

968/157  
LURGI

# 鲁奇公司工程规范

## 第 八 卷

### 炉子部分

PTA.NO.294 炉子的结构和材料规范  
(C-1-1)

北京石油化学总厂基本建设指挥部编

一九七八年



# 目录

|                  |    |
|------------------|----|
| 1. 适用范围          | 1  |
| 2. 炉的设计          | 1  |
| 2.1 概述           |    |
| 2.2 炉的结构         |    |
| 3. 炉的参数          | 4  |
| 3.1 炉的效率         |    |
| 3.2 允许的加热表面热强度   |    |
| 3.3 最高管壁温度 (计算值) |    |
| 3.4 增大的表面        |    |
| 3.5 物料速度         |    |
| 4. 管道系统          | 8  |
| 4.1 材料           |    |
| 4.2 管的计算         |    |
| 4.3 焊接检验和焊缝检验    |    |
| 4.4 入口和出口        |    |
| 4.5 管子吊架 (悬杆)    |    |
| 4.6 加压试验 (耐压试验)  |    |
| 5. 喷咀 (烧咀)       | 20 |
| 5.1 喷咀的计算        |    |
| 5.2 喷咀的排列        |    |
| 5.3 喷咀结构         |    |
| 5.4 防音           |    |
| 5.5 鼓风机, 风道      |    |
| 5.6 点火喷咀         |    |
| 5.7 配件           |    |

|                 |    |
|-----------------|----|
| 5.8 安全防护        |    |
| 6 钢结构           | 30 |
| 6.1 标准和计标       |    |
| 6.2 平台、楼梯和扶梯    |    |
| 6.3 结构          |    |
| 6.4 烟气道、烟面      |    |
| 6.5 烟气节气阀       |    |
| 6.6 测漏接管和熄火蒸汽接管 |    |
| 6.7 涂层          |    |
| 7 炉子配件          | 40 |
| 7.1 窥视孔         |    |
| 7.2 防火阀         |    |
| 7.3 人孔盖         |    |
| 8 耐火炉衬, 绝热层     | 41 |
| 8.1 结构与设        |    |
| 8.2 炉衬(砌体)      |    |
| 8.3 捣料          |    |
| 8.4 绝热          |    |
| 8.5 陶瓷纤维和矿泥     |    |
| 8.6 外下绝热        |    |
| 9 空气预热器         | 47 |
| 9.1 一般要求        |    |
| 9.2 蒸汽加热的空气预热器  |    |
| 9.3 烟气空气预热器     |    |
| 10 吹烟灰口         | 49 |
| 11 安装           | 50 |
| 12 结构检验和验收      | 53 |

|                |                                |                        |
|----------------|--------------------------------|------------------------|
| LURGI<br>C-1-1 | 鲁奇公司工程规范<br>炉的结构和材料规范<br>(修订本) | 催化装置<br>目录序号294<br>共 页 |
|----------------|--------------------------------|------------------------|

北京石油化工总厂基本建设指挥所译。

## 1. 适用范围

本结构和材料规范 (BWV) 为包括炼油厂和石油化工设备工艺加热炉在内的有关配置和设计的一般规范。

当结构体——例如管道系统、喷嘴、衬里——在各个具体情况下无特殊规范时，下述规范才适用于热裂解炉和催化裂解炉（“蒸汽裂解炉”和“蒸汽重型炉”）。通过询价说明或订货说明和通过各个加热炉的数据单对下述要求予以补充或加以限制。

## 2 炉的设计

### 2.1 概述

2.1.1 加热炉由辐射段和对流段组成。只有在生产中温度高了特别准许低热效率和短时间操作（例如再生产）时才允许使用纯辐射加热炉。

2.1.2. 如果操作和维护上允许，一组加热炉可以配备一个共同的对流区。

2.1.3 为改进热加热炉的效率，可在对流区或分离废热锅炉中使用管束，以便对一个加热炉或几个加热炉共同进行供水予热和（或）汽化。如果不能以其它方法经济地达到所规定的效率时，可以考虑使用空气予热来提高加热炉的热效率。（见第9节）

### 2.2 炉的结构

2.2.1 最主要的加热炉结构形式综合在本规范 BWV 的21页至23页的十一个图中。

2.2.2. 在幅射区中，通常选用垂直管系的加热炉，而不选用卧式管系的加热炉。

幅射区中的垂直管系有很多优点：结构紧凑，喷嘴比卧式管系的为少；炉前不需要有抽出幅射区管系的空地；管系结构简单；无热膨胀问题。而卧式管系只有在特殊情况下才有优点：要求管系完全排空；在穿通结焦时结构需为塞堵带反向的弯头；在两相介质流动情况下介质流动速度小（在真空加热炉下分负载运转时！）——这就是说，在垂直上升的管系中不稳定的流动。对于垂直管系的加热炉，在进行压力试验时要特别注意（见第4.6段）。

2.2.3. 圆形炉是优先采用的气态和液态介质的加热炉以及低功率和中等功率的（至大约25 MW 净负载功率）的沸腾炉（汽化炉）。

炉的型式按图1。

2.2.4 图2所示的带圆筒状蛇形管的圆形炉仅在特殊情况（低功率和要求完全排空或允许的低压力损耗）下才是允许的。这种圆形炉在炉的数据单中订有特别的规定。该数据单也适用于图3所示的带有往复式圆筒的圆形炉。它的使用限制在非连续运转炉（再生炉）或操作温度炉。在此可以用简单方法改进热效率。

2.2.5, 对高功率炉，也可以建议采用按图11的炉结构——带共同对流段的两个圆形炉——，在一定情况下，装有“高强度”喷嘴和空气予热口。

2.2.6 从前经常把按图4.5.6的备有水平管列的箱式炉作为蒸馏炉（付产炼焦炉）和中等功率及高功率加热炉来使用。这种炉的缺点是：占地面积大，管系支撑昂贵，为中途切外加热所需的喷嘴较多。

2.2.7, 还可能为上述特殊情况 — 真空炉或根据订户的规范备有塞堵头带反向的弯头的炉 — 按图 4.5、安装的炉, 对于多通道结构要注忌的是 0, 只能在一个狭窄负荷区保证尽可能多的管系的所有通道均匀受热。因此, 预定的管系要事先与订户协商一致。

2.2.8, 按图 6 具有沿壁卧式管的炉和侧壁喷咀的炉, 原则上不采用。只有在这种情况下才允许使用这种炉, 这种炉的类型属于流程专利卖人的规定和保险范围之内。使炉底火焰回转的槽的结构在这种情况下应能肯定避免对下下管列进行集中的热幅射(凹镜效应)。对此, 应提出计算上的或图采的证明。

2.2.9, 按图 7、8、9 所示, 具有中心卧式或垂直管列和通过侧壁喷咀和/或底部废咀加热的炉结构, 可作为热裂解炉和催化裂解炉来使用, 也可以作为其他的高温流程(垂直)使用。它的优点是能比较均匀地把受热面热强度分布于管全长和管列范围上。改变管列(交错的)必须按图 7 作出限制。与单排管列比较, 下分相互叠合的管列需要减少允许的加热面热强度(见本规范第 3.2 段), 按各 8 和 9 排列的管列和喷咀可以最均匀地分布受热面热强度。因此, 这种管列特别适用于下述应用情况: 即可能因局部下的高热荷载而使管中的介质或需予热的产物受到影响的。

2.2.10, 对于现代化的蒸馏炉和其他热功率高的炉, 优先采用按图 10 和图 11 的结构(通过“高热效”喷咀加热)。这种结构形式的优点是占地面积小和喷咀数目少。在对流区的侧向排列的情况下, 如图 10 所示, 可以用简单的方法使用废气空气予热口。

2.2.11, 具有垂直管列, 炉顶喷咀和炉底废气排出管的炉(如图 12 所示), 仅仅作为制造合成气体和民用燃气等的催化裂

解炉（“蒸汽重套炉”）来使用。使用这种流程时，由于喷嘴的列位和废气出口的位置的影响而使加热表面热强度自上而下地减少是理想的。这种炉结构只有用强制空气喷嘴来实施。通常将制造蒸汽的废气加热锅炉和废气—空气予热器连接在受流程影响的纯辐射炉上。

### 3 炉的参数

#### 3.1 炉的效率

3.1.1, 对于炉的热效率——或者对于一系列的工艺炉/废热利用的热效率——一般不应超过下列最低值，

工艺炉的有效热功率为：

$< 5,000,000 \text{ 大卡/小时} \triangleq 6 \text{ MW} \quad \eta_{\text{热}} = 80\%$

$< 10,000,000 \text{ 大卡/小时} \triangleq 12 \text{ MW} \quad \eta_{\text{热}} = 84\%$

$> 10,000,000 \text{ 大卡/小时} \triangleq 12 \text{ MW} \quad \eta_{\text{热}} = 89\%$

拟求出炉设计功率的效率和求出作为设计的各种不同燃料类别和喷嘴型式的基础的空气余量（如本结构和材料规范第“5.1”段所述）的效率。

如果将一组炉与各有共同废热利用设备的系统联接在一起时，则全厂相连接的炉的有效热功率总和适用于所要求的热的总效率。

3.1.2. 根据炉制造厂的选择，或者将总有效热功率1.5%的总辐射损耗或者将计算出的因炉壁造成的热损耗包括在有效作用系数中。在此第二种情况下，是以炉壁的允许表面温度（如8.1.5段所述）和以占计称20%的安全系数为依据的。

3.1.3 热的有效作用系数是以使用燃料的低热值为基础的。在有混合燃料燃烧室的情况下，应根据具体情况达成协议，注明设计的炉采用何种燃料。

#### 3.2. 允许的加热表面热强度

3.2.1 必须对中等加热表面热强度和最大的(局部的)加热表面热强度加以区别。一个炉的——或一个炉区(辐射区或对流区)——平均加热面热强度为吸收的热与加热面的比例(管数 $\times$ 管长 $\times$ 管范围):

$$q = \frac{Q}{F}$$

3.2.2 最大(局部的)加热面热强度 $q$ (最大)是由炉的结构设计即管系和喷嘴的排列以及喷嘴类型等等产生的。由于受结构的影响使热分佈的不规则性难以掌握,对于最大和平均加热面热强度之比,通常只考虑炉中的管列(管间距,沿炉壁或从两侧对管加热),其余参数——如加热随炉膛高度而变化——在预先规定的允许值中仅仅予以总的考虑。

3.2.3 允许的加热面热强度取决于加热介质的压力,温度和种类。因此,下面所列举的值只看作是一些主要情况的近似值。在特殊情况下,采用数据表对下面所列举的值加以补充,或者由炉制造者和订货人对这些值协商一致。

3.2.4 使用下表列举的数值的先决条件是,根据操作条件选用管材。用最大(局部)加热面热强度来测定管壁最大温度(见第3.3段)。在工作温度高的情况下,另外还需求出加热产物的临界层温。如果此温度高于 $400^{\circ}\text{C} = 673\text{K}$ ,则在任何情况下均须与订货人协商。

3.2.5 表中所列举的允许加热面热强度数值均指 $S \approx 2.5\text{dl}$ 的管间距(短半径辐射段)。如果采用其他的间距,允许的平均加热面热强度则应相应地改变。应按1973年12月美国石油学会研究报告530第二版的附录——在炼油厂中加热血道厚度的计算——第C段和图5对取决于管距的允许的加热面的热强度进行换算,这样最大(局部)的加热面热强度可保持恒定。



3.2.6. 表中所列举的单面加热管的允许数值是指离炉壁距离为1.5倍管外径的管道。

3.2.7. 在“保护区”中或在炉对流区的下面两排中，平均的加热面强度不得高于表格第一行中规定使用的数值。

3.2.8. 在对流区中，平均的加热面热强度——指裸管——可如表第一行中所列举数值的1.8倍。

### 3.3. 最高管壁温度（计标值）

3.3.1 所谓最高管壁温度是指出现的最大（局部）温度。根据“1973年12月美国石油学会研究报告530第二版的附录——在炼油厂中加热管道厚度的计标——第C段和图5”计标此最高（局部）管壁温度值。如果在炉数据表中未作其它规定，生产时的温度宜采用超过生产时出口温度 $50^{\circ}\text{C}$ 的值。

3.3.2 以此方法计标出的温度值不得超过受工艺或材料限制的允许的管壁温度值。如果在炉数据表中对此未规定更高的数值，则在计标壁厚时，上述温度即可作为计标温度值。

### 3.4. 增大的表面

3.4.1 通过加翼片或加栓螺栓加大对流区中的加热面是允许的。所使用的翼片其最小厚度应为1.5毫米，而其最大厚度应为25毫米。炼油炉其翼片的最小间距应为8毫米，炼炼油气的炉其翼片的最小间距应为6毫米。

3.4.2. 底座上的栓螺栓其相互之间的最小内间距应为2.5毫米。

3.4.3. 对于直接位于辐射区上面并因此受炉壁辐射的对流区，至少下面三行管列应由滑动管组成。如果规定在对流区下面没有保护区，则此保护区于此标作一个管列。如果对流区与辐射区于此标作一个管列。如果对流区与辐射区是分开的（例如图10），则此限制不适用。

—— 五 級 生 ——

因次 百分(不完全)蒸发

(港) 騰菜留火

液体流动 液体加热(低压) 气体加热(高压)

已未年

|                         |                       |        |        |        |        |                      |
|-------------------------|-----------------------|--------|--------|--------|--------|----------------------|
| 1. 2.4.5                | kcal                  | 38.000 | 35.000 | 17.500 | 32.000 | —                    |
|                         | w/m <sup>2</sup>      | 44.000 | 41.000 | 20.000 | 37.000 | —                    |
| 2. 1.3.6                | kcal/m <sup>2</sup> n | 32.500 | 30.000 | 15.000 | 27.500 | —                    |
|                         | w/m <sup>2</sup>      | 38.000 | 35.000 | 17.500 | 32.000 | —                    |
| 3. 7                    | kcal/m <sup>2</sup> n | —      | —      | —      | —      | 19.500 <sup>++</sup> |
|                         | w/m <sup>2</sup>      | —      | —      | —      | —      | 22.500               |
| 4. 10 (管壁) <sup>†</sup> | kcal/m <sup>2</sup> n | 38.000 | 30.000 | —      | 32.000 | —                    |
| 11                      | w/m <sup>2</sup>      | 44.000 | 35.000 | —      | 37.000 | —                    |
| 5. 双面 <sup>†</sup> 8    | kcal/m <sup>2</sup> n | 57.000 | 52.500 | —      | 48.000 | 23.500 <sup>++</sup> |
| 单面壁喷嘴                   | w/m <sup>2</sup>      | 66.500 | 61.000 | —      | 56.000 | 27000                |
| 6. 9 反底P喷嘴              | kcal/m <sup>2</sup> n | 49.000 | 45.000 | —      | 41.000 | 2.0000 <sup>++</sup> |
|                         | w/m <sup>2</sup>      | 57.000 | 52.000 | —      | 47.500 | 28.000               |

++1EDC-裂解炉,其它裂解工艺控制制造毒的"实际知识"。  
+1高强度喷咀

3.4.4 如果在对流区段中采用了增大表面的管道,则应求出可能出现的最大翼片温度或柱螺栓温度。在最热的下位,碳素钢制的翼片或柱螺栓温度最高可以达到 $450^{\circ}\text{C}$ ,采用5%铬钢制的翼片或柱螺栓温度最高可以达到 $560^{\circ}\text{C}$ 。增大表面不应使用奥氏体钢材。

### 3.5 物料速度

3.5.1 如果在辐射区中采用备有垂直和水平管列的炉对烃类物料进行下分蒸发时,为了稳定双相流,(见本规范2.2节BWV),在算的计林时垂直管系中的物料速度不应低于 $1200\text{公升/米}^2\text{秒}$ ,水平管系中的物料速度不应低于 $1000\text{公升/米}^2\text{秒}$ 。如果此时超过允许的压力损失,则应同买主就可能降低物料速度问题进行讨论。

3.5.2 对双相流压力损失的计算应按Baker发表的文献中的论述作为进行这种讨论的基础。

(Baker所著文献:“油和气同时流动时的管线设计”,载于1954年7月26日出版的油和气杂志;“管线中的多相流”载于1958年11月10日出版的油和气杂志)据此,可以证明双相流的双相流。

## 4. 管道系统

### 4.1 材料

4.1.1 在德意志联邦共和国,奥地利和荷兰装配的炉,只应使用德国标准中所规定的管材。例外情况(例如,离心浇铸管和特殊合金)需由买方规定或只有经买方书面同意及主管验收部门许可,这种例外情况才是允许的。

4.1.2 对于由非合金管和合金管组成的一般炉子管系,可以使用钢铁材料规范手册中所述之材料和参料参故。

4.1.3 根据蒸汽锅炉法律,需经官方验收和检测的管系(例

如：蒸汽锅炉管束，高压管）应以DIN 17175所述的材料进行制造。对于其他的材料必须申请“例外许可”。

4.14 在上述国家以外的国家制造的炉——如果这些国家有国家工业标准——应符合有关各国家标准安装管线。如果涉及的标准一般不易获得，可要求鲁奇公司提供。

4.15 经买方或有关验收当局同意，通常可以使用冷拔成型管或铸管的ASTM标准（A106/161/200/335, A271/312, A213, A362）中所述材料制成的管的管线。

4.16 如果经买方同意在联邦共和国使用ASTM标准规范的管，则下述限制在任何情况下都有效：即对于ASTM标准A106, B级中所述管，其含碳量最大可达0.22%。

4.17 通常只允许将无缝热轧管和热拔管或冷拔管作为炉管和配件的预制材料使用（特殊情况：离心浇铸，在有买方书面许可的情况下，对于对流区中的低应力也可以使用纵向缝焊接管。在未说明理由时，买方有权拒绝使用这样的管。

4.18 只允许将焊满翼片的管或在管壁上铸有翼片的管作为对流区的翼片管束使用。翼片或采用填充或不填充焊接填充料的气体保护焊或采用接触焊将翼片装上，其他的制造方法（例如，热压配合法，浸渣钎焊法是不允许的。

4.19 所有管子和配件都应注明商标，表示出制造厂，原材料和验收产品的附件（装箱号或类似的附件）。材料标记应采用DIN标准或ASTM标准规定的标记，不应采用制造厂商标。一般应采用冲压压印法（带圆形轮廓）或电火花腐蚀法将标记刻印在管端附近。仅采用色标标记是不允许的。以色标标记作为补充标记（强调标记范围、发货标志等）时只得使用不含硫、锡、铜和铅成分等的颜色涂料。



4.1.10, 在交货时, 炉管系的管道和造型的外 $P$ 和内 $P$ 应无氧化皮, 至少内 $P$ 应无氧化皮。脱氧化皮的方法(发洗, 喷砂, 无氧化退火)由管道和造型制造厂决定。如果采用酸洗脱氧化皮, 随即应对 $P$ 件予以钝化。含有低于13% 铝钢的镍基合金制管道在脱氧化皮后浸入油槽中, 应涂以涂层或类似涂层加以保护。所有管端应使用塑料挡板密封。

#### 4.2, 管的计林

4.2.1 对于采用德意志联邦共和国规定安装的炉, 其管系一般根据AD—规范手册(B—11)进行管和配件的壁厚计林。对于与蒸汽锅炉有关者, 则需按“蒸汽锅炉技术规程”来确定管壁厚度。对于其他国家安装的管, 则各该国家的有关计林规范不适用。如果未采用各该有关国家的计林规范, 则应由炉的买主或经营者或者有关验收单位确定采用何种计林方法作为管壁厚计林的基础:

—— AD—规范手册 B—11

(德国压力容器协会)

—— APZ RP 530

(美国管边协会标准)

—— ASME—Code, 最新版第一分册

(美国机械工程师协会标准)

等等。

在有关的炉数据表中对计林压力值和计林温度值均有规定。本规范第3.3 段所述最大(局 $P$ )管壁温度应作为计林温度值的最低值。

4.2.2 按照德国计林方法计林时, 在低温范围内( $<500^{\circ}\text{C}$ )应使用热强度极限(屈服点)作为强度参数, 按照美国计林方法计林时, 应使用抗拉强度作为强度参数。在高温范围内( $>$

500°C), 则应按蠕变性能安全系数取持久强度极限的1.5倍对炉管进行设计, 按后者安全系数进行设计时管壁厚度要求较厚。炉供货商对这种炉提供两种结构型式供选择:

1. 寿命为50,000小时者;
2. 寿命为100,000小时者。

不论何种结构型式均需考虑所要求的腐蚀余量。

4.2.3 安装炉管系中所用管应由炉供货商购置, 其管的规格应如加工好的带焊接坡口的标准管长。焊缝初步加工的型式(ASA B 16.9 或 DIN 2559。ASA—美国标准协会)应由炉供货商和管的焊接承气商双方商定。标准长度的允许公差应为0/+5毫米, 管束中管道的上、下允许公差最大只应为3毫米。

为避免在管连接处留下直径裂缝管道应在50-100毫米长度范围内从内侧定径(校准), 在校准范围内, 普通公差适用于管外径, 在校准的范围内, 也不应小于最小管壁厚度值。

#### 4.3 焊接检验和焊缝检验

4.3.1 对非合金和合金管的焊接工作, 只应由对焊接有丰富经验的焊工进行。要求焊工持有一张按DIN 8560的焊工证书或具有同样效力的证明作为合格证明。另外, 订货人保留有要求对有关管材进行检验工作的权利。

4.3.2 在焊接工作开始前, 炉供货商或由其选择的管的焊接承包商及时地把所有材料组合(配置)的焊接方法提交订货人认可。订货人保留他的认可, 订货人保留, 他的认可取决于焊接方法的检验和/或焊接工作的检验的能否贯彻执行。

对于必须经官方验收单位或其他验收单位验收的管束, 只应采用经该验收单位批准的焊接方法。

4.3.3 对非合金和合金管道上的焊缝交层的焊接, 只有在带

有或不带填充料的气体保护焊 WZG 下进行才是允许的。进行填充和复盖可以在气体保护焊下采用手动或自动化焊接 (WZG 或 MIG), 或者采用外包有灰剂层的焊条用手工焊接。只有在特殊的情况下才允许采用其他的焊接方法。

(MZG = 金属焊条惰性气体保护焊)

4.3.4 焊缝段的预热和热处理应按有关材料标准 (SEW, DIN, ASTM 等) 进行。硬度, 在热处理后, 焊缝金属和焊缝范围的布氏硬度对于非合金和低碳钢最大可达 240 HB; 对于含 5% 铬钢的合金钢, 其布氏硬度最大可达到 260 HB。

4.3.5 每个焊缝的底层和复盖层都应进行染色渗透检验。渗透剂 (红色) 的作用时间至少应为 10 分钟。应反复进行染色渗透试验直至磨平已无纹缝时为止, 然后再行进行焊接。

4.3.6 在焊接现场, 对于非合金管的全焊焊缝的 10% 焊缝和合金管焊缝的 100% 焊缝进行射线检验或同位素检验。施工现场的焊缝应进行 100% 的射线检验。

4.3.7 只能使用  $Zr^{90}$ , 最大  $1 \times 1.5$  平方毫米和微粒较粗作为同位素照相的射线源。

为获得良好的相片质量, 按 DIN 54109 条件为:

|         |         |         |
|---------|---------|---------|
| 壁厚      | < 25 毫米 | > 25 毫米 |
| X-射线放射  | 级别 II   | 级别 I    |
| 同位素射线放射 | 级别 II   | 级别 I    |

可以就其他的试验标准达成协议。椭圆形照相是不允许的。

4.3.8 如无另外的协议, 拟按 IZW (国际焊接学会) 标准样本对射线检验软片进行鉴定。

非合金管和低应力的焊缝质量至少应符合 "ZZW 兰色" 的规定, 而合金材料和高应力的焊缝质量应符合 "ZZW

黑色”的规定。

4.3.9 每个焊缝上的焊接缺陷最多只应修补两次。管焊缝焊接车间提出焊接计划并作出焊接记录，记录上应明确地注明每个管和弯管（肘管）的鉴定、焊工姓名、补焊以及焊缝的附注和射线检验状况。在射线上的焊缝截面位置应在该焊缝处用色笔加以标注。焊工应在焊缝上边或焊缝旁边盖上他的印章。只许使用圆形轮廓线的图章。

#### 4.4 入口和出口

4.4.1 如果气态和液态介质有几个并联的通道，通常是无需特殊调节即可将需加热的物料分散于各个通道。必须的进口集管和出口集管以具有通过分存和汇集能力的叉形管体在原则上属于炉子下分，因此应与炉子一併交货。

4.4.2 汽化器用的多通道炉通常对每个通道备有一个由他方提供的流量调节阀。在这种情况下，炉制造厂只提供出口集管，在入口侧的每一通道的法兰连接及焊接头则为其供货限度。

4.4.3 在出口处已经存在一个二相流的炉子，对所有通道上的二相进行流量调节分佈。这下分的供货极限如 4.4.2 段中所述。

4.4.4 锅炉予热管、过热口予热管和供水予热管在进口两侧经集管上方并联。两个汇集管均属炉子的供货范围。

4.4.5 所有连接管 少应用两个横断面与汇集管相连。如果炉子供货商的供货与本合同不符时则供货商必须具有买主的书面同意。对此应能通过计划证明产物对各个通道的分佈是均匀的。如果不需要单独调节流量经集管以及叉形管体而分佈于并联的通道，则须注意入口的排列应尽可能与并联管对称。在卧式集管或叉形管体前面应避免卧式（管）弯头。

4.4.6 在炉子数据单中所规定的压力等级和公称宽度应将进口法兰和出口法兰属于炉子供货范围。如无其他协议，应在炉

侧进行公称宽度的匹配选择。

#### 4.5 管子吊架(悬杆)

4.5.1 以最大间距为 $30 \times d_a$ 支撑辐射区和对流区的水平管道。在高温范围内( $>500^\circ\text{C}$ )管的尺度是根据时间进行选择的, 並接此确定支撑间距。

4.5.2 垂直管道挂在钩上並以——焊接在下面弯头上的——合金销钉将垂直管道导入奥氏体耐热钢制的套筒中。在高温范围内, 用以减少机械应力的管悬挂在通过盖板的弹簧吊架上。在特殊情况下, 可为此而要求恒定弹簧吊架。

4.5.3 在燃气炉中, 辐射区的管托钩和支架以及超过 $700^\circ\text{C}$ 废气温度和/或辐射区热辐射范围内的管托板规定采用耐热铸件G-X35 Cr Ni Si 25 12制成。

在 $450^\circ\text{C}$ 和 $700^\circ\text{C}$ 之间的废气温度范围内, 管托板应采用G-X10 Cr Ni Mo 189 或(如果可能)采用薄板X12 Cr Ni Ti 189 制成。

在 $450^\circ\text{C}$ 废气温度下, 采用灰口铸铁HR或锅炉钢板H II 作为管托板的材料。

4.5.4 对在各种温度范围内炉壳的管托板可以采用废气侧带有绝热材料材料加衬的锅炉钢板H II制成。这种结构设计的前提条件是弯头槽不能有废气流过。流经有绝热材料的通道管温度在 $450^\circ\text{C}$ 以下范围内时采用碳素钢制成, 温度在 $450^\circ\text{C}$ 以上范围内时采用X-12 Cr Ni Ti 189制成。

4.5.5 在主要烧重油的炉子中, 辐射区中管道的托钩和支架以及废气温度在 $850^\circ\text{C}$ 以上和/或在辐射区热辐射范围内的管托板均规定采用Ni Cr — 铸件5050 Nb进行制造。

4.5.6 如果经济上合理, 可以分两段制造且其外端采用螺纹施紧的吊钩, 但, 位于绝热范围内的部分可以采用G-X35