

中华人民共和国石油天然气行业标准

SY/T 0524—2016

代替 SY/T 0524—2008

导热油加热炉系统规范

Code for heater system with heat-transfer oil

2016—12—05 发布

2017—05—01 实施

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	2
4 基本规定	4
5 设计原则	4
6 加热炉	6
7 吹灰单元	15
8 膨胀罐单元	16
9 储油罐单元	16
10 氮气覆盖及灭火单元	17
11 导热油循环单元	18
12 导热油装卸单元	19
13 导热油换热单元	20
14 控制、仪表和安全保护单元	20
15 钢结构	22
16 工厂制造	23
17 检查、检测和试验	24
18 出厂文件、铭牌、涂覆与包装运输	27
附录 A (资料性附录) 液相导热油加热炉最高膜温计算方法	30
附录 B (资料性附录) 燃料供应单元	35
附录 C (资料性附录) 设备数据表	38
附录 D (资料性附录) 导热油加热炉文件资料	66
参考文献	69

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准代替 SY/T 0524—2008《导热油加热炉系统规范》，与 SY/T 0524—2008 相比，除编辑性修改外，主要技术变化如下：

- 标准的章条内容进行了重新调整和编排，将 SY/T 0524—2008 中第 7 章、第 8 章、第 9 章、第 10 章、第 12 章合并修订（见第 6 章）；
- 增加了各单元管道设计要求（见 7.5，8.2，10.3，11.4）；
- 增加了系统布置要求（见 5.1.9 至 5.1.17）；
- 修改了膨胀罐、储油罐设计压力要求（见 8.1.4 和 9.3）；
- 修改了膨胀罐、储油罐开口尺寸要求内容（见表 4）；
- 修改了灭火系统内容（见 10.2）；
- 增加了换热单元和供热单元的温差要求（见 13.1.3）；
- 增加了换热单元的技术要求（见 13.1.6 和 13.1.7）；
- 修改了试验内容，将试验分为工厂试验和现场试验（见 17.4 和 17.5）；
- 增加了资料性附录 B 燃料供应单元（见附录 B）；
- 将 SY/T 0524—2008 的第 5 章修改为附录 D（见附录 D）。

本标准由石油工程建设专业标准化委员会提出并归口。

本标准由中国石油天然气管道工程有限公司负责解释。

本标准负责起草单位：中国石油天然气管道工程有限公司、中国石油集团工程设计有限责任公司华北分公司、中油管道机械制造有限公司、常州综研加热炉有限公司。

本标准主要起草人：傅伟庆、郭磊、程晖、张文伟、樊梦芳、邹峰、胡江峰、刘亮德、瞿晟华、贾春桦、李阳、彭常飞、王新超、王关祥、曹志强、赵月。

本标准代替了 SY/T 0524—2008。

SY/T 0524—2008 的历次版本发布情况为：

- SY/T 0524—1993。

导热油加热炉系统规范

1 范围

本标准规定了导热油加热炉系统设计、制造、检验、试验与验收的基本要求。

本标准适用于油气田和管道工程加热原油、天然气或其他介质的固定式燃油、燃气导热油液相加热炉系统。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 150.1 ~ 150.4 压力容器

GB/T 151 热交换器

GB 4053.1 ~ 4053.3 固定式钢梯及平台安全要求

GB/T 8163 输送流体用无缝钢管

GB 13271 锅炉大气污染物排放标准

GB/T 16507.4 水管锅炉 第4部分：受压元件强度计算

GB/T 17410 有机热载体炉

GB/T 20801 压力管道规范 工业管道

GB 24747 有机热载体安全技术条件

GB 50017 钢结构设计规范

GB 50051 烟囱设计规范

GB 50058 爆炸危险环境电力装置设计规范

GB 50093 自动化仪表工程施工及质量验收规范

GB 50184 工业金属管道工程施工质量验收规范

GB 50191 构筑物抗震设计规范

GB 50275 风机、压缩机、泵安装工程施工及验收规范

HG/T 21574 化工设备吊耳及工程技术要求

NB/T 47013.1 ~ 47013.13 承压设备无损检测

NB/T 47014 承压设备焊接工艺评定

NB/T 47042 卧式容器

NB/T 47043 锅炉钢结构制造技术规范

JB/T 4711 压力容器涂敷与运输包装

SH/T 3087 石油化工管式炉耐热钢铸件技术标准

SH/T 3115 石油化工管式炉轻质浇注料衬里工程技术条件

SY/T 0538 管式加热炉规范

SY/T 6671 石油设施电气设备安装区域一级、0区、1区和2区区域划分推荐作法

SY/T 0524—2016

- TSG G0001 锅炉安全技术监察规程
- TSG G0002 锅炉节能技术监督管理规程
- TSG G0003 工业锅炉能效测试与评价规则
- TSG 21 固定式压力容器安全技术监察规程
- TSG Z6002 特种设备焊接操作人员考核细则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

导热油加热炉系统 heater system with heat-transfer oil

导热油通过直接式火焰加热炉加热，然后经强制循环将其与通过换热器的原油、天然气或其他介质进行热交换的系统。系统由给定的操作模式和必须的设备组成，主要包括：导热油加热炉单元、燃烧器及燃料供应单元、吹灰单元、氮气覆盖及气体灭火单元、导热油循环单元、取样冷却单元、膨胀罐和储油罐、导热油装卸单元、换热单元、自动控制单元等。

3.2

额定热负荷 rated duty

导热油加热炉在单位时间内可以稳定提供的热量，单位符号为 kW。

3.3

设计热负荷 design duty

额定热负荷与热负荷裕量之和，单位符号为 kW。

3.4

额定流量 rated flow rate

导热油加热炉在额定热负荷下，单位时间内导热油通过加热炉的质量（体积），单位符号为 kg/h (m³/h)。

3.5

最小流量 minimum flow rate

导热油加热炉系统规定的最低流量，单位符号为 kg/h (m³/h)。

3.6

工作压力 working pressure

在正常工作情况下，导热油加热炉系统可能达到的最高压力，单位符号为 MPa。

3.7

设计计算压力 design computation pressure

强度计算时所采用的压力，单位符号为 MPa。

3.8

工作温度 maximum working temperature

在正常工作情况下，导热油加热炉系统可能达到的最高温度，单位符号为℃。

3.9

炉膛温度 furnace temperature

烟气离开辐射段时的温度，单位符号为℃。

3.10

导热油最高允许使用温度 heat-transfer oil maximum allowable working temperature

导热油最高安全使用温度，单位符号为℃。

3.11

有机热载体 heat transfer fluids

作为传热介质使用的有机物质的统称，有机热载体包括被称为热传导液 (heat transfer fluids)、导热油 (heat transfer oil)、有机传热介质 (organic heat transfer carriers)、热媒 (heating media) 等用于间接传热目的的所有有机介质。

3.12

导热油 heat transfer oil

用于间接传递热量的一类热稳定性较好的专用油品。

3.13

液膜温度 film temperature

炉管内壁的温度，即导热油接触管壁的温度，单位符号为 $^{\circ}\text{C}$ (参见图 A.1)。当管壁被加热或冷却时，液膜温度与导热油的温度相差较大。最高允许液膜温度可用于计算导热油的使用寿命。在设计加热炉时，在一个特定流体断面测量的最高液膜温度与断面主流体平均温度之差是一个重要参数。

3.14

烟气露点温度 flue gas dew temperature

在一定的压力下，烟气在冷的换热面上开始结露时的温度，单位符号为 $^{\circ}\text{C}$ 。

3.15

低热值 lower heating value

燃料完全燃烧后，燃烧产物中的水蒸气仍以气态存在时的反应热，也称作净热值，单位符号为 J。

3.16

过剩空气系数 excess air coefficient

燃料燃烧时供给的空气量与理论空气量之比。

3.17

炉管压力降 tube pressure drop

炉管入口端和出口端压力之差，不包括净压，单位符号为 MPa。

3.18

浇注衬里 castable lining

浇注或喷涂到壁板上，形成一定硬度和形状的耐火隔热混凝土。

3.19

陶瓷纤维 ceramic fiber

主要由二氧化硅和三氧化铝构成的纤维状耐火隔热材料。

3.20

多层衬里 multi-layer lining

由两层或两层以上相同类型隔热材料组成的炉墙。

3.21

复合衬里 multi-component lining

由两层或多层不同类型隔热材料组成的炉墙。

3.22

空气预热器 air preheater

通过高温烟气将助燃空气加热的传热设备。

3.23

吹灰器 sootblower

用于清扫覆盖在吸热表面上烟灰或其他沉积物的机械装置。

SY/T 0524—2016

3.24

平均热流密度 average heat flux density

吸热量与炉管外表面面积之比。扩面管的平均热流密度以扩面的光管面积为准。

3.25

体积热强度 volumetric heat release

放热量与辐射段的净体积（炉管和耐火隔墙除外）之比。

3.26

膨胀管 expansion pipe

膨胀罐与导热油循环管道间的常通连接管。

3.27

溢流管 overflow pipe

膨胀罐与储油罐间的常通连接管。当膨胀罐中的导热油液位高于溢流管口时，导热油流入储油罐。

4 基本规定

4.1 制造商应持有中华人民共和国质量监督检验检疫总局颁发的特种设备“有机热载体炉”制造许可证或C级以上锅炉制造许可证。

4.2 导热油加热炉系统的设计、制造除应符合本标准的要求外，还应接受TSG G0001的监察。

4.3 导热油加热炉系统的受压元件及管道附件材料不应采用铸铁或有色金属。

4.4 导热油循环系统的所有非焊接连接处的密封填料不应采用石棉制品。

4.5 导热油的选择和使用应符合GB 24747的相关要求。

4.6 对任何工艺装置、炉管的任何部位，导热油的温度均不应超过其最高允许使用温度。

4.7 导热油应经过脱水脱低沸点物后方可使用。不同的导热油不宜混合使用。需要混合使用时，混用前应由导热油供货商提供混合使用的条件和要求。

4.8 导热油加热炉系统的电气设备安装区域划分应符合SY/T 6671的规定，当位于防爆区域时，电气设备的防护和防爆要求应符合GB 50058的规定。

4.9 根据结构外形、辐射盘管形式和燃烧器的布置，导热油加热炉可划分为下列常用炉型：

- a) 密集螺旋管卧式圆筒炉（端墙侧烧）。
- b) 密集螺旋管立式圆筒炉（顶烧或底烧）。
- c) 水平管卧式圆筒炉（端墙侧烧）。
- d) 水平管八角箱形炉（端墙侧烧）。

5 设计原则

5.1 一般规定

5.1.1 导热油加热炉的台数不宜少于2台，当1台加热炉能满足检修需要时，可设置1台。

5.1.2 根据GB/T 17410中热负荷系列和导热油加热炉的经济运行工况及管网热损失，确定导热油加热炉额定热负荷。设计热负荷宜取额定热负荷的1.1倍。

5.1.3 导热油加热炉设计应使热量分布均匀，多管程设计应使各管程水力学对称。

5.1.4 导热油加热炉的管程数应合理布置，各管程从入口到出口应为单一流路。

5.1.5 炉管中导热油不应过热分解与积炭，辐射管导热油流速不应低于2m/s，对流管导热油流速不

应低于 1.5m/s。

5.1.6 采用密集螺旋盘管结构的导热油加热炉，加热炉进出口温差不宜大于 60℃。

5.1.7 双温位导热油加热炉系统中，低温位供油温度宜高于被加热介质换热后温度加 50℃。

5.1.8 除换热单元外，导热油加热炉系统位置的选择应符合下列规定：

- a) 宜布置在单独的区域或独立的建筑内。
- b) 宜位于可散发可燃气体设施的最小频率风向下风侧。
- c) 宜位于非防爆区，且应布置在工艺装置区以外或边缘。
- d) 应符合相关防火规范的规定。

5.1.9 导热油加热炉系统宜采用露天或半露天布置，当位于多风沙或严寒地区时，炉前燃烧器操作区宜设封闭操作间。

5.1.10 导热油加热炉系统露天布置时，应符合下列要求：

- a) 应选择适合露天布置的导热油炉及其附属设备。
- b) 管道、阀门、测量仪表等应有防雨、防风、防冻、防腐和减少热损失的措施。
- c) 风机、泵、尾气处理装置等辅助设备应有防雨、防风、防冻、防腐和防噪声措施。

5.1.11 导热油加热炉系统区域的工艺布置应方便设备的安装、操作和维护检修。

5.1.12 导热油加热炉与周边设施的净距不应小于表 1 的规定。

表 1 导热油加热炉与周边设施的净距

单位为米

导热油加热炉 额定热负荷, MW	炉前	炉两侧	炉后部通道
≤ 2.4	2.50	0.80	0.80
≤ 14	3.00	1.50	1.50
>14	4.00	1.80	1.80

5.1.13 各建筑物室内底层标高和构筑物基础顶面标高应高出室外地坪或周围地坪 0.15m 及以上，导热油加热炉间或其操作间和同层的辅助间地面标高应一致。

5.1.14 导热油加热炉防爆门不应朝向操作平台和人员通道。

5.1.15 导热油循环泵橇两侧宜留有大于循环泵宽度加 0.5m 的检修空间。

5.1.16 导热油循环泵故障停运时，应根据导热油加热炉的燃料特性，采取防止导热油结焦的措施。

5.1.17 导热油加热炉系统应设置取样冷却器，取样点宜设在循环泵前。

5.2 燃烧设计

5.2.1 导热油加热炉的热效率应符合 TSG G0002 的要求。

5.2.2 燃烧效率的计算值应以设计燃料的低热值为基准。

5.2.3 计算效率时，加热炉的散热损失应以 TSG G0003 的要求为基准。

5.2.4 过剩空气系数为 1.15 时，计算热效率不应低于 90%。

5.2.5 烟气排放应符合 GB 13271 和相关排放标准的要求。

5.3 机械设计

5.3.1 应根据规定的操作条件，包括如蒸汽—空气清灰（清焦）时短期条件考虑热膨胀问题。

SY/T 0524—2016

5.3.2 对流段炉管或空气预热器管排布置时，应考虑吹灰器、水洗或吹扫喷枪的安装空间。

5.3.3 圆筒炉最大高径比 (h/d) 宜为 2.75，其中 h 为耐火层内表面辐射段净高或净长， d 为炉管节圆直径。

5.3.4 底烧加热炉从地面到燃烧器风箱或调风器的最小净空距离宜为 2m。

5.3.5 加热炉的布置应考虑加热炉的检修措施。

6 加热炉

6.1 炉管系统

6.1.1 一般规定

6.1.1.1 炉管设计计算压力应比工作压力高 0.3MPa，且不应低于 1.0MPa。

6.1.1.2 炉管材料应符合 TSG G0001 的相关要求。

6.1.1.3 炉管壁厚应按 GB/T 16507.4 的规定进行计算和校核。

6.1.1.4 炉管壁厚腐蚀裕量应根据介质对不同材料的冲蚀和腐蚀情况确定，且不应低于下列值：

- a) 碳钢：3mm。
- b) 铬钼合金钢：2mm。
- c) 奥氏体不锈钢：1mm。

6.1.1.5 炉管应为无缝钢管，炉管拼接时，应采用全焊透结构，不应采用闪光焊，最小拼接长度不应小于 500mm。

6.1.1.6 伸入弯头箱内的炉管，在冷态下伸出两端管板外表面的距离应符合 SY/T 0538 的规定。

6.1.1.7 炉管外径宜按下述规格选取：60.3mm，88.9mm，101.6mm，114.3mm，127mm，141.3mm，152.0mm，168.3mm，219.1mm，273.1mm。

6.1.1.8 直接受火焰辐射的遮蔽管应采用与其相连辐射管相同的材质。

6.1.1.9 密集螺旋管结构应考虑炉管有效热补偿量。

6.1.1.10 炉内的急弯弯管设计压力和温度应与所连接的炉管相同。弯头箱内的急弯弯管设计压力与所连接的炉管相同，设计温度则应至少比该处介质的最高操作温度高 30℃。

6.1.1.11 急弯弯管的材质应与相连炉管的材质相同，壁厚不应低于所连接的炉管壁厚。

6.1.1.12 不应采用带纵焊缝的急弯弯管。

6.1.1.13 端部接头应采用带颈对焊法兰。

6.1.1.14 除仪表管接头外，配管、端部接头和集合管不应采用螺纹连接。

6.1.1.15 配管和集合管宜采用与炉管相同的材质。

6.1.2 扩面部分

6.1.2.1 对流段的扩面部分可采用钉头（钉头用电弧或电阻焊焊于炉管上），也可采用翅片（螺旋状翅片采用高频连续焊焊于炉管上）。

6.1.2.2 应根据计算出的顶部金属最高温度按表 2 选取扩面部分的材料。

6.1.2.3 应按表 3 选取扩面部分的尺寸。

6.1.3 炉管支承件

6.1.3.1 炉管和弯头所有荷载应由钢结构支承，不应传递到耐火材料上。

6.1.3.2 与烟气接触的炉管支承件的设计温度应按下列规定确定：

表 2 扩面部分温度

材料	钉头顶部允许最高温度 ℃	翅片顶部允许最高温度 ℃
碳钢	510	454
S11306	649	493
S30408	815	815

表 3 扩面部分尺寸

燃料	钉头		翅片		
	最小直径 mm	最大高度 mm	最小厚度 mm	最大高度 mm	最大密度 片/m
气体	12	25	1.2	25	197
油	12	25	2.5	19	118

- a) 位于辐射段、遮蔽段且暴露于耐火材料之外者，取烟气温度加 100℃ 且不小于 870℃。
- b) 位于对流段，取接触的烟气温度加 55℃。
- c) 穿过每块对流中间管板的烟气温度梯度不宜超过 222℃。
- d) 被管排遮蔽的铸造辐射管支承件可采用火墙温度。耐火材料覆盖的炉管支承件的隔热效果忽略不计。

6.1.3.3 水平管两支承点的最大跨度应取 35 倍炉管外径，且不超过 6m。

6.1.3.4 所有与烟气相接触的炉管支承件的表面腐蚀裕量为：

- a) 奥氏体材料 1.3mm。
- b) 铁素体材料 2.5mm。

6.1.3.5 弯头箱内的端管板应符合下列规定：

- a) 端管板为结构钢板，当管板设计温度超过 425℃ 时，应选用耐热合金板。
- b) 端管板的最小厚度为 12mm。
- c) 端管板与烟气接触侧宜采用浇注材料进行隔热，其最小厚度：对流段 75mm，辐射段 125mm。锚固件的材质应采用奥氏体不锈钢或镍合金。
- d) 端管板上每个管孔处应加焊套管，套管内径至少比炉管或扩面管的外径大 12mm，套管材质为合金钢或奥氏体不锈钢。

6.1.3.6 扩面管的支承应符合下列规定：

- a) 管板的设计应防止其对扩面管造成机械损坏，应方便炉管的抽出和插入且不得咬合。
- b) 钉头管至少应有 3 排钉头支承。
- c) 翅片管至少应有 5 排翅片支承。

6.1.3.7 对密集螺旋盘管支承应符合下列规定：

- a) 密集排列的螺旋管间宜用短圆钢焊接定位，周向均布。
- b) 盘管支承件与筒体或盘管应单侧焊接，不允许双侧焊接。
- c) 外层炉管与筒体间可采用连续支承或间断支承，周向下部支承点至少应为 2 处。
- d) 炉管支承件材料的最高使用温度应满足 6.1.3.2 的要求。

6.1.3.8 管板（炉管支承件）荷载应符合下列规定：

- a) 按多点支承连续梁分析方法计算荷载。计算摩擦荷载时，摩擦系数至少应取 0.30。

- b) 计算摩擦荷载时应按所有炉管向相同方向膨胀或收缩计算，不考虑管子反向移动引起的荷载抵消或减少。

6.1.3.9 设计温度下支承件许用应力不应超过下列各值：

- a) 对静荷载：
 - 1) 抗拉强度的1/3。
 - 2) 屈服强度（0.2%残余变形）的2/3。
 - 3) 10000h产生1%蠕变时平均应力的50%。
 - 4) 10000h发生断裂时平均应力的50%。
- b) 对静荷载加摩擦荷载：
 - 1) 抗拉强度的1/3。
 - 2) 屈服强度（0.2%残余变形）的2/3。
 - 3) 10000h产生1%蠕变时的平均应力。
 - 4) 10000h发生断裂时的平均应力。

6.1.3.10 对于铸件，许用应力应乘以 0.8 的铸造系数。

6.2 耐火和隔热

6.2.1 一般规定

6.2.1.1 加热炉炉墙、烟风道、辅助设备、管道及阀门应具有良好的密封和保温性能。当周围环境温度为 25℃ 时，距门（孔）300mm 以外的炉体外表面温度不得超过 50℃。

6.2.1.2 炉衬结构的设计应考虑所有部件的适当膨胀量。采用多层或复合衬里时，其接缝不应连续贯穿衬里。

6.2.1.3 除另有规定外，任何一层耐火材料的许用工作温度至少应高出其计算热面温度 165℃。辐射和遮蔽段耐火材料的最低许用工作温度应为 982℃。

6.2.1.4 燃烧器砖的最低许用工作温度应为 1650℃。

6.2.1.5 人孔门至少应采用与周围耐火层有同样隔热性能的耐火材料进行防护，避免直接辐射。

6.2.2 浇注料衬里结构

6.2.2.1 水硬性浇注料衬里适用于加热炉所有部分，其浇注料种类应按其使用温度选取并符合 SH/T 3115 的有关规定。

6.2.2.2 双层浇注料衬里，热面层的最小厚度应为 75mm。锚固件应支承住每层衬里。

6.2.2.3 浇注料衬里厚度大于 50mm 时，锚固件的高度应贯穿该衬里厚度的 70%，其顶部距热表面的距离不应小于 12mm。

6.2.2.4 锚固件应为方形布置，最大间距应为衬里总厚度的 3 倍，但在炉壁不应超过 300mm，在炉顶不应超过 225mm。为避免形成连续剪切面，锚固件的叉口方向应交错排列。

6.2.2.5 衬里总厚度不超过 150mm 时，锚固钉直径不应小于 5mm；大于 150mm 时，锚固钉直径不应小于 6mm。

6.2.2.6 弯头箱、尾部烟道、烟风道和烟囱的衬里厚度不应小于 50mm。

6.2.2.7 燃烧器砌体和预烧成型制品的周围应留有膨胀缝。

6.2.2.8 密度大于或等于 970kg/m³ 的衬里允许加入金属纤维进行加强，加入的金属纤维量不应大于干混料量的 3%。

6.2.2.9 当燃料中包括钠在内的重金属总量超过 250mg/kg 时，暴露的热面层应采用低铁（铁含量不

大于1%)或重质浇注料。重质浇注料密度至少为 1800kg/m^3 ，其集料中 Al_2O_3 的含量不应小于40%， SiO_2 的含量不应大于35%。

6.2.3 陶瓷纤维结构

6.2.3.1 层状或模块结构的陶瓷纤维可用于加热炉除烟囱、烟道之外的所有部位。

6.2.3.2 热面层陶瓷纤维毯的厚度不应小于25mm，密度不应小于 128kg/m^3 。用于热面层的陶瓷纤维板，厚度不应小于38mm，密度不应小于 240kg/m^3 。用于背层的陶瓷纤维毯密度不应小于 96kg/m^3 。用于热面层的陶瓷纤维板，当烟气温度低于 1100°C 时，其最大尺寸应为 $600\text{mm}\times 600\text{mm}$ ；当烟气温度超过 1100°C 时，其最大尺寸应为 $450\text{mm}\times 450\text{mm}$ 。

6.2.3.3 任何一层陶瓷纤维的许用工作温度应比计算的热面温度高 280°C 。

6.2.3.4 陶瓷纤维毯热面层的锚固件至所有边沿的最大距离不应大于75mm。

6.2.3.5 炉顶锚固件按长方形排列，其间距不应超过以下数值：

- a) 毯宽300mm：间距为 $150\text{mm}\times 225\text{mm}$ 。
- b) 毯宽600mm：间距为 $225\text{mm}\times 225\text{mm}$ 。
- c) 毯宽900mm：间距为 $225\text{mm}\times 250\text{mm}$ 。
- d) 毯宽1200mm：间距为 $225\text{mm}\times 270\text{mm}$ 。

6.2.3.6 炉壁锚固件按长方形排列，其间距不应超过以下数值：

- a) 毯宽300mm：间距为 $150\text{mm}\times 225\text{mm}$ 。
- b) 毯宽600mm：间距为 $225\text{mm}\times 300\text{mm}$ 。
- c) 毯宽1200mm：间距为 $270\text{mm}\times 300\text{mm}$ 。

6.2.3.7 未被炉管遮蔽的金属锚固件应由陶瓷纤维块完全覆盖或用可塑性陶瓷纤维保护。

6.2.3.8 当烟气流速超过 12m/s 时，陶瓷纤维毯不能用于热面层；当流速大于 12m/s 且小于 24m/s 时，热面层应使用湿毯、陶瓷纤维板或陶瓷纤维模块；当流速超过 24m/s 时，热面层应采用浇注料或采用外保护层。陶瓷纤维毯布置时，应使其最大尺寸方向与烟气流动方向一致，毯在热面层上的连接应为搭接，搭接方向顺着烟气流动方向。热面层采用陶瓷纤维板时，应为对接连接，接缝应严密。

6.2.3.9 用于背层的陶瓷纤维毯应在接缝处采用压缩量不低于25mm的对接缝，相邻各层的所有接缝应错开。

6.2.3.10 陶瓷纤维模块应采用竖缝立砌法，交错镶嵌法仅适用于炉顶。

6.2.3.11 采用陶瓷纤维模块时，每边均应压缩以避免收缩裂纹。

6.2.3.12 炉顶上的纤维模块设计时，其锚固范围不应小于模块宽度的80%。

6.2.3.13 在陶瓷纤维模块施工前，应将锚固件固定在壁板上。

6.2.3.14 锚固组合件应装在距模块冷表面小于50mm处。

6.2.3.15 模块内的金属件应为奥氏体不锈钢或镍合金。

6.2.3.16 陶瓷纤维结构用于含硫量大于 10mg/kg 的燃料时，炉壳的内表面应涂一层防腐涂料，防腐涂料的许用工作温度不应小于 180°C 。

6.2.3.17 燃料中的含硫量超过 500mg/kg 时，应设置奥氏体不锈钢箔阻气层。阻气层的位置应使在任何操作工况下，阻气层的温度应高出计算露点 55°C 。阻气层边沿至少应重叠175mm，边沿和开孔处应密封。

6.2.3.18 燃料中重金属含量超过 100mg/kg 时，不应采用陶瓷纤维结构。

6.2.3.19 设有吹灰器、蒸汽喷枪或水洗设施的对流段，不应采用陶瓷纤维结构。

6.2.3.20 锚固件应在壁板涂覆防腐涂料前安装，涂料应覆盖锚固件。锚固件未覆盖涂料部分的温度应在酸露点温度以上。

6.2.4 复合衬里结构

- 6.2.4.1 采用浇注热面层时，其最小厚度应为 75mm。
- 6.2.4.2 锚固系统应对各层都具有固定和支承作用。
- 6.2.4.3 对每种炉衬，锚固件的型式和安装应符合 6.2.2 和 6.2.3 的要求。
- 6.2.4.4 任何一层材料许用工作温度均应符合 6.2.2 和 6.2.3 的要求。
- 6.2.4.5 隔热块仅用作背衬材料，且应由工作温度不小于 982℃ 的硅酸钙或矿渣棉制成。当液体燃料中的硫含量超过 1%（质量分数）或气体燃料中硫化氢含量超过 100mg/kg 时，不应采用隔热块。
- 6.2.4.6 如果燃料中含硫量超过 10mg/kg，而采用隔热块或陶瓷纤维作为背衬保温时，壁板上应涂覆防护涂料，防护涂料的许用工作温度不应小于 180℃。
- 6.2.4.7 如果采用隔热块或陶瓷纤维作为浇注料的背衬层，应将其隔离以防止水从浇注料中渗出。
- 6.2.4.8 用作背衬材料的隔热块和陶瓷纤维的最小密度应为 128kg/m³。

6.2.5 外保温结构

- 6.2.5.1 外保温材料宜采用密度不大于 128kg/m³ 的陶瓷纤维毯或陶瓷纤维毯与岩棉板的复合结构。
- 6.2.5.2 陶瓷纤维毯应在接缝处采用压缩量至少为 25mm 的对接缝，相邻各层所有接缝应错开。
- 6.2.5.3 支承件宜采用角钢或扁钢组合件，支承环梁的间距取决于外保护板的宽度，宜为 950mm。
- 6.2.5.4 外保温材料应用铁丝或钢带捆扎后再加外保护板。
- 6.2.5.5 外保护板宜采用奥氏体不锈钢板、彩钢板，其厚度不应小于 0.5mm。当采用压花铝板时，其厚度不应小于 0.75mm。
- 6.2.5.6 外保护板之间的连接应为搭接，其搭接长度不应小于 20mm，搭接处应采用钢板条压紧，以防雨水渗入。
- 6.2.5.7 外保护板应采用铆钉及螺钉或其他方法固定在支承件上，铆钉及螺钉间距不宜大于 200mm。

6.3 炉体及附件

6.3.1 一般规定

- 6.3.1.1 炉体的设计应满足所有加热炉部件的膨胀。
- 6.3.1.2 加热炉壁板最小厚度不应小于 5mm，且应配设加强筋以防翘曲。当壁板承受弯曲应力时，最小厚度不应小于 6mm。
- 6.3.1.3 加热炉壁板外部焊缝应为密封焊。
- 6.3.1.4 加热炉结构应能有效支承直梯、斜梯和平台。
- 6.3.1.5 平顶炉设计应能排除雨水，通过布置构件和排水孔达到排水要求。
- 6.3.1.6 若配设防火层，从基础面到炉底的主要结构梁柱应有 50mm 厚的防火层。
- 6.3.1.7 若加热炉需要定期水洗及清灰时，应设可拆卸端板。
- 6.3.1.8 炉体应能有效支承烟风道，使其在操作和停工时膨胀节不受约束，且不妨碍烟风道部件的拆卸。

6.3.2 弯头箱

- 6.3.2.1 弯头箱应能满足炉管的全部膨胀。弯头箱门衬里和热态下弯头之间的最小距离不应小于 50mm。
- 6.3.2.2 弯头箱及门的壁板最小厚度不应小于 4mm，且应有加强筋以防翘曲。弯头箱应可拆卸。

6.3.3 防爆门和开孔

6.3.3.1 加热炉应设置防爆门。防爆门数量应按每 100m³ 炉膛体积设置一个确定，其开孔面积宜为 0.2m²。

6.3.3.2 防爆门应装设在发生爆炸后不危及人身和设备安全的部位。

6.3.3.3 加热炉宜设置人孔门。

6.3.3.4 看火门和观察孔应能观察到辐射管和燃烧器正常操作和点火时的火焰情况。

6.3.4 平台、直梯和斜梯

6.3.4.1 平台、直梯和斜梯除应符合本标准的要求外，还应符合 GB 4053.1 ~ 4053.3 的有关要求。

6.3.4.2 以下位置应设平台：

- a) 地面不易接近的燃烧器和燃烧器调节机构处。
- b) 对流段两端的维修位置。
- c) 挡板和吹灰器的维修和操作位置。
- d) 地面上无法操作的看火门和辐射室人孔门处。
- e) 通风机、驱动机和空气预热器等辅助设备操作和维修处。

6.3.4.3 平台的最小净宽度应符合下列规定：

- a) 操作维修平台：900mm。
- b) 通道：750mm。

6.3.4.4 平台铺板应采用钢格板或不小于 4mm 厚的花纹钢板。

6.3.4.5 直梯应从距地面 2.2m 处开始设置护笼。直梯进出平台处应设置防护栏杆。

6.3.4.6 斜梯内侧通行净宽度不应小于 600mm，踏步的宽度不应小于 200mm，斜梯的倾角不应大于 45°。

6.3.4.7 所有平台、通道和斜梯均应设扶手。

6.4 烟囱和烟风道

6.4.1 一般规定

6.4.1.1 烟囱、烟风道和尾部烟道上所有的开口和连接均应密封，防止空气和烟气泄漏。

6.4.1.2 烟囱、烟风道和尾部烟道应按运输、安装及操作过程中可预见的所有荷载条件下进行设计。这些荷载应包括（但不限于）永久荷载、风荷载、地震荷载、活荷载、温度荷载、雪荷载和覆冰荷载。

6.4.1.3 烟囱、烟风道和尾部烟道所用材料，应满足加热炉在不操作期间的最低环境温度下所有荷载条件的要求。

6.4.1.4 烟囱设计除符合本标准外，还应符合 GB 50051 的规定。

6.4.2 设计原则

6.4.2.1 烟囱宜为自立式，并与其支承的结构用螺栓连接。

6.4.2.2 与烟囱相连的外部附件应采用密封焊。

6.4.2.3 当烟囱、烟风道和尾部烟道安装在混凝土上时，应防止混凝土温度超过 150℃。

6.4.2.4 烟囱中间各段宜采用全熔透焊接结构，烟风道与尾部烟道和烟囱之间宜采用法兰连接。

6.4.2.5 烟囱底部应设置一个手孔或清灰孔。

6.4.2.6 在具有内衬的烟囱顶部应设置防浸蚀的金属盖板，保护衬里水平表面免受风雨浸蚀。

- 6.4.2.7 非耐火特殊衬里的适用性应考虑其强度、柔性、热性能以及抵抗化学侵蚀的能力。
- 6.4.2.8 浇注衬里应以适当方式锚固在烟囱、烟风道、尾部烟道上。
- 6.4.2.9 设计荷载应为使结构产生最大效应的荷载组合，在任何情况下，单项荷载产生的应力均不应超过规定的允许值。风荷载和地震荷载不应同时考虑。
- 6.4.2.10 不包括腐蚀裕量的自立式烟囱壁板最小厚度应为 4.5mm，腐蚀裕量不应小于 2mm。
- 6.4.2.11 烟囱的地脚螺栓应不少于 8 个。
- 6.4.2.12 烟囱如果设置吊耳，吊耳应按烟囱从水平位置吊至垂直位置的吊装荷载设计。
- 6.4.2.13 烟囱、烟风道和尾部烟道的设计金属温度应为计算金属温度加 50℃，计算金属温度按无风、环境温度 25℃ 下各种操作工况的最高烟气温度计算。
- 6.4.2.14 烟风道和尾部烟道的最小壁板厚度应为 4mm。
- 6.4.2.15 烟风道和尾部烟道应加强，以防止过大的翘曲和变形。有耐火浇注衬里的烟风道的变形不应超过跨度的 1/360，其他烟风道的变形不应超过跨度的 1/240。

6.4.3 静态设计

- 6.4.3.1 所有烟囱均应按照悬臂梁结构设计。
- 6.4.3.2 烟囱、烟风道和尾部烟道设计时不应考虑衬里的加强作用。
- 6.4.3.3 烟囱壁板不连续处，应按壁板或加强圈的薄膜加弯曲组合应力不大于该材料在设计温度下最小屈服强度的 90% 进行设计，或遵照相应结构规范的规定。
- 6.4.3.4 烟囱上开口的净宽不应超过烟囱直径的 2/3。对于两个相对的开口，每个开口的弦长不应超过烟囱的半径。开口处采用等强度方法补强。
- 6.4.3.5 圆筒形烟囱变径段应为顶角小于或等于 60° 的锥体。
- 6.4.3.6 为承受环向弯矩，宜配设抗风压加强圈。
- 6.4.3.7 对于无加强圈圆筒壳，当筒体半径和扣除腐蚀裕量后的壁板厚度之比不大于 160 时，可忽略由风压引起的环向弯矩。
- 6.4.3.8 当烟囱的壁厚符合公式 (1) 条件时，应设置加强圈，并按公式 (2) 和公式 (3) 确定加强圈的间距和截面模量：

$$t \leq (5M/9F_{ys})^{0.5} \dots\dots\dots (1)$$

$$1 \leq H_s/D \leq 3 \dots\dots\dots (2)$$

$$Z \geq H_s M/0.6F_{yr} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

M ——单位壳体长度上的最大环向弯矩，N·m/m；

F_{ys} ——设计温度下壳体材料的最小屈服强度，N/mm²；

t ——扣除腐蚀裕量后的壳壁厚度，mm；

H_s ——加强圈间距，mm；

D ——壳体直径，mm；

Z ——加强圈截面模量，mm³；

F_{yr} ——壳体设计温度下加强圈的最小屈服强度，N/mm²。

- 6.4.3.9 由风荷载产生的烟囱挠度不应大于烟囱高度的 1/200。挠度计算按壳壁厚度中仅含有 50% 以下的腐蚀裕量且不考虑衬里。

6.4.3.10 烟囱壳体在基础之上任意高度处的允许垂直偏差应按公式 (4) 确定：

$$\delta = \frac{h}{1000\sqrt{1+50/h}} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

δ ——允许垂直偏差，m；

h ——烟囱高度，m。

6.4.4 风诱导振动设计

6.4.4.1 应通过动力分析确定烟囱对于风和地震作用的响应特性，并应符合 GB 50017 的规定。

6.4.4.2 如果烟囱第一振型的临界风速比最大设计风速（指烟囱顶端处 1h 的平均值）高 1.25 倍以上，在设计荷载中可不包含由横向风引起的动荷载。

6.4.4.3 如果分析显示横向风可能引起过大的振动，应采用下列措施之一减少涡流引起的振动幅度：

- a) 增加质量和结构的阻尼特性（例如使用耐火衬里）。
- b) 使用质量减振器（例如调谐摆式减振器）。
- c) 采用空气动力学方法（例如扰流构件或交错排列的直立扰流板等）。
- d) 调整烟囱的长度和（或）直径，直到获得满意的振动特性。

6.4.4.4 当采用扰流构件减振时，扰流构件至少应在烟囱最上部三分之一高度内设置。

6.4.4.5 螺旋扰流构件应由厚度为 5mm，间隔为 120° 的三条板绕制成，其螺距应为烟囱直径的 5 倍。板宽应为烟囱外径的 0.1 倍。

6.4.4.6 交错排列直立扰流板的厚度不应小于 6mm，长度不应大于 1.5m，三块板沿着烟囱的周向成 120° 布置，板宽应为烟囱外径的 0.1 倍。上下相邻位置的直立板间应互相错开 30°。

6.4.4.7 当烟囱位于其他构筑物的附近时，宜考虑该构筑物可能带来的震颤效应。

6.4.4.8 当烟囱与其他烟囱或高的直立圆柱形容器等构筑物相邻时，其中心之间的最小距离宜为 4d（d 是相邻构筑物中的最大直径）。如果中心间距大于 15d，他们之间的相互影响可以忽略。

6.4.4.9 当烟囱处于一个邻近烟囱或高的直立容器的下风向时，其影响效应通过增加风荷载计算确定。

6.5 仪表接头和辅助管接头

6.5.1 烟气和空气用管接头

6.5.1.1 加热炉应设置下列测温用管接头：

- a) 辐射室的烟气出口至少应设一个管接头。
- b) 无空气预热器的烟囱的入口处应设一个管接头。
- c) 空气预热器的烟气和空气出口管道均应设置管接头。
- d) 通过燃烧器的风道末端应设置管接头。

6.5.1.2 加热炉应在下列位置设置测压用管接头：

- a) 每个辐射室至少应设一个炉膛测压管接头。
- b) 在每个辐射室抽力最低处应设置一个管接头。
- c) 无空气预热器的通风机的出口管道应设置管接头。
- d) 空气预热器的烟气和空气出入口处应设置管接头。
- e) 燃烧空气管道调节挡板下游侧应设置管接头。

6.5.1.3 应在下列位置设置烟气采样口：

- a) 每个辐射室烟气出口处应设置采样口或氧量计接口。
- b) 烟囱应设置采样口。

6.5.2 工艺流体用管接头

- 6.5.2.1 每个进出炉工艺流体管道上应设置一个测温管接头和一个测压管接头。
- 6.5.2.2 对流至辐射转油线上宜设置测温管接头。
- 6.5.2.3 在炉管、集合管或工艺流体管道最高位置应设置一个放空管接头。
- 6.5.2.4 在出炉工艺流体管道上应设置一个安全阀管接头。

6.5.3 辅助管接头

- 6.5.3.1 灭火气体管接头应符合下列要求：
 - a) 每个燃烧室至少应设置一个灭火气体管接头，焊于端部板外侧。穿过炉墙的开孔宜衬 Sch80 奥氏体不锈钢套管。
 - b) 灭火气体管接头的规格应满足灭火气体量的要求。
- 6.5.3.2 吹扫和排污管接头应符合下列要求：
 - a) 对螺旋盘管式加热炉定期吹灰时，炉端墙至少应设 4 个吹扫管接头。耐火材料厚度超过 75mm 时，穿过炉墙的开孔宜衬 Sch80 的奥氏体不锈钢套管。
 - b) 当要求对辐射或对流炉管进行水洗时，在炉底至少应设置一个不小于 DN100 的排污管接头，不排污时，接头端部应密封。

6.5.4 管壁热电偶

- 6.5.4.1 当采用管壁热电偶时，管壁热电偶应焊于炉管外壁向火面 60° 范围内，导线、绝缘体和保护套的设计应与炉管预计的位移相适应。
- 6.5.4.2 保护套应为气体密封式，材质至少应为奥氏体不锈钢或适合操作条件的其他合金。保护套通过焊制的夹子或卡子固定到炉管上，所有热电偶组件均应在加热炉上采用热电偶接线盒连接。

6.5.5 管接头位置

所有仪表管接头和采样管接头应能在地面、平台或直梯上进行操作。在地面或平台上操作的热电偶管接头，不应高于地面或平台 2m。烟气取样管接头不应高于地面或平台 1.2m。在固定直梯上操作的管接头距直梯中心线横向距离不应大于 0.8m，且至该直梯顶端梯蹬距离不应大于 0.9m。

6.6 燃烧器

- 6.6.1 燃烧器的设计、选用、位置、安装和操作，应确保在整个操作过程中燃烧器可见火焰长度不应超过辐射段长度的 2/3，火焰不舔炉管和管架。燃烧器的位置和操作应确保燃料在辐射室内燃烧完全。
- 6.6.2 燃烧器在设计过剩空气系数量下的最大功率应为额定热负荷的 120%。
- 6.6.3 燃烧器宜采用全自动燃油、燃气燃烧器。燃烧器的输出功率应具有自动调节功能，并能实现自动程序点火和火焰监测、熄火保护等功能。
- 6.6.4 自动燃气燃烧器应具备漏气检测功能。
- 6.6.5 燃油时可采用全自动比例调节转杯式、机械压力雾化式或气动雾化式燃烧器。燃烧器的选型应考虑燃油性质。
- 6.6.6 燃烧器砖应作为一个整体与加热炉炉衬分开，以便自由收缩和膨胀。

- 6.6.7 燃烧器砖应预先烘干，安装后即可点火投用。由水基和含水材料制成的燃烧器砖，其预先烘干温度不应小于 260℃。
- 6.6.8 燃烧器的出力范围调节比：液体燃料至少应为 3 : 1，气体燃料至少应为 5 : 1。
- 6.6.9 在规定的最大发热量条件下，燃烧器的抽力损失不应大于可利用抽力的 90%。
- 6.6.10 油枪或转杯应方便拆卸。
- 6.6.11 距离燃烧器 1m 处的噪声不应大于 85dB (A)，否则应装设消声设施。

7 吹灰单元

7.1 一般规定

- 7.1.1 当燃油加热炉对流段采用扩面管时，对流段应装设在线吹灰器。
- 7.1.2 当燃油加热炉采用空气预热器时，空气预热器应装设在线吹灰器。
- 7.1.3 当吹灰介质为空气时，入口处的压力不应低于 1.0MPa。
- 7.1.4 吹灰器吹扫范围内的炉墙应采取防冲刷措施。
- 7.1.5 空气储罐的设计、制造、检验和验收应符合 GB 150.1 ~ 150.4 的规定，并接受 TSG 21 的监察。

7.2 吹灰器

- 7.2.1 吹灰器宜采用气动旋转式或其他型式的固定吹灰器。
- 7.2.2 吹灰管应采用奥氏体不锈钢管。
- 7.2.3 吹灰器应配套装设自动吹灰控制器。吹扫应逐个进行，各排的吹扫顺序应与烟气流动方向一致。

7.3 空气压缩机

- 7.3.1 空气压缩机宜选用固定风冷螺杆式空气压缩机，当用于沙漠地区时，要求空气压缩机有较好的密封性能和防尘保护措施。
- 7.3.2 空气压缩机的额定排气压力不应小于 1.2MPa。

7.4 空气储罐

- 7.4.1 空气储罐宜为立式，容积不应小于 5m³，设计压力不应低于 1.6MPa。
- 7.4.2 空气储罐应设置安全阀、压力表和排污管。

7.5 管道系统设计

- 7.5.1 管道系统应设置空气过滤分离设施。
- 7.5.2 压缩空气管道应满足用气设备对气体流量、压力及品质的要求，管道的计算流速宜取 8m/s ~ 12m/s。
- 7.5.3 寒冷和严寒地区的压缩空气管道埋地敷设时，应敷设在冰冻线以下；架空敷设时，应采取防冻措施。
- 7.5.4 非寒冷和严寒地区宜采用架空敷设。
- 7.5.5 穿越道路时应敷设在管涵或套管内，跨越道路时净空高度不应小于 5m。
- 7.5.6 埋地敷设的压缩空气管道应根据土壤的腐蚀性做相应的防腐处理。
- 7.5.7 在用气设备接口处，压缩空气管道应设置关断阀门。

8 膨胀罐单元

8.1 膨胀罐

8.1.1 膨胀罐的设计应符合 GB 150.1 ~ 150.4 的规定。

8.1.2 膨胀罐应为卧式容器，正常运行时，膨胀罐的气相空间应与空气隔绝。

8.1.3 膨胀罐的调节容积不应小于炉管内和管网系统中导热油在工作温度下因热膨胀所增加容积的 1.3 倍。

8.1.4 膨胀罐的设计压力不应小于 0.2MPa。

8.1.5 膨胀罐不应安装在导热油加热炉的正上方，以防因热膨胀喷出导热油引起火灾。膨胀罐应由独立的钢架支托，膨胀罐底部与导热油炉系统最高点的垂直净距不应小于 1.5m。

8.1.6 膨胀罐上应安装液面计，但不应采用玻璃管液面计。

8.1.7 膨胀罐上应安装压力表和安全阀。若膨胀罐与储油罐用溢流管连通，则可在储油罐上安装安全排放阀。

8.1.8 在寒冷地区，应设置膨胀罐加热装置，以防止导热油冷凝或温度过低。

8.1.9 膨胀罐上应设置下列开口：

- a) 人孔。
- b) 导热油进出口。
- c) 膨胀口。
- d) 溢流口。
- e) 导热油注入口。
- f) 导热油排出口。
- g) 氮气入口。
- h) 安全阀口。
- i) 压力表口。
- j) 温度计口。
- k) 液面计口。
- l) 放空口。
- m) 自控仪表要求的其他管口。

8.2 管道系统设计

8.2.1 与膨胀罐连接的膨胀管中，至少有一根膨胀管上不装设阀门且弯曲角度不小于 120° ，其管径不小于表 4 规定的尺寸。

8.2.2 对于容积大于或等于 20m^3 的膨胀罐，设置一个独立的快速排放阀，或者在其内部气相和液相的空间分别设置膨胀管线，其中液相管线上设置一个快速切断阀。

8.2.3 当有储油罐时，膨胀罐上应装设溢流管，溢流管应和储油罐连通。溢流管直径应与膨胀管直径相同，且溢流管上不应安装阀门。溢流管上口至膨胀罐底部距离应为膨胀罐直径的 $3/4$ 。

8.2.4 除膨胀管外，膨胀罐还应设置导热油系统启动脱水、脱气时使导热油全部流经膨胀罐的过流管线。

8.2.5 膨胀罐和膨胀管不应采取保温措施。

9 储油罐单元

9.1 储油罐的设计应符合 GB 150.1 ~ 150.4 的规定。

表 4 膨胀罐、储油罐开口公称直径

单位为毫米

加热炉总额定热负荷 kW	膨胀管与溢流管公称直径 DN mm	排泄管及放空管公称直径 DN mm
≤ 25	≥ 15	≥ 20
≤ 100	≥ 20	≥ 25
≤ 600	≥ 25	≥ 32
≤ 900	≥ 32	≥ 40
≤ 1200	≥ 40	≥ 50
≤ 2400	≥ 50	≥ 60
≤ 6000	≥ 65	≥ 80
≤ 12000	≥ 80	≥ 100
≤ 24000	≥ 100	≥ 150
≤ 35000	≥ 150	≥ 200

9.2 储油罐应为卧式容器。储油罐的容积应能接收系统中最大隔离空间的导热油和系统所需要的适当补充储备量。

9.3 储油罐的设计压力不应小于 0.2MPa。

9.4 储油罐宜安装在系统中最低位置。

9.5 储油罐上应安装液面计，但不应采用玻璃管液面计。

9.6 储油罐上应安装压力表和安全阀。

9.7 储油罐顶部应装设放空管，放空管的最小公称直径见表 4。

9.8 在寒冷地区应设置储油罐加热装置，以防止导热油冷凝及温度过低。

9.9 储油罐上应设置下列开口：

- a) 人孔。
- b) 溢流接口。
- c) 放空口。
- d) 安全阀口。
- e) 压力表口。
- f) 液面计口。
- g) 温度计口。
- h) 导热油注入口。
- i) 导热油排出口。
- j) 排污口。

10 氮气覆盖及灭火单元

10.1 氮气覆盖系统

10.1.1 封闭膨胀罐和储油罐宜采用氮气覆盖，使膨胀罐和储油罐内的导热油与空气隔离，防止导热

油氧化和空气中的水蒸气侵入。

10.1.2 氮气覆盖系统由氮气瓶组或氮气罐、阀组、仪表及管路组成。氮气瓶组或氮气罐应与高位膨胀罐连通并保证氮气的持续供应。

10.1.3 在膨胀罐顶部应设置压力控制器，当罐内压力低于设定值时，进入氮气；当罐内压力高于设定值时，排出氮气。

10.2 灭火系统

10.2.1 导热油加热炉系统应配备灭火系统，灭火气体宜采用蒸汽或氮气，当能够提供稳定的蒸汽供应时，应选用蒸汽。

10.2.2 灭火用气量应保证 15min 内至少可充满 3 倍炉膛体积。

10.2.3 氮气灭火系统由氮气瓶组或氮气罐、阀组、仪表及管路组成。氮气瓶组或氮气罐应与加热炉灭火气体接口连通并保证事故时氮气的持续供应。

10.3 管道系统设计

10.3.1 氮气管道或蒸汽管道宜采用架空敷设，穿越道路时应敷设在管涵或套管内，跨越道路时净空高度不应小于 5m。

10.3.2 氮气管道及蒸汽管道的连接，除设备、阀门处用法兰或螺纹连接外，均应采用焊接。

10.3.3 氮气管道在进入用气设备所在建筑物时，应在外墙侧面设置切断阀门。

10.3.4 灭火氮气和灭火蒸汽管线上除电磁阀以外的手动阀门均应保持铅封开启状态。

10.3.5 灭火氮气和灭火蒸汽管线上的电磁阀和其他阀门均应装设在明显、安全和操作方便的位置。

10.3.6 灭火蒸汽管道的低点和可能积水处，应装设疏、放水阀。放水阀的公称直径不应小于 20mm。

10.3.7 寒冷地区的疏水阀及疏水管线应采取防冻措施。

10.3.8 灭火蒸汽管道应有利于凝结水排放的坡度。

10.3.9 灭火蒸汽管道应保温且应采用不燃保温材料。

11 导热油循环单元

11.1 一般规定

11.1.1 导热油加热炉系统应采用强制循环注入式。

11.1.2 导热油出炉工艺流体管道上应安装安全排放阀，并将安全排放管道引至储油罐。

11.1.3 导热油循环系统应有备用循环泵。单机运行的液相炉循环系统循环泵不应少于 2 台，1 台为工作泵，1 台为备用泵。一组多机运行的液相炉循环系统，可共用 1 台备用泵。

11.1.4 在循环泵的入口处应装设过滤器，并定期清理。

11.1.5 循环泵的进出口管线应根据 GB/T 20801 的规定进行应力分析，当应力超过许用值时，进出口应各装一个膨胀节或泵用波纹金属软管。

11.1.6 采用多管供热的导热油加热炉系统，宜设置分油器。

11.2 循环泵

11.2.1 循环泵应与导热油的特性相适应，并能在规定的温度下长期稳定地运行。

11.2.2 循环泵的输送能力应按导热油加热炉额定流量的 1.1 倍选取。

11.2.3 循环泵的工作扬程应能克服循环系统的压力损失，并留有一定裕量。

11.2.4 循环泵的吸入口压力应合理，应减少吸入管路的阻力损失，以防发生汽蚀。

11.2.5 循环泵宜选用风冷式离心泵。

11.3 阀门、法兰、垫片

11.3.1 导热油加热炉系统中所有阀门应与导热油的特性相适应，耐压、耐温、抗渗漏。

11.3.2 阀门宜采用法兰连接不锈钢波纹管密封截止阀。

11.3.3 阀门连接处应选用密封性能良好的密封材料，不应采用石棉制品。

11.3.4 法兰应采用公称压力不低于 1.6MPa 的突面或凹凸面对焊法兰。

11.3.5 垫片应采用石墨或柔性石墨金属缠绕复合垫片。

11.4 管道系统设计

11.4.1 管道及配件宜采用焊接连接，以防泄漏。必须采用法兰连接时，应保证密封良好。

11.4.2 导热油管道系统应进行应力分析，在对其热膨胀量进行计算的基础上，确定管道的固定点、非固定点及补偿器位置。

11.4.3 自然补偿不能满足管道热膨胀的要求时，应设置补偿器，补偿器宜选用方形补偿器。

11.4.4 导热油管道的支、吊架设计，应计入管道、阀门与附件、管内介质、保温隔热结构等的重量，以及管道热膨胀而作用在支、吊架上的力。

11.4.5 管道在转向处不应存在淤液死角。管道应有合理坡度，在最低处应装设排泄阀门，最高处应设排气阀。

11.4.6 管道应采取保温措施，但法兰连接处不宜采取包覆措施；在寒冷地区，对间歇运行的导热油加热炉系统，管道还应采取伴热措施。保温材料应耐高温且为不燃材料。

11.4.7 管道零件应采用钢制对焊无缝管件，不应采用螺纹连接的铸铁管件。

11.4.8 管道和配件的设计及选用应满足系统最高工作压力和最高温度的要求，公称压力不应低于 1.6MPa。

11.4.9 管道材料应选用不低于 GB/T 8163 中 20 号钢流体输送用无缝钢管。

11.4.10 导热油循环管道的管径应经水力计算和经济比选确定，确保循环泵扬程与循环系统阻力匹配，计算流速宜取 1m/s ~ 2m/s。

11.4.11 导热油循环泵与加热炉之间宜采用单元制连接；相同参数加热炉到分油器（或热用户）的管线宜采用单母管。

11.4.12 导热油加热炉的进口管道上应装设阀门。

11.4.13 导热油加热炉与导热油母管或分油器之间的导热油管道上应装设 2 个阀门，其中 1 个应位于导热油加热炉出口，另 1 个宜装在靠近导热油母管处或分油器上。

11.4.14 用热设备的导热油流向宜采取低进高出以利排气。

11.4.15 导热油管道的低点和可能积油处应装设排放阀，公称直径不应小于 20mm。导热油管道的高点应装设放气阀，放气阀公称直径宜取 15mm ~ 20mm。

11.4.16 供油和回油管道宜采用地上敷设。

11.4.17 导热油管道敷设在人员通道上方时，管道（包括保温层或支架）最低点与通道地面的净高不应小于 2m。

11.4.18 导热油管道跨越厂内道路时，在跨越段上不应设置阀门及易发生泄漏的管道附件。

11.4.19 导热油管道不应穿过与其无关的建筑物、工艺装置和系统单元。

12 导热油装卸单元

12.1 装卸单元由注油泵、管道、管件、阀门、法兰、垫片、过滤器及仪表等组成，装卸单元应能将

导热油注入循环系统，并在循环系统检修时将导热油抽回储油罐内。

12.2 注油泵的入口处应装设过滤器，且应定期清理。

12.3 注油泵应选用具有自吸能力的齿轮泵。

13 导热油换热单元

13.1 一般规定

13.1.1 换热单元应使导热油与被加热介质完全隔离。

13.1.2 换热单元的容量，应根据生产、采暖通风和生活热负荷确定。

13.1.3 供油温度应满足换热单元的合理传热温差，宜比被加热介质出口温度高 50℃ 以上。

13.1.4 换热单元导热油侧应设置流量调节阀，通过检测被加热介质出口温度，调节导热油流量，实现被加热介质出口温度的自动控制。

13.1.5 导热油换热单元应设有被加热介质出口温度和压力高报警、高高报警，高高报警时应联锁关闭导热油进口阀。

13.1.6 当用热设备对导热油温度有不同要求时，宜采用双温位或多温位导热油供热系统。每个低温位系统应单独设置辅助热油循环泵。

13.1.7 低温位系统辅助热油循环泵前应设三通流量调节阀或双路流量调节阀，并与低温位系统供油温度联锁，通过调节冷热油的掺混比例，实现供油温度的自动控制。

13.2 换热器

13.2.1 换热器的设计应符合 GB/T 151 的规定，并接受 TSG 21 的监察。

13.2.2 换热器系统宜为撬装式结构，由换热器、管道、管件、阀门、法兰、垫片及仪表等设备组成。系统配件应符合相应标准的要求。

13.2.3 换热器可不设备用，采用 2 台或 2 台以上换热器时，当其中 1 台停止运行，其余换热器的容量宜满足 75% 总计算热负荷的需要。

13.2.4 换热器宜采用结构简单、维修清洗方便、不易泄漏的 U 形管管壳式换热器。被加热介质宜走壳程，导热油宜走管程。换热器导热油的进出口应垂直设立，以便检修时排净导热油。

13.2.5 导热油换热器的安装应符合下列要求：

- a) 应留有检修和抽出换热管的场地。
- b) 与换热器连接的阀门应便于操作和拆卸。
- c) 换热器间的高度应满足设备安装、运行和检修时起吊搬运的要求。
- d) 通道的宽度不宜小于 0.7m。

14 控制、仪表和安全保护单元

14.1 一般规定

14.1.1 导热油加热炉系统应具有报警和停炉安全保护功能，宜采用 PLC 控制并应自成系统，实现全自动控制。

14.1.2 加热炉尾部烟道应预留氧量分析接口，以检测烟气中的含氧量。

14.1.3 根据用热设备被加热介质温度变化，应能自动调节加热炉的热负荷。

14.1.4 导热油加热炉应有完善的点火程序控制和炉膛熄火保护装置。

14.1.5 控制设备、电气设备包括加热炉的紧急按钮应安装在易于操作的安全位置。

14.1.6 导热油加热炉系统应装设自动保护装置，在出现下列任一情况下应能自动停炉：

- a) 膨胀罐液位下降到低于极限位置时。
- b) 导热油出炉温度超过允许值时。
- c) 导热油出炉压力超过允许值时。
- d) 循环泵停止运转时。
- e) 炉膛温度超过允许值时。
- f) 炉膛熄火时。
- g) 排烟温度超过允许值时。
- h) 导热油流量降到规定最小值时。
- i) 燃烧器发生故障时。

14.2 控制柜及仪表

14.2.1 控制柜及仪表应对所有参数进行自动检测、控制，并执行报警和自动停炉保护功能。

14.2.2 控制柜及仪表应提供与站控系统连接的通信接口，将系统的运行参数、状态、报警信号等数据传送到中心控制室，并接受中心控制室的紧急停炉等信号。

14.2.3 控制柜及仪表防护等级应根据现场工作环境确定。

14.3 监测、控制参数

控制及仪表应对表 5 所列参数进行监测、控制。

表 5 控制柜及仪表监测、控制参数

参数	监测位置	显示	控制	报警	停炉
导热油入炉温度	控制盘 / 就地	✓			
导热油出炉温度	控制盘 / 就地	✓	✓	高报	高高停
分管程导热油 出炉温度	控制盘 / 就地	✓		高报	高高停
导热油出炉压力	控制盘 / 就地	✓		高报（高低报）	高高停
导热油流量	控制盘 / 就地	✓		低报	低低停
燃烧器风机风压	控制盘 / 就地	✓		低报	
燃料压力	控制盘 / 就地	✓		高低报	
燃料温度	控制盘 / 就地	✓		高低报	
燃料耗量	控制盘 / 就地	✓			
炉膛温度	控制盘 / 就地	✓		高报	高高停
炉膛火焰监测	控制盘	✓		熄火报	熄火停
排烟温度	控制盘 / 就地	✓		高报	高高停
烟气氧量	控制盘	✓			
循环泵状态 开 / 停	控制盘	✓		停报	开停连锁
循环泵进出口 压力	就地	✓			

表 5 (续)

参数	监测位置	显示	控制	报警	停炉
膨胀罐液位	就地	✓		低报	低低停
储油罐液位	就地	✓			
膨胀罐氮气压力 高/低	控制盘/就地	✓		高低报	
储油罐氮气压力 高/低	控制盘/就地	✓		高低报	
燃烧器故障	控制盘	✓		报警	停炉
燃料瞬时流量	控制盘/就地	✓			
燃料累积流量	控制盘/就地	✓			

15 钢结构

15.1 钢结构设计应符合 GB 50017 和 GB 50191 的相关要求。

15.2 结构和附件设计应满足运输、安装和操作过程中遇到的各种荷载条件。这些荷载应包括永久荷载、风荷载、地震荷载、活荷载和温度荷载。

15.3 结构和附件的设计温度应比计算金属温度高 55℃，计算金属温度应按无风、环境温度为 25℃ 时各种操作条件下的最高烟气温度确定。

15.4 当设计温度大于 100℃ 时，应考虑设计温度对材料屈服强度和弹性模量的影响，结构钢在高温下的屈服强度和弹性模量，为其常温值乘以折减系数，折减系数见表 6 和表 7。

表 6 结构钢屈服强度折减系数

钢材牌号	强度折减系数 r_s						
	作用温度, °C						
	110	150	200	250	300	350	400
Q235	0.98	0.92	0.88	0.83	0.78	0.72	0.65
Q345	0.98	0.92	0.88	0.83	0.78	0.72	0.65
Q390	0.98	0.92	0.88	0.83	0.78	0.72	0.65
Q420	0.98	0.92	0.88	0.83	0.78	0.72	0.65

注：温度为中间值时，可采用线性插值法计算。

表 7 结构钢弹性模量折减系数

钢材牌号	弹性模量折减系数 β_d						
	作用温度, °C						
	110	150	200	250	300	350	400
Q235	0.97	0.96	0.94	0.92	0.90	0.87	0.83
Q345	0.97	0.96	0.94	0.92	0.90	0.87	0.83
Q390	0.97	0.96	0.94	0.92	0.90	0.87	0.83
Q420	0.97	0.96	0.94	0.92	0.90	0.87	0.83

注：温度为中间值时，可采用线性插值法计算。

16 工厂制造

16.1 一般规定

16.1.1 导热油加热炉系统所有设备、梯子和平台在运输、接收和装卸能力允许的条件下，应进行最大程度的工厂组装。为防止运输过程中损坏，均应进行适当加固和支承。所有用于运输的保护和加固构件应清楚地做出标记以便于现场拆除，接管法兰面及其他机加工表面应涂有易清除的防锈涂料。承压部件的开口应配设防止外部杂质进入的封盖。

16.1.2 耐火和隔热材料在运输、储存和现场安装过程中为避免损坏应采取必要防护形式。

16.1.3 需要进行焊接的表面应去除锈皮、油脂、污垢和其他有害介质。焊接时应对风、雨和其他可能影响焊接质量的气候条件进行有效防护。

16.1.4 焊接材料应符合相应规范的要求且与母材相匹配。

16.1.5 焊工应按照 TSG Z6002 等有关安全技术规范的要求进行考核并取得“特种设备作业人员证”后，方可在有效期内从事合格项目范围的焊接工作。

16.2 钢结构制造

16.2.1 导热油加热炉系统所有设备钢结构制造应符合 NB/T 47043 的有关规定。

16.2.2 钢板对焊焊缝应为连续、全焊透焊缝。

16.2.3 钢板和钢构件间的外部水平焊缝，上侧应为连续角焊缝，下侧为每 225mm 焊 50mm 的间断角焊缝，斜面和立面外焊缝应为双面连续角焊缝。

16.2.4 立柱和底板上的圆孔和长圆螺栓孔应钻制或冲制。柱脚板与立柱连接焊缝应在工厂内焊完。

16.2.5 现场连接的炉壳板接头和烟囱的中间接头宜采用焊接，其他所有的现场连接接头宜采用法兰连接。

16.2.6 主要结构连接螺栓的最小规格应为 M16，当法兰宽度有限制时，任何情况下螺栓规格不应小于 M12。

16.2.7 钢构件上的排水孔最小直径应为 12mm。花纹钢板平台上每 1.4m² 应开设一个直径为 12mm 的排水孔。

16.2.8 挡板叶片和转轴间的连接螺栓安装后应牢固点焊。

16.2.9 耐火材料用锚固件应用手工焊或螺柱焊焊于壳体上。采用手工焊时应全圆周焊接。

16.2.10 质量超过 1800kg 的所有部件应配设安装吊耳。吊耳应符合 HG/T 21574 的有关规定。

16.2.11 烟囱制造应符合以下要求：

- a) 烟囱筒体垂直度偏差为每 15m 高不应大于 25mm。
- b) 烟囱筒体的直线度为任何 3m 长不应大于 3mm。
- c) 沿烟囱筒体任何截面上，最大直径与最小直径之差不应超过该截面公称直径的 2%。
- d) 烟囱筒体任一连接处的错边量不应超过公称壁厚的 25%，且不大于 3mm。
- e) 环向接缝的棱角度用 900mm 的直规以接缝为中心测量时，其间隙不应大于 8mm。

16.3 盘管制造

16.3.1 导热油加热炉盘管制造应符合 TSG G0001 及 GB/T 17410 的有关规定。

16.3.2 对接焊缝应采用氩弧焊打底，焊接工艺评定应符合 NB/T 47014 的要求。

16.3.3 焊接时不应采用永久性垫环。

16.3.4 焊缝尺寸应均匀。除相关规范允许存在的缺欠外，焊缝应平滑，无熔渣、夹杂物、裂纹、气孔、未熔合和咬边存在。表面不应有叠层、不规则表面、不均匀焊波、弧坑、凹凸不平缺陷。

16.3.5 焊缝返修应按相关规定的返修工艺进行，返修时不应损伤相邻的母材。

16.3.6 预热温度、层间温度和焊后热处理要求应符合经批准的焊接工艺的规定。

16.4 耐火和隔热材料施工

16.4.1 材料的储存应避免受潮、风化和和其他杂质侵入。

16.4.2 耐火材料施工前，有关钢结构表面的污物、油脂、油漆、浮锈和其他杂物应清除干净。

16.4.3 除另有规定外，耐火材料施工用水应为洁净水，且温度为 $7^{\circ}\text{C} \sim 32^{\circ}\text{C}$ 。

16.4.4 材料的准备和施工应符合材料使用说明书的要求。

16.4.5 底部为圆形的锚固件应采用全圆周焊，其他锚固件应沿两侧焊接在壁板上。

16.4.6 钢丝网锚固应在浇注料施工前进行牵拉就位并焊接固定，保持其在浇注层中处于适当位置。

16.4.7 陶瓷纤维衬里应符合下列要求：

- a) 层铺式陶瓷纤维衬里施工时，应按设计要求将保温钉焊接牢固。
- b) 层铺式陶瓷纤维衬里层间应错缝铺设，每层的接缝处及层间应完全贴合。
- c) 陶瓷纤维模块施工时，应按设计要求将锚固件焊接牢固。
- d) 陶瓷纤维模块施工时，应检查其外形尺寸，如尺寸误差超标则应重新捆扎整形。
- e) 陶瓷纤维衬里安装完毕后，表面应平整，不应有间隙、缺角、起毛、裂纹等缺陷。
- f) 衬里检查合格后，按设计要求涂刷高温涂料。

16.4.8 浇注衬里应符合下列要求：

- a) 施工和养护期间，浇注衬里的表面温度应保持在 $7^{\circ}\text{C} \sim 38^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 采用机械喷涂法施工时，衬里应由下至上逐段水平喷涂。喷涂应在规定的区域内按所要求的厚度进行，如喷涂间断，应立即将衬里铲除至炉壳表面，铲除衬里的切口应与壁板表面垂直。
- c) 施工过程中的回弹料不应再用于衬里。
- d) 浇注衬里表面的伸缩缝应符合材料供货商的规定。
- e) 每层衬里施工后应进行适当养护。初凝后应立即进行至少24h的养护，工厂浇注的衬里在施工后72h内不应运输或试验。

16.4.9 外保温应符合下列要求：

- a) 外保温施工前，应按照设计要求将支承件焊接牢固。
- b) 外保温材料应充实压紧，其厚度压缩量应小于10%，不应有贯穿接缝。
- c) 外保护板应平整美观，不应有大于10mm的凹凸不平等缺陷。
- d) 固定铆钉及螺钉间距应符合设计要求，布钉应整齐美观。

17 检查、检测和试验

17.1 一般规定

17.1.1 导热油加热炉系统的制造应经工厂所在地技术监督检验部门监督检查并出具证书。

17.1.2 导热油加热炉系统所有外购零部件、工厂组合件出厂前应进行检查，以保证其材料和制造工艺符合相应的标准和图纸要求。

17.2 无损检测

17.2.1 焊接接头的射线、超声、磁粉或渗透检测应符合NB/T 47013.1 ~ 47013.13及本标准的规定。

17.2.2 盘管、急弯弯管、管件、集合管与转油线的焊接接头检测范围应符合下列规定：

- a) 奥氏体钢根部焊道应进行100%的渗透检测，渗透检测I级合格。

- b) 铬钼钢和奥氏体钢焊接接头应进行 100% 的射线检测，射线检测 II 级合格。
- c) 每名焊工所焊碳钢焊接接头的 20% 应进行 100% 的射线检测或 100% 的超声检测加至少 20% 的射线检测，射线检测 II 级合格，超声检测 I 级合格。
- d) 集合管的纵向焊接接头应进行 100% 的射线检测和渗透检测（对奥氏体材料）或磁粉检测（对铁素体材料），I 级合格。
- e) 对于焊接接头或结构上难于进行射线检测的地方，可用超声检测代替。当超声检测难于进行时，可用渗透检测（对奥氏体材料）或磁粉检测（对铁素体材料）代替。

17.2.3 导热油管道的焊接接头检测范围应符合 GB 50184 的有关规定。

17.2.4 焊工资格证书和生效的报告表应妥善保存，包括但不限于材料试验报告、焊接材料供货商名单、焊接工艺评定报告、焊接规程、材料的证实性鉴定资料及无损检测程序和结果。除非另有规定，检测记录和检测人员资格证书至少应在发出报告后保存五年以上。

17.3 其他设备及部件检验

17.3.1 导热油加热炉系统所有设备钢结构检验和验收应符合 NB/T 47043 的有关规定。

17.3.2 导热油加热炉辐射室铸钢管架的检验与验收应符合 SH/T 3087 的有关规定。

17.3.3 在施工期间应全面检查耐火衬里厚度变化和养护后可能产生的裂纹以及密实程度。厚度偏差应在 $-6\text{mm} \sim 13\text{mm}$ 之间。宽度大于或等于 3mm 和深度大于衬里厚度 50% 的裂纹应返修。返修时应铲去不密实和待修的耐火材料直至背层交接面或金属表面，并至少露出三个锚固件或金属本体。密实的耐火材料之间的接头应做成至少 25mm 的接茬，并一直到基层（榫接结构）。然后采用喷涂、浇注或手工捣制方法进行修补。

17.3.4 对翅片扩面应进行检查，使翅片与炉管垂直偏差小于 15° 。焊缝的允许不连续长度每 2.5m 为 65mm ，翅片根部的焊着面积不应小于翅片根部截面积的 90%。

17.3.5 圆筒形密集螺旋盘管允许偏差及相邻两根管子平面错位允许偏差应符合 GB/T 17410 的规定。

17.3.6 膨胀罐和储油罐的检验与验收应符合 GB 150.4 及 NB/T 47042 的有关规定。

17.3.7 空气储罐的检验与验收应符合 GB 150.4 的有关规定。

17.3.8 换热器的检验与验收应符合 GB/T 151 及 NB/T 47042 的有关规定。

17.3.9 循环泵、注油泵及空气压缩机、风机的安装检验验收应符合 GB 50275 的有关规定。

17.3.10 导热油管道的施工质量验收应符合 GB 50184 的有关规定。

17.3.11 自动化仪表的安装检验与验收应符合 GB 50093 的有关规定。

17.4 工厂试验

17.4.1 压力试验

17.4.1.1 导热油加热炉的压力试验除应符合 17.4.1 的规定外，还应符合 TSG G0001 的相关规定。

17.4.1.2 所有组装好的盘管应按照 1.5 倍的工作压力进行液压或气压试验。

17.4.1.3 盘管液压试验应采用有机热载体或者水为试验介质，采用有机热载体为试验介质时，液压试验前应先进行气密性试验。采用水为试验介质时，试验完成后应将设备中的水排净，并且使用压缩空气将内部吹干。

17.4.1.4 对奥氏体不锈钢盘管，试验用水中的氯离子含量不应大于 25mg/L ，试验完成后不应采用加热汽化的方法除去水分。

17.4.1.5 盘管气压试验和气密性试验应符合 TSG 21 的相关技术要求，所用气体应为干燥洁净的空气、氮气或其他惰性气体。

17.4.1.6 除盘管外的压力容器的压力试验应符合 GB 150.4 和 GB/T 151 的规定。

17.4.2 清管通球试验

对于圆筒密集螺旋盘管，制作完成后应进行清管通球试验。清管用橡皮球直径不应小于炉管内径的85%。

17.4.3 耐火层试验

浇注料施工后应做锤击试验，检查耐火层内是否有空洞。对双层衬里，应在每层养护后分别进行锤击试验。应用450g圆头机工锤沿整个表面敲击，敲击点可为下列方格交点处：

- a) 炉顶为600mm×600mm。
- b) 侧墙和炉底为900mm×900mm。

17.4.4 钉头管试验

对每根组装好的钉头管应以锤击试验随机抽查钉头的焊接质量。

17.4.5 证实性材料鉴定

17.4.5.1 证实性材料鉴定系检查金属产品的化学成分是否在规定范围内，应使所检查材料与所用材料一致。

17.4.5.2 产品分析相对熔炼分析的误差应在相应规范规定的范围之内。

17.4.5.3 除非另有要求，所有合金钢部件的10%应进行证实性材料鉴定试验，碳钢炉管材料也应按炉批号进行证实性材料鉴定试验。如果进行随机抽样试验，可以选择对每个部件做证实性材料试验。

17.4.5.4 试验项目记录应整理保存并作为合格证明文件的一部分。

17.5 现场试验

17.5.1 导热油加热炉压力试验

17.5.1.1 现场安装完成后的导热油加热炉应进行压力试验。

17.5.1.2 导热油加热炉在现场的压力试验按17.4.1中关于盘管压力试验的规定执行。

17.5.2 导热油管道压力试验

17.5.2.1 导热管道安装完毕、热处理和无损检测合格后，应进行压力试验。压力试验宜选用液体作为试验介质。

17.5.2.2 液压试验应符合下列规定：

- a) 液压试验应使用洁净水或者有机热载体为试验介质，采用有机热载体为试验介质时，液压试验前应进行气密性试验。
- b) 对奥氏体材料，在进行水压试验时，水中氯离子含量不应大于25mg/L。
- c) 试验压力应按公式(5)计算，并应校核管道在试验压力(p_T)条件下的应力。当试验压力在试验温度下产生的应力超过屈服强度的90%时，应将试验压力降至使产生的应力不超过屈服强度的90%时的最大压力：

$$p_T = 1.5p[\sigma_T] / [\sigma] \dots\dots\dots (5)$$

式中：

p_T ——试验压力(表压)，MPa；

p ——设计压力（表压），MPa；
 $[\sigma]_T$ ——试验温度下，管材的许用应力，MPa；
 $[\sigma]$ ——设计温度下，管材的许用应力，MPa；
 当 $[\sigma]_T/[\sigma]$ 大于 6.5 时，取 6.5。

- d) 当管道与设备作为一个系统进行试验，且管道的试验压力小于或等于设备的试验压力时，应按管道的试验压力进行试验。当管道试验压力大于设备的试验压力，且无法将管道与设备隔开，以及设备的试验压力不小于按公式（5）计算的管道试验压力的 77% 时，经设计或建设单位同意，可按设备的试验压力进行试验。
- e) 对位差较大的管道，应将试验介质的静压计入试验压力中。液体管道的试验压力应以最高点的压力为准，其最低点的压力不得超过管道组成件的承受力。
- f) 液压试验时，应缓慢升压，待达到试验压力后，稳压 10min，再将试验压力降至设计压力，稳压 30min，以压力表压力不降、管道所有部位无渗漏为合格。

17.5.2.3 气压试验应符合下列规定：

- a) 试验介质应采用干燥洁净的空气、氮气或其他惰性气体。
- b) 试验压力应为设计压力的 1.15 倍。
- c) 气压试验时应装有压力泄放装置，其设定压力不得高于试验压力的 1.1 倍。
- d) 气压试验前，应用空气进行预试验，试验压力宜为 0.2MPa。
- e) 气压试验时，应逐步缓慢增加压力，当压力升至试验压力的 50% 时，如未发现异状或泄漏，应继续按试验压力的 10% 逐级升压，每级稳压 3min，直至试验压力。应在试验压力下保持 10min，再将压力降至设计压力，应以发泡剂检验无泄漏为合格。

17.5.2.4 现场条件不允许进行管道液压和气压试验时，经建设单位和设计单位同意，可采用无损检测、管道系统柔性分析和泄漏试验代替压力试验，并应符合下列规定：

- a) 所有环向、纵向对接焊缝和螺旋焊缝应进行 100% 的射线检测或 100% 的超声检测；其他未包括的焊缝（支吊架与管道的连接焊缝）应进行 100% 的渗透检测或 100% 的磁粉检测。
- b) 射线检测合格标准为 NB/T 47013 规定的 II 级，超声检测、渗透检测、磁粉检测合格标准为 NB/T 47013 规定的 I 级。
- c) 管道系统的柔性分析方法和结果应符合 GB/T 20801 的有关规定。
- d) 管道系统应采用敏感气体或者浸入液体的方法进行泄漏试验，试验要求应在设计文件中明确规定。

17.5.3 导热油管道气密性试验

17.5.3.1 导热油管道应进行气密性试验，气密性试验应在压力试验合格后进行，试验所用气体应为干燥洁净的空气、氮气或者其他惰性气体。

17.5.3.2 气密性试验压力应为设计压力。

17.5.3.3 气密性试验应逐级缓慢升压，当达到试验压力，并停压 10min 后，应巡回检查阀门填料函、法兰或螺纹连接处、放空阀、排气阀、排净阀等所有密封点，采用发泡剂观察检查，以无泄漏为合格。

18 出厂文件、铭牌、涂覆与包装运输

18.1 出厂文件

18.1.1 出厂文件应至少包括以下文件：

- a) 制造用数据和图纸。除业主有特殊要求外，即使现场有变化也不再提供竣工图和修改数据表。
- b) 所有受压部件和扩面用合金材料质量证明书（包括熔炼分析）、工厂试验报告、监检部门出具的监检证书、加热炉质量证明书。
- c) 导热油加热炉系统的安装、操作和维修说明书。
- d) 空气预热器、通风机、驱动器、挡板、燃烧器、循环泵、注油泵及所有附属设备的性能曲线或数据表。
- e) 材料清单（主要部件）。
- f) 噪声数据。
- g) 耐火层烘干程序。
- h) 清灰程序（如有）。
- i) 所有其他试验文件，包括试验报告和无损检测报告。
- j) 引进部件应提供原产地证明。

18.1.2 压力容器质量证明文件应符合 GB 150.1 ~ 150.4 的规定，并应符合 TSG 21 的要求。

18.2 铭牌

18.2.1 铭牌应设置在设备的明显位置，并采用耐腐蚀金属材料制作。

18.2.2 导热油加热炉铭牌上至少应标明下列内容：

- a) 导热油加热炉型号、名称。
- b) 供货商名称和供货商许可证号。
- c) 产品编号。
- d) 额定热负荷，kW。
- e) 加热介质。
- f) 工作压力，MPa。
- g) 工作温度，℃。
- h) 设计热效率，%。
- i) 总质量，kg。
- j) 设备外形尺寸（长 × 宽 × 高），mm。
- k) 制造日期。
- l) 出厂检验单位及检验标志。

18.2.3 压力容器的铭牌应符合 TSG 21 的规定。

18.3 涂敷与包装运输

18.3.1 导热油加热炉系统所有设备的涂敷与包装运输除符合本标准的要求外，还应符合 JB/T 4711 的规定。

18.3.2 需要涂敷防腐涂料的设备及其部件，应经检验合格后方允许涂敷防腐涂料。

18.3.3 需要涂敷防腐涂料的设备及其部件表面应予以清理除锈。涂漆颜色及种类应符合相关规定。

18.3.4 导热油加热炉系统所有设备的橇装结构可采用裸装，管口及法兰密封面应采用防护盖或纤维板封闭。

18.3.5 所有钢结构及其附件应采用字高为 50mm 的字母或数字清晰地做出标识。所有散件，如杆件、松紧螺栓、U 形夹、螺栓、螺母和垫片，均应置于袋内、筒内或箱内运输。袋、筒或箱外应带有标出内装零件尺寸、直径和长度的标签。标签应用金属制造，并用钢印标识。

18.3.6 导热油加热炉系统所有设备发货之前，应提供安装图和螺栓清单。安装图上的安装标记，现

附录 A
(资料性附录)

液相导热油加热炉最高膜温计算方法

A.1 一般规定

A.1.1 该计算方法应同时满足下列条件：

- a) 加热炉受热面由盘管组成，盘管内的导热油在强制循环下流动。
- b) 燃烧室为圆形截面，在任何情况下燃烧室中的火焰都不应与炉管接触。
- c) 最大热流密度出现在燃烧室周边。

A.1.2 计算出的管内壁导热油的最高温度不应超过导热油的允许最高膜温，且不应超过初馏点。

A.2 计算

A.2.1 计算简图如图 A.1 所示。

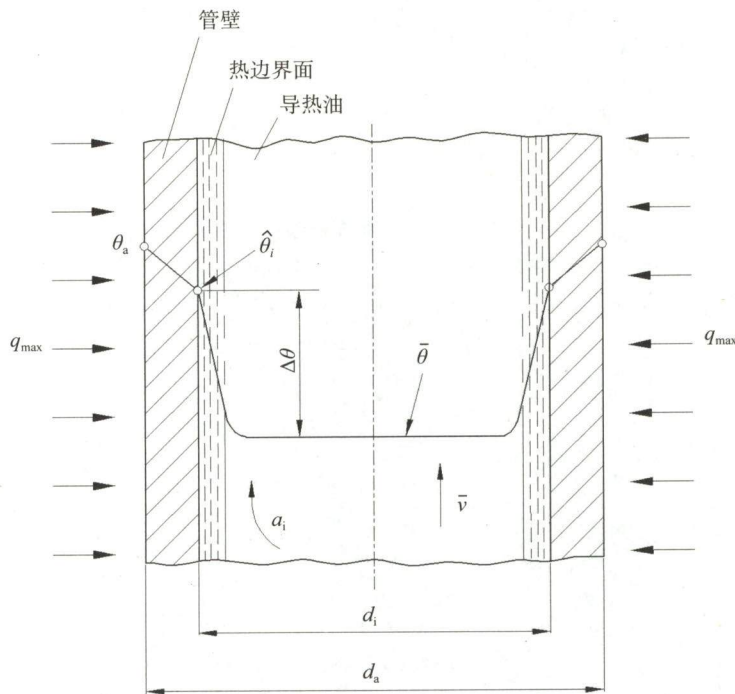


图 A.1 炉管中导热油温度分布图

A.2.2 导热油加热炉最高膜温按公式 (A.1) 至公式 (A.3) 计算：

$$\Delta\theta = \frac{q_{max}}{\alpha_i} \cdot \frac{d_a}{d_i} \cdot f_0 \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

$$\hat{\theta}_i = \bar{\theta} + \Delta\theta \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

$$\hat{\theta}_i \leq \theta_{iperm} \quad \dots\dots\dots (A.3)$$

式中：

$\Delta\theta$ ——热边界层温度增量，K；

- q_{\max} ——最大热流密度, W/m^2 ;
 α_i ——管内膜传热系数, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;
 d_a ——炉管外径, m ;
 d_i ——炉管内径, m ;
 f_0 ——考虑到管壁散热损失的系数, $f_0 \approx 0.9$;
 $\hat{\theta}_i$ ——炉管内壁导热油的最高温度, $^{\circ}\text{C}$;
 $\bar{\theta}$ ——最大热流密度处的主流体平均温度, $^{\circ}\text{C}$;
 θ_{iperm} ——导热油的最高允许膜温, $^{\circ}\text{C}$ 。

A.2.3 管内流体为紊流情况下, 管内膜传热系数可按公式 (4) 计算 :

$$\alpha_i = f_1 \cdot \frac{\lambda}{d_i} \cdot 0.012 Re^{0.87} \cdot P_r^{0.4} \quad \dots\dots\dots (\text{A.4})$$

$$Re = \frac{\bar{v} \cdot d_i}{\nu}$$

$$P_r = \frac{c_p \cdot \eta}{\lambda}$$

式中 :

- α_i ——管内膜传热系数, $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$;
 f_1 ——考虑到弯管和热流方向的系数, $f_1 \approx 0.8$;
 λ ——温度 $\bar{\theta}$ 下的热导率, $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$;
 d_i ——炉管内径, m ;
 Re ——雷诺数 ;
 \bar{v} ——导热油的平均流速, m/s ;
 ν ——温度 $\bar{\theta}$ 下的运动黏度, m^2/s ;
 P_r ——普朗特数 ;
 c_p ——温度 $\bar{\theta}$ 下的比定压热容, $\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$;
 η ——温度 $\bar{\theta}$ 下的动力黏度, $\text{Pa} \cdot \text{s}$ 。

公式 (A.4) 适用于 :

$$10^4 < Re < 10^6$$

$$1.5 < P_r < 500$$

$$d_i < L$$

式中 :

L ——有效直管长度, m 。

A.2.4 圆筒形燃烧室中的热流密度可按公式 (A.5) 和公式 (A.6) 计算 :

$$q_0 = f_2 \cdot \frac{d_F}{D} \cdot \varepsilon_{\text{FW}} \cdot \sigma (T_F^4 - T_W^4) = f_2 \cdot q_F \quad \dots\dots\dots (\text{A.5})$$

$$q_{\max} = f \cdot q_0 \quad \dots\dots\dots (\text{A.6})$$

$$T_w = \theta_a + 273.15$$

式中 :

- q_0 ——燃烧室中的热流密度, W/m^2 ;
 f_2 ——考虑到对流和气体边缘辐射的系数, $f_2 \approx 1.15$;

- d_F ——火焰直径, m, 如图 A.2 所示;
- D ——辐射炉管节圆直径, m;
- ϵ_{FW} ——辐射率 (火焰 / 管壁), 如图 A.3 所示;
- σ ——黑体辐射常数, $\sigma=5.67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$;
- T_F ——火焰温度, K;
- T_W ——管壁温度, K;
- q_F —— d_F/D 比值下热流密度, W/m^2 , 如图 A.4 所示;
- q_{\max} ——最大热流密度, W/m^2 ;
- f ——热流密度修正系数, 如图 A.5 所示。

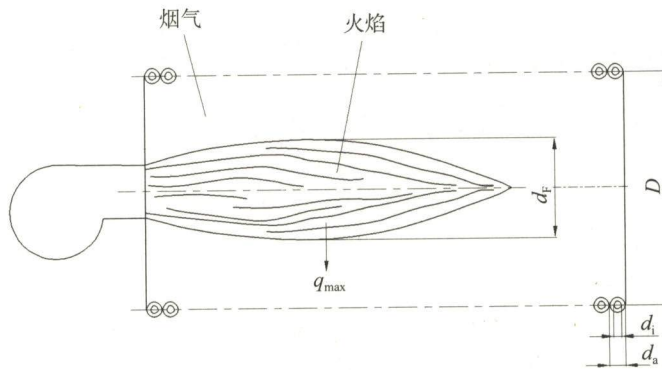


图 A.2 燃烧室示意图

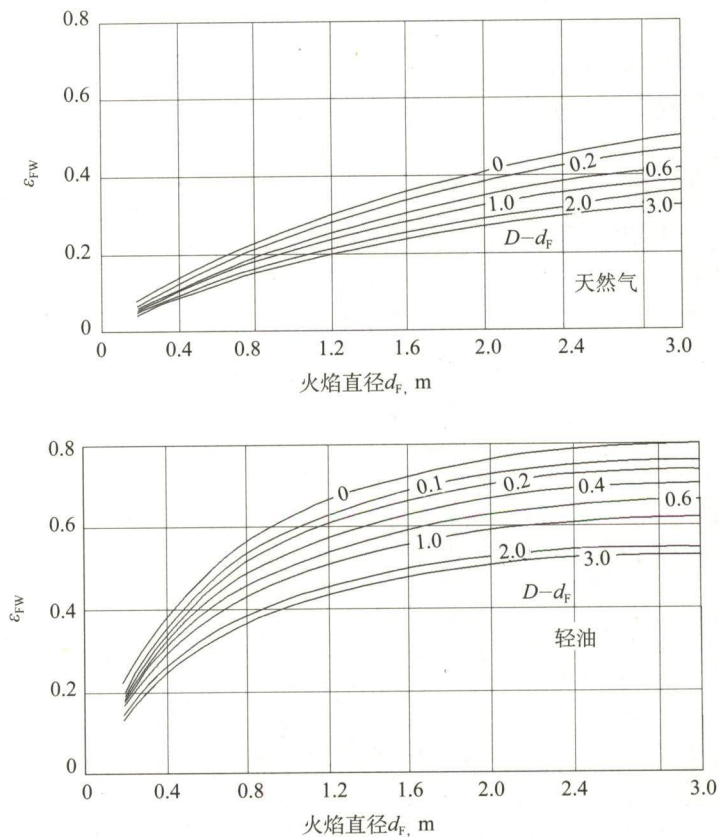


图 A.3 火焰和管壁之间的辐射率

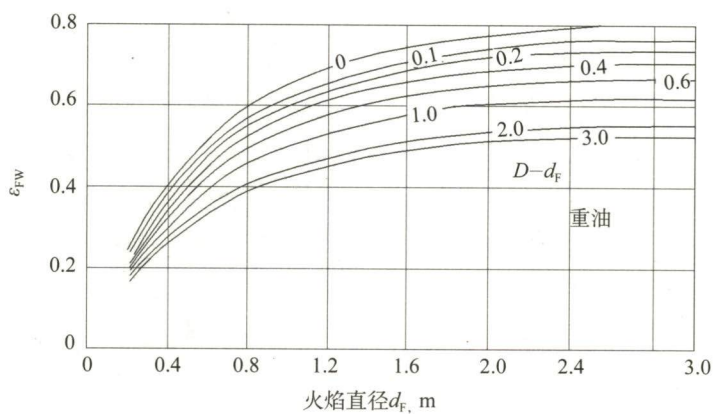


图 A.3 (续)

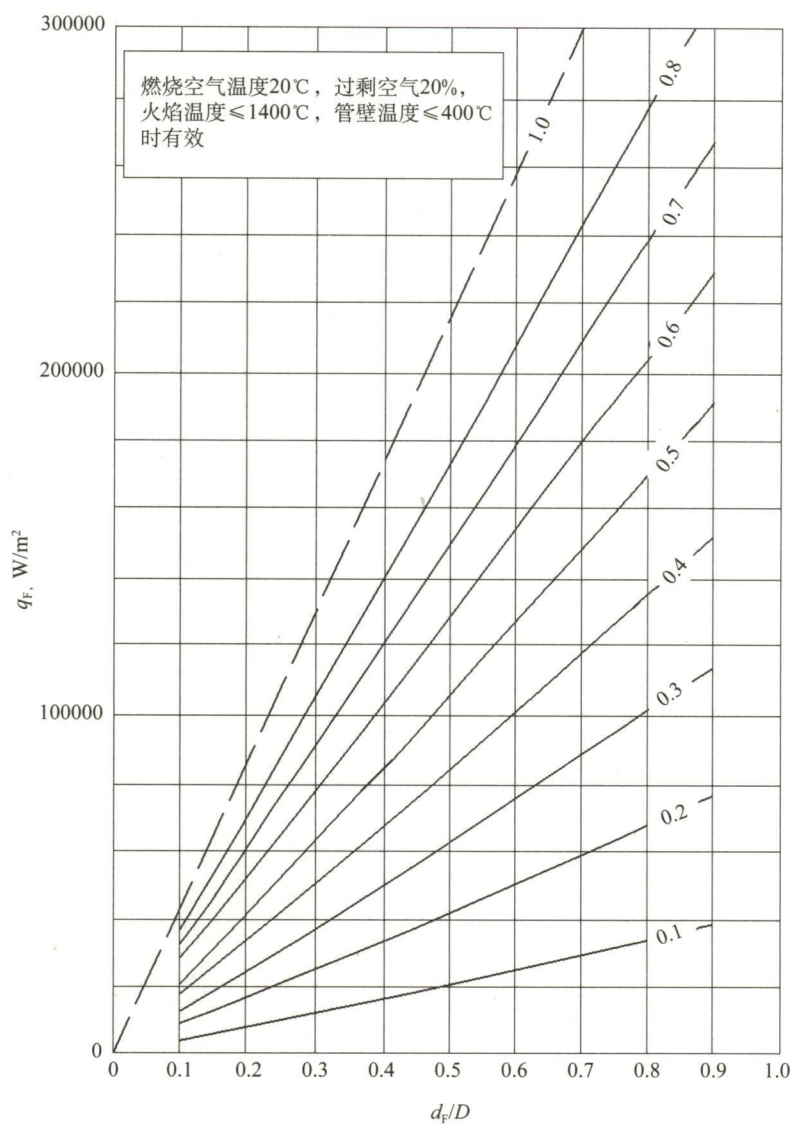


图 A.4 $d_f/D - q_f$ 图

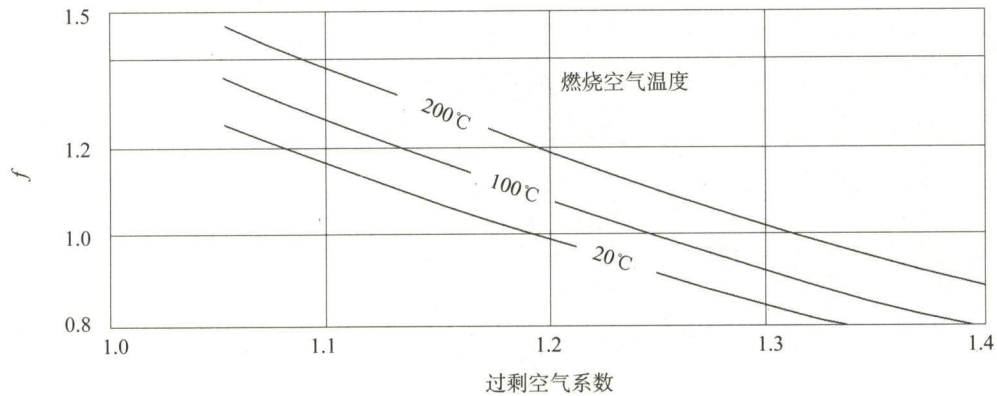


图 A.5 热流密度校正系数

附录 B
(资料性附录)
燃料供应单元

B.1 燃油系统

B.1.1 燃油系统储油罐的总容量宜符合下列要求：

- a) 火车或船舶运输，为 20d ~ 30d 的额定工况下的耗油量。
- b) 汽车油槽车运输，为 3d ~ 7d 的额定工况下的耗油量。
- c) 油管输送，为 3d ~ 5d 的额定工况下的耗油量。

B.1.2 燃油系统重油储罐不宜少于 2 个。

B.1.3 重油储罐内油被加热后的温度，应低于当地大气压下水沸点 5℃，且应低于罐内油闪点 10℃，并按两者中的较低值确定。

B.1.4 地上、半地下储油罐或罐组，应设置防火堤。防火堤的设计应符合 GB 50016 的规定。

B.1.5 轻油储油罐与重油储油罐不应布置在同一防火堤内。

B.1.6 设置轻油罐的场所宜设有防止轻油流失的设施。

B.1.7 从燃油系统储油罐输油到室内油箱的输油泵，不应少于 2 台，其中 1 台应为备用。输油泵的容量不应小于导热油加热炉系统最大计算耗油量的 110%。

B.1.8 在输油泵进口母管上应设置油过滤器 2 台，其中 1 台应为备用。油过滤器的滤网网孔宜为 8 目/cm ~ 12 目/cm，滤网流通截面积宜为其进口截面积的 8 ~ 10 倍。

B.1.9 燃用重油的导热油加热炉，当冷炉启动点火缺少蒸汽加热重油时，应采用重油电加热器或设置轻油、燃气的辅助燃料系统。

B.1.10 点火用的液化气罐，不应存放在操作间内，应存放在满足相关防火规范要求的专用房间内。气罐的总容积应小于 1m³。

B.1.11 集中设置的重油加热器应符合下列要求：

- a) 加热面积应根据导热油加热炉要求的油量和油温计算确定，并有 10% 的富裕量。
- b) 加热面组宜能进行调节。
- c) 应装设旁通管。
- d) 需要不间断供热时，应设置备用油加热器。

B.1.12 集中设置的供油泵应符合下列要求：

- a) 供油泵的台数不应少于 2 台。当其中任何 1 台停止运行时，其余的总容量，不应少于导热油加热炉最大计算耗油量和回油量之和。
- b) 供油泵的扬程，不应小于供油系统的压力降、油位差、燃烧器前所需油压三项代数之和的 1.1 倍。

B.1.13 在供油泵进口母管上应设置油过滤器 2 台，其中 1 台备用。滤网流通面积宜为其进口管截面积的 8 ~ 10 倍。油过滤器的滤网网孔宜符合下列要求：

- a) 离心泵、往复泵为 8 ~ 12 目。
- b) 螺杆泵、齿轮泵为 16 ~ 32 目。

B.1.14 不带安全阀的容积式供油泵，应在泵出口的阀门前靠近油泵处的管段上装设安全阀。

B.1.15 燃油系统室内油箱的总容量，重油不应超过 5m³，轻柴油不应超过 1m³。室内油箱应安装在单独的房间内。

B.1.16 室内油箱应采用闭式油箱。油箱上应装设直通室外的通气管，通气管上应设置阻火器和防雨设施。油箱上不应采用玻璃管式油位表。

B.1.17 油箱的布置高度应使供油泵有足够的灌注头。

B.1.18 室内油箱应装设将油排放到室外储油罐或事故储油罐的紧急排放管。排放管上应并列装设手动和自动紧急排油阀，排放管上的阀门应装设在安全和便于操作的位置。自动紧急排油阀应有就地启动、集中控制室遥控启动或消防防灾中心遥控启动的功能。

B.1.19 室外事故储油罐的容积应大于或等于室内油箱的容积，且宜埋地安装。

B.1.20 室内重油箱的油加热后的温度不应超过 90℃。

B.1.21 燃油管道的要求如下。

B.1.21.1 导热油加热炉系统的供油管道宜采用单母管；不间断供热时，宜采用双母管。回油管道宜采用单母管。采用双母管时，每一母管的流量宜按导热油加热炉系统最大计算耗油量和回油量之和的 75% 计算。

B.1.21.2 重油供油系统宜采用经导热油加热炉燃烧器的循环系统。

B.1.21.3 重油供油管道应保温。当重油在输送过程中由于温度降低不能满足生产要求时，应伴热。在重油回油管道可能引起烫伤人员或凝固的部位，应采取隔热或保温措施。

B.1.21.4 通过油加热器及其后管道内油的流速不应小于 0.7m/s。

B.1.21.5 油管道宜采用顺坡敷设，但接入燃烧器的重油管道不宜坡向燃烧器。轻柴油管道的坡度不应小于 0.3%，重油管道的坡度不应小于 0.4%。

B.1.21.6 在重油供油系统的设备和管道上，应装吹扫口。吹扫口位置应能够吹净设备和管道内的重油，吹扫介质宜采用氮气，亦可采用轻油置换，吹扫用氮气压力宜为 0.6MPa ~ 1MPa（表压）。

B.1.21.7 每台导热油加热炉的供油干管上，应装设关闭阀和快速切断阀。每个燃烧器前的燃油支管上，应装设关闭阀。当设置 2 台或 2 台以上导热油加热炉时，应在每台导热油加热炉的回油总管上装设止回阀。

B.1.21.8 燃油管道应采用输送流体用无缝钢管，并应符合 GB/T 8163 的有关规定；燃油管道除与设备、阀门附件等处可用法兰连接外，其余宜采用氩弧焊打底的焊接连接。

B.1.21.9 油箱（罐）的进油管 and 回油管应从油箱（罐）体顶部插入，管口应位于油液面下，并应距离箱（罐）底 200mm。

B.1.21.10 当室内油箱与贮油罐的油位有高差时，应有防止虹吸的设施。

B.1.21.11 燃油管道宜采用地上敷设，当采用地沟敷设时，地沟与建筑物外墙连接处应填砂或用耐火材料隔断，地沟上面应采用不燃材料封盖。

B.1.21.12 燃油管道穿越楼板、隔墙时应敷设在套管内，套管的内径与油管的外径四周间隙不应小于 20mm。套管内管段不应有接头，管道与套管之间的空隙应用麻丝填实，并应用不燃材料封口。管道穿越楼板的套管，上端应高出楼板 60mm ~ 80mm，套管下端与楼板底面（吊顶底面）平齐。

B.1.21.13 燃油管道与导热油管道上下平行布置时，燃油管道应位于导热油管道的下方。

B.1.21.14 燃油管道采用法兰连接时，宜设有防止漏油事故的集油措施。

B.1.21.15 燃油系统附件不应采用能被燃油腐蚀或溶解的材料。

B.2 燃气系统

B.2.1 导热油加热炉系统燃气质量、贮配、净化、调压站、调压装置和计量装置设计，应符合 GB 50028 的有关规定。

B.2.2 燃气调压装置不应设置在地下建、构筑物内。

B.2.3 燃用液化石油气的房间和有液化石油气管道穿越的室内地面处，不应设有能通向室外的管沟

(井)或地道等设施。

B.2.4 燃气管道要求如下。

B.2.4.1 导热油加热炉系统内燃气管道设计,应符合 GB 50316 的有关规定。

B.2.4.2 导热油加热炉系统的燃气管道宜采用单母管。不间断供热时,宜采用从不同燃气调压设施接来的 2 路供气的双母管。

B.2.4.3 引入操作间的室外燃气管,应在安全和便于操作的地点装设与操作间燃气浓度报警装置联动的总切断阀,阀后应装设气体压力表。导热油炉露天布置,且未设置炉前操作间时,应在引入装置区的燃料气总管上设置紧急切断阀。

B.2.4.4 燃气管道宜架空敷设。输送相对密度小于 0.75 的燃气管道,应设在空气流通的高处;输送相对密度大于 0.75 的燃气管道,宜装设在操作间外墙和便于检测的位置。

B.2.4.5 燃气管道上应装设放散管、取样口和吹扫口,其位置应能满足将管道与附件内的燃气或空气吹净的要求。放散管可汇合成总管引至室外,其排出口应高出周围 10m 范围内的平台或建筑物顶 2.0m 以上,并使放出的气体不致窜入邻近的建筑物和被通风装置吸入。密度比空气大的燃气放散,应采用高空或火炬排放,并满足最小频率上风侧区域的安全和环境保护要求。当站场有火炬放空系统时,宜将放散气体排入该系统中。

B.2.4.6 燃气放散管管径,应根据吹扫段的容积和吹扫时间确定。吹扫量可按吹扫段容积的 10 ~ 20 倍计算,吹扫时间可采用 15min ~ 20min。吹扫气体可采用氮气或其他惰性气体。

B.2.4.7 燃气管道不应穿越电缆沟(井)、通风沟、风道、烟道和具有腐蚀性质的场所;当必须穿越防火墙时,其穿孔间隙应采用不燃物填实。

B.2.4.8 每台导热油炉燃气干管上,应配套性能可靠的燃气阀组,阀组前燃气供气压力和阀组规格应满足燃烧器最大负荷需要。点火用的燃气管道,宜从燃烧器前燃气干管上的 2 级或组合式检漏电磁阀前引出,且应在其上装设切断阀和 2 级电磁阀。

B.2.4.9 燃气管道应采用输送流体用无缝钢管,并应符合 GB/T 8163 的有关规定;燃气管道的连接,除与设备、阀门附件等处可用法兰连接外,其余宜采用氩弧焊打底的焊接连接。

B.2.4.10 燃气管道穿越楼板、隔墙时应敷设在套管内,套管的内径与燃气管道的外径四周间隙不应小于 20mm。套管内管段不得有接头,管道与套管之间的空隙应用麻丝填实,并应用不燃材料封口。管道穿越楼板的套管,上端应高出楼板 60mm ~ 80mm,套管下端与楼板底面(吊顶底面)平齐。

B.2.4.11 燃气管道与附件不应使用铸铁件。在防火区内使用的阀门,应具有耐火性能。

附 录 C
(资料性附录)
设备数据表

本附录包括下列设备的设备数据表：

- a) 表 C.1 导热油加热炉数据表。
- b) 表 C.2 燃烧器数据表。
- c) 表 C.3 空气预热器数据表。
- d) 表 C.4 风机数据表。
- e) 表 C.5 吹灰器数据表。
- f) 表 C.6 容器数据表 (膨胀罐、储油罐、空气储罐)。
- g) 表 C.7 空气压缩机数据表。
- h) 表 C.8 循环泵数据表。
- i) 表 C.9 装卸泵数据表。
- j) 表 C.10 换热器数据表。

设备数据表的使用要求参见附录 D。

表 C.1 导热油加热炉数据表

导热油加热炉数据表		SI 单位			
买方 / 业主：		版次：	日期：	第 1 页 共 8 页	
用途：		设备编号：			
1 装置：		* 所需数量：			修改
2 供货商：					
3 炉型：					
4 * 总额定热负荷, kW：					
工艺设计条件					
6 * 操作工况					
7 炉段					
8 * 用途					
9 额定热负荷, kW					
10 * 介质名称					
11 * 流率, kg/s					
12 * 流率, m ³ /h					
13 * 压力降, 允许值 (清洁 / 结垢), kPa					
14 压力降, 计算值 (清洁 / 结垢), kPa					
15 * 辐射段平均热流密度 (允许), W/m ²					
16 辐射段平均热流密度 (计算), W/m ²					
17 辐射段最高热流密度, W/m ²					
18 对流段热流密度 (基于光管), W/m ²					
19 * 流速限制, m/s					
20 工艺介质质量流速, kg / (s · m ²)					
21 * 最高内膜温度 (允许 / 计算), °C					
22 结垢热阻, m ² · K/W					
23 * 允许焦层厚度, mm					
入口条件					
25 * 温度, °C					
26 * 压力 (表压), kPa					
27 * 液相流率, kg/s					
28 汽相流率, kg/s					
29 * 液相密度 (在 15°C), kg/m ³					

表 C.1 (续)

导热油加热炉数据表		SI 单位					
		版次：		日期：		第 2 页 共 8 页	
						修改	
30	汽相分子质量						
31	* 黏度 (液相), mPa·s						
32	* 比热 (液相), kJ/(kg·K)						
33	* 热导率 (液相), W/(m·K)						
34	出口条件						
35	* 温度, °C						
36	* 压力 (表压), kPa						
37	* 液相流率, kg/s						
38	汽相流率, kg/s						
39	* 液相密度 (在 15°C), kg/m ³						
40	汽相分子质量						
41	* 黏度 (液相 / 汽相), mPa·s						
42	* 比热 (液相 / 汽相), kJ/(kg·K)						
43	* 热导率 (液相 / 汽相), W/(m·K)						
44	附注和特殊要求						
45	* 蒸馏数据或进料组成：						
46	短期操作条件：						
47	注：						
48	燃烧设计条件						
49	操作工况						
50	* 燃料类型						
51	* 过剩空气量, %						
52	计算放热量 h_L , kW						
53	计算燃料效率 h_L , %						
54	保证燃料效率 h_L , %						
55	散热损失 h_L , %						
56	烟气温度：离开辐射段, °C						
57	离开对流段, °C						
58	离开空气预热器, °C						
59	烟气流率, kg/s						
60	对流段烟气质量流速, kg/(s·m ²)						
61	抽力：在炉顶, Pa						
62	在燃烧器处, Pa						
63	* 环境空气温度 (热效率计算), °C						
64	* 环境空气温度 (烟囱设计), °C						
65	* 海拔高度, m						
66	体积热强度 h_L , W/m ³						
67	* 排放限制 (干基)：	mL/m ³ (折算至 3%O ₂)	NO _x ：	CO：	SO _x ：		
68		kg/kJ (h_L) 或 (h_H)	未燃烃：	颗粒物：			
69	燃料性质						
70	* 燃料气类型	* 燃料油类型	* 其他类型				
71	* h_L kJ/m ³	* h_L kJ/kg	* h_L kJ/kg				
72	* h_H kJ/m ³	* h_H kJ/kg	* h_H kJ/kg				
73	* 燃烧器进口压力 (表压) kPa	* 燃烧器进口压力 (表压) kPa	* 燃烧器进口压力 (表压) kPa				
74	* 燃烧器进口温度 °C	* 燃烧器进口温度 °C	* 燃烧器进口温度 °C				
75	相对分子质量	* 在 °C 黏度 mPa·s					
76		* 雾化蒸汽 / 空气温度 °C					
77		* 雾化蒸汽 / 空气压力 (表) Pa					

表 C.1 (续)

导热油加热炉数据表					SI 单位		
					版次：	日期：	第 3 页 共 8 页
							修改
78	燃料气		燃料油		其他		
79	组分	摩尔分数，%	组分	质量分数，%	组分	质量分数，%	
80							
81							
82							
83							
84							
85							
86							
87	燃烧器数据						
88	制造商：		尺寸 / 型号：		数量：		
89	类型：		安装位置：		安装方位：		
90	单台燃烧器放热量，kW		设计：正常：		最小：		
91	在设计放热量时通过燃烧器的压力降，Pa						
92	燃烧器中心线到炉管中心线间距离，水平，mm：				垂直，mm：		
93	燃烧器中心线到无遮蔽耐火墙间距离，水平，mm：				垂直，mm：		
94	点火器，类型：		能量，kW：		燃料：		
95	点火方式：						
96	火焰监测，类型：				数量：		
97	注：						
98	机械设计条件						
99	* 平面限制：			* 烟囱限制：			
100	* 炉管限制：			* 噪声限制：			
101	* 结构设计数据：		风速：		* 主导风向：		
102	雪荷载：			* 地震区：			
103	* 最低 / 正常 / 最高环境空气温度，℃			* 相对湿度，%			
104	炉段：						
105	用途：						
106	盘管设计						
107	* 设计基础：炉管壁厚（标准或规范）						
108	断裂强度（最小或平均）						
109	* 断裂应力对应的设计寿命，h						
110	* 设计压力（弹性 / 断裂），kPa						
111	* 介质设计温度，℃						
112	* 温度裕量，℃						
113	腐蚀裕量（炉管 / 管件），mm						
114	水压试验压力，kPa						
115	* 焊后热处理（是或否）						

表 C.1 (续)

导热油加热炉数据表		SI 单位				
		版次：	日期：	第 4 页 共 8 页		
						修改
116	* 射线检测比例，%					
117	炉管金属最高（清洁）温度，℃					
118	炉管金属设计温度，℃					
119	内膜传热系数，W/(m ² ·K)					
120	盘管布置					
121	炉管方位：垂直、水平或螺旋					
122	* 炉管材料（规范和牌号）					
123	炉管外径，mm					
124	炉管壁厚（最小）（平均），mm					
125	管程数					
126	炉管数量					
127	每排管数（对流段）					
128	炉管总长，m					
129	炉管有效长，m					
130	光管：数量					
131	总外表面积，m ²					
132	扩面管：数量					
133	总外表面积，m ²					
134	炉管布置方式（顺排、错排或螺旋）					
135	炉管间距，中心到中心：水平 × 对角线（或垂直）					
136	炉管中心至炉墙间距（最小），mm					
137	折流砖（有或无）					
138	折流砖宽度，mm					
139	扩面形式					
140	类型：（钉头）（锯齿型翅片）（连续翅片）					
141	材质					
142	尺寸（高 × 直径/厚度），mm					
143	间距（翅片数/m）（钉头数/周）					
144	最高端部温度（计算），℃					
145	扩面比（总面积/光管面积）					
146	注：					
147						
148						
149	急弯弯管					
150	类型					
151	材质（规范和牌号）					
152	公称规格或管壁厚度系列号					
153	* 位置（炉膛、弯头箱）					

表 C.1 (续)

导热油加热炉数据表		SI 单位			
		版次：	日期：	第 5 页 共 8 页	
					修改
154	端部接头和 / 或集合管				
155	* 类型 (开坡口、集合管、法兰)				
156	入口：材质 (规范和牌号)				
157	尺寸 / 壁厚系列号或壁厚				
158	端部接头数量				
159	法兰材质 (规范和牌号)				
160	法兰尺寸、压力等级和密封面形式				
161	出口：材质 (规范和牌号)				
162	尺寸 / 壁厚系列号或壁厚				
163	端部接头数量				
164	法兰材质 (规范和牌号)				
165	法兰尺寸、压力等级和密封面形式				
166	* 集合管和炉管连接形式 (焊接、拔头等)				
167	集合管位置 (内部或外部)				
168	转油线				
169	* 焊接或法兰连接				
170	* 管子材质 (规范和牌号)				
171	管子尺寸 / 壁厚系列号或壁厚				
172	* 法兰材质				
173	法兰尺寸 / 压力等级				
174	* 位置 (内部 / 外部)				
175	介质温度, °C				
176	管支承件 (管架 / 管板 / 支承件)				
177	位置 (两端, 顶部, 底部)				
178	材料 (规范和牌号)				
179	金属设计温度, °C				
180	厚度, mm				
181	中间支承件				
182	材质 (规范和牌号)				
183	金属设计温度, °C				
184	厚度, mm				
185	弯头箱				
186	位置：	铰接门 / 螺栓连接门：			
187	壳体材料：	厚度, mm			
188	衬里材料：	厚度, mm			
189	锚固钉 (材质和型式)：				
190	注：				
191					

表 C.1 (续)

导热油加热炉数据表		SI 单位		
		版次：	日期：	第 6 页 共 8 页
				修改
192	耐火材料设计基础条件			
193	环境温度, ℃ :	风速, m/s :	炉外壁温度, ℃ :	
194	无排管的炉墙			
195	衬里：内部 / 外部	热面温度 (设计 / 计算), ℃		
196	厚度, mm			
197	材料			
198	炉墙结构：			
199				
200	外保护板材质：	厚度, mm :		
211	锚固件 (材质和型式)：			
212	壁板材质：	厚度, mm :	温度, ℃ :	
213	有管排的炉墙			
214	衬里：内部 / 外部	热面温度 (设计 / 计算), ℃		
215	厚度, mm			
216	材料			
217	炉墙结构：			
218				
219	外保护板材质：	厚度, mm :		
220	锚固件 (材质和型式)：			
221	壁板材质：	厚度, mm :	温度, ℃ :	
222	炉顶 / 炉前墙			
223	衬里：内部 / 外部	热面温度 (设计 / 计算), ℃		
224	厚度, mm			
225	材料			
226	炉墙结构：			
227				
228	锚固件 (材质和型式)：			
229	壁板材质：	厚度, mm :	温度, ℃ :	
230	炉底 / 炉后墙			
231	衬里：内部 / 外部	热面温度 (设计 / 计算), ℃		
232	厚度, mm			
233	材料			
234	炉墙结构：			
235	注：			
236	锚固件 (材料和型式)			
237	壁板材质：	厚度, mm :	温度, ℃ :	
238	炉底最低标高, m :	风道下部净空, m :		
239	注：			

表 C.1 (续)

导热油加热炉数据表		SI 单位					
		版次：		日期：		第 7 页 共 8 页	
							修改
240	对流段						
241	衬里：内部 / 外部		热面温度 (设计 / 计算)，℃				
242	厚度，mm						
243	材料						
244	炉墙结构：						
245							
246	锚固件 (材质和型式)：						
247	壁板材质：		厚度，mm：		温度，℃：		
248	烟风道		烟气		燃烧用空气		
249	位置：		尾部烟道				
250	尺寸 (m) 或净流通面积 (m ²)						
251	壁板材质：						
252	壁板厚度，mm：						
253	衬里：内部 / 外部						
254	厚度，mm						
255	材料						
256	锚固件 (材质和型式)						
257	壁板温度，℃						
258	风箱 (空气)						
259	壁板材质：		厚度，mm：		温度，℃：		
260	衬里材料：		厚度，mm：				
261	锚固件 (材质和型式)：						
262	烟囱或烟囱短节						
263	数量：		自支承或拉索式：		位置：		
264	壁板材质：		* 腐蚀裕量，mm：		最小厚度，mm：		
265	壁板内径，m：		海拔高度，m：		烟囱高度，m：		
266	衬里材料：		厚度，mm：				
267	锚固件 (材质和型式)：						
268	衬里范围：		内部 / 外部：				
269	设计烟气流速，m/s：		烟气温度，℃：				
270	挡板						
271	位置						
272	类型 (控制、密封等)						
273	叶片材质：						
274	轴材质：						
275	多叶 / 单叶						
276	操作方式 (手动或自动)						
277	控制器类型 (电动或气动)						

表 C.1 (续)

导热油加热炉数据表				SI 单位				
				版次：	日期：	第 8 页 共 8 页		
							修改	
278	附件							
279	平台：位置	数量	宽度	长度 / 弧长	斜梯 / 直梯	入口位置		
280								
281								
282								
283								
284								
285	铺板类型：							
286	门：	数量	位置	尺寸	螺栓连接 / 铰接			
287	人孔							
288	防爆门							
289	看火孔							
290								
291								
292								
293	仪表接管		数量	尺寸	类型			
294	烟气 / 燃烧空气温度							
295	烟气 / 燃烧空气压力							
296	烟气采样							
297	灭火蒸汽或氮气 / 吹扫							
298	O ₂ 分析仪							
299	CO 或 NO _x 分析仪							
300	放空 / 排泄							
301	工艺介质温度							
302	管壁热电偶							
303								
304								
305	油漆要求							
306	内壁涂层：							
307	镀锌要求：							
308	是否包括油漆吊车或导轨：							
309	特殊设备：		吹灰器：					
310			空气预热器：					
311			风机：					
312			其他：					
313	注：带“*”的为业主至少应完成的项目。							

表 C.2 燃烧器数据表

燃烧器数据表		SI 单位	
		版次：	日期：
买方 / 业主：		设备编号：	
用途：		安装位置：	
1	一般数据		修改
2	炉型		
3	海拔高度, m		
4	空气：		
5	环境空气 / 预热空气		
6	温度 (最低 / 最高 / 设计), °C		
7	相对湿度, %		
8	送风类型：鼓风 / 自然 / 引风		
9	有效抽力 (通过燃烧器), Pa		
10	有效抽力 (通过风箱), Pa		
11	要求调节比		
12	燃烧器壁衬里厚度, mm		
13	加热炉壳体壁厚, mm		
14	辐射室高度 / 长度, m		
15	炉管节圆直径, m		
16	燃烧器数据		
17	供货商		
18	燃烧器类型		
19	型号 / 尺寸		
20	燃烧方向		
21	位置 (炉顶 / 炉底 / 侧壁)		
22	数量		
23	最小距离, 燃烧器中心线至：		
24	炉管中心线 (水平 / 垂直), mm		
25	相邻燃烧器中心线 (水平 / 垂直), mm		
26	无遮挡耐火材料 (水平 / 垂直), mm		
27	燃烧器节圆直径, m		
28	点火器：		
29	数量		
30	型式		
31	点火方式		
32	燃料		
33	燃料压力, kPa		
34	能量, kW		
35	操作数据		
36	燃料		
37	单个燃烧器功率 h_L , kW		

表 C.2 (续)

燃烧器数据表		SI 单位		
		版次：	日期：	第 2 页 共 4 页
				修改
38	设计			
39	正常			
40	最小			
41	设计发热量下过剩空气量，%			
42	空气温度，℃			
43	压力损失，Pa			
44	设计			
45	正常			
46	最小			
47	要求燃料压力，kPa			
48	设计发热量下的火焰长度，m			
49	火焰形状（圆形、扁形等）			
50	雾化介质 / 燃料油比率，kg/kg			
51	注：			
52				
53				
54	燃料气特性			
55	燃料类型			
56	低发热量 h_L ，kJ/m ³			
57	相对密度（空气 = 1.0）			
58	分子质量			
59	燃烧器处的燃料温度，℃			
60	燃料气压力（表）：在燃烧器处可达到的，kPa			
61	燃料气组成（摩尔分数），%			
	注：			

表 C.2 (续)

燃烧器数据表		SI 单位			
		版次：	日期：	第 3 页 共 4 页	
62	液体燃料特性				修改
63	燃料类型				
64	低发热量 (h_L), kJ/kg				
65	相对密度 (在 15℃)				
66	H/C 比 (质量)				
67	黏度, 在 ℃, mPa·s				
68	黏度, 在 ℃, mPa·s				
69	钒, mg/kg				
70	钾, mg/kg				
71	钠, mg/kg				
72	镍, mg/kg				
73	固定氮, mg/kg				
74	硫 (质量分数), %				
75	灰分 (质量分数), %				
76	水 (质量分数), %				
77	蒸馏数据： 初馏点, ℃				
78	中馏点, ℃				
79	终馏点, ℃				
80	燃烧器处的燃料温度, ℃				
81	燃料油压力 (表): 在燃烧器处可达到的, kPa				
82	雾化介质： 空气 / 蒸汽 / 机械				
83	温度, ℃				
84	压力 (表), kPa				
85	注：				
86					
87	其他				
88	燃烧器风箱：	普通 / 集成			
89		材料			
90		板厚, mm			
91		内衬			
92	空气入口控制：	挡板调节器			
93		操作方法			
94		泄漏量, %			
95	燃烧器砖：	组成			
96		最低使用温度, ℃			
97	噪声规范				
98	降噪方法				
99	油漆要求				
100	点火孔：	尺寸 / 数量			

表 C.2 (续)

燃烧器数据表		SI 单位		
		版次：	日期：	第 4 页 共 4 页
				修改
101	看火孔：	尺寸 / 数量		
102	火焰监测：	类型		
103		数量		
104	监测连接：	尺寸 / 数量		
105	雾化介质和燃料油安全联锁系统			
106	性能试验要求 (是或否)			
107	排放要求			
108	辐射室桥墙温度, °C			
109	NO _x	* mL/m ³ (干基) 或 kg/kJ (<i>h</i> _L) (<i>h</i> _H)		
110	CO	* mL/m ³ (干基) 或 kg/kJ (<i>h</i> _L) (<i>h</i> _H)		
111	未燃烃	* mL/m ³ (干基) 或 kg/kJ (<i>h</i> _L) (<i>h</i> _H)		
112	颗粒物	* mL/m ³ (干基) 或 kg/kJ (<i>h</i> _L) (<i>h</i> _H)		
113	SO _x	* mL/m ³ (干基) 或 kg/kJ (<i>h</i> _L) (<i>h</i> _H)		
114				
115	* 校正至 3% O ₂ (设计发热量下的干基)			
116	注 1 ：在设计条件下, 当调风门全开时, 至少应有 90% 的有效抽力是用于通过燃烧器, 且至少应有 75% 的空气侧压降是用于通过燃烧器的喉口。			
117	注 2 ：供货商应保证燃烧器的火焰长度。			
118	注 3 ：供货商应保证通过燃烧器的过剩空气量、燃烧器放热量和通过燃烧器的压力降。			
119	注 4 ：带 “*” 的为业主至少应完成的项目。			

表 C.3 空气预热器数据表

空气预热器数据表		SI 单位				
		版次：	日期：	第 1 页 共 3 页		
买方 / 业主：		设备编号：				
用途：		安装位置：				
1	供货商：					修改
2	型号：					
3	数量：					
4	传热面积, m ²					
5	质量, kg					
6	外形尺寸 (高 × 宽 × 长), m					
7	性能数据					
8	操作工况					
9						
10	空气侧：入口流量, kg/s					
11	入口温度, °C					
12	出口温度, °C					
13	压降 (允许), Pa					
14	压降 (计算), Pa					
15	吸热量, kW					
16	烟气侧：入口流量, kg/s					
17	入口温度, °C					
18	出口温度, °C					
19	压降 (允许), Pa					
20	压降 (计算), Pa					
21	放热量, kW					
22	空气旁路流量, kg/s					
23	至燃烧器空气总流量, kg/s					
24	混合空气温度, °C					
25	烟气组成 (摩尔分数) %, (O ₂ /N ₂ /H ₂ O/CO ₂ /SO _x)					
26	烟气比热, kJ / (kg · K)					
27	烟气酸露点温度, °C					
28	最低金属温度 (允许), °C					
29	最低金属温度 (计算), °C					
30	其他					
31	最低环境空气温度, °C					
32	装置区海拔高度, m					
33	相对湿度, %					
34	外部冷空气旁路 (是 / 否)					
35	冷端热电偶 (是 / 否) 数量					
36	人孔门 (数量 / 尺寸 / 位置)					
37	保温 (内部 / 外部)：					

表 C.3 (续)

空气预热器数据表		SI 单位			
		版次：	日期：	第 2 页 共 3 页	
					修改
38	清灰介质：	空气 / 蒸汽 / 水			
39		压力，kPa			
40		温度，℃			
41	机械设计				
42	设计烟气温度，℃				
43	设计压差，Pa				
44	地震区				
45	油漆要求				
46	泄漏试验				
47	结构风荷载，kg/m ²				
48	空气泄漏率（保证的最大值），%				
49					
50	注：所有数据均以单个单元为基准。				
51					
52					
53	结构数据				
54	I 管式				
55	程数				
56	管数				
57	每排管数				
58	管排数				
59	管子材质				
60	管外径 / 壁厚，mm				
61	管心距（正方形 / 三角形），mm				
62	玻璃管区（是 / 否）				
63	玻璃管数				
64	吹灰器：	是 / 否			
65		类型（离线或在线）			
66		位置			
67	II 热管式				
68	管数				
69	管外径 / 壁厚，mm				
70	管子材质				
71	每排管数				
72	管排数				
73	管心距（正方形 / 三角形），mm				
74		空气侧		烟气侧	
75	翅片：类型				

表 C.4 风机数据表

风机数据表		SI 单位		
		版次：	日期：	第 1 页 共 3 页
买方 / 业主：		设备编号：		
用途：		安装位置：		
1	供货商： 型号 / 尺寸： 布置方式：	修改		
2	用途： 数量：			
3	驱动程序： 风机转向（从驱动器端）： <input type="checkbox"/> 顺时针 <input type="checkbox"/> 逆时针			
4	输送气体类型： 分子质量：			
5	装置区海拔高度，m： 风机位置：			
6	操作条件			
7	操作条件 / 工况	设计	试验	其他条件
8	质量流量，kg/s			
9	容积流量，m ³ /s			
10	空气密度，kg/m ³			
11	温度，℃			
12	相对湿度，%			
13	入口静压（绝压），Pa			
14	出口静压（绝压），Pa			
15	性能			
16	在 ℃下的功率（包括所有损失），kW			
17	风机转速，r/min			
18	通过风机静压差，Pa			
19	入口挡板 / 叶片方位			
20	出口挡板方位			
21	风机静效率，%			
22				
23	风机控制	驱动机：		
24	送风	制造厂	型号	
25	风机控制，由 完成	额定功率，kW	转速，r/min	
26	方法 <input type="checkbox"/> 入口挡板 <input type="checkbox"/> 出口挡板	电气防爆区域划分		
27	<input type="checkbox"/> 入口导向叶片 <input type="checkbox"/> 变频	等级	组	区
28	启动方式	电源	V	相 Hz
29	结构特征			
30	壳体	轴承		
31	材质 厚度，mm	<input type="checkbox"/> 滑动 <input type="checkbox"/> 滚动		
32	为叶轮装卸壳体分体 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	型号		
33	排污口（数量 / 尺寸）	润滑油牌号		
34	人孔门（数量 / 尺寸）	冷却水流量	m ³ /s	水在 ℃
35	叶片	恒温控制加热器	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
36	类型	温度监测仪	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
37	数量 厚度，mm	振动监测仪	<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	

表 C.4 (续)

风机数据表		SI 单位		
		版次：	日期：	第 2 页 共 3 页
				修改
38	材料			
39	轮毂	速度监测仪		
40	<input type="checkbox"/> 过盈连接 <input type="checkbox"/> 键连接	<input type="checkbox"/> 无接触探头		
41	材料	<input type="checkbox"/> 速度开关		
42	轴	<input type="checkbox"/> 其他		
43	材料	联轴器		
44	轴承处直径, mm	类型		
45	轴套	制造厂	型号	
46	材质	工作因数		
47	轴密封	半联轴器安装		
48	型号	<input type="checkbox"/> 风机制造厂		
49		<input type="checkbox"/> 驱动器制造厂		
50	转动惯量 ωR^2 , $\text{kg} \cdot \text{m}^2$	中间短节 <input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否 长度, mm		
51	注：所有数据均以单台设备为基准。			
52				
53	其他			
54	<input type="checkbox"/> 联合机座 (风机, 驱动器)	<input type="checkbox"/> 消音器 (入口) (出口)	<input type="checkbox"/> 入口 (滤网) (过滤器)	
55	<input type="checkbox"/> 轴承座 / 底板	<input type="checkbox"/> 喇叭口	<input type="checkbox"/> 壳体排污接管	
56	<input type="checkbox"/> 性能曲线	<input type="checkbox"/> 隔振	<input type="checkbox"/> 无火花联轴器护罩	
57	<input type="checkbox"/> 剖面图	<input type="checkbox"/> 类型	<input type="checkbox"/> 保温夹 (钉)	
58	<input type="checkbox"/> 外形尺寸图	<input type="checkbox"/> 特殊涂层	<input type="checkbox"/> 检查孔	
59	<input type="checkbox"/> 进气箱	<input type="checkbox"/> 控制盘	<input type="checkbox"/> 外防护层	
60	降噪	质量, kg		
61	最大允许声压级 dB (A) 在 m	风机	驱动器	底座
62	预计声压级 dB (A) 在 m	消声器		
63	降噪措施	出口扩压器		
64	由 实施	装运总质量		
65	油漆	接管		
66	<input type="checkbox"/> 制造厂 (商) 标准	尺寸	等级	方位
67		入口		
68	运输	出口		
69	<input type="checkbox"/> 国内 <input type="checkbox"/> 出口 <input type="checkbox"/> 出口集装箱	排污口		
70				
71	安装			
72	<input type="checkbox"/> 整体组装	试验		
73	<input type="checkbox"/> 部分组装	<input type="checkbox"/> 性能试验 (无荷载)		
74	<input type="checkbox"/> 室外存放超过 6 个月	<input type="checkbox"/> 见证性能试验		
75	适用规范	<input type="checkbox"/> 转子平衡		

表 C.5 吹灰器数据表

吹灰器数据表		SI 单位				
		版次：	日期：	第 1 页 共 2 页		
买方 / 业主：		设备编号：				
用途：		安装位置：				
1	操作数据					修改
2	燃料油类型 / 相对分子质量					
3	硫 (质量分数), %					
4	钒, mg/kg					
5	镍, mg/kg					
6	灰分 (质量分数), %					
7	吹灰管位置					
8	吹灰器处烟气温度 (最高), °C					
9	吹灰器处烟气压力 (最高), Pa					
10	吹灰介质					
11	公用工程数据					
12						
13						
14	每台吹灰器需要的蒸汽 _____ kPa 在 _____ °C _____ kg/s					
15	每台吹灰器需要的空气 _____ kPa _____ m ³ /s (标准状态)					
16						
17	电源 _____ V _____ 相 _____ Hz					
18						
19	布置数据					
20	炉管外径, mm					
21	炉管长度, m					
22	炉管间距 (错排 / 顺排), mm					
23	管束宽度, m					
24	中间管板数量					
25	吹灰管尺寸 (最小间距), mm					
26	最大吹扫半径, m					
27	扩面管类型					
28	扩面管管排数					
29	衬里厚度, mm					
30	吹灰器数据					
31	制造厂 (商)					
32	类型					
33	型号					
34	数量					
35	排数					
36	每排数量					
37	布置					

表 C.6 容器数据表（膨胀罐、储油罐、空气储罐）

容器数据表					SI 单位		
					版次：	日期：	第 1 页 共 2 页
买方 / 业主：				设备编号：			
用途：				安装位置：			
设计数据							修改
1	物料	名称				设计、制造、检验和验收标准	
2		质量流量, kg/h				水(气)试验压力, MPa	
3		黏度, mPa·s				气密性试验压力, MPa	
4		密度, kg/m ³				容器类别(类)	
5	操作压力, MPa		正常：	最大：	最小：	安全监察规程	
6	操作温度, °C		正常：	最大：	最小：	A 类, B 类焊缝检测要求	
7	设计压力, MPa					腐蚀裕量, mm	
8	设计温度, °C					焊接接头系数	
9	允许压力降, kPa					压力容器涂敷与包装运输要求	
10	全容积, m ³					焊后热处理	
11	基本风压, Pa					无损检测合格级别	
12						其他要求	
13			基础荷载				
14			空载	操作	水压试验		
15	竖向力, kN				质量, kg		
16	水平力, kN				空质量		
17	弯矩, kN·m				操作质量		
18	绝热层厚度, mm					充水质量	
19	热(冷)				内件质量		
20	人身保护				填料质量		
21	防火						
22	材料						
23	筒体(规范和牌号)				接管 法兰	垫片	
24	封头(规范和牌号)					法兰	
25	支座(规范和牌号)					螺栓(螺母)	
26					设备 法兰	垫片	
27						法兰	
28						螺栓(螺母)	
29							
30	尺寸, mm				现场条件		
31	总尺寸				温度, °C		
32	底座尺寸				相对湿度, %		
33	容器尺寸				海拔, m		
34						基本风压, Pa	
35						安装	<input type="checkbox"/> 室内 <input type="checkbox"/> 室外 <input type="checkbox"/> 腐蚀 <input type="checkbox"/> 防爆
36						地震区	

表 C.6 (续)

容器数据表					SI 单位				
					版次 :	日期 :	第 2 页 共 2 页		
37	接管表								
38	符号	公称直径	公称压力	法兰标准	连接形式	连接面到中心线距离	用途	修改	
39									
40									
41									
42									
43									
44									
45									
46									
47									
48									
49									
50									
51									
52	注 :								

表 C.7 空气压缩机数据表

空气压缩机数据表		SI 单位			
		版次：	日期：	第 1 页共 1 页	
买方 / 业主：		设备编号：			
用途：		安装位置：			
1	供货商		电动机制造厂 (商)		修改
2	型号		型号		
3	型式		型式		
4	数量		额定功率, kW		
5	压缩机级数		额定转速, r/min		
6	汽缸直径 (I 级 / II 级), mm		电气防爆区域划分	等级	组 区
7	行程, mm		电源	V	相 Hz
8	转速, r/min		电机质量, kg		
9	容积流量 (排气量), m ³ /min				
10	吸气压力, MPa				
11	额定排气压力 (表压), MPa				
12	轴功率, kW				
13	吸入气体温度 (I 级 / II 级), °C				
14	排气温度 (I 级 / II 级), °C				
15	冷却排水温度, °C				
16	冷却进水温度, °C				
17	冷却水耗量, m ³ /h				
18	主机质量, kg				
19	注：				

表 C.8 循环泵数据表

循环泵数据表		SI 单位			
		版次：	日期：	第 1 页 共 2 页	
买方 / 业主：		设备编号：			
用途：		安装位置：			
操作条件		结构			修改
1	输送介质	泵体安装方式	<input type="checkbox"/> 卧式 <input type="checkbox"/> 立式 <input type="checkbox"/> 中心支撑 <input type="checkbox"/> 底部支撑		
2	介质特性	剖分型式	<input type="checkbox"/> 径向 <input type="checkbox"/> 轴向		
3	固体含量 (质量分数), %	型式	<input type="checkbox"/> 单涡室 <input type="checkbox"/> 双涡室 <input type="checkbox"/> 扩压器		
4	介质入口温度, °C	机壳开孔用途	<input type="checkbox"/> 排气 <input type="checkbox"/> 排放 <input type="checkbox"/> 仪表		
5	入口条件下密度, kg/m ³	连接管道	规格	压力等级	法兰面型式 位置
6	入口条件下黏度, mPa·s	进口 DN, mm			
7	流量, m ³ /h	出口 DN, mm			
8	工作温度下的蒸汽压 (表压), MPa	泵体设计压力 / 温度			
9	进口压力 (表压), MPa	叶轮型式	<input type="checkbox"/> 闭式 <input type="checkbox"/> 开式 <input type="checkbox"/> 半开式 <input type="checkbox"/> 单吸 <input type="checkbox"/> 双吸 <input type="checkbox"/> 径流 <input type="checkbox"/> 轴流		
10	出口压力 (表压), MPa	旋转方向	<input type="checkbox"/> 顺时针 <input type="checkbox"/> 逆时针 (面对联轴节)		
11	必需气蚀余量, m	轴承型式	径向 <input type="checkbox"/> 滚动 <input type="checkbox"/> 滑动		
12	额定压差 (表压), MPa		止推 <input type="checkbox"/> 滚动 <input type="checkbox"/> 滑动		
13	扬程, m		润滑方式 <input type="checkbox"/> 油 <input type="checkbox"/> 脂 <input type="checkbox"/> 强制 <input type="checkbox"/> 油浴		
14	有效净正吸入压头 (液柱), m		水冷夹套 <input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无		
15		底座	<input type="checkbox"/> 泵和驱动器合装 <input type="checkbox"/> 分装		
16	性能	密封型式			
17	必需净正吸入压头 (液柱), m	材料			
18	效率, %	壳体	填料		
19	轴功率, kW	叶轮	承摩环 (泵体 / 叶轮)		
20	设计叶轮最大功率, kW	轴套	机械	动环	静环
21	泵转速, r/min	轴	密封	辅助密封环	弹簧
22	设计叶轮直径, mm	现场条件			
23	最大 / 最小叶轮直径, mm	温度, °C	相对湿度, %	海拔, m	
24	级数	现场安装 <input type="checkbox"/> 室内 <input type="checkbox"/> 室外 <input type="checkbox"/> 腐蚀 <input type="checkbox"/> 防爆			
25	最小连续流量, m ³ /h	供货范围			
26	设计叶轮最大压头, m	<input type="checkbox"/> 泵 <input type="checkbox"/> 驱动器 <input type="checkbox"/> 联轴器和护罩 <input type="checkbox"/> 底座			
27	轴推力, N	<input type="checkbox"/> 地脚螺栓、螺母 <input type="checkbox"/> 随机附件			
28	转矩, kg·m	<input type="checkbox"/> 所有接管配对法兰 <input type="checkbox"/> 螺栓 <input type="checkbox"/> 螺母 <input type="checkbox"/> 垫片			
29		<input type="checkbox"/> 辅助管路 <input type="checkbox"/> 进口滤网 <input type="checkbox"/> 包装 <input type="checkbox"/> 两年备品备件			
30	密封和冲洗	质量, kg			
31	<input type="checkbox"/> 填料密封 <input type="checkbox"/> 机械密封	泵与底座			
32	<input type="checkbox"/> 循环 <input type="checkbox"/> 冲洗	最大维修件			
33	型式和材料代号	电机			
34	填料函压力, MPa				

表 C.8 (续)

循环泵数据表			SI 单位				
			版次：	日期：	第 2 页 共 2 页		
35	试验和检验					修改	
36	<input type="checkbox"/>	水压试验					
37	<input type="checkbox"/>	机械运转试验					
38	<input type="checkbox"/>	性能试验					
39	<input type="checkbox"/>	气蚀试验					
40	<input type="checkbox"/>	车间试验					
41	<input type="checkbox"/>	特殊要求					
42	注：						
43	驱动器						
44	原动机类型				名称及类型		
45	电源，V	额定功率，kW	相	防爆等级			
46	绝缘等级	防护等级	频率，Hz				
47	一次传动方式	<input type="checkbox"/> 直联 <input type="checkbox"/> 皮带 <input type="checkbox"/> 齿轮箱					
48	联轴器型式	<input type="checkbox"/> 弹性柱箱 <input type="checkbox"/> 齿式 <input type="checkbox"/> 弹性膜片式 <input type="checkbox"/> 盘绕弹簧式					
49		<input type="checkbox"/> 带套筒 <input type="checkbox"/> 限制端面浮动并带防火型保护罩 型号					
50	二次传动方式	<input type="checkbox"/> 直联 <input type="checkbox"/> 皮带 <input type="checkbox"/> 齿轮箱					
51	联轴器型式	<input type="checkbox"/> 弹性柱箱 <input type="checkbox"/> 齿式 <input type="checkbox"/> 弹性膜片式 <input type="checkbox"/> 盘绕弹簧式					
52		<input type="checkbox"/> 带套筒 <input type="checkbox"/> 限制端面浮动并带防火型保护罩 型号					
53	注：						

表 C.9 装卸泵数据表

装卸泵数据表		SI 单位		
		版次：	日期：	第 1 页 共 1 页
买方 / 业主：		设备编号：		
用途：		安装位置：		
1	操作条件			修改
2	供货商	电动机制造厂 (商)		
3	型号	型号		
4	型式	型式		
5	泵的温度使用范围, °C	额定功率, kW		
6	数量	额定转速, r/min		
7	承压零件设计压力, MPa	电源防爆区域划分	级 组 区	
8	流量, m ³ /h	电源	V 相 Hz	
9	排出压力, MPa	电机质量, kg		
10	转速, r/min			
11	轴功率, kW			
12	效率, %			
13	气蚀余量 (NPSH), m			
14	进口尺寸, in 或 mm			
15	法兰尺寸和压力等级			
16	主机质量, kg			
17	结构特征			
18	壳体材料	轴承	<input type="checkbox"/> 滑动 <input type="checkbox"/> 滚动	
19	轮毂 (齿轮)	<input type="checkbox"/> 过盈连接 <input type="checkbox"/> 键连接	型号	
20	材料			
21	轴材料			
22	轴承处轴直径, mm			
23	轴密封			
24	注：			

表 C.10 换热器数据表

换热器数据表						SI 单位					
						版次：		日期：		第 1 页 共 2 页	
买方 / 业主：						设备编号：					
用途：						安装位置：					
1	操作条件									修改	
2	热流体			管程 / 壳程		冷流体		管程 / 壳程			
3	流体名称										
4	介质状态										
5	总流量, kg/h										
6	冷凝或汽化量, kg/h										
7	气相流量, kg/h										
8	液相流量, kg/h										
9	水的流量, kg/h										
10	不能冷凝气体流量, kg/h										
11	温度 (进口 / 出口), °C										
12	进口工作压力, MPa										
13	露点温度, °C										
14	泡点温度, °C										
15	推荐的污垢热阻, (m·K) / kW										
16	允许压力降, MPa										
17	热负荷 (正常 / 设计), kW										
18	物性数据										
19	液相		气相		液相		气相				
20	进口	出口	进口	出口	进口	出口	进口	出口			
21	摩尔质量										
22	比热, kJ / (kg·°C)										
23	热导率, kW / (m·K)										
24	密度, kg/m ³										
25	黏度, Pa·s										
26	平均潜热, kJ/kg										
27	临界压力, MPa										
28	结构型式										
29	固定管板式		套管式		质量, kg						
30	浮头式		板式		空质量						
31	U 型管式		板翅式		操作质量						
32	滑动管板式		热虹吸式		充水质量						
33	螺旋板式		釜式		管束质量						
34	壳程管子数：	外径：	mm	壁厚：	mm	长度：	m				
35	管程管子数：	外径：	mm	壁厚：	mm	长度：	m				
36	注：										
37											

表 C.10 (续)

换热器数据表					SI 单位		
					版次：	日期：	第 2 页 共 2 页
							修改
38	平衡温度 热负荷表 (若为线性不填)						现场条件
39	各点热负荷, kW				温度, ℃		
40	热流体	气相质量分数, %			相对湿度, %		
41		平衡温度, ℃			海拔, m		
42	冷流体	气相质量分数, %			安装方式	<input type="checkbox"/> 立式 <input type="checkbox"/> 卧式	
43		平衡温度, ℃			安装	<input type="checkbox"/> 室内 <input type="checkbox"/> 室外 <input type="checkbox"/> 腐蚀 <input type="checkbox"/> 防爆	
44	材料						
45	壳体		壳体端盖		管束进口		
46	头盖		管箱盖级		管束出口		
47	固定端节流板		浮头端管板		壳侧隔热支撑		
48	浮头盖		防冲保护		管侧隔热支撑		
49	横向节流板		管—管板连接				
50	管支撑		膨胀节				
51	接管表						
52	符号	公称直径	公称压力	法兰标准	连接形式	连接面到中心线距离	用途
53							
54							
55							
56							
57							
58							
59							
60							
61							
62	壳程及管程摩尔分率 (列表)						
63	注：						

附录 D
(资料性附录)
导热油加热炉文件资料

D.1 询价技术文件

D.1.1 询价技术文件中应包括数据表、清单和本标准所述其他所有资料，还应包括本附录 C 未提及的特殊要求。

D.1.2 询价技术文件至少应给出附录 C 数据表中标注“*”的内容。

D.1.3 询价技术文件应明确规定供货范围和工作范围。

D.1.4 询价技术文件应规定以下资料的提交份数：图纸、数据表、数据报告、操作手册、安装说明书、设备清单等。

D.2 投标技术文件

投标技术文件应包括：

- a) 系统 PI&D 图，加热炉系统所有设备的数据表（参见附录 C）。
- b) 加热炉及其他设备的外形图，应表示出加热炉、膨胀罐、储油罐、循环泵橇座、换热器的尺寸、布置和安装高度，燃烧器的布置和安装高度，炉管、平台、烟道、烟囱、对流段的尾部烟道、空气预热器和风机的布置。
- c) 加热炉、膨胀罐、储油罐、循环泵橇座、换热器的工艺接口尺寸和布置。
- d) 划分工厂组装的范围，包括预制构件的数量、尺寸和质量以及现场焊接量。
- e) 对附加特殊要求的详细说明。
- f) 完整的噪声数据。
- g) 所需图纸、数据和文件提交的时间表。
- h) 收到订单后的工作程序表，该表宜包括供货商送交审查和返回图纸、材料采购、制造和提供所需数据等规定的时间。
- i) 公共工程及消耗品需求表。

D.3 审查文件

D.3.1 供业主审查的图纸和文件

导热油加热炉所有设备的设计总安装图和数据表等应提供给业主审查，该文件应包括以下内容：

- a) 工艺管路和仪表流程图。
- b) 设备平面布置图。
- c) 相关的电器及仪表图。
- d) 工艺和强度计算书。
- e) 加热炉系统及所有设备的用途、业主给定的加热炉及其他设备编号、项目名称和地点、订单编号和供货商的文件编号。
- f) 各设备的工艺接口端部尺寸、法兰等级和法兰密封面形式、空间位置、工艺介质流动方向。
- g) 盘管和转油线的布置、管间距、管径、管壁厚度、管长、材料规格书，包括受压部件的等级和扩面管的所有数据。

- h) 盘管及压力容器设计压力、水压试验压力、介质和金属设计温度及腐蚀裕量。
- i) 盘管及压力容器设计规范或规程、制造规范或规程。
- j) 耐火和隔热材料类型、厚度和使用温度等级。
- k) 耐火和隔热层所用的锚固件形式和材料。
- l) 人孔门、看火门、燃烧器、吹灰器、挡板、仪表和附件接管的位置和数量。
- m) 平台、直梯和斜梯的位置和尺寸。
- n) 包括辅助设备在内的各橇装设备的总体尺寸。

D.3.2 供业主审查的基础图表

导热油加热炉系统所有设备的基础图表应提供给业主审查，该图表应包括以下内容：

- a) 设备质量。
- b) 橇座、立柱、支架的数量和位置。
- c) 基础板的尺寸。
- d) 地脚螺栓的位置、直径和露出基础面的高度。

D.3.3 供业主审查的其他文件

以下文件应提供给业主审查：

- a) 各橇座钢结构图，烟囱、烟风道和挡板详图。
- b) 燃烧器安装图及其他各橇座工艺配管。
- c) 炉管支承件资料。
- d) 热电偶套管和热电偶资料。
- e) 焊接、检验和试验工艺及焊工考试合格证。
- f) 耐火和隔热材料的施工、烘干和检验规程。
- g) 耐火材料厚度等原始资料。
- h) 清灰程序（有时）。
- i) 导热油加热炉系统所有设备的安装、操作和维护说明书。
- j) 空气预热器、通风机、驱动器、挡板、燃烧器、循环泵、注油泵及所有附属设备的性能曲线或数据表。
- k) 噪声数据。

D.3.4 确认的图纸和图表

接到业主对总图和图表的确认意见后，总图、基础图表、设计详图、安装图、安装程序表以及辅助设备的设计应完成。在有关文件完成审查和确认之后，导热油加热炉系统方可开始制造。

D.4 最终（出厂）文件

在完成制造和装运之后，下列文件应在规定的时间内向业主提供：

- a) 制造用数据和图纸。除业主有特殊要求外，即使现场有变化也不再提供竣工图和修改数据表。
- b) 所有受压部件和扩面用合金材料质量证明书（包括熔炼分析）、工厂试验报告、监检部门出具的监检证书、加热炉质量证明书。
- c) 导热油加热炉系统的安装、操作和维修说明书。
- d) 空气预热器、通风机、驱动器、挡板、燃烧器、循环泵、注油泵及所有附属设备的性能曲线或数据表。

- e) 材料清单（主要部件）。
- f) 噪声数据。
- g) 耐火层烘干程序。
- h) 清灰程序（如有）。
- i) 所有其他试验文件，包括试验报告和无损检测报告。
- j) 引进部件应提供原产地证明。

参 考 文 献

- [1] GB/T 700 碳素结构钢
 - [2] GB 50016 建筑设计防火规范
 - [3] GB 50028 城镇燃气设计规范
 - [4] GB 50160 石油化工企业设计防火规范
 - [5] GB 50183 石油天然气工程设计防火规范
 - [6] GB 50316 工业金属管道设计规范
 - [7] TSG ZB001 燃油（燃气）燃烧器安全技术规则
 - [8] TSG ZB002 燃油（燃气）燃烧器型式试验规则
 - [9] TSG Z6002 特种设备焊接操作人员考核细则
-