2025 年 CAR-ASHRAE 学生设计竞赛题目

# 一、设计题目

上海某美术馆建筑暖通空调工程设计

# 二、地理位置及建筑概况

设计建筑位于上海市。建筑周边无自然水系，地块周边目前无高层、密集建筑，场地空间较开阔。建筑所处地块情况详见总平面图。

建筑功能为美术馆，展品主要为书画艺术品等，藏品级别为一级及参考品。本工程地下二层，地上三层，地上一、二层之间设夹层，建筑高度：23.70米。地下二层的主要功能为汽车库、设备用房及后勤用房。地下一层的主要功能为库房、非机动车库、报告厅、艺术体验、变电所、消防控制及安保中心。一层设置了序厅、临时陈列厅、茶座及贵宾室等功能用房。一夹层主要为员工后勤区、公共资料阅览室。二层主要建筑功能为临时陈列厅和常设陈列厅。三层主要建筑功能为常设陈列厅及行政办公。建筑总面积为12540m2，其中地下2217.60m2，地上10322.40m2。建筑东、南、西、北向的窗墙比分别为0.18、0.39、0.16和0.4。

地下一层的内库房有恒温恒湿要求，在美术馆将来的运营过程中，可能会在二层或三层展厅内布置有恒温恒湿要求的封闭式展示区。

建筑各层具体性质、构造、功能详见附件提供建筑平面图。

# 三、能源供应与价格

（一）城市电力

1. 时段划分。夏季7-9月：高峰时段：8:00-15:00、18:00-21:00，平时段：6:00-8:00、15:00-18:00、21:00-22:00，低谷时段：22:00-6:00，其中7、8月尖峰时段为12:00-14:00；其他月份：高峰时段：8:00-11:00、18:00-21:00，平时段：6:00-8:00、11:00-18:00、21:00-22:00，低谷时段：22:00-6:00，其中1、12月尖峰时段为19:00-21:00；法定节假日期间深谷时段为0:00-6:00、22:00-24:00。

3. 峰谷价比。夏季（7-9月）和冬季（1、12月）高峰上浮80%，低谷下浮60%，尖峰电价在高峰电价基础上上浮25%，其他月份高峰上浮60%，低谷下浮50%。深谷电价在平段电价基础上下浮80%。

4. 电价（根据电压等级划分自行选择）

（1）不满1kV：尖峰：1.4762元/kWh；高峰：1.1961元/kWh；平段：0.6983元/kWh；低谷：0.3249元/kWh。

（2）10 kV：尖峰：1.4348元/kWh；高峰：1.1630元/kWh；平段：0.6799元/kWh；低谷：0.3175元/kWh。

（3）35 kV：尖峰：1.3637元/kWh；高峰：1.1061元/kWh；平段：0.6483元/kWh；低谷：0.3049元/kWh。

（4）110 kV：尖峰：1.2953元/kWh；高峰：1.0514元/kWh；平段：0.6179元/kWh；低谷：0.2927元/kWh。

（5）220 kV及以上：尖峰：1.2725元/kWh；高峰：1.0332元/kWh；平段：0.6078元/kWh；低谷：0.2887元/kWh。

（二）城市燃气：

用气价格4.61元/m3。

（三）城市热力：

无。

# 四、建筑材料及构造做法

建筑材料及构造做法可参见建筑图纸及参考表 1 参数，如所提供的墙体材料热工参数不详时，允许学生按软件设置合理选择参数。

表 1 围护结构热工参数参考值

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 材料做法 | 厚度  (mm) | 干密度  (kg/m3) | 导热系数  (W/(m·K)) | 比 热 容  (kJ/(kg·K)) | 导 热 系数修正 |
| 不上人屋面 | 石材 | － | － | － | － | 不计 |
| 细石钢筋混凝土 | 70 | 2500 | 1.740 | 0.936 | 1.00 |
| 泡沫玻璃 | 115 | 140 | 0.052 | 0.879 | 1.20 |
| 防水材料 | － | － | － | － | 不计 |
| 水泥砂浆 | 20 | 1990 | 0.930 | 0.961 | 1.00 |
| 钢筋混凝土 | 120 | 2500 | 1.740 | 0.936 | 1.00 |
| 上人屋面 | 装饰面层 | － | － | － | － | 不计 |
| 细石钢筋混凝土 | 40 | 2500 | 1.740 | 0.936 | 1.00 |
| 泡沫玻璃 | 115 | 140 | 0.052 | 0.879 | 1.20 |
| 防水材料 | － | － | － | － | 不计 |
| 水泥砂浆 | 20 | 1990 | 0.930 | 0.961 | 1.00 |
| 轻集料混凝土 | 30 | 1730 | 0.950 | 1.089 | 1.00 |
| 钢筋混凝土 | 120 | 2500 | 1.740 | 0.936 | 1.00 |
| 外墙1-主墙体 | 石材 | － | － | － | － | 不计 |
| 聚合物抗裂砂浆 | 5 | 1990 | 0.930 | 0.961 | 1.00 |
| 岩棉板 | 30 | 110 | 0.040 | 0.800 | 1.20 |
| 防水材料 | － | － | － | － | 不计 |
| 水泥砂浆 | 20 | 1990 | 0.930 | 0.961 | 1.00 |
| 蒸压轻质加气混凝土板（B05） | 170 | 550 | 0.130 | 1000 | 1.25 |
| 外墙1-热桥 | 石材 | － | － | － | － | 不计 |
| 聚合物抗裂砂浆 | 5 | 1990 | 0.930 | 0.961 | 1.00 |
| 岩棉板 | 30 | 110 | 0.040 | 0.800 | 1.20 |
| 防水材料 | － | － | － | － | 不计 |
| 水泥砂浆 | 20 | 1990 | 0.930 | 0.961 | 1.00 |
| 钢筋混凝土 | 170 | 2500 | 1.740 | 0.936 | 1.00 |
| 外墙2 | 石材 | － | － | － | － | 不计 |
| 岩棉板 | 65 | 110 | 0.040 | 0.800 | 1.20 |
| 石膏板 | － | － | － | － | 不计 |
| 底面接触室外空气的外挑楼板 | 水泥砂浆 | 20 | 1990 | 0.930 | 0.961 | 1.00 |
| 钢筋混凝土 | 120 | 2500 | 1.740 | 0.936 | 1.00 |
| 岩棉板 | 50 | 110 | 0.040 | 0.800 | 1.20 |
| 金属吊顶 | － | － | － | － | 不计 |

续表1

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 材料做法 | | 厚度  (mm) | 干密度  (kg/m3) | 导热系数  (W/(m·K)) | 比 热 容  (kJ/(kg·K)) | 导 热 系数修正 |
| 供暖空调房间与非供暖空调房间之间的隔墙1 | 混合砂浆 | | 20 | 2000 | 0.870 | 0.911 | 1.00 |
| 钢筋混凝土 | | 300 | 2500 | 1.740 | 0.936 | 1.00 |
| 无机保温砂浆Ⅱ型 | | 15 | 800 | 0.080 | 1.005 | 1.25 |
| 聚合物抗裂砂浆 | | 5 | 1990 | 0.930 | 0.961 | 1.00 |
| 供暖空调房间与非供暖空调房间之间的隔墙2 | 混合砂浆 | | 20 | 2000 | 0.870 | 1.15 | 1.25 |
| 加气混凝土砌块（B07） | | 200 | 700 | 0.220 | 0.911 | 1.00 |
| 混合砂浆 | | 20 | 2000 | 0.870 | 2000 | 0.911 |
| 供暖空调房间与非供暖空调房间之间的楼板 | 水泥砂浆 | | 20 | 1990 | 0.930 | 0.961 | 1.00 |
| 钢筋混凝土 | | 120 | 2500 | 1.740 | 0.936 | 1.00 |
| 无机保温砂浆Ⅰ型 | | 20 | 500 | 0.070 | 1.100 | 1.25 |
| 外窗-南、北向 |  | Low-e玻璃 | 6 | 2500 | 0.5 | 0.84 | － |
| 玻璃 | 空气层 | 12 | 1.00 | 0.024 | 1.01 | － |
|  | 透明玻璃 | 6 | 2500 | 0.76 | 0.84 | － |
| 非断热铝型材 | |  | 2700 | 160 | 0.9 | － |
| 外窗-东、西向 |  | 透明玻璃 | 6 | 2500 | 0.76 | 0.84 | － |
| 玻璃 | 空气层 | 12 | 1.00 | 0.024 | 1.01 | － |
|  | 透明玻璃 | 6 | 2500 | 0.76 | 0.84 | － |
| 非断热铝型材 | |  | 2700 | 160 | 0.9 | － |
| 屋顶透明部分 |  | 较低透光Low-e玻璃 | 6 | 2500 | 0.3 | 0.84 | － |
|  | 空气层 | 12 | 1.00 | 0.024 | 1.01 | － |
| 玻璃 | 透明玻璃 | 6 | 2500 | 0.76 | 0.84 | － |
|  | PVB | 0.76 | 1100 | 0.2 | 1.42 | － |
|  | 透明玻璃 | 6 | 2500 | 0.76 | 0.84 | － |
| 断热铝型材 | |  | 2700 | 160 | 0.9 | － |
| 空调与非空调区域的分隔门 | 金属门板 | | － | － | － | － | － |
| 岩棉板 | | 50 | 110 | 0.040 | 0.800 | 1.20 |
| 金属门板 | | － | － | － | － | － |

墙体、窗、屋面等围护结构的传热系数等参数也可按国家、地方节能设计标准选取或权衡计算，以满足建筑节能要求。

# 五、水文地质条件

（一）场地地基土构成及性质

勘察钻探最大深度为地面下100.0m，其中浅部土层分布较稳定，中部土层局部变化起伏较大，下部土层分布较稳定。各土层特征叙述如下：

①1填土：表层约30-50 cm为建筑物新近拆除后回填的建筑垃圾，下部以粘性土为主，湿，松散。层底埋深：1.20~3.50m。

①2浜填土：含有机质及黑色腐植物，土质软弱，很湿，松散。层底埋深：3.40~4.20m。

②粘土：含氧化铁条纹、铁锰质结核，土质由上而下逐渐变软，湿~很湿，可塑~软塑，压缩性中等~高等。层底埋深：2.70~4.60m。

③淤泥质粉质粘土夹粘质粉土：含云母，局部夹较多层状粉性土，土质不均匀，饱和，流塑，压缩性高等。层底埋深：6.10~7.60m。

④淤泥质粘土：含云母、有机质，夹极薄层粉砂，土质较均匀，饱和，流塑，压缩性高等。层底埋深：15.00~17.00m。

⑤1粉质粘土：含半腐植物根茎及少量贝壳碎屑，饱和~很湿，流塑~软塑，压缩性高等。层底埋深：20.10~23.70m。

⑤2粉砂：含云母、少量有机质，夹少量薄层粘性土，饱和，稍密~中密，压缩性中等。层底埋深：26.90~29.50m。

⑤3粉质粘土：含云母、有机质，夹少量薄层粉性土，很湿，软塑，压缩性中等。层底埋深：27.80~39.00m。

⑥粉质粘土：含氧化铁斑点和铁锰质结核，底部夹薄层粉性土，湿，硬塑~可塑，压缩性中等。层底埋深：28.90~30.30m。

⑦1粘质粉土夹粉质粘土：含云母，夹砂质粉土，饱和，压缩性中等，土质不均匀，局部土质密实。层底埋深：34.50~37.00m。

⑦2-1粉砂：含云母，颗粒成分以石英、长石为主，夹细砂、砂质粉土及少量薄层粘性土，饱和，密实，压缩性中等。层底埋深：47.50~48.50m。

⑦2-2细砂：含云母，颗粒成分以石英、长石为主，土质致密、均匀，饱和，密实，压缩性中等。层底埋深：70.00~75.00m。

⑨粉砂：含云母，夹细砂及薄层状粘性土，饱和，密实，压缩性中等。层底埋深：未穿透。

（二）土壤热特性参数

表2 土壤热特性参数

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 层序 | 取样深度 (m) | 土的热物性指标 | | | | |
| 名称 | 密度  ρ  (103kg/m3) | 导热系数 λ (W/m·K) | 比热容 C (kJ/kg·K) | 热扩散率 α×10-3 (m²/h) |
| ③ | 4.00～4.30 | 灰色淤泥质粉质粘土 | 1.71 | 1.570 | 1.94 | 1.70 |
| ③ | 6.00～6.30 | 灰色淤泥质粉质粘土 | 1.73 | 1.294 | 1.84 | 1.47 |
| ④ | 9.00～9.30 | 灰色淤泥质粘土 | 1.67 | 1.443 | 1.92 | 1.62 |
| ④ | 12.00～12.30 | 灰色淤泥质粘土 | 1.71 | 1.546 | 1.82 | 1.79 |
| ④ | 15.00～15.30 | 灰色淤泥质粘土 | 1.71 | 1.453 | 1.74 | 1.76 |
| ⑤₁ | 18.00～18.30 | 灰色粘土 | 1.81 | 1.573 | 1.72 | 1.82 |
| ⑤2 | 21.00～21.30 | 灰色粉砂 | 1.92 | 1.665 | 1.53 | 2.04 |
| ⑤2 | 24.00～24.30 | 灰色粉砂 | 1.85 | 1.608 | 1.66 | 1.88 |
| ⑤2 | 27.00～27.30 | 灰色砂质粉土 | 1.85 | 1.609 | 1.66 | 1.89 |
| ⑥ | 29.00～29.30 | 暗绿色粉质粘土 | 1.93 | 1.884 | 1.47 | 2.40 |
| ⑦₁ | 32.00～32.30 | 灰绿色粉质粘土 | 1.88 | 1.633 | 1.63 | 1.92 |
| ⑦₁ | 35.00～35.30 | 草黄色粉质粘土 | 2.01 | 1.901 | 1.55 | 2.20 |
| ⑦2-2 | 70.00～70.20 | 灰黄色粉砂 | 2.00 | 1.738 | 1.61 | 1.94 |
| ⑦2-2 | 75.00～75.20 | 灰黄色细砂 | 2.06 | 1.659 | 1.60 | 1.82 |
| ⑦2-2 | 80.00～80.20 | 灰色细砂 | 2.00 | 1.676 | 1.57 | 1.92 |
| ⑨ | 85.00～85.20 | 灰色粉砂 | 2.03 | 1.789 | 1.52 | 2.09 |
| ⑨ | 90.00～90.20 | 灰色粉砂 | 1.97 | 1.572 | 1.66 | 1.73 |
| ⑨ | 95.00～95.20 | 灰色粉砂 | 1.99 | 1.588 | 1.59 | 1.81 |
| ⑨ | 100.00～100.20 | 灰色含粘性土粉砂 | 2.03 | 1.671 | 1.58 | 1.88 |

（三）水文条件

勘测地在深度100.0m范围内主要涉及到潜水含水层、第⑤2层微承压含水层、第⑦层第I承压含水层及第⑨层第Ⅱ承压含水层。

勘测地浅部地下水属潜水类型，受大气降水及地表迳流补给。上海市年平均高水位埋深为0.50m，低水位埋深为1.50m，地下水静止水位埋深一般在1.08m～1.56m之间，其相应标高一般在3.41m～3.93m之间。

勘测地第⑤2层粉砂，该土层赋存的地下水水量较丰富，属微承压水含水层；第⑦层是上海地区的第I承压含水层、第⑨层是上海地区的第Ⅱ承压含水层。第⑦层与第⑨层承压水相互连通，水量补给丰富。据上海地区已有工程的长期水位观测资料，微承压水及承压含水层水位年呈周期性变化，水位埋深的变化幅度一般在3.0m～11.0m。

# 六、设计范围

建筑内各功能区域（房间）的暖通空调系统设计，不包括单独的消防防烟排烟系统设计，但应包括通风空调系统与建筑防排烟共用系统的设计。

# 七、设计要求

1. 以创新和绿色为前提，采用科学的逻辑思维，先进的科学技术为基础，充分借鉴利用国内外的工程理论和实践，集经济性、可靠性、智能性于一体，融入人性化、高性能、低能耗、经济环保等设计理念，应用正确的方法开展设计。

2. 应依据并符合现行的设计规范、标准、技术规程以及技术措施，且必须是现行有效版本。

3. 按照上海地区气象条件进行设计，系统形式应充分体现建筑使用功能的特点，并重点对系统形式、设备性能、设备容量及数量、可再生能源利用等进行节能分析。

4. 可根据建筑的功能特点，结合所采用的系统形式等，合理的补充设置冷热源机房、空调机房、通风机房、各功能管道井、内外分区等，以适应该建筑的暖通空调设计，并应在相应文件中进行说明。

# 八、作品提交要求

（一）调研报告

各参赛团队竞赛须提交《调研报告》。

（二）设计计算说明书

作品提交要求包括设计计算说明书和图纸两个方面。

说明书应以设计计算内容的说明为主，必须提交“设计要点汇总表”，计算过程用典型实例举例计算过程即可，具体的计算内容可以用表格的形式表示，并可单独列章。计算部分的规定请参见竞赛制度文件中作品提交要求具体规定。《设计计算说明书》基本内容应包括：

（1）项目简介：建筑物的介绍、建筑能源资源情况介绍。

（2）主要工作内容介绍：项目设计的主要工作内容、设计的基本思路等；设计依据以及参考资料的收集等。

（3）空调负荷计算：空调负荷计算原理、计算过程，主要区域应进行负荷特征分析；计算结果可单独列表描述。

（4）方案介绍：建筑能源利用方式、设计的空调系统形式、系统设计特色、室内外设计参数的确定、典型房间空气处理过程的分析、气流组织分析、冷热源选择及机房布置方案、噪声与震动的防范等。

（5）管网水力计算及设备选型：管网系统的设计、管径确定、泵与风机的选配以及管网的水力工况分析等；计算结果可单独列表描述。

（6）暖通空调系统的运行调控与分析：空调系统的季节性变化运行工况、负荷变化的运行工况调控与分析，以及节能措施。

（7）节能分析和经济技术比较，可以独立章节单独进行描述。

（8）设计依据及参考文献：请各参赛团队分别列出设计依据及设计过程中可能涉及到的参考文献。

（9）各参赛队伍可在上述内容的基础上，发挥自身的特色进行设计。

（三）图纸要求

图纸以能清楚表达设计思想为依据。数量一般不少于 10 张 0#或 1#标准图纸（平面图为 0#），不宜多于 15 张。

主要图纸的内容必须包含以下内容：

（1）设计说明：

内容包括设计和施工说明。应清楚表述设计者的设计思想。一般作为图纸的首页。设计说明包括建筑概况、设计依据、设计内容、主要设计参数、系统介绍、施工及验收说明等；还应包括图纸目录、图例及主要设备材料列表。

（2）设计图纸：

A. 典型房间或区域的空调风系统、空调水系统的平面图、剖面图（如有需要）；

B. 空调机房的风系统、水系统平面图、剖面图（如有需要）；

C. 空调系统原理图；

D. 空调冷热源机房主要的平面图、剖面图（如有需要）；

E. 空调系统自控原理图；

F. 通风系统原理图和布置图；

G. 管道系统轴测图；

H. 其它。

# 九、答疑

答疑老师：

同济大学，周翔 教授

电话：13671923505

邮箱：[zhouxiang@tongji.edu.cn](mailto:zhouxiang@tongji.edu.cn)

同济大学建筑设计研究院（集团）有限公司 张智力 正高级工程师

电话：13621633236

邮箱：23zzl@tjadri.com