

T/ACCEM

团 体 标 准

T/ACCEM XXXX—2025

PVT 光伏热泵

PVT photovoltaic thermal pump

（征求意见稿）

2025-XX-XX 发布

2025-XX-XX 实施

中国商业企业管理协会

发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 基本规定 2

5 设计要求 3

6 设备要求 5

7 施工安装 6

8 验收 10

9 运行维护 11

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由×××提出。

本文件由中国商业企业管理协会归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：×××

PVT 光伏热泵

1 范围

本文件规定了 PVT 光伏热泵的基本规定、设计要求、设备要求、施工安装、验收和运行维护。

本文件适用于新建、改建和扩建的民用建筑、工业建筑的 PVT 光伏热泵系统的设计、安装、验收和运行维护。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 4272 设备及管道绝热技术通则
- GB/T 8175 设备及管道绝热设计导则
- GB/T 17219 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 20047.1 光伏（PV）组件安全鉴定 第1部分：结构要求
- GB/T 28745 家用太阳能热水系统储水箱试验方法
- GB/T 28746 家用太阳能热水系统储水箱技术要求
- GB/T 34936 光伏电站汇流箱技术要求
- GB/T 37408 光伏发电并网逆变器技术要求
- GB 50015 建筑给水排水设计标准
- GB 50016 建筑设计防火规范
- GB 50019 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范
- GB 50057 建筑物防雷设计规范
- GB/T 50065 交流电气装置的接地设计规范
- GB 50093 自动化仪表工程施工质量验收规范
- GB 50150 电气装置安装工程 电气设备交接试验标准
- GB 50168 电气装置安装工程 电缆线路施工及验收标准
- GB 50169 电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范
- GB 50172 蓄电池施工及验收规范
- GB 50189 公共建筑节能设计标准
- GB 50205 钢结构工程施工质量验收标准
- GB 50212 建筑防腐蚀工程施工及验收规范
- GB/T 50224 建筑防腐蚀工程施工质量验收标准
- GB 50242 建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范
- GB 50243 通风与空调工程施工质量验收规范
- GB 50254 电气装置安装工程 低压电器施工及验收规范
- GB 50274 制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范
- GB 50275 风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范

GB 50303 建筑电气工程施工质量验收规范
GB 50411 建筑节能工程施工验收规范
GB 50495 太阳能供热采暖工程技术规范
GB 50736 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范
GB 50739 复合土钉墙基坑支护技术规范
GB 50794 光伏发电站施工规范
GB/T 50796 光伏发电工程验收规范
GB 50797 光伏发电站设计规范
GB/T 50801 可再生能源建筑应用工程评价标准
GB/T 50865 光伏发电接入配电网设计规范
GB/T 50866 光伏发电站接入电力系统设计规范
GB 50981 建筑机电工程抗震设计规范
GB 51348 民用建筑电气设计标准
GB/T 51368 建筑光伏系统应用技术标准
GB 55015 建筑节能与可再生能源利用通用规范
DB21/T 4013 太阳能光伏光热热泵系统技术规程
JGJ 174 地暖技术规程
JGJ/T 260 采暖通风与空气调节工程检测技术规程
JG/T 299 供冷供热用蓄能设备技术条件
JG/T 490 太阳能光伏系统支架通用技术要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

PVT 光伏热泵系统 PVT photovoltaic thermal pump system

由 PVT 组件、热泵机组、换热器、蓄能装置、输配系统和控制系统等组成，能同时实现太阳能光电转换、光热利用，实现制冷、制热和发电，并对外供应能量的系统。

4 基本规定

4.1 PVT 光伏热泵系统宜应用于太阳能资源丰富且具有冬季供暖、夏季供冷需求的地区。在进行系统设计前，应对当地太阳能资源、气象条件、建筑能耗特点等进行详细调研与分析，以确定系统的适用性和可行性。

4.2 PVT 光伏热泵系统应与建筑进行一体化设计，且充分考虑建筑的功能需求、外观效果、结构承载能力等因素。系统的安装位置应合理选择，避免对建筑采光、通风及结构安全造成不利影响，同时应与建筑整体风格相协调。

4.3 系统应具备稳定可靠的发电、供热功能，满足建筑不同季节、不同时段能源需求。在设计工况下，系统的发电效率、供热（冷）能力及能效比应符合相关标准要求，并应具备良好的调节性能，能够根据实际用能需求自动调整运行状态。

4.4 系统设计、施工及运行过程中应保证系统节能环保。系统应根据不同环境条件和建筑结构类型采取防腐、防漏、抗风、抗震、漏电保护、过热保护、防雷等保护措施。

5 设计要求

5.1 一般规定

5.1.1 采用 PVT 光伏热泵系统时,应根据适用条件和投资规模确定太阳能可提供的用能比例或保证率,以及 PVT 光伏热泵系统的费效比,并应根据项目负荷特点和当地资源条件进行适宜性分析。

5.1.2 新建建筑进行 PVT 光伏热泵系统设计时,应考虑风荷载、地震荷载等作用,PVT 组件与主体结构应有可靠连接;既有建筑增设或改造 PVT 光伏热泵系统时,应进行建筑结构安全复核并满足其安全性要求。

5.1.3 PVT 组件应合理选择其组件类型、阵列形式和安装位置,其外观应与建筑风格相协调;采取相应措施避免 PVT 组件可能引起的二次辐射和光污染。PVT 组件的选型及阵列设计应符合 GB/T 51368 的有关规定。

5.1.4 PVT 光伏热泵系统设计应充分考虑系统安装和维护需求,应预留安装和检修操作空间。

5.1.5 PVT 光伏热泵系统应因地制宜设置辅助能源装置。

5.1.6 系统全年运行模式应根据冷、热负荷,PVT 光伏热泵系统特性等因素,经技术经济比较来确定,并应制定相应的运行策略。

5.2 负荷计算

5.2.1 应根据建筑的功能、使用特点、围护结构性能等因素,按照 GB 50019 和 GB 50739 的相关规定,计算建筑的供暖、供冷及生活热水负荷,同时考虑光伏发电满足建筑自身用电需求的情况,确定 PVT 光伏热泵系统的规模和容量。

5.2.2 PVT 光伏热泵系统的供暖热负荷宜通过供暖季逐时热负荷计算确定;当采用简化计算方法时,该供暖热负荷应为供暖期室外平均气温条件下的建筑物耗热量,应符合 GB 50495 的有关规定。

5.2.3 生活热水供应负荷计算应符合 GB 50015 的有关规定。

5.2.4 其他能源辅助加热或换热设备的设计负荷应按建筑供暖设计热负荷与建筑热水设计小时耗热量中的较大值确定。

5.2.5 PVT 光伏热泵系统设计时应对建筑的逐时热负荷、逐时冷负荷和用电负荷进行模拟,绘制逐时热负荷和逐时冷负荷随室外温度变化的负荷延续时间图。

5.3 PVT 组件

5.3.1 PVT 光伏热泵系统设计时,应遵循因地制宜、安全可靠、经济实用、环保美观的原则。PVT 光伏热泵机组及 PVT 组件的选型设计应方便施工安装、操作使用、运行管理、部件更换和维护等要求进行。

5.3.2 PVT 光伏热泵系统热泵机组容量及台数计算方式按 DB21/T 4013 的相关要求确定。

5.3.3 确定热泵机组容量及台数后,先依据其计算 PVT 组件所需配置面积及参考安装数量,再结合组件可安装场地的面积、倾角、朝向等因素,对组件最终安装数量与形式进行合理调整。

5.3.4 PVT 组件的设计、布置应根据建筑效果、设计理念、可利用面积、安装场地和周边环境等因素选择光伏组件的类型、尺寸、颜色和安装位置。PVT 组件的设计、布置应符合 GB 51368、GB 50189 和 GB 50797 的相关规定。

5.3.5 PVT 组件阵列的设计应符合下列规定:

- a) 应根据逆变器的直流电压范围、最大功率点跟踪电压范围、PVT 组件的最大功率点电压、PVT 组件的开路电压及其电压温度系数,确定 PVT 组件串联的数量;
- b) 应根据逆变器的额定直流电流、PVT 组件的最大功率点电流及其电流温度系数确定 PVT 组件并联的数量。

5.4 蓄能设备

5.4.1 蓄能设备的选择应根据建筑用能需求，结合系统供热能力，充分考虑经济性、节能性、可靠性，因地制宜地选择相应的蓄能形式，且蓄能设备应设有相应的监测及控制系统，可明确显示相应的能量和释能量。

5.4.2 蓄水设备宜独立设置，其材质应符合 GB/T 17219 的要求，工作压力不应低于 0.6 MPa；环境温度 20℃ 时，24 h 内水温下降不超过 5℃。

5.4.3 储能电池组容量应根据 PVT 热泵系统日发电量、系统耗电量、储能电池的类型及其电特性等参数确定。储能电池的总容量按式（1）计算：

$$C = \frac{(E_d - E_s)F}{UK_a} \dots\dots\dots(1)$$

式中：

C——储能电池总容量，单位：kWh；

E_d ——PVT 光伏热泵系统日发电量，单位：kWh；

E_s ——PVT 光伏热泵系统工作时段内系统消耗的电量，单位：kWh；

F——储能电池放电效率的修正系数，通常为 1.05；

U——储能电池的放电深度；

K_a ——综合效率系数，包括储能电池的放电效率，控制器、逆变器及交流回路的效率，通常取 0.7～0.8。

5.5 末端及输配系统

5.5.1 PVT 光伏热泵系统供暖末端宜采用低温热水地板辐射、风机盘管等供暖方式。供冷末端宜采用冷辐射吊顶、风机盘管等供冷方式。

5.5.2 PVT 光伏热泵系统供暖空调末端系统的设计应符合 GB 50019、GB 50736 和 JGJ 142 的有关规定。

5.5.3 生活热水给水系统设计应符合 GB 50015 的有关规定。

5.5.4 PVT 热泵系统的输配系统的水力计算和循环水泵的设计应符合 GB 50019、GB 50736 和 GB 50015 的有关规定。

5.5.5 供暖、空调系统的管材可采用热镀锌钢管、铜管、不锈钢管等，管材选用具体参照 GB 50736 有关规定。生活热水的管材可采用薄壁铜管、薄壁不锈钢管、塑料热水管、塑料和金属复合热水管等，空调冷凝水管道宜采用塑料管或热镀锌钢管，具体材质应根据其工作温度、工作压力、使用寿命、施工与环保性能等因素，经综合考虑和技术经济比较后确定，其质量和管材的连接方式应符合国家现行标准的有关规定。同时还应符合 GB 50981 的有关规定。

5.5.6 供冷系统、非供暖房间的供热系统及供热水系统的管道均应进行保温设计。

5.6 光伏发电系统

5.6.1 光伏发电系统设计应符合 GB 55015、GB 50797 和 GB 51348 中的相关规定，并应符合下列规定：

- a) 太阳能光伏发电系统设计时，应给出系统装机容量和预计年发电量。
- b) 太阳能光伏发电系统设计时，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。

5.6.2 PVT 光伏热泵系统光伏发电宜采用并网运行方式，所发电力应先满足系统优先选择自发自用余电上网。光伏逆变与并网设计还应符合 GB/T 50865 和 GB/T 50866 的相关规定。

5.6.3 安装的 PVT 各组件应具有带电警告标识及相应的电气安全防护措施。

5.6.4 PVT 光伏热泵系统中所使用的电气设备应装设短路保护和接地故障保护装置。

5.6.5 光伏发电系统防雷与接地设计应符合 GB 50057 和 GB/T 50065 的相关规定。

5.7 控制、监测与计量系统

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

5.7.2 PVT 光伏热泵系统应设置安全、可靠的控制系统，控制系统的整体设计宜符合下列要求：

- a) 控制系统应能通过通信接口与主要设备控制装置进行双向通信，并应能实现对系统内重要设备的控制及与其他相关系统的通信；
- b) 主要设备应设置就地控制装置与远程控制装置，就地控制级别应优先于远程控制；
- c) 控制系统应能对主要设备进行正常运行工况的监视和异常工况的报警，并应能实现机组事故状态时紧急停机；
- d) 当采用计算机集中控制系统时，其功能宜包括数据采集和处理、模拟量控制、顺序控制、电气控制。控制系统应预留与主要设备控制装置、自动并网保护装置的通信接口及与监测控制中心的通信接口；
- e) 系统应根据冷、热、电负荷的变化调整运行工况；
- f) 主要设备控制器宜控制与该设备运行安全相关的附属设备。

5.7.3 PVT 光伏热泵系统应对下列参数进行监测和计量：

- a) 太阳能热利用系统的辅助热源供热量、集热系统进出口水温、集热系统循环水流量、太阳在 PVT 组件法线方向的总辐照量，以及按使用功能分类的下列参数：
 - 1) 太阳能热水系统的供热水温度、供热量；
 - 2) 太阳能供暖空调系统的供热量及供冷量、室外温度、代表性房间室内温度。
- b) 太阳能光伏发电系统的发电量、实时发电功率、光伏组件背板表面温度、室外温度、太阳在 PVT 组件法线方向的总辐照量。

5.7.4 监测系统宜设置性能评价，按 GB/T 50801 的规定进行。

6 设备要求

6.1 一般规定

6.1.1 PVT 光伏热泵系统及组成部件的技术指标，应符合相关太阳能和热泵产品国家现行标准的规定。

6.1.2 PVT 光伏热泵系统所选择的制冷剂应符合环保要求，具有良好的热力性能、热物理性能、化学稳定性以及与其他材料的相容性。

6.1.3 PVT 光伏热泵系统的设备和材料应符合建筑安全规定，设备和材料选取应与建筑物外观和使用功能相协调。

6.1.4 PVT 光伏热泵系统的设备和材料应符合在运输、安装和使用过程中的强度、刚度以及稳定性规定。

6.2 PVT 光伏热泵机组及组件

6.2.1 PVT 光伏热泵名义机组性能参数见表 1 所示。

表 1 PVT 光伏热泵名义机组性能参数

名称		冬季名义制热工况	夏季名义制冷工况	夏季名义制热工况
室外计算温度, °C		-12	28	35
太阳辐照度, (W/m^2)		500	—	700
风速, (m/s)		0~4	0~2	0~4
供水温度/回水温度, °C	整体蓄热式 PVT 系统	50/45	4/9	50/45
	独立蓄热式 PVT 系统	50/45	3/8	50/45
PVT 光伏热泵机组名义 COP		1.8	2.5	4.5

6.2.2 PVT 光伏热泵机组应明示 PVT 组件配置面积, 制热名义工况下的机组 COP、供水温度和制热量, 制冷名义工况下的机组 COP、供水温度和制冷量。

6.2.3 PVT 光伏热泵机组应具有开放的通讯协议, 便于建筑能源信息化管理系统采集相关参数信息。

6.2.4 PVT 光伏热泵机组应对压缩机的启停、电磁阀的启闭、电子膨胀阀的开度、机组运行模式及安全防护等进行控制, 应对压缩机进出口制冷剂温度、制冷剂压力及压缩机的运行状态等参数进行监测、记录及保存。

6.2.5 PVT 光伏热泵系统制冷剂管道材质, 应符合 JGJ 174 的相关规定

6.2.6 设备和管道的保温隔热材料均应符合设计文件和 GB/T 4272 的有关要求。设备和管道的保冷层、保温层厚度, 应按 GB/T 4272 和 GB/T 8175 的要求确定。

6.2.7 PVT 组件应给出热泵机组名义工况下的性能参数, 包括集热性能、散热性能和发电性能。

6.2.8 PVT 组件应给出组件重量、承压能力及组件表面承重参数。

6.2.9 PVT 组件使用寿命应不应少于 20 年。

6.2.10 PVT 组件的光伏部分的安全性能应符合 GB/T 20047.1 的有关规定。

6.2.11 PVT 组件管路连接件应满足技术性能, 且便于安装及更换。

6.2.12 PVT 组件内制冷剂流道应畅通、表面光滑平整、无挠曲、分布密度均匀。

6.2.13 PVT 组件支架的材质及荷载等级应符合 JG/T 490 的规定。

6.3 蓄能设备

6.3.1 蓄能设备应符合 GB/T 51368 和 JG/T 299 的相关规定。

6.3.2 蓄能设施的蓄释放能量特性应与 PVT 光伏热泵系统建设需求相匹配。

6.3.3 蓄能设备包括蓄水箱(罐)和储能电池组等

6.4 其他设备

6.4.1 PVT 光伏热泵系统汇流箱应符合 GB/T 34936 的相关要求。

6.4.2 PVT 光伏热泵系统逆变器应符合 GB/T 37408 的相关要求。

7 施工安装

7.1 施工准备

7.1.1 施工单位必须具备相应的资质和施工经验, 施工前相关技术人员应熟悉施工图纸和相关技术文件, 并编制详细的施工方案。

7.1.2 应对施工人员进行技术交底和安全培训, 以确保施工人员熟悉施工工艺和安全操作规程。同时, 应准备好施工所需的设备、材料和工具, 并对其进行检验和调试, 确保其性能良好。

7.1.3 PVT 系统的安装应与建筑、结构、电气、给水排水、装饰等专业相互协调。应与建筑一体化设计并应充分考虑系统安装、调试及运行维护的要求。

7.2 PVT 组件安装

7.2.1 PVT 组件固定支架的施工应满足下列要求：

- c) PVT 组件固定支架及其材料应符合设计图纸技术要求，其制作应符合 GB 50205 的规定；
- d) 支架应按设计要求安装在主体结构上，位置准确，与主体结构预埋件固定牢靠；
- e) 若有建筑外墙上安装的支架，应根据施工图纸先确定支架的安装位置，并进行外墙打孔，安装后锚固螺栓，固定支架；
- f) PVT 组件固定支架应与建筑物接地系统进行可靠连接；
- g) 钢结构支架安装完毕后，应做防腐处理。防腐施工应符合 GB 50212 和 GB/T 50224 的规定。

7.2.2 PVT 组件安装应满足下列要求：

- a) PVT 组件安装前应采用干燥压缩空气或氮气进行清污吹洗；
- b) PVT 组件安装前应保证组件表面有覆盖物，从而减小对组件的损伤；
- c) PVT 组件的布置位置、间距、坡度、连接方式和防遮挡等应符合设计要求，安装倾角偏差不应大于 $\pm 3^\circ$ 。

7.2.3 PVT 组件在平屋面安装应符合下列规定：

- a) 在屋面防水层上设置组件阵列时，屋面防水层应包到基座上部，并在基座下部加设附加防水层；
- b) 管道需要穿越屋面时，应在屋面预埋防水套管，并对其与屋面相接处进行防水密封处理。防水套管应在屋面防水层施工前埋设完毕；
- c) 严寒及寒冷地区 PVT 组件安装高度应满足大于当地积雪高度。

7.2.4 PVT 组件在坡屋面安装应符合下列规定：

- a) 坡屋面上的组件宜采用顺坡镶嵌或顺坡架空设置；
- b) 顺坡镶嵌在坡屋面上的组件与周围屋面材料连接部位应做好防水构造处理；
- c) 顺坡架空在坡屋面上的组件与屋面间空隙高度应满足安全及使用要求；
- d) 制冷剂管路连接宜采用冷连接方式安装。

7.2.5 PVT 组件在建筑立面安装应符合下列规定：

- a) PVT 组件与墙面的连接不应影响墙体的保温构造和节能效果；
- b) 管道需要穿越墙面时，应预埋穿墙套管，且穿墙套管不宜设在结构柱处。

7.2.6 PVT 光伏热泵机组施工安装应符合 GB 50243、GB 50274 和 GB 55015 有关规定。

7.2.7 制冷剂管道的安装、制冷剂的充注与回收应符合 JGJ 174 相关规定。

7.2.8 PVT 光伏热泵机组的安装应满足下列要求：

- a) PVT 光伏热泵机组施工安装，应满足设备安装说明书等产品技术资料的各项要求；
- b) PVT 光伏热泵机组的搬运和吊装，应符合产品技术文件的有关规定，并应做好设备的保护工作，不得因搬运或吊装造成设备损伤；
- c) PVT 光伏热泵机组宜布置在建筑物内。若热泵机组安装在室外，其电气和控制设备应布置在室内，有冻结风险的地区，应采取防冻措施。

7.2.9 制冷剂管路安装应满足下列要求：

- a) 从 PVT 光伏热泵机组主机到制冷剂分液器之间的制冷剂管道以及 PVT 组件出口到主机之间的制冷剂管道，安装时应遵循横平竖直原则，成排明装管道应互相平行，距离相等，弯曲部分管道也应相互平行，距离相等；
- b) 从 PVT 光伏热泵机组主机到制冷剂分液器之间的制冷剂管道以及 PVT 组件出口到主机之间的制冷剂管道存在分支和汇流的，安装时必须保证各分支管道同程布置；

- c) 制冷剂分液器应垂直朝上安装，即干管在下，各支管在上；
- d) 制冷剂分液器各出口到 PVT 组件入口之间的管道长度必须保证一致；
- e) 制冷剂分液器各出口到各个 PVT 组件入口距离不一致的，制冷剂管道长度必须按照最长的铜管为标准进行截取，其他距离较近的，对多余部分管道应进行妥善的弯折处理；
- f) 同一制冷剂分液器分出的管道所连接的 PVT 组件必须处于同一标高；
- g) 制冷剂电磁阀和单向阀应水平安装，电子膨胀阀必须垂直安装；
- h) 制冷机管道连接完成后，应进行制冷剂管路检漏试验，检漏试验应符合设计要求。

7.3 蓄能设备

7.3.1 PVT 光伏热泵系统蓄水箱(罐)的施工应满足下列要求：

- a) 蓄水箱(罐)基座应根据设计要求预留固定用预埋件，蓄水箱(罐)应与基座固定，紧固螺栓；
- b) 蓄水箱(罐)的布置形式(立式或卧式)和进、出水管布置，不得产生水流短路，并应保证箱(罐)内具有平缓的水温梯度；
- c) 在开式非承压系统中，蓄水箱(罐)应设置水位计、水温指示器、控制器、放空管、爬梯和检修口等；
- d) 在闭式承压系统中，蓄水箱(罐)应设置压力表、泄压装置、水温指示器、控制器及自动排气阀等；
- e) 钢板焊接的蓄水箱(罐)，其内外壁均应按设计要求做防腐处理，防腐材料应卫生、无毒；
- f) 蓄水箱(罐)安装应符合生产厂家的安装说明的要求；
- g) 蓄水箱(罐)保温前应进行检漏实验。
- h) 闭式承压系统蓄水箱泄压泄爆应符合 GB 50016 的有关规定。

7.3.2 PVT 光伏热泵系统蓄电池及其配套设施施工安装应符合 GB 50172 的规定。

7.4 输配系统

7.4.1 PVT 光伏热泵系统的输配系统管路及附件的施工安装包括太阳能光伏光热热泵系统的中介水系统、热水管道及附件、冷水管及附件、补水管及附件、循环水泵。

7.4.2 PVT 光伏热泵系统管道施工还应符合 GB 50243、GB 50274 和 GB 50242 的相关规定。

7.4.3 PVT 光伏热泵系统供暖空调末端系统的安装应满足 GB 50243 、GB 50736 和 JGJ 142 的有关规定。

7.4.4 PVT 光伏热泵系统循环水泵应按照厂家规定的方式安装，并符合 GB 50275 的规定。

7.5 电气系统

7.5.1 PVT 光伏热泵系统电气设施安装应符合 GB 50794 和 GB/T 50796 的规定，并不得破坏建筑物的结构、屋面、地面防水层和附属设施，不得削弱建筑物在寿命期内承受荷载的能力。

7.5.2 PVT 光伏热泵系统电气线路施工应符合 GB 50168 的规定。

7.5.3 其他电气设施的安装应符合 GB 50303 的规定。

7.5.4 所有电气设备和与电气设备相联接的金属部件应做接地处理，电气接地装置的施工应符合 GB 50169 的规定。

7.5.5 PVT 光伏热泵系统的控制与监测系统传感器的接线应牢固可靠、接触良好。接线盒与套管之间的传感器屏蔽线应做二次防护处理，两端应做防水处理，保证监测和控制元器件的正常。

7.6 系统调试与检验

7.6.1 PVT 光伏热泵系统工程调试和检验应由施工单位负责，监理单位监督，设计、建设单位与设备厂家和供应商等单位参与。

7.6.2 系统调试所使用的测量仪器和仪表，性能应稳定可靠，其精度等级及最小分度值应满足检测要求。

7.6.3 PVT 光伏热泵系统调试应包括安装质量检查、水压试验、冲洗试验、系统设备单机调试、水系统运行调试、系统蓄能运行调试和系统联合运行调试，系统联动调试应按照实际运行工况进行。

7.6.4 PVT 光伏热泵系统水压试验应符合下列规定：

- a) 闭式蓄水箱（罐），水系统管路的阀门、分集水器、风机盘管等应进行强度和严密性试验；
- b) 水系统管路应按照下列要求进行水压试验并记录试验结果：
 - 1) 水压试验应在管道安装完成并经检查符合设计要求后进行；
 - 2) 冬季进行水压试验时应采取可靠的防冻措施，试压完成后应及时将水放尽，必要时采用压缩空气将低点处的存水吹尽；
 - 3) 水压试验水温应在 $3\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间，试验压力应符合设计要求；
 - 4) 地板辐射供暖盘管应在隐蔽前和隐蔽后分别进行水压试验。

7.6.5 应对水系统管路进行冲洗试验，冲洗之后应保证管路及设备中的水及冲洗液排尽。

7.6.6 PVT 光伏热泵机组单机调试应满足设备技术文件的相关规定，做好运行前的准备工作，试运行期间应详细记录机组的相关运行状态参数。

7.6.7 蓄水设备、循环水泵、阀门、电气设备、监测和控制设备和末端设备应进行单机调试，调试应包括下列内容：

- a) 蓄水设备的水位计、压力表和温度计等仪表应显示正常，热损失在正常指标范围内；
- b) 循环水泵安装方向正确，开启正常，无异常振动和声响，电气电流和功率不超过额定值，温度在正常范围内；
- c) 各类阀门的安装位置、方向正确，开启正常、动作灵活、密封严密；
- d) 电气装置接线正确，接地良好，漏电保护装置动作应准确可靠；
- e) PVT 光伏组件调试、逆变器调试应按照 GB 50794 的有关规定进行；
- f) 监测和控制系统应达到设计要求的功能，控制动作准确可靠；
- g) 末端设备在设计负荷下连续正常工作，各项指标在正常范围内。

7.6.8 PVT 光伏热泵系统蓄能运行调试应符合下列规定：

- a) 系统处于稳定运行状态；
- b) 蓄能水初始温度为自来水自然温度；
- c) 系统蓄能运行和检测时间为蓄能水温度自初始温度达到设计参数为止，制热工况为 $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- d) 制热工况，天气晴朗，太阳平均辐照度和室外平度温度均不低于设计工况 80% ；
- e) 机组设定温度与设计温度一致；
- f) 在制热工况下，热泵机组停止运行后，进行蓄热水箱蓄热性能试验，其方法应按 GB/T 28745 进行。

7.6.9 PVT 光伏热泵系统工程验收前，应进行系统运行效果检验。

7.6.10 PVT 光伏热泵系统蓄能运行和调试宜对下列性能参数进行检测：

- a) 室外环境参数，包括室外温度、太阳辐照度和风速；
- b) 热泵机组进出水温度、流量；
- c) 蓄水箱（罐）在不同水深处的温度；
- d) 热泵机组和循环水泵电功率和耗电量；
- e) 水泵进出口压差；
- f) 热泵机组运行噪声值等。

7.6.11 PVT 光伏热泵系统供暖工况联合运行与调试宜对下列性能参数进行检测：

- a) 室外环境参数，包括室外环境温度、室外环境湿度和太阳辐照度；
- b) 室内温度；
- c) 热泵机组进出水温度、流量；
- d) 供热系统进出温度和流量；
- e) 蓄水箱(罐)在不同水深处的温度；
- f) 热泵机组及所有循环水泵电功率和耗电量；
- g) 水泵进出口压差。

7.6.12 PVT 光伏热泵系统蓄能运行和调试的检测结果应符合以下规定：

- a) 中间循环水泵耗电输热比应符合设计要求；
- b) 热泵机组噪声值应满足设计要求；
- c) 热泵机组制热性能系数应符合设计要求；
- d) 水箱(罐)的平均热损系数应符合 GB/T 28746 的要求。

7.6.13 PVT 光伏热泵系统供暖工况联合运行与调试的检测结果应符合以下规定：

- a) 室内空气温度满足设计要求；
- b) 供热水系统供、回水温差检测值不应小于设计温差的 80%，测试流量与设计流量的偏差不应大于 10%；
- c) 供热系统循环水泵耗电输热比应符合设计要求；
- d) 热泵机组制热性能系数应符合设计要求；
- e) 对于辐射供暖系统，辐射体表面平均温度应符合 JGJ 142 中的相关规定。

8 验收

8.1.1 PVT 光伏热泵系统工程竣工验收应由建设单位组织监理、施工、勘察及设计、主要设备制造商等单位共同进行验收。

8.1.2 PVT 热泵机组、蓄能系统、输配系统的调试、检验及验收除应符合本文件规定外，还应符合 GB 50242、GB 50243、GB 50411、JGJ/T 260 和 JGJ 174 的相关规定。

8.1.3 PVT 光伏热泵系统工程的电气工程、监测和控制工程调试验收除应符合本文件规定外，还应符合 GB 50303、GB 50150、GB 50254、GB 50168、GB 50169、GB/T 50796 和 GB 50093 有关规定。

8.1.4 PVT 光伏热泵系统验收时，应检查验收资料，包括但不限于下列文件及记录：

- a) 记录表格内容；
- b) 图纸会审记录、设计变更通知书和竣工图；
- c) 主要设备材料、设备、成品、仪表的出厂合格证明及进场检(试)验报告；
- d) 隐蔽工程检查和验收记录；
- e) 设备和管道系统安装和检验记录；
- f) 电气系统、监测与控制系统安装和检验记录；
- g) 水系统冲洗和试压试验记录；
- h) 制冷系统气密性试验记录；
- i) 设备单机试运行记录；
- j) PVT 光伏热泵系统蓄能运行和调试记录；
- k) PVT 光伏热泵系统供热或供冷工况联合运行与调试记录；
- l) 工程质量检验表；
- m) 系统运行维护手册。

8.1.5 工程验收通过后，设计、施工单位以及设备厂家应对使用方进行必要的交底或使用培训，并应保证系统能够满足设计要求

9 运行维护

9.1 PVT 光伏热泵系统正式投运前，应编制现场管理运行与维护规程，并应对运行与维护人员进行培训。

9.2 PVT 光伏热泵系统运行维护管理单位应严格按照系统运行维护手册对系统运行维护管理，并做好运行维护记录；PVT 热泵系统运行出现异常时，应委托专业人员进行检修。

9.3 PVT 光伏热泵系统的主要设备应定期进行维护保养；支架、锚固结构等每年至少应进行一次检查。

9.4 PVT 光伏热泵系统每年应进行供热、供冷性能评价分析。
