

基于动态监测的燃料电池汽车氢系统泄漏控制策略研究 论文大纲

陈桂任 王士英

海南海马汽车有限公司 海南 海口 570216

摘要: 本文深入研究了基于动态监测的燃料电池汽车氢系统泄漏控制策略。通过整合压力传感器、氢气浓度传感器、智能控制单元等关键组件,构建了一套全面的氢系统泄漏控制系统。该系统利用多传感器融合与数据挖掘技术,实时监测氢系统的状态,并在检测到泄漏时迅速采取控制措施。实验验证结果表明,该控制策略在加氢、行驶和长期存放等多种场景下均能准确识别氢泄漏,并有效降低事故风险。与现有控制策略相比,本策略在提高泄漏检测准确性和可靠性方面表现出明显优势。本研究为燃料电池汽车的安全运行提供了有力保障,并为未来氢系统泄漏控制技术的研发提供了参考和借鉴。

关键词: 燃料电池汽车; 氢系统泄漏; 动态监测; 多传感器融合; 数据挖掘; 控制策略; 安全运行

1 引言

1.1 研究背景

燃料电池汽车,作为清洁能源技术的前沿代表,以其高效、环保的能源转换方式,正逐步成为汽车产业发展的新趋势。随着全球对减少温室气体排放和依赖化石燃料的迫切需求,燃料电池汽车因其使用氢气作为燃料,仅排放水,而备受瞩目。然而,氢气的易燃易爆特性为燃料电池汽车的安全性能提出了严峻挑战,尤其是氢系统的泄漏问题,更是关乎车辆运行安全及乘客、行人的生命安全。在此背景下,动态监测技术因其能够实时监测氢系统状态,及时发现并预警潜在泄漏,而显得尤为重要。

1.2 研究意义

尽管当前已存在多种氢泄漏控制技术,但其在监测范围、响应速度及准确性等方面仍存在诸多不足。例如,部分技术仅能在特定条件下有效,或响应延迟导致无法及时处理泄漏情况。因此,本研究旨在提出一种基于动态监测的氢系统泄漏控制策略,以克服现有技术的局限性。通过实时监测氢系统状态,结合先进的数据处理与分析技术,该策略能够迅速、准确地识别泄漏风险,并采取相应的控制措施,从而显著提高燃料电池汽车的安全性和可靠性。

1.3 论文概述

本论文将围绕基于动态监测的燃料电池汽车氢系统泄漏控制策略展开深入研究。首先,概述燃料电池汽车氢系统的基本组成与工作原理,以及氢泄漏的原因与危害,为后续研究提供理论基础。接着,介绍动态监测技

术的原理及其在氢系统泄漏检测中的应用优势。然后,详细阐述基于动态监测的氢系统泄漏控制策略的系统组成、控制策略实现、多传感器融合与数据挖掘,以及应急响应机制。最后,通过实验验证该策略的有效性,并总结研究成果,提出未来研究方向。

2 燃料电池汽车氢系统概述

2.1 氢系统组成与工作原理

燃料电池汽车的氢系统构成复杂而精密,其核心部件涵盖储氢罐、压力调节装置、氢气循环系统以及一系列安全控制装置。储氢罐负责高效、安全地存储氢气;压力调节系统则确保氢气在输送过程中的压力稳定,以满足燃料电池的需求;氢气循环系统则优化氢气的利用效率,减少浪费。整个氢系统的工作原理基于氢气的物理和化学特性^[1],通过精密的调控机制,实现氢气的安全储存、高效输送及精准供给,为燃料电池提供持续、稳定的能源。

2.2 氢泄漏原因与危害

氢系统泄漏是燃料电池汽车面临的一大安全隐患,其成因多样,可能包括储氢罐的意外损伤、管路连接处的松动或密封件的老化失效等。这些泄漏不仅可能导致氢气的无谓浪费,更可能引发严重的安全问题。氢气作为极易燃易爆的气体,一旦泄漏,在特定条件下可能引发火灾或爆炸,对车辆本身、乘员安全以及周围环境构成严重威胁。因此,对氢系统的严密监测和有效控制显得尤为重要^[2]。

3 动态监测技术概述

3.1 动态监测技术原理

• 动态监测技术是一种先进的监测手段，它整合了多平台、多时相、多波段和多源的数据，实现对目标的实时、全面监测。

• 在燃料电池汽车氢系统泄漏检测中，动态监测技术通过持续收集氢系统各关键点的压力、温度、氢气浓度等信息，运用算法分析这些数据，及时发现异常变化，从而准确判断泄漏情况。

3.2 动态监测技术的优势与应用

• 实时监测：动态监测技术能够实时反映氢系统的状态，一旦发现泄漏迹象，立即触发报警，为及时采取应对措施赢得宝贵时间。

• 数据分析与预警：通过大数据分析和机器学习算法，动态监测技术能够识别出泄漏的早期征兆，提高预警的准确性。

• 多维度监测：结合多种传感器和监测手段，动态监测技术能够从多个维度全面评估氢系统的安全性，减少误报和漏报。

• 适应性强：动态监测技术能够适应不同环境和工况下的监测需求，无论是车辆行驶中还是静止状态，都能保持高效的监测性能。

• 集成化与智能化：随着技术的不断发展，动态监测技术正趋向于更高度的集成化和智能化，使得监测系统更加紧凑、易用，且能够自动调整监测策略以适应不同情况。

4 基于动态监测的氢系统泄漏控制策略

4.1 系统组成与架构

本策略构建了一个全面的基于动态监测的氢系统泄漏控制系统。该系统主要包括压力传感器、氢气浓度传感器、智能控制单元、报警装置以及数据传输模块等关键组件（参见图1）。压力传感器和氢气浓度传感器负责实时监测氢系统的压力和氢气浓度变化，智能控制单元则根据传感器数据判断系统状态，并在必要时触发报警或控制措施^[3]。

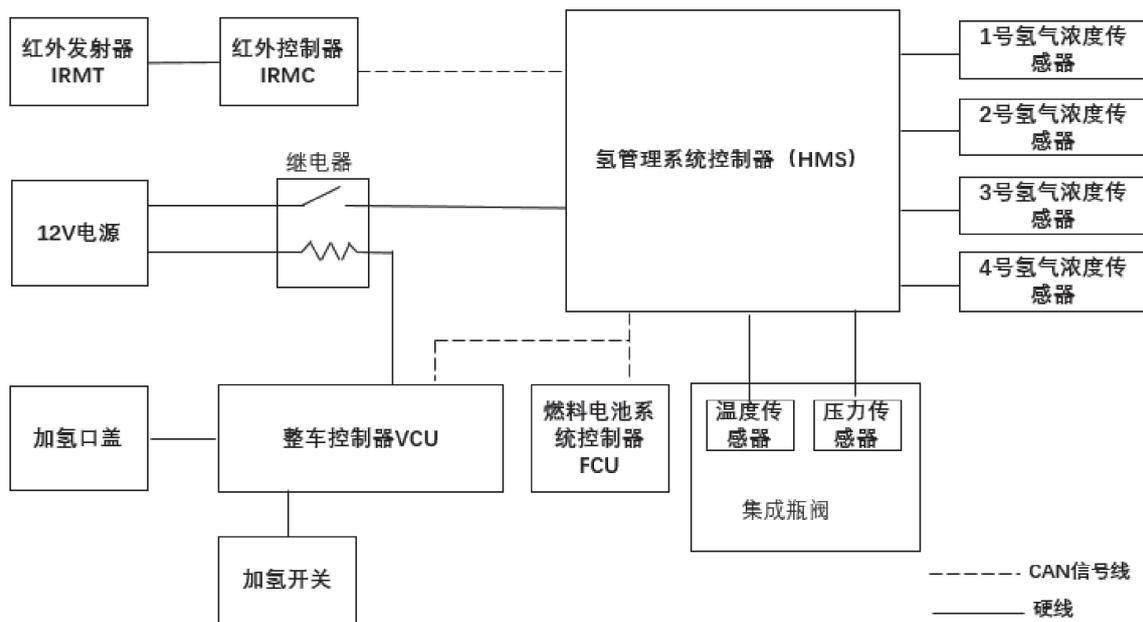


图1：图中展示了基于动态监测的氢系统泄漏控制系统的基本架构

4.2 控制策略实现

• 加氢过程控制：在加氢过程中，系统通过动态监测技术实时监测储氢罐的压力和氢气浓度。一旦压力或浓度超出预设范围，系统将立即停止加氢，并断开加氢设备与车辆的连接，同时触发报警装置，确保加氢过程的安全。

• 行驶过程控制：车辆行驶时，系统持续监测氢系

统的状态。若检测到泄漏迹象，如压力异常下降或氢气浓度升高，系统将立即关闭电子瓶阀，切断氢气供应，并触发车内报警系统，提醒驾驶员采取紧急措施。

• 长期存放控制：在车辆长期存放时，系统进入低功耗模式，但仍保持对氢系统的基本监测。一旦检测到泄漏，系统将唤醒并发送报警信号至车主或相关维护人员，确保及时处理潜在的安全隐患。

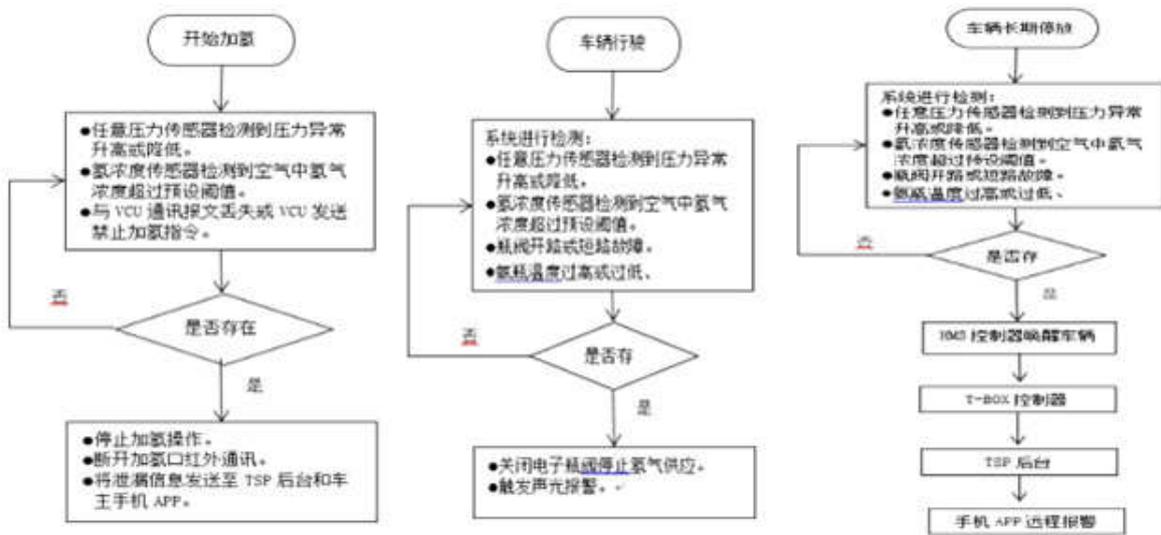


图2: 加氢过程控制流程-行驶过程控制流程-长期存放控制流程

4.3 多传感器融合与数据挖掘

通过多传感器融合技术,系统能够综合不同传感器的数据,提高泄漏检测的准确性和可靠性。同时,利用数据挖掘技术处理和分析监测数据^[4],可以预测泄漏风险,为系统的优化和维护提供决策支持。

4.4 应急响应机制

本策略构建了一套快速有效的应急响应机制。在检测到泄漏时,系统将自动关闭系统,通过车内通信系统通知驾驶员采取紧急措施。此外,系统还将向相关维护人员发送报警信号,确保及时响应和处理泄漏事件,有效降低事故风险和后果。

5 结论与展望

5.1 研究结论

本研究通过对基于动态监测的燃料电池汽车氢系统泄漏控制策略的深入探讨,得出了一系列严谨且具有逻辑性的结论。首先,该策略有效整合了压力传感器、氢气浓度传感器、智能控制单元等关键组件,构建了全面的泄漏控制系统,显著提高了氢系统泄漏检测的准确性和可靠性。其次,通过多传感器融合与数据挖掘技术的应用,系统能够实时监测氢系统状态,及时预警并响应泄漏事件,有效降低了事故风险。最后,实验验证结果表明,该控制策略在加氢、行驶和长期存放等多种场景下均表现出良好的性能,为燃料电池汽车的安全运行提供了有力保障。

本研究强调,基于动态监测的氢系统泄漏控制策略在提高燃料电池汽车安全性方面具有显著作用。该策略不仅提升了泄漏检测的灵敏度和准确性,还通过智能控制单元实现了对氢系统的快速响应和有效控制,为燃料

池汽车的广泛应用奠定了坚实基础。

5.2 未来展望

尽管本研究取得了一定成果,但仍存在一些局限性。例如,当前系统在某些极端条件下的性能尚需进一步验证和优化;同时,多传感器融合与数据挖掘技术的算法还需不断改进,以提高泄漏预测的准确性和实时性。

针对上述局限性,未来研究将重点围绕以下几个方面展开:一是深入研究极端条件下氢系统泄漏的特性,优化控制策略以适应更广泛的应用场景;二是探索更先进的多传感器融合与数据挖掘算法,提高系统的智能化水平和预测能力;三是加强与其他安全技术的集成与协同,构建更加完善的燃料电池汽车安全保障体系。

展望未来,随着动态监测技术的不断发展和完善,其在燃料电池汽车氢系统安全领域的应用前景将更加广阔。我们有理由相信,在不久的将来,基于动态监测的氢系统泄漏控制策略将成为燃料电池汽车安全保障的核心技术之一,为推动燃料电池汽车的广泛应用和可持续发展做出重要贡献。

参考文献

- [1]王红.虚拟仿真在新能源汽车热管理系统设计与优化中的应用[J].南方农机,2024,55(09):136-139.
- [2]李梦仁,胡攀辉,颜士肖,等.故障诊断在汽车发动机机械系统中的应用[J].中国设备工程,2023,(23):181-183.
- [3]黎清敏.基于智能控制算法的新能源汽车电池管理系统优化策略探析[J].汽车测试报告,2024,(10):35-37.
- [4]岳华,葛颀.新能源汽车远程监控平台设计与实现[J].大众科技,2019,21(05):11-13+18.