



T/CECSxxx-202x

中国工程建设标准化协会标准

承压式太阳能光伏热水系统技术规程

Technical specification for pressurized solar photovoltaic water heating
system

（征求意见稿）

（提交反馈意见时，请将有关专利连同支持性文件一并附上）

XXX 出版社

中国工程建设标准化协会标准

承压式太阳能光伏热水系统技术规程

Technical specification for pressurized solar photovoltaic water heating
system

T/CECS xxxx- 202x

主编单位：江苏迈能高科技有限公司

中国建筑标准设计研究院有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：202X 年 XX 月 XX 日

中国 XX 出版社

202X 年 北 京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2022 年第二批协会标准制订、修订计划〉的通知》（建标协字[2022]40 号）的要求，编制组经过深入调查研究，认真总结实践经验，参考国内外有关标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本规程。

本规程共分 7 章和 1 个附录，主要技术内容包括：总则、术语、组成设备和部件、设计、施工、调试和验收、运行和维护等。

本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利。本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会建筑与市政工程产品应用分会归口管理，由江苏迈能高科技有限公司负责技术内容的解释。在执行过程中如有意见或建议，请寄送解释单位江苏迈能高科技有限公司（地址：江苏靖江市经济开发区纬二路 2 号，邮政编码：214527）。

主编单位：江苏迈能高科技有限公司

中国建筑标准设计研究院有限公司

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

目 次

1 总 则	1
2 术语和符号	3
2.1 术 语	3
2.2 符 号	3
3 设备和部件	6
3.1 一 般 规 定	6
3.2 光伏发电系统组成部件	6
3.3 热水供应系统组成设备和部件	7
3.4 监测控制设备和部件	9
4 设 计	12
4.1 一 般 规 定	12
4.2 热水供应系统设计	12
4.3 光伏发电系统设计	18
4.4 监测和控制系统设计	21
4.5 建筑和结构设计	23
5 施 工	24
5.1 一 般 规 定	24
5.2 热水供应系统安装	24
5.3 光伏发电系统安装	25
5.4 电气与监测控制系统安装	26
5.5 试 验	26
6 调试和验收	28
6.1 调 试	28
6.2 验 收	29
7 运行和维护	31
7.1 一 般 规 定	31
7.2 热水供应系统运行与维护	31
7.3 光伏发电系统运行与维护	32
附录 A 光伏阵列最佳倾角参考值	35
用词说明	36
引用标准名录	37
附：条文说明	39

Contents

1	General provisions	1
2	Terms and symbols	3
2.1	Terms	3
2.2	Symbols	3
3	Equipments and components	6
3.1	General requirements	6
3.2	Components of photovoltaic power generation system	6
3.3	Components and equipments of hot water supply system	7
3.4	Control equipment and components	9
4	Design	12
4.1	General requirements	12
4.2	Hot water supply system design	12
4.3	Photovoltaic power generation system design	18
4.4	Control system design	21
4.5	Architectural and structural design	23
5	Construction	24
5.1	General requirements	24
5.2	Hot water supply system construction	24
5.3	Photovoltaic power generation system construction	25
5.4	Control system construction	26
5.5	Test	26
6	Commissioning and acceptance	28
6.1	Commissioning	28
6.2	Acceptance	29
7	Operation and maintenance	31
7.1	General requirements	31
7.2	Hot water supply system operation and maintenance	31
7.3	Photovoltaic power generation system operation and maintenance	32
	Appendix A Reference values for the optimal tilt angle of photovoltaic arrays	35
	Explanation of wording	36
	List of quoted standards	37
	Addition: Explanation of provisions	39

1 总 则

1.0.1 为规范承压式太阳能光伏热水系统的工程应用，做到安全可靠、技术先进、绿色环保、经济合理和维护方便，制定本规程。

【条文说明】光伏组件及其应用是实现 2030 年“碳达峰”、2060 年“碳中和”目标的重要手段。目前光伏产品和应用已得到长足的发展，其中光伏储能技术是光伏应用的重点研究方向之一。通过理论研究和工程实践验证，太阳能光伏热水系统为独立式光伏系统，采用水作为储热介质储存和利用光伏组件收集转化的电能，为建筑提供生活热水。光伏热水系统是光储直柔（PEDF）应用技术在生活热水供应中发展出的创新型系统，是太阳能光伏发电分布式应用的典型方式，系统设备寿命长、绿色低碳、技术可靠，经济合理、市场应用前景广阔。

1.0.2 本规程适用于新建、扩建和改建民用建筑中集中热水供应采用承压式太阳能光伏热水系统的设计、施工、调试、验收和运行维护。

【条文说明】承压式太阳能光伏热水系统实现了光伏发电直接利用，减少小容量的光伏发电系统对国家电网的冲击，契合国家光伏本地化应用的政策指引；直流电加热生活热水，具有高热转换效率；以水储能、无需逆变器、蓄电池等部件，可靠性高，运行维护费用少，具有很大的推广空间。目前该系统主要用于办公、教育、商业、旅馆、医疗、养老、住宅、宿舍等民用建筑集中热水供应系统。该系统设置限制条件少，只需要屋面或墙面有足够面积安装光伏组件，建筑内或屋顶有安装辅助热源和储热水箱的空间即可。

1.0.3 承压式太阳能光伏热水系统的光伏发电有余量时，可另行配置光伏逆变或储能装置，实现余电再利用。

【条文说明】承压式太阳能光伏热水系统的光伏发电系统提供的热量在满足热水系统需求后，仍然有多余的发电能力，则可配备光伏逆变器或蓄电池等储能装置，为其他用能设备提供电能。

1.0.4 承压式太阳能光伏热水系统应用除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

【条文说明】国内目前与承压式太阳能光伏热水系统设计和使用的规范和规程主要包括了《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015-2021、《建筑给水排水与节水通用规范》GB 55020-2021、《建筑给水排水设计标准》GB 50015-2019、《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB 50364-2018、《建筑光伏系统应用技术标准》GB/T 51368-2019、《光

伏热水系统通用技术条件》T/CECSXXX-2025 等。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 太阳能光伏热水系统 PV water heating system

通过太阳能光伏发电驱动储热水箱中的电加热装置,制取、储存并供应生活热水的系统,简称光伏热水系统。

2.1.2 光伏组件 PV module

具有封装及内部联结的、能单独提供直流电输出的、最小不可分割的太阳电池组合装置。

2.1.3 光伏组件串 PV module string

在光伏发电系统中,将若干个光伏组件串联后,形成具有一定直流电输出的电路单元。

2.1.4 光伏方阵 PV array

将若干个光伏组件在机械和电气上按一定方式组装在一起并且有固定的支撑结构而构成的直流发电单元。又称光伏阵列。

2.1.5 光伏发电系统 PV power generation system

利用太阳电池的光生伏特效应,将太阳辐射能直接转换成电能的发电系统。

2.1.6 安装容量 capacity of installation

光伏热水系统中安装的光伏组件的标称功率之和,计量单位是峰瓦(W_p)。

2.1.7 带辅助热源的光伏热水系统 PV water heating system with auxiliary energy source

联合使用光伏和辅助热源,并可依赖光伏而提供所需生活热水的系统。

2.1.8 混合加热系统 hybrid heating system

光伏储热水箱与辅助热源设备并联设置,联合加热光伏热储热水箱内热水,达到设计供水温度送入末端热水供应系统。

2.1.9 分级加热系统 graded heating system

光伏储热水箱与辅助热源设备串联设置,热水经过光伏储热水箱、辅助热源设备梯级加热达到设计供水温度送入末端热水供应系统。

2.2 符 号

b_1 ——入住率（住宅建筑为入住率）；

C ——水的比热；

C_γ ——热水供应系统的热损失系数；

E_s ——标准条件下的辐照度；

f ——太阳能保证率；

H_A ——水平面或倾斜面太阳能日均辐照量；

K ——综合效率系数；

k_1 ——用水均匀性的安全系数；

K_v ——光伏组件的开路电压温度系数；

K_v' ——光伏组件的工作电压温度系数；

m ——用水计算单位数（人数或床位数）；

N_1 ——光伏组件串的串联数；

N_2 ——光伏组件串的并联组数；

N_{rx} ——光伏热储能水箱的数量；

N_z ——光伏组件数量；

P_z ——光伏组件总装机容量；

$P_{\max}$ ——单块光伏组件峰值功率；

Q_g ——空气源热泵设计小时供热量；

Q_{md} ——平均日耗热量；

q_{mr} ——平均日热水用水定额；

q_r ——热水用水定额；

T_1 ——设计小时耗热量持续时间；

t ——光伏组件工作条件下的极限高温；

t' ——光伏组件工作条件下的极限低温；

t_r ——热水设计温度；

t_L ——冷水温度；

t_L^m ——年平均冷水温度；

V ——单台光伏热储能水箱的有效容积；

V_{dc} ——直流加热管额定工作电压；

V_{dcmax} ——直流加热管最大允许工作电压；

V_{oc} ——光伏组件的开路电压；

V_{pm} ——光伏组件的工作电压；

V_{rx} ——光伏热储能水箱的总有效容积；

Δt ——日温升数；

ρ_{r} ——热水密度。

3 设备和部件

3.1 一般规定

3.1.1 承压式光伏热水系统应由光伏发电系统、热水供应系统、控制系统三大部分组成，组成设备和部件应包括光伏方阵、汇流箱、光伏储热水箱、控制装置、线缆和水系统管路，可根据需求配置辅助热源设备。

3.1.2 承压式光伏热水系统组成设备、部品、部件等应符合现行中国工程建设标准化协会标准《光伏热水系统通用技术条件》T/CECS 10439 和国家现行相关产品标准的有关规定，并应有产品合格证和检测报告。

3.2 光伏发电系统组成部件

3.2.1 光伏阵列采用晶体硅光伏组件时，应符合下列规定：

1 产品应符合现行国家标准《地面用晶体硅光伏组件 设计鉴定和定型》GB/T 9535 的有关规定；

2 光伏组件的安全性能应符合现行国家标准《光伏(PV) 组件安全鉴定 第 1 部分：结构要求》GB/T 20047.1 的规定；

3 光伏组件设计使用寿命应高于 25 年；

4 在标准测试工况（STC）下，多晶硅光伏组件光电转换效率不应小于 19.4%；单晶硅光伏组件光电转换效率不应小于 21.2 %；

5 多晶硅、单晶硅组件自系统运行之日起，一年内的衰减率应分别低于 2.5%、3%，之后每年衰减应低于 0.7%。

3.2.2 光伏组件应满足干热、湿热、高海拔、沿海、沙漠、大风及强降雪等当地特殊气候条件要求。光伏组件的防火等级不应低于所在建筑物部位要求的材料防火等级。

3.2.3 采用具备建筑围护和发电功能的光伏组件时，产品应符合现行工程建设标准化协会标准《建筑光伏组件》T/CECS 10093 的有关规定。

3.2.4 光伏组件支架应符合现行行业标准《太阳能光伏系统支架通用技术要求》JG/T 490 的规定；光伏方阵用连接件、紧固件、组合配件宜选用不锈钢或铝合金材质。

3.2.5 光伏组件及方阵连接用直流线缆宜采用铜芯电缆，产品应符合现行国家标准《光伏发电系统用电缆》NB/T 42073 的有关规定。

3.2.6 线缆桥架和电缆保护管应符合下列规定：

1 宜采用钢制电缆桥架，产品应符合现行国家标准《节能耐腐蚀钢制电缆桥架》GB/T 23639 的有关规定。

2 电缆桥架和电缆保护管内壁应光滑、无毛刺。

【条文说明】本条规定电缆桥架的选型要求。

1 不选择钢制电缆桥架时，可根据工程实际需要选用其他金属制电缆桥架或玻璃纤维电缆桥架。

3.2.7 汇流箱应符合下列规定：

1 产品应符合现行国家标准《光伏电站汇流箱技术要求》GB/T 34936 的有关规定。

2 壳体宜采用金属材料，汇流箱内所有连接电缆、接线端子、绝缘材料及其他非金属材料等宜采用阻燃性材料；

3 室外安装的汇流箱应有防腐、防锈、防暴晒等措施，箱体的防护等级不应低于 IP55。

3.3 热水供应系统组成设备和部件

3.3.1 光伏储热水箱应由储热水箱和电加热器组成，产品应符合下列规定：

1 储热水箱材质、衬里材料和内壁涂料应确保水质在可能出现的运行温度下，符合现行国家标准《建筑给水排水与节水通用规范》GB 55020 的要求和安全要求，同时应满足防腐要求。

2 采用搪瓷涂层防腐的储热水箱产品应符合现行行业标准《低碳多能源搪瓷储热水箱》NB/T 34023 的有关规定。

3 储热水箱内置电加热管应符合现行国家标准《热水器用管状加热器》GB/T 23150 的有关规定。采用直流电加热管时，应使用直流功率负载电路专用电器部件。可根据用户需求增设交流电加热管。

4 水箱桶体的材料厚度应能保证水箱承受静水压力试验和脉冲压力试验。水箱外壳应增设保温层。

5 应具有漏电、过热、防干烧、超压等保护功能，应设置安全可靠的接地措施。宜采用防电墙装置。电源线路上应设有短路、过载、接地等故障保护装置。

6 应配有阴极腐蚀防护措施。使用镁合金牺牲阳极时，镁的总质量与水箱内表面积的比例不应小于 $200\text{g}/\text{m}^2$ 。

7 应有电源开关指示、水温指示灯信号装置。

8 上部应设置安全泄压阀；底部适当位置应设置清洗口，并应安装排水阀。

9 应设置温度传感器监测储热水箱的热水温度，温度传感器应能承受储热水箱内水可能的最高温度，精度不应低于 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

11 宜预留多种热源供热循环接口，可集成太阳能、空气源热泵、燃气等多种能源。

【条文说明】本条规定光伏储热水箱的产品制造要求。

4 光伏储热水箱在承受额定压力的2倍静压力试验后，无渗漏，不能有永久性变形和开裂；光伏储热水箱在承受至少10万次脉冲压力试验后，无渗漏，不能有明显变形和开裂。

8 安全泄压阀的出口需适当布置，保证从安全泄压阀喷出的蒸汽不会对人或周围环境造成危险。光伏储热水箱在底部适当位置设置排污口，以便于充分排出水箱中的水。

11 当以太阳能光伏为主能源时，为保障热水供应系统的可靠性，需配备辅助能源设备进行辅助加热，提供供水温度。因此光伏储热水箱在设置进、出水接管的同时，需要考虑辅助能源设备的循环管路接入和接出。

3.3.2 光伏储热水箱的性能参数应符合下列规定：

1 热水输出率不应小于70%；

2 使用寿命不应低于10年；

3 直流工作电压宜为380VDC~400VDC；

4 光伏储热水箱热水温度在当地标准温差下的温降值应符合表3.3.2-1的规定；

表 3.3.2-1 储热水箱热水温度在当地标准温差下的温降值

有效容积 (L)	在当地标准温差下的温降值 ($^{\circ}\text{C}$)
≤ 2000	≤ 8
2000~4000	≤ 6.5
> 4000	≤ 5

注：当地标准温差为当地室外环境空气平均温度与 45°C 差值的绝对值。

5 名义温升不应低于 25°C ；

6 光伏组件单位光伏安装容量名义日有用得热量不应低于 $4.0\text{kW}\cdot\text{h}/\text{kWp}$ ；单晶硅光伏组件的单位光伏采光面积名义日有用得热量不应小于 $0.85\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$ ；多晶硅光伏组件的单位光伏采光面积名义日有用得热量不应小于 $0.78\text{kW}\cdot\text{h}/\text{m}^2$ ；

7 其他性能参数可按表3.3.2-2选用。

表 3.3.2-2 光伏储热水箱的性能参数和接管直径

额定容量 (L)	加热功率 (kW)	额定压力 (MPa)	冷/热水接管直径 (mm)
600	≥ 5	0.7/1.0/1.2	$\geq \text{DN}50$
800	≥ 7	0.7/1.0/1.2	$\geq \text{DN}50$

1000	≥9	0.7/1.0/1.2	≥DN65
1500	≥12	0.7/1.0/1.2	≥DN65
2000	≥18	0.7/1.0/1.2	≥DN65
3000	≥27	0.7/1.0/1.2	≥DN80
4000	≥38	0.7/1.0/1.2	≥DN100
5000	≥45	0.7/1.0/1.2	≥DN100

【条文说明】本条规定光伏储热水箱的性能参数。

1、2款中光伏储热水箱的性能参数限值参照现行行业标准《低碳多能源搪瓷储热水箱》NB/T 34023 进行的规定。

4~6款中光伏储热水箱的性能参数参照现行工程建设标准化协会标准《光伏热水系统通用技术条件》T/CECS 10439 进行的规定。

7表中主要为光伏储热水箱的设计选用参数，光伏储热水箱为承压水箱，目前额定压力有0.7MPa、1.0MPa、1.2MPa三种类型，用户可根据实际工程项目的压力要求进行选用。

3.3.3 辅助热源设备采用空气源热泵热水机组时，性能应符合现行国家标准《商业或工业用及类似用途的热泵热水机》GB/T 21362的有关规定，热效率应符合现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015中规定的节能评价价值。

3.3.4 辅助热源设备采用燃气容积式热水器时，性能应符合现行国家标准《燃气容积式热水器》GB 18111的有关规定，热水输出率不应低于现行国家标准《储水式电热水器能效限定值及能效等级》GB 21519规定的节能评价价值。

【条文说明】国家标准《储水式电热水器能效限定值及能效等级》GB 21519-2008中规定电热水器节能评价价值为表2中能效等级的2级，对应的热水输出率不应小于60%。

3.3.5 允许使用市政电加热的地区，辅助热源设备可采用光伏储热水箱增设交流电加热管或采用储水式电加热器，并宜采用谷电。

3.3.6 辅助热源循环泵和回水循环泵的性能应符合现行国家标准《离心泵技术条件（III类）》GB/T 5657的有关规定，效率不应低于现行国家标准《清水离心泵能效限定值及节能评价价值》GB 19762规定的节能评价价值。

3.3.7 膨胀罐应采用生活给水型，产品应符合现行国家标准《闭式膨胀罐》GB/T 39287的有关规定；罐体材质宜为不锈钢；安装方式宜采用立式安装。

3.3.8 热水供、回水管道宜采用薄壁不锈钢管、薄壁铜管、钢塑或铝塑复合热水管等。控制阀门及附件宜采用铜或不锈钢材质。

3.4 监测控制设备和部件

3.4.1 监测部件和装置应符合下列规定：

- 1 测量光伏板的温度传感器应能承受板表面可能的最高温度，精度不应低于 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ；
- 2 测量水温的温度传感器测量范围宜为 $-10^{\circ}\text{C} \sim 100^{\circ}\text{C}$ ，精度不应低于 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ；
- 3 压力传感器的可测量上限应高于安全阀的动作压力，精度不应低于 $\pm 1\%\text{FS}$ (满量程)；
- 4 风速传感器可测量上限应高于安装现场可能的最高风速，精度不低于 $\pm 2\%$ 读数；
- 5 太阳日辐照仪的测量范围宜为 $0 \sim 2000\text{W}/\text{m}^2$ ，精度不应低于 $\pm 5\%$ ；
- 6 电流、电压等输入部件的测量范围应高于系统最大电流和最大电压，精度不应低于 $\pm 1\%$ ；
- 7 电能表精度等级不应低于 1 级，热水表准确度等级不应低于 2 级，温度等级不宜低于 T90；燃气表准确度等级不应低于 1.0 级。

3.4.2 控制设备和部件应符合下列规定：

- 1 PLC 或微处理器等中央处理单元应在系统所处的温度、湿度环境下长时间稳定运行，并应具备电磁防护、数据加密、身份认证等安全功能；
- 2 继电器、接触器等执行器的接通和分断能力应满足负载特性，并应在控制柜所处的温度、湿度环境下长时间稳定运行；
- 3 4G、5G 等物联网模块宜采用低功耗设计，应具备数据加密功能，耐高温、抗干扰特性。

3.4.3 控制柜设计和制作应符合现行相关产品标准的规定，并应符合下列规定：

- 1 应设置可编程控制器；应具备人机对话功能，且界面应为中文操作系统，应能显示运行监测项目、故障信息等；
- 2 控制柜有绝缘电阻要求的外部带电端子与机壳之间的绝缘电阻不应小于 $20\text{M}\Omega$ ，电源接线端子与接地之间的绝缘电阻不应小于 $50\text{M}\Omega$ ；
- 3 控制柜应有保护接地端子；
- 4 室外控制柜的箱体防护等级不应低于 IP55；
- 5 室外控制柜应具有可靠的防雷击措施，并应符合现行国家标准《电子设备雷击试验方法》GB/T 3482 的有关规定。

【条文说明】本条规定控制柜的产品要求。

目前控制柜设计和制作的相关标准主要是国家标准《高度进制为 20 mm 的面板、架和柜的基本尺寸系列》GB/T 3047.1-1995 和《电气控制设备》GB/T 3797-2016。

2 绝缘电阻要求可采用 $500\text{M}\Omega$ 绝缘电阻表进行测量，在有绝缘电阻要求的端子和机壳间加上 $500\text{V}\pm 50\text{ V}$ 直流电压，持续 $60\text{s}\pm 5\text{ s}$ 后测量绝缘电阻。

4 设 计

4.1 一 般 规 定

4.1.1 承压式太阳能光伏热水系统应根据建设地点的气候分区，能源条件，建筑的规模、用途，用水特点、参数要求等，经技术、经济、安全、环保比较后合理采用。

4.1.2 承压式太阳能光伏热水系统应做到全年综合利用，根据太阳能资源条件、建筑的使用功能、热水供应方式，合理确定系统形式、配置光伏功率、辅助热源设备等。

4.1.3 承压式太阳能光伏热水系统应在满足使用要求的水质、水温、水量、水压条件下节约能源。

4.1.4 承压式太阳能光伏热水系统应与建筑物及周围环境相协调，并应与建筑同步设计、同步施工、同步验收后交付使用。

【条文说明】布置在建筑外部的设备，如光伏组件、空气源热泵热水机组等应与周围环境相协调。

4.1.5 承压式太阳能光伏热水系统的设计应满足施工、运行与维护等方面的要求。

4.2 热水供应系统设计

4.2.1 承压式太阳能光伏热水系统的平均日耗热量应按下式计算：

$$Q_{md}=q_{mr} \cdot m \cdot b_1 \cdot C \cdot \rho_r \cdot (t_r-t_l^m) \quad (4.2.1)$$

式中： Q_{md} ——平均日耗热量（kJ）；

q_{mr} ——平均日热水用水定额[L/（人·d）或 L/（床·d）]，按现行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015 规定的平均日热水用水定额取值；

m ——热水计算单位数（人数或床位数）；

b_1 ——日使用率（住宅建筑为入住率）的平均值应按实际使用工况确定，当无条件时可按表 4.2.1 取值；

表 4.2.1 不同类型建筑的 b_1 值

建筑物名称	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
-------------	---------

C ——水的比热 [$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$] , $C=4.187\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$;

ρ_r ——热水密度 (kg/L) ;

t_r ——热水设计温度 ($^\circ\text{C}$) , 按 60°C 计算;

t_L^m ——年平均冷水温度 ($^\circ\text{C}$) , 可参照城市当地自来水厂年平均水温值计算。

【条文说明】太阳能是一种低密度、不稳定、不可控的热源,其热水系统不能按常规能源热水系统设计。参考现行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015、《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB 50364 的有关规定,采用平均日耗热量 Q_m 代替常规热源热水系统的设计小时耗热量作为热水量计算参数,计算公式内的平均日热水用水定额 q_m 、同时使用率 b_1 是反映实际用热水量的参数,可以合理选用太阳能光伏系统装机容量,降低建造成本,既能保障系统正常运行,又能达到经济、节能的目的。

4.2.2 承压式太阳能光伏热水系统的设计小时耗热量和设计小时供热量应按现行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015 的有关规定计算。

4.2.3 承压式太阳能光伏热水系统应配置辅助热源,并应符合下列规定:

1 应结合系统的运行控制与供热水方式,配置适当功率与加热形式的辅助热源,辅助热源应经技术经济比较后合理选择、配置;

2 辅助热源应根据热源条件、系统形式、太阳能光伏发电的可靠性、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《建筑给水排水与节水通用规范》GB 55020的有关规定;

3 辅助热源供热量应按太阳能光电输出能力为零时的系统需求值进行计算;

4 辅助热源的控制应在保证充分利用太阳能光伏发电的条件下,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;

5 辅助热源应设置能耗监测计量装置。

【条文说明】本条规定辅助热源的设置要求。

2 承压式太阳能光伏热水系统常用的辅助热源形式为空气源热泵、燃气、电能,相应设备为空气源热泵热水机组、燃气容积式热水器、储水式电加热器等。

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

5 辅助热源设备采用空气源热泵热水机组、储水式电热水器或光伏储热水箱增设市政电加热器时,应设置电能表计量耗电量;采用燃气容积式热水器时,应设置燃气表计量燃气

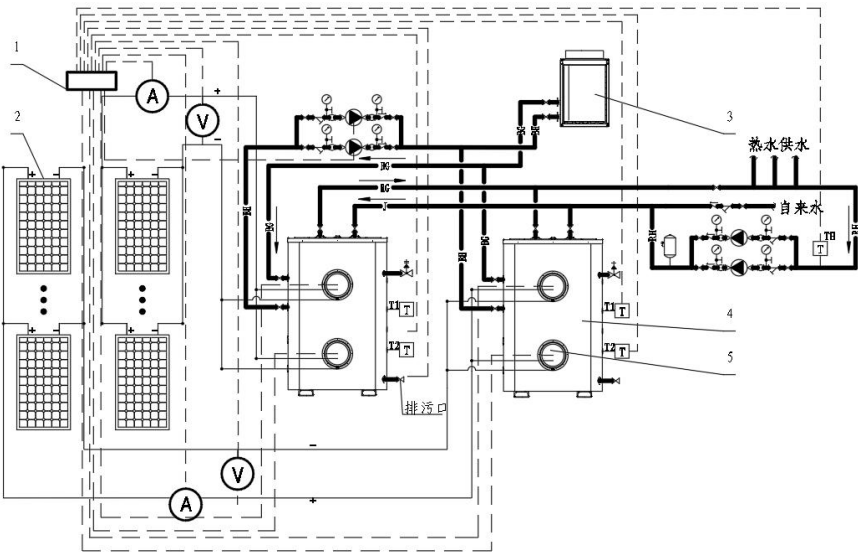
耗量。

4.2.4 辅助热源的加热方式应符合下列规定：

- 1 晚间定时供水、热水供应规模较小的系统，生活给水管流量及水压满足热水系统需求、对水温、水质要求较高、有条件设置光伏组件的建筑，宜采用混合加热方式；
- 2 日间定时供水和全日制集中供水、热水供应规模较大，建筑有条件设置光伏组件、对水压、水温要求较高、辅助热源可设于室内的建筑，宜采用分级加热方式。

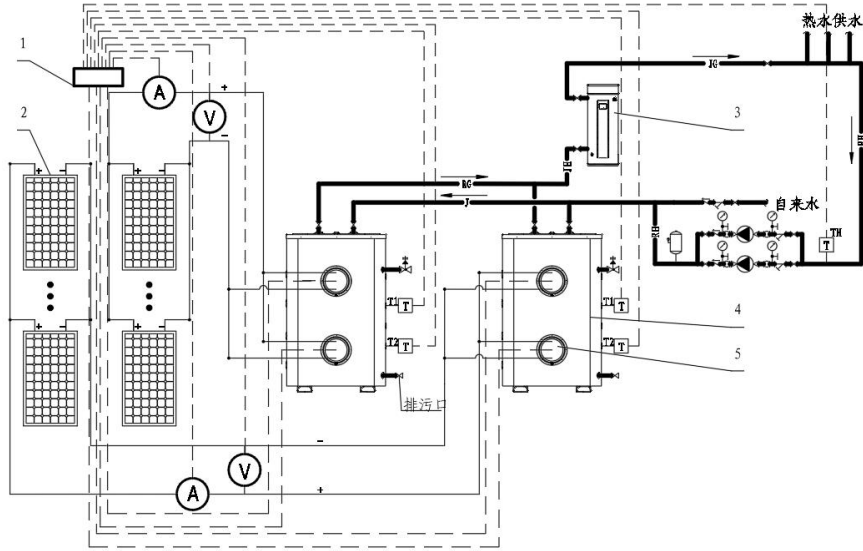
【条文说明】承压式太阳能光伏热水系统根据辅助热源设置方式分为混合加热方式、分级加热方式两种类型，见图1和图2。

- 1 该类系统如小型浴室，优先利用光伏加热储热水箱中的冷水，在定时供热水前采用辅助热源将储热水箱的水加热至设计温度。



1-控制装置；2-光伏组件；3-辅助热源；4-光伏储热水箱；5-电加热器

图1 带辅助热源的光伏热水系统（混合加热方式）组成示意图



1-控制装置；2-光伏组件；3-辅助热源；4-光伏储热水箱；5-电加热器

图2 带辅助热源的光伏热水系统（分级加热方式）组成示意图

4.2.5 分级加热式系统的光伏储热水箱总有效容积应按下式计算：

$$V_{rx} = \frac{3600 \cdot K \cdot P_z}{C \cdot \Delta t \cdot \rho_r} \cdot \frac{H_A}{E_s} \quad (4.2.5)$$

式中： V_{rx} ——光伏储热水箱的总有效容积（L）；

K ——综合效率系数，取 0.78~0.90，光伏组件类型修正系数，光伏方阵的倾角、方位角修正系数，光伏发电系统可用率，集电线路损耗，光伏组件表面污染修正系数，光伏组件转化修正系数，电加热损耗等。

P_z ——光伏组件总装机容量（kW）

H_A ——水平面或倾斜面太阳能日均辐照量（kW·h/m²）；

Δt ——日温升数，取 25℃~45℃；

E_s ——标准条件下的辐照度（kW·h/m²）， $E_s=1\text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^2$ 。

4.2.6 混合加热式系统采用空气源热泵热水机作为辅助热源时，光伏储热水箱总有效容积应分别按式（4.2.5）和下式计算，并应取两者中较大值确定为系统所需光伏储热水箱总有效容积。

$$V_{rx} = k_1 \frac{Q_g \cdot T_1}{C \cdot \rho_r (t_r - t_L)} \quad (4.2.6)$$

式中： k_1 ——用水均匀性的安全系数，按用水均匀性选值， $k_1=1.25\sim1.50$ ；

Q_g ——空气源热泵设计小时供热量（kJ/h）；

T_1 ——设计小时耗热量持续时间（h），全日集中热水供应系统 T_1 取 2h~4h；

t_L ——冷水温度（℃），按不同季节选取，应以当地实测数据资料确定；当无水温资料时，可按现行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015 中的冷水计算温度取用。

4.2.7 混合加热式系统采用其他形式辅助热源设备时，光伏储热水箱总有效容积应分别按式（4.2.5）和下式计算，并应取两者中较大值确定为系统所需光伏储热水箱总有效容积。

$$V_{rx} = \frac{T_2 \cdot m \cdot q_r \cdot C_y}{1000} \quad (4.2.7)$$

式中： T_2 ——光伏储热水箱贮水时间， $T_2=24h$ ；

q_r ——热水用水定额[L/（人·d）或 L/（床·d）]，按现行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB 50015 规定的最高日热水用水定额取值；

C_y ——热水供应系统的热损失系数， $C_y=1.10\sim 1.15$ 。

4.2.8 光伏储热水箱的加热管总功率应与光伏组件总装机容量相匹配。

【条文说明】每台光伏储热水箱内置 3 根~6 根直流电加热管，每根直流电加热管功率为分配到每台光伏储热水箱加热功率的 1/3~1/6。

4.2.9 光伏储热水箱宜选用同一型号。医院集中热水供应系统的光伏储热水箱，台数不应少于 2 台，一台检修时，其余各台的总供热能力不应小于设计小时供热量的 60%；其他建筑集中热水供应系统的光伏储热水箱，台数不宜少于 2 台。

【条文说明】本条参照国家标准《建筑给水排水设计标准》GB50015-2019 的 6.5.3 条进行的规定。由于医院手术室、产房、器械洗涤等部门要求经常有热水供应，不能有意外的中断，否则有可能造成医疗事故。因此医院集中热水供应系统的热源机组及水加热机组不得少于 2 台，以保证 1 台设备检修或者故障时，还有 1 台继续运行，不中断热水供应。光伏储热水箱是承压式太阳能光伏热水系统的水加热机组，因此进行同样的规定。

4.2.10 光伏储热水箱的设置应符合下列规定：

- 1 严寒和寒冷地区冬季使用的光伏储热水箱应设置在室内，且室内温度不应低于 5℃；
- 2 光伏储热水箱宜靠近用水部位；
- 3 设置光伏储热水箱的位置应采取相应的排水、防水措施；
- 4 光伏储热水箱上方及周围应留有满足安装、检修、更换部件等需要的空间；
- 5 进、出水管的布置，不应产生水流短路，并应保证光伏储热水箱内具有平缓的温度梯度；
- 6 光伏储热水箱应设置泄压阀、压力表、放空管、水温指示器、控制器及自动排气阀。

4.2.11 承压式太阳能光伏热水系统宜直接制备生活热水，系统设计供水温度、水压、水质

应符合现行国家标准《建筑给水排水与节水通用规范》GB 55020、《建筑给水排水设计标准》GB 50015 的有关规定。

【条文说明】承压式太阳能光伏热水系统可直接制备生活热水，中间不设置换热装置，无水质污染可能，有利于提供系统的热利用率，经济、节能，且便于系统运行调控。

4.2.12 热水供应系统的原水水质应符合现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 的有关规定，制取的生活热水水质应符合现行行业标准《生活热水水质标准》CJ/T 521 的有关规定。

4.2.13 水质不能满足系统要求时，应进行水处理，水处理设计应满足光伏储热水箱安全和经济运行的要求；水处理方法应根据原水水质、光伏储热水箱和辅助热源设备给水的质量要求、补给水量、排污率和水处理设备的设计出力等因素选择确定。

4.2.14 承压式太阳能光伏热水系统应采取灭菌措施。

【条文说明】本条参照国家标准《建筑给水排水与节水通用规范》GB 55020-2021 中第 5.2.3 条进行的规定，具体措施可采用设置能有效消灭病菌的设备，如银离子消毒器、紫外光催化二氧化钛（AOT）消毒装置等。

4.2.15 承压式太阳能光伏热水系统应设置热水回水管和循环水泵保证热水循环；混合加热式光伏热水系统应设置循环水泵保证辅热系统循环，辅热循环泵宜设置在辅助热源设备回水管道上。循环水泵宜设置备用泵。

【条文说明】采用空气源热泵热水机组作为辅助热源设备的混合加热式光伏热水系统中，循环水泵有热水回水循环泵和辅热循环泵两种类型。采用燃气容积式热水器作为辅助热源设备的分级加热式光伏热水系统中，只设置热水回水循环泵。

4.2.16 承压式太阳能光伏热水系统应设置膨胀罐。膨胀罐宜设置在热水回水管上，其连接管上不宜设阀门。膨胀罐的总容积计算应符合现行国家《建筑给水排水设计标准》GB 50015 的有关规定。

4.2.17 辅助热源设备采用空气源热泵热水机组时，其布置应符合下列规定：

1 应布置在进、排风通畅的场所，进、排风之间不应发生气流短路，机组排风面距遮挡物的净距应保证排风通畅；

2 布置位置应避免受污浊气流的影响，应避开易燃气体可能发生泄漏或者可能有强烈腐蚀气体的环境；

3 机组之间及距墙的水平净距应满足检修要求；

4 机组四周应设置相应的排水措施。

4.2.18 辅助热源设备采用燃气容积式热水器时，其布置应符合下列规定：

- 1 应安装在空气流通的场所，不应设置在新风系统进气口、空调设备和换气扇附近；
- 2 排烟口正前方 1m 内不应有影响排气的障碍物；
- 3 设备周围应设置相应的排水措施。

4.2.19 热水供、回水管道，阀门、附件及仪表设置应符合下列规定：

- 1 热水供水总管上应安装控制阀门、流量计、压力表、温度传感器；
- 2 光伏储热水箱冷水补水管上应安装控制阀门、Y 型过滤器、水表和止回阀；
- 3 循环水泵进水管上应设置控制阀门、Y 型过滤器、压力表、可曲挠橡胶软接头；循环水泵出水管应设置可曲挠橡胶软接头、压力表、止回阀、控制阀门；
- 4 管道上翻高处应设置自动排气阀，最低处应设置泄水阀；
- 5 热水供、回水管道应采取保温措施。

4.3 光伏发电系统设计

4.3.1 光伏组件总装机容量和总数量应按下列公式计算：

$$P_Z = f \cdot \frac{Q_{md} \cdot E_S}{H_A \cdot K} \quad (4.3.1-1)$$

$$N_Z = \frac{P_Z}{P_{max}} \quad (4.3.1-2)$$

式中： P_Z ——光伏组件总装机容量（kW）；

f ——太阳能保证率（%），根据当地系统使用期内的太阳辐照量、系统耗热量的稳定性、经济性及用户要求等因素综合确定，应按照现行国家标准《建筑给水排水与节水通用规范》GB 55020 和《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB 50364 的有关规定执行；

N_Z ——光伏组件数量，取整数；

P_{max} ——单块光伏组件峰值功率（kW），根据产品的实测值确定。

【条文说明】本条规定光伏组件的总装机容量和总数量的计算。

光伏发电系统的综合效率系数 K （通常称为性能比，Performance Ratio, PR）反映了系统实际输出与理论最大输出的比值，业内典型取值范围为 75%~90%。光伏热水系统是用电加热器进行光热能量转化，光伏发电系统是用逆变器进行光电能量转化。逆变器的效率能做到 98% 以上，加热管本身的加热效率也能做到 98% 以上。因此光伏热水系统的综合效率系统可与光伏发电系统的取值相同。

4.3.2 光伏组件串的串联数和并联组数计算应符合下列规定：

1 在保证系统直流电压不高于直流加热管的最大允许工作电压条件下，光伏组件串的串联数应按下列公式计算，并应取两者的最小值：

$$N_1 \leq \frac{V_{\text{dcmax}}}{V_{\text{oc}} \cdot [1 + (t - 25) \cdot K_v]} \quad (4.3.2-1)$$

$$N_1 \leq \frac{V_{\text{dcmax}}}{V_{\text{pm}} \cdot [1 + (t' - 25) \cdot K_v']} \quad (4.3.2-2)$$

式中： N_1 ——光伏组件串的串联数， N_1 取整数；

V_{dc} ——直流加热管额定工作电压（V），宜选取 380V~400V；

V_{dcmax} ——直流加热管最大允许工作电压（V），取 $1.5V_{\text{dc}}$ ；

V_{oc} ——光伏组件的开路电压（V）；

V_{pm} ——光伏组件的工作电压（V）；

t ——光伏组件工作条件下的极限高温（℃）；

t' ——光伏组件工作条件下的极限低温（℃）；

K_v ——光伏组件的开路电压温度系数，由组件厂家提供；

K_v' ——光伏组件的工作电压温度系数，由组件厂家提供。

2 光伏组件串的并联组数应按下列公式计算：

$$N_2 = \frac{N_z}{N_1} \quad (4.3.2-3)$$

式中： N_2 ——光伏组件串的并联组数， N_2 取整数。

4.3.3 当按本规程第4.3.2条计算得到的系统光伏组件安装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安装面积确定光伏组件总面积。

4.3.4 光伏组件选择应符合下列规定：

1 光伏组件的尺寸和形状的选择宜与建筑模数尺寸相协调，并应符合现行国家标准《建筑模数协调标准》GB/T 50002的有关规定。

2 光伏组件的色彩应与建筑整体色调相匹配；光伏组件边框的颜色应与光伏电池的色彩及建筑整体设计相匹配；对色彩有特殊要求的光伏组件，应根据设计要求确定。

4.3.5 光伏组件布置应符合下列规定：

1 光伏方阵宜以固定式、结合建筑外立面要求进行布置朝南布置。当固定式光伏方阵不受建筑条件限制时，宜按照当地的最佳倾角布置，最佳倾角参考值见附录A。光伏组件支架倾角应满足设计要求。

2 光伏组件在建筑上安装应考虑通风散热，应根据光伏组件在设计安装条件下光伏电池最高工作温度设计其安装方式，保证系统安全稳定运行。光伏组件安装方式应易于维修

和更换，并应设置光伏组件清洗、维护通道。

3 光伏组件布置时应避免周边环境、景观设施和绿化种植等对其遮挡。光伏组件不宜设置在易触摸到的地方，且应在显著位置设置高温和触电的标识。

4 光伏组件应避开厨房排油烟口、屋面排风、排烟道、通气管、空调系统等布置。建筑光伏方阵不应跨越建筑变形缝。

5 对光伏组件可能引起的二次辐射和光污染应进行分析并采取相应的措施。

6 严寒或寒冷地区屋顶铺设光伏组件时，铺设高度不应低于当地常年积雪厚度。

【条文说明】本条规定光伏组件的设置要求。

2 光伏组件工作时温度升高，可达70°以上，会对围护结构保温、输配电电缆等产生不利影响，存在安全隐患。因此，光伏组件供应商应给出在设计安装方式下，项目所在地的光伏组件在太阳能辐照最高等最不利工作条件下的组件背板最高工作温度，设计人员应根据此温度设计其安装方式。

6 本条规定是防止光伏组件被雪埋造成损坏。

4.3.6 太阳能光伏供电应设专用供电回路，电缆、电缆桥架、电缆保护管选用和设置应符合下列规定：

1 电缆选型应符合现行国家标准《电力工程电缆设计标准》GB 50217的有关规定。

2 交流、直流电缆应分开敷设。直流线缆的串联应稳固连接。

3 集中敷设于沟道、槽盒中的电缆宜选用C类及以上阻燃电缆。

4 电缆应满足系统负荷设计要求、安装使用的环境条件和建筑的防火等级要求，并与建筑物其他管线统筹安排、同步设计、同步施工，安全、隐蔽、集中布置，便于安装维护。

5 当敷设环境温度超过电缆运行环境温度时，应采取隔热措施。

6 电缆保护管宜隐蔽敷设，并应采取保护措施。

7 在有腐蚀或特别潮湿的场所采用电缆桥架布线时，应根据腐蚀介质的不同采取相应的防护措施。

8 在有防火要求的区段内，电缆桥架及其支架表面应涂刷防火涂层，其整体耐火性能应符合建筑物耐火等级的要求。

9 电缆在桥架内敷设时，电缆总截面面积与桥架内横断面面积之比，电力电缆不应大于40%，控制电缆不应大于50%。

10 电缆保护管内径不宜小于所穿电缆外径的1.5倍，弯曲半径应符合所穿入电缆弯曲半径的规定，且每根电缆保护管不应超过3个弯头，直角弯不应多于2个。

11 光伏方阵内电缆桥架的铺设不应应对光伏组件造成遮挡。

4.3.7 汇流箱的选用和设置应符合下列规定：

1 汇流箱应根据使用环境、绝缘水平、防护等级、额定电压、输入输出回路数、输入输出额定电流、使用温度、安装方式及工艺等技术参数进行选择；

2 汇流箱允许的工作电压等级应高于光伏组件串在当地昼间极端气温下的最大开路电压；

3 汇流箱的输入回路应具有防逆流及过流保护措施；输出回路应具有隔离保护措施；

4 汇流箱宜靠近光伏方阵布置，当汇流箱设置于室内时，应采取散热通风措施。

4.3.8 太阳能光伏系统应设置防雷设施并有效接地，且应符合下列规定：

1 防雷接地应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 的有关规定，光伏发电系统的防雷及接地保护宜与建筑物防雷及接地系统合用，安装光伏发电系统后不应降低建筑物的防雷保护等级，且光伏方阵接地电阻不应大于 4Ω 。

2 接闪器、引下线及接地体应符合现行国家标准《建筑物防雷设计规范》GB 50057 和《光伏电站防雷技术要求》GB/T 32512 等有关规定。

3 利用光伏方阵金属支架做防雷装置时，其材料及尺寸应能承受泄放预期雷电流时所产生的机械效应和热效应。

4 光伏组件金属边框应与金属支架可靠连接、连续贯通，单个光伏组件方阵支架与建筑接地系统应采取至少两点连接。

5 屋顶光伏发电组件高于原建筑接闪装置时，金属边框的光伏组件不宜作为原建筑的接闪器。

【条文说明】本条规定太阳能光伏系统的防雷要求。

5 屋顶光伏发电组件若要成为原建筑的接闪器，设计需明确及相应的安装处理方法。

4.4 监测和控制系统设计

4.4.1 承压式太阳能光伏热水系统应对下列运行参数进行监测和计量：

1 光伏方阵的直流电压、电流、功率；

2 光伏发电系统的年发电量、常规能源替代量、二氧化碳减排量；

3 光伏组件背板表面温度，安装场所的环境温度、风速、太阳辐照量等气象参数；

4 光伏发电直接驱动的多个加热管实时工作状态；

5 显示辅助热源设备、回水循环泵、辅热设备循环泵的实时工作状态；

6 热水供应系统进水量、供热量，供水、回水温度和压力；

7 辅助热源耗电（气）量。

【条文说明】开展数据监测有利于掌握系统的运行状态，及时发现问题，指导系统的安全、优化运行，并提供实际的节能减排效益。

2 常规能源替代量、二氧化碳减排量可通过光伏系统的年发电量经计算得出，监测和控制软件系统通过监测得到发电量可显示和输出常规能源替代量、二氧化碳减排量的数值，供用户读取。

4.4.2 监测和计量仪表应具有数据远传功能，监测数据宜上传至控制设备显示屏或远程监控平台。

4.4.3 承压式太阳能光伏热水系统运行控制应符合下列规定：

- 1 各光伏储热水箱的供热量和供水温度应协调；
- 2 应具备对辅助热源设备的功能控制与运行切换；
- 3 应具备对热水供应系统各主要设备、电动阀门等的启、停控制或调节功能；
- 4 全日制太阳能光伏热水系统宜采用全日自动启动控制；
- 5 应具有防过热控制功能。当光伏储热水箱水温高于设定温度时，应停止从光伏发电系统与辅助热源系统获得能量。

6 应通过调控加热管负载实现光伏发电最大功率跟踪（MPPT）功能。

【条文说明】本条规定承压式太阳能光伏热水系统运行控制功能。

1 光伏储热水箱的供热量和供水温度通过调控直流电加热管通断电实现。光伏电加热工作通、断电采用脉冲宽度调制技术（PWM）或直流继电器通断控制。当光伏瞬时电压高于或等于光伏负载开启电压时，逐步增加光伏加热管导通时长或工作数量，直至全时导通或全部工作；当光伏瞬时电压小于光伏负载关闭电压时，逐步减少光伏加热管通电时长或工作数量，直至完全断开。

4.4.4 承压式太阳能光伏热水系统应具备远程监控功能，或预留远程监控管理系统通信接口，或采用 4G、5G 物联网模块，并可在合理授权的前提下由责任方进行远程监测、控制和检修。

4.4.5 承压式太阳能光伏热水系统的监测与控制系统宜纳入建筑设备监控系统（BAS），或预留通信接口。

【条文说明】利用监测和控制系统的标准通信接口进行必要的协议转化，实现与建筑设备监控系统（BAS）的通信，进行数据共享。

4.5 建筑和结构设计

4.5.1 建筑体形及空间组合应为光伏组件接收充足的日照创造条件。光伏组件的安装部位应避免受环境或建筑自身及组件自身的遮挡。

4.5.2 光伏组件与支撑结构作为建筑突出物时，应符合现行国家标准《民用建筑设计统一标准》GB 50352 的有关规定。

4.5.3 安装光伏方阵的建筑应设置防止光伏组件损坏后部件坠落伤人等安全防护措施。

【条文说明】建筑部位应设置防止设备及部件坠落的安全防护措施，且应满足建筑的防水、排水、排烟及防雷等要求。

4.5.4 屋顶安装光伏方阵的建筑间距应满足所在地区日照间距的要求，不应降低相邻建筑物的日照标准。

4.5.5 既有建筑上安装光伏方阵应进行建筑物结构的安全复核，并应满足建筑结构的安全性要求。光伏方阵不应影响建筑的采光、通风，不应增加建筑能耗。

【条文说明】位于建筑不同部位的光伏方阵应符合建筑使用功能的要求，如：建筑围护、遮阳、防火、装饰、防护功能等。当光伏组件作为围护结构时，有可能影响建筑围护结构的热工性能。因此，可通过对光伏发电系统的发电量与围护结构的热工损失，进行比较和权衡，来判断光伏系统对建筑节能的贡献。

4.5.6 安装光伏方阵的坡屋面建筑还应符合下列规定：

- 1 建筑主要朝向宜为南或接近南向，宜避开周边障碍物对光伏组件的遮挡；
- 2 坡屋面的坡度宜与光伏组件在该地区年发电量最多的安装角度相同。

4.5.7 光伏方阵与光伏储热水箱相连的管线穿屋面、墙面或其他建筑部位时，应在相应部位预埋套管，并应对接触处进行防水密封处理。套管应在屋面防水层施工前埋设完毕。穿墙管线不宜设在结构柱处。

5 施 工

5.1 一 般 规 定

- 5.1.1 承压式太阳能光伏热水系统施工应与土建及机电设备安装相互协调，合理安排。
- 5.1.2 承压太阳能光伏热水系统施工不应破坏建筑的结构、屋面、地面防水层和附属设施，不应削弱建筑在寿命期内的其他功能和承受荷载的能力。
- 5.1.3 施工所使用的主要设备及材料应具有中文质量证明文件。相关规格、型号及性能检测报告应符合国家现行标准和设计文件要求。
- 5.1.4 所有设备及材料进场时，应对型号、规格、外观等进行验收，并应经监理单位核查确认。

5.2 热水供应系统安装

- 5.2.1 光伏储热水箱的安装应符合下列规定：
 - 1 光伏储热水箱周围应预留检修空间，并应预留排污设施。
 - 2 安装顶部至建筑结构最低点的净距应满足检修的要求，并不应小于 0.2m。电加热侧距墙面应有不小于 500mm 的间距。
 - 3 光伏储热水箱和支架间应有隔热垫，不宜直接刚性连接。储热水箱应与支架上固定牢固。
 - 4 应安装随机附带的安全阀，并应将从安全阀泄压排出的水引到附近地漏或排水沟施。
 - 5 内箱应作接地处理，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 的要求。
- 5.2.2 空气源热泵热水机组的安装应符合下列规定：
 - 1 机组应与建筑主体结构承重部件固定牢固，且不应直接搁置在建筑屋面上。既有建筑加装空气源热泵热水机组时，应经结构核算后方可布置在屋面。
 - 2 机组进、出水管道连接方式应符合设计文件的规定，管道与热泵热水机机组宜采用柔性连接，并应密封可靠。
- 5.2.3 燃气容积式热水器安装应符合下列规定：
 - 1 应落地安装，安装地面应能承受设备的荷重；设备机架应与安装基础固定牢固。
 - 2 安装地面应设防水层，安装地面附近应设置地漏等排水装置。
 - 3 安装在室外时，设备、管道、阀门、仪表及附件等应有防雨、防风、防冻、防腐和

减少热损失的措施；设备应可靠接地，并应采取防雷保护措施。

5.2.4 循环水泵、膨胀罐、热水管道系统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 的有关规定。

5.2.5 热水管道、辅助热源设备等的保温应在防腐和水压试验合格后进行。

5.3 光伏发电系统安装

5.3.1 光伏组件的安装应符合下列规定：

- 1 光伏组件安装的位置、方向、倾角和间距应符合设计要求；光伏组件连接数量和路径应符合设计要求。
- 2 光伏组件安装在防水层上时，支架基座下部应增设附加防水层。
- 3 当光伏组件平行于安装部位时，其与安装部位的间距应符合安装和通风散热的要求。
- 4 光伏组件间接插件应连接牢固，外接电缆同插接件连接处应搪锡。
- 5 同一光伏组件或组件串的正负极不应短接。
- 6 不应在雨中进行光伏组件的连接作业。
- 7 不应触摸光伏组件串的金属带电部位。
- 8 光伏组件周围屋面、检修通道、屋面出入口和光伏方阵之间的人行通道上部宜铺设保护层。

5.3.2 汇流箱的安装应符合下列规定：

- 1 汇流箱进线端和出线端与汇流箱接地端应进行绝缘测试；
- 2 汇流箱内元器件应完好，连接线应无松动；
- 3 汇流箱中的开关应处于分断状态，熔断器熔丝不应放入；
- 4 汇流箱内光伏组件串的电缆接引前，光伏组件侧应有明显断开点；
- 5 汇流箱与光伏组件串进行电缆连接时，应先接汇流箱内的输入端子，后接光伏组件接插件。

5.3.3 电气线路和设备的安装应符合下列规定：

- 1 交流侧和直流侧电缆接线前，应检查绝缘等级，校对电缆相序和极性，并做好相应的防触电保护；
- 2 直流侧电缆接线前应确认汇流箱侧有明显断开点；
- 3 电缆接引完毕后，各预留孔洞及电缆管口应进行防火封堵；
- 4 电气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 的有关规定。

5 低压电器的安装应符合现行国家标准《电气装置安装工程 低压电器施工及验收规范》GB 50254 的有关规定；

6 二次设备、盘柜安装及接线应符合现行国家标准《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 的有关规定。

5.3.4 防雷与接地的安装应符合下列规定：

1 光伏系统的金属支架应与建筑物接地系统可靠连接或单独设置接地。

2 光伏组件金属边框应与金属支架可靠连接、连续贯通，单个光伏方阵支架与建筑接地系统应采取至少两点连接；不带边框的光伏组件，固定结构的接地做法应符合设计要求。

3 盘柜、桥架、汇流箱等电气设备的接地应牢固可靠、导电良好，金属盘门应采用裸铜软导线与金属构架或接地排进行接地。

4 接地体的连接应采用焊接，并宜采用放热焊接（热焊接）；当采用通用的焊接方法时，应在焊接处做防腐处理。

5.4 监测和控制系统安装

5.4.1 控制柜安装应符合现行国家标准《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 的有关规定。

5.4.2 监测和控制部件的安装应符合下列规定：

1 光伏组件背板温度传感器应安装牢固；

2 室外温度传感器应安装在能直接反映到环境温度，不应安装太阳光照射到的地方；

3 风向传感器和风速传感器水平安装时，偏差不应超过 2° ；

4 太阳辐照度测试仪应安装稳固，安装位置应全天无遮挡，安装垂直度偏差不应超过 2° ；

5 各类环境监测仪的安装位置应避开建筑的排气口、排烟口和通风口；

6 测水温的温度传感器应安装在能够准确反映所测水温的地方，且应便于更换和维修；在管道上安装时，温度探头应与管道轴线相交；

7 压力传感器应安装在管道热水流速稳定的位置，其端部不应超过设备或管道的内壁；

8 流量传感器的安装位置应保证其上、下游侧管道保持一定的直管段。

5.5 试 验

5.5.1 光伏储热水箱应进行水压试验，并应符合下列规定：

1 试验压力应满足设计要求，设计无要求时，按设计工作压力的 1.5 倍进行试验，且不应小于 0.6MPa；

2 试压管道连接后，应开启进水阀门向光伏储热水箱充水，同时打开排气口或顶部安全阀，水溢出时关闭排气口或顶部安全阀；

3 应缓慢升压至设计工作压力，检查无渗漏后，再升压至规定的试验压力值，关闭进水阀门，稳压 10min，观察各接口无渗漏，压力无下降为合格。

5.5.2 热水供应系统管道和设备安装完毕后，在设备及管道保温前，应进行水压试验，并应符合下列规定：

1 水压试验压力应为系统顶点压力的工作压力加 0.1MPa，同时在系统顶点的试验压力不应小于 0.3MPa；

2 钢管或复合管道系统试验压力下 10min 内压力降不大于 0.02MPa，然后将至工作压力检查，压力应不降，且不渗不漏，水压试验合格。

5.5.3 水系统水压试验合格后应进行管道冲洗，并应符合下列规定：

1 管道冲洗前，应对不允许参与冲洗的系统、设备、仪表及管道附件等采取安全可靠的隔离措施；

2 冲洗试验应以清水为介质，温度应为 5℃～40℃；

3 冲洗直至排出的水不浑浊、无杂质为止；

4 冲洗后应清扫过滤器、除污器。

5.5.4 热水系统管道在交付使用前，应进行冲洗和消毒，并应经有关部门取样检验；生活热水系统的水质应符合现行行业标准《生活热水水质标准》CJ/T 521 的有关规定。

5.5.5 热水系统管路冲洗完毕后，应进行充水，并检查水系统的密封性。

6 调试和验收

6.1 调 试

6.1.1 承压式太阳能光伏热水系统投入使用前，应进行系统调试。系统调试应在竣工验收前进行。系统未经调试，不应投入运行使用。

6.1.2 系统调试应包括设备单机、部件调试和系统联动调试，系统联动调试应在设备单机、部件调试合格后进行。

6.1.3 热水供应系统设备单机或部件调试包括光伏储热水箱、循环水泵、辅助热源设备、各类阀门、控制柜、控制部件、监控显示设备等调试；光伏发电系统设备单机或部件调试包括光伏组件串、汇流箱、监控显示设备等调试。

6.1.4 系统调试前应具备下列条件：

- 1 系统已安装完毕，经检查合格，施工现场清理干净；
- 2 调试所需用的水、电、燃气等满足要求；
- 3 测试仪器和仪表齐全，检定合格，并在有效期内，其量程范围、精度满足测试要求；
- 4 调试方案已批准。调试人员已经过培训，掌握调试方法，熟悉调试内容。

6.1.5 系统调试前准备应符合下列规定：

- 1 光伏发电系统应符合设计要求；
- 2 水系统试验和密封性检查应已完成；
- 3 检查各项参数应与设备匹配，接线正确，接地良好；
- 4 各类阀门的安装位置、方向应正确，并应启闭正常、动作灵活、密封严密；
- 5 控制设备应正常。

6.1.6 热水供应系统设备单机或部件调试应符合下列规定：

- 1 光伏储热水箱工作应正常，加热能力达到设计要求；各项保护功能应正常；
- 2 检查循环水泵安装方向应正确，水泵应能连续正常工作；
- 3 辅助热源设备工作应正常，加热能力达到设计要求，各项指标应在正常范围内；
- 4 各种阀门的安装位置、方向应正确，并应开启正常、动作灵活，密封严密；
- 5 控制柜、各控制部件、监控显示设备应正常。

6.1.7 光伏发电系统设备单机或部件调试应符合下列规定：

1 光伏组件进行组串连接后，应对光伏组件串的开路电压和短路电流进行测试，并应符合现行国家标准《光伏电站施工规范》GB 50794 的有关规定。

2 汇流箱的调试可按现行国家标准《光伏发电站汇流箱检测技术规程》GB/T 34933 的有关规定进行。

3 光伏发电系统调试时，应确认接线正确，无极性反接及松动情况，合上直流侧断路器后检查设备指示应正常。

6.1.8 系统联动调试应在设计流量下，通过调整各阀门对光伏制热系统、辅助热源设备及热水供应系统实际运行情况进行调试，各系统应相互匹配，各设备应正常运行。

6.1.9 系统联动调试前准备应符合下列规定：

- 1 检查水系统管路，系统水压应满足系统运行要求；
- 2 检查光伏组件无遮挡，受光面应清洁；
- 3 检查电气及控制系统的接线应合格，各用电部件应通电待机；
- 4 用户系统应满足联动调试要求。

6.1.10 系统联动调试应符合下列规定：

- 1 光伏发电系统的电压、电流、功率应符合设计要求。
- 2 调整光伏储热水箱加热功率，调整回水循环水泵、辅热循环水泵的控制阀门；供水流量、温度、压力等应达到设计要求。
- 3 调试辅助热源设备、辅热循环水泵与光伏储热水箱的联动功能应正常切换，达到设计要求。
- 4 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。
- 5 自动补水系统应运转正常。

6.1.11 具备远程监控功能的系统，在完成本地调试后，应进行远程监控功能调试。

6.1.12 系统联动调试完成后，系统应连续试运行不少于 3d，设备应运行正常，系统的联动协调应正常，并应记录系统的流量、压力、供水温度、供水量等主要指标。

6.2 验 收

6.2.1 承压式太阳能光伏热水系统安装调试完毕后，施工单位应对系统进行全面自检；自检合格后，应由监理单位组织建设单位、设计单位和施工单位进行联合验收。系统未经验收或验收不合格者，不应投入使用。

6.2.2 竣工验收时，承压式太阳能光伏热水系统应完成调试和试运行，并应正常运行。

6.2.3 竣工验收应按国家现行标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242、《光伏发电工程验收规范》GB/T 50796 的有关规定执行。

6.2.4 竣工验收资料应包括下列内容：

- 1 图纸会审记录、设计变更通知书和竣工图；
- 2 主要设备、材料、成品、半成品和仪表的出厂合格证明及进场检验、试验报告；
- 3 光伏发电系统、光伏储热水箱、辅助热源设备、水系统安装及检验记录；
- 4 水系统压力试验记录；
- 5 系统生活热水水质检验记录；
- 6 设备单机调试记录；
- 7 系统调试与试运行记录；
- 8 观感质量综合检查记录；
- 9 安全和功能检验资料的核查记录。

7 运行和维护

7.1 一般规定

- 7.1.1 承压式太阳能光伏热水系统应有日常管理、检查检测、维护保养的制度、操作规程以及安全事故应急预案。
- 7.1.2 运行维护管理人员应经过专业培训,应掌握和熟悉承压式太阳能光伏热水系统的原理、性能和操作规程,严禁非专业人员操作、启动及调节设备及系统。
- 7.1.3 系统运行出现异常时应及时处理。
- 7.1.4 承压式太阳能光伏热水系统应每年进行一次全面维护。

7.2 热水供应系统运行与维护

- 7.2.1 热水供应系统应进行日常巡检,并应符合下列规定:
 - 1 循环水泵工作应正常,运行应无异常声音、无振动;进、出口压力表或压力传感器数值应正常,压力表指针不应抖动;电动机功率、电压、电流应正常;
 - 2 系统供、回水压力应在正常工作范围内,且压力稳定;
 - 3 检查光伏储热水箱的水位,应无缺水、漏水;
 - 4 阀门的阀位应正常,管道接头、阀门等应无漏水,设备及管道保温层应无破损;
 - 5 电力供应系统应稳定,电气及控制接线应牢靠,接地保护应可靠;
 - 6 各传感器反馈应正常;
 - 7 远程通讯应正常。
- 7.2.2 光伏储热水箱应每半年进行一次维护,并应符合下列规定:
 - 1 检查储热水箱的密封性及保温层,发现破损时,应立即修补并做好防冻保温措施;
 - 2 检查储热水箱的补水阀、安全阀、液位控制器和排水装置;
 - 3 检查并确认有无异物进入储能水箱;
 - 4 清洗内胆并应清除储热水箱内的水垢。
- 7.2.3 辅助热源设备空气源热泵热水机组应每半年进行一次维护,并应符合下列规定:
 - 1 检查机组的整体运行情况,检查制冷系统压力,检查并确认制冷剂外部管路接头及阀门处无泄漏;
 - 2 检查并确认机组的电源和电气系统接线应牢固,电气元器件应无异常动作;
 - 3 检查并确认机组空气侧换热器及进风通道未被杂物堵塞,并根据需要对换热器及进

风通道进行清洗或清理。

7.2.4 辅热设备燃气容积式热水器应每半年进行一次维护，并应符合下列规定：

- 1 清洗热水器内胆应清除水垢和沉淀物；应清理燃烧器灰尘；
- 2 检查电子阳极棒，指示灯应正常；检查安全阀，启闭应正常；
- 3 空气过滤网应清洁灰尘或更换，风机应清理入口、叶轮灰尘和杂物等。

7.2.5 循环水泵应每月进行一次泵体表面清洁，检查密封应无泄漏，泵体固定应牢固。

7.2.6 膨胀罐宜每月进行一次表面清洁，检查进、出阀门启闭应正常；应每半年检查一次压力，如有压降，应及时补压。

7.2.7 水系统管道、阀门及附件宜每半年进行一次维护，并应符合下列规定：

- 1 阀门零部件的完整性、动作灵活度、启闭性能和电动阀门联动功能应正常；
- 2 管道及管件、阀门应无泄漏，损坏时应进行更换；
- 3 过滤器应清洗，损坏时应更换滤网或过滤器；
- 4 绝热层应完整、无损坏，损坏的绝热层应进行修补，并保持干燥、完好；
- 5 检查电动执行器动作有效性，损坏时应进行处理。

7.2.8 控制设备应每半年进行一次维护，并应符合下列规定：

1 控制柜内元器件和线路应无老化或破损现象，螺丝应无松动；电源和电缆的连接应安全可靠，外观良好；控制柜内保险丝、继电器和其他可更换元件应正常；控制柜内灰尘、杂物应清理干净。

2 仪表指示应正常，误差应在允许范围内。

3 传感器应按国家现行相关标准进行校准；传感器套管应密封严密，引出线或连接线应无损坏和腐蚀情况。；

4 变送器、调节器和执行器外壳应无破损，连接应无损坏、无老化、无松动、无腐蚀情况，执行器与阀门、阀芯的连杆应无锈蚀、无弯曲情况。

7.2.9 系统中的计量仪表和器具应定期进行校验。

7.3 光伏发电系统运行和维护

7.3.1 光伏组件的维护应符合下列规定：

1 宜每年对光伏组件的外观、一致性、接地性能、电流-电压特性、组件内部缺陷进行检测。

2 宜在阴天或者无风、雪、雨的早晚进行维护。

3 光伏组件封装材料及边框出现破损、腐蚀，封装材料灼焦及明显的颜色变化，封装结构内有明显的结露、进水及气泡；组件破裂、变形，接线盒变形、开裂、烧毁，电缆破损，接线端子接触不良时，应及时维护或更换。

4 应定期检查光伏组件遮挡情况，光伏组件被污染、存在遮挡时，应及时进行处理。

5 应定期检查光伏组件、支架等的紧固情况，出现松动应及时紧固，出现腐蚀、损坏应及时维修。

6 雨、雪、大风、冰雹等恶劣天气过后应及时检查光伏方阵，发现异常应及时处理。大雪天气中可根据情况对光伏组件进行临时巡检，应采取保障措施后进行积雪清扫。

7 运行维护过程中不应损坏光伏组件的表面及封装结构，影响光伏支撑系统的稳固性和建筑物的结构与性能。

7.3.2 电缆的维护应符合下列规定：

1 应定期检查电缆进出电气设备、电缆沟槽管及墙体处的封堵状态，发现封堵材料脱落应及时修补。

2 应定期检查户外线缆的敷设和保护措施的完整性，出现损坏应及时维修；电缆支架结构松动、腐蚀时应及时维修。

3 应定期清理电缆管、槽、桥架内的杂物。

4 应定期检查户外电缆的连接情况，出现脱落及松动时应及时维护。

5 应定期检查电力线路的标牌，丢失应及时补充，出现无法辨识时应及时更换。

7.3.3 防雷和接地的维护应符合下列规定：

1 系统防雷与接地系统每年应进行一次检查维护。

2 避雷器接闪器、引下线等防雷装置应安装牢固、连接良好，无断裂、锈蚀、烧损痕迹等。

3 各关键设备内部浪涌保护器应符合设计要求，并应处于有效状态。

4 各地接线及标识、标志应完好，接地电阻应符合设计要求。

5 各设备的防雷装置在雷雨季节到来之前，应进行检查并对接地电阻进行测试。不符合要求时应及时处理。雷雨季节后应再次进行检查。

6 地下防雷装置应根据土壤腐蚀情况，定期开挖检查其腐蚀程度，当出现严重腐蚀情况时应及时修复、更换。

7.3.4 光伏发电系统在极端天气来临前应加强巡检，并应采取防护措施。极端天气后及系

统重新投入运行前，应对系统进行全面检查。

附录 A 光伏阵列最佳倾角参考值

表 A 全国各大城市光伏阵列最佳倾角参考值

城市	纬度 ϕ (°)	斜面日均辐射量 (kJ/m^2)	日辐射量 (kJ/m^2)	独立系统推荐倾角 (°)
哈尔滨	45.68	15835	12703	$\phi + 3$
长春	43.9	17127	13572	$\phi + 1$
沈阳	41.7	16563	13793	$\phi + 1$
北京	39.8	18035	15261	$\phi + 4$
天津	39.1	16722	14356	$\phi + 5$
呼和浩特	40.78	20075	16574	$\phi + 3$
太原	37.78	17394	15061	$\phi + 5$
乌鲁木齐	43.78	16594	14464	$\phi + 12$
西宁	35.75	19617	16777	$\phi + 1$
兰州	35.05	15842	14966	$\phi + 8$
银川	38.48	19615	16553	$\phi + 2$
西安	34.3	12952	12781	$\phi + 14$
上海	31.17	13691	12760	$\phi + 3$
南京	32	14207	13099	$\phi + 5$
合肥	31.85	13299	12525	$\phi + 9$
杭州	30.23	12372	11668	$\phi + 3$
南昌	28.67	13714	13094	$\phi + 2$
福州	25.08	12451	12001	$\phi + 4$
济南	35.68	15994	14043	$\phi + 6$
郑州	34.72	14558	13332	$\phi + 7$
武汉	30.63	13707	13201	$\phi + 7$
长沙	28.2	11589	11377	$\phi + 6$
广州	23.13	12702	12110	$\phi + 0$
海口	20.03	13510	13835	$\phi + 12$
南宁	22.82	12734	12515	$\phi + 5$
成都	30.67	10304	10392	$\phi + 2$
贵阳	25.58	10235	10327	$\phi + 8$
昆明	25.02	15333	14194	$\phi + 0$
拉萨	29.7	24151	21301	$\phi + 0$

用词说明

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：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

- 2 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

- 3 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。

- 4 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

引用标准名录

本规程引用下列标准。其中，注日期的，仅对该日期对应的版本适用于本规程；不注日期的，其最新版适用于本规程。

《建筑模数协调标准》GB/T 50002

《建筑给水排水设计标准》GB 50015

《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

《电力工程电缆设计标准》GB 50217

《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242

《电气装置安装工程 低压电器施工及验收规范》GB 50254

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303

《民用建筑设计统一标准》GB 50352

《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB 50364

《光伏电站施工规范》GB 50794

《光伏发电工程验收规范》GB/T 50796

《建筑光伏系统应用技术标准》GB/T 51368

《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015

《建筑给水排水与节水通用规范》GB 55020

《电子设备雷击试验方法》GB/T 3482

《离心泵技术条件（Ⅲ类）》GB/T 5657

《生活饮用水卫生标准》GB 5749

《地面用晶体硅光伏组件 设计鉴定和定型》GB/T 9535

《燃气容积式热水器》GB 18111

《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB 19762

《光伏组件的安全性能应符合现行国家标准《光伏（PV） 组件安全鉴定 第1部分：结构要求》GB/T 20047.1

《商业或工业用及类似用途的热泵热水机》GB/T 21362

《热水器用管状加热器》GB/T 23150

《节能耐腐蚀钢制电缆桥架》GB/T 23639

《光伏电站汇流箱技术要求》GB/T 34936

《光伏电站防雷技术要求》GB/T 32512

《闭式膨胀罐》GB/T 39287

《生活热水水质标准》CJ/T 521

《低碳多能源搪瓷储热水箱》NB/T 34023

《光伏发电系统用电缆》NB/T 42073

《太阳能光伏系统支架通用技术要求》JG/T 490

《建筑光伏组件》T/CECS 10093

《光伏热水系统通用技术条件》T/CECS 10439

中国工程建设标准化协会标准

承压式太阳能光伏热水系统技术规程

T/CECS XXX-2024

条文说明

制 定 说 明

本规程制定过程中，编制组进行了广泛的调查研究，总结了我国承压式太阳能光伏热水系统应用的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、技术标准，开展了多项专题试验研究，并以多种形式广泛征求有关单位和专家的意见，对主要问题进行了反复讨论、协调和修改，形成本规程。

本规程的制定充分考虑了承压式太阳能光伏热水系统的特点、设计、施工安装及运行的技术要求，深入研究了承压式太阳能光伏热水系统应用技术中存在的问题，并与现行国家有关标准、行业有关标准及中国工程建设标准化协会有关标准相协调，确定了本规程的适用范围为新建、扩建和改建民用建筑中集中热水供应采用承压式太阳能光伏热水系统的设计、施工、调试、验收和运行维护。编制组后续将开展承压式太阳能光伏热水系统升级改造、设计计算等相关研究，以期未来补充在规程的修订版本中。

为便于相关人员在使用本规程时正确理解和执行条款规定，《承压式太阳能光伏热水系统技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条款规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项等进行了说明。本条文说明不具备与标准正文及附录同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 录

1 总 则.....	42
3 设备和部件.....	43
3.2 光伏发电系统组成部件.....	43
3.3 热水供应系统组成设备和部件.....	44
3.4 监测控制设备和部件.....	44
4 设 计.....	45
4.1 一 般 规 定.....	45
4.2 热水供应系统设计.....	46
4.3 光伏发电系统设计.....	47
4.4 监测和控制系统设计.....	47
4.5 建筑和结构设计.....	47