

家用中央空调

系统设计与实例

陈焰华 编著

家用中央空调系统设计与实例

陈焰华 编著



机械工业出版社

本书不仅介绍了我国家用中央空调的发展概况、设计基础知识和负荷计算特点,还就几种典型的家用中央空调系统设计的技术要点和特点进行了详细地阐述,并附大量设备资料以供选用。更为珍贵的是,本书还列举了大量的、典型的家用中央空调系统设计实例以便广大设计人员在实际工作中学习参考。

本书内容丰富,图文并茂,系统总结了我国目前家用中央空调的几大技术流派的发展和设计实践经验,是一本不可多得的实用性极强的书籍。可广泛适用于从事家用空调产品设计、制造的生产技术人员与管理人员,家用中央空调工程的设计、安装、维护人员,以及家用中央空调用户阅读及使用,也可作为有关专业技术培训的教材与教学参考书。

图书在版编目(CIP)数据

家用中央空调系统设计与实例/陈焰华编著. —北京:机械工业出版社, 2003.8

ISBN 7-111-12801-X

I. 家… II. 陈… III. 集中空气调节系统—基本知识 IV. TB657.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 067089 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:杨少彤 版式设计:霍永明 责任校对:韩 晶

封面设计:张 静 责任印制:闫 焱

北京瑞德印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2003 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm $\frac{1}{16}$ ·19.75 印张·485 千字

000 1—4 000 册

定价:35.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68993821、88379646

封面无防伪标均为盗版

前 言

随着我国国民经济的持续快速发展和人民生活水平的稳步提高,住宅面积迅速扩大,人们的健康意识和生活品质要求也越来越高,以窗式空调器、分体式空调器为代表的房间空调器已不能充分满足人们的需要,应运而生的家用中央空调,以其强大潜力和应用前景取得了突破性的发展,并将成为我国 21 世纪空调产业发展方向之一。为了适应家用中央空调快速发展的需要,促进其应用技术和设计选型水平的提高,特编写《家用中央空调系统设计与实例》一书。

本书结合近年来国内外家用中央空调机组设计制造方面的最新技术发展,总结了各种家用中央空调方式的工程设计实践,介绍了家用中央空调的发展概况、家用中央空调的设计基础知识和家用中央空调的负荷计算特点,并就冷热水空调系统设计、地源热泵空调系统设计、水环热泵空调系统设计、风管式空调系统设计、VRV 空调系统设计等主要家用中央空调系统的设计技术要点和特点进行了详细的阐述和总结,最后就适应我国国情的家用中央空调系统的可持续发展问题进行了深入地分析和探讨,以期促进我国新兴的家用中央空调行业健康、有序发展。

本书内容丰富、图文并茂,系统总结了我国目前几大技术流派的家用户中央空调的技术发展和设计实践经验,是一本实用性很强的专业技术书。可广泛适用于从事家用空调产品设计、制造的生产技术人员与管理人员,家用中央空调工程的设计、安装、维护人员,以及家用户中央空调用户阅读及使用,也可以作为有关专业技术培训的教材与教学参考书。

本书在编写过程中,得到了武汉市建筑设计院各级领导的关心和支持,国内外很多设计院、大专院校和生产厂商提供了大量的信息和资料,华中科技大学研究生张兵同学承担了本书的大部分文稿打字工作,在此一并致以衷心的感谢。

由于家用户中央空调的应用在我国尚处起步与快速发展阶段,有关技术还在不断发展和完善,限于编者水平和时间条件的限制,书中难免有错误和缺点,恳请同行及广大读者不吝赐教。

编 者

2003 年 8 月

目 录

前言

第 1 章 家用中央空调概述 1

- 1.1 我国住宅建设和家用空调的发展 1
- 1.2 家用中央空调的特征 2
- 1.3 家用中央空调的组成和分类 5
 - 1.3.1 家用中央空调的组成 5
 - 1.3.2 家用中央空调的分类 6
- 1.4 家用中央空调的特点和技术要求 10
 - 1.4.1 家用中央空调的特点 10
 - 1.4.2 家用中央空调的技术要求 12
- 1.5 家用中央空调系统的比较和选择 14

第 2 章 家用中央空调设计基础 17

- 2.1 湿空气的物理性质 17
- 2.2 湿空气的焓湿图 18
- 2.3 焓湿图的应用 19
- 2.4 空调房间送风量的确定 21
- 2.5 空气的热湿处理方式 23
- 2.6 家用中央空调空气处理系统 24
- 2.7 风机盘管加新风空调系统的
空气处理 26
- 2.8 空调系统节能设计 29
- 2.9 空调系统的自动控制 31

第 3 章 家用中央空调的负荷计算 32

- 3.1 人体热舒适性及室内设计
参数的确定 32
 - 3.1.1 人体热舒适性 32
 - 3.1.2 室内设计参数的确定 33
- 3.2 室外设计参数的确定 34
- 3.3 建筑热工、保温及防结露 35
 - 3.3.1 建筑热工要求 35
 - 3.3.2 防结露 36
- 3.4 夏季空调冷负荷计算 37
 - 3.4.1 围护结构冷负荷 38
 - 3.4.2 室内冷负荷 51

- 3.5 冬季空调热负荷计算 54

- 3.6 空调负荷简易算法及估算
指标选用 56

第 4 章 家用中央空调系统设计 58

- 4.1 空气源热泵冷热水空调系统的设计 58
- 4.2 地源热泵空调系统设计 73
- 4.3 水环热泵空调系统设计 84
- 4.4 风管式空调系统设计 92
- 4.5 VRV 空调系统设计 100

第 5 章 家用空调的可持续发展 108

- 5.1 住宅的室内环境要求 108
 - 5.1.1 热湿环境 108
 - 5.1.2 住宅的室内空气品质
(IAQ) 要求 109
 - 5.1.3 以合理的建筑设计保证
居住环境 113
- 5.2 家用空调能源的现状 114
 - 5.2.1 我国住宅建设的现状与前景 114
 - 5.2.2 我国家用空调的发展现状 115
 - 5.2.3 我国的能源环境形势 115
 - 5.2.4 家用空调对能源和环境的
影响 116
- 5.3 家用空调的可持续性发展 118
 - 5.3.1 可持续发展理论下的
建筑节能观 118
 - 5.3.2 我国中长期的能源发展战略 119
 - 5.3.3 住宅环境设备的研发技术 121
 - 5.3.4 家用空调的发展趋势展望 125

第 6 章 国内外家用中央空调主要 生产厂商产品介绍 129

- 6.1 日本大金工业株式会社 129
- 6.2 深圳麦克维尔空调有限公司 136
- 6.3 约克国际(北亚)有限公司 144
- 6.4 浙江盾安人工环境设备有限公司 149

6.5	南京天加空调设备有限公司	156	6.28	常州爱斯特空调设备有限公司	242
6.6	清华同方人工环境有限公司	160	6.29	远大空调有限公司	244
6.7	美国雷诺士 (LENNOX) 工业 有限公司	166	6.30	大连三洋制冷有限公司	247
6.8	美国瑞姆 (RHEEM) 制造公司	171	第 7 章 家用中央空调典型工程实例 ...		249
6.9	美国天普·仕达 (TEMPSTAR)	175	7.1	杭州绿园	249
6.10	东芝开利有限公司	177	7.2	上海瑞苑公寓	253
6.11	日立公司	180	7.3	上海金色维也纳	256
6.12	青岛海尔空调电子有限公司	183	7.4	武汉竹叶苑	260
6.13	广东美的商用空调设备有限公司	187	7.5	武汉东方华尔兹	263
6.14	珠海格力电器股份有限公司	193	7.6	武汉怡景花园	264
6.15	无锡小天鹅制冷设备工程设计 有限公司	203	7.7	武汉碧海花园	269
6.16	浙江国祥制冷工业股份有限公司	205	7.8	武汉银河湾	272
6.17	江苏风神集团家用空调公司	209	7.9	武汉梅南山居	275
6.18	美国吉姆 (GOODMAN) 制造公司 ...	210	7.10	武汉统建大江园	277
6.19	美国路德 (RUUD) 空调公司	213	7.11	武汉永清辉煌庭院	281
6.20	TRANE (特灵) 中国	215	7.12	武汉丽岛花园	282
6.21	上海三菱百富勤商用制冷设备 有限公司	220	7.13	上海万源杰座	284
6.22	山东贝莱特空调有限公司	222	7.14	武汉江景大厦	286
6.23	际高制冷空调设备有限公司	228	7.15	上海香榭丽花园	288
6.24	美国英特森 (INTERTHERM)	230	7.16	上海云间绿大地别墅	290
6.25	宁波帅康空调设备有限公司	233	7.17	东莞横岗湖别墅	293
6.26	北京金万众空调制冷设备 有限公司	235	7.18	杭州普金家园	296
6.27	伊莱克斯 (中国) 有限公司	237	7.19	宜昌蓝苑庭居	298
			7.20	重庆白鹭苑	300
			7.21	武汉水蓝郡别墅	303
			参考文献		306

第 1 章 家用中央空调概述

1.1 我国住宅建设和家用空调的发展

住宅建设是建筑业永恒的主题。尤其是在我国这样人口密集的发展中大国，解决居民住房问题是历届政府最主要的工作议程之一。过去 5 年（1998 ~ 2002 年）我国城镇住宅竣工面积约 34 亿 m^2 ，5 亿 m^2 的危旧住房得到了改造，近 5000 万个城镇家庭改善了住房条件。年均住宅竣工面积达到 6.8 亿 m^2 ，是改革开放以来年均住宅竣工的 2 倍以上。2002 年底，全国城镇住宅建筑面积达 81.85 亿 m^2 ，城镇人均住宅建筑面积由 1997 年的 17.6 m^2 ，提高到 2002 年的 22.79 m^2 ，户均住宅建筑面积可达到 70 m^2 ，可满足居民基本居住需要，住宅功能、配套设施水平也有明显提高。

全面建设小康社会，要求住房从满足生存需要，实现向舒适型的转变，基本做到“户均一套房，人均一间房，功能配套、设备齐全”。今后几十年，城镇人口的持续增长将不断创造新的住房需求。住宅建设质量的提高，也将日益成为推动总需求增长的重要因素。国际经验表明，住宅建设在进入总量稳定发展阶段之后，由于单位面积住宅投资的增加，仍将保持相当一段时期的住宅投资增长，继续发挥对国民经济的推动作用。由于我国地区间发展不平衡，住宅建设量的增长与质的提高将长期并存，共同为实现 2020 年国内生产总值翻两番的目标做出贡献。

当前我国住宅仍处于解决紧缺的粗放型发展阶段，实现向舒适型集约化的转变必须加快技术创新和技术进步，用信息化、工业化和集约化改造住宅产业，使住宅生产走上科技含量高、经济效益好、资源消耗低、环境污染少、人力资源优势得到充分发挥的新型发展道路。舒适型的居住需求集中体现在五个方面：一是住宅的功能空间要更加合理，要在较小的空间内创造较大的舒适度，提高单位住宅面积使用率 and 功能空间的合理性；二是住宅的物理性能要有较大的改善。住宅保温、隔热、通风、采光、日照等物理性能，越来越成为衡量住宅质量的重要因素。三是住宅设施、设备的装备水平要进一步提高，厨房、卫生间设施，采暖与制冷系统，智能化技术系统的高效性、实用性已成为体现住宅舒适性的重要内容；四是居住区的环境配套水平要更加完善，要创造自然和谐、朴实优美、安全环保、舒适便捷的住区环境；五是住宅的耐久性要延长，住宅具有价值量大、位置固定的特点，对耐用性有很强要求，应当在目前砖混结构 50 年的基础上，延长住宅使用寿命。推动住宅建设质的飞跃和住宅的更新换代，是市场发展的必然要求。

我国建筑业特别是住宅产业的持续高速发展，带动了房间空调器的快速增长。我国第一台窗式空调器于 1965 年在上海诞生。改革开放以来，我国的空调产业从无到有、从小到大，从引进世界先进技术到自主研发创新，取得了令人瞩目的长足发展。我国空调行业有代表性的房间空调器年产量从 1991 年的年仅 60 万台，每年平均以超过 40% 的速度高速增长，1999 年年产量已跃居成为世界第一，2002 年年产量更高达 3135 万台，11 年增长了 50 多倍（图 1-1）。

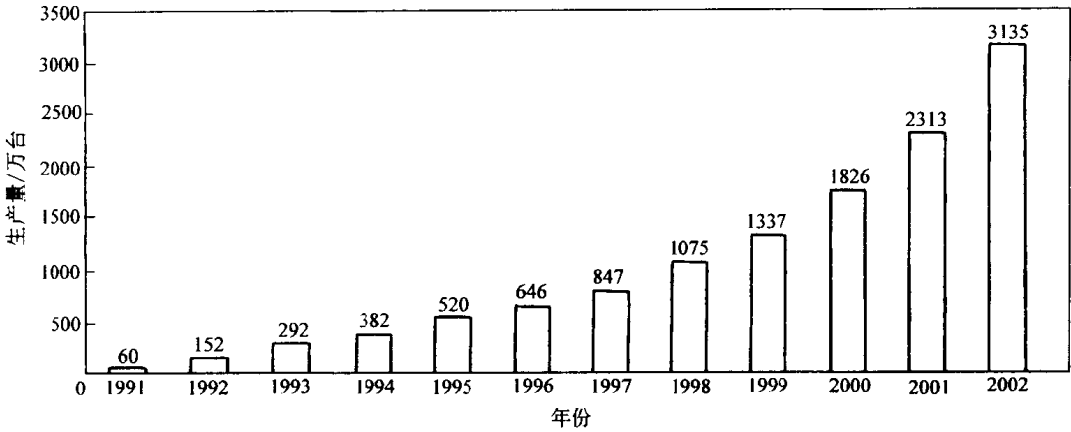


图 1-1 我国房间空调器年产量

随着国民经济的持续发展，人民的生活水平稳步提高，住宅空调迅速普及。在全国大部分地区特别是气候炎热和夏热冬冷的经济比较发达地区，每百户居民空调器拥有量迅速增加（见表 1-1、图 1-2），从表中可以看到不少城市空调器拥有量已超过户均 1 台的水平。住宅面积的增大，消费观念的改变，生活质量的提高，舒适性需要的增加，个性化要求的彰显，一户拥有多台空调器的住户已不在少数。与此相应，家用空调也从窗式、分体式空调的单一方式发展到窗式、分体式、家用中央空调、住宅小区中央空调等多种空调方式，特别是家用中央空调更是异军突起，得到了迅猛的发展。据不完全统计，我国家用中央空调市场容量，1999 年约为 2~3 个亿，2000 年约为 3~5 个亿，2001 年达到 8~10 个亿，2002 年迅速增加到 30 个亿，而 2003 年将可能达到 50 个亿，预计到 2005 年国内市场总需求将达到 200 亿元，2010 年更高达 350~400 亿元。

表 1-1 2002 年我国部分省市
百户居民家用空调器拥有量

上海	118
北京	115
武汉	106.5
天津	80.9
山东	42.7

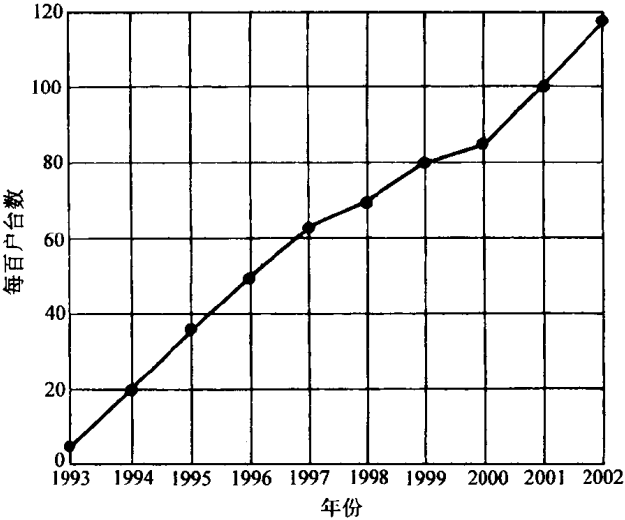


图 1-2 上海每百户居民拥有空调器台数的增长

1.2 家用中央空调的特征

家用中央空调又可称为户用中央空调、户式中央空调，它是集中处理空调负荷的系统形式，其冷热量通过一定的介质输送到空调房间，以满足居住的舒适性要求。它是介于传统中央空调和家用空调器两者之间的一个新领域，是随着人们住房条件的改善和生活质量的提高

而逐渐发展起来的一种空调新潮流、新方式。随着家用中央空调研究和制造技术水平的提高，它正以其巨大的潜力和应用优势取得突破性的发展，并将成为我国 21 世纪空调产业发展方向之一。

家用空调行业的发展主要取决于一个国家的综合经济实力，而且与建筑业的发展关联度极高，并且有着其自身技术发展的内在必然性。建筑物用舒适性空调按传统方式可分为中央空调和家用空调两大领域。中央空调主要指用于为大型公共建筑提供冷热量需要的大中型冷热水机组系统，而家用空调主要指为居住用房提供冷热需要的窗式、分体式和柜式空调器等房间空调器。家用中央空调是介于中央空调和房间空调器两个领域之间的新的空调发展领域，为我国家用空调发展带来了新的技术解决方案。到目前为止，对于以办公为主的公用建筑物来说，其供暖制冷设备是以提高工作效率为主要目的进行规划设计的，而对于公共住宅则要根据居住者的生活方式、年龄、家庭成员的构成、地区以及社会环境的变化等各种因素，满足用户对房间的使用要求及随时间变化的要求等，目的是为用户提供健康、安全、舒适的生活空间。

家用中央空调制冷量范围大致在 $7 \sim 80\text{kW}$ ，可供单元住房面积在 $80 \sim 600\text{m}^2$ 的多居公寓、复式公寓、别墅、小型办公楼及小型商业用房使用。多个家庭中央空调系统的组合可供更大空调面积使用。从某种意义上来说，家用中央空调系统适用范围已超出传统的住宅观念，用途更广了。

家用空调方式的选择应结合不同地域的气候条件、能源种类和价格、住宅的规格和档次、居民的经济水平和生活习惯、房地产的投融资体制等综合性进行，它不只是单纯的技术问题，更多地将会由市场来决定。

我国城市人口密集、土地资源紧缺，因此可以预知，我国大多数城市中今后若干年还是以兴建集合式住宅（即高层、高密度、高容积率三高住宅）为主。最适合高密度集合式住宅的空调方式应是集中空调，即采用住宅小区集中供冷供热（也可供生活热水）的中央空调方式。住宅小区中央空调最大的优点是能源利用效率高，由于是专业化管理和规模化经营，运行费用约相当于家用空调的 $2/3$ ，在大大提高居住环境舒适性和生活质量的同时，有利于环境保护和可持续发展战略的实施。但在我国目前的经济发展条件下，住宅小区的中央空调还只是处于起步和探索阶段。在我国房地产市场发育还不完善、法规还不健全的情况下，对实施住宅小区中央空调的投融资体制、空调设施的产权界定和折旧办法、空调使用费的收取、负荷波动条件下运行的经济性问题都要进行深入研究。今后集合住宅的建设必定走集约化、产业化的发展道路，这将为住宅小区中央空调的实施创造很好的条件。

房间空调器在我国的发展是迅猛和成熟的，国际空调业出现的新技术、新潮流均能及时在我国得到应用和发展。房间空调器在控制方式上经历了定速型、经济定速型向变频空调的转换，变频空调也先后经历了单转子时代、直流时代、数码时代、数码涡旋 E-SCROLL 全直流变频时代等四代变频技术的发展，空调技术性能和节能效率显著提高。房间空调器在住宅中迅速普及，自有其一定的优势：制冷（热）迅速、安装简单快捷、控制方便灵活、能耗计量容易、价位低、可以实现个性化，它可以满足家庭一般降温和非严寒地区冬季供暖（热泵型）的需求。但从实际使用来看，房间空调器也存在着一些难以克服的弊病。首先，房间空调器的大量无规则设置形成了独有的“中国特色”，造成的视觉污染和景观破坏，对城市的整体形象是极大的损害。其次，房间空调器难以保证良好的室内环境品质和舒适性。室内温

度场、速度场都难以均匀。非变频的空调器采用启停控制，完全没有控制湿度的能力，而且温度传感器又设在靠近蒸发器盘管的位置，使室内温度波动大。窗式空调器和某些质量较差的分体式空调器室内机的噪声也超过住宅环境噪声标准。再次，在密闭房间使用分体式的房间空调器完全没有新风；为减少风机动力和降低噪声，其空气过滤器的效率极低，尤其对 $5\mu\text{m}$ 以下的小粒径可收入微尘几乎不起作用，住宅居室其实又是很多病原菌孽生繁衍的场所。此外，家用空调器的无节制发展，势必进一步加剧我国电网的结构性矛盾，高峰不足、低谷有余。我国的电力供应以煤为主，能源利用效率低，家用空调器成为家庭中最大的温室气体排放源，对环境状况带来越来越沉重的压力。凝结水随处排放，室外机的废热和噪声、大量悬挂的室外机支架安全、空气污染造成空调器效率衰减等，也都是难以忽视的问题。

家用中央空调则兼具中央空调和房间空调器两者的优点。与传统的中央空调相比，省却了专用机房和庞大复杂的管路系统，维护管理方便，使用计费灵活。对房地产开发商而言，空调系统不必一次到位，投资分散并可随售房情况适时追加，风险降低，但又提高了环境和楼盘的档次，增加了销售卖点，物业管理也相对方便；对住户来说，既能充分享受中央空调的舒适性，又可根据自己的个性化需要方便灵活使用，合理承担日常运行费用，而且在进行室内装修时可结合空调的布置凸显装饰个性。

家用中央空调作为一个小型化的独立空调系统，能耗在大型冷水机组与传统的房间空调器之间，在制冷方式、机组结构、空气处理方法上基本与大型中央空调系统类似，可实现建筑与空调的和谐，提高居住环境的舒适性。日常运行费用低于房间空调器，略高于大型中央空调系统。

与传统的房间空调器相比，家用中央空调机组可同时解决多个房间的冷热需求，大部分机组可引入新风，改善室内空气品质，免除“空调病”的烦恼；在空调系统设计上，可与厨房、卫生间排风统一考虑，形成有效合理的气流流向，提高通风效率，有效地利用引入室内的新风；可实现各居室的个性化需求，温度分布均匀，波动小，舒适感好；多种规格的室内机选择可与室内装修紧密结合，营造雅致宜人的室内环境效果，室外机挑台布置可与建筑设计同步考虑，融入建筑整体效果或尽量避免对建筑景观的干扰；可免除传统分体机的制冷剂连接管暴露并悬挂在室内外半空中的不雅观等问题。

上海同济大学 2001 年夏季对上海 780 户家庭进行的随机问卷调查显示，在 780 户家庭中，没有空调的仅 21 户，即空调的普及率达 97.2%；安装家庭中央空调的只有两户，占总数的 0.26%；而拥有家用空调器最多的一户有 7 台（独立式住宅）。将调查情况与美国能源部 1997 年的统计数据（见表 1-2）进行比较，可以发现如果单从住宅空调的普及率来看，上海超过美国的任何一个地区。

表 1-2 1997 年美国住宅空调的普及率

地 区	电力空调平均年能源 费用支出/美元	每百户家庭电力空调的 普及率（%）	有中央空调的家庭 百分数（%）
全美	140	72	47.1
东北部	74	63	22.2
中西部	81	78	51.4
南部	201	93	69.7
西部	128	41	27.6
南大西洋地区	195	93	

美国由于是以独立式住宅为主，因此家用中央空调普及率要远高于上海，上海很多家庭还仅限于只有一个房间安装房间空调器，解决“有”和“无”的问题，还谈不上追求更舒适的室内环境品质。这种比较说明在我国目前的经济发展水平和市场条件下，家用中央空调的发展具有良好的市场前景和巨大的发展潜力，家用中央空调作为“以人为本，个性发展”的空调发展新潮流，不但能够为众多的国内生产厂商带来巨大的商机，而且会开辟出一个家用中央空调“设计生产、配套、安装、服务”的崭新模式，启动家用中央空调的巨大市场。预计未来几年内，家用中央空调市场占有率将达到10%以上。

1.3 家用中央空调的组成和分类

1.3.1 家用中央空调的组成

家用中央空调产品的种类很多，有整体式，也有分体式，但大部分是分体式。这是因为分体式可将压缩机置于室外，可大大降低室内生活环境的噪声。按其在室内吊顶内的管道输送冷热量的介质进行划分，大致上可分为三大基本类型，其组成有一二十种之多，见表1-3。随着家用中央空调产品的发展，同时也为了满足人们对生活品质更高的要求，已有许多家用中央空调设备已与其他生活设备或辅助设备结合起来使用。例如，空气源热泵冷热水机组冬季在较寒冷地区的制热效果不好，为了提高舒适性，这时往往配置辅助电加热器或采用地板辐射采暖等，以满足冬季供暖的需要。更受欢迎的组合是空气源单冷冷水机配燃气热水炉，既可满足家庭供冷暖的需要，又能提供生活热水，供暖的方式也可选择风机盘管、传统的热水散热器或地板辐射采暖；能够实现上述供冷暖、供生活热水的家用中央空调设备还有直燃型溴化锂冷热水机组。除此以外，还有绿色能源、可再生能源如太阳能、地热能、风能的利用等。家用中央空调系统的组成方式应满足当地的气候条件、地理环境、生活习惯的要求，还要根据当地的能源供应状况、能源使用价格等众多因素决定。因此，其组成方式可以是因地而异，因人而异，多种多样的。同时各个家用中央空调生产厂家仍在不断研究和开发新产品，家用中央空调系统的组成方式更是层出不穷，这里仅介绍典型、常用的组成方式。

表 1-3 家用中央空调系统的组成

序号	输送介质	家用中央空调系统的组成		备 注
		室外机类型	室内机类型	
1	水 (用钢管输送)	空气源热泵冷热水机组	集中空调箱	寒冷地区需辅助加热
2			各种形式的风机盘管	
3			集中空调箱 + 变风量末端装置	
4		空气源冷水机组 + 热水炉（或其他热源）	集中空调箱	可同时供应生活热水
5			各种形式的风机盘管	
6			集中空调箱 + 变风量末端装置	
7		土壤源（地源、水源）热泵冷热水机组	集中空调箱	可利用地下水、地表水、土壤作为热源或热汇
8			各种形式的风机盘管	
9			集中空调箱 + 变风量末端装置	
10		直燃型溴化锂冷热水机组	集中空调箱	可根据需要供应生活热水
11			各种形式的风机盘管	
12			集中空调箱 + 变风量末端装置	

(续)

序号	输送介质	家用中央空调系统的组成		备 注
13	空气 (用风管输送)	空气源热泵型机组，整体式柜（箱）机		寒冷地区需辅助加热
14		空气源热泵型机组	直接蒸发室内机（空调箱）	
15			直接蒸发空调箱 + 变风量末端装置	
16		空气源单冷机组 + 燃气热风炉（或热水炉）		可同时供应生活热水
17		水环热泵型机组，整体式柜（箱）机		冬季冷却水系统需加热
18		水环热泵型机组	直接蒸发室内机（空调箱）	
19			直接蒸发空调箱 + 变风量末端装置	
20	制冷剂 (铜管输送)	压缩机台数控制空气源热泵机组	多台直接蒸发、各种形式的室内机	俗称一拖多分体式空调机
21		变频控制空气源热泵型机组		俗称 VRV 分体式空调机
22		压缩机台数及旁通控制空气源热泵机组		也称 VRV 分体式空调机
23		压缩机台数及变频控制空气源热泵机组		也称 VRV 分体式空调机

1.3.2 家用中央空调的分类

中央空调是集中处理空调负荷的系统形式，空调机组产生的冷热量通过一定的介质输送到空调房间，根据向空调房间输送的介质不同以及空调机组使用的能源及热源不同，可将家用中央空调大致分为以下几种类型。

1. 空气源热泵冷热水机组

空气源热泵冷热水机组属空气—水热泵，其机组室外侧是通过空气进行热交换，室内侧产生空调冷热水，由管路系统输送到空调房间的末端装置，在末端装置处冷热水与房间空气进行热量交换，产生冷热风，从而实现空调房间的夏季供冷和冬季供暖效果。该机组属于一种集中生产冷热水，但分散处理各房间负荷的空调系统形式。图 1-3 是空气源热泵冷热水机组空调系统示意图。

该系统的室内末端装置通常为风机盘管。目前风机盘管一般均可以调节其风机转速或通过旁通阀调节经过盘管的水量，从而调节送入室内的冷热量。因此，该系统可以对每个空调房间进行单独控制和调节，满足各个

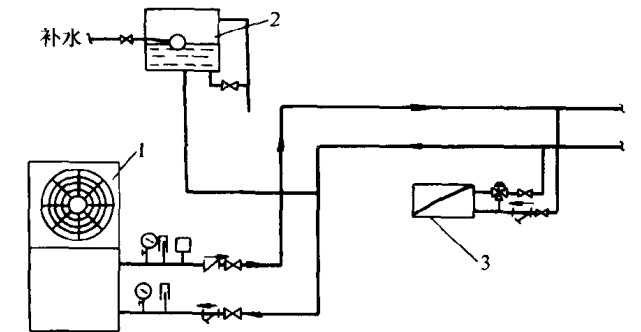


图 1-3a 空气源热泵冷热水机组
空调系统（膨胀水箱外置）
1—空气源冷热水机组 2—高位膨胀水箱 3—空调末端设备

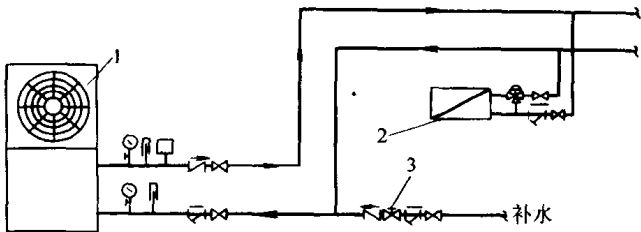


图 1-3b 空气源热泵冷热水机组空调系统（膨胀水箱内置）
1—空气源冷热水机组 2—空调末端设备 3—自动补水阀

房间不同的个性化空调需求，同时其节能性也较好。此外，由于冷热水机组的输配管路所占空间很小，因此一般不受建筑物层高的限制，可以同装修配合进行较隐蔽的布置。但此种系统一般难以引进新风，因此对于通常密闭的空调房间而言，其舒适性较差。在整个家用中央空调系统的设计时，应该同厨房、卫生间的排风进行综合考虑，以达到最佳的通风换气效果。

在寒冷地区和重霜地区，冬季室外温度较低或湿度较大，冷热水机组冬季供热量常常不能满足冬季热负荷的要求，此时应考虑设置辅助电加热器来增加供热量。

2. 空气源冷水机组 + 独立热源系统

该种系统一般用于寒冷地区、严寒地区和重霜地区，分为两种方式。

(1) 供冷系统与供暖系统共用空调末端设备 当供暖系统热源为集中供热时，应配置换热器和循环水泵，比较典型的系统如图 1-4 所示。已有生产厂家将换热器和循环泵组合进空气源冷水机组，用户只要方便地接入空调供回水管即可实现冬夏两季供暖供冷。当供暖系统热源为分户供热时，分户供热设备一般为自带循环水泵的燃气热水炉或电热水炉，其中燃气热水炉有户内壁挂式和户外落地式并可供应生活热水，使用方便、运用费用低，因而得到普遍的欢迎，其典型的系统如图 1-5 所示。

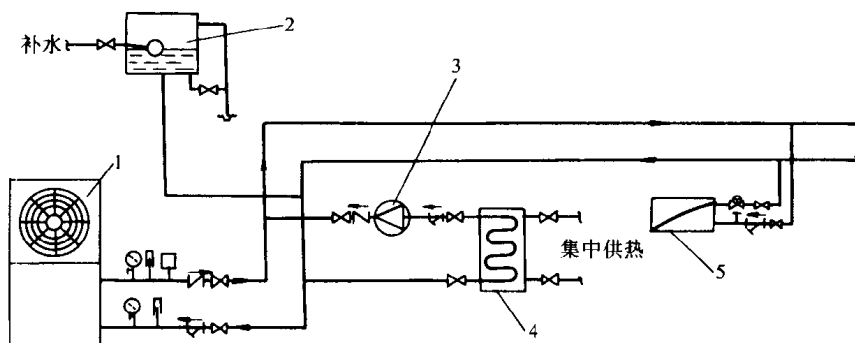


图 1-4 空气源冷水机组 + 集中供热系统

1—空气源冷热水机组 2—高位膨胀水箱 3—空调热水循环泵 4—水—水换热器 5—空调末端设备

(2) 供冷系统与供暖系统完全独立 供冷系统主机为空气源冷水机组，末端为风机盘管；供暖系统热源一般为集中供热或分户供热，末端设备为散热器或低温辐射地板、壁板。集中供热方式有城市热网、小区锅炉房集中供热和大楼供热等，户式供热方式主要有燃气、燃油热水炉和电热水炉等。

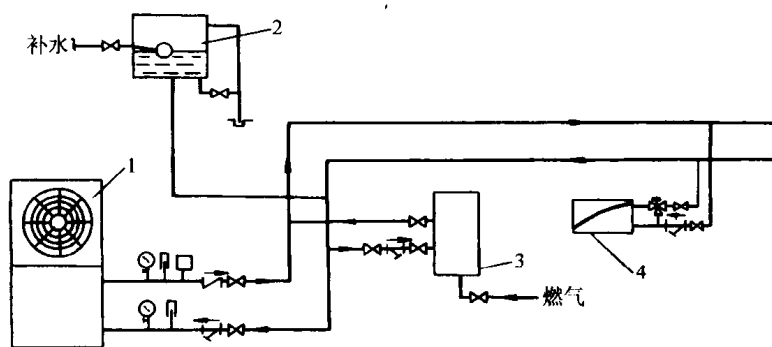


图 1-5 空气源冷水机组 + 分户供热系统

1—空气源冷热水机组 2—高位膨胀水箱 3—热水炉 4—空调末端设备

3. 家用燃气空调系统

家用燃气空调系统主机是由直燃型溴化锂冷热水机组、冷却塔、空调循环泵组合而成，三用机还能提供卫生热水，典型的系统简图如 1-6 所示。

4. 地源热泵空调系统

地源热泵空调系统是利用大地（土壤、地下水、地表水等）作为热源和热汇的热泵系统，利用地球表面浅层地热资源间接利用太阳能。冬季通过热泵将土壤或地下水中低位热能提高为高位热能对建筑供暖，同时储存冷量以备夏用；夏季通过热泵将建筑物内的热量转移到土壤或地下水，对建筑进行降温，同时储存热量以备冬用。典型的地源热泵空调系统如图 1-7 所示。

5. 空气源风管式热泵机组

风管系统是以空气为输送介质，其原理与大型全空气中央空调的原理基本相同。它利用空调主机集中产生的冷热量，将从室内的回风（或回风与新风的混合）集中进行空气处理，如冷却、加热、加湿、去湿、净化等，再送入室内。根据室内机组和室外机组的布置，空气源风管式热泵机组可分为分体式风管系统和整体式风管系统。

(1) 分体式风管系统 此系统也称风冷管道型空调机，其空调容量大致为 12 ~ 80kW，采用三相电源。它是由室外机、室内机组组成，安装时两者由制冷剂铜管连接，属于直接蒸发式空调系统。一台室外机一般配一台或两台室内机，室内机有立柜式和吊顶式两种。如图 1-8 所示为接有新风的分体式风管系统示意图，空气在

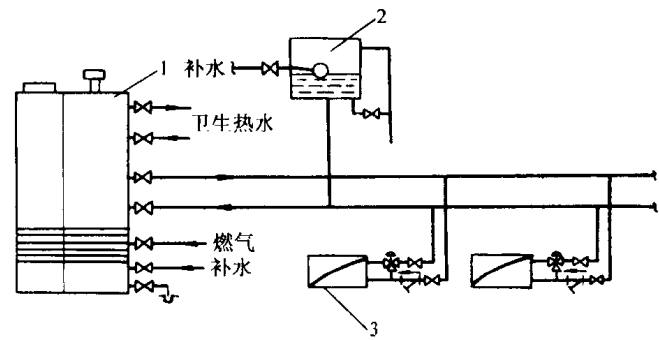


图 1-6 家用燃气空调系统
1—家用燃气空调机组 2—高位膨胀水箱 3—空调末端设备

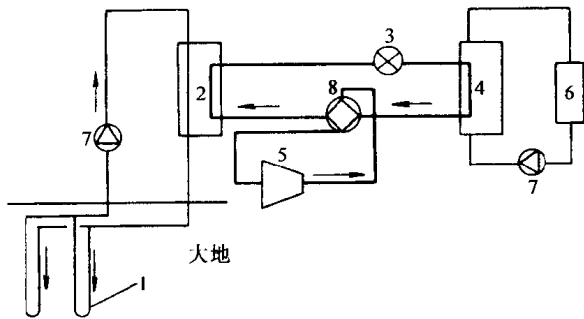


图 1-7 地源热泵空调系统
1—室外埋管换热器 2—冷凝器 3—节流机构
4—蒸发器 5—压缩机 6—房间换热器
7—循环水泵 8—换向阀

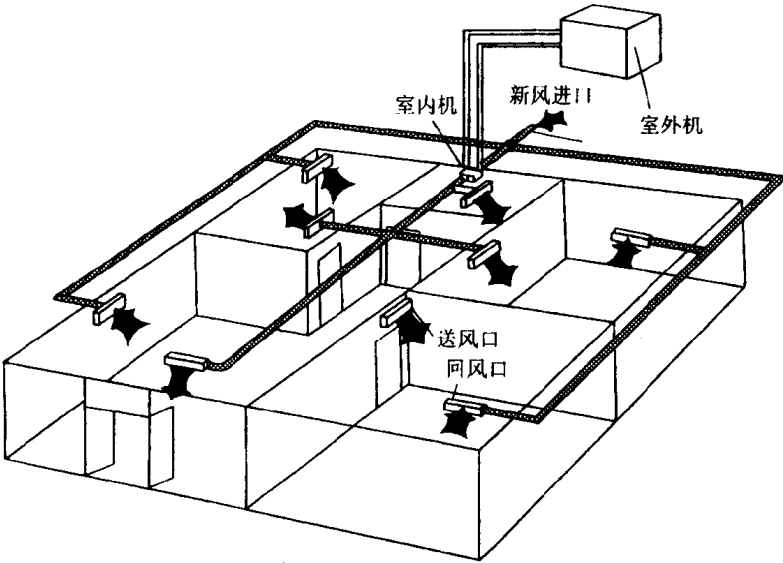


图 1-8 空气源分体式风管系统

室内机处理后直接由风管送到各个空调房间，消除各房间的空调冷热负荷。

(2) 整体式风管系统 整体式机组是将压缩机、冷凝器、蒸发器和空调用送风机等置于一个整体机箱内，该机组安装在室外阳台、地坪或地面，通过送回风管与室内连接，室内无机械噪声源。同时，室外机配有新风进口，可调节室内空气品质。整体式风管系统的室外机如图 1-9 所示。

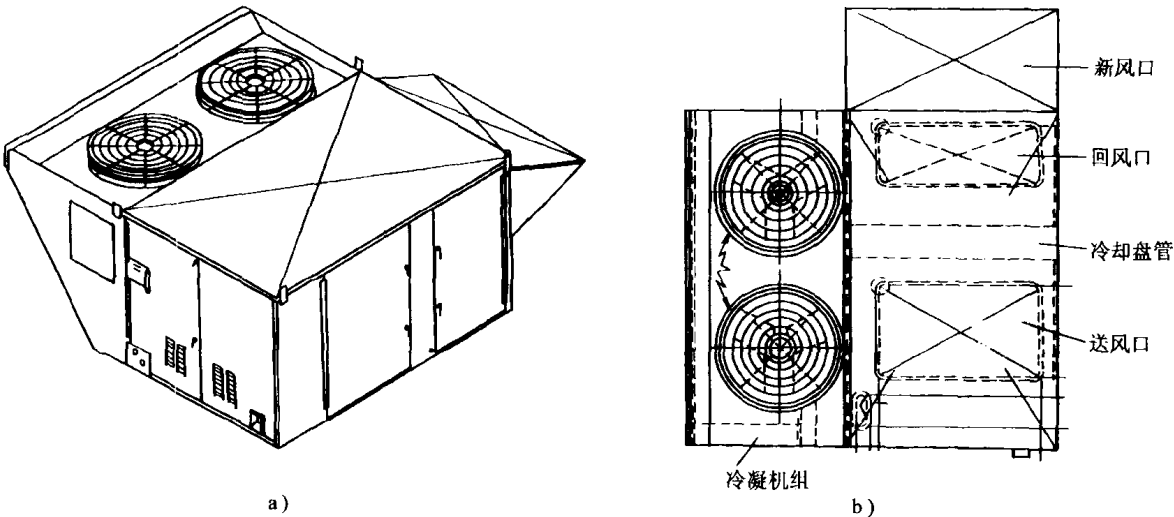


图 1-9 空气源整体式风管机组
a) 外形图 b) 结构图

6. 空气源风管式单冷机组 + 燃气热风炉（或热水炉）

空气源风管式单冷机组适用于冬季不需要供热的夏热冬暖地区，而空气源风管式单冷机组与燃气热风炉或热水炉组成的系统，适用于寒冷地区和严寒地区。配置燃气热风炉时，以热风炉为主，将单冷分体机组的蒸发冷却盘管配置在燃气热风炉上，利用同一风管系统实现夏季供冷和冬季供热；配置热水炉时则以风管式单冷机组为主，将与热水炉热水管路相连的热水盘管配置在单冷机组的风管上，热水炉同时可供应生活热水。

7. 水环热泵空调系统

水环热泵空调系统主要由置于室外的水环热泵机组、散热设备、供热设备和循环水泵等组成。散热设备有开式冷却塔/换热器或闭式冷却塔，供热设备有集中热源/换热器或热水炉。比较常用的水环热泵系统的散热设备为开式冷却塔/换热器，供热设备为热水炉。典型的水环热泵系统简图如图 1-10 所示。水环热泵机组也有整体式和分体式两种形式，整体式是所有制冷、风系统和水系统的部件均装在一个箱体内，现场连接水管、风管及电路即可实现冷热供应；分体式是压缩机、水侧换热器及制冷附

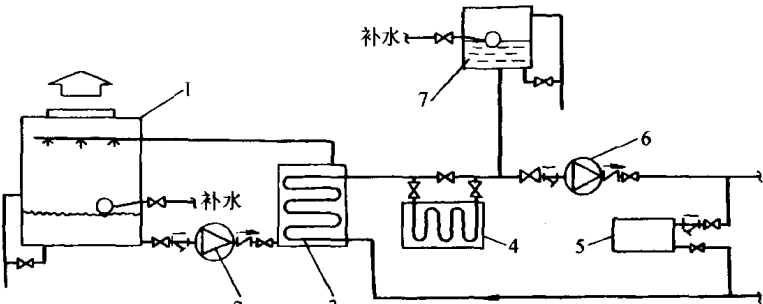


图 1-10 水环热泵空调系统
1—开式冷却塔 2—冷却水水循环泵 3—水-水换热器
4—热水炉 5—水源热泵机组 6—冷热水循环泵 7—高位膨胀水箱

件等装在室外机组内，然后由制冷剂管路与室内机组连接，室内机组由直接蒸发式表冷器和送风机等组成。

8. 制冷剂变流量（VRV）热泵系统

制冷剂变流量（Variable Refrigerant Volume）空调系统也称多联式空调系统，它以制冷剂为输送介质，属空气—空气热泵。室外主机由制冷压缩机、冷凝器和其他制冷附件组成，室内机由风机和直接蒸发式换热器组成。一台室外机通过制冷剂管路向若干个室内机输送制冷剂。采用变频技术和电子膨胀阀控制制冷压缩机的制冷剂循环量和进入室内各换热器的制冷剂的流量，可以适时地满足室内冷热负荷要求。

这种系统一般可由一台室外机和4~16台室内机组成。低档次的是一拖多热泵型或变频热泵型空调机。高档次的配有由直流变速电动机驱动的密封型双转子压缩机，也有采用涡旋式压缩机的，室内机采用电子膨胀阀，具有可同时供冷/供热/热回收功能的系统。其优点是各居室温度可个别调节，另外制冷剂液体管和气体管的直径小，管路占用的空间小。

1.4 家用中央空调的特点和技术要求

1.4.1 家用中央空调的特点

虽然家用中央空调系统与一般的中央空调系统一样，有一个集中的冷热源和完整的空调系统。但是它的系统却小得多，通常制冷量为7~80kW，服务的建筑面积在80~600m²左右。另外它的使用对象、使用时间和使用要求也有别于公共建筑的空调系统。因此，在设计家用中央空调系统时，必须认真识别其特点，全面地分析影响其最终使用的各种制约因素。

1. 地域差别大，气候条件不同决定空调系统配置

我国是一个幅员辽阔的国家，地理气候条件极其复杂，拥有多种多样的气候类型。这就必然要求我们的家用中央空调具备多样性的特点。如何根据不同的气候特征选择合适的空调形式，如何在系统设计时充分考虑不同气候的影响，这是我们在发展家用中央空调时应当考虑的问题。气候条件差异决定着空调供冷、供暖的时间和方式。地处我国南部的海南、广东等地终年炎热，根本不需要采暖，只要提供制冷空调就能满足要求；地处我国中部的中原地区四季分明，是典型的夏热冬冷地区，需设冷暖空调；我国“三北”的大部分地区，夏季时间很短，而冬季却十分漫长，冬季采暖是必需的，而夏季制冷空调不一定需要。这反映了不同地区对家用中央空调的冷暖需求是不同的，空调设备的配置就需要适应这些不同的需求。另一方面，由于气候条件的差异，制约着一些空调方案的可行性，空调冷热源设备的选择和配置就必须充分考虑这些制约因素。例如空气源热泵冷热水机组在长江以南地区使用时，冬季供暖效果还不错；但用于北方地区就得慎重，有时必须采用辅助加热器，甚至直接采用热水炉。

2. 当地城市能源结构、能源政策影响空调系统选择

从能源的角度来看，我国虽然能源总量很大，但由于人口众多，人均能源拥有量不高，能源供应相对较为紧张。而空调系统是必须用能源来驱动的，空调系统的能效与所选用的能源有直接关系，空调系统在其使用寿命周期内耗能的费用约是其初投资的5~10倍。对家庭来说，家用中央空调是耗能大户，必须注意其节能性和长期运行费用，运行费用的多少是牵涉到产品能否得到用户认同的一个关键问题。因此，在空调系统的选择和配置时必需结合当地城市能源结构、能源政策和能源价格进行综合比较，选择可靠性高、长期运行费用低的家用中央空调方

式和产品。

3. 对室内空气参数要求的差异性较大

对于以办公为主的公共建筑来说,其供暖制冷设备是以提高工作效率为主要目的来进行规划的,并且在公共建筑中生活或工作的人群,通常来自不同的家庭、民族和国家,具有不同的年龄和生活习惯。当集中在一个房间中一起工作时,往往会考虑到绝大多数人的利益,对房间空调的要求具有一定的宽容度,只要能达到一个比较舒适的房间温度环境就行了。家用中央空调所服务的是长期生活在住宅里面的居民,居住者的生活方式、家庭成员的构成、身体状况、年龄层次、个性化需求差距会很大。每个人对室内空气参数的需要不会完全相同,这时必须满足个体要求,室内空气参数要求的差异会很大。

4. 冬季要求高

设置在公共建筑中的空调,绝大多数在白天运行,人们大多处于工作状态,对房间温度变化的适应性较强。而家用中央空调要求昼夜运行,尤其是冬季的晚上,室外气温最低,热负荷比白天大;再者,人们大多处于睡眠状态,对房间温度变化的适应性较差。这就要求有一个较为稳定的适宜的房间温度环境。因此,家用中央空调的冬季性能要求要远高于公共建筑用空调。

5. 负荷变化率大,同时使用系数低

公共建筑中的空调使用是比较有规律的,而家用中央空调使用的随意性很大,可能昼夜使用,也可能整天不用;可能会随时使用,也可能随时停用。从房间空调的开启率看,有些人习惯全部开启,而有些人为了节约运行费用,只希望仅在使用的房间开启。从照明使用情况看,通常白天很少使用,晚上使用时也变化甚大。另外,住宅里还有很多“自由热”,如冰箱、微波炉、电饭煲、电视机等设备以及煤气灶,其产生的热量有一部分会转化为冷负荷,也会影响室内负荷的变化。因此,家用中央空调的负荷变化率大,同时使用系数比公共建筑低,尤其是在希望节约空调运行费用的系统中,同时使用系数更低。在系统总负荷计算及冷热源设备选择时,应充分注意。

6. 房间末端空调设备的选择应稍大

在家用中央空调系统中,房间的最大空调负荷,要比公共建筑中同样条件的房间负荷大。这是因为这些房间在单独使用时,邻室并未使用,这两个房间的温度差是比较大的,这时,计算的房间空调负荷就必须包括内墙、楼板的传热负荷。在公共建筑中,房间空调通常是同时使用的,不会存在这样的情况。此外,在家用中央空调中,虽然整个系统的使用人数一般仅是非常有限的家庭成员,但实际使用时,很可能所有户内人员都集中在某一个房间中,还有,住宅的同时使用系数低,流经各末端设备的流量往往达不到额定流量。因此,在选择家用中央空调房间的末端空调设备时,考虑到这些因素,往往应稍大一些。另外,家庭空调间断使用的特性,也会加大空调刚开始时的负荷。

7. 更需要体现“人性化”的理念

随着社会的发展和进步,也随着人们对住宅多样化和个性化要求的提高,住宅建筑的房型也越来越多、越来越漂亮,甚至有的住宅小区内,每幢建筑和别墅都不一样。这样,空调设计势必不能套用或只能少量套用,设计只能根据每一套房屋“因房制宜”,选择高可靠性的合适的空调方式和空调系统。同时,居住者与居室朝夕相处,因此它的设计更要体现“人性化”的理念。这就要求设计师必须将与舒适性有关的温度、湿度、新风量、气流组织、风速、噪声等