

ICS 75.020

中国节能减排支撑网 www.jnjpzg.com

E 02

备案号: 11588—2003

SY

中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 6066—2003

代替 SY/T 6066—94

原油长输管道系统能耗测试和 计算方法

**The method of energy consumption test and calculation
for crude oil pipeline transport system**

2003 - 03 - 18 发布

2003 - 08 - 01 实施

国家经济贸易委员会 发 布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 测前准备	2
5 测试要求	2
6 测试参数及仪器设备	2
7 测试计算方法	3
8 主要耗能设备效率测试	7
9 测试报告的编写	7

SY/T 6066—2003

前 言

本标准是对 SY/T 6066—94《原油输送管道系统效率测试方法》的修订，标准编写要求及格式是按照 GB/T 1.1—2000 的规定进行的。本标准与 SY/T 6066—94 相比，主要变化如下：

- a) 本标准不再对原油长输管道系统能源利用率进行统计计算。
- b) 本标准对输油泵效率测定不再采用温差法。
- c) 本标准将节流损失在原油长输管道系统能源利用率的测试计算中已考虑。

本标准从生效之日起，同时代替 SY/T 6066—94。

本标准由石油工业节能专业标准化技术委员会提出并归口。

本标准负责起草单位：中国石油天然气股份有限公司管道分公司运销处。

本标准参加单位：中国石油集团公司管道节能监测中心、大庆石油学院。

本标准主要起草人：闫宝东、姜保良、吴照云、折恕安、王春荣、许铁、李建良。

原油长输管道系统能耗测试和计算方法

1 范围

本标准规定了原油长输管道系统能耗测试和计算方法。

本标准适用于原油长输管道系统。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 1884—2000 石油和液体石油产品密度测定法（密度计法）

GB/T 3216—1989 离心泵、混流泵、轴流泵和旋涡泵试验方法

GB/T 4756—1998 石油液体手工取样法

GB/T 8929—1988 原油水含量测定法（蒸馏法）

GB/T 9109.5—1988 原油动态计量 油量计量

GB 10180—1988 工业锅炉热工试验

GB 12497—1995 三相异步电动机经济运行

SY/T 0520—93 原油粘度测定 旋转粘度计平衡法

SY/T 5669—93 石油及液体石油产品立式金属油罐交接计量规程

SY/T 6381—1998 加热炉热工测定

SY/T 7517—94 原油比热容测定 绝热量热法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

输油站能源效率 energy efficiency of crude oil transport station

输油站提供给输油干线（站间干线）的能量与该站直接用于输油生产的能源消耗量比值的百分数。

3.2

输油站平均能源效率 average energy efficiency of crude oil transport station

各输油站提供给输油干线（站间干线）的能量之和与各站直接用于生产的能源消耗量之和比值的百分数。

3.3

输油管道传输效率 transmission efficiency of crude oil pipeline transport

站间输油干线原油输出的能量与输入能量之比的百分数。

3.4

输油管道平均传输效率 average transmission efficiency of crude oil pipeline transport

各站间输油干线原油输出能量之和与输入能量之和比值的百分数。

SY/T 6066—2003

3.5

输油站电能利用率 power utilization efficiency of crude oil transportation station
站间输油干线从输油站获得的压力能与该站直接用于生产消耗电能比值的百分数。

3.6

原油长输管道电能利用率 power utilization efficiency of crude oil transportation pipeline
各站间输油干线的从各输油站获得的压力能之和与各输油站直接用于生产消耗电能之和比值的百分数。

3.7

输油站热能利用率 thermal utilization efficiency of crude oil transportation station
输油站加热干线介质的能量与该站加热干线介质所消耗的能量比值的百分数。

3.8

原油长输管道热能利用率 thermal utilization efficiency of crude oil transportation pipeline
各输油站加热干线介质的能量之和与各输油站加热干线介质所消耗的能量之和比值的百分数。

3.9

万吨千米耗油量 fuels oil (gas) consumption of ten kilotons multiply a kilometer
输送原油每万吨千米所消耗的燃料油量, $\text{kg}/(10^4\text{t}\cdot\text{km})$ 。

3.10

万吨千米耗电量 consumption electric power of ten kilotons multiply a kilometer
输送原油每万吨千米所消耗的电能, $\text{kW}\cdot\text{h}/(10^4\text{t}\cdot\text{km})$ 。

3.11

万吨千米综合单耗(标煤)量 unit consumption of ten kilotons multiply a kilometer
输送原油每万吨千米所消耗的各种能源折合的标煤量, $\text{kg}(\text{标煤})/(10^4\text{t}\cdot\text{km})$ 。

4 测前准备

- 4.1 确定测试对象,对耗能设备进行调查,填写耗能设备调查表。
- 4.2 对重点耗能设备根据能源消耗、构成,确定测试重点。
- 4.3 制定测试方案,明确测试岗位,测试前将测试方案提交输油处调度部门。
- 4.4 配齐经检定合格的测试用设备、仪表、计量器具。

5 测试要求

- 5.1 正式测试应在原油长输管道热工况稳定 2h 后进行。
- 5.2 测试期间,输油干线压力波动在 $\pm 5\%$, 温度波动在 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ 以内。
- 5.3 对于一个设备,各种参数测试应在同一时间进行,相同性质点测取数据的测试时间间隔应一样,一般间隔时间不少于 30min,测试时间不少于 4h。
- 5.4 系统测试时间不少于 24h。

6 测试参数及仪器设备

6.1 输油量

油罐计量:按 SY/T 5669—93 执行;

流量计计量:采用站内已设流量计,站内未设置流量计时,可采用便携式超声波流量计,流量准确度要求、测试方法按 GB/T 9109.5—1998 执行。

6.2 耗电量

按 GB 12497—1995 执行。

6.3 燃料油消耗量

燃料油密度测定按 GB/T 1884—2000 执行，含水测定按 GB/T 8929—1998 执行；液体燃料采用精度不低于 0.5 级的流量计。

6.4 原油、燃料油取样

按 GB/T 4756—1998 执行。

6.5 输油站进、出站温度

站的各点温度采用分度值为 0.1℃ 的温度计进行测量。

6.6 压力

输油站进、出站和输油泵进、出口的汇管处压力：采用不低于 1.5 级的压力表测量。

6.7 地温

地温采用精度不低于 1.5 级的地温仪测量。

6.8 环境温度

采用分度值为 0.1℃ 的玻璃水银温度计进行测量。

6.9 原油含水率

按 GB/T 8929—1988 执行。

6.10 原油密度测定

按 GB/T 1884—2000 执行。

6.11 原油粘度测定

按 SY/T 0520—93 执行。

6.12 原油定压比热测定

采用量热仪测定时，按 SY/T 7517 执行；不具备实测条件时，用式 (1) 计算：

$$c_p = \frac{4.1868}{\sqrt{\rho_{15}/1000}} (0.403 + 0.00081t) \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

c_p ——等压比热容，单位为千焦每千克摄氏度 [kJ/(kg·℃)]；

ρ_{15} ——15℃ 原油密度，单位为千克每立方米 (kg/m³)；

t ——输油管道原油温度，单位为摄氏度 (℃)。

7 测试计算方法**7.1 计算参数基准**

基准温度：0℃；基准压力：0MPa；燃料发热值：燃料应用基低位发热值。

7.2 输油站能源效率的计算**7.2.1 输油站能源效率计算公式**

$$\eta_s = \frac{Q_{sc}}{Q_{sc}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

η_s ——输油站能源效率；

Q_{sc} ——输油站提供给输油干线的能量，单位为千焦每小时 (kJ/h)；

Q_{sc} ——输油站消耗的能量，单位为千焦每小时 (kJ/h)。

SY/T 6066—2003

$$Q_{sc} = [G_{out} \cdot c_{tout}(t_{out} - t_0) - G_{in} \cdot c_{tin}(t_{in} - t_0)] + [G_{out} \cdot (p_{out} - p_0)/\rho_{out} - G_{in} \cdot (p_{in} - p_0)/\rho_{in}] \times 10^3 \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$Q_{sc} = B \cdot Q_{dw} + W \cdot R_1 \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

- G_{out} ——输油站输出原油量, 单位为千克每小时 (kg/h);
- c_{tout} ——输油站原油出站温度下的定压比热容, 单位为千焦每千克摄氏度 [$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$];
- t_{out} ——输油站原油出站温度, 单位为摄氏度 ($^\circ\text{C}$);
- G_{in} ——输油站输入原油量, 单位为千克每小时 (kg/h);
- c_{tin} ——输油站原油进站温度下的定压比热容, 单位为千焦每千克摄氏度 [$\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$];
- t_{in} ——输油站原油进站温度, 单位为摄氏度 ($^\circ\text{C}$);
- p_{out} ——输油站原油出站压力, 单位为兆帕 (MPa);
- ρ_{out} ——输油站原油出站温度下的密度, 单位为千克每立方米 (kg/m^3);
- p_{in} ——输油站原油进站压力, 单位为兆帕 (MPa);
- ρ_{in} ——输油站原油进站温度下的密度, 单位为千克每立方米 (kg/m^3);
- B ——输油站用于输油生产的燃料消耗量, 单位为千克每小时 (kg/h);
- Q_{dw} ——输油站燃料应用基低位发热值, 单位为千焦每千克 (kJ/kg);
- W ——输油站直接用于输油生产的耗电量, 单位为千瓦时每小时 ($\text{kW} \cdot \text{h}/\text{h}$);
- R_1 ——电能折算系数 (等价热值), 取 $11840 \text{ kJ}/(\text{kW} \cdot \text{h})$;
- p_0 ——基准压力, 单位为兆帕 (MPa);
- t_0 ——基准温度, 单位为摄氏度 ($^\circ\text{C}$)。

7.2.2 输油站平均能源效率计算公式

$$\eta_{as} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{sei}}{\sum_{i=1}^n Q_{sci}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

- η_{as} ——输油站平均能源效率;
- n ——系统内输油站个数, 单位为座。
- Q_{sei} ——系统内某输油站提供给某输油干线的能量, 单位为千焦每小时 (kJ/h);
- Q_{sci} ——系统内某输油站的耗能量, 单位为千焦每小时 (kJ/h)。

7.3 输油管道传输效率的计算

7.3.1 输油管道传输效率的计算公式

$$\eta_l = \frac{Q''_{sc}}{Q'_{sc}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中:

- η_l ——输油管道传输效率;
- Q''_{sc} ——该站间干线原油带入下站的能量, 单位为千焦每小时 (kJ/h);
- Q'_{sc} ——该站间干线原油从上站带出的能量, 单位为千焦每小时 (kJ/h)。

$$Q''_{se} = G''_{in} \cdot c''_{tin} \cdot (t''_{in} - t_0) + G''_{in} \cdot (p''_{in} - p_0) / \rho''_{in} \times 10^3 \quad \dots\dots\dots (7)$$

$$Q'_{se} = G'_{out} \cdot c'_{tout} \cdot (t'_{out} - t_0) + G'_{out} \cdot (p'_{out} - p_0) / \rho'_{out} \times 10^3 \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

G''_{in} ——该站间干线输出原油量,单位为千克每小时(kg/h);

c''_{tin} ——该站间干线原油输出温度下的定压比热容,单位为千焦每千克摄氏度[kJ/(kg·℃)];

t''_{in} ——该站间干线原油输出温度,单位为摄氏度(℃);

p''_{in} ——该站间干线输出原油进站压力,单位为兆帕(MPa);

ρ''_{in} ——该站间干线原油输出温度下的密度,单位为千克每立方米(kg/m³);

G'_{out} ——该站间干线输入原油量,单位为千克每小时(kg/h)。

c'_{tout} ——该站间干线原油在输入温度下的定压比热容,单位为千焦每千克摄氏度[kJ/(kg·℃)]。

t'_{out} ——该站间干线原油输入温度,单位为摄氏度(℃)。

p'_{out} ——该站间干线原油输入压力,单位为兆帕(MPa);

ρ'_{out} ——该站间干线原油输入温度下的密度,单位为千克每立方米(kg/m³)。

7.3.2 输油管道平均传输效率计算公式

$$\eta_{al} = \frac{\sum_{i=1}^n Q''_{sei}}{\sum_{i=1}^n Q'_{sei}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中:

η_{al} ——输油管道平均传输效率;

Q''_{sei} ——某站间干线原油输出能量,单位为千焦每小时(kJ/h);

Q'_{sei} ——某站间干线原油输入能量,单位为千焦每小时(kJ/h)。

7.4 原油长输管道电能利用率和输油站电能利用率的计算

7.4.1 输油站电能利用率的计算

$$\eta_w = \frac{W_{se}}{W \cdot R_2} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中:

η_w ——输油站电能利用率;

W_{se} ——输油站提供给站间干线的有效压能,单位为千焦每小时(kJ/h);

R_2 ——电能折算系数,取3600kJ/(kW·h)。

$$W_{se} = [G_{out} \cdot (p_{out} - p_0) / \rho_{out} - G_{in} \cdot (p_{in} - p_0) / \rho_{in}] \times 10^3 \quad \dots\dots\dots (11)$$

7.4.2 原油长输管道电能利用率的计算

$$\eta_{sw} = \frac{\sum_{i=1}^n W_{sei}}{\sum_{i=1}^n W_i \times R_2} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中:

SY/T 6066—2003

η_{sw} ——全线电能利用率;

W_{sei} ——输油干线从输油站获得的压力能, 单位为千焦每小时 (kJ/h);

W_i ——某输油站输油生产耗电量, 单位为千瓦时每小时 (kW·h/h)。

7.5 原油长输管道热能利用率和输油站热能利用率的计算

7.5.1 输油站热能利用率的计算

$$\eta_{sh} = \frac{Q_{seh}}{Q_{sch}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (13)$$

式中:

η_{sh} ——输油站热能利用率;

Q_{seh} ——输油站加热干线介质所用的能量, 单位为千焦每小时 (kJ/h);

Q_{sch} ——输油站加热干线介质所消耗的能量, 单位为千焦每小时 (kJ/h)。

$$Q_{seh} = G_{out} \cdot c_{tout} \cdot (t_{out} - t_0) - G_{in} \cdot c_{tin} \cdot (t_{in} - t_0) \quad \dots\dots\dots (14)$$

$$Q_{sch} = Q_1 + Q_p \quad \dots\dots\dots (15)$$

式中:

Q_1 ——加热炉、锅炉所消耗的能量, kJ/h;

Q_p ——输油泵功率损失转换的热量, kJ/h。

$$Q_1 = B \cdot Q_{dw} \quad \dots\dots\dots (16)$$

$$Q_p = G_p \cdot (t_{pout} - t_{pin}) \cdot c_t \quad \dots\dots\dots (17)$$

式中:

G_p ——输油泵流量, 单位为千克每小时 (kg/h);

t_{pout} ——输油泵原油出口温度, 单位为摄氏度 (°C);

t_{pin} ——输油泵原油进口温度, 单位为摄氏度 (°C);

c_t ——输油泵原油进、出口平均温度下的定压比热容, 单位为千焦每千克摄氏度 [kJ/(kg·°C)]。

7.5.2 原油长输管道热能利用率的计算

$$\eta_{syh} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_{sehi}}{\sum_{i=1}^n Q_{schi}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (18)$$

式中:

η_{syh} ——原油长输管道热能利用率;

Q_{sehi} ——某输油站加热干线介质所用的能量, 单位为千焦每小时 (kJ/h);

Q_{schi} ——某输油站加热干线介质所消耗的热量, 单位为千焦每小时 (kJ/h)。

7.6 原油长输管道系统单耗的计算

7.6.1 万吨千米所耗燃油油量

$$M_o = \frac{\sum_{i=1}^n B_i}{W_t} \quad \dots\dots\dots (19)$$

式中:

M_o ——万吨千米所耗燃料油量，单位为千克每万吨千米 $[\text{kg}/(10^4\text{t}\cdot\text{km})]$ ；

B_i ——某输油站用于生产的燃料消耗量，单位为千克每小时 (kg/h) ；

W_t ——万吨千米量，单位为万吨千米每小时 $(10^4\text{t}\cdot\text{km}/\text{h})$ 。

$$W_t = \sum_{i=1}^n G_{\text{out}i} \times L_i / 10^7 \quad \dots\dots\dots (20)$$

式中：

$G_{\text{out}i}$ ——某输油站输出原油量，单位为千克每小时 (kg/h) ；

L_i ——某输油站间输油干线长度，单位为米 (m) 。

7.6.2 万吨千米耗电量

$$M_w = \frac{\sum_{i=1}^n W_i}{W_t} \quad \dots\dots\dots (21)$$

式中：

M_w ——万吨千米耗电量，单位为千瓦时每万吨千米 $[\text{kW}\cdot\text{h}/(10^4\text{t}\cdot\text{km})]$ ；

W_i ——某输油站直接用于输油生产的耗电量，单位为千瓦时每小时 $(\text{kW}\cdot\text{h}/\text{h})$ 。

7.6.3 万吨千米综合单耗

$$M_e = 1.4286M_o + 0.4040M_w \quad \dots\dots\dots (22)$$

式中：

M_e ——万吨千米综合单耗，单位为千克每万吨千米 $[\text{kg}/(10^4\text{t}\cdot\text{km})]$ 。

8 主要耗能设备效率测试

8.1 输油泵效率按 GB/T 3216—1989 进行测试。

8.2 加热炉、锅炉按 SY/T 6381—1998、GB 10180—1988 进行测试。

9 测试报告的编写

9.1 前言

测试项目，测试地点（被测单位），测试时间，测试单位，测试人员，测试负责人，报告编写人，报告校对（人）（签字），报告审核人（签字），报告批准人（签字）。

9.2 正文

9.2.1 测试目的和要求。

9.2.2 测试概况：说明测试日期、测试工况及设备运行工况等。

9.2.3 测试依据。

9.2.4 测试用仪器仪表说明：对测试用仪器仪表名称、型号、准确度等级、测量范围等列表说明。

9.2.5 测试结果。

9.2.6 测试结果分析：根据测试结果，对系统用能情况进行分析，找出影响系统效率的主要原因，提出改进措施。