

化工铬钼合金钢压力管道施工技术及质量控制研究

孙新辉（东华工程科技股份有限公司，安徽 合肥 230024）

摘要：化工铬钼合金钢压力管道是一种由铬钼合金材料制成的用于化工行业的压力管道。铬钼合金具有优良的耐腐蚀性和高强度，因此成为制造压力管道的理想材料。在化工行业中，铬钼合金钢压力管道被广泛用于输送各种腐蚀性介质，如酸、碱、盐等。由于这些介质对普通金属具有较强的腐蚀性，因此需要使用具有良好耐腐蚀性的材料来制造压力管道。

关键词：化工铬钼合金钢压力管道；施工；质量控制

在制造铬钼合金钢压力管道时，通常采用的是无缝钢管或焊接钢管。无缝钢管具有更高的耐压强度和更长的使用寿命，但价格相对较高。焊接钢管则具有更好的韧性和更轻的重量，适用于需要频繁安装和拆卸的场合。因此，为了确保铬钼合金钢压力管道的安全性和可靠性，必须对其施工技术和质量进行严格的控制。化工铬钼合金钢压力管道作为化工行业中不可或缺的重要设备，对于保证化工生产的安全和稳定同样具有重要意义。

1 化工铬钼合金钢压力管道的特点

1.1 高耐腐蚀性

铬钼合金钢中的铬元素能够形成一层致密的氧化膜，阻止进一步的氧化腐蚀，同时，铬钼合金钢还具有较好的耐酸、碱、盐等腐蚀性介质的性能，能够在这些介质中保持良好的耐蚀性。也就是说，化工铬钼合金钢压力管道的高耐腐蚀性能够在各种腐蚀性介质中保持良好的耐蚀性，为化工生产的安全和稳定提供保障。

1.2 高温强度和蠕变性能

铬钼合金钢在高温下仍能保持较高的强度和蠕变性能，不易变形和失效，这使得铬钼合金钢压力管道能够在高温高压的化工工艺流程中保持稳定性和可靠性。在高温下，铬钼合金钢的晶粒会逐渐细化，提高材料的综合性能。同时，其抗氧化性能也较强，能够在高温下保持良好的稳定性。

1.3 良好的焊接性能

铬钼合金钢的焊接性能与碳钢和不锈钢的焊接性能有所不同，铬钼合金钢的熔点较高，焊接时需要采用高熔点的焊材和适当的焊接工艺。同时铬钼合金钢的导热性较差，焊接时需要控制焊接温度和冷却速度，避免出现焊接裂纹等缺陷。针对铬钼合金钢的焊接性能特点，可以采用手工电弧焊、气体保护焊、钨极氩

弧焊等焊接方法进行焊接加工。此外，还需要选择合适的焊材和焊接工艺参数，如焊接电流、电弧电压、焊接速度等，以保证焊接质量和可靠性。

2 化工铬钼合金钢压力管道的施工技术及质量控制

2.1 进场材料与检验

2.1.1 外观检查

对管道组成件及管道支承件的材料牌号、规格和外观质量进行逐个目视检查，并进行几何尺寸抽样检查。目视检查不合格者不得使用，几何尺寸抽样检查应满足设计文件和国家现行有关标准的规定。

2.1.2 材质检查

首先，将合金钢、含镍低温钢、含钼奥氏体不锈钢以及镍基合金、钛和钛合金材料的管道组成件，应采用光谱分析或其他方法进行材质抽样检查。抽样数量取每批（同批号、同规格，下同）的5%且不少于一个管道组成件。对于铬钼合金钢、含镍低温钢、不锈钢、镍及镍合金、钛及钛合金材料的管道组成件，应对材质进行抽样检验，并作做好识。检验结果应符合国家现行有关标准和设计文件的规定；其次，对阀门试验阀门壳体进行压力试验和密封试验，根据实际工况条件，按照国家现行有关标准和设计文件的规定进行壳体压力试验和密封试验。试验介质一般为水或空气，试验压力为设计压力的1.5倍。在试验过程中，应检查受压元件的表面有无异常变形和泄漏现象，如有异常，应停止试验并采取措施消除缺陷。阀门试验过程中应进行记录，并出具相应的阀门试验报告，最后对阀门进行检验，阀门应按照相关规定进行检验，包括外观检查、阀门解体检查、压力试验、密封试验等，检验过程中应关注阀门的材料、结构、尺寸、加工精度、表面质量等方面，对于不合格的阀门，应进行返修或更换。

2.2 焊前准备

2.2.1 焊接工艺评定

一般来说,焊接工艺评定应由经过认可的焊接人员进行,并需要记录焊接工艺参数、焊缝外观质量、力学性能试验等内容。在评定过程中,需要对铬钼合金钢的焊接特性、母材的特性、焊接接头的形式、焊接工艺参数等因素进行综合考虑。此外,在进行评定之前,还需要对铬钼合金钢进行焊接性分析,包括预热温度、焊接材料的选择、层间温度控制、热处理等方面的内容。根据分析结果,制定相应的焊接工艺方案,包括焊接方法、焊接材料、焊接顺序、焊接参数等。在评定过程中,需要进行焊接过程的监控和记录,包括焊接电流、电弧电压、焊接速度、层间温度等参数。同时对焊缝外观质量进行检查,包括焊缝宽度、余高、错边量等指标,如果发现有缺陷或不符合标准的情况,需要进行相应的返修或调整。最后在评定完成后出具相应的焊接工艺评定报告,包括焊接工艺方案、焊接过程监控记录、焊缝外观质量检查结果、力学性能试验结果等内容。该报告应由经过认可的焊接人员签字确认,并作为化工铬钼合金钢压力管道施工的重要依据。

2.2.2 施工人员培训

对化工铬钼合金钢压力管道施工人员的培训主要包括基本知识、施工工艺和技术以及安全知识和技能等方面的培训。第一,基本知识培训:包括管道的材质、规格、结构、使用条件等方面的知识,使施工人员了解管道的特点和要求。第二,施工工艺和技术培训:包括管道施工的流程、焊接技术、热处理技术、无损检测技术等方面的知识,使施工人员掌握施工工艺和技术要求。第三,安全知识和技能培训:包括管道施工的安全规范、危险源辨识与风险评估、应急处理等方面的知识,提高施工人员的安全意识和技能水平。在培训过程中,可以采用理论与实践相结合的方式,通过讲解、演示、操作等方式,使施工人员掌握铬钼合金钢压力管道施工的知识和技能。同时,可以进行模拟施工和实际操作,提高施工人员的实际操作能力和应对突发事件的能力。

2.3 管道焊接

2.3.1 坡口加工

坡口加工是化工铬钼合金钢压力管道焊接施工中的一个重要环节,坡口加工的目的是确保焊接接头的质量,减少焊接缺陷的产生,提高焊接效率。在进行

坡口加工时,需要考虑以下因素:首先,要考虑坡口的角度和形状,根据焊接工艺要求和管道的规格来确定坡口的角度和形状。通常情况下,坡口的角度为30~60°,具体的角度需要根据实际情况进行调整;其次,采用机械加工、手工打磨等方法进行坡口加工。机械加工方法可以获得精确的坡口形状和角度,但需要使用昂贵的加工设备和工具。手工打磨方法相对简单,但需要熟练的操作技能和经验,同时注意表面的光洁度和平整度,因为坡口的表面质量对焊接接头的质量有很大影响。

2.3.2 管道预制

化工铬钼合金钢压力管道预制流程如下:准备材料—切割与加工—组装和焊接—质量检查—试验和验收。首先根据施工图纸和工艺要求,准备管材、管件、阀门等材料,并对材料进行检查和验收,确保材料的质量符合要求;再根据图纸要求,使用切割机和加工设备对管材和管件进行切割和加工,确保切割质量和加工精度符合要求;然后将切割和加工后的管材和管件进行组装和焊接,按照工艺要求进行操作,确保焊接质量和组装精度符合要求;接下来对焊接完成的管道进行检查,包括焊缝质量、管道尺寸、表面质量等方面,确保管道的质量符合要求;最后对焊接完成的管道进行压力试验和无损检测,确保管道的强度和密封性能符合要求,并进行验收和交付。

2.4 管道焊接

2.4.1 焊接方法

化工铬钼合金钢压力管道的焊接全部采用氩电联焊,管径小于DN50MM的管道采用全氩弧焊接。

2.4.2 焊材的选择

化工铬钼合金钢压力管道焊材选用如表1所示。

2.4.3 焊接材料的管理

焊接材料应存放在干燥、通风良好、无腐蚀介质污染的场所,并应定期检查库存焊接材料的质量状况。焊接材料的发放应遵循先进先出的原则,确保库存焊接材料不过期、不变质。对于特殊焊接材料,如易燃、易爆或高毒性材料,应专门存放,并采取相应的安全措施。在进行焊接作业时,应按照相关规定使用合格的焊接材料,并注意节约使用,避免浪费。

2.5 管道热处理

管道热处理是铬钼合金钢压力管道制造过程中的重要环节之一,主要包括局部或整体高温回火热处理。热处理可以有效消除金属材料的残余内应力,改善材

料的力学性能,以及使材料获得较好的综合力学性能,同时还能提升铬钼合金钢管道内部组织结构的稳定性,以及其外形尺寸的稳定性和精度。在热处理过程中,需要注意以下几点:使用性能良好、精度高的热处理设备,确保热处理温度和时间的准确控制。严格控制热处理温度,使其达到规定的要求,确保热处理效果和质量。热处理时间对材料的组织和性能有很大影响,需要根据规定的要求进行控制。在热处理过程中,需要控制气氛,以防止氧化、脱碳等缺陷的产生。操作人员需要经过专业培训和考核,熟悉热处理工艺和操作规程,并严格按照要求进行操作。采用多种检测方法对热处理后的材料进行检测,确保热处理质量和安全性。

表1 化工铬钼合金钢压力管道焊材的选用

合金材料	焊丝	焊条
1CR5MO	TGS-5CM、H1Cr5Mo	R507
151CR5MO	TCR-1CM、H15CrMo	R307、CAM96
20+1CR5MO	TGS-51T	J426
20+15CR5MO	TGS-51T	J426
5CR5MO+OCR18Ni9	ER309	NC39、RNY309
1CR5MO+OCR18Ni9	ER309	NC39、RNY309
151CR5MO+1CR5MO	TGS-1CM、H15CrMo	R307、CMA-96

3 焊缝检查机管道的水压试验及无损检测

3.1 水压试验

焊缝检查机是用于检测金属管道焊接质量的一种设备,通常与管道水压试验一起进行,以确保管道的质量和安全性。在管道水压试验中,焊缝检查机可以用于检测焊缝的质量和密封性。通过向管道内注入洁净水或其他适宜的液体,对焊缝进行加压,以检测焊缝是否存在泄漏或其他缺陷。在进行水压试验时,需要注意以下几点:通常采用洁净水作为试验介质,也可以根据需要采用其他适宜的液体。根据相关标准和

设计要求,确定适当的试验压力。试验过程中严格控制压力,确保试验结果的准确性和可靠性。如果管道材料对温度敏感,需要进行适当的温度控制,以避免因温度变化而影响试验结果。水压试验前需要对焊缝进行外观检查 and 无损检测,确保焊缝的质量和密封性符合要求;水压试验时注意安全措施,如设置隔离带、警示标志等,以避免意外事故的发生。

3.2 无损检测

3.2.1 超声波检测

为防止铬钼钢焊缝焊后产生延迟裂纹,项目部要求,管道在热处理后保温前进行10%的超声波抽检以确定是否产生延迟裂纹。

3.2.2 磁粉检测

对所有与铬钼合金钢压力管道相连的角接焊缝均应当进行100%的磁粉检测,如果焊头无法进行磁粉检测时,可以使用渗透探伤代替。

3.2.3 硬度检测

对经过热处理后的铬钼合金钢压力管道还应进行硬度检测,以每一条焊缝作为一个抽查点,每一个抽查点包括两侧母材、热影响区和焊缝上各一点,硬度值的合格标准如下:1CR5MRo ≤ 270HB, 15CRr ≤ 230HB。为了进一步保证铬钼合金钢压力管道的施工质量,还需要在硬度抽检10%的基础航,将其检测比例提高至100%,根据检测结果,对硬度不合格的焊口重新进行热处理。

4 结语

综上所述,化工铬钼施工技术及质量控制需要从多个方面入手,包括进场材料与检验焊前准备、管道焊接、管道热处理等。只有控制好每个环节的质量,才能保证管道的安全性和可靠性。合金钢压力管道的施工技术及质量控制是保证管道安全性和可靠性的关键环节。

参考文献:

- [1] 刘娜. 超声冲击法消减铬钼钢焊缝残余应力的研究[J]. 西安石油大学, 2014(2):87-88.
- [2] 姜珊. 石油化工压力管道安装工程质量监理[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2015(23):878-879.
- [3] 孙林娟. 铬钼合金钢管道焊接技术和焊后热处理技术[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2016(13):13-16.

作者简介:

孙新辉(1982-),男,汉族,河南平顶山人,本科,高级工程师,现从事化工施工安装。