

◀ 钻井完井 ▶

doi:10.3969/j.issn.1001-0890.2012.02.011

新型缓凝剂 BCR-260L 性能评价及现场试验

赵宝辉, 邹建龙, 刘爱萍, 吕光明, 高永会, 徐 鹏

(天津中油渤星工程科技有限公司, 天津 300451)

摘 要:针对深井长封固段固井时顶部水泥浆超缓凝的问题,研制了一种新型缓凝剂 BCR-260L。通过室内试验评价了缓凝剂 BCR-260L 的缓凝性能、大温差条件下水泥石强度发展、抗盐性能,结果表明:该缓凝剂具有很好的耐高温性能,适用温度范围广,可满足循环温度 70~180 ℃ 固井需求;根据现场对水泥浆稠化时间的要求,可通过调整缓凝剂 BCR-260L 的加量,调节水泥浆的稠化时间;缓凝剂 BCR-260L 对水泥石后期强度发展基本无影响,在大温差条件下强度发展快,能保证固井施工时顶部水泥浆强度发展;缓凝剂 BCR-260L 抗盐能力可达 15%。现场应用表明,缓凝剂 BCR-260L 可以有效解决高温大温差条件下顶部水泥浆超缓凝的问题,具有广泛应用前景。

关键词:固井 水泥浆 缓凝剂 稠化时间

中图分类号:TE256⁺.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0890(2012)02-0055-04

Performance Evaluation and Application of Novel Retarder BCR-260L

Zhao Baohui, Zou Jianlong, Liu Aiping, Lü Guangming, Gao Yonghui, Xu Peng

(Boxing Company of China National Offshore Petroleum Engineering Co., Ltd., Tianjin, 300451, China)

Abstract: With regard to the problem of super-retarding of top slurry for the long-section cementation in deep well, a new type of retarder BCR-260L was developed. Through lab experiment, the retarding performance, strength development of cement with huge temperature difference, salt-resistance performance of BCR-260L was evaluated. The results indicated that, its performance under high temperature condition is good with a wide application range of temperature, which could satisfy the demand for the cementation under the circulating temperature of 70~180 ℃. Based on the requirement of field for slurry thickening time, the addition of BCR-260L could be adjusted to regulate the thickening time of slurry. BCR-260L has little effect on the strength development of set cement at the late stage. The strength develops rapidly under huge temperature difference, which could ensure the development of strength of the top slurry. The salt-proof capacity of BCR-260L is enough to resist 15% concentration of salt. The field application indicates that BCR-260L could effectively solve the problem of super-retarding of top slurry under the huge temperature difference, it can be used widely in the future.

Key words: cementing; cement slurry; retarder, thickening time

在复杂地质条件的深井和超深井钻探中经常需要长封固段固井^[1-5];在钻开发井中有时为了节约成本,减少套管层次,也需要进行较长封固段固井。深井长封固段固井过程中,为了满足高循环温度下施工时间的要求,水泥浆中加入了大量的高温缓凝剂,当顶部水泥浆返至低静止温度区域后,由于高温缓凝剂在低温下的超缓凝作用,很容易导致水泥浆长期不凝,这不但会影响固井质量,还会在一定程度上延长钻井周期。为此,笔者研制开发了一种新型缓凝剂 BCR-260L。该缓凝剂可满足 70~180 ℃ 较宽

温度范围固井需求,能解决高温大温差条件下顶部水泥浆超缓凝问题。

收稿日期:2011-04-26;**改回日期:**2012-02-17。

作者简介:赵宝辉(1976—),男,河北沧州人,2000年毕业于河北大学材料化学专业,2003年获河北大学高分子化学与物理专业硕士学位,2006年获南开大学高分子化学与物理专业博士学位,高级工程师,主要从事油井水泥外加剂研发及技术服务工作。

联系方式:(022)66310216, baohuizhao@126.com。

基金项目:中国石油集团海洋工程有限公司技术开发项目“新型合成高温缓凝剂的研究与应用”(编号:2010ZW-07)的部分研究内容。

1 试验材料与试验方法

1.1 试验材料

胜潍牌 G 级油井水泥、缓凝剂 BCR-260L、降失水剂 BXF-200L、硅粉(150 目,纯度 99%)、自来水、氯化钠(工业级)。

1.2 试验仪器

8040D10 型高温高压稠化仪、5265U 型胶凝强度分析仪、3070 型瓦楞搅拌器。

1.3 试验方法

水泥浆按照 API SPEC. 10 规定的方法制备。

水泥浆的稠化时间和水泥石的抗压强度按照 GB 10238—2005 中规定的方法测定。

2 试验结果与讨论

2.1 缓凝剂 BCR-260L 的缓凝性能

为了评价缓凝剂 BCR-260L 的缓凝性能,在 70~180 °C 温度范围内选取温度点进行稠化试验,结果见表 1、图 1 和图 2。从表 1 可看出,BCR-260L 具有很好的耐高温性能,在 70~180 °C 范围内均能控制水泥浆稠化时间,且过渡时间短。从图 1 可知,缓凝剂 BCR-260L 加量与稠化时间具有一定的线性关系,可以通过调整其加量调节水泥浆的稠化时间。从图 2 可以看出,按配方 7 配制的水泥浆在 150 °C 的稠化过程中没有出现闪凝、鼓包等现象,稠化曲线基本呈直角,可以满足高温深井固井施工要求。

表 1 缓凝剂 BCR-260L 缓凝性能评价

Table 1 Performance evaluation for retarder BCR-260L

配方编号	测试条件	稠化时间/min	过渡时间/min
1	70 °C/40 MPa	215	9
2	90 °C/50 MPa	350	7
3	120 °C/70 MPa	200	6
4	120 °C/70 MPa	294	7
5	120 °C/70 MPa	372	8
6	130 °C/70 MPa	360	7
7	150 °C/70 MPa	384	5
7	160 °C/80 MPa	270	6
8	180 °C/80 MPa	300	7

注:基浆为胜潍 G 级油井水泥+35.0%硅粉+5.0%降失水剂 BXF-200L+44.0%水。配方 1,2,3,4,5,6,7,8 分别是在基浆中加入 0.2%、0.7%、1.1%、1.3%、1.7%、2.1%、2.6% 和 3.0% 的缓凝剂 BCR-260L。

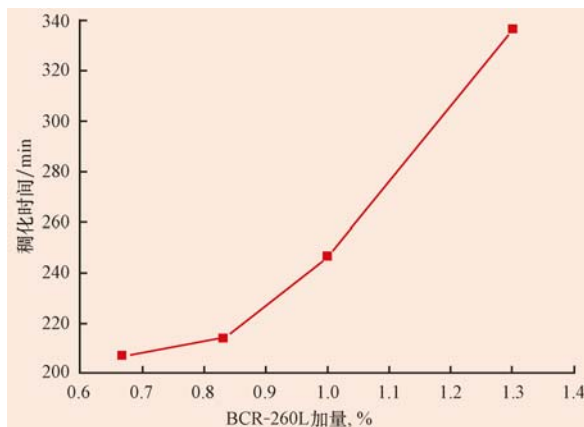


图 1 在 110 °C 下稠化时间与缓凝剂 BCR-260L 加量的关系
Fig. 1 Relationship of thickening time and dosage of BCR-260L at 110 °C

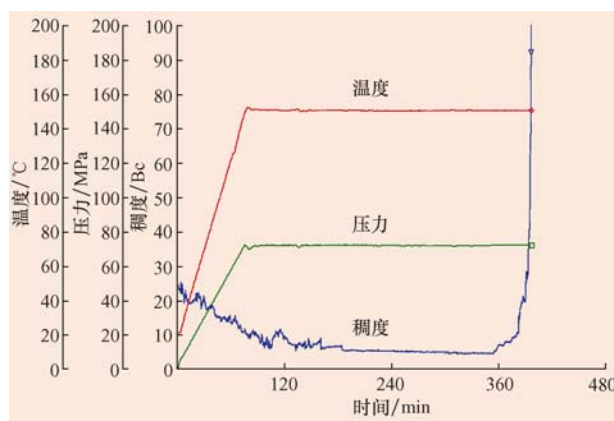


图 2 配方 7 水泥浆在 150 °C 时的稠化曲线

Fig. 2 The thickening curve of slurry with the formula 7 at 150 °C

2.2 缓凝剂 BCR-260L 的抗盐性能

为了考察缓凝剂 BCR-260L 在含盐水泥浆中的缓凝性能,在 120 °C 温度下进行了不同含盐量及缓凝剂加量对水泥浆稠化时间的影响试验,结果见表 2。由表 2 可看出,缓凝剂 BCR-260L 具有很好的抗盐性能,在含盐量达到 15% 时仍然具有很好的缓凝能力,但用盐水所配水泥浆的稠化时间均比自来水配制水泥浆稠化时间长,而通常用 10%~18% 盐水配制的水泥浆与不加盐水泥浆的稠化时间相差不多,其原因可能是在高温下水泥的水化反应不同于低温环境,其他缓凝剂也有在 120 °C 时加盐水泥浆的稠化时间比不加盐水泥浆长的现象^[6]。

图 3 为按配方 12 配制的水泥浆在 120 °C 下的稠化曲线。从图 3 可看出含盐水泥浆稠化曲线平稳,无异常现象,且过渡时间短。

表 2 缓凝剂 BCR-260L 的抗盐性能

Table 2 Salt-resistance performance of retarder BCR-260L

配方 编号	水泥浆配方	含盐量, %	稠化时间/ min	过渡时间/ min
9	基浆+1.2% BCR-260L	0	265	6
10	基浆+1.2% BCR-260L	10	284	8
11	基浆+1.2% BCR-260L	15	304	8
12	基浆+1.3% BCR-260L	15	321	5

注:测试条件为 120 ℃,70 MPa。

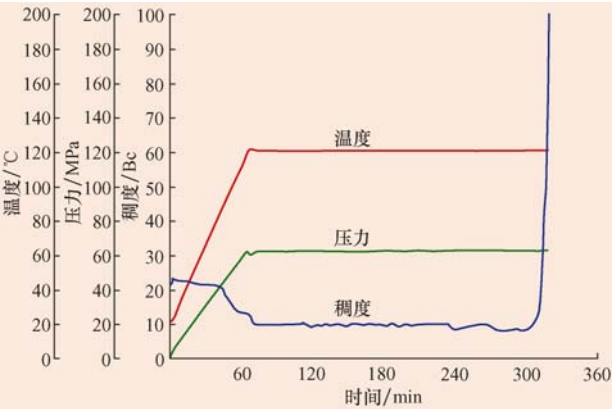


图 3 配方 12 水泥浆在 120 ℃ 时稠化曲线

Fig. 3 The thickening curve of slurry with the formula 12 at 120 ℃

2.3 大温差条件下水泥石强度评价

在 70 ℃ 下采用胶凝强度分析仪测试了按配方 5,6,10 和 12 配制的水泥浆形成水泥石的强度及配方 10 的静胶凝强度发展曲线,结果见表 3 和图 4。在 100 ℃ 下测试了按配方 7 配制的水泥浆形成水泥石的强度,结果见表 3。由表 3 和图 4 可以看出,加入缓凝剂 BCR-260L 的水泥浆在大温差条件下强度发展良好,没有出现超缓凝、长期不凝的现象,对水泥石后期强度发展没有明显影响,可以解决长封固段顶部水泥浆长时间不凝的问题。

表 3 大温差条件下水泥石强度

Table 3 Strength of set cement under the huge temperature difference

水泥浆配方	水泥石强度/MPa		
	24 h	48 h	72 h
5	0	7.0	15.8
6	0	8.0	15.8
10	15.0	21.0	27.0
12	10.0	17.0	25.0
7	0	4.0	10.2

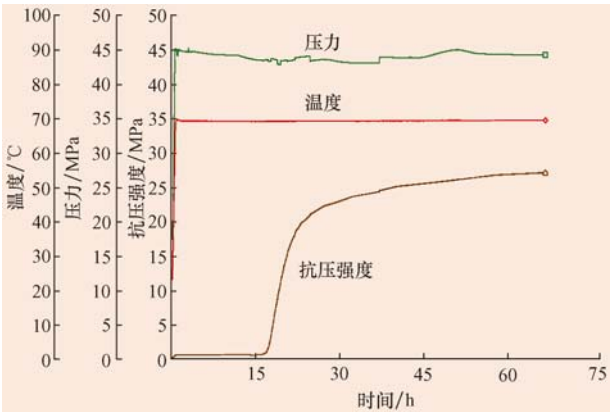


图 4 配方 10 水泥浆在 70 ℃ 时静胶凝强度发展曲线

Fig. 4 Compressive strength curve of slurry with the formula 11 at 70 ℃

3 现场试验

LG 地区 62 井 $\phi 168.3$ mm 尾管固井时应用了新型缓凝剂 BCR-260L。该井尾管固井一次封固段长约 3 000 m,循环温度 126 ℃,喇叭口静止温度为 80 ℃。设计采用三凝加砂加重水泥浆一次性正注尾管固井工艺,水泥浆密度 2.30 kg/L。固井前分别采用 HR 和 BCR-260L 作缓凝剂配制领浆,测试其在 126 ℃ 下的稠化曲线和 80 ℃ 下的静胶凝曲线,结果见图 5—8。从稠化曲线(图 5 和图 7)上看,两者没有明显差异,但从在水泥浆顶部静止温度 80 ℃ 时静胶凝强度曲线(图 6 和图 8)可以发现:采用 BCR-260L 作缓凝剂时,领浆在 80 ℃ 时 48 h 强度达到 6 MPa,72 h 强度达到 10 MPa,水泥浆的抗压强度能达到设计要求;而采用缓凝剂 HR 时,75 h 水泥浆没有硬化。因此,选用 BCR-260L 作缓凝剂。该井尾管固井施工顺利,测井显示,固井质量合格段占

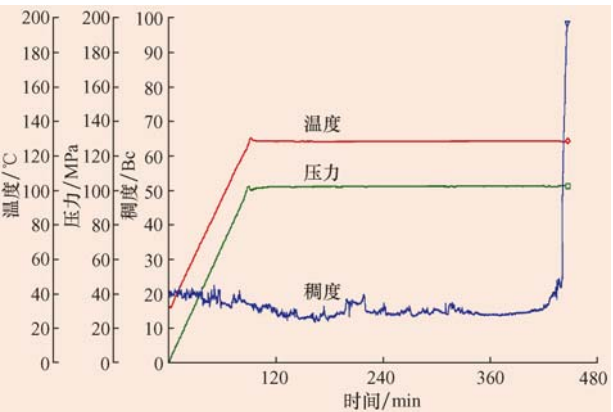


图 5 BCR-260L 领浆在 126 ℃ 时的稠化曲线

Fig. 5 The thickening curve of BCR-260L pilot slurry at 126 ℃

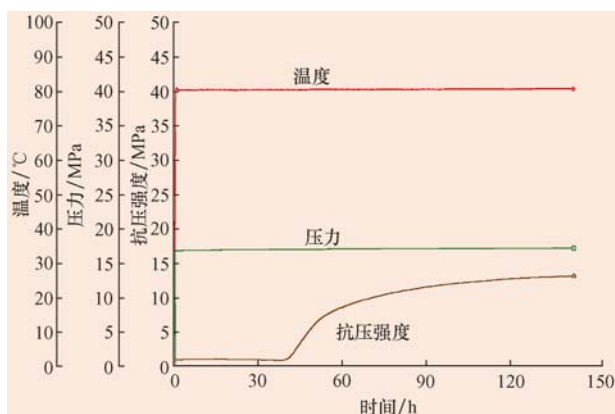


图6 BCR-260L领浆在80℃时的静胶凝强度发展曲线
Fig. 6 Compressive strength curve of BCR-260L pilot slurry at 80 °C

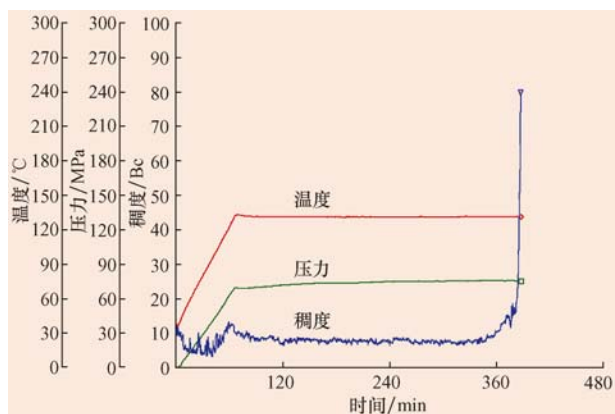


图7 HR领浆在126℃时的稠化曲线
Fig. 7 The thickening curve of HR pilot slurry at 126 °C

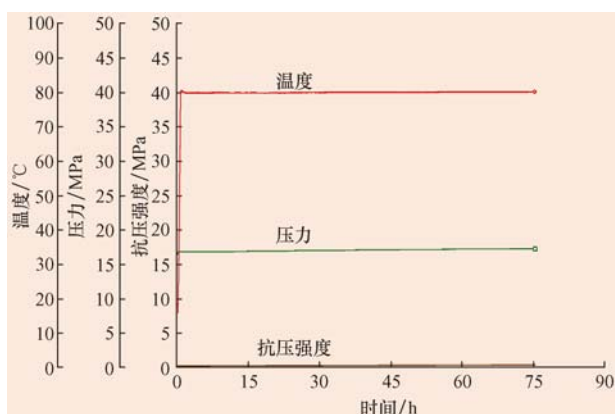


图8 HR领浆在80℃时的静胶凝强度发展曲线
Fig. 8 Compressive strength curve of HR pilot slurry at 80 °C
83.2%, 优质段占48.9%。试气获日产98.22×10⁴ m³的高产工业气流, 无阻流量达759.18×10⁴ m³/d。

4 结 论

1) 加入缓凝剂 BCR-260L 的水泥浆在高温大温差条件下强度发展良好, 不会出现超缓凝现象, 可解决深井、超深井固井顶部超缓凝难题。

2) 缓凝剂 BCR-260L 适用于 70~180 °C 的温度范围, 超越了常用缓凝剂的适用温度范围。

3) 缓凝剂 BCR-260L 在高温下的缓凝性能优良, 水泥浆加入缓凝剂 BCR-260L 后流动性好, 顶部强度发展快, 可满足深井开发对油井水泥缓凝剂的要求, 应用前景广阔。

参 考 文 献

References

- [1] 张宏军, 田善泽, 荆延亮, 等. 胜科1井 $\phi 244.5 \text{ mm} \times \phi 250.8 \text{ mm}$ 复合尾管固井技术[J]. 石油钻探技术, 2007, 35(6): 27-29.
Zhang Hongjun, Tian Shanze, Jing Yanliang, et al. Composite liner ($\phi 244.5 - \phi 250.8 \text{ mm}$) cementing technique in Well Shengke-1[J]. Petroleum Drilling Techniques, 2007, 35(6): 27-29.
- [2] 李延伟, 李智勃, 邓子波, 等. 胜科1井 $\phi 139.7 \text{ mm}$ 尾管及回接固井工艺技术[J]. 石油钻探技术, 2007, 35(6): 30-33.
Li Yanwei, Li Zhibo, Deng Zibo, et al. $\phi 139.7 \text{ mm}$ liner and tie-back cementing technique of Well Shengke-1[J]. Petroleum Drilling Techniques, 2007, 35(6): 30-33.
- [3] 汪晓静, 桑来玉, 周仕明, 等. 超高温缓凝剂 DZH-3 的性能研究[J]. 石油钻探技术, 2009, 37(3): 22-25.
Wang Xiaojing, Sang Laiyu, Zhou Shiming, et al. Lab research on DZH-3: an ultra-high-temperature retarder[J]. Petroleum Drilling Techniques, 2009, 37(3): 22-25.
- [4] 李真祥, 刘伟, 步玉环, 等. 宽温带缓凝剂的合成与室内评价[J]. 钻采工艺, 2009, 32(5): 73-76.
Li Zhenxiang, Liu Wei, Bu Yuhuan, et al. Synthesis and laboratory evaluation of wideband retarder[J]. Drilling & Production Technology, 2009, 32(5): 73-76.
- [5] 刘伟. 宽带缓凝剂的研制及长封固段水泥浆体系研究[D]. 东营: 中国石油大学(华东)石油工程学院, 2009.
Liu Wei. Development of wideband retarder and long sealing cement slurry system[D]. Dongying: China University of Petroleum (Huadong), College of Petroleum Engineering, 2009.
- [6] 苏如军, 李清忠. 高温缓凝剂 GH-9 的研究与应用[J]. 钻井液与完井液, 2005, 22(增刊1): 89-92.
Su Rujun, Li Qingzhong. Study and application of high temperature retarder GH-9 for cement slurry[J]. Drilling Fluid & Completion Fluid, 2005, 22 (supplement 1): 89-92.