

石油化工  
技术参考资料

石油化工工业炉设计

33

兰化设计院

---

石油化工技术参考资料

总编号：33

内部资料 注意保存

编辑出版：兰化设计院  
印刷：上海商务印刷厂  
发行：兰化设计院技术室情报组  
(兰州市西固区)

---

本期印数：4,000册

定价：3.20元

# 毛主席语录

列宁为什么说对资产阶级专政，这个问题要搞清楚。这个问题不搞清楚，就会变修正主义。要使全国知道。

要搞马克思主义，不要搞修正主义；要团结，不要分裂；要光明正大，不要搞阴谋诡计。

学习有两种态度。一种是教条主义的态度，不管我国情况，适用的和不适用的，一起搬来。这种态度不好。另一种态度，学习的时候用脑筋想一下，学那些和我国情况相适合的东西，即吸取对我们有益的经验，我们需要的是这样一种态度。

抓革命，促生产，促工作，促战备。

# 说 明

以石油为原料,通过各种裂解方法,可以制得廉价的乙烯、丙烯、丁二烯、乙炔和芳烃等几乎全部石油化工产品的重要基础原料。(当前,衡量一个国家石油化工的发达程度,多以该国的乙烯产量为标准。因此,国外乙烯的生产正向着大型化、原料多样化的方向发展)。裂解技术,特别是其核心——裂解炉和急冷换热设备,近年来的发展尤为迅速。

我国具有丰富的石油资源,这为多快好省地发展我国石油化学工业提供了良好的条件。几年来,石油化工战线上的广大工人、工程技术人员,在毛主席无产阶级革命路线指引下,高举“鞍钢宪法”的旗帜,坚持“独立自主,自力更生”的方针,先后建立起了一批大中小型石油化工企业,为发展我国石油化学工业奠定了坚实的基础。为了促进我国石油化工的进一步发展,更好地为石油化工的科研、设计和生产服务,总结我国这方面的经验,根据燃化部石油化工规划设计院的安排,在上海化工设计院石油化工设备设计建设组的组织下,由我院主编,写了这本《石油化工工业炉设计》,供有关同志参考。

本资料分一、二两篇。第一篇包括燃料及燃烧计算、传热计算、炉子气体流动阻力计算、烟囱设计、燃烧器、材料、炉墙结构及工艺计算常用数据等共七章;第二篇包括管式裂解炉、蒸汽转化炉和蓄热式裂解炉共三章。

参加本资料编写的单位还有:四川省第一化工设计院、吉林化工设计院、兰州化工机械研究所、轻工部第二设计院和山东胜利总厂科研

# 目 录

## 第一篇 工业炉设计基础资料<sup>d</sup>

第一章 燃料及其燃烧计算 .....	3
第一节 燃料的种类和成份分析 .....	3
§ 1-1 燃料的种类及性质 .....	3
§ 1-2 燃料的成份分析和发热量 .....	6
第二节 燃料的燃烧计算 .....	15
§ 2-1 液体燃料的燃烧计算 .....	15
§ 2-2 气体燃料的燃烧计算 .....	17
§ 2-3 燃烧产物的热焓 .....	19
§ 2-4 最高燃烧温度 $t_{\max}$ .....	23
§ 2-5 按烟气成份求空气过剩系数 $\alpha$ .....	24
第二章 传热计算 .....	25
第一节 概述 .....	25
第二节 辐射传热的基础理论 .....	26
§ 2-1 辐射传热的基本概念 .....	26
§ 2-2 热辐射的几个基本定律 .....	28
§ 2-3 辐射传热的基本公式 .....	30
§ 2-4 角系数 $\varphi$ .....	31
§ 2-5 黑度 $\varepsilon$ .....	37
§ 2-6 系统黑度 $\varepsilon_n$ .....	44
§ 2-7 总辐射能到达率 $\phi$ .....	47
第三节 关于管式炉传热的若干问题 .....	47
§ 3-1 管式炉传热过程的分析 .....	47
§ 3-2 炉管管排上非均匀辐射热的计算 .....	48
§ 3-3 炉子的热效率、总热负荷分配和燃料耗量的计算 .....	60
§ 3-4 辐射室的计算 .....	61
§ 3-5 炉管管壁温度 $t_i$ 和热强度 $q_R$ .....	63
第四节 罗波-伊万斯辐射室传热计算方法 .....	69
§ 4-1 引言 .....	69
§ 4-2 辐射室的辐射传热方程式 .....	69
§ 4-3 辐射室的对流传热方程式 .....	70
§ 4-4 辐射室内燃烧气体的温度 $T_g$ .....	71
§ 4-5 辐射室总传热量 $Q_{RT}$ 的计算与校核 .....	73

§ 4-6	辐射室炉管热强度 $q_{RT}$ 和管壁温度 $t_t$ 的计算与校核	73
§ 4-7	罗波——伊万斯法计算程序	73
第五节	别洛康辐射室传热计算方法	75
§ 5-1	引言	75
§ 5-2	别洛康法基本计算方程式及其推导	75
§ 5-3	辐射管有效传热面 $H_A$ 和当量绝对黑表面 $H_S$	77
§ 5-4	辐射管的热强度和管壁温度的计算	79
§ 5-5	辐射室的直接辐射系数 $\mu$ 和传入辐射管的热量 $Q_P$ 的校核	80
§ 5-6	辐射管实际平均热强度 $q_{H实}$ 的计算与校核	81
§ 5-7	别洛康法计算顺序	81
第六节	巴赫希扬辐射室传热计算方法	81
§ 6-1	引言	81
§ 6-2	辐射室传热计算的基本方程式及其推导	82
§ 6-3	辐射室传热计算基本方程式的剖析	84
§ 6-4	辐射室传热计算方程式的求解和讨论	85
§ 6-5	角系数 $\rho$ 的求取	86
§ 6-6	辐射室传热计算方程式中计算参数的确定	94
§ 6-7	计算顺序	96
第七节	对流室传热计算	97
§ 7-1	引言	97
§ 7-2	平均温差 $\theta_m$ 的确定	98
§ 7-3	对流室尺寸的初步确定	99
§ 7-4	烟气预热进辐射室物料时的传热系数 $K$ 的求取	99
§ 7-5	对流管表面积 $H_K$ 及管排数 $N$ 的确定	104
§ 7-6	其它场合传热系数 $K$ 值的确定	104
§ 7-7	对流管表面热强度 $q_K$	106
第三章	炉子气体流动阻力的计算与烟囱的设计	108
第一节	燃烧气体的流动阻力	108
§ 1-1	各通道流动摩擦阻力的计算	108
§ 1-2	局部阻力计算	108
§ 1-3	气流通过换热设备的阻力计算	114
§ 1-4	烟气下行时的阻力	117
§ 1-5	总阻力的计算	117
§ 1-6	强制通风式管式炉计算一例	119
§ 1-7	烟道的设计	120
第二节	烟囱的设计	120
§ 2-1	烟囱的型式	120
§ 2-2	烟囱直径与高度	121
§ 2-3	引风机和鼓风机的选定	123

第四章 燃烧器 .....	125
第一节 燃烧器的分类 .....	125
第二节 燃烧器的型式及性能 .....	126
§ 2-1 气体燃烧器 .....	126
§ 2-2 液体燃烧器 .....	148
§ 2-3 油-气联合燃烧器 .....	163
§ 2-4 燃烧器的选用 .....	168
第三节 燃烧器的计算 .....	174
§ 3-1 对燃烧器的基本要求 .....	174
§ 3-2 输入管道的计算 .....	174
§ 3-3 液体燃烧器的计算 .....	175
§ 3-4 机械雾化燃烧器的计算 .....	178
§ 3-5 气体燃烧器的计算 .....	180
第四节 燃烧器的计算例题 .....	188
§ 4-1 外混式蒸汽雾化燃烧器计算例题 .....	188
§ 4-2 压缩空气雾化(内混式)燃烧器的计算例题 .....	190
§ 4-3 离心式机械雾化燃烧器计算例题 .....	192
§ 4-4 低压空气雾化燃烧器的计算例题 .....	194
§ 4-5 板式无焰燃烧器的计算例题 .....	195
第五章 材料 .....	200
第一节 金属材料 .....	201
§ 1-1 耐热不起皮钢 .....	201
§ 1-2 耐热铸铁 .....	204
§ 1-3 工业炉管、猪尾管、集气管的用材 .....	204
第二节 非金属材料 .....	217
§ 2-1 耐火材料 .....	217
§ 2-2 保温及隔热材料 .....	246
第六章 炉墙结构 .....	252
第一节 概述 .....	252
§ 1-1 一般工业炉炉墙的作用 .....	252
§ 1-2 炉墙的分类 .....	252
第二节 炉墙的传热计算 .....	252
§ 2-1 耐火墙的表面温度 .....	252
§ 2-2 炉墙的结构和材料 .....	253
第三节 耐火砖墙结构 .....	254
§ 3-1 按竖墙的压载荷来决定许用高度 .....	254
§ 3-2 竖向炉墙 .....	254
§ 3-3 炉顶挂砖 .....	255
§ 3-4 拐角处挂砖 .....	255

§ 3-5	火墙	255
第四节	耐热混凝土炉墙结构	259
§ 4-1	概述	259
§ 4-2	耐热混凝土衬里的结构和施工	259
第五节	工业炉砌筑	260
§ 5-1	砌体分类及泥浆配制	260
§ 5-2	砌体膨胀缝	262
§ 5-3	拱的砌筑	262
第七章	工艺计算常用数据	266
第一节	沸点、平均分子量、平衡常数	266
§ 1-1	石油馏份的平均沸点	266
§ 1-2	石油馏份的平均分子量	266
§ 1-3	气液相平衡常数	267
第二节	比重和密度	274
§ 2-1	燃料油比重	274
§ 2-2	常用烃类液体的比重	274
§ 2-3	液态混合物比重	274
§ 2-4	气体密度	274
§ 2-5	气液混合相的密度 $\gamma_m$	278
第三节	比热、绝热指数	279
§ 3-1	液体比热	279
§ 3-2	气体比热	279
§ 3-3	混合物的比热 $C_m$	279
§ 3-4	气体的绝热指数	280
第四节	热能	288
§ 4-1	蒸发潜热	288
§ 4-2	生成热	288
§ 4-3	燃烧热	288
第五节	焓	297
§ 5-1	石油馏份的焓	297
§ 5-2	氢及其它常用气体的焓	297
§ 5-3	烃类气体的焓	297
§ 5-4	混合物的焓的计算	297
第六节	导热系数	301
§ 6-1	液体的导热系数	301
§ 6-2	气体的导热系数	302
第七节	粘度	312
§ 7-1	液体粘度	312
§ 7-2	气体粘度	312



## 第二篇 几种常用工业炉的设计

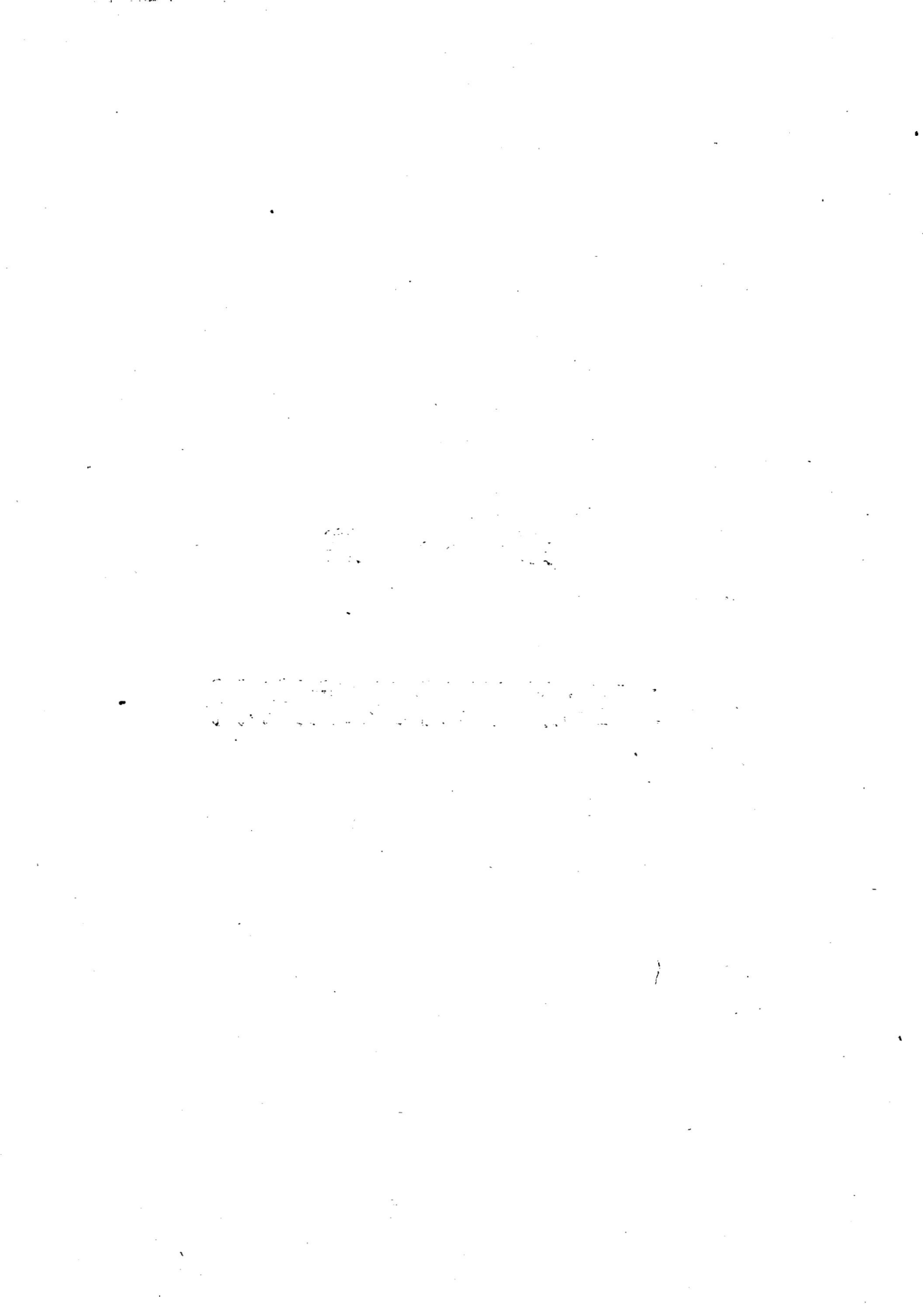
第一章 管式裂解炉 .....	325
第一节 概述 .....	325
§ 1-1 概况 .....	325
§ 1-2 影响石油烃裂解的主要因素 .....	325
§ 1-3 管式裂解炉发展概况 .....	332
§ 1-4 常用管式裂解炉简介 .....	332
第二节 工艺计算及例题 .....	335
§ 2-1 工艺计算的条件 .....	335
§ 2-2 物料平衡 .....	335
§ 2-3 热量平衡 .....	338
§ 2-4 热负荷分配 .....	340
§ 2-5 燃料消耗量计算 .....	340
§ 2-6 挡墙温度估算 .....	341
§ 2-7 辐射段计算 .....	341
§ 2-8 对流室计算 .....	345
§ 2-9 管内阻力降 .....	351
§ 2-10 停留时间 .....	355
§ 2-11 烟囱高度计算 .....	355
第三节 结构设计 .....	356
§ 3-1 几种炉型的结构 .....	364
§ 3-2 炉内部件的设计 .....	364
§ 3-3 炉外部件 .....	373
§ 3-4 弹簧吊架及计算 .....	376
第二章 烃类加压蒸汽转化炉 .....	379
第一节 烃类蒸汽转化技术发展简介 .....	379
§ 1-1 国外烃类蒸汽转化技术发展动向 .....	379
§ 1-2 国内蒸汽转化制合成气发展概况 .....	382
§ 1-3 炉型比较 .....	382
第二节 影响转化炉设计的因素 .....	385
§ 2-1 原料气的成份 .....	385
§ 2-2 压力和温度的影响 .....	385
§ 2-3 水碳比和空速的影响 .....	386
§ 2-4 反应热和热量沿炉管长度方向的分布 .....	386
§ 2-5 流量分配和转化管压力降的关系 .....	386
§ 2-6 炉管长度和直径的确定 .....	387
第三节 蒸汽转化炉的设计计算 .....	387
§ 3-1 设计要求说明 .....	387

§ 3-2	物料衡算	388
§ 3-3	热量衡算	389
§ 3-4	辐射室计算	390
§ 3-5	热效率	393
§ 3-6	对流室传热计算	393
§ 3-7	一段转化炉计算例题	396
第四节	转化炉管结构及计算	412
§ 4-1	炉管的材料	412
§ 4-2	炉管的结构	412
§ 4-3	猪尾管的设计	413
§ 4-4	转化炉管的计算	415
<b>第三章</b>	<b>蓄热式裂解炉</b>	417
第一节	概况	417
§ 1-1	国内概况	417
§ 1-2	国外概况	419
第二节	蓄热炉工艺计算的主要任务	422
第三节	蓄热炉工艺计算基础数据的确定	422
第四节	燃料的燃烧	423
§ 4-1	加热或裂解原料所必需的热量及燃料量	423
§ 4-2	理论燃烧温度及实际燃烧温度的计算	424
第五节	蓄热炉的蓄热原理及热工计算	424
§ 5-1	蓄热层内温度的变化	424
§ 5-2	格子砖的利用系数	427
§ 5-3	蓄热层的热交换	428
§ 5-4	蓄热层中的对流传热	429
§ 5-5	蓄热层中的辐射传热	430
§ 5-6	平均温度差	431
§ 5-7	蓄热层格子砖面积计算	431
第六节	制气喷嘴与燃烧喷嘴的计算	432
第七节	燃烧室尺寸的计算	432
第八节	蓄热炉的阻力计算	433
§ 8-1	蓄热炉的阻力计算	433
§ 8-2	烟囱的设计	433
第九节	蓄热炉结构设计	436
§ 9-1	炉子的砌筑	436
§ 9-2	耐火混凝土捣制结构	437
§ 9-3	蓄热砖排列、种类、材料	438
§ 9-4	喷嘴结构、炉壳、附件	439
第十节	蓄热炉计算实例	443

§ 10-1	工艺流程简要说明 .....	443
§ 10-2	工艺计算 .....	444
第十一节	蓄热炉简易计算法 .....	456
第十二节	其它有关蓄热炉 .....	456
§ 12-1	三筒单向逆流式蓄热炉 .....	456
§ 12-2	间歇催化转化蓄热炉 .....	458

# 第 一 篇

## 工业炉设计基础资料



# 第一章 燃料及其燃烧计算

应用于工业炉燃烧方面的燃料可分为固体燃料、液体燃料和气体燃料三类。由于固体燃料的运输系统及设备等都很复杂，很少使用。气体燃料比液体燃料容易燃烧，液体

燃料容易贮存。石油化工用的管式加热炉、裂介炉及转化炉大部分是用液体燃料和气体燃料。

## 第一节 燃料的种类和成份分析

### § 1-1 燃料的种类及性质

一、液体燃料：包括汽油、煤油、柴油、重油及裂解焦油等。由于汽油、煤油、柴油价

格较贵并且用途广泛，故用于工业炉燃烧的液体燃料一般常用的为重油，表 1-1 列出燃料用重油的物理化学性质。

表 1-1 燃料用重油的物理化学性质

性 质 名 称	油 品 指 标						术 语 说 明
	锅 炉 燃 料 用 重 油				船 用 重 油		
	10#	20#	40#	80#	12#	20#	
50°C 时的恩氏粘度不大于					12		燃料的着火温度：即燃料在炉中可能燃烧的最低温度。液体燃料的着火点，是在标准条件下加热，当有火焰移近时，燃料被点着，并继续燃烧不少于 5 秒钟时的温度。  液体燃料的闪点：燃料的蒸汽与周围空气所形成的混合物在此温度下，当火焰移近时起火闪光。  液体燃料的凝固点：即燃料变浓并在此温度下，将试管倾斜 45° 时液面在一分钟内不能回到水平状态。
75°C 时的恩氏粘度不大于	3.6	6	10	16.5		6	
闪点 不低于(°C)	65	80	100	110	90	90	
凝固点 不高于(°C)	5	5	10	25	-8	-5	
含灰量 不大于(%)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.15	0.15	
含水量 不大于(%)	2	2	2	2	1	1	
含硫量 不大于(%)	4	4	4	4	0.8	0.8	
机械喷雾器的推荐温度							
最低(°C)	60	75	85	100	60	75	
正常(°C)	70	85	100	110	70	85	
蒸汽喷雾器的推荐温度							
最低(°C)	45	55	65	80	45	55	
正常(°C)	55	70	85	95	55	70	

石油燃料性能介绍如下:

(一) 轻柴油

项 目	质 量 指 标					试验方法
	10 号	0 号	-10 号	-20 号	-35 号	
十六烷值 不小于	50	50	50	45	43	GB386-64
馏程:						GB255-64
50% 馏出温度(°C) 不高于	300	300	300	300	300	
90% 馏出温度(°C) 不高于	355	355	350	350	—	
95% 馏出温度(°C) 不高于	365	365	—	—	350	
粘度(20°C)						GB266-64 GB265-64
恩氏粘度(°E)	1.2~1.67	1.2~1.67	1.2~1.67	1.15~1.67	1.15~1.67	
运动粘度(厘沲)	3.0~8.0	3.0~8.0	3.0~8.0	2.5~8.0	2.5~7.0	
10% 蒸余物残炭(%) 不大于	0.4	0.4	0.3	0.3	0.3	GB263-64
灰分(%) 不大于	0.025	0.025	0.025	0.025	0.025	GB508-65
硫含量(%) 不大于	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	GB380-64
机械杂质(%)	无	无	无	无	无	GB511-65
水分(%) 不大于	痕迹	痕迹	痕迹	痕迹	无	GB260-64
闪点(闭口, °C) 不低	65	65	65	65	50	GB261-64
腐蚀(铜片, 50°C, 3 小时)	合格	合格	合格	合格	合格	GB378-64
酸度(毫克 KOH/100 毫升) 不大于	10	10	10	10	10	GB258-64
凝点(°C) 不高于	+10	0	-10	-20	-35	GB510-65
实际胶质(毫克/100 毫升) 不大于	70	70	70	70	70	GB509-65

(二) 直馏轻柴油

项 目	质量指标	试验方法
十六烷值 不小于	55	GB386-64
馏程:		GB255-64
50% 馏出温度(°C) 不高于	290	
90% 馏出温度(°C) 不高于	350	
运动粘度(20°C) (厘沲)	3.5~8.0	GB265-64
10% 蒸余物残炭(%) 不大于	0.3	GB263-64
灰分(%) 不大于	0.01	GB508-65
硫含量(%) 不大于	0.2	GB380-64
机械杂质(%)	无	GB511-65
水分(%)	无	GB260-64
闪点(闭口, °C) 不低	60	GB261-64
腐蚀(铜片, 50°C, 3 小时)	合格	GB378-64
酸度(毫克 KOH/100 毫升) 不大于	3	GB258-64
凝点(°C) 不高于	-10	GB510-65
浊点(°C) 不高于	-5	SY2204-66
水溶性酸或碱	无	GB259-64

(三) 重柴油

项 目	质量指标		试验方法
	RC <sub>3-10</sub>	RC <sub>3-20</sub>	
运动粘度(50°C) 厘沲 不大于	13.5	20.5	GB265-64
残炭(%) 不大于	0.5	0.5	GB268-64
灰分(%) 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
水分(%) 不大于	0.5	1.0	GB260-64
闪点(闭口, °C) 不低	65	65	GB261-64
凝点(°C) 不高于	10	20	GB510-65

(四)30号重柴油

项 目	质量指标	试验方法
粘度(50°C)		
恩氏粘度(°E)	不大于 5.0	GB266-64
运动粘度(厘沲)	不大于 36.2	GB265-64
残炭(%)	不大于 1.5	GB268-64
硫含量(%)	不大于 1.5	GB387-64
灰分(%)	不大于 0.08	GB508-64
机械杂质(%)	不大于 0.5	GB511-65
水分(%)	不大于 1.5	GB260-64
闪点(闭口, °C)	不低于 65	GB261-64
凝点(°C)	不高于 30	GB510-65

(五)重油(燃料油)

项 目	质量指标				试验方法
	20号	60号	100号	200号	
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) 不大于	80	100	120	130	GB267-64
凝点(°C) 不高于	15	20	25	36	GB510-65
灰分(%) 不大于	0.3	0.3	0.3	0.3	GB508-65
水分(%) 不大于	1.0	1.5	2.0	2.0	GB260-64
硫含量(%) 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

二、气体燃料：包括天然气、石油废气、水煤气、半水煤气、发生炉煤气、高炉煤气及炼厂气等。具体采用哪种气体，应按当地条件和工业炉工艺要求而定。

三、燃料的性质：通常区别为有机质、可燃质、干燥质和工作质。上述每一种燃料质的成份都是用相应的角码来表示。见表1-2。

表1-2 角码标注示意

角 码	元 素					杂 质	
	碳 C	氢 H	氧 O	氮 N	有机硫 S	灰 份 A	水 份 W
O	有机质						
Z	可燃质						
C	干燥质						
P	工作质						

工作质：(元素分析字母右上角用 P 表示)——即燃料处于即将使用的那种状态。其包括元素及成份：

$$C^P + H^P + O^P + N^P + S^P + A^P + W^P = 100\%$$

有机质：(元素分析字母右上角用 O 表示)——即处于实验室状态即将分别进行测定的燃料。其包括元素及成份：

$$C^O + H^O + O^O + N^O + S^O = 100\%$$

干燥质：(元素分析字母右上角用 C 表示)——即不含水份(W=0)的燃料。包括元

表1-3 液体燃料的成份换算系数

供 求 质	给 出 质			
	工 作 质	干 燥 质	可 燃 质	有 机 质
工 作 质	1	$\frac{100 - W^P}{100}$	$\frac{100 - (A^P + W^P)}{100}$	$\frac{100 - (S^P + A^P + W^P)}{100}$
干 燥 质	$\frac{100}{100 - W^P}$	1	$\frac{100 - A^O}{100}$	$\frac{100 - (S^P + A^P)}{100}$
可 燃 质	$\frac{100}{100 - (A^P + W^P)}$	$\frac{100}{100 - A^O}$	1	$\frac{100 - S^Z}{100}$
有 机 质	$\frac{100}{100 - (S^P + A^P + W^P)}$	$\frac{100}{100 - (C^O + A^O)}$	$\frac{100}{100 - S^Z}$	1

注：1. 在热工计算时，必须将已知的燃料成份换算成为燃料的“工作质成份”，

2. 气体燃料的成份常用干成份表示，但实际上以湿成份为工作质成份。将气体干成份换算成湿成份的换算系数： $(100 - H_2O)/100$ 。其中  $H_2O = W^P$  (即燃料中水蒸汽含量%)。



表 1-4 有代表性的燃料的概略组成

燃料名称	特 性 指 标						高发热量 (千卡/公斤)	低发热量 (千卡/公斤)
	比 重 (15/4°C)	粘 度 50°CSS	元 素 分 析 (重 量 %)					
			C	H	S	其 他		
A 重油	0.908	5.18	84~88	11~15	1.52			
B 重油	0.880	9.43	85~88	11~14	0.78	10710		
C 重油	0.920	27.3	84~88	10~14	2.37	10450		
C 重油	0.934	57.2	84.5	11.6	3.0	10380	9790	
C 重油	0.937	75.2	84.2	11.6	2.4	10340	9850	
C 重油	0.955	73.76	84~88	10~14	2.5	10220		

素及成份:

$$C^o + H^o + O^o + N^o + S^o + A^o = 100\%$$

可燃质: (元素分析字母右上角用 Z 表示)——即构成燃料有机质的那些元素与有机硫之和。包括元素及成份:

$$C^z + H^z + O^z + N^z + S^z = 100\%$$

燃料成份的换算见表 1-3。

### § 1-2 燃料的成份分析和发热量

#### 一、液体燃料:

一般采用重油的较为广泛, 由于产地及提炼上的不同, 重油的成份也各有差异。

#### 1. 成份分析

液体燃料是多种碳氢化合物的混合物, 一般由碳(C)、氢(H)、氧(O)、氮(N)和硫(S)及灰份(A)、水份(W)等所组成, 一般说来, 其组成非常复杂, 许多尚不清楚, 确定其大致组成有以下方法。

#### (1) 类似燃料推定法:

表 1-4 列出了几种有代表性的燃料的概略组成, 如所用的燃料特性与该表中哪一种燃料类似, 就可用其组成。

#### (2) 特性因数法:

特性因数是表示烃类和石油馏份化学性质的一种指数。

$$K = \frac{1.216\sqrt{T_{立}}}{\gamma_{15.6}^{15.6}} \quad (1-1)$$

式中  $K$ ——特性因数;

$T_{立}$ ——油品平均立方沸点 °K;

$\gamma_{15.6}^{15.6}$ ——油品与水在 15.6°C 时的重度

之比; 可取  $\gamma_{4}^{20}$  已足够精确。

油品含有多种元素, 但其中氢、碳和硫一般占 99% (重量) 以上。因此, 作为燃料其它元素就可忽略不计。图 1-1 表示燃料中氢含量(重量%)与特性因数  $K$  之间的关系, 其余为碳、硫及其他成份。在燃烧计算中, 一般把硫包括在碳中, 这样除氢以外的成份都可作为碳来进行计算, 当在考虑  $SO_2$  的腐蚀和公害问题等的场合下, 须另求硫份。

按图 1-1 求出的氢含量的最大误差约为 0.4%, 这对燃烧计算来说是允许的。

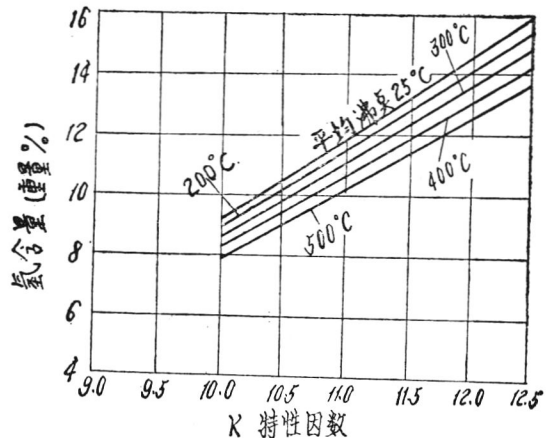


图 1-1 特性因数与含氢量的关系

#### 2. 发热量(热值)

燃料的发热量取决于燃料的成份。燃料的发热量是指单位重量或单位体积的燃料完全燃烧时所释放出的热量千卡/公斤或千卡/标米<sup>3</sup>