你的冷却塔在热性能上

达到100%了吗?

冷却塔从未能以最佳性能工作！正是因为对设备争议颇多的认知错误，工程师们致力于得到一台运转完美的设备，于是经常过分细化冷却量或进气湿球温度，或对两者都进行细化。

怎样才能保证冷却塔按照最初的参数运作呢？此篇文章将总结归纳运作不良的原因及有效解决方案。

冷却量 vs. 热性能

a) 冷却量.

冷却塔的选择取决于设计冷却量，即冷却水流速；入水（热水）温度；出水（冷水）温度；进气湿球温度。

若冷却塔实际低于设计尺寸，则会有一种误解认为冷却塔的散热比原本可用的少，事实上冷却塔会散掉所有的传导热，只在小尺寸的冷却塔才会在高于设计温度的环境中进行。

举个例子，选择了一个最低温度5度，温度范围为5度的冷却塔。若它在该尺寸上有25%的缺陷，那么实际最低可降低到大于7度，比原本设计需求高了大约40%。

b) 热性能.

一个和冷却量经常混淆的术语就是冷却塔的热性能。此术语用来衡量冷却塔依据原始设计参数处理实际载荷的温降处理能力。

该术语被定义为在设计条件下，冷却塔实际用于冷却的流量百分比。既在实验标准下进行测试，得到结果时所达到的水量。

热性能评估

如果薪水或发票中的支付款项出现差额将很明显，但若要检查冷却塔运作中出现的缺陷却不那么容易。冷却塔可能并没有以最优性能运转，但如何去检验和改进则比较困难。困难的原因是塔的性能受诸如水流速，空气温度和热负荷等变量的影响。 如果要检测塔的性能需要所有变量匹配设计条件，将十分耗时。幸运的是，存在与设计不同的条件下评估冷却塔性能的方法。

为精确测试冷却塔（性能），所需的不仅是在冷却塔附近摆动着的悬挂式湿度计，还需参照水泵曲线来评估水流量，以及用精确度为半度的温度计测量水温。高精确度的测量是必要的，因为虽然温差对于降温区间及趋紧温度的影响很小，但是对温差的高精确测量却对实验结果有着很大的影响。

如表格给出了一组冷却塔的设计条件。对照2组测试条件下的设计数据，进行实验A和实验B

	设计	测试A	测试B
水流量(m^3/h)	907	842	878
热水温度（° C)	37.0	31.6	31.7
冷水温度（° C)	32.0	27.2	27.1
湿球温度（° C)	27.0	20.1	20.2
扬程(K)	5.0	4.4	4.6
趋近(K)	5.0	7.1	6.9
热负荷(kW)	5276	4311	4700
性能 (%)		86.0	96.5

实验A是一组十分严谨的测试数据，实验B则在水流量计算上产生了4%的误差，而在冷水，热水及湿球温度等读取中产生了0.1℃的误差。这些误差可能看起来没那么重要，然而它们却影响了实验结果，导致最终的热性能下降，实验A为86%，实验B为96.5%，比较可知误差超过10%。

实验B通常会因95%的热性能被验收，然而考虑到冷却塔满足上述设计条件将花费约30,000美元，则上述例证中热性能14%的实际差额约值4000美元，考虑到价差，冷却塔仅提供70%或更少的热性能更划算，这将导致一个忧虑，即尽管冷却塔有许多不同的性能测试标准，性能不足的情况还是会发生。

小尺寸冷却塔的表现

无论什么原因，错选，安装不良或制造商检测不严，当一个冷却塔的尺寸与需求不匹配时，将会导致以下多种问题的发生。

a) 成本价

所有条件相同的情况下，只提供80％冷却能力的冷却塔初始成本比提供100％冷却能力的冷却塔便宜约20％，在竞争环境下投标一个项目，小的差价也可以影响结果。

b) 运行成本

尺寸过小的冷却塔将产生比规定水温高的水温，导致总装置的低效率运转，效率较低则相当于更长时间的运行，从而导致较高的能源成本。

c) 关键的工厂操作

computer operational malfunctions. or a downgraded product can be the result of high water temperatures. 对于关键条件如智能系统，高于设计的空调温度可能导致智能系统操作故障问题。工业应用中，生产损失或降级产品可能导致高水温问题。

d) 设备寿命

由于较高操作温度引起的附加压力，可以预期工厂操作将会减少设备的使用寿命，且较小尺寸的冷却塔使初始成本的收益快速减少。

<u>防止过冷的冷却塔</u>

有什么方法能够确保安装性能令人满意：

- 制造商或其代理表明保证冷却塔的容量并提供安装保护？
- 使用获得 CTI 认证企业的产品能否保证性能？
- 冷却塔试验符合日本标准 JIS B 8609 的要求能否保证性能？
- *冷却塔的测试符合中国标准 GB7190.1 的要求能否保证性能？*
- 制造商进行现场测试通常使用最小仪器，能否提供任何保证？

不幸的是，即使所有上述条件都适用，冷却塔的性能也不能得到保证。考虑以下：

- 如果制造商将特定尺寸的冷却塔引用到一组设计条件中，则假定制造商保证冷却塔将在此条件下工作，不幸的是，事实并不总是这样，一些制造商对其冷却塔的评级高达 40%。
- 许多冷却塔制造商都是 CTI 的成员，该机构是一家总部设立在美国的全球性组织，CTI 通过提高冷却塔的真实等级来提高冷却塔的性能。作为 CTI 成员，可使用 CTI 标识，但具有 CTI 标识的产品也不能保证其性能。
- 日本工业标准：JIS B 8609 – 机械冷却塔的性能测试，涵盖了热性能，噪音，漂移和电力。一些冷却塔制造商宣称，他们的冷却塔根据 JIS B 8609 进行测试。该标准规定，在标准设计条件下，用于容量为 233 kW 或更小的冷却塔，即大约 11 升/秒的水流量，这表明此标准适用于小设备
- JIS B 8609 是实验室操作规范，不适用于现场测试冷却塔。在 JIS B 8609 中，没有强制要求使用该测试来证明冷却塔的实际容量。
- 与上述日本标准一样，中国标准 GB 7190.1 涵盖了热性能要求和其他与冷却塔相关的事项。与日本标准不同的是，中国标准还涵盖了冷却塔的热性能认证形式。

  然而，该标准在热性能测试方面有以下问题：

- 测试容差为 10%太高了，因为最终用户理应得到与他们所付费用等同的服务。
- 所需仪器精确度不够高，不能为最终结果提供保证，我们已在上文中讨论过，看似小的测量误差可能导致被测试冷却塔最终计算能力出现大的误差。

  除对测试结果准确度的关注外，我认为中国标准提供的认证不够严格，该标准不能向购买者提供他们将获得的指定冷却塔性能的信心。

- 为克服小型冷却塔引起的问题，一些顾问指出，应进行现场测试以验证其性能。然而，若制造商提供且已接受对冷却塔进行测试，则测试的整个目的将失效。

  因为大多数制造商将使用质量可疑的最小设备进行测试。该种情况下，错误是常见的，但这么做明显有利于制造商。参考上述数据表可以看出，测量量中微小偏差如何能够在最终结果中产生巨大的差异。制造商不仅可以在读取数据时产生偏差，而且还有其他技巧来使测试结果偏向制造商本身。因此，即使指定具有所有最好意图的站点测试也不一定能够确保最终结果为所需性能的冷却塔。

如果希望冷却塔提供指定性能，则有两种方法可确保得到最高质量的冷却塔：

指定对诸如CTI测试代码ATC-I05等合格标准的测试，测试由具有必要技能和高质量仪器的独立测试机构执行。

购买已经过热性能认证的冷却塔，且唯一存在的绩效认证体系是由CTI进行的。

独立冷却塔热性能测试。

对测试代码良好的传导现场测试包括水流速的测量，冷热水温度，进入空气湿球温度，风扇电机电气特性和风速及风向。这些测量值规定在设计条件的一定限度内。因为水冷却塔依靠热和质量传递来影响冷却功能，所以它们被评定为稳态条件。虽然不可能在现场获得稳态条件，但测试代码规定了各种测量量在测试期间可以变化的最大变化率

仪器是至关重要的，应校准到可接受的标准。测试测量的记录应该优选为自动，特别是对于在信息收集中使用大量仪器的大型塔。

对于各方利益都至关重要的是，信赖来源于测试人员进行测试和解释所得数据的能力。为了确保质量，CTI有一套操作流程，它授权测试机构在其主持下进行热性能测试，这种许可证只有在申请人经过CTI严格审查后才能获得，审查的目的是确保测试的质量，测试报告和被许可人具有完全独立性，不存在任何利益冲突的可能性。

我不推荐对每个冷却塔都进行测试。但对于较大的冷却塔和用于关键设施的冷却塔，与冷却塔初始成本相比，测试价格是合理的，小型塔对整个设备生命周期成本的影响是值得的。

如果试验证明塔架的能力缺陷超过5%，则作为合同义务的一部分，塔架制造商应要求升级塔架并重新测试，费用由塔架制造商承担。如果塔架仍有缺陷，则进行进一步的升级和重新测试。令人惊讶的是，采用这种规格的情况下，安装尺寸较小的冷却塔的机会大大减少。

认证的冷却塔热性能

为了降低现场热性能测试的成本，并保证所购冷却塔确实达到其额定值，特别是较小的模块化冷却塔，CTI引入了如CTI标准STD中所概述的认证方案 -201。

该计划的执行是严格的，目前为止，一些制造商已取得一系列认证。如果工业压力迫使本地制造商使用此方案将有利于冷却塔用户的利益。

CTI认证计划涉及制造商应提交的内容如下：

- 要认证的冷却塔管线的一般描述，包括目录（如果有的话）。
- 每个包括生产线的冷却塔模型的“公布评级”的副本。
- 包括线路的每个冷却塔型号的物理数据表。

从模型系列中，CTI选择一个模型，并对其测试代码ATC-I05进行热性能测试。冷却塔可在实验室或现场进行测试。若测试通过，建议的塔线获得认证。若测试失败，制造商可以选择修改冷却塔的额定值或修改线路，或对两者都进行修改，然后再进行进一步的测试以验证性能。

在对冷却塔系列进行认证后，要求制造商每年通过测试重新验证性能，此测试由CTI进行。

此方案使得冷却塔的购买者相信他们正在获得根据其等级来执行的设备。此方案获得了许多人的认同。

结论

冷却塔的声誉较差，则一般认为他们不提供他们的评级表现。为了克服低性能冷却塔的可能性而指定高于所需的设计条件，这种“解决方案”可能导致原始问题的持续存在。

可以通过指定由独立和有经验的测试机构进行现场测试，或通过购买具有认证的热额定值冷却塔来获取100％的冷却能力，这两个选项都可以在冷却塔研究所进行的计划下获得，这些做法的更广泛采用只能确保降低冷却塔的操作问题。

2004

特里瓦特

CTI认证测试仪iR.