

微生物提高石油采收率的油田应用

王修垣

(中国科学院微生物研究所, 北京)

1990年微生物提高石油采收率国际会议于5月27—31日在美国俄克拉荷马大学(Norman)培训中心举行。来自美国、苏联、加拿大、澳大利亚、东德、西德、英国、罗马尼亚、中国、日本、挪威、印度、印度尼西亚、委内瑞拉、墨西哥和特立尼达等16个国家的105位专家、学者和采油工程技术人员参加了会议。会议报告47篇,涉及微生物提高采油法的研究和应用,油层微生物的生态学和生理学,微生物在多孔介质中的生长、运移及其对高渗透带的选择性堵塞等问题。

来自美国、苏联、加拿大、澳大利亚、罗马尼亚和东德的科学家提出了9篇用微生物直接在油层中提高采油的报告,是自1978年以来历届会议上现场试验报告最多的一次,反映了微生物提高采油技术的新进展。我国的两位与会者报告了该项技术在我国的发展及生物聚合物在中国的研究、生产及其在提高采油的油田试验结果,受到与会同行的注意,已有多人向我们索取报告。

通常可以把微生物提高采油技术分成两类。第一类包括将微生物在工厂生产的产物,如生物聚合物、表面活性剂等注入油层改善注入水的驱油性质,提高采油。例如,将黄单胞菌多糖溶液加入交联剂注入油层,调整吸水剖面,从而增产原油,在美国已进行了较大规模的现场试验,效果良好;我国在南阳油田已注入两个井组,也得到令人满意的结果。第二类是直接利用微生物在油层中的有益活动提高采油。当油层中存在有益的微生物时只需加入营养物质提高它们的代谢强度(Ivanov等,1990);或者将选择的微生物和营养物质一道加到油层中,将油层作为巨大的生物反应器。后者包括微生物增效注水(Bryant等,1990; Lazar等,1990; Wagner等,1990),单井吞吐(Sheehy,1990),净化井筒(Pelger,1990)和封堵高渗透带(Behlulgil,1990)等。这些工艺均已在油田进行了规模不等的现场试验,不仅效果引人注目,工艺也逐渐完善,兹分述如下。

(一) 增效注水采油

苏联科学院微生物研究所 M. V. Ivanov 等报告了他们在鞑靼苏维埃社会主义自治共和国 Bondyuzhskoe 油田一个井组注入充气的水和营养物质活化油层本身的微生物区系提高采油的试验结果。注入空气 2000m³(6个星期)后继续注水。通过促进注入井近井底带好氧微生物对残余油的氧化,产生 CO₂ 和低分

子量的有机化合物进入缺氧区。这些产物既有利于提高采油,又可作为厌氧菌,尤其是甲烷产生菌的底物产生甲烷。甲烷既是燃料,又可溶于石油提高油的流动性,从而提高采油。在注入后三年中,采油量增加 20—100%,出水量降低 20—30%,共增产原油 47000 吨。该法也在 Romashkin 油田的几个试验区进行试验。一年半内增加的油量相当于其总产量的 12% 到 45%。试验仍在继续进行。

美国国家石油和能源研究所(NIPER)R. Bryant 等在 Oklahoma 州 Delaware-Childers 油田 Mink 采油区的 21 口注水井中选了 4 口井注入了选出的微生物组合体 NIPER Bac 1。它们能在油层条件下利用糖蜜生长,产生表面活性剂和酸等有利于提高采油的物质,但不能利用原油。每口井注入 26 加仑微生物和糖蜜后,再不断注入稀释的糖蜜。共注糖蜜 18.7 吨。结果表明,在注入微生物/糖蜜的 14 个月中,改善了距注入井最近的采油井的采油速度和水/油比;与单一注水相比较,共增产原油 577 桶。每增产 1 桶油增加费用 3.24 美元。在此试验的基础上,他们计划进行更大规模的油田试验。试验区注入井 19 口,采油井 47 口,井温 25℃,井深 400 英尺左右。注入 4% 糖蜜的总体积为岩层孔隙体积 1%。

罗马尼亚生物科学研究所 I. Lazar 等在六个月内把产生气体等的细菌混合培养物和 108 吨糖蜜注入到油层中,防止了该油田从 1983 年以来原油产量的下降。

(二) 单井吞吐采油

澳大利亚堪培拉高等进修学院应用科学系 A. J. Sheehy 介绍了在同一口井注入和采出的微生物提高采油工艺。注入的微生物在 40℃ 到 76℃ 的温度条件下生长良好,并适应各种离子强度、盐水和石油成分。现场试验在 Alton 油田 3 号井实施。共注入微生物混合液 86 桶,关井 1 个月后恢复采油。在 12 个月中,采油量比试验前增加了 40%,约增产油 390 桶。每桶油增加费用不到 1 澳元,与注水费用相当。

J. Pelger 报告了在几十口采油井并利用微生物净化井筒的技术。利用的菌种能降解石蜡,在许多井中见到了效果。

(三) 应用于碳酸盐油层

民主德国 Gommern 石油和天然气联合企业 M.

(下转封二)