

中国石油天然气集团公司质量检验丛书

资源性产品质量检验

《资源性产品质量检验》编写组 | 编

石油工业出版社

1-176
826
中国石油天然气集团公司质量检验丛书

资源性产品质量检验

《资源性产品质量检验》编写组 编

石油工业出版社

内 容 简 介

本书主要介绍了原油、天然气和轻烃的产品标准及试验方法标准,针对资源性产品质量检验过程中的取样、样品储运、检测方法适用范围、方法原理、使用仪器及材料试剂、试验步骤、记录、结果计算的处理、报告和质量控制等方面的一些具体做法做了重点阐述。本书可供石油天然气行业产品质量检验实验室使用和参考。

图书在版编目(CIP)数据

资源性产品质量检验/《资源性产品质量检验》编写组编.
北京:石油工业出版社,2016.6
(中国石油天然气集团公司质量检验丛书)
ISBN 978-7-5183-1280-1

- I. 资…
- II. 资…
- III. 石油产品-产品质量-质量检验
- IV. F407.226.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 101889 号

出版发行:石油工业出版社
(北京安定门外安华里 2 区 1 号 100011)
网 址:www. petropub. com
编辑部:(010)64523550 图书营销中心:(010)64523633
经 销:全国新华书店
印 刷:北京中石油彩色印刷有限责任公司

2016 年 6 月第 1 版 2016 年 6 月第 1 次印刷
787 × 1092 毫米 开本:1/16 印张:8.75
字数:200 千字

定价:36.00 元
(如出现印装质量问题,我社图书营销中心负责调换)
版权所有,翻印必究

《中国石油天然气集团公司质量检验丛书》

编 委 会

主 任：于洪金

副主任：杨 果

成 员：陈 琳 张学灵 祁国栋 赵菊英

刘长跃 文志雄 王秀萍 侯学志

周 理 徐元德 朱 斌 秦长毅

贾中营

《资源性产品质量检验》

编写组

主 编：张汉沛 罗 勤

主 审：张昌兴 常宏岗

编写人员：侯学志 周 理 杨学军 迟永杰

李 楠 唐 蒙 李季成 杨 芳

宋守国 曾文平 宋一青 涂振权

李飞雪 何 斌 魏 哲 李晓红

孙晓艳 李 克 陈正华

序

质量是国家科技和经济实力的反映。加强企业质量管理,是企业生存和发展的基础,更是企业对社会负责任的重要体现。

中国石油天然气集团公司(以下简称集团公司)是一家大型综合性能源公司,业务领域广,质量管理尤显重要。一直以来,集团公司高度重视质量监督管理工作,把质量监督检验作为确保自产产品和采购物资质量的重要手段。为了加强产品质量监督管理,规范产品质量检验工作,提高集团公司各级质检人员业务素质和工作水平,集团公司质量与标准管理部组织各质检机构的专家在分析现有质量检验教材的基础上,经反复研究论证,形成了比较系统、科学的教材编写方案和编写计划,全面启动了《中国石油天然气集团公司质量检验丛书》的编写工作。经过两年多的编写、修改,形成了《中国石油天然气集团公司质量检验丛书》八个分册,包括《质量检验基础知识》、《实验室管理和控制》、《资源性产品质量检验》、《石油产品质量检验》、《石油化工产品质量检验》、《石油装备质量检验》、《石油管材质量检验》、《油田化学剂质量检测》。这套丛书具有以下特点:

一是系统性。本套丛书由编委会统一确定编写方案和大纲,统一确定专业目录,统一组织编写与审定,避免内容交叉重叠,具有较强的系统性、规范性和科学性。

二是实用性。本套丛书内容侧重现场应用和实际操作,既有应用理论,又有实际案例和操作规程要求,具有较高的实用价值。

三是权威性。由集团公司质量与标准管理部组织各个专业具有丰富实践经验的技术和管理人员,集中编写,体现了丛书的权威性。

四是专业性。丛书的内容注重专业特色,强调各专业领域自身发展的特色技术、特色经验和做法,也是对各专业知识和经验的一次集中梳理,符合知识管理的要求和方向。

经过多方共同努力,本套丛书已按计划完成编写、审稿,即将与各单位的质量检验工作人员见面,它将成为集团公司产品质量检验工作的培训教材和基本应用手册。这套丛书的出版发行,对于集团公司质量检验培训工作具有推进作用。希望各单位的质量检验人员用好、用活本套丛书,为集团公司质量管理、质量检验工作发挥更大的作用。

《中国石油天然气集团公司质量检验丛书》

编委会

2015年8月

前 言

从事产品质量检验的实验室,肩负着产品出厂、贸易交接和进货验收等重要使命,检验数据的准确性尤其重要。所有的检验活动都是依据产品标准和试验方法标准进行的,那么正确理解和使用标准对得到准确的检验结果就显得非常重要。

本书对资源性产品质量检验过程中的取样、样品储运、检测方法适用范围、方法原理、使用仪器及材料试剂、试验步骤、记录、结果计算的处理、报告和质量控制等方面的一些具体做法进行了阐述,以加强对相关标准的理解和使用,为资源性产品质量检验实验室的技术人员提供技术参考。本书编写主要参考原油、天然气和轻烃的产品标准及试验方法标准。

全书共分三章。第一章由侯学志、宋一青、李季成、宋守国、魏哲编写;第二章由周理、孙晓艳、曾文平、涂振权、陈正华、李克、李晓红、何斌编写;第三章由李楠、李飞雪编写。

在编写过程中得到了一些同行实验室的大力支持,在此表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免会有疏漏,不妥之处,敬请读者批评指正。

编者

2016 年 4 月

目 录

第一章 原油	(1)
第一节 综述	(1)
第二节 原油质量标准	(3)
第三节 原油取样	(7)
第四节 原油关键组分分类的检验	(12)
第五节 水含量的检验	(19)
第六节 盐含量的检验	(23)
第七节 蒸气压的检验	(26)
第八节 密度的检验	(28)
第九节 硫含量的检验	(34)
第十节 酸值的检验	(37)
第十一节 原油中机械杂质检验	(43)
第十二节 有机氯含量的检验	(46)
第二章 天然气	(48)
第一节 综述	(48)
第二节 天然气取样	(51)
第三节 天然气组成分析	(57)
第四节 天然气物性计算	(61)
第五节 天然气总硫分析	(76)
第六节 硫化氢含量检验	(83)
第七节 天然气水露点检验	(94)
第八节 天然气烃露点的测定	(99)
第九节 颗粒物含量检验	(101)
第三章 轻烃	(104)
第一节 综述	(104)
第二节 轻烃质量标准	(105)
第三节 轻烃取样	(106)
第四节 蒸气压的检验	(108)

第五节 馏程的检验 (112)

第六节 硫含量的检验 (117)

第七节 机械杂质及水分的检验 (124)

第八节 铜片腐蚀的检验 (125)

第九节 颜色的检验 (128)

第一章 原油

第一节 综述

一、原油定义及分类

(一)原油定义

原油是以天然形态存在的主要由有机烃类化合物组成的液体或半固体混合物,主要存在于多孔地下岩层(如砂岩)。开采出来的原油通常会含有伴生天然气和低沸点烃类,在常温和大气压条件下,会沸腾,需经过油气分离、加热蒸馏或负压闪蒸等稳定处理,处理后成为商品原油。

(二)原油分类

根据原油物理性质和化学性质,通常有如下几种分类方法。

- (1)根据密度分为超轻原油、轻质原油、中质原油、重质原油和特重原油。
- (2)根据含水量分为低含水原油、含水原油和高含水原油。
- (3)根据含硫量分为低硫原油、含硫原油和高硫原油。
- (4)根据酸值分为低酸原油、含酸原油、中酸原油和高酸原油。
- (5)根据含盐量分为低盐原油、含盐原油和高盐原油。
- (6)根据倾点分为低倾点原油、中倾点原油和高倾点原油。
- (7)根据组成(特性因数 K)分为环烷基原油、中间基原油和石蜡基原油。

二、原油产品及试验方法标准体系

我国的原油产品及试验方法标准体系是从 20 世纪 50 年代借鉴苏联标准体系开始,通过自主研发,引进转化国际标准化组织和美国、英国等先进国家的试验方法标准,建立了比较完善的标准体系(表 1-1)。目前,我国原油检测整体技术达到国际先进水平,试验方法标准基本与国际接轨,满足了油田勘探、开发、集输、矿场加工等原油生产过程,以及原油贸易交接计量和原油炼制加工的需求。

表 1-1 原油产品及试验方法标准体系

序号	门类	标准编号	标准名称	采标程度	采用标准编号
1	基础通用	GB/T 4756	石油液体手工取样法	eqv	ISO 3170
2	基础通用	GB/T 27867	石油液体管线自动取样法	IDT	ISO 3171
3	产品	GB × × × ×	原油	—	—

续表

序号	门类	标准编号	标准名称	采标程度	采用标准编号
4	产品	SY/T 7513	出矿原油技术条件	—	—
5	方法	GB/T 511	石油和石油产品及添加剂机械杂质测定法	MOD	ГОСТ 6370
6	方法	GB/T 1884	原油和液体石油产品密度实验室测定法(密度计法)	eqv	ISO 3675
7	方法	GB/T 1885	石油计量表	eqv	ISO 91 - 2
8	方法	GB/T 6531	原油和燃料油中沉淀物测定法(抽提法)	eqv	ISO 3735 :1975
9	方法	GB/T 6532	原油中盐含量的测定 电位滴定法	MOD	ASTM D6470 :1999
10	方法	GB/T 6533	原油中水和沉淀物的测定 离心法	MOD	ASTM D4007
11	方法	GB/T 8017	石油产品蒸气压的测定 雷德法	MOD	ASTM D323
12	方法	GB/T 8929	原油水含量的测定 蒸馏法	MOD	ISO 9029
13	方法	GB/T 11059	原油蒸气压的测定 膨胀法	MOD	ASTM D63778
14	方法	GB/T 11137	深色石油产品运动黏度测定法(逆流法)和动力粘度计算法	NEQ	ASTM D445
15	方法	GB/T 11146	原油水含量测定法 卡尔·费休库仑滴定法	MOD	ISO 10337
16	方法	GB/T 13377	原油和液体或固体石油产品 密度或相对密度的测定 毛细管塞比重瓶和带刻度双毛细管比重瓶法	MOD	ISO 3838
17	方法	GB/T 17280	原油蒸馏标准试验方法 15 - 理论板蒸馏柱	MOD	ASTM D2892
18	方法	GB/T 17282	根据黏度测量值确定石油平均相对分子质量的方法	MOD	ASTM D2502
19	方法	GB/T 17475	重烃类混合物蒸馏试验方法(真空釜式蒸馏法)	eqv	ASTM D5236
20	方法	GB/T 17606	原油中硫含量的测定 能量色散 X—射线荧光光谱法	MOD	ASTM D4294
21	方法	GB/T 17674	原油中氮含量的测定 舟进样化学发光法	MOD	ASTM D5762
22	方法	GB/T 18608	原油和渣油中镍、钒、铁、钠含量的测定 火焰原子吸收光谱法	MOD	ASTM D5863
23	方法	GB/T 18609	原油酸值的测定 电位滴定法	MOD	ASTM D 664
24	方法	GB/T 18610	原油 残炭的测定 第1部分:康氏法	MOD	JISK 2270
25	方法	GB/T 18611	原油简易蒸馏试验法	—	—
26	方法	GB/T 18612	原油有机氯含量的测定	MOD	ASTM D4929
27	方法	GB/T 26982	原油蜡含量的测定	MOD	ГОСТ 11851
28	方法	GB/T 26983	原油硫化氢、甲基硫醇和乙基硫醇的测定	MOD	ГОСТ P 50802
29	方法	GB/T 26984	原油馏程的测定	MOD	ГОСТ 2177
30	方法	GB/T 26985	原油倾点的测定	MOD	ASTM D5853
31	方法	GB/T 26986	原油水含量测定 卡尔·费休电位滴定法	MOD	ISO 10336

续表

序号	门类	标准编号	标准名称	采标程度	采用标准编号
32	方法	SY/T 0520	原油黏度测定 旋转黏度计平衡法	—	—
33	方法	SY/T 0521	原油析蜡点测定 显微观测法	—	—
34	方法	SY/T 0522	原油析蜡点测定 旋转黏度计法	—	—
35	方法	SY/T 0528	原油中砷含量的测定 原子荧光光谱法	—	—
36	方法	SY/T 0536	原油盐含量的测定 电量法	—	—
37	方法	SY/T 0537	原油中蜡含量的测定	—	—
38	方法	SY/T 0541	原油凝点测定法	—	—
39	方法	SY/T 0545	原油析蜡热特性参数的测定 差示扫描量热法	—	—
40	方法	SY/T 5402	原油含水量的测定 电脱法	—	—
41	方法	SY/T 6520	原油脱水试验法 压力釜法	—	—
42	方法	SY/T 7504	原油中正辛烷及以前烃组分分析 气相色谱法	—	—
43	方法	SY/T 7516	改性原油倾点的测定 熔化法	—	—
44	方法	SY/T 7517	原油比热容的测定方法	—	—
45	方法	SY/T 7547	原油屈服值测定 旋转粘度计法	—	—
46	方法	SY/T 7549	原油粘温曲线的确定 旋转黏度计法	—	—
47	方法	SY/T 7550	原油中蜡、胶质、沥青质含量的测定	—	—
48	方法	SH/T 0604	原油和石油产品密度测定法(U 型振动管法)	eqv	ISO 12185
49	方法	SH/T 0715	原油和残渣燃料油中镍、钒、铁含量测定法(电感耦合等离子体发射光谱法)	eqv	ASTM D5708

第二节 原油质量标准

一、概述

原油质量是指原油满足储运、加工、使用、环境保护等要求的程度。

国内原油质量方面的产品标准和规范情况：国家标准《原油》正在制定中；石油天然气行业标准为 SY/T 7513《出矿原油技术条件》；出入境检验检疫行业标准分别为 SN/T 2999《进口原油质量评价要求》、SN/T 2930《海上油田外输原油检验鉴定规程》和 SN/T 2418. 1《进口原油检验规程 第 1 部分：岸罐检验》。

国外原油质量方面的产品标准和规范情况：国际标准化组织和美国材料与试验学会等有影响的标准化组织没有有关原油质量的产品标准。国外只俄罗斯有这方面的标准，其中ГОСТ 9965《用于石油加工企业的石油质量标准》是针对石油加工企业制定的质量标准；ГОСТ P51858《石油一般技术条件》是针对油气开采企业提供给俄罗斯联邦消费者及出口的石油制

定的质量标准。

在原油国际贸易中,原油质量的控制通常是在合同中确定有关质量参数及指标,交接时按合同规定的试验方法检验。

二、SY/T 7513《出矿原油技术条件》简介

(一)适用范围

标准适用于出矿商品原油。

(二)取样

按 GB/T 4756《石油液体手工取样法》的要求执行。

(三)原油类别的确定

1. 蒸馏

将原油按 GB/T 18611《原油简易蒸馏试验方法》的要求进行简易蒸馏,得到常压沸点为 250 ~ 275℃ 的第一关键组分和常压沸点为 395 ~ 425℃ 的第二关键组分。

2. 测定密度

按 GB/T 13377《原油和液体或固体石油产品 密度或相对密度的测定 毛细管塞比重瓶和带刻度双毛细管比重瓶法》或 SH/T 0604《原油和石油产品密度测定法(U 型振动管法)》的要求测定两个关键组分的密度,根据密度确定关键组分的基属。基属分类方法见表 1-2。

表 1-2 根据密度确定关键组分的基属

组分分类	第一关键组分 密度(20℃),g/cm ³	第二关键组分 密度(20℃),g/cm ³
石蜡基	<0.8207	<0.8721
混合基	0.8560~0.8207	0.9302~0.8721
环烷基	>0.8560	>0.9302

3. 确定原油分类

根据关键组分基属,确定原油的分类。原油分类方法见表 1-3。

表 1-3 根据关键组分的基属确定原油的分类

原油基属	第一关键组分基属	第二关键组分基属
石蜡基	石蜡基	石蜡基
石蜡—混合基	石蜡基	混合基
混合—石蜡基	混合基	石蜡基
混合基	混合基	混合基
混合—环烷基	混合基	环烷基
环烷—混合基	环烷基	混合基
环烷基	环烷基	环烷基

(四)技术要求及试验方法

技术要求及试验方法见表 1-4。

表 1-4 技术要求及试验方法

项目	原油类别			试验方法
	石蜡基石蜡—混合基	混合基混合—石蜡基混合—环烷基	环烷基环烷—混合基	GB/T 18611 GB/T 13377 或 SH/T 0604
水含量,% (质量分数) 不大于	0.5	1.0	2.0	GB/T 8929
盐含量,mg/L	实测			GB/T 6532
饱和蒸气压,kPa	在储存温度下低于油田当地大气压			GB/T 11059

(五)储运

原油储存、运输按 SH 0164《石油产品包装、贮运及交货验收规则》的要求执行。

三、SN/T 2999《进口原油质量评价要求》简介

(一)适用范围

标准规定了进口原油物性指标的分类方法和质量评价要求。
标准适用于进口原油的质量评价。

(二)取样和制样

按 GB/T 4756《石油液体手工取样法》、SN/T 0976《出口油炸水果蔬菜脆片检验规程》或 ASTM D4057《石油和石油产品手工抽样规程》的要求进行取样和制样。

(三)原油分类和试验方法

进口原油的分类方式、技术规格和试验方法见表 1-5。

表 1-5 进口原油分类表

分类方式	技术规格					试验方法
API 度	超轻原油	轻质原油	中质原油	重质原油	特重原油	ASTM D1298
	>45.3	>34.9	>29.2	>20.6	≤20.6	
密度(20℃) kg/m ³	超轻原油	轻质原油	中质原油	重质原油	特重原油	ASTM D1298, GB/T 1884
	≤800	≤850	≤880	≤930	>930	
组成(特性因数 K)	环烷基原油		中间基原油		石蜡基原油	UOP 375
	≤11.5		≤12.1		>12.1	
硫含量, % (质量分数)	低硫原油		含硫原油		高硫原油	ASTM D4294, ASTM D1552, GB/T 387, GB/T 17606
	≤0.5		≤2.0		>2.0	

续表

分类方式	技术规格				试验方法
水含量,%(质量分数)	低含水原油	含水原油		高含水原油	ASTM D4006,GB/T 8929, GB/T 11146
	≤0.1	≤1.0		>1.0	
倾点,℃	低倾点原油	中倾点原油		高倾点原油	ASTM D97,GB/T 3535
	≤9	≤30		>30	
酸值(以 KOH 计),mg/g	低酸原油	含酸原油	中酸原油	高酸原油	ASTM D664,GB/T 18609
	≤0.5	≤1.0	≤3.0	>3.0	
盐含量(以 NaCl 计),mg/L	低盐原油	含盐原油		高盐原油	ASTM D3230,GB/T 6532
	≤10	≤50		>50	

注:API 分类和密度分类两者选择使用,其他分类方式可以组合使用。

(四)质量评价

原油可以按单指标进行分类,如石蜡基原油、高硫原油,也可以按多个指标进行分类,如轻质环烷基低硫含水低酸原油,但是原油质量需在结合表 1 - 5 多项物性指标进行分类后,根据其类别进行综合评价。

四、SN/T 2930《海上油田外输原油检验鉴定规程》简介

(一)适用范围

标准规定了海上油田外输原油的品质检验和重量鉴定的程序、方法和要求,包括安全注意事项、输油前检验、输油检验、输油后检验、证书及报告的拟制、分发。

标准适用于海上油田外输原油的品质检验和重量鉴定。

(二)取样和样品处理

按 GB/T 4756《石油液体手工取样法》或 ISO3171《石油液体管线自动取样》的要求进行取样和样品处理。

(三)品质检验及试验方法

将制备好的代表性样品送到检测机构实验室,对标准或合同规定的项目进行品质检测。在国际原油贸易中,品质检验的项目通常包括密度(API 度)、水和沉淀物含量、含硫量、盐分等。常用的检测方法如下:

密度或 API 度:ASTM D298(密度和 API 度之间可以使用 ASTM D1250 进行换算)。

水含量:ASTM D4006(蒸馏法)或 ASTM D4377(卡尔费休法)。

沉淀物含量:ASTM D473(抽提法)。

含硫量:ASTM D4294(X 射线荧光光谱法)。

盐分:ASTM D3230(电导法)。

(四)品质证书

检验完成后,检验机构应出具《品质证书》。

第三节 原油取样

一、概述

在原油质量检验中,首先要解决的问题是如何获得具有代表性的原油样品,取样方法的正确与否直接关系着所取样品是否具有代表性,测得数据能否反映出该原油的品质。因此,取样在原油质量检验中占有相当重要的地位。

取样方法从取样方式上分为手工取样法和自动取样法。对于非管线取样,都是采用的手工取样法。对于管线取样来说,手工取样法适用于均匀液体,且其组成和品质不随时间发生明显变化,否则应采用自动取样法。自动取样法是从管线中连续或重复地提取多个小样,由此保证该样品的任何组成变化都能反映到所采集的样品中。

目前国际上通常采用的原油取样方法为 ISO 3170《石油液体手工取样法》和 ISO 3171《石油液体管线自动取样法》。

我国原油取样方法为 GB/T 4756《石油液体手工取样法》(eqv ISO 3170)和 GB/T 27867《石油液体自动管线取样法》(IDT ISO 3171)。

二、原油取样依据标准

本书采用的原油取样标准为 GB/T 4756《石油液体手工取样法》,该标准对原油取样方法、取样原则及取样安全等事项进行了详细规定。

三、取样方法概要

该方法规定了取样对象为油罐中贮存的或管线输送的原油,要求油罐内的压力应为常压或接近常压,并且,取样时应保持原油为液态。

原油取样分为油罐取样和管线取样。当接收或发运原油时,不是采用油罐取样法就是采用管线取样法,或两者兼用来获取样品,如果使用两种方法同时取样时,所取样品不应被混合。

油罐取样通常分为取点样、例行样或全层样的方法。而管线取样分为流量比例样或时间比例样,管线取样一般推荐使用流量比例样,因为和管线内的流量成比例,详见 GB/T 4756《石油液体手工取样法》的规定。

四、取样仪器

(一)油罐取样器

油罐取样器按下列被取样品分类：

- (1)点样。
- (2)底部样。
- (3)油罐沉渣或残渣样品。
- (4)例行样。
- (5)全层样。

为了在油罐中降落和提升取样器具,应使用导电的、不打火花的材料制成的绳或链,绳或链应是不能产生静电的良好导体。

(二)桶和听取样器

对桶和听取样时,通常使用管状取样器。这是一个由玻璃、金属或塑料制成的管子,如需要时,可配有便于操作的合适的配件。它能够插到桶、听或公路罐车中所要求的液面处抽取点样或插到底部抽取检查污染物存在的底部样。在下端有关闭结构的管状取样器,还可以用于通过液体的竖直截面采取代表性样品,

(三)管线取样器

管线手工取样器是由一个适当的管线取样头与一个隔离阀组成。取样头应安装在竖直管线中,其开口直径应不小于6mm。取样头的开口应朝向液流方向,其样品进入点到管线内壁的距离应大于管线内径的1/4。取样头的位置离上游弯管的最短距离为管线内径的3倍,但最好不超过管线内径的5倍,离下游弯管的最短距离为管线内径的0.5倍。如果取样头安装在水平管线中,则应安装在泵输出侧,取样头到泵出口的距离为管线内径的0.5~8倍。取样器应有一根输油管,其长度应能达到样品容器的底部,以便于浸没充油。

(四)盛样容器

样品容器应是玻璃瓶、塑料瓶、带金属盖的瓶或听,其应用取决于被取样物料的性质。样品容器的容积一般为0.25~5L,但当需要特殊试验、大量样品或进一步细分样品等时,也可以使用更大的容器。塑料容器不能用于贮存样品,因为扩散作用,它不能保持样品的完整性。另外,非线性聚乙烯制成的容器还会引起样品污染和样品容器损坏。

(五)容器封闭器

软木塞、磨砂玻璃塞、塑料或金属的螺旋帽都可以用于封闭样品瓶。软木塞若再次使用,只限于同一类样品,因为烃类渗进软木塞后要彻底地清洗它是很困难的,会导致样品的污染。听或瓶子的螺旋帽应配有软木或其他耐油材料的垫片。垫片只能使用一次,应在清洗螺旋帽之前除去,清洗后配上一个新垫片。