

制氢站调试方法及需注意的问题

刘清钢

内蒙古华电氢能科技有限公司 内蒙古 包头 014000

摘要: 本文详细阐述了制氢站调试方法及需注意的问题。调试前需核查制氢装置本体完整性、预检验管道系统密封性、检查电气控制系统接线牢固性。调试阶段包括单机调试与系统联动调试,涵盖电解槽、压缩机、储氢罐等设备调试及全流程工艺联动测试、自动控制逻辑验证、应急响应机制模拟。同时强调了安全管理、工艺控制、记录与验收等要点,确保制氢站安全高效运行。

关键词: 制氢站调试; 单机调试; 系统联动测试; 安全管理; 工艺控制

引言: 随着氢能产业的蓬勃发展,制氢站作为氢能产业链中的关键环节,其安全高效运行至关重要。制氢站调试作为确保设备性能达标、系统稳定运行的重要步骤,涉及设备核查、管道密封性检验、电气接线检查等多个方面。本文基于制氢站调试的实践经验,系统梳理了调试方法及需关注的问题,为制氢站的建设与运维提供技术参考,促进氢能产业的健康发展。

1 制氢站调试前准备

1.1 制氢装置本体完整性核查

在制氢站调试前,首先需要对制氢装置的本体进行完整性核查。这包括电解槽、压缩机、储氢罐等核心设备。电解槽是制氢过程中的关键设备,其性能直接影响到氢气的产量和纯度。检查电解槽时,需确认各部件安装正确无误,确保电极、隔膜、冷却系统等均处于良好状态。任何细微的安装不当都可能导致运行故障或效率低下。还需检查电解槽的外部连接件,如管道接口、电缆接头等,确保其紧固可靠。压缩机是将产生的氢气加压至所需压力的重要设备。对于压缩机的检查,首先要确认其机械部分完好无损,包括活塞、连杆、曲轴等主要运动部件的状态。其次需检查润滑油系统是否正常工作,油位是否适中,避免因润滑不足导致设备损坏。还需检查冷却系统的运行情况,确保压缩机在高温环境下能够稳定工作。对于大型压缩机组,还需特别关注其基础固定情况,防止因振动过大影响设备运行稳定性。储氢罐作为储存高压氢气的关键设施,其安全性至关重要。在核查过程中,需仔细检查储氢罐的外观是否有损伤、腐蚀现象,焊缝质量是否达标,确保罐体结构完整无损。储氢罐的安全阀、压力表等安全附件也必须经过严格检查,以保证在异常情况下能够及时响应,保障设备和人员安全。还需确认储氢罐与管道之间的连接牢固可靠,杜绝泄漏隐患。

1.2 管道系统密封性预检验

管道系统是制氢站内传输气体的主要通道,其密封性直接关系到整个系统的安全性和可靠性。在进行管道系统密封性预检验时,应重点关注阀门、法兰连接部位等易发生泄漏的地方。首先要检查所有阀门的开关灵活性,确保每个阀门都能顺利开启和关闭,并且在关闭状态下具有良好的密封性能。对于电动或气动阀门,还需测试其控制系统的响应速度和准确性。法兰连接部位是另一个容易出现泄漏的区域。在检查法兰连接时,需确认螺栓紧固程度均匀一致,垫片位置正确无偏移。若发现螺栓松动或垫片破损,应及时更换并重新紧固。为了进一步验证管道系统的密封性,可以采用氮气或惰性气体进行压力测试。通过逐步增加管道内的压力,观察压力表读数变化情况,判断是否存在泄漏点。一旦发现泄漏,立即定位并修复,直至系统完全密封。在管道系统密封性预检验过程中,还需注意管道的支撑和固定情况。特别是在长距离输送管道上,合理的支撑间距能够有效减少管道振动,延长使用寿命。需检查所有支架是否牢固安装,有无变形或损坏现象,必要时进行加固处理。

1.3 电气控制系统接线牢固性检查

电气控制系统是制氢站实现自动化操作的核心部分,其稳定性直接决定了整个系统的运行效果。在进行电气控制系统接线牢固性检查时,首先要检查仪表、传感器、控制模块等关键组件的安装情况^[1]。确保这些设备固定牢固,不会因外界振动而产生位移或接触不良现象。对于暴露在外的线路,需采取适当的防护措施,防止因环境因素导致短路或断路故障。在检查接线牢固性方面,需逐一核对每根电缆的连接点,确保接线端子紧固到位,无松动迹象。特别是对于高电流、高电压线路,更应加倍小心,避免因接触不良引发安全事故。还需检查接地系统的有效性,确保所有金属外壳均已可靠

接地,防止静电积累造成安全隐患。针对控制系统的功能测试也是不可忽视的一环。通过模拟实际工况,对控制系统进行全面测试,验证其各项功能是否正常运作。例如,检查温度、压力传感器的信号反馈是否准确,执行器的动作是否灵敏可靠,报警系统能否及时响应异常情况。只有当所有功能均达到预期要求后,才能为后续的调试工作奠定坚实基础。

2 制氢站调试方法

2.1 单机调试

2.1.1 电解槽调试

在电解槽调试过程中,首先需要进行电解液配置与注入流程。电解液的质量直接影响到电解效率和产物纯度。电解液应根据设计要求准确配比,并通过专用设备将其均匀注入电解槽内。确保电解液完全覆盖电极表面,避免因局部电解液不足导致电极过热或损坏。接下来是直流电源加载测试及电解效率初步观测。在启动电解槽前,需确认直流电源的稳定性和输出参数符合设计要求。逐步增加电流强度,观察电解槽运行状态,记录电压、电流变化情况以及产生的气体量。通过这些观测数据,可以初步评估电解效率是否达到预期目标。还需关注电解过程中可能出现的异常现象,如气泡分布不均、温度过高或压力波动等,及时调整操作参数以优化性能。

2.1.2 压缩机调试

压缩机调试开始前,必须对润滑系统进行全面检查。润滑油对于压缩机的正常运行至关重要,不仅起到润滑作用,还能有效散热。检查油位是否处于合适范围,油质是否清洁无杂质,必要时更换润滑油。同时检查油泵、滤清器等关键部件的工作状态,确保其功能正常。不同压力档位下运行稳定性测试是压缩机调试的核心环节。按照预定的压力等级依次启动压缩机,在每个档位下运行一段时间,观察压力表读数变化情况及设备振动状况。特别注意压缩机在高负荷条件下的表现,确保其能够平稳运行且无异常噪音或震动。如果发现任何不稳定迹象,立即停机检查并排除故障,直至压缩机能够在所有设定压力档位上稳定工作。

2.1.3 储氢罐调试

储氢罐调试包括压力传感器校准流程和安全泄压装置联动测试方法。首先进行压力传感器校准,这是确保储氢罐内氢气压力监测准确性的关键步骤。使用标准压力源对传感器进行逐点校准,记录各点的实际输出值与理论值之间的偏差,根据结果调整传感器参数,使其误差控制在允许范围内。安全泄压装置联动测试则用于验

证储氢罐在超压情况下能否自动释放压力,防止发生爆炸事故。模拟储氢罐内部压力升高至设定阈值时,观察安全阀是否能够及时开启并迅速降低压力。测试过程中需确保整个过程顺畅无阻,安全阀动作灵敏可靠。若发现问题,应及时修复或更换相关部件。

2.2 系统联动调试

2.2.1 全流程工艺联动测试

全流程工艺联动测试涉及电解、提纯、压缩、存储四个主要环节的衔接。在这一阶段,将各个单机设备整合为一个完整的生产系统,模拟实际运行工况进行综合测试。从电解槽产生氢气开始,经过提纯装置去除杂质,再到压缩机加压处理,最后储存于储氢罐中^[2]。重点关注各个环节之间的协调配合情况,确保物料流、能量流和信息流畅通无阻。例如,在电解槽产出氢气后,需快速切换至提纯装置进行净化处理,避免因中间环节滞后导致产品质量下降或系统失衡。

2.2.2 自动控制逻辑验证

自动控制逻辑验证涵盖连锁停机、超限报警等功能测试。连锁停机机制是为了在出现异常情况时,能够自动切断电源或停止相关设备运行,保护系统免受损害。通过模拟各种故障场景,如电压骤降、压力超标、温度失控等,检验连锁停机功能是否按预设条件触发,并能迅速执行相应操作。超限报警功能同样重要,它可以在参数超出安全范围时发出报警信号,提醒操作人员采取措施。逐一测试各类传感器的报警响应速度和准确性,确保系统具备良好的预警能力。

2.2.3 应急响应机制模拟

应急响应机制模拟主要包括泄漏报警与通风系统联动测试。制氢站内存在大量易燃易爆气体,一旦发生泄漏,后果不堪设想。必须建立完善的泄漏检测和应急处置方案。安装在关键位置的泄漏探测器能够实时监测环境中氢气浓度,当浓度超过设定阈值时,立即触发报警信号并启动通风系统,迅速降低危险区域内的氢气浓度。在模拟测试中,人为制造微量泄漏点,观察探测器反应时间及通风系统的启动效果,确保整个应急响应链条高效运作。还要对相关人员进行应急演练培训,提高他们应对突发情况的能力。

3 制氢站调试需注意问题

3.1 安全管理要点

在制氢站调试过程中,安全管理至关重要。首先需要关注氢气泄漏检测重点区域。阀门组和焊接接口是易发生泄漏的部位,这些地方应作为重点监控对象。安装固定式气体探测器并定期进行巡检,确保能够及时发

现任何微小的氢气泄漏。对于移动式气体探测器,操作人员需定期巡查整个站点,尤其是高风险区域,以便快速响应潜在的安全隐患。电气设备防爆等级合规性核查也是不可忽视的一环。由于氢气具有高度可燃性和爆炸性,所有电气设备必须符合相应的防爆标准。检查配电柜、控制箱等电气设施的防爆等级是否达标,并确认其接地系统良好连接,避免静电积累引发事故。还需确保照明设备、开关及插座等均具备防爆功能,以保障整体环境安全。人员防护装备配备要求同样关键。所有进入制氢站的工作人员都应穿戴防静电服,防止因衣物摩擦产生静电火花而引发火灾或爆炸。使用防爆工具时,需严格遵守相关规范,确保工具材质与设计符合防爆要求。对员工进行定期培训,提高其安全意识和应急处理能力,确保每位成员都能熟练掌握必要的防护知识和技术。

3.2 工艺控制要点

工艺控制是保证制氢站高效运行的核心。电解液浓度监控阈值设定直接影响到电解效率和产物纯度。通过在线监测仪器实时跟踪电解液浓度变化,设定合理的上下限阈值,一旦超出范围立即采取措施调整。例如,在电解过程中,若电解液浓度过低可能导致电极过热或损坏;反之,浓度过高则可能降低电解效率,增加能耗。压缩机组运行温度和压力波动允许范围的设定对于维持系统稳定性至关重要。压缩机在高压环境下工作,其运行温度和压力波动直接关系到设备寿命和安全性^[3]。根据制造商提供的技术参数,确定适宜的温度和压力波动范围,并设置相应的报警机制。当温度或压力超出预设范围时,系统应及时发出警报并采取相应措施,如自动停机或调节冷却系统,以避免设备损坏或安全事故。提纯系统吸附剂活化操作注意事项也不容忽视。吸附剂是提纯过程中的关键材料,其活化程度直接影响到氢气纯度。在进行吸附剂活化前,需严格按照操作手册准备所需材料和设备,并确保环境条件满足要求。活化过程中要密切关注吸附剂的状态变化,记录各项参数,确保其达到最佳性能状态。完成活化后,还需进行充分测试,验证吸附剂的净化效果是否达到预期目标。

3.3 记录与验收要点

调试数据记录规范是确保后续分析和改进的基础。

每次调试活动都需要详细记录时间节点、运行参数以及异常情况等信息。建立统一的数据记录格式,便于后续查阅和分析。例如,对于每次启动和停止时间、各阶段的操作参数(如电压、电流、压力、温度)以及遇到的问题及其解决方案,都应形成详细的文档记录,为优化调试流程提供依据。各子系统调试合格判定标准有助于明确每个环节的质量要求。制定具体的标准,涵盖从电解槽、压缩机到储氢罐等各个子系统的调试项目。例如,电解槽调试合格的标准可以包括电解效率达到设计值、无明显漏液现象等;压缩机调试合格则需满足运行稳定、无异常噪音或震动等条件。通过设立清晰的合格判定标准,可以有效指导调试工作,确保各子系统均能正常运行。整体性能验收测试项目清单是对整个制氢站进行全面评估的重要手段。列出所有需要测试的项目,包括但不限于全流程联动测试、自动控制逻辑验证、应急响应机制模拟等。每个项目都应有明确的测试步骤和评判标准,确保全面覆盖制氢站的各项功能。例如,在全流程联动测试中,需检查从电解到存储各个环节的衔接是否顺畅,各设备之间是否存在协调问题;在自动控制逻辑验证中,重点关注连锁停机、超限报警等功能是否可靠。通过细致的验收测试,可以提前发现并解决潜在问题,确保制氢站能够顺利投入运营。

结束语

制氢站调试是一个复杂而细致的过程,涉及多个环节和要点。通过全面的调试前准备、科学的调试方法以及严格的安全管理与工艺控制,可以确保制氢站设备性能达标、系统稳定运行。规范的记录与验收工作为后续的运维管理提供了有力支持。未来,随着氢能技术的不断进步和应用场景的拓展,制氢站调试技术也将持续优化和完善,为氢能产业的快速发展提供坚实保障。

参考文献

- [1]胡伟.国产大型隔膜压缩机在制氢站的应用[J].能源科技,2023,21(6):61-65.
- [2]范炜.火力发电厂制氢站控制与安全[J].今日自动化,2022(9):1-5.
- [3]吴怀明,赵宗焕,林国福.分布式控制系统在液态加氢站中应用[J].电子产品世界,2023,30(2):59-65.