

家用环保电冰箱

制 造 维 修 手 册

主 编 吴国平 副主编 魏京宁 黄文秀



中国标准出版社

家用环保电冰箱 制造维修手册

主 编：吴国平

副主编：魏京宁 黄文秀

中国标准出版社

图书在版编目(CIP)数据

家用环保电冰箱制造维修手册/吴国平主编. —北京:
中国标准出版社, 2001.12

ISBN 7-5066-2606-3

I. 家… II. 吴… III. ① 冰箱—制造—技术手册
② 冰箱—维修—技术手册 IV. TM925.21-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 078858 号

NAU-31/02
中国标准出版社出版
北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码:100045

电话:68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

开本 850×1168 1/32 印张 5% 字数 150 千字

2001 年 12 月第一版 2001 年 12 月第一次印刷

*

印数 1—3 000 定价 20.00 元

网址 www.bzchs.com

版权专有 侵权必究

举报电话:(010)68533533

《家用环保电冰箱制造维修手册》

编 委 会

● 主 编 吴国平

● 副主编 魏京宁 黄文秀

● 编 委 陈伟升 赖 静
 钱 祯 祺 赵先美
 吴亚咪 宋 焱 臻
 刘晓东 揭敢新
 单爱华

我们知道,传统家用电冰箱使用的制冷剂为氟氯烷类的衍生物(俗称氟利昂),如 R12、R22 和混合制冷剂 R502 等,其中 R11、R12 等又写作 CFC, R22 等写作 HCFC。由于它们具有无毒、无味、不燃、不爆、热稳定性和化学稳定性好、对金属材料腐蚀小等一系列优点,自 1930 年以来获得了广泛的使用。但是近年来发现,氟利昂制冷剂会消减大气臭氧层,在南极大气平流层中已经发现了臭氧层“黑洞”。而臭氧层的减少,会增加紫外线对地球的辐射,从而增大人类患皮肤癌和眼睛白内障的机率、减少农作物的产量。为此,国际社会于 1987 年 9 月签定了关于消减臭氧层物质的蒙特利尔议定书。

根据蒙特利尔议定书的规定,中国家用电冰箱行业将在 2005 年停止使用氟利昂(CFC)制冷剂,在新制造的电冰箱或维修电冰箱时要采用 CFC 替代制冷剂(即环保制冷剂),在维修 CFC 电冰箱过程中必须回收 CFC,而禁止随意排放。因此,1999 年 6 月 30 日中华人民共和国和德意志联邦共和国政府之间签署了一项协议书,根据该协议书的要求,中国广州电器科学研究所(GEARI)和德国技术合作机构(GTZ)合作开展家用电冰箱 CFC 替代技术培训项目。经过中德双方制冷专家的共同努力,我们开发出一套家用电冰箱 CFC 替代技术培训教材,利用这套教材分别于 2000 年 6 月、9 月进行了三期培训课程,取得了很好的效果。2000 年底,以该培训教材为蓝本,根据这三期培训课程中对教材的

反馈意见,我们组织了国内的制冷专家对教材进行了重新编写,保留了原教材中有关“在维修 CFC 电冰箱时,考虑到环保的要求,如何正确地回收 CFC,而不是随意地排放;而在制造和维修 CFC 替代电冰箱(尤其是用碳氢作为制冷剂的电冰箱时又称 HC 冰箱),如何正确操作,保证安全”的内容。同时添加了与电冰箱制造维修维护相关的制冷原理、结构、工艺等内容,使其成为一套完善的、具有系统性的教材。考虑到本教材不仅适合于培训课程,还适合于电冰箱设计、生产及维修人员的日常使用,因此,将其定名为《家用环保电冰箱制造维修手册》。

本手册介绍了有关 CFC 对大气臭氧层的破坏及臭氧层的消减对地球生物影响的科普知识。有关电冰箱基本知识的内容包括:电冰箱的制冷原理、结构型式、制冷剂、发泡剂以及关键部件的技术规范。本手册重点放在环保电冰箱(CFC 替代电冰箱)的制冷剂、冷冻机油、发泡剂、关键部件的技术规范和工艺要求,以及在维修 CFC 电冰箱时,CFC 回收的操作和规范及回收设备,HC(碳氢)冰箱的制造、维修中的安全规范。为了便于读者更好地理解,本手册还给出了 CFC 冰箱、HFC 冰箱和 HC 冰箱维修的实例。

本手册的最终出版还承蒙德国技术合作机构(GTZ)的资助,在此深表谢意。由于编者的知识水平有限、难免有错漏之处,敬请专家和同仁指正。

编 者

2001 年 6 月

目 录

第 1 章 CFC 对环境的影响及人类采取的措施	1
1.1 CFC 对环境的影响	1
1.2 人类对 CFC 采取的措施	5
1.3 我国 CFC 替代技术的进展情况	6
第 2 章 制冷剂	8
2.1 对制冷剂的要求	8
2.2 制冷剂的分类及代号	9
2.3 电冰箱常用制冷剂特性	12
第 3 章 冷冻机油	17
3.1 对冷冻机油的要求	17
3.2 冷冻机油的种类及适用的制冷剂	20
3.3 冷冻机油在电冰箱里的循环及作用	21
3.4 冷冻机油在使用中应注意的问题	22
第 4 章 蒸气压缩式电冰箱	24
4.1 热力学的一些基础知识	24
4.2 制冷循环的压焓图	36
4.3 蒸气压缩式电冰箱的制冷原理	37
4.4 电冰箱的型式	42
4.5 电冰箱的结构	43

4.6	不同制冷剂的电冰箱重要部件技术规范 ..	83
4.7	电器控制系统 ..	87
第 5 章	电冰箱用硬质聚氨酯发泡剂 ..	99
5.1	硬质聚氨酯泡沫的组成及发泡工艺 ..	99
5.2	CFC11 发泡剂替代 ..	103
5.3	环戊烷等碳氢发泡剂发泡的安全规范 ..	108
第 6 章	无 CFC 电冰箱装配工艺要求 ..	112
6.1	R134a 电冰箱装配工艺要求 ..	112
6.2	R600a 电冰箱装配工艺要求 ..	114
6.3	混合工质电冰箱的装配工艺要求 ..	117
第 7 章	电冰箱维修常用工具和操作要求 ..	118
7.1	电冰箱维修常用工具 ..	118
7.2	电冰箱维修操作要求 ..	119
第 8 章	R12 制冷剂的回收和操作工具及要求 ..	121
8.1	R12 制冷剂回收的重要性 ..	121
8.2	制冷剂回收的基本原理 ..	122
8.3	制造制冷剂回收机所需要的部件及组装 ..	123
8.4	制冷剂回收机的操作和注意事项 ..	127
8.5	制冷剂回收机的维护及可靠性 ..	129
8.6	回收后制冷剂的情况 ..	130
第 9 章	R12 电冰箱的维修和转换 ..	131
9.1	如何准确充注一台不知道正确充注量的电冰箱 ..	131
9.2	R12 电冰箱的转换途径 ..	135

第 10 章 R134a 电冰箱的维修	139
10.1 R134a 制冷剂电冰箱的维修特点	139
10.2 R134a 电冰箱的维修	140
10.3 制冷剂为 R134a 的电冰箱故障检修实例	141
第 11 章 HC 电冰箱的维修	144
11.1 安全使用制冷剂的通用要求	144
11.2 HC 制冷剂的可燃性及预防	144
11.3 HC 冰箱工作场地的简易预防措施	146
11.4 HC 制冷剂充注罐的处理和使用	146
11.5 HC 冰箱的维修程序	148
第 12 章 电冰箱典型故障与维修	160
12.1 电冰箱箱内温度偏高	160
12.2 电冰箱不制冷	163
12.3 电冰箱油堵	164
12.4 电冰箱运行噪声大	165
12.5 电冰箱凝露、滴水	166
附录 1 缩写语词表	168
附录 2 制冷剂的 ASHRAE 分类	169
参考文献	170

CFC 对环境的影响及 人类采取的措施

1.1 CFC 对环境的影响

臭氧是一种由三个原子组成的特殊氧分子,即 O_3 。臭氧大量存在于距地球表面 11 km ~ 48 km 的平流层中,臭氧分子不断地被产生,也不断地被破坏。太阳的紫外线辐射将氧气分子分裂成原子,氧原子然后与其他氧分子结合形成臭氧。臭氧不是稳定的气体,容易受含有氢、氮和氯的天然化合物所破坏,特别是由于臭氧分子的强氧化性,当臭氧分子遇到含 Cl^- 、 Br^- 等离子的氯氟烃和溴氟烃化合物时很容易分解成 O_2 ,而且由于紫外线辐射的作用,这样的分解会持续不断地进行,一个氯氟烃或溴氟烃中的 Cl^- 或 Br^- 可以连续破坏许多个 O_3 分子。数千年来,由于大气中存在一个生命保护层而使地球上的生命受到了保护。这个由臭氧构成的层,具有屏蔽作用,保护地球免受太阳有害紫外线的辐射。据我们所知,只有我们这个行星才有这个保护层。如果这个层消失的话,太阳的紫外线辐射将直射地球表面,将消灭大多数陆地生命。在大气层中,对流层、平流层及电离层距地球表面的距离见图 1-1。

臭氧层能有效地阻挡几乎所有的太阳紫外线,吸收大多数有害的紫外线辐射。对臭氧层的任何破坏都会导致 B 型紫外线辐射的增加。到达地球表面的紫外线辐射的增加,都会对地球上的环境及其上的任何生命造成极大危害。

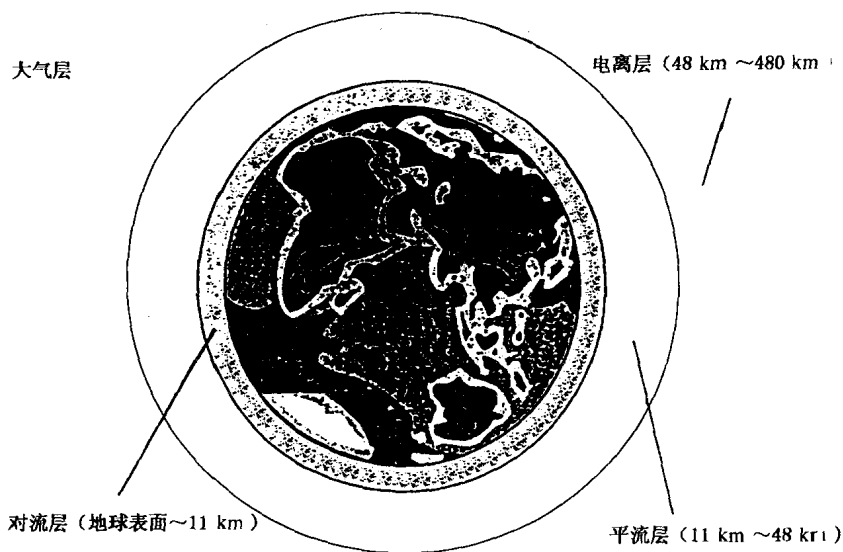


图 1-1 对流层、平流层及电离层距地球表面的距离

接触较多的紫外线辐射,会抑制人体的免疫系统。皮肤癌、白内障、免疫力下降等发病率的增加,是臭氧消减、紫外线辐射水平增加所造成的严重后果。紫外线辐射的增加还会减少农作物的产量。

全球有关人士一致认为,对于平流层的臭氧消减,排放到大气中的人造化学药品中所含氯和溴要负主要责任。其中氯元素,大部分来自于制冷工业和电子工业清洗剂中的 CFCs;而溴元素主要来自于灭火剂中的哈龙等成分,由于清洗剂和哈龙物质在实际替代过程中的简单性,因而在最近已发现的臭氧层消减中,已有证据表明制冷工业使用 CFCs 物质中含有的氯离子是主要的原因。CFCs 已用于制冷剂及发泡剂许多年了,其中 CFC11(又称 R11)通常作为发泡剂,R12 作为制冷剂。

CFCs 的寿命很长。CFC11 在大气中的平均寿命是 50 年,CFC12 有 102 年,CFC13 有 85 年。所以,这些物质一旦排放出去,将在相当长的一段时间内重复循环消减臭氧的过程。如果任其发展下去,随着臭氧分子的减少,臭氧空洞的扩大,那么臭氧层消失,也就意味着

对紫外线辐射阻挡的消失,这样对所有生物都会造成严重的损害。臭氧每消减1%就会导致受到紫外线的辐射增加2%,这个事实使这种状况更加严峻。由于臭氧层的消减而引起紫外线辐射增加,会对植物和海洋生物造成不利的影响。大豆产量试验已经表明,臭氧消减在25%以下,大豆产量会降低达20%。敏感的海洋生态也会受到不利的影响。生活在海洋表面至水下几米深的许多种浮游植物和幼虫对紫外线辐射的增加很敏感。紫外线辐射增加将降低繁殖,这就意味着从海洋收获的植物及鱼类减少。

同时臭氧层的消减对人类自身也有很大的影响,皮肤癌、白内障、免疫力下降等发病率的增加,是臭氧消减、紫外线辐射水平增加所造成的严重后果。目前的一项研究表明,生活在距离赤道较近的人,受太阳光线的直接辐射较多,因而出现上述三种健康问题的机率也越高。

在澳大利亚,皮肤癌患者已经增加了三倍,在那里,有关政府部门和医疗机构已多年告诫人们出门时要戴太阳镜及穿防紫外线衣物。

为了能够评价一种物质对臭氧层的破坏潜力,目前在国际上用ODP表示臭氧层破坏潜力系数,该系数通常以R11作为基准。

CFCs不仅对大气中臭氧层有强烈地破坏作用,而且它还具有强烈的“温室效应”。地球的温度在变热和变冷之间保持平衡,来自太空的太阳辐射使地球变热,而地球的温暖表面和大气所发射的红外线返回太空又使地球变冷。太阳是地球唯一的外部热源。当太阳辐射(以可见光的形式)到达地球时,一部分被大气所吸收,一部分从云层及陆地(尤其从沙漠和雪)被反射回太空,其余部分被地球表面所吸收,加热了地球表面,并使大气升温。温暖的地球表面和大气发射不可见的红外线。

尽管太阳辐射可以穿透大气,但是红外线却被大气中的许多种微量气体所吸收。尽管这些微量气体数量相当少,但它们的作用像一个地毯,阻止大多数红外线直接返回太空。通过减慢释放使地球变冷的辐射,这些气体温暖了地球表面。

在温室中,玻璃允许太阳光线射入,但却阻止部分红外线逃离。地球大气中产生类似效果的玻璃被称为“温室气体”。这些气体不是氮、氧(占大气含量的绝大部分),而是微量气体,包括在水蒸气、二氧化碳和臭氧。水蒸气是大气中最重要天然温室气体。在人造温室气体中,最重要的是二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化氮(N₂O)和卤代烃(氟氯烃是最有代表性的)。在低空大气中的臭氧(O₃)(其浓度受人类活动所影响),也是一种很重要的温室气体。除 CFCs 外,这些气体也是自然生成的。由于温室效应的存在,使得地球的温升上升,大气和海洋环流发生了变化,出现了厄尔尼诺现象和土地沙漠化等问题。由温室气体所引起的温升,使水的蒸发作用增加,进入大气的水蒸气含量的增加又更加剧了“温室效应”。

不同的气体吸收及捕捉不同量的红外线,它们在大气中存在的时间长短也不同,并以不同的方式影响大气的化学性质。例如,一个 CFC12 分子对辐射的作用效果相当于 16000 个 CO₂ 分子的作用;一个甲烷分子对辐射的作用效果是 CO₂ 分子的 21 倍,但它的寿命却短得多。温室效应潜力系数(GWP)是将不同气体在一定时间内所产生的温室效果与当量 CO₂(重量)的温室效果相比较所得的一个指标。

表 1-1 列出了常用制冷剂与发泡剂的臭氧层破坏潜力系数(ODP)与温室效应潜力系数(GWP)(ODP 以 R11 工质作为对比基准, GWP 以当量 CO₂ 在 100 年内作为对比基准)。

表 1-1 常用制冷剂与发泡剂的臭氧层破坏潜力系数(ODP)与温室效应潜力系数(GWP)

工质 项目	CFC12 (R12)	CFC11 (R11)	HFC134a (R134a)	HC600a (R600a)	HFC22 (R22)	环戊烷	HFC141b (R14 b)
标准大气压下沸点,℃	-29.8	23.6	-26.2	-11.7	-40.8	49	32.1
ODP	1.0	1.0	0	0	0.05	0	0.11
GWP	7300	3500	1200	< 1	1500	< 1	420

由表 1-1 可见,使用 R134a 替代 R12 后尽管对臭氧层的破坏降

为零,但仍具有较高的温室效应。当前国际上电冰箱行业 CFC 最终替代路线有多条,主要有以下三类:

- R134a 制冷, R141b 发泡。
- R134a 制冷, 环戊烷发泡。
- R600a 制冷, 环戊烷发泡。

1.2 人类对 CFC 采取的措施

为了保护地球免受太阳有害紫外线的辐射,1987 年 9 月,世界上 24 个国家签定了关于消减臭氧层物质的蒙特利尔协议。在该协议下,采取了保护臭氧层的第一个具体步骤,即在 1999 年所规定的 CFCs 物质产量及消耗需减少 50 %。到 1994 年 12 月,几乎世界上所有的国家都承认了蒙特利尔协议。实现蒙特利尔的目标取决于世界各国间的广泛合作。只有发达国家(在 1986 年其消减臭氧物质的使用量占世界的 85 %)参与该协议是不够的。发展中国家(在 1986 年其消减臭氧物质的使用量仅占 15 %)的参与也是相当重要的。发展中国家 CFCs 使用量的增长速度比发达国家快得多,并且如果发展中国家继续不参加该协议的话,那么在 20 年 ~ 30 年内将看不到该协议产生的效果。

1990 年伦敦第二次会议的结果,对蒙特利尔时间表进行了调整,要求五种 CFCs 物质(CFC11、CFC12、CFC113、CFC114 和 CFC115)和三种卤素在 2000 年前淘汰。要对甲基三氯甲烷进行控制并在 2005 年淘汰。

1992 年 11 月协议的各方在哥本哈根召开第四次会议。他们同意在 1996 年前淘汰所有 CFCs 物质以及甲基三氯甲烷和 CTCs,1994 年前淘汰卤素。HCFC 物质在 2030 年前淘汰,这个淘汰日期较晚是因为首先要鼓励使用消减臭氧作用小的 HCFC 物质来替代 CFCs 物质。

蒙特利尔协议有关 CFCs 淘汰时间表见图 1-2。

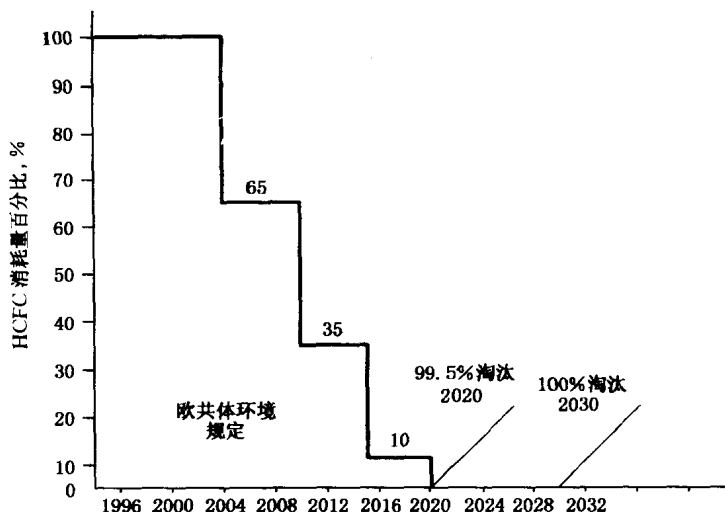


图 1-2 蒙特利尔协议 CFC 淘汰时间表

1.3 我国 CFC 替代技术的进展情况

中国是世界电冰箱生产和消费的第一大国,中国电冰箱工业的 CFC 替代过程受到了世界各国的关注。中国早在 80 年代末期就开始了电冰箱 CFCs 替代的研究,从 1992 年起,部分电冰箱厂开始了 CFC12 和 CFC11 的替代研究工作,由于当时国际上对 CFCs 工质替代的研究存在几条途径,因而反过来影响中国的电冰箱制造商和压缩机制造商,所以国内 CFCs 工质的替代路线就有多条,制冷剂方面有:混合工质 MP39、R152a、R134a 和 R600a 等。发泡剂方面有:50 % 水发泡、R141b 发泡和环戊烷等。中国的 CFCs 替代进程发展很快,尤其是近年来随着经济全球化趋势的促进,我国的电冰箱工业已得到了很大的提高,与发达国家的差距正在迅速减小。当前我国电冰箱工业中无 CFC 物质的“绿色环保”电冰箱的产量,已占电冰箱总产量的 30 % 以上,预计未来几年内随着中国加入 WTO,中国与国外的经济往来将更加频繁,这个比例还将继续上升。

由于联合国多边基金的帮助,中国许多电冰箱厂和压缩机厂从1994年起陆续得到多边基金的资助,开始批量制造 CFCs 替代电冰箱。从1995年起国外跨国家电企业开始进军中国电冰箱市场,更加促进了中国无 CFCs 电冰箱的生产,目前国内电冰箱企业形成了以 R134a 和 R600a 制冷剂为主的制冷剂替代路线和以环戊烷及 R141b 为主的发泡剂替代路线。

第 2 章

制 冷 剂

制冷剂是制冷系统中实现制冷循环的工作介质,也叫制冷工质,或冷媒。制冷剂在制冷系统中循环流动,其状态参数在循环的各个过程中不断发生变化,吸收、释放热量,物理状态不断变化,但其本身性质并不改变,在密封系统中制冷剂可长期循环使用。

2.1 对制冷剂的要求

在制冷系统中,对制冷剂主要有以下几方面的要求:

- 制冷剂在标准大气压下的沸点要低。
- 制冷剂在常温下的冷凝压力要尽量低。
- 制冷剂的临界温度要高,凝固温度要低,使其在常温区内就能液化,增加制冷温度适用范围。
- 制冷剂的导热系数和放热系数要高,粘度和比重要小,以提高换热器效率及减少制冷剂在制冷系统中的流动阻力。
- 不易燃、不易爆,无毒,对金属不起明显的腐蚀作用,与冷冻机油不起化学反应,高温下不分解,对人体无害。
- 绝热指数要小,可使压缩过程耗功减小,压缩终了时气体的温度不过高。
- 制冷剂对水要有一定的溶解性,能使制冷系统中由于各种原因渗入的水分相互溶解,不致形成冰堵。
- 制冷剂的渗透性应较弱,以减少渗漏,如发生渗漏,应易发现,并容易确定渗漏处。