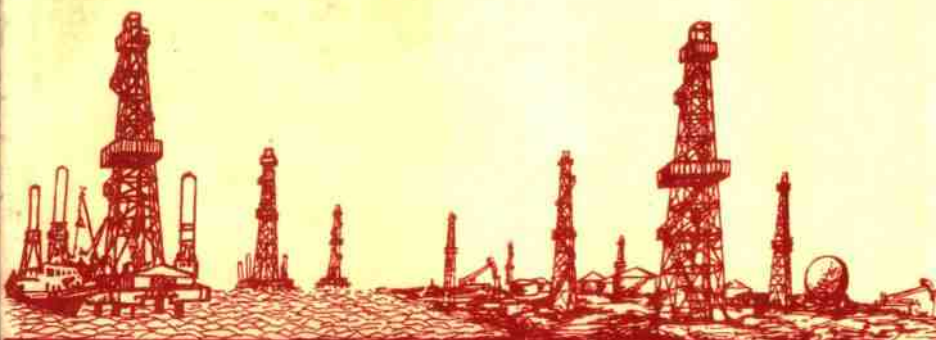




钻井经验汇编之七

1974年

钻具修复

石油化学工业出版社

内 容 提 要

本书内容主要包括：(1) 闪光对焊机原理、工艺、结构、技术特性及对焊钻杆标准等；(2) 钻具探伤、校直、接头补焊及钻铤对焊；(3) 丝扣磷化和钻杆接头铠装工艺；(4) 套管探伤新工艺和液压运管车的原理和技术性能。

可供钻井工人、管子站工人和工程技术人员阅读。

1974年钻井工具修复
(内部发行)

石油化学工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

燃料化学工业出版社印刷二厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张 $17/8$

字数 38 千字 印数 1—14,300

1975年4月第1版 1975年4月第1次印刷

书号 15063·油17 定价 0.15 元

东方红414-Ⅱ型闪光对焊机

大港油田

在毛主席“独立自主，自力更生”伟大方针指引下，钻井一部管子站，在深入开展工业学大庆的群众运动中，组织了以老工人为主体的三结合革新小组，于1970年4月14日试制成功了第一台闪光对焊机（东方红414-I型）。经过两年多的使用对存在的问题作了改进，并于1973年9月27日组装完第二台闪光对焊机（东方红414-Ⅱ型）。

一、基本原理与结构

1. 基本原理

电流通过导体时必产生热量，其大小与导体的电阻成正比，与电流的平方成正比。因此，将低电压的强电流通过两个待焊的工件，即可将金属熔化，加压后便可焊在一起。

2. 结构（见图1）

二、钻杆闪光对焊机工作过程示意图（图2）

1. 焊前准备工作

- （1）电磁铁⑩通，焊接油泵运转；
- （2）电磁铁①通，动夹具、动电极夹紧；
- （3）电磁铁③通，静夹具夹紧；
- （4）电磁铁⑬通，静电极夹紧；
- （5）电磁铁⑪（或⑫）通，增压器工作。

2. 对焊过程

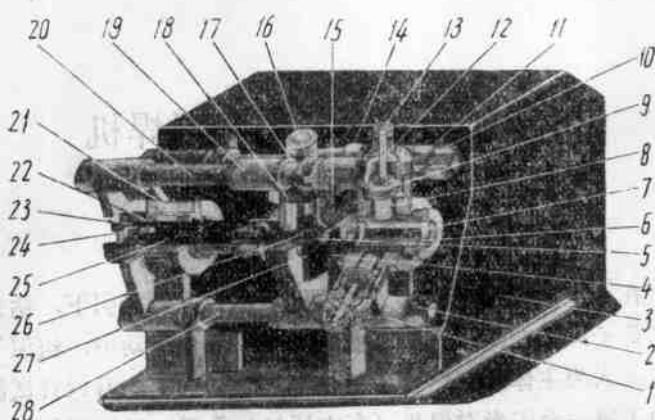


图 1 东方红414-Ⅱ型闪光对焊机

1—静夹具座；2—拉柱螺帽；3—机架；4—静夹具外电极；5—割刀片；6—卡瓦支持架；7—夹紧卡瓦；8—衬套；9—活塞；10—绝缘垫；11—绝缘套；12—活塞杆；13—调节螺帽；14—静夹具外电极上液缸；15—静夹具外电极；16—动夹具夹紧液缸；17—静夹具外电极夹紧液缸支架；18—动夹具上电极；19—动夹具主体；20—上拉柱；21—顶锻液缸套；22—顶锻液缸活塞导向套；23—顶锻缸活塞；24—内冲具活塞导向套；25—内冲具活塞杆；26—内冲头；27—动夹具下电极；28—下拉柱

(1) 焊接变压器给动电极、静电极通电，顶锻液缸在电压继电器控制下开始自动进行预热工作；

(2) 电磁铁⑤通，顶锻液缸带动动夹具以预热速度（慢速）向前。电磁铁⑧通，顶锻液缸带动动夹具以中间速度向后，预热温度逐渐升高。当动夹具送进速度等于烧化速度时，进入连续烧化阶段。当达到预定烧化量时行程开关22通；

(3) 电磁铁⑤、⑦通，动夹具以顶锻速度（快速）向前；

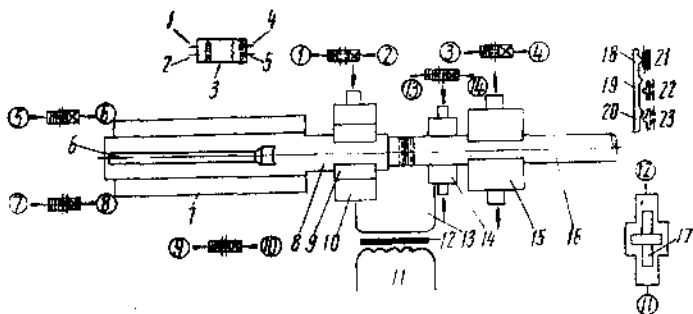


图 2 闪光对焊机工作过程示意图

1—通动电极；2—通静电极；3—电压继电器；4—控制顶锻液缸向前；
5—控制顶锻液缸向后；6—内冲；7—顶锻液缸；8—接头；9—动
电极；10—动夹具；11—一次电压，380伏，150~200安；12—焊接
变压器600千伏安；13—二次电压，13伏，约6000安；14—静电极；
15—静夹具；16—钻杆；17—增压器；18—焊接开始；19—连续烧化，
顶锻结束；20—连续烧化，开始顶锻；21、22、23—行程开关

(4) 当达到预定锻量时，行程开关23通，顶锻结束。

3. 焊后辅助工作

(1) 电磁铁⑨通，内冲具向前，经过延时，电磁铁⑩通，内冲具向后；

(2) 电磁铁②通，动夹具松；

(3) 电磁铁④通，静夹具松；

(4) 电磁铁⑭通，静电极松；

(5) 经过延时，电磁铁⑧通，动夹具向后，行程开关21断路，动夹具停在焊接开始位置（复位），全过程结束。

三、技术性能

1. 东方红414-I型闪光对焊机

额定容量	600千伏安
一次电压	380~400伏
二次电压	11伏(可调)
最大焊接直径	141毫米
最大焊接面积	8000毫米 ²
二次电压调节范围	5.59~11伏
运转特性	自动或半自动
送料机构	液压式
静夹具最大夹紧力	50吨
最大顶锻力	30吨
钳口最大距离	270毫米
每小时可焊次数	6次
焊机重量	5吨
焊机尺寸(长×宽×高)	2500×2000×1700毫米

2. 东方红414-II型闪光对焊机

额定容量	600千伏安
一次电压	380~400伏
二次电压	13~14伏(可调)
最大焊接直径	141毫米
最大焊接截面	10000毫米 ²
运转特性	自动或半自动
传动方式	液压式
电极间最大距离	250毫米
最大送料行程	210毫米
顶锻力	45吨
夹紧力	75吨
电极导电型式	上下两面导电
对中方式	三点对心
每小时可焊次数	6次
焊机重量	7.5吨
焊机尺寸	2800×2400×1820毫米

3. 414-I 型与414-II 型闪光对焊机比较表 (如下表)

序号	内 容	414-I 型	414-II 型
1	顶锻缸活塞面积, 厘米 ²	285	376
2	100大气压顶锻力, 吨	28.5	37.6
3	120大气压顶锻力, 吨	33	45
4	3 ⁹ / ₁₆ " 钻杆截面, 毫米 ²	7700	7700
5	5 ⁹ / ₁₆ " 钻杆单位受力, 公斤/毫米 ²	—	—
6	100大气压时	3.7	4.9
7	120大气压时	4.3	5.8
8	静夹具缸活塞有效面积, 厘米 ²	241	347
9	200大气压时夹紧力, 吨	48.2	69.4
10	215大气压时夹紧力, 吨	52	75

四、热处理工艺

第一次正火800~850℃, 作用是细化金属组织。

第二次回火600~650℃, 作用是消除内应力。

热处理效果:

抗拉强度大于

64公斤/毫米²

弯曲性能

40°~180° (试体截面10×20)

硬度

H_B167~185

五、闪光对焊机的改进

1. 414-I 型闪光对焊机存在的问题

1) 机架单薄, 焊接时机身晃动, 顶锻力只达到焊接5⁹/₁₆"钻杆的最低要求, 即29吨 (每平方毫米3.8公斤), 夹紧力实际只达到42吨, 因为增压器工作液压只达到175公斤, 后来由于夹紧液缸内部密封程度下降, 加上气动增压器排量小, 要维持42吨的夹紧力都比较困难, 往往造成在顶锻时焊件打滑。

2) 动夹具形式不合理, 半边导电, 焊件加热温度不均匀, 从侧面进料不方便, 动夹具和连接法兰只有一半相连, 受力不均匀。

3) 焊缝有歪头现象。

4) 电极上没有冷却水管, 影响连续使用, 特别是夏天。

5) 机架里面检修工作位置狭小, 不方便等等。

2. 641-II 型闪光对焊机的改进

1) 在克服焊缝产生歪头方面进行了以下改进

(1) 机架前面液压夹紧顶锻机构原来由动夹具、静夹具、顶锻液缸和二根拉柱组成, 现增加一根横拉柱, 三根横拉柱在空间成等腰三角形分布, 使焊件在顶锻时受力均匀, 增加稳定性, 拉柱直径也增大了。

(2) 动夹具和连接法兰之间, 原来只有半个法兰盘相连, 现改为整个法兰盘相连, 这也是为了增加焊件受力均匀性。

(3) 动夹具电极原来只有半边导电, 现改为上下两面导电, 并改进了电极形状, 尽可能使导电均匀, 使焊件在预热时, 周向温度均匀, 塑性一致, 变形一致。

(4) 静夹具夹紧液缸三个互成 120° 分布, 三个夹紧液缸对中调正, 作用是利用三个夹紧液缸的压力差来实现的, 原来两个可调节活塞行程的夹紧液缸和第三个不可调节活塞行程的夹紧液缸之间的压力差, 当工作液压为 200公斤/厘米^2 时, 第一台焊机为 1156公斤 , 第二台焊机为 3416公斤 , 即增加了三倍, 这有利于克服焊件在顶锻时可能产生的径向飘移。

(5) 提高动夹具主体、静夹具主体、顶锻液缸座三个

大件的加工精度，第二台焊机三个大件在未加工前的重量分别为700公斤、1100公斤、800公斤，合计2.6吨，最大尺寸不超过1.3米，有条件同时放在T62大镗床上，用同一个镗杆座标位置加工相应的孔，确保中心线一致，和相邻孔中心线互相平行。

(6) 注意安装时，焊机中线和钻杆支持滚轮中线的一致，由于钻杆很长，有好几百斤重，光靠静夹具来找正是不够的，还要靠焊机中线和钻杆支持滚轮中线一致。

2) 在增加焊机力量方面做了以下改进

(1) 增加顶锻力，顶锻液缸内径由原来的 $\phi 287$ 增加至300，活塞承压面积由285厘米²增加至376厘米²，原来油泵工作压力100公斤/厘米²，顶锻力达到29吨，现油泵工作压力达到120公斤/厘米²，顶锻力可达到45吨。

(2) 增加夹紧力，静夹具夹紧液缸内径由原来 $\phi 185$ 增加至 $\phi 240$ 。活塞有效承压面积由原来241厘米²增加至347厘米²，当液压为220公斤/厘米²时，夹紧力可达到76吨，可以焊接截面为10000毫米²的5"方钻杆。

(3) 静夹具的夹紧力是借助于增压器来达到的，原来使用的气动增压器二个是单作用的，每分钟活塞最多工作三次，合计排油量285厘米³；现改为液压增压泵，是双作用的，活塞工作一次排油量331厘米³，超过气动增压器一分钟的排油量，还试制成自动换向线路配合使用，换向时间可调，有效的保证了静夹具夹紧力稳定，而且夹紧力和顶锻力自成一一定的比例，焊件没有打滑情况。

(4) 原来动夹具缸盖螺丝M20共12个，现改为M20，16个，缸盖承压能力增加了，即由原来的52吨增加为69吨（抗拉强度按20公斤/毫米²）。

原来静夹具缸盖螺钉M18, 16个, 现改为M24, 16个, 缸盖承压能力增加近一倍, 即由原来的55吨增加至101吨(抗拉强度按20公斤/毫米²)。三大件都按原焊机受力后变形情况适当加强了。

(5) 机架前面增加了二根横的和三根纵的4 $\frac{1}{2}$ "钻杆做的支柱, 加强了机架刚性, 防震性能良好。

以上五点改进加强了焊机力量, 有利于焊接较大截面的钻杆。

3) 在方便操作维修方面也做了以下改进

(1) 动夹具原来是在侧面进料, 现改为前面进料, 大大减轻了体力劳动。

(2) 机架内部高度, 由原来1.48米加高至1.71米, 机架右侧加宽了200毫米, 有利于检修。

(3) 各个夹紧液缸都有缸套, 磨损后可以更换活塞和活塞盘根为可拆式, 方便加工。

(4) 三个大件的形式已考虑了铸造方便, 每件只要有一个或两个砂箱就可以翻砂出来。

(5) 机架分为两部份, 中间用螺钉连接, 有利于拆装搬运。

(6) 顶锻液缸加了导向套, 用导向套密封, 不用堵头密封, 方便拆卸。

4) 在液路、电路方面也进行了多处改进

(1) 各液缸“O”盘根和盘根槽注意了标准化, 密封性能比较好, 夹紧液缸缸盖原为平垫密封现改为“O”型盘根密封, 消除了可能发生的缸盖刺油故障。

(2) 控制顶锻液动作的电液阀原为Y型中间位置不封闭, 现改为“O”型中间位置封闭, 消除了去内毛刺时, 由

于反作用力过大，使顶锻活塞后退的故障。

(3) 原焊机电路系统使用交流继电器，在焊接过程中，由于电压不稳，易发生跳闸故障，现改为直流继电器，消除了这种故障，而且可靠性提高了。

(4) 在焊接预热阶段，原焊机动夹后退距离为4~5毫米，现通过线路改进已缩减为2~3毫米，有利于提高焊接速度。

(5) 在电路控制系统增加了焊接位置限位开关，焊接完毕动夹具能自动回复原位，操作方便。

以上五点改进，有利于稳定焊接质量，安全生产。

六、钻具使用情况

从1970年至1972年两年来共焊钻具近万米，打井十六口，进尺二万四千四百九十米。其中1971年12月3517队在8-72井全井使用4 1/2"对焊钻杆，井深1908米，完钻，提钻卸扣时，在第四个立柱的母接头焊缝以下15毫米即热影响区折断（这根钻杆下井不到20旋转小时），估计属热处理问题。

1974年以来用东方红414-Ⅱ型焊机共焊钻杆6426.11米，先后在32181队（港90井）32185队（沈2井）和32186队（歧82井）使用，情况如下：

32181队港90井是第一口采用双头对焊接头的钻杆于2月25日开钻，3月下旬顺利打完2290米的中深井。在1422米以内，用9 3/4"三刮刀钻头，钻压20~25吨，转数180转/分，排量46升/秒，泵压90~100大气压。从1422~2290米用八只9 3/4"三牙轮钻头（其中一只球齿形钻头），钻压16~18吨，转数120转/分，排量36~46升/秒，泵压70~120大气压。钻杆旋转252小时顺利完钻。

32185队沈2井4月19日开钻在1615米以内进行快速钻

进,使用 $9\frac{3}{4}$ " 三刮刀钻头,钻压 18~20吨,转数180转/分,排量38~45升/秒,泵压70~90大压气。快速钻进后改用 $9\frac{3}{4}$ " 三牙轮钻头,共用八只钻头(井深 2100 米掉一个牙轮),钻压16~18吨,转数80~180转/分,排量 35~40 升/秒,泵压 60~80大气压,于 5 月12日顺利钻完2699米。

32186队陵82井在 5 月24日开钻6月30日已顺利钻至2569米,然后准备用复合钻具钻至3200米。

以上三口井在强化钻井参数条件下,未发生任何钻具事故。今后仍需大量试验,并在深井使用中去考验。

存在问题:

1. 动夹具与拉柱之间,没有镶黄铜或减磨材料的衬套,磨损后修理不方便。

2. 导电性能较前有改进,但还不够理想,水冷效果也不好。

3. 清华大学对我们的对焊钻杆进行了金相分析和机械性能试验,我们现采用的工频热处理,有先天不可克服的缺点:热影响区长(175毫米),因而强度最低点在管体薄壁处,拉伸试件都是在此处断开,同时采用先正火再回火的方法处理,钻杆的强度偏低而塑性偏高,建议采用中频调质处理,即先淬火后回火,可以提高钻杆的强度,这种方法热影响区短(50毫米),因而强度最低点仍在管体加厚部位,不降低钻杆的使用级别。但因无中频设备此项工作还未进行,目前仍用工频处理。

4. 对焊钻杆现只有单机生产,相应的工序还跟不上,我们要力争短期内建成对焊钻杆生产线,形成能力。

閃光对焊钻杆

四川石油管理局

閃光对焊投产三年来，共焊钻杆110464米/12094根次，每月平均修复钻杆3000米以上，比手工对焊提高工效两倍多，比烘装细扣提高工效四倍多。閃光对焊质量也有显著提高，仅以1973年3至9月为例：閃光对焊钻杆占全矿用钻杆60%，手工对焊钻杆占7%，烘装细扣钻杆占33%。这段时间共发生钻具事故123次，閃光对焊钻杆焊口折断一次，占总事故的0.81%，手工对焊钻杆焊口折断21次，占总事故的17%，烘装细扣钻杆细扣折断57次，占总事故的28.9%。事实证明，閃光对焊是目前钻杆修理中较好的一种修理方法，但閃光对焊钻杆的热处理始终没有很好的解决，造成热影响区仍有断裂现象。

一、閃光对焊钻杆标准

1. 钻杆对焊前，应对钻杆的磨损、外伤、腐蚀、水眼被堵等进行检查。弯曲至报废的钻杆不焊。
2. 钻杆校直应达到要求。
3. 钻杆对焊前，应进行探伤检查，有伤的钻杆应保证已切除有伤部位后探伤合格。
4. 钻杆截面尺寸，加厚长度，内径长度应符合表1要求。
5. 钻杆每端不得超过二个焊口（包括最终焊口）。
6. 焊接参数要求见表2。

表 1

钻杆通称尺寸	加厚处 外径, 毫米	加厚长度 (不包括斜坡部分) 毫米	加厚处 内径, 毫米	内径加工 长度 毫米
4 1/2" 贯眼	114±0.5	50	80±0.5	35 ⁺⁵ ₀
4 1/2" 内平	127±0.5	长斜坡50~92 短斜坡60~117	94±0.5	35 ⁺⁵ ₀
5 1/2"、5 9/16" 贯眼	141±0.5	50	101±0.5	35 ⁺⁵ ₀

表 2

焊 接 参 数	5 1/2"、5 9/16" 贯眼	4 1/2" 贯眼	4 1/2" 内平
焊接截面积, 毫米 ²	7,598	5,177	6,425
顶锻, 4公斤/厘米 ²	106	73	90
液缸压强, 公斤/厘米 ²			
连续闪光时间, 秒	6~10	5~8	6~9
焊接变压器初级电压, 伏	380~418	380~418	380~418

7. 焊后外观检查, 焊缝和热影响区表面不允许有裂纹, 经加工去除外毛刺后焊缝表面不允许有弧坑、气孔和夹渣。

8. 焊后焊口必须用工频感应加热炉进行正常化热处理。加热温度600~650℃, 时间6分钟。然后用石棉粉缓冷, 到100分钟。在热处理时, 管内不可有穿堂风。

9. 焊后轴线错位不大于1.5毫米。焊成后, 自焊缝至接头端200毫米处弯曲不大于3毫米。

10. 焊后内外毛刺须加工去除, 内外径尺寸应达到与钻杆同一尺寸。

11. 对焊后的钻杆, 要再进行探伤检查和试压检查, 若有未焊透、裂纹、气孔、夹渣和浸水、漏水者挑出另行处理。

二、闪光对焊工序

1. 钻杆校直 (图1)



图 1 钻杆校直

2. 外观检查 (图2)

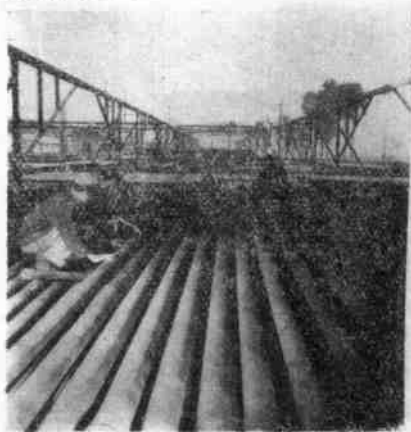


图 2 外观检查

3、4. 截头和管端加工 (图3)

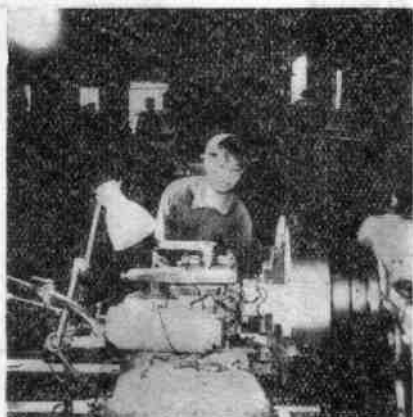


图 3 截头和管端加工

5. 除锈 (图4)



图 4 除锈

6. 对焊前校正 (图5)



图 5 对焊前校正

7. 正在连续闪光 (图6)



图 6 正在连续闪光