

制 冷 工 应 知 应 会 问 答

梁东震 编著

江西科学技术出版社

前 言

随着国民经济的发展,制冷技术的应用日益广泛,对各级制冷工提出了新的更高的要求。制冷工技术水平的高低,直接影响到设备的使用寿命、企业的安全生产和经济效益,因而提高制冷工的技术水平是很迫切的。

编者参照商业部颁布的《制冷工业务技术等级标准》,选编了制冷工应知应会的220个问题,逐一予以解答,编写成本书。

本书旨在帮助制冷工了解和掌握制冷设备的操作知识和本专业的技术理论,借以广开思路、举一反三,在生产实践中更多地掌握操作技能,提高技术水平,并能帮助制冷工在考级和考技师中达到合格水平。凡理论阐述力求深入浅出、条理清晰,答题简明扼要、易懂易记,并备有必要的计算例题和结构图、原理图、流程图等,以便加深理解和记忆。对于冷冻行业的先进技术(如螺杆式压缩机和速冻食品等),也编选了若干代表性的问题,并且按《制冷工业务技术等级标准》的要求编写了与制冷有关的控制电器、冷库建筑、食品冷冻加工等方面的一些内容。本书侧重于制冷设备操作、维修、管理、安全运行等实用技术。限于作者水平,加上时间仓促,书中难免有错误和不妥之处,恳请读者批评指正。

本书在编写过程中得到江西省制冷学会(尤其是秘书长

董明勋同志和孙航同志)及南昌肉类联合加工厂有关同志的大力支持与协助,并承南昌肉联厂赵桂令、赵志远高级工程师、万德明工程师审阅校正,提出了宝贵意见,谨此表示衷心感谢。

编者 梁东震

一九九〇年五月

于南昌外贸冷冻加工厂

目 录

第一章 基础知识

- 1—1 什么叫制冷? (1)
- 1—2 什么叫温度? 什么叫摄氏温标? 什么叫绝对温标? (1)
- 1—3 什么叫压力? 在制冷技术中, 常用哪几种压力单位? (2)
- 1—4 什么叫绝对压力? 什么叫表压力? 什么叫真空度? (3)
- 1—5 什么叫热量? 什么叫比热? (4)
- 1—6 什么叫显热? 什么叫潜热? (5)
- 1—7 什么叫焓? 什么叫熵? (7)
- 1—8 什么叫制冷量? (7)
- 1—9 什么叫比容? 什么叫比重? (8)
- 1—10 什么叫功? 什么叫功率? (8)
- 1—11 蒸发与沸腾有什么区别? 什么叫气化潜热? (8)
- 1—12 什么叫冷凝? 什么叫升华? (9)
- 1—13 什么叫饱和温度和饱和压力? 什么叫露点? (10)
- 1—14 什么叫过热蒸气与过热度? 什么叫过冷液体与过冷度? (11)

- 1—15 什么叫相对湿度与绝对湿度? (11)
- 1—16 干球温度与湿球温度有什么区别? (12)
- 1—17 热量传递的方式有哪几种? 什么叫传热系数? (13)
- 1—18 什么叫压缩? 什么叫节流膨胀? (16)
- 1—19 什么是能量守恒与转换定律及热力学第一定律? (16)
- 1—20 什么是热力学第二定律? 什么叫制冷系数? (19)

第二章 制冷剂、载冷剂和冷冻机油

- 2—1 什么叫制冷剂? 什么叫载冷剂? 它们的特性有哪些? (20)
- 2—2 氨作为制冷剂有哪些特性? (21)
- 2—3 氟利昂制冷剂有哪些特性? (22)
- 2—4 盐水作为载冷剂有哪些特性? 为什么要测定盐水比重? (23)
- 2—5 常用的冷冻机油有哪几种牌号? 怎样判断冷冻机油的质量? (24)
- 2—6 制冷剂的压—焓图 ($\lg P-i$ 图) 中有哪些线条? 怎样使用 $\lg P-i$ 图? (25)

第三章 制冷循环和制冷系统

- 3—1 单级压缩制冷循环有哪四大部件? 它们的作用是什么? 怎样进行单级制冷理论循环的热力计算? (29)
- 3—2 在什么情况下需要采用双级压缩制冷循环? (35)
- 3—3 什么叫双级压缩制冷循环? 怎样进行双

- 级压缩制冷理论循环的热力计算? (36)
- 3—4 为什么要将节流阀前的液态制冷剂进行过冷? (42)
- 3—5 制冷工艺图中管线、管件及设备是怎样表示的(管线、管件、小件设备图例)? ... (47)
- 3—6 制冷系统有哪几种冷却方式? 它们有哪些优缺点? (47)
- 3—7 什么叫直接供液制冷系统? 它有哪些优缺点? (47)
- 3—8 什么叫重力供液制冷系统? 它有什么优缺点? (52)
- 3—9 什么叫氨泵强制供液制冷系统? 它有什么优缺点? (54)

第四章 制冷压缩机及其操作、调整、维修

- 4—1 我国现行活塞式制冷压缩机系列型号是怎样表示的? 各代号的含义是什么? (59)
- 4—2 什么叫气缸的工作容积? 怎样计算压缩机的理论排气量? (60)
- 4—3 什么叫压缩机的容积效率? 如何确定容积效率? (61)
- 4—4 怎样计算压缩机的制冷量? (65)
- 4—5 蒸发温度 t_0 、冷凝温度 t_k 对压缩机的制冷量有什么影响? (68)
- 4—6 什么叫压缩机的标准工况和空调工况? 标准工况和实际工况如何换算? (70)
- 4—7 制冷压缩机正常运转时其温度、压力的限定范围是多少(压缩机的限定工作条

- 件)? (72)
- 4—8 什么叫指示功率? 什么叫轴功率? 什么叫指示效率? 什么叫机械效率? (75)
- 4—9 蒸发温度 t_0 , 冷凝温度 t_k 对压缩机的轴功率有什么影响? (79)
- 4—10 《氨压缩机操作规程》包括哪些内容? ... (81)
- 4—11 氨压缩机正常运转有哪些标志? (89)
- 4—12 具有启动辅助阀的氨压缩机, 开机时怎样操作? (91)
- 4—13 制冷压缩机的配车应注意哪些问题? (92)
- 4—14 活塞式制冷压缩机由哪些部件组成? 它们的作用是什么? (93)
- 4—15 氨压缩机运转中有哪些常见故障? 怎样排除? (100)
- 4—16 压缩机吸、排气阀片破损的原因有哪些? (100)
- 4—17 压缩机曲轴磨损的原因是什么? 有什么规律? (111)
- 4—18 压缩机能量调节机构失灵的原因有哪些? (112)
- 4—19 油环的作用是什么? 怎样安装? (112)
- 4—20 引起压缩机润滑油耗量过大的原因有哪些? 氨压缩机正常的油耗量是多少? (113)
- 4—21 什么叫椭圆度? 怎样检查气缸套磨损情况? 在什么情况下需要更换缸套? (114)
- 4—22 什么叫活塞环的搭口间隙和端面间隙? 安装时的最小间隙与磨损极限是多少? ... (114)

- 4—23 压缩机的大、中、小修的规定时间是多少？检修内容各有哪些？……………(115)
- 4—24 怎样进行活塞式压缩机的拆卸、检修和装配？新系列制冷压缩机主要部件的配合间隙是多少？……………(115)
- 4—25 怎样进行压缩机的试运转？……………(131)
- 4—26 压缩机在运转过程中效率降低的原因是什么？如何检查？……………(136)
- 4—27 螺杆式制冷压缩机的工作原理是什么？有什么特点？……………(137)
- 4—28 制冷压缩机发生“湿行程”时应如何操作调整？应怎样预防？……………(139)

第五章 冷凝器与蒸发器

- 5—1 冷凝器有哪些主要型式？各有何优缺点？怎样选用？怎样确定冷凝器的传热系数K值？……………(143)
- 5—2 怎样确定冷凝器中制冷剂的放热量（热负荷） Q_k ？怎样计算冷凝器的传热面积？……………(144)
- 5—3 怎样计算冷凝器的用水量？……………(149)
- 5—4 冷凝器冷凝效果降低的原因有哪些？……………(149)
- 5—5 蒸发器有哪几种主要型式？各有何特点？……………(150)
- 5—6 蒸发器的传热系数K值是怎样确定的？……………(159)
- 5—7 壳管式冷凝器漏氨，如何进行检查和修理？……………(161)
- 5—8 清除壳管式冷凝器中水垢的方法有哪几

种?(164)

第六章 制冷装置操作与调整

- 6—1 制冷装置有哪些运转参数?(168)
- 6—2 决定冷凝温度的因素有哪些?(168)
- 6—3 决定蒸发温度的因素有哪些?(169)
- 6—4 排气温度与冷凝温度有什么区别? 排气
温度应控制在什么范围?(170)
- 6—5 压缩机的排气压力和冷凝压力、吸气压
力和蒸发压力有什么不同?(172)
- 6—6 压缩机的排气温度为什么不能过高? 过
高的原因是什么? 怎样排除?(172)
- 6—7 蒸发压力过高、过低的原因有哪些? 怎
样处理? 对制冷有什么影响?(174)
- 6—8 制冷系统的充氨量应怎样计算?(175)
- 6—9 冷库首次加氨有哪些注意事项? 怎样进
行系统的加氨试漏?(175)
- 6—10 怎样判断冷库制冷系统需要加氨? 怎样
估算加氨量?(178)
- 6—11 怎样测算制冷装置的实际制冷量?(179)
- 6—12 贮氨器有哪些阀门和管路? 它们的作用
是什么? 如何操作?(180)
- 6—13 造成贮氨器液面指示器玻璃管破裂的原
因有哪些? 怎样防止?(183)
- 6—14 冷冻机油进入制冷系统有什么危害?(184)
- 6—15 如何选用、安装和使用油分离器?(185)
- 6—16 各制冷设备放油的期限是多少? 如何操
作? 如何从低压系统中放出冷冻机油? ... (189)

- 6—17 空气是怎样进入制冷系统的？空气在制冷系统中有什么危害？……………(193)
- 6—18 怎样判断制冷系统中有较多的空气存在？怎样正确使用空气分离器？……………(194)
- 6—19 怎样正确使用中间冷却器？……………(198)
- 6—20 如何正确安装和使用氨液分离器？……………(201)
- 6—21 怎样正确安装和使用低压循环桶？……………(203)
- 6—22 怎样使用氨泵？什么叫氨泵气蚀？如何防止氨泵气蚀？……………(205)
- 6—23 氨过滤器的结构是怎样的？如何检修氨过滤器？……………(209)
- 6—24 排液桶上有哪些阀门和管路？怎样正确使用排液桶？……………(210)
- 6—25 库房温度降不下来有哪些原因？怎样处理？……………(212)
- 6—26 蒸发排管结霜不均匀有哪些原因？……………(213)
- 6—27 制冷系统有哪些常见故障？怎样排除？…(214)
- 6—28 冷库排管和冷风机为什么要进行除霜？有哪些除霜方法？怎样进行除霜？……………(216)
- 6—29 制冷设备大修、中小修的规定时间是多少？检修内容是什么？……………(218)

第七章 冷库建筑和制冷管道

- 7—1 冷库围护结构为什么要设置防潮隔气层？沥青、油毡的施工应注意哪些问题？……(220)
- 7—2 新建冷库投产降温时，为什么降温速度不能过快？应怎样进行？……………(222)
- 7—3 什么叫冻融循环？为什么冻结间或低温

- 冷库在停止使用时, 库温要保持在 -5°C 以下?(223)
- 7—4 怎样计算确定通过冷库围护结构传热的耗冷量 Q_1 ?(223)
- 7—5 怎样计算确定食品冷加工和贮藏时的耗冷量 Q_2 ?(226)
- 7—6 怎样计算确定冷库内通风、换气的耗冷量 Q_3 ?(227)
- 7—7 怎样计算确定库房操作经营的耗冷量 Q_4 ?(227)
- 7—8 怎样估算冷库耗冷量和选用冷却设备?(234)
- 7—9 制冷压缩机的排气上升垂直管与水平总管联接时应注意什么问题?(236)
- 7—10 制冷系统管道阀门和测量仪表的安装有哪些注意事项?(236)
- 7—11 制冷系统各水平管段的坡向有何要求? 为什么?(248)
- 7—12 冷库门上风幕的作用是什么? 怎样安装使用?(249)
- 7—13 冷库制冷系统各管道的油漆颜色有什么规定?(251)

第八章 食品冷加工

- 8—1 食品冷加工包括哪些内容?(252)
- 8—2 引起食品腐败变质的原因有哪些? 为什么利用低温能贮藏食品?(252)
- 8—3 肉、禽、蛋、水产、果菜等食品冷藏要求的温、湿度条件分别是多少? 冷藏期限

- 有多长?(254)
- 8—4 什么叫食品的干耗? 怎样降低食品的干耗? 食品冷藏时的干耗量是多少?(254)
- 8—5 什么叫速冻蔬菜与速冻水果? 其生产工艺如何进行?(264)
- 8—6 冷库常用的防鼠灭鼠方法有哪些?(265)
- 第九章 冷冻厂给排水**
- 9—1 冷冻厂供水有哪些方式?(266)
- 9—2 冷冻厂循环用水有哪些方式? 各有什么特点?(266)
- 9—3 如何估算冷库的冷却水消耗量?(267)
- 9—4 怎样估算生产性冷库加工产品用水量定额?(268)
- 9—5 冷库安装冲霜水管路时应注意些什么问题?(269)
- 9—6 为什么冲霜水阀后一定要安装放水阀? 冲霜后为什么一定要放净水管内的存水?(269)

第十章 冷库用电器及安全技术

- 10—1 YWK系列(波纹管)压力控制器是怎样工作的?(270)
- 10—2 压差控制器的工作原理是怎样的? 制冷系统中常用哪些型号?(272)
- 10—3 UQK—40型浮球液位控制器是怎样工作的? 安装和调试应注意哪些问题?(274)
- 10—4 压缩机应设置哪些安全保护装置? 制冷系统中有哪些自动保护装置要与压缩机

- 保护连锁?(276)
- 10—5 制冷系统为什么要试压和抽真空? 如何进行?(277)
- 10—6 氨压缩机房突然断电应如何处理?(280)
- 10—7 制冷装置漏氨有哪些原因? 应如何防止?(280)
- 10—8 当制冷装置发生漏氨事故时应如何处理?(281)
- 10—9 为了保证安全, 防止事故发生, 操作时应重点注意哪些问题? 应采取哪些安全措施?(283)
- 10—10 氧气呼吸器和过滤式防毒面具的工作原理是什么? 如何使用?(289)
- 10—11 氨中毒后怎样抢救?(291)

附录

1. 氨 (NH_3) 的lgp—i图 (压—焓图)(292)
2. 中华人民共和国商业部商业企业职工业务技术等级标准——制冷工业务技术等级标准; 冷藏工业务技术等级标准; 制冷助理工程师业务技术标准; 制冷工程师业务技术标准; 食品冷藏高级工程师业务技术标准; 技师业务技术标准。.....(293)
3. 食品冷藏库制冷工艺基础资料。.....(303)
4. 制冷技术中常用单位的换算。.....(305)

第一章 基础知识

1-1 什么叫制冷?

冷和热的概念是相对的,它们表征了物体分子运动能的大小。所谓“冷”是指低于周围介质(如水或空气)温度的状况。

两种不同温度的物体相接触,就会发生传热。热量总是从温度较高的物体传向温度较低的物体,直至两物体的温度相等,热量的传递才停止。热量决不会自发地从温度较低的物体传向温度较高的物体,这是自然界的客观规律。

借助于专门的装置,在消耗一定的外界功的条件下,通过专用物质的状态变化,将热量由低温物体(被冷却物体)转移给高温物体(环境介质),得到人们所需要的各种低温,这就是制冷。其专门装置称为制冷装置,专用物质称为制冷剂或工质。

研究低温的产生、应用以及各种物质在低温条件下发生物理、化学和生物学等变化的一门科学,称为制冷技术。

1-2 什么叫温度?什么叫摄氏温标?什么叫绝对温标?

温度是表明物体冷热程度的物理量。当两个物体相接触时,如有热量自甲物体传至乙物体,那么甲的温度就高于乙,反之,则乙的温度比甲高。若两者之间没有热交换,则两物体温度相等。

要定量地测定温度,就必须规定衡量温度的标尺,称为温标。

摄氏温标，用符号 $^{\circ}\text{C}$ 表示，将标准大气压下水的结冰温度定为0度，沸点温度定为100度，两点之间平均分为一百格，每一格就是 1°C 。

在热工学上常采用绝对温标，用符号 K 表示，是以绝对零度为起点划分的温标。绝对零度，即 0K ，相当于 -273.15°C ，绝对温标每 1K 与摄氏温标每 1°C 在数值上完全相等。在1标准大气压下，纯水的冰点为 273.15K （工程上取 273K 已足够准确），沸点为 373.15K 。摄氏温标与绝对温标之间的换算关系为：

$$T = 273 + t$$

式中： T —绝对温标， K ，

t —摄氏温标， $^{\circ}\text{C}$ 。

1—3 什么叫压力？在制冷技术中，常用哪几种压力单位？

单位面积上所受的垂直作用力称为压力，又称压强。气体对容器壁所产生的压力，是由于大量的气体分子不断地运动，与容器壁相碰撞，结果形成对器壁的压力，它的方向总是垂直于容器壁的。

在制冷技术中，常用的压力单位有：

1、工程度量制压力单位。公斤力/厘米²。

从压力定义来看，如力的单位以公斤力（ kgf ）表示，单位面积以米²（ m^2 ）表示，则压力单位是公斤力/米²（ kgf/m^2 ）。在实际应用中 kgf/m^2 太小，很不方便。故经常采用公斤力/厘米²（ kgf/cm^2 ）。 $1\text{kgf}/\text{cm}^2 = 10000\text{kgf}/\text{m}^2$ 。

2、液柱高度压力单位。

压力也可以用水银柱（汞柱）或水柱高度来表示。汞柱用 mmHg 表示，水柱用 mH_2O 表示。

3、大气压压力单位。

由地面几百公里高空的空气重量所造成的压力称为大气压。

1 标准大气压 (atm) = 760mmHg = 1.0332kgf/cm²。

工程上为了使用和换算方便,将1公斤力/厘米² (1 kgf/cm²) 作为一个大气压,称为工程大气压,简称气压。它们的换算关系是:

1 工程大气压 = 1 公斤力/厘米² = 10000公斤力/米²
= 735.6毫米汞柱 = 10米水柱。

4、在国际单位 (SI) 制中,压力用帕(帕斯卡)表示,代号Pa,或用兆帕 (MPa = 10⁶Pa) 表示。

1 工程大气压 = 98.1 × 10³ 帕 = 0.098兆帕 ≈ 0.1 兆帕。

制冷设备压力表的读数,一般“0”以上用公斤力/厘米²表示,现在采用国际制单位,以兆帕表示,“0”以下用毫米汞柱表示。

1—4 什么叫绝对压力? 什么叫表压力? 什么叫真空度?

绝对压力是指设备内部或某处的真实压力,它等于表压力与当地大气压力之和,即

$$P_{\text{绝}} = P_{\text{表}} + B$$

式中: $P_{\text{绝}}$ —绝对压力;

$P_{\text{表}}$ —表压力;

B —当地大气压力。

近似计算时 B 可取 1 kgf/cm², 则 $P_{\text{绝}} = P_{\text{表}} + 1$ 。

表压力是指压力表 (或真空表) 所指示的压力,它等于设备内部或某处绝对压力与当地大气压力之差,用 $P_{\text{表}}$ 表示。

即 $P_{\text{表}} = P_{\text{绝}} - B$, 近似计算时取 $P_{\text{表}} = P_{\text{绝}} - 1$ 。

真空度是指设备内部或某处绝对压力小于当地大气压力的数值, 即 $P_{\text{真}} = B - P_{\text{绝}}$ 。近似计算时取 $P_{\text{真}} = 1 - P_{\text{绝}}$ 。

例: 已知氨蒸发器内的压力低于大气压, 真空表指针读数为230毫米汞柱 (mmHg), 当地大气压力为766mmHg, 试求蒸发器内的绝对压力是多少?

解: $P_{\text{绝}} = B - P_{\text{真}} = 766 - 230 = 536 \text{ mmHg}$

$$= \frac{536}{735.6} = 0.73 \text{ kgf/cm}^2$$

1—5 什么叫热量? 什么叫比热?

表示物体吸热或放热多少的物理量叫热量, 用Q表示。热量的单位通常用卡 (cal) 或千卡也叫大卡 (kcal) 来表示, $1 \text{ kcal} = 1000 \text{ cal}$ 。1大卡就是使1公斤水升高或降低 1°C 所吸收或放出的热量。

在国际单位制 (SI) 中, 热量的单位用焦耳 (J) 表示, $1 \text{ J} = 0.2389 \text{ cal}$, 或1千焦 (KJ) = 0.2389大卡 (kcal)。

1公斤物质温度升高 1°C 所需要的热量称为该物质的比热。用C表示, 单位为大卡/公斤·度 (kcal/kg· $^\circ\text{C}$)。在一个大气压下, 水的比热为 $1 \text{ kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C}$, 空气的比热为 $0.24 \text{ kcal/kg} \cdot ^\circ\text{C}$ 。

物体在温度改变时所吸收的热量Q, 可用下式计算:

$$Q = G \cdot C (t_2 - t_1) \quad \text{大卡} \quad (1-5-1)$$

式中: Q——物质吸收或放出的热量 大卡 (kcal);

G——物质的重量 公斤 (kg);

t_1 ——物质的初始温度 度 ($^\circ\text{C}$);

t_2 ——物质的终了温度 度 ($^\circ\text{C}$);

C——物质的比热 大卡/公斤·度 (kcal/kg· $^\circ\text{C}$)。

例: 1吨猪肉, 从 $t_1 = 35^\circ\text{C}$ 冷却到 $t_2 = 5^\circ\text{C}$, 问放出多