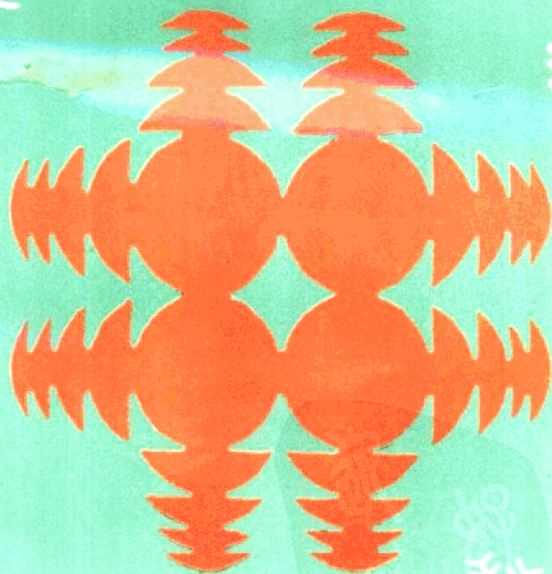


食品工业 制冷安全技术

边增林 张健秋 编著



中国轻工业出版社

食品工业制冷安全技术

边增林 张维秋 编著

中国轻工业出版社

(京)新登字034号

内 容 提 要

本书主要从我国目前食品工业制冷装置的实际出发,以货物冷藏装置为重点,从安全技术角度,叙述了制冷装置的安全操作、安装调试、运转维护,并介绍了制冷剂贮运、压力容器设计制造、机械噪声控制与制冷装置有关的建筑隔热等方面的安全技术。

本书共分六章,内容包括制冷剂载冷剂和润滑油;制冷机安全操作;制冷系统安全装置;压力容器安全技术;冷藏库安全施工、噪声危害与控制等。

本书主要供农业、水产、外贸、供销、商业、轻工等部门的有关冷藏科研、设计、生产技术人员和师生使用,也可供空调、船舶冷藏技术人员参考。

食品工业制冷安全技术

边增林 张维秋 编著

责任编辑 朱玲

中国轻工业出版社出版

(北京市东长安街6号)

北京市卫顺印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

787×1092毫米^{1/2}印张:13.875 字数:314千字

1993年2月 第1版第1次印刷

印数:1—4000 定价:14.10元

ISBN7—5019—1332—3/TS·0895

目 录

| | |
|------------------------------|-----|
| 第一章 制冷剂、载冷剂和润滑油 | 1 |
| 第一节 制冷剂的一般性质..... | 1 |
| 第二节 制冷装置常用制冷剂..... | 17 |
| 第三节 氨的危害与防护..... | 28 |
| 第四节 载冷剂..... | 40 |
| 第五节 润滑油..... | 52 |
| 第六节 制冷剂的贮运安全技术..... | 58 |
| 第二章 制冷装置安全操作 | 74 |
| 第一节 活塞式制冷压缩机的安全操作..... | 74 |
| 第二节 螺杆式制冷压缩机的安全操作..... | 88 |
| 第三节 辅助设备的安全操作..... | 137 |
| 第四节 制冷压缩机的事故分析..... | 150 |
| 第三章 制冷系统安全装置 | 161 |
| 第一节 压力表和温度计..... | 161 |
| 第二节 温度控制器..... | 171 |
| 第三节 压力继电器..... | 185 |
| 第四节 压差继电器..... | 208 |
| 第五节 安全阀与熔塞..... | 223 |
| 第六节 截止阀与止回阀..... | 229 |
| 第七节 膨胀阀..... | 236 |
| 第八节 液位计与遥控液位计..... | 245 |
| 第九节 电磁阀..... | 253 |

| | |
|--------------------------------|-----|
| 第四章 压力容器安全技术 | 260 |
| 第一节 压力容器的特点及分类..... | 260 |
| 第二节 氨压力容器的设计与制造..... | 267 |
| 第三节 压力容器的安装及系统试车的安全 技术..... | 293 |
| 第四节 压力容器管理与操作安全技术..... | 325 |
| 第五节 氨压力容器和管道的超压问题..... | 330 |
| 第五章 冷藏库安全技术 | 337 |
| 第一节 冷藏库隔热..... | 337 |
| 第二节 冷藏库建设中的火灾..... | 369 |
| 第三节 冷藏库的安全管理..... | 376 |
| 第六章 噪声的危害及控制 | 392 |
| 第一节 制冷装置主要噪声源..... | 392 |
| 第二节 噪声的危害..... | 393 |
| 第三节 噪声标准..... | 396 |
| 第四节 控制噪声的一般方法..... | 398 |
| 第五节 吸声减噪..... | 401 |
| 第六节 隔声..... | 411 |
| 第七节 消声器..... | 427 |
| 第八节 振动控制..... | 433 |
| 参考文献..... | 438 |

第一章 制冷剂、载冷剂和润滑油

第一节 制冷剂的一般性质

在制冷循环中，利用液体汽化过程来吸收热量，而在外功的作用下又将热量传送给周围介质的物质，称为制冷剂或称制冷工质。常用的制冷剂可分为氟利昂（R12、R22）、无机物（水、氨等）和烃类（丙烷、乙烯等）几类。这几类制冷剂的性质差别很大，对制冷机械与设备的要求皆不相同。烃类制冷剂多用于石油化工部门的复叠式制冷装置。食品冷藏和空调中常用的是氨和氟利昂。在蒸汽喷射式制冷机、溴化锂吸收式制冷机的非压缩式制冷装置中，利用水作制冷剂。

水作为制冷剂，优点是水容易获得、无毒、不燃烧、不爆炸。但水的正常蒸发温度较高，在普通低温时，其饱和蒸汽压力很低，蒸汽比容很大，因而限制了它的应用范围。

氨具有适中的工作压力和比较大的单位容积制冷量，价格低廉，所以得到广泛的应用。但氨在高温下会燃烧和爆炸，具有毒性，其使用也受到一些限制。

氟利昂是饱和烃的氟、氯、溴衍生物的总称，又称卤化碳（CFC）、卤代烃。目前用作制冷剂的主要是甲烷、乙烷和丙烷的衍生物。它们是以金属氯化物作为催化剂，使三氯甲烷、四氯化碳或六氯化乙烷等有机物与无水氟酸进行反应并加工而成的卤族碳化物。

氟利昂的种类较多，它们的热力性质差别也较大，可分别应用于不同情况的制冷装置中。氟利昂的应用为制冷技术的发展开辟了广阔的前景。

各种氟利昂的具体化学名称很复杂。为简便起见，按其分子式中所含氟和氢原子数目进行编号。由于饱和碳氢化合物的分子通式为 C_mH_{2m+2} ，所以氟利昂的分子通式可以表示为 $C_mH_nF_pCl_rBr_s$ ，而且

$$n + p + g + r = 2m + 2$$

以R(R是Refrigerant的第一个字母)表示各种制冷剂，R后面数字依次为： $(m-1)$ 、 $(n+1)$ 、 p ；若含有溴原子时，则在数字后面再增加字母“B”，并附以表示溴原子的数字 r 。氟利昂符号的表示方法举例说明如下：

| 化合物名称 | 分子式 | 代 号 |
|--------|-----------------|--|
| 二氟二氯甲烷 | CF_2Cl_2 | R12 ($m-1=0$, $n+1=1$, $p=2$) |
| 二氟一氯甲烷 | CHF_2Cl | R22 ($m-1=0$, $n+1=2$, $p=2$) |
| 四氟二氯乙烷 | CF_2Cl-CF_2Cl | R114 ($m-1=1$, $n+1=1$, $p=4$) |
| 二氟一氯乙烷 | CH_3-CF_2Cl | R142 ($m-1=1$, $n+1=4$, $p=2$) |
| 三氟一溴甲烷 | CF_3Br | R13 B1 ($m-1=0$, $n+1=1$, $p=3$, $r=1$) |

分子式可表示出制冷剂的一些化学性质。当分子式内含氯原子数越少时，对人体的毒害性和对金属的腐蚀性越小。氟原子数增加，化学稳定性提高，对金属和其他材料的腐蚀性减小，在水和润滑油中的溶解性也降低。氢的原子数减少会降低氟利昂的燃烧性。不含氢原子的氟利昂是不燃烧的。

其他制冷剂也以三位数编号。无机物的第一位数为7，后二位数字是该无机物的分子量，如氨编号为717，水为718，

二氧化碳为 744 等。共沸液的编号第一位数为 5，如 R501，R502 等。

近年来，国外应用一些共沸点溶液作为制冷剂。它是由两种或两种以上不同的制冷剂按一定的比例互相溶解而成的一种混合物，它的性质却与单一的化合物一样。共沸溶液在固定压力下蒸发时，保持恒定的蒸发温度，而且它的汽相和液相具有相同的组成。共沸溶液的热力性质与组成它的制冷剂的热力性质是不相同的，因而可用组成共沸溶液的办法来改进制冷剂的特性。例如，R500 是将 73.8% 的 R12 和 26.2% 的 R152 混合，前者正常蒸发温度是 -29.8°C ，后者是 -25°C ，混合后蒸发温度就降低为 -33.5°C ，而且混合后溶油性改善了，制冷量增加了。又如，将 48.8% 的 R22 和 51.2% 的 R115 混合，出现新的品种 R502。R502 和其他氟利昂一样是不燃的，没有腐蚀性，并且几乎无毒。它在大气压力下的蒸发温度为 -45.6°C 。R502 用于冷藏和空调制冷时，兼有 R12 和 R22 两者的优点。例如，其压缩机排气温度与 R12 大体相同，但制冷量却比 R22 为高。在封闭式压缩机中，R502 对电机的冷却要比 R22 好。应用这种新的混合制冷剂也是发展方向之一，将促进制冷技术的发展。

一种制冷剂是否适合应用，应从下列三方面全面考虑。

(1) 热力性质 包括蒸发和冷凝温度下的饱和压力、冰点以及一定制冷量时所需的压缩机排气量、绝热压缩功和制冷系数等。

(2) 化学性质 包括易燃性、毒性、对各种材料的腐蚀性和对冷藏货物的损害性等。

(3) 物理性质 包括易漏性、检漏方法、粘度、导热性、与油的作用、与水的作用和导电性等。

在实际应用中，应着重注意以下几个方面。

一、安 全 性

选用制冷剂时，首先需要考虑它在使用时是否安全，这是指它的易燃性、易爆性、对人体的毒害、泄漏时对货物的损伤以及对装置所用材料和润滑油等的不良影响。当然，各种制冷剂总是在某些方面多少有些缺陷，适用与否主要应由影响大小和各方面得失相对权衡而定。

就毒性而论，某些制冷剂如氟利昂虽然本身无毒，但在空气中含量太多时，人也会因缺氧而窒息死亡。由此可见，制冷剂的毒性也是相对的，决定于它在空气中的致伤浓度和人在该环境中允许停留的时间。

通常将毒性分为六级，级别越高，毒性越小。第一级为剧毒，在空气中浓度很小和接触时间极短时，就会使人死亡或受到严重伤害。第六级只有浓度很大时才会发生问题，因此，可认为是无毒的。不过，某些制冷剂虽属无毒，但与明火或电热丝接触时，却会分解出剧毒物质，氟利昂即属此类。

除氨和烃类外，大多数制冷剂都不会燃烧和爆炸。氨与空气混合达到一定浓度时，就会爆炸，所以应限制其排气温度，不得过高，并经常注意工作环境的含氨浓度，以确保安全。各种常用制冷剂的毒性和爆炸性能列于表1-1-1。

关于制冷剂的安全性，有微观和宏观两种概念。制冷剂的用户所关心的，是制冷剂的性能以及它直接造成的人身、设备的伤害。科学研究工作者不仅注意前者，而且制冷剂对人类的宏观环境、对地球大气层所形成的危害也已纳入评价范畴。70年代以来，人们对制冷剂安全性的考虑已涉及到含氯的卤化碳制冷剂，氯是地球大气恒温层臭氧消耗的催化剂，

表 1-1-1

常用制冷剂的毒性和燃爆特性

| 制冷剂 | 相对毒性等级 | 引起严重致命后果的浓度和时间 | | | | 人在该环境中停留1h无严重危险的浓度百分比 (%) | 人停留数小时后能引起轻度症状的容积百分比 (%) | 在空气中的燃烧或爆炸极限容积百分比 (%) |
|------|--------|-----------------|------------|-----------------|------------|---------------------------|--------------------------|-----------------------|
| | | 制冷剂混入空气中 | | 制冷剂与火接触分解的毒物 | | | | |
| | | 在空气中所占容积百分比 (%) | 接触时间 (min) | 在空气中所占容积百分比 (%) | 接触时间 (min) | | | |
| 氨 | 2 | 0.5~0.6 | 30 | — | — | 0.03 | 16~25 | |
| R12 | 6 | 30 | 120 | 1.0 | 20 | 28.5~30.4 | 不燃 | |
| R22 | 6 | 18~22.6 | 120 | 1.0 | 16 | — | 不燃 | |
| R500 | 5 | 10.4~20.3 | 120 | 1.1 | 25 | — | 不燃 | |
| R502 | 5a | <20 | 120 | — | — | — | 不燃 | |
| R11 | 5 | 10 | 120 | 1.0 | 5 | — | 不燃 | |
| 二氧化碳 | 5 | 30 | 30~60 | — | — | 4~6 | — | |
| 氟甲烷 | 4 | 2~2.5 | 120 | 2.4 | 30 | 0.7 | 0.05~0.1 | |
| 丙烷 | 5 | 37.5~51.7 | 120 | — | — | — | 2.8~7.3 | |
| 乙烯 | 5 | — | — | — | — | — | 3.0~3.4 | |

这类制冷剂的逸散，加速了臭氧的消耗。另一方面，卤化碳制冷剂的散失，最终会导致大气层温室效应，这是引起人们担心的严重问题。鉴于这两个问题的重要性，国际制冷学会科学部已指定以荷兰A. L. Stolck为首的专家组，以国际制冷学会的名义发表声明，对卤化碳制冷剂对大气环境可能产生的影响作出评论，并且推荐防范措施。评论的结果肯定了卤化碳制冷剂对地球大气层的影响，解决的方法一是开发新的制冷剂，二是用危害较小的制冷剂替代危害大的制冷剂。

(一) 新制冷剂的开发

用新制冷剂彻底取代卤化碳制冷剂，是从根本上杜绝臭氧层加速消耗和温室效应的措施。然而这是一个细致而长期的工作。例如，业已发现R134a是取代R12的最好的制冷剂，因为它的蒸汽压力特性与R12相似，但又不含氯、溴。现在的问题是以化学过程制造R134a尚难立即满足数量上的要求，人们估计其成为商品的时间大约在五年以后，它的价格为R12的5倍。

(二) 用现有制冷剂取代卤化碳类制冷剂

从热力学观点，水和氨的特性最好。水的最大缺点是不能在 0°C 以下的温度使用。氨是有毒的，而且它在空气中达到一定浓度会燃烧。尽管在过去的十几年中，人们对氨的应用议论纷纷，但是，自从卤化碳制冷剂对臭氧层的影响和温室效应的生成方面的问题引起人们的极大关注后，不得不重新评价氨的应用前途。氨作为制冷剂的历史与制冷设备制造一样久远，但在家用空调、冰箱及船上的制冷最好不用。家庭用制冷如果为吸收式系统，氨作为工质是完全可以接受的。

最安全的介质是空气，对某些专用系统非常适宜，只是机器设备价格昂贵， -80°C 以上的蒸发温度范围能量效果低。

在卤化碳制冷剂群内，由危险性较小的取代危险性较大的制冷剂，也是国际制冷学会推荐的一种有效方案。比如以对臭氧消耗的影响而言，如果R11为参照数1时，R12为0.79；R22为0.18，也有人研究R22的影响为0.05。可见用R22取代R12是一个可行方法，但在温室效应方面的差别尚不清楚。

R12主要用于汽车空调、家用冰箱、家用冰柜、小型空调器中。将其改为R22后，有减少压缩机体积的优点，但生产费用并不节省。最大缺点是冷凝压力较高，系统部件设计要改变。

在西方，特别是在美国，汽车空调大量采用R12，若改用R22，则出现另外一个严重问题，即高压部分与蒸发器之间的软管泄露比R12多，从制冷剂逸散总量对臭氧消耗考虑，也许会更不理想。美国Carrier公司建议汽车空调改用共沸混合物R500，它由73.8%的R12和26.2%的R152a组成，这种物质对臭氧无害，但容易燃烧。同一台压缩机的产冷量，用R500比用R12高20%。

在制冷领域内，R11是一种常用载冷剂。它的取代物较易找到，但对于采用R11的离心式压缩机系统却比较困难。

制冷剂宏观安全性方面可以做如下概括：有充分的理由说明卤化碳制冷剂逸散已到了令制冷科学工作者密切关注的程度，而限制它们的应用又必须有充分的依据。取代卤化碳制冷剂将导致能量效率下降，对温室效应实际产生的作用将更坏。

将小型机组由用R12换为R22，在大型制冷系统中由R22转回到应用氨，是一种可行的过渡方法。

现有卤化碳制冷系统在维护、检修、布局方面防止制冷

剂散失的措施，应加速研究和开发，在技术上可行的，还要从经济等方面做全面的分析。

二、经济 性

所谓经济性好，就是在采用这种制冷剂时装置的制冷系数较高。从制冷原理可知，制冷系数的大小与汽化潜热、蒸汽比容、压缩机前后的压力比及蒸汽和液体的比热有关。

制冷剂的汽化潜热越大，在相同制冷量时，制冷剂每小时在系统中的循环量越少。若在该工况下压缩机的吸气比容也小，则其压缩功率就小，装置的制冷系数就高，并可减少设备的尺寸。

制冷剂蒸汽的比容对装置经济性的影响与新旧压缩机的型式有关。对于活塞式压缩机，要求吸气比容小，以降低所需的排气量。但对于离心式压缩机，因排量小时其工作效率下降，所以常用蒸汽比容较大的 R11 和 R113 作制冷剂。只有在制冷量超过一定限度时才采用 R12、R22、和氨。

制冷剂在压缩前后的压力比近似等于装置的冷凝压力与蒸发压力之比。在一定的蒸发温度和冷凝温度下，此压力比大时，不仅消耗的压缩功多，还降低压缩机的有效排气量，这一点对小型压缩机尤为重要。

在吸热量相同时，制冷剂蒸汽的比热大，压缩机的吸气过热度就小。反之，若液体的比热较小，制冷剂液体在膨胀阀前的过冷度就易于增大，这都有利于增加制冷剂的单位容积制冷量。若一种制冷剂同时具有这两个特点，使用热交换器过冷制冷剂液体，就能够提高制冷系数。

为了便于比较，现将几种常用制冷剂的比热和标准工况下(指蒸发温度为 -15°C 、冷凝温度为 30°C)的主要热力经济

表 1-1-2 标准工况下常用制冷剂的热力、经济指标

| 制冷剂 | 30℃时制冷剂液体比热 (kJ/kg·℃) | 30℃时制冷剂蒸汽比热 (kJ/kg·℃) | -15℃时的汽化潜热 (kJ/kg) | -15/+30℃时每冷吨制冷剂循环量 (kg/mi. T) | -15/+30℃时的压力比 | 蒸发温度为-15℃时干饱和蒸汽比容 (m ³ /kg) | -15/+30℃时每冷吨所需压缩排气量 (m ³ /h.t) | -15/+30℃时制冷剂单位重量制冷量 (kJ/kg) | -15/+30℃时每冷吨理论压缩功率 (hp/t) | -15/+30℃时的压缩系数 | -15/+30℃时的排气温度 (℃) |
|------|-----------------------|-----------------------|--------------------|-------------------------------|---------------|--|---|-----------------------------|---------------------------|----------------|--------------------|
| 氟甲烷 | 1.42 | 1.00 | 420.5 | 0.66 | 4.48 | 0.297 | 10.8 | 349.20 | 1.056 | 4.9 | 77.8 |
| 氟 | 4.82 | 2.18 | 1312.75 | 0.21 | 4.94 | 0.5087 | 6.28 | 1103.27 | 1.087 | 4.76 | 98.9 |
| R11 | 0.375 | 0.57 | 195.37 | 1.48 | 6.19 | 0.771 | 65.9 | 156.60 | 1.019 | 5.09 | 44.4 |
| R12 | 1.02 | 0.82 | 161.49 | 1.93 | 4.07 | 0.08268 | 10.8 | 118.58 | 1.102 | 4.7 | 37.8 |
| R22 | 1.40 | 0.64 | 217.73 | 1.43 | 4.06 | 0.0778 | 6.42 | 161.19 | 1.11 | 4.66 | 55 |
| R113 | 0.91 | 0.68(60℃) | 162.87 | 1.87 | 3.02 | 1.646 | 171.4 | 124.77 | 1.066 | 4.92 | 30 |
| R114 | 1.0 | 0.67 | 141.86 | 2.32 | 5.42 | 0.2627 | 34.88 | 100.49 | 1.115 | 4.64 | 30 |
| R502 | 1.26 | 0.70 | 173.68 | 2.18 | 3.74 | 0.05136 | 6.716 | 106.35 | 1.18 | 4.37 | 37 |

注: 1hp=745.7w

指标列于表1-1-2。

由上表可见，现在常用的制冷剂的各项指标差别较大，但作为经济指标的制冷系数相差不多。所以，采用何种制冷剂主要决定于制冷装置的用途、制冷量的大小和所用压缩机的型式。例如空调制冷装置不宜采用有毒的制冷剂，大型制冷设备尽量选用价格低廉的制冷剂，活塞式压缩机则应用比较小的制冷剂。

三、工作压力

制冷剂的蒸发温度和冷凝温度所对应的蒸发压力和冷凝压力的高低，对制冷装置的影响很大。人们希望，制冷剂的蒸发压力最好能在大气压力以上，以避免空气漏入装置低压部分，从而避免故障。同时又希望制冷剂在常温下冷凝时所需的压力尽量低，以便冷凝器和高压管道使用一般材料，减少壁厚和重量，降低设备成本。

现将常用制冷剂的工作压力列于表1-1-3中，其中，大

表 1-1-3 常用制冷剂的压力

| 制 冷 剂 | 正常蒸发温度 ($^{\circ}\text{C}$) | 0 $^{\circ}\text{C}$ 时的蒸发压力 ($\times 10^5\text{Pa}$) | 标准工况下(-15/+30 $^{\circ}\text{C}$) | |
|-------|----------------------------------|---|------------------------------------|------------------------------------|
| | | | 蒸发压力 ($\times 10^5\text{Pa}$) | 冷凝压力 ($\times 10^5\text{Pa}$) |
| 氟甲烷 | -23.3 | 2.558 | 1.46 | 6.53 |
| 氟 | -33.3 | 4.293 | 2.38 | 11.66 |
| R11 | +23.6 | 0.40 | 0.202 | 1.253 |
| R12 | -29.8 | 3.101 | 1.82 | 7.43 |
| R22 | -40.8 | 5.0 | 2.95 | 11.91 |
| R113 | +47.6 | 0.148 | 0.068 | 0.55 |
| R114 | +3.77 | 0.875 | 0.46 | 2.50 |
| R502 | -45.6 | 5.717 | 3.49 | 13.08 |

气压力下的饱和温度简称正常蒸发温度。

通常按正常蒸发温度 t_z 和常温下的冷凝压力 P_1 将制冷剂分为以下三类。

(1) 高温制冷剂 (或称低压制冷剂) $t_z > 0^\circ\text{C}$, $P_1 \leq 0.2 \sim 0.3\text{MPa}$, 常用的有 R11、R113 和 R114 等。

(2) 中温制冷剂 (或称中压制冷剂) $0^\circ\text{C} \geq t_z > -60^\circ\text{C}$, $P_1 \leq 0.5 \sim 2.0\text{MPa}$ 。这类制冷剂用得最广, 如 R12、R22、氨、R502 和丙烯等。

(3) 低温制冷剂 (或称高压制冷剂) $t_z \leq -60^\circ\text{C}$, 常用的有 R13、R14 和乙烯等。

四、制冷剂与水的作用

制冷剂中含有水对装置的工作是有害的, 主要表现在以下两个方面。

1. 对材料和润滑油的损害

大多数制冷剂与水发生作用后能产生酸, 具有腐蚀性, 即使是性质较稳定的氟利昂, 含水后也会有一定的腐蚀性, 并使润滑油生成沉淀物。

2. 在制冷系统中结冰

制冷剂能溶解一定数量的水, 但当含水量超过其溶水度时, 水分便成为所谓“游离水”。在工作温度低于 0°C 时, 游离水将冻结并在管道中产生“冰塞”, 妨碍制冷剂的循环流通。

制冷剂中水分的来源是多方面的, 如由漏入的空气所携入、冷凝器漏水、安装设备时未将其中的水分吹干、充入的制冷剂原有的以及因润滑油氧化和电器绝缘分解所产生等等。彻底除去制冷剂中的水分比较困难, 但是可以通过干燥器将水的含量减少至发生损害作用的限度以下。这一限度与制

冷剂的品种，装置的蒸发温度以及压缩机的润滑油质量和排气温度有关。

各种制冷剂的含水安全低限不同。在不发生显著腐蚀时，R12为25mg/kg，相当于2kgR12中只含一滴水；R22为60~80mg/kg。氨的溶于水性很大，一般不会出现游离水，所以不会发生冰塞，不过稍有水分即具有碱性，对有色金属如铜、黄铜腐蚀甚烈，但对钢铁的影响甚微，所以在氨装置中只得禁用铜质材料。一般说来，可允许氨中存在水分，但不得超过2000mg/kg。

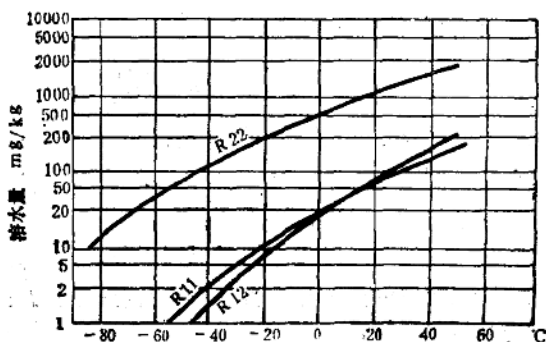


图 1-1-1 氟利昂溶于水性

图1-1-1示出几种氟利昂液体的溶于水性。溶水量随温度降低而减少。1kg R12在30℃时能溶水115mg，在-30℃时仅能溶3.6mg。所以在低温装置中应严格控制制冷剂的含水量。低温时由水产生的腐蚀性很弱，主要是防止冰塞。不同制冷剂液体的溶于水性差别很大，由图可见，R22在30℃时的溶水量为1470mg/kg，在-30℃时为180mg/kg，比R12液体多几十倍。因此，R22装置不易产生冰塞，除水的主要目的是防止锈蚀。除R22外，各种氟利昂制冷剂蒸汽的溶于水性都大于