

API 610 标准在大型中高温浓硫酸液下泵设计中的应用

Application of API 610 Standard in the Design of Large Medium and High Temperature Concentrated Sulfuric Acid Submerged Pump

唐张献¹ 林瑞瑞¹ 林晓雷²

Zhangxian Tang¹ Ruirui Lin¹ Xiaolei Lin²

1. 宣达实业集团有限公司 中国·浙江温州 325000

2. 纽顿流体科技有限公司 中国·浙江温州 325000

1.Xuanda Industrial Group Co., Ltd., Wenzhou, Zhejiang, 325000, China

2.Newton Fluid Technology Co., Ltd., Wenzhou, Zhejiang, 325000, China

摘要: 论文研究了 API 610 标准在大型中高温浓硫酸液下泵设计中的应用。中高温浓硫酸液的输送要求泵具备耐高温、耐腐蚀等特性,而 API 610 标准作为国际上广泛认可的泵设计规范,具有重要的指导作用。论文有效地应用 API 610 标准来设计中高温浓硫酸液泵,以满足工程需求并提高设备可靠性。

Abstract: This paper investigates the application of API 610 standard in the design of large-scale medium to high temperature concentrated sulfuric acid submerged pumps. The transportation of medium to high temperature concentrated sulfuric acid solution requires pumps to have characteristics such as high temperature resistance and corrosion resistance, and the API 610 standard, as a widely recognized pump design specification internationally, plays an important guiding role. The paper effectively applies the API 610 standard to design a medium to high temperature concentrated sulfuric acid pump to meet engineering requirements and improve equipment reliability.

关键词: API 610 标准; 中高温浓硫酸液; 泵设计; 耐腐蚀; 高温耐受性

Keywords: API 610 standard; medium and high temperature concentrated sulfuric acid; pump design; corrosion resistance; high temperature resistance

DOI: 10.12346/edwch.v1i3.8398

1 引言

随着化工、冶金等领域的快速发展,中高温浓硫酸液的输送在工业生产中变得越来越重要。由于硫酸液具有极高的腐蚀性和高温特性,对于输送设备的要求变得尤为苛刻。泵作为一种常见的流体输送设备,在输送中高温浓硫酸液时面临着挑战,如材料的选择、密封系统的设计、冷却和热稳定性的平衡等。API 610 标准作为国际上广泛接受的泵设计规范,对于泵的设计、制造、安装和维护提供了详细的指导。然而,针对中高温浓硫酸液输送的特殊性,API 610 标准的应用需要根据实际情况进行合理的调整和优化。

2 API 610 标准概述

2.1 API 610 标准简介

API 610 标准是国际上泵设备设计、制造和运营的权威

指南,被广泛视为泵领域的黄金标准。该标准由美国石油学会(American Petroleum Institute,简称 API)制定,旨在确保泵在各种工况下具备稳定的性能、高度的可靠性和安全性。API 610 标准细致地规定了泵各个方面,包括材料选择、几何设计、密封系统、振动限制等,从而为设计人员、制造商和用户提供了统一的设计依据,促进了泵的技术进步和工业发展。

2.2 API 610 在泵设计中的作用

API 610 标准在泵设计中起着不可替代的作用。在泵的设计阶段,标准提供了一套全面的规范,确保泵在各种操作条件下都能够达到预期的性能指标。通过明确的技术要求和测试方法,API 610 标准确保了泵的稳定性、耐久性以及安全运行。此外,标准还强调了泵的可维护性和易操作性,从而降低了运营成本并延长了设备的寿命。

【作者简介】唐张献(1985-),男,中国浙江温州人,本科,工程师,从事浓硫酸液下泵设计研究。

2.3 API 610 标准体系结构

API 610 标准体系结构由若干个章节和附录构成，每一部分涵盖了泵设计过程中的关键要素。其中，主要包括以下几个方面：

泵的类型和应用范围：该部分定义了适用的泵类型，涵盖了从离心泵到轴流泵等各类泵的范围以及其在不同领域中的应用。

材料和机械设计：API 610 标准详细说明了泵的材料选择标准，考虑了介质的特性和腐蚀性，同时涉及叶轮、轴承和轴等机械设计要点。

密封系统和冷却：标准对密封系统的设计提供了具体的要求，包括密封材料的选择、密封方式的设计和冷却系统的配置。

振动和噪音控制：API 610 标准关注泵的振动和噪音特性，设定了严格的振动限制，以确保泵在运行过程中保持平稳且低噪音。

测试和检验：该部分规定了泵在制造和装配阶段的测试和检验要求，包括性能测试、材料检验和质量控制。

3 中高温浓硫酸液输送的挑战

3.1 中高温浓硫酸液特性分析

中高温浓硫酸液因其广泛用途，在化工、冶金、电力等领域具有重要地位。然而，其特性也带来了一系列挑战。硫酸液的高浓度和强腐蚀性使得泵及其组件易受到腐蚀和磨损，从而影响泵的性能和寿命。液体在高温条件下容易发生蒸发、膨胀，导致泵内部产生气泡，影响泵的吸入和排出效率。此外，硫酸液的高温还会导致材料的热胀冷缩，对泵的结构稳定性和材料性能提出更高要求。

3.2 泵在硫酸液输送中的挑战

传统材料可能在强酸环境下迅速腐蚀，因此需要选用具有出色耐腐蚀性的特殊材料。密封系统的设计变得复杂，因为硫酸液容易渗透和侵蚀密封件，导致泄漏。高温下的泵部件容易受到热应力和膨胀的影响，可能导致泄漏和机械故障。硫酸液的蒸发和结晶会造成泵内部的堵塞和堆积，降低泵的效率，甚至导致堵塞^[1]。

3.3 已有解决方案的不足

针对中高温浓硫酸液输送的挑战，一些解决方案已经被提出。例如，采用耐腐蚀材料、改进密封系统和冷却技术以及增强泵的材料和结构抗热性。然而，这些方案在实际应用中仍存在一些不足。例如，某些耐腐蚀材料成本较高，可能增加设备投资；一些密封系统的设计可能过于复杂，导致维护和操作难度上升；而冷却技术可能会增加能源消耗，影响设备运行经济性。

4 API 610 标准在中高温浓硫酸液泵设计中的应用

4.1 材料选择与兼容性考虑

在中高温浓硫酸液泵设计中，材料的选择至关重要，直

接影响着泵的性能和寿命。API 610 标准强调了材料的耐腐蚀性和耐高温性，推荐使用能够在强酸环境下保持稳定性的特殊合金材料，如不锈钢、镍基合金等。此外，还需要考虑材料的兼容性，以防止不同材料之间的电化学反应引发腐蚀和磨损。因此，在泵的关键部件中，如叶轮、轴承、密封等，选择合适的材料并进行充分的材料兼容性测试是不可或缺的步骤。

4.2 密封系统设计要求

密封系统在中高温浓硫酸液泵设计中扮演着至关重要的角色。由于硫酸液的腐蚀性和渗透性，密封系统必须具备出色的耐腐蚀性能，并且能够有效地防止液体泄漏。API 610 标准提供了密封系统设计的指导，推荐采用双端密封或者具有强大耐腐蚀性的密封材料，以保证在严苛的工作环境下也能保持泵的可靠性。此外，密封的安装和维护也需要得到充分的重视，以保证泵在运行中不会出现泄漏问题^[2]。

4.3 冷却系统设计与热稳定性

中高温浓硫酸液在输送过程中会产生大量的热量，如果不能有效地控制温度，会导致泵的性能下降甚至发生故障。在 API 610 标准中，对冷却系统的设计提出了明确的要求。可以采用外部冷却系统、内部冷却液或者隔热措施来控制泵的温度。此外，泵的热稳定性也需要考虑，以确保在温度波动和热胀冷缩的情况下，泵的结构能够保持稳定，不会出现破裂和变形等问题^[3]。

4.4 叶轮和泵壳设计优化

叶轮和泵壳是泵的核心部件，对于泵的性能和效率具有重要影响。在中高温浓硫酸液泵设计中，叶轮和泵壳的设计需要经过精心的优化。API 610 标准强调了叶轮的设计几何形状、叶片角度等关键参数以及泵壳的流体动力学特性。在硫酸液的输送中，流体的特性可能会引起固体颗粒的析出和沉积，导致泵的性能下降。因此，叶轮和泵壳的设计需要考虑如何减少固体颗粒的积聚，以保持泵的稳定运行。

4.5 振动和噪音控制措施

振动和噪音是中高温浓硫酸液泵设计中需要关注的重要问题。API 610 标准对振动和噪音的限制提出了明确的要求，以确保泵在运行过程中保持稳定且安静。在硫酸液输送中，流体的高速流动和高温可能会引起泵的振动和噪音增加，甚至引发机械故障。因此，在泵的设计中需要采取相应的措施，如优化叶轮和轴的平衡、减少泵的共振现象以及采用隔音和减振装置等，以保证泵在运行过程中的稳定性和安静性。

5 案例分析

5.1 中高温浓硫酸液输送泵设计实例

假设某化工企业需要设计一台能够在高温（150℃）和浓硫酸液（98% 浓度）条件下稳定运行的泵。在材料选择方面，考虑到腐蚀和高温环境，选用了耐酸不锈钢材料，同时进行了充分的材料兼容性测试，以确保材料在硫酸液中

的表现。根据 API 610 标准的要求,设计了双端密封系统,其中一个密封用于硫酸液,另一个密封用于防止液体泄漏。冷却系统采用外部冷却,通过冷却液降低泵的温度,以确保泵在高温下保持稳定性。叶轮和泵壳的设计优化采用了 API 610 标准推荐的几何参数,以最大程度减少固体颗粒的积聚。通过振动和噪音控制措施,如平衡叶轮和采用减振装置,确保泵在运行时的稳定性和安静性。

5.2 API 610 标准在硫酸泵设计中的成功应用

一家化工公司在生产过程中需要将浓硫酸液输送到不同工段,而硫酸液的高浓度和腐蚀性对泵的性能提出了严格要求。该公司选择了基于 API 610 标准的泵设计方法。在材料选择方面,选用了耐腐蚀性能出色的材料,并针对硫酸液的浓度和温度进行了充分的耐蚀性测试。密封系统采用了 API 610 标准推荐的双端密封设计,以保证在腐蚀和高温环境下不发生泄漏。冷却系统通过内部冷却液来控制泵的温度,防止在高温下硫酸液的蒸发^[4]。叶轮和泵壳的设计优化采用了 API 610 标准的指导,以确保流体能够稳定流动,减少固体颗粒的积聚。在振动和噪音控制方面,通过严格的平衡和隔振措施,使泵在运行中保持平稳和安静。

6 优势与局限

6.1 API 610 标准应用的优势

API 610 标准在中高温浓硫酸液泵设计中的应用具有显著的优势,该标准凝聚了全球泵领域的专业知识和经验,提供了详尽的技术要求和测试方法,为泵的设计、制造和运营提供了严格的规范。标准要求材料、密封、冷却、结构等方面都要符合高要求,从而保证了泵在中高温浓硫酸液输送过程中的性能和可靠性。此外,API 610 标准注重泵的可维护性和运行安全性,使得维护和操作更加方便,有助于降低设备的运营成本。

6.2 在特殊工况下的局限性

标准虽然提供了详细的指导,但不同工程情况可能存在差异,因此需要根据实际情况进行灵活调整和优化。特别是在特殊的工况下,如极端高温、特殊介质等情况,标准的应用可能需要更多的研究和实践验证。虽然 API 610 标准在耐腐蚀性、热稳定性等方面有严格要求。

7 关键因素与注意事项

7.1 温度和浓度范围的界定

在中高温浓硫酸液泵设计中,首要的关键因素是明确定义液体的温度和浓度范围。温度和浓度直接影响材料的选择、密封系统的设计、冷却方式的确定以及泵的热稳定性。不同温度和浓度下,硫酸液的腐蚀性和介质特性也会发生变

化,因此准确界定这些参数对于泵的设计至关重要^[5]。

7.2 材料选择与耐腐蚀性

在中高温浓硫酸液输送中,材料的选择是决定泵性能和寿命的关键因素之一。选择能够在强酸环境下保持稳定的耐腐蚀材料至关重要,如不锈钢、镍基合金等。此外,还需要考虑材料的机械性能和热稳定性,以确保在高温下不会出现材料的破裂和变形。

7.3 密封系统的可靠性与维护

密封系统在硫酸液泵设计中扮演着重要角色,直接关系到泵的泄漏情况和安全性。在设计过程中,需要考虑密封材料的耐腐蚀性和耐高温性,同时选择适当的密封方式,如双端密封或特殊耐蚀材料制成的密封。密封系统的维护也需要得到充分的重视,定期检查和更换密封件,以确保泵在长期运行中不会发生泄漏问题。

7.4 冷却和热稳定性的平衡

在中高温浓硫酸液输送中,需要平衡冷却和热稳定性之间的关系。冷却系统可以通过外部冷却液或内部冷却液来控制泵的温度,以防止硫酸液的蒸发和泵的过热。然而,过度的冷却可能导致液体的凝结和固体颗粒的析出,影响泵的运行效率。因此,在设计过程中需要综合考虑冷却和热稳定性的平衡,选择合适的冷却方式和参数。

8 结论

API 610 标准在中高温浓硫酸液泵设计中具有重要的指导作用。其详细的技术要求和测试方法,为泵的设计、制造和运营提供了统一的规范,有助于解决中高温浓硫酸液输送过程中的挑战,提高了泵的性能、可靠性和安全性。需要认识到 API 610 标准的应用也存在局限性,特别是在特殊工况下,可能需要进一步地研究和优化。在泵设计过程中,温度和浓度范围的界定、材料选择与耐腐蚀性、密封系统的可靠性与维护、冷却和热稳定性的平衡以及泵性能与系统要求的匹配等都是需要仔细考虑的关键因素。

参考文献

- [1] 陈明.API 610标准在化工泵设计中的应用研究[J].化工技术杂志,2015,39(6):45-52.
- [2] 张晓华.中高温浓硫酸液泵材料选择及应用分析[J].石油化工装备,2018,25(3):30-36.
- [3] 李阳.API 610标准在高温介质泵设计中的优化研究[J].泵与阀技术,2020,18(2):15-22.
- [4] 赵娜.冷却系统对中高温硫酸液泵性能的影响分析[J].化学工程,2019,46(8):25-31.
- [5] 马志刚.API 610标准在中高温泵设计中的实际应用分析[J].泵技术与设备,2018,36(1):40-46.