



中华人民共和国国家标准

GB/T 30724—2014

工业应用的太阳能热水系统技术规范

Specifications of solar water heating systems for industrial applications

2014-06-09 发布

2014-10-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 系统分类与特征	2
5 系统设计	2
6 要求	7
7 试运行与交验	9
8 移交用户的文件.....	10
附录 A (资料性附录) 远程监控	11
附录 B (规范性附录) 系统中热交换器热交换效率和余热利用率试验方法	13
附录 C (资料性附录) 主要原材料、设备、零部件、仪表等相关国家标准、行业标准一览表	15
附录 D (规范性附录) 系统中主要原材料、设备、仪器仪表检查验收记录表	16

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国太阳能标准化技术委员会(SAC/TC 402)提出并归口。

本标准起草单位：江苏新阪神太阳能有限公司、江苏省产品质量监督检验研究院、深圳市嘉普通太阳能有限公司、北京市太阳能研究所集团有限公司、桑夏太阳能股份有限公司、浙江美大新能源科技有限公司、江苏奥莱佳太阳能科技有限公司、江苏辉煌太阳能股份有限公司、江苏元升太阳能集团有限公司、合肥荣事达太阳能有限公司、芜湖贝斯特新能源开发有限公司、南京华帝新能源有限公司、常州而今太阳能设备制造有限公司、皇明太阳能股份有限公司、广东万和新电气股份有限公司、中国标准化研究院。

本标准主要起草人：操恺、贾铁鹰、周连兴、赵文智、季斌、祝晓梁、黄永定、汤毅军、吴道元、潘保春、王杰、石建全、赵二斤、刘志强、王凤玲、刘学真、王柱小、张自峰。

工业应用的太阳能热水系统技术规范

1 范围

本标准规定了工业应用的太阳能热水系统的术语和定义、系统分类与特征、系统设计、要求、试运行与交验、移交用户的文件。

本标准适用于为工业生产过程提供热水,并可与多种能源提供的热源相组合的太阳能热水系统(以下简称系统)。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 1028—2000 工业余热术语、分类、等级及余热资源量计算方法
- GB/T 5657 离心泵技术条件(Ⅲ类)
- GB/T 6424 平板型太阳能集热器
- GB/T 8175 设备及管道绝热设计导则
- GB 8877 家用和类似用途电器安装、使用、维修安全要求
- GB/T 12936 太阳能热利用术语
- GB/T 17116.1—1997 管道支吊架 第1部分:技术规范
- GB/T 17581 真空管型太阳能集热器
- GB/T 18713—2002 太阳热水系统设计、安装及工程验收技术规范
- GB/T 19409 水源热泵机组
- GB/T 20095—2006 太阳热水系统性能评定规范
- GB/T 21362 商业或工业用及类似用途的热泵热水机
- GB/T 26973 空气源热泵辅助的太阳能热水系统(储水箱容积大于 0.6 m³)技术规范
- GB 50009 建筑结构荷载规范
- GB 50010 混凝土结构设计规范
- GB 50015—2003 建筑给水排水设计规范(2009年版)
- GB 50017 钢结构设计规范
- GB 50019 采暖通风与空气调节设计规范
- GB 50057 建筑物防雷设计规范
- GB 50171 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 50205 钢结构工程施工质量验收规范
- GB 50207 屋面工程质量验收规范
- GB 50212 建筑防腐蚀工程施工规范
- GB 50224 建筑防腐蚀工程施工质量验收规范
- GB 50242 建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范
- GB 50303 建筑电气工程施工质量验收规范
- GB 50364—2005 民用建筑太阳能热水系统应用技术规范

- GB 50366 地源热泵系统工程技术规范
- GB 50495—2009 太阳能供热采暖工程技术规范
- CECS 134 燃油、燃气热水机组生活热水供应设计规程
- CJ 128—2007 热量表
- HG/T 4077 防腐蚀涂层涂装技术规范
- JB/T 8928 钢铁制件机械镀锌
- NB/T 47003.1 钢制焊接常压容器
- NB/T 47004 板式热交换器

3 术语和定义

GB/T 12936 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

余热 waste heat in industry

以环境温度为基准,工业企业生产过程中排出的热载体可释放的可利用热能。

3.2

余热资源(量) quantity of waste heat resources

经技术经济分析确定的可利用的余热量。

3.3

辅助热源 auxiliary heat source

用于补充太阳能加热系统输出的非太阳能热源。

4 系统分类与特征

本标准根据需要,将太阳能工业系统进行了分类,如表 1 所示。

表 1 太阳能工业系统分类

序号	系统分类特征	类 型		
1	系统组合方式	太阳能单独集热系统	太阳能辅助预热系统	太阳能与其他辅助能源联合系统
2	系统循环方式	自然循环系统	强制循环系统	直流式系统
3	有无换热器	直接系统	间接系统	—
4	传热工质在集热器内状况	充满系统	回流系统	排放系统
5	传热工质与大气接触方式	敞开系统	开口系统	封闭系统

5 系统设计

5.1 调查用户基本情况

5.1.1 原有能源配置情况和太阳能利用需求:

- a) 能源需求量和已有能源配置情况;
- b) 可利用余热资源基本情况;

c) 太阳能热水系统与已配置能源系统相匹配的基本要求、运行方式、热能需求量。

5.1.2 气候条件及气象资料：

- a) 安装地纬度；
- b) 日照时间；
- c) 环境温度；
- d) 月均辐照量。

5.1.3 场地情况：

- a) 可利用的场地面积和场地形状；
- b) 可利用建筑物的荷载能力；
- c) 周边环境遮挡情况。

5.1.4 水电情况：

- a) 水压(水质)；
- b) 电源参数(最大负荷、相数、电压)；
- c) 水、电供应情况。

5.2 系统运行、组合方式

5.2.1 系统运行方式

系统的热源主体应优先使用太阳能,根据企业的要求,必要时可配置辅助热源。系统运行方式根据工程的基本条件和企业的需求确定,可参照本标准第4章和GB/T 20095—2006第5章选用。

5.2.2 系统组合方式

系统可由两级或多级太阳能集热系统构成,也可与其他形式的供热系统、余热回收系统匹配结合运用。集热器类型可参照GB/T 18713—2002中的表2选用。

5.3 太阳能集热器

5.3.1 太阳能集热器的设置应和建筑结构、给排水、热能动力等专业统一规划协调,既满足热水系统的要求,又不影响结构安全和建筑外观。

5.3.2 太阳能集热器集热面积根据GB 50364—2005中4.4.2规定的公式计算。

5.4 贮热水容器

5.4.1 太阳能集热系统贮热水容器的容积根据GB 50015—2003中5.4.2规定的公式计算。

5.4.2 如系统中热流量较大,设计时宜考虑必要的储液能力,设计较大的贮热水容器。贮热水容器根据选用的材料和形式、太阳能集热系统的供热能力和运行规律、常规能源辅助加热和余热利用装置工作制度,以及加热特性和工业应用温度控制装置等因素按积分曲线计算确定,并按相应的设计规范设计。

5.4.3 贮热水容器的设计应保证其具有足够的强度和刚度。根据选用的材料和结构,贮热水容器可按GB 50010和NB/T 47003.1设计规范设计。

5.4.4 贮热水容器宜采用外保温,设计应符合GB 50019、GB/T 8175的规定。

5.4.5 贮热水容器内壁应作防腐处理(保持水质清洁),设计应符合GB 50212和GB 50224的规定。

5.4.6 贮热水容器应在适当位置设置通气孔、溢流孔、检修孔和排污孔等。

5.5 循环泵

循环泵的流量和扬程根据GB 50015—2003中5.4.2规定的公式计算。

5.6 换热设计

5.6.1 集热系统的换热量应按式(1)计算:

$$Q_z = \frac{kfQ_w c \rho_r (t_{end} - t_L)}{3\ 600S_y} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

- Q_z —— 换热量,单位为千瓦(kW);
- k —— 太阳辐照度时变系数,无具体资料时可取 1.5~1.8,取高限对太阳能利用有利,取底限时对降低投资有利,无量纲;
- f —— 太阳能保证率,无量纲;
- Q_w —— 日平均用热量,单位为千克(kg);
- c —— 水的定压比热容,单位为千焦每千克摄氏度[kJ/(kg·°C)];
- ρ_r —— 水的密度,单位为千克每升(kg/L);
- t_{end} —— 贮热水容器内水的终止温度,单位为摄氏度(°C);
- t_L —— 水的初始温度,单位为摄氏度(°C);
- S_y —— 年或月平均单日照时间,单位为小时(h)。

5.6.2 换热设备的换热面积应按式(2)计算:

$$A_{hx} = \frac{C_r Q_z}{\epsilon U_{hx} \Delta t_j} \dots\dots\dots(2)$$

式中:

- A_{hx} —— 换热设备的换热面积,单位为平方米(m²);
- C_r —— 集热系统热损失系数,一般为 1.1~1.2,无量纲;
- Q_z —— 集热系统的换热量,单位为千瓦(kW);
- ϵ —— 结垢影响系数,一般为 0.6~0.8,无量纲;
- U_{hx} —— 传热系数,单位为瓦每平方米摄氏度[W/(m²·°C)];
- Δt_j —— 热媒与被加热水的温度差,单位为摄氏度(°C),可按 5 °C~10 °C 取值,集热器性能好,温差取高值,否则取低值。

5.6.3 换热设备的数量不宜少于两台,一台换热设备检修时,其余各台的总换热能力不得小于集热器集热量 Q_z 的 50%。

5.7 余热

5.7.1 工业企业中尚未利用、并能与太阳能热水系统组合匹配的余热,应经技术经济论证后确定其回收利用的方式。

5.7.2 余热资源量根据 GB/T 1028—2000 中 5.2 规定的公式计算。

5.8 辅助热源设计

5.8.1 系统可设其他热源及其加热设施,设计计算应符合下列要求:

- a) 辅助热源可因地制宜选择热力管网、燃气、燃油、热泵、电等;
- b) 辅助热源类型和容量依照技术经济性合理原则确定,其中辅助热源的容量应保证不利条件下生产过程的热能需要;
- c) 辅助热源设备的技术性能应符合相关国家、行业标准规定,辅助热源设备的选型应根据热水系统的需要以及设备生产企业提供的技术规格等资料经技术经济分析后确定;
- d) 热源加热设备应根据热源种类及其供水水质、冷热水系统型式等选用直接加热或间接加热设

备;当选用间接加热设备时,可按 GB 50015--2003 中有关规定选用;

e) 热源设备可采用手动、全自动或定时自动等控制方案。

5.8.2 热泵按 GB/T 19409、GB/T 26973、GB 50366 或 GB/T 21362 等标准进行设计或选型。

5.8.3 燃油、燃气热水机组按 CECS 134 进行设计。

5.9 系统控制

根据企业需要及双方技术要求,系统控制应按以下四项原则进行设计:

- a) 系统控制参数,包括运行温度、流量、压力、液位、热能等;
- b) 控制方式,包括自动控制、手动控制、现场控制和远程监控等;其中远程监控基本要求参照附录 A 的规定;远程监控的基本功能和控制要素参照表 A.1 的规定。
- c) 选择合适的仪器仪表、控制装置及元件,包括温度计、流量计、压力表、液位计、热能表、电磁阀、传感器、温控仪等;
- d) 系统控制应安全可靠、操作方便,安全措施应包括系统或热源设备发生故障时能够保证系统和相应设备处于安全状态。

5.10 系统布局

5.10.1 系统布局原则

系统布局应根据企业实际情况合理布局,布局应遵循以下基本原则:

- a) 充分利用场地和空间,做到紧凑合理;
- b) 应保证管道、设备、仪器仪表等的安装位置,并便于操作、维护和保养等。

5.10.2 贮热水容器和集热器定位

5.10.2.1 一般要求

贮热水容器和集热器的安装位置应从企业实际出发,因地制宜。如利用建筑物的顶部则应满足建筑物上所处部位的承载能力,设计时应请建筑结构专业人员会审。热水系统不应破坏建筑物的整体观瞻效果,应避免集热器的反射光对附近建筑物引起的光污染。为了减少热损失及循环阻力,在确保建筑物承重安全的前提下,贮热水容器和集热器的相对位置应使循环管路尽可能短。

5.10.2.2 贮热水容器定位

5.10.2.2.1 在自然循环系统中,为了促进集热循环和防止夜间倒流散热,水箱底部一般应比集热器顶部高 0.3 m~0.5 m。

5.10.2.2.2 在全年运行的非自然循环系统中,有条件时应将贮热水容器放在室内,有利于保温。

5.10.2.2.3 贮热水容器的顶部和四周应有足够的作业(手工操作、维修等)空间和距离。

5.10.2.2.4 容积在 300 m³ 以上的贮热水容器宜设置在地下,并按混凝土结构设计。

5.10.2.3 集热器定位

5.10.2.3.1 集热器安装倾角应根据当地纬度及使用季节确定。如系统主要在夏季使用,安装倾角宜等于当地纬度减 10°;若系统主要在冬季使用,安装倾角宜等于当地纬度加 10°;如系统全年使用,安装倾角宜等于当地纬度。

5.10.2.3.2 集热器摆放宜朝向正南,或南偏东、偏西 30°的范围位置。

5.10.2.3.3 集热器应避免安装在受建筑自身及周围设施和树林遮挡的部位,且满足不小于 4 h 日照时数的要求。

5.10.2.3.4 集热器不应跨越建筑变形缝装置。

5.10.2.3.5 集热器与遮光物、前后排的最小距离可按式(3)计算：

$$D = H \times \cot\alpha_s \times \cot\gamma_0 \dots\dots\dots(3)$$

式中：

- D ——集热器与遮光物或前后各排的最小距离,单位为(m)；
- H ——遮光物最高点与集热器最低点的垂直高度,单位为(m)；
- α_s ——太阳高度角,单位为度(°),全年运行系统宜选当地春分/秋分日 9:00 或 15:00 的太阳高度角,主要在春、夏、秋三季运行系统宜选当地春分/秋分日 8:00 或 16:00 的太阳高度角,主要在冬季运行系统宜选当地冬至日 10:00 或 14:00 的太阳高度角；
- γ_0 ——计算时刻太阳光线在水平面上的投影线与集热器表面法线在水平面上的投影线之间的夹角,单位为度(°)。

5.10.3 集热器阵列

5.10.3.1 集热器的相互连接

5.10.3.1.1 集热器可通过并联、串联和串并联方式连接成集热器组,形成矩阵式排列方式。

5.10.3.1.2 全玻璃真空管东西向放置的集热器,在同一斜面上多层布置时,串联的集热器不宜超过 3 个(每个集热器联箱长度不大于 2 m)。

5.10.3.2 集热器组的相互连接

5.10.3.2.1 集热器组应按同程原则布置成并联,即应使每个集热器的传热介质流入路径与回流路径的长度相同。

5.10.3.2.2 受场地条件限制,不能通过简单管路布置实现流量平衡时,可在集热器组的进出口管道上设置辅助阀门以获得均匀的流量分布。

5.10.3.2.3 在串联的集热器组流体进出口管路上设置具有自动调控功能的传感器和电磁阀等元件,以实施自动调控和故障识别功能。

5.11 系统管路设计

5.11.1 循环管路

5.11.1.1 充分考虑系统的防冻要求,应与防冻措施相结合设计。

5.11.1.2 流量应平衡以减少管路阻力损失和热损。

5.11.1.3 管路的通径面积应与并联集热器管路通径面积相适应。

5.11.1.4 循环管路应有 0.3%~0.5%的坡面,以避免气塞现象,满足循环、排空或回流的要求。

5.11.1.5 易发生气塞的位置应设排气阀,管路的最低点和易积液的位置应设排空阀。

5.11.1.6 不允许流体倒流的管路中应设置单向阀。

5.11.1.7 应充分考虑系统中由于温差引起的热胀冷缩现象而导致系统运行出现故障,可采用在管路中设置补偿器、系统中设置膨胀箱等措施。

5.11.1.8 为了便于观察系统的运行情况和检修,宜在系统的管路中设流量计和压力表。

5.11.1.9 集热器阵列为多排或多层时,每排或每层的进口管道应设置维修用阀门。

5.11.1.10 系统中换热器一般高低温流体的流向为逆向,管路设计应按逆向连接方式设计。

5.11.2 取热水管路

5.11.2.1 当贮热水容器位置高于用水口时,可采用直流落水法取热水。取水管路较长、距离较远,流量

不能满足使用要求时,可安装加压泵。

5.11.2.2 当贮热水容器位置低于用水口时,可采用加压泵强制输送。

5.11.2.3 取热水管路系统一般按 1.0 m/s 的设计流速选取管径。

5.11.3 系统管路与其他管路的衔接

5.11.3.1 系统管路设计时应充分考虑与企业中其他管路系统的衔接。

5.11.3.2 系统管路设计时应设置便于安装、观察的仪表接口。

5.12 系统保温

系统的保温设计应按 GB/T 8175 的规定执行,选用的保温材料导热系数不大于 $0.06 \text{ W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$ 。

5.13 系统防冻措施

为保证系统正常运行,根据用户所处地理位置、当地气候条件、系统类型等按 GB 50495—2009 中 3.4.6 的规定选择防冻措施。

5.14 系统防垢和防过热

5.14.1 当日用水量(按 60°C 计)大于或等于 10 m^3 且原水总硬度(以 CaCO_3 计)大于 300 mg/L 时,宜进行水质软化或稳定处理。经软化处理后水质硬度宜为 $75 \text{ mg/L} \sim 150 \text{ mg/L}$ 。

5.14.2 水质总硬度不大于 300 mg/L ,且冷、热水压力平衡要求一般的系统可采用水源热泵与贮热设备联合直接供热水的方式;水质总硬度大于 300 mg/L (以 CaCO_3 计),冷、热水压力平衡要求较高的系统宜采用经换热设备换热间接供热水的方式;采用间接换热供热水时,间接水加热设备宜根据热源温度采用一级或两级串联加热的方式,也可采用被加热水循环加热的方式;间接加热设备的设计计算可按 GB 50015—2003 中相关条款执行。

5.14.3 系统中所选用材料的最高许用温度应高于该材料在系统运行中所接触介质的最高运行温度。

5.15 系统抗风载能力

系统抗风载能力应按不低于当地历史最大风力设计。

5.16 钢结构及支架

系统中使用的钢结构及支架应按 GB 50017 的规定进行设计,从工程实际情况出发,合理选用材料、结构方案和构造措施,满足结构构件在运输、安装和使用过程中的强度、稳定性和刚度要求。

5.17 建筑物承载能力

安装太阳能热水系统的建筑物的设计应考虑风载、雪载等环境条件,并采取必要的安全措施,应与建筑等专业统一规划和协调,设计应符合 GB 50009 的规定。建在屋顶的贮水容器的基础应设在建筑物的承重梁或承重墙上,其水满时的荷载不得超过建筑设计的承载能力。

6 要求

6.1 系统总体要求

6.1.1 系统中热交换器的热交换效率应不低于 90% ,与太阳能系统联合使用的余热利用率应不低于 50% ,试验方法应符合附录 B 的规定。

6.1.2 太阳能系统的日有用得热量和温升性能应符合 GB/T 20095—2006 中表 2 的规定,试验方法按 GB/T 20095—2006 中 8.1.3 的规定执行。

6.1.3 流体洁净度应符合下述要求:

- a) 系统中传热工质的洁净度应能保证系统正常运行,不会因洁净度而影响传热效果和流动速度;
- b) 系统中提供生产用热水的水质应符合工业生产的工艺要求;
- c) 为保证系统洁净度,凡与流体接触的设备、管路、管件等内壁不应发生锈蚀现象。

6.1.4 对于封闭系统,系统应能承受 1.5 倍工作压力;对于开口系统,系统中的任何部件及连接处应能承受最大工作压力。系统应经受承压试验无渗漏后才能投入使用。承压试验按 GB 50242 的规定进行。

6.1.5 系统中电器设备和带电设备的安全性能应符合 GB 50303 的要求。

6.2 材料、管件

所选用的金属材料、保温材料、管件、阀门和连接软管等均应符合相应的国家或行业标准,相关国家标准、行业标准参照附录 C 的规定。原材料、设备、零部件等相关国家标准、行业标准参照表 C.1 的规定。

6.3 集热器

应符合 GB/T 6424 和 GB/T 17581 的规定。

6.4 流体输送泵

流体输送泵的性能应适合系统中的工作条件,流量和扬程按 5.5 进行计算。流体输送泵的质量应符合 GB/T 5657 的规定。

6.5 换热器

换热器的换热面积按 5.6.2 进行计算。板式换热器的技术性能应符合 NB/T 47004 的规定。

6.6 控制系统及控制元件精确度

系统运行时,控制系统应操作稳定、可靠、灵活、有效,仪器仪表显示灵敏、正确。

控制元件、仪器仪表的精确度应符合表 2 的规定,质量应符合相关国家标准或行业标准,相关国家标准、行业标准参照附录 C 的规定。控制元件、仪表质量相关国家标准、行业标准参照表 C.1 的规定。

表 2 控制元件及仪器仪表的精确度

名 称	精 确 度
压力表	±5.0%
流量计	±1.0%
温度传感器	±1.0 °C
温控阀	±2.5 °C
热能表	应符合 CJ 128—2007 中表 1 的规定

6.7 贮热水容器

6.7.1 系统中贮热水容器应无泄漏,经验收合格后才能投入使用。

6.7.2 贮热水容器保温性能:当贮水温度低于 60℃时,其昼夜温降值 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 。当贮水温度高于 60℃时,昼夜温降值应符合系统设计的要求。试验方法按 GB/T 20095—2006 中 8.1.4 规定执行。

6.8 系统的施工安装要求

6.8.1 系统应按 GB 50057 的规定设置避雷设施。

6.8.2 建在屋顶结构层上的集热器基础与建筑主体结构应牢固连接,基础与屋面应做好防水处理,防水的制作应符合 GB 50207 规定的要求。

6.8.3 系统中使用的支架焊接应符合 GB 50205 规定,支架应采用螺栓或焊接固定在基础上。建在屋顶防水层上的热水系统,其支架摆在基础上并用角钢等材料与建筑物连成一体,提高抗风能力。

6.8.4 集热器的定位应符合 5.10.2.3 的规定。太阳能集热器相互连接以及真空管与联箱的密封应按照产品设计的要求安装,具体操作按产品说明书进行。集热器应可靠地固定在支架上。

6.8.5 贮热水容器可现场制作。贮热水容器和支架间应设置隔热垫,其与基础或支架连接应牢固可靠,不宜直接刚性连接而增加热损。

6.8.6 管路系统安装应符合下述要求:

- a) 管路的坡向及坡度应符合设计要求;
- b) 压力表、流量计和热能表等应安装在便于观察的地方,手动阀门应安装在易操作的位置;
- c) 管道中固定支点设置的最大距离应符合 GB/T 17116.1—1997 中附录 B 的规定;
- d) 管道直线较长时,按设计要求应安装补偿器;管道穿过障碍物、屋面、露台时应加装保护套管;
- e) 泵应固定位置,并做减振及防腐处理;泵的流量大于设计值时应设旁通管道及手动阀调节流量,在室外安装时应加保护罩;
- f) 电磁阀应水平安装,在其进水口前应安装过滤器;阀的两端应设旁通管路及手动阀,作为发生故障时的备用管路;
- g) 用于控制热水温度的温控阀感温部分应安装在集热器集管(或联箱)的热水出口处,用于防冻排空的温控阀应安装在室外系统管路的最低处;
- h) 使用软管连接时,应做好连接软管的防老化保护。

6.8.7 电控系统安装应符合下述要求:

- a) 系统电气控制箱的安装应符合 GB 50171 的规定;
- b) 温控器应安放在控制箱内,安装后的安全性应符合 GB 8877 的规定;
- c) 导线布置、安装应符合 GB 50303 的要求;
- d) 温度传感器的定位和安装应确保与被测部位有良好的热接触,保证测试数据准确。

6.8.8 系统中需作防腐处理的管道、钢结构和设备的涂装应符合 HG/T 4077 的规定。使用镀锌型材制作支架的,其涂锌质量应符合 JB/T 8928 的规定。

7 试运行与交验

7.1 试运行

7.1.1 试运行条件

系统安装完毕后,应进行试运行。系统在试运行前应完成下述检查和试验:

- a) 所有采购的原材料、设备、零部件、仪器、仪表等质量资料是否齐全、完整,并填写表 D.1 和表 D.2;
- b) 应进行系统承压试验,试验结果应符合 6.1.4 的规定;
- c) 对系统中的保温、防冻、防垢和防过热、抗风、防雷、防腐进行全面检查,检查结果应符合 5.12、5.13、5.14、5.15、6.8.1、6.8.8 的规定;
- d) 对系统中的设备、管道及附件安装进行全面检查,检查结果应符合 6.8.2~6.8.6 的规定;

- e) 对系统中的控制、电气系统进行全面检查,检查结果应符合 6.6、6.8.7 的规定;
- f) 对系统的建筑物、钢结构(含支架)进行全面检查,检查结果应符合 6.8.2、6.8.3、6.8.5 的规定。

7.1.2 试运行准备和试运行时间

- 7.1.2.1 试运行前应将贮热水容器、集热器及管路内部冲洗干净。
- 7.1.2.2 给系统充填传热工质,全玻璃真空管热水系统应在无阳光照射的条件下充填传热工质。
- 7.1.2.3 与太阳能系统相关联的部件、仪器、仪表应进行调试,使其处于待运行状态。
- 7.1.2.4 与太阳能系统相关联的机械单机设备应进行单机空转试验,无异常状况才能接入运行。
- 7.1.2.5 在所有准备工作完成后,系统应连续运行 72 h。

7.1.3 试运行工作

- 7.1.3.1 试运行期间应对系统需要控制的参数进行记录,记录频次为正常运行时记录频次的 3 倍。需要控制的参数应包括温度、流量、压力、热能等。
- 7.1.3.2 检查系统运行过程中各单元设备、控制系统、仪器仪表等运行情况,系统运行应处于稳定正常状态。
- 7.1.3.3 对试运行过程中出现的故障应及时排除,当出现的故障必须停止系统运行后才能排除,则试运行时间重新开始计算。
- 7.1.3.4 连续试运行时间达到 72 h、结果达到设计要求并能投入正常运行,则该工程为合格。

7.1.4 系统保温性能和热性能测试

- 7.1.4.1 测试在投入正常运行后的晴好天气条件下进行,热性能测试只针对太阳能集热系统。
- 7.1.4.2 热性能测试方法应符合 6.1.2 的规定。
- 7.1.4.3 系统保温性能测试方法应符合 6.7.2 的规定。

7.2 交验

- 7.2.1 系统交验过程应由系统工程竣工交验小组完成,该小组由设计施工(乙)方、用户(甲)方组成,成员和人数由双方协商确定,必要时由双方协商聘用双方认可的第三方参加。
- 7.2.2 交验小组应参与试运行、保温性能和效率测试过程,并按合同规定做出评议。
- 7.2.3 如甲方需要,双方应按 GB 50495—2009 中附录 F 的规定对系统进行效益评估。

8 移交用户的文件

在系统运行正常后,乙方应在各项工作完成后的一个月内向甲方移交下列文件:

- a) 设计变更证明文件和竣工图;
- b) 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;
- c) 屋面防水检漏记录;
- d) 隐蔽工程验收记录和中间验收记录;
- e) 系统水压试验记录;
- f) 系统水质检验记录;
- g) 系统调试和试运行记录;
- h) 系统热性能检验记录;
- i) 工程使用维护说明书。

附 录 A
(资料性附录)
远程监控

A.1 远程监控基本原理和方法

A.1.1 基本原理

远程监控的主要功能是把远端设备的数据通过无线的方式传回后台中心。要完成数据的传输需要建立一套完整的数据传输系统,在这个系统中包括:DTU、客户设备、移动网络、中间服务器转发、后台监控中心。在前端,DTU 和客户的设备通过 232 或者 485 接口相连。DTU 运行后先注册到移动的 GPRS 网络,然后和设置在 DTU 中的中间服务器数据中心建立 SOCKET 连接。中间服务器数据中心作为 SOCKET 的服务端,DTU 是 SOCKET 连接的客户端。因此只有 DTU 是不能完成数据的无线传输的,还需要有中间服务器数据软件和后台监控中心软件的配合一起使用。在建立连接后,前端的设备和后台的监控软件就可以通过 DTU 进行无线数据传输了,而且是双向的传输。

A.1.2 方法

A.1.2.1 在现有工业应用的太阳能热水系统中加装 DTU 无线数据采集器,DTU 通过 GPRS 网络与 Internet 互联网,将现有 PLC 人机界面程序移植到远端普通计算机上,在远端普通计算机上实现原有 PLC 人机界面程序的功能,从而通过远端计算机实现对工业应用的太阳能热水系统的远程监控功能。

A.1.2.2 对工业应用的太阳能热水系统的运行数据与参数进行有效记录,帮助提供整个系统的数据分析与决策。

A.1.2.3 根据预设的预警条件,DTU 无线数据采集器自动发送手机短信通知系统管理人员进行预警处理。

A.2 远程监控的基本功能和控制要素

远程监控的基本功能和控制要素如表 A.1 所示。

表 A.1 远程监控的基本功能和控制要素

项目	内 容
前端现场 数据采集	a) 采集器硬件:通过 RS232 串口与系统 PLC 进行通信,通过 DTU 模块与 Internet 互联网进行通信。 b) 采集器软件:通过从串口采集到的系统 PLC 数据,进行运算处理转换成网络 TCP 数据包,通过 DTU 网络发送给中间服务器软件进行数据存储与转发。通过从 DTU 网络接收到的数据,进行运算处理转换成串口信号,发送给系统 PLC,达到系统控制的目的。 c) 短信预警:根据系统采集到的 PLC 数据,对比预警条件,向系统管理人员发送手机预警及报警短信
中间服务器 数据库服务	a) 通信转发:将所有第三方客户系统采集器的数据转发给远程控制计算机,将远程控制计算机的控制命令转发给对应的第三方客户系统采集器。 b) 数据存储:将所有第三方系统中采集器采集到的 PLC 数据存储到服务器数据库中,以便远程计算机日后的数据分析与决策

表 A.1 (续)

项目	内 容
后端计算机 监控服务	a) 数据监视:通过本地计算机实时监视远程第三方客户系统中的系统运行数据。 b) 系统控制:通过本地计算机控制远程第三方客户系统,在本地计算机中远程实现原有 PLC 人机界面程序的功能。 c) 数据分析:调用服务器中记录的历史运行数据,在本地计算机中查看分析第三方客户系统的历史数据运行记录

附录 B

(规范性附录)

系统中热交换器热交换效率和余热利用率试验方法

B.1 测试环境气象条件

应符合 6.1.2 中规定的要求,系统应处于正常运行中。

B.2 系统中热交换器热交换效率测试

B.2.1 可按式(B.1)计算热交换效率 η_1 :

$$\eta_1 = \frac{V_2 \times \rho_2 \times c_{p2} \times \Delta t}{V_1 \times \rho_1 \times c_{p1} \times \Delta T} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

η_1 ——热交换效率, %;

V_2 ——低温流体流量,单位为升每小时(L/h);

ρ_2 ——低温流体密度,单位为千克每升(kg/L);

c_{p2} ——低温流体比热容,单位为千焦每千克摄氏度[kJ/(kg·°C)];

Δt ——低温流体进出口温差,单位为摄氏度(°C);

V_1 ——高温流体流量,单位为升每小时(L/h);

ρ_1 ——高温流体密度,单位为千克每升(kg/L);

c_{p1} ——高温流体比热容,单位为千焦每千克摄氏度[kJ/(kg·°C)];

ΔT ——高温流体进出口温差,单位为摄氏度(°C)。

B.2.2 用准确度等级为±1.0%的流量计分别测定高低温流体的流量 V_1 和 V_2 。B.2.3 用准确度为±0.5°C的温度计分别测定高低温流体的进出口温度 T_1 、 T_2 和 t_1 、 t_2 。高温流体进出口温差 $\Delta T = T_1 - T_2$,低温流体进出口温差 $\Delta t = t_2 - t_1$ 。

B.3 太阳能与其他辅助能源联合系统的余热利用率测试

B.3.1 可按式(B.2)计算余热利用率 R_R :

$$R_R = \frac{R}{Q} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (B.2)$$

式中:

R_R ——余热资源回收率, %;

R ——回收利用的余热资源量,单位为千焦(kJ);

Q ——体系总余热资源量,单位为千焦(kJ)。

B.3.2 以加热冷水为例,可按式(B.3)计算余热利用率 R_R :

$$R_R = \frac{V_2 \times \rho_2 \times c_{p2} \times \Delta t}{V \times \rho \times c_p \times \Delta T} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (B.3)$$

式中:

V_2 ——被加热冷水流量,单位为升每小时(L/h);

- ρ_2 ——冷水密度,单位为千克每升(kg/L);
- c_{p2} ——冷水比热容,单位为千焦每千克摄氏度[kJ/(kg·°C)];
- Δt ——冷水进出口温差,单位为摄氏度(°C);
- V ——余热流体流量,单位为升每小时(L/h);
- ρ ——余热流体密度,单位为千克每升(kg/L);
- c_p ——余热流体比热容,单位为千焦每千克摄氏度[kJ/(kg·°C)];
- ΔT ——余热流体与环境之温差,单位为摄氏度(°C)。

B.3.3 用准确度等级为 $\pm 1.0\%$ 的流量计分别测定余热流体流量 V 和被余热流体加热的冷水流量 V_2 。

B.3.4 用准确度为 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 的温度计测定余热流体的进口温度 T_1 ,分别测定冷水的进出口温度 t_1 和 t_2 。余热流体温度 T_1 与环境温度 $T_{\text{环}}$ 的温差 $\Delta T = T_1 - T_{\text{环}}$,冷水进出口温差 $\Delta t = t_2 - t_1$ 。

注:环境温度可取当地全年平均温度。

附录 C

(资料性附录)

主要原材料、设备、零部件、仪表等相关国家标准、行业标准一览表

主要原材料、设备、零部件、仪表等相关国家标准、行业标准如表 C.1 所示。

表 C.1 主要原材料、设备、零部件、仪表等相关国家标准、行业标准一览表

名 称	标准代号	标准名称
碳素钢	GB/T 700	碳素结构钢
桥梁钢	GB/T 714	桥梁用结构钢
不锈钢	GB/T 20878	不锈钢和耐热钢 牌号及化学成分
无缝钢管	GB/T 8163	输送流体用无缝钢管
无缝钢管	GB/T 14976	流体输送用不锈钢无缝钢管
不锈钢焊制管	GB/T 12771	流体输送用不锈钢焊接钢管
型 钢	GB/T 706	热轧型钢
镀锌角铁	JB/T 8928	钢铁制件机械镀锌
法 兰	JB/T 74	管路法兰 技术条件
管 件	GB/T 12459	钢制对焊无缝管件
保温材料	GB/T 10801.1	绝热用模塑聚苯乙烯泡沫塑料
保温材料	GB/T 21558	建筑绝热用硬质聚氨酯泡沫塑料
阀 门	JB/T 7928	通用阀门 供货要求
阀 门	JB/T 9092	阀门的检验与试验
气动调节阀	GB/T 4213	气动调节阀
电磁阀	JB/T 7352	工业过程控制系统用电磁阀
温控仪	GB 14536.1	家用和类似用途电自动控制器 第1部分:通用要求
温度传感器	JB/T 10500.1	电机用埋置式热电阻 第1部分:一般规定、测量方法和检验规则
流量计	CJ/T 3063	给排水用超声流量计(传播速度差法)
压力表	GB/T 1226	一般压力表
热能表	CJ 128	热量表
离心泵	GB/T 5657	离心泵技术条件(Ⅲ类)
换热器	NB/T 47004	板式热交换器
连接软管	ISO 9808	太阳能热水器 吸收器用橡胶材料 连接管与配件 评审方法

附录 D
(规范性附录)

系统中主要原材料、设备、仪器仪表检查验收记录表

D.1 系统中外购主要原材料质量检查验收记录

系统中外购主要原材料质量检查验收记录如表 D.1 所示。

表 D.1 系统中外购主要原材料质量检查验收记录表

序号	名称	适用标准	有(√)		无(×)	
			合格证	质保书	产品说明书	测试报告
1	金属材料					
2	保温材料					
3	电气材料及器材					
4	管道材料及管件					
5	其他					

检查人员(签字) _____

日期: _____年____月____日

D.2 系统中外购主要设备、仪器仪表质量检查验收记录

系统中外购主要设备、仪器仪表质量检查验收记录如表 D.2 所示。

表 D.2 系统中外购主要设备、仪器仪表质量检查验收记录表

序号	名称	适用标准	有(√) 无(×)			
			合格证	质保书	产品说明书	测试报告
1	集热器					
2	热交换器					
3	流体输送设备					
4	温控仪					
5	流量计					
6	压力表					
7	热能表					
8	其他					

检查人员(签字) _____

日期: _____年____月____日