

Contrastive Study on the Determination of Sulfur Content in Imported Crude Oil from Russia

Li Li¹, Haifeng Zhang², Shengmin Liu³, Dong Cheng⁴, Jie Yan⁵, Li Zhou⁶, Jinghong Zhao¹, Ying Li⁴, Mingyang Liu^{1,4,7}

¹Centre of Technique, Liaoning Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Dalian Liaoning

²Centre of Technique, Guangdong Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Guangzhou Guangdong

³China Medical University-The Queen's University of Belfast Joint College, Shenyang Liaoning

⁴College of Environmental Science and Engineering, Dalian Jiaotong University, Dalian Liaoning

⁵College of Chemistry and Chemical Engineering, Liaoning Normal University, Dalian Liaoning

⁶Research Institute of Natural Gas Technology, Chengdu Sichuan

⁷Laboratory of Mohe, Heilongjiang Entry-Exit Inspection and Quarantine Bureau, Mohe Heilongjiang

Email: liumy@mail.tsinghua.edu.cn

Received: Jul. 28th, 2017; accepted: Aug. 18th, 2017; published: Aug. 24th, 2017

Abstract

This paper, through experiments, compared the inspection of sulfur content (%) in imported Russian crude oil in Heilongjiang Mohe Sino-Russian oil pipeline, the experimental test results of China-Russia both sides of the port during January 1st in 2014-April 30th in 2017, and researched the differences between the two matrix of experimental results determined by the FOCT standard and GB standard of crude oil. According to comparative test which based on FOST standard and GB standard method in recent three years, we found that the results of the sulfur content (%) of crude oil imported from Russian detected by FOST standard and GB standard existed clearly systematic deviation. In order to provide the settlements of trade negotiation and dispute in international oil, the variation of the test results of the crude oil sulfur content (%) and the relative error were studied. Meanwhile the study provides the technical support for the four meetings of the Energy Metric Subgroup of the Standing Committee on Standardization Certification and Inspection of the Subcommittee on Economic and Trade Cooperation between the Chinese and Russian Prime Ministers' Regular Meetings Committee.

Keywords

Crude Oil, Test Standard, Sulfur Content, Inspection, Experiment

进口俄罗斯原油中硫含量检验的实验比对研究

李莉¹, 张海峰², 刘盛民³, 成栋⁴, 闫杰⁵, 周理⁶, 赵景红¹, 李英⁴, 刘名扬^{1,4,7}

文章引用: 李莉, 张海峰, 刘盛民, 成栋, 闫杰, 周理, 赵景红, 李英, 刘名扬. 进口俄罗斯原油中硫含量检验的实验比对研究[J]. 分析化学进展, 2017, 7(3): 203-208. DOI: 10.12677/aac.2017.73026

¹辽宁出入境检验检疫局技术中心, 辽宁 大连
²广东出入境检验检疫局技术中心, 广东 广州
³中国医科大学-贝尔法斯特大学联合学院, 辽宁 沈阳
⁴大连交通大学, 环境科学与工程学院, 辽宁 大连
⁵辽宁师范大学化学化工学院, 辽宁 大连
⁶中国石油西南油气田公司天然气研究院, 四川 成都
⁷黑龙江出入境检验检疫局漠河办事处, 黑龙江 漠河
Email: liumy@mail.tsinghua.edu.cn

收稿日期: 2017年7月28日; 录用日期: 2017年8月18日; 发布日期: 2017年8月24日

摘要

本文比对了黑龙江漠河中俄输油管道2014年1月1日至2017年4月30日期间进口俄罗斯原油中硫含量检验的中俄双方口岸的实验结果, 研究了俄罗斯原油检验GOST国家标准和我国原油检验GB国家标准的差异性。根据俄方GOST标准和中方GB标准通过3年多的对比试验, 发现采用俄方GOST标准和中国GB标准测定原油中硫含量的检验结果存在系统性偏差, 研究了原油中硫含量的中俄双方检验结果的变化规律及相对误差, 为中俄原油贸易谈判和争端的解决提供了依据, 为中俄总理定期会晤委员会经贸合作分委会的标准计量认证和检验监管常设工作组能源计量分组的四次会谈提供了技术支撑。

关键词

原油, 检验标准, 硫含量, 比对, 实验

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着经济的高速发展, 原油及原油产品消费大幅增加, 自1993年中国大陆成为原油净进口国开始, 2016年中国进口原油超过3.4亿吨、总货值超过1500亿美元, 已居世界第一位。中国原油对外依赖度达60%以上[1]。目前, 中国与其它国家通过海运进口原油合同分为两种: 期货合同每年一签; 现货合同随时定随时签, 考虑到供货周期, 通常是提前2个月签定原油进口合同。中国与其它国家通过陆上输油管进口原油合同是长期的, 一般超过20年期限[1]。2011年1月1日, 中俄原油(漠河)管道正式投入运行, 标志着中国东北方向的原油进口战略要道贯通, 每年1500万吨、期限20年的中俄原油管道输油一期合同开始履行。但是, 中俄原油管道输油一期合同, 检验标准以俄方GOST标准为准, 以俄方实验室数据为结算依据, 中方数据仅仅作为参考。

在进口原油的检验鉴定与品质验收上中国GB标准与俄罗斯GOST标准存在诸多差异, 造成了双方原油贸易争端, 如短重、品质检验结果认定不统一等[2][3]。其中, 原油含硫量通常作为评价原油质量的一项重要指标, 硫对原油加工影响极大, 是决定商品原油价格的主要因素[2], 也是海关上税税率的依据; 同时也会严重污染环境, 腐蚀输油管及炼制设备, 影响油品的质量, 造成催化剂中毒等, 因此硫含量的测定具有重要意义。

本文是在研究进口俄罗斯原油中硫含量检验标准理论比对的基础上[2]，通过对 2014 年 1 月 1 日至 2017 年 4 月 30 日中国与俄罗斯两国测定硫含量的 1200 多个实验数据进行比对研究。

2. 方法原理

原油中硫含量检验的方法和原理，我们在早期工作中已经研究[2] [4] [5]。

3. 国内外标准

原油中硫含量检验的国内外标准，我们已经进行了系统的探索[2] [4] [6]。

4. 标准比对

进口俄罗斯原油中硫含量检验的中俄标准理论比对的工作已经完成[2]。

5. 实验方法

5.1. 原油取样、制样

在原油贸易口岸(漠河)采用自动取样方式，中俄每天各自取一个原油样品，自 2014 年 1 月 1 日至 2017 年 4 月 30 日连续取样，分别对所取的 1200 多个原油样品制样[7]。

5.2. 对原油样品进行硫含量的检测

每一批次原油样品中方按 GB/T 17606-2009 规定测量 2 次取平均值，俄方按 GOST P51947-2002 规定分别测量 2 次取平均值。

6. 实验结果与讨论

6.1. 硫含量的比对实验结果

由于 GB/T 17606-2009 与 GOST P 51947-2002 两种标准存在几方面的差异，因此，测定原油中硫含量(%)会产生不同的结果[2]。中俄分别对漠河管道中原油硫含量的测定结果进行比对，结果见表 1，表 1 采用数据为 2016 年 5 月份数据，共 31 组。

为考查实验数据的重复性和再现性，由另一组实验人员分别采用 GOST P51947-2002 与 GB/T 17606-2009 两种标准，对进口俄罗斯原油进行检验，得到原油硫含量(%)结果的差异性，采用的数据为 2017 年 3 月份数据，共 31 组，见图 1。

表 1 中数据表明，对 31 个不同批次的俄罗斯原油样品采用 GOST 标准检测硫含量结果高于使用 GB/T 标准检测硫含量结果，即俄方硫含量比中方高。

由图 1 可见，中俄双方所测定的原油硫含量(%)变化趋势大体相同，并且，俄方标准检测的原油硫含量结果普遍高于中方。

6.2. 统计学分析

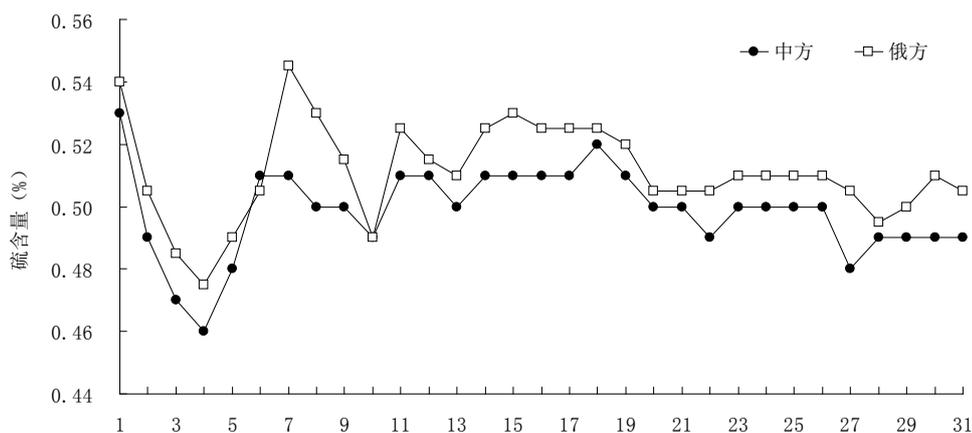
为了更好的说明中俄标准是否存在的显著性差异[8] [9] [10]，对 2014~2017 年的实验室数据进行了统计学分析。

采用 t 检验对 GB/T 17606-2009 与 GOST P 51947-2002 标准所检验的进口原油硫含量(%)进行统计学分析，判断 GB/T 17606-2009 与 GOST P 51947-2002 两种标准是否存在显著性差异。

两种方法是否存在差异，可以使用假设检验进行判断。

Table 1. The comparison of sulfur content in China-Russia crude oil (%)**表 1.** 中俄原油样品中硫含量(%)的比较

样品编号	中方	俄方	d 差值	样品编号	中方	俄方	d 差值
1	0.48	0.48	0.00	17	0.46	0.45	-0.01
2	0.46	0.48	0.02	18	0.46	0.46	0.00
3	0.49	0.49	0.00	19	0.46	0.46	0.00
4	0.49	0.50	0.01	20	0.46	0.48	0.02
5	0.50	0.50	0.00	21	0.46	0.45	0.01
6	0.46	0.47	0.01	22	0.47	0.45	-0.02
7	0.47	0.49	0.02	23	0.46	0.46	0.01
8	0.48	0.50	0.02	24	0.45	0.45	0.01
9	0.47	0.48	0.01	25	0.44	0.44	0.00
10	0.46	0.48	0.02	26	0.45	0.46	0.01
11	0.45	0.46	0.01	27	0.45	0.45	0.01
12	0.45	0.45	0.00	28	0.44	0.46	0.02
13	0.46	0.47	0.01	29	0.44	0.44	0.00
14	0.45	0.45	0.00	30	0.44	0.44	0.00
15	0.44	0.44	0.00	31	0.44	0.45	0.01
16	0.43	0.44	0.01				

**Figure 1.** The comparison of sulfur content in China-Russia crude oil**图 1.** 中俄原油样品中硫含量(%)的对比

1) 建立检验假设, 确定检验标准

$H_0: \mu_d = 0$, 即两种方法的测定结果相同; $H_A: \mu_d \neq 0$, 即两种方法的测定结果不同, 取显著性水平 $\alpha = 0.05$ 。

2) 计算检验统计量

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}} \quad df = (n_1 - 1) + (n_2 - 1)$$

其中, n_1 n_2 分别表示两样本各自的容量, df 表示自由度, $S_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}$ 是均数 \bar{x} ($\bar{x} = \bar{x}_1 - \bar{x}_2$) 的标准误差。

3) 确定 p 值, 作出推断结论

查 t 临界值表, 可得到 p 值。如果 p 值 $0.01 < p < 0.05$, 则为差异显著; 如果 $p > 0.05$, 则差异不显著。

对 2014 年 1 月~2017 年 4 月, 中俄双方对漠河管道 1200 多个原油样品进行硫含量(%)的检验测定结果进行 SPSS 软件分析, 结果见表 2。

表 2 是利用 SPSS 软件分析的独立样本检验结果。对方差方程的 Levene 检验, $Sig > 0.05$, 说明接收原假设即方差相等, 在这个假设成立的情况下, 均值方程的 t 检验, $Sig = 0.00 < 0.05$, 则拒绝原假设 H_0 , 均值不相等, 认为中方标准检验同一原油样品中的硫含量(%)数据与采用俄方标准检验的数据存在显著性差异, 俄方标准所检验的原油硫含量(%)要显著高于中方, 并且比中方的硫含量偏高 2.08%。

根据中俄实验室数据, 研究了近七年中俄双方硫含量数据变化趋势, 如图 2; 近七年中俄原油硫含量(%)数据相对误差, 如表 3 (注: 2017 年数据截止到 4 月底)。从图 2 可以看出, 采用中国 GB/T 17606-2009 与俄罗斯 GOST P51947-2002 两种标准检验的结果, 在变化上都呈现逐年降低的趋势, 但俄方的检测结果始终比中方的检测结果高; 同时结合表 2 与对硫含量的独立样本 T 检验来看, 采用中国 GB/T 17606-2009 与俄罗斯 GOST P51947-2002 两种标准检验的结果, 有显著性差异。

Table 2. Statistics analysis

表 2. 统计学分析

	方差方程的 Levene 检验		均值方程的 t 检验				
	F	Sig	t	df	Sig (双侧)	均值差值	标准误差值
假设方差相等	9.288	0.002	-11.970	2377	0.000	-0.01445	0.00121
假设方差不相等			-11.972	2374.598	0.000	-0.01445	0.00121

Table 3. The relative error of sulfur content in China-Russia crude oil in recently seven years

表 3. 近七年中俄原油硫含量(%)相对误差

年代	GB/T	GOST	相对误差/%
2011	0.55	0.56	1.82
2012	0.50	0.52	4.00
2013	0.50	0.51	2.00
2014	0.49	0.51	4.08
2015	0.49	0.50	2.04
2016	0.48	0.49	2.08
2017	0.45	0.46	2.22

注: 以中方数据为真值进行计算。

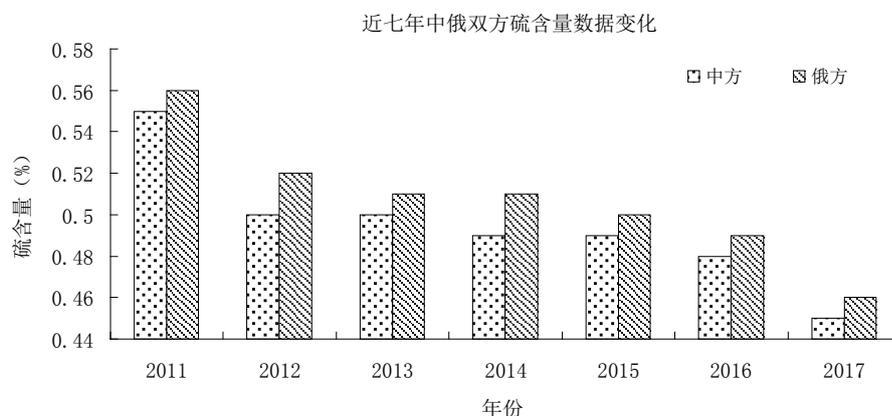


Figure 2. The data change of sulfur content in China-Russia crude oil in recently seven years

图 2. 近七年中俄双方硫含量数据变化

7. 结语

通过原油硫含量检验标准的理论对比、实验验证及数据统计分析, 研究表明, 对相同的进口俄罗斯原油, 采用中国 GB/T 17606-2009 与俄罗斯 GOST P51947-2002 两种标准检验的硫含量(%)结果存在显著差异; GOST P51947-2002 标准所检验的原油硫含量(%)较 GB/T 17606-2009 标准所得到的结果明显偏高。

在中俄总理定期会晤委员会经贸合作分委会的标准计量认证和检验监管常设工作组能源计量分组四次会谈上, 在中方专家的力争下, 中俄天然气合同中, 已经明确注明检验标准以 ISO 国际标准为优先选择, 如果 ISO 国际标准没有的检验项目, 以俄方和中方的检验标准为其次选择的标准, 有效维护了中俄贸易公平和中国国家尊严。我们力争在中俄两国原油贸易二期合同中, 能够明确注明采用 ISO 国际标准或其他第三方标准来检验原油中硫含量, 并且以中俄双方实验数据的平均值作为结算依据, 以维护两国原油贸易公平。

基金项目

国家自然科学基金资助项目(21175017), 大连市标准化资助奖励项目(DLBZH-ZJ 2015-12045)。

参考文献 (References)

- [1] 刘名扬, 欧阳昌俊, 刘卫东, 等. 俄罗斯、哈萨克斯坦进口原油蜡含量测定标准的研究[J]. 检验检疫学报, 2010, 20(3): 44-46.
- [2] 刘名扬, 杨铎, 郭慧慧, 等. 俄罗斯进口原油中硫含量检验标准的比对研究[J]. 大连交通大学学报, 2014, 35(3): 92-96.
- [3] 刘名扬, 张其芳, 马嗣同, 等. 俄罗斯进口原油中饱和蒸气压检验标准的比对研究[J]. 检验检疫学报, 2015, 25(2): 67-70.
- [4] 陈义才, 沈忠民, 罗小平. 石油与天然气有机地球化学[M]. 北京: 科学出版社, 2007: 141-142.
- [5] 侯祥麟. 中国炼油技术[M]. 北京: 中国石化出版社, 1991: 699-703.
- [6] 石油产品标准化技术归口单位编. 石油和石油产品试验方法国家标准汇编(上) [M]. 北京: 中国标准出版社, 1998: 112-116.
- [7] 原油、轻烃、液化石油气质量检验编写组. 原油、轻烃、液化石油气质量检验[M]. 北京: 石油工业出版社, 2001: 82-93.
- [8] 张颖焱, 徐宏伟, 孙延伟, 等. 俄罗斯进口原油中密度检验标准比对研究[J]. 检验检疫学报, 2015, 25(6): 56-58.
- [9] 郭祯, 杨春光, 于孝展, 等. 俄罗斯进口原油中氯盐含量检验标准的比对研究[J]. 检验检疫学报, 2015, 25(3): 48-51.
- [10] 刘名扬, 刘月, 张华一, 等. 进口俄罗斯原油中馏程检验标准的比对研究[J]. 检验检疫学报, 2016(3): 43-46.

期刊投稿者将享受如下服务：

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：aac@hanspub.org