

江苏省特种作业人员安全技术培训考核系列教材

制冷与空调作业

(复训)

江苏省安全生产宣传教育中心组织编写

主编 彭东升 主审 张小松



中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

江苏省特种作业人员安全技术培训考核系列教材

制冷与空调作业

(复 训)

彭东升 主编

张小松 主审

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书是江苏省特种作业人员安全技术培训考核系列教材之一。

本书共 5 章,内容包括:环境保护与替代工质研究动向、空调中的蓄冷技术、热泵技术、家用中央空调和制冷空调综合安全知识等。

本书可作为制冷与空调作业人员、企业管理人员、安全卫生技术人员的安全技术培训教材,也可供相关院校师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

制冷与空调作业.复训/彭东升主编. —徐州:中国矿业大学出版社,2006.4

江苏省特种作业人员安全技术培训考核系列教材
ISBN 7 - 81107 - 262 - 9

I. 制… II. 彭… III. 制冷技术 - 技术培训 - 教材 IV. TB664

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 005860 号

书 名 制冷与空调作业(复训)

主 编 彭东升

责任编辑 杨传良

责任校对 张海平

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮政编码 221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

排 版 中国矿业大学出版社排版中心

印 刷 淮阴新华印刷厂

经 销 新华书店

开 本 787 × 960 1/16 印张 7.25 字数 142 千字

版次/印次 2006 年 4 月第 1 版 2006 年 4 月第 1 次印刷

定 价 10.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

江苏省安全生产培训教材

编委会成员名单

一、编写委员会

主任：杨增夫

副主任：陆贯一 赵建军 刘文华

委员：（按姓氏笔画排列）

马 群	印安东	丛跃滋	刘荣林	许亦武
乔 勇	华仁杰	苏 斌	张登平	陈忠伟
谷红彬	余树培	杨 涛	杨淮宝	肖正亚
单昕光	赵启风	赵兴根	赵昶东	赵和平
夏天南	彭寿保	褚福银	潘 振	

编委会办公室主任：刘荣林

副主任：肖正亚 赵和平 褚福银

二、编写工作领导小组

组 长：刘荣林

副组长：褚福银 肖正亚 赵和平

组 员：吴孝洪 李守标 李建军 程继平

三、教材编写业务技术组

业务组组长：李建军

技术组组长：朱兆华

序

安全生产是经济社会发展永恒的主题。党和政府历来高度重视安全生产工作,近年来,我省努力构建企业负责、行业管理、部门监管、社会参与的安全生产的工作格局,围绕“和谐社会”、“两个率先”、“两个降低”和“平安江苏”的工作目标,强化安全生产综合监管体制建设和生产经营单位安全监管执法工作,全省安全生产状况呈现总体相对平稳且趋于好转的态势。但我们也应该看到,目前全省安全生产形势平稳好转是相对的,这只是动态发展过程中的阶段性工作的反映,还远远没有达到理想目标中的可控安全,现实中的一些重、特重大事故还时有发生,诸多不安全因素仍然存在。究其原因,除了生产力水平发展不平衡,产业结构不尽合理,作业环境差,生产方式、技术装备落后外,主要原因在于人的遵章作业意识淡薄、作业技能滞后。

当前,企业从业人员整体安全技术素质难以适应新型工业化安全生产发展要求的矛盾日显突出,解决这类矛盾的关键在于真正树立“以人为本”、“人才兴安”、“培训促安全”、“培训出效益”的人本观念和安全理念,充分认识安全培训是预防和减少各类安全生产事故的基础工程、战略工程;是治本之策、长效机制。必须花大力气抓好从业人员的安全技术培训,扩大安全培训规模,大面积提高培训质量,增强从业人员防范与处理安全生产事故的能力,有效地遏制重、特重大事故的发生,促进江苏安全生产向本质、可控性目标迈进。

搞好安全技术培训的一项十分重要的工作是安全技术培训教材建设。教材是教学活动的载体,是学员获得系统专业知识、提高学员智能和技能的重要工具,是教师进行教学的具体依据。教材的好与差决定着培训质量的高低。为此,江苏省安全生产监督管理局组织了全省具有丰富培训工作经验的专家、教授、工程技术人员共同组织编写了这套教材。本套教材分为初培与复审两大类。教材的编写以国家相关部门现行考

核大纲、标准为依据,参考各地现有教材,结合安全生产工作的实际,突出以“安全”为主线,介绍了生产经营单位管理人员和特种作业人员必须掌握的安全技术知识与技能,教材坚持安全教育与生产技术教育的统一性,突出新的安全生产教育理念和创新精神,遵循认知规律,改进教材的呈现方式,为学员留有自主学习、自主探究空间,具有科学性、先进性、实用性的特点,是安全生产经营单位负责人上岗前取得安全资格证和特种作业人员上岗、复审前取得特种作业操作证进行安全技术培训的指定教材,同时也是安全生产管理人员、工种技术人员的工具书。

本书的编写时间紧、任务重、要求高,所有参加编写和参与组织工作的同志们都以高度负责的精神忘我工作,为此付出了辛勤的劳动。同时,在编写和出版过程中,各市县安监部门的同志和省内从事安全生产工作的专家们提出了不少宝贵意见和建议,给予了大力的支持,在这里一并表示谢意。

江苏省安全生产监督管理局局长



2005年11月20日

前 言

特种作业人员的安全教育培训是企业安全管理和政府安全监督的重要内容,做好这项工作,对于保障特种作业人员及其他人员在作业过程中的生命安全,防止重特大设施、设备及人员伤亡事故,提高企业安全生产水平及经济效益,具有十分重要的作用。

江苏省的特种作业人员培训工作已经进行了多年,为企业培训了大批的安全技术人员,促进了企业安全生产水平的提高,促进了江苏安全生产形势的持续稳定好转。随着经济社会快速发展、科学技术的不断进步和安全法制建设进程的加快,极大地推进了安全生产工作,同时也对新形势下的安全生产和安全培训工作提出了更新的标准、更高的要求。为了适应新形势,进一步落实党的“安全第一,预防为主”的基本方针,实施《安全生产法》、《江苏省安全生产条例》,依法加强特种作业人员的安全培训和持证上岗的管理,规范安全培训工作,大面积提高安全培训质量,促进安全生产,江苏省安全生产监督管理局根据国家安全生产监督管理总局《特种作业人员安全技术培训大纲及考核标准》的要求,组织编写了特种作业人员安全技术培训系列教材。

这套教材包括《电工作业》、《焊接与热切割作业》、《危险化学品作业》、《高处作业》、《制冷与空调作业》、《烟花爆竹作业》、《矿山作业》,共7套14本初、复训教材。本套教材概括了7类特种作业人员必须掌握的安全生产基础知识和基本技能,内容新颖,结构紧凑,重点突出,融科学性、系统性、针对性、实用性为一体。

由于任务紧迫、水平有限,书中难免有疏漏之处,敬请读者指正。

江苏省安全生产宣传教育中心

2006年1月

目 录

序	1
前言	1
第 1 章 环境保护与替代工质研究动向	1
第 1 节 环境问题与制冷工质	1
第 2 节 制冷工质的发展历程及替代路线	8
第 3 节 替代制冷工质研究动态	11
思考题	15
第 2 章 空调工程中的蓄冷技术	16
第 1 节 概述	16
第 2 节 常见的蓄冷系统及其分析	20
第 3 节 与冰蓄冷相结合的低温送风空调系统	27
第 4 节 蓄冷技术的发展方向及应用前景	32
思考题	34
第 3 章 热泵技术及其在空调工程中的应用	36
第 1 节 概述	36
第 2 节 空气源热泵技术	40
第 3 节 水源热泵技术	44
第 4 节 土壤源热泵技术	49
思考题	52
第 4 章 家用中央空调	53
第 1 节 概述	53
第 2 节 家用中央空调的安装	59
第 3 节 家用中央空调的调试和使用	73

思考题	80
第 5 章 制冷空调综合安全知识	81
第 1 节 安全附件	81
第 2 节 安全操作	85
第 3 节 安全管理和安全教育	90
第 4 节 人身安全、紧急救护和环保	95
第 5 节 制冷空调安全事故和案例	99
思考题	104
参考文献	105
后记	106

第1章 环境保护与替代工质研究动向

第1节 环境问题与制冷工质

1 环境保护的发展过程

1.1 什么是环境问题

18世纪兴起的工业革命,极大地提高了生产力。随着人类生产力的提高,人口数量也迅速增长;人口的增长又反过来要求生产力进一步提高,如此循环作用,直至现代,环境问题已发展到十分严重的地步,也给人类社会埋下了生存和发展的潜在威胁,最终对人类形成灾难。

人类活动直接作用于自然生态系统,造成生态系统的生产能力显著减少和结构显著改变,从而引起了诸多环境问题,如过度放牧引起草原退化,滥采滥捕使珍惜物种灭绝和生态系统生产力下降,植被破坏引起水土流失等。环境污染则指人类活动的副产品和废弃物进入物理环境后,对生态系统产生的一系列扰乱和侵害,特别是由此引起的环境质量的恶化反过来又影响人类自己的生活质量。环境污染不仅包括物质造成的直接污染,如工业“三废”和生活“三废”,也包括由物质的物理性质和运动性质引起的污染,如热污染、噪声污染、电磁污染和放射性污染。由环境污染还会衍生出许多环境效应,例如 SO_2 造成的大气污染,除了使大气环境质量下降,还会造成酸雨。

1.2 环境问题的发生和发展

18世纪后期欧洲的一系列发明和技术革新大大提高了人类社会的生产力,人类开始插上技术的翅膀,以空前的规模和速度开采、消耗能源和其他自然资源。新技术使欧洲和美国在不到一个世纪的时间里先后进入工业化社会,并迅速向全世界蔓延,在世界范围内加大了发达国家和发展中国家的差别。工业化社会的特点是高度城市化。这一阶段的环境问题跟工业和城市同步发展。先是由于人口和工业密集,燃煤量和燃油量剧增,发达国家的城市饱受空气污染之苦,后来这些国家的城市周围又出现日益严重的水污染和垃圾污染,工业“三废”、汽车尾气更是加剧了这些污染公害的程度。在后来的20世纪60~70年代,发达国家普遍花大力气对这些城市环境问题进行治疗,并把污染严重的工业搬到发展中国家,较好地解决了国内的环境污染问题。随着发达国家环境状况的改善,发展中国家却开始步发达国家的后尘,城市环境问题有过之而无不及,同时伴随着严重的生态破坏。

1.3 当代环境问题阶段

从1984年英国科学家发现和1985年美国科学家证实南极上空出现的“臭氧洞”开始,人类环境问题发展到当代环境问题阶段。这一阶段环境问题的特征是,在全球范围内出现了不利于人类生存和发展的征兆,目前这些征兆集中在酸雨、臭氧层破坏和全球变暖三大全球性大气环境问题上。与此同时,发展中国家的城市环境问题和生态破坏和一些国家的贫困化愈演愈烈,水资源短缺现象在全球范围内普遍发生,其他资源(包括能源)也相继出现将要耗竭的信号。这一切表明,生物圈这一生命支持系统对人类的支撑已接近它的极限。

2 导致全球环境问题的两个重要原因

2.1 全球变暖

(1) 近百年来全球变暖的趋势

气候学的纪录显示,近百年来,全球的平均地面气温呈现明显的上升趋势。总体上,20世纪80年代的全球平均气温比19世纪下半叶升高了约 0.6°C 。这种趋势很可能继续下去,除非采取有效的措施加以控制。坐落在维也纳附近的国际应用系统分析研究所于1991年所做的预测表明,到2050年,全球变暖的幅度可能在 $4.5^{\circ}\text{C} \sim 10^{\circ}\text{C}$ 之间,到21世纪末,则在 $12^{\circ}\text{C} \sim 15^{\circ}\text{C}$ 之间。这些预测还是初步的,因为其中没有考虑海洋热力学效应引起的时间滞后效应。比较合理的预测是,到2030年,全球平均气温将比现在上升 $0.5^{\circ}\text{C} \sim 2.5^{\circ}\text{C}$,到2050年,将上升 $3.6^{\circ}\text{C} \sim 4.5^{\circ}\text{C}$ 。

(2) 全球变暖可能产生的影响

初步研究显示,全球变暖会引起温度带的迁移,进而导致大气运动发生相应的变化,全球降水也将随之发生变化。一般地,低纬度地区现有雨带的降水量会增加,高纬度地区冬季降雪量也会增多,而中纬度地区夏季降水量将会减少。对于大多数干旱、半干旱地区,降水量增多是有利的。而对于降水减少的地区,如北美洲中部、中国西北内陆地区,则会因为夏季雨量的减少变得更加干旱,水源更加紧张。

据估算,在综合考虑海水热胀、由于极地降水增加导致南极冰帽增大、北极和高山冰雪融化等因素的前提下,当全球气温升高 $1.5^{\circ}\text{C} \sim 4.5^{\circ}\text{C}$ 时,海平面将可能上升20~165 cm。海平面的上升无疑会改变海岸线,给沿海地区带来巨大影响,目前海拔较低的沿海地区将面临被淹没的危险。海平面上升还会导致海水倒灌、排洪不畅、土地盐渍化等其他后果。

尽管存在着许多的不确定性,但显而易见的是,全球气候变暖对气候带、降水量以及海平面的影响以及由此导致的对人类居住地及生态系统的影响是极其复杂的,必须给予应有的重视。认为这种影响从长远来看是无关紧要的看法是不负责任的。

(3) 全球变暖的原因

根据物理学原理我们知道,自然界的任何物体都在向外辐射能量,即热辐射。一般物体的热辐射的波长有一定的范围,由该物体的绝对温度决定。温度越高,热辐射的强度越大,短波所占的比重越大;温度越低,热辐射的强度越低,长波所占的比例越大。太阳表面温度约为绝对温度 6 000 K,热辐射的最强波段为可见光部分;地球表面的温度约为 288 K,地表热辐射的最强波段位于红外区。太阳辐射透过大气层到达地球表面后,被岩石土壤等吸收,地球表面温度上升;与此同时,地球表面物质向大气发射出红外辐射。大气层对红外辐射具有强烈的吸收作用,这就造成地球表面从太阳辐射获得的热量相对多,而散失到大气层以外的热量相对少,使得地球表面的温度得以维持,这就是大气的温室效应。最终,地球接受到的太阳辐射的能量和它散失的红外辐射的能量达到平衡,形成地球表面现有的温度。

如前所述,地球大气是多种气体的混合物,其中氮气和氧气占了总量的 99%,但是起到温室效应的却主要是一些微量气体,这些气体对太阳辐射的主体部分(短波和可见光)吸收很弱,而对地面发出的长波辐射吸收强烈。因此当它们在大气中的浓度增加时,大气的温室效应就会加剧,引起地球表面和大气层下部的温度升高。这些气体被称为“温室气体”。“温室气体”主要包括 CO_2 、臭氧、甲烷、氯氟烃、CO 等。近百年来,的气候变暖被认为是 CO_2 等温室气体在大气中的浓度大幅度上升的结果。

大气中 CO_2 浓度增加的原因主要有两个:首先,由于人口的剧增和工业化的发展,人类社会消耗的化石燃料急剧增加,燃烧产生大量的 CO_2 进入大气,使大气中的 CO_2 浓度增加;其次,森林毁坏使得被植物吸收利用的 CO_2 的量减少,造成 CO_2 被消耗的速度降低,同样造成大气中 CO_2 浓度升高。 CO_2 以外的温室气体,如甲烷、氯氟烃(氟里昂)、氧化氮等也在不同程度地增加着。

(4) GWP 值

一般用 GWP(Greenhouse Warming Potential)表示全球变暖潜能值。GWP 值越小,则制冷剂的环境特性越好。根据目前的技术水平,认为 GWP 值 ≤ 0.5 的制冷剂是可以接受的。应该指出,目前所广泛使用的一些制冷剂的 GWP 值大大超过认为可以接受的值。

2.2 臭氧层的破坏和耗损

(1) 什么是臭氧

太阳是一个巨大的热体,表面温度高达 6 000 $^{\circ}\text{C}$,是地球取之不尽的能量来源。太阳辐射的紫外光中有一部分能量极高,如果到达地球表面,就可能破坏生物分子的蛋白质和基因物质,造成细胞破坏和死亡。然而,自然的力量改变了这一过程,地球的大气层就像一个过滤器或一把保护伞,将太阳辐射中的有害部分阻挡在大气层之外,使地球成为人类的家园。而完成这一工作的,就是“臭氧层”。

臭氧由三个氧原子构成。由于臭氧和氧气之间的平衡,大气中形成了一个较

为稳定的臭氧层,这个臭氧层的高度大约在距离地球表面 15 ~ 25 km 处。臭氧对太阳的紫外辐射有很强的吸收作用,有效地阻挡了对地表生物有伤害的紫外线。因此,实际上可以说,臭氧层形成之后,才有了生命在地球上的生存、延续和发展,臭氧层是地表生物系统的“保护伞”。

(2) 南极臭氧空洞

科学家在南极地区发现了严重的臭氧层破坏。南极是一个非常寒冷的地区,终年被冰雪覆盖,四周环绕着海洋。在过去 10 ~ 15 年间,每到春天南极上空平流层的臭氧都会发生急剧的大规模耗损。极地上空臭氧层的中心地带,近 95% 的臭氧被破坏。从地面向上观测,高空的臭氧层已极其稀薄,与周围相比像是形成了一个“洞”,直径上千千米,“臭氧洞”就是因此而得名的。1987 年 10 月,南极上空的臭氧浓度下降到了 1957 ~ 1978 年间的一半,臭氧洞面积则扩大到足以覆盖整个欧洲大陆。从那以后,臭氧浓度下降的速度还在加快,有时甚至减少到只剩 30%,臭氧洞的面积也在不断扩大。1994 年 10 月观测到臭氧洞曾一度蔓延到了南美洲最南端的上空。近年来,臭氧洞的深度和面积等仍在继续扩展,

(3) 臭氧洞是怎样形成的

越来越多的科学证据证实氟利昂和哈龙产生的氯和溴在平流层通过化学过程破坏臭氧是造成南极空洞的主要原因。那么氟利昂和哈龙是怎样进入平流层,又是如何引起臭氧层破坏的呢?我们知道就重量而言人为释放的氟利昂和哈龙的分子虽然都比空气重,但它们在低层几乎不与任何分子发生反应,因此不能通过一般的大气化学过程去除。经过一两年的时间,这些物质于全球范围内在对流层分布均匀,然后主要在热带地区上空被大气环流带入平流层,风又将它从高纬度地区向低纬度地区输送,在平流层内混合均匀。在平流层内,强烈的紫外线照射使氟利昂和哈龙发生分子解离,释放出原子状态的高活性的氯和溴,生成破坏臭氧层的主要物质,它们对臭氧层的破坏是以催化剂的方式进行的。

南极臭氧空洞的形成是包含大气化学、气象学的复杂过程,但根源是地球表面人为活动产生的氟利昂和哈龙,氟利昂和哈龙在大气中的寿命很长,一旦进入大气就较难去除,这意味着它们对臭氧层的破坏会持续一个漫长的过程。

(4) 臭氧层破坏对环境的危害

随着大气臭氧越来越少,射向地面的紫外线就会越来越强,这样,将会带来以下危害:① 对人类健康危害严重,可引发和加剧眼部疾病、皮肤癌、传染疾病;② 50% 以上的陆生植物,如土豆、瓜类、番茄、甜菜等,产量会急剧下降;森林草地衰退,危及生态平衡和生物多样性;③ 对水生生态系统产生影响,使浮游生物受到危害,导致海洋食物链中基础食物数量减少,使生活在浅水里的鱼类和贝类很难生存;④ 使人工高分子或天然高分子材料加速老化,如建筑物、喷涂、包装等物质老化,使其变硬、变脆,缩短使用寿命,并能使接近地面的有害物质浓度增加,尤其在

人口密集的城市中心,可引起光化学烟雾污染;⑤ 全球气候变暖,产生“温室效应”,海平面上升。

(5) 制冷剂 ODP 值

一般用 ODP (Ozone Depression Potential) 表示臭氧消耗潜能指数。ODP 值越小,则制冷剂的环境特性越好。根据目前的技术水平,认为 ODP 值小于或等于 0.05 是可以接受的。应该指出,目前所广泛使用的一些制冷剂的 ODP 值大大超过认为可以接受的值。

3 有关保护环境的国际会议

随着人类社会认识的不断提高,到 20 世纪 50 ~ 60 年代,很多人都意识到有必要用利用科学的手段、有效的措施、统一的步骤来解决环境问题,保护大自然,使人类与自然和谐相处。

3.1 《联合国人类环境会议宣言》

1972 年 6 月 5 ~ 16 日,联合国在斯德哥尔摩召开人类环境会议,来自 113 个国家的政府和一些国际机构的 1 300 多名代表参加了会议。就世界当代环境问题以及保护全球环境战略等问题进行了研讨。这是联合国历史上首次研讨保护人类环境的会议,也是国际社会就环境问题召开的第一次世界性会议。这次会议对推动世界各国保护和改善人类环境发挥了重要作用和影响。制定了《联合国人类环境会议宣言》和 109 条建议的保护全球环境的“行动计划”,提出了 7 个共同观点和 26 项共同原则,以鼓舞和指导世界各国人民保持和改善人类环境,并建议将此次大会的开幕日定为“世界环境日”。

1972 年 10 月,第 27 届联合国大会通过决议,将 6 月 5 日定为“世界环境日”。联合国根据当年的世界主要环境问题及环境热点,有针对性地制定每年的“世界环境日”的主题。联合国系统和各国政府每年都在这一天开展各种活动,宣传保护和改善人类环境的重要性,联合国环境规划署同时发表《环境现状的年度报告书》,召开表彰“全球 500 佳”国际会议。

这次会议通过了两个主要文件:一是受联合国人类环境会议秘书长委托,为大会提供的一份非正式报告“只有一个地球”;二是大会通过的《人类环境宣言》。“宣言”在保护和改善人类环境方面所阐述的观点和原则,已成为世界各国制定环境法的重要依据,以及国际环境保护的重要指导原则。

3.2 《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》

1987 年 9 月 16 日,46 个国家在加拿大蒙特利尔签署了《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》(以下简称《议定书》),开始采取保护臭氧层的具体行动。随着 1985 年底南极臭氧空洞的发现,各国政府认识到需要采取更强有力的措施减少一些 CFC (CFC11, 12, 113, 114 和 115) 和一些哈龙 (1211, 1301, 2402) 的生产和消费。《议定书》的制定便于以定期的科学和技术评估为基础对淘汰时间表进行修

订。根据这些评估,在1990年伦敦、1992年哥本哈根、1995年维也纳和1997年蒙特利尔的会议上对《议定书》进行了调整,加快了淘汰时间表。《议定书》也被修正以引进其他控制措施,增加新的受控物质种类。1990年伦敦修正案包括增加的CFC(CFC13,111,112,211,212,213,214,215,216,217)和两种溶剂(四氯化碳和1,1,1-三氯乙烷)。该《议定书》在“前言”中指出有关消耗臭氧层物质生产和使用过程中的排放对臭氧层破坏产生直接的作用,因而对人类健康和环境造成了较大的负面影响。基于预防审慎原则,国际社会应采取行动淘汰这些物质,加强研究和开发替代品。这里特别指出有关控制措施必须考虑发展中国家的特殊情况,特别是其资金和技术需求。“前言”中同时也强调任何措施应基于科学和研究结果,并考虑有关经济和技术因素。

《议定书》中重点规定了第二条和第五条国家淘汰有关ODS的时间表。有关受控物质和淘汰时间表是在《议定书》及其有关修正案中规定的,只有批准加入修正案的国家才履行受控义务。《议定书》中同时也对有关技术转让做出了规定,要求各国迅速以优惠的条件向有关国家转让环境有益技术。《议定书》确定缔约国大会为其决策机制,缔约方会议每年召开一次。继《议定书》之后,国际社会已陆续通过了《伦敦修正案》、《哥本哈根修正案》、《蒙特利尔修正案》和《北京修正案》。截止到2002年6月就分别有163、141、81和34个《议定书》缔约方分别签署了上述4个修正案。

1995年1月23日,联合国大会通过决议,确定从1995年开始,每年的9月16日为“国际保护臭氧层日”。旨在纪念1987年9月16日签署的《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》,要求所有缔约国根据《议定书》及其修正案的目标,采取具体行动纪念这一特殊的日子。

3.3 《京都协议书》

作为联合国气候变化框架公约下的《京都协议书》,是在1997年12月于日本京都举行的联合国气候变化框架公约缔约国第三次会议上通过的。《京都协议书》对发达国家减少排放温室气体做出了第一步的规范,但未对发展中国家规定新义务。《京都协议书》是人类历史上第一个为发达国家规定减少温室气体排放的法律文件,是对联合国气候变化框架公约的重要补充,对保护大气层将有积极意义。按《京都协议书》规定,HFC与CFC、HCFC类物质都是“温室气体”,对其排放量需加控制。协议要求缔约国中的发达国家在协议实施的第一个五年,即2008~2012年,必须决定如何减少协议规定的各自的份额。中国也于1998年5月签署了该协议。

3.4 如何正确协调《蒙特利尔议定书》与《京都协议书》的要求

《蒙特利尔议定书》与《京都协议书》是有联系的,均是为了保护环境的需要,但又有不同要求。《蒙特利尔议定书》要求限期逐步淘汰CFC和HCFC等物质,是

强制的;而《京都协议书》要求控制温室气体的排放,不对温室气体的产生、使用采取强制性手段。

制冷空调行业为了适应 CFC 和 HCFC 类制冷剂的淘汰,纷纷转轨使用 HFC 物质。但现在《京都协议书》又将 HFC 物质列入了温室气体清单中,要对它们的排放加以控制。显然,后者的要求,对于制冷空调行业近些年来为采取 HFC 所做的各种努力,确实产生了一些负面的影响,以致造成无所适从的感觉。

对比几种主要的纯化合物 CFC、HCFC 和 HFC 类制冷工质的 ODP 和 GWP 值,可知 CFC 类制冷工质(如 CFC11、12、113、114、115),不但 ODP 值最高,而且 GWP 值也相对较高,无论从臭氧层破坏和全球气候变化来看,CFC 类物质都需要被控制和淘汰。HFC 类制冷工质(如 HFC32、125、134a、143a 等)的 ODP 值为零,但 GWP 值大多都较高,对臭氧层不再破坏,但对全球气候变化仍有较大影响,因而《京都协议书》规定,对其排放量需加控制。

为了正确协调《蒙特利尔议定书》与《京都协议书》的要求,以及全面正确衡量制冷工质对全球气候变化的影响,制冷空调行业许多学者持有这样的观点:由于制冷系统均需依靠电力或化石燃烧的消耗来维持运行,而煤、石油和天然气燃料生产电力时都产生 CO_2 ,进而也会影响全球变暖。这样,除了制冷剂的 GWP 值外,空调制冷系统还会以另一种方式对全球变暖起作用。因此,提出应以变暖影响总当量 TEWI(Total Equivalent Warming Impact)为指标。它考虑了两方面因素,即制冷工质排放的直接效应和能源利用引起的间接效应。直接效应取决于制冷工质的 GWP 值、气体释放量及考虑的时间框架长度;间接效应取决于系统的效率及能源来自何处。

从 TEWI 的定义可知,如果解决了系统的泄漏问题和工质的循环再利用问题,也就大大地降低了工质的直接温室效应;如果提高系统的运行效率,降低能耗,也就降低了工质的间接温室效应。所以,有学者认为,降低温室效应不仅仅是工质自身的问题,也是技术上的问题。如果技术上允许,同样可以使用 HFC。

制冷空调行业为防止气候变暖,需做出的努力主要如下:

- ① 提供高效节能设备,减少 CO_2 排放量。
- ② 尽可能减少制冷设备使用和销毁时制冷剂的排放量或泄漏量,并采取有效的回收再生设备,加强制冷工质的回收利用。
- ③ 在选择制冷工质时,不仅要考虑它们的 ODP 值为零,而且还要求 GWP 值低,热力性能好,具有节能效果和充注量少。

第2节 制冷工质的发展历程及替代路线

1 制冷工质发展历程

1.1 早期的制冷工质

1805年,在封闭循环中,使用挥发性流体的思路,用以将水冷冻成冰。在真空下将乙醚蒸发,并将蒸气泵到水冷式换热器,冷凝后再利用。

1834年,第一次开发了蒸气压缩制冷循环,并获得了专利。在蒸气压缩制冷设备中使用二乙醚(乙基醚)作为制冷工质。

在19世纪30年代,出现第一台制冷机,使用的制冷工质是作为工业溶剂的橡胶馏化物。之所以选用这种流体,主要是由于当时能比较容易获得。由此可见,从早期开始,“易获得性”始终成为制冷工质筛选的一条重要准则。

从19世纪30年代到20世纪30年代,这些制冷工质都是当时所熟悉的一些流体,筛选的目标是制冷和设备寿命。当纯流体工质解决不了时提出了使用混合物的设想。

随着第一次世界大战的结束,制冷机产量的增加,筛选制冷工质的原则转向了安全性和性能参数。

1924年,进行了开创性的系统研究,调查了一些适用于正排量压缩机和离心压缩机的候选制冷工质,详细分析了 NH_3 、乙基乙醚、 CO_2 、 CCl_4 、 SO_2 和水蒸气的情况。结论是: CO_2 的性能取决于循环方式和过冷度,而其性能比其他所调研的制冷剂都差。水蒸气的效率低。由于安全原因, SO_2 被排除。由于 CCl_4 腐蚀金属,特别是含水时, CCl_4 也被放弃。最终选择二氯乙烷异构体(R1130)作为第一台离心压缩机的制冷工质。

早期的制冷工质多数是可燃的或有毒的,或两者兼而有之,而且有些还有很强的反应性。因此,在当时事故经常发生。

1.2 CFC和HCFC

研究人员从当时的物性表中,搜寻具有合适沸点的化合物,条件是有好的稳定性、无毒和不燃。当时公布的 CF_4 沸点,引导他们的注意力集中到了有机氟化物。尽管当时发表的 CF_4 沸点值是不正确的(比后来证实的沸点高了许多),但却使氟化物引起了他们的注意。氟本身有毒,但他们认识到含氟的化合物可以是无毒的。

当意识到当时公布的 CF_4 沸点数据有误后,他们就转向了元素周期表,并且很快地从元素周期表中删除了不理想的挥发物元素,然后又删除了会导致不稳定、有毒化合物的那些元素,以及低沸点的惰性气体元素。最后只剩下8种元素,即C、N、O、S、H、P、Cl和Br。他们将元素周期表的“行”与“列”组合后,发现元素F位于这8个元素的“行”与“列”的交点。他们进而作了三种有趣的观察并发现:第一,