

南宁市住房和城乡建设局

南住建函〔2021〕723号

南宁市住房和城乡建设局 关于征求《南宁市可再生能源建筑应用技术 指导意见》和《南宁市可再生能源建筑 应用技术指南》意见的函

各县、城区、开发区住建局，各建设、设计、审图、可再生能源技术支撑单位，各有关单位：

自我市推广可再生能源建筑应用以来，已有大量可再生能源建筑应用项目投入使用，取得了良好的节能效果，但也出现不少设计节能但运行耗能、投入后无人使用的项目。为进一步引导我市可再生能源建筑应用良性发展，避免项目的盲目性建设，确保可再生能源建筑应用系统设施建设后即切实投入使用，我局委托广西建筑科学研究设计院对南宁市既有可再生能源建筑应用项目进行了广泛调研，并草拟了《南宁市可再生能源建筑应用技术指导意见》、《南宁市可再生能源建筑应用技术指南》。现征求各有关单位意见，请于2021年4月2日前将书面意见反馈我局（电子版发至邮箱 kxjskemail@126.com），逾期不报，视为无意见。

- 附件：1. 南宁市可再生能源建筑应用技术指南
2. 南宁市可再生能源建筑应用技术指导意见

南宁市住房和城乡建设局

2021年3月16日



公开方式：主动公开

南宁市可再生能源建筑应用状况调研与适宜性研究

南宁市可再生能源建筑应用技术指南

项目编号：NNZC2020-C3-07195-NNJC

项目名称：南宁市可再生能源建筑应用状况调研与
适宜性研究

承担单位：广西壮族自治区建筑科学研究设计院

广西壮族自治区建筑科学研究设计院

2020年12月

目 录

第一章 总则	1
1.1 编制目的.....	1
1.2 适用范围.....	1
1.3 基本原则.....	2
第二章 可再生能源应用系统的选用	3
2.1 应用建筑范围与规模.....	3
2.1.1 重点应用范围.....	3
2.1.2 其他建筑.....	3
2.1.3 应用规模.....	3
2.2 各类型建筑适宜的系统.....	6
2.2.1 各类建筑可再生能源应用技术导向表.....	6
2.2.2 选用系统的总体要求.....	8
2.2.3 系统对比选用.....	9
第三章 可再生能源建筑应用系统设计与安装	16
3.1 负荷计算.....	16
3.2 太阳能热水设计与安装.....	17
3.2.1 太阳能热水系统的建筑设计要点.....	17
3.2.2 太阳能热水系统设置要点概述.....	24
3.2.3 太阳能集热器.....	28
3.2.4 水箱.....	32
3.2.5 水泵.....	33
3.2.6 辅助热源.....	33
3.2.7 循环管道.....	34
3.3 户式空气源热泵系统.....	35

3.4 地源热泵系统设计与安装.....	36
3.4.1 地埋管换热系统.....	36
3.4.2 地表水换热系统.....	42
3.4.3 污水换热系统.....	48
3.4.4 地下水换热系统.....	50
3.5 太阳能光伏发电系统.....	52
3.5.1 建筑设计要点.....	52
3.5.2 光伏阵列.....	55
3.5.3 并网逆变器.....	55
3.5.4 其他.....	56
3.6 小型可再生能源应用设备设施.....	56
3.6.1 适用场所.....	56
3.6.2 光伏组件.....	57
3.6.3 灯杆.....	57
第四章 运营维护管理.....	59
4.1 太阳能热水系统.....	59
4.1.1 集热系统运行维护.....	59
4.1.2 储热系统运行维护.....	60
4.1.3 管路系统运行维护.....	61
4.1.4 控制系统运行维护.....	62
4.1.5 辅助加热系统运行维护.....	63
4.2 地源热泵系统.....	64
4.2.1 换热系统.....	64
4.2.2 机房环境要求.....	66
4.2.3 机组运行要求.....	67
4.2.4 附属设备运行要求.....	68

4.2.5 电气设备运行要求	69
4.3 太阳能光伏发电系统	70
相关规范	75

第一章 总则

1.1 编制目的

与国家、自治区可再生能源推广工作一致，南宁市可再生能源建筑推广应用工作也相继经历了“试点项目”、“示范市建设”、“集中连片推广”三个阶段，前后历经十余年，大量的居住建筑和公共建筑应用了一种或多种可再生能源建筑应用技术，取得了良好的社会效益和经济效益。但在大量成功应用可再生能源技术的案例中，不乏出现设计节能但运行耗能、几年后系统报废、验收后成摆设等失败案例。为纠正这种粗犷型建设，特编制本指南。

本指南是在现有可再生能源建筑应用系统的调研和评估的基础上，总结可再生能源建筑推广应用过程中存在问题与经验，结合国家、自治区及南宁市现行政策制度的基础上，编制形成该指南。旨在南宁市新型城镇化建设过程中，指导可再生能源建筑应用系统的选用与建设，避免项目的盲目性实施建设，确保建设后即切实投入使用，提升资金投入使用效率，推动南宁市可再生能源建筑应用健康持续发展。

1.2 适用范围

本指南适用于南宁市行政区域范围内新建、改建、扩建以及既有民用建筑上使用、增设、改造的可再生能源建筑应用项目。主要包括以下三个方面：

一是，指导民用建筑中可再生能源应用技术类型的选用与落实；

二是，指导新建、改建、扩建项目配套建设可再生能源建筑应用系统及设施的设计与实施；

三是，指导可再生能源建筑应用系统及设施的运营管理。

1.3 基本原则

可再生能源主要是指风能、太阳能、水能、生物质能、地热能（含浅层地能）、海洋能等非化石能源。民用建筑领域推广应用的可再生能源技术包括浅层地能应用技术、太阳能光热应用技术、太阳能光电应用技术（含太阳能路灯、自然光导管照明等小型可再生能源利用设施）、空气能应用技术等，其基本原则有下：

一是，坚持三效统一原则。在建筑领域应用可再生能源本是为了提升建筑能源利用效率，为保护环境和生态文明建设贡献力量，但同时应确保资金投入效益，避免设计节能而运行耗能、验收即报废等不良现象的出现，做到社会效益、环境效益和经济效益协调统一。

二是，坚持因地制宜原则。综合考虑建筑功能、后期使用习惯，因地制宜的选用可再生能源建筑应用系统设施，确保可再生能源建筑应用系统设施切实投入使用。

三是，坚持安全为重原则。可再生能源技术产品要安全可靠，性能稳定，与建筑周边环境相协调，保障建筑结构和产品使用安全的前提下，提高群众居住生活的舒适程度。

四是，坚持四同步原则。在具备可再生能源建筑应用条件的各类建设项目中，严格落实可再生能源建筑应用技术指标和技术要求，统筹建设。确保可再生能源建筑应用系统及设施与建筑工程同步规划、同步设计、同步施工、同步验收并投入使用。

第二章 可再生能源应用系统的选用

2.1 应用建筑范围与规模

2.1.1 重点应用范围

根据《广西壮族自治区民用建筑节能条例》（十二届第 60 号）第三十六条、《南宁市民用建筑节能管理规定》（2009 年市人民政府令第 26 号公布、2015 年市人民政府令第 37 号进行的修正）第十三条规定、《关于加强我区新建建筑节能工作的通知》（桂建科[2009]1 号）规定。继续坚持做好下列新建民用建筑的可再生能源建筑应用工作：

- （1）建筑面积一万平方米以上使用中央空调的公共建筑和机关办公建筑；
- （2）有集中供应热水要求的医院、宾馆、酒店建筑；
- （3）用于学生、教师集体宿舍及企业职工集体宿舍的建筑；
- （4）总建筑面积在 2 万平方米以上的住宅小区以及 12 层以下的住宅建筑。

2.1.2 其他建筑

鼓励其他具备可再生能源资源利用条件的建筑积极应用可再生能源。

2.1.3 应用规模

我市推广可再生能源建筑应用的最终目的是，通过在建筑领域切实应用可再生能源，逐步改善我市建筑用能结构，提升建筑能源利用效率，是将南宁建设成为产业低碳化、建筑绿色化、可再生能源和节能新技术利用规模化的资源节约型、环境友好型标杆城市的重要内容

之一。因此，为确保后续可再生能源系统或设施切实投入使用，避免社会资源浪费，综合考虑项目定位、使用功能、使用对象、入住率及后续运营维护管理等因素作为可再生能源建筑应用的重要因素进行选用。据此，对可再生能源规模作如下要求：

2.1.3.1 居住建筑

(1) 有集中生活热水需求的学生、教师集体宿舍及企业职工集体宿舍，应根据项目实际情况择优选用水（地）源热泵技术、太阳能光热应用技术，并确保全部通过可再生能源应用系统供应热水。

(2) 住宅建筑项目的开发建设单位，应从物业管理角度上考虑系统设备的运行维护管理问题，在保证后期设备系统能够切实投入使用的前提下，选用合适的系统类型、适宜的应用范围进行应用。

当采用太阳能热水系统时，①十三层及以上的高层住宅建筑项目，或十二层及以下的中高层住宅建筑项目，应优先选择集中集热、不设集中辅助热源，由住户自行选择二次加热方式的系统，为不低于十二层的住户供应生活热水。②多层建筑可采用集中-分散式系统（集中集热、分户储热、分户辅助加热式系统）或者集中集热+集中储热+分户辅助加热式系统，二次加热方式宜由住户自行选择。③低层住宅建筑（包括洋房项目）项目，可采用分散式（分户独立式）太阳能热水系统或者集中-分散式系统。

(3) 经统筹物业管理、使用习惯、入住率等因素进行论证分析后，无法有效保证太阳能热水系统正常投入使用的，可考虑采用太阳能光伏发电系统并辅以太阳能路灯、太阳能庭院灯的可再生能源应用

形式，依据项目实际情况最大化利用可再生能源。其中，应用太阳能光伏发电系统的，其安装容量应依据光伏组件的安装空间大小、无自然采光的地下车库及公共交通空间所需用电负荷大小进行确定。

当光伏组件安装空间有限（或者所需用电负荷较小），达不到50kWp时，以实际可安装的容量（或者所需用电负荷对应的安装容量）进行实施；当光伏组件安装空间充足，且所需用电负荷较大时，安装容量不宜低于50kWp。

（4）为引导人们选择绿色生活方式节约能源，已选用太阳能光伏发电或其它小型可再生能源应用、但未使用可再生能源热水系统的住宅建筑项目，设计时宜预留分户独立式的空气源热泵安装位置，交付后由住户根据自身意愿自行选择安装，为最大化利用可再生能源创造条件。

2.1.3.2 公共建筑

（1）对于没有热水需求或需求量极小的公共建筑，以及建成后使用功能不确定、受招商影响可能调整变化的公共建筑，不要为了满足可再生能源应用的政策要求而采用可再生能源制热水的应用方式。

（2）有集中供应热水要求的医院、宾馆酒店建筑应确保全部通过可再生能源应用系统供应热水。同时有集中空调和生活热水需求的医院、宾馆酒店建筑应优先考虑空调—热水联供的可再生能源技术；使用中央空调的，也可考虑采取空调余热回收技术制热水。

（3）建筑面积一万平方米以上使用中央空调公共建筑和机关办公建筑，宜优先采用地源热泵空调系统。但对于无法解决冷热平衡问

题的项目不建议采用地埋管地源热泵技术。

(4) 经论证不适宜采用地源热泵系统及太阳能光热系统的公共建筑，可考虑采用太阳能光伏发电系统、太阳能路灯、太阳能庭院灯等可再生能源应用形式，并依据项目实际情况最大化利用可再生能源。其中，应用太阳能光伏发电系统的，其安装容量应依据光伏组件的安装空间大小、无自然采光的地下车库及公共交通空间所需用电负荷大小进行确定。

当光伏组件安装空间有限（或者所需用电负荷较小），达不到 50kWp 时，以实际可安装的容量（或者所需用电负荷对应的安装容量）进行实施；当光伏组件安装空间充足，且所需用电负荷较大时，安装容量不宜低于 50kWp。

2.2 各类型建筑适宜的系统

2.2.1 各类建筑可再生能源应用技术导向表

太阳能光热应用技术适宜于住宅建筑、宿舍建筑、宾馆酒店建筑等具有集中热水需求的建筑；太阳能光电应用技术适宜于各类安装空间充足、具有供电需求的建筑；浅层地热能技术依据建筑需求负荷不同而适宜不同的建筑；自然光导管等小型应用设施适宜有需要的建筑项目。宜按 2.1 进行选用：

表.2.1 各类型建筑适宜的可再生能源应用技术选用导向表

建筑类型		太阳能光热应用技术				浅层地热能技术					太阳能光电应用技术		其他应用设施
		分散式	集中-分散式	集中集热+集中储热+集中辅助加热	集中集热+集中储热+分户辅助加热	地表水源热泵	污水源热泵	土壤源热泵	土壤源热泵+辅助设备复合	地下水源热泵	并网光伏系统	独立光伏系统或设施	自然光导管技术等
单生活热水需求的建筑	洋房	√	○	○	○	○	○	×	×	×	√	√	√
	低层住宅建筑	√	√	○	○	○	○	×	×	×	√	√	√
	多层住宅建筑	○	√	○	√	○	○	×	×	×	√	√	√
	高层住宅建筑	○	○	○	√	○	○	×	×	×	√	√	√
	其他居住建筑	×	×	√	×	○	○	×	×	×	√	√	√
	公共建筑	×	×	√	×	○	○	×	×	×	√	√	√
集中空调冷、热负荷需求的建筑		×	×	×	×	√	√	×	○	○	√	√	√
集中空调冷、热负荷及生活热水需求的建筑		×	×	√(用于热水)	×	√	√	√	√	○	√	√	√
集中单冷负荷的建筑		×	×	×	×	○	×	×	×	○	√	√	√

备注：（1）“√”为优先选用，“○”为可选用；“×”为不适用；

（2）分散式太阳能热水系统并非单指家用太阳能热水器，包括每户设置一套太阳能热水系统的系统，如洋房中设置的太阳能热水系统。高层住宅建筑中采用分散式太阳能热水系统时，管线不宜过长；

（3）地下水源热泵技术不宜应用于建筑密集及自来水管网覆盖的市区范围内；

（4）地理管地源热泵系统的实施应具备充足的地理管空间；

（5）地表水源热泵系统、污水源热泵系统的水源距离项目直线距离不宜大于500米，取、退水管道长度不宜大于1200米；

（6）从负荷角度而言，南宁市民用建筑均适宜采用太阳能光电应用技术，其类型主要依据负荷连续性要求、当地电力供应是否可靠的角度选用；其中独立光伏系统或设施包括太阳能路灯、太阳能庭院灯等；

（7）表中并网光伏系统指并入建筑低压配电系统、而非并入市政电网的光伏系统。

2.2.2 选用系统的总体要求

鉴于目前存在大量闲置的可再生能源建筑应用系统设施，在社会上造成了不良影响，为避免这种现象的再次出现，在选用可再生能源建筑应用技术时，应综合考虑功能定位、用户的明确性、用户使用习惯与意愿、运维管理等因素，经充分论证分析后，选用适宜的可再生能源技术。并注意以下要求：

（1）系统类型的选用，应以保证后期系统能够切实投入使用为原则，保证系统真正投入应用，避免系统闲置。否则，考虑其他可再生能源技术的应用。

（2）项目开发建设单位应从物业管理角度上考虑设备的维护管理问题，在设备放置位置、管路安装位置上设置检修、维护通道以及必要的安全设施。

（3）住宅建筑应用太阳能热水系统时，在建筑屋面面积充足的条件下，宜优先考虑将系统覆盖建筑内所有用户，当无法覆盖所有用户时，建设单位应在销售时将系统服务范围告知所有住户。在高层住宅建筑屋面面积不足的情况下，可根据项目实际情况，不同朝向或不同区域的用户采用不同形式的系统供应热水。

（4）应用浅层地热能技术时，宜适当采取冷热负荷平衡措施，降低地下水源热泵系统和土壤源热泵系统对地下环境温度的影响，确保系统长期处于高效运行；采用地表水源热泵技术的，宜采取降低取退水温差的技术措施，降低对地表水源的影响。

（5）对于建成后使用功能不确定、受招商影响建筑功能可能变

化的公共建筑，交付后 2 年及以上都不可能使用的住宅项目或公共建筑，建议采用其他可切实投入使用的可再生能源建筑应用技术。

根据调研，发现部分项目（如按公寓楼进行设计，实际出租用来办公）功能已与设计功能存在较大出入，已不存在生活热水需求，造成安装的太阳能热水系统闲置，甚至报废拆除；少量项目设计为酒店，但受招商影响，至太阳能热水系统已损坏，酒店仍未开始营业；多数洋房项目从交付，到业主入住，往往长达 2 年以上，甚至 6-10 年，虽然应用了太阳能热水系统，但因长期放置不运行，至业主入住时，已无法运行。鉴于上述问题，为确保可再生能源系统能够切实投入使用，才在本指南中有该点要求。

2.2.3 系统对比选用

当项目具备多种可再生资源条件时，应依据项目需求负荷、运行特点进行技术经济性综合评价，选用节能经济效益最佳系统。其节能经济效益计算可按以下进行计算：

(1) 增量投资的计算应包括以下内容：

1) 太阳能热水系统增量投资的计算应包括太阳能集热系统、太阳能储热系统、热水供应系统及计量控制系统的投资；

2) 土壤源热泵系统包括地埋管换热器与水平集管管材相对于冷却塔与电热锅炉及附属管材的增量成本、水源热泵机组相较于常规机组的增量成本、地埋管井的开挖及回填、地埋管材安装等相对于冷却塔与电热锅炉及附属管材安装等人工增量成本；

3) 污水源热泵系统、地表水源热泵系统及海水源热泵系统包括

取水系统相较于冷却塔与电热锅炉及附属管材的增量成本及人工增量成本，水源热泵机组相较于常规机组的增量成本。

(2) 节能效益的计算依据以下公式进行：

1) 太阳能热水系统全年节电量 ΔE (kWh) 为：

$$\Delta E = \Delta E_{m1} + \Delta E_{m2} \dots\dots\dots (2.3-1)$$

$$\Delta E_{m1} = \frac{G_{C\text{全年}}}{3.6 \times 95\%} - E_{bm} \dots\dots\dots (2.3-2)$$

$$G_{C\text{全年}} = \sum_{i=S\text{或}T\text{或}W} G_{Ci} \dots\dots\dots (2.3-3)$$

$$G_{Ci} = \sum_{j=1}^4 x_{ij} G_{cj} \dots\dots\dots (2.3-4)$$

$$G_{cj} = AH_j \eta_j \dots\dots\dots (2.3-5)$$

$$\Delta E_{m2} = \sum \frac{(G_{Ri} - G_{Ci}) \times (COP_{SHi} - 95\%)}{3.6 \times 95\% \times COP_{SHi}} \dots\dots\dots (2.3-6)$$

$$G_{Ri} = G_{Rdi} \times \sum_{j=1}^4 x_{ij} \dots\dots\dots (2.3-7)$$

式中： ΔE_{m1} ——太阳能集热系统部分全年节电量， kWh；

ΔE_{m2} ——辅助加热系统全年节电量，仅辅助加热系统为热泵热水系统时，才计算此项， kWh；

$G_{C\text{全年}}$ ——为全年太阳能集热系统得热量， MJ；

E_{bm} ——太阳能集热系统循环泵全年耗电量， kWh；

G_{Ci} —— i 季节太阳能集热系统得热量， i 分别取 S（夏季）、T（过渡季）、W（冬季）， MJ；

x_{ij} ——某季节某太阳能辐照阶段的天数， i 分别取 S（夏季）、T（过渡季）、W（冬季）， j 分别为 1、2、3、4， d；

G_{Cj} ——某辐照阶段的系统得热量， j 分别取 1、2、3、4，MJ；

A ——某太阳能热水系统集成热面积， m^2 ；

H_j ——某辐照量阶段下，太阳能集热器采光面上的平均太阳能辐照量， MJ/m^2 。

η_j ——某辐照量阶段下，太阳能集热系统的集热效率，%；

95%——电加热锅炉的制热效率，%；

G_{Ri} —— i 季节系统的总需热量， i 分别取 S（夏季）、T（过渡季）、W（冬季），MJ；

COP_{SHi} —— i 季节工况情况下，辅助热源系统能效比，W/W；

G_{Rdi} ——太阳能热水系统日需热量， i 分别等于 S（夏季）、T（过渡季）、W（冬季），MJ。

注：各季节冷水平均温度应以当地水文气象数据为准，缺少数据的城市或地区可参考《可再生能源建筑适宜性技术应用导则》附录 A；不同太阳辐照阶段的天数及不同太阳辐照阶段的平均辐照量应以当地气象数据为准，缺少气象数据的城市或地区可参考《可再生能源建筑适宜性技术应用导则》附录 B。

2) 空调系统节能量计算，具体计算公式如下：

$$E_L = \frac{\sum Q_L}{COP_{SL}} \dots\dots\dots (2.3-8)$$

$$E_H = \frac{\sum Q_H}{COP_{SH}} \dots\dots\dots (2.3-9)$$

$$COP_{SL} = \frac{\bar{Q}_{SL}}{\sum \eta_i P_i + \sum \eta_j P_j} \dots\dots\dots (2.3-10)$$

$$COP_{SH} = \frac{\bar{Q}_{SH}}{\sum \eta_i P_i + \sum \eta_j P_j} \dots\dots\dots (2.3-11)$$

式中： E_L ——制冷季，地源热泵系统耗电量，kWh；

E_H ——制热季，地源热泵系统耗电量，kWh；

$\sum Q_H$ ——建筑全年累计热负荷，kWh，采用温频法计算确定。

温频法的计算方法可参考《可再生能源建筑适宜性技术应用导则》附录 F, 温频气象参数可参考《可再生能源建筑适宜性技术应用导则》附录 H 查取;
 ΣQL ——建筑全年累计冷负荷, kWh, 采用度日法计算确定。采用度日法计算方法可参考《可再生能源建筑适宜性技术应用导则》附录 G 进行, 部分地区的采暖度日数可依据《可再生能源建筑适宜性技术应用导则》附录 J 查取

COP_{SL} ——热泵系统的制冷能效比;

COP_{SH} ——热泵系统的制热能效比;

\bar{Q}_{SL} ——系统总制冷量, kW;

\bar{Q}_{SH} ——系统总制热量, kW;

P_i ——热泵机组的额定功率, kW;

P_j ——水泵的额定功率, kW;

η_i ——热泵机组的平均负荷率;

η_j ——水泵的平均负荷率。

常规供冷、供暖方式年耗电量的计算公式如下:

$$E_{LC} = \frac{\sum Q_L}{2.4} \dots\dots\dots (2.3-12)$$

$$E_{HC} = \frac{\sum Q_H}{95\%} \dots\dots\dots (2.3-13)$$

式中: E_{LC} ——制冷季, 常规供冷系统耗电量, kWh;

E_{HC} ——制热季, 常规供暖系统耗电量, kWh;

2.4——常规供冷系统的系统的制冷能效比;

95%——常规供暖系统(即电热锅炉供暖系统)的系统的

制热能效比，%。

地源热泵空调系统年节电量的计算公式如下：

$$\Delta E_K = E_{LC} + E_{HC} - E_L - E_H \dots\dots\dots (2.3-14)$$

式中： ΔE_K ——地源热泵空调系统年节电量，kWh。

3) 地源热泵热水系统节能量计算，具体计算公式如下：

$$\sum Q_{YH} = \sum Q_{SH} + \sum Q_{TH} + \sum Q_{WH} \dots\dots\dots (2.3-15)$$

$$\sum Q_{SH} = \frac{\rho_S V_S c_S (T_2 - T_{S1})}{3600} n_S \dots\dots\dots (2.3-16)$$

$$\sum Q_{TH} = \frac{\rho_T V_T c_T (T_2 - T_{T1})}{3600} n_T \dots\dots\dots (2.3-17)$$

$$\sum Q_{WH} = \frac{\rho_W V_W c_W (T_2 - T_{W1})}{3600} n_W \dots\dots\dots (2.3-18)$$

$$E_{SH} = \frac{\sum Q_{SH}}{COP_{SSH}} \dots\dots\dots 2.3-19)$$

$$E_{TH} = \frac{\sum Q_{TH}}{COP_{STH}} \dots\dots\dots (2.3-20)$$

$$E_{WH} = \frac{\sum Q_{WH}}{COP_{SWH}} \dots\dots\dots (2.3-21)$$

式中： $\sum Q_{YH}$ ——全年累计热水负荷，kWh；

$\sum Q_{SH}$ ——夏季累计热水负荷，kWh；

$\sum Q_{TH}$ ——过渡季节累计热水负荷，kWh；

$\sum Q_{WH}$ ——冬季累计热水负荷，kWh；

ρ_S ——夏季，水箱内水的平均密度，kg/m³；

ρ_T ——过渡季节，水箱内水的平均密度，kg/m³；

ρ_W ——冬季，水箱内水的平均密度，kg/m³；

C_S ——夏季，水箱内水的平均比热容，kJ/ (kg K)；
 C_T ——过度季节，水箱内水的平均比热容，kJ/ (kg K)；
 C_W ——冬季，水箱内水的平均比热容，kJ/ (kg K)；
 V_S ——夏季日均用水量， m^3 ；
 V_T ——过渡季节日均用水量， m^3 ；
 V_W ——冬季日均用水量， m^3 ；
 T_2 ——设计热水温度， $^{\circ}C$ ；
 T_{S1} ——夏季冷水平均温度， $^{\circ}C$ ；
 T_{T1} ——过渡季节冷水平均温度， $^{\circ}C$ ；
 T_{W1} ——冬季冷水平均温度， $^{\circ}C$ ；
 n_s ——夏季热水使用天数，d；
 n_T ——过渡季节热水使用天数，d；
 n_W ——冬季热水使用天数，d；
 E_{SH} ——地源热泵热水系统夏季耗电量，kWh；
 E_{TH} ——地源热泵热水系统过渡季节耗电量，kWh；
 E_{WH} ——地源热泵热水系统冬季耗电量，kWh；
 COP_{SSH} ——地源热泵热水系统夏季工况下的能效比，参照式 (5.2.4-4) 计算；
 COP_{STH} ——地源热泵热水系统过渡季节工况下的能效比，参照式 (5.2.4-4) 计算；
 COP_{SWH} ——地源热泵热水系统冬季工况下的能效比，参照式 (5.2.4-4) 计算。

n_S 、 n_T 、 n_W 可根据实际情况参考《可再生能源建筑适宜性技术应用导则》附录 E 查取；

T_{S1} 、 T_{T1} 、 T_{W1} 可根据项目所在地水文气象数据确定，或查寻《可再生能源建筑适宜性技术应用导则》附录 A；

常规热水系统年耗电量的计算公式如下：

$$E_{HCS} = \frac{\sum Q_{YH}}{95\%} \dots\dots\dots (2.3-22)$$

式中： E_{HCS} ——常规热水系统年耗电量，kWh；

95%——常规热水系统（即电热锅炉制热水系统）的制热能效比，%。

地源热泵热水系统年节电量的计算公式如下：

$$\Delta E_R = E_{HCS} - E_{SH} - E_{TH} - E_{WH} \dots\dots (2.3-23)$$

式中： ΔE_R ——地源热泵热水系统年节电量，kWh。

4) 地源热泵系统节能量计算，具体计算公式如下：

$$\Delta E = \Delta E_K + \Delta E_R \dots\dots\dots (2.3-24)$$

式中： ΔE ——地源热泵系统年节电量，kWh。

(3) 经济效益计算应符合以下要求：

- 1) 经济效益评价主要包括年节约费用和静态投资回收期评价；
- 2) 根据项目节能效益评估得到的系统节能量，结合当地市销电价，计算项目实施完成后每年节约的费用（元/年）；

3) 根据项目的年节约费用和增量成本，计算项目的静态投资回收期。静态投资回收期按下式计算：

$$t_y = \frac{K}{M} \dots\dots\dots (2.3-25)$$

式中： t_y ——静态投资回收期，年；

K ——项目的增量成本，万元；

M ——系统节能所带来的经济效益，万元。

第三章 可再生能源建筑应用系统设计与安装

3.1 负荷计算

民用建筑可再生能源应用系统设施设计过程中，所用空调冷热负荷的计算应依据现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736的有关规定进行；所用照明负荷的计算应依据现行国家标准《建筑照明设计标准》GB50034的有关规定进行；所用热水负荷的计算应依据现行国家标准《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB50364、《建筑给水排水设计标准》GB50015、《民用建筑节能设计标准》GB50555的有关规定进行。其中，住宅建筑设计热水用量可按如下确定：（全年平均每人每天热水用量 50L 的标准）（户数控制指标）

建筑户型	设计用水人数	热水用量
一居室(一室一厅)	2人/套	100升
两居室(两室两厅、两室一厅等)	2.5人/套	125升
三居室(三室两厅、三室一厅等)	3.5人/套	175升
四居室(四室两厅、四室一厅等)	4人/套	200升
五居室(五室两厅、五室一厅等)及以上	5人/套	250升

此外，设置土壤源热泵系统的项目，还应根据全年动态负荷计算地源热泵系统的总释热量和总吸热量，计算期内系统的总释热量和总吸热量宜基本平衡，即两者的比值宜处于 0.8-1.25 之间。这是由于全年冷、热负荷平衡失调，将导致地埋管区域岩土体温度持续上升或降低，从而影响地埋管换热器的换热性能，降低地埋管换热系统的运行效率，长此以往，甚至造成系统无法正常运行。因此，设置地埋管换热系统的项目，应充分考虑全年冷热负荷的影响。

3.2 太阳能热水设计与安装

3.2.1 太阳能热水系统的建筑设计要点

太阳能热水系统应与民用建筑设计同步进行。其设计是由建筑设计和太阳能热水系统设计单位共同完成。其要点有下：

(1) 合理确定系统各组成部分的位置，满足相关技术要求。充分考虑太阳能热水系统所在部位的荷载，并满足其所在部位牢固安装及其相应的防水，排水等技术要求。

(2) 建筑的体型及空间组合应与太阳能热水系统紧密有结合，安置太阳能集热器的部位应能充分接受阳光的照射，避免受建筑自身凹凸及周围景观设施、绿化树木的遮挡，保证太阳能集热器获得不少于 4h 的日照时数。

(3) 设置的太阳能集热器与建筑屋面、阳台、墙面等共同构成围护结构时，应满足该部位建筑功能和建筑防护的要求。太阳能集热器设置应与建筑整体有机结合，和谐统一，并注意与周围环境相协调。

(4) 建筑设计应对设置太阳能集热器的部位采取安全防护措施，避免太阳能集热器损坏造成对人的伤害。可考虑在设置太阳能集热器的部位如阳台、墙面等处的下方地面进行绿化草坪的种植，防止人员靠近。也可以做精心设计，采取设置挑檐、雨篷等遮挡的防护措施。

(5) 建筑设计应为太阳能热水系统的安装，维护提供安全便利的操作条件。

(6) 太阳能集热器在平屋面上设置时，虽然是最为简单易行的方法，需通过支架或基座固定在屋面上为此需计算设计屋顶预埋件，以备用来安装固定太阳能集热器，使太阳能集热器与建筑锚固牢靠。固定太阳能集热器的预埋件（基座或金属构件）应与建筑结构层相连，防水层需包到支座的上部，地脚螺栓周围要加强密封处理。当屋面防

水层上方放置太阳能集热器时，其基座下部应加设附加防水层。

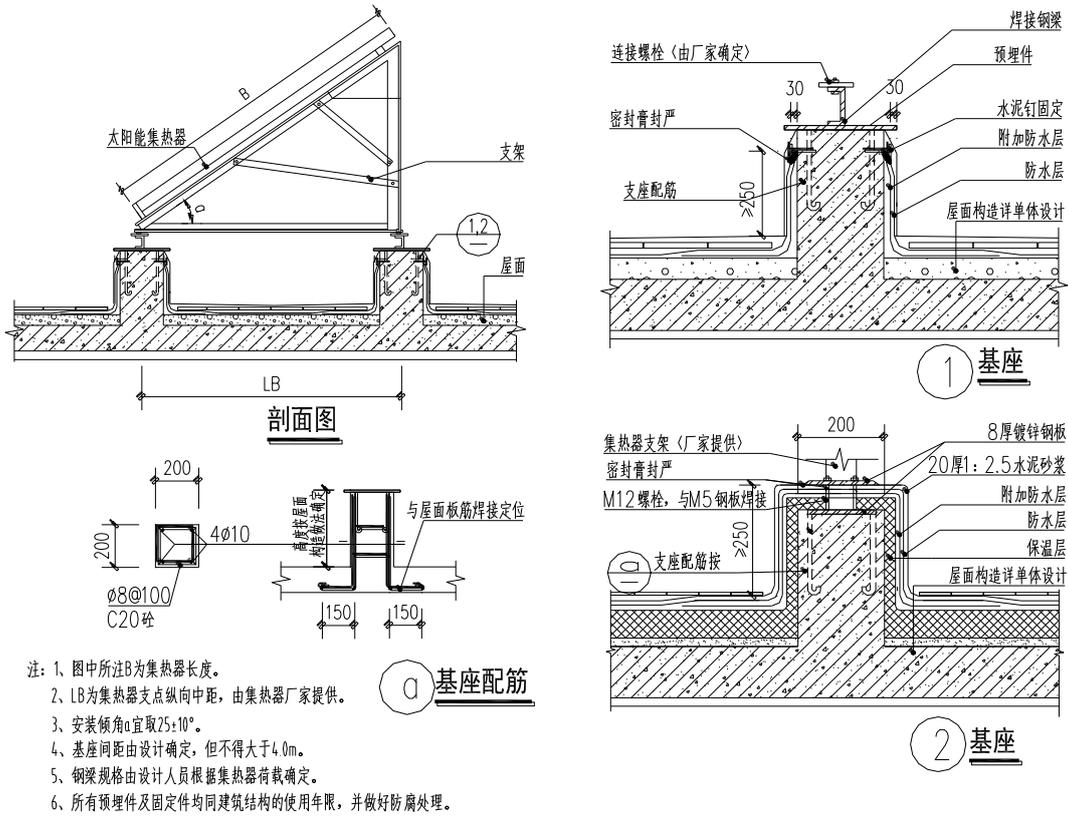


图 3.1 平屋面太阳能集热器安装详图（一）

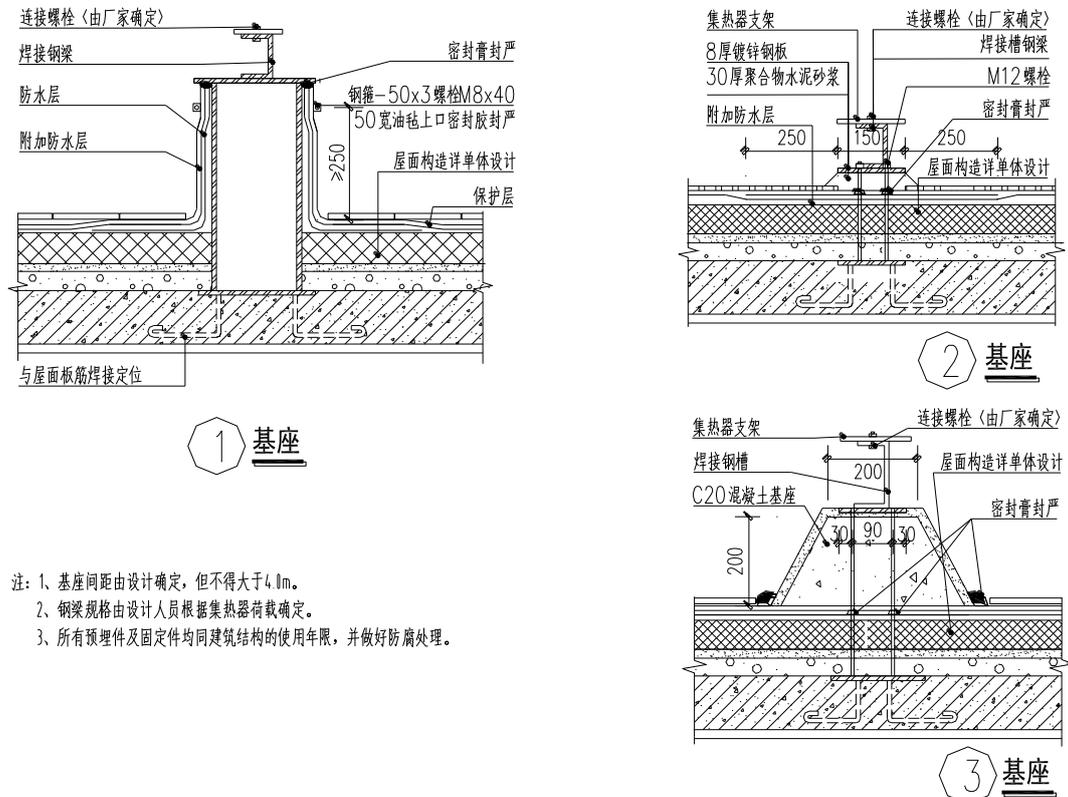


图3.1 平屋面太阳能集热器安装详图（二）

(7) 太阳能集热器在坡屋面上设置时，宜重点注意以下问题：

①为使太阳能集热器与建筑坡屋面有机结合，协调一致，宜将其在向阳的坡屋面上顺坡架空设置或顺坡镶嵌设置。

②顺坡架空设置时，埋设在屋面结构上的预埋件应在主体结构施工时埋入，同时要与集热器支架的位置相对应；集热器支架应与埋设在屋面上的预埋件可靠牢固连接；坡屋面的保温、防水、排水按常规设计，不得因太阳能集热器的设置有任何影响。

③顺坡镶嵌设置时，太阳能集热器与屋面材料结合连接的部位需做好建筑构造处理，关键部位加强防水处理；屋面整体的保温、防水、排水应满足屋面的防护功能要求，不得因集热器的镶嵌造成影响。

④建筑设计应为太阳能集热器在坡屋面上的安装、维护提供可靠的安全设施。如在坡屋面屋脊上适当位置埋设金属挂钩用来钩牢安全带，或者方便安装人员操作的特制的坡屋面上活动扶梯。

⑤设置太阳集热的坡屋面应充分考虑集热器的荷载。

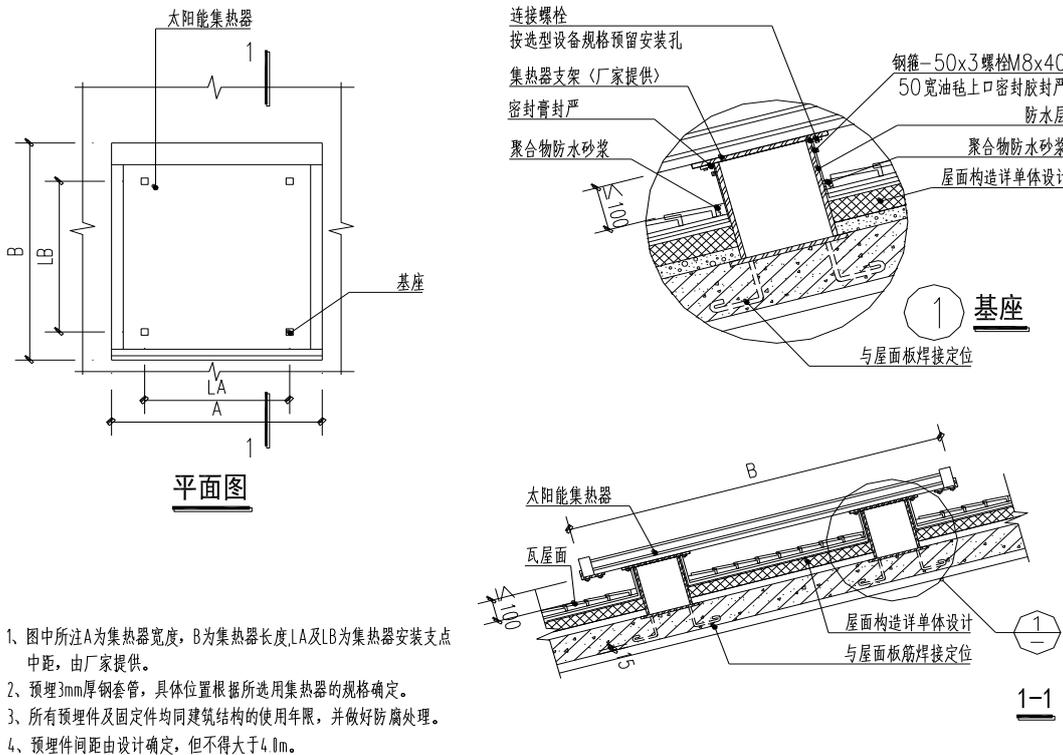


图3.2 坡屋面集热器架空安装详图

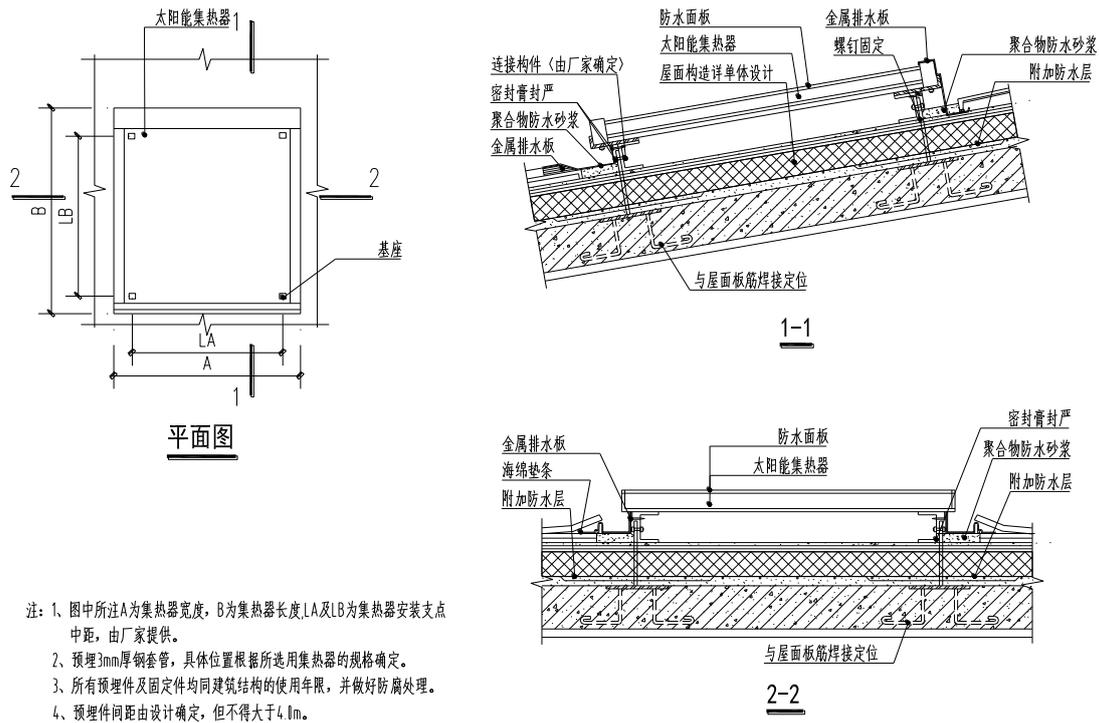
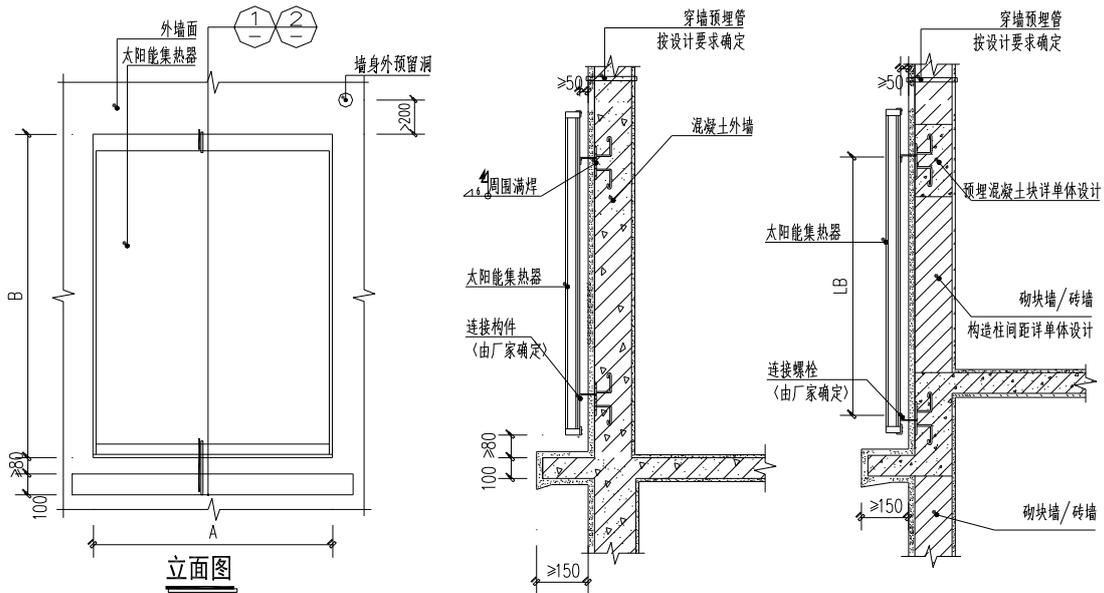


图3.3 坡屋面集热器镶嵌安装详图

(8) 太阳能集热器设置在外墙面时，既会使建筑有一个新颖的外观，也能补充屋面上摆放集热器面积有限的缺陷，但仍需重点注意以下问题：

- ① 设置太阳能集热器的外墙应充分考虑集热器（含支架）的荷载。
- ② 设置在墙面上的太阳能集热器应将其支架与墙面上的预埋件牢固连接，建筑设计时，应考虑设置牢固的预埋连接件。
- ③ 设置在墙面上的集热器采用平板型集热器时，应有一定的倾角，使集热器更有效地接受太阳照射。
- ④ 建筑设计时应为墙面上太阳能集热器的安装、维护提供安全便利的条件。

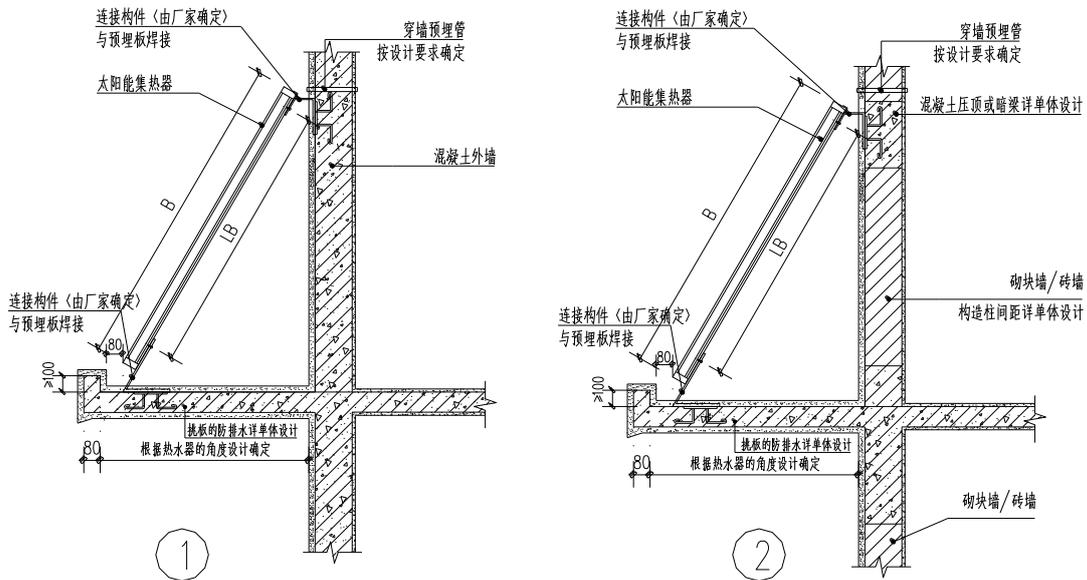


- 注：1、图中所注A为集热器宽度，B为集热器长度。
 2、图中所注：LB为集热器支点纵向间距，具体位置根据所选用集热器的规格确定。
 3、预埋件间距由设计确定，但不得大于4.0m。
 4、具体的安装固定位置及方式根据具体设计可做调整，但必须满足相关要求。
 5、采用本安装方式的集热器在计算面积时应考虑方位角的补偿面积。
 6、采用本方式时，建筑单体在该部位下方应设置挑檐、入口处设雨篷或进行绿化种植等，防止集热器损坏掉下伤人。

1 安装节点大样
[适用于混凝土墙]

2 安装节点大样
[适用于砖墙]

图3.4 墙面集热器安装详图（一）

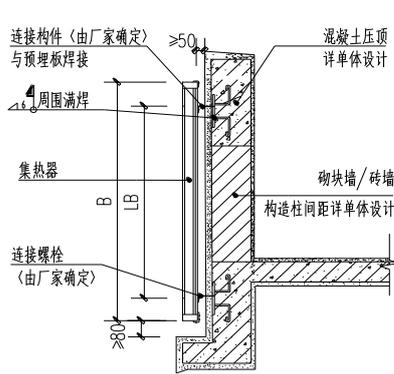


- 注：1、图中所注A为集热器宽度，B为集热器长度。
 2、图中所注：LB为集热器支点纵向间距，具体位置根据所选用集热器的规格确定。
 3、预埋件间距由设计确定，但不得大于4.0m。
 4、具体的安装固定位置及方式根据具体设计可做调整，但必须满足相关要求。

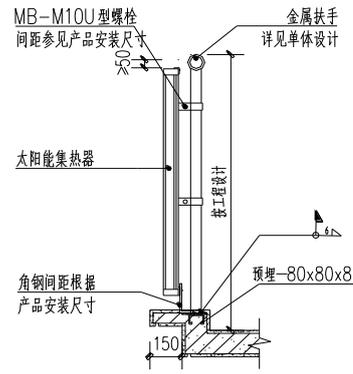
图3.5 墙面集热器安装详图（二），兼做遮阳

(9) 太阳能集热器设置在阳台栏板上时，与设置在外墙面一样，需重点关注以下问题：

- ①设置太阳能集热器的阳台应充分考虑集热器(含支架)的荷载。
- ②设置在阳台栏杆位置的太阳能集热器其支架应与阳台栏杆预埋件牢固连接,建筑设计时,应考虑设置牢固的预埋连接件。
- ③设置在阳台栏杆上的集热器采用平板型集热器时,应有适当的倾角,使集热器接受充足有效的阳光照射。
- ④建筑设计时,应为太阳能集热器的安装、维护提供便利条件。



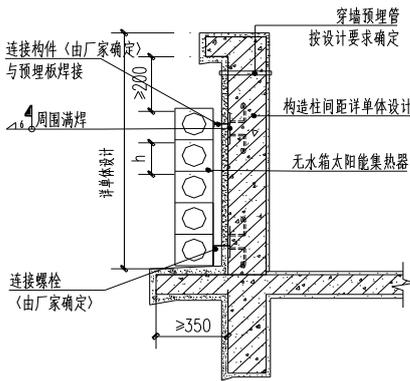
①



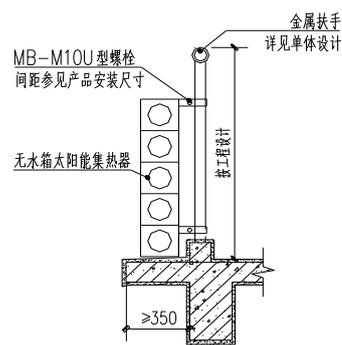
② 金属栏杆外挂式集热器安装详图

- 注: 1、图中所注A为集热器宽度, B为集热器长度。
 2、图中所注: LB为集热器支点纵向间距, 具体位置根据所选用集热器的规格确定。
 3、预埋3mm厚钢管, 具体位置根据所选用集热器的规格确定。
 4、具体的安装固定位置及方式根据具体设计可做调整, 但必须满足相关要求。
 5、采用本安装方式的集热器在计算面积时应考虑方位角的补偿面积。
 6、采用本方式时, 建筑单体必须在该部位下方设置挑檐、雨篷或进行绿化种植, 防止集热器损坏而掉下伤人。

图3.6 阳台栏杆集热器安装详图(一)



①



② 金属栏杆外挂式集热器安装详图

- 注: 1、集热器高度不得高于金属栏杆高度。
 2、所有预埋及固定件均同建筑结构的使用年限, 并做好防腐处理。
 3、本大样适合无水箱分户承压型太阳能热水器安装。
 4、图中所注h=160mm为一个集热管模块高度。
 5、采用本方式时, 建筑单体必须在该部位下方设置挑檐、雨篷或进行绿化种植, 防止集热器损坏而掉下伤人。

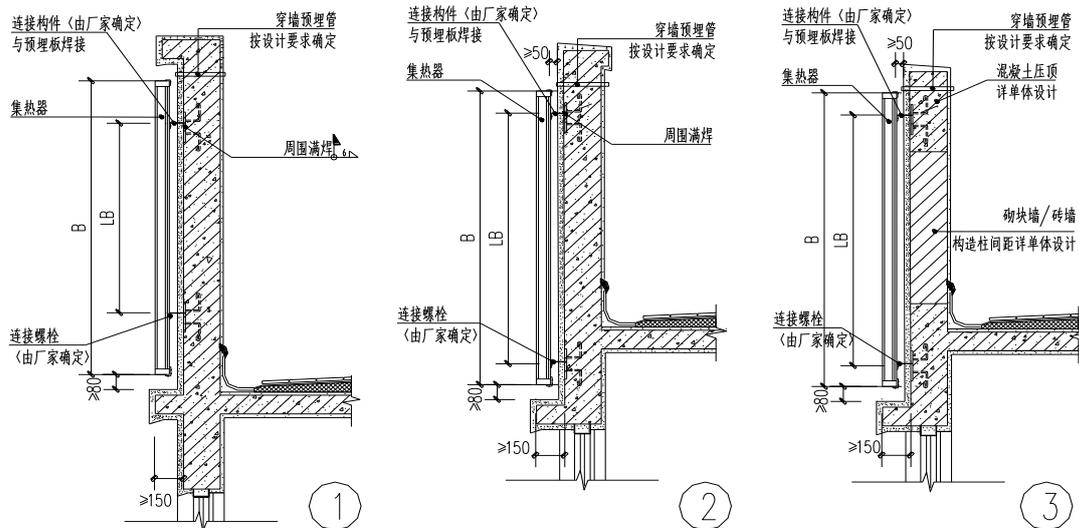
图3.7 阳台栏杆集热器安装详图(二)

(10) 太阳能集热器设置在女儿墙、披檐上时, 需注意以下问题:

① 设置太阳能集热器的女儿墙、披檐部位应充分考虑集热器 (包括支架) 的荷载。

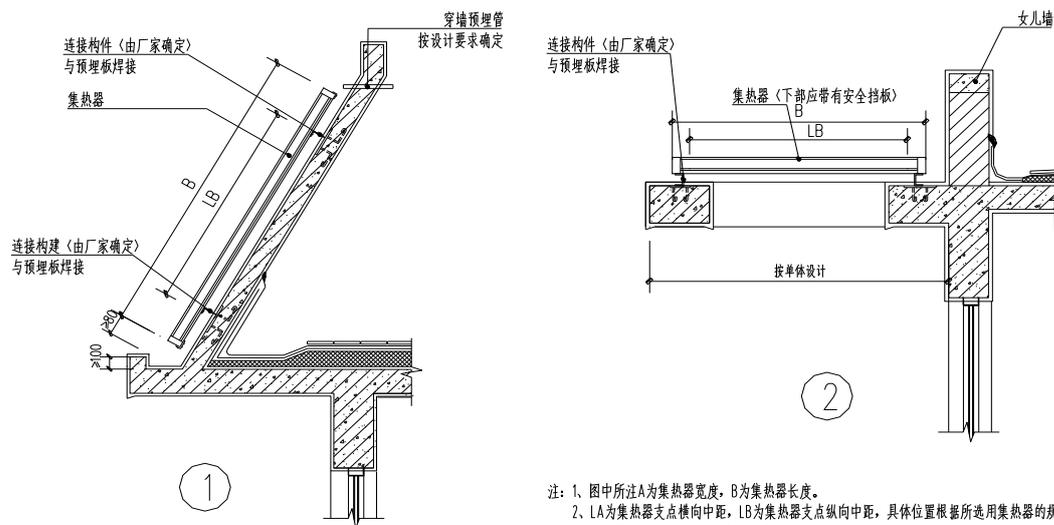
② 设置在女儿墙、披檐上的太阳能集热器, 其支架应与女儿墙、披檐上的预埋牢固连接, 建筑设计时, 应考虑设置牢固的预埋连接件。

③ 设置在女儿墙上的平板型太阳能集热器应有一定的倾角。



- 注: 1、图中所注A为集热器宽度, B为集热器长度。
 2、图中所注: LB为集热器支点纵向中距, 具体位置根据所选用集热器的规格确定。
 3、预埋件间距由设计确定, 但不得大于4.0m。
 4、具体的安装固定位置及方式根据具体设计可做调整, 但必须满足相关要求。
 5、采用本安装方式的集热器在计算面积时应考虑方位角的补偿面积。
 6、采用本方式时, 建筑单体必须在该部位下方设置挑檐、雨篷或进行绿化种植, 防止集热器损坏而掉落伤人。

图3.8 女儿墙集热器安装详图 (一)



- 注: 1、图中所注A为集热器宽度, B为集热器长度。
 2、LA为集热器支点横向中距, LB为集热器支点纵向中距, 具体位置根据所选用集热器的规格确定。
 3、预埋件间距由设计确定, 但不得大于4.0m。
 4、所有预埋及固定件均同建筑结构的使用寿命, 并做好防腐处理。
 5、具体的安装固定位置及方式根据具体设计可做调整, 但必须满足相关要求。

图3.9 女儿墙集热器安装详图 (二)

(11) 太阳能集热器设置在建筑屋面花架或架空构架上时，除考虑集热器（包括支架）的荷载外，并考虑设置牢固的预埋连接件，同时为防止其金属支架、金属锚固构件生锈对建筑墙面，特别是对浅色的阳台和外墙造成污染，建筑设计应在该部位加强防锈的技术处理或采取有效的技术措施，防止金属锈水在墙面、阳台上造成不易清理的污染。

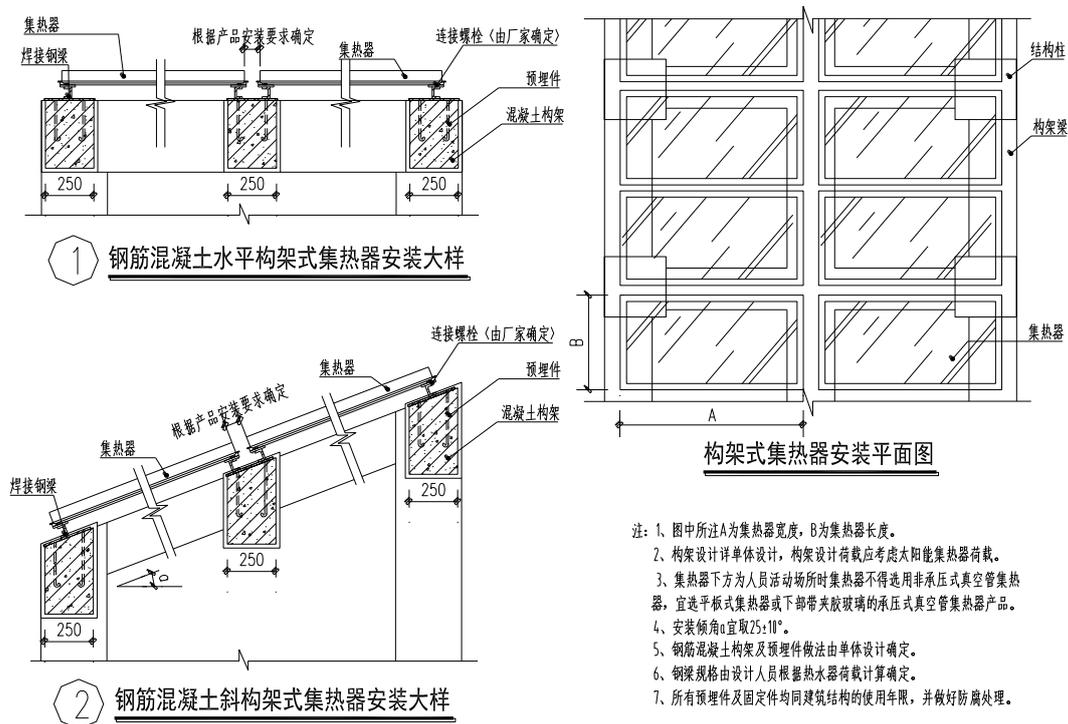


图3.10 结构构架上集热器安装详图

3.2.2 太阳能热水系统设置要点概述

3.2.2.1 集中集热+集中储热+集中辅助加热系统

集中集热+集中储热+集中辅助加热系统比较适宜用在学生宿舍、职工宿舍等非住宅的居住建筑以及医院、旅馆酒店等具有集中热水需求的公共建筑中（详见 2.2 节）。系统特点是太阳能集热器集中设置，有集中的大容积贮热水装置，并设置有集中辅助加热装置，供热终端则有计量装置。能节省总体管道的设置，较易做到主管热水循环，因

此该系统有节约投资的优越性。

(1) 由于所需设置的太阳能集热器面积较大，在设计时应将其合理布局并与建筑有机结合，此点是该类系统设计的关键所在。

(2) 该类系统的储热水箱容量相对较大，设计时根据建筑的性质、功能以及建筑规划、建筑平面布局条件，合理确定贮水箱的位置。所在位置应具有相应的排水、防水措施，其周围应留有足够的安装、检修空间。

(3) 合理、有序的安排各种管道、管线在建筑中的空间位置，做到有组织布置，安全隐蔽，又要便于维护、检修。

(4) 辅助热源一般选用空气源热泵机组，机组设置时，应做到安全、适用，并留有一定安装、维护、检修的操作空间。

(5) 贮热水箱宜靠近太阳能集热器，以缩小其连接管线中的热损耗。同样，辅助热源也宜靠近贮水箱，是太阳能热水系统的规划布局及建筑设计时要充分考虑的问题。

(6) 热泵机组及相关水泵应注重减振措施的设置，减少低频噪音及振动对用户的影响。

(7) 供热水终端需装有计量装置。

3.2.2.2 集中集热+集中储热+分户辅助加热系统

集中集热+集中储热+分户辅助加热系统比较适宜用在多层住宅和高层住宅中（详见 2.2 节）。系统特点是太阳能集热器集中设置，有集中的大容积的贮水装置，但辅助热源分户设置，供热终端则有计量装置。用户用热水由太阳能加热到一定温度后，利用户内自行设置的辅助热源加热至需要温度。该类系统能节省总体管道的设置，又能降低集中能源的消耗。

(1) 与集中集热+集中储热+集中辅助加热系统一样，由于所需

设置的太阳能集热器面积较大，在设计时应将其合理布局并与建筑有机结合，此点是该类系统设计的关键所在。

(2) 该类系统的储热水箱容量相对较大，设计时根据建筑的性质、功能以及建筑规划、建筑平面布局条件，合理确定贮水箱的位置。所在位置应具有相应的排水、防水措施，其周围应留有足够的安装、检修空间。

(3) 合理、有序的安排各种管道、管线在建筑中的空间位置，做到有组织布置，安全隐蔽，又要便于维护、检修。

(4) 辅助热源一般选用燃气（包括煤气、天然气、液化石油气）或电等，由用户自行选用。

(5) 集中储热水箱宜靠近太阳能集热器，以缩小其之间连接管线中的热损耗。

(6) 系统相关水泵应注重减振措施的设置，减少低频噪音及振动对用户的影响。

(7) 供热水终端需装有计量装置。

3.2.2.3 集中集热+分户储热+分户辅助加热系统（集中-分散式）

集中集热+分户储热+分户辅助加热系统比较适宜用在多层住宅和低层住宅中（详见 2.2 节）。系统特点是太阳能集热器集中设置，但贮水装置和辅助热源分户设置。各户有独立使用的贮水箱，各户使用热水都来自自己户内的贮水箱。这种系统每户使用的贮水箱容积不大，只是住户自己热水用量。该系统在对贮水箱的投资上会大于集中集热+集中储热的系统。

(1) 同样集热器面积较大，在设计时应将其合理布局并与建筑有机结合。

(2) 该类系统是储热水箱容量不十分大，分户设置，各户设置

独立使用的储热水箱，位置较灵活。但该类系统储热水箱的设置应避免占用用户太多可利用的功能性空间，避免后期用户为利用功能空间而拆除储热水箱，造成系统报废。

(3) 系统的管线应有组织布置，走向合理，不影响建筑的使用功能及外观。竖向管线宜布置在竖向管道井中，并做到安全隐蔽、易于检修。

(4) 辅助热源一般选用燃气（包括煤气、天然气、液化石油气）或电等，由用户自行选用。

3.2.2.4 分散式

分散式系统是目前较常见的太阳能热水系统，较适宜用在独立式小住宅、别墅和多层住宅中。系统特点是太阳能集热器分散分户布置，储热水箱、相关管道、辅助热源的设施都按需要分户设置，即每户有独立的太阳能热水系统。

(1) 该类系统的太阳能集热器分散布置、分户使用、每户所需集热器面积不大，在建筑中布置的可能位置较多，也较灵活，但其设置均应与建筑外观和谐统一。

(2) 该类系统是储热水箱容量不十分大，分户设置，各户设置独立使用的储热水箱，位置较灵活。但该类系统储热水箱的设置应避免占用用户太多可利用的功能性空间，避免后期用户为利用功能空间而拆除储热水箱，造成系统报废。

(3) 系统的管线应有组织、有秩序的布置，不影响建筑的使用功能及外观。竖向管线宜布置在竖向管道井中。做到安全隐蔽、易于检修。

(4) 辅助热源一般选用燃气（包括煤气、天然气、液化石油气）或电等，由用户自行选用。

3.2.3 太阳能集热器

太阳能集热器是太阳能热水系统中的集热部件，也是太阳能热水系统的核心部件，其性能优劣直接影响到太阳能热水系统的性能，太阳能集热系统的设计主要围绕着它来进行。

1、定位要求

(1) 太阳能集热器的规格宜与建筑模数相协调。

(2) 集热器的最佳安装方位应朝向正南或正南偏西，若受条件限制时，其偏差允许范围宜在正南 $\pm 30^\circ$ 以内。

(3) 单个集热器的安装倾角，应根据热水的使用季节和地理纬度确定，太阳能集热器的安装倾角 α 与集热器安装地理纬度 φ 宜符合下列规定：

①偏重考虑春、夏、秋三季使用效果时 $\alpha = \varphi$

②偏重考虑夏季使用效果时 $\alpha = \varphi - (0 \sim 10)^\circ$

③偏重考虑冬季使用效果时 $\alpha = \varphi + (0 \sim 10)^\circ$

式中： α ——太阳能集热器的安装倾角（ $^\circ$ ）；

φ ——集热器安装地的地理纬度（ $^\circ$ ），南宁市为 $22^\circ 48'$ 。

④对东西向放置的全玻璃真空管集热器，其安装倾角可适当减小。

(4) 集热器方阵的排列必须考虑集热器前后排间距以及集热器与前侧遮光物的距离，集热器的布置应避开建筑物的遮挡，建筑物的阴影长度即集热器距遮光物的水平最小净距（或集热器排间距）可依据现行国家标准《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB50364的相关规定进行计算。即：

$$D = H \times \cot \alpha_s \times \cos \gamma$$

式中： D ——与前方遮光物或集热器前后排之间的最小间距， m ；

H——前方遮光物与集热器最低点的垂直距离，m；

α_s ——太阳高度角，对季节性使用的系统，宜取当地春秋分正午 12 时的太阳高度角；对全年性使用的系统，宜取当地冬至日正午 12 时的太阳高度角。

γ ——集热器安装方位角。

表 3.1 季节性使用时，集热器与前方遮光物的最小安装间距

遮光物 高度 m	安装方位角（东 ←→ 西）										
	-50°	-40°	-30°	-20°	-10°	0	10°	20°	30°	40°	50°
0.5	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1
1.0	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	0.3
1.5	0.4	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.4
2.0	0.5	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.7	0.7	0.5
2.5	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.1	1.1	1.0	0.9	0.8	0.7
3.0	0.8	1.0	1.1	1.2	1.3	1.3	1.3	1.2	1.1	1.0	0.8
3.5	1.0	1.1	1.3	1.4	1.5	1.5	1.5	1.4	1.3	1.1	1.0
4.0	1.1	1.3	1.5	1.6	1.7	1.7	1.7	1.6	1.5	1.3	1.1
4.5	1.2	1.5	1.7	1.8	1.9	1.9	1.9	1.8	1.7	1.5	1.2
5.0	1.4	1.6	1.9	2.0	2.1	2.1	2.1	2.0	1.9	1.6	1.4
5.5	1.5	1.8	2.0	2.2	2.3	2.4	2.3	2.2	2.0	1.8	1.5
6.0	1.6	2.0	2.2	2.4	2.5	2.6	2.5	2.4	2.2	2.0	1.6
6.5	1.8	2.1	2.4	2.6	2.7	2.8	2.7	2.6	2.4	2.1	1.8
7.0	1.9	2.3	2.6	2.8	2.9	3.0	2.9	2.8	2.6	2.3	1.9

表 3.2 全年使用时，集热器与前方遮光物的最小安装间距

遮光物 高度 m	安装方位角										
	-50°	-40°	-30°	-20°	-10°	0	10°	20°	30°	40°	50°
0.5	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3
1.0	0.7	0.8	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.9	0.8	0.7
1.5	1.0	1.2	1.3	1.5	1.5	1.6	1.5	1.5	1.3	1.2	1.0
2.0	1.3	1.6	1.8	2.0	2.0	2.1	2.0	2.0	1.8	1.6	1.3
2.5	1.7	2.0	2.2	2.4	2.6	2.6	2.6	2.4	2.2	2.0	1.7
3.0	2.0	2.4	2.7	2.9	3.1	3.1	3.1	2.9	2.7	2.4	2.0
3.5	2.3	2.8	3.1	3.4	3.6	3.6	3.6	3.4	3.1	2.8	2.3
4.0	2.7	3.2	3.6	3.9	4.1	4.2	4.1	3.9	3.6	3.2	2.7
4.5	3.0	3.6	4.0	4.4	4.6	4.7	4.6	4.4	4.0	3.6	3.0
5.0	3.3	4.0	4.5	4.9	5.1	5.2	5.1	4.9	4.5	4.0	3.3
5.5	3.7	4.4	4.9	5.4	5.6	5.7	5.6	5.4	4.9	4.4	3.7
6.0	4.0	4.8	5.4	5.9	6.1	6.2	6.1	5.9	5.4	4.8	4.0

遮光物 高度 m	安装方位角										
	-50°	-40°	-30°	-20°	-10°	0	10°	20°	30°	40°	50°
6.5	4.3	5.2	5.8	6.3	6.7	6.8	6.7	6.3	5.8	5.2	4.3
7.0	4.7	5.6	6.3	6.8	7.2	7.3	7.2	6.8	6.3	5.6	4.7

2、集热器面积计算与修正

集热器总面积应依据现行国家标准《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB50364 和现行地方标准《民用建筑与太阳能热水系统一体化应用技术规范》DB45/T395 的规定进行确定。对于独立的任意倾角和方位角安放的集热器面积的计算和设计，应在计算结果的基础上进行修正，以下情况应进行修正：

(1) 集热器朝向和倾角受条件限制或其它特殊要求，没有处于正南朝向和当地纬度倾角时；

(2) 计算得到系统集热器总面积，在建筑围护结构表面不够安装时，可按围护结构表面最大容许安装面积确定系统集热器总面积，同时进行集热器面积的优化布置；

(3) 集热器在坡屋面上顺坡安装，倾角与安装倾角 α 值差距较大；

(4) 修正后的集热器面积 $A_z=CA$

式中： A_z ——修正后的太阳能集热器面积， m^2 ；

A ——依据现行标准计算得到的集热器面积， m^2 ；

C ——集热器面积修正系数，见表 3.1。

表 3.3 集热器面积修正系数

倾角 方向角	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
东	1.02	1.03	1.05	1.10	1.16	1.25	1.35	1.49	1.67	1.89
-80°	1.02	1.03	1.05	1.09	1.15	1.22	1.33	1.45	1.64	1.85
-70°	1.02	1.02	1.04	1.08	1.12	1.19	1.30	1.43	1.59	1.82
-60°	1.02	1.02	1.03	1.05	1.11	1.18	1.27	1.39	1.56	1.79

倾角 方向角	0°	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
-50°	1.02	1.01	1.02	1.04	1.09	1.16	1.25	1.37	1.54	1.75
-40°	1.02	1.01	1.01	1.03	1.08	1.14	1.23	1.35	1.52	1.75
-30°	1.02	1.01	1.01	1.03	1.06	1.12	1.22	1.33	1.52	1.72
-20°	1.02	1.00	1.00	1.02	1.06	1.12	1.20	1.33	1.49	1.72
-10°	1.02	1.00	1.00	1.02	1.05	1.11	1.20	1.33	1.49	1.72
0	1.02	1.00	1.00	1.02	1.05	1.11	1.20	1.33	1.49	1.75
10°	1.02	1.00	1.00	1.02	1.05	1.11	1.20	1.33	1.49	1.72
20°	1.02	1.00	1.00	1.02	1.06	1.12	1.20	1.33	1.49	1.72
30°	1.02	1.01	1.01	1.03	1.06	1.12	1.22	1.33	1.52	1.72
40°	1.02	1.01	1.01	1.03	1.08	1.14	1.23	1.35	1.52	1.75
50°	1.02	1.01	1.02	1.04	1.09	1.16	1.25	1.37	1.54	1.75
60°	1.02	1.02	1.03	1.05	1.11	1.18	1.27	1.39	1.56	1.79
70°	1.02	1.02	1.04	1.08	1.12	1.19	1.30	1.43	1.59	1.82
80°	1.02	1.03	1.05	1.09	1.15	1.22	1.33	1.45	1.64	1.85
西	1.02	1.03	1.05	1.10	1.16	1.25	1.35	1.49	1.67	1.89

3、集热器的连接

太阳能集热器之间可通过并联、串联、串并联、并串联等方式连接成集热器组，其中各有各的特点：

(1) 对于自然循环的太阳热水系统，集热器不能串联，否则因循环流动阻力大，系统难以循环。每个系统的集热器总面积不宜超过 50m²。

(2) 对于其它强制循环系统，集热器可进行串并联。每个系统的集热器总面积不宜超过 500m²。

(3) 并联连接时，单排并联的集热器总面积不宜超过 32m²。集热器组并联时，各组并联的集热器数应该相同，这样有利于各组集热

器流量的均衡。

(4) 为保证各集热器组的水力平衡，各集热器组之间的连接推荐采用同程连接，如下图所示。当不得不采用异程连接时，在每个集热器组的支路上应该增加平衡阀来调节流量平衡，

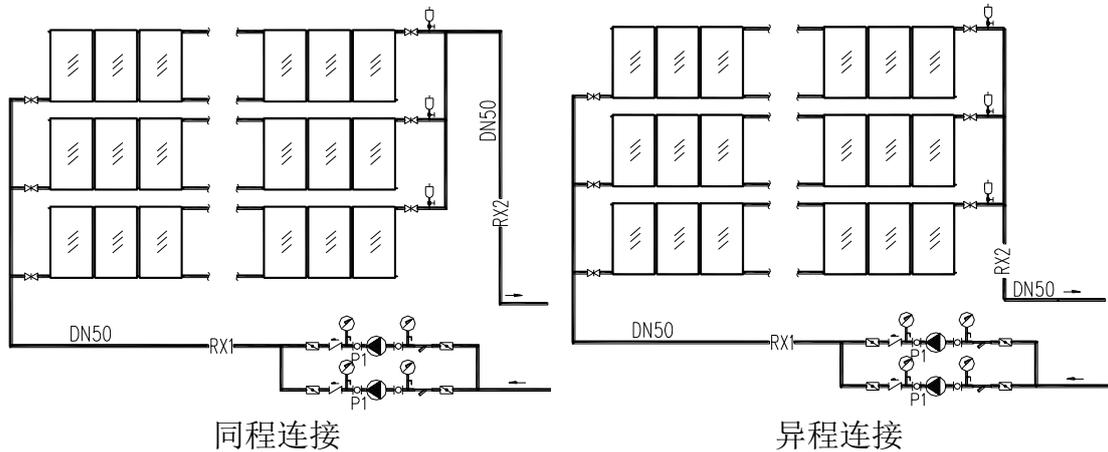


图3.11 集热器组接管方式

3.2.4 水箱

1、集热水箱

(1) 集中集热+集中储热的太阳能热水系统的集热水箱宜与供水水箱分开设置，集热水箱的有效容积可按下式计算：

$$V_{rx} = q_{rjd} \times A_j$$

式中： V_{rx} ——集热水箱的有效容积，L；

A_j ——集热器总面积， m^2 ；

q_{rjd} ——单位面积集热器平均日产温升 $30^\circ C$ 热水量的容积，无产品参数时，可按下表选用；

表 3.4 单位集热器面积日产热量推荐取值范围

地市	直接系统 [L/ (m ² □d)]	间接系统 [L/ (m ² □d)]
南宁	50~60	35~40

备注：南宁市属于资源较丰富区（III区）

(2) 集中集热+分户储热的太阳能热水系统中，宜设置缓冲水箱，

其有效容积一般不宜小于 $10\%V_{rx}$ 。

2、热水水箱

热水水箱的设置应符合现行国家标准《建筑给水排水设计标准》GB50015、《民用建筑太阳能热水系统应用技术标准》GB50364 和现行地方标准《民用建筑与太阳能热水系统一体化应用技术规范》DB45/T395 的规定。

3.2.5 水泵

集热系统循环水泵的流量依据集热器面积计算得出。其中开式系统循环泵的扬程按下式计算：

$$H_x = h_{jx} + h_j + h_z + h_f$$

式中： H_x ——循环水泵的扬程，mH₂O；

h_{jx} ——集热系统循环管路的沿程与局部阻力，mH₂O；

h_j ——集热器的阻力损失，mH₂O；

h_z ——集热器顶部与水箱最低水位之间的高差，mH₂O；

h_f ——附加阻力，2-5mH₂O；

闭式系统循环水泵的扬程按下式计算：

$$H_x = h_{jx} + h_j + h_e + h_f$$

式中： h_e ——换热器的阻力损失，mH₂O；

3.2.6 辅助热源

由于太阳能的供应具有很大的不确定性，为了保证生活热水的供应质量，辅助热源的选型应该按照热水供应系统的负荷选取，暂不考虑太阳能的份额。辅助热源一般通过水加热设备的形式向系统提供热量，辅助热源提供的辅助加热量即为水加热器的供热量。常见的水加热器可以分为容积式水加热器、半容积式水加热器或半即热式、快速式水加热器等，其选型计算应依据《建筑给水排水设计标准》GB50015

的有关规定进行。

3.2.7 循环管道

1、集热系统流量计算

集中式的太阳能集热器可通过并联、串联或串并联相结合的方式连接成集热器组。集热器组的串联和并联的管路大小应通过循环流量计算确定。

$$q_x = q_{gz} \times A_j$$

式中： q_x ——集热系统循环流量（L/s）；

q_{gz} ——单位采光面积太阳能集热器对应的工质流量 [L/(m² s)]，可按 0.015~0.020L/(m² s)采用；

A_j ——太阳能集热器总采光面积（m²， A_{jz} 或 A_{jj} ）。

2、热水供水管径

热水供水管道管径依据流量、推荐流速、假设管径，按下式经试算后将流速控制在以下推荐流速范围内：

$$q_x = v_x \times \frac{\pi}{4} D^2 \times 1000$$

式中： v_x ——热水管道推荐流速，m/s，详见下表；

D——管道公称直径，m。

表 3.5 热水供水管道推荐流速

公称直径 DN(mm)	15~20	25~40	≥50
推荐流速 (m/s)	≤0.8	≤1.0	≤1.2

3、热水供应系统回水管径

热水供应系统的回水管管径应通过计算确定，为了保证各立管的循环效果，尽量减少干管的水头损失，热水供水干管和回水干管均不宜变径，可按其相应的最大管径确定。初步设计时，可参照下表确定：

表 3.6 热水回水管管径

热水供水管径(mm)	20~25	32	40	50	65	80	100	125	150	200
热水回水管径(mm)	20	20	25	32	40	40	50	65	80	100

4、管路设置

管路应有组织的布置，做到安全、隐蔽、易于检修。新建建筑的太阳能热水系统的竖向管路宜布置在管井中，既有建筑上增设太阳能热水系统的管路应做到走向合理，不影响建筑使用功能及外观。并应满足以下要求：

- (1) 循环管路应短而少弯。
- (2) 循环管路应有 3‰~5‰的坡度。
- (3) 自然循环系统中，应使循环管路朝储热水箱方向有向上坡度；不允许反坡。使用平板型集热器时，储热水箱的下循环管口应比集热器的上循环管口高 0.3m 以上。
- (4) 循环管路中易发生气塞的位置应设有排气阀。
- (5) 间接系统的循环管路上应设置膨胀水箱；闭式间接系统的循环管路上同时应设有压力安全阀，但不应设单向阀和其他可关闭的阀门。
- (6) 当集热器为多组并联时，每排集热器的进出口管路，应设有辅助阀门。
- (7) 管路的通径面积应与并联集热器管路的通径面积之和相适应；系统中宜设置流量计、温度计和压力仪表。

3.3 户式空气源热泵系统

为创造条件引导人们选择绿色生活方式节约能源，对于未利用可再生能源方式制备生活热水的住宅项目，宜在设计时预留户式空气源

热泵机组、水箱安装位置，由住户根据自身意愿自行选择安装。此外需预留生活热水管道、冷水管道、用电条件等附属设施，为愿意安装空气源热泵热水机组的住户提供便利条件。因此，设计时应注意以下几点：

(1) 建筑设计单位应预留空气源热泵机组、水箱的安装空间，并在施工图中清晰标注出安装位置；

(2) 机组安装位置进行结构设计时，应考虑空气源热泵机组、水箱的荷载，为空气源热泵机组、水箱的安装提供条件；

(3) 预留空气源热泵机组所需电力负荷及用电条件（如线路、插座等），并预留处冷水、热水管接头（精装房中水箱至花洒、洗手池等用水点的连接管道，在水箱处预留接头）。

3.4 地源热泵系统设计与安装

地源热泵系统作为冷热源可用于建筑空调供冷供热和生活热水，在末端的供冷、供热和生活热水系统与常规系统并无差别，不同的在于为冷热源换热系统，即地埋管换热系统、地表水源换热系统和地下水水源换热系统，这也是该类系统的实施重点。

3.4.1 地埋管换热系统

1、实施步骤

- ①确定埋管区域、埋管方式；
- ②对埋管区域的地质条件进行勘察；
- ③选择地埋管管材，计算地埋管换热器管道长度、埋深和管井数；
- ④对地埋管换热器进行优化评估，并布置在实施区域；
- ⑤确定管道管径、分集水器、阀件等附件。

2、地埋管换热器形式

地埋管换热器又水平和竖直两种埋管方式，当可利用空间较大时，浅层岩土体的温度及热物性受气候、雨水、埋设深度影响较小时，宜采用水平地埋管换热器。否则，宜采用竖直地埋管换热器。在没有合适的室外用地时，竖直地埋管换热器还可以铺设在地下室下面，甚至可以利用建筑物的混凝土基桩埋设，即将U形管困扎在基桩的钢筋网架上，然后浇灌混凝土，使U形管固定在基桩内。

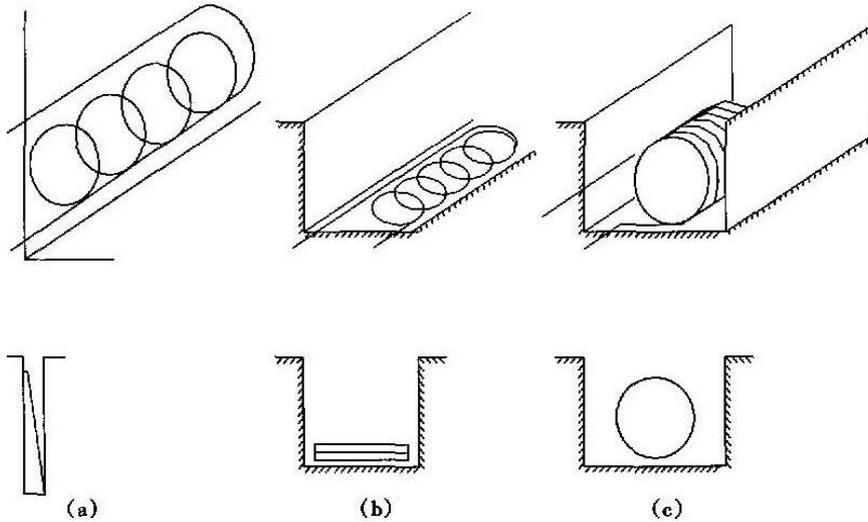


图3.12 水平地埋管换热器形式

(a) 垂直排圈式；(b) 水平排圈式；(c) 水平螺旋式

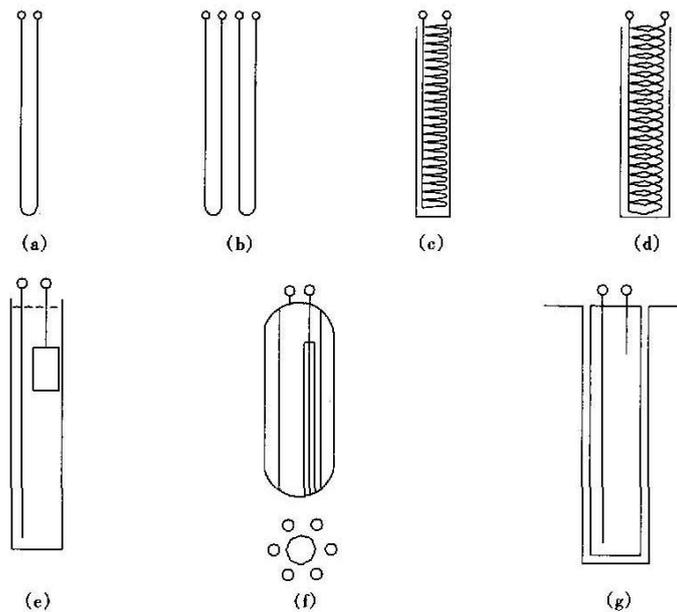


图3.13 竖直地埋管换热器形式

(a) 单U形管；(b) 双U形管；(c) 小直径螺旋盘管；
(d) 大直径螺旋盘管；(e) 立柱状；(g) 套管式

3、地质勘察

地埋管换热系统设计前，应对工程场区内岩土体地质条件进行勘察，其内容应包括下列内容：

- ①岩土层的结构；
- ②岩土体热物性；
- ③岩土体温度；
- ④地下水净水位、水温、水质及分布；
- ⑤地下水径流方向及流速。

此外，岩土体热物性参数作为地埋管地源热泵系统勘察设计的关键性参数，直接影响整个系统设计的合理与否，直接影响地热利用效率和投资成本，是地埋管地源热泵系统设计和应用的前提，也是当前浅层地热应用技术推广的难点。准确获得项目所在地岩土体热物性参数，不仅是影响地埋管换热器，同时也是决定整个地埋管地源热泵系统成功与否的关键性参数。

因此，除对工程场区内岩土体地质条件进行勘察外，应用建筑面积大于等于 5000m^2 时，应对地埋管区域岩土层进行热响应测试。当应用建筑面积小于 5000m^2 时，或进行方案比选时，竖直地埋管换热器的换热能力可通过计算获得或参考项目地附近区域既有项目的换热能力。

4、地埋管换热器的设计布置与实施

(1) 地埋管管材与传热介质除应符合现行国家标准《地源热泵系统工程技术规范》GB50366 的相关规定外，尚应符合下列要求：

- ①传热介质应以水为首选；
- ②夏季运行工况条件下，地埋管换热器侧出水温度宜低于 33°C ；

③冬季运行工况条件下，地埋管换热器侧进水温度宜不低于 4℃。

(2) 地埋管换热系统设计除应符合现行国家标准《地源热泵系统工程技术规范》GB50366 的相关规定外，尚应符合下列要求：

①中、大型地埋管换热系统宜采用变流量设计；

②地埋管场地充足时，宜根据场地情况选择利于土壤的热传导、减小土壤的冷热不平衡率的地埋管排列形式，如：线型排列，L 型排列，双 L 型排列，U 型排列等。

(3) 地埋管换热系统设计时，应进行全年动态负荷计算，最小计算周期不得小于 1 年。并以此进行地埋管换热器长度计算，应满足以下要求：

①在计算周期内，地源热泵地埋管换热系统的全年总吸热量和总释热量应基本平衡，两者的比值宜在 0.8~1.25 之间。对于地下水径流流速较大的区域，总吸热量和总释热量可以通过地下水流动（带走或获取热量）取得平衡，因此对岩土体热平衡的要求可以适当放宽些。地下水径流流速大小区分原则：1 个月内，地下水流动距离超过沿流动方向的地埋管布置区域长度的为较大流速；反之为较小流速；

②分别计算系统最大吸热量、最大释热量。当最大吸热量与最大释热量相差不大时，应分别计算供热与供冷工况下地埋管换热器的长度，取其大者作为地埋管换热器的总长度。当两者相差较大时，应取其计算长度的较小者作为地埋管换热器的长度，并应增设辅助冷、热源，或与其他冷热源系统耦合运行，减少系统占地面积，其他系统用于调峰；

③水平式地埋管换热器埋深通常为 1~2m，寿命较长，初投资较低，但需要较大的场地，且受地面上空气温度影响较大。竖直

式地埋管换热器的井深约为 30~150m，因土壤温度较恒定，系统的性能系数较高，且占地面积小。

(4) 地埋管换热系统的施工除应符合《地源热泵系统工程技术规范》GB50366 的相关规定外，尚应符合下列要求：

- ①地埋管施工单位应有相应的资质认证，已完成地热系统安装、运行方面的基本理论的培训和管路熔接测试；
- ②竖井数目、深度符合设计要求，施工条件变化而可利用地面面积无法满足时，需调整竖井深度，竖井总长与原设计保持不变；
- ③地埋管换热器安装完成后，应在埋管区域做出标志或标明管线的定位带，并应采用 2 个现场的永久目标进行定位；
- ④聚乙烯（PE）管严禁在雨污水检查井及排水管渠内穿过；PE 管与热力管道间的距离最小不得小于 1.50m；与其他管线交叉敷设时，交叉点净距不应小于 0.15m，必须按《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268 的有关条款采取相应的技术措施；
- ⑤聚乙烯（PE）管穿越路面等设施时应采用不得小于穿越管外径加 100mm 的套管；
- ⑥垂直埋管钻孔与场地边线、公用设施、地基、排水沟的最小距离宜不小于 3.0m，与非公共井的是小距离宜不小于 6.0m。

(5) 依据实际工程发现，南宁市地埋管地源热泵系统中，失败的案例多数是由于地埋管漏水造成的。其原因一般有以下：

①地埋管管材问题。因成本控制或其他原因，使用的地埋管管材质量或选用的压力等级达不到设计要求，造成地埋管因承压过大而破裂，造成漏水；

②地埋管 U 型接头焊接质量差。因焊接设备材料质量不佳、焊接

技术不佳、焊接工作态度不佳等施工问题造成地埋管 U 型接头焊接质量差，导致 U 型接头漏水，造成对应组的管井报废，甚至系统报废；

③下管过程出现刮碰等问题。下管过程中出现管道刮碰，影响管道承压能力，虽然试压时未出现漏水，但运行一段时间后出现漏水，造成管井甚至是系统报废。

④水平管连接出现问题。水平连接接头多，施工质量控制不严时，极易出现水平管漏水。在本次调研中，发现有项目地埋管漏水后，地面出现严重积水，该项目应是水平管漏水造成。

⑤回填不严实造成。在进行水平管回填时，回填不严实，基础下沉造成水平管拉伸变形，从而致使水平管接头处漏水，造成管井报废、甚至是系统报废。

鉴于以上问题，地埋管换热系统的实施尤其要注意实施质量，严格控制管材焊接、回填以及试压的质量。即：

①地埋管管材进场时，严格检查地埋管管材的承压能力、管材质量等，确保管材符合设计要求；

②严格把关地埋管 U 型接头、水平管连接头的焊接，确保接头的焊接质量；

③严格按照规范要求，规范地埋管井、水平管沟的回填工序，严把回填质量；

④严格按照现象国家标准《地源热泵系统工程技术规范》GB50366 的要求，实施水压试验，做到问题早发现、早解决。

⑤地埋管井的连接，宜采用多口地埋管汇集后，再由多组汇集管连接至分集水器，在每口地埋管上加装阀门、压力表等，并统一设置在检查井内，方便查看地埋管道情况，避免个别地埋管漏水造成多组地埋管、甚至系统报废。见下图所示：



图3.14 地埋管汇集实例示意图

3.4.2 地表水换热系统

1、实施步骤

- ①水体初始参数调查和水体承载力计算；
- ②明确系统形式，确定水质处理方案；
- ③确定取水方案，明确取、退水口设置；
- ④管路和系统设计实施。

2、地表水换热系统形式

根据传热介质是否与大气相通，地表水换热系统分为开式和闭式两种。将封闭的换热盘管按照特定的排列方法放入具有一定深度的地表水体中，传热介质通过换热管与地表水进行热交换的系统称为闭式系统（如下图）。地表水在循环泵的驱动下，经处理直接流经水源热泵机组或通过中间换热器进行热交换的系统称为开式系统（如下图）。

其中，开式换热系统又可分为间接式系统和直接式系统，其区别

在于取水管路中是否设置中间换热器。相比较而言，由于设置了中间换热器，间接式系统热损失大，能耗高，但避免了水体水质对水源热泵机组的影响。



图3.15 开式地表水换热系统



图3.16 闭式地表水换热系统

3、水文勘察

地表水换热系统设计前，应对地表水体条件进行勘察，其内容应包括下列内容：

- ①地表水水源性质、水面用途、深度、面积及其分布情况；
- ②地表水体水温、水位、水质动态变化情况；
- ③地表水流速、流量变化情况；
- ④地表水利用现状；

⑤取、退水适宜地点及管道路线。

4、地表水换热系统的设计布置与实施

(1) 地表水体的选择

所选择地表水体包括流动水体和滞留水体两类。所选择地表水体应具备如下要求：

①足够的水容量，能够承载空调和生活热水换热能力，确保水温满足周平均最大温升 $\leq 1^{\circ}\text{C}$ 、周平均最大温降 $\leq 2^{\circ}\text{C}$ 。

②具备一定的深度，确保水温受气温影响较小或与气温有较大的温差。如是滞留水体，其深度不宜小于 5m。

据对实际项目情况的调查，南宁市有采用红线范围内湖水（1.5 米深）、公园湖水（1-3 米深）作冷热源的项目，因水体较浅，加之取水构筑物的高度，实际取水深度甚至仅仅 0.5 米深，造成系统只能开启一半的机组，一旦满负荷开机就出现高温报警停机。分析其原因“水体较浅、受空气温度影响大、水体容量小”是一大关键因素。鉴于此因素，该指南中对滞留水体提出了要求。

对于大型流动水体（如邕江）而言，由于水体扰动和流动较大，受气温影响较小，且热容量较大，不存在分层现象，属于最佳地表水体。而对于滞留水体，根据研究表明，夏季 3 米以下的水温随着深度的增加而降低，且降幅明显；到了水下 7 米的深度时，与大气的温差较大，具有较好的节能效益。而过渡季节 5 米以下的水温变化幅度较小。综合考虑，滞留水体的深度宜在 5 米以上。滞留水体 2 米以内的温度变化趋势如下图所示：

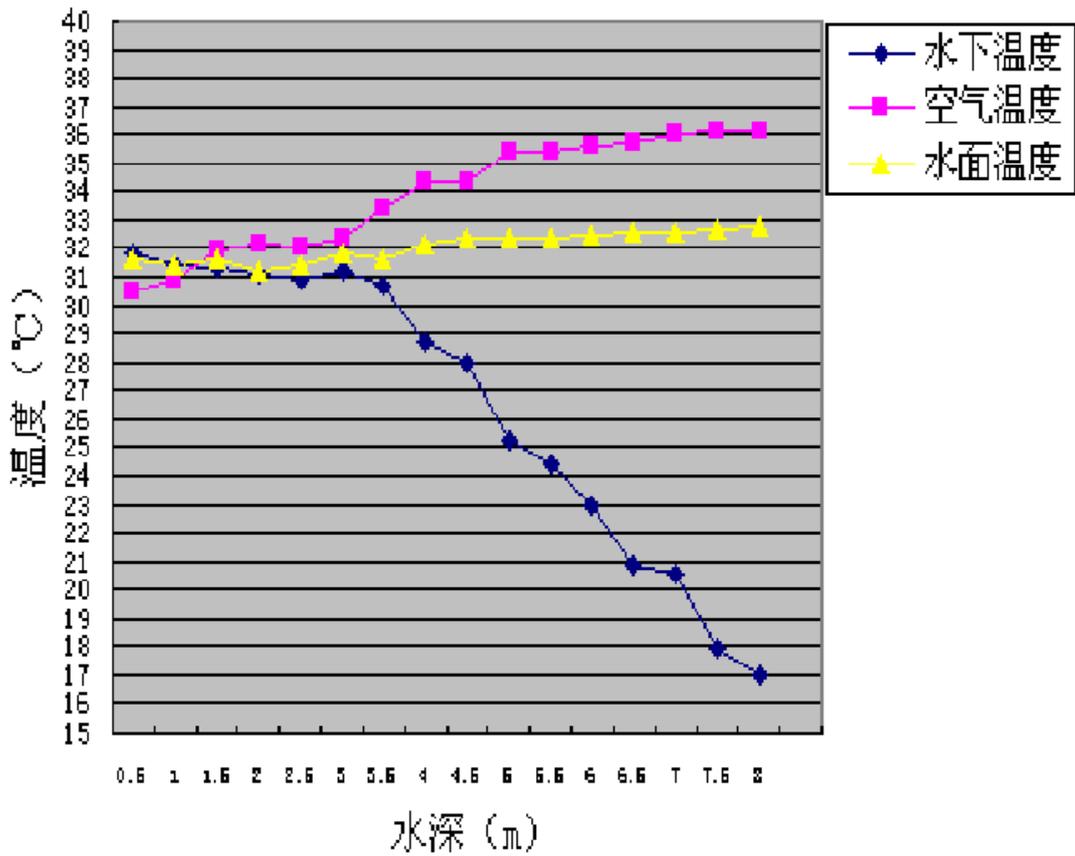


图3.17 某水库夏季气温与水温变化曲线
(吴明华.地表水源热泵在重庆地区的工程应用研究[D].重庆大学,2007,7)

水深与水温的关系图

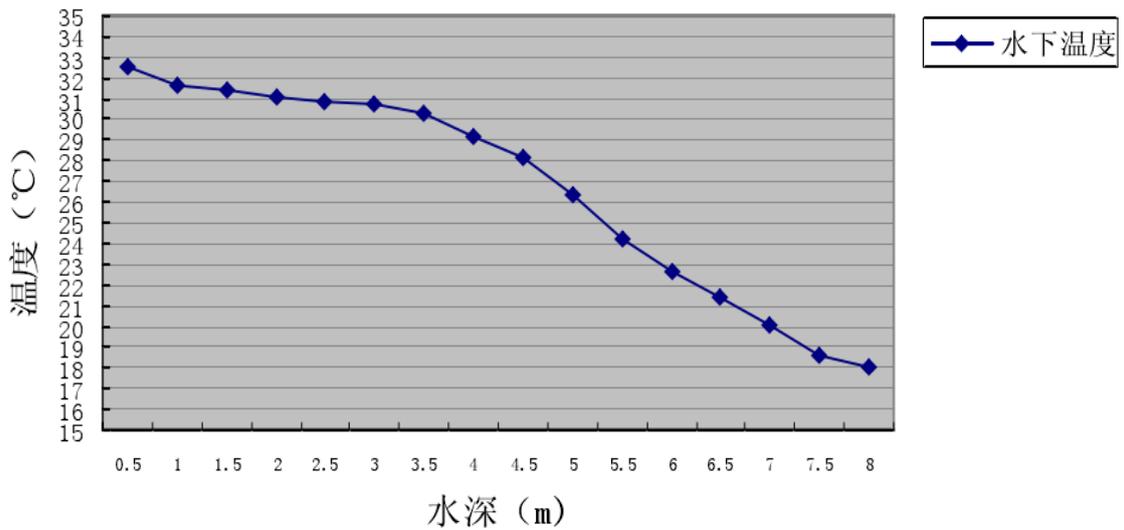


图3.18 某水库夏季不同深度与水温变化曲线
(吴明华.地表水源热泵在重庆地区的工程应用研究[D].重庆大学,2007,7)

③具有良好的水质，水质或处理后的水质应满足如下要求：

表 3.7 机组和换热器水质允许值汇总表

类别	机组允许值	换热器允许值
PH 值	6.5~8.5	6.8~9.5
钙镁离子(mg/L)	≤200	<200
铁离子(mg/L)	<1.0	<1.0
氯离子(mg/L)	<100	≤700~1000
硫酸根离子(mg/L)	<200	≤2500(SO ₄ ²⁻ +Cl ⁻)
浊度(NTU)	≤20	≤10~20
H ₂ S(mg/L)	<0.5	/
Cu ²⁺ (mg/L)	≤0.2	≤0.1
硅酸(mg/L)	≤50	≤175
游离氯(mg/L)	0.5~1.0	0.2~1.0
氨氮(mg/L)	/	≤10
石油(mg/L)	<5	≤5
CODcr(mg/L)	/	≤100

(2) 取退水口及取水设施

开式换热系统中常见的取水方式有深井渗透取水、泵房取水、浮船式取水等形式，可以根据其优缺点依据下表选用：

表 3.8 常见取水方式优缺点汇总表

方式	优缺点	适宜条件
直接取水方式	优点：可充分利用水体热量 缺点：对水质要求高，对机组影响大，水质处理成本高	水质较好的水体
采用中间换热器的直接取水方式	优点：避免水质对机组影响 缺点：换热效果差，不能充分利用水体热量	水质较差的水体
浮船取水方式	优点：降低了取水泵能耗 缺点：投资高	水位与机房标高差异较大的水体
渗滤取水方式	优点：系统换热效率高、进入机组水质好 缺点：投资大、	适用于建筑负荷较大且水质差的水体
干式水泵房取水方式	优点：不受航道、航运的影响与限制	适用于拦河堤大，城市安全要求高，水位和机房标

	缺点：对水泵房土建密闭性要求高，	高相差不大的水体
--	------------------	----------

取退水口设置时，应注意以下要点：

①开式地表水换热系统取水口应远离退水口，并宜位于退水口上游。取水口应设置污物过滤装置，并能够进行定期清洗。

②对于流动水体取退水口的设置，应计算退水造成的温度变化对下游设施的影响，其计算周期应为整个供冷和供热期。

③对于滞留水体，需计算退水对取水温度的影响，以便于确定取水位置和深度和取退水口之间的空间距离，其计算周期应为整个供冷和供热期。

④滞留水体的取水应尽量取深层水，退水口设置于温度接近的同温层。

⑤取水口的取水速度应尽量低或采用多点取水或水平线取水，目的是避免水体上部的高温水被卷吸到取水层，导致取水温度升高，破坏温度分层结构。

(3) 其他要求

①地表水源热泵系统设计前，应开展地表水地源热泵系统运行对水环境影响的评估，并通过环保主管部门及水行政主管部门的审批。此外，取、退水系统的设计应取得航道、堤坝、规划、国土、市政等相关主管部门的审批。

②地表水换热盘管的换热量应满足地源热泵系统设计最大吸热量或释热量的需要。

③地表水换热系统的设计应符合《地源热泵系统工程技术规范》GB50366 的相关规定。

④地表水换热系统宜采用变流量设计。

⑤地表水换热系统的施工应符合国家标准《地源热泵系统工程技术规范》GB50366 的相关规定。

⑥地表水换热系统安装前后应对管道进行冲洗，充注防腐剂前，应进行排气。每根管必须保持 0.61 米/秒以上的流速，至少运行 15 分钟，以排除管道内的空气。

⑦地表水换热系统安装过程中应进行水压试验。水压试验应符合国家标准《地源热泵系统工程技术规范》GB50366 的相关规定。

⑧将测得的流量与压降同计算结果进行比较，以判断管路是否有堵塞现象。

3.4.3 污水换热系统

1、实施步骤

- ①调查污水情况；
- ②明确系统形式，确定水质处理方案；
- ③确定取水方案，明确取、退水口设置；
- ④管路和系统设计实施。

2、污水换热系统形式

污水换热系统的污染是必然的，换热方式的选择是为了减轻污染或污染后的清洁维护问题。按污水和制冷剂是否直接换热分为开式系统和闭式系统。按流通断面形式分为浸泡式、淋激式、管壳式。可以根据其优缺点依据下表选用：

表 3.9 常见换热方式特点汇总表

分项	浸泡式	淋激式	管壳式
适用系统	开式与闭式	开式	开式与闭式
水源条件	所有水源	所有水源	所有水源
阻塞问题	解决了阻塞问题	需作防阻处理污水	需作防阻处理污水
污染问题	换热面污染严重，维护困难，需定期清洗	换热面污染严重，需定期清洗，3-7d 维护一次	需瞬时防污染措施

换热强度	自然对流, 300W/m ² °C	600W/m ² °C	800W/m ² °C 以上
应用规模	装机容量较小, 不超过600kW 为宜	装机容量较大, 可达2000kW 以上	100-4000kW 之间

3、污水勘察

污水换热系统设计前, 应对污水条件进行勘察, 其内容应包括下列内容:

- ①污水水质、水温、水量
- ②污水水温、水量、水质动态变化情况;
- ③取、退水适宜地点及管道路线。

4、污水换热系统的设计布置与实施

污水换热系统的设置应重点考虑以下要点:

- (1) 应根据污水水质确定采用开式还是闭式水系统。
- (2) 对开式污水换热系统, 污水在进入设备之前, 应根据水质情况进行处理, 污水流量应以平均污水流量为依据; 对闭式污水换热系统, 污水换热器设计时, 应考虑污垢热阻。
- (3) 污水输送管道的管径不应小于 100mm, 不宜小于 150mm, 污水管线不宜过长, 且管壁应光滑, 尽量减少污水管线弯头, 少设不必要的阀门, 避免杂质积聚。
- (4) 污水换热系统中污水流速不应小于 1m/s, 不宜小于 1.2 m/s。
- (5) 采用管壳式换热器时, 管程不应单管程, 宜多管程, 换热管径不应小于 15mm, 不宜小于 20mm。污水换热器两端壳头应方便打开, 便于清洁维护。
- (6) 使用污水泵的开式系统, 因不存在水击现象, 污水泵口可不设止回阀, 以减少管道杜塞的可能性。
- (7) 采用中介水的闭式系统, 因冬季和夏季的阻力差异较大,

中介水系统宜采用变频泵，污水换热盘管应能够定期清洗。

(8) 污水换热系统应设置防堵塞的预处理工艺，与污水连通的所有设备、部件及管道应设置定期清理的措施。

(9) 污水利用不能对环境造成影响或造成二次污染，因此在污水的取排水实施过程中，应注意管道输送的密闭性，且管材应采取防腐性措施，并定期检查。

3.4.4 地下水换热系统

1、实施步骤

- ①开展水文地质勘察；
- ②实施抽水试验、回灌试验；
- ③确定抽水井和回灌井的数量与位置；
- ④系统设计和实施。

2、地下水换热系统形式

地下水换热系统可分为直接式和间接式，可根据下表所列各自特点进行选用。

表 3.10 常见地下换热系统特点汇总表

分项	特点	适用条件
直接式	优点：效率高，相对投资略低，不对机组造成影响，使用寿命长 缺点：存在地下水氧化，易污染地下水	地下水水量充足、水质好、水位较高且稳定
间接式	优点：避免地下水对机组的影响，避免地下水氧化 缺点：存在换热温差，效率低，投资大	适用于水质一般的系统，或分散式系统。

3、勘察

地下水换热系统设计前，应对水文地质条件进行勘察，其内容应包括下列内容：

- ①地下水类型，含水层岩性、分布、埋深厚度和富水性、渗透性。

②地下水径流方向、流速，水温及其分布。

③地下水水质、水位及其变化情况。

4、地下水换热系统的设计布置与实施

地下水换热系统的设置应重点考虑以下要点：

(1) 地下水取用前应获得水行政部门的相关审批。

(2) 地下水换热系统设计前应实施抽水试验和回灌试验，其中抽水试验应稳定延续 12h，回灌试验应稳定延续 36h 以上。同时测量出水温度，并对分层水样化验分层水质。

(3) 地下水的持续出水量应满足地源热泵系统设计最大吸热量或释热量要求。

(4) 当取水井数量超过一口时，应采取防止源水倒流措施。

(5) 每口回灌井稳压装置后应设置排气阀，避免空气被带入回灌区域。

(6) 地下水源热泵系统必须采取可靠回灌措施，确保置换冷量或热量后的地下水全部回灌到同一含水层，不得对地下水资源造成浪费及污染。一般取水井与回灌井比例不小于 1:2，且取水井和回灌井宜能相互转换。

(7) 回灌井与取水井之间的距离应按其影响半径确定。一般渗透性较好的松散砂石层，两井间距应在 100m 左右，且回灌井宜在取水井下游；渗透性较差的粘土层，两井间距一般在 50m 左右，不宜小于 50m。

(8) 为预防回灌井堵塞，需要及时清除堵塞含水层和井管的杂质。回灌井的回扬次数和回扬持续时间取决于含水层颗粒大小和渗透性。在岩溶裂隙含水层中的回灌井，长期不回扬，回灌能力仍能维持不变；在松散粗大颗粒含水层中的回灌井，每周回扬 1-2 次；在中细

颗粒含水层中的回灌井，回扬间隔应进一步缩短；对于细颗粒含水层中的回灌井，应经常回扬。

(9) 地下水供水管、回灌管不得与市政管道连接。

(10) 地下水管路及配件等应采用适当的材料以保证水井具有合理的使用寿命。取水井和回灌井的井壁管和沉淀管宜采用钢管。

(11) 抽水井和回灌井的过滤器设计应符合《供水管井技术规范》(GB50296)的要求；

(12) 输水管网设计、施工应符合现行国家标准《室外给水设计规范》GB50013及《给水排水管道工程施工及验收规范》GB50268的规定。

(13) 系统投入运行后，应对抽水量、回灌量及其水质进行监测。

3.5 太阳能光伏发电系统

3.5.1 建筑设计要点

太阳能光伏发电系统应与民用建筑设计同步进行。其设计是由建筑设计单位和太阳能光伏发电系统设计单位共同完成。其要点有下：

(1) 光伏构件类型、安装位置、安装方式和色泽的选择，应结合建筑功能、建筑外观以及周围环境条件进行，并与建筑外观相协调。

(2) 在既有建筑上增设或改造光伏系统，应进行建筑结构安全、光伏系统的电气安全复核，并应满足光伏安装屋面的防水、防雷、防火、防静电等相关功能要求和建筑节能要求。

(3) 光伏系统各组成部分在建筑中的安装位置应合理布置，并应满足其所在建筑防水、排水和系统的检修、更新与维护的要求。

(4) 光伏构件直接构成建筑围护结构时，应与建筑周围环境相协调，应满足所在部位的结构安全和建筑围护功能的要求。

(5) 支架、支撑金属件及其连接点，应具有承受系统自重、风载荷、雪载荷、检修载荷和地震作用的能力。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。安装光伏系统的预埋件设计使用年限应与建筑主体结构相同。

(6) 建筑设计应对设置太阳能光伏组件的部位采取安全防护措施，避免光伏组件损坏造成对人的伤害。可考虑在设置太阳能光伏组件的部位如墙面等处的下方地面进行绿化草坪的种植，防止人员靠近。也可以做精心设计，采取设置挑檐、雨蓬等遮挡的防护措施。

(7) 平屋面上安装光伏组件应符合下列要求：

①考虑设置维修、人工清洗的设施与通道，人行通道上部应铺设屋面保护层；

②光伏组件支座与结构层相连时，防水层应包到支座的上部，金属埋件与螺栓宜采用混凝土防护，防护层厚度不应小于 50mm；

③在屋面防水层上安装光伏组件时，其支架支座下部应增设附加防水层；

④光伏组件的引线不宜穿过屋面，当必须穿过时，应预埋防水套管，并做防水密封处理。防水套管应在屋面防水层施工前埋设完毕。

(8) 坡屋面上安装光伏构件应符合下列要求：

①光伏组件宜采用顺坡镶嵌或顺坡架空安装方式；

②光伏构件与周围屋面材料连接部位应做好建筑构造处理，并应满足屋面整体的保温、防水等围护结构功能要求；

③顺坡架空安装的光伏构件与屋面之间的垂直距离应满足安装和通风散热间隙的要求。

(9) 阳台或平台上安装光伏构件应符合下列要求：

①安装在阳台或平台栏板上的晶体硅光伏组件应有适当的倾角；

②安装在阳台或平台栏板上的光伏组件支架应与栏板结构主体构件上的预埋件牢固连接；

③安装在阳台或平台栏板的构件型光伏构件，应满足建筑设计现行标准、规范的相关要求；

④应采取保护人身安全的防护措施，比如设置挑檐、下面设置绿化带等，防止损坏的光伏组件危害人身安全。

(10) 墙面上安装光伏组件应符合下列要求：

①安装在墙面上的晶体硅光伏组件应有适当的倾角；

②安装在墙面的光伏组件支架应与墙面结构主体上的预埋件牢固锚固；

③光伏组件与墙面的连接不应影响墙体的保温构造和节能效果；

④设置在墙面的光伏组件的引线穿过墙面处，应预埋防水套管。穿墙管线不宜设在结构柱处；

⑤安装在墙面上作为遮阳构件的光伏组件应做遮阳分析，满足室内采光和日照的要求；

⑥同样应采取保护人身安全的防护措施，比如设置挑檐、下面设置绿化带等，防止损坏的光伏组件危害人身安全。

(11) 幕墙上安装光伏组件应符合下列要求：

①安装在幕墙上时，光伏组件表面颜色、质感应与幕墙协调统一；

②光伏幕墙的性能应满足所安装幕墙整体物理性能的要求，并应满足建筑节能的要求；

③应满足采光、安全和防火性能要求；

④结构性能应满足现行行业标准《玻璃幕墙工程技术规范》JGJ 102 的有关要求；

⑤由光伏组件构成的雨篷、檐口和采光顶，应满足建筑相应部位

的结构安全、排水功能等要求。尤其是在多雨的南宁地区，建筑屋面安装光伏系统时，应采用雨水收集措施。

3.5.2 光伏阵列

光伏阵列的选择应符合下列要求：

(1) 光伏构件的类型、规格、数量、安装位置、安装方式和可安装场地面积应根据建筑设计和采光条件确定。

(2) 应根据光伏构件的规格、可安装面积和用户的需求确定光伏系统的最大装机容量。

(3) 应根据并网逆变器的额定直流电压、最大功率点跟踪控制范围、光伏构件的最大输出工作电压及其温度系数，确定光伏构件串联的数量（简称光伏串）。

(4) 应根据总装机容量及光伏构件的容量确定光伏串的并联数。

(5) 光伏组件的最佳安装方位应朝向正南或正南偏西，若受条件限制时，其偏差允许范围宜在正南 $\pm 30^\circ$ 以内。幕墙光伏方阵，根据建筑的特殊要求，最佳方位应朝向正南。

(6) 单个光伏组件的安装倾角，宜与地理纬度相等，即南宁市光伏组件宜为 $22^\circ 48'$ 。

(7) 光伏组件的布置，应考虑自身及外围环境对光伏构件采光条件的影响，避免被遮挡。

3.5.3 并网逆变器

并网逆变器的选择应符合下列规定：

(1) 逆变器的配置容量应与光伏方阵的安装容量相匹配，逆变器允许的最大直流输入功率不应小于其对应的光伏方阵的实际最大直流输出功率；

(2) 光伏组件串的工作电压变化范围应在逆变器的最大功率点

跟踪 (MPPT) 电压跟踪范围内;

(3) 逆变器应按照型式、容量、相数、频率、冷却方式、功率因数、过载能力、温升、效率、输入输出电压、最大功率点跟踪、保护和监测功能、通讯接口、防护等级等技术条件进行选择;

(4) 逆变器应按环境温度、相对湿度、地震烈度、污秽等级等使用环境条件进行校验。

3.5.4 其他

(1) 建筑物上安装太阳能光伏组件, 不得降低相邻建筑的日照标准, 并不得对相邻建筑造成光污染影响。

(2) 太阳能光伏组件、逆变器、线路等的安装应符合现行国家标准《民用建筑太阳能光伏系统应用技术规范》JGJ203 的有关要求。

3.6 小型可再生能源应用设备设施

小型可再生能源应用设备设施主要是指应用太阳能光电技术、风力发电技术的小型独立的设备设施, 但由于南宁市风力资源有限, 且本指南针对建筑项目。因此, 在此不对风力发电技术进行阐述, 仅针对应用太阳能光电技术的小型独立设备设施进行阐述, 主要包括太阳能路灯、太阳能庭院灯等。

3.6.1 适用场所

适用于建筑项目的户外公共场所、庭院、居住区、休闲区和场地内道路等场所照明用。

(1) 场地内道路照明

应根据被测道路路段、两根灯杆之间的区域、路宽布置出双侧交错或双侧对称道路照明进行安装。

(2) 花园、庭院休闲场所照明

应根据场地形状和照明灯具布置点，安装太阳能庭院灯。

(3) 景观及楼宇亮化等场所

景观及楼宇亮化宜采用 LED 作为光源。

3.6.2 光伏组件

光伏组件的设置应符合下列要求：

(1) 光伏组件的最佳安装方位应朝向正南或正南偏西，若受条件限制时，其偏差允许范围宜在正南 $\pm 30^\circ$ 以内。

(2) 光伏组件的安装倾角，宜与地理纬度相等，即南宁市光伏组件宜为 $22^\circ 48'$ 。

(3) 光伏组件的布置，应考虑外围环境对光伏组件采光条件的影响，避免被建筑物、绿化等的遮挡。

(4) 光伏组件的支架应连接牢固可靠。

3.6.3 灯杆

(1) 太阳能光伏照明灯的高度，庭院灯宜设置为 3~4m，道路照明宜依据道路要求设置在 4 米及以上。

(2) 灯杆应满足强度要求，安装高度在 4m 以上宜选用锥形钢管，设计锥度比宜为 12:1000，壁厚不应小于 3.5mm；安装高度在 4m 及以下，壁厚宜为 3mm，管径宜选用 60-114mm 的钢管。

(3) 灯杆的设置，应同时满足灯具和太阳能光伏组件和电池的高度和安装要求，并应采取防腐措施。

(4) 灯杆应根据安装地点周围建筑物环境情况和雷电活动气象资料采取防雷措施。

(5) 灯杆地埋件应满焊焊接，混凝土基础应严格按照要求一次性连续浇筑。

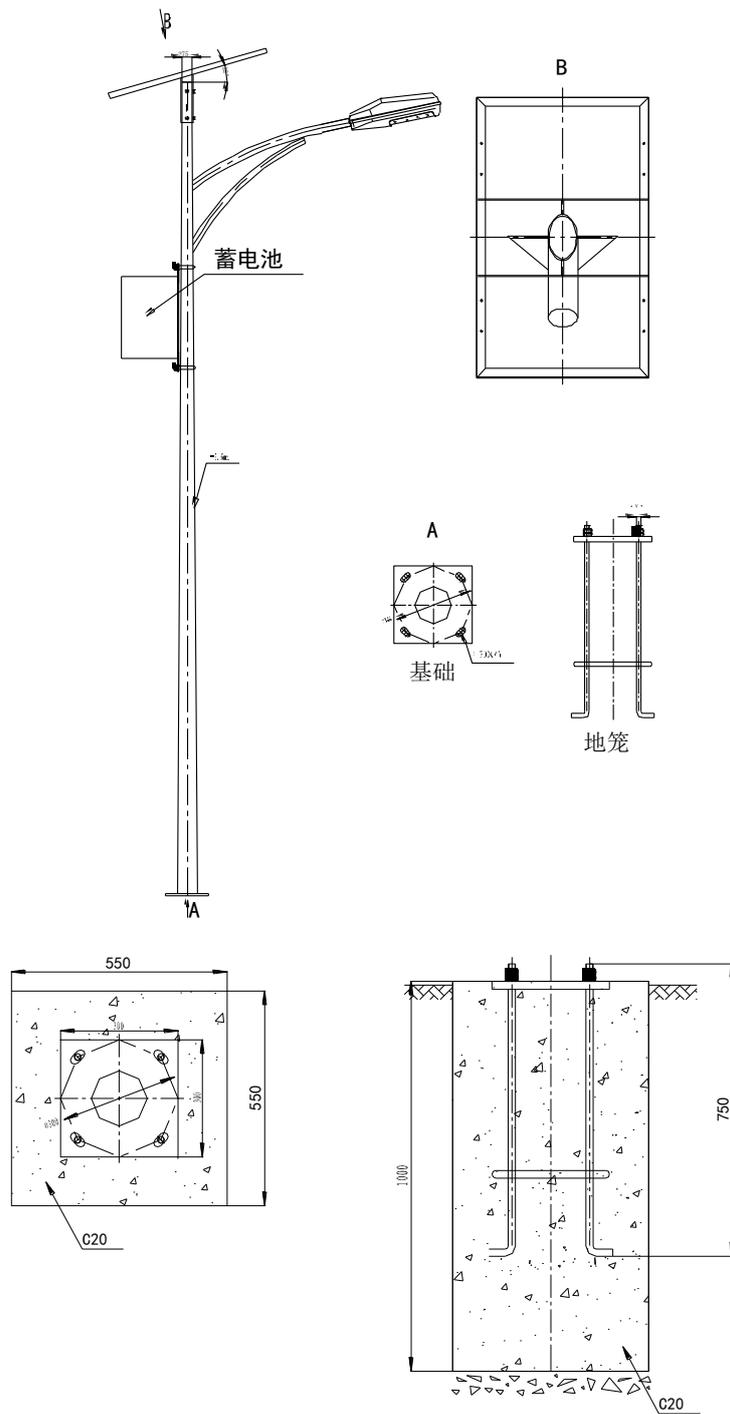


图 3.8 太阳能路灯安装示意图

第四章 运营维护管理

由于户式空气源热泵机组运行维护由用户自行负责，其维修仅涉及用户自身，且很容易找到厂家进行维修，且维护工作极其简单。在此不进行赘述。

4.1 太阳能热水系统

4.1.1 集热系统运行维护

1、运行中，应避免长期空晒和闷晒

集热系统是太阳热水系统的关键部件，对于集热系统的维护是保证太阳热水系统正常工作的前提。管理与维护工作很重要，定期检查和保养，对保持系统的高性能、高效益和长寿命，具有关键作用。对于南宁市极少出现冻结天气的区域，其运行过程中主要的关注点是：避免长期空晒和闷晒。

太阳能热水系统在安装完成后，经常无法立即投入使用，长期空晒和闷晒会对吸热涂层、密封材料、保温层及相关部件的性能产生影响。因此，对于安装后在 15 天内不能投入运行的太阳能系统应采取相应的防护措施。至于造成闷晒的原因，对于自然循环系统来说，是由于热水用得过多而使循环水箱中水位低于上循环管所致；对于强迫循环系统，是由于循环泵不能工作所造成。因此，系统运行维护人员应在日常的工作中经常监视集热系统的温度变化，采取相应的措施，如在集热器上加盖遮挡物，排除故障后移去，尽量避免运行中的集热系统发生空晒和闷晒现象。

2、维护管理

(1) 平板集热器的维护

①保持透明盖板的清洁，如雨水不能冲刷干净，需清除积灰，保

证有最高的透明度。

②注意保护透明盖板不受损坏。目前我国生产的透明盖板通常有阳光板和玻璃，玻璃又分为钢化玻璃和普通玻璃两种。阳光板的表面容易被划破，易老化；普通玻璃容易破碎。

③平板集热器吸热板的吸收涂层对集热器的效率影响极大，如有脱落，应当及时修补。

④密封垫老化损坏，应当及时修理或更换。保证集热器外壳的良好密封性，不让雨水进入集热器内，以避免破坏吸热涂层，降低保温层的隔热性能和影响透明盖板的透明度。

（2）真空管集热器的维护

①需除去真空管中的水垢。

②定期检查真空管集热器是否泄漏。可转动真空管，如果漏水，说明密封硅胶圈已老化，应在清晨或傍晚或阴雨天进行更换。

③正常运行真空管集热器的玻璃管的温度与环境温度相近。若出现管壁温度升高，则可能真空管的真空已破坏，停止系统工作，换上新管。

③如果发生空晒现象，真空管不应立即上冷水，应在夜间或清晨上水运行。

4.1.2 储热系统运行维护

①定期检查储热水箱保温的密封性，不应有任何缝隙和孔眼，如果发现密封性遭到破坏，应及时修补。

②定期清除储热水箱内的水垢。集热系统中热水主要集中贮存在水箱中，水箱内水温高，水质硬易结水垢，长时间使用后会影水质和系统运行。可根据具体情况，每半年至一年清洗一次。

③定期检查是否有异物进入贮热水箱，防止循环管道被堵塞。

④定期检查贮热水箱的补水阀、安全阀、液位控制器和排气装置，确保正常工作。

4.1.3 管路系统运行维护

(1) 管路

由于太阳热水系统管路的温度较高，管路的日常维护保养尤其重要。管路日常维护主要有以下几个方面：

- ①保证管道保温层和保护层不能有破损或者脱落。
- ②保证管道内没有空气，热水能够正常输送到各个配水点；
- ③对管道进行除锈，铁制的吸热板、水箱和管道容易生锈，需要定期冲洗整个系统，防止沉积锈垢堵塞管道。

④管路系统的支撑构件，包括支吊架和管箍等运行中出现断裂、变形、松动、脱落和锈蚀应采取更换、补加、重新加固、补刷油漆等相应的措施。

(2) 水泵

为了使水泵能安全、正常地运行，除了要要做好其启动前、启动以及运行中的检查工作，保证水泵有一个良好的工作状态，发现问题能及时解决，出现故障能及时排除以外，还需要定期做好以下几方面的维护保养工作：

①更换油封

当发现漏水时，应压紧或更换油封。

②解体检修

每年应对水泵进行一次解体检修，内容包括清洗和检查。清洗应刮去叶轮内外表面的水垢，并应清洗泵壳的内表面以及轴承。在清洗同时，对叶轮、密封环、轴承、填料等部件应进行检查，以便确定是否需要修理或更换。

③除锈刷漆

每年应对没有进行保温处理的水泵泵体表面进行一次除锈刷漆作业。水泵在使用时，通常受南方雨水天气影响，泵体的部分表面容易生锈。

(3) 阀件

为了保证阀门启闭可靠、调节有效、不漏水、不滴水，不锈蚀，日常的维护保养要做好以下几项工作：

①保持阀门的清洁和油漆的完好状态；

②阀杆螺纹部分要涂抹黄油或者二硫化钼，室内六个月一次，室外三个月一次，以增加螺杆与螺母摩擦时的润滑作用，减少磨损；

③不经常调节或启闭的阀门必须定期转动手轮或者手柄，以防生锈咬死；

④对自动动作阀门，如止回阀和自动排气阀，要经常检查其工作是否正常，动作是否失灵，有问题及时修理和更换；

⑤对电力驱动的阀门，如电磁阀和电动调节阀，除阀体的维护保养外，还要特别注意对电控元器件和线路的维护保养；

⑥不能用阀门来支撑重物，严禁操作或检修时站在阀门上工作，以免损坏阀门或者影响阀门的性能。

4.1.4 控制系统运行维护

继电器控制系统、可编程控制器系统和微机控制系统在太阳热水系统中都有使用，其维护保养工作内容既有相同之处，也有不同之处

(1) 继电器控制系统

运行期间：运行期间的维护保养主要是仔细观察控制系统各仪表的指示情况，有无指示不正常的现象出现，控制柜表面和内部是否清洁，附近是否有滴水，控制柜内各部件是否工作正常，有否异常声响，

有无异味出现等。

停机期间：定期清洁控制柜和控制部件；检查与校正压力、温度仪表及安全保护装置；控制柜及各部件经清洁和整定校验装回控制柜后，要先经过无负载通电试验，以检查各仪表指标是否正常，继电器、接触器动作是否正确，是否达到控制功能等；括控制柜及控制设备的绝缘检查、接地检查等。

（2）可编程控制器系统

①检查连接线：检查连接线是否有损坏、老化等现象，焊接点是否有开焊、虚焊、氧化等现象，发现问题及时处理。

②检查安装情况：检查可编程控制器安装螺钉是否有松动，以及连接线头和端子排上端子是否有氧化等现象，如有上述现象则应及时处理。

（3）微机控制系统

①检查控制系统中的仪表指示（或显示）是否正确，其误差是否在允许的范围内，如发现异常应及时处理。

②检查微机控制系统对指令的执行情况，确保控制系统执行元件的运行应正常。

③检查微机控制系统的供电电源是否合适 如果微机控制系统的供电电源发生故障，则系统将无法工作，如果电压过高、负载过大将会造成某些元器件的烧毁和断裂。

④控制系统应正确送入设定值。如果发现运行参数发生失控时，应首先检查送入计算机的控制参数的设定值是否有误。

4.1.5 辅助加热系统运行维护

1、辅助电加热设备

①检查加热元件是否有裂缝或出现松动。

②检查元件的导电能力。

③定期清理电加热器的结垢或淤积情况。水垢会影响加热元件的寿命，降低元件与水之间的热交换能力，导致元件过热或烧毁。松散的粉状水垢可用钢丝刷清除，硬的水垢可用化学药水清除，清除后需进行中和。每半年进行一次详细的维护检查，拆除并清洗电加热器。

④检查安全阀是否能正常工作。

⑤检查所有接线是否松动。

2、辅助空气源热泵

①热泵压缩机和风机，应工作正常，机组出风口，必须保证无堵塞物。

②定期清理机组水系统。水垢的清理可通过清理热泵进水端的过滤器中的过滤网等方法进行。

③应定期检查压缩机绕组电阻，并应防止含有酸性物质烧毁电机绕组。使用万用表检查压缩机绕组电阻，使用兆欧表检查压缩机对地绝缘电阻。

④应定期对水路和阀门等管阀件进行维护保养，并应保证无泄漏。

4.2 地源热泵系统

4.2.1 换热系统

1、地埋管换热系统

(1) 运行管理人员应掌握土壤热平衡的相关知识，在运行管理中切实执行土壤热平衡措施，并结合地埋管布置区域土壤温度的监测情况，对土壤热平衡运行方案进行必要的调整。

(2) 地埋管换热系统部分负荷运行时，应分时分区切换使用地

埋管换热器，宜优先切换使用埋管布置区域外围的埋管换热器。

2、地表水换热系统

(1) 采用闭式系统时，运行管理人员应定期检查水下换热器水垢和微生物包裹情况，以及腐蚀、弯曲破损情况。在换热能力影响系统运行时，应采用高压冲洗水枪或刮板等方法进行水下清洗，或者切除更换。

(2) 运行管理人员应定期对排放水水质进行监测，防止排放水水质污染对地表水水体造成生态环境影响。

(3) 地表水换热系统可采用化学杀灭、格栅滤网等方法防止水生物堵塞取水管网和换热器。

3、污水换热系统

(1) 污水换热系统的换热器结构宜留有清洗开口或拆卸端头，以便于根据运行情况定期清洗和更换管件。

(2) 污水换热系统运行中，根据水质及其腐蚀性，在满足环保要求的前提下，宜加入适当的缓蚀剂，减缓设备与材料的腐蚀。

(3) 开式系统中，在季节切换时应做好换向阀门和管路的冲洗工作，避免污染物进入室内侧水系统。

4、地下水换热系统

(1) 运行管理人员应严格实施地下水换热系统的地下水回灌技术方案，结合水位、水质的监测情况进行必要的调整，确保置换热量或冷量的地下水全部回灌到同一含水层。

(2) 运行管理人员应长期监测地下水换热系统的抽水量、回灌量、水位和水温，超过系统设计允许值时，应停机并制定相应的防治预案。

(3) 运行管理人员应采用下列措施，保证水源井的正常使用。

①采用回扬方法定期清洗地下水换热系统的抽水井、回灌井的过滤器、井管；

②去除水中的有机质或者进行预消毒杀死微生物防止形成生物膜堵塞含水层介质孔隙；

③定期检查管路排气装置，防止回灌水中挟带气泡，形成承压含水层的气泡阻塞；

④必要时在不污染地下水的前提下，可采用化学方法对水源井进行再生处理，防止出现含水层介质化学沉淀和黏粒膨胀、扩散；

⑤定期切换使用抽水井和回灌井，但回灌井用作抽水井的频率不宜太高，防止含水层细颗粒重组。

(4) 运行管理人员应定期检查热源井井口的封闭情况，以及设备和管道的泄露情况，杜绝污染地下水。

4.2.2 机房环境要求

(1) 机房内应做到温、湿度适宜，地面干净、无积水，环境清洁、严禁堆放杂物。

(2) 机房的积水应及时排除，待积水排除后方可接入主电源，开启地源热泵系统。

(3) 管道、线缆等穿越机房地下室外墙、底板时，应定期检查穿越处的渗水情况，存在渗水情况时应及时进行防水处理。

(4) 定期检查机房地面及设备基础的承载力，发现沉降、开裂等情况应及时委托具备相应能力的第三方机构进行加固处理。

(5) 定期检查消防安全、事故通风和应急照明设备，保证设备正常有效的使用。

(6) 机房内设有值班室时，值班室内高温作业职业接触限值 WBGT 不应大于 33℃，噪声职业接触限值不应大于 85dB (A)。

4.2.3 机组运行要求

(1) 进入水源热泵机组的低温热源水温，制热时水温不宜低于 8°C ，不应低于 4°C ；制冷时水温不宜高于 25°C ，不应高于 33°C 。

(2) 机组的主要运行参数应在设计文件和设备说明书中明确规定的范围内，并避免超出现行国家标准《水（地）源热泵机组》GB/T 19409 规定的正常工作范围。

(3) 热泵机组的热水、冷水出口温度设定值，宜根据建筑采暖空调负荷的变化予以调整。制热时，降低热水出口设置温度，可以降低冷媒饱和冷凝温度，提高机组制热量，提高机组效率，减少机组能耗；制冷时，提高冷水出口设置温度，可以提高冷媒饱和蒸发温度，提高机组效率，提高机组制冷量，减少机组能耗。不光是部分负荷，系统运行一段时间后，如发现末端设备有一定余量，均可实施此调整。

(4) 热泵机组的低温热源供回水温差不应小于 5°C ，热水供回水温差不应小于设计工况的 80% ，冷水供回水温差不应小于 4°C 。

(5) 根据负荷情况及热平衡运行方案，调节热泵机组的开启台数和顺序，使机组运行的台数最少并运行在高效区。地源热泵的运行能耗应站在系统能耗（包括对应水泵）的角度考虑，应使投入运行的设备数量最少，且应考虑设备轮换和设备机械寿命的消耗问题。一般可设置机房群控系统来综合考虑各种因素，机房群控系统的预设逻辑和控制参数应在运行调节过程中根据时间调节。没有机房群控系统，运行管理人员应结合热平衡运行方案，根据室外环境参数、室内使用情况、机组实际负荷及时调整开机数量。

(6) 为了保证热泵机组的安全、高效运行，应对设备的冷凝器、蒸发器，定期进行结垢检查和清除处理，每年应不少于一次；冷冻油及其它易损部件应按设备制造厂商的要求定期进行更换；对油过滤

器、水过滤器、水流开关的通畅状况，每月应进行一次通畅检查、清堵处理或更换；对设备的节流元件、节流装置，应随时进行检查、调整、检修或更换。

(7) 热泵机组宜设置在线清洗系统。如为胶球清洗方式应定期检查在线清洗设备的胶球收球器和发球器是否处于正常工作状态，防止胶球收球率达不到运行要求，造成系统循环水量下降的现象。如为管刷清洗方式，应根据预定的时间表定期检查管刷磨损情况，在适当的时机更换管刷。

4.2.4 附属设备运行要求

(1) 对地源热泵系统的水泵运行参数进行实时监测，保证其处于正常、高效的工作状态，并应采用高效电机和节能控制措施，减少水泵的运行能耗。通过地源热泵系统能效测评工作，发现水泵作为长期运行的设备，其运行能耗不容忽视，通常能占到系统能耗的30%~40%。目前水泵的运行普遍存在大流量小温差的现象，致使水泵的实际运行偏离高效区，增加水泵运行能耗的同时，还不能满足系统的运行要求。

(2) 利用水系统进行冬夏切换的系统其功能转换阀门应设有明显的状态标识，操作结束后应对转换阀门的密闭性进行确认。

(3) 地埋管地源热泵系统的供冷供热模式采用水系统切换时，应先关闭水系统切换的所有阀门，再开启本季节运行的水系统阀门。

(4) 多台热泵机组运行时，后投入或先撤出运行的热泵机组水管路上阀门的开启和关闭应与热泵机组运行相联动。

(5) 定期检查和维修地源热泵系统中的计量仪器仪表和保护装置，确保仪表、装置工作正常。

(6) 换热、储热设备的温控装置、安全装置应保持正常工作状

态。生活热水系统的膨胀罐、泄压阀应保持正常工作状态，压力表应正常显示，安全阀的动作压力应与符合系统的工作压力相匹配。当发现安全阀的动作压力设定值不合理时，应及时调整。

(7) 地源热泵机房内设备、管道、部件的防腐保温层应保持良好状态。发现保温层、防潮层、保护层有破损和脱落现象时，应及时修补。

(8) 管道上所使用各类阀门的材质，应耐腐蚀和耐压，减少阀门处滴漏现象，并应定期巡视，发现滴漏现象，应及时更换配件。

(9) 地源热泵系统的水处理设备加药机装置应保持有效运行，及时记录加药时间、加药品名和加药数量。

(10) 生活热水循环水系统管路最高点设置的自动放气阀应保持有效动作，自动放气。管路最低点设置的排污阀应定期打开，泄水、排污。定期进行供水水质检测。

(11) 定期检查贮热水箱的人孔、通气孔、溢流管的防虫网，并及时更换破损件。

4.2.5 电气设备运行要求

(1) 当地源热泵系统没有安装可传输数据的智能仪表时，应按规定时段进行人工抄表。

(2) 定期监视地源热泵系统每一馈电回路负荷是否三相平衡，如出现三相严重不平衡时，应对末端配电系统进行相序平衡调整。

(3) 定期检查地源热泵系统机电设备的配电装置电压、电流工作是否正常，供电导体绝缘是否良好。

(4) 采取下列措施加强地源热泵系统机电设备的启动管理。

- ①记录主要电动机启动时的电流、电压、频率、功率因数等参数；
- ②查看大容量的电动机在启动时，是否影响其他机电设备的正常

运行，否则，应进行改造。

4.3 太阳能光伏发电系统

光伏发电系统运行管理人员应具备必要的专业知识和高度的责任心。每天观察光伏发电系统运行情况，了解设备仪表显示是否正常工作，计量是否正确有效，并做好运行记录。

4.3.1 日常维护

(1) 光伏系统的主要部件周围不得堆积易燃、易爆物品，设备本身及周围环境应散热良好，设备上的灰尘和污物应及时清理。

(2) 观察光伏组件方阵表面是否清洁，及时清除灰尘和污垢，可用清水冲洗或用干净抹布擦拭，但不得使用化学试剂清洗。

(3) 观察光伏组件方阵的各个接线端子是否牢固可靠。

(4) 巡视光伏系统设备，注意设备外观锈蚀、损坏等情况，检查设备外壳有无温度异常，外露导线有无绝缘老化、机械性损坏，箱体有否进水等情况。

(4) 检查光伏系统的主要部件在运行时，是否出现声音、气味等不应出现异常情况，指示灯应正常工作并保持清洁。设备的接线孔处封堵有无脱落。

(5) 经常擦拭蓄电池外部的污垢和灰尘，保持室内清洁。如果蓄电池有密封盖或通气栓塞，必须经常检查和保持通气孔畅通。维护蓄电池时，维护人员应佩戴防护眼镜和防护用品，使用绝缘器械，防止人身事故和蓄电池短路。

4.3.2 定期检查

(1) 外观检查和设备内部检查，主要涉及活动和连接部分、导线，特别是大电流密度的导线、功率器件、容易锈蚀的地方等。

(2) 对于逆变器应定期清洁冷却风扇并检查是否正常，定期清除机内的灰尘，检查各端子是否紧固，检查有无过热后留下的痕迹及损坏的器件，检查电线是否老化。

(3) 定期检查蓄电池是否正常，及时更换损坏的蓄电池。

(4) 每年应对照系统图纸完成一次系统绝缘电阻及接地电阻的检查，以及对逆变器控制装置进行一次全项目电能质量和保护功能的检查。

(5) 维护前应做好安全准备，应断开所有应断的开关，必要时应穿绝缘鞋，戴绝缘手套，使用绝缘工具。

(6) 光伏系统运行与维护的过程应进行周期性记录，并进行存档，并对每次故障进行分析。

(7) 光伏系统上网电量点宜设置在产权分界处，并应定期进行检测校表。

(8) 常见故障及处理方法见下表所示（独立的太阳能路灯或庭院灯设施可参考）：

表4.1 光伏组件方阵故障及处理方法

故障现象	原因	结果	处理方法
光伏方阵无电流流出	开关、熔丝、断路器开路或熔断，连接线断开或被腐蚀	电流无法从方阵流出	闭合开关，更换熔丝，重设断路器，修理或更换受损导线
光伏方阵电流偏小	一些组件上有阴影	输出电流下降	去除阴影来源
	一些方阵连接点损坏或腐蚀	输出电流下降	修理连接点
	旁路或阻塞二极管有缺陷	输出电流下降	更换有缺陷处
	一些组件损坏或有缺陷	输出电流下降	更换受影响的组件
	没有足够的阳光	输出电流下降	不需理会
	组件肮脏	输出电流下降	清洗组件
	方阵倾角或朝向错误	输出电流下降	调整倾角或朝向
光伏方阵无电压	开关、熔丝、断路器开路或熔断，连接线断开或被腐蚀	电能无法从方阵流出	闭合开关，更换熔丝，重设断路器，修理或更换受损导线

故障现象	原因	结果	处理方法
光伏方阵电压偏低	一些组件串中的组件相互断开或旁路二极管有缺陷	光伏方阵电压下降	修理或更换组件，导线或二极管
	连接方阵和平衡系统的导线直径太小或太长	光伏方阵电压下降	更换直径太小的导线

备注：摘自杨金焕.《太阳能光伏发电应用技术（低二版）》

表4.2 充电控制器故障及处理方法

故障现象	原因	结果	处理方法
蓄电池低于重新设定的充电电压	充电控制器中的充电重新设定功能出错	蓄电池过放电	修理、重新调整或更换充电控制器
蓄电池刚好低于重新设定的充电电压，但控制器并不向蓄电池充电	温度传感器故障或出错，充电控制器的蓄电池检测端连接不良	充电控制器感知蓄电池温度要比实际的低	修理、更换或重新设定传感器
蓄电池电压低于设定的低压断开电压	充电控制器中的低压切断功能失效	蓄电池过放电	修理或更换充电控制器
甚至在无负载时，蓄电池还整晚有电压损失	反向二极管故障或没有二极管或充电控制器故障	在晚上有反向电流使蓄电池放电	更换或配备二极管，或更换充电控制器串联继电器
	蓄电池太陈旧或已损坏	蓄电池自放电	更换蓄电池
无负载，系统充电时，蓄电池电压不升高	充电控制器存在另外故障	没有电能从光伏方阵进入蓄电池	修理或更换充电控制器
蓄电池设定过充电电压或大量电能损失	充电控制器故障或根本没用	缩短蓄电池寿命，可能损坏负载和蓄电池	修理或更换充电控制器，如可能更换蓄电池
	充电控制器误调	缩短蓄电池寿命，可能损坏负载和蓄电池	修理或更换充电控制器，如可能更换蓄电池
	蓄电池与电压调节器失配	缩短蓄电池寿命，可能损坏负载和蓄电池	修理或更换充电控制器，如可能更换蓄电池
	控制器总是处于全充，不能浮充	缩短蓄电池寿命，可能损坏负载和蓄电池	修理或更换充电控制器，如可能更换蓄电池
蓄电池刚好在设定充电值以上，但控制器仍为蓄电池充电	温度传感器损坏或定位错误，或充电控制器的蓄电池检测端连接不良	充电控制器考虑蓄电池温度要比实际的高	修理、更换或重新设定温度传感器，或改变充电控制器
继电器有嗡嗡响声	串联的蓄电池太少	电压偏低	重新设定或增加蓄电池
	蓄电池连接处松动或受腐蚀	高电压降	修理或更换导线
	蓄电池电压偏低	电压偏低	修理或更换导线
控制器运行不稳定或负载不当断开	定时器与一天的实际时间不同步	控制器在错误的时间开关	等到第二天自动复位，或断开光伏方阵，等待10S后再连接光伏方阵

故障现象	原因	结果	处理方法
	从逆变器发出电噪声	迅速断续循环	将逆变器直接接到蓄电池，在负载加滤波器
	蓄电池电压偏低	电压偏低	修理或更换蓄电池
控制器运行不稳定或负载不当断开	温度传感器损坏或定位错误，或充电控制器的蓄电池检测端连接不良	充电控制器考虑蓄电池温度要比实际的高或低	修理、更换或重新设定温度传感器，或改变充电控制器
	负载的高浪涌	再浪涌期间蓄电池的电压下降	用较粗导线连接负载或增加并联的蓄电池
	充电控制器存在另外的故障，可能时雷击损坏	负载不当断开，其他不稳定的运行	修理或更换充电控制器，检查系统接地
	可调的低压断开功能设定不正确	负载不当断开	重新设定低压断开设定
	控制器负载开关在错误位置	负载始终不能断开	重新设定开关到正确位置
	充电控制器没用低压断开功能	负载始终不能断开	如果必要，换成带有低压断开功能的充电控制器
通到光伏方阵的熔丝熔断	光伏方阵短路时蓄电池仍旧连接	通过充电控制器电流太多	当试验光伏方阵短路电流时，断开蓄电池
	光伏方阵输出到充电控制器电流太大	缩短蓄电池寿命，可能损坏负载和蓄电池	修理或更换充电控制器，如可能更换蓄电池
通到负载的熔丝熔断	负载短路	电流不受限制	修复短路回路或更换负载
	对于充电控制器而言，负载承受电流过大	通过充电控制器电流太大	降低负载大小或增大充电控制器容量
	对于控制器负载接受的浪涌电流太大	通过充电控制器电流太大	降低负载大小或增大充电控制器容量
晚上还在充电	充电控制器天黑后 2h 还在运行	没用明显的能量损失	检查系统
	计时器与实际时间不同步	控制器在错误时间开关	第二天自动复位或断开方阵等待 10s 后再连接

备注：摘自杨金焕.《太阳能光伏发电应用技术（低二版）》

表4.3 逆变器故障及处理方法

故障现象	原因	结果	处理方法
逆变器无输出	开关、熔丝、断路器开路或熔断，连接线断开或被腐蚀	没有电能通过逆变器	闭合开关，更换
	逆变器低压断开或充电控制器开路	没有电能流入逆变器	允许蓄电池再充电

故障现象	原因	结果	处理方法
	逆变器的时间延迟从空置状态开始	负荷启动后会延迟几秒钟	负荷启动后等待几秒钟
	逆变器打开时蓄电池高压断开	逆变器没有开始工作	练级负载到蓄电池并运行足够长时间
负载运行不正常	负载消耗了过多电流	逆变器为负载提供的电压过低	降低负载额大小或换成更大容量的逆变器
	使用了方波逆变器		改成直流负载或用纯正弦或正弦波逆变器
	逆变器没有配备频率控制	蓄电池电压随交流频率变化	更换成配备频率控制的逆变器
	逆变器有缺陷		更换逆变器
逆变器断路器断开	负载运行或浪涌电流太大	负载消耗电流过大	降低负载大小或更换更大容量的逆变器
逆变器直流回路断开	初始启动逆变器电容器没有充电	逆变器消耗电流过大	安装瞬时接触开关和电阻与断路器并联, 使用几秒钟, 使第一次启动电容器充电

备注: 摘自杨金焕. 《太阳能光伏发电应用技术 (低二版)》

第五章 相关规范

- 1 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB 50736
- 2 《地源热泵系统工程技术规范》 GB50366
- 3 《通风与空调工程施工质量验收规范》 GB 50243
- 4 《民用建筑太阳能热水系统应用技术规范》 GB 50364
- 5 《公共建筑节能设计标准》 GB 50189
- 6 《建筑节能工程施工质量验收规范》 GB 50411
- 7 《建筑给水排水设计规范》 GB50015
- 8 《太阳热水系统设计 安装及工程验收技术规范》 GB/T 18713
- 9 《家用太阳能热水系统技术条件》 GB/T 19141
- 10 《太阳能热利用术语》 GB/T 12936
- 11 《太阳热水系统性能评定规范》 GB/T 20095
- 12 《民用建筑太阳能热水系统评价标准》 GB/T 50604
- 13 《建筑光伏系统应用技术标准》 GB/T 51368
- 14 《太阳能光伏发电系统与建筑一体化技术规程》 CECS 418
- 15 《光伏建筑一体化系统运行与维护规范》 JGJ/T 264
- 16 《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》 JGJ 75
- 17 《地源热泵系统工程技术规范》 DB45/T586
- 18 《民用建筑与太阳能热水系统一体化应用技术规范》
DB45/T395
- 19 《广西壮族自治区居住建筑节能设计标准》 DBJ45/029
- 20 《公共建筑节能设计规范》 DBJ/T45-042
- 21 《居住建筑节能65%设计标准》 DBJ/T45-095
- 22 《公共建筑节能65%设计标准》 DBJ/T45-096

南宁市可再生能源建筑应用技术 指导意见

南宁市住房和城乡建设局
广西壮族自治区建筑科学研究设计院

南宁市住房和城乡建设局 关于印发《南宁市可再生能源建筑应用 技术指南》的通知

各县、城区、开发区住建局，各建设、设计、审图、可再生能源技术支撑单位，各有关单位：

自我市可再生能源建筑推广应用工作开展以来，已有大量可再生能源建筑应用项目投入使用，取得了良好的节能效果，对南宁市“资源节约型、环境友好型”社会的建设做出了突出贡献。与此同时，也出现不少设计节能但运行耗能、投入后无人使用的现象。为避免项目的盲目性建设，确保可再生能源建筑应用系统设施建设后即切实投入使用，推动南宁市可再生能源建筑应用健康持续发展，我局组织编制了《南宁市可再生能源建筑应用技术指南》，现予印发，供各单位参考。同时，就做好可再生能源建筑应用论证和应用技术选择提出如下指导意见：

一、充分认识推进我市可再生能源建筑应用的重要意义，符合条件的要坚持规模化应用可再生能源。

推进可再生能源在建筑中应用对替代常规能源，促进建筑节能具有重要意义，大力推广可再生能源建筑应用，对增加能源供应，改善能源结构，提升人民群众居住水平有重要作用。各有关单位要根据国家、自治区、南宁市相关法律、法规的规定，继续坚持做好下列新建民用建筑的可再生能源建筑应用工作：

（一）建筑面积一万平方米以上使用中央空调的公共建筑和机关办公建筑；

- (二) 有集中供应热水要求的医院、宾馆酒店建筑;
- (三) 用于学生、教师集体宿舍及企业职工集体宿舍的建筑;
- (四) 总建筑面积在 2 万平方米以上的住宅小区以及 12 层以下的住宅建筑。

二、坚持可再生能源应用的相关原则，确保节能效果。

(一) 坚持三效统一原则。在建筑领域应用可再生能源本是为了提升建筑能源利用效率，为保护环境和生态文明建设贡献力量，但同时应确保资金投入效益，避免设计节能而运行耗能、验收即报废等不良现象的出现，做到社会效益、环境效益和经济效益协调统一。

(二) 坚持因地制宜原则。综合考虑建筑功能、后期使用习惯，因地制宜的选用可再生能源建筑应用系统设施，确保可再生能源建筑应用系统设施切实投入使用。

(三) 坚持安全为重原则。可再生能源技术产品要安全可靠，性能稳定，与建筑周边环境相协调，保障建筑结构和产品使用安全的前提下，提高群众居住生活的舒适程度。

(四) 坚持四同步原则。在具备可再生能源建筑应用条件的各类建设项目中，严格落实可再生能源建筑应用技术指标和技术要求，统筹建设。确保可再生能源建筑应用系统及设施与建筑工程同步规划、同步设计、同步施工、同步验收并投入使用。

三、开展详实、细致的可再生能源建筑应用研究论证，择优选择确合项目实际的可再生能源进行应用。

从我市及全国其他城市的实践情况看，可再生能源建筑应用的技术已十分成熟，关键在于充分论证、选择和项目自身条件、

使用功能、后续运营管理特点相适合的可再生能源技术。

（一）从多年实践看，有集中供应热水需求的医院、宾馆酒店建筑以及用于学生、教师集体宿舍及企业职工集体宿舍的建筑，因其使用对象单一、易于统一运营维护管理的特点，使用水（地）源热泵制热水、空调及太阳能+空气源热泵制热水，普遍运行良好，易于管理维护，取得了较好的效果，建议根据项目情况在水（地）源热泵技术及太阳能光热利用技术中择优选择；使用中央空调的，也可考虑采取空调余热回收技术制热水。

（二）对于没有热水需求或需求量极小的公共建筑，以及建成后使用功能不确定、受招商影响可能调整变化的公共建筑，不要为了满足可再生能源应用的政策要求而采用可再生能源制热水的应用方式。对于无法解决冷热平衡问题的项目不建议采用地埋管地源热泵技术。

（三）住宅项目由于住户使用习惯、使用意愿多元，入住时间不一、产权分散造成运营管理的困难等因素，在未能保证大部分住户使用的情况下造成可再生能源系统难以达到理想的节能效果，大量系统闲置废弃。因此，要将项目定位、销售对象、入住率及后续运营维护管理等因素作为可再生能源建筑应用的重要因素进行考量，建议：

1. 对高层、多层住宅建筑，在不能保证多数住户使用可再生能源技术制生活热水的情况下，不宜使用集中式的水（地）源热泵、太阳能（太阳能+空气源）制热水系统；当采用太阳能热水系统时，宜优先选择集中集热、不设集中辅助热源，由住户自行选择二次加热方式的系统为用户供应生活热水。

2. 对于低层住宅建筑，具备条件的，可采用分散式（分户独立式）可再生能源系统。

（四）水源（包括江水、湖水、污水、地下水等）热泵系统属于较成熟、节能量大的可再生能源应用形式，较适用于有冷、热联供需求的各类建筑，由于该系统的取水端及管道往往超出项目用地红线范围，其顺利使用需得到其它产权单位、管理单位提供的便利条件，有些还需要办理相关审批手续，应在充分研究论证、对接沟通，确保可行性情况下选用。

（五）对上述经统筹项目使用功能、资源条件、物业管理、使用习惯、入住率等因素进行论证分析后，不适宜采用地源热泵系统及太阳能光热系统、或已有其它有效的节能方式进行替代的公共建筑，以及无法有效保证太阳能热水系统正常投入使用的住宅建筑，可考虑采用太阳能光伏发电系统并辅以太阳能路灯、太阳能庭院灯等可再生能源应用形式，并依据项目实际情况最大化利用可再生能源。其中，应用太阳能光伏发电系统的，其安装容量不宜低于 50kWp，并优先使用在无自然采光的地下车库及公共交通空间。

（六）对于已选用太阳能光伏发电或其它可再生能源进行规模化应用，但未使用可再生能源方式生产生活热水的住宅项目，在设置有两个及以上阳台的户型中，宜同时在设计时预留分户独立式的空气源热泵安装位置，住宅交付后由住户根据自身意愿自行选择安装，创造条件引导人们选择绿色生活方式节约能源。

四、做好投用后的运营及维护管理是确保可再生能源建筑应用取得预期效果的重要环节。

开发建设单位除了应当按照国家规定在商品房买卖合同和住宅质量保证书、住宅使用说明书中载明可再生能源建筑应用等节能措施和保护要求、保修期等信息外，为保证可再生能源建筑应用的后续使用效果，建议采取（不限于）以下措施：

（一）在建筑项目交付使用时，与可再生能源系统施工单位对物业管理人员进行培训，帮助物业管理人员熟悉可再生能源系统的使用及维护。

（二）在建筑使用说明书或其它交付住户的材料中对可再生能源系统的使用进行说明，包括但不限于以下内容：可再生能源系统原理、如何使用可再生能源系统，如需进行二次加热用户应该如何进行二次加热。

（三）联合物业服务单位及相关技术服务单位，对业主说明可再生能源系统的事宜，包括如何对接系统、费用公摊、后期维修等问题，必要时可提供简要的说明及示意图。