 《建筑电气工程施工质量验收规范》 GB 50303
- 10 《太阳能供热采暖工程技术规范》 GB 50495
- 11 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB 50736
- 12 《民用建筑太阳能空调工程技术规范》 GB 50787
- 13 《设备及管道保温设计导则》 GB/T 8175
- 14 《蒸汽和热水型溴化锂吸收式冷水机组》 GB/T 18431
- 15 《民用建筑能耗分类及表示方法》 GB/T 34913
- 16 《可再生能源建筑应用工程评价标准》 GB/T 50801
- 17 《民用建筑太阳能光伏系统应用技术规范》 JGJ 203

中国工程建设协会标准

民用建筑太阳能冷热电联供工程技术规程

Technical specification for solar combined cooling, heating and power
supplying system in civil buildings

(征求意见稿)

条文说明

目 录

1	总 则	26
2	术 语	28
3	系统设计	30
3.1	一般规定	30
3.2	太阳能集热系统设计	31
3.3	太阳能光伏系统设计	33
3.4	蓄能系统设计	33
4	施工安装	34
4.1	一般规定	34
4.2	施工准备	34
4.3	系统施工	35
5	调试与验收	37
5.1	调试	37
5.2	验收	38
6	评 价	39

1 总 则

1.0.1 本条说明了制定本规程的目的和意义。

本规程编制目的是为了更好在民用建筑应用太阳能冷热电联供系统，充分发挥太阳能系统的节能效果。

太阳能作为开发研究最多、应用最广的可再生能源，具有绿色、节能、零排放的优点。大力发展太阳能建筑应用，是降低温室气体排放，控制环境污染的重要途径，是促进我国绿色发展的重要组成部分。我国虽然化石燃料资源储量低于世界平均值，但国土面积辽阔，太阳能资源较为丰富，对发展太阳能利用较为有利。太阳能应用方式主要包括热利用和光伏发电。当前我国已经成为世界上最大的太阳能热利用产品和光伏产品的生产和应用大国，2014 年我国太阳能集热系统安装量 5240 万 m^2 ，其中工程市场为 2100 万 m^2 ，零售市场为 3140 万 m^2 ；截至 2016 年底，我国光伏发电新增装机容量 3454 万千瓦，累计装机容量 7742 万千瓦，新增和累计装机容量均为全球第一。经过多年发展，太阳能光伏发电技术正从示范工程应用逐步向工程化规模应用发展。太阳能供热采暖和空调技术也在技术的成熟度和实际工程的应用效果方面都有了很大的进步。

目前国内太阳能建筑应用领域的标准规范仅针对太阳能采暖系统，或者仅是太阳能空调系统，由于建筑负荷的不连续性，导致民用建筑太阳能采暖系统非采暖季过热，太阳能空调系统非空调季节闲置，同时太阳能光伏发电系统配置不合理，导致太阳能系统的节能效果不能充分发挥，造成资源浪费。为了充分发挥太阳能系统的节能效果，需要根据建筑物的冷热电负荷特点，合理配置太阳能系统，编制本标准是必要的。从上个世纪 70 年代以来，我国已经成为世界上最大的太阳能热利用产品和光伏产品的生产和应用大国，太阳能生产技术及利用技术可靠性高，太阳能是国家鼓励发展的可再生能源之一，本规程的编制综合考虑建筑冷热电负荷的特点，对太阳能集热器和光伏系统进行合理的匹配，可以在有限的可用安装面积下，实现太阳能系统的高效运行，太阳能系统经济性将大大提升。

1.0.2 本条规定了本规程的适用范围。

本规程主要对民用建筑中综合利用太阳能供暖、制冷、光伏发电的工程进行了规定，单独利用太阳能供暖、制冷或发电的相关规范已经比较完善，本规范中不再进行规定，可以直接引用现行国家标准《太阳能供热采暖工程技术规范》GB 50495、《民用建筑太阳能空调工程技术规范》GB 50787 以及现行行业标准《民用建筑太阳能光伏系统应用技术规范》JGJ 203。

1.0.3 该条目的是确保建筑物的结构安全。由于既有建筑建成的年代参差不齐，有的建筑已使用多年，过去我国在抗震设计等结构安全方面的要求也比较低，而太阳能冷热电联供系统的集热器、光伏组件需要安装在建筑物的外围护结构表面上，如屋面、阳台或墙面等，从而加重了安装部位的结构承载负荷量，如果不进行结构安全复核计算，就会对建筑结构的安全性带来隐患。

结构复核可以由原建筑设计单位或其他有资质的建筑设计单位根据原施工图、竣工图、计算书进行，或经法定检测机构检测，在不会影响结构安全的前提下实施增设；否则，需进行结构加固。结构加固措施按工程设计单位提出的具体方案实施。

1.0.4 民用建筑太阳能冷热电联供工程是建筑、太阳能热利用和光伏发电应用领域多项技术的综合利用，在建筑领域，也涉及到建筑、结构、暖通空调、电气等多个专业。本规程只能针对太阳能冷热电联供工程本身具有的特点进行规定和要求，不可能把所有相关的专业技术规定都纳入其中，所以，与民用建筑太阳能冷热电联供工程相关的其他国家现行标准都应遵守执行。

2 术 语

2.0.1 太阳能供暖有被动式和主动式两种技术类型，被动式可以为建筑物供暖或降温；主动式则既可为建筑物供暖，又可提供生活热水等其他用热。本规程中太阳能冷热电联供系统的供热，主要指的是主动式太阳能供暖的方式。

2.0.2 太阳能制冷的实现一般有两种方式，一是先把太阳能转化为电能，再利用电来制冷，太阳能可以通过光伏发电或光热发电途径转化为电能，电能驱动常规的电制冷机组制冷；二是实现太阳能的光热转换为热能，利用热能驱动热力制冷机组进行制冷，包括太阳能吸收式制冷、太阳能吸附式制冷、太阳能喷射式制冷以及在这 3 种方式的基础上延伸出来的新的制冷方式。

太阳能光伏发电制冷是通过太阳能光伏电池将太阳能热能转化为电能来驱动常规的电制冷机组工作，国际上称之为 PV Cooling。由于大型电制冷机组技术成熟，可以得到比较高的制冷效率，太阳能光伏发电系统与之相结合可以得到较高的系统效率。该系统的缺点在于空调系统以电为驱动能源，太阳能侧的组件是光伏电池阵列，与冬季太阳能供暖系统相独立，如果系统需要同时满足供暖与空调，必须设置两套太阳能集热组件。

太阳能吸收式制冷是利用太阳能集热器将太阳能转化为热能，用以驱动吸收式制冷机组，满足建筑空调负荷需求。太阳能吸收式制冷系统主要由太阳能集热器、储热水箱、辅助加热器、吸收式制冷机组和自动控制系统五个主要部分组成。吸收式制冷机组中，应用广泛的工质对有溴化锂—水和氨—水，其中溴化锂—水以其能效比（COP）高、对热源温度要求低、无毒和对环境友好等特点，占据了太阳能吸收式制冷系统的主流地位。

2.0.5 可再生能源保证率指用于维持建筑环境的用能量中，由可再生能源贡献的部分，体现了应用民用建筑太阳能冷热电联供系统后常规能源消耗量减少的比例。民用建筑太阳能冷热电联供系统可再生能源保证率 f 应按下列式计算得出：

$$f = 1 - \frac{E_n}{Q_s} \quad (1)$$

式中： f ——太阳能冷热电联供系统可再生能源保证率；

Q_s ——用于维持建筑环境的用能量，包括供冷量，供热量，以及供暖、空调、通风、照明系统耗电量（kWh）；

E_n ——常规能源消耗量（kWh），将不同类型的能源按照现行国家标准《民用建筑能耗分类及表示方法》GB/T 34913 的有关规定统一折算为电力。

3 系统设计

3.1 一般规定

3.1.1 根据现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736，集中供暖空调系统的施工图设计，必须对每个房间冬季热负荷和夏季逐时冷负荷进行计算。建筑冷、热负荷的正确计算对设备选择、管道计算以及节能运行都起到关键作用，应用太阳能冷热电联供系统的设计，也应符合相应规范要求，且与现行行业标准现行《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26、《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134 和现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189 保持一致。

3.1.2 民用建筑太阳能冷热电联供系统应由暖通空调专业工程师和电气专业工程师等联合设计，在具体设计中，应充分考虑系统的高效运行，需要综合考虑太阳能集热器、蓄能系统、制冷机组、辅助热源、光伏组件等装置之间的合理连接问题，既要保证设备布局紧凑，又要优化管路系统，减少管路损失。

3.1.3 民用建筑的用能需求是多样的，其太阳能冷热电联供系统的设计应根据建筑的功能、使用规律、负荷特点以及气候特征综合考虑。太阳能集热系统和光伏系统应得到充分利用，实现太阳能的年综合利用，提高系统的经济性。

3.1.4 太阳能是间歇性能源，在系统中设置辅助供热供冷设备，其目的是既要保证太阳能冷热电联供系统稳定可靠运行，又要降低系统的规模和投资，否则将造成过大的光伏、集热、蓄热设备、设施和过高的初投资，在经济性上是不合理的。

辅助供热供冷能源应根据当地条件，选择城市热网、电、燃气、燃油、工业余热或生物质燃料等。设备选择各类锅炉、换热器和热泵等，做到因地制宜、经济适用。对选用辅助供热供冷热源的种类没有限制，但应和当地使用的实际能源种类相匹配，特别是要与设置冷热电联供系统建筑物用于其他用途的常规能源类型和设备相匹配或相一致。

3.1.5 我国已全面推进供暖热计量和供暖收费改革，太阳能冷热电联供系统应认真执行国家的政策要求；此外，只有通过对系统性能的监测分析，才能筛选出有

良好节能效益的优质工程，奖优罚劣，促进太阳能冷热电联供技术的健康发展。所以，要求太阳能冷热电联供系统设计安装计量装置。

3.1.6 本条规定了太阳能联供系统投入实际运行使用后的安全性能和可靠性能技术要求，目的是保障人民生命财产安全和工程安全。安全性能是太阳能供暖系统各项技术性能中最重要的一项。大部分使用太阳能供暖系统的地区，冬季最低温度低于 0℃，安装在室外的集热系统可能发生冻结，使系统不能运行甚至破坏管路、部件；即使考虑了系统的全年综合利用，也有可能因其他偶发因素，因此，在太阳能集热系统中应设置防过热安全防护措施和防冻措施。可靠性能强调了太阳能热利用系统应有抗击各种自然条件的能力，强风、冰雹、雷击、地震等恶劣自然条件也可能对室外安装的太阳能集热系统造成破坏；如果用电作为辅助热源，还会有电气安全问题；所有这些可能危及人身安全的因素，都必须在设计之初就认真对待，设置相应的技术措施加以防范。

3.1.7 光伏组件形式的选择以及安装数量、安装位置的确定需要与建筑师配合进行设计，在设备承载及安装固定等方面需要与结构专业配合，在电气、通风、排水等方面与设备专业配合，实现光伏系统与建筑的良好结合。

3.1.8 民用建筑太阳能冷热电联供系统的特点是能够充分利用太阳能，替代常规能源，从而降低建筑能耗，减轻环境污染。因此，在系统设计完成后，进行工程效益分析非常重要，是不可缺少的设计程序。分析结果是系统方案选择和开发投资的重要依据。承担民用建筑太阳能冷热电联供工程的设计单位，应按完成的设计方案和施工图，以计算书的形式，给出该系统的工程效益，从而使承担施工图审查的单位得以掌握所审查的民用建筑太阳能冷热电联供工程的预期节能、环保、经济效益，判定设计方案的科学性和合理性。。

3.2 太阳能集热系统设计

3.2.1 本条目的是保障公众权益和公共利益。目前我国实际情况，开发商为充分利用所购买的土地获取利润，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高度并不高,但也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,须在进行太阳能集热系统设计时予以充分重视。

3.2.2 直接式太阳能集热系统中的工作介质是水,冬季气温低于 0°C 时容易发生冻结现象,如果温度不是过低,处于低温状态的时间也不长,系统还可能再恢复正常工作,否则系统就可能被冻坏;因此,以冬季最低环境温度 -5°C 为界,在低于 -5°C 的地区,采用间接式太阳能集热系统,可使用防冻液工作介质,从而满足防冻要求。

3.2.3 太阳能集热系统的设计方法和原则应符合现行国家标准《太阳能供热采暖工程技术规范》GB 50495、《民用建筑太阳能空调工程技术规范》GB 50787以及现行行业标准《民用建筑太阳能光伏系统应用技术规范》JGJ 203。本条规定了直接供暖系统与直接热力驱动的吸收式制冷空调系统在方案或初步设计阶段,确定太阳能集热器总面积的计算原则和计算方法。由于间接系统换热器内外需保持一定的换热温差,与直接系统相比,间接系统的集热器工作温度较高,使得集热器效率稍有降低,所以,确定的间接系统集热器面积要大于直接系统。

3.2.4 本条规定了太阳能集热系统设计流量的计算方法。

其中的计算参数 A 是单块太阳能集热器的总面积,而优化系统设计流量的关键是要合理确定太阳能集热器的单位面积流量。太阳能集热器的单位面积流量 g 与太阳能集热器的特性和用途有关,对应集热器本身的热性能和不同的用途,单位面积流量 g 的选取值是不同的。国外企业的普遍做法是根据其产品的不同用途——供暖、制冷、供热水或加热泳池等,委托相关的权威性检测机构给出与产品热性能相对应、在不同用途运行工况下单位面积流量的合理选值,并列入企业产品样本,供用户使用;而我国企业目前对产品优化和性能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;因此,可参考《太阳能住宅供热综合系统设计手册》——《Solar Heating Systems for Houses, A Design Handbook For

Solar Combisystems》等国外资料，并依据我国产品的相关性能和各地的资源、气候条件，通过模拟计算和实验验证，给出优化值。

3.3 太阳能光伏系统设计

3.3.1 本条规定了太阳能光伏组件设计的一般原则。

3.3.2 民用建筑冷负荷与太阳辐照量具有一定的相关性，因此太阳能制冷系统的耗电量与太阳辐照量相关。光伏系统按照发电量满足制冷系统需求进行设计，可以在一定程度上实现自发自用，减少光伏系统发电并网等过程的转换损失，实现更高的可再生能源保证率，提高太阳能冷热电联供系统的整体效率。

3.3.3 光伏系统设计需要根据选定的光伏发电系统类型，确定光伏组件形式、安装面积、尺寸大小、安装位置方式，考虑连接管线走向及辅助能源和辅助设施条件，明确光伏发电系统各部分的相对关系，合理安排光伏发电系统各组成部分在建筑中的位置，并满足所在部位防水、排水等技术要求。安装光伏系统的建筑不应降低建筑本身或相邻建筑的建筑日照标准。合理规划光伏组件的安装位置，避免建筑周围的环境要素遮挡投射到光伏组件上的阳光。预测光伏构件可能引起的二次辐射光污染对本建筑或周围环境造成的影响并采取相应的措施。

3.4 蓄能系统设计

3.4.1 当前蓄电成本远高于蓄热系统，因此在具备并网条件时，光伏系统发电应按照自发自用，余电上网原则使用。

3.4.2 目前在太阳能供热采暖系统中主要应用三种蓄热系统：液体工质集热器短期蓄热系统、液体工质集热器季节蓄热系统和空气集热器短期蓄热系统。太阳能集热系统形式、系统性能、系统投资，供热采暖负荷和太阳能保证率是影响蓄热系统选型的主要影响因素；在进行蓄热系统选型时，应通过对上述影响因素的综合技术经济分析，合理选取与工程具体条件最为适宜的系统，并确定系统规模。

4 施工安装

4.1 一般规定

4.1.1 现行国家标准《太阳能供热采暖工程技术规范》GB 50495、《民用建筑太阳能空调工程技术规范》GB 50787 和《民用建筑太阳能光伏系统应用技术规范》JGJ 203 规范了相应设备与管线的施工要求，应遵照执行。

4.1.2 民用建筑太阳能冷热电联供系统的电缆线路施工和电气设施的安装在《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168 和《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 中有详细描述，应遵照执行。

4.1.3 民用建筑太阳能冷热电联供系统的末端采暖系统、设备，与使用常规能源供热、空调的工程完全相同；因此，可以按国家现行相关标准的规定，进行管网和末端采暖系统、设备的设计、施工、调试与验收，而不需在本标准中另行提出要求。相关的国家现行标准有《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736、《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242、《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 及《地面辐射供暖技术规程》JGJ 142 等。

4.1.4 目前国内现状，太阳能热利用系统的施工安装通常由专门的太阳能工程公司承担，作为一个独立工程实施完成，而太阳能供暖及空调系统的安装与土建、装修等相关施工作业有很强的关联性。所以，必须强调施工组织设计，以避免差错，提高施工效率。

4.2 施工准备

4.2.1 本条的提出是由于目前太阳能冷热电联供系统施工安装人员的技术水平参差不齐，不进行规范施工的现象时有发生。所以，着重强调必要的施工条件，严禁不满足条件的盲目施工。

4.2.2 光伏系统安装时应采取防触电措施，确保人员安全。

4.2.3 本条规定了太阳能集热系统连接管线、部件、阀门等配件选用的材料应能耐受温度，以防止系统破坏，提高系统部件的耐久性和系统工作寿命。也对进场

安装的系统产品、配件、材料及其性能提出了要求，规定了集热器、空调系统、光伏构件等进场产品应提供相应的性能检测报告。由于太阳能系统在非使用季节会在较恶劣的工况下运行，以此规定了连接管线、部件、阀门等配件选用的材料应能耐受高温，以防止系统破坏，提高系统部件的耐久性和系统工作的寿命。

4.2.4 太阳能冷热电联供系统的安装一般在土建工程完工后进行，而土建部位的施工通常由其他施工单位完成，本条强调了对土建相关部位的保护。

4.3 系统施工

4.3.1 前太阳能冷热电联供系统施工安装人员的技术水平差别较大，为规范太阳能冷热电联供系统的施工安装，应先设计后施工，严禁无设计的盲目施工。施工组织设计、施工方案以及安全措施应经监理和建设方审批后方可施工。既有建筑的建造年代，承载状况等均不同，安装太阳能冷热电联供系统时，应根据具体情况，选择支架时、叠合式或一体式的安装方法。

4.3.2 一般情况下，太阳能系统的承重基座都是在屋面结构层上现场砌（浇）筑需要刨开屋面面层做基座，因此将破坏原有的防水结构，基座完工后，被破坏的部位需要重做防水。对埋设在坡屋面结构层预埋件的施工工序的规定，对新建建筑和既有建筑改造同样适用。实际施工中，钢结构支架及预埋件的防腐多被忽视，会影响系统寿命。

4.3.4 光伏系统安装时应采取安全措施，以保证设备、系统和人员的安全。

4.3.5 本条规定了蓄热系统现场施工制作时的要求，以保证蓄热系统质量和施工安全。

1 蓄热系统施工时，除必须按照设计规定，满足系统的承压和承受土壤等荷载的要求外，还应在施工过程中，严格施工程序，防止因土壤等荷载造成安全事故。

2 应严格按设计要求和相关标准规定的施工方法，进行蓄热系统的防水渗漏施工，保证蓄热系统的渗漏性能质量。

3 为保证蓄热系统的工作寿命，减轻日常维护工作量，避免危及人员健康、

安全，应严格按设计要求和相关标准规定的施工方法，选择内壁防腐涂料，进行蓄热系统及内部部件的抗腐蚀处理。

4 蓄热系统需要长期贮存蓄热介质，为尽可能延长蓄热系统的工作寿命，选用的保温材料和保温构造做法应能长期耐受所贮存蓄热介质的最高温度，所以，除现场条件不允许，如利用现有水池等特殊情况下，一般应采用外保温构造做法。保温材料应能长期耐受所贮存热水的最高温度；保温构造和保温厚度应符合现行国家标准《工业设备及管道绝热工程质量检验评定标准》GB 50185 的有关规定。

4.3.6 现行国家标准《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》GB 50274 及《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 规范了空调设备及系统的施工要求，应遵照执行。

4.3.7 系统的电缆线路施工和电气设施的安装在国家标准《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168 和《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 中已有详细规定，遵照执行即可。

4.3.8 为保证系统运行的电气安全，系统中的全部电气设备和与电气设备相连接的金属部件应做接地处理。而电气接地装置的施工在国家标准《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB 50169 中均有规定，遵照执行即可。

4.3.9 末端系统的施工安装在现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242、《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 和《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168 中均有规定，应遵照执行。

5 调试与验收

5.1 调试

5.1.1 太阳能冷热电联供系统是一个比较专业的工程,需由专业人员才能完成系统调试。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。

5.1.2 本条规定了系统调试需包括的项目和连续试运行的天数,以使工程能达到预防效果。

5.1.3 本条规定了设备单机、部件调试应包括的主要内容,以防遗漏。

5.1.4 系统联动调试主要指按照实际运行工况进行系统调试。本条解释了系统联动调试内容,以防遗漏。

5.1.5 本条规定了系统联动调试的运行参数应符合的要求。

1 现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 对供暖系统的流量、供水温度等参数的联动调试结果与系统设计值之间的容许偏差有详细规定,应严格执行,以保证系统投入使用后能正常运行。

2 本条的额定工况指太阳能集热系统在系统流量或风量等于系统的设计流量或设计风量的条件下工作。

3 针对短期蓄热系统和季节蓄热系统,本条太阳能集热系统的额定工况是不相同的,具体的集热系统工作条件如下:

1) 短期蓄热系统:日太阳辐照量接近于当地纬度倾角平面 12 月的月平均日太阳辐照量,日平均室外温度接近于当地 12 月的月平均环境温度;

2) 季节蓄热系统:日太阳辐照量接近于当地纬度倾角平面的年平均日太阳辐照量,日平均室外温度接近于当地的年平均环境温度;通常情况下以 3 月、9 月(春分、秋分节气所在月)的条件最为接近。

集热系统进出口工质的设计温差 Δt 可用下式计算得出:

$$\Delta t = \frac{Q_H}{\rho c G} \quad (2)$$

式中: Q_H ——建筑物耗热量 (W);

- f ——系统的设计太阳能保证率（%）；
 c ——水的比热容，4187[J/(kg·°C)]；
 ρ ——热水密度（kg/L）；
 G ——系统设计流量（L/s）。

5.2 验收

- 5.2.1** 本条规定了太阳能冷热电联供系统的验收步骤。
- 5.2.2** 本条强调了在验收太阳能冷热电联供系统前必须先完成相关的隐蔽工程验收，并对其工程验收文件进行认真的审核与验收。
- 5.2.3** 本条强调了太阳能冷热电联供系统验收记录、资料验收归档的重要性。
- 5.2.4** 本条强调了竣工验收应提交的资料。实际应用中，一些施工单位对施工材料不够重视，这会对后期的设备运行埋下隐患，应予以注意。

6 评价

6.0.1 本条规定了太阳能冷热电联供工程的评价指标：

1 太阳能冷热电联供系统的太阳能保证率是衡量太阳能供暖制冷占建筑耗能比例的一个关键性参数，也是影响太阳能冷热电联供系统经济性能的重要指标。实际选用的太阳能冷热电联供系统的太阳能保证率与系统使用期内的太阳辐照、气候条件、产品与系统的热性能、供暖热负荷、空调冷负荷、电负荷、末端设备特点、系统成本和开发商的预期投资规模等因素有关。太阳能冷热电联供系统的太阳能保证率不同，常规能源替代量就不同，造价、节能、环保和社会效益也就不同。

3 太阳能冷热电联供工程的可再生能源保证率是体现太阳能冷热电联供系统利用太阳能满足建筑用能需求的重要参数。由于目前我国在用的太阳能冷热电联供系统形式多样，运行效果差异较大，因此本规程暂未给出可再生能源保证率的具体指标要求，但该项指标应符合项目立项可行性报告等相关文件的要求。

4 现行国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801 给出了太阳能热利用系统与光伏系统的常规能源替代量、二氧化碳减排量、二氧化硫减排量、粉尘减排量计算方法，可供太阳能冷热电联供工程评价过程应用。

6.0.2 民用建筑太阳能冷热电联供系统的评价以测试的数据为基础，评价的结果也以具体的数值进行描述，因此必须进行实际测试。太阳能热利用系统包括热水、供暖和空调系统，所需测试的项目不尽相同。制冷机组制冷量、制冷机组耗热量仅适用于太阳能空调系统，供热水温度仅适用于太阳能供热水系统，室内温度仅适用于太阳能供暖或太阳能空调系统。