

TB 66

新编实用冷冻空调技术

石渡宪治编著

李先瑞 耿花荣译



中国建筑科学研究院

PDG

序

有关冷冻及空调方面的参考书，目前出版的相当丰富，然而，较多参考书都看重高深的理论，对于初级技术人员来说，难以理解，特别是对于已经从事冷冻空调技术的实用操作人员来说，由于他们没有充分的时间读书，因此，希望在短时间内能够通过学习获得冷冻空调技术。

以制造制冷机与空调机的公司作为成员组成了“日本冷冻制造协会”。我作为这个技术委员会的主任，提出了这个问题，并编写出一本容易懂、实用性强的参考书，从1964年6月份起分24册连载在协会发行的月刊“冷冻与空调”杂志上，其后，又根据众多读者的要求以单行本出版发行。但由于各种事务的拖延，经オーム出版社的邀请，我又整理和更新了内容后在这里重新出版发行。

本书除了作为实用操作人员的参考书以外，同时还可作为考核第3种、第2种、第1种制冷机生产人员，冷冻空调技术人员，设计维修操作人员等的参考书，为此，精选了各种考试问题，以“一问一答”的形式进行了解说。

高兴的是这本书已发行了十几年，至今销售量仍很大，但是，由于技术日新月异的发展，因此，这次出版吸取了最近几年的新技术、新设备，变更、追加、删除了原书的一部份内容。在土井和典，山田信亮两位先生的大力协助下，出版了这本新编。

谢谢，希望读者像喜欢前版那样爱读这本新编。

编著者

前 言

没有工业的发达和文化的进步，人民的生活就不能迅速地提高，在衣、食、住方面就不会有特别的进步。化学工业从石油中提炼出优良的化学纤维提供了便宜的布料，满足了我们穿衣的需要。利用连接生产和消费的称为冷藏链的流通机构，供给了人民新鲜的蔬菜、水果、鱼类、肉类等，对人民的健康起到了有益的作用。另一方面，在日本各大城市中，建设了大规模的高层建筑，在各工业区也兴建了许多工厂、企业。

与上述有关的设施，建筑物和工厂必须引入“冷冻和空调”，可以说，在我们的生活中，“冷冻和空调”无所不在。其结果，冷冻和空调的应用范围更加扩大，其内容也逐渐表示出更加复杂的倾向。

近来，随着新技术急速地发展，冷冻和空调都采用了这些新技术，因此，必须变更和追加新内容，作者以此为依据写出了这本新编。

不论对于计划设计冷冻和空调的人员、设计制造机器的人员、还是对于现场设备安装的人员，操作使用人员等所有实用技术人员来说，为了出色地完成各自的工作，除应牢固地掌握冷冻和空调技术的基本原理外，还必须了解日新月异发展的冷冻和空调技术，努力吸收新技术，新知识。

但是，在完成每天的业务工作之后，就不会有充分的时间读书，搜集资料，调查研究，因此，编著本书以帮助这些技术人员在短时期内取得明显的学习效果。

为了安全操作制冷机，在日本推行了“机械责任者”制

度，有第1种，第2种，第3种等三类生产责任者，要获得这些资格，就必须接受国家统一的考试。另一方面，冷冻和空调的技术人员有“冷冻和空调技工”和“设备技工”，获得这些资格的人员必须是从事该项工作多年并经考试后的合格者。

在接受以上的考试时，不管对于多么熟练的技术人员，若进行了充分的准备，考试时才会胜利通过。但是，由于工作很忙，大多数的人没有充裕的学习时间，因此，希望有一种较好指导学习的方法。

根据这种设想，以前出版了相当多的参考书，还举办了培训班，为了更有效地学习和顺利地通过考试，对于冷冻和空调技术方面的问题，更强调它的实用性，因此，对以上所述的考试问题，进行了精选和整理，以“一问一答”的形式写成了这本书。

当然，读书不只是为了应付考试，而是为了帮助实用技术人员解答许多日常工作的问题，有助于帮助技术人员做好工作。本书尽量地记载了从基本原理到实际应用，从古代的形式到新的形式，实用上必要的内容。

本书集中同类问题为一章，共有从第1章到第20章等20章，每章中的问题彼此相关，因此，希望读者从开始逐次读下去。

目 录

1. 基 础

- 1.1. 什么叫冷冻? (1)
- 1.2. 所谓热是什么呢? (1)
- 1.3. 温度的含义是什么? (1)
- 1.4. 所谓绝对温度是什么? (2)
- 1.5. 热量单位是什么? (2)
- 1.6. 湿球温度和干球温度的含义是什么 (3)
- 1.7. 湿球温度与干球温度的比较 (3)
- 1.8. 怎样表示相对湿度呢? (3)
- 1.9. 比热的含义是什么? (4)
- 1.10. 显热的含义是什么? (5)
- 1.11. 潜热的含义是什么? (5)
- 1.12. 全热量的含义是什么? (5)
- 1.13. 含湿量的含义是什么? (6)
- 1.14. 请说明水蒸气分压力的概念 (6)
- 1.15. 请介绍融解, 蒸发, 冷凝, 升华等各种
潜热的概念? (6)
- 1.16. 能的含义是什么? (6)
- 1.17. 热力学第一定律的含义是什么? (7)
- 1.18. 热力学第二定律的含义是什么? (7)
- 1.19. 在发挥冷冻的作用时, 为什么说理解能
量的定律是非常重要的呢? (7)
- 1.20. 常用形态的能量对转换为热能的冷冻装

- 置有什么影响? 请举例说明。…………… (8)
- 1.21. 热的运动能的理论是什么? …………… (8)
- 1.22. 压力对液体沸点有什么影响? …………… (9)
- 1.23. 在制冷中怎样使用蒸发压力这一概念呢?
…………… (9)
- 1.24. 请说明绝对压力与表压的关系 …………… (9)
- 1.25. 表示真空度的毫米 (mm) 与绝对压力的
关系是什么? …………… (9)
- 1.26. 在制冷中, $\text{kg/cm}^2\text{G}$ 与 $\text{kg/cm}^2\text{abs}$ 分别
使用在什么地方呢? …………… (10)
- 1.27. 分压力定理的含义是什么? 它对制冷有
什么影响? …………… (10)
- 1.28. 临界压力与临界温度是什么? …………… (11)
- 1.29. 制冷效果指的是什么? …………… (11)
- 1.30. 冷吨的含义是什么? …………… (12)
- 1.31. 焓的含义是什么? …………… (12)
- 1.32. 制冷剂循环量与制冷能力有什么关系?
…………… (12)
- 1.33. 压缩功的含义是什么? …………… (13)
- 1.34. 制冷系数指的是什么? …………… (13)
- 1.35. 卡诺循环的含义是什么? …………… (13)
- 1.36. 制冷循环指的是什么? …………… (14)
- 1.37. 每冷吨所耗功率意味着什么? …………… (14)
- 1.38. 标准制冷循环的状态是什么? …………… (15)
- 1.39. SI单位指的是什么? …………… (15)

2. 制冷方式

- 2.1. 早期有哪几种冷冻方法呢? (17)
- 2.2. 怎样利用冷藏库中的冰冷却库保管物品
呢? (17)
- 2.3. 请介绍五种制冷方法..... (17)
- 2.4. 能利用冰使物体的温度降到水的冻结点
 0°C 以下吗? (18)
- 2.5. 利用什么原理进行机械制冷? (18)
- 2.6. 请说明怎样表示制冷剂的制冷效果? (18)
- 2.7. 制冷装置的压缩机及其附属设备的目的是
什么? (19)
- 2.8. 请简单说明循环的过程? (19)
- 2.9. 无论在什么样的制冷装置中, 高压侧与低
压侧都是相同的压力吗? (20)
- 2.10. 请举例说明氨的制冷循环中各设备的标
准温度..... (20)
- 2.11. 上述装置中各设备的压力值为多少呢?
..... (21)
- 2.12. 在上述条件下, 压缩比是多少呢? (21)
- 2.13. 吸收式制冷装置是一种什么样的制冷装
置呢? (21)
- 2.14. 化学工业上使用的吸收式冷冻装置采用
什么方式呢? (21)
- 2.15. 若制冷是由一个物体向另一个物体转移
热量的科学, 请说明通过加热而获得低温
的制冷方式? (22)
- 2.16. 溴化锂吸收式制冷机是一种什么样的制
冷装置呢? (22)

- 2.17. 与压缩式相比,吸收式具有哪些优点呢?
..... (23)
- 2.18. 蒸气喷射式或真空式制冷方式是一种什
么制冷方式呢? (23)
- 2.19. 升压器循环指的是什么? 并说明怎样使
用? (24)
- 2.20. 在双级压缩方式中使用哪种制冷剂? ... (26)
- 2.21. 在什么场合的制冷装置中采用双级压缩
方式? (26)
- 2.22. 多级压缩制冷指的是什么? (26)
- 2.23. 怎样获得极低温呢? (26)
- 2.24. 多元制冷方式中常使用什么样的制冷剂
呢? (27)

3. 制 冷 剂

- 3.1. 制冷剂指的是什么? (28)
- 3.2. 作为制冷剂的物质应具有哪些性质呢? ... (28)
- 3.3. 在技术上,能使用水作为制冷剂吗? (29)
- 3.4. 蒸发潜热大的物质作为制冷剂的理由是什
么呢? 它在制冷装置中有什么效果? (29)
- 3.5. 蒸气制冷剂的密度具有什么作用? 对制冷
机的能力有什么影响? (29)
- 3.6. 完全无臭味的制冷剂缺点是什么? (30)
- 3.7. 制冷剂临界温度的含义是什么? (30)
- 3.8. 请说明临界温度在制冷机中有怎样的影
响? (30)
- 3.9. 在大气压以上能蒸发的制冷剂,其优点是

- 、 什么? (30)
- 3.10. 制冷剂的稳定性具有什么作用? (31)
- 3.11. 制冷剂的物理特性指的是哪些? (31)
- 3.12. 从表3.11的物理性质中可以得到什么启示呢? (31)
- 3.13. 真空制冷剂指的是什么? (31)
- 3.14. 卤化碳是什么样的制冷剂呢? (31)
- 3.15. “氟利昂”制冷剂是一种什么样的物质呢? (32)
- 3.16. R系制冷剂和其它制冷剂的饱和压力和温度的关系如何? (32)
- 3.17. 氟的代号是什么? (32)
- 3.18. 氟制冷剂对一般润滑油有什么影响? ... (32)
- 3.19. 氟制冷剂对油的粘度有什么影响?..... (33)
- 3.20. 氨对润滑油有什么影响? (33)
- 3.21. 必须除去制冷剂中混合的水分吗? (33)
- 3.22. NH_3 与R—12哪种更易于溶解在水中? ... (34)
- 3.23. 在什么地方使用R—22制冷剂呢? (34)
- 3.24. 使用R—22时, 应注意什么问题呢? ... (34)
- 3.25. 请介绍R—22和R—13组合的使用方法... (34)
- 3.26. R—11用于什么样的制冷机? (35)
- 3.27. 请介绍R—113及R—114的使用方法? ... (35)
- 3.28. R—12, NH_3 也能用于透平制冷机吗? ... (36)
- 3.29. 混合制冷剂指的是什么类型的制冷剂呢? (36)
- 3.30. R—500是一种什么类型的制冷剂? (36)
- 3.31. R—502是一种什么类型的制冷剂? (36)

4. p—h图

- 4.1. p—h图有什么作用? (38)
- 4.2. 焓的含义是什么? (38)
- 4.3. 熵的含义是什么? (39)
- 4.4. 饱和液体线指的是什么? (39)
- 4.5. 饱和蒸气线的含义是什么? (40)
- 4.6. 在p—h图上画出饱和液体线与饱和蒸气
线, 并说明各分区的状态 (40)
- 4.7. 怎样表示等干度线? (40)
- 4.8. 怎样表示等温线? (41)
- 4.9. 怎样表示等容线? (41)
- 4.10. 过冷却液体和过热蒸气指的是什么? ... (42)
- 4.11. 请在图4.5上画出在各制冷设备中循环的
R—22制冷剂的温度, 并根据这些温度在
p—h图上表示出制冷循环? (42)
- 4.12. 在图4.6制冷循环的条件下, 根据R—22
的p—h图求解以下问题 (43)
- 4.13. 请在R—22的p—h图上(图4.7)表示使
用R—22的制冷剂, 蒸发温度为 -15°C ,
冷凝温度 $+25^{\circ}\text{C}$, 过冷却温度 5°C , 压缩
机气缸吸入饱和气体进行绝热压缩时的制
冷循环, 并求出以下问题 (43)
- 4.14. 根据图4.8的p—h图和图4.9R—12的p—h
图: (43)
- 4.15. 图4.10表示的是双级压缩单级膨胀式的
制冷装置简图 (46)

5. 压缩机

- 5.1. 在压缩制冷法中, 为什么要使用压缩机呢? (50)
- 5.2. 请列举三种不同类型压缩机的名称? (50)
- 5.3. 请说明往复式、离心式、迴转式三种类型的基本区别? (50)
- 5.4. 过去的制冷压缩机是什么形式的压缩机呢? (51)
- 5.5. 卧式双作用压缩机是一种什么类型的压缩机呢? (51)
- 5.6. 立形压缩机是一种什么类型的压缩机呢? (52)
- 5.7. V或V W形压缩机是一种什么类型的压缩机呢? (53)
- 5.8. 升压器压缩机是一种什么形式的压缩机呢? (53)
- 5.9. 高速多气缸压缩机是一种什么形式的压缩机呢? (53)
- 5.10. 半密闭压缩机是一种什么形式的压缩机呢? (54)
- 5.11. 小型密闭式压缩机是一种什么形式的压缩机呢? (55)
- 5.12. 螺杆式压缩机是什么样的压缩机呢? ... (56)
- 5.13. 涡旋式压缩机是什么样的压缩机呢? ... (56)
- 5.14. 压缩机的填料盒是一种什么装置? (57)
- 5.15. 在压缩机上的灯笼油环是一种什么装

- 置? (58)
- 5.16. 机械密封是什么样的装置? 它有什么作用呢? (58)
- 5.17. 怎样对制冷压缩机进行润滑呢? (59)
- 5.18. 压缩机气缸的水套具有什么作用呢? ... (59)
- 5.19. 什么是安全盖? 它的作用是什么? (59)
- 5.20. 什么是压缩机的间隙? (60)
- 5.21. 请列举出制冷压缩机的六种容量控制方式? (60)
- 5.22. 卸载装置是一种什么样的装置呢? (61)

6. 冷 凝 器

- 6.1. 在制冷机中冷凝器的作用是什么? (62)
- 6.2. 冷凝器排出的热量与蒸发器吸收的热量之比是多少呢? (62)
- 6.3. 现在制冷装置内普遍使用哪五种形式的冷凝器呢? (62)
- 6.4. 请说明选择制冷装置时应考虑哪几点? ... (62)
- 6.5. 空冷冷凝器一般使用在什么地方呢? (63)
- 6.6. 在水冷冷凝器内每1冷吨制冷量必须的冷却水量是多少呢? 并表示它的计算方法? (63)
- 6.7. 壳管式冷凝器指的是什么形式的冷凝器? (64)
- 6.8. 立式敞开式壳管冷凝器是一种什么形式的冷凝器? 它具有什么特长呢? (64)
- 6.9. 立式壳管冷凝器有哪些缺点呢? (65)

- 6.10. 卧式壳管冷凝器是什么形式的冷凝器?
它具有什么优点呢? (65)
- 6.11. 卧式壳管冷凝器有哪些缺点呢? (66)
- 6.12. 壳式盘管冷凝器和壳管式冷凝器有什么
不同呢? (66)
- 6.13. 套管式水冷冷凝器是什么形式的冷凝器
呢? (66)
- 6.14. 套管式冷凝器有哪些缺点? (67)
- 6.15. 请简述蒸发式冷凝器? (67)
- 6.16. 什么是蒸发式冷凝器的过冷却盘管? ... (68)
- 6.17. 在蒸发式冷凝器中安装预冷或除去过热
量的盘管吗? 理由是什么? (68)
- 6.18. 怎样确定蒸发式冷凝器的能力呢? (69)
- 6.19. 在蒸发式冷凝器中安装供水管的目的是
什么? (69)
- 6.20. 蒸发式冷凝器中使用哪种形式的盘管时
才能获得最满意的效果呢? (69)
- 6.21. 在室外空气温度低于冰点时, 应怎样防
止在室外使用的蒸发式冷凝器中水的冻
结? (70)
- 6.22. 用一台蒸发式冷凝器能同时承担几台制
冷机的冷凝能力吗? (70)
- 6.23. 对蒸发式冷凝器必须进行怎样的维修
呢? (70)
- 6.24. 对于使用 2 台以上的蒸发式冷凝器的制
冷装置, 当减少部份负荷时, 什么原因引
起了冷凝能力的损失? (71)

- 6.25. 惰性气体或不凝性气体指的是什么? 这些气体对冷凝作用有什么影响呢? (71)
- 6.26. 在卧式壳管式冷凝器内使用冷却水调节阀吗? 它们安装在哪些地方呢? (72)
- 6.27. 在多通道的壳管式冷凝器内, 应在什么地方连接冷却水的供给管? (72)
- 6.28. 各种形式的冷凝器的传热系数是多少呢? (72)
- 6.29. 什么是污染系数? (73)

7. 蒸发器

- 7.1. 制冷装置中的蒸发器具有什么样的作用? 它的重要性是什么? (74)
- 7.2. 大致上有几种蒸发器的方式呢? (74)
- 7.3. 设计和选择蒸发器时应考虑哪三个条件呢? (75)
- 7.4. 蒸发器的盘管冷却面应具有什么样的形状呢? (75)
- 7.5. 带翅片盘管的蒸发器有什么优点呢? 它用在什么地方呢? (75)
- 7.6. 板式盘管蒸发器是什么形式的蒸发器呢? (76)
- 7.7. 若将蒸发器盘管的长度做成1根管道时, 制冷效率为什么不好呢? (76)
- 7.8. 什么是盘管的集管? (77)
- 7.9. 什么是积贮器或液体分离器? 在蒸发器内, 它们具有什么作用? (77)

- 7.10. 什么是直接蒸发式蒸发器呢? (77)
- 7.11. 直接蒸发式盘管是满液式盘管呢? 还是干式盘管呢? (78)
- 7.12. 一般氨系盘管都是在热力膨胀阀的作用下从蒸发器的下部供给制冷剂, 而氟系制冷剂则从上部供给, 其理由是什么呢? ... (78)
- 7.13. 液体制冷剂的静压对蒸发盘管的作用有什么影响呢? (79)
- 7.14. 蒸发盘管的传热系数表示什么意义? 影响它的主要因素是什么呢? (79)
- 7.15. 液体冷却器的传热系数多大为好呢? ... (79)
- 7.16. 壳管盐水或水冷却器中满液式和干式有什么区别呢? (80)
- 7.17. 请叙述满液式和干式的优缺点? (81)

8. 制冷剂的控制

- 8.1. 制冷剂的控制元件的作用是什么? (83)
- 8.2. 在制冷装置中使用六种制冷剂的控制元件, 请简单地说明它们的作用? (83)
- 8.3. 什么是膨胀阀? 在制冷装置中使用它的目的是什么? (83)
- 8.4. 有哪几类膨胀阀呢? (84)
- 8.5. 什么是毛细管? 在什么条件下它的作用等同于膨胀阀呢? (84)
- 8.6. 手动膨胀阀的构造是怎样的? 它有哪些优缺点? 一般使用在哪些地方? (84)
- 8.7. 请叙述恒压膨胀阀? (85)

- 8.8. 负荷变化时, 恒压膨胀阀能很好地工作
吗? 在什么情况下才能很好地工作呢? … (86)
- 8.9. 什么是热力膨胀阀呢? …… (87)
- 8.10. 使用热力膨胀阀是为了调节蒸发温度
吗? …… (87)
- 8.11. 请图示热力膨胀阀的构造? …… (87)
- 8.12. 请叙述热力膨胀阀的动作过程? …… (87)
- 8.13. 能够调节热力膨胀阀吗? …… (89)
- 8.14. 什么是热力膨胀阀的平衡管? 有几种类
型的平衡管? 分别用在什么地方? …… (89)
- 8.15. 外部平衡管对热力膨胀阀的动作有什么
影响呢? …… (90)
- 8.16. 外部平衡管的两端应连接在什么地方
呢? …… (90)
- 8.17. 什么是分配器和分配管? 它们分别使用
在什么地方呢? …… (91)
- 8.18. 所有的热力膨胀阀都能组合使用相同的
感温包和毛细管吗? …… (91)
- 8.19. 有三种向热力膨胀阀充注气体的方式,
请列举它们的名称? 并指出它们的不同之
处? …… (91)
- 8.20. 选择热力膨胀阀时, 一般应考虑哪些问
题? …… (92)
- 8.21. 感温包的安装位置对热力膨胀阀有什么
影响呢? …… (92)
- 8.22. 对于入口液体管道应采取哪些措施才能
使热力膨胀阀正常地工作? …… (93)

- 8.23. 在控制供给蒸发器的制冷剂流量时，一般使用两种形式的浮球阀？它们是哪两种？分别使用在什么地方？……………（94）
- 8.24. 低压浮球阀的构造是什么样的？它怎样控制制冷剂的流量？……………（94）
- 8.25. 低压浮球阀有哪些优点？……………（94）
- 8.26. 所有的低压浮球阀不管对什么类型的制冷剂都等同吗？动作都没有故障吗？……………（95）
- 8.27. 使用低压浮球阀时可能会出现什么问题？……………（95）
- 8.28. 高压浮球阀的构造是什么样的？它怎样控制制冷剂的流量呢？……………（95）
- 8.29. 在同一装置内能使用几台高压浮球阀控制制冷剂的流量吗？……………（96）
- 8.30. 在高压浮球阀上，为什么必须安装放空阀或排气管呢？……………（96）
- 8.31. 高压浮球阀的浮球破裂或被压碎时，会发生什么问题呢？……………（97）
- 8.32. 在什么地方使用高压浮球阀呢？……………（97）
- 8.33. 为什么是浮子开关？它是怎样控制制冷剂的流量的呢？……………（97）
- 8.34. 在满液式蒸发器内使用的浮子开关中必须有哪些辅助设备与它配套呢？……………（98）
- 8.35. 怎样使用浮子开关才能防止大型贮液器内不出现完全没有液体制冷剂的现象呢？……………（98）
- 8.36. 在制冷装置内使用浮子开关和电磁阀组