

太阳能光热耦合清洁能源户用供暖系统 (中国建筑金属结构协会团体标准)

韩成明

河北道荣新能源科技有限公司

2022年05月09日

道行天下 荣誉千秋 清洁能源 守护蔚蓝

Hebei Daorong New Energy Technology Co., Ltd.

目录 CONTENTS

01

背景介绍

02

技术路线

03

条文解析

04

标准意义

01

背 景 介 绍

- 发展历程
- 已有标准
- 方案提出

太阳能光热供暖发展历程

- 北京市：累计单体户用21项
- 配置1：7-保证率：30%左右
- 九阳平板近700户，占50%
- 平板集热器占68%

- 道荣新能源邢台威县：
- 150户太阳能耦合电锅炉户用供暖试点

2008

2015

2018

2019

- 道荣新能源提出：“光热+”
- 威县10000户
- 秦皇岛1000户
- 太阳雨+维克莱恩临城：2377户

- 维克莱恩117户联集管式
- 成本4万元/百m²
- 运行成本10-12元/m²

2020

2021

- 2020年“光热+”
- 河北邢台8.5万户“光热+”电、燃气；
- 河北秦皇岛8.8万户“光热+”生物质
- 试点吉林、辽宁、黑龙江、山西、内蒙古等地

2022

- 星星之火
- 已成燎原之势
- 1亿户的市场
- 一次改
- 二次改

- 邢台威县“光热+”燃气3万户；
- 包头“光热+”电500户
- 阜新：3年20万户/1.5万户
- 甘肃兰州、宁夏吴忠、试点

太阳能光热供暖的相关标准

GB 50495-2019 太阳能供热采暖工程技术标准：设计、施工、调试、验收、评价。

NB/T 10150-2019 北方农村户用太阳能采暖系统技术条件：性能要求、性能测试及评价方法、判定和分级。

NB/T 10151-2019 北方农村户用太阳能采暖系统性能测试及评价方法。

5.1 采用太阳能采暖系统的建筑应满足所在地区农村建筑节能设计标准的要求。

5.2 农村既有居住建筑节能改造应符合 JGJ/T 129 的规定，并应达到建筑节能 65% 的要求。

表2 不同地区太阳能采暖保证率的分级

太阳能资源区划	电和燃气			煤和生物质		
	1级	2级	3级	1级	2级	3级
资源极富区	$f \geq 70\%$	$70\% > f \geq 65\%$	$65\% > f \geq 60\%$	$f \geq 55\%$	$55\% > f \geq 50\%$	$50\% > f \geq 40\%$
资源丰富区	$f \geq 65\%$	$65\% > f \geq 60\%$	$60\% > f \geq 55\%$	$f \geq 45\%$	$45\% > f \geq 40\%$	$40\% > f \geq 30\%$
资源较富区	$f \geq 60\%$	$60\% > f \geq 55\%$	$55\% > f \geq 50\%$	$f \geq 40\%$	$40\% > f \geq 30\%$	$30\% > f \geq 20\%$
注1：太阳能资源极富区：年日照时数（3200~3300）h/a，年辐射总量（6680~8400）MJ/（m ² ·a）；						
注2：太阳能资源丰富区：年日照时数（3000~3200）h/a，年辐射总量（5852~6680）MJ/（m ² ·a）；						
注3：太阳能资源较富区：年日照时数（2200~3000）h/a，年辐射总量（5016~5852）MJ/（m ² ·a）。						

太阳能“光热+”的提出



优点

- 免费：能源无限，免费使用；
- 零碳：无CO₂、污染物排放；
- 安全：减少常规能源，助力能源安全；



缺点

- 保障性差：不足以100%保障供暖，必须常规能源辅助；
- 初投资高：过大保证率导致初投资高，市场难以接受；
- 能量过剩：弃光弃电、利用率低，性价比差；

解决方案

- 指导思想：因地制宜、精准供热、精准运营、精准服务
- 技术方案：“光热+”，+电、+燃气、+生物质、+热泵

太阳能“光热+”优势

目的

- 解决了单一常规能源运行成本高的问题
- 解决了单一太阳能光热初投资高的问题

优势

- 太阳能光热负责节能、减排、降费、降耗
- 常规能源负责保障系统稳定、可靠供给

合作

- “光热+”：+电、+燃气、+生物质、+热泵....
- 与常规能源是合作关系，和所有常规能源友好合作.....

02 | 技 术 路 线

- 紧凑式“光热+”
- 分离式“光热+”

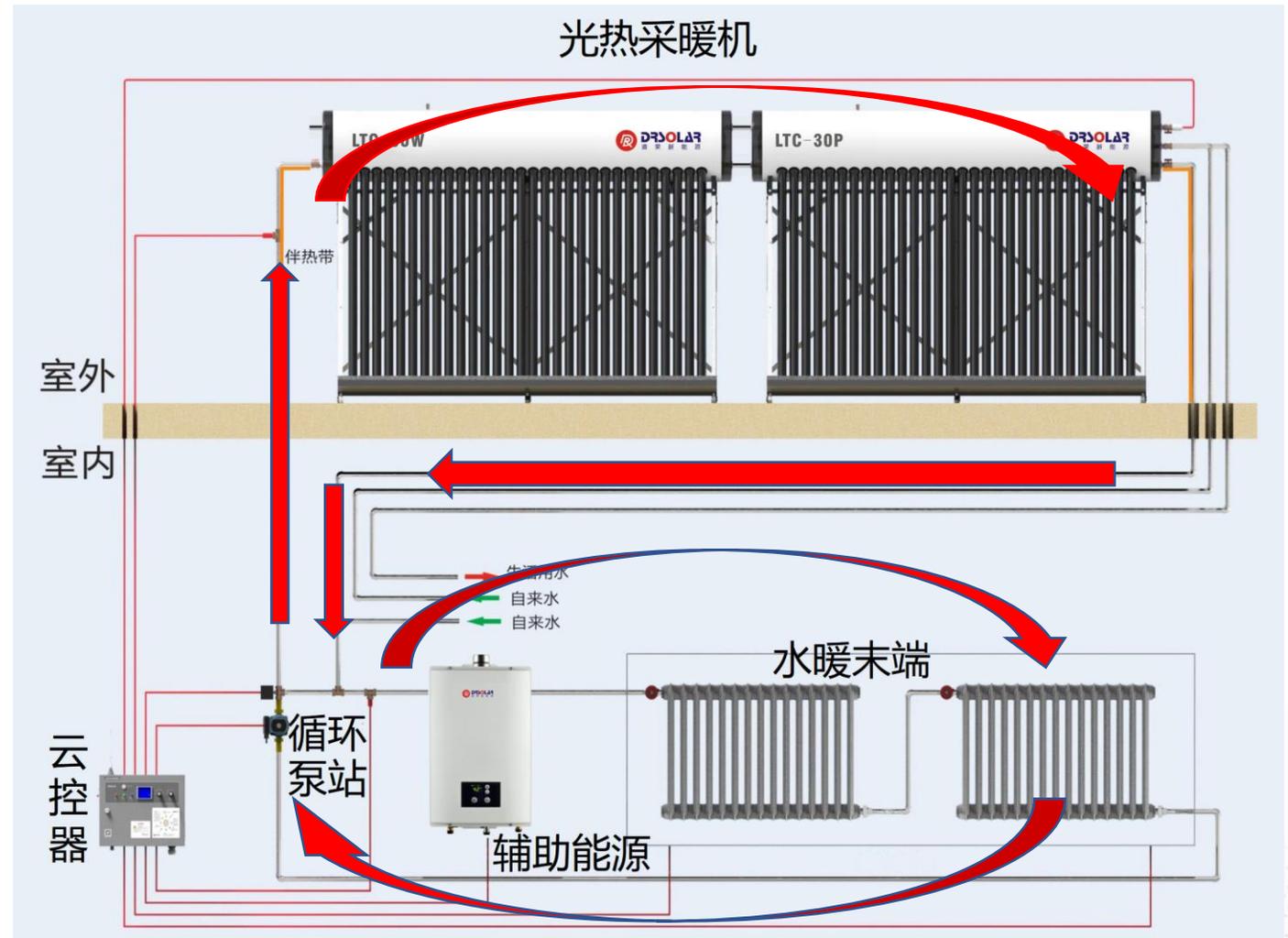
紧凑式“光热+”系统原理

因地制宜、精准服务

- 1.光热为主体，辅以当地优势能源
- 2.云控制器精准控制
- 3.大数据云平台

精准运营，精准制热

- 1.日常炊事、
- 2.四季热水
- 3.提前供暖，延后供暖
- 4.清洁、温暖过冬
- 5.新需求（远程医疗、教育）



核心部件



蓝天管

无水相变
高效集热
低温速热
防冻防漏



“光热+”

低谷电
燃气
热泵
生物质秸秆等
大数据云端控制



云控制器

智能控制
APP监控
数据上传
远程维护

云平台

远程监控
节能控制
数据分析
远程服务

工程案例-“光热+”电暖器

适合燃气管网不能覆盖，生物质燃料缺乏的地区。

系统配置LTC-30光热采暖机3台、电热水暖器2台、云控制器一台。

河北邢台/张家口、山西大同/吕梁



工程案例-“光热+”电锅炉

适合燃气不能覆盖、生物质缺乏、电力较富裕、供热面积较大地区。

统配置LTC-40光热采暖机两台、电锅炉一台、云控制器一台。

辽宁阜新、吉林延边、黑龙江亚布力、宁夏吴忠



工程案例-“光热+”生物质

适合电网、燃气管网不能覆盖，且生物质燃料充足的地区。典型户供暖面积60m²，系统配置LTC-40光热采暖机两台、生物质锅炉一台、云控制器一台、水暖末端。

河北秦皇岛、辽宁阜新、甘肃甘南



工程案例-“光热+”热泵



河北威县 吉林延边

适合经济条件比较富裕，供热面积较大的农户、村部。



系统配置LTC-40光热采暖机两台

3-8匹热泵1台、云控器一台。

分体式“光热+”系统原理

白天

太阳能集热器吸收太阳能

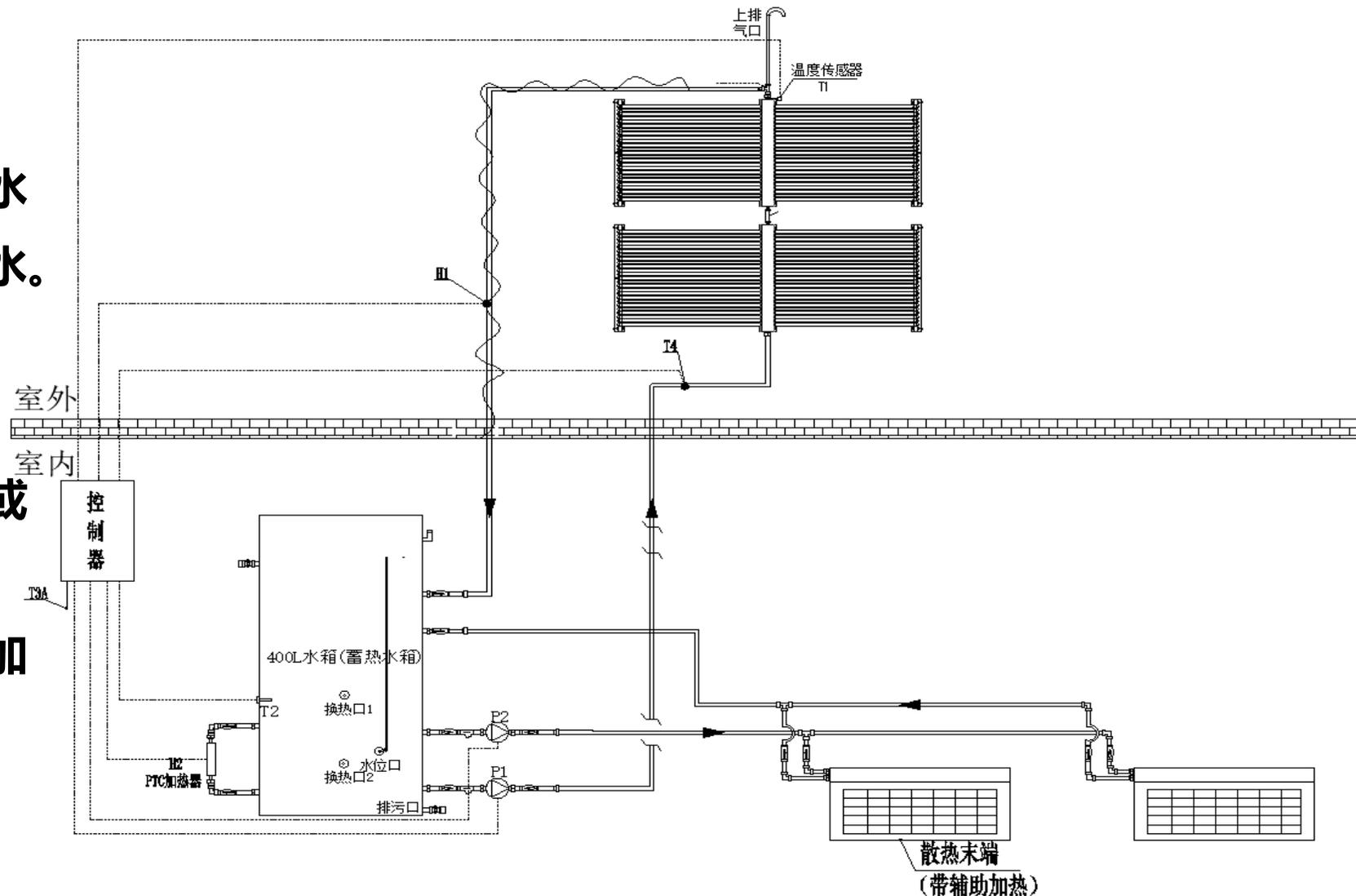
**通过温差循环，加热室内水箱冷水
同时，提供室内供暖，和生活热水。**

晚上

可以用储热水箱内热水供暖

**水温不足时，可以采用水箱内置或
外置加热器加热。**

**室内温度不足时，可以采用末端加
热器辅助加热。**



工程案例-“光热+”谷电储热

目前主要以“光热+”谷电形式推广，
系统配置50支管横联集管集热器1-4台，
室内储热水箱一个，配置风机盘管2-3套。
配置循环泵两个。

河北 临城
内蒙古包头



03

条 文 解 析

- 范 围
- 术语和定义
- 标记与命名
- 设计要求
- 技术 要求
- 试 验 方 法

范围

范围

本文件规定了太阳能光热耦合清洁能源户用供暖系统（以下简称“光热耦合系统”）的术语和定义、分类和标记、设计要求、技术要求、试验方法、检验规则、文件编制。

本文件适用于采暖面积不大于 200m^2 ，或太阳能光热轮廓采光面积不大于 50m^2 的单户农村住宅建筑供暖系统。

- 重点提出了太阳能光热耦合系统，区别于单独太阳能供暖系统；
- 主要针对系统的技术要求进行规范；
- 确定了适用性，包括采暖面积、采光面积和建筑类型；
- 标准主要用于系统自身的规范性技术要求，以及可用于招标的规范性要求；

术语和定义

太阳能光热耦合清洁能源户用供暖系统

以分户独立供暖为主，由光热采暖机、清洁能源设备、云控器、循环管路泵阀和采暖末端集成，利用太阳能光热优先提供冬季供暖，四季热水。在太阳能不足时，由清洁能源提供的智能控制的供暖系统。

光热采暖机：

将太阳能转化为热能，具有一定蓄热能力的、可向建筑物供暖的太阳能设备。

- 区别于现有的太阳能采暖系统；
- 区别于现有的太阳能热水器；

术语和定义

采暖季节能量：光热耦合系统中利用太阳能光热用于供暖总有效供给能量,单位为 kWh_{th} 。

全年节能量：光热耦合系统中太阳能光热全年总有效供给能量。单位为 kWh_{th} 。

光热利用率：光热耦合系统中太阳能光热有效供给能量和系统设计得热量的比值,单位为%。

碳减排量：太阳能光热碳减排量按折合标煤对应的 CO_2 排放量计算,单位为t。

- **提出了节能量的定义，便于告知用户节省了多少，而不是运行费可以降低到多少！**
- **提出利用率的定义，解决了现有建筑保温条件下太阳能保证率无法实现的问题！**
- **提出碳减排量的定义，便于很方便的计算出系统的碳排放量。**

表 1 光热耦合系统分类

特征	类型
1系统连接	紧凑式
	分离式
2太阳能集热器	全玻璃真空太阳集热管
	全玻璃热管真空太阳集热管
	玻璃-金属封接太阳集热管
	平板太阳能集热器
3换热	直接换热
	间接换热
4清洁能源	电能
	地热能
	生物质能
	燃气
5末端散热	散热器
	辐射地板
	风机盘管

表 2 光热耦合系统命名标记

第一部分	第二部分			第三部分		第四部分 系统特征号	第五部分 序列型号
	字母	数字1	数字2	数字3	字母		
GRZ: 直热式	JB: 紧凑式 全玻璃真空集热管	集热管 数量	轮廓采 光面积	数字3	DN: 电暖器	输出功率	由字母和数字组合。 没有可不标。
GRH: 换热式	JBR: 紧凑式 全玻璃热管真空集热管				DG: 电锅炉		
	JR: 紧凑式 金属热管真空集热管				KY: 空气源热泵		
	FB: 分离式 全玻璃真空集热管				KYF: 空气源热风机		
	FR: 分离式 热管式真空集热管				DY: 地源热泵		
	JP: 紧凑式平板				SK: 生物质颗粒炉		
	FP: 分离式平板				SY: 生物质压块炉		
					RQ: 燃气热水采暖炉		01、02、03等。 没有可不标。

4.2.3 命名示例

光热耦合系统命名由以下部分组成，各部分之间用“—”隔开。



设计要求

设计应考虑太阳光照资源、常用房间供暖总面积、长期居住人口数量条件，因地制宜、科学合理选择清洁能源，优先使用太阳能，减少资源浪费，参照GB 50495的相关公式设计。若资料不完备，可参考常住人口数量，单户太阳能集热器轮廓采光面积取值范围为5-30m²。

光热采暖机安装角度应以当地纬度加5-10°为宜，不宜低于45°。

对各种部件的提出基本参考标准。

技术要求

太阳能光热利用率

6.1.1 寒冷地区，设计采暖季太阳能光热利用率应不低于95%，且全年太阳能光热利用率不低于75%。

6.1.2 严寒地区，设计采暖季太阳能光热利用率应不低于95%，且全年太阳能光热利用率不低于85%。

6.2.1 太阳辐照量为 $17\text{MJ}/\text{m}^2$ ，集热结束时储热水箱内的水温 $\geq 55^\circ\text{C}$ 条件下，单位轮廓采光面积光热采暖机日有用得热量应不低于 $8.0\text{MJ}/\text{m}^2$ 。太阳能光热系统日有用得热量（q）按照GB/T 18708检测

- 对太阳能光热利用率提出明确要求，防止系统能源浪费
- 对系统热性能提出较高要求；
- 提出对得热量的测试方法；（原GB/T19141的测试方法不适合采暖系统的得热量测试）

技术要求

- 6.3.1 寒冷地区室外储热水箱保温层厚度不低于50mm。
- 6.3.2 严寒地区室外储热水箱保温层厚度不低于60mm。
- 6.3.3 室内储热水箱保温层厚度不低于50mm。
- 6.3.4 储热水箱有效容水量和集热器轮廓采光面积比值 $\leq 38\text{L}/\text{m}^2$ 。
- 6.3.5 光热采暖机水箱的平均热损因数应不大于 $11\text{W}/(\text{m}^3\cdot\text{K})$ 。

- 对储热水箱的保温和热损要求提出较高的要求；
 - 明确提出轮廓采光面积和容水量的比值要求，防止水量过大系统供热不足； 能：
- 对太阳能系统的热性能提出较高要求；

技术要求

6.6.1 云控制器应实现远程控制光热耦合系统，优先使用太阳能光热供热，自动切换清洁能源系统。

6.6.2 云控制器应实现与云平台进行有效数据传输，实时上传光热耦合系统的运行状态，并通过云平台实现对光热耦合系统的监控。

6.6.3 云控制器应能实现与手机APP、微信小程序通讯，经过云控制器实现对光热耦合系统监控。

6.6.4 云控制器应具备热计量、清洁能源计量、大数据分析和运维管理的功能。

6.7.2 自带控制器的清洁能源设备，应预留RS485或RS232接口，实现与云控制器的通讯和远程监控功能。

- **对系统的耦合控制器提出了要求**
- **对辅助能源及相关配件提出了关键性技术指标要求**

6.4 集热器支架

6.5 室外管路

6.6 云控制器

6.7 清洁能源设备

6.8 空气源热泵机组

6.9 燃气采暖热水炉

6.10 电热直接转换供暖

6.11 生物质成型燃料采暖热水炉

技术要求

6.6.1 云控制器应实现远程控制光热耦合系统，优先使用太阳能光热供热，自动切换清洁能源系统。

6.6.2 云控制器应实现与云平台进行有效数据传输，实时上传光热耦合系统的运行状态，并通过云平台实现对光热耦合系统的监控。

6.6.3 云控制器应能实现与手机APP、微信小程序通讯，经过云控制器实现对光热耦合系统监控。

6.6.4 云控制器应具备热计量、清洁能源计量、大数据分析和运维管理的功能。

6.7.2 自带控制器的清洁能源设备，应预留RS485或RS232接口，实现与云控制器的通讯和远程监控功能。

- **对系统的耦合控制器提出了要求**
- **对辅助能源及相关配件提出了关键性技术指标要求**

6.4 集热器支架

6.5 室外管路

6.6 云控制器

6.7 清洁能源设备

6.8 空气源热泵机组

6.9 燃气采暖热水炉

6.10 电热直接转换供暖

6.11 生物质成型燃料采暖热水炉

试验方法-太阳能光热利用率

7.2.6 采暖季太阳能光热利用率 (η_c)

采暖季太阳能光热利用率 (η_c) 按公式 (6) 计算, 即

$$\eta_c = Q_{jc}/Q_c \dots\dots\dots (1)$$

式中:

η_c ——采暖季太阳能光热利用率, %;

Q_{jc} ——采暖季太阳能光热系统节能量, MJ;

Q_c ——采暖季太阳能光热系统得热量, MJ。

7.2.7 全年太阳能光热利用率 (η_a)

全年太阳能光热利用率 (η_a) 按公式 (7) 计算, 即

$$\eta_a = Q_{ja}/Q_2 \dots\dots\dots (1)$$

式中:

η_a ——全年太阳能光热利用率, %;

Q_{ja} ——全年太阳能光热系统节能量, MJ;

Q_2 ——全年太阳能光热系统得热量, MJ。

其中采暖季计算可按当地采暖季时间提前一个月, 延后一个月计算, 并包含生活热水供热量。非采暖季计算按常住人口生活热水用热量计算。

试验方法

7.4 太阳能光热节能量计量

可通过热计量表实时计量太阳能光热实际输送到供热末端的热量。当清洁能源影响太阳能光热能量计量时，应扣除清洁能源相应能量。

7.5 光热耦合系统节能量计量

当采用清洁能源设备的能效比大于1.0时，可实施光热耦合系统节能计量。通过热计量表计量实际输送到供热末端的热量，并扣除清洁能源耗能量。

- 分别给出太阳能光热系统、光热耦合系统节能量的计量方案

试验方法

7.6 太阳能光热减排量计算

太阳能光热减排量按热力折合标煤（等价值）对应的污染物排放量，按GB/T 2589 综合能耗计算通则核算。其中等价值计算可依据每年全国电力工业统计快报数据。

7.7 光热耦合系统减排量

光热耦合系统减排量按热力折合标煤（当量）对应的污染物减排量。热力折标准煤参考系数应按GB/T 2589 综合能耗计算通则核算。参照表3计算。

表 3 污染物减排量参照表

	标准煤节省量 (kg)	粉尘减排量 (kg)	二氧化碳 减排量 (kg)	二氧化硫 减排量 (kg)	氮氧化物 减排量 (kg)
当量值	0.123	0.0836	0.3066	0.0092	0.0046
等价值	0.300	0.204	0.748	0.023	0.011

- 分别给出太阳能光热系统、光热耦合系统减排量计算方法

其他

6.4 集热器支架

6.5 室外管路

6.6 云控器

6.7 清洁能源设备

6.8 空气源热泵机组

6.9 燃气采暖热水炉

6.10 电热直接转换供暖

6.11 生物质成型燃料采暖热水炉

- 给出辅助能源及相关配件提出了关键性技术指标检测依据;
- 给出检测规则
- 给出文件编制要求

04 | 意 义

意义

明确

- 明确了太阳能光热供暖系统和太阳能“光热+”系统的区别；

定义

- 给出了太阳能“光热+”系统的具体技术要求；
- 给出了明确的关键性技术指标的定义和方法；

用途

- 有利于系统的标准化，有利于市场化和规范化；
- 对现有国家标准和行业标准必要的补充；