

制冷装置的维护与调整

伍巴駟 編著
林灼华

輕工业出版社

制冷裝置的維護與調整

伍巴駟
林灼華 編著

C0143899

輕工業出版社

1960年·北京

目 录

第一章 制冷装置在正常工作时的标誌

一 制冷压缩机	5
二 制冷设备	12
三 制冷系统中的压力与温度	15

第二章 测量仪表的使用与维护

一 压力的测量	24
二 温度的测量	28
三 空气相对湿度的测量	30
四 盐水浓度的测量	33

第三章 制冷压缩机在工作中的不正常现象

一 汽缸中有敲击声	34
二 曲轴箱中有敲击声	40
三 曲轴箱中压力过高	44
四 曲轴箱外壁结霜	46
五 轴承温度过高	47
六 连杆下轴承硬铅熔化	53
七 密封器温度过高	55
八 密封器漏油严重	55
九 密封器中有氨逸出	56
十 油泵排出压力低于 1.8 大气压力	56
十一 氨压缩机开动后, 油压表上不指示出油压	57
十二 氨压缩机起动时油压正常, 运转一时期后下降	57
十三 油泵油压过高	59
十四 汽缸壁温度过高	59
十五 汽缸内压力升高	61

十六 汽缸拉毛	62
十七 压缩机发生湿冲程或汽缸結霜	65
十八 汽缸盖及汽缸套上生成裂縫	68
十九 活塞在汽缸中卡住	70
二十 曲軸断裂	72
二十一 連杆螺絲折断	75
二十二 活門片破裂	77
二十三 电动机过負荷, 开关跳开	78
二十四 制冷机功能損失	79

第四章 制冷設備在工作中的不正常現象

一 高压貯液桶中氨量不稳定	80
二 低压貯液桶中氨量过多	81
三 氨液分离器胀裂	81
四 压缩机排汽管震动	82
五 远距离氨液液面指示器的故障	83
六 球閥的故障	85
七 氨泵的故障	89
八 离心式水泵的故障	90
九 弹簧管式压力表的故障	94

第五章 制冷操作过程中的故障

一 制冷剂蒸发温度过低	96
二 制冷剂蒸发温度过高	110
三 制冷剂冷凝温度过高	112
四 制冷剂冷凝压力过低	120
五 制冷剂的再冷温度过高	121
六 压缩机回汽温度过高	122
七 蒸发压力与压缩机回汽压力之差比正常为高	123
八 压缩机排汽温度过高	123
九 压缩机排汽温度过低	126
十 压缩机排汽压力与冷凝压力之差比正常为高	128

十一	高压端的压力正常、低压端的压力很高	129
十二	中间冷却器内压力过高	130
十三	双级压缩机油高级重排汽温度过高	132
十四	盐水温度降不低	133
十五	湿式冷风机出口温度较高	134
十六	冷间内风量分布不均匀	135
十七	冷间内风速提不高	135
十八	冷间内空气温度降不低	136
十九	冷却排管不结霜	138
二十	冷风机内上部几根管子不结霜	145
二十一	制冷系统中制冷剂流动不畅	146
二十二	膨胀阀开得过大所引起的故障	146
二十三	膨胀阀开得过小所引起的故障	147
二十四	制冷系统中加氨量过多所引起的故障	147
二十五	制冷系统中加氨量过少所引起的故障	148
二十六	油在制冷系统中所引起的故障	149
二十七	空气在制冷系统中所引起的故障	149
二十八	制冷系统中渗入空气	150
二十九	水份在制冷系统中所引起的故障	150
三十	制冷系统中渗入水份	151
三十一	制冷系统中氨量减少	153
三十二	制冷系统中氨洩漏的检查方法	154
三十三	盐水溶液的酸碱性试验	156

附 录

一	制冷系统中加氨量的计算方法	157
二	润滑油品质的鉴定	160
三	氨的热力性能表	162
四	盐水溶液表	164
五	氨、盐水和水管常用管规格表	170

第一章 制冷裝置在正常工作時的標誌

一 制冷壓縮機

制冷的氨壓縮機運轉是否正常，不僅关系到冷庫空氣溫度的下降，功率的損耗，並且关系到氨壓縮機的使用年限和經營管理費用等，因此，必須正確掌握氨壓縮機的運轉過程。怎樣的運轉才是正常的？應該掌握那些？這首先要了解氨壓縮機在運轉過程中的正常標誌，也是搞清楚氨壓縮機日常工作中應該注意和掌握的要点，主要的有以下几个方面。

1. 汽缸中應無敲擊聲 在制冷裝置中如對膨脹閥的開啟度調整得很適當，活塞與安全塊之間的余隙（死隙）合乎設計標準，進、排氣活門完整，開啟靈活，裝配得很妥善，則氨壓縮機在運轉中僅發出進、排氣活門的上下起落聲音，而不會發出敲擊的聲音。

2. 曲軸箱中應無敲擊聲 在氨壓縮機的曲軸箱中安置着的零件是連杆大头與曲軸的曲柄連結，隨曲軸的轉動帶動活塞作上下直線運動，這種連結如果妥善和牢固，即連杆螺母旋緊，裝配間隙達到設計標準，開口銷完整，主軸承的裝配間隙合乎設計要求，則在氨壓縮機的運轉過程中，曲軸箱中是不会有敲擊聲的。

3. 曲軸箱中的壓力不應過高 曲軸箱是支承汽缸的底座，亦是壓縮機的底座，在連杆帶動活塞（立式氨壓縮機）作上下直線運動時，汽缸的工作腔與曲軸箱是以活塞環（密封環和刮油環）隔離的，使進入汽缸經壓縮后的高壓高溫氣體不能前往曲軸箱，因此，在氨壓縮機的運轉過程中，曲軸箱中的

压力是很低的，一般与氨压缩机的吸气压力相近。例如：氨的蒸发温度在 -33°C 时，压缩机的吸气压力为1.051绝对压力（表压力为0.051公斤/平方厘米），而曲轴箱中的压力亦在这个范围。若超过这个压力，即说明活塞环与汽缸壁不严密；此外，亦可能由于密封器的密封效能差，使外界空气沿曲轴进入曲轴箱中致使压力升高。

4. 轴承的温度不应过高 氨压缩机中的曲轴一般是支承在二个或三个轴承上，轴承的作用是支承曲轴的转动，轴转动得愈快，由接触而产生的热量愈高，若热量过高，将使冷却和润滑轴承的油质粘度减低。粘度减低，则润滑轴承和轴发热部分的油层变薄，甚至逐渐被挤于接触面之外，这时，运动部件的热量将剧烈上升，以及形成接触面的干摩擦，这就容易使轴承和轴的接触表面受到磨损。为此，在压缩机的正常运转过程中，轴承的温度不应超过 $35\sim 60^{\circ}\text{C}$ 。

5. 密封器的温度不应过高 密封器温度过高，容易磨损或烧坏填料，增加压缩机的功率损耗，为此，密封器的温度不应超过 $35\sim 60^{\circ}\text{C}$ 。

6. 密封器的滴油量不应过多 不同类型的氨压缩机，其密封器的滴油量是不相同的。国产氨压缩机密封器的滴油量，每分钟应为1~2滴。

7. 密封器中不得有氨汽沿曲轴逸出 密封器的作用是防止曲轴箱中的压力高于外界大气压时氨汽沿曲轴逸出；以及相反的，防止曲轴箱中的压力低于外界大气压时，外界空气沿曲轴进入曲轴箱和系统中。前一现象的发生有害于工作人员的健康；后一现象的发生将使氨压缩机的制冷能力下降，功率损耗增加。故在压缩机的正常运转过程中，密封器中应无氨逸出。

8. 进排汽活門的开启和关闭要及时 在氨压缩机的运转过程中，活門的灵活度是很重要的，它不仅关系到压缩机的制冷能力和功率損耗，并且关系到它的安全性。国产立式、单作用、順流式氨压缩机（270型）的进汽活門，当汽缸內的压力低于压缩机的吸汽压力（即回汽压力）0.027公斤/平方厘米时，应即行开启；当汽缸中的压力大于冷 凝压力0.05~0.06公斤/平方厘米时，排汽活門也应即行开启。

9. 进排汽活門的开启高度不应过高 活門开启度过高，在关闭时就会产生很大的下降速度，这就容易引起活門片的损坏。多数氨压缩机的活門开启度（环片式）約为2毫米。大型氨压缩机为3~3.5毫米。活門片的下降速度一般不超过0.2米/秒。国产氨压缩机进、排汽活門的开启高度列于表1。

表1 进排汽活門的开启高度（毫米）

氨压缩机的型式	活門型式	进 汽 活 門	排 汽 活 門
国产270型	环片式	2~2.5	2.2~2.5
国产225型	伞形	4~4.5	4.5~5.0

活門的开启高度与氨压缩机的轉速亦有关系，图1系氨和氟利昂压缩机环片式活門的最佳开启高度与轉速的关系。从图中可以看出，压缩机的轉速愈慢，活門的开启高度愈大；反之，压缩机的轉速愈快，活門的开启高度愈小；这是由于汽流的速度决定于压缩机的轉数的緣故。

10. 曲軸箱中的油面应处在正常的状态 在曲軸箱

的油面表上（圆玻璃或玻璃管），能观察出曲轴箱内的油量，油量的多少或正常否，能判断油泵的供油情况和压缩机的耗油率；曲轴箱内一般油面不高出亦不低于油面表盖上所开的长圆形孔的范围。若低于这个范围，必须添加冷冻油，以保持油面处在正常的状态。

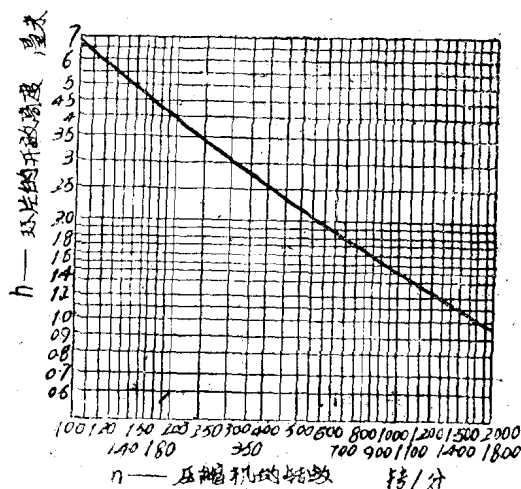


图1 氨和氟利昂压缩机环片式活门的最佳开启高度与转速的关系

11. 曲轴箱内的润滑油不应起泡沫 在氨压缩机的运转过程中，各摩擦部件需要液体冷冻油来进行冷却和润滑，以避免摩擦部件表面的直接接触而受到磨损。起泡沫的冷冻油，其润滑效能是很差的，因为油的质点中间的內聚力减小了，使得它在摩擦零件表面上的附着性减低，附着性减低，摩擦零件表面上的油量就显得不足，很容易使零件表面处在干摩擦的情况中而受到磨损。所以起泡沫的冷冻油是不能使用的，在工作过程中应尽量避免。

12. 油泵的排出压力不应低于1.8大气压 氨压缩机

上齒輪油泵的作用是将曲軸箱中的冷冻油輸送至壓縮机的各摩擦部件中,其压力一般較曲軸箱內的压力高0.5~1.5公斤/平方厘米。这个压力是根据壓縮机的結構和運轉情况而定的。若压力过小,由油泵輸送到压缩机各摩擦部件中去的油量减少,这就容易使摩擦部件表面磨損;若压力过大,将有大量的冷冻油輸送到各摩擦部件中去,甚至有些油在压缩机的工作过程中,随汽体的壓縮一同排出进入系統中去,这不仅增加了壓縮机的耗油量,严重时可能会引起敲缸事故。

13. 油泵及油管溫度不应低于 5°C 。

14. 油压表上的指針应灵敏和示度正确 在压缩机开动后,油压表应立即指出油压并示度正确。油压表应能及时指出油压,使我們容易掌握壓縮机的運轉,不然,就无法判定压缩机各摩擦部件的供油情况以及故障。

15. 曲軸箱中的油溫不得超过 $40\sim 50^{\circ}\text{C}$ (概数)。

16. 汽缸壁各部分溫度差不超过 15°C 。

17. 汽缸壁不应有結霜現象 在氨壓縮机的運轉过程中,若掌握不当和膨胀閥的开启度調整不好,容易使壓縮机回汽中夹有液氨。液氨进入汽缸中不仅使汽缸壁結霜,严重时会发生液压冲击的敲缸事故。所以,在壓縮机的正常運轉过程中,汽缸壁不应有結霜現象。

18. 压缩机冷却水套中的出水溫度应稳定 一般水套的出水溫度不应超过 35°C ,进出水溫差不得超过 15°C 。如氨的排汽溫度比进水溫度高 40°C 以上(进出水溫差約 15°C),这是經濟的,但冷却水的进水溫度也不应过低,如过低容易引起汽缸拉毛。

19. 氨压缩机汽缸中的滴油量要适中 汽缸中滴油量适中,則能保持汽缸壁上有一定厚度的油膜,这层油膜不

仅減輕活塞环的表面磨损度，并且起到良好的密封和冷却作用。不同类型的氨压缩机在不同的工作情况下，汽缸中的用油量是不相同的。一般新机器刚开始运转时，需油量较多，经过一定的时间运转以后，由于各摩擦部件的接触表面已光滑，或确认机器运转可靠，这时汽缸中的滴油就可以减少些。

国产270型氨压缩机汽缸每分钟的滴油量，一般在30～60滴。

丹麦44型氨压缩机，高压汽缸每分钟滴油量为5～7滴，低压汽缸每分钟为3～5滴，每小时用油量约为50～70克。

丹麦165型氨压缩机汽缸用油量与44型相同。

瑞士2CV——250型氨压缩机汽缸用油量每分钟为8～12克，齿轮每分钟转速为50～80转。1CV——380型氨压缩机汽缸用油量每分钟为9～13克，齿轮每分钟转速为60～85转。

20. 臥式氨压缩机每一个汽缸的用油量 当压缩机的制冷能力为10万～20万仟卡/小时，每小时用油量为35～40克；20万～40万仟卡/小时，每小时用油量为40～55克；40万以上每小时用油量为60～72克。

21. 氨压缩机上安全活门的管路不应该是热的 在压缩机的正常运转过程中，安全活门是关闭着的。只有当汽缸中的压力超过安全压力（规定压力），如单级压缩超过17～18绝对压力时，安全活门才行跳开，使高压高温的氨汽通过管道返回低压部位，此时，管子就会发热；此外，当安全活门的压力调整得过低或有损坏的情况下，亦会使管子发热。

22. 压缩机上安全活门的跳开压力要适中 在压缩

机的排汽口与进汽口之間裝有安全活門。如国产270型氨壓縮机的安全活門裝在井字型控制閥的頂部，其作用是保証氨壓縮机的安全運轉，避免由于压力过高而引起发生事故。因此，压力的調整和适中是很重要的。

一般在單級氨壓縮制冷裝置中，当冷凝压力与蒸发压力（ $P_{\text{冷}} - P_{\text{蒸}}$ ）相差17~18絕對压力时，安全活門即行跳开，使氨汽排出回到低压部位（进汽口）；在氟利昂——12壓縮制冷裝置中，当两边压力差超过10絕對压力时，安全活門即行跳开。在雙級氨壓縮制冷裝置中，当中压与低压相差超过6~9絕對压力；高压与中压相差超过6~9絕對压力时，安全活門即行跳开。

壓縮机上連接安全活門的管道直径計算可按式求得：

$$d = \sqrt{V_{\text{汽缸}}}$$

式中：d——連接安全活門的管道直径，毫米；

$V_{\text{汽缸}}$ ——汽缸的工作容积，立方米/小时。

例：有一氨壓縮机的汽缸，工作容积每小时为200立方米，則連接安全活門的管道直径为：

$$d = \sqrt{200} = 14.142 \text{ 毫米}$$

23. 氨壓縮机的吸汽閥部位应結有干霜 这种情况是指壓縮机的回汽溫度低于零度时，若回汽溫度高于零度，則吸汽部位不应有結霜的現象。

24. 氨壓縮机傳动皮带的松紧度要适中 若皮带安置得过紧，轴承易发热，磨損度亦要增加；若安置得过松，皮带打滑，这不仅減低了壓縮机的制冷能力，并且皮带易磨損，甚至会使皮带燒坏。所以，氨壓縮机的傳动皮带的松紧度也是很重要的。

二 制 冷 設 备

1. 油氨分离器 在制冷裝置的正常工作中，油氨分离器的放油閥是关闭的，其它各閥均呈开启状态。

2. 冷凝器 在正常工作中，設備焊接部位和閥的填料处均不得有洩漏現象发生。放油閥和放空气閥是关闭的。其它各閥均呈开启状态。

3. 高压貯液桶 在正常工作中，放空气閥和放油閥是关闭的，其它各閥均呈开启状态。桶內的氨量不得超过桶径高度的80%。一般在桶径的 $1/3 \sim 1/2$ 之間。如果氨量过多，会影响冷凝压力，甚至会发生严重的事。若氨量过少，不能保証蒸发設備的正常供液，桶上的接头及閥的填料不得有漏氨現象。

4. 膨胀閥 膨胀閥的开度要适中，膨胀閥的开启度一般为 $1/4$ 、 $1/8$ 、 $1/12$ 、 $1/16$ 轉等。最适宜的开度为 $1/4$ 或 $1/8$ 轉。决定膨胀閥开启度的主要依据是压縮机的回汽温度和排汽温度；高压貯液桶內的液面；氨液分离器內的液面等情况。

5. 低压貯液桶 制冷裝置在正常工作时，桶內应无氨液存在，或在 $1/3$ 以下。桶內存氨时，氨液数量不应超过50%，最大限度不得超过80%。一般在桶內有30%或50%时，即应排出。在压縮机的运轉过程中，桶上的放油閥、加压閥是关闭的，其它各閥均呈开启状态。此外，还应經常注意桶內的液面。

6. 排液桶 在正常工作情况下，桶內应无氨液存在。在冲霜或排液时，液面高度不得超过桶径高度的80%。同时，桶上各閥均呈关闭状态。

7. 再冷却器 在正常工作中，不得有漏水和漏氨现象发生。

8. 氨液分离器 在正常工作中，分离器上各閥均呈开启状态。并保持氨液分离中的一部分氨液量。一般安有梳状指示器的应在2~3根梳状管上結霜为最好。并且要稳定，不得有忽高或忽低的现象。

9. 蒸发器 立管式蒸发器在盐水池中的正常工作状态，应该是盐水的水面应高于蒸发器上部第一根主管150~250毫米。蒸发器内氨液量应为管子高度的1/2左右。同时，蒸发器上的木盖板应清洁和完整，并保持密封状态。

10. 冷却排管 在正常工作中，冷間内的冷却排管表面应結滿均匀的干霜，不得有不結霜或不均匀的結霜现象。此外，排管的焊接或連結部位，不得有洩漏氨气的情况发生。

11. 冷风机 鼓风机和电动机的軸承部位，应有充足的潤滑油进行潤滑，不得有过度发热现象。风道上各出风口的閘門应呈开启状态。冷风机中的氨管或盐水管的表面应均匀地結滿干霜，这层干霜在一定時間后应及时加以清除。

12. 氨泵 氨泵在正常運轉时的压力为1.5~2.5公斤/平方厘米，指針稳定；电流不超过6个安培；同时发出比較沉重的声音，这说明上液情况是良好的。

13. 离心水泵和盐水泵 在正常運轉中，軸承的温度不得超过60~70℃；同时不得有噪音或冲击声。水泵填料盒和閥以及法兰連結处，不得有漏水现象。

14. 自动控制的安全设备 低压压力控制器是根据蒸发器或冷却排管内某一定的压力范围来控制組合式制冷机的启动和停車的，当压缩机的回汽压力低于容許值时即行跳

开，一般跳开压力在0.15~3.3绝对压力，容许误差为0.4~1.2绝对压力。高压压力控制器当制冷机的排汽压力上升超过容许范围时，制冷机即行停车，例如：采用氟利昂——12作为制冷剂的自动化的组合式制冷机的跳开压力为12绝对压力。采用氨作为制冷剂的自动化的组合式制冷机的跳开压力为16~19绝对压力。有的制冷装置中使用温度控制器，其作用是控制冷间内的一定温度，来启动或停止压缩机的电动机的运转，其跳开温度范围一般在 $-25 \sim +5^{\circ}\text{C}$ ，允许误差为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 。

15. 制冷装置中所有压力表的指针跳动应稳定和均匀。所有温度表的示度要正确。

16. 各设备上的安全活门应呈开启状态 安全活门是保证当设备中超过一定压力时就自行跳开，以免发生事故。因此，连接安全活门管道上的关闭阀应呈开启状态，不得关闭。为了安全，并须铅封起来。安全活门的工作压力，高压管路为19.5绝对压力；低压管路为13.5绝对压力时，应自动开启。

17. 安全活门的管道直径标准 在制冷装置中各设备上安全活门的连接管道直径是有一定标准的，若不合这个标准将使安全活门失灵。一般应不小于表2所列数字。

表2 设备中各容器内的贮氨量与连接管径的关系

容器中贮氨量 (公斤)	1000以内	1000~2000	2000~3000	3000~4000	4000以上
管道直径 (毫米)	12	20	30	40	50

注：氨液的比重为0.65公斤/公升

18. 压缩机上的吸汽侧和排汽侧上应装有放置温度计

用的套筒 套筒应焊在距离压缩机关闭阀 400 毫米以内的管道上，套筒的端头应处在管子的中心部位（参阅图 5）。

19. 制冷机在正常运转中，在系统中有一些阀门应处在关闭状态，如放空气阀、放油阀、排污阀、加氨阀、备用阀等。

20. 玻璃管的氨液水平指示器 应有坚固的保护罩，以防止指示管的损坏而引起事故。在这些设备上并应有充分的照明亮度，以便于掌握压缩机的正常运转。

21. 各设备上的热绝缘层 如中间冷却器、氨液分离器、低压贮液桶以及低压管道等应完整，不得有破碎和有裂纹现象存在。

22. 在压缩机的工作过程中，高压管路不得有跳动的现象发生。

三 制冷系统中的压力与温度

制冷系统中的压力与温度是相适应的，例如氨的蒸发温度为 -15°C 时，其蒸发压力为 2.41 绝对压力。所以操作人员，在掌握氨压缩机的运转过程中，对温度和压力都应注意。我国各冷库中使用温度表较多，因此，温度显得较重要，在实质上，制冷的目的是要求达到较低的温度，故一般都以温度表来测量，再进而从温度表上算出相应的压力。

1. 冷间的空气温度 冷库中各冷间的空气温度，应高于氨的蒸发温度 $8\sim 10^{\circ}\text{C}$ ；在冷藏列车上，车内的空气温度可比制冷剂的温度高 $12\sim 15^{\circ}\text{C}$ 。例如：冷间要求空气温度为 -23°C ，则氨的蒸发温度应为 -33°C ，与此温度相适应的蒸发压力为 1.051 绝对压力。

若冷却排管中使用的是传热剂——盐水，冷间内的空气

溫度應高於鹽水溫度 $8 \sim 10^{\circ}\text{C}$ 。例如：冷間要求空氣溫度為 -3°C ，則冷卻排管中的進口鹽水溫度應為 $-11 \sim -13^{\circ}\text{C}$ 。對於直接噴霧的鹽水系統，應低於冷間空氣溫度 5°C 。

2. 氨壓縮機的回汽溫度 氨壓縮機的回汽溫度是在關閉閥前的溫度表上測得的。測得的溫度應比氨在冷間內的蒸發溫度高 $5 \sim 10^{\circ}\text{C}$ 。例如：氨的蒸發溫度為 -33°C 時，壓縮機的回汽溫度應為 $-23 \sim -27^{\circ}\text{C}$ 。雙級壓縮機高級車的進汽溫度不得低於 -5°C 或高於 $+5^{\circ}\text{C}$ 。

3. 氨壓縮機的排汽溫度 國產立式、單作用、順流式氨壓縮機的排汽溫度應在 $70 \sim 135^{\circ}\text{C}$ 範圍內。壓縮機的排汽溫度取決於氨的蒸發溫度與冷凝溫度。表 3 系單級氨壓縮機的排汽溫度與蒸發溫度和冷凝溫度的關係。根據這個表我們可以掌握和調整壓縮機的排汽溫度。例如：氨的蒸發溫度為 -28°C ，冷凝溫度為 25°C ，查表 3 得氨壓縮機的排汽溫度為 130°C （表上所列數值與氨壓縮機的实际排汽可以相差 $1 \sim 2^{\circ}\text{C}$ ）。

排汽溫度亦可以按下式計算其近似值：

$$T_{\text{排汽}} = (t_{\text{蒸發}} - t_{\text{冷凝}}) \times 2.4$$

式中的蒸發溫度和冷凝溫度在計算時，不計正負號。

例：設氨的蒸發溫度為 -22°C ，冷凝溫度為 $+25^{\circ}\text{C}$ ，求氨壓縮機的排汽溫度。

$$\begin{aligned} \text{解：} T_{\text{排汽}} &= (22 + 25) \times 2.4 \\ &= 112.8 \approx 113^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

由計算所得數值與查表 3 所得數值 (114°C) 相近。

在氨壓縮機的正常運轉中，必須注意到壓縮機的排汽溫度應低於冷凍油的閃點溫度 $25 \sim 30^{\circ}\text{C}$ 。目前國產氨壓縮機一般都使用蘇聯 2 號錠子油，其閃點為 165°C 。因此，使用這種冷凍油的氨壓縮機，其排汽溫度應在 $135 \sim 140^{\circ}\text{C}$ ，若超過