

上海航海博物馆暖通空调工程设计

-2019 年 CAR-ASHRAE 竞赛题目

1. 题目特点

博物馆是征集、典藏、陈列和研究代表自然和人类文化遗产的实物的场所，担负着对那些有科学性、历史性或者艺术价值的物品进行分类的使命，同时也是为公众提供知识、教育和欣赏的建筑。暖通空调方案设计对博物馆建筑室内环境设定和控制有着极其重要的作用，博物馆建筑暖通空调方案设计作为高校建筑环境与能源应用工程等专业学生的设计竞赛题目，既具备暖通空调设计的普适性，又具备博物馆建筑的特殊性，给学生提供了展示其运用所掌握专业知识解决工程实际问题能力的机会，也是提高参赛学生专业素质和设计能力的契机。这对于教学改革，提高学生的综合设计水平，具有现实意义。

本工程的特点体现在两个方面，其一是建筑所在的气候区和地理位置，上海属于夏热冬冷地区，建筑位于上海浦东临港地区，靠近东海与湖泊，且太阳能、风力资源也较丰富；其二是博物馆建筑外观设计特色显明，建筑内库房、展厅、天象馆等建筑功能较为多样化，且展馆中心为高大空间，布置有高 27 米的巨型高仿木制明代福船的镇馆之宝。

本工程的设计目标是根据夏热冬冷地区的气候特征和建筑所在地区的地理位置特征，综合考虑本工程的功能特点，合理规划和选择确定能源方案、冷热源方案、空调方式、气流组织形式、系统形式、控制方案等，使得设计的暖通空调系统在满足设计要求的情况下，初投资及运行能耗、运行费用较优，且满足室内温湿度和空气品质的博物馆建筑功能需求。通过设计，培养、锻炼和提升学生能源应用的能力、运用所学专业综合解决复杂技术问题的能力。

2. 建筑概况

该航海博物馆位于上海市浦东新区南汇新城申港大道 197 号，靠近东海，矗立于滴水湖畔。

博物馆建筑物占地面积 24830 平方米，建筑面积 46434 平方米。建筑共有 4 层，外形犹如两只白色风帆交错互抱，造型充满动感，十分醒目，图 1 和图 2 分别给出了建筑整体效果图和建筑与周围水域的效果图。其中两侧展区高度 23.95m，中间帆体高度 70.60m；室内展示面积 21000 平方米，室外展示面积 6000 平方米。博物馆以“航海”为主线，“博物”为基础，分设航海历史、船舶、航海与港口、海事与海上安全、海员、军事航海等六大展馆，以及渔船与捕鱼、航海体育与休闲两个专题展区，并建有天象馆、4D 影院、儿童活动中心。目前馆藏文物（实物）已达 2 万余件，包括一批具有重要收藏、研究价值、反映我国航海历史、航海文化、航海技术的重要事件和历史人物的文物与实物，其中位于一楼大厅的高 27 米，长 30 余米，宽 8 米的巨型高仿木制明代福船，是镇馆之宝，参见图 3。

该建筑耐火等级为一级，设计使用年限为 50 年，建筑抗震防裂度为六度。屋面防水等级为 II 级，墙体结构类型为框架剪力墙。



图 1 建筑正面实景图



图 2 建筑及其周围水域实景图

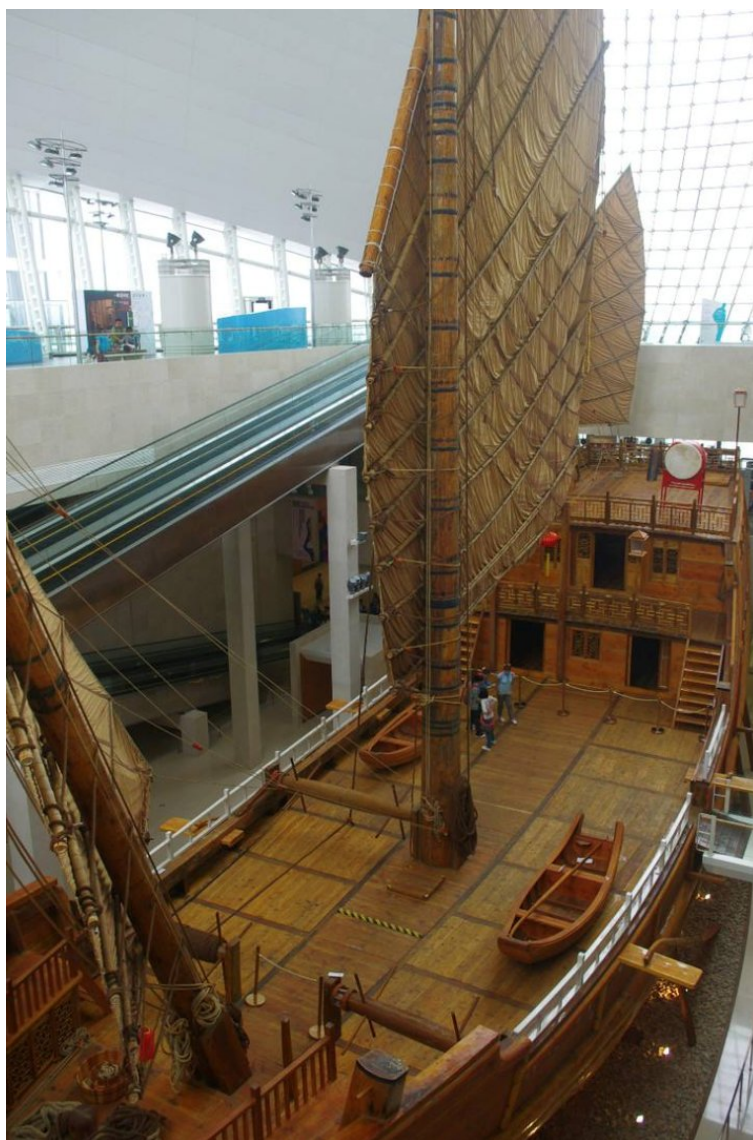


图3 一层巨型高仿木制明代福船镇馆之宝

建筑功能分布中，一层包括恒温恒湿库房与展区、停车库、中庭展区、亲水平台、冷热源机房等；二层包括电影院和商店等；三层包括天象馆和多个展区等；四层包括3个展区等。具体建筑区域与房间的功能分布可参考各层建筑平面、总图以及效果图附件(各层防火分区在平面图中给出；所有图纸需用天正暖通打开)。

在本设计中，学生应充分考虑该航海博物馆的特点，在建筑设计中所缺少的各功能井道、空调机房等，竞赛设计团队可进行合理补充，以适应该博物馆建筑的暖通空调设计需要，并应在相应文件中说明。

3. 建筑材料及构造做法

建筑材料及构造做法参见建筑图纸及建筑设计说明。墙体、窗、屋面等围护结构的传热系数等参数,可按《公共建筑节能设计标准》(GB50189-2015)选取。在墙体材料热工参数不详,节能标准提供的参数不能解决问题时,允许学生按软件中的设置合理选择参数,并在设计说明书中加以说明。

4. 设计规范

此工程设计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。在结合现行国家标准、地方标准和有关国际标准的过程中,宜选择其中标准高的执行,使建筑相关设计体现出技术的先进性。

4.1 中国现行设计规范、技术措施

- A. 《暖通空调制图标准》(GB/T 50114-2010);
- B. 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》(GB 50736-2012);
- C. 《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》(JGJ134-2010);
- D. 《建筑设计防火规范》(GB50016-2014);
- E. 《公共建筑节能设计标准》(GB50189-2015);
- F. 《绿色建筑评价标准》(GB/T50378-2014);
- G. 《民用建筑绿色设计规范》(GB/T50378-2014);
- H. 《城镇燃气设计规范》(GB 50028-2006);
- I. 《通风与空调工程施工质量验收规范》(GB50243-2016);
- J. 全国民用建筑工程设计技术措施 暖通空调·动力 (2009);
- K. 方案中涉及的其他规范、技术规程及技术措施的有效版本;
- L. 《博物馆建筑设计规范》(JGJ 66-2015)。

4.2 国际设计参考手册

美国采暖、制冷与空调工程师协会设计手册 (ASHRAE Guides);

英国楼宇设备工程师协会设计手册 (CIBSE Guides)。

5. 能源供应与价格

该博物馆所在区域有城市电网、城市管道天然气供应。能源价格包括电价、天然气价格和油价，具体参考如下（可能与实际有别，按给定的价格执行）。

表 1 给出了上海非居民（商业）用电价；表 2 给出了上海非居民天然气价格；此外，上海市非居民燃油市场价可参考 7.1 元/升。

表 1 上海市非居民用户电价表（分时）（单位：元/度）

| 用电分类 | | | 电度电价 | | | | | | | |
|------|--------|-----|---------|-------|-------|----------|---------|-------|-------|----------|
| | | | 非夏季 | | | | 夏季 | | | |
| | | | 不满 1 千伏 | 10 千伏 | 35 千伏 | 110 千伏以上 | 不满 1 千伏 | 10 千伏 | 35 千伏 | 110 千伏以上 |
| 单一制 | 工商业及其他 | 峰时段 | 1.091 | 1.061 | 1.031 | | 1.126 | 1.096 | 1.066 | |
| | | 谷时段 | 0.518 | 0.488 | 0.458 | | 0.553 | 0.523 | 0.493 | |
| 两部制 | 工商业及其他 | 峰时段 | 1.226 | 1.196 | 1.166 | 1.141 | 1.261 | 1.231 | 1.201 | 1.176 |
| | | 平时段 | 0.764 | 0.734 | 0.704 | 0.679 | 0.799 | 0.769 | 0.739 | 0.714 |
| | | 谷时段 | 0.363 | 0.357 | 0.351 | 0.345 | 0.298 | 0.292 | 0.286 | 0.280 |

注：分时电价时段划分为：

- (1) 单一制：峰时段（6-22 时），谷时段（22 时-次日 6 时）；
- (2) 两部制非夏季：峰时段（8-11 时、18-21 时），平时段（6-8 时、11-18 时、21-22 时），谷时段（22 时-次日 6 时）；
- (3) 两部制夏季：峰时段（8-11 时、13—15 时，18-21 时），平时段（6-8 时、11-13 时、15-18 时，21—22 时），谷时段（22 时-次日 6 时）。

表 2 上海市非居民用户天然气销售基准价格（单位：元/立方米）

| 用户分类 | | 基准价格 |
|---------|-------------|------|
| 漕泾热电 | | 2.27 |
| 天然气发电厂 | | 2.37 |
| 化学工业区 | | 2.52 |
| 一般非居民用户 | 500 万立方以上 | 3.00 |
| | 120-500 万立方 | 3.48 |
| | 120 万立方以下 | 3.75 |

6. 设计要求

设计要求分别从设计范围、总体要求和空调设计具体内容三方面论述。

6.1 设计范围

本设计范围为 1~4 层航海博物馆各功能区域与房间的暖通空调设计。

6.2 总体要求

按照全年候气象条件提出满足 1~4 层航海博物馆各功能区域与房间的暖通空调设计方案。方案应结合当地气候特点和地理位置等提供的参考条件，体现博物馆建筑的功能性、系统性、先进性、经济性及“四节一保”（节材、节水、节能、节地以及环境保护），设计应体现出地域特色、专业特色和技术先进性。

所提供的工程设计方案尽可能的减少能源消耗、充分利用建筑周围的水源、太阳能、风能等可再生和低品位能源，并尽量运用绿色建筑节能技术。本次暖通空调设计方案应满足相关专业设计标准要求，本此竞赛设计方案不包括建筑给水排水、生活热水等系统设计，也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，包含能源的整体综合利用，地面一层停车库需进行通风设计。

由于本设计项目具有综合性，考虑到设计时间有限和考察的侧重点不同，在设计中，学生应根据夏热冬冷地区的气候特点，重点结合该博物馆建筑展厅过渡区域舒适型需求特征、库房温湿度特殊要求和空气洁净度要求，建筑中庭藏有高仿木制古船的高大空间藏品要求等建筑特征选择确定空调系统方案，并侧重能源的综合高效利用与节能运行调控。

总体上做到方案可行合理、计算正确、表达规范清楚、技术先进、节能创新。

6.3 空调设计具体内容

空调设计方案应完成的基本内容包括如下各点：

(1) 空调冷热源设计

根据所确定的方案，包含下列各项中设计方案可能涉及到的内容。

- 1) 冷、热源机组或锅炉的型式、容量、台数；
- 2) 机房换热设备的型式、容量、台数；
- 3) 冷（热）水循环水泵型式、容量、台数；
- 4) 冷却水泵的型式、容量、台数；
- 5) 冷却塔的类型、容量、台数；
- 6) 室内、外机组的型式、容量、台数；

- 7) 机房设备布置与管路系统的布置连接;
- 8) 系统原理、流程;
- 9) 其它相关项, 如可再生能源利用和余热回收方案等。

(2) 空气处理设备

设计应包括各种空气处理设备及末端设备的选择计算和气流组织设计。

(3) 输配系统

设计应根据不同空调冷热源方式, 设计冷冻水(热水)系统、冷却水系统(如有)以及冷剂式系统(如有)和风系统, 并包括空调分区方案。

(4) 自控系统

设计应包括控制系统的设计原理及运行模式、运行策略。

(5) 节能、绿色环保

节能、绿色环保应融汇在设计的全过程中, 突出暖通空调系统的节能性, 尤其是高效节能运行。

7. 作品提交要求

作品提交要求包括设计说明书和图纸两个方面。

7.1 设计说明书

说明书应以设计内容的说明为主, 计算过程用典型实例举例计算过程即可, 具体的计算内容可用表格的形式表示, 并可单独列章。(关于计算部分的规定请参见竞赛制度文件 3.2 作品提交要求为准)。

《设计说明书》基本内容应包括如下内容:

(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; 设计依据与标准、以及参考资料的收集、相关博物馆建筑调研报告(包括: 室内人员数量变化特点、夏热冬冷地区室内外气象参数的变化特点、各类型房间的设计要求及负荷变化特点以及综合博物馆建筑各部分对能源类型的需求特点等)

(注: 此博物馆建筑调研报告可放在“设计说明书”中, 也可作为独立附件递交;

考虑到不同地域学校调研工作难度，所调研的博物馆不限于夏热冬冷地区）。

(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等；其中还应详细表述通风设计，并应根据博物馆建筑各功能区域和房间的实际运行管理模式、使用要求、建筑内人员数量的变化规律来确定各类型房间不同时段室内人员数量（应以上述调研报告作为参考），并考虑不同季节各类型房间对新风的的不同需求确定新风量及新风系统形式。

(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；建议分析泵与风机效率，绘制风系统并绘制水系统水压图；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。建议增加系统冷热计量和分项计量装置，分析调控运行策略，并进行运行能耗（冷热电）和系统能效分析。

(7) 节能分析和经济技术比较，进行投资回收期分析，可以独立章节单独进行描述。

(8) 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。

7.2 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 8 张 0#或 1#标准图纸（平面图为 0#），不宜多于 12 张。

设计图纸 CAD 版本应保存为 2004 以下、天正暖通 7.6 以下或使用图形导出存为旧版格式。

主要图纸的内容必须包含设计说明和设计图纸两个部分。

(1) 设计说明

内容包括设计和施工说明。应清楚表述设计概况及设计者的设计思想，一般作为图纸的首页。设计和施工说明包括建筑概况、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.地下车库通风系统原理图和布置图
- G.其它。

指定答疑老师：

上海理工大学 王丽慧沪江学者，副教授 13816498129，66amy99@126.com