

Research on technological innovation and control method of mobile hydrogenation station in low temperature environment

Jinlei Wang¹ Mingming Zhang²

1. Guohua (Fengning Manchu Autonomous County) New Energy Co., Ltd., Chengde, Hebei, 068350, China

2. Zhongtianhua Hydrogen Co., Ltd., Nantong, Jiangsu, 226400, China

Abstract

With the rapid development of hydrogen fuel cell vehicles, the construction and operation of hydrogen refueling stations have become a critical link in the hydrogen energy industry chain. This paper introduces a mobile hydrogen refueling station suitable for low-temperature environments and its control methods, aiming to address the issue of low operational efficiency at traditional hydrogen refueling stations in cold climates. Through technological innovation, this mobile hydrogen refueling station can operate efficiently and safely under extreme weather conditions, providing reliable energy supply for hydrogen fuel cell vehicles. The station employs advanced temperature control systems and modular design to ensure stable hydrogen supply and refueling efficiency even in low-temperature environments. Additionally, its mobility allows it to be flexibly deployed in different regions, especially in remote or harsh climates. This technological breakthrough not only enhances the adaptability of hydrogen refueling stations but also provides significant support for the widespread adoption of hydrogen fuel cell vehicles, promoting further improvements in the hydrogen energy industry chain.

Keywords

mobile hydrogen refueling station; low-temperature environment; technological innovation

低温环境下移动加氢站的技术创新与控制方法研究

王璿磊¹ 张明明²

1. 国华(丰宁满族自治县)新能源有限公司, 中国·河北承德 068350

2. 中天华氢有限公司, 中国·江苏南通 226400

摘要

随着氢能汽车的迅速发展, 加氢站的建设与运营成为氢能产业链中的关键环节。本文介绍了一种适用于低温环境的移动加氢站及其控制方法, 旨在解决传统加氢站在低温环境下运行效率低的问题。通过技术创新, 该移动加氢站能够在极端气候条件下高效、安全地运行, 为氢能汽车提供可靠的能源供应。该加氢站采用先进的温控系统和模块化设计, 确保在低温环境下仍能保持稳定的氢气供应和加注效率。此外, 其移动性特点使其能够灵活部署于不同地区, 尤其适用于偏远或气候恶劣的区域。这一技术突破不仅提升了加氢站的适应性, 也为氢能汽车的普及提供了重要支持, 推动了氢能产业链的进一步完善。

关键词

移动加氢站; 低温环境; 技术创新

1 引言

在全球能源危机和环境污染问题日益严峻的背景下, 氢能及其在汽车领域的应用备受关注。氢能汽车的发展依赖加氢站建设, 然而传统加氢站在低温环境下存在设备结冰、效率降低等问题, 限制了其推广。针对此, 本文提出适用于低温环境的移动加氢站及其控制方法, 以解决传统加氢

站在低温运行时的困难, 保障在极端气候下的可靠性与稳定性。该研究对推动能源转型意义重大, 为氢能汽车的广泛应用提供了关键的基础设施支撑。

2 背景技术

当前, 移动加氢站运营受低温环境制约, 面临诸多技术挑战。液驱压缩机技术作为主流, 依赖液压泵站驱动液压油压缩氢气。但低温下, 液压油粘度大幅上升, 致使液压泵站启动效率降低, 压缩机运行性能下滑, 增加启动能耗, 影响氢气供应。站内配备的压力、温度等精密仪表, 在低温

【作者简介】王璿磊(1983-), 男, 中国陕西绥德人, 硕士, 经济师, 从事新能源发电及氢能研究。

3.3 加热系统设计

3.3.1 防爆加热器的设计

防爆加热器是加热系统核心组件。设计时充分考量安全性与效率：外壳选用高强度材料，配置多重安全阀，具备良好的防爆性能，可应对爆炸风险；内部采用高效电热元件，能快速将防冻液加热到所需温度；配备智能温控装置，按需自动调节加热功率，避免能源浪费；经过严格耐寒测试，满足低温环境特殊要求，确保在极端条件下正常运行。

3.3.2 防冻液循环系统

防冻液循环系统的作用是将加热后的防冻液均匀分布到移动加氢站的各个部位，以确保所有关键部件都能得到充分的加热保护。该系统由一组精心设计的管道组成，这些管道连接着防爆加热器、水箱和其他重要设备。当加热器开始工作时，它会先将水箱中的防冻液加热至 5℃，然后通过循环泵将热防冻液推送至整个系统。为了提高循环效率，我们在关键位置设置了多个分支回路，使得防冻液能够快速到达每一个角落。此外，为了防止热量散失，所有管道都进行了保温处理，并且在接口处使用了高质量的密封材料。这样一来，即便在最寒冷的环境中，防冻液也能保持足够的温度，从而保障整个系统的正常运行。

3.3.3 液压油温度管理

液压油温度管理对于移动加氢站在低温环境下的正常运作至关重要。由于液压油在低温下会变得粘稠，导致泵站启动困难甚至无法启动，因此必须采取措施保持液压油的温度。为此，我们在液压油箱内安装了换热器，当检测到液压油温度低于设定值时（例如 10℃），换热器入口的气动球阀会自动开启，通过加热后的防冻液将液压油加热至 20℃ 以上。同时，我们还设置了温度传感器来实时监测液压油的温度变化。一旦发现异常情况（如温度过高或过低），控制系统会立即发出警报并采取相应的应急措施。此外，为了提高液压系统的可靠性，我们还引入了备用泵和冗余电路设计。这样一来，即使主泵出现故障，备用泵也能立即接管工作任务，确保液压系统的连续运行。通过这些措施，我们可以有效地管理液压油温度，确保移动加氢站在低温环境下始终处于最佳工作状态^[2]。

3.4 工艺流程

3.4.1 当移动加氢站处于长时间不工作状态时

在移动加氢站的压缩机间内，配备了先进的环境温度传感器，以实时监测内部温度。当内部温度降至 -15℃ 时，系统会自动激活冷水机的加热程序。此时，内置于冷水机中的防爆加热器将开始对水箱中的防冻液进行加热，以提升整体温度。

随着防冻液温度逐渐升高至 5℃，冷水机将启动运行，同时，气体换热器管路的气动球阀也会相应打开，而油箱换热器管路的气动球阀则保持关闭。防冻液从水箱流出，依次流经过进气换热器、一级排气换热器、二级排气换热器

以及压缩机缸体，最后再回流至水箱，形成一个闭环的循环系统。

这种精心设计的循环系统不仅能够有效地加热压缩机缸体，提高缸体内液压油的温度，还能确保缸体保持在最佳的工作温度，避免低温对设备造成的潜在损害。同时，流经各换热器的防冻液还能够释放热量，为压缩机间提供温暖，保护其中的仪表和管阀等部件免受金属冷收缩的影响，从而防止泄漏或仪表测量失准的问题。

当压缩机间的温度进一步升高至 5℃ 时，冷水机将自动停止运行，同时气体换热器管路的气动球阀也会随之关闭。为了确保温度的稳定性，加热器将延迟 5 分钟关闭。在这 5 分钟内，如果压缩机间的温度再次降至 -15℃，加热器将继续工作，冷水机和气动球阀将重新启动，防冻液继续循环流动。反之，如果在这 5 分钟内压缩机间的温度能够保持在 -15℃ 以上，加热器将关闭。压缩机间的环境温度探测器将持续监测内部温度，一旦温度再次降至 -15℃，上述加热流程将重复进行，以确保移动加氢站在低温环境下能够稳定、高效地运行。

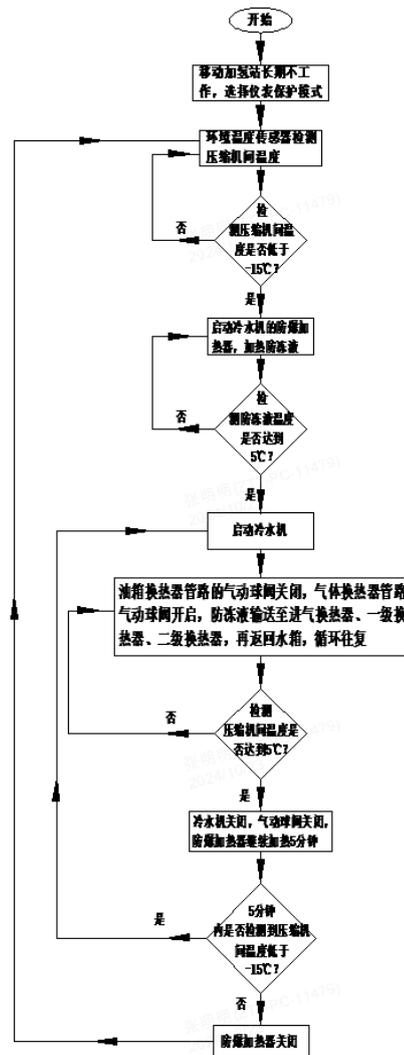


图 3 长期不工作时保温流程图

