

# Eurodist全自动实沸点蒸馏仪 在原油综合性能评价及腐蚀性快速评价中 应用探讨

费咏丽

(中国石油大连石化公司, 辽宁 大连 116032)

**摘要:** 本文介绍了德国Rofa公司生产的Eurodist全自动实沸点蒸馏仪的工作原理和操作方法, 并利用该仪器在实验室对原油进行蒸馏, 其蒸馏的数据进行了国际间的对比, 并对蒸馏的结果进行研究分析, 结果表明, 该仪器完全符合ASTM D2892和ASTM D5236 标准方法, 并且在原油评价工作中取得了很好的效果。同时对原油腐蚀性进行定性及定量分析, 指导装置的腐蚀防护及监控。

**关键词:** 原油 实沸点蒸馏仪 原油综合评价

中图分类号: TG174.3

文献标识码: A

文章编号: 1008-7818(2013)01-0037-05

## Studies on Eurodist Full-automatic True Boiling Point Distillation Instrument Sppling in Crude Oil Evaluation

FEI Yong-li

(Dalian Petro China Company, Dalian 116032, China)

**Abstract:** Operating principle and method of Eurodist full-automatic true boiling point distillation instrument were investigated and used to distill crude oil. After comparing experimental results with foreign countries, the conclusion showed that ASTM D2892 and ASTM D5236 was suitable for this instrument, and achieved satisfactory effects in crude oil evaluation.

**Key words:** crude oil; true boiling point distillation instrument; crude oil evaluation

### 0 前言

原油是炼化企业最基础、最核心、最根本的生产原料, 在原油加工过程中, 原油采购成本占总加工成本的90%以上。及时、准确、全面的原油评价是炼油厂进行生产、加工和储运必不可缺的技术准备。在生产过程中, 原油评价数据不但可以为一次

加工提供依据, 而且也为二次加工, 如重整、加氢、润滑油生产、渣油加工、焦化、沥青生产等提供基础数据。同时原油评价还为从事生产和科研的技术工作者提供可靠的分析数据。可见原油评价工作在石油加工和石油研究中处于重要的地位。

实沸点蒸馏仪是原油评价中最重要和最基础的

作者简介: 费咏丽 (1972—), 女, 辽宁丹东人, 工程师, 现从事原油评价工作。

设备，能够根据要求对原油进行窄馏分和宽馏分的切割，得到原油各馏分的收率，然后对宽馏分和窄馏分进一步分析，从而最终得到全面的原油评价数据。

目前，大连石化公司拥有3套德国Rofa公司生产的不同处理量的Eurodist全自动实沸点蒸馏仪，分别为1号、2号、3号，其中1号的处理量为10升/6升，2号、3号的处理量为20升/10升，每套仪器包括为两部分，第一部分为TBP(15块理论塔板)部分，第二部分为PS（真空釜式）部分，分别执行ASTM D2892和ASTM D5236标准。本文根据ASTM D2892和ASTM D5236 标准方法对德国Rofa公司生产的Eurodist全自动实沸点蒸馏仪进行了研究，考察了重复性、再现性以及影响因素。

## 1 实验部分

### 1.1 仪器

(1) EuroDist D2892-20L或10L 全自动原油实沸点蒸馏仪（简称TBP系统）；

(2) EuroDist D5236-10L或6L 全自动真空釜式蒸馏仪（简称PS系统）；

(3) 真空泵；

(4) 玻璃蒸馏釜：20L、10L、6L；

(5) 玻璃蒸馏柱；

(6) 气阱；

(7) 真空压力传感器；

(8) 真空比例调节阀；

(9) 塔头测温传感器；

(10) 蒸馏釜内测温传感器；

(11) 蒸馏釜加热套（下部）；

(12) 蒸馏釜保温套（上部）；

(13) 馏份接收器；

(14) 压差计；

(15) 不凝气收集器；

(16) 自动灭火系统。

### 1.2 测定原理

实沸点蒸馏是原油评价的第一道工序。是根据原油中各组分的沸点不同用加热的方法从原油中分

离出各种石油馏分。其中TBP系统最高切割温度能够达到常压相当温度400℃，蒸馏柱的效率在全回流时具有14块~18块理论塔板数。根据需要，在回流比为5:1的条件下切割出不同的馏分。剩下常压渣油，其中含有沸点较高的蜡油、渣油等组分。将常压渣油经过加热后，送入PS系统，使常压渣油在避免裂解的较低温度下进行分馏，PS系统最高切割温度能够达到常压相当温度565℃，分离出润滑油料、催化料等二次加工原料，剩下减压渣油。

## 1.3 操作流程

### 1.3.1 TBP系统操作

原油装入釜中，经过加热套的加热，有油蒸气上升。上升的油蒸气经过填充柱，到达冷凝器。脱气时，气体部分通过冷凝器，收集在温度为-50℃的气阱中。脱气后，气化后的馏分经冷凝器冷却，流回到填充柱，与上升的蒸气，进行热交换。当热交换平衡后，塔顶温度稳定，由接收系统自动根据预先设定好的温度点切出馏分到接收瓶中。随着低馏分的切出，塔顶温度逐渐上升。当到达馏分切割点时，关闭接收阀，一个馏分切割完毕。换上新的接收瓶，打开接收阀，开始新馏分的接收。当系统内塔顶温度接近210℃或釜底温度接近310℃，立即切换系统压力，避免出现油温过高而裂解的现象。TBP系统中操作为四段模式：第一段为脱气过程，压力为760torr；第二段为实沸点常压蒸馏过程，压力为760torr；第三段为实沸点减压蒸馏过程，压力为100torr；第四段为实沸点减压蒸馏过程，压力为10torr，直到切完所有的预先设定的温度切割点。最后，称量液化气和每个馏分以及常压渣油的质量。

### 1.3.2 PS系统操作

常压渣油装入釜中，经过加热套的加热，有油蒸气上升。上升的油蒸气经过柱后，再经过冷凝器的冷却，由接收系统切出馏分到接收瓶中。随着低馏分的切出，塔顶温度逐渐上升。当到达设定的馏分切割点时，关闭接收阀，一个馏分切割完毕。换上新的接收瓶，打开接收阀，开始新馏分的接收。当系统内釜底温度接近320℃，立即切换系统压力，

避免出现油温过高而裂解的现象。PS系统中操作为二段模式：第一段为釜式减压蒸馏过程，压力为1torr；第二段为釜式减压蒸馏过程，压力为0.2torr，在第二段蒸馏过程中，釜底温度达到310℃之后，必须在1小时之内到达最终切割点，否则也要强迫停止操作，避免出现裂解现象。最后，称量每个馏分以及减压渣油的质量。

#### 1.4 实沸点蒸馏结果计算

原油通过TBP、PS系统的蒸馏，得到每个切割馏分的质量和密度，从包括液化气在内的所有馏分计算出蒸馏的质量收率，根据质量和密度计算出所有馏分的体积收率。以沸点温度为纵坐标（Y轴），质量收率或体积收率为横坐标（X轴）作图，绘出实沸点蒸馏曲线。每次蒸馏计算出的质量收率损失应不大于0.4%，否则蒸馏结果无效。

馏分质量收率 $m_i\%$ ：

$$m_i\% = m_i / M \times 100$$

式中： $m_i\%$ —某馏分的质量收率，%；

$m_i$ —某馏分的质量，g；

$M$ —装入釜中原油的质量，g；

馏分质量收率 $v_i\%$ ：

$$v_i\% = m_i\% \times (\rho_i / \rho)$$

式中： $v_i\%$ —某馏分质量收率，%；

$m_i\%$ —某馏分的质量收率，%；

$\rho_i$ —某馏分的密度， $\text{kg/m}^3$ ；

$\rho$ —原油的密度， $\text{kg/m}^3$ ；

## 2 结果与讨论

### 2.1 收率、重复性的考察

对这三台仪器使用同一种原油，在相同的温度切割下，重复测试两遍，得出的馏分收率数据，收率数据列于表1中。从表1中可以看出：质量收率均大于99.6%，满足方法对收率的要求；每台仪器的重复两次实验，图1显示其收率之差满足方法对重复性（常压馏分为 $\pm 1.2\%$ ；减压馏分及渣油为 $\pm 1.4\%$ ）的要求。

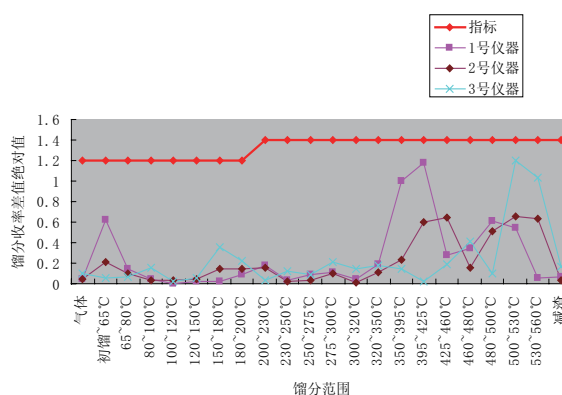


图1 1号、2号和3号仪器测试数据重复性折线图

### 2.2 三台仪器之间数据对比的考察

我们对三台仪器之间用同一种原油进行了6次试验，这6次实验的结果，我们用英国Intertek实验室结合国家标准中的再现性标准和拓扑近红外中的相关研究制定的再现性指标来作为三台仪器之间数据的比较标准，从表1的数据对比中可以看出，这三台仪器之间的数据能够达到英国通过相关研究制定的再现性，如图2。该再现性考察的目标为窄馏分收率，设置的允许波动范围很大：常压馏分为 $\pm 1.2\%$ ；减压馏分及渣油为 $\pm 1.4\%$ 。此外，该标准也注意到了蒸馏过程从实沸点蒸馏转换为到釜式蒸馏时出现的巨大波动，因此，规定切割转换后的前70℃允许波动范围为 $\pm 2.7\%$ ；70~120℃为 $\pm 2.4\%$ ；大于120℃为 $\pm 1.4\%$ 。从这里我们也可以看到，以Intertek的经验来说，该蒸馏过程转换造成的收率波动需要经过120℃以后才能恢复正常。

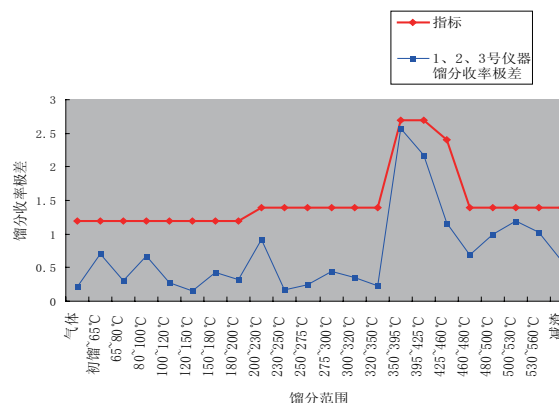


图2 1号、2号和3号仪器之间测定数据极差折线图

采用1号、2号、3号仪器蒸馏同一种原油的试验结果

单位: % (m/m)

表1

原油A	1号仪器				2号仪器				3号仪器				馏分收率极差值	再现性要求						
	第一次		第二次		馏分收率差值	重复性要求	第一次		第二次		馏分收率差值	重复性要求								
	馏分收率	馏分收率	馏分收率	馏分收率	馏分收率	馏分收率	馏分收率	馏分收率	馏分收率	馏分收率	馏分收率	馏分收率			馏分收率					
气体	0.73	0.73	0.68	0.68	-0.05	1.2	0.58	0.58	0.62	0.62	0.04	1.2	0.51	0.51	0.61	0.61	0.10	1.2	0.22	1.2
初馏~65℃	2.56	3.29	3.18	3.86	0.62	1.2	2.49	3.07	2.70	3.32	0.21	1.2	2.54	3.05	2.48	3.09	-0.06	1.2	0.70	1.2
65~80℃	1.85	5.14	1.71	5.57	-0.14	1.2	1.96	5.03	1.86	5.18	-0.10	1.2	1.95	5.00	2.02	5.10	0.07	1.2	0.31	1.2
80~100℃	5.49	10.63	5.45	11.02	-0.04	1.2	5.96	10.99	5.99	11.18	0.03	1.2	6.13	11.13	5.97	11.08	-0.16	1.2	0.68	1.2
100~120℃	3.71	14.34	3.71	14.73	0.00	1.2	3.84	14.83	3.87	15.05	0.03	1.2	3.98	15.11	3.96	15.04	-0.02	1.2	0.27	1.2
120~150℃	5.08	19.42	5.10	19.83	0.02	1.2	5.17	20.00	5.12	20.17	-0.05	1.2	5.01	20.12	5.07	20.11	0.06	1.2	0.16	1.2
150~180℃	4.95	24.37	4.93	24.76	-0.02	1.2	4.56	24.56	4.71	24.89	0.15	1.2	4.64	24.76	4.99	25.10	0.35	1.2	0.43	1.2
180~200℃	2.97	27.34	2.88	27.64	-0.09	1.2	3.01	27.57	2.87	27.75	-0.14	1.2	3.19	27.96	2.97	28.06	-0.22	1.2	0.32	1.2
200~230℃	3.86	31.20	3.68	31.32	-0.18	1.4	4.44	32.01	4.60	32.35	0.16	1.4	4.18	32.14	4.15	32.22	-0.03	1.4	0.92	1.4
230~250℃	3.23	34.43	3.26	34.58	0.03	1.4	3.14	35.15	3.12	35.47	-0.02	1.4	3.21	35.35	3.09	35.30	-0.12	1.4	0.17	1.4
250~275℃	4.26	38.69	4.35	38.93	0.09	1.4	4.25	39.40	4.28	39.74	0.03	1.4	4.11	39.46	4.20	39.50	0.09	1.4	0.24	1.4
275~300℃	4.67	43.36	4.56	43.49	-0.11	1.4	4.23	43.63	4.33	44.08	0.10	1.4	4.54	44.00	4.33	43.83	-0.21	1.4	0.44	1.4
300~320℃	3.25	46.61	3.30	46.79	0.05	1.4	3.45	47.08	3.46	47.54	0.01	1.4	3.46	47.46	3.60	47.43	0.14	1.4	0.35	1.4
320~350℃	4.91	51.52	4.72	51.51	-0.19	1.4	4.95	52.03	4.84	52.38	-0.11	1.4	4.77	52.24	4.95	52.37	0.18	1.4	0.23	1.4
350~395℃	3.77	55.29	4.77	56.28	1.00	1.4	2.64	54.67	2.87	55.25	0.23	1.4	2.35	54.58	2.20	54.57	-0.15	1.4	2.57	2.7
395~425℃	5.93	61.22	4.75	61.03	-1.18	1.4	6.93	61.60	6.33	61.58	-0.60	1.4	6.32	60.91	6.34	60.91	0.02	1.4	2.18	2.7
425~460℃	5.73	66.95	5.45	66.48	-0.28	1.4	5.96	67.56	6.61	68.19	0.65	1.4	6.42	67.33	6.61	67.52	0.19	1.4	1.16	2.4
460~480℃	2.52	69.47	2.86	69.34	0.34	1.4	2.33	69.89	2.17	70.36	-0.16	1.4	2.70	70.03	2.29	69.81	-0.41	1.4	0.69	1.4
480~500℃	1.78	71.25	2.39	71.73	0.61	1.4	1.90	71.79	1.39	71.74	-0.51	1.4	1.73	71.75	1.63	71.44	-0.10	1.4	1.00	1.4
500~530℃	3.80	75.05	3.26	74.99	-0.54	1.4	3.54	75.32	4.20	75.94	0.66	1.4	3.22	74.97	4.42	75.86	1.20	1.4	1.20	1.4
530~560℃	3.20	78.25	3.14	78.13	-0.06	1.4	3.58	78.90	2.95	78.88	-0.63	1.4	3.80	78.77	2.77	78.63	-1.03	1.4	1.03	1.4
减渣	21.56	99.81	21.49	99.62	-0.07	1.4	21.00	99.90	20.97	99.85	-0.03	1.4	21.03	99.80	21.20	99.83	0.17	1.4	0.59	1.4

2.3 再现性的考察

用这三台仪器和英国Intertek实验室使用同一种原油，在相同的温度切割下，得出的馏分收率数据，对于全馏分实沸点蒸馏收率数据国际上没有一致的再现性标准，我们仍旧用英国Intertek实验室结合国标标准中的再现性标准和拓扑近红外中的相关

研究制定的再现性指标，表2列出了采用1号、2号、3号仪器与英国Intertek实验室蒸馏同一种原油的试验结果。

从对比数据和极差折线图3可以看出，这三台仪器和英国Intertek实验室得到的数据吻合性很好，能够满足再现性要求。

表2 采用1号、2号、3号仪器与英国Intertek实验室蒸馏同一种原油的试验结果 单位: % (m/m)

原油B	1号仪器		2号仪器		3号仪器		Intertek实验室		馏分收率极差值	再现性要求
	馏分收率	馏分收率	馏分收率	馏分收率	馏分收率	累计收率	馏分收率	累计收率		
气体	0.56	0.56	0.73	0.73	0.61	0.61	0.45	0.45	0.28	1.2
初馏~70℃	0.86	1.42	1.01	1.74	0.92	1.53	1.47	1.92	0.61	1.2
70~100℃	1.87	3.29	2.03	3.77	1.79	3.32	1.70	3.62	0.33	1.2
100~125℃	1.92	5.21	2.21	5.98	2.28	5.60	2.29	5.91	0.37	1.2
125~150℃	2.64	7.85	2.45	8.43	2.47	8.07	1.86	7.77	0.78	1.2
150~175℃	2.62	10.47	2.88	11.31	2.77	10.84	2.79	10.56	0.26	1.2
175~200℃	3.35	13.82	2.63	13.94	3.1	13.94	2.65	13.21	0.72	1.2
200~225℃	3.41	17.23	2.94	16.88	2.68	16.62	3.51	16.72	0.83	1.2
225~250℃	3.73	20.96	3.74	20.62	3.47	20.09	3.75	20.47	0.28	1.4
250~275℃	4.17	25.13	4.19	24.81	3.99	24.08	4.01	24.48	0.20	1.4
275~300℃	3.76	28.89	3.97	28.78	4.59	28.67	4.25	28.73	0.83	1.4
300~325℃	4.31	33.20	4.73	33.51	4.43	33.1	4.65	33.38	0.42	1.4
325~343℃	3.76	36.96	3.35	36.86	3.27	36.37	2.76	36.14	1.00	1.4
343~390℃	7.83	44.79	7.69	44.55	7.82	44.19	7.21	43.35	0.62	2.7
390~415℃	3.85	48.64	3.76	48.31	3.93	48.12	3.86	47.21	0.17	2.7
415~440℃	3.92	52.56	3.85	52.16	3.97	52.09	3.87	51.08	0.12	2.4
440~465℃	4.29	56.85	4.30	56.46	4.26	56.35	3.87	54.95	0.43	2.4
465~490℃	4.62	61.47	5.07	61.53	4.70	61.05	3.87	58.82	1.20	1.4
490~515℃	3.66	65.13	3.65	65.18	3.68	64.73	3.89	62.71	0.24	1.4
515~540℃	3.04	68.17	2.92	68.10	3.29	68.02	3.69	66.40	0.77	1.4
540~565℃	3.02	71.19	2.91	71.01	3.06	71.08	3.51	69.91	0.60	1.4
减渣	28.81	100	28.99	100	28.92	100	30.09	100	1.28	1.4

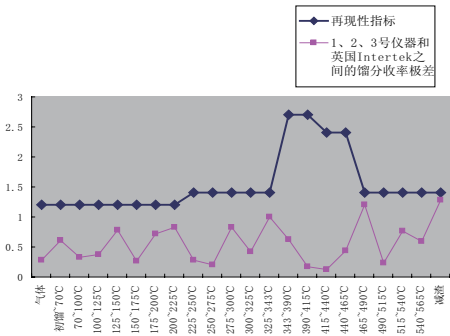


图3 1、2、3仪器和英国Intertek之间测定数据极差折线图

2.4 影响因素

实沸点蒸馏操作周期长，控制条件较多，且在

蒸馏过程中还需根据实际情况进行调整，应该制定实沸点蒸馏操作规范，来加强蒸馏操作的合理性，增加蒸馏操作的可控性和一致性，减少人为因素的影响，提高实沸点蒸馏结果的准确性，如蒸馏过程的温度控制、压力控制、流速控制等等，而德国Rofa公司生产的Eurodist全自动实沸点蒸馏仪，通过软件将温度、压力、流速、加热速度等一些影响因素有机的结合起来，相互制约，减少人为调整的影响，达到平稳蒸馏的目的。

2.5 实际应用情况

1号仪器是2005年购置的，通过5年的运行，完
 (下转第66页)



# 陕西华源矿业寻求浸出槽防腐的解决方案

陕西华源矿业有限责任公司现面向社会寻求浸出槽防腐的解决方案。

后附为槽内介质工况，请根据我们的工况条件提出液体接触部位的搅拌主轴防腐，桨叶及轮毂的防腐，材料要同时考虑耐磨性与防腐性。

## 浸出槽工况参数

浸出槽规格：Φ9000×10000mm，主体材质砵/FRP/砖。

浸出槽搅拌装置：

(1) 电机型号：Y2 315L1-4V1，功率160kW，电压380V，电流284.2A，转速1485r/min。

(2) 减速机型号：LSY1050，硬齿面减速机，速比：45.4，输出转速：33r/min。

(3) 叶轮直径Φ3500mm，双层叶轮，每层三片桨叶，轮毂每层一个，并含防脱夹套及轴端挡板，轴径Φ200（下叶轮处）——Φ205（上叶轮处），轴长7850mm。

(4) 搅拌机型号LFSY920-B-Ⅱ，转速：33r/min。

(5) 浸出槽介质条件：

矿浆温度90℃，矿浆浓度50%，固体粒度-200目60%，粗粒级1-2mm，矿浆含H<sup>+</sup>浓度1-2N，含Cl<sup>-</sup>≤1.8g/L、含F<sup>-</sup>≤19.4g/L，要求桨叶耐腐，耐磨性能好。

公司现有使用的叶片为316L不锈钢，使用周期一般在一个月。相关资料照片详见中国工业防腐蚀技术协会网站（www.ciata.org.cn）。

## 联系方式：

陕西华源矿业有限责任公司物资供应部

电话：0914-6665313

王荣涛（13991483719）

传真：0914-6665358

（上接第41页）

成了包括科威特、俄油、南巴等60余个原油的切割和评价；2、3号仪器是2010年购置的，已经完成了包括龙卡多、恩菲尔德、拉比等10余个原油的切割和评价。其数据均已录入到中国石油原油评价数据库中，并进行资源共享。

## 3 原油腐蚀性快速评价

针对原油的腐蚀性问题，在原油评价中对原油切割前主要定量分析原油的硫含量、盐含量、酸值，其中对于硫含量和酸值可通过近红外光谱进行快速定量分析，快速评价出原油的硫含量和酸值，为炼油装置原油加工方案的制定提供依据，上扎库姆原油的试验结果见表3。

表3 上扎库姆原油的试验结果

项目	值	项目	值
API°	33.9	密度(20℃)kg/m <sup>3</sup>	851.3
硫含量,%(m/m)	1.97	倾点,℃	-32.4
氮含量,%(m/m)	0.08	酸值,mgKOH/g	0.05

上扎库姆原油快速评价近红外光谱图见图4。图4

中以上扎库姆原油快速评价近红外光谱图为例说明快速评价在原油主要性质评价中的应用。

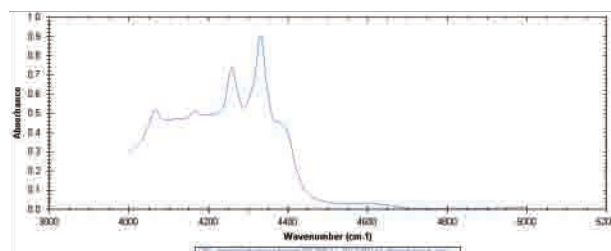


图4 原油快速评价近红外光谱图

## 4 结论

通过对该仪器的收率、重复性、再现性的考察，该仪器能够满足ASTM D2892和ASTM D5236标准，并且自动化程度高，操作方便。

## 参考文献

- [1] ASTM D 2892-01 Distillation of Crude Petroleum (15-Theoretical Plate Column).
- [2] ASTM D 5236-03 Standard Test Method for Distillation of Heavy Hydrocarbon Mixtures (Vacuum Potstill Method)