

# 低温储罐墙体混凝土裂纹控制措施

兰 亮

中海油绿能港浙江宁波能源有限公司 浙江 宁波 315000

**摘要：**低温储罐墙体混凝土裂纹控制是确保储罐安全与使用寿命的关键。本文分析了裂纹产生的原因，包括温度变化、材料性能、施工不当及设计与结构缺陷。为减少裂纹，提出了优化材料选择、施工控制、结构设计及保温隔热措施等综合控制措施。通过加强监测与维护，确保储罐安全稳定运行。本文旨在为低温储罐墙体混凝土裂纹控制提供有效策略与指导。

**关键词：**低温储罐；墙体混凝土；裂纹；控制措施

引言：低温储罐作为储存液态气体的关键设备，其安全性和稳定性对工业生产具有重要意义。然而，墙体混凝土裂纹的出现常常影响储罐的性能和使用寿命。本文旨在探讨低温储罐墙体混凝土裂纹产生的原因，并提出针对性的控制措施。通过优化材料选择、施工控制、结构设计和保温隔热措施等手段，以期减少裂纹的产生，提高储罐的安全性和使用寿命。

## 1 低温储罐墙体混凝土裂纹产生的原因分析

低温储罐作为特定工业领域中的关键设备，其安全稳定运行直接关系到生产效率与经济效益。然而，墙体混凝土裂纹问题成为了限制低温储罐性能和使用寿命的重要因素。为了深入理解并应对这一问题，我们需要对导致低温储罐墙体混凝土裂纹产生的原因进行详细分析。（1）温度变化引起的热应力。低温储罐在储存过程中，内部温度通常维持在较低水平，而外部环境温度则随季节和天气条件变化。这种温度差异会在墙体混凝土中产生热应力。当热应力超过混凝土的抗拉强度时，便会导致混凝土开裂。特别是在储罐的快速降温过程中，由于混凝土内部和外部降温速率不同步，更易形成温差应力，从而产生裂纹。（2）材料性能变化。混凝土是一种由水泥、骨料、水等混合而成的复合材料，其性能会受到材料本身和环境因素的影响。在低温环境下，混凝土的抗拉强度和弹性模量会发生变化，导致混凝土更容易开裂。此外，混凝土中水分的冻结也会导致体积膨胀，进一步加剧裂纹的形成。（3）施工过程中的不当操作。施工过程中的不当操作也是导致低温储罐墙体混凝土裂纹产生的重要原因。例如，混凝土浇筑速度过快、振捣不足、养护不当等都会导致混凝土内部产生空隙、泌水等问题，从而降低其抗裂性能。此外，如果在施工过程中未充分考虑低温环境对混凝土性能的影响，也可能导致墙体混凝土在后续使用过程中产生裂纹<sup>[1]</sup>。（4）

设计及结构方面的缺陷。设计和结构方面的缺陷也是导致低温储罐墙体混凝土裂纹产生的原因之一。例如，墙体结构设计不合理、配筋不足、应力集中等都可能使墙体在受到温度应力时产生裂纹。此外，如果设计中未充分考虑到材料性能的变化和施工工艺的要求，也可能导致墙体混凝土在使用过程中产生裂纹。

## 2 低温储罐墙体混凝土裂纹控制措施

低温储罐墙体混凝土裂纹问题是一个综合性的技术挑战，需要从多个方面采取有效的控制措施来确保储罐的安全性和使用寿命。以下是一些具体的控制措施，旨在减少和预防墙体混凝土裂纹的产生。

### 2.1 优化材料选择与配合比设计

低温储罐在储存液态气体，如液化天然气、液氮等过程中，其墙体混凝土经常面临开裂的风险。这些裂纹不仅影响储罐的美观性，更重要的是可能削弱其结构完整性，造成安全隐患。为了降低这种风险，优化材料选择与配合比设计显得尤为重要。（1）材料选择的重要性。混凝土是由多种材料组成的复合材料，其性能很大程度上取决于组成材料的性质。因此，在低温储罐的建造中，必须重视材料的选择。低收缩、高抗裂的混凝土材料能够有效减少由于混凝土收缩和温度变化引起的裂纹。这些特殊的混凝土材料通常含有经过特殊处理的骨料、优质的水泥和适量的掺合料，从而具有更好的体积稳定性和更高的抗拉强度。（2）配合比设计的关键作用。除了选择合适的材料外，合理的配合比设计也是确保混凝土性能的关键。配合比是指混凝土中各组分，如水泥、骨料、水以及可能的外加剂的比例。通过精确控制这些组分的比例，可以调整混凝土的工作性能、硬化性能和耐久性能。在低温环境下，混凝土的硬化过程可能会受到影响，容易产生裂纹。因此，在配合比设计中，需要考虑使用低水化热的水泥、减少用水量以及添

加适量的缓凝剂等措施,以减缓混凝土的硬化速度,减少内部应力的产生<sup>[2]</sup>。(3)外加剂的作用。外加剂是在混凝土生产过程中添加的化学物质,可以显著改善混凝土的性能。例如,减水剂可以降低混凝土的用水量,从而提高其工作性能和硬化后的强度。缓凝剂则可以延长混凝土的硬化时间,减少由于快速硬化产生的内部应力。

## 2.2 施工过程控制

在低温储罐的建设中,墙体混凝土裂纹是一个常见且棘手的问题。为确保储罐的安全性和使用寿命,施工过程控制显得尤为关键。墙体混凝土裂纹的产生往往与施工过程中的不当操作密切相关,因此,在施工过程中必须采取严格的控制措施,以预防裂纹的产生。(1)施工温度和湿度的控制。温度和湿度是影响混凝土硬化过程的重要因素。在低温条件下,混凝土的硬化速度会减缓,而高温则可能导致混凝土内部水分过快蒸发,从而产生收缩裂纹。因此,在施工过程中,必须严格控制施工温度和湿度。为避免在极端天气条件下进行施工,施工单位应提前规划,选择适宜的施工时间。在高温季节,可以通过浇水、覆盖保湿布等措施来降低混凝土表面的温度,减缓水分蒸发。在低温季节,则可以通过采用保温材料、加热等措施来提高施工现场的温度,确保混凝土的正常硬化。(2)合理的施工方法和技术。施工方法和技术的选择对于墙体混凝土的质量至关重要。在浇筑过程中,应控制浇筑速度和浇筑层厚度,避免过快或过厚的浇筑导致混凝土内部产生过大的应力。过快的浇筑速度可能导致混凝土内部来不及充分密实,形成空洞和疏松区域,从而增加裂纹的风险。而过厚的浇筑层则可能导致混凝土内部温度过高,加速水分蒸发,引起收缩裂纹。此外,在振捣过程中,应确保混凝土充分密实,排除内部空气和多余水分。振捣不足可能导致混凝土内部存在空隙和疏松区域,而振捣过度则可能破坏混凝土的内部结构,同样增加裂纹的风险。(3)养护措施的重要性。养护是预防墙体混凝土裂纹不可忽视的一环。混凝土浇筑完成后,应及时进行养护,保持混凝土表面的湿润状态,防止混凝土因失水过快而产生收缩裂纹。养护时间应根据混凝土的硬化情况和环境条件确定,确保混凝土达到足够的强度和稳定性<sup>[3]</sup>。

## 2.3 结构与加固措施

在低温储罐的建设中,确保墙体混凝土的抗裂性能至关重要。为了实现这一目标,结构与加固措施扮演着举足轻重的角色。通过优化结构设计和采用先进的加固技术,我们可以显著提高墙体的整体抗裂性能,从而保障储罐的安全运行。(1)优化结构设计。在低温

环境下,墙体混凝土受到的温度应力较大,因此需要优化结构设计以提高其抗裂性能。第一,在结构设计中应充分考虑低温环境和材料性能的影响。例如,在墙体厚度的设计中,需要平衡保温性能和结构强度,避免墙体过薄导致抗裂性能不足。第二,优化结构形式和尺寸,如合理设置墙体的伸缩缝、加强墙体的约束等,以减少由温度变化引起的应力集中和变形。第三,在结构设计中还应考虑施工过程的因素,如设置合理的施工缝、预留足够的变形空间等,以减小施工过程中产生的应力。

(2)预应力与后张法加固。为了提高低温储罐墙体混凝土的抗裂性能,还可以采用预应力或后张法等技术进行加固。预应力加固是在混凝土浇筑前对墙体施加一定的预压力,使墙体在承受外部荷载时能够抵消部分拉应力,从而减小裂纹的产生。后张法加固则是在墙体混凝土硬化后,通过张拉预应力钢筋对墙体进行加固。这些加固措施可以显著提高墙体的承载能力和抗裂性能,有效减少裂纹的产生。(3)加强细部设计与施工质量控制。除了整体结构设计外,细部设计与施工质量控制也是确保墙体抗裂性能不可忽视的一环。在细部设计中,应重点关注墙体与基础、墙体与顶板等连接处的处理。这些区域是应力集中和变形的主要区域,需要采取特殊的加固措施以提高抗裂性能。在施工质量控制方面,应确保施工过程的规范性和精细化,如采用合适的模板、控制好混凝土的浇筑速度和振捣方式等,以减小施工过程中产生的应力。

## 2.4 保温与隔热措施

在低温储罐的运行过程中,外部温度对储罐内部环境的影响不容忽视。为了减少这种影响,采取保温与隔热措施显得尤为重要。这些措施不仅能够降低墙体的温度波动范围,减少由温差引起的热应力,还能提高储罐的整体保温性能,确保储罐内部环境的稳定。(1)高效保温材料的选择。选择合适的保温材料是确保保温效果的关键。在选择保温材料时,应关注其导热系数、热稳定性、吸湿性、抗压强度等性能指标。高效保温材料通常具有较低的导热系数,能够有效地阻止热量传递,降低墙体的温度波动范围。同时,它们还应具备良好的热稳定性和抗压强度,以适应低温环境下的工作要求。

(2)储罐外墙保温处理。对储罐外墙进行保温处理是减少外部温度影响的直接手段。保温处理可以采用多种方式,如在外墙表面涂抹保温砂浆、粘贴保温板或者设置保温层等。这些保温层能够有效地减缓外部热量对储罐内部的传递速度,降低墙体的温度波动范围,从而减少由温差引起的热应力。(3)加强隔热层的设计与施

工。隔热层的设计与施工对于提高储罐的保温性能至关重要。隔热层应具有良好的隔热性能，能够有效地阻止外界热量对储罐内部的传递。同时，隔热层的设计还应考虑其结构的稳定性和耐久性，确保在长期运行过程中不会出现损坏或失效。在施工过程中，应严格控制隔热材料的施工质量，确保隔热层与储罐外墙的紧密贴合，避免热量传递的漏洞。（4）定期监测与维护。为了确保保温与隔热措施的有效性，还应建立定期监测与维护机制。通过定期监测储罐外墙的温度分布和保温性能，可以及时发现潜在的问题并采取相应的维护措施。同时，对于保温材料的老化、损坏等情况也应及时进行修复或更换，以确保储罐的长期稳定运行。

### 2.5 定期监测与维护

在低温储罐的长期运行过程中，为保障其安全性和稳定性，定期监测与维护工作显得尤为重要。通过建立完善的监测系统和实施定期的维护与修复，我们可以及时发现并处理潜在的安全隐患，确保储罐的顺利运行。

（1）建立完善的监测系统。为了确保低温储罐的安全运行，我们需要建立一套完善的监测系统。这个系统应包括温度传感器、应力监测仪等设备，能够实时监测墙体的温度和应力变化。通过实时监测，我们可以及时发现异常情况，如墙体温度异常升高、应力超过安全范围等，从而采取相应的应对措施。同时，监测系统的数据应及时记录并分析，为后续的维护与修复工作提供有力支持。（2）实施定期的维护与修复工作。除了建立完善的监测系统外，还应定期进行维护与修复工作。对墙体混凝土进行定期检查，发现裂纹或其他损伤应及时修复。修复过程中，应采用合适的材料和工艺，确保修复质量。同时，对储罐的保温、隔热层等也应进行定期检

查和维修，确保其良好的工作状态。在维修过程中，应注意安全操作，避免对储罐造成二次损伤。（3）强化人员培训与安全意识。定期监测与维护工作的有效实施，离不开专业人员的参与。因此，应加强对相关人员的培训，提高他们的专业技能和安全意识。通过培训，使工作人员熟悉监测系统的操作和维护方法，掌握墙体混凝土的修复技术，提高应对突发事件的能力。同时，还应加强对安全知识的学习和宣传，确保工作人员始终保持高度的安全意识。（4）建立应急响应机制。为确保在突发情况下能够及时应对，应建立完善的应急响应机制。这包括制定应急预案、建立应急队伍、储备必要的应急物资等。通过应急响应机制的建立，我们可以在突发事件发生时迅速启动应急程序，组织人员进行抢险救援工作，最大限度地减少事故损失。

### 结束语

通过对低温储罐墙体混凝土裂纹的深入研究和探讨，我们总结了一系列有效的控制措施。这些措施不仅关注材料选择、施工控制等基础环节，更着眼于结构设计加固、保温隔热等关键技术。通过综合施策，我们能够显著提高墙体混凝土的抗裂性能，确保储罐在低温环境下的安全稳定运行。展望未来，我们将继续完善这些措施，为低温储罐的持久发展贡献力量。

### 参考文献

- [1]赵重阳,孙亚飞,宋森.低温储罐墙体混凝土裂纹成因分析及控制措施研究[J].建筑技术,2018,34(1):118-122.
- [2]王昭岗,贡驹佳,王增宇.低温环境下储罐墙体混凝土抗裂性能提升技术研究[J].工程力学,2019,30(6):28-30.
- [3]郑新亮,胡杰.基于材料科学的低温储罐混凝土墙体抗裂设计研究[J].新材料产业,2019,43(6):90-94.