

《建筑热过程》大作业

客机已经成为高效率的交通工具，客机座舱内的空气环境对于乘客身体健康有着重要的作用，舒适、健康、环保、节能的座舱一直是国内外的研究热点，天津大学瞄准这一世界热点，投入巨资购入一架 MD-82 型飞机（图 1 所示），并引进国际一流学者开展此客机座舱方面的研究，目前这架飞机停放在中国民航大学（天津市东丽区）。



图 1 MD-82 客机机舱实验平台

在开展研究时，一般需要保持座舱内空气温度恒定为 20°C ，而环境温度是不断发生变化的，并且还有太阳辐射的影响，因此在冬季需要采用保温措施，并采用空调车送热风来维持座舱内空气温度。因此需要计算座舱内的热负荷。整个飞机外表面面积约为 245 m^2 ，其中窗户面积约为 14 m^2 。现给定参数如下：

1. 客机机头朝南放置；
2. 客机座舱壁简化为一保温材料，导热系数 $0.05\text{ W/m}\cdot\text{K}$ ，厚度 120 mm ，比热容 $1.5\text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$ ，密度 2800 kg/m^3 。
3. 机舱两侧窗户面积 4.466 m^2 ，驾驶舱窗户面积 1.5288 m^2 ，窗户厚度为 60 mm 。窗户玻璃的传热系数可视为 $1.71\text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ ，窗户对太阳辐射的透过率为 0.8 ，吸收率为 0.08 ，反射率为 0.12 。
4. 座舱外总换热系数 $a_a=18\text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ ，座舱内总换热系数 $a_i=8\text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ 。
5. 座舱外壁对太阳直射辐射的吸收率 $a_D=0.4$ ，对天空散射辐射的吸收率 $a_d=0.3$ ，对天空的辐射系统黑度 $\varepsilon_0=0.4$ ，对地面的辐射系统黑度 $\varepsilon_g=0.12$ 。大气透明系数 $p=0.62$ 。
6. 天津东经 117.2 度，北纬 39.1 度。

7. 太阳辐射常数 $I_0=1353 \text{ W/m}^2$ 。

8. 根据天津市气象监测数据，相对湿度 24%，12 月 20 日逐时温度为：

时刻	16	17	18	19	20	21
温度 $t_a(^{\circ}\text{C})$	3.148936	2.297872	1.276596	0.255319149	-0.76596	-1.78723
时刻	22	23	0	1	2	3
温度 $t_a(^{\circ}\text{C})$	-1.78723	-0.76596	1.106383	1.276596	0.255319	0.255319
时刻	4	5	6	7	8	9
温度 $t_a(^{\circ}\text{C})$	-1.44681	-1.78723	-2.80851	-2.80851	-2.80851	-0.93617
时刻	10	11	12	13	14	15
温度 $t_a(^{\circ}\text{C})$	1.276596	3.148936	3.148936	4.340426	4.170213	4.170213

请根据以上条件计算：

1. 根据定义，计算室外综合空气温度 t_z ；
2. 计算座舱由座舱壁传热、窗户传热以及窗户太阳辐射引起的热负荷 Q ；
采用谐波反应法或者反应系数法。