

文章编号: 1002-5855 (2001) 06-0031-03

低剪切流量控制阀的发展状况

倪玲英¹, 张 建²

(1. 石油大学(华东)石油工程学院, 山东 东营 257062;

2. 中国石化胜利油田有限公司规划设计研究院, 山东 东营 257000)

摘要 介绍了聚合物溶液增粘及机械降解机理, 阐述了低剪切流量控制阀的发展状况。

关键词 流量控制阀; 低剪切; 聚合物溶液; 降粘

中图分类号: TH134

文献标识码: A

Development condition of low shearing flow controlling valve

NI Ling-ying¹, ZHANG Jian²

(1. University of Petroleum, Dongying 257062, China; 2. The Programme & Design Research Institute of China Petrochemistry shengli Oilfield Co., Ltd. Dong ying 257000, China)

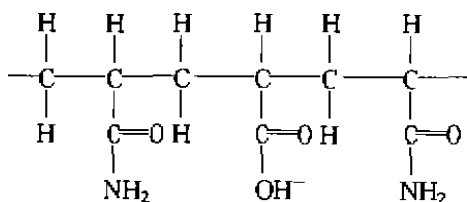
Abstract: The text mainly introduce mechanism for adding and falling viscosity of solution of ploymer, and explain development condition of low shearing flow controlling valve for technology of ploymer flooding of oil thirdly recovery in oil field.

Key words: flow controlling valve; low shearing; condition; solution of ploymer; fall viscosity

1 聚合物溶液性能

1.1 增粘原理

三次采油技术已经成为油田开发后期稳产的重要手段。三次采油中起决定性作用的高分子聚合物主要是聚丙烯酰胺。



柔顺的线性碳—碳链是其高分子骨架, 分子中带有强极性的亲水基团, 这些基团与分子水能通过氢键等发生强烈的相互作用, 在其溶液中, 水分子在分子周围形成溶剂层或成为束缚水, 同时因带电基团间的静电斥力而使聚

合物分子更加舒展, 分子无规线团体积增大, 这都使分子运动的内摩擦增大, 流动阻力增大, 从而增加了水的粘度。

聚合物水溶液用于提高采收率主要是为了增加驱替水的粘度, 降低水的流速, 从而降低油水的流速比, 以减缓指进现象, 改善油层及微观孔隙结构的非均质状况, 缓解窜流、绕流等现象, 增加驱替水的波及体积。因此, 提高并保持聚合物溶液的粘度是聚合物驱提高采收率方法的关键所在。

1.2 机械降解

聚合物溶液的流变曲线如图1所示。聚合物溶液粘度随剪切速率的变化与高分子在溶液中的形态结构有关。在很小的剪切速率下, 大分子构象分布不改变, 流动对结构没有影响,

作者简介: 倪玲英 (1964-), 女, 副教授, 从事教学和科研工作。

聚合物溶液的粘度不随剪切速率而变化。当剪切速率较大时，在切应力作用下高分子构象发生了变化，可能受到高应力作用，当所承受的剪切力增大至足以使分子断裂时，它将产生机械降解，降解的结果将导致分子量和粘度降低，从而降低聚合物驱效果。

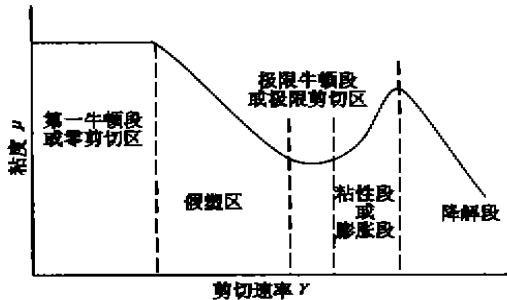


图1 聚合物溶液流变曲线

油田聚合物溶液的配制和注入系统是保证驱油效果的重要设备和技术。配制好的聚合物溶液，经高压往复泵增压，按配制要求计量，注入到高压注水管线中，与注入的水，经静态混合器稀释注入井中。目前，油田配制注入工程有2种实施方案，一种是集中配制，分散注入。另一种是分散配制，分散注入。

由于聚合物配制系统工艺比较复杂、设备较多，这将会导致分散配制的设备费用大于集中配制方案。据大庆油田介绍，集中配制方案的设备及相关配套工程投资比分散配置方案节约40%。为了节省工程建设投资，降低运行维护费用，通常采用集中配液分散注入和一泵多井注聚工艺。在集中配制方案中，为了减小剪切引起的粘度损失，流量分配采用螺杆泵，造成泵用量多，投资大，运行费用高，且操作不方便，难以保证注聚过程中的压力及浓度平稳，影响聚合物驱效果。一泵多井注聚工艺是指用一台注聚泵通过几个流量控制阀同时给多口井提供聚合物母液的工艺，如采用常规的阀门来控制流量，聚合物溶液粘度损失率有时高达40%。所以，研制开发低剪切流量控制阀是解决以上问题的关键技术。美国和加拿大等石油工业比较发达的国家在低剪切流量控制阀

方面的研究较早，已经取得了较大进展。

2 流量控制方法

低剪切流量控制阀采用阻力控制法和外部能耗式流量控制装置达到控制流量的目的。

2.1 阻力控制法

(1) 盘管式阻尼器

盘管式阻尼器是利用溶液在盘管流动（图2）过程中产生的沿程阻力，通过选择不同管长和管径的圆管进行组合，得到各种不同的流量—压降特性，来调控流量。由于圆管阻力系数很小，一般需要较长的管路，同时为结构上的紧凑，采用了盘管方式。盘管阻尼器的最大优点是简单易行，但结构庞大，不易实现流量连续调节。日本MCY公司在大港油田建有单流量盘管阻尼器，该装置的一组盘管只有一个阻力，可以满足一种流量，在需要改变流量时，应更换盘管，这给生产和运行带来很大不便。由于圆管内的沿程剪切的累积效应较大，以及盘管中的螺旋弯曲而产生二次流动，是产生流动剪切的重要原因。据统计，盘管阻尼器因流动剪切引起的粘度损失一般在9%~16%之间。这种装置已得到改进，在长盘管中间有多处抽头，不同的排列组合可以产生不同的阻力和不同的流量，改变了原有盘管的一套盘管调节一种流量的缺点，但体积仍然比较庞大，并且不能对流量进行连续调节。

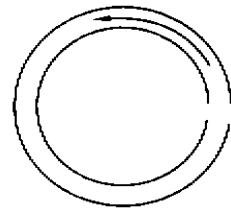


图2 盘管流动

国外一专利是在聚合物输送管线上安装一系列流动限制器，流动限制器使用的是小直径圆管，这种圆管被安放在两大管径管子或两螺纹段之间。该流动控制器的结构是让流体在不同直径的通道内流动，可以实现大压降（如3.44MPa）情况下，流过的聚合物基本没有剪

切降解。它可通过安装流动控制器的数量来实现压降的变化从而控制流量。

(2) 局部阻尼控制方法

产生局部阻尼的方法很多,如突然改变阀门口径等。据报道,针形阀能实现低剪切流量控制。针形阀是标准球阀的变形,控制孔尺寸较小,阀门元件细长,可以比较精确的控制流量。针形阀一般用于 $<25.4\text{mm}$ 的管路中。

这种调节装置包含一个渐缩的或针孔状的调节部件,通过相互间位置的改变调节溶液的流量。曾经有人做过试验,将一孔径为 6.35mm 的球形阀和相同孔径的针形阀放在相同尺寸的流道上,让他们处于相同的流动环境下,调节聚合物水溶液时,球阀的降解率为 $20\% \sim 25\%$,而针形阀基本上不发生降解,其低剪切机理尚不清楚,需要研究。

(3) 砂袋式流量控制装置

砂袋式流量控制装置是利用砂袋渗流产生阻力来控制流量(图3)。该方法简单易行,但由于需要多个砂袋的组合,装置比较笨重,且操作不方便,需大量人力和时间,流量调节范围也有限,调节精度很难控制,误差较大。

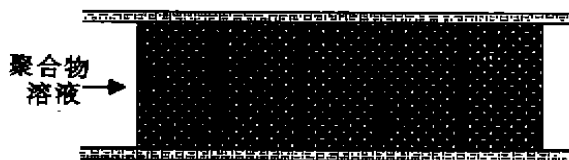


图3 砂袋式流量控制装置

2.2 外部能耗法

外部能耗式流量控制装置主要由驱动机、能耗器和联轴器组成(图4)。它是利用聚合物溶液流动的能量带动驱动机,通过联轴器,驱动外部能耗器,实现液体对外做功,达到控制流量的目的。由于螺杆泵对聚合物的剪切很小,马达消耗的能量又不直接,驱动机可采用螺杆式液力马达。外部能耗装置采用齿轮泵和空气压缩机的系统。通过改变空压机的输出压

力和齿轮泵的转数,来控制聚合物溶液的流速和流量。在这种设计中,既不是消耗掉溶液的能量,也不是使其进行内部转换,而是通过外部干扰,对聚合物溶液进行控制。

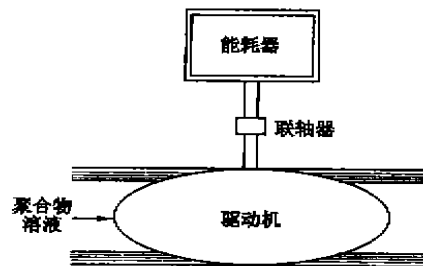


图4 外部能耗流量控制装置

外部能耗散式流量控制装置原理成熟,技术可行,移动方便,既可调节流量又可调节流速。但由于需要驱动机和外部能耗装置,结构复杂,投资较大。

3 结语

从已开发出的各种流量控制阀可以看出,它们都具有一个共性,即控制阀都不是直接对流体进行干预的,它们或是通过阻力进行能量消耗,或是将聚合物溶液本身的能量进行转换。总的思路就是通过能量的转换,影响流体的流动速度,尽可能的降低速度梯度,再通过改变流通面积的方法,实现在低剪切下的流量调节。研制一种结构简单,体积小、投资少,运行维护费用低,在大压差下可以实现连续调节,并有足够理论支持的低剪切流量控制阀是今后发展的趋势和方向。

参 考 文 献

- [1] 倪玲英. 注聚工艺中低剪切流量控制阀的开发前景[J]. 阀门, 2001(1): 29-31.
- [2] 胡博仲. 聚合物驱采油工程[P]. 中国专利: ZL92225523, 1993.
- [3] UK Patent Application GB 2123577.
- [4] Wayne E. Luetzelschwab, Littleton, Colo. Method of Using Polymer Flow Control Apparatus 1985. US4535884.

(收稿日期: 2001.05.23)

欢迎投稿 欢迎订阅 欢迎刊登广告