

# 单井集气站水套炉应用及改进方案

冷 一 奎

(重庆气矿气田开发部)

冷一奎. 单井集气站水套炉应用及改进方案. 天然气工业, 2003; 23(3): 113~ 116

**摘 要** 通过对单井集气站水套炉使用寿命较短的原因及其控制系统存在问题的分析, 提出凝析水是水套炉腐蚀的根本原因; 在“水套炉使用效率”60% 概念的基础上提出了单井水套炉应多种规格、分级调节的改造方案, 提出了气井压力、产量及单井特性应作为选择水套炉的必要条件, 并对水套炉控制系统提出了适应性改造。

**主题词** 单井 集气站 水套炉 寿命 控制 选择

水套炉在单井集气站工艺流程中的主要作用是给天然气节流降压提供能量, 以保证天然气节流降压时不形成水合物堵塞管道。水套炉工作过程是将自用气燃烧产生热能, 通过壳程的水传递给加热盘管, 加热流动的天然气的过程。

川东气田现有水套炉 300 余台, 型号为 SSL 和 SL 两种, 热负荷为 5、10、20、 $30 \times 10^4$  kcal/h, 相当于 60、120、240、360 kW, 其换算关系为  $10^4$  kcal/h = 12 kW, 压力等级有 16、32 MPa。安装火焰监测仪后可以监视水套炉火焰燃烧情况, 加上电磁阀后可以通过控制其水温达到计温控制的目的。除此之外, 水套炉还给单井集气站自用气节流降压提供能量。图 1 为水套炉结构示意图, 包括燃烧系统、壳程和天然气通道。天然气通道包括生产流程和自用气流程, 分别由一组加热盘管组成。燃烧系统由挡风板、配风箱、火头、炉膛、烟火管、烟箱和烟囱组成。

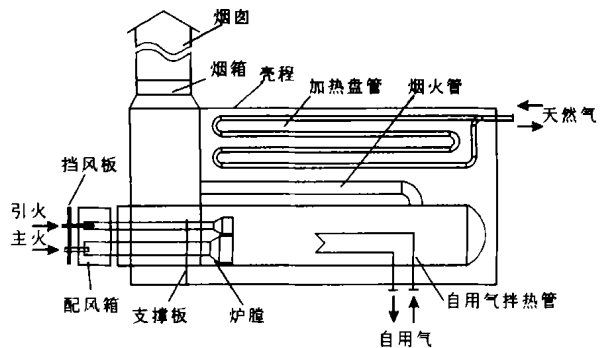


图 1 单井集气站水套炉结构示意图

## 水套炉存在的问题分析

### 1. 水套炉燃烧系统存在的问题分析

目前, 水套炉存在的问题主要是寿命短, 燃烧不好(表 1)。其原因主要是燃烧系统寿命短, 共同特点是: 大部分是烟火管与炉膛的连接弯头的焊缝发生泄漏。究其原因, 由于自用气气流温度低, 天然气

(2) 管网某点天然气相对密度的变化主要受气源开采时间段和管网气流倒换等操作的影响。因此采样频率将直接影响其计量精度。在线仪的安装所带来的好处是增加了采样频率, 其数据比较结果表明: 现行的天然气相对密度计量由采样频率引起的误差带来的损失是不容忽视的。目前在线仪在管网上的安装才刚刚开始, 天然气相对密度的计量在较长一段时间内仍需按原方式运作, 而现行的周期瞬时取样法分析频率太低, 因此管理上应对气流到换

频繁的计量站, 缩短瞬时取样的周期, 以增加瞬时采样的代表性, 等待在线仪在整个管网的应用。

(3) 三类在线仪的数据收集和归口管理在 SCADA 系统建成以前都将是问题, 建议追加对数据通讯设备和接收软件的投入。加强对数据的统一管理, 方便管网的生产、调度和计量, 减少经济纠纷。

(收稿日期 2001- 12- 26 编辑 居维清)

作者简介: 冷一奎, 1967 年生, 工程师; 1992 年毕业于西南石油学院采油工程专业, 现工作于西南油气田分公司重庆气矿。地址: (400021) 重庆市江北区大石坝大庆村。电话: (023) 67311896。

表1 沙罐坪气田部分水套炉寿命统计

罐号	水套炉运行时间	水套炉型号	水套炉寿命(月)
罐2	95.03~96.03	SSL32MPa419MJ	12
罐10	95.11~96.08	SSL32MPa419MJ	9
罐11	95.07~95.08	SSL32MPa419MJ	13
罐19	94.10~96.08	SSL32MPa419MJ	22
罐19	96.08~97.09	SSL32MPa419MJ	13
罐20	95.03~	SSL32MPa419MJ	
罐25	95.10~	SSL32MPa419MJ	
罐28	94.04~95.08	SSL32MPa419MJ	16
罐28	95.08~96.10	SSL32MPa419MJ	14

中饱和水蒸气变成凝析水,电离成 $H^+$ 和 $HO^-$ 离子, $H^+$ 离子与 $H_2S$ 燃烧后的产物 $SO_2$ 形成 $H_2SO_3$ ,从而加剧了烟火管通道的腐蚀,缩短了水套炉寿命。另外,凝析水中 $Ca^{2+}$ 、 $Mg^{2+}$ 离子与 $SO_3^{2-}$ 离子生产不溶于水的 $CaSO_3$ 和微溶于水的 $MgSO_3$ ,促使上述过程的向正方向进行,从而增加了自用气尾气水溶液的酸性,大大地加快了腐蚀速度(表2)。

表2 罐28井的水分析报告

化验时间	离子浓度(mg/L)					
	$K^+ + Na^+$	$Ca^{2+}$	$Mg^{2+}$	$Cl^-$	$SO_4^{2-}$	$HCO_3^{2-}$
1994-12-13	33	5	3	8	37	58
1995-04-04	27	61	10	135	19	104
1995-05-09	22	55	5	71	207	35
1995-11-21	140	234	34	853	339	67

相反,如果天然气中凝析水是以气态形式存在,而水汽不易发生电离,上述反应不易发生,则水套炉寿命较长,如表1中罐20、25井所示。

造成自用气天然气中水分是以凝析水形式存在的原因有二:水套炉壳程水温度低,或者自用气出口温度至节流阀之间的散热面积较大,使得自用气在节流阀处温度较低,导致天然气节流降压时产生凝析水或形成水合物。这在现场表现为自用气节流阀在冬季必须用壳程水冲淋才能正常工作。而这种情况下不是水套炉寿命短,就是水套炉燃烧不好。

查天然气节流中压力与温度的关系图,可以知道:相对密度为0.57,压力为7MPa的天然气不形成水合物的临界温度为8~12℃,而天然气由7MPa降至0.6MPa时的温度降为28℃。这就是说单井集气站自用气流程的调节阀天然气入口温度至少为40℃,否则,调节阀节流降压时将形成水合物而无法正常工作。

如果气井井口压力较低、产量较小或者井口温

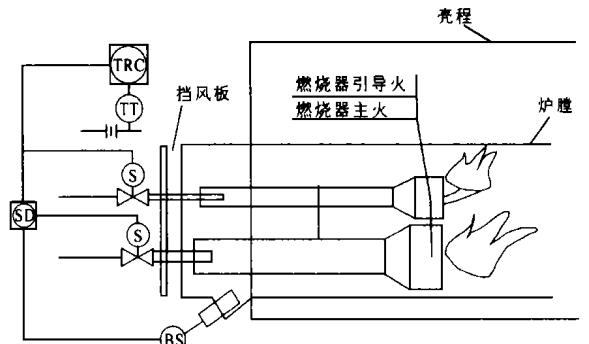
度较高,或者水套炉热负荷较大(换热面积较大),就会导致壳程水温较低;如果再加上自用气盘管水套炉出口温度至节流阀之间的散热面积较大,就会导致自用气虽被加热但温度较低。因此除了减少自用气出口温度至节流阀之间的散热面积或对其绝热保温之外,改变水套炉换热状况,提高水套炉热效率是确保正常使用之关键。

### 2. 烟火系统存在的问题

水套炉烟火管与炉膛连接焊缝容易腐蚀穿孔漏水,从而使水套炉无法使用;烟囱容易发生腐蚀穿孔。造成烟火系统腐蚀的原因仍然是凝析水,只是引起烟囱发生腐蚀的凝析水可能自用气本身的凝析水,也可能是 $CH_4$ 的燃烧产物水蒸气的冷凝水,且后者是主要的。

### 3. 水套炉控制系统存在的问题分析

图2为水套炉水温控制过程是:通过检测天然气计量温度,采用电磁阀对燃烧器主火实行两位式控制。同时对水套炉火焰进行监测,一旦火焰熄灭则关闭燃气阀并报警。



SD-联锁 SB-火焰监测 S-电磁阀 TT-温度变送 TRC-温度记录调节  
图2 水套炉水温控制示意图

目前,该系统存在两方面的问题,一是主火打开时无法被及时准确的点燃,二是火焰监测仪由于安装位置的原因无法正确监测火焰燃烧状况。

造成主火无法被及时准确点燃的原因是:由于燃烧器引导火一直处于燃烧状态,出口通大气,且天然气密度也远小于空气,引导火火苗燃烧在出口上方,而主火打开前的压力为燃烧压力,设计为15kPa。因此,当水温(或计温)下降到设定低限时,主火应打开,此时主火燃烧器出来的气流具有相对高的动能,实际情况是主火喷出的天然气冲到炉膛底部反弹回来才能被引火点燃,这时不仅炉膛充满了未点燃的天然气,而且烟火管、烟道也进入了天然气,等到被点燃时,必然出现“爆鸣”、“打雷”、“回火”等可怕的现象,并造成燃烧器配风大量积碳。有的

甚至爆熄引火造成更大的安全隐患。

由于安装的位置的原因,火焰监测仪无法正确监测火焰燃烧状况。

## 单井水套炉改进方案

### 1. 改进方案

(1) 增加水套炉的型号,适应小产量气井的生产。水套炉型号太少,导致其使用效率普遍较低,使用效率低导致自用气保温效果差,严重影响水套炉寿命,其结果是制造成本、使用成本大大增加。

目前水套炉选型原则是:压力原则:压力 32 MPa 和 16 MPa;处理量原则:(8、15、30、45) × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/d 分别选用(5、10、20、30) × 10<sup>4</sup> kcal/h(对应于 60、120、240、360 kW)。从实际情况看,压力原则基本能够适合;而产量原则却不适应于现场,特别是高压小产量气井和高压低渗透气井。这些气井的产量一般在 5 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/d 以下,有的是在 0.5 × 10<sup>4</sup> ~ 3 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/d;对高压低渗透气井而言,生产油(套)压力也仅为关井压力的 0.9~0.5 倍,流量也为在配产的 0.7~1.5 倍、甚至 2 倍不等,这就导致天然气实际所需水套炉提供的能量远低于设计选择值,这时,水套炉无法为单井自用气提供足够的能量,从而引起水套炉寿命较短。由此可见,水套炉上述选择原则无法满足高压低产井和高压低渗透井的生产。

为此建议:水套炉压力等级应增加 12 MPa,以适应压力递减了的气田的生产。处理量等级应增加 1 × 10<sup>4</sup>、3 × 10<sup>4</sup> kcal/h(相对应于 12、24 kW),以适应小产量气井生产。同一水套炉天然气通道换热面积也应 1/3、2/3、1 可调,以适应同一气井生产油(套)压大大小于关井油(套)压和产量递减太快的单井。

增加热负荷为 0.1 × 10<sup>3</sup> ~ 3 × 10<sup>3</sup> kcal/h(相对应于 3.5 kW)的小型水套炉,用于压力衰竭气田(低于 8 MPa)自用气节流降压的提供能量。

### (2) 配风系统改造

目前,水套炉的配风设计为密闭、多级配风。使用时,操作人员必须具备一定的经验,而带引火的配风几乎不可调节,或者是很难调节,配风箱也很难调节,总之,整个配风系统既不便使用又不便维护。如果将其调风门置于配风箱之外,则不但可以简化配风系统,而且使用方便,从而保证天然气充分燃烧。这必将会克服水套炉燃烧过程中积碳、回火、发生“爆鸣”声等的诸多问题。

### (3) 带引导火燃烧器的改造

目前带引导火燃烧器安装情况如图 2 所示,其

结果是引导火无法及时点燃主火,成为严重的不安全隐患。将引导火改在下面便可解决问题。

### 2. 安装要求

#### (1) 自用气流程改进

目前的自用气流程的最大缺点是:从水套炉获得的能量在管段和阀建中完全散失,其结果是自用气无法正常节流降压,改造方案如图 3 所示:流程未变,区别在于:将散热元件如切断阀、过滤器、就地显示仪表都安装在自用气进水套炉加热前。另外,应将自用气的出水套炉的连接方式由阀兰连接改为焊接,以便求对水套炉至节流元件之间的管线进行绝热保温。

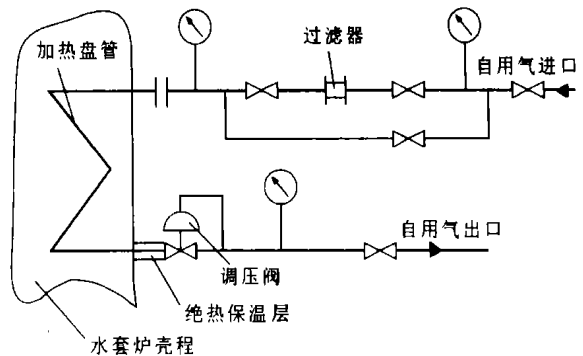


图 3 自用气流程改造方案

#### (2) 烟囱的安装要求

烟囱安装时应对其绝热保温,确保燃烧后的尾气以气体排放,避免尾气在冬季液化影响燃烧效果,如果为原料气则可避免其腐蚀燃烧系统。

## 选择原则

不同气井产量则从 0.5 × 10<sup>4</sup> ~ 50 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/d 不等,因此,选择水套炉不仅与气井压力、产量有关,而且与油管结构、井口流动温度等有关,有时候井口流动温度是很重要的因素。经过对川东气田气井生产参数分析后,得出如下结论:①压力变化不大,产量变化不大,则井口流动温度比较稳定;②如果产量变化不大,而压力变化较大,则井口流动温度变化不大;③不管压力变化怎样,如果产量较大,则井口流动温度变化将很大,0~1.5 °C/10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>,产量越小温度剃度越大;④当产量大到 35 × 10<sup>4</sup> ~ 40 × 10<sup>4</sup> m<sup>3</sup>/d 时,天然气流动温度提供能量足以用于节流降压所需的能量;⑤排水气井的井口流动温度高与于正常情况;⑥气井油管有节流效应则应考虑井温低 10~15 °C。

基于上述结论,我们给出下列水套炉选择原则。

总的原则:水套炉壳程水温度范围应为:40 °C ≤

# 我国最大的天然气脱水工厂

单凤强 唐育红

(中国石油集团工程设计有限责任公司西南分公司)

单凤强等. 我国最大的天然气脱水工厂. 天然气工业, 2003; 23(3): 116~ 117

**摘要** 克拉2气田位于新疆塔里木盆地, 是西气东输的主力气田, 输气量约占“西气东输”总输气量的80%, 为满足天然气的外输要求, 对天然气必须进行处理。克拉2气体处理厂处理天然气能力为  $100 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 。采用合理先进的天然气处理工艺, 不仅可以确保东部各地区安全平稳的使用合格商品气, 而且可以做到技术经济优化, 节省大量的投资。克拉2气体处理厂操作压力为 8.8 MPa, 单套装置处理量为  $500 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$ 。文章着重介绍了根据克拉2气田天然气特点, 而建设的天然气脱水工厂的工艺流程。

**关键词** 塔里木盆地 高压 天然气 净化 工艺 脱水

## 克拉2气田天然气净化工艺

天然气进厂压力为 8.8 MPa, 进厂温度为 23 °C, 天然气组成见表1。由于克拉2气田天然气中无  $\text{H}_2\text{S}$  等含硫介质, 因此不需进行脱硫处理。

该气田天然气较贫, 轻烃组分含量极少, 没有回收轻烃的价值, 且其烃露点也能达到管输的要求, 因此不考虑对该气田天然气进行轻烃回收处理。但必须进行脱水处理以控制外输天然气的水露点, 图1为克拉2气田天然气相包络图。

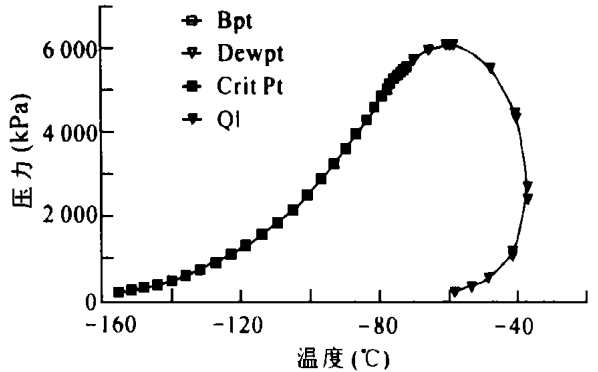


图1 克拉2气田天然气相包络图

表1 天然气组成

组 分	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	iC <sub>4</sub>	nC <sub>4</sub>	iC <sub>5</sub>	nC <sub>5</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>7</sub>	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O	合计
组成(摩尔分数)	98.02	0.51	0.04	0.01	0.01	0	0	0.04	0.01	0.58	0.70	0.08	100

$T \leq 60$  °C。①油管原则: 异径油管将在油管内发生节流效应, 此时考虑其井口流动温度降低 10 °C。②压力原则: 水套炉压力可选择为井口关井压力的 0.6 ~ 1.0 倍, 流量越大, 系数越小; 流量越小系数越大。③产量原则: 气井配产为水套炉的额定流量, 对于  $5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  以上的气井, 试井时的高限流量将会带来井口流动温度的升高, 并由此能确保天然气的节流降压。④烟囱保温。⑤火焰监测, 试验: 小火, 中火, 大火。⑥调风门安装配风箱外面。⑦主火应在引火的上面确保: a. 产量变化  $43 \times 10^4 \downarrow 22.0 \times$

$10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  时, 压力  $28.4 \uparrow 31.8 \text{ MPa}$ , 井温  $64 \text{ °C} \downarrow 53 \text{ °C}$ , 计量  $21 \text{ °C} \downarrow 12.5 \text{ °C}$ , 压力梯度为  $0.16 \text{ MPa}/10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ , 井温梯度为  $0.5 \text{ °C}/10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ , 计温  $0.405 \text{ °C}/10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ ; b. 产量变化  $33.4 \times 10^4 \uparrow 44.4 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$  时, 压力  $28 \downarrow 25.6 \text{ MPa}$ , 井温  $61 \text{ °C} \downarrow 63.5 \text{ °C}$ , 计量  $17 \text{ °C} \downarrow 22.9 \text{ °C}$ , 压力梯度为  $0.24 \text{ MPa}/10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ , 井温梯度为  $0.25 \text{ °C}/10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ , 计温  $0.59 \text{ °C}/10^4 \text{ m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$ 。

(收稿日期 2002- 09- 26 编辑 居维清)

作者简介: 单凤强, 1973 生, 学士; 1997 年毕业于石油大学(华东); 主要从事天然气净化厂和炼油厂的工艺设计工作, 现任“西气东输”塔里木气田地面建设工程工艺专业负责人。地址: (610017)成都市小关庙后街。电话: (028)86014527。

and make the greenhouse effect. So, the materials are banned to use in the refrigeration industry. It is an urgent task for the refrigeration industry to find an environment-friendly refrigerating agent. The materials of hydrocarbons such as propane (R290), butane (R600), isobutane (R600a) come from refined gas have excellent thermal physics properties good GWP and zero ODP. So, they are ideal alternatives of freon. The paper discusses their environment features, flammability, pertinent standards and principle of selection. Based on the discussion, the paper thinks the materials of hydrocarbons can be widely used in the refrigeration industry after the necessary measures being taken to keep away their flammability.

**SUBJECT HEADINGS:** Refrigeration, Solvent, Environmental protection, Application, Analysis

**Ma Zhenjun** (*Master*) was born in 1978. Add: Xi'an, Shanxi (710049), China Tel: (029) 2668725 E-mail: mzxjtu@163.com

### APPLICATION OF ONLINE ANALYZERS IN SICHUAN GAS PIPELINES\*

Zhao Yiping (Gas Transmission Department of Southwest Oil and Gas Field Branch, PCL); and Lan Ningken (Tuha Oil Field). *NATURAL GAS IND.* v. 23, no. 3, pp. 110~113, 5/25/2003. (ISSN 1000-0976; **In Chinese**)

**ABSTRACT:** Using World Bank loan, Petro-China Southwest Branch imported some online analyzers, including BTU gas chromatograph, hydrogen sulfide analyzer, and dew point instrument, for monitoring gas quality to improve the level of gas quality inspection and the measurement accuracy. The paper introduces the application of the instruments in Sichuan gas pipelines, analyses their operating data, and compares the data with the data from the cycle instantaneous sampling method. The paper demonstrates the good operation results and expectation of the instruments and provides the reference for installation, debugging and commissioning of the similar instruments in the future.

**SUBJECT HEADINGS:** Natural gas analysis, Hydrogen sulfide analyzer, Gas chromatography, Dew-point, Analyzer, Mounting, Modulation, Application

**Zhao Yiping** (*engineer*). Add: Huayang town, Chengdu, Sichuan (610215), China Tel: (028) 85601528

### APPLICATION AND IMPROVEMENT OF THE WATER JACKET FURNACE USED FOR SINGLE-WELL GAS-COLLECTING STATION

Leng Yikui (Gas Field Development Department of Chongqing Gas Field). *NATURAL GAS IND.* v. 23, no. 3, pp. 113~116, 5/25/2003. (ISSN 1000-0976; **In Chinese**)

**ABSTRACT:** Through analyzing the reasons of causing the water jacket furnace used for single-well gas-collecting station a short operating life and the problems existing in its control sys-

tem, it is proposed in the paper that condensate water is the principal reason of causing the water jacket's being corroded; on the basis ensuring 60 percent "water jacket furnace service efficiency", an improvement plan of multistandard and graded adjustment is suitable for the single-well water jacket furnace; the gas well pressure, production rate and single-well property should be taken as the essential conditions of selecting the water jacket furnace and an adaptability reformation should be done for the control system of the water jacket furnace.

**SUBJECT HEADINGS:** Single well, Gas collecting station, Water jacket furnace, Life, Control, Selection

**Leng Yikui**, born in 1967, is an engineer. Add: Daqing Village, Dashiba, Jiangbei District, Chongqing (400021), China Tel: (023) 67311896

### THE LARGEST GAS DEHYDRATION PLANT IN CHINA

Shan Fengqiang and Tang Yuhong (Southwest Branch of Engineering Design Co. Ltd, CNPC). *NATURAL GAS IND.* v. 23, no. 3, pp. 116~117, 5/25/2003. (ISSN 1000-0976; **In Chinese**)

**ABSTRACT:** Kelā-2 gas field, located in Talimu Basin, Xinjiang, is the main gas field of the West-to-East Natural Gas Transmission Project, its production accounting for about 80 percent of the gas transmission rate in the project. Natural gas however, must be processed before its being transported outside and the gas processing ability of Kelā-2 gas purification plant is  $10 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{a}$ . Through applying the reasonable and advanced natural gas purification techniques, not only the eastern regions can be ensured to utilize standard natural gas safely and stably but also the technical and economic indexes may be optimized so as to save a lot of money. The operating pressure was designed as 8.8 MPa and the gas processing capacity of single set equipment  $5 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{d}$ . According to the characters of natural gas in Kelā-2 field, the technological process of the gas dehydration plant established is emphatically introduced in the paper.

**SUBJECT HEADINGS:** Talimu Basin, High pressure, Natural gas, Cleaning, Technology, Dewatering

**Shan Fengqiang**, born in 1974, is the responding member of technology of the surface construction engineering of Talimu gas fields serving the West-to-East Natural Gas Transmission Project. Add: Chengdu, Sichuan (610017), China Tel: (028) 86014527

### FORMULATED CALCULATION METHOD OF WATER CONTENT IN NATURAL GAS

Zhu Lin<sup>1</sup>, Bai Jian<sup>2</sup> and Wang Zhihong<sup>1</sup> (1. Chemical Engineering School of Southwest Petroleum Institute; 2. Xinzhong Co. of Central Sichuan Field District, SPA). *NATURAL GAS IND.* v. 23, no. 3, pp. 118~120, 5/25/2003. (ISSN 1000-0976; **In Chinese**)

**ABSTRACT:** The water content calculation of natural gas is commonly utilized in the processes of the technological de-