

高抗硫阀门监造过程控制要点分析

刘剑雄 袁杰 钟琦 (西南油气田公司物资分公司, 四川 成都 610000)

曹佳 张玉树 (中石油江汉机械研究所有限公司, 湖北 荆州 434000)

摘要: 西南油气田作为国内重要的天然气产区, 500 亿方产气量主要增长来自高含硫气田, 高含硫项目集输工程将使用大量的高抗硫阀门, 做好高抗硫阀门的质量控制是实现高含硫气田安全、及时、经济供应的重要内容。本文基于西南油气田开发过程的需要, 主要描述了高含硫气田用阀门质量控制现状, 提出了高抗硫阀门监造过程的质量控制方法及要点。

关键词: 高抗硫; 阀门; 质控; 监造

1 高抗硫阀门特点

随着天然气能源消费的持续增长, 高含硫天然气清洁开采和净化已成为能源开发的主导方向之一。四川盆地位于我国西南地区, 是一个典型的酸性高含硫气田聚集的区域, 其中, 铁山坡气田、渡口河——七里北气田等是该地区最重要的酸性高含硫气田, 这些气田具有储量丰度高、气藏压力高、硫化氢含量高等特点, 因此对开发利用的技术要求也比较高。高抗硫阀门就是一种专门设计用于抵抗硫化氢腐蚀的高性能阀门, 广泛应用于石油行业高含硫气田地面集输工程等领域。

在石油行业高抗硫阀门采购中, 首先应明确高抗硫阀门不同于常规阀门, 除了其使用工况及环境错综复杂之外, 其输送的介质含有高含量的 H_2S , H_2S 是一种无色、有刺激性和强腐蚀性的剧毒气体, 极易对阀门材质造成腐蚀破坏, 可能导致重大安全事故的发生。因此, 相较于常规阀门, 对高抗硫阀门的质量控制有着更高的要求。

1.1 材料要求

对于高 H_2S 含量天然气, 硫化物应力开裂 (SSC) 和应力腐蚀开裂的裂纹扩展较快, 若出现泄漏很容易引发重大安全事故。因此, 高抗硫阀门的主体选材及制造首先要解决抗硫化物应力开裂 (SSC) 和应力腐蚀开裂性能, 同时考虑由于氢致开裂 (HIC)、电化学失重腐蚀等导致的阀门材质失效。

对在高含硫天然气工况下使用的阀门, 在选择阀门材料时应综合考虑材料的各项指标, 以确保阀门的可靠性和使用寿命: 主体材质应是纯净度高的细晶结构全镇静钢, 符合 API 6D、NACE MR0175/ISO 15156、SY/T 0599 等有关阀门材料标准的规定, 一般采用优质

的高抗硫碳钢 WCB、WCC、LCC 或镍基合金 Incoloy 825 等, 并对化学成分进行抗硫限定 ($C \leq 0.23\%wt$, $S \leq 0.010\%wt$, $P \leq 0.020\%wt$), 一些阀门还会采用表面涂层或衬里等防护措施, 以增强其抗腐蚀性能。且为了保证材料强度, 阀体一般采用整体锻造结构。

1.2 性能要求

在高含硫气田中, 阀门需要承受严重的腐蚀和磨损, 以及高压、高温等恶劣条件的影响, 因此需要具备较长的使用寿命。高抗硫阀门整体设计寿命宜为连续运行 20 年及以上, 并能保证在使用寿命期阀体、阀盖及内件承压件在工况要求下正常安全运行。并具有可靠的密封、耐高温、耐压、防火和防静电功能。阀门内的流体应顺畅流通, 避免流体的滞留和沉淀, 以防止堵塞和腐蚀。同时高抗硫阀门应易于维护和保养, 方便用户进行检修和更换部件, 保证高抗硫阀门运行稳定。

1.3 低逸散性要求

由于 H_2S 等有害气体对阀门密封性能和使用寿命造成不利影响; H_2S 还具有刺激性和毒性, 甚至会对操作人员的健康造成危害。如果含 H_2S 介质在阀门处逸散, 不仅会造成能源损失, 还可能引发安全事故。因此, 高抗硫阀门需要具备低逸散性的特点, 采用先进的密封材料和设计, 并进行严格的测试和检验, 保证在各种复杂的工况下介质不发生泄漏扩散, 满足“零泄漏”要求。

2 抗硫阀门近期质控管理情况

2.1 成品抗硫阀门出现的质量问题

目前西南油气田对成品抗硫阀门的质量控制主要以第三方检测 + 监督抽查检测为主。近 3 年来西南油气田采购了 2000 余只抗硫阀门, 成品不合格率达到

了3.1%，这个比例相当高，需要引起重视。出现最多的问题为材质的化学成分不符合材料标准要求以及抗硫成分限定要求，其次为结构长度不合格、试压泄露等问题；甚至存在部分供应商为了提升自我经济效益，不按技术规格书对承压部分进行整体锻造的要求，将端部法兰与阀体进行焊接连接并打磨掩盖的情况，对抗硫阀门的质量和性能造成严重且恶劣的影响。因此需要采取一系列措施来加强抗硫阀门的质量控制。

2.2 抗硫阀门主力供应商质量履约能力验证

为了验证西南油气田采购抗硫阀门主力供应商质量履约能力水平，笔者单位与国际知名咨询机构法国必维国际检验集团共同策划实施了抗硫阀门主力供应商质控履约能力调研，调研以 ISO9001 质量管理体系认证标准为基础，结合西南油气田采购及质控相关管理要求，设置了一套涵盖质量体系、采购分包、仓储物流、服务售后、设计工艺、生产管控及检验试验 7 个方面共 130 项内容的调研内容表单，并对供应商实际生产过程进行现场验证，各阀门主力供应商基本上都已建立质量管理整体框架，调研时均没发现有质控履约能力缺失的项目，基本能够满足西南油气田物资质量管理要求。但在实际生产中，各阀门主力供应商均在各个方面都存在一些不完全符合相关管理体系和要求、执行不严格的项目。因此，高含硫阀门采购还需加强对生产过程的监督管理。

2.3 抗硫阀门生产过程及监造情况

笔者通过对近 3 年来西南油气田采购的 2000 余只抗硫阀门的监造情况进行统计，在监造过程中发现各制造厂大小问题共计 320 余项，主要问题分类及占比如图 1：

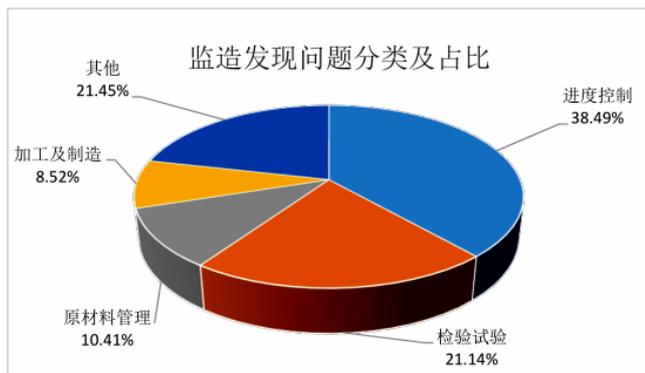


图 1

由图 2 可见，抗硫阀门生产过程出现的质量问题主要集中在原材料采购验证、加工制造和检验试验过

程。除去人员及过程管理等行为因素，抗硫阀门本体制造质量问题主要体现在以下几个方面：

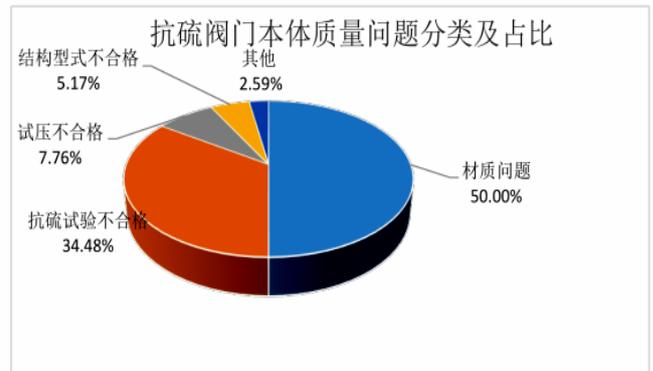


图 2

从以上抗硫阀门生产过程暴露出来的问题和相关数据来看，笔者认为对抗硫阀门的质控管理就应从制造厂对原材料及外购件的采购管理、检验试验的过程和结果的监督及验证、阀门加工组装等方面加强监管，明确落实控制、监督和验证的措施和手段。

3 高抗硫阀门监造控制要点

高抗硫阀门监造质量控制是对高抗硫阀门制造的全过程进行客观、真实的监督检验，以确保产品质量符合相关标准和合同要求。监造依据为业主委托合同、产品设计图纸或订货技术条件、与产品相关的国内国际标准、工艺文件和检验文件等。笔者结合近几年从事石油物资质控工作的经验，认为高抗硫阀门监造过程控制需要重点注意如下几点：

3.1 严格审查制造厂资质和能力

对于高酸性环境和多种腐蚀因素的工况，国内阀门制造商的生产能力是否满足高含硫介质的使用要求，需要进行严格的确认。尽管国内阀门制造商已经建立了自身的质量控制体系，并通过了 API、IOS 等体系认证，但这并不意味着其产品在所有工况下都能满足高含硫介质的使用要求。

监造工作开始前，应检查制造厂质量体系、程序文件、生产资质、人员资质、检验、试验仪器和设备等，确保其硬件基础满足高抗硫阀门生产要求；审核制造厂图纸、工艺文件等，确认工序、工艺及其他通用工艺文件是否符合标准及技术规格书要求。当监造人员发现制造厂的制造工艺明显有误，应向制造厂提出工艺修改意见；当制造厂的工艺文件或检验文件中缺少标准或技术条件中规定的检验内容时，也应向制造厂提出。

3.2 审核 ITP 问卷和设置监造控制点

监造人员应依据高抗硫阀门的技术要求、制造工艺特点以及制造厂的资质能力水平等,与制造厂进行技术和质量方面的充分沟通,审核确认制造厂 ITP 文件内容严格按阀门技术要求执行,且有效覆盖整个阀门制造过程,检验点、依据文件、评判标准、记录文件、检验等级等要素充分并且满足技术要求。对比监造大纲,合理设置见证点类型,保证关键、重要控制点一致,并利于监造质量控制工作开展。

3.3 强化原材料及外购件的质量控制

高抗硫阀门原材料及外购件一般包括锻件、焊材、内件材料、密封材料、紧固材料,必须按设计要求进行选择购买。监造人员要熟悉甲方提供的技术协议、数据表等文件,复核图纸、材料质证资料、材料复验报告等资料是否齐全、规范及有效;按 ITP 文件见证制造厂对原材料的复验,保证材料的试件及试验过程真实有效,审核相应试验的报告,尤其是耐酸性介质的腐蚀性能检测,与技术协议等文件进行复核,做到现场文件技术指标与委托方文件要求符合保持一致。

3.4 加强对机加工、装配的过程把控

高抗硫阀门各零件机加工、装配都是生产及监造质量控制的重要环节,其质量好坏直接影响阀门成品是否合格。监造人员应加强对机加工和装配过程的监督和管理,确保操作人员严格按照规定进行加工和装配,并进行严格的质量控制:从投料开始,严格按照图纸、工艺和有关技术资料,对每个工序、过程及加工参数进行试制及验证,并对成品零部件按要求进行抽检,保证其尺寸精度。装配过程则应确保操作人员对零部件及外购件检查确认无误后,严格按照装配程序进行,完成后通过整机试验检验安装质量。

3.5 确保焊接质量

焊接是阀门生产中的重要一环,其质量直接影响到阀门的密封性、耐用性和安全性。一个焊接不良的阀门可能会导致泄漏,从而引发安全事故。监造人员必须确保焊接工艺评定和焊接工艺规程满足阀门技术规格书、数据表及相关标准要求,并得到设计方审批后方可实施焊接;在焊接实施过程中,设备、人员资质、焊材抽检等都应得到检查验证,焊接参数设置执行正确;若出现缺陷,应立即记录并报告缺陷情况,制造厂未经设计认可,不得进行焊补修复。

3.6 审核无损检测、试验检验报告

无损检测是一项能在不损伤高抗硫阀门本体的情

况下,有效确保产品质量、评估产品状况的成熟检测方法,对人员资质、检测方法、检验结果都有明确的标准依据。监造人员对无损检测的控制要素包括检验级别、检验时机、检验设备标定、检验人员资质、零部件的数量、检验报告等,确保无损检测过程真实有效,检验报告能及时、准确出具。

3.7 重点关注密封试验及逸散性试验

由于 H₂S 泄漏有极大的可能导致重大安全事故的发生,造成巨大的损失,因此密封性能是高抗硫阀门的关键性能指标之一,每只高抗硫阀门在出厂前都应逐只进行密封性能的检验,对接触 H₂S 含量高的介质的软密封阀和金属密封阀的泄露率应分别符合 ISO 5208 的 3 级和 2 级要求,其检验试验必须进行严格的验证。

监造人员必须确保试验环境及设备处于稳定可靠状态,见证试验过程并确定试验标准、逸散型级别、过程及结果符合高抗硫阀门技术规格书及数据表要求,并加强对制造厂资料及报告的审查力度,确保资料的真实性和准确性,以保证高抗硫阀门在使用过程中不出现泄漏。

3.8 做好阀门清洁及保护

高抗硫阀门生产完成后,应做到有效清洗、除锈及干燥,按照相关要求涂漆,相应标识完善,并得到有效包装防护。在整个过程中,监造人员需要确保制造厂严格遵守相关要求和标准,如果发现任何不符合要求的情况,应立即要求制造厂进行整改,直到整改合格后才可以通过。

综上所述,高抗硫阀门是高含硫气田生产运行中不可或缺的关键部件之一,随着国家能源战略的进一步实施和开发利用,高抗硫阀门将在石油、天然气开采、长输管线等环境上的运用将日益增多,其质量和性能不仅直接关系到设备、设施安全运行和经济运行,更关系到国家财产和职工生命安全。高抗硫阀门的监造控制是一项系统而复杂的工作,需要从原材料、制造工艺、质量检验等多个方面进行全面把控。通过对这些要点的严格把控,才能确保高抗硫阀门的制造质量和性能符合相关标准和设计要求,真正制造出高质量、高性能的高抗硫阀门,为高含硫气田生产的稳定运行提供有力的保障。

参考文献:

- [1] 周永良.核电站阀门监造过程控制要点分析[J].信息记录材料,2017,18(11):2.