

UDC

中华人民共和国国家标准



P

GB 50787-2012

# 民用建筑太阳能空调工程技术规范

Technical code for solar air conditioning  
system of civil buildings

2012-05-28 发布

2012-10-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 联合发布  
中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局



统一书号: 15112 · 21857  
定 价: 12.00 元

中华人民共和国国家标准

民用建筑太阳能空调工程技术规范

Technical code for solar air conditioning  
system of civil buildings

**GB 50787 - 2012**

主编部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 2 年 1 0 月 1 日

中国建筑工业出版社

2012 北 京

中华人民共和国国家标准

民用建筑太阳能空调工程技术规范

Technical code for solar air conditioning

system of civil buildings

GB 50787 - 2012

\*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

化学工业出版社印刷厂印刷

\*

开本：850×1168 毫米 1/32 印张：23% 字数：61 千字

2012 年 8 月第一版 2012 年 8 月第一次印刷

定价：12.00 元

统一书号：15112·21857

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

（邮政编码 100037）

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

## 中华人民共和国住房和城乡建设部 公 告

第 1412 号

### 关于发布国家标准《民用建筑 太阳能空调工程技术规范》的公告

现批准《民用建筑太阳能空调工程技术规范》为国家标准，编号为 GB 50787 - 2012，自 2012 年 10 月 1 日起实施。其中，第 1.0.4、3.0.6、5.3.3、5.4.2、5.6.2、6.1.1 条为强制性条文，必须严格执行。

本规范由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2012 年 5 月 28 日



## 前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2008 年工程建设标准规范制订、修订计划(第一批)〉的通知》(建标[2008]102 号)的要求,规范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,编制本规范。

本规范的主要技术内容是:1 总则;2 术语;3 基本规定;4 太阳能空调系统设计;5 规划和建筑设计;6 太阳能空调系统安装;7 太阳能空调系统验收;8 太阳能空调系统运行管理。

本规范中以黑体字标志的条文为强制性条文,必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释,由中国建筑设计研究院负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄送中国建筑设计研究院国家住宅工程中心(地址:北京市西城区车公庄大街 19 号,邮编:100044)。

本规范主编单位:中国建筑设计研究院

中国可再生能源学会太阳能建筑专业委员会

本规范参编单位:上海交通大学

国家太阳能热水器质量监督检验中心  
(北京)

北京市太阳能研究所有限公司

青岛经济技术开发区海尔热水器有限公司

深圳华森建筑与工程设计顾问有限公司

本规范主要起草人员:仲继寿 王如竹 王 岩 张 昕

翟晓强 朱敦智 张 磊 何 涛

王红朝 孙京岩 郭延隆 张兰英

林建平 曾 雁

本规范主要审查人员:郑瑞澄 何梓年 冯 雅 罗振涛

王志峰 由世俊 郑小梅 寿炜炜

陈 滨



## 目 次

1 总则 .....	1
2 术语 .....	2
3 基本规定 .....	4
4 太阳能空调系统设计 .....	5
4.1 一般规定 .....	5
4.2 太阳能集热系统设计 .....	5
4.3 热力制冷系统设计 .....	7
4.4 蓄能系统、空调末端系统、辅助能源与控制系统设计 .....	8
5 规划和建筑设计 .....	10
5.1 一般规定 .....	10
5.2 规划设计 .....	10
5.3 建筑设计 .....	10
5.4 结构设计 .....	11
5.5 暖通和给水排水设计 .....	12
5.6 电气设计 .....	12
6 太阳能空调系统安装 .....	13
6.1 一般规定 .....	13
6.2 太阳能集热系统安装 .....	14
6.3 制冷系统安装 .....	14
6.4 蓄能和辅助能源系统安装 .....	15
6.5 电气与自动控制系统安装 .....	15
6.6 压力试验与冲洗 .....	16
6.7 系统调试 .....	16
7 太阳能空调系统验收 .....	18
7.1 一般规定 .....	18

7.2 分项工程验收 .....	18
7.3 竣工验收 .....	19
8 太阳能空调系统运行管理 .....	21
8.1 一般规定 .....	21
8.2 安全检查 .....	21
8.3 系统维护 .....	21
本规范用词说明 .....	23
引用标准名录 .....	24
附：条文说明 .....	25

## Contents

1	General Provisions .....	1
2	Terms .....	2
3	Basic Requirements .....	4
4	Design of Solar Air Conditioning System .....	5
4.1	General Requirements .....	5
4.2	Design of Solar Collector System .....	5
4.3	Design of Refrigeration System .....	7
4.4	Design of Energy Storage, Terminal Device of Air Conditioning, Auxiliary Energy Source and Control System .....	8
5	Planning and Building Design .....	10
5.1	General Requirements .....	10
5.2	Planning Design .....	10
5.3	Building Design .....	10
5.4	Structure Design .....	11
5.5	HVAC, Water Supply and Drainage Design .....	12
5.6	Electric Design .....	12
6	Installation of Solar Air Conditioning System .....	13
6.1	General Requirements .....	13
6.2	Installation of Solar Collector System .....	14
6.3	Installation of Refrigeration System .....	14
6.4	Installation of Energy Storage and Auxiliary Energy System .....	15
6.5	Installation of Electric and	

	Automation System .....	15
6.6	Pressure Test and Flush .....	16
6.7	System Adjusting .....	16
7	Inspection and Acceptance of Solar Air Conditioning System .....	18
7.1	General Requirements .....	18
7.2	Subentry Inspection and Acceptance .....	18
7.3	System Completion Inspection and Acceptance .....	19
8	Operational Management of Solar Air Conditioning System .....	21
8.1	General Requirements .....	21
8.2	Safety Inspection .....	21
8.3	System Maintenance .....	21
	Explanation of Wording in This Code .....	23
	List of Quoted Standards .....	24
	Addition; Explanation of Provisions .....	25

## 1 总 则

**1.0.1** 为规范太阳能空调系统的设计、施工、验收及运行管理，做到安全适用、经济合理、技术先进，保证工程质量，制定本规范。

**1.0.2** 本规范适用于在新建、扩建和改建民用建筑中使用以热力制冷为主的太阳能空调系统工程，以及在既有建筑上改造或增设的以热力制冷为主的太阳能空调系统工程。

**1.0.3** 太阳能空调系统设计应纳入建筑工程设计，统一规划、同步设计、同步施工，与建筑工程同时投入使用。

**1.0.4** 在既有建筑上增设或改造太阳能空调系统，必须经过建筑结构安全复核，满足建筑结构及其他相应的安全性要求，并通过施工图设计文件审查合格后，方可实施。

**1.0.5** 民用建筑太阳能空调系统的设计、施工、验收及运行管理，除应符合本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。



## 2 术 语

### 2.0.1 太阳辐射照度 solar irradiance

照射到表面一点处的面元上的太阳辐射能量除以该面元的面积, 单位为瓦特每平方米( $\text{W}/\text{m}^2$ )。

### 2.0.2 太阳能空调系统 solar air conditioning system

一种主要通过太阳能集热器加热热媒, 驱动热力制冷系统的空调系统, 由太阳能集热系统、热力制冷系统、蓄能系统、空调末端系统、辅助能源系统以及控制系统六部分组成。

### 2.0.3 热力制冷 heat-operated refrigeration

直接以热能为动力, 通过吸收式或吸附式制冷循环达到制冷目的的制冷方式。

### 2.0.4 吸收式制冷 absorption refrigeration

一种以热能为动力, 利用某些具有特殊性质的工质对, 通过一种物质对另一种物质的吸收和释放, 产生物质的状态变化, 从而伴随吸热和放热过程的制冷方式。

### 2.0.5 单效吸收 single-effect absorption

具有一级发生器, 驱动热源在机组内被直接利用一次的制冷循环。

### 2.0.6 双效吸收 double-effect absorption

具有高低压两级发生器, 驱动热源在机组内被直接和间接利用两次的制冷循环。

### 2.0.7 吸附式制冷 adsorption refrigeration

一种以热能为动力, 利用吸附剂对制冷剂的吸附作用而使制冷剂液体蒸发, 从而实现制冷的的方式。

### 2.0.8 太阳能集热系统 solar collector system

用于收集太阳能并将其转化为热能的系统, 包括太阳能集热

器、管路、泵、换热器及相关附件。

### 2.0.9 直接式太阳能集热系统 solar direct system

在太阳能集热器中直接加热水供给用户的太阳能集热系统。

### 2.0.10 间接式太阳能集热系统 solar indirect system

在太阳能集热器中加热液体传热工质, 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。

### 2.0.11 设计太阳能空调负荷率 design load ration of solar air conditioning

在太阳能空调系统服务区域中, 太阳能空调系统所提供的制冷量与该区域空调冷负荷之比。

### 2.0.12 辅助能源 auxiliary energy source

太阳能加热系统中, 为了补充太阳能系统的热输出所用的常规能源。

### 2.0.13 热力制冷性能系数 coefficient of performance (COP)

在指定工况下, 热力制冷机组的制冷量除以加热源耗热量与消耗电功率之和所得的比值。

### 2.0.14 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, 单位为平方米( $\text{m}^2$ )。

### 3 基本规定

- 3.0.1 太阳能空调系统应做到全年综合利用。
- 3.0.2 太阳能热力制冷系统主要分为吸收式与吸附式两类。
- 3.0.3 太阳能空调工程应充分考虑土建施工、设备运输与安装、用户使用和日常维护等要求。
- 3.0.4 太阳能空调系统类型的选择应根据所处地区太阳能资源、气候特点、建筑物类型及使用功能、冷热负荷需求、投资规模和安装条件等因素综合确定。
- 3.0.5 设置太阳能空调系统的新建、改建和扩建的民用建筑,其建筑热工与节能设计应满足所在气候区现行国家建筑节能设计标准的有关规定。
- 3.0.6 太阳能集热系统应根据不同地区和使用条件采取防过热、防冻、防结垢、防雷、防风、抗震和保证电气安全等技术措施。
- 3.0.7 热力制冷机组、辅助燃油锅炉和燃气锅炉等设备应符合国家现行标准有关安全防护措施的规定。
- 3.0.8 太阳能空调系统应因地制宜配置辅助能源装置。
- 3.0.9 太阳能空调系统选用的部件产品应符合国家相关产品标准的规定。
- 3.0.10 安装太阳能空调系统建筑的主体结构,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的有关规定。
- 3.0.11 太阳能空调系统应设计并安装用于测试系统主要性能参数的监测计量装置。

### 4 太阳能空调系统设计

#### 4.1 一般规定

- 4.1.1 太阳能空调系统设计应纳入建筑暖通空调系统设计中,明确各部件的技术要求。
- 4.1.2 太阳能空调系统的设计方案应根据建筑物的用途、规模、使用特点、负荷变化情况与参数要求、所在地区气象条件与能源状况等,通过技术与经济比较确定。
- 4.1.3 太阳能空调系统应与太阳能采暖系统以及太阳能热水系统集成设计,提高系统的利用率。
- 4.1.4 太阳能空调系统应根据制冷机组对驱动热源的温度区间要求选择太阳能集热器,集热器总面积应根据设计太阳能空调负荷率、建筑允许的安装条件和安装面积、当地气象条件等因素综合确定。
- 4.1.5 太阳能空调系统性能应根据热水温度、制冷机组的制冷量、制冷性能系数等参数进行分析计算后确定。
- 4.1.6 蓄能水箱的容积应根据太阳能集热系统的蓄能要求和制冷机组稳定运行的热量调节要求确定。
- 4.1.7 太阳能空调系统应设置安全、可靠的控制系统。
- 4.1.8 热力制冷机组对冷水和热水的水质要求,应符合现行国家标准《蒸汽和热水型溴化锂吸收式冷水机组》GB/T 18431的有关规定。

#### 4.2 太阳能集热系统设计

- 4.2.1 太阳能集热系统的集热器总面积计算应符合下列规定:

1 直接式太阳能集热系统集热器总面积应按下式计算:



$$Q_{YR} = \frac{Q \cdot r}{COP} \quad (4.2.1-1)$$

$$A_c = \frac{Q_{YR}}{J\eta_{cd}(1-\eta_L)} \quad (4.2.1-2)$$

式中:  $Q_{YR}$  ——太阳能集热系统提供的有效热量(W);

$Q$  ——太阳能空调系统服务区域的空调冷负荷(W);

$COP$  ——热力制冷机组性能系数;

$r$  ——设计太阳能空调负荷率, 取 40%~100%;

$A_c$  ——直接式太阳能集热系统集热器总面积( $m^2$ );

$J$  ——空调设计日集热器采光面上的最大总太阳辐射照度( $W/m^2$ );

$\eta_{cd}$  ——集热器平均集热效率, 取 30%~45%;

$\eta_L$  ——蓄能水箱以及管路热损失率, 取 0.1~0.2。

2 间接式太阳能集热系统集热器总面积应按下列式计算:

$$A_{IN} = A_c \cdot \left(1 + \frac{U_L \cdot A_c}{U_{hx} \cdot A_{hx}}\right) \quad (4.2.1-3)$$

式中:  $A_{IN}$  ——间接式太阳能集热系统集热器总面积( $m^2$ );

$A_c$  ——直接式太阳能集热系统集热器总面积( $m^2$ );

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

$U_{hx}$  ——换热器传热系数 [ $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$ ];

$A_{hx}$  ——换热器换热面积( $m^2$ )。

4.2.2 太阳能集热系统的设计流量计算应符合下列规定:

1 太阳能集热系统的设计流量应按下列式计算:

$$G_s = gA \quad (4.2.2)$$

式中:  $G_s$  ——太阳能集热系统设计流量( $m^3/h$ );

$g$  ——太阳能集热系统单位面积流量 [ $m^3/(h \cdot m^2)$ ];

$A$  ——直接式太阳能集热系统集热器总面积,  $A_c$  ( $m^2$ ), 或间接式太阳能集热系统集热器总面积,  $A_{IN}$  ( $m^2$ )。

2 太阳能集热系统的单位面积流量应根据集热器的相关技

术参数确定, 也可根据系统大小的不同, 按表 4.2.2 确定。

表 4.2.2 太阳能集热器的单位面积流量

系统类型		单位面积流量 $m^3/(h \cdot m^2)$
小型太阳能集热系统	真空管型太阳能集热器	0.032~0.072
	平板型太阳能集热器	0.065~0.080
大型太阳能集热系统(集热器总面积大于 100 $m^2$ )		0.020~0.060

4.2.3 太阳能集热系统的循环管道以及蓄能水箱的保温设计应符合现行国家标准《设备及管道保温设计导则》GB/T 8175 的有关规定。

4.2.4 太阳能集热器的主要朝向宜为南向。全年使用的太阳能集热器倾角宜与当地纬度一致。如果系统主要用来实现夏季空调制冷, 其集热器倾角宜为当地纬度减 10°。

### 4.3 热力制冷系统设计

4.3.1 热力制冷系统应根据建筑功能和使用要求, 选择连续供冷或间歇供冷方式, 并应符合现行国家标准《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 的有关规定。

4.3.2 太阳能空调系统中选用热水型溴化锂吸收式制冷机组时, 应符合下列规定:

1 机组在名义工况下的性能参数, 应符合现行国家标准《蒸汽和热水型溴化锂吸收式冷水机组》GB/T 18431 的有关规定;

2 机组的供冷量应根据机组供水侧污垢及腐蚀等因素进行修正;

3 机组的低温保护以及检修空间等要求应符合现行国家标准《蒸汽和热水型溴化锂吸收式冷水机组》GB/T 18431 的有关规定。

4.3.3 太阳能空调系统中选用热水型吸附式制冷机组时, 应符合下列规定:



1 机组在名义工况下的性能参数,应符合现行相关标准的规定;

2 宜选用两台机组;

3 工况切换的电动执行机构应安全可靠。

4.3.4 热力制冷系统的热水流量、冷却水流量以及冷冻水流量应按照机组的相关性能参数确定。

#### 4.4 蓄能系统、空调末端系统、 辅助能源与控制系统设计

4.4.1 太阳能空调系统蓄能水箱的设置应符合下列规定:

1 蓄能水箱可设置在地下室或顶层的设备间、技术夹层中的设备间或为其单独设计的设备间内,其位置应满足安全运转以及便于操作、检修的要求;

2 蓄能水箱容积较大且在室内安装时,应在设计中考虑水箱整体进入安装地点的运输通道;

3 设置蓄能水箱的位置应具有相应的排水、防水措施;

4 蓄能水箱上方及周围应留有符合规范要求的安装、检修空间,不应小于 600mm;

5 蓄能水箱应靠近太阳能集热系统以及制冷机组,减少管路热损;

6 蓄能水箱应采取良好的保温措施。

4.4.2 太阳能空调系统蓄能水箱的工作温度应根据制冷机组高效运行所对应的热水温度区间确定。

4.4.3 太阳能空调系统蓄能水箱的容积宜按每平方米集热器 (20~80) L 确定。

4.4.4 空调末端系统应根据太阳能空调的冷冻水工作温度进行设计,并应符合现行国家标准《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 的有关规定。

4.4.5 辅助能源装置的容量宜按最不利条件进行设计。

4.4.6 辅助能源装置的设计应符合现行相关规范的规定。

4.4.7 太阳能空调系统的控制及监测应符合下列规定:

1 热力制冷系统宜采用集中监控系统,不具备采用集中监控系统的热力制冷系统,宜采用就近设置自动控制系统;

2 辅助能源系统与太阳能空调系统之间应能实现灵活切换,并应通过合理的控制策略,避免辅助能源装置的频繁启停;

3 太阳能空调系统的主要监测参数可按表 4.4.7 确定。

表 4.4.7 太阳能空调系统的主要监测参数

序号	监测内容	监测参数
1	室内外环境	太阳辐射照度、室内外温度与相对湿度
2	太阳能空调系统	集热器进出口温度与流量、热力制冷机组热水进出口温度与流量、热力制冷机组冷却水进出口温度与流量、热力制冷机组冷冻水进出口温度与流量、蓄能水箱温度、热力制冷机组耗电量、辅助能源消耗量

## 5 规划和建筑设计

### 5.1 一般规定

5.1.1 应用太阳能空调系统的民用建筑规划设计,应根据建设地点、地理、气候和场地条件、建筑功能及其周围环境等因素,确定建筑布局、朝向、间距、群体组合和空间环境,满足太阳能空调系统设计和安装的技术要求。

5.1.2 太阳能集热器在建筑屋面、阳台、墙面或建筑其他部位的安装,除不得影响该部位的建筑功能外,还应符合现行国家标准《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》GB 50364 的相关要求。

5.1.3 屋面太阳能集热器的布置应预留出检修通道以及与冷却塔和制冷机房连通的竖向管道井。

### 5.2 规划设计

5.2.1 建筑体形和空间组合应充分考虑太阳能的利用要求,为接收更多的太阳能创造条件。

5.2.2 规划设计应进行建筑日照分析和计算。安装在屋面的集热器和冷却塔等设施不应降低建筑本身或相邻建筑的建筑日照要求。

5.2.3 建筑群体和环境设计应避免建筑及其周围环境设施遮挡太阳能集热器,应满足太阳能集热器在夏季制冷工况时全天不少于 6h 日照时数的要求。

### 5.3 建筑设计

5.3.1 太阳能空调系统的制冷机房宜与辅助能源装置或常规空调系统机房统一布置。机房应靠近建筑冷负荷中心,蓄能水箱应

靠近集热器和制冷机组。

5.3.2 应合理确定太阳能空调系统各组成部分在建筑中的位置。安装太阳能空调系统的建筑部位除应满足建筑防水、排水等功能要求外,还应满足便于系统的检修、更新和维护的要求。

5.3.3 安装太阳能集热器的建筑部位,应设置防止太阳能集热器损坏后部件坠落伤人的安全防护设施。

5.3.4 直接构成围护结构的太阳能集热器应满足所在部位的结构和消防安全以及建筑防护功能的要求。

5.3.5 太阳能集热器不应跨越建筑变形缝设置。

5.3.6 应合理设计辅助能源装置的位置和安装空间,满足辅助能源装置安全运行、便于操作及维护的要求。

### 5.4 结构设计

5.4.1 建筑的主体结构或结构构件,应能够承受太阳能空调系统相关设备传递的荷载要求。

5.4.2 结构设计应为太阳能空调系统安装埋设预埋件或其他连接件。连接件与主体结构的锚固承载力设计值应大于连接件本身的承载力设计值。

5.4.3 安装在屋面、阳台或墙面的太阳能集热器与建筑主体结构通过预埋件连接,预埋件应在主体结构施工时埋入,且位置应准确;当没有条件采用预埋件连接时,应采用其他可靠的连接措施。

5.4.4 热力制冷机组、冷却塔、蓄能水箱等较重的设备和部件应安装在具有相应承载能力的结构构件上,并进行构件的强度与变形验算。

5.4.5 支架、支撑金属件及其连接节点,应具有承受系统自重荷载、风荷载、雪荷载、检修动荷载和地震作用的能力。

5.4.6 设备与主体结构采用后加锚栓连接时,应符合现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 的有关规定,并应符合下列规定:

1 锚栓产品应有出厂合格证;



- 2 碳素钢锚栓应经过防腐处理;
  - 3 锚栓应进行承载力现场试验,必要时应进行极限拉拔试验;
  - 4 每个连接节点不应少于2个锚栓;
  - 5 锚栓直径应通过承载力计算确定,并不应小于10mm;
  - 6 不宜在与化学锚栓接触的连接件上进行焊接操作;
  - 7 锚栓承载力设计值不应大于其选用材料极限承载力的50%。
- 5.4.7 太阳能空调系统结构设计应计算下列作用效应:
- 1 非抗震设计时,应计算重力荷载和风荷载效应;
  - 2 抗震设计时,应计算重力荷载、风荷载和地震作用效应。

### 5.5 暖通和给水排水设计

- 5.5.1 太阳能空调系统的机房应保持良好的通风,并应满足现行国家标准《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019中对机房的要求。
- 5.5.2 太阳能空调系统中机房的给水排水设计应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015中的相关规定,其消防设计应按相关国家标准执行。
- 5.5.3 太阳能集热器附近宜设置用于清洁集热器的给水点并预留相应的排水设施。

### 5.6 电气设计

- 5.6.1 电气设计应满足太阳能空调系统用电负荷和运行安全的要求,并应符合现行行业标准《民用建筑电气设计规范》JGJ 16的有关规定。
- 5.6.2 太阳能空调系统中所使用的电气设备应设置剩余电流保护、接地和断电等安全措施。
- 5.6.3 太阳能空调系统电气控制线路应穿管暗敷或在管道井中敷设。

## 6 太阳能空调系统安装

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 太阳能空调系统的施工安装不得破坏建筑物的结构、屋面防水层和附属设施,不得削弱建筑物在寿命期内承受荷载的能力。
- 6.1.2 太阳能空调系统的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、装饰装修的协调配合方案及安全措施等内容。
- 6.1.3 太阳能空调系统安装前应具备下列条件:
- 1 设计文件齐备,且已审查通过;
  - 2 施工组织设计及施工方案已经批准;
  - 3 施工场地符合施工组织设计要求;
  - 4 现场水、电、场地、道路等条件能满足正常施工需要;
  - 5 预留基座、孔洞、预埋件和设施符合设计要求,并已验收合格;
  - 6 既有建筑具有建筑结构安全复核通过的相关文件。
- 6.1.4 进场安装的太阳能空调系统产品、配件、管线的性能和外观应符合现行国家及行业相关产品标准的要求,选用的材料应能承受系统可达到的最高工作温度。
- 6.1.5 太阳能空调系统安装应对已完成的土建工程、安装的产品及部件采取保护措施。
- 6.1.6 太阳能空调系统安装应由专业队伍或经过培训并考核合格的人员完成。
- 6.1.7 辅助能源装置为燃油或燃气锅炉时,其安装单位、人员应具有特种设备安装资质并按省级质量技术监督局要求进行安装报批、检验和验收。



## 6.2 太阳能集热系统安装

6.2.1 支承集热器的支架应按设计要求可靠固定在基座上或基座的预埋件上,位置准确,角度一致。

6.2.2 在屋面结构层上现场施工的基座完工后,应作防水处理并应符合现行国家标准《屋面工程质量验收规范》GB 50207 的相关规定。

6.2.3 钢结构支架及预埋件应作防腐处理。防腐施工应符合现行国家标准《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》GB 50212 和《建筑防腐蚀工程质量检验评定标准》GB 50224 的相关规定。

6.2.4 集热器安装倾角和定位应符合设计要求,安装倾角误差不应大于 $\pm 3^\circ$ 。

6.2.5 集热器与集热器之间的连接宜采用柔性连接方式,且密封可靠、无泄漏、无扭曲变形。

6.2.6 太阳能集热系统的管路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 的相关规定。

6.2.7 集热器和管道连接完毕,应进行检漏试验,检漏试验应符合设计要求与本规范第 6.7 节的规定。

6.2.8 集热器支架和金属管路系统应与建筑物防雷接地系统可靠连接。

6.2.9 太阳能集热系统管路的保温应在检漏试验合格后进行。保温材料应符合现行国家标准《工业设备及管道绝热工程质量检验评定标准》GB 50185 的有关规定。

## 6.3 制冷系统安装

6.3.1 吸收式和吸附式制冷机组安装时必须严格按随机所附的产品说明书中的相关要求进行搬运、拆卸包装、安装就位。严禁对设备进行敲打、碰撞或对机组的连接件、焊接处施以外力。吊装时,荷载点必须在规定的吊点处。

6.3.2 制冷机组宜布置在建筑物内。若选用室外型机组,其制

冷装置的电气和控制设备应布置在室内。

6.3.3 制冷机组及系统设备的施工安装应符合现行国家标准《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》GB 50274 及《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 的相关规定。

6.3.4 空调末端的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。

## 6.4 蓄能和辅助能源系统安装

6.4.1 用于制作蓄能水箱的材质、规格应符合设计要求;钢板焊接的水箱内外壁均应按设计要求进行防腐处理,内壁防腐材料应卫生、无毒,且应能承受所贮存热水的最高温度。

6.4.2 蓄能水箱和支架间应有隔热垫,不宜直接采用刚性连接。

6.4.3 地下蓄能水池应严密、无渗漏,满足系统承压要求。水池施工时应有防止土压力引起的滑移变形的措施。

6.4.4 蓄能水箱应进行检漏试验,试验方法应符合设计要求和规范第 6.7 节的规定。

6.4.5 蓄能水箱的保温应在检漏试验合格后进行。保温材料应能长期耐受所贮存热水的最高温度;保温构造和保温厚度应符合现行国家标准《工业设备及管道绝热工程质量检验评定标准》GB 50185 的有关规定。

6.4.6 蒸汽和热水锅炉及配套设施的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 的相关规定。

## 6.5 电气与自动控制系统安装

6.5.1 太阳能空调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规范》GB 50168 和《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 的相关规定。



**6.5.2** 所有电气设备和与电气设备相连接的金属部件应作接地处理。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 的相关规定。

**6.5.3** 传感器的接线应牢固可靠, 接触良好。接线盒与套管之间的传感器屏蔽线应作二次防护处理, 两端应作防水处理。

## 6.6 压力试验与冲洗

**6.6.1** 太阳能空调系统安装完毕后, 在管道保温之前, 应对压力管道、设备及阀门进行水压试验。

**6.6.2** 太阳能空调系统压力管道的水压试验压力应为工作压力的 1.5 倍。非承压管路系统和设备应做灌水试验。当设计未注明时, 水压试验和灌水试验应按现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 的相关要求进行。

**6.6.3** 当环境温度低于 0℃ 进行水压试验时, 应采取可靠的防冻措施。

**6.6.4** 吸收式和吸附式制冷机组安装完毕后应进行水压试验。系统水压试验合格后, 应对系统进行冲洗直至排出的水不浑浊为止。

## 6.7 系统调试

**6.7.1** 系统安装完毕投入使用前, 应进行系统调试, 系统调试应在设备、管道、保温、配套电气等施工全部完成后进行。

**6.7.2** 系统调试应包括设备单机或部件调试和系统联动调试。系统联动调试宜在与设计室外参数相近的条件下进行, 联动调试完成后, 系统应连续 3d 试运行。

**6.7.3** 设备单机、部件调试应包括下列内容:

- 1 检查水泵安装方向;
- 2 检查电磁阀安装方向;
- 3 温度、温差、水位、流量等仪表显示正常;
- 4 电气控制系统应达到设计要求功能, 动作准确;

5 剩余电流保护装置动作准确可靠;

6 防冻、防过热保护装置工作正常;

7 各种阀门开启灵活, 密封严密;

8 制冷设备正常运转。

**6.7.4** 设备单机或部件调试完成后, 应进行系统联动调试。系统联动调试应包括下列内容:

1 调整系统各个分支回路的调节阀门, 各回路流量应平衡, 并达到设计流量;

2 根据季节切换太阳能空调系统工作模式, 达到制冷、采暖或热水供应的设计要求;

3 调试辅助能源装置, 并与太阳能加热系统相匹配, 达到系统设计的要求;

4 调整电磁阀控制阀门, 电磁阀的阀前阀后压力应处在设计要求的压力范围内;

5 调试监控系统, 计量检测设备和执行机构应工作正常, 对控制参数的反馈及动作应正确、及时。

**6.7.5** 系统联动调试的运行参数应符合下列规定:

1 额定工况下空调系统的工质流量、温度应满足设计要求, 调试结果与设计值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 额定工况下太阳能集热系统流量与设计值的偏差不应大于 10%;

3 系统在蓄能和释能过程中应运行正常、平稳, 水泵压力及电流不应出现大幅波动, 供制冷机组的热源温度波动符合机组正常运行的要求;

4 溴化锂吸收式制冷机组的运行参数应符合现行国家标准《蒸汽和热水型溴化锂吸收式冷水机组》GB/T 18431 的相关规定。

## 7 太阳能空调系统验收

### 7.1 一般规定

7.1.1 太阳能空调系统验收应根据其施工安装特点进行分项工程验收和竣工验收。

7.1.2 太阳能空调系统验收前,应在安装施工过程中完成下列隐蔽工程的现场验收:

- 1 预埋件或后置锚栓连接件;
- 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;
- 4 系统的防雷、接地连接节点。

7.1.3 太阳能空调系统验收前,应将工程现场清理干净。

7.1.4 分项工程验收应由监理或建设单位组织施工单位进行验收。

7.1.5 太阳能空调系统完工后,施工单位应自行组织有关人员进行检验评定,并向建设单位提交竣工验收申请报告。

7.1.6 建设单位收到工程竣工验收申请报告后,应由建设单位组织设计、施工、监理等单位联合进行竣工验收。

7.1.7 所有验收应做好记录,签署文件,立卷归档。

### 7.2 分项工程验收

7.2.1 分项工程验收应根据工程施工特点分期进行,分部、分项工程可按表 7.2.1 划分。

表 7.2.1 太阳能空调系统工程的分部、分项工程划分表

序号	分部工程	分项工程
1	太阳能集热系统	太阳能集热器安装、其他辅助能源/换热设备安装、管道及配件安装、系统水压试验及调试、防腐、绝热等

续表 7.2.1

序号	分部工程	分项工程
2	热力制冷系统	机组安装、管道及配件安装、水处理设备安装、辅助设备安装、系统水压试验及调试、防腐、绝热等
3	蓄能系统	蓄能水箱及配件安装、管道及配件安装、辅助设备安装、防腐、绝热等
4	空调末端系统	新风机组、组合式空调机组、风机盘管系统与末端管线系统的施工安装、低温热水地板辐射采暖系统施工安装等
5	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

7.2.2 对影响工程安全和系统性能的工序,应在该工序验收合格后进入下一道工序的施工,且应符合下列规定:

- 1 在屋面太阳能空调系统施工前,应进行屋面防水工程的验收;
- 2 在蓄能水箱就位前,应进行蓄能水箱支撑构件和固定基座的验收;
- 3 在太阳能集热器支架就位前,应进行支架固定基座的验收;
- 4 在建筑管道井封口前,应进行预留管路的验收;
- 5 太阳能空调系统电气预留管线的验收;
- 6 在蓄能水箱进行保温前,应进行蓄能水箱检漏的验收;
- 7 在系统管路保温前,应进行管路水压试验;
- 8 在隐蔽工程隐蔽前,应进行施工质量验收。

7.2.3 太阳能空调系统调试合格后,应按照设计要求对性能进行检验,检验的主要内容应包括:

- 1 压力管道、系统、设备及阀门的水压试验;
- 2 系统的冲洗及水质检验;
- 3 系统的热性能检验。

### 7.3 竣工验收

7.3.1 工程移交用户前,应进行竣工验收。竣工验收应在分项



工程验收和性能检验合格后进行。

### 7.3.2 竣工验收应提交下列资料:

- 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 系统水质检验记录;
- 7 系统调试和试运行记录;
- 8 系统热性能评估报告;
- 9 工程使用维护说明书。

## 8 太阳能空调系统运行管理

### 8.1 一般规定

8.1.1 太阳能空调系统交付使用前,系统提供单位应对使用单位进行操作培训,并帮助使用单位建立太阳能空调系统的管理制度,提交使用手册。

8.1.2 太阳能空调系统的运行和管理应由专人负责。

8.1.3 当太阳能空调系统运行发生异常时,应及时处理。

8.1.4 使用单位应对太阳能空调系统进行定期检查,检查周期不应大于1年。

### 8.2 安全检查

8.2.1 使用单位应对太阳能集热系统的运行和安全性进行定期检查。

8.2.2 使用单位应对安装在墙面处的太阳能集热器定期进行其防护设施的维护和检修。

8.2.3 使用单位应在进入冬季之前检查系统防冻性能的安全性。

8.2.4 使用单位应定期检查太阳能集热系统的防雷设施。

8.2.5 使用单位应定期检查辅助能源装置以及相应管路系统的安全性。

### 8.3 系统维护

8.3.1 使用单位应对系统中的传感器进行年检,发现问题应及时更换。

8.3.2 太阳能集热器应每年进行全面检查,定期清洗集热器表面。

8.3.3 使用单位应定期检查水泵、管路以及阀门等附件。

8.3.4 夏季空调系统停止运行时,应采取有效措施防止太阳能集热系统过热。

8.3.5 热力制冷机组的维护应按照生产企业的相关要求进行。

## 本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,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 《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019
- 3 《电气装置安装工程 电缆线路施工及验收规范》  
GB 50168
- 4 《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》  
GB 50169
- 5 《工业设备及管道绝热工程质量检验评定标准》  
GB 50185
- 6 《屋面工程质量验收规范》GB 50207
- 7 《建筑防腐蚀工程施工及验收规范》GB 50212
- 8 《建筑防腐蚀工程质量检验评定标准》GB 50224
- 9 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》  
GB 50242
- 10 《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243
- 11 《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》  
GB 50274
- 12 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300
- 13 《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303
- 14 《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》GB 50364
- 15 《设备及管道保温设计导则》GB/T 8175
- 16 《蒸汽和热水型溴化锂吸收式冷水机组》GB/T 18431
- 17 《民用建筑电气设计规范》JGJ 16
- 18 《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145

## 中华人民共和国国家标准

### 民用建筑太阳能空调工程技术规范

GB 50787 - 2012

#### 条文说明



## 制 订 说 明

《民用建筑太阳能空调工程技术规范》GB 50787-2012, 经住房和城乡建设部 2012 年 5 月 28 日以第 1412 号公告批准、发布。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定,《民用建筑太阳能空调工程技术规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是,本条文说明不具备与规范正文同等的法律效力,仅供使用者作为理解和把握规范规定的参考。

## 目 次

1 总则	29
2 术语	32
3 基本规定	33
4 太阳能空调系统设计	39
4.1 一般规定	39
4.2 太阳能集热系统设计	42
4.3 热力制冷系统设计	45
4.4 蓄能系统、空调末端系统、辅助能源与控制系统设计	46
5 规划和建筑设计	50
5.1 一般规定	50
5.2 规划设计	51
5.3 建筑设计	51
5.4 结构设计	52
5.5 暖通和给水排水设计	54
5.6 电气设计	55
6 太阳能空调系统安装	56
6.1 一般规定	56
6.2 太阳能集热系统安装	57
6.3 制冷系统安装	57
6.4 蓄能和辅助能源系统安装	58
6.5 电气与自动控制系统安装	58
6.6 压力试验与冲洗	58
6.7 系统调试	59
7 太阳能空调系统验收	60
7.1 一般规定	60

7.2 分项工程验收 .....	60
7.3 竣工验收 .....	61
8 太阳能空调系统运行管理 .....	62
8.1 一般规定 .....	62
8.2 安全检查 .....	62
8.3 系统维护 .....	63

## 1 总 则

**1.0.1** 本条明确了制定本规范的目的和宗旨。近年来,我国经济持续发展、稳步增长,虽经历了全球性的金融危机,但发展的态势一直呈上升趋势,能源的消耗不断攀升,尤其以化石燃料为主的能源大量使用,带来能源紧缺、环境恶化等一系列的问题。在我国,每年建筑运行所消耗的能源占全国商品能源的 21%~24%,这其中很大部分被用来为建筑提供夏季空调及冬季采暖。面对如此严峻的用能环境,只有有效地开发和利用可再生能源才是解决问题的出路。

太阳能空调把低品位的能源转变为高品位的舒适性空调制冷,对节省常规能源、减少环境污染具有重要意义,符合可持续发展战略的要求。太阳能空调系统的制冷功率、太阳辐射照度及空调制冷用能在季节上的分布规律高度匹配,即太阳辐射越强,天气越热,需要的制冷负荷越大时,系统的制冷功率也相应越大。目前,利用太阳能光热转换的吸收式制冷技术较为成熟,国际上一般采用溴化锂吸收式制冷机,同时,吸附式制冷技术也在逐步发展并日趋完善。我国太阳能空调工程的建设起步于 20 世纪 80 年代,经过 30 年的研究、试验和工程示范,太阳能空调在国内已有较好的应用基础,但仍需要进一步推广。

太阳能空调工程大部分是由太阳能生产企业和太阳能研究机构等自行设计、施工并加以运行管理,过程中存在几个问题:第一,太阳能空调系统设计与国家现行的民用建筑设计规范衔接不到位,导致与传统设计有隔阂甚至矛盾,阻碍了太阳能空调的发展;第二,各生产企业的系统设计立足本单位产品,设计的各种系统良莠不齐,系统优化难于实现,更谈不上规模化和标准化;第三,太阳能空调系统中集热系统与民用建筑的整合设计得不到



体现；第四，系统的安装和验收没有统一标准，通常各自为政，也缺乏技术部门的监管，容易产生安全隐患；第五，系统的运行、维护和管理缺乏科学的指导。因此，本规范的制定有重要的现实意义。

**1.0.2** 本条规定了本规范的适用范围。从理论上讲，太阳能空调的实现有两种方式：一是太阳能光电转换，利用电力制冷；二是太阳能光热转换，利用热能制冷。对于前者，由于大功率太阳能发电技术的高额成本，目前实用性较差。因此，本规范只适用于以太阳能热力制冷为主的太阳能空调系统工程。本规范从技术的角度解决新建、扩建和改建的民用建筑中太阳能空调系统与建筑一体化的设计问题以及相关设备和部件在建筑上应用的问题。这些技术内容同样也适用于既有建筑中增设太阳能空调系统及对既有建筑中已安装的太阳能空调系统进行更换和改造。

**1.0.3** 太阳能空调系统采用可再生能源——太阳能，并以燃油、燃气、电等为辅助能源，为民用建筑提供满足要求的良好的室内环境。作为系统，它包含了较多的设备、管路等，需要工程建设中各专业的配合和保证，例如太阳能空调系统中太阳能集热器与建筑的整合设计等，因此必须在建设规划阶段就由设计单位纳入工程设计，通盘考虑，总体把握，并按照设计、施工和验收的流程一步步进行，这样才可以做到科学、合理、系统、安全和美观的统一。

**1.0.4** 本条为强制性条文，主要出发点是保证既有建筑的结构安全性。由于太阳能空调发展滞后，随着今后太阳能空调的推广和未来规模化发展，势必会存在大量既有建筑改装太阳能空调系统的现象，而根据民用建筑太阳能热水系统的发展经验，在改造过程中既有建筑的结构安全与否必须率先确定，然后才可以进行太阳能集热系统的安装。

结构的安全性复核应由建筑的原建筑设计单位、有资质的设计单位或权威检测机构进行，复核安全后进行施工图设计，并指导施工。

**1.0.5** 太阳能空调系统由太阳能集热系统、热力制冷系统、蓄能系统、空调末端系统、辅助能源系统以及控制系统组成，包含的设备及部件在材料、技术要求以及设计、安装、验收方面，均有相应的国家标准，因此，太阳能空调系统产品应符合这些标准要求。太阳能空调系统在民用建筑上的应用是综合技术，其设计、施工安装、验收与运行管理涉及太阳能和建筑两个行业，与之密切相关的还有许多其他国家标准，其相关的规定也应遵守，尤其是强制性条文。

## 2 术 语

**2.0.3** 热力制冷是一种基于热驱动吸收式或吸附式制冷机组产生冷水的技术。已应用的太阳能热力制冷技术包括：溴化锂-水吸收式制冷、氨-水吸收式制冷、硅胶-水吸附式制冷等。其中，太阳能驱动的溴化锂-水吸收式制冷是目前国内外最为成熟、应用最为广泛的技术。

**2.0.7** 吸附式制冷是太阳能热力制冷的一种类型，该种热力制冷方式在国内应用较少，但在国外发展较为完善。

**2.0.11** 设计太阳能空调负荷率用于计算太阳能集热器总面积。由于太阳能集热器安装面积的限制，太阳能空调系统一般可用来满足建筑的部分区域，在设计工况下，太阳能空调系统可以全部或部分满足该区域的空调冷负荷。因此，设计太阳能空调负荷率是指设计工况下太阳能空调系统所能提供的制冷量占太阳能空调系统服务区域空调冷负荷的份额。

**2.0.13** 热力制冷性能系数（COP）是热力制冷系统的一项重要技术经济指标，该数值越大，表示制冷系统能源利用率越高。由于这一参数是用相同单位的输入和输出的比值表示，因此为无量纲数。

## 3 基本规定

**3.0.1** 随着我国国民经济的快速发展，普通民众对办公与居住条件的改善需求日益增长，建筑能耗尤其是夏季制冷能耗随之逐年升高。因此，太阳能在夏季制冷中也会发挥重要作用。但是由于不同气候区的夏季制冷工况需匹配的集热器总面积与冬季采暖工况需匹配的集热器总面积不一样，尤其是夏热冬冷地区夏季炎热且漫长，冬季寒冷但短暂。所以在设计与应用太阳能空调系统时，应同时考虑太阳能热水在夏季以外季节的应用，例如生活热水与采暖，避免浪费，做到全年综合利用。

太阳能集热系统在同时考虑热水及采暖应用时，其设计应符合现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015、《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》GB 50364 与《太阳能供热采暖工程技术规范》GB 50495 的有关规定。

**3.0.2** 太阳能制冷系统可按照图 1 进行分类。

从热力制冷角度出发，本规范只适用于吸收式与吸附式制冷。

从太阳能热力制冷机组和制冷热源工作温度的高低来分，目前国内外太阳能热力制冷系统可以分为三类（表 1）。

表 1 太阳能热力制冷系统分类

序号	制冷热源温度 (℃)	制冷机 COP	制冷机型	适配集热器类型
1	130~160	1.0~1.2	蒸汽双效吸收式	聚光型、真空管型
2	85~95	0.6~0.7	热水型吸收式	真空管型、平板型
3	65~85	0.4~0.6	吸附式	真空管型、平板型

根据表 1 可知，热力制冷系统可以分为高温型、中温型和低



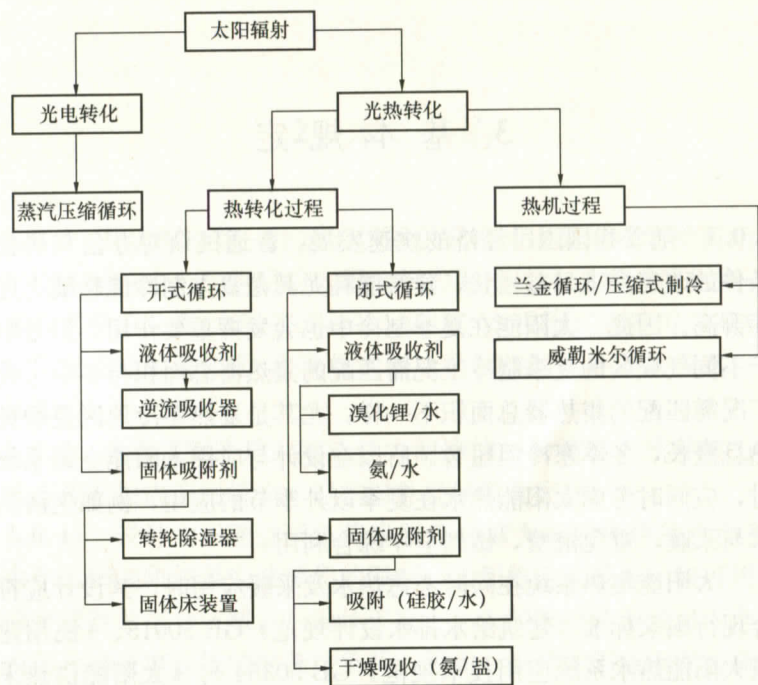


图1 太阳能制冷系统分类

温型三种类型。国外实用性系统多为中温型，也有高温型的实验装置，但国内目前只有后两种，且制冷机组热媒为水。因此，本规范只适用于后两种制冷方式，且不考虑集热效率较低的空气集热器。

吸收式制冷技术从所使用的工质对角度看，应用广泛的有溴化锂-水和氨-水，其中溴化锂-水由于COP高、对热源温度要求低、没有毒性和对环境友好等特点，占据了当今研究与应用的主流地位。按照驱动热源分类，溴化锂吸收式制冷机组可分为蒸汽型、直燃型和热水型三种。

太阳能吸附式制冷具有以下特点：

1 系统结构及运行控制简单，不需要溶液泵或精馏装置。因此，系统运行费用低，也不存在制冷剂的污染、结晶或腐蚀等

问题。

2 可采用不同的吸附工质对以适应不同的热源及蒸发温度。如采用硅胶-水吸附工质对的太阳能吸附式制冷系统可由(65~85)℃的热水驱动，用于制取(7~20)℃的冷冻水；采用活性炭-甲醇工质对的太阳能吸附制冷系统，可直接由平板集热器驱动。

3 与吸收式及压缩式制冷系统相比，吸附式系统的制冷功率相对较小。受机器本身传热传质特性以及工质对制冷性能的影响，增加制冷量时，就势必增加吸附剂并使换热设备的质量大幅度增加，因而增加了初投资，机器也会变得庞大而笨重。此外，由于地面上太阳辐射照度较低，收集一定量的加热功率通常需较大的集热面积。受以上两方面因素的限制，目前研制成功的太阳能吸附式制冷系统的制冷功率一般均较小。

4 由于太阳辐射在时间分布上的周期性、不连续性及易受气候影响等特点，太阳能吸附式制冷系统应用于空调或冷藏等场合时通常需配置辅助能源。

3.0.3 太阳能空调系统包含各种设备、管路系统和调控装置等，系统涉及内容庞杂，因此在设计时除考虑系统的功能性，还要考虑以下几个方面：

1 土建施工：即建筑主体在土建施工时与设备、管道和其他部件的协调，如对各部件的保护、施工预留基础、孔洞和预埋受力部件，以及考虑施工的先后次序等；

2 设备运输和安装：设计时要充分考虑设备的运输路线、通道和预留吊装孔等，并为设备安装预留足够的空间；

3 用户使用和日常维护：系统设计时要考虑用户使用是否简便、易行，日常维护要简单、易操作，使用与维护的便利有助于太阳能空调系统的推广。

3.0.4 太阳能作为可再生能源的一种，具有不稳定的特点，太阳能资源由于所处地区地理位置、气象特点等不同更存在很大的差异，加之太阳能集热系统的运行效率不同，选择太阳能空调系统时应有针对性。另一方面，建筑物类型如低层、多层或高层，



和使用功能如公共建筑或居住建筑,以及冷热负荷需求(各个气候区冷热负荷侧重不同),会影响太阳能集热系统的大小、安装条件及系统设计,而同时业主对投资规模和产品也有相应的要求,导致设计条件较为复杂。因此,为适应这些条件,需要设计人员对系统类型的选择全面考虑、整合设计,做到系统优化、降低投资。

**3.0.5** “十一五”国家科技支撑计划开展以来,我国政府大力提倡建筑节能降耗,各气候区所在城市和农村纷纷出台具有当地特色的建筑节能设计标准和实施细则,并要求在新建、改建和扩建的民用建筑的建筑设计过程中严格执行相关标准,所以,太阳能空调系统的设计前提是建筑的热工与节能设计必须满足相关节能设计标准的规定。建筑的热工性能是影响制冷机组容量的最主要因素,有条件的工程应适当提高围护结构的设计标准,尤其是隔热性能,才能降低建筑的制冷负荷,从而提高太阳能利用率,降低投资成本。同样的道理也适用于既有建筑的节能改造,只有改造后的既有建筑热工性能满足节能设计标准,才能设置太阳能空调系统,否则根本达不到预期的节能效果。

**3.0.6** 本条为强制性条文,目的是确保太阳能集热系统在实际使用中的安全性。第一,集热系统因位于室外,首先要做好保护措施,如采取避雷针、与建筑物避雷系统连接等防雷措施。第二,在非采暖和制冷季节,系统用热量和散热量低于太阳能集热系统得热量时,蓄能水箱温度会逐步升高,如系统未设置防过热措施,水箱温度会远高于设计温度,甚至沸腾过热。解决的措施包括:(1)遮盖一部分集热器,减少集热系统得热量;(2)采用回流技术使传热介质液体离开集热器,保证集热器中的热量不再传递到蓄能水箱;(3)采用散热措施将过剩的热量传送到周围环境中去;(4)及时排出部分蓄能水箱(池)中热水以降低水箱水温;(5)传热介质液体从集热器迅速排放到膨胀罐,集热回路中达到高温的部分总是局限在集热器本身。第三,在冬季最低温度低于 $0^{\circ}\text{C}$ 的地区,安装太阳能集热系统需要考虑防冻问题。当系

统集热器和管道温度低于 $0^{\circ}\text{C}$ 后,水结冰体积膨胀,如果管材允许变形量小于水结冰的膨胀量,管道会胀裂损坏。目前常用的防冻措施见表2。

表2 太阳能系统防冻措施的选用

防冻措施	严寒地区	寒冷地区	夏热冬冷
防冻液为工质的间接系统	●	●	●
排空系统	—	—	●
排回系统	○ <sup>[1]</sup>	●	●
蓄能水箱热水再循环	○ <sup>[2]</sup>	○ <sup>[2]</sup>	●
在集热器联箱和管道敷设电热带	—	○ <sup>[2]</sup>	●

注:1 室外系统排空时间较长时(系统较大,回流管线较长或管道坡度较小)不宜使用;

2 方案技术可行,但由于夜晚散热较大,影响系统经济效益;

3 表中“●”为可选用;“○”为有条件选用;“—”为不宜选用。

最后,还应防止因水质问题带来的结垢问题。一般合格的集热器均能满足防雹要求,采取合适的防冻液或排空措施均可实现集热系统的防冻。用电设备的用电安全在设计时也要考虑。

**3.0.7** 本条强调了热力制冷机组、辅助燃油锅炉和燃气锅炉等设备安全防护的重要性。热力制冷机组主要是指吸收式制冷机组和吸附式制冷机组,吸收式制冷机组的安全要求有明确的现行国家标准,此处不再赘述,吸附式制冷机组的安全措施与吸收式制冷机组相同。辅助能源的安全防护根据能源种类,分别按照相应的国家现行标准执行。

**3.0.8** 一般来说,建筑物的夏季空调负荷较大,如果完全按照建筑设计冷负荷去配置太阳能集热系统,则会导致集热器总面积过大,通常无处安装,在其他季节也容易产生过剩热量。且室外气候条件多变,导致太阳辐射照度不稳定。因此在不考虑大规模蓄能的条件下,太阳能空调系统应配置辅助能源装置。辅助能源的选择应因地制宜,以节能、高效、性价比高为原则,可选择工



业余热、生物质能、市政热网、燃气、燃油和电。

**3.0.9** 太阳能空调系统选用的部件产品必须符合国家相关产品标准的规定,应有产品合格证和安装使用说明书。在设计时,宜优先采用通过产品认证的太阳能制冷系统及部件产品。太阳能空调系统中的太阳能集热器应符合《平板型太阳能集热器》GB/T 6424 和《真空管型太阳能集热器》GB/T 17581 中规定的性能要求。溴化锂制冷机组应满足《蒸汽和热水型溴化锂吸收式冷水机组》GB/T 18431 中的要求。

其他设备和部件的质量应符合国家相关产品标准规定的要求。系统配备的输水管和电器、电缆线应与建筑物其他管线统筹安排、同步设计、同步施工,安全、隐蔽、集中布置,便于安装维护。太阳能空调系统所选用的集热器应在制冷机组热源温度范围内进行性能测试,保证集热器热性能与制冷机组的匹配性。生产企业应提供详细的制冷机组工作性能报告,包括制冷机组随热源温度变化的性能特性曲线,并应出示相关的检测报告。

**3.0.10** 太阳能空调系统是建筑的一部分,建筑主体结构符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 是保证太阳能空调系统达到设计效果的前提条件,更是整个工程的必要工序。

**3.0.11** 在当前国家大力发展建筑节能减排的背景下,各种能源消耗设备都会成为“能源审计”的对象,太阳能空调系统也不例外。如何既保障系统设备安全运行,又能同时衡量太阳能空调系统的集热系统效率和制冷性能系数等指标,离不开系统的监测计量装置。因此,应设计并安装用于测试系统主要性能参数的监测计量装置,包括热量、温度、湿度、压力、电量等参数。

## 4 太阳能空调系统设计

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 本条明确太阳能空调系统应由暖通空调专业工程师进行设计,并应符合现行国家标准《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 的相关要求。在具体设计中,针对太阳能空调系统的特点,首先,设计师需要考虑太阳能集热器的高效利用问题,为此,从产品方面,需要选用高温下仍然具有较高集热效率的太阳能集热器;从安装方面,需要保证合理的安装角度,并要求实现太阳能集热器与建筑的集成设计。其次,设计师需要综合考虑太阳能集热器、蓄能水箱、制冷机组以及辅助能源装置之间的合理连接问题,既要保证设备布局紧凑,又要优化管路系统,减少热损。

**4.1.2** 本条从太阳能空调系统与建筑相结合的基本要求出发,规定了太阳能空调系统的设计必须根据建筑的功能、使用规律、空调负荷特点以及当地气候特点综合考虑。太阳能空调系统应优先选用市场上成熟度较高的太阳能集热器以及热力制冷机组。国内高效平板以及高效真空管太阳能集热器成熟度已较高,可应用在太阳能空调系统中。热力制冷机组方面,溴化锂吸收式(单效)制冷机组属于成熟产品,制冷量为 15kW 的硅胶-水吸附式制冷机组已经有小批量生产。

从目前的应用情况来看,太阳能空调系统规模均较小,国内应用的制冷量一般为 100kW 左右。在具体方案确定中,100kW 以上的太阳能空调系统可优先采用太阳能溴化锂吸收式(单效)空调系统;而对于一些小型太阳能空调系统,可采用太阳能吸附式空调系统。

**4.1.3** 本条主要强调太阳能空调系统所用太阳能集热装置的全



年利用问题。民用建筑的用能需求是多样的,例如在寒冷地区和夏热冬冷地区既包括夏季制冷,同时也包括冬季采暖以及全年热水供应,因此,太阳能空调系统所用太阳能集热装置应得到充分利用。集成设计的基本原则是要保证太阳能集热系统产生的热水在过渡季节得到充分利用,所以在设计空调系统时,应考虑合理的切换措施,使得太阳能集热装置为采暖以及热水供应提供部分热量,从而实现太阳能的年综合热利用。目前太阳能空调系统的投资成本中,太阳能集热装置的成本约占40%~60%,这也是影响太阳能空调系统经济性的主要因素,本条所强调的太阳能综合热利用可在很大程度上提高太阳能系统的经济性。

**4.1.4** 本条规定了太阳能空调系统集热器的确定原则。太阳能空调系统集热器的选择有别于太阳能热水系统以及太阳能采暖系统,其中的关键问题是太阳能空调系统的集热器通常在高温工况下运行,而太阳能热水和太阳能采暖系统中,集热器的运行温度通常较低。因此,太阳能空调系统设计中,应对太阳能集热器进行性能测试,或由生产商提供相关部门的性能测试报告,着重分析太阳能空调驱动热源在不同温度区间的不同集热效率,在可能的情况下,尽量多选择几种集热器,进行性能比较,优选出其中最适合的集热器作为太阳能空调系统的驱动热源,保证集热器热性能与制冷机组的匹配。

确定太阳能空调系统集热器总面积时,根据设计太阳能空调负荷率以及制冷机组设计耗热量得到太阳能集热系统在设计工况下所应提供的热量。在此计算结果的基础上,根据空调冷负荷所对应时刻的太阳能辐射强度即可得到太阳能集热器的面积。但是,建筑实际可以安装集热器的面积往往是有限的,因此,集热器总面积计算值还应根据建筑实际可供的安装面积进行修正。

**4.1.5** 作为热力制冷机组,其工作性能随热源温度的变化而变化。因此,在太阳能空调系统设计时,必须首先考察制冷机组随热源温度的变化规律,生产企业应提供详细的制冷机组工作性能报告,其中,必须包括制冷性能随热源温度的变化曲线,并应出

示相关的检测报告。

热水型(单效)溴化锂吸收式制冷机组热力COP随热水温度的变化如图2所示。

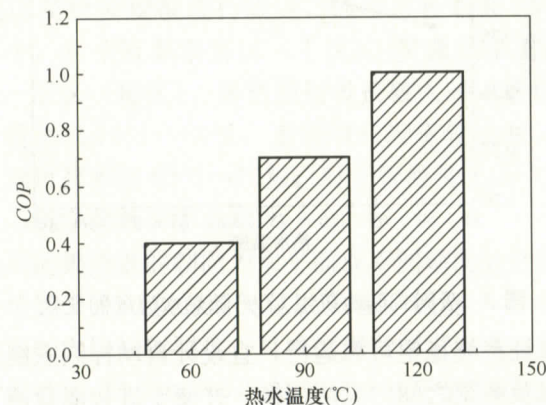


图2 溴化锂(单效)吸收式制冷机组  
COP随热水温度的变化

在一般的太阳能吸收式制冷系统中,吸收式制冷机组(单效)在设计工况下所要求的热源温度为(88~90)°C,太阳能集热器可以满足系统的工作要求。对应于该设计工况,制冷机组的热力COP约为0.7。

吸附式制冷机组COP随热水温度的变化如图3所示。

吸附式制冷机组在设计工况下所要求的热源温度为(80~85)°C,对应的热力COP约为0.4。太阳能集热器可以满足系统的工作要求。

**4.1.6** 在太阳能空调系统中,蓄能水箱是非常必要的,它连接太阳能集热系统以及制冷机组的热驱动系统,可以起到缓冲作用,使热量输出尽可能均匀。

**4.1.7** 太阳能空调系统在实际运行过程中,应根据室外环境参数以及蓄能水箱温度进行太阳能集热系统与辅助能源之间的切换,或者进行太阳能空调系统与常规空调系统之间的切换。因



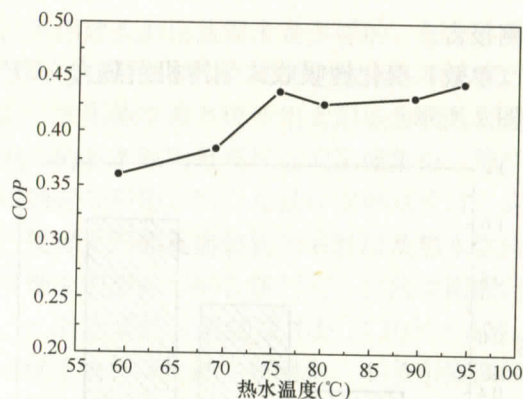


图3 吸附式制冷机组 COP 随热水温度的变化

此, 为了保证系统稳定可靠运行, 宜设计自动控制系统, 以实现热源之间以及系统之间的灵活切换, 并便于进行能量调节。

**4.1.8** 本条规定吸收式制冷机组或吸附式制冷机组的冷却水、补充水的水质应符合国家现行有关标准的规定。

## 4.2 太阳能集热系统设计

**4.2.1** 本条介绍了太阳能空调集热系统集热器总面积的计算方法。按照太阳能集热系统传热类型, 集热器总面积分为直接式和间接式两种计算方法。

计算公式中, 热力制冷机组性能系数 (COP) 的选取方法为: 对于太阳能单效溴化锂吸收式空调系统, 对应于热源温度为 (88~90)°C, 制冷机组的性能系数约为 0.7; 对于太阳能硅胶-水吸附式空调系统, 对应于相同的设计工况, 制冷机组的性能系数约为 0.4。

公式中  $Q$  为太阳能空调系统服务区域的空调冷负荷, 与建筑空调冷负荷有所不同, 目前太阳能空调系统可以提供的设计工况下制冷量还较小, 而多数公共建筑空调冷负荷相对较大, 因此在大部分案例中, 太阳能空调系统仅能保证单体建筑中部分区域的温湿度达到设计要求。而当单体建筑体量较小时, 且经计算空

调冷负荷可以完全由太阳能空调系统供应, 此时太阳能空调系统服务区域的空调冷负荷与建筑空调冷负荷相等。

设计太阳能空调负荷率  $r$  由设计人员根据不同资源区、建筑具体情况以及投资规模进行确定, 通常宜控制在 50%~80%。设计计算中, 对于资源丰富区 (I 区)、资源较丰富区 (II 区) 以及资源一般区 (III 区), 当预期初投资较大时, 建议设计太阳能空调负荷率取 70%~80%, 当预期初投资较小时, 建议设计太阳能空调负荷率取 60%~70%; 对于资源贫乏区 (IV 区), 建议设计太阳能空调负荷率取 50%~60%。

当太阳能集热器的朝向为水平面或不同朝向的立面时, 空调设计日集热器采光面上的最大总太阳辐射照度  $J$  为水平面或不同朝向立面的太阳辐射照度, 可根据现行国家标准《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 的附录 A (夏季太阳总辐射照度) 查表求得。当集热器的朝向为倾斜面时, 最大总太阳辐射照度  $J = J_{\theta}$ 。

$$\text{倾斜面太阳辐射照度: } J_{\theta} = J_{D,\theta} + J_{d,\theta} + J_{R,\theta}$$

式中,  $J_{\theta}$  为倾斜面太阳总辐射照度 ( $\text{W}/\text{m}^2$ );  $J_{D,\theta}$  为倾斜面太阳直射辐射照度 ( $\text{W}/\text{m}^2$ );  $J_{d,\theta}$  为倾斜面太阳散射辐射照度 ( $\text{W}/\text{m}^2$ );  $J_{R,\theta}$  为地面反射辐射照度 ( $\text{W}/\text{m}^2$ )。

倾斜面太阳直射辐射照度:

$$J_{D,\theta} = J_D [\cos(\Phi - \theta) \cos \delta \cos \omega + \sin(\Phi - \theta) \sin \delta] / (\cos \Phi \cos \delta \cos \omega + \sin \Phi \sin \delta)$$

式中,  $J_D$  为水平面太阳直射辐射照度 ( $\text{W}/\text{m}^2$ ), 根据现行国家标准《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 的附录 A 查取;  $\Phi$  为当地地理纬度;  $\theta$  为倾斜面与水平面之间的夹角;  $\delta$  为赤纬角;  $\omega$  为时角。

$$\text{赤纬角 } \delta = 23.45 \sin[360 \times (284 + n) / 365]$$

式中,  $n$  为一年中的日期序号。

时角  $\omega$  的计算方法为: 一天中每小时对应的时角为  $15^\circ$ , 从正午算起, 正午为零, 上午为负, 下午为正, 数值等于离正午的



小时数乘以 15。

倾斜面太阳散射辐射照度:

$$J_{d,\theta} = J_d(1 + \cos\delta)/2$$

式中,  $J_d$  为水平面太阳散射辐射照度 ( $\text{W}/\text{m}^2$ ), 根据现行国家标准《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 的附录 A 查取。

地面反射辐射照度:

$$J_{R,\theta} = \rho_G(J_D + J_d)(1 - \cos\delta)/2$$

式中,  $\rho_G$  为地面反射率, 工程计算中可取 0.2。

集热器平均集热效率  $\eta_{\text{集}}$  应参考所选集热器的性能曲线确定, 此处需要注意, 集热效率应按照热力制冷机组热源的有效工作温度区间进行确定, 一般在 30%~45%之间。

蓄能水箱以及管路热损失率  $\eta_L$  可取 0.1~0.2。

集热器总面积还应按照建筑可以提供的安装集热器的面积来校核。当集热器总面积大于可安装集热器的建筑外表面积时, 需要先按照实际情况确定集热器的面积, 然后采用公式 (4.2.1-1) 和 (4.2.1-2) 反算出太阳能空调系统的服务区域空调冷负荷, 从而确定热力制冷机组的容量。

**4.2.2** 本条规定了太阳能集热系统设计流量与单位面积流量的确定方法, 太阳能集热系统的单位面积流量与太阳能集热器的特性有关, 一般由太阳能集热器生产厂家给出。在没有相关技术参数的情况下, 按照条文中表 4.2.2 确定。

**4.2.3** 太阳能集热系统循环管道以及蓄能水箱的保温十分重要, 已有相关标准作出了详细规定, 应遵照执行。

**4.2.4** 南向设置太阳能集热器可接收最多的太阳辐射照度。太阳能空调系统除了在夏季制冷工况中应用外, 应做到全年综合利用, 避免非夏季季节集热器产生的热水浪费。太阳能集热器安装倾角等于当地纬度时, 系统侧重全年使用; 其安装倾角等于当地纬度减  $10^\circ$  时, 系统侧重在夏季使用。建筑师可根据建筑设计与制冷负荷需求, 综合确定集热器安装屋面的坡度。

### 4.3 热力制冷系统设计

**4.3.1** 本条规定了热力制冷系统的设计应同时符合现行国家标准《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 的相关技术要求。系统的运行模式可根据建筑的实际使用功能以及空调系统运行时间分为连续供冷系统和间歇供冷系统。

**4.3.2** 本条规定了对吸收式制冷机组的具体要求。热水型溴化锂吸收式制冷机组是以热水的显热为驱动热源, 通常是用工业余热热、地热和太阳能热水为热源。根据热水温度范围分为单效和双效两种类型。目前应用最为普遍的是太阳能驱动的单效溴化锂吸收式制冷系统。

吸收式制冷机组需要在一端留出相当于热交换管长度的空间, 以便清洗和更换管束, 另一端留出有装卸端盖的空间。机组应具备冷冻水或冷剂水的低温保护、冷却水温度过低保护、冷剂水的液位保护、屏蔽泵过载和防汽蚀保护、冷却水断水或流量过低保护、蒸发器中冷剂水温度过高保护和发生器出口浓溶液高温保护和停机时防结晶保护。

**4.3.3** 本条规定了对吸附式制冷机组的具体要求。太阳能固体吸附式制冷是利用吸附制冷原理, 以太阳能为热源, 采用的工质对通常为活性炭-甲醇、分子筛-水、硅胶-水及氯化钙-氨等。利用太阳能集热器将吸附床加热用于脱附制冷剂, 通过加热脱附-冷凝-吸附-蒸发等几个环节实现制冷。目前已研制出的太阳能吸附式制冷系统种类繁多, 结构也不尽相同, 可以在太阳能空调系统中使用的一般为硅胶-水吸附式制冷机组。

由于吸附式制冷机组的工作过程具有周期性, 因此, 在实际工程设计中, 建议至少选用两台机组, 并实现错峰运行。机组的循环周期应通过优化计算确定, 目前国内市场上的小型硅胶-水吸附式制冷机组的优化循环周期一般为 15min 的加热时间, 15min 的冷却时间。

**4.3.4** 本条规定了热力制冷系统的流量 (包括热水流量、冷却



水流量以及冷冻水流量)应按照制冷机组产品样本选取,一般由生产厂家给出。

#### 4.4 蓄能系统、空调末端系统、辅助能源与控制系统设计

4.4.1 在太阳能空调系统中,蓄能水箱是非常必要的,它同时连接太阳能集热系统以及制冷机组的热驱动系统,可以起到缓冲作用,使热量输出尽可能均匀。本条规定了蓄能水箱在建筑中安装的位置、需要预留的空间、运输条件及对其他专业如结构、给水排水的要求。其中,蓄能水箱必须做好保温措施,否则会严重影响太阳能空调系统的性能。保温材料选取、保温层厚度计算和保温做法等在现行国家标准《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 中的“设备和管道的保冷和保温”一节中已作详细规定,应遵照执行。

4.4.2 太阳能空调系统的蓄能水箱工作温度应控制在一定范围内。例如,对于最常见的单效溴化锂吸收式太阳能空调系统,在设计工况下所要求的热源温度为 $(88\sim 90)^{\circ}\text{C}$ ,因此,蓄能水箱的工作温度可设定为 $(88\sim 90)^{\circ}\text{C}$ 。对于吸附式太阳能空调系统,在设计工况下所要求的热源温度为 $(80\sim 85)^{\circ}\text{C}$ ,因此,蓄能水箱的工作温度可设定为 $(80\sim 85)^{\circ}\text{C}$ 。

4.4.3 太阳能空调系统通常与太阳能热水系统集成设计,因此,蓄能水箱的容积同时要考虑热水系统的要求,在对国内外已有的太阳能空调项目进行总结的基础上,得到蓄能水箱容积的设计可按照每平方米集热器 $(20\sim 80)\text{L}$ 进行。如没有热水供应的需求,蓄能水箱容积可适当减小。同时,系统应考虑非制冷工况下太阳能热水的利用问题。此外,受建筑使用功能的限制,当太阳能空调系统的运行时间与空调使用时间不一致时,蓄能水箱应满足蓄热要求。

在确定蓄能水箱的容量时,按照目前国内的应用案例,可参考的方案包括:

1 设置一个不做分层结构的普通蓄能水箱。如上海生态建筑太阳能空调系统,由于建筑的热水需求很小,因此, $150\text{m}^2$ 集热器对应的蓄能水箱设计容量仅为 $2.5\text{m}^3$ ,其主要作用是稳定系统的运行。在非空调工况,太阳能热水被用作冬季采暖以及过渡季节自然通风的加强措施。再如北苑太阳能空调系统,制冷量 $360\text{kW}$ ,集热面积 $850\text{m}^2$ ,蓄能水箱 $40\text{m}^3$ 。

2 设置一个分层蓄能水箱。如香港大学的太阳能空调示范系统, $38\text{m}^2$ 太阳能集热器,采用了 $2.75\text{m}^3$ 的分层蓄能水箱。

3 设置大小两个蓄能水箱(小水箱用于系统快速启动,大水箱用于系统正常工作后进一步蓄存热能)。如我国“九五”期间实施的乳山太阳能空调系统, $540\text{m}^2$ 太阳能集热器,采用了两个蓄能水箱,小水箱 $4\text{m}^3$ 用于系统快速启动,大水箱 $8\text{m}^3$ 用于蓄存多余热量。

4 设置具有跨季蓄能作用的蓄能水池。如我国“十五”期间建设的天普太阳能空调系统, $812\text{m}^2$ 太阳能集热器,采用了 $1200\text{m}^3$ 的跨季蓄能水池。

对于不做分层结构的普通蓄能水箱,为了很好地利用水箱内水的分层效应,在加工工艺允许的前提下,蓄能水箱宜采用较大的高径比。此外,在水箱管路布置方面,热驱动系统的供水管以及太阳能集热系统的回水管宜布置在水箱上部;热驱动系统的回水管以及太阳能集热系统的供水管宜布置在水箱下部。

根据现有的太阳能空调工程案例可知,一般情况下不需要设置蓄冷水箱。部分工程对蓄冷水箱有所考虑,但中小型系统的蓄冷水箱容积一般不超过 $1\text{m}^3$ 。仅当系统考虑跨季蓄能时,蓄热或蓄冷水箱才设置得比较大,如北苑太阳能空调系统,除设置 $40\text{m}^3$ 的蓄热水箱外,还设置了 $30\text{m}^3$ 的蓄冷水箱。

4.4.4 空调末端系统设计应结合制冷机组的冷冻水设定温度。吸收式制冷机组一般可提供冷冻水的设计温度为 $(7/12)^{\circ}\text{C}$ ,此时,空调末端宜采用风机盘管或组合式空调机组。而吸附式制冷机组的冷冻水进出口温度通常为 $(15/10)^{\circ}\text{C}$ ,此时空调末端处于



非标准工况,因此需要对末端产品的制冷量进行温度修正,相应地,空调末端宜采用干式风机盘管或毛细管辐射末端。设计时应按照现行国家标准《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019的有关规定执行。

**4.4.5** 本条规定了太阳能空调系统辅助能源装置的容量配置原则。由于太阳能自身的波动性,为了保证室内制冷效果,辅助能源装置宜按照太阳辐射照度为零时的最不利条件进行配置,以确保建筑室内舒适的热环境。

**4.4.6** 从技术可行性以及目前的应用现状来看,太阳能空调系统的辅助能源装置涉及燃气锅炉、燃油锅炉以及常规空调系统等。在结合建筑特点以及当地能源供应现状确定好辅助能源装置后,各类辅助能源装置的设计均应符合现行的设计规范,例如:

1 辅助燃气锅炉的设计应符合现行国家标准《锅炉房设计规范》GB 50041 和《城镇燃气设计规范》GB 50028 的相关要求;

2 辅助燃油锅炉的设计应符合现行国家标准《锅炉房设计规范》GB 50041 的相关要求;

3 辅助常规空调系统的设计应符合现行国家标准《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 的相关要求。

**4.4.7** 太阳能空调系统的控制主要包括太阳能集热系统的自动启停控制、安全控制以及制冷机组的自动启停控制和安全控制。系统的控制应将制冷机组以及辅助能源装置自身所配的控制设备与系统的总控有机联合起来。除通过温控实现主要设备的自动启停外,其他有关设备的安全保护控制应按照产品供应商的要求执行。宜选用全自动控制系统,条件有限时,可部分选用手动。其中,太阳能集热系统应自动控制,其中应包括自动启停、防冻、防过热等控制措施。

太阳能空调系统的热力制冷机组宜采用自动控制,一般通过监测蓄能水箱水温来控制制冷机组以及辅助能源装置的启停。在实现自动控制的过程中,还要综合考虑建筑空调使用时间以及制

冷机组、辅助能源装置的安全性和可靠性。

1 当达到开机设定时间(结合建筑物实际使用功能确定),同时蓄能水箱温度达到设定值时,开启制冷机组。例如:在设计工况下,单效吸收式制冷机组的开机温度可设定为 $88^{\circ}\text{C}$ ;而吸附式制冷机组的开机温度可设定为 $85^{\circ}\text{C}$ 。然而,在实际应用中,开机设定温度可适当降低,例如:单效吸收式制冷机组的开机温度可设定为 $80^{\circ}\text{C}$ 左右;而吸附式制冷机组的开机温度可设定为 $75^{\circ}\text{C}$ 左右。这种情况下,虽然制冷机组COP有所降低,但是,空调冷负荷也相对较低。随着太阳辐射照度不断升高,蓄能水箱的水温会逐渐升高,制冷机组COP相应逐渐升高,这与空调冷负荷的变化趋势相似。

2 在太阳能空调系统运行过程中,如果受环境影响,蓄能水箱水温太低不足以有效驱动制冷机组时,应开启辅助能源装置。为了避免辅助能源装置的频繁启停,辅助能源装置的开机温度设定值可适当降低,例如:对于单效吸收式制冷机组,可将开机温度设定为 $75^{\circ}\text{C}$ 左右;对于吸附式制冷机组,可将开机温度设定为 $70^{\circ}\text{C}$ 左右。辅助能源装置的停机温度设定值可按照制冷机组设计工况确定。

3 如果达到开机设定时间,蓄能水箱温度尚未达到设定值时,应及时开启辅助能源装置。

4 当达到停机设定时间(结合建筑物实际使用功能确定),除太阳能集热系统保持自动运行外,系统其他部件均应停机。

太阳能空调系统的监测参数主要包括两部分:室内外环境参数和太阳能空调系统参数。其中,与常规空调系统有所区别的主要是太阳辐射照度的监测、太阳能集热器进出口温度与流量、蓄热水箱温度和辅助能源消耗量的监测。



## 5 规划和建筑设计

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 太阳能空调系统设计与建筑物所处建筑气候分区、规划用地范围内的现状条件及当地社会经济发展水平密切相关。在规划和建筑设计中应充分考虑、利用和强化已有特点和条件,为充分利用太阳能创造条件。

太阳能空调系统设计应由建筑设计单位和太阳能空调系统产品供应商相互配合共同完成。首先,建筑师要根据建筑类型、使用功能确定安装太阳能空调系统的机房位置和屋面设备的安装位置,向暖通工程师提出对空调系统的使用要求;暖通工程师进行太阳能热力制冷机组选型、空调系统设计及末端管线设计;结构工程师在建筑结构设计时,应考虑屋面太阳能集热器和室内制冷机组的荷载,以保证结构的安全性,并埋设预埋件,为太阳能集热器的锚固、安装提供安全牢靠的条件;电气工程师满足系统用电负荷和运行安全要求,进行防雷设计。

其次,太阳能空调系统产品供应商需向建筑设计单位提供热力制冷机组和太阳能集热器的规格、尺寸、荷载,预埋件的规格、尺寸、安装位置及安装要求;提供热力制冷机组和集热器的技术指标及其检测报告;保证产品质量和使用性能。

**5.1.2** 本条引用了《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》GB 50364 中的相关规定。

**5.1.3** 本条对屋顶太阳能集热器设备和管道的布置提出要求,目的是集中管理、维修方便和美化环境。检修通道和管道井的设计应遵守相关的国家现行的规范和标准。

### 5.2 规划设计

**5.2.1** 建筑的体形设计和空间组合设计应充分考虑太阳能的利用,包括建筑的布局、高度和间距等,目的是为使集热器接收更多的太阳辐射照度。

**5.2.2** 太阳能空调系统在屋面增加的集热器等组件有可能降低相邻建筑底层房间的日照时间,不能满足建筑日照的要求。在阳台或墙面上安装有一定倾角的集热器时,也有可能降低下层房间的日照时间。所以在设计太阳能空调之前必须对日照进行分析和计算。

**5.2.3** 太阳能集热器安装在建筑屋面、阳台、墙面或其他部位,不应被其他物体遮挡阳光。太阳能集热器总面积根据热力制冷机组热水用量、建筑上允许的安装面积等因素确定。考虑到热力制冷机组需要匹配较大的集热器总面积和较长时间的辐照时间,本条规定集热器要满足全天有不少于 6h 日照时数的要求。

### 5.3 建筑设计

**5.3.1** 太阳能空调系统的制冷机房应由建筑师根据建筑功能布局进行统一设置,因机房功能与常规空调系统一致,所以宜与常规空调系统的机房统一布置。制冷机房应靠近建筑冷负荷中心与太阳能集热器,及制冷机组应靠近蓄能水箱等要求,都是为了尽量减少由于管道过长而产生的冷热损耗。

**5.3.2** 太阳能空调系统中的太阳能集热器、热力制冷系统和空调末端系统应由建筑师配合暖通工程师和太阳能空调系统产品供应商确定合理的安装位置,并重点满足集热器、蓄能水箱和冷却塔等设备的补水、排水等功能要求。而热力制冷机组、辅助能源装置等大型设备在运行期间需要不同程度的检修、更新和维护,建筑设计要考虑到这些因素。

建筑设计应为太阳能空调系统的安装、维护提供安全的操作条件。如平屋面设有屋面出口或上人孔,便于集热器和冷却塔等



屋面设备安装、检修人员的出入；坡屋面屋脊的适当位置可预留金属钢架或挂钩，方便固定安装检修人员系在身上的安全带，确保人员安全。集热器支架下部的水平杆件不应影响屋面雨水的排放。

**5.3.3** 本条为强制性条文。建筑设计时应考虑设置必要的安全防护措施，以防止安装有太阳能集热器的墙面、阳台或挑檐等部位的集热器损坏后部件坠落伤人，如设置挑檐、入口处设雨篷或进行绿化种植隔离等，使人不易靠近。集热器下部的杆件和顶部的高度也应满足相应的要求。

**5.3.4** 作为太阳能建筑一体化设计要素的太阳能集热器可以直接作为屋面板、阳台栏板或墙板等围护结构部件，但除了满足系统功能要求外，首先要满足屋面板、阳台栏板、墙板的结构安全性能、消防功能和安全防护功能等要求。除此之外，太阳能集热器应与建筑整体有机结合，并与建筑周围环境相协调。

**5.3.5** 建筑的主体结构在伸缩缝、沉降缝、抗震缝的变形缝两侧会发生相对位移，太阳能集热器跨越变形缝时容易被破坏，所以太阳能集热器不应跨越主体结构的变形缝。

**5.3.6** 辅助能源装置的位置和安装空间应由建筑师与暖通工程师共同确定，该装置能否安全运行、操作及维护方便是太阳能空调系统安全运行的重要因素之一。

## 5.4 结构设计

**5.4.1** 太阳能空调系统中的太阳能集热器、热力制冷机组和蓄能水箱与主体结构的连接和锚固必须牢固可靠，主体结构的承载力必须经过计算或实物试验予以确认，并要留有余地，防止偶然因素产生突然破坏。真空管集热器每平方米的重量约（15~20）kg，平板集热器每平方米的重量约（20~25）kg。

安装太阳能空调系统的主体结构必须具备承受太阳能集热器、热力制冷机组和蓄能水箱等传递的各种作用的能力（包括检修荷载），主体结构设计时应充分加以考虑。例如，主体结构为

混凝土结构时，为了保证与主体结构的连接可靠性，连接部位主体结构混凝土强度等级不应低于 C20。

**5.4.2** 本条为强制性条文。连接件与主体结构的锚固承载力应大于连接件本身的承载力，任何情况不允许发生锚固破坏。采用锚栓连接时，应有可靠的防松动、防滑移措施；采用挂接或插接时，应有可靠的防脱落、防滑移措施。

为防止主体结构与支架的温度变形不一致导致太阳能集热器、热力制冷机组或蓄能水箱损坏，连接件必须有一定的适应位移的能力。

**5.4.3** 安装在屋面、阳台或墙面的太阳能集热器与建筑主体结构的连接，应优先采用预埋件来实现。因为预埋件的连接能较好地满足设计要求，且耐久性能良好，与主体连接较为可靠。施工时注意混凝土振捣密实，使预埋件锚入混凝土内部分与混凝土充分接触，具有很好的握裹力。同时采取有效的措施使预埋件位置准确。为了保证预埋件与主体结构连接的可靠性，应确保在主体施工前设计并在施工时按设计要求的位置和方法进行预埋。如果没有设置预埋件的条件，也可采用其他可靠的方法进行连接。

**5.4.4** 由于制冷机组、冷却塔等设备自重或满载重量较大，在太阳能空调系统设计时，必须事先考虑将其设置在具有相应承载能力的结构构件上。在新建建筑中，应在结构设计时充分考虑这些设备的荷载，避免错、漏；在既有建筑中应进行强度与变形的验算，以保证结构构件在增加荷载后的安全性，如强度或变形不满足要求，则要对结构构件进行加固处理或改变设备位置。

**5.4.5** 进行结构设计时，不但要计算安装部位主体结构构件的强度和变形，而且要计算支架、支撑金属件及其连接节点的承载能力，以确保连接和锚固的可靠性，并留有余量。

**5.4.6** 当土建施工中未设置预埋件、预埋件漏放、预埋件偏离设计位置太远、设计变更，或既有建筑增设太阳能空调系统时，往往要使用后锚固螺栓进行连接。采用后锚固螺栓（机械膨胀螺栓或化学锚栓）时，应采取多种措施，保证连接的可靠性及安



全性。

**5.4.7** 太阳能空调系统结构设计应区分是否抗震。对非抗震设防的地区,只需考虑风荷载、重力荷载和雪荷载(冬天下雪夜晚平板集热器可能会出现积雪现象);对抗震设防的地区,还应考虑地震作用。

经验表明,对于安装在建筑屋面、阳台、墙面或其他部位的太阳能集热器主要受风荷载作用,抗风设计是主要考虑因素。但是地震是动力作用,对连接节点会产生较大影响,使连接处发生破坏甚至使太阳能集热器脱落,所以除计算地震作用外,还必须加强构造措施。

### 5.5 暖通和给水排水设计

**5.5.1** 太阳能空调系统机房是指热力制冷机组及相关系统设备的机房,应保持其良好的通风。有条件时可利用自然通风,但应防止噪声对周围建筑环境的影响;无条件时则应独立设置机械通风系统。当辅助燃油、燃气锅炉不设置在机房时,机房的最小通风量,可根据生产厂家的要求,并结合机房内余热排除的需求综合确定,机房的换气次数通常可取(4~6)次/h;当辅助燃油、燃气锅炉设置在机房内时,机房的通风系统设计应满足现行国家标准《锅炉房设计规范》GB 50041中对燃油和燃气锅炉房通风系统设计的要求。机房位置、机房内设备与建筑的相对空间及消防等要求在《采暖通风与空气调节设计规范》GB 50019中已作详细规定,应遵照执行。

**5.5.2** 太阳能空调系统的机房存在用水点,例如一些设备运行或维修时需要排水、泄压、冲洗等,因此机房需要给水排水专业配合设计。太阳能集热系统要进行良好的介质循环,也涉及给水排水设计。更重要的是,辅助能源装置如采用燃油、燃气、电热锅炉等,则还需要设置特殊的水喷雾或气体灭火消防系统。一般的给水排水相关设计应遵守现行国家标准《建筑给水排水设计规范》GB 50015的要求,给水排水消防设计应按照现行国家标准

《高层民用建筑设计防火规范》GB 50045及《建筑设计防火规范》GB 50016中的规定执行。

**5.5.3** 太阳能集热器置于室外屋顶或建筑立面,集热管表面日久会积累灰尘,如不及时清洗将影响透光率,降低集热能力。本条要求在集热器附近设置用于清洁的给水点,就是为了定期打扫预留条件。给水点预留要注意防冻。因为污水要排走,排水设施也需要同时设计。

### 5.6 电气设计

**5.6.1、5.6.2** 这两条是对太阳能空调系统中使用电气设备的安全要求,其中5.6.2条为强制性条文。如果系统中含有电气设备,其电气安全应符合现行国家标准《家用和类似用途电器的安全》(第一部分通用要求)GB 4706.1的要求。

**5.6.3** 太阳能空调系统的电气管线应与建筑物的电气管线统一布置,集中隐蔽。



## 6 太阳能空调系统安装

### 6.1 一般规定

6.1.1 本条为强制性条文。太阳能空调系统的施工安装,保证建筑物的结构和功能设施安全是第一位的,特别在既有建筑上安装系统时,如果不能严格按照相关规范进行土建、防水、管道等部位的施工安装,很容易造成对建筑物的结构、屋面防水层和附属设施的破坏,削弱建筑物在寿命期内承受荷载的能力,所以,该条文应予以充分重视。

6.1.2 目前,国内太阳能空调系统的施工安装通常由专门的太阳能工程公司承担,作为一个独立工程实施完成,而太阳能系统的安装与土建、装修等相关施工作业有很强的关联性,所以,必须强调施工组织设计,以避免差错、提高施工效率。

6.1.3 本条的提出是由于目前太阳能系统施工安装人员的技术水平参差不齐,不进行规范施工的现象时有发生。所以,着重强调必要的施工条件,严禁不满足条件的盲目施工。

6.1.4 由于太阳能空调系统在非使用季节会在较恶劣的工况下运行,以此规定了连接管线、部件、阀门等配件选用的材料应能耐受高温,以防止系统破坏,提高系统部件的耐久性和系统使用寿命。

6.1.5 太阳能空调系统的安装一般在土建工程完工后进行,而土建部位的施工通常由其他施工单位完成,本条强调了对土建相关部位的保护。

6.1.6 本条对太阳能空调系统安装人员应具备的条件进行规定。

6.1.7 根据《特种设备安全监察条例》(国务院令 549 号),燃油、燃气锅炉属于特种设备,其安装单位、人员应具有特种设备安装资质,并需要进行安装报批、检验和验收。

### 6.2 太阳能集热系统安装

6.2.1 支架安装关系到太阳能集热器的稳定和安全,应与基座连接牢固。

6.2.2 一般情况下,太阳能空调系统的承重基座都是在屋面结构层上现场砌(浇)筑,需要刨开屋面面层做基座,因此将破坏原有的防水结构。基座完工后,被破坏的部位需重做防水。

6.2.3 实际施工中,钢结构支架及预埋件的防腐多被忽视,会影响系统寿命,本条对此加以强调。

6.2.4 集热器的安装方位和倾角影响太阳能集热系统的得热量,因此在安装时应给予重视。

6.2.5 太阳能空调系统由于工作温度高,并可能存在较严重的过热问题,因此集热器的连接不当会造成漏水等问题,本条对此加以强调。

6.2.6 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 规范了各种管路施工要求,太阳能集热系统的管路施工应遵照执行。

6.2.7 为防止集热器漏水,本条对此加以强调。

6.2.8 本条规定了太阳能集热系统钢结构支架应有可靠的防雷措施。

6.2.9 本条强调应先检漏,后保温,且应保证保温质量。

### 6.3 制冷系统安装

6.3.1 本条强调安装时应对制冷机组进行保护。

6.3.2 本条是根据电气和控制设备的安装要求对制冷机组的安装位置作出规定。

6.3.3 现行国家标准《制冷设备、空气分离设备安装工程施工及验收规范》GB 50274 及《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 规范了空调设备及系统的施工要求,应遵照执行。

6.3.4 空调末端系统的施工安装在现行国家标准《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 中均有规定,应遵照执行。

#### 6.4 蓄能和辅助能源系统安装

6.4.1 为提高水箱寿命和满足卫生要求,采用钢板焊接的蓄能水箱要对其内壁作防腐处理,并确保材料承受热水温度。

6.4.2 本条规定是为减少蓄能水箱的热损失。

6.4.3 本条规定了蓄能地下水池现场施工制作时的要求,以保证水池质量和施工安全。

6.4.4 为防止水箱漏水,本条对检漏和实验方法给予规定。

6.4.5 本条规定是为减少蓄能水箱的热损失。

6.4.6 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 规范了额定工作压力不大于 1.25MPa、热水温度不超过 130℃ 的整装蒸汽和热水锅炉及配套设备的安装,规范了直接加热和热交换器及辅助设备的安装,应遵照执行。

#### 6.5 电气与自动控制系统安装

6.5.1 太阳能空调系统的电缆线路施工和电气设施的安装在现行国家标准《电气装置安装工程电缆线路施工及验收规范》GB 50168 和《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 中有详细规定,应遵照执行。

6.5.2 为保证系统运行的电气安全,系统中的全部电气设备和与电气设备相连接的金属部件应作接地处理。而电气接地装置的施工在现行国家标准《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》GB 50169 中均有规定,应遵照执行。

6.5.3 本条强调了传感器安装的质量和注意事项。

#### 6.6 压力试验与冲洗

6.6.1 为防止系统漏水,本条对此加以强调。

6.6.2 本条规定了管路和设备的检漏试验。对于各种管路和承

压设备,试验压力应符合设计要求。当设计未注明时,应按现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 的相关要求进行。非承压设备做满水灌水试验,满水灌水检验方法:满水试验静置 24h,观察不漏不渗。

6.6.3 本条规定是为防止低温水压试验结冰造成管路和集热器损坏。

6.6.4 本条强调了制冷机组安装完毕后应进行水压试验和冲洗,并规定了冲洗方法。

#### 6.7 系统调试

6.7.1 太阳能空调系统是一个比较专业的工程,需由专业人员才能完成系统调试。系统调试是使系统功能正常发挥的调整过程,也是对工程质量进行检验的过程。

6.7.2 本条规定了系统调试需要包括的项目和连续试运行的天数,以使工程能达到预期效果。

6.7.3 本条规定了设备单机、部件调试应包括的主要内容,以防遗漏。

6.7.4 系统联动调试主要指按照实际运行工况进行系统调试。本条解释了系统联动调试内容,以防遗漏。

6.7.5 本条规定了系统联动调试的运行参数应符合的要求。

## 7 太阳能空调系统验收

### 7.1 一般规定

7.1.1 本条规定了太阳能空调系统的验收步骤。

7.1.2 本条强调了在验收太阳能空调系统前必须先完成相关的隐蔽工程验收,并对其工程验收文件进行认真的审核与验收。

7.1.3 太阳能空调系统较复杂,在安装热力制冷机组等设备及空调系统管线的过程中产生的废料和各种辅助安装设备应及时清除以保证验收现场的干净整洁。

7.1.4 本条强调了现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 中的规定要求。

7.1.5 本条强调了施工单位应先进行自检,自检合格后再申请竣工验收。

7.1.6 本条强调了现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 中的规定要求。

7.1.7 本条强调了太阳能空调系统验收记录、资料立卷归档的重要性。

### 7.2 分项工程验收

7.2.1 本条划分了太阳能空调系统工程的分部与分项工程,以及分项工程所包括的基本施工安装工序和项目,分项工程验收应能涵盖这些基本施工安装工序和项目。

7.2.2 太阳能空调系统某些工序的施工必须在前一道工序完成且质量合格后才能进行本道工序,否则将较难返工。

7.2.3 本条强调了太阳能空调系统的性能应在调试合格后进行检验,其中热性能的检验内容应包括太阳能集热器的进出口温度、流量和压力,热力制冷机组的热水和冷水的进出口温度、流

量和压力。

### 7.3 竣工验收

7.3.1 本条强调了竣工验收的时机。

7.3.2 本条强调了竣工验收应提交的资料。实际应用中,一些施工单位对施工资料不够重视,这会对今后的设备运行埋下隐患,应予以注意。



## 8 太阳能空调系统运行管理

### 8.1 一般规定

8.1.1~8.1.3 规定在太阳能空调系统交付使用后,系统提供单位应对使用单位进行工作原理交底和相关的操作培训,并制定详细的使用说明。使用单位应建立太阳能空调系统管理制度,其中包括太阳能空调系统的运行、维护和维修等。太阳能空调系统开始使用后,使用单位应根据建筑使用特点以及空调运行时间等因素,建立由专人负责运行维护的管理制度,设专人负责系统的管理和运行。系统操作和管理人员应严格按照使用说明对系统进行管理,发现仪表显示出现故障及系统运行失常,应及时组织检修。但太阳能集热器、制冷机组、控制系统等关键设备发生故障时,应及时通知相关产品供应商进行专业维修。

8.1.4 本条规定了应对太阳能空调系统的主要设备、部件以及数据采集装置、控制元件等进行定期检查。

### 8.2 安全检查

8.2.1 本条规定应对太阳能集热器进行定期安全检查,包括定期检查太阳能集热器与基座和支架的连接,更换损坏的集热器,检查设备及管路的漏水情况。定期检查基座和支架的强度、锈蚀情况和损坏程度。

8.2.2 本条强调建筑立面安装太阳能集热器的安全防护措施。应对墙面等建筑立面处安装太阳能集热器的防护网或其他防护设施定期检修,避免集热器损坏造成对人身伤害。

8.2.3 本条强调进入冬季之前应进行防冻系统的检查,保证系统安全运行。此处需要强调的是,防冻检查既包括太阳能集热系统的防冻设施(具体见现行国家标准《民用建筑太阳能热水系统

应用技术规范》GB 50364),也包括太阳能空调系统的其他部件以及管路。

8.2.4 本条强调了应对太阳能集热系统防雷设施进行定期检查,并进行接地电阻测试。

8.2.5 从现有的太阳能空调系统工程案例来看,许多项目采用了燃气锅炉或燃油锅炉等作为辅助能源装置,此类工程项目中,应按照国家现行的安检以及管理制度对燃油和燃气锅炉、燃油和燃气输送管道以及其他相关的消防报警设施进行定期检查。

### 8.3 系统维护

8.3.1 温度、流量等传感器对太阳能空调系统的全自动运行起着重要作用,本条规定每年应对传感器进行检查,发现问题应及时更换。

8.3.2 考虑到空气污染等问题影响太阳能集热器的高效运行,应每年检查集热器表面,定期进行清洗。

8.3.3 本条规定每年对管路、阀门以及电气元件进行检查,包括管路是否渗漏、管路保温是否受损以及阀门是否启闭正常、有无渗漏等。

8.3.4 本条规定了太阳能空调系统停止运行时,应采取适当措施将太阳能集热系统的得热量加以利用或释放,避免集热系统过热。

8.3.5 对于目前太阳能空调系统所采用的热驱动吸收式或吸附式制冷机组,建议其维护由产品供应商进行。



1 5 1 1 2 2 1 8 5 7

统一书号: 15112 · 21857  
定 价: 12.00 元

