



工业燃油设计资料



轻工业部第一设计院

一九七三年十二月

目 录

前 言	5
一、燃料油的应用	6
二、重油的性质	7
(一) 重油产品规格	7
1、重柴油	7
2、重油	8
3、国内主要炼油厂重油产品规格	9
4、一些国家重油产品规格	13
(二) 重油的性质	14
三、重油的运输及卸油系统	31
(一) 铁路油槽车的卸油流程	31
1、铁路油槽车车型	31
2、槽车加热	32
3、卸油方式	35
4、卸油时间及管径计算	40
(二) 汽车油槽车卸油流程	42
(三) 内河及海上油槽船卸油	43
(四) 直接管线输送	44
四、重油贮存设备	44

(一) 貯油罐	4 4
1、油罐的种类	4 4
2、油罐的容量	4 5
3、油罐的数量	4 7
(二) 貯油罐布置	4 7
(三) 貯油罐的加热、保温和脱水	4 9
1、貯油罐的加热	4 9
2、油的脱水	5 2
3、油罐的保温	5 3
(四) 油罐热力计算	5 4
1、油品加热所需的总热量	5 4
2、油罐加热面积	5 8
3、加热蒸汽消耗量	5 9
(五) 油罐循环加热	6 8
1、循环加热原理	6 8
2、计算方法	6 9
(六) 油罐附件	7 4
1、油罐附件布置示意图	7 4
2、油罐附件的用途及布置原则	7 5
(七) 油罐的安全防火要求	7 7
(八) 油罐的主要形式和规格	7 9

五、供油系统	8 6
(一) 供油系统示意图	8 6
(二) 管线敷设和保温	9 0
1、管线敷设	9 0
2、管线的保温	9 1
(三) 重油管道的水力计算	9 4
1、管径选择	9 4
2、管道压力损失	9 5
(四) 管线热补偿	1 1 3
1、管道热补偿量计算	1 1 3
2、Ⅱ型补偿类型	1 1 3
3、Ⅰ型补偿器计算	1 1 6
4、Z型补偿器计算	1 1 7
(五) 扫线和暖管	1 1 8
六、燃油系统的附属设备	1 2 0
(一) 油泵的选择	1 2 0
(二) 离心泵特性曲线的换算	1 2 3
1、求雷诺数方法	1 2 3
2、输送粘性液体时离心泵特性换算图	1 2 6
(三) 燃料油加热器	1 3 0
1、燃料油加热器形式	1 3 0

2、燃料油加热器计算	14
(四) 燃料油过滤器	14
(五) 稳压罐	14
七、重油的燃烧	14
(一) 燃烧计算	14
1、燃料的发热量	14
2、燃烧所需的理论空气量	145
3、烟气量计算	144
4、理论燃烧温度的计算	147
5、烟气的露点	150
6、燃烧工况的调节	150
7、燃料消耗量计算	151
(二) 重油的燃烧设备	152
1、油燃烧器	152
2、油喷嘴的选择和布置	161
3、油喷嘴的设计	162
4、油燃烧的点火	174
八、油系统的测量仪表和自动控制装置	174
(一) 测量仪表和信号装置	174
(二) 油系统的自动控制装置	175
(三) 燃油锅炉的自动控制装置	177
主要参考资料	178

前 言

~~~~~

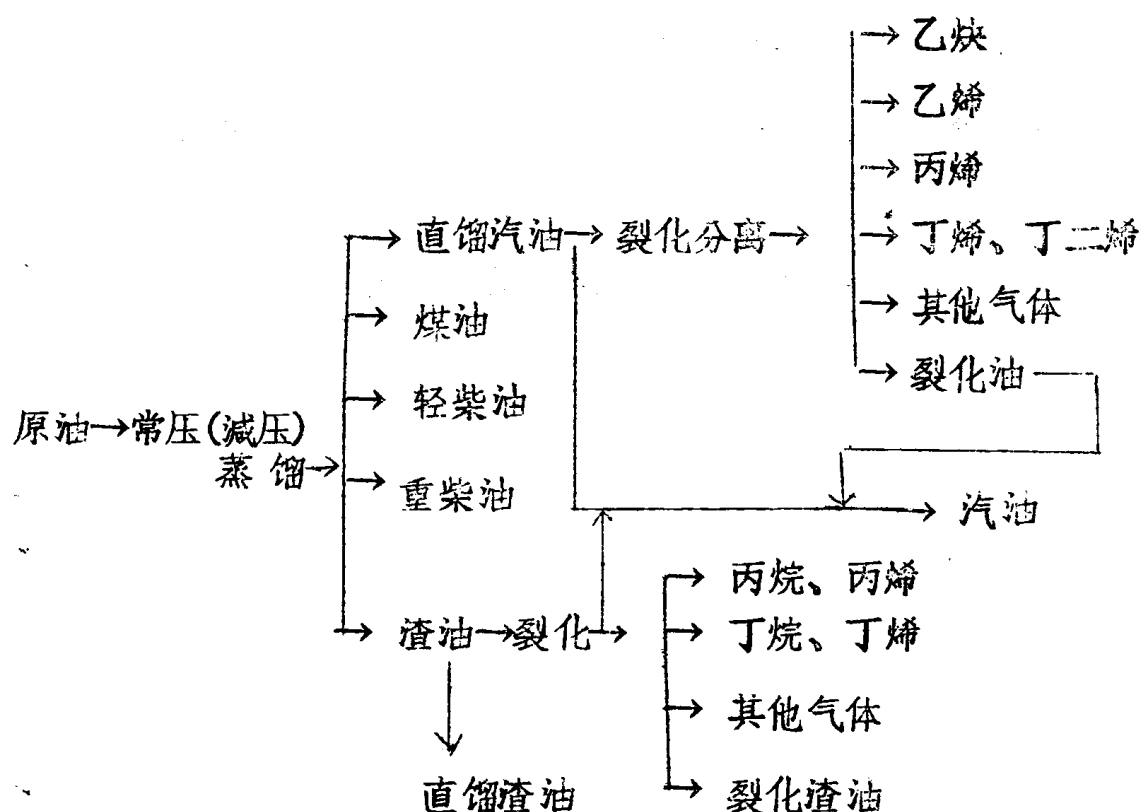
随着我国石油工业迅速发展,几年来,工厂企业和设计部门在采用液体燃料的燃烧和改进烧油技术方面,取得一定成绩,积累了大量经验。为了满足基本建设、设计和生产需要,我院油化室热力组收集了目前设计工作中常用的一些资料,编纂了这本设计参考资料。

本资料的主要内容有:重油性质、重油的运输及卸油、重油贮存设备、供油系统、燃油系统的附属设备、重油的燃烧、油系统的测量仪表等。着重介绍重油的性质,设备选择的原则和计算方法。对于轻油系统,我们还没有收集进来。

由于编制时间仓促,水平有限,如有错误,请批评指正。

## 一、燃料油的应用

燃料油分轻质燃料油和重质燃料油二种。工业用燃料油常为重质燃料油（又称重油或渣油）。它是石油、油母页岩或煤制石油中经提炼轻质油馏分后所剩下的残留油。随炼制方法不同又分直馏渣油和裂化渣油。原油加热后在分馏塔内将沸点低于  $360^{\circ}\text{C}$  左右的组分蒸出后剩下的产品称直馏渣油。直馏渣油再进行裂化剩下的产品称裂油。产品加工概况如下：



燃料油具有热值高、灰份少、热效率高，液体便于输送和储存，节约投资，节省劳动力，操作简便，改善劳动条件等优点，可以应用于不同类型的加热炉、窑炉、煨烧炉、烘干炉、气炉……等。所以国外早已

广泛用它来代替固体燃料。近来各国煤的消耗量比重逐渐下降。重油。天然气的消耗量在逐渐增加。如美国 1969 年石油和天然气的消耗占燃料 72%；西德石油和天然气的消耗占燃料 65%；苏联石油和天然气的消耗占燃料 57%；日本预计 1975 年石油的消耗量将占燃料 91%。

我国天然石油和油母页岩的蕴藏量极为丰富。地区分布也很广泛。随着石油工业的迅速发展，为我国工业采用重油为燃料提供了条件。

目前。东北、北京、上海等地已有很多各种不同类型的工业炉，以重油作为燃料，积累了丰富的烧油经验，取得了很大的成绩。估计今后工业炉将会有越来越多地使用重质液体燃料。

## 二、重油的性质

### (一) 重油产品规格：

#### 1、重柴油：(GB 445—64)

| 项 目                  | 质量指标   |        | 试验方法     |
|----------------------|--------|--------|----------|
|                      | RC3-10 | RC3-20 |          |
| 运动粘度 (50°C), 厘沱, 不大于 | 13.5   | 20.5   | GB265-64 |
| 残炭, % 不大于            | 0.5    | 0.5    | GB268-64 |
| 灰份, % 不大于            | 0.04   | 0.06   | GB508-65 |
| 硫含量, % 不大于           | 0.5    | 0.5    | GB387-64 |
| 水溶性酸或碱               | 无      | 无      | GB259-64 |
| 机械杂质, % 不大于          | 0.1    | 0.1    | GB511-65 |
| 水份, % 不大于            | 0.5    | 1.0    | GB260-64 |
| 闪点 (闭口), °C 不低于      | 65     | 65     | GB261-64 |
| 凝点, °C 不高于           | 10     | 20     | GB510-65 |

本标准适用于天然石油炼制得到的重柴油。按质量分为 10 和 20 二个牌号, 其代号分别为 RC3-10 和 RC3-20。

2、重油: (石油部标准, SYB 1091-60)

| 项 目             | 质量指标 |      |      |         | 试验方法     |
|-----------------|------|------|------|---------|----------|
|                 | 20   | 60   | 100  | 200     |          |
| 恩氏粘度, °E        |      |      |      |         | GB266-64 |
| 80°C 不大于        | 5.0  | 11.0 | 15.5 | —       |          |
| 100°C 不大于       | —    | —    | —    | 5.5~9.5 |          |
| 闪点 (开口), °C 不低于 | 80   | 100  | 120  | 130     | GB267-64 |
| 凝点, °C 不高于      | 15   | 20   | 25   | 36      | GB510-65 |
| 灰份, % 不大于       | 0.3  | 0.3  | 0.3  | 0.3     | GB508-65 |
| 水份, % 不大于       | 1.0  | 1.5  | 2.0  | 2.0     | GB260-64 |
| 硫份, % 不大于       | 1.0  | 1.5  | 2.0  | 3.0     | GB387-64 |
| 机械杂质, % 不大于     | 1.5  | 2.0  | 2.5  | 2.5     | GB511-65 |

本标准适用于锅炉或冶金工业及其他工业炉用燃料。本产品按：  
80℃时运动粘度分为20，60，100，200等4个牌号。

20号用在较小喷嘴的燃烧炉上（30公斤/时以下）；

60号用在中等喷嘴的船用蒸汽锅炉或工业用炉上；

100号用在大型喷嘴的陆用炉或具有预热设备的炉上；

200号用在与石油厂有直接管线送油的具有大型喷嘴的炉上。

### 3. 国内主要炼油厂重油产品规格：

#### (1) 抚顺石油二厂（大庆原油，减压渣油）

| 项 目               | 指 标    |
|-------------------|--------|
| 恩氏粘度，°E 100℃      | 20.083 |
| 比重， $d_{40}^{20}$ | 0.9146 |
| 凝点，℃              | 27     |
| 残炭，%              | 8.44   |
| 发热量，千卡/公斤         | 11000  |

(2) 南京石油化工厂。(减压渣油与裂化渣油混合)

| 项 目                | 指 标        |         |
|--------------------|------------|---------|
|                    | 9 2 3原油    | 大庆原油    |
| 恩氏粘度, °E 100°C 不大于 | 16—24.5    | 5.7—8.7 |
| 闪点(开口), °C 不大于     | 90         | 90      |
| 凝点, °C 不大于         | 25         | 30      |
| 灰份, % 不大于          | 0.03—0.034 | 0.02    |
| 水份, %              | 痕迹         | 痕迹      |
| 硫份, % 不大于          | 0.67—0.82  | 0.34    |
| 机械杂质, % 不大于        | 0.04—0.062 | 0.021   |

(3) 上海炼油厂(大庆原油)

| 项 目                | 指 标                         |                                         |
|--------------------|-----------------------------|-----------------------------------------|
|                    | 250#, 常压塔底油:<br>减压塔底油=3.5:1 | 20# 减压渣油:<br>裂化侧塔油: 酚精制抽出油=49:<br>31:20 |
| 恩氏粘度, °E 100°C 不大于 | 25                          | —                                       |
| °E 80°C 不大于        | —                           | 5                                       |
| 闪点(开口), °C 不低于     | 200                         | 80                                      |
| 凝点, °C 不高于         | 45                          | 15                                      |
| 灰份, % 不大于          | 0.3                         | 0.3                                     |
| 水份, % 不大于          | 2                           | 1                                       |
| 硫份, % 不大于          | 1                           | 1                                       |
| 机械杂质, % 不大于        | 2.5                         | 1.5                                     |

(4) 大连石油七厂 (蒸馏二级减压塔底油)

| 项 目                | 指标 (大庆原油) |
|--------------------|-----------|
| 恩氏粘度, °E 100°C 不大于 | 16.75     |
| 闪点 (开口), °C 不低于    | 333       |
| 凝点, °C 不高于         | 27        |
| 硫份, % 不大于          | 0.16      |
| 灰份, % 不大于          | 0.04      |
| 比重 $d_4^{20}$      | 0.9284    |
| 残炭, % 不大于          | 7.65      |
| 发热量, 千卡/公斤         | 9222      |

(5) 大庆石油化工总厂 (减压渣油与热裂化渣油混合)

| 项 目                | 指标 (大庆原油)     |
|--------------------|---------------|
| 恩氏粘度, °E 100°C 不大于 | 17.45—18.75   |
| 比重, $d_4^{20}$     | 0.925—0.9338  |
| 闪点 (开口), °C 不低于    | 218—349       |
| 灰份, % 不大于          | 0.0092—0.0206 |
| 水份, %              | 无             |
| 硫份, % 不大于          | 0.214—0.303   |
| 机械杂质, % 不大于        | 0.0108        |
| 发热量, 千卡/公斤         | 10010—10030   |

(6) 北京石油化工总厂(减压渣油)

| 项 目                           | 20% 641原油+ 80%<br>大 庆原油 | 大庆原油   |
|-------------------------------|-------------------------|--------|
| 运动粘度 $\gamma_{100}$ , 厘沱, 不大于 | 103                     | 108.5  |
| $\gamma_{80}$ , 厘沱, 不大于       | 229.32                  | —      |
| 比重, $d_{4}^{20}$              | 0.9259                  | 0.9193 |
| 灰份, % 不大于                     | 0.015                   | —      |
| 硫份, % 不大于                     | 0.19                    | —      |
| 残炭, % "                       | 7.8                     | 8.1    |
| 发热量, 千卡/公斤                    | 10030                   | 10056  |

(7) 胜利石油化工总厂(减压渣油: 焦化蜡油=6:4  
减压渣油: 焦化蜡油=8:2)

| 项 目                                                 | 指标(923原油) |
|-----------------------------------------------------|-----------|
| 恩氏粘度, $^{\circ}\text{E}$ 100 $^{\circ}\text{C}$ 不大于 | 5—20      |
| 比重, $d_{4}^{20}$                                    | 0.93—0.96 |
| 闪点(开口), $^{\circ}\text{C}$ 不低于                      | 180—210   |
| 凝点, $^{\circ}\text{C}$ 不高于                          | 25—40     |
| 灰份, % 不大于                                           | 0.01—0.1  |
| 硫份, % 不大于                                           | 0.9—1.2   |
| 含氮, % 不大于                                           | 0.7—0.8   |
| 残炭, % 不大于                                           | 10—14     |
| 机械杂质, % 不大于                                         | 0.1—0.2   |
| 发热量, 千卡/公斤                                          | 9700—9900 |

#### 4、一些国家重油产品规格：

##### (1) 日本重油产品规格：

| 项 目           | 指 标    |
|---------------|--------|
| 粘度, (RW80 °C) | 493    |
| 比重,           | 0.9941 |
| 闪点, °C        | 106    |
| 硫份, %         | 2.48   |
| 灰份, %         | —      |
| 残炭, %         | 11.31  |

注：RW为雷氏粘度。换算方法见重油性质部份

##### (2) 英国重油产品规格：

| 项 目              | 指 标   |
|------------------|-------|
| 粘度 122° F 厘沱, RW | 343   |
| 比重, 60° F        | 0.977 |
| 闪点, °C 最小        | 66    |
| 水份, % 最大         | 1     |
| 残渣, % 最大         | 0.25  |
| 灰份, %            | 0.12  |

##### (3) 苏联重油产品规格：(ГОСТ1510—52)

| 项 目                 | M 60 | M 80  | M 100   |
|---------------------|------|-------|---------|
| 比重 $r_{40}^{20}$ 小于 | —    | 0.99  | 0.99    |
| 粘度 80℃ BY           | 8—11 | 11—13 | 13—15.5 |
| 灰份 小于               | 0.3  | 0.3   | 0.3     |
| 硫份 % (1) 低硫份        | 0.5  | 0.5   | 0.5     |
| (2) 中硫份             | 1.0  | 1.0   | 1.0     |
| (3) 高硫份             | 3.5  | 3.5   | 3.5     |
| 水份 % 小于             | 2    | 2     | 2       |
| 凝固点 °C 小于           | 15   | 20    | 20      |
| 闪点 (开口) °C 大于       | 110  | 120   | 125     |
| 无水时热值：低硫            | 9700 | 9670  | 9640    |
| 中硫                  | 9700 | 9670  | 9640    |
| 高硫                  | 9560 | 9530  | 9500    |

## (二) 重油的性质：

重油性质和使用性能是决定于原油品质、炼制方法和元素成份等。它的分析值如下：

| 项 目                  | 原 油   | 重柴油   | 200号重油 | 减压渣油  |
|----------------------|-------|-------|--------|-------|
| W <sup>P</sup> %     | 0.1   | <0.03 | 4.0    | 0.03  |
| C <sup>P</sup> %     | 86.42 | 86.26 | 84     | 86.5  |
| H <sup>P</sup> %     | 13.76 | 13.74 | 10.2   | 12.56 |
| O <sup>P</sup> %     | —     | —     | 0.2    |       |
| N <sup>P</sup> %     | 0.05  | 0.03  | 0.6    | 0.37  |
| S <sup>P</sup> %     | 0.06  | 0.10  | 0.7    | 0.17  |
| A <sup>P</sup> %     | —     | —     | 0.3    | 0.037 |
| Q <sub>H</sub> 大卡/公斤 | 10307 | 10236 | 9240   | 10077 |

燃料油的主要性质是根据油的比重、粘度、凝点、闪点、残炭值、灰份、硫份、水份、机械杂质、导热系数、发热量、比热、热焓等。

(1) 比重：是指20℃时的燃料油与4℃时的水在同体积下重量比，符号用  $\gamma_4^{20}$  表示（或  $d_4^{20}$ ）。比重是无因次数值。在物理概念上它与油品的密度有所不同。但由于水在4℃时重度为1吨/米<sup>3</sup>，故油品的比重  $\gamma_4^{20}$  在数值上和重度  $\gamma$  吨/米<sup>3</sup> 相等的。

$$\gamma_4^{20} = \frac{20^\circ\text{C 燃料油的重量}}{\text{同体积的水在 } 4^\circ\text{C 的重量}} \quad \text{吨/米}^3$$

原油及各种石油产品的比重随着产地及馏分的不同而变化。一般如下：

| 油 品                | 原 油      | 汽 油   | 煤 油   | 柴 油   | 重 油     |
|--------------------|----------|-------|-------|-------|---------|
| 比重 $\gamma_4^{20}$ | 0.85-0.9 | <0.76 | <0.83 | <0.88 | 0.9-1.0 |

比重是随着油品的温度升高而减少，它的关系可视为直线关系。在不同温度时油品比重换算：

$$\gamma_4^t = \gamma_4^{20} - \alpha(t-20) \quad \text{吨/米}^3$$

式中： $\alpha$ —比重的温度修正系数。见表2—1

比重与温度关系也可由图2—1查出。

温度  $t$ ℃时的体积：

$$V = V_0 (1 + \beta \Delta t)$$

~ 1.5 ~

