

组合焊接技术在油气田地面工程建设中的应用

郭雨 李卫国

廊坊中油朗威工程项目管理有限公司

摘要：焊接技术已被高效地运用于各个领域，在油气田地面工程建设中其复杂程度在不断提高。针对工程特点，选用适当的工艺，对我国石油和天然气钻探事业的快速发展起到积极的推动作用。本文对组合焊接技术在油气田地面工程建设中的应用进行分析，为石油和天然气开采工程的顺利实施，提供了可靠的技术支撑。希望本文的研究可以对组合焊接技术的创新发展提供一定的理论基础。

关键词：组合焊接技术；油气田地面工程建设；应用效果

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.16.117

引言

随着油气储层表层工作的不断发展，焊接技术也随之创新，它在整个建筑物中占有举足轻重的地位。为了开发天然气田地，需要对焊接技术做进一步的研究。

一、油气田地面建设工程概况

气田地面建设是指对油气管线进行管理与控制。一般分成两个主要类别。作为一个油气资源丰富的国家，储气库的地表建设质量保证了油、气可以在最短时间内完成开采，不会对储气库的输送、存储造成影响。当前，中国正着手实施“双轨”发展战略，以实现油气开采的常态化与高效率化。石油产业主要包括两个方面：一是地面基础设施的建造，二是管线的建造。具体内涵与特征也随着矿床规模、储藏室种类的不同而有所不同。采用最优的技术来建立油气储存区，不断改进设备的内容，并根据油田的特征，持续改进管线的安装技术，使站点的建立和施工更加安全。

二、油气田地面工程发展对社会经济的促进作用

近几年来，我国油气资源开发的地表工程不断发展，既提高了国家科技储备的水平，又满足了人们的生活、生产需求。这一切都是中国经济发展到一定程度的有力保证。

（一）社会经济发展加大了对石油的需求

随着中国经济的增长，石油在各个行业的需求量也在不断增长，比如汽车行业和工业领域。由于对原油的需求量越来越大，在建原油工程的数目也越来越多，应该继续开展技术创新，使人和物质资源得到合理使用，并加速油气勘探。

（二）为社会经济发展提供重要支持

天然气储量的建造将会提高原油的供给，从而更好地满足当地的原油需求。另外，天然气储存项目也为当地提供了更多的工作岗位，并显著降低了失业率。油气储藏在地表上的建设要花费更多的时间，并且要求更多的资源支撑条件。

三、焊接技术在油气田地面工程中的应用现状——

石油钻头焊接

在油气勘探开发过程中，钻进质量是决定施工效果的关键因素之一。石油钻机一般分为两类：牙轮钻头、PDC钻头，是一种将金刚石切削结晶与牙钻焊接组合，在石油钻探工艺中常被采用。

（一）原理及实现方法

针对制造大直径圆锥钻头难度大、材料易脆、韧性差、造价昂贵等问题，采用硬钢与硬合金相结合的方法来解决这一问题。焊接工艺是以传统方式为基础，将拉丁硬化（YG8）与钢（42 CrMo）的合金（42 CrMo）进行焊接，然后再采用火焰钎焊，以提高拉丁对钢的耐受性，使拉丁更能承受来伤害，增强焊接性能。

（二）焊接材料分析

42 CrMo钢是一种高强、中淬、高强、高韧度、耐疲劳、耐冲击力的钢材。YG8硬钢是一种以碳化物为基础的新型硬钢，极高的硬度、高韧性、低热膨胀系数的新型硬钢。

（三）电阻钎焊的原理

电阻焊采用电阻加热法，在一定的电流下，得到两个或更多的钢板，并使其在高温下融化。所谓间接加热，就是焊接电流只流过一个零件，或者完全不流过。直接加热是指焊接电流穿过所有的工件，并使被烧伤的工件因其对被烧伤的表面的抗性而被融化。直接加热的优点是升温快，一般在电阻焊中使用的是铜，银，镍等等。

（四）电阻钎焊工艺参数

焊接温度、加热速率、冷却速率是影响焊接强度的重要工艺参数。金属丝产品的熔点一般在25-60℃之间，以保证流度的一致性。高于熔点蜡的镍，也在100摄氏度左右。其他参数则是与焊件的材质以及焊件的性有关。

（五）电阻钎焊实现方法

喷镍基蜡该焊接装置为人工频率恒定的点焊，焊接裂纹的产生原因是脆弱的YG8合金的严苛，低导热系数和膨胀系数，在内部和外部的温度梯度，焊接时的张力，扭曲在没有爆裂压力的情况下产生问题。刚性合金与钢材的热膨胀系数有较大差异。焊料易碎，造成这种现象的主要原因是由于钎焊温度过高，在焊缝处产生了凹坑。气孔，钳口开口，氧化，造成这一现象的主要原因是由于热处理温度低于蜡质的熔点，使工件表面发生了氧化，使工件的可塑性降低，产生了气孔、裂纹等缺陷。

（六）解决措施

选取合适的强度钎焊工艺参数，将直接影响到焊缝的质量。此时，应该将加热温度、时间、速度、压力和焊接冷却速率等因素一起考虑进去，同时考虑到了基体

金属的焊接材料的特性以及基体金属之间的相互作用。YG8是一种具有结构紧凑、热传导率低硬合金材料。部分硬质金属焊接时允许的温升速度如图1所示。

硬质合金 长度/mm	焊接时允许的温升速度/ $^{\circ}\text{C}\cdot\text{s}^{-1}$			
	YG8	YT5	YT15	YT30
<20	80~100	60~80	50~60	30~40
20~40	20~30	15~20	12~15	10~12

图1 部分硬质合金允许的温升速度

(七) 焊接工艺

(1) 在具有与电极相同或更大的断面的头部硬合金焊接表面保持接触，从而使经过严格合金焊接的焊接电流的表面尽可能地一致，并且避免了不均匀的热量分配。(2) 在气瓶的焊面上进行少量的镍钎焊。(3) 硬质合金YG8与钢42CrMo有很大区别，不能对其进行严格的焊接调整。(4) 为了防止温度升高及产生硬合金开裂，电流宽度不宜过小，焊接电流不宜过大。铸焊后，用显微镜对硬质合金及焊缝裂纹进行观察，硬合金及焊接面平滑，没有裂痕。

四、焊接技术在油气田地面工程中的应用现状——石油钻杆焊接

在油气井钻过程中，钻头随着焊接工艺的不断进步，摩擦焊已成为一种被广泛应用于生产和生活中的重要焊接方式。钻井是钻井工程中的关键装备，如果操作不当，将使钻井工程变得异常复杂，并可能带来安全隐患。所以，要保证钻井设备的安全性和可靠性，就必须保证钻井设备的安全性。采用摩擦焊技术，有效提高了钻头的使用寿命。为了确保产品的安全性、可靠性，同时也为了防止产品过厚，现在很多穿孔机厂家都采用了热摩擦焊接工艺。所以，在油井的焊接中，采用了热处理、摩擦焊等技术。

(一) 石油钻杆焊力学分析

(1) 石油钻杆焊缝焊接纵向冲击力比较高，能力指数在3以上。石油钻机焊接韧度的指数对总体防护程度较高，一般不会出现不合格现象。反之，若油井的纵缝冲击值过小，则其总体保障能力也会过小，且常常是不理想的。

(2) 油井钻的焊接韧度指数离散度很小，说明油井钻的焊接韧度变化很小，具有很好的稳定性，可以确保焊接质量。若油井钻具的焊点韧性指数过高，则其焊点的强度波动大，焊点的稳定性差，从而造成焊点的质量下降。(3) 在石油钻杆焊缝冲击韧性很高的基础上，其屈服强度指数可以高达130以上，说明这种屈服强度指数较高，其指数在130以下，则可焊接的钢钻能力低。

(二) 石油钻杆焊缝热处理与摩擦焊接的发展与优点

电弧焊接是最早出现的一种焊接工艺，后来又出现了代替焊接的新工艺。燃油喷嘴的焊接技术从一开始的电弧焊接、快焊，到后来的发展，已经不能很好地适应油田开发的要求。电钻的焊接工艺就由热摩擦和本征摩擦转换成了焊接工艺。该两种钻头的焊接技术，可有效

地改善钻孔工作的冲孔效果，提高工作效率。目前，采用惰性摩擦与连续摩擦焊相结合的方法，既能提高钻头的焊接质量与产量，又能增强钻头的稳定性与可靠性。内稜摩擦焊是石油钻井设备制造中应用最广泛的一种工艺。

(三) 石油钻杆焊缝热处理与摩擦焊接的优点

惯性摩擦焊在穿孔焊中具有以下四大优势：一是节约能源，无须制动；第二，节省能量，第三，该方法具有较高的效率，它所节约的时间是其他方法的2倍。第四，在惯性摩擦焊中，一般不会出现灰斑，且焊缝质量较好。在当前常规的炼油工艺中，穿孔焊道经热处理后，其强度及断裂强度均有明显的改善。

(四) 石油钻杆焊缝的热处理操作

油井钻具摩擦焊是在完成了摩擦焊后，对焊缝部位进行淬火、回火处理，以确保其质量的一种方法。为确保手持钻机的总体质量，对焊料进行高精度硬化。钎焊工艺是钎焊及热处理的初级环节，其耗能较大。在石油钻机焊接件的热处理过程中，为了使其达到奥氏体化，更多地采用感应加热。

在具体的操作过程中，采用的都是基于增强的水工艺，变量之间的组织综合力学性能提高，高温回火的功能可以成为组织结构。采用加热频率可获得平均焊点，焊点宽度一般控制在70毫米以内，能使高温回火工序更好地对奥氏体区域进行覆盖。

(五) 钻杆焊缝淬火工艺

如何选用合适的冷却液，将直接影响到钻井设备的焊接温度。常用的热处理方法有两种，一种是气冷高压工艺，另一种是液冷工艺。以往，石油钻机焊接时，一般都是用水冷方式进行淬火，这样可以使其更易于进行淬火。虽然采用了水冷却的方法，但是在低转速时，冷却速度会降低，而在高转速时，则会提高。

在实际生产中，焊接与硬化工艺采用了以水基硬化液为主，并采用喷气冷却的热处理工艺。但是，水冷急冷的速度要快，而水冷急冷则使整个冷却环境得到了改善。在钻井中，如果造成的硬化裂缝冷却过快，则硬化工艺中的一种有效选择就会缩短冷却时间，而硬化裂缝则会因为冷却时间过长而产生。既能提高工人的劳动生产率，又能确保产品的质量

(六) 钻杆焊缝高温回火工艺

由于油井钻床在淬火过程中存在着较大的内应力和较大的硬度，因此，为了保证焊缝的整体质量，必须采用较高温度的回火工艺。中频感应加热器在高温回火工艺中得到了广泛的应用，但由于体态效应的存在，导致了电流场的低频化，使加热效果急剧下降。这样，就造成了内外壁面温度分布不均。在对焊缝进行高温回火时，对其使用的石油钻探用的材质，应对其进行适当的温度控制，以免回火温度过高，使熔融金属的分解及焊接断面的硬度达不到相关标准。还可以采用红外测温仪来对回火温度的大小进行测量，并使用计算机对回火温度进行档案储存。

(七) 石油钻杆摩擦焊接处理工艺

1. 石油钻杆摩擦焊前处理

准备工作应该在焊接之前完成。在焊接之前，应先对焊缝进行预处理，以确保焊缝的质量与洁净。按照摩擦焊接作业规程，钻具两端螺纹平整，表面无腐蚀，无污染。另外，以模具上的螺丝为依据，说明焊接的年份、月份，以及厂家名称。钻杆焊头必须根据焊缝尺寸的规定，对焊头进行预先处理。通过对油钻进行摩擦焊，达到了刀具连接件的焊接要求。另外，还需要清除工作面上的氧化渣，以保证焊接面的干净。

2. 石油钻杆摩擦焊焊接工艺注意事项

在油井钻床的摩擦焊接工艺中，对工艺参数进行了严格的控制。在进行焊接工艺设计时，必须先对焊接机主轴线的转速进行计算。针对液压摩擦焊机的工作特性，对辊子转速进行了控制，使辊子转速在1000转/分左右。选择合适的转速，可确保油孔摩擦焊的品质。为缩短油孔摩擦焊时间，应采用大批量、大批量、高压焊接技术，以提高焊接效率。摩擦焊工艺参数的选择对降低焊接质量有直接的影响。油钻式摩擦焊时，若未按规定操作，则参数控制系统会发出警告，保证焊接精度。要使摩擦焊具有良好的塑性，就必须采用计算机技术对其进行综合控制。为了将来的研究所用到的资料，对这些参数进行监控。

3. 石油钻杆摩擦焊焊接流程

以惰性摩擦焊为例，油井钻床的总体结构不同。所以，焊接方式可以不同。石油钻孔摩擦焊管，首先，钻床上把摩擦的一个钩子，在压力油车辆上的主轴和电动机的推动下，通过电磁的平台上的液压控制，焊接管会驱动转向一个圆顶的工具。在此条件下，油钻管子与焊具在加压保护后，产生大量的摩擦热量，然后焊完。

焊机的一部分是用来焊接，打磨等。若在油井中进行焊接后，在焊点间所产生的毛刺还没有完全冷却，那么就应用还没有冷却的内毛刺来穿透焊机。当我们拉起主棒并将管道的衬里取出时，焊钻将转动起来。有些摩擦焊机并不是用来除污的，而是在与油品的接触结束后，再对其进行热处理，再对其进行摩擦焊，再对其进行退火。在使用前，在(680+10)摄氏度左右进行退火，去除了钻头的韧性。

4. 石油钻杆摩擦焊工艺要点

(1) 石油钻机的摩擦焊，应采用高压、惯性大的硬焊缝。从而缩短了钻头的摩擦焊接时间，缩小了钻头的焊点面积，为以后的焊接质量控制奠定了基础。

(2) 在焊接之前，为了保证连接处的干净，钻具应该对连接处进行适当的清理。(3) 为了提高摩擦焊接的可靠性，在保证对应的焊接被精确地找到、在紧急情况下或者在紧急情况下被满足的同时，对系统参数进行控制是很重要的。(4) 在空气摩擦焊中，通过对整个焊接过程进行全面检测，并借助电脑系统对其进行了记录，并将其进行了分析，并将其作为试验对象保存到了电脑硬盘中，便于以后的研究。

五、促进组合焊接技术在油气田地面工程建设中的创新

油气田地面工程建设是比较困难的，而且需要更多

的工程师。为了保证储气库的高效安装，必须采用与焊接技术相结合的行之有效的方法。对采矿设备进行改进，对储运设备进行改进，对焊接技术进行改进，对相关人员进行技术培训。

(一) 对开采设备不断改进升级

在油气藏的施工过程中，要提高施工质量，首先要改善施工装备，保证钻井的顺利进行。就当前的形势来看，钻头、钻头和油井等钻具是钻井装备的重要组成部分。而在实际应用中，由于金属装备在耐腐蚀、耐热、抗压力等方面都有很大的优势，所以，焊接技术才能充分地发挥它的优势。在全过程中，必须采取补焊工艺，对泵体缺陷进行补焊，以确保钻头的强度与质量。

(二) 完善储运设备的性能

在原油开采之后，原油的运输成了一个迫切需要解决的问题。在石油开发和化工行业中，有许多机械设备都需要用到焊接技术，以便对其进行处理。在运输方面，一般采用半自动或全自动的焊接工艺。这些材料的用途可以提高存储和输送装置的使用寿命并提高其使用概率。在实际操作过程中，相关方面将焊接技术的效率、易用性以及有效手段的可用性等因素进行了综合考虑，从而有效地改善了焊接技术。

(三) 对焊接技术不断创新

焊接工艺在整个生产过程中发挥着举足轻重的作用，直接关系到生产过程中设备的寿命，所以需要有关人员进行持续的优化。随着工艺水平的提高，焊接工艺水平的提高，油气钻机的施工速度也在不断加快。

(四) 提升相关人员的业务素质

为确保妥善开展油气储量的土地开发工作，对工作人员进行了培训。设计人员肩负着一项重要的工作，那就是测量与设计。施工现场已经具备了职业资质。同时，业界亦需与高品质的专业设计公司结成伙伴，让设计者获得真实的经济效益，以保证整合品质。另外，项目负责人还必须对传统观念进行革新，并取得相关资质。采取合适的策略，为油气资源的勘探与开发提供了科学依据。

结束语

上述研究结果显示，组合焊接技术在油气田地面工程建设具有不同效果，起着非常重要的作用。在此条件下，相关人员应认真分析工艺特征，研究金属材料，改进焊接工艺，使我国油气田地面工程建设得到快速发展。要采取一切有效的措施，促进我国油气田地面工程的快速发展，为经济水平的提升提供有利的条件。

参考文献

[1]唐九兴,吴明孝,武传松.铝/铜异种金属双面搅拌摩擦焊接成形及接头力学性能[J].中国有色金属学报: 1-15.

[2]兰迪,周承恩.基于数值模拟的大直径棒材连续驱动摩擦焊接工艺参数研究[J].内蒙古工业大学学报(自然科学版),2021,40(06):413-419.