

海洋工程管道对接方法及技术

高晓东 李经纬 于昊成 张守明

中海石油(中国)有限公司天津分公司 天津 300450

摘要: 海洋环境的特殊性使得海洋工程在实施过程中面临许多技术问题,尤其是海上管道对接。虽然技术日益发展,管道对接的方法也越来越多样化,但在不同的技术条件下都有优缺点和适用条件。各种海洋管道对接方法和技术在当前海洋工程项目中得到了广泛的应用,但在对接过程中还存在许多问题。

关键词: 海洋工程;管道对接技术;方法应用

引言:海底管道是海洋工程的中心和生命线,海底管道起着重要的连接和运输作用,对海洋石油的开发起到具有重要的意义。我国的海洋工程开发起步较晚,相对于发达国家来说在技术和实施方面还不够成熟,经过20多年的努力和发展,我国也有了一定的进步,主要表现在管道设计方面、具体施工阶段、施工技术等等,在这些方面都有了长足的进步。

1 海洋管道对接技术概述

海洋管道对接技术是指将两个或多个海底管道连接起来形成一个完整的管道系统的技术。海洋管道对接技术是海洋工程领域中非常重要的一项技术,它能够实现海洋资源的开发和利用,保障海洋运输的安全和高效,也能够维持沿海环境的稳定和可持续发展。海洋管道对接技术主要包括两种方法:焊接对接和机械对接。焊接对接是将两段管道末端进行割口加工和清洗,然后通过电弧焊接将两端连接起来,焊接工艺需要控制好焊接的温度和速度,以保证焊接质量。机械对接则是通过安装特殊的连接组件或卡箍将两段管道末端连接起来,机械对接具有施工速度快、操作简单、管道质量稳定等优点。在实践中,海洋管道对接技术需要考虑到许多因素,例如管道直径、厚度、材质、海洋环境、水深、海床地形等。此外,对接过程中还需要保证管道末端的准确对齐和连接质量的可靠性,并且需要对对接后的管道进行检测和监测,以确保管道系统的安全和可靠性^[1]。

2 海洋管道结构分析

2.1 单层管结构

海洋管道中如果使用的是单层管结构,多以单层管加配重层结构、单层保温管加配重层结构为主,其中,一种管道结构就是将一层钢管作为运输管,在钢管的外壁喷涂防腐绝缘层,该绝缘层可以对管道起到保护作用,避免海水作用对钢管所造成的侵蚀,但此类管道结构中,是否需在防腐绝缘层外进行配重层的设置,一般

应根据海洋管道的具体安装需求来确定。配重层在管道结构中具有重要的作用,一旦面临着管道设计重量小于浮力的条件,管道可以在配重层的作用下,管道可以顺利沉放到海底并保持稳定性。单层保温管加配重层管道结构下,是在原先单层管加配重层结构的基础上,在防腐绝缘层与配重层之间加设了一层保温结构,这种设计下,保温结构发挥了对整体管道的保温功能。

2.2 双层管结构

双层管结构多为双层保温管,这种管道结构,使用了输油内管和外套管,这两层管道都为钢制管,在两层钢管之间存在保温层设计,且在外套管的外壁存在防腐绝缘层。在一些海洋工程项目中,海洋管道的使用条件比较特殊,在原有双层保温管的基础上,有时甚至需要外套管外部进行配重层的增设,通过这一方式来增大管道的总体质量。与其他类型的管道结构相比,双层管结构的保温性能更为理想,即使在内管破裂的情况下,这一管道结构的使用可以有效阻止油气渗漏事故的发生。

3 海洋工程管道对接方法分类

3.1 焊接对接法

焊接对接法是传统的海洋工程管道对接方法,主要包括手工焊接、埋弧焊接、气保焊接及等离子焊接等。这种方法通常适用于大直径的管道,但由于焊接对管道造成的应力影响,会导致管道在使用过程中产生疲劳和应力腐蚀问题^[2]。

3.2 机械连接器对接法

机械连接器对接法也叫做机械套接系统对接法,是一种新型的管道连接方法,包括插接式机械连接器和卡式机械连接器两种。该方法较焊接法更安全、更易于操作,并且可以有效减少管道的运输成本。

3.3 其他辅助连接方式其他辅助连接方式包括弹性卡口、挤压膜拼接、橡皮接头等,它常用于较小直径和低压管道上。这些连接方式的好处在于,不会对管道造成

应力，因此不会引入应力腐蚀和疲劳问题，适用于更长时间的使用。

4 海洋工程管道对接方法及技术

4.1 管道焊接技术

4.1.1 管道焊接基本概念

管道焊接是指将管子的两端通过热源加热、熔接而使之相互连接起来的工艺。焊接的质量直接影响到管道的使用效果，好的焊接可以保证管道的使用寿命和安全性。

4.1.2 管道焊接技术分类

①手工电弧焊：手工电弧焊是最基本、最常用的焊接工艺，其原理是通过电arc将焊条烧熔，然后使用燃烧的矿物质把熔化的金属填充到焊缝中。这种焊接方式简便易学，适用面广，过于人工焊接，可以产生较大的焊接变形和影响焊接质量。

②埋弧焊：埋弧焊是指把焊条与工件使用埋弧头包裹，由埋弧头供电，产生的电流引起矿物质燃烧，形成焊缝。与手工电弧焊相比，埋弧焊不会产生飞溅，而且操作比手工电弧焊稳定，能够生产较高质量的焊接。

③自动焊接：自动焊接是一种自动化的焊接技术，使用焊机自动完成熔接、填充、电弧控制和移动等操作，其优势是在高温和恶劣的条件下实现高效的焊接，提高了生产效率和质量。

④TIG焊：TIG (TungstenInertGas) 焊接是一种惰性气体保护下使用钨极电弧焊接的技术。它产生的电弧温度较高，但对钢材热输出小，适用于薄壁管、薄板及不锈钢管的焊接。

4.1.3 管道焊接质量控制

①焊接前应检查焊条材质、烘焙时间及电极长度是否符合要求。焊接时也应遵循正确的操作流程以及合适的环境条件和保护装备。

②焊接时应注意焊接电流、电压、气体流量、烘焙时间等参数的控制，避免产生焊残渣和其他不良现象。

③焊接后应及时进行非破坏性检测，查找焊接缺陷，保障焊接的质量和可靠性。



管道焊接技术在海洋工程管道中应用广泛，在保障管道的使用效果和安全性方面起着至关重要的作用。在管道焊接中选择适合的焊接方法以及严格的焊接质量控制，将有助于提高管道焊接的质量和可靠性^[3]。

4.2 机械连接器对接技术

海洋工程管道机械连接器对接技术是一种现代化的连接方法，具有快速、可靠、安全和高效的特点，已经广泛应用于海洋工程的建设与维护中。在对接过程中，需要注意以下几点：

4.2.1 前期准备

在进行机械连接器对接前，需要对管道进行清理和检查，确保管道表面光洁，并且没有损伤或裂纹等缺陷。

4.2.2 选择合适的连接器：针对不同的管道材质和管径，需要选择合适的机械连接器，以确保连接的牢固和可靠。

4.2.3 安装连接器

在连接器的安装过程中，需要遵循生产厂家的安装说明，并且使用专业的工具和设备进行安装。安装时需保证连接器的实心轴线与管道重心轴线对齐。

4.2.4 进行对接

在安装好连接器之后，需要进行对接。对接时需要使用专业的对接设备，确保连接过程中的力度和稳定性，同时也需要控制好对接速度和角度，防止连接器变形或损坏。

4.2.5 确认对接质量

对接完成后，需要进行质量检查，检查连接过程中是否存在泄漏和变形等问题。确保质量合格之后，才能封闭管道，进行下一步工作。

总之，海洋工程管道机械连接器对接技术需要经过专业的人员进行操作，遵循安装说明，并严格控制每一个环节，以确保连接的质量和可靠性^[4]。

5 海洋工程管道安装质量控制

海洋工程管道是一项十分重要的工程，涉及到海底输油、输气、供水等。为了保证海洋工程管道的安全、稳定运行，必须进行高质量的安装工作。因此，对于海洋工程管道安装来说，质量控制是至关重要的。

5.1 海洋工程管道安装前需要进行充分的准备工作。在进行安装前，必须对工程建设的技术方案、设计图纸、过程控制方案、安全措施等进行细致的分析和评估，确保方案合理、可行、符合标准要求。

5.2 对于海洋工程管道的安装过程中，必须按照相关的标准和规范进行严格的控制和管理。工程施工必须按照施工计划进行，保证工序、工艺的合理安排和顺序。

在施工过程中,要对各项工作质量和进度进行监督和检查,发现问题及时进行处理和纠正。

5.3 对于管道焊接技术来说,一般需要考虑以下几个方面:

5.3.1 焊接人员的技术水平和资质:在管道的焊接过程中,焊接人员必须具备一定的技术水平和资质,熟悉各种焊接工艺和操作规程,以保证焊接质量。

5.3.2 焊接材料的质量和可靠性:焊接材料必须符合相关的标准和规范,具备良好的质量和可靠性,以保证焊接的牢固性和稳定性。

5.3.3 焊接工艺的选择和操作过程的控制:要选择适合管道的焊接工艺,确保焊接质量的稳定性。对于焊接的操作过程,必须进行严格的控制和记录,以便及时进行问题处理和纠正。

5.4 除了焊接技术外,安装质量控制还包括以下几个方面:

5.4.1 管道的选材和预处理

经常在海洋环境下运行的管道,需要选用高强度、耐腐蚀和耐磨损的材料,同时对材料进行一定的预处理,以保证其质量和性能。

5.4.2 管道的安装工艺控制

管道的安装必须具备合理的工艺控制措施,如工具、机械设备和安全防护措施等,以保证安装的稳定性和安全性。

5.4.3 管道的防腐保护和维修:海洋工程管道经常受到海水、风浪等因素的影响,因此在管道安装后,需要进行防腐保护和维修,确保管道的长期稳定运行。

综上所述,海洋工程管道安装质量控制是一项多方面、多层次的工作,需要各方面合作,进行全面管理和监督。只有全面贯彻执行各项符合标准和规范的工作措施,才能确保海洋工程管道的安全、稳定运行,保障海上能源的供给和海洋环境的保护^[5]。

6 今后重点发展趋势

随着能源需求的不断增长,海洋工程管道对接技术越来越受到关注和重视。管道对接技术是海洋工程建设中不可或缺的一环,对整个海洋工程的安全运营具有非常重要的影响。因此,在海洋工程管道对接方面,未来的重点发展趋势主要有以下几个方面。

6.1 提高技术创新能力

随着科技的不断进步和创新,未来海洋工程管道对接技术将越来越高效、智能化、安全化。因此,在对接技术方面,未来的重点是加强技术创新和研发,提高技术应用水平和实用性。在相关技术上进行持续的创新和技术革新,实现对接效率的全面提升。

6.2 加强安全管理

海洋工程管道对接需要充分考虑安全问题,加强管道安全控制和管理。技术及设备上完善安全机制,提高安全响应能力,完善应急预案,确保在紧急情况下能够及时有效地应对^[6]。

6.3 推进工艺优化

针对不同的海洋环境和管道类型,采用不同的对接工艺,进一步提高对接效率。同时,加强管道材料的研发和应用,实现对管道材料的更高要求,保证管道的安全运行和经济性。

6.4 加强人才培养

培养专业技术人员,提高其技能水平和综合素质。在海洋工程领域中,技术人员将会成为重要的支撑力量。加强对于人才的培养和创新团队的建设,培训专业人才,将会对于未来的海洋工程产生举足轻重的作用。

6.5 注重环境保护

海洋工程建设过程中必须时刻注重环境保护。在对接技术中,应当以环境为前提,采取有利于环境保护的对接技术,尽量减小对海洋环境的影响。

总之,海洋工程管道对接未来的发展趋势将是技术创新,安全管理,工艺优化,人才培养和环境保护。随着技术的发展和应用,未来海洋工程管道对接将会更加高效、环保和安全。

结论

海洋工程中涉及的管道对接作业是非常多的,在不断的技术发展条件下,管道对接可以选择的方法和技术越来越多,但不同的技术有着其独特的适用条件,为获得最为理想的管道对接效果,相关人员在从事对接作业时,要根据现场环境等综合性因素的考虑,选择最为恰当可行的对接工艺。

参考文献

- [1]常宇,曹雷,徐振,张永波,李亚川,张卫东.海底管道对接环焊缝焊接质量控制分析与研究[J].化工管理,2020(13):154-155+183.
- [2]吴文俊,彭婷,陈斌等.海洋工程管道对接技术研究进展[J].中国海洋大学学报,2018,48(12):125-132.
- [3]宋涛,郭宝东,王贵红等.海洋工程管道对接关键技术及应用[J].中国水利,2019,9:102-109.
- [4]沈奇,陈钢,李慧平等.海洋工程高难度管道对接技术研究综述[J].海洋开发与管理,2019,36(3):74-79.
- [5]张建军,邹国强,陈岩等.海洋工程管道可拆卸对接技术经济分析[J].石油化工技术开发,2019,48(7):72-77.
- [6]陶泽春,周杰,杨道等.海洋工程管道对接技术与应用[J].长江科学院院报,2020,37(4):162-167.