

关于多联机统一称谓的思考

清华大学 石文星[☆] 周德海

北京市建筑设计研究院 赵 伟

摘要 针对多联机称谓,统计分析国内外 300 多篇文献及相关标准、规范,结果表明,目前在产品标准、设计规范和学术论文中使用多联机称谓繁乱。阐述了统一多联机称谓的必要性,并提出多联机中、英文统一称谓的建议。

关键词 多联机 多联机空调(热泵)系统 多联式空调(热泵)机组 称谓

Reflection on unifying the name of multi-split air conditioners

By Shi Wenxing[★], Zhou Dehai and Zhao Wei

Abstract Counts and analyses about three hundred literatures and related standards at home and abroad including product standards, design specifications and academic research papers. The results show that the names used for the multi-split air conditioner are disorder and to a great extent irrational. Expounds that it is necessary to unify the names. Proposes unified Chinese and English terms for multi-split air conditioning (heat pump) system and multi-split air conditioning (heat pump) unit.

Keywords multi-split air conditioner, multi-split air conditioning (heat pump) system, multi-split air conditioning (heat pump) unit, name

★ Tsinghua University, Beijing, China

①

1 背景

多联机空调(热泵)系统(本文简称多联机)具有室内机独立控制、使用灵活、扩展性好、外形美观、占用安装空间小、可不设专用机房、可分期投资等突出优点,故自 1982 年诞生以来,得到了迅猛发展,目前已成为商用建筑和居住建筑中最为活跃的集中空调系统形式之一。

我国国家标准 GB/T 18837—2002《多联式空调(热泵)机组》对多联式空调(热泵)机组给出了明确的定义:一台或数台风冷室外机连接数台不同或相同型式、容量的直接蒸发式室内机构成单一制冷循环系统,它可以向一个或数个区域直接提供处理后的空气^[1]。GB 50019—2003《采暖通风与空气调节设计规范》给出了多联机系统(第 2.0.6 条变制冷剂流量多联分体式空气调节系统)的定义:一台室外空气源制冷或热泵机组配置多台室内机,通过改变制冷剂流量适应各房间负荷变化的直接膨胀式空气调节系统^[2]。两部标准从不同侧面阐述了多联机的本质特征:1)

多联式空调(热泵)机组实际上是一个风冷式制冷(空气源热泵)系统,换言之,可称之为多联式空调(热泵)系统;2)多联机是一类变制冷剂流量的直接膨胀式空调系统;3)多联机空调(热泵)机组及其控制系统在生产厂制造,通过工程设计,在施工现场安装、集成为系统;4)由于安装后的实际系统比厂家性能检测时连接的系统的管道更长、室内外机之间的高差更大,故实际系统的制冷(热)量和性能系数(EER , COP 等)均小于出厂时的检测数据(设计时必须进行修正)。与常规空调用制冷机组(如冷水机组等)不同,多联机需要在施工现场安装、集成室内外机组,才能成为一套制冷(热泵)系统。鉴于这种特殊性,很难明晰多联机产品与系统的称谓区别。

随着技术的进步,多联机的类型也不断增

①[☆] 石文星,男,1964 年 10 月生,博士,教授
100084 北京市海淀区清华大学建筑学院建筑技术科学系
(010) 62796114
E-mail: wxshi@tsinghua.edu.cn
收稿日期:2009-10-29

多。从功能上分,有单冷型、热泵型、热回收型;从压缩机容量调节方式上分,有转速可控型、变容可控型;按采用的制冷剂种类分,有 R22 多联机、R410A 多联机等。目前,业内习惯按压缩机容量调节方式来划分多联机的类型。由于转速可控型技术是通过调节压缩机转速改变制冷剂流量的,主要采用交流变频或直流调速技术,鉴于技术演变过程的惯性等原因,业内都习惯将这两类多联机叫作“变频多联机”,只是在名称前添加定语,分别称为“交流变频多联机”或“直流变频多联机”(但“直流变频”的说法是错误的)。而目前成熟的容量可控型技术是采用数码涡旋压缩机实现的,它通过调节涡旋压缩机定涡旋盘和动涡旋盘的啮合时间(占空比)来改变制冷剂流量,故业内简称为“数码涡旋多联机”。

目前,无论是企业生产的多联式空调机组产品,还是安装在建筑中的多联机系统,行业俗称“多联机”,已被得到广泛认可,但是,在产品、市场和学术研究中,存在严重的称谓不一现象,导致在产品销售、系统设计、机组选型、系统招投标和学术研究中,对同一机组或者系统有多个称谓,给多联机的工程应用、市场发展、学术交流和责任纠纷处理等都带来诸多麻烦。因此,统一多联机称谓势在必行。

本文将通过产品标准、设计规范、招投标文件和学术研究文献分析目前的多联机称谓,说明其称谓的繁乱,并给出中英文统一称谓的建议。为阐述方便,本文对多联机产品或系统均采用多联机这一俗称。

2 现状

笔者调查了目前多联机在各个方面的称谓,查阅了各国标准、设计规范、标准图集 11 部,招投标网站 31 个,学术论文 326 篇(其中,中文 258 篇,英文 28 篇,日文 40 篇),共 368 篇文献。其中,中文文献来源于中国期刊全文数据库、中国学术期刊网络出版总库、中国博士学位论文全文数据库、中国优秀硕士学位论文文库、中国重要会议论文全文数据库和中国年鉴全文数据库;英文文献来源于 Elsevier SD(Science Direct)数据库;日文文献来源于日本出版的期刊(如《冷凍》、《空気調和・衛生工学》)、学术会议论文集(如《日本冷凍空調学会論文集》、《空気調和・衛生工学論文集》)和多联机企业的技术刊物(如《東芝レビュー》、《三菱重工技報》)等。下面给出调研的统计结果。

2.1 产品标准中的称谓

中国、日本、美国、韩国及欧洲的产品或性能标准如表 1 所示,主要以“多联式空调(热泵)机组”或“多联式分体空调器”的称谓较多,英文多采用“multi(或 multiple)-split air conditioners”。

2.2 设计规范中的称谓

我国关于多联机的设计规范有两个:其一是 GB 50019—2003《采暖通风与空气调节设计规范》,其二是住房和城乡建设部即将发布的行业标准 JGJ 174《多联分体式空调系统工程技术规程》^[10]。此外,还有国家建筑标准设计图集 07K506《多联式空调机系统设计与施工安装》^[11]。这些规范、图集中对多联机的称谓也不相同,参见表 2。

表 1 各国标准中的多联机称谓

	标准名称	原文称谓	英文称谓
中国	GB/T 18837—2002《多联式空调(热泵)机组》 GB 21454—2008《多联式空调(热泵)机组能效限定值及能源效率等级》 ^[3]	多联式空调(热泵)机组	multi-connected air-conditioning (heat pump) unit
日本	JRA 4048—2006《パッケージエアコンディショナの間エネルギー消費効率》 ^[4] JRA 4055—2003《マルチ形パッケージエアコンの間消費電力量算出基準》 ^[5] JRA 4033—2000《マルチ形ルームエアコンディショナ》 ^[6]	マルチ形パッケージエアコンディショナ マルチ形ルームエアコンディショナ	multi split air conditioners multi split room air conditioners
美国	AHRI Standard 210/240—2008 Performance rating of unitary air-conditioning & air-source heat pump equipment ^[7]	mini-split air conditioners (注:采用一个膨胀阀的一拖多分体式空调器) 或 multiple-split air conditioners	
欧洲	EN 14511—2007 Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps with electrically driven compressors for space heating and cooling ^[8]	multi-split systems 或 multi-split air-conditioner	
韩国	KS B ISO 15042—2006《멀티 에어컨디셔너 및 히트펌프의 성능 시험 방법》 ^[9]	멀티 에어컨디셔너	multi-split air-conditioner

表 2 我国设计规范中的多联机称谓

规范名称	中文称谓	英文称谓
GB 50019—2003《采暖通风与空气调节设计规范》	变制冷剂流量分体式空气调节系统	variable refrigerant volume split air conditioning system
JGJ 174《多联机空调系统工程技术规程》(报批稿)	多联机空调系统	multi-connected split air condition system
国家建筑标准设计图集 07K506《多联式空调机系统设计及施工安装》	多联式空调机系统	

2.3 学术研究中的称谓

考虑到有些文献的题目和正文对多联机的称谓不一,无法进行统计,故本次调研仅针对文献题目进行。实际上,关于多联机的文献数量远远超过被调研文献数量。

2.3.1 中文文献中的称谓

本文共调研了 258 篇中文文献,由于称谓繁多,故在整理过程中对其进行了归类,如将“变冷媒流量”归为“变制冷剂流量”类,将“多联机组”归为“多联机空调系统”类,以便统计。限于篇幅,本文只列出了部分文献^[12-37]。

图 1 显示了从 1994 年至今发表的文章中对多联机的称谓分布。可以看出,“VRV”占有很大比例(约为 35%),其次为“多联机空调系统”(占 16%)和“变制冷剂流量空调系统”(15%),采用“VRV”较多的原因是多联机的学术名称为“变制冷剂流量空调系统”,对应英文名称“variable refrigerant volume air conditioning system”简称为“VRV”,而且“VRV”与变风量系统(VAV)和变水量系统(VWV)具有很好的对称性,故习惯称之为“VRV”系统。由于最早开发出多联机的日本大金工业株式会社已将这种空气调节方式注册为“VRV(variable refrigerant volume)系统”(参见 GB 50019—2003 的 6.3.10 条条文说明),故学术界开始使用“variable refrigerant flow air

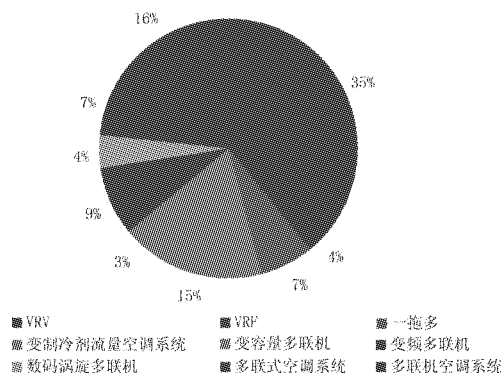


图 1 1994 年以来中文文献中的多联机称谓

conditioning system”的简称“VRF system”作为多联机的学术称谓,但尚未被人们所接受。

2.3.2 英文文献中的称谓

查阅了 28 篇题目中包含多联机词汇的英文文献(作为实例只给出了部分文献^[38-53]),其英文称谓主要有三类:1) VRF system (variable refrigerant flow system); 2) VRV system (variable refrigerant volume system); 3) 以 multi 为前缀的有:① multi split air conditioner, ② multi-evaporator air conditioner, ③ multi-air conditioner, ④ multi-package air-conditioner, ⑤ multi-system air conditioner, ⑥ multi-type air conditioner。

从图 2 所示的统计结果可以看出,在各类英文文献中,采用 multi 前缀的多联机英文称谓占 79%,居绝对优势,其次为 VRF(占 14%);而在采用 multi 前缀的称谓中,“multi-evaporator air conditioner”占大多数(原因在于大多数文献研究多联机的制冷运行性能,此时室内机换热器为蒸发器),其次为“multi-split air conditioning system”,如图 3 所示。

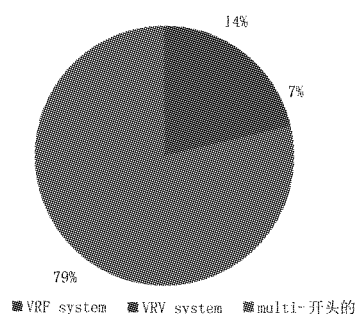


图 2 各类英文文献中的多联机称谓

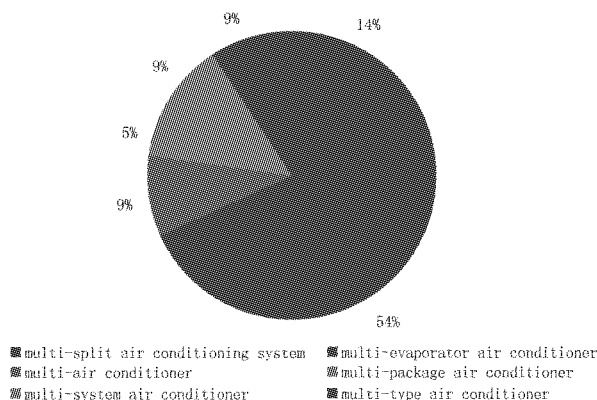


图 3 各类英文文献中以 multi-开头的多联机称谓

2.3.3 日文文献中的称谓

多联机诞生于日本,日本企业及学术界对此研究得较多。由于国内没有购买日文文献数据库,故只能通过纸质文献进行检索。本次调研查阅到论文题目中有多联机名称的文献共 39 篇(参见其中的部分文献^[54-72])和专题阐述“个别分散型空调”的 1 本专著^[73],调研结果显示,日本对多联机的称谓也不统一,如表 3 所示。最为常用的是“マルチエアコン”或“ビル用マルチエアコン”,其英文称谓多采用“multi-split-type air conditioners”或“multi-air-conditioners”。

表 3 日文文献中的多联机称谓

日文称谓	中文称谓	英文称谓
マルチパッケージエアコン マルチエアコン	多联式空调机	multi unit packaged air conditioners multi-split-type air conditioners multi-unit air conditioners multi-air-conditioners
マルチシステムエアコン マルチシステム空調機	多联机空调系统	multi-type air-conditioners
ビル用マルチエアコン ビルマル	建筑用多联式 空调机	multi-split type air conditioners
ビル用マルチパッケー ジエアコン	建筑用多联式 单元空调机	multi-package air-conditioners
ビル用マルチ型パッ ケージ空調システム ビル用マルチシステム	建筑用多联机 空调系统	multi-air-conditioners VRV system multiple packaged air conditioning units

2.4 招标文件中的称谓

由于多联机存在上述的称谓混乱问题,故在招投标中经常出现带有倾向性的或似是而非的商品称谓。本文对互联网上发布的 31 份招投标文件进行统计分析,发现标书中的多联机称谓形形色色,如“VRV 空调”、“数码多联机”、“多联空调”、“空调多联机”、“变冷媒流量多联机”、“多联式空调(热泵)机组”、“多联机中央空调”、“变容量多联机空调”、“变频多联机”等。标书制定人虽然无意设置什么“门槛”,但从法律角度看,这些称谓无疑带有倾向性或模糊性。因为有些称谓带有定语,必然缩小了招标范围,如“变频多联机”可能将直流调速多联机挤出竞争圈,“数码多联机”可能将转速可控型多联机拒之门外;有的产品名称本身就叫“VRV 空调”或“数码多联机”,可能导致其他类型的产品不能入围;也可能产生“‘多联空调’是否就是‘多联式空调(热泵)机组’呢?”的疑问等。

多联机诞生的历史还很短,人们对它的认识还不深入,而且鉴于学术界乃至标准、规范都没有给出统一的名称,故出现具有倾向性的标书是难免

的,这是事物发展过程中的必经阶段。尽管如此,这种具有倾向性的标书损害了招标的公平性和规范性,对多联机市场的发展不利。

3 建议

统一多联机的称谓十分必要。在学术研究中,繁乱的多联机称谓可导致文献检索困难,很容易遗漏相关文献,不能全面了解相关信息资源,难以很好地掌握行业动态,也给国际间的学术交流带来困难。特别是在产品标准、设计规范和招标文件中统一多联机称谓的要求更为迫切,这不仅有利于产业和市场的健康发展,还可避免不必要的责任纠纷。例如:安装在建筑中的多联机系统,如果出现责任事故,可能难以找到合适的评判标准,因为招标书中的名称可能与设计图纸上不一致,设计图纸也未采用设计规范中的名称,而设计规范又与产品标准中的名称不相同,将给当事人带来不必要的麻烦。

鉴于上述原因,中国勘察设计协会建筑环境与设备分会于 2009 年 6 月 12 日组织了国内暖通空调行业的设计、科研、评标专家,举行了关于多联机空调(热泵)系统称谓研讨会,在全面分析多联机发展历程、技术路线的基础上,分析了统一称谓的必要性和紧迫性,形成了多联机中文称谓的共识^[74]。

3.1 多联机的中文称谓

1) 简称或俗称

“多联机”作为一个简称或者俗称,可以保留,它泛指一类产品或者系统。当多联机特指产品时,就是指多联机的室外机组和室内机组;当特指一类系统时,就是指将多联机室外机组和室内机组通过连接管构成的单一制冷循环直接蒸发式空调系统。

2) 多联机产品称谓

建议采用 GB/T 18837 给定的“多联式空调(热泵)机组”统一称谓,以反映国家标准的严肃性与准确性。各企业可以采用各自的产品称谓,如 DVM, MDV, VRV, MRV, SMV, MMS, ARV, multi-V, multi-GHP 等,以体现其产品特点。

3) 多联机系统称谓

建议采用即将颁布的行业标准 JGJ 174 给定的称谓“多联机空调系统”,当系统具有热泵功能时,应称为“多联机空调(热泵)系统”。

基于上述原因,中国勘察设计协会建筑环境与设备分会对多联机称谓提出了明确的建议:“以后

在工程设计、招投标、采购时,相关称谓应采用‘多联式空调(热泵)机组’、‘多联机空调(热泵)系统’;在编制或修编相关规范、标准、技术措施时也应统一采用上述名称^[74]”。

在学术研究中,也建议采纳上述意见,针对具体的产品或系统时,可以在产品或系统前加分类定语进行修饰,如:直流调速多联式空调(热泵)机组(或系统)、数码涡旋多联式空调(热泵)机组(或系统)、冰蓄冷多联式空调(热泵)机组(或系统)、热回收型多联式空调(热泵)机组(或系统)等。

3.2 多联机的英文称谓

在学术研究和国际项目招投标过程中,需用到多联机的英文称谓。根据对目前各国产品标准和学术论文中的多联机称谓统计,笔者认为采用使用频率最高、影响力更大的名称作为其统一称谓为宜。建议采用“multi-split air-conditioners”作为该类系统或产品的简称;特指多联机机组时,可采用“multi-split air conditioning (heat pump) units”,而特指多联机系统时,可采用“multi-split air conditioning (heat pump) system”;对于与 VAV, VWV 对应的广义变制冷剂流量空调系统,最好采用“variable refrigerant flow air conditioning system”或“VRF system”。

4 结语

对多联机称谓的统计分析发现,目前多联机在产品标准、设计规范、学术研究中存在称谓杂乱、众口纷纭的局面,不利于多联机技术的交流与发展,而且也会影响多联机在工程招投标中的规范性、市场竞争的公平性和广泛性。因此,提出统一多联机称谓的建议是十分必要的,多联机称谓的统一对于多联机的技术进步和市场发展都将起着至关重要的作用。

参考文献:

- [1] 合肥通用机械研究所,青岛海尔空调器有限公司,广东顺德美的冷气机制造有限公司. GB/T 18837—2002 多联式空调(热泵)机组[S]. 北京:中国计划出版社,2002
- [2] 中国有色工程设计研究总院. GB 50019—2003 采暖通风与空气调节设计规范[S]. 北京:中国计划出版社,2004
- [3] 中国标准化研究院,珠海格力电器股份有限公司,艾默生环境优化技术公司,等. GB 21454—2008 多联式空调(热泵)机组能效限定值及能源效率等级[S]. 北京:中国计划出版社,2008
- [4] 日本冷凍空調工業会. JRA 4048—2006 パッケージエアコンディショナの期間エネルギー消費効率[S]. 日本:日本冷凍空調工業会,2006
- [5] 日本冷凍空調工業会. JRA 4055—2003 マルチ形パッケージエアコンの期間消費電力量算出基準[S]. 日本:日本冷凍空調工業会,2003
- [6] 日本冷凍空調工業会. JRA 4033—2000 マルチ形ルームエアコンディショナ[S]. 日本:日本冷凍空調工業会,2000
- [7] Air-conditioning, Heating and Refrigeration Institute. AHRI Standard 210/240—2008 Performance rating of unitary air-conditioning & air-source heat pump equipment [S]. USA: Air-conditioning, Heating and Refrigeration Institute, 2008
- [8] European Committee for Standardization. EN 14511—2007 Air conditioners, liquid chilling packages and heat pumps with electrically driven compressors for space heating and cooling [S]. France: European Committee for Standardization, 2007
- [9] 기술 표준 연구소. KS B ISO 15042—2006 멀티에어컨디셔너 및 히트펌프의 성능 시험 방법[S]. 대한민국: 산업 표준심의회, 2006
- [10] 中国建筑科学研究院. JGJ 174 多联机空调系统工程技术规程(报批稿)[S], 2008
- [11] 中国建筑标准设计研究院. 国家建筑标准设计图集 07K506:多联式空调机系统设计与施工安装[M]. 北京:中国计划出版社,2009
- [12] 王倩,李皓琨. 浅析机电一体化对变频一拖多中电子膨胀阀的控制[J]. 家电科技,2008(23):36—37
- [13] 隋闯,牟剑秋. 一拖多中央空调系统与水冷机组中央空调系统的技术及经济性分析[J]. 安装,2007(9):36—37
- [14] 张清扬. “一拖多”与户式“中央”空调[J]. 家用电器科技,2001(4):60—61
- [15] 招伟,薛勍,顾中平,等. 一拖多空调制冷系统的回油及贮油实验研究[J]. 制冷学报,2002(2):60—63
- [16] 张坤竹,贾衡,吴占松,等. 变频一拖多空调系统的优化控制参数分析[J]. 北京工业大学学报,2000,26(S1):50—55
- [17] 陈武,蔡振雄,周兴禧. 一拖三变频空调系统建模方法及控制研究[J]. 系统仿真实报,2004,16(10):2123—2127
- [18] 李刚. 济南市第二工人文化宫改建工程中变制冷剂流量空调系统设计[J]. 暖通空调,2008,38(8):97—100
- [19] 张强,李德英,张建东. VRV(变制冷剂流量)空调系统热回收型在建筑内区的应用与节能性分析[J]. 建筑节能,2007,35(5):9—11

- [20] 朱春,张旭,胡松涛. 变制冷剂流量空调系统在列车卧铺车厢上的应用研究[J]. 暖通空调, 2007, 37(7):133-137
- [21] 石文星,彭晓峰,彦启森. 辩证系统观:变制冷剂流量空调系统研究的一个新视域[J]. 科学技术与辩证法, 2002,19(3):22-25
- [22] 周宴平,吴静怡,王如竹. EnergyPlus 中变频多联空调的模块开发和能耗仿真分析[J]. 系统仿真学报, 2007, 19(20):4808-4811
- [23] 杨刚. 数码涡旋多联式空调系统夏季运行特性的实验研究[D]. 上海: 同济大学, 2007
- [24] 肖洪海,黄玉优,樊华云,等. 过冷式数码多联蓄能机组的实验研究[J]. 暖通空调, 2008, 38(8): 66-69
- [25] 吴东兴,樊高定,史敏,等. 多联式空调(热泵)机组控制方案探讨[J]. 暖通空调, 2005,35(4): 103-105
- [26] 石文星,邵双全,彦启森. 多联式空调(热泵)系统的作用域[J]. 制冷学报, 2007,28(2):8-12
- [27] 彦启森. 论多联式空调机组[J]. 暖通空调, 2002,32(5): 2-4
- [28] 马一太,王洪利. 多联机空调系统及其能效标准进展[J]. 机械工业标准化与质量, 2008(2): 12-23
- [29] 介鹏飞,李德英. VRV 空调系统的节能性研究与应用[J]. 节能, 2008(12):19-22
- [30] 刘骥,李智,虞维平. 数码涡旋与变频技术在 VRV 空调系统中能效分析[J]. 建筑节能, 2008,36(2):9-11
- [31] 徐若权. VRV 空调系统室内单元特性研究[D]. 南京: 东南大学, 2006
- [32] 李洪欣,戎卫国,张晨. VRV 空调新风系统设计[J]. 暖通空调, 2005, 35(9):72-74
- [33] 林立,陈启. VRF 系统与 FCU 系统末端控制的比较[J]. 暖通空调, 2008, 38(2): 89-91
- [34] 夏建军. VRF 空调系统优化控制研究[D]. 北京:清华大学, 2005
- [35] 李绪泉,胡松涛,宋德富,等. VRF 空调系统最大配管长度的实验研究与模拟分析[J]. 暖通空调, 2008, 38(S1): 165-167
- [36] 张自国,刘锋,韩涛. 多联式空调系统与传统水系统中央空调分析比较[J]. 长春工程学院学报, 2007, 8(3): 47-49
- [37] 张志强. 水源 VRF 变频空调系统能耗分析及其在我国应用的评价[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2006
- [38] Zhou Y P, Wu J Y, Wang R Z, et al. Energy simulation in the variable refrigerant flow air-conditioning system under cooling conditions [J]. Energy and Buildings, 2007, 39(2): 212-220
- [39] Lijima H, Tanaka N, Sumida Y, et al. Development of a new multi-system air conditioner with concurrent heating and cooling operation[G]//ASHRAE Trans, 1991, 97(2): 309-315
- [40] Park Y C, Kim Y C, Min M K. Performance analysis on a multi-type inverter air conditioner[J]. Energy Conversion and Management, 2001, 42(13): 1607-1621
- [41] Gordon B W, Liu S, Asada H H. Dynamic modeling of multiple-zone vapor compression cycles using variable order representation[C]//Proceeding of the American Control Conference, California, 1999: 3765-3769
- [42] Choi J M, Kim Y C. Capacity modulation of an inverter-driven multi-air conditioner using electronic expansion valves[J]. Energy, 2003, 28(2): 141-155
- [43] Nakamura T, Komina H. Energy saving performances of multi-package air-conditioners for commercial buildings: investigation report on manufacture catalogues [G] // Transactions of the Society of Heating, Air-conditioning and Sanitary Engineers of Japan, 2005: 43-47
- [44] Shimizu S, Haga Y, Nobe T. On-site evaluation method of multi split air conditioner system, part 2: investigation of actual efficiency by sampling system [R]. Academic Report Abstracts of Japanese Association of Architecture, Kantou, 2006: 1133-1134
- [45] Li Yueming, Wu Jingyi, Sumio Shiochi. Modeling and energy simulation of the variable refrigerant flow air conditioning system with water-cooled condenser under cooling conditions[J]. Energy and Buildings, 2009,41(9): 949-957
- [46] Toru Ichikawa, Satoshi Yoshida, Tatsuo Nobe, et al. Running performance of split-type air conditioning systems installed in school and office buildings in Tokyo [C] // International Refrigeration and Air Conditioning Conference at Purdue, 2008: 14-17
- [47] Sekhar S C. Enhancement of ventilation performance of a residential split-system air-conditioning unit[J]. Energy and Buildings, 2004,36(3): 273-279
- [48] Tolga N A, Yunho H, Reinhard R. Experimental evaluation of the ventilation effect on the performance of a VRV system in cooling mode—part I: experimental evaluation [J]. HVAC&R Research, 2008, 14(4): 615-630
- [49] Rajat S, Andrew G A, Clark W B. Dynamic modeling and control of multi-evaporator air-conditioning systems [G] // ASHRAE Trans, 2004, 110(1): 109-119
- [50] Lin J L, Yeh T J. Control of multi-evaporator air-conditioning systems for flow distribution[J]. Energy Conversion and Management, 2009, 50(6): 1529-

- 1541
- [51] Kim Jun-Hyeung, James E B, Eckhard A G. A hybrid method for refrigerant flow balancing in multi-circuit evaporators; upstream versus downstream flow control [J]. International Journal of Refrigeration, 2009, 32(6): 1271-1282
- [52] Aly N H, Marwan M A. Dynamic response of multi-effect evaporators [J]. Desalination, 1997, 114(2): 189-196
- [53] Chiou C B, Chiou C H, Chu C M, et al. The application of fuzzy control on energy saving for multi-unit room air-conditioners [J]. Applied Thermal Engineering, 2009, 29(2/3): 310-316
- [54] 梅原三夫, 中島康雄, 上田和弘. マルチパッケージエアコンへの応用[J]. 冷凍, 1986, 61(3): 36-41
- [55] 渡辺憲三, 岩田儀美. ヒートポンプマルチエアコンへの応用[J]. 冷凍, 1986, 61(3): 42-47
- [56] 井上誠司. 冷暖同時マルチエアコンの開発(第 4 報: 自律分散協調制御)[C]//平成 2 年度日本冷凍協会学術講演会講演論文集. 東京: 日本冷凍協会, 1990, 169-172
- [57] 渋谷康雄, 北内肇. 大形冷暖同時マルチエアコンの開発[C]//平成 2 年度日本冷凍協会学術講演会講演論文集. 東京: 日本冷凍協会, 1990, 149-152
- [58] 中村節. 冷暖同時マルチエアコン(シティマルチ)[J]. 冷凍, 1992, 67(774): 33-60
- [59] 山口廣一, 藤田義信, 佐藤博司. マルチエアコンの能力分配システム[J]. 東芝レビュー, 1993, 48(4): 304-307
- [60] 佐々倉正彦, 平尾豊隆, 前野政司. コンパクト高効率マルチエアコン"Hyper multi LX HFC410A 冷媒シリーズ"[J]. 三菱重工技報, 2004, 41(1): 46-47
- [61] 関根卓. 既設配管対応冷熱同時運転可能マルチエアコン[J]. 冷凍, 2004, 79(5): 320-324
- [62] 桑原永治, 山口清, 藤森徹. ビル用高効率マルチエアコン"スーパーモジュールマルチ"[J]. 冷凍, 2005, 80(6): 463-464
- [63] 清水啓一朗. インバータマルチシステムエアコンスーパーマルチ[J]. 東芝レビュー, 1987, 42(3): 148-151
- [64] 清水啓一朗, 成清秀敏. インバータマルチシステム空調機"スーパーマルチ"[J]. 冷凍, 1988, 63(724): 79-87
- [65] 戎晃司, 尾關正高, 土山吉朗. ビル用マルチエアコンの開発(第 1 報: ファジィ適應制御の基礎検討)[C]//平成 3 年度日本冷凍協会学術講演会講演論文集. 大阪: 日本冷凍協会, 1991: 1-4
- [66] 広田真史, 渡辺ちよ雄, 古川正英, 他. ビル用マルチエアコンの期間性能評価に関する研究(第 1 報: EHPにおける期間エネルギー消費)[C]//日本冷凍空調学会論文集, 2007, 24(4): 303-314
- [67] 關上邦衛, 永江公二. ビル用マルチエアコン: 室内外マルチ"Wマルチ"システム[J]. 冷凍, 1995, 70(6): 10-12
- [68] 勝又直登. 冰蓄熱式ビル用マルチエアコン[J]. 冷凍, 1995, 70(808): 44-48
- [69] 石川秀一, 川上理亮, 谷野正幸. ビル用マルチ冷媒サブクールシステム[C]//空気調和・衛生工学論文集, 2008: 35-42
- [70] 中むら隆, 小峰裕己. ビル用マルチパッケージエアコンの省エネ性能[C]//空気調和・衛生工学論文集, 2005: 43-47
- [71] 松岡弘宗. 更新向けビル用マルチシステムの開発[J]. 冷凍, 2004, 79(5): 412-414
- [72] 谷野正幸, 石井秀一, 佐々木, 他. ビル用マルチ冷媒サブクールシステム[J]. 冷凍, 2006, 81(2): 42-46
- [73] 空気調和・衛生工学会. 個別分散型空調(特輯)[J]. 空気調和・衛生工学, 2008, 82(1): 1-50
- [74] 中国勘察设计协会建筑环境与设备分会. 多联机空调(热泵)系统称谓研讨会暨分会理事长扩大会议纪要[J]. 暖通空调, 2009, 39(7): 4

(上接第 52 页)

《对优化防烟方案论据链的分析与探讨》,之五
《对现行加压送风防烟方案泄压问题的分析与探讨》,之六《优化防烟方案的系统设计》,将陆续在本刊刊载。

参考文献:

- [1] 刘朝贤. 高层建筑加压送风防烟系统软硬件部分可靠性分析[J]. 暖通空调, 2007, 37(11): 74-80
- [2] 刘朝贤. 对加压送风防烟中同时开启门数量的理解与分析[J]. 暖通空调, 2008, 38(2): 70-74
- [3] 刘朝贤. "当量流通面积"流量分配法在加压送风中的应用[J]. 暖通空调, 2009, 39(8): 102-108

- [4] 中华人民共和国公安部. GB 50045—95 高层民用建筑设计防火规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 1995
- [5] 中华人民共和国公安部. GB 50045—95 (1997 年版) 高层民用建筑设计防火规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 1997
- [6] 中华人民共和国公安部. GB 50045—95 (2001 年版) 高层民用建筑设计防火规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2001
- [7] 中华人民共和国公安部. GB 50045—95 (2005 年版) 高层民用建筑设计防火规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2005