

# 前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2016年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》（建标〔2015〕247号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本标准。

本标准的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语；3. 基本规定；4. 太阳能供热采暖系统负荷计算及选型设计；5. 太阳能集热系统设计与施工；6. 太阳能蓄热系统设计与施工；7. 太阳能供热采暖工程的调试与验收；8. 太阳能供热采暖工程效益分析与评价。

本标准修订的主要技术内容是：1. 补充了术语，调整、修改了原太阳能供热采暖系统设计、太阳能供热采暖工程施工、太阳能供热采暖工程的调试、验收与效益评估的章节编排、名称及技术内容；2. 增加了被动式太阳能采暖的内容和“被动式太阳能采暖”一节；3. 补充了太阳能热电联产供热采暖技术的相关内容；4. 完善了液态工质太阳能集热系统设计流量和贮热水箱容积配比的计算要求；5. 补充了地理管蓄热系统的技术要求和新增相变材料的特性。

本标准由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释，由中国建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送中国建筑科学研究院有限公司（地址：北京北三环东路30号，邮编：100013）。

本标准主编单位：中国建筑科学研究院有限公司

本标准参编单位：北京四季沐歌太阳能技术集团有限

公司

山东力诺瑞特新能源有限公司

上海筑能环境科技有限公司

山东桑乐太阳能有限公司

太阳雨集团有限公司

皇明太阳能股份有限公司

天普新能源科技有限公司

桑普能源科技有限公司

北京启迪清洁能源科技有限公司

同济大学

国家住宅与居住环境工程技术研究中心

昆山市建设工程质量检测中心

保定市墙体材料革新及建筑节能办公室

宁波和邦检测研究有限公司

同度能源科技（江苏）股份有限公司

山东龙光天旭太阳能有限公司

山东豪迈昌安绿色能源有限公司

保定市卓越建筑节能检测评估有限公司

中卓国际建筑设计有限公司

本标准主要起草人员：郑瑞澄 何 涛 路 宾 焦青太

李 骏 王 敏 李博佳 张昕宇

马光柏 李仁星 范 蕊 刘海波

于洪文 李 炜 苏树强 张广宇

钟洪伟 罗 莉 秦 剑 王振宇

刘延柱 邢作新 常僮宇 刘志辉

杨 军 孙峙峰 王 选 王博渊

本标准主要审查人员：刘艳峰 赵士怀 袁 莹 宋 凌  
贾铁鹰 朱敦智 李本强 李 军  
邹怀松

住房和城乡建设部信息公开  
浏览专用

## 目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	5
3.1	一般规定	5
3.2	被动式太阳能采暖	5
3.3	太阳能供热采暖系统	6
4	太阳能供热采暖系统负荷计算及选型设计	8
4.1	一般规定	8
4.2	负荷计算	8
4.3	选型设计	10
5	太阳能集热系统设计与施工	12
5.1	一般规定	12
5.2	太阳能集热系统设计	13
5.3	太阳能集热系统施工	16
6	太阳能蓄热系统设计与施工	19
6.1	一般规定	19
6.2	太阳能短期蓄热系统设计	19
6.3	太阳能季节蓄热系统设计	21
6.4	太阳能蓄热系统施工	22
7	太阳能供热采暖工程的调试与验收	23
7.1	一般规定	23
7.2	系统调试	24
7.3	工程验收	25
8	太阳能供热采暖工程效益分析与评价	27
8.1	一般规定	27

8.2 效益分析 .....	27
8.3 效益评价 .....	27
附录 A 代表城市气象参数及不同地区太阳能保证率 推荐值 .....	28
附录 B 不同地区太阳能集热器的补偿面积比 .....	35
附录 C 太阳能集热器平均集热效率计算方法 .....	72
附录 D 太阳能集热系统管路、水箱热损失率计算方法 .....	74
附录 E 间接系统热交换器换热面积计算方法 .....	76
附录 F 常用相变材料特性 .....	77
附录 G 太阳能供热采暖工程验收报告 .....	78
附录 H 太阳能供热采暖工程效益分析计算公式 .....	80
本标准用词说明 .....	82
引用标准名录 .....	83

## Contents

1	General Provisions .....	1
2	Terms .....	2
3	Basic Requirements .....	5
3.1	General Requirements .....	5
3.2	Passive Solar Heating .....	5
3.3	Solar Heating System .....	6
4	Load Calculation and Type Selection Design for Solar Heating System .....	8
4.1	General Requirements .....	8
4.2	Load Calculation .....	8
4.3	Type Selection Design .....	10
5	Design and Construction for Solar Collector System .....	12
5.1	General Requirements .....	12
5.2	Design for Solar Collector System .....	13
5.3	Construction for Solar Collector System .....	16
6	Design and Construction for Heat Storage System .....	19
6.1	General Requirements .....	19
6.2	System Design for Short-term Heat Storage .....	19
6.3	System Design for Seasonal Heat Storage .....	21
6.4	Construction for Heat Storage System .....	22
7	Adjustment and Acceptance for Solar Heating Project .....	23
7.1	General Requirements .....	23
7.2	System Adjustment .....	24
7.3	Acceptance .....	25

8	Benefit Analysis and Evaluation for Solar Heating	
	Project .....	27
	8.1 General Requirements .....	27
	8.2 Benefit Analysis .....	27
	8.3 Benefit Evaluation .....	27
Appendix A	Weather Parameters in Representative Cities and Recommendation Values of Solar Fraction in Different Areas .....	28
Appendix B	Compensative Area Ratio of Solar Collector in Different Areas .....	35
Appendix C	Calculation for Average Thermal Efficiency of Solar Collector .....	72
Appendix D	Calculation for Heat Loss of Pipeline and Water Tank in Solar Collector System .....	74
Appendix E	Calculation for Heat Exchanger Area of Indirect System .....	76
Appendix F	Properties of Common Phase Changeable Materials .....	77
Appendix G	Acceptance Report of Solar Heating System .....	78
Appendix H	The Formula for Benefit Analysis of Solar Heating System .....	80
	Explanation of Wording in This Standard .....	82
	List of Quoted Standards .....	83

# 1 总 则

- 1.0.1** 为规范太阳能供热采暖工程设计、施工、验收及评价，使太阳能供热采暖工程安全适用、经济合理、技术先进可靠，提升工程质量，制定本标准。
- 1.0.2** 本标准适用于在新建、扩建和改建建筑中采用太阳能供热采暖，以及在既有建筑上增设或改造太阳能供热采暖设施、系统的工程设计、施工、验收及评价。
- 1.0.3** 太阳能供热采暖系统应纳入建筑工程的建设管理工作，且应统一规划、同步设计、同步施工、统一验收、同时投入使用。
- 1.0.4** 太阳能供热采暖系统应全年综合利用，在非采暖期应根据需求供应生活热水、夏季制冷空调或其他用热。
- 1.0.5** 既有建筑增设或改造太阳能供热采暖系统时，应进行建筑结构安全复核并满足其安全性要求。
- 1.0.6** 既有建筑增设太阳能供热采暖系统宜进行建筑节能改造。
- 1.0.7** 太阳能供热采暖工程应进行节能、环保效益分析和评价。
- 1.0.8** 太阳能供热采暖工程的设计、施工、验收及评价除应符合本标准外，尚应符合国家现行相关标准的规定。



## 2 术 语

### 2.0.1 太阳能供热采暖 solar heating

将太阳能转换成热能，满足建筑物冬季一定的采暖需求，或供给建筑物冬季采暖和全年其他用热，分为被动式太阳能采暖和太阳能供热采暖系统两种形式。

### 2.0.2 被动式太阳能采暖 passive solar heating

通过对建筑朝向和周围环境布置、建筑内外空间布局、建筑材料、围护结构的合理选择和处理，使建筑物本身可具有在冬季集取、贮存和分配太阳热能，在夏季遮蔽太阳辐射、散逸室内热量的功能。

### 2.0.3 太阳能供热采暖系统 solar heating system

设置太阳能集热器等专用设备，通过循环管路提供建筑物冬季采暖和全年其他用热。

### 2.0.4 太阳能热电联产系统 solar thermal combined heat and power generation system

将太阳能转换为热能，通过热功转换过程发电并利用余热供热的系统。

### 2.0.5 短期蓄热太阳能供热采暖系统 solar heating system with short-term heat storage

蓄热装置可贮存数天太阳能得热量的太阳能供热采暖系统。

### 2.0.6 季节蓄热太阳能供热采暖系统 solar heating system with seasonal heat storage

蓄热装置可贮存非采暖季太阳能得热量的太阳能供热采暖系统。

### 2.0.7 太阳能液体集热器 solar liquid collector

吸收太阳辐射并将产生的热能传递到液体传热工质的装置。

**2.0.8 太阳能空气集热器 solar air collector**

吸收太阳辐射并将产生的热能传递到空气传热工质的装置。

**2.0.9 太阳能集热系统 solar collector system**

收集太阳能并将其转化为热能传递到蓄热装置的系统。

**2.0.10 直接式太阳能集热系统 solar direct system**

将太阳能集热器中被加热的工质直接供给用户的太阳能集热系统。

**2.0.11 间接式太阳能集热系统 solar indirect system**

在太阳能集热器中加热传热工质，再通过换热器由该种传热工质加热水供给用户的太阳能集热系统。

**2.0.12 闭式太阳能集热系统 solar closed system**

集热系统中传热工质不与大气相通的太阳能集热系统。

**2.0.13 排空系统 drain down system**

当可能发生工质被冻结情况时，可将全部工质排空以防止冻害的直接式太阳能集热系统。

**2.0.14 排回系统 drain back system**

当可能发生工质被冻结情况时，可将全部工质排回室内贮液罐以防止冻害的间接式太阳能集热系统。

**2.0.15 防冻液系统 antifreeze system**

采用防冻液作为传热工质防止冻害的太阳能集热系统。

**2.0.16 循环防冻系统 freeze-proofing system with circulation**

通过工质循环防止冻害的太阳能集热系统。

**2.0.17 太阳能集热系统效率 efficiency of solar collector system**

指定时间段内，太阳能集热系统的得热量与在系统集热器总面积上入射的太阳总辐照量之比。

**2.0.18 太阳能集热系统耗电输热比 the ratio of electricity consumption to transferred heat quantity for solar collector system**

设计工况下，太阳能集热系统循环水泵或风机总功耗与太阳

能集热系统得热量的比值。

**2.0.19 太阳能保证率 solar fraction**

太阳能供热采暖系统中由太阳能供给的热量占太阳能集热系统设计负荷的百分率。

**2.0.20 系统费效比 cost-benefit ratio of the system**

太阳能供热采暖系统的增投资与系统在正常使用寿命期内的总节能量的比值，表示利用太阳能节省每千瓦小时常规能源热量的投资成本。

**2.0.21 建筑物耗热量 heat consumption of building**

在计算采暖期室外平均气温条件下，为保持室内设计计算温度，建筑物在单位时间内消耗的、需由室内采暖设施供给的热量。

**2.0.22 建筑采暖设计热负荷 heating load for space heating of building**

在采暖室外计算温度条件下，为保持室内设计计算温度，建筑物在单位时间内消耗的、需由供热设施供给的热量。

**2.0.23 太阳能集热器总面积 gross collector area**

整个集热器的最大投影面积，不包括那些固定和连接传热工质管道的组成部分。

## 3 基本规定

### 3.1 一般规定

- 3.1.1 新建建筑应用太阳能供热采暖技术应遵循被动技术优先、主动系统优化的原则。
- 3.1.2 太阳能供热采暖设计应根据气候区特点、太阳能资源条件、建筑物类型、功能，以及业主要求、投资规模、安装等条件进行。
- 3.1.3 严寒和寒冷地区被动式太阳能采暖设计应以冬季保温和获取太阳得热为主，夏季应满足隔热遮阳要求；夏热冬冷、温和、夏热冬暖地区应以夏季隔热遮阳为主，冬季应满足保温要求。
- 3.1.4 太阳能供热采暖系统应采取防冻和防过热措施。
- 3.1.5 太阳能热电联产系统设计应以发电为主，且应兼顾供热采暖需求。

### 3.2 被动式太阳能采暖

- 3.2.1 被动式太阳能采暖应根据当地气象条件、生活居住习惯，进行建筑平面总体布局、朝向、体形系数、开窗形式、采光遮阳、建筑热惰性、室内空间布局设计。
- 3.2.2 建筑朝向宜采用南北或接近南北向设计，主要房间宜避开冬季主导风向。
- 3.2.3 建筑造型宜规整紧凑，应避免过多的凹凸变化，不宜设置装饰性构件。
- 3.2.4 严寒和寒冷地区的建筑外围护结构及室内构筑物宜选用集热性能高、蓄热能力大和放热能力强的深色、重质材料。
- 3.2.5 对具有集热蓄热功能的构筑物，当接收辐射表面不与室外空气直接接触时，表面涂层的吸收率应大于 0.85，构筑物主

体材料应选择蓄热性能好的重质材料。

**3.2.6** 建筑外窗宜采用内平开窗，外门窗应有良好的气密、水密及抗风压性能，气密性等级不应低于 8 级、水密性等级不应低于 6 级、抗风压性能等级不应低于 9 级。

**3.2.7** 严寒地区建筑南向外窗的遮阳措施不应降低冬季日照得热；寒冷地区建筑东、西、南向外窗的遮阳措施应兼顾冬季日照得热及夏季遮阳的要求，通过模拟计算，优化设置。

**3.2.8** 建筑外门窗宜设置可移动外保温遮阳装置。

### 3.3 太阳能供热采暖系统

**3.3.1** 太阳能供热采暖系统应由太阳能集热系统、蓄热系统、末端供热采暖系统、自动控制系统和其他能源辅助加热或换热设备集合构成。

**3.3.2** 太阳能供热采暖系统分类应符合表 3.3.2 的规定。

表 3.3.2 太阳能供热采暖系统分类

分类依据	太阳能供热采暖系统名称
工作温度	高温、热电/冷热电联产太阳能供热采暖系统
	中温太阳能供热采暖系统
	低温太阳能供热采暖系统
太阳能集热器	聚光型太阳能供热采暖系统
	非聚光型太阳能供热采暖系统
系统工质	液体工质太阳能供热采暖系统
	空气太阳能供热采暖系统
集热系统 换热方式	直接式太阳能供热采暖系统
	间接式太阳能供热采暖系统
集热器 安装位置	地面安装太阳能供热采暖系统
	与建筑结合太阳能供热采暖系统
系统蓄热 能力	短期蓄热太阳能供热采暖系统
	季节蓄热太阳能供热采暖系统
采暖用户 数量规模	户式太阳能供热采暖系统
	区域太阳能供热采暖系统

**3.3.3** 太阳能供热采暖系统中的其他能源辅助加热或换热设备及其所使用的常规能源种类，应根据当地能源特点和经济发展水平进行选择。

**3.3.4** 其他能源辅助加热或换热设备的综合性能应符合国家现行标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736、《公共建筑节能设计标准》GB 50189 和《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26 的相关规定。

**3.3.5** 太阳能供热采暖系统应设置能量计量装置，且应分别计量太阳能集热系统得热量、辅助热源供热量、系统供热量、系统水泵和风机耗电量等能量参数。

**3.3.6** 太阳能热电联产系统的供热半径应由技术经济分析确定，且不宜大于 4.0km。

**3.3.7** 太阳能热电联产系统应设置换热机房，并应通过换热器进行间接供热。

**3.3.8** 当太阳能热电联产系统的热力网采用热水为供热介质时，管网设计压力不应大于 2.5MPa，设计温度不应大于 200℃；当采用蒸汽为供热介质时，管网设计压力不应大于 1.6MPa，设计温度不应大于 350℃。

## 4 太阳能供热采暖系统 负荷计算及选型设计

### 4.1 一般规定

4.1.1 太阳能供热采暖系统负荷计算应包括太阳能集热系统负荷计算和其他能源辅助加热或换热设备负荷计算。

4.1.2 太阳能供热采暖系统的选型设计应根据施工安装、操作使用、运行管理、部件更换和维护等要求进行，并应安全、可靠、适用、经济、美观。

### 4.2 负荷计算

4.2.1 太阳能集热系统设计负荷应选择其负担的采暖热负荷与生活热水供应负荷中的较大值。

4.2.2 太阳能集热系统负担的采暖热负荷宜通过采暖季逐时热负荷计算确定；采用简化计算方法时，该采暖热负荷应为采暖期室外平均气温条件下的建筑物耗热量，并应符合下列规定：

1 太阳能集热系统负担的采暖热负荷应按下式计算：

$$Q_H = Q_{HT} + Q_{INF} - Q_{IH} \quad (4.2.2-1)$$

式中： $Q_H$ ——太阳能集热系统负担的采暖热负荷（W）；

$Q_{HT}$ ——通过围护结构的传热耗热量（W）；

$Q_{INF}$ ——空气渗透耗热量（W）；

$Q_{IH}$ ——建筑物内部得热量，包括照明、电器、炊事、人体散热和被动太阳能集热部件得热等（W）。

2 通过围护结构的传热耗热量应按下式计算：

$$Q_{HT} = \epsilon KF(t_i - t_e)(1 + \Phi) \quad (4.2.2-2)$$

式中： $Q_{HT}$ ——通过围护结构的传热耗热量（W）；

$t_i$ ——室内空气计算温度 (°C)，按《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012 中规定范围的低限选取；

$t_e$ ——采暖期室外平均温度 (°C)，应按本标准附录 A 选取；

$\epsilon$ ——围护结构温差修正系数，应按《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012 的规定选取；

$K$ ——围护结构的传热系数 [ $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ ]；

$F$ ——围护结构的面积 ( $m^2$ )；

$\Phi$ ——围护结构附加耗热量占基本耗热量的百分率 (%)，应按《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012 的规定选取。

### 3 空气渗透耗热量应按下式计算：

$$Q_{INF} = C_p \rho L (t_i - t_e) \quad (4.2.2-3)$$

式中： $Q_{INF}$ ——空气渗透耗热量 (W)；

$C_p$ ——空气比热容， [ $W \cdot h/(kg \cdot ^\circ C)$ ]，取  $0.28 W \cdot h/(kg \cdot ^\circ C)$ ；

$\rho$ ——空气密度 ( $kg/m^3$ )，取  $t_e$  条件下的值；

$L$ ——渗透冷空气量，( $m^3/h$ )，应按《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012 中附录 F 的规定计算。

**4.2.3** 太阳能集热系统负担的生活热水供应负荷应为建筑物的生活热水平均日耗热量，热水平均日耗热量的计算应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的规定。

**4.2.4** 其他能源辅助加热或换热设备的设计负荷应按建筑采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。

**4.2.5** 建筑采暖设计热负荷的计算应符合下列规定：

1 采暖设计热负荷的计算应符合现行国家标准《民用建筑



供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 的规定。

2 现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 中规定可不设置集中采暖的地区或建筑，宜根据当地的实际情况，降低室内空气计算温度。

4.2.6 生活热水设计小时耗热量的计算应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015 的规定。

### 4.3 选型设计

4.3.1 具备太阳能集热器安装场地条件时，应选用地面安装太阳能供热采暖系统。

4.3.2 与建筑结合的太阳能供热采暖系统类型宜根据建筑气候分区和建筑物类型按表 4.3.2 确定。

表 4.3.2 太阳能供热采暖系统类型

建筑气候分区			严寒地区			寒冷地区			夏热冬冷、 温和地区		
			低层	多层	高层	低层	多层	高层	低层	多层	高层
太阳能 供热采暖 系统类型	太阳能 集热器	液体集热器	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		空气集热器	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	集热系统 换热方式	直接系统	—	—	—	—	—	—	●	●	●
		间接系统	●	●	●	●	●	●	—	—	—
	系统蓄热 能力	短期蓄热	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		季节蓄热	●	●	●	●	●	●	—	—	—
	末端采 暖设施	低温热水辐射	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		水-空气处理设备	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		散热器	●	●	●	●	●	●	●	●	●
		热风采暖	●	●	●	●	●	●	●	●	●

注：表中“●”为可选用项。

4.3.3 液体工质太阳能供热采暖系统宜采用低温热水辐射、水-空气处理设备和散热器等末端采暖设施。

**4.3.4** 建筑物内需热风采暖的区域宜采用空气太阳能供热采暖系统。

**4.3.5** 末端采暖设备的运行噪声应符合国家现行相关标准的规定。

住房和城乡建设部信息公开  
浏览专用

## 5 太阳能集热系统设计与施工

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 建筑物上安装太阳能集热系统不得降低相邻建筑的日照标准。

**5.1.2** 太阳能集热系统应根据建设地区和使用条件采取防冻、防过热、防雷、抗风、抗震、防雷和用电安全等技术措施。

**5.1.3** 直接式太阳能集热系统宜在冬季环境温度较高、防冻问题不严重的地区使用；冬季环境温度较低的地区宜采用间接式太阳能集热系统。

**5.1.4** 太阳能供热采暖系统中的太阳能集热器的性能应符合现行国家标准《平板型太阳能集热器》GB/T 6424、《真空管型太阳能集热器》GB/T 17581 和《太阳能空气集热器技术条件》GB/T 26976 的相关规定，且正常使用寿命不应少于 15 年。

**5.1.5** 太阳能集热系统的施工安装不得破坏建筑物的结构、屋面、地面防水层和附属设施，不得削弱建筑物承受荷载的能力。

**5.1.6** 太阳能集热系统管道及保温材料应选用耐腐蚀、与传热工质相容、可耐受系统最高工作温度且安装连接方便可靠的管材和材料。

**5.1.7** 太阳能集热系统应设置自动控制，并应符合下列规定：

1 自动控制的功能应包括对太阳能集热系统的运行控制和安全防护控制、集热系统和其他辅助热源设备的工作切换控制。太阳能集热系统安全防护控制的功能应包括防冻保护和防过热保护。

2 控制方式应简便、可靠、利于操作。

3 自动控制系统中使用的温度传感器，其测量不确定度不应大于  $0.5^{\circ}\text{C}$ 。

## 5.2 太阳能集热系统设计

5.2.1 太阳能集热器的设置应符合下列规定：

1 太阳能集热器宜朝向正南，或南偏东、偏西  $20^\circ$  的朝向范围内设置；安装倾角宜为当地纬度  $+10^\circ$ ；当受实际条件限制时，集热器的面积补偿应按本标准附录 B 执行，并应进行经济效益分析。

2 放置在建筑外围护结构上的太阳能集热器，冬至日集热器采光面的日照时数不应少于 6h。前、后排集热器之间应留有安装、维护操作的间距，排列应整齐有序。

3 某一时刻太阳能集热器不被前方障碍物遮挡阳光的日照间距应按下式计算：

$$D = H \coth \cos \gamma_0 \quad (5.2.1)$$

式中： $D$ ——日照间距 (m)；

$H$ ——前方障碍物的高度 (m)；

$h$ ——计算时刻的太阳高度角 ( $^\circ$ )。

$\gamma_0$ ——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 ( $^\circ$ )。

4 太阳能集热器不得跨越建筑变形缝设置。

5.2.2 太阳能集热器总面积宜通过动态模拟计算确定。采用简化计算方法时，应符合下列规定：

1 短期蓄热直接系统集热器总面积应按下式计算：

$$A_c = \frac{86400 Q_d f}{J_T \eta_{cd} (1 - \eta_L)} \quad (5.2.2-1)$$

式中： $A_c$ ——短期蓄热直接系统集热器总面积 ( $m^2$ )；

$Q_d$ ——太阳能集热系统设计负荷 (W)；

$J_T$ ——当地集热器采光面上的 12 月平均日太阳辐照量 [ $J/(m^2 \cdot d)$ ]，应按本标准附录 A 选取；

$f$ ——太阳能保证率 (%)，应按本标准附录 A 选取；

$\eta_{cd}$ ——基于总面积的集热器平均集热效率 (%)，应按本

标准附录 C 计算；

$\eta_L$ ——管路及贮热装置热损失率（%），应按本标准附录 D 计算。

2 季节蓄热直接系统集热器总面积应按下式计算：

$$A_{c,s} = \frac{86400Q_1 f D_s}{J_a \eta_{cd} (1 - \eta_L) (D_s + (365 - D_s) \eta_s)} \quad (5.2.2-2)$$

式中： $A_{c,s}$ ——季节蓄热直接系统集热器总面积（ $m^2$ ）；

$J_a$ ——当地集热器采光面上的年平均日太阳辐照量 [ $J/(m^2 \cdot d)$ ]，应按本标准附录 A 选取；

$f$ ——太阳能保证率（%），按本标准附录 A 选取；

$D_s$ ——当地采暖期天数（d）；

$\eta_s$ ——季节蓄热系统效率，可取 0.7~0.9。

3 间接系统集热器总面积应按下式计算：

$$A_{IN} = A_c \left( 1 + \frac{U_L A_c}{U_{hx} A_{hx}} \right) \quad (5.2.2-3)$$

式中： $A_{IN}$ ——间接系统集热器总面积（ $m^2$ ）；

$A_c$ ——直接系统集热器总面积（ $m^2$ ）；

$U_L$ ——集热器总热损系数 [ $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ ]，测试得出；

$U_{hx}$ ——换热器传热系数 [ $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ ]，查产品样本得出；

$A_{hx}$ ——间接系统换热器换热面积（ $m^2$ ），应按本标准附录 E 计算。

5.2.3 通过水力计算确定系统管路的管径、长度、布置方式及水力平衡装置等，应满足管网水力平衡要求。

5.2.4 单块太阳能集热器工质的设计流量应按下式计算：

$$G_s = gA \quad (5.2.4)$$

式中： $G_s$ ——单块太阳能集热器工质的设计流量（ $m^3/h$ ）；

$A$ ——单块太阳能集热器的总面积（ $m^2$ ）；

$g$ ——太阳能集热器工质的单位面积流量 [ $m^3/(h \cdot m^2)$ ]，应根据太阳能集热器产品技术参数确定；当无相

关技术参数时，宜根据不同的系统按表 5.2.4 取值。

表 5.2.4 太阳能集热器的单位面积流量

系统类型	太阳能集热器的单位面积流量 [ $\text{m}^3/(\text{h} \cdot \text{m}^2)$ ]
小型太阳能供热热水系统	0.035~0.072
大型集中太阳能供热采暖系统 (集热器总面积大于 $100\text{m}^2$ )	0.021~0.06
小型直接式太阳能供热采暖系统	0.024~0.036
小型间接式太阳能供热采暖系统	0.009~0.012
太阳能空气集热器供热采暖系统	36

**5.2.5** 太阳能集热系统的设计流量应根据太阳能集热器阵列的串并联方式和每一阵列所包含的太阳能集热器数量、面积及太阳能集热器的热性能计算确定。在当地太阳辐照、大气压力等气象条件下，太阳能液体工质集热系统的设计流量应满足出口工质温度符合设计要求且不致汽化；太阳能空气集热系统的设计流量应满足出口工质温度符合设计要求且不致造成过热安全隐患。

**5.2.6** 太阳能集热系统水泵、风机等设备应按集热器流量和进出口压力降等参数通过系统水力计算进行选型。

**5.2.7** 闭式太阳能集热系统选配循环水泵应计算集热系统耗电输热比，并应在施工图设计说明中标注。

**5.2.8** 太阳能集热系统应采用温差循环运行控制，并宜采用变流量运行。

**5.2.9** 太阳能集热系统的防冻设计应符合下列规定：

1 太阳能集热系统的防冻设计宜根据集热系统类型和使用地区按表 5.2.9 选取。

2 太阳能集热系统的防冻措施应采用自动控制运行工作。

表 5.2.9 太阳能集热系统的防冻设计选型

建筑气候分区		严寒地区		寒冷地区		夏热冬冷地区		温和地区	
太阳能集热系统类型		直接系统	间接系统	直接系统	间接系统	直接系统	间接系统	直接系统	间接系统
防冻设计类型	排空系统	—	—	●	—	●	—	●	—
	排回系统	—	●	—	●	—	●	—	—
	防冻液系统	—	●	—	●	—	●	—	●
	循环防冻系统	—	—	—	—	●	—	●	—

注：表中“●”为可选用项。

5.2.10 应根据贮热装置的供热工质出口温度与设定供热温度的差值，控制辅助热源加热设备的启停。

5.2.11 太阳能集热系统以水为工质的防冻自动控制应符合下列规定：

1 采用排空和排回防冻措施的直接和间接式太阳能集热系统宜采用定温控制。当太阳能集热系统出口温度低于设定的防冻执行温度时，应通过控制器启闭相关阀门排空集热系统中的水或将水排回贮水箱。

2 采用循环防冻措施的直接式太阳能集热系统宜采用定温控制。当太阳能集热系统出口温度低于设定的防冻执行温度时，控制器应启动循环泵进行防冻循环。

5.2.12 太阳能集热系统防过热温度传感器应设置在贮热水箱顶部、集热系统出口，防过热执行参数的设定范围应与系统运行工况和部件耐热能力相匹配。

5.2.13 太阳能集热系统应安装防过热安全阀，其安装位置应保证在泄压时排出的高温蒸汽、高温热水不致危及周围人员，并应配备相应的安全措施。防过热安全阀设定的开启压力应与系统可耐受的最高工作温度对应的饱和蒸汽压力一致。

### 5.3 太阳能集热系统施工

5.3.1 太阳能集热系统的施工安装应单独编制施工组织设计，

并应包括与主体结构施工、设备安装、装饰装修等相关工种的协调配合方案和安全措施等内容。

**5.3.2** 太阳能集热系统施工安装前应符合下列规定：

- 1 设计文件应齐备，且应已通过施工图审查；
- 2 应具备施工组织设计及施工方案；
- 3 施工场地应符合施工组织设计要求；
- 4 现场水、电、场地、道路等条件应满足正常施工需要；
- 5 预留基础、孔洞、设施应符合设计图纸；

6 既有建筑应经结构复核，或具备法定检测机构同意安装太阳能供热采暖系统的鉴定文件。

**5.3.3** 太阳能集热器的安装方位和安装倾角应符合设计要求。

**5.3.4** 太阳能集热器的连接方式及真空管与联箱的密封方式应符合产品设计要求。

**5.3.5** 安装在平屋面专用基座上的太阳能集热器，基座的强度应符合设计要求，基座与建筑主体结构连接应牢固，并应进行防水处理，其防水制作应符合现行国家标准《屋面工程质量验收规范》GB 50207 的规定要求。

**5.3.6** 埋设在坡屋面结构层的预埋件应在结构层施工时埋入，位置应准确。预埋件应做防腐处理，在太阳能集热系统安装前应采取保护措施。

**5.3.7** 带支架安装的太阳能集热器，其支架强度、抗风能力、防腐处理和热补偿措施等应符合设计要求。

**5.3.8** 太阳能集热系统管线穿过屋面、露台时，应预埋防水套管。

**5.3.9** 太阳能集热系统连接管线、部件、阀门等配件选用的材料应耐受系统的最高工作温度和工作压力。

**5.3.10** 进场安装的太阳能集热系统的产品、配件、材料应有产品合格证，其性能应符合设计要求；太阳能集热器应有性能检测报告。

**5.3.11** 太阳能集热系统的管道施工安装应符合现行国家标准



《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 和《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的相关规定。

**5.3.12** 液体工质太阳能集热系统安装完毕后，设备和管路保温前应进行水压试验，试验压力应符合设计要求。设计未注明时应符合现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 的规定。

**5.3.13** 系统的电缆线路施工和电气设施的安装应符合现行国家标准《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收标准》GB 50168 和《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 的相关规定。

**5.3.14** 系统中电气设备和与电气设备相连接的金属部件应做等电位连接处理。电气接地装置的施工应符合现行国家标准《电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范》GB 50169 的规定。

**5.3.15** 系统中传感器的接线应牢固可靠，接触应良好。传感器控制线应做防水处理。传感器安装应与被测部位良好接触并进行标识，温度传感器四周应保温。

## 6 太阳能蓄热系统设计与施工

### 6.1 一般规定

6.1.1 太阳能蓄热系统应根据用户需求、投资、供热采暖负荷、太阳能集热系统的形式、性能、太阳能保证率等进行技术经济分析后选取并确定蓄热系统规模。

6.1.2 太阳能供热采暖系统的蓄热方式应根据蓄热系统形式、投资规模、当地的水文、土壤条件及使用要求等进行经济、效益综合分析，并按表 6.1.2 确定。

表 6.1.2 蓄热方式选用表

系统形式	蓄热方式				
	贮热水箱	蓄热水池	土壤埋管	卵石堆	相变材料
液体工质集热器短期蓄热系统	●	●	—	—	●
液体工质集热器季节蓄热系统	●	●	●	—	—
空气集热器短期蓄热系统	●	—	—	●	●

注：表中“●”为可选用项。

6.1.3 太阳能液体集热器供热采暖系统在采暖期长且采暖期间太阳辐照条件好的地区宜采用短期蓄热方式。

6.1.4 太阳能季节蓄热系统宜设置缓冲贮热水箱与季节蓄热装置联合工作。

6.1.5 蓄热水池不应与消防水池合用。

6.1.6 季节蓄热水池或贮热水箱在使用过程中的水质应符合设计要求。

### 6.2 太阳能短期蓄热系统设计

6.2.1 短期蓄热太阳能采暖系统的蓄热量应根据当地太阳能资

源、气候、工程投资等因素确定，且应能储存 1d~7d 太阳能集热系统得热量。

**6.2.2** 系统的总贮热水箱或水池容积应根据设计蓄热时间周期及蓄热量等参数通过模拟计算确定。短期蓄热液体工质太阳能集热系统对应的太阳能集热器单位采光面积的贮热水箱或水池的容积范围可按  $40\text{L}/\text{m}^2 \sim 300\text{L}/\text{m}^2$  选取。

**6.2.3** 太阳能集热系统、生活热水系统、采暖系统与贮热水箱的连接管位置应布置合理，实现不同温度供热或换热需求。

**6.2.4** 贮热水箱进出口处流速宜小于  $0.04\text{m}/\text{s}$ ，宜采用水流分布器。

**6.2.5** 蓄热水池槽体结构、保温结构和防水结构的设计应符合国家现行相关标准的规定。

**6.2.6** 贮热水箱和蓄热水池宜采用外保温，其保温设计应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 和《设备及管道绝热设计导则》GB/T 8175 的规定。

**6.2.7** 卵石堆蓄热设计应符合下列规定：

1 空气蓄热系统的卵石堆蓄热器（卵石箱）内的卵石含量宜为每平方米集热器面积  $250\text{kg}$ ；卵石直径小于  $10\text{cm}$  时，卵石堆深度不宜小于  $2\text{m}$ ；卵石直径大于  $10\text{cm}$  时，卵石堆深度不宜小于  $3\text{m}$ 。卵石堆蓄热器上下风口的面积应大于该蓄热器截面积的  $8\%$ ，空气通过上下风口流经卵石堆的阻力应小于  $37\text{Pa}$ 。

2 放入卵石堆蓄热器内的卵石应干净且大小均匀，直径范围宜为  $5\text{cm} \sim 10\text{cm}$ ；不应使用易破碎或与水和二氧化碳反应的卵石。可水平或垂直铺放在箱内，宜选用垂直卵石堆，地下狭窄、高度受限的地点可选用水平卵石堆。

**6.2.8** 相变材料蓄热设计应符合下列规定：

1 空气集热器太阳能供热采暖系统可直接换热蓄热；液体工质集热器太阳能供热采暖系统应增设换热器间接换热蓄热。

2 相变材料应根据太阳能供热采暖系统的工作温度确定，相变温度应与系统工作温度相匹配。常用相变材料特性应符合本

标准附录 F 的规定。

### 6.3 太阳能季节蓄热系统设计

6.3.1 在条件适宜地区，宜集中设置较大规模的季节蓄热太阳能供热采暖热力站。

6.3.2 季节蓄热系统的蓄热体容积宜通过模拟计算确定。简化计算时，不同规模季节蓄热系统的单位太阳能集热器采光面积对应蓄热水池或贮热水箱容积范围应按表 6.3.2 选取。

表 6.3.2 不同规模季节蓄热系统的单位太阳能集热器采光面积  
对应蓄热水池或贮热水箱容积范围

系统规模	中型季节蓄热系统 (太阳能集热器面积 $<10000\text{m}^2$ )	大型季节蓄热系统 (太阳能集热器面积 $\geq 10000\text{m}^2$ )
贮热水箱、蓄热水池容积范围	$1.5\text{m}^3/\text{m}^2 \sim 2.5\text{m}^3/\text{m}^2$	$\geq 3\text{m}^3/\text{m}^2$

6.3.3 当设计季节蓄热水池或贮热水箱容量时，应校核计算蓄热水池或贮热水箱的最高蓄热温度；最高蓄热温度应比蓄热水池或贮热水箱工作压力对应的工质沸点温度低  $5^\circ\text{C}$ 。

6.3.4 季节蓄热水池应采取温度均匀分层的技术措施。

6.3.5 地埋管土壤季节蓄热系统设计前应对场区内岩土体地质条件进行勘察，并应进行岩土热响应试验。

6.3.6 土壤埋管季节蓄热的埋管换热系统设计应根据太阳辐照量、建筑负荷、系统太阳能保证率等参数，通过模拟计算，确定埋管数量、尺寸、深度和总蓄热容积。

6.3.7 土壤埋管季节蓄热系统换热埋管的顶部应设置保温层，保温层厚度应按系统换热量和保温材料热性能等影响因素通过计算确定。

6.3.8 当与地埋管地源热泵系统配合使用时，土壤埋管季节蓄热系统应根据当地气候特点采用相应的地埋管布置方式；有夏季

空调需求的地区应根据土壤温度场的平衡计算结果设置埋管。

#### 6.4 太阳能蓄热系统施工

**6.4.1** 制作贮热水箱的材质、规格应符合设计要求；钢板焊接的贮热水箱，水箱内、外壁应按设计要求作防腐处理，内壁防腐涂料应卫生、无毒、能长期耐受所贮存热水的最高温度。

**6.4.2** 贮热水箱制作应符合国家现行相关标准的规定；贮热水箱保温应在水箱检漏试验合格后进行，保温制作应符合现行国家标准《工业设备及管道绝热工程质量验收规范》GB 50185 的规定；贮热水箱内箱应做接地处理，接地应符合现行国家标准《电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范》GB 50169 的规定。

**6.4.3** 贮热水箱和支架间应有隔热垫，宜采用柔性连接。

**6.4.4** 蓄热水池应符合下列规定：

- 1 应满足系统承压要求，并应能承受土壤等荷载；
- 2 应严密、无渗漏；
- 3 蓄热水池及内部部件应作防腐蚀处理，内壁防腐涂料应卫生、无毒，能长期耐受所贮存热水的最高温度；
- 4 选用的保温材料和保温构造应能长期耐受所贮存热水的最高温度。

**6.4.5** 土壤埋管换热系统的埋管及管件应符合设计要求，并应提交质量检验报告和产品合格证明。

**6.4.6** 土壤埋管季节蓄热系统的施工应符合现行国家标准《地源热泵系统工程技术规范》GB 50366 的规定要求。

**6.4.7** 太阳能蓄热系统的管道施工安装应符合现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 和《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的规定。

## 7 太阳能供热采暖工程的调试与验收

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 太阳能供热采暖工程应在系统调试合格后竣工验收。

**7.1.2** 系统调试应包括设备单机、部件调试和系统联合调试。系统联合调试完成后应进行连续 3d 的试运行。

**7.1.3** 太阳能供热采暖系统工程的分项工程验收和竣工验收应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的规定。

**7.1.4** 分项工程验收宜根据工程施工特点分期进行，对影响工程安全和系统性能的工序，应在本工序验收合格后再进入下一道工序的施工。

**7.1.5** 竣工验收应在分项工程验收合格后、工程移交用户前进行，竣工验收应提交下列验收资料：

- 1 设计变更证明文件和竣工图；
- 2 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；
- 3 屋面防水检漏记录；
- 4 隐蔽工程验收记录和中间验收记录；
- 5 系统水压试验记录；
- 6 系统生活热水水质检验记录；
- 7 系统调试及试运行记录；
- 8 系统热工性能检验报告。

**7.1.6** 太阳能供热采暖工程施工质量的保修期限应为自竣工验收合格日起 2 个采暖期。

## 7.2 系统调试

7.2.1 太阳能供热采暖工程系统联合调试应在设备单机、部件调试和试运转合格后进行。

7.2.2 设备单机、部件调试应符合下列规定：

- 1 水泵安装方向应正确；
- 2 电磁阀安装方向应正确；
- 3 温度、温差、水位、流量等仪表显示应正常；
- 4 电气控制系统应符合设计要求，动作应准确；
- 5 剩余电流保护装置动作应准确可靠；
- 6 防冻、过热保护装置应工作正常；
- 7 各种阀门开启应灵活，密封应严密；
- 8 辅助能源加热设备工作应正常，加热能力应符合设计要求。

7.2.3 系统联合调试应符合下列规定：

- 1 应调整系统各个分支回路的调节阀门，使各回路流量平衡，达到设计流量；
- 2 应调试辅助热源加热设备与太阳能集热系统的工作切换，达到设计要求；
- 3 应调整电磁阀，使阀前阀后压力处于设计要求的压力范围内。

7.2.4 系统联合调试宜在设计工况下进行，调试后的运行参数应符合下列规定：

- 1 供热采暖系统的流量和供热水温度、热风采暖系统的风量和热风温度的调试结果与设计值的偏差不应大于现行国家标准《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的相关规定；
- 2 太阳能集热系统的流量或风量与设计值的偏差不应大于10%；
- 3 太阳能集热系统进出口工质的温差应符合设计要求。

## 7.3 工程验收

7.3.1 太阳能供热采暖工程的分部、分项工程划分可按表 7.3.1 执行。

表 7.3.1 太阳能供热采暖工程的分部、分项工程划分

序号	分部工程	分项工程
1	太阳能集热系统	预埋件及后置锚栓安装和封堵, 基座、支架安装, 太阳能集热器安装, 其他能源辅助加热或换热设备安装, 水泵等设备及配件安装, 管道及配件安装, 系统水压试验及调试, 防腐、绝热
2	蓄热系统	贮热水箱及配件安装, 蓄热水池施工, 地理管系统施工, 相变材料蓄热系统施工, 管道及配件安装, 辅助设备安装, 防腐、绝热
3	室外供热管网	水泵、风机等设备及配件安装, 管道及配件安装, 辅助设备安装, 系统水压试验及调试, 防腐、绝热
4	室内采暖系统	管道及配件安装, 低温热水地板辐射采暖系统安装, 水-空气处理设备安装, 辅助设备及散热器安装, 系统水压试验及调试, 防腐、绝热
5	室内热水供应系统	管道及配件安装, 辅助设备安装, 防腐、绝热
6	控制系统	传感器及安全附件安装, 计量仪表安装, 电缆线路施工安装, 接地装置安装

7.3.2 太阳能供热采暖系统的隐蔽工程应在隐蔽前经监理人员验收、认可签证。

7.3.3 太阳能供热采暖系统应在土建工程验收前完成下列隐蔽项目的现场验收:

- 1 基础螺栓和预埋件的安装;
- 2 基座、支架、集热器四周与主体结构的连接节点;
- 3 基座、支架、集热器四周与主体结构之间的封堵及防水;



4 太阳能供热采暖系统与建筑物避雷系统的防雷连接节点或系统自身的接地装置安装。

7.3.4 太阳能集热器的安装方位角和倾角应满足设计要求，安装误差不应超过 $\pm 3^\circ$ 。

7.3.5 太阳能供热采暖系统的热工性能检验应符合下列规定：

1 检测项目应包括太阳能集热系统得热量、太阳能集热系统效率、太阳能供热采暖系统的总能耗、太阳能供热采暖系统的太阳能保证率；

2 测试、评价和分级应符合现行国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801 的有关规定。

7.3.6 当太阳能供热采暖系统进行竣工验收时，应提交验收报告，验收报告应符合本标准附录G的规定。

## 8 太阳能供热采暖工程效益分析与评价

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 太阳能供热采暖工程设计阶段应进行效益分析，实际运行阶段宜进行效益评价。

**8.1.2** 太阳能供热采暖工程设计文件应包括效益分析计算书。

**8.1.3** 太阳能供热采暖工程效益评价应依据系统实际运行能耗的定期检测或长期监测结果进行。

### 8.2 效益分析

**8.2.1** 设计阶段太阳能供热采暖工程效益分析采用的参数应与设计施工图一致。

**8.2.2** 效益分析计算书应包括系统的年常规能源替代量、年节约费用、年二氧化碳减排量、静态投资回收期 and 费效比，并按本标准附录 H 的规定计算。

### 8.3 效益评价

**8.3.1** 太阳能供热采暖工程定期检测应按现行国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801 中的短期测试、评价和分级相关规定进行。

**8.3.2** 太阳能供热采暖工程长期监测应按现行国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801 中的长期测试、评价和分级相关规定进行。

## 附录 A 代表城市气象参数及不同地区太阳能保证率推荐值

**A.0.1** 太阳能供热采暖系统设计采用的代表城市气象参数可按表 A.0.1 选取。

**表 A.0.1 代表城市气象参数**

城市名称	纬度	$H_{\text{in}} [\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})]$	$H_{\text{La}} [\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})]$	$H_{\text{in}} [\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})]$	$H_{\text{in}} [\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})]$	$T_{\text{a}} (^{\circ}\text{C})$	$S_{\text{y}} (\text{h})$	$T_{\text{d}} (^{\circ}\text{C})$	$T_{\text{h}} (^{\circ}\text{C})$	$S_{\text{d}} (\text{h})$	资源区
北京	39°56'	14.18	16.014	7.889	13.709	12.9	7.5	-2.7	0.1	6	III
上海	31°10'	12.3	12.904	8.047	11.437	16	5.5	6.2	4.8	4.7	III
天津	39°06'	14.106	15.804	7.328	12.61	13	7.2	-1.6	-0.2	5.6	III
重庆	29°33'	8.669	8.552	3.21	3.531	18.3	3	9.3	8.9	0.9	IV
万州	30°46'	9.653	9.655	4.015	4.583	18	3.6	9.1	8.2	1.1	IV
沈阳	41°46'	13.091	14.98	6.186	11.487	8.6	7	-8.5	-4.5	4.9	III
长春	43°54'	13.663	16.127	6.112	13.116	5.8	7.4	-12.8	-6.7	5.5	III
哈尔滨	45°45'	12.923	15.394	5.162	10.522	4.2	7.3	-15.6	-8.5	4.7	III
二连浩特	43°39'	17.28	21.012	7.824	18.15	4.1	9.1	-16.2	-8	6.9	II

续表 A.0.1

城市名称	纬度	$H_{\text{in}}$ [MJ/(m <sup>2</sup> ·d)]	$H_{\text{ta}}$ [MJ/(m <sup>2</sup> ·d)]	$H_{\text{ht}}$ [MJ/(m <sup>2</sup> ·d)]	$H_{\text{lt}}$ [MJ/(m <sup>2</sup> ·d)]	$T_a$ (°C)	$S_y$ (h)	$T_d$ (°C)	$T_h$ (°C)	$S_d$ (h)	资源区
额济纳旗	41°57'	17.884	21.501	8.04	17.39	8.9	9.6	-9.1	-4.3	7.3	II
佳木斯	46°49'	12.019	14.689	4.847	10.481	3.6	6.9	-15.5	-12.7	4.6	III
伊金霍洛旗	39°34'	15.438	17.973	8.839	16.991	6.3	8.7	-9.6	-6.2	7.1	II
黑河	50°15'	12.732	16.253	4.072	11.34	0.4	7.6	-20.9	-11.6	5.4	III
漠河	52°58'	12.935	17.147	3.258	10.361	-4.3	6.7	-28	-14.7	4	III
太原	37°47'	14.394	15.815	8.234	13.701	10	7.1	-4.9	-1.1	5.4	III
大同	40°06'	15.202	17.346	7.977	14.647	7.2	7.6	-8.9	-4	5.6	II
侯马	35°39'	13.791	14.816	8.262	13.649	12.9	6.7	-2.3	0.9	4.8	III
济南	36°41'	13.167	14.455	7.857	13.854	14.9	7.1	1.1	1.8	5.5	III
烟台	37°32'	13.428	14.792	5.96	9.752	12.6	7.6	1.5	2.3	5.2	III
南京	32°00'	12.156	12.898	8.163	12.047	15.4	5.6	4.4	3.4	5	III
合肥	31°52'	11.272	11.873	7.565	10.927	15.4	5.4	4.5	3.6	4.8	IV
杭州	30°14'	11.117	11.621	7.303	10.425	16.5	5	6.8	5.6	4.6	IV
慈溪	30°16'	12.202	12.804	8.301	11.276	16.2	5.5	6.6	5.5	4.8	III

续表 A.0.1

城市名称	纬度	$H_{\text{in}}$ [MJ/(m <sup>2</sup> ·d)]	$H_{\text{ta}}$ [MJ/(m <sup>2</sup> ·d)]	$H_{\text{ht}}$ [MJ/(m <sup>2</sup> ·d)]	$H_{\text{lt}}$ [MJ/(m <sup>2</sup> ·d)]	$T_a$ (°C)	$S_y$ (h)	$T_d$ (°C)	$T_h$ (°C)	$S_d$ (h)	资源区
南昌	28°36'	11.792	12.158	8.027	10.609	17.5	5.2	7.8	6.7	4.7	III
赣州	25°51'	12.168	12.481	8.807	11.425	19.4	5	10.3	9.4	4.7	III
福州	26°05'	11.772	12.128	8.324	10.86	19.6	4.6	13.2	11.7	4.2	III
长沙	28°14'	10.882	11.061	6.811	8.712	17.1	4.5	6.7	5.8	3.7	IV
武汉	30°37'	11.466	11.869	7.022	9.404	16.5	5.5	6	5.2	4.5	IV
宜昌	30°42'	10.628	10.852	6.167	7.833	16.6	4.4	6.7	5.9	3.2	IV
郑州	34°43'	13.482	14.301	7.781	12.277	14.3	6.2	1.7	2.5	5	III
广州	23°08'	11.216	11.513	10.528	13.355	22.2	4.6	15.3	14.5	5.5	IV
韶关	24°48'	11.677	11.981	9.366	11.689	20.3	4.6	12.1	11.4	4.7	III
汕头	23°24'	12.921	13.293	10.959	14.131	21.5	5.6	15.5	14.4	5.7	III
南宁	22°49'	12.69	12.788	9.368	11.507	22.1	4.5	14.9	13.9	4.1	III
桂林	25°20'	10.756	10.999	8.05	9.667	19	4.2	10.5	9.2	3.9	IV
贵阳	26°35'	9.548	9.654	5.514	6.421	15.4	3.3	7.4	6.4	2.1	IV
威宁	26°51'	12.793	13.492	9.214	12.293	10.4	5	3.4	3.1	5.4	III

续表 A.0.1

城市名称	纬度	$H_{\text{in}} [\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})]$	$H_{\text{ta}} [\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})]$	$H_{\text{ht}} [\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})]$	$H_{\text{lt}} [\text{MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})]$	$T_a$ (°C)	$S_y$ (h)	$T_d$ (°C)	$T_h$ (°C)	$S_d$ (h)	资源区
遵义	27°41'	8.797	8.685	4.252	4.825	15.3	3	6.7	5.7	1.5	IV
海口	20°02'	12.912	13.018	8.937	10.792	24.1	5.9	19	18.5	4.4	III
三亚	18°14'	16.627	16.956	13.08	15.36	25.8	7	22.1	22.1	6.2	II
成都	30°40'	9.402	9.305	5.419	6.302	16.1	3	7.3	6.8	1.7	IV
乐山	29°30'	9.448	9.372	4.253	4.702	17.2	3	8.7	8.2	1.5	IV
峨眉山	29°31'	11.757	12.621	10.736	15.584	3.1	3.9	-3.5	-4.7	5.1	III
绵阳	31°28'	10.049	10.051	4.771	5.94	16.2	3.2	6.7	6.4	2	IV
南充	30°48'	9.946	9.939	4.069	4.558	17.3	3.2	8	7.6	0.9	IV
泸州	28°53'	8.807	8.77	3.358	3.612	17.7	3.2	9.1	8.7	1.2	IV
昆明	25°01'	14.633	15.551	11.884	15.736	15.1	6.2	8.2	8.7	6.7	III
蒙自	23°23'	14.621	15.247	12.128	15.23	18.6	6.1	12.3	13	6.5	III
景洪	22°00'	15.17	15.768	11.433	14.356	22.3	6	16.5	17.2	5.1	II
腾冲	25°01'	14.96	16.148	14.352	19.416	15.1	5.8	9	8.9	8.1	II
西安	34°18'	11.878	12.303	7.214	10.2	13.5	4.7	0.7	2.1	3.1	III

续表 A.0.1

城市名称	纬度	$H_{\text{ha}}$ [MJ/(m <sup>2</sup> ·d)]	$H_{\text{ha}}$ [MJ/(m <sup>2</sup> ·d)]	$H_{\text{ht}}$ [MJ/(m <sup>2</sup> ·d)]	$H_{\text{lt}}$ [MJ/(m <sup>2</sup> ·d)]	$T_a$ (°C)	$S_y$ (h)	$T_d$ (°C)	$T_h$ (°C)	$S_d$ (h)	资源区
银川	38°29'	16.507	18.465	9.095	15.941	8.9	8.3	-6.7	-2.1	6.8	II
兰州	36°03'	14.322	15.135	7.326	10.696	9.8	6.9	-5.5	-0.6	5.1	III
民勤	38°38'	15.928	17.991	9.112	16.272	8.3	8.7	-7.9	-2.6	7.7	II
敦煌	40°09'	17.48	19.922	8.747	15.879	9.5	9.2	-7	-2.8	6.9	II
西宁	36°37'	15.636	17.336	10.105	16.816	6.5	7.6	-6.7	-3	6.7	II
玉树	33°01'	15.797	17.439	11.997	19.926	3.2	7.1	-7.2	-2.2	6.5	II
格尔木	36°25'	19.238	21.785	11.016	20.91	5.5	8.7	-9.6	-3.1	7.6	I
乌鲁木齐	43°47'	13.884	15.726	4.174	7.692	6.9	7.3	-9.3	-6.5	3.1	III
奇台	44°01'	14.927	17.489	4.99	10.15	5.2	8.5	-13.2	-9.2	4.9	II
伊宁	43°57'	15.125	17.733	5.774	12.225	9	8.1	-5.8	-2.8	4.9	II
阿勒泰	47°44'	14.943	18.157	4.822	11.03	4.5	8.5	-14.1	-7.9	4.4	II
吐鲁番	42°56'	15.244	17.114	6.443	11.623	14.4	8.3	-7.2	-2.5	4.5	II
哈密	42°49'	17.229	20.238	7.748	16.222	10.1	9	-9	-4.1	6.4	II

续表 A.0.1

城市名称	纬度	$H_{\text{ha}}$ [MJ/(m <sup>2</sup> ·d)]	$H_{\text{ha}}$ [MJ/(m <sup>2</sup> ·d)]	$H_{\text{ht}}$ [MJ/(m <sup>2</sup> ·d)]	$H_{\text{Lt}}$ [MJ/(m <sup>2</sup> ·d)]	$T_a$ (°C)	$S_y$ (h)	$T_d$ (°C)	$T_h$ (°C)	$S_d$ (h)	资源区
若羌	39°02'	16.674	18.26	8.506	13.945	11.7	8.8	-6.2	-2.9	6.5	II
库车	41°48'	15.77	17.639	7.779	14.272	11.3	7.7	-6.1	-2.7	5.7	II
喀什	39°28'	15.522	16.911	7.529	11.957	11.9	7.7	-4.2	-1.3	5.3	II
和田	37°08'	15.707	17.032	9.206	14.512	12.5	7.3	-3.2	-0.6	5.9	II
拉萨	29°40'	19.843	22.022	15.725	25.025	8.2	8.6	-1.7	1.6	8.7	I
那曲	31°29'	15.423	17.013	13.626	21.486	-1.2	8	-13.2	-4.8	8	II
昌都	31°09'	16.415	18.082	12.593	20.092	7.6	6.9	-2	0.5	7	II

- 注：1  $H_{\text{ha}}$ : 水平面年平均日照辐射量 [MJ/(m<sup>2</sup>·d)];  
 2  $H_{\text{La}}$ : 当地纬度倾角平面年平均日照辐射量 [MJ/(m<sup>2</sup>·d)];  
 3  $H_{\text{ht}}$ : 水平面 12 月的月平均日照辐射量 [MJ/(m<sup>2</sup>·d)];  
 4  $H_{\text{Lt}}$ : 当地纬度倾角平面 12 月的月平均日照辐射量 [MJ/(m<sup>2</sup>·d)];  
 5  $T_a$ : 年平均环境温度 (°C);  
 6  $T_d$ : 12 月的月平均环境温度 (°C);  
 7  $T_h$ : 计算采暖期平均环境温度 (°C);  
 8  $S_y$ : 年平均每日的日照小时数 (h);  
 9  $S_d$ : 12 月的月平均每日的日照小时数 (h)。



**A.0.2** 不同地区太阳能供热采暖系统的太阳能保证率可按表 A.0.2 选取。

**表 A.0.2** 不同地区太阳能供热采暖系统的太阳能保证率 ( $f$ ) 的推荐选值范围

资源区划	短期蓄热系统太阳能保证率	季节蓄热系统太阳能保证率
资源极富区	$\geq 50\%$	$\geq 70\%$
资源丰富区	30%~50%	50%~60%
资源较富区	20%~40%	40%~50%
资源一般区	10%~30%	20%~40%

## 附录 B 不同地区太阳能集热器的补偿面积比

**B.0.1** 太阳能集热器的面积补偿应按下式计算：

$$A_B = A_s / R_s \quad (\text{B.0.1})$$

式中： $A_B$ ——进行面积补偿后实际确定的太阳能集热器面积；

$A_s$ ——按集热器方位正南，倾角为当地纬度，并按本标准公式（5.2.2-1）～公式（5.2.2-3）计算得出的太阳能集热器面积；

$R_s$ ——太阳能集热器补偿面积比。

**B.0.2** 短期蓄热系统的代表城市的太阳能集热器补偿面积比（ $R_s$ ）可选用表 B.0.2-1 的对应值，季节蓄热系统的代表城市的太阳能集热器补偿面积比（ $R_s$ ）可选用表 B.0.2-2 的对应值。表中未列入的城市，可选用与该表中距离最近，且纬度最接近的城市的补偿面积比（ $R_s$ ）对应值。

表 B.0.2-1 短期蓄热系统代表城市的太阳能集热器补偿面积比  $R_s$

		北京 纬度 39°48'																		
$R_s$ 大于90%的范围		东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
	$R_s$ 小于90%的范围	43%	50%	56%	64%	71%	78%	85%	90%	93%	94%	93%	90%	85%	78%	71%	64%	56%	50%	43%
	$R_s$ 大于95%的范围	46%	53%	60%	68%	76%	83%	89%	94%	97%	98%	97%	94%	89%	83%	76%	68%	60%	53%	46%
		48%	55%	63%	71%	78%	86%	92%	96%	99%	100%	99%	96%	92%	86%	78%	71%	63%	55%	48%
		51%	57%	65%	72%	80%	86%	92%	96%	99%	100%	99%	96%	92%	86%	80%	72%	65%	57%	51%
		52%	59%	66%	73%	80%	86%	91%	94%	97%	97%	97%	94%	91%	86%	80%	73%	66%	59%	52%
		54%	60%	66%	72%	78%	83%	87%	91%	92%	93%	92%	91%	87%	83%	78%	72%	66%	60%	54%
		55%	60%	66%	70%	75%	79%	82%	84%	86%	86%	86%	84%	82%	79%	75%	70%	66%	60%	55%
		57%	60%	64%	67%	70%	73%	75%	77%	78%	78%	78%	77%	75%	73%	70%	67%	64%	60%	57%
		57%	59%	61%	63%	65%	66%	67%	68%	68%	69%	68%	68%	67%	66%	65%	63%	61%	59%	57%
	水平面	58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%

续表 B.0.2-1

武汉 30°35' 纬度

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	48%	52%	56%	61%	65%	70%	74%	78%	80%	80%	80%	78%	74%	70%	65%	61%	56%	52%	48%
80	53%	58%	63%	68%	73%	77%	82%	85%	87%	88%	87%	85%	82%	77%	73%	68%	63%	58%	53%
70	59%	64%	69%	74%	79%	84%	88%	91%	93%	94%	93%	91%	88%	84%	79%	74%	69%	64%	59%
60	64%	69%	74%	79%	84%	88%	92%	95%	97%	97%	97%	95%	92%	88%	84%	79%	74%	69%	64%
50	69%	74%	78%	83%	88%	92%	95%	98%	99%	100%	99%	98%	95%	92%	88%	83%	78%	74%	69%
40	73%	77%	81%	86%	90%	93%	96%	98%	99%	100%	99%	98%	96%	93%	90%	86%	81%	77%	73%
30	77%	80%	84%	87%	90%	93%	95%	97%	98%	98%	98%	97%	95%	93%	90%	87%	84%	80%	77%
20	79%	82%	84%	87%	89%	91%	92%	93%	94%	94%	94%	93%	92%	91%	89%	87%	84%	82%	79%
10	81%	83%	84%	85%	86%	87%	88%	88%	89%	89%	89%	88%	88%	87%	86%	85%	84%	83%	81%
水平面	82%	82%	82%	82%	82%	82%	82%	82%	82%	82%	82%	82%	82%	82%	82%	82%	82%	82%	82%

续表 B.0.2-1

昆明 25°01' 纬度

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	52%	55%	58%	61%	63%	65%	67%	68%	69%	69%	69%	68%	67%	65%	63%	61%	58%	55%	52%
80	58%	61%	65%	68%	71%	73%	76%	77%	78%	78%	78%	77%	76%	73%	71%	68%	65%	61%	58%
70	63%	67%	71%	75%	78%	81%	83%	85%	86%	86%	86%	85%	83%	81%	78%	75%	71%	67%	63%
60	69%	73%	77%	81%	84%	87%	89%	91%	92%	92%	92%	91%	89%	87%	84%	81%	77%	73%	69%
50	75%	78%	82%	86%	89%	92%	94%	96%	97%	97%	97%	96%	94%	92%	89%	86%	82%	78%	75%
40	79%	83%	86%	89%	92%	95%	97%	98%	99%	99%	99%	98%	97%	95%	92%	89%	86%	83%	79%
30	83%	86%	89%	92%	94%	96%	98%	99%	100%	100%	100%	99%	98%	96%	94%	92%	89%	86%	83%
20	87%	89%	91%	93%	94%	96%	97%	98%	98%	99%	98%	98%	97%	96%	94%	93%	91%	89%	87%
10	89%	90%	91%	92%	93%	94%	94%	95%	95%	95%	95%	95%	94%	94%	93%	92%	91%	90%	89%
水平面	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%

续表 B.0.2-1

贵阳 纬度 26°07'

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	48%	51%	55%	59%	64%	68%	71%	73%	76%	77%	76%	75%	71%	68%	64%	59%	55%	51%	48%
80	54%	58%	62%	67%	71%	76%	80%	82%	84%	85%	84%	82%	80%	76%	71%	67%	62%	58%	54%
70	59%	64%	69%	73%	78%	82%	86%	89%	91%	91%	91%	89%	86%	82%	78%	73%	69%	64%	59%
60	65%	69%	74%	79%	83%	88%	91%	94%	96%	96%	96%	94%	91%	88%	83%	79%	74%	69%	65%
50	70%	75%	79%	83%	88%	92%	95%	97%	99%	99%	99%	97%	93%	92%	88%	83%	79%	75%	70%
40	75%	79%	83%	87%	90%	94%	96%	98%	99%	100%	99%	98%	96%	94%	90%	87%	83%	79%	75%
30	79%	82%	85%	89%	91%	94%	96%	97%	99%	99%	99%	97%	96%	94%	91%	89%	85%	82%	79%
20	82%	84%	86%	89%	91%	92%	94%	95%	96%	96%	96%	95%	94%	92%	91%	89%	86%	84%	82%
10	83%	85%	86%	87%	88%	89%	90%	90%	91%	91%	91%	90%	90%	89%	88%	87%	86%	85%	83%
水平面	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%

续表 B.0.2-1

长沙 纬度 28°06'

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	47%	51%	55%	60%	64%	69%	73%	76%	78%	79%	78%	76%	73%	69%	64%	60%	55%	51%	47%
80	53%	57%	62%	67%	72%	77%	81%	84%	86%	87%	86%	84%	81%	77%	72%	67%	62%	57%	53%
70	58%	63%	68%	73%	78%	83%	87%	90%	92%	93%	92%	90%	87%	83%	78%	73%	68%	63%	58%
60	64%	69%	74%	79%	84%	88%	92%	95%	97%	97%	97%	95%	92%	88%	84%	79%	74%	69%	64%
50	69%	74%	79%	83%	88%	92%	95%	98%	99%	100%	99%	98%	95%	92%	88%	83%	79%	74%	69%
40	73%	78%	82%	86%	90%	93%	96%	98%	100%	100%	100%	98%	96%	93%	90%	86%	82%	78%	73%
30	77%	81%	84%	88%	91%	93%	96%	97%	98%	99%	98%	97%	96%	93%	91%	88%	84%	81%	77%
20	80%	83%	85%	87%	90%	91%	93%	94%	95%	95%	95%	94%	93%	91%	90%	87%	85%	83%	80%
10	82%	83%	85%	86%	87%	88%	89%	89%	90%	90%	90%	89%	89%	88%	87%	86%	85%	83%	82%
水平面	83%	83%	83%	83%	83%	83%	83%	83%	83%	83%	83%	83%	83%	83%	83%	83%	83%	83%	83%

续表 B.0.2-1

广州 纬度 23°12'

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	45%	49%	53%	58%	62%	66%	70%	74%	76%	77%	76%	74%	70%	66%	62%	58%	53%	49%	45%
80	51%	55%	60%	65%	70%	75%	79%	82%	84%	85%	84%	82%	79%	75%	70%	65%	60%	55%	51%
70	56%	62%	67%	72%	77%	82%	86%	89%	91%	92%	91%	89%	86%	82%	77%	72%	67%	62%	56%
60	62%	67%	73%	78%	83%	87%	91%	94%	96%	97%	96%	94%	91%	87%	83%	78%	73%	67%	62%
50	67%	72%	77%	82%	87%	91%	95%	97%	99%	99%	99%	97%	93%	91%	87%	82%	77%	72%	67%
40	72%	77%	81%	85%	89%	93%	96%	98%	100%	100%	100%	98%	96%	93%	89%	85%	81%	77%	72%
30	76%	80%	84%	87%	90%	93%	95%	97%	98%	99%	98%	97%	95%	93%	90%	87%	84%	80%	76%
20	79%	82%	84%	87%	89%	91%	93%	94%	95%	95%	95%	94%	93%	91%	89%	87%	84%	82%	79%
10	81%	83%	84%	85%	87%	88%	88%	89%	89%	89%	89%	89%	88%	88%	87%	85%	84%	83%	81%
水平面	82%	82%	82%	82%	82%	82%	82%	82%	82%	82%	82%	82%	82%	82%	82%	82%	82%	82%	82%



续表 B.0.2-1

南昌 28°42' 纬度

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	48%	52%	56%	60%	64%	69%	73%	76%	78%	79%	78%	76%	73%	69%	64%	60%	56%	52%	48%
80	53%	58%	63%	67%	72%	77%	80%	84%	85%	86%	85%	84%	80%	77%	72%	67%	63%	58%	53%
70	59%	64%	69%	74%	79%	83%	87%	90%	92%	93%	92%	90%	87%	83%	79%	74%	69%	64%	59%
60	64%	69%	74%	79%	84%	88%	92%	95%	96%	97%	96%	95%	92%	88%	84%	79%	74%	69%	64%
50	70%	74%	79%	83%	88%	91%	95%	97%	99%	99%	99%	97%	93%	91%	88%	83%	79%	74%	70%
40	74%	78%	82%	86%	90%	93%	96%	98%	99%	100%	99%	98%	96%	93%	90%	86%	82%	78%	74%
30	78%	81%	85%	88%	91%	94%	96%	97%	98%	99%	98%	97%	96%	94%	91%	88%	85%	81%	78%
20	81%	83%	85%	88%	90%	92%	93%	94%	95%	95%	95%	94%	93%	92%	90%	88%	85%	83%	81%
10	83%	84%	85%	86%	88%	88%	89%	90%	90%	90%	90%	90%	89%	88%	88%	86%	85%	84%	83%
水平面	83%	83%	83%	83%	83%	83%	83%	83%	83%	83%	83%	83%	83%	83%	83%	83%	83%	83%	83%

续表 B.0.2-1

成都 纬度 30°35'

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	60%	60%	61%	61%	62%	63%	64%	64%	64%	64%	64%	64%	64%	63%	62%	61%	61%	60%	60%
80	67%	67%	68%	69%	69%	70%	71%	71%	71%	71%	71%	71%	71%	70%	69%	69%	68%	67%	67%
70	74%	74%	74%	75%	76%	77%	78%	78%	78%	78%	78%	78%	78%	77%	76%	75%	74%	74%	74%
60	80%	81%	81%	81%	82%	83%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	84%	83%	82%	81%	81%	81%	80%
50	85%	86%	87%	88%	88%	88%	89%	89%	89%	89%	89%	89%	89%	88%	88%	88%	87%	86%	85%
40	91%	91%	91%	92%	92%	93%	93%	94%	94%	94%	94%	94%	94%	93%	92%	92%	91%	91%	91%
30	95%	95%	95%	95%	96%	96%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	96%	96%	95%	95%	95%	95%
20	98%	98%	98%	98%	98%	98%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	98%	98%	98%	98%	98%	98%
10	99%	99%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	99%	99%
水平面	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

续表 B.0.2-1

上海 纬度 31°08'

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	47%	51%	56%	61%	65%	70%	75%	78%	80%	81%	80%	78%	75%	70%	65%	61%	56%	51%	47%
80	53%	57%	62%	68%	73%	78%	82%	85%	88%	88%	88%	85%	82%	78%	73%	68%	62%	57%	53%
70	58%	63%	68%	74%	79%	84%	88%	91%	93%	94%	93%	91%	88%	84%	79%	74%	68%	63%	58%
60	63%	68%	74%	79%	84%	89%	92%	96%	97%	98%	97%	96%	92%	89%	84%	79%	74%	68%	63%
50	68%	73%	78%	83%	88%	92%	95%	98%	99%	100%	99%	98%	95%	92%	88%	83%	78%	73%	68%
40	72%	77%	81%	85%	89%	93%	96%	98%	99%	100%	99%	98%	96%	93%	89%	85%	81%	77%	72%
30	76%	80%	83%	87%	90%	93%	95%	96%	98%	98%	98%	96%	95%	93%	90%	87%	83%	80%	76%
20	79%	81%	84%	86%	89%	90%	92%	93%	94%	94%	94%	93%	92%	90%	89%	86%	84%	81%	79%
10	80%	82%	83%	84%	85%	87%	87%	88%	88%	88%	88%	88%	87%	87%	85%	84%	83%	82%	80%
水平面	81%	81%	81%	81%	81%	81%	81%	81%	81%	81%	81%	81%	81%	81%	81%	81%	81%	81%	81%

续表 B.0.2-1

西安 纬度 34°24'

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	50%	55%	60%	65%	71%	76%	81%	84%	87%	87%	87%	84%	81%	76%	71%	65%	60%	55%	50%
80	55%	60%	65%	71%	76%	82%	87%	90%	93%	93%	90%	87%	82%	76%	71%	65%	60%	55%	55%
70	58%	64%	69%	75%	81%	86%	91%	94%	96%	97%	96%	94%	91%	86%	81%	75%	69%	64%	58%
60	62%	68%	73%	79%	84%	89%	94%	97%	99%	99%	97%	94%	89%	84%	79%	73%	68%	62%	62%
50	66%	71%	76%	81%	86%	91%	95%	97%	99%	100%	99%	97%	93%	91%	86%	81%	76%	71%	66%
40	69%	73%	78%	83%	87%	91%	94%	96%	98%	98%	96%	94%	91%	87%	83%	78%	73%	69%	69%
30	71%	75%	79%	82%	86%	89%	92%	94%	94%	95%	94%	94%	92%	89%	86%	82%	79%	75%	71%
20	73%	76%	79%	81%	84%	86%	87%	89%	90%	90%	89%	87%	87%	86%	84%	81%	79%	76%	73%
10	74%	76%	77%	79%	80%	81%	82%	82%	83%	83%	83%	82%	82%	81%	80%	79%	77%	76%	74%
水平面	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%

续表 B.0.2-1

郑州 纬度 34°51'

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	48%	53%	58%	63%	69%	75%	79%	83%	86%	86%	86%	83%	79%	75%	69%	63%	58%	53%	48%
80	53%	58%	63%	69%	75%	81%	86%	89%	92%	92%	89%	86%	81%	75%	69%	63%	58%	53%	53%
70	57%	62%	68%	74%	80%	86%	91%	94%	96%	97%	96%	94%	91%	86%	80%	74%	68%	62%	57%
60	61%	67%	73%	78%	84%	89%	93%	97%	99%	99%	99%	97%	93%	89%	84%	78%	73%	67%	61%
50	65%	70%	75%	81%	86%	91%	95%	98%	99%	100%	99%	98%	95%	91%	86%	81%	75%	70%	65%
40	68%	73%	78%	82%	87%	91%	94%	97%	98%	99%	98%	97%	94%	91%	87%	82%	78%	73%	68%
30	71%	75%	79%	83%	86%	89%	92%	94%	95%	95%	95%	94%	92%	89%	86%	83%	79%	75%	71%
20	73%	76%	79%	81%	84%	86%	88%	89%	90%	90%	90%	89%	88%	86%	84%	81%	79%	76%	73%
10	75%	76%	77%	79%	80%	81%	82%	83%	83%	83%	83%	83%	82%	81%	80%	79%	77%	76%	75%
水平面	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%

续表 B.0.2-1

青岛 36°16'

纬度

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	45%	50%	56%	61%	68%	73%	79%	82%	85%	86%	85%	82%	79%	73%	68%	61%	56%	50%	45%
80	50%	56%	62%	68%	74%	80%	85%	89%	92%	92%	92%	89%	85%	80%	74%	68%	62%	56%	50%
70	55%	61%	67%	73%	79%	85%	90%	94%	96%	97%	96%	94%	90%	85%	79%	73%	67%	61%	55%
60	59%	65%	71%	77%	83%	89%	93%	97%	99%	100%	99%	97%	93%	89%	83%	77%	71%	65%	59%
50	63%	69%	75%	80%	86%	91%	95%	98%	100%	100%	100%	98%	95%	91%	86%	80%	75%	69%	63%
40	67%	72%	77%	82%	86%	91%	94%	97%	98%	99%	98%	97%	94%	91%	86%	82%	77%	72%	67%
30	70%	74%	78%	82%	85%	89%	92%	94%	95%	95%	95%	94%	92%	89%	85%	82%	78%	74%	70%
20	72%	75%	78%	81%	83%	85%	87%	89%	90%	90%	90%	89%	87%	85%	83%	81%	78%	75%	72%
10	73%	75%	76%	78%	79%	80%	81%	82%	82%	82%	82%	82%	81%	80%	79%	78%	76%	75%	73%
水平面	74%	74%	74%	74%	74%	74%	74%	74%	74%	74%	74%	74%	74%	74%	74%	74%	74%	74%	74%

续表 B.0.2-1

兰州 36°03'

兰州

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	52%	57%	63%	68%	74%	79%	84%	88%	91%	91%	91%	88%	84%	79%	74%	68%	63%	57%	52%
80	55%	61%	67%	72%	78%	84%	89%	93%	95%	96%	95%	93%	89%	84%	78%	72%	67%	61%	55%
70	58%	64%	70%	76%	82%	88%	92%	96%	98%	99%	98%	96%	92%	88%	82%	76%	70%	64%	58%
60	61%	67%	73%	78%	84%	90%	94%	97%	99%	100%	99%	97%	94%	90%	84%	78%	73%	67%	61%
50	64%	69%	75%	80%	85%	90%	94%	97%	99%	99%	99%	97%	94%	90%	85%	80%	75%	69%	64%
40	66%	71%	76%	80%	85%	89%	92%	95%	96%	97%	96%	95%	92%	88%	85%	80%	76%	71%	66%
30	68%	72%	76%	80%	83%	86%	89%	91%	92%	92%	92%	91%	89%	86%	83%	80%	76%	72%	68%
20	69%	72%	75%	78%	80%	82%	84%	85%	86%	86%	86%	85%	84%	82%	80%	78%	75%	72%	69%
10	70%	72%	73%	75%	76%	77%	78%	79%	79%	79%	79%	79%	78%	77%	76%	75%	73%	72%	70%
水平面	71%	71%	71%	71%	71%	71%	71%	71%	71%	71%	71%	71%	71%	71%	71%	71%	71%	71%	71%

续表 B.0.2-1

纬度 36°43'

济南

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	49%	53%	59%	65%	71%	77%	82%	86%	88%	89%	88%	86%	82%	77%	71%	65%	59%	53%	49%
80	52%	58%	64%	70%	76%	82%	87%	92%	94%	95%	94%	92%	87%	82%	75%	70%	64%	58%	52%
70	56%	62%	68%	74%	81%	86%	92%	95%	98%	98%	98%	95%	92%	86%	81%	74%	68%	62%	56%
60	59%	65%	72%	78%	84%	89%	94%	97%	99%	100%	99%	97%	94%	89%	84%	78%	72%	65%	59%
50	63%	69%	74%	80%	85%	90%	94%	97%	99%	100%	99%	97%	94%	90%	85%	80%	74%	69%	63%
40	65%	71%	76%	81%	85%	90%	93%	95%	97%	98%	97%	95%	93%	90%	85%	81%	76%	71%	65%
30	68%	72%	76%	80%	84%	87%	90%	92%	93%	94%	93%	92%	90%	87%	84%	80%	76%	72%	68%
20	70%	73%	76%	79%	81%	83%	85%	87%	87%	88%	87%	85%	83%	83%	81%	79%	76%	73%	70%
10	71%	72%	74%	76%	77%	78%	79%	80%	80%	80%	80%	79%	78%	78%	77%	76%	74%	72%	71%
水平面	71%	71%	71%	71%	71%	71%	71%	71%	71%	71%	71%	71%	71%	71%	71%	71%	71%	71%	71%



续表 B.0.2-1

太原 37°42'

太原

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	50%	55%	61%	67%	73%	79%	85%	89%	91%	92%	91%	89%	85%	79%	73%	67%	61%	55%	50%
80	53%	58%	65%	71%	78%	84%	89%	93%	96%	97%	96%	93%	89%	84%	78%	71%	65%	58%	53%
70	55%	62%	68%	74%	81%	87%	92%	96%	98%	99%	98%	96%	92%	87%	81%	74%	68%	62%	55%
60	58%	64%	70%	77%	83%	89%	93%	97%	99%	100%	99%	97%	93%	89%	83%	77%	70%	64%	58%
50	60%	66%	72%	78%	84%	89%	93%	96%	98%	99%	98%	96%	93%	89%	84%	78%	72%	66%	60%
40	62%	68%	73%	78%	83%	87%	91%	93%	95%	95%	95%	93%	91%	87%	83%	78%	73%	68%	62%
30	64%	68%	73%	77%	81%	84%	87%	89%	90%	90%	90%	89%	87%	84%	81%	77%	73%	68%	64%
20	65%	69%	71%	74%	77%	79%	81%	83%	84%	84%	84%	83%	81%	79%	77%	74%	71%	69%	65%
10	66%	68%	70%	71%	72%	74%	75%	75%	76%	76%	76%	75%	75%	74%	72%	71%	70%	68%	66%
水平面	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%

续表 B.0.2-1

天津 纬度 38°56'

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	47%	53%	59%	66%	72%	79%	85%	89%	92%	93%	92%	89%	85%	79%	72%	66%	59%	53%	47%
80	50%	56%	63%	70%	77%	84%	89%	94%	96%	97%	96%	94%	89%	84%	77%	70%	63%	56%	50%
70	53%	59%	66%	73%	80%	87%	92%	96%	99%	100%	99%	96%	92%	87%	80%	73%	66%	59%	53%
60	55%	62%	68%	75%	82%	88%	93%	97%	99%	100%	99%	97%	93%	88%	82%	75%	68%	62%	55%
50	57%	64%	70%	76%	82%	88%	92%	96%	98%	98%	98%	96%	92%	88%	82%	76%	70%	64%	57%
40	59%	65%	71%	76%	81%	86%	90%	92%	94%	95%	94%	92%	90%	86%	81%	76%	71%	65%	59%
30	61%	66%	70%	75%	79%	82%	85%	87%	89%	89%	89%	87%	85%	82%	79%	75%	70%	66%	61%
20	62%	66%	69%	72%	75%	77%	79%	81%	82%	82%	82%	81%	79%	77%	75%	72%	69%	66%	62%
10	63%	65%	66%	68%	70%	71%	72%	73%	73%	73%	73%	73%	72%	71%	70%	68%	66%	65%	63%
水平面	64%	64%	64%	64%	64%	64%	64%	64%	64%	64%	64%	64%	64%	64%	64%	64%	64%	64%	64%

续表 B.0.2-1

抚顺 纬度 41°55'

东

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	44%	50%	57%	65%	72%	66%	86%	91%	94%	95%	94%	91%	86%	66%	72%	65%	57%	50%	44%
80	47%	53%	61%	68%	76%	73%	90%	95%	97%	98%	97%	95%	90%	73%	75%	68%	61%	53%	47%
70	49%	56%	63%	71%	79%	78%	92%	96%	99%	100%	99%	96%	92%	78%	79%	71%	63%	56%	49%
60	51%	58%	65%	73%	80%	83%	92%	96%	99%	100%	99%	96%	92%	83%	80%	73%	65%	58%	51%
50	53%	59%	66%	73%	80%	86%	91%	94%	96%	97%	96%	94%	91%	86%	80%	73%	66%	59%	53%
40	54%	60%	66%	72%	78%	86%	87%	90%	92%	93%	92%	90%	87%	86%	78%	72%	66%	60%	54%
30	55%	60%	65%	70%	75%	86%	82%	84%	86%	86%	86%	84%	82%	86%	75%	70%	65%	60%	55%
20	56%	60%	64%	67%	70%	84%	75%	77%	77%	78%	77%	77%	75%	84%	70%	67%	64%	60%	56%
10	57%	59%	61%	63%	64%	79%	67%	68%	68%	68%	68%	68%	67%	79%	64%	63%	61%	59%	57%
水平面	58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%

续表 B.0.2-1

长春 纬度 43°54'

长春

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	39%	46%	53%	62%	70%	79%	86%	91%	94%	95%	94%	91%	86%	79%	70%	62%	53%	46%	39%
80	41%	48%	57%	65%	74%	82%	89%	95%	98%	99%	98%	95%	89%	82%	74%	65%	57%	48%	41%
70	43%	50%	59%	67%	76%	84%	91%	96%	99%	100%	99%	96%	91%	84%	76%	67%	59%	50%	43%
60	44%	52%	60%	69%	77%	84%	90%	95%	98%	99%	98%	95%	90%	84%	77%	69%	60%	52%	44%
50	46%	53%	60%	68%	76%	82%	88%	92%	94%	95%	94%	92%	88%	82%	76%	68%	60%	53%	46%
40	47%	53%	60%	67%	75%	79%	83%	87%	89%	89%	89%	87%	83%	79%	73%	67%	60%	53%	47%
30	47%	53%	59%	64%	69%	73%	77%	79%	81%	82%	81%	79%	77%	73%	69%	64%	59%	53%	47%
20	48%	52%	56%	60%	63%	66%	69%	71%	72%	72%	72%	71%	69%	66%	63%	60%	56%	52%	48%
10	49%	51%	53%	55%	57%	58%	60%	60%	61%	61%	61%	60%	60%	58%	57%	55%	53%	51%	49%
水平面	49%	49%	49%	49%	49%	49%	49%	49%	49%	49%	49%	49%	49%	49%	49%	49%	49%	49%	49%

表 B.0.2-2 季节蓄热系统代表城市的太阳能集热器补偿面积比  $R_s$

	$R_s$ 大于 90% 的范围			$R_s$ 小于 90% 的范围			$R_s$ 大于 95% 的范围			北京 39°48' 纬度										
	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10°南	10	20	30	40	50	60	70	80	西		
90	52%	55%	58%	61%	63%	65%	67%	68%	69%	69%	68%	67%	65%	63%	61%	58%	55%	52%		
80	58%	61%	65%	68%	71%	73%	76%	77%	78%	78%	77%	76%	73%	71%	68%	65%	61%	58%		
70	63%	67%	71%	75%	78%	81%	83%	85%	86%	86%	85%	83%	81%	78%	75%	71%	67%	63%		
60	69%	73%	77%	81%	84%	87%	89%	91%	92%	92%	91%	89%	87%	84%	81%	77%	73%	69%		
50	75%	78%	82%	86%	89%	92%	94%	96%	97%	97%	96%	94%	92%	89%	86%	82%	78%	75%		
40	79%	83%	86%	89%	92%	95%	97%	98%	99%	99%	98%	97%	95%	92%	89%	86%	83%	79%		
30	83%	86%	89%	92%	94%	96%	98%	99%	100%	100%	99%	98%	96%	94%	92%	89%	86%	83%		
20	87%	89%	91%	93%	94%	96%	97%	98%	99%	98%	98%	97%	96%	94%	93%	91%	89%	87%		
10	89%	90%	91%	92%	93%	94%	94%	95%	95%	95%	95%	94%	94%	93%	92%	91%	90%	89%		
水平面	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%	90%		

续表 B.0.2-2

武汉 30°35'

武汉

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	54%	55%	57%	58%	58%	59%	59%	59%	59%	59%	59%	59%	59%	59%	58%	58%	57%	55%	54%
80	61%	62%	64%	65%	66%	67%	68%	68%	68%	69%	68%	68%	68%	67%	66%	65%	64%	62%	61%
70	68%	70%	71%	73%	74%	75%	76%	77%	77%	77%	77%	77%	76%	75%	74%	73%	71%	70%	68%
60	74%	76%	78%	80%	81%	82%	83%	84%	84%	84%	84%	84%	83%	82%	81%	80%	78%	76%	74%
50	80%	82%	84%	86%	87%	88%	89%	90%	91%	91%	91%	90%	89%	88%	87%	86%	84%	82%	80%
40	86%	88%	89%	91%	92%	93%	94%	95%	95%	95%	95%	95%	94%	93%	92%	91%	89%	88%	86%
30	91%	92%	93%	95%	96%	97%	98%	98%	98%	99%	98%	98%	98%	97%	96%	95%	93%	92%	91%
20	94%	95%	96%	97%	98%	99%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	99%	98%	97%	96%	95%	94%
10	97%	97%	98%	98%	99%	99%	99%	99%	100%	100%	99%	99%	99%	99%	99%	98%	98%	97%	97%
水平面	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%

续表 B.0.2-2

昆明 纬度 25°01'

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	52%	54%	56%	57%	58%	59%	59%	60%	60%	60%	60%	60%	59%	59%	58%	57%	56%	54%	52%
80	59%	61%	63%	65%	66%	67%	68%	69%	69%	69%	69%	69%	68%	67%	66%	65%	63%	61%	59%
70	66%	68%	70%	72%	74%	75%	76%	77%	78%	78%	78%	77%	76%	75%	74%	72%	70%	68%	66%
60	73%	75%	77%	79%	81%	82%	84%	85%	85%	85%	85%	85%	84%	82%	81%	79%	77%	75%	73%
50	79%	81%	83%	85%	87%	89%	90%	91%	91%	92%	91%	91%	90%	89%	87%	85%	83%	81%	79%
40	85%	87%	89%	90%	92%	93%	95%	95%	96%	96%	96%	95%	95%	95%	92%	90%	89%	87%	85%
30	90%	91%	93%	94%	96%	97%	98%	98%	99%	99%	99%	98%	98%	97%	96%	94%	93%	91%	90%
20	93%	94%	96%	97%	98%	98%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	98%	98%	97%	96%	94%	93%
10	96%	96%	97%	97%	98%	98%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	98%	98%	97%	97%	96%	96%
水平面	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%

续表 B.0.2-2

贵阳 纬度 26°07'

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	54%	56%	57%	58%	58%	59%	59%	59%	59%	59%	59%	59%	59%	59%	58%	58%	57%	56%	54%
80	61%	63%	64%	65%	66%	67%	68%	68%	68%	68%	68%	68%	68%	67%	66%	65%	64%	63%	61%
70	68%	70%	71%	73%	74%	76%	76%	76%	77%	77%	77%	76%	76%	76%	74%	73%	71%	70%	68%
60	75%	77%	78%	79%	81%	82%	83%	84%	84%	84%	84%	84%	83%	82%	81%	79%	78%	77%	75%
50	81%	83%	84%	86%	87%	88%	89%	90%	90%	90%	90%	90%	89%	88%	87%	86%	84%	83%	81%
40	87%	88%	90%	91%	92%	93%	94%	95%	95%	95%	95%	95%	94%	93%	92%	91%	90%	88%	87%
30	91%	93%	94%	95%	96%	97%	97%	98%	98%	98%	98%	98%	97%	97%	96%	95%	94%	93%	91%
20	95%	96%	97%	97%	98%	99%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	99%	98%	97%	97%	96%	95%
10	97%	98%	98%	99%	99%	99%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	99%	99%	99%	98%	98%	97%
水平面	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%



续表 B.0.2-2

长沙 28°06'

东

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	54%	55%	56%	57%	57%	58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%	57%	57%	56%	55%	54%
80	61%	62%	63%	64%	61%	66%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	66%	61%	64%	63%	62%	61%
70	67%	69%	71%	72%	73%	74%	75%	75%	75%	76%	75%	75%	75%	74%	73%	72%	71%	69%	67%
60	74%	76%	78%	79%	80%	81%	82%	83%	83%	83%	83%	83%	82%	81%	80%	79%	78%	76%	74%
50	81%	82%	84%	85%	87%	88%	89%	89%	90%	90%	90%	89%	89%	88%	87%	85%	84%	82%	81%
40	86%	88%	89%	91%	92%	93%	94%	94%	95%	95%	95%	94%	94%	93%	92%	91%	89%	88%	86%
30	91%	92%	94%	95%	96%	97%	97%	98%	98%	98%	98%	98%	97%	97%	96%	95%	94%	92%	91%
20	95%	96%	97%	97%	98%	99%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	99%	98%	97%	97%	96%	95%
10	97%	98%	98%	99%	99%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	99%	99%	99%	98%	98%	97%
水平面	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%

续表 B.0.2-2

广州 23°12'

纬度

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	53%	54%	55%	56%	57%	57%	58%	58%	58%	57%	58%	58%	58%	57%	57%	56%	55%	54%	53%
80	60%	61%	63%	64%	65%	66%	66%	67%	67%	67%	67%	67%	66%	66%	65%	64%	63%	61%	60%
70	67%	69%	70%	72%	73%	74%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	74%	73%	72%	70%	69%	67%
60	74%	75%	77%	79%	80%	81%	82%	83%	83%	83%	83%	83%	82%	81%	80%	79%	77%	75%	74%
50	80%	82%	84%	85%	86%	88%	89%	89%	90%	90%	90%	89%	89%	88%	86%	85%	84%	82%	80%
40	86%	87%	89%	90%	92%	93%	94%	94%	95%	95%	95%	94%	94%	93%	92%	90%	89%	87%	86%
30	91%	92%	93%	95%	96%	97%	97%	98%	98%	98%	98%	98%	97%	97%	96%	95%	93%	92%	91%
20	95%	95%	96%	97%	98%	99%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	99%	98%	97%	96%	95%	95%
10	97%	97%	98%	98%	99%	99%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	99%	99%	98%	98%	97%	97%
水平面	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%

续表 B.0.2-2

南昌 28°42'

南昌

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	54%	55%	56%	57%	58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%	57%	56%	55%	54%
80	61%	62%	64%	65%	66%	66%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	67%	66%	65%	65%	64%	62%	61%
70	68%	69%	71%	72%	73%	74%	75%	75%	76%	76%	76%	75%	75%	74%	73%	72%	71%	69%	68%
60	74%	76%	78%	79%	81%	82%	82%	83%	83%	84%	83%	83%	82%	82%	81%	79%	78%	76%	74%
50	81%	82%	84%	86%	87%	88%	89%	89%	90%	90%	90%	89%	89%	88%	87%	86%	84%	82%	81%
40	86%	88%	89%	91%	92%	93%	94%	94%	95%	95%	95%	94%	94%	93%	92%	91%	89%	88%	86%
30	91%	92%	94%	95%	96%	97%	97%	98%	98%	98%	98%	98%	97%	97%	96%	95%	94%	92%	91%
20	95%	96%	97%	97%	98%	99%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	99%	98%	97%	97%	96%	95%
10	97%	98%	98%	99%	99%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	99%	99%	99%	98%	98%	97%
水平面	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%

续表 B.0.2-2

成都 纬度 30°35'

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%	57%	57%	57%	58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%	58%
80	65%	65%	66%	66%	66%	66%	66%	65%	65%	65%	65%	65%	66%	66%	66%	66%	65%	65%	65%
70	72%	72%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	73%	72%	72%	72%
60	78%	79%	79%	79%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	79%	79%	79%	78%
50	84%	85%	85%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	86%	85%	85%	85%	84%
40	89%	90%	90%	91%	91%	91%	91%	92%	92%	92%	92%	92%	91%	91%	91%	91%	90%	90%	89%
30	94%	94%	94%	95%	95%	95%	95%	96%	96%	96%	96%	96%	95%	95%	95%	94%	94%	94%	94%
20	97%	97%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	99%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	97%	97%
10	99%	99%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	99%	99%
水平面	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

续表 B.0.2-2

上海 纬度 31°08'

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	55%	56%	57%	58%	59%	60%	61%	61%	61%	61%	61%	61%	61%	60%	59%	58%	57%	56%	55%
80	61%	63%	65%	66%	67%	68%	69%	69%	70%	70%	70%	69%	69%	68%	67%	66%	65%	63%	61%
70	68%	70%	72%	73%	75%	76%	77%	77%	78%	78%	78%	77%	77%	76%	75%	73%	72%	70%	68%
60	75%	77%	78%	80%	82%	83%	84%	85%	85%	85%	85%	85%	84%	83%	82%	80%	78%	77%	75%
50	81%	83%	84%	86%	88%	89%	90%	91%	91%	91%	91%	91%	90%	89%	88%	86%	84%	83%	81%
40	86%	88%	90%	91%	92%	94%	94%	95%	96%	96%	96%	95%	94%	94%	92%	91%	90%	88%	86%
30	91%	92%	94%	95%	96%	97%	98%	98%	99%	99%	99%	98%	98%	97%	96%	95%	94%	92%	91%
20	94%	95%	96%	97%	98%	99%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	99%	98%	97%	96%	95%	94%
10	97%	97%	98%	98%	99%	99%	99%	100%	100%	100%	100%	99%	99%	99%	99%	98%	98%	97%	97%
水平面	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%

续表 B.0.2-2

西安 纬度 34°24'

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	55%	57%	58%	60%	61%	62%	62%	62%	63%	63%	63%	62%	62%	62%	61%	60%	58%	57%	55%
80	62%	64%	65%	67%	68%	69%	70%	71%	71%	71%	71%	71%	70%	69%	68%	67%	65%	64%	62%
70	68%	71%	72%	74%	75%	77%	78%	79%	79%	79%	79%	79%	78%	77%	75%	74%	72%	71%	68%
60	75%	77%	79%	81%	82%	84%	85%	86%	86%	86%	86%	86%	85%	84%	82%	81%	79%	77%	75%
50	81%	83%	85%	86%	88%	89%	91%	91%	92%	92%	92%	91%	91%	89%	88%	86%	85%	83%	81%
40	86%	88%	90%	91%	93%	94%	95%	96%	96%	96%	96%	96%	95%	94%	93%	91%	90%	88%	86%
30	90%	92%	93%	95%	96%	97%	98%	99%	99%	99%	99%	99%	98%	97%	96%	95%	93%	92%	90%
20	94%	95%	96%	97%	98%	99%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	99%	98%	97%	96%	95%	94%
10	96%	97%	97%	98%	98%	98%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	98%	98%	98%	97%	97%	96%
水平面	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%

续表 B.0.2-2

郑州 34.51 纬度

郑州

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	55%	57%	58%	60%	83%	62%	63%	63%	63%	63%	63%	63%	63%	62%	83%	60%	58%	57%	55%
80	62%	64%	66%	67%	69%	70%	71%	72%	72%	72%	72%	72%	71%	70%	69%	67%	66%	64%	62%
70	68%	70%	72%	74%	76%	77%	79%	79%	80%	72%	80%	79%	79%	77%	75%	74%	72%	70%	68%
60	75%	77%	79%	81%	83%	84%	85%	86%	87%	87%	87%	86%	85%	84%	83%	81%	79%	77%	75%
50	81%	83%	85%	87%	88%	90%	91%	92%	92%	93%	92%	92%	91%	90%	88%	87%	85%	83%	81%
40	86%	88%	90%	91%	93%	94%	95%	96%	96%	97%	96%	96%	95%	94%	93%	91%	90%	88%	86%
30	90%	92%	93%	95%	96%	97%	98%	99%	99%	99%	99%	99%	98%	97%	96%	95%	93%	92%	90%
20	94%	95%	96%	97%	98%	99%	99%	100%	100%	100%	100%	100%	99%	99%	98%	97%	96%	95%	94%
10	96%	96%	97%	97%	98%	98%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	99%	98%	98%	97%	97%	96%	96%
水平面	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%	97%

续表 B.0.2-2

青岛 纬度 36°16'

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	54%	56%	58%	60%	62%	63%	64%	65%	66%	66%	66%	65%	64%	63%	62%	60%	58%	56%	54%
80	60%	63%	65%	67%	70%	71%	73%	74%	75%	75%	75%	74%	73%	71%	70%	67%	65%	63%	60%
70	67%	69%	72%	75%	77%	79%	80%	82%	82%	83%	82%	82%	80%	79%	77%	75%	72%	69%	67%
60	73%	76%	78%	81%	83%	85%	87%	88%	89%	89%	89%	88%	87%	85%	83%	81%	78%	76%	73%
50	79%	81%	84%	87%	89%	91%	92%	94%	94%	95%	94%	94%	92%	91%	89%	87%	84%	81%	79%
40	84%	87%	89%	91%	93%	95%	96%	97%	98%	98%	98%	97%	96%	95%	93%	91%	89%	87%	84%
30	88%	90%	92%	94%	96%	97%	98%	99%	100%	100%	100%	99%	98%	97%	96%	94%	92%	90%	88%
20	92%	93%	94%	96%	97%	98%	99%	99%	100%	100%	99%	99%	99%	98%	97%	96%	94%	93%	92%
10	94%	95%	95%	96%	97%	97%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	97%	97%	96%	95%	95%	94%
水平面	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%



续表 B.0.2-2

兰州 36°03'

兰州

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	54%	56%	58%	60%	61%	62%	63%	64%	64%	64%	64%	64%	63%	62%	61%	60%	58%	56%	54%
80	60%	63%	65%	67%	69%	71%	72%	73%	73%	73%	73%	73%	72%	71%	69%	67%	65%	63%	60%
70	66%	69%	72%	74%	76%	78%	80%	81%	81%	82%	81%	81%	80%	78%	75%	74%	72%	69%	66%
60	72%	75%	78%	81%	83%	85%	86%	88%	88%	89%	88%	88%	86%	85%	83%	81%	78%	75%	72%
50	78%	81%	84%	86%	89%	90%	92%	93%	94%	94%	94%	93%	92%	90%	89%	86%	84%	81%	78%
40	83%	86%	88%	91%	93%	95%	96%	97%	98%	98%	98%	97%	96%	95%	93%	91%	88%	86%	83%
30	88%	90%	92%	94%	96%	97%	98%	99%	100%	100%	100%	99%	98%	97%	96%	94%	92%	90%	88%
20	91%	93%	94%	96%	97%	98%	99%	99%	100%	100%	99%	99%	99%	98%	97%	96%	94%	93%	91%
10	94%	95%	95%	96%	97%	97%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	97%	97%	96%	95%	95%	94%
水平面	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%

续表 B.0.2-2

纬度 36°43'

济南

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	53%	56%	58%	60%	62%	63%	64%	65%	65%	65%	65%	65%	64%	63%	62%	60%	58%	56%	53%
80	60%	62%	65%	67%	69%	71%	73%	74%	74%	74%	74%	74%	73%	71%	69%	67%	65%	62%	60%
70	66%	69%	72%	74%	77%	79%	80%	82%	82%	83%	82%	82%	80%	79%	77%	74%	72%	69%	66%
60	72%	75%	78%	81%	83%	85%	87%	88%	89%	89%	89%	88%	87%	85%	83%	81%	78%	75%	72%
50	78%	81%	84%	86%	89%	91%	92%	94%	94%	95%	94%	94%	92%	91%	89%	86%	84%	81%	78%
40	83%	86%	88%	91%	93%	95%	96%	97%	98%	98%	97%	97%	96%	95%	93%	91%	88%	86%	83%
30	88%	90%	92%	94%	96%	97%	98%	99%	100%	100%	100%	99%	98%	97%	96%	94%	92%	90%	88%
20	91%	93%	94%	95%	97%	98%	99%	99%	100%	100%	99%	99%	99%	98%	97%	95%	94%	93%	91%
10	93%	94%	95%	96%	98%	97%	97%	98%	98%	98%	98%	98%	97%	97%	96%	96%	95%	94%	93%
水平面	94%	94%	94%	94%	94%	94%	94%	94%	94%	94%	94%	94%	94%	94%	94%	94%	94%	94%	94%

续表 B.0.2-2

太原 37°42' 纬度

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	54%	56%	59%	61%	63%	64%	66%	66%	67%	67%	67%	66%	66%	64%	63%	61%	59%	56%	54%
80	60%	63%	66%	68%	70%	72%	74%	75%	76%	76%	76%	75%	74%	72%	70%	68%	66%	63%	60%
70	66%	69%	72%	75%	77%	80%	81%	83%	84%	84%	84%	83%	81%	80%	77%	75%	72%	69%	66%
60	72%	75%	78%	81%	84%	86%	88%	89%	90%	90%	90%	89%	88%	86%	84%	81%	78%	75%	72%
50	77%	81%	84%	86%	89%	91%	93%	94%	95%	95%	95%	94%	93%	91%	89%	86%	84%	81%	77%
40	82%	85%	88%	91%	93%	95%	96%	98%	98%	99%	98%	98%	96%	95%	93%	91%	88%	85%	82%
30	87%	89%	91%	93%	95%	97%	98%	99%	100%	100%	100%	99%	98%	97%	95%	93%	91%	89%	87%
20	90%	92%	93%	95%	96%	97%	98%	99%	99%	100%	99%	99%	98%	97%	96%	95%	93%	92%	90%
10	92%	93%	94%	95%	95%	96%	96%	97%	97%	97%	97%	97%	96%	96%	95%	95%	94%	93%	92%
水平面	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%	93%

续表 B.0.2-2

天津 纬度 38°56'

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	53%	56%	58%	61%	63%	65%	66%	67%	68%	68%	68%	67%	66%	65%	63%	61%	58%	56%	53%
80	59%	62%	65%	68%	71%	73%	75%	76%	77%	77%	77%	76%	75%	73%	71%	68%	65%	62%	59%
70	65%	68%	72%	75%	78%	80%	82%	84%	85%	85%	85%	84%	82%	80%	78%	75%	72%	68%	65%
60	71%	74%	78%	81%	84%	86%	88%	90%	91%	91%	91%	90%	88%	86%	84%	81%	78%	74%	71%
50	76%	80%	83%	86%	89%	91%	93%	95%	96%	96%	96%	95%	93%	91%	89%	86%	83%	80%	76%
40	81%	84%	87%	90%	93%	95%	97%	98%	99%	99%	99%	98%	97%	95%	93%	90%	87%	84%	81%
30	85%	88%	90%	93%	95%	97%	98%	99%	100%	100%	100%	99%	98%	97%	95%	93%	90%	88%	85%
20	89%	91%	92%	94%	95%	97%	98%	98%	99%	99%	98%	98%	97%	97%	95%	94%	92%	91%	89%
10	91%	92%	93%	94%	94%	95%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	96%	95%	94%	94%	93%	92%	91%
水平面	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%	92%

续表 B.0.2-2

抚顺 纬度 41°55'

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	54%	57%	60%	63%	66%	68%	70%	72%	73%	73%	73%	72%	70%	68%	66%	63%	60%	57%	54%
80	59%	63%	67%	70%	73%	76%	78%	80%	81%	81%	81%	80%	78%	76%	73%	70%	67%	63%	59%
70	65%	69%	73%	76%	80%	83%	85%	87%	88%	88%	88%	87%	85%	83%	80%	76%	73%	69%	65%
60	70%	74%	78%	82%	85%	88%	91%	92%	94%	94%	94%	92%	91%	88%	85%	82%	78%	74%	70%
50	75%	79%	83%	86%	90%	92%	95%	96%	98%	98%	98%	96%	95%	92%	90%	86%	83%	79%	75%
40	80%	83%	86%	90%	92%	95%	97%	99%	100%	100%	100%	99%	97%	95%	92%	90%	86%	83%	80%
30	83%	86%	89%	92%	94%	96%	98%	99%	100%	100%	100%	99%	98%	96%	94%	92%	89%	86%	83%
20	86%	88%	90%	92%	94%	95%	97%	97%	98%	98%	97%	97%	97%	95%	94%	92%	90%	88%	86%
10	88%	89%	90%	91%	92%	93%	94%	94%	94%	94%	94%	94%	94%	93%	92%	91%	90%	89%	88%
水平面	89%	89%	89%	89%	89%	89%	89%	89%	89%	89%	89%	89%	89%	89%	89%	89%	89%	89%	89%

续表 B.0.2-2

长春 43°40' 纬度

	东	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	南	10	20	30	40	50	60	70	80	西
90	52%	56%	59%	63%	66%	69%	72%	74%	75%	75%	75%	74%	72%	69%	66%	63%	59%	56%	52%
80	57%	61%	66%	70%	73%	77%	80%	82%	83%	84%	83%	82%	80%	77%	73%	70%	66%	61%	57%
70	62%	67%	71%	76%	80%	83%	86%	89%	90%	90%	90%	89%	86%	83%	80%	76%	71%	67%	62%
60	67%	72%	77%	81%	85%	88%	91%	94%	95%	96%	95%	94%	91%	88%	85%	81%	77%	72%	67%
50	72%	76%	81%	85%	89%	92%	95%	97%	98%	99%	98%	97%	95%	92%	89%	85%	81%	76%	72%
40	76%	80%	84%	88%	91%	94%	97%	98%	100%	100%	100%	98%	97%	94%	91%	88%	84%	80%	76%
30	80%	83%	86%	89%	92%	95%	97%	98%	99%	99%	99%	98%	97%	95%	92%	89%	86%	83%	80%
20	83%	85%	87%	89%	91%	93%	95%	96%	96%	96%	96%	96%	95%	93%	91%	89%	87%	85%	83%
10	84%	86%	87%	88%	89%	90%	91%	91%	92%	92%	92%	91%	91%	90%	89%	88%	87%	86%	84%
水平面	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%	85%

## 附录 C 太阳能集热器平均集热效率计算方法

**C.0.1** 太阳能集热器的集热效率应按下列公式计算：

$$\eta = \eta_0 - UT^* \quad (\text{C.0.1-1})$$

$$\eta = \eta_0 - a_1 T^* - a_2 G(T^*)^2 \quad (\text{C.0.1-2})$$

式中： $\eta$ ——以  $T^*$  为参考的集热器热效率（%）；

$\eta_0$ —— $T^* = 0$  时的集热器热效率（%）；

$U$ ——以  $T^*$  为参考的集热器总热损系数 [ $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ]；

$a_1$ ——以  $T^*$  为参考的常数；

$a_2$ ——以  $T^*$  为参考的常数；

$G$ ——总太阳辐照度 ( $\text{W}/\text{m}^2$ )；

$T^*$ ——归一化温差 [ $(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$ ]，计算式为  $T^* = (t_i - t_a) / G$ ， $t_i$  为集热器工质进口温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )， $t_a$  为环境温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )。

**C.0.2** 当计算短期蓄热太阳能供热采暖系统太阳能集热器集热效率时，归一化温差计算的参数选择应符合下列规定：

1 直接系统的集热器工质进口温度 ( $t_i$ ) 应取采暖系统的回水温度，间接系统的集热器工质进口温度 ( $t_i$ ) 应等于采暖系统的回水温度与换热器的换热温差之和。

2 环境温度 ( $t_a$ ) 应取当地 12 月的月平均室外环境温度。

3 总太阳辐照度 ( $G$ ) 应按下式计算：

$$G = H_d / (3.6 S_d) \quad (\text{C.0.2})$$

式中： $G$ ——总太阳辐照度 ( $\text{W}/\text{m}^2$ )；

$H_d$ ——当地 12 月集热器采光面上的太阳总辐射月平均日辐照量 [ $\text{kJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ ]；

$S_d$ ——当地 12 月的月平均每日的日照小时数 (h)。

**C.0.3** 当计算季节蓄热太阳能供热采暖系统太阳能集热器集热效率时，归一化温差计算的参数选择应符合下列规定：

1 直接系统的集热器工质进口温度 ( $t_i$ ) 应取采暖系统的回水温度，间接系统的集热器工质进口温度 ( $t_i$ ) 应等于采暖系统的回水温度与换热器换热温差之和。

2 环境温度 ( $t_a$ ) 应取当地的年平均室外环境空气温度。

3 总太阳辐照度 ( $G$ ) 应按下式计算：

$$G = H_y / (3.6S_y) \quad (\text{C.0.3})$$

式中： $G$ ——总太阳辐照度 ( $\text{W}/\text{m}^2$ )；

$H_y$ ——当地集热器采光面上的太阳总辐射年平均日辐照量 [ $\text{kJ}/(\text{m}^2\text{d})$ ]；

$S_y$ ——当地的年平均每日的日照小时数 ( $\text{h}$ )。



## 附录 D 太阳能集热系统管路、 水箱热损失率计算方法

**D.0.1** 管路、水箱热损失率 ( $\eta_L$ ) 可按经验取值估算, 也可按下列规定取值:

- 1 短期蓄热太阳能供热采暖系统应为 10%~20%;
- 2 季节蓄热太阳能供热采暖系统应为 10%~15%。

**D.0.2** 需要准确计算管路、水箱热损失率 ( $\eta_L$ ) 时, 可按本标准公式 (D.0.3) ~公式 (D.0.5) 迭代计算。

**D.0.3** 太阳能集热系统管路单位表面积的热损失可按下式计算:

$$q_l = \frac{t - t_a}{\frac{D_0}{2\lambda} \ln \frac{D_0}{D_i} + \frac{1}{a_0}} \quad (\text{D.0.3})$$

式中:  $q_l$ ——管路单位表面积的热损失 ( $\text{W}/\text{m}^2$ );

$D_i$ ——管道保温层内径 (m);

$D_0$ ——管道保温层外径 (m);

$t_a$ ——保温结构周围环境的空气温度 ( $^{\circ}\text{C}$ );

$t$ ——设备及管道外壁温度, 金属管道及设备通常可取介质温度 ( $^{\circ}\text{C}$ );

$a_0$ ——管道外壁表面放热系数 [ $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^{\circ}\text{C})$ ];

$\lambda$ ——保温材料的导热系数 [ $\text{W}/(\text{m} \cdot ^{\circ}\text{C})$ ]。

**D.0.4** 贮水箱单位表面积的热损失可按下式计算:

$$q_l = \frac{t - t_a}{\frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{a}} \quad (\text{D.0.4-1})$$

$$\delta = \frac{D_0 - D_i}{2} \quad (\text{D.0.4-2})$$

式中： $q$ ——贮水箱单位表面积的热损失 ( $\text{W}/\text{m}^2$ )；

$\lambda$ ——保温材料导热系数 [ $\text{W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$ ]；

$a$ ——贮水箱外表面放热系数 [ $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ ]；

$\delta$ ——保温层厚度 (m)，对于圆形水箱保温：

$D_0$ ——管道保温层外径 (m)；

$D_i$ ——管道保温层内径 (m)。

**D.0.5** 管路及贮水箱热损失率 ( $\eta_L$ ) 可按下式计算：

$$\eta_L = (q_1 A_1 + q A_2) / (G A_c \eta_{cd}) \quad (\text{D.0.5})$$

式中： $A_1$ ——管路表面积 ( $\text{m}^2$ )；

$A_2$ ——贮水箱表面积 ( $\text{m}^2$ )；

$A_c$ ——系统集热器总面积 ( $\text{m}^2$ )；

$G$ ——集热器采光面上的总太阳辐照度 ( $\text{W}/\text{m}^2$ )；

$\eta_{cd}$ ——基于总面积的集热器平均集热效率 (%)，应按本标准附录 C 方法计算。

## 附录 E 间接系统热交换器换热面积计算方法

**E. 0.1** 间接系统热交换器换热面积可按下式计算：

$$A_{\text{hx}} = (1 - \eta_{\text{L}}) Q_{\text{hx}} / (\epsilon U_{\text{hx}} \Delta t_{\text{j}}) \quad (\text{E. 0.1})$$

式中： $A_{\text{hx}}$ ——间接系统热交换器换热面积 ( $\text{m}^2$ )；

$\eta_{\text{L}}$ ——贮热水箱到热交换器的管路热损失率，可取 0.02~0.05；

$Q_{\text{hx}}$ ——热交换器换热量 (kW)；

$\epsilon$ ——结垢影响系数，0.6~0.8；

$U_{\text{hx}}$ ——热交换器传热系数，按热交换器技术参数确定；

$\Delta t_{\text{j}}$ ——传热温差，宜取  $5\text{C} \sim 10\text{C}$ 。

**E. 0.2** 热交换器换热量可按下式计算：

$$Q_{\text{hx}} = kfQ / (3600S_{\text{y}}) \quad (\text{E. 0.2})$$

式中： $Q_{\text{hx}}$ ——热交换器换热量 (kW)；

$k$ ——太阳辐照度时变系数，取 1.5~1.8；

$f$ ——太阳能保证率 (%)，按本标准附录 A 选取；

$Q$ ——太阳能供热采暖系统负担的采暖季平均日供热量 (kJ)；

$S_{\text{y}}$ ——当地的年平均每日的日照小时数 (h)。

**E. 0.3** 太阳能供热采暖系统负担的采暖季平均日供热量可按下式计算：

$$Q = Q_{\text{J}} \times 86400 \quad (\text{E. 0.3})$$

式中： $Q$ ——太阳能供热采暖系统负担的采暖季平均日供热量 (kJ)；

$Q_{\text{J}}$ ——太阳能集热系统设计负荷 (kW)。

## 附录 F 常用相变材料特性

F.0.1 常用相变材料特性可按表 F.0.1 选取。

表 F.0.1 常用相变材料特性

相变材料	熔点 (°C)	熔化潜热 (kJ/kg)	固态密度 (kg/m <sup>3</sup> )	比热容 [kJ/(kg·°C)]	
				固态	液态
6 水氯化钙	29.4	170	1630	1340	2310
12 水磷酸二钠	36	280	1520	1690	1940
N-(碳) 烷	36.7	247	856	2210	2010
粗石蜡	47	209.2	785	2890	—
聚乙炔乙二醇	20~25	146	1100	2260	—
10 水硫酸钠	32.4	253	1460	1920	3260
5 水硫代硫酸钠	49	200	1690	1450	2389
硬脂酸	69.4	199	847	1670	2300
硫酸铝钾	93	242	1640	3700	—
赤鲜糖醇	118	340	1480	1380	—

## 附录 G 太阳能供热采暖工程验收报告

**G.0.1** 太阳能供热采暖工程竣工验收报告应符合表 G.0.1 的规定。

**表 G.0.1 太阳能供热采暖工程竣工验收报告**

序号	项目	分项内容	要求	分项验收意见			综合验收意见	
				合格	不合格	备注	合格	不合格
1	技术文件资料	文件、图纸	项目立项、审批文件，地质资料，项目施工设计文件审查报告及其意见，设计变更证明文件、竣工验收图纸齐全					
		环境影响评价资料	对建筑承重及安全、对相关建筑日照影响的分析资料；对水文、地质、生态、相关物理化学指标的影响分析资料齐全					
		设备、材料等性能资料	主要设备、材料、成品、半成品、仪表的出厂合格证明；主要设备、材料性能的第三方检验资料齐全					
2	分部工程验收	隐蔽工程验收	隐蔽工程验收和中间验收记录齐全，验收结论合格					
		屋面防水验收	屋面防水检漏记录齐全，验收结论合格					
		分项工程验收	本标准表 7.3.1 中所包含各相关分项工程的验收记录齐全，验收结论合格					

续表 G. 0.1

序号	项目	分项内容	要求	分项验收意见			综合验收意见		
				合格	不合格	备注	合格	不合格	
3	系统调试	系统水压、生活热水水质	系统水压试验记录、生活热水水质检验记录齐全，符合设计要求，结论合格						
		设备单机、部件调试	设备单机和部件调试的记录资料齐全，符合设计要求，结论合格						
		系统联合调试	系统联合调试记录资料齐全，符合设计要求，结论合格						
		系统热工性能	系统热工性能检验记录齐全，符合设计和本标准第7.3.5条的要求，结论合格						
验收意见				验收负责人					
				验收人员	施工单位负责人				
					验收日期				

## 附录 H 太阳能供热采暖工程效益分析计算公式

**H. 0.1** 太阳能供热采暖工程的年常规能源替代量可按下式计算：

$$\Delta Q_{\text{save}} = A_c J_T (1 - \eta_{\text{cd}}) \eta_c \quad (\text{H. 0.1})$$

式中： $\Delta Q_{\text{save}}$ ——太阳能供热采暖工程的年常规能源替代量 (MJ)；

$A_c$ ——系统的太阳能集热器面积 ( $\text{m}^2$ )；

$J_T$ ——太阳能集热器采光表面上的年总太阳辐照量 ( $\text{MJ}/\text{m}^2$ )；

$\eta_c$ ——太阳能集热器的年平均集热效率 (%)；

$\eta_{\text{cd}}$ ——管路、水泵、水箱和季节蓄热装置的热损失率 (%)。

**H. 0.2** 太阳能供热采暖工程的年节约费用可按下式计算：

$$\text{SAV} = \Delta Q_{\text{save}} \times C_c - A \times DJ \quad (\text{H. 0.2})$$

式中： $\text{SAV}$ ——工程年节约费用 (元)；

$C_c$ ——常规能源热价 (元/MJ)；

$A$ ——太阳能供热采暖工程总增投资 (元)；

$DJ$ ——每年用于与太阳能供热采暖工程有关的维修费用，包括太阳集热器维护、集热系统管道维护和保温等费用占总增投资的百分率。

**H. 0.3** 太阳能供热采暖工程的静态回收期可按下式计算：

$$Y_t = A/\text{SAV} \quad (\text{H. 0.3})$$

式中： $Y_t$ ——太阳能供热采暖工程的静态回收期 (年)；

$A$ ——太阳能供热采暖工程总增投资 (元)；

$\text{SAV}$ ——工程年节约费用 (元)。

**H. 0.4** 系统评估当年的常规能源热价可按下式计算：

$$C_c = C'_c / (q \times Eff) \quad (\text{H. 0. 4})$$

式中： $C'_c$ ——系统评估当年的常规能源价格（元 / kg）；

$q$ ——常规能源的热值（MJ / kg）；

$Eff$ ——常规能源水加热装置的效率（%）。

**H. 0. 5** 太阳能供热采暖系统的费效比可按下式计算：

$$B = A / (\Delta Q_{\text{save}} \times n) \quad (\text{H. 0. 5})$$

式中： $B$ ——系统费效比（元 / kWh）；

$n$ ——分析节省费用的年限，可取 10 年~15 年。

**H. 0. 6** 太阳能供热采暖系统的二氧化碳减排量可按下式计算：

$$\Delta Q_{\text{CO}_2} = \frac{\Delta Q_{\text{save}} \times n}{W \times Eff} \times F_{\text{CO}_2} \quad (\text{H. 0. 6})$$

式中： $\Delta Q_{\text{CO}_2}$ ——系统寿命期内二氧化碳减排量（kg）；

$W$ ——标准煤热值，29. 308MJ/kg；

$F_{\text{CO}_2}$ ——碳排放因子，按表 H. 0. 6 取值。

表 H. 0. 6 碳排放因子

辅助常规能源		煤	石油	天然气	电
碳排放因子	kgCO <sub>2</sub> /kg 标准煤	2. 662	1. 991	1. 481	3. 175



## 本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

- 1) 表示很严格，非这样做不可的：  
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
- 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：  
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
- 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：  
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
- 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 1 《建筑给水排水设计规范》 GB 50015
- 2 《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收标准》 GB 50168
- 3 《电气装置安装工程 接地装置施工及验收规范》 GB 50169
- 4 《工业设备及管道绝热工程质量验收规范》 GB 50185
- 5 《公共建筑节能设计标准》 GB 50189
- 6 《屋面工程质量验收规范》 GB 50207
- 7 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》 GB 50242
- 8 《通风与空调工程施工质量验收规范》 GB 50243
- 9 《建筑工程施工质量验收统一标准》 GB 50300
- 10 《建筑电气工程施工质量验收规范》 GB 50303
- 11 《地源热泵系统工程技术规范》 GB 50366
- 12 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB 50736
- 13 《可再生能源建筑应用工程评价标准》 GB/T 50801
- 14 《太阳能空气集热器技术条件》 GB/T 26976
- 15 《平板型太阳能集热器》 GB/T 6424
- 16 《设备及管道绝热设计导则》 GB/T 8175
- 17 《真空管型太阳能集热器》 GB/T 17581
- 18 《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》 JGJ 26