

中华人民共和国黑色冶金行业标准

YB/T XXXXX—2020

无应力螺旋盘管式焦炉上升管荒煤气显热
回收装置技术规范

Technical specification for raw gas sensible heat recovery of coke oven ascension
pipe device with no thermal stress and spiral tube structure

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目 次

前 言.....	II
引言.....	错误!未定义书签。
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 原理与工艺.....	2
4.1 方法原理.....	错误!未定义书签。
4.2 工艺设备.....	2
5 技术要求.....	4
5.1 一般要求.....	4
5.2 设计、安装及运行要求.....	5
5.3 技术指标要求.....	错误!未定义书签。
5.4 安全要求.....	错误!未定义书签。
5.5 环保要求.....	错误!未定义书签。
6 控制要求与检测.....	错误!未定义书签。
7 测算与验收.....	6
8 运行与维护.....	7

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由工业和信息化部钢铁行业节能标准化工作组提出并归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

本标准首次发布。

无应力螺旋盘管式焦炉上升管荒煤气显热回收装置技术规范

1 范围

本文件规定了无应力螺旋盘管式焦炉上升管荒煤气显热回收装置的术语和定义、原理与工艺、系统要求、控制、检测、计算与验收、安全与环保、运行与维护。

本文件适用于常规机焦炉的上升管荒煤气余热回收利用。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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/T 150	压力容器
GB/T 151	热交换器
GB/T 1576	工业锅炉水质
GB/T 3216	回转动力泵 水力性能验收试验 1级、2级和3级
GB/T 12145	火力发电机组及蒸汽动力设备水汽质量标准
GB 12348	工业企业厂界环境噪声排放标准
GB/T 17410	有机热载体炉
GB/T 20801	压力管道规范
GB 23971	有机热载体
GB 24747	有机热载体安全技术条件
GB 50041	锅炉房设计标准
GB 50057	建筑物防雷设计规范
GB 50235	工业管道工程施工规范
GB 50316	工业金属管道设计规范
GB 50343	建筑物电子信息系统防雷技术规范
GB 50432	炼焦工艺设计规程
TSG 21	固定式压力容器安全技术监察规程
TSG D0001	压力管道安全技术监察规程——工业管道

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

焦炉上升管螺旋盘管式换热器 outer coil tube type heat exchanger for coke oven stand pipe

一种安装在焦炉顶部上升管位置处，以内筒内部自下而上流过来自炭化室的焦炉荒煤气为热源，以流经内筒外侧螺旋盘管内被加热介质为冷源的热交换设备。

3.2

吨焦产汽量 steam production per ton coke

当焦炉在设计负荷状态运行时，焦炉上升管荒煤气余热回收利用系统在给水为104℃除氧水、产生 $\geq 1.6\text{MPa}$ 的约定压力饱和蒸汽条件下，焦炉每生产1t焦炭时余热回收利用系统的饱和蒸汽产量。

4 原理与工艺

4.1 原理

焦炉炭化室排出的高温荒煤气作为热源通过上升管螺旋盘管式换热器，在其内筒内自下而上流动并降温放出热量，内筒外侧缠绕有螺旋盘管，流经螺旋盘管内的冷源介质吸收荒煤气的热量，达到将荒煤气余热回收利用的目的。焦炉上升管螺旋盘管式换热器的结构如图1所示。

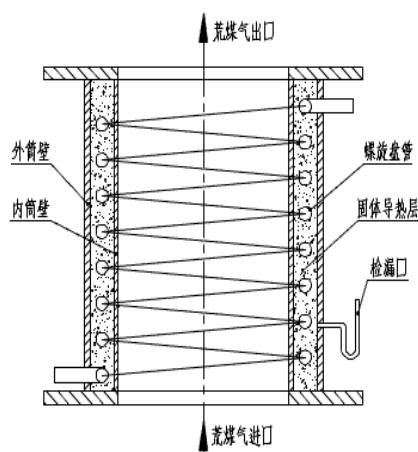


图1 焦炉上升管螺旋盘管式换热器结构示意图

焦炉上升管螺旋盘管式换热器的冷源介质包括水、导热油、蒸汽。根据冷源介质的种类，焦炉上升管荒煤气余热回收利用系统可分为如下三种：

- (1) 上升管蒸发器系统；
- (2) 上升管导热油换热器系统；
- (3) 上升管过热器系统。

4.2 工艺

4.2.1 上升管蒸发器系统

4.2.1.1 上升管蒸发器的作用是回收焦炉荒煤气的热量，加热介质水并产生饱和蒸汽。

4.2.1.2 上升管蒸发器系统主要由上升管蒸发器、汽包、强制循环泵、除氧器、给水泵、除盐水泵以及相应的管路、阀门等组成，根据需要配备加药、排污等设施。

4.2.1.3 除盐水经除盐水泵驱动后进入除氧器除氧。除氧水经给水泵驱动后进入汽包。汽包内的饱和水在强制循环泵驱动下经供应母管分配进入到各上升管蒸发器的螺旋盘管内，吸收焦炉荒煤气的热量后升

温变成汽水混合物排出，经回流母管汇总后流到汽包，并在汽包内汽水分离产生饱和蒸汽。上升管蒸发器系统的工艺流程如图2所示。

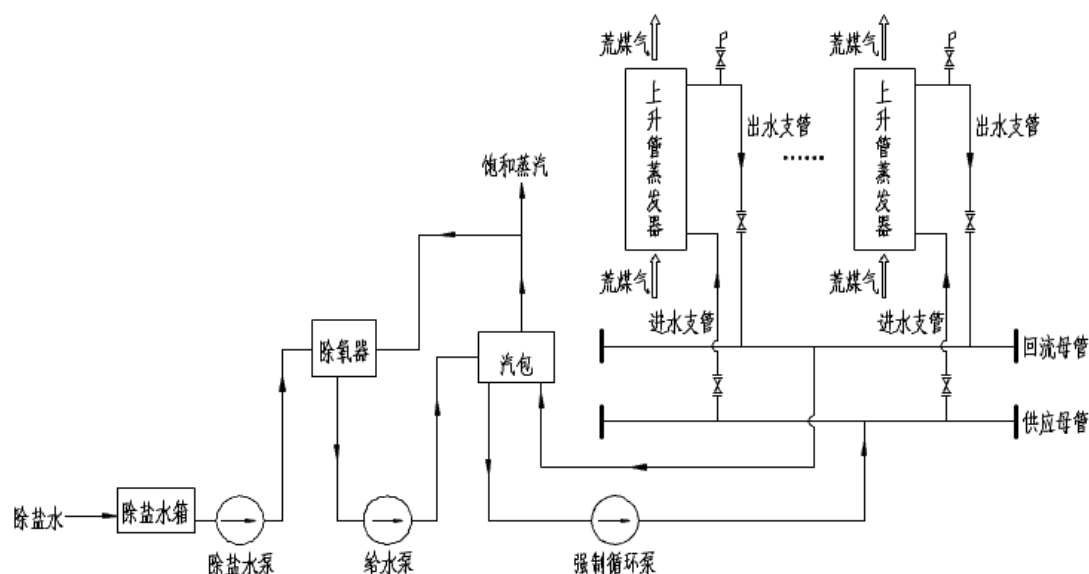


图2 上升管蒸发器系统的工艺流程示意图

4.2.2 上升管导热油换热器系统

4.2.2.1 上升管导热油换热器的作用是回收焦炉荒煤气的热量并加热导热油，用于满足用热装置的需求。

4.2.2.2 上升管导热油换热器系统主要由上升管导热油换热器、强制循环泵、用热装置、气液分离器、膨胀罐、储油罐、注油泵等装置及相应的管路、阀门组成。在正常运行情况下，系统中的注油泵和储油罐不参与工作；膨胀罐对导热油起到稳压的作用；在导热油的注油和煮油阶段、或系统停运等情况下，注油泵和储油罐参与工作。

4.2.2.3 来自用热装置的低温导热油经气液分离后在强制循环泵驱动下经供应母管分配进入到各上升管导热油换热器的螺旋盘管内，吸收焦炉荒煤气的热量后升温变成高温导热油排出，经回流母管汇总后再流向用热装置。上升管导热油换热器系统的工艺流程如图3所示。

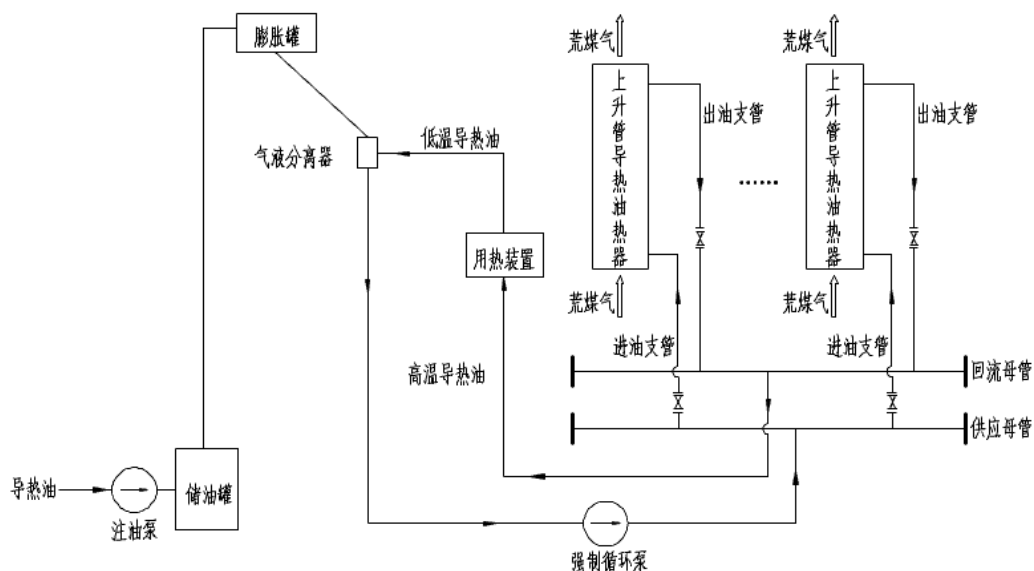


图3 上升管导热油换热器系统的工艺流程示意图

4.2.3 上升管过热器系统

4.2.3.1 上升管过热器的作用是回收焦炉荒煤气的热量并加热蒸汽，用于满足用户的供热需求。

4.2.3.2 上升管过热器系统主要由上升管过热器及相应的管路、阀门组成。

4.2.3.3 蒸汽（一般为饱和蒸汽）在压差驱动下经饱和蒸汽母管分配进入到各上升管过热器的螺旋盘管内，吸收焦炉荒煤气的热量后变成过热蒸汽排出，并由过热蒸汽母管汇总后输送给用户。上升管过热器系统的工艺流程如图4所示。

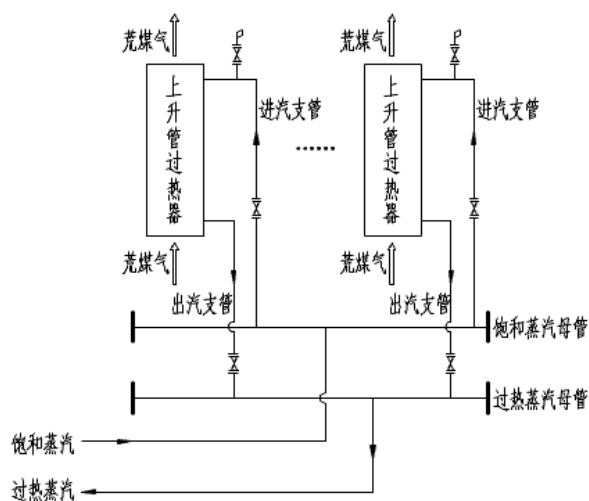


图4 上升管过热器系统的工艺流程示意图

5 系统要求

5.1 一般要求

- 5.1.1 焦炉上升管荒煤气余热回收利用系统应符合GB 50432的相关规定，其工艺布置应保证安全生产、流程合理、方便操作和检修。
- 5.1.2 荒煤气在焦炉上升管螺旋盘管式换热器内降温放热的过程中，不应出现焦油蒸气凝结和换热器内壁挂焦油的现象。
- 5.1.3 焦炉上升管螺旋盘管式换热器在运行过程中，宜保持换热器内壁表面的清洁，减少石墨积聚。
- 5.1.4 两座焦炉宜设置一个焦炉上升管荒煤气余热回收利用系统。

5.2 设计与安装

5.2.1 设计

- 5.2.1.1 焦炉上升管荒煤气余热回收利用系统的设计应按照GB/T17410、GB/T 20801、GB 50316、TSG 21、TSG D0001的规定进行。
- 5.2.1.2 焦炉上升管螺旋盘管式换热器的设计和制造应按照GB/T 150和GB/T 151的规定进行。
- 5.2.1.3 焦炉上升管螺旋盘管式换热器的荒煤气通道直径、上升管高度及上下法兰等相关尺寸应等同于焦炉的原上升管相应尺寸。
- 5.2.1.4 根据监测需要，可选取个别焦炉上升管螺旋盘管式换热器设置内壁温测点和荒煤气出口温度测点，并在适当部位设置手孔盖，便于螺旋盘管壁的厚度测量。
- 5.2.1.5 各强制循环泵、给水泵、除盐水泵、注油泵等的选型应与系统匹配，且应符合GB/T 3216的规定。

5.2.2 安装

- 5.2.2.1 应在上升管蒸发器系统的汽包给水管路上分别安装温度计和流量计，以测量给水温度和流量。
- 5.2.2.2 应在上升管导热油换热器系统的低温导热油供应母管上分别安装流量计和温度计、在高温导热油回流母管上安装温度计，以测量导热油的流量和导热油被加热前、后的温度。
- 5.2.2.3 应在上升管过热器系统的饱和蒸汽母管上分别安装温度计和流量计、在过热蒸汽母管上安装温度计，以测量过热蒸汽的流量、和蒸汽被加热前、后的流量。
- 5.2.2.4 上升管蒸发器系统宜配置两个汽包。汽包的饱和蒸汽出口应安装蒸汽流量计，以测量饱和蒸汽流量；应安装压力调节阀，确保汽包运行压力的稳定；应设置人孔和切断阀，便于入内检验、维护、和监检。
- 5.2.2.5 上升管蒸发器的出水支管上、上升管过热器的进汽支管上分别应设置放空阀。上升管导热油换热器的出油支管上应设置压力氮气吹扫阀。

5.3 技术指标

在焦炉处于设计负荷运行、炭化室顶部空间温度达到 $800\pm 20^{\circ}\text{C}$ 、配煤的挥发份不低于25%的条件下，焦炉上升管荒煤气余热回收利用系统的技术指标应符合表1的规定：

表1 焦炉上升管荒煤气余热回收利用系统的技术指标

焦炉上升管有效高度/m	2.4~3	>3~3.6	>3.6
吨焦产汽量/kg	≥ 70	≥ 90	≥ 100
注1：焦炉上升管有效高度一般是指设计时在焦炉炉顶底座上方至桥管三通下法兰之间的上升管直段长度。			

6 控制、检测、计算与验收

6.1 控制

- 6.1.1 在焦炉炭化室结焦期内，应控制上升管螺旋盘管式换热器的荒煤气出口温度 $\geq 500^{\circ}\text{C}$ 。
- 6.1.2 在焦炉炭化室结焦期内，应控制上升管螺旋盘管式换热器内荒煤气侧的最低壁温(荒煤气出口处) $\geq 420^{\circ}\text{C}$ ，防止荒煤气中的焦油蒸气凝结。
- 6.1.3 对于上升管蒸发器系统，应控制汽包的产汽压力 $\geq 1.6\text{MPa}$ 。

6.2 检测

- 6.2.1 对于上升管蒸发器系统，应检测进入系统的水温、汽包内的蒸汽温度和压力、汽包出口的饱和蒸汽流量。
- 6.2.2 对于上升管导热油换热器系统，应检测来自用热装置进入上升管导热油换热器前供应母管内的导热油的温度和流量、离开上升管导热油换热器进入用热装置前回流母管内的导热油温度。
- 6.2.3 对于上升管过热器系统，应检测来自用户进入上升管过热器前的饱和蒸汽母管内的蒸汽温度和流量、离开上升管过热器进入用户前的过热蒸汽母管内的蒸汽温度。

6.3 计算与验收

- 6.3.1 对于上升管蒸发器系统，吨焦产汽量按式(1)计算：

$$q = G/M \quad (1)$$

式中：

q ——吨焦产汽量，单位为千克每吨焦(kg/t焦)；

G ——统计期内，在 104°C 除氧水进入焦炉上升管荒煤气余热回收利用系统时的汽包出口的饱和蒸汽产量，单位为千克(kg)；

M ——统计期内，焦炉在设计负荷条件下运行时的焦炭总产量，单位为吨(t)。

对于上升管蒸发器系统，当给水温度为 $t^{\circ}\text{C}$ 时的汽包出口的饱和蒸汽产量 G 按式(2)折合计算：

$$G = G' (h_2 - h) / (h_2 - h_1) \quad (2)$$

式中：

G' ——统计期内，给水温度为 $t^{\circ}\text{C}$ 时实际的汽包出口饱和蒸汽产量，单位为千克(kg)；

h_2 ——汽包出口的饱和蒸汽焓值，单位为千焦每千克(kJ/kg)；

h_1 —— 104°C 除氧水焓值，单位为千焦每千克(kJ/kg)；

h ——温度 $t^{\circ}\text{C}$ 的给水焓值，单位为千焦每千克(kJ/kg)。

计算出的吨焦产汽量，可作为上升管蒸发器系统的验收依据。

- 6.3.2 对于上升管导热油换热器系统，根据导热油吸热量 Q ，折合计算出 104°C 除氧水进入焦炉上升管荒煤气余热回收利用系统时的约定产汽压力条件下的吨焦产汽量。

导热油吸热量 Q 可由式(3)计算：

$$Q = D C_p (t_2 - t_1) \quad (3)$$

式中：

Q ——导热油吸热量，单位为千瓦(kW)；

D ——供应母管内的导热油流量，单位为千克每秒(kg/s)；

C_p ——平均温度 $(t_1 + t_2) / 2$ 条件下的导热油比热容，单位为千焦每千克摄氏度(kJ/kg $\cdot^{\circ}\text{C}$)；

t_1 ——进入上升管导热油换热器前的供应母管内的导热油温度，单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$)；

t_2 ——离开上升管导热油换热器后的回流母管内的导热油温度，单位为摄氏度($^{\circ}\text{C}$)。

由导热油吸热量 Q 折合成的饱和蒸汽产量 G 按照式(4)计算：

$$G = 3600 T Q / (h_2 - h_1) \quad (4)$$

式中：

T—— 统计期内的总小时数，单位为小时（h）；

h_2 —— 约定产汽压力条件下的饱和蒸汽焓值，单位为千焦每千克（kJ/kg）；

h_1 —— 104℃除氧水焓值，单位为千焦每千克（kJ/kg）；

计算出的吨焦产汽量，可作为上升管导热油换热器系统的验收依据。

6.3.3 对于上升管过热器系统，可根据6.2.3的检测参数判断是否符合技术性能使用要求。因上升管过热器的结构等同于上升管蒸发器和上升管导热油换热器，可根据整个焦炉上升管荒煤气余热回收利用系统的具体使用情况，既可将上升管过热器在线切换到上升管蒸发器运行，计算出吨焦产汽量，也可视上升管过热器的技术性能等同于上升管蒸发器或上升管导热测算与验收。

7 安全与环保

7.1 安全

7.1.1 焦炉上升管螺旋盘管式换热器的安全要求应参照TSG 21规定执行。

7.1.2 焦炉上升管荒煤气余热回收利用系统内的其他承压设备的安全要求应参照TSG 21规定执行；焦炉上升管荒煤气余热回收利用系统内的压力管道的安全要求应符合TSG D0001的规定。

7.1.3 焦炉上升管荒煤气余热回收利用系统工作环境的含氧浓度应符合人体正常生活的要求，低于人体正常生活要求浓度时应采取措施，如通风、隔绝其他有害人体健康的气体入侵等，以保证工作人员的安全和健康。

7.1.4 在安装和更换焦炉上升管螺旋盘管式换热器、开关阀门及进行其他相关操作时，应严格按照具体的安全操作规程进行。操作时，工作人员应注意站位，防止被烫伤。

7.1.5 焦炉上升管荒煤气余热回收利用系统内的相关建筑物应设置防雷、接地安全措施，户外设备应符合GB 50057和GB 50343的规定。

7.2 环保

7.2.1 焦炉上升管荒煤气余热回收利用系统不应产生二次污染的物质。

7.2.2 焦炉上升管荒煤气余热回收利用系统内的设备应优先选择低噪声产品。上升管蒸发器系统的汽包安全阀应设置放散管且安装消音设施。强制循环泵、给水泵、除盐水泵、注油泵等设备应具有隔声和减振措施。

7.2.3 厂区边界噪声符合GB 12348的规定。

8 运行与维护

8.1 同种类型的焦炉上升管螺旋盘管式换热器之间原则上为并联运行。

8.2 当蒸汽用于发电时，上升管蒸发器系统的除盐水水质应符合GB/T 12145的规定；当蒸汽用于工艺生产时，其水质应符合GB/T 1576的规定。上升管导热油换热器系统的导热油品质应符合GB 24747的规定。被加热介质应进行定期的品质检验。

8.3 被加热介质流经的管路与相关设备间的连接应按照GB50235的有关规定进行。被加热介质流经的管路母管可根据实际需要布置在集气管平台附近。焦炉上升管螺旋盘管式换热器被加热介质流经的进、出支管上应设有切断阀，当发生异常时可通过关闭切断阀进行更换焦炉上升管螺旋盘管式换热器的操作。

8.4 所有被加热介质流经的管道和设备，其外部的保温层宜设置成可拆卸形式，便于巡检和维护。

8.5 焦炉上升管荒煤气余热回收利用系统应设置PLC或DCS自动控制系统，集中在中控室，智能化管理。

- 8.6 当焦炉低于设计负荷运行时，为保证焦炉上升管螺旋盘管式换热器内不产生焦油蒸气凝结，上升管蒸发器系统应提高产生饱和蒸汽的压力；上升管导热油换热器系统应提高进油温度；上升管过热器系统应减少蒸汽流量。
- 8.7 对焦炉上升管螺旋盘管式换热器的荒煤气通道内壁，应定期进行壁面清理；当发现吨焦产汽量下降且在排除焦炉低于设计负荷运行的因素后，应加大荒煤气通道内壁的清理频次。
- 8.8 对焦炉上升管螺旋盘管式换热器进行在线单体检查，宜每月一次，作好统计，以便分析。当对焦炉上升管螺旋盘管式换热器的安全状况存在使用疑虑时，应加大在线单体检查频次或进行换离焦炉后的检查，以查证其安全性。
- 8.9 对于焦炉上升管荒煤气余热回收利用系统内的其他承压设备，应分别按照TSG 21进行相应的定期检验与维护。
-