

闭式冷却塔在石化行业的应用

雷杨涛

胜帮科技股份有限公司 陕西 西安 710065

摘要: 石化行业中冷却塔是生产过程中不可或缺的设施, 其在生产过程中发挥着重要的作用, 但是目前主流的冷却塔还是采用开式塔, 传统的开式冷却塔存在水资源和能源浪费、投加大量药剂、生产过程中水质污染等问题, 而闭式冷却塔具有节水节能、药剂投加少、水质污染小等优点, 使得它在石化行业有不错的应用前景。

关键词: 闭式冷却塔; 石化行业; 应用

引言: 我国是一个水资源丰富但是淡水资源极其短缺的国家, 水资源分布极不均衡, 再加上很长时间内对水资源的不合理开发和污染等问题仍未完全解决, 水资源的短缺仍然影响着各行业的可持续发展。石化行业循环冷却水耗水占比最大, 可以占到企业总用水量的80%甚至更高, 因此, 提高循环水的重复利用率是目前的重中之重, 闭式冷却塔可以有效的解决这一问题。

1 闭式冷却塔的简述

闭式冷却塔包含两种型式, 分别是干式冷却塔和蒸发式冷却塔。

干式冷却塔, 也就是空冷器, 热水在散热翅管内流动, 利用与管外空气的温差, 形成接触传热使管外空气的温度升高, 从而降低管道内的热水的水温。

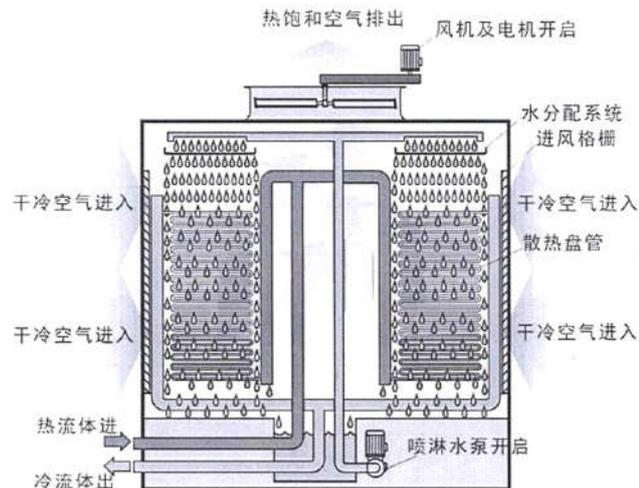


图1 闭式冷却塔工作原理示意图

蒸发式冷却塔是空冷器和湿式冷却塔的组合, 包含内循环系统和外循环水系统, 内循环水在冷却塔的盘管内流过, 热量传至盘管管壁, 塔顶风机作抽风运动, 喷淋水与抽入的新风在冷却塔内通过接触, 进行热量交换, 此时, 喷淋水的水温降低, 并在盘管的外壁上形成水膜, 盘管外

壁的热量传至水膜后掉落至塔底水池, 达到内循环水冷却的目的, 少量的喷淋水经过该过程后蒸发损失, 其余喷淋水会掉落至塔底水池汇集, 如此循环往复。

虽然干式冷却塔没有水的蒸发损失, 也无风吹损失和排污, 但是水的冷却靠接触传热, 冷却极限为空气的干球温度, 效率太低, 冷却水的温度高, 同等规模的冷却塔, 干式冷却塔需要大量的换热盘管, 造价使蒸发式冷却塔好几倍。因此, 在有条件的地区, 应尽量采用蒸发式冷却塔, 下文闭式冷却塔的描述均为蒸发式冷却塔。

2 闭式冷却塔的优势

(1) 闭式冷却塔封闭循环, 内循环水几乎无消耗, 外循环喷淋水有消耗, 补水量仅为循环水量的0.5%-1%。当环境温度低于某个温度时, 可以逐步减少喷淋水量, 即逐步开始停掉喷淋水, 以环境空气作为冷却介质, 环境温度与循环水要求降低的温差越大, 节约的水量越大。适用于缺水地区。

(2) 采用闭式冷却塔, 冷却水只需在全程在密闭管道中流动循环, 不像开式冷却塔, 需要重新采用水泵提升, 节省了水泵增压。虽然喷淋水也需要加压, 但由于喷淋水的量比内循环少很多, 且喷淋水泵需要的扬程也要低很多, 所以节能效果相当明显。

(3) 闭式系统采用脱盐水作为循环冷却水及其补水, 要求满足《工业循环冷却水处理设计规范》(GB50050-2007)中各行业闭式系统循环冷却水的水质指标, 如表1所示。

表1 闭式系统循环冷却水水质指标

适用对象	项目	单位	许用值
各行业闭式系统	电导率(25℃)	μs/cm	≤ 10 ¹
	pH(25℃)	-	-8.0~9.0

另外, 由于闭式冷却塔封闭循环, 冷却水几乎无蒸发, 内部钙镁离子等浓度基本保持不变, 塔身盘管内部不易结垢, 相连管道及工艺设备也不易结垢。

(4) 由于循环冷却水一直处于密闭状态,不会接触到外界空气,而是通过盘管管壁间接与外界的空气和喷淋水等进行换热,因此内循环水不会蒸发、污染、浓缩,所以一般不需要补水,也不需要加药,可以延长相关设备的使用时间,减少检修的频率。

(5) 由于封闭循环,外部灰尘、树叶及其他物质无法进入内循环系统,不会造成水泵损坏、管路堵塞等问题。

(6) 闭式冷却塔虽然前期建设费用高,但是后期运行节水、节能、运行稳定安全、效率高、检修费用低,长期运行的话,费用方面仍占优势。

3 闭式冷却塔运行的注意事项

3.1 冷却塔防腐阻垢

闭式系统需要注意防腐阻垢,尤其是与喷淋水相关的换热器、换热盘管和塔构件。由于循环水的热量传导至喷淋水,是喷淋水温度升高,水中的各种物质扩散速度加快,电解质溶液的电阻降低,加快了电化学腐蚀。喷淋水循环周期缩短,接触空气时间增长,溶解氧增多,也增加了钢铁的耗氧腐蚀量。此外,还需要注意喷淋水中 Cl^- 、 S^{2-} 、 SO_4^{2-} 、 Ca^{2+} 等离子对碳钢的腐蚀,以及 Cl^- 对不锈钢和合金等金属的局部腐蚀性。为减缓系统腐蚀,尤其是塔部件的局部腐蚀,在加强喷淋水水质管理的基础上,及时进行塔组件的清扫,并通过热浸锌、增加防腐涂层或升级材质等方法强化闭式冷却塔组件的抗腐蚀性。

3.2 冷却塔防冻

根据环境温度和冷却负荷的变化,及时调整冷却塔的运行数量和风机的运行频率,有助于节省循环水系统运行费用。停止运行的冷却塔,应及时排放塔内循环水,并采用气体吹扫进行强制排空以防止冷却塔冻结。此外,冷却塔采用方便调节的活动百叶,在冬季低温情况下通过调节百叶开度,进行塔的保温。

3.3 盘管的清洗、维护

为了避免系统长期运行后,盘管表面由于各种原因产生腐蚀而影响降温效果,应设置高压水清洗系统,根据实际运行情况,对其进行定期清洗。

4 闭式冷却塔的工程应用实例

新疆哈密某石化企业,当地气候属温带大陆性干旱气候,冬季寒冷,夏季高温,降雨量极少,空气干燥,蒸发量大,风尘多。该企业循环水站设计规模为 $21000\text{m}^3/\text{h}$,冷却塔型式采用干湿联合型闭式冷却塔,单塔为 $1500\text{m}^3/\text{h}$,共计14座塔,补水采用除盐水,闭式冷却塔换热采用带翅片间壁式换热器及直管间壁式换热器组合的换热方式。当外界空气温度高于(不含) 5°C 时,通过逐渐开启外部循环

水喷淋泵、顶部风机,循环水自上向下流过湿冷盘管,空气由下部向上吹过湿冷管束表面,使管内循环水温度降低至工艺指标内。当外界空气温度低于(含) 5°C 时,关闭循环水喷淋泵,仅通过冷却塔内空冷段冷却使管内循环水温度降低至工艺指标内。

闭式冷却塔技术参数见表1:

表2 闭式冷却塔技术参数

名称		参数
气象参数	干球温度 θ $^\circ\text{C}$	32
	湿球温度 τ $^\circ\text{C}$	22
	相对湿度 %	42
	大气压 P hPa	961.6
除盐水	电导率(25 $^\circ\text{C}$)	$\leq 0.2\mu\text{S}/\text{cm}$
	pH(25 $^\circ\text{C}$)	8.8-9.3
水温	进塔水温 T1 $^\circ\text{C}$	42
	出塔水温 T2 $^\circ\text{C}$	32
	喷淋水停喷温 $^\circ\text{C}$	5
性能参数	单塔处理水量 m^3/h	1500
	飘滴损失率(按循环水量计)	$\leq 0.001\%$
	进风形式	选用侧面进风面
	噪声	$\leq 79\text{dB(A)}$
风机	风机类别	玻璃钢轴流风机
平面尺寸	平面占地尺寸	12.2 \times 13.4m

5 闭式冷却塔在石化行业的发展趋势和展望

随着环保和节能意识的不断提高,石化行业在探索新的节能技术和绿色环保发展的同时,对闭式冷却塔的应用和发展提出了更高要求。

(1) 智能化和自动化。随着智能化和自动化技术的不断发展,闭式冷却塔也开始朝着智能化和自动化的方向发展。通过智能控制系统,实现远程监控设备、智能调节等功能,提高设备的操作效率和标准化程度。例如,以循环回水的温度作为连锁值,根据企业实际运行的热负荷及环境温度等智能动态调节冷却塔风机、循环水泵及相关阀门等设备,最大程度实现节水、节电的目的。

(2) 节能降耗。目前,能源日益短缺,价格也不断上涨,从节能降耗的角度考虑是未来闭式冷却塔可持续发展的重要方向。通过采用智能节能技术和材料防腐技术等方案实现节能,例如采用智能变频调速技术,使设备的能耗降低,选择与设备匹配的复合材料和不锈钢材质等,从而使设备的运行成本更低,并倡导低碳环保,推进石化行业的可持续发展。

(3) 适应多种工艺需求。在现代石化行业中,不同工艺对闭式冷却塔的要求也大不相同。未来的闭式冷却塔需要适应多种工艺需求,根据实际需要进行针对性的

设计和调整。例如,在高浓度化学品的冷却处理中,对于防腐性能要求更高的设备,需要根据实际情况选择具有高防腐性的材料和涂层来保护设备的耐久性和安全性。

(4) 环保和安全。在未来,石化行业要持续推进环保和安全意识,对闭式冷却塔的生产和使用加强环保和安全防范。在设备的设计和材料选择中,需要注重环保和措施,降低对环境和人体的危害。同时,在生产和使用过程中,要加强设备维护和管理,降低设备的损坏率,保障设备运行的安全性。

(5) 具有可维护性和可修复性。为了延长闭式冷却塔的使用寿命,未来的设备还需要注重具有可维护性和可修复性的设计和材料。例如,在材料的选择上,需要选用具有良好维修性的材料,方便日常维护和故障处理。在设计方面,也需要考虑设备的易维护性,避免设计上的瑕疵导致设备出现难以维护的问题。

结论

闭式冷却塔能够有效地提高循环冷却水利用率,减少对水资源的消耗,并能缓解对环境的污染,具有节能、环保和经济的优势,随着我国经济的飞速发展,日益严峻的环境和资源问题的矛盾,闭式冷却塔近些年来有了极大发展,越来越被企业的认可,因此石化行业也应该广泛应用。

参考文献

- [1]机械通风冷却塔工艺设计规范. GB-T 50392-2016[S].
- [2]工业循环冷却水处理设计规范. GB/T 50050-2017[S].
- [3]安显威.煤化工项目中闭式循环水系统探讨[J].浙江化工,2015,46(04):42-44.
- [4]苏志强.神华吐鲁番兰炭项目干湿结合闭式冷却塔设计方案[J].神华科技,2017,15(01):79-83.
- [5]Ai-bing G,Mei-ping W.大型智能化复合型闭式循环水冷却系统[J].氮肥技术,2016,37(02):20-23.
- [6]邢兵,厉勇,张英.循环水闭式运行系统在石化行业的应用研究[J].当代化工,2017,46(06):1168-1171+1175.
- [7]马和旭,郭宏山,张鹏.闭式冷却塔在石化行业循环水领域的开发与应用[J].当代化工,2015,44(09):2204-2206.
- [8]史永宁.大型煤化工项目闭式循环冷却水系统设计探讨[J].工业用水与废水,2014,45(04):55-57+76.
- [9]林宏.谈干湿混合式冷却塔节水技术[J].福建能源开发与节约,2002(03):17-20.
- [10]唐峰,孙继涛,杨善远等.新型煤化工项目循环冷却水系统类型选择[J].工业用水与废水,2013,44(06):57-61.