

PDC 钻头焊前焊后处理工艺的试验研究

唐胜利, 左平英

(西安科技大学 地质与环境工程系 陕西 西安 710054)

摘 要 :PDC 钻头焊前脱水方式、焊后炉中冷却初温与冷却时间等工艺参数的合理选择是提高 PDC 钻头焊接强度的基础。通过室内正交实验,研究了上述工艺参数与 PDC 焊接面抗剪切强度的关系,确定了各工艺参数的优化值。

关键词 :PDC 钻头 焊接 抗剪强度 脱水方式 冷却初温 冷却时间

中图分类号 :P634.1⁺1 文献标识码 :A 文章编号 :1672-7428(2004)09-0061-02

Study on the Treatment Technology before and after Welding of PDC Bit/TANG Sheng-li, ZUO Ping-ying (Xi 'an University of Science and Technology, Xi 'an Shanxi 710054, China)

Abstract :The treatment technology before and after welding of PDC bit is the main factor which affects the welding strength. Based on a series of indoor experiments, we study the relationship between welding treatment and welding strength in this paper, and obtain optimal welding treatment.

Key words :PDC Bit ;welding ;shear strength ;dewatering method ;cool start temperature ;cool time

随着聚晶金刚石复合片(PDC)材料内在质量和PDC钻头制造水平的提高,PDC钻头越来越显示出其优越性,在钻探施工中得到了广泛应用。但随着其钻进岩层硬度范围的不断扩大,对PDC焊接强度的要求也越来越高。PDC钻头焊前脱水方式、焊后炉中冷却初温与冷却时间等工艺参数是影响PDC钻头焊接强度的主要因素,关于这方面的系统研究迄今尚未见有文献报道。因此通过室内正交实验,研究上述工艺参数与PDC钻头焊接面抗剪切强度的关系,确定各工艺参数的优化值,对于指导钻头制造、稳定和提高PDC钻头焊接质量、扩大PDC钻头适应地层的范围、提高钻进效率、加速PDC钻头的推广应用均有着重要的意义。

(5)剪切试验装置为自行设计(见图1)。整个装置由剪切试样、压头、剪切夹具组成。其中剪切夹具和压头为45钢经机加工并进行淬火处理后制成。

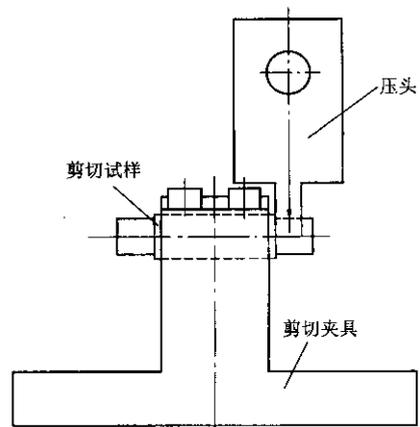


图1 剪切试验装置示意图

1 试验条件

(1)试验地点:西安科技大学材料力学实验室和地质钻探实验室。

(2)试验设备:氧-乙炔手工火焰焊接设备,12 kW 电阻炉,WDW-100型微控电子万能试验机。

(3)试验材料:散装丙酮、瓶装丙酮、乙醇、上海L312银焊料、硼砂水等。

(4)试样为自行制作,将 $\varnothing 13.3$ mm PDC焊于材质为45钢的 $\varnothing 16$ mm钢柱上。

2 试验方法及方案设计

为了减少试验次数,采用正交设计方法。选择的因素为脱水方式、焊后炉中冷却初温和冷却时间,各因素所取的水平经随机化排序后列于表1中。由于钻头焊缝的抗剪强度越高,钻头的使用寿命越长,故考察指标定为抗剪强度 τ 。用 $L_{16}(4^3)$ 正交试验表设计试验列于表2中。

收稿日期 2004-07-04

作者简介:唐胜利(1963-),男(汉族),四川仁寿人,西安科技大学教授、西安西科地质钻探研究所所长,探矿工程专业,从事岩土钻掘方面的科研与教学工作,陕西省西安市雁塔路(南段)84号(029)85587272、13572970335,drilling@163.com;左平英(1975-),女(汉族),陕西澄城人,西安科技大学硕士研究生在读,地质工程专业,研究方向为钻掘新技术。

表1 剪切试验因素及水平选择一览表

水平	因素		
	脱水方式	冷却初温/℃	冷却时间/h
1	散装丙酮	600	3
2	乙醇	300	5
3	瓶装丙酮	400	7
4	不脱水	500	1

3 试验结果及分析

进行剪切试验,由万能试验机所测总剪切力值计算的抗剪强度及正交试验结果分析计算见表2、表3。

表2 正交试验顺序、试验结果表

实验次数	脱水方式	冷却初温	冷却时间	抗剪强度 τ /MPa
1	1	1	1	122.4
2	1	2	2	132.9
3	1	3	3	58.0
4	1	4	4	132.1
5	2	1	2	127.8
6	2	2	1	154.1
7	2	3	4	34.9
8	2	4	3	162.4
9	3	1	3	162.0
10	3	2	4	84.3
11	3	3	1	89.3
12	3	4	2	160.6
13	4	1	4	188.7
14	4	2	3	115.2
15	4	3	2	118.5
16	4	4	1	115.6

表3 正交试验计算结果表

T_{11}	T_{12}	T_{13}	T_{14}	K_{11}	K_{12}	K_{13}	K_{14}	R_i
445.4	479.3	496.2	538.0	111.4	119.8	124.0	134.5	23.1
601.0	486.5	300.7	570.7	150.2	121.6	75.2	142.7	75.1
481.4	539.8	497.6	440.0	120.4	134.9	124.4	110.0	24.9

优化工艺参数组合为:冷却初温 600℃,保温 5 h,散装丙酮脱水 $R_2 > R_3 > R_1$

注 T_{in} 值为各列中第 i 个水平第 n 个因素的试验结果值之和; K_{in} 为 T_{in} 值除以第 i 水平在该列中出现的次数; R 为第 n 个因素的 K_{in} 值的极差值。

根据表2作出各因素与考察指标的关系图(见图2~4)。结果分析如下。

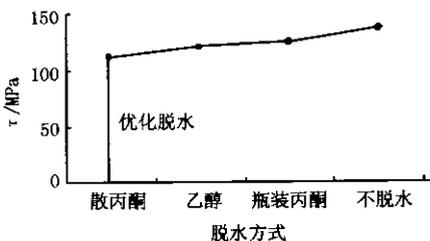


图2 脱水方式与抗剪强度的关系

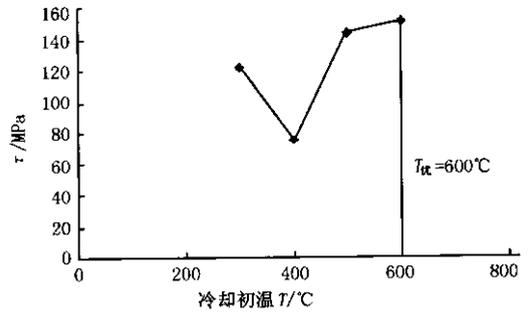


图3 冷却初温与抗剪强度的关系

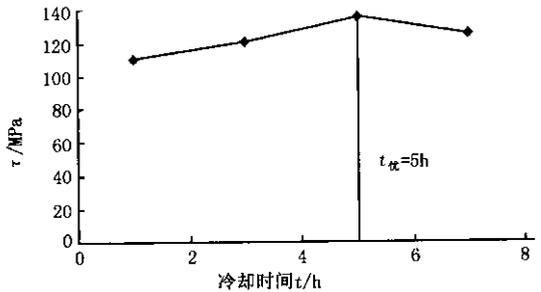


图4 冷却时间与抗剪强度的关系

3.1 脱水方式与抗剪强度的关系

图2曲线的斜率较小,曲线比较平缓,明显说明脱水方式对焊接强度影响不大,抗剪切强度 τ 极差为 23.1 MPa。相对而言,瓶装丙酮脱水效果较好。这里虽然不脱水效果最好,但我们分析这可能是由于实验误差引起的,况且脱水剂还具有除污功能,因此在实际生产中还是应该使用脱水剂,考虑到经济效益,散装丙酮更价廉,最好使用散装丙酮。

3.2 冷却初温与抗剪强度的关系

图3反映了冷却初温与焊接强度的关系。在 300~600℃ 范围内,随着冷却初温的升高,焊接强度有增高趋势。这是因为冷却初温越高,就越接近焊接温度,焊件冷却速度越慢,焊接过程中产生的热应力越小,越有利于提高焊接强度。冷却初温 400℃ 时的焊接强度值达最小值,这很可能是实验误差引起的。由图3曲线和表2中的 R 值可以明显看出冷却初温对焊接强度的影响很大, τ 极差达 75.1 MPa。由以上分析可见优化冷却初温值为 600℃。

3.3 冷却时间与抗剪强度的关系

从图4中可以看出,随着炉中冷却时间的延长,焊接强度明显增高,5 h 达最大值。5 h 后焊接强度略有下降,这同样可能是实验误差引起,并表明影响焊接强度的因素是多方面的。考虑到生产效率的问题,在实际生产中我们选择优化冷却时间值为 5 h。

(下转第 60 页)

表1 侯马盆地地热井施工情况

孔号	孔位	井深 /m	吸附次数	处理方法	结果
侯1	二勘院院内	1400	1	打吊锤、注机油	报废
侯2	东庄	1700	1	打吊锤	成井
侯3	南西庄	1500	0		成井
侯4	安居小区	1690	3	注柴油	成井

2 井管的腐蚀现象

一般热水井矿化度高,含离子种类较多,对金属材料易造成腐蚀。一般说来,普通碳钢的腐蚀均匀速度在 $0.125 \sim 0.25 \text{ mm/年}$,下入井内的钢管一般厚 $8 \sim 10 \text{ mm}$,正常情况下使用寿命应在30年以上。但实际上有些地热井的井管一二年就遭到腐蚀而穿透管壁。这就说明井管的腐蚀不是均匀的,而是在局部的薄弱环节受到了腐蚀。例如,我院在运城盆地的临猗县城关施工的一口地热井,松散层下入 $\varnothing 273 \sim 325 \text{ mm}$ 螺旋管,壁厚 8 mm ,下部奥陶系灰岩不下管。刚竣工时经抽水洗井,一切正常,水清砂净。但不到1年,用户反映井中出砂,我院派工程技术人员现场察看,井内出的砂皆为第四系地层中更新统的砂层。分析其原因是井管局部受腐蚀破坏所致。根据施工的情况,推测管受损的位置有2处:(1)焊缝。下管时提吊焊接,个别接头焊接不均匀,受高矿化度热水腐蚀容易造成破裂,造成井内出砂。(2)为了方便,在下管前每根管顶端割个小孔,以便穿铁杠起吊,等井管焊接好后,再将小孔(直径约 3 cm)补焊上,这样就增加了井管的薄弱环节,受高矿化度热水腐蚀后也易破裂。后来改为壁厚 10.3 cm 的石油套管,丝扣连接,避免了上述现象的产生。

3 井内水质浑浊现象

第三系地热井施工,竣工后经过相当长时间抽

水,水质仍然浑浊。我院在侯马市东庄施工的一热水井,井深 1200 m ,自 460 m 以深为第三系地层, 800 m 以浅水泥封孔止水, $800 \sim 1200 \text{ m}$ 范围内有 80 多米中砂、细砂及粉砂层,下花管 100 余米,且进行了包棕缠丝。成井后,经过洗井水仍然浑浊,为了使水质尽快变清,下泵抽水一段时间后,虽有好转,但使用半年后仍未达到清澈透明。

分析原因,主要是下管后不能投砾,地层中的水直接通过过滤器进入井内,这样有一些微小颗粒随同进入井内,只有长期抽水管外形成天然过滤层,微细颗粒才不会进入井内,水才会变清。但这个过程相当长,对客户会带来一定的损失。

避免上述现象的产生的措施是施工过程中的上层冷水要封堵。一般是用水泥注浆达到止水目的,管外水泥塞满,投砾是办不到的,只能在过滤器上做文章,将一缠丝过滤器加工成贴砾过滤器,这样会避免浑水现象的产生。

4 井的间距问题

第三系地层中的水补给条件差,这是因为其埋深在几百米以下,大气降水是不能直接补给的,而且因为第三系红色粘土太厚,靠第四系含水层越流补给也不可能,其唯一方式是通过周边断裂补给,但这种补给方式周期长,补给量小。所以第三系地层中地热的开发必须合理控制井距,否则会引起大幅度水位下降。以西安为例,西安市地热资源也储藏在第三系地层中,近5年来,全市打井近百眼,水位普遍下降,最严重的下降 $80 \sim 100 \text{ m}$,长期下去,后果不堪设想。

根据我们在侯马、运城开发第三系地热井的经验,井距不宜小于 200 m 。

(上接第62页)

4 结论

经过以上系统的试验研究,可以得出以下结论:

(1)焊接强度是影响PDC钻头切削齿掉片的主要原因,室内剪切试验是研究PDC钻头焊前焊后处理工艺参数的有效方法,所设计的夹具结构及强度能满足试验要求;

(2)正交试验结果表明,脱水方式、随炉冷却初温和冷却时间对PDC焊接强度都有不同程度的影响,影响程度大小顺序为:冷却初温>冷却时间>脱水方式万方数据

(3)试验条件下的优化工艺参数组合为:冷却初温 $600 \text{ }^{\circ}\text{C}$,保温 5 h ,散装丙酮脱水。

参考文献:

- [1] 唐胜利,等.单齿切削试验PDC参数与破岩功耗的关系[J].钻探工程,1995,7(6).
- [2] 汤凤林,A.加里宁,杨学涵,等.岩心钻探学[M].武汉:中国地质大学出版社,1997.
- [3] 刘广志.金刚石钻探手册[M].北京:地质出版社,1991.
- [4] 李锁智.扩大PDC钻头适应岩层范围的技术措施[J].探矿工程,2002(6).