冷却塔调试

设计，施工和启动检查表

由戴夫.塞勒斯（波特兰节能公司高级工程师） 撰写

像大多数其他 HVAC 设备一样，冷却塔的调试在设计期间就开始了，并通过施工，启动和运行继续进行。

设计清单

以下问题通常被归类为构建，启动或操作问题，如果早期未采用，这些也可以用作您下一个冷却塔项目的调试清单。

考虑使用电子液位控制代替浮阀，以最小化阀门维护，并提供更可靠的液位控制。该方法还允许位于内部的尾吹连接，解决尾吹线的热痕迹和其它低温天气问题。高低水平探针通常易于添加到有正常水平对照探针的支架中。考虑热追踪，绝缘和管道成本时，与浮阀相比，该方法具有更低的第一成本此项附加优点。

考虑到计量尾吹和吹扫流速，许多水处理系统需要这些流量中的一个或另一个以适当操作，且大多数水公司将减少用于排水的费用，记录多少补给水是被蒸发掉了，而不是排放到了下水道，并适当定位水处理系统检测探头和水处理化学品注入配件的规定。

考虑不使用电热的防冻保护法：某些系统可以使用来自运行中的冷却器的冷凝蒸汽，热水或低温废热，所有这些系统使用比电能（在仪表和源头上）更少的能量。如果巧妙运用，可以消除该系统的外部管道热追踪和绝缘问题，特别是在较为温和的气候条件下。许多情况下，考虑到所有成本（电加热元件和相关布线，互锁和相关布线，热跟踪，绝缘），替代方法具有相等或更低的第一成本和更低的操作成本。

•振动警报
•高级别警报
•低水平警报
•尾吹累积
•吹扫流量累积
•水池加热器和热痕迹操作

相关事项和警报正确应用时将可防止由于风扇不平衡或传动系统问题而造成的塔下区域积水，水处理控制损耗和水泵及水池加热器的损坏，意外的冷却器停机和不必要的能源消耗，并减少排水费用。

考虑使用刚性平均温度传感器，该传感器被放置于水池平均温度处以输入到控制回路，而不是排出管线中的管道处安装传感器。塔池温度可分层，特别是深池和非变速风扇，当风扇运行时，将产生冷水层；当风扇关闭时，将产生温水层，塔外线路中的传感器将能看到温度的阶梯变化，因温层水离开水池并被来自冷却层的水替换。使得控制回路不稳定，难以调整。在池底平均温度处的传感器将平滑控制回路的输入，并以更少的风扇循环提供更精确的控制。

考虑到根据冷却技术协会标准规定的性能测试。不要忘记它包括了必要的水井和传感点，以适应这些测试。
有关这些标准和要求的信息，以及有关冷却塔设计，结构，安装和操作的其他有用信息，请访问 www.cti.org。

对于冷却塔的冷凝器水管和结构钢支架及其他暴露在外的金属，应进行灌注和涂漆以确保使用寿命和整洁外观。最好对管线进行颜色编码，特别是在复杂的管道系统上。
当管道用于多塔时，布置管道应使得每单元和每连接点的供应和返回连接是对称的，并自平衡。

对于多节电塔，除了电源和回线之外，还要在电池间的均衡连接中包括隔离阀，以便在不关闭整个系统的情况下，单个电池可单独停用。

确保水泵的选择对于多共享公共管路的多泵系统不会过载，以防多泵共享公共管路回路在泵曲线下运行时（如果系统以小于峰值流量运行）过载跳闸。

位于泵吸入侧的任何过滤器或筛网前都包括了一个计量接头，以便操作员可以监控过滤器的压降，并避免由受污染的过滤器引起的 NPSH（汽蚀）问题。

包括通向风扇甲板和热水池的梯子，内部通道平台，楼梯和通道及圆形屋顶安装的管道，以实现良好的操作和维护。按当地政府及 OSHA（职业安全与健康管理局）的安全要求调整扶手，栏杆和维修梯。

确保塔架及其安装和支撑系统都采用了相关地震荷载设计。请谨记：标准安装导轨通常不足以承受地震荷载。

在设计期间应与当地社区协调，以确保安装符合当地要求。这通常涉及了视觉和噪音要求。谁也不想在安装完成之后收到建筑审查委员会的律师函。

关于安装场所的噪音问题，请考虑以下事项：
- 在设计时，调整塔架尺寸以最小化风扇速度。可能有助于节省能量，抵消增加的第一成本。
- 在设计条件和负载变化导致电机速度变化时，使用变速驱动器而不是单速或多速电机来最小化风扇噪音。
- 使用建筑声学的百叶窗，以尽量减少冷却塔的视觉和噪音影响。对于冷却塔放置位置的视觉外观问题，请确保任何百叶窗或其他筛选设备的位置都不会影响冷却塔的空气流动而降低其性能。其他可能的问题包括外壳限制了进入或离开塔内的空气流动，或产生导致从排出口到入口的再循环流动模式。如果面临情况之一，你可能需要加大塔架或采取其他措施来获得所需的性能水准。

关于多塔的安装：
考虑到操控顺序，如果环境温度高于冰点，则不管负载如何，所有塔式单元上的流动水应以最小化塔能耗为准。由于减少了运行的风扇数量，施行该种运行模式将显著节约能源。然而，当温度低于冰点时，该种模式则不适用，因为填充物将比流动水更快地结冰。一些制造商不会提供该种模式下的冷却塔性能参数，无论环境温度是何种情况，若您预期使用此方法，应在实施前与冷却塔制造商进行商定审核，以确定是否存在任何需要考虑的操作限制。

对于多塔安装，考虑到控制顺序，在将任何风扇切换到高速前，以低速运行所有单元上的风扇以最小化能耗。

考虑到季节性极端情况，以及选择塔架和开发其运行时的统计规范序列，这对于必须全年运行和/或关键服务应用程序的冷却塔尤其重要。如果您的冷却塔将全年运行，所处位置的气候条件会出现冻结天气，那么就需要特殊设计。在 32 华氏度以下，几个小时的操作就会使塔内结冰。

在设计安装和控制顺序时，请考虑冷却器最低允许进入冷凝器的水温。即使你的冷水机组只需要在室外温度高于 50 华氏度时运行，空闲塔的水温可能会低于机器所能承受的水温。 这可能导致启动问题，除非系统已被设计为通过在建筑物内再循环水来处理以使用冷却器被排出的热来预热系统。

确保您的控制顺序规范在风扇运行下对塔式旁通阀进行排序，以防止旁通阀打开时运行风扇。

对于必须在低温下操作的冷却塔，请确保您的控制顺序规范：
•同时逆转所有电池，以防止一个电池的放电通过相邻电池循环回来并使风扇叶片结冰。
•容易调整以满足实际操作条件。
•在温度达到冰点的天气情况下，将旁通阀作为双位阀操作，以减少填充物结冰问题。

对于具有多速电机的冷却塔：确保控制顺序反映出了从高速切换到低速时需要的时间延迟，理想的系统应该不管速度如何经由选择器开关手动切换还是控制系统自动切换，都能执行时间延迟。另外互锁设计也有助于防止无意中同时给高速和低速绕组通电，使用 Form C 触点制作高低速开关也有助于防止这样的问题发生。
对于现场竖立的冷却塔，请确保合同文件充分表明了索具和装配要求，以避免后续产生更改订单的问题。
验证是否包括灭火喷洒器要求，并与项目的其他防火要求相协调。对于由木材制成的大型立式冷却塔或包含大量其他可燃材料（如塑料）的冷却塔，防火通常是个重要的问题。除符合当地法规要求外，您还应该咨询建筑保险承保人，以确定喷洒器的要求，承销商的要求可能比当地法规的要求更严格。

结构检查表
确保冷却塔实际供应的车间图表显示冷却塔将满足所有项目要求，包括温度，流量，重量，风扇功率，声功率，可能限制气流的障碍物间隙等。
确保控制系统车间图形按照您设计所需的方式来反映操作顺序的详细信息。
在项目初期应与管道安装人员会面沟通，以确保清楚地了解与安装相关的细节，包括管道布置和仪表端口要求。
在制造过程中，执行性能测试的公司要多次检查现场安装以确保其正确地满足认证测试的需求。
在施工期间进行几次现场检查，以验证设计是否得到正确实施，并主动解决由于现有或隐藏条件引起的问题。

启动和操作清单
- 验证整体安装是否符合计划，规格及制造商安装手册的要求。
- 验证变频器上的最小速度设置是否与冷却塔传动系统的要求相一致。这对于具有使用飞溅润滑方法的齿轮箱的冷却塔尤其重要。
- 验证用于对风扇和旁通阀进行顺序控制的控制系统的传感器，位于旁通水与来自塔筒的水混合的下游点。

- 对于多速塔式风机，请验证：
  - o 提供速度变化的时间延迟足以防止从高速切换到低速时的驱动问题。
  - o 互锁预先同时激活高低速功能。

- 检查所有安全联锁装置是否正常工作。

- 验证系统和控制回路在所有负载条件（冷和干，热和潮湿）及流量条件（最小泵开，所有泵开）下的性能和稳定性。与大多数调试过程一样，一些测试，调整和调试将在第一年的操作过程中进行。

- 对于在寒冷天气下必须工作的冷却塔，请验证：

  - o 调整周期以最小化反向所花费的时间，但在所有温度条件下，充分融化来自填充物进入侧的积聚冰。
  - o 当低于冻结温度时，旁通阀作为双位阀工作。

- 当温度升高到冰点以上时，水池加热器和加热器系统关闭。

- 地震约束装置是否已被正确安装和调整。

- 测试结果已表明塔架按规范执行。

- 启动筛已从过滤器中移除并更换为砾石筛。启动筛设计用于在安装后辅助管道系统的清洁和冲洗，因此通常是相当细的网。如果冷凝器 - 水系统与这些筛网一起操作，则它们通常会被污染并引起一些很麻烦的问题，包括在水泵处的 NPSH /空穴问题和在冷却器处的头部压力问题。使用过程屏幕替换掉仅保留材料，并有可能损害水泵或塞管的屏幕，将能最小化此类烦扰问题，并节省部分能量，因为过滤器的压降更低了。