

炼焦车间的煤气设备

Э. М. 伊兹拉艾里特 M. C. 切尔姆尼赫 著



冶金工业出版社

844

炼焦車間的煤气設備

Э.М. 伊茲拉艾里特

М.С. 切尔姆尼赫

著

陶 著 譯

冶金工业出版社

內 容 提 要

本書介紹焦炭的生产和炼焦爐的操作、炼焦爐和煤气导管的构造。詳細討論了炼焦爐的溫度制度和炭化室及加热系統的压力制度，以及調節煤气和空气供应的方法。

本書是苏联生产技术訓練班的教材，可供我国炼焦爐操作工人及技術人員参考。

Э.М.Израэилт, М.С.Черных

ГАЗОВОЕ ХОЗЯЙСТВО

КОКСОВЫХ ЦЕХОВ

炼焦車間的煤气設備

陶 著 譯

冶金工业出版社出版（地址：北京市灯市口甲45号）

北京市书刊出版业营业許可証出字第093号

冶金工业出版社印刷厂印 新华書店发行

— * —

1960年3月第一版

1960年3月北京第一次印刷

印数 3,012册

开本850×1168 • 1/32 • 146,000字 • 印张5 $\frac{26}{32}$ •

— * —

統一書号15062·2100

定 价 0.75 元

844

炼焦車間的煤气設備

Э.М. 伊茲拉艾里特

M.C. 切尔姆尼赫

著

陶 著 譯

冶金工业出版社

内 容 提 要

本書介紹焦炭的生产和炼焦爐的操作、炼焦爐和煤气导管的构造。詳細討論了炼焦爐的溫度制度和炭化室及加热系統的压力制度，以及調节煤气和空气供应的方法。

本書是苏联生产技术訓練班的教材，可供我国炼焦爐操作工人及技術人員参考。

Э.М. Изразит, М.С. Черных

ГАЗОВОЕ ХОЗЯЙСТВО

КОКСОВЫХ ЦЕХОВ

炼焦車間的煤气設備

陶 著 譯

冶金工业出版社出版（地址：北京市灯市口甲45号）

北京市书刊出版业营业許可証出字第093号

冶金工业出版社印刷厂印 新华書店发行

— * —

1960年3月第一版

1960年3月北京第一次印刷

印数 3,012 册

开本 $850 \times 1168 \cdot 1/32$ • 146,000字 • 印张 $5 \frac{26}{32}$ •

— * —

統一書号15062·2100

定 价 0.75 元

目 录

編者序	6
第一章 物理学和化学的基本知識	7
1. 物体及其状态	7
2. 热, 温度, 比热	8
3. 气体状态定律。把气体体积换算成 标准状况下的体积	10
4. 阿佛加得罗定律。加热煤气的組成。 所需空气量及废气組成的計算	13
5. 流体力学的基本原理。总压头, 静压头及速度 头。流体静压头。阻力。柏努利方程式	22
第二章 焦炭生产的工艺流程及炼焦爐的操作	31
1. 炼焦煤。配合煤	31
2. 配合煤的水分。粉碎的細度	32
3. 焦炭的物理机械性質。焦爐加热 对焦炭質量的影响	34
4. 炼焦爐的装煤	34
5. 推焦串序	35
6. 推焦与装煤图表	37
7. 推焦均匀度的检查	39
8. 焦餅难推	41
第三章 炼焦爐的构造	42
1. 炼焦爐用的耐火材料	42
2. 硅砖炼焦爐	45
3. 燃烧室, 蓄热室和斜道的相互配置	66
4. 提高现有的过頂焰道式炼焦爐高 度上加热的均匀性	70

第四章 炼焦爐的煤气导入管件	73
1. 煤气导入管件的用途和結構	73
2. 焦爐煤气的煤气导入管件	79
3. 导入空气、貧煤气和排出废气的废气瓣	84
4. 換向装置	90
5. 換向装置和废气瓣的維護	92
第五章 炼焦爐的煤气导出管件	97
1. 上升管和集气主管的用途和結構	97
2. 上升管与集气主管的操作	102
3. 集气主管的制度	106
4. 集气主管工的取資	107
第六章 焦爐的加热和停止加热	109
1. 炼焦爐加热用煤气的停止供应	109
2. 炼焦爐加热煤气的供应	110
3. 用貧煤气加热的操作	112
第七章 炼焦爐的溫度制度	114
1. 溫度制度的确定	114
2. 影响溫度变化的因素和溫度制度的校正	115
3. 測量溫度的仪器。光学高溫計和热电偶	120
4. 两次換向之間的時間內溫度的 变化和立火道溫度下降量的測量	123
5. 溫度制度的检查	124
6. 溫度制度的評定	128
第八章 煤气和空气供应的調节	134
1. 单位炼焦耗热量	134
2. 每小时热量和煤气消耗量的确定	137
3. 空气过剩系数的确定	141
第九章 炼焦爐炭化室和加热系統的压力制度	144
1. 压力制度的基本原則	144
2. 压力測量的方法	146

3. 按照压力指标来调节炼焦爐.....	151
4. 用高爐煤气加热炼焦爐时的压力制度	155
5. 确定和保持炼焦爐压力制度的实例	168
6. 炼焦爐的压力特征	180
7. 炭化室的压力制度	184

編 者 序

炼焦爐加热的調节，就是在炼焦爐不同区段确定和保持严格規定的溫度，这是一項复杂的工作。

所产焦炭的質量、炼焦的耗热量、所产煤气和貴重化学产品的数量以及炼焦爐总操作寿命，在很大程度上决定于完成此項工作的效果。

炼焦車間煤气設備的初級操作人員——集气主管工、走廊工等的熟練程度，在調节炼焦爐时，起着重大的作用。例如，煤气工完成下列工作：測量炼焦爐不同区段的溫度和压力，消灭在炼焦爐加热中产生的不正常状态，計算平均溫度及实际溫度与規定的偏差等。有效地完成这些职责决定于操作人員的熟練程度及其在物理学、应用流体力学及其他学科方面的知識。炼焦爐操作人員也应当很好地知道炼焦爐的构造、調节裝置的結構，而且要会掌握它們。

熟悉热工学与流体力学的定律有助于了解与焦爐加热有关的各种过程，考虑到这些定律的重要意义，編者扼要地闡明了这些学科的要点，在份量上以自觉态度对待本职工作的操作人員所必需的。

关于炼焦爐流体力学实例的分析与求解，在本書中占很大份量。

这些例子是从炼焦爐压力制度的調节实践中挑选出来的。

第一章

物理学和化学的基本知識

1. 物体及其状态

我們周围的一切东西都是物体。

物体是由叫做分子的极微細的質点构成的，而分子本身又是由原子构成的。分子与分子原子与原子之間均有空隙，它們靠电力联結在一起，并且处于不断运动的状态之中。

分子和原子的运动速度随压力和物体的溫度而变。根据分子运动速度的不同，物体可以是固体，也可以是液体或气体。

速度不高时，分子的运动带有振动的性質，它們之間的相对位置并不改变，这时物体就处于固态，此时能够保持一定的形状。

提高分子的运动速度，物体就变成液态。这时物体不再保持一定的形状，而是有盛液体的容器的形状，但是仍旧保持一定的体积。

繼續提高分子的运动速度，物体就变成气态。

压力固定时，物体从一种状态变成另一种状态是由溫度决定的。物体从固态变成液态的过程叫做熔化，从液态变为气态的过程叫做气化。

液体表面上經常有一定量的气态物質，这种气态物質就叫做該液体的蒸气。溫度愈高，液体上面的蒸气量也就愈多。

液体的自由表面上随时都有物質分子从液态变为气态。升高溫度时，可以看到物質分子从液态变成气态的过程加强了；而当降低溫度时，分子从气态变成液态的过程加强了。第一个过程叫做气化，第二个过程叫做冷凝。

液体上面的蒸气压力等于外界压力时的溫度叫做沸点。在这

个温度下液体能够全部变成蒸气。

任一温度下液体上面所能有的蒸气量是严格固定的。如果该温度下液体上面的蒸气量已经达到了最大限度，这样的蒸气就叫做饱和蒸气。温度愈高，液体上面气态分子的数量就愈多，因而分子的运动就愈剧烈，蒸气压力也愈高。某一温度下蒸气内物质分子的数量比饱和状态下分子的数量少时，这样的蒸气就叫做未饱和蒸气。如果使未饱和蒸气变冷，则冷却到一定的温度时，未饱和蒸气就会变成饱和蒸气。若再继续冷却，就会有部份蒸气冷凝下来，变成液体。

在某些温度下湿焦炉煤气中水蒸气的含量载于表1内。

表 1

温度, °C	水 蒸 气 含 量		
	克/标米 ³ 干煤气	米 ³ /米 ³ 湿煤气	米 ³ /米 ³ 干煤气
0	4.9	0.006	0.0061
10	9.9	0.012	0.0121
20	19.1	0.023	0.0235
30	35.2	0.041	0.0437
40	63.3	0.073	0.0777
50	111.8	0.122	0.139
60	197.5	0.196	0.246
70	233.6	0.261	0.353

2. 热, 温度, 比热

热是能的一种形式。

热量是用大卡或小卡作为单位来量度的。

使1公斤水的温度升高一度(从19.5°到20.5°)所需的热量叫做一个大卡(1千卡)。

使1克水的温度升高一度所需的热量叫做一个小卡(1卡)。

因此1千卡=1000卡。

溫度是用国际百分溫标的度数(°C)量度的,并以字母 t 表示。这种溫标以冰的熔点作为 0°C,以水的沸点(在 1 个大气压力下)作为 100°C,此外还有其它的溫标(列氏溫标、华氏溫标、摄氏溫标……等),可是在苏联并没有使用这些溫标。

有許多計算必須使用所謂絕對溫度。絕對溫度用 T 表示,并且用开尔文溫标的度数(°K)来量度。

因为絕對零度大致和百分溫标的 -273°C 相当(精确一点說是和 -273.2°C 相当),所以換算成絕對溫度时应该把百分溫标的度数(°C)加上 273:

$$T^{\circ}\text{K} = t^{\circ}\text{C} + 273 \quad (1)$$

1 公斤物質的溫度升高 1°C 所需要消耗的热量(千卡)叫做那种物質的比热。固体的比热用 千卡/千克·度 作为单位。气体的比热(表 2)即可以用 千卡/千克·度 作单位,也可以用 千卡/标米³·度 作单位。

几种气体的比热 (千卡/标米³·度)

表 2

气 体 名 称	溫 度 , °C						
	100	300	500	800	1000	1200	1500
氧.....	0.315	0.329	0.334	0.347	0.353	0.359	0.366
氮.....	0.311	0.314	0.319	0.328	0.334	0.340	0.347
二氧化碳.....	0.400	0.449	0.480	0.513	0.530	0.544	0.560
水蒸气.....	0.352	0.367	0.378	0.397	0.410	0.422	0.439
氢.....	0.309	0.311	0.312	0.315	0.318	0.321	0.327
一氧化碳.....	0.311	0.315	0.321	0.332	0.338	0.344	0.350
甲烷.....	0.386	0.451	0.509	0.588	0.632	—	—

比热通常是随着溫度的升高而升高的。

气体混合物的比热是按照混合定則根据組成混合物的各气体比热求出来的,也就是用下面的方法求出来的:

先用每一种气体的体积分数乘上它的比热,再把所得的积相加起来。

例題。焦爐煤氣所生成的廢氣的組成爲：水蒸氣20%，二氧化碳6%，氧4%，氮70%，廢氣的溫度爲300°C；試求廢氣的比熱。

$$\text{解。 } C_{\text{廢氣}} = 0.2 \times 0.367 + 0.06 \times 0.449 + 0.04 \times 0.329 + 0.7 \times 0.314 = 0.333 \text{ 千卡/標米}^3 \cdot \text{度}$$

如果兩種物體的溫度互不相同，那末熱就會由溫度較高的物體傳給溫度較低的物體。這個過程叫做傳熱。

傳熱可以靠熱傳導、輻射或對流來實現。

所有這三種傳熱的方式在焦爐的加熱上都會遇到。例如，把熱由燃燒着的煤氣的火焰傳給立火道壁主要是靠輻射；由立火道壁傳給炭化室牆主要是靠熱傳導；由炭化室牆傳給煤料，在結焦初期焦餅緊貼爐牆時主要靠熱傳導，而在結焦末期焦餅離開爐牆以後主要是靠輻射。

由立火道進入蓄熱室的廢氣靠輻射和對流把熱傳給格子磚。在蓄熱室上部傳熱主要是靠輻射，在蓄熱室下部傳熱主要是靠對流。

蓄熱室內空氣的預熱實際上只靠對流，高爐煤氣的預熱則既靠對流又靠輻射。

3. 氣體狀態定律。把氣體體積換算成標

準狀況下的體積

氣體的溫度、壓力和體積彼此之間有一定的關係。如果氣體是在密閉的堅硬容器裏面，則當升高氣體的溫度時，器壁上所受的壓力也隨着增高。如果氣體是在容積可以變化的容器裏面（例如在帶有活塞的氣缸裏面），則加熱氣體時，氣體的體積就會增大。如果壓縮處於同樣容器中的氣體，則氣體加在器壁上的壓力將會增高。

任一容器中的氣體量，不僅由容器的容積來決定，而且也由氣體的壓力和溫度來決定。

根据波义耳—馬里奥特定律可以知道，当温度不变时，一定量气体的体积和它的压力成反比。

如果用 P_1 和 P_2 代表气体的压力，用 V_1 和 V_2 代表气体的体积，则波义耳—馬里奥特定律可用公式表示如下：

$$P_1 V_1 = P_2 V_2,$$

或

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}. \quad (2)$$

例题。設鼓风机后的压力为 1600 毫米水柱，鼓风机前的吸力为 180 毫米水柱，如果鼓风机后通过的煤气体积为 50000 米³/小时，試求鼓风机前每小时通过的煤气体积。

正和大多数技术上的問題一样，本例题里压力和吸力的数值是与大气压相比而得的。如果要想得到绝对压力，就必须把大气压力加上表压；而当气体在吸力下时，就必须从大气压力减去吸力。在本例题中，绝对压力 P_2 等于 $10330 - 180 = 10150$ 毫米水柱， $P_1 = 10330 + 1600 = 11930$ 毫米水柱， $V_1 = 50000$ 米³。

根据波义耳—馬里奥特定律得到：

$$V_2 = V_1 \cdot \frac{P_1}{P_2} = 50000 \times \frac{11930}{10150} = 58620 \text{ 米}^3/\text{小时}.$$

根据盖呂薩克定律，压力不变时，气体的体积和绝对温度 (°K) 成正比例。

如果用 T_1 和 T_2 代表绝对温度 (°K)，那末盖呂薩克定律可以用算式表示如下：

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2}. \quad (3)$$

例题。每小时向砖煤气道 (煤气分配道) 内送入 70 米³ 温度为 40°C 的焦爐煤气。煤气在砖煤气道内分配給 7 个火咀并加热到 250°C。設每小时进入每个火咀的煤气量相等，即从每一个火咀进入立火道的煤气的体积是多少？

溫度 40°C 相當於 $40 + 273 = 313^{\circ}\text{K}$, 溫度 250°C 相當於 $250 + 273 = 523^{\circ}\text{K}$ 。每小時進入每個火阻的煤氣在 40°C 時所占的體積為 $\frac{70}{7} = 10 \text{米}^3$ 。

根據給呂薩克定律, 當溫度為 250°C 時, 這樣多的煤氣所占的體積為:

$$V_1 = V_2 \cdot \frac{T_1}{T_2} = 10 \times \frac{523}{313} = 16.7 \text{米}^3/\text{小時}。$$

如果氣體的溫度、體積和壓力同時改變, 那末這些數量之間的关系如下:

$$\frac{V_1 P_1}{T_1} = \frac{V_2 P_2}{T_2} \quad (4)$$

用上面的公式可以把氣體的體積換算成相同溫度和壓力下的體積, 也就是換算成相同狀況(標準狀況)下, 即溫度為 0°C 、壓力為 760 毫米水銀柱 (或 10330 毫米水柱) 時的體積。換算成標準狀況的氣體體積用標米³計算。

例題。根據流量計的讀數知道送入焦爐機側的焦爐煤氣的小時流量為 4300米^3 , 煤氣壓力為 100 毫米水柱, 煤氣溫度在煤氣預熱器前為 20°C , 在預熱器後為 40°C 。試求: 1) 標準狀況下濕煤氣的體積, 2) 標準狀況下干煤氣的體積。

利用公式 (4) 可解第一道題:

$$\frac{V_0 \times 10330}{273} = \frac{4300 (10330 + 100)}{273 + 40},$$

由此

$$V_0 = 4300 \cdot \frac{10430 \times 273}{10330 \times 313} = 3790 \text{米}^3/\text{小時}。$$

解第二道題可以利用表 1 的數據。

焦爐煤氣進入煤氣預熱器時是被水蒸氣飽和的, 從預熱器出來時卻變成不飽和的了, 因為焦爐煤氣的溫度已經升高, 可是並沒

有更多的水份汽化。根据煤气預热器前煤气的温度(20°C)可以查出, 1 米³ 湿煤气中蒸气的含量为 0.023 米³。用 0.023 乘上湿煤气的体积, 得到煤气中含有 87 标米³ 水蒸气。因此干煤气体积为 3790—87=3703 标米³。

4. 阿佛加得罗定律。加热煤气的組成。

所需空气量及廢气組成的計算

燃烧所需的空气量和廢气的組成根据阿佛加得罗定律来计算。按照这一定律, 在相同的温度与压力下, 同体积的气体含有同数之分子。因此, 如果按照燃烧反应, 每 1 分子甲烷需要 2 分子氧, 那末根据阿佛加得罗定律, 燃烧 1 标米³ 甲烷需要 2 标米³ 氧。

大多数工厂的焦爐煤气和高爐煤气的典型組成載于表 3 中。

表 3

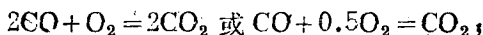
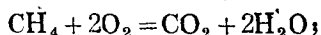
	含 量 , %						
	二氧化碳	重烴	氧	一氧化碳	氢	甲烷	氮
化学式.....	CO ₂	C _m H _n	O ₂	CO	H ₂	CH ₄	N ₂
焦爐煤气中的含量, 体积%	2.4*	2.2	0.4	6.0	60.5	25.0	4.0
高爐煤气中的含量, 体积%	11.0	—	0.3	23.0	2.7	0.2	57.8

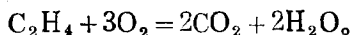
* 焦爐煤气中二氧化碳与硫化氢的含量之和 (CO₂+H₂S)。焦爐煤气硫化氢的含量约为 1.5%。

焦爐煤气中的可燃組分是氢、甲烷、一氧化碳、重烴 (在燃烧計算中, 認為重烴完全由乙烯 C₂H₄ 組成) 和硫化氢。

焦爐煤气中沒有重烴和硫化氢。

可燃組分的燃烧依下列反应式进行:





由这些反应式可以看出，燃烧 1 标米³CO 需要 0.5 标米³氧，结果得到 1 标米³CO₂。也可以同样计算其余反应式中所需的氧量和所得的废气量。如果想知道燃烧时需要多少空气，就必须用 0.21（空气中含有 21% 的氧）来除所需的氧量。所需的空气量与氧量之差就是空气中所含的氮量。

燃烧 1 标米³甲烷放出 8560 千卡热，燃烧 1 标米³一氧化碳放出 3040 千卡热，燃烧 1 标米³氢放出 2560 千卡热，燃烧 1 标米³重烃放出 17000 千卡热。

根据加热煤气的组成很容易计算燃烧 1 标米³加热煤气时所放出的热量。这一个量叫做煤气的发热量。前述组成的焦炉煤气的发热量等于：

$$Q = 17000 \times \frac{2.2}{100} + 3040 \times \frac{6}{100} + 2560 \times \frac{59.5}{100} + 8560 \times \frac{25.5}{100} = 4280 \text{ 千卡/米}^3.$$

前述组成高炉煤气的发热量等于：

$$Q = 3040 \times \frac{28}{100} + 2560 \times \frac{2.7}{100} + 8560 \times \frac{0.3}{100} = 930 \text{ 千卡/米}^3.$$

为了得到发热量上的比较数据，将煤气体积换算成在热量上与某一固定的标准发热量等值的煤气体积。焦炉煤气的标准发热量定为 4000 千卡/标米³，高炉煤气的标准发热量定为 1000 千卡/标米³。这样换算出来的煤气体积叫做标准发热量煤气的体积。检查试验局的通报上的煤气消耗量就是指的標準发热量煤气的消耗量。

例题，在上例的条件下，标准状况时干煤气的体积为 3703 标米³/小时。要想得到标准发热量的煤气量，必须用实际发热量与标准发热量的比来乘这一个数值： $3703 \times \frac{4280}{4000} = 3960 \text{ 标米}^3/\text{小时}$