

填料及配水非均匀布置对冷却塔性能的影响

Influence of Non-uniform Arrangement of Packing and Water Distribution on Performance of Cooling Tower

周生东¹ 冯海波² 袁汉川² 谭茹² 季薇²

Shengdong Zhou¹ Haibo Feng² Hanchuan Yuan² Ru Tan² Wei Ji²

1. 国能驻马店热电有限公司 中国·河南 驻马店 463000

2. 国能龙源蓝天节能技术有限公司上海分公司 中国·上海 200062

1. Guoneng Zhumadian Thermal Power Co. Ltd., Zhumadian, Henan, 463000, China

2. Shanghai Branch of Guoneng Longyuan Blue Sky Energy Saving Technology Co., Ltd., Shanghai, 200062, China

摘要: 论文以某 330MW 淋水面积为 5500m² 的双曲线自然通风逆流式冷却塔为原型, 构建了逆流式冷却塔配水区、填料区和雨区气水两相传热传质的计算模型, 分析了不同填料布置高度、不同填料片距及不同区域淋水密度对冷却塔冷却性能的影响。

Abstract: Taking a 330MW hyperbolic natural ventilation countercurrent cooling tower with a drenching area of 5500m² as the prototype, this paper constructs the calculation model of gas-water two-phase heat and mass transfer in the water distribution area, packing area and rain area of the countercurrent cooling tower, and analyzes the effects of different packing arrangement height, packing spacing and drenching density in different areas on the cooling performance of the cooling tower.

关键词: 填料; 配水; 非均匀布置; 冷却塔性能

Keywords: packing; water distribution; non-uniform layout; cooling tower performance

DOI: 10.12346/etr.v3i6.3701

1 引言

冷却塔是电厂循环水系统中的关键组成部分, 其热力学性能对电厂的经济性、安全性有着重要的影响。冷却塔主要传热传质区为喷淋区、填料区和雨区, 其中散热量的 60%~70% 通过填料区实现^[1], 然而喷淋区配水优劣也可直接影响填料区的传热传质。因此合理选择填料布置方式及内外区配水比例, 对于提高冷却塔冷却效率具有重要意义。

2 均匀布置下填料区传热传质特征

论文在无环境自然风条件下对冷却塔塔内传热传质强度沿径向的规律进行了研究。填料顶部截面空气流速沿冷却塔径向的分布如图 1 所示, 填料顶部截面空气温度沿冷却塔径向的分布如图 2 所示。

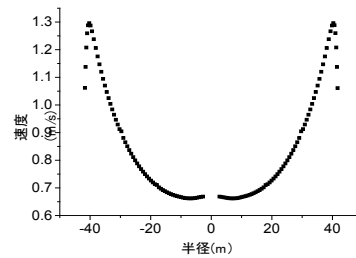


图 1 填料顶部截面空气流速沿冷却塔径向的分布

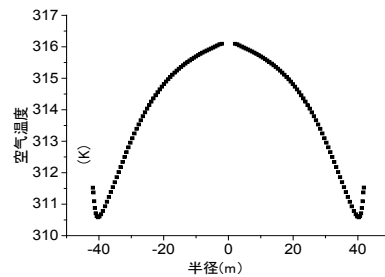


图 2 填料顶部截面空气温度沿冷却塔径向的分布

【作者简介】周生东(1990-), 男, 中国山东曹县人, 本科, 从事火电厂汽轮机检修管理研究。

由图 1 可知, 填料区域的风速总体呈现外区高内区低的特征, 内外区风速最大相差约 0.6m/s。由图 2 可知, 外围空气温度较低, 内围空气温度较高^[2], 说明内围空气的吸热吸湿能力已得到充分利用, 而外围空气还有一定的吸热吸湿能力。

基于图 1、图 2 沿径向将填料划分为不同的区域, 分别为 0~0.43R、0.43R~0.68R、0.68R~R。

3 填料不等高布置对冷却塔性能的影响

考虑可操作性, 设计了 3 种填料不等高布置方案, 表 1 对比给出了 1.0m 填料等高布置与三种填料非等高布置方式下冷却塔出水温度。

表 1 不同填料布置方案冷却塔出塔水温 (°C)

填料高度 (m)	1.0	0.8\1.0\1.2	0.8\1.0\1.1	1.0\1.1\1.2
出水温度 (°C)	31.609	31.391	31.481	31.387

由表 1 可知, 三种填料不等高布置方案下均能降低冷却塔出水温度, 分别降低了 0.218°C, 0.128°C 及 0.222°C。填料不等高布置后其顶部截面空气流速沿冷却塔径向的分布如图 3 所示。

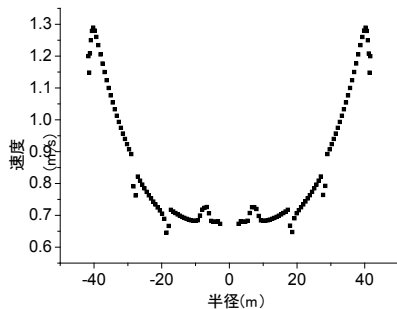


图 3 填料不等高布置后其顶部截面空气流速沿冷却塔径向的分布

由图 3 可知, 减小内围填料厚度后, 0~0.43R 的内区空气流速明显增大; 由于外区填料厚度增加引起阻力增大, 0.68R~R 对应的外区空气流速略有减小。

4 填料不等高不等片距布置对冷却塔性能的影响

在填料不等高布置方案: 沿冷却塔径向填料高度依次为 1.0m、1.1m、1.2m 的基础上, 改变不同区域的填料片距: 沿冷却塔径向填料片距依次为 35mm、30mm、28mm。表 2 为填料等片距与填料不等片距布置下的出水温度。

表 2 不同填料片距冷却塔出塔水温 (°C)

填料片距 (mm)	30、30、30	35、30、28
出水温度 (°C)	31.387	31.259

由表 2 可知, 较填料不等高等片距布置方案, 增大内区

填料片距, 减小外区填料片距, 可提高冷却塔的冷却性能, 较填料均匀布置时出水温度降低了 0.35°C。

5 不同淋水密度对冷却塔冷却性能的影响

基于第 3 节填料分区为 0~0.43R、0.43R~0.68R、0.68R~R, 填料高度为 1.0m、1.1m、1.2m, 填料片距依次为 35mm、30mm、28mm, 进行配水优化。总循环水量不变的条件下, 按照该冷却塔配水系统设置, 改变内外区的淋水密度进行优化分析。表 3 对比给出了不同内外区淋水密度方案和对应的出水温度。

表 3 不同淋水密度优化方案及优化结果

方案	内区淋水密度 (kg/m ²)	外区淋水密度 (kg/m ²)	出塔水温 (°C)
1	1.3947688	1.9796888	30.815
2	1.45288417	1.9403175	30.883
3	1.51099953	1.9009462	30.958

由表 3 可知, 相较于填料等高等间距及均匀配水, 冷却塔的冷却效果得到大幅度提升。其中方案 1 优化效果最佳, 相较于等高等间距均匀配水, 出塔水温降低了 0.794°C。方案 2 和方案 3 相较于填料等高等间距均匀配水, 出塔水温分别降低了 0.726°C、0.651°C。

6 结语

论文通过建立的某淋水面积为 5500m² 的双曲线逆流式冷却塔的三维数值计算模型, 计算分析了填料及配水非均匀布置对冷却塔冷却性能的影响^[3]。主要结论为:

- ① 填料不等高布置方式可降低冷却塔出水温度, 填料高度沿径向依次为 1.0m、1.1m、1.2m 时, 该冷却塔的冷却效果最佳, 较填料均匀布置, 出水温度降低了 0.222°C。
- ② 增大内围填料片距, 减小外围填料片距, 可提高冷却塔的冷却性能。较填料均匀布置, 出水温度可降低 0.35°C。
- ③ 与均匀配水相比, 减小内区淋水密度, 增大外区淋水密度, 冷却塔的冷却性能得到明显提升。基于填料非均匀布置, 内区淋水密度减小为 1.4kg/m², 外区淋水密度增大至 1.98kg/m² 时, 出水温度较填料、配水均匀布置时, 出水温度降低了 0.794°C。

参考文献

[1] 赵元宾,孙奉仲,王凯,等.侧风对湿式冷却塔空气动力场影响的数值分析[J].核动力工程,2008,29(6):35-40.
 [2] 周兰欣,蒋波,陈素敏.自然通风湿式冷却塔热力特性数值模拟[J].水利学报,2009(2):83-88.
 [3] 高明,王妮妮,史月涛,等.自然通风湿式冷却塔冷却数随外界侧风变化规律的研究[J].中国电机工程学报,2012(17):42-46.