

油田开发动态评价与预警方法研究

陈 莉¹, 王新艳²

(新疆油田公司 1. 风城油田作业区; 2. 上海联络处, 新疆 克拉玛依 834000)

摘要:在油田开发过程中,原油的产量受多种因素的影响和制约。通过结合油田实际情况,以油田生产数据及开发指标为基础,建立油田开发预警指标体系,借助因子分析法和控制图法,综合分析影响产量变动的主要因素,绘制出油田开发动态预警控制图,从而指导油田在开发过程中及时调整方案,为油田的稳定运行提供理论依据和决策支持。

关键词:油田开发;预警方法;因子分析;控制图

中图分类号:F407.2; TE313.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2013)12-0157-03

目前我国大部分油田已进入了开发中后期,为确保油田高产、稳产,需要及时准确地对油田开发过程进行动态评价与预警。本文通过建立油气田开发评价指标体系与预警方法,可以实时提供动态监测信息,提高生产监控及预警水平,以此来对油田开发过程进行综合评价及诊断分析,从而为管理层提供准确的预警信息,最终为油田制定合理的生产方案,来提高原油产量和经济效益。

1 油田开发动态评价与预警方法

1.1 指标体系的建立

油田开发过程中,通过油田的原油产量的变化情况以及与之密切相关的开发指标来对油田开发效果进行综合评价,进而可以对开发方案和规划进行优化^[1]。根据预警指标体系构建的原则性和资料的可获得性,结合某油田的实际情况,选取了10个指标,分别为:开井数(口)、产油量(万吨)、综合含水率(%)、采出程度(%)、采油速度(%)、自然递减率(%)、综合递减率(%)、采油时率(%)、措施井有效率(%)、油水井比率(%),以此来建立适合该油田实际的预警指标体系^[2-3]。见表1。

表1 油田开发评价与预警指标

开井数	油田开发过程中,所开的油井数与水井数之和
产油量	在油田开发过程中,该油田所生产的原油产量
综合含水率	阶段产水量与阶段产液量之比
采出程度	油田采到某一时刻时,此时累积的产油量与探明地质储量之间的比值
自然递减率	油田实际产量扣除投产新井产油量和老井措施产油量后的年产量下降率
综合递减率	除了新井产油量之外的所有油井的天然油产量递减率
采油速度	一定时间内采出原油总量占原油地质储量的比值
采油时率	油田使用井在实际投入生产的时间与同年使用井的日历时间之比
措施井有效率	在一定时间内对油田老井的措施有效井的井口数与所有老井措施井的比值
油水井比率	油井开井数与注水井开井数总和之比

1.2 因子分析法

在确定各个预警指标后,我们还需要构建预警模型对综合警度进行分析,这样可以降低分析问题的难度与复杂性,而在诸多实际问题中多个变量间都是具有一定的关联性的,因此,我们考虑用较少的新变量来替代原来的变量,并对新的变量进行拟合,用一个

最终的变量来反映总体的变化趋势,所以本文使用因子分析的方法来确定综合的预警指标。

因子分析的基本思想是根据相关性大小把原始变量分组,分组后同组的变量间相关性较高,而不同组的变量间相关性则较低。因子分析可在许多变量中找出隐藏的具有代表性的因子。将相同本质的变

收稿日期:2013-09-03

作者简介:陈莉(1974—),女,四川邛崃人,新疆油田公司,会计师,学士,研究方向:油田管理;王新艳(1961—),女,河北吴桥人,新疆油田公司,经济师,硕士,研究方向:企业管理。

量归入一个因子,可减少变量的数目。在少数几个公共因子中,每一个主要因子就代表经济变量间一种相互依赖的经济作用。抓住这些主要因子就可以帮助我们

我们对复杂的问题进行分析和解释^[4]。

1.3 莱特准则—预警控制图

控制图(Control Chart)是对过程质量特性进行测定、记录、评估,从而监察过程是否处于控制状态的一种用统计方法设计的图。在质量管理过程中使用sigma(标准偏差)划分产品质量与预期的偏差度。在此,我们把其应用到油田开发预警中,根据莱特准则^[5]:

$$P(\mu-\sigma<\bar{x}<\mu+\sigma)=0.6827;$$
$$P(\mu-2\sigma<\bar{x}<\mu+2\sigma)=0.9545;$$
$$P(\mu-3\sigma<\bar{x}<\mu+3\sigma)=0.9973$$

其中σ代表标准差,μ代表均值。

根据大数原理,在一定程度上可以通过指标数值所在区间来判断其属于哪个警度。因此令(μ-σ,μ+σ)为正常区间,(μ-2σ,μ-σ)和(μ+σ,μ+2σ)为异常区间,(-∞,μ-2σ)和(μ+2σ,∞)为严重异常区间,这样就得到了预警的三大区间,各区间用不同颜色作为警情信号灯,分别为:红色(严重异常区间)、黄色(异常区间)、绿色(正常区间),通过以上划分来确定警情警度。

2 油田开发动态预警实例

2.1 因子分析法结果

利用 SPSS18.0 对该油田开发预警 10 个指标进行因子分析。首先进行可行性检验,采用 KMO and Bartlett's 检验。KMO 检验值为 0.62>0.5,说明可以进行因子分析。Bartlett's 检验值为 215.386,其显著性 sig 远小于 0.000 1,说明因子的相关系数矩阵非单位矩阵,能够进行因子分析。利用主成分法进行因子分析,可得到 10 个指标的特征值、方差贡献率和累计方差贡献率,按照特征值大于 1 的原则,提取前 3 个主因子(见表 2)。并通过方差最大正交旋转法使旋转因子载荷系数向两级分化,得到新的旋转载荷矩阵。

表 2 旋转后的特征值与累积贡献率

主因子	特征值	贡献率	累积贡献率
1	3.87	38.69	38.69
2	2.45	24.47	63.16
3	1.54	15.36	78.52

表 3 因子得分

时间	F ₁	F ₂	F ₃	F
2010-01	-1.13	0.75	-2.99	-0.91
2010-02	-1.69	-0.10	-1.06	-1.07
2010-03	-1.24	0.12	-0.92	-0.75
2010-04	-1.50	0.55	-0.34	-0.63
2010-05	-1.46	-0.02	0.51	-0.62
2010-06	-2.02	-0.14	1.07	-0.83
2010-07	-0.90	0.26	0.68	-0.23
2010-08	-0.47	0.09	1.01	-0.01
2010-09	-0.78	0.09	1.20	-0.12
2010-10	-0.51	0.16	1.66	0.12
2010-11	-0.08	-1.64	-0.45	-0.64
2010-12	0.13	-1.64	-0.52	-0.55
2011-01	0.14	-1.18	-0.35	-0.37
2011-02	-0.04	-1.21	-0.42	-0.48
2011-03	0.27	-1.13	-0.57	-0.33
2011-04	0.20	-0.82	0.08	-0.14
2011-05	1.25	-1.10	0.08	0.29
2011-06	1.20	-0.97	0.27	0.34
2011-07	0.33	-0.64	0.43	0.05
2011-08	0.97	-0.68	0.59	0.38
2011-09	1.08	-0.22	0.44	0.55
2011-10	1.07	0.04	0.56	0.65
2011-11	0.91	1.41	-2.14	0.47
2011-12	1.36	0.63	-1.11	0.65
2012-01	1.00	0.93	-0.03	0.78
2012-02	0.75	1.33	0.37	0.86
2012-03	0.88	1.61	0.49	1.03
2012-04	0.62	1.86	0.27	0.94
2012-05	-0.36	1.63	1.18	0.56

2.2 油田开发动态预警控制图

我们根据莱特准则,结合表 3 绘制出该油田 2010 年 1 月—2015 年 5 月的油田开发动态预警控制图,见图 1。

从图 1,我们可以看出,该油田开始处于黄色警报区,这主要是因为该油田的开井数处于快速上升期,产量波动比较大,综合含水量较高。随着油田的各项指标逐步进入正常范围内,油田进入了开发稳定期,也即绿色警报区。然而,随着油田的进一步开发,油田的自然递减率、综合递减率逐步上升,采油时率逐步下降,措施井有效率在下降,导致该油田又进入了黄色警报区。

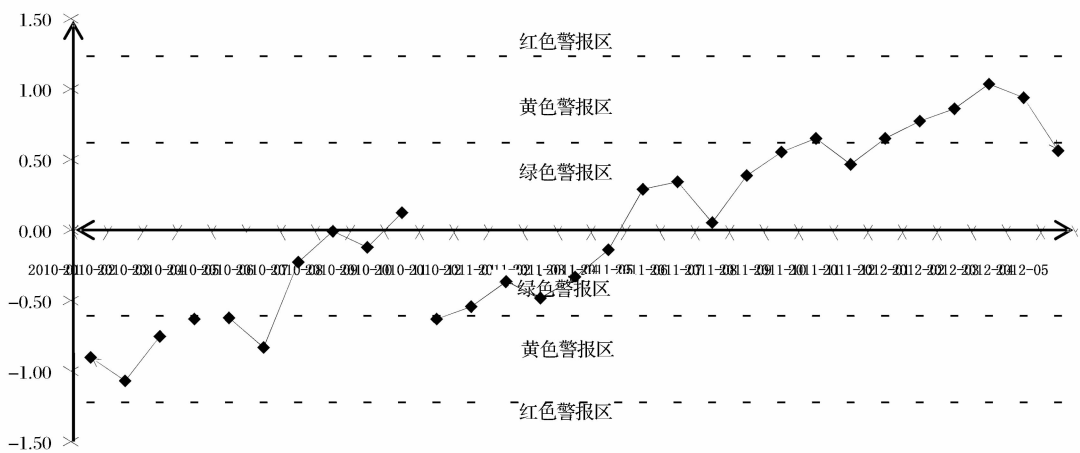


图 1 某油田开发预警控制图

3 结论

- 1)通过对油田开发动态系统的分析,确定含 10 个指标油田开发动态的评价与预警体系。这套指标体系及时对总和评价油田开发水平具有较高的参考价值,又是油田开发动态预警的基础。
- 2)通过因子分析,可以把油田开发的各种指标,提取公共因子,可以更有效的对油田开发做出评价。
- 3)建立油田开发动态评价与预警体系目的就是为了实现油田的动态管理为油田生产管理提供了科学的理论依据,是的油田企业生产管理更为主动,进而实现油田企业的稳产,增产。

参考文献

[1] 肖武,杨圣贤. 油田开发预警技术研究及应用[J]. 油气藏工程,2010,4(17):65—68.

[2] 陈武,张明泉. 油田勘探总成本变动分析[J]. 西南石油学院学报,1998,20(3):90—93.

[3] 马立平,任宝生. 油田水驱开发动态系统预警指标体系的构建[J]. 特种油气藏,2010(8):62—65.

[4] 刘媛媛,李德山. 基于因子分析 方法的中原经济区城市竞争力研究[J]. 西南农业大学学报:社会科学版,2011(10):8—11.

[5] 苗成双. 油气田开发动态预警理论及应用[D]. 成都:西南石油大学,2011.

The Study of Dynamic Evaluation and Prewarning Method of Oil Field Develop

CHEN Li¹, WANG Xin-yan²

(1. Fengcheng Oilfield Area; 2. Shanghai Liaison Office, Petrochina Xinjiang Oilfield Company, Karamay Xinjiang 834000, China)

Abstract: In the process of oilfield development, oil production is influenced by many factors. On the basis of the practical situation of oil field, the paper establishes prewarning index system of oil field development. Then, using factor analysis method and the control chart method, it analyzes the main factors influencing the changes of production, and draws the oil field development dynamic prewarning control chart. It can guide the oil fields in the development process in a timely manner to adjust scheme, and provide theoretical basis for the stable operation of the oil field and decision support.

Key words: oil field development; prewarning method; factor analysis; control chart