

中华人民共和国行业标准

# 化工企业锅炉房设计计算规定

**HG/T 20680-1990**

主编单位：化学工业部热工设计技术中心站  
中国石油化工总公司兰州石油化工设计院  
批准单位：中华人民共和国化学工业部  
实施日期：一九九一年五月一日

## 前 言

根据化工部基建司的安排，由化工部热工设计技术中心站组织编制热工专业的设计标准和技术规定，作为指导热工专业设计的部颁指令性技术文件。

《化工企业锅炉房设计计算规定》(HGJ36-90)对化工企业锅炉房的设计、计算和要求等作了具体规定。其内容包括：总则；锅炉房热负荷及锅炉设备选择计算；燃料燃烧计算；热力系统及设备选择计算；烟风、除尘系统及设备选择计算；运煤及除渣系统有关计算；重油供应系统及设备选择计算；以及附录和编制说明。

本规定由中国石油化工总公司兰州石油化工设计院编制。编制人为王明光同志，扈先施、张立德、马永平、郭吉贤等同志参与了本规定的校核工作，最后由化工部热工设计技术中心站技术委员会审定。

本规定在编制过程中广泛征求了意见，总结了各化工设计单位多年来的设计经验，经中心站组织函审和热工技术中心站技术委员会会议审查通过，最后定稿，由化工部热工设计技术中心站报部审批。

在执行本规定的过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料提供化工部热工设计技术中心站，以便今后修订时参考。

化工部热工设计技术中心站

一九九〇年十二月

## 1 总 则

- 1.1 本规定是为化工企业锅炉房设计需要而编制的，其具体任务是：  
规定锅炉房工艺设计中一般应计算的项目和要求；  
规定计算中所采用的基本公式、方法或应依据的资料。
- 1.2 本规定适用于化工企业中新建蒸汽锅炉的锅炉房，其单台锅炉的额定蒸发量不大于65t/h，额定出口蒸汽压力不大于3.82MPa，额定出口蒸汽温度不高于450℃。  
对于扩建、改建锅炉房的设计，也可参照本规定。
- 1.3 本规定适用于以煤和重油为燃料的锅炉房，但不涉及煤粉炉的特殊计算项目（制粉系统等）。
- 1.4 本规定的范围不包括锅炉给水处理、锅炉房机械运煤及除渣等部分的具体计算内容。
- 1.5 在执行本规定时，尚应符合国家现行有关标准、规范的要求。

## 2 锅炉房热负荷及锅炉设备选择计算

### 2.1 锅炉房热负荷计算

#### 2.1.1 计算要求

- (1) 计算出锅炉房合理的最大计算热负荷，以确定锅炉房设计容量。
- (2) 计算出锅炉房的正常热负荷，用以计算技术经济指标、成本核算等。
- (3) 应分别计算冬季和夏季的热负荷（正常量及最大量），以确定所选锅炉对负荷的适应性。
- 4) 对全厂热负荷资料应认真进行分析研究，以免层层加码，造成锅炉房规模过大
- (5) 宜根据全厂总热负荷曲线或全厂热（蒸汽）平衡系统图，并计入管网热损失来确定合理的最大计算热负荷。
- (6) 如不具备上述条件时，锅炉房最大计算热负荷应按本规定中的公式计算确定。

#### 2.1.2 计算条件

热负荷资料是确定锅炉房设计容量、选择锅炉及进行设计计算的基础，一般应具备以下条件：

- (1) 全厂各工艺生产及辅助生产装置的生产和动力设备的用汽量（正常量及最大量）、参数要求和热负荷特点（用途、连续或间断、规律性）等。
- (2) 全厂采暖和通风的热负荷（正常量及最大量）、介质及参数要求、全年采暖和通风时间及有关计算温度等。

(3) 全厂生活(浴室、开水炉、食堂)用热负荷(正常量及最大量)、参数要求和使用时间等。

(4) 各生产装置的副产蒸汽量(正常量及最大量)、参数和产汽特点(连续或间断、规律性、可靠性)等。

(5) 工厂用热发展情况,如工厂分期扩建的要求、热负荷增加情况等。

### 2.1.3 锅炉房最大计算热负荷的确定

根据化工企业的特点,当蒸汽系统较简单时,锅炉房最大计算热负荷应按下式计算:

$$Q_m = K_0 (K_1 Q_{m1} + K_2 Q_{m2} + K_3 Q_{m3} + K_4 Q_{m4}) + K_5 Q_{m5} - q \quad (2-1)$$

式(2-1)为副产蒸汽就地耗用,当副产蒸汽进入蒸汽母管使用时,式(2-1)则为:

$$Q_m = K_0 (K_1 Q_{m1} + K_2 Q_{m2} + K_3 Q_{m3} + K_4 Q_{m4} - q) + K_5 Q_{m5}$$

式中:  $Q_m$ ——锅炉房最大计算热负荷(t/h);

$Q_{m1}$ ——全厂工艺生产及辅助生产装置的最大用汽量(t/h)。一般应将各装置提供的最大连续用汽量相加,但对于间断用汽,应根据具体情况分别确定计入量,不应简单叠加;

$Q_{m2}$ ——全厂采暖最大用汽量(t/h);

$Q_{m3}$ ——全厂通风最大用汽量(t/h);

$Q_{m4}$ ——全厂生活最大用汽量(t/h);

$Q_{m5}$ ——锅炉房最大自用汽量(t/h)。

自用汽量计算时应注意以下几点:

(1) 自用汽包括软水加热、除氧、重油加热、重油蒸汽雾化及蒸汽给水泵等项目的用汽量,并应根据具体情况分别计算。

(2) 应尽量利用工艺生产装置低位能余热,以节省自用汽量。

(3) 最大自用汽量应按锅炉房供出最大汽量时考虑。

$q$ ——全厂在正常生产情况下的副产蒸汽量(t/h)。一般将各装置提供的每小时正常副产汽量相加,使其落实可靠;

$K_0$ ——管网热损失系数。一般可取1.05~1.08,但推荐选用1.05;

$K_1$ ——全厂生产用汽同时使用系数。应根据化工企业的性质确定,一般选取范围为0.8~1;

$K_2$ ——全厂采暖用汽同时使用系数。一般可取1;

$K_3$ ——全厂通风用汽同时使用系数。一般可取0.9~1;

$K_4$ ——全厂生活用汽同时使用系数。应根据具体情况确定,一般可取0.5,但计入的生活总用汽量不应小于单项用途耗汽量的80%;

$K_5$ ——锅炉房自用汽同时使用系数。应根据具体情况取0.8~1。

### 2.1.4 锅炉房正常热负荷计算

$$Q = K_0 (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4) + Q_5 - q \quad (2-2)$$

式中:  $Q$ ——锅炉房正常热负荷(t/h);

$Q_1$ ——全厂生产正常用汽量 (t/h)。一般将各装置提供的正常连续用汽量相加而求得, 对间断用汽应根据具体情况确定。

$Q_2$ ——全厂采暖正常用汽量 (t/h)。如未提供数据时, 可按下式计算:

$$Q_2 = \varphi_1 Q_{m2} \quad (2-3)$$

式中:  $Q_{m2}$ ——全厂采暖最大用汽量 (t/h);

$\varphi_1$ ——采暖系数, 可取0.5~0.7。

$Q_3$ ——全厂通风正常用汽量 (t/h)。如未提供数据时, 可按下式计算:

$$Q_3 = \varphi_2 Q_{m3} \quad (2-4)$$

式中:  $Q_{m3}$ ——全厂通风最大用汽量 (t/h);

$\varphi_2$ ——通风系数, 可取0.5~0.8。

$Q_4$ ——全厂生活正常用汽量 (t/h)。如未提供数据时, 可近似按下式计算:

$$Q_4 = \frac{1}{8} \times Q_{m4} \quad (2-5)$$

式中:  $Q_{m4}$ ——全厂生活最大用汽量 (t/h)。

$Q_0$ ——锅炉房正常自用汽量 (t/h)。应按锅炉房供出正常汽量时考虑;

$q$ 、 $K_0$ —— $q$ 为全厂在正常生产情况下的副产蒸汽量 (t/h),  $K_0$ 为管网热损失系数。其中 $q$ 在式(2-2)中的位置见式(2-1)说明。

## 2.2 锅炉设备选择计算

### 2.2.1 计算要求

在满足锅炉房最大计算热负荷需要的条件下, 锅炉设备类型、容量和台数的选择可以有多种方案。考虑优化的原则, 应提出两个以上的设计方案进行全面的经济技术分析, 以选定比较合理的方案。

### 2.2.2 技术上应考虑的主要因素

(1) 锅炉燃料的选用, 首先要符合国家和地方的燃料政策和节能原则。工业锅炉的用煤应以就近供应为原则。锅炉的燃烧方式应能经济有效地燃用所供应的煤种。当采用重油作燃料时, 必须取得有关主管部门的批准。

(2) 所选择的锅炉产品应具有设计审查批准证章、锅炉厂持有的制造许可证规定的制造等级资格及许可证发放的有效年限等证明文件, 以备当地劳动部门检查发证使用。

(3) 锅炉容量和台数的选择, 应对用户的负荷变化适应性强, 并保证锅炉经常处于经济负荷下运行。

(4) 锅炉容量和台数的确定, 应有利于节省基建投资和运行费用。采用机械加煤的锅炉, 新建时不宜超过五台; 扩建和改建时总台数不宜超过七台。

(5) 当锅炉检修或发生事故时, 锅炉房热负荷可以通过调度, 在尚能满足生产要求的条件下, 可不设置备用炉; 当锅炉房减少供热会引起生产事故或重大损失时, 应设一台备用炉。

在不设备用炉的情况下，当最大一台锅炉因故停用时，其余锅炉出力应满足连续生产允许的最低热负荷，并满足采暖、通风和生活用热允许的最低热负荷。

#### (6) 锅炉房扩建的考虑

a. 根据设计规划要求，如近期内（三年以内）明确锅炉房供汽量有较大增长时，则可考虑选择较大容量的锅炉或增加台数进行一次性规划。并在工艺及土建设计中考虑扩建的灵活性和合理性。

b. 当需考虑远期（三年以上）供汽量增加的可能时，一般应在锅炉房总图布置中留有扩建位置。

### 2.2.3 方案选择的经济分析

#### (1) 经济分析的原则及要求

a. 参与分析比较的各方案均应在数量上和质量上满足全厂的供热要求，并应符合技术先进和运行可靠的原则。

b. 化工企业锅炉房一般均为所在企业的一个组成部分。因此，在一般情况下，锅炉房的经济分析可以按静态情况下的简化方法进行计算。在选择方案的过程中，主要应进行工程投资、生产成本（车间成本）及投资回收年限的计算，以此作为经济评价的指标。

c. 在进行方案经济分析的计算中，所需要的各种指标及数据均应按国家（或部）的最新规定以及建厂地区的有关规定执行。

#### (2) 工程投资的估算

a. 一般情况下，在估算投资前，应首先确定锅炉房各系统的技术方案，并选定主要设备，然后分别计算各项费用。

投资费用主要包括下列各项：

设备费及其安装费；

管道材料费及其安装费；

土建费；

电气装置及其安装费；

自控仪表装置及其安装费；

工具、器具费；

运杂费及未可预见费。

b. 在可行性研究阶段，分别计算各项费用有困难时，可采用单位投资指标法来估算工程投资。

$$\text{工程投资（元）} = \text{设计总容量（吨蒸汽）} \times \text{单位投资（元/吨蒸汽）} \times \text{调整系数} \quad (2-6)$$

单位投资指标是根据已建工程的实际费用归纳、分析和整理的成果，采用时各设计单位应根据已有统计资料及自己的经验进行选取。

调整系数是考虑建设地区的差价及其它技术条件需要调整的费用系数。

#### (3) 生产成本的计算

#### a. 生产成本的构成

生产成本系指锅炉房在生产蒸汽过程中的直接生产费用。一般包括下列各项：

- 燃料费；
- 水费；
- 电费；
- 工人工资；
- 材料费；
- 基本折旧费；
- 大修费；
- 车间管理费。

#### b. 燃料费

燃料费是锅炉房生产蒸汽的主要成本，应按设计煤种燃煤量及其价格计算。

$$\text{燃料费 (元/年)} = 1.05 \times \text{设计煤种年燃煤量 (吨)} \times \text{设计煤种价格 (元/吨)} \quad (2-7)$$

注：燃料价格应为到厂价格，1.05为损耗率（如年耗煤量中已考虑损耗余量时可不计入）。

#### c. 水费

水费是指生产用的外购水，包括化学软水（或脱盐水）及工业冷却水的费用。

$$\text{水费 (元/年)} = \text{用水量 (吨/时)} \times \text{设备年利用小时} \times \text{水价 (元/吨)} \quad (2-8)$$

注：不同水质的水应分别计算，再相加。

#### d. 电费

电费是指锅炉房需要外购电力的费用。

$$\text{电费 (元/年)} = \text{外购电量 (度/年)} \times \text{单价 (元/度)} \quad (2-9)$$

#### e. 工人工资

工资是指工人的基本工资、附加工资、工资性津贴、工资性奖金、工资性附加费等。

$$\text{工资 (元/年)} = (\text{工人人数} \times \text{平均工资额}) + \text{工资附加费} \quad (2-10)$$

工人人数——按设计规定计算；

平均工资额——按所在企业的平均工资计算；

工资附加费——根据国家规定，按工资总额提存11%的职工福利费。

#### f. 材料费

材料费是指生产运行、维护和事故修理所耗用的材料、备品备件、药品及易耗品等费用（但不包括大修支付的材料费）。

材料费按实际调查数据选取。

#### g. 基本折旧费

基本折旧费是固定资产在使用过程中逐渐消耗的抵偿，应计入成本。

$$\text{基本折旧费 (元/年)} = \text{固定资产总值 (元)} \times \text{基本折旧率} \quad (2-11)$$

$$\text{固定资产总值} = \text{投资总额} \times \text{固定资产形成率} \quad (2-12)$$

固定资产形成率按企业主管部门或该企业的统一规定计算。

基建投资总额按工程投资估算值计算。

基本折旧率可按该化工企业的折旧率计算（具体按国发〔1985〕63号文执行）。

#### b. 大修费

大修费是保证固定资产的正常使用，而定期进行维修的费用，应计入成本。

$$\text{大修费 (元/年)} = \text{固定资产总值 (元)} \times \text{大修折旧率} \quad (2-13)$$

大修折旧率可按同类化工企业统计资料选取。

#### i. 车间管理费

车间管理费包括办公费、管理人员工资、劳保费、职工培训费等。

$$\text{车间管理费 (元/年)} = \text{供热量 (吨汽/年)} \times \text{管理费指标 (元/吨汽)} \quad (2-14)$$

管理费指标应按统计资料选取。

#### (4) 投资回收年限的计算

投资回收年限是指该项目投产后的年收益及其它费用用来偿还工程投资所需要的时间，投资回收年限按设计规定的正常生产年算起。

$$\text{投资回收年限} = \frac{\text{工程基建投资} + \text{流动资金}}{\text{年毛利润} + \text{年基本折旧费}} \text{ (年)} \quad (2-15)$$

流动资金系指投产运行中所需原料、燃料、备品备件、低值易耗品等物品费用和支付工资等所需用的周转性资金。在工程建设中应安排这部分资金来源。

流动资金可参照有关规定选取。

$$\text{毛利润 (元/年)} = \text{工程效益 (元/年)} - \text{生产成本 (元/年)} \quad (2-16)$$

$$\text{工程收益 (元/年)} = \text{供热量 (吨汽/年)} \times \text{当地热价 (元/吨汽)} \quad (2-17)$$

## 3 燃料燃烧计算

### 3.1 计算说明

3.1.1 当锅炉房的设计燃料与定型锅炉的燃料条件相差不大时，原则上不需作全面的热力校核计算，而是根据需要进行部分项目的校核计算，主要是燃料燃烧计算，提出核算后的空气量、烟气量及燃料消耗量等数据。

3.1.2 当锅炉房的设计燃料与定型锅炉的燃料条件有较大差别时，则应向锅炉制造厂家重新提出有关设计条件，请厂家另行考虑。

### 3.2 计算条件

在进行燃料燃烧计算之前，应掌握有关的基础资料，一般应具备以下计算条件：

#### 3.2.1 有关燃料的基本资料

##### (1) 煤质资料

- 煤的产地、矿井名称；
- 煤的工业分析：水分、灰分、挥发分、固定碳（%）；
- 煤的元素分析（应用基）： $C^y$ 、 $H^y$ 、 $O^y$ 、 $N^y$ 、 $S^y$ 、 $A^y$ 、 $W^y$ （%）；
- 煤的应用基低位发热量， $Q_{Dn}^y$ ；
- 煤的粘结性及结焦情况；
- 灰渣的变形温度、软化温度及液化温度（即 $t_1$ 、 $t_2$ 、 $t_3$ ）；
- 煤的颗粒度。

##### (2) 燃料油资料

- 燃料油的产地、种类及牌号；
- 燃料油的供应情况（可靠性，油品质量是否稳定等）；
- 燃料油的元素分析（应用基）： $C^y$ 、 $H^y$ 、 $O^y$ 、 $N^y$ 、 $S^y$ 、 $A^y$ 、 $W^y$ （%）；
- 燃料油的性质指标：粘度、密度、比热、凝固点、闪点、热焓、导热系数、低位发热量、机械杂质等（粘度、密度、比热等指标最少应具有两种温度下的值）。

#### 3.2.2 所选锅炉设备的基本资料

- “产品说明书”；
- “热力计算书”；
- “阻力计算书”；
- 主要图纸。

#### 3.2.3 其它资料：如当地气象条件等。

### 3.3 空气量计算

#### 3.3.1 理论空气量

(1) 1公斤固体或液体燃料燃烧时，所需要的理论空气量按下式计算：

$$V^0 = 0.0889(C^y + 0.375S^y) + 0.265H^y - 0.0333O^y \quad (3-1)$$

$$L^0 = 0.15(C^y + 0.375S^y) + 0.342H^y - 0.043O^y \quad (3-2)$$

式中： $V^0$ ——理论空气量（标 $m^3/kg$ ）；

$L^0$ ——理论空气量（ $kg/kg$ ）；

$C^y$ 、 $S^y$ 、 $H^y$ 、 $O^y$ ——分别为燃料元素分析中碳、硫、氢、氧的成份（%）。

(2) 进行估算时，理论空气量可按下列公式计算：

清华大学简化公式：

对于 $V^r > 15\%$ 的烟煤

$$V^o = 0.251 \times \frac{Q_{DW}^Y}{1000} + 0.278 \quad (3-3)$$

对于 $V^r < 15\%$ 的贫煤及无烟煤

$$V^o = \frac{0.24 \times Q_{DW}^Y + 600}{990} \quad (3-4)$$

对于劣质煤 $Q_{DW}^Y < 12560 \text{ kJ/kg}$  ( $3000 \text{ kcal/kg}$ )

$$V^o = \frac{0.24 \times Q_{DW}^Y + 450}{990} \quad (3-5)$$

洛辛和弗林近似公式:

对于固体燃料

$$V^o = \frac{0.242 \times Q_{DW}^Y}{1000} + 0.5 \quad (3-6)$$

对于燃油

$$V^o = \frac{0.204 \times Q_{DW}^Y}{1000} + 2 \quad (3-7)$$

式中:  $V^r$ ——燃料可燃基挥发分(%) ;

$Q_{DW}^Y$ ——燃料应用基低位发热量(kJ/kg) .

### 3.3.2 实际空气量

$$V_g K = a V^o \quad (3-8)$$

式中:  $V_g K$ ——实际干空气量(标 $\text{m}^3/\text{kg}$ ) ;

$a$ ——空气过剩系数.

送入锅炉炉膛的风量应按炉膛入口空气过剩系数 $\alpha'_1$ 计算(即取 $\alpha = \alpha'_1$ ) .

$$\alpha'_1 = \alpha''_1 - \Delta \alpha_1 \quad (3-9)$$

式中:  $\alpha_1'$ ——炉膛入口空气过剩系数;

$\alpha_1''$ ——炉膛出口空气过剩系数;

$\Delta\alpha_1$ ——炉膛漏风系数。

$\alpha_1''$ 、 $\Delta\alpha_1$ 可采用锅炉“热力计算书”中的数据。

### 3.4 烟气的计算

#### 3.4.1 理论烟气的计算

(1) 1公斤燃料完全燃烧后的理论烟气的量可按下列公式计算:

$$V_Y^0 = V_{N_2}^0 + V_{H_2O}^0 + V_{RO_2} \quad (3-10)$$

式中:  $V_Y^0$ ——理论烟气的量 (标m<sup>3</sup>/kg);

$V_{N_2}^0$ ——氮的理论容积 (标m<sup>3</sup>/kg)

$$V_{N_2}^0 = 0.79V^0 + 0.008N^Y \quad (3-11)$$

$V_{H_2O}^0$ ——水蒸气的理论容积 (标m<sup>3</sup>/kg)

$$V_{H_2O}^0 = 0.111HY + 0.0124W^Y + 0.016iV^0 \quad (3-12)$$

$V_{RO_2}$ ——干三原子气体容积 (标m<sup>3</sup>/kg)

$$V_{RO_2} = 0.01866(C^Y + 0.375S^Y) \quad (3-13)$$

式中:  $V^0$ ——理论空气量 (标m<sup>3</sup>/kg);

$N^Y$ 、 $HY$ 、 $C^Y$ 、 $S^Y$ 、 $W^Y$ ——分别为燃料元素分析中氮、氢、碳、硫、水的成份 (%)。

(2) 如进行估算时, 理论烟气的量可按下列公式计算:

清华大学简化公式:

对于烟煤、无烟煤、贫煤

$$V_Y^0 = 0.25 \times \frac{Q_{DW}^Y}{1000} + 0.77 \quad (3-14)$$

对于劣质煤  $Q_{DW}^Y < 12560 \text{ kJ/kg}$  (3000 kcal/kg)

$$V_Y^0 = 0.25 \times \frac{Q_{DW}^Y}{1000} + 0.54 \quad (3-15)$$

洛辛和弗林近似公式:

对于固体燃料

$$V_Y^0 = \frac{0.214 \times Q_{DW}^Y}{1000} + 1.65 \quad (3-16)$$

对于燃油

$$V_Y^0 = \frac{0.266 \times Q_{DW}^Y}{1000} \quad (3-17)$$

式中:  $Q_{DW}^Y$ ——燃料应用基低位发热量 (kJ/kg)。

### 3.4.2 实际烟气的量

(1) 烟气的实际容积, 可按下列公式计算:

$$V_Y = V_{RO_2} + V_{N_2}^0 + V_{H_2O} + (\alpha - 1) V^0 \quad (3-18)$$

式中:  $V_Y$ ——烟气的实际容积 (标 $m^3/kg$ );

$V_{H_2O}$ ——水蒸汽的实际容积 (标 $m^3/kg$ )

$$V_{H_2O} = V_{H_2O}^0 + 0.0161 (\alpha - 1) V^0 + 1.25 G_\phi \quad (3-19)$$

$\alpha$ ——锅炉排烟空气过剩系数, 可采用锅炉“热力计算书”中的数据。

$G_\phi$ ——蒸汽吹送或雾化重油等的水分 (kg/kg)。

(2) 烟气的实际重量, 可按下列公式计算:

$$G_Y = 1 \frac{AY}{100} + 1.306 \alpha V^0 + W_\phi \quad (3-20)$$

式中:  $G_Y$ ——烟气实际重量 (kg/kg);

$AY$ ——燃料分析中灰分的成分 (%);

$W_\phi$ ——重油雾化用的蒸汽量 (kg/kg)。一般取0.3~0.6。

(3) 如进行估算时, 可按下式计算:

$$V_Y = V_Y^0 + (\alpha - 1) V^0 \quad (3-21)$$

式中各种符号意义同上。

### 3.5 燃料消耗量计算

$$B = \frac{D (i_q'' - i') + D_{ps} (i_{ps} - i')}{\eta \times Q_{DW}^Y} \times 100 \quad (3-22)$$

式中：B——锅炉每小时燃料消耗量 (kg/h)；

D——锅炉额定蒸汽产量 (kg/h)；

$i_q''$ ——蒸汽焓 (kJ/kg)；

$i'$ ——给水焓 (kJ/kg)；

$D_{ps}$ ——锅炉排污量 (kg/h)，应按实际给水水质计算确定；

$i_{ps}$ ——排污水焓 (kJ/kg)；

$\eta$ ——锅炉热效率 (%)，按锅炉“热力计算书”选取；

$Q_{DW}^Y$ ——燃料低位发热量 (kJ/kg)。

当考虑机械未完全燃烧热损失的影响时，设计中常使用计算燃料消耗量的指标，该指标可按下式进行计算：

$$B_j = B \left( \frac{100 - q_4}{100} \right) \quad (3-23)$$

式中： $B_j$ ——计算燃料消耗量 (kg/h)；

B——燃料消耗量 (kg/h)；

$q_4$ ——机械未完全燃烧热损失 (%)，按锅炉“热力计算书”选取。

## 4 热力系统及设备选择计算

### 4.1 锅炉房补充水量计算及水质要求

#### 4.1.1 计算要求

(1) 计算出锅炉房所需要的补充水量 (正常量及最大量)。

(2) 提出对补充水的水质要求。

#### 4.1.2 计算条件

(1) 锅炉房热负荷 (正常量及最大量)。

(2) 全厂各生产装置蒸汽冷凝液回收量 (正常量及最大量)、参数及水质情况。

(3) 全厂采暖通风及其它蒸汽冷凝液回收量 (正常量及最大量)、参数及水质情况。

(4) 锅炉房供各生产装置需要的除氧水量 (正常量及最大量)、参数及水质要求等。

#### 4.1.3 锅炉房最大补充水量计算

$$G_m = K (Q_m + D_{mpe} + G_{mh} - G_n) \quad (4-1)$$

式中:  $G_m$ ——锅炉房最大补充软水(或除盐水)量(t/h);

$Q_m$ ——锅炉房最大计算热负荷(t/h);

$D_{mpe}$ ——按锅炉房最大热负荷求得的锅炉连续排污量(t/h);

$G_{mh}$ ——全厂生产装置需要的除氧水最大用水量(t/h)。一般将各装置提供的最大用水量相加而求得(如对水质的要求与锅炉不同时,则应分开考虑);

$G_n$ ——全厂蒸汽凝结水正常净回收量(t/h)。一般将各生产装置及采暖通风等用户提供的正常回收量相加并扣除各种因素造成的损失量而求得,回水量及水质要落实可靠,如水质可能被污染时,不应计入;

$K$ ——管网漏损系数,一般可取1.02~1.05。

当采用热力除氧时,如加热用蒸汽量大于总水量的10%,则应酌量扣除。

#### 4.1.4 锅炉房正常补充水量计算

$$G = K (Q + D_{pe} + G_h - G_n) \quad (4-2)$$

式中:  $G$ ——锅炉房正常补充软水(或除盐水)量(t/h);

$Q$ ——锅炉房正常热负荷(t/h);

$D_{pe}$ ——按锅炉房正常热负荷求得的锅炉连续排污量(t/h)

$G_h$ ——全厂生产装置需要的除氧水正常用水量(t/h)。一般将各装置提供的正常用水量相加而求得。

#### 4.1.5 锅炉补充水的水质要求

##### (1) 补充水允许含盐量及允许碱度的计算

$$\alpha_v = \frac{PA}{\alpha(1+P)} \quad (4-3)$$

式中:  $\alpha_v$ ——补充水允许含盐量(或碱度)[mg/l(或mol/l)];

$A$ ——炉水允许含盐量(或碱度)[mg/l(或mol/l)],按锅炉厂要求或按有关标准、规程选取;

$P$ ——锅炉允许排污率(以小数表示);

$\alpha$ ——补充水率(即补充水量占总给水量的百分比,以小数表示)。

##### (2) 补充水总硬度及其它指标应按锅炉厂或有关标准、规程的要求提出。

#### 4.2 给水系统主要设备选择计算

##### 4.2.1 各种水箱选择

(1) 化工企业锅炉房一般采用热力除氧设备,除氧水箱即作为给水箱。其总有效容量一般应满足所有运行锅炉在额定蒸发量时所需20~40分钟的给水量。

(2) 如凝结水的回收量较少,且水质有保证时,回收凝结水和来自水处理站的补充水可合并贮存于补充水箱中,其台数一般应设两台,总有效容量与给水箱的要求相

同。

(3) 如凝结水有可能被污染或因其它原因需单独设置凝结水箱时,其台数一般应设两台,总有效容量一般为20~40分钟的回收量。

#### 4.2.2 给水泵选择计算

(1) 锅炉给水一般宜采用集中给水系统。水泵的性能及台数的确定,应能满足并联运行及全年负荷调节的要求。

(2) 给水泵应设置备用,在任何一台泵停运的情况下,其余给水泵的总流量不应小于锅炉房所有运行锅炉在额定蒸发量时所需给流量的110%。

(3) 对于具有一级电力负荷的锅炉房或停电后锅炉停止运行,且给水泵停止给水不会造成缺水事故的锅炉房,可不设置事故备用汽动给水泵。

(4) 当采用汽泵作为事故备用给水泵时,其给水量至少应满足锅炉房所有运行锅炉在额定蒸发量时所需给流量的20~40%。

(5) 给水泵的设计全压按下式计算:

$$H = P + \Delta P + H_1 + H_2 + H_3 + H_4 \quad (4-4)$$

式中:  $H$ ——给水泵的设计全压 (MPa);

$P$ ——锅炉汽包设计工作压力 (MPa);

$\Delta P$ ——开启安全阀的剩余压力 (MPa)。当  $P \geq 1.27 \text{ MPa}$  时,  $\Delta P = 0.06 \text{ MPa}$ ;

$P < 1.27 \text{ MPa}$  时,  $\Delta P = 0.04 \text{ MPa}$ ;

$H_1$ ——省煤器的水流阻力 (MPa);

$H_2$ ——给水管路系统的总阻力 (MPa);

$H_3$ ——给水箱最低水位与锅炉水位的标高差所形成的水柱压力 (MPa);

$H_4$ ——富裕压力 (MPa)。一般可取  $0.05 \sim 0.1 \text{ MPa}$  ( $5 \sim 10 \text{ m H}_2\text{O}$ )。

#### 4.2.3 软化水(或除盐水)泵和凝结水泵选择计算

(1) 一般情况下,当软化水(或除盐水)和凝结水混合输送时,软水(或除盐水)泵应设一台备用,当任何一台水泵停止运行时,其余水泵的总流量应满足所有运行锅炉在额定蒸发量时所需给流量的110%。

(2) 凝结水单独贮存和输送时,凝结水泵可按以下要求选择:

a. 凝结水回收量较少时,凝结水泵应按间断运行考虑,一般应设两台,其中一台备用,每台容量应不小于每小时凝结水回收量的两倍。

b. 当凝结水回收量多时,凝结水泵可采用连续运行的方式。凝结水泵应设一台备用,当任何一台泵停运时,其余水泵的总流量不应小于每小时凝结水回收量的120%。

(3) 软化水(或除盐水)泵和凝结水泵的全压,一般可按下式进行计算:

$$H = P + H_1 + H_2 + H_3 \quad (4-5)$$

式中:  $H$ ——水泵的设计全压 (MPa);

$P$ ——除氧器入口要求水压 (MPa)。对一般大气式热力除氧器,可取  $P = 0.05$

MPa; 对喷雾式热力除氧器,可取  $P = 0.2 \text{ MPa}$ ;

$H_1$ ——管路系统的总阻力 (MPa) ;

$H_2$ ——水箱最低水位与除氧器进水管的标高差所形成的水柱压力 (MPa) ;

$H_3$ ——附加压力 (MPa) 。一般可取  $0.05\text{MPa}$  ( $5\text{mH}_2\text{O}$ ) 。

如软化水 (或除盐水) 进除氧器前进行预热时, 水泵的全压中尚应计入预热器阻力。

#### 4.2.4 工艺装置用除氧水供水泵选择

(1) 如工艺装置用除氧水的压力与锅炉房集中给水系统压力相同时, 给水泵选择中对该部分供水量应统一考虑。

(2) 如工艺装置对供水压力有特殊要求时, 则应与锅炉给水泵分开, 单独设置专门的供水泵, 总台数不应少于两台, 其中一台备用。运行泵的总流量应满足工艺装置最大用水量的  $110\%$ ; 供水泵全压应按工艺装置要求压力、管路系统总阻力、进出口标高差形成的水柱压力及富余压力等项的总和来确定。

#### 4.2.5 水泵安装所需最小正水头压力计算

锅炉房给水泵及凝结水泵安装时均应计算最小正水头 (即水箱内液面至水泵轴线间的距离) 压力。

(1) 当贮水箱为开式水箱 (与大气相通) 时:

$$H_z \geq (P_{BH} - P_g) + h_\lambda + h_r + h \quad (4-6)$$

(2) 当贮水箱为闭式水箱 (如除氧水箱) 时:

$$H_z \geq h_\lambda + h_r + h \quad (4-7)$$

式中:  $H_z$ ——最小正水头压力 (kPa) ;

$P_{BH}$ ——水泵进口处水的饱和压力 (kPa) ;

$P_g$ ——水箱中的压力 (kPa) ;

$h_\lambda$ ——从水箱至水泵间的管道总阻力损失 (kPa) ;

$h_r$ ——水泵的汽蚀余量 (kPa) , 一般可由产品样本中查得;

$h$ ——富余量 (kPa) , 一般可取  $h = 3 \sim 5\text{kPa}$  ( $0.3 \sim 0.5\text{mH}_2\text{O}$ ) 。

#### 4.2.6 热交换器选择计算

(1) 计算要求

热交换器包括汽-水热交换器及水-水热交换器两种。热交换器的选择计算主要是进行传热面积的计算。根据计算所得传热面积和介质工作参数, 一般可按标准图选型。

(2) 传热面积计算

$$F = \frac{Q}{\beta K \Delta t_p} \quad (4-8)$$

式中：F——热交换器所需传热面积（m<sup>2</sup>）；  
Q——热交换器的计算传热量（W）

$$Q = \frac{\Sigma Q}{\eta} = 1.63G (\tau_2 - \tau_1) \cdot \frac{1}{\eta} \quad (4-9)$$

$\Sigma Q$ ——供热负荷（W）；  
G——被加热水流量（kg/h）；  
 $\tau_1$ ——被加热水入口温度（°C）；  
 $\tau_2$ ——被加热水出口温度（°C）；  
 $\eta$ ——热交换器的热效率，一般取  $\eta = 0.96 \sim 0.99$ ；  
K——传热系数，（W/m<sup>2</sup>·°C）列管式热交换器K采用的概略数值见表4-1。  
列管式热交换器内流体的流速按表4-2采用；  
 $\Delta t_p$ ——加热和被加热介质间的对数平均温度差（°C）

$$\Delta t_p = \frac{\Delta t_d - \Delta t_x}{\ln \frac{\Delta t_d}{\Delta t_x}} \quad (4-10)$$

$\Delta t_d$ 、 $\Delta t_x$ ——加热和被加热介质间的最大和最小温度差（°C）；  
 $\beta$ ——考虑污垢影响的修正系数。对汽-水热交换器取  $\beta = 0.85 \sim 0.9$ ；对水-水热交换器取  $\beta = 0.7 \sim 0.8$ 。

### (3) 加热介质耗量计算

#### a. 汽-水热交换器中蒸汽消耗量

$$G_z = \frac{3.6Q}{i - q} \quad (4-11)$$

式中：G<sub>z</sub>——蒸汽消耗量（kg/h）；  
Q——热交换器的计算传热量（W）；  
i——加热蒸汽的热焓（kJ/kg）；  
q——凝结水的热焓（kJ/kg）。

#### b. 水-水热交换器中加热水耗量

$$G_a = \frac{0.86Q}{(t_1 - t_2)} \quad (4-12)$$

式中：G<sub>a</sub>——加热水消耗量（kg/h）；  
t<sub>1</sub>、t<sub>2</sub>——加热水进口和出口的温度（°C）。

表4-1

传热系数K的概略数值

被加热水 的流速 (m/s)	传 热 系 数 K (W/m <sup>2</sup> ·°C)							
	加热介质为水时热水的流速 (m/s)						加热介质为蒸汽时蒸汽 的压力 (kPa)	
	0.5	0.75	1.0	1.5	2.0	2.5	P≤100	P>100
0.5	1100	1280	1400	1510	1630	1690	2730/2150	2560/2040
0.75	1240	1450	1570	1740	1920	1980	3430/2670	3200/2500
1.0	1340	1570	1740	1980	2210	2330	3950/3080	3660/2910
1.5	1510	1800	2040	2330	2560	2730	4540/3720	4190/3490
2.0	1680	1980	2210	2560	2850	3020	—/4360	—/4130
2.5	1740	2090	2380	2850	3200	3490	—	—

注：(1) 表中所列数据：分子为两回程汽-水热交换器将水加热至20~30°C的K值，分母为四回程汽-水热交换器将水加热至60~65°C的K值。

(2) 表中所列数值系按新换热面计算，考虑到污垢对传热系统的影响，在计算中应乘以修正系数β值。

(3) 本表不适用于大容量的热水器和水箱中的蛇形管。

表4-2

列管式热交换器的推荐流速

热 交 换 器 类 别	流 速 (m/s)		备 注
	管 内	管外(管间)	
汽-水热交换器	1~3	10~15	管间走蒸汽
水-水热交换器	1~3	0.5~1.5	

#### 4.2.7 热力除氧器选择计算

(1) 计算要求

a. 首先应确定除氧器的设计容量，然后选定台数及单台设备的能力。

b. 计算除氧器的耗汽量。

(2) 除氧器设计容量计算

$$G_o = K_o \cdot (G_m + G_n) \quad (4-13)$$

式中：G<sub>o</sub>——除氧器的设计容量 (t/h)；

G<sub>m</sub>——锅炉房最大补充软水(或除盐水)量 (t/h)；

G<sub>n</sub>——全厂蒸汽凝结水正常净回收量 (t/h)；

$K_0$ ——富余系数。一般可取 $K_0 = 1.10$ 。

### (3) 除氧器耗汽量计算

$$D_q = \frac{G(i_2 - i_1) + G_n(i_2 - i_3)}{(i - i_2)\eta} (1 + X) \quad (4-14)$$

式中： $D_q$ ——除氧器耗汽量 (kg/h)；

$G$ ——进入除氧器的软水 (或除盐水) 量 (kg/h)；

$G_n$ ——进入除氧器的凝结水量 (kg/h)；

$i_2$ ——除氧器出口水的焓 (kJ/kg)；

$i_1$ ——进入除氧器软化水 (或除盐水) 的焓 (kJ/kg)；

$i_3$ ——进入除氧器凝结水的焓 (kJ/kg)；

$i$ ——进入除氧器蒸汽的焓 (kJ/kg)；

$\eta$ ——除氧器效率，一般取 $\eta = 0.98$ ；

$X$ ——排气中蒸汽损失率。当具有排气冷却器时，取 $X = 0.05 \sim 0.1$ ；无排气冷却器时，取 $X = 0.01 \sim 0.03$ 。

## 4.3 蒸汽系统主要设备选择计算

### 4.3.1 变压式蒸汽蓄热器选择计算

#### (1) 计算要求

a. 首先拟定设置蓄热器的供热系统，明确蓄热器在系统中的作用。

b. 计算蓄热器必需的蓄热量，确定工作压力，计算蓄热器容积。

c. 求得蓄热器容积后，可根据蒸汽蓄热器的标准系列产品选择具体的规格型号。

#### (2) 蓄热器必需蓄热量计算

根据蓄热器使用场合不同或用户负荷变化的性质不同，必需蓄热量的计算应采用不同的方法，目前主要有以下四种方法：

a. 积分曲线法：首先根据用户的综合负荷曲线求出平均负荷线，然后根据变动负荷曲线与平均负荷线间的变化差值进行积分，可得积分曲线，积分曲线上最高点和最低点间的绝对值，即为蓄热器的必需蓄热量。

b. 分段积分曲线法：根据负荷变化的特点，把整个负荷变化周期分成几段或按工作班次作为负荷平衡周期，然后分别用积分曲线法计算各段平均负荷和必需蓄热量，取其中最大者作为蓄热器的必需蓄热量。这样可使必需蓄热量减小，节省投资。

上述两种方法适用于工厂用汽负荷波动较大的情况，设置蓄热器的目的在于对波动负荷平衡汽源，以稳定锅炉的燃烧工况。

c. 高峰负荷算法：把用汽设备在用汽高峰或非连续瞬间用汽时间内的耗汽量减去该用汽时间内锅炉的供汽量，即为蓄热器的必需蓄热量。即

$$G = (D_{\max} - D_g) \times \frac{t}{60} \quad (4-15)$$

式中:  $G$ ——蓄热器的必需蓄热量 [kg (蒸汽)];

$D_{\max}$ ——用汽设备的最大耗汽量 (kg/h);

$D_g$ ——锅炉额定蒸发量 (kg/h);

$t$ ——高峰负荷持续时间 (min)。

这种方法适用于蓄热器主要保存大量蒸汽供短时间内使用的情况。

d. 充热时间算法: 当蒸汽蓄热器用于把间断供汽的汽源转变为连续供汽的汽源, 或要求在一定时间内蓄存多余的排汽 (或废汽) 时, 则可以用充热时间作为指标来计算必需的蓄热量。即

$$G = D_1 \times \frac{t}{60} \quad (4-16)$$

式中:  $G$ ——蓄热器的必需蓄热量 [kg (蒸汽)];

$D_1$ ——间断汽源的平均产汽量或排汽 (或废气) 的平均排出量 (kg/h);

$t$ ——充热时间 (min)。

### (3) 蓄热器工作压力的确定

#### a. 充热压力

$$P_1 = P_g - \Delta P_1 \quad (4-17)$$

式中:  $P_1$ ——蓄热器充热压力 (MPa);

$P_g$ ——锅炉工作压力 (MPa);

$\Delta P_1$ ——锅炉至蓄热器间的管道压力降 (MPa)。

#### b. 放热压力

$$P_2 = P_o + \Delta P_2 \quad (4-18)$$

式中:  $P_2$ ——蓄热器放热压力 (MPa);

$P_o$ ——用户要求的用汽压力 (MPa);

$\Delta P_2$ ——蓄热器出口至用户间的管道压力降 (MPa)。

#### c. 蓄热器充热放热压差

$$\Delta P = P_1 - P_2 \quad (4-19)$$

式中:  $\Delta P$ ——蓄热器充热放热压差 (MPa)。

### (4) 蓄热器容积计算

#### a. 单位水容积蓄热量计算

$$g_s = \frac{i_1' - i_2'}{\left( \frac{i_1'' + i_2''}{2} \right) - i_2'} \rho_1 \quad (4-20)$$

式中:  $g_s$ ——单位水容积蓄热量 [kg (蒸汽) / m<sup>3</sup>];

$i_1'$ 、 $i_2'$ ——充热压力 ( $P_1$ )、放热压力 ( $P_2$ ) 下饱和蒸汽热焓 (kJ/kg);

$i_1', i_2'$ ——充热压力 ( $P_1$ )、放热压力 ( $P_2$ ) 下饱和水热焓 ( $\text{kJ/kg}$ ) ;

$\rho_1'$ ——充热压力 ( $P_1$ ) 下饱和水密度 ( $\text{kg/m}^3$ ) 。

#### b. 蓄热器容积计算

$$V = \frac{G}{g_s \eta \varphi} \quad (4-21)$$

式中:  $V$ ——蓄热器容积 ( $\text{m}^3$ ) ;

$G$ ——蓄热器的必需蓄热量 [ $\text{kg}$  (蒸汽) ] ;

$\eta$ ——蓄热器热效率 (以小数表示) , 一般可取  $0.98 \sim 0.99$  ;

$\varphi$ ——充水系数, 一般在  $0.75 \sim 0.9$  之间选取。

#### 4.3.2 二次蒸发箱选择计算

主要应计算出二次蒸发箱的容积, 然后根据工作压力选用标准图。

二次蒸发箱的容积计算

$$V = 0.5vXG \quad (4-22)$$

式中:  $V$ ——二次蒸发箱的容积 ( $\text{m}^3$ ) ;

$v$ ——二次蒸发汽的比容 ( $\text{m}^3/\text{kg}$ ) ;

$G$ ——进入二次蒸发箱的凝结水量 ( $\text{t/h}$ ) ;

$X$ ——二次蒸发箱中分离出的蒸汽量, 以进入凝结水量的百分数计 (%)

$$X = \frac{i_n - i_b}{\gamma_d} \quad (4-23)$$

式中:  $i_n$ ——进入蒸发箱凝结水焓 ( $\text{kJ/kg}$ ) ;

$i_b$ ——蒸发箱工作压力下的饱和水焓 ( $\text{kJ/kg}$ ) ;

$\gamma_d$ ——蒸发箱工作压力下蒸汽的汽化潜热 ( $\text{kJ/kg}$ ) 。

#### 4.3.3 蒸汽分汽缸选择计算

(1) 主要应计算出分汽缸的直径及长度, 然后根据工作压力选用标准图。如不能满足要求时, 则可向设备专业提出设计条件另行设计。

(2) 分汽缸的直径按断面流速不超过  $25\text{m/s}$  确定, 低压分汽缸 ( $P \leq 1.27\text{MPa}$ ) 一般可按断面流速  $8 \sim 12\text{m/s}$  计算。

(3) 分汽缸的长度按接管数目及合理的配管间距确定。

### 4.4 锅炉排污及设备选择计算

#### 4.4.1 计算要求

(1) 计算锅炉连续排污量、定期排污量, 并进行连续排污膨胀器的选择计算。

(2) 考虑连续排水的利用并选择有关设备。

#### 4.4.2 排污量计算

(1) 定期排污量

定期排污一般每班排一次 (一天三次), 每次排污时间不超过  $0.5 \sim 1$  分钟。

每台锅炉每次排污量按下式计算：

$$D_{dP} = ndjh\rho \quad (4-24)$$

式中： $D_{dP}$ ——每台锅炉每次排污量 (kg)；

$n$ ——锅炉上部汽鼓的数量 (个)；

$d$ ——汽鼓的直径 (m)；

$l$ ——汽鼓的长度 (m)；

$h$ ——水位计中水位高度的变化 (m)，一般可取  $h = 0.1\text{m}$ ；

$\rho$ ——炉水密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )。

## (2) 连续排污量

a. 连续排污量计算应根据实际补充水水质，按锅炉炉水允许碱度及允许含盐量分别计算，并取其中数值较大者。但计算出的排污量不得超过允许排污率（按规范规定）。炉水允许碱度及允许含盐量应按现行有关标准、规程或锅炉厂提出的要求确定。

## b. 连续排污量计算

$$D_{1P} = \frac{\alpha_y \cdot \alpha}{A - \alpha_y \cdot \alpha} \times D \quad (4-25)$$

式中： $D_{1P}$ ——锅炉房最大连续排污量 (kg/h)；

$D$ ——锅炉房最大蒸发量 (kg/h)；

$\alpha_y$ ——补充水含盐量（或碱度） [ $\text{mg}/\text{l}$  ( $\text{mol}/\text{l}$ )]；

$\alpha$ ——补充水率（即凝结水损失率），以小数表示；

$A$ ——炉水允许含盐量（或允许碱度） ( $\text{mg}/\text{l}$ 或 $\text{mol}/\text{l}$ )。

## 4.4.3 连续排污膨胀器选择计算

### (1) 膨胀器二次蒸发量

$$D_2 = \frac{D_{1P} \cdot (i_2 - i_1)}{(i_2 - i_1) \cdot X} \quad (4-26)$$

式中： $D_2$ ——膨胀器产生的最大二次蒸汽量 (kg/h)；

$i$ ——锅炉饱和水的焓 ( $\text{kJ}/\text{kg}$ )；

$i_1$ ——膨胀器出水的焓 ( $\text{kJ}/\text{kg}$ )；

$i_2$ ——膨胀器产生的二次蒸汽的焓 ( $\text{kJ}/\text{kg}$ )；

$\eta$ ——排污管热损失系数，一般取  $\eta = 0.98$ ；

$X$ ——二次蒸汽的干度，一般取  $X = 0.97$ 。

### (2) 膨胀器容积

$$V_p = \frac{K D_2 v}{W} \quad (4-27)$$

式中： $V_p$ ——膨胀器所需容积 ( $\text{m}^3$ )；

$D_2$ ——最大二次蒸汽量 (kg/h)；

$v$ ——二次蒸汽的比容 ( $\text{m}^3/\text{kg}$ ) ;

$W$ ——分离强度 ( $\text{m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{h}$ ) , 一般取  $W = 400 \sim 1000 \text{m}^3/\text{m}^3 \cdot \text{h}$  ;

$K$ ——富余系数, 一般取  $K = 1.3 \sim 1.5$ 。

#### 4.4.4 连续排污水的利用及设备选择

(1) 当锅炉房连续排污量大于  $1\text{t}/\text{h}$  时, 应考虑余热的利用。目前一般是利用排污水来预热补给水, 采用水-水式热交换器。

(2) 水-水式热交换器的选择计算按本规定4.2.6。

### 4.5 工业水耗量及排水量计算

#### 4.5.1 计算要求

(1) 提出锅炉房工业水总耗量及总排水量, 据此提供给排水专业作为设计条件。

(2) 工业水主要用于设备冷却、排污水冷却、除尘、除灰、化验及生活洗涤等之用。在计算设备冷却用水量时, 应根据具体条件考虑同时使用情况 (如取样冷却器), 不应按设备台数相加。

(3) 排水量计算时应将净下水及污水分开。

#### 4.5.2 水耗量计算

##### (1) 设备冷却用水量

设备冷却用水应以产品样本提供的数据为准, 若无具体资料时, 可参照以下数据采用:

a. 引风机轴承冷却水量, 每台  $0.5 \sim 1\text{m}^3/\text{h}$  ;

b. 给水泵轴承冷却水量, 每台  $0.5 \sim 1\text{m}^3/\text{h}$  ;

c. 抛煤机及炉排轴冷却水量, 每台锅炉  $0.5 \sim 1\text{m}^3/\text{h}$  ;

d. 汽、水取样冷却器用水量, 每台  $1 \sim 1.5\text{m}^3/\text{h}$ 。

##### (2) 排污水冷却用水量

a. 锅炉排污之冷却水量, 按排入下水的水温不大于  $40^\circ\text{C}$  计算。

b. 连续排污水如先经热交换器冷却后排出时, 冷却水量可以不计。

##### (3) 除尘用水量

除尘用水量按采用不同的除尘方式考虑, 应按产品技术资料选取。

##### (4) 除灰用水量

a. 除灰用水量按采用不同的除灰方式考虑, 应按有关技术资料选取。

b. 浇灰耗水量一般可按每吨灰渣  $0.5\text{m}^3$  计算。

##### (5) 其它用水量

a. 化验室化验用水量按每班  $0.5\text{m}^3$  计算;

b. 生活及洗涤用水量由给排水专业具体考虑。

#### 4.5.3 排水量计算

(1) 湿式除尘、除灰所排除的含灰污水量应单独进行计算。

(2) 净下水排水量计算除应根据具体情况考虑上述耗水项目外, 尚应计入锅炉连续排污量及定期排污量。

## 5 烟、风、除尘系统及设备选择计算

### 5.1 烟、风管道断面尺寸及阻力计算

#### 5.1.1 计算要求

- (1) 合理选用空气及烟气管道的流速，并计算断面尺寸。
- (2) 计算空气及烟气管道的阻力。

#### 5.1.2 烟、风管道断面尺寸计算

##### (1) 管道流速的选用

管道中空气、烟气的流速可按表5-1选用。

表5-1 风、烟管道流速选用表 (m/s)

管道材质	风 道	烟 道	
		自然通风	机械通风
砖或混凝土	4~8	3~5	6~8
金 属	10~15	8~10	10~15

注：① 阻力较大的风、烟管道取表中较小数值。

② 对于较长的水平烟道，为防止积灰，烟气流速不宜低于7~8m/s。

##### (2) 管道断面尺寸的确定

##### a 管道断面面积计算

$$F = \frac{V}{3600\omega} \quad (5-1)$$

式中：F——所需要的管道断面积 (m<sup>2</sup>)；

V——空气量或烟气量 (m<sup>3</sup>/h)；

ω——空气或烟气选用流速 (m/s)。

##### b. 对圆形管道应确定直径

$$d = \sqrt{\frac{F}{0.785}} \quad (5-2)$$

式中：d——圆形管道直径 (m)。

##### c. 对矩形管道应确定高和宽

$$F = H \cdot B \quad (5-3)$$

式中：H——矩形管道的断面高度 (m)；

B——矩形管道的断面宽度 (m)。

(3) 根据计算结果, 应参照有关资料尽量选取常用的标准尺寸, 以便与标准零部件相配合。断面尺寸选定后, 尚应进行实际流速的核算。

### 5.1.3 烟、风管道阻力计算

烟、风管道阻力包括摩擦阻力和局部阻力两部分, 应分别进行计算。

#### (1) 摩擦阻力计算

$$\Delta h_m = \lambda \cdot \frac{L}{d_d} \cdot \frac{\omega_{pj}^2}{2} \cdot \rho_{pj} \quad (5-4)$$

式中:  $\Delta h_m$ ——空气或烟气管道的摩擦阻力 (Pa);

$\lambda$ ——摩擦阻力系数。对金属管道, 取  $\lambda = 0.02$ ; 对砖或混凝土管道, 取  $\lambda = 0.04$ ;

$L$ ——管段长度 (m);

$d_d$ ——管道当量直径 (m)。对圆形管道,  $d_d$  为其内径; 对矩形管道

$$d_d = \frac{2ab}{a+b} \quad (5-5)$$

[ $a$ 、 $b$ 为矩形之两边长 (m)]

$\omega_{pj}$ ——空气或烟气的平均流速 (m/s);

$\rho_{pj}$ ——空气或烟气的平均密度 (kg/m<sup>3</sup>)

$$\rho_{pj} = \rho_0 \cdot \frac{273}{273 + t_{pj}} \quad (5-6)$$

$\rho_0$ ——标准状况下空气或烟气的密度。空气  $\rho_0 = 1.293 \text{ kg/m}^3$ ; 烟气  $\rho_0 = 1.34 \text{ kg/m}^3$ ;

$t_{pj}$ ——空气或烟气的平均温度 (°C)。

#### (2) 局部阻力计算

$$\Delta h_j = \zeta \cdot \frac{\omega^2}{2} \cdot \rho \quad (5-7)$$

式中:  $\Delta h_j$ ——空气或烟气管道的局部阻力 (Pa);

$\zeta$ ——局部阻力系数;

$\omega$ ——空气或烟气的流速 (m/s);

$\rho$ ——空气或烟气的密度 (kg/m<sup>3</sup>)。

## 5.2 送风系统及引风系统总阻力计算

### 5.2.1 计算要求

(1) 对一般负压锅炉, 应分别计算送风系统及引风系统总阻力, 据此选择鼓、引风机所需压头。

(2) 对正压锅炉, 一般只设鼓风机, 应计算送风系统总阻力 (包括锅炉炉膛正压值), 据此选择鼓风机所需压头。

### 5.2.2 送风系统总阻力计算

一般负压锅炉送风系统总阻力包括下列各项:

$$\Sigma \Delta h_r = \Delta h_{k-k} + \Delta h_r + \Delta h_m + \Delta h_j \quad (5-8)$$

式中:  $\Sigma \Delta h_r$ ——送风系统总阻力 (Pa);

$\Delta h_{k-k}$ ——空气预热器空气侧阻力 (Pa), 一般由锅炉“阻力计算书”中查得,

$\Delta h_r$ ——燃烧设备阻力 (Pa)。对层燃炉, 此项阻力包括炉排、煤层及渣层的阻力, 炉排下所需风压与炉排结构型式及燃料种类有关, 可按锅炉厂提供的数据取用; 对燃油炉, 此项阻力是指调风器的阻力, 可按锅炉厂提供的数据取用。

$\Delta h_m$ ——风道摩擦阻力 (Pa);

$\Delta h_j$ ——风道局部阻力 (Pa);

对正压锅炉, 送风系统总阻力除式 (5-8) 中所列各项外, 尚应包括炉膛正压值。

### 5.2.3 引风系统总阻力计算

引风系统总阻力包括下列各项:

$$\Sigma \Delta h_y = \Delta h_1 + \Delta h_g + \Delta h_s + \Delta h_{k-y} + \Delta h_c + \Delta h_m + \Delta h_j + \Delta h_{y_0} \quad (5-9)$$

式中:  $\Sigma \Delta h_y$ ——引风系统总阻力 (Pa);

$\Delta h_1$ ——炉膛负压 (Pa), 可由锅炉“阻力计算书”中查得。当机械送风时, 炉膛负压一般可取 19.6~39.2 Pa;

$\Delta h_g$ ——锅炉管束及过热器阻力 (Pa), 可由锅炉“阻力计算书”中查得;

$\Delta h_s$ ——省煤器阻力 (Pa), 可由锅炉“阻力计算书”中查得;

$\Delta h_{k-y}$ ——空气预热器烟气侧阻力 (Pa); 可由锅炉“阻力计算书”中查得;

$\Delta h_c$ ——除尘器阻力 (Pa); 可由所选用的除尘器技术资料中查得;

$\Delta h_m$ ——烟道摩擦阻力 (Pa);

$\Delta h_j$ ——烟道局部阻力 (Pa);

$\Delta h_{y_0}$ ——烟囱阻力 (Pa), 按本规定 5.3.8 计算。

### 5.2.4 阻力计算修正系数

锅炉各部分受热面阻力求得后, 考虑到受热面积灰等因素, 尚应对各计算阻力 ( $\Delta h$ ) 乘以修正系数  $k$ ,  $k$  值见表 5-2。

表5-2

修正系数 k

锅炉受热面	k
锅炉排管	
1. 混合冲刷的多锅筒立式水管锅炉	0.9
2. 在水平面内烟气多次转弯的小型锅炉	1.0
3. 在第一管束前有燃尽室的上述小型锅炉	1.15
4. 分联箱锅炉	0.9
铸铁省煤器	1.2
过热器、省煤器蛇形管束	1.2
管式空气预热器	
1. 烟气侧	1.1
2. 空气侧	1.05
板式空气预热器	
1. 烟气侧	1.5
2. 空气侧	1.2

### 5.3 烟囱计算

#### 5.3.1 计算要求

烟囱计算应包括以下项目：

- (1) 烟囱中烟气温度的计算；
- (2) 烟囱高度的计算；
- (3) 烟囱直径的计算；
- (4) 烟囱阻力的计算。

#### 5.3.2 烟囱中烟气温度的计算

(1) 锅炉采用机械通风时，风、烟道阻力由鼓、引风机克服。为简化计算，烟气在烟道及烟囱中的冷却可不考虑，即可按引风机前的烟温进行计算。

(2) 锅炉采用自然通风时，风、烟道阻力全靠烟囱抽力克服，所以烟气在烟道及烟囱中的冷却情况，必须具体计算。

##### a. 烟气在烟道中的温度降

当烟道有良好保温时可不予考虑，当烟道没有良好保温时按下式计算：

$$t_1 = \frac{3 \cdot 6 Q_{yd}}{E_1 \cdot V_y \cdot C} \quad (5-10)$$

式中： $t_1$ ——烟气在烟道中的温度降（°C）；

$Q_{yd}$ ——烟道总放热量（W）

$$Q_{yd} = q_{yd} \cdot F \quad (5-11)$$

$q_{yd}$ ——烟道单位面积的散热损失 ( $W/m^2$ )。室内烟道取  $q_{yd} = 1163 W/m^2$  ( $1000 kcal/m^2 \cdot h$ )；室外烟道取  $q_{yd} = 1512 W/m^2$  ( $1300 kcal/m^2 \cdot h$ )；

$F$ ——烟道散热面积 ( $m^2$ )；

$B_j$ ——计算燃料量 ( $kg/h$ )；

$V_y$ ——烟气流量 ( $m^3/kg$ )；

$C$ ——烟气平均比热 ( $kJ/标m^3 \cdot ^\circ C$ )，一般可取  $C = 1.352 \sim 1.357 kJ/标m^3 \cdot ^\circ C$  ( $0.323 \sim 0.324 kcal/标m^3 \cdot ^\circ C$ )

b. 烟气在烟囱中的温度降

$$t_2 = H \cdot \Delta t_2 \quad (5-12)$$

式中： $t_2$ ——烟气在烟囱中的温度降 ( $^\circ C$ )；

$H$ ——烟囱高度 ( $m$ )；

$\Delta t_2$ ——烟气在烟囱中每米高度的温度降 ( $^\circ C/m$ )

$$\Delta t_2 = \frac{A}{\sqrt{D}} \quad (5-13)$$

$D$ ——合用同一烟囱所有锅炉额定蒸发量之和 ( $t/h$ )；

$A$ ——修正系数，按表5-3取用。

如进行一般估算时，每米烟道或烟囱的温度降可采用以下数值：

- (a) 砖砌烟道及烟囱每米温度降约为  $0.5^\circ C$ ；
- (b) 钢筋混凝土烟道及烟囱每米温度降约为  $0.5 \sim 1^\circ C$ ；
- (c) 铁皮烟道及烟囱每米温度降约为  $2^\circ C$ 。

表5-3 修正系数 A

修正系数	烟  囱  种  类			
	铁烟囱 (有衬筒)	铁烟囱 (无衬筒)	砖烟囱高度小于50m, 壁厚小于0.5m	砖烟囱壁厚大于0.5m
A	0.8	2	0.4	0.2

c. 烟囱出口烟气温度

$$t_c = t_p - t_1 - t_2 \quad (5-14)$$

式中： $t_c$ ——烟囱出口烟气温度 ( $^\circ C$ )；

$t_p$ ——锅炉排烟温度 ( $^\circ C$ )，按锅炉“热力计算书”中的数据采用；

$t_1$ 、 $t_2$ ——烟气在烟道及烟囱中的温度降 ( $^\circ C$ )。

d. 烟囱中烟气平均温度

$$t_{pj} = \frac{t_c + (t_p - t_1)}{2} \quad (5-15)$$

式中:  $t_{pj}$ ——烟囱中烟气平均温度 ( $^{\circ}\text{C}$ );

e. 如锅炉采用湿式除尘时,  $t_c$ 及 $t_{pj}$ 在计算中应考虑烟气在除尘器内的温降。

5.3.3 烟囱高度的计算

(1) 采用机械通风的锅炉房, 烟囱高度应根据环境卫生的要求来确定, 具体按下述规定执行:

a. 当锅炉房总额定出力在20t/h及以下时, 应执行国标《锅炉烟尘排放标准》(GB 3841-83)的规定, 即烟囱高度应符合表5-4的规定。

表5-4 锅炉烟囱高度表

锅炉总额定出力 (t/h或相当于t/h)	烟囱最低高度 (m)
<1	20
1~<2	25
2~<6	30
6~<10	35
10~<20	40
20~<35	45

另外, 在烟囱周围半径为200m的距离内有建筑物时, 烟囱高度一般应高出最高建筑物3m以上。

b. 当锅炉房总额定出力为20t/h以上时, 烟囱高度应按国标《制订地方大气污染物排放标准的技术原则和方法》(GB 3840-83)通过计算确定。

c. 最终选取的烟囱高度, 应满足全厂及地区环境综合评价的要求。

(2) 采用自然通风的锅炉房, 烟囱高度除应满足环境卫生的要求之外, 还应同时满足锅炉引风的要求, 即还应计算烟囱的抽力, 使其所产生的抽力能够克服锅炉及风、烟系统的全部阻力。一般应使烟囱产生的抽力不小于总阻力的1.2倍。

具体计算时, 应按满足环境卫生的要求以及为满足锅炉引风的要求分别确定烟囱高度, 然后选取数值大者作为计算高度。

a. 当按环境卫生的要求来确定烟囱高度时, 其方法与机械通风的锅炉房相同。

b. 计算烟囱引力与烟囱高度关系时, 对全年运行的锅炉房, 应分别以冬、夏季室外温度和相应最大蒸发量为基础计算烟囱高度, 取较高值; 对于专供采暖的锅炉房, 则应分别以采暖室外计算温度和采暖期结束时的室外温度和相应的最大蒸发量为基础计算烟囱高度, 取较高值。

烟囱高度与抽力关系按下式计算：

$$H = 0.029 \frac{S_y}{\left( \frac{1}{273 + t_k} - \frac{1}{273 + t_{pj}} \right) b} \quad (5-16)$$

式中：H——烟囱高度 (m)；

$S_y$ ——烟囱产生的抽力 (Pa)，自然通风时，应使  $S_y \geq 1.2 \Sigma \Delta h_y$ 。 $\Sigma \Delta h_y$  为  
烟风系统总阻力 (Pa)。

$t_k$ ——外界空气温度 (°C)；

$t_{pj}$ ——烟囱内烟气平均温度 (°C)

b——当地大气压力 (kPa)。

### 5.3.4 烟囱直径计算

(1) 烟囱出口直径 (上口内径)

$$d_1 = \sqrt{\frac{B_1 n V_y (t_e + 273)}{3600 \times 273 \times 0.785 \omega_e}} \quad (5-17)$$

式中： $d_1$ ——烟囱出口内径 (m)；

$B_1$ ——每台锅炉计算燃料消耗量 (kg/h)。对具有不同炉型的锅炉房应分别计  
算，此时  $B_1 \times n$  应为  $\Sigma B_1 \times n$ ；

n——利用同一烟囱的锅炉台数 (台)；

$V_y$ ——烟囱出口计入漏风系数的烟气体积 (标  $m^3/kg$ )；

$t_e$ ——烟囱出口处烟气温度 (°C)；

$\omega_e$ ——烟囱出口处烟气流速 (m/s)，可按表5-5选用。

表5-5 烟囱出口烟气流速  $\omega_e$  (m/s)

通风方式	运行情况	
	全负荷时	最小负荷时
机械通风	15~25	4~5
自然通风	6~10	2.5~3

其它要求：

a. 由公式求得烟囱出口内径后，考虑积灰因素应当加富余量，此值一般取100 mm。

b. 设计时应根据冬、夏季负荷分别计算，如冬、夏负荷相差悬殊时，则应首先满足冬季负荷要求。

c. 烟囱出口内径确定后，应校核出口烟速，在最小负荷时不应低于2.5~3m/s，以免冷空气倒灌。

(2) 烟囱入口直径

烟囱入口直径一般根据采用的坡度由土建设计决定。

### (3) 烟囱平均直径

$$d_{pj} = \frac{d_1 + d_2}{2} \quad (5-18)$$

式中:  $d_{pj}$ ——烟囱平均直径 (m);

$d_1$ ——烟囱出口直径 (m);

$d_2$ ——烟囱入口直径 (m)。

### 5.3.5 烟囱阻力计算

#### (1) 烟囱总阻力

$$\Delta h_{yc} = \Delta h_{yc}^m + \Delta h_{yc}^e \quad (5-19)$$

式中:  $\Delta h_{yc}$ ——烟囱总阻力 (Pa);

$\Delta h_{yc}^m$ ——烟囱摩擦阻力 (Pa);

$\Delta h_{yc}^e$ ——烟囱出口阻力 (Pa)。

#### (2) 烟囱摩擦阻力

$$\Delta h_{yc}^m = \lambda \cdot \frac{H}{d_{pj}} \cdot \frac{\omega_{pj}^2}{2} \cdot \rho_{pj} \quad (5-20)$$

式中:  $\Delta h_{yc}^m$ ——烟囱摩擦阻力 (Pa);

$\lambda$ ——烟囱摩擦阻力系数, 对砖烟囱或金属烟囱均取  $\lambda = 0.04$ ;

$d_{pj}$ ——烟囱平均直径 (m);

$H$ ——烟囱高度 (m);

$\omega_{pj}$ ——烟囱内烟气平均流速 (m/s);

$\rho_{pj}$ ——烟囱内烟气平均密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )。

#### (3) 烟囱出口阻力

$$\Delta h_{yc}^e = \xi \cdot \frac{\omega_c^2}{2} \cdot \rho_c \quad (5-21)$$

式中:  $\Delta h_{yc}^e$ ——烟囱出口阻力 (Pa);

$\xi$ ——烟囱出口阻力系数, 取  $\xi = 1$ ;

$\omega_c$ ——烟囱出口烟气流速 (m/s);

$\rho_c$ ——烟囱出口烟气密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )。

## 5.4 鼓、引风机选择计算

### 5.4.1 计算要求

(1) 应算出鼓风机、引风机及二次风机的风量和风压, 以选择设备。

(2) 单炉配置风机时, 应考虑风量有不少于10%的富余量, 风压有不少于20%的富余量。

(3) 选择风机时, 应尽量使风机的经常工作区域在其效率最高的范围内。

(4) 选择风机时, 必须考虑到当地气压和介质温度对风机特性的修正。此外, 应注意介质温度不能超过风机规定的界限。

### 5.4.2 鼓风机选择计算

#### (1) 风量计算

$$V_g = 1.1 \alpha_1 B_1 V^0 \cdot \frac{273 + t_k}{273} \cdot \frac{101}{b} \quad (5-22)$$

式中:  $V_g$ ——鼓风机风量 ( $m^3/h$ );

1.1——风量备用系数;

$\alpha_1$ ——炉膛入口空气过剩系数;

$B_1$ ——计算燃料量 ( $kg/h$ );

$V^0$ ——理论空气量 (标 $m^3/kg$ );

$b$ ——当地大气压力 ( $kPa$ );

可根据当地海拔高度由表5-6查得。当海拔高度小于200m时,可采用101kPa (760mmHg);

$t_k$ ——进入风机的冷空气温度 ( $^{\circ}C$ )。

表5-6 海拔高度与大气压力换算

海 拔 高 度 (m)	大 气 压 力 $kPa$ (mmHg)
-600	111 (834)
00.00	101 (760)
100	100 (752)
200	99 (745)
300	98 (737)
400	96 (722)
500	95 (715)
600	94 (708)
700	93 (700)
800	93 (694)
900	92 (686)
1000	91 (679)
1500	85 (635)
2000	79 (593)
2500	74 (558)
3000	70 (528)

#### (2) 风压计算

$$H_g = 1.2 \sum \Delta h_f \cdot \frac{273 + t_k}{273 + t_g} \cdot \frac{101}{b} \cdot \frac{1.293}{\rho_k} \quad (5-23)$$

式中:  $H_g$ ——鼓风机风压 (Pa);

1.2——风压备用系数;

$\Sigma\Delta h_f$ ——送风系统总阻力 (Pa);

$t_g$ ——鼓风机铭牌上给出的气体温度 ( $^{\circ}\text{C}$ );

$\rho_k^0$ ——101kPa (760mmHg) 时空气的密度,  $\rho_k^0 = 1.293\text{kg/m}^3$ 。

#### 5.4.3 引风机选择计算

(1) 风量计算

$$V_y = 1.1B_f \Sigma V_y^0 \cdot \frac{273+t_p}{273} \cdot \frac{101}{b} \quad (5-24)$$

式中:  $V_y$ ——引风机风量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ );

1.1——风量备用系数;

$B_f$ ——计算燃料量 ( $\text{kg}/\text{h}$ );

$\Sigma V_y^0$ ——引风机前计入空气过剩系数的每公斤燃料产生的烟气总体积 (标 $\text{m}^3/\text{kg}$ );

$t_p$ ——引风机前的排烟温度 ( $^{\circ}\text{C}$ );

$b$ ——当地大气压力 (kPa)。

(2) 风压计算

$$H_y = 1.2 (\Sigma\Delta h_y - S_y) \cdot \frac{273+t_p}{273+t_y} \cdot \frac{101}{b} \cdot \frac{1.293}{\rho_y^0} \quad (5-25)$$

式中:  $H_y$ ——引风机风压 (Pa);

1.2——风压备用系数;

$\Sigma\Delta h_y$ ——引风系统总阻力 (Pa);

$S_y$ ——烟囱引力 (Pa);

$t_y$ ——引风机铭牌上给出的气压温度 ( $^{\circ}\text{C}$ );

$\rho_y^0$ ——101kPa (760mmHg) 时的烟气密度,  $\rho_y^0 = 1.34\text{kg/m}^3$ 。

#### 5.4.4 二次风机选择计算

(1) 二次风机的风量及风压, 一般可按锅炉厂提供的数据采用。

(2) 对于一般层燃炉, 二次风机风量约占总空气量的8~15%, 当燃料挥发分较大时取较高值; 燃料挥发分较小时取较低值。

(3) 二次风机风压与所要求的风嘴风速及射程有关, 一般二次风机风压约为2.45~3.92kPa (250~400mm $\text{H}_2\text{O}$ )。

### 5.5 烟气除尘及设备选择计算

#### 5.5.1 计算要求

首先应根据建厂地区对环境保护的要求, 以及锅炉采用的燃烧型式确定合理的除尘

方式，然后根据处理烟气量的大小选择除尘器规格。

### 5.5.2 计算方法及原则规定

(1) 工业锅炉（包括采暖用、生活用锅炉）烟尘排放指标应按国标《锅炉烟尘排放标准》（GB 3841-83）的规定执行，并符合表5-7的规定。

表5-7 各类区域锅炉烟尘排放标准

区 域 类 别	适 用 地 区	标 准 值	
		最大容许烟尘浓度 ( $\text{mg}/\text{标m}^3$ )	最大容许林格曼黑度 (级)
1	自然保护区、风景游览区、疗养地、 名胜古迹区、重要建筑物周围	200	1
2	市区、郊区、工业区、县以上城镇	400	1
3	其它地区	600	2

在燃料矿区的非居住区使用的锅炉，如燃用 $12560\text{kJ}/\text{kg}$  ( $3000\text{kcal}/\text{kg}$ ) 以下的燃料，则最大容许烟尘浓度可放宽至 $2000\text{mg}/\text{标m}^3$ 。

(2) 如果工厂或建厂地区对环境保护有特殊要求时，锅炉房烟尘排放浓度应满足全厂或地区环境综合评价的要求。

(3) 应根据各种具体情况选用合理的除尘方式，如选用湿式除尘时，应注意防止腐蚀并对含尘废水进行妥善处理。

(4) 除尘方式确定后，根据净化烟气量的大小选取除尘器。

## 6 运煤及除渣系统有关计算

### 6.1 计算要求

6.1.1 应计算出锅炉房小时最大耗煤量、灰渣量及最冷月昼夜耗煤量及灰渣量等数据，作为上煤除灰系统设计的依据。

6.1.2 应计算出锅炉房最冷月耗煤量、灰渣量及年耗煤量、灰渣量等数据，作为总图运输设计的依据。

6.1.3 当计算有关技术经济指标时，尚应提出锅炉房每小时正常耗煤量及灰渣量等数据。

### 6.2 耗煤量计算及原则规定

#### 6.2.1 锅炉房耗煤量计算

(1) 小时最大耗煤量

$$E_m = \frac{B}{D_H} \cdot Q_m \quad (6-1)$$

式中:  $B_m$ ——每小时最大耗煤量 (t/h);

$Q_m$ ——锅炉房最大计算热负荷 (t/h);

$B$ ——每台锅炉额定蒸发量时的耗煤量 (t/h); 按式 (3-22) 计算。

$D_H$ ——每台锅炉额定蒸发量 (t/h)。

注: 计算小时正常耗煤量时, 应将式 (6-1) 中的锅炉房最大计算热负荷以锅炉房正常热负荷代替。

#### (2) 最冷月昼夜耗煤量

$$B_1 = 24B_m \quad (6-2)$$

式中:  $B_1$ ——最冷月昼夜耗煤量 (t/昼夜)。

#### (3) 最冷月耗煤量

$$B_2 = 30B_1 \quad (6-3)$$

式中:  $B_2$ ——最冷月耗煤量 (t/月)。

#### (4) 年耗煤量

$$B_0 = A (B_{PJ} \cdot n_1 + B'_{PJ} \cdot n_2) \quad (6-4)$$

式中:  $B_0$ ——锅炉房年耗煤量 (t/年);

$B_{PJ}$ ——冬季小时正常耗煤量 (t/h);

$B'_{PJ}$ ——夏季小时正常耗煤量 (t/h);

$n_1$ ——冬季运行小时数 (h);

$n_2$ ——夏季运行小时数 (h);

$A$ ——考虑运输上、使用上不均衡及其损耗等因素的富余系数。一般取  $A = 1.1 \sim 1.2$ 。

### 6.2.2 确定运煤系统方案时应考虑以下主要技术原则:

#### (1) 煤场贮煤量的规定

a. 贮煤量应根据煤源远近、供应的均衡性和交通运输方式等因素确定。当由火车和船舶运输时, 贮量应满足 10~25 昼夜最大耗煤量; 汽车运输时, 应满足 5~10 昼夜最大耗煤量。

b. 在多雨地区, 对运输和燃烧造成困难时, 可设置一定容量的干煤棚, 其贮量依具体情况按 3~10 昼夜的最大耗煤量来确定。

#### (2) 运煤系统选择的原则

a. 锅炉房每小时运煤量小于 1 吨时, 宜采用人工装卸和手推车运煤。

b. 锅炉房每小时运煤量为 1~6 吨时, 宜采用间歇设备装卸和间歇或连续机械化设备运煤。

c. 锅炉房每小时运煤量大于 6 吨时, 宜采用间歇或连续机械化设备装卸和运煤。

#### (3) 工作班制

锅炉房运煤系统宜采用两班工作制, 炉前煤斗的贮量按 10~12 小时的锅炉额定耗煤

量考虑。

### 6.3 灰渣量计算及原则规定

#### 6.3.1 锅炉房灰渣量计算

(1) 每吨煤产生的灰渣量

$$A_t = \frac{A^y}{100} + \frac{Q_{d_w}^y \cdot q_4}{33913 \times 100} \quad (6-5)$$

式中： $A_t$ ——每吨煤产生的灰渣量 (t/t)；

$A^y$ ——煤的应用基灰分 (%)；

$q_4$ ——机械未完全燃烧损失 (%)；

$Q_{d_w}^y$ ——煤的应用基低位发热量 (kJ/kg)。

(2) 小时最大灰渣量

$$A_m = B_m \cdot A_t \quad (6-6)$$

式中： $A_m$ ——每小时最大灰渣量 (t/h)；

$B_m$ ——每小时最大耗煤量 (t/h)。

注：计算小时正常灰渣量时，应将式(6-6)中的每小时最大耗煤量以每小时正常耗煤量代替。

(3) 最冷月昼夜灰渣量

$$A_1 = B_1 \cdot A_t \quad (6-7)$$

式中： $A_1$ ——最冷月昼夜灰渣量 (t/昼夜)；

$B_1$ ——最冷月昼夜耗煤量 (t/昼夜)。

(4) 最冷月灰渣量

$$A_2 = B_2 \cdot A_t \quad (6-8)$$

式中： $A_2$ ——最冷月灰渣量 (t/月)；

$B_2$ ——最冷月耗煤量 (t/月)。

(5) 年灰渣量

$$A_0 = B_0 \cdot A_t \quad (6-9)$$

式中： $A_0$ ——年灰渣量 (t/年)；

$B_0$ ——年耗煤量 (t/年)。

#### 6.3.2 确定除灰渣系统方案时应考虑以下主要技术原则：

(1) 除灰渣系统选择的原则

- 锅炉房每小时最大灰渣量为1吨及以上时，宜采用机械除灰渣或低压水力除灰渣；
- 锅炉房每小时最大灰渣量小于1吨时，应根据具体情况采用适当的机械或简易机

械除灰渣；

c. 小型人工加煤的锅炉，一般可采用人工手推车除灰渣。

(2) 灰渣场贮量的规定

a. 露天转运灰渣场的贮量，一般为3~5昼夜锅炉房最大排渣量；

b. 采用集中灰渣斗时，一般不设置灰渣场。灰渣斗的总贮量宜为1~2昼夜的锅炉房最大排渣量；

c. 采用水力除渣时，灰渣池设计的有效容积，宜按1~2昼夜锅炉房最大排渣量计算。

## 6.4 低压水力除灰（渣）系统计算

### 6.4.1 计算要求

低压水力除灰（渣）系统的计算包括以下内容：

- (1) 灰渣量及其分配计算；
- (2) 排渣槽运行方式的计算；
- (3) 冲灰器运行方式的计算；
- (4) 冲渣耗水量计算；
- (5) 冲灰耗水量计算；
- (6) 灰渣沟的计算；
- (7) 灰渣池尺寸的确定。

### 6.4.2 灰渣量及其分配计算

(1) 每台锅炉额定负荷时的灰渣量

$$G_{hz} = BA_t \quad (6-10)$$

式中： $G_{hz}$ ——每台锅炉额定负荷时的灰渣量（t/h）；

$B$ ——每台锅炉额定负荷时的耗煤量（t/h），按式（3-22）计算；

$A_t$ ——每吨煤产生的灰渣量（t/t）；按式（6-5）计算。

(2) 灰渣量的分配计算

$$\text{渣量:} \quad G_z = \varphi_z G_{hz} \quad (6-11)$$

$$\text{灰量:} \quad G_h = \varphi_h \cdot G_{hz} \cdot \eta_{ch} \quad (6-12)$$

式中： $G_z$ ——每台锅炉排出的渣量（t/h）；

$G_h$ ——每台锅炉除尘器排出的灰量（t/h）；

$\varphi_z$ 、 $\varphi_h$ ——锅炉排出的渣与灰占总灰渣量的比例（%），可按表6-1选用。

$\eta_{ch}$ ——除尘器效率（%），应按厂家提供的资料采用。未取得资料时，可按表6-2选用。

表6-1

锅炉排出灰、渣比例表

锅 炉 型 式	$\varphi_z$ (%)	$\varphi_h$ (%)
层燃式炉排炉	80~85	20~15
播散式炉排炉	60~80	40~20
固态煤粉炉	10~20	90~80
液态煤粉炉	40	60
旋风炉 立式	55~60	45~40
卧式	70~85	30~15

表6-2

除尘器效率选用表

除 尘 器 型 式	$\eta_{ch}$ (%)
多管式除尘器	75
高效旋风式除尘器	85
洗涤水膜式除尘器	90
文丘里水膜除尘器	93~95
电除尘器	98
布袋除尘器	99

### 6.4.3 排渣槽运行方式的计算

(1) 每台锅炉排入每个渣槽的渣量

$$G_z^0 = \frac{G_z}{\alpha_z} \quad (6-13)$$

式中： $G_z^0$ ——每台锅炉排入每个渣槽的渣量 (t/h)；

$G_z$ ——每台锅炉排出的渣量 (t/h)；

$\alpha_z$ ——每台锅炉的排渣槽数 (个)，由锅炉产品资料提供。

(2) 排渣周期

$$T_z \leq \frac{\phi_z V_{pz} \rho_z^d}{G_z^0} \quad (6-14)$$

式中:  $\phi_z$ ——排渣槽的充满系数, 一般取0.8;

$V_{pz}$ ——排渣槽的有效容积 ( $m^3/\text{个}$ ), 按锅炉产品资料确定;

$\rho_z^d$ ——渣的堆积密度 ( $t/m^3$ ), 可取0.85~1;

$T_z$ ——排渣周期 (h), 一般选用2、4、8小时。

(3) 排渣冲洗时间

$$t_1^z = \frac{G_z^0 T_z}{G_{pz}} \quad (6-15)$$

式中:  $t_1^z$ ——排渣冲洗时间 (h);

$G_{pz}$ ——排渣槽出力 ( $t/h$ ), 与冲洗喷嘴的直径及水压有关。当水压为0.8~1.2MPa时, 每吨渣约需 $2m^3$ 水, 可按此比例确定排渣槽出力。

(4) 同时冲洗排渣槽数目

$$M_z > \frac{N_z (t_1^z + t_2^z)}{T_z} \quad (6-16)$$

式中:  $N_z$ ——全部排渣槽数 (个), 按锅炉台数确定;

$t_2^z$ ——辅助操作时间。指一个排渣槽冲到另一个排渣槽开始之间所需要的走路及操作阀门等时间, 一般取0.08小时;

$M_z$ ——同时冲洗排渣槽数 (个)。

(5) 一个周期内连续进行冲洗的排渣槽组数

$$n_z = \frac{N_z}{M_z} \quad (\text{组}) \quad (6-17)$$

(6) 冲洗全部排渣槽需要的时间

$$\Sigma t^z = n_z (t_1^z + t_2^z) + t_3^z \quad (\text{h}) \quad (6-18)$$

式中:  $t_3^z$ ——富裕时间 (h), 一般应不小于1小时。

要求全部冲洗时间不得大于排渣周期。

(7) 单位时间内实际排入排渣设备的渣量

$$g_z = M_z \cdot G_{pz} \quad (t/h) \quad (6-19)$$

#### 6.4.4 冲灰器运行方式的计算

(1) 每台锅炉排入每个灰斗的灰量

$$G_b^0 = \frac{G_b}{a_b} \quad (6-20)$$

式中:  $G_b^0$ ——每台锅炉排入每个灰斗的灰量 ( $t/h$ );

$G_b$ ——每台锅炉排出的灰量 ( $t/h$ );

$a_h$ ——每台锅炉的灰斗数(个)，由锅炉产品资料提供。

(2) 冲灰周期

$$T_h \leq \frac{\phi_h V_{hd} \rho_d^d}{G_{ch}} \quad (6-21)$$

式中： $\phi_h$ ——灰斗充满系数，一般为0.9；

$V_{hd}$ ——灰斗的有效容积( $m^3$ /个)，一般按灰斗计算存灰容积的80%考虑；

$\rho_d^d$ ——灰的堆积密度( $t/m^3$ )，可取0.6~0.7/ $m^3$ ；

$T_h$ ——冲灰周期(h)。

(3) 除灰冲洗时间

$$t_1^h = \frac{G_{ch}^d T_h}{G_{ch}} \quad (6-22)$$

式中： $t_1^h$ ——冲洗时间(h)；

$G_{ch}$ ——冲灰器的出力( $t/h$ )，与冲灰喷嘴的直径及水压有关。当水压为0.5~0.6MPa时，每吨灰约需4 $m^3$ 水，可按此比例确定冲灰器出力。

(4) 同时冲洗冲灰器个数

$$M_h > \frac{N_h (t_1^h + t_2^h)}{T_h} \quad (6-23)$$

式中： $N_h$ ——全部冲灰器数目(个)，按锅炉台数确定。

$t_2^h$ ——辅助操作时间(h)，一般取0.08小时；

$M_h$ ——同时冲洗冲灰器的个数(个)。

(5) 一个周期内连续进行冲洗的冲灰器的组数

$$n_h = \frac{N_h}{M_h} \quad (\text{组}) \quad (6-24)$$

(6) 冲洗全部冲灰器需要的时间

$$\Sigma t^h = n_h (t_1^h + t_2^h) + t_3^h \quad (\text{h}) \quad (6-25)$$

式中： $t_3^h$ ——富裕时间(h)，一般不应小于1小时。

要求全部冲洗时间不得大于冲灰周期。

(7) 单位时间内实际排入排灰设备的灰量

$$E_h = M_h G_{ch} \quad (\text{t/h}) \quad (6-26)$$

### 6.4.5 冲渣耗水量计算

冲渣水量包括排渣槽的熄火喷嘴、冲渣喷嘴和渣沟内激流喷嘴三部分的排水量。

#### (1) 熄火喷嘴的耗水量

$$Q_x = n m f \rho \sqrt{200g H_x} \times 3600 \quad (6-27)$$

式中： $Q_x$ ——熄火喷嘴的耗水量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )；

$n$ ——淋水头数 (个)，由锅炉产品资料提供；

$m$ ——淋水头上开孔数 (个)，由锅炉产品资料提供；

$f$ ——每个孔的截面积 ( $\text{m}^2$ )；

$\rho$ ——流量系数，采用0.65；

$H_x$ ——熄火水压，一般采用0.15~0.2MPa (15~20 $\text{mH}_2\text{O}$ )；

$g$ ——重力加速度，9.8 $\text{m/s}^2$ 。

#### (2) 冲渣 (激流) 喷嘴的耗水量

$$Q_{cz} (Q_j) = \rho f \sqrt{200g H_{cz}} \times 3600 \quad (6-28)$$

式中： $Q_{cz} (Q_j)$ ——冲渣 (激流) 喷嘴的耗水量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )；

$\rho$ ——流量系数，按表6-3选用；

$f$ ——喷嘴最小截面积 ( $\text{m}^2$ )；

$H_{cz}$ ——冲洗水压头，一般取0.3~0.8MPa (30~80 $\text{mH}_2\text{O}$ )；

$g$ ——重力加速度，9.8 $\text{m/s}^2$ 。

表6-3 流量系数  $\rho$  值

喷嘴直径 (mm)	8	10~16	18	20~22
流量系数 $\rho$	0.7	0.75	0.8	0.85

对于激流喷嘴，直径一般取10、12、14mm。冲渣喷嘴根据排渣槽出力选定。

#### (3) 排入排渣设备全部冲渣水量

$$Q_{cx}^{\Sigma} = (1-b)n_1 Q_x + M_z Q_{cz} + \Sigma Q_j \quad (6-29)$$

式中： $Q_{cx}^{\Sigma}$ ——全部冲渣水量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )；

$b$ ——熄火水蒸发系数，可取0.15~0.2；

$n_1$ ——运行锅炉台数 (台)；

$\Sigma Q_j$ ——冲渣系统中运行的激流喷嘴的总耗水量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ )。

#### 6.4.6 冲灰耗水量计算

冲灰水量包括冲灰器的排水量和灰沟中运行的激流喷嘴的排水量。当采用水膜除尘器时，还应将其排水量计入。

##### (1) 水膜除尘器的排水量

$$Q_{em} = (1-b) Q'_{em} \quad (6-30)$$

式中： $Q_{em}$ ——水膜除尘器的排水量 ( $m^3/h$ )；

$b$ ——蒸发系数，可取0.15~0.20；

$Q'_{em}$ ——水膜除尘器本体的耗水量 ( $m^3/h$ )，由产品技术资料提供。

##### (2) 排入排灰设备全部冲灰水量

$$Q_{ex}^h = M_h Q_{eh} + M_h Q_{em} + \Sigma Q_j \quad (6-31)$$

式中： $Q_{ex}^h$ ——全部冲灰水量 ( $m^3/h$ )；

$M_h$ ——除尘器、冲灰器同时运行的个数；

$Q_{eh}$ ——冲灰器的耗水量 ( $m^3/h$ )。对箱式冲灰器，其耗水量按灰水比1:4来确定。按此比例和供水水压选择冲灰器中的喷嘴直径，再依式(6-28)求得水量；

$\Sigma Q_j$ ——冲灰系统中运行激流喷嘴的总耗水量 ( $m^3/h$ )，计算方法与冲渣系统激流喷嘴相同。

#### 6.4.7 灰(渣)沟的计算

##### (1) 灰(渣)沟的选择

灰(渣)沟的选择可根据灰(渣)水混合物流量及灰(渣)沟坡度而选定。

##### a. 灰(渣)沟坡度的选择

灰沟为1~1.5%；渣沟为2~2.5%。

##### b. 渣沟中混合物流量的计算

$$Q_{zs} = \frac{G_s}{\rho_s} + Q_{cx}^s \quad (6-32)$$

式中： $Q_{zs}$ ——渣沟中混合物的流量 ( $m^3/h$ )；

$\rho_s$ ——渣的真实密度 ( $t/m^3$ )，可取2.2~2.4  $t/m^3$ 。

##### c. 灰沟中混合物的流量

$$Q_{hs} = \frac{G_h}{\rho_h} + Q_{cx}^h \quad (6-33)$$

式中： $Q_{hs}$ ——灰沟中混合物的流量 ( $m^3/h$ )；

$\rho_h$ ——灰的真实密度 ( $t/m^3$ )，可取2.0~2.2  $t/m^3$ 。

##### d. 灰渣总沟中混合物的流量

$$Q_{hsz} = Q_{zs} + Q_{hs} + \Sigma Q_j \quad (6-34)$$

式中:  $Q_{h-z}$ ——灰渣总沟中混合物的流量 ( $m^3/h$ );

$\Sigma Q_j$ ——灰渣总沟中激流喷嘴总耗水量 ( $m^3/h$ ), 计算方法同前。

e. 校核水灰(渣)比值

当计算灰(渣)沟中混合物流量时, 应使排灰(渣)沟出口的水灰(渣)比值满足下列数值的要求, 若水量不足, 可增加激流喷嘴的个数或增大直径来满足。

水灰混合物比值  $7 \sim 10 m^3 (H_2O) / t (灰)$ ;

水渣混合物比值  $15 \sim 20 m^3 (H_2O) / t (渣)$ ;

水灰渣混合物比值  $10 \sim 15 m^3 (H_2O) / t (灰渣)$ 。

f. 灰(渣)沟中混合物流速的选择

输送细灰时不小于  $1.2 m/s$ ;

灰渣混输时不小于  $1.6 m/s$ ;

输送固状渣时不小于  $1.8 m/s$ ;

输送液态渣时不小于  $2.2 m/s$ 。

(2) 灰(渣)沟自流条件核算

a. 流体(混合物)面宽度  $a$

$$a = 2\sqrt{R_0^2 - (R_0 - H)^2} \quad (m) \quad (6-35)$$

式中:  $R_0$ ——灰(渣)沟镶板半径 ( $m$ );

$H$ ——流体(混合物)深度 ( $m$ ), 一般取  $H = (0.65 \sim 0.75) R_0$ 。

b.  $R_0$ 与流体面间所形成的圆心角  $\phi$ 。

$$\phi_0 = 2\cos^{-1} \left( \frac{R_0 - H}{R_0} \right) \quad (6-36)$$

c. 润湿周长  $L$

$$L = \frac{\pi R_0 \phi_0}{180} \quad (m) \quad (6-37)$$

d. 流体(混合物)断面积  $F$

$$F = \frac{R_0(L - a) + aH}{2} \quad (m^2) \quad (6-38)$$

e. 水力半径  $R$

$$R = \frac{F}{L} \quad (m) \quad (6-39)$$

f. 流体(混合物)在灰(渣)沟中的流速  $V_g$

$$V_g = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} i^{\frac{1}{2}} \quad (m/s) \quad (6-40)$$

式中:  $n$ ——灰(渣)沟镶板的粗糙系数,玄武岩取0.01,铸铁取0.013;  
 $i$ ——灰(渣)沟坡度。

在自流情况下,核算结果 $V_g$ 不应小于前述混合物流速选择时所规定的数值。

$g$ 。在半径为 $R_0$ 的灰(渣)沟中混合物的流量 $Q'_{hrs}$ 。

$$Q'_{hrs} = 3600FV_g \quad (\text{m}^3/\text{h}) \quad (6-41)$$

核算结果 $Q'_{hrs}$ 值应接近实际混合物流量。即:  $Q'_{hrs} \approx Q_{hrs}$

#### 6.4.8 灰渣池尺寸的确定

(1) 灰渣池一般采用长方形结构,且分隔成三格,即沉渣池、过滤池、清水池。

(2) 沉渣池的容积可按存放1~2昼夜锅炉房最大排渣量计算;其堆满系数一般取0.5~0.7,灰渣层上面的水封层一般取300~500mm。

(3) 沉渣池的长度应根据灰渣的颗粒分析值及沉降速度等因素确定,对于层燃炉一般取5~6m;对于煤粉炉一般不小于12~15m。

(4) 沉渣池的宽度应根据抓斗吊车类型或跨度选定,不应妨碍抓灰设备的运行工作,一般不小于3m。

(5) 过滤池和清水池的尺寸,应按能满足清灰工作方便的原则及布置上的合理性来确定。

(6) 对于煤粉炉,考虑细灰沉淀较困难,所以应设两个沉灰池,一个运行,一个抓灰,轮换使用。

## 7 重油供应系统及设备选择计算

### 7.1 耗油量及贮油量计算

#### 7.1.1 计算要求

(1) 应计算出锅炉房小时最大耗油量和小时正常耗油量,前者供选择油系统设备用,后者供计算有关技术经济指标用。

(2) 应计算出锅炉房最冷月耗油量及年耗油量等数据,作为总图运输设计的依据。

(3) 当锅炉房设置专用的油库时,应计算出所需油库的容量,并确定单台贮油罐的容积及台数。

#### 7.1.2 锅炉房耗油量计算

锅炉房耗油量的计算与耗煤量的计算方法相同,可按本规定6.2.1'进行计算。

#### 7.1.3 油库容量、油罐容积及台数的确定

(1) 油库容量计算

$$V = N \cdot \frac{B_m \cdot 24}{\rho} \quad (7-1)$$

式中：V——油库需要的总容量（m<sup>3</sup>）；

B<sub>m</sub>——锅炉房小时最大耗油量（t/h）；

ρ——燃料油的密度（t/m<sup>3</sup>）；

N——贮存时间（d）。

按油的运输方式和供油周期确定，一般应符合下列要求：

- 铁路或油驳运输时，按20~30昼夜的锅炉房最大耗油量考虑；
- 汽车油槽车运输时，按5~10昼夜的锅炉房最大耗油量考虑；
- 油管输送时，按3~5昼夜的锅炉房最大耗油量考虑。

#### (2) 油罐容积确定

当用铁路油罐车运油时，单个贮油罐的有效容积，应尽可能为单个铁路油罐车容量的整倍数。目前国内使用的铁路粘油专用罐车的容积多为50m<sup>3</sup>和60m<sup>3</sup>两种，故单个贮油罐的容量应为50或60m<sup>3</sup>的整倍数为宜。

#### (3) 油罐台数确定

$$n = \frac{V}{U} \quad (7-2)$$

式中：n——贮油罐的数量（个）；

V——油库的计算容量（m<sup>3</sup>）；

U——单个贮油罐的计算容量（m<sup>3</sup>/个）；

锅炉房贮油罐的数量一般采用2~3个，但不应少于2个。

(4) 当油库距锅炉房较远时（超过1000米），可考虑在锅炉房附近设置中间油罐，其贮油量不少于一昼夜的最大耗油量。

## 7.2 重油在油罐中的加热计算

### 7.2.1 计算要求

- 计算油罐中加热重油所需要的热量；
- 计算油罐内重油加热器所需要的传热面积；
- 计算加热器的蒸汽消耗量。

### 7.2.2 加热重油所需热量计算

重油在油罐中加热所需的热量，包括油品升温所需热量及散热损失的热量两部分。

#### (1) 油品升温所需热量计算

$$Q_1 = \frac{278\rho_y V [C_y (t_2 - t_1) + aB]}{\tau} \quad (7-3)$$

式中：Q<sub>1</sub>——油品升温所需热量（W）；

- $\rho_y$ ——油品在平均温度  $\frac{1}{2}(t_1 + t_2)$  时的密度 ( $t/m^3$ ) ;  
 $V$ ——油罐内最大装油容积 ( $m^3$ ) ;  
 $C_y$ ——油品在平均温度  $\frac{1}{2}(t_1 + t_2)$  时的比热容 ( $kJ/kg \cdot ^\circ C$ ) ;  
 $t_1$ ——油品加热初温 ( $^\circ C$ ) 。

贮油罐中油品的加热初温, 应根据加热目的来确定:

a. 当罐内油品升温沉淀脱水时, 如油品由铁路油罐车直接卸入贮油罐时,  $t_1$  可取油罐车的卸油温度; 如由管道直接输入贮油罐时,  $t_1$  可取管道中的输油温度。

b. 当罐内油品自液态贮存状态加热到油泵输送温度时,  $t_1$  最低应为油品凝固点以上  $5 \sim 10^\circ C$ 。

$t_2$ ——油品加热终温 ( $^\circ C$ ) 。

重油的加热终温应根据不同的工艺过程所要求的粘度确定:

a. 用泵输油时, 重油的粘度取决于泵的类型、吸上真空度及输出管道合理的压力降。各种泵所要求的粘度应按产品说明确定。

b. 重油在贮油罐中沉淀脱水时, 所要求的最适宜的粘度为  $1 cm^2/s$ 。

c.  $t_2$  应比当地大气压力下水的沸点低  $5^\circ C$ , 比油的闪点低  $10^\circ C$ 。取两者中的较低值, 对钢油罐一般不应超过  $90^\circ C$ , 对钢筋混凝土油罐最高不超过  $80^\circ C$ , 对砖砌油罐最高不超过  $60^\circ C$ 。

d.  $t_2$  应考虑热回油对油罐内升温的影响。

$\tau$ ——加热升温时间 (h) 。

a. 重油在油罐中的加热升温时间, 与加热终温和初温的温度差、油罐容积以及油罐的操作周期有关, 可参量表 7-1 选用, 选用时应以油罐的操作周期为首要条件。

b. 在正常情况下, 贮油罐的操作周期一般都大于 150 小时, 为了不使罐内加热器过于庞大。一般宜取升温时间  $\tau \geq 48$  小时, 对贮量较小的中间油罐可按具体情况考虑。

表 7-1 油 品 升 温 时 间 ( $\tau$ )

序 号	应 用 条 件	升 温 时 间 $\tau$ (h)
1	① $t_2 - t_1 < 25^\circ C$ ② 油罐容积 $\leq 1000 m^3$ ③ 操作周期 $> 60$ 小时	$\geq 24$
2	① $t_2 - t_1 < 25 \sim 30^\circ C$ ② 油罐容积 = $2000 \sim 3000 m^3$ ③ 操作周期 $> 160$ 小时	$\geq 36$
3	① $t_2 - t_1 > 25^\circ C$ ② 油罐容积 $> 5000 m^3$ ③ 操作周期 $> 150$ 小时	$\geq 48$

a——重油中石蜡的含量(%)，当不能取得a的原始资料时，计算中可近似取a = 5%；

B——石蜡的溶解潜热(kJ/kg)，当加热油罐中的重油时，取B = 0。

## (2) 散热损失的热量计算

$$Q_2 = q_D + q_B + q_{D1} \quad (7-4)$$

式中： $Q_2$ ——油罐散热损失的热量(W)；

$q_D$ ——经罐顶散失的热量(W)；

$q_B$ ——经罐壁散失的热量(W)；

$q_{D1}$ ——经罐底散失的热量(W)；

### a. $q_D$ 的计算

$$q_D = K_D F_D (t_y - t_0) \quad (7-5)$$

式中： $K_D$ ——油品经罐顶向空气的传热系数(W/m<sup>2</sup>·°C)， $K_D$ 可按表7-2选取；

$F_D$ ——罐顶的表面积(m<sup>2</sup>)，对于卧式油罐，取 $F_D = 0$ ；

$t_y$ ——油品的平均温度(°C)，在贮油罐中加热重油时，取 $t_y = \frac{1}{2}(t_1 + t_2)$  °C；

$t_0$ ——周围介质的温度(°C)，对于地上式油罐， $t_0$ 取当地最冷月份平均气温°C。对于地下式或半地下式油罐， $t_0$ 取油罐埋入地区土壤的平均温度(可按最冷月份的平均气温选取)。

### b. $q_B$ 的计算

$$q_B = K_B F_B (t_y - t_0) \quad (7-6)$$

式中： $K_B$ ——油品经罐壁向空气的传热系数(W/m<sup>2</sup>·°C)， $K_B$ 可按表7-2选取；

$F_B$ ——罐壁的表面积(m<sup>2</sup>)。对于卧式油罐， $F_B$ 按罐体的全部表面积计算。

### c. $q_{D1}$ 的计算

$$q_{D1} = K_{D1} F_{D1} (t_y - t_0) \quad (7-7)$$

式中： $K_{D1}$ ——油品经罐底向土壤的传热系数(W/m<sup>2</sup>·°C)， $K_{D1}$ 可按表7-2选取。

$F_{D1}$ ——罐底的面积(m<sup>2</sup>)，对于卧式油罐，取 $F_{D1} = 0$ 。

表7-2

传热系数选用

传热 系数	选 用 条 件		数 据
			$W/m^2 \cdot ^\circ C$ ( $kcal/m^2 \cdot h \cdot ^\circ C$ )
$K_D$	地上金属油罐	无保温层	2,326 (2)
	地下非金属油罐	罐顶覆土	1.163 (1)
$K_A$	地上金属油罐	无保温层	4,652~8,141 (4~7)
	铁路油罐车	有保温层	2,326~3,489 (2~3)
	地下非金属油罐	埋 地	0.233 (0.2)
$K_{D1}$	地上金属油罐	无特殊保温层	0.349 (0.3)
	地下非金属油罐	无特殊保温层	0.116~0.14 (0.1~0.12)

注：① 对于地上金属油罐有保温层时，可取 $K_D=1.163W/m^2 \cdot ^\circ C$  ( $1kcal/m^2 \cdot h \cdot ^\circ C$ )。

② 当无保温层的地上金属油罐安装在室内时，表中 $K_A$ 取较低值；安装在室外时，取较高值，铁路油罐车取较高值。

### (3) 总热量计算

$$Q = Q_1 + Q_2 \quad (7-8)$$

式中：Q——重油在油罐中加热所需要的总热量 (W)；

$Q_1$ ——油品升温所需热量 (W)；

$Q_2$ ——散热损失的热量 (W)。

#### 7.2.3 油罐内重油加热器传热面积的计算

$$F = \frac{1.25Q\varphi}{K_Q(t_b - t_y)} \quad (7-9)$$

式中：F——加热器的传热面积 ( $m^2$ )；

Q——加热重油所需总热量 (W)；

$\varphi$ ——蒸汽凝结水的过冷系数，可由表7-3选取。

表7-3

蒸汽凝结水的过冷系数 $\varphi$ 值

重油加热 终温 $t_2$ (°C)	蒸 汽 压 力 (表) (MPa)				
	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
	$\varphi$				
40	1.02	1.05	1.06	1.08	1.09
50	1.03	1.05	1.07	1.09	1.10
60	1.03	1.06	1.08	1.10	1.11
70	1.04	1.06	1.08	1.10	1.12
80	1.05	1.07	1.09	1.11	1.13
90	1.06	1.08	1.10	1.12	1.13

$t_b$ ——蒸汽饱和温度 (°C) ;

$t_y$ ——油品的平均温度 (°C) ;

$K_Q$ ——加热器内蒸汽向油品的总传热系数 ( $W/m^2 \cdot ^\circ C$ )

$$K_Q = \frac{1}{\frac{1}{\alpha} + R} \quad (7-10)$$

式中:  $R$ ——影响传热效果的补充热阻 ( $m^2 \cdot ^\circ C/W$ ) , 可按表7-4选取, 一般可取  $R = 0.0017$ 。

表7-4

补充热阻  $R$  值

序 号	应 用 条 件	$R$ $m^2 \cdot ^\circ C/W$ ( $m^2 \cdot h \cdot ^\circ C/kcal$ )
1	(1) 油品洁净, 且不易在加热管上结垢 (2) 加热器管较新, 无锈 (3) 0.6MPa (绝压) 以上的蒸汽	0.0009 (0.001)
2	(1) 油品不大洁净, 温度较高, 易结垢 (2) 加热器管较旧 (3) 0.3~0.6MPa (绝压) 的蒸汽	0.0017 (0.002)
3	(1) 油品不洁净, 易结垢 (2) 加热管较旧 (3) 0.3MPa (绝压) 以下的蒸汽	0.0026 (0.003)

$\alpha$ ——从加热器外壁到油品的放热系数 ( $W/m^2 \cdot ^\circ C$ )

$$\text{当 } \frac{d^3 (t_b - t_y)}{\nu} \geq 0.03 \text{ 时}$$

$$\alpha = 1.63A_1 \sqrt[3]{\frac{t_b - t_y}{\nu}} \quad (7-11)$$

$$\text{当 } \frac{d^3 (t_b - t_y)}{\nu} < 0.03 \text{ 时}$$

$$\alpha = 1.163A_2 \sqrt[4]{\frac{t_b - t_y}{d\nu}} \quad (7-12)$$

式中:  $t_b$ ——蒸汽饱和温度 ( $^\circ C$ );

$t_y$ ——油品平均温度 ( $^\circ C$ );

$d$ ——加热器管子的外径 (m);

$\nu$ ——在油品平均温度和蒸汽饱和温度的算术平均温度  $\frac{1}{2}(t_y + t_b)$  下油品的运动粘度 ( $cm^2/s$ );

$A_1$ 、 $A_2$ ——系数,可按表7-5选取。

表7-5

系数  $A_1$ 、 $A_2$

油品密度 $\rho_{20}$ ( $t/m^3$ )	$A_1$	$A_2$	油品密度 $\rho_{20}$ ( $t/m^3$ )	$A_1$	$A_2$
0.885	15.7	11.2	0.945	14.3	10.3
0.890	15.6	11.2	0.950	14.2	10.3
0.895	15.4	11.1	0.955	14.0	10.2
0.900	15.3	11.0	0.960	13.9	10.1
0.905	15.2	10.9	0.965	13.8	10.0
0.910	15.1	10.9	0.970	13.7	10.0
0.915	15.0	10.8	0.975	13.6	9.9
0.920	14.8	10.7	0.980	13.5	9.8
0.925	14.7	10.6	0.985	13.4	9.7
0.930	14.6	10.6	0.990	13.2	9.7
0.935	14.5	10.5	0.995	13.1	9.6
0.940	14.4	10.4	1.000	13.0	9.5

如进行估算时，加热器内蒸汽向油品的总传热系数可取经验数值  $Kq = 58.15 \sim 81.4 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$  ( $50 \sim 70 \text{ kcal/m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$ )。

加热器传热面积算出后，可按下式计算加热器管子的总长度：

$$L = \frac{F}{\pi d} \quad (7-13)$$

式中：L——加热器管子的总长度 (m)；

F——加热器的传热面积 ( $\text{m}^2$ )；

d——加热器管子外径 (m)。

#### 7.2.4 加热器蒸汽消耗量计算

##### (1) 加热用蒸汽参数的选择

a. 加热重油时，一般可使用  $0.8 \sim 1.3 \text{ MPa}$  或  $0.5 \sim 0.6 \text{ MPa}$  的饱和蒸汽。

b. 加热原油时，仅可使用  $0.5 \sim 0.6 \text{ MPa}$  的饱和蒸汽。

##### (2) 蒸汽消耗量计算

$$G = \frac{3.6Q}{i'' - i'} \quad (7-14)$$

式中：G——蒸汽消耗量 (kg/h)；

Q——重油加热所需要的总热量 (W)；

$i''$ ——加热器入口蒸汽热焓 (kJ/kg)；

$i'$ ——蒸汽凝结水热焓 (kJ/kg)。

### 7.3 供油系统主要设备选择计算

#### 7.3.1 计算要求

(1) 供油泵的选择计算：确定油泵的型式、台数及总容量；计算单台油泵的流量和全压。

(2) 燃油加热器选择计算：计算加热器的热负荷、换热面积、蒸汽消耗量及阻力等。

(3) 燃油过滤器选择计算：主要确定过滤器的型式及滤网规格，并计算所需过滤网面积等。

#### 7.3.2 供油泵的选择计算

##### (1) 油泵的类型、台数及总容量确定

a. 油泵型式的选择，主要取决于油品性质和供油参数，锅炉房内一般常采用螺杆泵或齿轮泵作为供油泵。

b. 供油泵应设置备用泵，集中设置的供油泵一般不应少于两台。当锅炉房耗油量较大时，应根据热负荷变化时油泵使用的灵活性和动力消耗的经济合理性来确定泵的台数。

c. 供油系统中，当任何一台供油泵停止运行时，其余供油泵的总容量不应小于锅炉房最大耗油量及其回油量之和。

## (2) 油系的流量及全压计算

### a. 流量计算

$$Q = \frac{B_m + b}{n \cdot \rho} \quad (7-15)$$

式中:  $Q$ ——选用单台油泵的流量 ( $\text{m}^3/\text{h}$ );  
 $B_m$ ——锅炉房小时最大耗油量 ( $\text{t}/\text{h}$ );  
 $b$ ——锅炉房小时最大回油量 ( $\text{t}/\text{h}$ );  
 $n$ ——运行油泵的台数 (台);  
 $\rho$ ——输送温度下的油品密度 ( $\text{t}/\text{m}^3$ )。

### b. 全压计算

$$H = P_2 - P_1 + h_2 - h_1 + \Delta h_1 + \Delta h_2 \quad (7-16)$$

式中:  $H$ ——油泵的全压 (MPa);

$P_1$ ——吸入罐内液面上的压力 (MPa)。当吸入罐内为自由大气压时,

$$P_1 = 0;$$

$P_2$ ——锅炉燃油喷嘴要求的油压 (MPa), 根据喷嘴型式, 由产品技术资料选定;

$h_1$ ——吸入几何高度(罐内最低吸取油位与泵中心轴线的垂直距离)形成的油柱压力 (MPa), 当最低吸取油位与泵中心轴线在同一水平面时,  $h_1 = 0$ ; 当最低吸取油位低于泵中心轴线时,  $h_1$ 为负值; 当最低吸取油位高于泵中心轴线时,  $h_1$ 为正值;

$h_2$ ——排出几何高度(最高排出油位与泵中心轴线的垂直距离)形成的油柱压力 (MPa)。当最高排出油位高于泵中心轴线时,  $h_2$ 为正值; 当最高排出油位低于泵中心轴线时,  $h_2$ 为负值;

$\Delta h_1$ ——吸入管道的总阻力 (MPa);

$\Delta h_2$ ——排出管道的总阻力 (MPa);

考虑到各种不利因素的影响, 由上述公式计算所求得的全压, 在选泵时尚应加大10~20%的富裕量。

### 7.3.3 燃油加热器的选择计算

#### (1) 加热器型式、台数和总容量确定

a. 一般常用的燃油加热器有列管式和套管式两种。套管式加热器由于结构简单、制造容易、清扫方便, 所以在锅炉房中应用较多。

b. 对常年连续运行的锅炉房, 应设置备用油加热器。集中设置的油加热器一般不应少于两台, 当耗油量较大时, 应考虑使用的灵活性合理确定。

c. 运行加热器的总容量, 不应小于锅炉房最大耗油量及其系统热回油量之和, 并应留有适当的富裕量。

#### (2) 燃油加热温度的确定

燃油加热温度必须根据所用油品的特性及锅炉喷嘴良好雾化所要求的粘度来确定。一般可参照表7-6选用。

表7-6 重油加热温度一览表

燃油喷嘴 型式	重油雾化粘度 cm <sup>2</sup> /s	重油(100#~200#) 加热温度(°C)
机械雾化喷嘴	19.83×10 <sup>-2</sup> ~27.66×10 <sup>-2</sup> (3~4°E)	115~150
蒸汽雾化喷嘴	~42.81×10 <sup>-2</sup> (6°E)	100~115
低压空气雾化喷嘴	~35.29×10 <sup>-2</sup> (5°E)	105~120

(3) 加热器的热负荷计算

$$Q = 0.278V\rho C_p (t_y'' - t_y') \quad (7-17)$$

式中:  $Q$ ——加热器的热负荷(即油品加热所需热量)(W);  
 $V$ ——通过加热器油品的容积流量(m<sup>3</sup>/h);  
 $\rho$ ——油品的密度(kg/m<sup>3</sup>);  
 $C_p$ ——油品的平均比热(kJ/kg·°C),可按油的平均温度 $\frac{1}{2}(t_y' + t_y'')$ 查得;  
 $t_y'$ ——油品加热初温(°C);  
 $t_y''$ ——油品加热终温(°C),根据锅炉油喷嘴所要求的粘度确定。

(4) 加热器总换热面积的计算

$$F_x = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_p} \quad (7-18)$$

式中:  $F_x$ ——总换热面积(m<sup>2</sup>);  
 $Q$ ——加热器的热负荷(W);  
 $K$ ——传热系数(W/m<sup>2</sup>·°C)。在一般工程计算中,可直接选取 $K = 104.67 \sim 116.3 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$  (90~100kcal/m<sup>2</sup>·h·°C);  
 $\Delta t_p$ ——蒸汽和油品间的对数平均温度差(°C), (介质流向一般按逆流式考虑)。

$$\Delta t_p = \frac{t_y'' - t_y'}{L_n \frac{t_{BH} - t_y'}{t_{BH} - t_y''}} \quad (7-19)$$

式中:  $t'_y$ 、 $t''_y$ ——油品加热初温和终温 ( $^{\circ}\text{C}$ );

$t_{\text{BK}}$ ——加热蒸汽饱和温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )。

(5) 单台加热器换热面积计算

$$F = \frac{F_z}{n} \quad (7-20)$$

式中:  $F$ ——单台加热器的换热面积 ( $\text{m}^2$ );

$F_z$ ——加热器总换热面积 ( $\text{m}^2$ );

$n$ ——运行加热器的台数 (台)。

根据计算所得换热面积及介质工作参数,即可选用燃油加热器标准图。如有特殊要求,可向设备专业提出条件另行设计。

(6) 加热器蒸汽消耗量计算

$$G = \frac{3.6Q}{(i'' - i') \eta} \quad (7-21)$$

式中:  $G$ ——蒸汽消耗量 ( $\text{kg/h}$ );

$Q$ ——加热器的热负荷 ( $\text{W}$ );

$i''$ ——加热蒸汽热焓 ( $\text{kJ/kg}$ );

$i'$ ——凝结水热焓 ( $\text{kJ/kg}$ );

$\eta$ ——加热器的热效率,一般取  $\eta = 0.97 \sim 0.98$ 。

(7) 加热器的阻力计算

一般情况下不必进行具体计算,如有特殊要求,需要详细核算阻力时,可按下述公式计算。

a. 列管式加热器的阻力计算

$$\Delta H = \left( \frac{\lambda L}{d} + \sum \xi \right) \cdot \frac{V^2}{2} \cdot \rho \cdot f \quad (7-22)$$

式中:  $\Delta H$ ——重油通过加热器的阻力 ( $\text{Pa}$ );

$\lambda$ ——摩擦阻力系数;

$L$ ——重油流经的管程总长 ( $\text{m}$ )

$$L = ln \quad (7-23)$$

$l$ ——加热器单程管束长度 ( $\text{m}$ );

$n$ ——加热器的管程数;

$d$ ——换热管内径 ( $\text{m}$ );

$\sum \xi$ ——加热器内局部阻力系数之总和;

$V$ ——重油在管程内的流速 ( $\text{m/s}$ );

$\rho$ ——油品的密度 ( $\text{kg/m}^3$ );

$f$ ——换热管内积污系数,对于  $\phi 25 \times 2.5$  的管子,可取  $f = 1.4$ 。

### b. 套管式加热器的阻力计算

重油通过套管式加热器的阻力等于通过管程流动时的压力降，其计算方法与管线压力降的计算方法相同。

### 7.3.4 燃油过滤器的选择计算

#### (1) 过滤器的设置、型式及台数的确定

- a. 供油系统中在供油泵前及锅炉燃油喷嘴（机械雾化）前均应装设油过滤器。
- b. 油过滤器的型式一般宜选用结构比较简单、制造容易及费用较省的滤网式过滤器。
- c. 油过滤器一般应设置备用，集中设置时，每种油过滤器一般不应少于两台；当供油量较大时，应考虑使用的灵活性合理确定。

#### (2) 过滤器滤网规格的选用

- a. 过滤器的滤网规格（即网孔的粗细度）应根据供油泵或油喷嘴的类型确定。
- b. 各类供油泵及油喷嘴对滤网规格的要求应按照产品技术资料中的数据考虑，一般可参照表7-6选用。

表7-7 滤网规格选用表

使用条件		滤网规格 (目/cm)
泵前	螺杆泵、齿轮泵	16~32
	离心泵、蒸汽往复泵	8~12
喷嘴前	机械雾化喷嘴	≥20

#### (3) 过滤器滤网面积计算

$$F = \frac{f \cdot K}{\eta} \quad (7-24)$$

式中：F——过滤器滤网总面积（mm<sup>2</sup>）；

K——过滤器滤网的流通面积与进口管截面积的比值。对于各种油泵及油喷嘴，

K值应按产品技术资料中的要求考虑，一般可参照表7-8选用。

f——过滤器进口管截面积（mm<sup>2</sup>）。

表7-8

K 值 选 用 表

使 用 条 件	比 值 K
供油泵前(各种类型)	8~10
喷嘴前(机械雾化喷嘴)	>2

$\eta$ ——滤网网孔面积占总面积的百分数。 $\eta$ 值可由金属网规格样本中查得。

(4) 根据要求的滤网规格、所需滤网面积及介质工作参数,即可选用燃油过滤器标准图;如有特殊要求,可向设备专业提出条件另行设计。

一、对条文执行严格程度的用词说明如下，以便区别对待。

1. 表示很严格，非这样作不可的用词：

正面词采用“必须”；

反面词采用“严禁”。

2. 表示严格，在正常情况下均应这样作的用词：

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

3. 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样作的用词：

正面词采用“宜”或“可”；

反面词采用“不宜”。

二、条文中必须按指定的标准、规范执行的写法为“应按……执行”或“应符合……要求或规定”。非必须按所指定的标准、规范执行的写法为“可参照……执行”。

# 化工企业锅炉房设计计算规定

HG/T 20680-1990

## 编 制 说 明

本规定在编制过程中，除依据现有国家标准外，尚有部分内容取材于下列标准及设计手册：

(1) 即将颁发的国家标准《锅炉房设计规范》的报批稿（本规定条文如与正式颁发的规范不符时，应以正式规范为准）。

(2) 各种TC标准。这些TC标准经多年试行，证明是可行的。

(3) 航天工业部第七设计院编制的《工业锅炉房设计手册》（第二版）。该手册经化工系统的长期应用，证明其成熟可行。

(4) 程祖虞编《蒸汽蓄热器的应用和设计》一书。多年来，许多设计单位按本书进行蓄热器设计，证明也是成熟的。

### 1 总 则

1.1 单台锅炉的参数界限，是考虑到化工企业常用锅炉的情况和参照新修订的国家标准《锅炉房设计规范》而确定的。

1.4 由于各化工设计院的专业分工不同，故本条中所列“不包括”的几部分不宜列入。

### 2 锅炉房热负荷及锅炉设备选择计算

#### 2.1 锅炉房热负荷计算

2.1.1~2.1.4 计算公式中的管网热损失系数K，是一个很重要的系数，目前在各种资料中选用不一。在《工业锅炉房设计手册》中，对于架空敷设蒸汽管道取1.1~1.15；热电厂热网损失取1.05；另外，在国家经委和计委颁发的《供热系统节能工作的暂行规定》中，对于热力管道输送效率的评定标准为：优级 $\geq 95\%$ ，良级 $\geq 90\%$ ，差级 $< 90\%$ 。按化工企业的特点，一般热负荷数量较大，在生产中占有十分重要的地位，管道数量也较多，普遍对管道节能比较重视，因此本规定确定，“一般可取1.05~1.08，推荐选用1.05”（即按优级标准考虑）。

#### 2.2 锅炉设备选择计算

2.2.2 是依据国标《锅炉房设计规范》和国家有关节能政策列出技术上应该考虑的一些主要因素。

2.2.2(2) 旨在提示设计者应注意所选锅炉产品的证件要齐全，以备锅炉投产前供当地劳动部门检查发证之用。

2.2.2(6) 关于近期和远期的界限，是根据多年来设计经验的总结意见而列入的。

2.2.3 参照化工部热工设计技术中心站1984年颁布试行的设计规定《化工企业热力工程经济分析计算方法》(TC100A(0.1)-84)和水电部电力规划设计院编制的《热电结合工程项目经济评价暂行办法》等资料编写。

### 3 燃料燃烧计算

#### 3.1 计算说明

3.1.1 当锅炉房的设计燃料与定型锅炉的设计条件相差不大(燃料元素成份及发热量等相差15%以内),并得到锅炉制造厂家认可后,一般不需作全面热力校核计算,只需进行部分项目,即燃料燃烧计算,其它项目原则上可以直接采用锅炉产品所附的“热力计算书”等资料上的数据。

3.3~3.5 各近似计算公式,是依据《工业锅炉房设计手册》编写,只作为估算之用。当进行工程设计时,必须按正规公式进行计算。

#### 4 热力系统及其设备选择计算

4.1.3~4.1.5 计算公式中蒸汽凝结水应按正常净回收量计入,主要是考虑凝结水回收受各种因素的影响,不太稳定。当估算锅炉连续排污量时,其排污率是根据《小型火力发电厂设计规范》(GBJ 49-83),按供热式机组取值。

式(4-3)主要适用于低压锅炉,中压锅炉可按电力部门的要求计算。

4.2.2~4.2.4 各种水箱、水泵的选择计算,主要依据《锅炉房设计规范》的要求编写。

#### 5 烟风、除尘系统及设备选择计算

关于烟囱高度计算,主要原则是根据国家对环境保护的要求,为了使工厂所在地区的大气污染不超过环保标准的规定,锅炉房应根据烟气中有害物质排放量来确定烟囱高度,即按大气扩散计算方法进行计算,使排出有害物质到达地面的浓度能符合标准的要求。具体计算应根据国标《制订地方大气污染物排放标准的技术原则和方法》(GB 3840-83)。考虑到该标准主要针对高架源排放,故决定当锅炉房总额定蒸发量为20t/h以上(排气筒高度一般为40m以上)时,采用此标准计算,对于锅炉总额定蒸发量为20t/h及以下的生产、采暖或生活用小型的锅炉房,可以直接按国标《锅炉烟尘排放标准》(GB3841-83)中的规定执行。

关于工业锅炉烟尘排放指标,原则上应按国标《锅炉烟尘排放标准》执行,如建厂地区有地方排放标准时,尚应满足地方标准的要求。

应特别指出,最终确定的烟囱高度及烟气除尘措施还应满足全厂或地区环境综合评价的要求。

#### 6 运煤及除渣系统有关计算

6.2~6.4 对于耗煤量及灰渣量计算,其方案确定的主要技术原则是依据国标《锅炉房设计规范》及《小型火力发电厂设计规范》中的规定。计算部分主要依据《工业锅炉房设计手册》中的规定。

#### 7 重油供应系统及其设备选择计算

本章主要依据《锅炉房设计规范》和《工业锅炉房设计手册》中的规定而编制的。