

石油产品馏程自动控制方法探讨

胡君 王盾 肖文礼 乔燕燕 高品忱

(中国科学院长春光学精密机械研究所, 长春 130022)

摘要 根据石油产品蒸馏的性质, 提出并归纳了用微机控制石油产品馏程测定仪的几种方法, 把这些方法与石油产品蒸馏专家经验相结合, 成功实现自动控制石油产品蒸馏过程, 为国内研制和生产全自动石油产品馏程测定仪提供了有价值的控制方法和经验。

关键词: 石油产品; 自动控制; 馏程测定仪

1 引言

石油产品馏程测定仪是测定石油类(汽油、煤油、柴油、溶剂油等类)的专用仪器, 用于炼油厂、飞机场、油库、车库、石油分析检验等各种用油量较大、品种较多的行业。目前手动或半自动(非微机控制)的石油产品馏程测定仪已在国内普遍应用。使用人工控制测定石油产品的仪器, 操作人员必须具有一定的工作经验, 否则不行。同时, 即使是经验丰富, 操作熟练的化验员, 由于各人控制不同, 化验的结果差异较大。经过几个炼油厂调查, 一般汽油类蒸馏测定大部分不能满足国标上的所有条件和要求, 当然测定结果不能完全符合油的质量和含量标准。

全自动石油产品馏程测定仪只有几家大的炼油厂配有(吉林市250炼油厂等), 大部分是从日本引进的, 只限于进出口石油产品馏程检验时用。到目前为止, 国内市场上尚未有这种测定仪。本文作者根据实际设计和蒸馏试验归纳出了一套微机控制蒸馏控制方法, 并已在WSZ-1型“微机石油产品蒸馏测定仪”上实现。

2 蒸馏及控制原理概述

石油产品的蒸馏, 是把油品加热到一定温度后(不同的油品温度各异), 油品开始汽化, 再经冷却使其变成液体。

石油产品馏程测定(无论是手动还是全自动方法)主要是控制热源(电炉或煤气炉等), 调整热源上方装有石油产品的玻璃烧杯内的温度。烧杯中的温度高, 蒸馏的速度快, 反之, 蒸馏的速度慢。蒸馏后的油产品蒸气, 经一支带有梯度、定温并与烧杯上方连接的冷凝管慢慢

冷却变成液体，自动流入另一端的玻璃量筒中。在烧杯上方装有一个温传感器，传感器上的温度经过模/数转换送到微机中，同时在面板上显示出来。根据量筒不同容量对应的温度，由微机控制记入记录表中，待蒸馏结束，再进行修正、计算、并确定馏分，根据国标评定其质量、牌号，并由微型打字机自动输出各阶段容量的温度值及回收率等，有关的原理结构示意图如图 1 所示。

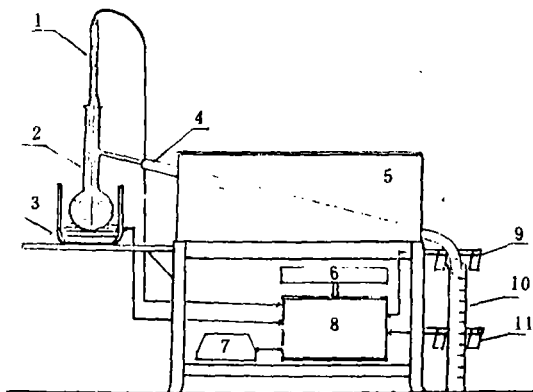


图 1 石油馏程自动控制测定仪原理结构图

- 1. 温度计；2. 蒸馏烧瓶；3. 电炉子；4. 冷凝管；5. 冷凝器；6. 显示器；7. 微型打印机；
- 8. 微机主板和控制键；9. 滴速检测系统；10. 量筒；11. 光电跟踪系统

3 蒸馏的控制方法

蒸馏控制是根据蒸馏的速度或流量控制热源，如何测定蒸馏的速度和流量，有效地控制热源，在非自动石油产品馏程测定仪中，人眼直接观察经蒸馏后从冷凝管流出油滴的快、慢和量筒的容量判定流速或流量，确定对热源的加热程度，手动直接操作完成。采用全自动控制，即微机控制，需把计算机检测和控制在功能模拟成人眼的观测、判断和操作能力，达到手工甚至比手工更准确控制热源。经过反复试验，可归纳出如下几种自动控制方法。

3.1 通过蒸馏的流量控制温度

蒸馏后的油靠冷凝管与水平面成 15 度的坡度，自动流入量筒内。按国家标准一般其速度为 (4~5) ml/min。可见每毫升蒸馏的时间对应所用时间与蒸馏容积的关系为

$$T' = \frac{t}{c} \tag{1}$$

其中 T' ——每毫升蒸馏所用的时间； t ——蒸馏 c 毫升所用时间， c ——蒸馏的石油量，以毫升为单位。按国家标准若 $t=1$ 分钟， c 为 (4~5) ml， T' 为 (12~15) s，即 $12s \leq T' \leq 15s$ 当微机控制液面光电检测系统，蒸馏到时间 T' 时，检测量筒中是否达到一毫升的石油，若多于一毫升的油量，则流量不符合标准，立即调整热源，使其降温或加热。此方法要求：

(1) 测量量筒的检测标尺刻度要尽量细分，至少一毫升一个刻度，以防热源的情性造成控制滞后，在标准时间内跟不上标准流量。

(2) 光电检测系统精度高，能去掉量筒内假液面现象。

(3) 稳固性要好，由于仅靠容量控制蒸馏，工作台、机箱一定要牢固平稳。因液面所对应的标尺刻度较密，一旦液面稍有波动，会造成假液面信号被采进微机内。

(4) 量筒刻度精度一定要高，量筒要保证间距对等的情况下容量相等，否则用流量控制蒸馏速度的依据则会出现快、慢不匀的现象。

这种方法优点是微机控制较简单，易实现，但周围环境和条件要求比较苛刻，对量筒精度要求太高，容易造成失败。

3.2 通过蒸馏速控制温度

通过光电检测系统检测经冷凝管自动向量筒中流淌蒸馏后石油的速度，流出速度与滴数和时间的关系为

$$v = \frac{d}{t} \quad (2)$$

其中 v ——匀速滴速， d ——原油在 t 时间内落下的滴数， t ——所用时间，一般以秒为单位。按国家标准一般每 10 秒流 (20~25) 滴，即 $10v$ 。每滴为 (0.4~0.5) s，在预定的时间内检查 n 滴的平均时间，即

$$Tv = \left(\sum_{i=1}^n t_i \right) / n \quad (3)$$

其中 $n=1, 2, \dots, 10$ ， Tv —— n 滴内平均每滴下落时间， t_i ——某两滴之间下落的时间间隔。若 Tv 的时间高于 0.5s 或低于 0.4s 相应滴速为慢或快，应立即加热或降温。此方法一般是可达到自动控制的目的。但由于热源系统本身的情性，有时需快速大幅度减弱或加强热源强度，因油品成份、含量不同，瞬间流速太快无法分辨出滴数，而微机目前对这种连续流淌相当于标准滴数多少滴还很难准确计算出，因此，仅检测滴数不算准确。若加热过大，流速太快，可能造成跟踪系统跟不上而导致失败。

这种方法的优点是不要求过密的标尺刻度，对环境和条件要求并不像检测流量那样严格。

3.3 通过蒸馏流量、流速控制温度

这种方法实际上是通过检测蒸馏流量与流速相结合而形成的一种综合性控制热源的方法。首先通过检测滴速控制蒸馏，当蒸馏石油流量达到 10ml 阶段的油液面后，按国家标准 $12s \leq T \leq 15s$ ，相应调整下阶段每滴标准控制时间单位，不断向标准控制过程靠近。

此控制方法克服了量筒刻度过细造成环境条件过高难于实现的困难，又能不断修正标准控制时间单位，使得逐步克服滴速太快或太慢的问题。

4 石油馏程自动控制方法的应用

自动控制石油产品蒸馏，采用综合控制方法（第 3 种）比较合适。但在实际应用中，由于热源的滞后（情性），油品成份不同，种类不同，还需根据不同情况作相应处理。特别是加热到初馏点后，用 Tv 作为检测流速的控制单位，因油份不同造成较大差异。在国家标准范围内还有不同，会给蒸馏过程控制带来影响，若不考虑这些因素，蒸馏的成功率是较低的。我

们访问了有经验蒸馏化验员，经三百多次试验，总结出自动蒸馏过程需做以下处理过程。

4.1 供热系统的滞后处理

石油产品馏程测定仪通常用煤气炉或电炉作为热源，考虑到安全和减少污染等因素，目前大部分都采用电加热的方式。但无论选用那种方式，所用材料都有热惰性和滞后问题。当需对烧杯加热时，不能立即达到要求的热点，有一个惰性时差；当需要对其降温时也不能马上减退，需一个滞后时间延迟。我们根据其导热能力作了相应的延迟后再进一步检测流速，作相同幅度的温度调整，具体延迟时间，依据所设计的热源系统结构和材料而定，这里不作具体的讨论。

4.2 不同油份的供热控制调整

因油种类和成份的原因，在开始和结束蒸馏前需对供热控制调整，现以汽油为例给出调整参考数据表。汽油在用电炉供热控制蒸馏过程中大致可分五个阶段。第一阶段是加热 5 分钟后初馏点前；第二阶段初馏点后，第三阶段 50 滴后；第四阶段自动控制；第五阶段蒸馏到 90% 后。详见蒸馏控制电压调整表。

蒸馏控制电压调整表

阶段	加热时间 (min)	加热电压 (V)
初馏点前	5~9	+15~+19
初馏点后	5~10 *	+20
流出 50 滴后	5~11 *	-24
自动控制	5~25 *	± 1/± 2/± 4/ ± 8
蒸馏到 90%	20~ *	-10

其中表中初馏点前阶段，加热到 5 分钟则加电压 15 V，若到 6 分钟时加电压到 16 V，以此类推，若到 9 分钟时加电到 19 V。对于加热的时间（*）号表示是大约时间，如初馏点 5~10 是初馏点到来大约是在 5 分钟至 10 分钟之间。

4.3 最佳滴速的选择

石油蒸馏的速度按国家标准（20~25）滴/10 秒，即（0.4~0.5）秒/滴，在实际应用中，究竟应取每滴多长时间为最理想呢？我们采用每滴标准时间的中间值 $(\frac{0.4+0.5}{2} = 0.45) T_m$ ，作为标准滴速控制前 5 毫升蒸馏过程，当蒸馏达到 5 毫升时马上用（4）式计算出本次蒸馏的最佳滴速。

$$v_{TD} = \frac{T_5}{D} \quad (4)$$

其中 v_{TD} ——每滴最佳滴速（平均）； T_5 ——5 毫升所需时间； D ——5 毫升油所落下滴数。从蒸馏 5 毫升开始用 v_{TD} 控制以后蒸馏流速。

用此方法蒸馏自动控制部分，详见控制阶段流程图 2。

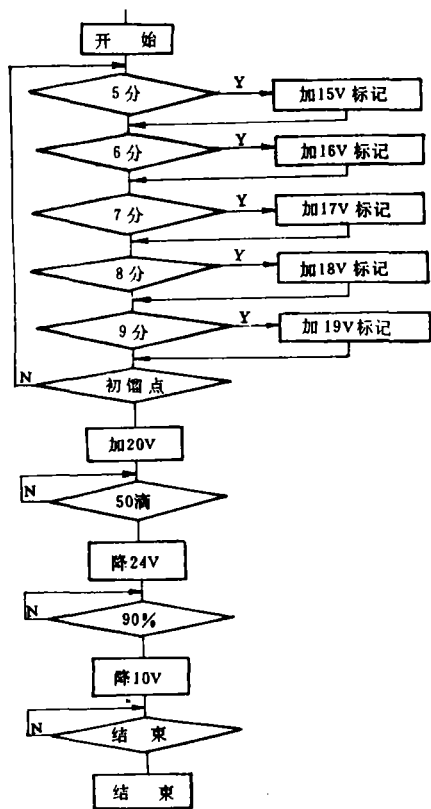


图 2

蒸馏数据-汽油

UO	时间	温度 (°C)
初	8 : 18	31.40
5	9 : 19	47.9
10	10 : 29	51.1
20	13 : 29	61.3
30	15 : 36	74.5
40	17 : 42	87.6
50	19 : 50	102.4
60	21 : 54	114.7
70	23 : 59	129.7
80	26 : 01	144.7
90	28 : 07	163.2
95	30 : 19	179.4
96	31 : 35	184.2
97	33 : 52	134.9
终	31 : 52	185.1
回收		96.3%
残余		0.8%
损失		2.9%

5 结 论

用检测蒸馏流量、流速的综合方法，经供热系统的滞后处理，供热控制调整 and 最佳滴速的选择，最终在 WSZ-1 微机石油馏程测定仪上实现蒸馏自动控制汽油、煤油、柴油、溶剂油均达到国家 GB6536 标准。详见如汽油蒸馏结果数据表，即“蒸馏数据”，其它几种油类的蒸馏数据输出格式与汽油类大致相同。

参 考 文 献

- [1] 石油化工科学研究院综合研究所，《石油产品馏程测定法》(中华人民共和国国家标准 GB-255-77)，国家标准计量局，1977
- [2] 石油化工科学研究院，《石油产品馏程测定装置技术条件》(中华人民共和国国家标准 GB-515-88)，中国石油化工总公司，1988
- [3] 石油化工科学研究院，《石油产品蒸馏测定法》(中华人民共和国国家标准 GB-6536-86)，国家标准局，1986
- [4] 王树勋、王朝玉、张新发，《MCS-51 单片微型计算机原理与开发》，机械工业出版社，1990

Considerations for an Automatic Control Method in Petrolic Product Distilling Process

Hu Jun, Wang Dun, Xiao Wenli, Qiao Yanyan and Gao Pinchen

(Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics Chinese Academy of Sciences, Changchun 130022)

Abstract

This paper describes our considerations for an automatic control method in petrolic product distilling process, based on comparison of several existing manual control methods, and combination with experiences summarized in practices.

Key words: Petrolic products, Automation control, Distilling test instrument