



任务 3.12 冷却塔的维护维修



知识目标

- (1) 认知冷却塔的典型结构与工作原理；
- (2) 认知冷却塔的性能特性；
- (3) 掌握冷却塔的正确操作方法；
- (4) 掌握冷却塔的维护保养技术；
- (5) 掌握冷却塔常见故障的分析和维修方法。



能力目标

- (1) 能进行冷却塔的的日常运行管理；
- (2) 能进行冷却塔的简单维护保养；
- (3) 能进行冷却塔简单的故障维修分析；
- (4) 能进行冷却塔简单故障维修处理；
- (5) 能协调厂商对冷却塔进行全面维修。

引入思考

- (1) 你见到过冷却塔吗？它通常使用在什么系统当中，你知道它的工作原理吗？
- (2) 冷却塔是一种换热设备，你知道哪些因素会影响冷却塔的换热效果吗？
- (3) 你能根据冷却塔的水流状况，判断一台冷却塔布水器或喷嘴工作是否正常吗？
- (4) 使用在开式系统中的冷却塔，需要经常进行清洗工作，你知道怎样进行清洗吗？
- (5) 当你遇到冷却塔简单故障时，你知道该怎样进行维修工作吗？

冷却塔是用水作为循环冷却剂，从一系统中吸收热量排放至大气中，以降低水温的装置；其冷是利用水与空气流动接触后进行冷热交换产生蒸汽，蒸汽挥发带走热量达到蒸发散热、对流传热和辐射传热等原理来散去工业上或制冷空调中产生的余热来降低水温的蒸发散热装置，以保证系统的正常运行，装置一般为桶



状，故名为冷却塔。

冷却塔是集空气动力学、热力学、流体学、化学、生物化学、材料学、静、动态结构力学，加工技术等多种学科为一体的综合产物。水质为多变量的函数，冷却更是多因素，多变量与多效应综合的过程。



任务描述

1. 熟悉冷却塔的基本结构。
2. 熟悉冷却塔的维护保养内容。
3. 熟悉冷却塔常见故障的分析与解决方法。

3.12.1 冷却塔的基础知识

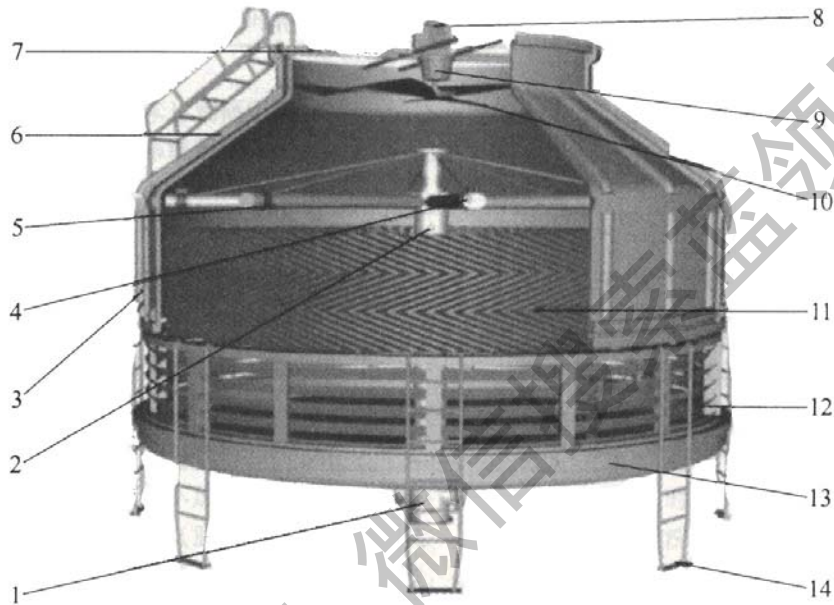
冷却塔是中央空调系统中的重要组成部分。在冷却水循环系统中，冷却水在冷凝器中吸收制冷剂蒸气冷凝释放的热量，温度升高，经冷却水泵加压送往冷却塔，在冷却塔内与空气进行热湿交换，温度降低后又返回冷凝器进入下一循环。

按热水和空气的接触方式分类有：①湿式冷却塔：湿式冷却塔内安装散热材料(填料)，热水通过布水装置均匀分布在填料上，由空气与水的直接接触，两者进行热湿交换，使热水将其携带的热量传递给空气，同时使得自身的温度降低。湿式冷却塔降温效果良好，可适用于温度差较小的状况。另外其造价较低，是最受广泛使用的冷却塔。②干式冷却塔：干式冷却塔的热热水在散热翅管内流动，靠与管外空气的温差，形成接触传热而冷却。干式冷却塔运行中，需要被冷却的流体从冷却塔底部的盘管进口进入，在干式翅片盘管中蛇形流动，热流体的热量以显热传递的方式传递给流经盘管的空气，然后排向大气。③干湿式冷却塔：干湿式冷却塔亦可称为除雾式冷却塔，是在常见的横流式冷却塔的上部设置翅管形的热交换器而构成的。干湿式冷却塔中水的冷却分为两部分，一部分通过布水装置均匀分布在填料上，由空气与水的直接接触，两者进行热湿交换，即湿段，另外一部分水在翅片盘管中蛇形流动，热水的热量以显热传递的方式传递给流经盘管的空气，即干段。干湿式冷却塔通过控制风门调节干、湿段的空气量以达到准确控制冷却水温度的目的。



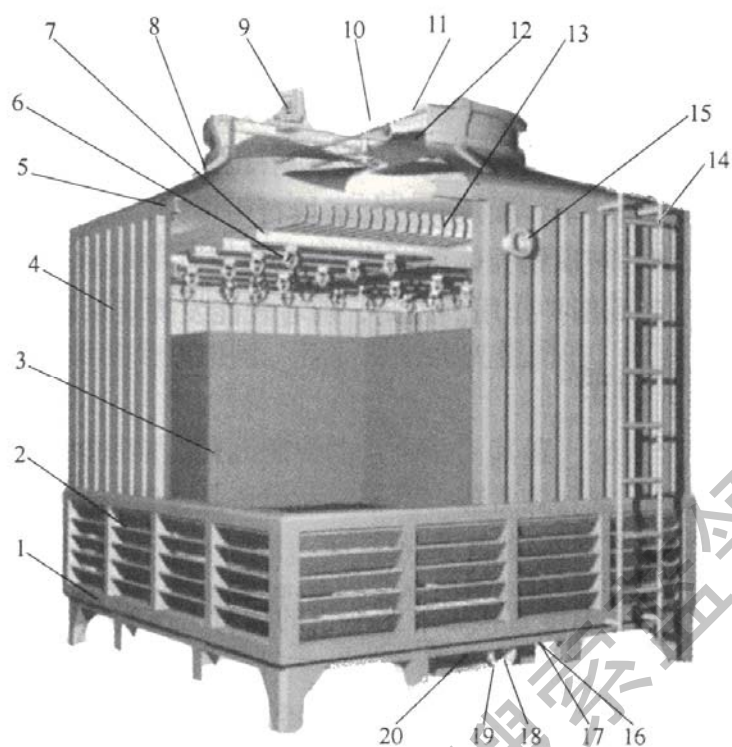
目前，中央空调系统中应用最为广泛的是填料式冷却塔，常见形式有：逆流式玻璃钢冷却塔和横流式玻璃钢冷却塔。

逆流式冷却塔就是水在塔内填料中，水自上而下、空气自下而上，两者流向相反。逆流式冷却塔主要由塔体、填料、旋转布水器及布水管、风机、风机电动机、进风窗等组成。图 3-85 所示为圆形逆流式冷却塔，图 3-86 所示为方形逆流式冷却塔。



1-进出水总成 2-进水管 3-中壳体 4-布水管 5-布水器 6-上壳体 7-电机支架
8-电动机 9-减速器 10-风机 11-淋水填料 12-进风窗 13-过水底盘 14-支架

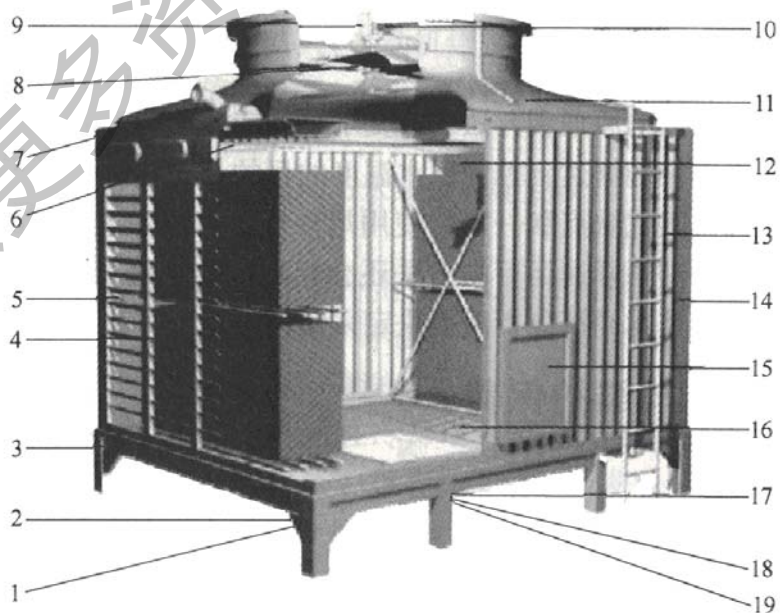
图 3-85 圆形逆流式冷却塔



- 1-底部支架 2-进风窗 3-填料 4-塔体 5-上部钢架 6-喷嘴 7-配水管 8-风筒
9-电动机 10-传送带减速器 11-井架 12-风机 13-收水管 14-扶梯 15-进水管
16-手动补水管 17-自动补水管 18- 出水管 19-排污管 20-溢流管

图 3-86 方形逆流式冷却塔

横流式冷却塔采用两侧进风，靠顶部的风机使空气经由塔两侧的填料与热水进行介质交换，湿热空气再排向塔外，其结构如图 3-87 所示。



- 1-出水口 2-塔脚 3-过水底盘 4-填料 5-进风窗 6-配水盘 7-稳压系统



8-风机 9-电动机 10-电机支架 11-上壳体 12-钢架 13-收扶梯 14-面板
15-检修门 16-检修过道 17-溢流管 18-自动补水管 19-手动补水管

图 3-87 横流式冷却塔

横流式冷却塔和逆流式冷却塔相比，有以下特点：

1) 逆流式冷却塔控制冷却水温度比较准确，且横流式冷却塔受气温影响较逆流塔大，风机效率比逆流式冷却塔低。因此，在不受场地条件限制的情况下，最好选用逆流式冷却塔。

2) 当采用多台冷却塔并联使用时，横流式冷却塔比逆流式冷却塔具有占地少的优点。

3) 在热工性能相同的条件下，横流式冷却塔填料用量大，但清洗方便。

4) 在逆流式冷却塔中，玻璃钢壳体可以作为受力结构，承担塔体上部载荷。在横流式冷却塔中，玻璃钢壳体只起到围护作用。因此，前者较能发挥玻璃钢的强度作用。

3.12.2 冷却塔的检查与维护保养

冷却塔组成构件多，工作环境差，因此检查内容也相应较多，而且除了一般维护保养外，还要做好保证冷却效能正常发挥的清洁工作。

1. 运行前的检查

当冷却塔停用时间较长，准备重新使用前（如在冬、春季不用，夏季又开始使用），或是在全面检修、清洗后重新投入使用前，必须要做的检查与准备工作内容如下：

1) 由于冷却塔均由出厂散件现场组装而成，因此要检查所有联接螺栓的螺母是否有松动；特别是冷却塔系统部分，要重点检查，以免因螺栓的螺母松动，在运行时造成重大事故。

2) 清理水池中的杂物和污泥，打开水池的排污阀，将塔体各部件上的灰尘冲洗干净，以防止杂物、尘土进入冷却水循环系统中。尤其是冷却塔初次安装运行前，应先对冷却塔进出水管道、底池、冷却水系统管道进行彻底冲洗，除去塔内和循环水管内的杂物，再安装雾化装置，以防堵塞喷嘴。

3) 检查传动带的松紧度是否相同。若不同则换成相同的，以免影响冷却塔转速，加速过紧的传动带的损坏。



4) 检查风叶和风筒的间隙。该间隙要均匀合适，其值不宜大于 $0.008D$ (D 为冷却塔直径)。用手盘动风叶，观察其转动是否灵活、平稳，若发现异常，应及时排除。

5) 关闭排污阀，通过调节浮球阀，保证水泵开启后集水池的水位处在溢水口以下 20mm 处。初次运行时，还应检查各水管道和储水装置是否漏水。

6) 检查电源是否符合运转要求。运行时，电流值应不超过电动机铭牌额定电流的 95%。同时，检查电动机接线是否正确，检查接线盒的密封情况，以防渗水。

2. 冷却塔的起动、运行

1) 起动冷却水泵，待循环水系统管道内的空气排净后，再起动风机。不能在没淋水或淋水不正常的情况下，使风机运转。检查风机运转方向是否正确，一般迎风看，风机应沿顺时针方向旋转。

2) 检查冷却塔整体的运转情况。检查风机的运转是否平稳，散水和喷雾是否均匀，是否有水滴飞溅或漏水现象，集水箱液位是否符合要求，补水箱液面继电器是否正常动作，循环水量是否足够，进、出冷却塔水温是否正常，冷却塔的振动情况和噪声值是否在规定的范围内等。

3) 检查电动机的电压和电流是否符合电动机铭牌标示值。

4) 冷却水的水质控制：pH 值为 6.5~8.5，浑浊度最好不超过 150mg/L。

3. 冷却塔的清洁

冷却塔的清洁工作，特别是其内部和布水装置的定期清洁工作，是冷却塔能否正常发挥冷却效能的基本保证。

(1) 外壳的清洁 目前常用的冷却塔外壳大多采用玻璃钢或高级 PVC 材料制成，能抗太阳紫外线和化学物质的侵蚀，密实耐久，不易褪色，表面光亮，不需另刷油漆作保护层。因此，当其外观不洁时，可用水或清洁剂清洗。

(2) 填料的清洁 填料作为空气与水在冷却塔内进行充分热湿交换的媒介体，通常是由高级 PVC 材料加工而成，属于塑料一类，很容易清洁。当发现其有污垢或微生物附着时，可用水或清洁剂加压冲洗或从塔中拆出分片刷洗。

(3) 集水盘(槽)的清洁 集水盘(槽)中有污垢或微生物积存最容易发现，可采用刷洗的方法。清洗前先堵住冷却塔的出水口，清洗时打开排水阀，让清洗后的脏水从排水口排出，避免清洗时的脏水进入冷却水回水管。在清洗布水装置、



配水槽、填料时都要如此操作。在集水盘的出水口处加设一个过滤网，在这里设过滤网可以挡住大块杂物（如树叶、纸屑、填料碎片等），防止其随水流进入冷却水回水管道系统，清洗起来方便、容易，可以大大减轻水泵入口水过滤器的负担，减少其拆卸清洗的次数。

(4) 圆形塔布水装置的清洁对圆形塔布水装置的清洁工作，重点应放在有众多出水孔的几根支管上，要把支管从旋转头上拆卸下来清洗。

(5) 矩形塔配水槽的清洁 当矩形塔的配水槽需要清洁时，可采用刷洗的方法。

需要注意的是，除了外壳可以不停机清洁外，其他各部分的清洁工作都要停机后才能进行。



特别提示

因冷却水大多数含有钙、镁离子和酸式碳酸盐。当冷却水流经金属表面时，有碳酸盐的生成。另外，溶解在冷却水中的氧还会造成金属腐蚀，形成铁锈。由于锈垢的产生，冷却塔换热效果下降。严重时不得不在壳体外喷淋冷却水，结垢严重时堵塞管子，使换热效果失去作用。

研究的数据显示水垢沉积物对热传输的损失影响巨大，随着沉积物的增加会造成能源费用的加大。即使很薄的一层水垢就要增加设备中结垢部分 40% 以上的运行费用。保持冷却通道中不含矿物沉积物可以很好的提高功效、节约能源、延长设备的使用寿命，同时节约生产时间和费用。

长期以来传统的清洗方式如机械方法（刮、刷）、高压水、化学清洗（酸洗）等在对设备清洗时出现很多问题：不能彻底清除水垢等沉积物，而且酸液对设备造成腐蚀形成漏洞，残留的酸对材质产生二次腐蚀或垢下腐蚀，最终导致更换设备，此外，清洗废液有毒，需要大量资金进行废水处理。

因此，具体采用哪种方式，要根据实际情况来选定。也可参照本资源库课程《空调工程施工与运行管理》中的“中央空调系统循环水的水质处理”单元项目内容进行相关学习。

4. 冷却塔的日常维护保养

1) 定期检查冷却塔循环水的水质情况，为防止污垢及藻类的形成，应定期投



放阻垢、灭菌剂。

2) 定期检查塔体、集水池、散热材料等部件的结垢情况，必要时进行清洗、除锈、除垢等处理。

3) 定期检查水分布系统，看其喷嘴有无堵塞现象。一般半年进行一次检查和保养。长期停止运行时，也应对雾化装置进行检查、保养。

4) 对于塔体和支架，在运输或安装过程中容易操作不慎而损伤，或者因使用水质的问题出现局部腐蚀现象，因此必须涂上防锈剂（漆），进行防腐保护。

5) 在安装、检修及维护过程中，不要踩在集水池、PVC 散热材料及进、出水管上，以免压坏设备。

6) 定期（一年）对设备进行一次全面检查和保养。

3.12.3 冷却塔的故障分析与维修

冷却塔在运行过程中经常出现的故障及其原因分析与解决方法参见表 3-3。

表 3-41 冷却塔常见故障及其原因分析与解决方法

故 障	原因分析	解决方法
出水温度过高	1) 循环水量过大 2) 布水管（配水槽）部分出水孔堵塞，造成偏流 3) 安装环境不符合要求 4) 通风量不足 5) 进水温度过高 6) 吸、排空气短路 7) 填料部分堵塞造成偏流 8) 室外湿球温度过高	1) 调阀门至合适水量，或更换容量匹配的冷却塔 2) 清除堵塞物 3) 安装在通风良好、远离热源的地方 4) 参见通风量不足的解决方法 5) 检查冷水机组方面的原因 6) 改善空气循环流动为直流 7) 清除堵塞物 8) 减小冷却水量
通风量不足	1) 冷却塔转速降低 ① 传动带松弛 ② 轴承润滑不良	① 调整电动机位置，张紧或更换传动带 ② 加润滑油或更换轴承
	2) 冷却塔叶片角度不合适 3) 冷却塔叶片破损 4) 填料部分堵塞	2) 调至合适角度 3) 修复或更换冷却塔叶片 4) 清除堵塞物



故障	原因分析	解决方法
集水盘(槽)溢水	<ol style="list-style-type: none">1) 集水盘(槽)出水口(滤网)堵塞2) 浮球阀失灵,不能自动关闭3) 循环水量超过冷却塔额定容量	<ol style="list-style-type: none">1) 清除堵塞物2) 修复浮球阀3) 减少循环水量或更换容量匹配的冷却塔
集水盘(槽)中水位偏低	<ol style="list-style-type: none">1) 浮球阀开度偏小,造成补水量小2) 补水压力不足,造成补水量小3) 管道系统有漏水的地方4) 冷却过程失水过多5) 补水管径偏小	<ol style="list-style-type: none">1) 开大到合适开度2) 查明原因,提高压力或加大管径3) 查明漏水处,堵漏4) 参见冷却过程失水过多的解决方法5) 更换补水管
出风中夹带水雾过多	<ol style="list-style-type: none">1) 循环水量过大2) 通风量过大3) 填料中有偏流现象4) 布水装置转速过快5) 挡水板安装位置不当	<ol style="list-style-type: none">1) 调节阀门至合适水量或更换冷却水泵2) 降低冷却塔转速或调整冷却塔叶片角度或更换风机3) 调节进水阀门开启度4) 调至合适转速5) 重新安装
电动机过热或烧坏	<ol style="list-style-type: none">1) 电动机短路、外壳带电、密封或绝缘不良等2) 电动机电源接线错误或缺相3) 轴承损坏或弯曲、轴承内有异物或轴承缺油4) 电源电压不符合规定5) 风机安装角度太大或各风叶角度不一致	<ol style="list-style-type: none">1) 检修或更换电动机2) 按电动机铭牌重新接线3) 更换或清洗轴承,补充润滑油4) 保证电压稳定5) 调整风机和风叶角度
有异常噪声或振动	<ol style="list-style-type: none">1) 冷却塔转速过高,通风量过大2) 冷却塔轴承缺油或损坏3) 冷却塔叶片与其他部件碰撞4) 有些部件紧固螺栓的螺母松动5) 冷却塔叶片螺钉松动6) 传动带与防护罩摩擦7) 齿轮箱缺油或齿轮组磨损	<ol style="list-style-type: none">1) 方法同上2) 加油或更换轴承3) 查明原因,排除4) 紧固5) 紧固6) 张紧传动带,紧固防护罩7) 加够油或更换齿轮组
冷却水污染	<ol style="list-style-type: none">1) 水质差或没有进行及时有效的水处理2) 过滤网破损3) 周围环境存在污染源、空气质量差	<ol style="list-style-type: none">1) 定期清洗和投加药剂2) 更换过滤网3) 重新选择冷却塔的安装位置