

层次分析法在井控风险可控诱因分析中的实践探讨

张 柳（长城钻探钻井一公司，辽宁 盘锦 124010）

摘 要：在我国社会经济高速发展的背景下，不论是社会工业生产还是人民群众日常生活需要，对于油气能源的需求量在不断增加，且我国油气勘探工作近些年来也取得了很大的发展。在油气勘探工作过程中，井控风险诱因分析工作是保障工作人员生命安全、降低发生意外事故的主要方式，其中层次分析法作为能够有效分析井控风险诱因的方法，在我国油气井勘探工作方面有着广泛的应用。本文对层次分析法在井控风险可控诱因分析中的实践进行了深入的研究与分析，并提出了一些合理的意见，旨在进一步提高我国油气井勘探工作安全水平，为现场有效防范井控风险提供参考意见。

关键词：层次分析法；井控风险；可控诱因；风险评价；实践探讨

从我国当前的油气井勘探工作整体情况来看，导致出现井控安全风险的因素有很多，可以分为主观因素和客观因素两个类别。主观因素主要包括工作人员自身操作失误、设备故障、工艺不合理等，客观因素主要包括地层岩性、流体性质以及内部压力等不可控因素。不论是主观因素还是客观因素，都可能在造成一定的安全风险，因此需要采用科学的方法对井控安全因素进行分析，从而制定相应的规避措施，减少意外事故发生率，其中层次分析法自我国井控风险诱因分析中得到了很好的运用。

1 层次分析法内涵概述

层次分析法是由美国著名的运筹专家萨蒂在 1970 年提出的一种分析方法，其核心内容是将与决策有关的多种因素分解成为目标、方案等不同层次，从而对其进行定量和定性分析。层次分析法与我国井控风险可控诱因分析工作有着很高的契合度，因此在我国油气井勘探工作中得以广泛的使用。层次分析法在井控风险可控诱因分析中，通过方案层计算目标群众，能够对可控诱因对井控风险的影响程度进行确定，并且能够对不同风险诱因权重大小进行排列，帮助井控风险分析人员更加明确其影响力度，为井控工作的开展提供科学的数据支撑，能够有效降低发生意外事故的概率，从而提高井控工作的安全性。通过层次分析法，结合相应的数学计算法，能够对井控风险进行准确的预算，从而使决策科学性和合理性能够显著提高，根据不同风险诱因的权重大小确定最佳的方案，采取有针对性的应对措施^[1]。

2 可控诱因统计以及层次建立分析

在对近些年来与井控诱因相关的文章分析中发展，井控风险可控诱因可能是只存在单一的可控诱因，也有多种可控诱因同时存在的情况。在本文对所调查的 90 篇与井控风险可控诱因的统计中，其中操作失误可控诱因出现 85 次，设备故障可控诱因出现 55 次，缺乏科学管理可控诱因出现 46 次，固井质量可控诱因出现 12 次，油气井自身结构存在问题出现 28 次。以上方面的问题，都可以通过提高井控技术水平、加强科学井控管理等方式进行解决，所以这五个因素都属于可控诱因范畴之内^[2]。

3 可控诱因准则权重计算

3.1 构建比较判断矩阵

根据本文对井控风险可控诱因层次的分析，可以确定主要因素和从属因素之间的隶属关系，从而能够通过对比的方式来建立隶属关系判断矩阵。设目标层 S 为可控诱因，

那么 S 所支配的准则层中的元素 X 为操作失误、设备故障、缺乏科学管理、固井质量和油气井自身结构存在问题，通过比较 X_a 和 X_b 相对于 S 的重要程度，并对其进行赋值，就能够得到标准数值以及其实际意义^[3]。表 1 为准则层指标重要程度判断矩阵 S

表 1 准则层指标重要程度判断矩阵

重要程度	标准值
表示 a 和 b 两个元素相比，具有相同重要程度	0
表示 a 和 b 两个元素相比，前者相比于后者略微重要	2
表示 a 和 b 两个元素相比，前者相比于后者更加重要	4
表示 a 和 b 两个元素相比，前者相比于后者非常重要	6
表示 a 和 b 两个元素相比，前者相比于后者极为重要	8

表 2 各层次指标权重数值及排序

目标层	准则层		方案层			
	可控诱因	权重	具体指标	权重	归一化权重	排序
可控因素指标数值以及排序	操作失误	0.5153	抽取失误	0.6395	0.3295	1
			灌浆失误	0.2352	0.1213	3
			静止时间计算失误	0.0628	0.0322	8
			其他失误	0.0626	0.0324	9
	设备故障	0.2623	井控设备	0.7853	0.02058	2
			节流管设备	0.1487	0.0391	6
			内防喷设备	0.0657	0.0172	11
	缺乏科学管理	0.1290	管理模式	0.6422	0.0829	4
			管理方法	0.1958	0.0254	10
			人员配备	0.0965	0.0124	12
			技能培训	0.0655	0.0085	13
	固井质量	0.0358	固井气窜	1.0000	0.0357	7
	井身结构存在问题	0.0576	井体结构	0.7038	0.0404	5
			长裸眼结构	0.1148	0.0067	14
			套管磨损程度	0.1146	0.0067	15
			套管磨损程度	0.0668	0.0037	16

3.2 准则层中不同元素权重计算

判断矩阵 S 的特征向量的每个向量值就是因素 X_1-X_s

对于目标层的权重。想要提高评价层次排列的有效性,则需要对判断矩阵的评定结果一致性进行全面的检验。所采用的检验公式为:

$C_R < 0.1$ 的情况下,则说明具有一致性,当 $C_R \geq 0.1$ 的情况下,则说明不具有,则需要对判断矩阵进行进一步的调整和修改。根据上表中的数值计算出判断矩阵 S 的最大特征根为 5.1847, C_R 为 $0.0412 < 0.1$,说明该判断矩阵具有一致性。经过对操作失误、设备故障、缺乏科学管理、固井质量和油气井自身结构存在问题五个可控诱因的计算结果显示,该五项可控诱因的计算结果分比为 $C_R=0.0771 < 0.1$ 、 $C_R=0.0642 < 0.1$ 、 $C_R=0.0532 < 0.1$ 、 $C_R=1$ 、 $C_R=0.0145 < 0.1$,其中 $C_R=1$ 是因为在本次统计数据中固井质量只要一个指标,所以权重为 1^[4]。

4 方案层权重计算

上文计算所得出的结果是一组元素对其上层中某元素的权重向量,而本文最终要计算得出各层元素,尤其是底层元素对于最高层的权重,也就是合成权重。合成权重的计算需要按照层级递减的方式进行计算。本文对各层次指标权重的计算权重都是归一化后的计算,所以计算得出的因素合成权重之和为 1,从而可以对合成群众进行排序。下表为本次各层次指标权重计算的具体信息。

根据表 2 可以看出不同可控诱因的重要程度,也就是导致近些年来我国井控风险出现大小的主要因素。根据该

表格,可以为我国井控风险可控诱因分析提供一定的帮助,帮助技术人员更好的掌握影响井控风险可控诱因因素的大小和中小程度。随着我国社会钻井技术的不断提高,表格中的排序会有一些的变化,需要根据井控风险控制工作的实际开展情况进行调整,从而能够有效提高井控风险控制工作质量,降低意外事故发生概率,提高油气井勘探工作的安全性。

5 结束语

综上所述,本文对层次分析法进行了详细的阐述,并结合近些年来我国井控风险控制的实际资料,采用层次分析法进行了建模和结构设计,从而得出具有科学性的排序,希望可以对我国井控风险分析工作提供一定的借鉴作用。

参考文献:

- [1] 汪迎瑞,邹云,吴昊,等.层次分析法在建筑施工安全管理评价中的应用[J].湖南工业职业技术学院学报,2019,019(005):19-23,41.
- [2] 戴春兰,赵春锋,张茵茵.探讨层次分析法在安全评价准则中的应用[J].化工安全与环境,2019(28):5-9.
- [3] 王羽,郭忠林.层次分析法和密切值法在采矿方法优选中的应用[J].矿冶,2019,28(002):10-14.
- [4] 王旭贤.层次分析法在井控风险可控诱因分析中的应用[J].化工管理,2019,000(015):68-68.

(上接第 219 页)光催化反应慢;当掺入少量碳时, TiO_2-C 没有足够的电子-空穴陷阱的表面缺陷,从而使催化活性降低;当加入碳的量为 0.2g 时, TiO_2-C 捕获了更多的光生电子或空穴,因此光催化活性最好。

6 结语

以钛酸丁酯为钛源,无水乙醇作为溶剂,浓硫酸为抑制剂,通过以水热法为主的凝胶水热法相制备得到了高带隙能量和高表面积较小的粒径的混合相 TiO_2 粉体。优化的制备条件为:以 5mL 的 TBOT 为例,最佳浓硫酸 0.1mL、去离子水 10mL,在优化工艺下制备的 TiO_2 光催化剂在 1.5h 之内对甲基橙的降解可达到 99.7%,光催化降解性能较好,比于商业的 P25,对污染物降解后不相容,易回收不形成浑浊溶液,形成沉淀。

参考文献:

- [1] Cui, L. and J. Wang, Persistent Halogenated Organic Pollutants in Surface Water in a Megacity: Distribution Characteristics and Ecological Risks in Wuhan, China. Arch Environ Contam Toxicol, 2019,77(1):98-114.
- [2] Fujishima, A. and K. Honda, Electrochemical Photolysis of Water at a Semiconductor Electrode. Nature, 1972. 238(5358): 37-38.
- [3] 李凤娟.高级氧化技术在难降解工业废水处理中的应用研究进展[J].环保科技,2017:55-57.
- [4] 文晨,方维海. TiO_2 光催化剂在污水处理中的应用[J].环

境工程学报,2003.4(3):68-71.

- [5] He, J., et al., Facile Formation of Anatase/Rutile TiO_2 Nanocomposites with Enhanced Photocatalytic Activity. Molecules, 2019;24(16).
- [6] 杨传奎, et al. 新型纳米材料聚 2-氨基苯磺酸改性 TiO_2 的制备及光催化性能[J].复合材料学报,2015.
- [7] Malfatti, L. and P. Innocenzi, Sol-Gel Chemistry for Carbon Dots. Chem Rec, 2018,18(7-8):1192-1202.
- [8] Mahmoud, H. A., et al., Acidic Peptizing Agent Effect on Anatase-Rutile Ratio and Photocatalytic Performance of TiO_2 Nanoparticles. Nanoscale Res Lett, 2018,13(1):48.
- [9] 刘健梅. C 及稀土金属 (Y、Pr) 掺杂纳米 TiO_2 光催化剂的研究[D].昆明:云南大学,2015.
- [10] Luo, Z., et al., Crystalline mixed phase (anatase/rutile) mesoporous titanium dioxides for visible light photocatalytic activity. Chemistry of Materials, 2015,27(1):6-17.
- [11] 张国志. 二氧化钛/碳纳米复合材料的制备及其光催化性能研究[D].兰州:兰州大学,2014.

作者简介:

安召(1997-),男,土家族,贵州铜仁人,本科生,西北民族大学,研究方向:光催化。

基金项目:西北民族大学大学生创新创业训练计划项目,项目编号:202010742096.