

## 算法获得天然气烃露点影响因素探讨

曾文平 熊 钢

(中国石油西南油气田公司天然气研究院)

**摘 要** 烃露点是天然气的一项重要气质指标,准确测定天然气的烃露点,可为管道的安全运行和有效利用天然气提供技术支持。由组成数据计算天然气烃露点是获得烃露点的一种重要方法,文章分析探讨了算法获得烃露点的影响因素,包括取样代表性、色谱分析结果的准确性及数据处理方式和计算机软件的选择等。文章的结论对使用算法获得准确可靠的烃露点提供了技术参考,对天然气管道的安全运行具有实际意义。

**关键词** 天然气 烃露点 算法 影响因素 气相色谱法 重烃

DOI: 10.3969/j.issn.1007-3426.2011.05.020

烃露点是指在一定压力下天然气中开始凝结出烃液的温度。天然气的烃露点与天然气的压力和组成有关,由于天然气的复杂性和特殊性,天然气的相态特性不同于单一组分的相态特性。天然气的相态特性是非理想性的,不像空气中水的相态特性随着压力的升高而水露点逐渐升高,天然气相态曲线具有反凝析现象,在中间压力时烃露点具有最大值。当天然气的温度低于一定压力下的烃露点后,烃蒸气便凝结成液体,在管道低洼处形成积液,影响管道正常输送甚至形成水合物造成堵塞,并对下游用户使用天然气产生不利影响。

各国天然气的气质标准及天然气管道设计规范中除对气体中的  $H_2S$ 、 $CO_2$ 、水露点、发热量等有具体要求外,同时也对烃露点进行了规定。我国国家标准 GB 17820—1999《天然气》<sup>[1]</sup>明确规定“在天然气交接点的压力和温度条件下不应存在液态烃”,GB 50251—2003《输气管道设计规范》<sup>[2]</sup>中规定“进入输气管道的气体烃露点应低于或等于输送条件下最低环境温度”。上述两项国家标准构成了对气田外输天然气烃露点的要求和规定,同时也是气田开发设计中确定产品天然气烃露点及脱烃工艺方案的依据。因此,在天然气脱烃和输送过程中检测天然气的烃露点具有重要的实际意义,可提供基础数据,以便采取相应的控制措施降低天然气重烃含量,从

而保证管道的安全运行和提高管输能力<sup>[3]</sup>。

目前,国内还没有算法获得天然气烃露点的方法标准。2007年12月,国际标准化组织发布了技术报告 ISO/TR 11150—2007《天然气的烃露点和烃含量》<sup>[4]</sup>,介绍了天然气的烃露点或烃含量的测定方法,即采用烃露点仪直接测定法和通过气体组成计算烃露点的方法。此外,ISO 23874《天然气烃露点计算的气相色谱分析要求》<sup>[5]</sup>对采用气相色谱法分析天然气组成以用于计算烃露点时,提出了对气相色谱法分析的具体要求。

### 1 影响因素分析

天然气是一种组分十分复杂的混合物,算法获得烃露点结果的准确度受取样代表性、气相色谱组成分析结果的准确性、检测微量重烃组分能够达到碳数的程度、数据处理方式和计算机软件的选择等因素的影响。

#### 1.1 取样代表性

采用 GB/T 13609—1999《天然气取样导则》<sup>[6]</sup>进行取样,取样设备的流程见图1。开始取样时,部分打开取样探头上的取样阀(阀1),再依次打开调节阀(阀2)和放空阀(阀3),吹扫取样系统一段时间;然后关闭阀3,将阀1全打开,缓慢打开样品容器控制阀阀4,使样品容器压力达到气源压力。在

天然气的取样过程中,当有压降时,取样管线和接头等部位可能造成节流,由于焦耳—汤普森效应,节流处会急剧降温,若不采取一定的措施则会造成重烃的析出、损失,导致取样的不准确,使取到的样品不具有代表性。因此,取样时应注意取样探头、取样管线、取样阀和样品容器的加热和保温。

目前,由于多数输气站场的主管线尚未设置专门的取样口,因而取样工作只能在压力表处进行,即将压力表卸下,将取样用的管线接到压力表处。由于压力表一般都设置在管道上端,而取样操作一般在地面,这就导致取样管线较长,保温效果难以达到,将会对取样的代表性造成一定的影响。

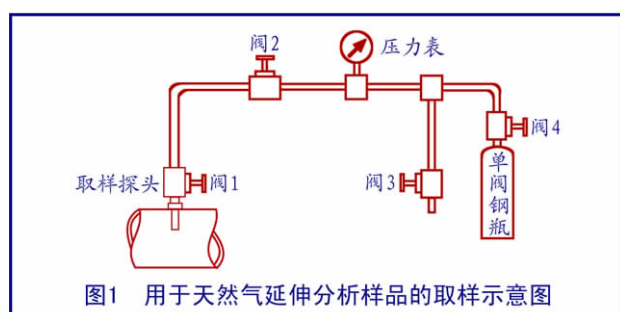


图1 用于天然气延伸分析样品的取样示意图

## 1.2 组成分析结果

采用 GB/T 13610—2003《天然气组成分析 气相色谱法》<sup>[7]</sup>通过外标法检测天然气中  $N_2$ 、 $CO_2$ 、 $C_1 \sim C_5$  烃类组分含量;采用 GB/T 17281—1998《天然气中丁烷至十六烷烃类的测定 气相色谱法》<sup>[8]</sup>通过戊烷搭桥的方法检测  $C_6$  及以后重烃组分含量。对组成分析结果的准确度带来影响的因素主要有:样品的均匀性、标准气体、色谱分析结果的重复性以及检测的微量重烃组分能够达到碳数的程度。

(1)样品的均匀性。由于天然气组分的复杂性,计算烃露点时, $C_6$  及以后的组分按碳数归类,即正戊烷( $nC_5$ )和正己烷( $nC_6$ )之间的组分归入  $C_6$ ,更高碳数的组分依次类推。在天然气取样钢瓶运输过程中,由于环境温度等因素的影响,可能发生天然气样品凝析而造成气体分布的不均匀,样品在进入气相色谱分析前,应确保样品呈均匀的气态。样品开始分析之前至少应加热至比样品源温度高出  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,如果不知道样品源温度时则应将样品至少加热至  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$  左右,为了确保可能存在的凝析物再气化,应加热  $2\text{ h}$ ,如果需要,加热时间可以更长。

(2)标准气体。由于 GB/T 13610 采用外标法检测天然气中  $N_2$ 、 $CO_2$ 、 $C_1 \sim C_5$  烃类组分含量,而对  $C_6$  及以后重烃组分含量采用 GB/T 13610 获得的样品中戊烷的含量搭桥进行定量,使用的标准气组分含量的不确定度直接影响样品中各组分含量的定量结果<sup>[9]</sup>。因此,应尽量选用组分含量不确定度小的标准气体,以保证天然气样品组成分析结果的准确可靠。

(3)分析结果的重复性。分析结果的重复性也会影响天然气组成的定量结果,同一天然气样品常规组分检测结果的重复性必须满足 GB/T 13610 的要求,而 GB/T 17281 并没有对  $C_6$  及以后重烃组分含量的重复性进行要求,可参照 GB/T 13610 的规定。表 1 为分析两瓶平行天然气样品,每瓶样品重复分析两次得到的组分含量和计算的烃露点结果。结果表明:对同一天然气样品重复分析的两次结果计算的烃露点是一致的,两者最大差值为  $2.8\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,而两瓶平行样品获得的烃露点结果也是一致的,两者差值  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。说明现有气相色谱分析技术能满足分析天然气各组分含量的重复性要求。

表 1 气相色谱重复分析结果对计算烃露点的影响

组分	摩尔分数, %			
	1 号样品		2 号样品	
	第 1 次分析	第 2 次分析	第 1 次分析	第 2 次分析
$N_2$	1.1008	1.1040	1.1166	1.1233
$CO_2$	0.5548	0.5557	0.5517	0.5536
$C_1$	95.7715	95.7688	95.7620	95.7535
$C_2$	1.9671	1.9669	1.9617	1.9605
$C_3$	0.3717	0.3707	0.3711	0.3701
$iC_4$	0.0662	0.0656	0.0659	0.0663
$nC_4$	0.0741	0.0760	0.0754	0.0747
neo- $C_5$	0.0014	0.0014	0.0014	0.0016
$iC_5$	0.0207	0.0207	0.0209	0.0209
$nC_5$	0.0166	0.0165	0.0167	0.0167
$NC_6$	0.0138	0.0138	0.0141	0.0140
$C_7$	0.0267	0.0269	0.0281	0.0279
$C_8$	0.0063	0.0065	0.0072	0.0073
$C_9$	0.0020	0.0022	0.0028	0.0033
$C_{10}$	0.0007	0.0009	0.0015	0.0028
$C_{11}$	0.0021	0.0006	0.0006	0.0013
$C_{12}$	0.0029	0.0020	0.0015	0.0015
$C_{13}$	0.0005	0.0007	0.0007	0.0006
$C_{14}$	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
烃露点, $^{\circ}\text{C}/6\text{ MPa}$				
单次检测结果	32.3	29.5	28.3	29.5
平均值	30.9		28.9	

(4)微量重烃组分。微量重烃组分是指天然气中的  $C_6$  及更重的烃类组分。由于天然气中重烃组分对烃露点的影响很大,分析的最重烃类组分碳数能够达到的程度将直接影响最终计算烃露点的结果。表 2 是分析某天然气样品时获得的烃类组分能够达到的最高碳数的不同对计算的天然气烃露点结果的影响。色谱分析结果最高碳数达到了  $C_{14}$ ,表 2 中分别计算了重组分达到  $C_6^+$ 、 $C_9^+$  和  $C_{14}^+$ ,天然气压力在 5 MPa 时的烃露点。结果表明:重组分分别达到  $C_6^+$ 、 $C_9^+$  和  $C_{14}^+$  时,计算的烃露点相差很大, $C_6^+$  和  $C_{14}^+$  的计算结果两者相差约 60  $^{\circ}\text{C}$ 。因此,检测的微量重烃组分能够达到碳数的程度对计算的烃露点有很大的影响。ISO 23874《天然气—计算烃露点的气相色谱法要求》规定烃类组分应分析至十二烷。

表 2 某天然气样品重烃组分对计算烃露点结果的影响

组分	摩尔分数, %		
$\text{N}_2$	1.0871	1.0871	1.0871
$\text{CO}_2$	0.5577	0.5577	0.5577
$\text{C}_1$	95.8423	95.8423	95.8423
$\text{C}_2$	1.9175	1.9175	1.9175
$\text{C}_3$	0.3606	0.3606	0.3606
i $\text{C}_4$	0.0649	0.0649	0.0649
n $\text{C}_4$	0.0738	0.0738	0.0738
neo- $\text{C}_5$	0.0016	0.0016	0.0016
i $\text{C}_5$	0.0215	0.0215	0.0215
n $\text{C}_5$	0.0173	0.0173	0.0173
$\text{C}_6$	0.0557	0.0146	0.0146
$\text{C}_7$		0.0282	0.0282
$\text{C}_8$		0.0072	0.0072
$\text{C}_9$		0.0057	0.0028
$\text{C}_{10}$			0.0013
$\text{C}_{11}$			0.0006
$\text{C}_{12}$			0.0006
$\text{C}_{13}$			0.0002
$\text{C}_{14}$			0.0002
烃露点, $^{\circ}\text{C}/5\text{ MPa}$	-39.5	-5.8	21.3

### 1.3 碳数交叉对烃露点计算结果的影响

我国多数实验室采用 GB/T 13610 分析天然气的常规组成;采用 GB/T 17281 分析微量重烃组分含量, $C_6$  以后的组分按正构烷烃分段的方式进行定量,如正己烷以后直到并包括正庚烷的所有组分,归类成  $\text{C}_7$  组分,以此类推。采用该方法归类,对正己烷以后的组分存在碳数交叉的情况,各组分段的分析结果将对计算烃露点的准确度产生一定影响。

目前,我国正在修改采用 ISO 23874《天然气—

计算烃露点的气相色谱法要求》,制订国家标准。该国际标准对分析天然气组成提供了气相色谱法的具体要求,按照正构烷烃分段的方式,对正己烷以后微量重烃组分进行定量,但对有碳数交叉的组分,如苯、环己烷、甲苯、甲基环己烷等单独进行定量,因而由组成数据计算的烃露点更加准确可靠。表 3 为某天然气样品组成,表 4 是使用 HYSYS 3.1 软件根据组成数据的不同处理方式计算的烃露点。结果表明:将有碳数交叉的组分,如苯、环己烷、甲苯、甲基环己烷单独定量时,计算的烃露点和按组分段计算的烃露点在 3 MPa 时相差 3.3  $^{\circ}\text{C}$ 。因此, $C_6$  以后重烃组分碳数的交叉会给计算的烃露点带来一定影响。实际上,随着  $\text{C}_8$  以后碳数交叉情况的增多,由于碳数交叉对烃露点计算结果带来的影响会更大。

表 3 某天然气样品组成

组分	摩尔分数, %	组分	摩尔分数, %
$\text{N}_2$	0.803	3-me- $\text{C}_5$	0.0047
$\text{CO}_2$	2.981	n $\text{C}_6$	0.0121
$\text{C}_1$	85.73	Benzene	0.0039
$\text{C}_2$	7.567	cyclo- $\text{C}_6$	0.0036
$\text{C}_3$	2.189	FR7	0.0091
i $\text{C}_4$	0.1820	Toluene	0.0012
n $\text{C}_4$	0.3640	me-cyclo- $\text{C}_6$	0.0018
neo- $\text{C}_5$	0.0000	FR8	0.0013
i $\text{C}_5$	0.0609	FR9	0.0005
n $\text{C}_5$	0.0677	FR10	0.0001
2,2-di-me- $\text{C}_4$	0.0010	FR11	9.43E-6
2,3-di-me- $\text{C}_4$	0.0037	FR12	5.27E-7
2-me- $\text{C}_5$	0.0097		

表 4 两种数据处理方式计算的烃露点结果

数据处理方式	第 1 种方式	第 2 种方式
	按碳数分段的方式	$\text{C}_7$ 和 $\text{C}_8$ 中有碳数交叉的组分单独定量
烃露点, $^{\circ}\text{C}/3\text{ MPa}$	-8.3	-11.6
烃露点差值, $^{\circ}\text{C}/3\text{ MPa}$		3.3

### 1.4 软件的选择

计算烃露点的状态方程主要有 PR 方程和 SRK 方程,多数情况下采用 PR 方程,只有在不含  $\text{C}_6$  的情况下才用 SRK 方程。本文采用的 CHEMCAD 5.2 和 HYSYS 3.0 两个计算软件均使用的是 PR 方程。采用以上两个软件计算了 2 瓶标准气体的烃露点,标准气体的组成见表 5,烃露点计算结果见表 6。瓶号为 NG115 的标准气体,计算的临界凝析温度分别为 -13.8  $^{\circ}\text{C}$  和 -13.5  $^{\circ}\text{C}$ ,而标准气证书上

提供的临界凝析温度为  $-13.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; 瓶号为 NG113 的标准气, 计算的临界凝析温度分别为  $-40.0\text{ }^{\circ}\text{C}$  和  $-39.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ , 而标准气证书上提供的临界凝析温度为  $-39.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。结果表明: 两个软件计算的烃露点结果是一致的, 两者相差均在  $1\text{ }^{\circ}\text{C}$  以内。

表 5 两瓶标准气体组分及其含量			
瓶号	NG115	瓶号	NG113
组分	摩尔分数, %	组分	摩尔分数, %
N <sub>2</sub>	0.7991	N <sub>2</sub>	0.4935
CO <sub>2</sub>	3.003	CO <sub>2</sub>	0.1057
C <sub>1</sub>	91.24	C <sub>1</sub>	98.58
C <sub>2</sub>	3.014	C <sub>2</sub>	0.2013
C <sub>3</sub>	1.098	C <sub>3</sub>	0.2012
iC <sub>4</sub>	0.2599	iC <sub>4</sub>	0.1034
nC <sub>4</sub>	0.2513	nC <sub>4</sub>	0.1029
iC <sub>5</sub>	0.1115	iC <sub>5</sub>	0.1043
nC <sub>5</sub>	0.1108	nC <sub>5</sub>	0.1056
nC <sub>6</sub>	0.1097	nC <sub>6</sub>	—

表 6 两种软件计算的烃露点与实际值比较				
瓶号	NG115		NG113	
压力, MPa	CHEMCAD 计算值, $^{\circ}\text{C}$	HYSYS 计算值, $^{\circ}\text{C}$	CHEMCAD 计算值, $^{\circ}\text{C}$	HYSYS 计算值, $^{\circ}\text{C}$
1.0	-24.7	-25.0	-48.3	-48.5
2.0	-17.3	-17.8	-42.0	-42.2
3.0	-14.4	-15.0	-40.0	-40.0
5.0	-15.0	-15.6	-43.9	-45.7
临界凝析压力, MPa	7.88	7.98	6.29	6.33
临界凝析温度, $^{\circ}\text{C}$	-13.8	-13.5	-40.0	-39.6
证书上临界凝析 温度, $^{\circ}\text{C}$	-13.0		-39.0	

2 结 论

(1) 烃露点是天然气的一项重要

的计算法获得烃露点的影响因素有取样代表性、色谱分析结果的准确性及数据的处理方式和计算机软件的选择。

(2) 己烷以后微量重烃分析所能达到碳数的程度对烃露点的计算结果影响较大, 不宜采用  $\text{C}_6^+$  和  $\text{C}_9^+$  的数据进行烃露点计算, 否则造成结果偏低。另外, 己烷以后碳数交叉的情况对计算烃露点带来的影响应予考虑。

(3) 选用不同的计算软件对烃露点计算结果带来的影响较小, 本文选用的两种软件计算的烃露点结果是一致的。

参 考 文 献

[1] 全国天然气标准化技术委员会. GB 17820—1999 天然气[S]. 1999—08—02.  
[2] 油气田及管道建设设计专业标准化委员会. GB 50251—2003 输气管道设计规范[S]. 2003—06—10.  
[3] 罗勤, 曾文平, 王晓琴. 天然气烃露点检测技术浅析[J]. 石油与天然气化工, 2008(增刊): 53—58.  
[4] ISO/TR 11150—2007 天然气的烃露点和烃含量[S]. 2007—12.  
[5] ISO 23874—2006 天然气—计算烃露点的气相色谱法要求[S]. 2006—11.  
[6] 全国天然气标准化技术委员会. GB/T 13609—1999 天然气取样导则[S]. 1999—05—01.  
[7] 全国天然气标准化技术委员会. GB/T 13610—2003 天然气组成分析 气相色谱法[S]. 2003—06—18.  
[8] 全国天然气标准化技术委员会. GB/T 17281—1998 天然气中丁烷至十六烷烃类组分的测定气相色谱法[S]. 1998—03—20.  
[9] 张玉坤, 许文晓, 涂振权, 等. 天然气组成分析准确度对天然气贸易的影响[J]. 石油与天然气化工, 2009, 38(6): 530—533, 541.

作 者 简 介

曾文平: 1970 年生, 男, 四川成都。硕士, 高级工程师, 长期从事天然气分析测试工作。

收稿日期: 2011—07—11; 编辑: 钟国利

“页岩气和致密气资源潜力与开发利用的战略研究”课题第三次全体会议召开

2011 年 9 月 13~16 日, 中国工程院重大咨询研究项目“我国非常规天然气开发利用战略研究——页岩气和致密气资源潜力与开发利用战略研究”课题第三次全体会议在宜宾召开。中国工程院副院长谢克昌等 8 位院士出席会议。

非常规天然气战略研究课题是中国工程院的重大咨询研究项目, 下设有四项分课题, 致密气和页岩气属于其中一项。其研究范围在海陆, 涉及三大石油公司、有关高等院校。课题组初步评价了我国页岩气和致密气的资源潜力, 对未来的开发利用规模与经济性也进行了研究。

中国石油川渝地区石油企业协调组组长、西南油气田公司总经理李鹭光代表承办单位在会上致欢迎词。他表示, 此次会议是油气田难得的学习机会, 相信此次高端学术研讨将促进油气田进一步提高在页岩气勘探开发领域的科学技术水平, 对加大非常规天然气勘探开发利用产生强有力的推动作用。

8 位院士在听取了来自中国工程院、中国石油等多家单

位的 16 项关于页岩气和致密气开发利用的学术汇报后, 各抒己见, 从不同学术领域、角度对页岩气和致密气的科学开发提出了意见和建议。

谢克昌充分肯定了项目组自启动以来获得的阶段性成果, 结合目前进展情况以及国内外形势, 以“四个突出”对下一步工作提出了要求: 一是突出战略性。站在国家高度, 深入研究, 提出战略建议。在研发上实行大协作, 产业上实行大结合, 政策上实行大完整, 技术上实行大储备, 从而做到科学开发、有序发展。二是突出前瞻性。加强非常规天然气的技术开发和自主创新。三是突出系统性。建立完整的数据系统、知识系统和意见系统, 同时重视工程技术和地质资源评价工作, 为决策层提供可靠情报。四是突出综合性。重视发展非常规天然气的相关必要条件和充分条件。通过战略性、前瞻性、系统性、综合性地开展工作, 保证重大咨询项目的科学性、时效性、可行性。

西南油气田公司 敬宇翔 杜 阆 报道



**Abstract:** By surveying the development status of shale gas in domestic and foreign, the adaptability of foreign technologies to shale gas exploitation in China is analyzed. Aiming at the problems existed in domestic shale gas development, the suggestions on the R&D of relevant technologies are put forward; systematically explore and evaluate the shale gas resources of China and look for the abundance zones and favorable development zones of shale gas; research the horizontal well multi-stage fracturing, simultaneous fracturing and other advanced exploitation technologies of shale gas, and develop the adaptive exploitation technologies; enhance the environment protection awareness and take relevant environmental measures in development process.

**Keywords:** shale gas; gas field development; completion technology; reservoir reconstruction

#### Analysis of Influence Factors for Natural Gas Hydrocarbon Dewpoint by Calculation Method

Zeng Wenping, Xiong Gang (Research Institute of Natural Gas Technology, PetroChina Southwest Oil and Gasfield Company, Chengdu 610213, Sichuan). *CHEMICAL ENGINEERING OF OIL & GAS*, VOL. 40, NO. 5, pp510 ~ 513, 2011 (ISSN 1007-3426, IN CHINESE)

**Abstract:** Hydrocarbon dewpoint (HCDP) is an important quality index of natural gas. Determining the HCDP of natural gas accurately can provide technical supports for pipeline safety operation and effectively utilizing of natural gas. It's one of the main methods for obtaining HCDP to calculate it by natural gas composition. The main influence factors to calculate HCDP, including representative sampling, accuracy of composition analysis ways of handling analytical data and choice of calculation software were analyzed and studied in this article. The conclusions of the article have practical significance for obtaining accurate HCDP and ensuring safe operation of gas pipeline.

**Keywords:** natural gas; HCDP; calculation method; influence factors; GC; heavy hydrocarbons

#### Gas Chromatographic Analysis for Synthesis of Ethylene Glycol from Ethylene Carbonate Hydrolysis

Wang Hao, Chen Jian, Liu Dinghua, et al (College of Chemical and Chemistry Engineering, State Key Laboratory of Materials-Oriented Chemical Engineering, Nanjing University of Technology, Nanjing 210009, Jiangsu, China). *CHEMICAL ENGINEERING OF OIL & GAS*, VOL. 40, NO. 5, pp514 ~ 517, 2011 (ISSN 1007-3426, IN CHINESE)

**Abstract:** Taking Porapak-Q organic monomer as stationary phase, a gas chromatographic method is used in qualitative analysis and quantitative determination of the ethylene glycol produced from ethylene carbonate hydrolysis reaction. Chromatographic conditions of this system are briefly discussed. Contrast method is used in qualitative analysis, and internal standard method is used in quantitative determination. The accuracy and precision for each component of the method were examined. The experimental results show that the analysis result by this analysis method can meet the

analytic requirement. It is convenient, quick and sensitive with good accuracy and precision, so it is suitable to be applied in the quantitative analysis of hydrolysis product, particularly have useful value for the synthetic technology of ethylene glycol from ethylene carbonate hydrolysis.

**Keywords:** ethylene carbonate; hydrolysis; ethylene glycol; gas chromatography; internal standard method

#### Treating the Waste Drilling Fluid in High Sour Gas Field by Combined Process of the Solidification-Oxidization-Adjustment

Wei Hua, Ma Jin, He Huanjie, et al (Research Institute of Drilling Engineering and Technology, Zhongyuan Petroleum Exploration Bureau, SINOPEC, Puyang 457001, China). *CHEMICAL ENGINEERING OF OIL & GAS*, VOL. 40, NO. 5, pp518 ~ 521, 2011 (ISSN 1007-3426, IN CHINESE)

**Abstract:** The waste drilling fluid in Puyuang high sour gasfield containing polymer sulfonate applied in deep well was treated by the combined technology of solidification, oxidation and adjustment. The effects of lime, complexing agent, oxidant and adjustment agent on the combined technology were studied. The experimental results indicate that the value of COD in the leaching of the waste drilling fluid solidification will decrease with the increase of oxidation and complexing agent, but the dose of lime has little influence on the COD removal; The value of pH will decrease with the increase of the dose of adjustment. The best formula of the technology provided by L16(44) orthogonal experiment is: lime 2%, complexing agent 6%, oxidant 4%, adjustment agent 6%, the leaching concentration of industrial solid waste can meet the demand of the first grade of GB 8978-1996 Integrated Wastewater Discharge Standard.

**Keywords:** high sour gasfield; waste drilling fluid containing polymer sulfonate; combined solidification technology; chemical oxygen demand

#### Study on Drying Technology of the Oily Sludge

Jin Hao<sup>1</sup>, Shi Feng<sup>1</sup>, Liu Peng<sup>2</sup>, et al (1. Department of Chemical Engineering, East China University of Science and Technology, Shanghai 200237, China; 2. CNPC Research Institute of Safety and Environment Technology, Beijing 100083, China). *CHEMICAL ENGINEERING OF OIL & GAS*, VOL. 40, NO. 5, pp522 ~ 526, 2011 (ISSN 1007-3426, IN CHINESE)

**Abstract:** The treatment of oily sludge using drying technology has become the research focus in petrochemical industry. This paper introduced briefly the source of the oily sludge, and then the drying curves as well as drying rate curves were obtained by drying experiments of oily sludge. The methods of time computation in drying under this condition with mass transfer equations are described. The experimental data of drying kinetics for oily sludge were treated with drying models and thermal analysis kinetics method. The drying equation got by comparison is in accord with Page equation.

**Keywords:** oily sludge; drying time; drying kinetics