

生产应用

绳索取芯钻杆的等离子弧焊-钨极氩弧焊焊接

-5924206
TG456.9

哈尔滨焊接研究所 周大中 赵忠诚 孙忠民
福建田地质勘探公司 徐春生 田坤蜀 赵俊华

摘要 根据绳索取芯钻杆焊缝内表面不得有余高的特殊要求,提出了钻杆外等离子弧焊(PAW)和钻杆孔内钨极氩弧焊(TIG)同时进行的 PAW-TIG 联焊方法。研制的焊接专机可以制造和修复 $\phi 53$ mm- $\phi 108$ mm 的复合式钻杆。可以进行深度为 1500 mm 的超深孔内孔焊。

PAW-TIG WELDING FOR CORE DRILL ROD WITH WIRE-ROPE CORING

Zhou Dazhong et al.

Abstract The particular demand for welding of core drill rod with wire-rope coring is to avoid any reinforcement inside the rod therefore a procedure with plasma arc welding on outside and TIG welding within inside simultaneously is put forward and a special welding machine is developed, too. The machine can be used for fabrication and repair of the compound rod in the range of dia. 53-108 mm with depth of up to 1500 mm into the rod hole.

关键词: 绳索取芯钻杆 PAW-TIG 焊接专机 焊接工艺

焊机

钨极氩弧焊
钻杆, 等离子弧焊

0 前言

绳索取芯钻杆由钻杆体和两端加工出的公母螺纹接头组成(图 1)。在地质钻探工作中,钻杆承受拉、压、扭、弯等应力的作用,工作条件恶劣。对退役钻杆的统计分析表明,钻杆退役的主要原因是钻杆两端的螺纹接头损坏。可见螺纹接头是钻杆的薄弱环节。据此提出了两个有重大经济意义的课题:(1)制造复合式钻杆,把强度更高又耐磨的螺纹接头焊到钻杆体上,以提高钻杆的使用寿命;(2)修复大量退役的旧

钻杆,切去损坏的接头,焊上新的螺纹接头,使退役钻杆重新投入使用。由此可见,研究开发一种焊接方法及相关设备,使之适用于制造复合式钻杆和修复旧钻杆将有十分重要的意义。

1 钻杆及接头用钢

钻杆用钢的化学成分及力学性能见表 1、表 2,钻杆接头用钢的力学性能见表 3。

2 复合式绳索取芯钻杆的焊接方法

2.1 焊接接头的技术要求

复合式绳索取芯钻杆焊接接头的技术要求如下:

(1) 钻杆焊接接头的抗拉强度大于 700 MPa,冷弯试验的面弯角 $\geq 90^\circ$ 不裂;

(2) 为了投放和提升取芯器的需要,焊接钻杆的内径表面必须平直光滑,不得有飞溅、焊疤、焊瘤等。焊缝内表面无余高,若有,则余高

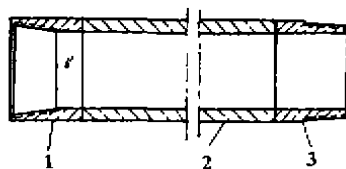


图 1 绳索取芯钻杆的结构

1. 母螺纹接头 2. 钻杆体 3. 公螺纹接头

≤0.25 mm, 焊缝外表面余高在 +1 mm ~ -0.5 mm 范围内;

(3) 钻杆端部的变形幅度 ≤0.4 mm, 接口

不同心度 ≤0.2 mm;

(4) 焊接接头不允许有裂纹、气孔、未焊透等缺陷。

表 1 钻杆用钢的化学成分(%)

钢 号	C	Si	Mn	Mo	Cr	Nb	V	B	P	S
40Mn2MoVNb	0.38~ 0.45	0.17~ 0.37	1.40~ 1.80	0.20~ 0.30		0.05~ 0.11	0.06~ 0.11		≤0.04	≤0.04
30CrMnSiA	0.27~ 0.34	0.90~ 1.20	0.80~ 1.10		0.80~ 1.10				0.018	0.013
45MnMoB	0.41~ 0.49	0.17~ 0.37	0.90~ 1.20	0.20~ 0.30				0.001~ 0.005	<0.04	<0.04

表 2 钻杆用钢的力学性能

钢 号	σ_b (MPa)	σ_s (MPa)	δ_5 (%)	ψ (%)	热处理 状态
40Mn2MoVNb	930~950	740~760	12		正火
30CrMnSiA	750	550	14	62.5	正火
45MnMoB	910~930	780	12		正火

表 3 钻杆接头用钢的力学性能

钢号	σ_b (MPa)	σ_s (MPa)	δ_5 (%)	ψ (%)	HRC	热处理 状态
30CrSiA	1100	900	10	45	27~30	调质
45MnMoB	1000	890	14	40	27~30	调质

2.2 绳索取芯钻杆的焊接方法

目前,复合式绳索取芯钻杆的焊接方法有摩擦焊和等离子弧穿透焊两种。摩擦焊有效率高、生产成本低、热影响区窄等优点。但合金钢摩擦焊接头中很难避免“灰斑”缺陷,接头内外表面有飞边,需用机械加工方法清除。而当钻杆较长,接头距端部较远时,飞边很难清除。这就限制了摩擦焊在绳索取芯钻杆上的应用。

等离子弧穿透焊用于制造新的复合式绳索取芯钻杆,尚不能用来修复旧钻杆。在生产中有一定的局限性,主要是:(1)焊缝内表面余高大、引弧和收弧重合处内表面有焊瘤、从小孔喷出的金属飞溅沾在钻杆内壁上,必须用机械方

法消除;(2)引弧和收弧处焊缝内的气孔较难清除;(3)参数精度要求严格、较难操作;(4)一个接头需焊三次才能完成:点焊、穿透焊、表面修饰焊;(5)尚不能用于修复旧钻杆,旧钻杆的壁厚偏差可达 ±0.5 mm,甚至更大,很难进行稳定的穿透焊接。

综合考虑制造新的复合式钻杆和修复旧钻杆的要求,提出了 PAW-TIG(等离子弧焊-钨极氩焊)联焊方法(图 2)。简单地说,就是在钻杆外部进行 PAW 熔化焊的同时,在钻杆孔内部进行 TIG 焊。通常 PAW 焊的熔深控制在管壁厚度的 2/3 左右、TIG 焊的熔深控制在管壁厚度的 1/2 左右。PAW 焊和 TIG 焊均在平焊位置进行,钻杆体与螺纹接头采用紧密配合的对接接头,焊接过程中不添加焊丝。获得的焊缝内外表面几乎无余高、成形光滑平整、无飞溅和焊瘤,无需机械加工即可直接使用。焊缝质量几乎不受旧钻杆管壁厚度不均匀的影响,并有

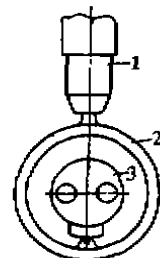


图 2 钻杆的 PAW-TIG 焊接示意图

1. 钻杆外 PAW 焊枪
2. 钻杆 3. 钻杆内 TIG 焊枪

操作简单、焊缝质量可靠等优点,可满足新旧钻杆的焊接要求。除可进行钻杆体与两端螺纹接头的焊接之外,还可用于接长钻杆体,可把两根 1500 mm 长的钻杆焊在一起。这时钻杆内部的焊枪可进行 1500 mm 长的内孔焊接。

3 LH-315 绳索取芯钻杆 PAW-TIG 焊接专机

根据提出的 PAW-TIG 焊接方法,研制出 LH-315 绳索取芯钻杆焊接专机。它由场效应管逆变式焊接电源、PLC 可编程序控制箱、装卡钻杆并带动其转动的旋转机床、管外焊接用等离子弧焊枪、管内焊接用 TIG 焊枪等组成(图3)。专机的主要技术数据见表4、表5、表6、表7。

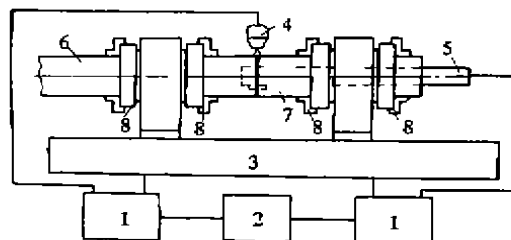


图3 LH-315 绳索取芯钻杆 PAW-TIG 焊接专机
1. 焊接电源 2. 程序控制箱 3. 旋转机床 4. 等离子弧焊枪 5. 内孔 TIG 焊枪 6. 钻杆 7. 螺纹接头 8. 卡盘

表4 钻杆外 PAW 焊接电源及焊枪技术参数

焊接电源 型号	输入 电源	输入 容量 (kVA)	负载 持续率 (%)	电流调 节范围 (A)	电流缓 升时间 (s)	电流衰 减时间 (s)	峰值 电流 (A)	峰值 时间 (s)	基值 时间 (s)	基值 时间 (s)	焊枪最大使 用电流(水管) (A)
WSM-315 IGBT 逆变电源	三相 380V	11.5	60	15~315	0~5	0~10	15~ 315	1ms~ 2s	15~ 315	1ms~ 2s	300

表5 钻杆内 TIG 焊接电源及焊枪技术参数

焊接电源 型号	输入 电源	输入 容量 (kVA)	负载 持续率 (%)	二次空 载电压 (V)	电流调 节范围 (A)	电流衰 减时间 (s)	焊枪最大使 用电流(水冷) (A)	焊枪可焊 的最小管径 (mm)	焊枪内孔焊的 最大深度 (mm)
WS-200 IGBT 逆变电源	三相 380V	10	60	80	15~315	0~10	300	φ53×6	1500

表6 PLC 机可编程序控制箱技术参数

等离子气 流量 (m ³ /h)	保护气 流量 (m ³ /h)	转动电机 功率 (W)	转动电机 调速电压 (V)	送丝电机 调速电压 (V)
0.04~0.4	0.1~1	600	DC 0~100	DC 0~100

注:电流记位衰减二级。

表7 旋转机床技术参数

转速调节范围 (r/min)	送丝速度范围 (m/min)	钻杆夹紧 方式	自动记位 点数
0.3~3	1~10	手动三爪卡盘	8点

4 焊接工艺

4.1 毛坯准备

(1)车加工切除旧钻杆两端的螺纹接头或

切除新钻杆的端头。用钢丝轮或其它工具刷去待焊接头内外表面 20 mm 宽范围内的氧化皮、锈、泥、油脂等污物,露出金属光泽。

(2)按图4加工钻杆体及螺纹接头上的止口。

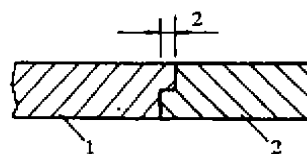


图4 钻杆体和螺纹接头上的止口

1. 钻杆体 2. 螺纹接头

(3)用丙酮、酒精或清洗剂清除待焊接头处的油污。

4.2 装配

(1)把螺纹接头装在右侧卡盘上,使内孔 TIG 焊枪的钨极尖对准距止口端 1 mm 的位置

上(图5),然后夹紧螺纹接头。

(2)装入钻杆体,使其止口与螺纹接头的止口紧密配合,夹紧钻杆体。

(3)调整管外等离子弧焊枪的位置,使电弧中心线对准距钻杆体止口边1 mm位置(图5)。

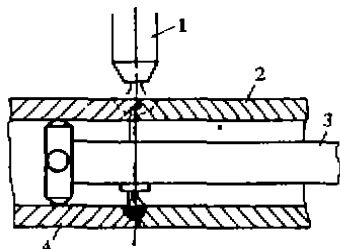


图5 钻杆内外焊枪的位置

1. 钻杆外 PAW 焊枪 2. 螺纹接头 3. 钻杆
内 TIG 焊枪 4. 钻杆

4.3 焊接

钻杆内外的 TIG 焊和 PAW 焊均在平焊位置施焊。TIG 焊和 PAW 焊的配合可有以下几种方案：

(1)钻杆外 PAW 先焊一周后,钻杆内 TIG 焊再开始焊接。这时 TIG 焊熔深较大。并对钻杆外表面焊道有一定回火作用。

(2)钻杆内 TIG 先焊一周,钻杆外 PAW 焊再开始焊接。TIG 焊熔深较小,外面焊接对钻杆内表面焊道有一定回火作用。

(3)钻杆外 PAW 焊先焊半周,钻杆内 TIG 焊开始焊接。TIG 焊熔深大并对外表面焊道有回火作用。

(4)钻杆内 TIG 焊先焊半周,钻杆外 PAW 焊开始焊接。PAW 焊熔深大并对内表面焊道有回火作用。

(5)钻杆外 PAW 焊与钻杆内 TIG 焊同时起焊并自动记位,焊到半周时,焊接电流自动记位减小一级(5~15 A)以保证内外表面焊缝成形均匀。

以上几种配合方案都能很好地完成钻杆的焊接。钻杆体和两端螺纹接头的材质为 45MnMoB, 钻杆外径 $\phi 45$ mm, 壁厚 5.5 mm 时的焊接参数见表 8。其中第 5 种方案钻杆内外同时起焊效率最高,焊接过程自动进行,内外焊

缝旋转一周即可完成,已在生产中采用。

表 8 几种方案的焊接参数

方案 编号	钻杆内外 焊接顺序	转速 (r/min)	PAW 焊 电流 (A)	PAW 焊 等离子气 (m ³ /h)	TIG 焊 电流 (A)
1	钻杆外 PAW 焊先焊 1 周	0.66	120	0.1~0.15	100
2	钻杆内 TIG 焊先焊 1 周	0.66	100	0.1~0.15	120
3	钻杆外 PAW 先焊半周	0.66	120	0.1~0.15	100
4	钻杆内 TIG 先焊半周	0.66	100	0.1~0.15	120
5	PAW 和 TIG 同时起焊	0.66	120~ 110	0.1~ 0.15	120~ 110

注:①钻杆外 PAW 焊参数:喷嘴孔径 3.5 mm、钨极内缩 2 mm、孔外弧长 4 mm,保护气流量 0.4 m³/h;

②钻杆内 TIG 焊参数:弧长 2~3 mm、保护气流量 0.4 m³/h、钨极直径 4 mm、保护气均为氩气。

5 检 验

5.1 外观检验

采用研制的 LH-315 绳索取芯钻杆焊接技术,焊接修复了大量 $\phi 95$ mm $\times$ 5.5 mm 的 45MnMoB 钻杆。获得的焊缝内外表面均无余高,焊缝成形平整光滑无任何缺陷。钻杆内外焊缝均无焊瘤、无飞溅。满足了绳索取芯的要求。

5.2 见证件检验

产品焊接之前,先焊见证件。见证件焊接采用与产品完全相同的钻杆、接头和焊接参数。焊后解剖,检查焊缝熔深,确定出焊透可靠的参数,用来焊接产品,然后进行生产。

5.3 力学性能检验

解剖实际焊接的钻杆,经(620~640)℃, 10 min 回火处理,进行力学性能试验。抗拉强度为 730~815 MPa,冷弯试验面弯角为 90°不裂(弯径 30 mm)。

6 结 论

(1)提出了钻杆内 TIG 焊和钻杆外 PAW 焊同时进行的联焊方法,用于制造和修复复合式绳索取芯钻杆。有焊缝内外表面无余高、焊

渤海六号钻井平台水下焊接修复

TE951.57
TG456.5

哈尔滨焊接研究所 宋宝天 王连东 宋 炆 韩 松
 青岛华特万海工程公司 王涵福 江海涛
 中国海洋工程服务上海公司 张登荣 徐根弟

摘要 渤海六号钻井平台因潜水泵脱落造成沉垫甲板破损(破损面约 300 mm×1300 mm), 甲板所处水深约 40 m。通过工艺评定, 采用水下局部排水 CO₂ 半自动焊接技术对甲板进行补焊修复, 修复工程得到中国船级社认可。

UNDERWATER REPAIR WELDING FOR BOHAI SEA DRILLING PLATFORM

Song Baotian et al.

Abstract There some settling deck underwater 40 meters is broken (broken area 300 mm×1300 mm) in Behai Sea 6 # drilling platform because of shedding of submersible pump. A procedure evaluation is carried out before repair and then the locally dewatering CO₂ welding technique is used to repair broken area of the deck. Whole process is approved by Register of Shipping of The People's Republic of China.

关键词: 水下焊接 钻井平台 修复工艺



0 前 言

渤海六号钻井平台隶属渤海石油公司北方钻井公司。是一艘自浮式钻井平台, 泊于南海西部北部湾, 为中国南海西部石油公司服务。由于潜水泵脱落将沉垫甲板撞破, 为确保安全生产, 中国船级社(CCS)要求船主在限期内对该平台进行特检和永久性水下焊接修复。

本工程由青岛华特近海工程服务有限公司主承包, 与中国海洋工程服务上海公司和哈尔滨焊接研究所联合施工。历经 56 天, 140 个潜水小时, 于 1995 年 4 月 16 日顺利完工。得

到 CCS 认可。本文仅就水下焊接工程作简要介绍。

1 海损概况

被撞形成的破洞位于平台沉垫 5P 舱的上甲板, 第 32、33 横肋板和第 7、第 9 纵肋骨之间, 所处水深约 40 m。破洞呈弓形, 最大宽度约 300 mm, 长约 1300 mm, 第 8 根纵肋骨已撞断, 明显变形区为 700 mm×1500 mm。甲板材质为低碳船体结构钢, 厚 10 mm, 纵肋骨为 100 mm×150 mm×10 mm 的角钢, 材质亦为低碳船体结构钢。

透可靠、无飞溅、无焊瘤、焊缝成形美观、容易操作等优点。焊接钻杆不必进行焊接接头的机械加工就能直接投入使用。

(2) 研制了 LH-315 绳索取芯钻杆 PAW-TIG 焊接专机, 可用来对 $\phi 53$ mm~ $\phi 108$ mm 的钻杆进行钻杆内外同时焊接。

(3) 利用研制的专机可对上述直径的钻杆进行超深孔的内孔焊接, 最大孔深达 1500 mm。

(4) 45MnMoB 钻杆焊接接头经 (620~640)℃、10 min 回火处理后, 抗拉强度达 700 MPa 以上, 面弯 90°角不裂。

(收稿日期 1995 10 20)