

湖南理工职业技术学院

《太阳能光热技术与应用》

专业技能考核题库

适用年级：二〇二一级

编制单位：太阳能光热团队

编制日期：二〇二一年九月

新能源学院制

本专业技能抽考试题库本着“对接产业、工学结合、提升教学质量，推动职业教育深度融入产业链，有效服务经济社会发展”职业教育人才培养目标，以真实或模拟真实的光热项目为载体设计考核内容。考核内容范围基本覆盖本专业主干专业课程，包括热工学基础、流体力学、太阳能热利用技术基础、电工电子技术、单片机控制技术、机械制图与CAD、太阳能光热发电、太阳能供热采暖、太阳能检测技术及光伏发电技术等，并且同一套试题下，考核点力求涉及上述专业课中的2-3门，达到综合考核的目的。

本次修订的技能抽考试题库共分3个模块，共计50套题，每个模块名称及题量如表1所示。各模块下试题考试时长，根据难易程度，以120分钟为主，一般不低于90分钟，具体见各试题下考试时长要求。

表1 技能抽考试题库模块及题量分布

序号	试题模块名称	题量	时长
1	太阳能光热电站集储热系统及蒸汽锅炉系统模块	17	120分钟
2	太阳能供热采暖设计模块	16	120分钟
3	太阳能检测控制及绘图模块	17	120分钟
技能抽考题量总计：			50 套

目 录

一、太阳能光热电站集储热系统及蒸汽锅炉系统模块	1
1-1: 甘肃敦煌某地 60MW 太阳能塔式电站镜场面积方案设计	1
1-2: 青海格尔木某地 10MW 太阳能槽式电站镜场面积方案设计	3
1-3: 青海德令哈某地 50MW 太阳能槽式电站镜场面积方案设计	5
1-4: 新疆哈密某地 100MW 太阳能槽式电站镜场面积方案设计	7
1-5: 天津 1T/H 太阳能蒸汽锅炉系统设计计算	9
1-6: 甘肃地区 0.5T/H 太阳能蒸汽锅炉系统设计计算	11
1-7: 河北地区 1.5T/H 太阳能工厂蒸汽锅炉系统设计计算	13
1-8: 山西地区 2T/H 太阳能工业园蒸汽锅炉系统设计计算	15
1-9: 青海格尔木 50MW 太阳能塔式电站储热系统工艺方案设计	17
1-10: 甘肃敦煌某地 100MW 太阳能塔式电站储热系统方案设计	19
1-11: 新疆哈密某地 100MW 太阳能塔式电站储热系统方案设计	21
1-12: 河北张家口某地 50MW 太阳能槽式电站储热系统方案设计	23
1-13: 甘肃玉门某地 50MW 太阳能菲涅尔式电站储热系统方案设计	25
1-14: 敦煌 10MW 熔盐塔式光热塔式电站过热器设计计算	27
1-15: 熔盐塔式光热塔式电站预热器设计计算	29
1-16: 50MW 槽式光热电站水-油预热器设计计算	31
1-17: 新疆 50MW 槽式光热电站水-油过热器设计计算	33
二、太阳能供热采暖设计模块	35
2-1: 北京地区某住宅太阳能供热采暖系统设计	35
2-2: 内蒙古伊金霍洛旗某小区季节蓄热太阳能供热采暖系统设计	37
2-3: 青海西宁某小区某栋多层住宅太阳能短期蓄热供热采暖系统设计	379
2-4: 甘肃兰州某住宅太阳能短期蓄热供热采暖系统设计	41
2-5: 湖南长沙某医院太阳能热水系统设计	43
2-6: 湖南湘潭某宾馆太阳能热水系统设计	45
2-7: 湘潭市某中学太阳能集热系统管网水力设计	47
2-8: 某公司员工宿舍太阳能集热系统管网水力设计	50
2-9: 长沙某养老院太阳能集热系统管网水力设计	53

2-10: 洛阳某老旧小区太阳能集中供暖系统管网水力设计	56
2-11: 二连浩特某家属小区太阳能集中供暖系统管网水力设计	59
2-12: 额济纳旗某旧家属院太阳能集中供暖系统管网水力设计	62
2-13: 湘潭市某酒店太阳能集中供热系统管道保温设计	65
2-14: 开封市某居民小区太阳能集中供暖系统管道保温设计	69
2-15: 昆明市某酒店太阳能集中供热系统管道保温设计	72
2-16: 武汉市某居民小区太阳能集中供暖系统管道保温设计	75
三、太阳能检测控制及绘图模块	79
3-1: 平板集热器稳态效率检测试验设计与数据处理	79
3-2: 平板集热器稳态效率检测试验设计与数据处理	82
3-3: 全玻璃真空管集热器稳态效率检测试验设计与数据处理	85
3-4: 全玻璃真空管集热器稳态效率检测试验设计与数据处理	88
3-5: 全玻璃真空管集热管尺寸检测	91
3-6: 分布式光伏电站方阵检测	94
3-7: 太阳能热水系统液面报警系统	97
3-8: 塔式太阳能热发电系统的简单预热系统设计	99
3-9: 太阳能热发电系统的计时电路设计	101
3-10: 光热发电系统中的 PWM 波形输出电路设计	103
3-11: 太阳能热水系统中超温闪烁报警电路	105
3-12: 太阳能集中供热系统运行原理图绘制	107
3-13: 太阳能集中供热系统运行原理图绘制	110
3-14: 太阳能集中供热采暖系统运行原理图绘制	113
3-15: 太阳能集中供热采暖系统运行原理图绘制	116
3-16: 平板集热器流动压降检测试验设计与数据处理	119
3-17: 平板集热器流动压降检测试验设计与数据处理	122

一、太阳能光热电站集储热系统及蒸汽锅炉系统模块

1-1: 甘肃敦煌某地 60MW 太阳能塔式电站镜场面积方案设计

一、任务描述

某光热发电企业拟在甘肃敦煌投资兴建 60MW 太阳能塔式电站一座，在项目可行性研究阶段需预估聚光集热镜场总面积及镜场总投资成本。该项目建设地基本条件及设计参数如下：

(一) 主要气象参数

年平均气温：9.4℃；年日照时数：3246.7h；年平均风速：2.2m/s；年平均空气相对湿度 46%；年平均总辐照量 6882.2MJ/m²。

(二) 设计点

时刻：春分日、正午；

太阳辐照条件：设计点时刻太阳法向直射辐照度 DNI=910 W/m²。

(三) 吸热器、熔盐储热系统及汽轮机组基本技术参数

吸热器：东方锅炉、熔融盐吸热器，工作温度 295-565℃，年均工作效率 70-85%；

熔盐储热系统：储热介质 KNO₃+ NaNO₃，工作温度 295-565℃，储热系统年均热效率 98-99%，设计储热时长 6h（即储热量为汽轮机组满负荷发电 6h）、储热系统每天充电时长 8h；

汽轮机组：杭汽股份、反动式冷凝汽轮机组，额定工作效率 34-39%。

(四) 定日镜场

单块定日镜采光面积：100 m²；

镜场年均热效率：60-68%；

镜场投资成本：760 元/ m²。

二、工作要求

(一) 电站镜场总面积计算；

(二) 镜场所需的最小定日镜数量；

(三) 镜场总投资成本计算；

(四) 用 AUTOCAD 画出太阳能塔式电站原理图。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：机房	工位数：30
---------	--------

设施设备及软件要求

项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	电脑	1 台	
	《太阳能热发电技术》书籍	1 份	电子档也可
	草稿纸	2 张	
	答题纸	1 张	
软件环境	安装有 AUTOCAD、计算器	1	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	15	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；正常关闭设备电源，符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
设计规范	35	镜场面积计算	
	5	定日镜数量计算	
	5	镜场投资成本计算	
技术图纸	40	图纸规范、塔式电站原理图表达正确。每错一处扣 2 分，每漏一处扣 5 分，不规范扣 5 分。	

1-2: 青海格尔木某地 10MW 太阳能槽式电站镜场面积方案设计

一、任务描述

某光热研发企业拟在青海格尔木投资兴建 10MW 太阳能槽式试验电站一座，在项目可行性研究阶段需预估聚光集热镜场总面积及镜场总投资成本。该项目建设地基本条件及设计参数如下：

（一）主要气象参数

年平均气温：5.3℃；年日照时数：3096.3h；年平均风速：2.8m/s；年平均空气相对湿度 32%；年平均总辐照量 6908.1MJ/m²。

（二）设计点

时刻：春分日、正午；

太阳辐照条件：设计点时刻太阳法向直射辐照度 DNI=930 W/m²。

（三）聚光集热器、熔盐储热系统及汽轮机组基本技术参数

聚光集热器：中海阳、工作介质导热油，工作温度 293-393℃；

熔盐储热系统：储热介质 KNO₃+ NaNO₃，工作温度 293-393℃，储热系统年均热效率 98-99%，设计储热时长 2h（即储热量为汽轮机组满负荷发电 2h）、储热系统每天充电时长 4h；

汽轮机组：杭汽股份、反动式冷凝汽轮机组，额定工作效率 34-38%。

（四）槽式集热器

单个集热器模块：集热器开口宽度 5.76m，长度 12.5m，单个模块采光面积 72 m²；集热器按每 12 个一组，每四组组成一个长 600m 集热回路布置；

镜场年均集热效率：72-80%；

镜场投资成本折合：710 元/ m²。

二、工作要求

（一）电站镜场总面积计算；

（二）镜场所需的最小集热器模块数量；

（三）镜场总投资成本计算；

（四）用 AUTOCAD 画出太阳能槽式电站原理图。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：机房	工位数：30
---------	--------

设施设备及软件要求

项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	电脑	1 台	
	《太阳能热发电技术》书籍	1 份	电子档也可
	草稿纸	2 张	
	答题纸	1 张	
软件环境	安装有 AUTOCAD、计算器	1	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	15	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；正常关闭设备电源，符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
设计规范	35	镜场面积计算	
	5	集热器标准模块数量计算	
	5	镜场投资成本计算	
技术图纸	40	图纸规范、塔式电站原理图表达正确。每错一处扣 2 分，每漏一处扣 5 分，不规范扣 5 分。	

1-3: 青海德令哈某地 50MW 太阳能槽式电站镜场面积方案设计

一、任务描述

某光热发电企业拟在青海德令哈投资兴建 50MW 太阳能槽式电站一座，在项目可行性研究阶段需预估聚光集热镜场总面积及镜场总投资成本。该项目建设地基本条件及设计参数如下：

(一) 主要气象参数

年平均气温：4℃；年日照时数：3124.8h；年平均风速：2.4m/s；年平均空气相对湿度 43%；年平均总辐照量 6482.2MJ/m²。

(二) 设计点

时刻：春分日、正午；

太阳辐照条件：设计点时刻太阳法向直射辐照度 DNI=920 W/m²。

(三) 聚光集热器、熔盐储热系统及汽轮机组基本技术参数

聚光集热器：江苏龙腾光热、工作介质导热油，工作温度 293-393℃；

熔盐储热系统：储热介质 KNO₃+ NaNO₃，工作温度 293-393℃，储热系统年均热效率 98-99%，设计储热时长 6h（即储热量为汽轮机组满负荷发电 6h）、储热系统每天充电时长 6h；

汽轮机组：东方电气、反动式冷凝汽轮机组，额定工作效率 34-39%。

(四) 槽式集热器

单个集热器模块：集热器开口宽度 5.76m，长度 12.5m，单个模块采光面积 72 m²；集热器按每 12 个一组，每四组组成一个长 600m 集热回路布置；

镜场年均集热效率：70-80%；

镜场投资成本折合：700 元/ m²。

二、工作要求

(一) 电站镜场总面积计算；

(二) 镜场所需的最小集热器模块数量；

(三) 镜场总投资成本计算；

(四) 用 AUTOCAD 画出太阳能槽式电站原理图。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：机房	工位数：30
---------	--------

设施设备及软件要求

项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	电脑	1 台	
	《太阳能热发电技术》书籍	1 份	电子档也可
	草稿纸	2 张	
	答题纸	1 张	
软件环境	安装有 AUTOCAD、计算器	1	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	15	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；正常关闭设备电源，符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
设计规范	35	镜场面积计算	
	5	集热器标准模块数量计算	
	5	镜场投资成本计算	
技术图纸	40	图纸规范、塔式电站原理图表达正确。每错一处扣 2 分，每漏一处扣 5 分，不规范扣 5 分。	

1-4: 新疆哈密某地 100MW 太阳能槽式电站镜场面积方案设计

一、任务描述

某光热发电企业拟在新疆哈密投资兴建 100MW 太阳能槽式电站一座，在项目可行性研究阶段需预估聚光集热镜场总面积及镜场总投资成本。该项目建设地基本条件及设计参数如下：

(一) 主要气象参数

年平均气温：10.1℃；年日照时数：3300.1h；年平均风速：1.8m/s；年平均空气相对湿度 39%；年平均总辐照量 6296.9MJ/m²。

(二) 设计点

时刻：春分日、正午；

太阳辐照条件：设计点时刻太阳法向直射辐照度 DNI=910 W/m²。

(三) 聚光集热器、熔盐储热系统及汽轮机组基本技术参数

聚光集热器：中海阳、工作介质导热油，工作温度 293-393℃；

熔盐储热系统：储热介质 KNO₃+ NaNO₃，工作温度 293-393℃，储热系统年均热效率 98-99%，设计储热时长 4h（即储热量为汽轮机组满负荷发电 4h）、储热系统每天充热时长 6h；

汽轮机组：上海电气、反动式冷凝汽轮机组，额定工作效率 35-38%。

(四) 槽式集热器

单个集热器模块：集热器开口宽度 5.76m，长度 12.5m，单个模块采光面积 72 m²；集热器按每 12 个一组，每四组组成一个长 600m 集热回路布置；

镜场年均集热效率：72-80%；

镜场投资成本折合：700 元/ m²。

二、工作要求

(一) 电站镜场总面积计算；

(二) 镜场所需的最小集热器模块数量；

(三) 镜场总投资成本计算；

(四) 用 AUTOCAD 画出太阳能槽式电站原理图。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：机房	工位数：30
---------	--------

设施设备及软件要求

项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	电脑	1 台	
	《太阳能热发电技术》书籍	1 份	电子档也可
	草稿纸	2 张	
	答题纸	1 张	
软件环境	安装有 AUTOCAD、计算器	1	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	15	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；正常关闭设备电源，符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项目记 0 分
设计规范	35	镜场面积计算	
	5	集热器标准模块数量计算	
	5	镜场投资成本计算	
技术图纸	40	图纸规范、塔式电站原理图表达正确。每错一处扣 2 分，每漏一处扣 5 分，不规范扣 5 分。	

1-5: 天津 1t/h 太阳能蒸汽锅炉系统设计计算

一、任务描述

在天津地区建造一槽式太阳能工业蒸汽锅炉, 传热介质为导热油, 蒸汽产量为 1t/h, 温度为 160°C, 压力为 0.5MPa, 在水-油换热器中导热油的进口温度为 300°C, 出口温度为 180°C, 水的进口温度为 20°C, 蒸汽出口温度为 160°C。光热转换综合效率经测定估计为 70%, 换热器换热效率为 90%。设计此太阳能蒸汽锅炉 (工业车间每天用蒸汽时间为 10 小时)。天津地区太阳能 DNI 值取 1600 (KWh/m²/y), 年平均日日照时数为 7 小时, 如该蒸汽系统太阳能承担 60%, 计算需要多少面积反射镜? 导热油用量为多少? 并简要绘制该系统运行流程图。

注: 20°C 时水的焓值为 42.1KJ/(kg.K), 160°C、0.5MPa 时蒸汽焓值为 2767.4 KJ/(kg.K); 300°C 时导热油焓值为 2.36 KJ/(kg.K)、180°C 时导热油焓值为 2.02 KJ/(kg.K)

二、工作要求

- (一) 太阳能蒸汽系统反射镜面积计算;
- (二) 导热油用量计算;
- (三) 用 AUTOCAD 画出太阳能蒸汽系统运行流程图。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地: 机房		工位数: 30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	电脑	1 台	
	光热槽式系统资料	1 份	电子档也可
	草稿纸	2 张	
	答题纸	1 张	
软件环境	安装有 AUTOCAD、计算器	1	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	15	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；正常关闭设备电源，符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
设计规范	30	太阳能蒸汽系统反射镜面积计算	
	15	系统传热介质用量计算	
技术图纸	40	图纸规范、蒸汽系统原理、流程表达正确。每错一处扣 2 分，漏一处扣 5 分，不规范扣 5 分。	

1-6: 甘肃地区 0.5t/h 太阳能蒸汽锅炉系统设计计算

一、任务描述

在湖南地区某大型学校拟建造一槽式太阳能蒸汽锅炉为食堂提供蒸汽，食堂每天用蒸汽时长为 5 小时，传热介质为导热油，蒸汽产量为 0.5t/h，温度为 150℃ 的饱和蒸汽，光热转换综合效率经测定估计为 60%，换热器换热效率为 80%。在水-油换热器中导热油的进口温度为 280℃，出口温度为 170℃，水的进口温度为 20℃，饱和蒸汽出口温度为 150℃。湖南地区太阳能 DNI 值取 1500 (KWh/m²/y)，年平均日日照时数为 4.5 小时，如该蒸汽系统太阳能承担 50%，请计算需要多少面积反射镜、传热介质用量，并简要绘制该系统运行流程图。

注：20℃ 时水的焓值为 42.1KJ/(kg.K)，150℃ 的饱和蒸汽焓值为 2745.3KJ/(kg.K)；280℃ 时导热油焓值为 2.3 KJ/(kg.K)、170℃ 时导热油焓值为 2.00 KJ/(kg.K)

二、工作要求

- (一) 太阳能蒸汽系统反射镜面积计算；
- (二) 导热油用量计算；
- (三) 用 AUTOCAD 画出太阳能槽式蒸汽系统运行流程图。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：机房		工位数：30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	电脑	1 台	
	光热槽式系统资料	1 份	电子档也可
	草稿纸	2 张	
	答题纸	1 张	
软件环境	安装有 AUTOCAD、计算器	1	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	15	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；正常关闭设备电源，符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
设计规范	30	太阳能蒸汽系统反射镜面积计算	
	15	系统传热介质用量计算	
技术图纸	40	图纸规范、蒸汽系统原理、流程表达正确。每错一处扣 2 分，每漏一处扣 5 分，不规范扣 5 分。	

1-7: 河北地区 1.5t/h 太阳能工厂蒸汽锅炉系统设计计算

一、任务描述

在河北地区建造一太阳能槽式工业蒸汽锅炉,传热介质为导热油,蒸汽产量为 1.5t/h,温度为 180℃的饱和蒸汽,光热转换综合效率经测定估计为 65%,换热器换热效率为 70%。在水-油换热器中导热油的进口温度为 320℃,出口温度为 200℃,水的进口温度为 20℃,饱和蒸汽出口温度为 180℃,工业车间每天用蒸汽时间为 8 小时。河北地区太阳能 DNI 值取 1800 (KWh/m²/y),年平均日日照时数为 7 小时,如该蒸汽系统太阳能承担 55%,请计算需要多少面积反射镜、传热介质用量,并简要绘制该系统运行流程图。

注: 20℃时水的焓值为 42.1KJ/(kg.K), 180℃的饱和蒸汽焓值为 2776.3KJ/(kg.K); 320℃时导热油焓值为 2.42 KJ/(kg.K)、200℃时导热油焓值为 2.08 KJ/(kg.K)

二、工作要求

- (一) 太阳能蒸汽系统反射镜面积计算;
- (二) 导热油用量计算;
- (三) 用 AUTOCAD 画出太阳能槽式蒸汽系统运行流程图。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地: 机房		工位数: 30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	电脑	1 台	
	光热槽式系统资料	1 份	电子档也可
	草稿纸	2 张	
	答题纸	1 张	
软件环境	安装有 AUTOCAD、计算器	1	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	15	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；正常关闭设备电源，符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
设计规范	30	太阳能蒸汽系统反射镜面积计算	
	15	系统传热介质用量计算	
技术图纸	40	图纸规范、蒸汽系统原理、流程表达正确。每错一处扣 2 分，每漏一处扣 5 分，不规范扣 5 分。	

1-8: 山西地区 2t/h 太阳能工业园蒸汽锅炉系统设计计算

一、任务描述

在山西地区某工业园区拟建造一槽式太阳能蒸汽锅炉为园区提供日用蒸汽，传热介质为导热油，蒸汽产量为 2t/h，温度为 170℃的饱和蒸汽，光热转换综合效率经测定估计为 75%，换热器换热效率为 60%。在水-油换热器中导热油的进口温度为 300℃，出口温度为 190℃，水的进口温度为 20℃，饱和蒸汽出口温度为 170℃，工业园区每天用蒸汽时长为 7 小时。山西地区太阳能 DNI 值取 1750 (KWh/m²/y)，年平均日日照时数为 7.1 小时，如该蒸汽系统太阳能承担 40%，请计算需要多少面积反射镜、传热介质用量，并简要绘制该系统运行流程图。

注：20℃时水的焓值为 42.1KJ/(kg.K)，170℃的饱和蒸汽焓值为 2767.1KJ/(kg.K)；300℃时导热油焓值为 2.36 KJ/(kg.K)、190℃时导热油焓值为 2.05 KJ/(kg.K)

二、工作要求

- (一) 太阳能蒸汽系统反射镜面积计算；
- (二) 导热油用量计算；
- (三) 用 AUTOCAD 画出太阳能槽式蒸汽系统运行流程图。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：机房		工位数：30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	电脑	1 台	
	光热槽式系统资料	1 份	电子档也可
	草稿纸	2 张	
	答题纸	1 张	
软件环境	安装有 AUTOCAD、计算器	1	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	15	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；正常关闭设备电源，符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
设计规范	30	太阳能蒸汽系统反射镜面积计算	
	15	系统传热介质用量计算	
技术图纸	40	图纸规范、蒸汽系统原理、流程表达正确。每错一处扣 2 分，每漏一处扣 5 分，不规范扣 5 分。	

1-9: 青海格尔木 50MW 太阳能塔式电站储热系统工艺方案设计

一、任务描述

某光热发电企业拟在青海格尔木投资兴建 50MW 太阳能塔式电站一座，在项目可行性研究阶段需预估储热系统总的储热量、储热熔盐耗量、储热系统投资成本。该项目建设地基本条件及设计参数如下：

(一) 主要气象参数

年平均气温：5.1℃；年日照时数：3089.4h；年平均风速：2.7m/s；年平均空气相对湿度 32%；年平均总辐照量 6901.3MJ/m²。

(二) 设计点

时刻：春分日、正午；

太阳辐照条件：设计点时刻太阳法向直射辐照度 DNI=925 W/m²。

(三) 吸热器、熔盐储热系统及汽轮机组基本技术参数

吸热器：杭州锅炉、熔融盐吸热器，工作温度 293-566℃，年均工作效率 68-84%；

熔盐储热系统：储热介质 KNO₃+ NaNO₃，工作温度 293-566℃，储热系统年均热效率 98-99%，设计储热时长 6h（即储热量为汽轮机组满负荷发电 2h）、储热系统每天充电时长 6h；

汽轮机组：杭汽股份、反动式冷凝汽轮机组，额定工作效率 34-38%。

(四) 储热系统

采用双储罐系统储热；

熔盐热物性参数：

$$C_p = 1443.2 - 0.172 * T$$

$$\rho = 2090 - 0.636 * T$$

熔盐标价：4500 元/ 吨。

二、工作要求

(一) 简述目前塔式电站常用储热熔盐 KNO₃+ NaNO₃ 的组分比例；

(二) 计算储热系统总的储热量；

(三) 计算储热系统所需的最少熔盐耗量；

(四) 储热系统熔盐最小成本计算；

(五) 用 AUTOCAD 画出太阳能塔式电站原理图。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：机房		工位数：30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	电脑	1 台	
	《太阳能热发电技术》书籍	1 份	电子档也可
	草稿纸	2 张	
	答题纸	1 张	
软件环境	安装有 AUTOCAD、计算器	1	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	15	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；正常关闭设备电源，符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
设计规范	5	熔盐组分简述	
	15	储热系统能量衡算	
	20	储热系统熔盐耗量计算	
	5	熔盐最小成本计算	
技术图纸	40	图纸规范、塔式电站原理图表达正确。每错一处扣 2 分，每漏一处扣 5 分，不规范扣 5 分。	

1-10: 甘肃敦煌某地 100MW 太阳能塔式电站储热系统方案设计

一、任务描述

某光热发电企业拟在甘肃敦煌投资兴建 100MW 太阳能塔式电站一座，在项目可行性研究阶段需预估储热系统总的储热量、储热熔盐耗量、储热系统投资成本。该项目建设地基本条件及设计参数如下：

(一) 主要气象参数

年平均气温：9.2℃；年日照时数：3189.4h；年平均风速：2.1m/s；年平均空气相对湿度 38%；年平均总辐照量 6834.7MJ/m²。

(二) 设计点

时刻：春分日、正午；

太阳辐照条件：设计点时刻太阳法向直射辐照度 DNI=905 W/m²。

(三) 吸热器、熔盐储热系统及汽轮机组基本技术参数

吸热器：上海锅炉、熔融盐吸热器，工作温度 290-568℃，年均工作效率 71-86%；

熔盐储热系统：储热介质 KNO₃+ NaNO₃，工作温度 290-568℃，储热系统年均热效率 98-99%，设计储热时长 8h（即储热量为汽轮机组满负荷发电 2h）、储热系统每天充电时长 8h；

汽轮机组：上海电气、反动式冷凝汽轮机组，额定工作效率 35-38%。

(四) 储热系统

采用双储罐系统储热；

熔盐热物性参数：

$$C_p = 1443.2 - 0.172 * T$$

$$\rho = 2090 - 0.636 * T$$

熔盐标价：4800 元/ 吨。

二、工作要求

(一) 简述目前塔式电站常用储热熔盐 KNO₃+ NaNO₃ 的组分比例；

(二) 计算储热系统总的储热量；

(三) 计算储热系统所需的最少熔盐耗量；

(四) 储热系统熔盐最小成本计算；

(五) 用 AUTOCAD 画出太阳能塔式电站原理图。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：机房		工位数：30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	电脑	1 台	
	《太阳能热发电技术》书籍	1 份	电子档也可
	草稿纸	2 张	
	答题纸	1 张	
软件环境	安装有 AUTOCAD、计算器	1	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	15	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；正常关闭设备电源，符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
设计规范	5	熔盐组分简述	
	15	储热系统能量衡算	
	20	储热系统熔盐耗量计算	
	5	熔盐最小成本计算	
技术图纸	40	图纸规范、塔式电站原理图表达正确。每错一处扣 2 分，每漏一处扣 5 分，不规范扣 5 分。	

1-11: 新疆哈密某地 100MW 太阳能塔式电站储热系统方案设计

一、任务描述

某光热发电企业拟在新疆哈密投资兴建 100MW 太阳能塔式电站一座，在项目可行性研究阶段需预估储热系统总的储热量、储热熔盐耗量、储热系统投资成本。该项目建设地基本条件及设计参数如下：

(一) 主要气象参数

年平均气温：13.2℃；年日照时数：3084.7h；年平均风速：1.8m/s；年平均空气相对湿度 37%；年平均总辐照量 6037.2MJ/m²。

(二) 设计点

时刻：春分日、正午；

太阳辐照条件：设计点时刻太阳法向直射辐照度 DNI=895 W/m²。

(三) 聚光集热器、熔盐储热系统及汽轮机组基本技术参数

聚光集热器：中海阳、工作介质导热油，工作温度 293-393℃；

熔盐储热系统：储热介质 KNO₃+ NaNO₃，工作温度 293-393℃，储热系统年均热效率 98-99%，设计储热时长 6h（即储热量为汽轮机组满负荷发电 6h）、储热系统每天充电时长 6h；

汽轮机组：东方电气、反动式冷凝汽轮机组，额定工作效率 33-39%。

(四) 储热系统

采用双储罐系统储热；

熔盐热物性参数：

$$C_p = 1443.2 - 0.172 * T$$

$$\rho = 2090 - 0.636 * T$$

熔盐标价：4600 元/ 吨。

二、工作要求

(一) 简述目前塔式电站常用集热介质导热油、储热介质熔盐 KNO₃+ NaNO₃ 的组分、比例；

(二) 计算储热系统总的储热量；

(三) 计算储热系统所需的最少熔盐耗量；

(四) 储热系统熔盐最小成本计算；

(五) 用 AUTOCAD 画出太阳能塔式电站原理图。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：机房		工位数：30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	电脑	1 台	
	《太阳能热发电技术》书籍	1 份	电子档也可
	草稿纸	2 张	
	答题纸	1 张	
软件环境	安装有 AUTOCAD、计算器	1	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	15	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；正常关闭设备电源，符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
设计规范	5	导热油及熔盐组分简述	
	15	储热系统能量衡算	
	20	储热系统熔盐耗量计算	
	5	熔盐最小成本计算	
技术图纸	40	图纸规范、塔式电站原理图表达正确。每错一处扣 2 分，每漏一处扣 5 分，不规范扣 5 分。	

1-12: 河北张家口某地 50MW 太阳能槽式电站储热系统方案设计

一、任务描述

某光热发电企业拟在张家口投资兴建 50MW 太阳能槽式电站一座，在项目可行性研究阶段需预估储热系统总的储热量、储热熔盐耗量、储热系统投资成本。该项目建设地基本条件及设计参数如下：

(一) 主要气象参数

年平均气温：11.2℃；年日照时数：3067.3h；年平均风速：2.3m/s；年平均空气相对湿度 46%；年平均总辐照量 5947.6MJ/m²。

(二) 设计点

时刻：春分日、正午；

太阳辐照条件：设计点时刻太阳法向直射辐照度 DNI=880 W/m²。

(三) 聚光集热器、熔盐储热系统及汽轮机组基本技术参数

聚光集热器：中海阳、工作介质导热油，工作温度 293-393℃；

熔盐储热系统：储热介质 KNO₃+ NaNO₃，工作温度 293-393℃，储热系统年均热效率 98-99%，设计储热时长 6h（即储热量为汽轮机组满负荷发电 6h）、储热系统每天充电时长 6h；

汽轮机组：上海电气、反动式冷凝汽轮机组，额定工作效率 33-39%。

(四) 储热系统

采用双储罐系统储热；

熔盐热物性参数：

$$C_p = 1443.2 - 0.172 * T$$

$$\rho = 2090 - 0.636 * T$$

熔盐标价：4650 元/ 吨。

二、工作要求

(一) 简述目前槽式电站常用集热介质导热油、储热介质熔盐 KNO₃+ NaNO₃ 的组分、比例；

(二) 计算储热系统总的储热量；

(三) 计算储热系统所需的最少熔盐耗量；

(四) 储热系统熔盐最小成本计算；

(五) 用 AUTOCAD 画出太阳能槽式电站原理图。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：机房		工位数：30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	电脑	1 台	
	《太阳能热发电技术》书籍	1 份	电子档也可
	草稿纸	2 张	
	答题纸	1 张	
软件环境	安装有 AUTOCAD、计算器	1	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	15	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；正常关闭设备电源，符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
设计规范	5	导热油及熔盐组分简述	
	15	储热系统能量衡算	
	20	储热系统熔盐耗量计算	
	5	熔盐最小成本计算	
技术图纸	40	图纸规范、槽式电站原理图表达正确。每错一处扣 2 分，每漏一处扣 5 分，不规范扣 5 分。	

1-13: 甘肃玉门某地 50MW 太阳能菲涅尔式电站储热系统方案设计

一、任务描述

某光热发电企业拟在甘肃玉门投资兴建 50MW 太阳能菲涅尔式电站一座，在项目可行性研究阶段需预估储热系统总的储热量、储热熔盐耗量、储热系统投资成本。该项目建设地基本条件及设计参数如下：

(一) 主要气象参数

年平均气温：7.6℃；年日照时数：3101.3h；年平均风速：2.3m/s；年平均空气相对湿度 37%；年平均总辐照量 6387.6MJ/m²。

太阳辐照条件：设计点时刻太阳法向直射辐照度 DNI=910 W/m²。

(二) 聚光集热器、熔盐储热系统及汽轮机组基本技术参数

聚光集热器：常州龙腾光热、工作介质导热油，工作温度 293-393℃；

熔盐储热系统：储热介质 KNO₃+ NaNO₃，工作温度 293-393℃，储热系统年均热效率 98-99%，设计储热时长 4h（即储热量为汽轮机组满负荷发电 6h）、储热系统每天充电时长 6h；

汽轮机组：杭汽集团、反动式冷凝汽轮机组，额定工作效率 33-39%。

(三) 储热系统

采用双储罐系统储热；

熔盐热物性参数：

$$C_p = 1443.2 - 0.172 * T$$

$$\rho = 2090 - 0.636 * T$$

熔盐标价：4750 元/ 吨。

二、工作要求

(一) 简述目前槽式电站常用集热介质导热油、储热介质熔盐 KNO₃+ NaNO₃ 的组分、比例；

(二) 简述太阳能电站设计点的概念及一般选取原则；

(三) 计算储热系统总的储热量；

(四) 计算储热系统所需的最少熔盐耗量；

(五) 储热系统熔盐最小成本计算；

(六) 用 AUTOCAD 画出太阳能槽式电站原理图。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：机房		工位数：30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	电脑	1 台	
	《太阳能热发电技术》书籍	1 份	电子档也可
	草稿纸	2 张	
	答题纸	1 张	
软件环境	安装有 AUTOCAD、计算器	1	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	15	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；正常关闭设备电源，符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
设计规范	5	导热油及熔盐组分简述	
	5	设计点概念及选取	
	15	储热系统能量衡算	
	15	储热系统熔盐耗量计算	
	5	熔盐最小成本计算	
技术图纸	40	图纸规范、菲涅尔式电站原理图表达正确。每错一处扣 2 分，每漏一处扣 5 分，不规范扣 5 分。	

1-14: 敦煌 10MW 熔盐塔式光热塔式电站过热器设计计算

一、任务描述

在敦煌地区装机容量为 10MW 熔盐蓄热塔式光热电站中，熔盐与饱和蒸汽经过热器之后产生过热蒸汽推动汽轮机运转，从而带动发电机发电。已知进入过热器的熔盐温度为 565℃，出口温度为 510℃，熔盐质量流量为 50kg/s，饱和水蒸气的进口温度为 230℃，经过热器之后的过热蒸汽出口温度为 460℃，换热系数 K 值取 500W/(m²·k)。计算该过热器换热量，换热面积，绘制熔盐塔式蓄热太阳能光热电站系统图。

注：熔盐比热容取 1.52KJ/(kg·K)，换热温差取算术平均温差。

二、工作要求

- (一) 水-熔盐换热器换热量计算；
- (二) 换热器换热面积计算；
- (三) 用 AUTOCAD 画出太阳能熔盐蓄热塔式电站运行流程简图。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：机房		工位数：30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	电脑	1 台	
	光热塔式电站相关资料	1 份	电子档也可
	草稿纸、答题纸	2 张、1 张	
软件环境	安装有 AUTOCAD、计算器	1	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	15	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；正常关闭设备电源，符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分

设计规范	15	水-熔盐换热器换热量计算	
	30	换热器换热面积计算	
技术图纸	40	图纸规范、塔式电站原理、流程表达正确。每错一处扣 2 分，每漏一处扣 5 分，不规范扣 5 分。	

1-15: 熔盐塔式光热塔式电站预热器设计计算

一、任务描述

在敦煌地区装机容量为 10MW 熔盐蓄热塔式光热电站中，熔盐与过冷水在预热器中进行换热，将过冷水加热为饱和水，已知熔盐温度为 400℃，出口温度为 280℃，熔盐质量流量为 50kg/s，水的进口温度为 20℃，出口为 120℃的饱和水，换热系数 K 值取 450W/(m²·k)。计算该预热器换热量，换热面积，绘制熔盐塔式蓄热太阳能光热电站系统图。

注：熔盐比热容取 1.52KJ/(kg·K)，换热温差取算术平均温差。

二、工作要求

- (一) 水-熔盐换热器换热量计算；
- (二) 换热器换热面积计算；
- (三) 用 AUTOCAD 画出太阳能熔盐蓄热塔式电站运行流程简图。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：机房		工位数：30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	电脑	1 台	
	光热塔式电站相关资料	1 份	电子档也可
	草稿纸	2 张	
	答题纸	1 张	
软件环境	安装有 AUTOCAD、计算器	1	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	15	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；正常关闭设备电源，符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣5分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记0分
设计规范	15	水-熔盐换热器换热量计算	
	30	换热器换热面积计算	
技术图纸	40	图纸规范、塔式电站原理、流程表达正确。每错一处扣2分，每漏一处扣5分，不规范扣5分。	

1-16: 50MW 槽式光热电站水-油预热器设计计算

一、任务描述

在新疆地区装机容量为 50MW 的槽式光热电站中，传热介质为导热油，已知在油-水换热器的预热器中，进入预热器的导热油温度为 260℃，出口温度为 120℃，水的进口温度为 20℃，经预热器之后的出口温度为 100℃的饱和水，导热油质量流量为 60kg/s，换热系数 K 值取 400W/(m²·k)。计算该预热器换热量，换热面积，绘制熔盐槽式太阳能光热电站系统简图。

注：导热油比热容取 2.05KJ/(kg·K)，换热温差取算术平均温差。

二、工作要求

- (一) 水-油换热器换热量计算；
- (二) 预热器换热面积计算；
- (三) 用 AUTOCAD 画出太阳能槽式电站运行流程简图。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：机房		工位数：30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	电脑	1 台	
	光热槽式电站相关资料	1 份	电子档也可
	草稿纸	2 张	
	答题纸	1 张	
软件环境	安装有 AUTOCAD、计算器	1	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	15	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；正常关闭设备电源，符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣5分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记0分
设计规范	10	水-油换热器换热量计算	
	35	换热器换热面积计算	
技术图纸	40	图纸规范、槽式电站原理、流程表达正确。每错一处扣2分，每漏一处扣5分，不规范扣5分。	

1-17: 新疆 50MW 槽式光热电站水-油过热器设计计算

一、任务描述

在新疆地区装机容量为 50MW 的槽式光热电站中，传热介质为导热油，已知在油-水换热器的过热器中。现已知进入过热器的导热油温度为 392℃，出口温度为 342℃，导热油质量流量为 60kg/s，饱和水蒸气的进口温度为 200℃，经过热器之后的出口为 320℃的过热蒸汽，换热系数 K 值取 390W/(m²·k)。计算过热器换热量，换热面积，绘制该槽式太阳能光热电站系统简图。

注：导热油比热容取 2.56KJ/(kg·K)，换热温差取算术平均温差。

二、工作要求

- (一) 水-油换热器换热量计算；
- (二) 换热器换热面积计算；
- (三) 用 AUTOCAD 画出太阳能槽式电站运行流程简图。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：机房		工位数：30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	电脑	1 台	
	光热槽式电站相关资料	1 份	电子档也可
	草稿纸	2 张	
	答题纸	1 张	
软件环境	安装有 AUTOCAD、计算器	1	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	15	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；正常关闭设备电源，符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣5分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记0分
设计规范	15	水-油换热器换热量计算	
	30	换热器换热面积计算	
技术图纸	40	图纸规范、槽式电站原理、流程表达正确。每错一处扣2分，每漏一处扣5分，不规范扣5分。	

二、太阳能供热采暖设计模块

2-1: 北京地区某住宅太阳能供热采暖系统设计

一、任务描述

某企业承接北京地区（39°48′）某单层住宅太阳能供热采暖系统设计，该太阳能供热采暖系统满足冬季采暖、非采暖季供应生活热水需求，客户要求企业为其提供太阳能集热器面积、太阳能供热采暖系统原理图。北京地区某单层住宅基本参数如下：

（一）概况

住宅总建筑面积 140 m²，朝向正南。坡顶，角度为 40°，前方无障碍物。住宅居住人数 4 人，辅助热源为电加热，采暖系统末端为低温热水地板辐射采暖，系统为直接式系统。

（二）气象参数

水平面年平均日太阳辐照量：14.180MJ/(m²·d)，当地纬度倾角平面年平均日太阳辐照量：16.014MJ/(m²·d)；

12 月当地水平面月平均日太阳辐照量：7.889MJ/(m²·d)，当地纬度倾角平面月平均日太阳辐照量：13.709MJ/(m²·d)。

（三）采暖系统设计参数

根据《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ26-2010 的规定，本住宅建筑耗热量指标为 16.1W/m²。

（四）热水系统设计参数

热水用水定额：40L/(人·d)；热水设计温度：55℃；冷水设计温度：15℃。

（五）太阳能集热器型号

集热器类型：平板型太阳能集热器；

集热器总面积：2.4 m²，采光面积：2.25 m²；

平均集热效率：45%；

太阳能保证率：30%；

管道及贮水箱热损失率：10%。

一、工作要求

（一）采暖负荷计算；

（二）热水负荷计算；

(三) 太阳能集热器面积计算及数量、倾角的确定;

(四) 用 AUTOCAD 绘出太阳能供热采暖系统原理图。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：机房		工位数：30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	电脑	1 台	
	《太阳能供热采暖工程应用技术手册》	1 本	电子档也可
	草稿纸	2 张	
	答题纸	1 张	
软件环境	安装有 AUTOCAD、计算器	1	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准 (应包含技能与素养要求, 其中素养要求分值原则上不超过 20%)

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	15	安全、文明操作, 具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位; 正常关闭设备电源, 符合“工作与职业操守要求”的内容, 按顺序退出考场。 违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
设计规范	10	采暖负荷计算	
	15	热水负荷计算	
	25	太阳能集热器面积计算及数量、安装倾角	
技术图纸	35	图纸规范、系统设计合理、标注清晰。每错一处扣 2 分, 每漏一处扣 5 分。不规范扣 5 分。	

2-2: 内蒙古伊金霍洛旗某小区季节蓄热太阳能供热采暖系统设计

一、任务描述

某企业承接内蒙古伊金霍洛旗（39°34′）某小区间接式季节蓄热太阳能供热采暖系统设计，客户要求企业为其提供太阳能集热器面积及集热器连接示意图。伊金霍洛旗某小区基本参数如下：

（一）概况

伊金霍洛旗某小区共有住宅楼 34 栋，总建筑面积为 16.3 万 m²，每栋住户为 72 户，每户平均居住人数为 3.5 人，辅助热源为燃煤锅炉房，采暖系统末端为低温热水地板辐射采暖。集热器安装在地面上，换热器传热系数取 0.4kW/(m²·℃)。

（二）气象参数

水平面年平均日太阳辐照量：15.438MJ/(m²·d)，当地纬度倾角平面年平均日太阳辐照量：17.973MJ/(m²·d)；

12 月当地水平面月平均日太阳辐照量：8.839MJ/(m²·d)，当地纬度倾角平面月平均日太阳辐照量：16.991MJ/(m²·d)；

年平均每日的日照小时数：8.7h，12 月的月平均每日的日照小时数：7.1h；

采暖期天数：176 天。

（三）采暖系统设计参数

根据《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ26-2010 的规定，本小区建筑耗热量指标为 14.2W/m²。

（四）热水系统设计参数

热水用水定额：40L/(人·d)；热水设计温度：55℃；冷水设计温度：10℃。

（五）太阳能集热器型号

集热器类型：热管式真空管型太阳能集热器；

集热器规格：1950mm×1800mm；

集热器总面积：3.51 m²，采光面积：2.42 m²；

平均集热效率：45%；

集热器总热损系数：1.575W/(m²·℃)；

太阳能保证率：40%；

管道及贮水箱热损失率：10%。

二、工作要求

- (一) 采暖负荷计算；
- (二) 热水负荷计算；
- (三) 太阳能集热器面积计算及数量、倾角的确定；
- (四) 用 AUTOCAD 绘出太阳能集热器连接示意图。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：机房		工位数：30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	电脑	1 台	
	《太阳能供热采暖工程应用技术手册》	1 本	电子档也可
	草稿纸	2 张	
	答题纸	1 张	
软件环境	安装有 AUTOCAD、计算器	1	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	15	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；正常关闭设备电源，符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
设计规范	10	采暖负荷计算	
	15	热水负荷计算	
	40	太阳能集热器面积计算及数量、安装倾角	
技术图纸	20	图纸规范、系统设计合理、标注清晰。每错一处扣 2 分，每漏一处扣 5 分。不规范扣 5 分。	

2-3: 青海西宁某小区某栋多层住宅太阳能短期蓄热供热采暖系统设计

一、任务描述

某企业承接青海西宁某小区某栋多层住宅间接式太阳能短期蓄热供热采暖系统设计，客户要求企业为其提供太阳能集热器面积及集热器连接示意图。西宁某小区基本参数如下：

(一) 概况

西宁（纬度为 $36^{\circ}37'$ ）某小区某栋多层住宅，总建筑面积为 4000m^2 ，三个单元，每个单元 12 户，总户数 36 户，每户平均居住人数为 3.5 人，辅助热源为燃气，采暖系统末端为低温热水地板辐射采暖。集热器安装在屋顶上，换热器传热系数取 $0.4\text{kW}/(\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C})$ 。

(二) 气象参数

水平面年平均日太阳辐照量： $15.636\text{MJ}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ，当地纬度倾角平面年平均日太阳辐照量： $17.336\text{MJ}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ；

12 月当地水平面月平均日太阳辐照量： $10.105\text{MJ}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ，当地纬度倾角平面月平均日太阳辐照量： $16.816\text{MJ}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ ；

年平均每日的日照小时数： 7.6h ；

12 月的月平均每日的日照小时数： 6.7h 。

(三) 采暖系统设计参数

根据《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ26-2010 的规定，本小区建筑耗热量指标为 $13.3\text{W}/\text{m}^2$ 。

(四) 热水系统设计参数

热水用水定额： $60\text{L}/(\text{人}\cdot\text{d})$ ；热水设计温度： 55°C ；冷水设计温度： 10°C 。

(五) 太阳能集热器型号

集热器类型：U 形管真空管型太阳能集热器；

集热器总面积： 2.29m^2 ，采光面积： 1.62m^2 ；

平均集热效率： 35% ；

集热器总热损系数： $1.667\text{W}/(\text{m}^2\cdot^{\circ}\text{C})$ ；

太阳能保证率： 35% ；

管道及贮水箱热损失率： 10% 。

二、工作要求

- (一) 采暖负荷计算；
- (二) 热水负荷计算；
- (三) 太阳能集热器面积计算及数量、倾角的确定；
- (四) 用 AUTOCAD 画出太阳能集热器连接示意图。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：机房		工位数：30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	电脑	1 台	
	《太阳能供热采暖工程应用技术手册》	1 本	电子档也可
	草稿纸	2 张	
	答题纸	1 张	
软件环境	安装有 AUTOCAD、计算器	1	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	15	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；正常关闭设备电源，符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
设计规范	10	采暖负荷计算	
	15	热水负荷计算	
	40	太阳能集热器面积计算及数量、安装倾角	
技术图纸	20	图纸规范、系统设计合理、标注清晰。每错一处扣 2 分，每漏一处扣 5 分。不规范扣 5 分。	

2-4: 甘肃兰州某住宅太阳能短期蓄热供热采暖系统设计

一、任务描述

某企业承接甘肃兰州某住宅直接式太阳能短期蓄热供热采暖系统设计,客户要求企业为其提供太阳能集热器面积、太阳能供热采暖系统原理图。兰州某住宅基本参数如下:

(一) 概况

兰州(纬度为 $36^{\circ}03'$)某住宅建筑面积为 150.38 m^2 ,朝向正南,平屋顶。住宅居住人数5人,辅助热源为电加热,采暖系统末端为低温热水地板辐射采暖。

(二) 气象参数

水平面年平均日太阳辐照量: $14.322\text{ MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$,当地纬度倾角平面年平均日太阳辐照量: $15.135\text{ MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$;

12月当地水平面月平均日太阳辐照量: $7.326\text{ MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$,当地纬度倾角平面月平均日太阳辐照量: $10.696\text{ MJ}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$ 。

(三) 采暖系统设计参数

根据《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ26-2010的规定,本住宅建筑耗热量指标为 $16.5\text{ W}/\text{m}^2$ 。

(四) 热水系统设计参数

热水用水定额: $50\text{ L}/(\text{人} \cdot \text{d})$;热水设计温度: 60°C ;冷水设计温度: 10°C 。

(五) 太阳能集热器型号

集热器类型:全玻璃真空管型太阳能集热器;

集热器总面积: 3.51 m^2 ,采光面积: 2.42 m^2 ;

平均集热效率:45%;

太阳能保证率:50%;

管道及贮水箱热损失率:10%。

二、工作要求

(一) 采暖负荷计算;

(二) 热水负荷计算;

(三) 太阳能集热器面积计算及数量、倾角的确定;

(四) 用 AUTOCAD 画出太阳能供热采暖系统原理图。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：机房		工位数：30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	电脑	1 台	
	《太阳能供热采暖工程应用技术手册》	1 本	电子档也可
	草稿纸	2 张	
	答题纸	1 张	
软件环境	安装有 AUTOCAD、计算器	1	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	15	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；正常关闭设备电源，符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
设计规范	10	采暖负荷计算	
	15	热水负荷计算	
	25	太阳能集热器面积计算及数量、安装倾角	
技术图纸	35	图纸规范、系统设计合理、标注清晰。每错一处扣 2 分，每漏一处扣 5 分。不规范扣 5 分。	

2-5: 湖南长沙某医院太阳能热水系统设计

一、任务描述

某企业承接湖南长沙某医院太阳能直接式热水系统设计,客户要求企业为其提供太阳能集热器面积、燃气耗量以及太阳能热水系统原理图。长沙某医院基本参数如下:

(一) 概况

长沙(纬度为 $28^{\circ}14'$)某医院日用热水量8吨,全日提供生活热水,共有床位数100,热水用水定额 $60\text{L}/(\text{床位}\cdot\text{d})$;辅助热源为天然气,发热量为 $35000\text{kJ}/\text{m}^3$ 。

(二) 气象参数

水平面年平均日太阳辐照量: $10.882\text{MJ}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$,当地纬度倾角平面年平均日太阳辐照量: $11.061\text{MJ}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$;

12月当地水平面月平均日太阳辐照量: $6.811\text{MJ}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$,当地纬度倾角平面月平均日太阳辐照量: $8.712\text{MJ}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$;

年平均每日的日照小时数:6.7h;

(三) 热水系统设计参数

热水温度: 55°C ;冷水初始温度: 15°C ;热水小时变化系数:3,太阳能保证率:40%,管道及贮水箱热损失率:15%,热损失系数:1.12。

(四) 太阳能集热器型号

集热器类型:平板型太阳能集热器;

集热器总面积: 2.4m^2 ,采光面积: 2.25m^2 ;

平均集热效率:45%。

二、工作要求

(一) 系统日耗热量计算;

(二) 太阳能集热器面积计算及数量、倾角的确定;

(三) 燃气耗量计算;

(四) 用 AUTOCAD 画出太阳能热水系统原理图。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：机房		工位数：30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	电脑	1 台	
	《民用建筑太阳能热水系统工程技术手册》 GB50015-2019 《建筑给水排水设计标准》	各 1 本	电子档也可
	草稿纸	2 张	
	答题纸	1 张	
软件环境	安装有 AUTOCAD、计算器	1	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	15	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；正常关闭设备电源，符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。 违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
设计规范	10	热水负荷计算	
	25	集热器面积计算及数量、倾角的确定	
	15	燃气耗量计算	
技术图纸	35	图纸规范、系统设计合理、标注清晰。每错一处扣 2 分，每漏一处扣 5 分。不规范扣 5 分。	

2-6: 湖南湘潭某宾馆太阳能热水系统设计

一、任务描述

某企业承接湖南湘潭某宾馆直接式太阳能热水系统设计,客户要求企业为其提供太阳能集热器面积、燃气耗量以及太阳能热水系统原理图。湘潭某宾馆基本参数如下:

(一) 概况

湘潭(纬度为 $27^{\circ}49'$)某宾馆日用热水量10吨,全日提供生活热水,共有床位数180,热水用水定额 $120\text{L}/(\text{床位}\cdot\text{d})$;辅助热源为天然气,发热量为 $35000\text{kJ}/\text{m}^3$ 。

(二) 气象参数

水平面年平均日太阳辐照量: $10.882\text{MJ}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$,当地纬度倾角平面年平均日太阳辐照量: $11.061\text{MJ}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$;

12月当地水平面月平均日太阳辐照量: $6.811\text{MJ}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$,当地纬度倾角平面月平均日太阳辐照量: $8.712\text{MJ}/(\text{m}^2\cdot\text{d})$;

年平均每日的日照小时数:6.7h;

(三) 热水系统设计参数

热水温度: 60°C ;冷水初始温度: 15°C ;热水小时变化系数:4,太阳能保证率:40%,管道及贮水箱热损失率:15%,热损失系数:1.12。

(四) 太阳能集热器型号

集热器类型:平板型太阳能集热器

集热器总面积: 2.4m^2 ,采光面积: 2.25m^2 。

平均集热效率:45%。

二、工作要求

(一) 系统日耗热量计算;

(二) 太阳能集热器面积计算及数量、倾角的确定;

(三) 燃气耗量计算;

(四) 用AUTOCAD画出太阳能热水系统原理图。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：机房		工位数：30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	电脑	1 台	
	《民用建筑太阳能热水系统工程技术手册》 GB50015-2019 《建筑给水排水设计标准》	各 1 本	电子档也可
	草稿纸	2 张	
	答题纸	1 张	
软件环境	安装有 AUTOCAD、计算器	1	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	15	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；正常关闭设备电源，符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。 违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
设计规范	10	热水负荷计算	
	25	集热器面积计算及数量、倾角的确定	
	15	燃气耗量计算	
技术图纸	35	图纸规范、系统设计合理、标注清晰。每错一处扣 2 分，每漏一处扣 5 分。不规范扣 5 分。	

2-7: 湘潭市某中学太阳能集热系统管网水力设计

一、任务描述

某光热企业拟在湘潭某中学宿舍楼兴建太阳能集中供热系统一套，该宿舍楼为6层建筑，每层楼31间宿舍。经初步设计，该太阳能供热系统采用间接式集热系统（集热器产生的热水经板式换热器与加热水箱内的水换热后，循环回流到集热器），宿舍楼日均耗热水量为32吨，设计热水温度55℃，冷水补水温度10℃，集热系统采用兴业太阳能2m×1m规格平板集热器，所需集热器总面积456 m²，共228块。太阳能运行原理图如图1所示。

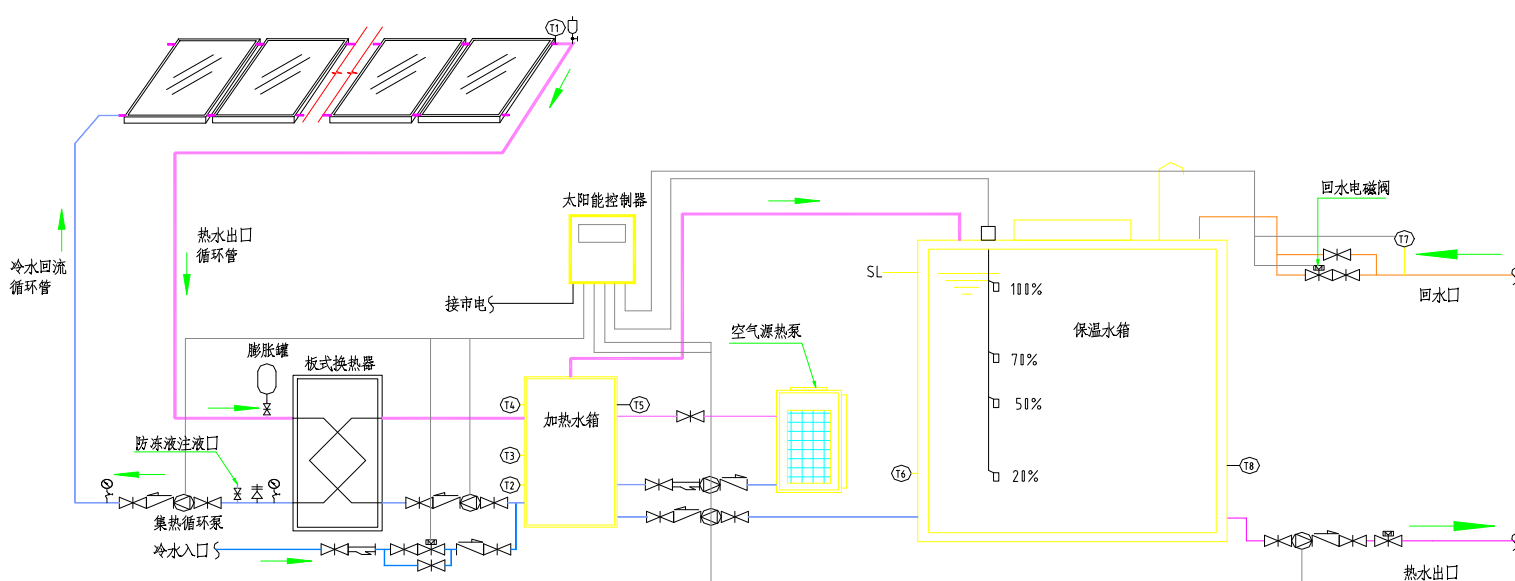


图1 太阳能供热系统运行原理图

集热器组采用串并联形式连接，按19块一串共12串，集热器某方阵一角连接形式如图2所示。

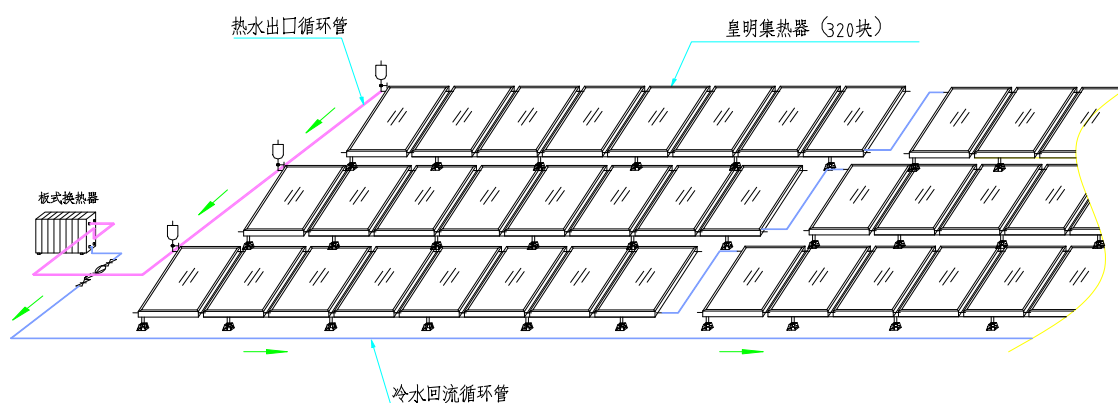


图2 集热器连接形式

根据宿舍楼屋顶情况，及集热系统初步平面布置图，集热器组与板式换热器均布置在屋顶，二者间的循环管线当量总长度约 245m。

同时，兴业太阳能平板集热器产品样本中，传热介质水在每块集热器内流动阻力方程为：

$$\Delta P = 0.00601x + 0.000031x^2$$

式中：x 为流经一块集热器的质量流量，kg/h； ΔP 为流动阻力损失，KPa。

二、工作要求

- (一) 根据设计规范计算集热系统的循环流量 Q；
- (二) 集热系统冷水回流循环管、热水出口循环管流速设计，并简述一般热水管网中流速设计原则；
- (三) 集热系统冷水回流循环管、热水出口循环管均采用无缝钢管，试设计计算其管径，并根据表 1 所示常用无缝钢管规格表选择合适的循环管规格；

表 1 常用无缝钢管规格表

公称尺寸	DN25	DN32	DN40	DN50	DN65	DN80	DN100	DN150
外径×壁厚	φ32×3	φ38×3	φ45×3	φ57×3	φ73×4	φ89×4.5	φ108×4.5	φ159×5

- (四) 集热系统总的流动阻力估算，传热介质水与管道内壁的流动摩擦系数 λ 按 0.02—0.03；

- (五) 简述泵的工作特性参数有哪些。

- (六) 确定循环泵选型所需的流量、扬程，为确保所选泵能满足需求，流量、扬程均按计算值的 1.1 倍考虑。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：普通教室		工位数：30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	桌椅	1 套	
	《太阳能供热采暖工程应用技术手册》	1 本	电子档也可
	草稿纸	2 张	
	答题纸	1 张	
软件环境	计算器	1	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	20	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
设计规范	15	集热系统循环流量计算	
	5	循环管路流速设计	
	5	热水管网中流速设计原则简答	
	15	循环管规格设计及选择	
	10	集热系统循环管阻力计算	
	10	集热系统集热器流动阻力计算	
	5	泵的工作特性参数简答	
	15	泵选型所需流量、扬程设计计算	

2-8: 某公司员工宿舍太阳能集热系统管网水力设计

一、任务描述

某光热企业拟在湘潭某公司员工宿舍楼兴建太阳能集中供热系统一套，该宿舍楼为6层建筑，每层楼45间宿舍。经初步设计，该太阳能供热系统采用间接式集热系统（集热器产生的热水经板式换热器与加热水箱内的水换热后，循环回流到集热器），宿舍楼日均耗热水量为35吨，设计热水温度55℃，冷水补水温度12℃，集热系统采用皇明太阳能2m×1m规格平板集热器，所需集热器总面积512m²，共256块。太阳能运行原理图如图1所示。

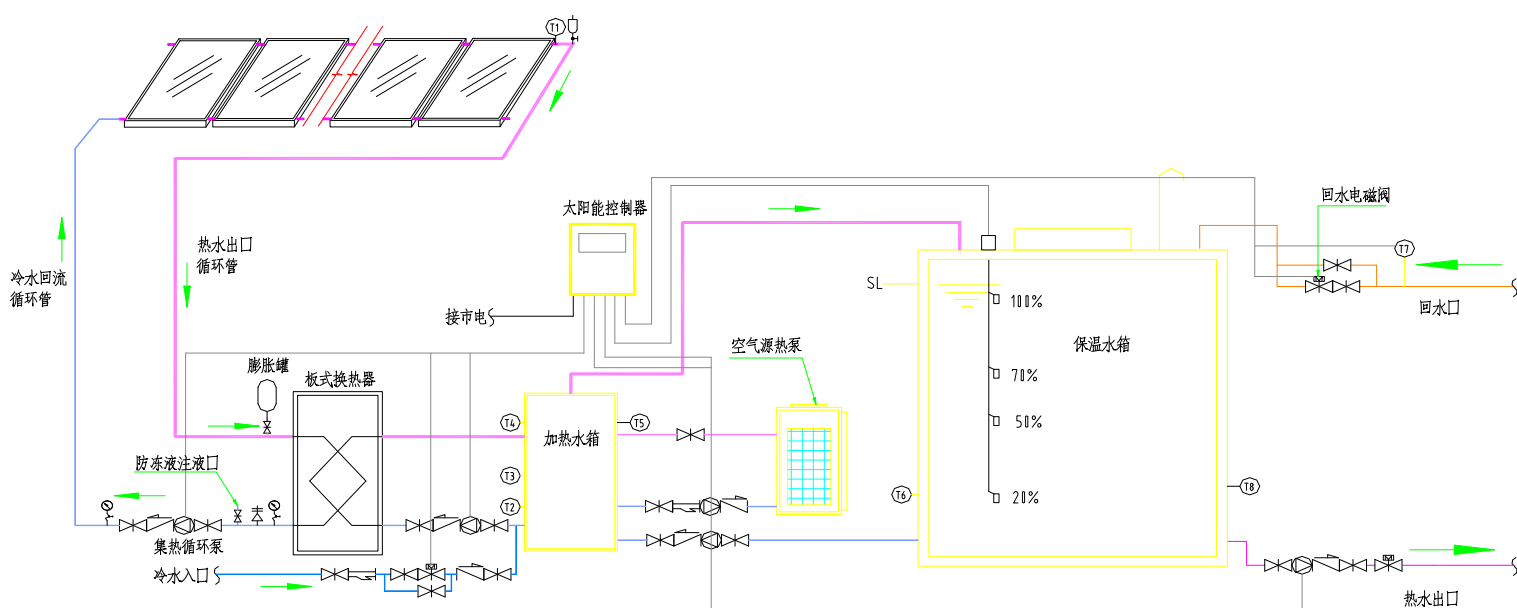


图1 太阳能供热系统运行原理图

集热器组采用串并联形式连接，按16块一串共16串，集热器某方阵一角连接形式如图2所示。

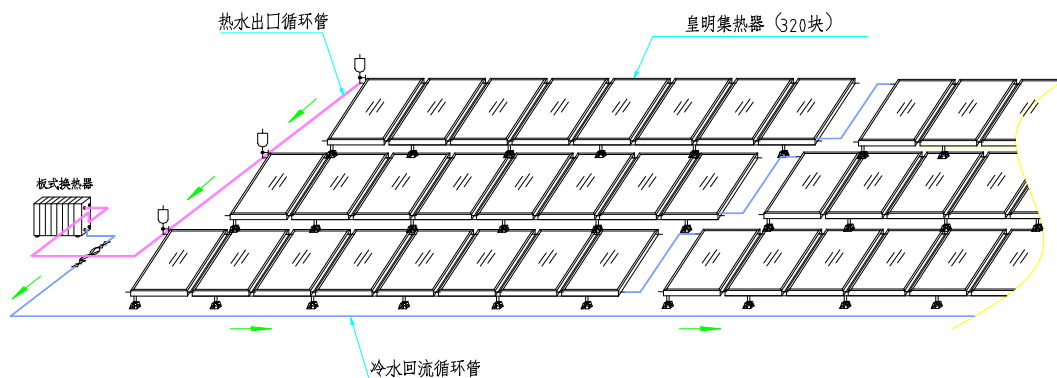


图2 集热器连接形式

根据员工宿舍楼屋顶情况，及集热系统初步平面布置图，集热器组与板式换热器均布置在屋顶，二者间的循环管线当量总长度约 340m。

同时，皇明太阳能平板集热器产品样本中，传热介质水在每块集热器内流动阻力方程为：

$$\Delta P = 0.0058x + 0.000032x^2$$

式中：x 为流经一块集热器的质量流量，kg/h； ΔP 为流动阻力损失，KPa。

二、工作要求

(一) 根据设计规范计算集热系统的循环流量 Q；

(二) 集热系统冷水回流循环管、热水出口循环管流速设计，并简述一般热水管网中流速设计原则；

(三) 集热系统冷水回流循环管、热水出口循环管均采用无缝钢管，试设计计算其管径，并根据表 1 所示常用无缝钢管规格表选择合适的循环管规格；

表 1 常用无缝钢管规格表

公称尺寸	DN32	DN40	DN50	DN65	DN80	DN100	DN125	DN150
外径×壁厚	φ38×3	φ45×3	φ57×3	φ73×4	φ89×4.5	φ108×4.5	φ133×5	φ159×5

(四) 集热系统总的流动阻力估算，传热介质水与管道内壁的流动摩擦系数 λ 按 0.02—0.03；

(五) 简述泵的工作特性参数有哪些。

(六) 确定循环泵选型所需的流量、扬程，为确保所选泵能满足需求，流量、扬程均按计算值的 1.1 倍考虑。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：普通教室		工位数：30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	桌椅	1 套	
	《太阳能供热采暖工程应用技术手册》	1 本	电子档也可
	草稿纸	2 张	
	答题纸	1 张	
软件环境	计算器	1	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	20	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
设计规范	15	集热系统循环流量计算	
	5	循环管路流速设计	
	5	热水管网中流速设计原则简答	
	15	循环管规格设计及选择	
	10	集热系统循环管阻力计算	
	10	集热系统集热器流动阻力计算	
	5	泵的工作特性参数简答	
	15	泵选型所需流量、扬程设计计算	

2-9: 长沙某养老院太阳能集热系统管网水力设计

一、任务描述

某光热企业拟在长沙某养老院宿舍楼兴建太阳能集中供热系统一套，该养老院共有宿舍楼三栋，每栋均为3层建筑，每层楼31间宿舍。经初步设计，该太阳能供热系统采用间接式集热系统（集热器产生的热水经板式换热器与加热水箱内的水换热后，循环回流到集热器），宿舍楼日均耗热水量为14吨，设计热水温度55℃，冷水补水温度10℃，集热系统采用兴业太阳能2m×1m规格平板集热器，所需集热器总面积240m²，共120块。太阳能运行原理图如图1所示。

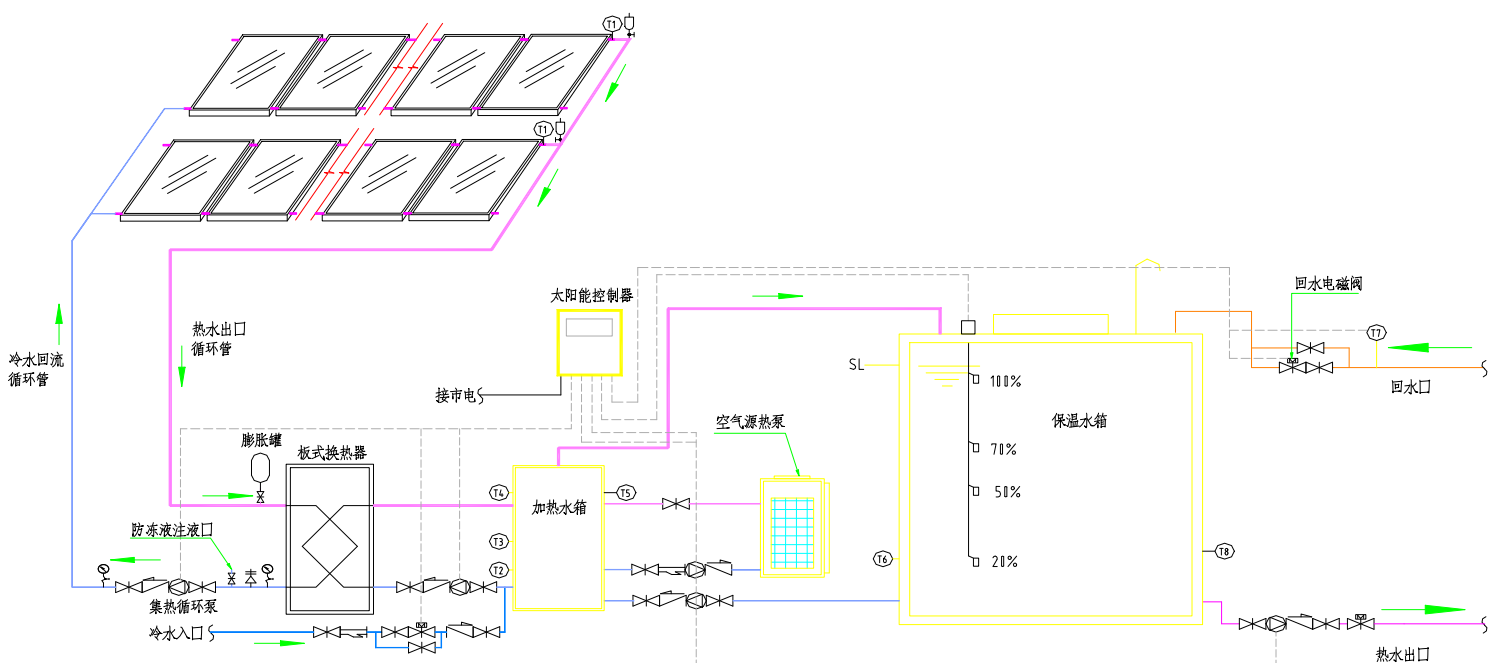


图1 太阳能供热系统运行原理图

集热器组采用串并联形式连接，按10块一串共12串，集热器某方阵一角连接形式如图2所示。

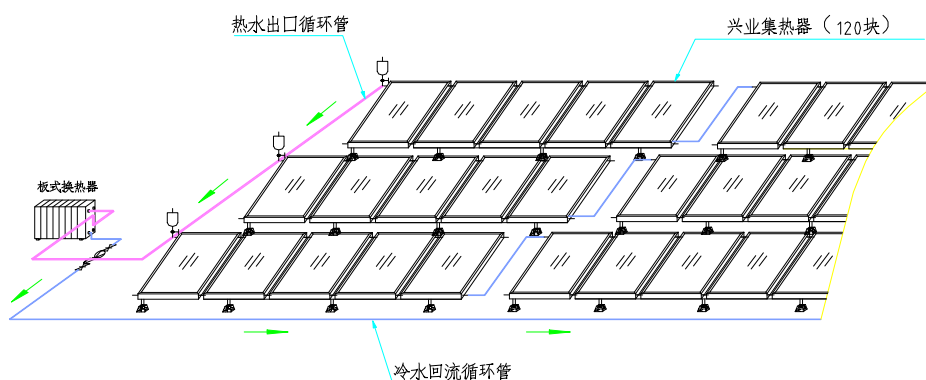


图2 集热器连接形式

根据养老院宿舍楼屋顶情况，及集热系统初步平面布置图，集热器组与板式换热器均布置在屋顶，二者间的循环管线当量总长度约 140m。

同时，兴业太阳能平板集热器产品样本中，传热介质水在每块集热器内流动阻力方程为：

$$\Delta P = 0.0074x + 0.000018x^2$$

式中：x 为流经一块集热器的质量流量，kg/h； ΔP 为流动阻力损失，KPa。

二、工作要求

(一) 根据设计规范计算集热系统的循环流量 Q；

(二) 集热系统冷水回流循环管、热水出口循环管流速设计，并简述一般热水管网中流速设计原则；

(三) 集热系统冷水回流循环管、热水出口循环管均采用无缝钢管，试设计计算其管径，并根据表 1 所示常用无缝钢管规格表选择合适的循环管规格；

表 1 常用无缝钢管规格表

公称尺寸	DN32	DN40	DN50	DN65	DN80	DN100	DN125	DN150
外径×壁厚	φ38×3	φ45×3	φ57×3	φ73×4	φ89×4.5	φ108×4.5	φ133×5	φ159×5

(四) 集热系统总的流动阻力估算，传热介质水与管道内壁的流动摩擦系数 λ 按 0.02—0.03；

(五) 简述泵的工作特性参数有哪些。

(六) 确定循环泵选型所需的流量、扬程，为确保所选泵能满足需求，流量、扬程均按计算值的 1.1 倍考虑。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：普通教室		工位数：30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	桌椅	1 套	
	《太阳能供热采暖工程应用技术手册》	1 本	电子档也可
	草稿纸	2 张	
	答题纸	1 张	
软件环境	计算器	1	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	20	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
设计规范	15	集热系统循环流量计算	
	5	循环管路流速设计	
	5	热水管网中流速设计原则简答	
	15	循环管规格设计及选择	
	10	集热系统循环管阻力计算	
	10	集热系统集热器流动阻力计算	
	5	泵的工作特性参数简答	
	15	泵选型所需流量、扬程设计计算	

2-10: 洛阳某老旧小区太阳能集中供暖系统管网水力设计

一、任务描述

某光热企业拟在洛阳某老旧小区提供太阳能集中供暖技术服务，现场勘查后，小区居民楼 2 栋，每栋 6 层、72 户，每栋总的建筑面积约 5000m²，屋顶形式为平屋顶，每栋楼楼顶可用面积约 550 m²。经初步设计核算，拟为每栋居民楼单独设置一套太阳能供暖系统，每栋楼供暖负荷 Q 为 220KW，辅助热源采用空气源热泵，太阳能供暖系统采用直接式集热、双水箱系统，设计供暖供水温度 65℃，供暖回水温度 45℃，集热系统冷水补水温度 12℃，供暖末端采用散热器系统形式。太阳能集热系统采用皇明太阳能 1.91m×1.2m 规格 U 型管真空管集热器，所需集热器总面积 458 m²，共 200 块。太阳能运行原理图如图 1 所示。

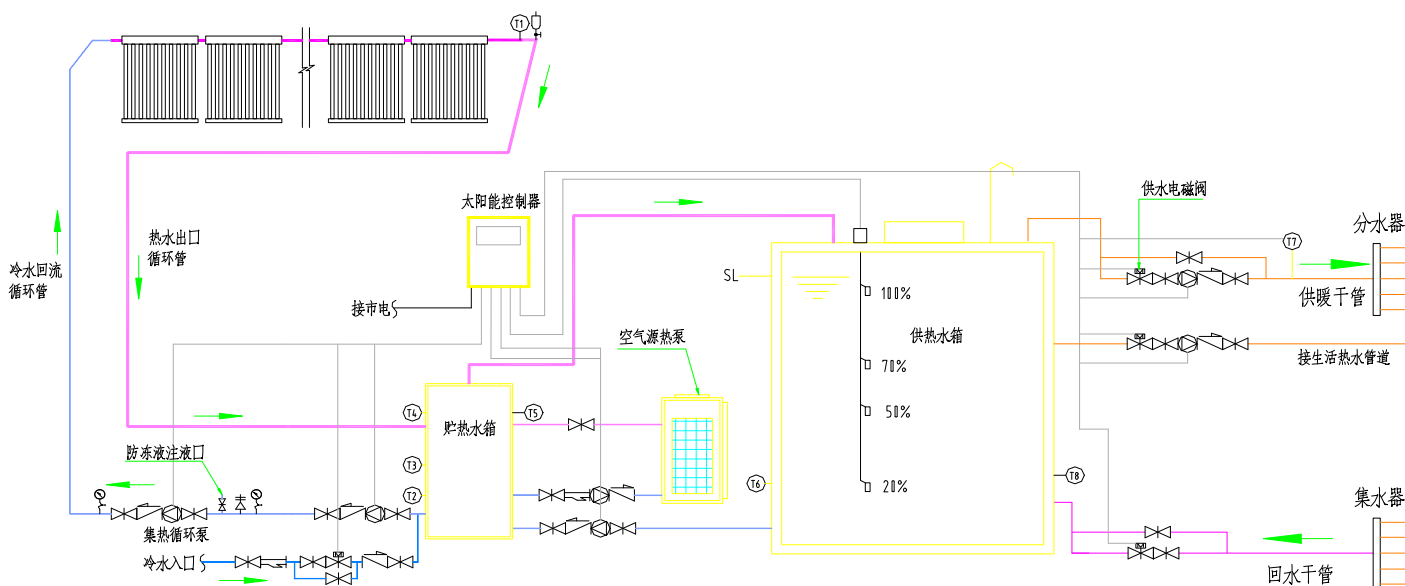


图 1 太阳能供暖系统运行原理图

集热器组采用串并联形式连接，按 10 块一串共 20 串，集热器某方阵一角连接形式如图 2 所示。

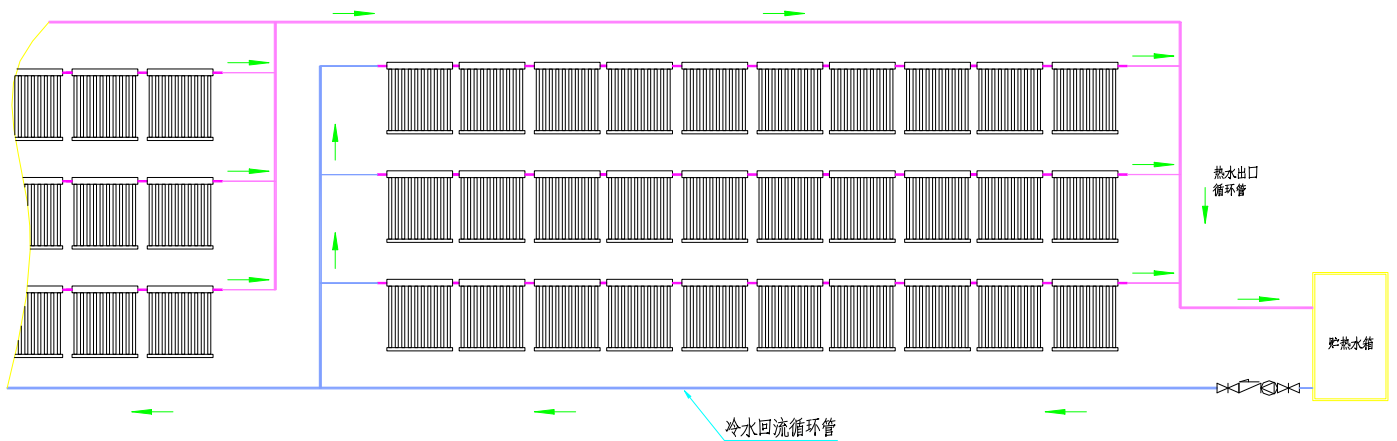


图 2 集热器连接形式

根据小区居民楼屋顶情况，及集热系统初步平面布置图，集热器阵列布置在屋顶，供热水箱及供热系统循环泵布置在地面、且与居民楼紧邻的新建机房内。从供热水箱引出的供暖系统冷水回流干管、供暖干管间流动系统当量总长度约 600m。

二、工作要求

- (一) 根据设计规范计算供暖系统的循环流量 Q ;
- (二) 供暖系统冷水回流干管、供暖干管流速设计，并简述一般热水管网中流速设计原则;
- (三) 供暖系统冷水回流干管、供暖干管均采用无缝钢管，试设计计算其管径，并根据表 1 所示常用无缝钢管规格表选择合适的循环管规格;

表 1 常用无缝钢管规格表

公称尺寸	DN32	DN40	DN50	DN65	DN80	DN100	DN125	DN150
外径×壁厚	φ 38×3	φ 45×3	φ 57×3	φ 73×4	φ 89×4.5	φ 108×4.5	φ 133×5	φ 159×5

- (四) 供暖系统总的流动阻力估算，传热介质水与管道内壁的流动摩擦系数 λ 按 0.02—0.03;
- (五) 简述泵的工作特性参数有哪些。
- (六) 确定循环泵选型所需的流量、扬程，为确保所选泵能满足需求，流量、扬程均按计算值的 1.1 倍考虑。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：普通教室		工位数：30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	桌椅	1 套	
	《太阳能供热采暖工程应用技术手册》	1 本	电子档也可
	草稿纸	2 张	
	答题纸	1 张	
软件环境	计算器	1	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	20	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
设计规范	15	集热系统循环流量计算	
	5	集热循环管路流速设计	
	10	热水管网中流速设计原则简答	
	20	集热循环管规格设计及选择	
	10	集热系统阻力计算	
	5	泵的工作特性参数简答	
	15	泵选型所需流量、扬程设计计算	

2-11：二连浩特某家属小区太阳能集中供暖系统管网水力设计

一、任务描述

某光热企业拟在二连浩特某家属小区提供太阳能集中供暖技术改造，现场勘查后，小区居民楼4栋，每栋6层、48户，每栋总的建筑面积约5800m²，屋顶形式为平屋顶，每栋楼楼顶可用面积约750m²。经初步设计核算，拟为每栋居民楼单独设置一套太阳能供暖系统，每栋楼供暖负荷Q为270KW，辅助热源采用空气源热泵，太阳能供暖系统采用直接式集热、双水箱系统，设计供暖供水温度65℃，供暖回水温度45℃，集热系统冷水补水温度10℃，供暖末端采用散热器系统形式。太阳能集热系统采用皇明太阳能1.95m×1.8m规格U型管真空管集热器，所需集热器总面积631.8m²，共180块。太阳能运行原理图如图1所示。

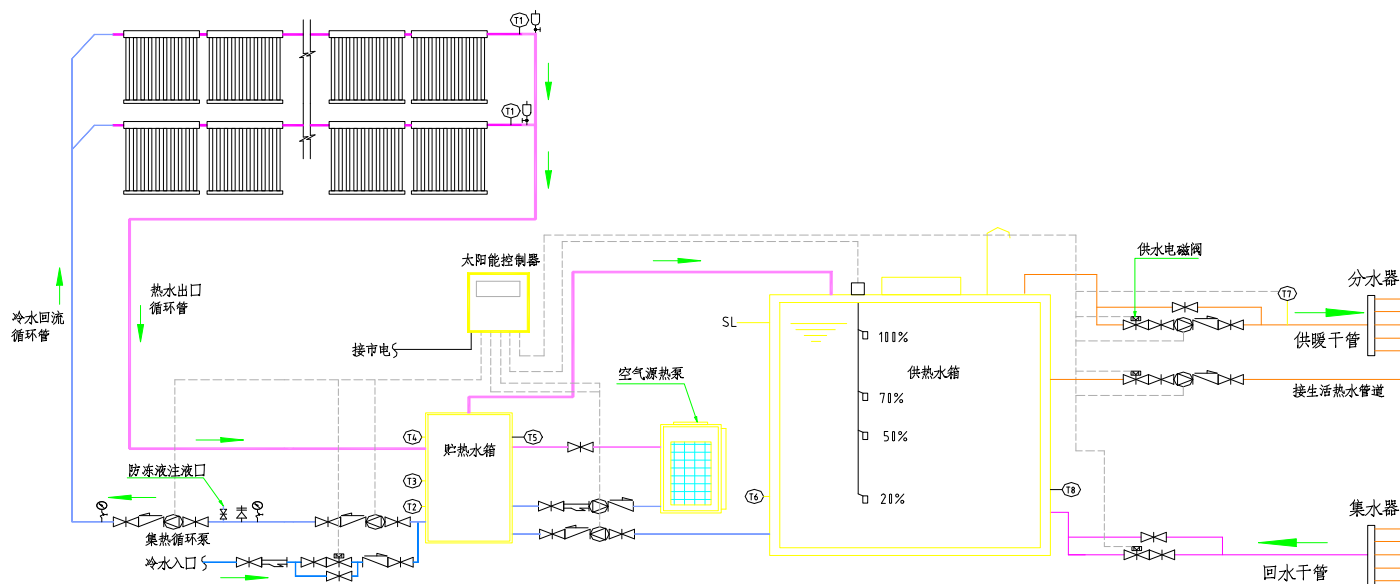


图1 太阳能供暖系统运行原理图

集热器组采用串并联形式连接，按10块一串共18串，集热器某方阵一角连接形式如图2所示。

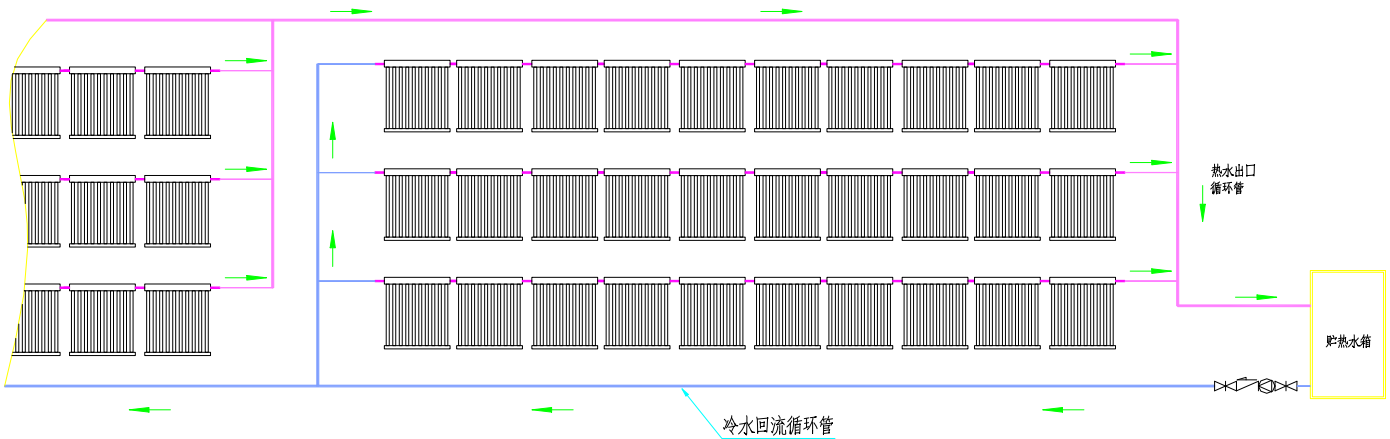


图2 集热器连接形式

根据小区居民楼屋顶情况，及集热系统初步平面布置图，集热器阵列布置在屋顶，供暖水箱及供暖系统循环泵布置在地面、且与居民楼紧邻的新建机房内。从供暖水箱引出的供暖系统冷水回流干管、供暖干管流动系统间当量总长度约 700m。

二、工作要求

(一) 根据设计规范计算供暖系统的循环流量 Q ;

(二) 供暖系统冷水回流干管、供暖干管流速设计，并简述一般热水管网中流速设计原则;

(三) 供暖系统冷水回流干管、供暖干管均采用无缝钢管，试设计计算其管径，并根据表 1 所示常用无缝钢管规格表选择合适的循环管规格;

表 1 常用无缝钢管规格表

公称尺寸	DN32	DN40	DN50	DN65	DN80	DN100	DN125	DN150
外径×壁厚	φ 38×3	φ 45×3	φ 57×3	φ 73×4	φ 89×4.5	φ 108×4.5	φ 133×5	φ 159×5

(四) 供暖系统总的流动阻力估算，传热介质水与管道内壁的流动摩擦系数 λ 按 0.02—0.03;

(五) 简述泵的工作特性参数有哪些。

(六) 确定循环泵选型所需的流量、扬程，为确保所选泵能满足需求，流量、扬程均按计算值的 1.1 倍考虑。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：普通教室		工位数：30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	桌椅	1 套	
	《太阳能供热采暖工程应用技术手册》	1 本	电子档也可
	草稿纸	2 张	
	答题纸	1 张	
软件环境	计算器	1	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	20	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
设计规范	15	供暖系统循环流量计算	
	5	供暖循环管路流速设计	
	10	热水管网中流速设计原则简答	
	20	供暖循环管规格设计及选择	
	10	供暖系统阻力计算	
	5	泵的工作特性参数简答	
	15	泵选型所需流量、扬程设计计算	

2-12: 额济纳旗某旧家属院太阳能集中供暖系统管网水力设计

一、任务描述

某光热企业拟在额济纳旗某旧家属院提供太阳能集中供暖技术改造，现场勘查后，小区居民楼 2 栋，每栋 5 层、40 户，每栋总的建筑面积约 4200m²，屋顶形式为平屋顶，每栋楼楼顶可用面积约 650 m²。经初步设计核算，拟为每栋居民楼单独设置一套太阳能供暖系统，每栋楼供暖负荷 Q 为 180KW，辅助热源采用空气源热泵，太阳能供暖系统采用直接式集热、双水箱系统，设计供暖供水温度 65℃，供暖回水温度 45℃，集热系统冷水补水温度 10℃，供暖末端采用散热器系统形式。太阳能集热系统采用皇明太阳能 1.91m×1.2m 规格 U 型管真空管集热器，所需集热器总面积 412.2 m²，共 180 块。太阳能运行原理图如图 1 所示。

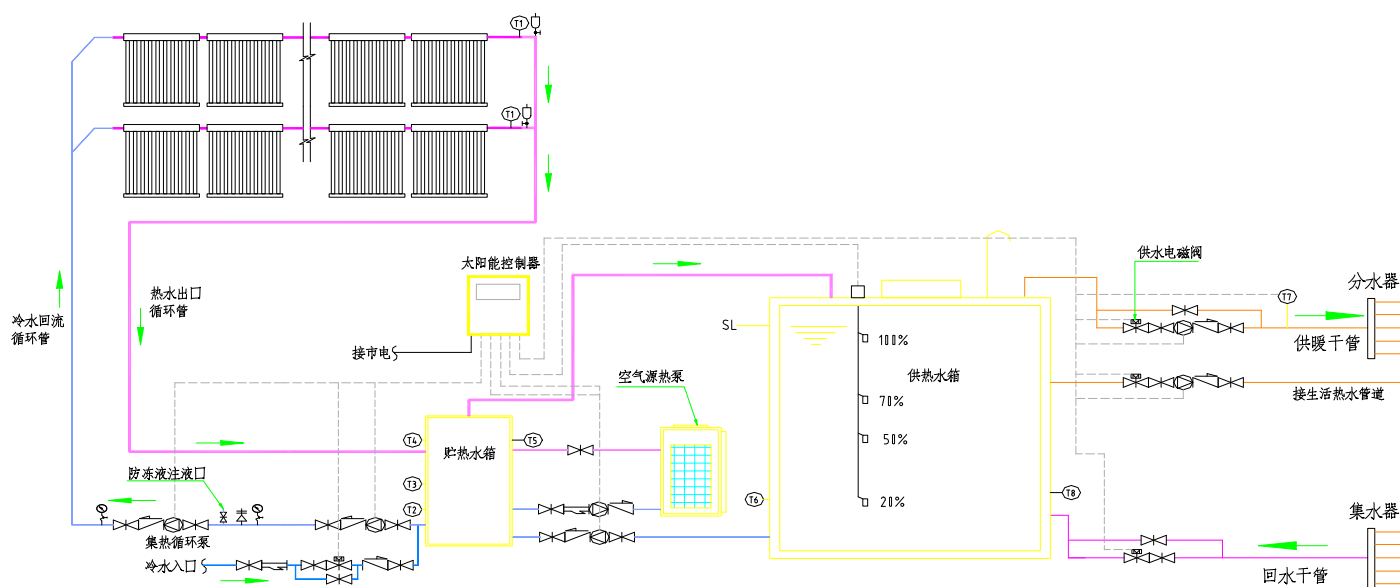


图 1 太阳能供暖系统运行原理图

集热器组采用串并联形式连接，按 9 块一串共 20 串，集热器某方阵一角连接形式如图 2 所示。

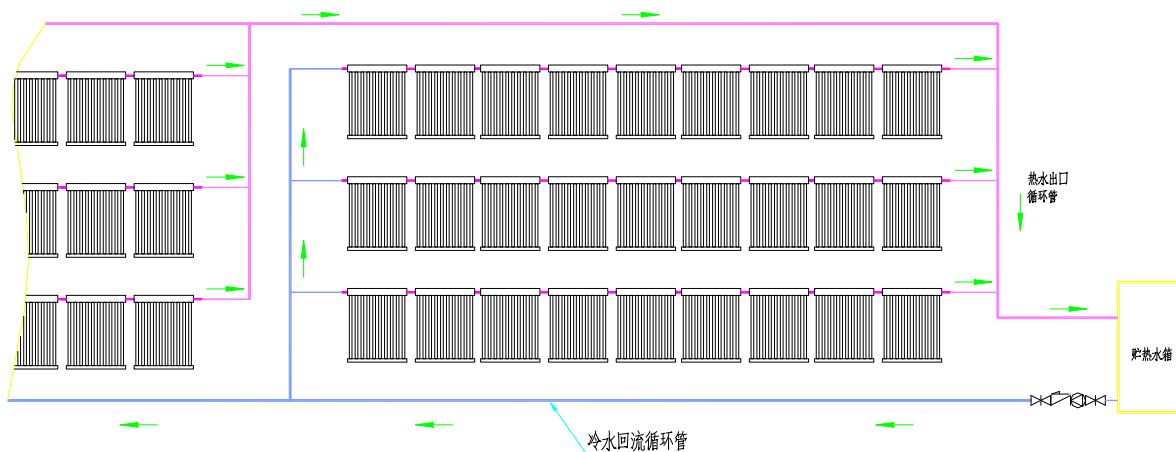


图 2 集热器连接形式

根据小区居民楼屋顶情况，及集热系统初步平面布置图，集热器阵列布置在屋顶，供暖水箱及供暖系统循环泵布置在地面、且与居民楼紧邻的新建机房内。从供暖水箱引出的供暖系统冷水回流干管、供暖干管流动系统间当量总长度约 500m。

二、工作要求

- (一) 根据设计规范计算供暖系统的循环流量 Q ;
- (二) 供暖系统冷水回流干管、供暖干管流速设计，并简述一般热水管网中流速设计原则;
- (三) 供暖系统冷水回流干管、供暖干管均采用无缝钢管，试设计计算其管径，并根据表 1 所示常用无缝钢管规格表选择合适的循环管规格;

表 1 常用无缝钢管规格表

公称尺寸	DN32	DN40	DN50	DN65	DN80	DN100	DN125	DN150
外径×壁厚	φ 38×3	φ 45×3	φ 57×3	φ 73×4	φ 89×4.5	φ 108×4.5	φ 133×5	φ 159×5

- (四) 供暖系统总的流动阻力估算，传热介质水与管道内壁的流动摩擦系数 λ 按 0.02—0.03;
- (五) 简述泵的工作特性参数有哪些。
- (六) 确定循环泵选型所需的流量、扬程，为确保所选泵能满足需求，流量、扬程均按计算值的 1.1 倍考虑。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：普通教室		工位数：30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	桌椅	1套	
	《太阳能供热采暖工程应用技术手册》	1本	电子档也可
	草稿纸	2张	
	答题纸	1张	
软件环境	计算器	1	

四、考核时量

120分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	20	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣5分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记0分
设计规范	15	供暖系统循环流量计算	
	5	供暖循环管路流速设计	
	10	热水管网中流速设计原则简答	
	20	供暖循环管规格设计及选择	
	10	供暖系统阻力计算	
	5	泵的工作特性参数简答	
	15	泵选型所需流量、扬程设计计算	

2-13: 湘潭市某酒店太阳能集中供热系统管道保温设计

一、任务描述

某光热企业拟在湘潭某企业员工宿舍兴建太阳能集中供热系统一套，该宿舍楼为6层建筑，每层楼45间宿舍。经初步设计，该太阳能供热系统采用间接式集热系统（集热器产生的热水经板式换热器与加热水箱内的水换热后，循环回流到集热器），辅助热源采用空气源热泵，宿舍楼日均耗热水量为40吨，设计热水温度55℃，冷水补水温度10℃，集热系统采用兴业太阳能2m×1m规格平板集热器，所需集热器总面积570m²，共285块。太阳能运行原理图如图1所示。

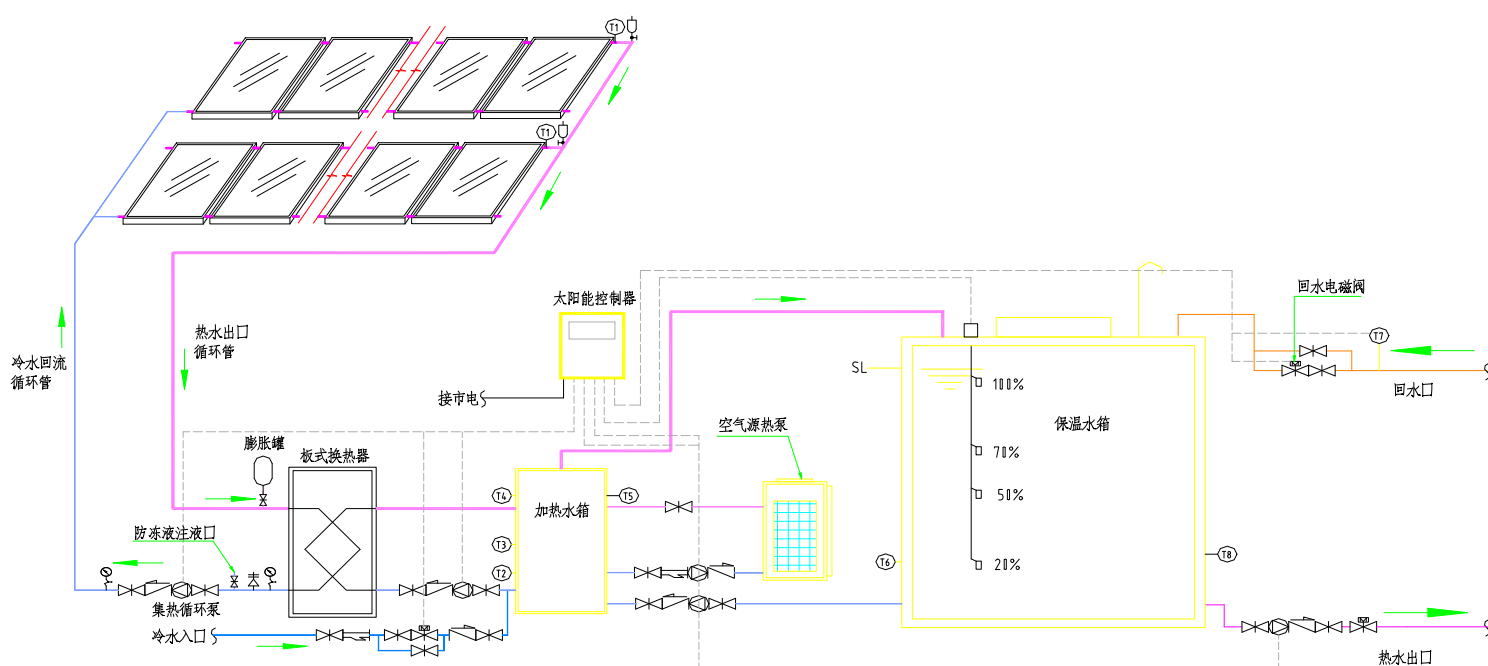


图1 太阳能供热系统运行原理图

集热器组采用串并联形式连接，按19块一串共15串，集热器某方阵一角连接形式如图2所示。

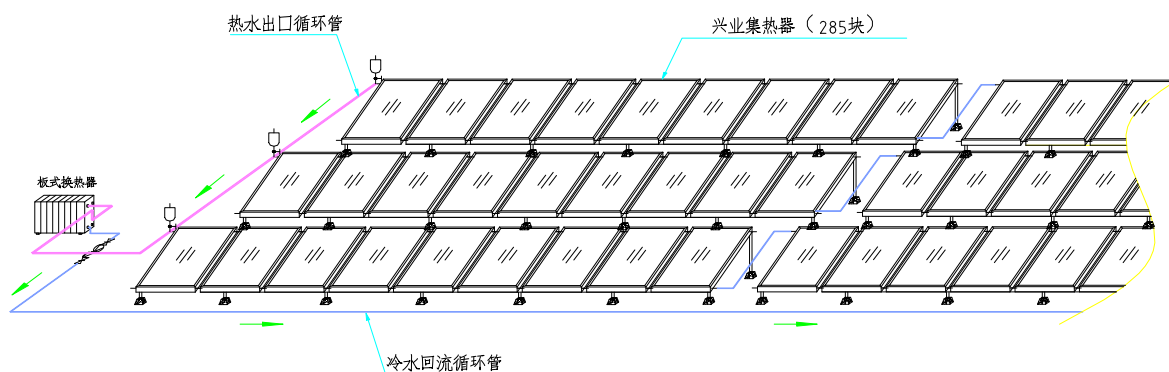


图2 集热器连接形式

根据酒店屋顶情况，及集热系统初步平面布置图，集热器组与板式换热器均布置在屋顶，二者间的循环管线总长度约 300m。

二、工作要求

- (一) 根据设计规范计算集热系统的循环流量 Q ;
- (二) 集热系统冷水回流循环管、热水出口循环管流速设计;
- (三) 集热系统冷水回流循环管、热水出口循环管均采用无缝钢管，试设计计算其管径，并根据表 1 所示常用无缝钢管规格表选择合适的循环管规格;

表 1 常用无缝钢管规格表

公称尺寸	DN32	DN40	DN50	DN65	DN80	DN100	DN125	DN150
外径×壁厚	φ 38×3	φ 45×3	φ 57×3	φ 73×4	φ 89×4.5	φ 108×4.5	φ 133×5	φ 159×5

(四) 管线保温层厚度设计计算：保温材料取复合硅酸盐毡制品，硅酸盐制品性能参数如表 2 所示；根据 GB50264-2013 《工业设备及管道绝热工程设计规范》，可得到太阳能供热采暖管道的热损设计允许值，具体如表 3 所示；

表 2 复合硅酸盐性能参数

材料名称		使用密度 (kg/m ³)	最高使用温度 (°C)	推荐使用温度 [T ₂](°C)	常用导热系数 λ ₀ (平均温度 T _m =70°C 时) [W/(m·K)]	导热系数参考方程 T _m 为平均温度(°C) [W/(m·K)]	抗压强度 (MPa)	要求
复合硅酸盐制品	涂料 (干态)	180~200	600	≤500	≤0.065	$\lambda = \lambda_0 + 0.00017(T_m - 70)$	—	应提供不含石棉的检测报告
	毡	60~80	550	≤450	≤0.043	$\lambda = \lambda_0 + 0.00015(T_m - 70)$	—	
		81~130	600	≤500	≤0.044		—	
	管壳	80~180	600	≤500	≤0.048	—	≥0.3	

表 3 保温后允许热损值 q

管道直径 DN/mm	流体温度/°C					注
	60	100	150	200	250	
15	46.1					1. 允许热损失单位 kJ/(h·m)； 2. 流体温度 60°C 值适用于热水管道
20	63.8					
25	83.7					
32	100.5					
40	104.7					
50	121.4	251.2	335.0	367.8		
70	150.7					
80	175.5					
100	226.1	355.9	460.55	544.3		
125	263.8					
150	322.4	439.6	565.2	690.8	816.4	
200	385.2	502.4	669.9	816.4	983.9	
设备面	-	418.7	544.3	628.1	753.6	允许热损失单位 kJ/(h·m)

(提示: 管线保温层厚度可按如下公式计算: $\delta = 3.14 \frac{d_w^{1.2} \lambda^{1.35} t^{1.75}}{q^{1.5}}$, 其中 λ 为保

温材料导热系数, $\text{kJ}/(\text{h}\cdot\text{m}\cdot^\circ\text{C})$ 。)

(五) 简述保温材料选择的一般原则。

(六) 从导热性能来说, 石棉是一种良好的绝热材料, 简述禁用其保温的原因。

(七) 简述保温层进水后对保温性能的影响。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地: 普通教室		工位数: 30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	桌椅	1 套	
	《太阳能供热采暖工程应用技术手册》	1 本	电子档也可
	草稿纸	2 张	
	答题纸	1 张	
软件环境	计算器	1	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准 (应包含技能与素养要求, 其中素养要求分值原则上不超过 20%)

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	20	安全、文明操作, 具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位; 符合“工作与职业操守要求”的内容, 按顺序退出考场。违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
设计规范	10	集热系统循环流量计算	
	5	循环管路流速设计	
	15	循环管规格设计及选择	
	5	材料导热系数单位换算	

	20	保温层厚度计算及圆整	
	10	保温材料选择一般原则（4点及以上满分）	
	5	保温材料石棉禁用原因	
	10	保温层进水后对保温性能的影响	

2-14: 开封市某居民小区太阳能集中供暖系统管道保温设计

一、任务描述

某光热企业拟在开封某居民小区兴建太阳能集中供暖系统一套，小区居民楼共 5 栋，每栋 6 层、36 户，每栋总的建筑面积约 4600m²。经初步设计核算，拟为每栋居民楼单独设置一套太阳能供暖系统，每栋楼供暖负荷 Q 为 245KW，辅助热源采用空气源热泵，设计供暖热水温度 65℃，供暖回水温度 45℃，集热系统冷水补水温度 10℃，太阳能集热系统采用四季沐歌太阳能 1.91m×1.2m 规格 U 型管真空管集热器，所需集热器总面积 549.6 m²，共 240 块。太阳能运行原理图如图 1 所示。

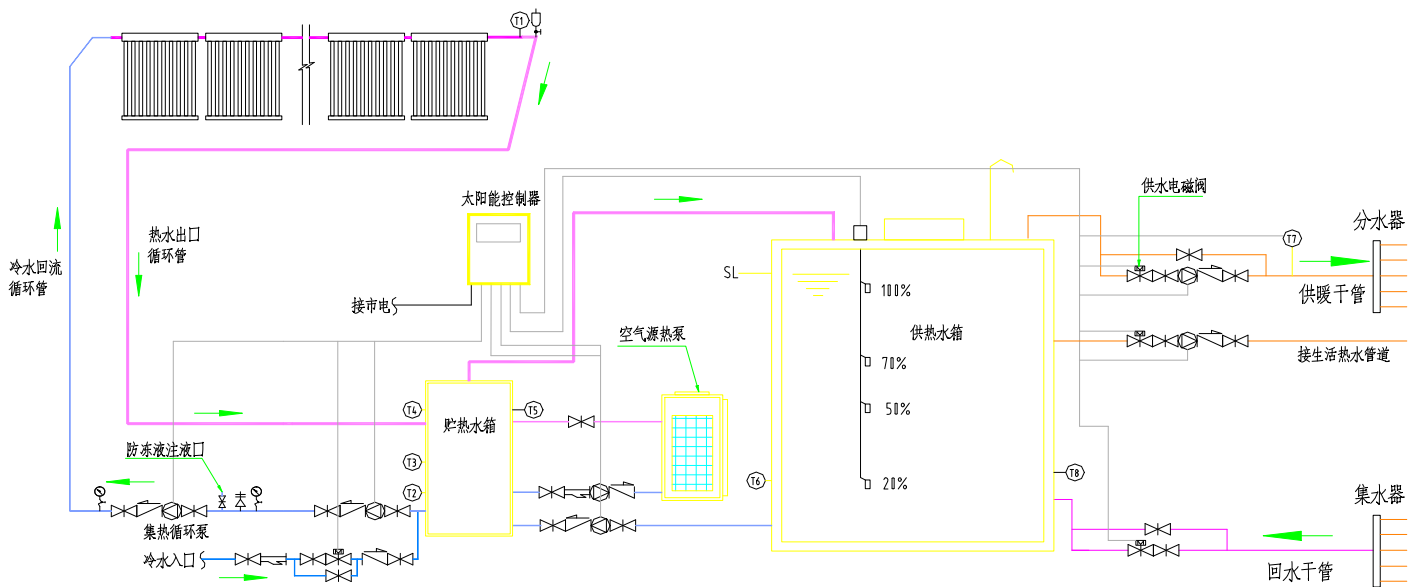


图 1 太阳能供热系统运行原理图

集热器组采用串并联形式连接，按 10 块一串共 24 串，集热器某方阵一角连接形式如图 2 所示。

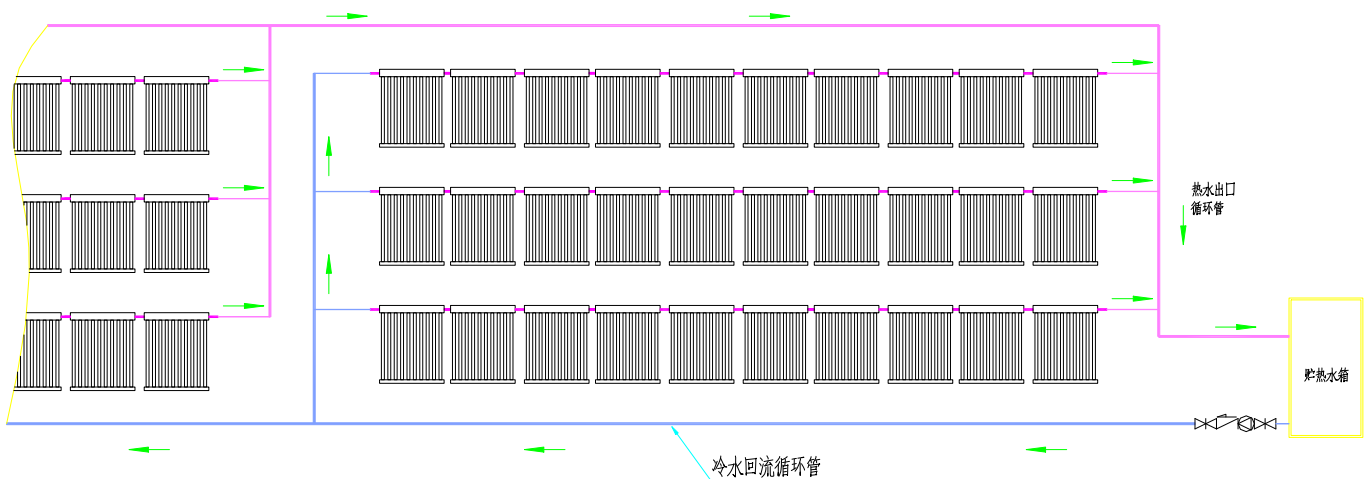


图 2 集热器连接形式

二、工作要求

- (一) 根据设计规范计算供暖系统的循环流量 Q ;
- (二) 供暖系统冷水回流干管、供暖干管流速设计;
- (三) 供暖系统冷水回流干管、供暖干管均采用无缝钢管, 试设计计算其管径, 并根据表 1 所示常用无缝钢管规格表选择合适的循环管规格;

表 1 常用无缝钢管规格表

公称尺寸	DN32	DN40	DN50	DN65	DN80	DN100	DN125	DN150
外径×壁厚	φ38×3	φ45×3	φ57×3	φ73×4	φ89×4.5	φ108×4.5	φ133×5	φ159×5

(四) 管线保温层厚度设计计算: 保温材料取玻璃棉制品, 玻璃棉制品性能参数如表 2 所示, 根据所提供表格参数, 本工程具体类型选表中红色方框选中的类型; 根据 GB50264-2013 《工业设备及管道绝热工程设计规范》, 可得到太阳能供热采暖管道的热损设计允许值, 具体如表 3 所示;

表 2 复合硅酸盐性能参数

序号	材料名称	使用密度 (kg/m ³)	最高使用温度 (°C)	推荐使用温度 [T ₂](°C)	常用导热系数 λ ₀ (平均温度 T _m =70°C 时) [W/(m·K)]	导热系数参考方程 T _m 为平均温度(°C) [W/(m·K)]
5	玻璃棉制品	24	400	≤300	≤0.047	λ = λ ₀ + 0.00017(T _m - 70) (-20°C ≤ T _m ≤ 220°C)
		32	400	≤300	≤0.044	
		40	450	≤350	≤0.042	
		48	450	≤350	≤0.041	
		64	450	≤350	≤0.040	

表 3 保温后允许热损值 q

管道直径 DN/mm	流体温度/°C					注
	60	100	150	200	250	
15	46.1					1. 允许热损失单位 kJ/(h·m); 2. 流体温度 60°C 值适用于热水管道
20	63.8					
25	83.7					
32	100.5					
40	104.7					
50	121.4	251.2	335.0	367.8		
70	150.7					
80	175.5					
100	226.1	355.9	460.55	544.3		
125	263.8					
150	322.4	439.6	565.2	690.8	816.4	
200	385.2	502.4	669.9	816.4	983.9	
设备面	-	418.7	544.3	628.1	753.6	允许热损失单位 kJ/(h·m)

(提示: 管线保温层厚度可按如下公式计算: $\delta = 3.14 \frac{d_w^{1.2} \lambda^{1.35} t^{1.75}}{q^{1.5}}$, 其中 λ 为保

温材料导热系数, $\text{kJ}/(\text{h}\cdot\text{m}\cdot^\circ\text{C})$ 。)

(五) 简述保温材料选择的一般原则。

(六) 从导热性能来说，石棉是一种良好的绝热材料，简述禁用其保温的原因。

(七) 简述保温层进水后对保温性能的影响。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：普通教室		工位数：30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	桌椅	1 套	
	《太阳能供热采暖工程应用技术手册》	1 本	电子档也可
	草稿纸	2 张	
	答题纸	1 张	
软件环境	计算器	1	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	20	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
设计规范	10	供暖系统循环流量计算	
	5	供暖系统循环管路流速设计	
	15	供暖系统循环管规格设计及选择	
	5	材料导热系数单位换算	
	20	保温层厚度计算及圆整	
	10	保温材料选择一般原则（4 点及以上满分）	
	5	保温材料石棉禁用原因	
	10	保温层进水后对保温性能的影响	

2-15: 昆明市某酒店太阳能集中供热系统管道保温设计

一、任务描述

某光热企业拟在昆明市某四星酒店兴建太阳能集中供热系统一套。经初步设计，该太阳能供热系统采用间接式集热系统（集热器产生的热水经板式换热器与加热水箱内的水换热后，循环回流到集热器）全天 24 小时供热，酒店日均耗热水量为 40 吨，设计热水温度 55℃，冷水补水温度 12℃，日均供热负荷 Q 为 85Kw，设计小时供热负荷 Q_h 为 240Kw。集热系统采用太阳雨太阳能 2m×1m 规格平板集热器，所需集热器总面积 576 m²，共 288 块。太阳能运行原理图如图 1 所示。

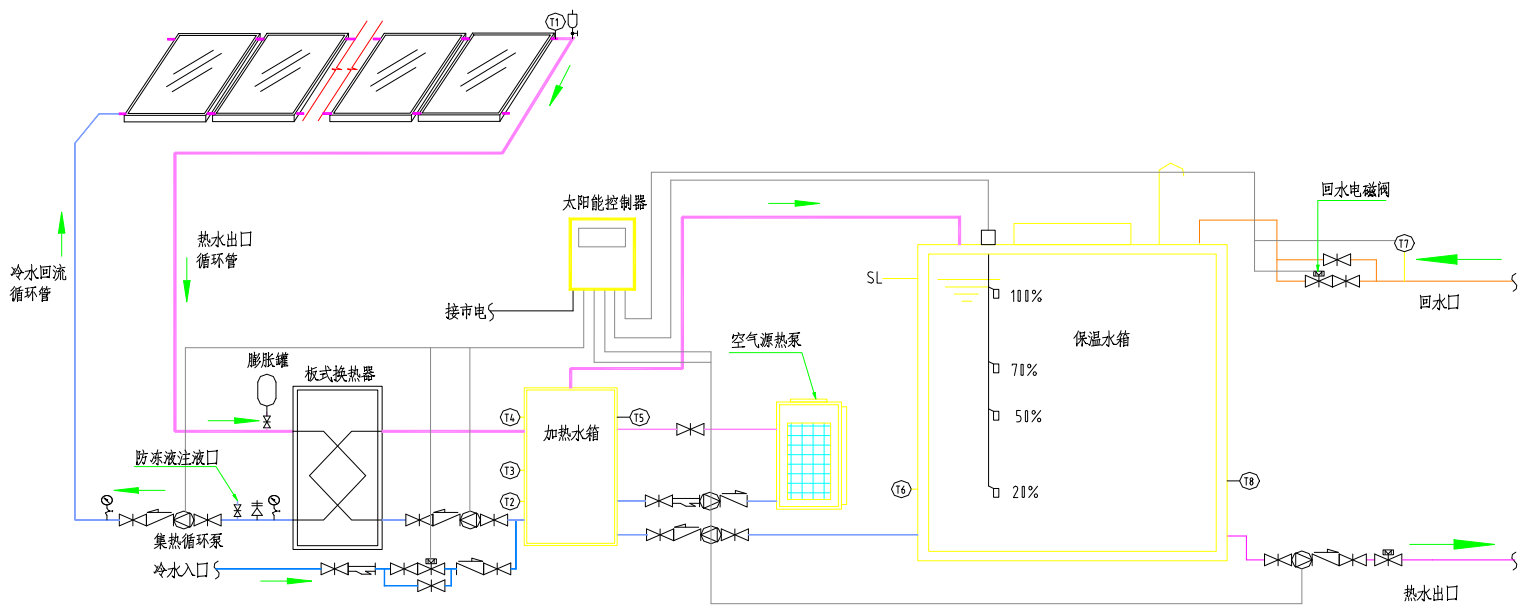


图 1 太阳能供热系统运行原理图

集热器组采用串并联形式连接，按 16 块一串共 18 串，集热器某方阵一角连接形式如图 2 所示。

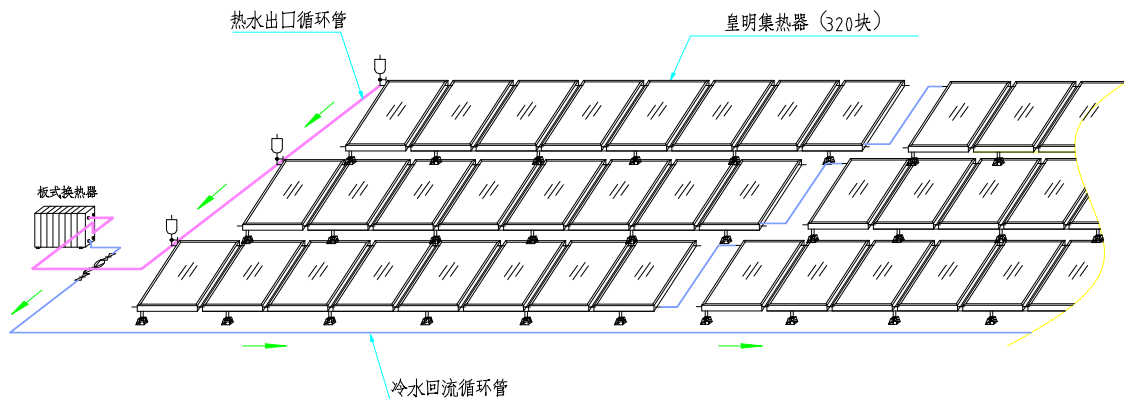


图 2 集热器连接形式

二、工作要求

- (一) 根据设计规范计算集热系统的循环流量 Q ;
- (二) 集热系统冷水回流循环管、热水出口循环管流速设计;
- (三) 集热系统冷水回流循环管、热水出口循环管均采用无缝钢管, 试设计计算其管径, 并根据表 1 所示常用无缝钢管规格表选择合适的循环管规格;

表 1 常用无缝钢管规格表

公称尺寸	DN32	DN40	DN50	DN65	DN80	DN100	DN125	DN150
外径×壁厚	φ 38×3	φ 45×3	φ 57×3	φ 73×4	φ 89×4.5	φ 108×4.5	φ 133×5	φ 159×5

- (四) 管线保温层厚度设计计算: 保温材料取复合硅酸盐毡制品, 硅酸盐制品性能参数如表 2 所示; 根据 GB50264-2013 《工业设备及管道绝热工程设计规范》, 可得到太阳能供热采暖管道的热损设计允许值, 具体如表 3 所示;

表 2 复合硅酸盐性能参数

材料名称		使用密度 (kg/m ³)	最高使用温度 (°C)	推荐使用温度 [T ₂](°C)	常用导热系数 λ ₀ (平均温度 T _m =70°C时) [W/(m·K)]	导热系数参考方程 T _m 为平均温度(°C) [W/(m·K)]	抗压强度 (MPa)	要求
复合硅酸盐制品	涂料	180~200 (干态)	600	≤500	≤0.065	λ=λ ₀ +0.00017(T _m -70)	—	应提供不含石棉的检测报告
	毡	60~80	550	≤450	≤0.043	λ=λ ₀ +0.00015(T _m -70)	—	
		81~130	600	≤500	≤0.044		—	
	管壳	80~180	600	≤500	≤0.048	—	≥0.3	

表 3 保温后允许热损值 q

管道直径 DN/mm	流体温度/°C				注		
	60	100	150	200			
15	46.1				1. 允许热损失单位 kJ/(h·m); 2. 流体温度 60°C 值 适用于热水管道		
20	63.8						
25	83.7						
32	100.5						
40	104.7						
50	121.4	251.2	335.0	367.8			
70	150.7						
80	175.5						
100	226.1	355.9	460.55	544.3			
125	263.8						
150	322.4	439.6	565.2	690.8		816.4	
200	385.2	502.4	669.9	816.4		983.9	
设备面	-	418.7	544.3	628.1		753.6	允许热损失单位 kJ/(h·m)

(提示: 管线保温层厚度可按如下公式计算: $\delta = 3.14 \frac{d_w^{1.2} \lambda^{1.35} t^{1.75}}{q^{1.5}}$, 其中 λ 为保

温材料导热系数, $\text{kJ}/(\text{h}\cdot\text{m}\cdot^\circ\text{C})$ 。)

(五) 简述保温材料选择的一般原则。

(六) 从导热性能来说，石棉是一种良好的绝热材料，简述禁用其保温的原因。

(七) 简述保温层进水后对保温性能的影响。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：普通教室		工位数：30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	桌椅	1 套	
	《太阳能供热采暖工程应用技术手册》	1 本	电子档也可
	草稿纸	2 张	
	答题纸	1 张	
软件环境	计算器	1	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	20	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
设计规范	10	集热系统循环流量计算	
	5	循环管路流速设计	
	15	循环管规格设计及选择	
	5	材料导热系数单位换算	
	20	保温层厚度计算及圆整	
	10	保温材料选择一般原则（4 点及以上满分）	
	5	保温材料石棉禁用原因	
	10	保温层进水后对保温性能的影响	

2-16: 武汉市某居民小区太阳能集中供暖系统管道保温设计

一、任务描述

某光热企业拟在武汉某居民小区兴建太阳能集中供暖系统一套，小区居民楼共 8 栋，每栋 6 层、60 户，每栋总的建筑面积约 7200m²。经初步设计核算，拟为每栋居民楼单独设置一套太阳能供暖系统，每栋楼供暖负荷 Q 为 360KW，辅助热源采用空气源热泵，设计供暖热水温度 65℃，供暖回水温度 45℃，集热系统冷水补水温度 10℃，太阳能集热系统采用力诺瑞特太阳能 1.95m×1.8m 规格 U 型管真空管集热器，所需集热器总面积 821.3 m²，共 234 块。太阳能运行原理图如图 1 所示。

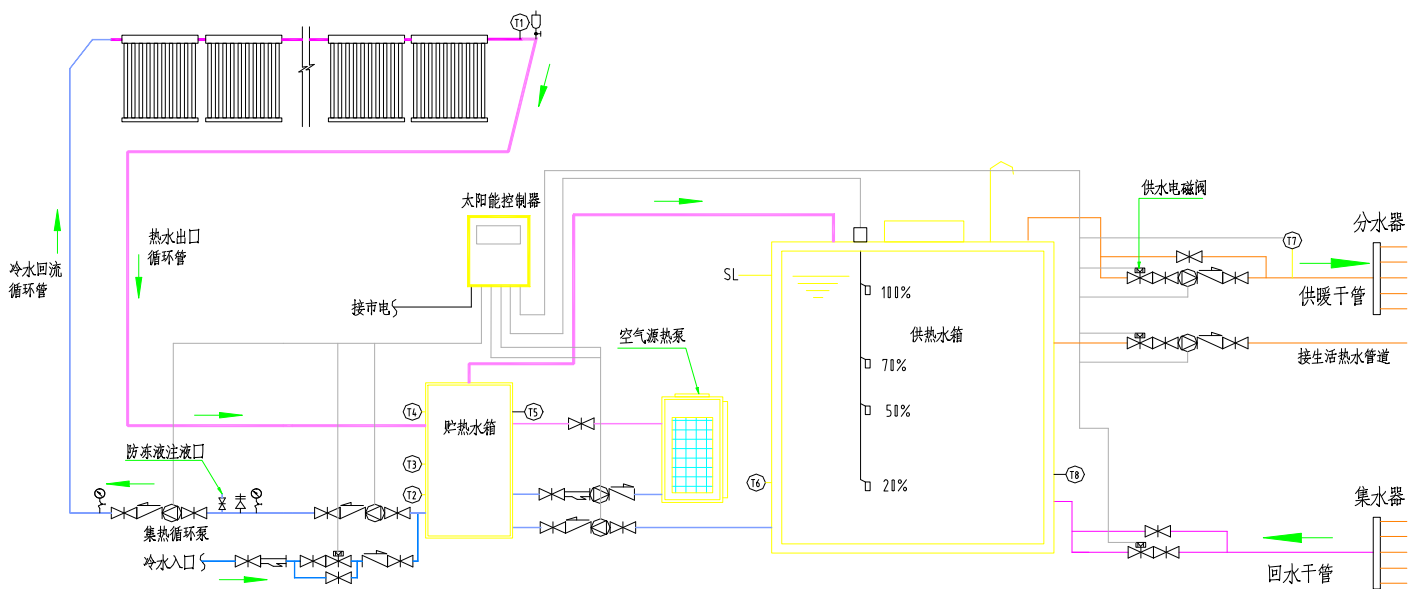


图 1 太阳能供热系统运行原理图

集热器组采用串并联形式连接，按 9 块一串共 26 串，集热器某方阵一角连接形式如图 2 所示。

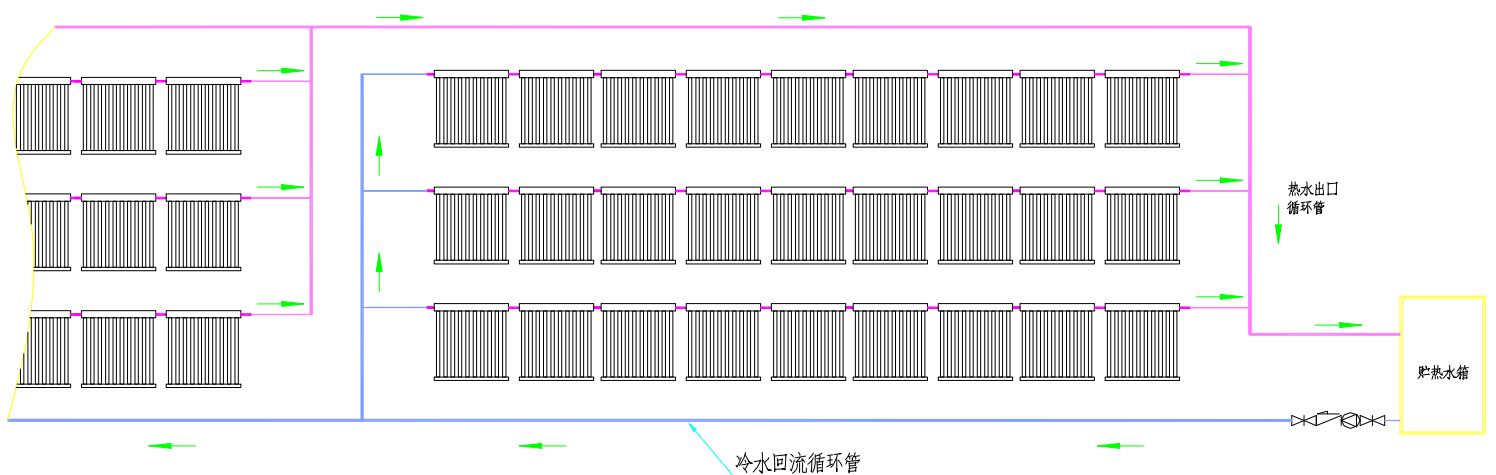


图 2 集热器连接形式

二、工作要求

- (一) 根据设计规范计算供暖系统的循环流量 Q ;
- (二) 供暖系统冷水回流干管、供暖干管流速设计;
- (三) 供暖系统冷水回流干管、供暖干管均采用无缝钢管, 试设计计算其管径, 并根据表 1 所示常用无缝钢管规格表选择合适的循环管规格;

表 1 常用无缝钢管规格表

公称尺寸	DN32	DN40	DN50	DN65	DN80	DN100	DN125	DN150
外径×壁厚	φ38×3	φ45×3	φ57×3	φ73×4	φ89×4.5	φ108×4.5	φ133×5	φ159×5

(四) 管线保温层厚度设计计算: 保温材料取岩棉制品, 岩棉制品性能参数如表 2 所示, 根据所提供表格参数, 本工程具体类型选表中红色方框选中的类型; 根据 GB50264-2013《工业设备及管道绝热工程设计规范》, 可得到太阳能供热采暖管道的热损设计允许值, 具体如表 3 所示;

表 2 复合硅酸盐性能参数

序号	材料名称	使用密度 (ρ) kg/m ³	最高使用温度 ℃	推荐使用温度 ℃	常用导热系数 λ_0 W/(m·K)	导热系数参考方程 W/(m·K)
	毡	60~100	500	≤400	≤0.044 (70℃时)	-20℃ ≤ t_m ≤ 100℃: 0.0337+0.000151 t_m 100℃ < t_m ≤ 600℃: 0.0395+4.71×10 ⁻⁵ × t_m +5.03×10 ⁻⁷ × t_m^2
	缝毡	80~130	650	≤550	≤0.043 (70℃时), $\lambda \leq 0.09$ ($t_m=350℃$)	20℃ ≤ t_m ≤ 100℃: 0.0337+0.000128 t_m 100℃ < t_m ≤ 600℃: 0.0407+2.52×10 ⁻⁵ × t_m +3.34×10 ⁻⁷ × t_m^2
3	岩棉制品	60~100	500	≤400	≤0.044 (70℃时)	-20℃ ≤ t_m ≤ 100℃: 0.0337+0.000151 t_m 100℃ < t_m ≤ 600℃: 0.0395+4.71×10 ⁻⁵ × t_m +5.03×10 ⁻⁷ × t_m^2

表 3 保温后允许热损值 q

管道直径 DN/mm	流体温度/℃					注
	60	100	150	200	250	
15	46.1					1. 允许热损失单位 kJ/(h·m); 2. 流体温度 60℃ 值 适用于热水管道
20	63.8					
25	83.7					
32	100.5					
40	104.7					
50	121.4	251.2	335.0	367.8		
70	150.7					
80	175.5					
100	226.1	355.9	460.55	544.3		
125	263.8					
150	322.4	439.6	565.2	690.8	816.4	
200	385.2	502.4	669.9	816.4	983.9	
设备面	-	418.7	544.3	628.1	753.6	允许热损失单位 kJ/(h·m)

(提示: 管线保温层厚度可按如下公式计算: $\delta = 3.14 \frac{d_w^{1.2} \lambda^{1.35} t^{1.75}}{q^{1.5}}$, 其中 λ 为保

温材料导热系数, $\text{kJ}/(\text{h}\cdot\text{m}\cdot^\circ\text{C})$ 。)

(五) 简述保温材料选择的一般原则。

(六) 从导热性能来说, 石棉是一种良好的绝热材料, 简述禁用其保温的原因。

(七) 简述保温层进水后对保温性能的影响。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地: 普通教室		工位数: 30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	桌椅	1 套	
	《太阳能供热采暖工程应用技术手册》	1 本	电子档也可
	草稿纸	2 张	
	答题纸	1 张	
软件环境	计算器	1	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准 (应包含技能与素养要求, 其中素养要求分值原则上不超过 20%)

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	20	安全、文明操作, 具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位; 符合“工作与职业操守要求”的内容, 按顺序退出考场。违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
设计规范	10	供暖系统循环流量计算	
	5	供暖系统循环管路流速设计	
	15	供暖系统循环管规格设计及选择	
	5	材料导热系数单位换算	

	20	保温层厚度计算及圆整	
	10	保温材料选择一般原则（4点及以上满分）	
	5	保温材料石棉禁用原因	
	10	保温层进水后对保温性能的影响	

三、太阳能检测控制及绘图模块

3-1: 平板集热器稳态效率检测试验设计与数据处理

一、任务描述

假定你是某平板集热器生产企业的技术员，现你所在的车间要求你完成某款平板集热器的室外稳态效率检测试验，并提供完成的检测报告。

所检测集热器规格为 2m×1m（总面积）。

二、工作要求

（一）根据平板集热器相应标准规范 GB/T 4217-2007《太阳能集热器热性能试验方法》，完成相应的平板集热器室外稳态效率检测试验设计（要求详细列明主要试验条件、试验步骤），并用 CAD 绘制相应的试验系统图。

（二）假定你参加了完整的试验过程，得到了如下试验数据，具体如表 1 所示，试根据相应的标准规范，拟合得到该型集热器的基于总面积的效率方程，完成相应的检测报告，检测报告模板按 GB/T 4217，具体见附件 1。

表 1 部分试验原始数据记录表

太阳辐照度 W/ m ²	工质流量 kg/m ² .S	工质入口温度 ℃	工质出口温度 ℃	环境温度 ℃
810	0.02	40.00	45.23	24.30
815		43.23	48.33	23.30
812		45.67	50.84	24.83
818		47.63	52.69	24.81
817		49.48	54.48	24.77
827		51.14	56.11	24.80

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：计算机机房		工位数：30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	桌椅	1 套	
	GB/T 4217-2007《太阳能集热器热性能试验方法》	1 本	电子档也可
	电子版检测报告模板	每人 1 份	
	草稿纸	2 张	
软件环境	AutoCAD	2007 及以上版本	

	办公软件 EXCEL	2010 及以上版本	
--	------------	------------	--

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	20	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
检测试验设计	6	试验条件至少 3 条，每条 2 分	
	10	试验关键注意事项，至少 3 条，每条 1 分； 试验主要测量的物理量，5 个以上记满分 5 分； 试验周期要求 2 分	
	10	试验系统 CAD 简图绘制，按闭式试验系统：试验系统内工质应能正常循环流动，包含被测集热器及主要检测仪表，尤其应注意每个仪表安装位置（每出现一个错误或漏洞扣 2 分，扣完为止）	
	4	试验系统典型技术要求（要求从管道布置、流量控制、工质温度调节等方面提，3 条以上满分）	
	5	图纸文字设置合适（字体、字高一般 5mm）、 图纸布局美观	
模拟试验数据处理	12	不同试验点处集热器效率值计算，2 分一个	
	12	不同试验点处集热器归一化温度计算，2 分一个	
	15	电子表格数据处理得到瞬时效率方程（散点图 7 分，趋势线及方程显示 8 分）	
	6	完整检测报告	

附件 1：集热器室外稳态效率检测报告

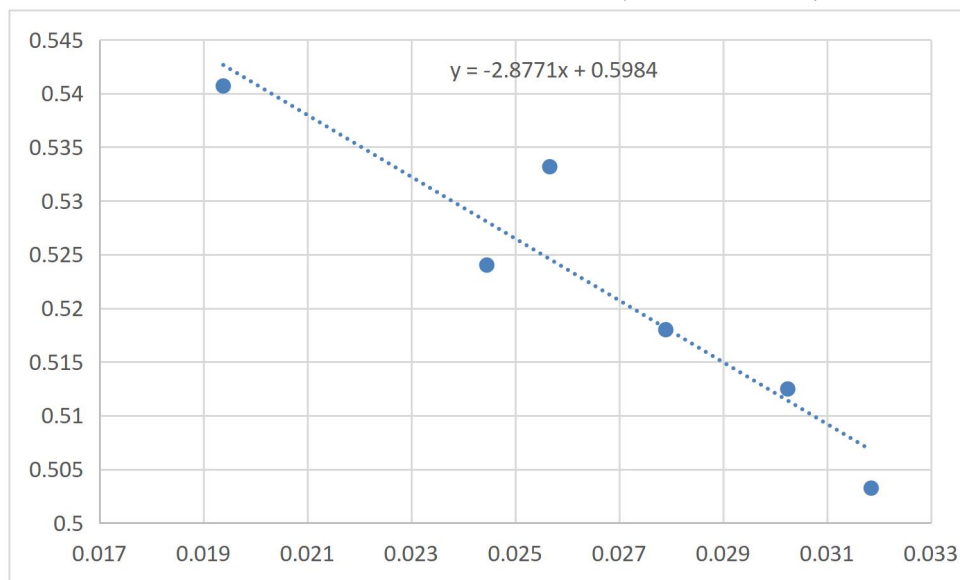
检 测 报 告

报告编号：（按个人学号）

共 1 页 第 1 页

样品编号：	（按日期）	检测地点：	太阳能光热综合实训室
检测项目：	瞬时效率曲线（基于总面积，进口温度）		

基于总面积 A_G ，进口温度 t_i 的瞬时效率曲线（线性拟合）



该集热器瞬时效率曲线方程为： $\eta_a = \eta_0 - UT_i^*$

式中：

$$T_i^* = (t_i - t_a) / G$$

t_i —工质进口温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

t_a —环境温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

G —集热器总面积上总日射辐照度， W/m^2 。

3-2: 平板集热器稳态效率检测试验设计与数据处理

一、任务描述

假定你是某平板集热器生产企业的技术员，现你所在的车间要求你完成某款平板集热器的室外稳态效率检测试验，并提供完成的检测报告。

所检测集热器规格为 2m×0.8m（总面积）。

二、工作要求

（一）根据平板集热器相应标准规范 GB/T 4217-2007《太阳能集热器热性能试验方法》，完成相应的平板集热器室外稳态效率检测试验设计（要求详细列明主要试验条件、试验步骤），并用 CAD 绘制相应的试验系统图。

（二）假定你参加了完整的试验过程，得到了如下试验数据，具体如表 1 所示，试根据相应的标准规范，拟合得到该型集热器的基于总面积的效率方程，完成相应的检测报告，检测报告模板按 GB/T 4217，具体见附件 1。

表 1 部分试验原始数据记录表

太阳辐照度 W/ m ²	工质流量 kg/m ² .S	工质入口温度 ℃	工质出口温度 ℃	环境温度 ℃
864	0.02	32.01	38.43	21.31
865		34.84	41.37	21.34
870		37.31	43.76	21.32
862		39.24	45.36	21.40
877		42.18	48.53	21.36
878		45.39	51.42	21.41

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：计算机机房	工位数：30
------------	--------

设施设备及软件要求

项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	桌椅	1 套	
	GB/T 4217-2007《太阳能集热器热性能试验方法》	1 本	电子档也可
	电子版检测报告模板	每人 1 份	
	草稿纸	2 张	
软件环境	AutoCAD	2007 及以上版本	
	办公软件 EXCEL	2010 及以上版本	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	20	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
检测试验设计	6	试验条件至少 3 条，每条 2 分	
	10	试验关键注意事项，至少 3 条，每条 1 分；试验主要测量的物理量，5 个以上记满分 5 分；试验周期要求 2 分	
	10	试验系统 CAD 简图绘制，按闭式试验系统：试验系统内工质应能正常循环流动，包含被测集热器及主要检测仪表，尤其应注意每个仪表安装位置（每出现一个错误或漏洞扣 2 分，扣完为止）	
	4	试验系统典型技术要求（要求从管道布置、流量控制、工质温度调节等方面提，3 条以上满分）	
	5	图纸文字设置合适（字体、字高一般 5mm）、图纸布局美观	
模拟试验数据处理	12	不同试验点处集热器效率值计算，2 分一个	
	12	不同试验点处集热器归一化温度计算，2 分一个	
	15	电子表格数据处理得到瞬时效率方程（散点图 7 分，趋势线及方程显示 8 分）	
	6	完整检测报告	

附件 1：集热器室外稳态效率检测报告

检 测 报 告

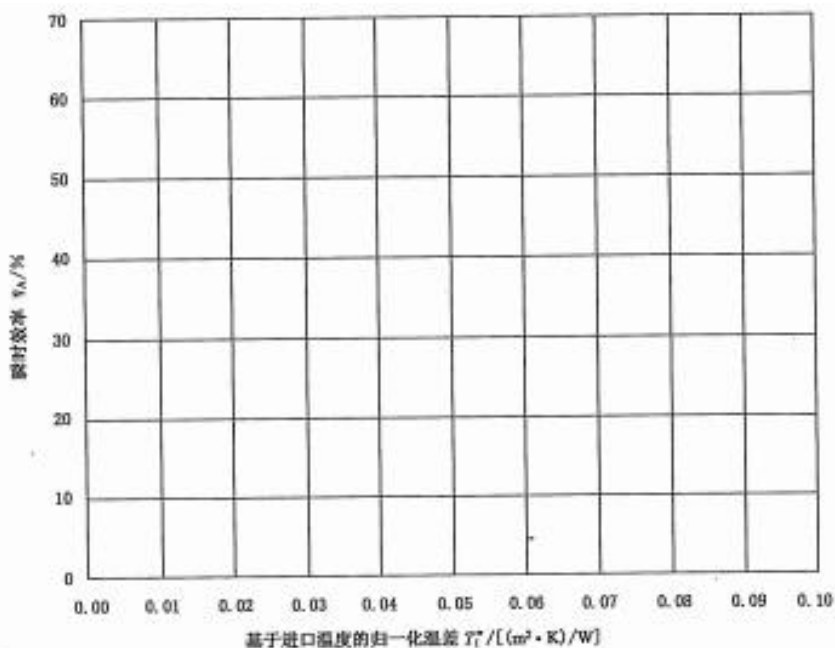
报告编号：（按个人学号）

共 1 页 第 1 页

样品编号：	（按日期）	检测地点：	太阳能光热综合实训室
-------	-------	-------	------------

检测项目：瞬时效率曲线（基于总面积，进口温度）

基于总面积 A_c ，进口温度 t_i 的瞬时效率曲线（线性拟合）



该集热器瞬时效率曲线方程为： $\eta_a = \eta_0 - UT_i^*$

式中：

$$T_i^* = (t_i - t_a) / G$$

t_i —工质进口温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

t_a —环境温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

G —集热器总面积上总日射辐照度， W/m^2 。

3-3: 全玻璃真空管集热器稳态效率检测试验设计与数据处理

一、任务描述

假定你是某全玻璃真空管集热器生产企业的技术员,现你所在的车间要求你完成某款全玻璃真空管集热器的室外稳态效率检测试验,并提供完成的检测报告。

所检测集热器规格为 1.5m×1m (总面积)。

二、工作要求

(一) 根据平板集热器相应标准规范 GB/T 4217-2007《太阳能集热器热性能试验方法》,完成相应的平板集热器室外稳态效率检测试验设计(要求详细列明主要试验条件、试验步骤),并用 CAD 绘制相应的试验系统图。

(二) 假定你参加了完整的试验过程,得到了如下试验数据,具体如表 1 所示,试根据相应的标准规范,拟合得到该型集热器的基于总面积的效率方程,完成相应的检测报告,检测报告模板按 GB/T 4217,具体见附件 1。

表 1 部分试验原始数据记录表

太阳辐照度 W/ m ²	工质流量 kg/m ² .S	工质入口温度 ℃	工质出口温度 ℃	环境温度 ℃
907	0.02	26.12	32.61	22.46
911		29.39	35.81	22.47
906		31.94	37.86	22.51
912		34.43	40.84	22.53
915		37.06	43.27	22.49
919		39.27	45.58	22.57

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地: 计算机机房	工位数: 30
-------------	---------

设施设备及软件要求

项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	桌椅	1 套	
	GB/T 4217-2007《太阳能集热器热性能试验方法》	1 本	电子档也可
	电子版检测报告模板	每人 1 份	
	草稿纸	2 张	
软件环境	AutoCAD	2007 及以上版本	
	办公软件 EXCEL	2010 及以上版本	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	20	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
检测试验设计	6	试验条件至少 3 条，每条 2 分	
	10	试验关键注意事项，至少 3 条，每条 1 分；试验主要测量的物理量，5 个以上记满分 5 分；试验周期要求 2 分	
	10	试验系统 CAD 简图绘制，按闭式试验系统：试验系统内工质应能正常循环流动，包含被测集热器及主要检测仪表，尤其应注意每个仪表安装位置（每出现一个错误或漏洞扣 2 分，扣完为止）	
	4	试验系统典型技术要求（要求从管道布置、流量控制、工质温度调节等方面提，3 条以上满分）	
	5	图纸文字设置合适（字体、字高一般 5mm）、图纸布局美观	
模拟试验数据处理	12	不同试验点处集热器效率值计算，2 分一个	
	12	不同试验点处集热器归一化温度计算，2 分一个	
	15	电子表格数据处理得到瞬时效率方程（散点图 7 分，趋势线及方程显示 8 分）	
	6	完整检测报告	

附件 1：集热器室外稳态效率检测报告

检 测 报 告

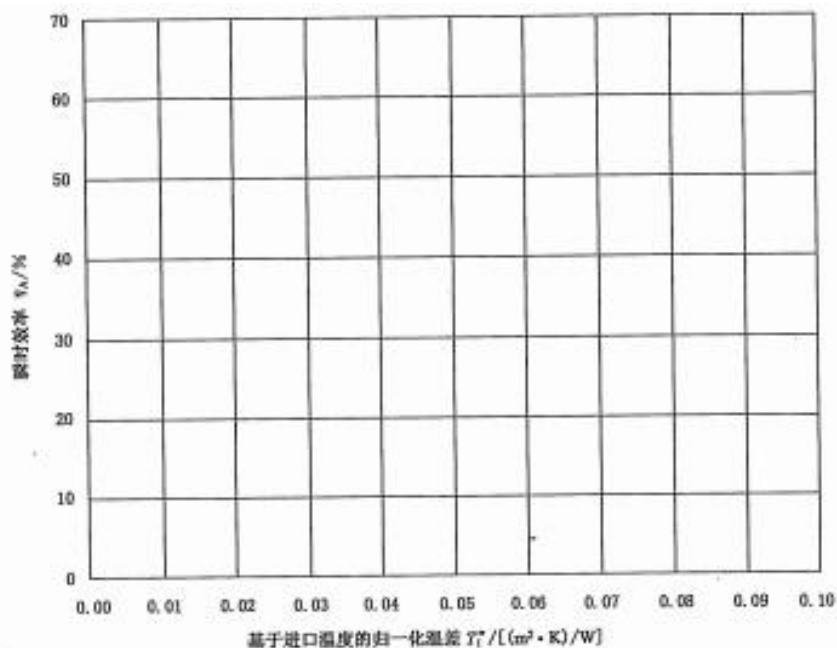
报告编号：（按个人学号）

共 1 页 第 1 页

样品编号：	（按日期）	检测地点：	太阳能光热综合实训室
-------	-------	-------	------------

检测项目：瞬时效率曲线（基于总面积，进口温度）

基于总面积 A_c ，进口温度 t_i 的瞬时效率曲线（线性拟合）



该集热器瞬时效率曲线方程为： $\eta_a = \eta_0 - UT_i^*$

式中：

$$T_i^* = (t_i - t_a) / G$$

t_i —工质进口温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

t_a —环境温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

G —集热器总面积上总日射辐照度， W/m^2 。

3-4: 全玻璃真空管集热器稳态效率检测试验设计与数据处理

一、任务描述

假定你是某全玻璃真空管集热器生产企业的技术员，现你所在的车间要求你完成某款全玻璃真空管集热器的室外稳态效率检测试验，并提供完成的检测报告。

所检测集热器规格为 1.8m×1.2m（总面积）。

二、工作要求

（一）根据平板集热器相应标准规范 GB/T 4217-2007《太阳能集热器热性能试验方法》，完成相应的平板集热器室外稳态效率检测试验设计（要求详细列明主要试验条件、试验步骤），并用 CAD 绘制相应的试验系统图。

（二）假定你参加了完整的试验过程，得到了如下试验数据，具体如表 1 所示，试根据相应的标准规范，拟合得到该型集热器的基于总面积的效率方程，完成相应的检测报告，检测报告模板按 GB/T 4217，具体见附件 1。

表 1 部分试验原始数据记录表

太阳辐照度 W/ m ²	工质流量 kg/m ² .S	工质入口温度 ℃	工质出口温度 ℃	环境温度 ℃
931	0.02	20.86	27.61	18.64
931		23.42	30.12	18.61
934		26.59	33.20	18.74
939		29.42	36.04	18.92
941		33.35	39.86	18.9
938		35.42	41.64	19.06

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：计算机机房	工位数：30
------------	--------

设施设备及软件要求

项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	桌椅	1 套	
	GB/T 4217-2007《太阳能集热器热性能试验方法》	1 本	电子档也可
	电子版检测报告模板	每人 1 份	
	草稿纸	2 张	
软件环境	AutoCAD	2007 及以上版本	
	办公软件 EXCEL	2010 及以上版本	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	20	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
检测试验设计	6	试验条件至少 3 条，每条 2 分	
	10	试验关键注意事项，至少 3 条，每条 1 分；试验主要测量的物理量，5 个以上记满分 5 分；试验周期要求 2 分	
	10	试验系统 CAD 简图绘制，按闭式试验系统：试验系统内工质应能正常循环流动，包含被测集热器及主要检测仪表，尤其应注意每个仪表安装位置（每出现一个错误或漏洞扣 2 分，扣完为止）	
	4	试验系统典型技术要求（要求从管道布置、流量控制、工质温度调节等方面提，3 条以上满分）	
	5	图纸文字设置合适（字体、字高一般 5mm）、图纸布局美观	
模拟试验数据处理	12	不同试验点处集热器效率值计算，2 分一个	
	12	不同试验点处集热器归一化温度计算，2 分一个	
	15	电子表格数据处理得到瞬时效率方程（散点图 7 分，趋势线及方程显示 8 分）	
	6	完整检测报告	

附件 1：集热器室外稳态效率检测报告

检 测 报 告

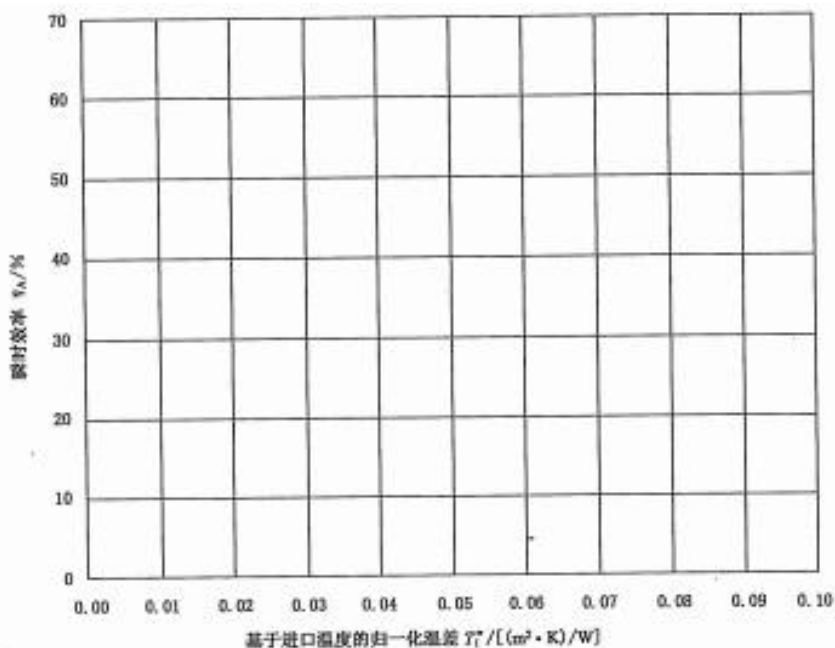
报告编号：（按个人学号）

共 1 页 第 1 页

样品编号：	（按日期）	检测地点：	太阳能光热综合实训室
-------	-------	-------	------------

检测项目：瞬时效率曲线（基于总面积，进口温度）

基于总面积 A_c ，进口温度 t_i 的瞬时效率曲线（线性拟合）



该集热器瞬时效率曲线方程为： $\eta_a = \eta_0 - UT_i^*$

式中：

$$T_i^* = (t_i - t_a) / G$$

t_i —工质进口温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

t_a —环境温度， $^{\circ}\text{C}$ ；

G —集热器总面积上总日射辐照度， W/m^2 。

3-5: 全玻璃真空管集热管尺寸检测

一、任务描述

假定你是某全玻璃真空管集热器生产企业的技术员,现你所在的车间要求你完成某款全玻璃真空管集热管的 2 项外观尺寸检测,并提供完成的检测报告。

所检测集热器规格为 $\Phi 58 \times 1800$ (外径 \times 总长)。

二、工作要求

(一)根据全玻璃真空管集热器相应标准规范 GB17049-2005《全玻璃真空集热管》,完成相应的集热管外径及总长尺寸检测:根据实际测量检测结果,计算集热管入口端最大外径与最小外径之比、集热管总长偏差值,并完成相应的单项检测报告,检测报告具体见附件 1。

(二)检测过程以小组为单位进行,每 2 人为一组,个人最终成绩以小组成绩评定。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地: 太阳能光热综合实验室		工位数: 15	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	桌椅	1 套	
	GB17049-2005《全玻璃真空集热管》	1 本	电子档也可
	精度 1mm 钢卷尺, 量程 3m	15 把	
	精度 0.02mm 游标卡尺	15 把	
	$\Phi 58 \times 1800$ 集热管	20 根	
	草稿纸	2 张	
	打印版检测报告模板	15 份	
软件环境	办公软件 EXCEL	2010 及以上版本	电脑学生 自备

四、考核时量

60 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	20	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
开口端外径检测	10	开口端最大外径测量，测量最少三次，并相应记录数据：单次正确测量 3 分；游标卡尺正确读数记录共 1 分	
	10	开口端最小外径测量，测量最少三次，并相应记录数据：单次正确测量 3 分；游标卡尺正确读数记录共 1 分	
	5	最大测量外径值与最小外径值数据处理：均取其中的极值作为检测结果	
	5	最大测量外径值与最小外径值之比计算	
集热管总长检测	10	沿圆周 360°均匀取至少 3 个检测点测量集热管总长，并相应记录数据，单次正确记录数据 3 分	
	10	集热管总长检测数据处理：分别计算总长偏差，单次计算正确计 3 分	
	4	总长度平均偏差作为检测结果	
检测报告	26	完整检测报告	

附件 1：全玻璃真空集热管单项尺寸检测报告

检 测 报 告

报告编号：（按个人学号）

共 1 页 第 1 页

样品编号：	（按日期）	检测地点：	太阳能光热综合实训室
样品规格	Φ58×1800（外径×总长）		
检测项目：	全玻璃真空集热管入口端外径及总长尺寸检测报告		

集热器入口端外径检测

最大外径（mm）			
最小外径（mm）			
最大外径检测结果（mm）			
最大外径检测结果（mm）			
外径之比			
检测结论			

注：按本标准 5.9.8 检查，用精度为 0.02 mm 的游标卡尺或专用工具，测量全玻璃真空太阳集热管距端口 10 mm—30 mm 处的单玻璃管径向最大尺寸与最小尺寸，其比值应不大于 1.02。

集热器总长检测

集热管总长（mm）			
集热管总长偏差（mm）			
检测结果（mm）			
检测结论			

注：按本标准 5.9.6 检查，全玻璃真空太阳集热管两端置于一个水平支架上，用精度为 1 mm 的钢卷尺测量开口端至玻璃管外径为 15 mm 间的长度。对 1 200 mm 长的全玻璃真空太阳集热管，其实际长度偏差不大于± 6.0 mm；对 1 500 mm 长的全玻璃真空太阳集热管，其实际长度偏差不大于± 7.5 mm；对 1 800 mm 长的全玻璃真空太阳集热管，其实际长度偏差不大于± 9.0 mm；对 2 100 mm 长的全玻璃真空太阳集热管，其实际长度偏差不大于± 10.0 mm。

3-6: 分布式光伏电站方阵检测

一、任务描述

假定你是某光电企业现场施工的技术员，现你所在的项目已准备竣工验收，项目组要求你依据 CNCA/CTS 0033-2015 《光伏发电系统验收测试技术规范》及项目设计蓝图，完成某 60kW 分布式电站方阵检测工作，具体包括光伏方阵间距及离地高度核查、支架镀锌层厚度测试，并提供完成的检测报告。

二、工作要求

(一)根据光伏发电系统验收测试技术规范，完成相应电站方阵光伏组件安装倾角、方阵间距及离地高度、方阵支架镀锌层厚度测试三项内容，并完成相应的单项检测报告，检测报告具体见附件 1。

(二)检测过程以小组为单位进行，每 2 人为一组，个人最终成绩以小组成绩评定。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：湖南理工职业技术学院明理楼屋顶电站、		工位数：15	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	精度 1mm 钢卷尺，量程 3m	15 把	
	智能数字激光测距仪	15 台	
	涂层测厚仪	15 台	
	打印版检测报告模板	15 份	
	计算器		学生按需 自备
	草稿纸		2 张
软件环境	办公软件 EXCEL	2010 及以上版本	电脑学生 按需自备

四、考核时量

60 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	20	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
光伏组件倾角检查	5	正确设置使用智能数字激光测距仪测角度	
	10	在屋顶电站随机抽取 2 个方阵进行测试，每抽样测试一个方阵 5 分	
方阵间距及离地高度核查	5	正确设置使用智能数字激光测距仪测距离	
	10	在屋顶电站随机抽取 2 个相邻方阵进行测试，每抽样测试一个方阵 5 分	
镀锌层厚度检测	5	横梁镀锌层厚度检测，实测 3 点，每少一个点扣 2 分	
	5	斜梁镀锌层厚度检测，实测 3 点，每少一个点扣 2 分	
	5	斜撑镀锌层厚度检测，实测 3 点，每少一个点扣 2 分	
	5	前立柱镀锌层厚度检测，实测 3 点，每少一个点扣 2 分	
	5	后立柱镀锌层厚度检测，实测 3 点，每少一个点扣 2 分	
	10	支架不同部位平均镀层厚度计算、支架总平均厚度计算，每个计算值各 5 分	
单项检测报告	15	检测报告数据记录完整、结论正确	

附件 1：分布式光伏电站方阵单项检测报告

检测报告

报告编号：（按个人学号）

共 1 页 第 1 页

样品编号：	（按日期）	检测地点：	明理楼屋顶电站	
检测项目：	方阵倾角、间距及离地高度、支架镀锌层厚度检测			
方阵倾角检测				
抽检方阵以（一）倾角				
抽检方阵以（二）倾角				
设计蓝图方阵倾角	（用户提供）			
检测结论	角度和设计图纸_____，所有倾斜角_____要求。			
方阵南北间距与离地高度核查				
方阵（一）南端离地高度		方阵（一）北端离地高度		
方阵（二）南端离地高度		方阵（二）北端离地高度		
方阵南北间距				
方阵是否有自遮挡				
设计蓝图间距及离地高度	（用户提供）			
检测结论	检测结果和设计图纸对比，所有倾斜角_____要求。			
方阵支架镀锌层厚度测试				
支架位置	名称	实测厚度（ μm ）		平均值（ μm ）
由南第_____排方阵	横梁			
	斜梁			
	斜撑			
	前立柱			
	后立柱			
<p>检测结论：光伏组件和方阵使用的紧固件应采用不锈钢件或经表面涂镀处理的金属件或具有足够强度的其它防腐材料，且镀锌层厚度应不小于 $55\mu\text{m}$。经检测，项目镀锌层厚度应平均_____μm，_____设计要求；</p> <p>其他注意事项：_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>				

3-7: 太阳能热水系统液面报警系统

一、任务描述

请设计一个在太阳能热水系统中的液面报警系统，液面高度超过设定值时，单片机在 P1.0 引脚输出周期为 0.001 秒的方波通过驱动电路，使得喇叭发出高音报警。

二、工作要求

- (一) 采用 AT89S51 作为芯片载体，软件采用 KEIL C 语言编程；
- (二) 编译调试，仿真实现；
- (三) 调试系统达到功能指标；
- (四) c 语言程序及项目文件均放在 D 盘根目录的班级姓名学号的子目录下；
- (五) 提供 PROTEUS 仿真原图。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：机房		工位数：30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	电脑	1 台	
	草稿纸	2 张	
	答题纸	1 张	
软件环境	KEIL C 编程软件 PROTEUS 绘图软件 联机调试软件	1	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	15	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；正常关闭设备电源，符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。 违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
设计规范	60	单片机程序设计	未按要求放置文件或文件因任何原因丢失的该项记 0 分。
	20	实验室 6S 操作规范	
	5	卷面整洁，按题目要求放置程序位置	

3-8: 塔式太阳能热发电系统的简单预热系统设计

一、任务描述

在某塔式熔盐发电系统中，系统的启动需要一个预热过程，请设计一个单片机控制系统，在单片机通电后，从 P1.0 引脚输出一个持续的高电平启动相应的电预热系统（为演示方便，此高电平的持续时间为 5 秒），过后消失恢复低电平状态。

二、工作要求

- （一）采用 AT89S51 作为芯片载体，软件采用 KEIL C 语言编程；
- （二）编译调试，仿真实现；
- （三）调试系统达到功能指标；
- （四）c 语言程序及项目文件均放在 D 盘根目录的班级姓名学号的子目录下；
- （五）提供 PROTEUS 仿真原图。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：机房		工位数：30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	电脑	1 台	
	草稿纸	2 张	
	答题纸	1 张	
软件环境	KEIL C 编程软件 PROTEUS 绘图软件 联机调试软件	1	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	15	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；正常关闭设备电源，符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣5分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记0分
设计规范	60	单片机程序设计	未按要求放置文件或文件因任何原因丢失的该项记0分。
	20	实验室6S操作规范	
	5	卷面整洁，按题目要求放置程序位置	

3-9: 太阳能热发电系统的计时电路设计

一、任务描述

请设计一个在光热发电系统应用的单一单片机计时电路，记录系统的运行工作时间，为演示方便，只要求用一个数码管显示，要求间隔 0.5 秒，数码管跳变一次，从 0 到 9 循环显示，已知共阳数码管的段码表如下：

```
unsigned char seg_7[]={0xc0,0xf9,0xa4,0xb0,0x99,0x92,0x82,0xf8,0x80,0x90};
```

二、工作要求

- (一) 采用 AT89S51 作为芯片载体，软件采用 KEIL C 语言编程；
- (二) 编译调试，仿真实现；
- (三) 调试系统达到功能指标；
- (四) c 语言程序及项目文件均放在 D 盘根目录的班级姓名学号的子目录下；
- (五) 提供 PROTEUS 仿真原图。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：机房		工位数：30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	电脑	1 台	
	草稿纸	2 张	
	答题纸	1 张	
软件环境	KEIL C 编程软件 PROTEUS 绘图软件 联机调试软件	1	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	15	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；正常关闭设备电源，符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣5分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记0分
设计规范	60	单片机程序设计	未按要求放置文件或文件因任何原因丢失的该项记0分。
	20	实验室6S操作规范	
	5	卷面整洁，按题目要求放置程序位置	

3-10: 光热发电系统中的 PWM 波形输出电路设计

一、任务描述

目前光热发电的前沿领域,有一种在现有光热复合压缩空气储能(ST—CAES)实验系统的基础上,提出了一种 ST—CAES 的改进设计方案。通过引入回热系统和双脉宽调制(PWM)变流技术,实现了压缩热的回收利用与"柔性"并网。从影响 STCAES 膨胀发电系统性能的热力学参数、最大效率控制 2 个方面开展稳态与动态研究,在此请设计一个在光热发电系统使用的简单的 PWM 波形输出系统,要求单片机在 P1.0 引脚输出 1HZ 的 PWM 波形。

二、工作要求

- (一) 采用 AT89S51 作为芯片载体,软件采用 KEIL C 语言编程;
- (二) 编译调试,仿真实现;
- (三) 调试系统达到功能指标;
- (四) c 语言程序及项目文件均放在 D 盘根目录的班级姓名学号的子目录下;
- (五) 提供 PROTEUS 仿真原图。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地: 机房		工位数: 30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	电脑	1 台	
	草稿纸	2 张	
	答题纸	1 张	
软件环境	KEIL C 编程软件 PROTEUS 绘图软件 联机调试软件	1	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准 (应包含技能与素养要求,其中素养要求分值原则上不超过 20%)

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	15	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；正常关闭设备电源，符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣5分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记0分
设计规范	60	单片机程序设计	未按要求放置文件或文件因任何原因丢失的该项记0分。
	20	实验室6S操作规范	
	5	卷面整洁，按题目要求放置程序位置	

3-11: 太阳能热水系统中超温闪烁报警电路

一、任务描述

在屋顶太阳能热水系统中，超温报警电路是针对热水系统中的温度的监控,保证水温在正常范围内波动，如果超出设定的门限阈值，则立即报警,提醒工作人员作降温处理并维护设备，请设计一个在太阳能热水系统中使用的超温闪烁报警电路，出于考试时间限制，要求只设计报警部分，每间隔 1 秒 8 个 LED 灯同时闪烁一次，要求能精确定时并实现闪烁。

二、工作要求

- (一) 采用 AT89S51 作为芯片载体，软件采用 KEIL C 语言编程；
- (二) 编译调试，仿真实现；
- (三) 调试系统达到功能指标；
- (四) c 语言程序及项目文件均放在 D 盘根目录的班级姓名学号的子目录下；
- (五) 提供 PROTEUS 仿真原图。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：机房		工位数：30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	电脑	1 台	
	草稿纸	2 张	
	答题纸	1 张	
软件环境	KEIL C 编程软件 PROTEUS 绘图软件 联机调试软件	1	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	15	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；正常关闭设备电源，符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣5分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记0分
设计规范	60	单片机程序设计	未按要求放置文件或文件因任何原因丢失的该项记0分。
	20	实验室6S操作规范	
	5	卷面整洁，按题目要求放置程序位置	

3-12: 太阳能集中供热系统运行原理图绘制

一、任务描述

某光热企业通过招投标方式新签订兴建太阳能集中供热系统项目一个，该项目主要为公司倒班制员工宿舍提供生活热水。经初步设计，该太阳能供热系统全天 24 小时供热，采用双水箱（含贮热水箱与供热水箱）、间接式、强制循环集热系统，即集热器产生的热水经板式换热器与加热水箱内的水换热后，循环回流到集热器，集热系统设计热水温度 50°C ，冷水补水温度 12°C ，集热器采用皇明太阳能 $2\text{m}\times 1\text{m}$ 规格平板集热器。辅助热源采用空气源热泵。根据甲方要求，及后续系统运维，项目设计技术文件需包含系统运行原理图。

假定你所在的项目组将该绘图任务分配给了你，考虑你尚没有相应的工程绘图经验，特给你准备了一份类似参考图纸，具体如图 1 所示。

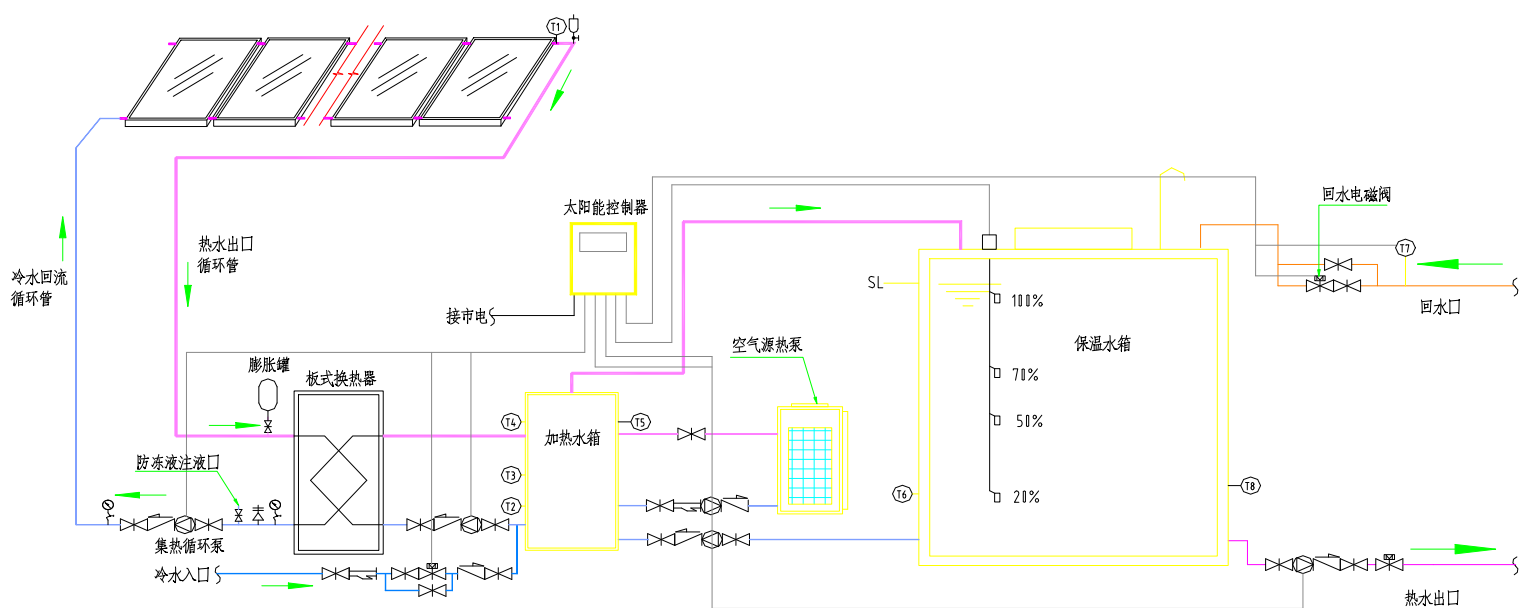


图 1 太阳能供热系统运行原理图

同时根据企业多年工程经验，对系统运行从集热系统循环控制、补水控制、热泵启停控制、贮热水箱与供热水箱间循环等几方面做了详细技术要求，具体如下：

（一）太阳能强制循环控制：当集热器出口温度 T_1 与贮热水箱底部温度 T_2 之间的温差 $T_1 - T_2 \geq 7^{\circ}\text{C}$ 时，集热循环泵与换热循环泵同时启动；当 $T_1 - T_2 < 3^{\circ}\text{C}$ 时，集热循环泵与换热循环泵同时停止。

（二）补水控制：补水分两段时间控制，在（8:00—18:00）时间段内，当供热水箱水位低于 70%、且贮热水箱顶部温度 $T_4 \geq 53^{\circ}\text{C}$ 时，冷水电磁阀打开补水，水位达到

100%或 $T_4 < 50^\circ\text{C}$ 时，冷水电磁阀停止补水；在（18：00-8：00）时间段内，当供热水箱水位低于50%、且 $T_4 \geq 53^\circ\text{C}$ 时，冷水电磁阀打开补水，水位高于70%或 $T_4 < 50^\circ\text{C}$ 时，冷水电磁阀停止补水。供热水箱低于20%或贮热水箱缺水时，冷水电磁阀强制补水。

（三）热泵辅助加热控制：当贮热水箱中部温度 $T_3 < 50^\circ\text{C}$ 、且集热器出口和贮热水箱底部温差 $T_1 - T_2 < 5^\circ\text{C}$ 时间超过5min时，辅助加热启动工作；当 $T_3 \geq 55^\circ\text{C}$ 、且 $T_1 - T_2 \geq 8^\circ\text{C}$ 时间超过5min时，辅助加热停止工作。当环境温度低于 5°C 时，热泵全部工作。

（四）水箱循环控制：贮热水箱出口温度 T_5 与供热水箱底部温度 T_6 间的温差 $T_5 - T_6 \geq 5^\circ\text{C}$ 时，两水箱之间的循环泵启动；当 $T_5 - T_6 < 3^\circ\text{C}$ 时，水箱循环泵停止。

二、工作要求

（一）根据所给参考图，绘制该供热系统运行原理图；

（二）将绘制的原理图放置在 A3 图纸中；

（三）图纸中注明必要的运行技术要求，并使图形和文字布局美观；

（四）填写完善图纸标题栏，标题栏采用学校简易标题栏，其中图号按“专业简称首字母+年份+学号最末两位+图序号”4部分组成，比如 GR201901-01，表示光热专业、2019年、01号同学第01张图。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：计算机机房		工位数：30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	桌椅	1套	
	《民用建筑太阳能热水系统工程技术手册》	1本	电子档也可
	草稿纸	2张	
软件环境	AutoCAD	2007及以上版本	
	提供 A3 图框及标题栏 dwg 文件		

四、考核时量

120分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	20	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
设计图纸	40	太阳能供热系统运行原理图绘制（每出现一个错误或漏洞扣 5 分，扣完为止）	
	25	技术要求（要求至少提 4 条，少于 4 条时，每少一条扣 5 分）	
	5	图纸文字设置合适（字体、字高一般 5mm）	
	5	标题栏填写规范	
	5	图纸布局美观	

3-13：太阳能集中供热系统运行原理图绘制

一、任务描述

某光热企业通过招投标方式新签订兴建太阳能集中供热系统项目一个，该项目主要为酒店提供生活热水。经初步设计，该太阳能供热系统全天 24 小时供热，采用双水箱（含贮热水箱与供热水箱）、间接式、强制循环集热系统，即集热器产生的热水经板式换热器与加热水箱内的水换热后，循环回流到集热器，集热系统设计热水温度 50°C ，冷水补水温度 12°C ，集热器采用皇明太阳能 $2\text{m}\times 1\text{m}$ 规格平板集热器。辅助热源采用空气源热泵。根据甲方要求，及后续系统运维，项目设计技术文件需包含系统运行原理图。

假定你所在的项目组将该绘图任务分配给了你，考虑你尚没有相应的工程绘图经验，特给你准备了一份类似参考图纸，具体如图 1 所示。

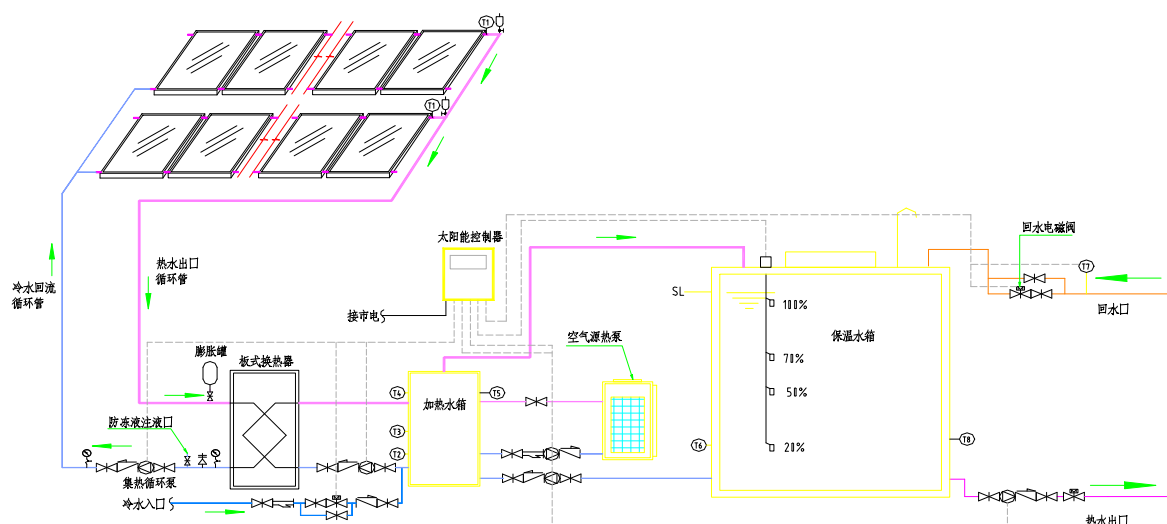


图 1 太阳能供热系统运行原理图

同时根据企业多年工程经验，对系统运行从集热系统循环控制、补水控制、热泵启停控制、贮热水箱与供热水箱间循环等几方面做了详细技术要求，具体如下：

（一）太阳能强制循环控制：当集热器出口温度 T_1 与贮热水箱底部温度 T_2 之间的温差 $T_1 - T_2 \geq 7^{\circ}\text{C}$ 时，集热循环泵与换热循环泵同时启动；当 $T_1 - T_2 < 3^{\circ}\text{C}$ 时，集热循环泵与换热循环泵同时停止。

（二）补水控制：补水分两段时间控制，在（8：00—18：00）时间段内，当供热水箱水位低于 70%、且贮热水箱顶部温度 $T_4 \geq 53^{\circ}\text{C}$ 时，冷水电磁阀打开补水，水位达到 100% 或 $T_4 < 50^{\circ}\text{C}$ 时，冷水电磁阀停止补水；在（18：00—8：00）时间段内，当供热水

箱水位低于50%、且 $T_4 \geq 53^\circ\text{C}$ 时，冷水电磁阀打开补水，水位高于70%或 $T_4 < 50^\circ\text{C}$ 时，冷水电磁阀停止补水。供热水箱低于20%或贮热水箱缺水时，冷水电磁阀强制补水。

(三) 热泵辅助加热控制：当贮热水箱中部温度 $T_3 < 50^\circ\text{C}$ 、且集热器出口和贮热水箱底部温差 $T_1 - T_2 < 5^\circ\text{C}$ 时间超过5min时，辅助加热启动工作；当 $T_3 \geq 55^\circ\text{C}$ 、且 $T_1 - T_2 \geq 8^\circ\text{C}$ 时间超过5min时，辅助加热停止工作。当环境温度低于 5°C 时，热泵全部工作。

(四) 水箱循环控制：贮热水箱出口温度 T_5 与供热水箱底部温度 T_6 间的温差 $T_5 - T_6 \geq 5^\circ\text{C}$ 时，两水箱之间的循环泵启动；当 $T_5 - T_6 < 3^\circ\text{C}$ 时，水箱循环泵停止。

二、工作要求

(一) 根据所给参考图，绘制该供热系统运行原理图；

(二) 将绘制的原理图放置在 A3 图纸中；

(三) 图纸中注明必要的运行技术要求，并使图形和文字布局美观；

(四) 填写完善图纸标题栏，标题栏采用学校简易标题栏，其中图号按“专业简称首字母+年份+学号最末两位+图序号”4部分组成，比如 GR201901-01，表示光热专业、2019年、01号同学第01张图。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：计算机机房		工位数：30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	桌椅	1套	
	《民用建筑太阳能热水系统工程技术手册》	1本	电子档也可
	草稿纸	2张	
软件环境	AutoCAD	2007及以上版本	
	提供 A3 图框及标题栏 dwg 文件		

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	20	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
设计图纸	40	太阳能供热系统运行原理图绘制（每出现一个错误或漏洞扣 5 分，扣完为止）	
	25	技术要求（要求至少提 4 条，少于 4 条时，每少一条扣 5 分）	
	5	图纸文字设置合适（字体、字高一般 5mm）	
	5	标题栏填写规范	
	5	图纸布局美观	

3-14：太阳能集中供热采暖系统运行原理图绘制

一、任务描述

某光热企业通过招投标方式新签订兴建太阳能集中供热采暖系统项目一个，该项目主要为居民小区提供生活热水及采暖服务。经初步设计，该太阳能供热采暖系统全天24小时供热，采用双水箱（含贮热水箱与供热水箱）、间接式、强制循环集热系统，即集热器产生的热水经板式换热器与加热水箱内的水换热后，循环回流到集热器，集热系统设计热水温度 65°C ，冷水补水温度 10°C ，集热器采用四季沐歌太阳能 $1.91\text{m}\times 1.2\text{m}$ 规格U型管真空管集热器。辅助热源采用空气源热泵。根据甲方要求，及后续系统运维，项目设计技术文件需包含系统运行原理图。

假定你所在的项目组将该绘图任务分配给了你，考虑你尚没有相应的工程绘图经验，特给你准备了一份类似参考图纸，具体如图1所示。

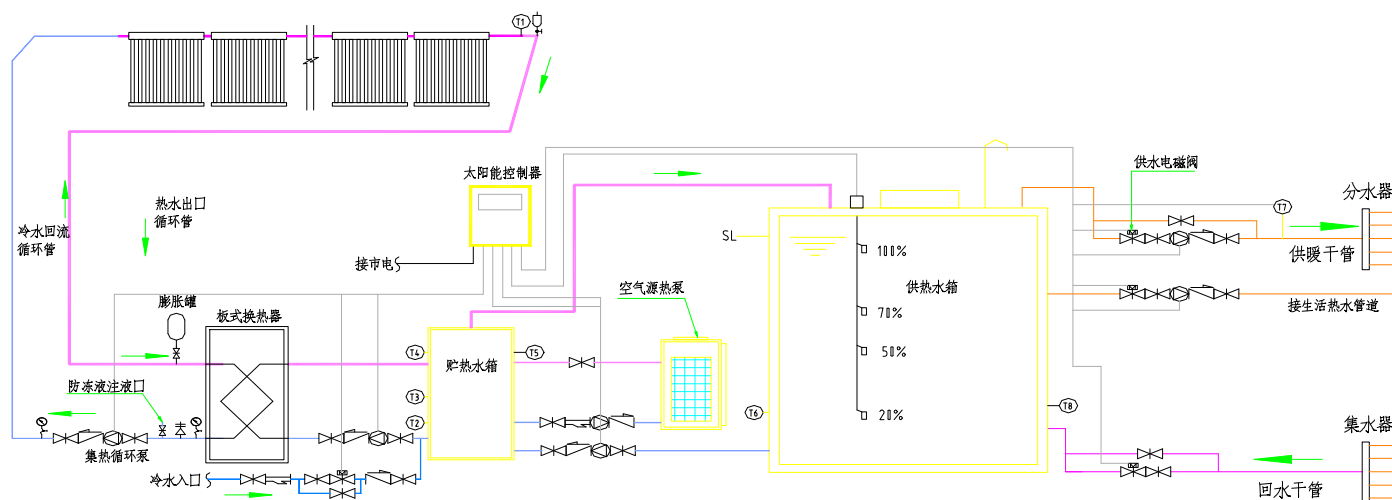


图1 太阳能供热系统运行原理图

同时根据企业多年工程经验，对系统运行从集热系统循环控制、补水控制、热泵启停控制、贮热水箱与供热水箱间循环等几方面做了详细技术要求，具体如下：

（一）太阳能强制循环控制：当集热器出口温度 T_1 与贮热水箱底部温度 T_2 之间的温差 $T_1 - T_2 \geq 7^{\circ}\text{C}$ 时，集热循环泵与换热循环泵同时启动；当 $T_1 - T_2 < 3^{\circ}\text{C}$ 时，集热循环泵与换热循环泵同时停止。

（二）补水控制：补水分两段时间控制，在（8：00—18：00）时间段内，当供热水箱水位低于70%、且贮热水箱顶部温度 $T_4 \geq 70^{\circ}\text{C}$ 时，冷水电磁阀打开补水，水位达到

100%或 $T_4 < 65^\circ\text{C}$ 时，冷水电磁阀停止补水；在（18：00-8：00）时间段内，当供热水箱水位低于50%、且 $T_4 \geq 70^\circ\text{C}$ 时，冷水电磁阀打开补水，水位高于70%或 $T_4 < 65^\circ\text{C}$ 时，冷水电磁阀停止补水。供热水箱低于20%或贮热水箱缺水时，冷水电磁阀强制补水。

（三）热泵辅助加热控制：当贮热水箱中部温度 $T_3 < 60^\circ\text{C}$ 、且集热器出口和贮热水箱底部温差 $T_1 - T_2 < 5^\circ\text{C}$ 时间超过5min时，辅助加热启动工作；当 $T_3 \geq 60^\circ\text{C}$ 、且 $T_1 - T_2 \geq 8^\circ\text{C}$ 时间超过5min时，辅助加热停止工作。当环境温度低于 5°C 时，热泵全部工作。

（四）水箱循环控制：贮热水箱出口温度 T_5 与供热水箱底部温度 T_6 间的温差 $T_5 - T_6 \geq 5^\circ\text{C}$ 时，两水箱之间的循环泵启动；当 $T_5 - T_6 < 3^\circ\text{C}$ 时，水箱循环泵停止。

二、工作要求

（一）根据所给参考图，绘制该供热系统运行原理图；

（二）将绘制的原理图放置在 A3 图纸中；

（三）图纸中注明必要的运行技术要求，并使图形和文字布局美观；

（四）填写完善图纸标题栏，标题栏采用学校简易标题栏，其中图号按“专业简称首字母+年份+学号最末两位+图序号”4部分组成，比如 GR201901-01，表示光热专业、2019年、01号同学第01张图。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：计算机机房		工位数：30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	桌椅	1套	
	《太阳能供热采暖工程应用技术手册》	1本	电子档也可
	草稿纸	2张	
软件环境	AutoCAD	2007及以上版本	
	提供 A3 图框及标题栏 dwg 文件		

四、考核时量

120分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	20	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
设计图纸	40	太阳能供热系统运行原理图绘制（每出现一个错误或漏洞扣 5 分，扣完为止）	
	25	技术要求（要求至少提 4 条，少于 4 条时，每少一条扣 5 分）	
	5	图纸文字设置合适（字体、字高一般 5mm）	
	5	标题栏填写规范	
	5	图纸布局美观	

3-15: 太阳能集中供热采暖系统运行原理图绘制

一、任务描述

某光热企业通过招投标方式新签订兴建太阳能集中供热系统项目一个，该项目主要为老旧小区提供生活热水及供暖服务。经初步设计，该太阳能供热系统全天 24 小时供热，采用双水箱（含贮热水箱与供热水箱）、间接式、强制循环集热系统，即集热器产生的热水经板式换热器与加热水箱内的水换热后，循环回流到集热器，集热系统设计热水温度 65°C ，冷水补水温度 10°C ，集热器采用力诺瑞特 $1.91\text{m}\times 1.2\text{m}$ 规格 U 型管真空管集热器。辅助热源采用空气源热泵。根据甲方要求，及后续系统运维，项目设计技术文件需包含系统运行原理图。

假定你所在的项目组将该绘图任务分配给了你，考虑你尚没有相应的工程绘图经验，特给你准备了一份类似参考图纸，具体如图 1 所示。

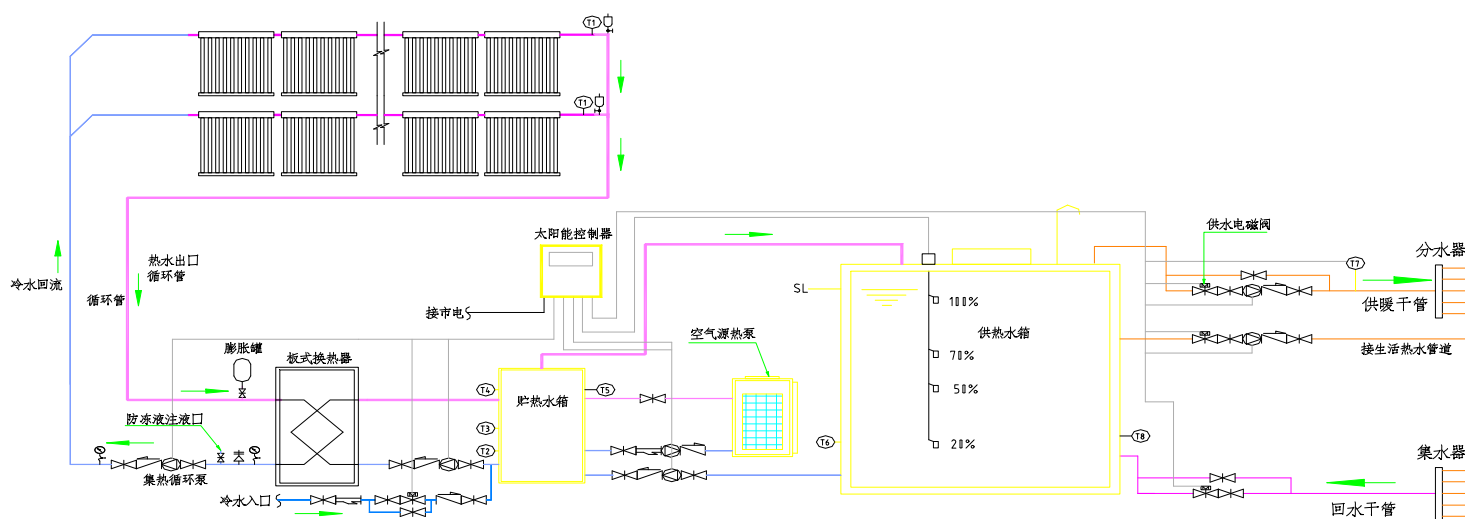


图 1 太阳能供热系统运行原理图

同时根据企业多年工程经验，对系统运行从集热系统循环控制、补水控制、热泵启停控制、贮热水箱与供热水箱间循环等几方面做了详细技术要求，具体如下：

(一) 太阳能强制循环控制：当集热器出口温度 T_1 与贮热水箱底部温度 T_2 之间的温差 $T_1 - T_2 \geq 7^{\circ}\text{C}$ 时，集热循环泵与换热循环泵同时启动；当 $T_1 - T_2 < 3^{\circ}\text{C}$ 时，集热循环泵与换热循环泵同时停止。

(二) 补水控制：补水分两段时间控制，在（8：00—18：00）时间段内，当供热水箱水位低于70%、且贮热水箱顶部温度 $T_4 \geq 70^\circ\text{C}$ 时，冷水电磁阀打开补水，水位达到100%或 $T_4 < 65^\circ\text{C}$ 时，冷水电磁阀停止补水；在（18：00-8：00）时间段内，当供热水箱水位低于50%、且 $T_4 \geq 70^\circ\text{C}$ 时，冷水电磁阀打开补水，水位高于70%或 $T_4 < 65^\circ\text{C}$ 时，冷水电磁阀停止补水。供热水箱低于20%或贮热水箱缺水时，冷水电磁阀强制补水。

(三) 热泵辅助加热控制：当贮热水箱中部温度 $T_3 < 60^\circ\text{C}$ 、且集热器出口和贮热水箱底部温差 $T_1 - T_2 < 5^\circ\text{C}$ 时间超过5min时，辅助加热启动工作；当 $T_3 \geq 60^\circ\text{C}$ 、且 $T_1 - T_2 \geq 8^\circ\text{C}$ 时间超过5min时，辅助加热停止工作。当环境温度低于 5°C 时，热泵全部工作。

(四) 水箱循环控制：贮热水箱出口温度 T_5 与供热水箱底部温度 T_6 间的温差 $T_5 - T_6 \geq 5^\circ\text{C}$ 时，两水箱之间的循环泵启动；当 $T_5 - T_6 < 3^\circ\text{C}$ 时，水箱循环泵停止。

二、工作要求

(一) 根据所给参考图，绘制该供热系统运行原理图；

(二) 将绘制的原理图放置在 A3 图纸中；

(三) 图纸中注明必要的运行技术要求，并使图形和文字布局美观；

(四) 填写完善图纸标题栏，标题栏采用学校简易标题栏，其中图号按“专业简称首字母+年份+学号最末两位+图序号”4部分组成，比如 GR201901-01，表示光热专业、2019年、01号同学第01张图。

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：计算机机房		工位数：30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	桌椅	1套	
	《太阳能供热采暖工程应用技术手册》	1本	电子档也可
	草稿纸	2张	
软件环境	AutoCAD	2007及以上版本	
	提供 A3 图框及标题栏 dwg 文件		

四、考核时量

120分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	20	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
设计图纸	40	太阳能供热系统运行原理图绘制（每出现一个错误或漏洞扣 5 分，扣完为止）	
	25	技术要求（要求至少提 4 条，少于 4 条时，每少一条扣 5 分）	
	5	图纸文字设置合适（字体、字高一般 5mm）	
	5	标题栏填写规范	
	5	图纸布局美观	

3-16: 平板集热器流动压降检测试验设计与数据处理

一、任务描述

假定你是某平板集热器生产企业的技术员，现你所在的车间要求你完成某款平板集热器的流动阻力检测试验，并提供完成的检测报告。

所检测集热器规格为 2m×1m（总面积）。

二、工作要求

（一）根据平板集热器相应标准规范 GB/T 4217-2007《太阳能集热器热性能试验方法》，完成相应的平板集热器室外稳态效率检测试验设计（要求详细列明主要试验条件、试验步骤及要求测量量），并用 CAD 绘制相应的试验系统图。

（二）假定你参加了完整的试验过程，得到了如下试验数据，具体如表 1 所示，试根据相应的标准规范，拟合得到该型集热器的流动阻力方程，完成相应的检测报告，检测报告模板按 GB/T 4217，具体见附件 1。

表 1 部分试验原始数据记录表

工质流量 kg/m ² .S	工质入口温度 ℃	环境温度 ℃	集热器进出口压降ΔP KPa
0.005	30.12	24.30	0.256
0.01	30.10	24.34	0.593
0.015	30.16	24.42	1.011
0.02	30.21	24.83	1.511
0.025	30.23	24.81	2.086
0.03	30.18	24.77	2.744
0.04	30.20	24.80	4.302

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：计算机机房		工位数：30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	GB/T 4217-2007《太阳能集热器热性能试验方法》	1 本	电子档也可

	电子版检测报告模板	每人 1 份	
	草稿纸	2 张	
软件环境	AutoCAD	2007 及以上版本	
	办公软件 EXCEL	2010 及以上版本	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	20	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
检测试验设计	15	试验条件至少 4 条，每少一条扣 4 分	
	12	试验关键注意事项，3 条及以上满分 6 分，少一条扣 2 分；试验主要测量的物理量，3 个及以上记满分 6 分，少一个扣 2 分。	
	20	试验系统 CAD 简图绘制，按闭式试验系统：试验系统内工质应能正常循环流动，包含被测集热器及主要检测仪表，尤其应注意每个仪表安装位置（每出现一个错误或漏洞扣 2 分，扣完为止）	
	10	试验系统典型技术要求（要求从管道布置、流量控制、工质温度调节等方面提，3 条以上满分，少一条扣 3 分）	
	5	图纸文字设置合适（字体、字高一般 5mm）、图纸布局美观	
模拟试验数据处理	12	电子表格数据处理得到瞬时效率方程（散点图 6 分，趋势线及方程显示 6 分）	

	6	完整检测报告	
--	---	--------	--

附件 1：集热器流动压降检测报告

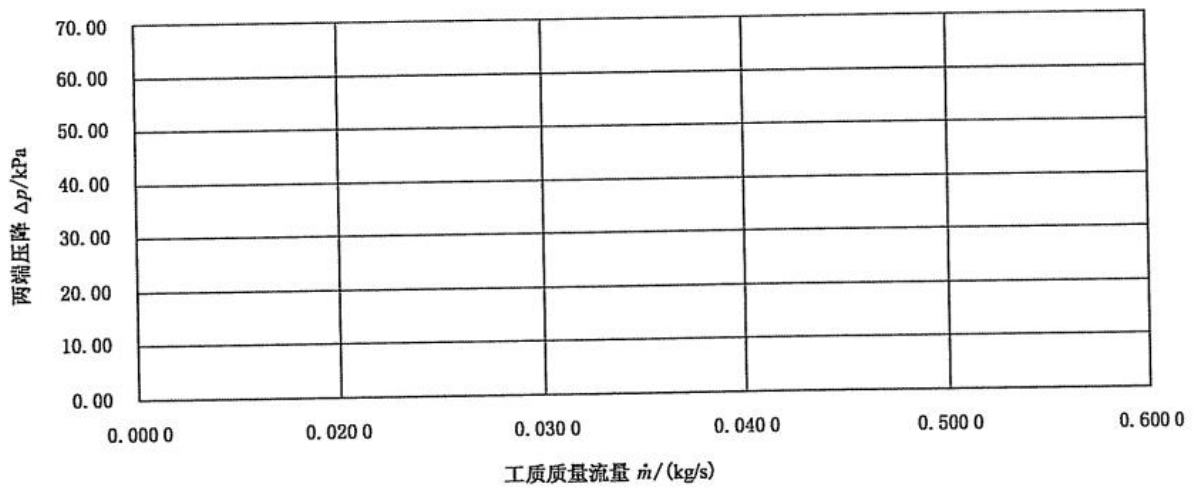
检 测 报 告

报告编号：（按个人学号）

共 1 页 第 1 页

样品编号：	（按日期）	检测地点：	太阳能光热综合实训室
检测项目：	集热器进出口压降与质量流量关系曲线		

两端压降 ΔP 与质量流量 \dot{m} 的关系曲线



两端压降 ΔP 与质量流量 \dot{m} 的关系方程为：_____。

3-17: 平板集热器流动压降检测试验设计与数据处理

一、任务描述

假定你是某平板集热器生产企业的技术员，现你所在的车间要求你完成某款平板集热器的流动阻力检测试验，并提供完成的检测报告。

所检测集热器规格为 2m×0.8m（总面积）。

二、工作要求

（一）根据平板集热器相应标准规范 GB/T 4217-2007《太阳能集热器热性能试验方法》，完成相应的平板集热器室外稳态效率检测试验设计（要求详细列明主要试验条件、试验步骤及要求测量量），并用 CAD 绘制相应的试验系统图。

（二）假定你参加了完整的试验过程，得到了如下试验数据，具体如表 1 所示，根据相应的标准规范，拟合得到该型集热器的流动阻力方程，完成相应的检测报告，检测报告模板按 GB/T 4217，具体见附件 1。

表 1 部分试验原始数据记录表

工质流量 kg/m ² .S	工质入口温度 ℃	环境温度 ℃	集热器进出口压降ΔP KPa
0.005	34.31	30.12	0.212
0.01	34.40	30.10	0.493
0.015	34.36	30.16	0.805
0.02	34.32	30.21	1.245
0.025	34.38	30.23	1.627
0.03	34.41	30.18	2.130
0.04	34.41	30.20	3.425

三、实施条件

场地、设施设备及软件环境条件

实施场地：计算机机房		工位数：30	
设施设备及软件要求			
项目	基本要求	单工位设备数量	说明
实施设备	GB/T 4217-2007《太阳能集热器热性能试验方法》	1 本	电子档也可
	电子版检测报告模板	每人 1 份	

	草稿纸	2 张	
软件环境	AutoCAD	2007 及以上版本	
	办公软件 EXCEL	2010 及以上版本	

四、考核时量

120 分钟

五、评价标准（应包含技能与素养要求，其中素养要求分值原则上不超过 20%）

评价内容	分值	评分标准	备注
职业素养	20	安全、文明操作，具有良好的职业操守。任务完成后做到整理、清洁工作台面、凳子放回原位；符合“工作与职业操守要求”的内容，按顺序退出考场。违反一项扣 5 分。	与评审专家顶撞等态度恶劣者本项记 0 分
检测试验设计	15	试验条件至少 4 条，每少一条扣 4 分	
	12	试验关键注意事项，3 条及以上满分 6 分，少一条扣 2 分；试验主要测量的物理量，3 个及以上记满分 6 分，少一个扣 2 分。	
	20	试验系统 CAD 简图绘制，按闭式试验系统：试验系统内工质应能正常循环流动，包含被测集热器及主要检测仪表，尤其应注意每个仪表安装位置（每出现一个错误或漏洞扣 2 分，扣完为止）	
	10	试验系统典型技术要求（要求从管道布置、流量控制、工质温度调节等方面提，3 条以上满分，少一条扣 3 分）	
	5	图纸文字设置合适（字体、字高一般 5mm）、图纸布局美观	
模拟试验数据处理	12	电子表格数据处理得到瞬时效率方程（散点图 6 分，趋势线及方程显示 6 分）	

	6	完整检测报告	
--	---	--------	--

附件 1：集热器流动压降检测报告

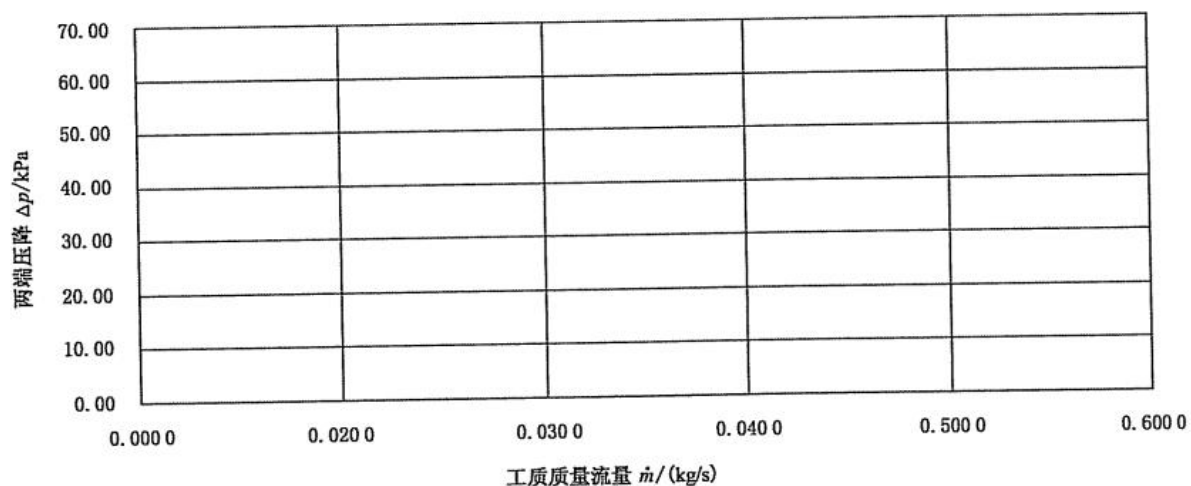
检 测 报 告

报告编号：（按个人学号）

共 1 页 第 1 页

样品编号：	（按日期）	检测地点：	太阳能光热综合实训室
检测项目：	集热器进出口压降与质量流量关系曲线		

两端压降 ΔP 与质量流量 \dot{m} 的关系曲线



两端压降 ΔP 与质量流量 \dot{m} 的关系方程为：_____。

