



中华人民共和国国家标准

GB/T 40858—2021/IEC TS 62862-3-3:2020

太阳能光热发电站集热管通用要求与 测试方法

General requirements and test methods for receivers of solar thermal
power plants

(IEC TS 62862-3-3:2020, Solar thermal electric plants—Part 3-3: Systems and
components—General requirements and test methods for solar receivers, IDT)

2021-10-11 发布

2022-05-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言	I
引言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义、符号和单位	1
4 集热管性能测试	2
4.1 一般规定	2
4.2 标识与参数	2
4.3 制造说明	2
4.4 测试仪器校准	2
4.5 热损失测试	2
4.6 光学特性测试	13
4.7 集热管耐久性测试	21
附录 A (资料性) 测试报告格式	32
A.1 集热管说明(由制造商提供)	32
A.2 测试结果——热损失	33
A.3 测试结果——光学特性测试	34
A.4 测试结果——光学效率测试	34
A.5 测试结果——静态耐磨测试	35
A.6 测试结果——冷凝测试	35
A.7 测试结果——抗冲击测试:方法 1——冰球	35
A.8 测试结果——抗冲击测试:方法 2——钢球	36
A.9 测试结果——集热管选择性吸收涂层热稳定性测试	36
A.10 测试结果——钢管样品选择性吸收膜的热稳定性测试	36
A.11 测试结果——热循环测试	37
A.12 测试结果——波纹管测试	37
附录 A (资料性) 测试报告格式	32
附录 B (资料性) 应用说明:筒式加热器热损失测试中的温度测量——温度测量偏移校正	38
参考文献	39

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。

本文件使用翻译法等同采用 IEC TS 62862-3-3:2020《太阳能光热发电站 第 3-3 部分：系统和部件 集热管通用要求与测试方法》，文件类型由 IEC 的技术规范调整为我国国家标准。

与本文件中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

——GB/T 12936—2007 太阳能热利用术语(ISO 9488:1999, NEQ)。

本文件做了下列编辑性修改：

——公式(3)参数说明“ $T_{1/2/N/N-1}$ ”修正为“ $T_1、T_2、T_N、T_{N-1}$ ”；

——公式(7)补充参数说明：“ d_{abs} 是吸热管内径”；

——公式(7)中的“ l_{abs}, RT ”修正为“ $l_{abs, RT}$ ”；

——公式(9)参数说明中 k_{abs} 的单位“ $[m/°C]$ ”修正为“ $[W/(m \cdot °C)]$ ”；

——公式(12)中“ S_T ”修正为“ S_{TH} ”；

——公式(18)中的系数 a_2 单位“ $[W/(m \cdot °C_4)]$ ”修正为“ $[W/(m \cdot °C^4)]$ ”；

——4.5.8.2 中提及的公式(12)的编号“(12)”修正为“(18)”；

——4.5.8.3 中提及的公式(12)的编号“(12)”修正为“(18)”；

——4.5.8.4 中系数 b_1 的单位“ $(W/(m \cdot °C))$ ”多余，删除；

——4.5.8.4 中系数 b_2 的单位“ $(W/(m \cdot °C^2))$ ”修正为“ $(°C^{-2})$ ”；

——4.5.8.4 中提及的公式(13)的编号“(13)”修正为“(19)”；

——公式(24)补充参数说明：“ ΔT ——流体温升，单位为摄氏度(°C)”；

——4.7.6.3 中提及的“4.7.1”修正为“4.6.2”；

——4.7.7.2 中提及的“4.7”修正为“4.6”；

——公式(B.2)补充参数说明：“式中， A, B, C, D, E, F 为多项式系数。”。

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。

本文件由中国企业联合会提出。

本文件由全国太阳能光热发电标准化技术委员会(SAC/TC 565)归口。

本文件起草单位：常州龙腾光热科技股份有限公司。

本文件主要起草人：俞科、胡桥、方全喜、韩莹莹、张玲艳、沈伟文、孟庆言、张小龙、朱龙、王成宇。

引 言

集热管是太阳能光热电站的核心部件之一,集热管的性能和耐久性对太阳能光热电站的成功实施和稳定运行至关重要,为了规范太阳能光热发电站集热管通用要求,统一测试方法,需要对其进行标准化。随着国内太阳能光热发电站的持续建设,非常有必要建立通用的、统一的集热管要求和测试方法,客观、合理评价集热管的性能和耐久性,推动太阳能光热电站规范化发展,保障太阳能光热电站长期稳定运行。

集热管是非涅尔和抛物槽式电站最重要和最敏感的部件之一。大型反射镜组对齐排列,沿反射镜焦点聚集高达 80 倍太阳辐射到镀膜且抽真空的集热管上。产生的热量通过传热流体输送到发电装置,并转化为电能。

集热管质量和性能的长期稳定性对太阳辐射能否有效转化为热能有着决定性的影响。为了使电站达到最高效率,集热管必须尽可能多地吸收太阳辐射,并在损失最小的情况下将其转化为热能。

集热管(见图 1)主要包括:

- 钢制吸热管:传热流体流经不锈钢吸热管。优质的吸热管涂层可将太阳辐射转化为热能,同时将红外热损失降到最低;
- 玻璃套管:套管由硼硅酸盐玻璃制成,并镀有提高太阳透射比的减反射涂层;
- 吸热管和玻璃套管之间的充满惰性气体或者抽真空的区域(环形空间):吸热管和玻璃套管之间的真空是抑制气体对流传热的必要条件;
- 波纹管:波纹管是补偿钢制吸热管和玻璃套管不同热膨胀系数所必需的。与玻璃套管相反,吸热管在工作时膨胀很大。

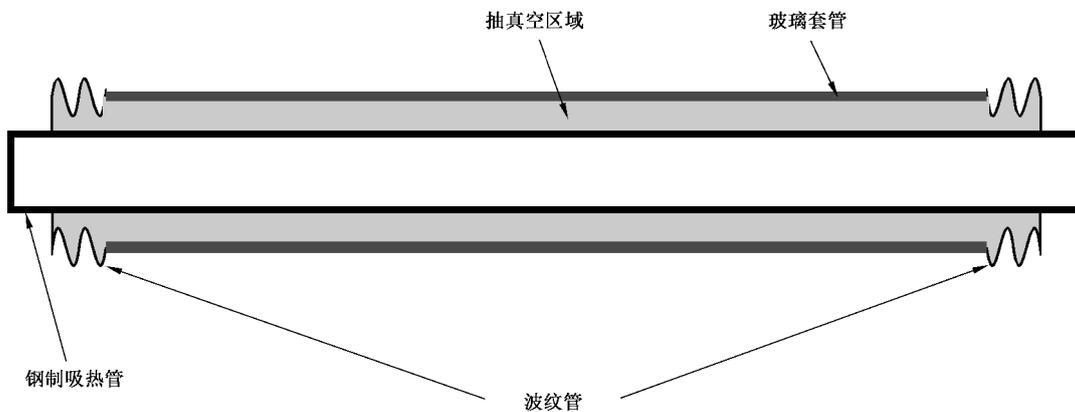


图 1 集热管示意图

太阳能光热发电站集热管通用要求与 测试方法

1 范围

本文件规定了在采用线聚焦型集热器的太阳能光热发电站中用于吸收聚焦后的太阳辐射并将其热能传递至传热流体的集热管的技术要求、测试方法、耐久性和技术性能参数。本文件中所述的集热管由一根吸热管和一根隔热玻璃套管组成。

注 1: 本文件中所包含的大多数测试方法适用于抛物面槽式光热发电站和菲涅尔光热发电站中的集热管。

本文件包含了集热管技术特性、几何特性和性能参数的定义,以及光学特性、热损失和耐久性的测试方法。

注 2: 目前针对集热管的不同测试方法所积累的经验还不足以确定哪种测试方法是最好的。本文件描述了目前可用的所有不同方法,但没有定义一种推荐的方法。

为明确起见,在此声明本文件中描述的热损失测试结果并不代表安装在商业电站集热场的集热管的热损失。

在单根集热管上进行室内测试所获得的热损失数值明显低于商业电站集热场室外实际运行条件下的热损失数值。因此,本文件中描述的室内测试程序适用于集热管的性能比较。

集热场设计中考虑的热损失是通过在实际太阳条件下测试运行中的完整集热器获得的。

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 13893.2—2019 色漆和清漆 耐湿性的测定 第 2 部分:冷凝(在带有加热水槽的试验箱内曝露)(ISO 6270-2:2017, IDT)

ISO 9488 太阳能 词汇(Solar energy—Vocabulary)

ISO 9806:2017 太阳能 太阳能集热器 测试方法(Solar energy—Solar thermal collectors—Test methods)

IEC TS 62862-1-1 太阳能光热发电站 第 1-1 部分:术语(Solar thermal electric plants—Part 1-1: Terminology)

ASTM G173-03 参考太阳辐射光谱标准表:37°倾斜表面上的直接法向和半球向(Standard Tables for Reference Solar Spectral Irradiances: Direct Normal and Hemispherical on 37° Tilted Surface)

MIL-E-12397 橡皮擦、橡胶浮石(用于测试镀膜光学元件)[Eraser, Rubber-Pumice (for testing coated optical elements)]

3 术语、定义、符号和单位

ISO 9488 和 IEC TS 62862-1-1 中界定的术语、定义、符号和单位适用于本文件。