

摘要：本文主要描述了户式中央空调的系统设计过程。针对用户所提供建筑图纸的实际特点，以夏季工况为基础，对制冷系统进行了设计。其中包括房屋冷负荷、空调系统、室外和室内侧换热器的设计等等，并且进行了相应的热力计算及压缩机选型、冷凝器及蒸发器的设计和辅助设备的选择。此设计中的户式中央空调系统选择变制冷剂流量的空调系统，具有节能、舒适，运转平稳等特点。压缩机选择两台涡旋式压缩机并联，可以对制冷量进行更好的调节。根据设计要求以及冷负荷的计算后，室外侧冷凝器选择风冷管片式冷凝器，并对其中一间卧室的蒸发器进行了设计，选择了表面管片式蒸发器。此设计基本可满足用户的使用要求

关键词：户式中央空调，蒸发器，冷凝器

Abstract : The thesis mainly describes the design of the residential central airconditioning system. According to the architectural and actual circumstance, this design of the refrigeration system and the back track of water system, which are based the summer condition, includes room load, the air conditioning system, the design of the back track of water system etc. And accomplish the choice of the compressor, the design of the wind cooling condenser, evaporator, the design of the fan coil and the choice of other equipment. The design of residential central air-conditioning system refrigerant chooses the changing flow of air-conditioning system, with the characteristics of energy-saving, comfortable and smooth running It is choosed two scroll compressor which are paralleled in order to regulate cooling capacity better. According to the design requirements and cooling load calculations, it choose air-cooled condenser outside of the chip condenser, and in one of the bedrooms of the evaporator design, it select the surface of the chip evaporator. This design can basicly meet the user's request.

Keywords: the residential central air conditioning system, evaporator, condenser

1 引言

住宅建设是当今社会的热门话题，高尚住宅已经成为部分发达地区追求的时尚，中央空调系统更是成了一批先富起来的人的需求，成了一批豪宅的卖点。大型中央空调系统，也即我们经常意义上的集中冷热站空调水系统，由于设备和外网投资不易解决，资产不易分清，设备和外网的管理，维护，保养及更换经费上的困难，分户计量引起的矛盾，使其在住宅中央空调方面的应用受到很大的限制。户用中央空调系统，由于其以每家每户为独立单元，自成体系，现有产品自动化程度高，安装简单，使用方便，愈来愈受大家的关注。

分体空调越来越难以适应环境、能源的要求。近 10 年来，建筑业提出了四个新的建筑概念，即“健康建筑”、“绿色建筑”、“智能化建筑”、“集成建筑”。这些概念的提出，不但为建筑业的发展指明了方向，也为空调业勾划出了明天蓝图。

“健康建筑”概念的出现是人类对自己生活的环境提出的更高要求，也是人类对住宅提出的基本要求。在“健康住宅”的要求中至少有一半与中央空调有关，而要实现“健康住宅”的这些最低要求应用分体空调已无法胜任，因此，户式中央空调势必成为新世纪住宅的必不可少的组成部分之一，因此引起了人们极大关注。“绿色建筑”强调的是：环境、节能、资源和材料的有效利用。环境包括建筑物外的生态环境和室内环境两部分，室内环境强调的是居住者的舒适感、身心健康和室内空气品质。要达到室内环境的这些要求，只能通过采用中央空调才能实现。节能包括提高能效和能源的综合利用，其中能效的提高包括使用高效冷水机组、高效锅炉、高效电机，减少水系统的能耗，采用新风冷却系统等几个方面。

“绿色建筑”带给居住者的将是良好的空气品质、舒适的生活空间和较低的能耗。

“智能化建筑”就是利用计算机、通讯与网络、自动控制和

IC 卡技术,通过有效的传输网络,提供智能化信息服务和安全舒适的家居环境。智能化住宅主要包括:服务器系统,综合布线网络,系统集成软件,形成住宅内自己的区域网络。该网络上端与信息网、互联网、电视网连接,下端与住宅内每一户的家用电脑、家用电器、中央空调设备等连接。采用此网络,可以方便地实现楼宇自控、物业管理、电子商务等功能,为住宅内居住者营造高效、便捷的现代生活,从此角度出发,家用中央空调势必成为 21 世纪智能化住宅的一部分。

“集成建筑”就是将房屋建筑的所有部件,先在工厂生产,再拼装成一座建筑。其为采用中央空调系统提供了极好的发展前景,住宅的工业化生产极大地简化了中央空调系统的设计和安装。优化设计技术,标准化空调产品,工厂化安装使得家用中央空调系统的一次投资和运行费用大幅度降低。

21 世纪我国的消费热点离不开住宅产业的重要推动作用,同时,住宅产业的发展又带动了相关产业,户式中央空调势必成为 21 世纪住宅的重要组成部分之一。

由于户式中央空调能同时满足 60~600 平方米的各种户型多个房间的要求,目前,在欧美、日本的公寓、住宅、别墅已普遍使用,美国使用率已经超过 70%,在日本已经超过 50%,而我国家用中央空调的使用率仅占空调行业的 5%左右。虽然目前该比例仍然较低,但据国内一项调查表明,约有 26%的消费者表示愿意安装家用中央空调。据测算,今后几年,我国中央空调市场将呈现出几何数的增长势头。

户式中央空调有着分体空调所无法比拟的优点:

1) 产品冷量提供范围宽,适应不同建筑面积的居住者使用,也适应于多室多厅的住宅;2) .可以任意开、停,并交付给机组电脑智能化控制,使用方便;3) .容量调节方便,既可采用无级调速进行风量调节,也可利用水路,通过温度传感器控制供停水;4) 噪声低,如在低档风速下运行,噪声更低;5) 可以设置新风系统,彻底解决空调房间的室内空气品质问题。

但我们却不无遗憾地看到,在房地产住宅市场十分活跃的今天,户式中央空调的现实入住率却远远低于分体空调,这当中存在以下原因:

1) 许多人普遍认为采用中央空调系统“造价高、运行费用高、工薪阶层承受不起”,因此,在选用空调问题上,绝大部分人首先考虑的是安装何种品牌的分体空调,而根本从未设想过安装户式中央空调。

2) 由于我国城市人口密集,造成了人均居住空间的相对狭小,因此,在建筑规范的制订中,相应地限制了居住空间,安装户式中央空调系统管路与现实空间不相

容的矛盾，也限制了户式中央空调的使用。

3) 目前尽管我国国民生产总值已有大幅度提高,但由于人口多,产业结构并不十分合理,人均收入并不高,居民的消费水平远未达到中等发达国家的水平,大部分工薪阶层的生活水平、消费水平仍十分低下,再加上多元化的消费支出,传统的消费观念等因素客观上也削弱了户式中央空调的发展力度。

4) 户式中央空调在投资方面不仅给普通的居住者造成了消费误区,而且造成了政府、房地产商在这方面犹豫不决。“高投资、低回报”使房地产商在开发住宅房地产项目上不敢尝试将大笔资金投放到户式中央空调的装备上,本来能增加住宅价值的卖点在误区面前悄悄溜掉。

5) 从技术上讲,户式中央空调系统的运行可靠性也不尽人意,这在另一方面也制约着户式中央空调的广泛应用。如对住宅内空气温湿度数据的采集、反馈、处理,目前市场主要是通过开停压缩机实现对室温的调节,从节能角度出发这并不值得推崇。近些年来,随着节能意识的增强,许多公司正从国外引进技术,以提高产品的技术竞争力。就目前来看主要采取变频技术,通过交流变频压缩机和交流变频控制器系列部件来实现温度控制,与普通空调相比制冷快一倍,同时可以在变频下不停机,或者少停机,并具有降低启动时的大电力冲击,耗电量少等优点。但此套自控设备的产品质量以及每户住宅多个房间冷量的合理匹配等运行的自控问题目前来看均不十分理想。

6) 户式中央空调系统进入寻常百姓家目前并不普遍,远不如分体空调,尽管分体空调市场上价格战如火如荼,但户式中央空调市场却风平浪静,这在某种程度上也不利于户式中央空调的市场利润合理化。因此,这势必造成部分厂家在利益驱动下,盲目生产设备,安装施工,只注重眼前利益,而国家相关部门也未明确制订出具体的技术规范、安装规范,所有这些因素造成了户式中央空调远未达到其本应具有的各种优势,甚至给居住者带来了长期的麻烦,这样做的结果只会造成这片市场的前景暗淡。

虽然目前户式中央空调市场上鱼目混珠,异常混乱,但随着科学技术的突飞猛进,市场的进一步规范,再加上户式中央空调所提供的高品味享受和突出的经济性,必将带来户式中央空调市场辉煌的明天!

2 总体设计方案

2.1 中央空调系统冷量的确定

家用中央空调系统冷量主要取决于室内的冷负荷。在空调房间内，要保持人体的舒适度就要维持室内的空气的温度和湿度，由于室内外热扰量的作用，在每个时刻房间内的负荷并不相同。

家庭住房的负荷一般有墙壁的传热、屋顶及地面的传热、太阳透过玻璃窗的传热、太阳的辐射热和屋内设备及人体的散热，另外还有门窗缝隙、密封不严、换气通风等传入的热量。实际设计时房间的面积与所需要的冷量如下表所示：

表 2.1.1 住宅各房间面积

设计条件： 合肥地区 四室两厅 设计面积 $S=130\text{m}^2$

房间	面积 (m^2)
客厅	35
餐厅	18
卧室 1	30
卧室 2	17
卧室 3	15
卧室 4	15

估算每个房间的单位面积制冷量如下表所示：

表 2.1.2 住宅各房间单位面积制冷量

房间	单位冷量 (W/m^2)
客厅	214
餐厅	155
卧室 1	165
卧室 2	145
卧室 3	145
卧室 4	145

根据经验估算法，估算每个房间所需要的冷量，如下表所示：

表 2.1.3 住宅各房间冷量

房间	冷量 (W)
客厅	7500
餐厅	2800
卧室 1	5000
卧室 2	2500
卧室 3	2200
卧室 4	2200

因此，整个房间的冷量总和为 22.2kW，但实际情况下各房间空调器不会同时开启，因此冷量系数可取 0.5，因此实际设计时制冷量为 $22.2 \times 0.5 = 11.1\text{kW}$ ，制热量为 $11.1 \times 1.2 = 13.32\text{kW}$ 。根据实际制冷量 11.1kW，选择两台两匹的涡旋式压缩机并联。此优点在于根据开启房间空调器的数目，可选择开启一台或者两台压缩机，节约了消耗。设计中一台压缩机为定频压缩机，一台为变频压缩机，制冷量可超 20%，满足了超负荷时的安全使用。

2.2 中央空调送风量的确定

一定的风量和风速是蒸发器进行换热必不可少的条件，适当增大风量或风速，可提高换热效率，增加冷量的输出。风量和载冷量有一定的比例关系，可参照现有空调来确定。风量 (m^3/h) 与冷量 (kW) 的比值约为 1: 9—10，但是这是按采用回风的条件下确定的。若要处理全新风，就要提高载冷率或冷量密度。可从下式进行估算：

$$Q_0 = V_a \rho_a \Delta h$$

式中， $Q_0 = 11.1\text{kW}$ ， $\rho_a = 1.2\text{kg}/\text{m}^3$ ， $\Delta h = 142.5\text{kJ}/\text{kg}$

$$\text{因此蒸发器的风量 } V_a = \frac{Q_0}{\rho_a \Delta h} = \frac{11.1}{1.2 \times 142.5} = 0.065 \text{ m}^3 / \text{s}$$

2.3 中央空调工况的确定

所谓的制冷工况是指蒸发器内的蒸发温度和冷凝器内的冷凝温度这两个参数而言，它们与空气侧的工况参数是相呼应的。若空气侧参数为自变量，制冷剂侧的参数就是因变量。一般制冷系统的压缩机都是定转速工作的。为了发挥压缩机的效能，增大制冷量，最有效的方法就是提高蒸发温度。既要缩小蒸发器的尺寸，又要满足系统冷量的要求，可采取如下措施：一是提高蒸发器的传热系数，二是降低蒸发温度，加大蒸发器的换热温差。由于有换热温差及管壁的传热温差存在，取蒸发温度为 7.4°C 。

在决定了空调制冷的标准蒸发温度后，还应确定冷凝温度。由于家用中央空调冷凝器大多采用风冷散热，周围环境温度对冷凝器的散热能力有直接影响。为了不使冷凝压力过大，应适当减轻压缩机工作负荷，取冷凝温度为 54.4°C 。

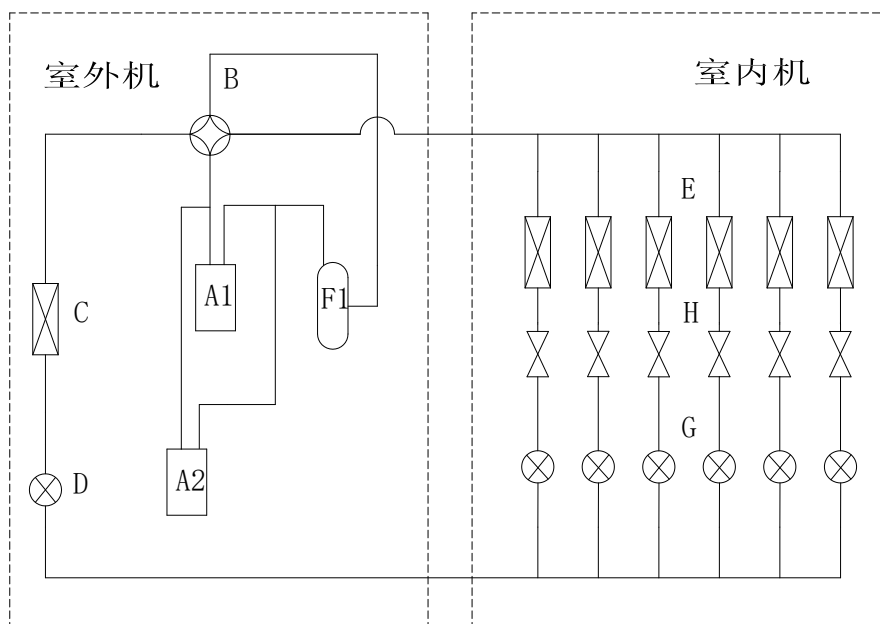
另外，空调空气侧的工况为：进入蒸发器的空气干球温度为 27°C ，湿球温度为 19.5°C ，进入冷凝器的空气温度为 35°C 。

2.4 中央空调系统总体设计方案

户用中央空调是由一台室外主机通过冷（热）水管连接室内侧风机盘管机组或通过制冷剂冷媒管道连接分体式空调器室内机，也可以是通过风管连接多个室内末端出风装置，将处理过的空气送到需要的区域，实现对多个房间温湿度调节。

户式中央空调有三种系统，风管式系统，VRV 系统以及冷（热）水机组。这三种系统各有优缺点，此次设计选择 VRV 系统，制冷剂为 R22，它是一种冷剂式空调系统，它以制冷剂为输送介质，室外主机由室外侧换热器，压缩机以及其他制冷附件组成，末端装置是由蒸发器和风机组成的室内机。一台室外机通过管路能够向若干个室内机输送制冷剂液体。通过控制压缩机的制冷剂循环量和进入室内各换热器的制冷剂流量，可以适时的满足室内冷热负荷。VRV 系统具有节能、舒适、运转平衡等诸多优点，而且各房间可独立调节，能满足不同房间不同空调负荷的需求。系统图如下所示：

图 2.1 中央空调制冷系统原理图



其中 A:压缩机 B: 四通阀 C: 冷凝器 D: 电子膨胀阀
E: 蒸发器 F: 气液分离器 G: 电磁阀 H: 毛细管

1、根据用户提供的建筑图纸，此用户住宅面积约为 130m^2 ，共有 6 个房间，为四室两厅结构，利用冷量估算法得知，各房间共需冷量之和为 22.2kw ，但实际情况下各房间空调器不会同时开启，因此冷量系数可取 0.5，因此实际设计时制冷量为 $22.2 \times 0.5 = 11.1\text{kw}$ ，制热量为 $11.1 \times 1.2 = 13.32\text{kw}$ 。根据实际制冷量 11.1kw ，选择两台两匹的涡旋式压缩机并联。此优点在于根据开启房间空调器的数目，可选择开启一

台或者两台压缩机，节约了消耗。设计中一台压缩机为定频压缩机，一台为变频压缩机，制冷量可超 20% ，满足了超负荷时的安全使用。

此制冷装置具有两台压缩机，可以实行制冷量分级调节。每台压缩机吸气管上均装有一个压力双位控制器，分别控制电动机的启、停。一号压缩机位基本能级，它受到房间温度的控制，只要有一个房间温度未达到指定温度下限，一号压缩机便运行，全部房间温度都达到指定温度下限时，一号压缩机才停车。一号机运行后，如果冷负荷增加，吸气压力将逐渐上升，决定二号压缩机工作，用一台压力控制器控制压缩机的启、停，只要对控制压缩机的压力控制器开停压力值进行合理设计，即可对这两台压缩机进行有效的开停控制。为了避免短期负荷波动或运行不稳而引起的吸气压力波动，造成能量误调，在控制中一般均加入适当的开机动作延时。

2、冷凝器选择管片式风冷冷凝器，由纯铜管和铝合金翅片组成。纯铜管采用 $\phi 10 \times 0.35 \text{mm}$ 的结构。迎面风速为 2.5m/s ，冷凝器沿着空气流动方向的管排数为 2 排，冷凝器结构为向上出风，横排布置有两个风扇



图 2.2 户式中央空调室外机

3、蒸发器选择管片式蒸发器，翅片为波纹翅片，主要是为了增强空气的扰动，提高空气侧的换热面积及换热系数，选择 $\phi 10 \times 0.35 \text{mm}$ 的纯铜管。室内机组末端装置的选择如下：客厅选择四面出风嵌入式，其他的房间选择侧出风型。

4、节流机构选择使用毛细管，其余的制冷配件还有气液分离器，干燥过滤器，四通换向阀以及电磁阀。此设计的户式中央空调系统是热泵型空调装置，是通过四通换

向阀来改变制冷剂流向的，以使其夏季能制冷，冬季能制热。

3 户式中央空调设计及计算

3.1 热力循环计算及压缩机选型

制冷量：11.1 kw

冷凝温度：54.4℃

蒸发温度：7.2℃

过冷温度：46.1℃

过热温度：32.2℃

由设计要求画出 lgP-h 图

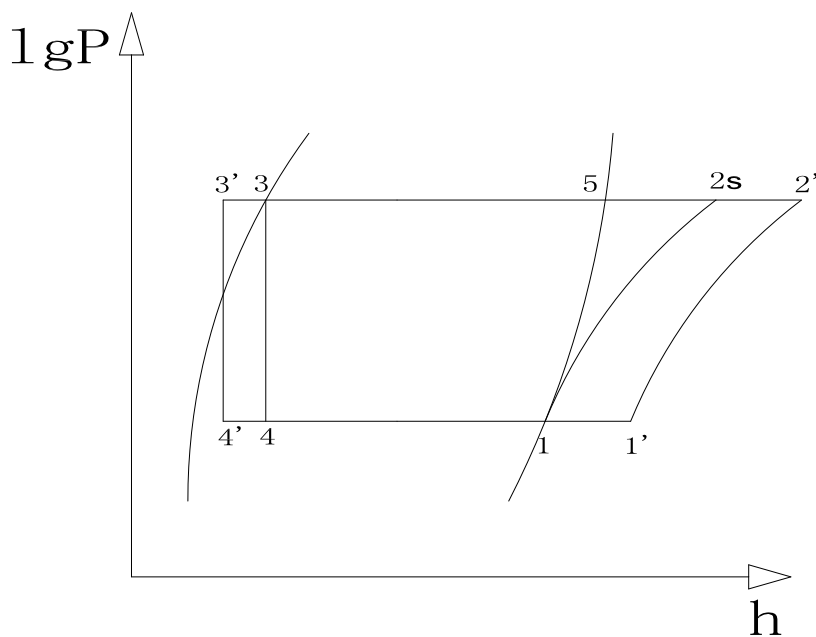


图 3.1 lgP-h 图

1、由 $t_k = 54.4^\circ\text{C}$ ， $t_0 = 7.2^\circ\text{C}$ 及 $\Delta t_k = 54.4 - 46.1 = 8.3^\circ\text{C}$ ， $\Delta t_0 = 32.2 - 7.2 = 25^\circ\text{C}$ 。

查压焓图确定各工况点状态。

点 1： $h_1 = 398.8 \text{ kJ/kg}$ ， $t_1 = 7.2^\circ\text{C}$ ， $v_1 = 0.0380 \text{ m}^3/\text{kg}$ ， $p_1 = 647 \text{ kPa}$

点 1'： $h_1' = 427 \text{ kJ/kg}$ ， $t_1' = 32.2^\circ\text{C}$ ， $v_1' = 0.0420 \text{ m}^3/\text{kg}$ ， $p_1' = 647 \text{ kPa}$

点 2： $h_2 = 437.6 \text{ kJ/kg}$ ， $t_2 = 73.0^\circ\text{C}$ ， $v_2 = 0.0120 \text{ m}^3/\text{kg}$ ， $p_2 = 212 \text{ kPa}$

点 2s: $h_{2s}=460\text{kJ/kg}$, $t_{2s}=90.3^\circ\text{C}$, $v_{2s}=0.0146\text{m}^3/\text{kg}$, $p_{2s}=212\text{kpa}$

点 5 : $h_5=418.2\text{kJ/kg}$, $t_5=54.4^\circ\text{C}$, $v_5=0.0106\text{m}^3/\text{kg}$, $p_5=212\text{kpa}$

点 3 : $h_3=268.0\text{kJ/kg}$, $t_3=54.4^\circ\text{C}$, $p_3=212\text{kpa}$

点 3': $h'_3=256.5\text{kJ/kg}$, $t'_3=46.1^\circ\text{C}$, $p'_3=647\text{kpa}$

点 4 : $h_4=268.5\text{kJ/kg}$, $t_4=7.2^\circ\text{C}$, $v_4=0.0380\text{m}^3/\text{kg}$, $p_4=647\text{kpa}$

点 4': $h'_4=256.3\text{kJ/kg}$, $t'_4=7.2^\circ\text{C}$, $p'_4=647\text{kpa}$

1、单位制冷量: $q_0 = h_1 - h'_3 = 398.8 - 256.5 = 142.3\text{kJ/kg}$

2、单位容积制冷量: $q_v = \frac{q_0}{v_1} = \frac{142.3}{0.042} = 3388.1\text{kJ/m}^3$

3、单位理论功: $w_0 = h_{2s} - h_1 = 460 - 427 = 33\text{kJ/kg}$

4、实际功: $w = \frac{w_0}{\eta_s} = 41.25\text{kJ/kg}$

5、单位冷凝负荷: $q_k = h_{2'} - h'_3 = 468.25 - 256.5 = 211.75\text{kJ/kg}$

其中: $h_{2'} = \frac{h_{2s} - h_1}{\eta_s} + h_1 = 468.25\text{kJ/kg}$

6、制冷剂流量: $G = \frac{Q_0}{q_0} = \frac{11.1}{142.3} = 0.078\text{kg/s}$, 两台压缩机并联, 则一台压缩

机的制冷剂流量为: $\frac{1}{2}G = 0.039\text{kg/s}$

7、冷凝器热负荷: $Q_k = q_k G = 211.75 \times 0.078 = 16.5165\text{kW}$

8、一台压缩机理论功率: $p_0 = Gw_0 = 0.039 \times 33 = 1.287\text{kW}$

9、制冷系数: $\eta_i = 0.8$ 、 $\eta_m = 0.85$ 、 $\eta_{m0} = 0.91$

$$\eta_{el} = \eta_i \eta_m \eta_{m0} = 0.615$$

$$p_i = p_0 / \eta_s = 1.287 / 0.8 = 1.60875\text{kW}$$

$$p_{el} = p_{ts} / \eta_{el} = 2.008 / 0.615 = 3.265$$

$$cop_{el} = Q_0 / p_{el} = 11.1 / 3.265 = 3.4$$

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/698052017040007005>