

Power-saving Applications of Beer Refrigeration System

Dong Li

Shenzhen Tsingtao Beer Asahi Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518105, China

Abstract

Refrigeration system plays a vital role in the beer production process. From the storage of raw materials, saccharification, fermentation, to the maturity, filtration and packaging of beer, every link is inseparable from the support of refrigeration technology. The refrigeration system not only ensures the quality and taste of beer, but also directly affects the production efficiency and cost control. The first step in beer production is the storage of raw materials, including malt, hops, etc. These raw materials need to be stored at low temperatures to prevent deterioration and quality decline. The refrigeration system ensures the freshness of the raw materials by maintaining a constant low temperature. During saccharification, it is necessary to convert the starch in the malt into fermentable sugars. This process needs to be carried out at a specific temperature, and the refrigeration system ensures the smooth progress of the saccharification process by accurately controlling the temperature.

Keywords

beer; refrigeration; power saving

啤酒制冷系统的节电应用

李栋

深圳青岛啤酒朝日有限公司, 中国·广东 深圳 518105

摘要

啤酒生产过程中, 制冷系统扮演着至关重要的角色。从原料的储存、糖化、发酵到啤酒的成熟、过滤和包装, 每一个环节都离不开制冷技术的支持。制冷系统不仅保证了啤酒的品质和口感, 还直接影响到生产效率和成本控制。啤酒生产的第一步是原料的储存, 包括麦芽、啤酒花等。这些原料需要在低温环境下保存, 以防止变质和品质下降。制冷系统通过维持恒定的低温, 确保原料的新鲜度。在糖化过程中, 需要将麦芽中的淀粉转化为可发酵的糖分。这一过程需要在特定的温度下进行, 制冷系统通过精确控制温度, 保证糖化过程的顺利进行。

关键词

啤酒; 制冷; 节电

1 引言

发酵是啤酒生产中最为关键的一步, 酵母在适宜的温度下将糖分转化为酒精和二氧化碳。制冷系统通过调节发酵罐的温度, 确保酵母的活性和发酵效率。在啤酒成熟和包装阶段, 制冷系统同样发挥着重要作用。它帮助维持啤酒的稳定温度, 防止氧化和变质, 确保啤酒的品质。

2 啤酒制冷系统耗电现状分析

随着啤酒生产规模的扩大和技术的进步, 制冷系统的耗电量也在不断增长。许多啤酒生产企业仍在使用老旧的制冷设备, 这些效率设备低下, 能耗较高。操作人员的操作不当也会导致制冷系统耗电量增加, 如温度设置不合理、频繁启停设备等。能源价格波动: 能源价格的波动直接影响着制冷系统的运行成本, 尤其是电力价格的上涨, 使得节电成为

迫切需要解决的问题。随着环保意识的提高, 制冷系统使用的制冷剂和能耗标准都受到严格的限制, 这要求企业必须采用更加节能环保的制冷技术。

3 节电技术在啤酒制冷系统中的重要性

在当前能源紧张和环保要求日益严格的背景下, 节电技术在啤酒制冷系统中的重要性不言而喻。通过采用节电技术, 可以有效降低制冷系统的能耗, 减少企业的运营成本。节电技术往往伴随着制冷系统效率的提升, 这不仅有助于提高生产效率, 还能保证啤酒的品质。节电技术的应用有助于减少温室气体排放, 符合国家环保政策, 提升企业的社会责任形象。节电技术的研发和应用推动了制冷技术的进步, 为啤酒生产提供了更多可能性。啤酒制冷系统的节电改造和优化, 不仅有助于提高企业的经济效益, 还能为环境保护做出贡献。论文深入探讨啤酒制冷系统的节电技术和策略, 以期为企业提供参考和借鉴。

【作者简介】李栋 (1975-), 男, 中国山东莱西人, 本科, 工程师, 从事制造企业节能减排与低碳可持续发展研究。

4 啤酒制冷系统的工作原理

啤酒制冷系统是确保啤酒生产过程中温度控制的关键设施，下面将详细介绍其工作原理。

4.1 制冷系统的基本构成与工作流程

啤酒制冷系统主要由压缩机、蒸发器、冷凝器、节流装置（膨胀阀）和控制系统组成。负责压缩制冷剂，提高其压力和温度，是制冷系统的“心脏”。制冷剂在蒸发器内吸热蒸发，从而降低其周围的温度，用于冷却麦汁或其他介质。制冷剂在冷凝器内放热冷凝，由气态变为液态，通常通过水或空气进行冷却。用于降低制冷剂的压力，使其在蒸发器中能够吸热蒸发。监控整个制冷系统的运行状态，调节制冷剂的流量和压力，确保系统稳定运行。制冷剂在压缩机中被压缩后，流入冷凝器释放热量并冷凝成液态，经过节流装置降低压力后进入蒸发器。在蒸发器中，制冷剂吸收麦汁或冷却水的热量而蒸发，从而降低麦汁或冷却水的温度。随后，制冷剂再次被压缩机吸入，开始新一轮的循环。

4.2 冰水制备与循环过程

在啤酒制冷系统中，冰水是通过制冷剂在蒸发器内吸热蒸发来制备的。制冷剂在蒸发器中通过吸收冷却水中的热量使其温度降低，形成冰水。制备好的冰水通过循环泵被输送到啤酒生产线的各个冷却点，如发酵罐、冷却器等。冰水在冷却过程中吸收热量后温度升高，然后回流到制冷系统的蒸发器中，再次被制冷剂吸热冷却，形成一个闭合的循环。

4.3 麦汁冷却至发酵温度的技术要求

麦汁的冷却是啤酒酿造过程中的关键步骤，其技术要求如下：

温度控制：麦汁在发酵前的温度必须精确控制，通常在 20℃ 以下，以确保酵母的活性和发酵效率。

冷却速度：麦汁的冷却速度需要根据酵母的发酵特性和啤酒的品种来调整，过快或过慢的冷却速度都可能影响啤酒的品质。

卫生要求：冷却系统必须保持高度的清洁和卫生，以防止污染和微生物的生长。

节能要求：在满足冷却需求的同时，还需要考虑系统的能耗，采用高效的制冷技术和设备，以降低能源消耗。

通过精确控制麦汁的冷却过程，可以确保啤酒的品质和口感，同时提高生产效率和节能效果。制冷系统的设计和运行必须满足上述技术要求，以保证啤酒生产的顺利进行。

5 麦汁煮沸热量管理与冷却技术

在啤酒生产过程中，麦汁煮沸是一个重要的环节，它不仅关系到麦汁的最终品质，还涉及热量的有效管理和冷却技术的应用。

5.1 麦汁煮沸过程中热量产生分析

麦汁煮沸是在糖化过程之后进行的，其主要目的是通过加热使麦汁中的蛋白质凝固，同时杀死可能存在的微生物，确保啤酒的卫生安全。通常使用蒸汽或直接火焰加热的方式

进行煮沸，这些热源在加热过程中释放大量热量。热量通过热交换器传递给麦汁，使其温度迅速上升至沸腾状态。在煮沸过程中，部分热量会通过蒸发和散热的方式损失到周围环境中。

5.2 冷却技术的选择与应用

麦汁煮沸后，需要迅速冷却至发酵温度，以下是一些常用的冷却技术：通过循环水带走麦汁中的热量，达到冷却的目的。这种方式简单有效，但需要大量的冷却水。利用风扇产生的气流带走热量，适合于小型啤酒酿造厂。通过板式热交换器，使麦汁与冷却水或制冷剂进行热量交换，冷却效率高，且占地面积小。制冷剂直接与麦汁接触，吸收热量进行冷却，这种方式冷却速度快，但设备成本较高。

5.3 麦汁冷却效率与节电措施

提高麦汁冷却效率不仅可以保证啤酒品质，还可以通过以下措施实现节电：①通过增加热交换面积、改进热交换器结构等方式，提高热交换效率。②选择具有更高热传导效率的制冷剂，可以减少制冷剂的用量，降低能耗。③通过精确控制冷却过程，避免过度冷却或冷却不足，减少无效能耗。④将麦汁煮沸过程中产生的热量回收利用，如用于预热进水或其他工艺过程。⑤定期清洁热交换器，确保其高效运行，减少因污垢积累导致的能耗增加。

通过上述措施，不仅可以提高麦汁的冷却效率，还能有效降低能源消耗，实现节能降耗的目标。在啤酒生产过程中，合理的热量管理和冷却技术的应用是确保啤酒品质和提高生产效率的关键。

6 发酵过程中的冷媒介质应用

在啤酒的发酵过程中，冷媒介质的应用对于控制发酵温度、保证啤酒品质至关重要。下面我们来探讨发酵过程中热量释放与控制、冷媒介质的种类与选择，以及发酵温度控制与节电技术。

6.1 发酵过程中热量释放与控制

通过安装温度传感器，实时监测发酵液的温度，确保温度在适宜的范围内。

通过制冷系统，将发酵过程中产生的热量移除，维持发酵液的温度稳定。

6.2 冷媒介质的种类与选择

冷媒介质是在制冷系统中用来传递热量的物质。选择合适的冷媒介质对于提高制冷效率、节约能源具有重要意义。水是最常用的冷媒介质，通过循环水系统带走热量。如氨、氟利昂等制冷剂，具有更高的热传导效率，适用于大型制冷系统。在水中加入适量的盐，降低其冰点，用于快速冷却。选择冷媒介质时，需要考虑其热传导性能、环保性、成本和安全性等因素。

6.3 发酵温度控制与节电技术

通过制冷系统精确控制发酵液的温度，确保酵母在最佳温度下工作。定期维护和优化制冷系统，提高其运行效率。采用变频技术：通过变频技术调节制冷系统的运行速度，减

少能源浪费。将制冷过程中产生的热量回收利用，如用于预热进料水等。可以在保证发酵温度的同时，实现节电目标，为啤酒生产企业带来经济效益和环境效益。

7 制冷系统的优化设计

制冷系统是啤酒生产中的关键部分，其性能直接影响着生产效率和产品质量。优化制冷系统的设计，可以提高系统的运行效率，降低能耗，以下是制冷系统设计原则与优化策略、高效节能的制冷系统组件选择以及制冷系统运行参数的优化调整的详细讨论。

7.1 制冷系统设计原则与优化策略

在设计制冷系统时，以下原则和策略对于优化系统至关重要。确保系统在任何工况下都能安全运行，防止制冷剂泄漏和设备故障。选择高效的制冷循环和设备，减少能量消耗。使用环保型制冷剂，符合国家环保法规。系统设计应考虑未来可能的扩展和升级。采用先进的控制系统，实现自动化和智能化管理。增加热交换面积，提高热交换效率。减少制冷剂在系统中的阻力损失，提高循环效率。减少热量损失，提高系统的整体效率。

7.2 高效节能的制冷系统组件选择

选择合适的制冷系统组件是实现高效节能的关键，选择高效、低噪音的压缩机，如变频压缩机，可以根据系统需求调整运行速度。选择具有良好热交换性能的蒸发器和冷凝器，如采用微通道技术的热交换器。选择合适的膨胀阀或节流装置，以实现精确的流量控制。采用先进的控制系统，如PLC和变频驱动器，实现系统的精确控制和自动化管理。

7.3 制冷系统运行参数的优化调整

制冷系统的运行参数对系统的性能和能耗有直接影响，适当提高蒸发温度可以降低压缩机的功耗，但需确保不影响制冷效果。适当降低冷凝温度可以提高制冷效率，但会增加冷却水的消耗。通过精确控制制冷剂的流量，可以优化热交换效率，减少能耗。合理调整系统压力，以减少能耗和提高制冷效率。通过优化设计和调整措施，制冷系统可以在保证啤酒生产过程中所需的温度控制的同时，实现节能减排，提高企业的经济效益和环境效益。

8 制冷系统的自动化控制

随着技术的进步，自动化控制在制冷系统中的应用越来越广泛，它不仅提高了系统的稳定性和可靠性，还带来了显著的节能效果。自动化控制系统通过集成传感器、执行机构和计算机控制系统，实现了制冷系统的智能化管理。自动化控制系统能够根据设定的温度参数，自动调节制冷剂的流量和压缩机的运行状态，以保持恒定的温度。系统可以自动监测并调节制冷系统的压力，确保系统在安全的压力范围内运行。自动化控制系统具备故障诊断功能，能够在系统出现异常时及时发出警报，并采取相应的保护措施。通过自动化控制，系统可以优化能源的使用，减少不必要的能耗。自动

化控制系统能够精确控制制冷系统的运行参数，减少能源浪费。系统可以根据实际需求动态调整运行状态，避免过度制冷或加热。低负荷或非工作时间，自动化控制系统可以自动切换到节能模式，降低能耗。通过收集和分析运行数据，可以发现系统的能耗瓶颈，并采取相应的节能措施。总之，制冷系统的自动化控制不仅提高了系统的稳定性和可靠性，还通过优化运行参数和实时监控，实现了显著的节能效果，为啤酒生产企业带来了经济效益和环境效益。

9 制冷系统的维护与管理

制冷系统的维护与管理对于确保其稳定运行、延长使用寿命以及实现节能目标至关重要。以下是制冷系统的日常维护要点、故障诊断与处理，以及维护管理对节电的影响的详细讨论。

9.1 制冷系统的日常维护要点

日常维护是保证制冷系统高效运行的基础，定期清洁制冷系统的各个部件，如蒸发器、冷凝器等，以保持良好的热交换效率。定期检查和更换压缩机的润滑油，确保润滑系统的正常运行。定期检查制冷系统的各个部件，如阀门、管道等，确认泄漏和损坏。记录制冷系统的运行数据，如温度、压力、能耗等，以便分析系统的运行状态。

9.2 制冷系统故障诊断与处理

制冷系统在运行过程中可能会出现各种故障，以下是一些常见的故障诊断与处理方法：①制冷剂泄漏：通过检测制冷剂的压力和浓度，确定泄漏位置，并进行修复。②压缩机故障：通过监测压缩机的运行状态和声音，判断是否存在故障，并进行维修或更换。③控制系统故障：通过检查控制系统的电路和程序，确定故障原因，并进行修复或更换。

9.3 维护管理对节电的影响

良好的维护管理对制冷系统的节电效果有着重要影响：①提高效率：通过定期维护，可以保持制冷系统的高效运行，减少能源浪费。②延长寿命：良好的维护可以延长制冷系统的使用寿命，减少更换设备的成本。③减少故障：通过预防性维护，可以减少制冷系统的故障，避免因故障导致的能耗增加。

总之，制冷系统节电技术未来的发展趋势将更加注重新高效、环保和智能化。国家政策的支持与鼓励是推动节电技术发展的重要力量，而相应的政策建议将有助于加速节电技术的普及和应用，为啤酒生产企业乃至整个社会的可持续发展做出贡献。

参考文献

- [1] 徐希爱,宋明刚,张晶.大型制冷系统自动控制及节能探讨[J].当代化工研究,2021(11):2.
- [2] 张娜,王崇正,丁辉.提高制冷系统效率,降低啤酒厂能源消耗——分段制冰水设备改造[J].中外酒业,2010(4):52-53.
- [3] 吴世清.制冷系统及制冷系统的工作方法[J].化工生产与技术,2023(3).