

北京图书馆藏
25060
中文资料

炼油厂管式加热炉设计手册

石油化学工业部炼油设计院 合编
北京石油化工总厂设计院

(上篇)

上海化学工业设计院石油化工设备设计建设组

TE963

4
=1

炼油厂管式加热炉设计手册

石油化学工业部炼油设计院
北京石油化工总厂设计院 合编

上 篇

VY 40/18

上海化学工业设计院石油化工设备设计建设组

一九七七·十

A 847001



炼油厂管式加热炉设计手册

上海化学工业设计院石油化工设备设计建设组

(上海南京西路1856号)

国营海峰印刷厂印刷

一九七七年十月

工本费 8.00元

TE962

4
12

炼油厂管式加热炉设计手册

石油化学工业部炼油设计院
北京石油化工总厂设计院 合编

下 篇

B740/18

上海化学工业设计院石油化工设备设计建设组

一九七七·十

A 847002



前 言

炼油厂管式加热炉设计方面的系统参考资料国内外均较少，为满足我国石油工业飞速发展的需要，为便于加热炉设计人员和有关石油工人及工程技术人员参考，遵照毛主席“要认真总结经验”的教导，编写了这本《炼油厂管式加热炉设计手册》。

由于管式加热炉设计人员一般对钢结构的设计较生疏，所以本手册中有关钢结构方面的内容占了较大篇幅，以便使用。

本手册第二章取自石油化学工业部石油化工规划设计院组织编写的“管式加热炉工艺计算”一书。在编写时，从本手册全面情况考虑，作了局部删改。

本手册中有些公式、数据和曲线是在编写过程中总结推算出来的，再加上我们深入调查研究不够，所以手册中的缺点和错误肯定是难免的。我们热情的希望广大工人和工程技术人员在参阅本手册的同时，多多给我们提出宝贵意见。

上海炼油厂、南京炼油厂、胜利炼油厂、华东石油学院和石油化学工业部第一石油化工设计公司设计研究所等单位，对本手册的讨论稿提出了不少宝贵意见，特在此表示谢意。

目 录

前 言

上 篇

第一章 综述	1
第一节 炉型	1
一、炼油装置加热炉	1
二、裂解炉	4
三、制氢炉	5
四、长距离输油管线加热炉	6
第二节 常用炉型比较	20
一、热效率	20
二、金属或型钢消耗量	22
三、占地面积	22
四、Cr25Ni12 的用量	23
五、投资	23
六、施工	28
七、其它	28
第三节 辐射传热面积与对流传热面积的关系	29
第四节 提高加热炉热效率	39
一、意义	39
二、降低过剩空气系数	39
三、采用翅片管和钉头管	39
四、采用空气预热器	42
五、采用余热锅炉	45
第五节 辐射传热的均匀性和热强度	49
一、沿炉管圆周的不均匀性	49
二、沿单根炉管长度的不均匀性	57
三、局部死角及过热	57
四、加热介质温度的影响	57
五、辐射管热强度	59
第六节 喷嘴噪声	60
第七节 烟气污染	66
一、大气污染的主要危害	66

二、我国大气污染的排放标准	67
三、影响大气污染的主要因素	68
四、减少大气污染的措施	69
五、根据污染要求计算烟囱高度	71
第八节 大型化	81
第九节 设计参考条例	91
一、数据	91
二、炉型的选择	91
三、环境保护	91
四、主要工艺数据的选定	92
五、构件及配件	93
六、盘管设计	96
七、炉衬	99
八、炉架设计	100
九、其它	100
附录 1-1 卧管立式炉系列	101
第二章 工艺计算	105
第一节 基础数据与总热负荷计算	105
一、基础数据	105
二、总热负荷计算	105
三、设计热负荷	106
第二节 燃烧过程计算	106
一、燃料燃烧的发热值和理论空气量	106
二、过剩空气系数	107
三、炉效率	108
四、燃料用量	108
五、烟气流量	108
第三节 辐射段计算	109
一、辐射段热负荷	109
二、辐射管管壁平均温度	110
三、辐射管表面热强度	110
四、辐射管加热表面积	111
五、辐射管管径及管程数	111
六、辐射管管心距	111
七、辐射段炉体尺寸	112
八、对流段尺寸	114
九、当量冷平面	115
十、有效曝露砖墙面积	116
十一、气体辐射率	117

十二、交换因数	118
十三、辐射段热平衡	120
十四、辐射段烟气出口温度	120
十五、辐射段热负荷计算	123
十六、辐射管表面热强度核算	123
十七、纯辐射型炉子的计算	123
第四节 对流段计算	124
一、对流段热负荷	124
二、对流平均温度差	124
三、对流段炉管的内膜传热系数	124
四、对流段炉管的外膜传热系数	126
五、对流段总传热系数	129
六、对流管表面积及管排数	129
七、对流管表面热强度	130
八、过热蒸汽管	130
第五节 炉管压降计算	130
一、无相变化时的炉管压力降	130
二、有相变化时的炉管压力降	133
第六节 烟囱的设计和计算	135
一、烟气通过对流段的阻力	137
二、烟气通过各部分的局部阻力	140
三、烟气在烟囱中的摩擦损失及动能损失	141
四、烟囱高度计算(对流式烟囱位于炉顶的加热炉)	142
五、其它情况下的计算方法	143
第七节 设计举例	145
第三章 炉管的设计	186
第一节 炉管及其附件	186
一、炉管材料的选择	186
二、最小炉管壁厚计算	192
三、设计压力和设计壁温的计算	209
四、炉管水平安装时的受力和安全支承间距	215
五、炉管垂直安装的受力	218
六、翅片管和钉头管	219
七、回弯头、冲压弯管、拔制集合管	221
八、加热炉用法兰、垫片、螺栓和螺母	250
第二节 炉管的结焦和腐蚀	258
一、炉管的结焦	258
二、炉管的腐蚀	260
第三节 炉管焊接	278

一、焊接性能	279
二、焊接一般注意事项	285
三、珠光体耐热钢的焊接	286
四、奥氏体不锈钢的焊接	289
五、15Al3MoWTi 炉管的焊接	294
附录 3-1 炉管每一个 V 形焊口的焊条用量	297
附录 3-2 炉管每一个 U 形焊口的焊条用量	298
附录 3-3 几种电焊条牌号统一编制说明	298
附录 3-4 酸性焊条及碱性焊条的区别	300
附录 3-5 焊条药皮类型说明	300
附录 3-6 “JB928-67 焊缝射线探伤标准” 中的质量标准	301
附录 3-7 不锈钢熔焊金属的化学成分和金相组织图	303
附录 3-8 全国电焊条统一牌号对照表	304
附录 3-9 国内外电焊条型号及牌号对照一览表	310
第四章 燃料与喷嘴	317
第一节 燃料	317
一、燃料油的性质	317
二、瓦斯的性质	323
第二节 喷嘴的一般介绍	328
一、油喷嘴	328
二、瓦斯喷嘴	332
三、调风器及火道	334
第三节 炼油厂用喷嘴	335
一、设计和选用炼油厂喷嘴的注意事项	335
二、油-气联合喷嘴	336
三、瓦斯喷嘴	344
四、其它喷嘴	350
五、大能量高热强喷嘴简介	354
六、油喷嘴的常见故障及排除	356
七、瓦斯喷嘴的常见故障及排除	357
八、喷嘴对燃料系统的要求	358
第四节 喷嘴计算的基本公式	361
一、气体的状态方程及热力过程	361
二、火焰传播速度	362
三、管道截面	366
四、燃料油流出口截面	368
五、气体流出口	370
六、引射器计算	374
七、燃烧器头部阻力计算	379

八、引射式瓦斯喷嘴特性方程	382
第五节 喷嘴计算程序及例题	385
一、外混式蒸汽(压缩空气)雾化喷嘴计算	385
二、内混式蒸汽(压缩空气)雾化喷嘴计算	387
三、简单压力式机械雾化喷嘴计算	388
四、内回油机械雾化喷嘴计算	390
五、低压空气雾化喷嘴计算	392
六、外混式瓦斯喷嘴计算	393
七、引射式瓦斯喷嘴计算	394
第五章 配件及通用件	399
第一节 材料、许用应力及制造要求	399
一、炼油厂管式加热炉配件的材料要求	399
二、常用材料	399
三、抗氧化腐蚀裕量	401
四、许用应力	402
五、配件制造要求	406
第二节 管架强度计算	408
一、圆筒炉炉管吊钩强度计算	408
二、横管立式炉管架强度计算	412
第三节 弹簧吊架的设计及选用	418
一、弹簧吊架的设计	418
二、弹簧吊架的选用	419
第四节 配件及通用件图集	423
第六章 炉衬及耐火材料	471
第一节 炉衬结构	471
一、砌砖炉墙	472
二、挂砖炉墙	478
三、拉砖炉墙	479
四、炉顶砖结构	482
五、火墙	483
六、轻质耐热混凝土结构(衬里结构)	488
七、砖烟道、砖烟囱及混凝土烟囱	492
第二节 炉墙传热计算	496
一、炉墙散热损失	496
二、平壁炉墙的传热计算	496
三、炉墙外壁对空气的给热系数 α_n	502
四、炉墙内壁温度 t_1	503
五、合理确定炉墙外壁温度	504
六、从传热计算看炼油厂常用炉墙设计是否合理	506

七、实炉底的散热损失·····	507
第三节 施工提要·····	509
一、砖结构施工提要·····	509
二、衬里施工提要·····	510
三、密封层与保温层施工提要·····	510
四、表面涂层施工提要·····	511
五、烘炉·····	512
第四节 耐火材料·····	512
一、耐火材料的主要性质·····	512
二、耐火砖分类·····	517
三、常用耐火材料标准摘录·····	519
四、炼油厂管式加热炉常用耐火砖·····	526
五、陶质纤维简介·····	537
第五节 隔热材料·····	538
一、硅藻土质隔热材料·····	538
二、膨胀蛭石制品·····	540
三、膨胀珍珠岩制品·····	541
四、矿渣棉·····	547
五、玻璃棉·····	548
六、石棉制品·····	548
第六节 耐火泥、泥浆和涂料·····	551
一、常用耐火泥标准摘录·····	551
二、泥浆·····	552
三、涂料和填料·····	556
第七节 耐火混凝土·····	557
一、胶结剂·····	557
二、集料和掺合料·····	563
三、水灰比·····	565
四、炼油厂用耐火混凝土·····	566
附录 6-1 弧形砖及楔形砖计算·····	574

下 篇

第一章 荷载计算及规定·····	583
第一节 风荷载计算·····	583
一、不同体型的标准风压计算·····	583
二、计算风荷载·····	584
第二节 基本自振周期“ T ”值计算·····	586
一、基本公式·····	586

二、锥台独立烟囱的“ T ”值	587
三、等截面体的“ T ”值	587
四、变截面体的“ T ”值	587
五、惯性矩“ J ”值计算	587
六、自振周期“ T ”值的计算步骤	587
七、“ T ”值计算举例	588
八、建议采用的“ T ”值	594
第三节 地震荷载计算	594
一、地震系数 K	594
二、动力系数 β	595
三、结构系数 C	595
四、振型系数 η_{tk}	595
五、总的地震水平力系数 K	595
六、地震水平力 S_t	596
七、地震力计算举例	596
第四节 静荷载及活荷载计算	597
一、荷载内容及荷载系数表	597
二、常用材料的标准容重以及配件的标准重量	597
三、载荷布置	597
第五节 温度差计算	598
一、温度差计算	598
二、建议采用的温度差	598
三、计算温度差 Δt	598
第六节 荷载组合	599
第七节 常用公式一览表	599
一、公式符号	599
二、应用公式表	600
第二章 烟囱设计与计算	602
第一节 不带拉绳的烟囱设计	602
一、造型	602
二、构造尺寸	602
三、烟囱计算	603
四、地震力控制时的计算	608
第二节 带拉绳的烟囱设计	608
一、造型	608
二、构造尺寸	608
三、烟囱计算	608
第三节 基础计算数据	613
一、不带拉绳的烟囱	613

二、带拉绳的烟囱	613
第四节 常用公式一览表	614
一、公式符号	614
二、应用公式表	616
第三章 圆筒炉架力学计算	619
第一节 计算简介	619
一、造型	619
二、计算内容	620
三、计算步骤	620
第二节 计算方法	621
一、静荷载计算说明	621
二、风荷载及地震荷载计算说明	621
三、对流室架概述	621
四、桁架式对流室的计算步骤	623
五、箱形架式对流室	628
六、曲柱式对流室	633
七、辐射室结构	635
八、炉底结构	641
九、底脚螺栓内力计算	644
第三节 基础计算数据	644
一、基础计算数据表	644
二、基础设计注意事项	645
第四节 常用公式一览表	646
一、公式符号	646
二、应用公式表	647
第四章 立式炉架力学计算	650
第一节 横管底烧喷嘴炉架内力计算	650
第二节 计算方法	650
一、静荷载计算	650
二、风荷载计算	652
三、地震荷载计算	654
四、固端弯矩计算	655
五、杆端弯矩计算	658
六、杆件内力组合	667
七、对流段桁架腹杆内力分析	670
八、其它受力杆计算	672
九、杆件截面应力校核	672
第三节 基础计算数据	672
第四节 侧烧喷嘴炉架内力计算	672

第五节	常用公式一览表	674
一、	公式符号	674
二、	应用公式表	675
第五章	钢结构设计与计算	677
第一节	材料	677
第二节	材料和联结的计算指标	681
第三节	基本计算规定	683
第四节	基本计算公式	685
一、	轴心受拉和轴心受压构件	685
二、	受弯构件	690
三、	偏心受拉和偏心受压构件	695
四、	联结计算	699
五、	受扭构件	710
六、	柱脚计算	716
第五节	按“基本容许应力法”进行计算	723
第六节	常用公式一览表	726
一、	公式符号	726
二、	应用公式表	729
第七节	常用型钢规格表	732
	国产钢铁名称命名表	737
第六章	钢结构构件、构造及施工	738
第一节	平台、梯子	738
一、	圆炉的扇形和环形平台	738
二、	斜梯和盘梯上、下口处的间歇平台	739
三、	圆炉间的连接平台	739
四、	立式炉的矩形平台	739
五、	横管立式炉炉底平台	739
六、	直梯	739
七、	斜梯	739
八、	盘梯	739
第二节	型钢接板、螺栓孔线距、开口和加强板的尺寸	755
一、	普型工字钢的螺栓线距和接板尺寸	755
二、	普型工字钢的插焊开口尺寸	755
三、	普型槽钢的加强板尺寸	755
四、	普型工字钢的加强板尺寸	755
五、	普型槽钢的插焊开口尺寸	755
六、	普型槽钢的螺栓线距和接板尺寸	755
七、	轻型工字钢(冶金部 1257 文定标准)的螺栓线距和接板尺寸	755
八、	轻型工字钢(冶金部 1257 文定标准)的插焊开口尺寸	755

九、轻型工字钢(冶金部 1257 文定标准)的加强板尺寸	755
十、轻型槽钢(冶金部 1257 文定标准)的加强板尺寸	755
十一、等边角钢的螺栓线距和插焊尺寸	755
十二、不等边角钢的螺栓线距和插焊尺寸	755
十三、组合角钢的垫板尺寸	755
十四、组合槽钢空腹柱的缀板尺寸	756
十五、工字钢接头的连接板尺寸	756
十六、槽钢接头的连接板尺寸	756
十七、不等边角钢的接头	756
十八、等边角钢的接头	756
第三节 一般型钢梁连接	766
一、工字钢主梁、槽钢次梁连接	766
二、工字钢主梁、工字钢次梁连接	766
三、槽钢梁连接	766
四、工字钢、槽钢梁连接	766
五、次梁大于主梁型号的工、槽钢梁连接	767
六、槽钢侧墙梁连接	767
七、槽钢固接梁连接	767
八、工字钢侧墙梁连接	768
九、中间对流管板连接	768
十、工字钢、槽钢梁齐口连接	768
十一、烟囱底座连接	768
第四节 工字钢刚架连接	776
一、刚架顶梁与柱连接(一)	776
二、刚架顶梁与柱连接(二)	776
三、刚架梁、柱连接	776
四、变截面柱连接	776
第五节 柱脚	779
一、柱脚节点(一)	779
二、柱脚节点(二)	779
第六节 施工	782
一、材料	782
二、制造	782
三、安装	783
实例一 圆筒炉架结构计算实例	786
实例二 立管立式炉架结构计算实例	802
附录 I 炼油厂管式加热炉施工图编制方法	820
一、图纸规格	820
二、盖图章	820

三、常用比例	820
四、剖面表示法	821
五、视图、剖视、剖面、详图的注法	821
六、尺寸注法	821
七、焊缝注法	824
八、螺纹标记	825
九、零、部件的编号	825
十、图纸上材料规格表的写法	826
十一、工艺设计数据表、钢架设计数据表、消耗指标表、开口说明表	827
十二、总图上的附注写法举例	828
十三、图名及文字资料的写法(以圆筒炉为例)	828
十四、配件及材料的备用量	829
十五、消耗材料	830
附录 I 加热炉索引	831
一、管式加热炉选用说明	831
二、北京石油化工总厂设计院底图	832
1. 纯辐射圆筒形加热炉索引	832
2. 圆筒形加热炉索引	838
3. 卧管立式加热炉索引	847
4. 立管立式加热炉索引	850
三、石油化学工业部炼油设计院底图	851
四、石油化学工业部一公司设计研究所底图	853
1. 纯辐射圆筒形加热炉索引	853
2. 圆筒形加热炉索引	855
3. 立管立式加热炉索引	858
4. 卧管立式加热炉索引	859
5. 转化炉索引	860
6. 其它加热炉索引	862

第一章 综 述

第一节 炉 型

一、炼油装置加热炉

本节给出一些国内外已被采用或被推荐的炉型。为了避免重复及繁琐，不可能对各种炉型的优缺点都一一加以叙述。因为编者水平及经验都有限，并且每一种炉型都各有不同的优缺点，各有不同的适用范围，所以这里不可能对某种炉型在各种情况下都采取完全肯定或完全否定的态度。这里给出较多炉型的目的(见图 1-1 至 1-13)，是便于参阅者根据具体的情况，进行具体的分析，去粗取精，去伪存真，从各种炉型中得到启发，并进一步发展适合我国具体情况的新炉型。

对我们所熟悉而且用的较多的圆筒炉、立管立式炉及卧管立式炉的优缺点、钢材消耗及投资比较将在第二节中介绍。本节仅就各种炉型的共性及特性加以概述。

1. 主要矛盾是什么？

多少年来，人们对炉型改来改去。概括的说，改的主要目的是寻求一种能够改善炉管受热的均匀性、提高炉管表面热强度、缩小炉膛体积和提高炉膛热强度的炉型。合理的解决上述问题，就涉及到火焰与炉管的相互位置；例如：沿炉管加热均匀，就有单排管加热及双排管加热与单面辐射及双面辐射的问题；沿炉管长度加热均匀，就有分层加热(如图 1-10A, B 阶梯炉)、多嘴短焰(水平管)及加大上部对流或辐射传热(如图 1-3F 及图 1-6C, F)等设计；缩短炉管与火焰的距离，减小炉膛体积，又有无焰燃烧、花格墙加热炉(见图 1-8 及 1-9)的措施等等。

上述矛盾及几个关系合理解决后，就可以设计出管材用量低，钢材用量少，投资便宜、能够长周期运转的加热炉。

2. 辐射传热面积与对流传热面积的关系：

适当处理辐射传热面积与对流传热面积的关系也是减少管材用量的一个因素。这个问题往往容易被忽略。从第三节的比较中可以得出结论“在炉子热负荷、热效率及进出口油温一定时，辐射管热强度愈高，则辐射传热面积与对流传热面积之和愈少，即管材消耗量愈小”。上述结论是从炉子热平衡角度出发的。在炉子实际操作中，辐射管热强度的大小不是凭主观愿望确定的，而是根据辐射管的排列、炉膛尺寸及炉墙面积及受热特性决定的。如图 1-4A 圆筒炉采用了单排管双面辐射，辐射管热强度当然可以提高，如果对流室由于放在炉顶而限制了对