

注水井结垢原因分析及防治方法

季秋思

(大庆油田第六采油厂第四作业区)

摘要: 油田开采作业中注水井的有效应用,不但可以有效提升油田开采的质量和效率,还能提高油田企业的实际收益。在此过程中分析关于油田注水井结垢现象及防治,则引起了广泛的关注。本文针对油田注水井结垢原因进行简要的分析研究,提出了防治方法,希望能为日后工作的有效开展提供一定的理论依据。

关键词: 油田开采;注水井;结垢;防治

在油田开采过程中,注水井经常会出现结垢现象,一旦发生结垢不仅会影响油田开采效率,处理结垢还会导致生产成本和能耗增加,因此结垢对油田开采影响巨大。在实际生产过程中,如何防治注水井结垢,使注水井可以发挥出正常作用,是现阶段我国油田开采过程中面临的主要难题之一。文章是先分析结垢机理,再研究结垢原因,根据结垢原因提出防治方法。

1 结垢机理

1.1 碳酸钙

碳酸钙的化学性质决定了它是一种反常溶解性物质,在水中发生化学反应会形成碳酸氢钙,因此水中的溶解平衡可用下列反应式表示:



由式子可以看出,在反应达到平衡状态时,碳酸氢钙、碳酸钙和二氧化碳在注入水中处于溶解平衡。只有在平衡状态的环境里,用水设备和管道中才不会出现水垢。

1.2 铁化合物

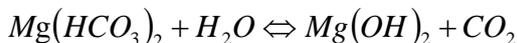
油田水中通常会存在铁离子,管道设备在接触铁离子后,会导致腐蚀和污染,因为会生成铁化合物垢,最后在管道设备中沉淀。通常油田水中都会溶解一定量的硫化氢,还会溶解少量的氧气和二氧化碳,硫化氢溶于水后具有腐蚀性,因此会造成管道设备或钢铁腐蚀。

1.3 碳酸镁

碳酸镁的溶解度是大于碳酸钙的,但它俩在水中的溶解性能非常相似,在水中碳酸钙的溶解度只有碳酸镁的四分之一。碳酸镁在水中的溶解平衡可用下列反应式表示:



碳酸镁的化学性质决定了它也是一种反常溶解度物质,随着温度降低碳酸镁的溶解度会增大。若水面上二氧化碳的分压减小碳酸镁在水中的溶解度也会减小。碳酸镁极不稳定,在水中会发生水解,生成二氧化碳和氢氧化镁,碳酸镁在水中发生水解反应的反应式如下:



氢氧化镁的化学性质与碳酸镁相似,所以也是一种反常溶解度物质,但它俩的溶解度不同,碳酸镁的溶解度大于氢氧化镁。随着温度的提高,水中溶解的碳酸镁已经饱和,然后会形成碳酸镁垢,碳酸镁垢会在水中发生水解,最终变为氢氧化镁垢。

2 油田注水井结垢原因及危害分析

2.1 污水回注

在油田开采过程中,往往注入水都是多次使用,导致其含有大量沥青、蜡和胶质物,因此注入水需要经过特殊处理,在水质达标后,才能继续重复使用。但在实际生产过程中,会容易出现对注入水清洁不到位的情况,这种不达标的注入水一旦重复应用,不但会导致注水井结垢,降低生产效率,还会对地下水造成污染,最关键的问题是直接影响了注水井的应用效果。

2.2 沥青、胶质物、蜡沉降结晶

油田开采过程中,采出液中会含有大量的沥青、蜡和胶质物,这些物质在注入水中,会受到温度影响,直接导致结蜡或晶体集聚等现象,注入水通常都是循环工作,随着时间的增长,集聚物会越来越多,最终导致注水井结垢。该结垢现象会降低管道传输效率,还会使管道运行质量下降。

2.3 注入水硬度大含矿物多

油田开采过程中,注水井结垢现象时有发生,对结垢物质成分分析后发现,一般的结垢物质就是碳酸镁和碳酸钙。注水井结垢现象的主要原因是注入水硬度过大,对水的成分分析后,得出矿物质过多,注水井结垢现象发生后,油田开采效率也会降低。当这些不良情况陆续发生后,会导致地层结垢污染,油田安全管理无法正常实施,油田开采效率逐渐降低。

2.4 油管腐蚀

注水井结垢现象的出现会有很多原因,但从结垢区域去分析,油管想要安全稳定应用,就应该避免结垢现象发生。分析注水井结垢的危害,发现其主要表现在油管区域结垢后,油管壁会发生腐蚀,腐蚀的时间久了,油管管道就会泄露,不但污染环境,还容易发生安全事故,导致油田开采的安全性和稳定性下降,同时油气泄露后,油田经济效益也会减少。

3 注水井结垢的防治方法与效果

3.1 阻垢剂防治

阻垢剂是油田生产过程中,为防治注水井结垢的一种药剂,阻垢剂的优势在于除垢效果稳定、成本低廉和作用周期长等。阻垢剂的应用原理:显示通过吸附,达到接近物质,然后通过静电斥力,将物质间的晶体结构破坏,使其不能发生结垢,最终增强注水井的结垢防御能力。目前市面上的阻垢剂种类繁多,针对不同的结垢物质,阻垢剂的成分也要

发生改变,因此在选择阻垢剂时,一定要根据结垢物属性,选择合理的阻垢剂,只要这样才能达到阻垢剂的预期效果。

3.2 防垢剂除垢

一旦出现油田注水井结垢现象,油田开采效率一定会下降。结垢现象的出现,说明作业人员的结垢防治做的不到位。在油田开采过程中,应选择合适的防垢剂,定期加入注水井中,在平时作业过程中,随时进行结垢防治工作,达到合理预防结垢的效果,使注水井可以安全稳定的发挥其作用。

3.3 酸洗除垢

分析油田注水井结垢的原因后,再根据结垢物组成去划分,发现酸碱除垢是最常用的除垢技术。酸洗除垢技术在实际应用过程中,是利用化学反应,达到除垢效果的,先在注水井中加入一定量的酸洗液,酸洗液会和结垢物发生化学反应,结垢物最终被分解。但酸洗除垢技术有一定的适用条件,主要是因为酸洗的作业周期不能过长,结垢严重的注水井需要的作业周期长,所以无法适用。在实际应用除垢技术时,作业人员要根据结垢物的成分,结垢的时间做出合理的选择,

不能盲目的应用除垢技术,要保障结垢清除质量有效性。

3.4 超声波除垢

我国的大部分油田都有应用超声波除垢技术,因为超声波除垢技术有许多优势是其他方法不具备的,例如超声波除垢的除垢率非常高,而且可以精准除垢,节省能源消耗。对超声波除垢技术进行分析后,得出其应用原理是超声波作用力,超声波在油管中传输时,结垢物会受到反作用力,反作用力主要来自于声波传输力,在循环超声波过程中,相当于反作用力持续增强,结垢物会慢慢的被清除,最终达成结垢物清除,注水井的作业效率恢复,不但提高了油田开采效率,还降低了油田开采成本。

3.5 防治效果

对大庆油田某区块的注水水质进行全面分析,得出结垢离子的含量数据,含量数据如表1所示。从表1中看出金属离子镁离子和钙离子含量都偏高,这可能是导致注水井出现结垢现象的原因。

表1 大庆油田某区块注水水质分析数据表

样品名称	pH	K ⁺ ,mg/L	Na ⁺ ,mg/L	总 Fe,mg/L	Mg ²⁺ ,mg/L	Ca ²⁺ ,mg/L	Cl ⁻ ,mg/L	HCO ³⁻ ,mg/L
3-18 滤后	8.16	1.6	189	0.02	43.2	110.4	128.4	703.2
10-1 滤前	7.55	1.7	174	0.02	41.2	110.2	110.5	743.8
11-4 滤前	7.06	1.9	176	0.01	43.9	124.6	110.5	730.3
11-4 滤后	7.07	1.8	176	0.02	54.5	132.2	122.9	757.3
11-1 滤后	7.61	1.7	158	0.03	42.2	113.6	99.7	608.6
平均	7.52	1.7	174	0.02	44.9	118.4	114.4	708.6

为了进一步明确各项防治方法的效果,详细对比了区块内注水井各种措施效果,通过对注水压力和吸水指数的监控,计算出措施的有效期,得出各项措施的适应性,具体效果如图1所示。未来要根据以往措施效果进行评价,制定不同类型区块措施标准。

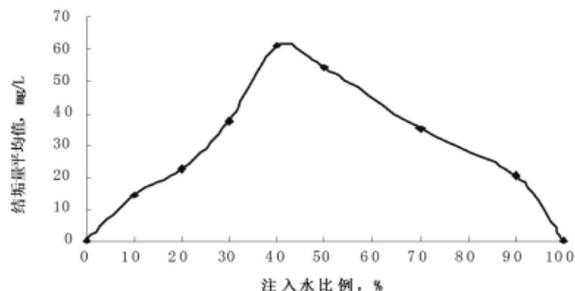


图1 结垢防治效果

4 结语:

分析当前油田注水井的结垢现象,为有效的提升油田后期的开采质量,加强油田开采运行中的安全稳定性。实际作业中关于油田注水井出现的结垢现象,作业人员可通过选用超声波除垢技术、酸洗除垢技术,以及加入阻垢剂、防垢剂的方式,进行结垢物的清理及防治。以此保障注水井中结垢物的有效处理,并且合理的促进油田开采工作的有序进行。

参考文献:

[1]吕洪亮.油田注水管线腐蚀结垢成因的药剂控制技术[J].化学工程与装备,2020(08):101-102.DOI:10.19566/j.cnki.cn35-1285/tq.2020.08.048.

[2]路建萍,沈燕宾,王佳,李俊华,谢元,周渝.油田注水管线结垢分析及阻垢剂研制与应用[J].应用化工,2020,49(10):2555-2559+2580.DOI:10.16581/j.cnki.issn1671-3206.20200724.037.

[3]李龙,赵增权,王方祥,牛翠,刘永祥.油田注水井结垢和腐蚀对水换作业的影响及处理[J].石化技术,2020,27(05):75+83.

[4]张启龙,许杰,高斌,李进,龚宁.以抑制管柱结垢腐蚀为目标的注水井水源选择方法研究及应用[J].表面技术,2019,48(11):290-296+311.DOI:10.16490/j.cnki.issn.1001-3660.2019.11.032.

[5]高振.注水井井筒油卡、蜡卡及结垢治理对策[J].内蒙古石油化工,2017,43(05):42-43.

作者简介: 姓名:季秋思 出生年月:19921020 性别:女 籍贯:黑龙江省肇州县 学历:本科 毕业院校:大庆师范学院 职称:助理 目前从事工作:技术员 单位:大庆油田第六采油厂第四作业区 省市:黑龙江省大庆市 研究方向:采油工程