

空调进入除霜时机判断专利技术分析

王莉娟 田璐

(国家知识产权局专利局专利审查协作江苏中心 江苏 苏州 215500)

摘要: 冬季使用空调进行制热,位于室外的蒸发器与低温高湿空气进行换热,蒸发器温度过低,空气中的水在蒸发器表面容易凝结结霜,霜层隔绝了蒸发器与外界空气之间的换热而导致空调制热效率下降,此时需对空调室外机进行除霜操作,而判断开始除霜的时机尤为重要。本文从空调结霜原理出发,分析空调进入除霜时机的几种判断方法、国内外发展动态以及行业的专利分布,为国内空调进入除霜时机的判断提供一定的借鉴。

关键词: 风冷热泵空调; 进入除霜; 时机判断

0 引言

空气源热泵空调机组在生产生活中得到了普遍的应用,它可以实现制冷和制热以适应不同季节对温度的要求,一机两用,使用方便。在冬季的制热循环,空调室外侧蒸发器吸收空气中的热量,制冷剂温度上升,在室内冷凝器侧对室内进行放热,使室内温度上升,提高室内舒适度。

在长江及以南地区的冬季,空气温度较低且相对湿度大,如果室外蒸发器的盘管表面温度低于 0°C 且低于大气露点温度时,室外换热器表面即要结霜,且室外换热器盘管表面与外界环境之间的温差越大,结霜速度越快,结霜也越严重。当霜层达到一定厚度时,霜层附着在换热器盘管表面,增加空气与换热器之间的传热热阻,并且霜层会阻塞换热管之间的间隙,使得风侧阻力增加,空气流量减少,室外机的换热量明显降低。室外换热器吸热量降低,室内侧冷凝器制热量下降,甚至吹出冷风,影响室内的制热效率和舒适度,此时必须对室外机换热器进行除霜。

而在环境温度较低、相对湿度也较低的北方地区,风冷热泵空调机组制热时室外换热器结霜很少甚至不结霜。此时没有除霜需求或仅需隔较长时间除霜即可,而在南方地区可能需要频繁进行除霜操作。因此,判断何时需要对室外机进行除霜成为除霜领域的关键技术,既要达到及时除霜的效果又要避免误除霜而导致的能量浪费,甚至引起室内舒适度下降。

1 空调除霜总体状况

1.1 专利申请趋势

采用冰箱领域除霜的IPC分类号F25B47/02,其意即为除霜循环,结合空调、进入除霜的关键词扩展,以

及空调领域的分类号F24F/IC,经过分类号与关键词的组合检索,在CNABS数据库检索到中国专利申请文献893篇,在外文库SIPOABS、DWPI中检索到专利文献1094篇,基于上述数据,对空调进入除霜的时机进行研究。

1.1.1 全球申请趋势

全球空调除霜相关专利的发展情况如图所示。相比较而言,空调技术从20世纪初就得以发展,并于1950年以后住宅空调得到大范围推广。从图可以看出,从1975年开始,人们开始着眼于对室外机结霜温度进行处理,不过此时的专利申请量相对较少。从1981年开始一直到21世纪初期,对于除霜问题的研究呈一个较为平稳的趋势,变化不大。随着多种除霜技术比如逆循环除霜、旁通除霜、电加热除霜等技术的发展,从2005年开始,空调除霜相关的专利申请量以一个较快速度上升,这与空调在世界范围内的大面积普及不无关系,而该领域的技术人员也意识到空调结霜在空调领域的重要性,如何使得除霜操作更为合理成为研究热点。

1.1.2 中国申请趋势

我国在空调除霜相关领域的发展情况与国际大致相同。国内在空调除霜领域最早的申请在1986年。然而,最早的一篇专利文献是三菱电机在我国的专利申请,其次是松下电器、三菱重工、大金工业等日本企业以及三星电子在我国的专利申请,以日韩为主,也有少量美国专利申请。我国国内,苏州市鼎力空调设备厂于1995年申请一篇题为风冷式冷(热)水机组的化霜保护控制装置的实用新型,1999年出现一篇辽宁省马强的名为“空调器节能除霜感温装置”的个人申请,其中涉及简单除霜;在2000年一件注册地为中国台湾省的公司向国家知识产权局提交的申请中第一次较为明确地涉及空调机进入除霜的时机问题。在接下来的时间里,我国国内空调

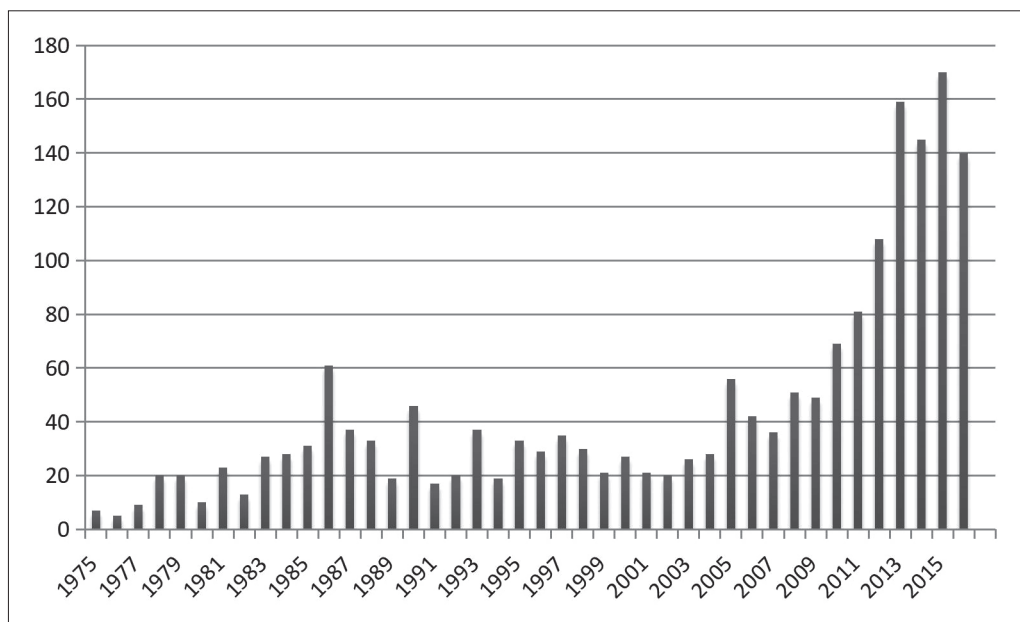


图 空调除霜全球历年申请量趋势

生产企业才开始注重空调除霜问题。可见,我国在该领域起步较晚,与国际在该领域申请的专利相差 20 年以上,而与进入我国的 PCT 申请,在时间上也相差 10 年以上。

1.2 技术分布

经统计,在全球空调除霜领域专利申请中,中国和日本在世界专利申请量中占主要地位,两国申请量达世界总申请量的 76%,中国的主要申请人为美的、格力和海尔,其申请量分别占 20%、10%、4%,这也与我国的空调主要生产厂相家一致。日本作为空调领域的佼佼者,其涉及空调除霜领域的专利总量占世界第二位,占全球比例的 35%。而在申请人分布中,除我国的上述三家企业以及韩国的 LG 公司之外,其余企业都是日本企业,且申请量所占比例较高,比如松下占 15%、三菱占 12%、大金占 10% 等,仅这三家公司的申请量即为 37%,超过了我国的上述三家公司的申请量。由此可见,日本企业在空调领域的相关申请还是占有很大的比例的。

1.3 小结

根据上述分析可知,在空调除霜领域国外在 20 世纪 70 年代已经开始注意到该问题并着手解决,尤其是日本申请量较大且技术发展较早,这与空调在国外的率先普及也是紧密相连的。而在我国,真正开始在空调除霜方面做出研究,是在 21 世纪初期,刚开始主要出现在一些小公司及个人,真正开始对此技术问题进行研究解决从 2005 年前后开始,后面出现井喷式的申请量,可见这一问题在空调领域的重要性。

2 空调除霜进入时机的发展状况

空调需要进行除霜,则需要进行判断何时除霜,也

就是对除霜进入时机需要进行确定。国内外所使用的判定除霜的条件,主要有定时除霜法、时间 - 温度控制法、温差控制法、空气微压差除霜控制法、吸排气压力变化控制法、基于模糊控制的智能除霜、霜层厚度监测控制法等,多种方法各有优劣。

2.1 国外空调进入除霜时机判断技术发展路线

在 1975 年申请号为 JP5034375A 的东京芝浦株式会社(现东芝)的专利申请中,采用室外换热器——蒸发器温度作为监测对象,当蒸发器温度降低到预定值以下时,开始除霜,并持续一定时间。在同年稍后的松下电器的专利申请 JP10038275A 中,监测室外换热器的冷媒温度,当该温度下降到某温度以下时,开始除霜并维持一定时间,其与前述东芝采用的方法实质上相同,都是采用时间 - 温度控制法。在松下电器同日申请的 JP10043275A 中,采用监测室外换热器的冷媒温度和室外环境的相对湿度,以这两个参数进行开始除霜的控制,其由室外热交换器冷媒温度、环境相对湿度得到一个除霜曲线,比如监测冷媒温度,当冷媒温度在 -5°C 及以下时,如果室外环境相对湿度达到 50% 以上,判断此时需开始进行除霜,该方法需要事先得到一个拟合的经验曲线,根据该曲线对是否开始除霜进行控制,准确性受到拟合经验曲线准确度的影响。

1975 年在松下申请的专利 JP10076875A 中,采用压缩机吸入口配管温度与外部环境温度之差来控制除霜的开始,当其大于某一值时,空调系统进入除霜。即采用温差法进行除霜。在相同时期松下申请的专利 JP10139175A 中采用的也是温差法,其采用的是室外换热器与换热器通过空气温度之差,以及四通阀与室内换热器之间冷媒配管与室外热交换器通过空气温度之差,来判断除霜进入时机。虽然对于制冷循环的温度测量位置不同,其利用的原理都是认为室外环境温度波动不大,在未结霜状态,室外盘管温度与环境温度的差值基本不变,而在换热器表面开始结霜时,传热显著变差,两者之间的温差变大。然而该种方法也有其局限性,如果室外环境温度变化剧烈,对该温差影响较大。在此时间段内,以松下为代表的日本专利申请基本都采用温差法进行除霜。

在1978年松下申请的专利JP5692878A中,采用是室外侧热交换器前后侧的压力差来判断结霜程度,当压力差高于某一定值时进入除霜。该方法利用的原理是室外热交换器结霜后空气流动性变差,其前后侧的空气压力不同,结霜越严重,室外热交换器前后的压力差越大。该方法判断较为准确。日立随后也于1979年初在申请的专利JP2345279A中提出采用压力差法进行判断进入除霜时机,不同的是其比较空调运转中室外换热器前后侧的静压差与初始静压差之间的关系,进而判断空调的结霜程度,从而启动除霜。

在此之后的除霜中,主要基于上述几种方式,采用不同的参数进行监控,比如监测压缩机吸入冷媒压力并同时监测室外换热器温度,以及监测室外环境温度等,通过对多种参数的监测实现进入除霜判断的控制,并随着控制参数的增多,后面发展到多参数的模糊智能控制方法。从上述发展可以看出,国外申请主要集中在日本,其在开始进行除霜研究的初期,就已经根据除霜过程中多种参数变化的特点,采取多种进入除霜判断方法,并在后续的除霜研究中使各方法发展日臻复杂成熟。

2.2 国内空调进入除霜时机判断技术发展路线

如前所述,国内在除霜领域的起步较晚,到21世纪初,我国才出现国内申请人在相关领域的申请。

在1999年广东美的关于热泵型空调器申请的专利CN99235645中,通过四通阀换向除霜,并采用了旁通管,定时开启旁通管上的电磁阀,实现除霜。即其除霜方法为定时除霜,判断进入除霜的条件为时间,空调在运转一定时长之后则进入除霜模式,但是在该申请中并未对除霜方法具体展开,且该方法误除霜操作的概率较大。

广东科龙在2001年申请的专利CN011146419(一种空调机及其除霜方法)中,采用的是温度差法,在制热开始测量室外换热器和室外环境温度,算出两者之差作为标准温差保存,在制热达到一定时间后,再次测量两个参数,计算温差值,如果该温差值不小于预定温差控制值与标准温差之和时,进入除霜。也有主要采用室外换热器管温进行控制的专利申请,比如2003年上海交通大学申请的专利CN031161499,通过仿真以及数据拟合,得到蒸发器表面温度,如果该温度达到设定值,则开始除霜;同样在2003年孟凡正申请的专利CN031432328中,测量室外换热器管温及管外的湿度,当温度或湿度达到除霜动作设定值后,进入除霜操作。但是,单纯采用室外换热管温度或湿度进行控制进入除霜的误操作率非常大,往往室外机没有结霜而进行化霜操作,浪费能量。

南京五洲制冷(集团)公司在2001年申请的专利CN002217619中,采用在蒸发器前后设置微压差计的方

法来判断除霜时机,在蒸发器前后的压力差超过500Pa,开始融霜,即其采用的是压力差法判断除霜进入时机。

格力电器在2002年申请的专利CN02149634X中,采用的是时间-温度方法控制空调器进入除霜,在制热模式开始后,压缩机连续运转一定时间后,检测室内管道温度,找出室内管道温度的最高值,在随后的时间内,如果每 M 分钟内,室内管道温度下降 T_s 且连续多次,且同时检测连续一段时间内,室内管道温度小于 T_1 ,且室内管道温度 T_r 与室内环境温度 T_h 之差小于等于一设定的值 T_2 ,则进入除霜操作模式。其根据的原理是空调结霜后制热能力下降,室内换热器的温度必然也下降,如果其与环境温度之差小于某一值,说明室外机结霜,此时判定空调应当进入除霜。

在2005年格力电器申请的专利CN2005101017072中,通过测量压缩机排气管的气压来判断空调是否需要进入化霜,因为在结霜时制热效果下降,此时为得到所需求的制热温度,压缩机输出变大,其排气压力变高。

随后的国内申请量增长较快,采用多种参数进行控制判断,甚至出现模糊式的智能控制方法,其控制参数变多、控制条件复杂,但主要还是将多个参数联合起来进行控制,其考虑的参数多、控制精确,但是判断过程也较为复杂,主要依靠复杂的程序进行控制。

2.3 小结

从上述发展路线可以看出,国外申请人认识到除霜的重要性时,进入除霜条件的判断发展得较为全面,而且基于的原理也不尽相同。在技术发展路线上,除较为简单的时间-温度法及单纯的温度判断法,其他方法在今天还在变化中沿用,国内相关技术的发展近几年也已日臻成熟。

3 结语

本文对空调进入除霜的时机判断进行了总结,主要涉及定时除霜法、时间-温度控制法、温差控制法、压力差法等,多种方法各有优劣。空调除霜时机的判断对于保障空调制热效率及降低空调能耗率,以及维持室内舒适性具有至关重要的作用,希望本文能够对国内相关技术人员起到借鉴作用。

参考文献:

- [1] 邱宏. 空气源热泵空调的一种新型除霜控制模式[J]. 流体机械, 2009, 37(9): 83-86.
- [2] 肖彪. 风冷热泵商用空调除霜控制分析[J]. 家电科技, 2009(23): 55-57.

作者简介: 王莉娟(1987.11-), 女, 山东济南人, 硕士研究生, 研究方向: 空调、热水器、集中供暖。