

强化分包单位安全管理：将分包单位纳入统一的安全管理体系，实施等同管理，严格其资质、方案与现场行为的审查与监督。

4.5 拥抱技术创新，赋能管理升级

建立技术评估与引入机制：成立技术评审小组，对如 BIM 技术、装配式建造等新工艺进行可行性评估与试点应用。以海丝文体中心项目为例，通过全面应用 BIM 技术进行管线综合排布，提前发现并解决了上千处设计冲突，避免了施工阶段的返工，预计节约成本和工期均超过 10%。

规范新工艺应用流程：对新工艺制定专项施工方案与作业指导书，并对相关人员进行严格培训与技术交底，确保应用过程规范、安全、有效。

5 结语

本研究系统论证了建筑工程管理是一项受制度、人员、材料等多维度因素交互影响的复杂系统工程。在日益激烈的市场竞争与严格的监管环境下，建筑企业必须摒弃传统粗放的管理模式，转向以系统化制度为框架、以高素质人才为核心、以智能化技术为手段的现代化精细管理。本文提出的“五位一体”优化策略模型及其实践案例，为企业提供了一套从顶层设计到现场执行的全面管理提升方案。实践证明，系统性管理的实施能有效规避风险、提升效益。未来，随着人工

智能、大数据与 BIM 技术的深度融合，建筑工程管理将向更加智能化、可视化、一体化的方向发展，持续为建筑产业的高质量发展注入新动能。企业应积极拥抱变革，将管理创新作为其核心竞争力的关键组成部分。

参考文献

- [1] 周秋玲. 建筑工程现场安全管理影响因素及信息化监理策略探讨[J]. 砖瓦世界, 2023(5):85-87.
- [2] 刘伟. 装配式建筑工程管理的影响因素与对策研究[J]. 建材与装饰, 2023,19(15):117-119.
- [3] 周东. 装配式建筑工程管理的影响因素与对策探究[J]. 陶瓷, 2023(8):133-135.
- [4] 顾怡菲. 浅析建筑工程造价的影响因素及标准化管理措施[J]. 中国标准化, 2022(22):187-189.
- [5] 柯检. 影响建筑工程管理的主要因素与优化策略研究[J]. 模型世界, 2023(14):136-138.
- [6] 王建国. 现代建筑工程管理信息化研究[J]. 建筑经济, 2022, 43(S1): 205-209.
- [7] 李志强, 张红. 基于BIM的建筑工程施工管理协同机制研究[J]. 施工技术, 2023, 52(10): 120-124.
- [8] 陈晓峰. 建筑工程项目供应链材料管理优化策略分析[J]. 物流技术, 2023, 42(4): 65-68.

Analysis of the Coupling Mechanism and Improvement Path between the Structural Parameters of Cold Towers and the Energy Efficiency of Refrigeration Units

Weiqli Li

Beijing Capital Airport Power Energy Co., Ltd., Beijing, 100621

Abstract

This paper takes the refrigeration station using the YORK refrigeration unit and the automatic control system of Johnson water chiller room as the research object, and deeply studies the coupling mechanism and improvement methods of the structural parameters of the cold tower and the energy efficiency of the refrigeration unit. By analyzing the influence of structural parameters such as the packing characteristics of the cold tower, the performance of the fan, and the water distribution density on the energy efficiency of the refrigeration unit, as well as the impact of the energy efficiency of the refrigeration unit on the operation of the cold tower, the connection between the two in the process of heat exchange and energy transfer is revealed. Based on this, improvement methods such as optimizing the structural design of the cold tower, strengthening the operation management of the refrigeration system, introducing intelligent control technology and carrying out equipment upgrading and transformation are proposed. The aim is to provide theoretical and practical guidance for improving the overall energy efficiency of the refrigeration system and reducing the operating cost.

Keywords

Structural parameters of cooling tower; Energy efficiency of refrigeration units; Coupling mechanism; Upgrade Path

冷塔结构参数与制冷机组能效耦合机制及提升路径分析

李玮琦

北京首都机场动力能源有限公司, 中国·北京 100621

摘要

本文以使用YORK制冷机组及江森冷水机房自动控制系统的制冷站为研究对象, 深入研究冷塔结构参数与制冷机组能效的耦合机制及提升方法。通过分析冷塔填料特性、风机性能、淋水密度等结构参数对制冷机组能效的影响, 以及制冷机组能效对冷塔运行的影响, 揭示两者在热交换和能量传递过程中的联系。基于此提出优化冷塔结构设计、加强制冷系统运行管理、引入智能控制技术和开展设备升级改造等提升方法, 目的是为提高制冷系统整体能效、降低运行成本提供理论和实践指导。

关键词

冷塔结构参数; 制冷机组能效; 耦合机制; 提升路径

1 引言

在现代工业和商业建筑中制冷系统是能源消耗的重要组成部分, 其能效水平直接影响整体运行成本和环境效益, 冷却塔是制冷系统的关键散热设备, 它的结构参数对制冷机组的能效影响很大。同时制冷机组的运行状态也会影响冷塔的运行, 两者之间存在复杂的联系。本研究以实际应用 YORK 制冷机组和江森冷水机房自动控制系统的制冷站为例, 其中西制冷站有 7 台制冷机组、7 台冷却塔, 东制冷站有 9 台制

冷机组、12 台冷却塔, 都采用约克 YK 型离心式制冷机组(容量为 2000 冷吨)和 BAC 恒流冷却塔。通过深入分析这个制冷站, 探究冷塔结构参数与制冷机组能效的耦合机制并提出相应的提升方法, 这对优化制冷系统运行以及提高能源利用效率有重要的现实意义。

2 冷塔结构参数对制冷机组能效的影响

2.1 填料特性的影响

冷却塔填料是实现气-水热交换的核心部件, 它的特性直接影响热交换效率, 进而影响制冷机组的能效。BAC 恒流冷却塔使用的填料, 其材质、形状、表面积和孔隙率等参数, 决定了气-水接触面积和接触时间。比如, 比表面积大、

【作者简介】李玮琦(1997-), 女, 本科, 从事能源与动力, 制冷机场制冷机组研究。

孔隙率合理的填料,能增加气-水接触面积,延长接触时间,从而提高热交换效率,降低冷却水温。较低的冷却水温有助于制冷机组在较低的冷凝温度下运行,减少压缩机的功耗,提高制冷机组的能效。相反,如果填料老化、堵塞或损坏,会减小气-水接触面积,降低热交换效率,导致冷却水温升高,增加制冷机组的能耗。

2.2 风机性能的影响

风机是冷却塔通风系统的关键设备,它的性能对冷却塔的散热效果和制冷机组能效影响明显。风机的风量、风压、效率以及调速性能等参数很重要。在相同工况下风量大能加快空气流动速度,增强气-水之间的热质交换,提高冷却塔的散热能力,降低冷却水温,有利于制冷机组节能运行。同时风机的调速性能也很关键,江森冷水机房自动控制系统可以根据制冷机组负荷变化,实时调节风机转速,在满足散热需求的前提下避免风机长时间高负荷运行,降低风机自身能耗,间接提高制冷系统整体能效。如果风机性能不好,比如风量不足或者风压不稳定或效率低就会导致冷却塔散热不好,冷却水温升高,增加制冷机组的运行负担和能耗。

2.3 淋水密度的影响

淋水密度是指单位时间内通过单位面积填料的冷却水量,它对冷却塔的热交换性能和制冷机组能效有重要影响。合理的淋水密度能保证气-水在填料中充分接触来实现高效的热交换。当淋水密度过大时水流过快,气-水接触时间缩短,热交换不充分而导致冷却效果下降,冷却水温升高,增加制冷机组能耗;而淋水密度过小时,虽然气-水接触时间可能延长,但因为水量不足,无法充分带走制冷机组产生的热量,同样会影响冷却塔散热效果和制冷机组能效^[1]。所以根据制冷机组负荷和冷却塔实际工况去合理调节淋水密度,对提高制冷系统能效很重要。

3 制冷机组能效对冷塔运行的反馈作用

3.1 制冷机组负荷变化对冷塔运行参数的影响

制冷机组的负荷变化与冷塔运行参数之间存在紧密的动态关联。当制冷机组因外部环境温度升高以及室内制冷需求增加等因素导致负荷上升时,其压缩机需消耗更多电能驱动制冷剂循环,使得冷凝器中制冷剂冷凝过程释放的热量显著增多。以配备约克 YK 型离心式制冷机组的制冷站为例,当制冷机组负荷从 60% 提升至 80% 时,单位时间内产生的冷凝热量可增加约 25%,此时江森冷水机房自动控制系统会依据预设算法,迅速将冷塔风机转速从额定转速的 60% 提升至 80%,使风量增加约 30%,同时将淋水密度从 $8\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 提高至 $10\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$,通过强化气水热交换效率,确保冷却水温度维持在 $28\text{-}32^\circ\text{C}$ 的理想区间,保障制冷机组稳定运行。

反之当夜间空调使用量减少及制冷机组负荷下降时系统会自动降低冷塔运行强度。若负荷降至 40%,风机转

速将相应降低至额定值的 40%,淋水密度同步下调至 $6\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$,避免因过度散热导致能耗浪费。这种基于实时负荷的精准调控,使冷塔运行参数与制冷机组需求高度匹配,经实际监测,可降低冷塔风机能耗 15%-20%,显著提升制冷系统整体能效。

3.2 制冷机组能效水平对冷塔维护管理的影响

制冷机组的能效水平间接影响冷塔的维护管理。高效运行的制冷机组产生的冷凝热量相对较少,冷却塔的工作负荷也会降低,设备的磨损和老化速度变慢,从而延长冷塔各部件的使用寿命,减少维护频率和维护成本。相反如果制冷机组能效低,长期高负荷运行会让冷却塔一直处于高强度工作状态,加速填料和风机等部件的老化和损坏,增加维护管理的难度和成本。此外制冷机组能效水平的变化还可能反映出冷塔运行中存在的问题,比如冷却水温过高可能是冷塔填料堵塞或风机故障等原因导致,这为冷塔的维护管理提供了重要参考,有助于及时发现和解决问题,进一步保证制冷系统正常运行。

4 冷塔结构参数与制冷机组能效的耦合机制

4.1 热交换过程中的耦合关系

在制冷系统的热交换过程中冷塔与制冷机组紧密相连来形成耦合关系。制冷机组通过压缩机把制冷剂压缩成高温高压气体,在冷凝器中与冷却水流进行热交换,把热量传递给冷却水。冷却水携带热量进入冷却塔,在冷却塔内与空气进行热质交换,把热量散发到大气中,冷却后的水再返回冷凝器循环使用。冷塔的结构参数,比如填料特性、风机性能和淋水密度等,直接影响气-水热交换效率,进而影响冷却水温。而冷却水温的变化又会影响制冷机组冷凝器中的热交换过程,当冷却水温降低时制冷剂在冷凝器中的冷凝效果更好,冷凝压力降低,压缩机功耗减少,制冷机组能效提高;相反冷却水温升高会导致制冷机组能效下降。所以冷塔结构参数与制冷机组能效在热交换过程中相互影响并相互制约,共同形成紧密的耦合关系^[2]。

4.2 能量传递与转换过程中的耦合关系

制冷系统的运行涉及能量的传递与转换,冷塔和制冷机组在这个过程中也存在耦合关系。制冷机组通过消耗电能实现制冷剂的压缩、冷凝、节流和蒸发过程,完成制冷循环,把热量从低温环境传递到高温环境。冷却塔则通过风机和水泵等设备消耗电能,实现冷却水的循环和散热过程。冷塔结构参数的优化可以提高散热效率,降低冷却水温,让制冷机组在更有利的工况下运行,减少能量消耗,提高能量转换效率。同时制冷机组能效的提升也意味着在相同制冷量需求下产生的冷凝热量减少,降低了冷塔的散热负担,减少了冷塔运行过程中的能量消耗。两者在能量传递与转换过程中相互配合,共同影响制冷系统的整体能效。