



技工培训教材

初级制冷设备维修工 应知应会问答

徐德胜 主编



CHU JI ZHI LENG SHE BEI WEI XIOU GONG
YING ZHI YING HUI WEN DA

上海交通大学出版社

技工培训教材

初级制冷设备维修工应知应会问答

徐德胜 主编

上海交通大学出版社

内 容 提 要

本书根据劳动部和上海市劳动局制订的《初级制冷设备维修工培训大纲》，以及作者多年来参加上海市制冷技工培训教学、命题、阅卷工作所积累的实际经验编写，可作为初级制冷设备维修工培训的辅导教材和自学参考书，以提高理论知识水平和实际操作技能。全书共13章，其内容为：1. 制冷空调的热工基础知识；2. 制冷系统及主要设备；3. 制冷剂、载冷剂和润滑油；4. 制冷维修的电工基础知识；5. 制冷维修的钳工基础知识；6. 电冰箱的结构及工作原理；7. 冷藏箱、小冷藏库及其他制冷机维修；8. 空调器的常见故障及维修；9. 电冰箱电原理图和结构图识读；10. 电冰箱故障分析图解；11. 电冰箱制冷系统维修技巧；12. 电冰箱电气系统维修技能；13. 空调器安装知识与技能；书末附有电冰箱和空调器名词术语中英文对照以及初级制冷设备维修工培训计划与教育大纲。

本书可作初级制冷设备维修工培训和备考的教材，也可供制冷与空调行业生产、安装、操作、维修人员自学之用。

图书在版编目(CIP)数据

初级制冷设备维修工应知应会问答/徐德胜主编. —上海：
上海交通大学出版社，2001
(制冷技工培训教材)
ISBN 7-313-02565-3

I. 初… I. 徐… III. 制冷-设备-维修-问答 IV.
TB657-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 56359 号

初级制冷设备维修工应知应会问答

徐德胜 主编

上海交通大学出版社出版发行

(上海市番禺路 877 号 邮政编码 200030)

电话：64071208 出版人：张天蔚

常熟市文化印刷厂印刷 全国新华书店经销

开本：787mm×1092mm 1/16 印张：21.5 字数：532 千字

2001 年 1 月第 1 版 2001 年 1 月第 1 次印刷

印数：1—5050

ISBN 7-313-02565-3/TB·056 定价：25.50 元

版权所有 侵权必究

前 言

当前,电冰箱和空调器的使用已普及到城乡的千家万户,而制冷与空调技术又是工农业生产、交通运输、旅游、商业、军事和科研必需的应用技术,随之而来的社会需要是应有一大批制冷设备维修工为之服务。因此,制冷设备维修工的培训和考核发证已成为当前职业教学的重点之一。为了更好地普及制冷和空调知识,提高维修工操作技工的知识水平和实际技能,更好地为社会服务,我们根据劳动部和上海市劳动局有关制冷设备维修工培训的新大纲,以及作者多年来从事制冷技工培训的授课、复习辅导、应知和应会考试命题、阅卷工作积累的实践经验,编写一套《制冷设备维修工(初级、中级、高级)应知应会问答》丛书,供培训班学员在应知和应会考试前复习备考之用,也可作为题库供有关部门命题参考。

制冷设备维修工的初级应知培训教材可选用上海交通大学出版社的《制冷空调基础与设备维修》(徐德胜、凌恩飞编,上海市劳动局推荐用书)或《小型制冷设备与维修(第二版)》(李天立、马旭升主编,中国医疗器械行业协会推荐用书)。本书作为辅导和备考书与它们配套,形成一套比较完整的初级制冷设备维修工培训教材。

本书的特点是具有知识性、实用性和指导性。知识性体现在安排了制冷基础知识、制冷系统及设备、电冰箱原理与结构、空调器安装知识与技能等较多内容,为提高理论知识水平打基础;实用性体现在编写了维修工的电工与钳工基础、电冰箱和空调器的故障分析、维修图解和维修技巧、结构图和电气图识读等内容;指导性体现在本书根据劳动部和上海市的培训新大纲编写,针对性强,总结了上海市多年来培训、命题和考试的实践经验,并附录上海市初级制冷设备维修工的培训计划与教学大纲,供办学单位和学员参考。

本书主要由上海交通大学徐德胜教授编写,并得到上海市劳动局制冷工培训应知和应会教研组全体教师的帮助和指导,还有下列专家和专业人员:谢绍惠、韩厚德、凌恩飞、孙兆礼、陈维刚、刘志华、余有水、邬振耀、朱寅生、高才苹、顾久康、王厚文、王永康、费雷振、马旭升、马伟鸣、刘政海、朱明德、钱鹤庆、吴春进、戴力军、殷培均、张声华、周海、龚萍参加部分内容编写、命题、提供资料和审校,在本书的出版之际,编者对他们的帮助和支持致以诚挚的感谢!

鉴于制冷与空调技术涉及的知识面很广,其发展又日新月异,限于编著者的水平,书中难免有缺点和错误,恳请同行专家和广大读者批评指正。

主编 徐德胜

2000年夏于上海交通大学

目 录

1 制冷空调的热工基础知识	(1)
1.1 制冷维修工为什么要有热工基础知识?	(1)
1.2 什么叫气体的基本状态参数?	(1)
1.3 什么叫温度? 什么叫温标? 温标有几种?	(1)
1.4 什么叫温度计? 有哪些形式?	(2)
1.5 什么叫压力? 常用的单位是什么?	(2)
1.6 什么叫绝对压力、表压力和真空度?	(2)
1.7 各种压力单位之间如何换算?	(3)
1.8 什么叫比容? 什么叫密度?	(3)
1.9 什么是热力学基本定律?	(4)
1.10 什么叫热力学第一定律?	(4)
1.11 什么叫热力学第二定律?	(4)
1.12 什么是热效率和制冷系数?	(4)
1.13 什么叫空调器的能效比?	(4)
1.14 什么是物体(质)的动能、势能和内能?	(5)
1.15 什么是热能、热量和制冷量?	(5)
1.16 什么叫冷吨?	(6)
1.17 什么是比热容?	(6)
1.18 为什么有定容比热容和定压比热容之分?	(6)
1.19 什么叫绝热指数?	(7)
1.20 什么是显热和潜热?	(7)
1.21 冰在熔解时的潜热如何计算?	(8)
1.22 水在冷却并冻结时的放热量如何计算?	(8)
1.23 什么是物质的三态和状态变化?	(8)
1.24 什么叫汽化、沸腾和蒸发?	(9)
1.25 什么叫冷凝和液化?	(9)
1.26 什么叫熔解(化)和凝固?	(9)
1.27 什么叫升华和固化?	(9)
1.28 什么叫饱和温度和饱和压力?	(10)
1.29 什么叫过热和过热蒸气? 什么叫过冷和过冷液体?	(10)
1.30 什么叫临界温度和临界压力?	(10)
1.31 什么叫功和功率?	(10)

1.32	什么是气体的内能和焓?	(10)
1.33	什么叫传热和隔热?	(11)
1.34	什么叫导热? 平壁导热怎样计算?	(11)
1.35	什么叫导热系数?	(12)
1.36	什么叫对流换热(简称对流)?	(12)
1.37	什么叫放热系数?	(12)
1.38	什么叫辐射换热(简称辐射)? 什么叫黑度?	(13)
1.39	平壁传热怎样计算? 什么叫传热系数和热阻?	(13)
1.40	怎样计算光滑圆管传热?	(14)
1.41	有些传热管上为什么要加肋片?	(15)
1.42	什么叫强迫通风换热? 空调器如何散热?	(15)
1.43	制冷设备用隔热材料的选择应考虑哪些条件?	(16)
1.44	制冷工程常用的隔热材料有哪几种?	(16)
1.45	制冷设备隔热层是怎样的结构?	(17)
2	制冷系统及主要设备	(19)
2.1	制冷方法有哪几种? 各有什么用途?	(19)
2.2	怎样利用氟利昂制冷剂实现蒸发制冷?	(19)
2.3	怎样得到更低的蒸发温度? 怎样才能连续制冷?	(20)
2.4	原始形式的电冰箱是如何构思的?	(20)
2.5	电冰箱的制冷系统是如何得到完善的?	(21)
2.6	制冷剂在制冷系统中如何进行状态变化?	(22)
2.7	电冰箱的制冷系统是如何工作的? 各部件起什么作用?	(22)
2.8	什么是制冷剂的压焓图($\lg p-i$ 图)?	(24)
2.9	怎样使用 $\lg p-i$ 图? 制冷循环在图上如何表示?	(24)
2.10	什么叫单级压缩制冷循环? 在 $\lg p-i$ 图上如何表示?	(25)
2.11	单级压缩制冷循环的实例是怎样的系统?	(26)
2.12	什么叫双级压缩制冷循环? 它在 $\lg p-i$ 图上如何表示?	(26)
2.13	双级压缩制冷系统的实例是怎样的?	(27)
2.14	为什么要采用复迭式制冷循环?	(28)
2.15	什么是复迭式制冷循环? 它在 $\lg p-i$ 图上如何表示?	(28)
2.16	复迭式制冷系统的实例是怎样布置的?	(29)
2.17	复迭式制冷循环有什么优点?	(30)
2.18	什么叫间接制冷系统?	(30)
2.19	制冷压缩机怎样分类?	(31)
2.20	我国氟利昂活塞式制冷压缩机有哪些基本类型?	(33)
2.21	活塞式压缩机的工作过程是怎样的?	(33)
2.22	活塞式压缩机有哪几种工况?	(34)
2.23	活塞式压缩机有哪些限定工作条件?	(35)

2.24	如何正确选用活塞式压缩机类型及蒸发温度?	(36)
2.25	我国的小型开启式压缩机有什么结构特点?	(37)
2.26	2F4.8 小型开启式压缩机有什么结构特点?	(37)
2.27	开启式压缩机为什么要用轴封? 其结构怎样?	(39)
2.28	全封闭式压缩机有什么结构特点?	(40)
2.29	2FW4 小型全封闭式压缩机结构怎样?	(41)
2.30	滚动转子式压缩机如何工作?	(42)
2.31	什么叫冷凝器? 主要有哪几种形式?	(43)
2.32	什么叫蒸发器? 主要有哪几种形式?	(43)
2.33	什么叫节流? 制冷系统中为什么一定要有节流装置?	(44)
2.34	小型制冷系统中常用的节流装置有哪几种?	(44)
2.35	制冷剂如何经毛细管节流?	(44)
2.36	毛细管节流的特点是什么?	(45)
2.37	怎样选择毛细管的直径和长度?	(45)
2.38	膨胀阀有哪几种形式?	(46)
2.39	热力膨胀阀是怎样工作的?	(48)
2.40	什么叫贮液器? 它有什么作用?	(49)
2.41	什么叫干燥过滤器? 它有什么作用?	(49)
2.42	什么叫油分离器? 它有什么作用?	(50)
2.43	什么叫气液分离器? 它有什么作用?	(51)
3	制冷剂、载冷剂和润滑油	(52)
3.1	什么叫制冷剂? 常用的有哪些?	(52)
3.2	什么叫氟利昂? 作为制冷剂有哪些特性?	(53)
3.3	什么是 R12 制冷剂? 用途是什么?	(53)
3.4	什么是 R22 制冷剂? 用途是什么?	(53)
3.5	哪些制冷剂有毒性? 使用时应注意什么?	(53)
3.6	氟利昂的化学性能怎样?	(54)
3.7	氟利昂的电气性能怎样?	(54)
3.8	氟利昂和水的相溶性怎样?	(55)
3.9	氟利昂和油的相溶性怎样?	(55)
3.10	氟利昂破坏大气臭氧层是怎么一回事?	(56)
3.11	氟利昂与地球上的温室效应有什么关系?	(57)
3.12	什么叫禁用制冷剂? 哪些牌号被禁用?	(57)
3.13	什么叫过渡制冷剂? 能用到什么时候?	(57)
3.14	什么叫替代制冷剂? 哪几种已可实际使用?	(57)
3.15	什么叫自然制冷剂? 主要有哪些品种?	(58)
3.16	什么叫绿色制冷剂? 什么叫绿色冰箱?	(58)
3.17	氨作为制冷剂有哪些特性?	(58)

3.18	水作为制冷剂用在什么制冷机中?	(59)
3.19	什么叫载冷剂? 有什么用途?	(59)
3.20	对载冷剂有哪些要求?	(59)
3.21	常用的载冷剂有哪几种?	(59)
3.22	制冷机中为什么要用润滑油?	(60)
3.23	制冷润滑油主要有哪些功能?	(60)
3.24	对制冷润滑油有什么要求?	(60)
3.25	制冷机应该选用什么润滑油?	(60)
4	制冷维修的电工基础知识	(62)
4.1	什么叫单相和三相交流电路?	(62)
4.2	电冰箱和空调器对电源及电路有什么要求?	(63)
4.3	空调器对电源线的规格有什么要求?	(63)
4.4	万用表、钳形表和兆欧表怎样使用?	(64)
4.5	什么叫接地? 什么叫接零?	(67)
4.6	对接地装置有什么规定?	(68)
4.7	为了空调器的用电安全应如何接地?	(68)
4.8	为什么不能用自来水管和煤气管作为接地体连接接地线?	(70)
4.9	怎样判别用户的火表及电源线路的容量?	(71)
4.10	如何用仪表对电源线路进行检测?	(71)
4.11	万用表、钳形表、兆欧表在空调器安装时有何用处?	(71)
4.12	什么叫单相电动机?	(71)
4.13	什么叫阻抗分相启动式电动机?	(72)
4.14	什么叫电容启动式电动机?	(72)
4.15	什么叫电容启动电容运转式电动机?	(73)
4.16	什么叫电容运转式电动机?	(73)
4.17	单相电动机怎样调速?	(73)
4.18	什么叫三相电动机? 通常有哪两种接线形式?	(74)
4.19	低压配电电器有哪几种?	(74)
4.20	什么叫刀开关(闸刀开关)?	(74)
4.21	什么叫组合开关(转换开关)?	(76)
4.22	什么叫自动开关(自动空气断路器)?	(76)
4.23	低压控制保护电器有哪几种?	(77)
4.24	什么叫熔断器? 其结构怎样?	(77)
4.25	什么叫主令电器? 其结构怎样?	(79)
4.26	什么叫接触器? 交流接触器的结构怎样?	(80)
4.27	什么叫继电器? 它有哪些形式?	(82)
4.28	制冷设备常用电器新旧图形符号有什么不同?	(83)
4.29	制冷与空调设备电器常用哪些特殊图形符号?	(85)

4.30	国外电冰箱和空调器电路图中常用哪些电气接点符号?	(86)
4.31	日本制冷设备中常用哪些电器图形符号?	(87)
4.32	日本三菱制冷设备中常用哪些电气系统图形符号?	(88)
4.33	电路图中导线颜色的外文符号代表什么?	(89)
5	制冷维修的钳工基础知识	(90)
5.1	怎样进行铜管的切割和管端加工?	(90)
5.2	小直径铜管怎样进行弯曲?	(90)
5.3	如何进行铜管的扩口和胀管?	(91)
5.4	分体式空调器的连接管如何整直和弯曲?	(91)
5.5	管子的机械连接有哪几种形式?	(93)
5.6	扩喇叭口和它的连接应注意些什么?	(96)
5.7	如何对 $\varnothing 6\sim 19(\delta=0.5\sim 1.0)\text{mm}$ 的紫铜管进行割、弯、扩、胀加工?	(96)
5.8	什么叫钎焊? 有哪几种形式?	(96)
5.9	气焊设备由哪几部分组成? 火焰如何调节?	(97)
5.10	氧炔气焊设备怎样操作?	(98)
5.11	钎焊焊料和焊剂有哪些种类?	(98)
5.12	用气焊对铜管钎焊如何操作?	(101)
5.13	氟利昂制冷系统用哪几种检漏方法?	(104)
5.14	氟利昂制冷剂管应怎样布置?	(105)
5.15	如何为膨胀螺栓选配冲击钻头?	(106)
5.16	压力表、真空表、温度计如何正确使用?	(107)
5.17	真空泵、检漏仪、多用阀和定量加液器如何使用?	(108)
5.18	利用压力表如何区分无标志钢瓶中的 R12 和 R22?	(111)
5.19	如何利用温度计区分无标志钢瓶中的 R12 和 R22?	(111)
5.20	钢瓶上无标志的制冷剂如何识别?	(111)
5.21	充注制冷剂之前应做哪些准备工作?	(111)
5.22	怎样向制冷系统中充注氨制冷剂?	(112)
5.23	怎样向制冷系统中充注氟利昂制冷剂?	(112)
5.24	怎样排除制冷设备系统里制冷剂中的水分?	(114)
5.25	全封闭式压缩机怎样充灌润滑油?	(115)
5.26	开启式压缩机怎样充灌润滑油?	(116)
5.27	氨制冷压缩机怎样加灌和放出润滑油?	(116)
6	电冰箱的结构及工作原理	(118)
6.1	市场上的电冰箱有哪些种类?	(118)
6.2	冷藏箱、冷藏冷冻箱与冷冻箱有什么区别?	(119)
6.3	单门和双门冰箱各有什么特点?	(119)
6.4	三门和四门冰箱各有什么特点?	(120)

6.5	什么叫直冷式冰箱?有什么优点?	(120)
6.6	什么叫间冷式冰箱?有什么优点?	(121)
6.7	什么叫直冷间冷并用式冰箱?有什么特点?	(122)
6.8	我国对电冰箱的星级如何规定?	(122)
6.9	家用电冰箱的结构包括哪些零部件?	(123)
6.10	单门电冰箱的制冷系统是怎样的?	(124)
6.11	单门直冷式电冰箱制冷系统的实际布置是怎样的?	(125)
6.12	双门直冷式电冰箱制冷系统是怎样的?	(125)
6.13	双门直冷式电冰箱制冷系统的实际布置是怎样的?	(126)
6.14	电冰箱采用什么样的制冷剂?	(128)
6.15	电冰箱采用什么样的压缩机?	(129)
6.16	电冰箱用的全封闭滑管式压缩机的结构怎样?	(130)
6.17	电冰箱压缩机采用什么方式润滑?	(130)
6.18	电冰箱的冷凝器有哪几种结构形式?	(131)
6.19	电冰箱的蒸发器有哪几种结构形式?	(132)
6.20	电冰箱采用什么样的节流装置?	(133)
6.21	电冰箱制冷系统中为什么要用干燥过滤器?	(133)
6.22	电冰箱压缩机采用什么样的单相电动机?	(133)
6.23	什么叫启动继电器?它起什么作用?	(134)
6.24	重锤式启动继电器怎样工作?	(135)
6.25	PTC 启动继电器怎样工作?	(135)
6.26	电容启动器怎样工作?有什么作用?	(135)
6.27	什么叫过载保护器?有什么功能?	(136)
6.28	电冰箱的温控是怎样实现的?	(136)
6.29	电冰箱的压力式温控器是如何工作的?	(139)
6.30	有半自动除霜功能的温控器是怎样的?	(139)
6.31	什么叫自动调气阀?用在什么电冰箱中?	(139)
6.32	什么叫电子温控器?	(140)
6.33	在间冷式电冰箱中如何实现冷气循环?	(141)
6.34	电冰箱上有哪几种电加热器?其作用是什么?	(142)
6.35	电冰箱为什么要有除霜装置?	(143)
6.36	什么叫自然除霜和半自动除霜?	(143)
6.37	什么叫自动除霜?其原理怎样?	(144)
6.38	间冷式电冰箱除霜系统有哪些零件?有什么作用?	(145)
7	冷藏箱、小冷藏库及其他制冷机维修	(147)
7.1	什么叫冷藏箱和冷藏陈列柜?	(147)
7.2	什么叫开启式压缩机组冷藏箱?	(148)
7.3	开启式压缩机组冷藏箱采用什么样的控制电路?	(151)

7.4	大型冷藏箱的制冷系统有什么特点?	(152)
7.5	全封闭式压缩机冷藏箱制冷系统有什么特点?	(153)
7.6	全封闭式压缩机冷藏箱的三相电路图是怎样的?	(153)
7.7	全封闭式压缩机冷藏箱的单相电路是怎样的?	(153)
7.8	冷藏箱常有哪些故障?	(154)
7.9	如何来判别冷藏箱的常见故障?	(154)
7.10	全封闭式压缩机冷藏箱的常见故障有哪些?	(156)
7.11	冷藏箱全封闭式压缩机不运转的原因如何分析?	(157)
7.12	冷藏箱全封闭式压缩机转,但箱内不冷或不太冷如何分析?	(158)
7.13	冷藏箱全封闭式压缩机开停频繁是什么原因?	(158)
7.14	冷藏箱全封闭式压缩机不停机,箱内温度过低是什么原因?	(159)
7.15	全封闭式压缩机冷藏箱噪声过大的原因是什么?	(159)
7.16	开启式压缩机冷藏箱的常见故障有哪些?	(159)
7.17	冷藏箱开启式压缩机不启动的原因是什么?	(160)
7.18	冷藏箱开启式压缩机启动后立即停车的原因何在?	(161)
7.19	开启式压缩机冷藏箱不冷或不太冷的原因何在?	(162)
7.20	冷藏箱开启式压缩机不停机的原因何在?	(163)
7.21	冷藏箱开启式压缩机油压过低的原因何在?	(163)
7.22	冷藏箱开启式压缩机排气压力过高或过低的原因何在?	(163)
7.23	冷藏箱开启式压缩机吸气压力过高和过低的原因何在?	(164)
7.24	冷藏箱开启式压缩机噪声过大的原因何在?	(165)
7.25	一台用 R12 的开启式压缩机冷藏箱蒸发温度应为 -15°C , 维修后充注制冷剂后正常运转压力如何调整?	(165)
7.26	一台冷藏箱蒸发器排管上结霜不良是什么原因?	(165)
7.27	冷藏箱热力膨胀阀的故障如何检修?	(166)
7.28	什么叫拼装式冷藏库? 有什么结构特点?	(168)
7.29	ZL 系列拼装式冷藏库采用怎样的结构?	(169)
7.30	拼装冷藏库的制冷系统是怎样工作的?	(170)
7.31	拼装冷藏库的电气控制系统是怎样工作的?	(171)
7.32	采用开启式压缩机的拼装冷藏库的制冷和电气系统是怎样工作的?	(172)
7.33	采用全封闭式压缩机的拼装冷藏库怎样排除故障?	(173)
7.34	采用开启式压缩机的拼装冷藏库怎样排除故障?	(173)
7.35	食品冷藏陈列柜有哪些常见的结构形式?	(173)
7.36	冷藏陈列柜有哪些常见故障?	(174)
7.37	氟利昂冰棍机的制冷系统如何工作?	(174)
7.38	氟利昂冰棍机的电气系统怎样工作?	(177)
7.39	大型冷饮水箱的制冷和电气系统是怎样的?	(177)
7.40	小型冷饮水器的结构和系统有什么特点?	(179)
7.41	进口松下小型冷饮机的结构和系统是怎样的?	(180)

8 空调器的常见故障及维修	(182)
8.1 什么叫中央空调系统?	(182)
8.2 什么叫房间空调器和局部式空调系统?	(182)
8.3 什么叫窗式空调器? 它有几部分组成?	(183)
8.4 什么叫分体式空调器? 它的安装形式怎样?	(184)
8.5 分体式空调器有哪些形式和特点?	(185)
8.6 分体挂壁式空调器的结构是怎样的?	(188)
8.7 单冷型窗式空调器的制冷循环是如何进行的?	(188)
8.8 空调器制冷系统的各部件有什么作用?	(188)
8.9 空调器的制冷循环中氟利昂的状态如何变化?	(189)
8.10 热泵型空调器的制冷循环是如何进行的?	(189)
8.11 分体式空调器的制冷系统由哪些部件组成? 怎样实现热泵工况运行?	(190)
8.12 房间空调器常有哪些故障?	(193)
8.13 房间空调器制冷能力不够是什么原因?	(193)
8.14 房间空调器完全不制冷的原因是什么?	(196)
8.15 房间空调器有噪音和振动是什么原因?	(197)
8.16 房间空调器漏水和漏电的原因是什么?	(197)
8.17 房间空调器制热不足是什么原因?	(197)
8.18 房间空调器完全不制热的原因是什么?	(198)
8.19 什么叫柜式空调器? 有什么结构特点?	(198)
8.20 什么是风冷式柜式冷风机? 制冷系统如何工作?	(199)
8.21 什么是水冷式柜式冷风机? 制冷系统如何工作?	(200)
8.22 什么是柜式冷热风机? 其工作原理如何?	(201)
8.23 什么叫恒温恒湿机? 其工作原理如何?	(203)
8.24 空调器电气系统的故障如何诊断?	(204)
8.25 空调器制冷系统的故障如何诊断?	(205)
8.26 空调器运行状态与压力、电流有何关系?	(206)
8.27 如何判断热泵型空调器压缩机及四通换向阀的故障?	(206)
9 电冰箱电原理图和结构图识读	(207)
9.1 对照零件表识读双门电冰箱的箱体分解图	(208)
9.2 对照零件表识读双门电冰箱门的分解图	(210)
9.3 对照零件表识读电冰箱压缩机的安装分解图	(212)
9.4 对照冷凝系统图识读电冰箱的冷凝器、防露管、冷气及熔霜水的走向	(213)
9.5 识读电冰箱电气线路原理图和接线图	(214)
9.6 根据零件表识别日立 173 型电冰箱的箱体结构图	(215)
9.7 根据零件表识别日立 173 型电冰箱的门及压缩机部分结构图	(219)
9.8 识读日立 173 型电冰箱的电气线路原理图和接线图	(220)
9.9 根据零件表识读日立 105 型电冰箱的结构图	(221)

9.10	识读日立 105 型电冰箱的制冷系统布置图	(223)
9.11	识读日立 105 型电冰箱的电气线路原理图和接线图	(224)
10	电冰箱的故障分析图解	(225)
10.1	电冰箱常有哪些非故障的不正常现象?	(225)
10.2	电冰箱常见故障的原因是什么?	(226)
10.3	因绝缘电阻而引起压缩机不转的原因是哪些?	(228)
10.4	因电源而引起压缩机不转的原因有哪些?	(230)
10.5	因电气零部件而引起压缩机不转的原因有哪些?	(232)
10.6	因压缩机和制冷剂原因引起压缩机不转的故障有哪些?	(234)
10.7	压缩机在运转而不制冷时如何从绝缘电阻查原因?	(239)
10.8	压缩机在运转而不制冷时如何从制冷剂和压缩机查原因?	(240)
10.9	电冰箱制冷能力不够,从绝缘电阻检查可能是什么原因?	(245)
10.10	电冰箱制冷能力不够,从制冷剂和电磁阀方面检查是什么原因?	(246)
10.11	当电冰箱有异常音时,应检查零部件固定有何问题?	(248)
10.12	当电冰箱发出共振声时,首先应检查管系是否相碰? 然后再查压缩机有无故障?	(249)
10.13	当压缩机吸气管上结霜或结露时可能是什么故障?	(250)
10.14	电冰箱搬运不当时可能发生什么故障?	(250)
11	电冰箱制冷系统维修技巧	(251)
11.1	电冰箱制冷系统维修时应注意什么?	(251)
11.2	电冰箱制冷系统维修有哪些准备工作?	(251)
11.3	如何正确区分制冷系统的泄漏与堵塞?	(252)
11.4	间冷式电冰箱制冷系统实际布置是怎样的?	(254)
11.5	如何排出制冷剂,安装阀门和更换干燥器?	(255)
11.6	如何更换有缺陷的零部件——压缩机和冷凝器?	(257)
11.7	如何更换有缺陷的零部件——毛细管和蒸发器?	(260)
11.8	如何对气体泄漏和堵塞处在修理后进行检查?	(263)
11.9	如何对修理后的制冷系统抽真空检漏?	(264)
11.10	如何对制冷系统充灌制冷剂?	(265)
11.11	制冷系统维修后如何进行检查?	(268)
12	电冰箱电气系统维修技能	(269)
12.1	电冰箱完全不制冷时如何检查电气系统?	(269)
12.2	电冰箱制冷效果差时如何检查电气系统?	(270)
12.3	怎样分析直冷式电冰箱的典型电路?	(271)
12.4	怎样分析间冷式双门电冰箱的典型电路?	(272)
12.5	怎样判断压缩机电动机的故障?	(274)

12.6	什么叫整体式启动保护继电器？它起什么作用？	(276)
12.7	什么叫分体组合式启动保护继电器？它怎样工作？	(277)
12.8	整体式启动保护继电器的常见故障怎样排除？	(279)
12.9	重锤式启动继电器的故障怎样排除？	(280)
12.10	化霜定时器的常见故障怎样排除？	(281)
12.11	温度补偿电加热丝的故障怎样排除？	(281)
12.12	压力式温控器的常见故障怎样排除？	(281)
13	空调器的安装知识与技能	(283)
13.1	窗式空调器有几种安装方法？有什么要求？	(283)
13.2	窗式空调器安装时应注意哪些因素？	(283)
13.3	窗式空调器对安装尺寸有什么要求？	(283)
13.4	窗式空调器对安装架有什么要求？	(284)
13.5	窗式空调器如何在墙上打洞安装？	(285)
13.6	窗式空调器如何在窗框上安装？	(289)
13.7	窗式空调器安装后如何检查和试运转？	(290)
13.8	分体式空调器的安装顺序如何安排？	(292)
13.9	分体式空调器的室内外机组如何安装？	(294)
13.10	分体式空调器的配管和排水管如何安装？	(297)
13.11	分体式空调器的配管与排水管如何选位和埋置？	(303)
13.12	分体式空调器的配管和电缆如何连接？	(305)
13.13	如何排出配管和室内机组中的空气？	(306)
13.14	如何进行排水检查和室内机组的电缆连接？	(308)
13.15	分体式空调器安装后如何试运转？	(311)
13.16	怎样判断分体式空调器安装后是否合格？	(312)
13.17	分体式空调器安装时排空气有哪几种方法？	(312)
13.18	用室外机组中制冷剂排空气如何操作？	(312)
13.19	用外接制冷剂钢瓶中制冷剂排空气如何操作？	(313)
13.20	用抽真空方法排空气如何操作？	(314)
13.21	分体式空调器移装前如何回收制冷剂？	(315)
13.22	分体式空调器移装时如何排空气？	(316)
附录 1	制冷设备上常用名词术语中英文对照	(318)
附录 2	初级制冷设备维修工培训计划与教学大纲	(321)
参考文献		(328)

1 制冷空调的热工基础知识

1.1 制冷维修工为什么要有热工基础知识?

制冷机和空调器等制冷设备都是热工机械,其工作原理都以热工理论为基础,系统的运行管理和故障分析又离不开必要的热工知识。因此,学习制冷技术必须掌握与制冷、空调密切相关的热工基础知识。它包括热力学、传热学及流体力学中的一些常见的名词、定律、原理、图表及计算方法。

1.2 什么叫气体的基本状态参数?

气体或蒸气的分子时刻处于无规则的运动中,其状态随着外部条件的变化而发生变化,即物质以气态、液态、固态存在是相对的,在一定的条件下可以相互转化。即使是气体,也有饱和及过热等状态之分,为了描述气体在各种状态下的特征,必须用某些物理量来确定和描述气体的性质,这些物理量称为气体的状态参数。最常用的是温度、压力和比容,它们被称为气体的基本状态参数。

1.3 什么叫温度? 什么叫温标? 温标有几种?

温度是物体内部分子运动平均动能的标志,或者说是表示物体冷热程度的量度。两个冷热不同的物体相互接触时,一个物体放热,另一个物体吸热,热量由热的物体转移至冷的物体,放热的物体变冷,吸热的物体变热。

表示温度的标度称为温标,常用的有摄氏温标和华氏温标,前者的单位用摄氏度($^{\circ}\text{C}$)表示,后者用华氏度($^{\circ}\text{F}$)表示。摄氏温标规定在 1 个标准大气压下,洁净冰的融点和洁净水的沸点各为 0°C 和 100°C 这两个点之间 100 等分,每个等分就是 1°C 。华氏温标规定在 1 个标准大气压下,洁净冰的融点和洁净水的沸点分别为 32°F 和 212°F ,在这两个点之间 180 等分,每个等分就是 1°F 。摄氏和华氏温标之间的关系为

$$t_{\text{C}} = \frac{5}{9}(t_{\text{F}} - 32),$$

式中: t_{C} ——摄氏温标, $^{\circ}\text{C}$;

t_{F} ——华氏温标, $^{\circ}\text{F}$ 。

在热力学计算中通常使用绝对温标,也称热力学温标或开氏温标,其单位用 K 表示。它规定以水的三相点(273.15K 即 0.01°C)作为基点,每 1 个等分与摄氏温标大小一样,因此两者的关系为

$$T = t_{\text{C}} + 273.15,$$

式中: T ——绝对温标, K(开);

t_c ——摄氏温标, °C(度)。

在工程计算中, 为了方便常近似地取

$$T = t_c + 273。$$

华氏、摄氏和绝对温度之间的换算见表 1-1。

表 1-1 温度换算表

温 度	摄氏度 $t_c(^{\circ}\text{C})$	华氏度 $t_F(^{\circ}\text{F})$	绝对温度 $t_K(\text{K})$
t_c	t_c	$\frac{9}{5}t_c + 32$	$t_c + 273$
t_F	$\frac{5}{9}(t_F - 32)$	t_F	$\frac{5}{9}(t_F - 32) + 273$
t_K	$t_K - 273$	$\frac{9}{5}(t_K - 273) + 32$	t_K
冰 点	0	32	273
水沸点	100	212	373

1.4 什么叫温度计? 有哪些形式?

各种测量温度用的仪器统称为温度计。常用的温度计是玻璃棒式温度计, 如水银温度计和酒精温度计等。此外, 还有压力温度计、热电偶温度计、电阻温度计和半导体温度计等。

1.5 什么叫压力? 常用的单位是什么?

在工程上把单位面积上所受的垂直作用力称为压力, 而在物理学上称为压强。用公式表示为

$$p = \frac{F}{S},$$

式中: p ——压力, Pa(帕);

F ——垂直作用力, N(牛);

S ——面积, m^2 (米²)。

压力的单位为帕 Pa, 在工程计算中由于 Pa 单位太小, 经常用千帕(kPa)或兆帕(MPa)来代替。1MPa = 1×10^6 Pa。

在物理学上常用物理大气压(又称标准大气压)这个单位, 它是指纬度 45°的海平面上大气的常年平均压力, 其值为 1atm = 0.101MPa。

在工程上过去常用工程大气压(kgf/cm²), 它的值为 1kgf/cm² = 0.0981MPa。

1.6 什么叫绝对压力、表压力和真空度?

装在密闭容器中液体或气体所具有的真实压力值称绝对压力。在真空状态下, 绝对压力值为零。因此, 它是相对于真空环境下的一种压力值。在制冷空调的热力学计算中, 以及在制冷剂热力性质表和查压-焓图时, 都用绝对压力。

用压力表测量密闭系统中的液体或气体压力时, 表面指示的压力值叫表压力, 又称相对压力。密闭系统一般处于大气环境中, 因此表压力是相对于大气压力的一种压力值。

绝对压力与表压之间的关系为

$$p_i = p_b + B,$$

式中: p_i ——绝对压力, MPa;

p_b ——表压, MPa;

B ——当地大气压, MPa。

在海平面附近, 当地大气压 $B \approx 0.1 \text{ MPa}$, 因此

$$p_i = p_b + 0.1 (\text{MPa})。$$

当密闭系统中的压力比大气压低时, 表压为负值, 其读数称为真空度。当压力表指针指在零刻度的左边 -0.1 MPa 位置上时, 真空度为 0.1 MPa , 即系统处于绝对真空状态。因此在大气压环境下测量真空度时, 其最大值为 0.1 MPa 。

例如, 当压力表读数为 1.1 MPa 时, 其绝对压力为 1.2 MPa ; 当压力表读数为 -0.06 MPa 时, 其绝对压力为 0.04 MPa 。

当制冷系统抽真空时, 压力表的读数为负值, 其值越大, 说明真空度越高; 反之, 其值越小, 说明真空度越低。

1.7 各种压力单位之间如何换算?

表 1-2 压力换算表

公斤力/厘米 ² (工程大气压) (kgf/cm ²); (at)	标准大气压 (atm)	米水柱 (mH ₂ O)	毫米汞柱 (mmHg)	磅力/英寸 ² (lbf/in ²)	达因/厘米 ² (巴, bar) (dyn/cm ²)	帕 (N/m ² 或 Pa)
1	0.9673	10	735.56	14.223	0.981	0.981×10^5
1.0333	1	10.3333	760	14.696	1.013	1.013×10^5
0.1	9.678×10^{-2}	1	73.556	1.422	0.0981	9.81×10^3
1.36×10^{-3}	1.316×10^{-3}	13.596×10^{-3}	1	1.984×10^{-2}	1.333×10^{-2}	1.333×10^2
0.07	0.068	0.703	51.715	1	6.895×10^{-2}	6.895×10^3
1.020	0.987	10.20	750	14.5	1	10^5
1.02×10^{-5}	0.987×10^{-5}	1.02×10^{-4}	7.5×10^{-3}	1.45×10^{-4}	10^{-5}	1

1.8 什么叫比容? 什么叫密度?

单位质量的物质所占有的容积称比容。用公式表示为

$$v = \frac{V}{G},$$

式中: v ——比容, m^3/kg (米/千克);

V ——容积, m^3 (米³);

G ——质量, kg (千克)。

单位体积的物质所占有的质量称密度。用公式表示为

$$\rho = \frac{G}{V} = \frac{1}{v},$$