

DB37

山东省地方标准

DB 37/T 4202—2020

太阳能集热工程验收技术规范

2020 - 11 - 10 发布

2020 - 12 - 10 实施

山东省市场监督管理局 发布

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。

本文件由山东省能源局提出并组织实施。

本文件由山东省能源标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：山东省太阳能行业协会、山东力诺瑞特新能源有限公司、山东中科蓝天科技有限公司、山东阳光博士太阳能工程有限公司、山东华春新能源有限公司、山东华临新能源设备有限公司。

本文件主要起草人：苏士强、江红阳、马光柏、种阳、王恩明、王伟。

太阳能集热工程验收技术规范

1 范围

本文件规定了太阳能集热工程验收的验收模式、验收流程、验收实施和验收结果的要求。
本文件适用于容水量 0.6 m^3 及以上的太阳能集热工程验收。

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 4271 太阳能集热器热性能试验方法
GB/T 6424—2007 平板型太阳能集热器
GB/T 12936 太阳能热利用术语
GB/T 17049—2005 全玻璃真空太阳集热管
GB/T 17581—2007 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 20095—2006 太阳热水系统性能评定规范
GB/T 28737 太阳能热水系统（储水箱容积大于 0.6 m^3 ）控制装置
GB/T 29724 太阳能热水系统能量监测
GB 50364—2018 民用建筑太阳能热水系统应用技术标准
GB 50604 民用建筑太阳能热水系统评价标准
GB/T 50801—2013 可再生能源建筑应用工程评价标准

3 术语和定义

GB/T 12936、GB/T 18713—2002、GB/T 20095—2006、GB 50364—2018、GB 50604、GB/T 50801—2013界定的术语和定义适用于本文件。

4 验收模式

验收模式为文件审查及现场评价，太阳能集热工程评价表见附录A。

5 验收流程

验收流程为：

- a) 验收申请和受理；
- b) 文件审查；

- c) 现场评价；
- d) 验收结果评价。

6 验收实施

6.1 验收的要求

6.1.1 申请验收的基本要求

申请验收的基本要求为：

- a) 申请验收的企业应达到工程验收条件；
- b) 申请验收的太阳能集热工程所用的集热器、水箱、水泵、控制装置等关键部件应具备合格检测报告或相关合格证明文件；
- c) 申请验收的太阳能集热工程所用的主要零部件应符合相应国家标准的规定；
- d) 申请验收的太阳能集热工程宜具备数据采集功能，数据采集应符合 GB/T 29724 的规定。

6.1.2 需提交的验收文件

6.1.2.1 工程项目概况包括：

- a) 太阳能集热工程用关键零部件及主要原材料登记表（见表 B.1）；
- b) 太阳能集热工程用关键部件检测报告或合格证明；
- c) 太阳能集热工程设计人员和施工单位资质证书登记表（见表 B.2）；
- d) 施工单位的主要生产和检测仪器设备登记表（包括设备名称、规格、数量、使用场所、完好状态、制造单位或供应商等）；
- e) 施工单位质量保证体系文件。

6.1.2.2 工程技术文件包括：

- a) 该太阳能集热工程承建企业与业主签订的合同文本的技术部分（原件或复印件）；
- b) 该太阳能集热工程设计文件（原件或复印件）；
- c) 该太阳能集热工程施工文件（原件或复印件）。

6.1.2.3 工程验收文件及节能评估报告，集热工程节能量评估应符合附录 C 的规定。

6.1.2.4 关键部件一致性承诺书（见附录 D）。

6.1.2.5 售后服务承诺书（见附录 E）。

6.2 文件审查

6.2.1 系统相关技术文件

对施工单位提交的验收文件等进行符合性评审，并对施工单位的质量保证体系文件进行审核。

6.2.2 工程的设计和安装

工程的设计和安装提供的材料应符合 GB/T 18713—2002 和 GB/T 20095—2006 的相关规定。太阳能热水系统控制装置符合 GB/T 28737 的规定。

6.3 现场勘察

现场勘察的太阳能集热工程用户基本情况和太阳能集热工程基本概况可按表 B.3 和表 B.4 填写。

6.4 验收评价

6.4.1 太阳能集热工程应符合下列规定：

- a) 系统设计(主要城市经纬度表推荐见 GB 50364—2018 中附录 A)应符合 GB/T 18713—2002 中第 5 章的规定；
- b) 施工安装应符合 GB/T 18713—2002 中第 7 章的规定；
- c) 安全性能应符合 GB/T 20095—2006 中第 6 章的规定；
- d) 集热效率应符合 GB/T 50801—2013 中 4.1.1 的规定；
- e) 系统日有用得热量应符合 GB/T 20095—2006 中 6.2 的规定；
- f) 系统升温性能应符合 GB/T 20095—2006 中 6.2 的规定；
- g) 贮热水箱保温性能应符合 GB/T 20095—2006 中 6.2 的规定；
- h) 太阳能集热器热性能应符合 GB/T 17581—2007 中 6.2.11 或 GB/T 6424—2007 中 6.1.11 的规定；
- i) 全玻璃真空太阳集热管闷晒太阳辐照量应符合 GB/T 17049—2005 中 5.3 的规定。

6.4.2 太阳能集热工程的试验及评价方法应符合下列规定：

- a) 系统设计、工程安全性能、耐久性能主要采用形式检查打分评价的形式进行，太阳能集热工程评价表见附录 A；
- b) 集热系统效率试验方法应符合 GB/T 50801—2013 中 4.2 的规定；
- c) 集热系统日有用得热量、升温性能、贮热水箱保温性能试验方法应符合 GB/T 20095—2006 中 8.1 的规定；
- d) 系统节能量评估应符合附录 C 的规定；
- e) 太阳能集热器热性能试验方法应符合 GB/T 4271 的规定；
- f) 全玻璃真空太阳集热管闷晒太阳辐照量试验方法应符合 GB/T 17049—2005 中 6.3 的规定。

7 验收结果

验收结果应包括

- a) 验收结果汇总表（见附录 A）；
- b) 验收结论。

附 录 A
(资料性)
太阳能集热工程评价表

表A.1 工程安全性能评价指标 (100 分)

评价项目 及分值	分项及 分值	子项 序号	定性定量指标	分值
设备安全 (60)	控制项	A01	系统中使用的太阳能集热器符合相关国家标准规定的安全性能技术要求(包括耐压、刚度、强度、闷晒、空晒、内、外热冲击、淋雨、耐冻和耐撞击),有合格检测报告	—
	一般项	A02	系统中使用的太阳能集热器和支架有足够的抗雪荷载能力	12
		A03	系统中使用的太阳能集热器和支架有足够的抗冰雹能力	12
		A04	在太阳能集热器中使用的传感器能承受集热器最高空晒温度	12
		A05	太阳能集热工程中设置在室外的水箱有足够的抗风能力	12
		A06	在严寒地区安装的太阳能集热工程中使用的部件在当地极端低温条件下有足够的耐冻能力	12
运行安全 (22)	控制项	A07	系统能承受系统设计所规定的工作压力,并通过水压试验	—
		A08	在环境温度可能低于 5℃地区使用的系统采用有效的防冻措施	—
		A09	系统设置了防过热保护措施	—
		A10	系统通过安全阀等部件排放一定量热水或蒸汽进行过热保护时,不会对人员造成危险	—
		A11	系统中的内置加热系统带有保证使用安全的装置	—
	一般项	A12	采用排空或排回防冻措施的系统,其系统管路的设计安装坡度能保证集热系统的水完全排空或排回室内贮水箱	6
		A13	使用防冻液进行防冻的系统,防冻液的凝固点低于系统使用期内的最低环境温度	4
		A14	使用防冻液进行防冻的太阳能集热工程,防冻液能耐受太阳能集热器的最高闷晒温度,不因高温影响而变质	6
		A15	提供给用户的使用说明书中有提示用户防止烫伤的说明	3
		A16	用于系统排水的自动温控装置具有防冻功能	3
安全防护措施 (18)	控制项	A17	太阳能集热工程安装在室外的部分有可靠的抗风措施	—
		A18	安装在建筑上或直接构成围护结构的太阳能集热器有防止热水渗漏的安全保障设施	—
		A19	在安装太阳能集热器的建筑部位设置有防止太阳能集热器损坏后部件坠落伤人的安全防护设施	—
		A20	支承系统的钢结构支架与建筑物接地系统可靠连接	—
	一般项	A21	太阳能集热工程安装在室外的部分的防风措施具有抵御当地历史最大的风力荷载的能力	6
		A22	建筑设计预留了可以保护系统安装、维修人员进行作业时,能够安全操作的装置和设施	6
		A23	太阳能集热工程在建筑物的防雷系统保护之下,本工程的所有外露部件都使用电气连接与建筑避雷系统相连。	6

表A.2 工程耐久性能评价指标（100分）

评价项目及分值	分项及分值	子项序号	定性定量指标		分值
与主体结构施工 (42)	控制项	B01	既有建筑上的系统安装不损坏原建筑物的结构		—
		B02	系统安装具有建筑物承受各种荷载的能力		—
		B03	系统安装不破坏屋面防水层和建筑物附属设施		—
	一般项	B04	集热器支架安装位置准确，与主体结构固定牢靠、支架基座做防水处理	II 好	12
				I 较好	9
		B05	预埋件与基座之间用细石混凝土填捣密实，并采取热桥隔断措施，钢基座及预埋件涂防腐涂料，妥善保护	II 好	12
				I 较好	9
主要设备安装	控制项	B06	集热器产品性能应符合现行国家标准		—
		B07	集热器与其支架牢靠固定，不会脱落		—
		B08	贮水箱安装位置能满足建筑物上所处部位的承载要求，贮水箱与其底座牢靠固定，不会移位		—
		B09	贮水箱内胆应有防止雷击的措施，并做好接地处理		—
辅助设备安装 (58)	控制项	B10	直接加热的电热管安装符合国家现行有关标准的要求		—
		B11	电缆线路施工及其他电气设施安装符合国家现行有关标准的规定		—
	控制项	B12	所有电气设备及与电气设备相连接的金属部件都做接地处理		—
		B13	支架及其材料应符合设计要求，焊接应符合国家现行有关标准的规定		—
	一般项	B14	系统管路安装、保温符合现行国家标准	II 很好	12
				I 较好	9
		B15	承压管路做水压试验；非承压管路做灌水试验		6
		B16	水泵安装符合国家标准，有检修空间，接地保护，室外水泵有防雨措施及防冻措施	II 好	12
				I 较好	9
		B17	水泵、电磁阀、阀门等的安装方向正确，并便于更换，电磁阀安装前加装细网过滤器，阀后加截止阀		6
		B18	供热锅炉及辅助设备安装应符合国家现行有关标准的要求		4

表A.3 工程经济性能评价指标（100分）

评价项目 及分值	分项 及分值	子项 序号	定性定量指标		分值
系统性能 (100)	控制 项	C01	系统热性能各项指标按现行国家标准规定的方法检验		—
		C02	系统日有用得热量： 直接系统， $q_{17} \geq 7.0 \text{ MJ/m}^2$ 间接系统， $q_{17} \geq 6.3 \text{ MJ/m}^2$		—
		C03	系统升温性能： 所有系统， $\Delta t_{17} \geq 25 \text{ }^\circ\text{C}$		—
		C04	系统贮水箱保温性能： 对于 $V \leq 2 \text{ m}^3$ ， $\Delta t_{sd} \leq 8 \text{ }^\circ\text{C}$ 对于 $V = 2 \text{ m}^3 \sim 4 \text{ m}^3$ ， $\Delta t_{sd} \leq 6.5 \text{ }^\circ\text{C}$ 对于 $V > 4 \text{ m}^3$ ， $\Delta t_{sd} \leq 5 \text{ }^\circ\text{C}$		—
	一 般 项	C05	节能的投资回收期不超过主要部件使用年限	III低很多	9
				II略低	6
				I基本相等	3
		C06	日有用得热量 (MJ/m^2): 直接系统 (间接系统)	III ≥ 8.5 (7.7)	9
				II ≥ 8.0 (7.2)	6
				I ≥ 7.5 (6.7)	3
		C07	系统升温性能 ($^\circ\text{C}$): 对于所有系统	III $\geq 30 \text{ }^\circ\text{C}$	9
				II $\geq 28 \text{ }^\circ\text{C}$	6
				I $\geq 26 \text{ }^\circ\text{C}$	3
		C08	贮水箱保温性能 ($^\circ\text{C}$): $V \leq 2 \text{ m}^3$; $2 \text{ m}^3 \sim 4 \text{ m}^3$; $> 4 \text{ m}^3$	III ≤ 6.5 ; 5; 3.5	9
				II ≤ 7 ; 5.5; 4	6
				I ≤ 7.5 ; 6; 4.5	3
		C09	辅助能源设备在保证太阳能系统充分工作的前提下运行	III好	9
				II很好	6
				I较好	3
		C10	供热水管路保温符合现行国家标准	II好	6
				I较好	4

表A.4 工程部件评价指标（100分）

评价项目 及分值	分项 及分值	子项 序号	定性定量指标		分值
集热器 (21)	控制 项	D01	集热器应具有国家法定计量检测单位出具的检验合格证明		—
		D02	集热器的耐压要求与系统的工作压力相匹配		—
		D03	集热器前后排距离合理，集热器之间按“同程原则”连接	II 基本符合	12
				I 比较符合	9
贮水箱 (79)	控制 项	D04	贮水箱内胆做内表面防腐处理，水质清洁，运行时不发生渗漏		—
		D05	钢板焊接的贮水箱内外壁应做防腐处理，能承受热水最高温度		—
	一般 项	D06	贮水箱保温层外应有防护外壳、尺寸和安装符合工程要求、设有溢流口、排污口、排气口	II 符合	12
				I 基本符合	9
		D07	贮水箱材料坚固耐用，设计使用寿命不少于 10 年	II 不少于 12 年	12
				I 不少于 10 年	9
		D08	贮水箱保温符合现行国家标准的要求，贮水箱与其底座之间设有隔热垫，不直接刚性连接	II 好	12
				I 较好	9
		D09	贮水箱的位置具有相应的排防水设施，周围有检修空间	II 好	9
				I 较好	7
支架	控制 项	D10	支架的刚度、强度、防腐性能满足安全要求，与建筑牢固连接		
管路	控制 项	D11	金属管路材质与建筑给水管路材质匹配，与系统传热工质相容		—
		D12	水泵做好接地保护，室外的水泵有防雷保护措施		—
		D13	自然循环系统中，循环管路朝贮水箱方向有向上坡度		—
		D14	回流防冻系统中，管路的坡度使系统中的水自动回流		—
		D15	闭式间接系统循环管路中设置膨胀箱、安全阀等		—
其他设备	控制 项	D16	辅助能源加热设备应符合国家现行标准的有关规定		—
		D17	辅助电加热器的外露带电接线柱，有良好的绝缘保护装置		—

表A.5 评价汇总表

项目名称：_____

项目 名称		一般项	控制项	总分值	评价等级
工程安全性能评价 (100 分)	设备安全				
	运行安全				
	安全防护措施				
	小计				
工程耐久性能评价 (100 分)	与主体结构施工				
	主要设备安装				
	辅助设备安装				
	小计				
工程经济性能评价 (100 分)	节能				
	小计				
工程部件评价 (100 分)	集热器				
	贮水箱				
	支架				
	管路				
	其他设备				
	小计				
总计					

附 录 B
(资料性)
太阳能集热工程技术文件表

表B.1 太阳能集热工程用关键零部件及主要原材料登记表

名称	规格/型号	牌号	供应商	生产商	验收证书/ 检验报告号	备注
集热器						
支架						
贮热水箱						
连接管道						
控制装置						
温度传感器						
循环泵						
电磁阀						
温控阀						
安全阀						
排气阀						
辅助加热部 件	☐ 电加热器 ☐ 燃油锅炉 ☐ 燃气锅炉 ☐ 高温蒸汽					☐ 锅炉换热额 定效率： ☐ 锅炉额定供 热量：

表B.2 太阳能集热工程设计人员和施工单位资质证书登记表

名称	姓名(单位名称)	资质证书及编号	资质证书核发单位	资质证书获 得时间	备注
设计人员 资质证书					
施工单位 资质证书					

表B.3 太阳能集热工程用户基本情况

用户基本情况	主要参数	主要参数描述
环境条件	安装地点经纬度	
	月均日辐照量	
	日均日照时间	
	环境温度	
用水情况	日均用水量	
	用水方式	
	用水温度	
	用水位置	
	用水流量	
场地情况	场地面积	
	场地形状	
	建筑物承载能力	
	遮挡情况	
水电情况	水压	
	电压	
	水电供应情况	

表B.4 太阳能集热工程基本概况

系统各部件	参数及要求
系统运行方式	☐ 自然循环 ☐ 直流式 ☐ 强迫循环
集热部件类型	☐ 横双排 ☐ 竖单排 ☐ 非承压式 ☐ 承压式 ☐ 真空管型太阳能集热器(*支 $\times\Phi$ * $\times$ *m; 无反射器) ☐ 平板型太阳能集热器
系统设计产水温度	☐ 高于 60 ℃ ☐ 不高于 60 ℃
系统集热器面积 (附计算过程)	可以附件形式提供
储水箱容量	
辅助能源	
换热器类型	☐ 单循环换热器 ☐ 双循环换热器
集热器安装倾角	
安装方位	☐ 正南 ☐ 南偏西 ☐ 南偏东 ☐ 正西
集热器排间距	
集热器的连接方式	☐ 并联 ☐ 串联 ☐ 串并联
系统保温措施	
系统防冻措施	
整个系统采光面 (所有太阳集热工程采光面 肯定有光照, 光照区域可有 部分或全部的差别)	☐ 无阳光遮蔽 ☐ 有部分阳光遮蔽, 日遮光时长: *小时
太阳能集热工程保证率	

附 录 C
(规范性)
集热工程节能量评估

C.1 节能评估依据

GB/T 50801—2013《可再生能源建筑应用工程评价标准》。

C.2 节能评估的评价指标

C.2.1 太阳能集热工程的太阳能保证率应满足设计要求，当设计无明确规定时，太阳能保证率应符合表C.1的规定。

表C.1 太阳能保证率

太阳能资源划分	太阳能保证率
资源极富区	$f \geq 60\%$
资源丰富区	$f \geq 50\%$
资源较富区	$f \geq 40\%$
资源一般区	$f \geq 30\%$

- C.2.2 集热系统效率应满足设计要求，当设计无明确规定时，系统的集热效率 η 应 $\geq 42\%$ 。
- C.2.3 系统的供热水温度 t_r 应满足设计要求。
- C.2.4 系统的常规能源替代量应满足项目立项可行性报告等相关文件的要求，当无文件明确规定时，应在评价报告中给出。
- C.2.5 系统的费效比应满足项目立项可行性报告等相关文件的要求，当无文件明确规定时，应在评价报告中给出。
- C.2.6 系统的静态投资回收期应满足项目立项可行性报告等相关文件的要求。当无文件明确规定时，太阳能供集热工程的静态投资回收期应不大于5年并应在评价报告中给出。
- C.2.7 系统的二氧化碳减排量应满足项目立项可行性报告等相关文件的要求，当无文件明确规定时，应在评价报告中给出。
- C.2.8 系统的二氧化硫减排量应满足项目立项可行性报告等相关文件的要求，当无文件明确规定时，应在评价报告中给出。
- C.2.9 系统的粉尘减排量应满足项目立项可行性报告等相关文件的要求，当无文件明确规定时，应在评价报告中给出。

C.3 评价指标的计算

C.3.1 集热系统效率 η

太阳能热利用系统的集热系统效率应按下列公式计算：

$$\eta = Q_j / (A \times H) \times 100 \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

η ——太阳能热利用系统的集热系统效率(%)；
 Q_j ——太阳能热利用系统的集热系统得热量(MJ)；
 A ——集热系统的集热器总面积 (m^2)；
 H ——太阳总辐照量 (MJ/m^2)。

应进行四种典型气象条件下的集热效率测试：

- a) $H_1 \leq 8 MJ/m^2$ ；
- b) $8 MJ/m^2 < H_2 \leq 13 MJ/m^2$ ；
- c) $13 MJ/m^2 < H_3 \leq 18 MJ/m^2$ ；
- d) $8 MJ/m^2 < H_4 \leq 13 MJ/m^2$ 。

集热系统效率评价按照GB/T 50801—2013中4.3.2给出的方法进行。

C.3.2 太阳能保证率f

太阳能保证率应按下列公式计算：

$$f = Q_j / Q_z \times 100 \dots\dots\dots (C.2)$$

式中：

f ——太阳能保证率 (%)；
 Q_j ——太阳能集热系统得热量(MJ)；
 Q_z ——系统能耗(MJ)。

C.3.3 系统全年得热量

系统全年得热量，根据典型地区日平均辐照量数据分别计算不同辐照状况下的系统累积得热量。

$$Q_{nj} = x_1 Q_{j1} + x_2 Q_{j2} + x_3 Q_{j3} + x_4 Q_{j4} \dots\dots\dots (C.3)$$

式中：

Q_{j1} 、 Q_{j2} 、 Q_{j3} 、 Q_{j4} ——按GB/T 50801—2013中4.2.3确定的各太阳辐照量下的单日集热系统得热量，根据GB/T 50801—2013中4.2.7给出的方法进行；
 x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 ——按GB/T 50801—2013中4.2.3确定的各太阳辐照量在当地气象条件下按供热水、采暖或空调的时期统计得出的天数。对于全年使用的太阳能热水系统， x_1 、 x_2 、 x_3 、 x_4 可按照GB/T 50801—2013附录C取值。

典型地区日平均辐照量数据见附录F。倾斜面上太阳辐照度的计算方法见附录G。

C.3.4 能源替代量 Q_{tr}

太阳能热利用系统的常规能源替代量应按下列公式计算：

$$Q_{tr} = \frac{Q_{nj}}{q\eta_t} \dots\dots\dots (C.4)$$

式中：

Q_{tr} ——太阳能热利用系统的常规能源替代量 (kgce)；

Q_{nj} ——全年太阳能集热系统的热量 (MJ)；
 q ——标准煤热值 (MJ/kgce)，取29.307 MJ/kgce；
 η_t ——以传统能源为热源时的运行效率，按照项目立项文件选取，当无文件明确规定时，根据项目适用的常规能源，可按照电0.31、天然气0.84选取。

C.3.5 太阳能集热工程的费效比 CBR_r

太阳能热利用系统的费效比应按下列公式计算：

$$CBR_r = \frac{3.6 \times C_{Zr}}{Q_{tr} \times q \times N} \dots\dots\dots (C.5)$$

式中：
 CBR_r ——太阳能热利用系统的费效比 (元/KWh)；
 C_{Zr} ——太阳能热利用系统的增量成本 (元)，增量成本依据项目单位提供的项目决算书进行核算，项目结算书应对可再生能源的增量成本有明确的计算和说明；
 Q_{tr} ——太阳能热利用系统的常规能源替代量 (kgce)；
 q ——标准煤热值 (MJ/kgce)，取29.307 MJ/kgce；
 N ——系统寿命期，根据项目立项文件等资料确定，当无明确规定，取15年。

C.3.6 静态投资回收期

太阳能热利用系统的静态投资回收年限应按下列公式计算：

$$N_h = \frac{C_{Zr}}{C_{SR}} \dots\dots\dots (C.6)$$

式中：
 N_h ——太阳能热利用系统的静态投资回收年限；
 C_{Zr} ——太阳能热利用系统的增量成本 (元)，增量成本依据项目单位提供的项目决算书进行核算，项目决算书中应对可再生能源的增量成本有明确的计算和说明；
 C_{SR} ——太阳能热利用系统的年节约费用 (元)。

C.3.7 太阳能热利用系统的二氧化碳减排量 Q_{rCO_2}

太阳能热利用系统的二氧化碳减排量应按下列公式计算：

$$Q_{rCO_2} = Q_{tr} \times V_{CO_2} \dots\dots\dots (C.7)$$

式中：
 Q_{rCO_2} ——太阳能热利用系统的二氧化碳减排量 (kg)；
 Q_{tr} ——太阳能热利用系统的常规能源替代量 (kgce)；
 V_{CO_2} ——标准煤的二氧化碳排放因子 (kg/kgce)，取2.47 kg/kgce。

C.3.8 太阳能热利用系统的二氧化硫减排量 Q_{rSO_2}

太阳能热利用系统的二氧化硫减排量应按下列公式计算：

$$Q_{rSO_2} = Q_{tr} \times V_{SO_2} \dots\dots\dots (C.8)$$

式中：

Q_{rso_2} ——太阳能热利用系统的二氧化硫减排量（kg）；
 Q_{tr} ——太阳能热利用系统的常规能源替代量（kgce）；
 V_{so_2} ——标准煤的二氧化硫排放因子（kg/kg标准煤），取0.02 kg/kgce。

C.3.9 太阳能集热工程的粉尘减排量 Q_{rfc}

太阳能热利用系统的粉尘减排量应按下列公式计算：

$$Q_{rfc} = Q_{tr} \times V_{fc} \dots\dots\dots (C.9)$$

式中：

Q_{rfc} ——太阳能热利用系统的粉尘减排量（kg）；
 Q_{tr} ——太阳能热利用系统的常规能源替代量（kgce）；
 V_{fc} ——标准煤的粉尘排放因子（kg/kgce），取0.01 kg/kgce。

附 录 D
(资料性)
关键部件一致性承诺书

关键部件一致性承诺书

_____ (企业名称) 郑重承诺：_____ (项目名称) 项目中，所使用的真空管、集热器、支架、水箱、泵阀、控制系统等关键部件与所提交的检测报告、合格证明等相关技术文件中所描述的内容具有性能一致性。如果存在弄虚作假的行为，自愿取消企业补贴资质并承担相应后果。

承诺人（企业名称）

公章

日期

附 录 E
(资料性)
售后服务承诺书

售后服务承诺书

_____（企业名称）郑重承诺：_____（项目名称）项目由
_____（工程代理商或生产商名称）提供故障维修等售后服务，我公司将按照约定
自觉按时履行售后服务义务，其范围如下：

承诺人（企业名称）

公章

日期

附 录 F
(资料性)
典型城市太阳辐照量计算数据

表 F.1 山东省各主要城市纬度及年平均太阳辐照量

城市	纬度	冬至日正午 12时太阳 高度角	春秋分正 午12时太 阳高度角	年平均太 阳辐照量 (KJ/m ²)	城市	纬度	冬至日正 午12时太 阳高度角	春秋分正 午12时太 阳高度角	年平均太 阳辐照量 (KJ/m ²)
济南	36° 40′	29° 52′	53° 25′	17447	德州	37° 27′	29° 03′	52° 37′	17417
青岛	36° 08′	30° 27′	53° 57′	16577	临沂	35° 04′	31° 30′	55° 02′	16603
淄博	36° 48′	29° 46′	53° 23′	17137	滨州	37° 22′	29° 12′	52° 44′	17807
潍坊	36° 42′	29° 53′	53° 24′	17427	郓城	36° 27′	30° 02′	53° 36′	17133
烟台	37° 32′	29° 02′	52° 27′	17227	菏泽	35° 15′	31° 12′	54° 46′	16730
威海	37° 30′	29° 03′	52° 26′	16890	莱芜	35° 12′	30° 22′	53° 54′	17297
济宁	35° 25′	31° 06′	54° 39′	16683	泰安	36° 11′	30° 22′	53° 55′	17297
枣庄	34° 52′	31° 41′	55° 14′	16233	日照	35° 26′	31° 09′	54° 41′	16803
东营	37° 28′	29° 07′	52° 41′	17813					
注：表中纬度及太阳高度角数据来源于日均万年历									

表 F.2 济南各月水平面及倾斜面月平均日太阳总辐照

济南	纬度 36° 41′ 经度 116° 59′ 海拔高度 51.6m											
月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
月平均室外 气温 (℃)	-1.4	1.1	7.6	15.2	21.8	26.3	27.4	26.2	21.7	15.8	7.9	1.1
水平面月平 均日太阳总 辐照量 (MJ/m ² ·日)	8.37 6	10.9 30	14.42 3	16.67 9	20.77 0	21.05 5	16.77 6	15.66 3	14.88 4	12.09 3	9.089	7.657
倾斜表面月 平均日太阳 总辐照量 (MJ/m ² ·日)	13.6 30	15.2 25	16.63 4	16.52 3	18.71 6	18.21 2	14.81 2	14.97 9	16.49 8	16.00 3	14.16 2	13.85 4
月日照小时 数	175	177. 3	217.7	248.8	280.3	263.1	216.9	224.3	224.4	216.4	181.2	171.9

附录 G

(资料性)

倾斜表面上太阳辐照度的计算方法

G.1 倾斜表面上的太阳总辐照度应按下列公式计算：

$$I_{\theta} = I_{D\theta} + I_{d\theta} + I_{R\theta} \dots\dots\dots (E.1)$$

$$I_{D\theta} = I_n \cos\theta \dots\dots\dots (E.2)$$

$$\cos\theta = \sin\delta \sin\varphi \cos S + \sin\delta \cos\varphi \sin S \cos\gamma_f + \cos\delta \cos\varphi \cos S \cos\omega + \cos\delta \sin\varphi \sin S \cos\gamma_f \cos\omega \\ + \cos\delta \sin S \sin\gamma_f \sin\omega \dots\dots\dots (E.3)$$

$$\delta = 23.45 \sin [360 \times (284 + n)/365] \dots\dots\dots (E.4)$$

$$I_{d\theta} = I_{DH}(1 + \cos S)/2 \dots\dots\dots (E.5)$$

$$I_{R\theta} = \rho_G(I_{DH} + I_{dH})(1 - \cos S)/2 \dots\dots\dots (E.6)$$

$$I_{DH} = I_n \sin a_s \dots\dots\dots (E.7)$$

$$\sin a_s = \sin\varphi \sin\delta + \cos\varphi \cos\delta \cos\omega \dots\dots\dots (E.8)$$

$$R_b = \frac{I_{D\theta}}{I_{DH}} = \frac{\cos\theta}{\sin a_s} \dots\dots\dots (E.9)$$

式中：

 I_{θ} ——倾斜表面上的太阳总辐照度 (W/m^2)； $I_{D\theta}$ ——倾斜表面上的直射太阳辐照度 (W/m^2)； $I_{d\theta}$ ——倾斜表面上的散射太阳辐照度 (W/m^2)； $I_{R\theta}$ ——地面繁琐的太阳辐照度 (W/m^2)； I_n ——垂直于太阳光线表面上的太阳直射辐照度 (W/m^2)； θ ——太阳直射辐射的入射角，太阳入射光线与接收表面法线之间的夹角 ($^{\circ}$)； δ ——赤纬角 ($^{\circ}$)； φ ——当地地理纬度 ($^{\circ}$)； S ——表面倾角，至表面与水平面之间的夹角 ($^{\circ}$)； γ_f ——表面方位角 ($^{\circ}$)，对于朝向正南的倾斜表面， $\gamma_f=0$ ； ω ——视角 ($^{\circ}$)，每小时对应的时角为 15° ，从正午算起，上午为负，下午为正，数值等于离正午的时间 (h) 乘以15；日出、日落时的时角最大，正午为0； n ——一年中的日期序号 (无量纲)； I_{dH} ——水平面上的散射辐照度 (W/m^2)； ρ_G ——地面反射率，工程计算中，取平均值0.2，有雪覆盖地面时取0.7； I_{dH} ——水平面上的直射辐照度 (W/m^2)； a_s ——高度角 ($^{\circ}$)；

R_h ——倾斜表面上的直射太阳辐照度与水平面上的直射太阳辐照度的比值。

G.2 倾斜表面上的太阳总辐射量应按下列公式计算：

$$H_a = \sum_{j=1}^n H_{hj} \dots\dots\dots (E. 10)$$

$$H_h = I_a \cdot t \times 10^{-6} \dots\dots\dots (E. 11)$$

式中：

H_a ——倾斜采光平面上单位面积的全年总太阳辐射量，（MJ/m²）；

H_h ——倾角采光平面上单位面积的小时太阳辐射量，（MJ/m²）；

n ——总时数，计算全年总太阳辐射量时，取8 760 h；

t ——倾斜表面上太阳辐照量的小时计算时间，取3 600 s。
