

本刊特稿

2005 年全国空调与热泵节能技术交流会综述

南京工业大学 李志浩[☆]

摘要 介绍了此次会议的召开背景、指导思想和主题报告,在附件中提供了大会在空调节能技术、水源热泵系统和土壤耦合热泵系统三方面的交流小结。

关键词 空调 热泵 节能 交流会 综述

Review of the national air conditioning and heat pump energy technology symposium 2005

By Li Zhihao[☆]

Abstract Reports the background, guidelines and keynote speeches, and provides summaries of the subsymposia in energy efficiency of air conditioning systems and water source and ground coupled heat pump systems in the appendices.

Keywords air conditioning, heat pump, energy efficiency, symposium, review

★ Nanjing University of Technology, Nanjing, China

由中国建筑学会暖通空调专业委员会和中国制冷学会空调热泵专业委员会共同主办,两委员会空调学组和热泵学组承办,大连市制冷协会、大连市建筑学会暖通空调委员会协办的“2005 年全国空调与热泵节能技术交流会”于 2005 年 10 月 27 日至 29 日在大连市举行。参加这次交流会的正式代表与列席代表来自全国 20 个省市的高校、设计院、研究所和生产企业,共 260 多人。会议特邀了多位全国知名专家作学术报告,分组进行了专题学术交流,并编辑制作了论文集和光盘。大会还进行了首届“艾默生与工程师”数码涡旋中央空调设计大赛颁奖。

这次会议是在党的十六届五中全会召开和神舟六号飞天的喜庆背景下召开的,具有重大意义。会议贯彻了中央关于“建设资源节约型、环境友好型社会和实现可持续发展”的方针,对当前的空调与热泵节能技术热点问题共同进行探讨交流,以增强节能观念,进一步推广制冷空调节能技术。

众所周知,中国的 GDP 占世界 GDP 的比重大约为 4%,却消耗了相当于全球总产量 30% 的主要能源和原材料,由此也带来煤、电、油、运的全面紧

张。中国传统的高投入、高消耗、重污染、低产出的发展模式,已经走到了尽头。到 2020 年,我国国内生产总值目标比 2000 年翻两番,如果能源产量也要翻两番是做不到的,只能以翻一番的能源增长来支撑国民经济翻两番,就是这个目标也是十分艰巨而困难的。另外翻一番的能源增长就要靠节能措施来弥补。

为此国家颁布了一系列节能标准,要求新建建筑严格实施节能 50% 的设计标准。遗憾的是据最近调查,全国在设计中贯彻节能标准的只达到 58%,而在施工中真正实现节能标准的只有 23%。实际上夏热冬冷地区居住建筑按节能标准设计只多花 80 元/m²,6 年就回收了。

国家在推进建筑节能“十一五”规划期间将有四个重点工作领域,一是新建建筑全面执行节能设计

☆ 李志浩,男,1930 年 7 月生,大学,教授,总工程师
210009 南京市中山北路 200 号南京工业大学 76 号信箱
(025) 83375067
E mail: l_zhh@vip.163.com

收稿日期:2005-11-04

标准,逐步建立 4 个直辖市和北方寒冷地区节能 65% 的国家标准体系和技术支撑体系,发展低能耗、超低能耗和绿色建筑,并形成相关标准和技术体系,引导未来建筑发展方向;二是既有公共建筑节能改造取得突破性进展,深化北方地区供热体制改革,推动北方既有居住建筑节能改造;三是可再生能源在建筑中规模化应用取得实质性进展;四是形成国家推动节能省地型建筑的关键能力。

国家“十一五”规划提出了“科学发展观”、“自主创新能力”、“节能环保”和“可持续发展”的指导思想,对我们来说就是要创新发展节能环保的设计方案和产品,这是伟大而艰巨的任务。这次会议就是在这样的背景下,为深入贯彻节能政策而举办的。

10 月 28 日上午举行开幕式,中国制冷学会副理事长、中国建筑学会暖通空调专业委员会主任委员吴元炜研究员在开幕词中指出,这次会议的节能主题符合中央“十一五”规划的指导思想。希望大家共同探讨中国空调发展的道路,必须符合中国国情,符合中国资源、能源和环保的实际情况,大力发展低能耗的节能系统和节能设备,积极推广使用可再生能源的各类热泵系统。

大连市制冷协会理事长盖大有高工和副理事长郑官振总工介绍了大连市积极研制海水水源热泵系统的情况,并热烈欢迎全国各地代表来大连传经送宝。

开幕式后举行大会报告。中国制冷学会副理事长、空调热泵专业委员会主任委员郎四维研究员阐述了《公共建筑节能设计标准》编制思路和要点,报告中重点介绍了建筑节能对象和目标,节能设计方法,室内环境节能设计计算参数,建筑热工设计,详细负荷计算,对冷热源规定设备选型的能效比限值,严格限制直接用电作为供暖和空调系统的热源,控制水、空气输送系统中的功耗,推荐进行排风热回收,鼓励、推荐应用可再生能源和蒸发冷却技术等,提出监测与控制的要求。

马最良教授在《热泵技术在我国的应用与发展》报告中综述了近几年我国各类热泵的发展,并作了评述。

彦启森教授作了题为《漫谈多联机空调系统》的报告,对多联机的定义、分类、特点、现状作了分析;对多联机的性能参数、作用范围、能耗、性能对比、室温控制、回油、设计要点作了介绍,有助于我们正确

了解和合理使用多联机。

金伟力博士介绍的吸附式除湿空调系统,利用各种工业废热作为驱动能源,并可与各种燃气轮发电机等构成能量利用率极高的热电联产系统。

徐伟所长通报了第 8 届 IEA 热泵会议情况,让大家了解到国际上热泵技术发展的概况。

这次大会上,还有几位企业专家介绍了他们的科研成果,主要是多联机、地源热泵、污水源热泵、空气源热泵和热电冷三联供节能技术。

这些新技术新产品都是当前空调制冷技术发展极为重要的成果,将为提高空调制冷产品能效比作出巨大的贡献。

大会报告目次见附录 A。

为了深入研讨各方面的节能技术发展,这次会议还安排了空调节能组和热泵节能组分别进行活动。空调节能组(由龙惟定教授、张永铨教授主持)利用一个单元时间,特别邀请了潘云钢总工、寿炜炜总工、杨光高工等三位国内著名工程设计专家,介绍一些大型工程空调设计,目的是推动各设计院进一步贯彻节能设计标准,做好公共建筑设计。同时由张永铨教授作了《蓄冷技术的现状与展望》的报告,张教授对蓄冷技术作了深入广泛的调查,为大家提供了蓄冷技术发展的信息。

空调节能组还用了一个单元时间专门研讨多联机,对于多联机的产品特点、适用范围、设计应注意的问题进行了深入的讨论。产学研互相沟通、互相了解,使我们对今后在工程中合理使用多联机有了进一步了解。(详见附录 B)

热泵节能组(由马最良教授、李永安教授主持)用两个单元时间介绍了各种热泵的发展和应用情况。特别对海水、湖水热泵和地源热泵的研究与应用发展进行了研讨。这对热泵节能技术的发展作了有益的引导。(详见附录 C、D)

大会闭幕式上,首先由龙惟定教授、马最良教授、李永安教授分别对两个组的交流情况进行介绍,然后由中国制冷学会空调热泵专业委员会副主任、空调学组组长李志浩教授作大会总结,最后由吴元炜主任委员致闭幕词。

这次会议得以顺利召开和圆满成功,要感谢会议筹备组和会务组的同志们,不辞劳苦,付出了大量的时间和精力,感谢给这次会议热情支持的企业家和企业。特别要感谢这次会议的论文作者、参加会议的全体代表、各位主持人。还特别感谢特邀专家

作了精彩的报告,使大家受益匪浅。感谢各级领导同志和大连学会的积极支持。

会议虽然只有短短的两天,但通过交流,大家获

得了丰富的信息,增强了创新节能的观念与信心,希望在会后各地的工作中能开花结果,进一步推动各地空调制冷节能工作。

附录 A 会议报告

1 中国制冷学会副理事长、空调热泵专业委员会主任委员郎四维研究员:《〈公共建筑节能设计标准〉编制思路 and 要点》

2 国际制冷学会 E1 委员会主席、中国制冷学会常务理事、空调热泵专业委员会副主任委员、同济大学龙惟定教授:《我国民用建筑空调的发展前景》

3 中国制冷学会常务理事、空调热泵专业委员会副主任委员、教育工作委员会主任委员、清华大学彦启森教授:《漫谈多联机空调系统》

4 中国建筑学会暖通空调专业委员会副主任委员、中国建筑科学研究院空调所所长徐伟研究员:《通报第 8 届 IEA 热泵会议情况》

5 哈尔滨工业大学马最良教授:《热泵技术在我国的应用与发展》

6 哈尔滨工业大学姚杨教授:《土壤蓄冷与土壤耦合热泵集成系统》

7 天津大学张永铨教授:《中国蓄冷技术的现状与展望》

8 中国建筑设计研究院副总工潘云钢高工:《中国人寿大厦空调系统的节能设计》

9 华东建筑设计研究院杨光高工:《某大型电视中心的空调工程设计》

10 上海建筑设计研究院总工寿炜炜高工:《上海光源工程空调设计》

11 大连市建筑学会暖通委员会主任委员、大连市建筑设计研究院副总工叶金华高工:《水环多联机(热泵)应用研究》

12 浙江大学建筑设计院副总工胡吉士研究员:《多联机在浙江市场的应用情况》

13 福建省暖通空调情报网副理事长高维庭高工:《多联机在福建的工程应用》

14 大连理工大学端木琳副教授:《海水热泵技术及其在中国推广应用的分析》

15 日本株式会社西部技研开发部金伟力博士:《利用各种排热驱动的新型高效吸附式除湿空调系统》

16 艾默生亚太区总部市场总监 Mr. Arup Majumdar:《数码涡旋多联机空调节能技术》

17 大金公司空调生产本部主任技师田中修:《VRV 变频空调的节能技术》

18 开利空调销售公司经理杨利明高工:《高效节能型热泵研究》

19 双良集团销售公司副总陈原高工:《热电冷三联供节能技术》

20 约克空调公司中国地区中央空调部经理孙曦高工:《节能与环保空调技术》

21 富尔达空调公司总工程师高翀高工:《富尔达地温中央空调在中国的运用和发展》

22 大连奥德空调公司总经理于永辉总工:《贵阳市污水源热泵集中供热可行性分析》

23 际高集团董事长丛旭日高工:《九华山庄二期土壤热泵工程介绍》

24 美的空调公司北方区总监李彦高工:《节能环保——美的中央空调的追求》

25 大连三洋制冷公司郭文斌工程师:《燃气热泵 GHP——商用多联式中央空调的新应用》

26 恒有源科技公司副总杨自强高工:《单井抽灌技术在我国的应用与发展》

27 大连葆光节能空调设备厂总经理姚伟君高工:《热泵技术在农业、工业、建筑、商业等领域的应用》

28 艾默生公司翟松林高工:《数码多联、变频多联和冷水系统的分析比较》

附录 B 空调节能组空调节能技术交流小结 (龙惟定、张永铨教授主持)

调还有很大的发展潜力。能耗需求还会进一步增大。

b) 区分电力(负荷,单位是 kW)和电量(消费,单位是 kWh)这两个不同概念。在城市或地区全年电力消费的尺度上,民用建筑空调并不是“耗电大户”,但却是造成夏季(冬季)电力负荷高峰的主要因素之一。由于民用建筑空调使用的季节性、间歇性和不稳定性特点,造成夏季供电峰谷差的进一步拉大,形成对电网安全的潜在威胁。因此,空调节能的主要目标集中在降低电力高峰负荷、合理用能方面。采用蓄冷空调、燃气空调、分布式能源等“开源”措施;采用围护结构保温隔热、选用高能效比冷水机组等“节流”措施;以及提高建筑能源管理等措施,是我们今后一段时间内要研究和提高的重点。

c) 公共建筑节能设计标准为暖通空调设计节能奠定了基础。空调设计首先要符合标准,然后要高于标准。

d) 工程中制冷机没有不够用的情况,往往4台机最多只开3台。因此在空调工程中要研究负荷计算中的同时使用系数、大温差供水、系统平衡使冷量均衡分配等技术问题。

e) 迄今为止,一次泵变流量尚处于研究和试点阶段,还没有完整、可靠、可行的解决方法。应加强

对变流量系统的工程应用研究。

f) 在大型空调工程中,节能是一个需要综合考虑的问题。要从负荷计算、冷热源选择、系统配置、水系统布置、免费供冷和热回收利用、送风方式、自控等多方面分析,对方案进行优化,并在节能和满足工艺(或环境)要求、减少投资、降低运行费用之间权衡。

g) 变制冷剂流量多联机具有使用方便等优点,适合在住宅和中小型公共建筑中应用。近年来得到广泛应用。但最近有项目越用越大、配管越用越长、系统越用越滥的趋势。对大型公共建筑采用变制冷剂容量多联空调系统必须慎重。不能把大型公共建筑的设计交由代理商或经销商做。系统配置应合理,将配管长度限制在50 m以内;应与建筑配合,保证室外机的通风流畅;应保证新风,采用热回收等方式降低新风负荷。另外,最近推出的水环热泵多联机系统和带蓄冰的多联机系统等也引起了大家的注意和兴趣。

h) 变制冷剂流量多联机的能效,是系统概念,不能套用普通制冷机的能效比概念。与会专家呼吁,有关部门应尽快制订变制冷剂流量多联机系统的能效标准,以便弥补公共建筑节能设计标准中的缺憾。

附录 C 热泵节能组水源热泵系统交流小结 (马最良教授主持)

众所周知,水源热泵是以水(湖水、江河水、地下水、海水)为热源或热汇的热泵,它是最早使用的热泵系统形式之一。欧洲第一台较大的热泵装置是1938—1939年间,在瑞士苏黎世市政大厅投入运行的,以河水作为热源。本届技术交流会论文集中共刊登10篇有关水源热泵方面的论文。论文的覆盖面十分广泛(河水、湖水源热泵2篇,海水源热泵2篇,生活废水源2篇,地热尾水源热泵1篇,工业废水源热泵1篇,空调冷却水源热泵1篇,水环热泵系统1篇),论文内容丰富。有工程应用实例、设计方案的技术经济分析、在钢铁企业中应用的分析等。

通过论文交流与讨论,可明确以下几点:

a) 我国有广阔的海岸线,沿海地区经济发展很快,为发展我国海水源热泵创造了条件,在我国推广应用海水源热泵是可行的。但应注意要解决好海水

源热泵的特殊性问题。

b) 同井回灌技术是一种创新的浅层地能应用技术。该技术自2001年问世以来,已在不同地区、不同建筑中得到广泛应用,此次会议上介绍了最新的研究进展。

c) 为了缓解夏季电力与冬季燃气供应紧张问题,更有利于国家能源结构调整和可持续发展,燃气热泵的应用日益广泛。

d) 我国南方地区地表水资源丰富,存在着大量的江河湖泊。长江中下游地区、珠江三角洲和东南沿海地区的地表水总量在全国地表水总量中所占的比例近70%,为发展地表水源热泵创造了条件,但地表水源热泵不同于地下水源热泵,因此,它的设备与系统要具有适应地表水的特点。

e) 论文交流与讨论中,既对国外水源热泵技术

的应用与发展进行了技术跟踪,又开始走技术创新之路。如:针对严寒地区普遍存在的污水处理过程污水温度偏低的问题,提出污水/污水热泵新的系统形式。即用热泵回收二级处理后污水的热量,用于加热处理前污水,以提高待处理的污水温度来保证曝气池中生物反应的正常进行。

大家经过交流与讨论也充分认识到,在今后水源热泵应解决的问题有:

a) 研究地下水源热泵空调系统地下水回灌的机理,寻找防止回灌井堵塞的技术措施。

b) 关注和总结河水源热泵、海水源热泵等在我

国的运行状况,并要选择典型工程作长期测试,以总结出推广应用的经验。

c) 注意地表水热泵的设计问题,以更好地适应地表水水温随季节变化的特点。

d) 应研究解决适应海水、污水等特点的热泵机组和换热设备,尤其要注意研发大容量的水-水热泵机组。

综上所述,在今后应加大热泵的基础性研究力度,强调关键技术创新,加强系统集成技术研究,在关键的基础研究和应用研究方面取得突破,以使我国的热泵得到健康的发展和科学的推广与应用。

附录 D 热泵节能组土壤耦合热泵系统交流小结 (李永安教授主持)

随着热泵应用和研究工作的深入,人们逐渐认识到靠单一热泵来制冷制热受到众多因素的限制。在这种条件下,以生态理念构建的复合源热泵及复合式能源系统便应运而生。

a) 土壤耦合热泵系统设计的核心是地下换热器,而岩土的温度、湿度、地下水情况等都会影响地下换热器的设计,因此,设计前应作热响应实验来获得土壤的导热系数。热响应实验就是通过输入确定的热负荷,测定循环流体的温度变化,获得可靠的土壤热物性参数。

b) 在设计土壤耦合热泵系统时,要比较夏季空调所需要的冷量与冬季供暖所需要的热量。如果夏季空调向土壤排放的热量远大于冬季供暖所提取的热量,热泵系统长期运行的结果,必然导致土壤温度越来越高,所能取得的冷量逐渐减少;如果冬季供暖从土壤提取的热量远大于夏季空调排放的热量,土壤温度会越来越低,所能取得的热量逐渐减少。这两种情况都会使热泵处于不经济的运行状态。因此,为实现长期利用土壤热源的目的,应使土壤每年的取热和放热总量基本达到平衡。

c) 土壤耦合热泵使用的是可以再生、与生态环境和谐的浅层地热能,因此,发展前景广阔。基于土壤耦合热泵的优点及我国电力峰谷差大的现象,专家们提出了土壤蓄冷与土壤耦合热泵集成系统。将蓄冷装置与土壤耦合热泵地下吸热装置合二为一。这样,一方面,地下埋管作为土壤耦合热泵系统的换热器,土壤作为热泵系统的低位热源;另一方面,地

下埋管作为蓄冷空调的蓄冷装置,取代传统蓄冷系统的蓄冰筒(槽),土壤作为蓄冷系统的冷量贮存介质。通过三工况冷热水机组实现集成系统的热泵、蓄冷、空调三功能。该系统充分利用了冻土蓄冷技术与土壤耦合热泵系统的优点,将土壤耦合热泵系统的地下埋管换热器兼作蓄冷装置,利用夜间电力的低谷期,将冷量全部或部分地储存到地下,以供白天用电高峰期空调用。

d) 在冷热负荷变化比较大的建筑群中,采用土壤耦合热泵、冰蓄冷、锅炉组成的复合式能源系统是一种新的探索。建筑物冬季夏季基本负荷由土壤耦合热泵来承担,夏季高峰负荷由冰蓄冷系统承担,冬季高峰负荷由锅炉承担。

e) 高温地热能应采用梯级利用的方法,以使能源得到充分的利用。在北京圣世苑培训中心供暖空调工程中,对能源的梯级利用进行了有益的尝试。先由高温地热水制取 65°C 的热水向建筑物供暖;再利用 65°C 的水制取 43°C 的中温水作地板供暖热媒;然后利用水源热泵从 25°C 地热尾水中提取热量,供空调用。这种方案一方面提高了能源的利用效率,另一方面也解决了低温地热尾水排放对环境造成的热污染。

虽然热泵在我国已有众多的工程项目实践和研究成果,积累了一定的经验,但降低土壤耦合热泵的初投资、地下水渗流对换热器传热性能的影响、蓄冷与释冷过程中冷量损失的精确计算等问题给我们提出了新的课题。