



太阳能供热采暖工程 应用技术手册

Technical Handbook for Solar Heating

郑瑞澄 路宾 李忠 何涛 编著



中国建筑工业出版社

太阳能供热采暖工程应用 技术手册

郑瑞澄 路宾 李忠 何涛 编著

中国建筑工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

太阳能供热采暖工程应用技术手册/郑瑞澄等编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2012. 5
ISBN 978-7-112-13915-6

I. ①太… II. ①郑… III. ①太阳能-供热-技术手册②太阳能采暖-技术手册 IV. ①TK511-62②TU832. 1-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 278059 号

本书围绕现行国家标准《太阳能供热采暖工程技术规范》GB 50495—2009 等相关规范展开, 汇集了太阳能供热采暖领域的最新研究成果和先进技术。本书的编写宗旨是以工程应用为目标, 针对实际需要, 全面、系统地阐述了被动式太阳能采暖设计、太阳能供热采暖负荷分析、太阳能集热器、主动式太阳能供热采暖系统的类型与特点、主动式太阳能供热采暖系统的技术要求、主动式太阳能供热采暖系统设计、主动式太阳能供热采暖系统施工、太阳能供热采暖系统节能环保效益分析、太阳能供热采暖系统测试与监测和相关工程实例等内容; 其中, 又以主动式太阳能供热采暖系统的设计、施工、监测及效益评估作为本书的主要内容; 对太阳能供热采暖的负荷分析、太阳能集热器及系统的类型与特点、系统的技术要求、系统的设计与施工、系统的监测与效益评估等也进行了详细的剖析和论述, 给出了太阳辐射资料等相关设计参数, 并介绍了不同类型的实际工程案例。

本书既是《太阳能供热采暖工程技术规范》GB 50495—2009 的配套读本, 又是太阳能供热采暖工程设计、施工、验收、监测、评估技术的实用工具书, 可供从事太阳能供热采暖工程的科研、设计、施工、监理、质量监督、检测、咨询等工程技术人员和高等院校的相关专业师生参考使用。

* * *

责任编辑: 何玮珂
责任设计: 赵明霞
责任校对: 王誉欣 刘 钰

太阳能供热采暖工程应用技术手册

郑瑞澄 路宾 李忠 何涛 编著

*

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

北京世知印务有限公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 23 字数: 571 千字

2012 年 3 月第一版 2012 年 3 月第一次印刷

定价: 59.00 元

ISBN 978-7-112-13915-6

(21403)

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)

序 一

建筑领域应用太阳能光热技术的研究开发自 20 世纪 80 年代起就已开始，经过三十余年的不断努力，在技术理论和工程实践两个方面取得了不少成果。近年来，太阳能供热采暖技术开始规模化应用于实际工程，在满足使用功能的同时也可促进我国的节能减排工作，是十分值得推广的可再生能源建筑应用技术。

在建筑中大规模应用太阳能，如果没有规范的技术指导与科学管理，其工程质量和节能效果将很难保证。相对于常规能源系统的设计，太阳能热利用技术在工程应用中有其特殊性，目前我国很多建筑设计工作者还缺少太阳能系统设计的经验。部分项目在建设过程中由于没有做到“同步设计，同步施工，统一验收，同时使用”，建成后不仅影响建筑物的整体美观，也存在运行使用的安全隐患；总体规划和系统设计的不尽合理，则会直接影响使用效果和系统的节能效益。

2009 年《太阳能供热采暖工程技术规范》GB 50495—2009 的发布，对工程建设起到了规范作用，在此规范的基础上，经验丰富的太阳能热利用技术专家又编著了本书，从太阳能供热采暖系统的产品性能、系统设计、系统施工、工程验收、运行维护、经济性分析等各个方面进行了详细的阐述，还汇集列举了不同的实例，并进行了具体的说明，可为工程设计施工提供参考。相信本书的出版可提升我国太阳能建筑应用的总体水平，促进太阳能建筑应用的健康发展。

住房和城乡建设部 建筑节能与科技司
2011 年 12 月

序 二

改革开放 30 年来，中国的太阳能热利用产业逐渐成长，已成为全球产量最多、应用量最大的可再生能源产业。目前我国有两亿人用上了太阳能热水器，不仅对改善、提高城乡人民的生活水平发挥了重要作用，也为中国的节能减排和减缓全球气候变化的事业作出了巨大贡献。

近年来，太阳能热利用技术受到了各级政府的高度关注，广大科技人员通过科研攻关与应用示范工程，使太阳能热利用技术的水平得到了不断提高，特别是在建筑领域的太阳能供热采暖技术有了突破性的进展，为扩大市场应用创造了条件。

太阳能供热采暖不同于太阳能热水，技术含量相对较高，而过去建筑业界的暖通等专业工程技术人员不熟悉太阳能热利用的基础知识，也不完全了解和掌握太阳能供热采暖系统的设计、施工与效益评估，这一问题的存在，对太阳能供热采暖系统在建筑中的应用和发展是非常不利的。

因此，为了促进太阳能供热采暖技术在建筑中的推广应用，我国从事太阳能供热采暖技术研究开发的专家和工程技术人员，在借鉴国外先进技术和总结我国工程实践经验的基础上，编写了这本《太阳能供热采暖工程应用技术手册》，就太阳能供热采暖系统的设计、安装、维护以及评价等关键技术环节进行了全面的介绍和论述。相信本书的出版，将对提高我国太阳能供热采暖的技术水平，提高太阳能热利用在建筑节能中的贡献比例，起到重要的作用。同时，也为实现我国可再生能源发展的中长期规划和应对全球气候变化行动计划的目标作出更大的贡献。

国务院参事
中国可再生能源学会理事长



2011 年 12 月

前 言

随着国民经济的持续发展，城乡人民居住条件的明显改善和生活水平的不断提高，我国的建筑能耗快速增长，目前建筑用能占全社会能源消费量的比例已接近 30%，从而加剧了能源供应的紧张形势。在建筑能耗中，供热采暖用能约占 45%，是建筑节能的重点领域。为降低建筑能耗，既要节约，又要开源；所以，应努力增加可再生能源在建筑中的用能比例。

太阳能是永不枯竭的清洁能源，是人类可以长期依赖的重要能源之一，利用太阳能为建筑物供热采暖可以获得非常良好的节能和环境效益；因此，长期以来，一直受到世界各国的普遍重视。近十余年来，欧洲、北美发达国家的太阳能供热采暖规模化利用技术快速发展，建成了大批利用太阳能的区域供热采暖工程，并编写出版了相应的技术指南和设计手册；我国的太阳能供热采暖技术近几年来也成为可再生能源建筑应用的热点，各地陆续建成一批试点示范工程，并已形成进一步推广应用的发展趋势。

国内目前完成的太阳能供热采暖工程，基本上依据太阳能企业过去设计安装太阳能热水系统的经验，系统设计的科学性、合理性较差，更做不到优化设计，致使系统建成后未能发挥应有的效益。太阳能供热采暖系统需要的太阳能集热器面积较多，与建筑围护结构结合安装时，既要保证尽可能多的接收太阳光照，又要保证其安全性；这些问题都需要通过技术规范加以解决。为此，国家标准《太阳能供热采暖工程技术规范》GB 50495—2009 于 2009 年 3 月 19 日由住房和城乡建设部、国家质量监督检验检疫总局联合发布，并于 2009 年 8 月 1 日开始实施。

由于国家标准中编写的条文只规定需要遵循的准则、达到的技术要求及采取的技术措施，不叙述目的和理由；而太阳能供热采暖是一项可再生能源在建筑中应用的新技术，目前尚不为建筑行业内的工程技术人员所熟悉；为了规范太阳能供热采暖工程的设计、施工和验收，确保太阳能供热采暖系统安全可靠运行，并更好地发挥节能效益；出版与国家标准 GB 50495 相配套的技术手册就显得十分必要。因此，《太阳能供热采暖工程技术规范》主编单位“中国建筑科学研究院”的相关专业技术人员编写完成了《太阳能供热采暖工程应用技术手册》一书。该书的出版发行，对提高我国太阳能供热采暖工程的设计、建设水平，加快太阳能供热采暖技术的推广，必将起重要的推动作用。

本书各章节的作者分别是：第 1 章：郑瑞澄；第 2 章：郑瑞澄、王聪辉；第 3 章：王敏；第 4 章：郑瑞澄、张磊、黄祝连；第 5 章：李忠、孙峙峰；第 6 章：路宾、冯爱荣；第 7 章：何涛、王选；第 8 章：冯爱荣；第 9 章：张昕宇；第 10 章：张昕宇；第 11 章：

李忠、何涛、张昕宇、聂晶晶、李常铃、邓昱。

全书由郑瑞澄统稿并对各章做了校阅、修改和补充。对本书有贡献的还有（排名不分先后）：朱敦智、邹怀松、焦青太、徐志斌、赵大山、赵国华。

希望本书能对我国太阳能供热采暖工程的设计、施工、验收和效益评估提供技术支持。作者在编写过程中付出了努力，也进行了一些创新尝试，但疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正，并提出宝贵意见，以便今后做进一步的修订、补充和完善。

编者

2011年12月

目 录

第 1 章 概论	1
1.1 总则	1
1.2 适用范围	2
1.3 太阳能供热采暖技术的现状与发展	2
1.3.1 被动式太阳能采暖的发展现状	2
1.3.2 主动式太阳能供热采暖的发展现状	4
1.3.3 我国太阳能供热采暖技术的发展特点	5
1.4 太阳能利用基本知识	6
1.4.1 太阳辐照的特点	6
1.4.2 太阳能量的传输	7
1.4.3 到达地面的太阳辐射	8
1.4.4 倾斜表面上的太阳总辐射照度	11
1.4.5 太阳总辐射的直射与散射分离	13
1.5 太阳能资源分布	14
1.5.1 世界太阳能资源分布	14
1.5.2 我国的太阳能资源分布	14
本章参考文献	16
第 2 章 被动式太阳能采暖设计	17
2.1 被动式太阳能采暖的类别和工作原理	17
2.1.1 直接受益式	17
2.1.2 集热蓄热墙式	18
2.1.3 集热墙式	19
2.1.4 附加阳光间式	20
2.1.5 屋顶集热蓄热式	21
2.1.6 组合式太阳房	22
2.1.7 被动太阳能供暖方式的确定	22
2.2 被动式太阳能采暖的规划与建筑设计	23
2.2.1 选址和场地总平面规划	23
2.2.2 建筑设计	24
2.2.3 建筑保温与蓄热	28
2.2.4 夏季遮阳与围护结构隔热	35
2.3 被动式太阳能采暖热工设计	37
2.3.1 热工设计的目的和基本原则	37

2.3.2	热工设计的计算模型	38
2.3.3	热工设计方法	41
2.4	被动式太阳能采暖建筑的主要构造做法和运行维护	43
2.4.1	主要构造做法	43
2.4.2	运行与维护管理	46
2.5	被动式太阳能采暖的效益和性能评估	47
2.5.1	热性能评估	47
2.5.2	节能效益评估	49
	本章参考文献	50
第3章	太阳能供热采暖负荷分析	51
3.1	太阳能供热采暖系统的负荷特性	51
3.1.1	太阳能供热负荷特性	51
3.1.2	太阳能采暖负荷特性	51
3.2	太阳能供热采暖对建筑物围护结构的热工性能要求	52
3.2.1	严寒和寒冷地区	52
3.2.2	夏热冬冷地区	53
3.2.3	夏热冬暖地区	54
3.3	太阳能供热采暖系统的热负荷	55
3.3.1	太阳能集热系统负担的采暖热负荷	55
3.3.2	建筑物的采暖热负荷	57
3.3.3	被动太阳能得热对供暖负荷的影响	57
3.3.4	太阳能集热系统的热热水供应负荷	58
	附录	59
附录 3-1	严寒(A)区公共建筑围护结构热工性能参数限值	59
附录 3-2	严寒(B)区公共建筑围护结构热工性能参数限值	59
附录 3-3	寒冷地区公共建筑围护结构热工性能参数限值	60
附录 3-4	严寒(A)区居住建筑围护结构热工性能参数限值	60
附录 3-5	严寒(B)区居住建筑围护结构热工性能参数限值	61
附录 3-6	严寒(C)区居住建筑围护结构热工性能参数限值	61
附录 3-7	寒冷(A)区居住建筑围护结构热工性能参数限值	62
附录 3-8	寒冷(B)区居住建筑围护结构热工性能参数限值	62
附录 3-9	夏热冬冷地区公共建筑围护结构热工性能参数限值	63
附录 3-10	夏热冬暖地区公共建筑围护结构热工性能参数限值	63
附录 3-11	夏热冬暖地区北区居住建筑外窗的传热系数限值	63
附录 3-12	严寒和寒冷地区主要城市的居住建筑物耗热量指标	64
附录 3-13	60℃热水水温下的热水用水定额	71
附录 3-14	不同热水温度下的热水用水定额	72
附录 3-15	冷水计算温度	73
附录 3-16	卫生器具的一次和小时热水用水定额及水温	74

本章参考文献	75
第 4 章 太阳能集热器	76
4.1 太阳能集热器的类型与特点	76
4.1.1 太阳能集热器的分类	76
4.1.2 太阳能集热器的基本构造与特点	76
4.1.3 太阳能集热器的三类面积定义及计算方法	86
4.2 太阳能集热器的技术要求	88
4.2.1 太阳能集热器的热性能	89
4.2.2 太阳能集热器的光学性能	91
4.2.3 太阳能集热器的力学性能	92
本章参考文献	93
第 5 章 主动式太阳能供热采暖系统的类型与特点	94
5.1 系统分类	94
5.1.1 按所使用的太阳能集热器类型分类	94
5.1.2 按系统的运行方式分类	94
5.1.3 按所使用的末端采暖系统分类	95
5.1.4 按蓄热能力分类	95
5.2 系统的构成与特点	96
5.2.1 液态工质集热器短期蓄热太阳能供热采暖系统	96
5.2.2 空气集热器短期蓄热太阳能供热采暖系统	96
5.2.3 液态工质集热器跨季节蓄热太阳能供热采暖系统	97
5.3 典型太阳能供热采暖系统的工作原理 (图)	97
5.3.1 软水质地区独户太阳能供热采暖系统	97
5.3.2 硬水质地区独户太阳能供热采暖系统	99
5.3.3 集中集热一分散用热太阳能供热采暖系统	101
5.3.4 集中大型太阳能供热采暖系统	102
5.3.5 太阳能与土壤源热泵综合应用系统	102
本章参考文献	105
第 6 章 主动式太阳能供热采暖系统的技术要求	106
6.1 总则	106
6.1.1 系统功能	106
6.1.2 系统与建筑的结合	110
6.1.3 系统运行性能	111
6.1.4 系统维护管理	114
6.2 系统部件	115
6.2.1 热交换器	115
6.2.2 蓄热装置	115
6.2.3 泵与风机	117
6.2.4 管道	118

6.2.5	阀门与附件	118
6.2.6	控制系统与元件	119
6.2.7	其他能源辅助加热/换热设备	120
6.3	系统热计量	121
6.3.1	太阳能集热系统热计量	121
6.3.2	采暖热计量	121
6.3.3	热水计量	122
6.3.4	计量设备选型与设置	122
附录	124
附录 6-1	生活饮用水水质标准	124
附录 6-2	聚乙烯 (PE) 管外径及公称壁厚	126
附录 6-3	聚丁烯 (PB) 管外径及公称壁厚	126
本章参考文献	127
第 7 章	主动式太阳能供热采暖系统设计	128
7.1	总则	128
7.1.1	系统选型	129
7.1.2	室内外计算参数	130
7.2	太阳能集热系统设计	131
7.2.1	总则	131
7.2.2	太阳能集热器的设置与定位	132
7.2.3	太阳能集热器面积确定	135
7.2.4	太阳能集热器的连接	136
7.3	蓄热系统设计	137
7.3.1	总则	137
7.3.2	贮水箱的设计	138
7.3.3	蓄热水池设计	139
7.3.4	土壤埋管蓄热	142
7.3.5	卵石堆床蓄热	142
7.3.6	相变材料蓄热	142
7.4	计算机辅助设计	143
7.5	控制系统设计	144
7.5.1	总则	144
7.5.2	系统的工作运行控制	144
7.5.3	系统防冻控制	144
7.5.4	系统防过热控制	146
7.5.5	太阳能和常规能源的运行工况切换控制	146
7.6	常规能源辅助加热/换热设备	147
7.6.1	总则	147
7.6.2	辅助热源供热量的计算	147

7.6.3 太阳能供暖系统辅助热源设备选型	147
7.7 集热系统管网设计	153
7.7.1 太阳能集热系统的设计流量	153
7.7.2 集热管网的水力计算	154
7.7.3 管材和附件	156
7.8 系统保温	158
7.8.1 保温层厚度计算	158
7.8.2 保温材料的选择	159
附录	160
附录 7-1 主要代表城市设计用室外气象参数	160
附录 7-2 主要代表城市太阳能气象参数	162
附录 7-3 中国建筑气候区划图	164
附录 7-4 供热管材选用表	165
附录 7-5 使用条件等级	167
附录 7-6 不同地区太阳能集热器的补偿面积比	167
附录 7-7 太阳能集热器平均集热效率计算方法	185
附录 7-8 太阳能集热系统管路、水箱热损失率计算方法	186
附录 7-9 间接系统热交换器换热面积计算方法	187
本章参考文献	187
第 8 章 主动式太阳能供热采暖系统施工	189
8.1 总则	189
8.1.1 一般要求	189
8.1.2 系统安装前应具备的条件	189
8.2 太阳能集热系统施工安装	189
8.2.1 太阳能集热器定位	189
8.2.2 土建构造和预埋件做法	190
8.2.3 集热系统管道穿围护结构做法	198
8.2.4 太阳能集热器组装	201
8.3 太阳能蓄热系统施工安装	202
8.3.1 贮水箱安装	202
8.3.2 蓄热水池施工	204
8.3.3 土壤埋管蓄热施工	206
8.3.4 卵石堆施工	206
8.3.5 相变蓄热施工	207
8.4 其他能源辅助加热/换热设备安装	207
8.4.1 一般要求	207
8.4.2 容积式换热器	208
8.4.3 板式换热器	209
8.4.4 燃气/燃油锅炉	210

目 录

8.4.5	电锅炉/电加热器	210
8.5	末端供暖系统施工	210
8.5.1	一般要求	210
8.5.2	采暖散热器系统	211
8.5.3	地板辐射采暖系统	213
8.5.4	水—空气处理设备采暖系统	213
8.5.5	热风采暖系统	214
8.6	水泵、管道及其他附件安装	215
8.6.1	一般要求	215
8.6.2	水泵安装	217
8.6.3	管道及其附件安装	220
8.6.4	管道的保温与防腐	232
8.7	控制系统安装	235
8.7.1	控制系统施工工艺要求	235
8.7.2	控制系统主要输入装置	236
8.7.3	控制系统主要输出装置	238
第9章	太阳能供热采暖系统节能环保效益分析	240
9.1	总则	240
9.1.1	系统效益评估体系	240
9.1.2	系统效益评估程序	241
9.2	系统运行性能的评估	241
9.2.1	系统运行性能模拟计算软件介绍	241
9.2.2	全年太阳能有用得热量计算分析	242
9.2.3	太阳能保证率计算	243
9.3	系统节能效益评估	243
9.3.1	系统的年节能量	243
9.3.2	系统的节能费用	244
9.3.3	系统的费效比	245
9.3.4	系统的增投资回收期	245
9.4	系统环境效益预评估	246
9.4.1	二氧化碳排放量	246
9.4.2	烟尘减排量	247
9.4.3	二氧化硫减排量	247
9.4.4	氮氧化物减排量	247
第10章	太阳能供热采暖系统测试与监测	248
10.1	总则	248
10.2	太阳能供热采暖系统测试	248
10.2.1	测试内容	248
10.2.2	检测条件	248

10.2.3	检测仪器及其要求	248
10.2.4	测试方法	250
10.2.5	系统性能评价	252
10.3	系统性能长期监测	253
10.3.1	数据监测系统组成	253
10.3.2	监测设备性能要求	254
10.3.3	监测系统设计	255
10.3.4	监测设备安装	256
10.3.5	监测系统的调试	257
10.3.6	监测数据采集	257
10.3.7	数据传输	258
10.3.8	数据评价	259
第 11 章	典型工程示例	260
11.1	内蒙古巴彦淖尔家和、新龙城小区太阳能季节蓄热供热采暖项目	260
11.1.1	设计施工说明	260
11.1.2	太阳能季节蓄热供热采暖系统原理图	265
11.1.3	与建筑结合节点图	265
11.1.4	系统节能效益分析	265
11.2	西宁南山庭苑小区多层住宅太阳能短期蓄热供热采暖项目	270
11.2.1	设计施工说明	270
11.2.2	太阳能供热采暖系统原理图	275
11.2.3	与建筑结合节点图	275
11.2.4	系统节能效益分析	275
11.3	北京市平谷区挂甲峪村太阳能供热采暖项目	279
11.3.1	设计施工说明	279
11.3.2	太阳能供热采暖系统原理图	283
11.3.3	与建筑结合节点图	283
11.3.4	系统节能效益分析	283
11.4	北京某被动式太阳能采暖卫生院	287
11.4.1	设计施工说明	287
11.5	沈阳某项目太阳能季节蓄热与地源热泵综合应用系统工程	291
11.5.1	设计施工说明	291
11.5.2	太阳能季节蓄热与地源热泵综合应用系统原理图	295
11.5.3	与建筑结合节点图	297
11.5.4	系统节能效益分析	297
附录	《太阳能供热采暖工程技术规范》GB 50495 - 2009 (条文部分)	300

第 1 章 概 论

1.1 总则

按照国际上的惯用名称，太阳能供热采暖的方式可分为主动式和被动式两大类。主动式是以太阳能集热器、管道、风机或泵、储热装置、末端散热设备和其他能源辅助加热设备等组成的强制循环太阳能供热采暖系统；被动式则是通过建筑朝向和周围环境的合理布置，内部空间和外部形体的巧妙处理，以及建筑材料和结构、构造的恰当选择，使房屋在冬季能汲取、保持、储存、分布太阳热能。运用被动式太阳能采暖原理建造的房屋称之为被动式采暖太阳房，无辅助热源时，只能适度满足建筑物的部分采暖需求。主动式太阳能采暖系统由暖通工程师设计，被动式采暖太阳房则主要由建筑师设计。

本手册的编写宗旨有两点：一是通过对被动太阳能采暖方式、原理和工程实例的介绍，使建筑师了解被动太阳能采暖的类型、特点和设计原则，掌握被动式采暖太阳房的设计方法和施工要点；二是使主动式太阳能供热采暖系统的设计、安装、调试和工程验收既符合其自身特点，又符合建筑、结构、暖通、给排水、锅炉等专业的现行设计、施工规范以及国家现行的有关强制性标准的规定；既能满足用户的供热采暖需求，又能获取最大的节能效益，做到优化设计、规范施工。使系统在交付用户使用后，运行安全可靠、性能稳定、便于维修、经济适用。编写内容侧重于主动式太阳能供热采暖系统，并将该系统简述为“太阳能供热采暖系统”。

太阳能供热采暖系统应做到全年综合利用，采暖期为建筑物供热采暖，非采暖期向本建筑物或相邻建筑物提供生活热水或其他用热。根据我国的建筑热工设计分区，除夏热冬暖地区之外，严寒、寒冷、夏热冬冷和温和地区在冬季均有供暖需求；因此，在年日照时数大于 1400h，年太阳辐射量大于 $4200\text{MJ}/\text{m}^2$ 的地区，都可设计、选用太阳能供热采暖系统；太阳能资源丰富、地广人稀的偏远地区，如西藏、青海、内蒙古、新疆等省区可优先选用。依据各地区不同的太阳能资源条件，做到因地制宜。我国的太阳能资源分布可按照本章的图 1-11、图 1-12 和表 1-6 “中国太阳能资源区划” 确定。

对新建建筑，应将太阳能供热采暖系统的设计作为暖通和给排水专业设计的一部分，纳入建筑规划与建筑设计的范围，在规划和设计阶段统筹考虑，统一规划、同步设计、同步施工，与建筑工程同时投入使用。对改建建筑，应在编制改建设计方案时统一考虑，同步设计、同步施工。在既有建筑上增设或改造太阳能供热采暖系统，必须经建筑结构安全复核，并应满足建筑结构及其他相应的安全性要求。

设置太阳能供热采暖系统的新建、改建、扩建和既有供暖建筑物，其建筑热工与节能设计应不低于所在气候区国家、行业和地方建筑节能设计标准和实施细则的要求。

太阳能供热采暖系统的安装应实现规范性操作，纳入建筑工程监理、验收的管理体

系。安装在建筑物上的太阳能集热器应排列整齐有序。太阳能供热采暖系统配备的输水管和电器、电缆线等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。

在建筑物上安装太阳能供热采暖系统，不得降低相邻建筑的日照标准。

1.2 适用范围

被动式采暖太阳房和太阳能供热采暖系统是使用清洁能源的新型节能技术，建筑和系统设计的重要性毋庸置疑，但管理和维护也直接关系到其运行质量、工作寿命、性能保证和节能收益；因此，本手册除规定了被动式采暖太阳房和太阳能供热采暖系统的技术要求、设计方法、效益分析外，还在总结国内外该两项技术和工程应用经验的基础上，针对运行易出现的故障问题提供了运行管理的技术指导，并就如何进行维护提出了具体措施。

本手册适用于被动式采暖太阳房的设计与施工；以及在建筑上安装，冬季为建筑物供暖，其他季节为用户供应热水的太阳能供热采暖系统的设计、施工、安装、工程验收、运行、维护和效益分析。既适用于在新建和改建、扩建建筑上的太阳能供热采暖系统，也适用于在既有建筑上增设太阳能供热采暖系统；既适用于民用建筑，也适用于工厂车间等工业建筑；既适用于城市，也适用于乡镇和农村。

本手册是供建筑设计师、公用设备设计工程师、建筑工程施工安装人员、物业管理人员使用的工具书，也可供房地产开发商、太阳能企业技术人员、科研机构和大专院校的相关人员参考。

1.3 太阳能供热采暖技术的现状与发展

相对于单纯的太阳能热水供应，长期以来，我国兼有冬季供暖的太阳能供热采暖技术和工程应用水平较低。由于主动式太阳能供热采暖系统比较复杂，设备多，初投资和经常维持费用较高；我国是发展中国家，经济发展相对落后，从国情出发，过去采取的政策是优先发展被动式太阳能采暖；但随着国家经济实力的不断增强，以及对节能减排需求的不断提高，在进入 21 世纪后，主动式太阳能供热采暖的应用和发展有了很大的进步，已成为我国继太阳能热水之后普及推广的又一项太阳能热利用技术。

1.3.1 被动式太阳能采暖的发展现状

我国被动式太阳能采暖的发展可分为两个阶段：

1. 科研开发、示范阶段（20 世纪 70 年代末~90 年代中）

我国的第一栋被动式采暖太阳房建成于 1977 年，地点在甘肃省民勤县，由甘肃省武威地区科委研究设计，是一栋南窗直接受益结合实体集热蓄热墙汲取太阳热量的组合式太阳房。在这一阶段，有两个大的国际合作项目对技术进步起到了巨大的推动作用：一个是联合国开发计划署援助项目，另一个是中德合作项目。

1980 年联合国开发计划署和国家科委共同协作投资，在甘肃省榆中县建设太阳能采暖与降温技术示范中心，由甘肃省科学院自然能源研究所具体承担。至 1983 年，在基地

内建成九栋被动式太阳房示范建筑，包括三层综合试验楼、食堂、招待所、集体宿舍、农民住宅、下沉式窑洞等，后来在示范中心内又扩建了数栋太阳房示范建筑，并受联合国委托举办第三世界国家太阳能应用技术人员培训班至今，为国际太阳能事业做出了贡献。

1982年，由中国、联邦德国双方共同投资，中方由北京太阳能研究所、天津大学、清华大学共同承担设计的“中国、西德再生能源合作项目”开始启动，合作项目的内容是在北京大兴县义和庄建设新能源村。到1983年底，建成了各类太阳房25栋，1984年又为当地农户建成57栋太阳房住宅，并对其中的9栋进行了测试和总结；同年在北京市科委主持下，由北京市太阳能研究所设计，以自建公助形式，在北京市昌平区建成了百余栋农民住宅，其中的马池口乡是当时拥有被动式太阳房住宅户数量最多的一个农民新村。

从1977~1995年，通过国家“六五”、“七五”、“八五”科技攻关项目，在引进、消化、吸收世界太阳能建筑技术的基础上，我国已形成了具有中国特色的包括理论、设计、施工、检测及评价方法在内的一整套被动式太阳能采暖技术，建成实验性太阳房和被动式太阳能采暖示范建筑约30万 m^2 ；分布于北京、天津、甘肃、青海、河北、山东、内蒙古、新疆、辽宁、西藏、宁夏、河南、陕西等省市自治区，几乎包括了我国北方采暖区的绝大部分地区。这些太阳房的建筑类型，大部分为农村住宅和乡镇中、小学，也有办公楼、商店、宾馆、医院、邮电所、公路道班房和城市住宅等，几乎覆盖了除工业建筑物以外的所有民用建筑，包括单层和多层建筑，以及带有我国典型地域特点的窑洞等。

2. 稳步推广阶段（20世纪90年代中至今）

国家“八五”科技攻关结束后的1995至2000年，我国被动式太阳能采暖的发展进入了从示范工程向规模化推广的准备期，这期间虽然建设的实际应用工程不多，但建筑围护结构和门窗保温隔热技术快速发展，产品性能极大改善，从而为以后被动式采暖太阳房建设水平的提高奠定了基础。

在2000~2005年的“十五”期间，建成了几百万平方米建筑面积的被动式采暖太阳房；有代表性的示范工程是由世界银行贷款、全球环境基金赠款，在中国基本卫生服务项目中的卫生Ⅷ支持性项目完成的29座被动式太阳能采暖乡镇卫生院（图1-1）。分别位于甘肃、青海和山西省；在太阳能集热、蓄热措施、材料和施工工艺的选用上比过去都有较大突破，特别是通过动风压实验现场检测窗的密封性能，以及进行长达一个采暖季的房屋热环境效果监测，积累了完整的太阳房性能、设计和效益分析参数，为将来太阳房在新农村建设中的推广应用提供了十分有益的经验。

“十一五”提出并实施的社会主义新农村建设，促进了在乡镇、农村推广被动太阳能采暖建筑的又一次发展机遇，特别是在太阳能资源极端丰富的西部贫困地区。目前，住房

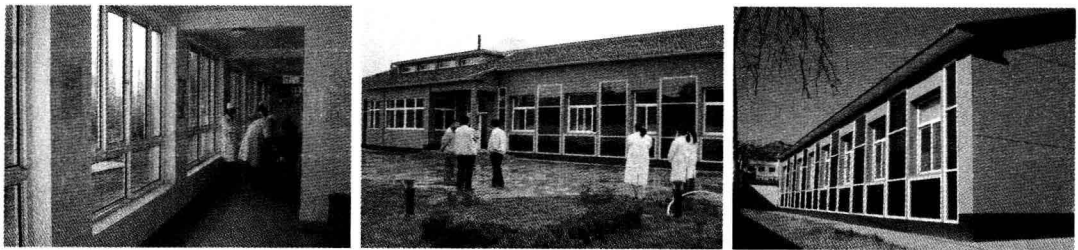


图 1-1 被动式太阳能采暖乡镇卫生院