



任务 3.1 空调机组维修工艺流程



知识目标

- (1) 认知机组《使用操作手册》的内容；
- (2) 认知机组的运行参数特点；
- (3) 理解机组维护维修的意义；
- (4) 掌握机组的维护保养流程；
- (5) 掌握机组的维修基本工艺流程。



能力目标

- (1) 能进行冷水机组的运行参数简单分析和处理；
- (2) 能进行冷水机组的日常简单维护保养；
- (3) 能进行冷水机组停机的基本维护保养；
- (4) 能进行热泵机组的日常简单维护保养；
- (5) 能进行机组简单故障维修的逻辑分析；
- (6) 能进行机组的简单故障维修处理。

引入思考

- (1) 空调冷水机组的系统组成较为复杂，你能画出常规空调冷水机组的系统原理图吗？说说它由哪几部分组成，各个部分的工作原理是什么？
- (2) 空调热泵机组是常见的设备，你知道热泵的工作原理吗？
- (3) 通常情况下，每台空调冷水（热泵）机组都会附带一本《使用操作手册》，你知道机组手册中有哪些内容吗？
- (4) 一般机组设备进行必要的维护和保养工作，可以减少设备故障的发生机率，使机组安全、高效、经济地长期正常运行；你知道要进行哪些项目的维护保养及维修工作吗？
- (5) 当你遇到机组简单故障时，你知道该怎样进行维修工作吗？



制冷空调机组及设备操作、管理的主要任务就是使机组及其设备能够正常运转，以发挥其作用。那么机组怎样的运转才是正常的？机组经常会出现那些故障？而一旦这些故障出现之后又如何分析、判断和排除？这些都是制冷空调机组及设备操作、管理的基本技术。要掌握这些基本技术，除了要扎实地学习好制冷专业的基本理论知识外，还应认真进行操作实践，而且在实践中总结、提高，从而掌握机器正常运行及事故发生的一般规律，做到事故防范措施有力，处理及时得当。

作为运行管理技术人员，日常进行精心的维护保养，可以减少机组故障的发生。为了保证机组安全、高效、经济地长期正常运行，在其使用过程中尽早地发现故障隐患也是十分必要的，掌握必要的维护维修工艺流程，是制冷空调专业技术人员必备的技能之一。



任务描述

1. 了解厂商提供的机组维护保养手册内容，以及相应的技术要点。
2. 了解厂商提供的机组维护保养手册中常见故障的处理流程和方法。
3. 了解空调机组常规维护内容和工艺流程。
4. 了解空调机组维修的基本工艺流程。

3.1.1 空调机组的维护保养

冷水机组维护保养工作进行得怎么样，将对机组的性能和寿命有很大影响。而空调用冷水机组由于其工作的周期性，可以有长短不同的运行间歇时间，因此为做好机组的维护保养工作提供了充分的时间保证。一般情况下，冷水机组的运行间歇可分为日常停机和年度停机，在不同性质的停机期间，维护保养的范围、内容及深度要求各不相同。

通常各个设备厂商都会提供机组的维护保养手册，运行管理技术人员按照手册内容进行逐项维护保养工作即可。现以离心式冷水机组为例做简要介绍，其他类型的冷水机组可供参考。

一、日常停机时的维护保养



1. 给导叶控制联动装置轴承、导叶操作轴、球连接和支点加润滑油；
2. 检查机组内的油位高度，油量不足时应立即补充；
3. 检查油加热器是否处于“自动”加热状态，油箱内的油温是否控制在规定温度范围，如果达不到要求，应立即查明原因，进行处理；
4. 检查制冷剂液位高度，结合机组运行时的情况，如果表明系统内制冷剂不足，应及时予以补充；
5. 检查判断系统内是否有空气，如果有，要及时排放；
6. 检查电线是否发热，接头是否有松动。

二、年度停机时的维护保养

1. 清洁控制柜；
2. 检查各接线端子并加强紧固；
3. 清理各接触器触点；
4. 紧固各接线点螺丝；
5. 测量主电机绝缘电阻，检查其是否符合机组规定的数值；
6. 检查电源交流电压和直流电压是否正常；
7. 校准各电流表和电压表；
8. 校正电力传感器；
9. 查测温探头；
10. 检查各安全保护装置的整定值是否符合规定要求；
11. 清洁浮球阀室内部过滤网及阀体，手动浮球阀各组件，看其动作是否灵活轻巧，检查过滤网和盖板垫片，要破损要更换；
12. 手动检查导叶开度是否与控制指示同步，并处于全关闭位置；传动构件连接是否牢固；
13. 不论是否已用化学方法清洗，每年都必须采用机械方法清洗一次冷凝器中的水管；
14. 由于蒸发器通常是冷冻水闭式循环系统的一部分，一般每三年清洗一次其中的水管即可；
15. 更换油过滤芯、油过滤网；
16. 根据油质情况，决定是否更换新冷冻油；



17. 更换干燥过滤器；
18. 对制冷系统进行抽真空、加氮气保压、检漏；
19. 停机期间，要求每周一次手动操作油泵运行 10min。对于 R11 和 R123 的机组还要每两周运行抽气回收装置 30min 和 2h，防止空气和不凝性气体在机组中聚积；
20. 在停机过冬时，如果有可能发生水冻结的情况，则要将冷凝器和蒸发器中的水全部排空；
21. 给 R11 机组的抽气回收装置换油，清洗其冷凝器；
22. 如果是 R11 机组需要长期停机，应放空机组内的制冷剂和润滑油，并充注 0.03MPa~0.05MPa（表压）的氮气，关闭电源开关和油加热器。



思考

1. 机组的维护工作可以在运行时进行吗？为什么？请举例说明。
2. 空调冷水机组的维护保养流程能套用在空调热泵机组上吗？为什么？
3. 空调冷水机组与热泵机组的维修基本工艺流程是一样的吗？请说明理由。

3.1.2 故障维修处理的基本工艺流程

制冷空调机组故障排除意味着使用理论联系实际、逻辑分析、实验证明的方法排除故障，不仅要设备恢复运转，而且要将机组存在的问题彻底解决，使故障不再发生，必须严格遵循一套科学流程办理。排除故障的基本工艺流程是：调查研究故障产生经过→收集整理有关数据→分析数据诊断事故原因→确定维修方案→实施维修操作→检验维修结果。排除故障时，实际工作经验是一个相当重要的因素。在没有应用上述基本流程之前，切不可急于进行故障排除和修理。单纯靠经验办事，往往会弄错方向，得出错误的结论，甚至造成更大事故。

一、认真调查研究，掌握事故发生的第一手材料。

1. 认真调查研究，掌握事故发生的第一手材料。各部分的工作状况，发生的部位，危害的严重程度。为正确分析故障原因，提供准确的感性认识依据。
2. 认真听取现场操作人员介绍故障发生的经过及所采取的紧急措施。必要



时应应对现场的有关实物进行拆解分析。

3. 检查机组运转记录，特别要重视记录中的不同常态的运行情况和问题，已经更换和修理过的零件、运转时间个可靠性，以及因任何原因引起的安全保护停机等情况。与故障发生直接有关的情况，尤其不容忽视。

4. 及时地向有关人员提出询问，寻求对于故障的认识和看法。必要时可以要求操作人员讲述和演示自己的操作方法。这样做对于正确判断故障原因很有帮助。

二、收集整理有关数据

1. 详细阅读机组的《使用操作手册》是了解机组各种数据的一个重要来源。《使用操作手册》能提供机组的各种参数（如机组制冷能力，压缩机形式，电机功率、转速、电压与电流大小，制冷剂种类与充注量，润滑油量与油位，制造日期与机号等）。列出各种故障的可能原因。将《使用操作手册》提供的参数与机组运行记录表的数据综合对比，能为正确诊断故障提供重要依据。

2. 对机组进行故障检查应按照电系统（包括动力和控制系统）、水系统（包括冷却水和冷冻水系统）、油系统、制冷系统（包括压缩机、冷凝器、节流阀、蒸发器及管道）四大部分依次进行，要注意查找引起故障的复合因素，保证稳、准、快地排除故障。

三、分析数据诊断故障原因

1. 结合制冷循环基本理论，对所采集的数据和资料进行分析。把制冷循环正常状况的各种参数作为对所采集的数据进行比较分析的重要依据。例如根据制冷原理分析机组的压缩机吸入压力过高，引起制冷剂循环量增大，导致压缩机超载。而压缩机吸入压力过高的原因与制冷剂充注量过多，热力膨胀阀和浮球阀开度过大，冷凝压力过高，蒸发器负荷过大等因素有关。若收集到的资料发现故障系统中的吸气压力高于理论循环规定的吸气压力值，或电机过载，则可以从制冷剂充注量、蒸发器热负荷、冷凝器传热效果、冷却水温度等方面去检查造成上述故障的原因。

2. 运用实际工作经验进行采集数据和资料分析。长期从事制冷空调机组维修实践，使维修人员积累了丰富的判别分析机组故障的经验，掌握了机组正常运转的各方面表现情况。一旦实际发生的情况与所积累的经验之间产生差异，便马



上可以从这一差异中找到故障的原因。

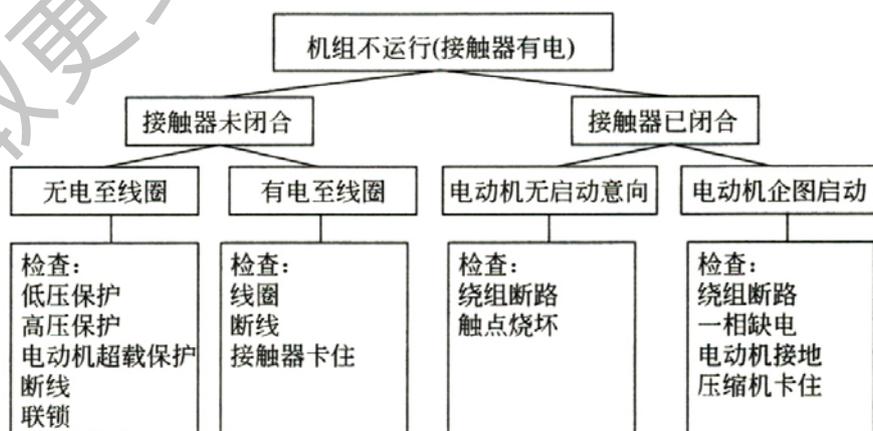


案例分析：机组“液击”现象

往复式冷水机组在正常启动时，是会产生“液击”现象的。然而，当实际启动过程中发生了“液击”，而且视油镜油位并未表现出润滑油泡化现象。可见被往复式压缩机吸入的制冷液体并不来源于曲轴箱内的润滑油，而来源于蒸发器。在往复式冷水机组中，停车期间蒸发器内的制冷剂液体，只能来源于高压部分。也就是说高压制冷剂液体经电磁阀和热力膨胀阀进入了蒸发器。膨胀阀由感温包控制，机组停机后蒸发器出口端温度升高，膨胀阀芯自动开大属于正常现象。而机组停机时，允许高压液体进入蒸发器的只有电磁阀关闭不严一个因素。

由此分析以比较，找出是电磁阀故障，排除此故障后以上“液击”故障就会自然消除。可见将实际经验与理论分析结合起来，剖析所收集到的资料和数据，有利于透过一切现象，抓住故障发生的本质原因准确迅速地予以排除。

3. 根据制冷空调机组技术故障的逻辑关系进行数据和资料分析。机组技术故障的逻辑关系及检查方法，是用于分析和检验各种故障现象原因的有效措施。把各种实际采集到的数据与这一逻辑关系联系起来，可以大大提高判断故障原因的准确性和修理工作进展的速度。这是一种受到广大维修人员欢迎的方法。通常把制冷空调机组运转中出现的故障分为机组无法启动、机组运转但制冷效果不佳和机组频繁开停三类。制冷空调机组技术故障逻辑关系则图 3-1(a)、(b)、(c)所示。



(a)

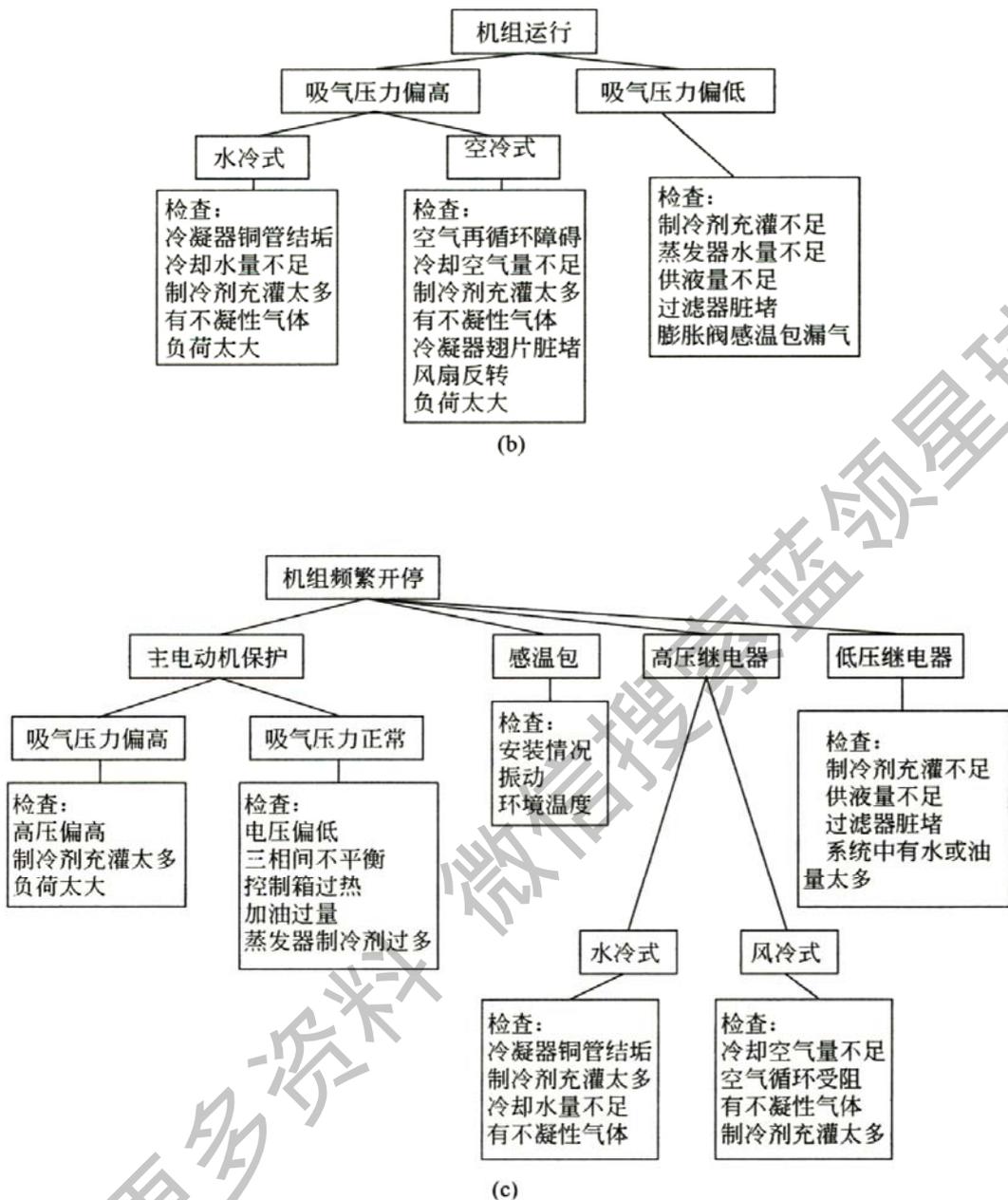


图 3-1 各类故障的逻辑关系

知识链接——人体触摸测温的感觉特征

当制冷空调系统出现故障时，机组上会有很多不正常的现象。若能及早发现并加以排除，就可以防止事故的发生。常见的故障检测方法是“一看、二听、三摸、四想”（具体内容见模块四相关内容），其中的“摸”是在全面观察各运行参数的基础上，进一步检验制冷系统各部分的温度情况，用手触摸制冷机组的设备及管路（包括气管、液管、水管、油管等），感觉压缩机工作温度及振动、蒸发器与冷凝器的进出口温度、管道接口处的油迹及分布情况



等。正常情况下,压缩机运转平稳,吸、排气温差大,机体温升不高;蒸发温度低,冷冻水进出口温差大;冷凝温度高,冷却水进出口温差大;各管道接头处无制冷剂泄漏且无油迹等。

任何与上述情况相反的表现,都意味着相应的部位存在着故障因素。

用手触摸物体对温度的感觉特征见表 3-1。

用手触摸物体测温,虽然只是一种体验性的近似测温方法,但它较为方便,特别对于没有设置测温点的部件和管道的温度情况及其变化趋势的掌握判断,对于迅速准确地判断故障有着重要的实用价值。

表 3-1 触摸物体测温的感觉特征

温度/℃	手感特征	温度/℃	手感特征
35	低于体温,微凉	65	强烫灼感,触 3s 缩回
40	稍高于体温,微温舒服	70	剧烫灼感,手指触 3s 缩回
45	温和而稍带热感	75	手指触有针刺感,1~2s 缩回
50	稍热但可长时间承受	80	有烘灼感,手一触即回,稍停留则有轻度灼伤
55	有较强热感,产生回避意识	85	有辐射热,焦灼感,触及烫伤
60	有烫灼感,触 4s 急缩回	90	极热,有畏缩感,不可触及

四、确定维修方案

1. 从可行性角度考虑维修方案:一旦分清了故障原因,必然要考虑维修这一故障的方法。从可行性角度看,首要的是如何以最省的经费(包括材料、备件、人工、停机等)来完成维修任务。当总修理费用接近或超过新购整机费用时,在时间允许的条件下,应作报废处理。而维修指的是机组局部范围的修理或更新。经费应控制在计划的维修经费数额以内。

2. 从可靠性角度考虑维修方案:通常机组故障的处理和维修方案不是单一的。从机组维修后所起的作用来看,可分为临时性的,过渡性的和长期的三种情况,以便满足预期工作目的要求,这样的维修方案谓之可靠性维修方案。对于临时性的,过渡性的和长期的各种维修方案,在经费的投入,维修人员的多少,维修工艺的精粗,维修时间的长短,使用备件的重要程度与质量的优劣等等,均有明显的差别。但不应出现同一故障在预期的工作目的内投入二次维修的情况。要求维修工作的各方面投入,以保证机组性能的可靠性为前提。

3. 选用对周围环境干扰和影响最小的维修方案:维修过程凡有对建筑物结构及居民产生安全及噪声伤害和环境污染的,都应极力避免,防止造成长期公害。



4. 在认真分析各方面条件后，找出适合现场实际情况的维修方案。一般这些维修方案适用于进行调整、修改、修理或更换失效组件等内容中的一项或数项的综合行动。

五、实施维修操作

1. 根据所定维修方案的要求，准备必要的配件、工具、材料等，做到质量好、数量足、供应及时。

2. 进行排除故障的维修时，应按检查程序相反的步骤，即制冷剂→油→水→电四个系统的先后顺序进行故障排除，以避免因故障交叉而发生维修返工现象，节省维修时间，保证维修质量。

3. 正确运用制冷和机械维修等方面的知识进行操作。例如压缩机和水泵的分解与装配、制冷设备的清洗与维修、控制系统设备及元件的调试与维修。钎焊、电焊、机组试压、检漏、抽真空、除湿、制冷剂和润滑油的充注和排出等操作。

4. 分解的零部件必须排列整齐、做好标记，以便于识别，防止丢失。

5. 重新装配或更换零部件时，应对零部件逐一进行性能检查，防止不合格零件装入机组，造成返工损失。

六、检查维修结果

1. 检查维修结果的目的在于考察维修后的制冷机组是否已经恢复到故障发生前的技术性能。采取在不同工况条件下运转机组的方法，全面考核是否因经过修理后，会给系统带来了新的问题（发现问题应立即予以纠正）。

2. 对冷水机组进行必要的验收试验，应按照先气密性试验、后真空试验，先分项试验、后整机试验的原则进行。不允许用冷水机组本身的压缩机代替真空泵进行真空试验，以免损坏压缩机。

3. 除检查机组的技术性能外，要注意保护好机组整洁的外观和工作现场的清洁卫生。电线应整理的有条不紊，固定结实牢靠。工作现场要打扫干净，擦掉溅出的油污，清除换下的零件和垃圾，最后清理工具和配件，不可将工具或配件遗忘到机组内或工作现场。

4. 属于操作人员失误造成故障的机组，应与操作人员一起进行故障排除或修复。事后一起进行机组试运行检查，一起讨论适合该机特点的操作方法，改变不良的操作习惯，避免故障再度发生。



特别提示

对于制冷空调机组的维修，关键工作是如何判断故障的所在。运用基本的故障处理工艺流程，通过长期的工作积累，合理分析才能准确迅速地找到故障原因并予以排除。工作中因机组形式多样，各厂家参数不尽相同，具体处理时切不可盲目照搬。

另外，在掌握基本的故障处理工艺流程基础上，进行不同类型机组的反复训练，从熟悉机组设备到不熟悉机组设备的过度，这就是知识和技能的迁移能力训练，掌握了这一迁移方法，将会受益终生。

拓展专题

恒温恒湿精密空调机组维护保养流程简介

恒温恒湿空调是指对温度、湿度和洁净度都有严格要求的专用空调机组，具有高效节能、低噪音和环境保护等功能，可广泛应用于电子、光学设备、化妆品、医疗卫生、生物制药、食品制造、各类计量、检测及实验室等行业。

恒温恒湿精密空调与舒适性空调的区别在于：

1. 恒温恒湿精密空调采用大风量，低焓差的送风方式，以保持较小的温、湿度均恒性。而舒适性空调送风方面力求舒适。一般恒温恒湿精密空调送风量为舒适性空调送风量的2~3倍。
2. 恒温恒湿精密空调采用制冷除湿方式，所以要求空调制冷系统能频繁启动，对制冷系统要求非常高；而舒适性空调压缩机不能频繁启动，设置有压缩机三分钟停机保护。
3. 恒温恒湿精密空调具备功能强大的独立控制主板，必须具备温、湿度检测、气流检测功能，随着机房越来越高的要求，控制主板已经逐步加入来电自启、故障警告、历史数据保存、数据输出、联网监控等功能。而家用空调附带功能甚少。

对于恒温恒湿精密空调机组维护保养，其流程大致简介如下：

1. 控制系统



- (1) 检查显示单元是否正常，各设置参数是否正确。
- (2) 查看历史报警记录，对报警内容进行分析，消除隐患。

2. 空气过滤器

检查空气过滤器，如脏堵严重则更换。

3. 加湿系统

(1) 检查蒸汽加湿器是否结垢，如有结垢则需拆下加湿器进行清洗，如结垢严重则更换。

(2) 加湿器，检查三相加湿电极是否接触紧密，是否有破损，保证加湿时的电路安全。

(3) 运用维修模式检查上下水是否通畅且速度均匀。

(4) 运用维修模式检查排水是否通畅。

(5) 运用维修模式检查三相加湿电流是否平衡，且在正常工作范围之内。

(6) 检查蒸汽输入口是否紧密，是否出现漏气。

(7) 检查蒸汽输出量是否能保证机房湿度。

4. 外部冷凝器

(1) 检查冷凝器是否清洁，如需清洁需用专用的清洗工具清洗室外冷凝器。

(2) 风扇，检查风扇转动，有无异常噪音，运行电路是否正常。

(3) 检查室外冷能器的电源开关，工作是否正常，绝缘是否可靠，电器接点是否紧固。

(4) 检查风机调速器工作是否正常，对室外机的控制是否与设置一致，并对当时工作的具体环境给予调节，使室外机达到最佳运行状态。

5. 蒸发器

检查蒸发器是否清洁，如有污垢需用专用药剂进行清洗，保证足够的热交换量。

6. 室外风机

(1) 检查风机电机运转是否正常，有无异常噪音，并且轴承是否发热。

(2) 检查耗电量是否正常。

7. 电加热系统

(1) 检查三级电加热器的各项加热电流及各电气接点是否正常



(2) 检查电加热期的过热保护是否灵敏。

8. 供电电路

(1) 检查主电源及各支路的各相电压，电流。

(2) 检查所有的接触器，接触是否可靠，检查吸合的瞬间电流，对各接触点进行紧固，确保安全运行。

(3) 对 24V 控制线路进行检测，确保控制的灵敏。

(4) 对各种的系统保护功能进行检测（例如高压保护器，低压保护器，过热保护器，漏水传感器，相序保护器等）保证设备的安全运转。

9. 制冷系统

(1) 检查制冷系统运行压力（高压，低压）是否正常，并根据现场情况进行调整。保证设备的最佳运行。

(2) 检查压缩机的三相绕组是否平衡，绕组的绝缘是否可靠。

(3) 进行过热度的测试，判断系统的运行效率是否能够达到指定的性能指标。

(4) 压缩机工作时的声音是否正常，以判断系统的润滑程度。

10. 排水系统

检查排水是否通畅。

11. 保养后的工作

(1) 恢复现场至维护保养前状态。

(2) 清理现场，不留残余杂物和污物。

(4) 填写相关表格和检测报告，并整理存档。